

# 急性期脳梗塞治療の適応判定支援の試み

An architecture for determining eligibility for acute stroke treatment

小山 裕司<sup>1\*</sup> 松本 省二<sup>2</sup>

Hiroshi Koyama<sup>1\*</sup> Shoji Matsumoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京都立産業技術大学院大学 Advanced Institute of Industrial Technology

<sup>2</sup>藤田医科大学 Fujita Health University

\*Corresponding author: Hiroshi Koyama, koyama@aait.ac.jp

**Abstract** Ischemic stroke is a leading cause of death and long-term dependency care in Japan. The time from the symptom onset to reperfusion significantly impacts the outcome. However, in emergency medical environments there are the uncertainty of onset time, the complexity of various severity assessment scores, and the difficulty of collecting diverse data, such as medication records and blood glucose levels. Therefore, it is difficult for doctors to quickly and accurately determine the most appropriate treatment for ischemic stroke. We have designed an architecture that aggregates data according to the guidelines, drawing from best practices that were achievable only in a few specialized hospitals. This architecture was implemented using information technology. The system includes concepts such as usability improvements and automated extraction from images and audios. The system enhances usability, improves the accuracy of eligibility determination, reduces the required time, and alleviates the workload of medical staff.

**Keywords** acute ischemic stroke; eligibility determination; data aggregation; workload reduction

## 1 はじめに

脳の血管が詰まって生じる脳梗塞は、我が国の死亡原因の第4位であり、さらに寝たきり原因の第1位の重要疾患である。近年、脳閉塞血管の再開通を実現する再灌流療法が開発され、脳血管の閉塞から再開通までの時間が長いほうが治療効果が低下し、実際、脳血管再灌流が1時間遅れるごとに、脳梗塞発症後3ヶ月の時点での生活自立率が10~20%下がることが報告されている[1-3]。したがって、発症から再灌流までの時間を短縮できるかどうか後の生活自立率に影響する。このように、早期治療が患者の生存率及び生活自立率を左右するにも関わらず、病院間、地域間、さらには国家レベルでも医療体制の違いによる格差が依然として残存している。

著者らは、2013年からIT技術を活用によって、急性期脳梗塞等の救急患者の病院到着から治療開始までの時間を短縮するための仕組み(アーキテクチャ)に関する研究を行っている。著者らが開発した、救急診察及び治療の各種のタスクを効率的に管理する情報システム〈Task Calc.〉は、来院から治療までの時間の大幅に短縮することを可能にした[4, 5]。

しかし、この情報システム〈Task Calc.〉の運用によっても脳梗塞の急性期治療の適応判断には、発症時刻、各種の脳卒中評価スコア算出、抗凝固薬内服歴、血糖値等の多岐にわたる情報収集が必要であり、医療スタッフ(医師、看護師等の医療従事者)の負担は依然として大きく、このため、素早く正確に治療の適応判定を行うことは難しく、時間短縮が阻害されていることがわかった。また、昨今の仕事と生活の調和(ワークライフバランス)の実現の影響で、救急医療の現場では専門の医師不足が生じ、これも急性期脳梗塞の早期治療では問題である。

本研究では、特定の専門病院だけで実現できている時間短縮の最良の事例(ベストプラクティス)を参考に、各種のガイドラインにしたがって適切に患者情報を集約し、治療の適応判定を支援するための仕組みを設計した。開発の際には、IT及びAIを活用し、利用者インターフェースの洗練による使い勝手の改善の概念、画像及び音声からの自動抽出等を考慮した。

本稿の第2章では情報システム〈Task Calc.〉の特徴を示し、第3章では新たに導出された課題を整理し、第4章ではこれら

の課題を解決するための仕組みの設計を示す。最後の第5章では試作版から現状の課題及び今後の改善を列挙し、本稿をまとめる。

## 2 情報システム〈Task Calc.〉

急性期脳梗塞治療では、患者の病院到着から治療開始までに、脳卒中協会作成の『静注血栓溶解(rt-PA)療法 適正治療指針』のチェックリスト[6, 7]に記載されている約40項目の診察、検査、準備、確認が必要であり、CT検査室、血液検査室等の物理的に離れた、複数の部署での複数の医療スタッフによる処置が必要である。救急医療を担当する病院では、早期治療実現のため、これら多数の処置の手順の流れに相当する「最適プロトコル(治療の流れ)」を設計し、医療スタッフがこのプロトコルに従って処置を迅速に実行することで、時間短縮及び安定を図っていた。しかし、プロトコルの実行を操るプロトコル管理が属人的であり、早期治療のための時間短縮の成否は、医療スタッフの練達、メンバー構成に依存し、医療スタッフに相当の負担が生じ、検査の待ち時間あるいはミスが生じる等の問題が存在した。著者らは、これらの問題を解決するため、タスク管理、情報連携等を行う情報システム〈Task Calc.〉を開発し、以下を実現することで、効果的に救急医療のプロトコルを管理し、救急医療の効率を改善する取り組みを行った[4, 5]。

- 救急医療での治療までの時間の短縮及び安定(タスク管理)
- 医療スタッフの負担軽減(情報連携)
- 実績の評価の支援(集計)
- プロトコルの設計及び普及の支援

これらを実現し、治療効率の改善に寄与する要素及び仕組み(アーキテクチャ)を以下に列挙する。

- 最適プロトコルの設計  
最良の事例(ベストプラクティス)に相当する時間短縮で実績のあるプロトコルを参考に、治療ガイドライン

準拠、待ち時間の削減、並列処置の実現各病院の環境及び事情を反映した体制の構築等を意識し、最適プロトコルを設計した。また、最適プロトコルの普及によって、理論的には、救急医療の最良の事例をあらゆる病院で同様に簡単に正確に効率的に試みることができる。また、各病院の異差あるいは事情を反映することもできる。

● プロトコル管理

プロトコル管理を効果的に実現するために、情報を瞬時に効果的に理解してもらうこと、プロトコルに従って正確に治療を進めてもらうこと、医療スタッフが効率的に情報連携を実現することを意識し、「最新情報の集約（俯瞰）表示（ダッシュボード）」、「型付の構造情報」、「経過時間等の表示」、「プロトコル導引」、「プロトコル調整」、「複数のプロトコル管理」「スクランブルの瞬時立ち上げ」、「多対多コミュニケーション」等の仕組みを準備した。図1に例を示す〈Task Calc.〉の患者画面（ダッシュボード）には、特定患者の時々刻々変わる治療進捗に関する現在の最新情報が集約表示され、現状を視覚的に瞬時解釈できる。この画面は各端末上に同期して表示される。

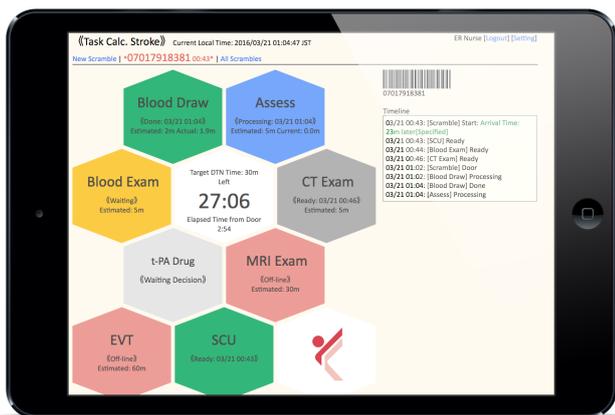


図1 〈Task Calc.〉の患者画面の例

● 実績の評価及び改善

医療スタッフが早期治療の重要性、プロトコルの仕組み、継続的改善の意義を理解することが不可欠である。〈Task Calc.〉は処置過程の時間情報を自動的に記録し、累積情報の集計結果を簡単にグラフとして可視表示し、評価することで次の改善に結び付けることができる。

情報システム〈Task Calc.〉は小倉記念病院、藤田医科大学病院等の複数の病院での運用が行われ、以下の事項が確認できた[4, 5, 8]。

● 治療開始時間の安定的短縮

患者到着から治療開始までの時間は、中央値の短縮以外に、最高値、四分位範囲も低下し、治療開始時間の安定的短縮が確認できた。また、プロトコル設計及び準備の段階でも、脳梗塞治療は「時間との戦い」であるとい

う意識改革及び浸透が生じ、治療開始時間が生じることがわかった。

● 医療スタッフの負担の軽減

「多対多コミュニケーション」等の機能によって、従来の電話連絡の手間、ミス、責任が軽減され、医療スタッフの負担が軽減された。

● 生活自立率の改善

脳卒中後の患者の機能的独立度を評価する評価尺度 mRS (modified Rankin Scale) [9]での退院時の予後良好群 2 以下が 46.6%から 64.7%に有意に増加した[8]。

情報システム〈Task Calc.〉を脳梗塞以外の救急疾患へ活用する試みも行われ、循環器科救急、産科救急及び心臓外科救急への展開も行われ、また、遠隔からの専門医の診療支援に対応した新版の開発も進んでいる。

### 3 解決しようとする課題

情報システム〈Task Calc.〉の運用によって、以下に列挙する課題が新たに導出された。これらの課題によって、治療の適応判定を素早く正確に行うことが難しく、時間短縮が阻害されていることがわかった。図2に急性期脳梗塞治療の流れ（プロトコル）を示す。この図の(A)の箇所の時間短縮が今回の課題である。

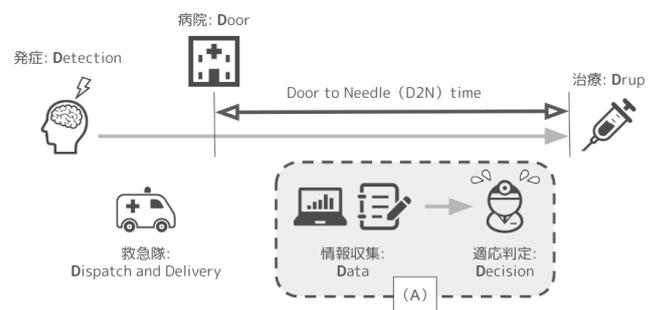


図2 急性期脳梗塞治療の流れ（プロトコル）

● 多岐にわたる情報収集

脳梗塞の急性期治療の適応判断には、発症時刻、抗凝固薬内服歴、血糖値等の情報を収集する必要がある。これらの情報は物理的に離れた、複数の部署での複数の医療スタッフによって取得され、各種の紙媒体、記録メディア、医療情報システム等に記録される。医療スタッフは、適応判断に必要とされる各種の情報を抽出する必要があるが、時間を争う救急医療の現場では、この作業は煩雑であり、負担が大きい。

● 各種の脳卒中評価スコアの計算

脳卒中関連の評価スコアは、目的によって NIHSS (NIH Stroke Scale)、CPSS (Cincinnati Prehospital Stroke Scale)、ELVO screen、GAI<sub>2</sub>AA score 等が複数存在する[10-13]。これらの評価スコアの計算自体は比較的単純であるが、時間を争う救急医療の現場では、この複数の計算は煩雑で、また計算ミスが発生する恐れも残る。

- 専門の医師不足  
昨今の仕事と生活の調和（ワークライフバランス）の影響によって、常時（24時間365日）、脳梗塞の専門の医師を配置することが難しい救急医療の現場は病院が多い。

## 4 仕組みの設計

本研究では、これらの課題を解決するため、特定の専門病院だけが実現できている時間短縮の最良の事例（ベストプラクティス）を参考に、各種のガイドラインにしたがって適切に患者情報を集約し、治療の適応判定を支援する仕組み（アーキテクチャ）を設計した。図3に今回の仕組みの概念図を示す。初期の試作版の設計の特徴を以下に示す。

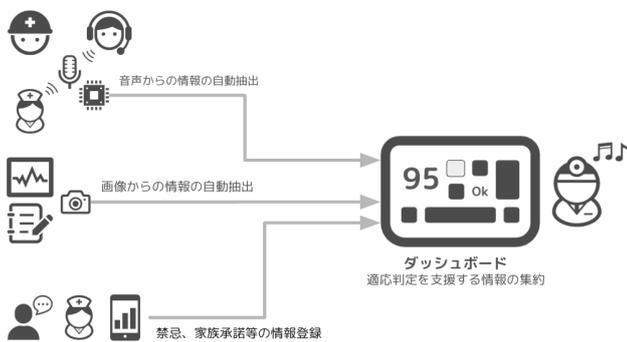


図3 本研究で開発する仕組みの概念図

- 多岐にわたる情報収集の煩雑さの整理  
脳梗塞の急性期治療の適応判断に必要とされる各種の情報は、各種の紙媒体（記録用紙、薬手帳、紹介状、FAX用紙、救急隊からの連絡用紙）、記録メディア（CD-ROM、メモリ）、医療情報システム（電子カルテ、医療画像管理システム）等に記録される。今回は、ベストプラクティス、MECE（Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive）の概念及び各種のガイドラインにしたがい、収集する情報（項目）自体及び手順（流れ）を整理し、情報の漏れあるいは重複を減らし、効率改善を試みた。
- 利用者インターフェイス（UI: User Interface）の洗練  
使い勝手の良さは、医療スタッフの作業を補い、負担及びミスを軽減し、作業の効率を高める効果が期待できる。表面上の多機能さを売りにしたシステムは機能の多さが使い勝手を犠牲にしている。今回は、使い勝手を意識したスマートUIは「Less is more」の概念にしたがった設計を行い、表面上は簡素に、機能及び表示項目を削減するが、自動計算、バリデーション、自動補完、履歴、アンドゥ、アラート等の細部で利用者の作業を補助機能を実装した。また、画面表示も、瞬時に俯瞰的に情報を認識できるように、ダッシュボード上に情報を効果的に集約表示することを試みた。
- 画像、音声等からの自動抽出  
救急医療の現場での音声、画像等からAI等を活用し、

適応判断に必要とされる各種の情報を自動抽出することによっても医療スタッフの作業を補助することを期待する。また、各種の紙媒体、記録メディア、医療情報システム等に記録された情報からも、適応判断に必要とされる各種の情報を自動取得し、処理を行う。

- 各種の脳卒中評価スコアの自動計算  
収集した情報から各種の脳卒中評価スコアを計算する。また、著者らの機械学習による脳卒中及び急性脳主干動脈閉塞症（ELVO: Emergent Large Vessel Occlusion）の簡易判別に関する研究成果も活用する[14-16]。

## 5 まとめ

本稿では、早期治療を実現するための情報システム〈Task Calc.〉の実際の運用から導出された新しい課題を解決するため、時間短縮の最良の事例（ベストプラクティス）、使い勝手を意識したスマートUI、AIによる情報の自動抽出等の要素を準備することで、適切に患者情報を集約し、治療の適応判定を支援する仕組み（アーキテクチャ）を設計した。特に、スマートUIの設計では、「Less is more」の概念を意識し、以下に示す要素によって使い勝手を高めた。これによって、医療スタッフの作業を補い、負担及びミスを軽減し、作業の効率を高める効果が期待でき、結果的に医療スタッフの負担軽減から、治療の適応判定の正確さ、早期治療の改善を実現する。

- 簡素（機能及び表示項目の削減）
- 自動計算
- 利用者の作業の補助
- 利用者の作業の支援（履歴、アンドゥ、アラート等）
- 情報の集約表示（ダッシュボード）

最後に、現状の課題及び今後の改善等を列挙する。

- A/Bテスト等による使い勝手効果の比較
- 運用の記録の解析による時間短縮の有効性の検証
- 医療機関による差に対する調整

当取り組みによって、救急医療の診療の質の向上、地域あるいは国家レベルでの医療格差の是正、さらには健康寿命延伸に貢献したい。

## 参考文献

1. Saver JL. Time is brain -- quantified. Stroke. 2006;37: 263-6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16339467/>
2. Emberson J, et al. Effect of treatment delay, age, and stroke severity on the effects of intravenous thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from randomised trials. Lancet. 2014;384: 1929-35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25106063/>
3. Saver JL, et al. Time to Treatment with Endovascular Thrombectomy and Outcomes from Ischemic Stroke: A Meta-analysis. Journal of the American Medical Association. 2016;316: 1279-88. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27673305/>

4. 小山 裕司, 松本 省二, 吉良 潤一. 急性期脳梗塞治療支援システムの取り組み. 情報処理学会 論文誌. 2015;5: 1390-1398. Available from: [https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository\\_uri&item\\_id=160373&file\\_id=1&file\\_no=1](https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_uri&item_id=160373&file_id=1&file_no=1)
5. Shoji Matsumoto, Hiroshi Koyama, et al. A Visual Task Management Application for Acute Ischemic Stroke Care. *Frontiers in Neurology*. 2019;10. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2019.01118/full>
6. 静注血栓溶解 (rt-PA) 療法 適正治療指針 第三版. 2019. Available from: <https://www.jsts.gr.jp/img/rt-PA03.pdf>
7. 静注血栓溶解 (rt-PA) 療法 適正治療指針 第三版 2023 年 9 月追補. 2023. Available from: [https://www.jsts.gr.jp/img/rt-pa03\\_supple.pdf](https://www.jsts.gr.jp/img/rt-pa03_supple.pdf)
8. Shoji Matsumoto, Hiroshi Koyama, et al. Reduced Workflow Times for Reperfusion Therapy for Acute Ischemic Stroke Using a Visual Task Management Application. *Stroke: Vascular and Interventional Neurology*. 2023;1. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/SVIN.122.000551>
9. Wilson JL, et al. Reliability of the Modified Rankin Scale Across Multiple Raters: Benefits of a Structured Interview. *Stroke*. 2005;4: 777-781. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.STR.0000157596.13234.95>
10. P Lyden, et al. Improved reliability of the NIH Stroke Scale using video training. *Stroke*. 1994;11: 2220-6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7974549/>
11. R U Kothar, et al. Cincinnati Prehospital Stroke Scale: reproducibility and validity. *Annals of Emergency Medicine*. 1999;4: 373-8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10092713/>
12. Kentaro Suzuki, et al. Emergent Large Vessel Occlusion Screen Is an Ideal Prehospital Scale to Avoid Missing Endovascular Therapy in Acute Stroke. *Stroke*. 2018;9: 2096-2101. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30354974/>
13. Tsuyoshi Ohta, Shoji, Matsumoto, et al. Optimizing In-Hospital Triage for Large Vessel Occlusion using a Novel Clinical Scale (GALAA). *Neurology*. 2019;22: e1997-e2006. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6913326/>
14. 大橋 博明, 青木 満, 徐 向陽, 重田 恵吾, 米盛 輝武, 松本 省二, 小山 裕司. 機械学習を利用した脳卒中の簡易判別システムの開発. 産業技術大学院大学 紀要 第 12 号. 2018.
15. 小山 裕司, 重田 恵吾, 佐川 博貴, 大橋 博明, 松本 省二. 機械学習による ELVO 予測システムの開発. 産業技術大学院大学 紀要 第 13 号. 2019.
16. 小山 裕司, 佐藤 孝治, 林 昌純, 清元 佑紀, 重田 恵吾, 松本 省二. ELVO 予測の改善の取り組み. 産業技術大学院大学 紀要 第 15 号. 2022.