

ISSN 1882-4021

# 産業技術大学院大学

## 紀 要

Bulletin of  
Advanced Institute of Industrial Technology

第 11 号

2018 年 1 月

産業技術大学院大学

## 目 次

## 論 文

資本コスト経営に関する一考察

—「無借金企業」と「同族経営」のケース— ..... 板 倉 宏 昭 1

The Commodity of Trade in Contemporary Design ..... Giovanni Innella  
Paul Rodgers 9

高度専門職人材育成を目指した PBL 活動検討のための

産業界ニーズの調査分析 ..... 大 崎 理 乃  
大久保 友 幸  
國 澤 好 衛 23

21世紀中国の開発ファイナンス攻勢に関する金融地政学分析 ..... 前 田 充 浩 29

ネットワーク型カメラシステムの課題と対策 ..... 慎 祥 揆  
長谷川 久 美  
中 田 亮太郎  
瀬 戸 洋 一 45

内部統制システムによる企業不祥事発生の抑止に関する考察

—2015年に改正された会社法を中心に— ..... 大 澤 英 季  
吉 田 敏 53金融分野における番号法対応のプライバシーリスク評価に関する提案 ..... 瀬 戸 洋 一  
阪 本 圭  
佐々木 真由美  
慎 祥 揆 59

自動売買システム向けリアルタイムミドルウェア ..... 千 代 浩 之 67

enPiT2におけるアジャイル開発技術者教育の取り組み ..... 中 鉢 欣 秀 73

Tabletop-Teacher: Enhanced Personal e-Learning  
with Tabletop Telepresence ..... Hiroaki Tobita 79イベント参加者数を用いた都市における混雑度予測サービス eyekon ..... 中 野 美由紀  
新 井 教 広  
一ノ木 繁 憲  
金 丸 正 憲  
鎌 柄 拓 史  
小 林 峻 朗  
吉 野 悅 朗 85

サイネージロボットの身体性を実現する一提案

淨瑠璃人形の比較を参考にした「かしら」のモデリング ..... 成田 雅彦

91

国際コンベンションにおける宿泊サービスに関する分析 ..... 松尾 徳朗

岩本 英和

97

複数センサを利用した室内の二酸化炭素濃度の計測と

可視化に向けた分析 ..... 渡邊 紀文

守谷 元一

宮本 賢良

糸田 孝太

今仁 順也

103

プロジェクトマネージャの成長プロセスの分析

—インタビュー調査結果のテキストマイニングによる— ..... 三好 きよみ

木野 泰伸

109

**総 説**

IT高度専門職技術者の教育目標の保証に関する試み ..... 小山 裕司

酒森 潔

戸沢 義夫

115

アーバン・ディベロップメントとツーリズムに関する基礎的考察 ..... 佐々木 一晋

121

プロジェクトマネジヤ育成ロードマップ ..... 酒森 潔

三好 きよみ

125

体格に合わせて動く快適なフラワーチェア

—2016年度イノベーションデザイン特別演習 村越PT— ..... 古杉 美幸

村越 英樹

131

Double-use strategy of Quasi-Zenith Satellite System communication .... Keiko Shimazu

137

**研究速報**

都市生活の時間価値を向上するサービスデザイン ..... 春林

秋山 有紀

小林 遼平

鹿島 経生

駒木 崇了

周天 陽

森田 友宏

國澤 好衛

池本 浩幸

145

集団的課題解決における集合知発揮要件に関する一考察

—専門職大学院でのアイデアソン・ハッカソン実施事例を通じて— ..... 亀井省吾

小山 裕司

149

シミュレーションゲーム的な見方・考え方による認知的技能習得を 支援する学習の設計の試み	網代 剛	157
カテゴリ別事前学習を行った CNN の学習速度に関する検証	柴田 淳 司	163
行動観察に基づく在宅医療のサービスデザインと事業化	上村 隆幸 黒田 麻祥 浅沼 葉文 内山 啓造 長尾 俊造 任政 森 劉進 錠 池本 浩幸	167
「パートナーロボット」の開発研究 — 表情と仕草に着目したコンセプト構築の試み —	平社 和也 竹島 大智 近藤 嘉男 内山 純	175
HMI 視点から見る自動車インテリアデザインの変化	海老澤 伸樹	181
2つ超音波振動を用いた溶接残留応力の低減	越水 重臣 青木 繁 栗田 勝実	195
外国人の体験学習を題材としたプロジェクト型演習	伊藤 由起子 橋本 洋志	201

## CONTENTS

### Regular Papers

Study on cost of capital on management — Cases of 'no debt company' and 'family management'—	Hiroaki Itakura	1
The Commodity of Trade in Contemporary Design ······	Giovanni Innella	
	Paul Rodgers	9
An Analysis of the industry needs for Project Based Learning at Professional School ······	Ayano Ohsaki	
	Tomoyuki Ohkubo	
	Yoshie Kunisawa	23
A Financial Geopolitics Analysis on the Chinese Initiatives of Developmental Finance in the 21 <sup>st</sup> Century ······	Mitsuhiko Maeda	29
Privacy issues and measures for IP camera systems ······	Sanggyu Shin	
	Kumi Hasegawa	
	Ryotaro Nakata	
	Yoichi Seto	45
A Study of Deterrence of Corporate Scandals by Internal Control System — Focusing on The Companies Act enacted in 2015—	Hideki Osawa	
	Satoshi Yoshida	53
A proposal on the privacy risk assessment of responding to National ID Act in the financial sector ······	Yoichi Seto	
	Kei Skamoto	
	Mayumi Sasaki	
	Sanggyu Shin	59
Real-Time Middleware for Automated Trading Systems ······	Hiroyuki Chishiro	67
An Agile Development Engineer Education in enPiT2 Program ······	Yoshihide Chubachi	73
Tabletop-Teacher: Enhanced Personal e-Learning with Tabletop Telepresence ······	Hiroaki Tobita	79

eyekon : Congestion Prediction Service in Metropolitans based on the number of spectators ······	Miyuki Nakano Norihiro Arai Shigeru Ichinoki Masatoshi Kanamaru Hiroshi Kamatsuka Takashi Kobayashi Etsuro Yoshino Miyuki Nakano	85
A proposal of a methodology on realizing the Physical Properties of Signage Robots		
Modeling of "KASIRA" Head based on comparison of "Joruri" dolls ······	Masahiko Narita	91
Service of Accommodation in International Convention ······	Tokuro Matsuo Hidekazu Iwamoto	97
Analysis by Multi-point Sensing for Visualization of Indoor CO <sub>2</sub> Concentration ······	Norifumi Watanabe Motokazu Moritani Kensuke Miyamoto Kota Itoda Junya Imani	103
An Analysis of the Growth Process of Expert Project Managers Based on Text Mining ······	Kiyomi Miyoshi Yasunobu Kino	109
<b>Review Papers</b>		
A Management of Educational Objectives in IT Professional Graduate School ······	Hiroshi Koyama Kiyoshi Sakamori Yoshio Tozawa	115
Fundamental Study on Urban development and Tourism ······	Isshin Sasaki	121
Project Manager Encourage Load Map ······	Kiyoshi Sakamori Kiyomi Miyoshi	125
Comfortable Flower Shaped Chair with Automatic Adjustable Backrest — Murakoshi — PT 2016 (Advanced Exercises: Innovation for Design and Engineering) ······	Miyuki Kosugi Hideki Murakoshi	131
Double-use strategy of Quasi-Zenith Satellite System communication ······	Keiko Shimazu	137

**Short Notes**

Service design for improving the time value of urban life ······	ChunLin Yuuki Akiyama Ryohei Kobayashi Tsuneo Kashima Takanori Komaki Tianyang Zhou Tomohiro Morita Yoshie Kunisawa Hiroyuki Ikemoto	145
A Consideration of Requirements for Wisdom of Crowds Exercise in Collective Solutions –Through the Practical Cases of Ideathon and Hackathon in Professional Graduate School— ······	Shogo Kamei Hiroshi Koyama	149
A Trial of Designing Learning for Supporting the Learning the Cognitive Skills with Simulation Game like Thinking ······	Tsuyoshi Aziro	157
Verification of Pre-trained CNN's Learning Speed using Categorized Images ······	Atsushi Shibata	163
Service and business design for in-home medical care based on behavior observation ······	Takayuki Kamimura Masaki Kuroda Shiori Asanuma Hirofumi Uchiyama Shunzo Nagao Ren Zhengsen Liu Jinting Hiroyuki Ikemoto	167
Design Development of the partner robot coexisting with humans –Robot concept focused on facial expression and arms movement— ···	Kazunari Hirakoso Daichi Takeshima Yoshio Kondo Jun Uchiyama	175
Changes in automotive interior design seen from the point of view HMI ···	Nobuki Ebisawa	181
Reduction of Residual Stress on Welded Joint Using Two Ultrasonic Vibrations ······	Shigeomi Koshimizu Shigeru Aoki Katsumi Kurita	195
A Study on Project Type Exercise for Foreigners Experience-Based Learning ······	Yukiko Ito Hiroshi Hashimoto	201

# 資本コスト経営に関する一考察 —「無借金企業」と「同族経営」のケース—

板 倉 宏 昭\*

Study on cost of capital on management  
- Cases of 'no debt company' and 'family management'-

Hiroaki Itakura\*

## Abstract

We conduct case studies of management strategies based on finance theory. Kao is taken up as a case of "no debt company". We also analyze Suntory as an example of "family management". The idea of the trade-off theory about the effect of the use of liabilities on the corporate value evaluation is also adopted in practice. Therefore, we recommend case studies based on finance theory.

**Keywords:** Cost of Capital, Weighted Average Cost of Capital, Economic Value Added, Return On Equity, Debt Finance, Equity Finance, Capital Structure, Trade-off Theory

## 1 はじめに

財務指標、及びファイナンス理論に基づいた分析方法を用い、著者が参考事例を提示し、企業の経営戦略を考察した内容で書き進めている。「無借金企業」のケースとして花王、「同族経営」のケースとしてサントリーをそれぞれ取り上げる。また、負債の利用が企業価値評価に与える影響について、トレードオフ理論の考えを反映した WACC (Weighted Average Cost of Capital) 加重平均資本コスト法は、実務では取り入れられていたりする。それゆえ、ファイナンス理論を踏まえた事例研究の勧めをしてゆく。以下、新聞報道等で紹介される、知名度の高い個別の企業事例をまず取り上げ、どのような理論の下で経営戦略が採られているか、どうすれば地域の企業価値を増加させることができるかについて、順次考察してゆく。

## 2 はじめに

資本構成のトレードオフ理論に関する実証研究の検証方法を以下のように解釈付けて考える。最適資本構成（最適負債比率）を超過する場合、企業は借入れを減らしているのか。最適資本構成（最適負債比率）を下回る場合、企業は借入れを増やしているのか。最適資本構成とは、すなわち資本コストをできる限り小さくする資本構成である。企業は、WACC を小さくするように負債で調達していると考える理論もある。

また、WACC とは以下のように定義している。

•  $WACC = \{ \text{有利子負債額} / (\text{有利子負債額} + \text{株主資本時価}) \} \times \text{負債資本コスト} \times (1 - \text{実効税率}) + \{ \text{株}$

主資本時価／(有利子負債額+株主資本時価) }× 株主資本コスト

- ・有利子負債=「短期借入金」、「CP」、「社債」、「長期借入金」の合計
- ・株主資本時価=「株価」×「発行済み株式数」
- ・負債資本コスト(%)=有利子負債の利子率（借入金や社債の金利）
- ・有利子負債利子率(%)=支払利息 ÷ 有利子負債
- ・実効税率=40%として計算
- ・株主資本コスト(%)=株価収益率の理論値(CAPMによる算出)

## 3 デュポンシステムによる ROE の分解

近年、日本でも ROE(株主資本利益率、Return On Equity)を意識した経営が増え、ROE に対する注目度が高い。ROE の分析に当たり、最も有名なのがデュポンシステム分析というものがある。デュポンシステム分析とは ROE を 3つの要素(phase)に分解し、それぞれの要素を分析する 3-phase モデルのひとつである。資本構成が ROE に与える影響についても考察できる。

ROE(当期純利益/株主資本)

=収益性×資産回転率×財務レバレッジ

(1) 収益性=当期純利益÷売上高

(2) 資産回転率=売上高÷総資産

(3) 財務レバレッジ=総資産÷株主資本

上式のそれぞれの項は、(1)から(3)に別けられ、この 3つを掛け算すると、当期純利益/株主資本となる。ROE が大

きい(小さい)原因がこの3つのどの項にあるか、深い分析ができる。それぞれの指標からわかるることは以下の通りである。

(1)収益性は、利益率が高ければ、競争優位性があることがわかる。どの指標も、業界によって高いのか低いのかは変わる。そのため、これらの指標を用いた比較は同業内で行うことが推奨される。(2)資産回転率は、回転率が高ければ効率よく資産を使いビジネスをしていることがわかる。(3)財務レバレッジは、財務レバレッジが高ければ高いほど、借入れを多くしていることがわかる。

特に(3)は、資金調達の局面を表している。ビジネスをするためには100億円必要だとして、誰からどのくらい調達するのかを判断する項目である。100億円負債で調達することもできるし、株主資本で調達することもできる。しかし、たくさん株主資本で調達しすぎると、ROEの分母が大きくなってしまい、利回りが低下してしまう。しかし、負債で調達しすぎると、金利の支払いがつらくなる。このような中でバランスをとつてゆくという最適資本構成の考え方から(3)財務レバレッジは導出されたものである。

一方、ROAは会社の総資産額に対し、いくら利益を上げたかという指標で、デュポン分析の最初の二項を掛け算したものである。また、デュポンシステムの式の最後に $1/(1+Debt/Equity)$ をかけるとROICになる。

#### 4 企業活性化に向けての取り組み

##### 4.1 花王

カネボウ化粧品の買収資金4100億円をすべて銀行借り入れと普通社債でまかなった花王。2006年3月には米スタンダード・アンド・プアーズと格付投資情報センターから、財務の悪化を理由に相次いで格下げされた。それでもエクイティファイナンス(新株発行を伴う資金調達)を一切行わず、借金を増やしたのはなぜか。割引キャッシュフロー(DCF)法で企業価値を算出する際に用いる資本コストが、カギを握っている。

「株式市場からの調達を含め、様々な資金調達方法を検討している」。2006年1月に産業再生機構からカネボウを買収した直後、花王の星野敏雄専務は買収資金の調達方法を白紙としていた。しかし4月にシンジケートローンで2200億円を調達。8月には25年ぶりに普通社債を1000億円発行した。生保ローンも組み、買収資金はすべて有利子負債でまかなった。2005年3月期末にほぼ無借金だった花王のバランスシートに、4000億円超の有利子負債が加わった。今回の買収は資本コストを下げるチャンス——。実は、花王が有利子負債で買収資金をまかなかった理由は、資本コストへのこだわりがあった。資本コストとは、企業の調達資金全体にかかるコスト。株主資本のコストと有利子負債のコストを加重平均して求める。株主は債権者より大きなリスクを負っているため、株主資本コストは負債コストより高くなる。

そこで買収資金を今回のように全額有利子負債で調達したケースと、全額公募増資で調達したケースに分け、DCF法で企業価値を比較してみる。花王は以前から、投下資金で稼いだ収益が資本コストを上回ったかどうかを示すEVA(経済付加価値)を強く意識してきた。花王が用いている資本コストを参考になると、買収資金を公募増資で調達した場合はほとんどが株主資本となり、資本コストは5%になる。一方、有利子負債で調達すれば資本コストは4.2%まで低下する。

日本企業はこれまで、フリーキャッシュフローを増やすため、コスト削減を徹底し、設備投資を厳選して収益力を高めてきた。だが、企業価値を引き上げたいのであれば、今後は資本コストにも目を向ける必要がある(2006/10/13 日本経済新聞)。

2000年頃の花王は、負債ゼロの資本構成だったので、資本構成を論じる対象外の企業であった。そして、花王はただただ投資の収益率が資本コストを上回ったかどうかを強く意識した経営を行ってきた。

これまでの経営方針と異なることでまず気づくのは、総資本コストを下げるため、買収資金を節税効果のある負債で調達していることである。花王が用いている資本コストを参考にすると、買収資金を調達する場合、公募増資で調達すれば、株主資本コストは5%。有利子負債で調達すれば、資本コストは4.2%である。つまり、買収金額を負債で調達するのが費用最小化には適しているため、理に叶った経営戦略と評価できる。

また、カネボウの営業利益水準は低いのにも関わらず、2006年にカネボウ化粧品を買収している。その際、4000億円越えの買収金額は負債調達している。有利子負債が加わり、格付けが下落した。しかし、もともと負債比率が低い企業であったため、トレードオフ理論が示唆するように負債の利用(財務レバレッジを高める)により、企業の評価価値額を上昇させる(WACCを低下させる)ことに成功している。また、花王の商品は、生活必需品ゆえ、売上高の変動は小さい。つまり、売上原価と販売管理費の管理をきちんとしておけば、営業業績はまず落ち込まないと投資家は予想する。ゆえに、レバレッジを高めることで企業買収を進めた結果、株主資本利益率(ROE)を高められた。

これまで社訓を尊び花王は無借金企業であったが、投資戦略の変更により、ファイナンス理論が実務の結果に応用されている例となっていると言えるであろう。このように、財務諸表のデータを吟味することによって、負債を用いて企業価値の上昇に成功したかその経緯を振り返ることができる。

##### 4.2 サントリー

東証1部に2013年6月3日に上場したサントリー食品インターナショナルの鳥井信宏社長は2013年6月4日、海外

でのM&A(合併・買収)に中期的に最大6000億円を投じる考えを明らかにした。期間については明言しなかったが、2015年度がめどとみられる。アジアに加え、中南米やアフリカなど新興国への本格進出をめざす。

サントリー食品は上場で調達した資金から約2000億円を内外での戦略投資に充てる方針。さらに新たに借り入れることができる資金とあわせれば「5000億~6000億円の投資余力ができた」(鳥井社長)。M&Aは1月に設置した戦略開発部で進める。鳥井社長は「(投資の)期間は定めていない」というが、中期経営計画の最終年となる2015年12月期までを念頭に置いているようだ。グループ会社で欧州地盤のオランジーナ・シュウェップスが進出するアフリカ、オセアニア地盤のフルコアが事業を展開する南米で調査を始めた。経営権を握る過半出資を条件にアルゼンチン、ブラジル、南アフリカなどで検討する(2013/07/05 日本経済新聞)。

サントリーホールディングスは2014年1~6月期の売上高と営業利益で初めて国内の酒類メーカーのトップに立った。5月に買収した米社分が加わったほか、国内の高級ビールの販売などで消費者心理の改善を追い風にできた。長く首位を続けてきたキリンホールディングスは消費増税後の需要喚起に苦戦。明暗が分かれた。

ビール大手4社の2014年1~6月期連結決算が6日出そろった。サントリーHDがトップに立つのは2009年の持ち株会社制移行後初めて。2014年12月期通期でもトップとなる見通しだ。千地耕造常務執行役員は同日の決算発表記者会見で、トップに立ったことについて「特に意識していない。世界大手に追いつき追い越すための通過点」と話した。サントリーHDの1~6月期の売上高は前年同期比18%増の1兆1089億円、32%増の営業利益は644億円と、いずれも過去最高だった。

部門別の営業利益ではビール・スピリット部門が56%増の208億円と、伸び率が大きかった。消費回復を追い風に高級ビール「ザ・プレミアム・モルツ」の販売数量が3%増え、第三のビール「金麦」も約10%増加。「山崎」「白州」などウイスキーの国内販売も好調だった。「(増税後の)4月にテレビCMなどで積極的に需要喚起し、5月中旬には駆け込み需要の反動減はほぼなくなった」(千地氏)。買収した米蒸留酒大手、ビーム(現ビームサントリー)分は売上高で575億円、営業利益で54億円上乗せされた。

飲料・食品部門の営業利益は19%増の434億円。中核子会社、サントリー食品インターナショナルで特定保健用食品(トクホ)の「伊右衛門 特茶」などの販売が伸びた。欧州では炭酸飲料「オランジーナ」などを拡販した。

1~6月期、キリンホールディングスは17%減益だった。国内飲料の部門営業利益が18%減の139億円となったことが全体の足を引っ張った。主力の「一番搾り」や「のどごし生」の販売が不振だった。同社はサッカー日本代表の公式スポ

ンサーで、6月のワールドカップ開幕に合わせて販促を集中したことが結果的に裏目に出た、他社に後れをとった。三宅占二社長は同日、「増税後の対応が十分でなかった」と話した。一方、1~6月期の業績好調を受け、サントリーは2014年12月期通期の業績予想を上方修正した。サントリーの通期の売上高は従来予想を2200億円上回る2兆4400億円、営業利益は210億円上回る1670億円になりそうだ(2014/08/07 日本経済新聞)。

サントリーは、資料2をみると負債比率が60~70%を推移している。つまり、資本構成を論じる対象の企業に該当する。最適資本構成モデルによると、企業の最適資本構成(最適負債比率)は、負債の税効果と倒産コストのトレードオフによって決まる。しかし、メーカー・小売業・サービス業の負債比率の平均値は、日本では60~70%台より、サントリーの負債比率は必ずしも高いとは言えない。

たとえば、2013年に売上高が2兆400億円と過去最大の売上を上げている。そして翌年2014年は、1.6兆円を投じて傘下に収めたスピリット事業の蒸留酒大手米国ビーム社買収や英国の製薬会社グラクソ・スミスクラインから買収した欧州の清涼飲料事業が上乗せされ、国内業界トップのキリンを抜き、売上上昇に成功にした。ちなみに、2013年の売上高成長率は10%である。この水準を維持できれば、売上高4兆円を超えるザ・コカ・コーラ・カンパニーやペプシコ、バドワイザーといった世界的な飲料メーカーと肩を並べ、グローバル企業としてやってゆけるだろう。

一方、ビーム社買収により、スピリット事業で世界3位に位置づけられている。そしてホワイトスピリットのブランド交換を通じ、強みであるブラウンスピリットの商品の品揃えを拡充し、ウイスキーメーカーとしてやってゆくと企業戦略の方針を掲げたと報道されている。

また、資料2を参照すると、キリンのROEは4.9%から6.6%へ上昇したのに対し、2012年から2013年にかけて、サントリーのROEは6.9%から18.5%へ大幅に上昇している。しかし、2013年のROA(=セグメント利益÷セグメント資産)は、9.5%から8.2%に下落をみせている(資料3を参照)。ROEの収益性を表す項目が上昇しているのにも関わらず、セグメント情報上のROAが減少しているが、これはどのように整合的に説明できるだろうか。

先ほど紹介したデュポンシステムによるROEの分解をしてみよう。資料2の下段に記載されている①収益性(当期純利益率=当期純利益÷売上高)は、2012年から2013年にかけて、0.02から0.096に約5倍に大幅に上昇している。有価証券報告書のセグメント情報によると、飲料・食品の資産が8439億円から1兆2520億円に大幅に48%増加していることがわかる。これは、海外のシンガポール、ニュージーランド、豪州の現地飲料会社を買収したことが原因である。相変わらず、飲料・食品部門のセグメント営業に力点を置い

ている(50%超え).しかし, ②総資産回転率 (= 売上高 ÷ 総資産: 不良在庫がなく, 売れ行きが良いかをみる指標) は低くなっている. 海外の企業の M&A で規模が大きくなつたこと, 事業の多角化を計つたことが原因で総資産回転率は悪化し, ROA の低い会社へと変化したことがわかる.

また, ③財務レバレッジ(負債の利用割合) は下落している. つまり, 多角化による①収益性のアップは望ましいが, WACC を最小化できていない. しかし, EVA(経済的付加価値)を見る限り, 2013 年は過去最高値である. ③財務レバレッジを上げる経営戦略を探れば, 更なる収益の上昇, 企業価値の上昇が期待できるであろう.

なお、2009 年に設立された持ち株会社であるサントリーホールディングスは依然として非公開企業である。M&A に対する積極姿勢は、同族経営のためと言われている。サントリーの株式の9割を押さえる資産管理会社「寿不動産」の経営陣は、創業者のひ孫の鳥井信宏が社長に就任している。

株主の利益を考えるなら、経営者は WACC を低下させたいはずなのに、負債発行をせず、なぜ子会社の株式発行を選んだのだろうか。資料 1 には、それを紐解くヒントがある。2012 年のサントリーは財務CF計算書がマイナスになっている点である。仮に負債比率を高めるなら、債権者の意向を無視できなくなる。そうすれば、株主への利益還元へ障りが生じる。創業者一族が同族経営を行っているサントリーにとっては、外部の投資家、特にモノ言う株主から経営方針に口を挟んで欲しくないという企業統治の観点から説明する必要がある。だから、親会社は上場せず、代わりに子会社が上場することで、資本コストが割高な株式による資金調達をしてでも、企業統治を優先する経営方針を採ったのだろう。サントリーホールディングスの場合、ペッキングオーダー理論 というより、エージェンシー理論で説明すべき内容が色強く出ていると思われる。

## 5まとめと課題

データに基づく実証分析には、大別して 2 つのタイプがある。フィールドワークやケーススタディなどによって収集されたデータを分析する定性的な分析と、多くのケースにまたがって多量のデータを収集した上で、統計的な手法によってそれを分析する定量的な分析である。本稿で扱ったのは、資本コストを求める以外は主に定性的な実証分析である。我々はすべての企業に共通する普遍的な財務戦略は存在しないことは百も承知である。しかし、負債の利用が企業価値評価に与える影響について、トレードオフ理論の考えを反映した WACC 法、すなわち資金調達コストを最小化して企業価値最大化を試みていることが、有力企業などで、実務段階においても多く取り入れられていることが見受けられた。それゆえ、こうした事例を通して、地域の企業の経営戦略方針として掲げる 1 つの指針を提示できたのではないだろうか。

特に、「無借金企業」、「同族企業」といった共通のファクターが地域企業には多く見られる。その意味で、地方の企業価値をあげるためにどうすればいいか、十分考察する対象となる。

表1 サントリーのBSとCF

サントリー	2012年12月	2013年12月
資産総額	1,727,963	2,374,070
流動資産	44%	42%
金融資産	6%	4%
現金及び預金	13%	18%
営業債権・その他の債権	15%	12%
商品・製品	8%	7%
有形固定資産	24%	22%
無形固定資産	22%	27%
のれん	21%	17%
投資その他の資産	10%	8%
持分法投資・その他の金融資産	0%	0%
資産合計	100%	100%
流動負債	68%	60%
営業債権・その他の債務	11%	7%
借入金・社債	11%	7%
固定負債	74%	44%
借入金・社債	38%	26%
純資産	63%	84%
負債・純資産合計	100%	100%
流動資産比率	44%	42%
有形固定資産比率	24%	22%
無形固定資産+投資その他の資産比率	32%	35%
NET DEBT(=有利子負債-金融資産)	43%	28%

サントリー	2012年12月	2013年12月
営業活動CF	130,170	166,503
投資活動CF	-93,413	-215,493
有形・無形固定資産の取得による支出	-71,423	-90,011
子会社株式の取得による支出	-840	-13,914
財務活動CF	-100,211	232,167
有利子負債に関係する支出	-108,170	-61,644
配当金の支払い	-8,174	-7,504

表2 サントリーの企業業績の推移

サントリー	2009年12月	2010年12月	2011年12月	2012年12月	2013年12月	平均値
売上高	1,550,719	1,742,373	1,802,791	1,851,567	2,040,204	1,797,531
売上高成長率(%)	2%	12%	3%	3%	10%	6.2%
当期純利益	32,666	40,027	62,614	36,631	195,574	73,502
営業活動からのキャッシュフロー	102,738	139,449	143,053	130,107	166,503	136,370
自己資本	455,638	446,978	483,557	533,697	1,056,726	595,319
有利子負債	646,064	575,974	662,909	596,845	579,081	612,175
金融資産	99,899	98,272	92,825	97,083	116,302	100,876
支払い利息	6,139	8,813	7,916	8,288	8,320	7,895
負債資本コスト	1.0%	1.5%	1.2%	1.4%	1.4%	1.3%
株主資本コスト	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.0%	1.0%
WACC	0.6%	0.9%	0.7%	0.8%	3.5%	1.3%
EVA	26385	30636	54400	27212	138043	55,335
総資産	1,628,280	1,568,296	1,730,175	1,727,963	2,374,070	1,805,757
ROE	7.2%	9.0%	12.9%	6.9%	18.5%	10.9%
収益性(当期純利益率)	0.021	0.023	0.035	0.020	0.096	0.039
効率性(総資産回転率)	0.952	1.111	1.042	1.072	0.859	1.007
安全性(財務レバレッジ)	3.574	3.509	3.578	3.238	2.247	3.229
財務CF	243,629	-60,611	66,931	-100,211	232,167	76381
純資産比率	28%	29%	28%	31%	45%	32.0%

表3 サントリーのセグメント情報

	2012年12月	飲料・食品	ビール・スピリッツ	その他	連結計上額
売上高	991,224	554,683	326,750	1,872,657	
EBITDA	114,672	39,927	35,974	190,573	
減価償却費及び償却費	37,963	8,144	6,748	52,855	
セグメント利益	76,709	31,783	29,226	137,718	
セグメント資産	843,989	394,156	210,172	1,448,317	
ROA	9.1%	8.1%	13.9%	9.5%	
売上高構成比率	52.9%	29.6%	17.4%	100.0%	
EBITDA構成比率	60.2%	21.0%	18.9%	100.0%	
セグメント利益構成比率	55.7%	23.1%	21.2%	100.0%	
売上高EBITDA比率	11.6%	7.2%	11.0%	10.2%	
売上高セグメント利益	7.7%	5.7%	8.9%	7.4%	
	2013年12月	飲料・食品	ビール・スピリッツ	その他	連結計上額
売上高	1,121,301	574,429	366,476	2,062,206	
EBITDA	136,591	45,499	38,078	220,168	
減価償却費及び償却費	45,261	8,152	8,396	61,809	
セグメント利益	91,330	37,347	29,682	158,359	
セグメント資産	1,252,067	415,504	267,382	1,934,953	
ROA	7.3%	9.0%	11.1%	8.2%	
売上高構成比率	54.4%	27.9%	17.8%	100.0%	
EBITDA構成比率	62.0%	20.7%	17.3%	100.0%	
セグメント利益構成比率	57.7%	23.6%	18.7%	100.0%	
売上高EBITDA比率	12.2%	7.9%	10.4%	10.7%	
売上高セグメント利益	8.1%	6.5%	8.1%	7.7%	

## 参考文献

- [1] 池尾和人・広田真一, "企業の資本構成とメインバンク," 『現代日本の金融分析』, 東京大学出版会, 2, 1992.
- [2] M. C. Jensen and W. H. Meckling, "Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure," *Journal of Financial Economics* Vol.3, No. 4, pp. 305-360, 1976.
- [3] M. C. Jensen, "Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance, and Takeovers," *The American Economic Review*, Vol. 76, No. 2, pp. 323-329, 1986.
- [4] F. Modigliani and M. H. Miller, "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment." *The American economic review*, Vol. 48, No. 3, pp.261-297, 1958.
- [5] S. C. Myers and N. S. Majluf, "Corporate Financing and Investment Decisions When Firms Have Information That Investors Do Not Have," *Journal of Financial Economics* Vol. 13, No. 2, pp.187-221, 1984.
- [6] R. G. Rajan and L. Zingales, "What Do We Know About Capital Structure? Some Evidence From International Data," *The Journal of Finance*, Vol. 50, No. 5, pp.1421-1460, 1995.



# The Commodity of Trade in Contemporary Design

Giovanni Innella, Paul Rodgers

## Abstract

The recent growth of festivals, media, and events associated with the design industry has had a major impact on the way we conceive, produce, distribute and consume design. This is reflected in the way designers now work, which includes preparing photo-shoots, organizing exhibitions, and creating and disseminating press release materials. Similarly, the network of actors involved has changed, as has the trade of expertise and services they offer. Typically, this includes photographers, commissioning agents, curators, patrons, journalists, and PR personnel amongst others. This research expands the notion of conventional design processes, highlighting the key roles that media and event organizers now play in contemporary design. This research provides significant insights on the nature of a designer's media profile within the contemporary design industry. In so doing, the authors have developed two tools for analyzing contemporary design processes and the trade occurring in commissioned design projects that will be presented in the paper.

**Keywords:** Design process, design critique, trade, media, visualization tools

## 1 Introduction

The media industry (*i.e.* TV, media and Internet) has grown significantly in recent years. Today, it has a massive impact in the way we search for information, build personal and collective memories and represent our society. From sports to politics, lifestyle and education, everything is impacted by the media and has to adapt accordingly. The design industry is no exception. In recent times, the design community has witnessed an increasing number of designers working on products that reach the market only as limited editions, or one-off pieces sold in auctions or through exclusive galleries (Blythe *et al.*, 2015). These objects have gained great visibility on the media and in design events, reaching a broad audience of readers and visitors, rather than through traditional commercial routes. Evidence of this phenomenon is in the growth of visitors and journalists attending design festivals like the Salone del Mobile in Milan (Figure 1) and in design blogs and websites, such as Dezeen and Designboom, which can count millions of monthly visitors.

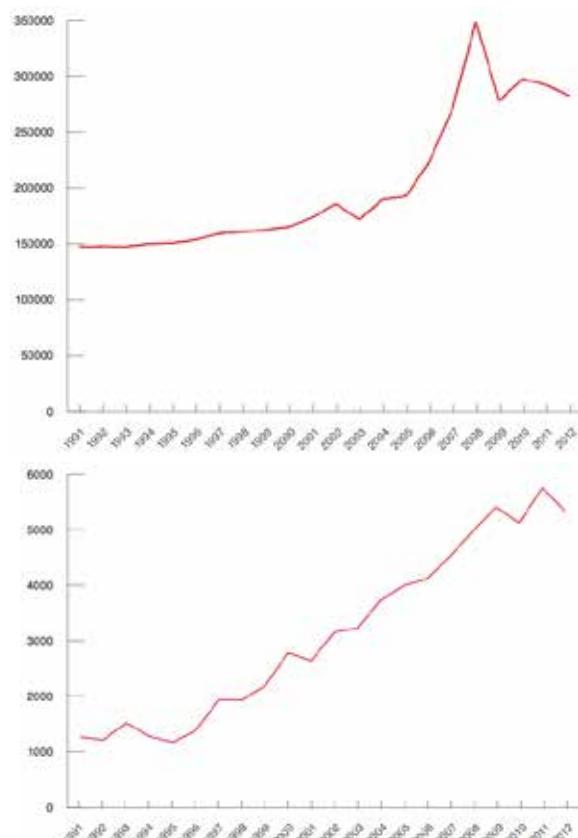


Figure 1. Salone del Mobile of Milan: Number of visitors per year (top) and number of journalists per year (bottom).

Received on October 7, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

This represents a sea change in the design industry, which is also reflected in contemporary design processes that routinely include photo-shoots, exhibitions, and PR materials (Figure 2) (Ulrich and Eppinger, 2004). Likewise, actors involved in contemporary design processes have changed considerably in recent years, as has the trade of expertise and services amongst them. Besides design skills, designers now need to be proficient in creating media profiles, maintaining contacts with media representatives and developing media visibility.

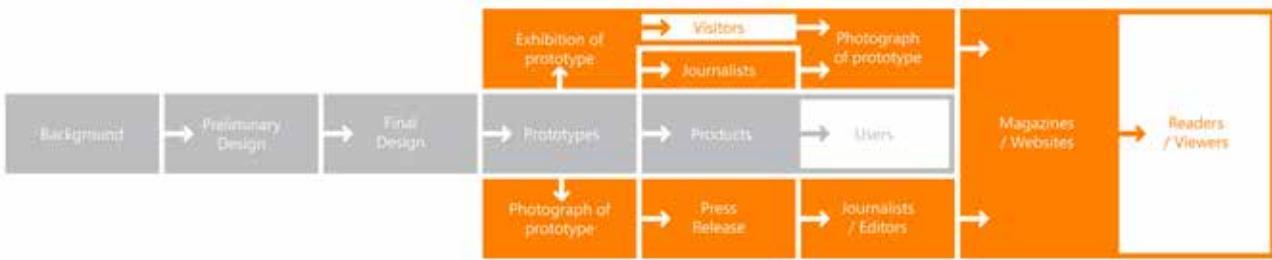


Figure 2. Extension of Ulrich and Eppinger's (2004) Product Design and Development Process.

The research presented here expands the notion of design beyond the artefact, highlighting the role that its representation now plays in the media. Starting with six selected commissioned projects, the researchers explored the processes behind the network of professionals involved and the trade occurring. In articulating the observations made, the researchers created two tools for analyzing the design process and the trade occurring in these design projects. The two tools, namely the *Process Chart* and the *Trade Map*, proved useful in displaying and analyzing the data collected during the studies.

## 2 Case Studies

This research focuses on the visibility of designers in the media and how media activities impact their practice. The six established contemporary designers who took part in the research are all independent professionals. Their studios are comprised of 1 or 2 designers, who are typically the founders of the studio. These professionals are responsible for the most crucial decisions in the design process, from ideation to detailing of the final artefact, and often its display, representation and dissemination in the media. They physically and legally represent the studio, taking care

of any of its aspects and activities, to the point that one could state that they are the studio. Because they are directly and fully exposed to the whole process and management of a design project, as well as the communication, positioning and branding of their practice, they are well aware of the functioning of the industry they operate in. This is the main reason for their involvement in this study.

The six designers are:

- Hella Jongerius, based in Berlin;
- FormaFantasma, based in Amsterdam;
- Minale-Maeda, based in Rotterdam;
- Chris Kabel, based in Rotterdam;
- Mischer'Traxler, based in Vienna;
- Lanzavecchia + Wai, based in Pavia (Italy) and Singapore.

Since the research focuses on the media trade occurring in these designers' working processes, the commissioners involved have been included in the study. Because designers receive commissions from a variety of organizations, the sampling of the case studies tried to include such diversity in the research.

So, the selected commissioners are:

- Phaidon Publishers, London;
- Fondazione Plant Museum of Plastics, Naples;
- Droog design brand, Amsterdam;
- Witte de With and Tent Art institutions , Rotterdam;
- Carwan Design Gallery , Milan and Beirut;
- Mercedes-Benz automotive brand, Stuttgart.



Figure 3. From top-left in clockwise order: Misfit by Hella Jongerius for Phaidon, Botanica by FormaFantasma for Plart, Dusk/Dawn by Minale-Maeda for Droog, Wood Ring Bench by Chris Kabel for Witte de With and Tent, Mashrabiya by Misher'Traxler for Carwan, Streamline by Lanzavecchia+Wai for Mercedes.

Each of the six case studies focused on commissions that resulted in furniture and household products, produced in small quantities, but exhibited and published internationally (Figure 3). Each designer and commissioner was interviewed individually. Each interview, which lasted approximately 60 minutes, unpicked the key stages of the commission, with some questions touching upon the media attention gathered by the projects and how this attention was considered by both designers and commissioners. Interviews were then transcribed and analysed.

As the data were collected, transcribed and coded, the need for visualizing the information became apparent. The visualization process would at times make evident the necessity for a reduction of the data being taken into account; whilst at other times they suggested potential interpretations. The criteria adopted to visually organize the resulting graphs and

maps suggested operations of data filtering, thus becoming part of the methodology of the analysis (Yau, 2013). Data display is an effective way for data reduction and visual graphs can help detect patterns during the analyses (Robson, 2002; Yin, 2003; Cairo, 2013).

The information gathered in both the designer and commissioner interviews was divided between excerpts concerning the design process and excerpts concerning the trade. In order to visualize and analyze the information about the process and the trade, two visual tools have been created and tested. For the design process, a *Process Chart* was chosen as the most effective tool to visualize and analyze how the commissions unfolded; while for the trade, a *Trade Map* was used to track the exchange of resources, skills, competences and services among key actors. In the following sections, the two tools are described in

further detail.

### 3 Process Charts

The *Process Chart* facilitates the organization of quotes extracted from the interviews according to the typology of outcome and the design stage they refer to. Each *Process Chart* comprises two axes. The horizontal axis represents time and divides the process along five conventional design process stages (Ulrich and Eppinger, 2004), namely *Commission*, *Design*, *Production*, *Distribution* and *Consumption*. The vertical axis shows three outcomes that selected commissions generated, whether directly or indirectly namely a three-dimensional artefact (*Piece*), exhibitions (*Display*) and printed and screen-based visuals (*Image*). The template for the *Process Chart* is shown in Figure 4.

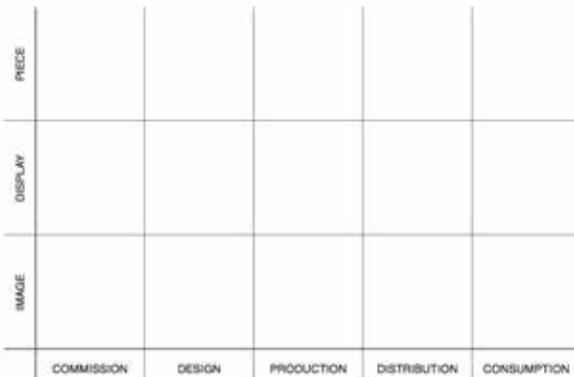


Figure 4. Process Chart template

As a tool, the *Process Chart* facilitates the visual organization of information relating to the design process of each interview. By simply cutting quotes from the transcripts and pasting them in the *Process Chart* template, the information was organized in an intuitive way. Observing the *Process Chart* then, it was straightforward to find the relevant quotes about certain outcomes by referring to the various stages of the design process (Figure 5).

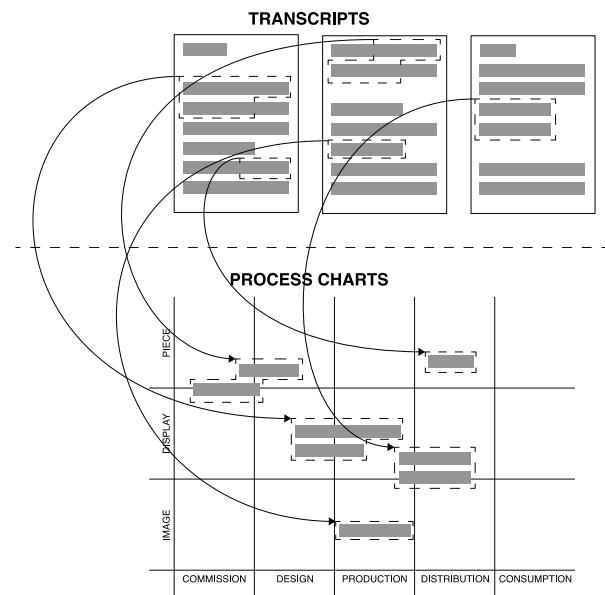


Figure 5. A scheme illustrating the quotes being transposed in the Process Chart.

Furthermore, while compiling the *Process Charts*, it was evident that the three different outcomes (*Piece*, *Display*, *Image*) were all interconnected with many quotes referring to more than one outcome and more than one design phase. Such quotes were placed at the crossing of two, three or four quadrants. So, for example, when design duo Mischer'Traxler talk about their commission from Carwan Gallery by saying:

“[...] it was clear that they would have liked something for interior use and also something that can sell. They gave us a list of what they already have, so it was clear it would have been good if we don’t make a second product.” (Mischer'Traxler)

This quote was mainly included in the *Piece-Commission* quadrant, but because the quote also hints at clear design instructions (i.e., interior use, not a second product), the text of the quote crossed the *Piece-Design* quadrant (Figure 6).

PIECE	<i>It was clear that they would have liked something for interior use and also something that can sell. They gave us a list of what they already have, so it was clear it would have been good if we don't make a second product.</i>				
DISPLAY					
IMAGE					
COMMISSION	DESIGN	PRODUCTION	DISTRIBUTION	CONSUMPTION	

Figure 6. A quote placed in the Piece-Commission quadrant and overflowing in the Piece-Design quadrant.

On other occasions, the quotes were referring not - or not only - to two different phases of the process, but also to two different outcomes. For example, when Mischer'Traxler talk about their participation in the "Design Days Dubai" Design Fair they say:

*"One [Mashrabiya Sideboard] was made for Dubai and it was sold in Dubai." (Mischer'Traxler)*

This quote was placed between the tier concerning the *Piece* and the one concerning the *Display*. The reason for this decision is because the designers refer to their work as both an object for sale and an exhibition piece for the "Design Days Dubai" festival (Figure 7).

PIECE					
DISPLAY			<i>One [Mashrabiya Sideboard] was made for Dubai and it was sold in Dubai.</i>		
IMAGE					
COMMISSION	DESIGN	PRODUCTION	DISTRIBUTION	CONSUMPTION	

Figure 7. A quote placed between the tiers Piece and Display and the columns Production and Distribution.

When quotes were referring at the same time to two outcomes (*i.e.* *Piece* and *Display*), they were

representative of a change in the design process that now includes not only the artefacts but also their representation in exhibitions or photographs. Having to select the quotes and to place the most meaningful ones among the quadrants of the *Process Chart* pushed the researchers to make decisions about filtering data and how to begin to analyse them. Graphically, the *Process Charts* simplified the display of the data, but also the retrieval of the quotes as they were organized by their content, like the design phase and the outcome they referred to.

Each *Process Chart* is created as follows:

1. Create a Cartesian diagram where the horizontal axis represents time, divided among *Commission*, *Design*, *Production*, *Distribution* and *Consumption*. On the vertical axis list the three by-products the commission has generated, namely the *Piece*, *Display* and *Image*.
2. Highlight in the transcript all the parts that describe the process of the commission as seen from the interviewee.
3. Insert all the quotes about design process in the graph.
4. Organize the quotes among the appropriate quadrants of the graph. Quotes can also go across multiple quadrants if they are related to more phases of the process, or to more than one outcome.

### 3.1 Reflecting on Process Charts

In order to provide a general view on how the interviewees discussed the process of the commissions, the 12 *Process Charts* were merged. Here, we substituted the quotes with black rectangles with low opacity so to identify patterns in the way designers and commissioners talk about the process according to its phases (*Commission*, *Design*, *Production*, *Distribution* and *Consumption*) and outcomes (*Piece*, *Display*, *Image*). The result was a cloud-like diagram, as shown in Figure 8. The chart shows a descending trend across the frame in the way the interviewees relate about the process of undertaking the commissions. Thus, seeing a progressive shift of attention from the *Piece* to the *Image*, throughout the process of undertaking the commissions.

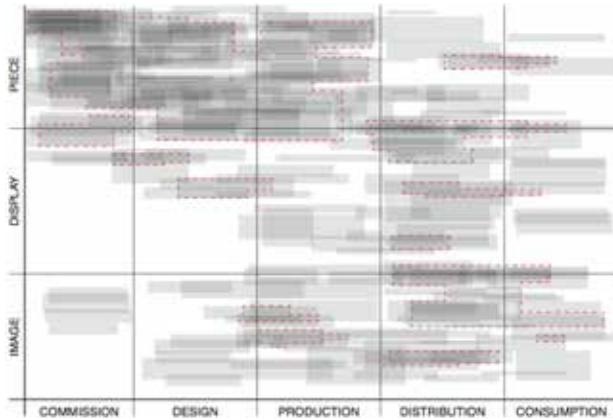


Figure 8. All quotes replaced with low opacity black boxes to identify density and trends.

### 3.2 The Piece

Commissions always start with the presumption of an artifact, and the *Commission*, *Design* and *Production* phases of the *Piece*, are the most occupied ones. The interviews have revealed that there are several reasons sparking a commission. Sales are not always the reason for *Commissioners* to engage with *Designers*. This aspect appears clearly in the case study of Mercedes-Benz and Case da Abitare who selected a number of designers to take on Mercedes-Benz's identity and develop it into a collection to present in a touring exhibition. The design works are usually conceived in great autonomy. The designers are let free to think of what to design. Mariette Dölle says Chris Kabel was given “150% autonomy”, Emilia Terragni of Phaidon describes as “total” the creative independence granted to Hella Jongerius. Furthermore, from the interviews we have learned that designers are usually in charge of the production of their pieces.

### 3.3 The Display

More interesting are the observations that can be made in relation to the *Display* of the artefacts. The *Display* of the artefacts plays an important role in the *Distribution* of the commission outcomes. However, looking at the *Process Chart*, it is noticeable how the *Display* and the *Piece* blend into each other, with many statements of the interviewees occupying the intersection between the two tiers (Figure 9).



Figure 9. Quotes between the tiers Piece and Display highlighted in red. The blending of Piece into Display is representative of the attention given to exhibitions and events.

The fact that some statements fall between the tier concerning the *Piece* and the one concerning the *Display* is symptomatic of the crucial role played by design events in the *Commission*, *Design* and *Production* phases of the *Pieces*. The case study of Minale-Maeda and Droog is explicatory of the strong relation between the *Piece* and the *Display*. In fact the participation of Droog in the Salone del Mobile of Milan and Design Miami/Basel is the main purpose behind the commission. As Marielle Janmaat from Droog explains:

*“For the [Salone del Mobile of] Milan’s project “Saved by Droog” we had the brief and we had a pool of products [...], we presented the all package to a group of designers, which was selected of course.” (Marielle Janmaat)*

In proximity of Design Miami/Basel instead, it was Minale-Maeda who proactively suggested

*“For Design Miami/Basel [...] we told them [Droog]: “why don’t we do something with the material we developed for Saved by Droog?” And they [Droog] have accepted our first proposal” (Mario Minale)*

The critical role of design events in commissioning the *Designers* appears again among the other case studies. Fondazione Plart includes the participation to the Salone del Mobile of Milan within the offerings for the commission. Similarly Mercedes-Benz invites the designers with the explicit aim of including the outcomes in the “Meet Talents” exhibition. Therefore, it can be stated that the participation in design events

is made explicit at the beginning of the commissions. In some cases it can be observed that if there were no design event (*i.e.* Design Miami/Basel, Salone del Mobile of Milan), there would have been no commission. Design events often represent the main reason for commissions to take place. The *Display* of the artefacts is therefore one essential part of the commission, even affecting the *Design* and *Production* of the *Pieces*. The thin line separating the Piece from the *Display* becomes even fuzzier when Andrea Trimarchi of FormaFantasma describes Botanica as:

*"an installation more than physical objects." (Andrea Trimarchi)*

The fact that the commission started with the idea of being exhibited in Milan, pushed the designers to think of it as an exhibition, thus featuring samples, illustrations and the artefacts. Commissions are therefore about artefacts, as much as about exhibitions. Hence, design events have an impact on the *Design* and *Production* process.

### 3.4 The Image

The *Process Chart* shows how the interviewees relate about the *Image*. The number of quotes in the lower tier relating about the Image throughout the process phases, denotes the importance that is given to the visual outcome of commissions (Figure 10).



*Figure 10. Quotes referring to the Image highlighted in red. The abundance of statements in this tier reflect the attention give to the Image as an output of the commission.*

The interviews revealed that the *Designers* are often directly involved in the photo shoots. Designers often choose to take care of the *Design* and *Production* of the

photos. Chris Kabel refused the photos taken by his commissioner Tent, because "*it wasn't selling the idea well*". He preferred to invest in photographic equipment and take his own picture of the Wood Ring Bench. Lanzavecchia and FormaFantasma use their own entrusted photographers. All this denotes a great awareness of the designers about the role played by the *Image*. Photos are more than portraits, they often are expressive interpretations of the artefacts. The Wood Ring Bench is portrayed from above, a perspective that no one would have in real life. The carpet of Lanzavecchia+Wai representing the silhouette of a Mercedes SLS is photographed with one of the designers lying underneath the carpet as if he is fixing it (Figure 11).



*Figure 11. Photos of Streamline carpet and Wood Ring bench distributed by the designers to the media.*

All the designers are extremely careful in crafting the content for communication materials. Hella Jongerius involved graphic designer Irma Boom for the design of the book published by commissioner Phaidon illustrating the project. Chris Kabel hired a writer to write his profile. FormaFantasma state that they prepare their press releases so that any journalist or blogger can copy-paste the content and republish it.

Beyond *Production* and *Design*, *Designers* are also involved in the *Distribution* of the *Image*. *Designers* appear to be the gateway to the media. Chris Kabel uses the postcards printed by Witte de With and Tent bearing the image of the Wood Ring Bench to update his contacts, starring MoMA director Paola Antonelli among others. The network of the *Designers* is extended and includes important actors. Mario Minale highlights this aspect. The interesting part about the

image of Minale-Maeda's Dusk / Dawn Mirror lays in its distribution on Wallpaper magazine as the mirror is awarded "best mirror 2011" by the Wallpaper editorial team. Such an award is a result of Minale-Maeda's dissemination of their updates through their network, which includes the editor of Wallpaper. The award, about which also Marielle Janmaat of Droog happily relates, is therefore a consequence of Minale-Maeda's contacts. Also FormaFantasma say that they can easily get their work published thanks to their network, while their commissioners struggle to do so. Designers often appeared as the gateway to the media. They are the amplifier, the PR office of their commissioners.

This is a service that designers provide and that emerged in the analysis of the trade described in the following sections.

#### 4 Trade Maps

While analyzing the 12 interviews it was evident that a visualization of the information about trade was necessary. By analyzing the transcripts on what concerns the trade occurring in the commission and categories of commodities emerged.

The seven typologies of actors are:

- *Designers*, they are the sampled designers that undertook the selected ~~commodities~~.
- *Commissioners*, they are the sampled commissioners that instigated the commission.
- *Agents of Media Profile*, they are media-representatives or hosts of events.
- *Enablers*, those contributing with technical, economical or creative support. This category includes, sponsors, craftsmen and producers, collaborators of sort.
- *Other Creatives*, they can be artists or designers mentioned by the interviewees.
- *Schools*, they are the educational institutes mentioned in the interviews.

From the interviews it emerged that these actors exchange 5 types of commodities:

- *Autonomy*, intended as one's granted independence to decide and act.
- *Visibility*, which is the prominence to an audience.

- *Reputation*, as the rise in terms of status.
- *Financial Value*, as economic advantage.
- *Personal Reward*, one's satisfaction or personal gratification.

*Trade Maps* were compiled by placing all the named actors on a sheet, arranged according to the category they belong to. Then, each time a statement was interpreted by the researchers as a trade amongst the actors, a color-coded arrow was traced connecting the two or more actors involved. The arrows were then labeled with the time in which the statement was recorded, so that it was always possible to track back the sentence (Figure 12). *Trade Maps* have proved particularly effective in organizing information and detecting the actors and networks involved in each commission.

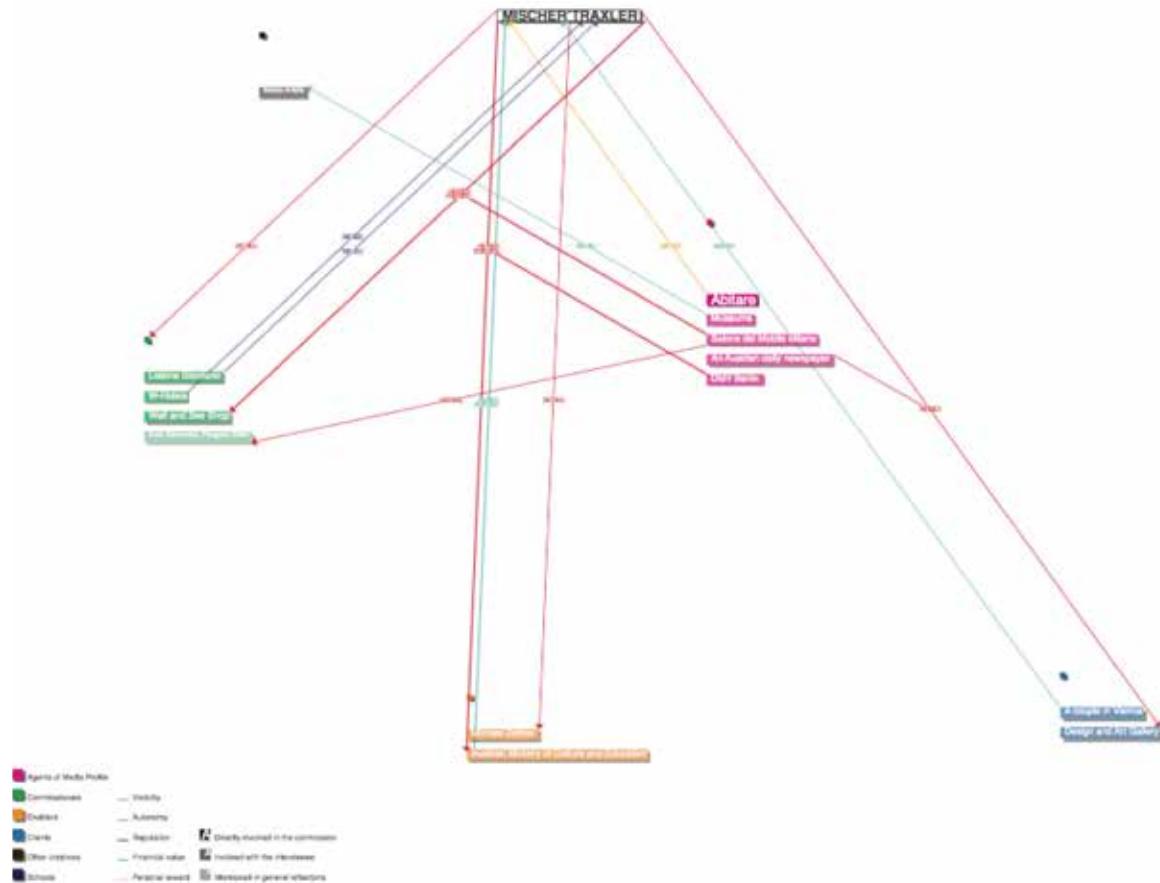


Figure 12. An example of Trade Map resulting from an interview.

#### 4.1 Reflecting on Trade Maps

For each interview a *Trade Map* has been produced, and each case study analyzed individually. Next, all the *Trade Maps* have been simplified by merging arrows that indicate the trade of the same commodities among the same actors, and increasing the arrow thickness by 1pt for each merged arrow. The result is shown in Figure 13.

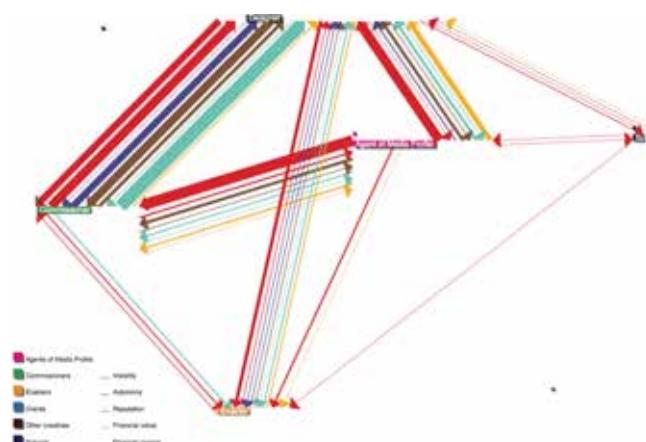


Figure 13. The simplified map comprising all the interviews.

#### 4.2 Autonomy

*Autonomy* appears evident in the trade between *Commissioners* and *Designers*, with its direction going from the former to the latter (Figure 14). Every case study has highlighted a remarkable *Autonomy* allowed to the *Designers*. *Autonomy* is most often of a creative nature. This suggests that *Designers* were often let free to propose whatever outcome they wanted. Besides this creative *Autonomy*, in three cases also a commercial *Autonomy* was agreed upon. Commercial *Autonomy* translates in the possibility for the *Designers* to use the outcome of the commission for their own purposes. Chris Kabel and FormaFantasma were given any percentage of the earning. Also Lanzavecchia + Wai were given the right to sell their designs before the end of 2013. Therefore, it can be observed that *Designers* are often let free to develop commercial strategies for the outcomes of the commissions independently. Finally, also a managerial *Autonomy* emerges from the case studies. This is very evident in Hella Jongerius' case where she imposes a manufacturer, a graphic designer and a writer.

Similarly, Minale-Maeda selected their own producer and proposed it to Droog.



Figure 14. The Trade Map showing the exchange of Autonomy among actors.

#### 4.3 Financial Value

In the final *Trade Map*, the thick turquoise arrow from the *Commissioners* to the *Designers* stands out clearly (Figure 15). Turquoise stands for *Financial Value*. If one merely looks at the map, it would seem that *Designers* are earning a lot of money from commissions. This is not the case. For a deeper understanding of this exchange, it is necessary to remember that *Financial Value* does not always correspond to money. In some cases it is the support in terms of expertise and time that the *Commissioners* make available to the *Designers*. Most of the times *Commissioners* make available a budget that covers production costs only. In some cases (*e.g.* Chris Kabel, the budget is not even enough to cover production. However, the *Designers* are often free to exploit the project and capitalize afterwards thanks to the *Autonomy* granted to them. *Financial Value* also appears as a trade from the *Agents of Media Profile* to the *Designers*. It emerged, from the interviews, how exhibiting in certain venues increases the value of the designers' works. Also, this arrow includes the fees paid by museums to the designers to exhibit their works.



Figure 15. The Trade Map showing the exchange of Financial Value among actors.

#### 4.4 Visibility

In the *Trade Map*, *Visibility* appears as mainly distributed by the *Agents of Media Profile*, while a collateral exchange takes place between *Designers* and *Commissioners* (Figure 16). In reality, the exchange of *Visibility* between *Designers* and *Commissioners* is strongly related to the distribution of *Visibility* operated by the *Agents of Media Profile*. That is why, in every case, the trade of *Visibility* between *Commissioners* and *Designers*, saw also the involvement of the *Agents of Media Profile*. As the commissions are completed, the *Designers* benefit in terms of *Visibility* because the *Commissioners* often organize openings and publications to make the commission public. For example, Chris Kabel clearly defines the commission as a “*stage or a pedestal*” that he uses to launch a product, though he does not have a commercial plan for it. For him the commission by Witte de With and Tent represents an opportunity to show the Wood Ring Bench he designed. Through the case studies it is clear that *Commissioners* are generally concerned with *Visibility* and organizing openings and publications. After all, it is in their own interest to advertise the collaboration and spread their name. While *Commissioners* seem to offer *Visibility* at an initial stage, as the commission is completed *Designers* extend the cycle of *Visibility*. This happens mainly through the credits that the *Designers* reserve to their *Commissioners* each time the design works are exhibited or published, or during interviews. Such agreements tend to be informal. Mariette Dölle asked Chris Kabel to mention the name of Witte de With and Tent when possible. So, when the Wood Ring Bench is

exhibited at the Dutch Design Week, it carries with it the name of its commissioner. Fondazione Plart operated in a similar manner with FormaFantasma who make their Botanica collection tour “like a pop star”, to say it in the words of the designers. The association of Fondazione Plart with FormaFantasma and interviews have spread the name of the commissioner together with the one of the designers. Thus, *Designers* operate as PR offices of sort, distributing communication materials to their extended network of media representative. FormaFantasma and Minale-Maeda are great examples of this, with the former assuring their commissioner about the publication on requested websites and the latter sending their press releases to Wallpaper magazine and eventually getting an award from the editorial board.

Hella Jongerius says it clearly: “*If the project is ending, there is an end result. But the last result is the press*”. Ultimately, *Visibility* is an aim for both *Designers* and *Commissioners*.

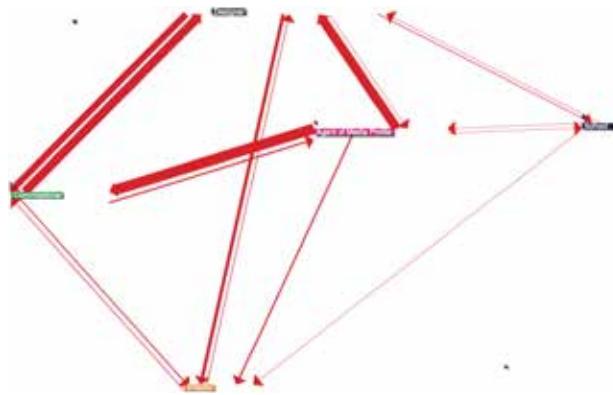


Figure 16. The Trade Map showing the exchange of Visibility among actors.

#### 4.5 Reputation

*Reputation* is traded in a similar manner to *Visibility* (Figure 17). *Commissioners* regularly benefit from the *Designers*’ “cultural allure”, which Hella Jongerius refers to. Cultural allure is what makes *Designers* appealing to the media and *Commissioners*. For example, the *Reputation* that Chris Kabel has built for himself is an important commodity he trades with *Clients* and *Commissioners*. He believes that they are “chasing him more” after his chair was acquired by MoMA, NYC. *Designers* are followed and supported by institutions and critics such as Paola Antonelli, Alice Rawsthorn, Giulio Cappellini, the Boijmans Museum,

and so on. All these actors bring with themselves that cultural *Reputation* that *Designers* then trade, together with the resulting *Visibility*.



Figure 17. The Trade Map showing the exchange of Reputation among actors.

#### 4.6 Personal Reward

Finally, *Personal Reward* is a consequence of such attention from authoritative *Agents of Media Profile*, giving legitimacy and prestige to the *Designers* and their work. *Designers* feel personally rewarded every time their work reaches an audience. In most cases this happens through mediated contexts (Figure 18). Whether it is the *Image* being spread in a newspaper, or visitors looking at the *Display* during design events, *Designers* appreciate the idea of entering the public’s experience - especially those people outside the design community.

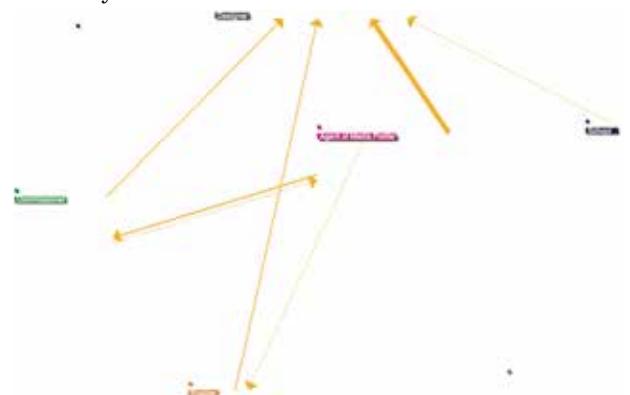


Figure 18. The Trade Map showing the exchange of Personal Reward among act

### 5 Conclusions

This research has highlighted how the network of actors taking part in contemporary design now routinely includes the media. The *Agents of Media*

*Profile* - as defined in this research - provide validation and resonance, *Reputation* and *Visibility*. It is when projects are part of publication or events that the commission can be said to be completed. Design events also dictate a calendar of deadlines, becoming an integral part of the designer's process. The design process highlighted in this research expands considerably on conventional notions of design (*e.g.* Ulrich and Eppinger, 2004). Through the use of the *Process Charts*, this study has revealed the necessity of thinking about the *Display* of the artefact (*i.e.* its use in exhibitions) and its *Image* (*i.e.* photographs to be distributed). Evidently, designers and commissioners invest great resources for the ideation, production and distribution of those outputs.

The visual consumption of the designed item suggests an extension of the traditional design process to the point that stages like photo-shoots, generation of teasers, press releases, loans to exhibitions become streamlined within it. Consequently, the new contexts where design is represented have led to a paradigm shift in the profession of some designers. These professionals no longer deal with traditional actors like industrial manufacturers and distributors, but have to deal instead with a number of other actors such as curators, gallery directors, editors, exhibition designers and so on as crucial interlocutors for their activity. Also, designers now have to consider production and organizational expenses in their work. However, the great *Autonomy* granted to *Designers* allows them to exploit the outcome commercially, once commissions are completed.

The six case studies have highlighted the crucial role that *Visibility* and *Reputation* play in the design industry. The designed artefacts are circulated through media and exhibitions and once commissioners are credited, they can access cultural and commercial contexts such as museums, events and magazines, thus fostering *Visibility* and *Reputation*. The skills, networks and *Reputation* of the designers themselves often facilitate this circulation where *Visibility* is the fuel of this industry. This research has framed contemporary design beyond the traditional contexts of factories and stores, highlighting how magazines and design events now represent the demand and the reward for designers and commissioners to create new work. This has deeply affected the design process as

well as the trade with it, which now focuses on *Visibility* and *Reputation* as crucial commodities to be exchanged.

## 6 Bibliography

- Bergen, D. (2002). The role of pretend play in children's cognitive development. *Early Childhood Research & Practice*, 4(1). Retrieved February 1, 2004, from <http://ecrp.uiuc.edu/v4n1/bergen.html>.
- Blythe, M., Yauner, F. and Rodgers, P.A. (2015). "The Context of Critical Design: Exhibits, Social Media and Auction Houses", *The Design Journal*, Vol. 18, Issue 1, pp. 83 – 106, 2015
- Cairo, A. (2013). *"The Functional Art: An Introduction to Information Graphics and Visualization"*. Berkeley: New Riders.
- Chen, C.-w., You, M., Liu, H., & Lin, H. (2006). A usability evaluation of web map interface. In E. Koningsveld (Ed.), *Proceedings of the 16th World Congress of the International Ergonomics Association [CD ROM]*. New York: Elsevier Science.
- Desmet, P. M. A., & Hekkert, P. (2007). Framework of product experience. *International Journal of Design*, 1(1), 57-66.
- Khalid, H. M. (2001). Can customer needs express affective design? In M. G. Helander, H. M. Khalid, & T. M. Po (Eds.), *Proceedings of Affective Human Factors Design* (pp. 190-198). London: Asean Academic Press.
- Nielsen, M. E. (n.d.). *Notable people in psychology of religion*. Retrieved August 3, 2001, from <http://www.psywww.com/psyrelig/psyrelpr.htm>.
- Robson, C. (2002). *"Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner Researchers"*. Second Edition. Malden: Blackwell Publishers.
- Schifferstein, H. N. J., Mugge, R., & Hekkert, P. (2004). Designing consumer-product attachment. In D. McDonagh, P. Hekkert, J. Van Erp, & D. Gyi (Eds.), *Design and emotion: The experience of everyday things* (pp. 327-331). London: Taylor & Francis.
- Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D. (2004). *"Product Design and Development"*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Wu, J. T., & Liu, I. M. (1987). *Exploring the phonetic and semantic features of Chinese words* (Tech. Rep. No. NSC75 0310 H002-024). Taiwan National Science Council.

- Wundt, W. (1905). *Fundamentals of Psychology* (7th ed.). Liepzig: Engelman.
- Yau, N. (2013). *Data points: visualization that means something*. Indianapolis: Wiley.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods*. Third Edition. London: Sage.



# 高度専門職人材育成を目指した PBL 活動検討のための 産業界ニーズの調査分析

大崎理乃\*・大久保友幸\*・國澤好衛\*

## An Analysis of the industry needs for Project Based Learning at Professional School

Ayano Ohsaki \*, Tomoyuki Ohkubo\* and Yoshie Kunisawa\*

### Abstract

Project Based Learning (PBL) for the profession attracts attention in higher education. However, the number of studies about the design principles of PBL for the advanced profession is still very limited. Therefore, this paper aims to develop design principles of PBL for the advanced profession. We have summarized previous studies about professional school and PBL. Moreover, we have collected data about industry needs. In conclusion, it is suggested that an advanced profession is expected knowledge for a specific field by the industry.

**Keywords:** Project Based Learning (PBL), Higher Education, Professional School, Advanced Profession.

### 1 はじめに

近年、高等教育における専門職人材育成が注目されている。しかし、PBL では学習者の活動を通じた経験が重視されるにも関わらず、高度専門職人材育成のために求められる活動をどのように PBL の活動としてデザインするかは、充分に議論されていなかった。

一方、産業技術大学院大学(以下、AIIT とする)では、2006 年の開学以来、高度専門職人材を育成する専門職大学院として、カリキュラムの開発と学習者の評価方法について様々な検討を行っている。特に、AIIT では修士論文作成の代替として行う 2 年次の Project Based Learning(以下、PBL とする)を教育の特徴としている。

そこで、本研究では、AIIT における高度専門職人材育成のための PBL 活動デザイン指針の開発を目的として、高度専門職人材育成と PBL に関する先行研究を整理し、AIIT の教育活動を支援する企業における「高度専門職人材の定義」、「高度専門職人材のための教育内容(活動)への期待」、「高度専門職人材に関する認識」を調査し、分析を行った。

### 2 関連研究の整理

#### 2.1 高度専門職人材育成と大学院教育

文部科学省によると、高度専門職業人は「高度で専門的な知識・能力を備えた」人であり、高度専門職人材の育成は、文部科学省の示す専門職大学院の三つの特徴の

うちの一つとして示されている[1]。

そして、日本における専門職大学院の社会的役割や、高度専門職人材育成のための教育プログラム開発については、特に専門職大学院制度が発足した 2004 年を中心に活発に議論が重ねられてきた。

山田は、日本における大学院改革の文脈を示し、米国のプロフェッショナルスクールが社会におけるプロフェッショナル(専門職)の役割と密接に関わっていることを指摘した上で、米国の専門職大学院を支える仕組みとの一つとして、フレックスナーの提示するプロフェッショナルの定義から「専門職協会が組織化されており、専門職協会がプロフェッショナル教育の内容および専門職に参入する際の資格などを規制していること」をあげている[2]。

また、天野は、日本における専門職教育と大学教育および大学院教育の関わりについて論じた上で、現代を代表する専門職である技術者の育成が一般の大学院で行われており、大学院システムが整理されていないことを指摘している[3]。

さらに、益田は、日本の専門職大学院で扱う領域の一部は社会的受け皿が明確ではなく、「分野の創出」と「育成する人材へのニーズの掘り起こし」が同時期に並行して進んでいることを、理学系分野を例にして紹介している[4]。

近年では、専門職大学院の一種である法科大学院が学生募集を停止するなどして、ピーク時の半分まで減少していることが報告されており[5]、専門職大学院制度発足

時に指摘されていた、専門職大学院の日本社会における役割が明確でないという問題点が顕在化している。

これらのことから、高度専門職人材育成を目指す専門職大学院は、適切な社会的尺度を参考しつつ、一般の大学院との違いを明確に定め、社会へ対しての役割を広報するとともに、教育プログラムを開発・実践していくことが求められているといえる。しかし、日本では、専門職協会が専門職資格を定めていない職業も多く、専門職に対する社会ニーズの調査、分析が求められている。

## 2.2 PBL

「PBL」という言葉は、Project Based Learning のほか、Problem Based Learning の略として用いられるため、しばしば混同を招いている。益川らによると、二つの PBL の共通点は、学習者の主体性を重視する学習方法と、協調学習の要素を含む点であるとされている。相違点は、Project Based Learning は学習者自身による問題発見や問題解決のプロセスが重視されている一方、Problem Based Learning は特定の分野において必要となる知識の修得が目指されていると整理されている[6]。

AIIT では、プロジェクトを完成させていく活動を重視し、Project Based Learning を実施しているため、本稿では Project Based Learning に焦点を絞って論ずる。

日本における PBL の現状として、高等教育では問題発見力や問題解決力、チームワーク、プレゼンテーションなどのジェネリックスキルの育成を目的とした授業の方法として普及している一方、初等・中等教育では評価システムまで整理されたエドベジョン型 PBL の実践例があるとの報告がなされている[7]。

学習研究の文脈では、PBL は科学リテラシーの獲得に有効であるとされ、1990 年代から 10 年以上にわたる実践研究が行われている。その研究成果として、優れた PBL の持つ特徴は(1)ドライビングクエスチョン、(2)スタンダードや評価に沿った学習目標、(3)科学的実践、(4)協調、(5)学習テクノロジ、(6)手にとれる学習成果、の 6 点に整理されている[7]。

このように、PBL は様々な場面で注目を集めているものの、効果的な PBL を実践するためには、学習活動に必要な要素を整理し、活動デザインに活かしていくことが重要である。しかし、高度専門職人材育成を目指した PBL の活動デザインに関する検討は充分に行われていないため、調査および検討が必要とされている。

## 2.3 高度専門職人材育成と PBL

PBL は、工学系の専門職人材育成の文脈で、多様な実践が報告されている。特に、IT 人材育成では、独立行政法人情報処理推進機構(以下、IPA) IT 人材育成本部 IT スキル標準センター[8]によって、IT スキル診断(以下、

ITSS とする)などの評価指標が設定されており、専門職としての尺度が明らかにされているため、ITSS を評価や教育プログラム設計に用いる例も多い[9-10]。

IT 人材育成を目指して、PBL 科目を含む教育プログラムを実施している大学院の例では、学生によるアンケートの結果で、約 8 割の学生が教育プログラムの中で PBL 科目が最も有益であったとしており、PBL が学びに繋がっていることが確認できる。ただし、報告では、学習に有用な PBL の実践には、学外機関との連携や、教師による適切なコーチングが必要であると指摘されている [10-11]。

同様に、IT 人材育成を目指して、学部 3 年生から大学院生を対象とした PBL を実施している例では、PBL 経験者の問題解決力は PBL 非経験者に比べてバラツキが大きく、教育効果が学習者の経験や特性に依存することを指摘している[12]。

デザイン系の専門職人材育成に関する実践では、学部生を対象として、人間中心設計プロセスをベースとした PBL 活動を行い、学習者が段階的に学習成果を自覚していることを確認した例がある。ただし、報告では、人間中心設計プロセスを利用するだけでなく、学生が多様なコミュニケーションに没入できる場を教師が周到に設計する必要があると指摘されている[13]。

また、美術系学科の学部生を対象とした社会連携型 PBL 活動の例では、学生がアイディアの実体化を経験したこと、「自分が考えたことが形となる喜びを味わった」「今後の制作に役立てたいと思った」という学生の感想が報告されており[14]、知識・技能のみならずモチベーションや主体性を促進することも示唆されている。

これらのことから、専門職人材の育成に PBL は一定の効果が示唆されているものの、効果的な実践を行うためには入念な準備が必要であり、その準備内容や活動デザイン指針の検討が求められているといえる。また、事例によっては、PBL の成果を段階的に評価する指標がなく、より高度な教育への接続が不明確なものも多い。高度な専門職人材育成のためには、専門職人材としての段階的な指標を示した上で、教育プログラムの関係を整理することが求められている。

## 2.4 AIIT の教育プログラム

AIIT では、高度専門職人材育成を目指し、教育カリキュラム、PBL 教育、PBL での指導など、様々な観点から検討を行い、教育プログラムを実施している。

教育カリキュラム検討の例として、情報アーキテクチャ専攻での事例を紹介する。情報アーキテクチャ専攻では、高度専門職人材としての「情報アーキテクト」について、知識・スキルとコンピテンシーの 2 点を定義し、外部指標として IPA による共通キャリア・スキルフレームワーク(CCSF)を参照し、カリキュラムを開発している。そして、PBL はコ

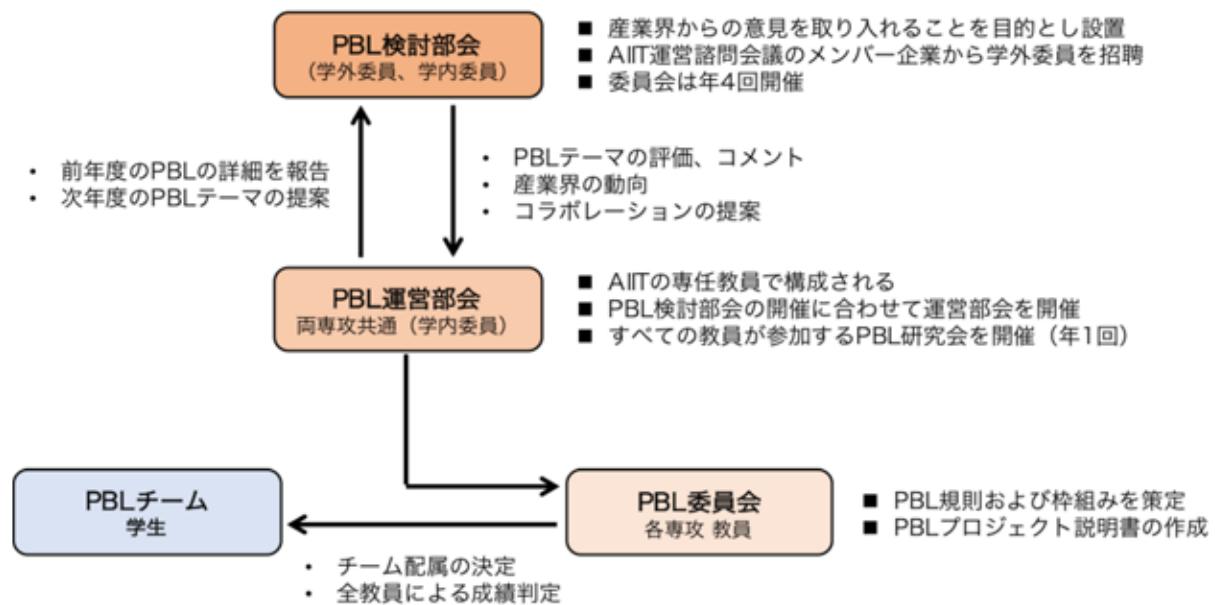


図 1:AIIT の PBL 質保証の仕組み (AIIT Web サイトより引用) [16]

ンピテンシーの修得を主目的とした科目として位置付けられており、学習効果の評価はコンピテンシーの評価基準を元に行われる[15]。

PBL 教育の工夫では、図 1 のような質保証システムを整備している [16]。具体的には、産業界と連携した PBL を実施するため、学内教員と学外委員からなる PBL 検討部会が設置されている。さらに、大学としての PBL の方向性を検討する PBL 運営委員会がある。さらに、実際の PBL 実施に向けた細かい内容の検討と実践を担う「PBL 委員会」が、各専攻内に設置されている。

さらに、学生の評価に対しても、エビデンスを用いて評価基準に沿った評価を行うために、PBL を通じての獲得コンピテンシーを専攻ごとに定め、複数教員による合議にて採点する、などの仕組みが整備されている[17]。

PBL での指導についても様々な検討が行われている。例えば、創造技術専攻のある PBL では、学習事項の一つであるリサーチ方法の理解を目指して PBL 活動をデザインし、学習者が PBL の中でその効果を実感しながら方法を学ぶことができるよう工夫された実践[18]などがあり、それぞれの学習内容に合わせて教員が専門的知見から、活動の検討を行っている様子が確認されている。

AIIT では、PBL を含むカリキュラム、PBL 教育、PBL での指導について、改善と実践を繰り返しつつ、高度専門職育成を目指してきた。しかし、変化の激しい社会に対応し続けるためには、社会のニーズを把握する方法を含め、さらなる検討と改善が求められている。

### 3 調査の概要

本研究における調査の目的は、高度専門職人材育成

のための PBL 活動デザイン指針の開発のために、AIIT の教育活動を支援する企業の「高度専門職人材のための教育活動」へ期待を把握することである。今回は PBL への期待に関する予備調査も兼ねており、少人数を調査対象として、自由記述形式で意見を収集することとした。

調査対象は、PBL 検討部会の外部委員 11 名とした。PBL 検討部会の外部委員は、AIIT 運営諮問会議のメンバー企業から招聘されており、AIIT の役割機能と企業の状況をバランス良く把握しているものとして、今回の調査対象に適切であると考えられる。

質問紙は、PBL 検討部会外部委員全員にメールで送付し、回答を記入の上はメールで返送するよう依頼した。回答期間は約 1 ヶ月である。

質問は、本研究プロジェクトの第 1 回目のアンケートであることから、回答者の多様な考えを収集することを目的として、図 2 に示す自由記述形式の 2 問とした。

設問 1:貴社では、「高度専門職人材」がどのように定義・位置付けられていますか？又はどのように想定されていますか？

設問 2:設問 1 のような人材を育成するために必要と思われる教育内容、又は委員の皆様が期待する教育内容についてお聞かせください。

※設問 2 は『『獲得させたい能力・技能』のための、『教育内容(活動)』』という文型で回答して頂くように依頼した。

図 2: アンケート調査の設問

### 4 結果と考察

アンケートの結果、有効回答数は 8 名、有効回答企業

数は 7 社であった。本章では、各設問の回答に対する分析結果と考察を述べる。

今回の調査結果のようなテキストデータを計量的に分析する場合、分析者がカテゴリや分類基準を定めた分析を行う Dictionary-based アプローチと、多変量解析による分析を行う Correlational アプローチがある。前者は、データ概要を把握し、分析者の持つ理論や問題意識を操作化することが出来る一方、意図的ないしは無意識のうちに理論や仮説に都合の良い分析が行われる危険性がある。後者は、分析者の分析結果への影響は低い一方、理論や問題意識を追求する上で限界がある。そのため、両者の統合アプローチの採用が必要であるとされている[19]。

本研究で扱うデータ数は、設問 1 が 7 件、設問 2 が 29 件と、多変量解析の信頼性を保証するためには因子数が充分ではない。また、本研究では、高度専門職人材に関する調査対象者の持つ定義や期待を、全体的な概要として把握することに主眼を置いている。そこで、設問 1 と設問 2 の各回答に対する分析には、形態素解析を利用した単語の頻度分析と、Dictionary-based アプローチを採用した。ただし、分析者による偏りを低減する目的で、AIIT の 2 専攻から各 1 名の教員が分析に参加した。

一方で、結果の信頼性が低いものの、統合アプローチによる分析を行うことは、今後の研究に向けた知見を得ることに繋がると考えられる。そこで、設問 1 と設問 2 の回答に対して、KH coder[20]を用いた統合アプローチによる分析を行った。

#### 4.1 企業における高度専門職人材の定義

設問 1 に対する 7 社からの回答をもとに、単語の頻度分析とカテゴリ分析を行った。

単語の頻度分析では、形態素解析ウェブアプリ UniDic-MeCab[21]を用いて、形態素解析を行った。解析の結果、単語出現回数 755 回、203 語彙素が抽出された。その中から、出現数上位 5 位までの名詞を示したもののが表 1 である。

出現数第 1 位単語の出現頻度が 14 回と、単語出現回数全体の 2% に満たないことから、企業における高度専門職人材の定義は多様な言葉で表現されていることが確認された。

一方、文脈を考慮して各回答を分析すると、社内での定義に言及されている回答は 7 件中 6 件、社内に高度専門職人材の資格審査があるとした回答は 7 件中 4 件と、企業内で高度専門職人材の位置付けが明確である様子が確認された(表 2)。

また、各回答では、高度専門職人材を説明する中で単語「特定」が用いられるなど、特定分野を示唆する語が含まれるもののが 7 件中 3 件、単語「利用」が用いられているものが 7 件中 4 件と、企業では高度専門職人材を、その知

識・技能が発揮される分野単位で捉えており、高度専門職人材に関する議論には、その専門職人材の活躍領域を定めた上で行うことが重要であることも示唆された(表 2)。

表 1: 設問 1 に対する回答の名詞の頻度分析結果

順位	単語	頻度
1	分野	14 回
2	専門	10 回
3	特定	8 回
3	経験	8 回
3	知識	8 回

表 2: 設問 1 に対する回答のカテゴリ分析結果

項目	回答件数
社内に「高度専門職人材」の定義がある	6 件
社内に「高度専門職人材」の資格審査がある	4 件
回答に「特定分野」を示唆する語が含まれる	3 件
回答に知識技能の「利用」を示唆する語が含まれる	4 件

#### 4.2 高度専門職人材育成のために期待する教育内容 (活動)

設問 2 に対する 8 名からの 29 件の回答をもとに、単語の頻度分析とカテゴリ分析を行った。

単語の頻度分析では、形態素解析ウェブアプリ UniDic-MeCab[21]を用いて、形態素解析を行った。解析の結果、単語出現回数 162 回、83 語彙素が抽出された。その中から、出現数上位 5 位までの名詞を示したもののが表 3 である。

出現数第 1 位単語「知識」の出現頻度が 3 回であり単語出現回数全体の 2% 未満であること、5 位以下の単語の出現頻度が 1 回であることから、設問 2 に対する回答の特徴は見いだすことができないものの、広く様々な知見が得られた。

また、回答では「プロジェクトマネジメント」「マーケティング」「リーダーシップ」などの経営的な内容に繋がる単語は頻度が少ないながらも確認された一方で、「コンピュータネットワーク」「セキュリティ」などの情報技術に関する具体的な単語の出現は確認されず、AIIT の高度専門職人材育成に関する調査としては、質問方法と調査対象に、より一層の検討が必要であることも確認された。

さらに、文脈を考慮した分析を行った結果、期待する教育活動は、専門外の多様な知識・技能の獲得やモチベーション維持などを目的とした「学習支援」と、専門職として高度な知識・技能の獲得を目指す「学習機会」に分けられた(表 4)。これらのことから、高度専門職人材育成には、

その専門職に必要な知識・技能の学習機会のみならず、その学習の支援も期待されていると考えられる。

表 3: 設問 2 に対する回答の名詞の頻度分析結果

順位	単語	頻度
1	知識	3回
2	社内	3回
2	意見	3回
4	技術	2回
4	制度	2回
4	経営	2回
4	グループ	2回
4	コース	2回

表 4: 設問 2 に対する回答のカテゴリ分析結果

項目	件数	回答例
学習支援	5 件	モチベーション、学習意欲を高めるための、先人の成功談
学習機会	24 件	新規事業、社内起業を立ち上げるための、プロジェクトマネジメント

#### 4.3 高度専門職人材に関する認識の分析

設問 1 と設問 2 の回答を, KH Coder の「共起ネットワーク」コマンドを用いて, 外部変数との共起の程度が強い語を線で結んだ図を描いた(図 3). 外部変数には, 語の出現回答を用いた. 出現数による語の取捨選択に関する設定は, 最小出現数 2 とした. 描画する共起表現の絞り込みの設定は, 描画数 60 とした.

図 3 では、四角で語の出現した回答箇所を、丸で語を表現しており、単語「プロダクト」は設問 2 における「身につけさせたい知識・技能」への回答として出現したことを示している。また、強い共起関係ほど太い線で描画し、出現回数の多い語ほど、大きい円で描画した。

分析結果からは、「高度専門職人材の定義」、高度専門職人材育成のために「獲得させたい能力・スキル」および「教育内容(活動)」のいずれにおいても単語「知識」が比較的高い頻度で出現していることが確認された。また、高度専門職人材育成のために「獲得させたい能力・スキル」および「教育内容(活動)」では、単語「高める」と「技術」が、「高度専門職人材の定義」と高度専門職人材育成のために「獲得させたい能力・スキル」では、単語「高度」と「成果」が比較的高い頻度で出現している。

単語「知識」は、設問1及び設問2のいずれにおいても、頻出名詞の上位5位以内に含まれており、高度専門職人材に関する認識では、「定義」「獲得させたい能力・スキル」「教育内容(活動)」の全てで「知識」が重視されていると考えられる。

「獲得させたい能力・スキル」と「教育内容(活動)」で見

られた単語「高める」と「技術」は、回答文章内で確認すると、単語「高める」は「獲得させたい能力・スキル」と「教育内容(活動)」の両者にて同意味で出現しているものの、単語「技術」はテクニックを示すものと、テクノロジを示すものが混同していた。そのため、「高める」のみ、両者の共通概念として捉えることが望ましいと考えられる。

また、「高度専門職人材の定義」と高度専門職人材育成のために「獲得させたい能力・スキル」で見られた単語「高度」と「成果」を回答文章内で確認した。その結果、単語「高度」は「知識」や「専門性」など他の単語の形容詞として使用されており、同じ意味を持っていることが確認された。また、単語「成果」は、2名の回答者が設問1と設問2の両方で使用しており、「獲得させたい能力・スキル」の回答に「高度専門職人材の定義」が意識されていることが確認された。

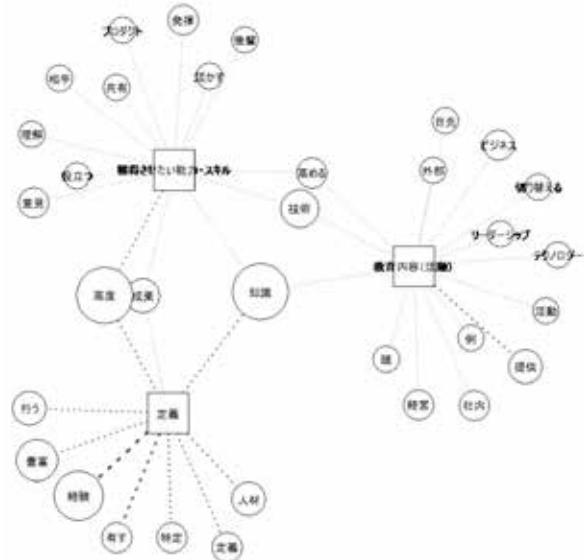


図 3: アンケート結果の共起ネットワーク

5 まとめ

本研究では、高度専門職人材育成のためのPBL活動デザイン指針の開発を目的として、高度専門職人材育成とPBLに関する先行研究を整理し、AIITの教育活動を支援する企業における「高度専門職人材の定義」、「高度専門職人材のための教育活動への期待」、「高度専門職人材に関する認識」を調査し、分析を行った。

先行研究の整理では、専門職大学院制度発足時点から日本社会における専門職大学院の役割と専門職の定義に関する課題が指摘されていたこと、専門職人材育成にPBLはある一定の効果が確認されているものの、高度専門職人材育成のためのPBL活動デザインの要素は未だ明らかになっていないことから、教育プログラムのさらなる充実に向けた検討の必要性を示した。

調査分析からは、高度専門職人材にはその対象分野

に関する「知識」が重要であることが確認された。また、高度専門職人材育成のためには、モチベーション向上などの学習支援と知識・技能の獲得を目指す学習機会が期待されていることが示唆された。他にも、企業内で高度専門職人材の定義や資格制度が定められている例も確認された。また、今後の検討に向けて、AIIT の育成するべき高度専門職人材に関する議論のために、その専門職の分野を定義すること、調査方法や対象をより一層検討するべきであることが明らかになった。

今回の調査は、PBL 検討部会の外部委員のみを対象にしたものであり、データ数も充分ではない。今後、社会科学系研究の知見も踏まえた調査方法の検討と、調査対象の拡大を行い、PBL の活動デザイン検討につなげていく必要がある。

## 謝辞

本研究は、平成 29 年度傾斜的研究費(全学分)「PBL 活動評価指標開発のための活動要素の調査と分析(代表:大崎理乃)」の支援を受けている。本研究の実施にあたり、産業技術大学院大学 PBL 検討部会 外部委員各位、教職員ほか、多くの方に協力頂いた。ここに記して感謝する。

## 参考文献

- [1] 文部科学省, “専門職大学院制度の概要”, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/senmon\\_shoku/¥\\_icsFiles/afieldfile/2009/04/27/1236743.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/senmon_shoku/¥_icsFiles/afieldfile/2009/04/27/1236743.pdf), 2009. (visited on 2017)
- [2] 山田礼子, “大学院改革の動向: 専門職大学院の整備と拡充”, 教育学研究, Vol. 70, No. 2, pp. 148-164, 2003.
- [3] 天野郁夫, “専門職大学院の発足”, 学術の動向, Vol. 9, No. 3, pp. 10-13, 2004.
- [4] 益田祐一, “理学系分野における専門職大学院の可能性と問題点”, 学術の動向, Vol. 9, No. 3, pp. 27-30, 2004.
- [5] 文部科学省, “法科大学院の取組状況等について”, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/c\\_hukyo4/041/siryo/¥\\_icsFiles/afieldfile/2017/05/09/1384129¥\\_04.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/c_hukyo4/041/siryo/¥_icsFiles/afieldfile/2017/05/09/1384129¥_04.pdf), 2017. (visited on 2017)
- [6] 益川弘如, 尾澤重知, “協調学習の技法”, 望月俊男, 加藤浩(編), “協調学習と CSCL”, ミネルヴァ書房, pp.16-45, 2016.
- [7] 河崎美保(訳), ジョセフ・S・クレイチャック, ナムスー・シン, “課題解決型学習”, R.K.ソーヤー(編), 大島純, 森敏昭, 秋田喜代美, 白水始(監訳), 望月俊男, 益川弘如(編訳), “学習科学ハンドブック 第2巻”, 北大路書房, pp.17-35, 2016.
- [8] 独立行政法人情報処理推進機構, “IT スキル標準センター”, <http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/>. (visited on 2017)
- [9] 鈴木恵二, 今野陽子, 奥野拓, “高度 IT 人材育成の軌跡: 2. 寄附講座設置による高度 IT 人材育成への取組み”, 情報処理, Vol. 52, No. 10, pp. 1241-1244, 2011.
- [10] 山戸昭三, 北川博之, 田中二郎, “筑波大学大学院における PBL の実施と評価”, 工学教育, Vol. 61, No. 5, pp. 5\_94-5\_99, 2013.
- [11] 山戸昭三, 北川博之, 田中二郎, “筑波大学大学院における IT 実践力育成の施策と評価”, コンピュータソフトウェア, Vol. 32, No. 3, pp. 3\_29-3\_38, 2015.
- [12] 井上明, 金田重郎, “実システム開発を通じた社会連携型 PBL の提案と評価”, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 2, pp. 930-943, 2008.
- [13] 安武伸朗, “HCD サイクルを用いた Project Based Learning の実践についての考察”, 常葉大学造形学部紀要, Vol. 15, pp. 57-62, 2017.
- [14] 櫻田采沙, 伊藤文彦, “Project-Based-Learning 的視点からのデザイン・プロセス経験のための産学連携プロジェクト: 医療器具デザインを事例として”, 静岡大学教育実践総合センター紀要, Vol. 26, pp. 255-264, 2017.
- [15] 戸沢義夫, 酒森潔, 小山裕司, “高度 IT 専門職大学院の教育目標を保証するカリキュラムの設計”, 情報教育シンポジウム 2014 論文集, Vol. 2014, No. 2, pp. 89-95, 2014.
- [16] 産業技術大学院大学, <https://aiit.ac.jp/>. (visited on 2017)
- [17] 川田誠一, “実務に直結する学びを獲得できる PBL 教育”, 企業と人材, 2016 年 7 月号, 2016.
- [18] 池本浩幸, “Project based learning における学修者自身の共感的リサーチと共有”, 日本デザイン学会第 63 回研究発表大会概要集, pp. 124-125, 2016.
- [19] 横口耕一, “テキスト型データの計量的分析”, 理論と方法, Vol. 19, No. 1, pp. 101-115, 2004.
- [20] 横口耕一, “KH Coder”, <http://khc.sourceforge.net/>. (visited on 2017)
- [21] 「やさしい日本語」科研グループ, “形態素解析ウェブアプリ UniDic-MeCab”, <http://www4414uj.sakura.ne.jp/Yasanichi1/unicheck/>, 2012. (visited on 2017)

# 21世紀中国の開発ファイナンス攻勢に関する 金融地政学分析

前田充浩\*

## A Financial Geopolitics Analysis on the Chinese Initiatives of Developmental Finance in the 21<sup>st</sup> Century

Mitsuhiro Maeda\*

### Abstract

The behavior of advanced nations of extending developmental finance (mainly finance for infrastructure) to developing economies could be analyzed in two dimensions, developmental economics view and financial geopolitics (international relations) view. Standing on the financial geopolitics view, developmental finance would be extended to developing economies in order to enhance influential power of advanced nations. In addition to the competition among advanced nations, emerging powers would newly participate in the competition of expanding ‘sphere of influence’ by creating the new powerful modalities of developmental finance. Thus two types of international regimes would be established in the Modern World System, the disarmament regime and the containment regime of emerging powers.

This paper analyses the influence of recent Chinese initiatives in the field of developmental finance, and the counter-measures of advanced nations to them based on the concepts of above two international regimes.

**Keywords:** China, developmental finance, financial geopolitics, emerging powers, disarmament, containment, concessionality, export credit, ODA

### 1. 問題の所在

21世紀の中国は、世界のインフラ開発に関する様々な新たなイニシアティブを推進している。2013年10月に習近平国家主席がAPEC(Asia-Pacific Economic Cooperation)首脳会議で提唱したAIIB(Asian Infrastructure Investment Bank)は、2015年12月25日に発足した。2013年ダーバンで開催されたBRICS首脳会議で合意され、2014年フルタレサで開催されたBRICS首脳会議で設立署名がなされた新銀行(New Development Bank:NDB、通称BRICS銀行(本稿ではこの名称を使用))においても、中国は主導的な役割を果たしている。さらに2014年11月に北京で開催されたAPEC首脳会議において習近平国家主席は一帯一路構想を打ち出した。

日本を含む今日の世界の主要国は、これら中国が推進するイニシアティブに対して対応を迫られる状況にあり、この対応においては、少ながらぬ混乱が生じていることは否定できない。日本の対応は、AIIBに対しては米国とともに不参加の立場を継続する一方、一帯一路については安倍首相が2017年6月に協力の意図を表明する等、同時に進展する数多くの中国のイニシアティブに対する包括的かつ明確な日

本としての戦略が読み取り難い状況にある。

したがって、現下の日本を含む先発国(注2)に求められるのは、これら中国による開発ファイナンス(注3)関係のイニシアティブが世界システムに対して及ぼす影響を正確に理解し、適切な対応策を構築することであると言える。このためには、開発ファイナンスを巡る世界の動きを、開発経済学ではなく、国際関係論、特に世界システム論の観点から分析していくことが必要となる。開発経済学が主な関心とするのは、開発ファイナンスを受け取った発展途上国における経済社会開発効果であるところ、ここでの問題は、世界システムにおける先発国と中国の関係であるためである。

開発ファイナンスを世界システム論の観点から分析する方法論としては、金融地政学(Financial Geopolitics)が適している。金融地政学に基づくと、開発ファイナンスは、国際社会において展開される、主要先発国間での覇権争い、勢力圏争奪戦等の競争において用いられる兵器の1つとして捉えられることになる。勢力圏争奪戦の兵器、という点では、様々な外交上の手段、軍事的兵器と同様である。

このため開発ファイナンスの供与に関しても、軍事的兵器における競争に関する分析と同様の視点に基づく分析を行

Received on September 20, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

うことができる。金融地政学は、国際社会において大国同士が軍事的兵器を用いて勢力圏争奪戦を展開していることと同様に、主要先発国同士は開発ファイナンスを兵器として用いて勢力圏争奪戦を展開していると考え、そのあり方を分析するものである。金融地政学の地政学(Geopolitics)の名は、そのことを意味する。

金融地政学に基づき世界の近代史を振り返るならば、21世紀の中国のように、国際社会におけるステータスを急激に向上させてきた国(新興国)が新たな開発ファイナンスのイニシアティブを開始して、国際社会に対する影響力を向上させようすることは特別に珍しいことではない。このため、過去の例を参考に、今回の中国のイニシアティブを分析することは十分に可能であり、得られる示唆も大きいと考えられる。

以下、本稿では、第1に、金融地政学に基づき過去の新興国による新たな開発ファイナンスのイニシアティブの展開の経緯を概観し、今回の中国のイニシアティブに当て嵌まる要因を拾い出す。第2に、それらの分析に立脚し、今回の中国のイニシアティブに関する分析を行い、もって今後の日本を含む先発国の対応策に関する政策提言を行う。

## 2. 金融地政学の枠組み

### (1) 势力圏争奪戦

金融地政学とは、国際関係論、特に世界システム論に属する研究の枠組みである。基本的な考え方は、以下のようなものである。

ウォーラースtein(注4)の世界システム論の基本的な構造によれば、グローバリゼーションとは、世界の中で一部の地域、端的には西ヨーロッパで生み出された近代資本主義システムが世界の他の地域を次々と包摂(inclusion)していく過程であると捉えられる。西ヨーロッパを中心、包摂されていく他の地域を周辺、と呼ぶ。

グローバリゼーションをこのように捉えると、グローバリゼーションの過程においては、中心に属する主要な国々の間で、できるだけ多くの周辺の地域を自国の強い影響下に置こうとする競争が展開されることになる。中心を先発国、周辺を発展途上国と呼び、かつある先発国の強い影響下にある発展途上国のこととその先発国にとっての勢力圏と呼ぶとすると、主要な先発国による発展途上国を対象とする勢力圏争奪戦が展開されることになる。

周辺は、包摂されることにより、近代資本主義システムに参加することになり、中心と包摂された周辺との間で、国際的な分業体制が成立する。このことにより、周辺の近代化が開始する。

ウォーラースteinの理解では、包摂され、近代資本主義システムに参画することは、周辺にとって必ずしも「幸運」を意味することにはならない。なぜならば、この国際的な分業体制においては、中心は高い技術を用い、資本集約的で收

益率の高い中心的生産様式に従事する一方、包摂された周辺は低い技術を用い、労働集約的で収益率の低い周辺的生産様式に従事することになるため、中心と周辺、すなわち先発国と発展途上国の格差は拡大していくことになると考えられるためである。

このような考え方を、格差が拡大していく、という意味で、「大分岐(The Great Divergence)」の世界システム論、と呼ぶことができる。一方筆者は、グローバリゼーション、すなわち包摂による発展途上国の近代資本主義システムへの参加は、やり方によっては格差を縮小していくことになると見え、「大収斂(The Great Convergence)」の世界システム論を提唱しているものの、本稿では触れない(注5)。

勢力圏の考え方には、19世紀から20世紀前半にかけての帝国主義時代には植民地という概念が直截に勢力圏を表すため、分かり易いものであった。一方 20世紀後半においては、植民地は、比喩的な言い方を除けば存在しない。

しかしながら、筆者は、以下のように今日においても勢力圏という考え方を妥当し、先発国による勢力圏争奪戦は大規模に展開されていると見ることができると考える。

ウォーラースteinは、政治的独立を果たした発展途上国は先発国(中心)の多国籍企業の投資を受け入れることにより周辺的生産様式に従事することとなり、引き続きある種の搾取が続いているとしている。これゆえに両者の格差は拡大していくのである。

一方筆者は、このように発展途上国の工業化が先発国の多国籍企業の投資を受け入れて周辺的生産様式から開始することを問題視しない。その理由は、発展途上国は、先発国の多国籍企業の投資を大規模に受け入れる条件として、当該先発国から多額のインフラ開発資金の供与を、多くの場合は開発援助の形態で受けることが可能であるためである。この結果、発展途上国は、多国籍企業の投資とインフラ開発資金とを同時に獲得し、一気呵成に近代化を推進することができる。

先発国による包摂を、このように多国籍企業の投資とインフラ開発資金の供与のセットで考えるならば、発展途上国にとっては、特定の先発国への勢力圏に入ることは、合理的な判断であることになる。詳しくは拙著(注6)で述べたために要約だけ述べると、発展途上国にとっては、全ての先発国の多国籍企業を実質的に平等に扱うよりも、特定の先発国への勢力圏に入り、筆者の考える「投資のパラダイス」を提供しますよ、と言う方が、結果として多くの投資及びインフラ開発資金を得ることができ、経済社会開発を大きく進めることができる。

「投資のパラダイス」とは、以下のようなものである。

今日の世界の主導産業の1つはアセンブリー系製造業であり、情報通信産業の発達が著しい先発国においてもアセンブリー系製造業の重要性は相当高い。拙稿(注7)で示したように、アセンブリー系製造業におけるグローバル生産ネ

ツワークの態様は時代とともに大きく変化するものであるため、先発国の多国籍企業にとっては、それぞれの態様に適応したグローバル生産ネットワークを構築していくことが必須になる。

先発国の多国籍企業が時代に即応したグローバル生産ネットワークを構築するためには、先発国にとって「都合の良い」発展途上国を多く獲得することが重要な課題となる。そのような「都合の良い」発展途上国のことば筆者がモデル化したもののが「投資のパラダイス」である。

前掲拙著においてまとめた内容を要約すると、それは、以下ののような条件を満たす発展途上国のことである。第1に、生産コストが安いこと。第2に、インフラ整備が相当程度進んでいること。さらに第3に、政府が、特定の先発国企業に対して特別な配慮を行うことである。

本稿では詳細には立ち入らないものの、実際に今日の世界では、発展途上国は、そのような特別な配慮を行うことが可能であり、実例も多く拾うことができる。特別な配慮を行ってくれる発展途上国を数多く有している国の企業は有利な条件のグローバル生産ネットワークを構築することができるため、収益の増大を図ることができる。このため、今日では先発国にとって、「投資のパラダイス」という勢力圏をできるだけ多く獲得することが重要な課題となり、大国はその争奪戦を開いていると見ることができる。帝国主義時代には大国は植民地という形態の勢力圏の獲得を目指した競争を展開し、今日では「投資のパラダイス」という形態の勢力圏の獲得を目指した競争を展開していると見ることができる。

帝国主義時代の植民地という勢力圏の争奪戦においては軍事的兵器が重要な役割を果たしたもの、20世紀後半以降の「投資のパラダイス」の争奪戦においては軍事的兵器の役割は限定的なものとなる。替わって重要な役割を果たすのが、開発ファイナンスである。

すなわち開発ファイナンスは、帝国主義時代の植民地争奪戦において軍事的兵器が果たしたものと同様の効果を「投資のパラダイス」争奪戦という今日の勢力圏争奪戦において果たしていると見ることができる。開発ファイナンスに関して、軍事的兵器に関して成立する国際レジームと同様の国際レジームが成立すると考えて、その分析を進めるのが金融地政学の方法論である。

## (2)開発ファイナンス

開発ファイナンスという概念については、以下のようにまとめられる。

開発ファイナンスとは、広く捉えれば、「市場の失敗」が発生するため、市場メカニズムの下では社会的に適正な供給量に比べて過小供給が発生するファイナンスを指す。「市場の失敗」が発生する理由は、便益に対する適切な対価を徵収することが不可能であるか、著しく困難であるためである。このような広い意味で捉えられる開発ファイナンスの典型は、

インフラ・ファイナンス及び中小企業ファイナンスである。

このうち本稿では、政府（通常、先発国政府）から外国政府（通常、発展途上国政府）に対して（G-Gベース）供与する、譲許的（concessional）なインフラ・ファイナンスのことを開発ファイナンスとして捉えることとする。

譲許的、とは、金利、償還期間等の条件が、市場で調達するファイナンスに比べて有利なものとなっていることを指す。このような意味で捉えられる開発ファイナンスの代表は、ローン形態の開発援助（ODA: Official Development Assistance）と輸出信用（Export Credit）である。

開発援助とは、先発国が発展途上国に対して供与する「援助」の資金である。ODAとは、そのような資金の中で一定の条件（注8）に適合したものを指す概念である。輸出信用とは、自国企業が発展途上国等の外国でプラント建設等を行うために、プラントの輸出を行う企業が帰属する国の政府系金融機関（通常は、輸出入銀行（EX-IM: Export Import Bank））がプラントを建設する場所が帰属する外国政府、政府関係機関等に対して供与する譲許的資金である。

先述のような開発ファイナンスの定義に当て嵌まるファイナンスの形態は、これら2つ以外にも様々な形態が考えられるものの、実務的にはこの2つの類型を捉えれば十分であると言える。

注意が必要なのは、開発ファイナンスには開発援助を含み、金融地政学の視点では、それをも勢力圏争奪戦の兵器として捉えることである。

輸出信用は、外形的にも実質的にも自国企業の輸出振興のためのファイナンスであるため、それが勢力圏争奪戦の兵器であるとの認識は理解し易い。一方開発援助は、開発援助論の一般的な理解では、豊かな先発国が貧しい発展途上国に対して人道的な観点に基づき開発目的のために供与する資金である。それを、開発目的の効果があることは否定しないにせよ、勢力圏争奪戦の兵器として捉え、開発援助を供与する先発国利益を強調することについては抵抗があり得る。

この問題については、以下のように説明することができる。

開発援助は、特定の形態で供与される場合には、輸出信用同様、発展途上国に対する自国企業のプラント輸出促進の効果を持つものとなる。その効果が最も強く表れるのは、タイド条件、すなわち当該開発援助資金を用いた事業の入札には開発援助資金供与国の国籍を有する企業だけしか参加できないという条件を付けられたローン形態の開発援助資金である。このような開発援助資金のことを、タイド・ローンと呼ぶ。

このタイド・ローンは、輸出振興効果が極めて強いものである。タイド・ローンは ODA であるため、商業ファイナンスはもとより輸出信用に比べても譲許性が高く、すなわち金利は低く、償還期間は長く設定されるため、発展途上国にとって魅力の高いものとなる。このため、発展途上国は、商業フ

ファイナンスよりも、輸出信用よりも、タイド・ローンを選択する場合が多くなる。発展途上国がタイド・ローンを受け入れると、タイド条件により、本件入札にはライバルである他の先発国企業は入札に参加できない。

後述するように、日本は、1950年代から1987年にかけて円借款というODAのタイド・ローンを大量に発展途上国に供与した。それは日本企業の輸出振興に大きな効果を發揮したと同時に、他の先発国の逆鱗に触れることになり、遂に1987年にそれを規制する国際レジーム（「新興国封じ込めの国際レジーム」）が導入されることになった。

ODAであるタイド・ローンと輸出信用とをともに輸出振興のためのファイナンスとして同様に扱う、という金融地政学の視点の正統性を示す証左がある。OECD（Organization for Economic Co-operation and Development）の場において1978年12月に合意され今日も運用されているOECD輸出信用アレンジメント（Arrangement on Officially Supported Export Credit）の存在である。

OECD輸出信用アレンジメントは、OECD各国（注9）が自国の輸出振興のために政府資金を用いて（Officially Supported）行う発展途上国に対する譲許的な資金の供与を規制するためのルール、端的にはカルテルである。これが対象としているのが、輸出信用及びODAであるタイド・ローンなのである。タイド・ローンは、開発援助資金であるODAであるにもかかわらず、輸出振興効果があるファイナンスとして、輸出信用と同様に規制の対象となっている。

### （3）2つの国際レジーム

以上のように、開発ファイナンスは、「投資のパラダイス」という形態の勢力圏争奪戦において大国が用いる兵器としての側面もあるため、植民地という形態の勢力圏争奪戦においてかつて構築された国際レジームと類似する幾つかの国際レジームが開発ファイナンスの規制のために構築されることになる。

筆者が研究の対象としているのは、「軍縮の国際レジーム」及び「新興国封じ込めの国際レジーム」である。

両者に共通するのは、国際的な取り決めにより、1か国または数か国の特定の内容の開発ファイナンスの供与を禁止し、それによってそれら諸国の勢力圏獲得の能力を減じるものであることである。

勢力圏争奪戦を展開する主要先発国（注10）の数に対して包摂される発展途上国の数が十分である場合には主要先発国間での直接の争いは深刻化しないものの、それが希少になると、争いが深刻化する。これら国際レジームの構築は、争奪の対象となる発展途上国の数が相対的に希少になるという事態に対する主要先発国の対応策、ということになる。

争奪の対象となる発展途上国の数を相対的に希少にする理由には以下の2つがあり、それぞれに応じた国際レジームが構築されることになる。これら2つの理由により争奪の対象

が相対的に希少になったことに対応するために国際レジームが構築されるという動きは、植民地争奪戦における軍事的兵器に関しても同様に見られたものである。

争奪の対象となる発展途上国の数を相対的に希少にする第1の理由は、主要先発国が勢力圏争奪戦を長期間展開したことにより、大半の周辺地域を既に包摂てしまい、新規に争奪の対象となる発展途上国が希少になることである。

この場合には、残された周辺は希少であることに加え、一度ある先発国の勢力圏になった発展途上国を自国の勢力圏に組み替えようとする動きも出るため、先発国間の直接の争いは深刻化する。まだどの先発国の勢力圏にもなっていない周辺の地域をグリーン・フィールド、どこかの先発国の勢力圏になった周辺の地域をブラウン・フィールドと呼ぶ。一度ブラウン・フィールドになった地域を自国の勢力圏に組み替えることを、再包摂、と呼ぶ。

ここで希少になったグリーン・フィールドの争奪及びブラウン・フィールドの再包摂のためにある先発国が軍拡を進め、他の先発国がそれに対抗して軍拡競争を展開すると、双方が国家財政の破綻のリスクを負うようになる。

このリスクを回避するため、先発国は「軍縮の国際レジーム」を構築する。

軍事的兵器に関する「軍縮の国際レジーム」は、直截に各国が保有する軍事的兵器の数の上限を定めるものとなる。軍艦の保有量を定めたワシントン軍縮条約（1921年）、ロンドン軍縮条約（1930年）、ICBM（Intercontinental Ballistic Missile）の保有量を定めた累次のSALT（Strategic Arms Limitation Talks）等、多くの例を拾うことができる。

開発ファイナンスに関する「軍縮の国際レジーム」は、開発ファイナンスの譲許性に関する制限を設けるものとなる。

軍事的兵器の場合は、必要な経費の全額が政府の支出になるため、政府の支出を抑えるためには兵器の数そのものを制限する必要がある一方、開発ファイナンスについては、譲許性、すなわち市場で調達される商業ファイナンスを上回る好条件（金利の安さ、償還期間の長さ等）の部分のみに政府の支出が必要となる。譲許性が大きければ大きいだけ勢力圏争奪戦を有利に進めることができる一方、譲許性を大きくすることは政府の支出を増大させることになるため、譲許性の高い開発ファイナンスをより多く供与しようとする「軍拡」競争が発生すると、国家財政の破綻のリスクが生まれる。このリスクを回避するため、開発ファイナンスの譲許性に関する「軍縮の国際レジーム」が構築される。

争奪の対象となる発展途上国の数を相対的に希少にする第2の理由は、新興国の台頭である。

周辺に属し、かつては自らが先発国にとっての勢力圏として争奪される側であった発展途上国の中には、順調な経済社会開発を進め、経済力を増強し、新たに勢力圏争奪戦に参入する国が現れる。それを、新興国、と呼ぶ。

新興国が登場し、新たに勢力圏争奪戦を開始することは、

先発国にとって極めて深刻な脅威となる。新興国が新たに勢力圏を獲得することは先発国にとっての「取り分」を減らすことになることに加え、新興国が新たに参入した勢力圏争奪戦において用いる兵器は、先発国が用いている兵器よりも強力であることが多いのである。

新興国が新たに勢力圏争奪戦に参入するためには、先発国と同様の兵器を使っていては先発国との競争に勝利して独自の勢力圏を獲得することはできない。このため、様々な創造性を發揮し、世界初の強力な兵器を開発しようという強い動機を持つ。このような創造性を、新興国創造性、と呼ぶことができる。

軍事的兵器に関する新興国創造性については、例えば新興国である大日本帝国が開発した兵器の優秀性等を見ることで明らかになる。

開発ファイナンスに関しても、様々な形態の新興国創造性を見ることができる。新興国が新興国創造性によって開発した新たな方式の開発ファイナンスは譲許性が極めて高く、勢力圏争奪戦の兵器としての効果が大きいことが多い。このように新興国が強力な兵器を用いて次々に勢力圏を獲得していくことは、先発国にとっては決して看過することができない。グリーン・フィールドについての自らの取り分が減るだけではなく、現時点では自らの勢力圏であるブラウン・フィールドも新興国に再包摶されることになるためである。

このため、新興国の勢力圏獲得を封じ込めるることは、全ての先発国にとっての共通の課題となる。先発国間の勢力圏争奪戦において壮絶な競争を展開している先発国は、この課題においては一丸となり、「新興国封じ込めの国際レジーム」を構築する。

開発ファイナンスの場合、「新興国封じ込めの国際レジーム」は、新興国が新興国創造性によって開発した新たな開発ファイナンスの方式そのものを禁止する、という方法を探る。

実際に以下見ていくように、従来、新興国が開発した幾つかの新たな方式の開発ファイナンスが OECD 等の国際場裡において禁止されてきた。この事実は、改めて開発ファイナンスに関する、開発経済学的な視座ではない、国際関係論的な視座の必要性を示す。

開発経済学的な視座では、それらの新たな方式の開発ファイナンスは、受取国である発展途上国との経済社会開発に大きく貢献している資金であるため、禁止する合理性はない。それを禁止する理由は、発展途上国の開発目的の中には見出すことができず、先発国による新興国封じ込めという国際関係論上の理由にしか求めることができない。

筆者は、ジョンズ・ホプキンス大学 SAIS (School of Advanced International Studies) 在籍中(注10)に開発ファイナンスに関するこれら2つの国際レジームの経緯の分析に取り組み、先述拙著においてとりまとめた。その概要を記述すると、以下のようになる(①～⑧までは拙著で分析した内容の要約。⑨及び⑩は今回新たに分析したもの。)。

#### (4)開発ファイナンスに関する国際レジームの推移

##### ①輸出信用の開始(1919年)(英国)

輸出信用の制度を考案し、初めて実施した国は英國であり、1919年のことであった。

1919年という時期に英國が輸出信用という、政府の支出を必要とする新たな制度を考案した理由について、筆者は英國立国際問題研究所(The Royal Institute of International Studies : Chatham House)在籍中(注11)に英國商務省輸出信用局の幹部にインタビューを行った。その結果は、以下のようなものである。

第1次世界大戦に英國は勝利したものの、国力を大きく損なうことになり、それまでの世界に対する輸出力に陰りが見られることが懸念された。その輸出力の陰りを補完するものとして、政府財政を投入する、すなわち公的支援を受けた(officially supported)輸出信用という制度が考案されたとのことであった。

##### ②ベルン協定(1934年)=第1次「軍縮の国際レジーム」(英國対歐州主要国)

1919年に英國が輸出信用を開始したのを見た歐州主要国は、直ちに同様の輸出信用制度を構築し、供与を開始した。輸出信用は譲許的資金であるため、その供与には政府資金の投入が必要となる。このため、各国による輸出信用の供与競争の激化は軍拡のチキン・ゲームを発生させることになった。歐州各国はこの事態を回避するため、1934年、「軍縮の国際レジーム」であるベルン協定を成立させた。

ベルン協定は、各国による輸出信用の供与そのものを規制するものではなく、あくまで情報共有だけを行う機関である。実務的には、情報共有は、極めて重要な軍縮の効果を持つ。発展途上国におけるある案件を複数の国が狙って輸出信用を供与する場合、ライバル国の輸出信用の譲許性が分かれれば、それと同じ譲許性の輸出信用を提示することで軍縮が成立するためである。

##### ③OEEC(1950年代)=第2次「軍縮の国際レジーム」(歐州諸国間)(注12)

第2次世界大戦後、経済が疲弊した歐州諸国は、発展途上国に対するプラント輸出を進め、そのために輸出信用及び開発援助の供与を拡大ていき、軍拡のチキン・ゲームが発生した。この事態を解決するために、ベルン協定では情報共有のみであったものを更に進めて、輸出信用及び開発援助の譲許性を直截に規制する新たな「軍縮の国際レジーム」の構築を進めた。

輸出信用については、マーシャル・プランの受け皿機関として設立された OEEC(Organization for European Economic Cooperation)の場において規制の議論が進められた。開発援助については、輸出振興効果を有するタイド・ローンを規

制するための議論を行う場として、DAG (Development Assistance Group)が設立された。

#### ④OECD輸出信用アレンジメント(1978年)=第1次「新興国封じ込めの国際レジーム」(欧州主要国対新興国米国)+第3次「軍縮の国際レジーム」(注13)

欧州諸国は、欧州諸国が供与する輸出信用の譲許性についての規制をOEECで、タイド・ローンの規制をDAGで構築していくものの、当時の欧州諸国にとっての勢力圏争奪戦の最大のライバルは米国であった。欧州諸国にとっては、米国を入れた規制の枠組みを構築することが最重要課題であり、このため、1961年にOEECに米国、カナダを入れてOECDを設立した。DAGはOECDの中のDAC(Department Assistance Committee)に改組された。

OECDは設立されたものの、欧州諸国間で成立していた規制を米国の輸出信用に適用することはできなかった。その理由は、欧州諸国間で成立していた規制は「公的支持を受けた」輸出信用に限定されていたものの、当時の米国の輸出信用は、米国輸出入銀行が債券発行により市場から調達した資金に基づくものであり、「公的支持を受けた」ものではなかったためである。

すなわちこの時期の欧州諸国は、輸出信用に関する新興国である米国が新興国創造性によって開発した「公的支持を受けない」輸出信用という新しい方式の開発ファイナンスを封じ込めるための「新興国封じ込めの国際レジーム」の構築に努めたものの、失敗していた、ということになる。

事態が変わったのは、第1次石油ショック後、米国内の市場金利が高くなり、米国が欧州諸国の輸出信用に対抗するためには米国も「公的支持を受けた」輸出信用を供与することが必要になったためである。

米国議会の指示を受けた米国財務省のイニシアティブにより、1978年12月OECDにおいて、輸出信用とタイド・ローンを規制するOECD輸出信用アレンジメントが成立した。

この時点では、米国は新興国創造性によって開発した「公的支持を受けない」輸出信用を放棄し、他の欧州諸国と同様の「公的支持を受けた」輸出信用を供与していたため、成立したOECD輸出信用アレンジメントは、第3次「軍縮の国際レジーム」になる。

#### ⑤東西冷戦(1950年代~1989年)=第2次「新興国封じ込めの国際レジーム」(西側主要国対新興国ソ連)

第2次世界大戦後の東西冷戦の中で、ソ連は、新たに独立した発展途上国を次々に勢力圏に収めていった。そこで重要な役割を果たしたのが、ソ連が発展途上国に対して供与した現物返済方式借款である。

西側諸国の開発援助は、譲許性が高いにせよ、返済のためににはハード・カレンシーが必要になる。発展途上国がハード・カレンシーを手にする方法は輸出しかないところ、多くの

発展途上国では目ぼしい輸出産品がないことが問題であった。このため現物による返済を認めるというこの方式の開発ファイナンスは勢力圏争奪戦において極めて大きな効果を発揮することになった。

西側諸国はこれに対抗する必要に迫られたものの、直截に現物返済方式借款を規制する「新興国封じ込めの国際レジーム」を構築することが東西冷戦下の国際情勢において不可能であったため、1969年にODAの定義を定め、1970年代の国連開発の10年間、1980年代の第2次国連開発の10年間を通じてODA拡充に努めるという戦略を探った。

1989年の東西冷戦終結により、この新たな方式の開発ファイナンスは完全に終了した。「新興国封じ込めの国際レジーム」の構築には失敗したものの、東西冷戦終結により、結果として供与されなくなったと結論できる。

#### ⑥混合借款規制(1985年)=第3次「新興国封じ込めの国際レジーム」(米国等対新興国フランス)

1970年代末からフランスは、輸出信用と、OECD輸出信用アレンジメント上規制を受けない贈与とを組み合わせた混合借款を、主として中南米諸国に供与し、米国との競争に勝利し、多くの案件を手中にしていた。中南米という米国のブラウン・フィールドにおいてフランスが勢力圏を獲得しつつあったことになる。このため、米国との間で政治問題が深刻化した。

結局、1985年にOECD輸出信用アレンジメントの定義が改訂され、混合借款は、贈与を含めた全体を1つのタイド・ローンと看做すこととされ、混合借款は規制に服することとなった。「新興国封じ込めの国際レジーム」が功を奏した典型的な例である。

#### ⑦ワレン・パッケージ(1987年)=第4次「新興国封じ込めの国際レジーム」(OECD諸国対新興国日本)

日本は、1950年代に、サンフランシスコ講和条約で規定された賠償の範囲を超えて円借款を発展途上国の開発目的のために供与することを決定して以来、一貫して円借款のタイド条件を維持してきた。日本タイド条件、すなわち円借款の対象案件に関する入札においては日本国籍の企業しか入札に参加できないという条件は、日本企業の輸出振興効果が極めて大きい。

このため日本タイド条件については早くからOECD諸国の批判が強まつたため、1974年以降は、原則LDCアンタイド条件で運営してきた。これは、円借款の対象案件に関する入札においては日本国籍の企業及び発展途上国(注14)国籍の企業しか参加できないというものである。日本企業にとっては、主要なライバルである他のOECD諸国の企業を排除できるため、引き続き大きな輸出振興効果を持つものであった。

1980年代前半、トルコのボスポラス第2橋案件の受注を巡り、日本と英国が激しく争った。結果は、日本が提示した2国

間タイド条件(入札には日本国籍の企業とトルコ国籍の企業だけしか参加できない)の円借款をトルコ政府が受け入れたため、英国企業は完全に排除された。トルコ政府が日本の円借款を選んだ理由は、2国間タイド条件は付くものの、日本が提示した円借款の金利が大変に安く、供与額も大きかったためである。

この日本の円借款「だけ」を規制するために、欧州諸国は米国と連合し、以下のような規制提案を行った。

1986年春、フランスのイニシアティブで欧州が割引率計算方法変更を提案した。これは、タイド・ローンに関する譲許率(CL:Concessionality Level)の計算における割引率を、従来のGE(Grant Element)方式における一律10%から、市場金利(国債利回り+マージン(通常1%))に変更するものであった。この変更により、低金利国はタイド・ローンの供与が事实上禁止される(金利をほぼゼロ、またはマイナスにしなくてはならない。)一方、高金利国はほぼ従前通りにタイド・ローンが供与できることになる。この時の提案は、市場金利(注15)が低い日本をターゲティングしたものであり、事实上日本だけがタイド・ローンの供与を禁止されることになるものであった。

当然日本政府は抵抗したものの、欧州と米国の連合は固く、欧州提案であるにも関わらず1986年秋には、レーガン大統領より中曾根首相へ、割引率計算方法変更提案を受け入れるようにという親書も届き、結局日本包囲網の中で、日本政府は本提案を受諾し、1987年3月、割引率計算方法変更を骨子とするOECD輸出信用アレンジメントのワレン・パッケージ合意が成立した。爾後、日本のタイド条件円借款供与は極めて困難になり、1988年、日本はODA第4次中期目標により、アンタイド化へ政策変更し、1996年にはアンタイド化比率は100%に達した。

日本が新興国創造性によって開発したタイド条件円借款という新たな方式の開発援助を抜本的に規制したという意味で、「新興国封じ込め国際レジーム」が成功した典型例である。

#### ⑧リオ合意(2007年)=第5次「新興国封じ込めの国際レジーム」(OECD諸国対新興国ブラジル)

近年ロシア(スホーイ)、中国、日本(MRJ)の参入が進められているものの、長らく中型航空機の生産は、カナダ(ボンバルディア)とブラジル(エンブラエル)の2か国のみが行ってきた。1990年代、中小型航空機に関する輸出信用を巡って、カナダとブラジルの対立が激化した。

WTOのSCM(Agreement on Subsidies and Countervailing Measures)によると、WTO加盟国はOECD輸出信用アレンジメントに規定された条件を外れる輸出補助金を出してはならないとされている。ブラジルが問題にしたのは、この点であった。ブラジルはOECD加盟国ではないもののWTOの加盟国であるため、自らが策定、改訂に関与できないOECD輸

出信用アレンジメントに服すことが必要になるためである。

両者の対立は、1999年から2003年にかけて、3度のWTOのDS(Dispute Settlement)パネルで争われた。DS46(1996-2001年)はカナダがブラジルを、DS70(1997-2000年)及びDS222(2001-2003年)はブラジルがカナダを訴えた。

この対立は、新興国ブラジルが、新興国創造性によりOECD輸出信用アレンジメントに合致しているかどうか微妙な輸出信用という新たな方式の開発ファイナンスの供与を進め、それを封じ込めるためにカナダが「新興国封じ込めの国際レジーム」を構築しようとした動きとして捉えることができる。

この動きに対するブラジルの対応は、極めて創造的なものであった。すなわち、自らの輸出信用を規制する「新興国封じ込めの国際レジーム」の構築過程に当事者として参加し、それを自らにとって致命的なものとはならないように誘導する、というものである。

ブラジルは累次のDSにおいて、OECD諸国がOECD輸出信用アレンジメントにおいて勝手に決めた条件がOECD加盟国ではないWTO加盟国を拘束することを問題にした。DS222のパネルは、OECD加盟国の合意だけで本文とは異なる内容のルールが適用になること(コモン・ライン)、及びアレンジメント逸脱条件に対するマッチング規定等が、アレンジメントの制度に加われない非OECDのWTO加盟国に対して差別的な効果を持つとして、そのような制度を改訂しない限り、輸出補助金禁止規定の例外扱いを継続することは問題があると指摘した。

これらのことから2002年9月にパリでブラジルと米国、欧州、カナダ及び日本の政府代表は非公式協議を行い、OECD輸出信用アレンジメントの航空機セクター了解(航空の輸出信用だけを対象にしたOECD輸出信用アレンジメントの特別の規定)を、当初からブラジルを入れた形で改訂することを合意し、2005年より改訂作業を開始し、2007年に合意を見た。この一連の改訂作業に、筆者は日本政府代表として参加した。

2007年5月、合意まであと僅かとなったところでブラジル政府代表から、「ブラジルとしては、発展途上国であるブラジルがOECDの場においてOECD輸出信用アレンジメントの改訂にイニシアティブを採ったことを大変に誇りに感じているので、最終合意はリオで行うこととし、この合意を「リオ合意」と呼んでほしい。」との提案があり、各国はそれを受け入れ、2007年7月のリオでの会合で最終合意を行った。この最終合意書には筆者が日本政府代表として署名をしている。

この事例は、新興国が新興国創造性によって開発した新たな方式の開発ファイナンスを規制する「新興国封じ込めの国際レジーム」は成立したものの、その国際レジームの構築においては当事者である新興国が参加し、相当のイニシアティブを発揮した、というものと総括できる。

⑨ TICAD (Tokyo International Conference on African Development) (国際的な開発構想のイニシアティブに関する首脳会合)=第5次「新興国封じ込めの国際レジーム」(先発国及び中国対日本)

1989年のマルタ会談により東西冷戦は終結した。東西冷戦の終結は、多くのアフリカ諸国にとって、深刻な財政上の問題を引き起こすことになった。

東西冷戦終結後、西ヨーロッパ諸国にとっての最大の課題は、旧東側陣営であった東ヨーロッパ諸国のEUへの取り込みであり、そのためには莫大な資金の供与が必要となった。特に大きな開発援助の供与国であった西ドイツは、東ドイツを統合して統一ドイツを構築することになったため、東ドイツにおけるインフラの「再」構築等に莫大な資金が必要となつた。これらのことから西ヨーロッパ諸国はアフリカ諸国に対してこれまで供与していた開発援助資金を激減させることになり、アフリカ諸国は大きな困難に直面することになった。

この「間隙を縫って」アフリカ諸国に対する新たな開発援助資金の供与国として名乗りを上げたのが、当時経済が極めて好調であった日本である。この時期に日本が新興国創造性によって開発した新たな手法は、発展途上国と日本政府がマルチの首脳会合を開催し、そこで開発ファイナンス全体の方向性を定める枠組みを構築しよう、というものであった。国際的な開発構想のイニシアティブ、と呼ぶことができる。

具体的には、TICADという首脳会議を東京で開催し、アフリカ諸国の多くの首脳を招くことになった。日本は1993年に東京でTICADⅠの会合を開き、アフリカ諸国から多くの首脳を集め、開発援助資金供与を約束した。

TICADとは、国際的な開発構想のイニシアティブを発展途上国との協働で、かつ首脳級で決定する、というものであり、開発ファイナンスを兵器とする勢力圏獲得に大きな効果を持つものであると言える。日本はこの兵器によって、アフリカという東西冷戦時代の西ヨーロッパ及びソ連のブラウン・フィールドの再包摶に取り組んだことになる。

日本によるこのような再包摶の動きは西ヨーロッパの先発国にとっては看過できないはずであり、この日本の動きを封じ込める「新興国封じ込めの国際レジーム」が構築されてもおかしくはない。

筆者は、この日本の動きに対して、先発国による封じ込めと新興国中国による封じ込めの2つの封じ込めが実施されてきたと見る。

先発国による封じ込めは、以下のようなものである。

先述の1987年ワレン・パッケージの場合とは異なり、先発国がこの動きを封じ込めるために構築した「新興国封じ込めの国際レジーム」の制度は存在しない。このことから、当時の西ヨーロッパの先発国はEUの東側への拡大に精一杯であったため、日本によるアフリカ諸国における勢力圏獲得を見逃した、という見方も不可能ではない。

一方筆者は、1990年代後半に西ヨーロッパの先発国は日

本によるアフリカ諸国における勢力圏獲得を看過できず、それを封じ込めるためにアフリカ諸国と連携し、アフリカ諸国との「TICAD離れ」を進めるという高等戦略を展開したと考える。

筆者がそのように考える証左は、2001年のAU(African Union、当時はOrganization of African Unity(OAU))によるNEPAD(New Partnership for Africa's Development)の策定である。これは、アフリカ人の手によりアフリカの今後の発展の方向性について取りまとめた総合開発計画である。

爾後、アフリカの発展に関する計画は全てこれと適合的であることが求められるようになった。内容を見ると、TICADにおいて日本が進めようとしている内容の幾つかはNEPADに記述されている内容と齟齬を生むことになるため、日本はその内容を強行することができなくなった。すなわちアフリカ諸国がNEPADを強調することは、日本がTICADという国際的な開発構想のイニシアティブによって進めようとする内容に対するある種の封じ込めの効果を持つことになる。

実際に2003年、品川プリンスホテルで開催されたTICADⅢでは(筆者も経済産業省の代表として参加した。)、アフリカ諸国側からの強い要望で、今後のアフリカの開発のあり方はNEPADと整合的なものでなければならないということが結論された。

筆者は、NEPADの策定、及びそれを用いた日本のTICADによる国際的な開発構想のイニシアティブの封じ込めという一連の動きに関して、日本のアフリカ諸国における勢力圏獲得を看過できない先発国の関与があったのではないか、との仮説を立て、今後その実証に取り組むこととしている。

中国は、明確にTICADをライバル視し、これと対抗し、更には封じ込めるために、アフリカ諸国と自国の首脳会議という仕組みによって国際的な開発構想のイニシアティブを取る、というTICADと同様の仕組みを開始した。それがFOCAC(Forum on China-African Cooperation)である。FOCACⅠは、TICADに遅れること7年、2000年に北京で開始された。

前述したように、新興国は先発国よりも強力な兵器を開発しなければならない必要性に迫られる。TICADとFOCACの競争においても、中国はこの必要性に対応し、FOCACはTICADよりも以下の点でアフリカ諸国にとって魅力あるものとして設計されている。

第1に、TICADは5年毎の開催であるのに対して、FOCACは3年毎の開催である。第2に、TICADは毎回日本(I、II及びIIIが東京、IV及びVが横浜)で開催されるのに対してFOCACは中国とアフリカ諸国との相互開催となっている。FOCACⅠは2000年に北京で、FOCACⅡは2003年にアジスアベバ(エチオピア)で、FOCACⅢは2006年に北京で、FOCACⅣは2009年にシャルム・エル・シェイク(エジプト)で、FOCACⅤは2012年に北京で、FOCACⅥは2015年にヨハネスブルグ(南アフリカ)で開催された。

TICADとFOCACの競争を見ると、以下のように、FOCACは優勢にあると言える。すなわち、日本による国際的な開発

構想のイニシアティブのための首脳会合、という新たな兵器は、新興国である中国の挑戦により、その効果を大きく抑えられないと見ることができる。

第1に、TICAD Vにおいてアフリカ諸国の側が日本政府に対して、TICAD の運営に関する強い不満を表明し、日本政府がその不満に対応せざるを得ないように追い込まれたことである。

横浜で 2013 年に開催された TICAD Vにおいて、アフリカ諸国側は、FOCAC が 3 年毎でかつ中国とアフリカ諸国の相互開催であるのに対して TICAD が 5 年毎で毎回日本開催であることに対する強い不満を表明した。結果として日本は TICAD VI を 3 年後の 2016 年にアフリカ諸国のいずれかの都市で開催することを約し、結局 2016 年 8 月にナairobiで開催された。

第2に、会合において供与を約する開発援助資金の額において、TICAD は FOCAC の後塵を拝している。

TICAD I 及び TICAD IIにおいては当時の日本にとって可能な範囲の開発援助を供与することを約することが会合の最大の目的であり、アフリカ諸国は日本の努力を高く評価していたと見ることができる。2000 年に FOCAC が開始され、21 世紀において累次の FOCAC が開催されると、供与を約することができる総額では、FOCAC に対抗することは不可能であることが明らかとなってきた。なお、中国が供与するのは OECD 輸出信用アレンジメントの規制に服しない開発ファイナンスであり、日本の場合にはその規制に服するためにハンディキャップがあることは銘記すべきである。

そもそもこの国際的な開発構想のイニシアティブに関する首脳会合という手法が勢力圏争奪戦において大きな効果を持った理由は、この首脳会合において多額の開発援助供与が約されるためであった。日本政府は、この点で後塵を拝することの対応策として、以下のような「他の」魅力の構築に取り組んできている。

第1の魅力は、日本企業の投資である。多くのアフリカ諸国は、日本企業の投資を切望している。

一方 TICAD III では日本企業の投資拡大が重要なテーマとして議論されたにもかかわらず、筆者も参加したこの会合では、アフリカ諸国側が期待するだけの具体的な日本企業の投資案件が提示できなかった。それ以降も、アフリカ諸国への投資では日本は中国の遙か後塵を拝し続けている。アフリカ諸国への投資の量で中国に対抗することは、今日の日本にとっては不可能である。

第2の魅力は、知恵、すなわち発展戦略を供与するというものである。

日本政府は、東アジア諸国に対しては、それら諸国の発展戦略構築に日本が大きく貢献し、それがそれら諸国の経済成長の成功に大きく貢献したという自負を持っており、それをアフリカ諸国に適用しようとした。TICAD IV では、中心テーマが「東アジアの成功体験をアフリカへ」と設定され、

TICAD V 及び VI でも継続された。発展戦略だけではなく、日本政府が東アジア諸国の経済成長のために展開した様々な協力をそのままアフリカ諸国においても展開しようというものである。

一方、筆者が TICAD V の際にアフリカ諸国関係者（特に、南部アフリカの開発銀行関係者）と議論したところでは、アフリカ諸国関係者の中にはこの戦略には以下のようないわゆる問題があるとする声がある。

第1に、原理的な問題である。東アジアの経済成長を牽引したのは、主としてアセンブリー系製造業の労働集約部門である。安い人件費の大量の労働力の存在が前提となる。一方多くのアフリカ諸国では、安い人件費の大量の労働力の調達は、決して容易なことではない。

第2に、発展史観の問題である。この戦略は、いわゆるリニアな発展史観に立つものであり、発展の先頭を先発国が進み、それから少し遅れて新興国が、それから遅れて東アジア諸国が、さらにそれより遅れてアフリカ諸国が進む、ということになる。すなわちアフリカ諸国は、工業化の開始が他の地域よりも遅れたために、今後とも工業化については、先発国、新興国はもとより、東アジア諸国の後塵を拝し続けなくてはならない、ということになりかねない。このような考え方では、アフリカ諸国にとっては受け入れがたい。

TICAD V に出席して、日本がこのような問題を持つ「東アジアの成功体験をアフリカへ」という問題設定をしていることにある種のショックを感じた南部アフリカ諸国の開発銀行関係者は、リニアは発展史観に基づかず、SDGs (Sustainable Development Goals) 達成において世界初の、いわゆるリープ・フロッギング的な発展戦略を構築しようとしている。それが次に述べる国際開発金融ネットワークという手法である。

#### ⑩国際開発金融ネットワーク(2016 年)=第 6 次「新興国封じ込めの国際レジーム」？(先発国対新興国南部アフリカ諸国)

南部アフリカ諸国においては、各国の経済社会開発の実施のみならず発展戦略の構築においても、開発銀行が重要な役割を果たしてきている。1992 年に設立された SADC (Southern African Development Community) は南部アフリカ諸国 14 か国が加盟する国際機関であり、SADC-dfrc ( Southern African Development Community – Development Finance Resource Center) は SADC の付置機関として設立された域内開発銀行のネットワークである。

2013 年以降、SADC-dfrc は、全く新しい発展戦略の構築に取り組んでおり、現在はその発展戦略をアフリカ全土に普及させ、SDGs (Sustainable Development Goals) の達成の中心的な方策としようとしている。

この発展戦略とは、発展途上国の経済社会開発において必ず必要となる開発ファイナンス（この場合は、広く「市場の失敗」に対応するファイナンス。インフラ・ファイナンスに加え

て中小企業ファイナンスを含む。)を、各国毎の政府財政ではなく、国際協調融資を含む開発銀行の国際的なネットワークによって供給しようというものである。

日本、多くの新興国、現在順調な経済成長を進めている東アジア諸国等においても、国際協調融資を含む開発銀行の国際的なネットワークが開発ファイナンスの主たる供給者となり、かつ開発銀行の国際的なネットワークが域内の包括的な発展戦略を構築するという動きは見られなかった。

SADC-dfrc が最初にこの発展戦略を発表したのは、2016年8月26日にナイロビで開催されたTICADVIのサイド・イベント・セミナーとして開催された Towards expanding and Deepening Partnership through DFIs (Development Finance Institutions) by Global and Regional Cooperation というタイトルのセミナーのことである。筆者もパネリストとして参加した。

次いで、ボツワナ政府がボツワナ独立50周年行事として2016年11月2~4日にハボロネで開催したThe Global CEO Forum of DFIsでは、アフリカのみならず多くのアジア諸国の開発銀行総裁を集め、開発銀行としてのSDGs達成のための発展戦略についての議論が交わされた。因みに、筆者も参加したこの会合において、Patrick Dlamini 南部アフリカ開発銀行総裁の主催者代表挨拶において、この分野における筆者の研究についての言及がなされた。

この会合の成果を踏まえ、2017年にはSADC-dfrcを中心とするアフリカ諸国の開発銀行のネットワークは、開発銀行としてのSDGs達成のための具体的な政策を構築する場として、インフラ、農業、産業、中小企業の4分野のワーキング・グループを設置し、現在作業を進めている。4分野とも、第1回ワーキング・グループは2017年6月にヨハネスブルクで、第2回ワーキング・グループは2017年7月にダルエスサラームで開催された。

金融地政学の立場からは、先発国にとってこの発展戦略は看過できないものとなる可能性がある。アフリカ諸国のSDGs達成のためのインフラ整備等の分野において、先発国による開発ファイナンス供与に対するクラウディング・アウトが発生するためである。すなわち、アフリカ諸国に対する先発国による開発ファイナンスという兵器を用いた勢力圏獲得の機会を減らすことになるのである。

現在はワーキング・グループの作業が開始されたばかりであり、具体的な進捗については不透明な点が多いものの、仮にこの動きが本格化し、実際に先発国による開発ファイナンス供与に対するクラウディング・アウトが発生する事態になると、先発国はそれを封じ込める「新興国封じ込めの国際レジーム」を構築するようになる可能性がある。

なお、2016年8月のセミナーにおけるSADC-dfrcの新たな発展戦略の発表の準備作業には産業技術大学院大学も参画した。2015年7月1~2日には、産業技術大学院大学(東京)で、The Leap Frog Developmental Strategy for Southern Africaをテーマに、DBSAと産業技術大学院大学

の共催セミナーが開催され、DBSAの局長級と筆者を含む産業技術大学院大学の研究者が国際的な開発銀行ネットワークに基づく発展戦略についての議論を行った。

## 2. 21世紀中国の開発ファイナンス攻勢に関する国際レジーム分析

### (1) 基本的な考え方

以上の事例を参考にして、21世紀に中国が行っている様々な開発ファイナンスに関するイニシアティブに対する日本を含む先発国の対応のあり方を考える。

分析の基本的な枠組みは、以下のようなものとなる。中国が今日展開している様々な開発ファイナンスに関するイニシアティブは、新たに勢力圏争奪戦に参画するために新興国中国が新興国創造性によって開発した兵器であると捉えられる。このため、先発国にとって重要な課題は、それに関する「新興国封じ込めの国際レジーム」を構築できるかどうかであることになる。

20世紀末以来、中国が新たに開発した開発ファイナンス上の兵器は1つではない。それらを1つ1つ個別に見て行くことになる。

### (2) 中国の第1世代兵器：OECD輸出信用アレンジメントの規制を受けない2国間低利融資(1990年代以降、特に2000年代初頭)

中国が大規模に供与を行い、先発国に脅威として受け止められた第1の形態の新たな開発ファイナンスは、2国間低利融資である。

2国間低利融資自体は開発ファイナンスの方式として新しいものではないものの、1990年代以降中国が大規模な供与を開始した2国間低利融資はOECD輸出信用アレンジメントの規制を受けないために、勢力圏争奪戦の兵器として極めて強力な効果を發揮した。

1990年代に中国が独自の2国間低利融資を開始するまでは、世界で先発国から発展途上国に対して供与される2国間低利融資の供与国の大半はOECD加盟国であり、かつOECD輸出信用アレンジメント参加国であったため、OECD輸出信用アレンジメントの規制の存在により、世界の「秩序」は保たれていた。一方、OECD加盟国ではなく、したがってOECD輸出信用アレンジメントの規制に服する義務のない中国は、OECD輸出信用アレンジメントの規制上は違反になる条件の2国間低利融資を発展途上国に大規模に供与し、それらが「投資のパラダイス」獲得という意味での中国の勢力圏獲得に大きな効果を持つことが明らかになってきたため、問題が深刻化した。

OECD輸出信用アレンジメントの規制に従わない中国の2国間低利融資とは、実際には以下のような形態のものである。

前述の通りOECD輸出信用アレンジメントでは輸出信用と開発援助であるタイド・ローンとともに輸出振興効果(本稿の枠組みで言うと勢力圏獲得効果)のあるものであるとして規制している。両方とも規制に服する一方、その規制のあり方は、輸出信用とタイド・ローンとでは異なっている。輸出信用では、譲許性の最高値が規制されている。すなわち、金利は最低〇〇bp以上取らなくてはならない、という規制である。一方タイド・ローンでは、譲許性の最低値が規制されている。すなわち、タイド・ローンを供与する場合、譲許性は少なくとも35%はなければならない(譲許性が35%以上になるように金利を低く、償還期間を長く設定しなければならない。)という規制である。

中国が供与する開発ファイナンスの中には、金利が低すぎる輸出信用、譲許性が低すぎるタイド・ローンが幾つも見られた。中には、ファイナンスの形態として、輸出信用なのかタイド・ローンなのか判然としないものまで現れた。

中国がこのような開発ファイナンスを供与することになった理由の1つは、中国政府の中で発展途上国に対する開発ファイナンス供与の権能が特定の機関(先発国の通例では輸出信用は輸出入銀行、タイド・ローンは開発援助を所管する行政庁。)に集中しておらず、各政府機関が相互に十分な調整を取ることなく、開発ファイナンスに関する様々な制度を独自に構築し、供与を進めていることにある。言うまでもなく、それら各政府機関はOECD輸出信用アレンジメントの存在を知る由もない。

中国によるこれら2国間低利融資の供与により、20世紀末以降、日本を始めとするOECD諸国の企業は、発展途上国におけるインフラ案件の受注競争により、中国企業に次々と敗れることとなり、先発国共通の権益が新興国中国によって大きく侵される事態となつた。このため先発国は、当該開発ファイナンスに関する「新興国封じ込めの国際レジーム」の構築に向かうこととなつた。

21世紀初頭より、OECD諸国による「新興国封じ込めの国際レジーム」構築に関する様々な努力が重ねられ、現在もなお進行中である。しかしながらその努力は難航していると言わざるを得ない。

中国によるOECD輸出信用アレンジメント違反の2国間低利融資を封じ込めるために考えられる第1の方策は、ブラジルがカナダとの争いにおいて行ったように、WTOパネルに提訴することである。前述の通り、中国はOECD加盟国ではないもののWTO加盟国ではあるため、SCMの規定により、中国が供与するタイド・ローンはOECD輸出信用アレンジメントの規制に服することになる。OECD輸出信用アレンジメント違反のタイド・ローンの供与はSCMで禁止されている輸出補助金に該当することになる。

OECD諸国が中国によるOECD輸出信用アレンジメント違反のタイド・ローンによって不当に受注機会を奪われたのであれば、WTOパネルの判断を仰ぐことは十分に考えられ

る。

現実には、OECD諸国はこの方策を取っていない。第1の理由は、仮にパネルで勝訴しても、勝訴した国は対抗措置を実施することができるに過ぎず、中国が供与した当該開発ファイナンスは無効になるわけではなく、したがって当該案件に関しては中国企業が受注することは変わらないことである。第2の理由は、それにも関わらず、WTOパネル提訴には、多額の弁護士費用が必要となることである。

第3の理由は、OECD諸国にとって喫緊の課題は、個別の事例について中国の開発ファイナンスの供与の不当を訴えることではなく、かつて日本のタイド条件円借款制度そのものを封じ込めたように、中国の開発ファイナンスの制度そのものを封じ込めることがあるため、それにはWTOパネルという制度はそぐわないことである。

第2の方策は、1985年にフランスの混合借款を、1987年に日本のタイド条件円借款を封じ込めたような、強制力を持つ「新興国封じ込めの国際レジーム」を構築することである。現下の世界に存在する強制力を持つ「新興国封じ込めの国際レジーム」はOECD輸出信用アレンジメントしか存在しないため、中国の供与する開発ファイナンスをOECD輸出信用アレンジメントの規制に服させることになる。前述の通り、OECD非加盟国ブラジルの航空機向け輸出信用はOECD輸出信用アレンジメントによって規制することとなっているため、中国の開発ファイナンスに関してもその可能性は閉じていない。

実際にOECD諸国は21世紀初頭より、そのための努力を傾注しているものの、功を奏するには至っていない。

2006年11月、パリでOECD輸出信用アレンジメント参加国と中国との対話集会が開催され、筆者は日本政府代表として参加した。中国の政府代表は、中国輸出入銀行の李若谷総裁であった。

その際に開催された日本、EU、米国及びカナダと中国との非公式会合において、OECD側が中国のOECD加盟の可能性について議論を持ち出すと、李若谷総裁は、中国にとって、OECD輸出信用アレンジメントに服さなければならぬことになるOECD加盟はあり得ないと回答した。

### (3) 中国の第2世代兵器：政府系ファンドの政治的運用(2005～2006年)

第2の兵器は、政府系ファンドの政治的運用(The Political Operation of Sovereign Wealth Fund)である。2005年、中国は当時世界第1位の規模になった外貨準備を用いて政府系ファンドを構築し、さらにそれを政治運用する可能性に言及した。

政府系ファンドは数多くの国が構築しており、日本でも近年開始した。実績が大きい著名なものには、ノルウェー年金基金、シンガポールのTemasek Holdings等がある。

政府系ファンドは、資産が政府のものであるにせよ、商業

運用(Commercial Operation)される。このため、1年毎の利回りが求められるため、政治的な目的のために無茶なことをすることはできない。したがって、政府系ファンドは、商業運用される限りにおいては勢力圏争奪戦の兵器ではない。

一方、政府系ファンドを政治運用すると、その効果は、発展途上国における勢力圏争奪戦に留まらず、ライバルである先発国に対する直接の攻撃にも用いることができる。政治運用では、1年毎に見ると当面大きな赤字でありながら数十年の期間で見ると国家に大きな利益をもたらすような案件、事業に対して資金を用いることができるためである。さらには、国家の政治的目的を達成するためには経済的な損失は甘受する、という決断をすれば、何でもできることになる。

当時の日本では、中国が約2兆ドルの外貨準備を用いた政府系ファンドを構築し、それを用いて、優れた技術を持ちながら経営に難のある日本の大企業及び中小企業に対して軒並み敵対的買収をかけ、それにより日本の優れた産業技術を大量に奪おうとするのではないかとの懸念が広がった。

先発国はこのような懸念を共有し、2008年4月にロンドンで、OECD主催により、政府系ファンドの政治運用に対する対抗策を協議するセミナーが開催され、筆者も日本政府代表として参加した。このセミナーは、中国という新興国が新興国創造性によって開発した新たな兵器である政府系ファンドの政治運用という兵器を封じ込める「新興国封じ込めの国際レジーム」の構築に関する協議を行うもの、ということになる。

結果は、今までのところ、先発国の懸念は杞憂に終わっている。中国が政府系ファンドを政治運用した例は報告されていない。

#### (4) 中国の第3世代兵器：国際的な開発構想のイニシアティブ(FOCAC、一帯一路)(2000年以降)

第3の兵器は、国際的な開発構想のイニシアティブを提示する、というものである。中国が提示する国際的な開発構想のイニシアティブが世界で受け入れられれば、それを実施するための開発ファイナンスを中国が供与することについては、ファイナンス受入国のみならず、中国と案件受注を競争しているライバルの先発国への支持を得られ易いことになる。この意味で、優れた国際的な開発構想のイニシアティブを提示することは、開発ファイナンスを兵器とする勢力圏争奪戦において重要な役割を果たすことになる。

以下、中国が展開しているイニシアティブを列挙し、それについての先発国、特に日本の対抗策を考えてみる。

##### ① FOCAC(Forum on China–Africa Cooperation)

中国が提示している国際的な開発構想のイニシアティブとしては、第1にFOCACがある。

前述の通り、FOCACの開始はTICADに7年間遅れたものの、TICADに対して様々な面で優位に立っている。アフリカ諸国が日本政府にFOCACを引き合いにして3年毎の相

互開催を受け入れさせたことは、この優位を端的に物語る事実であると言える。

日本がFOCACに対抗し、さらには封じ込めるためには、同様の仕組みの国際的な開発構想のイニシアティブであるTICADの魅力を高めていくことが必要になる。魅力を高めるための手法としては、会合において供与を約する開発援助資金の増額、及び会合において約する日本企業の投資の数の拡大が考えられるところ、先述のように、これら2つの手法を探ることは今日の日本にとって事実上不可能である。

したがって、TICADⅢ以降実際に日本政府が進めているように、優れた発展戦略を提示する、という「智慧の勝負」を進めることができるのである。先述の通り、アフリカ諸国側は「東アジアの成功体験のアフリカへの移植」を必ずしも歓迎していないため、今後も労働集約型のアセンブリー系製造業の振興支援を打ち出し続けることには大きな疑問がある。

一案としては、アフリカ諸国自らが打ち出している先述の国際的な開発銀行ネットワークの発展戦略を理論的に洗練することについて、全面的な協力を展開することが考えられる。先述の通り、大学の一研究者である筆者の研究が大会合で言及されるという現状に鑑みると、その方法の有効性を期待することができる。

##### ② 一帯一路

中国が提示している国際的な開発構想のイニシアティブの第2は、一帯一路である。

中国は、2014年11月に北京で開催されたAPEC(Asia-Pacific Economic Cooperation)首脳会合で、一帯一路構想を発表した。これは、いわゆる陸のシルクロード(一帯)と海のシルクロード(一路)を覆う広域的な経済圏構想である。現時点では具体的な内容については不明な点も少なくはないものの、当面中心となるのがインフラ建設であることは明らかである。このインフラ・ファイナンスの供給の中心的な役割を果たすと期待されるのが後述するAIIB(Asian Infrastructure Investment Bank)である。

一帯一路という国際的な開発構想のイニシアティブが世界各国において受け入れられると、それを実現するためのインフラ建設は国際的に優先度の高い課題として取り扱われるため、そのための供給される開発ファイナンスは、仮に中国による勢力圏獲得の効果が強いものであっても他の先発国による封じ込めを受けない可能性が高くなる。

現在のところ日本政府は、2017年5月に北京で開催された一帯一路国際協力サミット・フォーラムに政府高官を派遣する等、一帯一路構想を支持する動きを見せている。

一方、一帯一路に含まれる地域全域で中国による勢力圏獲得が進むことは、日本のみならず多くの先発国にとって到底看過できることではない。したがって今後日本を含む先発国にとっては、一帯一路という国際的な開発構想のイニシアティブそのものについては一定の理解を示すとしても、それ

を根拠とする中国の開発ファイナンス供与による勢力圏獲得を食い止めるという作業が必要となる。そのためには、実際に供与される開発ファイナンスについて十分な情報を入手するとともに、勢力圏獲得に繋がる開発ファイナンスの供与を直截に禁止することのできる「新興国封じ込めの国際レジーム」の構築について検討を開始することが求められる。

#### (5) 中国の第4世代兵器：MDBs (Multilateral Development Banks)

##### (AIIB、BRICS 投資銀行)(2013年以降)

第4の兵器は、中国のイニシアティブにより、多国籍開発金融機関(MDBs)を設立するというものである。

MDBs の設立と中国の勢力圏獲得については、以下のように考えることができる。

MDBs による発展途上国に対する多額の開発ファイナンスの供与には、特定の国家、特に総裁を輩出している国家の政治的意向を反映させる可能性が原理的に付き纏う。これが、日本と米国が AIIB に関して批判し続けている「透明性」の問題である。

このような原理的な問題があるため各 MDBs は内部統制を厳格に行っており、それは格付け等により評価されることになる。この内部統制の仕組みにより、主要な MDBs においては特定の国家に対する露骨な利益供与は不可能となっている。

ただし、不正のないファイナンスであっても、その供与が「結果として」特定の国家の利益を増大することは当然あり得る。このため筆者は、MDBs が供与する正当なファイナンスの供給による勢力圏獲得の効果を注視しなければならないと考える。

例えば、世界銀行が東西冷戦時代に莫大な開発ファイナンスを発展途上国に対して供与し、それら発展途上国が西側陣営の勢力圏として順調に経済成長することは、個別のファイナンスには不正はなくとも、東西冷戦における西側陣営に利益をもたらすものであり、結果として米国の利益となるものであったと言える。また日本は日本の強いイニシアティブにより 1966 年に ADB(Asian Development Bank)を設立し、歴代総裁を輩出している。厳しい内部統制により、ADB の個別の開発ファイナンスの供与を露骨に日本に有利なものにすることはできない。しかしながら ADB による開発ファイナンスの供与により東南アジア諸国におけるインフラ建設が進み、それら諸国の順調な経済成長が実現したことは、それら諸国を主要な投資先とする日本企業を大きく利するものであった。さらに、東西冷戦終結後、EU の東方拡大に果たした EBRD (European Bank for Reconstruction and Development) の役割も特筆に値する。

このように、個別の開発ファイナンスの供与において特定の国家を露骨に利することはできなくとも、MDBs の設立は、その設立にイニシアティブを採った国に対して世界システム

のレベルでの大きな利益をもたらすことができると見ることができ。ファイナンスとしては適切な手続きを厳格に進めるとても、結果として、設立にイニシアティブを採った国に対して大きな勢力圏獲得の効果を与えることは止められない。

中国による MDBs 設立のイニシアティブについても、このような視点で見て行くことが必要であると考える。

AIIB は、2017 年 6 月 30 日にムーディーズ・インベスターーズ・サービスから最上位の格付けである Aaa (トリプル A) を取得了。透明性に問題があり、露骨に中国の政治的意向を反映させる開発ファイナンスの供与は AIIB に関しては行われる可能性は極めて低いことになる。

現下、中国がイニシアティブを持って進めている MDBs は、AIIB と BRICS 銀行以外にも、中国・ユーラシア経済協力基金、シルクロード基金、アジア金融協力協会等様々なものがある。本稿では、それらの中で内容が相当程度明確になっている AIIB と BRICS 銀行の 2 つを採り上げることにする。

AIIB の経緯を纏めると、以下のようなになる。

AIIB の構想は、2013 年 10 月にパリ島で開催された APEC 首脳会議において習近平国家主席が提唱した。2014 年 10 月 24 日には、北京で 21 か国が設立覚書(MOU)に調印した。

この時点では日本、米国等先発国は透明性、審査能力等に関する疑問から、参加には消極的な姿勢を示していた。事態が急変するのは、2015 年 3 月 12 日に英国が参加を表明してからのことである。以降 3 月中にフランス、ドイツ、イタリア、韓国、ロシア、ブラジル、オーストラリア、スウェーデンが参加表明を行い、2015 年 4 月 15 日には中華人民共和国財政部が創設メンバー国 57 か国を発表した。2015 年 12 月 25 日に発足し、2016 年 1 月 16 日に開業した。2016 年 6 月には北京で第 1 回年次総会が、2017 年 6 月には濟州島(韓国)で第 2 回年次総会が開催された。2017 年秋現在、日本及び米国は引き続き参加を見送っている。

BRICS 銀行の経緯を纏めると、以下のようなになる。

設立の合意は、2013 年 3 月にダーバン(南アフリカ)で開催された第 5 回 BRICS 首脳会合においてなされ、2014 年 7 月にフォルタレサ(ブラジル)で開催された第 6 回 BRICS 首脳会合において設立署名がなされた。

その設立署名によると、主要な機能は、インフラ開発のための融資、及び緊急時におけるスタンド・バイ融資のための外貨準備基金である。インフラ開発のための融資に充てられる資本金は 500 億ドルで開始し、1,000 億ドルまで増資するされる。当初の 500 億ドルを BRICS5 か国はそれぞれ 100 億ドルずつ負担する。また外貨準備基金は、1,000 億円の基金とし、中国が 410 億ドル、ブラジル、ロシア、インドが各 180 億ドル、南アフリカが 50 億ドルを拠出するとされる。中国は、外貨準備基金の大きな部分を負担する。

金融地政学の視点に立ち、AIIB と BRICS 銀行の運用が中国の勢力圏獲得を大きく進めようとするための

対応策を検討すると、以下のようになる。

第1に、露骨に中国の政治的意向を反映した個別の開発ファイナンスを供与しないように監視することが必要である。ただし特に AIIB については、これだけ参加国数が多くなり、またトリプル A の格付けを得ていることから、内部統制は相当進んでおり、その危険性は小さいと考えられる。

第2に、東西冷戦時代の世界銀行による西側陣営の発展途上国支援、ADB による日本企業の投資先としての東南アジア諸国のインフラ整備、EBRD による移行経済圏諸国（旧東側陣営）の市場経済化のような、世界システム上の利益については、十分な検討が必要である。AIIB 及び BRICS 銀行為、個別なファイナンスとしては正当な手続きを経ている開発ファイナンスを供与し続けることによって構築する新たな世界システム上の動きを的確に予見し、必要があればそれと対抗し、封じ込めることが必要になる。

現時点で明らかになっている世界システム上の動きは、一带一路の経済圏である。主として AIIB による開発ファイナンスの供与により、広大な一带一路の地域が中国の勢力圏となることは、日本を初めとする先発国にとって到底看過できるものではない。一方、一带一路の国際的な開発構想のイニシアティブが多くの国々の支援を集めつつあり、また AIIB の機能が本格化する中では、AIIB に難癖を付けて AIIB が実質的に機能しないようにして、中国が一带一路の経済圏を中国の勢力圏にするために AIIB がインフラ開発に関する開発ファイナンスを供与できないようにするという方法は最早取り得ない。

考えられる対抗策は、中国によるこれらの活動を邪魔することよりも、こちら側から対抗策を提示し、国際場で競争することであると考えられる。すなわち、国際的な開発構想のイニシアティブとしてのグローバルな発展戦略を構築するとともに、必要があれば新たな、かつ特色のある MDBs の設立も視野に入れるべきである。

第3に、中国が AIIB と BRICS 銀行為開発した兵器、すなわち開発ファイナンスの手法の勢力圏争奪戦上の効果を正確に見定めるとともに、それを上回るより大きな勢力圏争奪戦上の効果を持つ開発ファイナンスの手法を開発すべきである。

筆者が近年の研究で注力しているのは、この点である。

公開情報を見る限り、AIIB も BRICS 銀行為も、実施する開発ファイナンスの手法は譲許的ローンという「従来型兵器」である。中国がイニシアティブを採る MDBs が譲許的ローンというこれまで良く知られた手法を用いている限りにおいては、過去の例等を踏まえる等により、その勢力圏争奪戦上の効果をある程度見透すことができる。

一方、近年の国際金融において開発されてきている新たな手法を活用するならば、新たな段階の破壊力を有する兵器を開発することは十分に可能である。本稿では細部に立ち入ることは差し控えるものの、例えば、証券化、全面的なプロ

ジェクト・ファイナンス、クラウド、フィンテック、人工通貨、ブロック・チェイン等活用できるものは多い。

これらの新たな技術を用いて新たな開発ファイナンスの手法を開発することは多くの人々が取り組んでいるものであり、中国がイニシアティブを探る MDBs がいつまでもそれらを実施しないと考えることは楽観的に過ぎると思われる。新たな開発ファイナンスの手法の開発が急務である。

#### (5) 中国の第5世代兵器：サブ・ソブリン・ファイナンス(2015年以降)

第5の兵器は、2015年のサブ・ソブリン・ファイナンスに代表される、国際開発金融関係者の常識外の手法である。

2015年9月、インドネシア政府は、日本と中国とが激しい受注競争を展開していたジャカルタとバンドン間の高速鉄道を中国に受注させることを発表した。報道によると、日本ではなく中国を選択した理由としてインドネシア政府は、政府保証なし（サブ・ソブリン）ファイナンスを中国は受諾し、日本は受諾しなかったためであると説明した。

巨額のインフラ案件に対する開発ファイナンスの供与において政府保証を求めるることは当然であると言える。今後も中国が各国の案件において政府保証なしの開発ファイナンスの供与を進めるとなると、先発国にとっては深刻な脅威となる。日本を含め先発国にとってその供与は大変に困難であるためである。中国がこの手法を本格化させると、先発国にとって看過できない勢力圏獲得の効果が生まれることになる。

2017年秋現在、本プロジェクトの進捗は難航しており、中国も世界の他の案件でサブ・ソブリン・ファイナンスを供与する動きは見せていない。にもかかわらず、油断することなく注視することが必要である。

#### (6) 総括

以上、20世紀末以降の中国が開発した開発ファイナンスの中で勢力圏獲得の効果が大きいと思われるものを列挙し、検討した。まとめると、以下のようになる。

第1の OECD 輸出信用アレンジメント違反のタイド・ローンについては、先発国は OECD の場を用いた「新興国封じ込めの国際レジーム」構築に取り組んでいるものの、功を奏してはいない。WTO パネルも使い難いため、先発国がそれを封じ込めようとするのであれば、個別の外交的手法を用いることになる。

第2の政府系ファンドの政治運用については、現下のところ、危機は小さいと言える。

第3の国際的な開発構想のイニシアティブについては、FOCAC 及び一带一路により先発国は中国の大きな攻勢を受けている。先発国がそれを封じ込めようとするのであれば、別の国際的な開発構想のイニシアティブを構築し、競争することが期待される。特に日本に関しては、TICAD をアフリカ諸

国にとってより魅力あるものにすることが期待される。

第4の MDBs については、先発国としては、参加して、内部からより一層の透明性を求めることが適切であると考えられる。その上で、中国の勢力圏獲得に対抗するのであれば、別の MDBs を構築することも考えるべきである。さらに、できるだけ早い時期に、近年の国際金融に関する技術を活用して、新たな方式の開発ファイナンスを開発すべきである。

第5のサブ・ソブリン・ファイナンスについては、今後の展開を注視すべきである。

以上総括すると、先発国が OECD の場を使って日本を封じ込めた 20 世紀後半と今日では世界の情勢が大きく異なっているため、別の発想が必要であると考えられる。すなわち、先発国がカルテルを結んで新興国封じ込めを進めるのではなく、また新興国による新たな勢力圏獲得を看過するのではなく、新興国が様々な新興国創造性を發揮して新たな勢力圏獲得の兵器を開発している現状を十分に理解し、自らも対抗する新たな兵器を開発し、正々堂々の競争を展開する、というのが 21 世紀における勢力圏争奪戦に関する適切な先発国と新興国の関係であると考える。

(注)

注 1：産業技術大学院大学

注 2：20 世紀半ばに開発ファイナンスの制度を構築し、すでに 20 世紀中に大規模な開発ファイナンスの供与を行っていた国家を、本稿では先発国と呼ぶ。具体的には、OECD 輸出信用アレンジメント参加国を指す。

注 3：本稿では、「市場の失敗」により市場メカニズムにおいては社会的に適正な供給量に比べて過小供給が発生するファイナンスを指す。典型は、インフラ・ファイナンス及び中小企業ファイナンスである。本稿では、特に断らない限りインフラ・ファイナンスの意味で用いる。

注 4：Wallerstein, Immanuel。この部分については、[参考文献] 1 を参照のこと。

注 5：「大収斂」の世界システム論については、[参考文献] 2 を参照のこと。

注 6：[参考文献] 3 を参照のこと。

注 7：[参考文献] 4 を参照のこと。

注 8：OECD・DAC (Development Assistance Committee) の統計作業指示書によれば、ODA とは、以下の 3 条件を満たす資金の流れであるとされる。第 1 の条件は、政府間 (G-G ベース) であること。第 2 の条件は、平和目的（軍事援助を除く）であること。第 3 の条件は、譲許性を示す指標である GE (Grant Element) が 25% 以上であること。

注 9：正確には、OECD 輸出信用アレンジメント参加国。OECD に加盟していても OECD 輸出信用アレンジメントに参加しないことは可能であり、参加しない場合には OECD 輸出信用アレンジメントの規制は直接には適用されない。

ただし後述するように、WTO・SCM の規制により、結局は OECD 輸出信用アレンジメントの順守が求められる。

注 10：2008 年から 2009 年。

注 11：2005 年から 2006 年。

注 12：この部分の出典は、[参考文献] 5。

注 13：この部分の出典は、[参考文献] 5 及び [参考文献] 6。

注 14：当時は LDC は Less Developed Countries で発展途上国の中でも貧困国を指す。

注 15：当時の日本は国債市場が未発達であったため、長期プライム・レートを使用。

## 参考文献

- [1] 橋本哲, 寺野真明, 杉浦敏浩, 中村政治, 川瀬貴晴, 近藤靖史, "室内環境の改善によるプロダクティビティ向上に関する調査研究", 空気調和・衛生工学会論文集, Vol. 29, No. 93 pp. 67-76, 2004.
- [2] Joseph G. Allen, Piers MacNaughton, Usha Satish, Suresh Santanam, Jose Vallarino, and John D. Spengler, "Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments", ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECTIVES, Vol. 124 Issue 6, pp. 805-812, 2016.
- [3] K. A. MOTT, "Sensing of atmospheric CO<sub>2</sub> by plants", Plant, Cell & Environment, Vol. 13, pp. 731-737, 1990.
- [4] M. Newlin Rajkumar, Sruthi M. S, V. Venkatesa Kumar, "IOT Based Smart System for Controlling Co<sub>2</sub> Emission", International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, Vol.2 Issue 2, pp. 284-288, 2017.
- [5] 川隅恭介, 岩井将行, "室内環境・生体情報による複数のセンサを用いた非接触集中度推定測定システム", 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-HCI-171, No. 35, 2017.
- [6] 文部科学省学校環境衛生マニュアル,  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2010/04/08/1292465\\_02.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/04/08/1292465_02.pdf)(閲覧日: 2017 年 9 月 24 日)



# ネットワーク型カメラシステムの課題と対策

慎 祥 揆\*・長 谷 川 久 美\*・中 田 亮 太 郎\*・瀬 戸 洋 一\*

## Privacy issues and measures for IP camera systems

Sanggyu Shin\*, Kumi Hasegawa\*, Ryotaro Nakata\* and Yoichi Seto\*

### Abstract

The number of surveillance cameras installed in Japan exceeds 4 million units. The camera is connected to the network, and face authentication, big data analysis technology, etc. are adopted. New uses such as target marketing have also begun. Regulations and guidelines concerning security cameras are not compatible with the latest technology and social needs and do not conform to the revised personal information protection law. In this paper, we introduce security and privacy issues in the network type camera system and propose new installation/operation guidelines from the risk analysis conducted on the surveillance camera system.

**Keywords:** IP camera systems, privacy, Act on the Protection of Personal Information

### 1 はじめに

監視カメラシステムは、ネットワークへの接続、4K カメラの導入など、高性能化している。撮影データは、顔認証やビッグデータ解析技術などが利用されている。また、設置目的も、防犯目的に限らず、人流解析を利用したマーケティングへの応用など、新しい目的での利用が始まっている[1][2]。

2015 年に改正された個人情報保護法では、個人情報の取扱いが明確になった。例えば、デジタル化した顔データは、個人情報保護法で保護すべき「個人識別符号」と定義された。また、プライバシー情報に相当する個人データは「要配慮個人情報」として定義され、その収集と利活用に関して、強い規制が明確になった。個人を特定できない「匿名加工情報」についても定義され、第三者提供が可能となった[3]。

従来の防犯カメラは、住民の合意がとれた商店街などに設置された。被撮影者のプライバシー保護のため、画像は録画され、必要に応じて視聴する運用方式を採用していた。また、撮影画像の第三者提供は、条例などで厳しく禁じられていた[4]。

現状では、自治体による防犯カメラ設置に関する条例、ガイドラインには、いくつかの問題がある。改正個人情報保護法に準拠していないこと、および、普及しているカメラシステムの事情を踏まえたリスク対策が反映できていないこと、などの問題である。このため、データの利活用が可能となるよう法律が改正されても、利用者やベンダーが導入に躊躇している状況である[3-4]。

特に、2020 年に東京オリンピックの開催が予定され、来日客の安全確保あるいはテロの脅威への対策が必要になり、

ネットワーク型の高性能監視カメラシステムの設置が進んでいる[5]。監視カメラのデジタル化、高精細化、ネットワーク化に伴い、防犯目的の設置であっても映像がプライバシー侵害として扱われる可能性が出てきているため、適切に管理することが課題となっている[5-8]。

ネットワーク型カメラシステムは、犯罪の自動監視や防災における状況把握、さらにマーケティングや顧客サービスなど様々な分野で活用されはじめている。一方、監視カメラが IoT(Internet of Things) 化されることによる新たなセキュリティ問題も生じており、自治体あるいは業界団体で適切なガイドラインを策定する必要がある[1-2][9]。

本稿ではネットワーク型カメラシステムのプライバシーおよびセキュリティの課題と対策を紹介し、ネットワーク型監視カメラシステムの適切な設置運用に伴う課題と対策を明らかにした上で、ガイドラインを提案する。

### 2 ネットワーク型カメラシステムを取り巻く状況

#### 2.1 ネットワーク型カメラシステムの状況

ネットワーク型カメラシステムの運用事例として、3 つの例を取り上げる。

##### (1) 自治体による新防災カメラシステム

豊島区では従来、災害発生時の状況把握に、区職員による現地確認などの人的対応に頼っており、情報収集に時間を要していた。2011 年に発生した東日本大震災の際には、区の想定を超えた帰宅難民者が駅周辺に集中し、迅速な対応ができなかった。そこで、有事の際に迅速に避難誘導を行えるように、総合防災システムを導入した。

図 1 に示す総合防災システムでは、人の集まりを群衆として捉える解析技術である、群衆行動解析技術が導入されている。群衆行動解析では、画像認識に AI(人工知能)を利用している [10]。



図 1: 群衆行動解析技術を採用した総合防災システム

## (2) 書店における万引き防犯カメラシステム

万引きは常習者が多く、同一店舗で繰り返し犯行に及ぶケースも多くあり、店舗の損害が経営上無視できない状況になっている。万引きを抑えるためには、万引き現行犯検知と再犯防止が重要となる。

ジュンク堂書店では、2014年6月に万引き常習者対応顔認証システムを導入した。このシステムは、図 2 のように、店舗を訪れた来店客すべての顔を防犯カメラで撮影し、その画像をもとにサーバに実装された顔認証エンジンを用いて数値化データを作成し、サーバ内に格納された、万引き常習者のデータベースの顔認証データと照合する。これにより、万引き常習犯が入店したタイミングを検知することができ、万引きを未然に防止することが可能となったと報道されている [11]。



図 2: 万引き常習者対応顔認証システム

## (3) 行動ターゲティング広告

図 3 は、JR 東日本ウォータービジネスが導入するカメラ付き飲料水の自動販売機である[12]。自動販売機上部に実装されているカメラで撮影した購入者の顔の特徴から顧客属性(性別、年齢など)を判定し、属性とその他の情報(季節、時間帯等)に応じたお勧め商品をモニタに表示する。センサで読み取った属性情報はマーケティングデータとして蓄積し、ビッグデータ解析により効果的な販売戦略の立案に活用する。顔データは保管せず、属性情報のみを保管処理している。



図 3: マーケティング機能を有する飲料水自動販売機

## 2.2 法律およびガイドライン

### (1) 改正個人情報保護法

日本では、2015年9月に改正個人情報保護法が成立し、2017年5月に全面施行した[13]。2005年に個人情報保護法が施行してから10年経過する間に、クラウドコンピューティングや IoT(Internet of Things)技術の急速な普及、また、収集される個人情報も多種多様となり、個人に関するデータを意味するパーソナルデータの利活用による新たなビジネスが生まれている。

表 1 は改正個人情報保護法のポイントを示す。改正法では、新たに「要配慮個人情報」について定義した(2条3項)。要配慮個人情報とは、人種、信条、病歴、犯罪歴等が含まれる個人情報をいう。このような情報は、本人に不当な差別や偏見が起こり得るため、特に慎重な扱いが求められ、多くの条例や各省庁が定めるガイドラインでは、一定の個人情報について特別の取扱いが定められている[3]。

表 1: 個人情報保護法の改正内容

項目	内容
1. 個人情報保護委員会の新設およびその権限の法定	特定個人情報保護委員会の改組・主務大臣の権限の一元化 等 ①「個人情報」の明確化、「個人識別符号」の新設 ②「要配慮個人情報(後述情報)」に関する規定の新設 ③「小規模取り扱い事業者に関する特定の措置」 ④「個人情報データベース等」から権利侵害の少ないものを除外
2. 定義の明確化	①「匿名加工情報」に関する規定の新設 ②「個人情報保護方針の作成や開示・公表等の規定の整備」 ③「利用目的の変更」に関する規定の改正 ④トレーサビリティの確保の新設 ⑤「不正な利益を図る目的による「個人情報データベース等提供業」」の新設 ⑥「本人同意を得ない第三者提供(オプトアウト規定)」の厳格化 ⑦「個人情報漏洩による個人情報の保護」の新設
3. 適切な規制の下での個人情報等の有用性を確保	①「個人情報の保護」に関する規定の新設 ②「個人情報保護方針の作成や開示・公表等の規定の整備」 ③「利用目的の変更」に関する規定の改正 ④トレーサビリティの確保の新設 ⑤「不正な利益を図る目的による「個人情報データベース等提供業」」の新設 ⑥「本人同意を得ない第三者提供(オプトアウト規定)」の厳格化 ⑦「個人情報漏洩による個人情報の保護」の新設
4. 個人情報流通の適正を確保	①「個人情報の保護」に関する規定の新設 ②「個人情報保護方針の作成や開示・公表等の規定の整備」 ③「利用目的の変更」に関する規定の改正 ④トレーサビリティの確保の新設 ⑤「不正な利益を図る目的による「個人情報データベース等提供業」」の新設 ⑥「本人同意を得ない第三者提供(オプトアウト規定)」の厳格化 ⑦「個人情報漏洩による個人情報の保護」の新設
5. 個人情報の取り扱いのグローバル化	国境を超えた適用と外国執行当局への情報提供に関する規定の新設
6. 請求権	開示・訂正および利用停止等に裁判上の請求権があることの明確化

また、「匿名加工情報」について定義した。(2条9項)。匿名加工情報とは、特定の個人を識別できないように個人情報を加工して得られる情報で、当該個人情報を復元できないようにしたものという。個人情報をビッグデータとして利活用するにあたり、改正法では、匿名加工情報を利活用するためのルールを定義した。

さらに、「個人識別符号」について定義した。個人情報に含まれると考えられるパーソナルデータについて、①身体の一部の特徴をデータ化した文字、番号、記号その他の符号(表2の「1号」に相当)や、②サービスの利用者や個人に発行される書類等に割り当てられていた文字、記号、その他の符号のうち、政令で定めるもの(表2の「2号」に相当)を「個人識別符号」とし、これが含まれるもの個人情報として保護対象とすることを明確にした(2条1項2項)。このうち、表2の「1号」については、生体認証に使用される情報、例えば、指紋認証で使用される特徴点や、顔認証で使用されるテンプレートが相当する[14]。

表 2: 個人識別符号

「符号」の性質	特定個人の識別性		参考	政令
	符号と個人との対応	識別可能		
1号 特定の個人の身体の一部の特徴を電子計算機に供するために変換した符号	特定の個人の身体の一部の特徴	当該特定の個人を識別することができるもの	生体認証データ	左のうち政令で定めるもの
2号 個人に提供される医療の利用、商品の購入に関する限り記載して剖り切れる	利用者若しくは購入者ごとに、異なるものとなるよう、割り当てられたもの	特定の、利用者若しくは購入者を、識別することができるものの	マイナンバー、バスポート、運転免許証	
個人に発行されるカードその他の書類に電磁的方式により記載され若しくは記録された符号	発行を受け取る者ごとに、異なるものとなるよう、記載され若しくは記録されたもの	特定の、発行を受け取る者を、識別することができるもの		

改正法では、新たに「認定個人情報保護団体」について定義した。認定個人情報保護団体とは、業界・事業分野ごとの民間による個人情報の保護の推進を図る目的で、業務の対象となる個人情報取扱事業者についての苦情の処理、情報提供等の業務を行う組織としている(改正法 47条1項)[3][13]。

## (2) 防犯カメラの条例・ガイドライン

地方公共団体は、防犯カメラの適正な利用のために条例・ガイドラインを制定している。制定した条例・ガイドラインの内容は、各自治体での大きな相違はない。また、行政関係で設置する設備だけではなく、民間利用も対象としている場合が多い[1-2]。図4は、防犯カメラガイドラインの例を示す[4]。

条例・ガイドラインは、各自治体で同様の構成であり、目的明確化、データ内容、収集・利用制限、情報公開、責任所在が明記されている。ただし、防犯目的に限定し、固定カメラを想定、データの第三者提供などは禁止されるなど、新しい技

術や社会ニーズに対応できていない。



図 4: マーケティング機能を有する飲料水自動販売機

また、プライバシー保護を強く意識したものであるが、苦情対応について記述が十分でない。また、情報公開も十分とは言えない。特に、2005年施行の個人情報保護法に準拠したままで、改正個人情報保護法に準拠していないことが問題である[4]。課題の詳細は後編で紹介する。

## 3 ネットワーク型カメラシステムにおけるセキュリティ

ネットワーク型カメラシステムにおけるセキュリティは、2つの観点で検討が必要である。1つは、カメラシステムのパスワードの不適切な設定によるインターネットへの撮影データの漏えいである。もう1つは、ネットワーク型カメラがマルウェアに汚染され、DDoS攻撃の踏み台にされることである[15-16]。

- (1) パスワードの不適切な設定によるネットワーク型カメラからの情報漏えい

監視カメラは街頭や屋内のさまざまな場所に設置されている。カメラ撮影画像がインターネットサイト Insecam で、いつでも閲覧可能になっているという報道があった。その数は日本国内のものだけで、およそ 6000ヶ所にのぼる。世界全体ではおよそ 2万 8000ヶ所に及ぶと言われている[15]。

例えば、図5のように理髪店の店内に設置されたカメラの映像は、散髪中の客の姿がはっきりと映っている。店名が認識できる情報も公開されている。このように個人を識別し場所を特定できる情報が漏えいしている[17]。

通常はパスワードを適切に設定することで、第三者に勝手に見られるおそれはない。しかし、撮影データの漏えいが起きているケースでは、カメラのパスワードが初期設定のままなど、適切に設定されていないことが多い。また、Insecam のカメラ画像には、駐車場の混雑具合を示すなど、公開を目的としているものもある。この場合は撮影されることを好ましく思っていない個人も撮影されるという、プライバシー侵害のおそれがある[15]。



図 5: Insecam サイトで閲覧可能な画像例

(2) 監視カメラなどを踏み台にした大規模サイバー攻撃  
2016 年秋に、Mirai と呼ばれる IoT 機器を狙ったマルウェアを用いた、大規模なサイバー攻撃が発生した。インターネットに接続されたカメラは一種の IoT 機器である。

図 6 の示すように、Mirai によるサイバー攻撃により、企業や家庭で使われている監視カメラ、Web カメラ、ビデオレコーダなどが乗っ取られた。乗っ取られた IoT 機器からインターネットの根幹となる DNS サーバに DDoS 攻撃が行われ、その結果 Twitter や Amazon などが一時的に利用できなくなった。

ネットワーク型カメラは PC などと同様の機能を持ち、本来、相応のセキュリティ対策が必要である。しかし、設置するベンダー、利用者のセキュリティ意識が低く、今回のセキュリティ事故が発生した [17]。

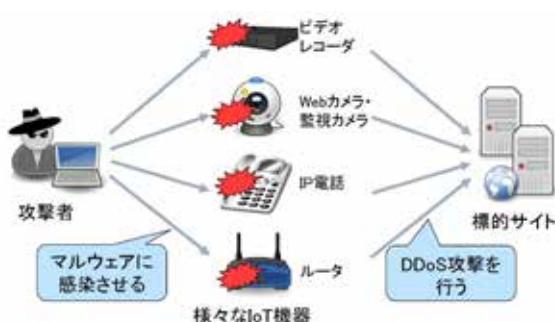


図 6: IoT 機器を標的にしたサイバー攻撃

## 4 ネットワーク型カメラシステムにおけるリスク課題

### 4.1 ネットワーク型カメラシステムの分類

リスク分析を行うにあたり、国内主要メーカー・セキュリティベンダーが提供するネットワークカメラシステムの情報を収集し、分類を行った[19-23]。

製品は、撮影画像のモニタリング（撮影画像の視認場所）・データ保存（撮影画像の保管場所）・画像解析（顔認証や人流解析など、補正以上の処理を行う場所）により、表 3 に示すように 4 パターンに類型化できる。なお撮影は固定設置のみを考慮している。

- (1) ローカル監視：撮影・モニタリング・データ保存・画像解析をすべてローカル環境で行う
- (2) 遠隔監視：撮影・データ保存・画像解析を遠隔拠点で行い、モニタリングを本部（センター）で行う
- (3) 遠隔記録：撮影のみ遠隔拠点で行い、モニタリング、データ保存、画像解析を本部（センター）で行う
- (4) クラウド：記録撮影のみ遠隔拠点で行い、モニタリング、データ保存、画像解析をクラウド上で行う

表 3: ネットワークカメラシステムの分類概要

構成名	撮影	モニタリング	データ保存	画像解析
ローカル監視	固定	ローカル	ローカル	ローカル
遠隔監視	固定	センター	ローカル	ローカル
遠隔記録	固定	センター	センター	センター
クラウド記録	固定	任意の場所	クラウド	クラウド

特にセキュリティ面で課題のある遠隔記録、クラウド記録について説明する。図 7 は遠隔記録の構成を示す。撮影のみ遠隔拠点で行い、モニタリング、データ保存、画像解析等をセンターで行う。この構成は、撮影した画像をすべてインターネット経由でセンターに転送する必要がある点が、ローカル監視及び遠隔監視と異なる。

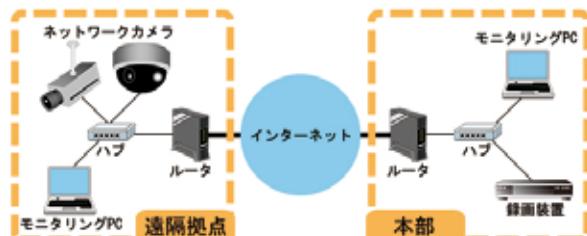


図 7: 遠隔記録構成

遠隔記録構成は卸売・小売業向け企業などで導入され、以下の特徴を持つ。

- ・ 遠隔拠点が複数存在する場合、センターで全遠隔

### 拠点の撮影画像を一元管理可能

- ・ネットワークを冗長化していないと、回線障害などで撮影画像を損失

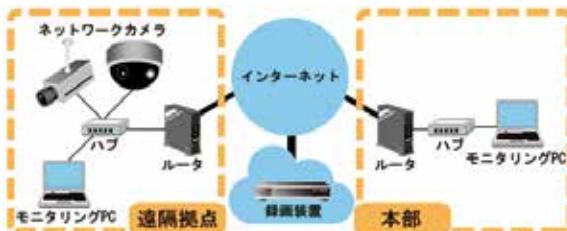


図 8: クラウド記録構成

図 8 はクラウド記録の構成を示す。撮影のみ遠隔拠点で行い、データ保存、画像解析等をクラウド環境で行う。商業施設や店舗などで導入され、以下の特徴を持つ。

- ・録画装置への投資や管理が不要
- ・遠隔拠点が増減しても容易に対応可能
- ・ネットワークを冗長化していないと、回線障害などで撮影画像を損失

遠隔記録構成とクラウド記録構成は、モニタリングおよびデータ保存に関して相違がある。

遠隔記録構成が、モニタリングをセンター内またはセンターとのネットワーク接続を前提としているのに対し、クラウド記録構成は、インターネットに接続可能であれば、任意の場所でモニタリング可能である。外出先などから携帯情報端末を使用して録画画像を確認できるため、利用者にとって利便性が高い。また、将来的に映像解析機能を提供することで、防犯以外の利用が期待できる。

データの取り扱いで特に重要なのは取得したデータの破棄方法にある。遠隔記録の場合は保存場所が自組織内であり、データの論理的な廃棄から物理媒体(ハードディスクなど)の廃棄までを行うことで、データ漏えいのリスクを軽減できる。クラウド記録の場合はデータの消去方法に関して事業者との確認や取り決めが必要となる。以上のように、ネットワーク型カメラシステムは構成によって特徴や必要な対応が異なる。

## 4.2 ネットワーク型カメラシステムのリスク分析

特定の応用、情報資産などが不明確なことや、業界ガイドラインが未整備であることなどから、非形式アプローチを採用して各システム構成に対しリスク分析を行った。非形式アプローチとは、組織や担当者の専門的知識や経験、判断によってリスクを評価する分析手法であり、潜在的脅威を可能な限り洗い出し、前提条件を考慮し、最終的に残る脅威を明確にする[24]。

前提条件として、表 4 に示すように、考えられる最低限の安全管理措置を想定した。なお、C は安全管理措置、PT は

潜在的脅威、T は脅威とする。

表 4: ネットワークカメラシステムの分類概要

脅威	内容
C1	モニタリングPCや録画装置がある場所は、たとえオープンスペースとしても自由に入り出しができない。例えば、録画装置やモニタリングPCは一般客が入れない場所に設置する。
C2	従業員は撮影画像や録画装置の取り扱いについては守るべき規則があり、遵守を徹底している。
C3	システム保守会社とは秘密保持契約を結んでおり、関係者は不正な行為を行うことはない。
C4	システム保守会社等の提供するサービスはシステムを導入する組織が求めるセキュリティポリシーを遵守している。

リスク分析は表 3 の 4 つの構成に対し実施したが、例としてクラウド記録構成のシステムに対する分析を用いて説明する。表 5 でクラウド記録構成における潜在脅威の例を 2 つ示す。

表 5: 考えられる潜在脅威の例

潜在脅威	内容
PT1	外部あるいは内部者は、クラウド上の録画装置のID/PWが初期値あるいは不適切な設定であることを利用し、撮影画像を窃取する潜在脅威
PT2	外部あるいは内部者は、クラウド上の録画装置のソフトウェアの脆弱性を利用し、撮影画像を窃取する潜在脅威

PT1 に対し、内部者に関しては安全管理措置 C2 により従業員は守るべき規則を遵守するとして考慮範囲外となるが、外部者が窃取する脅威は残るため、考慮すべき脅威として残る。一方 PT2 に対して、安全管理措置 C4 により事業者がソフトウェアを常に最新の状態に保つセキュリティポリシーで運用すると、脆弱性が脅威となる可能性は低いため、この潜在脅威は考慮範囲外となる。以上のように、潜在脅威と安全管理措置から最終的に考慮すべき脅威を洗い出す。表 6 でその例を示す。

表 6: 考慮すべき脅威の例

脅威	内容
T1	外部者は、ネットワークカメラのID/PWが初期値あるいは不適切な設定であることを利用し、撮影画像を窃取する脅威
T2	外部者は、ネットワークカメラのID/PWが初期値あるいは不適切な設定であることを利用し、ネットワークカメラを乗っ取り、DDoS攻撃の踏み台にする脅威
T3	外部者は、ネットワークカメラのソフトウェアなどの脆弱性を利用し、撮影画像を窃取する脅威
T4	外部者は、ネットワークカメラのソフトウェアなどの脆弱性を利用し、ネットワークカメラを乗っ取り、DDoS攻撃の踏み台にする脅威

各構成に対し上記のリスク分析を行い、以下の結果を得た。

### (1) すべての構成に共通する脅威

- ・ネットワークカメラの ID/PW が、初期値あるいは不適切な設定であることや、ソフトウェアなどの脆弱性を利用し、撮影画像を窃取する脅威
- ・無線ネットワーク(Wi-Fi)上の撮影画像が暗号化されていないことを利用し、撮影画像を窃取する脅威

(2) インターネットへの接続を前提とする構成に共通する脅威

- ・ネットワークカメラの ID/PW が初期値あるいは不適切な設定であることや、ソフトウェアなどの脆弱性を利用し、ネットワークカメラを乗っ取り DDoS 攻撃の踏み台にする脅威
- ・ルータの ID/PW が初期値あるいは不適切な設定であることや、ソフトウェアの脆弱性などを利用し、撮影画像を窃取する脅威
- ・ルータのアクセス設定が不適切であることを利用し、撮影画像を窃取する脅威

(3) クラウド記録構成特有の脅威

- ・クラウド上の録画装置の ID/PW が初期値あるいは不適切な設定であることを利用し、撮影画像を窃取したり、録画装置を乗っ取り DDoS 攻撃の踏み台にする脅威
- ・ウィルス感染したスマートフォン等の端末を使用することで、録画装置もウィルス感染し撮影画像が流出、あるいは DDoS 攻撃の踏み台にする脅威

地方公共団体は防犯カメラの適正な利用のため、条例やガイドラインを制定している。収集制限・データ内容・目的明確化・利用制限・安全保護・情報公開および責任の所在などについて明記されているが、防犯目的に限定し、固定カメラを想定・データの第三者提供などは禁止されるなど、新しい技術や社会ニーズに対応したものではない。以下に各自治体の条例・ガイドラインの課題を示す。

(1) 旧個人情報保護法に準拠

- ・改正個人情報保護法への準拠が必要

(2) 防犯利用(単一目的)に限定

- ・新技術による防犯目的以外の多目的利用への対応が必要

(3) セキュリティ対策が不十分

- ・適正な設定や維持・運用に考慮した項目が必要

(4) 不十分な説明責任

- ・多目的利用に必要な説明責任の明確化

## 5 次世代型ネットワークカメラシステムのガイドラインの検討

表7は、検討した現状のガイドラインで考慮すべき事項を整理した。

(1) 撮影仕様

4K・8K デジタルカメラは、非常に高精細な画像の撮影が可能であるため、必要以上のデータが取得できてしまう可能性があり、説明責任が生じると考える。また、ネットワーク型監視カメラは IoT デバイスと同様のセキュリティ問題が発生するため、利用形態によっては耐タンパ機能の実装も必要であるほか、ソフトウェアの適切な維持も必要である旨明記する。リスク評価項目にも関係するが、カメラが固定か移動かにより

プライバシー侵害の大きさも異なるため、移動カメラも考慮した内容にする必要がある。

表 7: 提案するガイドラインのポイント

	従来	次期
撮影仕様	・カメラ性能	・カメラ性能 ・耐タンパ性 ・OSなどのソフトに対するセキュリティ対策
	・カメラ設置(固定)	・カメラ設置(固定・移動)
処理・保管	・データ保管中心 ・スタンダロン(一部ネットワークもあり) ・処理保管より撮影に重点	・データ処理・保管(クラウド) ・ネットワーク ・撮影より処理・活用に重点 ・アプリに対するセキュリティ対策 ・設置場所のISMS的要求
利用目的	・單一目的利用	・多目的利用
第三者提供	・禁止	・活用
リスク評価	—	・義務(事前・事後リスク評価)
コンプライアンス	・国内法適合	・国内法適合・EUデータ規則も参考 ・認定個人情報保護団体登録
国際標準	・非適合	・適合
その他		・撮影主体と非撮影主体との相互作用考慮 ・説明責任(オンライン・オフライン) ・オプトアウトの機能の組み込み

(2) 処理・保管

従来は、撮影データを記録装置に保管し、必要に応じて視認する運用であった。今後はインターネットを介してクラウド上に保管され、データ処理することが一般的になり、撮影基準よりも運用管理基準に重点を置いたガイドラインが必要である。また、記録・処理する環境のセキュリティ対策を明記する必要がある。

(3) 利用目的

従来の条例・ガイドラインの利用範囲は防犯(単一目的)に限定された。しかし、現在の利用形態は防災や顧客管理まで利用されていることが多い。今後はデータ解析なども行われる。このため、利用目的は防犯に限定せず多目的な利用を想定すべきである。

(4) 第三者提供

従来の条例・ガイドラインは、撮影データの第三者提供は禁止する旨の記載であった。今後は 2015 年公布の改正個人情報保護法に準じ、第三者提供について具体的に明記が必要である。

(5) リスク評価

上記に記載したように、撮影、処理・保管、利用目的、第三者提供の自由度が拡張した反面、リスクも増大する。被撮影者のプライバシー権を侵害していないか、セキュリティ対策は適切かなどの事前リスク評価、および運用時のセキュリティ・プライバシー対策が適正かのリスク評価が必要であり、ガイドラインで義務化が必要である。事前リスク評価は、海外でも実施しているプライバシー影響評価が有効である[1]。事後リスク評価は、セキュリティ監査あるいはプライバシーマーク認証などが有効である。

(6) コンプライアンス・国際標準

被撮影者の権利を確保するため、プライバシー保護に関し、利用形態によっては国内法以上の遵守規定が必要

であり、EU や米国、あるいは国際標準などに準じることも必要である。また、現状の条例・ガイドラインに記載の苦情窓口はあくまでもカメラ設置者の連絡先の記載のみで、個人の利益を保護する目的ではない。改正個人情報保護法で規定される認定個人情報保護団体などの制度を組み込み、被撮影者の権利を適切に保護する必要がある。

#### (7) 説明責任の強化

撮影データの利活用する場合、オプトイン、オプトアウトの仕組みを明確にすることを義務づける必要がある。また、情報公開の方法も IT 技術を利用したアクセシビリティの高い方法にする必要がある。

以上のポイントを考慮して、自治体、民間で適正なネットワーク対応監視カメラシステム設置・運用ガイドラインを策定する必要がある。

## 6 おわりに

ネットワーク型カメラシステムは、防犯からマーケティングへと利用が広がっている。ネットワークに接続されたカメラは IoT 機器として、サイバー攻撃のターゲットとなり、PC やサーバに対して行われた攻撃と同様、撮影データの情報漏えいなどの問題が発生している。改正された個人情報保護法では、撮影データの利活用が可能となっているが、個人情報・プライバシーの保護に配慮し、安全に運用するには、法律準拠で策定した現在の条例やガイドラインではカバーできなくなっているのが現状である。今後の対策として、法律を適正に準拠することとシステムに対するリスク評価を実施することが重要である。さらに日本における監視カメラは、公共エリア、店舗、自動販売機などにも設置されている。また、ネットワーク接続 4K カメラ、顔認証やビッグデータ解析技術など最新技術が採用されている。

製品化されたカメラシステムは、防犯目的だけではなく、防災やマーケティング利用も立ち上がっている一方、自治体が整備するガイドラインは実態にあっていない問題があり、撮影データの利活用も進んでいない。このため、製品実態にあったネットワーク型監視カメラシステムの観点で、セキュリティ的な配慮および改正個人情報保護法に適合するガイドラインを提案した。

ネットワーク型監視カメラシステムを設置運用する自治体及び民間組織においては、本提案をもとに、各分野に特有の規則などを考慮した条例やガイドラインの策定が必要である。特に今後のカメラシステムは、IoT システムとして捉えた新しいフレームワークでの取り組みが必要である。

## 謝辞

本研究を進める上で、(一社) 日本画像認識協会 次世

代ネットワーク型監視カメラのプライバシー保護研究専門委員会の協力を得た。ここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] 瀬戸洋一，“ネットワーク型多目的カメラシステムにおけるプライバシー課題とその対策，”危機管理産業展 (RISCON TOKYO) 2016, 2016.10.21
- [2] 白石 敬典他，“ネットワーク対応監視カメラの設置・運用ガイドラインの課題分析とその対策，” SCIS2017, 2017.1.27
- [3] 日置巴美他，“平成 27 年度改正個人情報保護法のしくみ，”商事法務, 2015.10.10
- [4] 神奈川県, 防犯カメラの設置・管理に関するガイドライン,  
<http://www.pref.kanagawa.jp/uploaded/attachment/579300.pdf> (visited on 2017.9.20)
- [5] businessnetwork.jp, ネットワークカメラの最前線は今どうなっている？, 2015.5.21,  
<http://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/3986/Default.aspx> (visited on 2017.9.20)
- [6] 産経ニュース, 選手村に顔認証カメラを導入か パナ&NEC が開発 プライバシーで物議も…,  
<http://www.sankei.com/economy/news/151104/ecn1511040001-n1.html> (visited on 2017.9.20)
- [7] 清嶋直樹，“JR 大阪駅ビルの「顔識別」実証実験、プライバシー侵害の懸念から延期，”日経コンピュータ 2014.3.14,  
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20140311/542723/> (visited on 2017.9.20)
- [8] 末井誠史, “防犯カメラの規制，”レファレンス, 2010.7,  
<http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/refer/pdf/071401.pdf>
- [9] 長谷川久美, 中田亮太郎, 瀬戸洋一, “ネットワーク型カメラシステムの課題と対策(前編)，”画像ラボ, 2017.5
- [10] NEC, 豊島区で、世界初の「群衆行動解析技術」を用いた総合防災システムを構築,  
[http://jpn.nec.com/press/201503/20150310\\_01.html](http://jpn.nec.com/press/201503/20150310_01.html) (visited on 2017.9.20)
- [11] 日本経済新聞(電子版), 万引き常習犯の来店、顔認証で自動検知 ジュンク堂書店 生体情報は仕事を変える(上), 2015.11.20  
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO92890410W5A011C1000000/> (visited on 2017.9.20)
- [12] 株式会社 JR 東日本ウォータービジネス, 夢の飲料自

- 販機 エキナカ本格展開へ,  
<http://www.jre-water.com/pdf/100810jisedai-jiha-nki.pdf>
- [13] 個人情報の保護に関する法律,  
[http://www.ppc.go.jp/files/pdf/290530\\_personal\\_law.pdf](http://www.ppc.go.jp/files/pdf/290530_personal_law.pdf)
- [14] 個人情報保護委員会、個人識別符号及び要配慮個人情報の定義規定(案)一覧,  
[http://www.ppc.go.jp/files/pdf/280715\\_siryou3.pdf](http://www.ppc.go.jp/files/pdf/280715_siryou3.pdf)
- [15] NHK、ネットで丸見え？防犯カメラ, 2016.01.21,  
<http://www9.nhk.or.jp/kabun-blog/1000/236100.html> (visited on 2017.9.20)
- [16] 日経コンピュータ、IoTマルウェア「Mirai」の攻撃が活発化, pp.12, 2016.12.8
- [17] Network live IP video cameras directory  
 Insecam.com,  
<http://www.insecam.org/>
- [18] 総合警備保障株式会社、ALSOK 画像クラウドサービス,  
[https://www.alsok.co.jp/corporate/cloud\\_service/](https://www.alsok.co.jp/corporate/cloud_service/) (visited on 2017.9.20)
- [19] キヤノン株式会社、ネットワークカメラ ソリューション提案・事例,  
<http://cweb.canon.jp/webview/case/> (visited on 2017.9.20)
- [20] NEC ネッツエスアイ株式会社、映像監視ソリューション,  
<http://www.nesic.co.jp/solution/security/eizou.html> (visited on 2017.9.20)
- [21] 株式会社日立製作所、日立のモニタリングシステム,  
[http://www.hitachi.co.jp/products/infrastructure/product\\_site/urban/security/kansi/feature/index.html](http://www.hitachi.co.jp/products/infrastructure/product_site/urban/security/kansi/feature/index.html) (visited on 2017.9.20)
- [22] パナソニック株式会社、監視・防犯システム,  
<http://sol.panasonic.biz/security/camera/cctv/> (visited on 2017.9.20)
- [23] 三菱電機株式会社、三菱ネットワークカメラ・システム  
<http://www.mitsubishi-electric.co.jp/nwcamera/index.html> (visited on 2017.9.20)
- [24] 濱戸洋一ほか、『情報セキュリティの実装保証とマネジメント』、日本工業出版、2009.04

# 内部統制システムによる企業不祥事発生の抑止に関する考察 — 2015 年に改正された会社法を中心に —

大澤 英季\*・吉田 敏\*

A Study of Deterrence of Corporate Scandals by Internal Control System  
- Focusing on The Companies Act enacted in 2015 -

Hideki Osawa\*, Satoshi Yoshida\*

## Abstract

This paper considers the possibility to limit corporate scandals that are occurring repeatedly in Japan. In June 2014, the first major amendment after the establishment of the Companies Act was made, and in May 2015 the Amended Companies Act came into force. As one of the revisions concerning Internal Control System, it was imposed on large enterprises to newly describe the outline of the operation status of Internal Control System in the business report. Does this prevent the occurrence of corporate scandals? Asahi Kasei Construction Materials Co., Ltd. that caused a scandal to divert data in the basic construction problem in the apartment in Tsuzuki-ku, Yokohama City that was discovered in 2014 will be discussed as a case.

**Keywords:** Corporate Scandals, The Companies Act, Internal Control System, Outline of The Operation Status

## 1 はじめに

昨今、株式会社東芝や三菱自動車工業株式会社をはじめとして、日本の大企業において不祥事が相次いで起きている。不正内容は、不適切会計、データ偽装、製品瑕疵や経営者による不正事案の放置等、様々であるが、日本の大企業はなぜ不祥事を未然に防ぐことができなかつたのであろうか。一方、企業に関する法整備に問題があるのであろうか。

企業を規制する法律としては、商行為や会社に関するものとして、従来、商法や有限会社法等が制定されていた。これらが2005年に統合され、会社法が制定された(法施行は2006年)。この会社法は、従来の商法等に比べると、会社経営の機動性や柔軟性の向上のため、組織再編行為(合併等)の要件を緩和した。その一方で、会社経営の健全性を確保する観点から、大企業(資本金5億円以上等)に対して、業務の適正を確保するための体制(以下、「内部統制システム」という)の構築を義務づけた。

2014年6月、会社法制定後初めてとなる大改正が行われ、2015年5月に改正会社法及び改正会社法施行規則(以下、「改正会社法等」という)が施行された。改正点は多岐にわたるが、内部統制システムに関するものの一つとして、改正会社法施行規則第118条第2号で、内部統制システムの運用状況の概要を新たに事業報告に記載することを課した。この改正点は、内部統制の実効性を向上させることを主な理由としている。

本稿においては、企業不祥事を「技術倫理面の議論の浅さから生まれてきた企業不祥事」と定義するものである。そのうえで、本稿の目的は、企業不祥事発生の主な要因を確認したうえで、内部統制システムに係る改正会社法等の施行によって、日本において相次いで発生している技術倫理面の議論の浅さから生まれてきた企業不祥事が、新たに抑止される可能性について示すことである。本稿では、そのための第一歩として、初期的考察を検討するためにケーススタディを用いる。

## 2 企業不祥事発生の要因と抑止に関する仮説

ここでは、企業が不祥事を起こす要因として、畠村、中尾、山口の3氏の説を取り上げる。それらを踏まえて、不祥事発生の抑止に関する仮説を立ててみる。

### 2.1 失敗学領域における先行研究

畠村は、著書の「技術の創造と設計」の冒頭で「いま日本で何が起こっているか」を述べているが、その中に「形だけに陥った管理の盲点」という実話を紹介している[1]。

ある工場で屋根から吊していた看板が暗くて不便ということで、新しい白熱灯に取り替えた。しかし、看板のカバーが熱くなり燃え出てしまった。そのため、従業員が消火器で火を消そうとしたが、天井まで届く消火器が1つもない。仕方なく、工場の自衛消防隊がホースで大量の水をまいて火を消した。この結果、精密機械が全部水浸しになってしまい、

損害額は何千万円になってしまった、という話である。

この工場では、過去に火災で丸焼けになったことがあったそうだが、その時も消火器は備え付けてあった。しかし、管理が厳格すぎて、かえって誰も消火器が使えないという状態になったという。この経験から、会社は、火が出たらとにかく消火器を使うようにと日頃から指導し、消防訓練も定期的に行っていた。そのため、従業員は消火器を使うことには抵抗感がなくなり、即座に消火器を使える状態になったが、肝心の消火器自体が何の役にも立たなかったということである。

畠村は、この実話から学ぶべきこととして、「管理の形骸化が失敗を生む」と「失敗の本質を考えない対応はさらなる失敗を生む」の2点を挙げている。具体的にいうと、本当に考えるべきことや行うべきことは規則や訓練のことではなく、過去に発生した失敗の中にある「おかしさ」で、その「おかしさ」がどのようにおかしいかを考えた上で、「何をしなければいけないか」を考えないと失敗は何度でも起こる、と指摘している。

中尾は、著書の「失敗百選」において機械のエンジニアに関する事故や事件を41個に分類しているが、その中の1つに「企画変更の不作為」というものがある[2]。

中尾によれば、「企画・開発系」においては、「製造・検査系」に比べて失敗に関する知識が活用されていないという。なぜならば、「企画・開発系」の失敗は、一般に実施期間が長期であり、また、原因が組織的で、効果が遅効で、件数が少数であるからとのことである。それらに加えて、「企画・開発系」の失敗は属人的であるため、失敗の原因究明を行うことは、特定の人に対する攻撃になってしまふ。そのため、仮に失敗した初代プロジェクトリーダーが、現在、会社の経営者にでもなっていれば、従業員は失敗とは言えず、もちろん失敗の数にも加えられない、という可能性に対する指摘である。

また、「企画変更の不作為」を国の場合でも述べている。国は一度決めたことを「失敗でした。中止します」とは決して言わない。なぜならば、官僚は2年間でジョブ・ローテーションするため、その間は少なくとも成功とも失敗とも決めずにいれば、次の職場に栄転できるかもしれないとの考え方から、とにかく不作為を決め込むというのである。そういううちに社会環境が変化し、決定した時の前提が崩れて誰が見ても失敗だと分かっても、最初の決定は絶対に変えない、と指摘している。

山口は、著書の「不正リスク管理・有事対応」において、企業不祥事の構造の特色として「不正の正当化事由」を挙げている[3]。

山口によれば、企業不祥事が発生する構造として、誠実な経営者、誠実な社員が主体となるものが圧倒的に多いと指摘している。企業経営は常に順風とは限らないし、役員や社員の人生も良い時ばかりとは限らない。誠実な社長でも、業績が悪化して株主や金融機関からプレッシャーをかけら

れるようになると、冷静な判断が困難になる時がある。誠実な社員も、経営環境が変化し厳しいノルマが課されると、どんな手段を使っても顧客に商品を買わせたり、売上成績をごまかすこともあるかもしれない。

企業には多数のステークホルダーが存在し、企業活動を支えているが、顧客からいつまでも愛される企業でありたい、株主や投資家から高い評価を得たい、金融機関から安定的に融資を受けたい、地域住民に貢献できる企業でありたいといった気持ちが強くなり過ぎて、できるだけ業績を良く見せたい、会社の影の部分は見せたくないという気持ちにもなってしまう。そうなると、「少しぐらいの誇張表現は、何も開示しないような不誠実な会社が多い中ではむしろ誠実な方だ」等と自分に言い聞かせるための理由、つまり、「不正の正当化事由」を考え出してしまう。誠実な者ほど、この不正の正当化事由を心に抱きながら不正に手を染める、と指摘している。

## 2.2 企業不祥事発生の抑止に関する仮説

企業不祥事の発生に関し、畠村は「本質を考えない対応」を指摘している。これは、何事にも本質を考えた対応が必要で、形式的な管理や対応を行うことでは何の役にも立たず、再び失敗してしまうことに企業は留意する必要がある。また、中尾が指摘する「企画変更の不作為」から、企業における不祥事は組織的な要因等により発生し、加えて属人的であるため、不祥事が発生してもそれが不祥事として指摘されることがない。仮に不祥事と指摘されたとしても、原因究明を行うことは特定の者に対する個人攻撃となってしまうため、企業は不祥事に対する適切な改善策を講じないで済ましてしまう。さらに山口は、誠実な者ほど「不正の正当化事由」を心に抱きながら不正に手を染めてしまうことが圧倒的に多いとしている。

一般的に、不祥事を抑止できるかどうかは企業次第であり、また、抑止することができる企業自身である。その企業においては、上記のような不祥事を発生させる要因が大なり小なり存在する。これらの要因に対策を講じ、不祥事の発生を少しでも抑止するためには、法規制が考えられる。

冒頭で簡単に触れたが、会社法は、会社の業務の適正を確保することを目的として、大企業に内部統制システムの構築を課している。この内部統制システムは、「取締役及び使用人の職務の執行が法令及び定款に適合することを確保するための体制」(所謂、コンプライアンス体制のこと)、「損失の危険の管理に関する規程その他の体制」(リスク管理体制)、「取締役の職務の執行が効率的に行われることを確保するための体制」(取締役の職務執行体制)、「企業集団における業務の適正を確保するための体制」(グループ経営管理体制)等を意味しているが、従来、大企業はそれぞれの管理体制の概要を「内部統制システムの基本方針」として取りまとめ、取締役会で決議し、公表することを求められてきた。

しかし、2015年5月に施行された改正会社法等において、「内部統制システムの運用状況の概要を事業報告に記載すること」が新たに課されることになった。つまり、今般の改正により、大企業は内部統制システムの基本方針だけでなく、その方針通りに運用されているか等の実態を公表しなければならなくなつたのである。このことは、大企業にとって、「不祥事を発生させると事業報告に記載しなければならなくなり、ステークホルダーから厳しい批判を受けることになる」とから、不祥事発生の新たな抑止の可能性があるのではないか、という期待から施策を考えることができよう。

しかし、畠村、中尾、山口の論ずる内容を前提とするなら、法規によって規制することは一面的な有効性にとどまることになり、根本的な改善のための考え方とはならないという仮説が考えられる。

### 3 ケーススタディの考察

近年、技術倫理面での企業の問題点の露出については、多くの事例が散見されてきた。その中で、多くの国民の生活における安全性と安心感の根幹を揺るがし、その影響範囲が大きいことから公的機関が中心となり問題点の把握に取り出した、建築物の杭に関する考察を行っていく。

特に、旭化成株式会社が設置した外部調査委員会は、「中間報告書(旭化成建材株式会社の杭工事施工物件におけるデータ流用等に関する件)」を2016年1月8日に旭化成株式会社に提出しているため[4]、その内容を中心に議論していくものである。以下、当該報告書に基づき、内容を確認しながら、考察を進めるものである。

#### 3.1 不祥事の概要

旭化成建材株式会社が発生させた不祥事は、本中間報告書「第2章 本調査の前提事項」にその概要がまとめられている。杭工事において、電流計データ及び流量計データの取得漏れや紛失等が発生した際、他社から旭化成建材に出向していたA氏は、正常に取得・保管等されていた他の杭の電流計データ及び流量計データをコピー、切断、貼り付け等する方法でデータ流用を行い、あたかも完璧にデータが揃っているかのように装ったということである。

#### 3.2 施工体制

今回の施工体制は、本中間報告書「第3章 本件杭工事に関して当委員会が認定した事実」によれば、図1のように示される。データ流用を行ったとされるA氏は2号機の杭打ち機の現場責任者を務め、杭工事の進行全体を管理する立場であった。旭化成建材株式会社が施工する杭工事の場合、現場責任者が電流計データ及び流量計データの取得、保管、提出等を担当することとされていた。

また、A氏は旭化成建材株式会社や2号機を担当する下請業者b社とは別の会社の社員であり、また、本件杭工事施工当時で、期間にして約10年間、件数にして約40~50件の杭工事を既に経験していた。本件マンションのような大型マンションの杭工事に現場責任者として関与した経験はなかったものの、本件杭工事の以前にも、杭本数100本を超える大規模杭工事に現場責任者として関与した実績は持っていたとされている。

**元請施工業者** 三井住友建設株式会社  
所長 (O氏、P氏)

**一次下請業者** 株式会社日立ハイテクノロジーズ  
担当責任者 (R氏)

**二次下請業者** 旭化成建材株式会社  
主任技術者 (I氏)  
(1号機) 現場責任者 (C氏)  
(2号機) 現場責任者 (A氏)

(1号機)	
下請業者	a社
オペレーター	1名(D氏)
手元	2名
プラントマン	1名
残土処理	1名
溶接工	1名
クレーン	1名

(2号機)	
下請業者	b社
オペレーター	1名(B氏)
手元	2名
プラントマン	1名
残土処理	1名
溶接工	1名
クレーン	1名

図1 施工体制

(出所)旭化成株式会社外部調査委員会「中間報告書

(旭化成建材株式会社の杭工事施工物件におけるデータ流用等に関する件)」

#### 3.3 問題点や原因等

今回の不祥事の問題点やその原因等は、本中間報告書「第4章 データ流用の原因・背景分析」から、表1のように整理できる。これらは、電流計等の機器の問題によるもの(「電流値を適切に取得・保存するための機能が不十分」等)と、担当者等の属人的な問題によるもの(「データ流用に対する罪悪感・抵抗感が鈍磨していた」等)と、管理体制等の組織的な問題によるもの(「施工報告書の事後チェックが不十分」等)の3つに大別することができる。

### 4 企業不祥事発生の抑止に関する仮説の検証

#### 4.1 内部統制システムに係る改正会社法等の内容

2015年5月、改正会社法等が施行されたが、内部統制システムに関する主な改正点は以下の3点が挙げられる。

第一に「企業集団に関する体制強化」で、会社法施行規則の規定が会社法本体へ格上げされ(会社法第362条第4項第6号)、会社法施行規則には新たに子会社のリスク管理体制整備等の具体的な内容が規定された(会社法施行規則

第 100 条第 1 項第 5 号等).

表 1 データ流用の問題点や原因等

問題点	原因や背景等
データの適切な取得及び保管ができていなかった	電流計及び流量計に関する点(いわゆる「ハード面」) ①電流計と杭打ち機が非連動 ②電流値を適切に取得・保存するための機能が不十分 ③流量計の切り替え時期であった
	杭工事現場における体制面に関する点(いわゆる「ソフト面」) ①現場責任者の多忙 ②現場責任者と施工人員との連携不足 ③データ記録紙原本の保管体制が未整備
データがない場合にその旨を申告せずデータ流用を行った	データ流用を可能とした背景 ①流用の機会の存在 ②施工報告書の事後チェックが不十分
	データ流用を行った原因 ①継続的かつ多数のデータ流用の実施(データ流用に対する罪悪感・抵抗感が鈍磨していた等) ②データが提出できなくなった場合の対応方針の不明確 ③データに対する軽視
管理体制・教育体制に不備があった	①電流計及び流量計におけるデータ取得機能の不具合を放置 ②データの取扱いに関する管理基準の未整備 ③データが提出できなくなった場合の対応方針が不明確 ④主任技術者配置の法令違反や、主任技術者を通じた施工現場の管理が不十分 ⑤現場責任者等に対しデータの重要性に関する教育が不十分

(出所)旭化成株式会社外部調査委員会「中間報告書(旭化成建材株式会社の杭工事施工物件におけるデータ流用等に関する件)」より筆者作成

第二に「監査体制の強化」で、使用人から監査役への報告等が新たに会社法施行規則に規定された(会社法施行規則第 100 条第 3 項～第 6 項等).

第三に「運用状況の開示義務化」で、内部統制システムの運用状況の概要を事業報告に記載することが新たに会社法施行規則に規定された(会社法施行規則第 118 条第 2 項).

本稿では、各企業にとって最も影響が発生するとされる第

三の「内部統制システムの運用状況の開示」を取り上げて考察する.

#### 4.2 「運用状況の概要」の記載状況

改正会社法等の施行により、旭化成株式会社の「定時株主総会招集通知」には、事業報告の一部として内部統制システムの運用状況の概要が 2016 年より新たに記載されるようになった。旭化成建材株式会社の不祥事に関して、2016 年の「運用状況の概要」には、建設業法に基づく監督処分を受けたことや、コンプライアンス及びリスク管理体制を見直し、リスク・コンプライアンス室の人員増強、コンプライアンスに関する事案やリスク情報をリスク・コンプライアンス室に一元的に集約する体制の構築、行動準則の見直し、教育プログラムの導入、事業毎のリスク評価とモニタリングの実施を計画しているとの事実が記載されている[5]。しかし、不祥事が発生したことを見て、旭化成株式会社の内部統制システムに何らか問題があったのか等については記載していないため、内部統制システムの見直し等の必要性については不明となっている。

また、2017 年の「運用状況の概要」には、旭化成建材株式会社の不祥事に関する記載は一切なくなっている[6]。

#### 4.3 法務省の見解(パブリックコメント)

内部統制システムの運用状況の概要を事業報告に記載することに関して、法務省はパブリックコメントで見解を公表しているが、そのポイントは以下の 3 点である[7]。いずれも具体的な内容とは言い難く、また、内部統制システムの運用状況を評価して記載することについては「求めるものではないが、記載することを妨げるものでもない」との不明瞭な見解を示しており、各社の判断に委ねている状況と言える。

- ・単に「当該『業務の適正を確保するための体制』に則つた運用を実施している」との記載は不適当である。
- ・財務報告に係る内部統制に限らない記載が必要である。
- ・運用状況の評価の記載を求めるものではないが、運用状況の評価を記載することを妨げるものでもない。

#### 4.4 「企業集団が対処すべき課題」の記載状況

事業報告には、従前より「企業集団が対処すべき課題」という項目があり、多くの企業は、自社が直面する様々な課題や特筆すべき事項等を記載している[5][6]。旭化成株式会社においては、2016 年の「企業集団が対処すべき課題」に、「旭化成建材株式会社による杭工事施工データ流用等の問題について」と題して、外部調査委員会による調査や建設業法に基づく処分を受けたこと、コンプライアンス強化に関する再発防止等を約 50 行にもわたって記載している。これは、2016 年の「運用状況の概要」における不祥事の記載の場合

の約20行に比べて約2.5倍の分量となっており、また、不祥事に関する記載内容は詳細なものとなっている。

また、2017年の「企業集団が対処すべき課題」には、不祥事発生を受けた旭化成建材株式会社の再発防止策の実施状況や旭化成株式会社におけるコンプライアンス体制の強化施策の状況を約10行にわたり記載している。

#### 4.5 内部統制システムからみた報告書の概要

ここまで、旭化成建材株式会社の不祥事に関して、旭化成株式会社の2016年及び2017年の事業報告を見てきた。2016年の「運用状況の概要」には旭化成建材株式会社の不祥事に関する内容が記載されているものの、2017年においては全く記載されていなかった。一方、従来より設けられている「企業集団が対処すべき課題」においては、2016年及び2017年とも旭化成建材株式会社の不祥事の問題が記載されていた。その上、2016年の「企業集団が対処すべき課題」における不祥事の記載は、「運用状況の概要」の記載に比べると約2.5倍の分量もあり、かつ、詳細な記載であった。

以上の考察から、今般の改正会社法等で新たに課された「内部統制システムの運用状況の概要を事業報告に記載すること」は、従来から設けられていた「企業集団が対処すべき課題」における記載に実質的に包含されてしまい、不祥事に関する新たな情報開示を行っているとは言えない状況であると解される。これでは不祥事について「企業集団が対処すべき課題」に記載していた従来と、状況は何も変わっていない。したがって、「内部統制システムの運用状況の概要を事業報告に記載することは、不祥事発生の新たな抑止の可能性があるのではないか」との仮説は、旭化成建材株式会社の不祥事においては適合しているとは言えないと思われる。

なお、内部統制の実効性を向上させるためには、「運用状況の概要」にどのような事項を記載すべきかについて、法務省からより明確な指針やルールの提示が必要と思われる。また、事業報告に従来より設けられている「企業集団が対処すべき課題」に記載する事項との棲み分けについても同様なことが言えると思われる。

#### 4.6 本ケーススタディにおける考察

ケーススタディとして、杭問題に関し、旭化成建材株式会社の不祥事に関し、同社の事業報告に根差した議論を行ってきた。この報告書は、社会的にも、行政的にも、注目を浴びた形で作成されたものであり、その意義から重要なケーススタディとなることを念頭に考察を進めてきた。

しかし、内部統制システムの有効性を議論する本稿においては、この報告書に着目してきたものの、一企業の考察における限界が明確となっていると考えることができることになる。

この杭に関する問題の中心は、有識者(基礎ぐい工事問

題に関する対策委員会、座長:深尾首都大学東京名誉教授、副座長:小澤東京大学教授)による提言[8]では、「適正な設計・施工及び施工管理のための体制構築」と「建設業の構造的な課題に関する対策」の必要性があげられている。これらの指摘している内容は、一企業の内部統制システムの運用で対処できる範囲では、全体の一部にとどまることは明白である。特に、この杭構造の問題に関しては、設計プロセスにおける設計主体の重層化、施工における施工主体の重層化に、根本的な問題があると指摘されている面がある。つまり、一つの企業の内部統制システムによって解ける範囲が限られていることを示していることになる。具体的には、以下の二点に整理できると考えられる。

一つは、技術的知識の偏在である。杭の問題で考えれば、重層化された設計主体や施工主体の中で、一体誰が技術知識を保持していたかに課題があるということである。もちろん、重層化されたすべての主体が十分な技術的知識を保持していることがあるべき姿であるものの、実際は一部の主体しか持っていない技術知識が散見されることになる。これらは、一企業の内部統制に根付かない課題であることが明示されることになる。

もう一つは、建設産業の特性である組織の構造に関するものである。責任や教育などについて、元請企業、一次下請け企業、二次下請け企業、三次以下の下請け企業などによって、様々な異なる課題を抱えていることになる。それらの課題は、重層化した関係企業との間に生ずるものが多く、指示や確認などの基本的なことから、専門的技術力やマネジメント力などによる高度な内容のものまで、複数の企業をまたぐ形で確実に進める必要があるプロセスが多く含まれている。これらは、一企業の内部統制システムでは、対処しきれないものであることが明白である。

これらより、このような杭構造による課題を整理していくと、内部統制システムの実効性を向上させても解くことができない課題が中心となっており、本稿が対象とする「技術倫理面の議論の浅さから生まれてきた企業不祥事」について考えるとき、対象となる内容の特性を明確に把握することが重要であることが浮かび上がることになる。つまり、畠村の指摘する「本質」の把握が重要であるということになる。

また、「技術倫理面の議論の浅さから生まれてきた企業不祥事」に関しては、山口の指摘する関係者の誠実性によって解けない内容をとらえようとしているものである。今回のケーススタディを通して、その解法に関してはなかなか事前に整理しきることが難しい面があることも理解できたと考えられ、対応の困難さを理化することができた面もある。

#### 5 まとめ

本稿では、企業不祥事を「技術倫理面の議論の浅さから生まれてきた企業不祥事」と定義し、企業不祥事発生の主な

要因を確認したうえで、内部統制システムに係る改正会社法等の施行によって、日本において相次いで発生している技術倫理面の議論の浅さから生まれてきた企業不祥事が、新たに抑止される可能性について、一つの事例を通して議論を進めてきた。

今般の改正会社法等の施行により、大企業には「内部統制システムの運用状況の概要を事業報告に記載すること」が新たに課されることになった。本稿では、旭化成建材株式会社の不祥事を題材として、内部統制システムの運用状況の概要を事業報告に記載することが、不祥事発生の新たな抑止の可能性があるのではないか、との仮説を立てて検証を試みたものの、この仮説が適合しているとの検証結果を導くことはできなかった。

その主な理由として、大企業が運用状況の概要を記載するにあたっての明確な記載ルール、特に、企業集団が対処すべき課題、技術的知識の偏在に関する偏在などの記載との棲み分けに関するルールが示されていないからではないかと思われる。

なお、本稿は、初期段階の議論であると言わざるを得ない。他の多くの事例を取り上げながら、課題を理解していくなければならない。今回のような一事例による考察だけでは、理論の有効性を示すことは極めて困難であり、今後、より多くの事例を分析することで、内部統制の実効性を高める手法の拡充に努める必要がある。

- [2] 中尾政之、「失敗百選」、森北出版株式会社、2005年
- [3] 山口利昭、「不正リスク管理・有事対応」、株式会社有斐閣、2014年
- [4] 旭化成株式会社外部調査委員会、「中間報告書(旭化成建材株式会社の杭工事施工物件におけるデータ流用等に関する件)」、2016年
- [5] 旭化成株式会社、「第125期定期株主総会招集ご通知」、2016年
- [6] 旭化成株式会社、「第126期定期株主総会招集ご通知」、2017年
- [7] 法務省民事局参事官室、「会社法の改正に伴う会社更生法施行令及び会社法施行規則等の改正に関する意見募集の結果について(パブリックコメント)」、2015年
- [8] 基礎ぐい工事問題に関する対策委員会、「中間とりまとめ報告書」、2015年

## 参考文献

- [1] 畑村洋太郎、「技術の創造と設計」、株式会社岩波書店、2006年

# 金融分野における番号法対応のプライバシーリスク評価 に関する提案

瀬戸洋一\*・阪本圭\*・佐々木真由美\*・慎祥揆\*

## A proposal on the privacy risk assessment of responding to National ID Act in the financial sector

Yoichi Seto\*, Kei Skamoto\*, Mayumi Sasaki\* and Sanggyu Shin\*

### Abstract

The Social Security and Tax Number System was revised and it is possible that the personal number can be tied to the deposit number of the financial institution decided. Currently, the specific personal information protection evaluation, which is obliged to implement by the numbering law, is only for the institutions such as local governments, and it is obligatory for the private sector to implement safety control measures. In this paper, we propose an implementation scheme of privacy risk assessment on the numbering system in the financial field, making full use of the privacy impact assessment method prescribed as an international standard.

**Keywords:** Act on the Protection of Personal Information, ISO22307, Privacy impact assessment, Personal information, Specific Personal Information Protection Assessment

### 1はじめに

2013年5月に「行政手続における特定の個人を識別するための番号の利用等に関する法律」(以下番号法)が成立した。番号法では個人及び法人に対して、悉皆性、唯一無二性、視認性を有する番号が付番される。付番された個人番号の利用範囲は主に社会保障分野・税分野を中心に細目は番号法別表第一(第9条関連)として定められており、その他の目的で利用することはできない。また個人番号を含む個人情報は番号法第2条において特定個人情報と定義され、一般の個人情報と比べ、より厳格な保護措置が定められている[1]。

2015年9月に「個人情報の保護に関する法律及び行政手続における特定の個人を識別するための番号の利用等に関する法律の一部を改正する法律案」(以後、改正番号法)が可決された。この改正案の中では金融機関が保有する口座番号に個人番号を紐付け、税務調査等に役立てることを可能とする内容が盛り込まれている[2]。

個人情報の漏えいを防ぐため、欧米では個人情報を扱う

システムの構築にあたり、漏えいリスクを事前評価するプラ

イバシー影響評価が実施されている[3]。日本でも番号法において、行政機関等を対象に特定個人情報保護評価の実施が規定されている。民間企業に対しては適切な安全管理措置を行うことが義務付けられているが、特定個人情報保護評価の実施は義務付けられていない[4]。

しかし、金融分野は公共性の高い民間分野であり、改正番号法によって多くの個人番号を保有することになるため、特定個人情報保護評価に準じるプライバシーリスク評価が必要である。

特定個人情報保護評価は、システムと運用に関する評価が混在している等の課題が存在しており、そのまま民間分野で実施するのは不適切である[5]。そのため、国際標準として規定されているプライバシー影響評価の手法を活かして対応することが望ましい。また実施者に過度の負荷を与えないよう、現状のリスク評価内容を踏まえた対応となることが重要である[6]。

本稿ではこれらを考慮して、金融分野における番号法対応に関するプライバシーリスク評価の実施スキームについ

て提案する。

## 2 金融機関へのマイナンバーの展開

改正番号法によって個人番号の活用範囲を拡大するものである。拡大範囲としては以下のものがあげられている[2]。

- (1)預貯金口座へのマイナンバーの付番
- (2)医療等分野における利用範囲の拡充等
- (3)地方公共団体の要望を踏まえた利用範囲の拡充

改正の中で金融機関に影響があるのは、上記(1)であげられている預貯金口座へのマイナンバーの付番である。

これは預金保険機構等による預貯金額の合算においてマイナンバーの利用を可能とすることや、金融機関に対する社会保障制度における資力調査や税務調査において、マイナンバーが付された預金情報を効率的に利用できるようにするものである。

金融機関は上記への対応のため、顧客の預金番号と個人番号を紐付けた上で、検索可能な状態で管理する必要がある。なお、個人番号の管理上のガイドラインについては従来の番号法から不变である。

総論については特定個人情報保護委員会から提示されている「特定個人情報の適正な取扱いに関するガイドライン(事業者編)」、金融業界向け各論としては「金融業務における特定個人情報の適正な取扱いに関するガイドライン」が公開されており、ガイドラインに従って安全管理措置を講ずることが義務付けられている[7]。

## 3 プライバシー影響評価の概要

### 3.1 プライバシー影響評価原稿

プライバシー影響評価(Privacy Impact Assessment 以下 PIA)とは個人情報の収集を伴うシステムの導入や改修の際に、個人情報漏洩の回避または緩和や個人情報の目的外使用の防止、情報主体の意思に反する収集や蓄積等のプライバシーへの影響を「事前」に評価するリスクマネジメント手法である<sup>(8)</sup>。PIA の実施結果を踏まえ、必要に応じてシステムの運用的および技術的な面から、構築するシステムの仕様の変更を促すものである[9]。

PIA を実施し、システム稼働前に是正を行うことにより、システム稼働後にプライバシー問題が発生しシステムの稼動停止や、それに伴い発生するビジネス上のリスク、システム改修に伴う費用負荷を軽減することができる。

PIA は以下の 3 つの機能で構成される。

- ① プライバシー・フレームワーク
- ② プライバシー・アセスメント
- ③ プライバシー・アーキテクチャ

特に重要なのがプライバシー・フレームワークである。

図1にプライバシー影響評価のリスク評価の手順を示す。

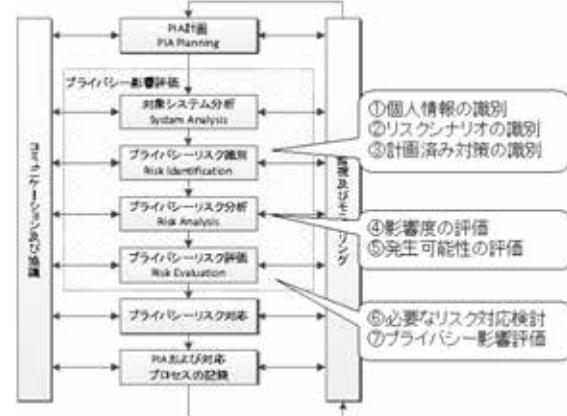


図 1: プライバシー影響評価のフロー

### 3.2 ISO22307 の要求事項

PIA の国際標準基準は 2008 年 4 月に金融サービス向けに ISO22307 として ISO TC68(金融サービス)より発行された<sup>(10)</sup>。金融業務では利用者の個人情報がコンピューターネットワークを経由して国境を越えて移動するため、国際的な取引を行う際に個人情報の安全性を高め、整合性を取る共通のフレームワークが必要となったことが、標準化の背景にある。

表 1 に ISO22307 上で PIA の要求事項として定義される項目とその内容を示す。大きく区分して、PIA の実施手順と PIA 実施体制について定義している<sup>(11)</sup>。

表 1: ISO22307 の要求事項

フェーズ	内 容
実地手順	PIA計画 <ul style="list-style-type: none"> <li>•PIA の適用範囲を定義</li> <li>•適用される法令、規格を特定</li> <li>•体制の明確化</li> <li>•対象システムの調査</li> </ul>
	PIA評価 <ul style="list-style-type: none"> <li>•対象システムの分析</li> <li>•個人情報の業務プロセス分析</li> <li>•データフロー分析</li> <li>•PIA 報告の結論と勧告案を作成</li> </ul>
	PIA報告 <ul style="list-style-type: none"> <li>•評価・分析した事項を文書化</li> <li>•報告書を関係者間でレビュー</li> </ul>
実施体制	十分な専門知識 <ul style="list-style-type: none"> <li>•PIA 実施者は必要な専門知識を持つメンバーを選定する必要性</li> </ul>
	独立性と公共性 <ul style="list-style-type: none"> <li>•対象システムに関する利害関係に対する中立性の確保を行う必要性</li> </ul>
	意思決定の際の利用 <ul style="list-style-type: none"> <li>•PIA の実施結果を、対象システムの意思決定を行う際に利用する必要性</li> </ul>

#### (1) PIA 計画

PIA 計画は適用範囲を定義し、対象システムに適用される個人情報保護関連の法令や規格等を特定する。対象システムの調査などの作業を行い、PIA 実施計画書を作成する。

#### (2) PIA 評価

PIA 評価は、対象システムで使用される個人情報につい

ての業務プロセスとデータフローの分析を行う。分析を元にプライバシーリスクを洗い出し、PIA 報告の指摘事項および指摘事項に対する推奨案を作成する。

#### (3) PIA 報告

PIA 報告は、対象システムについて分析した事項を報告書として文書化し、関係者間でレビューを行う。

#### (4) 十分な専門知識

PIA 実施メンバーは、最低限以下に示す専門知識が必要である。

- ① 評価対象に関する個人情報保護やプライバシー関連の法律、ポリシー、および国際的なプライバシー原則に関する法分野の専門知識
- ② 対象システムおよび関連システムに関する IT インフラについての専門知識
- ③ 対象システムおよび関連システムに関する業務プロセスについての専門知識

#### (5) 独立性と公共性

PIA の実施に際しては、中立性を確保することが必要である。利用者のプライバシー保護が確実に行われるよう、対象システムの開発組織とは異なる中立組織で、PIA 報告書を確認する必要がある。

#### (6) 意思決定の際の利用

PIA 報告書に記載されたプライバシーリスクの回避策または緩和策は、対象システムにおける設計の変更などに利用される。

### 4 金融期間における現状のリスク評価

#### 4.1 特定個人情報保護評価とプライバシー影響評価

特定個人情報保護評価は、諸外国で採用されている PIA 特定個人情報保護評価は、諸外国で採用されている PIA に相当するとされているが、PIA と比較すると大きな違いが幾つか存在する[12]。表 2 は、PIA と特定個人情報保護評価の違いを示す。

表 2: PIA と特定個人情報保護評価の違い

	PIA(プライバシー影響評価)	特定個人情報保護評価
評価の独立性	第三者評価 (専門性、中立性の強い要求)	自己評価
評価対象	個人情報を扱うシステム	特定個人情報を扱うシステムと運用
国際標準	適合	不適合
根拠	社会制度 (法で規定する国もあり)	番号法
評価の時期	システム新規構築及び改修の前 (事前)	システム運用前(事前)及び定期
予算権限	予算執行承認権とリンクする国が多い	予算執行承認権とリンクせず
報告書の公開・承認	公的組織の場合、PCIによる助言、勧告、公開が原則	自治体報告書は公開するも承認手続きない

相違は 2 点ある。1 点目は、評価対象を「特定個人情報ファイルを取り扱う事務」としており、情報システムだけではなく事務(対象の業務に関連するシステムと組織的・人的な運

用)としている点である。2 点目は、PIA が中立性・専門性のある第三者機関による評価であるのに対して、特定個人情報保護評価は自己評価となっている点である。このため特定個人情報保護評価は、リスク評価を適正に実施できない可能性がある[5]。

#### 4.2 金融機関における現状のリスク評価

金融機関では従来、各種のガイドラインに基づき顧客情報保護、管理のための対応が実施されている。本節ではそれらのガイドラインの概要を示す。

##### (1) 金融検査マニュアル

金融庁における金融検査の際に用いられるマニュアルであり、預金等受入金融機関に係る検査マニュアルとも呼ばれる。同マニュアルでは金融機関に対する幅広な検査事項に関して記述されており、中でもリスク管理に関する以下の項目については顧客情報保護並びに関連するシステムに関する検査を行うものとなっている。表 3 は、金融検査マニュアルの検査項目と番号法対応との関係を示す[13]。

表 3: 金融検査マニュアルと番号法対応との関係

大項目	中項目	番号法対応との関係
経営管理(ガバナンス)	-	-
金融円滑化編	-	-
リスク管理等編	法令等遵守体制	-
	顧客保護等管理体制	顧客情報保護の観点で対応
	統合的リスク管理体制	-
	自己資本管理体制	-
	信用リスク管理体制	-
	資産査定管理体制	-
	市場リスク管理体制	-
	流動性リスク管理体制	-
	オペレーション・リスク管理体制	システムリスク管理体制が対応

##### (2) FISC 安全対策基準

公益財団法人 金融情報システムセンター(FISC)が作成しているガイドラインとして、「金融機関等コンピュータ・システムの安全対策基準・解説書」(以下、安全対策基準)が作成されており、金融機関等における運用面、システム構築面での判断基準が記述されている。この安全対策基準は特に強制力はなく、また FISC による適合性評価制度は特にないため、当安全対策基準を参考にして、各金融機関において判断の上、対策を実施する<sup>(14)</sup>。

一方で上記項番 1 に記載されている金融検査マニュアルにおいて、「検査官は、システムリスク管理体制に問題点が見られ、さらに深く業務の具体的検証をすることが必要と認められる場合には、「金融機関等コンピュータシステムの安全対策基準・解説書」(公益財団法人金融情報システムセンター編)等に基づき確認する。」と記述されており、実質的な安全対策基準として機能している[12]。

当安全対策基準は大きく分けて 3 つのカテゴリに分かれで記述されている。表 4 ではカテゴリの一覧とカテゴリ内で

記述されている項目と項目数を示す<sup>(14)</sup>.

表 4: FISC 安全対策基準の概要

カテゴリ	大項目	中項目	小項目数
設置基準	コンピュータセンター	建物、コンピュータ室・データ保管室、電源室・空調機械室、電源設備、空調設備、監視制御設備、回線関連設備	138項目
	本部・営業店等	建物、サーバ設置場所、インストアプランチ	
	流通・小売店舗等との接続チャネル	コンビニATM	
運用基準	-	管理体制の確立、入退管理、運用管理、システム開発・変更、各種設備管理、教育・訓練、委員管理、外部委託管理、デビットカード、オープン系ネットワークを利用した金融サービス、クラウドサービスの利用	115項目
技術基準	システム信頼性向上策	ハードウェアの信頼性向上対策、ソフトウェアの信頼性向上対策、運用時の信頼性向上対策、障害の早期発見・早期回復・災害時対策	53項目
	安全性侵害対策	データ保護、不正使用防止、不正プログラム防止	

### (3) その他のガイドライン

その他の個人情報保護に関するガイドラインとして、表5に示すガイドラインが用意されている。これらのガイドラインは個人情報保護法を踏まえ、金融機関が対応すべき具体的な対応が記述されている。

表 5: その他のガイドライン

ガイドライン名	発行者	発行年	概要・位置づけ
金融機関等における個人データ保護のための取扱指針	FISC	1999年	OECDガイドライン第1(b)並びにEU指令第2条(a), (b), (c)及び第3条Iに対応するものとして策定されたもの
金融分野における個人情報保護に関するガイドライン	金融庁	2009年	「個人情報の保護に関する法律」を踏まえた、金融分野における個人情報の適切な取扱いに関するガイドライン
金融分野における個人情報保護に関するガイドラインの安全管理措置等についての実務指針	金融庁	2005年	「金融分野における個人情報保護に関するガイドライン」に基づいた安全管理措置についての指針

### 4.3 PIA との比較

PIA では、OECD8 原則に従った分類に基づいてリスク評価を実施する。表6にその観点の一覧を示す。

表 6: リスク項目の一覧

大項目	中項目
1 目的明確化の原則	利用目的の特定、個人情報の特定、機微情報
2 利用制限の原則	目的外利用の同意、利用目的の変更、第三者提供、個人情報の共同利用
3 収集の原則	本人の同意
4 データ内容の原則	データの正確性
5 安全の原則	プライバシー保護機構、脆弱性対策、データの消去、識別記録、通信の保護、アクセス制御、監査、安全管理措置、システム関係者の管理、その他運用体制の整備
6 公開の原則	個人情報保護方針
7 個人参加の原則	個人情報の開示、個人情報の内容の訂正、個人情報の利用の停止、第三者提供の停止
8 責任の原則	緊急事態対応

現行の金融機関におけるリスク項目とPIAで評価すべきリスク項目と比較することにより、リスク評価項目の該当性を確認した。表7に結果を示す。

表 7: リスク項目の充分性確認

OECD8原則	個人情報保護法	対応する金融分野のガイドライン
目的明確化の原則	第15条(利用目的の特定)	金融分野における個人情報保護に関するガイドライン 第3条
利用制限の原則	第16条(利用目的による制限) 第23条(第三者提供の制限)	金融分野における個人情報保護に関するガイドライン 第4条
収集の原則	第17条(適正な取得)	金融分野における個人情報保護に関するガイドライン 第7条
データ内容の原則	第19条(データ内容の正確性の確保)	金融分野における個人情報保護に関するガイドライン 第9条
安全保護の原則	第20条(安全管理措置) 第21条(従業者の監督) 第22条(委託先の監督)	金融分野における個人情報保護に関するガイドライン 第10条、第11条、第12条 金融機関等コンピュータシステムの安全対策基準
公開の原則	第18条(取得に際しての利用目的の通知等) 第24条(保有個人データに関する事項の公表等)	金融分野における個人情報保護に関するガイドライン 第8条、第23条
個人参加の原則	第25条(開示) 第26条(訂正等) 第27条(利用停止等)	金融分野における個人情報保護に関するガイドライン 第15条、第16条、第17条
責任の原則	第31条(苦情処理)	金融分野における個人情報保護に関するガイドライン 第21条

### 5 金融機関における番号法対応の課題と対策

4章で示したとおり、現行のガイドラインは既にOECDに基づいたリスク項目を既に充足する水準の検査が為されている。一方、3章で示したPIAの国際標準基準であるISO22307での要求事項と現状のガイドラインを比較した際、幾つかの相違がある。金融機関においてPIAを実施するにあたっての課題の概要と、その対応案を検討する。

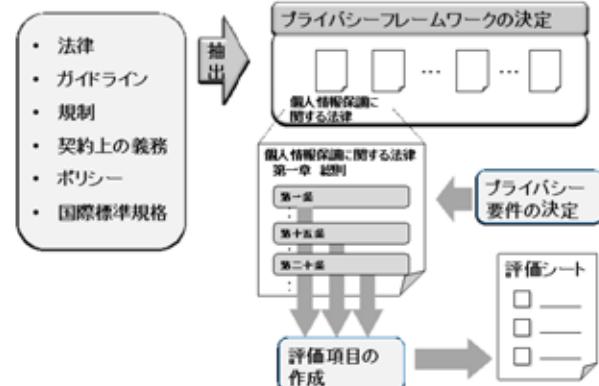


図 3: 評価シート作成フロー

### 5.1 實施時期

4章で述べたとおり、PIAはシステム構築にあたって事前に評価を行うリスクマネジメント手法である。一方、現状のガイドラインに基づく検査は定期的に実施されるものであり、システム構築に際しての検査は存在しない。PIAの主旨を踏まえ、自社内での設計フェーズにおいて、プライバシー影響の評価として実施するのが適切である。例えば、設計レビューにおいてプライバシーリスク評価レビューを実施す

ることが考えられる。

### 5.2 PIA 実施機関の専門性・中立性

ISO22307 では PIA 実施機関に対して専門性と中立性を要求している。しかし金融機関は民間企業であり、公共分野とは異なることから、完全な中立性は要求されてはいない。このため、金融機関内の開発チームにて評価を実施するのが適切である。具体的には社内のシステム部門（IT 知識）並びに業務部門（業務・法務知識）で評価チームを構成し、当該システムの設計書に対して評価を実施する。

### 5.3 第三者機関による点検

PIA の実施結果については第三者機関による確認が要求されているが、5.2 項と同様の理由により、社内において利害関係のない監査部門を点検組織として実施する。ただし将来的には、個人情報の保護に関する法律（以下、個人情報保護法）にて規定されている認定個人情報保護団体が確認を行うことが適切であると考える<sup>(2)</sup>。

なお、公的分野では評価報告書は公開されるのが通常であるが、民間分野において報告書そのものの公開は必要ではない。評価基準と評価実施の実績について公開することが適切と考える。

### 5.4 評価の手順

評価実施にあたっては、評価の手順・流れを定める必要がある。ISO22307 をベースとして開発したガイドラインを用いて実施することが適切である。図 2 は、PIA の実施フローを示す<sup>(11)</sup>。

例えば、国内においては先行して試験的に PIA を実施している事例があり、そのガイドラインを参照することが有効である<sup>(16)(17)</sup>。ただし将来的には、5.3 項と同様に業界内の認定個人情報保護団体にて発行するのが適切である。

### 5.5 評価基準

PIA を実施する際は正しく評価を実施するための評価基準が必要である。このため、評価基準として評価シートを作成する。

図 3 は評価シートの作成フローを示す<sup>(9)</sup>。各種法令やガイドライン等から評価項目を導き出しており、現状で実施されているリスク評価と整合することが重要である。本件については次章で詳述する。

## 6 金融機関における PIA 実施の提案

5 章で述べたとおり、PIA 実施は、現状で実施しているセキュリティ評価と PIA での要求事項が整合していることが重要である。

図 4 は、民間分野での PIA 実施事例をベースとして評価

基準と現状のセキュリティ評価の対応を示す。

PIA 評価シートは OECD8 原則を観点として抽出されており、運用面の評価である責任の原則を除く 7 つの原則について、現行のガイドラインとの対応状況を述べる。

#### (1) 目的明確化の原則

システムで取り扱う個人情報を特定する手続きが講じられているか、機微情報の取り扱いに関する確認、取得目的の明確化が講じられているかを確認するものである。

金融分野における個人情報保護に関するガイドラインの第 3 条において利用目的の明確化について、第 6 条において機微情報の取り扱いについて規定されており、対応している。

#### (2) 利用制限の原則

明確化した利用目的でのみ個人情報が使用されることを確認するものである。具体的には目的外利用や利用目的変更の際の手続きや、個人情報の第三者提供や共同利用に関する確認が含まれている。

金融分野における個人情報保護に関するガイドラインの第 5 条において利用目的による制限が定められている。また同 13 条には第三者提供の制限に関する規定がされており、対応している。

#### (3) 収集の原則

個人情報の取得にあたって、利用目的を通知、または公表した上で同意を取得しているかを確認するものである。

金融分野における個人情報保護に関するガイドラインの第 3 条において同意の必要性を、同第 4 条で取得すべき同意の形式を定めている。その他、同第 8 条において利用目的の通知について規定しており、PIA での評価基準と整合している。

#### (4) データ内容の原則

取得した個人データについて、データが正確かつ最新の状態とするための方策について確認するものである。具体的に方策とは入力時の照合・確認と、誤り等を発見した場合の訂正等の手続き、手順を指す。

金融分野における個人情報保護に関するガイドラインの第 9 条において、データ内容の正確性の確保を定義しており、対応している。

#### (5) 安全保護の原則

個人データの安全保護を保つための方策について確認するものである。確認内容は多岐に渡っており、以下の 10 項目である。

- ① プライバシー保護機能(利用状況の追跡可能性)
- ② 脆弱性対策機能(脆弱性の確認と対応について)
- ③ データの消去(データの処分手順)
- ④ 識別認証
- ⑤ 通信内容の保護
- ⑥ アクセス制御
- ⑦ 監査(監査ログ、リソース監視)
- ⑧ 安全管理措置

		PIA評価の実施				PIA報告書の作成
		評価準備	プライバシーリスクの識別	プライバシーリスクの分析	プライバシーリスクの評価	報告
評価手順	実施体制の整備	評価関連資料の収集	個人情報の識別	影響度の評価	必要なリスク対応の検討	PIA報告書の作成
	対象範囲の確定	対象システムの分析	リスクシナリオの識別	発生可能性の評価	プライバシー影響評価	
	参照法令や規格、ガイドライン、社内規程、契約類の特定	データフローの分析	既存または計画済み対策の識別			
	PIA実施計画書の作成	評価シートの作成				
成果物	・PIA実施計画書 ・システム分析書 ・データフロー分析書 ・評価シート	・個人情報管理制度台帳 ・リスク分析表	・リスク分析表 ・評価シート	・リスク分析表 ・評価シート	・PIA報告書	

図 2: PIA 実施手順

### ⑨ システム関係者の整理(委託先の確認)

### ⑩ 外部の機関との個人情報交換

現行のガイドラインでの対応状況について以下に示す。

①については、金融分野における個人情報保護に関するガイドラインの第 10 条にて、安全管理措置を規定しており、その中にシステム稼働状況の記録について規定している。

②については、金融機関等コンピュータシステムの安全対策基準の技 30~34 において悪意のあるコードからの保護や検知について、技 9 においてサービスレベルについて定義している。

③については、同基準の運 75 においてデータの廃棄に関する規定が存在する。

④についても同基準の技 26, 35, 技 36 において認証について定義を行っている。この中でパスワードを複数回入力誤りした場合にロックすることや、パスワードの有効期限設定等について規定している。

⑤については、同基準の技 29, 33 において伝送データの暗号化及び改ざんの検知について規定している。

⑥については、金融分野における個人情報保護に関するガイドラインの第 10 条でも定義されているほか、詳細のアクセス制御(権限割当等)については、金融機関等コンピュータシステムの安全対策基準の運 16, 18 で運用面の、技 31, 36 でシステム上のものについて規定している。

⑦については、同基準の技 37 にて監査ログについて、技 20 にてシステム運用上の監視に関する規定を行っている。

⑧についても同基準の運 12~13 にて物理面の入退出管理に関する規定をしており、運 14 にてオペレーターによる手順の整備、運 27 でシステムバックアップ取得に関する策定を行っている。

⑨については、金融分野における個人情報保護に関するガイドライン第 12 条にて委託先の管理を規定しており、委託範囲の明確化や、ルール遵守状況の確認の詳細につ

いては、金融機関等コンピュータシステムの安全対策基準に記述している。

⑩についても同様に同安全対策基準の運 55~56 にて、外部の接続内容の明確化、運用管理方法について述べている。

### (6) 公開の原則

個人情報保護方針の策定と内外への宣言を確認する。

金融分野における個人情報保護に関するガイドライン第 23 条にて個人情報保護宣言の策定と公表について規定しており、対応している。

### (7) 個人参加の原則

個人情報の開示・訂正・利用停止・第三者提供の停止に関わる手続き、仕組みの整備を確認するものである。

金融分野における個人情報保護に関するガイドライン第 15 条~第 17 条において開示・訂正・利用停止・第三者提供の停止について規定しており、対応している。

上記より PIA の評価手順は、現状の金融機関へのセキュリティ評価基準と整合しており、現在実施している評価を活用することで PIA の評価を実施可能であると考える。

現状の評価基準を活用しながら、前章で述べた対策を行うことで、負担を軽減した上で PIA を実施できる。国際標準である PIA を実施することで、プライバシーリスクを事前に評価可能となると共に、適切な手順に基づいて評価を実施していることをステークホルダーへ説明することが可能となる。

## 7まとめ

本稿では産業技術大学院大学紀要のフォーマットについて記した。改正番号法によって金融機関に対して預貯金口座へのマイナンバーを付番が決定された。金融分野は公共性の高い民間分野であり、行政機関で実施されている特定個人情報保護評価に準じるプライバシーリスク評価が必要である。

金融機関の活動は海外にも及ぶため、グローバルな規格に基づいた手法である ISO22307 に準拠したプライバシー影響評価を実施するのが適切である。

金融機関においては FISC 安全対策基準をはじめとする各種基準によって個人情報保護が図られており、その検査基準は番号法で求められている水準を満たしている。一方で、①実施時期、②実施機関の専門性・中立性、③第三者機関による点検、④評価の手順、⑤評価基準といった点でプライバシー影響評価の基準を満たさない。そのため、現状で実施されているリスク評価を踏まえ、以下のフレームワークにおいてプライバシー影響評価を行うことが適切である見解を得た。

①設計期間中に特定個人情報に関するリスク評価のレ

ビューを実施する, ②システム部門(IT知識)並びに業務部門(業務・法務知識)で評価チームを構成した上で、評価の実施を行う, ③社内で独立した監査部門にて点検を行う, ④ISO22307 ベースでの手順書を利用する, ⑤法令等を踏まえた評価シートを作成する。

以上により、有効なプライバシー影響評価を実施できることを明確にした。今後は、提案フレームワークが正しく機能するか、実証が必要である。

### 謝辞

本研究は、東海大学法科大学院 特任教授 六川浩明弁護士、産業技術大学院大学の沖村星児氏、黒沢裕太氏、馬小飛氏に有益な議論に参加いただいた。ここに感謝の意を表します。

### 参考文献

- [1]行政手続における特定の個人を識別するための番号の利用等に関する法律:  
<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/bangoseido/pdf/260717bangouhou.pdf>
- [2]内閣府大臣官房番号制度担当室: 個人情報の保護に関する法律及び行政手続における特定の個人を識別するための番号の利用等に関する法律の一部を改正する法律案(概要)  
[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon\\_bunka/number/dai8/siryou2.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/number/dai8/siryou2.pdf)
- [3]瀬戸洋一: 実践的プライバシーリスク評価技法—プライバシーバイデザインと個人情報影響評価, 近代科学社, 2014.
- [4]特定個人情報保護委員会: 特定個人情報保護評価指針: <http://www.ppc.go.jp/files/pdf/shishin.pdf>
- [5]佐々木真由美, 阪本圭, 緑川和宏, 慎祥揆, 瀬戸洋一: 特定個人情報保護評価における課題分析, コンピュータセキュリティシンポジウム, 2015.
- [6]阪本圭, 瀬戸洋一ほか: 金融分野における番号法対応のプライバシーリスク評価に関する一考察, SICS2016
- [7]特定個人情報保護委員会: 金融業務における特定個人情報の適正な取扱いに関するガイドライン  
<http://www.ppc.go.jp/files/pdf/141211kinyu-guideline.pdf>
- [8]瀬戸洋一, 六川浩明, 新保史生, 村上康二郎, 伊瀬洋昭: プライバシー影響評価 PIA と個人情報保護, 中央経済社, 2010.
- [9]慎祥揆, 畠山智美, 佐々木真由美, 瀬戸 洋一: 特定個人情報保護評価におけるリスク項目の分析, 暗号と情報セキュリティシンポジウム, 2015.
- [10] ISO22307 Financial services – Privacy impact assessment, 2008.

[11]永野学, 岡本直子, 岡崎吾哉, 川口晴之, 坂本誠, 瀬戸洋一: 個人情報影響評価ガイドラインの開発, 日本セキュリティ マネジメント学会誌, Vol.29 No.1, 2015.

[12]特定個人情報保護委員会: 特定個人情報保護評価指針の解説

<http://www.ppc.go.jp/files/pdf/explanation.pdf>

[13]金融庁,金融検査マニュアル:

<http://www.fsa.go.jp/manual/manualj/yokin.html>

[14]公益財団法人 金融情報システムセンター: 金融情報システムとFISC 安全対策基準について

[http://www.fsa.go.jp/singi/singi\\_kinyu/kessai\\_sg/siryou/20141208/03.pdf](http://www.fsa.go.jp/singi/singi_kinyu/kessai_sg/siryou/20141208/03.pdf)

(15) FISC: 金融機関等コンピュータシステムの安全対策基準・解説書, 2013.

[16]産業技術大学院大学: 個人情報影響評価 事例集, 2013.

[http://aiit.ac.jp/master\\_program/isa/professor/y\\_seto.html](http://aiit.ac.jp/master_program/isa/professor/y_seto.html)

[17]産業技術大学院大学: 医療分野個人情報ガイドライン, 2013.

[http://aiit.ac.jp/master\\_program/isa/professor/y\\_seto.html](http://aiit.ac.jp/master_program/isa/professor/y_seto.html)

Web サイト情報は 2015 年 11 月 24 日に確認



# 自動売買システム向けリアルタイムミドルウェア

千代浩之\*

## Real-Time Middleware for Automated Trading Systems

Hiroyuki Chishiro\*

### Abstract

Automated trading systems traditionally imply timing constraints with proper quality of service. In order to achieve these requirements, imprecise computation model is one of the used methods. However, imprecise computation has practical problems, and hence the revised computation model is required. The author of this paper introduces the parallel-extended imprecise computation model, which overcomes the weakness of imprecise computation model. The parallel-extended imprecise computation model is implemented in RT-Seed, which is a real-time middleware for semi-fixed-priority scheduling. RT-Seed supports APIs for financial companies. Thanks to RT-Seed, users can develop their own trading strategies easily. The author believes that RT-Seed is a de facto standard of real-time middleware for automated trading systems.

**Keywords:** Real-Time Middleware, RT-Seed, Automated Trading Systems, Parallel-Extended Imprecise Computation Model, Semi-Fixed-Priority Scheduling

### 1 はじめに

2016年1月に日本銀行が発表したマイナス金利政策、2016年6月にイギリスが発表したEU離脱、2017年8月に仮想通貨で発生したビットコイン分岐は国内・国外の金融危機を引き起こした。未来に起こりうる金融危機からリアルタイムに資産を守ることは急務である。株や為替、仮想通貨等の金融商品を手動で売買する場合、判断が遅く大幅な損失を抱えてしまう問題がある。この問題を解決するために、自動売買システムの実現が社会的に求められる。

自動売買システムにはリアルタイム性の保証と高い品質の売買ストラテジーが要求される。リアルタイム性とは決められた時間までに処理を完了しなければならない性質のことである。ここで、リアルタイム性は速く処理を完了すれば良いのではなく、デッドライン(例えばミリ秒～分の時間)までに処理を完了することが重要である。高い品質の売買ストラテジーを実現するためには、分析の時間を長くする必要がある。しかしながら、分析の時間を長くするほど、デッドラインまでに処理を完了できずにリアルタイム性を保証できない問題が発生する。従って、デッドラインまでの時間において出来る限り長く分析を行い、デッドラインミスする危険性がある場合、分析を中断して途中までの分析結果を利用して売買の判断を行う機構が必要になる。従って、リアルタイム性の保証と高い品質の売買ストラテジーはトレードオフの関係にある。自動売買システムの実現には、このトレードオフを開拓することが望まれる。

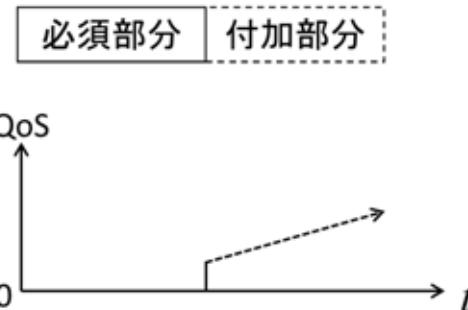


図 1:インプレシス計算モデル

リアルタイム性を保証しつつ品質を高める手法の一つとしてインプレシス計算モデル[1]が挙げられる。図1にインプレシス計算モデルを示す。インプレシス計算モデルは、リアルタイム性を保証する必須部分とリアルタイム性を保証しない付加部分を持つ。必須部分は付加部分より先に実行する。必須部分の実行が完了した時、一定のサービスの品質(QoS: Quality of Service)が向上する。そして、付加部分を実行するほどQoSが高くなる。もし過負荷状態に陥った時、付加部分の処理を中断もしくは破棄することでリアルタイム性を保証する。

インプレシス計算モデルは実用性に関して大きな問題がある。具体的には、(1) 付加部分の処理を完了し、中断、または破棄した後の処理のリアルタイム性を保証できないこと、(2) 並列処理によりQoSを向上させることができないことが挙げられる。これらの問題により、近年のコンピューターアーキ

Received on September 19, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

テクチャで主流になっているメニーコアプロセッサが搭載されているサーバの性能を効率よく利用できず、結果として十分な QoS が確保できない恐れがある。

本論文では、自動売買システム向けリアルタイムミドルウェア RT-Seed[2]を紹介する。RT-Seed はインプリサイス計算モデルの実用性の問題を解決するために、並列インプリサイス計算モデルをサポートしている。また、本論文の独自の記述として、様々な証券会社の API をサポートすることで、為替や仮想通貨を含む多くの金融商品を容易に自動売買できることを紹介する。

本論文の構成は以下の通りである。2 章では、自動売買システム向けリアルタイムミドルウェア RT-Seed について紹介する。3 章では、本論文の関連研究について述べる。最後に、4 章で結論を述べる。

## 2 RT-Seed: 自動売買システム向けリアルタイムミドルウェア

本章では、自動売買システム向けリアルタイムミドルウェア RT-Seed について紹介する。RT-Seed はリアルタイム処理を実現するために、C++言語で実装されている。

まず、RT-Seed の特徴である並列インプリサイス計算モデルについて述べる。次に、並列インプリサイス計算モデルにおけるタスクをサポートする準固定優先度スケジューリングについて述べる。そして、RT-Seed がサポートしている証券会社である OANDA 社[3], bitFlyer 社[4], Quandl 社[5], OpenWeatherMap 社[6]の API を紹介する。最後に、OANDA 社における自動売買システムのプログラミング例を紹介する。これらの API やプログラミング例は本論文を執筆している 2017 年 9 月の情報であり、今後変更する可能性があることに注意されたい。

### 2.1 並列インプリサイス計算モデル

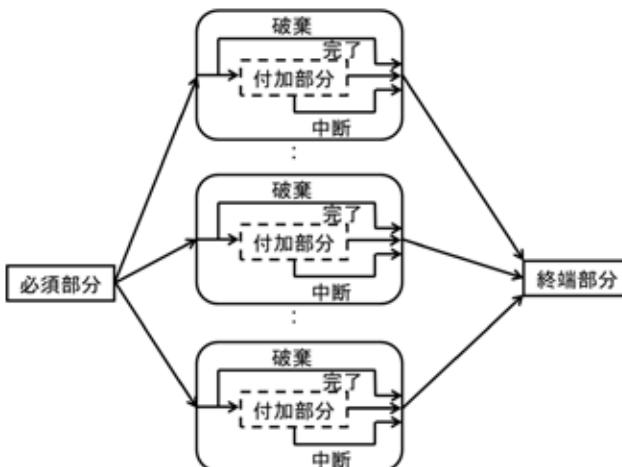


図 2: 並列インプリサイス計算モデル

図 2 に並列インプリサイス計算モデルを示す。並列インプリサイス計算モデルは、必須部分、付加部分、終端部分の 3 つの部分から構成されている。並列インプリサイス計算モデルの特徴は、付加部分を並列処理することで QoS を大幅に向上させることができることになる。また、付加部分はそれぞれ独立して完了、中断、または破棄することができるため、自動売買システムを柔軟に構築することができる。並列インプリサイス計算モデルにおいて付加部分の並列で実行する個数が 1 つの場合は、拡張インプリサイス計算モデル[7]と同等になることに注意されたい。

自動売買システムに並列インプリサイス計算モデルを適用した例を述べる。必須部分では、証券会社から金融商品の価格データ(例:ドル/円)を取得する。付加部分では、過去の価格データから未来の価格を予測するテクニカル分析(例:ボリンジャー・バンド[8])や、国や会社の健全性を評価するファンダメンタル分析(例:金利、雇用)を実行する。終端部分では、付加部分で分析した結果を収集して、売り、買い、もしくは何も売買しないことを決定する。これらの処理を一定の間隔(ミリ秒～分の時間を想定)で周期的に実行することで、リアルタイム性を保証しつつ品質の高い売買ストラテジーを実現することができる。

リアルタイム処理を行う代表的なアプリケーションとしてロボットや自動車が挙げられる。これらのアプリケーションでは、マイクロ秒～ミリ秒の時間でモータ制御や動画像処理を実行しなければ正常に動作できない。これに対して、本研究で開発する自動売買システムはミリ秒～分の時間でも正常に動作できることに着目している。従って、並列インプリサイス計算モデルにより、リアルタイム処理を行うアプリケーションをロボットや自動車だけでなく自動売買システムに広げることができる。これにより、リアルタイム処理の研究分野の発展に大きく貢献する。

### 2.2 準固定優先度スケジューリング

準固定優先度スケジューリング[9]は、リアルタイム性を保証しつつ売買ストラテジーの品質を向上できるリアルタイムスケジューリングである。準固定優先度スケジューリングは、並列インプリサイス計算モデルにおける必須部分、付加部分、終端部分の各々の優先度を固定するが、必須部分から付加部分、付加部分から終端部分に実行を遷移する場合に優先度を変更する。必須部分と終端部分は付加部分より高い優先度を設定するため、必須部分から付加部分に実行を遷移する場合は優先度を低く設定し、付加部分から終端部分に実行を遷移する場合は優先度を高く設定する。

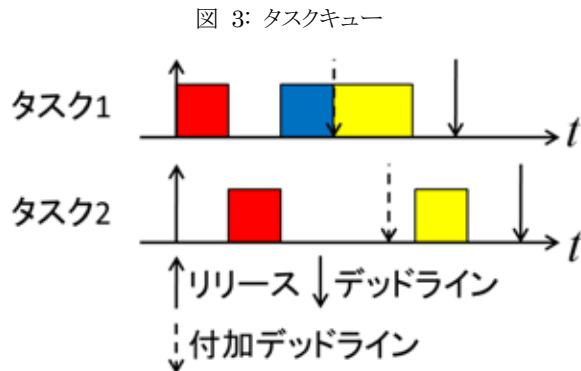
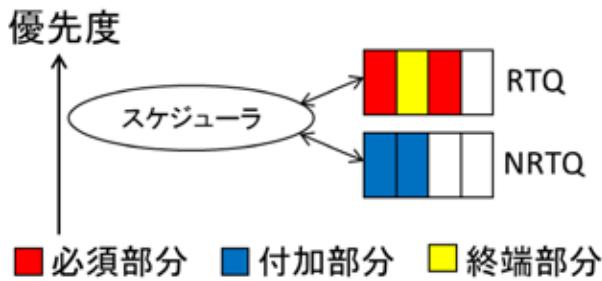


図 4: RMWP のスケジュール例

図 3 に準固定優先度スケジューリングのタスクキューを示す。赤、青、黄の四角はそれぞれ必須部分、付加部分、終端部分を表す。準固定優先度スケジューリングは、Real-Time Queue (RTQ) と Non-Real-Time Queue (NRTQ) の 2 種類のタスクキューを持つ。RTQ は必須部分と終端部分が実行可能状態のタスク、NRTQ は付加部分が実行可能状態のタスクを固定優先度でスケジューリングする。RTQ にあるタスクは NRTQ にあるタスクより優先度が高い。スケジューラは、まず RTQ にタスクがあるかどうかをチェックする。RTQ にタスクがある場合、RTQ のタスクを固定優先度でスケジューリングする。RTQ にタスクがなく NRTQ にタスクがある場合、NRTQ にあるタスクを固定優先度でスケジューリングする。RTQ と NRTQ の両方にタスクがない場合、プロセッサはアイドル状態になる。

固定優先度スケジューリングには Rate Monotonic (RM) アルゴリズム[10]を用いる。RM アルゴリズムはタスクの周期が短いほど高い優先度を持つ。この RM を基調とした準固定優先度スケジューリングを Rate Monotonic with Wind-up Part (RMWP) アルゴリズムと呼ぶ。

RMWP にはユニークなパラメータである付加デッドラインを持つ。付加デッドラインは付加部分の過負荷が原因で終端部分のデッドラインミスが発生しない時刻に設定する。タスクが付加デッドラインにおいて付加部分を実行中の場合、付加部分の処理を中断して終端部分を実行する。付加部分が未完了の状態で付加デッドライン時刻になった場合、付加部分を中断または破棄して終端部分を実行する。

図 4 に RMWP のスケジュール例を示す。この例において

タスクは二つあり、タスク 1 はタスク 2 より優先度が高い。まず、タスク 1 の必須部分、次にタスク 2 の必須部分が実行する。そして、タスク 1 は付加部分を実行するが、付加デッドライン時刻で付加部分の実行が完了していない。この場合、タスク 1 は付加デッドラインで付加部分の処理を中断して終端部分を実行する。タスク 1 の終端部分が完了した時刻でタスク 2 が実行状態になったが、付加デッドライン時刻を過ぎているため、付加部分を破棄して終端部分を実行する。

RT-Seed では、マルチコアプロセッサにおけるパーティション方式をサポートした Partitioned RMWP (P-RMWP) アルゴリズム[11]を実装している。パーティション方式はタスクの実行前に予めコアに割り当てて、他のコアに動的にマイグレーションをしない。グローバル方式をサポートした Global RMWP アルゴリズム [12] やグローバル方式とパーティション方式のハイブリッドである Reduction to Uniprocessor for RMWP アルゴリズム[13]と比較して、リアルタイム性は少し低下するが、低オーバヘッドで実行できる利点がある。リアルタイム性の若干の低下は、RT-Seed が主に動作するメニューーカプロセッサにおいては大きな問題ではないため、RT-Seed は P-RMWP アルゴリズムを採用した。

### 2.3 OANDA 社の API

OANDA 社は、外国為替証拠金取引 (FX: Foreign eXchange) の取引ができる。具体的には、ドル／円を含む 71 種類の通貨ペアをサポートしている。OANDA 社には Representational State Transfer (REST)-V20, REST, Java, Financial Information eXchange (FIX), MT4 の API が提供されている。以下に各々の API の特徴と RT-Seed におけるサポート状況を述べる。

- REST-V20 API: OANDA 社の次世代 V20 取引エンジン用の REST API である。REST-V20 API は日本では提供していないため RT-Seed ではサポートしていないが、今後サポートする予定である。
- REST API: OANDA 社の V1 取引エンジン用の REST API である。RT-Seed は、REST API を C++ 言語で実装することでサポートしている。
- Java API: Java 言語用の API である。RT-Seed はリアルタイム処理を実現するために C++ 言語で実装されているため、Java API をサポートしていない。
- FIX API: 証券会社と投資家の間で取引に関する FIX プロトコル用の API である。RT-Seed ではまだサポートしていないが、今後サポートする予定である。
- MT4 API: Meta Trader 4 (MT4) 用の API である。MT4 は高機能トレードツールであり、MQL4 言語で売買ストラテジーを実装する。これに対して、RT-Seed は C++ 言語で売買ストラテジーを実装するため、MT4 API をサポートしていない。

RT-Seed では、HTTP/HTTPS を含む様々なプロトコルを実装しているライブラリである curl [14]を用いて REST API を実装している。また、OANDA 社はデモ口座(無料で取引できる口座)を提供している。デモ口座では、実際の資金を必要とせず仮想的に資金を持った状態で取引できる。デモ口座を利用することで、大幅な損失が発生した場合でも、支障なく自動売買の実験ができる。

#### 2.4 bitFlyer 社の API

bitFlyer 社は仮想通貨であるビットコインやビットコインの代わりになるコイン(アルトコイン)であるイーサリアム、ライトコインやビットコインキャッシュの取引ができる。bitFLyer 社が提供している 4 種類の API を以下に示す。

- bitFlyer Lightning API: bitFlyer 社で仮想通貨の自動売買を実現するための API である。RT-Seed では、bitFlyer Lightning API をサポートしている。
- bitFlyer Lightning API Playground: bitFLyer Lightning API の呼び出しを検証するための環境である。これは Web サービスなので、RT-Seed に依存せず利用可能である。
- chainFlyer API: ビットコインの仕組みを視覚化した API である。ビットコインの取引をリアルタイムで表示することができる。RT-Seed ではまだサポートしていないが、今後サポートする予定である。
- Echo API: 複数人宛に小額からビットコインを送付できる法人向けサービスである。RT-Seed では、Echo API をサポートしていない。

#### 2.5 Quandl 社の API

Quandl 社は金融・経済データを取得できる API を提供している。具体的には、欧米やアジアを含む世界中の株や経済指標、統計データ等(例: 日経平均株価、ナスダック総合指数)を API で取得できる。これらのデータを利用することで、より品質の高い売買ストラテジーを構築することができる。

Quandl 社は有償と無償のデータを提供しているが多くのデータは無償である。RT-Seed は無償のデータ用の API をサポートしている。

#### 2.6 OpenWeatherMap 社の API

OpenWeatherMap 社は、世界中の天候情報を取得できる API を提供している。天候情報により、小麦やコーン等の農作物の価格の予測や、気象現象である気温、湿度等を基準として条件を上回る(もしくは下回る)場合に補償額が支払われる権利を取引する天候デリバティブにも利用できると考えられる。

OpenWeatherMap 社は、Quandl 社と同様に有償と無償のデータを提供しているが、RT-Seed は無償のデータ(現在

の天候情報、5 日間／3 時間の天気予報、天気マップ)用の API をサポートしている。

#### 2.7 プログラミング例

```
vector< string>
instruments{“USD_JPY”, “EUR_JPY”};
Rate rate{instruments};

Account account = Account::getInstance();
Order order {};
Task task {};

void exec_mandatory(void)
{
    string str
    = Http::getUrlEncodeString(instruments, ‘,’);
    rate.getCurrentRate(account, task, str, “”,
        Rate::callbackCurrentRateInfo)
}

void exec_optional(void)
{
    /* do your own trading strategy. */
}

void exec_windup(void)
{
    if (do_order()) {
        struct OrderInfo info;
        /* set info to your own order information. */
        order.createNewOrder(account, info,
            Order::callbackCreateNewOrderInfo);
    }
}
```

図 5: 自動売買システムのプログラミング例

図 5 に OANDA 社の REST API を実装した RT-Seed における自動売買システムのプログラミング例を示す。instruments はドル／円(USD\_JPY) やユーロ／円(EUR\_JPY)を表す文字列を保持する string クラスの可変長配列のテンプレートクラス vector である。Rate クラスは為替データを管理し、instruments のような string クラスを保持する vector を第一引数に取るコンストラクタを持つ。Account クラスは、OANDA 社のアカウント情報を管理し、デザインパターンの一つであるシングルトンに基づいて実装されている。すなわち、Account クラスのコンストラクタは private とし、インスタンスを生成するためには、getInstance 静的メンバ関数を呼び出す必要がある。Order

クラスは注文情報を管理する。Task クラスは並列インプリサイス計算モデルにおけるタスクの情報(例:周期, デッドライン, 最悪実行時間, 各々の部分の関数ポインタ)を管理する。`exec_mandatory` 関数, `exec_optional` 関数, `exec_windup` 関数はそれぞれ並列インプリサイス計算モデルの必須部分, 付加部分, 終端部分を実行する。

`exec_mandatory` 関数では, まず Http クラスの `getUrlEncodeString` 静的メンバ関数を呼び出して `instruments` を URL エンコードした文字列に変換する。具体的には, `instruments` の vector をカンマ区切りで URL エンコードした一つの文字列に変換する。すなわち, カンマを URL エンコードした ASCII コード「%2c」に変換した文字列を生成する。次に, Rate クラスの `getCurrentRate` メンバ関数を呼び出して現在の為替データを取得する。引数として Account クラスの変数 `account`, Task クラスの変数 `task`, string クラスの変数 `str`, コールバック関数である Rate クラスの `callbackCurrentRateInfo` 静的メンバ関数を設定する。このコールバック関数内で為替データを JSON 形式で取得し, そのデータを変数 `rate` に格納する。

`exec_optional` 関数ではユーザの独自の売買ストラテジーをプログラミングする。売買ストラテジーの中身は秘匿する必要があると考えられるため, 本論文では中身を記述しない。また, `exec_optional` 関数は並列処理により複数のスレッドから同時に実行するため, 並列プログラミングの制約を受けることに注意されたい。付加部分は付加デッドライン時刻で処理を中断する可能性があるため, `exec_optional` 関数におけるプログラミング制約として, (1) メモリ等の共有資源を動的に確保しないこと, (2) 分析結果をグローバル変数に保存すること, が挙げられる。(1)において, 付加部分の処理を中断する場合, 正しく共有資源を解放できない恐れがある。結果としてメモリリークやデッドロックを引き起こしてしまう。また, (2)において, 計算結果をローカル変数に保存している場合, 付加部分の処理を中断するとスタックが巻き戻るため, ローカル変数のデータが消失してしまう。従って, (1)や(2)のプログラミング制約を守る必要がある。必ず実行して欲しい処理がある場合は, `exec_mandatory` 関数内の最後に実行すると良い。その処理が非常に長い場合は, デッドラインミスを引き起こす可能性があることに注意されたい。

`exec_windup` 関数では, まず分析結果により売買するかどうかを判断するために `do_order` 関数を呼び出す。`do_order` 関数は `exec_optional` 関数の中身と同様にユーザが独自でプログラミングすることなので, 詳細は記載しない。`do_order` 関数の戻り値は, 売買する場合は `true`, 売買しない場合は `false` になる。もし売買する場合, OrderInfo 構造体の変数 `info` に注文情報を入力する。そして, Order クラスの `createNewOrder` メンバ関数を呼び出して新規注文を発行する。`createNewOrder` メンバ関数の引数には,

Account クラスの変数 `account`, OrderInfo 構造体の変数 `info`, コールバック関数として Order クラスの `callbackCreateNewOrderInfo` 静的メンバ関数を設定する。このコールバック関数内で, 新規注文を発行した結果を受け取る。

この例で示したように, 自動売買システムの実現には多くのプログラミング量を必要としない。従って, RT-Seed により自動売買システムを容易に実現できることを示している。

### 3 関連研究

ロボットや自動車を対象としたミドルウェアとして, RT ミドルウェア[15]や ROS[16]が挙げられる。これらのミドルウェアはロボットや自動車の開発を支援するための多くの機能を実装しているが, リアルタイム性を保証できない問題がある。RT ミドルウェアや ROS にリアルタイム性を追加する手法は存在するが, メインラインではサポートしていない[17][18]。従って, 現状の RT ミドルウェアや ROS を用いてリアルタイム性を保証することは困難である。

リアルタイム性を保証できるミドルウェアとして RT-OpenMP[19]が挙げられる。RT-OpenMP は並列処理の計算モデルの一つである Fork-Join をサポートしているが, 過負荷状態に陥った時に処理を中断できない問題がある。

これに対して, 本論文で紹介する RT-Seed は並列インプリサイス計算モデルにより, リアルタイム性を保証しつつ過負荷状態に陥った時に処理を中断できることが特徴である。さらに, 他のミドルウェアと比較して, 金融商品の自動売買システムに必要な証券会社の API をサポートしている優位性がある。

### 4 おわりに

本論文では, 自動売買システム向けリアルタイムミドルウェア RT-Seed を紹介した。RT-Seed は, リアルタイム性の保証と QoS の向上を両立するために, 並列インプリサイス計算モデルをサポートしていることが特徴である。特に, 付加部分が中断可能なため, 過負荷状態に陥った場合でもリアルタイム性を保証できる。また, OANDA 社を含む多くの証券会社の API をサポートしているため, ユーザは RT-Seed を用いることで容易に自動売買システムを構築することが可能である。

今後は, より多くの証券会社の API を実装し, 様々なユーザに利用してもらうことを目指す。また, 売買ストラテジーの品質を向上させるために, ディープラーニングをサポートする。具体的には, ディープラーニングにおける再帰的ニューラルネットワークの一つであり, 時系列データを分析可能な Long Short-Term Memory[20]を実装する。また, 複数の必須部分を持つ拡張インプリサイス計算モデル[21]を並列インプリサイス計算モデル向けに改良する。

## 参考文献

- [1] K. Lin, S. Natarajan, and J. Liu. Imprecise Results: Utilizing Partial Computations in Real-Time Systems. In Proceedings of the 8th IEEE Real-Time Systems Symposium, pp. 210–217, Dec. 1987.
- [2] H. Chishiro. RT-Seed: Real-Time Middleware for Semi-Fixed-Priority Scheduling. In Proceedings of the 19th IEEE International Symposium on Real-Time Computing, pp. 124–133, May 2016.
- [3] OANDA. <https://www.oanda.com/>.
- [4] bitFlyer. <https://bitflyer.jp/>.
- [5] Quandl. <https://www.quandl.com/>.
- [6] OpenWeatherMap. <https://openweathermap.org/>.
- [7] H. Kobayashi and N. Yamasaki. An Integrated Approach for Implementing Imprecise Computations. IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. 86, No. 10, pp. 2040–2048, Oct. 2003.
- [8] J. A. Bollinger. Bollinger on Bollinger Bands, 1st ed. McGraw-Hill, Aug. 2001.
- [9] H. Chishiro, A. Takeda, K. Funaoka, and N. Yamasaki. Semi-Fixed-Priority Scheduling: New Priority Assignment Policy for Practical Imprecise Computation. In Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications, pp. 339–348, Aug. 2010.
- [10] C. L. Liu and J. W. Layland. Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard Real-Time Environment. Journal of the ACM, Vol. 20, No. 1, pp. 46–61, Jan. 1973.
- [11] H. Chishiro and N. Yamasaki. Experimental Evaluation of Global and Partitioned Semi-Fixed-Priority Scheduling Algorithms on Multicore Systems. In Proceedings of the 15th IEEE International Symposium on Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing, pp. 127–134, Apr. 2012.
- [12] H. Chishiro and N. Yamasaki. Global Semi-Fixed-Priority Scheduling on Multiprocessors. In Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications, pp. 218–223, Aug. 2011.
- [13] H. Chishiro. Optimal Multiprocessor Real-Time Scheduling based on RUN for Practical Imprecise Computation with Harmonic Periodic Task Sets. In Proceedings of the 14th IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, pp. 80–89, Aug. 2016.
- [14] curl. <https://curl.haxx.se/>.
- [15] N. Ando, T. Suehiro, K. Kitagaki, T. Kotoku, and W. K. Yoon. RT-Middleware: Distributed Component Middleware for RT (Robot Technology). In Proceedings of the 2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3555–3560, Aug 2005.
- [16] ROS. <http://www.ros.org/>.
- [17] H. Chishiro, Y. Fujita, A. Takeda, Y. Kojima, K. Funaoka, S. Kato, and N. Yamasaki. Extended RT-Component Framework for RT-Middleware. In Proceedings of the 12th IEEE International Symposium on Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing, pp. 161–168, Mar. 2009.
- [18] H. Wei, Z. Shao, Z. Huang, R. Chen, Y. Guan, J. Tan, and Z. Shao. RT-ROS: A real-time ROS architecture on multi-core processors. Future Generation Computer Systems, Vol. 56, pp. 171–178, Mar. 2016.
- [19] D. Ferry, J. Li, M. Mahadevan, K. Agrawal, C. Gill, and C. Lu. A Real-Time Scheduling Service for Parallel Tasks. In Proceedings of the 19th IEEE Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, pp. 261–272, Apr. 2013.
- [20] S. Hochreiter and J. Schmidhuber. Long Short-Term Memory. Neural Computation, Vol. 9, No. 8, pp. 1735–1780, Nov. 1997.
- [21] H. Chishiro and N. Yamasaki. Semi-Fixed-Priority Scheduling with Multiple Mandatory Parts. In Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing, pp. 1–8, June 2013.

# enPiT2 におけるアジャイル開発技術者教育の取り組み

中 鉢 欣 秀\*

## An Agile Development Engineer Education in enPiT2 Program

Yoshihide Chubachi\*

### Abstract

In this paper, an educational program for students to learn the agile development methodology is proposed. It focuses on the both agile mindsets and agile skillsets. The agile mindsets include essence of the agile development as team activities. For the successful agile development, the agility of the team is most important. Then how to increase the team agility is the most important knowledge for the agile engineers. Those whom want to learn agile development need to obtain the agile mindsets. In addition, the agile skillsets are also necessary to perform an agile development smoothly as team developments. This educational program provides the agile mindsets and skillsets to the learners who will be skilled agile developers.

Keywords: agile development, agile mindset, agile skillset, enpit, pbl

## 1 はじめに

### 1.1 背景

アジャイル開発はソフトウェア開発の手法として近年注目され、産業界でも急速に関心が高まっている。企業では変化の激しいビジネス環境に対応できる迅速なソフトウェア開発が求められており、アジャイル開発はこのような場面で効果を発揮する[1]。

このような状況に対応するために、大学教育においてもアジャイル開発についての教育が始まっている[2]。今後のアジャイル開発の普及を見据え、アジャイル開発に対応できる人材、すなわちアジャイル開発技術者の育成は急務となっている。

ところが、アジャイル開発技術者の教育は従来型の大学教育では難しい。アジャイル開発の知識は数多くの実践経験から編み出されたプラクティスの集合である。そのため、実践経験のない初心者にとっては理解しづらいものが多い。単に教科書的知識を覚えたとしても、実際に自分でできるようになるためには高いハードルがある。特に重要なアジャイル開発のマインドセットを教科書や講義のみで理解するのは困難である。

この背景を踏まえ、大学におけるアジャイル開発技術者育成のための有効な教授法について探ることが本研究の目標である。産業技術大学院大学(以下、AIIT)では、2017年度より、文部科学省の平成28年度「成長分野を支える情報技術人材の育成拠点の形成(enPiT)」の一貫としてして学部学生を対象としたアジャイル開発技術者教育を開始した。

これは、その前年度まで実施していた大学院修士課程学生を対象とした enPiT を発展させたものである。なお、両者を区別する際には前者を「enPiT2」、後者を「enPiT1」と読んでいる。

本論文では、enPiT2 プログラムにおけるアジャイル開発人材育成の取組について述べる。特徴はアジャイル開発に必要となる「マインドセット」と「スキルセット」を合わせて短期間に集中的に学ぶプログラムを提供していることである。

アジャイル開発においては、アジャイル開発のために必要となるマインドセットの理解と習得が重要である。ここでいうマインドセットとは、アジャイル開発で良いとされる振る舞いを行うためのある種の心構えである。

アジャイル開発では自己組織化や、継続的な改善を通してチーム全体の生産性を向上することが必要である。しかしながら、具体的にどのようにすればチームの生産性が上がるか、という問に対する決まった答えはない。チームにおいてはチームメンバーが自ら生産性向上の方法を自ら発見する必要がある。このような改善に繋がる、「良い振る舞い」に気づき行動するための、言わばメタなコンピテンシーがアジャイル開発のマインドセットなのである。

一方、アジャイル開発のスキルセットとして求められるのはチームによる協調作業としてのソフトウェア開発を円滑に行うための技術知識である。チームによる生産性を向上させるには、チーム活動を円滑にするための各種のツールについて理解し、効果的に活用する必要がある。

2001年にまとめられたアジャイルソフトウェア開発宣言[3]では、「プロセスやツールよりも個人と対話を」することにより

Received on October 1, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

価値がある、と述べられている。しかしながら、これはプロセスやツールに価値がないという意味ではない。加えて、この宣言が発表された時代と今とを比べると、よりアジャイルの高い開発作業に充分活用できる各種のツール、とりわけクラウド型のツールが容易に利用できるようになっている。

このような状況の変化も踏まえ、本研究で提案する教育プログラムではアジャイル開発のマインドセットとスキルセットを合わせて学び、実践的知識の獲得ができるように構成した。

## 1.2 研究設問

本研究の目的は、大学教育においてアジャイル開発の技術者を育成するための教育プログラムを作成し、その有用性を明らかにすることである。従って研究設問としてはこの教育がなされた学習者の行動変容についてマインドセットとスキルセットの観点から、次の項目が観察できたかどうかとする。

1. [マインドセット] 学習者が、チーム活動としてアジャイル開発のマインドセットに基づいた振る舞いに基づき、継続的な改善ができるようになったか
2. [スキルセット] 学習者が、チームによるソフトウェア開発においてアジャイル開発のスキルセットを身に着け、円滑な協同開発作業が実施できるようになったか

以下、2.では本研究で提案するアジャイル開発技術者育成の手法について述べる。3.では、2017年度に夏合宿として実施した本手法による教育の結果を示す。4.ではこの結果に対する考察を行い、5.でまとめを述べる。

## 2 アジャイル開発技術者育成の手法

### 2.1 スクラムの全体像

スクラムは1990年台にJ. Sutherlandらがまとめたアジャイル開発手法である[5]。スクラムの開発フレームワークはスクラムガイド[6]で定義されて、この中にはスクラムの役割、イベント、成果物が記述されている。この内、イベントと成果物に注目して全体像を整理したものを図1に示す。

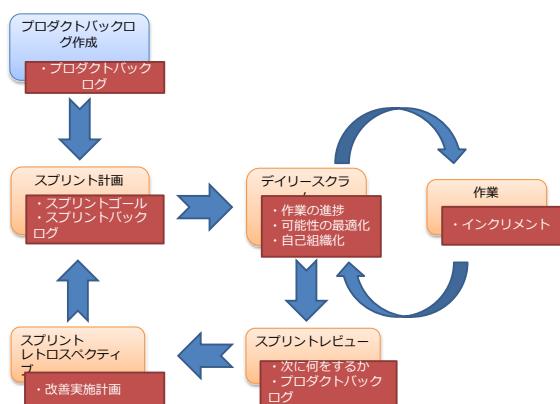


図1 スクラムのイベント・成果物

スクラムのフレームワークはPDCAサイクルとして捉えることができる。スプリント計画では2~4週間程度のスプリントを計画する(Plan)。スプリントでは開発作業を行う。その際、毎日デイリースクラムを実施し、前日までの作業内容、当日の作業計画、課題を共有する(Do)。スプリントが完了したらスプリント・レビューを実施する(Check)。その後、スプリント・レトロスペクティブにおいて次スプリントでの改善計画を作成する(Act)。

なお、前述のスクラムガイドでは、これらの作業を実施せよ、と述べているが、具体的な方法については言及していない。スクラムは宣言的に定義されたフレームワークであり、どのように実現するかについてはスクラムチームで自ら考える必要がある。とは言え、具体的な方法については幾つか代表的なプラクティス(例えば、振り返りに用いるKPT法、カンバンによる見える化)などが知られており、開発の現場に取り入れられている。

このように、スクラムの全体像を知識として理解するなら図1の内容に加えて、プロダクトオーナー、スクラムマスターといった役割について学べばよい。問題は、具体的にどのように実践するかである。これについてはスクラムガイドには答えがなく、実践的なワークを通して能動的に学習する必要がある。

### 2.2 従来手法

教科書を読むだけでは理解できないアジャイル開発のマインドセットを学ぶために、アジャイル開発のエッセンスを取り入れたワークショップを実施する方法がある。参加者はワークショップを通して実際にアジャイル開発のプロセスを体験し、より深い理解に至る。

従来からコーチングの現場で活用されている手法として、紙飛行機ワークショップ[7]がある。これは、チームの共同作業により、一定の時間内に規定の距離を飛ぶ紙飛行機を作成する演習である。

紙飛行機の作り方には一定のルール(制限事項)が有る。これを守りながらチームは紙飛行機をできるだけ多く作成する。紙飛行機を作成するための作業時間は3~5分程度が一般的である。スクラムのフレームワークに当たれば、これはスプリントに相当する。

紙飛行機を折るスプリントに先立ち、チームはスプリントで作成する紙飛行機の数を見積もる。これはスプリント計画に対応する。また、スプリントが終わったら省察を行い、次のスプリントを改善する。これはスプリント・レトロスペクティブに対応する。以上を5回程度繰り返す。改善の成果により、チームが一度に作成できる紙飛行機の数は増えてゆく。

この演習ではルールに定義されていること以外どんなことをしても良いのであるが、得てしてチームが「勝手に思い込んでしまっている制約」が生じる場合がある。振り返りを通し

て、それらが改善を妨げていることに気づくこともワークショップの狙いである。

また、チームで折り紙を折るワークショップも効果的なコーチングの手法である。こちらはよりスクラムのフレームワークに沿って実施される。

例えば、「折り紙を作つてテーマパーク」を作成する演習がある。大きな流れとして、チームはどのようなテーマパークがほしいかを考えて、ユーザストーリーを作る。これに優先順位をつけてプロダクトバックログを作成する。次に、他のチームにこれを提示し、提示されたチームはこれを実際に折り紙やその他会場にある物品でテーマパークを作成する。スプリントが終了したらプロダクトオーナにデモをする。その後、振り返りを行う。これらを複数回繰り返す。

このワークショップでは、プロダクトバックログを作成したプロダクトオーナーチームと、バックログを実装する開発者チームとがスクラムにおけるそれぞれの役割を果たしている。プロダクトオーナーが求める成果物を開発者チームが実現する際に生じる、コミュニケーションに起因する様々な問題について、その解決を図ることを経験することができる。

以上述べた、紙飛行機や折り紙のワークショップでは、スクラムのフレームワークに沿った PDCA サイクルを擬似的に学習者に体験させることにより短期間でアジャイル開発のエンタセスنسを体験できる内容となっている。

ここで取り上げたもの他にも多数のワークショップが提案されており、アジャイル開発のコーチングの現場で活用されている。教科書では学べない、アジャイル開発のマインドセットを学ぶ方法として位置づけられている。

## 2.3 提案手法

前節で述べた従来手法によるアジャイル開発を理解するためのワークショップでは、紙飛行機や折り紙などを作成する。この方式であればソフトウェアの技術者以外でも参加しやすい。また、事前の準備などの手間もある程度少なくてすみ、実施が容易である。しかしながら、このワークショップをチームによるソフトウェア開発に繋げるためには、実際にコードを書く演習が必要である。

紙飛行機などのワークショップを IT 企業で働く社会人を対象に行うのであれば、そこで得た学びをその後の実務で応用することでチーム開発の改善につなげることができる。しかし、本研究で対象とする学習者は大学生であるので、アジャイル開発のマインドセットをソフトウェア開発に活かせるようになるための橋渡しができるとよい。

この考えに基づき、2017年度のenPiT夏合宿では、従来手法によるアジャイル開発のマインドセットの教育とともに、チームによるソフトウェア開発を円滑に実施するための各種のツールの使い方をアジャイル開発のスキルセットとして教え、これを活用して実際にコーディングするところまでを短期間で実現する。また、開発過程で問題が発生した際には、アジャイル開発の特徴である「直感的・即時的」な対応を実現するため、開発者全員が問題を抱えられるようにすることで、問題解決の効率化を図る。

間で集中的に行う教育プログラムを開発し、実施した。

具体的には、コーディング作業をチームで円滑に行うために Git および GitHub を集中的に学生にハンズオンし、その後、90 分を 1 スプリントとする「短縮スクラム開発」を行う。

以下、GitHub 入門の内容と、短縮スクラムについて説明する。

## 2.4 GitHub 入門

GitHub 入門は非常に多機能な Git コマンドの中から、チームによる協同開発に必要となる最低限の機能を抽出し、ストーリ立てで学べるようにしたハンズオンのための教材である

大きく、資料の解説、個人演習、チーム演習に別れている。個人演習では、Git コマンドを使って一人で演習できる内容となっている。Git リポジトリの作成から、コミットの登録、ブランチの操作、及び、コンフリクトの発生と対処法までを学ぶことができる。

チーム演習では、GitHub にリモートリポジトリを用意してチームで Git を利用する。個人演習ではできない、協同開発をチームで学ぶのが主眼である。

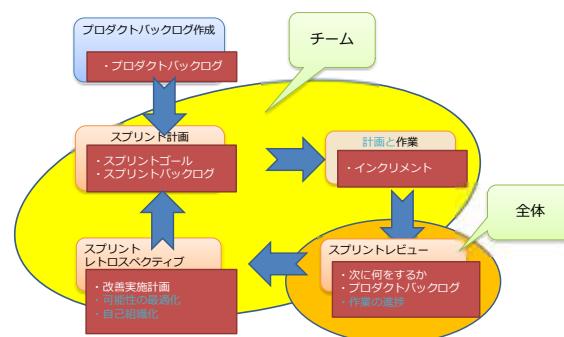
この教材は、90 分の授業 4 コマ分を念頭に作成してあるが、事前に個人演習のパートと予習させることで、2 コマ(3 時間)から 2 時間程度まで圧縮して実施してもよい。

この教材は MIT ライセンスで公開しており、次の URL から入手できる。

[https://github.com/ychubachi/github\\_practice](https://github.com/ychubachi/github_practice)

## 2.5 短縮スクラム開発

スクラムのエッセンスを踏まえつつ、教室で実施できるワークショップとして「短縮スクラム開発」を考案した。図2にその全体像を示す。



## 図 2 短縮スクラム演習

図 1 で示したオリジナルのスクラムフレームワークと比較すると、ディリースクラムが省かれている。それ以外は大きな変更はない。

スプリント計画と実際の作業はチーム単位で行う。レビューについて、プロダクトオーナーがチーム外にいる場合は、プロ

ダクトオーナが中心となる。あるいは、明確にプロダクトオーナを設定しない場合は講師や他のチームがユーザの視点でレビューする。レビューの結果を受けて、プロダクトバックログ・リファインメントもここで実施する。その後、チームごとにスプリント・レトロスペクティブを実施する。ここまでを1スプリントとして捉え、次のスプリントはスプリント計画から始める。

各イベントは次のタイムテーブルで実施する。各イベントの時間は自由に調整してよいが、この例ではトータルで90分に収まるようにした（大学の授業1コマ分に相当する）。

分	イベント
5	スプリント・プランニング
50	スプリント
15	スプリント・レビュー
5	プロダクトバックログ・リファインメント
5	スプリント・レトロスペクティブ
10	休憩（または予備）
90	（合計）

表 1 短縮スクラム開発

また、実際に開発するスプリントに先立ち、ツールやフレームワークになれるためにスプリント0を実施しても良い。

## 2.6 enPiT 夏合宿の構成

以上のコンテンツを夏合宿（集中講座）として構成した。本学が主催した合宿では5日間の日程を確保した。また、ミニマム版を山口大学の夏合宿の中で2日間実施した。

夏合宿の主な内容は次の通り。

- 1) アジャイル・スクラム解説
- 2) 「紙飛行機」ワークショップ
- 3) 「折り紙」ワークショップ
- 4) Git/GitHub 演習
- 5) 短縮スクラム開発
- 6) 全体の振り返り

1)では、アジャイル開発やスクラムに関する知識項目の講義を行った。合宿に先立ち、事前学習用に「アジャイル開発概論」と題したビデオ教材を用意し、学生に視聴させた。

2)では、チームに分かれて紙飛行機ワークショップを実施した。紙飛行機を作成するスプリントを実施し、実際に飛ばしてみてプロダクトをリリースする。その結果を振り返り、チーム作業を改善する。

3)では、チームに分かれて折り紙ワークショップを実施した。チームごとにプロダクトバックログを作成し、それを別のチー

ムに説明し実装してもらうという形で実施した。この演習では、スプリントバックログの作り方に関する解説と実際の作成作業も行う。

4)では、作成した Git/GitHub 演習資料を用いて、個人演習及び、グループ演習を行う。演習資料は事前に印刷し、ハンドアウトとして利用できるようにした。

5)では、短縮スクラム開発を行う。

6)では、合宿全体で得た学びを振り返る。

## 3 結果

### 3.1 集中合宿の参加者等

本学と山口大学で実施した合宿の時期、場所、参加大学、および、人数を表 2 に示す。本学の会場は御殿場高原時之栖を利用した。山口大学は教室で実施した。

時期	場所	参加大学	人数
2017/9/4~8	御殿場	東京女子大	5名
		琉球大	17名
2017/9/21~22	山口大	山口大	28名

表 2 夏合宿参加校と参加者数

### 3.2 アジャイル・スクラム解説

AIIT が開催した夏合宿ではスライド資料に基づき講師が講義を行った。山口大では、事前にビデオ教材を視聴させたものの、教室において集団で視聴したことにより、理解が不十分なように見受けられた。その為、ビデオを再度視聴させ、ところどころ講師が補足する形態で実施した。

アジャイル開発であるスクラムの全体像や、各イベント、作成異物、会議等の進め方についての解説を行った。

### 3.3 「紙飛行機」ワークショップから得る学び

チームで紙飛行機を作成するワークショップを実施した。ワークショップを実施している様子を図 3 に示す。



図 3 紙飛行機ワークショップの様子（山口大）

ワークショップの流れは、まず、ルールを解説ことから始め

る。やってはいけないことを中心にルールを説明し、その制約の範囲においてできるだけ多くの紙飛行機を作成し、うまく飛ばすことが目標であることを伝えた。

チームごとに計画をたて、何機とばせるか予測を立てた。それらをホワイトボードに共有した。その後、一定時間内に実際に紙飛行機を作成し、テストを実施した。

最初は数機しか飛ばせなかつたチームが、改善を繰り返すことにより、60機以上飛ばせるようになったチームもあった。

### 3.4 折り紙ワークショップの実施結果

折り紙ワークショップでは、プロダクトオーナーが希望するテーマパークを開発チームが実装するという形で実施した。

チームは、プロダクトオーナーが作成したプロダクトバックログリストにあるユーザーストーリーを実現するために様々な工夫をして作品を作った。1回のスプリントごとに、プロダクトオーナーに作品のデモンストレーションした。プロダクトオーナーはこれをレビューし、次のスプリントに向けて要求を伝えた。開発チームは次のスプリントでよりプロダクトオーナーの要求に沿うように作品を改善した。

図 4 に折り紙ワークショップで作成された作品の例を示す。



図 4 折り紙ワークショップの作品例

なお、山口大学で実施した夏合宿では時間の関係でこのワークショップを割愛した。

### 3.5 短縮スクラム開発による成果

次に、短縮スクラム開発を実施した。表 1 に示したタイムテーブルに従い、全部で 4 スプリント実施することができた。

AIIT の演習では、プロダクトオーナーと開発チームを別々にした。これにより、プロダクトオーナーと開発チームとの間でコミュニケーションが発生した。開発したプロダクトは、HTML/CSS による静的な Web ページであった。

山口大学では、同じチームがプロダクトバックログを作成して開発した。開発したプロダクトは Android アプリとし、Android Studio を用いて実装した。

AIIT が実施した短縮スクラム開発の成果物を図 5 に示す。

図 5 琉大チームによる短縮スクラム開発の成果物

### 3.6 合宿全体を通した学びの振り返り

AIIT の夏合宿では、全体を通した学びを振り返るために、「振り返りの樹」を作成した。作成の手順は、まず、振り返りとして YWT 法を実施した。これに従い、時系列にそって「やったこと(Y)」をポストイットに書き出した。つぎに、「わかったこと(W)」を書き出し、最後に、「つぎやること(T)」を書き出した。

これらを整理して、樹の絵にすることで、学びの結果を共有した。この結果を図 6 に示す。



図 6 振り返りの樹

山口大学では振り返りのポスターの作成を行った。ポスターの作成は、合宿終了後の課題として行われた。成果物は

発表会の会場で掲示された、その結果を図 7 に示す。



図 7 振り返りのポスター

#### 4 考察

一連の夏合宿プログラムを通して、学習者に起こった行動変容について、考察する。

アジャイル開発のマインドセットの観点からは、学習者は振り返りがチーム活動の改善に結びつくことを理解し、自らのチーム作業で実践できた。ただ漫然と作業を続けるのではなく、時間を区切り、頻繁に振り返りを行うことで、チームの生産性は大きく向上することは、紙飛行機ワークショップの成果に端的に示されている。また、ユーザへの価値の提供を第一に考えるマインドも、折り紙ワークショップで身につけられる。これらことを学習者が経験できたことは、本プログラムの成果であり、今後のチーム活動に大きく影響する。

また、スキルセットの観点では、GitHub 演習と短縮スクラム開発を通して、チームによるソフトウェア開発を円滑に実施するスキルを身に着けた。90 分という短時間でスプリントを繰り返すことで一連のスクラムフレームワークについて本質的理解にたどり着いたと言えよう。

加えて、演習においてはチームごとに自己組織化が自然と行われ、1 つの課題に対してチーム全体で取り組む(スウォーム)というスクラムの特性を体験できた。

自分たちで作業環境を改善し、作業効率を上げる工夫をしたチームもあった。車椅子の受講者がいたチームは、車椅子でも議論に用意に参加できるように、机を壁に付けて壁に模造紙をはって議論するなど工夫も見られた。あるいは、休み時間を利用して他のチームと情報交換を行い、課題の解決をしたチームもあった。

以上を通して、本研究の研究設問であるアジャイル開発のためのマインドセットとスキルセットを経験的に身につけるための学習環境として、本提案手法は有効に機能した。

#### 4.1 将来研究

今回のプログラムを通して、学習者に伝わりづらかったものがあったので、これらについて今後、教材や教授法について改善していきたい。

プロダクトバッケログをユーザの視点で作成する方法が学習者には意外と難しく、作成法に関して何らかの示唆を示すことができるとよい。また、スプリントバッケログをカンバンとして利用することについて、チームごとに利用状況にばらつきがあった。

これら以外にも改善すべき項目について今後、研究を継続したい。

#### 5 おわりに

本論文ではマインドセットとスキルセットの両面からアジャイル開発技術者を育成するための教育プログラムについて述べた。このプログラムは enPiT2 の夏合宿として実施し、学習者はアジャイル開発の本質について深く理解することができた。

今後、大学教育において本手法を更に改善して実施し、優れたアジャイル開発技術者の育成に貢献したい。

#### 参考文献

- [1] 平鍋健児, 野中郁次郎, “アジャイル開発とスクラム”, 翔泳社, 2013
- [2] 中鉢 欣秀, 小山 裕司, “アジャイル開発技術及び協調作業スキルセット学習のための体系的教育プログラム”, 産業技術大学院大学紀要, Vol. 10, pp.37-41, 2017
- [3] <http://agilemanifesto.org/iso/ja manifesto.html>
- [4] 嶋峨智, 渡辺知恵美, 木塚あゆみ, 中鉢欣秀, 河辺徹, “ビジネスアプリケーション分野”, コンピュータソフトウェア, Vol. 34, No. 1, pp.24-28, 2017
- [5] 西村直人, 永瀬美穂, 吉羽龍太郎, “スクラム・ブートキャンプ ザ・ブック”, 翔泳社, 2013
- [6] <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2016/2016-Scrum-Guide-Japanese.pdf>
- [7] <https://agilefaq.wordpress.com/activities-and-games-for-learning-agile/paper-plane-game/>

# Tabletop-Teacher: Enhanced Personal e-Learning with Tabletop Telepresence

Hiroaki Tobita\*

## Abstract

We present Tabletop-Teacher, which integrates e-learning with real world objects (e.g., books and notebooks) using a compact telepresence. There are many e-learning systems that work on PCs and mobile devices. Specifically, video streaming-based e-Learning provides face-to-face communication between remote teachers and local students. However, conventional e-learning systems do not take real world objects into account enough. Therefore, we developed Tabletop-Teacher, a compact telepresence system to enhance e-learning. Our telepresence system implements a robotic arm attached to a tablet device. As the tablet contains both camera and display, the device works for face-to-face communication. As the tablet is attached to the robotic arm, the telepresence works through pan-tilt motions and can move on a desk. Thus, it can see both a student and real-world objects on the desk by changing direction. Moreover, to realize natural interactions, we integrate our telepresence with a wearable device to sense a user's head motion, so a remote user's head motion is directly reflected to the telepresence system.

**Keywords:** Computational Assimilation, Telepresence, Computer-Mediated Learning, Augmented Reality, e-Learning

## 1 Introduction

Video streaming-based e-learning has been widely developed. Conventional e-learning is mainly divided into two types: passive and interactive. An example of passive e-learning is a system that provides lecture videos on the Internet. Lectures are pre-recorded as video content, so the students can play and view them whenever they want to study by using PCs and mobile devices. Some systems provide e-learning software applications that students can use like video contents. Interactive e-learning systems support face-to-face communication between a remote teacher and a local student. Although a teacher in a video does not react to a student, the interactive e-learning system is effective for teaching directly and personally. However, most interactive e-learning systems focus on software, which works on typical PCs and mobile devices. Thus, interactions have been almost the same since e-learning first appeared, and the hardware is not particularly effective for e-learning.

We think there are two reasons that compose the gap between real lectures and e-learning. One is that

conventional e-learning systems do not take real-world objects enough into account. The conventional system is designed for a normal PC or mobile device, so it is unable to integrate e-learning with real-world objects. Students usually use simple software on a normal PC or mobile device. The software contains a video streaming window and several GUIs, so the software is main element in conventional e-learning. We use textbooks provided by e-learning software and a text editor on PCs as a notebook, so conventional e-learning is completed by software technologies. However, software-based e-learning is limited in display environments, so it cannot support a wide variety of lectures. For example, students still use real books and notebooks instead of PCs and tablet devices, especially in elementary and junior high schools. Thus, it is important to integrate e-learning with real-world objects to provide more effective e-learning.

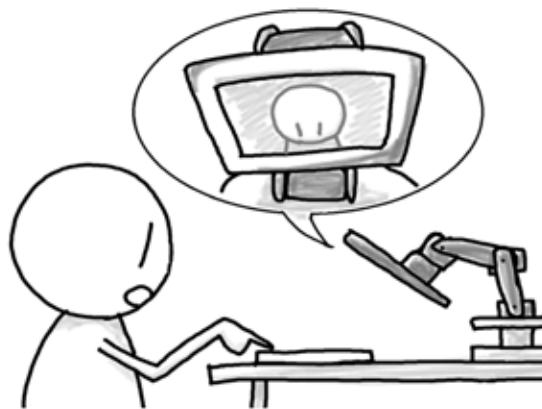
The other complication with current e-learning systems is that interaction between a teacher and a student is limited. To represent a remote user in a local place, telepresence systems have been developed

---

Received on September 29, 2017

\* Advanced Institute of Industrial Technology

and used for e-learning. The remote user is represented as a video image or computer graphic character. Some of these systems work on a tabletop environment, making them effective for personal e-learning. However, most of them are not designed to use real-world objects. To interact with both local users and real-world objects, telepresence gestures need to be designed more carefully. Thus, more dynamic and rich gestures to represent remote users' motions are needed.

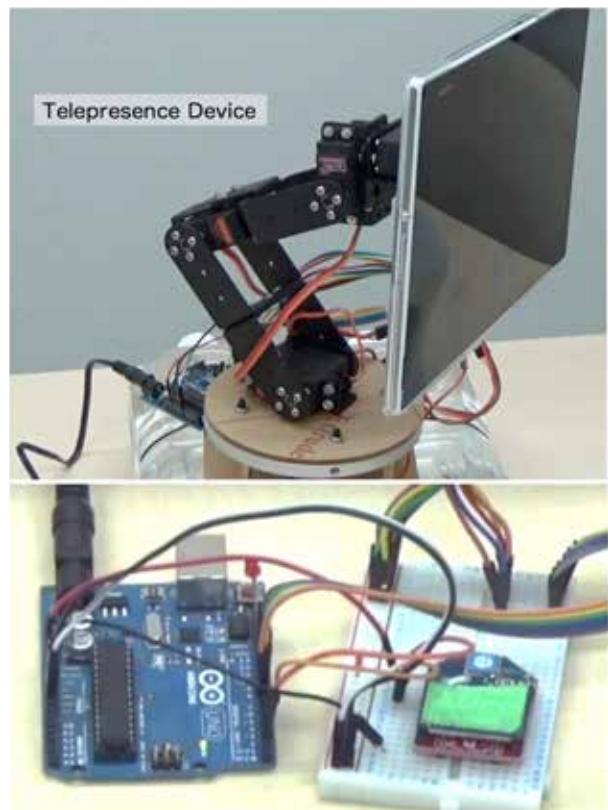


**Figure 1. Tablettop-Teacher Overview:** A teacher controls the telepresence system from a distance, and a student communicates with the teacher through telepresence.

Therefore, we developed Tabletop-Teacher, a telepresence system to enhance e-learning. In our Tabletop-Teacher prototype, a teacher controls the telepresence system from a distance, and a student communicates with the teacher through telepresence. Our telepresence system is implemented by a robotic arm attached to a tablet device (Fig. 1). As the tablet is attached to the robotic arm, the telepresence system works with pan-tilt motion and moves on a desk. Thus, the teacher can see both the student and the real-world objects on the desk by changing the direction. Thus, our system provides unique lecture integrating digital information with physical objects (e.g., books and notebooks).

As the tablet contains a camera and display, it works for face-to-face communication. As the tablet moves with pan-tilt motion, it allows remote users to communicate with local users with a wide variety of gestures, such as nodding in agreement and shaking the head by moving the tablet horizontally and

vertically. Our system can arrange video images, such as using cartoon characters instead of the user's face and adding image effects to enhance face-to-face communication. Furthermore, users can change their voices. Thus, both local and remote users can choose the best visuals and voices. Moreover, to realize natural interactions, the telepresence is integrated with a wearable device to sense a user's head motion, which is then directly reflected by the telepresence system.



**Figure 2. Tablettop-Teacher Implementation:** Our telepresence system is implemented by a robotic arm attached to a tablet device.

## 2 Tablettop-Teacher Overview

Like in a conventional approach, face-to-face communication is one of the most important elements, because we recognize feelings from both the teacher and the student through facial attributes. Our current prototype is basically for a single teacher and a single student, and they communicate with each other through face-to-face communication. Figure 2 shows a basic use of Tabletop-Teacher between a remote teacher and a local student.



**Figure 3. Basic Functions:** The telepresence system moves depending on the remote user's head motion (top), and the viewpoint changes depending on the angle of the head if the remote user moves his/her head (bottom).

## 2.1 Learning with Telepresence

As the telepresence device is connected to the Internet, it is possible to use it for a wide variety of functions. Our system uses a personal telepresence system, so teachers can log in the telepresence wherever they are. In addition, our telepresence system supports face-to-face communication through video streaming, so it can arrange several elements of face-to-face communication, such as streaming and motion data (Fig. 2).

We think our system provides two unique teachings. One is that our system can attend to multiple teachers, even if a student uses the same telepresence system. As the telepresence system is connected to the Internet, several teachers who are in different places and different departments can teach the same student through the same telepresence system. This approach is similar to the conventional e-learning system. However, our system expresses the teacher's gestures by using pan-tilt motion. As different teachers express their behaviors differently, so our system expresses teachers' characters

effectively.

The other is that our system can enhance the remote user's face and voice through video streaming, even if the teacher is the same. The system sends video streaming, that is, digital data captured by the camera and microphone. Thus, we can arrange the data by using visual and sound effects. For example, by using cartoon characters instead of real images, the remote teacher's facial attributes are enhanced. We can simply integrate video streaming with facial effects. Furthermore, we can arrange the motion of the telepresence through the Internet. Thus, by controlling the motion parameter, we can make the telepresence motion sociable or more dynamic.

## 2.2 Telepresence and Wearable Devices

In the Tabletop-Teacher system, the student and teacher use different devices: a telepresence device and a wearable device. Each device is connected to the Internet.

To begin with, the student sets the telepresence system and several things (e.g., books, notebooks) on his/her desk. Through the telepresence system, the

remote teacher teaches the student by sharing things on the desk and interacting through face-to-face communication. The student communicates with the teacher through a telepresence device. The telepresence device works in a local environment and is represented to the teacher in a remote environment. It contains a display to support face-to-face communication, and a robotic arm to change the display's direction depending on the remote teacher's purposes.

### 3 Implementation

#### 3.1 Telepresence Device

The telepresence device is divided into two parts: the tablet device and the robot arm. To make the telepresence more natural, our telepresence provides face-to-face communication and gesture expressions. By using a robotic arm, it is possible to express a wide variety of motions. The robotic arm supports pan-tilt motion to move the tablet device. As the tablet contains a camera, the remote teacher's view is directly changed depending on the motion of the arm. The telepresence is also used to express a wide variety of gestures to the local user. Figure 2 shows the prototype telepresence system. The telepresence is designed to work on a desk, so it is as compact as a desk lamp.

MMSpace [1] also uses a pan-tilt telepresence system to support group-to-group conversations. The system focuses on displaying clear images. In contrast, our system's focus is to provide unique interactions using real-world objects and face-to-face communication.

#### 3.2 Face-to-face communication

For face-to-face communication, we use a tablet device, which is an Android tablet 10.1 inches in size. The display shows a remote teacher's face. It contains visual and sound sensors (e.g., display, camera, speaker, and microphone) and supports wireless communication, like Wi-Fi and Bluetooth. The visual and sound sensors are used for face-to-face communication. The display shows the remote user's facial expressions, and the camera and microphone capture visual and audio information in the local environment where the system is set. Thus, the remote teacher can communicate with the student through the telepresence system that contains the tablet.

To treat video streaming data through the Internet, we implemented both client and server applications. We used the Android OS to implement our client software and used a streaming server to exchange video streaming data between the tablet in a local environment and the PC in a remote environment.

#### 3.3 Pan-tilt motion

To realize pan-tilt motion, the robotic arm is implemented by six digital servo motors. Each servo motor is connected to an Micro-processing unit (MPU). The MPU receives information from a wearable device through a network and changes the arm angle depending on the information. Although each servo motor has enough power to control the tablet position, weight is necessary to fix the telepresence system in place. This robotic arm works with a 5-volt battery.

### 4 Examples of Use

This section demonstrates typical uses of the Tabletop-Teacher system.

#### 4.1 Basic Functions

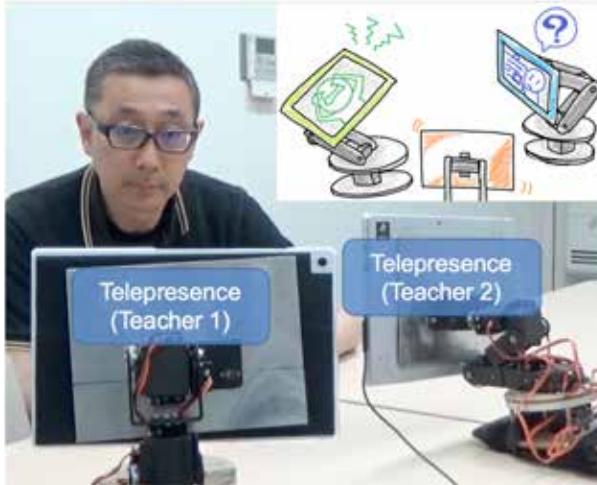
First of all, we will demonstrate how the system works. For demonstration purposes, we used a face model with a headphone-type wearable device instead of a real user.

Figure 3 (top) shows how a remote user controls a telepresence through a wearable device mounted on the remote user's head. Both the telepresence and wearable devices are connected to a network. The telepresence system moves depending on the remote user's head motion. If the remote user turns his or her head to the right, the telepresence system also turns to the right. If the remote user looks downward, the telepresence system also looks downward.

Figure 3 (bottom) shows how the viewpoint of the telepresence system changes depending on the remote user's head motion. A head model wears a headphone that contains our wearable module. The TV screen shows the video stream from the tablet camera. If the remote user moves his/her head, the viewpoint changes depending on the angle of the head. By changing the angle, the remote user can see the local environment, the local user, and objects on the desk.

#### 4.2 Multiple Telepresence Systems

Our telepresence unit is compact and connected to the Internet, so it is possible to use multiple telepresence systems in the same environment.



**Figure 4. Multiple telepresence systems: Simply by setting two telepresence units on the desk, two teachers teach one student.**

Figure 4 shows an example of using two telepresence systems, which represent two remote teachers. In this case, simply by setting two telepresence units on the desk, two teachers teach one student. For example, one teacher gives a lecture, and the other teacher supports it. In addition, students use the telepresence body and wear wearable controllers, and then communicate with a local teacher. In this case, the teacher teaches two students at the same time. As our telepresence system is much smaller than real teachers, the student can place several teachers on the desk simultaneously.

## 5 Related Works

Several systems have been developed to enhance communication through the Internet [2, 3, 4, 5]. In ESP, a remote user is physically represented and communicates through a video camera. In the Hydra system, each remote participant's image is placed in one quadrant of the screen of a single monitor. The Porta-Person system is a telepresence device that sits in a conference room on or near the table. ClearBoard [6] is designed to seamlessly integrate an interpersonal space and a shared workspace. A physical telepresence [7] has a volumetric display to express a wide variety of physical hand and arm movements, which makes it possible for the local user to communicate with the telepresence system more interactively than with a 2D display. By controlling the camera position at the telepresence,

various systems enhance remote users' view in the local environment. Some systems provide functions of arm embodiments to enhance remote users' manipulation [8], so remote users can reach a far position on the shared display and select icons.

## 6 Conclusion

This study introduced Tabletop-Teacher, a personal telepresence system for e-learning. It demonstrated a prototype system that provides unique lessons integrating digital information with physical objects. We also described how to implement it from hardware and software. We showed demonstrations focusing on e-learning and discussed our system.

Next, we plan to perform user tests to evaluate our system for e-learning and communication. We also plan to further develop our system for educational purposes in which telepresence systems are used. In e-learning classes, communication and collaboration between remote and local users has become incredibly important.

## REFERENCES

- [1] Kazuhiro Otsuka. MMSpace: Kinetically-augmented telepresence for small group-to-group conversations. *In Proceedings of IEEE VR '16*, pp. 19-28, 2016
- [2] William Buxton. Telepresence: Integrating Shared Task and Person Spaces. *In Proceedings of Graphics Interface'92*, pp. 123–129, 1992.
- [3] Gina Venolia, John Tang, Ruy Cervantes, Sara Bly, George Robertson, Bongshin Lee, and Kori Inkpen. Embodied Social Proxy: Mediating Interpersonal Connection in Hub- and-Satellite Teams. *In Proceedings of ACM CHI '10*, pp. 1049–1058, 2010.
- [4] Abigail Sellen, Bill Buxton, and John Arnott. Using spatial cues to improve videoconferencing. *In Proceedings of AM CHI '92*, pp. 651-652, 1992.
- [5] Talking Heads  
<https://www.suitabletech.com/>
- [6] Hiroshi Ishii, and Minoru Kobayashi. ClearBoard: A Seamless Media for Shared Drawing and Conversation with Eye-Contact. *In Proceedings of ACM CHI '92*, pp. 525-532, 1992.

- [7] Daniel Leithinger, Sean Follmer, Alex Olwal, and Hiroshi Ishii. Physical Telepresence: Shape Capture and Display for Embodied, Computer-mediated Remote Collaboration, *In Proceedings of ACM UIST '14*, pp. 461-470, 2014.
- [8] Aaron M. Genest, Carl Gutwin, Anthony Tang, Michael Kalyn, and Zenja Ivkovic. KinectArms: a toolkit for capturing and displaying arm embodiments in distributed tabletop groupware. *In Proceedings of ACM CWCW '13*, pp. 157-166, 2013.

# イベント参加者数を用いた都市における混雑度予測サービス eyekon

中野美由紀・新井教広・一ノ木繁・金丸正憲・鎌柄拓史・  
小林峻・吉野悦朗

## eyekon : Congestion Prediction Service in Metropolitans based on the number of spectators

Miyuki Nakano\*, Norihiro Arai\*, Shigeru Ichinoki\*, Masatoshi Kanamaru\*,  
Hiroshi Kamatsuka\*, Takashi Kobayashi\*, Etsuro Yoshino\*, Miyuki Nakano\*

### Abstract

Congestion of transportation, public space, road etc. is one of serious problems in very large metropolitans like Tokyo, New York, London. The people often crowded after large event such as professional base-ball or football tournament. We define the type of congestion occurred in metropolitans and provide congestion prediction service called “eyekon” based on the number of spectators of large sports event. We collect spectator data of Japan professional baseball and J-league and analyze them in detail. Then, we estimated the number of spectators by the naïve bayse method with the past 10 years spectators data. The concept of eyekon is introduced and its configuration is described. Then, we report the observation of data analysis results and show the prediction results based on this observation.

Keywords: Congestion Prediction, Data Analysis, Big Data, Naïve Bayse

### 1 はじめに

都市圏では、さまざまな理由から人が集中することで混雑が発生する。しばしば話題になる突発的な混雑例に、サッカーの日韓ワールドカップにおける日本の試合結果により、渋谷のスクランブル交差点に多くの人が集まり、大きな交通渋滞を引き起こしたことがあげられる。通勤途中に大きなイベント会場がある場合には、通勤に利用している交通機関等の混み方が通常とは異なることもしばしば経験するところである。現在の混雑情報を提供する「混でる.com」[1]等のサービスは開始されているが、蓄積された情報からの混雑度予測をする手法としては、わずかな特定のエンターテイメント会場における予測情報は提供されているにすぎない。東京オリンピック・パラリンピック 2020 も数年先となった現在、都市機能に影響を与える大規模イベントの混雑予測は、都市問題における大きな課題の一つと考えられる。

本論文では、都市圏で生じる混雑を予測することを目的とし、恒常に生じる混雑(例:朝の主要なJR駅の混雑)以外に人が集中するイベント、特に短時間に多くの人数が流动するスポーツ観戦を対象として混雑度の推定を行う。まずは、国内で最も観客動員数の多いプロ野球のデータを用い、過去の動員数データと球場の位置、周囲の環境と合わせ、観戦者数の推定手法について報告する。また、観客動員数

を元に混雑予測を行うシステム「eyekon」のプロトタイプを構築した。eyekon では、通勤、通学の日常生活に影響を与えそうな混雑状況について近い未来の予測情報を提供することにより、利用者が自分のスケジュールを決定する際の利便性を図る。

本論文の構成はつぎのとおりである。2節にて、enekon の概要、システム構成について簡単に述べた後、3節、4節にて、今回のプロトタイプで利用する日本プロ野球およびサッカーリーグの観客動員数についてデータ解析の結果を述べ、観客動員数の予測精度について検討する。5節でプロトタイプの画面などを紹介し、6節にて関連研究を紹介する。7節にて本論文のまとめと今後の展開について述べる。

### 2 混雑予測システム eyekon とは

#### 2.1 混雑予測システム eyekon の概要

近年我が国では観光立国に力をいれ外国人観光客は2014年から2015年で1.5倍と飛躍的に伸びている。また、東京2020オリンピック・パラリンピックを控え今後も急増すると予測される。大都市圏、特に東京は混雑が常態ともいえるが、通勤時間帯や曜日により人の動きは異なる。また、大都市圏では大きなイベント会場が点在し、混雑の一因となっている。そこで、我々は東京をターゲットとし、イベント情報を基

Received on October 1, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

にユーザの移動、来訪予定に合わせて地域の混雑度情報を提供する「eyekon」システムを開発している(図1)。

eyekonシステムは図1からわかるように、大きくわけて、以下の3つの部分から構成されている。

- ・混雑予測用データベース
- ・混雑予測モデル
- ・混雑予測ウェブサービス

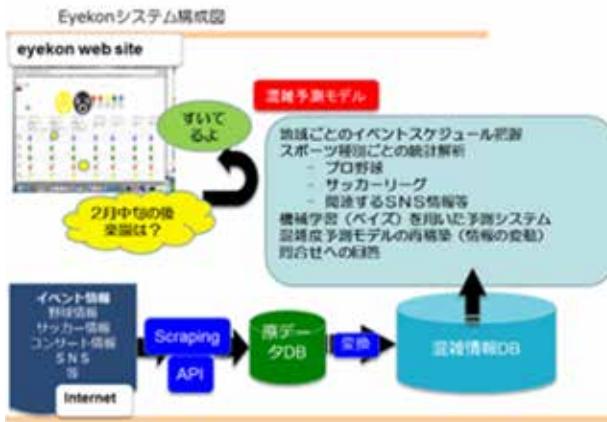


図1 eyekon システムの概要

## 2.2 混雑予測用データベース

混雑予測用データベースはさらに二部構成に分かれている。インターネット上のイベント情報および混雑予測に必要な情報は定期的に原データベースに蓄積される。この中から、混雑度予測に必要なイベント人数等の情報がクレンジングされたのちに混雑情報データベースに格納される。また、過去の混雑程度の記録などがあれば、あわせて記録される。一方、新たに獲得されたイベント情報等は混雑予測モデルのカレンダー上に登録されると同時に、混雑予測ウェブサービス上にもカレンダーを通して反映される。

## 2.3 混雑予測モデル

混雑予測ウェブサービスから呼び出され、指定された地域、日時から開催されるイベントを見つけ出し、どの程度の混雑(通常の人出と比較して数万人の増加が見込まれる)などの予測を行う。イベントごとに予測モデルが異なるため、コンサートのように繰り返し行われないイベントに関しては、アーティストと開催会場の容量などを参考にする程度であるが、スポーツ観戦など、観客動員数がある程度正確に見込まれるのは、過去のデータから予測を行う。

## 2.4 混雑予測ウェブサービス

ユーザーの指定する日時、地域にあわせ、その後一週間程度の混雑度を天気予報に類似した形で提示する。プロトタイプの画面については、5節にて紹介する。

## 3 日本プロ野球の観客動員数の予測

スポーツ観戦は一試合ごとに数万人の観客を動員し、しばしば突発的な混雑の大きな要因となる。特に大きなスポーツ会場近くは通常はさほど多くの人がおらず、試合が開催されるときにのみ人が集まる。後楽園など、球場以外のイベント施設等が存在する地域でも、プロ野球の試合が開催される時間帯は周囲の公共交通機関が混雑することも多い。一方で、試合をしているにも関わらず、さほど混雑が感じられないときもある。

我々は日本における代表的なスポーツとして、プロ野球、サッカーを取り上げて観客動員数を予測することにした。本節ではプロ野球における観客数の予測について考察する。

### 3.1 プロ野球の動員観客数データ

サッカーの観客動員数はJリーグ本部に掲載されており、入手は容易である。また、Jリーグ自身が掲載しているため、データの正確性も高い。一方、サッカーと比べ、プロ野球の観客動員数は主催者によるまとまった報告がなく、プロ野球の趣味サイトでまとめている情報[2]を利用している。2009年から2016年の8年間、プロ野球の公式戦全部、6900試合のデータを収集した。表1にデータ情報を示す。

表1 プロ野球動員観客数 統計値

項目	データ情報
期間	2009-04-03～2016-10-05
スタジアム数	57
試合数累計	6900
スタジアムごとの試合数	最小 1、最大 186
観客数累計	181,606,380
観客数	最小 5339、最大 47106

表1からわかるように、プロ野球が開催されるスタジアム数は日本全体で57あるが、スタジアムの規模、地域の特性等から試合ごとの観客数は最小5000人から最大5万人弱と10倍程も異なる。また、スタジアムで開催される試合数もこのデータが集められている8年間の間に1試合しか行われていないスタジアムから最大186試合開催されるスタジアムまで、周囲の混雑への影響は定期的な形での予測は難しいと考えられる。

### 3.2 プロ野球観客数

図2にプロ野球の全試合の観客数分布を示す。横軸が観客動員数で縦軸が試合数となる。図2からわかるように、2009年から2016年までのプロ野球の観客動員は1万数千人から4万人と変動が大きい。各球場ごとに収容人数が異なっているため、収容人数を超えて観客を収容することはできない。そこで、一部の5万人以上を収容できる球場以外は3万人前後の収容人数であるため、試合の観客動員数も3万人前後で山が分かれている。つまり、開催される地域、球場の収容人数の制限は観客動員数の大きな要因となる。図3に2016年の東京ドームにおける観客動員数と試合数の関係を示す。横軸が観客動員数で縦軸が試合数を示す。図3からわかるとおり、一つの球場においても大きな差がある。4万人を超える試合が多い一方で、一万人前後の動員数しかない試合もある。

### 3.3 観客数変動の要因

プロ野球はファンも多く、様々な情報がウェブ上にあがっている。東京ドーム等、天候と関係のない球場も多いが、天気に左右される可能性も高い。そこで、天候、開催日(曜日、時間)、球場(ホームチーム)、年棒など、観客動員数に影響を与えると思われるいくつかの要因をとりあげ、検討した。

図4に東京ドームに観客数の分布のうち、曜日毎に色を変えたものを示す。図からわかるとおり、金、土、日に開催される試合の観客動員数は多い傾向にあり、逆に観客動員数の少ない試合はほとんどが平日に開催されていることが分かる。

観客動員数に影響を与えると思われる要因と試合の観客数の相関係数(今回はAICを用いた[3])を調べた。表内の曜日は平日と金・土・日で分けた場合の結果、曜日2はさらに、平日と金曜日と土・日に区分した場合の結果として検討した。その結果を表2に示す。球場、曜日、ホームチームとの相関関係が高いことがわかった。当初、動員に関係すると思われた天候は動員数に影響なかった。

### 3.4 プロ野球観客動員数の予測モデル

収容人数およびホームチームが異なるため、球場ごとに予測器を作成することとした。表1のデータを球場ごとに分けて用い、複数の要因を組み合わせ単純ペイズ器で学習させることとした。2009年から2015年までのデータを学習データとして用い、2016年の試合を予測してみた。その結果を表3に示す。試合の観客動員数を一万人単位で予測することとし、東京ドーム球場ではホームチームと曜日を用いることで、最低でも60%の精度で動員数を予測できることが分かった。

そこで、各球場ごとに予測モデルを作り、過去の結果を用いて予測精度(ここではF値を用いる)を求めた。表4に各球場ごとの予測モデルとその結果について示す。

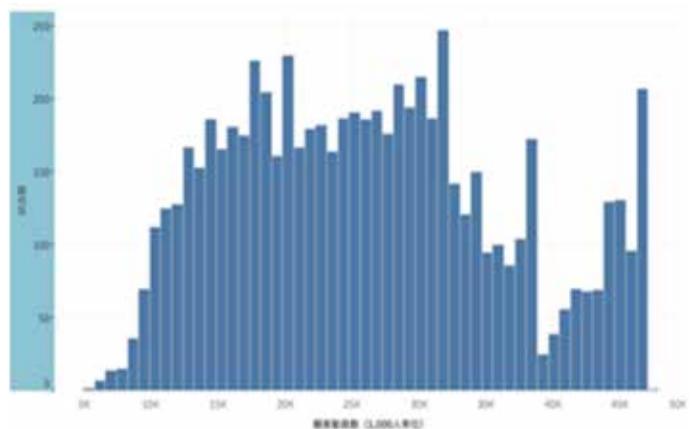


図2 日本プロ野球観客動員数(2009年-2016年)

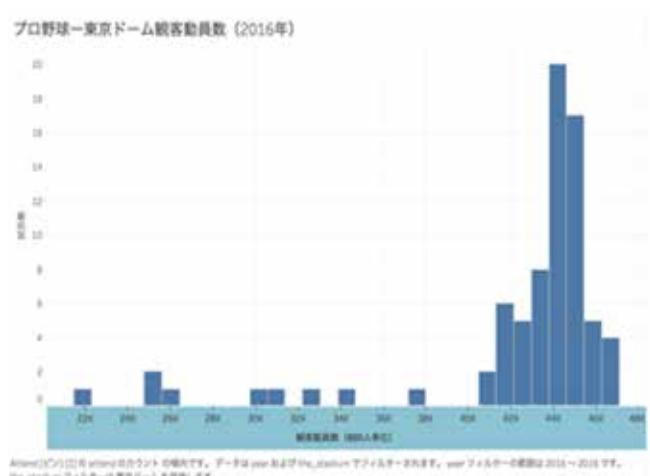


図3 2016年東京ドームのプロ野球の観客動員数

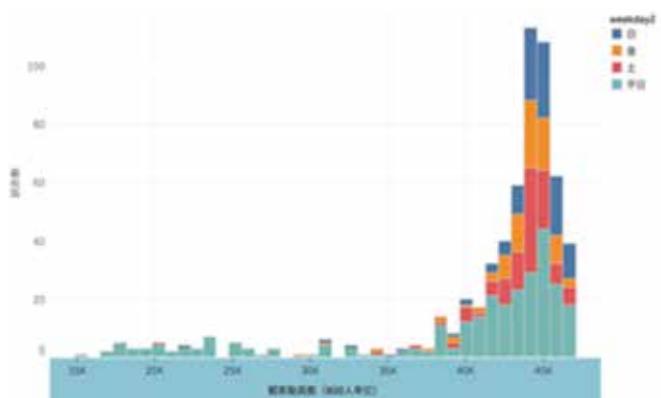


図4 2016年東京ドームプロ野球の曜日毎の観客動員数

東京ドームの結果はかなりよい制度が出ている。これは、図4から明らかなように、ほとんどの試合が4万人以上であり、4万人の試合の予測はできるが、一方で2万人代、3万人代の観客動員数は、試合数が限られているために予測は難しい。今回の混雑度では、F1値の大きなホームチームと曜日(曜日2は金曜日と土、日を区別している。曜日は金、土、日とそれ以外の曜日で区別している)を採用する。

#### 4 Jリーグの観客動員数の予測

本節では、サッカーを取り上げ、Jリーグの観客動員数の予測について考察する。

##### 4.1 サッカーJリーグのデータ

サッカーの観客動員数はJリーグ本部に掲載されており[4]、入手は容易である。また、Jリーグ自身が掲載しているため、データの正確性も高い。表5にJリーグの観客動員データを示す。表4からわかるように、今回とりあげているプロ野球とJリーグの期間はほぼ同じ2009年から2016年のデータとなる。全試合数はプロ野球と比較すると、約半分以下の2874試合である。スポーツが異なると、大きく試合数も異なることが分かる。また、観客動員数も無観客試合の0は特別な扱いとしても3000人から6万人以上とプロ野球に比較すると大きく差があり、プロ野球よりも試合の性格(チャンピオンシップ等)が観客動員数に影響を与えていると想われる。

##### 4.2 サッカー観客数

図5に2009年から2016年までの2874試合のJリーグ観客動員数を示す。図からわかるように、サッカー観客数は数千人から4万人以上と変動が大きい。また、野球と異なり、サッカースタジアムの収容人数がそれほど影響を与えておらず、2万人から3万人の間に山ができている。一方で、いくつかの試合は5万人を超えており、これは、前述のようにサッカーの試合はJリーグディビジョン、チャンピオンシップ等に分かれており、試合種別による影響が大きいものと思われる。

##### 4.3 サッカー観客動員変動の要因

図5に示したデータを用い、動員数に相関関係(AICを用いた[3])の高い特徴量を求めた。結果を表5に示す。観客動員数に影響を及ぼす要因としては、プロ野球と同様にスタジアム、ホームチーム、開催される曜日、時間帯に加え、前述の試合種別も検討した。その結果、試合種別とスタジアムが観客動員数との相関関係が最も高い(AIC値としては最も低い)ことが分かった。

表2 野球における観客動員数と要因の関係

説明変数			精度、再現率、F1
ホームチーム、曜日2	20000-29999	4	0.6 0.75 0.67
	30000-39999	5	1 0.4 0.57
	40000-49999	67	0.96 0.99 0.97
ホームチーム、曜日	20000-29999	4	0.6 0.75 0.67
	30000-39999	5	1 0.4 0.57
	40000-49999	67	0.96 0.99 0.97
ホームチーム、時間帯	20000-29999	4	0.5 0.75 0.6
	30000-39999	5	1 0.2 0.33
	40000-49999	67	0.96 0.99 0.97
ホームチーム、ホームチーム順位	20000-29999	4	0.5 0.75 0.6
	30000-39999	5	1 0.2 0.33
	40000-49999	67	0.96 0.99 0.97

表3 野球観客動員数の予測

説明変数	AICの値
スタジアム、曜日2	-7771.16
スタジアム、時間帯	-7713.33
スタジアム、曜日2、ホームチーム	-7521.76
曜日2、ホームチーム	-7518.15
スタジアム、曜日2、時間帯	-7492.39
スタジアム、曜日	-7153.93
スタジアム、曜日、曜日2	-7153.93
スタジアム、ホームチーム	-6990.50
スタジアム	-6980.62
ホームチーム	-6384.24

表4 プロ野球観客動員数の予測モデルと評価

スタジアム	説明変数	F値
東京ドーム	ホームチーム、開催月	0.8365
西武ドーム	試合カード、ホームチーム、開催月、曜日種別	0.7402
QVCマリンフィールド	試合カード、ホームチーム、開催月、曜日種別	0.6306
横浜スタジアム	試合カード、ホームチーム、開催月、曜日種別	0.6177
明治神宮野球場	試合カード、開催月、曜日種別、時間帯	0.6168

プロ野球と同様に、観客動員数に関係すると思われた開催月(季節)や天候は相関関係が低かった。これは、試合の観戦スケジュールが事前に確定していること、観戦チケット等が必要であることなどから、試合当日の環境は影響を与えないことと考えられる。

#### 4.4 サッカー観客動員数の予測

開催スタジアム、試合種別、時間帯を用い、単純ベイズ器で学習した。この結果、66%の精度で動員数の予測が可能となった。現在、他の特徴量を用いて学習した場合の結果と比較を行っているが、サッカーの場合、5万人を超える試合が極めて数が少なく、クラブ決勝戦など特別な試合であるため、他の試合の学習からは良い結果が得られていない。

プロ野球と同様に、個別のスタジアムごとに予測モデルを作成し、過去の結果を用いて評価を行った。その結果を表7に示す。

### 5 混雑度予測システム・プロトタイプ

混雑度の予測において、単純にイベントの観客動員数がわかつただけでは、十分ではない。本来であれば、大規模イベントが行われない日中、夜間などの平均滞在人数(例:混雑.comなどで提供されている情報)を元に検討が必要となる。残念ながら、本論文執筆時点において、東京の主要な場所における平均滞在人数などの統計情報は容易には手にはいらない。そこで、我々は、都会の混雑度を通勤、通学等の定常的な混雑と突発的に起きる混雑の二つに分類する。定常的な混雑は回避することはほとんどできないため、我々は突発的に起きる混雑として、特に大規模イベントなであらかじめ予測できる混雑を対象とした。今回はプロトタイプとして、野球およびサッカースタジアム近辺を対象とした混雑予測システムを開発している。(図6)

平均滞在人数としては、東京ドームが情報提供している後楽園の乗降人数(1日およそ11万人)から、イベントがない場合はおよそ5割の人が滞留していると想定する。乗降であるため、半分の人が下りて後楽園周辺に滞在し、半分の人が地下鉄などを乗ること仮定する。

この通常滞留人数に野球等のイベントが開催されると日常的な滞留人数に加えてイベントを目的とする人が増えることになる。野球が開催される場合、4万人以上の試合であれば「混雑++」、2万人以上の試合であれば「混雑+」試合が開催されない、周辺にイベントがないのであればいわゆる平均滞留人数となるため「混雑0」と提示する。また、時間単位の予測はイベントの動員数だけでは予測が難しいが、一方でイベント開催時間の予定はわかることが多い。この場合は、イベントの前後に「混雑注意」などの情報を付加することができる。(図7)

表5 Jリーグ観客動員数 統計値

全データ	補足
期間 2009-02-28 ~ 2016-12-03	2009年-2016年Jリーグ ディビジョン1の全試合
スタジアム数 44	
試合数累計 2874	明治安田生命J1リーグ (Jリーグディビジョン1) 明治安田生命Jリーグチャンピオンシップ YBCルヴァンカップ ゼロックススーパーカップ
スタジアムごとの試合数 最小・最大 1~159	
観客数累計 47624929	
観客数 最小・最大 0 62632	無観客試合数:1

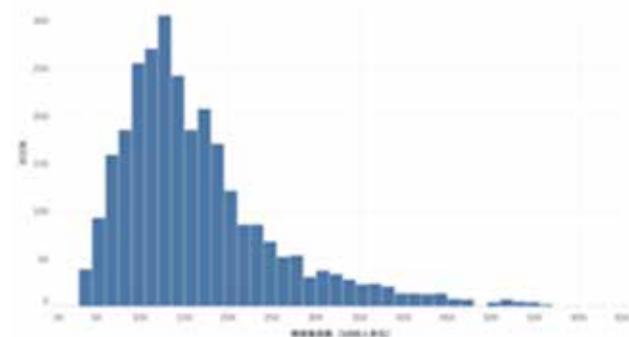


図5 Jリーグ観客動員数(2009年から2016年)

表6 Jリーグにおける観客動員数と要因の関係

説明変数	AICの値
スタジアム、試合種別	-1897.91
スタジアム、試合種別、ホームチーム	-1763.83
試合種別、ホームチーム	-1713.63
スタジアム	-1618.88
スタジアム、ホームチーム	-1492.06
スタジアム、時間帯	-1371.05
スタジアム、試合種別、時間帯	-1297.46
ホームチーム,	-1270.20
スタジアム、曜日	-1114.28
スタジアム、ホームスタジアム同士の距離	-847.78

## 6 関連研究

スポーツ観客動員に関しては、観客動員数を増やすなどの経営、広報的な視点による論文は出ている[5]が、混雑度と結びつけた研究は行われていない。また、混雑度という観点からは、携帯のGPSを用いたIOT的な現在の混雑度[6]、SNS情報を情報源とした集合知による現在の混雑度はあるが、混雑予測という観点からの研究は筆者の知る限りない。

## 7 まとめ

都市圏では、さまざまな理由から人が集中することで混雑が発生する。東京 2020 オリンピック・パラリンピックを控え、東京では大都市圏に特有の混雑に関し、様々な観点から対応が求められている。我々は、大都市圏における混雑に着目し、現在の混雑ではなく、大都市圏の住人にとっても訪問者にとっても有益な混雑予測情報を提供することで、大都市圏における移動、訪問場所の選択、スケジュール調整等への利便性を提供する。混雑度を絶対値ではなく、大規模イベントなどの情報を基にした相対値とすることで、天気予報と類似した混雑予測システムの開発を行っている。

今回は大人数の移動が想定されるスポーツ観戦を対象に、観客動員数の予測について検討を行った。プロ野球、サッカーを対象として、データを収集、解析を行い、ある程度の予測が可能であることを示した。今後は、スポーツ観戦数のみならず、コンサートイベント、祭りなどの大規模イベントのデータを収集することで、混雑予測システムとして精度をあげていく予定である。

## 参考文献

- [1] <http://www.konderu.com/>
- [2] <http://baseball-freak.com/>
- [3] CATDUP <http://jasp.ism.ac.jp/ism/catdap/>
- [4] <https://www.jleague.jp/>
- [5] 西村 友洋、樋口 雄大、山口 弘純、東野 輝夫：“スマートフォンを活用した屋内環境における混雑センシング”，情報処理学会論文誌 55(12)，2014年12月。
- [6] 河合他、“J-リーグ観客数に影響を与える要因に関する研究”，スポーツ産業学研究、Vol.18, pp.11-19,2008 有本卓、新版 ロボットの力学と制御、朝倉書店, 2002.

表7 Jリーグ観客動員数の予測モデルと評価

スタジアム	説明変数	F値	収容人数
日産スタジアム	試合種別、対戦相手、曜日種別、曜日種別2	0.5358	72,327人
埼玉スタジアム 2002	試合種別、昼夜、曜日種別、月	0.4657	63,700人
味の素スタジアム	試合種別、昼夜、曜日種別、月	0.5426	49,970人
カシマスタジアム	対戦相手、昼夜、曜日種別、月	0.6990	40,728人
等々力陸上競技場	試合種別、対戦相手、スタジアム間距離、月	0.6170	27,495人
I A I スタジアム日本平	対戦相手、曜日種別2	0.8735	20,299人
NACK5スタジアム 大宮	試合種別、曜日種別2、月	0.7136	15,500人
日立柏サッカー場	試合種別、対戦相手、曜日種別	0.7792	15,349人
ヤマハスタジアム（碧田）	試合種別、曜日種別	0.7557	15,165人
Shonan BM Wスタジアム平塚	対戦相手、スタジアム間距離、曜日種別2	0.8312	15,200人

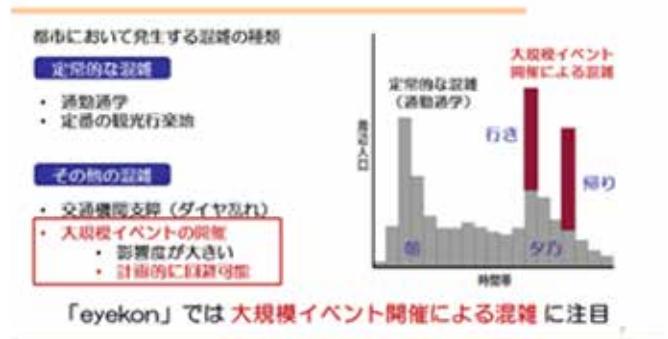


図6 eyekon における混雑とは



図7 eyekon プロトタイプ

# サイネージロボットの身体性を実現する一提案 浄瑠璃人形の比較を参考にした「かしら」のモデリング

成田 雅彦\*

A proposal of a methodology on realizing the Physical Properties  
of Signage Robots  
Modeling of “KASIRA” Head based on comparison of “Joruri” dolls

Masahiko Narita \*

## Abstract

We have been proposing the active sensing model using Signage robots, as an IoT extension, and has been conducting a number of demonstration experiments in sightseeing areas and events since 2015. The robot relatively easily attracts the visitors' attention. However, we have got the strong desire to make signage robots move. In this paper, we consider the signature of signage robot, physical properties such as movement, we propose a methodology of for realizing the physical properties, we carry a part of trial production out and finally we show that this methodology is feasible.

Keywords: Robotics, RSNP, Signage Robot, Tablet PC, 3D Printer

## 1. はじめに

実世界データを多くのセンサーで収集し、インターネットワークで蓄積分析する IoT が広く注目を集めている。筆者は、このモデルを発展させ、複数のサイネージロボット(タブレット PC を用いた低価格のロボット、人の表情を表現することができる)[1](図 1)を用いて、アンケートを行い、結果をインターネットなどのネットワーク経由で、蓄積・分析し、ロボット経由でフィードバックを行うアクティビティセンシングモデルを提唱している。また、2015 年より観光地やイベントにて数々の実証実験を行っている[2][3]。ロボットはアンケートの回答者に対して親みやすく集客が比較的容易である。しかしながら、

このモデルに於いて、サイネージロボットに物理的な動きを持たせたいとの要望はたいへん強い。

本稿では、サイネージロボットの表現・表情・動きを考察し、サイネージロボットを、身体性をもつ 3 次元のオブジェクトとして実現するための一方式を提案する。第 2 章では、要件の明確化・詳細化を行い、第 3 章で浄瑠璃人形の比較を参考にしたモデリングなど実現方法を検討し方法論を提案する。第 4 章で提案した方式に基づき試作し実現可能性を示す。

## 2. サイネージロボットの身体性の要件

本章ではサイネージロボットの要件を表情、動きなどの身体性を含めて検討する。

### 2.1 サイネージロボットの要件

サイネージロボットの要件は、「タブレット PC を用いたサイネージロボットの開発」[1]で述べたが改めて以下に列記する。

- ・ 人間的データの採取の仕組みとしてアンケート調査を効果的に実現できること。ロボットとインタラクションでき、多国語化できることも望ましい。
- ・ ロボットらしさを実現できること
- ・ 実際に設置が可能で低価格であること

これらの要件は、サイネージロボットに身体性を付与しても



図 1：既に開発したサイネージロボット[1]

有効である。特に、「ロボットらしさを実現」の要件からは、2次元のディスプレイでの顔の表現であったサイネージロボットに比べて、身体性を付与しても集客への効果が高いこと、ロボットの前にいる人への誘導が容易なこと、より親しみやすいことが期待される。「実際に設置が可能」の要件からは、例えば、顔、顔と手、手だけと、どこまでの身体的特徴を実現するか効果・コスト・実現性の観点で検討が必要になる。また、サイネージロボットと同じく、キャラクター表現がイベント・地域・主催者など様々な条件を満たすことが要求されることがあるので、多様なキャラクター実現でき、交換できることが必要である。3次元の場合は難易度がより高くなるので具体的に多様な顔やキャラクターを実現する手法を考案する必要がある。低価格の要件には、容易に実装・実証実験も含まれる。少数しか販売しない場合や公開実験を目的に少数しか開発しない場合では、デザイナーの手を煩わさず、表現としてある程度の質を確保したものを開発できる必要がある。

### 3. サイネージロボットの身体性の実現の一方式

前章で述べた要件について本章では実現方法を検討し、実現の一方式を提案する。

#### 3.1 身体性をどこまで実現するか

##### (1) 機能要件

観光地やイベントにてアンケートへの回答を求めるサイネージロボットの役割から機能要件を考察する。この要件は、人と会話するロボットと共に通すところが多い。はじめに、集客の観点では、集客効果が高いことが重要である。また、ロボットの前にいる人へアンケートの回答に誘導できることも重要であり、アンケートの回答を促進させ、また、途中で飽きることがないよう、また、回答後のフォローも必要である。このために、一般的に行われている通り、遠くにいる相手を発見し「注目」して「手を上げて振る」など「招き」や、相手に発見されやすいよう「動く」などの自律動作をすることが必要である。一方、近くの人には、相手に注意を向けたり、回答パネルを「指示」したり、回答中の人には、回答に対して「うなづい」たり、エラー操作に対する「拒否」や、回答待ちの仕草をすることも有効である。また、ロボットの容姿は不快感を与えることなく動いて「回答者を注目」して、回答者に関心をもっていることを示すなどのフィードバックができることも必要であろう。開発済みのサイネージロボットでは、自律動作として、常に「瞬き」をし、ロボットからの音声合成による発声に同期して口を開かせて「喋り」を表現するLIP SYNCを実装したので、これらに相当機能は実装する。

物理的な位置の移動については、既に検討し[1]たが、効果から必ずしも必要なく、規制とのバランスから、実装しないこととした。呼び込みロボットの社会実験 [4]でも、設置側の

意見として不要とある。

##### (2) 身体性を実現するパート

先に述べた機能要件を満たすための身体性を実現するパートについて考察する。(1)から移動機能を考慮しないこととしたので、「招き」、「注目」、「指し示し」、「うなづき」、「拒否」、「瞬き」、「喋り」、「手持ち無沙汰」を実現するために、首・肩を含んだ顔と手・腕や胴体を用いて身体性の表現することとする。ただし、本稿では手・腕については実装せず、別稿とする。

このように身体性を制限した例は、顔を平面ディスプレイで表現し、1自由度を持つ2本の腕に絞ったロボコット(タケロボ社)や、顔を持ち、手の代わりに羽を装備したアブリボコ(東芝)がある。顔を持ち胴体の動きを効果的に使って表現する6自由度のロボビン(富士通研究所)がある。こうした例は、コミュニケーションロボットに多いことから、身体性の制限は受け入れられていると言える。

##### (3) どこまでリアルな表現にするのか

身体性を表現するサイネージロボットには、人に近いもの、家電のデザインのように抽象的な選択肢がある。利用シーンによってどちらも要求されうるし、主催者のキャラクターを使う必要も生じる。これについては、多くの議論があり容易に結論が出ないと思われるが、本稿では深入りしない。しかしながら、あまりにも稚拙なデザインだとロボットとしての機能要件の実現に支障をきたすが、デザイナーの手を煩さわいで実装したいという要望もある。

#### 3.2 「かしら」の実現

サイネージロボットの「顔」について、3次元オブジェクトとして検討する。首を含めての動きが対象となるので「顔」ではなく「かしら」と呼ぶこととする。本節では、3Dプリンタを用いて実現することを前提に、3.1で述べた要件を満たすべく、造形・デザインに関連する「かしら」のモデリングの方法と、多様な「かしら」の生成、デザインと機構の切り離し、「かしら」の大きさと設置の方法に分けて、実現に必要な検討を行い、実現方法を提示する。



図2：淨瑠璃人形を参考にモデリングした「かしら」 O1M

### 3.2.1 「かしら」のモデリングと多様な「かしら」の生成

ここでは、人に近い、多様な「かしら」の実現手法を検討し提示する。

#### (1) 「かしら」のモデリング

顔のモデリングは CG やアニメの作成にも用いられ多くの手法があるが、筆者の提案する「かしら」のモデリングの手法を述べる。a. はじめ、顔の特徴を表す少數の点を頂点とする多角形を用いて単純な「かしら」モデルを作成する。b. 次に、人形あるいは人の顔の正面、側面画像などを参考に特徴点の位置を手動で修正する。顔の曲面は、モデリングソフトにより自動生成する。結果、修正する頂点が少ないため比較的短時間で作業ができる。c. その後微調整を行う。d. 一度モデルが作成できれば、その後はそれを元により短時間でモデリングできる。e. 特徴点としては、漢方医学などで知られている経穴(ツボ)に基づいたものを用いる。この特徴は、特徴点の根拠が明確で、特徴点の数が少いことである。

例として、秩父市皆野町の出牛人形浄瑠璃[5][6]の「かしら」の正面・側面画像(図 3 本稿での「かしら」番号 D1M, 筆者撮影)を参考にモデリングした(図 2, O1M)。出牛人形浄瑠璃は、安政 7 年(1860 年)まで遡れる。大正 5 年(1916 年)に中断したが、昭和 40 年代(1965 年)に再開している。モデリングの結果は、瓜二つではないが、違和感のない、バランスのとれたものとなった。浄瑠璃人形の「かしら」を参考としたのは、抽象度が高いこと、目、鼻、口の各部位のバランスが良いためである。

#### (2) 「かしら」の比較

浄瑠璃人形の「かしら」は役割によりおよそ、男性は、角目、

丸目、寄年、チャリ、女性は、娘、老女形、婆、傾城、お福、また、子供に類型化されている。女性の「かしら」について、顔長さ(髪の生え際から頬まで、女面丈)を基準に 2 次元的に重ね合わせて比較すると、極めて類似しているのに驚く。実際、(1)で述べた出牛人形浄瑠璃の「かしら」群と、全国的に広く作品が残っている初代天狗久(1858-1943)作の「かしら」群の一部について目、口、鼻の縦位置を比較すると、図 3 のように分類できる。比較では、正面画像と側面画像があれば口、鼻の位置をより容易に比較できる。斜め向き画像しかない時や、正面画像でも上向き、あるいは下向の場合は、正確さは劣る。ただし、C7K(平塚市博物館蔵) [7][8]の資料 8 の斜め向き画像をもとに「かしら」をモデリングしたものと、正面画像(筆者撮影)を生成し比較すると極めて類似しているので、斜め向き画像を用いても比較の正確性を補うことはできる。初代天狗久作(本稿のかしら番号で先頭が C)を対象に選んだのは銘がある作品が全国的に広く残っており、関連資料を得易いからである。図 3 から、娘「かしら」は額が狭く、老女形「かしら」は額広く、作者や出所で見ると、天狗久作は出牛人形の娘かしらに比べ額が広いことが分かる。さらに、O1M と C7K では、立体的に比較すると、目と眉と鼻の相対位置は一定で、一体として下がっている。ただ、口の位置は同じである。この「かしら」を比較する際の変動要素は、目、口、鼻の縦位置の他、顔幅、鼻の形、目の幅、瞳の間隔、目の形、口の幅、口の向き、口の形などがあり多彩である。このうち、顔幅は顔長さに強く関連している。今後の調査が必要だが、目の幅、瞳の間隔、目の形、口の幅も強い相関があると考えられる。「かしら」の比較例は、かしらの系譜[9]、日本操り人形史 [11]など多いが、立体的な比較や顔要素の位置関係などの体系的な調査はこれからである。

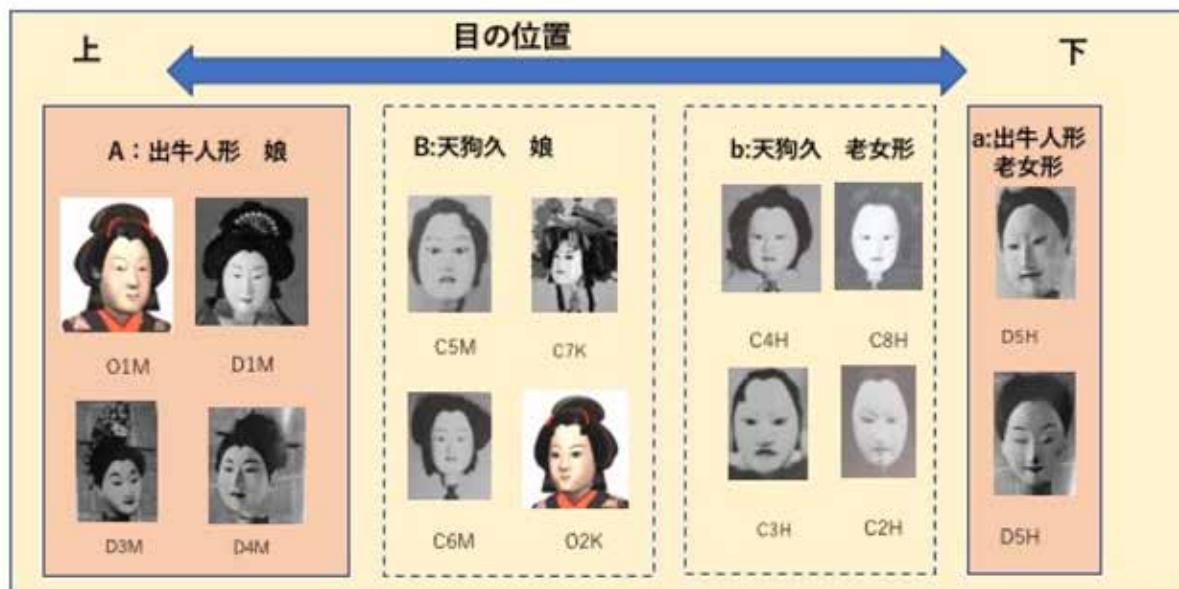


図 3: 目、鼻、口の比較

各写真の出典: O1M, O2K 筆者作成, D1M と C7K(平塚市博物館蔵)は筆者撮影, D3M, D4M, D5H, D6H は文献 5, C2H, C3H, C4H, C5M, C6M は文献[9], C8H は文献 10

### (3) 多様な「かしら」の生成

既に述べたようにイベントではロボットの設置者の要望に沿って、複数の顔の入れ替えられる必要があるので、多様な「かしら」を生成する必要がある。淨瑠璃人形の場合、(2)で述べた「かしら」の比較から、顔部品の位置分布が限られた範囲であることが推測される。したがって、例えば目について形、瞳の大きさなど各顔のパーツを選択し、この位置分布の範囲で任意に配置すればバランスのとれた「かしら」が生成できるなら、多様な「かしら」が生成できると言える。実際、O1M(図2)からC7Kの位置に従ってモデリング(図4「かしら」番号 O2K)し、目をやや大きくし鼻と口、目の形を若干調整すると、バランスは崩れず参考にした「かしら」のモデルが作成できるので、この手法は有効と思われる。

### (4) 髪

髪は多様性表現の手段として有効である。様々な髪型を用意して「かしら」へ取り付ければ、現代風から江戸時代まで多様な「かしら」を提供できる。例として江戸時代の髪型である漬し島田(つぶししまだ)と、笄髪(こうがいまげ)をモデリングした。髪の櫛目とFDM型3Dプリンタの積層痕の相性がよいので、積層痕の除去を行っていない。



図4：目・眉と鼻の配置を変更した「かしら」 O2K

#### 3.2.2 機構とモデリングとの切り離しと機構の実現

「かしら」では口、目、首などの動作のために機構が必要である。複数の「かしら」を提供することを想定すると、こうした機構の設計を個々の「かしら」毎に行うのは非効率である。したがって、造形・モデリングと機構の設計を切り離すことがほしい。これを実現するために、先にモデリングツールでモデリングデータを作成し、次に CAD ツールでモデリング言語を用いて機構部品を作成する。造形物の中にモデリングデータに依存して機構部品を埋め込む場合など、位置情報を外から与えられるように設計する必要がある。また、「かしら」本体をくり抜く場合や、口のように「かしら」本体の造形物から機構部品を切り出して作成する場合は、モデリングデータから部品を生成・加工する。本稿ではモデリングにはメタセコイヤ4を用い、機構部品の設計にはOpenSCADを用いた。モデリングデータは STLとして両者で共有している。異なる CAD

ソフトを使うかわりにAutoCAD社FUSIONなどインタラクティブなモデリングとモデリング言語を持つ CAD ソフトを用い

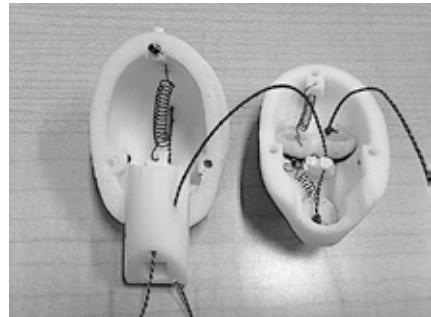


図5：作成した「かしら」の目・口・首の可動部分

てもよい。機構の設計は、古典的な「かしら」の機構の図解のある戯場樂屋圖會拾遺 [12]にそったものとした。内部でバネとして使われている鯨の髭は入手不可能なので、ステンレススプリングを用いる。

以下に具体的な実現方法を述べる。

#### (1) かしらの加工

モデリングソフトにて目の部分をくりぬき、厚みをつけ STL データを作成する。それを CAD ソフトにて、全体に顔をくり抜き、前後に分割し、内部にスプリングの支点、目・口・首の軸穴、眼球・口の動きのための空間、首の穴を作成し、外側に髪の位置決めを作成する。首の穴は CAD ソフトにて首を連続的に動かして切断する。また、口の動作の障害にならないよう余分な領域をくり抜く。糸穴、スプリングの穴、ビス・ナットの穴、支柱はあらかじめ「かしら」に組み込んでおく。

#### (2) 口の加工

「かしら」モデルの一部を CAD ソフトにて球形で切り抜いたものを、口部品とし、回転軸を設定して口の開閉を実現する。

#### (3) 目

目が垂直方向に回転できるよう CAD ソフトにて球形を 2 つならべ連結し、ストッパーを加えて作成する。

#### (4) 首

CAD ソフトにて首には「傾き」のための回転軸をあけ、目・口を操作するための糸穴をあける。

モデリング・設計データを 3D プリンタで出力し、スプリングと釣り糸を通すと目・口が可動の「かしら」となる(図5)。

#### 3.2.3 かしらの大きさと設置

イベント向けでは、ロボットの視認性を確保するのが重要である。既に開発したサイネージロボット[3]は、等身大の既成のディスプレイスタンドに 23 インチパネルディスプレイや 10/11 インチのタブレット PC を設置したもので、人の目線の高さを確保していた。本稿で検討している身体性をもつサイネージロボットは、既開発のロボットの拡張と位置づけ、これ

らと一体化することで、高さを確保する。ロボットは、ディスプレイやタブレットに乗っているように配置し、「かしら」を上下に傾けたり、回転したりすることで、お誘い、反応など非言語的メッセージを発信する。タブレットPCに、筐体のカメラを用いた人認識を実装して連携すれば、人に追随して「かしら」を動かし、人に継続的に注目していることを表すことができる。「かしら」をディスプレイに設置した場合は、ディスプレイには顔は表示せず、ディスプレイは情報入出力のみを使う。設置



図 6: 光造形型 3D プリンタで印刷した「かしら」部品

する「かしら」の大きさは、人の顔の 1/4, 1/2 としディスプレイの大きさに合うものを選ぶ。具体的には、ディスプレイ枠の一部を改造して設置する。この他、1つのディスプレイに複数台の「かしら」を設置する、あるいはロボットのみをディスプレイとは切り離してディスプレイスタンドに取り付ける方法もあり、設置場所を考慮して選択する。

### 3.3 実現方法と特徴

本節では、提案するサイネージロボットの身体性の実現方法をまとめ、特徴を述べる。

サイネージロボットの身体性の付与は、集客やロボット周辺の人への誘導、人の反応へのフィードバックを目的とする。物理的な移動はしない。実現の範囲は「かしら」(頭・首・肩)、目、口、胴体、手の動きである(胴体、手について本稿では述べない)。「かしら」の実現には、少数の特徴点を用い容易でアリティのあるモデリング手法を提案した。目、口、鼻など顔のパーツの配置を近世の浄瑠璃人形での配置を参考にすることで、バランスの良いものを多様に生成できる。サイネージロボットでは顔がリアルな表現かどうかはこだわらないが、本方法は、リアルに近い表現である。設計にあたっては、身体部分のモデリングと機構部分のモデリングを分離することで変更に柔軟対応できる。また、「かしら」は、既存のサイネージロボットのディスプレイのフレームに設置することでユーザーの視線の高さを確保できる。

## 4. 試作と検証

サイネージロボットの身体性の実現方法に基づき、一部を試作した。評価は、試作が正常に動作することを確認すること

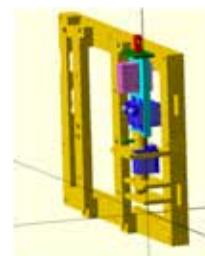


図 7: 「かしら」を支える胴串とサーボモータの配置

にとどめ、集客の効果検証は、別途行うこととする。

### 4.1 試作の概要

試作は、3 章で行なった「かしら」のモデリング、および機構部分の設計に基づき、1/4 モデルと 1/2 モデル(図 6)を 3D プリンタにて出力し、組み立てた。1/4 モデルの出力には積層型の AFINIA 社 H480 と光造形型の Stratasys 社 Object 350 を 1/2 モデルには光造形型の Stratasys 社 Object 350 を使用した。1/4 モデルでは成形後はリュータで部品間の噛み合わせを整形しているが、1/2 モデルでは不要であった。1/2 モデルでは積層痕の除去は不要であるが、モデリング時のスムージングがやや目立つために、サーフェンサと研磨により表面をなめらかにした。1/4 モデルでは、「かしら」の前面のみを光造形型 3D プリンタで印刷することで積層痕を解消した。

目・口・首の動作は、「かしら」を支える胴串に3台の模型用 PWM 方式のサーボモータを配置し、糸を引くことで実現した。また、胴串を回転させるためにサーボモータ 1 台を配置する(図 7)。図 8 にタブレットPCのディスプレイフレームに「かしら」をつけた全体像を示す。目・口・首を動かすサーボモータは電力を外部から供給するコネクタボードを経由して Arduino Uno に接続する。

### 4.2 検証

本稿では、サイネージロボットに身体性を付与するべく「か



図 8: タブレットへ「かしら」を取り付け  
アンケートの設問を提示しているところ

しら」がサイネージロボットの一部として実装・配置でき単独動作することを検証し、今後の指針とする事を目的とした。「かしら」は1/4モデルを用いた。顔、口、目をエアブランシにてアクリル絵具で塗装し、タブレットPCに設置し、目の瞬き・口の開閉・首上下の3箇所の動作をArduino内の制御のみで動作させた。目論見通り「かしら」がタブレットPCの上にバランスよく配置され、サーボモータで目、口、首が過負荷なく動作し、身体的速度で制御でき、身体的表現として違和感がないことも確認した(図8)。

### (3) 検討

「かしら」とタブレットPC上のロボットアプリケーションとの接続はUSBシリアル接続を想定している。首や目の動作もこのシリアル接続を通して行う。ロボットとRSNP[13]で接続されたサーバ上にあるサービスアプリケーションからの発話データを元にロボットアプリケーションが発話するが、口はこれにLIP SYNCする。システム構成案を図9に示す。

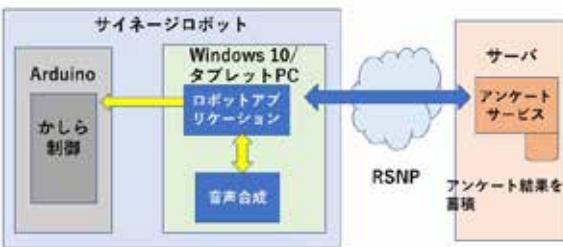


図9: システム構成案

図9の構成ではArduinoとタブレットPCに複数の論理通信路の実装が必要になる。通信の実装を容易にするには複数のArduinoの代わりにRaspberry PIを用いて、ロボットアプリケーションまでを搭載し、サーバとRSNP通信を行う構成も考えられる。しかし、口の動作はタブレットPCが必須のため、この構成は採用せず、図9の構成とした。

「かしら」の塗装は、図8ではチタンホワイト、カーボンブラック、レッドオキサイドにて行なった。一方、チタンバブとレッドオキサイドを用いた別途塗装も行なった。後者はよりリアリティを感じられるが、その効果については今後の課題である。

## 5. おわりに

既に開発済みのサイネージロボットに物理的な動きを持たせたいとの要望が強い。本稿では、サイネージロボットの身体性の要件を検討し、サイネージロボットの身体性の実現方法を提案し、試作を行い、基本的な動作検証を行なった。とくに「かしら」については、少數の特徴点でモデリングできる容易でリアリティのあるモデリング手法と、近世の淨瑠璃人形での顔パーツの配置の比較を参考に多様な「かしら」を生成できる手法を提案した。今後、ロボットサービスアプリケーションと連携し

て効果を検証していく。一方、ここで提案した「かしら」のモデリング手法や「かしら」の比較の立体的な手法は、ロボット分野以外へも展開できる。後者についてはより精密化すると新たな知見が得られると期待できる。

## 謝辞

本研究はJSPS科研費 17K00366の助成を受けたものです。光造形型3Dプリンタでの造形や塗装について助言頂いた産業技術大学大学院大学の内山純先生、近藤嘉男先生に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 成田雅彦, 泉井透, タブレットPCを用いたサイネージロボットの開発, 産業技術大学大学紀要, No.10, pp. 53-59, 2016
- [2] 成田雅彦, 土屋陽介, 泉井透, 阿久津裕, 安田福啓, 中川幸子, 松日楽信人, サービスロボットによる分散アンケートサービスの提案 ~非専門家向け開発フレームワークの応用~, 日本ロボット学会誌, Vol.35, No.5, pp.43-53, 2017.
- [3] 成田雅彦, 土屋陽介, 中川幸子, 阿久津裕, 泉井透, 野見山大基, 松日楽信人, 本村陽一, マーケティング分野への適用を目指したスタンプラリーとアンケートサービスのCRSPを用いた構築 ~クラウドベースのロボットサービス統合基盤の進展~, 人工知能学会論文誌 vol. 32 No. 1, p. NFC-B\_1-13, 2017
- [4] 石超, 佐竹聰, 神田崇行, 石黒浩, 客引きロボット導入に向けた社会実験, 日本ロボット学会誌, Vol.35, No.4, pp.66-77, 2017.
- [5] 倉林正次, 出牛人形, 埼玉県指定文化財調査報告書第8集, p45 - p59, 1970
- [6] 栃原嗣夫, 秩父の説経節と人形芝居, ちの木会, 2015
- [7] 乙女文楽人形所蔵目録, pp.50, 平塚市教育委員会, 1971
- [8] 斎藤徹, 宇野小四郎, 平塚市乙女文楽人形調査, 平塚市文化財調査報告 31集 p73-p130, 1996
- [9] 泉房子, かしらの系譜 : 宮崎と九州の人形芝居, 鉛脈社, 1984
- [10] 伊那谷の人形芝居[かしら台帳編], 飯田市美術博物館, 1991
- [11] 加納克己, 日本操り人形史—形態変遷・操法技術史, 八木書店, 2007
- [12] 戯場樂屋圖會拾遺, 1802
- [13] ロボットサービスイニシアチブ  
<http://robotservices.org> (visited on 2017)

# 国際コンベンションにおける宿泊サービスに関する分析

松尾徳朗\*・岩本英和\*\*

Service of Accommodation in International Convention

Tokuro Matsuo\* and Hidekazu Iwamoto\*\*

## Abstract

Holding international convention makes a good economic ripple effects in tourism industry. International convention is also one of important event to invite attendees from foreign countries. To realize retention of convention attendees from events, analysis of perception of convention attendees is one of promising method to understand attendee's expectation and satisfaction. This paper describes an analysis between perceptions of attendees who understand importance of service of hotels and who do not think its importance. We found out the most people who expect the service of hotel were non-Japanese attendees.

Keywords: Convention, Expectation Analysis, Service Design, Tourism Industry, Tourism Informatics

## 1 はじめに

観光における訪日外国人増加は、我が国の経済波及効果の上昇に大きく寄与しており、今後さらなる飛躍が期待できる。訪日外国人が我が国を訪問する理由として、一般観光による訪日だけではなく、ビジネス関連の旅行、およびMICE関連の旅行が含まれる。MICEは、Meeting、Incentive tour、Convention and Conference、Exhibitionの略語であり、イベントやコンベンション、および褒賞旅行や研修旅行などの用語である。そのうち、コンベンション参加による旅行者が支出する費用は、一般観光における旅行者の支出より金額が大きいことが知られており、とりわけ国際コンベンションの経済波及効果は一般観光と比較して、およそ8倍程度見込まれると言わわれている(1)。コンベンションにおいては、参加者に提供するサービスは多様であり、その性質上、サービスの失敗が発生する箇所は多く存在している。サービス提供の失敗は顧客のリテンションの失敗に繋がる(2)。サービスの失敗のうち、価格面における失敗はリカバーが困難ではない。一方で、サービス価値や倫理面における失敗は、離反しようとする顧客のリテンションが容易ではない。従って、国際コンベンションに含まれるサービスのうち、参加者が期待するサービスを強化することが望ましい。著者らはこれまでに国際学術コンベンションにおいて、参加者が期待することについて調査を行なった。本稿では、その調査結果において、宿泊におけるサービスを重視する参加者とそうではない参加者の嗜好の差異を分析する。このうち

宿泊を重視する外国人の割合は5割を超えており、そのような期待を持つ訪日外国人が我が国のコンベンションに参加する際に期待することと関連して論じる。先行研究として、コンベンション参加者を対象とした期待分析を行なった研究は多数存在するが、国際学術コンベンションに関する参加者期待分析についての研究はほとんど存在しない(3)(4)(5)(6)(7)(8)(9)。

## 2 調査

### 2.1 対象

国際コンベンションにおいて、参加者がコンベンション参加においてどのような事柄について期待するかを明らかとする目的で、2014年に開催された3つの国際コンベンションにおいて参加者を対象とした調査を行なった(10)(11)。開催地は、それぞれ日本、米国、中国で開催され、開催施設に到着した参加者に対するアンケートを実施した。アンケートは、6つのセクションから構成され、はじめのセクション1から5においては、それぞれ(A)会議出版物とソーシャルイベント、(B)旅行と滞在、(C)国際会議への参加の一般的な目的、(D)会議開催地、および(E)会議施設、に関する質問群から構成され、各質問に対して5段階で回答する形式を採用了。セクション6においては、参加者の属性を調査している。参加者は質問に対して、(5)非常に重要、(4)重要、(3)どちらでもない、(2)重要ではない、(1)全く重要ではない、の5段階の選択肢から一つを選択する。アンケートは、これら3

Received on October 6, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

\*\*城西国際大学, Josai International University

† 本原稿は、電気学会情報システム部門大会予稿集に掲載された論文を学術紀要として再発表するものである。

つのコンベンションの参加者のうち、計13カ国の計286名の参加者が回答した。回答者のうち、男性は244名、女性は38名、4名が無回答であり、70代以上が3名、60代は9名、50代は35名、40代は68名、30代は62名、20代は106名であった。各々のセクションの構成と質問項目は、次節(3・2)に示すとおりである。

## 2.2 アンケート項目

下記は、質問項目である。

Section (A): 会議出版物とソーシャルイベント:

- (1) 印刷版のプロシーディング提供の重要性
- (2) CD-ROM 版のプロシーディング提供の重要性
- (3) 会議のウェルカムレセプションの重要性
- (4) バンケットの飲食物の品質の重要性
- (5) パフェスタイルのディナーバンケットの重要性
- (6) パフェスタイルのランチの重要性
- (7) バンケットにおけるアルコール飲料の提供の重要性
- (8) 会議が提供するエクスカーションプログラムの重要性

Section (B): 旅行と滞在:

- (1) 会議 Web ページでの有益な旅行情報の提供
- (2) 会議 Web ページでの有益なホテルや滞在情報提供
- (3) 会議開催地への外国からの航空直行便の有無
- (4) 会議開催地の近隣の空港からコンベンション施設への公共交通の利便性の重要性
- (5) 会議開催地の近隣の空港からコンベンション施設への安価な公共交通の重要性
- (6) 会議開催地の近隣の空港からコンベンション施設への短時間での移動の重要性
- (7) 会議開催地における安価な交通料金の重要性
- (8) ビザ取得に関する容易性
- (9) 会議開催地での主要な外国語標記充実の重要性
- (10) ホテルの客室で WI-FI が利用できることの重要性
- (11) ホテルでの高品質なサービスの重要性
- (12) 安価なホテル客室料金に関する重要性
- (13) ホテルにおける主要な外国語標記充実の重要性

Section (C): 国際会議への参加の一般的な目的:

- (1) 教育目的
- (2) ネットワーキング目的
- (3) 就職や転職目的
- (4) 会議プログラムへの興味
- (5) キャリアデベロップメント
- (6) 学会のメンバーであるため
- (7) 個人的な成長
- (8) 友人や親類を訪問するため
- (9) 日常からの逃避
- (10) 会議委員からの参加の要請

Section (D): 会議開催地:

- (1) 会議開催地の治安、安全
  - (2) 会議開催地における充実した歴史的スポット
  - (3) 会議開催地の景観
  - (4) 会議開催地がユニークな文化を持つこと
  - (5) 会議開催地の充実した祭りや催し
  - (6) 休暇や余暇的な資源の利用可能性
  - (7) エクスカーションプログラムの充実
  - (8) 地域住民の会議参加者に対する友好性
  - (9) ショッピングや土産購入
  - (10) ナイトライフの充実性
- Section (E): 会議施設について:
- (1) 体が不自由な参加者に対応した施設
  - (2) 託児所の利用可能性
  - (3) トイレの清潔さ
  - (4) 会議施設における充実した主要な外国語標記案内
  - (5) 十分な休憩スペース

## 3 宿泊に関するサービスについて

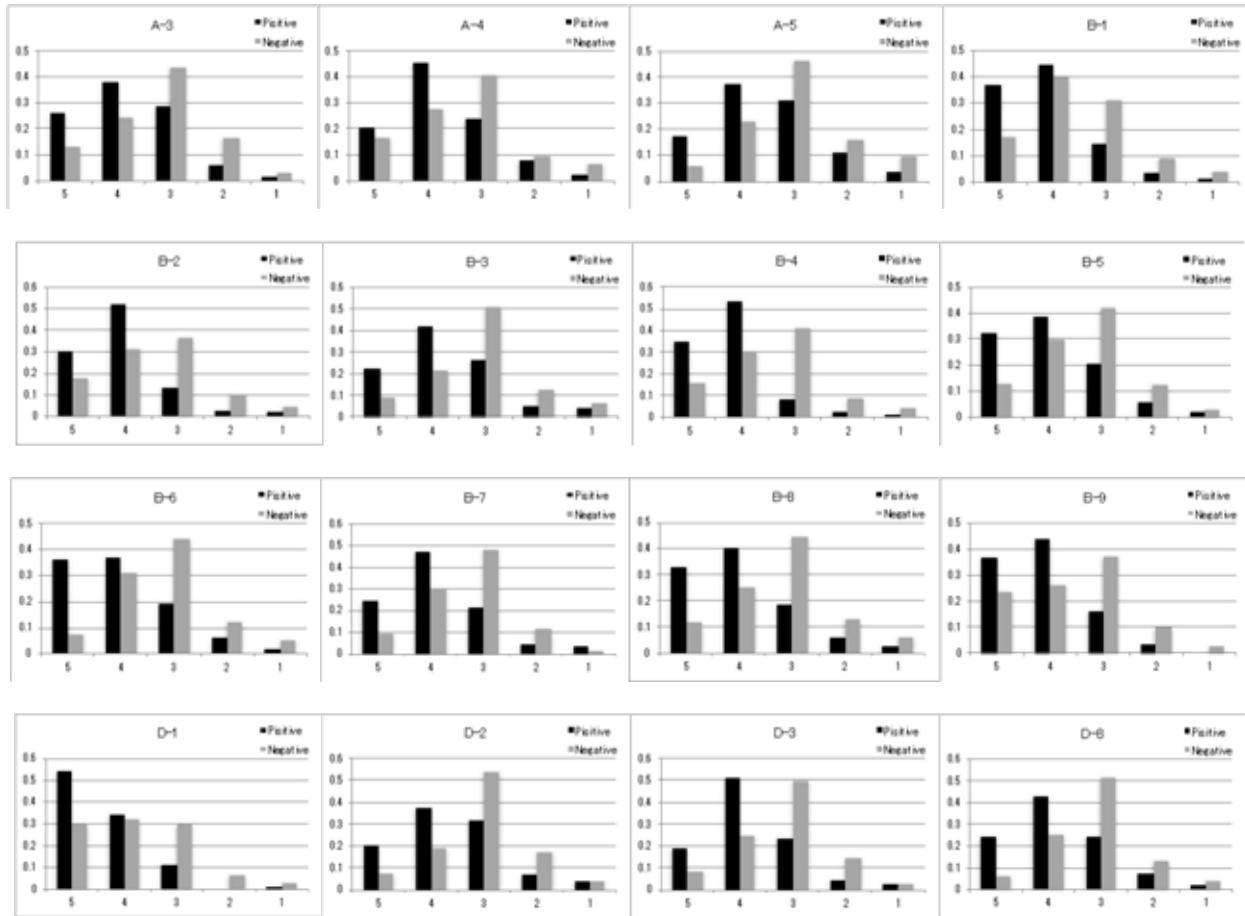
### 3.1 調査内容

国際コンベンションは2日以上の日程で開催されることがあり、多くのコンベンション参加者は宿泊施設に滞在する。観光分野において、宿泊施設に滞在するコンベンション参加者がコンベンション参加においてどのような期待を持つかを分析することは、コンベンションにおけるサービスの設計や、アフターコンベンションなどの企画において有用であると考えられる。そこで、本調査においては、2.で説明した調査について、「ホテルでの高品質なサービスの重要性」について、重視する参加者と重視しない参加者が、他の調査項目においてどのような考え方を持っているかを分析する。

### 3.2 訪日外国人の傾向

ホテルでの高品質なサービスの重要性について重要と考えた外国人は日本人よりも多く、一方で、それに否定的である回答者のうち、外国人が占める割合は3割に満たない。また、この項目における外国人の6割がホテルでの高品質なサービスを期待する結果を得た。すなわち、外国人のうち過半数は滞在中のホテルでの過ごし方において、価値を見出している。この知見は、我が国で開催されるコンベンションのうち外国人比率が多いコンベンションにおいて参考となる。次節では、ホテルでの高品質なサービスに期待する参加者が他にどのような事柄に期待しているのか明らかとする。この項目に対して、否定的な考えを持つ日本人参加者が多いため、日本人がもつ価値観においてコンベンションにおけるサービスや観光におけるサービスおよびブライニングを行うことは、外国人にとって価値観の高いものであるとはかぎらない。

図1 2つのグループ間に差が確認できる項目  
Fig. 1 Graphics showing differences of perception between 2 groups



### 3.3 分析

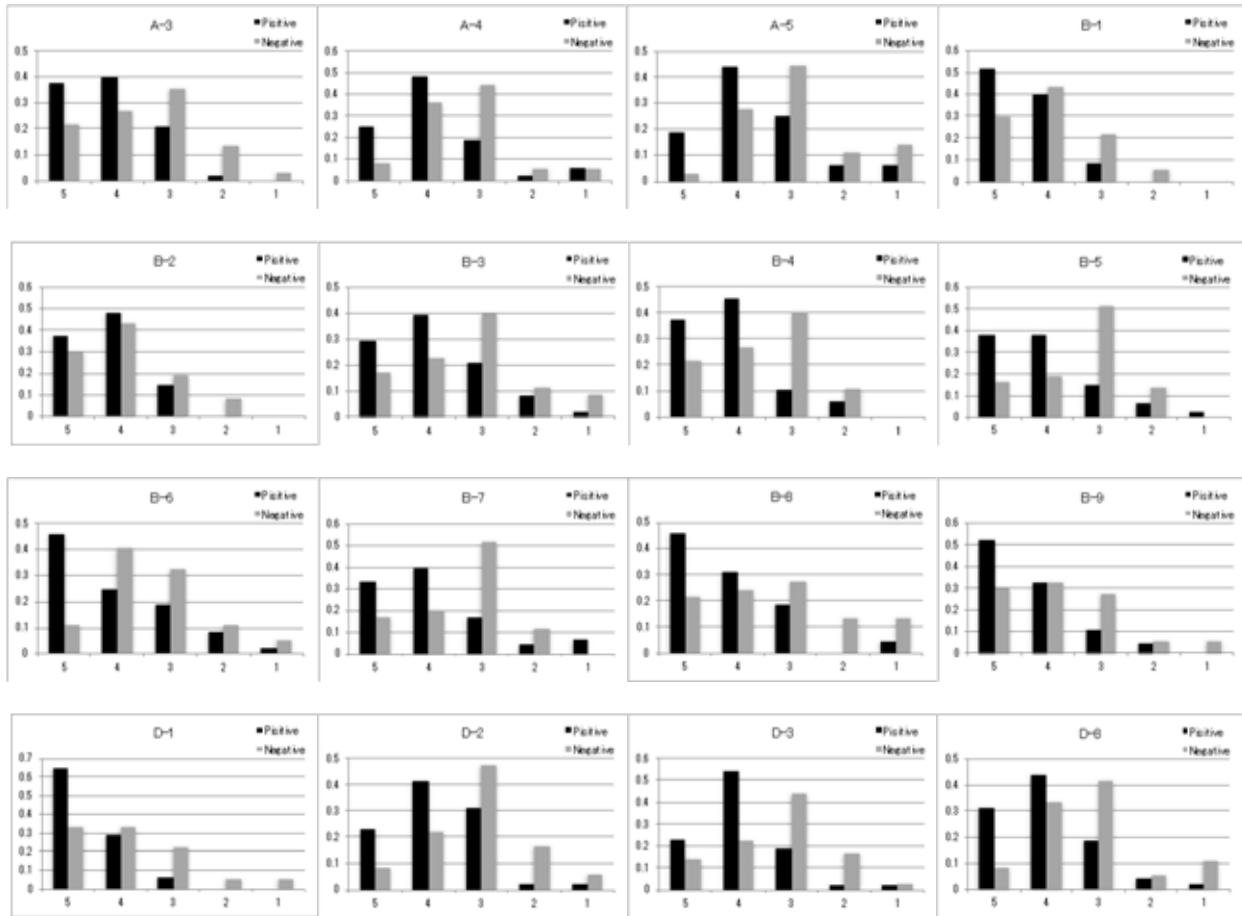
質問項目(B-11)「ホテルでの高品質なサービスの重要性」について、参加者の回答分布は、非常に重要な36名、重要な83名、どちらでもないに120名、重要なないに21名、および全く重要な7名が回答した。非常に重要なおよび重要な回答した参加者は119名、それ以外の回答者は148名であり、本節ではこの差異が他の質問項目においてどのような傾向にあるかを示す。図1は、この2つの回答者群のうち、回答が分かれた質問に関する回答者の分布である。質問項目(B-11)ホテルでの高品質なサービスの重要性について、重要であると回答した参加者が、重要でないと回答した参加者と大きく分布が異なる項目は主として、(A-3)会議のウェルカムレセプションの重要性、(A-4)パンケットの飲食物の品質の重要性、(A-5)バフェスタイルのディナーパンケットの重要性、(B-1)会議Webページでの有益な旅行情報の提供、(B-2)会議Webページでの有益なホテルや滞在情報提供、(B-3)会議開催地への外国からの航空直行便の有無、(B-4)会議開催地の近隣の空港からコンベンション施設への公共交通の利便性の重要性、(B-5)会議開催地の近隣の空港からコンベンション施設への安価な公共交通の重要性。

性、(B-6)会議開催地の近隣の空港からコンベンション施設への短時間での移動の重要性、(B-7)会議開催地における安価な交通料金の重要性、(B-8)ビザ取得に関する容易性、(B-9)会議開催地での主要な外国語標記充実の重要性、(D-1)会議開催地の治安、安全、(D-2)会議開催地における充実した歴史的スポット、(D-3)会議開催地の景観、および(D-8)地域住民の会議参加者に対する友好性、である。そのうち特にホテルでのサービスに期待する参加者が期待する他の項目のうち70%以上のものとして、(B-2)、(B-4)、および(B-8)があげられる。また、2つのグループでの差異が30%以上あるものとしては、(B-2)、(B-4)、(B-6)、(B-8)、(D-2)、(D-3)、(D-8)であり、地域観光や地域からの歓迎に関して期待していることが明らかとなった。

### 3.4 日本人以外を対象とした分析結果

本節では、前節に示した日本人と外国人がミックスされた上でのデータから外国人のみを抽出した結果について示す。グラフに示すとおり、回答者の割合の傾向は3.3に示したものに類似しているが、とりわけ、(B-2)、(B-6)、(B-8)、および(B-9)において、大きく傾向が変化している。これらの結果

図2 2つのグループ間に差が確認できる項目（日本人以外のみ）  
 Fig. 2 Graphics showing differences of perception between 2 groups (Only Non-Japanese)



により、ホテルのサービスの品質に期待している外国人参加者と、そうでない外国人参加者に対するサービスの提供内容、方法などを変化させることで、より満足度の高い環境を提供することが可能となる。

#### 4 おわりに

本稿では、コンベンション参加者が回答した国際コンベンション参加において期待することについて、観光、旅行、宿泊、飲食などへの期待傾向に関連があることについて、宿泊施設におけるサービスに期待していない参加者との比較による分析について、グラフを用いて説明した。図1に示した全てにおいて旅行、観光、飲食に関するものであり、ホテルでのサービスに期待する参加者にとって、会議開催地へのアクセス、ウェブなどの情報、交通の利便性、外国語表記、治安、観光資源に関するものであることが明らかとなった。とりわけ、ホテルにおける高品質なサービスに期待する回答者のうち、過半数が外国人参加者であり、一方でそうでない回答者のうち7割が日本人であることから、コンベンションにお

けるサービスやコンベンションで提供されるエクスカーションにプログラムにおいて、一般的な日本人の感覚で計画および設計することは訪日外国人にとって満足度の低い結果に繋がると考えられる。さらに外国人参加者のみを抽出した結果の分析により、日本人との期待内容や重視内容が異なることが理解できる。

訪日外国人が考える期待と実際のサービスの差異が大きい場合、サービスの質の観点においてはギャップが存在する。顧客リテンションを成功させるためには、これらの分析を繰り返し実施することが望ましい。本稿では、各々の相関に関する定量的分析は示しておらず、今後、本稿で示した比較を含め、年齢、キャリア、コンベンションへの参加目的を含んだ相関分析を行い、特徴を示すことが課題として考えられる。

#### 参考文献

- [1] 田部井 正次郎, 高橋 洋, 渡部 寛 (2010). イベント & コンベンション概論(第2版), ジェイティービー能力開

- 発。
- [2] 小宮路 雅博 (2012). サービス・マーケティング, 創成社.
  - [3] Martin Oppermann. Perceptions of Convention Destinations, *Journal of Convention & Exhibition Management*, Vol. 1, No. 1, pp. 35-48, 1998.
  - [4] Hanqin Qiu Zhang, Vivien Leung, Hailin Qu. A refined model of factors affecting convention participation decision-making, *Tourism Management*, Vol. 28, pp. 1123-1127, 2007.
  - [5] Denver Severt, Youcheng Wang, Po-Ju Chen, Deborah Breiter. Examining the motivation, perceived performance, and behavioral intentions of convention attendees: evidence from a regional conference, *Tourism Management*, Vol. 28, pp. 399-408, 2006.
  - [6] Joanne Jung-Eun Yoo and Kaye Chon. Factors Affecting Convention Participation Decision-Making: Developing a Measurement Scale, Vol. 47, pp.113-122, *Journal of Travel Research*, 2008.
  - [7] Deborah Breiter, Ady Milman. Attendees' needs and service priorities in a large convention center: Application of the importance-performance theory, *Tourism Management*, Vol. 27, pp.1364-1370, 2006.
  - [8] Bongkosh Ngamsom Rittichainuwat, Jeffrey A. Beck, Joseph Lalopa. Understanding Motivations, Inhibitors, and Facilitators of Association Members in Attending International Conferences, *Journal of Convention & Exhibition Management*, Vol. 3, No. 3, pp. 45-62, 2001.
  - [9] Thomas Bauer, Rob Law, Tony Tse, Karin Weber. Motivation and satisfaction of mega-business event attendees: The case of ITU Telecom World 2006 in Hong Kong, *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, Vol. 20, No. 2, pp.228-234, 2008.
  - [10] Tokuro Matsuo, Hidekazu Iwamoto, Toshikazu Fukushima. Preliminary Comparative Study of Satisfaction of Convention Attendees, 産業技術大学院大学紀要, 2014.
  - [11] Tokuro Matsuo, Toshikazu Fukushima, Hidekazu Iwamoto. A Challenging of Data Science in Association Research for Convention Management, International Conference on Data Science and Institutional Research, 2015.



# 複数センサを利用した室内の二酸化炭素濃度の計測と可視化に向けた分析

渡邊 紀文\*・守谷 元一\*\*・宮本 賢良\*\*  
糸田 孝太\*\*・今仁 順也\*\*\*

## Analysis by Multi-point Sensing for Visualization of Indoor CO<sub>2</sub> Concentration

Norifumi Watanabe\*, Motokazu Moritani\*\*, Kensuke Miyamoto\*\*,  
Kota Itoda\*\*, Junya Imani\*\*\*

### Abstract

It is reported that carbon dioxide has a great influence on the quality of human intellectual activity. To support intellectual indoor activities, we analyze how the carbon dioxide concentration in the room is distributed and diffused by multipoint sensing. Our results showed the different distribution and diffusion between carbon dioxide deriving from human breath and that deriving from liquid carbon dioxide gas cylinder. As a result we noted how carbon dioxide from human breath did not depend on the distance and increased by a fixed amount. From these results, we discuss the method to estimate and visualize the distribution of carbon dioxide concentration.

Keywords: Carbon Dioxide Concentration, Multi-point Sensing, Visualization, Smart Environment

### 1 はじめに

近年人工知能技術を導入した自律移動ロボットや車の自動運転技術など社会の中での自動化が進み、単純作業だけではなく新しい発想を求めるような創造的な知的活動が多くの人々に求められている。しかし、それらの創造的な知的活動が室内の温熱および空気環境により影響を受けていることが明らかになっている[1]。また大気中に含まれる二酸化炭素によって阻害されることも報告され[2]、アメリカロレンス・バークレー国立研究所の報告によると二酸化炭素濃度が 1000ppm を超えると人の思考力が低下し、2500ppm を超えること集中力及び意志決定に支障をきたすことが確認されている。

本研究では、人の活動によって発生、蓄積される二酸化炭素をセンサデバイスを用いて計測し、それらのデータから室内の二酸化炭素濃度の分布を推定してグラフ上に可視化し、ユーザに通知するシステムの構築を目的とした、計測実験の結果について報告する。具体的には、高精度およびデジタル出力が可能な二酸化炭素センサを搭載した計測デバイスを複数作成し、室内での多点センシングを行う。更に室内における二酸化炭素の拡散の経過を分析し、濃度の分布を推定するために、一定の速度で二酸化炭素を放出することが出来る液体炭酸ガスボンベと人の呼気を定点から拡散させ、その様子を計測する実験を 4 種行った。これらの実験を

通して、それぞれの気体に拡散方向による差異があるかどうか、また、人の呼気にあわせた放出量で、時間あたりどの程度の空間まで二酸化炭素が拡散するのかを検証する。

本実験結果を基に可視化する際に室内にセンサデバイスをどのように配置すべきかを検討し、その条件およびパラメータについて議論する。更に濃度変化の予測モデルを構築するために必要な実験条件および手法について考察する。

### 2 関連研究

二酸化炭素のセンシングは古くは現在のようにセンサ技術が発達する前から存在し、植物を使った二酸化炭素濃度の測定も 1990 年には研究されている[3]。近年では IoT(Internet of Things)の発達もあり、二酸化炭素センサの小型化も進み、環境測定のデバイスとしても利用されている[4]。また、二酸化炭素濃度は集中力の指標にも利用されており、二酸化炭素濃度と集中力指標の 1 つである瞬きの回数、不快度指数の 3 つには相関があることが報告されている[5]。これらの既存研究は単体のデバイスを利用してセンシングをしており、局所的な環境での計測であった。二酸化炭素濃度は空間中で拡散し、二酸化炭素発生源から放出量および放出の方向により濃度の差異が生まれることが考えられる。そこで、本研究では 1 点で二酸化炭素濃度を計測するのではなく、室内において二酸化炭素がどのように拡散していくのかについて多点センシングを用いて計測する。

Received on September 30, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

\*\*慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科, Graduate School of Media and Governance, Keio University

\*\*\*東京農工大学大学院工学府, Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

### 3 多点センシングによる二酸化炭素濃度計測実験

#### 3.1 実験環境

二酸化炭素の拡散を多点センシングするという本研究の性質上、外気からの気流によって拡散が阻害されることが好ましくない。そのため、本実験は全て慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス内の地下室を利用した。実験で利用した地下室の大きさは約  $200 \text{ m}^3$  ( $8.1\text{m} \times 6.35\text{m} \times 3.9\text{m}$ ) であり、外気の流入口としては出入り口 2ヶ所と換気口のみとなっており、窓は存在しない。なお実験中は出入り口 2ヶ所及び換気口を目張りすることで、外気の流入は最小限に抑えた。また事前実験として部屋中央に液体炭酸ガスボンベの二酸化炭素放出口を設置し、放出口から距離 1m、十二方向に二酸化炭素センサを設置し、測定を行うことで本実験環境において特定の方向に気流が発生していないことを確認した。これにより本実験で利用するボンベから放出させた二酸化炭素及び人の呼気の拡散には外気からの気流等の外的要因が関与していないといえる。

また液体炭酸ガスボンベ使用時は室内には人は在室せず、人の呼気の実験においては建物の衛生管理法の基準となっている 1000ppm を超えないことを確認し、被験者の体調に十分配慮した。

#### 3.2 CO<sub>2</sub> センサおよび計測デバイス

本研究では Figaro 社が提供している「CDM7160 CO<sub>2</sub> センサモジュール」を利用した。選定理由としてデータ出力が従来までの二酸化炭素センサに多いアナログ出力ではなく、デジタル出力であること、また精度が  $\pm 50\text{ppm}$ +測定値の 3%と他のセンサに比べて高いことが挙げられる。このセンサモジュールからマイクロコントローラ (atmega328p) でデータを取得し、Bluetooth 経由で Raspberry Pi 3 Model B にてデータを保存する。また取得したデータが正しいことを確認するために、1500ppm に調整したガスを袋に詰めてすべてのデバイスで数値が正しく計測されていることを確認した。

図 1 に作成した計測デバイスを示す。

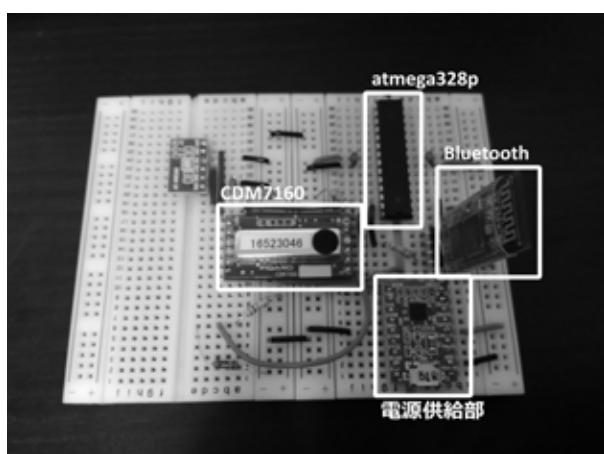


図 1: CO<sub>2</sub> センサを搭載した計測デバイス

#### 3.3 実験条件

本研究では二酸化炭素がどのように拡散するのかを分析するために以下の 4 つの条件で実験を行った。

実験1. 液体炭酸ガスボンベから  $0.5\text{L/min}$  の二酸化炭素を放出し、四方に 1m, 1.5m, 2m の距離で計測デバイスを設置した状態で 30 分間計測。

実験2. 3 人の被験者が椅子に座り、一箇所に集まった状態で待機して、四方に 1m, 1.5m, 2m の距離で二酸化炭素センサを設置した状態で 30 分間計測。

実験3. 液体炭酸ガスボンベから  $0.5\text{L/min}$  の二酸化炭素を放出し、1 直線に 1m おきに 8m まで計測デバイスを設置し、60 分間計測。

実験4. 3 人の被験者が椅子に座り、一箇所に集まった状態で待機して、1 直線に 1m おきに 8m まで計測デバイスを設置し、60 分間計測。

二酸化炭素濃度の分布を推定する際には、空間に特定の濃度の偏りのない状態から人が放出するのと同じ二酸化炭素の量を放出し、その変位を分析する必要がある。その際放出が断続的である人の呼気よりも、一定の速度で放出することができる液体炭酸ガスボンベを利用する方が試行毎のデータの分散が小さく濃度変化のモデルを構築することが可能であると考えられる。よって液体炭酸ガスボンベによる一定速度の放出で人の呼気と同様の濃度分布を構築できるのか、また濃度の拡散は人の呼気と同程度の速度であるのかを確認するため、実験 1 および実験 2 では四方にセンサデバイスを配置して  $0.5\text{m}$  每の二酸化炭素濃度を計測する。更に実験 3 および 4 では、単位時間あたりの放出量でどの程度の空間まで二酸化炭素濃度が拡散し、分布が安定するのかを確認するため、1m 每にセンサデバイスを配置して室内の最大距離である 8m まで計測する。

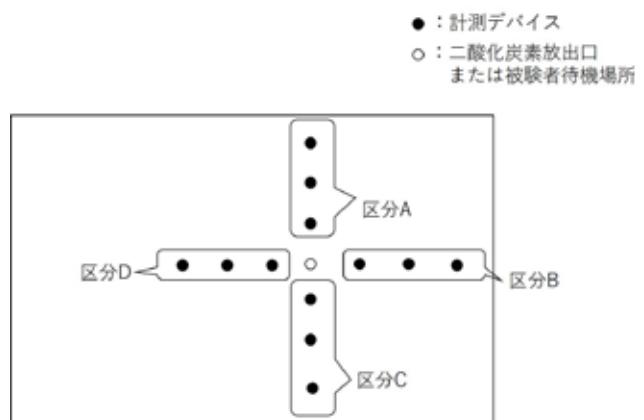


図 2: 実験 1 及び 2 での室内の計測デバイス配置場所。デバイスは 3 つずつのセット（区分 A から D）とし、それぞれのデバイスの間隔は  $0.5\text{m}$  である。

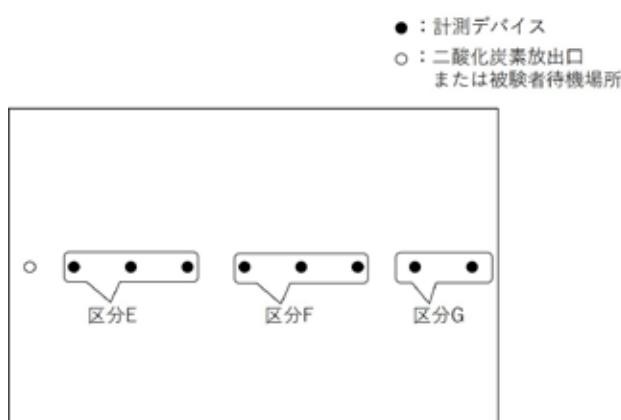


図3: 実験3及び4での室内の計測デバイス配置場所。デバイスは3つずつのセット(区分E, F)と2つのセット(区分G)とし、それぞれのデバイスの間隔は1mである。

実験1及び2の二酸化炭素放出口及び計測デバイスの位置を図2に、実験3及び4の二酸化炭素放出口及び計測デバイスの位置を図3に示す。

人一人あたりの二酸化炭素放出量は文部科学省の学校環境衛生管理マニュアル[6]によれば、高校生以上の人間は $0.022 \text{ m}^3/\text{hour}$ の二酸化炭素を放出すると定義されているため、1分間に換算すると $0.37\text{L}/\text{min}$ となる。よって、人の呼気を利用した実験である実験2及び4は、一定速度及び断続という点で放出されるタイミングは異なるもの、単位時間あたりに放出されている二酸化炭素は実験1と3に比べて多くなっている。なお本実験における被験者は3人全員が成人男性である。計測デバイスは床に設置し、ガスボンベの放出口にはチューブを繋ぎ、チューブの先を床に向か、床から1~2cm離した状態で固定した。被験者は座った状態で床から1m10cmから1m30cmの高さで呼吸するものとする。それぞれの実験を2回繰り返し、平均値を第4章での実験結果とした。

## 4 実験結果

### 4.1 液体炭酸ガスボンベと人の呼気のCO<sub>2</sub>の拡散傾向の比較

実験1における4方向(図2の区分AからD)の二酸化炭素濃度の変化を図4に示す。図4が示すように、二酸化炭素放出口からの距離と濃度には明らかな相関があり、距離が近くなればなるほど短時間で濃度は上昇し、それぞれの時間毎の距離が近いセンサの値が最も高くなる。逆に距離が離れれば離れるほど上昇し始めるまでの時間が長くなり、二酸化炭素濃度も低くなった。濃度の上昇は単位時間あたりに一定量で増えてはおらず、上昇した後に値が平行もしくは減少するという結果になった。これらの結果について、4つの区分毎の結果に大きな差異はなく、方向については大きな変

化は見られなかった。

次に実験1と同じ位置に計測デバイスを配置し、液体炭酸ガスボンベではなく、3人分の呼気を利用して実験2の結果を図5に示した。実験2の結果から、二酸化炭素の放出量は実験1に比べて増加しているにも関わらず、実験1では最大4000ppm近くまで二酸化炭素濃度が上昇しているのに対して、実験2では最大でも150ppm程度まですか上昇していない。更に実験1のような二酸化炭素濃度が上昇し始

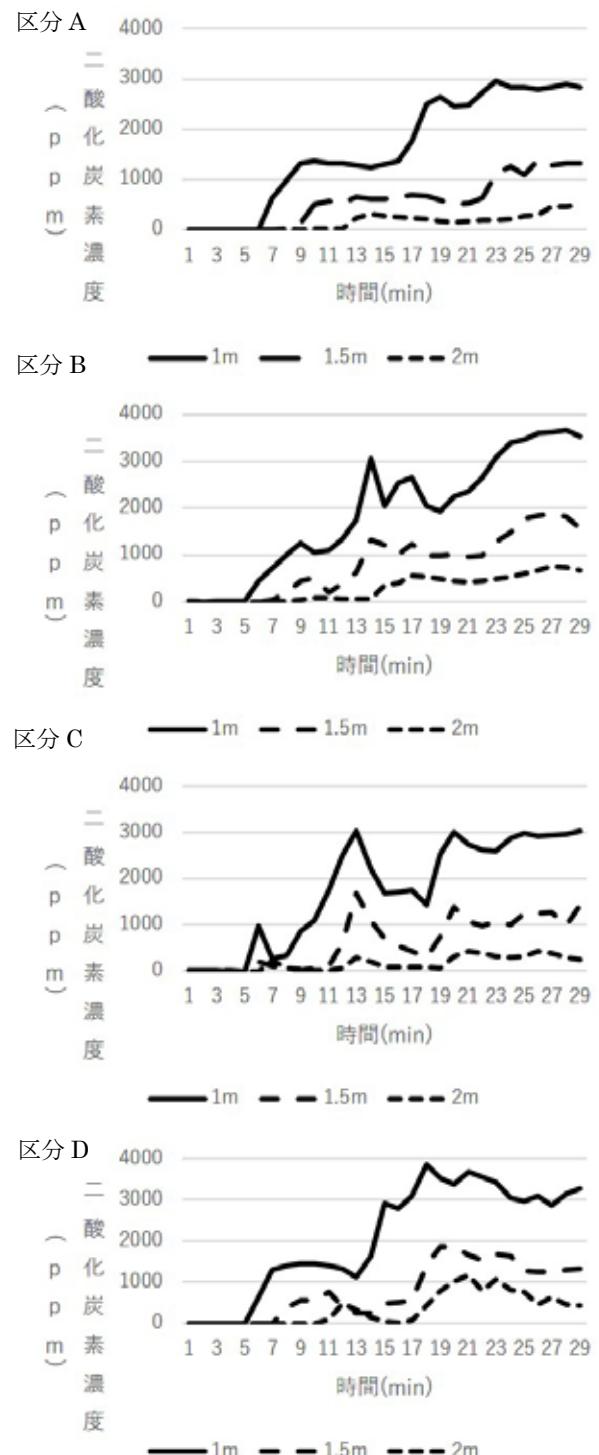


図4: 実験1における4方向の二酸化炭素濃度の時間変化(上から図2で示した区分A, B, C, Dの場所の結果を示す)

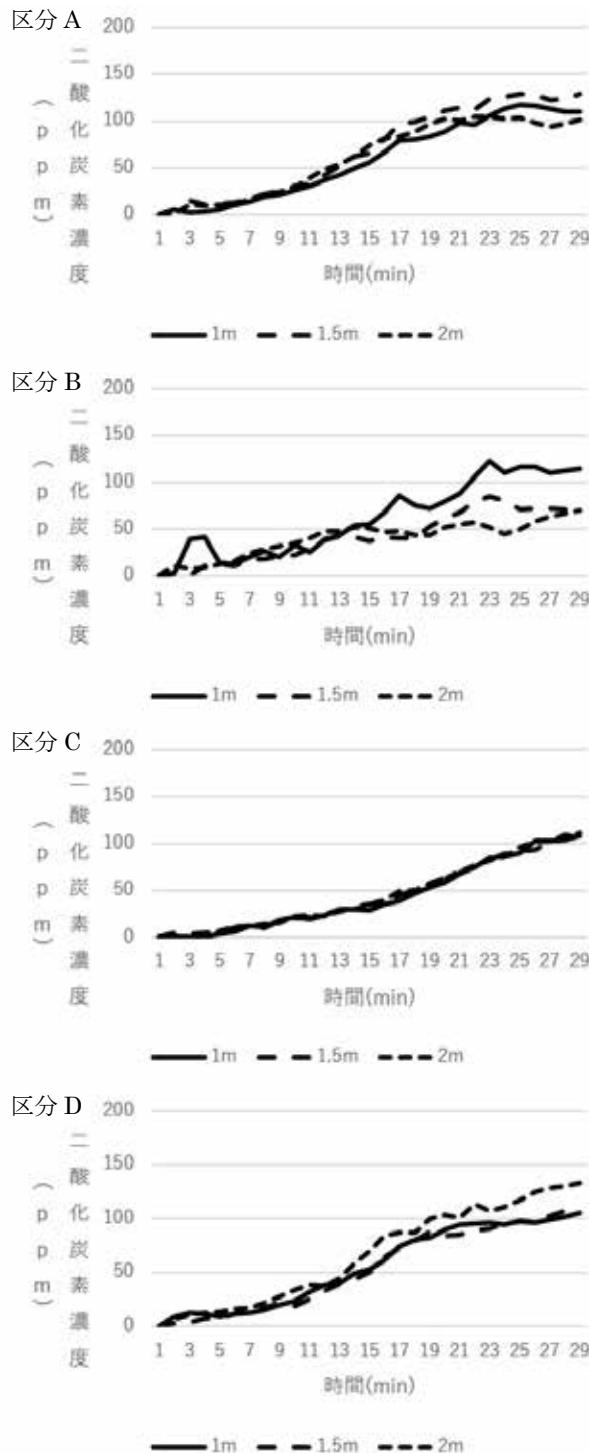


図 5: 実験 2 における 4 方向の二酸化炭素濃度の時間変化(上から図 2 で示した区分 A, B, C, D の場所の結果を示す)

める時間とセンサの距離には相関は見られず、全ての距離において二酸化炭素濃度が均一に上昇している。最後に実験 1 では二酸化炭素濃度は明らかに線形には上昇していなかったのに対して、実験 2 ではすべての区分において単位時間あたり一定量で上昇している。

#### 4.2 液体炭酸ガスボンベと人の呼気の距離に応じた CO<sub>2</sub>拡散傾向の比較

4.1 で述べた結果から液体炭酸ガスボンベ及び人の呼気のどちらにおいても方向による二酸化炭素濃度の差が見られなかつたため、計測デバイスを直線に並べて距離に焦点を当て、実験を行った。

実験 3 の結果を放出口から 1~3m(区分 E), 4~6m(区分 F), 7~8m(区分 G)に区切り 3 つのグラフとして図 6 に示す。図 6 のグラフより液体炭酸ガスボンベを利用した場合、実験 1 と同様に放出口から 1m の距離の二酸化炭素濃度は実験開始から 3 分程度で大きく上昇した。しかし、60 分という限られた時間では区分 FG を含む 2m 以降の二酸化炭素濃度はほとんど上昇しなかつた。

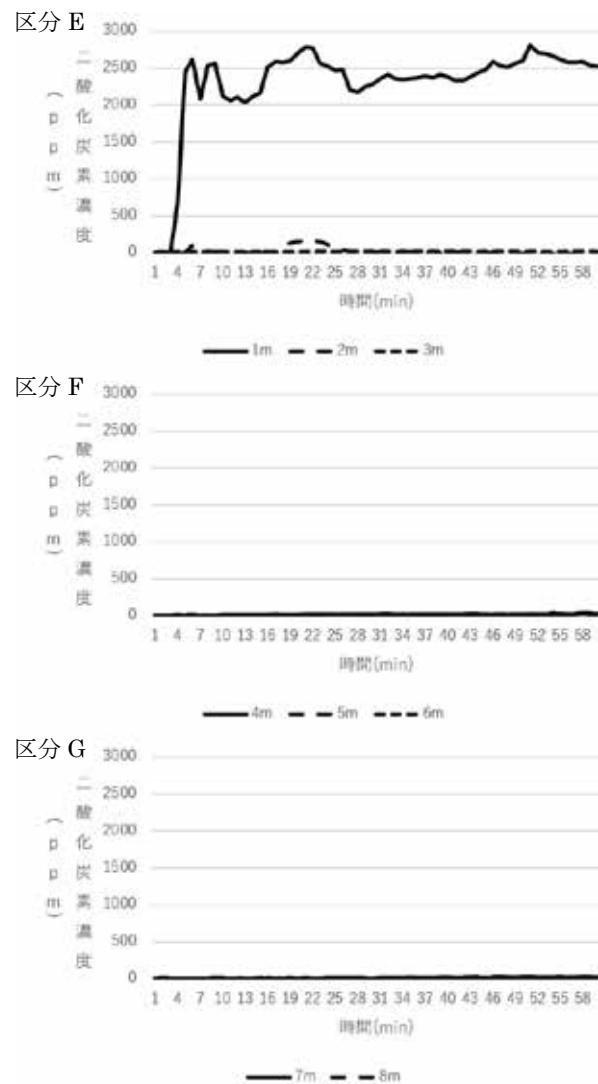


図 6: 実験 3 における距離別二酸化炭素濃度の時間変化(上から図 3 で示した区分 E, F, G の場所の結果を示す)

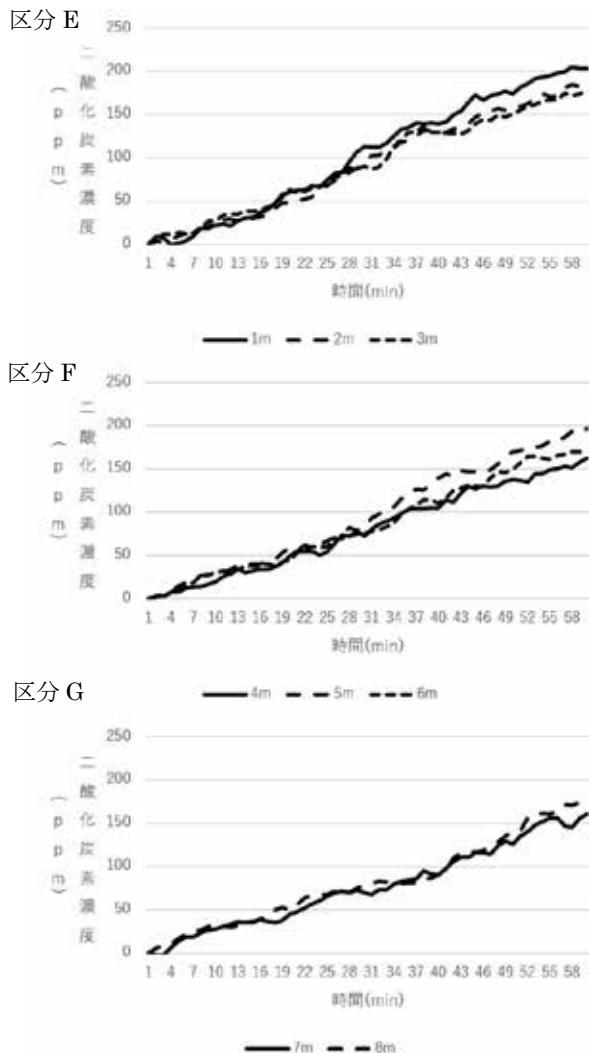


図 7: 実験 4 における距離別二酸化炭素濃度の時間変化  
(上から図 3 で示した区分 E, F, G の場所の結果を示す)

次に実験 4 の結果を図 7 に示す。図 7 のグラフから実験 2 と同様に人が待機していた場所の近くの二酸化炭素濃度だけでなく 8 メートル先の二酸化炭素濃度もほぼ均一に上昇している。また実験中の二酸化炭素濃度の時間変化についても、実験 1 と 2 での濃度の差と同様、単位時間あたりの二酸化炭素放出量が多い実験 4 で最大 200ppm 前後であるのに対して、放出量が少ない実験 3 のほうが 250ppm 前後と高くなつた。単位時間あたりの濃度の増加についても、被験者との距離が近いほうが大きく上昇しているということではなく、距離による明確な違いも見受けられなかつた。

## 5 考察

本研究における 4 種の実験から、液体炭酸ガスボンベから放出する二酸化炭素と人の呼気に含まれる二酸化炭素の拡散には明確な違いがあるという結果が得られた。液体炭酸ガスから放出した二酸化炭素は部屋全体に均一

に拡散せず、放出口から 1m 程度の箇所に留まり、実験開始から 30 分での二酸化炭素濃度は最大 4000ppm 近くまで上昇した。それに対して、人の呼気に含まれる二酸化炭素は 150~200ppm と液体炭酸ガスから放出する二酸化炭素に比べると 1/20 程度であるものの、二酸化炭素を放出している被験者との距離とは関係なく部屋全体の二酸化炭素濃度が上昇している。この差異として考えられるのが人の呼気には二酸化炭素以外の気体が含まれており、外気に近い比率であるのに対して、液体炭酸ガスボンベから放出する二酸化炭素は純度が限りなく 100% に近いため、外気への浸透が遅れ局所にたまりやすかつたのではないかと考えられる。これらの結果より、人が放出する二酸化炭素濃度の分布を推定し、可視化を行うためには、人の呼気もしくはそれに類する気体を利用した実験を行うべきと考えられる。ただし人の呼気は常に同じ量の二酸化炭素を放出しているわけではなく、また個人差も考えられるため、データの分散が大きく濃度変化のモデルを構築することが困難である。そこで今後は同じ量の二酸化炭素を放出しながら外気に浸透して拡散し、人の呼気と同様の濃度分布が構築可能であると考えられる、人の呼気に成分が近いトレーサガスなどの利用を検討する。

また本実験結果から、人の呼気を発生源とする二酸化炭素は、距離に関係なく部屋全体に均一に拡散するため、部屋全体の濃度変化については室内の 1 点を計測すればよいと考えられる。しかし、我々が実際に室内で知的活動を行う際には、個々人が一ヵ所に集まっていることはなく、二酸化炭素の発生源が複数存在する。室内の二酸化炭素濃度の偏りのない状態から、複数人が分散した環境で二酸化炭素を放出し、濃度分布が変化する状態を推定するためには、より詳細な人の呼気による二酸化炭素濃度の時間変化をモデル化する必要がある。このようなモデルを構築するためには、今後も複数の二酸化炭素センサを利用して多点センシングによる計測および、パラメータとして部屋の大きさ、被験者の数などを検証する必要がある。

## 6 おわりに

本研究では高精度及びデジタル出力が可能な二酸化炭素濃度センサを搭載した計測デバイスを作成し、室内的二酸化炭素濃度の多点センシングを行った。人の呼気と液体炭酸ガスボンベから放出される二酸化炭素がどのように拡散していくかについて計測したところ、液体炭酸ガスボンベから放出した二酸化炭素は放出口から 1m 付近ではその濃度は急激に上昇するものの、2m 以上離れた範囲の濃度は実験時間の中ではほとんど上昇しなかつた。それに対して、人の呼気は距離とは関係なくほぼすべての距離において二酸化

炭素濃度が上昇した。よって人の呼気による二酸化炭素濃度の分布を推定するためには、液体炭酸ガスボンベは不適であり、外気に浸透して拡散しやすい人の呼気、もしくは濃度変化のモデルを構築するため一定速度での放出が可能で、人の呼気と成分が近いとされるトレーサーガスなどを利用すべきと考えられる。

また人の呼気では二酸化炭素濃度は均一に拡散するため、濃度の推定を行う際には室内の一点を計測すれば良いと考えられる。しかし実際に知的活動を行うときには複数人が関与することが多いため、それぞれの人が分散している状態での二酸化炭素濃度の分布を推定し、相互の影響を考慮した濃度の時間変化をモデル化する必要がある。よって今後も室内に二酸化炭素センサを複数配置し、室内の人数、部屋の大きさなどのパラメータを考慮した実験を行う必要があると考える。

これらの計測データを得ることで、複数人が在室する室内の二酸化炭素濃度の分布を推定し、どのタイミングでどのような情報をユーザーに通知するのかを検討し、知的活動を促進するためのシステム開発を目指す。

## 参考文献

- [1] 橋本哲, 寺野真明, 杉浦敏浩, 中村政治, 川瀬貴晴, 近藤靖史, ”室内環境の改善によるプロダクティビティ向上に関する調査研究”, 空気調和・衛生工学会論文集, Vol. 29, No. 93 pp. 67-76, 2004.
- [2] Joseph G. Allen, Piers MacNaughton, Usha Satish, Suresh Santanam, Jose Vallarino, and John D. Spengler, “Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments”, ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECTIVES, Vol. 124 Issue 6, pp. 805-812, 2016.
- [3] K. A. MOTT, “Sensing of atmospheric CO<sub>2</sub> by plants”, Plant, Cell & Environment, Vol. 13, pp. 731-737, 1990.
- [4] M. Newlin Rajkumar, Sruthi M. S, V. Venkatesa Kumar, “IOT Based Smart System for Controlling Co<sub>2</sub> Emission”, International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, Vol.2 Issue 2, pp. 284-288, 2017.
- [5] 川隅恭介, 岩井将行, "室内環境・生体情報による複数のセンサを用いた非接触集中度推定測定システム", 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-HCI-171, No. 35, 2017.

- [6] 文部科学省学校環境衛生マニュアル, [http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2010/04/08/1292465\\_02.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/04/08/1292465_02.pdf)(閲覧日: 2017年9月24日)

# プロジェクトマネージャの成長プロセスの分析 —インタビュー調査結果のテキストマイニングによる—<sup>注1)</sup>

三好 きよみ\*,\*\*・木野 泰伸\*\*

## An Analysis of the Growth Process of Expert Project Managers Based on Text Mining

Kiyomi Miyoshi\*,\*\* and Yasunobu Kino\*\*

### Abstract

The IT industry is growing rapidly and requires many expert project managers. Consequently, it is crucial to train such managers as quickly as possible. In this study, we focus on the characteristics of the growth process in terms of the human resource development of expert project managers. We divide the process into three steps: novice, proficient, and expert. We then use semi-structured interviews to target 20 expert project managers. The interviews concentrate on the managers' business careers and cover issues such as assigned projects, notable events, and relationships with project members and colleagues. We analyzed the results with a text-mining method and found useful insights about the growth process for each of the three steps. These insights include control, the need for feedback, and the requirement to act without boundaries. Such findings may assist the IT industry in its development of expert project managers.

Keywords: Project Management, Interview, Text Mining, Growth Process, Expert

### 1 はじめに

ITの利活用は日々進んでおり、新しいITサービスや新しい分野へのIT適用においては、それらに対応できる人材育成が欠かせない。ITの利活用において重要な役割を果たすIT企業では、プロジェクトマネージャ(以下、プロマネと略す)人材への要求が高まっている。IT人材白書[1]によると、IT企業において7割超の企業が、プロマネを重視する職種として挙げている。また、PMI日本支部の法人スポンサーに対するアンケート結果報告[2]では、7割超の企業が、関心を持っているテーマとして人材育成・コンピテンシーを挙げている。さらに、6割超の企業がフォーカスしたいエリアとして、次世代プロマネ育成を選択している。以上のように、企業においては、プロマネ人材育成が課題となっている。しかし、プロジェクト遂行の現場では、あらかじめ計画された品質・コスト・納期を守ってプロジェクトを成功させることが最優先される。したがって、人材育成については優先度が低くなっているのが現状である。戸塚ら[3]は、プロジェクトチーム方式の特徴として、チームメンバーの流動性、短期的な視野でのチーム編成などを挙げ、長期的な方針での人材育成という観点で問題があると指摘している。よって、組織として、長期的な視点で育成施策を検討し、遂行することが望まれる。

本研究では、企業において必要とされる高い能力を持つプロマネを熟達段階と定義し、熟達段階にある者が、プロマ

ネとして着任した時期から、熟達の段階へと成長する過程をテキストマイニングによって分析する。インタビュー調査結果をテキストマイニングによって分析し、プロマネ初期、中堅、熟達という、3つの段階ごとの特徴を明らかにする。そして、本研究で明らかになった知見によりプロマネ育成施策への示唆とすることを目指す。

2章では、関連研究として、プロマネに必要とされる能力、及びプロマネの成長プロセスの研究について述べる。3章では、調査対象データについて述べる。4章では、テキストマイニングによる分析方法、及び結果について述べる。そして、5章では、分析結果からの考察について述べる。

### 2 関連研究

プロマネに必要とされる能力については、米国PMIが、「Project Manager Competency Development Framework」[4]において、知識・実践力・人格の3つに分類してそれぞれの領域ごとに実行内容や行動を定義している。さらに、「the Project Management Body of Knowledge」[5]では、PMIタレント・トライアングルとして、テクニカル・プロジェクトマネジメントスキル、リーダーシップスキル、戦略とビジネスマネジメントスキルを主要なスキルセットとして定義し、それらをバランスよく持つ必要があるとしている。日本では、「PM育成ハンドブック」[6]、「ITスキル標準V3」[7]において、達成すべき能力を定義している。これらにおい

Received on September 20, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

\*\*筑波大学大学院, University of Tsukuba

では、プロマネには一般的なマネージャに求められている能力、その中でも特に、コミュニケーション能力、指導力といった人間力が求められ、さらに、専門職としてのプロジェクトマネジメントに関する知識とその知識を生かして適切なプロジェクトマネジメントを実践する力が必要とされている。ただし、これらは、最終的に習得すべき能力の類型化であったり、プロマネに必要な行動特性を明らかにしたものであり、それらをいつどのように習得していくか、その過程については言及されていない。

プロマネの成長プロセスの研究としては、三好・岡田[8]が、熟達段階のプロマネ 20 名のインタビューデータを修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチ（以下、M-GTA と略す）によって次のように分析している。プロマネ着任後は、大きく 2 つの流れとして、人間性の成長プロセスと実践力の向上プロセスが相互に関係しながら、プロジェクト環境ならではの特徴的な動機付けのもとに、熟達の段階へと成長していく、その過程では、周囲の人からの学びや刺激による影響を受けていることを明らかにしている。さらに、顧客という組織外の他者が、重要な役割を果たすということを指摘している。そして、プロマネに着任した当初は、IT 技術者としての役割を終焉させ、プロマネの役割を開始させる時期であり、Bridges[9]のトランジッショングリーンに相当するとしている。その後、様々なプロジェクトを経験し、結果を振り返り、ノウハウを得るということを繰り返しながら、実践力を向上させていくという Kolb[10]の経験学習のプロセスを確認している。熟達の段階では、指導者としての意識の強まりにより、Erikson[11]の世代性の課題への取り組み、顧客との関係性から Arthur & Rousseau[12]のバウンダリーレス・キャリアの概念、及び周囲への感謝の気持ち、さらなる成長への意欲などから、キャリアの自律を確認している。

三好・木野[13]は、プロマネの能力向上を促進する要因を質問紙調査によって分析し、初期、中堅、熟達という成長段階ごとの比較を行っている。その結果、どの段階においても経験学習の実行が、能力向上に大きな影響を及ぼしていることを明らかにしている。そして、厳しい要求をする顧客、頼ることのできる人がいない状況での経験といった仕事環境の経験、及び社外や社内の部門をまたがっての研究会やコミュニティなどへの定期的な参加などの外部との交流経験が、経験学習の実行を促進していることを明らかにしている。そして、中堅の段階の特徴として、褒められること、他者から認められることができ、直接、行動特性に影響を及ぼしていることを指摘している。また、三好[14]は、企業内において、部門を横断して実施された学習コミュニティ活動への参加者に対して、質問紙調査を行った結果、学習コミュニティ活動への参加経験が、経験学習を促進させることを明らかにしている。

### 3 方法

本研究では、三好・岡田[8]で収集されたインタビューデータを用いる。以下に調査対象者、及び調査内容を述べる。

#### 3.1 調査対象者

民間企業に所属し、情報システムの開発プロジェクトでのプロマネの経験者 20 名を対象とした。調査対象者は機縁法により、現在、熟達段階にあるプロマネ、または現在は異なる職種についているが、職務経歴の中でプロマネとして熟達段階にいた者を選定した。熟達段階にあるかどうかについては、所属企業での役職を参考とした。

#### 3.2 調査内容

2015 年 7 月から 9 月にかけて、半構造化面接によるインタビュー調査を行った。インタビュー時間は、1 人あたり平均 44 分であった。面接に際しては、事前に面接依頼書にて目的、概要等を説明した上で了承を得た。また、インタビューの内容は、調査対象者の承諾を得た上で IC レコーダーと筆記により記録した。インタビューでは、以下の基本項目を基にこれまでの職務経歴を振り返ってもらった。

- ①IT 業界に入った動機や理由は何でしょうか
- ②どのようなプロジェクトに関わりましたか
- ③プロマネになった動機や理由は何でしょうか
- ④エンジニア(プログラマー、システムエンジニア)からプロマネになったときに、喜びやとまどいのようなものはありましたか
- ⑤プロマネにはどのような能力が必要だと思いますか
- ⑥プロマネとして自己評価するとしたら何点くらいですか
- ⑦これまでにどのような研修や OJT を受けましたか
- ⑧仕事上でわからないことや困難な出来事に遭遇したことはありますか
- ⑨自分が成長したと思えるような出来事はありましたか
- ⑩メンタリングやカウンセリングを受けた経験はありますか
- ⑪仕事をしていく中で、影響を受けた上司や先輩、同僚等はいますか
- ⑫仕事の中で後輩を育成した経験や後輩のメンターとなつたことはありますか
- ⑯仕事をしていく上で支えになるようなものはありますか。

### 4 分析

インタビューの逐語録を作成し、内容に応じて、初期、中堅、熟達の 3 つの段階に分類した。なお、入社からプロマネ着任前の内容については、対象外としている。ここでは、初期とは、プロマネとして、最初のプロジェクトに着任した時期、中堅とは、プロマネ初期の段階から熟達の段階に達するまでの期間とする。なお、熟達については、熟達研究における 10 年ルール[15]を参考に、プロマネとしておおよそ 10 年以上経過し、一通りのことが自信をもって遂

行できている段階とする。以下に、分析方法、続いて分析の結果について述べる。

#### 4.1 分析方法

テキストマイニング分析の実施には、「KH Corder」[16]を利用した。分析にあたって一定のルールに沿って対象データを成形しておく必要は生じるが、比較的容易に分析を行うことが可能であるとともに、マネジメント系を含む幅広い分野の調査研究で利用された実績を有している。また、対応分析や共起ネットワーク分析を行う際には、統計計算とグラフィックスの環境を提供するRを活用する。また、共起ネットワーク分析では、語と語との共起関係の強弱を Jaccard 係数[17]の大小により判断している。

まず、データ全体の頻出語を確認した。次に、初期、中堅、熟達の 3 つの段階ごとの頻出語の特徴を確認し、続いて対応分析、最後に段階ごとの共起ネットワーク図を作成した。

#### 4.2 データ全体の頻出語

分析対象データの全体像からの傾向をみるために、頻出語の抽出を実施した。ここでは、逐語録の中に出でてくる言葉をカウントしている。なお、固有名詞、組織名、人名、地名等は除外している。「プロジェクト」「マネージャ」は、高い割合で出現している。そのため、これらの語が実際にどのように出現するのかを確認したところ、「プロジェクト」や「マネージャ」は、「プロジェクト」「プロジェクトマネージャ」「プログラムマネージャ」「マネージャ」といったように、それぞれが異なる文脈で用いられている場合が多いことが判明した。そこで、これらを可能な限り区別して分析するため、形態素解析システムを用いて、「プロジェクトマネージャ」「プログラムマネージャ」等といった複合語の形で区別し抽出した上で分析を行うことにした。形態素解析には、茶筅[18]を利用した。

今回対象とした逐語録からは、884 語の複合語が抽出された。これらのうち6件以上出現した複合語の中から、プロジェクトマネジメントの専門用語をはじめとする以下の語を複合語として考慮した。また、アルファベットで綴られる語は、未知語として識別され、頻出語の対象とならない。そのため、以下の語を強制抽出の対象とした。

##### 複合語として考慮した語：

プロジェクトマネージャ、お客様、ステークホルダー、コンサル、プログラムマネージャ、サービスイン、技術的、基本的、最終的、落としどころ、人間的、論理的、リカバリー、担当者、上流工程、具体的、チームメンバー、パワーポイント、コミュニケーション能力、体系的、交渉力、延長線上、責任感、大失敗、標準化、プロジェクトメンバー、モチベーション、メンター、コーチング、エスカレーション、コンピテンシー、ベンダー、メンタリング、クロージング、ソリューション、デリゲーション、ブレークスルー

##### 強制抽出の対象とした語：

PMBOK, PMCDF, PMO, PMP, WBS, GAP, IT, OJT,

#### SE, PM

以上のような複合語、未知語を強制抽出対象とした上で、テキストマイニングによる分析の実施結果を表 1 に示す。例えば、「プロジェクト」が 252 件、「プロジェクトマネージャ」が 198 件出現しているのがわかる。

表 1：頻出語の上位 60 語

抽出語	出現回数	抽出語	出現回数
プロジェクト	252	必要	39
プロジェクトマネージャ	198	一緒	37
お客様	123	やり方	36
仕事	109	人間	36
違う	95	大きい	36
失敗	78	マネジメント	34
分かる	72	終わる	34
意味	68	本当に	34
メンバー	67	開発	33
最初	67	強い	33
多い	66	上手い	33
会社	64	PM	32
結構	64	ある程度	32
話	63	チーム	32
知る	59	使う	32
リーダー	56	だめ	31
案件	56	行く	31
能力	55	現場	30
コミュニケーション	49	システム	29
相手	48	受ける	29
聞く	47	出来る	29
考える	46	入る	29
ステークホルダー	44	非常	29
経験	44	部分	29
研修	44	無い	29
全然	44	悪い	28
見る	43	技術	28
上司	43	IT	27
成長	43	人達	27
持つ	41	勉強	27

#### 4.3 段階ごとの特徴

初期、中堅、熟達の 3 つの段階ごとの頻出語の特徴をみた結果を表 2 に示す。表中の値は、Jaccard の類似性測度である。初期は、「プロジェクトマネージャ」「プロジェクト」、中堅は、「プロジェクト」「仕事」、熟達は、「プロジェクトマネージャ」「お客様」が上位に挙がっていることがわかる。

表 2 では、例えば、初期には頻出するが、他の年度にはあまり出現しないような特徴的に表れる語や段階に共通に頻出する語が一見して判りにくい。それぞれに特徴的な語は共起ネットワークを使用すると探索が容易である。共起ネットワークとは、出現パターンの似通った語、すなわち共起の程度が強い語を線で結んだネットワークのことである。共起の程度が強いほど線が太くなり、使用頻度の高い語の円が大きくなる。3つの段階の頻出語上位 60 語の共起ネットワークを図

1に示す。

この図からは、どの年度にも「プロジェクト」「プロジェクトマネージャ」「仕事」「お客様」「メンバー」が頻出していることがわかる。また初期には、「コミュニケーション」「担当」、中堅には、「研修」、熟達には、「育てる」などが、その段階にのみ特徴的に出現している語であることもわかる。また、初期と中堅に共通した特徴的な語としては、「ステークホルダー」「上司」、中堅と熟達に共通した語としては、「失敗」、熟達と初期に共通した語としては、「案件」他であることがわかる。

表2：段階ごとの特徴語

初期	中堅	熟達
プロジェクト .078	プロジェクト .076	プロジェクト .062
マネージャ .056	仕事 .039	お客様 .053
リーダー .034	違う .034	分かる .029
全然 .032	失敗 .027	失敗 .024
最初 .031	話す .025	案件 .024
違う .027	意味 .025	能力 .024
メンバー .026	会社 .024	意味 .023
管理 .026	結構 .024	持つ .023
マネジメント .024	多い .022	強い .020
知る .022	最初 .022	知る .020

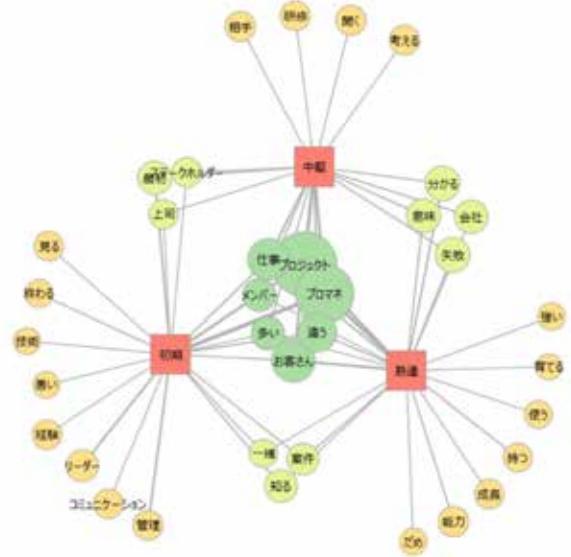


図1：3つの段階の共起ネットワーク  
(差異が顕著な上位60語による)

#### 4.4 段階ごとに特徴的な語からの対応分析

段階と特徴語の関係を可視化するため、対応分析を実施した。結果を図2に示す。この図では、出現パターンを取り立てて特徴のない言葉が、原点(0,0)に付近にプロットされる。また原点から見て、「初期」の方向にプロットされ、かつ原点から離れている言葉ほど、「初期」を特徴づける言葉と解釈できる[19]。

各軸に記載されている値は、それぞれの成分の寄与率である。寄与率は、データの全情報量に対して、どの程度の情

報量を個々の主成分が集めたかを示す比率である。ここでは、2つの成分による累積寄与率(合計値)は、100%であり、「差異が顕著な上位60語」がこれら2つの成分で説明されていることになる。図中における左右の位置関係は、「成分1」の寄与率である。「初期」「熟達」と「中堅」は、原点を挟んで、対極的な位置になる。ここからは、特徴が対極的であることがわかる。上下の位置関係は、「成分2」の寄与率である。「初期」「中堅」と「熟達」は、原点を挟んで、対極的な位置になる。特徴が対極的であることがわかる。また、「初期」「中堅」「熟達」は、成分1、成分2の軸を挟んで、別の象限に位置している。ここからは、3つの段階それぞれが特徴的であることがわかる。

各語の分布に着目すると、「初期」は、「リーダー」「管理」、「中堅」は、「意識」「覚える」、「熟達」は、「育てる」「コンサル」といった語が各段階を特徴付けているといえる。

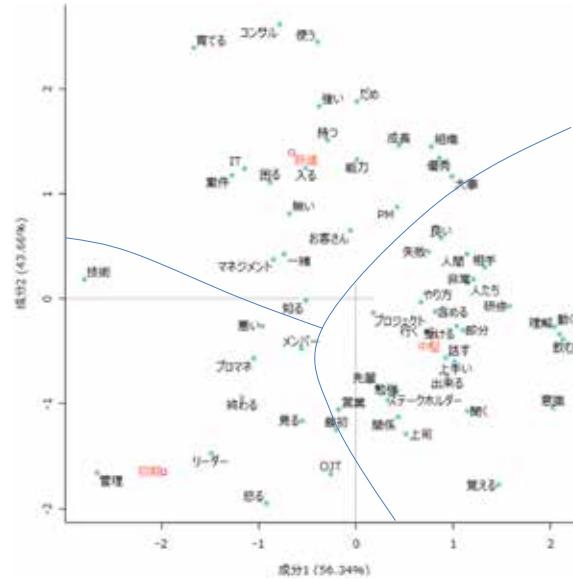


図2：対応分析からみた段階ごとの特徴  
(差異が顕著な上位60語による)

#### 4.5 共起ネットワーク図

各段階ごとの出現パターンの似通った語、すなわち共起の程度が強い語を線で結んだネットワーク図、つまり共起ネットワーク図を作成した。この図は、強い共起関係ほど太い線で描画し、出現数が多い語ほど大きい円で描画している。初期は、図3、中堅は、図4、熟達は、図5に示す。以下にそれぞれの特徴を述べる。

初期：「管理」に「メンバー」「ステークホルダー」「お客様」が結びついている。「怒る」に「上司」と「お客様」が結びついている。「大きい」「案件」「始める」「大変」と「トラブル」「終わる」が強く結びついている。

中堅：「研修」と「受ける」「人間」に「動く」「上司」が、強く結びついている。また、「多い」に「経験」「失敗」、「失敗」と「分かる」が結びついている。

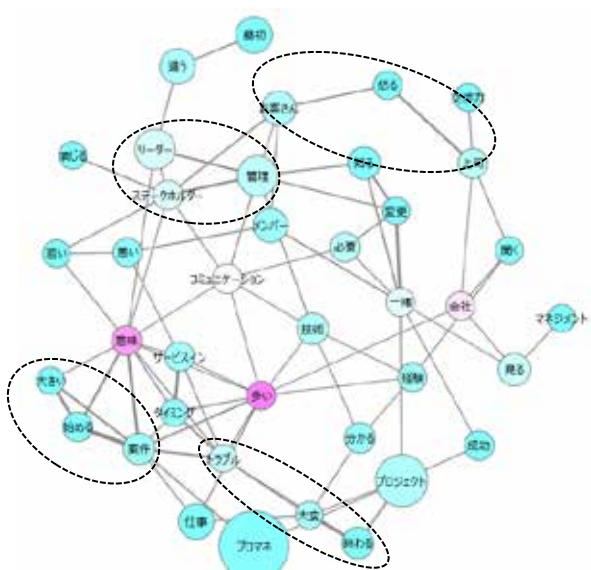


図 3 : 初期の段階の特徴(上位 60 語)

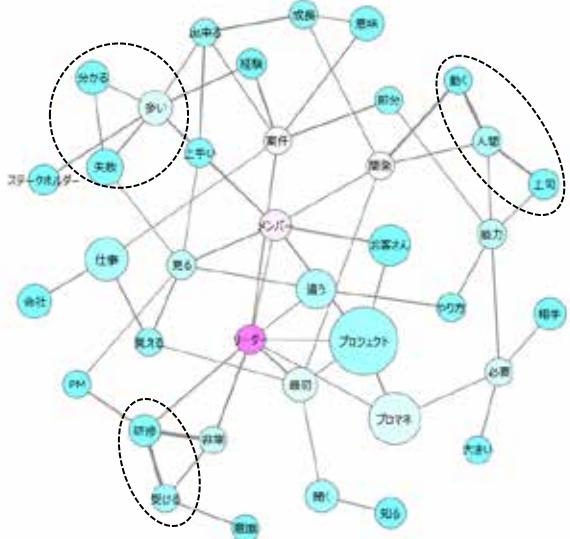


図4：中堅の段階の特徴(上位60語)

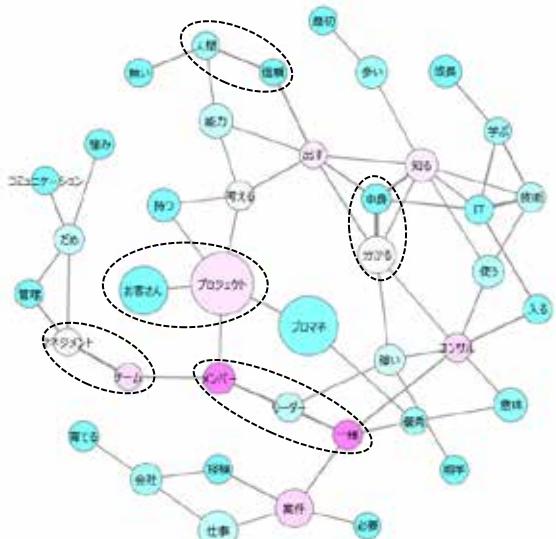


図5：熟達の段階の特徴(上位60語)

熟達:「中身」と「わかる」が強く結びついている。「プロジェクト」に「お客様」「プロジェクトマネージャ」、「メンバー」が、結びついている。「チーム」と「マネジメント」、「人間」と「信頼」が、結びついている。

5 考察

本研究の目的は、プロマネとして熟達段階にある者について、プロマネとして着任した時期から、熟達の段階への成長プロセスにおいて、初期、中堅、熟達の3つの段階ごとに、それぞれの特徴を分析することであった。テキストマイニングによる分析結果から、初期、中堅、熟達において、それぞれに特徴を持っていることが明らかになった。以下に段階ごとの考察を述べる。

プロマネ初期の特徴として、「管理」が抽出された。「管理」は、「リーダー」「ステークホルダー」「お客様」と結びついている。これまで、プロジェクトの一メンバーであったが、これからは、プロマネとしてプロジェクトを管理していくかなければならないという意識の表れであると考えられる。

中堅の段階の特徴として、「失敗」が抽出された。「失敗」には、「多い」「分かる」が結びついている。また、「人間」に「動く」「上司」が、強く結びついている。この時期は、様々なプロジェクトを経験していく時期である。そして、失敗することもある。上司などから支援を得ながら、その都度、結果を振り返り、ノウハウを得るということを繰り返していくと推測される。

熟達の段階の特徴として、「育てる」が抽出された。指導者としての意識の下、プロジェクトメンバーの成長を考えていることが推測される。特徴的な語としては、「お客様」が抽出され、「人間」と「信頼」の結びつきもみられた。顧客をはじめとして、プロジェクトメンバーといったプロジェクト関係者との信頼関係の構築、そして、それらは顧客から影響を受けていることが推測される。熟達の段階では、指導する立場であることを意識しているとともに、顧客と職務、組織などの境界を超えての関係を構築していると考えられる。

6 おわりに

本研究では、熟達段階にあると想定されるプロジェクトマネージャ20名に対して実施したインタビューデータを用いて、テキストマイニングによって分析を行った。その結果、初期、中堅、熟達の3つの段階ごとの特徴が確認された。

本研究におけるプロマネの成長プロセスの段階ごとの特徴を踏まえて、次のような施策を提案する。まず、プロマネ初期においては、メンバーからプロマネという役割の変化において、管理しなければ、という意識がからまわりしないよう業務面、精神面で支援する。そして、プロマネとして独り立ちできた中堅の段階においては、失敗を含む様々な経験から気づきが得られるように、内省支援を積極的に実施する。こ

れらの支援は、上司や先輩・同僚などのかかわりによるところが大きいが、基本的にプロジェクト期間は、プロマネは顧客先に常駐し、プロジェクト関係者以外と接触する機会がほとんどない。そのため、意図的に上司や先輩・同僚などとのかかわりを設けることが必要である。社外や社内の部門をまたがっての研究会やコミュニティなどへの定期的な参加といった外部との交流経験を推進するのもひとつである。それらにより様々な支援を得て、成長が促進していくと考える。

今後の課題としては、どのような他者とのかかわりが、どのように成長プロセスに影響を与えるかについて、さらに分析を行う必要がある。そして、長期的な視点で、プロマネ経験の段階ごとの育成施策をより具体的に検討していきたい。

### 注 1)

本論文の一部は、ProMAC 2016 10<sup>th</sup>International Conference on Project Managementにおいて発表された。

### 参考文献

- [1] 独立行政法人情報処理推進機構、「IT 人材白書」, 2015
- [2] PMI 日本支部, 法人スポンサー・アンケート結果 PMI 日本支部法人スポンサー連絡会, 2017
- [3] 戸塚秀夫, 中村圭介, 梅澤隆, 「日本のソフトウェア産業—経営と技術者—」, 東京大学出版会, 1990
- [4] Project Management Institute, "Project Manager Competency Development Framework Second Edition," Project Management Institute, Pennsylvania, 2007
- [5] Project Management Institute, "the Project Management Body of Knowledge Sixth Edition," Project Management Institute, Pennsylvania, 2017
- [6] 独立行政法人情報処理推進機構,「PM ハンドブック」, 2009
- [7] 独立行政法人情報処理推進機構,「IT スキル標準 V3 2011」, 2012
- [8] 三好 きよみ, 岡田 昌毅, "IT 系プロジェクトマネージャの熟達プロセスの探索的検討", 産業・組織心理学研究, 30(2), pp.143-157, 2017
- [9] Bridges, W., "Transitions : Making Sense of Life's Changes , "Boston: Da Capo Press, 1980
- [10] Kolb, D.A., "Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. , "New Jersey: Prentice-Hall., 1984
- [11] Erikson, E.H., "Identity: Youth and crisis, " New York: W. W. Norton, 1968
- [12] Arthur, M.B., & Rousseau, D.M. " The boundaryless career : A new employment principle for a new organizational era, " Oxford: Oxford University Press, 1996
- [13] 三好きよみ, 木野泰伸, "プロジェクトマネージャの能力向上を促進する要因—キャリア発達段階による比較—", 横幹, 11(2), 2017 (予定)
- [14] 三好きよみ, "情報システム子会社におけるプロジェクトマネジメント力向上のための学習コミュニティ活動", Journal of the Society of Project Management, Vol.18, No. 5, pp.29-34, 2016
- [15] Ericsson, K.A. The Acquisition of Expert Performance: An Introduction to Some of the Issues, Ericsson, K.A.(Ed.) "The Road to Excellence: The Acquisition of Expert Performance in the Arts and Sciences, Sports and Games", Lawrence Erlbaum Associates, 1996.
- [16] 樋口耕一, "テキスト型データの計量的分析—2つのアプローチの峻別と統合—", 理論と方法, Vol.19, No.1, pp.101-115, 2004
- [17] Romesburg, H. C. "Cluster Analysis for Researchers' Lifetime Learning Pub, 1992
- [18] 松本裕治, "形態素解析システム「茶筅」", 情報処理, Vol.41, No.11, pp.1208-1214, 2000
- [19] 樋口耕一, 「社会調査のための軽量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して—」, ナカニシヤ出版, pp.41-42, 2014

# IT 高度専門職技術者の教育目標の保証に関する試み

小山 裕司\*・酒森 潔\*・戸沢 義夫\*

## A Management of Educational Objectives in IT Professional Graduate School

Hiroshi Koyama\*, Kiyoshi Sakamori\* and Yoshio Tozawa\*

### Abstract

The quality in higher education has various problems. We have tried to ensure the educational objectives using a standard body of knowledge, called CCSF, in IT professional graduate school. Specifically, we associated our educational objectives, carrier models and subjects via CCSF. We defined our educational objectives in detail, modified duplications and lacks of knowledge unites among subjects, and designed a new curriculum that suitably covers the area of information systems development. As a result, we are able to visualize the knowledge units students learned at any time, and prove it objectively.

**Keywords:** Educational Objectives, Curriculum Design, Body of Knowledge, and IT Professional Graduate School

### 1 緒論(背景)

#### 1.1 専門職大学院の教育内容

産業技術大学院大学 情報アーキテクチャ専攻(以下、当専攻)は、情報システム開発「情報アーキテクト」(情報システム開発のためのIT高度専門職技術者の総称)を育成するための専門職大学院である。通常の大学院が研究者の育成を重視しているのに対し、当専攻は高度専門職技術者の育成を重視していること、また当専攻の学生の約90%は社会人で年齢・職業・職位・経験等が様々であることが特徴であり、これらの事情が当専攻の教育内容、制度、仕組み等に反映されている。

#### 1.2 大学教育の仕組み

すべての大学は、大学教育の使命・目的及び教育目標を定め、公開することが義務付けられていた。昨年度から大学教育の質的転換を進めるため、「卒業認定・学位授与の方針」(ディプロマ・ポリシー)、「教育課程編成・実施の方針」(カリキュラム・ポリシー)及び「入学者受入れの方針」(アドミッション・ポリシー)の3ポリシーを定め、公表することも義務付けられた。

要約すれば、アドミッション・ポリシーに従った入学者選抜を行い、カリキュラム・ポリシーに従ったカリキュラムで教育を行い、ディプロマ・ポリシーに従って学位を授与することで、大学教育の使命・目的及び教育目標が達成できることが理想である。使命・目的及び教育目標を達成するための教育

内容を授業科目に展開したものがカリキュラムである。したがって、授業科目を履修することで教育目標を達成できることを保証する必要がある。入学者選抜では、カリキュラムによって教育目標を達成できる学生を選ぶ必要がある。

当専攻の使命・目的及び教育目標は概ね「IT高度専門職技術者の育成」であり、各種の授業科目から構成されるカリキュラムが存在し、必修科目及び40単位以上等の修了要件によって学位を授与する。修了単位数、学位審査・卒業研究・PBL型科目等の差を除けば、大抵の大学の教育の仕組みは同じである。しかし、この仕組みでは、結果的に教育目標を達成することはできても、教育目標の達成を保証することは難しい。

教育目標達成の成立及び破綻の条件を考察してみたい。通常の大学のように、同等の知識・スキル・経験を想定できる学生群に対し、多数の必修科目を設定したカリキュラムで教育を行い、単一の職種を養成する場合には成立する可能性が高い。また通常の大学院のように、研究指導(研究・論文・発表)に重きを置き、学者・研究者を養成する場合も同様である。逆に、本学のように、年齢・職業・職位・経験等の多様性を有する学生に対し、の多数の選択科目(講義・演習型、事例研究型、PBL型等)を設定したカリキュラムで、複数の職種の技術者を育成する場合、破綻する可能性が高い。

#### 1.3 学修成果の証明

現在、学生の学修成果の証明は、学校名及び学位がこれに相当する。成績証明書を参照すれば、成績の平均値

Received on October 2, 2017

\* 産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology (Department of Information Systems Architecture, Graduate school of Industrial Technology)

(GPA: Grade Point Average), 単位数, 科目名, 評価等を確認することができるが, 学修成果の証明としては客観性に欠けている。

授業科目の内容, 難易度, 評価基準は様々である。科目ごとに学ぶ内容は違い, 基礎科目と専門科目では難易度が違い, 評価が甘い仏科と厳しい鬼科では評価基準も違う。大学では, これらの科目を履修し, 必要単位数を取得する等の修了要件を満足すれば卒業が許可される。科目的成績は 5(優), 4(優), 3(良), 2(可), 1(不可), 0(不可)の 6 段階等で評価されるが, 難易度の高い科目の評価 5 が多い学生と, 難易度の低い科目の評価 2 が多い学生の学修成果は同じでは無い。GPA はあくまで成績の平均であり, 算定基準は様々である。

## 2 当専攻の試み

教育の仕組み及び学修成果の証明の課題に対して, 当専攻では, 独立行政法人 情報処理推進機構 (IPA: Information-technology Promotion Agency) 作成の共通キャリア・スキルフレームワーク (CCSF: Common Career Skill Framework) [1] を活用し, 以下の試みを行った[2-4]。CCSF は, 情報システム開発領域の知識体系を示した標準指標である。

### 2.1 情報アーキテクトの知識体系の詳細定義

当専攻では, 教育目標として, 情報アーキテクトに必要とされる「A: 知識・スキル」と, 「B: 業務遂行能力(コンピテンシー)」を設定している。「A: 知識・スキル」は概ね 1 年次の講義・演習型科目で修得し, 「B: 業務遂行能力(コンピテンシー)」は概ね 2 年次の PBL 型科目で修得するという設計である。「A: 知識・スキル」の内容は, 「A1: IT・情報通信」, 「A2: 対象業務」, 「A3: マネジメント」, 「A4: 情報システム」という 4 項目であり, 「B: 業務遂行能力(コンピテンシー)」の内容は, 「B1: コミュニケーション」, 「継続的学習・研究」, 「チーム活動」という 3 項目のメタコンピテンシーと, 「システム提案・ネゴシエーション・説得」, 「ドキュメンテーション」, 「革新的概念・発想」, 「ニーズ・社会的・マーケット的視点」, 「問題解決」, 「リーダーシップ・マネジメント」, 「ファシリテーション・調整」という 7 項目であったが, 「A: 知識・スキル」の内容を詳細に示すために, これら 4 項目を, CCSF の大分類 10 項目 (K-01 から K-10) を使って以下のように再定義した。

#### ■ A1: IT・情報技術

- K-01[基礎理論]
- K-02[コンピュータ・システム]
- K-03[技術要素]

#### ■ A2: 対象業務

- K-10[ビジネス知識]

#### ➤ K-08[経営戦略]

#### ■ A3: マネジメント

- K-05[プロジェクトマネジメント]
- K-06[サービスマネジメント]
- K-09[企業と法務]

#### ■ A4: 情報システム開発

- K-04[開発技術]
- K-07[システム戦略]

CCSF の大分類 10 項目の下には, 中分類 24 分類, 小分類約 120 項目が存在するため 4 項目(1 段階)であった当専攻の教育内容を, 標準指標によって約 150 項目(4 段階)で詳細に定義することができた(図 1)。

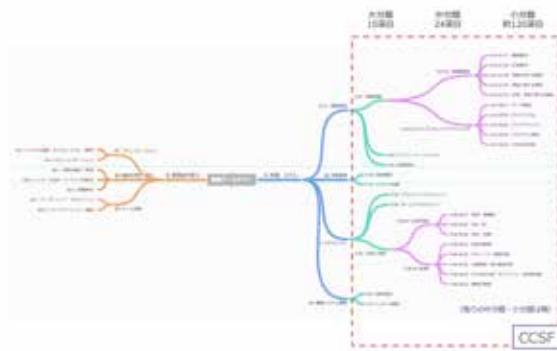


図 1: 教育内容の詳細定義

### 2.2 各人材像で学修すべき知識単位の設定

当専攻が育成する「情報アーキテクト」は「情報システム開発のための高度 IT 専門職技術者」の総称として定義され, 具体的には CCSF が定義している「ストラテジスト」, 「システムアーキテクト」, 「プロジェクトマネージャ」, 「サービスマネージャ」, 「テクニカルスペシャリスト」と, 本学独自の「事業アーキテクト」(平成 27 年度新設)という 6 種類の人材像(職種)をあげている。すべての人材像で修得すべき知識単位は同じでは無いため, これらの人材像ごとに特に学ぶべき知識単位として, CCSF の中分類 24 項目 (K-01-01 から K-10-24) から各 5 項目を指定している(図 2)。

	大分類	中分類	小分類	項目	大分類	中分類	小分類	項目	大分類	中分類	小分類	項目			
大分類 1 (情報技術)	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-01	大分類 2 (情報技術)	中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-01	大分類 3 (情報技術)	中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-01	大分類 4 (情報技術)	中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-01
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-02		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-02		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-02		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-02
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-03		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-03		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-03		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-03
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-04		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-04		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-04		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-04
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-05		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-05		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-05		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-05
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-06		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-06		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-06		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-06
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-07		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-07		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-07		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-07
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-08		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-08		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-08		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-08
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-09		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-09		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-09		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-09
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-10		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-10		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-10		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-10
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-11		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-11		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-11		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-11
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-12		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-12		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-12		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-12
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-13		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-13		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-13		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-13
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-14		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-14		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-14		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-14
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-15		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-15		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-15		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-15
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-16		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-16		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-16		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-16
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-17		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-17		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-17		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-17
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-18		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-18		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-18		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-18
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-19		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-19		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-19		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-19
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-20		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-20		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-20		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-20
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-21		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-21		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-21		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-21
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-22		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-22		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-22		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-22
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-23		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-23		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-23		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-23
	中分類 1 (基礎理論)	小分類 1 (基礎理論)	K-01-24		中分類 2 (コンピュータ・システム)	小分類 2 (コンピュータ・システム)	K-02-24		中分類 3 (技術要素)	小分類 3 (技術要素)	K-03-24		中分類 4 (経営戦略)	小分類 4 (経営戦略)	K-08-24

図 2: 各人材像が学ぶべき知識単位

例えば、ストラテジストが学ぶべき知識単位は、K-07-17《システム戦略》，K-07-18《システム企画》，K-08-19《経営戦略マネジメント》，K-08-20《技術戦略マネジメント》，K-08-21《ビジネスインダストリ》の5項目である。

## 2.3 各科目で修得できる知識単位の設定

当専攻では、現在約 55 科目を開講しているが、これら各科目の授業内容を精査し、各科目で修得できる知識単位を CCSF の小分類約 120 項目で設定した。各知識単位のレベルは、以下に示すように、概ね経験年数 5 年に相当するレベル 2 から、概ね経験年数 10 年に相当するレベル 4 の 3 段階で設定している。

- レベル 4

対象分野での知識・スキルを確立し、対象業務を行うことができる。下位レベルの育成を担当することができ、今後、対象分野の牽引に寄与する準備を行うことが期待される。

- レベル 3

対象分野の知識・スキルを確立し、対象業務を行うことができる。

- レベル 2

対象分野の知識・スキルをある程度確立している。上位レベルの指導下で対象業務を行うことができる。

これによって、各科目で修得できる知識単位及びレベルが決定し、また逆に特定の知識単位が修得できる科目及びレベルを確認することができる。以下に例を示す。

例 1: 「プロジェクト管理特論 3」で修得出来る知識単位及び  
レベル

- K-05-14-04 〈プロジェクトスコープマネジメント〉  
修得レベル 4.0
  - K-05-14-05 〈プロジェクト資源マネジメント〉  
修得レベル 4.0
  - K-05-14-06 〈プロジェクトタイムマネジメント〉  
修得レベル 4.0
  - K-05-14-07 〈プロジェクトコストマネジメント〉  
修得レベル 4.0
  - K-05-14-09 〈プロジェクト品質マネジメント〉  
修得レベル 4.0

例 2: K-05-14-09 〈プロジェクト品質マネジメント〉が修得できる科目

- ・「プロジェクト管理特論 1」修得レベル 3.0

- ・「プロジェクト管理特別講義」修得レベル 3.0
  - ・「プロジェクト管理特論 2」修得レベル 4.0
  - ・「プロジェクト管理特論 3」修得レベル 4.0

これらの修得レベルはあくまで成績評価 4(80 点)以上に相当し、成績評価 4 未満のときは段階的に減算された値が実際の修得レベルとして使われる。

## 2.4 学修計画及び達成度確認

本学の修了要件を満たすためには、PBL 型科目以外で 14 科目を履修し、合格して 28 単位を取得する必要がある。当専攻では履修のガイドラインとして、6 種類の人材像ごとに 15 科目前後の履修推奨科目を設定している。今後の専門職（プロフェッショナル）としてのキャリアと、2 年次の PBL 型科目の履修を考慮し、特定の人材像の推奨科目を 7 科目以上履修することが義務付けられているが、残りの科目は学生個々の興味、弱点、経験、今後のキャリアプラン等に応じて自由に決めることができる。したがって、当専攻の学生は開講科目から自分独自のカリキュラム（履修計画）を設計する必要がある。当専攻では、履修する科目から修得できる知識単位を隨時確認できる仕組みを準備している（図 3）。各自が履修計画作成段階で履修しようとしている科目を指定すれば、各人材像での不足する知識単位がわかるので、修正を反映した履修計画を作成することができる。また、この仕組みは修学段階で、実際に履修した科目及び成績評価から修得できた知識単位及びレベルを確認することができる。これによって、現在の弱点、問題と、今後履修すべき科目がわかる。

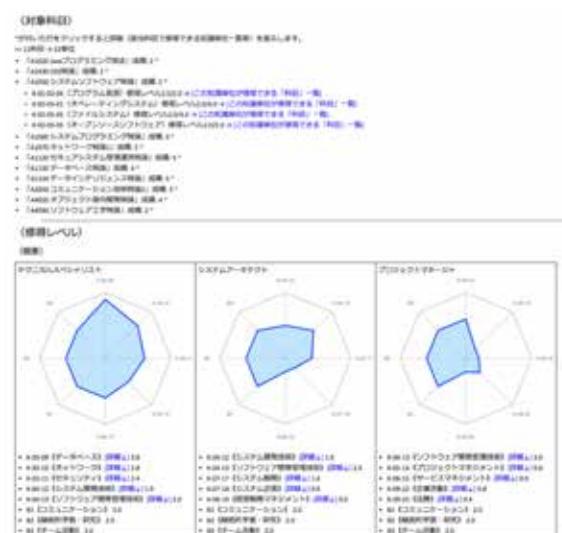


図 3: 学修内容の計画及び確認

## 2.5 学修成果の証明

本学では、学修成果を提示する試みとして、修了時に学位とは別にディプロマサブリメントを発行している。本学のデ

イプロマサプリメントは、EU 等が開発したディプロマサプリメント[5]に準拠し、さらに専門職大学院としての教育の質保証の観点から独自の改修を行っている。例えば、各修了生の修学の成果(達成度)を公平・透明に証明でき、就職・転職活動あるいはキャリアアップに活かすことができるよう、第 5 項目に学修成果グラフを掲載している(図 4)。



図 4: 学修内容の計画及び確認

当専攻の学修成果グラフは8軸のグラフで、これは当専攻の教育目標に対する修学の成果(達成度)によって、2.4 に示した仕組みによって算出される。

本学では、各専攻での GPA での上位 3 名(相対評価)を成績優秀者として表彰しているが、当専攻では、さらにエキスパート制度として、修得した科目及び成績評価から算出された学修成果の達成度があらかじめ設定された基準(絶対評価)に対して特に優れた学生には、「最上級(Superior)」、優れた学生には「上級(Advanced)」の表彰を行っている。これらの学修成果の確認と、エキスパート制度の仕組みは、学生自らの高い達成度への目標設定と、学生間の競争が生じることを期待したものである。2013 年度からの実績は以下の通りである。

- H25 年度修了生: 45 名、うち最上級 4 名、上級 7 名
- H26 年度 9 月修了生: 6 名、うち最上級 1 名、上級 3 名
- H26 年度 3 月修了生: 42 名、うち最上級 3 名、上級 9 名
- H27 年度 9 月修了生: 0 名
- H27 年度 3 月修了生: 35 名、うち最上級 3 名、上級 14 名
- H28 年 9 月修了生: 6 名、うち最上級 2 名、上級 3 名
- H29 年 3 月修了生: 45 名、うち最上級 13 名、上級 10 名
- H29 年 9 月修了生: 5 名、うち最上級 1 名、上級 2 名

### 3 考察及び結論

当専攻では、教育目標を保証するカリキュラムを実現するため、標準指標に相当する CCSF を中核とし、教育目標・人材像・授業科目を関連付ける試みを行った。具体的には CCSF の大分類、中分類、小分類の階層構造を活かし、教

育を 10 項目の大分類に、情報アーキテクトに相当する 6 種類の人材像で学ぶべき知識単位を 24 項目の中分類に、各科目で修得できる知識単位を約 120 種類の小分類に対応付けた(図 4)。



図 5: 教育目標・人材像・授業科目の関連付け

これらの対応付け及び関連付けによって、当専攻の教育目標を詳細に定義する示すことができたことは有意であったが、作業の過程では、授業科目間の連携、知識単位の重複及び不足を意識することができ、教育目標の体系を精査、修正することができた。結果的には、当専攻のカリキュラムの内容を、情報システム開発領域を適切に網羅するように再構築できたことも重要であった。

学生が個々の将来のキャリアプラン及び人材像、希望研究室、興味、弱点等を履修科目に適切に反映できる環境及び仕組みが整備できたことも有意であった。学ぶべき知識体系に対して、履修していく段階で、現在までに何を学び、何が不足しているかを逐次確認し、履修する科目を決定できる。さらに履修した科目から自分の専門性も確認できる。キャリアプランが変わったり、興味が変わったり、単位を落としたりする等の事情があれば、適切に履修科目の計画を変更できる。また、学生の最終の学修成果の専門性及びレベルを具体的に証明することにも活用ができる。

これらの取り組みの結果、IPA の「iCD 活用企業認証」によって、当専攻は今年 5 月に Sliver Plus として認証された[7-8]。現在、Sliver Plus 以上の認証を受けた大学は本学のみである。iCD(i Competency Dictionary)は CCSF の新版に相当する[8]。また、教育目標、カリキュラム、授業科目等は継続的に更新する必要がある。iCD 対応等、教育目標を継続的に改善する作業が今後の課題である。

本論文は、文献[9]をもとに再構成、加筆したものである。

### 参考文献

- [1] 情報処理推進機構、CCSF(Common Career Skill Framework) 第 1 版・追補版,

- http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/csfv1.html#section7.  
2012. (visited on 2017)
- [2] 戸沢義夫・酒森潔・小山裕司,「高度 IT 専門職大学院の教育目標を保証するカリキュラムの設計」, 情報処理学会 情報教育シンポジウム(SSS 2014), 2014.
- [3] 戸沢義夫・酒森潔・小山裕司,「情報アーキテクチャ専攻カリキュラム設計の考え方」, 産業技術大学院大学 紀要 第 8 号, 2014.
- [4] 小山裕司,「高度専門職教育支援ソフトウェアの開発」, 産業技術大学院大学 紀要 第 8 号, 2014.
- [5] European Commission, Diploma Supplement,  
[http://ec.europa.eu/education/resources/diploma-supplement\\_en](http://ec.europa.eu/education/resources/diploma-supplement_en), 2006. (visited on 2017)
- [6] 情報処理推進機構, iCD 活用企業認証,  
<https://icd.ipa.go.jp/icd/company>, 2016. (visited on 2017)
- [7] iCD 活用企業認証制度(Silver Plus 認証企業一覧),  
<https://icd.ipa.go.jp/icd/company/silver-plus>, 2017.  
(visited on 2017)
- [8] 情報処理推進機構, iCD(i Competency Dictionary)  
2017,  
[http://www.ipa.go.jp/jinzai/hrd/i\\_competency\\_dictionary/index.html](http://www.ipa.go.jp/jinzai/hrd/i_competency_dictionary/index.html), 2017. (visited on 2017)
- [9] 小山裕司, IT 高度専門職技術者による iCD 活用, 情報処理推進機構 IPA HRDI セミナー, 2017.



# アーバン・ディベロップメントとツーリズムに関する基礎的考察

佐々木 一晋\*

Fundamental Study on Urban development and Tourism

Isshin Sasaki\*

## Abstract

The intention of this paper is to explore the possibility of urban tourism in urban space. First, the urban developmental history was analyzed in a comparison between European country and Asian city. While introducing the case study of urban tourism, namely, slum tourism and contents tourism and special interest group tourism in urban space, on the basis of those facts, the relationship with different types that depending on the environmental and continental conditions becomes clear in this research. Secondly, we consider that urban tourism industry is one of the good options that because of the high cultural and historical potentials of urban cities for the purpose of sustainable development. Finally, I framed an idea to this result that urban tourism has been one of the most substantial actions and plans for urban sustainable developments, but at the moment the method of this research has not been established. Thus, a conclusion that the research of urban tourism has to be more systematized, as by classifying and summarizing by means of a scientific theory or mathematical method.

Keywords: Urban development, Sustainable development, Regional development

## 1 はじめに

都市社会は、多種多様な人々が高密度に集い、さまざまな情報や物資を効率的に交換することができる一方で、地域固有の交換不可能な対象に対する価値はより一層高まつてくるだろう。

近年、情報通信網と物流基盤が整備されてきたことで、物理的な距離空間を越えて、どこにいても情報や物資を容易に入手し交換できるようになった。経済のグローバル化が進み国際的にオープンな競争が激化していく中で、情報通信網が整備された環境下にいることは、地域産業のみならず地域社会を発展させていくためにも大きなメリットといえる。国外からの視点をもって自らの地域社会や地域産業の優位性や独自性を再確認するとともに、海外の情報や物資を柔軟に取り込んで、都市社会全体の発展につなげていく必要があるだろう。

グローバル化が進展し、都市には均質化が進んでいく中で、都市の地域特性や文化や歴史などの独自性をもち、持続的に発展を続けていくためには、地域産業において限定的な政策を講じていくだけではなく、地域社会に対しても同様に方策を講じていく必要があるだろう。

本稿では、主に都市社会における地域産業の成長・衰退

過程にみられる地域開発に関する取り組みに焦点を当てる。主に「アーバン・ツーリズム」の系譜と動向に着目することで、現代の都市社会のマネジメントの方策について考察を進めてみたい。

## 2 アーバン・ディベロップメントの系譜

### 2.1 欧米の都市開発と都市問題

19世紀後半、欧米の大都市では、都市が工業化を進める過程でさまざまな問題が引き起こされてきた。Steinbrink (2012)[1]によると、産業革命の進展にともない19世紀のロンドンではエンクロージャー(囲い込み)で土地から追われた自給農村民達は大都市のロンドン市内に流入することになり、近代的な機械工場に従事する労働者となった。英国の工業都市では伝統的な農家の家内工業は衰退し、生産手段を所有する少数の資本家と生産手段を所有せず資本家に一方的に雇用される労働者の社会的階層が形成されていった。労働者の労働条件は劣悪であり、賃金は低く、都市の一画には貧困層である労働者が集住する大規模なスラム地区が形成されていった。こうした貧困層が集住する地域は、市街区の街の様相とは一線を画しており、混沌とした様相を呈し、粗野や恐怖といった負のイメージが形成されていくことになる。都市社会に組み込まれた産業構造が急激に変化したこと

とで、都市空間における居住形態や居住地区は劇的な変化を強いられると同時に、さまざまな都市問題が顕在化することになった。

20世紀初頭には、米国のミシガン湖の南部に位置するシカゴを中心に新たな都市問題が生じることになる。シカゴは、五大湖の水運と大陸横断鉄道の結節点として位置づけられた都市化と工業化を進める際の一大交通拠点となっていた。シカゴ近隣のデトロイトでは、フォードによる自動車の流れ生産方式(ベルトコンベア方式)が発明されることで、耐久消費財の大量生産が可能になり大衆消費社会を引き起した。近代の工業都市として急成長を遂げることとなったミシガン湖周辺のシカゴやデトロイトをはじめとする近代の工業都市では、工場で働く労働者が不足する事態に陥り、ヨーロッパのみならずアジアやアフリカからの移民が大量に雇用されることになった。工業都市に流入してきた移民たちは、都市部に位置する簡易宿泊街を拠点に居住してきたが、労働人口の増加に伴い簡易宿泊街に加えて、スラム街(不良住宅地区)へと居住の場を拡げていった。スラム街ではさまざま移民が混在して集住していたため、多民族間における差別や対立が生じることになった。多民族間で空間的に高密度に居住していく過程でスラムコミュニティを形成し[2]、各民族で一定の距離を空けて棲み分けを行い(セグリゲーション)、特定の地区に居住することで地域問題の解消が進められた。

近代の工業化を進める過程で大量の移民労働者たちが都市部に流入することとなり、都市部の問題は産業化以前の問題とは異なる新たな問題を引き起す事態となった。

こうした現代社会に及ぶ都市問題の発生の起源を考究していくためには、都市社会に生じる問題を単に表層的に捉えるのではなく、都市化と産業化の発展のプロセスの中で複合的な問題として捉えていく必要があるだろう。

### 3 アーバン・ツーリズムの展開

#### 3.1 アーバン・ツーリズムへの眼差し

近年、特定の地域や自治体を中心に「アーバン・ツーリズム」を積極的に採用する動きが加速している。アーバン・ツーリズムは、都市空間におけるさまざまな資源や地元の活動を都市開発のプロセスに組み込み観光化していく試みである。主に都市空間を拠点とする芸術活動や商業施設、町並みや文化遺産などの歴史的かつ文化的な企画や活動を起点に、地域社会の多様な資源や魅力を積極的に組み合わせて観光化を試み、都市社会の活性化につなげていくアプローチである。一般的に、それらの観光対象は自然物ではなく、人工物に拠る部分が多く、それらは地域固有の資源や特別な技法や工法などの特殊性によって特徴づけられている。アーバン・ツーリズムの導入事例としては、産業衰退都市の活性化プロジェクトにはじまり、近年は国際文化観光都市(サンフランシスコの「フィッシャーマンズ・ワーフ」、パリの「デファン

ス地区」、横浜の「みなとみらい」など)までに及ぶ広範なアプローチをとっている。国内では、東京都が発表した「東京構想 2000[3]」を通じて、「千客万来の世界都市」、「世界に冠たる国際都市」といった目標を掲げ、東京の魅力を発信し、世界の人々が交流する都市にすることを国外に向けて発信してきた。東京構想 2000 以前には、国外に向けて積極的に観光情報を整備・発信していくことはなかった行政主体が、海外に向けて自らの地域の観光情報を新たに整備し直し、国外に向けて発信していくように政策提言が行われたことは国内のアーバン・ツーリズムにとって大きな転換点であったといえるだろう。

アーバン・ツーリズムにおける“urban”的語義は、コミュニティの用語に依拠する“city”とは異なり、人が集中して居住する市街化した区域を含意している。謂わば、観光客だけではなく市街化区域に居住する住民たちを巻き込み、地域の活性化を進めていくアーバン・ツーリズムの手法の多くは「まちおこし・まちづくり」型の手法に依拠しているといえるだろう。

#### 3.2 アーバン・ツーリズムのアプローチ

都市社会では、都市の魅力に惹きつけられる人々が集い、地元の住民による生活様式やスタイルが独自に積み上げられてきた。地元住民によって生み出されたライフスタイルは、まるで都市空間を舞台とする展示場のようであり、個別の生活様式の集積として都市社会全体のイメージや地域固有の特性が築き上げられてきた。

都市は多様であり、都市社会の活動や都市空間の様相、都市のイメージは絶えず変容していく対象であるために、アーバン・ツーリズムに関する既往研究の多くは個別都市のケーススタディの報告に留まっており、個別事例を体系的に俯瞰することができる理論研究はごく限られたものであった(S.Page,2003.[4],G.J.Ashworth,1989.[5])は、アーバン・ツーリズムの対象は、日常生活圏を離れて魅力ある近代的・現代的な都市機能を享受する際の余暇活動であり、都市や街が有する特色や地域に集積した独自の文化や景観、地域住民との交流を通じて街づくりに関わるプロセスであるとC.Law(1993)は指摘し、都市の規模や観光機能に新たな区分を設けることでアーバン・ツーリズムの理論研究を推し進めている[6]。多様である都市を「首都、大都市、歴史都市、小都市」の4種類に分け、都市観光の魅力を①都市建築や建造物などの歴史文化遺産、②現代的アトラクション(芸術・演劇などの観賞・観光施設・博物館など)、③都市の魅力(町並み・ナイトライフ・ショッピング)、④会議・見本市・展示会・祝賀会・イベントなどに区分することで、都市の規模と機能に応じて観光戦略を講じる必要性を述べている。一方で、内藤(1996)[7]は、C.Law の「アーバン・ツーリズム」の書評の中で「(前掲の)本書は基本的に欧米の都市を事例に考察が進められており、アジアの都市に関する記述は殆どない。欧米の都市とアジアの諸都市では、成立や発展の歴史が大

きく異なるため、考証が地域的な普遍性を有するとはいいがたい」と指摘している。主に、欧米のアーバン・ツーリズムが導入された背景は、産業衰退都市によってもたらされた格差社会や貧困問題に起因する都市構造の急激な変化に由来しており、こうした諸問題への対応として、産業社会と都市社会に生じる問題を同時に解決することを目指し都市再生政策として期待してきた。一方、アジア諸国における各都市は急成長を遂げており、グローバル化の進展の中で、その成長を支えるために西洋の都市開発モデルと伝統的な地域の居住モデルが入り交じる混成的な都市空間となっている。欧米とアジアの都市間においては、都市成長の系譜や発展史、都市観光の背景や対象を考慮すると、その様相は欧米とは大きく異なるといえるだろう。

近年は、アジア諸国では、欧米と比べて都市間のイメージ競争が激しいこともあり、都市間の競争関係はより激しくなっている。グローバル企業による都市開発は経済効率を重視し、開発される都市空間の様相は均質化を進めていく傾向にあり、今後は都市の独自性を強調しつつ、差別化を進めていく必要性があるだろう。

### 3.3 アーバン・ツーリズムから多様なツーリズムへ

アーバン・ツーリズムのアプローチは、地域の名所や旧跡、大自然などを観光の資源とする従来型の行政による観光振興や旅行業者によるトップダウン型の観光とは異なり、現代都市に生じるさまざまな課題や問題を解決できる可能性を有していると考えられてきた。主に地域レベルの格差社会や差別問題、雇用の創出や人口減少社会、地域環境の保全、震災復興などに対処する地域政策の一貫としてアーバン・ツーリズムが位置づけられており、地元住民参与型の新しい地域振興の方策と考えられている。主に都市に集積した文化的拠点やサービス、歴史的な町並みや景観、環境や文化、現地の人々のライフスタイルや居住様式、地元の人々との交流、現地の生活情報の享受などが観光化の対象として捉えられる。

近年、都市観光の形態が大衆観光(マス・ツーリズム)から「新しい観光」に方針転換していることを受け、アーバン・ツーリズムをはじめとして観光の主題も多岐に渡っている。観光の参加形態は大人数から少人数へと変わり、マスツーリズムでは決められた旅程を受動的に行動していたが、観光に参加する主体が能動的に行動をとることができるようにツーリズムとなっている。例えば、都市空間における歴史的・文化的に価値のある工場や近代産業遺産や機械などの産業文化財やウォーターフロント地区を観光する「産業観光」や都市空間の建物や構造物などの構造的特性を活用して観光客に特別な移動の体験を提供する「スペシャル・インタレスト・ツーリズム(Special interest tourism)」などが挙げられる。また、2000年後半ごろからは地域振興の新しい方法として、テレビドラマや映画、アニメや文学などのコンテンツの舞台で

ある土地を観光資源として活用する「コンテンツ・ツーリズム」などが取り上げられてきた。コンテンツ・ツーリズムの根幹は、地域に「コンテンツを通して醸成された地域固有の雰囲気・イメージ」として「物語性」「テーマ性」を付加し、その物語性を観光資源として活用することである」とされている[8]。

### 3.4 スラム・ツーリズムの展開

都市の発展に伴い、格差による貧困や差別などの社会的困難を抱える都市の下層社会における諸問題が顕在化していく中で、発展途上国や貧困地区(スラム)を対象とする「スラム・ツーリズム」が導入されてきた。前述した通り、「スラム・ツーリズム」の起源は、19世紀の産業化が進展した際にロンドンに流入した大量の移民が形成したスラム地区にあるとされる。当時は貧困状況を改善するために社会運動に参画する人々がスラム街に訪れており、その活動が知れ渡る過程で、徐々にロンドン市内の中産階級や富裕層の人々がスラム街に訪れるようになった(Steinbrink 2012, [9])。観光という活動は慣れ親しんだ空間から見慣れぬ異空間に移動すること、日常から非日常への移行で旅行者の求めるのは「変化の経験」であるとし、交通の発達ともあいまって、新しい知覚のありようと新しい地球の認識のしかたをもたらしていると山下晋司(1996)が指摘するように、当時は、スラム街に居住する移民の人々に対するイメージは「未開」や「野蛮」といったネガティブなものであったが、ロンドンの富裕層にとっては「不道徳な他者(immoral Other)」として、中産階級のモラルから逸脱できる場所であり、スラム街にすむ人々は前近代的な「共同体」や「温情」を有していたこともあり、スラム街に対して「観光の眼差し」が新たに向けられた(Urry and Larsen, 2011)。「現代観光は、個人の日常と非日常の根本的際の上に成り立っている」としている。観光の「眼差し」とは、日常から離れた異なる景色、風景、町並みなどに対して視線を投げかけることであると J.Urry が指摘するように、スラム街は、都市部において、身近な存在でありつつ、異質的な存在として格好の観光の対象となっていた。また、19世紀後半にはシカゴをはじめとする米国の大都市においても同様のスラム地区に対するツーリズムが活況を帶びることとなった。

世界中の多くの発展途上国では、都市の発展過程で急激な人口増加を伴い、人口増加に伴う居住空間の欠如や労働の雇用問題など、さまざまな問題が引き起こされてきた。こうした発展途上国に生じる問題を解決する1つの方策として、スラム・ツーリズムをはじめとするツーリズム産業に焦点を当てられ、外貨の獲得や労働者雇用を創出する機会としてツーリズムは地域産業を支える重要な経済活動として位置づけられている(Britton, 1982)。

近年までに、南アフリカやナミビア、インドネシア、ブラジル、インドやケニアなどの発展途上国やニューヨークや北アイルランドの一地区においてもスラム・ツーリズムは増え続け、都市の格差社会に生じる諸問題を映し出すように、さまざまな

スラム・ツーリズムが導入されてきている。

## 4 展望

### 4.1 多様化するツーリズムへの眼差し

アーバン・ツーリズムは、1970 年代から欧米の都市政策の一環として注目を浴びているが、まだの研究領域としては日が浅い。既往の研究ではケーススタディとしてさまざまな事例が収集されてきたが、今後は観光という広範な対象をより限定的に捉え直し、都市観光の概念と理論を踏まえて、実践的な方法論を検証していく段階といえるだろう。

近代社会においては、地域産業の経済活動の多くは地域コミュニティと連携して相互補完的に支え合いで持続成長を続けていくことが可能であった。情報通信革命以降は、地理的に限定されていた人や情報や物資は、特定の情報ネットワークを活用することで効率的に移動することが可能となり、都市間の競争関係はより一層深刻化してきている。グローバル化が進展する現代社会において、産業のみならず、グローバル競争下において勝ち残ることができる魅力的な都市へと活性化していくことが期待されている。

経済効率を優先した地域の産業振興に依拠することなく、都市空間における文化的や歴史的な資産や地域固有の資源を活用して都市のアイデンティティを高めていくことができるよう、今後の方策を探っていきたい。

## 参考文献

- [1] Steinbrink, M., (2012). 'We did the slum!': Urban poverty tourism in historical perspective, *Tourism Geographies* 14(2).pp.254
- [2] 小早川裕子, 藤井敏信(2009), スラムコミュニティの開発過程に関する研究—フィリピン・バランガイ・ルスを事例として, 都市計画論文集 Vol. 44.3 pp.613-618,
- [3] 東京都政策報道室東京都政策報道室計画部(2000), 東京構想 2000 :千客万来の世界都市をめざして,
- [4] Page, S. & Hall, C.M., (2003), *Managing Urban Tourism*, Prentice Hall, Harlow. pp.416
- [5] G.J.Ashworth(1989), *Urban Tourism: Imbalance in attention.*
- [6] Law,C.M.(1993), *Urban Tourism. Attracting Visitors to Large Cities.* London., 和訳:ロー, クリストファー著, 内藤嘉昭訳(1997), アーバンツーリズム, 近代文芸社.
- [7] 内藤嘉昭著(1996), 文献解題「アーバンツーリズム」の書評, 人文地理, 48-6, 61 8-619
- [8] 国土交通省総合政策局, 経済産業省商務情報政策局, 文化庁文化部(2005), 映像等コンテンツの制作・活用による地域振興のあり方に関する調査
- [9] Steinbårink, M.,et al., (2012), A. Development

and globalization of a new trend in tourism., *Slum tourism(pp.1-18)*, London:Routledge

- [10] 山下晋司(2009), 観光人類学の挑戦 「新しい地球」の生き方, 講談社選書メチエ
- [11] Urry, J. & Larsen, J.(2011), *The tourist gaze(3rd ed.)*, London: Sage Publication.
- 加太宏邦訳(2014), 観光のまなざし, 法政大学出版局
- [12] Britton S.G. (1982), *The political economy of Tourism in the Third World in Annals of Tourism Research*, Vol. 9, p. 331-358

# プロジェクトマネジヤ育成ロードマップ

酒 森 潔\*・三 好 き よ み\*,\*\*

## Project Manager Encourage Load Map

Kiyoshi Sakamori\* and Kiyomi Miyoshi\*,\*\*

### Abstract

Knowledge and skills necessary for project management have been organized systematically. However, only final image of project management is defined, and there are few places that summarize what kind of education should be done. So I divided the life cycle of learning projects from school to company into seven phases, and summarized in which phase to acquire the project management element. The project management element extracted about 600 elements from the PMBOK® guide and educational materials and defined the phases in which knowledge was to be learned, the phases in which they can be practiced, the phases in which advanced practice can be performed, and the PM development road map was created.

Keywords: Project Manager, Education, Skill, Competency, PM Development Road Map

### 1 はじめに

多くの企業でプロジェクトマネジメントの重要性が認識され、プロジェクトマネジヤの養成が急務とされている。養成すべきプロジェクトマネジメントのあるべき姿についてはプロジェクトマネジメント系の団体が研究し、その中でも PMI(Project Management Institute)がまとめている PMBOK®ガイド(Project Management Body of knowledge Guide)は 優れたプロジェクトマネジヤのあるべき姿として深く浸透している。

ただし、これらのプロジェクトマネジメント体系は優れたプロジェクトマネジヤの行動や持つべき能力をまとめたものがほとんどである。どうすればそのような能力が発揮できるようになれるか、あるいはどのように育成すれば、質の高いプロジェクトマネジヤを育てることができるかというプロセスに関する記述は無い。

しかし、プロジェクトマネジヤの育成のためには、最終的なプロジェクトマネジメントのあるべき姿だけでなく、プロジェクトマネジメントとしての成長にあわせた育成カリキュラムがあるべきである。たとえば、文部科学省が定めている小学校の教育カリキュラムでは、小学1年に習う漢字、2年に習う漢字などと、学年に合わせて教えるべき内容や方法を定義している。プロジェクトマネジヤの育成においてもこののような段階的な指導要領を定義することで育成効果を高めることができないだろうか。プロジェクト活動を経験したことの無い大学生に、いきなりプロジェクトマネジメントのあるべき姿を教えて理解は難しい。かといって社会人でいくつかのプロジェクトを経験した後、あらためてプロジェクトマネジメントの基本を押し付ける

のは、時すでに遅しとなりかねない。学生から社会人、さらに新入社員からベテランのプロジェクトマネジヤになるそれぞれの段階に応じてプロジェクトマネジメントのエッセンスを植え付けて行くべきである。

本稿ではこのような考えのもと、プロジェクトマネジヤの育成に必要な学習要素を定義して、人の成長に合わせた育成カリキュラムをロードマップとして提案する。

### 2 プロジェクトマネジヤ育成ロードマップの必要性

一般には、「知識をただ丸暗記的に理解しただけでは優れたプロジェクトマネジヤにはなれない。多くの仕事を通じて成功や失敗の経験を数多く積むことで、眞のプロジェクトマネジヤになる。」というようなことが言われている。

もちろん経験による学びは必要である。しかし、経験だけでは学ぶ知識にも偏りが生じる可能性が高い。もっと効率の良い教育方法を考えることも重要である。特にプロジェクトは同じ業務の繰り返しではなく、それぞれ独自の要素を持っているものである。その中で複数のプロジェクトを経験しながら、どのようなプロジェクトにも共通なコアとなる知識やコンピテンシーを身に着けていくことは困難といえる。このような不確定な要素を持つプロジェクトはであるからこそ、経験だけでなく事前の教育が重要といえるのである。

また、プロジェクトマネジメントに必要な知識やコンピテンシーには、チーム活動能力や計画を立ててものごとを実施する能力など、人が持つべき基本的な能力、あるいは業務の進め方や、上司への報告の仕方など社会人としての基礎的な能力なども含まれている。これらの基礎力はプロジェクト

Received on September 30, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

\*\*筑波大学大学院, University of Tsukuba

マネジメントに必要な要素であるが、プロジェクトマネージャとしてプロジェクトを率いるようになる以前に身に着けておくべき能力であるともいえる。言い換えると、PMBOK®ガイドなどで定義されたプロジェクトマネジメントの知識体系の中には、プロジェクトマネージャとしてプロジェクト活動を実施するときに身に着けるものではなく、人生のライフサイクルの中で徐々に習得していくべき要素が含まれているということである。

すなわち、プロジェクトマネージャの教育には、最終的なプロジェクトマネージャのあるべき姿を書いた教科書だけでなく、その中の要素を人生のライフサイクルのどの時点で修得していくべきかというロードマップが必要なのである。そしてそのロードマップに従ったカリキュラムの作成が求められる。

ロードマップにしたがった教育をおこなうことで、業務のベテランに高校生に教えるようなチーム活動の手法を教えるとともに、まだまだ仕事の経験も無い学生に高度な EVM を教えることもなく、効率のよいプロジェクトマネージャの育成活動が期待出来る。

### 3 ロードマップの時間軸

プロジェクトマネージャ育成ロードマップを構築するにあたって、まずロードマップの時間軸を考えてみたい。プロジェクトマネージャの育成段階は、企業でプロジェクト活動に携わる前のリテラシー育成フェーズと、企業に入った後の段階的育成フェーズに分けることができる。プロジェクトマネジメント能力を必要とするのは企業に就職してからであるが、企業は教育機関に対して基礎力の育成を求めている。その中にプロジェクトマネジメント能力は大きな位置を占めている。図1は企業が大学に求めるPM能力と企業内で育成すべきPM能力のイメージ図である。

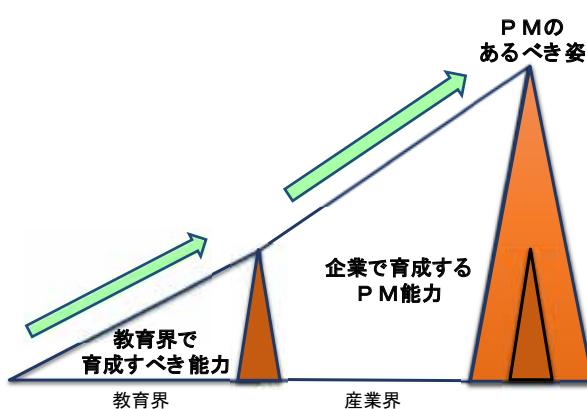


図1: 教育界で育成すべき能力と産業界育成すべき能力

#### 3.1 リテラシー育成フェーズ

リテラシー育成フェーズは社会活動に入る前に教育界においてプロジェクトマネジメントのリテラシーを育成する期間である。最終的なあるべきプロジェクトマネジメント能力の核と

なる基礎力を育成することが教育界に求められている。この段階では、プロジェクトの用語を無理に教える必要はなく、計画的な活動や、チームでの活動などが自然に実施できるようになる教育や訓練を行う。この段階を、さらに小中学校と高校大学の2つのフェーズに分けて、どのような学習要素を学べばよいか整理する。

#### Phase-P1 小中学校段階

この段階は、計画を立ててものごとを達成させる能力を身に付けるフェーズである。仕事を最後まで達成させることが重要であることを覚えさせる。また一人では無く他人と共同作業を行うことも学習させたい。

#### Phase-P2 高校大学段階

この段階は、ものごとを実施するうえでの責任感やリーダーシップを身に付けさせる段階である。そのためには、個人あるいはチームで計画を立てて物事を進める方法について教育する。また、企業活動やプロジェクトマネジメントの必要性などについても基礎的な知識として教えておく必要がある。

#### 3.2 企業のプロジェクト活動における段階的なプロジェクトマネージャ育成フェーズ

この段階は企業において、実際に業務でプロジェクトを実施するためのプロジェクトマネージャの育成段階である。まだ仕事の経験の無い新入社員の段階、メンバーとしてプロジェクト活動に参加する段階、小さなプロジェクトのリーダーの段階、プロジェクトマネージャとして独り立ちし活動する段階、大規模なプロジェクトマネージャをこなしプロジェクトマネジメントの指導を行う段階というように、仕事の責任の重さが増していく個人の成長に合わせて、それぞれの時期に必要な学習要素を考えたい。

#### Phase-1 新入社員段階

企業に入社したら、まず企業活動の仕組みや、その活動の中でプロジェクトがどのような意味を持つかを理解させる必要がある。プロジェクトマネジメントの視点では、そのような基本的な仕事の進め方の一つとしてプロジェクトとはどういうもののかを学ぶフェーズである。また、この段階において、企業特有のコミュニケーションのルールや、チームの一員としての個人の仕事の進め方を指導する。業務を実施するうえで必要な基礎的なプロジェクトマネジメントの用語はこの段階で教えておくべきである。

#### Phase-2 プロジェクトメンバとしての活動段階

実際にプロジェクトに配置され、プロジェクトメンバとしてプロジェクト活動に参加する段階では、プロジェクト活動の進め方やその中で作成されるさまざまな生成物について理解し、指導をうけながらも、必要なものは自ら作成できるようになる教育が必要である。示された作業にどのような意味があるのか自分で考えられるようになることも重要である。

#### Phase-3 小規模プロジェクトのリーダーとしての活動段階

プロジェクトのサブリーダや小規模プロジェクトのリーダとして、チームをまとめ責任者としての自覚を持たせる段階である。この段階ではプロジェクトマネジメント体系については網羅的に理解できるような指導、自ら考え実施できるような指導が必要である。企業内のプロジェクトマネジメントの標準やルールに従って単独でプロジェクトを実施できるようにすることが必要である。

#### Phase-4 プロジェクトのマネジャーとしての活動段階

一人のプロジェクトマネジャーが専任でプロジェクトを運営する程度のプロジェクトにおいて、プロジェクトマネジャーを実施できるようにするフェーズである。この段階が本来のプロジェクトマネジャーとしての教育段階ともいえるが、実務においては特別の実践教育をおこなわず、実プロジェクトを経験しながらOJTの中で育成されることが多い。したがって、できるだけ多くの経験を積むことで、網羅的なプロジェクトマネジメント能力を身に着けることができるとも言われている。

この段階に必要なプロジェクトマネジメントの用語や手法については、事前にその基本を身に付けておくことが望ましい。そのプロジェクトマネジメントの基礎知識を実際のプロジェクトにどのように摘要させるかということをこの段階で体得させることが重要である。

#### Phase-5 大規模なプロジェクトのプロジェクトマネジャーとしての活動段階

この段階では自らの経験も含めプロジェクトマネジメントの知識体系を理解し、大規模で複雑なプロジェクトに対して適用できることが望まれる。PMBOK®ガイドなどのプロジェクトマネジメントに関する体系的知識をプロジェクトに実践できるレベルということも言える。

またこのレベルのプロジェクトマネジャーは、自身のプロジェクトのサブリーダを管理し、他の経験の浅いプロジェクトマネジャーの指導やメンタリングすることも求められている。さらに、企業のプロジェクトマネジメントのルールや標準を作成したり、問題となってしまったプロジェクトに対してアドバイスしたりすることも求められる。

## 4 学習要素の分類

プロジェクトマネジメントの能力育成の時期をフェーズ分けだったので、次にそれぞれのフェーズで学ぶべき学習要素を考えてみよう。

プロジェクトマネジメントの学習要素は、知識体系として整理されたPMBOK®ガイド、その実践力や人間力についてまとめたPMCDFAが参考になる。これらの体系に出てくる用語を整理して、育成ロードマップとして展開することで何をいつ学べばよいかという時系列的な知識体系を作ることができるはずである。ただし、これらの用語には、単に知っているべき知識や技法もあれば、プロジェクトにおいて作成・参照すべき文書、また、ある程度の作業をまとめたプロセスなどもある。

さらにプロジェクトマネジメントを実践するにあたって必要な人間力や、うまくプロジェクトを実施するコンピテンシーなども存在する。

このように、プロジェクトマネジメントの学習要素を、知識型学習要素、技法的学習要素、プロジェクト管理文書、業務プロセスの学習要素、人間力的学習要素の5つに分類して整理することができる。それぞれの分類ごとの用語の特徴は以下のようにまとめることができる。

### 4.1 知識型学習要素

主にPMBOK®ガイドに出てくるような、プロジェクトマネジメントを実施する上で知っておくべき用語であり、プロジェクトメンバーやステークホルダーとのコミュニケーションに必要な用語である。たとえば、「WBS」「ワークパッケージ」「アクティビティ」などがその例である。

### 4.2 技法的学習要素

このような技法的学習要素は、PMBOK®ガイドの各プロセスのツールと技法として整理されているものが多い。これらのツールや技法はプロジェクトマネジメントのために生まれたというより、さまざまな分野で研究され活用されたものが、プロジェクトの管理に有効であると紹介されている。たとえば、「QC7つの道具」「クリティカルパスメソッド」「PERT」などが代表的な例である。

### 4.3 プロジェクト管理文書

プロジェクト実施においてプロジェクト管理のための各種文書である。プロジェクトマネジメントためには、それぞれの文書を作成でき、また記載された内容を理解して正しい判断ができるなければならない。これらは主にPMBOK®ガイドのインプット、アウトプットに記載されている。複数のプロジェクトが実施される企業においては、これらの文書の標準を作成し統一することで、プロジェクトマネジャーの援助をするとともに、企業全体のプロジェクトを総合的に管理することが容易になる。

プロジェクト文書の例としては「プロジェクト憲章」「プロジェクトマネジメント計画書」「スケジュールチャート」「リスク管理表」などがあげられる。

### 4.4 業務プロセス

多くのプロジェクトで共通に実施される、一連の作業の手順やプロセスを総合したものである。これらの学習要素については、単に用語を理解するだけではなく、そのプロセスを実施するための、複数の手順の組合せを理解し実施できなければならない。

PMBOK®ガイドにおいてはプロセスがこれに相当するが場合によってはツールと技法として記載されているものもある。業務プロセスの例としては「スコープ定義」「見積り」「品質マ

ネジメント計画」「プロジェクト監査」などである。

#### 4.5 人間力的な要素

プロジェクトマネジャーには機械的に文書を作成したり作業を指示したりするという実践力だけでなく、自身の人格的要素、他のメンバーとのコミュニケーションに必要な能力、またチーム活動に必要な能力なども求められる。これらの人間力的な学習要素は、あらゆる生活の場に必要な基礎能力から、プロジェクトを実施ための高度な人間力など幅広く存在する。

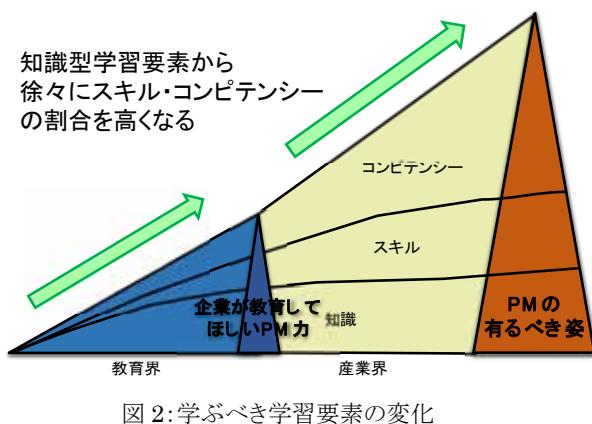
人間的な要素の例としては「ブレインストーミング」「ファシリテーション力」「コンフリクトマネジメント」「チーム形成活動」などが考えられる。

### 5 学習のレベルの深さによる分類

各学習要素を、いつ教えるべきかを考えたとき、ある学習要素について大学生の間に理解をして、企業でプロジェクトメンバとして実際に活用できるようになり、最終的にベテランプロジェクトマネジャーになってプロジェクトの成功につながるような高度な使い方ができる、というように段階を追って考えることができる。

そこで、ここでは、各用語を「知識：理解し説明できる」「スキル：実際に利用できる」「コンピテンシー：高度なレベルで活用出来る」の3段階に分けて整理して、それぞれの学習要素について、第3章で定義した、プロジェクトマネジメント育成ライフサイクルのどのフェーズで学ぶべきか考えて行く。

このイメージを図2に示す。用語によっては育成ライフサイクルの早い段階で活用できるようにすべきものもあり、逆に社会に入って十分に経験を積んでからその用語を学ぶべきというものも存在する。育成ライフサイクルの中で、知識やスキルは早いうちに学びだんだんとコンピテンシーを学ぶ割合が高くなる。



#### 5.1 知識：理解し説明できる

ここでは、定義した学習要素を理解し説明できるようになることを目標とする。実際に活用しなくても良いの

で、学生時代にはこのレベルまで学んでおくべき要素が多く存在する。高度な学習要素は社会に入ってから学べば良いものも存在する。第4章で分類した知識型学習要素は比較的早い段階で知識の習得が可能であるが、業務プロセスや人間力的な要素については、実際の現場を伴わないと知識の理解は難しい。

#### 5.2 スキル：実際に利用できる

理解した学習要素を実際に利用することを目標とする。教科書で学ぶだけではなく、誰かの指導を受けながら自ら実践する能力である。スキルを身に付けるには実際に利用する現場が必要になるため、学校での教育は比較的難しい。社会においてもプロジェクトマネジメントの世界では、教育するための実環境に乏しいため実際の現場のOJTなどを通じて学ぶことが多い。

第4章で分類した技法的要素やプロジェクト文書に分類される要素は、実環境で実施することで理解が高まるタイプの要素といえる。

#### 5.3 コンピテンシー：高度なレベルで活用できる

コンピテンシーという用語の定義は様々であるが、ここでは高度なレベルで活用出来る実践力ト定義する。スキルは単に実施できるというレベルであるが、コンピテンシーは周囲の手本となるような高度なレベルで実践できる能力である。

教育フェーズや企業の侵入サインの間に知識を学び、企業においてプロジェクトに参加する中で、実践力を身につけ、さらにはプロジェクトマネジャーとして一つのプロジェクトを任されるようになってコンピテンシーを身に付けるということが標準的なパターンである。

### 6 学習要素の分析とロードマップの作成

学習要素を5章で分類した3つの段階ごとに育成ライフサイクルのどのフェーズで学ぶべきかを検討し、一覧表にした。その一部を図3に示す。

要素	学習要素	P1(中止)	P2(最高)	P3(新入社員)(ベンチ)	オリガ	4小PM	最大PM
※ 100%ルール	K	S	S	S	C	C	C
※ プレゼン	K	S	S	S	S	S	S
※ 35%マ	K	S	S	S	S	S	S
※ 4つの価値観(PMI倫理義務規定)							
※ 7の法則	K	K	S	S	S	S	S
※ AC	K	K	S	S	S	S	S
※ ADM	K	S	S	S	S	S	S
※ ADR	K	S	S	S	S	S	S
※ AOA	K	S	S	S	S	S	S
※ AON	K	S	S	S	S	S	S
※ BAC	K	S	S	S	S	S	S
※ BOM	K	S	S	S	S	S	S
※ CCB	K	S	S	S	S	S	S
※ CCM法	K	S	S	S	S	S	S
※ CIR	K	S	S	S	S	S	S
※ CMIE	K	S	S	S	S	S	S
※ Cor-location							
※ CPAP							
※ CPFF							

約600項目

K	知識
S	スキル
C	コンピテンシー

図3:学習要素ごとの教えるべき時期

この図では、たとえば「100%ルール」という学習要素は、企業においてメンバーとしてプロジェクトの関与するときに知識として学び、リーダとして活動するときに実際に使用し、さらに小さなプロジェクトを任せられたときに、周囲の手本となる使い方ができるようにしたいということを表している。「3シグマ」は必ずしもプロジェクトマネジメント分野のみで利用されるものでは無いので、高校や大学でその知識を学び、プロジェクトマネージャとなってから実践すればよいことを示している。

PMBOK®ガイドをベースにプロジェクトマネジメント教育の教材などから約 600 項目の学習要素を抽出し、個々の要素ごとに知識、スキル、コンピテンシーをライフサイクルのどのフェーズで身に付けるべきかをまとめた。図 3 はその一部を表示したものである。

さらに知識として学ぶ時期のみを抽出したものを次の図4で示す。

図4:知識を教える時期

図4においては「プロジェクト」や「定常業務」という基本的な用語は中学生までに教えておきたい。一方「要項」や「ステークホルダーの期待」は、リーダとしてプロジェクトを実施するころに教えればよいということを示している。

さらに、ロードマップとしてイメージにしたものを図5に示す。「話を聞く」「報告をする」などは人間力的知識であり、ライフサイクルの初期段階で学ぶべきである。逆に「ポートフォリオ」「EVM」「コンフリクトマネジメント」などはプロジェクトを任せられるようになったころ覚えればいい用語であるといえる。

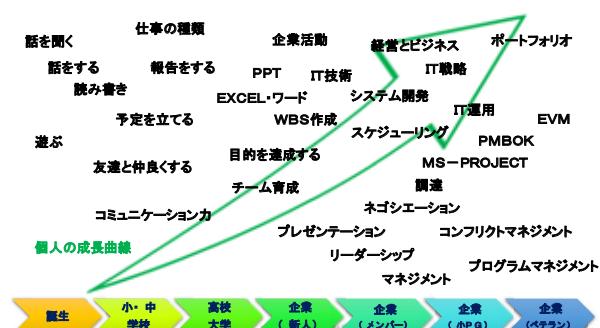


図5：プロジェクトマネジメント育成ロードマップ

7 まとめ

今回の提案はプロジェクトマネジメントに焦点を当てて、プロジェクトマネジメントに必要な学習要素に着目したが、実際のプロジェクトマネジメントに必要な能力には、一般的な人間力やマネジメント能力も必要である。したがってプロジェクトマネジメント育成のロードマップを拡張し、人間力やマネジメント力も含めたロードマップを完成させたい。図6はそのイメージである。

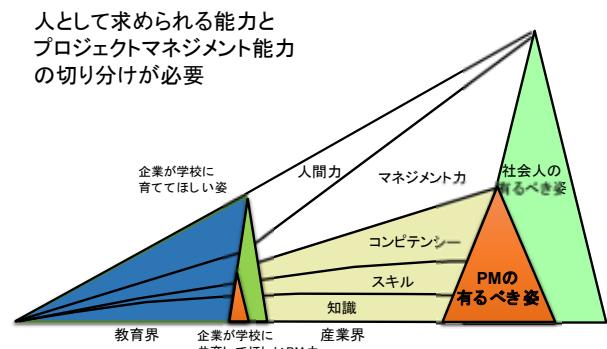


図 6:拡張したプロジェクトマネジメント教育イメージ

また、今回の提案は教育のロードマップ作成の必要性と方法についてのものであるが、次の段階として、作成したロードマップに基づいた教育体系や教育コースの設計が必要になる。ロードマップを使う事で、ただ最終目標だけを考えた教育コースでは無くコース間の整合性のとれた教育体系を構築していくことができる。

その際の教育手法として知識型の教育に効果のある反転教育やコンピテンシー系の学習要素を指導するためのPBL (Project Based Learning)なども組み合わせを考えていくことでさらに効果の高いプロジェクトマネジメント教育を行うことが可能となる。

参考文献

- [1] 酒森潔 石井靖浩.“プロジェクトフライトシミュレータによる大規模プロジェクトのPM養成”, 日工教講演論文, 2012
  - [2] 酒森潔, “産業技術大学院大学情報アーキテクチャ専攻のPBL”, 情報処理 Vol.53 No.5 May 2012
  - [3] PMI, PMBOK®ガイド第5版, 2013
  - [4] 酒森潔, “どのようにプロジェクトマネジャーを教育するか”.PMI 日本フォーラム 2017, Jun 2017



# 体格に合わせて動く快適なフラワーチェア – 2016 年度イノベーションデザイン特別演習 村越 PT –

古 杉 美 幸\*・村 越 英 樹\*

Comfortable Flower Shaped Chair with Automatic Adjustable Backrest  
- Murakoshi-PT 2016 (Advanced Exercises: Innovation for Design and  
Engineering) -

Miyuki Kosugi\* and Hideki Murakoshi\*

## Abstract

In 2016, we - the Murakoshi Project Team - propose a comfortable flower chair with automatic adjustable backrest. The aim of the chair is to relax ourselves all day long on holiday. We design the shape and the functions of the chair, and implement the 1/4 model of the chair and the prototype of the automatic adjustable backrest. This paper reports our activities and decisions sequentially in detail.

Keywords: Comfortable Flower Shaped Chair Automatic Adjustable Backrest

## 1 緒言

2016 年度村越 PT では、休日に長時間快適に座れる椅子の開発を目標に、1 年間プロジェクトを実施した。本稿では、プロジェクト発足から、最終発表会までのプロセスを振り返り、各工程でどのような作業が行われ、どのような決定がなされたのかを、時系列で詳細に記載する。

本稿第 2 節では、プロジェクト発足直後(1Q)に実施したテーマの決定について述べる。第 3 節では、2Q から夏休み期間中に実施した、開発すべき「快適な椅子」のコンセプトを決定する活動について述べる。第 4 節では、前節で導出したコンセプトを具現化していく過程を説明する(3Q)。第 4 節では、4Q で行った「快適な椅子」のモデル開発について述べる。第 5 節は、本稿のまとめである。

## 2 テーマの決定 (1Q 活動内容)

プロジェクトテーマの決定は、プロジェクト発足直後に実施するアクティビティであり、プロジェクトのメンバーが 1 年かけて取り組む課題を導出する重要なステップである。

まず、初めに合意した事項は、最終的な成果物として、何かしら形のあるものを残すことであった。例年、村越 PT では、組込み技術を利用した製作物を作成している。そのため、本年度のメンバーも何か作りたいと考えて希望していると考えられる。

次にプロジェクトの内容を決めるために、本学と提携関係にある都立産業技術研究センターの研究員の方を招いてヒ

アリング調査を行った。実際に中小企業や他研究機関と関わる中でどのような課題があり、困っているのかといったことなど、我々では気づき難いテーマも聞くことが出来た。

テーマの決定過程を模式的に表し、図 1 に示す。ヒアリング調査した内容も含め、メンバー全員から一年間取り組みたい興味のある研究内容を列挙した(図 1 左)。それぞれ出した研究内容には、1 年間のプロジェクトを通して学習できる要素があると考え、これらをキーワードとして抽出した。アイデアとキーワードをマトリックス状にまとめたのが図 1 右の表である。アイデアとキーワードそれぞれに対してメンバーの多数決で順位づけを行い、上位のアイデアとキーワードの中から「組み込み技術を用いた快適な椅子」と本年度のテーマとして決定した。

## 3 「快適な椅子」のコンセプト策定

1Q の活動で「快適な椅子」をテーマとすることとしたが、どんな椅子が快適なのかを 2Q で検討し、コンセプトを策定した。3.1 では市販されている椅子を調査した結果について、3.2 ではペルソナ分析、KA 法より導いた「提供すべき価値」について述べる。

### 3.1 市販されている椅子の調査 (2Q 活動内容)

我々の求める快適な椅子を具体的にするために、現在市販されている椅子の調査および分析を行った。調査対象の椅子は現在広く普及している椅子とし、長所と短所を把握した。椅子調査結果の中から①～④の代表的な椅子について、

Received on October 1, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology, AIIT  
産業技術研究科 創造技術専攻



図 1: テーマの決定過程

我々が考える長所と短所を以下にまとめる。

### ① ソファー

- 長所
- ・足を伸ばしてゆったりすわれる
  - ・疲労感をとる
  - ・体への圧迫感を抑える
- 短所
- ・広い場所が必要
  - ・猫背になりやすい
  - ・体への負担が大きい

### ② マッサージチェア

- 長所
- ・温感モミ玉で、暖めて疲労回復
  - ・体幹ストレッチ、肩コリ解消
  - ・足裏のコリを芯からほぐして、  
体の疲れを取る機能
- 短所
- ・広い場所が必要
  - ・長時間のもみ玉が逆効果
  - ・連続での使用が難しい

### ③ デスクチェア

- 長所
- ・持ち運び便利
  - ・体幹ストレッチ、肩コリ解消
  - ・値段安い
- 短所
- ・同じ姿勢で座るとつらい

### ④ 座椅子

- 長所
- ・脚を伸ばして座れる
  - ・好きな姿勢で座れる
- 短所
- ・起き上るのは困難
  - ・猫背になりやすい

市販されている椅子を調査した結果からそれぞれの椅子が持つ快適性について分類した。表 1 に椅子が持つ快適性の分類を示す。椅子等の調査を行った結果から、それぞれの椅子には長所と短所が存在し、場所・時・目的などに合わ

せて使い分けがなされていることが分かった。しかし、快適に休日を過ごせるような、長時間座っても体が疲れ難いことを目的とした椅子は見つけられなかった。一方、平成 26 年版厚生労働白書に示された休日の過ごし方(アンケート結果)においては、インターネットやテレビなどで過ごすことが多いという結果が示されている<sup>[1]</sup>。そこで、私たちは「組み込み技術を用いた快適な椅子」からより具体的なテーマとして快適に休日を過ごせるようにするために、『休日にテレビや読書をするときに長時間座る快適な椅子』をテーマに決定した。

表 1: 快適性の要素

快適性の要素	説明
柔らかさ	座面と背もたれの素材
人の動作(動き)	人間が座るときの動きと体勢
温度・湿度	人が座った後の動きと体勢
支持位置	椅子の温度と湿度
周辺の光	座面と背もたれの角度の調整
マッサージ	体を支える安定感
体圧分散	心地よいライティング
	体をほぐす
	ツボを指圧する
	座った時に椅子にかかる圧力
	体と椅子の接触面積

### 3.2 提供すべき価値(要素)の抽出 (夏休み期間活動内容)

村越 PT の求める『休日にテレビや読書をするときに長時間座る快適な椅子』に該当する快適を決める為にペルソナを作成した。村越 PT のメンバー各自がそれぞれ椅子に座ることを軸にし、ペルソナ分析を行った。

表 2 にペルソナシートの例を示す。このペルソナシートは、メンバーそれぞれが作成したペルソナを統合したものである。ペルソナの特徴は年齢 20 代で一人暮らし、平日はアルバイトと大学院に通い、休日は家でゆっくりと休むことが多い人物とした。

さらに、これらのペルソナシートを元に、KA 法による価値

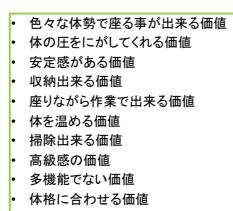
表 2: ペルソナシートの例

ペルソナ特徴	村越 PBL のペルソナ例
ユーザーの特徴	現在一人暮らしをしていて、アルバイトをしながら暮らしている。なので、家に帰ってくる時間が遅く、家にいる時間は少ない。休日では家でパソコンやスマホをいじりながらゆっくりしていることがほとんどである。
ユーザーが椅子に座るときの特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長時間寝る体勢でいることが多い</li> <li>・長時間座っていると腰や体が痛くなる時がある</li> <li>・常に動きながら好きな体勢で座る</li> <li>・使わない時は片付ける</li> <li>・脚置きに足を乗せる</li> <li>・クッションを椅子の間に入れている</li> <li>・休日など時間が在るとき、家では様々な体制で座っていてなおかつスマホなどを操作している</li> <li>・肘掛けに足を乗せたり、座面で胡座をかくことがある</li> </ul>
ユーザーが椅子に求める機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・持ち運びが便利ですぐ片付けられる</li> <li>・程よいクッション性がほしい</li> <li>・脚がおける</li> <li>・いすに座っている時は好きな体勢で座れ、なおかつ安定感があるといい。</li> <li>・近くにスマホやパソコンがおけるような台が欲しい</li> <li>・腰が痛く成らない椅子が欲しい</li> </ul>
ユーザーの椅子に求めない機能	・多機能

分析を行った。図 2 にペルソナからの価値の抽出法を示す。価値への変換方法は、まず、「椅子に座るときの特徴」「椅子に求める機能」と「椅子に求めない機能」の 3 つを出来事として抜き出す(図 2 中央)。次に、この出来事からユーザーが求めている声に変換する(図 2 左下)。最後にそこからどのような価値が潜んでいるかを抽出した(図 2 右下)。

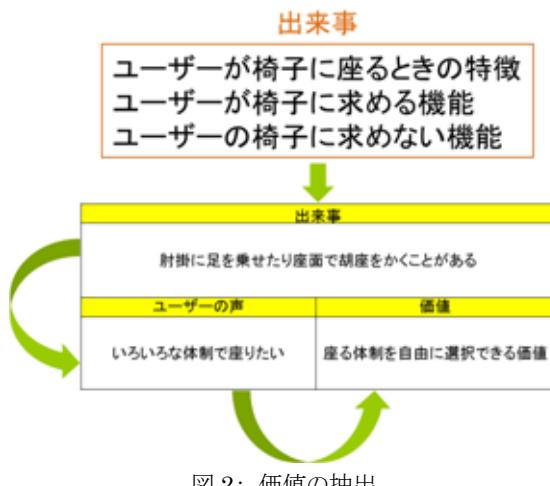
上記方法で抽出した価値を分類して、グループを形成し、見出しを付け(以下「要素」と記載する)、価値マップとしてまとめた(図 3)。価値マップから抽出した 10 個の要素から、休日に長時間座るときに求められる機能を議論して、以下の 3 つの要素に絞りこんだ(図 4)。

- ① 色々な体勢で座る事が出来る
- ② 安定感がある
- ③ 体圧分散



1. 色々な体勢で座る事が出来る
2. 安定感がある
3. 体圧分散

図 4: 3 つの要素



#### 4 コンセプトモデルの策定 (3Q 活動内容)

決定した要素から具体的な椅子の形状と機能の策定を行った。具体的な進め方は、まず、メンバーが各自 3 つの要素を含む具体的な製品案を複数提案する。提案された案を 3 つの要素でメンバー全員が評価し、点数化することで、最終的な案を作成した。



図 3: 価値マップ

提案された製品案から上位の 4 つを紹介する(図 5). 製品案 1 は、卵とエビの形をモチーフにした椅子であり座面の半球状が動く面白い構成である。製品案 2 は、独立したクッションから構成された座椅子であり、これらクッションを好きな角度に細かく動かすことで、体圧分散を実現する。製品案 3 は、蜘蛛の 8 本足イメージした椅子であり、足が変形することで色々なすわり方ができる。製品案 4 は、満開の花をモチーフとした椅子であり、花びらは好きなように角度を変えられるので、背もたれなどの角度調節がしやすく、一番自分に最適な状態で座れる。

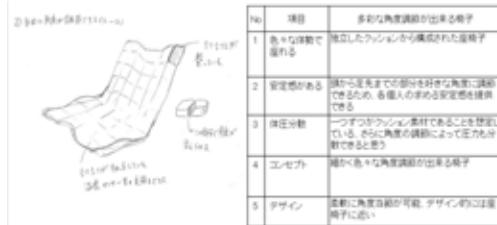
製品案を絞り込むために利用した評価表を表 3 に示す。ここで評価では、3つの要素に加えて、製品コンセプトとデザインを評価軸にしている。この評価表を基に、メンバーで話し合い、最終的に花びらをモチーフにした椅子に決定した。決め手は今までにないような斬新なデザインと、機能を組込みやすい形という点である。

表 3: アイデア評価

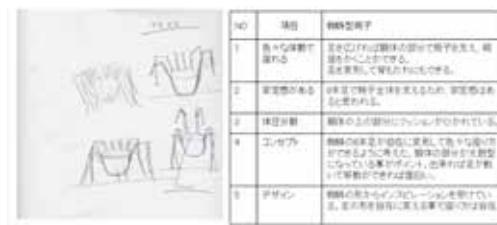
名前	色々な体勢で座る事が出来る	安定感がある	体圧分散	コンセプト	デザイン
タマゴエビ椅子	○	○	△	△	△
角度調節が出来る椅子	△	△	○	△	△
蜘蛛型椅子	△	△	△	○	△
フラワーチェア	△	△	△	△	△
ダンゴムシシフラー	△	△	○	○	△
苞り椅子	○	△	△	△	△
サイコロ型椅子	△	○	△	○	△
流線型椅子	△	△	△	○	△
収納椅子	△	△	△	△	△



a) 製品案 1



b) 製品案 2



c) 製品案 3



d) 製品案 4

図 5: 製品案

## 5 モデルの開発 (4Q 活動内容)

前節で記載したように、花びらをモチーフにした椅子を『体格に合わせて動く快適なフラワーチェア』とした。表 5 にデザインと機能について示す。3 つの要素を満たすために、デザインと機能面からを解決しようと試みた。以下、デザインおよび機能の確認について、それぞれ記載する。

### 5.1 デザインの確認

デザインでは 4 枚の花びらをイメージした背もたれ、肘かけ、足置きを椅子につけ、その花びらが自在に動く事で、色々な体勢で座る事が出来るようにした。足は三つ葉の形にし、安定して、固定させるために、大きめなデザインにし、好きな体勢で座っても倒れない安定感がある椅子である。

椅子はどのような形をしているか示すために、3D プリンタを使用して 1/4 のモデルを作成した。モデルのデータ作成は Rhinoceros というソフトを使用した。図 6 に Rhinoceros で作成した図面を示す。背もたれ・肘かけ・足置き・座面・ポール・足の 3D モデルのデータをそれぞれ作成し、別々に出力して、組み立てている。図 7 に 3D プリンタで出力した組立前のモデルを示す。出力後のモデルに塗装を行った。最終成果発表会では実際に展示を行った。図 8 に完成品を示す。

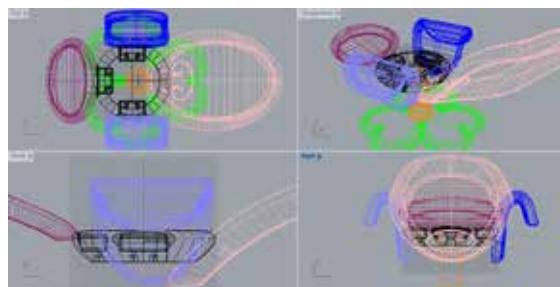


図 6: Rhinoceros で作成した図面



図 7: 3D プリンタで出力した組立前のモデル

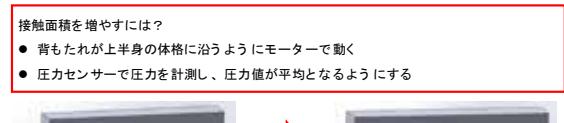


図 8: 体格に合わせて動く快適なフラワーチェア 1/4 モデル

### 5.2 機能の確認

機能面は特に背もたれ部分に注目し、背もたれを背中に追従させるような動きを組みこむことで、背中の面の体圧を分散させるような機構を作成することにした。図 9 にイメージ図を示す。

図 10 に機能モデルを示す。白い U 字のモデルは人の背中を模したものである。図中下の四角ブロック表面に圧力センサーが搭載されており、人の背中の形に添って背もたれの形状を変化させる。マイコンには Arduino を用い、圧力センサーで形状を把握し、サーボモータを制御して角度調節を行っている。



小さいパーツが繋がっていて、各パーツが背筋に合わせるように動く  
arduino、圧力センサ、サーボモーターで作りました

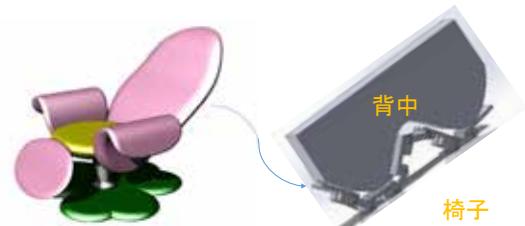


図 9: 機能モデルイメージ



図 10: 機能モデル

## 6 結言

快適に休日を過ごせるように、長時間座っても体が疲れ難い椅子提案した。実現するために我々が必要だと考えた要素、①色々な体勢で座る事が出来る、②安定感がある、③体圧分散の 3 つを盛り込んだ椅子のモデルを作成した。以

下に各要素の解決法を示し、本稿のまとめとする。

① 椅子の背もたれ、肘置き、足置きは花びらを元にしたデザインにすることで自由に動かすことができ、これによって様々な大勢で座ることを可能にした。

② 椅子全体の安定感は同じく花の葉をイメージして作成した大きな足で支えることで解決した。

③ 体圧分散は特に背もたれ部分の構造に着目して背中の圧力を均一にすることで解決した。

## 参考文献

- [1] 平成 26 年版厚生労働白書、休日の過ごし方について  
理想と現実の乖離,  
<http://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/14/backdata/1-2-3-28.html> (visited on 2017.09)

# Double-use strategy of Quasi-Zenith Satellite System communication

Keiko Shimazu\*

## Abstract

This paper has already published on 3rd International Conference on Frontiers of Signal Processing (ICFSP 2017). We have gone through national crises caused by earthquakes and tsunamis. Through these experiences we have established advanced communication systems and advanced disaster medical response systems. However, Japan was devastated by the Great East Japan Earthquake occurred on March 11th, 2011. Huge tsunamis swept a vast area of Tohoku causing a complete breakdown of all the infrastructures including telecommunications. Communication of emergency information was limited causing a serious delay in the initial rescue and medical operation. For the emergency rescue and medical operations, it is the most important to identify the number of casualties, their locations and states and to dispatch doctors and rescue workers from multiple organizations. In the case of the Tohoku earthquake, the dispatching mechanism and/or decision support system did not exist to allocate the appropriate number of doctors and locate disaster victims. Even though the doctors and rescue workers from multiple government organizations have their own dedicated communication system, the systems are not interoperable. In the area of the disaster management, introduction of cutting edge ICT is urgently needed. In this paper, we propose a design concept of Emergency Temporal Information Network System designed in a system of systems in the Acute Stage of Large-scale Disasters Damage Mitigation.

**Keywords:** ER information system, safelight communications, Systems Engineering, QZSS, Orbital

## 1 Introduction

Japan is a country with the advanced telecommunications infrastructure [1]. We are also equipped with the advanced medical response system at the time of disaster [2]. Despite that, Japan suffered a serious damage at the time of the Great East Japan Earthquake occurred on March 11th, 2011.

Japan's advanced telecommunications network is used for people to enjoy digital video contents and TV phone calls at normal times. At the time of large-scale disasters, it is also used as a wide-area medical emergency information system. This system is developed by the Health, Welfare and Labor Ministry and it's an application of the public communication network to emergency use. At the time of disasters, doctors and paramedics entered information about the casualties including the medical triage results into the system. Then it allocates patients to emergency hospitals across the nation to provide the appropriate medical care. At the time of 3.11 disaster, the system was there but did not work as it was intended [3].

Meanwhile, Japan's medical response system for large-scale disasters has been improved through

serious disaster experiences [4]. Today, the Japan Self Defense Forces and inter-prefectural medical teams are called to form Disaster Medical Assistance Team (DMAT) at the time of large-scale disasters. At the time of 3.11, DMAT was appropriately formed and dispatched to the disaster sites in Tohoku immediately after the earthquake but failed to maximize its duty [5].

On March 11, 2011, huge tsunamis swept the vast area of Tohoku, causing a complete breakdown of all the infrastructures including telecommunications (Fig. 1). Without telecommunications network available, the wide-area medical emergency information system failed to activate and there was no way to locate casualties who are in need of emergency medical treatment. Without such information available, it is assumed that DMAT was not able to perform its best to save lives [5].

In this paper, we propose a concept of Emergency Information Network System is using the next-generation mobile telecommunications function equipped with the disaster response mode, instead of using the telecommunications infrastructure. This function enables the mobile network and terminals in ordinary use to shift into the information sharing

---

Received on October 01, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

system for a medical emergency at the time of large-scale disasters.

The disaster rescue operation is conducted in four phases: the first 72 hours, one week, one month and until the normal life is restored. At the time of large-scale disasters, the rescue operation during the first 72 hours is critical to minimize the casualties. The successful operation requires accurate information about the number of casualties, their locations and states. And such information must be acquired as soon as possible (Fig. 2).

Our concept is to develop a network function that would connect the disaster sites and the new-generation network to communicate accurate information about the casualties during the initial rescue operation. This would significantly increase the survival rate of the casualties.

This paper presents why we decided QZSS is the best solution for this challenge and how an operational model of our system is. Also, the result of simulation is reported.

This paper is structured as follows; we describe critical needs of ad-hoc communication network during acute of giant disaster occurrence in Chapter 2. Chapter 3 has system outline form the perspective of operational view. Chapter 4 has summarization.

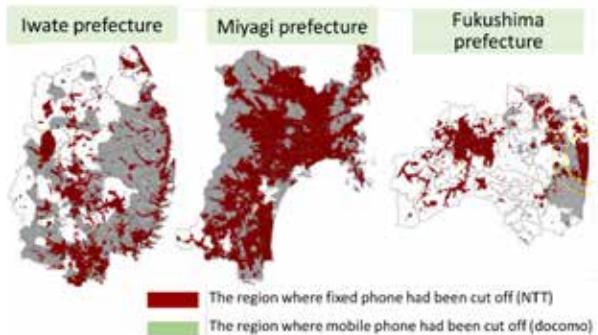


Fig. 1: Internet disconnection area on 13th March 2011 [6]

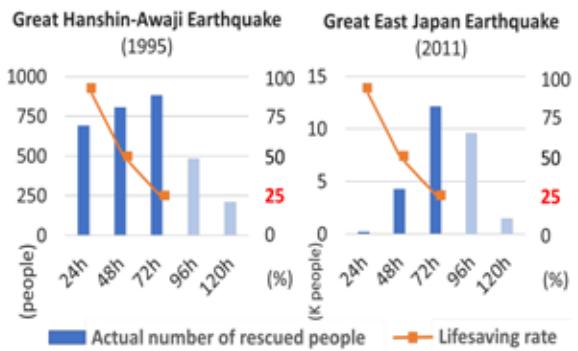


Fig. 2: Rapid Decreasing of Lifesaving Rate during 72 hours after Disaster Occurrence, and Actual Numbers of Rescue

This paper has the following structure. In the next chapter, we will explain how to realize ad hoc communication network in case of disaster and compare them. Chapter 3 organized the usage strategy of Quasi-Zenith Satellite System (QZSS), a national project of Japan, from the viewpoint of double use. And I mentioned the relationship between that strategy and our designed system. I show the appearance of the system developed in Chapter 4 and the discussion in Chapter 5.

## 2 An Appropriate Ad-hoc Communication Method for an Acute Period of Giant Disaster

The search and rescue are the most important mitigation methodology at giant disaster. We must start the rescue immediately, after occurring disaster. However, the peak of rescue has an awful tendency to reach after 72 hours, as mentioned above. That reason is nobody receives the digital signals severe victims, because the areas are devastated and communication infrastructures are also broken. Therefore, crisis measures of communication relaying tools for disaster mitigation are needed. In this chapter, the result of our comparative survey of those tools based on necessary requirement.

### 2.1 6 Ad-Hoc communication methods

We selected 6 ad-hoc communication methods based on an investigation. It was executed from the viewpoint of availability for an acute period of huge disaster occurrence. (1) vehicles (passenger cars) with communication relay, e.g. wireless LAN terminals and ARTB STD-T109 mobile communications system on

the 700MHZ [7] , (2) balloons with the same relay equipment, (3) UAV (Unmanned Aerial Vehicles) with the same one, (4) satellites for commercials, (5) Satellites for scientific experiments and (6) QZSS (Quasi-Zenith Satellite System).

A lot of telecommunication companies have been executing experimental stories of how work vehicles with relay equipment for communication break area. UAV and balloons have possibility of covering wide area even with small number of them.

On the other hand, alternative usages of commercial satellites are raised, for instance INMARSAT(international maritime satellite) . Also, we have an actual example of utilizing a scientific experiment satellite (Kizuna) for communication between local governments at great east Japan earthquake.

QZSS is a Japanese satellite positioning system centered on a quasi-z zenith orbit (QZO) satellite. One of the biggest national project in 21st Century.

The satellite positioning system calculates the position information using the satellite signal. One famous example is the American Global Positioning System (GPS). QZSS is sometimes called "Japanese GPS" [8] .

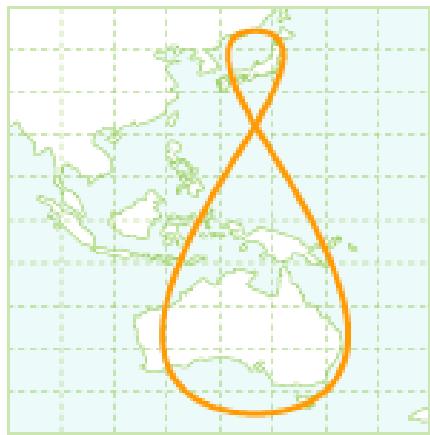


Fig. 3: QZSS Orbital [9]

However, we focused on the unique orbit of QZSS [9] . Although the usual geostationary satellite is located on the equator, its orbit is inclined diagonally and it makes it orbit to pass over directly over Japan. However, one satellite is not always staying over Japan. As the orbits are inclined diagonally, the satellite also changes its angle little by little as the Earth rotates, and moves to the north and south. The time that one satellite can stay directly above Japan is about 7 to 9 hours. Therefore, by replacing multiple

machines by time difference, one will always stay in Asia and South Pathetic (Fig. 3)

## 2.2 6 critical needs for disaster mitigation

The ad-hoc communication methods for around 24 hours after giant disaster occurrence, must have 2 main needs of performance. Those are (a) communication and (b) operational one. Furthermore, the former is classified 3 and the latter is classified to 3. More precisely, (a-1) coverage for wide area of 100km<sup>2</sup>, (a-2) less affectedness of weather, (a-3) less affectedness of physical subject (buildings or rocks), (b-1) easiness of operation start-up, (b-2) immediacy of signal sending without waiting time or temporary data storage, and (b-3) safety for avoiding secondary disaster.

## 2.3 Comparative Result between 6 methods

First of all, both of vehicles (passenger cars) with relay equipment and balloon with the same one has features of low affectedness of physical shields, high easiness of operation start-up, high immediacy of signal sending, and high safety. We can send a signal instantly even there are some buildings or big rocks. On the other hand, those vehicles and balloons were delivered 72 hours after the occurrence of the disaster. The reason was that many trunk roads were in a state of devastation. That means vehicles and balloons become available 72 hours or later after the occurrence of the disaster. Also, these methods may cause secondary damage such as crash. The difference feature between them is coverage for wide area and less affectedness of weather. Vehicles (passenger cars) with relay equipment are available to communicate around several hundred square meters, because they send signals at 10m from the ground. Balloons are available to communicate around several square kilo meters, at 100m height from the ground. However, we cannot use balloons in big wind velocity such as over speed of 5 meters per second.

We move on talking about UAV. It is available to communicate around several square kilo meters, at 100m height from the ground as same as balloons. But we cannot use it in big wind velocity such as over speed of 8 meters per second. Also, it may cause secondary damage such as crash. The difference from balloons is its high easiness of operation start-up and high immediacy of signal sending. UAV departs into

the serious devastated area, in several hours after disaster occurrence. On the other hand, it is available short time flight such as about 15 minutes. Enough

Lastly, we consider about the utilization of satellite communication. The strongest feature is widest area is covered by satellite communication and high safety, comparatively with other methods. Since, they have weak point of affectedness of physical shields (buildings or big rocks). At the perspective the difference between them, we notice the easiness of operation start-up for our purpose. We need to contract with a commercial satellite company in advance, if we use commercial satellites for special purpose at disaster occurrence. In the case of scientific experiment satellite, it may take a time to set up for disaster mitigation.

On the other hand, QZSS is a Japanese national project. We can design 2 main features utilizing it, based on a dual-use strategy. One is daily use of Japanese and Asian GPS, and the other is sever victims position sending. Therefore, we can say it has high easiness of operation start-up with switching function.

In particular about (b-1), easiness of operation start-up, it means easy switchability from one feature according to purpose for daily use, to the another one according to purpose for disaster mitigation. We call it dual-use strategy in general. Actually, at the time of Great East Japan earthquake, a lot of disaster radio systems deployed in many hospitals and facilities were not applied, because those had not been utilized on daily based. Nobody knew how to operate them or everyone forgot to charge them. We consider that this secondary use is important especially, for disaster mitigation system.

Vehicles (passenger cars) with communication relay are widely used in large-scale event venues in normal times (non-disaster period). By contrast, balloons and UAV are not available for usual routine use. On the other hand, QZSS is usually sending signals at the same frequency and same timing as GPS, as Quasi-Zenith Satellites (QZS). Therefore, this service can be used in an integrated way with GPS for highly precise positioning. In addition, QZSS has Q-ANPI mode as secondly usage for disaster occurrence.

#### 2.4 Comparison of methods

Table 1 presents the summarization of above

descriptions. The main issue of our challenge is delivering position address of severe victims as mention in Chapter 1. We had better select utilizing satellite communication prefer to select utilizing vehicles with relays. The latter cannot make coverage for wide area (a-1) and less affectedness of weather (a-2). By contrast, satellite communication can. Especially, QZSS has the highest availability between other 2 types of satellite, since it's designed for dual-use operation. However, they can be expected to play a complementary role, even it is hard to play a core role. For instance, Kizuna mentioned above was utilized as a hotline between Iwate prefecture government and Kamaishi city government. Telephone line goes into congestion state, during acute period of disaster. Scientific experimental satellites communication can be adequately adopted as hotlines among critical facilities.

In addition, vehicles with communication relay can be adopted for particular small areas, for instance, where stable communication with artificial satellites cannot be performed due to the influence of such as collapsed buildings, or where much location information exceeding the performance of satellite is transmitted, and so on. Altogether, by selectively placing them, it is considered possible to reinforce communication by satellite, even we need to take measures such as deploying vehicles and balloons all over the country before a disaster occurs.

Table 1: Comparative Result which ad-hoc communication methods is best for acute period of Giant Disaster

	With relay			Satellite		
	Car	balloon	UAV	Commercialized	scientific experiments	QZSS
Communication Capability	Communication Coverage	✗	△	△	○	○
	less affectedness of weather	○	✗	✗	○	△
	less affectedness of physical subject	○	○	○	✗	✗
Operational Capability	easiness of operation start-up,	✗	✗	○	△	✗
	immediacy of signal sending	○	○	△	○	○
	safety for avoiding secondary disaster	△	✗	✗	○	○

### 3 Double-use strategy of QZSS

### 3.1 Primary usage of QZSS

Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) is one of Japanese National Project, which is executed by the Management Strategy Division of Space in Cabinet Office Japan. Primary service of QZSS is performing highly accurate positioning by using it with GPS. In order to realize this, positioning signals of the same frequency and same time as GPS are transmitted from QZSS. The positioning distance error caused by the GPS satellite is the sum of satellite orbit error and satellite clock error. The distance is less than 1 m in theory of GPS positioning. However, a large error of about 10 m has occurred, in general. There are two main reasons for this. One is an error due to a small number of satellites, the other is the error due to the ionosphere. Especially, the latter's radio wave delay due to the ionosphere is occupied the largest part. The ionosphere is the layer of the atmosphere with the electricity in the vicinity of 100 to 1000 km above the sky. The speed slows down, when the radio waves from the satellite pass through the ionosphere. The errors will occur, because calculating the distance between the satellite and the user is executed longer than the actual distance, according to the radio arrival delay. QZSS is a solution to these problems.

As described above, the main function of the QZSS is supplementing the US GPS which calculates the position information by radio waves from the satellite.

### 3.2 Secondary usage of QZSS

QZSS has secondary mission which is executed in the event of devastated disaster. It's called "Q-ANPI." The infrastructures of the disaster area are almost destroyed, when a large-scale disaster such as a giant earthquake or tsunami occurs. There is a Q-ANPI plan in which the two-way communication function of QZSS, on S band, is used as an infrastructure for the serious disaster area. Some applications are being designed by National teams. For instance, there is a service to notify the location of evacuation centers and information on establishment, the number of refugees and the status of evacuation centers. In Japan, when disasters occur, pre-named public facilities are used as designated evacuation centers. Citizens in the vicinity come to evacuate to them. Rescue measures for these evacuation centers are preferentially taken according to our law. In these evacuation centers,

equipment for two - way communication with QANPI is installed.

### 3.3 Our system design based on QANPI

What we focused on is the hyperacute phase when a huge disaster occurs (chapter 1). In this paper, it means about 24 hours after a disaster. The more severe the disaster, the more destructive the infrastructure is in that area, during this period. Communication infrastructure is no exception. Because of this, rescue experts cannot find out where people need life-saving measures. And they take about 48 hours after the disaster to search for them.

To solve this problem, we decided to solve this problem by developing a dedicated application on the personal computer of the designated shelter where the QANPI communication device is installed. In other words, QANPI is used as an emergency communication infrastructure in the hyperacute period when a huge disaster occurs. We will explain the following two points in the next chapter. One is how to estimate the location of a person who needs life-saving measures and the other is the structure of the whole system.

## 4 System outline

This time, we designed using the modeling language SysML recommended by the International Council on Systems Engineers (INCOSE), Fig. 4 is the representation of the top-level functions in the use case diagram. If you pay attention to the lower right anchor, you understand that this will be the site of implementation of the solution described in this paper. In other words, this anchor uses the application described in Chapter 4. Then, as described above, they send information to the "crisis management center" via QANPI. The crisis management center is set up in the prefecture of the disaster site where it occurs, with the aim of responding swiftly to huge disasters. The crisis management center will use the accumulation result of information sent from the designated evacuation center as a judgment material and identify the area where there is a possibility that someone who needs severe life-saving measures is a mesh. Then, the crisis management center issues a dispatch order to the advance team. Advance troops enter the site with a helicopter and inform the crisis

management center of the detailed situation. Based on the contents of this communication, we will dispatch disaster medical doctors, the necessity of introducing heavy machinery, and request emergency transport by helicopter.

Therefore, the system we developed this time has been structures with three subsystems (Fig. 5).

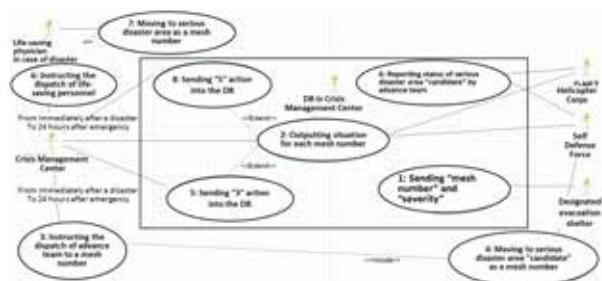


Fig. 4: The Top Level Features of our System

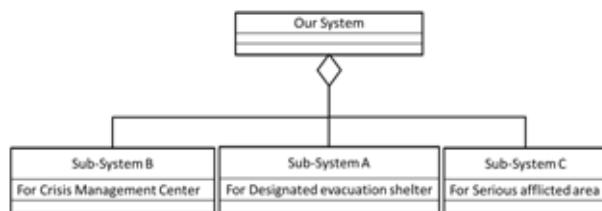


Fig. 5: Our systems structure by 3 Sub-Systems

## 5 Discussion

Attempts to use the satellite communication network for disaster relief are not new. On the other hand, these are supposed to be maritime disasters. Searching in the ocean is difficult to locate the requisite rescuer and the focus of the rescue is placed on identifying the exact location of the victim from a wide area beyond the territorial waters. And as long as we can identify the location, there are not many options for life-saving measures after that. In view of this, there has been adopted a method in which the satellite detects the position information of the distress warning signal emitted by the beacon transmitter mounted on the hull or the airframe and delivers it directly to the rescue organization or the like in the nearest country or region.

In the meantime, huge disasters that pressure on land often develop into complex type disasters. The Great East Japan Earthquake that occurred in 2011 was a typical example. Because of the compound disaster, the symptoms of serious people are various,

and specifying their location is often not directly linked to life saving. At the same time as confirming the location of a seriously injured person, it is also required to send other information necessary for the disaster medical practice. The system we designed has succeeded in identifying the location of seriously injured people and then delivering them to the human system delivering their symptoms with no waste of time. What we focused on is the hyperacute phase when a huge disaster occurs, as we mentioned above. In this paper, it means about 24 hours after a disaster. The more severe the disaster, the more destructive the infrastructure is in that area, during this period. Communication infrastructure is no exception. Because of this, rescue experts cannot find out where people need life-saving measures. And they take about 48 hours after the disaster to search for them.

This time, we conducted a verification experiment on the coast of Wakayama prefecture assuming the eastern Japan great earthquake disaster earthquake and tsunami. Although detailed data analysis will be carried out in the future, it was able to improve as roughly as shown in Fig. 6. In other words, the life-saving corps arriving around 24 hours after the disaster shifted from 24 hours after the disaster to 48 hours from the state where the rescue team took time to locate the seriously injured person and the peak of rescue was 72 hours. It was able to be done.

We intend to continue considering disaster use by dual use of satellite communication in the future.

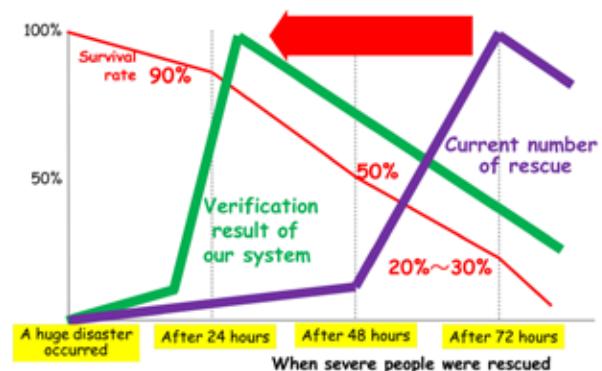


Fig. 6: Improvement by introducing our system

#### ACKNOWLEDGMENTS

This demonstration verification has been entrusted with the implementation of the IoT project for daily living Fostered by the Ministry of Internal Affairs and

## Communications

## REFERENCES

- [1] Daqing Yang, "Technology of Empire: Telecommunications and Japanese Expansion in Asia, 1883–1945.", *The Journal of Asian Studies*, Vol. 72 , No. 01, pp. 206–208, 2013.
- [2] K Nakajima, Y Kurata, H Takeda, "A web-based incident reporting system and multidisciplinary collaborative projects for patient safety in a Japanese hospital," *Qual Saf Health Care*, Vol. 14, No. 2, pp. 123–129, 2005.
- [3] Ryota Inokuchi, Hajime Sato, Susumu Nakajima, Kazuaki Shinohara, Kensuke Nakamura, Masataka Gunshin, Takahiro Hiruma, Takeshi Ishii, Takehiro Matsubara, Yoichi Kitsuta, Naoki Yahagi, "Development of information systems and clinical decision support systems for emergency departments: a long road ahead for Japan," *Emergency Medicine Journal*, Vol. 30, No. 5, 2013
- [4] Itoko Suzuki, Yuko Kaneko, "Government Institutions Available at Time of the 3.11 Disaster for the Emergency Management," in *Japan's Disaster Governance, Series of Public Administration, Governance and Globalization*, Vol. 4, pp. 103–106, 2013.
- [5] Itoko Suzuki, Yuko Kaneko, "Government Institutions Available at Time of the 3.11 Disaster for the Emergency Management," in *Japan's Disaster Governance, Series of Public Administration, Governance and Globalization*, Vol. 4, pp. 25–38, 2013
- [6] "Daikibo saigai tou kinkyu jitai niokeru tsushin kakuho no arikata" (Ways to ensure the communication during emergency such as large-scale disaster), Discussion materials in Ministry of Internal Affairs and Communications/Network infrastructure WG 2nd meeting (in Japanese)
- [7] Saki Tabata, Kohei Ueda, Ryotaro Fukui, Keiko Shimazu, Hiroshi Shigeno, "Disaster Information Gathering System Based on Web Caching and OpenFlow in Unstable Networks," The 30-th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2016), 2016
- [8] [http://qzss.go.jp/en/overview/services/sv01\\_what.html](http://qzss.go.jp/en/overview/services/sv01_what.html)
- [9] <http://global.jaxa.jp/projects/sat/qzss/>
- [10] Masqud Ahmed, Satelight Aided Search and Rescue (SAR) System," *IEEE A&E Systems Magagine*, August , pp.3–8, 2007



# 都市生活の時間価値向上するサービスデザイン

春林\*・秋山有紀\*・小林遼平\*・鹿島経生\*・駒木崇了\*  
周天陽\*・森田友宏\*・國澤好衛\*・池本浩幸\*

Service design for improving the time value of urban life

ChunLin\*, Yuuki Akiyama\*, Ryohei Kobayashi\*, Tsuneo Kashima\*  
Takanori Komaki\*, Tianyang Zhou\*, Tomohiro Morita\*  
Yoshie Kunisawa\* and Hiroyuki Ikemoto\*

## Abstract

It is thought that all people suffer some stress in their lives. Especially, people who live in urban areas tend to have more stress than those in rural areas because they need to think more about rational behavior to lead a more comfortable life all the time. This stressful life makes time value worthless. Therefore, this study aimed to make sure that happiness made from concessions reduces stress and improves their time value. The concession in this study focused on giving way on the street, and this study tried to make automatic encouragement and counted the number of concessions.

Keywords: time value, urban life, concession, giving way

## 1 はじめに

現代は、ストレス社会と言われ、多くの人が日々ストレスにさらされている。特に都市部においてその傾向が顕著にみられる。都市部に住む人たち(以下、都市生活者)を対象とした調査では、回答者の約7割が社会に対して不満を抱いているという結果もみられる[1-2]。

都市には、洗練された高層ビルが立ち並ぶとともに、数多くの商業施設や娯楽施設があり、いつでも買い物や娯楽を楽しめる。また、電車やバスなどの交通ネットワークが張り巡らされているため、人々は目的地により早く、より安全に移動できる。

しかし、その一方で、都市生活者は、毎朝、満員の通勤電車に揺られ、人混みをかき分けながら、1分1秒でも早く目的地に向かうというような、時間に追われる行動を強いられている。そうしたことから、都市生活者は、無意識に自分の行動を合理化し、周囲への配慮をしなくなっているようにも思える。例えば、人とぶつかっても特に詫びることもなく通り過ぎる、あるいは、乗り物で席に座れた場合、高齢者や身体が不自由な人が空席を探しているのに、見て見ぬふりをするといったことがあげられる。こうした都市生活を取り巻く環境が、都市生活者のストレスとなっていることは否めない。都市生活は、おしゃれで便利な一方で、ストレスを感じながら時間を過ごすことは、結局、時間価値を低下させることにもつながる。

以上のことから、本研究では、都市生活における時間

価値を向上させる方策として、感謝を誘発させるサービスデザインを考案し、その有効性を検証することを目的とする。

## 2 方法

### 2.1 時間価値の種類

時間価値とは、端的に言えば、使った時間に対して得られる価値であるが、本研究では、「使った時間に対して得られたもの・ことの主観的価値」と定義した。時間価値は、以下の4つの側面で捉えることができる(図1)。

- ① 経済的側面
- ② 学術的側面
- ③ 身体的側面
- ④ 心理的側面



図1: 時間価値の4つの側面

Received on September 25, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

①経済的側面からみた時間価値とは、使った時間に対して得られる収入など、金額に換算できる価値である。②学術的側面からみた時間価値は、使った時間に対して得られた学習効果や能力など、学問や芸術の達成度で測ることができる価値である。③身体的側面からみた時間価値とは、健康増進や病気からの快復など、使った時間に対して身体的なメリットが得られる価値である。そして、④心理的側面からみた時間価値は、上記3つの価値とは関係なく得られる感謝の気持ちや満足感、達成感など心理的なメリットをもたらす価値のことである。

上記①から④のうち、場所や個人の能力や特性を問わず得られる可能性があるのは、④心理的側面からみた時間価値である。上述のとおり、これには、感謝、達成感、満足感などが含まれるが、これらのうち、比較的、発生のハードルが低いと考えられるのは、「感謝」である。

「感謝」を誘発させるには、相手が嬉しいと思う行動、つまり人助けをするのが効果的である。

人助けは、①相手に時間や権利を与える行動と、②身体的負担を軽減させる行動に大別される。例えば、相手に道を譲ることは、自分がその道を通る権利を相手に与えることになるので①に含まれる。また、身体的負担の軽減には、乗り物で席を譲ることなどが含まれる。①については、ほとんどの人が素直に感謝できると思われる。一方、②については、人によっては、ありがた迷惑と感じる場合もありうる。

そこで、本研究では、①の相手に時間や権利を与える人助けのうち、比較的手軽にできる「道の譲り合い」に着目した(図2)。

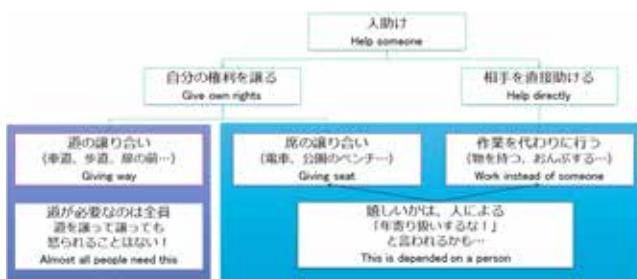


図 2:感謝を集める方法の分析

## 2.2 謙り合いを促進させる方法

日常生活で、道の譲り合いは頻繁に発生しているが、その方法は一つではない。相手とすれ違う寸前に左右のいずれかによけることもあれば、立ち止まったまま相手が通り過ぎるのを待つ、自分が通ることもある。

ただし、基本となるのは、1対1での譲り合いである。そこで筆者らは、1対1の道の譲り合いが発生する状況を把握するために以下の実験を行った。

実験では、1m幅の通路の出入り口付近で歩行者が1対1で相対する状態になった場合、どのような条件で譲り合いを行うかを観察した(図3)。

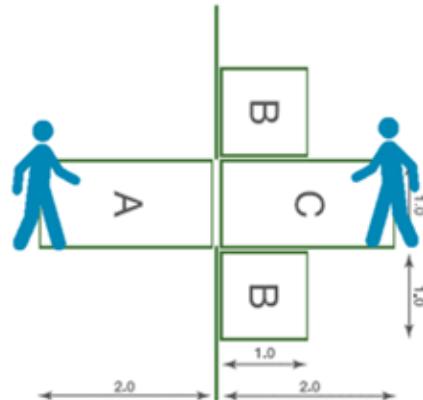


図 3: 謙り合いが起こる条件

図3のように二人の歩行者が相対した場合、AまたはCの範囲内のいずれかのポイントで譲り合いを行っていた。その条件は、主に次の2つであった。

- ①歩行者から出入り口までの距離が2m以内
- ②互いの距離は0.5m以内

例えば、図3で言えば、向かって右の歩行者が道を譲る場合は、出入り口から2m以内のどこかの地点で、相手が0.5m以内に近づいたところで、左右いずれかのBの位置に移動する、ということになる。

筆者らは、こうした譲り合いの行動を通じて感謝が生まれるデザインを出入り口付近に施すこととした。デザインを考案するに当たって次のようなことを考慮した。

現在、駅のホームや道路など、多くの人たちが利用する機関のほとんどに白線が設けられている。一般的に、歩行者は白線を見ると、「白線の先に足を踏み入れてはいけない」あるいは「白線の内側を通らなくてはいけない」などと考えることが多い。

また最近では「歩きスマホ」が問題となるなど、下を見て歩く人が増えている。さらに、出入り口や扉など通行に留意する必要がある場所では、下を見ながら歩く人が多いと考えられる(図4)。



図 4: 空間デザインの効果

なお、複数の人が相対したときにお互いを意識する空間は「共有空間:Shared space」と呼ばれている。既存研究では、共有空間内で互いに何らかのコミュニケーションをとった場合、譲り合いが発生しやすく、良い気分になることが証明されている[3-4]。

以上のことから、出入口付近の床に星空と青空の映像を映し出すことを試みた。閉鎖的な都市空間では、星空や青空を見る機会が少ない。これらを映像として映し出すことで、通行者が「非日常的な空間」に遭遇することで、高揚感を得ることができると考えたからである(図 5)。

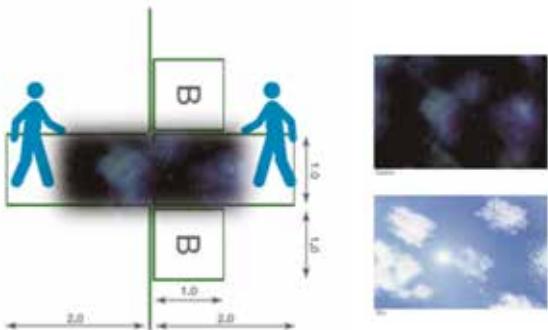


図 5: 床に投影する映像デザイン

出入口から2m以内の範囲に映像を映すことで、出入口に近づいた歩行者が映像に気づいて一旦立ち止まることが考えられる。そして、床に映し出された映像を見ているうちに相手が近づいてきたことにも気づき、互いに出入り口を通り抜けるには、自分が相手のどちらかが道を譲る必要があると考える。このようにして、譲り合いが引き起こされることが予測される[5-8]。

譲り合いが発生したとき、使った時間、すなわち時間の経過とともに、歩行者の心境がどのように変化するかを、図 6 に示した。

歩行者が混雑やトラブルに遭遇した後は、イライラしたり、ストレスを感じることが多い。一方、譲り合いを行った後は、相手に感謝したり、相手から感謝されることなどにより、ポジティブな感情が芽生える。当然、後者のほうが、歩行者の時間価値は高くなる。つまり、譲り合いは、時間価値の向上につながると言える(図 6)。

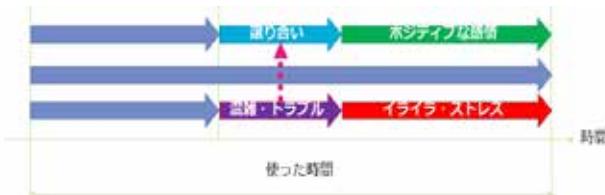


図 6 通行者の行動と時間価値の関係

### 2.3 感謝を可視化して集める

2.3で述べたように、筆者らが出入口に施したデザインによって譲り合いが誘発され、感謝の発生につながることが予測される。

では、感謝をさらに広い範囲で発生させる方法はないだろうか。これに対して、筆者らは、譲り合いによって発生した感謝を可視化し、さらに多数の感謝を集めためのプロトタイプを制作することにした。

プロトタイプは、①通行者の行動をチェックするためのカメラ、②譲り合いパターンを判別するシステム、③譲り合いが起きた際に音楽などの音が流れるシステム、④その回数をカウントするシステム、の 4 つのシステムで構成される。このプロトタイプによる譲り合いの誘発メカニズムは、図 7 のとおりである。

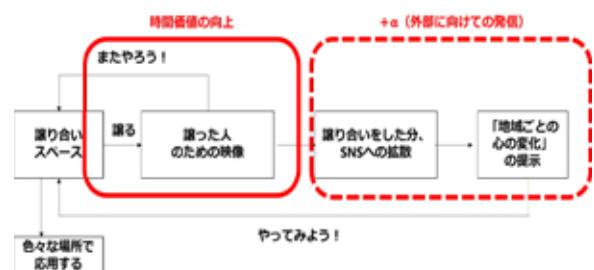


図 7: 譲り合い誘発メカニズム

このプロトタイプの実装範囲が広がると、下記①～⑤のプロセスを経て、多数の感謝を集められるようになることが期待できる。

- ①通行者に譲り合いポイントを認識させるため、非日常的な空間を創出するような映像を床に映し出す。
- ②カメラで通行者の行動を撮影して譲り合いを検出する
- ③地域で譲り合いの状況を可視化するため、地図上に譲り合いの発生数と発生場所を図示する(図 8)
- ④それを見た人が自分も譲り合いをしたいという気持ちになる
- ⑤新たな譲り合いが生まれる



図 8: 地図上に示された譲り合い場所

### 3 効果の検証

場所: 成果発表会の会場

対象: 来場者 20 人

成果発表会の会場に上記プロトタイプを設置し、来場者に体験していただいた(図 9)。

その結果、16 人が相手に道を譲るという行動をとった。また、譲り合いをした人たちからは、「譲り合いをしたい気持ちになった」、「譲り合いをしてよかった」などのコメントが聞かれた。



図 9: 体験用プロトタイプ

### 4 おわりに

本研究では、都市生活における時間価値を向上させる方策として、感謝を誘発させるサービスデザインを考案し、その有効性を検証した。

サービスデザインの考案に際しては、時間価値のうち、心理的側面に焦点を当て、通路の出入り口における道の譲り合いの発生に着目した。そして、譲り合いを誘発するため、出入り口の床に星空や青空の映像を映すことで、共有空間の創出を試みた。これにより、譲り合いの環境を作り出すことができた。

また、数多くの感謝を集めるために、譲り合いを可視化するプロトタイプを考案した。プロトタイプは、①通行者の行動をチェックするためのカメラ、②譲り合いパターンを判別するシステム、③譲り合いが起きた際に音楽などの音が流れるシステム、④その回数をカウントするシステム、という 4 つのシステムで構成した。

プロトタイプの効果を、成果発表会で検証したところ、20 人の体験者のうち、16 人が実際に譲り合いを行い、「譲り合いをしたい気持ちになった」「譲り合いをしてよかった」となどとポジティブな内容のコメントを行った。

以上のことから、道の譲り合いを誘発させるためのサービスデザインが、都市生活における時間価値の向上に寄与する可能性が示唆された。

共有空間で用いる映像コンテンツについては、将来的に、時間帯(朝、昼、夜)や季節などで切り替えることも視野に入れている。映像コンテンツにバリエーションをもたせることで、歩行者が共有空間に遭遇する度に新鮮さを感じ、継続的に安らぎや解放感を得られる可能性が高まるからである。

なお、本研究では、サービスデザインを通じて、感謝を集めようという課題を設定したが、「集まつた感謝を世の中に還元する」ことも不可能ではないと考えている。現在、使用されている経済指標や単位に「感謝」という概念を導入するのである(図 10)。これにより、新しい資本や「ありがとう経済」という新しい文化を生み出すことが期待できる。これについては、今後の課題としたい。



図 10: 「ありがとう」を指標や資本に

### 参考文献

- [1] 稲葉昭英, 都市的生活とメンタルヘルス, 総合都市研究, 第 78 号, pp.109-118, 2002.
- [2] ハイライフ研究所, 都市生活者意識調査 2012 分析編, 2012.
- [3] 谷口綾子・吉村聰哉・石田東生, 車両と歩行者・自転車間のコミュニケーションによる協調行動の生起に関する研究, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.68, No.5 (土木計画学研究・論文集第 29 巻), 2012.
- [4] 田邊淳一郎, 無信号横断歩道の譲合行動における歩車間の感情利得の差異に関する研究, 筑波大学, 2015.
- [5] 細谷江梨子, 浅野光行, わが国におけるシェアード・スペース導入可能性, 土木計画学研究・講演集, pp.1-6, 2011.
- [6] 谷賢太朗, 災害時の避難行動に関するマルチエージェントシミュレーション, 新潟大学 博士論文, 2015
- [7] 佐藤隆夫, 「目が合う」ことの謎—アイコンタクトの実験心理学的検討—, 電子情報通信学会, 信学技報, pp.13-18, 2002.
- [8] 杉山正大, シェアード・スペース(shared space)—共用空間—, 名古屋都市センターレポート, 2008.

# 集団的課題解決における集合知発揮要件に関する一考察 —専門職大学院でのアイデアソン・ハッカソン実施事例を通じて—

亀井省吾\*・小山裕司\*

## A Consideration of Requirements for Wisdom of Crowds Exercise in Collective Solutions

### - Through the Practical Cases of Ideathon and Hackathon in Professional Graduate School -

Shogo Kamei\* and Hiroshi Koyama\*

#### Abstract

It is said in previous research that requirements for wisdom of crowds exercise in collective solutions are to secure diversity and integrate various opinions properly. And, the importance of commodity method tools and “infection” from persons facing challenges are pointed out there. In this study, we examine the way to integrate various opinions caused by diversity properly in collective solutions through the practical cases of Ideathon and Hackathon in professional graduate school.

Keywords: Wisdom of Crowds, Collective Solutions, Diversity, Complementarity, Integration

## 1 はじめに

筆者らが所属する産業技術大学院大学(以下本学)は、IT技術とデザインにより高度人材を育成する情報アーキテクチャ専攻と創造技術専攻の2専攻、1学年約100名の専門職大学院である。本学の大きな特徴として、学習する学生の約75%(2016年度実績)が社会人であり、既に多様な職歴を持つことが挙げられる。本学カリキュラムでは、1年次は、講義・演習型科目で学び、2年次は、業務遂行能力の修得のため、1年次で学んだ知識・スキル・事業開発手法を活用・駆使して、PBL型科目で、現実の課題に対する問題解決・事業開発のプロジェクトを実行する。

筆者らは先行研究で、1年間で成果を出すことを求められるPBLにおいて、多様な経験、知識を持つ学生がチーム組成することで、そのフィードバック・ループ形成過程がどのように変化するのかを検証し、その要因を分析している[1]。James Surowieckiは、数多くの集合知が効果的に機能した事例を踏まえ、集合知の要件として、独立性、多様性、分散性、集約を挙げている[5]。濱崎雅弘は、「独立性も分散性も多様性を担保するためのものと考えると、つまりは多様な意見が適切に集約されたならば、集団浅慮や偏向化が避けられ、集合知が発揮されると捉えることができる」と述べて

いる[6]。多様性の発現を効果的に集約する仕組みとはどのようなものか。本研究は、多様性ある集団的課題解決現場における集合知発揮要件としての集約態様を考察することを目的とする。

本学では2014年度から2016年度まで、文科省委託事業である「高度人材養成のための社会人学び直し大学院プログラム」の本学「次世代成長産業分野での事業開発・事業改革のための高度人材養成プログラム」事業の一環として、本学学生を対象として、短期(2泊3日)の合宿形式で開催するPBLキャンプや、一般参加型の教育普及活動として定期開催しているAIIT起業塾にて、アイデアソン・ハッカソンを複数回開催してきている。本研究では、先行研究における学習人材の多様性が齎す効果をレビューした上で、PBLキャンプで実施したアイデアソン・ハッカソンの実施事例より、集団的課題解決において、多様性ある人材がチームとして課題解決に集中し意見を集約していく仕組みについて、メソッドツールとミーティング概念をもとに考察する。

## 2 PBLと学習人材多様性

### 2.1 組織と人材多様性

遠山亮子、平田透、野中郁次郎は[7]において、従来の

情報処理に関するシステム論的視点では、組織をコンピュータのような情報処理機械として見る傾向があり、人の主観や能力に含まれる不完全さや不合理さはむしろ弱みであり、情報処理機械としての組織を効率的に動かすのには邪魔なノイズとみなされたとしている。しかし、プロセス哲学を基礎とする知識ベース企業の理論においては、個人の主観的な思い、信念や価値観が、社会や環境との相互作用を通じて正当化され客観的な真実となるプロセスであるとし、この正当化は、異なる視点を持つ個人が出来事からそれぞれ異なる意味を読み取り、その差異を相互作用の中で超越していくことにより可能となるとした。また、このプロセスにより、異なる文脈における事象を個人の経験から得られた視点を超えて様々な角度で見られるようになることで、人は事象に内在する本質や意味を理解し、それを総合していく能力を身につけるとしている。

人材の多様性については、その組織に属するメンバが如何に多様な教育バックグラウンド、職歴、経験を所有しているかに着目するタスク型の人材多様性と、性別、国籍、年齢など目に見える属性に着目するデモグラフィー型の人材多様性の2種類に分かれる。Joshi A. and Roh, H.は[8]において、1992年から2009年までの既発表論文39本の研究結果をメタ・アナリシスした結果、タスク型の人材多様性は、組織パフォーマンスにプラスの効果をもたらすという結論を導き出している。一方で、Horwitz, S. and Horwitz, I.は[9]で、1985年から2006年までの既発表論文35本を対象にメタ・アナリシスした結果、デモグラフィー型の人材多様性は、組織パフォーマンスには影響を及ぼさず、むしろ負の効果をもたらすという結論を導いている。以上の議論から、組織に必要な多様性は、多様な教育バックグラウンド、職歴、経験であることが明らかになりつつある。

Clayton M. Christensen, Dyer, J., and Gregersen, H.は、イノベーティブな組織編成に向けて、米国カリフォルニア州パルアルトに本拠を置くデザインコンサルタント企業IDEOのイノベーション創出プロセスを観察し、補完的スキルを持つ人材チームの重要性を指摘している[10]。

## 2.2 PBLと学習人材多様性

筆者らは[1]において、異なる職種やコースからなるタスク型多様性ある人材から構成されるPBLチームは、自らの強み弱みを分析し役割分担を果たすことの繰り返しの中で、補完性を發揮し、チーム全体としての戦略統合力の増進を高めていく可能性があることを示唆している。

観察対象とした第2筆者である情報アーキテクチャ専攻小山裕司教授のPBL(以下、小山PBL)では、ソフトウェア(情報システム)開発の企画・設計から実装・運用までの全ての段階を実際に体験する。具体的には、IT活用によって既存の医療、観光、スポーツなどの分野の仕組みを改革す

るソフトウェア開発を目的とし、プロジェクト管理の効率改善、一般公開レベルを想定した新規事業の立ち上げ(スタートアップ)のシミュレーションを、MVP(Minimum viable product)から独自の特徴を持つUVP(Unique viable product)までの意識を持ちつつ、企画、戦略・設計、実装、運用・普及のサイクルを例年3回程度繰り返す。2016年度同PBLの人員構成は、2015年度の運用開始以降初めてPBLへ進む事業アーキテクトコース2名とシステムアーキテクトとテクニカルスペシャリストコース3名の合計5名。年齢構成や性別は例年とさほど変わらず、職種もSEやプログラマが中心で構成されるが、うち2名が1年次において、事業アーキテクトコース必修選択科目となる経営関連講義・演習、事例研究型授業、そしてPBLキャンプを受講した学生であることが、例年との違いであった。

観察を実施した2016/4-2016/6において、既に第1プロジェクトである「事業開発・事業改革のための情報システム(ソフトウェア)の開発」が運用、普及段階に入り、約3ヶ月余りで1つのサイクルが終了する見込みとなっていた。具体的には、アイデアを共創し共有するためのプラットフォームを、2016/5下旬に一般公開し、本学で開催のPublic Reviewを2016/6末まで合計3回実施した他、2016/5/24に本学開催した「次世代成長産業分野での事業開発・事業改革のための高度人材養成プログラム」事業第6回プログラム開発委員会において、PBL構成メンバが発表を実施する等、普及活動評価を反映した継続開発を実施していた。例年は、1プロジェクトに4か月程要していることを考慮すると、そのサイクルスピードは相対的に早い。質の面においても、本プロジェクトは2016/5/11に、2016年度創業・第二創業促進補助金に係る認定市区町村又は認定連携創業支援事業者による特定創業支援事業として認定を受ける等、一定レベル水準が確保されているものと判断できる。

2016年度の小山PBLにおけるサイクルスピード上昇要因の一つとして、従来の小山PBLにおける人材チームのハッカー的要素、つまりシステムやネットワーク内部の働きに通じる人の集まりとしての特色に加え、2016年度は、1年次の必修選択科目などにおいて経営的な知識を学んだ事業アーキテクトコース学生の加入により、事業構築を行うハスラー的要素の補完性が効いたことが挙げられる。小山PBL構成メンバである事業アーキテクトコース学生は、前述のプログラム開発委員会にて、「PBLメンバ5名の中における事業アーキテクトコース所属者の役割は、ビジネスモデルの設計、サービスの設計、事業化であると位置付けてい」と述べており、事業化を目的とする本プロジェクトにおいては、初期の企画、戦略・設計における事業アーキテクトコース人材の貢献が挙げられ、その後の実装、運用段階におけるシステムアーキテクトやテクニカルスペシャリストコース人材へのバトンタッチがスムーズ且つ迅速に行われたことが奏功したとしている。ま

た、学生は、単独学習或いは同質型チームでは経験できない技術と経営両面からの経験を、補完性のあるタスク型多様性チームで経験することにより、そのコンピテンシーを拡張させているのではないかとの含意を創出している。図1は、PBL遂行における情報（ハッカー）人材と事業（ハスラー）人材のプロジェクト進行ステージにおける補完性を示している。各人が強みとなるステージで貢献し、全体パフォーマンスを一貫して高水準に保っている状態が示されている。

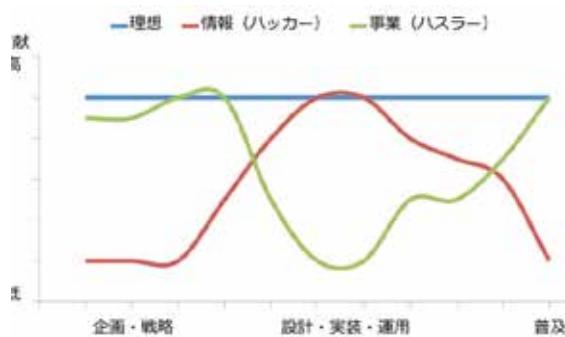


図1:タスク型多様性ある人材チームの補完性

出所:[1]

### 3 集合知集約態様

#### 3.1 ミーチス概念と教育方法

宮台真司は[11]において、「感染的模倣」と表現するミーチス概念を提示している。宮台真司は、人が何かを学ぼうとするときの動機の一つとして、他の誰かのようになってみたいと思う「感染動機」を挙げる。更に宮台は、さながら「感染」するかのように、利他的人物の行為や仕草を模倣してしまうことを「感染的模倣」とし、ミーチス概念として示している。これに対し大澤真幸は、「善きサマリア人の喩え」(注 1)を例とするような、共同体内で共生するにあたり、課題を抱える人から「感染」が惹き起こされることもあるとし、第三者の視点を必要としない素朴な利他的行為を挙げている[12]。

阿部学は[13]で、ミーチスを教育方法の範疇で考えることが可能であることと、集団学習における「感染」を軸とした教育方法の有用性を示している。教育特有の課題はあるとしながらも、学習者が課題を抱える他者に「感染」することが、自律的な学習動機に繋がり得る可能性を示唆している。

#### 3.2 クラウドソーシング成立背景

濱崎雅弘は[6]にて、集合知が発揮される最適な場所を、多様性ある膨大な人々が集まるデジタル空間であると捉え、Wikipedia や Linux に代表されるオープンソースソフトウェアはその代表例としている。Don Tapscott らはこれをマスコラボレーションと呼び、実現条件として(1)生産物が情報や

文化であること(参加が容易)、(2)他の部分とは独立に個人が少しづつ貢献できること(貢献の費用対効果の高さ)、(3)得られた部品を最終成果物にするコストが低いこと(管理コストの抑制)を挙げている[14]。濱崎雅弘は、上記条件の成立において、特に評価指標共有の重要性を提示し、評価指標が共有されていないと、部分の貢献が全体への貢献につながらなかったり、最終成果物にするコストが膨大になったりしてしまうリスクを挙げている[6]。

集合知が機能するケースとしては、Linux や Wikipedia のように、多数の人々の間で一つの目標が共有され、そこへ向かって動き出すケースと、Yahoo Answers のような QA サイトのように、多くの目標(解決すべき問題)に対して多数参加者が分離的に機能するケースがある。Jeff Howe は[15]で、多くの人々に問題を投げかけて解決する方法をクラウドソーシングとよび、このような解決方法が成立した背景には 4 つの進歩として、(1)アマチュア層の増加、(2)オープンソースという生産方式の登場、(3)問題解決に必要なツールのコモディティ化、(4)オンライン・コミュニティの進化、があるとした[6]。

## 4 仮説と実証

### 4.1 仮説導出

筆者らは、[1]において、タスク型多様性ある人材が、PBLにおいて補完性を発揮し、全体としての戦略統合力を増進する可能性を示唆している。しかしながら、多様性は異質性にも通じ、そのままでは補完性に転化しない。濱崎雅弘は[6]で、James Surowiecki が[5]で示している集合知発揮要件について、多様な意見を適切に集約することに着目している。

では、多様な意見を適切に集約する仕組みとはどういうものだろうか。阿部学は[13]で、宮台真司が[11]にて提示したミーチス概念を教育方法の範疇で捉え、学習者が課題を抱える他者に「感染」することが学習動機に繋がる可能性を提示している。また、Jeff Howe は[15]にて集団的課題解決の今日的形態であるクラウドソーシング成立背景の一つとして、課題解決ツールのコモディティ化を挙げている。本研究においては、以下の仮説を提示し、短期間で多様な人材が課題解決を実施するアイデアソン・ハッカソンにおいて、その実証を試みる。

- 仮説1:集団的課題解決現場において、多様な意見を適切に集約するには、課題当事者への「感染」を引き起こす場の設定が有効である。
- 仮説2:集団的課題解決現場において、多様な意見を適切に集約するには、コモディティツール活用が有効である。

#### 4.2 アイデアソン・ハッカソン

アイデアソンは、アイデアとマラソンから成る造語で、アイデアを生み出すイベントである。ハッカソンは、ハック(プログラミング)とマラソンから成る造語で、ソフトウェアを生み出すイベントである。これらのイベントは2000年ごろから行われてきたが、2010年ごろからはオープンデータ、スタートアップ、社会問題解決等に関し、頻繁にイベントが開催され、また最近では、教育の場でも両者を問題解決等の教育の手法として使う試みが始まっている。これらのイベントの特徴としては以下の諸点がある。特にアイデアソンの特徴は、具体的企画案に知識・アイデアを収束させることに重きを置く点にあり、半構造化されたワークショップと定義することができる。多様性あるチームのもとで、アイデアの収束と発散が構造化されたプロセスを効率的に繰り返すことで、課題抽出のみならず、具体的な規格案にまで短期間で収束させることができる。

- 期間:1日から数日。
- 課題の設定:スタートアップ含む新規事業、オープンデータを活用した地域課題、社会課題等。
- 参加者の多様性:年齢、職業、職位、経験等。
- 各種のメソッドの存在:SWOT分析、ブレインストーミング、シナリオグラフ、バリューグラフ、カスタマージャーニーマップ、ペーパープロトotyping、クラウドインフラ活用等。

#### 4.3 アイデアソン・ハッカソン実施内容

本学PBLキャンプにおけるアイデアソン・ハッカソンの取り組みは、2年間で以下のとおり、いずれも2泊3日の合宿形式にて開催している。参加者内訳は、PBLキャンプ2015において、情報アーキテクチャ専攻5名、創造技術専攻4名で、キャリアはプログラマ、プロジェクトマネージャー、中小企業診断士ほか。PBLキャンプ2016においては、情報アーキテクチャ専攻6名、創造技術専攻4名で、キャリアはプログラマ、プロジェクトマネージャー、コンサルタントほかとなっており、いずれのキャンプとも一定のタスク型多様性を確保している。

- PBLキャンプ2015(2015/12/25-27、本学学生9名参加、外部講師A、B、ホテルKSP会議室[注2]開催)。
- PBLキャンプ2016(2016/9/23-25、本学学生10名参加、外部講師C、課題提示企業S、ホテルKSP会議室開催)。

#### 4.4 PBLキャンプ2015 アイデアソン実施結果

「東京オリンピック招致と商店街活性化」をテーマにアイデアソンを実施。課題当事者の参加は無かったが、商店街にフィールドワークを実施した。手法として用いたメソッドツール

は以下表1のとおり8個に分けられ、概略は以下のとおり。

- フィールドワーク:課題の生じている現場を実際に訪れ、その対象を直接観察し、関係者にインタビューなどをすることで、客観的な成果を挙げるための調査技法。三軒茶屋及び自由が丘の商店街を4時間程度かけて実施(天候:晴れ)。
- ペルソナ:Alan Cooperにより、[16]にてソフトウェアの開発手法としてまとめられた理論を起源とする。提供する製品・サービスにとって、最も重要で象徴的なユーザーモデルについて、氏名、年齢、性別、居住地、職業、年収、家族構成といった定量的なデータだけではなく、身体的特徴、性格的特徴、ライフスタイル、価値観、趣味嗜好などの定性的データを含めて、あたかも実在するかのような人物像を設定する。
- カスタマージャーニーマップ:あらかじめ設定したペルソナの動きを可視化したもの。ペルソナが必要としている情報を、タッチポイントの全てにおいて適切なタイミングで提供するための設計図であり、ペルソナが商品やサービスを購入するまでに、どのような接点でどのような体験をし、感情を抱くのかを事前に定義しておく。
- 問題把握ツリー:ロジックツリーの一種で問題の根底原因を探るツール。書き出した「問題点」を「結果(上)」「原因(下)」に並べ替え、それぞれの問題を線で結ぶ。「一番下に来た問題点(=原因)」や「複数の問題点が集まった問題(原因)」が根底原因の候補となる。
- 未来マップ:発見した根底原因を「解決」するツール。問題把握ツリーで発見した根底問題を改めた状況を設定し、その言葉を出発点に、上に向かって一個ずつ「問題を転換」させていく。基本は問題把握ツリーで「現在の好ましくない状況」として書き出した言葉を反転、修正して「好ましい結果」を作り替える。
- クロス分析:クロスSWOT分析の改良版。SWOT分析から、戦略案と選択された視点を導出する。
- 戦略マップ:未来マップとクロス分析結果を活用し、戦略案について、人材と変革(成長と学習)、業務プロセス、顧客の視点、財務の視点を作成する。
- リーンキャンバス:Ash Mauryaが2012年に、[17]にて提示したアイデアを9種類の要素で整理した図。「課題」「ソリューション」「優位性」や「顧客セグメント」など事業に必要な9つの事項を1枚の用紙に記載し、リスクの高いものからテストしていくという、ビジネスモデルの検証ツール。顧客、課題、UNIQUE VALUE PROPOSITION、解決策、顧客流入元、

収益の流れ、費用構造、主要指標、競合優位性からなる。

以上 8 個のツールは、リーンキャンバスのように比較的最近開発されたものもあるが、その活用法は、概ねにおいて、既に周知されている。尚、各ツールとも受講生に対しては、事前にフォーマットへの記載方法などを細かく提示した上で段階的に実施された。これらを考慮すると本アイデアソンにおけるツール活用は、その性質において、基本的機能が一般化して定着しているとするコモディティツール活用に分類することが可能と思われる。

受講生の手法(メソッド)に関する有用性アンケート結果(9 名中 7 名が回答)は以下表 1 のとおり、手法における(5 段階)評価平均は、カスタマージャーニーマップが 4.29(SD 標準偏差=0.70)とやや低い以外は、総じて 4.5 以上となっている。また、フィールドワークにおける評価が 4.86(SD=0.35)と最も高くなっている。

表 1:PBL キャンプ 2015 アンケート結果

	設問	平均	SD	n
手 法	フィールドワーク	<b>4.86</b>	<b>0.35</b>	7
	ペルソナ	4.57	0.49	7
	カスタマージャーニーマップ	4.29	0.70	7
	問題把握ツリー	4.83	0.37	7
	未来ツリー	4.50	0.50	7
	クロス分析	4.50	0.50	7
	戦略マップ	4.80	0.40	7
	リーンキャンバス	4.60	0.49	7

#### 4.5 PBL キャンプ 2016 アイデアソン実施結果

出版社発行のファッション雑誌デジタル化におけるプロジェクト課題をテーマにアイデアソン・ハッカソンを実施。課題当事者である出版社を招聘し、講演並びにディスカッションを実施した。手法として用いたメソッドツールは以下表 2 のとおり 5 個に分けられ、概略は以下のとおり。

- フィールドワーク:二子玉川の玉川高島屋 S・C を中心に 2 時間程度実施(天候:雨)。
- IT ソリューション:講師所属企業のソリューションをハッカソンツールとして説明。
- 課題企業セミナー:出版社よりファッション雑誌編集長並びにデジタル化の責任者を招聘し、ファッション雑誌創刊経緯から、デジタル化構想について講演、受講者との質疑、応答を 3 時間程度実施。
- 問題解決メソッド:講師所属企業の考案した理想と現実間のギャップを問題と捉える技法。成長とは理想に近づくこと、原因とは現実を引き起こした行動、

課題とは理想に近づく行動と捉えることで、建設的な議論を実施することができるとしている。

- リーンキャンバス:前述と同様。

フィールドワーク、リーンキャンバスはコモディティツールと分類できるが、メインツールである問題解決メソッドは、フレーム自体は簡便であるものの、その活用については使用者による多義性発生余地があり、その性質を考慮すると、基本的機能が一般化して定着しているとするコモディティツールには該当しないと判断できる。

受講生の手法(メソッド)に関する有用性アンケート結果(10 名中 8 名が回答)は以下表 2 のとおり、手法における(5 段階)評価平均は、課題当事者である企業担当者講演「課題企業セミナー」が 4.63(SD=0.70)と高評価である以外は、その平均(課題企業セミナーを除く 4 手法評価平均)が 3.88 と低位に留まる結果となった。

表 2:PBL キャンプ 2016 アンケート結果

	設問	平均	SD	n
手 法	フィールドワーク	3.38	0.99	8
	IT ソリューション	3.88	0.78	8
	課題企業セミナー	<b>4.63</b>	<b>0.70</b>	<b>8</b>
	問題解決メソッド	4.00	0.87	8
	リーンキャンバス	4.25	0.83	8

#### 5 考察

筆者らは[1]で、タスク型多様性あるチームは、お互いの異質性を補完性に変換することで、パフォーマンスの向上を図ることを述べている。短期間で課題解決を実施するアイデアソン・ハッカソンにおいては、参加する受講者の学ぼうとする意欲を喚起し、チームとして集中する仕組みが重要である。特に、多様な学習人材が参加する専門職大学院や一般参加型のイベントにおいては、その重要性は増す。多様性チームは何に興味を喚起し有用と見るのは、過去2回実施してきた PBL キャンプ受講生アンケートから分析した結果、課題当事者を招聘していない PBL キャンプ 2015 では、受講生はフィールドワークに最も高い評価を与え、課題当事者を招聘した PBL キャンプ 2016 では、課題企業セミナーに最も高い評価を与えている。PBL キャンプ 2016 アンケートの受講者コメントでは、当該セミナーに関し、「課題解決に関しての緊張感や臨場感がありとても有用であった」「本気で取組むことが出来たし、アウトプット重視の中途半端な気持ちには成らなかった」などの記載があった。PBL キャンプ 2015 と PBL キャンプ 2016 においての各講師によるファシリテートの質及び巧拙が評価に影響を及ぼす懸念については、各年度のフィールドワーク、課題当事者企業講演及びディスカ

ツションとも講師の介在は少なく、特段のバイアス懸念は無いものと思われる。尚、PBLキャンプ2016においてフィールドワークへの評価が3.38(SD=0.99)と低かった点については、受講者アンケートにて「時間が短かった」とのコメントが散見され、時間が短く実効性に乏しかった点が挙げられている。以上から、『集団的課題解決現場において、多様な意見を適切に集約するには、課題当事者への「感染」を引き起こす場の設定が有効である』との仮説1が支持され、受講生は課題を抱える他者からの「感染的模倣」ミーティングに最も学習意欲が喚起されているのではないかと思われる。

ツールについては、コモディティツールを使用したPBLキャンプ2015では、コモディティに分類され得ないツールを投入したPBLキャンプ2016よりも各メソッド評価が高い結果となった。但し、ツール運用においては、その投入タイミングなど担当した講師のファシリテートの巧拙やプログラム手順が、評価に影響が及ぶバイアスとなっている可能性がある。各講師評価平均はPBLキャンプ2015が4.71(SD=0.45)、PBLキャンプ2016が4.38(SD=0.7)と若干の開きあり、PBLキャンプ2016アンケートの受講生コメントにて「メソッドを用いたワークショップの内容うまく噛み合っておらず、ストーリーがうまくつながらなかった」、「メソッドよりもリーンキャンバスのワークショップを先に行うとより効果があるのではないか」、「使う場所が気になった」などの指摘がある。よって、当該評価が純粹にツールに起因するものかについては疑問が残る結果となった。一方、PBLキャンプ2015の受講生コメントにおいて、「実践したアイデア創出手法は、馴染みのあるメソッド多く、立て続けに複数のメソッドを組み合わせることにより、アイデアが増幅する感覚を知ることができた。またそれをチームでやるからこそ、より増幅するのだという気づきを得た」との記述が見受けられた。以上より、「集団的課題解決現場において、多様な意見を適切に集約するには、コモディティツール活用が有効である」との仮説2は明示的には支持されないものの、棄却とまでは行かない結果となったと言える。以下の図2は、集団的課題解決における段階的メソッドツール活用イメージを示している。



図2:集団的課題解決におけるメソッドマップ

## 6 おわりに

タスク型多様性人材がチームとしてプロジェクトを遂行するに際し、各人が補完性を発揮していく仕組みとして、「感染的模倣」ミーティングを起こす為のフィールドワークや課題当事者参加の有効可能性を本検証結果は示唆している。よって、仮説1「集団的課題解決現場において、多様な意見を適切に集約するには、課題当事者への感染を引き起こす場の設定が有効である」は支持された。一方、仮説2「集団的課題解決現場において、多様な意見を適切に集約するには、コモディティツール活用が有効である」については、明示的支持はないものの棄却はされない結果となった。

両者とも多様な意見(アイデア)を集約する仕組みとして機能する可能性を有しており、今後継続的な追加実証をしていく予定である。一方で、本検証が、短期間に多様な人材で課題解決を実施するアイデアソン・ハッカソンにおいて実施されていることには注意が必要である。発散と収束を繰り返す集団的課題解決の期間を考慮すると、その性質において、ミーティングが第三者の目を介しない普遍性を帯びる仕組みであるのに対し、指導者或いは教授者からのインストラクションとも捉えられるツールについては、そのプロジェクト期間に応じて発散から生じる「ゆらぎ(注3)」をどの程度取り入れるかといった点と整合的に検証を進めていく必要性がある。つまり、一面、思考プロセスを固定し収束に向かわせる性質も持ち合わせるコモディティツール投入は、期間やプロジェクト進行に応じて、全体を見渡したメタ観点から適時適当に実施されるべきかと考えられる。また、課題の性質に応じて、その解決を図っていく最適ツール、及びその組み合わせについても検証が必要である。

本研究は、少数事例の短期実証結果を元にしており、且つ、上記のとおり未解明部分も多い。しかし、このような限界を抱えながらも、提示した集団知発揮要件としての集約の仕組みは、リーンスタートアッププロセス(注4)における集団的課題解決並びにそれを前提とした起業家教育に、一定の知見を提供し得るものと判断している。今後、前述課題につき、追加実証を重ねていくことと致したい。

## 謝辞

本研究は、文部科学省委託事業「高度人材養成のための社会人学び直し大学院プログラム」の本学「次世代成長産業分野での事業開発・事業改革のための高度人材養成プログラム」(2014年度～2016年度実施)を遂行する中で得た知見である。ご協力頂いた皆様に、謹んで感謝の意を表する。

## 注

- 新約聖書中のルカによる福音書10章25節から37

- 節にある、イエス・キリストが語った「隣人とは誰か」についての喻え話。
2. 神奈川県川崎市高津区坂戸にある、日本初の都市型サイエンスパークである。ホテル KSP は同施設付帯のホテルである。
  3. 野中郁次郎は、「ゆらぎ」について、[18]で、組織の構成単位の選択の多様性、迷い、曖昧性、遊び、不規則な変化、不安定性などの総称とした。また、組織内の「ゆらぎ」の創造として、「ゆらぎ」が日々の組織活動に組み込まれている組織では、そうでない組織に比べて情報の創造活動が活発となり、それが絶えず蓄積されれば、組織進化を促進するとの見解が述べられている。
  4. Eric Ries は [19]において、リーン・スタートアップの方法論として、Build - Measure - Learn(構築-計測-学習)のフィードバック・ループを迅速に回すことを提案し、不確実性が高い状況下におけるものづくりの指針を更新している。

## 参考文献

- [1] 亀井省吾、小山裕司、戸沢義夫、酒森潔, “PBL フィードバック・ループ形成と学習人材の多様性－専門職大学院での社会人学び直し事業からの知見－,” 情報処理学会 情報教育シンポジウム, SSS2016 予稿集, pp.190-196, 2016.
- [2] 亀井省吾、小山裕司, “集団的課題解決における集合知活用とメソッドについての一考察,” 情報学会 2017 年年次研究発表大会 WIP, 2017.
- [3] 亀井省吾、小山裕司, “PBL 課題解決プロセスにおける「多様性」と「ミーメシス」概念からの示唆－専門職大学院でのアイデアソン・ハッカソン実施事例からの考察－,” 教育システム情報学会第 42 回全国大会集, pp.301-302, 2017.
- [4] Shogo Kamei and Hiroshi Koyama, “Strategically Educational Utilization Of Students Information DB in Business Persons' Re-Learning,” Proceedings of The 15th Annual Hawaii International Conference on Education, p.656, 2017.
- [5] James Surowiecki, 「みんなの意見」は案外正しい (原題: The Wisdom of Crowds), 角川書店, 2006.
- [6] 濱崎雅弘, “集合知を創発する場のデザイン：理論的再検討とオンライン・コミュニティの事例分析から,” Special issue of Japanese Society for Science of Design 17(4), pp.14-21, 日本デザイン学会, 2011.
- [7] 遠山亮子、平田透、野中郁次郎, 流れを経営する一持続的イノベーションの動態理論, 東洋経済新報社, 2010.
- [8] Joshi A. and Roh, H., “The Role of Context in Work Team Diversity Research: A Meta-Analytic Review,” Academy of Management Journal, vol.52, pp.599-627, 2009.
- [9] Horwitz, S. and Horwitz, I., “The Effects of Team Diversity on Team Outcomes: A Meta-Analytic Review of team Demography,” Journal of Management, vol.33, pp.987-1015, 2007.
- [10] Clayton M. Christensen, Dyer, J., and Gregersen, H., The Innovator's DNA, Harvard Business Review Press, 2011.
- [11] 宮台真司, 日本の難点, 幻冬舎新書, 2009.
- [12] 大澤真幸, 宮台真司, 大澤真幸 THINKING「O」第 8 号－「正義」について論じます－, 左右社, 2010.
- [13] 阿部学, “ミーメシス概念がしめすキャリア教育の教育方法への示唆－大澤真幸・宮台真司「正義」について論じます』をたよりに－,” 千葉大学大学院人文社会科学研究科研究プロジェクト報告書第 237 集, 起業家教育に関する実践的研究, 藤川大祐編, 2011.
- [14] Don Tapscott, and Anthony D. Williams, ウィキノミクス マスクラボレーションによる開発・生産の世紀へ (原題: Wikinomics), 日経 BP 社, 2007.
- [15] Jeff Howe, クラウドソーシング —みんなのパワーが世界を動かす (原題: Crowdsourcing -Why the Power of the Crowd is Driving the Future of Business), 早川書房, 2009.
- [16] アラン・クーパー, コンピュータは、むずかしすぎて使えない!, 翔泳社, 2000.
- [17] Ash Maurya, Running Lean: Iterate from Plan A to a Plan That Works, O'Reilly, 2012.
- [18] 野中郁次郎, 企業進化論—情報創造のマネジメント, 日本経済新聞社, 1985.
- [19] Eric Ries, The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses. Crown Business, Portfolio Penguin, 2011.



# シミュレーションゲーム的な見方・考え方による認知的技能習得を支援する学習の設計の試み

網代 剛\*

A Trial of Designing Learning for Supporting the Learning the Cognitive Skills  
with Simulation Game like Thinking

Tsuyoshi Aziro\*

## Abstract

**Abstract:** This is a note of designing learning for supporting the learning the cognitive skills, under developing. The key concept of today's cognitive learning is the skill to connect isolated phenomena to symbol or scheme. The learning circumstances of cooperative learning have merits that diversity of stimulations from learners and demerit that the risk of optimizing circumstance to individual learner. So to cover demerit individual learning would be needed. The method divides ill structured problem to structured part to chunk as operation and ill structured part to deduction as purpose. The methods would be transferred various categories of technology.

**Keywords:** Gaming simulation, Learning science, Learning contents, Learning design, Individual Learning

## 1 背景

本稿では、ものづくり領域における一定期間の実務経験を有する実務家を対象となる学習者とする。ものづくり領域における実務家教育は、社会・経済の変革に対応した職業人を育成するための「学びなおし」[1]、定型的な処理だけでは対処しきれない問題を解決する能力の育成[2]等の政策の共通部分に位置付く。

近年、学習科学では、社会的活動を媒介として知識を再構成することによる知識創造を目標とした、学習支援システムを伴うグループ活動による協調学習の研究が急速な発展を見せている[3] [4]。ただし、学習環境が他の学習者に依存するグループ活動では、学習者間の相互作用を介して、想定していなかったような多様な刺激による気づきやグループへの参加による動機づけなどが期待できる反面、より良い認知的活動のために、知識を再構成する認知的技能を修得するという観点からは、必ずしも個別の学習者にとって最適の学習環境とは言えない。たとえるなら、スポーツの試合と練習の関係のように、より良い認知的活動を実行できる認知的技能を習得するには、実践からのフィードバックによる気づきや動機づけに加えて、学習環境を個々の学習者に最適化できる個別学習が必要である。

知識を再構成する認知的技能を習得する学習の設計原理について、ブルーアー[5]は、学習目標は解ではなく認知

的技能の習得であること、技能修得の手段として、認知的活動のモデルなどの汎用的知識、具体的な表象である領域固有の知識、両者を意図的に対応付けるメタ認知的技能が、それぞれ明示されている必要があるとしている。松田[6]は、問題解決において習得すべき認知的技能を明示した「縦糸・横糸モデル」を提唱している。「縦糸・横糸モデル」は、問題解決過程を、目標設定、代替案創出、合理的判断、最適解導出からなる過程に分割し、各過程における領域横断的な知識および領域固有の知識を「見方・考え方」によって再構成する認知的活動として明示したモデルである。松田、ブルーアー両者は、認知的技能を、明示された形式に多様な表象を意識的に対応付けることで構成される対応関係をもつた知識(以下、知識セット)を構成する技能と捉えていると考えられる点で共通する。

認知的思考に形式を付与するとは、学習者の自由な思考に制約を加えるものである。人の知識は社会や道具との相互作用を介して常に再構成され続けている[7]と考えられているが、熟達者と初心者との比較[8]で明らかなように、知識を用いる者が必ずしも知識を構成する過程を認知できているとは限らないので、ただ学習者の自由に思考させるだけでは、問題解決など特定の目的に寄与ある知識の再構成は期待できない。そのままでは無意識的に行われる知識の構成を、意図的に再構成できる認知的技能が必要である。知識を明示された見方・考え方によって再構成する点が、発想を得る

Received on October 3, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

ことを目的とし、制約を取り払い自由に発想させるブレインストーミング法[9]等と、認知的技能の習得を目的とした学習との違いである。

不良構造化問題など、複雑で際限のない問題に取り組むには、限られた作業記憶[4]などの認知的資源を、試行錯誤を伴う推論や、分析、評価、創造などのブルームタキソノミでの上位の認知段階[10]、知識創造[3]の認知的活動に配分する方略が不可欠である。ペイン(1993)は「選択の正確さと認知的負荷とのトレードオフ」といい、三宅[11]は「理解してはじめて次の問い合わせられる」とし、シャリス[12]は「よく学習され、自動化された活動は、外界からの情報によって活性化されたスキーマにガイドされる」という。また、経験豊富な熟達者は「手が考える」「やりながら考える」ということがある。これらは、知識セットを繰り返し参照で活性化し、知識セットを構成する技能を自動化する方略と解釈できる。一方で自動化は、熟達者に見られるように知識の認知を困難にしやすく[13]、適切に認知できないが故に、技術革新など環境や条件の変化に対応した変更も困難にするというデメリットも存在する。学習による自動化と、環境や条件に応じた変更を両立できるメタ認知的技能としての見方・考え方方が望まれる。

## 2 目的

本稿では、学習による自動化が期待できる形式をもち、かつ環境に応じた変更を容易にするメタ認知的技能としての「シミュレーションゲーム的見方・考え方」を定め、個別学習を想定した教材を設計し、(α)異なる表象で、同じ「見方・考え方」( $G(F(X))$ )を学習すると、パフォーマンス(解への漸近、試行回数、所要時間)の向上が見られるか否か検証し、あわせて(β)適切なヒントを伴った、認知的負荷の監視/制御(メタ認知、学習方法)によって、不良構造化問題で新たに課題を発見できるようになるか否かを検証する。

## 3 シミュレーションゲーム的見方・考え方

ゲーミングシミュレーションでは、直接、間接的に多様な立場からシミュレーションゲームが教育に用いられている。ただし、伝統的なゲーミングシミュレーションは、①導入(ブリーフィング)、②ゲームのプレー、③展開(デブリーフィング)で完結するというスクリプトに則って実施されるので、そのままでは、認知的技能の習得を目的とした学習との接続が難しい。そこで、次のようにシミュレーションゲームを要素に分解し、かかる後に「シミュレーションゲーム的見方・考え方」として、学習との融合を試みる。(ア)社会を人の関与する複雑なシステムとして捉え、人の関与するシステムのシミュレーション

によって、現実問題の解決を志向する立場[14][15]、(イ)人のふるまいを敢えて異なる現象のメタファーとして描写することで、プレーヤが明確に認知していないかった認知的活動の認知の支援、または観測を志向する立場[16]、(ウ)必ずしもシミュレーションの解がそのまま現実と符合するとは限らないが、プレーヤの操作と結果との間の関係を明確に定めたシミュレーションによって、プレーヤによる構造の推論の支援を志向する立場[17]、(エ)シミュレーションゲームは現実の抽象であることから、ゲームのプレーヤとしてではなく、ゲームをデザインすることで知識の再構成を志向する立場[18]、(オ)言語的情報だけでは習得が困難と思われる複雑な作業をシミュレータで繰り返し実習し、認知的負荷の軽減によって、技能修得の支援を志向する立場(ビジネスゲーム、シリアルゲーム)[19]、(カ)一斉授業やグループ活動では、偶発性に依存せざるを得ない個別の学習者にとっての最適な学習環境を、意図的に再現することを目標とした、学習環境の再現を志向する立場[20]である。

シミュレーションゲーム(ウ)を、不良構造化問題における解への漸近を再現する仕組みと捉え、次のように一般化する。

$$Z=g(f(X)) \quad (1)$$

$X$  は学習者が操作可能な表象、 $F(X)$  は操作( $X$ )の結果としての表象、 $Z$  は学習者以外の評価者による結果( $F(X)$ )の評価、 $F$  は現在の科学・技術、あるいは学習者のもつ知識セットで再現が可能な構造、 $G$  は現在の科学・技術、あるいは学習者の知識セットでは再現が困難な構造である。たとえば、CAD による造形では、 $X$  は角度や長さなどコマンドの操作変数、 $F(X)$  はコマンドの結果として CAD によって生成される面や線などの形状、 $Z$  は評価者による形状( $F(X)$ )についての円滑や鋭利などの印象、 $F$  はコマンドの機能であり、 $G$  は評価者の思考である。問題解決の道具に関数を用いること自体は、既に片桐[22]、ポリヤ[23]、遠山[24]などによって繰り返し提唱されていることである。「シミュレーションゲーム的見方・考え方」は、松田[25]のように数学のシンボルと現実の多様な表象との対応付け(知識セット構築)を重視し、不良構造化問題を、現在の知識セットで解決可能な部分と、推論によらざるを得ない部分とに分割し、かつ前者を後者である推論に認知的資源を配分するための手段と位置付けたことに独自性を有する。

### 3.1 目標設定過程

目標設定過程での認知的活動は、(1)に則り、シンボル  $X$ 、 $F(X)$ 、 $Z$  に表象を対応付けることである。この対

応付けは、知識を、必ずしも自分の思考とは一致しない所与の構造に則って再構成するというメタ認知的技能が求められる。思考の過程では、評価者の評価に対応する必要性から、多様な良さ、人によって良さの観点が異なる(松田 2013)、操作(X)による結果(F(X))、評価(Z)の十分に変化が期待できることを基準に、長期記憶、外部記憶など不活性な知識をシンボルと対応つけることで活性化し、シンボルに対応する表象群として再構成したうえで、適切なシンボルと表象の対応を選択する。そこで、目標設定過程における「見方・考え方」を次のように定める。

- ・シンボルと表象を対応付ける
- ・所与の構造に則り知識を再構成する
- ・人によって良さの観点が異なる
- ・操作によって結果・評価の十分な変化が期待できる
- ・シンボルと個々の表象との対応付けによって知識を活性化する

### 3.2 代替案発想過程

代替案発想過程での認知的活動は、第一に(1)に則り、操作(X)と結果(F(X))との関係である(F)についての知識セットを構成することである。第二に、最適解導出過程における評価者の評価についての思考を類推、また当該領域における新たな課題を発見などの、認知的活動における認知的資源を確保するために、一連の思考を知識セットとして自動化することである。第三に、構成した知識セットを異なる課題に転移させ、知識セットを再構成することである。そこで、代替案発想過程での「見方・考え方」を次のように定める。

- ・構造についての知識セットを構成する。
- ・操作(X)と結果(F(X))との間の構造について知識をもつ
- ・一連の思考を自動化し認知的負荷を軽減する
- ・異なる課題に転移させ知識セットを再構成する

### 3.3 合理的判断過程

合理的判断過程での認知的活動は、代替案発想過程での知識セット、最適解導出過程で説明できることと、できないことを明らかにすることで、新たな課題を発見することである。不良構造化問題では、知識セットおよび推論と、学習者の認知的能力との間には常にトレードオフ関係(松田 2013)が存在する。戸田(1992)は、現実のある部分の制約を緩めることで想像や物語が生まれるとしているが、シミュレーションゲームの発想もこれに符合する部分がある。現在の自らの状態を、できることと、できないこととの対比で認知(メタ認知)することで、新たな課題の発見が期待できる。また、一連の

問題解決の成果を情報発信する場合に、当該情報発信が周囲に与える影響についての責任(松田 2013)も考慮する必要がある。そこで、合理的判断過程での「見方・考え方」を次のように定める。

- ・新たな課題を発見する。
- ・知識セットおよび推論で説明できること、できないことを明らかにする。
- ・できないことについて、ある種の制約を緩めることで新たな課題が発見を試みる。
- ・情報発信の影響および責任を考慮する。

### 3.4 最適解導出過程

最適解導出過程では、代替案創出過程で構築した知識セットを用いて、構造が未知である解(Z)に漸近する推論を試みる。はじめに一組の(F(X)<sub>1</sub>, Z<sub>1</sub>)の組み合わせと、もう一組の(F(X)<sub>2</sub>, Z<sub>2</sub>)とを比較し、F(X)の変化に対応するZの変化から、Gを類推する。その後、順次(F(X)<sub>3</sub>, Z<sub>3</sub>)…(F(X)<sub>n</sub>, Z<sub>n</sub>)と試行を重ねるごとに逐次Gを更新してゆくことで解へ漸近する。また、推論の過程を明示することで、推論の改善が期待できる(松田 2013)。そこで、最適解導出過程での「見方・考え方」を次のように定める。

- ・評価と表象の組み合わせから、関係を推論して、解に漸近する。
- ・知識セットを用いて評価者の評価に応じて解を変更できる
- ・新たな(F(X)<sub>i</sub>, Z<sub>i</sub>)の組み合わせに応じて G を逐次更新できる
- ・推論の過程を明示する

## 4 学習者モデル

学習者は学校教育および実務経験での長い年月をかけて、正解を記憶し再現するという認知的活動が自動化されており、自らの認知的活動および知識を認知(メタ認知)できていない状態と想定する。知識の再構成が求められる思考の過程の学習での躊躇の第一は、シンボルと表象の対応付けである。たとえば、学習者の知識が、表象とシンボルの対応が正解としての1対1でのみであったり、ただ教科書等で読み聞きしたシンボルを表象と対応関係をもたない状態であったりする場合である。これは、目標設定過程において、多様な良さ(松田 2013)を円滑に列挙できない、WEBからのコピー&ペーストを公式の場で調査結果として報告してしまうなどの行動から類推でき、長期記憶、外部記憶などの不活性な知識を活性化する技能の習得によっての解決が期待できる。

躓きの第二は、知識を再構成できる形式をもたないことである。たとえば、正解の暗記だけでは不良構造化問題が解けないことは分かっていても、具体的な行動として何をどのようにすればよいのかについての見通しが立たない状態である。これは、自由課題において、提出作品に到達した経緯を適切に説明できなかつたり、問題解決過程など認知的活動のモデルを提示したときに、おどおどと教員の顔を覗うようにふるまつたり、グループワークで唐突に○○法のテキストブックを持ち出したりしてしまうなどの行動から類推でき、認知的活動のモデルでのシンボルと多様な表象を対応付けた知識セットを構成する技能の習得によって解決が期待できる。

躓きの第三は、コミュニティへの所属と承認が深く自動化されていることである。たとえば、コミュニティへの所属と承認が、解の探求や推論よりも優先される状態である。これは、課題制作で教員の気に入るものを作成しようとしたり、グループの和と称して自分の意見を積極的に述べなかつたりするなどの行動から類推できる。この躓きは、認知的な学習を「台無し」にしてしまう可能性があるが、躓きの原因は、社会・文化的な文脈と深く関係があると思われる所以、短期的な解決は期待できない。

## 5 学習目標

「シミュレーションゲーム的見方・考え方」および学習者モデルからは、多様な学習のスクリプトを構成することができる。たとえば、目標設定過程におけるシンボルと表象の対応付け、代替案発想過程における構造についての知識セットの構成、合理的判断過程における現実の説明と認知的能力のトレードオフ、知識セット獲得による認知的負荷の軽減を介した新たな課題の発見、表象の組み合わせからの構造の推論と更新などである。これらのうちから、本稿では、代替案発想過程における「構造についての知識セットの構成」に焦点を絞り学習スクリプトを構成する。そこで、次の見方・考え方の習得を学習目標とする。

- ・構造についての知識セットを構成する。

(A) 操作(X)と結果(F(X))との間の構造について知識を構成する。

- ・評価(Z)に応じて結果(F(X))を、操作(X)を介して変更できる。

(B) 知識をチャネル化し認知的負荷を軽減する。

- ・より複雑な問題に対処できる。

- ・認知的資源の状態を認知できる(メタ認知)。

(C) 新たな課題を発見する。

・・認知的資源を確保したうえで、断片的な情報から、新たな課題を探索できる。

## 6 表象

学習は、異なる表象間で「見方・考え方」を転移させることで、「見方・考え方」を明示する。各表象は、学習者が、領域固有の技能によって確実な結果が得られる部分( $f(X)$ )と、学習者の随意にはならない部分( $Z=G(f(X))$ )をもち、知識セットの獲得により新たな課題の発見が期待でき、かつ比較的短時間で学習が終了することを基準に次のものを用意した。また、評価(Z)は、異なる評価関数をもつ複数のエージェントを用いて行う。

表象(い)商品撮影

X: 照明の角度

F(X): 影の位置と面積

Z: 威厳、颯爽などの印象

期待される新たな課題: 影の濃さ、影の輪郭、モデルによる違い

表象(ろ)三角形による鳥の構成(CAD)

X: 底辺の角度

F(X): 翼の傾斜

Z: はやぶさ、かもめなどの印象

期待される新たな課題: 翼や胴体の厚さによる印象の違い

表象(は)飲食店の経営(シミュレーションゲーム)

X: 仕入れ

F(X): 利益(ただし確率事象に影響)

Z: リスク選好

期待される新たな課題: 利益を最大化するのは平均値ではない、来客を正確に予測することで利益が改善する

表象(に)色彩

X: 色

F(X): 色相

Z: 調和の印象

期待される新たな課題: 色相に対する印象は色によって異なる(日本人が黄色と認識する範囲は青と認識する範囲より狭いなど)、彩度、明度など関連する色の尺度、3色以上の組み合わせ

## 7 学習のスクリプト

プログラムは4つの表象から構成され、3.1の表象(い)～(に)を無作為に割り当てる。各表象は、「目標設定」「課題」「フィードバック」「学習」の順で推移する。

「目標設定」は制約条件として(1)と表象との対応付けを示す。「課題」には合格または不合格の判定があり、合格、不合格に関わらず「フィードバック」へ移行する。フィードバックの後、学習者は「学習」または「終了」を任意に選択できる。「学習」は学習者が任意に繰り返し行うことができ、また「学習」から「課題」へ任意に移行できる。

### 7.1 学習環境

はじめに「学習環境」として、縦糸横糸モデルによる問題解決の全体像を示したのち、今回のプログラムは代替案発想過程に焦点をあてたものであることを伝え、プログラム全体のスクリプトを示す。次いで、学習目標(A, B, C)を明示し、インターフェイス(評価エージェントによる評価(Z)に適する結果( $f(X)$ )を(X)の操作で達成する)を伝え、これらは学習の制約条件であることを伝える。

### 7.2 目標設定

目標は所与とし、評価(Z)はエージェントによること、結果( $f(X)$ )、操作(X)には、それぞれ領域固有の表象を対応付けるが、複数の候補を示したうえで、今回の学習に用いる表象を指定する。

### 7.3 課題

課題は、学習目標(A)(B)(C)に対応した、次の3つで構成される。第一の課題は「評価適合」課題である。学習者は、エージェントによる評価(Z)に適合する結果( $F(X)$ )を実現する操作(X)を選択する。選択は何度でも行え、合格、不合格は、最終の回答により判定するが、毎回の選択における評価エージェントの評価との空間的距離、所要時間、および選択の回数を操作ログとして記録数する。学習者は、操作(X)と結果( $F(X)$ )との関係についての学習し、評価エージェントの評価関数を推論することで、操作回数を減らすことができる。

第二の課題は「順位付け」である。学習者は、評価エージェントの評価を推論して、5つの( $F(X_1) \cdots F(X_5)$ )を順位付けする。選択は何度でも行え、合格、不合格は、最終の回答により判定するが、毎回の選択における評価エージェントの評価との空間的距離、所要時間、および選択の回数を操作ログとして記録数する。課題1に比べて、エージェントの評価の推論が複雑になっており、操作(X)と結果( $F(X)$ )との関係についての知識セットをチャネル化し、認知的資源を、エージェントの評価の推論に配分することで、操作回数を減らすことができる。

第三の課題は「発見」課題である。教材は、課題1、課題2とは異なる観点による評価関数で  $F(X)$ を評価(JOKER エージェント)し、いくつかの断片的な情報(ヒント)を提示する。学習者は、JOKER エージェント、およびヒントを参考に「新たな課題」を探索し、自由記述で回答する。課題3については、合否判定およびフィードバックは実施しない。

### 7.4 フィードバック

想定される学習者の躊躇を次の5段階と想定する。そもそも(1)と、各表象との対応付けができない(段階0)、結果  $F(X)$ の見分けがつかない(段階1)、エージェントの評価と結果( $F(X)$ )の区別ができない(段階2)、 $F(X)$ と(X)との間の関係についての知識セットが構成できない(段階3)、エージェントの評価関数が推論できない(段階4)、新たな課題が発見できない(段階5)の5段階である。「課題」における合否判定、および操作ログを解析し、学習方法をフィードバックする。

### 7.5 学習

学習者は、評価エージェントの評価に適合するよう(X)を選択する。学習者の選択ごとに、評価エージェントは、結果( $F(X)$ )の評価を「もう少し〇〇」といったように具体的な領域の表象を伴った差分でフィードバックする。学習者に求める活動は、評価を改善する結果( $f(X)$ )を、操作(X)を様々に変えることで探索による知識セットの構成である。学習者は、任意に学習を終了させ、「課題」に移行できる。

## 8 今後の展望

### 9 参考文献

- [1] 中央教育審議会(2016),『個人の能力と可能性を開花させ、全員参加による課題解決社会を実現するための教育の多様化と質保証の在り方について(答申)(中教審第193号)』,  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/o/chukyo0/toushin/1371833.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/o/chukyo0/toushin/1371833.htm)
- [2] 生涯学習審議会(2015),『新しい時代の教育や地方創生の実現に向けた学校と地域の連携・協働の在り方と今後の推進方策について(答申)(中教審186号)』,  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/o/chukyo0/toushin/1365761.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/o/chukyo0/toushin/1365761.htm)

- [3] 大島純・益川弘如(2016)『学びのデザイン:学習科学』, ミネルヴァ書房
- [4] R. M. ガニエ・W. W. ウェイジャー・K. C. ゴラス・J. M. ケラー(2007)(鈴木・岩崎訳)『インストラクショナルデザインの原理』北大路書房
- [5] J. T. ブルーアー(松田文子・森敏明訳)(1997)『授業がかわる—認知心理学と教育実践が手を結ぶとき』, 北大路書房
- [6] 松田稔樹・小川諒太(2015), 「情報科で育成すべき資質・能力のモデル化と授業・教材設計の視点」, 『日本教育工学会研究報告集』, JSET15-2, 111-118
- [7] L. S. Vigotsky (1978) *Mind in Society*, Eds. M. Cole, S. Scribner, V. John Steiner and E. Souberman, Harvard University Press
- [8] J. R. Anderson (1985) *Cognitive Psychology and its implications*, Freeman
- [9] 高橋誠(2002)『創造力辞典』日科技連出版社
- [10] 石井英真(2015)『現代アメリカにおける学力形成論の展開』東信堂
- [11] 三宅ほなみ・白水始(2003)『学習科学とテクノロジ』, 放送大学教育振興会
- [12] T. Shallice, P. Burgess (1993) Supervisory control of action and thoughts selection, in A. D. Baddeley and L. Weiskrantz (Eds.), *Attention Selection, awareness and control*, Oxford university press
- [13] J. R. Anderson (1985) *Cognitive Psychology and its implications*, Freeman
- [14] R. デューク(中村美恵子・市川新訳)(2001)『ゲームシミュレーション』, アスキー出版
- [15] 兼田敏之(2005)『社会デザインのシミュレーション&ゲーミング』, 共立出版
- [16] C. グリーンブラッド(新井潔・兼田敏之訳)(1994)『ゲーミングシミュレーション作法』, 共立出版
- [17] R. Powers (2005) Unfair , ISAGA2005 conference
- [18] 藤本徹・森田裕介(2017)『ゲームと教育・学習』, ミネルヴァ書房
- [19] 藤本徹(2007)『シリアルゲーム』, 東京電機大学出版局
- [21] 松田稔樹・野田 尚志・石井 奈津子(2003)「授業設計訓練システムと教授活動ゲームの統合化」, 日本教育工学会研究報告集 03(2)
- [22] 片桐重男(2004)『数学的な考え方の具体化と指導』明治図書
- [23] G. ポリヤ(1975)(柿内賢信訳)『いかにして問題を解くか』, 丸善出版
- [24] 遠山啓(1972)『数学の学び方・教え方』岩波書店
- [25] 松田稔樹・多胡賢太郎・坂元昂(1992), 「教授活動の計算機シミュレーションに向けたモデルの提案」, 『日本教育工学雑誌』, 15(4), 183-195.

# カテゴリ別事前学習を行った CNN の学習速度に関する検証

柴 田 淳 司\*

Verification of Pre-trained CNN's Learning Speed using Categorized Images

Atsushi Shibata\*

## Abstract

We verified image data feature's characteristics via learning CNN (Convolutional Neural Network). Deep learning methods, represented by CNN, have a powerful ability to recognize and wide application. On the other hand, it requires high spec calculation cost and large sample dataset. To resolve these problem, we tried to divert pre-trained CNN to train same domain image dataset. In the result, divertible image categories are not same as human feeling.

Keywords: Convolutional Neural Network, Deep Learning, Image Recognition

## 1 はじめに

近年、深層学習の台頭により、画像やテキスト、音声など高次元かつ大量にあるデータの解析技術が発展してきている[1-2]。特に、CNN(Convolutional Neural Network)[3]は高次元、大量のデータに対して非常に高い識別能力を有し、画像認識の研究ではポピュラーな手法となりつつある[4-5]。その一方で、CNN を十分に活かすには大量のデータと、それを学習させるための高性能なコンピュータが要求されている。

計算コスト削減のために、活性化関数の工夫やモデルの改良などが行われている[6-7]。これらの研究成果から、画像データセットを学習した CNN を、他の画像データセットに流用した場合に学習が容易になることがわかっている。しかし、流用された場合の学習速度の検証については十分に議論がされていない。

本稿では、画像データセットをカテゴリに分け、事前学習に向く画像が人の認識するカテゴリの近さにどれだけそうかを検証した。これにより、流用に向く画像データセットの取捨選択が可能であるかを議論した。

## 2 CNN と画像認識

深層学習が登場する 2012 年以前の研究では、画像分類を行うのに大きく分けて2つの工程を有していた。1つは画像からの特徴抽出、もう一つは特徴分類である。特徴抽出では、人間の知見に基づき、マスキングおよびエッジ処理、あるいは SIFT や SURF, HOG などを施して特微量と呼ばれるベクトルに変換する。特徴分類では、特徴抽出により算出され

た特微量を機械学習手法などで分類することで、画像に映ったものを識別する。これらの処理の過程は、ヒューリスティックに決められたものや、人の視覚処理の過程で実際に行われている処理をもとに、人手によって設計されている。

一方で CNN は、人の視神経そのものを人工ニューラルネットワークによって再現し、学習を行ったものである。そして、明示的にマスキングやエッジ処理などを指示しなくとも、学習の過程において自動的に特微量を抽出するということがわかっている。例えば、画像識別に CNN を使った場合、入力に近い層では直線や曲線、エッジ情報などの特徴抽出を行い、出力に近い層では一般的な人や猫に反応するニューロンを学習過程において自動で取得している。

こうした CNN の特性から、CNN の学習過程において内部で処理される特微量は学習する画像データセットに依存し、たま、すでに学習済みの CNN を別の画像データセットに流用した場合に似た画像データセットの学習に流用したほうが特微量の共有ができるため学習がスムーズに行えると予測する。

## 3 事前学習時の画像カテゴリと CNN 学習速度の関係検証実験

### 3.1 実験手順

本実験では、あるカテゴリの画像を学習した CNN を、別のカテゴリの画像学習にあてたときの学習速度を比較検証し、議論を行う。手順は以下の通りとなる。

画像のデータセットには階層的にクラス付けされた画像データセットである CIFAR-100 を利用する。

手順をいかに示す。

Received on October 3, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

- 1: あるカテゴリに対して CNN を 5epoch 分、学習する
- 2: 学習し終わった CNN のパラメータを別のカテゴリの学習に利用する
- 3: 学習の速度を比較する

### 3.2 CIFAR-100 を利用したカテゴリ別データの作成

CIFAR-100 はラベル付きの小さい一般写真画像を集めた、画像分類用のベンチマークデータセットである[9]。その画像の例を表 1 と図 1 に示す。

CIFAR-100 は  $32 \times 32$  pixels のカラー画像、総数 600000 枚により構成されている。画像には 100 種類のクラス情報がタグ付けされており、さらにそのタグは 20 種類にカテゴリ分けされている。各クラスには学習用データ 40 枚、学習評価用データが 10 枚、テスト用データ 10 枚の計 60 枚が付いており、それが 100 種類があるので、画像の総数は  $600 \times 100 = 60000$  枚となる。

例えば、上位クラス「水生哺乳類」には下位クラスとしてビーバー、アザラシ、クジラなど 10 種類が含まれる。

この実験では、これらのカテゴリに対応する画像を小さなデータセットとして扱い、カテゴリごとに CNN を学習させたときの振る舞いを見る。

表 1: カテゴリと含まれる画像群

Category	Classes
Aquatic mammals	beaver, dolphin, otter, seal, whale
Fish	aquarium fish, flatfish, ray, shark, trout
Large carnivores	bear, leopard, lion, tiger, wolf
Large omnivores and herbivores	camel, cattle, chimpanzee, elephant, kangaroo
medium-sized mammals	fox, porcupine, possum, raccoon, skunk
reptiles	crocodile, dinosaur, lizard, snake, turtle
Small mammals	hamster, mouse, rabbit, shrew, squirrel



図 1: CIFAR-100 に含まれる画像の例

### 3.3 CNN のスーパーパラメータ

本実験で用いる CNN を図 2 で示す。

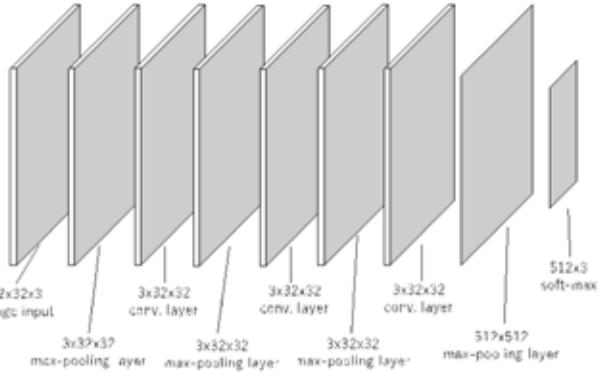


図 2: 実験に利用する CNN の構造

利用した CNN には隠れ層に max-pooling と畳み込み層を各 6 層ずつ持つものを利用し、最終的な出力は soft-max 層により決定する構造を持つ。

CNN のハイパーパラメータの選定は、CIFAR-100 を分類するのに十分な量の構造を考慮し、経験則的に決定した。

### 3.4 実験結果

実験結果の中で特徴的なものとして、「魚」カテゴリを事前学習したものと、「中型哺乳類」を事前学習したものを開設する。

まず、「魚」カテゴリの画像を学習後、別のカテゴリの画像を学習した場合の学習中評価の様子を図 3 に示す。

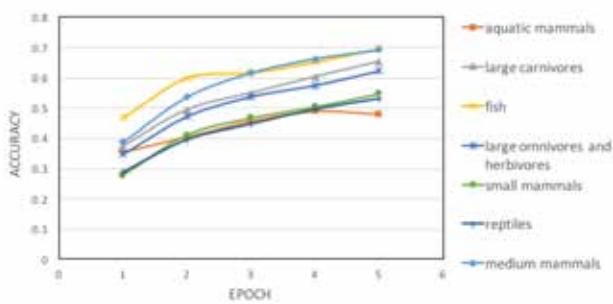


図 3: 「魚」カテゴリを学習後、別のカテゴリを学習中の分類精度

「魚」カテゴリを学習した後、そのまま「魚」カテゴリを学習した場合、初期の学習中の評価は最も高く、その後も上位の学習率を誇ったまま学習収束まで進む。他のカテゴリを学習時はの初期値は、「中型哺乳類」や「大型肉食動物と草食獣」、「大型肉食動物」などが高く、「小型哺乳類」や「爬虫類」が低かった。その後の学習の進捗状況では、軒並みその順位のまま分類精度が向上する傾向にあるが、「水生哺乳類」のみ学習による分類精度の向上する割合が低く、低い値で頭打ちになっている。

次に、「魚」カテゴリで最も学習効率が良かった「中型哺乳類」を事前に学習した CNN を、別カテゴリの学習に利用した場合を図 4 に示す。

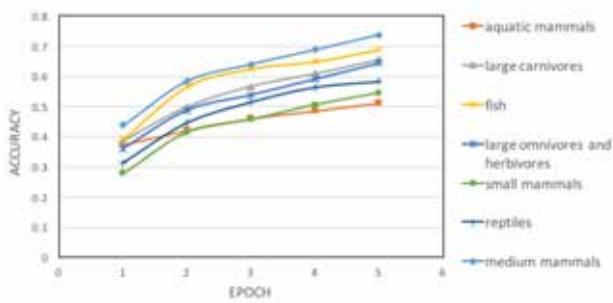


図 4: 「中型哺乳類」カテゴリを学習後、別のカテゴリを学習中の分類精度

図 4 の場合でも図 3 と同様に、事前に学習した「中型哺乳類」の分類精度は最も高かった。その他のカテゴリでは、「魚」、「大型肉食動物」、「大型雑食動物と草食獣」、「水生哺乳類」が初期分類精度が高く、次いで「爬虫類」、「小型哺乳類」の順番で分類精度が低くなっていることがわかった。この並びは「魚」を学習した場合と差が少なく、「魚」と「中型哺乳類」の類似性が高いという示唆となった。

一方で、実際の画像を見ると、画像間の類似度は必ずしも高いとは言えず、人の感覚とは違う結果となっている。

以上の事柄から、事前学習時のカテゴリが学習速度に若干影響するということが分かった。しかし、その影響は人の認

識と齟齬があり、一概に人の性質をまねて学習速度を改善できるとはいえないという結果となった。この結果には、CNN を利用するには各カテゴリに対するデータ数が少なく、学習が正常に進んでいなかったという見方もできるため、さらなる検証が必要となる。

#### 4 おわりに

本稿では画像データセットの類似性に焦点を当て、カテゴリ分けした画像データセットでの学習した場合の学習速度の改善について検証を行った。検証結果では、データセットによっては学習速度の改善につながるが、一概に人の感覚と一致した類似性や法則性があるわけではないということが判明した。

今後の研究では、さらに大量のデータを準備した場合の検証や、より定量的な類似度の評価方法を提案を目指す。

#### 参考文献

- [1] J. Schmidhuber, “Deep learning in neural networks: An overview,” Volume 61, January 2015, Pages 85–117.
- [2] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “ImageNet classification with deep convolutional neural networks,” In Proc. NIPS, 2012.
- [3] Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, “Gradient-based learning applied to document recognition,” In Proc. of the IEEE, pp. 2278-2324, 1998.
- [4] C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich, “Going Deeper with Convolutions,” In Proc. IEEE CVPR, 2015.
- [5] J. Long, E. Shelhamer, and T. Darrell, “Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation,” In Proc. IEEE CVPR, 2015
- [6] X. Glorot, A. Bordes, and Y. Bengio, “Deep Sparse Rectifier Neural Networks,” In Proc. Of AISTATS-11, pp. 315-323, 2011.
- [7] Y. LeCun, Y. Bengio, and G. Hinton, “Deep learning,” Nature 521, pp. 436-444, 2015.
- [8] P. Agrawal, R. Girshick, and J. Malik, “Analyzing the Performance of Multilayer Neural Networks for Object Recognition,” In Proc. ECCV, 2014.
- [9] A. Krizhevsky, [“https://www.cs.toronto.edu/~kriz/cifar.html”](https://www.cs.toronto.edu/~kriz/cifar.html), (visited on 2016)



# 行動観察に基づく在宅医療のサービスデザインと事業化

上村 隆幸\*・黒田 麻祥\*・浅沼 葉\*・内山 啓文\*・長尾 俊造\*  
任政 森\*・劉 進鋌\*・池本 浩幸\*

## Service and business design for in-home medical care based on behavior observation

Takayuki Kamimura\*, Masaki Kuroda\*, Shiori Asanuma\*, Hirofumi Uchiyama\*  
Shunzo Nagao\*, Ren Zhengsen\*, Liu Jinting\* and Hiroyuki Ikemoto\*

### Abstract

The promotion of in-home medical care and long-term care are important in the Community-based Integrated Care System. In our study, we observed the behaviors of carers and patients at the site of visiting nursing service and empathically understood that they feel anxiety, dissatisfaction and burden. This problem is occurring because the care staff does not know the user's condition when not visiting, and the patient does not know whether the care staff understands their condition properly. We developed new communication service utilizing IoT (Internet of Things) in in-home medical care services centered on visiting nursing. This service promotes mutual understanding between care staff and users by robot and IoT system which understand the condition of user and talk with user. This service was realized as a business after validating the effect by prototyping.

Keywords: Service design, In-home medical care, Behavior observation, Internet of Things

### 1 はじめに

平成 28(2016)年の我が国の総人口に占める 65 歳以上人口の割合(高齢化率)は 27.3%であり、総人口が減少するなかで高齢化率は上昇傾向にある。平成 77(2065)年に高齢化率は 38.4%に達し、約 2.6 人に 1 人が 65 歳以上、うち約 4 人に 1 人が 75 歳以上になると予測されている[1]。

日常生活に制限のない期間(健康寿命)は平成 25(2013)年時点で男性が 71.19 年、女性が 74.21 年であり、それぞれ平成 13(2001)年と比べて伸びているが、その一方で介護保険制度における要介護又は要支援の認定を受けた人は平成 26(2014)年度末で 591.8 万人にのぼり、平成 15(2003)年度末から 221.4 万人増加している。特に 75 歳以上で要介護の認定を受けた人は 75 歳以上の被保険者のうち 23.5%を占めている[1]。

政府は要介護状態等になることを予防する介護予防の施策を推進しつつ、介護が必要な状態となった場合でも、地域住民が可能な限り住み慣れた地域で介護サービスを継続的・一体的に受けることのできる地域包括ケアシステムの実現を目指している。

医療従事者が自宅や施設を訪問して医療活動を行う在宅医療は、入院、外来に続く、第3の医療として位置づけられ、患者が住み慣れた地域で暮らし続けるための各段階における

必要な医療を提供することが期待されており、地域包括ケアシステムの不可欠な構成要素となっている。

高齢化の進展に伴って疾病構造が変化していく中、生活習慣病を持っていることが特別なことではなく、誰にでも起こりうることになりつつあり、病気を治すという視点だけでなく、何らかの病気を抱えながら生活をする人々をどのようにケアすべきかという視点が重要になっている。すなわち、「治す医療」から「治し、支える医療」への転換が必要であり、急性期と連携した地域での在宅医療の果たす役割は大きい[2]。

在宅医療の役割は、①入院医療機関と在宅医療機関との協働による「退院支援」、②医師、看護師、薬剤師、リハビリ職種等の多職種連携により、患者の疾患や重症度に応じて患者や家族の生活を支える観点からの緩和ケアを含む医療の提供を行う「日常の療養生活の支援」、③在宅療養者の病状の急変時における緊急往診体制や入院機能を有する病院・診療所との連携推進による「急変時の対応」、④住み慣れた自宅や介護施設等の患者が望む場所での「看取りの実施」の 4 点である[2]。

在宅医療を支える介護保険サービスには、①訪問看護や訪問介護などの訪問系サービス、②デイサービスに代表される通所系サービス、③ショートステイのような短期滞在系サービス、④有料老人ホームなどの居住系サービス、⑤特別養護老人ホームに代表される入所系サービスなどがある。

Received on September 25, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

多様なサービスがあるが、とりわけ、訪問看護サービスは、医療と介護の両方の役割を担うことができるため、効果的・効率的・スムーズにサービスを提供することは、在宅療養を継続し、希望する在宅での看取りを実現する上で重要性を増している。このような背景もあり、全国の訪問看護ステーションの数は増加傾向にあり、平成 29(2017)年の時点では 9,700 箇所を越えている[3]。しかし、訪問看護サービスの現状は、訪問看護を必要とする人が増えている一方で、サービスを提供する訪問看護ステーションは小規模な事業所が多く、業務の非効率さやスタッフの負担が課題となっており[4]、新規参入が続く一方で、人手不足などから事業を休止・廃業する事業者もある。

本稿では、訪問看護を中心とする在宅医療のサービスにおいて、IoTを活用した革新的なコミュニケーションサービスを開発することを目的として実施した、行動観察に基づくサービスデザインの実践と事業化の結果を述べる。

IoT(Internet of Things : モノのインターネット)や CPS(Cyber-Physical System)を活用することによって、これまで見えなかつたものや予知できなかつたものが検知できるようになると、人と人のコミュニケーションの方法が大きく変わるものがある。この取り組みでは、①社会的な課題を解決し、人々の暮らしを豊かにするような、人やコミュニティの新しいコミュニケーションサービスを開発すること、②UX(User Experience: 体験価値)を重視したサービスデザインの方法を用いて、コミュニケーションに関する人々の潜在的な要求を見いだし、IoT/CPS を活用したサービスソリューションとして実現すること、③開発したサービスソリューションを継続可能なビジネスとして事業化すること、を目的としている。

実践したサービスデザインのプロセスは、①ビジョン構想、②顧客ニーズの理解、③顧客価値の創出、④実現イメージ構築、⑤実現に向けた編成と事業化、である。

第 2 章では、顧客ニーズ共感的に理解するために行った、訪問看護サービスの行動観察などカスタマーリサーチについて述べる。第 3 章では、顧客価値を創出するために行ったデザイン要件の明確化とデザインコンセプトを述べる。第 4 章では、サービスの実現イメージを可視化するために行ったプロトタイプの試作と評価結果を述べる。第 5 章では、検討したサービスデザインを実社会で実現するための事業化について述べる。

## 2 行動観察を中心とした共感的カスタマーリサーチ

### 2.1 カスタマーリサーチの目的と方法

訪問看護サービスには、利用者、利用者の家族、訪問看護師、訪問看護ステーションのスタッフ、医師、ケアマネージャー、訪問介護士、訪問薬剤師、近隣住民など、多数のステー

クホルダーが関与している。まず、ステークホルダーマップを作成して関係者とその役割を明確にした後、訪問看護サービスに係わる人々のコミュニケーションに関する潜在的なニーズを明らかにするため、次のようなリサーチを行った。

- ① 訪問看護師へのヒアリング調査
- ② 訪問看護サービスの行動観察
- ③ 有識者へのインタビュー調査
- ④ 高齢者向けシェアハウスの調査
- ⑤ 高齢者向け介護施設の調査

### 2.2 訪問看護師へのヒアリング調査

訪問看護の経験が長く、後進の指導にあたっているほか、経営者と一体となって訪問看護サービスの課題解決に積極的に取り組んでいる訪問看護師にヒアリングを行ったところ、次のような問題があることが分かった。

- ① 過密なスケジュールの中で予定外の緊急対応も発生するが、交替できる要員もいないため、訪問看護師は常に時間に追われている。
- ② 利用者ごとに状況が異なり、また、症状が急変することもあり、限られた情報の中での適切なケアは、ベテラン看護師の勘と経験で行われている。
- ③ 訪問看護は基本的に一人の看護師で行うため、新任看護師が現場で自分の判断に自信が持てないことがある。
- ④ 高齢な利用者の場合、利用者が本当のことを言っているのかどうか分からないことがある。

上記の問題について、具体的な事例をエピソードとしてヒアリングすることはできたが、問題が生じる各状況において、問題の要因は何か、訪問看護師がどのように問題を解決しようとしているのかを十分に理解することは難しかった。

### 2.3 訪問看護師の行動観察

前述のヒアリング結果に基づき、訪問看護師や利用者・家族の潜在的なニーズを抽出する目的で、訪問看護ステーションと利用者・家族との承諾を得て、訪問看護の現場を行動観察した。対象とした訪問看護ステーションは、藤沢市にあり、20 名(非常勤を含む)のスタッフサービスに従事している中規模のステーションである。実施した行動観察は以下である。

- ・ 訪問看護師が自動車でステーションを出て、利用者宅を次々と訪問してサービスを行い、ステーションに戻るまでの全ての業務プロセスに同行随伴して、訪問看護師、ステーションのスタッフ、利用者、利用者の家族らの行動と状況をつぶさに観察する。
- ・ 病院と在宅医療の橋渡しとなる退院調整会議に出席する訪問看護師に同行随伴し、医療従事者、ケアマネージャーなど出席している人の言動をつぶさに観察する。
- ・ 訪問看護ステーションで行われる訪問看護師の会議や情報共有、訪問看護師からの要請に対応するスタッフの

様子、さらに、ステーション内の掲示物や情報システムを観察する。

訪問看護ステーションの協力により、計 62 回の行動観察を行うことができた。行動観察が可能な利用者や時間帯などのスケジュールは、実施する前日までに訪問看護ステーションから届くが、利用者の容態の急変や看取りが生じ、予定は頻繁に変更となった。

また、利用者の居宅では、利用者に誤解が生じないよう、写真撮影だけでなく筆記による記録も行わないこととし、観察者は観察結果を全て記憶しておき、利用者の居宅外で記録した。女性しか同行随伴できない現場もあり、女性の観察者が長時間の観察を行う場面も多々あった。

#### 2.4 カスタマーリサーチの結果

有識者へのインタビュー調査では、在宅医療をはじめとするヘルスケア全般の国内外の動向に詳しいジャーナリストに協力してもらい、ヒアリング調査や行動観察での気づきについて専門的な立場から意見をもらったほか、欧州での在宅医療サービスの現状など最新のサービスデザインについて情報提供を受けた。

高齢者向けシェアハウスおよび高齢者向け介護施設の調査では、訪問看護サービスとは違う視点で、在宅医療に関する諸問題を理解することができた。

行動観察では、訪問看護師に対するヒアリング調査では分からなかったことを具体的に理解できたほか、利用者や看護師の言葉遣いや何気ない仕草から、何に困っているのか、何を求めているのかを把握することができた。訪問先への移動中に自動車内で訪問看護師とフランクに話し合うことができた点も、今回の行動観察では大きな情報源となった。

行動観察を中心としたカスタマーリサーチで、訪問看護サービスには、訪問看護師、および利用者と家族、の両方に不安、不満、負担があることが分かった。背景や原因については後述するが、不安、不満、負担を以下に列記する。

- ・ 訪問看護師の不安、不満、負担

##### (A) 不安

- ・ ケア内容を自己判断する不安
- ・ 経験不足のため判断に迷う
- ・ 新人看護師が育ちにくい

##### (B) 不満

- ・ 医療関係者の連携が不十分
- ・ 自分の能力を発揮できない
- ・ 介護士が行うべき業務を行う
- ・ 利用者に何度も同じ質問をする

##### (C) 負担

- ・ 薬の管理
- ・ 同じ訪問時間でもケアの内容が変わる
- ・ 利用者との関係づくり

- ・ 人手不足

- ・ 利用者と家族の不安、不満、負担

##### (A) 不安

- ・ 医療知識不足
- ・ 介護の仕方
- ・ 病状の急変
- ・ 相談相手が少ない

##### (B) 不満

- ・ 看護師によってケアが変わる
- ・ 適切なケアを受けられているか
- ・ 看てもらえる時間が少ない
- ・ 何度も同じ質問をされる

##### (C) 負担

- ・ 訪問時に自宅にいなければならない
- ・ 自宅に人が入る
- ・ 看護師との関係づくり
- ・ 家族での介護

カスタマーリサーチの結果を整理し、訪問医療に関する既存の調査・研究の成果[5-14]やマニュアル[15-16]を参照しながら、訪問看護師、および利用者と家族、の両方にある不安、不満、負担の原因を分析した。分析作業には、ヒアリングを行った訪問看護師のほか、全国で 650 社を越える訪問看護ステーションの開業や運営を支援している企業のスタッフ数名が参加した。

分析の結果、訪問看護師は、利用者を適切にケアする上で不可欠となる正確な情報をリアルタイムに把握できないこと、および利用者や適切なケアに関する情報を他の訪問看護師やケアスタッフと共有しにくいことが問題の要因であると考えた。また、利用者と家族は、症状に関する詳しい経過や服薬や排泄などの情報を訪問看護師などケアスタッフにうまく伝えられないこと、担当する訪問看護師が交替することもある中で限られた訪問時間内で適切なケアを受けられているのか確信が得られないと、および宅内に来る複数のスタッフに個々に対応することへの気苦労などが問題の根底にあると思われた。

すなわち、スタッフが訪問している時には、限られた時間ではあるが訪問看護師と利用者・家族の濃密なコミュニケーションが行われるが、双方の不安、不満、負担を軽減するには十分ではなく、一方、スタッフが訪問していない多くの時間では、訪問看護師は利用者の状況が掴めず、利用者・家族は専門家とのコミュニケーションが遮断されることによって、双方の不安、不満、負担を増幅させていると言える。また、複数の訪問看護師やケアスタッフの間で、個々の利用者の状態や適切なケアに関する情報が共有されにくく、それぞれが多忙であるためコミュニケーションの機会も限定されている。

コミュニケーションの視点から問題を整理し、関係者が互いに距離が近すぎたり、離れすぎたりすることによって、誤解

や連携不足が生じ、それが原因となって双方に不安、不満、負担が生じるのではないかという仮説に至った。

### 3 デザイン要件の明確化とコンセプト策定

#### 3.1 デザイン要件

カスタマーリサーチによって、訪問看護師、および利用者と家族の両方に不安、不満、負担があることが分かり、その原因が、コミュニケーションにおいて、互いの距離が近すぎたり、離れすぎたりすることによる誤解や連携不足にあるのではないかという仮説が得られた。

この問題を解決するには、利用者と見守る人々（家族、訪問看護師、その他の在宅医療関係者）の距離を適切に調整することが必要であると考えられる。これをサービスに対する具体的なデザイン要件として以下に列記する。

- ・スタッフが訪問していない時でも、利用者の状況や服薬や排泄などの情報が訪問看護師などのケアスタッフにリアルタイムに共有されており、利用者はいつでも適切なケアが受けられると感じられる状況にする。一方で、家庭内の行動を監視されているのではなく、しかし、自分達は孤立しているのではないという安心感を、利用者と家族に与えるようにする。
- ・訪問看護師など関係するケアスタッフが、利用者の状況をいつでも知ることができ、訪問していない時間帯でも、必要に応じて、どのスタッフでも利用者・家族とコミュニケーションを取れるようにする。また、利用者の状況を共有しながら、連携すべき複数のケアスタッフが、適切なケアについて情報や意見を交換できるようにする。

利用者の状態として共有すべき重要な情報は何かについて、関係者にヒアリングしたところ、服薬、排泄、部屋の温湿度、部屋の出入りなどであることが分かった。

#### 3.2 サービスデザインコンセプト

前記のデザイン要件を満たすサービスのコンセプトを「周りに集う つかず はなれず そばにいる」と定め、開発関係者が理解しやすいよう図1に示すイメージとして共有した。

前記の要件を満たすサービスのデザインコンセプトを策定する過程では、そのサービスはなぜ必要なのか、そのサービスを実現する方法で他の問題を解決できないか、という点を強く意識し、ValueGraph[17]などを用いて、共通の仕組みを利用することによって、より広範囲な社会的課題が解決されるようなデザインコンセプトを探して行った。

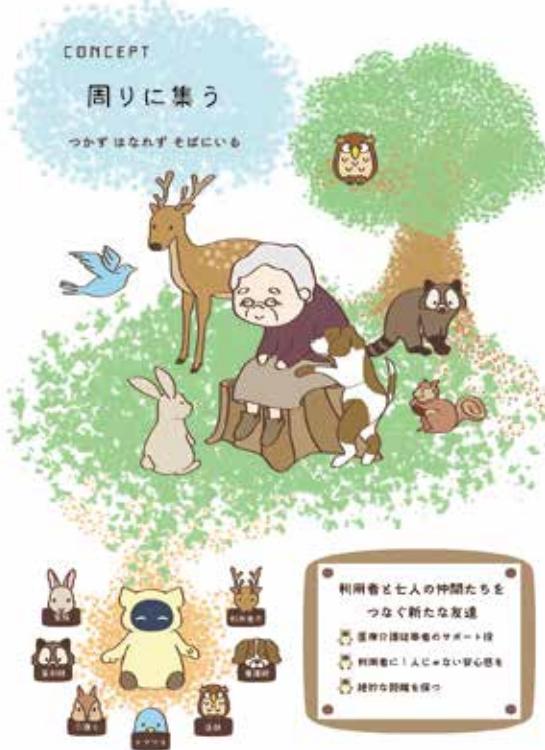


図 1: デザインコンセプト

#### 3.3 サービスデザインの詳細

デザインコンセプトに従い「周りに集う」サービスの詳細を決定した。具体的には、利用者や訪問看護師の体験に着目し、サービスシナリオやサービスブループリントのドラフトを作成しては、それをアクティングアウトし、各タッチポイントでの体験が心地よいものになるのかどうかを検討するという方法で作業を進めた。その結果、サービスの詳細を次のように決定した。

##### ① 利用者の状態をタグ付きの画像・映像として記録

利用者と家族の同意を得て、居宅や施設内に服薬や排泄、入退室などケアに係わるイベントを検知するセンサーと、センサーがイベントを検知した時の様子を画像や映像として記録するカメラを設置する。撮影した画像・映像は、イベントをタグ付けした状態で後述するクラウドシステムに保管する。この機能は、利用者や家族が任意に停止させることもできる。

##### ② コミュニケーションロボットによる利用者・家族との対話

豊かな表情と音声、および穏やかな動きにより、ケアスタッフの来訪を告げ、利用者の状態をケアスタッフが知っていることを伝えるコミュニケーションロボットを居宅や施設内に設置する。コミュニケーションロボットは、例えば、訪問看護師が所定の時刻に居宅や施設の周囲数キロメートルに入った場合に、「訪問看護師さんが来るよ～」と利用者・家族に案内し、心の準備を促す。また、例えば、服薬イベントを

検知すると「お薬、上手に飲めたかな？」というような音声を発し、服薬したことをケアスタッフが知っていることを利用者・家族に知らせ、安心感を与える。

### ③ センサーネットワークとクラウドシステム

居宅や施設内の利用者の状態を検知する前述のセンサーからの情報やタグ付きの映像・画像をクラウド上で共有し、訪問看護師や訪問介護士などのケアスタッフがいつでも参照できる。

サービスデザインの結果を、訪問看護ステーションの訪問看護師や訪問看護ステーションの開業・運営を支援している企業のスタッフらと共有し、さらに細かい点について改良を行った。

## 4 プロトタイプの試作と評価

### 4.1 プロトタイプのシステム概要

前章で述べたサービスデザインの実現可能性と有効性を迅速に確認するため、入手可能な機材と利用可能な設備を用いてプロトタイプの試作と評価を行った。試作したものは、コミュニケーションロボット、およびロボットと連携して動作するシステム(センサーネットワーク、クラウドシステム、タグ付き映像・画像の撮影システム)である。

### 4.2 プロトタイプの詳細

コミュニケーションロボットは、「周りに集う」サービスにおいて利用者・家族とケアスタッフをつなぎ、安心感を与える重要なタッチポイントとなるものである。外観デザインは、図2に示すように、かわいい動物をモチーフとした造形とした。3DCAD(AutoDesks Fusion360)を用いて設計し、積層ピッチ 16 $\mu\text{m}$  の樹脂積層タイプの高精細 3D プリンタ(OBJET 350 Connex2)で造形し、植毛塗装によって肌触りのよいものとした。

また、豊かな表情や声を演出するため、顔の部分にスマートフォンを内蔵し、スマートフォンの画面に笑顔や驚きなど様々な表情を表示しつつ、優しい声で語りかけるようにしている。さらに、後述する MESH の GPIO タグと小型モータを腕の部分に内蔵し、利用者の状態として把握したイベントに応じて、音声や表情を演出する際に、腕を上下させる仕草を行い、親近感を感じられるようにした。



図 2: コミュニケーションロボットのプロトタイプ

コミュニケーションロボットと連携するシステムは、次のものをを利用して試作した。

- ・ クラウド環境には、手軽に利用できる Amazon Web Services[18]を利用した。ロボットが発話する音声は Amazon Polly[19]で合成した。
- ・ コミュニケーションプラットフォームには、世界に広く普及しているチャットツール Slack[20]を採用した。
- ・ カメラは周囲 360 度の状況を撮影できる RICOH 社の THETA S[21]を採用した。
- ・ センサーネットワークは、各種センサーを簡単な方法でネットワークにつなぎ、IFTTT 対応のサービスと連携できる Sony 社の MESH[22]を採用した。MESH の動きはコミュニケーションロボットの顔の部分に導入したスマートフォン上で動く MESH アプリが制御する。

システムの構成と動作の概要を図3に示し、具体的な動きを以下に記す。



図 3: システム概要図

- ① 利用者の状況を MESH のタグがイベントとして検知する。例えば、利用者が服薬すると薬箱に設置した MESH の動きタグがそれを検知する。トイレの利用や部屋の出入り

などは、MESH の人感タグが、部屋の温湿度の変化は温度・湿度タグが、それぞれ検知する。

- ② MESH のタグが検知したイベントは、ロボット内のスマートフォンで動作している MESH アプリに通知され、MESH のプログラム(レシピ)に従って、ロボットが予め設定した音声で利用者に語りかけ、表情を変更する。また、MESH の GPIO タグの信号を受けて腕を上下させる仕草を行う。これらロボットの動作に加え、THETA S で利用者の状況を静止画または動画として撮影する。
- ③ MESH のプログラムは THETA S で撮影した動画像を検知したイベントとともに Slack に投稿し、その投稿内容を利用者の家族、および訪問看護師、訪問介護士など関係するケアスタッフが共有する。Slack の表示画面の例を図 4 に示す。また、イベント発生時のデータと日時をクラウド上のデータベースに保管することにより、イベント発生当時の状況や発生時刻を正確に振り返ることができる。

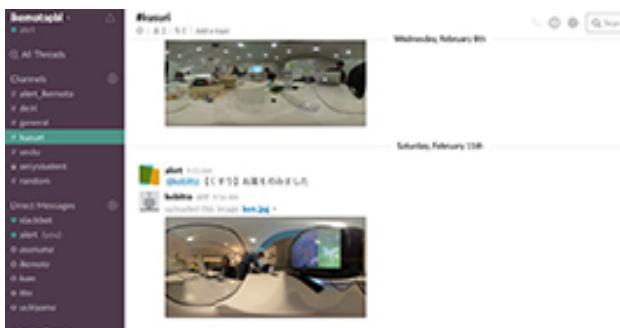


図 4: 実験中の Slack 表示画面の例

#### 4.3 プロトタイプの評価結果

前記のコミュニケーションロボットおよびシステムを試用して様々な実験や評価を行った結果、利用者に発生したイベントを正確に検知でき、該当のイベントに関する動画像データを収集できることを確認した。

また、ロボットが利用者に語りかけ、表情や仕草を変える機能についても、イベントをトリガーとしてタイムラグなく機能させることができ、利用者に監視されているではなく見守られているという体験を感じさせることができた。

このプロトタイピングによって、2.4 節に示した訪問看護師の不安、不満、負担のうち、「同じ訪問時間でもケアの内容が変わる」、「人手不足」の負担を除いた問題を改善できることが分かった。また、利用者・家族の不安、不満、負担のうち、「看護師によってケアが変わる」という不満、および「看護師との関係作り」、「家族での介護」の負担を除いた問題を改善できることが分かった。

## 5 サービスデザインの事業化

### 5.1 事業化の方針

前章まで述べたサービスデザインを、訪問看護ステーションの開業・運営を支援している企業で事業化することにした。事業の名称を「介護の王国®」と名付け、従来には無い全く新しいサービスとして展開することにした[23]。

訪問看護師に対して、IoT による補助が有効であると推察されるものとして、コミュニケーション及び情報伝達の補助が挙げられる。訪問が頻繁に行われる場合であっても、訪問看護師の不在時における利用者の不安軽減と、利用者の状態の把握、急変時の迅速な伝達等の手段の充実は重要である。コミュニケーションロボットが、これらの役務を担うことで訪問看護師の補助が可能と考えた。

しかしながら、一般的な訪問看護の訪問先である利用者の自宅においては、標準化され一定の品質を保った IoT の設置環境を維持することが難しく、また、全利用者宅を対象とすることも難しい。そこで高齢者が入居する住まいのサービスを展開し、そこに IoT を設置することを目指した。これが「介護の王国」である。

高齢者向けの住まいのサービスは、ニーズに対し既存のサービスが充足していないこともあり、事業としての期待値も高いものである。また、訪問看護師の課題の解決という側面からも、保険事業であり訪問回数・時間が限られる訪問看護による空白の時間を、コスト面で優れる訪問介護で補いつつ連携を綿密に図れるため、住まいという空間の提供は理に適ったものである。

### 5.2 事業の詳細

「介護の王国」は、具体的には住宅型有料老人ホームと訪問介護を組み合わせることによって、住まいとケア、2 つのサービスを両立させたものである。訪問看護も、綿密な連携の上でサービス提供を行うことができる。居室にはコミュニケーションロボット等で検証が進む、見守り機能を持った IoT を設置し、コミュニケーションの充実、利用者の安心・安全の向上、職員の負担軽減と業務効率化を目指す。

他の住まいのサービスと差別化を図り、富裕層でなくともサービスを受けられるよう、また、特に住まいの課題を抱えやすい低所得者層に配慮して、介護保険の自費分等を除いた家賃、水道光熱費、食費の合計を、月額 9 万 5 千円と安価に設定したことが一つの特徴である。

また、今後新たに介護方針の主流になると目される「自立支援介護」を取り入れ、入居者の身体機能及び健康状態の改善と、利用者自身によって可能な日常生活動作の範囲拡大を目指す。

この「自立支援介護」の円滑な実施や、その記録の蓄積にも、IoT が寄与可能な部分は多いと考えられる。将来的には、バイタルサイン(脈拍、呼吸、意識、体温、血圧等)の計測に

おいても IoT の活用を可能にすることで、現在の訪問看護の業務において、実質的なケアの時間を圧迫しているバイタルサインの計測と、それに基づくアセスメントに要する時間を削減し、更なる効率化が実現すると考える。

「介護の王国」のサービスイメージを図 5 に示す。

### 5.3 事業化の結果

「介護の王国」の事業化によって発生した最大の事象は、訪問看護という事業の概念と展開の範囲が大幅に拡大したことである。施設・設備をほとんど持たずに入居者宅へ訪問する事業体から、コミュニケーションロボット等の IoT を備えた一定品質以上の住まいというインフラストラクチャーの供給に、大きな価値を見出す事業への変革がもたらされた。

この事実は、訪問看護を中心とした介護事業の拠点展開の概念をも覆し、地域の町づくりへと発展する病院近隣地において相互のインフラストラクチャーを共有する介護事業の強固な連携体制が、訪問看護師を含む従業員の負担軽減、サービスの充実、利用者の利便性向上につながる可能性が見出された。今後、「介護の王国」はこの発見に基づき、地域の病院近隣に計画的な拠点展開と多職種連携を構築する「丸ごとケアの町づくり」の方針を採用して展開される予定である。

また、コミュニケーションロボット等の IoT が医療介護の現場で積極的に利用され、効果的なデータの収集・集積が可能であることが示されたことにより、折しもデータヘルスケアの推進を目指している政策とも合致しており、各方面の関心を伸展させる結果となっている。

## 6 おわりに

本稿では、訪問看護を中心とする在宅医療のサービスにおいて、IoT を活用した革新的なコミュニケーションサービスを開発することを目的として実施した、行動観察に基づくサービスデザインの実践と事業化の結果を述べた。

事業化によって、サービスプロトタイプを検証する段階では未解決であった、2.4 節に示した訪問看護師の「同じ訪問時間でもケアの内容が変わる」、「人手不足」に関する負担、および利用者・家族の「看護師によってケアが変わる」という不満や「看護師との関係作り」、「家族での介護」の負担についても改善できる見通しが得られた。

サービスの事業化は現在も進行中であり、空き屋問題や地域コミュニティの希薄化の問題など[24]、在宅医療サービス以外の社会的な課題も解決できる優れたビジネスとして、今後の発展が期待されている。

最後に、本稿は産業技術大学院大学創造技術専攻の PBL(Project Based Learning)型の学修において、平成 28(2016)年度に行われたプロジェクトの成果をまとめたもの

である。

### 謝辞

行動観察および訪問看護師へヒアリング調査やその後のディスカッションにご協力いただきました、ハートケア湘南台のスタッフの皆様、並びに、カスタマーリサーチの分析やサービスデザインの詳細化にご協力いただきました、インキュベクス(株)のスタッフの皆様に感謝申し上げます。

また、在宅医療をはじめとするヘルスケア全般の国内外の動向について詳しい情報をご提供いただき、プロジェクトが取り組むべきサービスデザインの方向性についてディスカッションさせていただいた、NPO 法人「からだとこころの発見塾」の理事でありジャーナリストである、小島あゆみ様に感謝申し上げます。

さらに、コミュニケーションロボットの植毛塗装(フロック加工)では、有限会社伸栄プラスチック(東京都八王子市)の皆様にご指導とご協力をいただきました。お礼申し上げます。

### 参考文献

- [1] 内閣府：平成 29 年版高齢社会白書，  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/h\\_tml/zenbun/index.html](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/h_tml/zenbun/index.html) (visited on 2017)
- [2] 厚生労働省：平成 28 年版厚生労働白書，  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/h\\_tml/zenbun/index.html](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/h_tml/zenbun/index.html) (visited on 2017)
- [3] (一社)全国訪問看護事業協会：平成 29 年訪問看護ステーション数調査結果，  
<https://www.zenhokan.or.jp/pdf/new/h29-research.pdf> (visited on 2017)
- [4] (一社)全国訪問看護事業協会：訪問看護のケア実態及び必要性に関する調査研究事業，  
<https://www.zenhokan.or.jp/pdf/surveillance/h28-1.pdf> (visited on 2017)
- [5] 圓岡偉男、林美佐：看護の社会学的観察 看護社会学序説、東京情報大学研究論集, 19(1), pp.29-40, 2015.
- [6] 横山京子、舟島なをみ：訪問看護師のロールモデル行動に関する研究、看護教育学研究, 19(1), pp.11-20, 2010.
- [7] 森本喜代美：在宅ホスピスケアにおける訪問看護師のストレスと対処、京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻 紀要、健康科学、第 9 卷, pp.20-25, 2014.
- [8] 小林裕美、乘越千枝：訪問看護師のストレスに関する研究 訪問看護に伴う負担と精神健康状態(GHQ)および首尾一貫感覚(SOC)との関連について、日本赤十字

- 九州国際看護大学 紀要論文, 第4巻, pp.128-140, 2005.
- [9] 杉谷栄美子, 實金栄, 太湯好子: 訪問看護師による利用者を尊重した看護実践の評価, 川崎医療福祉学会誌, 21(1), pp.135-144, 2011.
- [10] 吉田梨紗 他: 訪問看護師が在宅ターミナルケアにおいて体験している困難とその対処, 北海道公衆衛生学雑誌, 24(2), pp.85-92, 2010.
- [11] 中谷章子, 井田政則: 看護コミュニケーション尺度作成の試み 看護スタッフおよび患者・家族に対する看護師のコミュニケーション, 立正大学心理学部 立正大学心理学研究年報, 第6号, pp.53-66, 2015.
- [12] 鈴木恵子, 舟島なをみ, 杉森みどり: 家庭訪問場面におけるクライエントの行動の帰納的分析 クライエントと保健婦の相互行為に焦点を当てて, 看護教育学研究, 5(1), pp.41-58, 1996.
- [13] 上野栄一: 看護師における患者とのコミュニケーションスキル測定尺度の開発, 日本看護科学会誌, 25(2), pp.47-55, 2005.
- [14] 小林尚司: 訪問看護師に対する遺族の怒り, 日本赤十字豊田看護大学 紀要, 5(1), pp.19-26, 2010.
- [15] 東京都福祉保健局: 訪問看護OJTマニュアル, <http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kourei/hoken/houkan/ojtmanyual.html> (visited on 2017)
- [16] 東京都福祉保健局: 東京都退院支援マニュアル(平成28年3月改訂版), <http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/iryo/sonota/zaitakuryouyou/taiinnshienn.html> (visited on 2017)
- [17] 石井浩介, 飯野賢次: 価値づくり設計: 設計の科学, p.109, 養賢堂, 2008.
- [18] Amazon Web Services: <https://aws.amazon.com/jp/> (visited on 2017)
- [19] Amazon Polly: <https://aws.amazon.com/jp/polly/> (visited on 2017)
- [20] Slack: <https://slack.com/> (visited on 2017)
- [21] RICOH 社 THETA S: <https://theta360.com/ja/about/theta/s.html> (visited on 2017)
- [22] Sony 社 MESH: <http://meshprj.com/jp/> (visited on 2017)
- [23] 介護の王国®: <https://kaigo-kingdom.jp/> (visited on 2017)
- [24] 国土交通省: 住生活基本計画(全国計画) (平成28年3月18日閣議決定), <http://www.mlit.go.jp/common/001123468.pdf> (visited on 2017)

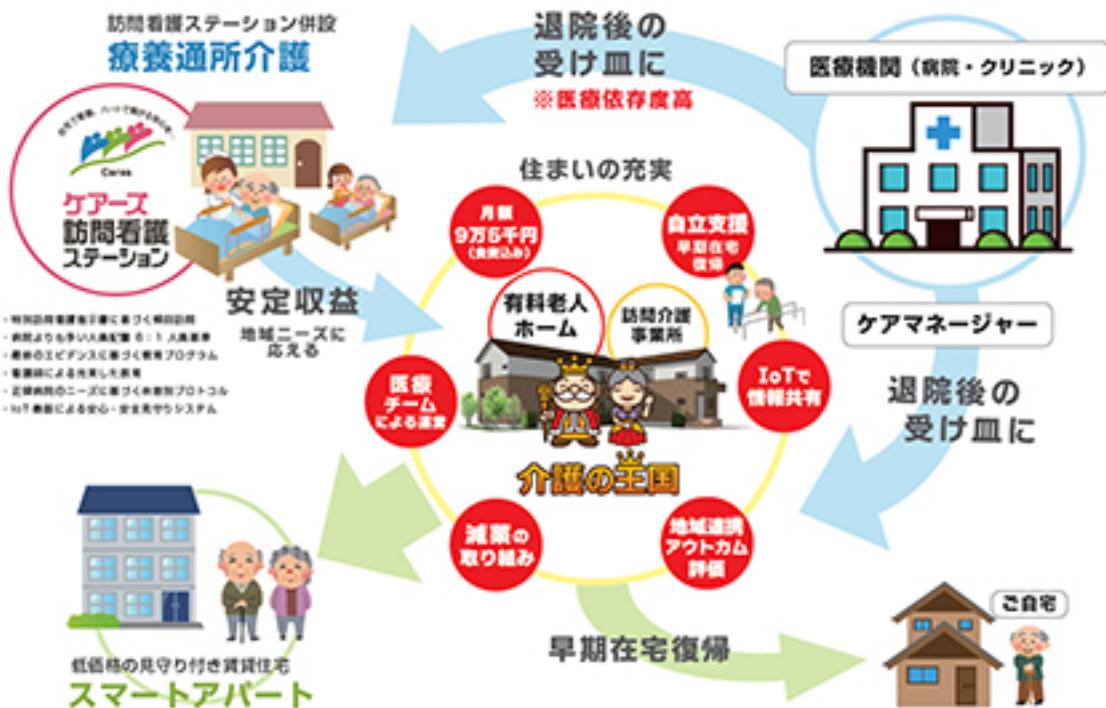


図 5: 「介護の王国」のサービスイメージ

# 「パートナーロボット」の開発研究 — 表情と仕草に着目したコンセプト構築の試み —

平 社 和 也\*・竹 島 大 智\*・近 藤 嘉 男\*・内 山 純\*

Design Development of the partner robot coexisting with humans  
— Robot concept focused on facial expression and arms movement —

Kazunari Hirakoso\*, Daichi Takeshima\*, Yoshio Kondo\* and Jun Uchiyama\*

## Abstract

The presence of robots has been pervasive in our society in various ways. The robots which assist humans in our daily lives are called "partner robot" and there has been an increasing interest in this domain as the market is growing rapidly. The presence of partner robot which coexists with humans and provide assistance in building rich society will be imperative in the coming years.

In this paper, we will report some of the results from the research of "Partner Robot coexisting with humans". We developed a prototype of a partner robot by focusing on the elements that humans recognize as crucial for communication, ranging from "facial expression" to "arms movement". For this purpose, a full color LED Matrix was utilized for facial expression, while a pneumatic actuator was utilized to represent soft arms movement.

Keywords: partner robot, coexist in society, facial expression, arm movement, pneumatic actuator

## 1 はじめに

ロボットがこれまで、製造分野、生産工場内の産業用ロボットとして発展してきたことは言うまでもない。政府は、この産業用ロボットの市場規模を2020年までに6000億円(2014年)から2倍の1.2兆円に拡大させるだけでなく、非製造分野で使用されるサービスロボットにおいても600億円(2014年)から20倍の1.2兆円にするとしている[1]。国内市場は2025年に5.3兆円、2035年には9.7兆円になるとも予測されており、今後はサービス分野での伸びが著しいとされている[2]。なかでも、家事支援や介護支援、店舗での接客サービス等、人々の日常生活の支援を目的とするロボットは、「パートナーロボット」と呼ばれ関心を集めている。

これまで、パートナーロボットが広く普及することはなかったが、

- ・センサー、人工知能技術、情報処理技術の向上
- ・急激な人口構造変化に伴う新たなニーズの確保  
(医療・介護、労働力の確保)
- ・情報通信ネットワークの整備

を背景に、生活サービス分野でのロボット活用に改めて注目が集まっていることから[3]、この先、次第に普及していくことになろう。

## 2 経緯及び概要

このような背景のなか、我々は「未来の豊かな暮らし」のために「パートナーロボット」はどうあるべきかを模索している[4]。ロボット開発におけるプロダクトデザインプロセスを用いたアプローチは、著者らも属していた早稲田大学、井口研究室において1985年から既になされており[5]、一連のロボットの形態的着想もここから得ている(図1)。



図 1：早稲田大学、パフォーマンス・ロボット(1986年)[5]  
左から、イメージモック、モックアップ、動作試作

研究初年度の2016年は「人間とロボットとの関係性」を改めて見直し、人間の“companion(同胞)”としてのロボット、人間とロボットとの“trustworthiness(信頼関係)”を基盤コンセプトとして、以下2つのアプローチでコンセプト構築を行い、仮説解の視覚化を試みた。

- ・構成要素を絞り込む：

“Life-sensing Companion Robot – CORE” CRC-01[6], (図2)。

- ・機能・情報を絞り込む：

「気象コントロールロボット」, WCR-01[7], (図3)。

前者の「構成要素を絞り込む」方向性[6]は、閉じたプライベートな空間でのユーザーとロボットの1対1の関係構築を想定した「単体」モードと、より開かれたパブリックな空間でのユーザー同士のコミュニケーションを媒介する「共有」モードを想定した。現時点では想定される技術の活用により、要素を削ぎ落としていった結果、「点」に収束することを想起させる「球体ロボット」の仮説解に至り、ディスプレイ上で「顔の表情」をどう表現すべきかが重要な課題となった(図2)。

後者の「機能・情報を絞り込む」方向性[7]は、上林昭の着想により、日本の「祈り」の文化に着目し、「てるてる坊主」と「雨乞い」という相反する「願い」の動作を一つの形態にまとめた結果、頭部と胴体から成る「てるてる坊主」をモチーフにした構成の仮説解を得た(図3)。この「気象コントロールロボット」は、第34回日本ロボット学会学術講演会「RSNPコンテスト2016」[9]において、RSi賞(コンセプト部門)最優秀賞を受賞、"Japan Robot Week 2016"ではRSNPを用いて気象情報[8]と連携した試作を発表・展示し、「腕の動作」により、「際立った存在感」を示すことができた[9](図4)。

本稿では、本章で記した構成要素、機能・情報を「絞り込む」アプローチから啓発された次の展開として、「人間とロボットとのインタラクション」に注目し、より汎用的な方向を目指した。第3章では、現状の「パートナーロボット」の形態について考察を行い、第4章では、「表情」と「仕草」に着目した仮説の視覚化を試みた。そして、「顔の表情」と「腕の動作」の各部を個別に検討した上で、これらを設計与条件とした。第5章では、これらを統合した視覚化を試み、第6章では、動作試作を行った。第7章では、この開発したパートナーロボットを「子育て環境」に適応し、コンセプト構築の試みを開始したことも含め、今後の展開についてまとめる。

本研究は、本学創造技術専攻における感性と機能を融合したデザインエンジニア育成の実践的課題の取組みでもあり、「コンセプト構築におけるCADを運用したラピッドプロトタイピングの有用性」を検証する狙いもある。



ロボットたちのマインドフルネス（イメージ画像）

図2：構成要素を絞り込む

CRC-01(イメージ画像)[4]改変



「雨乞い」モード

図3：機能・情報を絞り込む

WCR-01(イメージ画像) [4]改変



図4：WCR-01 試作 [4]

(Japan Robot Week 2016 展示試作)

### 3 「形態」の考察

総務省の情報通信白書(平成27年版) [3]に、ロボットの望ましい形態についての調査結果が示されている。パートナーロボットでは、「人型(人間そっくり)」、「人型(人間そっくりではない)」、「動物型(犬や猫など)」は、それぞれ2割程度。最も多い回答は「形態にはこだわらない」で約3割、「用途に

合わせた機械的形態」の2割程度と合わせると、生物的な形態にこだわらないという回答が約5割であった。

ソフトバンクの Pepper, シャープの RoBoHoN, デアゴスティーニの Robi2, ヴィストンの Sota, 著者の近藤, 内山も開発に加わっていたソニーの AIBO など、パートナーロボットのなかでも一般市場へ向けたロボットの形態を見てみると、「人型」、「動物型」といった親しみやすい生物的なキャラクターが付加されたロボットが多い。これは、開発者側がそのキャラクターの世界観も含めて訴求することで、市場受容性を高める狙いがあろう。

一方、コンセプト構築の初期段階から、ロボットの形態について、人との接し方や人がロボットにどのような印象をもつかを重視して形態の検討が行われた例もある。

NEC の PaPeRo では、「自然なやりとりを実現するために、人の方に注意を向けていた」と[10]ことが認識されるような表情や仕草が可能な構造・形態をしている。また、著者らも開発に加わったソニーの QRIO では、「ロボット」から受ける印象の分析を行い、「顔の表情」が重要な役割を持つことを抽出し、顔の形態に反映させている[11]。両者ともプロセスの違いはあるが、ロボットが人に対して「あなたを認識している」という状態を示すことが重要であると捉えており、必要な要素として「表情」と「仕草」を共通項目として挙げている。

#### 4 「表情」と「仕草」に着目したコンセプト構築

感觉野、運動野の人体各部位に対応する脳部位をみてみると[12]、顔や手の占める割合が大きいとの報告がある[13]。この「機能局在論」については議論があるが、第3章で記した各社のロボット開発において「表情」と「仕草」を共通項目として重要視している点とも一致している。

我々は、人が他者とコミュニケーションをとる時に、自分が普段使っている部位による表現を相手にも求めるのではないか、との仮説を立て、ロボットとのコミュニケーションも同様とみなし、形態において「表情」と「仕草」に着目したパートナーロボットのコンセプト構築を行い、その仮説の視覚化を試みた。

##### 4.1 表情

「表情」は「顔の表情」の表現として、ドットマトリクスによるピクトグラムによって柔軟な表現ができると仮説を立てた。

ドットを表すデバイスとして、高い視認性が期待できるフルカラーチップ LED を検討し、これをマトリックス状に配列することを想定した。当初、LED を一般的な正方形の格子状に配列することを検討し、試作したが、LED 間隔を対角でも等しくするために正三角形のマトリクス配列にする方法を採用し、これを設計与条件とした(図 5)。

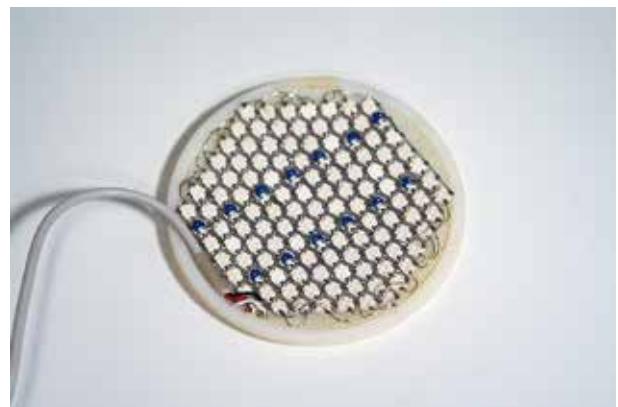


図 5：顔部の試作(裏面:マトリクス配列したチップ LED)

##### 4.2 仕草

「仕草」は「腕の動作」の表現として、両腕の上下動のみでも、「柔らかい」動作のアクチュエータにより表現ができると仮説を立てた。「柔らかい」動作が可能なアクチュエータとして、単純な構造で複雑な制御無しに「柔らかい」動作が可能な蛇腹構造の空気圧アクチュエータを開発し、これを設計与条件とした(図 6)。



図 6：蛇腹構造の空気圧アクチュエータの試作群(手前)  
実装した腕部の試作(奥)

##### 4.3 その他の設計与条件

その他、外界の状況把握、音声発信のための、ウェブカメラ、スピーカーの実装を想定し、設計与条件とした。

#### 5 視覚化

第4章の設計与条件を基に、「表情」と「仕草」を統合した仮説解 UCR-01 の構成図を図 7 に示す[14-15]。

第3章の形態についての考察と第4章の設計与条件を基にして、「顔」と「腕」を特に大きく扱ったロボットの視覚化を試みた。「顔の表情」と「腕の動作」を際立たせるために、全体の基本形態は基本的な立体の組み合わせとし、「優しい印象」をもたせるため、球や柔らかい曲線の回転体とした。



図 7 :UCR-01 構成図[14-15]

### 5.1 頭部

「頭部」に見立てた上部は、「顔の表情」を表現するLED表示のため、機能設計的に平面に近いことが望ましい。また、「優しい印象」をもたせるため、全体を球体とした上で、緩やかな球面で分割することにより、円形の「顔」を出現させた。

### 5.2 胴体部

「胴体部」に見立てた下部は、「優しい印象」をもたせるため、円錐曲線の回転体を基調とした。信頼性を高める意図から、撮影されていることを明らかにし、カメラの存在を際立たせるために、「胸部」に見立てた胴部上部を緩やかな2次曲面で分割することにより、放物線に似た特徴的な柔らかい稜線を出現させた。

### 5.3 腕部

「腕部」に見立てた左右部分は、動作を際立たせる意図から、幅を太くして敢えて大きく扱い、回転動作が理解しやすいように配慮した。腕部外形は「胸部」の特徴的な柔らかい稜線と親和性の高い外形輪郭とすることで全体の調和を図った。

## 6 動作試作

第5章の視覚化を基に、試作1号機の開発を行った(図8)。「表情」を表現するマトリックスLEDによるダイナミックな「顔の表情」、および「仕草」を表現する空気圧アクチュエータ駆動による柔らかな「腕の動作」を個別制御によって実現した(図8)。

### 6.1 顔の表情

「顔の表情」に使用したデバイスは、127個のフルカラーチップLED(5mm四方)を6.3mm間隔で正三角形マトリクス状に等間隔で外装球面に合わせて実装している(図5)。マイクロコントローラ内蔵のシリアルコントロール・フルカラーLEDをカスケード接続することにより、わずか3本の配線で

Arduinoによって輝度と色相を制御しており、ダイナミックな「表情」の表現を可能とした。

高輝度で、視認性も高く、画面エリアをブラックアウトする必要もないため、形状、質感の自由度も高い。



図 8 :動作試作(全体)

### 6.2 腕の動作

「腕の動作」に使用した腕駆動用アクチュエータは、第4章で記した蛇腹構造の空気圧アクチュエータ(図6)であり、複雑な制御や機構なしに、滑らかで柔らかい「仕草」の表現を可能とした(図9)。

外力が加わった際にも、特別な制御なしに柔軟に受け止めることができることで、柔軟で安全性が高いことも確認できた。

腕駆動用アクチュエータを制御する空気圧制御弁は、外径4mm、内径3mmのシリコンチューブの「折れ」による閉塞を利用し、新規に開発した。三方弁を構成し、Arduinoによって角度制御されたサーボモータにより、チューブの「折れ」による閉塞を発生させ空気圧制御を行う。(図10)。

腕駆動に必要な空気圧は小型ダイヤフラム式コンプレッサを用いて1000mlペットボトルに66kPaに保たれる。このペットボトル内の圧力は、差圧式圧力センサで検出されArduinoの0.5sec毎に割り込み処理により一定圧に保持される。

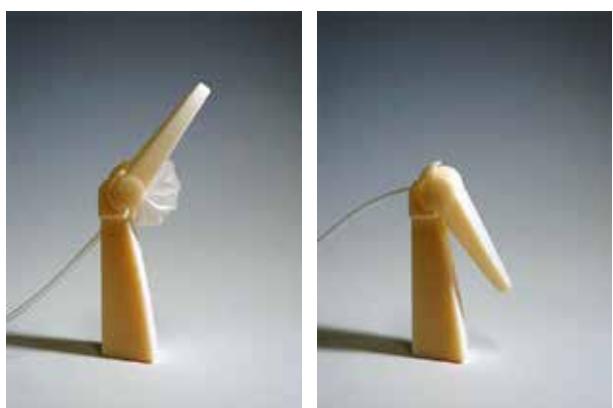


図 9：腕部の動作

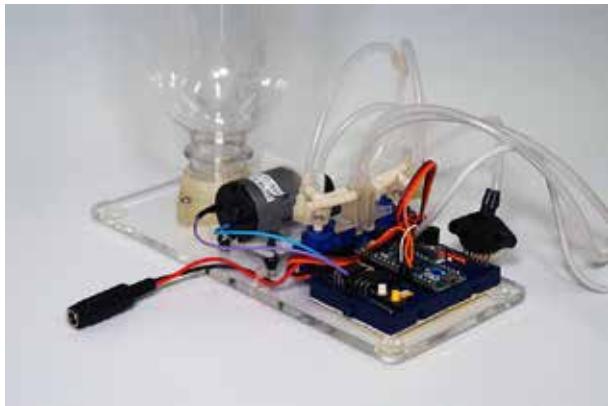


図 10：空気圧制御システムの試作

### 6.3 映像・音声入力

ウェブカメラを実装しており、画像、音声信号の入力を可能とした。今後、RSNPを利用したサービスを検討している。

### 6.4 音声出力

今後、スピーカの実装により、音声出力を検討している [14-15]。

## 7まとめ及び今後に向け

本稿では、本学紀要 No.10[4]に続き「人との共生を目指すパートナーロボット」について、一連の研究活動成果、および仮説構築型のコンセプト構築の試みについての経過を報告した。

本研究は 2017 AIIT PBL プロジェクト(内山PT)と連携しており、「子育て環境」に適応したコンセプト構築を取り組んでいる。

2017年9月13日、第35回日本ロボット学会学術講演会「RSNPコンテスト2017」[14]では、「笑顔溢れる子育て環境を実現するロボット」コンセプトを発表し、乳児感情と連携する子育て支援ロボットのコンセプト提案、および試作提示を行った[15]（図 11）。マトリックス LED によるダイナミックな「顔の表情」、空気圧アクチュエータによる柔らかな「腕の動作」は発表会場で注目を集め、コンセプト部門賞を受賞した。今後、更に改良した試作を用い、実験・実証を進めていく。

今回開発に使用した支援ツール・設備は、本学のカリキュラムやプロトタイピング指導にも適宜使用されている。

動作試作の開発には、Autodesk 社 Fusion 360、PTC 社 Creo、視覚化には、Luxion 社 KeyShot、Adobe 社 CCI, CS、アクチュエータやデバイスの制御にはオープンソースハードウェアの Arduino を使用している。

ラピッドプロトタイピングには、Stratasys 社 Objet350 Connex2、MakerBot Replicator Z18、Universal 社 VLS.3.50 を使用した。

本研究活動は、本学創造技術専攻における感性と機能を融合したデザインエンジニア育成の実践的課題の取組みでもあり、本学設備を活用した一連のプロトタイピング手法が、「イノベーティブなコンセプト構築」において有用であることを示す良い機会となったことを確信する。



図 11：「笑顔溢れる子育て環境を実現するロボット」

コンセプト（イメージ画像）[14-15]

## 8おわりに

2016年6月、専門の異なる学生有志(角田善彦、上林昭、高橋和章、小野敬士、神田雅泰、岸本悠希、山田涼馬、石丸亜矢子、近藤嘉男、内山純)が、本学創造技術専攻・内山研究室に集いロボット研究活動をスタートし、2017年3月からは著者らを含む内山プロジェクトチームに引き継がれた。

研究活動スタートから「人との共生を目指すパートナーロボット」の方向性、 RSNP コンテスト参加などについて、本学情報アキテクチャ専攻・成田雅彦先生、土屋陽介先生から多くの励ましや助言をいただいた。諸先生方及び、RSi 関係者の方々、研究会発足当初から討議への参加など応援いただいた本学学生諸君、卒業生に対して改めて感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] 総務省、平成27年版通信情報白書、pp.192、2015
- [2] 経済産業省、ロボット産業市場動向調査結果、2013
- [3] 総務省、平成27年版通信情報白書、pp.191-198、2015
- [4] 角田善彦、上林昭、高橋和章、小野敬士、神田雅泰、岸本悠希、山田涼馬、近藤嘉男、内山純、人間とロボットの関係性を再デザインする—21世紀初頭を超えたその先のコンセプト構築の試みー、産業技術大学院大学紀要、No.10、pp.161-167、2016
- [5] 井口信洋、内山純、木村裕美、濱島幸生、バフオーマンス・ロボットの開発、日本ロボット学会誌、Vol. 6、No.

5, pp.397-404, 1988

- [6] 内山純, 角田善彦, 小野敬士, 山田涼馬, 石丸亜矢子, 上林昭, 高橋和章 “Companion Robot”構築における操作系処理 (ユーザ – ロボットコミュニケーション)での RSNP 適用, 第 34 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 1R2-02, 2016
- [7] 内山純, 上林昭, 小野敬士, 山田涼馬, 石丸亜矢子, 角田善彦, 「気象コントロールロボット」コンセプト, 第 34 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 1R2-06, 2016
- [8] 鈴木昭二, ロボットサービスのための RSNP による気象情報サービスの実現, 2016 年度人工知能学会全国大会論文集, 1I4-NFC-02b-2, 2016
- [9] ロボットサービスイニシアチブ, RSNP コンテスト 2016, [http://robotservices.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/03/rsnp2016\\_KambayashiConcept.pdf](http://robotservices.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/03/rsnp2016_KambayashiConcept.pdf) (visited on 2017)
- [10] 藤田善弘, パーソナルロボット PaPeRo の開発, 計測と制御, 第 42 卷, 第 6 号, pp.521-526, 2003
- [11] 沢井邦仁, “QRIO”におけるデザインプロセス, 日本ロボット学会誌, Vol.22, No.8, pp.978-983, 2004
- [12] Wilder Penfield, Theodore Rasmussen, The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization of Function, Macmillan, 1950
- [13] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/Homunculus-ja.png>, (visited on 2017)
- [14] ロボットサービスイニシアチブ, RSNP コンテスト 2017, <http://www.robotservices.org/contest/2017/>, (visited on 2017)
- [15] 内山純, 竹島大智, 関田理花, 張進男, 平社和也, 近藤嘉男, 「笑顔溢れる子育て環境を実現するロボット」コンセプト, 第 35 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2B1-03, 2017

# HMI 視点から見る自動車インテリアデザインの変化

海老澤伸樹\*

Changes in automotive interior design seen from the point of view HMI

Nobuki Ebisawa\*

## Abstract

In recent years, Interior design of automobiles has changed greatly from the view point of HMI (Human Machine Interface). Also, further changes will be expected in the near future due to technological change such as autonomous driving technology. At this timing, I tried to overlook the changes in automobile interior design from the viewpoint of HMI. In this paper, I considered the characteristics of each interior design of automobiles according to the interface stage between people and artifacts categorized into 4 stages: tool level, machine level, electronics level and content level. Especially, I focused on some of Japanese cars after the 1970s, featured significant interior design from view point of HMI as case studies, and give an outline of the changes.

Keywords: interior design, automobile, HMI, after 1970s, Japanese cars

## 1 はじめに

通常の自動車は1tから1.5t近い車重を持ち100km/hを超える速度で移動することが可能である。このため運転者にとって素早い外部情報の認識と自動車への間違いない入力操作が求められる。一般に自動車外部のデザインをエクステリアデザイン、内部空間のデザインをインテリアデザインと称する。インテリアデザインでは、特に運転席における運転者にとっての十分な外部視認性の確保とともに、誤操作のない確実な操作性を担保する機能性が求められてきた。また自動車は高額の個人耐久消費財としての商品的側面も強いため、インテリアデザインにおいても室内の物理的な広さや操作の機能性だけではない感性的デザインの嗜好性や商品価値も求められる。

本稿はHMI(ヒューマン・マシン・インターフェース)の視点から、特に運転席周りのインテリアデザインの取り組みを中心にその変化を時系列的に概観しようとするものである。自動車において運転席周りを総称してインパネ(インスツルメントパネル)と呼ぶことが一般的である。元來の自動車の構成においては、前輪を転舵させて自動車の進む方向性を制御するためのステアリング、速さをコントロールするペダルと変速機を操作するシフトレバーという3つの大きな入力装置があり、その自動車の状態を表示するインターフェースとしての様々な計器類を計器盤(インstrumentパネル)として、運転者に認識しやすいフロントウインドの下端の室内に配置したことからの呼称である。自動車の発展に伴い、このインスツルメントパネル(インパネ)には室内環境や車両への細

かな入力スイッチなども装備され、また前述の商品価値としての要素が大きくなってきた。またナビゲーションなどの搭載により、インターフェースの観点でインパネは大きくそのデザインのあり方を変えている。今後は予想される自動運転の導入などでインターフェースの更に大きな変革もあり得る。また自動車デザインに関する論文なども、ほとんどエクステリアデザインをテーマとしたもので、インテリアデザインに関するものは少ない。このような状況下で、インターフェースのレベルの違いによる観点から過去の事例を再整理し、インパネを中心とした自動車インテリアデザインの変遷を記述しようとする本稿には記録として意義があると考える。

## 2 自動車インテリアのインターフェース

### 2.1 4つのレベルのインターフェース

人と人工物のインターフェースのあり方を高橋靖は道具レベル、機械レベル、電子機器レベル、コンテンツレベルという4段階で説明している[1]。高橋は道具レベルのヒューマンインターフェースは「有史以來の産業革命に至るまでに人類が築き上げてきた生活道具とのインターフェース」とし、「たとえばハンマー、ノコギリ、カンナや机・椅子の場合のように、人と道具との接触が身体的、直接的であり、人の働きかけなど結果が直接目に見え、体感できる」と定義した。機械レベルのヒューマンインターフェースは「人の働きかけは機能の選択や調整であり、目的の機能は電気、機械的な力によって増幅されて対象に作用する」ものとしている。この典

Received on October 1, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

型的な例として自動車を上げている。電子機器レベルのヒューマンインターフェースとは、機械に内蔵されたファームウェア(マイクロプロセッサ)が「人の認知過程に合わせて分かりやすいインターフェースを構成し、多くの内臓機能を自動制御する」ものとして、たとえばビデオデッキのようなものを例としている。コンテンツレベルのインターフェースは、パソコンなどに見られるキーボードやマウスなどの物理的な制約はあるものの、ハードから独立したOSによるソフトウェアで機能処理における汎用性を獲得したものとし、さらにネットワークシステムにおいてハードウェアを感じさせずに「コンテンツに直接コントロールできる感覚のインターフェースを指向しているもの」としている。そしてこのコンテンツレベルにおいても人はコンテンツに直接アクセスするためには何らかのハードを必要とするために道具レベルからコンテンツレベルに至るまで積層したインターフェースが存在する可能性に言及している。

高橋の分類を援用すれば、自動車のインテリアデザインはHMIの視点からは、誕生から1970年過ぎまで機械レベルのインターフェースにとどまっていた。その後、近年までの40年ほどの自動車インテリア(インパネ)の変化は機械レベルのインターフェースから電子機器レベルを経て、コンテンツレベルへの進化の歴史の集積としてみることができる。最も基本的な入力装置であるステアリングとペダルは、本質的な形態デザインにおいて過去から現在まで大きな変化はなく、機械レベルのインターフェースを遵守している。パワー化やコントロールバイワイヤなど機構的に大きな変化があつても、ステアリングなどの主要なインターフェースは機械レベル時代からのデザインを変化させていない。一方、自動車は高額の耐久消費財という商品としての側面も大きい。このため乗員に対する快適性や利便性の向上を目的として、様々な機能と付加価値を追加し発展させてきた。これをインターフェースという観点でみれば、例えはラジオ・オーディオなどからクライメイトコントロールと呼ばれるエアコンなどの快適性機能の操作系は、機械レベルから電子レベルのインターフェースへと変化してきていると見ることができる。主に2000年以降ではナビゲーションシステムの進化やテレマティクスの搭載などで、HMIはコンテンツレベルのインターフェースまで大きく変化してきたといえる。このように現代の自動車のインテリアにおいては限定されて空間の中に、シートなどの道具レベルに近いインターフェースから機械レベル、コンテンツレベルのインターフェースまでが積層された状態で積み重なった空間となっている。

## 2.2 新しいフェーズのインターフェース

2017年7月にUSのEVメーカーである特斯拉社の戦略機種、モデル3の量産ステージへ移行が発表された。基本デザインの発表と予約の開始後、1年近くを経てようやく量産

に入った。報道は、これまでの特斯拉社の高価格帯での富裕層ビジネスからガソリン車に近い価格帯での量販ビジネスへの流れと、一般大衆へEV普及の加速の可能性が中心的話題であり、技術的にはEVでの航続距離220マイルの達成と完全自動運転に対応するハードウェアの搭載などが主要な話題である。しかしそのインパネ(図1)を見ると、ステアリングは存在するもののインターフェースとして用意されているのはi-Padのような1枚の大型ディスプレイの存在のみであり、メーターもオーディオやエアコンスイッチなどの操作類も見ることができない。従来の自動車のインテリアと相當に異なるデザインを示している。これは従来の自動車が備えていた様々な視認系と操作系のインターフェースがコンテンツレベルのインターフェースに統合されたという見方ができる。この点に関しての報道も多少あるが、あくまで大きなスマートフォンのようなマルチの利便性を期待させるような論調である。

現時点においては、このような大型のマルチタッチディスプレイによって車両情報の確認と様々な機能の入力操作が複合的におこなえる機構は、本当に高速での移動体内部のインターフェースとしてふさわしいシステムであるか否かは判断することはできないし、本稿の主旨でもない。おそらく完全自動運転が達成され、かつその状態で常に運転されているのであれば全く問題はないと考えられる。しかし自動運転技術への対応が未だに過渡的な、現在の状態ではまったく問題がないと言い切れない可能性もある。むしろ消費者がスマートフォンなど画面操作に習熟したことが、このようなインターフェースを受容してきていているのだと考えられる。また技術的な側面からはAIスピーカーのように音声認識による対話型の操作系も、今後はさらに普及していく可能性も大きい。このような予測される技術トレンドと消費者の価値観の変化は、現行の量販車を製造している自動車メーカーのデザインにも影響を与えて、今後は否応なく自動車のインテリアにおけるインターフェースのあり方を大きく変化させる可能性がある。このようにHMI視点からの大きな変革期を迎えるという認識が、本稿で自動車インテリアデザインのHMI変化を時系列的に考察しようとする大きな動機である。



図1：特斯拉社モデル3インパネ[2]

## 2.3 考察の対象

2016年には日本市場での乗用車の保有台数は約6140

万台(日本自動車工業会[3])、また人口は1億2700万人弱(総務省統計局)で人口に対する保有比率は約2分の1である。1970年の乗用車の保有台数は約878万台弱(日本自動車工業会)、当時の人口1億467万人(総務省統計局)で1970年台前半には乗用車保有台数が人口の10分の1を超えて本格的な自動車社会を迎える。また1970年の自動車輸出台数72.5万台から翌1971年には129.9万台と急増し1980年には394.7万台[4]にまで成長して日本の経済成長の柱となつた。このように1970年代以降が、日本市場における本格的な自動車普及時期であり、世界においても現在の日本車の評価とアイデンティティを確立していく時代とも言える。このような観点から本稿で取り上げる事例は1970年代以降の日本市場における変化を主な対象としている。

本稿においては特にホンダ及びトヨタ中心として、特徴的な幾つかのモデルを事例として選択し、そのインターフェースの特徴という観点でデザインを考察する。ホンダは日本で最後発の量産自動車メーカーとして、二輪の成功を経て小型領域の車から自動車産業に参入した。他社の比較的大きなサイズの車に対して、自分たちが生産可能である小型サイズの制約の中で対抗しようとした。このためかなり初期の時代から、たとえ小型車であっても大きな車に乗っているような感覚を消費者に付与するため、室内の空間の広さや視界の良さに対する明確な設計思想とこだわりを持っていた。創業者の安全への思想もあり、モビリティとしての安全の確保は最も重要な課題であり、誤りのない操作性に対しても非常に意識的であった。またビジネス上、先行する他社の豊富なラインナップに限定的なモデルで後発として対応するために、他車と異なる魅力や価値の創出に傾注した。この設計思想はインテリアデザインにおいても同様であり、早い段階から独自の価値創出を意識的に遂行していたために、デザイン上特徴的な事例が多い。トヨタ車は常に日本のマスマーケットを牽引した存在であり、日本市場における消費者の自動車に対する一般的な価値観を決定してきた存在と言える。

もちろんホンダ以外の他社でも安全やインターフェースに対する思想はそれほど大きく違っていたとは考えられないが、ホンダの場合は直裁的にそれらがデザイン表現として最終商品にわかりやすく反映されているように見えることが、本稿において主な事例として取り上げている理由である。また筆者はホンダデザインにおいて、インテリアデザインのインターフェースレベルが電子レベルからコンテンツレベルに大きく変化していく時期に、デザイン部門責任者として直接デザイン戦略および個々のデザインの決定に関わってきた経緯があり、これも本稿で取り上げた事例がホンダ車

を中心として記述されたもう一つの理由である。

### 3 機械レベルのインターフェース

#### 3.1 操作系と視認系の分離

最初に取り上げるのは1972年に発売された初代シビックである。図2に見られるように、インパネの大きな特徴はフロントウインド下端に沿って通常のインパネ上部のボリュームを削り取り、そこに大きなトレーを設定していることである。そしてそのトレー上に、運転席の前にはコンパクトなスピードメータとタコメーターで構成されるメータークラスターを設置している。ラジオとヒーターなどは中央部分のインパネのトレー下部に配置される。

視覚構成上は左右のフロントピラの根元の間に一枚の大きなトレーが構成されているように見える。この結果、トレーの前端部分でインパネが大きく上下に分割された構造となっている。さらにメーターも独立したメータークラスターがトレーに載っているように造形処理されているため、この水平基調がより強く強調される。このトレー前端を境として、トレーより上部はメーターなどの視認系、トレー前端より下部にラジオやヒーターコントロールの操作系が配置される。またステアリングもトレー前端の下部から突き出したステアリングポストに固定されているので、操作系がトレー前端の下部にあるという前提を崩してはいない。オプション装備であった時計は、独立した小さなクラスターとして助手席前のトレー上に、ややドライバー側に計器面を降った状態で装備される。このため視認系がトレー前端より上部にまとめられているというゾーニング意識はさらに強化される。またこのトレー形状により助手席の前のインパネのボリュームがほとんどないように感じられるため、空間的な閉塞感が同サイズの他社と比較して少なく、非常に広い開放感を感じることができた。



図2: ホンダ シビック インパネ

これらは当時のいわばスタンダードモデルであるトヨタ社のカローラと比較すると理解しやすい。カローラは1966年に発売され、このシビックが発売される1972年までに累計で250万台近くを売り上げて、日産のサニーとともに日本のモータリゼーションの基礎を作り上げたモデルである。当時の日本におけるユーザーの基本的な車の価値観を作り上げた車とも言える。このカローラのインパネはフロントウインド下端からボンネットの延長線上で、そのボリュームを延長する形状とし

て形成されている(図 3)。上面はパッドで覆われていて、メーターなどの計器類やラジオやヒーターなどもこのパッドの下側の面に配置されている。このインパネのボリューム感とパッドの大きさなどで、乗員にしっかりと囲まれた安心感とデラックスな価値観を与えようと思図されていた。シビックに見られるような視認系と操作系の分離などのゾーニングの意識はあまり感じられない。例えて言えばインパネはインターフェースの機器と言うよりも室内に置かれる立派な家具のような室内の価値観を演出するアイテムとして捉えられているように見える。

このような一般的な価値観の中で、シビックのインパネはトレーの機能性を含めた使い易さと機能性、そしてコンパクトな車とは思えない開放感が評価される一方で、常に安っぽい、価値観がないという評価がつきまとった。



図 3: カローラ インパネ[5]

### 3.2 ピクトグラム、グラフィック表示の採用

1976 年にシビックの上級モデルとして発売されたアコードには、シビックの良さを維持しながらも市場での「価値観に欠ける」という評価を改善しようとする意思が顕著である。基本のトレー形状の持つ開放感を維持しつつより洗練されたデザイン処理や新しいアイテムによってモダンな高質観を実現しようとしている(図 4)。



図 4: アコード インパネ

トレーの使い勝手の良さと開放感は守りつつも安心感のボリュームを表現するために、乗員に対するトレー面の基準高さがシビックよりも若干高く設定されている。このためにシビッ

クでは独立してトレー上面に設置されていたメータークラスターがトレー上面と一体化されパッドで覆われた形状となった。またフロントウィンド下端にはパッド形状のボリュームが設定されてこれがそのままドア上部のパッドに連続していくという造形処理がなされている。このために視覚的にサイド面から前方まで的一体のパッドで囲われているような安心感と開放感のバランスを感じられるようにデザインされている。

大径の 2 連のメーターの中央には車を上部から見たようなピクトグラムが配されている。これはドアやテールゲートの開閉とリンクして状態を知らせるもので、半ドアなどと言われる反ロック状態のウォーニングとなっている(図 5)。現在の表示系においては当たり前に見えるものであるが、当時としては非常に先進的な装備であった。またタコメータ下部にはメンテナンスインジケータと呼ばれる 3 つの小さな窓型の表示がある。これは機械的にオドメーターと連動していて走行距離に応じてオイルやオイルフィルターの交換、タイヤのローテーション時期などを知らせるものである(図5)。内部のドラムが走行距離の増加とともに回転し表示の色をグリーンからイエロー、レッドへと変化させていく。これらの車両情報のグラフィカルな表示は 80 年代から 90 年代にかけてメーターの中心部部位に配置され、次第に大型化と液晶などによるマルチ表示化されて進化していく。このように機械的ではありながら、電子機械レベルのインターフェースを先取りしたデザインで、アコードは北米においてスマートな車という評価を得てホンダにとっての北米ビジネスの礎を築くモデルとなる。



図 5: アコードのピクトグラム表示とメンテナンスインジケータ

シビックに続くアコードの成功で、その後ホンダは急速にモデル数を増加させていく。このために、この頃にホンダ車における基本的なインターフェースを統一していくという活動も行なっている。これはドライバーを中心としてステアリングの右側とステアリングの左側及びセンター部分という 3 箇所のゾーンを設定し、すべてのホンダ車共通に様々なスイッチ類の配置を定めるという活動である。お客様がホンダ車から異なる種類のどんなホンダ車に乗り換ても、スイッチなどを探さずに違和感なしに運転できるようにするという意図があった。ちょうど様々な機能がパワー化され、また新たな機能が次々

に追加されるということが始まった時期でもあったので、この時点での HMI 観点からの操作系配置の統一と整合は意義の大きい活動であったと言える(図 6)。

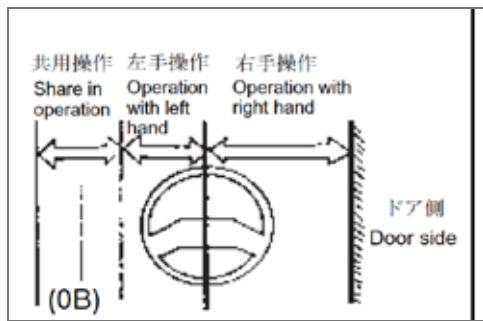


図 6: 各種 SW のゾーニング(部分)

### 3.3 操作系のメータークラスター集中化

初代の成功でシビックはホンダの基盤機種となったが、1979 年に最初のモデルチェンジを迎える。エクステリアデザインは初代のモチーフを拡大する形のキープコンセプトであるが、インテリアはトレインパネを一時的に断念せざるをえない状況があった。欧州の認定条件が変化し、インパネのトレーレーを認めない方向に変化するという情報の存在である。後にこれは認定の取り方で回避できることが判明するが、ちょうど 2 代目のシビックデザインを検討している時期では結論が確定できず、これまでにホンダ車インテリアデザインの特徴となつたトレーレー形状を回避するという形でデザイン方向性を決定せざるをえなかつた。

トレーレーによるボリュームダウンでの開放感は造形的に実現できないという状況で、空間的な開放感の確保のため実質的に極力インパネ全体のボリュームを低減することで助手席前の空間を広げるという手法を選択する。フロントウィンド下端に沿った形で、一定の三角形のセクションで、インパネ本体を極力前後方向のボリュームを抑える形状で設定する。メーターの位置はステアリングに対して空間的な配置が変わらないのでメータークラスターがインパネボリュームから突出する形状となる。そのためこの形状を利用して、メータークラスター両側にラジオやスイッチ類などのコントロール類を集中させ、通常の視界の中でスイッチを確認し、ステアリングから手を離さずに操作系を操作できるというコンセプトを構築した。当時はまだラジオは 1DIN サイズといわれる汎用サイズ( $50 \times 180$ )の軸体にメカニカルチューナーを装備した製品が一般的であった。このシビックにおいてはメカニカルチューナーの取り付け角度を変え、小型化したロータリーラジオと呼ばれる専用設計のラジオを設定することで解決した。しかしヒーター・コントロールなどの操作系は、操作盤の後方にヒーター本体とワイヤーで機械的に結合されていたために空間的な配置は大きく変更することができなかつた。

メーターはターゲットメーターと呼ばれるタコメーターとス

ピードメーターを同軸状に配置した二重のメーター表示が特徴である。このターゲットメーターの採用に関しては、外部の第三者の調査機関において通常の並列配置のメーターと視認性や識別性の比較研究なども行なつた。結果、優位性が高いと判断されて、この 2 代目シビックに先立つて 1978 プレリュードから採用されたものである(図 7)。

このように機械的レベルではあるものの、HMI に関しては後の電子機器レベルのインターフェース表現の萌芽となるようなアイデアと高い意識を持って開発されたが、市場評価は芳しいものではなかつた。ボリュームを抑えたインパネは市場で一般的に広いという評価を得られず、逆にメーターが運転者側に強く突出した印象を与えて、圧迫感があるという評価が多く、またターゲットメーターもコンベンショナルの方が良いという意見がほとんどであった。車の車内のような定型ではなく、かつ複雑なインターフェースを持つ空間においては、広さの感覚は個々の使用者がどこを基準面として感じているかによって大きく異なつてくる可能性が大きい。またあえて意識しなければ見慣れた表示の方が見やすくなるという傾向も大きい可能性があるためと推測される。



図 7: 2 代目シビック インパネとロータリーラジオ、ターゲットメーター

### 3.3 機械レベルのインターフェースまとめ

このように機械レベルのインターフェースが主流であった時代は、まだ様々な快適装備もラジオ、ヒーター程度でパワーハイ化された操作も一部の上級機種に限られていた。このため HMI の視点からは大きな違いがなく、ホンダ車は広さの感覚などの空間的なインターフェースによってその違いを創出しようとしていた。しかしあコードに見られるピクトグラム型のウォーニングの採用や、機械的な構造で商業的には成功しなかつたものの 2 代目シビックに見られるような同軸メーターなど、視認性に対するアイデアの萌芽が次の電子機器レベルのインターフェース時代への架橋的な役割を果たした。

またトヨタなど市場牽引を担う企業においては、例えば飛行機の操縦席のイメージなど、より商品的観点でアピールする様々な感性的デザインが採用され、商品価値としてのインテリアデザインの多様性を生み出していった。

## 4 電子機器レベルのインターフェース

### 4.1 デジタルメーターの出現

80 年代となるとユーザーの価値観の多様化が進み、従来の 2 ボックスやセダンだけではない様々な個性を持った機種が開発された。しかし車内の HMI という視点から見ると従来の機械レベルのインターフェースから大きくは変化していない。80 年代初めには VFD(蛍光表示管)によるデジタル表示のメーターなどが出現する(図 8)。1981 トヨタ ソアラ「エレクトリック・ディスプレイメーター」である。これも主に先端技術イメージの訴求という商品価値としての差異化を目的としたもので、インターフェースとの進化という観点は薄い。この時代、一般的な電気製品はいわゆる電子化が急速に進展し、内蔵ファームウェアによるインターフェースの一つとしてデジタル表示が一般化してきた。このためこれらの先進の技術イメージを付加する上でデジタル表示が選択された。デザイン表現上の自由度という観点からは従来の円形のグラフィックスを基本としたアナログ表示から大きく変化していく。

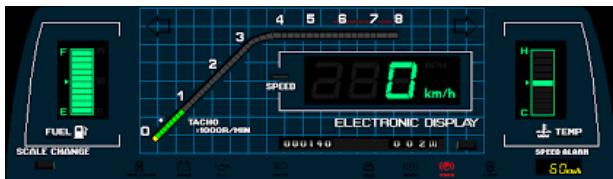


図 8: 1981 トヨタ ソアラ  
エレクトロニック・ディスプレイメーター[6]

しかし市場においてはスピードの認識の容易さを評価する意見と従来のアナログ表示の方が感覚的に認識しやすいという双方の評価が常に存在した。このような市場の声と新しいインターフェース表現の止揚案として提案されたのが、1989 年にトヨタ自動車の最上級車として発表されたセルシオに搭載されたメーターである(図 9)。「オプティロンメーター」または自発光メーターと呼ばれるこのメーターは、OFF の状態ではメーター表示はブラックアウトされているが、ON になるとまず指針が表示画面上に浮かび上がり、次に順次目盛りや数字が時間差を持って円形に浮かび上がってくる。しかも指針と目盛りや数字などの表示はメーター空間内に奥行きのある空間として認識できるようにハーフミラーを利用した虚像表示を組み合わせてある。このため真っ暗な空間内にアナログ的な表示系が光って浮かび上がってくるという新しい表示システムであった。これは先進技術の象徴的なアイテムとして市場においても高い評価を得る。この後、このような技術的には電子機器レベルでありながら表現自体はアナログ的な機械レベルのインターフェースの表現を踏襲した自発光メーターと車両状態のマルチ表示を組み合わせた表示系が上級モデルから順次拡大していく。

表示系のデザインは HMI 視点でいえば第一義的には、いかに素早く正確に情報を伝えるかという観点でデザインさ

れるべきではあるが、実際は商品としての差異の創出の手段として考えられていることが多い。特に 80 年代以降は、例えば家庭用 VTR の普及などに伴い一般家庭用における電気製品のインターフェースが電子機器レベルへと変化していった。自動車車内においてもデジタル表示の出現や差異化の為の細かなデザイン表現の手段が多様化してきたが、消費者の嗜好やコスト制約、安全上の懸念などの理由でインターフェースとしての顕著な変化は 2000 年代までは見ることができなかった。



図 9: 1989 セルシオ「オプティロンメーター」[7]

### 4.2 虚像表示メーター(ヘッドアップディスプレイ)

運転者にとって最も重要な情報は外視界の情報と考えると、この外視界の視野の範囲内に必要な情報が表示されていれば理想的と考えられる。これを実現しようとしたのが虚像表示メーターまたは HUD(ヘッドアップディスプレイ)と呼ばれる表示計であった。これはメーターバイザー上部などに設置された VFD(蛍光表示管)表示のスピード表示などをフロントウインドの一部にプロジェクターを利用して表示するものである。その際にハーフミラーなどを利用し、表示を虚像として遠方に焦点を合わせる様に設計することで、外部視界からの焦点距離の変化による目の負担を軽減しようとするものであった。コンセプトとしては、新たなインターフェースのあり方として自動車のインテリアを大きく変える可能性があるという期待もあったが、80 年代当時としてはコストの高さと技術としての不完全さ(背景となる外部の明るさによって視認性が落ちる状況がある、運転姿勢によりうまく虚像が見えないことがあるなど)によって、あくまで目新しい付加価値機能という位置付けしか得られなかった。このため高価なオプション装備として一部の高級車に用意されていただけであった。オプションとして装備された機種においても当然ながら従来のステアリング内側にコンベンショナルなメーター表示が装備されているため、表示系のインターフェースの考え方を大きく変えるようなインパクトはなく、次第に装着機種も減少していった。

### 4.3 センターメーター

1999 年に発売されたトヨタ自動車のヴィッツは同社にとって全く新しい全世界向戦略的スマートモデルであった。こ

のインテリアに採用されたセンターメーターがインターフェースの観点からは新しい提案性を備えていた(図 10)。センター配置のメーターそのものは 1950 年代から 1960 年代の欧洲車に幾つかの例がある。仏ルノー社の 4CV や英 BMC のミニなどが代表例である。しかしながらこれらはインターフェースという観点よりも効率化の観点から採用されていた可能性が高い。このヴィッツのセンターメーターも採用理由の一つには世界戦略車という理由によるワイヤーハーネスなどの効率化なども考えられるが、もう一つにメーターの視認性の向上が謳われている。通常のステアリング内側のメーター配置においては外部視界からの視線移動量、特に水平方向からの視線の見下げ角度が大きい。このヴィッツのようにコンパクトカーの車体サイズの中で、後席での室内の広さを確保するためにやや着座位置を高くした場合は、この視線移動量はさらに大きくなる傾向がある。これを避けるためにステアリング上部にメーターを設置すると今度はメーターによって大切な正面の外部視界が妨げられてしまう。このために運転者から見てセンター側のステアリング外側、インパネのセンター部分の上部にメーターを配置することで、外部視界を妨げずに視線移動量を減らすことを意図している。またこの位置であるとメーターユニットを極力フロントウインド下端に近い、すなわち運転者から遠い位置に配置できる。このため細かな表示などは多少判別が難しくなるものの外部視界からメーター視認に移動する際の焦点距離調節の負荷が減る。

この利点をさらに強化するためにヴィッツは虚像表示メーターを上級バージョンに用意して、焦点距離をさらに約 1.5m 遠方に設定した。人間の目は常に細かく動いているが、上下方向よりも左右方向の移動の方が目の運動速度が早いという特性もある。このセンターメーターはこれらの人間の認知特性も考慮した非常に巧みな提案であった。



図 10: 1999 トヨタ ヴィッツ  
センターメーター虚像表示タイプ[8]

トヨタは 2003 年の 2 代目プリウスで、このセンターメーターをさらに進化させて搭載する。このプリウスはハイブリッド車を世界中に向けて普及させるための重要な環境戦略モデル

であり、トヨタの先進性を世界中に訴求する役割を持っていた。当然にインテリアデザインにおいてもインターフェース観点からも戦略的な提案がなされていた。メーター表示系はデジタル表示を主体とした薄型をフロントウインド下端に沿って配置され、その手前側のインパネ上部に画面タッチ入力方式のナビゲーションを設置している。

もう一点、HMI の観点で画期的であったことはステアリングのセンターPadの左右に配置された多数のリモートコントロールスイッチである。ステアリングから手を離さずに、指先だけのストロークでほとんどの入力操作が可能となっている(図 11)。元来、機械的なインターフェースが中心であった過去の自動車のインテリアデザインにおいては、入力操作の確実性と入力の確実なフィードバックのために比較的ストロークが大きいプッシュスイッチや機械的機構のスライドスイッチ、大きめのノブを回転させるというような入力操作が主流であった。一般の家庭内においては 70 年代からマイクロスイッチを利用した家電製品などが順次一般的となっていましたが、自動車のインテリアにおいては 80 年代中頃から快適機能の多機能化やオート化などにより上級車種から少しづつストロークの小さいマイクロスイッチが採用されるようになっていた。このプリウスが最初にこのようなステアリングのリモートコントロールスイッチ類を導入したわけではない。90 年代から順次上級車から導入されてきた。ただ当初はステアリングのセンターPadの両脇に、他の車内の従来スイッチ類と同様なストロークの大きな機械レベルのインターフェース的スイッチを配したものであり、また操作できる機能も限定的であった。このプリウスの成功によってコンパクトサイズの機種にもこのようなステアリングリモコンスイッチが普及していくきっかけとなりまた入力操作も一気に多様化していく。



図 11: 2003 トヨタ プリウス  
センターメーターとステアリングスイッチ[9]

#### 4.4 マルチプレックスメーター

90 年代以降はバブル崩壊に伴う経済状態の悪化や一般消費者の大きな価値観の変化により、自動車業界でもコスト削減や業務効率化が進む。ホンダにおいても同様の活動が様々な部門で実行された。特にコスト削減活動でホンダのインテリアデザインは部品流用など大きな制約を受けて、それ

までの独創性や高質感といった市場評価を失った。このため 2000 年以降から戦略的に再構築を図ることになる。

その際にナビゲーションなど導入や様々な機能追加によって生じていた、インテリアデザインにおける機械レベルからコンテンツレベルまでの異なるレベルのインターフェースを再整理して、魅力を創出すべく導入したのが「瞬間認知」と「直感操作」の考え方である。そのデザインとしての主要な提案がマルチプレックスメーターとプログレッシブコマンダーであった。プログレッシブコマンダーについてはナビゲーションの項で後述する。

自動車のインパネには多様な質の情報が表示されている。スピード、エンジン回転数、走行距離、残燃料、エンジン水温などの走行・車両情報にはじまり室温、外気温、エアコン設定温度、ラジオの選択局、流れている音楽の題名、多々あるナビゲーション関連情報、またメールの着信やメールの内容まで表示してくれる機能もある。このような情報表示が雑多にメーターパネル上やコンソール上に恣意的に配置されている状況があつた。

「瞬間認知」の考え方はこれらの情報を再分類し、最も運転上必要な外部情報を最上位として情報プライオリティによって情報の表示位置のランク付けをしていくとしたものである。単純に言えば重要な情報ほど上方に配置して、外部情報からの視線移動を少なくするという考え方である。運転姿勢を保ったまま運転者の目の水平方向を外部情報の位置と仮定すると、その水平線と運転者の目と情報表示位置を結んだ視線の挟み角度を極力小さくすることで視線移動の時間と空間を短縮していく。狭い表示範囲に集中的に雑多な情報を詰め込むと、瞬時にその情報を判別して認識することが困難となる。このため例えば走行系情報や車両情報、快適性のための情報など情報の質と内容によって情報をある程度グルーピングし、またそれぞれの情報表示を大型化すると同時に分散させて表示することを目指している。これは視線を動かすべき場所と取得する情報を関連付けることによって、必要な情報へのアクセス時間や認識の時間の短縮化を意図した結果でもある(図 12)。

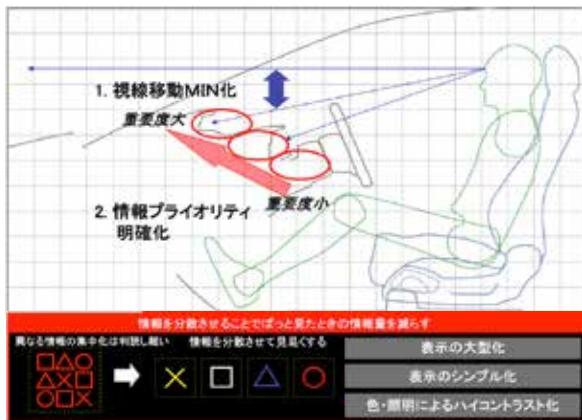


図 12: 「瞬間認知」

実際の商品化に当たっては「マルチプレックスメーター」という名称で、2005 年の US 及び EU 向けのシビックから始まり、ステップワゴンやフリードのミニバン系機種、その後インサイト、クラリティなどの全世界環境戦略モデルに搭載された。従来のメーターの表示情報の中で最も重要なスピード表示をデジタル化し、他の情報と分離して運転者から見てステアリングの上方となる位置に設置した。これにより運転者は通常の外視界における視野の下端位置に常にスピード表示を見ることができるようになった。通常のステアリング内部にはエンジン回転計などの他の車両情報などを配置している。またオーディオやエアコン、またはナビゲーションなどの助手席の乗員と共有する可能性の高い情報表示は車両情報と表示と同じ高さでセンターコンソール側に表示している(図 13)。



図 13: 2005 シビック マルチプレックスメーター

このマルチプレックスメーターのような情報の上方配置考え方とは、特にアイポイントが相対的に高くなるミニバン系などの車種においてメーターの見下ろし角度を低減させることに有効であり、2005 ステップワゴンや 2008 フリードなどにも順次適用された。しかし基本的なコストがかかるためにデジタルの表示系などは上級バージョンのみの装着しか実現できなかつた。このため廉価バージョンには同じ位置にコンベンショナルな機械的表示の設定をせざるを得ず、限られたスペースでのコンベンショナルな機械的メーター表示では半円形などの表示を採用せざるをえなくなり、価値観を上げることが難しかつた。またステアリングの上下及び前後の調整機構、シートの上下調整機構などの細かく複雑な着座調整機構が一般化されたため、場合によってはステアリングによって上下どちらかのメーターが見え難くなるという現象も生じた。このため結果的にその利点よりも不満の声が多くなり、マーケティング的な観点から通常のステアリング内に設置された、より表示の演出性に優れる自発光メーターに移行していく。

#### 4.4 電子機器レベルのインターフェースまとめ

80 年代以降には、一般の家庭用家電の電子機器化にや

や遅れるような形で自動車内のインターフェースにも次第に電子機器レベルのインターフェースが普及していくが、これを大きく主導して行ったのはデジタルメーターから始まる表示系の変化である。コストなどの課題もあって普及は上級モデルからというのが通常であった。しかしトヨタのプリウスは車体サイズこそコンパクトクラスに近かったものの、ハイブリッド機構の搭載などで、価格は上級車に近いものがあった。このためハイブリッドの先進性訴求と高価格帯での価値訴求を狙いとして、インテリアにもインターフェースに関する新しい様々な提案が行われた。このプリウスの大ヒットによって、新たなインターフェースが一気に普及して行ったという功績が大きい。もちろん背景には消費者の受容性の変化もある。パソコンなどの一般への普及で、新たな表示の在り方に対する忌避感が低減し、むしろ先進の表現と考えるようになってきたことも一因であろう。

操作系に関しては、80年代からの快適装備の自動化や多様化(オーディオ関係の充実)と増加により、マイクロスイッチの利用によるスイッチ類のストロークの低減と小型化などが進展する。当初は自動車という移動体での誤操作防止のためにシングルタスクのスイッチが主体であった。しかし快適昨日の急激な増加に、これらのスイッチだけでは対応できず、次第に様々なマルチタスク型のスイッチが提案されるようになる。この傾向は次のコンテンツレベルのHMIにおいてさらに顕著なものとなる。

## 5 コンテンツレベルのインターフェース

### 5.1 ナビゲーションの導入

80年代後半には消費者の高級志向に伴って車内の多くの機能がパワー化及びオート化の方向に変化した。自動車技術の進化に伴い、走行性能の向上や様々な快適機能や新たな便利機能などの追加も目立つが、これにより自動車車内にも電子機器レベルのインターフェースが導入されてくる。オーディオやオートエアコンのコントロールなどが代表的であるが、自動車の車内という特性を考慮して、操作の確実性を重視し、基本的な操作系のインターフェースは機械レベルのインターフェースを踏襲したものがほとんどであった。しかし唯一、ナビゲーションシステムが全く新しい車内機能として、電子機器レベルのHMIを自動車車内に持ち込んだ最初の機器であった。初期のアフターマーケットにおけるナビゲーションシステムのHMIは家庭の電子機器レベルのHMIをそのまま転用したものもあり、インターフェース機能という面からは、やや混乱していた時期もあった。しかしナビゲーションシステムは急速な発展を遂げ、ナビゲーション機能そのものの進化にとどまらずオーディオや他の車両走行情報などとの一体化を経て、コンテンツレベルのHMIへと急速に変化する。

1981年にホンダは世界初の機構として、現在のナビゲー

ションシステムの原型と言える「エレクトロジャイロケーター」を発表する(図14)。ガスレートセンサーによって自車の運動の変化を計測し、CRTディスプレイ上にその軌跡を表示する。そのディスプレイ上に透明フィルムに印刷された地図を載せることで車の位置を判別するというシステムであった。このエレクトロジャイロケーターを発展させて、本格的ナビゲーションシステムとして初めて量産車のインパネに搭載されたのが1985年発表されたレジェンドである。このレジェンドにおいて、ナビゲーションシステムは、オプションとしてインパネ中央の上部にもうけられた蓋付ポケットの蓋を専用のCRTディスプレイケースに置き換える形式で設置された。インパネに完全にインテグレートされる形式で、インパネの形状やボリューム感を損なわずに一体ビルトイン方式となるのは1989年の2代目レジェンドにおいてである(図16)。機器全体のサイズは2DINサイズ(100×150)を一回り大きくしたサイズの中央に5.6インチのCRTディスプレイを配置し、ナビゲーションの操作系はハードキーとして機能で左右に振り分けられてレイアウトされている。

この後、電機メーカーを中心にGPSを利用した位置検索と液晶ディスプレイによって廉価で簡易な取り付けを特徴とする市販の後付けの汎用型ナビゲーションが発売され、アフターマーケットにおける売れ筋商品として市場を席巻し、ナビゲーションシステムが自動車の新しい機能として急速に一般に普及していく。



図14: 1981 ホンダ エレクトロジャイロケーター



図15: 1990 ホンダ レジェンド  
(インパネに一体化されたナビゲーションシステム)

### 5.2 ナビゲーションの電子機器レベルのインターフェース HMI の視点から見るとこのナビゲーションの操作系は大き

な課題をはらんでいた。長い間、自動車内のインターフェースは前述の機械レベルでのインターフェースが中心であった。身体的に見ればステアリングを回転させるとか、ペダルを踏むというような腕や足といった身体の大きな部位を使用するインターフェースが中心であり、時々方向指示やヒーター、ラジオ操作などノブをまんだり回転させたりという、身体的には手を使用するインターフェースが加わるというものであった。またこれらのフィードバックも車が進行方向を変化させ、加減速するといった直接的に身体レベルで車両自体の動きの変化を感じられるものである。しかし、このナビの登場によって初めて電子機器レベルのインターフェースがこれに加わる。

従来の自動車インテリアにおける機械レベルでのインターフェースでは、常に振動している空間という自動車空間の特性のために入力操作の冗長性を確保し、安全かつ確実に操作することを主眼として、操作系は例えは回す、つまむ、押し込むなどの機械的な大きなストロークで確実に操作するように設計されてきた。またその操作系の位置も目で確認しなくとも触れることでわかるように配慮されていた。しかしこの電子機器レベルのインターフェースを持つナビゲーションは、ユーザーは画面の状態を目で確認し、指先で必要な入力操作を行う。選択肢の多さとそのスペースの問題もあり、初期においては画面の周囲に細かなマイクロスイッチが並んだような形態のものが多かった。このため普及初期の汎用製品にはTVリモコンのような別体のリモコンを操作系としているものも見受けられた。また入力のフィードバックは従来のような車両の動きの変化ではなく、ディスプレイ画面上の変化(画面遷移)として表示される。操作者はこれを確認して次の操作を決定し、再び正しいスイッチを選択して次の入力が行われる。このループを数回繰り返すことで初めて目的に達することができる。

ビジネスとしてみるとナビゲーションはオプション商品としては非常に高額であり、また急速な市場の拡大と潜在的可能性的高さが見込めたことから、90年代前半には純正品と市販品の激しい進化競争が繰り広げられた。普及の初期においては、市販ナビゲーションはインパネ上部に設置するディスプレイ一体型の簡易ナビと呼ばれるタイプが、廉価であることを理由に非常に大きな広がりを見せた。しかし純正ナビとの機能競争においては市販タイプのナビゲーションの高機能化と機能拡大のスピードは早く、90年代後半にはオーディオ機能を内蔵し、各車の純正オーディオのスペースに換装する高機能タイプが主流となる。また純正はその特徴を活かすために市販モデルでは実現できない様々な車両情報との融合を目指すようになる。

## 6 コンテンツレベルのインターフェースの進化

### 6.1 二分化したインターフェース

1990年頃からのナビゲーションの本格的な普及は日本市場においては、約10年で市販と純正を合わせて170万台ほどの市場まで成長する。この後も急激に市場は拡大し2006年には410万台を超える、2013年には出荷台数は547万台弱規模となる。現在は7割程度の乗用車にナビゲーションが搭載されている[10]。またナビゲーション機能競争による機能強化や機能追加に伴って、90年代後半には内部の構成はほぼ小型のコンピューター同様のシステムとなりインターフェースもコンテンツレベルに変化していく。このころまでにナビのインターフェースに関してはほぼ大きく二種類のタイプに二分してきた。ひとつは画面タッチ入力を主としたものともうひとつはハップティック入力と呼ばれるリモートコントロール機能による操作のタイプである。

画面タッチ方式は画面の周囲に配置されていたハードキーを技術進化によって画面内のソフトキーに置き換えたものである。ハードキー部分が不要となり、ひとつの基盤回路で構成できることから比較的低コスト生産可能であり、また画面の遷移にしたがって必要なスイッチのみを画面内に表現が可能であるなどコストと使い勝手の良さが特徴である。しかし自動車のインターフェースとしてみるといくつかの課題がある。入力の為には画面内に描かれた2次元のスイッチ位置を確認するために必ず画面を見なければならないということである。また入力のフィードバックのために再度画面を確認する必要がある。また常に振動している車内空間においては画面に表示される2次元のスイッチを間違いなく押すためには入力時にも指先を見続けなければならない。画面遷移によって必要なスイッチが現れるので、必然的に画面注視時間が長くなる傾向がある。また運転姿勢を変えずに画面に触れる必要があるために運転者のリーチや視認性確保のために画面(操作系)の設置位置に大きな制約が生まれる。また入力操作のために画面に反射よけのバイザーなどを設置していく、状況によっては日光を反射してナビ画面が見え難いことがある。また画面が指紋で汚れることが多いなどである。

このような課題はあるものの、リモートコントロール機構の配置に困らない構成上のシンプルさと一体化によるコスト低減の可能性の大きさにより、オーディオとの換装による搭載などが一般化したアフターマーケット市場においては画面タッチ方式が一般的となった。また量販車メーカーもOEMにより市販モデルを一部変更して純正品として販売し、またディーラーによる市販品装着との互換性のために画面タッチ方式を採用していた。この結果、市場においては次第に中小型車を中心に画面タッチ方式が主流となる。

ハップティックに代表されるリモートコントロール方式は、見やすさに直結する画面設置位置やサイズの自由度の高さと

いう良さを維持し、細かなボタンの羅列というリモートコントロールスイッチの欠点を改善しようとして改良された方式である。このハプティックと呼ばれる進化型のリモートコントロールタイプのインターフェースは欧州の高級車メーカーを中心として最初に搭載された。視認系(画面)と操作系を完全に分離することによって画面の設置位置に大きな自由度を与え、かつ操作系(ハプティックリモートコントロール)はセンターコンソールなどのアームレストに腕を乗せた状態で、運転姿勢を崩さずに自然に操作できる位置に設定されていた。画面に手を触れる必要がないので、例えばメーターと並列にナビ画面を設置することや、運転者の視界に入りやすいフロントウィンドの下端などに設定することが可能となる。またナビ画面にメーター同様の反射防止バイザー、反射防止ガラスなど装着することも可能で画面の視認性は大幅に向かう。このハプティックリモートコントロールのインターフェースは自動車専用の入力機構として新たに考案されたものである。機械レベルの他の自動車内のインターフェースに近づけるために回転と8方向にスライド機構などを持つ大きめの円筒形マルチコマンダーをメインスイッチとして、幾つかのモード切り替えスイッチと組み合わせて入力操作を行うものである。コマンダー内部に幾つかのアクチュエーターを内蔵してフィードバックや入力のガイドを行う。この機構は自動車専用として、他の機械レベルのHMIに近い入力操作を実現していたが、コストが高いのと従来にない新しい入力操作であるため初見での操作性の理解が難しいことが難点であった。

ホンダでは、大きな面積を占めるナビ画面が遠方に自由に配置可能となり室内の開放感につながる点と、視認性や走行中の操作性などの総合的なHMIの観点の優位性から、独自にこのリモートコントロールのハプティクタイプの開発を行った。「直感操作」という目標を掲げて、より簡易で扱いやすい独自のプログレッシブコマンダーと呼ぶシステムを完成させ、US上級モデルや国内の戦略モデルから搭載した。しかし基本コストの高さとディーラー装着ナビゲーションなどのアクセサリーパーツとしての対応のために、低価格帯のモデルまでは装着を広げることができず画面入力タイプも同時に開発せざるを得ない状況であった。

## 6.2 プログレッシブコマンダー

ホンダのプログレッシブコマンダーの基本的な機構は、家庭用ゲーム機などに使用されていた8方向への入力ジョイスティックに左右回転操作とプッシュ機構を追加された大型ノブと右に2つ(目的地、現在位置)、左側に3つ(戻る、画面、メニュー)に振り分けられたメニューボタンで構成される。機種によりそれぞれのインパネに合わせてデザインは異なるものの基本機能と配置は全て同一である(図16)。これはデザイン部門の自主研究提案から実用化されたものであった。設計部門はコスト低減と販売ディーラーにおける市販ナビとの互換性のために画面タッチ方式を本命視していた。この

ためプログレッシブコマンダーのプロトタイプを作成し、外部機関による画面タッチ方式との比較テストを実施した。結果、操作時間、視認時間とともにプログレッシブコマンダーの優位性が証明され、正式の開発に移行する。これは2003年の3代目オデッセイから搭載され、インパネと一体感を持って組み込まれたデザインも寄与して、当時は1割レベルであった純正ナビの装着率を一気に3割レベルにまで引き上げた。



図16: ホンダプログレッシブコマンダー

ホンダでは、当時このシステムを音声認識による入力とフィードバック、大型ディスプレイとこのプログレッシブコマンダーを複合的に組み合わせた視覚、聴覚、触覚による3Dのインターフェースと表現していた(図17)。戦略的にUS上級機種と国内の上級機種から次第に適用機種を拡大していく。しかしビジネス上は販売ディーラーにおける画面タッチ方式の廉価市販ナビの装着も考慮して開発する必要があり、また世界中にナビゲーションの需要が拡大する中で、プログレッシブ方式と画面タッチ方式の二種類の同時開発が大きな負担となる。また元来純正ナビゲーションの装着率が低くかつコストの制約が大きいコンパクトモデルや軽自動車にまでは拡大することは困難であった。

2007年に発売されたアップル社のiPhoneを始めとするスマートフォンの急速な普及で画面タッチの入力方式がコンテンツレベルのHMIとして急速に一般化する。またスマートフォンそのものにコンテンツとしてナビゲーションが内蔵されると特に軽自動車を始めとする低価格帯のモデルでは純正のナビゲーションは汎用製品と互換性のある画面タッチ方式の2DINオーディオサイズのモデルのみとなる。



図 17: プログレッシブコマンダー3D インターフェース

### 6.3 コンテンツレベルのインターフェースの進化

大きく二種類の入力方式でナビゲーションは技術進化してきたが、そのどちらにおいても単にナビゲーションの機能だけでなく様々な車内機能をコントロールするインターフェースとして発達してきた。最初に取り込まれたのはラジオ、オーディオなどの音楽機能であった。初期のナビゲーションは地図のデータベースとして CD を利用していたこともあり、技術的に親和性が高かった。これを利用して市販ハイエンドモデルが、純正のオーディオと換装する設置を実現するために音楽機能を充実させてきたという経緯があった。また純正ナビゲーションも市販モデルとの競合のために多彩な音楽機能を一体化させてきた。特に純正ナビゲーションは市販にできない機能を取り込んで競争力を上げる戦略をとったためにさらに車両情報や走行モードの選択、エアコンなどの細かなコントロールなどもナビゲーション画面上でのコントロールを可能とするべく進化してきた。この結果、特に純正ナビゲーションの装着比率が高い上級車において、入力方式のいかんにかかわらずナビゲーションパネルが車内状態や車両走行モードのコントロールセンター化し、コンテンツレベルのインターフェースとして存在するようになる。またナビゲーションの一部表示をオンデマンドで同時にメーター内にも表示するような機能も装備され表示系の多様性が進む。

ナビ普及の初期においては、基本的に通常はナビゲーションであるが、メニューボタンにより機能を選択し、その後の階層をモダルシナリオ的に進んでいくような画面遷移構造が多かった。しかし機能が増えれば増えるほどこの階層構造が複雑なものとなり、画面遷移の設計がナビゲーションの使い易さを決定する大きな要因となった。その後インターネットとの接続などの通信機能を持つようになるとメールなどの表示や読み上げ機能なども装備されることが当たり前となりさらにコンテンツレベルのインターフェース化が進展する。

またユーザー側もスマートフォンやタブレット PC が日常

的な存在となるにつれて、自動車車内においても画面に触ることで入力するという行為に忌避感がなくなり、表示と操作を同時に行うようなインターフェースを至極当たり前のものとして捉えるように急激に変化してきている。その結果、たとえば 2016 ホンダのクラリティ(図 18)や 2017 トヨタのプリウス PHEV(図 20)など先進的な技術を謳うモデルにおいては、センターコンソール上にナビと一体化したこのようなマルチインターフェースをコントロールセンターとして装着する例が散見するようになった。これらは複雑化した様々な車内機能や走行機能の詳細な設定や操作を、画面を操作して様々に表示とスイッチを変化させることで入力操作とフィードバックの確認を行うことができる。車内のスイッチ類の大幅な低減化が可能となった。反面、このようなマルチタスクはその画面遷移やコンテンツの複雑さのために初見では戸惑うユーザーも存在する状態を生みやすい。

そして前述のテスラのモデル 3 である。このモデルにおいては更にメーターなどのステアリングやペダルを除いたすべての視認系と操作系インターフェースをセンターの大型の画面に一体化している。本稿では、前述のように機能としてこのインターフェースの可否を述べるつもりはないが、これまでと異なり完全に視認系と操作系を一体化したインターフェースという自動車車内における新たな段階を示唆していることは間違いないと考える。それでも、本質的には変わらないステアリングとペダルという機械レベルのインターフェースは存在する。この機械レベルとコンテンツレベルのインターフェースの共存する高速移動空間が HMI の観点から今後どのように変化していくのかは非常に興味深い。



図 18: 2016 ホンダ クラリティ[11]

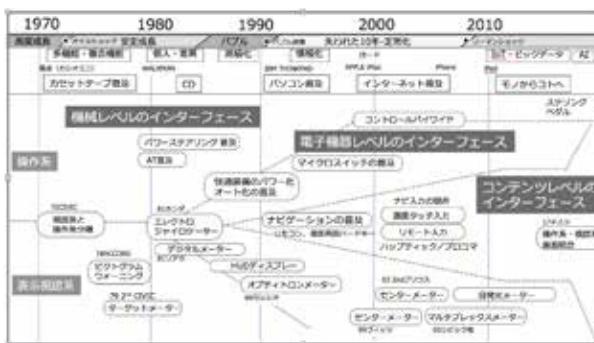


図 19: トヨタ プリウス PHEV[12]

## 7 おわりに

以上のように 1970 年代から現代に至る自動車車内のインターフェースの変化を、機械レベル、電子機器レベル、コンテンツレベルの 3 段階で、特徴的なモデルを事例として概説してきた。これを人の身体的インターフェースとして考えると、腕や足などの人の比較的大きな部位を使用した冗長性の高い入力を行う機械レベルから、つまむ、回す、押し込むなどの手の操作による電子機器レベルのインターフェース、そして指先の入力であるコンテンツレベルまで身体の運用レベルもまた大きく異なっていることがわかる。個人的にはこのようなインターフェースのレベルや身体運用のレベルを瞬時に切り替えたりすることは、人間にとって負担が大きいのではないかという仮説も持っているがそれは本稿の趣旨ではなく、本稿の目的は自動車車内におけるインターフェースレベルの変化の全体イメージの概観である(表 1)。

表 1: HMI 視点から見た自動車インテリアのデザイン変化



自動車は車種の幅も広くまた価格帯も広く分散している。このためこのような変化イメージ図が時系列的にすべてのクラスの自動車に同じように適用することはできない。しかし概ね大きな全体の流れとしては捉えることができると思われる。本論は事例選択もやや恣意的な部分もあり、あくまで定性的に変化をとらえた試論であるが、今後より多くの事例を検証することで定量的にその変化を見ることが可能となると考えている。

自動車のインテリアデザインはエクステリアデザインに比較して、ほとんど語られる機会が少なく注目度も低い。しかしデザインという観点で見た場合、布のようなソフトな素材から金属、プラスチックまで多様な素材が使用され、またシートのような道具レベルからナビゲーションのようなコンテンツレベルまで人と機械の様々なレベルのインターフェースが存在している。インパネデザインの価値という観点では、消費者は商品としての感性的な価値で判断する場合が多く、単にインターフェース機能に特化することもできない。安全に関する各国法規なども多く、部品点数と種類も多いために自動車の内部という非常に限定的な空間は、他の分野の空間構築と比較にならないレベルで多くの時間と工数を費やして開発さ

れている。本稿で示したように近年ではインターフェースという観点でもその変化が著しい。今後、自動車は自動運転や EV 化など大きな技術変化が予測されている分野でもある。機械レベルとコンテンツレベルのインターフェースの共存する空間が HMI の観点から今後どのように変化していくのか注目していきたい。

## 参考文献

- [1] 高橋靖, デザイン辞典, 朝倉書店, pp.636-637  
情報デザインの広がりとヒューマンインターフェース, 2003.
- [2] 図版引用,  
<https://www.businessinside.jp/post-100548>
- [3] 日本自動車工業会自動車保有台数,  
[http://www.jama.or.jp/industry/four\\_wheeled/four\\_wh\\_eeled\\_3t1.html](http://www.jama.or.jp/industry/four_wheeled/four_wh_eeled_3t1.html)
- [4] 自動車輸出台数,  
<http://shouwashi.com/transition-exportofcar.html>
- [5] 図版引用,  
<https://clicccar.com/2016/09/26/402055/>
- [6] 図版引用,  
[http://www.geocities.jp/digital\\_meters/soarer1\\_1.tml](http://www.geocities.jp/digital_meters/soarer1_1.tml)
- [7] 図版引用,  
<http://minkara.carview.co.jp/userrid/129373/blog/2223272/>
- [8] 図版引用,  
<https://blogs.yahoo.co.jp/petroleum/11309459.html>
- [9] 図版引用,  
<http://news.livedoor.com/article/detail/4859217/>
- [10] 「平成26年度版情報通信白書」(総務省)「車と ICT」  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc141320.html>
- [11] 図版引用,  
<http://www.honda.co.jp/CLARITY/>
- [12] 図版引用,  
[http://toyota.jp/priusphv/interior/navi/?padid=ag341\\_from\\_priusphv\\_top\\_navi01#](http://toyota.jp/priusphv/interior/navi/?padid=ag341_from_priusphv_top_navi01#)
- [13] 岩倉信弥, かたちはこころ—本田宗一郎直伝のモノづくり哲学, JIPM ソリューションズ, 2009.
- [14] 土居俊一, 特集①: 分野别人間工学の現状と将来(1)  
—自動車分野における人間工学研究の現状と将来—,  
人間工学 Vol.50, No1('14), 2014



## 2つ超音波振動を用いた溶接残留応力の低減

越水重臣\*・青木繁\*\*・栗田勝実\*\*

### Reduction of Residual Stress on Welded Joint Using Two Ultrasonic Vibrations

Shigeomi Koshimizu\*, Shigeru Aoki\*\*and Katsumi Kurita\*\*

#### Abstract

Welding is widely used for constructing many structures. Residual stress is generated near the bead. Tensile residual stress degrades the strength of a structure. The authors of this paper have proposed a method of reducing residual stress using vibration during welding and applying it during the welding of thin plates. Residual stress is better reduced when a larger amplitude of the vibration is used. In this paper, repair welding of the mold is considered, and the surface of a thick plate is welded. Two ultrasonic vibrations are used to realize large amplitude and the reduction of residual stress is examined. Residual stress is reduced more than when using ultrasonic vibration. Next, the advantage of the method using two ultrasonic vibrations is examined statistically. The reduction probability of residual stress is obtained. The reduction probability of the method using two ultrasonic vibrations is very high. By the *t*-test, it is demonstrated that the method using two ultrasonic vibrations is more effective than that using one ultrasonic vibration for the reduction of residual stress.

Keywords: Joining, welding, residual stress, ultrasonic vibration, probability, *t*-test

#### 1 はじめに

溶接は多くの構造物に用いられている接合法であるが、溶接は局部的に熱を加える加工法であるために、溶接部附近に残留応力が発生する[1]。表面に生じる引張残留応力は部材の疲労強度などに悪影響を及ぼす[2]。そのために、引張残留応力を低減する方法が研究され、熱処理やショットピーニングなどが実用化されている[3]。一方で、振動を加えて残留応力を低減する方法が注目され、研究成果が報告されている[4-6]。

著者らはこれまでに薄板の突合せ溶接において低い振動数の入力を用いた実験を行った[7]。その結果、入力の振幅が大きい方が引張残留応力を低減することを明らかにした[8]。この方法をブロック材のような厚板に応用する場合には重量があるために、超音波振動の方が振動を加えやすい。厚板にも溶接が用いられていることから、ブロック材にひとつの超音波振動を加えながら溶接することによって残留応力が低減されることを確かめた[9]。さらに残留応力を低減するためには超音波振動の振幅を大きくする必要がある。しかしながら、超音波振動発生装置の性能の関係でさらに振幅を大きくすることが不可能であった。薄板であれば低い振動数の振動を重畠して振動を大きくする方法がある[10]。しかしながら、厚板を低い振動数で振動させることは困難であるた

め、2台の超音波振動発生装置を用いて振動を大きくすることを考えた。この方法によって引張残留応力がさらに低減されれば、ブロック材の疲労強度が改善され、信頼性が向上する。この方法はたとえば金型の補修溶接に応用することができる。金型の補修には溶接が用いられている[11]ことから、溶接部から亀裂が入ることを防ぎ、金型の寿命を延ばすことができる。2台の超音波振動発生装置の振動数について、同じ振動数の場合には溶接部で振幅が大きくなるように調整する必要がある。さらに、超音波振動発生装置が共振現象を起こすために、使用上好ましくない。そのため、2台の超音波振動発生装置の振動数を離す必要がある。

本研究では上記の観点から、厚板の溶接の際に振動数の異なる2つの超音波振動を加えることによって引張残留応力を低減する方法を提案し、ひとつの超音波振動を加える方法に対する優位性を明らかにすることを目的としている。まず、超音波振動を加えながら溶接する実験によって2つの超音波振動を加えた方がひとつの場合よりも残留応力が低減されることを明らかにした。さらに、残留応力に統計的変動があることを考慮して、残留応力の低減確率を求め、高い確率で残留応力が低減されることを明らかにした。また、*t*検定によって2つの超音波振動を加えることの優位性を確認した。

Received on September 25, 2017

\*産業技術大学院大学, Advanced Institute of Industrial Technology

\*\*都立産業技術高専, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

## 2 超音波を利用した溶接残留応力の低減実験

### 2.1 実験方法

本報では、厚板に 2 つの超音波振動を加えながら溶接し、ひとつの超音波振動を加えながら溶接した場合の引張残留応力と比較する実験を行った。

図 1 に溶接用試験片の寸法を示す。材質は一般構造用圧延鋼材(SS400)とした。圧延時に生じる残留応力を除去するために、850°Cの温度で 3 時間保持し、その後 24 時間かけて炉冷した。

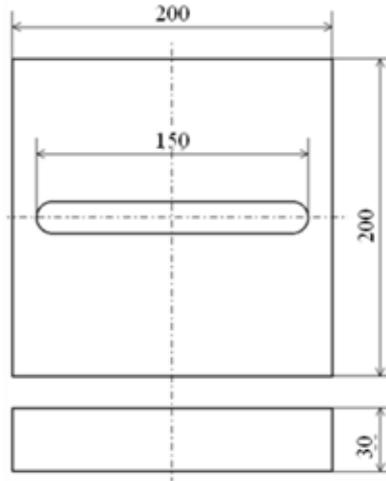


図 1: 溶接用試験片の寸法 (単位:mm)

図 2 のように試験片を水平な台の上に置いて、超音波振動を厚さ方向に加えながら溶接した。溶接には自動アーク溶接機を用いた。シールドガスとしてアルゴンガスと二酸化炭素の混合気体を用いた。溶接は 1 層溶接とした。超音波振動の周波数は 27.5kHz と 37.5kHz、37.5kHz と 47.5kHz を組合せて使用した。比較のために、ひとつの超音波振動を加えながら溶接した試験片、超音波振動を加えないで溶接した試験片も作製した。図 1 に示すように、試験片の中心線に沿って 150mm に渡って肉盛溶接した。速度は 2mm/s とした。したがって、溶接は 75 秒で終了する。ワイヤ径は 1.2mm、電圧は 21V、電流は 180A とした。

超音波振動は図 3 に示すように試験片の隅から 20mm の所に加えた。また、ひとつの超音波振動を加える場合には溶接開始点に近い方に加えた。超音波振動は溶接開始時から加え、溶接終了から 30 秒後に停止した。図 3 の B 点から C 点に向かって溶接した。溶接前に A, B, C 点で加速度ピックアップを用いて測定した加速度波形のパワースペクトルを求め、超音波振動が良好に伝達されていることを確認した。

溶接残留応力は、塩酸で溶接後の試験片の酸化覆膜を除去し、市販の化学研磨液を用いて溶接面を平滑化し、錆を防止した後に、X 線応力測定装置を用いて測定した。溶接残留応力の測定点は図 3 に示すように溶接開始点から

5mm の所から 10mm 間隔で 15 点をとり、ビード方向の溶接残留応力を測定した。同一条件で 3 つの試験片を作製し、平均値を求めた。

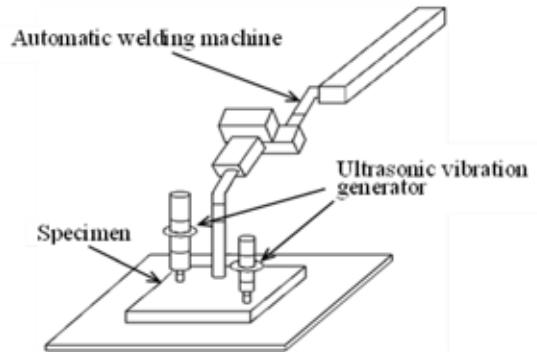


図 2: 実験装置

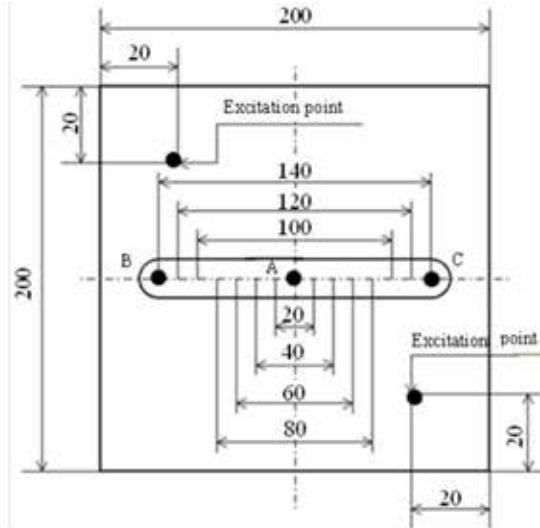


図 3: 超音波振動の加振点と残留応力の測定点  
(単位:mm)

### 2.2 実験結果

図 4(a)に 27.5kHz の超音波振動を加えたとき、図 4(b)に 37.5kHz の超音波振動を加えたとき、図 4(c)に 27.5kHz および 37.5kHz の超音波振動を同時に加えたときの A 点(試験片中央部)でのパワースペクトルを示す。このときの両方の振動数に対する加速度振幅は  $1500\text{m/s}^2$  であった。ひとつの超音波振動を加えたときはそれぞれ 27.5kHz および 37.5kHz にピークがあり、ピークの値がほぼ等しい。両方の超音波振動を同時に加えた場合には両方の振動数にピークがあり、両者のピークはほぼ等しい。また、他の測定点および他の周波数でも加振している周波数ではほぼ同等のゲインのピークがあった。このことから試験片全体に超音波振動が干渉することなく伝わっていることを確認することができた。

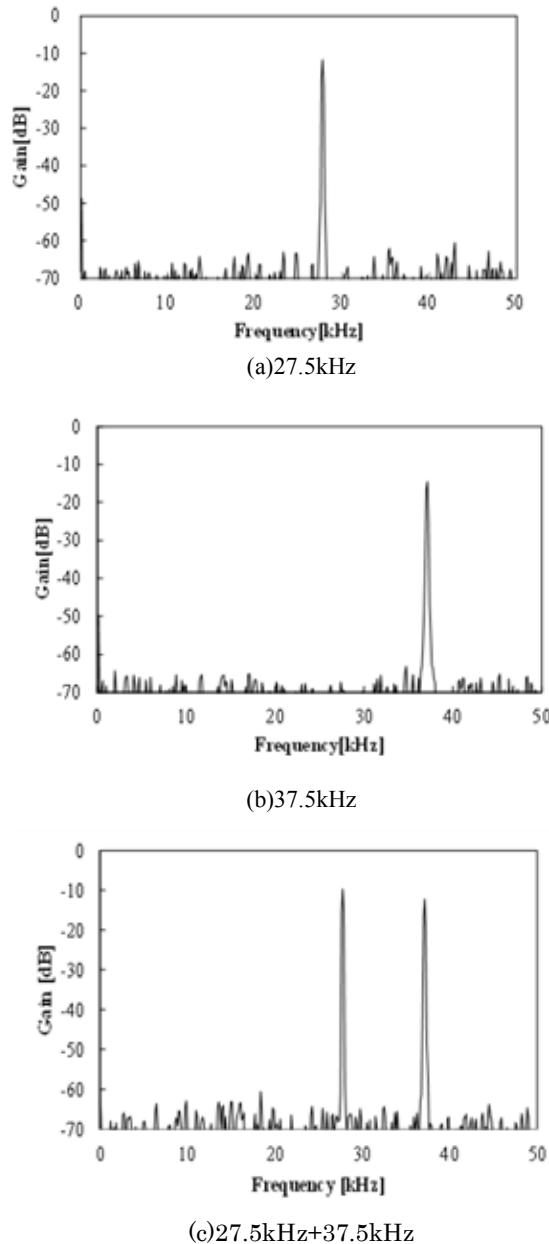


図 4: 測定部 A 点におけるパワースペクトル

図 5 に 27.5kHz と 37.5kHz の超音波振動を用いた場合のビード方向の溶接残留応力の平均値を示す。▲は振動を加えないで溶接した場合、△は 27.5kHz の超音波振動を加えた場合、○は 37.5kHz の超音波振動を加えた場合、●は 2 つの超音波振動を同時に加えながら溶接した場合の溶接残留応力である。超音波振動を加えない場合と比較すると、超音波振動を加えた方が残留応力が低減されている。さらに 2 つの超音波振動を同時に加えた場合はひとつの超音波振動を加えた場合よりも溶接残留応力が低減されている。溶接残留応力はビードの端よりもビードの中心に近くなるほど高くなる傾向が見られるが、溶接開始点から 35mm 離れた点から 115mm までの間でほぼ一定となっている。

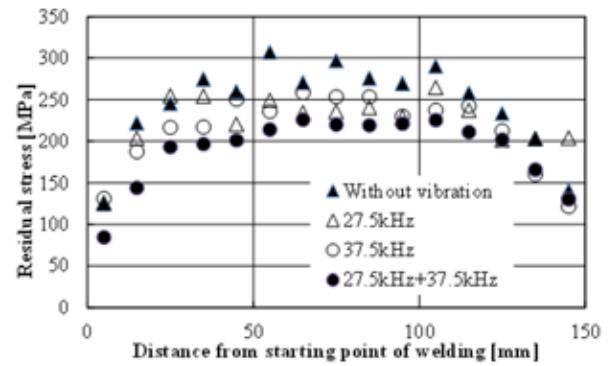
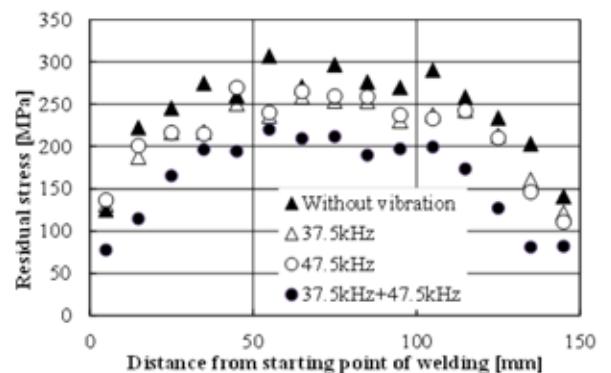
図 5: ビード方向の溶接残留応力の平均値  
(27.5kHz と 37.5kHz の超音波振動を用いた場合)

図 6 に 37.5kHz と 47.5kHz の超音波振動を用いた場合のビード方向の溶接残留応力の平均値を示す。▲は振動を加えないで溶接した場合、△は 37.5kHz の超音波振動を加えた場合、○は 47.5kHz の超音波振動を加えた場合、●は 2 つの超音波振動を同時に加えながら溶接した場合の溶接残留応力である。図 5 と同様に 2 つの超音波振動を加えながら溶接した方がひとつの超音波振動を加えながら溶接するよりも残留応力が低減されている。

図 6: ビード方向の溶接残留応力の平均値  
(37.5kHz と 47.5kHz の超音波振動を用いた場合)

### 3 残留応力低減の統計的評価

#### 3.1 評価方法

溶接時にビード上に発生する残留応力は同じ条件で溶接してもばらつきがあることが知られている。そのため、平均値による比較だけでなく、残留応力の低減効果がどの程度の確率で得られるかを検討した。このとき残留応力の平均値が近い条件でもデータのばらつきが小さい方が残留応力の低減効果を期待することができると考え、残留応力の低減確率として次のようなモデルを提案する。残留応力の分布として簡単のため平均値と標準偏差のみから決まる正規分布を仮定する。超音波振動を加えずに溶接した場合のビード上の残留応力のデータとひとつの超音波振動を加えながら溶接

した場合のデータがそれぞれ図 7 の右側および左側のように分布しているとすると、ビード上に発生する残留応力が振動を加えない場合と比べて低減される確率はグラフの黒塗りの領域となる。

超音波振動を加えずに溶接した場合の平均残留応力を  $\mu_w$ 、標準偏差を  $\sigma_w$ 、ひとつの超音波振動を加えながら溶接した場合の平均残留応力を  $\mu_v$ 、標準偏差を  $\sigma_v$ 、 $\Phi$  を標準正規分布関数とすると、残留応力の低減確率  $P_r$  は次式で表される。

$$P_r = \Phi \left( \frac{\mu_w - \mu_v}{\sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_v^2}} \right) \quad (1)$$

2 つの超音波振動を加えた場合についても同様にひとつの超音波振動を加えた場合に対する低減確率を求めた。

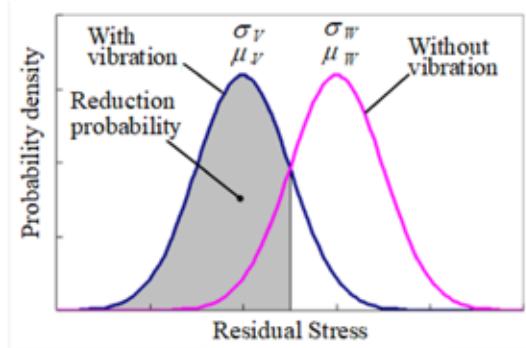


図 7: 残留応力の確率密度分布

### 3.2 評価結果

図 5 および図 6 で残留応力がほぼ一定である溶接開始点から 35mm～115mm までの間の残留応力の平均値および標準偏差をそれぞれ表 1 の左から 2 列目および 3 列目に示す。右端の列には式(1)から求めた低減確率を示す。ひとつの超音波振動を加えながら溶接した場合には、超音波振動を加えない場合に対して高い確率で残留応力が低減される。2 つの超音波振動を加えた場合に、たとえば 27.5kHz と 37.5kHz の超音波振動を同時に加えた場合には、27.5kHz の超音波振動を加えた場合に対して 91.8%、37.5kHz の場合に対して 87.7% の確率で残留応力が低減される。このように、2 つの超音波振動を加えた場合にはひとつの超音波振動を加えた場合に対して高い確率で残留応力が低減されることが明らかになった。

次に、それぞれの条件に対する残留応力の平均値の差の有意差を調べ、残留応力の低減効果を評価するために  $t$  検定を行った。表 2 に、振動を加えずに溶接した場合とひとつの超音波振動を加えながら溶接した場合との有意差およびひとつの超音波振動を加えながら溶接した場合と 2 つの超音波振動を加えながら溶接した場合との有意差を 5% 有意水準で評価した場合の結果を示す。この場合の限界値は 2.15

となる[12]。 $t$  検定の結果より、超音波振動を加えずに溶接した場合とひとつの超音波振動を加えながら溶接した場合に有意差があることが確認された。また、ひとつの超音波振動を加えながら溶接した場合と 2 つの超音波振動を加えながら溶接した場合にも有意差があることが確認された。したがって、超音波振動を加えながら溶接することによって残留応力の低減効果があり、ひとつの超音波振動を加えながら溶接するよりも 2 つの超音波振動を加えながら溶接する方が残留応力の低減効果があることが明らかになった。

表 1: 残留応力の統計量

Frequency	$\mu$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$P_r$ [%]
without vibration	278	24.0	-
27.5kHz	240	14.4	91.2
37.5kHz	244	23.4	84.1
47.5kHz	212	45.1	90.1
27.5kHz+37.5kHz	214	11.8	91.8(27.5kHz) 87.7(37.5kHz)
37.5kHz+47.5kHz	199	47.3	80.7(37.5kHz) 58.1(47.5kHz)

表 2:  $t$  検定の結果(5%有意水準)

Frequency	$t$	Dispersion
27.5kHz	2.65	Yes
37.5kHz	5.84	Yes
47.5kHz	4.64	Yes
27.5kHz+37.5kHz	5.86(27.5kHz) 5.21(37.5kHz)	Yes Yes
37.5kHz+47.5kHz	9.77(37.5kHz) 9.55 (47.5kHz)	Yes Yes

### 4 おわりに

2 つの超音波振動を加えながら溶接することによって引張残留応力を低減する方法を提案し、ひとつの超音波振動を加える方法に対する優位性について検討した。得られた結果を以下に要約する。

超音波振動を加えながら溶接する実験によって残留応力を測定した。超音波振動を加えない場合と比較をすると、超音波振動を加えた場合の方が残留応力が低減された。とくに、2 つの超音波振動を同時に加えた場合はひとつの超音波振動を加えた場合よりも溶接残留応力が低減されることが明らかになった。

さらに、残留応力の統計量を用いて残留応力の低減効果について検討した。まず、残留応力の低減確率を求め、单一の超音波振動を加えた方が超音波振動を加えない場合に対して高い確率で残留応力が低減されることが明らかになった。また、2 つの超音波振動を加えた場合にはひとつの超音波振動を加えた場合に対して高い確率で残留応力が低

減されることが明らかになった。次に、*t* 検定の結果より、超音波振動を加えずに溶接した場合とひとつの超音波振動を加えながら溶接した場合に有意差があることが確認された。また、ひとつの超音波振動を加えながら溶接した場合と 2 つの超音波振動を加えながら溶接した場合にも有意差があることが確認された。したがって、超音波振動を加えながら溶接することによって残留応力の低減効果があり、ひとつの超音波振動を加えながら溶接するよりも 2 つの超音波振動を加えながら溶接する方が残留応力の低減効果があることがわかった。

### 謝辞

本研究は、平成 26 年度から 28 年度の大学高専連携基金事業の援助を受けて行われたことを記し、ここに感謝の意を表する。

### 参考文献

- [1] 日本機械学会編:機械工学便覧, β3 編 加工学・加工機器, (2008), 44-46, 日本機械学会.
- [2] Frost, N. E., Marsh, K. J. & Pook, L. P.:Metal Fatigue, (1999), 332-337, Dover.
- [3] ショットピーニング技術協会編:ショットピーニングの方法と効果—金属疲労・残留応力—, (1997), 22-23, 日刊工業新聞.
- [4] Wozney,G.P. and Crawmer,G.R., An investigation of vibratory stress relief in steel, Welding research supplement, September (1968), pp.411-418.
- [5] Xu,J, Chen,L. and Ni,C., Effect of vibratory weld conditioning on the residual stresses and distortion in multipass girth-butt welded pipes, Pressure Vessels and Piping, No.84 (2007), pp.298-303.
- [6] Kwofie,S., Plasticity model for simulation, description and evaluation of vibratory stress relief, Materials Science and Engineering A, No.516 (2009), pp.154-161.
- [7] 青木繁, 西村惟之, 廣井徹麿, 天野豊, 振動を利用した溶接残留応力の低減(残留応力に及ぼす振動の影響および残留応力低減機構のモデル化), 日本機械学会論文集 C 編, Vol.61, No.592 (1995), pp.4800-4804.
- [8] 青木繁, 西村惟之, 廣井徹麿, 振動荷重を利用した溶接残留応力の低減法(一定の溶接条件下における検討), 日本機械学会論文集 C 編, Vol.66, No.641(2000), pp.314-319.
- [9] 青木繁, 西村惟之, 廣井徹麿, 平井聖児, 超音波振動を利用した溶接残留応力の低減法, 日本機械学会論文集 C 編, Vol.67, No.657 (2001), pp.1613-1618.
- [10] 青木繁, 西村惟之, 廣井徹麿, 平井聖児, 越水重臣, 周波数の異なる2つの振動を用いた溶接残留応力の抑制法—超音波振動と低周波振動を用いた場合—, 塑性と加工, 53-615 (2012), 367-371.
- [11] 橋本匡史, 寺崎 秀紀, 小溝 裕一, 小出力 YAG レーザによる精密金型補修溶接の研究(第 1 報) —SKD61 溶接部の凝固過程—, 溶接学会全国大会講演概要, No.80 (2007), pp.60-61.
- [12] 小尾恵一郎・尾崎巖, 統計学, (1992), 395, 筑摩書房.



# 外国人の体験学習を題材としたプロジェクト型演習

伊藤由起子\*・橋本洋志\*

## A Study on Project Type Exercise for Foreigners Experience-Based Learning

Yukiko Ito\* and Hiroshi Hashimoto\*

### Abstract

This paper reports an investigation on a project type exercise for foreigners experience-based learning about Japanese style motion in manners. The processes of deciding project theme, setting task assignments and executing tasks are described. From the processes, the effectiveness to increase competencies by attaining the project is explained.

Keywords: project type exercise, Japanese style motion, competencies

### 1 はじめに

本稿は、2016年度イノベーションデザイン演習1, 2(主担当:橋本)を実施した内容の紹介を通して、学生らがどのようにプロジェクトを立案、実施し、どのように成果を産みだしたかを説明するとともに、産業技術大学院大学(以下、産技大と略す)創造技術専攻(以下、本専攻と略す)が定めるコンピテンシーを学生らがどのように獲得したかを説明する。

本プロジェクトは、大きく研究型、調査型、開発型の三つのタイプがあり、各学生は、自ら伸ばしたい能力に応じてこれら三つのうち一つ以上を選択する。ただし、PBLチームとしてのテーマ・内容の決定は、PBLチームの学生らが主体となってアイディアを出し合い、相互議論を経て、全体としてのプロジェクトテーマを決定する。この後、各人の個別のサブテーマと各人の考えにより、どの領域でサブテーマを選択するかを決める。この後、テーマの遂行過程において、本専攻のコアコンピテンシーに沿って、表現、設計、開発、分析の各ステージに相応しい活動を行い、その過程で得られる知識はメンバー全員で共有するようにしている。

この全員が共有するプロジェクトテーマの下で、各人は個々にサブテーマを選定し、これを推進することで各人のコンピテンシーを伸ばすと共に、個人の成果を結実させる。

さらに、大学院教育で学ぶべきものとして、ロジカルシンキングおよび体系化だった学びがある。これらを修得するには、論文執筆とこれに伴う学会発表がある。このことは、イノベーションデザイン演習において必須ではないが、教育効果が非常に高く、かつ、社会人学生にとっても大変有意義な教育方法であることが経験上わかっている。このため、これらを希望する学生には、機会を与え、可能とするための支援を行っている。

本稿では、調査を通して研究に結び付けた事例として、外国人向けの体験型学習のサービス論を考察した学生のプロジェクト過程とコンピテンシー修得の過程およびプロジェクトの成果について報告する。

### 2 プロジェクト実施概要

#### 2.1 テーマの選び方

プロジェクトの開始にあたり、テーマのドメインは、予めサービスコンテンツを対象とすることにしただけで、具体的な対象、開発、フィールドの選び方は学生らの議論に委ねた。

議論の当初、サービスの定義、性質、内容に関する調査から始まり、サービスが人間を対象とする以上、人間の性質、満足を得るプロセスや条件、また、サービス媒体となる人工物の仕様など、幅広い事柄の先行研究調査を全員が実施した。テーマ選びは、概念共有というメタレベルの知識やスキルが必要であり、この概念共有を果たすには、学生間同士の活発な議論や質問を行うことが必須である。

本プロジェクトでは、議論を行う際の視点として、社会的意義、新規性、実現性、有用性の4つの観点を持つことを規範として、これを基として提案された複数のアイディアについて相互評価を行い、これを絞り込む作業を実施した。これに基づき、以下の内容を全員で共有することになった。

- 社会的意義:インバウンドの外国人旅行者を対象として、日本に対するブランドロイヤルティをあげる
- 新規性:観光の内容は、従来の知識型や単なる体験型でなく、伝統技能を対象としたときの有効性を心理学、認知学、サービス学の観点から見出す
- 実現性:手軽に体験できる伝統技能のインストラクション法の確立、および、より満足度を上げるために、ロボット技術とIoT技術の導入

- 有用性: 観光現場で適用できることを想定したモデル論, デザイン論, 開発論の確立を目指す  
上記のことを全て満足するテーマの概要を次とした.  
外国人旅行客に日本に対する顧客ロイヤルティを有効に高める方法として提案する. 人間の体性感覺に訴えることは、長く記憶のみならず、身体の感覺に残る. これを活用して、身体を動かす体験型観光のサービスデザインを新たに考えた. ここでのポイントは、外国人旅行客であることから、異文化の経験(折り紙、書道、けん玉)が無いこと、観光途中を想定してインストラクションは30分程度以内とすることにある. サービスマディアとしての人工物やコンテンツとして、ビデオフィードバック、ヒューマノイドロボット、刺激を与える筆、心理分析などの技術を融合したものを作成として示す.  
この概要を表すテーマ名を「体験記憶を活用するサービスシステムの提案 ”からだに日本みやげ”」とする合意を得た. これに沿ってプロジェクトを進めることとした.

## 2.2 タスク分担と個人テーマ

先に述べたテーマの下、どのようなタスクに分解し、その担当を分担して、筆者の一人が選んだタスクについて述べる。

新規性を有するテーマゆえ未知の内容があり、プロジェクト開始当初から、俯瞰してプロジェクト全てをタスク分解することはできない。そのため、まず、身近なゴールを設定し、それに向けての準備実験と準備開発、および背景調査を実行した。ここで言う準備実験と準備開発の意味は、まだ見えぬ最終ゴールの方向とその具体的イメージを探ることと、プロジ

エクトがどのようなタスクで構成されるかを知るために設けられるものである。また、背景調査も準備実験・開発の進行に伴い見出した疑問点を解決するため、隨時、背景の分野が変化し、それに応じて背景調査を行うこととなった。

具体的には、テーマのコンセプトの下、次の項目の背景調査を行った。

- “日本らしい伝統技能”を指す動作の種類を使われている分野を調べる。これと共に、この言葉が用いられている背景は何か？また、これに応じた定量的、客観的評価はあるか？
- 外国人観光客が満足する動作とは何か？その記述は一般に定量的・客観的評価を述べていないため、言語表現および動作表現から定量的・客観的評価を抽出できる手掛かりを見出す。
- “技能動作”とは、何を指すのか？一般に、全体姿勢を見ているように思われるが、実は、暗黙知で見ているため、動作の定義が必要であり、これを目指した。
- “技能動作”的インストラクションを短時間で行えるための、限定的技能動作の設定、そのための効果的なインストラクション法の確立を見出す。

上記の項目を全て網羅するため、幾つかの試行錯誤的な準備実験、準備開発および背景調査を繰り返して行い、最終的に、図1に示すタスクと工程に分解し、各タスクを学生それぞれに割り当ててプロジェクトを実施することとした。ただし、この最終案に至ったのは、9月初旬であった。



図 1: プロジェクトの工程

筆者の一人が上記の項目のうち、D)を主題としたタスクを担当することとなった。このタスクは、他のメンバー全員のタスクにも関係するものである。このタスクを基本として、個人テーマは自身で考え、従来に無い考え方として次をテーマに掲げた。

#### 「訪日外国人を対象とした体験型観光のサービスインストラクションの考察」

これに類似した考え方として、「インストラクションサービス」がある。この用語は日本でも多く用いられているが、この定義は、一般には定められていない。多くは、民間会社が用いている事例を見ることができ、およその意味は、インストラクションをユーザに代わって提供することにある。

類似の用語にインストラクショナルデザイン(instructional design)は、確固たる定義があるが、インストラクションサービスに無いのは、用語“サービス”が現在もその定義が多様であり、一意に定められていないことが原因であると推測される。

一方、ここでの、サービスインストラクションとは、執筆者が考えた新しい概念の用語であり、次の意味を与えるものである。

- 何らかの学習に対するインストラクションを行う場面を考える(ここでは技能学習を対象)。
- 学習の成否は継続性にあり、その維持を図るために、学習過程のどのポイントで、学習者に声掛けを行うかが重要である。
- このポイントを見出すインストラクションデザインを見出すことで、ユーザの満足度を維持でき、ひいては、学習継続性を維持できる。

このサービスインストラクションを実現化し、その有効性を見出すための研究調査実施項目は、メンバー間の議論を経て、対象をけん玉体験とする。この理由は、背景調査を通して、次のことが判明したためである。

- けん玉文化は、アジアでも希少のためである。
- また、初心者用体験学習時間を十数分で済む。
- けん玉の器具そのものに異文化として外国人が興味を持つことがあるため、学習継続維持に効果がある。

#### 2.3 タスク実施概要

外国人が、けん玉に関する知識がどの程度あるのか、もともと興味があるのか、どのように教えれば興味を持つのか、など未知の項目が多くあることが、チーム内議論で見いだされた。そのため、予備調査研究として、チームメンバーの紹介により、(一財)海外産業人材育成協会東京研修センターで研修を受けている外国人 24 名(20 歳代から 30 歳代)に対し、けん玉予備実験(図 2)とアンケート調査を行った。このアンケート項目を表 1 に示す。また、被験者の国籍は、インドネシ

ア(5 人)、タイ(10 人)、フィリピン(5 人)、ベトナム(4 人)であった。被験者のうち、けん玉を知っていた人は 21 %であり、けん玉経験者はいなかった。

この予備実験を行い、実験時の被験者の様子、および、アンケート調査結果をチーム内で分析した。この分析を投擲的に行えるよう、担当学生は統計分析手法を修得した。



図 2: けん玉予備実験

質問	選択肢
けん玉をしてみて楽しかったですか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・とても楽しかった</li> <li>・まあまあ楽しかった</li> <li>・あまり楽しくなかった</li> <li>・楽しくなかった</li> </ul>
またけん玉をしてみたいですか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ぜひしたい</li> <li>・機会があれば</li> <li>・あまりやりたくない</li> <li>・やりたくない</li> </ul>
友人や家族にけん玉を勧めたいと思いますか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ぜひ勧めたい</li> <li>・勧めたい</li> <li>・あまり勧めたくない</li> <li>・勧めたくない</li> </ul>

表 1: アンケート調査項目

これらの考察を通して、サービスインストラクションの設計論を提案した。この設計論の中で、どの時点で、どのように声掛けすればよいかを意味するインストラクションポイントという概念を提唱し、その具体的な設計例を示した(図 3)。

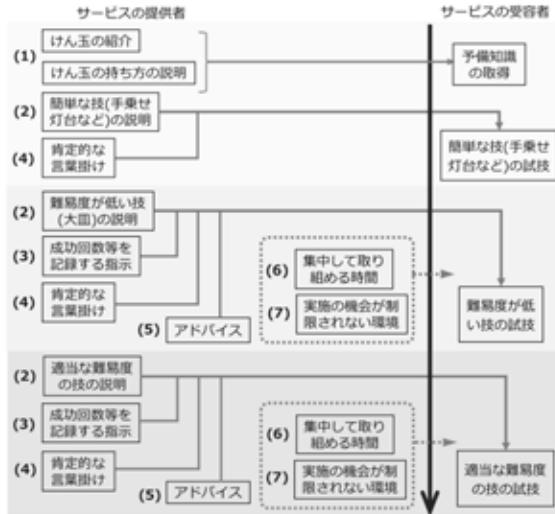


図 3: けん玉体験における  
インストラクションポイント

これらに基づき、これらの実証実験を行った。この実験には、メンバーの協力の下で行われた。実験は、(一財)海外産業人材育成協会東京研修センターの再度の協力を得て、実験対象者は、外国人研修生(20 歳代から 30 歳代の男女計 13 名)であり、その国籍は、インド(5 人)、タイ(3 人)、中国(1 人)、ベトナム(4 人)であった。被験者のうち、けん玉を知っていた人は 46% であり、けん玉経験者はいなかった。

実験条件として、グループ分けを行い、各グループでインストラクションの仕方を変えて、提案するサービスインストラクションの有効性を確認すること、各グループへのインストラクション担当者を決め、どのように説明するかなど、を事前にメンバー内で話し合うなど、周到な準備を行った。

この実験風景を図 4 に示す。



図 4: 検証実験の風景  
(上と下は、異なるグループ)

実験後に、アンケートおよびインタビュー調査を行い、その結果、提案するインストラクションポイントの有効性、および、グループ学習の有用性が確認された。

### 3 プロジェクト成果

#### 3.1 全体とこの関係

全体テーマのキーワードが、外国人、観光体験、技能動作、満足感調査、インストラクション法の確立、などである。このキーワードの下、各人で共通的なタスク、すなわち、文献調査、背景調査などに基づき、独自のインストラクション法の提案とその心理的・認知的検証がある。これについては、全メンバー共通するものであり、筆者の一人はこれに沿って、全体テーマに関わるもの、または、他のメンバーの個別のタスクに係るインストラクション法の提案と心理分析(アンケート・インタビュー項目の設計、結果の統計的処理)を共同で作業を行うというチーム作業を実施した。

#### 3.2 学会発表成果

学会発表は、論理的、体系だった思考と表現力を修得するのに有力な手段である。また、論文提出後、学会発表に向けた準備と本番は、大変緊張を学生に与えるものであり、このことが真剣に準備するという機会を与えて、良い練習となる。今回の発表は年度末の 3 月広島でポスター発表であった。この形式での発表は初めての経験で、何をどう説明するか、それに沿ってポスターのレイアウトも何回も推敲した。

学会発表当日、何人もの聴衆者と貴重な議論を行うことが

でき、自分の発表内容を改めて見直すという、学習で重要な振り返りが行えたことは貴重な体験だったように見える。

コンピテンシーとの関連性について、創造技術専攻のコアコンピテンシー5つを挙げて、関連する内容をそれぞれについて示す。

- 発想力:本プロジェクトの企画アイディアを発想
- 表現力:実験するための準備を行うための要求定義力と提案力
- 設計力:実験手法とその実施方法の立案
- 開発力:現場での被験者のマネジメント、実験実施、データ収集
- 分析力:得られたデータの分析とその内容を第三者へのフィードバック

以上より、本プロジェクトを行ったことで、創造技術専攻のコアコンピテンシーを十分に関連して修得できたといえる。

#### 4 おわりに

本稿は、日本式動作を題材としたプロジェクト型演習を通して、学生メンバーがどのような活動を経て、各自の能力を伸ばしたかについて述べた。プロジェクトテーマが能力向上に直接影響を与えるのではなく、どのような活動を行うことがコンピテンシー向上に強く影響することが改めて再確認された。

#### 謝辞

2016年度橋本PTメンバーである、大岡氏、郭氏、濃野氏、平社氏、松浦氏、外山氏、Giovanni先生、内山先生よりいろいろな支援を頂いたことに感謝します。

#### 参考文献

- [1] 伊藤由起子,濃野承次,平社和也,松浦 靖,大岡 明,外山宏慈,郭 子川,内山 純,Innella Giovanni,橋本洋志,訪日外国人を対象とした体験型観光のサービスインストラクシ,サービス学会第5回国内大会, pp.253-260, 2017
- [2] 一般財団法人海外産業人材育成協会,  
<http://www.hidajapan.or.jp/>

## 紀要編集委員会

編集委員長	池 本 浩 幸	産業技術大学院大学産業技術研究科 創造技術専攻 教授
	酒 森 潔	産業技術大学院大学産業技術研究科 情報アーキテクチャ専攻 教授
	嶋 津 恵 子	産業技術大学院大学産業技術研究科 情報アーキテクチャ専攻 教授
	内 山 純	産業技術大学院大学産業技術研究科 創造技術専攻 准教授
	柴 田 淳 司	産業技術大学院大学産業技術研究科 情報アーキテクチャ専攻 助教
	Innella Giovanni	産業技術大学院大学産業技術研究科 創造技術専攻 助教

---

2017年度 産業技術大学院大学紀要

2018年1月 発行

編集・発行 産業技術大学院大学

東京都品川区東大井1-10-40  
電話 03(3472)7834  
URL <http://aiit.ac.jp/>

---