

令和5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・国際高等基幹・准教授
島田忠長 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究院・講師
服部憲幸 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究院・講師
大網毅彦 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究院・講師
砂原 聡 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究院・助教
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
川上英良 国立大学法人千葉大学・大学院医学研究院・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精錬すること、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精錬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 SOFA(Sequential Organ Failure Assessment)スコア算出に必要な医療情報を、医療・電子機器との連携により自動抽出し、搬送支援システムへの入力負担が最小限となるよう努めた。そして、搬送支援システムと医療・電子機器との連携方法を決定し、テストデータを使用して連携が可能であることを確認した。搬送支援システムは、ICT を活用して構築し、Web ブラウザを使用したシステムとした。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、連携方法を検討・決定した。重症者用病床の空性状況については、医療機関全体の病床稼働状況と共に搬送支援システムで閲覧できるよう、搬送支援システム内に組み入れた。

(結語) 重症患者転院搬送支援システムの構築に向けて、前年度の結果を受け、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精錬、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精錬を行なった。

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ある場合がある。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

2年目にあたる本年度は、前年度の成果をもとに、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精錬
- 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精錬

また、本年度も、地域の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、支援を要請する側の医療機関として、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、千葉メディカルセンター（以下、「CMC」という。）を研究協力施設として研究を遂行した。

なお、必要時は秘密保持契約（NDA）を締結した。

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精錬

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

重症患者転院搬送支援システム（以下、「搬送支援システム」という。）において、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使用されている、SOFA(Sequential Organ Failure Assessment)スコア算出に必要な情報である。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。評価に必要な医療情報は、医療・電子機器との連携により自動抽出し、搬送支援システムへの入力負担が最小限となるよう努めた。そして、搬送支援システムと医療・電子機器との連携方法を決定し、テストデータを使用して連携が可能であることを確認した。

また、昨年度の班会議において、SOFAスコアに加え、採血検査結果や画像検査結果を搬送支援システムに包含することについて提案された。そのため、本年度は、これらの医療情報を収載できるよう搬送支援システムの検討を重ねた。採血検査結果は、現在の連携方法にて収載が可能であり、搬送支援システムに包含した。画像検査結果は、CMCではPACS（医療用画像管理システム）およびDICOM標準規格にて管理されており、現在の連携方法での収載は困難であった。新たにCMCの担当者ならびにシステムエンジニアと連絡をとり、収載する方法を模索した。現時点において、搬送支援システムがインストールされたコンピ

ユーザと支援を要する医療機関の DICOM サーバを接続し、閲覧・共有したい画像を搬送支援システムにインポートすることで、画像検査結果を搬送支援システムに収載することが可能であると考えます。次年度は、実際に DICOM サーバと接続し、上記方法での収載が可能か検証する。なお、DICOM サーバとの接続や閲覧に伴う費用は、899,686 円（税込）であり、これらを踏まえた搬送支援システムの導入・活用による想定最大費用は、5,163,468 円である。表 1 に転院搬送システムの導入・活用に伴う想定最大費用の内訳を示す。

また、同班会議にて、搬送支援システムの活用可能性に関して、転院要請だけでなく、（転院要請の一步手前である）治療内容等の相談における活用も有用ではないか、との提案があった。そのため、搬送支援システムを転院要請のみならず、治療内容等の相談時にも活用できるような機能を付した。

- 2) 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精錬

搬送支援システムは、ICT を活用して構築し、Web ブラウザを使用したシステムとした。

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、連携方法を検討・決定した。重症者用病床の空性状況については、医療

機関全体の病床稼働状況と共に搬送支援システムで閲覧できるよう、搬送支援システム内に組み入れた。図 1 に Web ブラウザ上で表示される重症者用病床空床状況の把握画面を示す。また、搬送支援システムは以下 6 点の機能を有することを念頭に置き、開発を継続した。

- 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。必要時、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行う。
- 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。

表 1 搬送支援システムの導入・活用に伴う費用

内容		金額（円：税込）
医療・電子機器との連携	電子カルテ（個人情報・採血結果）	2,576,640
	セントラルモニタ（バイタルサイン）※	561,000
	DICOM（画像）※	495,000
院内ネットワーク構築	（セントラルモニタ）※	495,000
リモートメンテナンス用工事		73,810
備品		942,218
メンテナンス用ネットワーク使用料（月額）		19,800
総額		5,163,468

図 2 空床状況把握画面

医療機関最新空床情報 (P病院)					
病棟名	病床数		実入院患者数	空床数	利用率
	届出数	利用可能数			
病院全体	300	280	260	20	92.9%
ICU	12	10	8	2	80.0%

図 2 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要請する際に使用する画面である。

図 2 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 2 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。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る。ID を入力すると、搬送患者の情報を入力する画面が表示され、必要な情報を修正・入力する。

なお、搬送患者における個人情報および医療情報の多数は、医療・電子機器との連携によって、自動抽出・反映される仕様としているため、利用者側の入力は最小限である。一方、自動反映された内容について

図 2 搬送患者情報入力画面

患者情報

ID: 13
 性別: 男
 年齢: 75歳
 血液型: O+
 診断名: 急性呼吸不全
 現病歴:
 12/6、胸痛のため、当院へ緊急搬送され、AMIとの診断にてCAG実施しました。前塞化不良のため、同日気管挿管し、人工呼吸器管理しました。ステロイドおよび抗凝薬投与しておりますが、改善みられず、変化傾向のため、他院での治療をお願ひいたしてご転院させていただきました。

SOFAスコア: 16 点

内訳	項目	単位	点数				
			0	1	2	3	4
呼吸器	PaO2/FiO2	mmHg	<input type="radio"/> ≥400 <input checked="" type="radio"/> <400	<input type="radio"/> <400	<input type="radio"/> <300	<input checked="" type="radio"/> <200 +呼吸補助 P/F: 180.0 +補助呼吸	<input type="radio"/> <100 +呼吸補助
凝固能	血小板	×10 ³ /μL	<input checked="" type="radio"/> ≥150 153.0×10 ³ /μL	<input type="radio"/> <150	<input type="radio"/> <100	<input type="radio"/> <50	<input type="radio"/> <20
肝機能	ビリルビン	mg/dL	<input type="radio"/> <1.2	<input type="radio"/> 1.2-1.9	<input type="radio"/> 2.0-5.9	<input checked="" type="radio"/> 6.0-11.9 9.3mg/dL	<input type="radio"/> >12.0
循環機能	平均動脈圧 (MAP)	mmHg	<input type="radio"/> MAP≥70	<input type="radio"/> MAP<70	<input type="radio"/> DOA<5y あるいは DOB使用	<input checked="" type="radio"/> DOA≥1-15y あるいは Ad≥0.1y あるいは NAD≥0.1y	<input type="radio"/> DOA>15y あるいは Ad>0.1y あるいは NAD>0.1y
中枢神経系	GCS		<input type="radio"/> 15	<input type="radio"/> 13-14	<input type="radio"/> 10-12	<input checked="" type="radio"/> 6-9 7(E2VTM4)	<input type="radio"/> <6
腎機能	クレアチニン	mg/dL	<input type="radio"/> <1.2	<input checked="" type="radio"/> 1.2-1.9 1.9mg/dL	<input type="radio"/> 2.0-3.4	<input type="radio"/> 3.5-4.9	<input type="radio"/> >5.0
	尿量	mL/日				<input type="radio"/> <500	<input type="radio"/> <200

血液検査: あり なし
 画像: あり なし
 選択されていません
 診療情報提供書 (PDF): あり なし
 選択されていません
 支援希望: 転院要請 相談
 支援希望理由: 循環不全 呼吸不全 肝不全 腎不全 糖尿病 重症外傷 出血性ショック その他

も、修正が生じる可能性を考慮し、修正可能な仕様としている。血液検査結果・画像検査結果・診療情報提供書を共有する場合は、「□あり」を選択し、画像検査結果・診療情報提供書については、該当する電子ファイルを搬送システム内にアップロードする。そして、重症患者受入医療機関に求める支援ならびにその理由を「支援希望」と「支援希望理由」から選択・入力する。入力を終えたら、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、「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、②～⑥の開発状況については、紙面の関係上、別添資料に提示した。

研究協力施設に関して、前年度より研究協力の内諾が得られていた千葉市立海浜病院の医療関係者およびシステム開発者へ 8月10日に研究説明を実施した。患者の個人情報や費用等に関する質問が多く寄せられ、都度対応した。他医療機関への個人情報送信に起因する患者同意について、入院時の書類での文言（必要性がある場合、他医療機関へ紹介する可能性があること）にて合意を得るオプトアウト形式にて問題がないことを確認した。その後も連携に向けて情報交換を継続していたが、費用（総額：最大5,163,468円）やシステム導入までの所要時間等の問題で、本年度の連携は見送った。

D. 考察

本年度の成果は、複数の研究協力施設のもと、導入・活用の視点から搬送支援システムを評価し、精練させたことである。

前年度で得られたCMCとの協力関係を維持し、搬送支援システムと医療・電子機器との連携方法を定め、テストデータを使用して連携が可能であることを確認できた。また、同施設は、7月に電子カルテメーカーが変更となったが、変更後の電子カルテメーカーとの連携に不具合は見られなかった。複数の電子カルテメーカーとの連携が可能であることを確認できたことは、搬送支援システムが汎用性のあるシステムであるこ

との証明となり、大きな意義であると考えられる。そして、研究班での提案をもとに、搬送支援システムを充実化させ、計画通り、次年度に実証実験が可能な段階に到達できた。より実臨床での活用を踏まえた搬送支援システムを用いて実証実験に臨めることで、机上の空論に留まらないシステム構築に繋がったと考える。

さらに、千葉市立海浜病院との情報交換を通して、イニシャルコストやランニングコスト等の費用、システム導入にかかる時間が搬送支援システムの導入・活用での課題になり得ることが明示された。そして、他医療機関への個人情報送信に起因する患者同意について、オプトアウト形式にて問題がないことを病院間で確認できた。これらは、本システムの全国展開を考慮する上で、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精練、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精練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