

令和 4 年度厚生労働科学研究費補助金（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能研究事業）

総括研究報告書

ICT と AI を活用した患者の病院間搬送支援システムの構築研究

研究代表者：中田 孝明 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究院・教授

研究分担者 大島 拓 国立大学法人千葉大学・国際高等機関・准教授
島田 忠長 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究員・講師
服部 憲幸 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究員・講師
大網 毅彦 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究員・助教
東 晶子 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究院・助教
川上 英良 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究院・教授
竹内 公一 国立大学法人千葉大学・医学部附属病院・特任准教授
織田 成人 千葉市立海浜病院・救急科・副院長
西田 修 学校法人藤田学園藤田医科大学・医学部・教授
山尾 恭生 株式会社 Smart 119・研究開発部・取締役

研究要旨

(背景) 重症患者の診療においては、その病態や必要な治療内容から、迅速に他の医療機関へ搬送する必要がある場合がある。そのような転院搬送にあたっては、搬送元医療機関の医師が、必要な情報を集約し、治療に必要な医療提供体制を判断した上で、搬送先となりうる医療機関を選定し、空床状況等を個別に電話で確認しながら収容の可否を確認するなど医師の大きな負担となっており、より効率的な転院搬送の仕組みを構築し、重症患者を遅滞なく高次医療機関等へ転院搬送させる必要がある。

(目的) 本研究では、ICT 及び AI を用いて、重症患者の病態等に関する情報集約システムを開発するとともに、地域の重症患者用病床の空床状況等を見える化するプラットフォームを作成し、転院搬送が必要な重症患者と医療機関を迅速にマッチングするシステム（「重症患者転院搬送支援システム（仮称）」）を構築することを目的とする。

(方法) 患者の重症度及び臓器障害等を判定するにあたり必要な検査結果等の医療情報を電子カルテ等から自動で抽出し集約するシステムを構築すること、及び、重症者用病床の空床状況等が電子カルテ等から自動でリアルタイムに抽出され、医療連携プラットフォーム等を介して、関係者がリアルタイムに把握することができるシステムを構築することを目標に研究を遂行した。

(成果) 患者の重症度を判定する医療情報は、集中治療室で広く用いられている、SOFA(Sequential Organ Failure Assessment)スコア算出に必要な項目とした。搬送支援システム構築には、医療・電子機器である電子カルテおよびバイタルサインモニターとの連携が必須であることが明らかとなり、それぞれの連携に関して必要な技術や費用を確認し連携に取り組んだ。また重症者用病床の空床状況は、電子カルテにおける入院病床稼働状況のデータで把握することとした。医療連携プラットフォームの構想を具体化し、ワイヤフレームの作成を進めた。

(結語) 重症患者転院搬送支援システムの構築に向けて、患者の重症度等に判定に必要な検査結果等の医療情報を電子カルテ等から自動で抽出し集約するシステムの構築、及び、重症者用病床の空床状況等を電子カルテ等から自動でリアルタイムに抽出するシステムの構築を行なった。

A. 研究目的

(背景)

重症患者の診療においては、その病態や必要な治療内容から、迅速に他の医療機関へ搬送する必要が生じる場合がある。従来、そのような転院搬送にあたっては、搬送元医療機関の医師が、当該患者の膨大な医療情報から必要な情報を集約し、治療に必要な医療提供体制を判断した上で、担当医師自らが搬送先となりうる医療機関を選定し、各医療機関に空床状況等を個別に電話で確認しながら収容の可否を確認してきた。また、搬送元医療機関の担当医師は必ずしも重症患者の診療及び地域の医療提供体制に精通しているとは限らず、転院を要する重症患者と医療機関とのマッチングに時間を要することも少なくない。加えて、重症患者の転院搬送に係るこれらの手続きは、刻一刻と容体が変化する重症患者の診療と並行して実施する必要があり、大きな負担となっている。

重症患者の救命のためには、より効率的な転院搬送の仕組みを構築し、重症患者を遅滞なく高次医療機関等へ転院搬送させる必要がある。

(目的)

重症患者の迅速な転院搬送を実現するため、転院搬送が必要な重症患者の状態に関する情報を電子カルテから自動で抽出・集約するシステムの開発を行い、また、医療連携プラットフォーム等を介した重症者用病床の空床状況等の見える化を整備して、重症患者と必要な医療を提供できる医療機関を迅速にマッチングするシステムを構築する必要がある。

本研究では、ICT 及び AI を用いて、重症患者の病態等に関する情報集約システムを開発するとともに、地域の重症患者用病床の空床状況等が見える化するプラットフォームを作成し、転院搬送が必要な重症患者と医療機関を迅速にマッチングするシステム（「重症患者転院搬送支援システム（仮称）」）を構築することを目的とする。

B. 研究方法

研究初年度である本年度は、以下 2 点の達成を目標に研究を遂行した。

- 1) 患者の重症度及び臓器障害等を判定するにあたり必要な検査結果等の医療情報を電子カルテ等から自動で抽出し集約するシステムの構築
- 2) 重症者用病床の空床状況等が電子カルテ等から自動でリアルタイムに抽出さ

れ、医療連携プラットフォーム等を介して、関係者がリアルタイムに把握することができるシステムの構築

また、目標達成においては研究協力施設が必須であるため、2022 年 7 月に千葉メディカルセンターとの研究協力体制を整備した。千葉メディカルセンターは、二次救急医療機関であり、自院での対応が困難な重症患者が発生した際に、支援を要請する医療機関として、重症患者受入医療機関へ搬送を依頼する施設となり得る。そのため、同医療機関を研究協力施設とすることで、より地域の現状に即した搬送支援システムの構築が可能になると考え、研究協力を依頼した。

同年 8 月に千葉メディカルセンターの医療関係者ならびにシステム担当者へ向けた研究説明会を計 2 回実施した（オンラインと対面で各 1 回、1 回あたり約 1 時間の説明を実施した）。対面での研究説明においては、新型コロナウイルス感染症の感染予防対策を厳守したうえで実施した。訪問時には、直接医療従事者から現状を聴取し、実際に使用している医療・電子機器を確認した。また、システム担当者を通し、同医療機関が使用している医療・電子機器メーカー担当者（2 社）と連絡を取り、メーカーの意向に合わせ、必要時は秘密保持契約（NDA）を締結した。各メーカーのシステムエンジニアとも連絡を取り、円滑かつ緻密に研究が遂行できるよう体制を整備した。

C. 研究結果

- 1) 患者の重症度及び臓器障害等を判定する医療情報を自動抽出・集約するシステムの構築

分担研究者である大島、服部、島田、大網、東、織田、西田、山尾が中心となりシステムの構築を進めた。

患者の重症度及び臓器障害等を判定する医療情報は、集中治療室での重症度評価として広く用いられている SOFA(Sequential Organ Failure Assessment)スコア算出に必要な項目とした。SOFA スコアとは、呼吸器・凝固能・肝機能・循環機能・中枢神経系・腎機能の 6 項目について、臓器障害の程度を 5 段階で評価するものである。各項目を自動抽出するにあたり、患者情報を管理する医療・電子機器のどこに存在するかを調査し、重症患者転院搬送支援システム（以下、搬送支援システム）と連携が必要な部分を明らかにした（表 1）。その結果、搬送

支援システム構築には、医療・電子機器である電子カルテおよびバイタルサインモニターとの連携が必須であることが明らかとなった。

表 1 重症度及び臓器障害等を判定する医療情報および連携が必要な医療・電子機器

SOFA スコア項目	SOFA スコア算出に必要な情報	連携が必要な医療・電子機器と機器における格納箇所
呼吸器	PaO ₂ (動脈血酸素分圧) FiO ₂ (吸入酸素濃度)	電子カルテ (検査値)
凝固能	血小板数	電子カルテ (検査値)
肝機能	ビリルビン値	電子カルテ (検査値)
循環機能	血圧 薬剤投与量 (昇圧剤)	バイタルサインモニター 電子カルテ (薬剤指示・経過表)
中枢神経系	GCS (Glasgow Coma Scale ; 意識レベルの評価指標)	電子カルテ (経過表)
腎機能	クレアチニン値 尿量	電子カルテ (検査値) 電子カルテ (経過表)

各メーカー担当者ならびにシステムエンジニアから機器の仕様書の提供を受け、仕様書では把握できない部分は各メーカーに問い合わせ、各機器との連携方法について検討を重ねた。結果は以下である。

【電子カルテ】

電子カルテ側をクライアントとしたソケット通信によって連携は可能であるが、現在の標準連携では困難な部分も存在する。ソケット通信以外の連携方法も検討する必要がある (表 2)。

表 2 医療情報における電子カルテでの格納箇所および連携情報

電子カルテでの格納箇所	電子カルテ側の連携プログラムの有無と詳細
検査値	あり (別途カスタマイズが必要)
薬剤指示	あり (標準連携で対応が可能)
経過表	なし (別途カスタマイズにて対応可能か確認中) (CSV 等のファイルでのデータ送信となる可能性あり)

また、これらの情報は、患者の氏名等の個人情報と紐付けて抽出する必要がある。そのため、電子カルテとの連携によって個人情報及び SOFA スコア算出に必要な採血結果が得られるかを確認し、これらの情報は現在の標準連携によって得ることは可能であった。

そして、搬送支援システムと電子カルテの連携費用の見積もりをメーカー担当者に依頼し、現在の標準連携仕様で連携する場合の費用は、2,342,400 円との回答を得て、連携した。

【バイタルサインモニター】

バイタルサインモニターから情報を収集する場合、全てのバイタルサインモニターからの情報を一箇所ですべて収集可能なセントラルモニターとの連携を検討した。セントラルモニターはデータ交換時の電文形式である HL7 出力機能を有しており、HL7 での連携が可能である。

搬送支援システムとの連携費用は、561,000 円との回答を得て、連携準備を継続した。

また、メーカーよりセントラルモニターとバイタルサインモニターを借用し、試作した搬送支援システムにおいて必要な生体情報 (血圧) の受信が可能かを検証した。検証の結果、HL7 形式にて、セントラルモニターから血圧のデータを受信することは可能であった。なお、本検証では、メーカーより提供があったテストデータを使用した。

- 重症者用病床の空床状況等を自動抽出し、医療連携プラットフォーム等によってリアルタイム把握が可能なシステムの構築

分担研究者である川上、竹内、山尾が中心となりシステムの構築を進めた。

重症者用病床の空床状況は、電子カルテにおける入院病床稼働状況のデータで把握することとした。メーカー担当者より、現在の標準連携での連携は困難であり、CSV 等のファイルでのデータ送信との回答を得ている。連携方法については次年度も検討を重ねていく予定である。

また、医療連携プラットフォームの構想を継続し、搬送支援システムは以下 6 点の機能を有するものと定めた。

- ① 自院での対応が困難な重症患者が発生した医療機関は、構築するシステムによって医療情報を集約し、迅速に支援を要請することができる。

- ② 支援を要する医療機関からの転院搬送依頼に係る情報（患者情報、依頼内容等）が複数の重症患者受入医療機関にリアルタイムで一斉に送信される。
- ③ 各重症患者受入医療機関は依頼内容等を閲覧し、受入可否等を作業負担なく迅速に入力することができる。また、重症患者受入医療機関同士は、セキュアなチャットアプリを用いてコミュニケーションを取ることができる。
- ④ 各医療機関の受入可否等の回答結果は自動集計され、関係各機関で閲覧ができる。
- ⑤ AI が各医療機関からの回答・専門性・搬送距離等を基に順位付けを実施する。
- ⑥ 各医療機関からの受入可否等の回答、集計結果、AI による解析結果が支援を要する医療機関に通知される。

搬送支援システムは、ICT を活用して構築し、利用者は、Web ブラウザを使用して構築するシステムへアクセスすることとなる。そのため、Web ブラウザで表示される画面の構成図（以下、ワイヤーフレーム）の作成を進めた。図 1 は、自院での対応が困

難な重症患者が発生した医療機関が、重症患者受入医療機関へ搬送を依頼する際に使用する画面のワイヤーフレームである。図 1 は、先述した機能①に関連する部分であり、以下では実際の活用を踏まえながら図 1 を説明する。

まず、自院での対応が困難な重症患者（以下、搬送患者）が発生した医療機関は、付与された ID と設定したパスワードを使用して搬送支援システムへアクセスする。アクセスが承認されると、電子カルテにおける搬送患者の ID を入力する画面が表示され、入力すると、図 1 が表示される。搬送患者における「特記事項」以外の個人情報、電子カルテとの連携によって自動で入力・選択されるため、入力は不要である。また、患者の重症度及び臓器障害等を判定する医療情報から SOFA スコアが自動算出され、図 1 における SOFA スコア：▲点のように表示される。自動算出で使用する医療情報（呼吸器・凝固能・肝機能・循環機能・中枢神経系・腎機能に関する情報）も電子カルテもしくはバイタルサインモニターとの連携によって自動抽出されるため、利用者側の入力は不要である。一方、修正の必要性を考慮し、個人情報ならびに各項目の修正は可能にしている。そして、各項目の点数なら

図 1 搬送支援システムにて支援を要請する医療機関が使用する Web ブラウザでの画面案

患者情報

ID : ●●●●●●

氏名 : ○○○○○○

氏名(カナ) : ○○○○○○

性別 : 男 女

年齢 : ○歳

血液型 : A型 B型 O型 AB型

診断名 : ○

特記事項 : (手入力)

SOFAスコア: ▲点

内訳	項目	単位	点数				
			0	1	2	3	4
呼吸器	●点 PaO2/FiO2	mmHg	○	○	○	○	○
凝固能	●点 血小板	×10 ³ /μL	○	○	○	○	○
肝機能	●点 ビリルビン	mg/dL	○	○	○	○	○
循環機能	●点 平均動脈圧 (MAP)	mmHg	○	○	○	○	○
中枢神経系	●点 GCS	—	○	○	○	○	○
腎機能	●点 クレアチニン	mg/dL	○	○	○	○	○
	尿量	mL/日				○	○

OK

キャンセル

びに実際の検査値・測定値も表示されるようにし、重症度だけでなく、リアルな患者情報を重症患者受入医療機関へ届けることが可能なワイヤーフレームを作成した。

入力を終わったら、支援を要請する医療機関や要請者に関する情報、搬送患者の情報の最終確認を促す画面に移動し、確認を通して、重症患者受入医療機関への支援要請が完了する。

以上が先述した、機能①：自院での対応が困難な重症患者が発生した医療機関は、構築するシステムによって医療情報を集約し、迅速に支援を要請することができる、に該当する部分の説明である。その他機能②～⑥に関連するワイヤーフレームについては作成中である。

D. 考察

本年度の成果は、搬送支援システムの構築環境を整備したことである。支援を要請する医療機関になり得る千葉メディカルセンターから研究協力の承諾を得られたことは意義深い。そして、関係各所と繋がり、搬送支援システム構築において連携が必須である電子カルテおよびバイタルモニターに関する必要情報を獲得できたことは大きな成果といえる。これらの医療・電子機器との連携方法の検討の継続は必要であるが、搬送支援システムの試作は完了しつつあり、現在、一部の項目はテストデータを使用して搬送支援システムと医療・電子機器との連携を確認・修正する段階に達している。この段階に到達できたことは、次年度以降の円滑な研究遂行に結び付く本年度の成果だと考える。

また、医療・電子機器との連携に要する費用を算出することもできた。搬送支援システムに必要な情報の獲得において、現在の標準連携では獲得困難な情報があること、その情報を獲得するためには追加の費用を要することを初年度で把握できたことは、搬送支援システム構築におけるイニシャルコストやランニングコストの算出に重要な意味をもたらすといえる。

E. 結論

本年度の目的であった、1) 患者の重症度及び臓器障害等を判定するにあたり必要な検査結果等の医療情報を電子カルテ等から自動で抽出し集約するシステムの構築、2) 重症者用病床の空床状況等が電子カルテ等から自動でリアルタイムに抽出され、医療

連携プラットフォーム等を介して、関係者がリアルタイムに把握することができるシステムの構築を達成することができた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし