

厚生労働科学研究費補助金(地域医療基盤開発推進研究事業)

数理最適化モデルによる小学校区グリッドに基づく多組織連携システムの解析(中尾博之研究代表者)

統括研究報告書

小学校区グリッドに基づく多組織連携システム(A-MACS)の数理的解析に関する研究

研究代表者 中尾博之 岡山大学大学院医歯薬学域災害医療マネジメント学講座 教授

研究要旨:

目的: 巨大災害や広域感染症などの災害医療が求められる状況において、医療政策上 Mapping Analysis による小学校区グリッドを最小単位とした多組織連携システムを実用化させるために、さまざまな実証検証やシミュレーションを介して、改善させることである。

方法及び結果: 文献などの検討により、小学校区を基本単位とすることの妥当性、小学校区での医療情報の視覚化システムの開発、優先業務順位の候補を自動的に決定させるシステムの開発、特定重要物資の最適再配置の重要性、地域組織との連携の重要性について検討した。その結果、それぞれの妥当性が訴求されていることが改めて確認された。また、その改善策として、システム開発を提示した。

結論: 医療安全保障上のセイフティ・ネットとして、平時の行政がマネジメントに慣れている小学校区を基本単位とした地域の災害医療を認知・解析システムを開発した。今後は、さらに機能を向上させるとともに、「特定重要物資」の最適再配置機能と災害時の物流体制について研究を進めていく予定である。

研究分担者

- (1) 渡邊 暁洋(岡山大学/ 助教)
- (2) 平山 隆浩(岡山大学/ 助教)
- (3) 伊藤 弘人(労働者健康安全機構/ 本部ディレクター)
- (4) 竹内 孔一(岡山大学/ 准教授)

A. 研究目的

被災した集団に対して最大多数が必要な医療を受けられることを目的とした災害医療は、点の集まりである「面の医療」といわれる。つまり、人的被害を個人単位ではなく、地域単位で捉えることである。このために、避難所、人口に応じた医療機関、地域文化、住民のつながりを考慮し

て、効率的な情報収集とその情報に基づく現場に即した迅速な意思決定が求められる。小学校区は、非災害時にも様々な領域で活動があるため、医療政策的に情報収集と意思決定の伝達が効率的であることが考えられる。このため、小学校区単位で考えることは最適であると予測される。この最小単位での地域被害の把握のために、医療機関や避難所、インフラストラクチャーなどの被害状況下における資源の再配分を判断することは、地域災害保健医療業務継続計画の支柱となる。

本研究者たちは、「岡山県地域医療業務継続計画の構築」事業を令和2年度から始めており、県の災害保健医療行政の一躍を担っている。そ

の事業の preliminary study として、1)業務継続計画の優先業務の決定方法の確立、2)被災医療機関状況の視覚化、3)県保健医療調整本部における急性期即対応計画の策定を終えている。1)では、数理最適化モデルを活用した階層分析法(AHP)および、Latent Dirichlet Allocation(LAD)による分類を行う機械学習によって、優先的重要言語を抽出する応用したシステムの開発後、実装に向けた改良が必要である。2)では県、二次医療圏、基礎自治体という地域の階層化されたエリアごとに、医療機関を表示するダッシュボードを作成している。1)、2)のインターフェイスを整えれば、被災地域における医療需要の選別をアルゴリズムに従い、自動的に地図上に視覚化することが可能となる。さらにこれらのシステムを実用化させ、岡山県事業とは違って、底辺の小学校区を単位とした「面」による被災の認識と階層的な地域構成を重視し、地域生活に密着した医療、介護・福祉、生活をカバーできると予測している。

大規模災害時における地域の災害医療活動能力のバイアスを自動的に把握し、変数を変えることによって、資源の再配分に関するシミュレーションを行うことが可能となる。加えて、平時の訓練などにおけるデータの蓄積を行えば、機械学習によってさらに実災害時において、正確な予測ができる可能性が広がる。

本事業の目的は、この理論を実用化させるために、さまざまな実証検証やシミュレーションを紹介して、改善させることである。

B. 研究方法

<研究体制>

研究代表者のもとに、各研究分担者が担当分

野の研究を他研究分担者の研究内容とできる限り協働しつつ、推進した。研究代表者は、研究全体を把握し、本研究目的の方向性を各研究が有機的にリンクできるように調整した。

研究分担領域は、①地域の医療需要情報を Mapping Analysis の概念に基づく優先業務の意思決定の活用についての研究、②災害医療情報を他の情報収集システムと互換性のある方法を開発し、自動的に可視化を可能にする課題、③過去の災害医療活動記録をもとに、優先業務順位の候補を自動的に表示されるシステムの開発する課題、④小学校区内の医療資源(特に医療機器)に関する情報を自動収集する仕組みを開発する課題、⑤防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との関連、の5つの分野について研究を推進した。

<研究方法>

各研究分担者は、厚生労働省の政策資料、関係者インタビュー、文献調査、Google Japanをはじめとする専門技術者によるアドバイス、および過去の災害時医療活動記録であるクロノロジーの分析により、研究が行われた。研究代表者の調整のもとに、5分野の方向性を確認するオンラインによる会議形式の議論を行った。

各研究分担者の研究内容を以下にとおりである。

- ①地域の医療需要情報の Mapping Analysis 概念に関する研究(中尾)
- ②自動情報収集・可視化システムの開発(渡邊、研究協力者:祖父江俊、三笠毅、中谷泰久、伊藤友祐、山崎亮太)
- ③優先業務順位候補の自動表示システムの開発(竹内、研究協力者:山崎瑠、石澤哉子、齋藤由美)

④医療資源情報の自動収集方法の開発(平山、研究協力者:吉田哲也、稲垣大輔)

⑤防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との関連(伊藤、研究協力者:丸山嘉一、野口英一、有賀徹)

C. 研究結果

研究分野ごとの研究結果は、次のとおりであった。

【①地域の医療需要情報の Mapping Analysis 概念に関する研究】

基礎自治体や地方自治体が把握すべき災害医療情報の規模が明らかになった。効率的な把握のためには、小学校区グリッド(格子)による Mapping Analysis が迅速な意思決定に有用である。

【②自動情報収集・可視化システムの開発】

医療提供体制を地域最小単位である小学校区として、医療の需要・供給バランスを是正する意思決定支援システムの開発を、無償運用範囲内の Google アプリを活用して開発できた。

【③優先業務順位候補の自動表示システムの開発】

過去のクロノロジーから、優先度「高」および「中」として分類される業務の識別モデルとしては、4層ニューラルネットワークが適することが判明した。

【④医療資源情報の自動収集方法の開発】

調査の結果、在宅人工呼吸器メーカーが保有する在宅患者情報や医療機関の医療機器の在庫情報を自動で共有できるシステムが必要である、と判明した。

【⑤防災計画・地域医療計画と病院業務存続計

画との関連】

国内外の過去の自然災害事例より、高齢者の被災割合が高いことが判明し、防災計画・地域医療計画、病院業務存続計画(BCP)の3つの連動性についての取り組みを調査した。

D. 考察

1) 巨大災害に対する安全保障体制

巨大災害時では、医療だけが単独で対応されるわけではなく、生活の安定が伴わなければならない。そのため、「医療における地政学」を考えれば、医療・政策・政治に関する現象を総合的・動的に把握し、「医療安全保障」に結びつけることが重要であると考えられる。さらに、「医療安全保障」がなされるためには、多職種が連携(MACS)のもとで医療の重要物資に関してサプライチェーンと基幹インフラストラクチャーが確保され、災害医療に関する先端技術の開発が求められる。しかし、災害に遭遇しないと、医療機関の収益につながらないため、経済的配慮がなされにくい。そのため、そのような開発には特許などによる権利管理がなされた経済的保護のもとで、平時から「医療安全保障」が注目されることを期待する。

既存の広域災害・救急医療情報システム(EMIS)や災害診療記録及び災害時診療概況報告システム(J-SPEED)などが情報収集に主眼がおかれているのに対して、本システムはデータベースの情報をもとに自動で活動方針を示す機能に主眼が置かれているところが異なる。本研究によって開発されるシステムは、他の有用なシステムと互換性を持ちながら、「医療安全保障」に将来大きく寄与できるツールの一つとなることを期待している。

2) Mapping Analysis の意義

都道府県自治体がマネジメントすべき病院は、全国平均で 154 施設であり、個別にマネジメントすることは困難である。その理由は個別に病院という「点」を理解しようとするからである。被災するのはエリアであり、その中に病院が存在する、という概念が現実的であると考え。病院を含む「面」で被災を管理すること(Mapping Analysis)は、被災地の病院間の繋がりを視覚的に把握しやすくなり、災害医療対策を容易にする。

3) 小学校区グリッド(格子)の正当性

国土強靱の基盤をなす、地区の強靱化が必要であり、行政区域の基盤となる小学校区の強靱化という考え方は、災害対策基本法施行規則に基づく「地区防災計画」を裏打ちするものと考えられる。また、小学校区単位で格子を形成することによって、4、5、6)での可視化、それに対する優先業務や重要資源の再配置の理解を容易にする。小学校区単位という区切り方の場合、教員の協力による医療における地政学(地理学、地域歴史など)の実践が高度な地区防災計画を生み出す可能性がある。住民が地区の特性を理解し、行政の総合的な支援のもとに携わる取り組みが重要である。**Mapping Analysis** は、医療安全保障のセイフティ・ネットとなる。平時の小学校区をマネジメントするのは基礎自治体であり、このグリッドの災害時の情報は基礎自治体によって管理されることを想定している。そのため、4、5)のシステムは汎用されたものであるべきである。

4) 自動情報収集・可視化システムの開発

広く使用できるためには地域特性を考える必要があり、クラウド化されたシステムによる

データの収集と小学校区単位で視覚化されたツールは有益である。本年度は無償範囲での運用を想定して開発されたが、有償範囲での運用を想定された開発は高度の機能追加によって、自動化による迅速化と人材の他部署再配置を可能にする。

4) 優先業務の意思決定

Zipf の法則により、単語の発言頻度と順位の積が一定であるといわれている。過去の医療活動記録から優先業務順位候補を自動的に決定できるシステムは、目立つ大きな変化に注目してしまうという心理に左右されることもなく、混乱する中でも迅速に、効率的な業務回復を可能にする。3)の小学校区単位という概念に則って、甚大な被害を受けた小学校区に必要な優先すべき業務を明確にすることは、被害が少ない小学校区から支援することにも役立つ。

5) 医療資源情報の自動収集

4)による優先業務の決定がなされれば、人材・医療資源の再配分を効率的かつ即座に行う仕組みが必要になる。特に地域における重要資源の再配分が自動でなされることが重要であることが本年度の調査により判明した。

さらに、重要資源の再配置のために流通網の仕組みを考えると、平時では製造会社から、製品管理会社(時に卸業者)及び小売業者、消費者(医療機関)という”B2C(Business to Consumer)”であるが、災害時には製造会社から、直接消費者(医療機関)という”D2C(Direct to Consumer)”という流通形態に変化しなければならないこともある。

以上から、重要医療資源の最適再配置に関して、資源の調達、流通を「医療安全保障」の

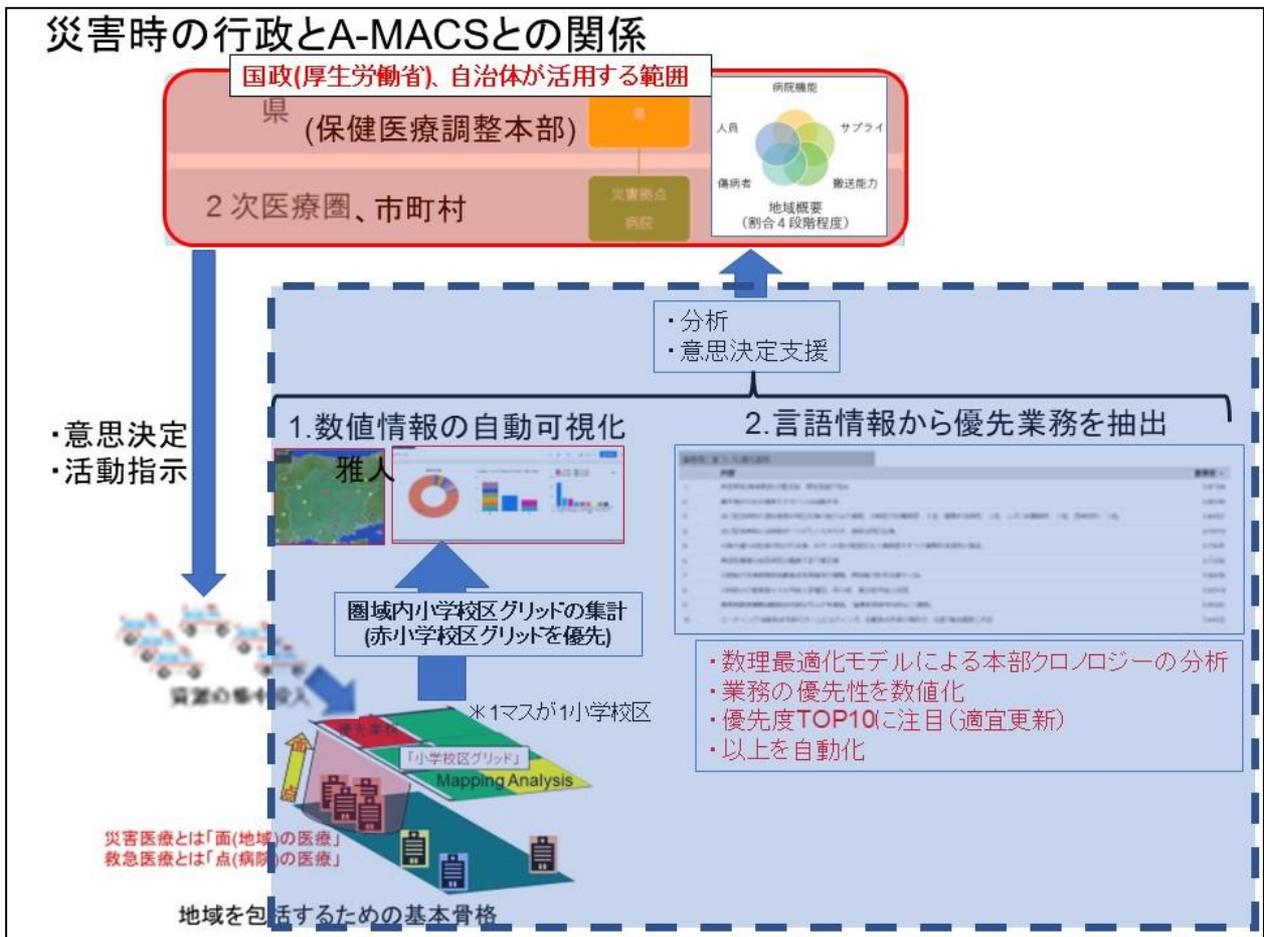
枠組みで、医療活動状況とともに見据えていく必要がある。

6) 防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との関連

「点」としての計画、2段階の「面」としての計画が平時から連結していることが、地域の「医療安全保障」という概念を強固なものに形成する。しかし、3つの計画を有機的に結び付ける仕組みは現在乏しいのではないかと考える。今回のシステム開発は医療安全保障上、これらの計画を結びつけることにもつながる。

E. 結論

巨大災害などに備えて、災害医療情報を自動で収集し、医療対応方針を導く汎用性のあるシステムの開発を行った。本年度は、このシステム運用は無償範囲であるが、有償範囲での運用によって、さらに利便性が向上するものと予測される。このシステムは、他の災害医療システムと互換性を有して、視覚化による情報の単純化と優先業務順位候補の提示によって、医療安全保障上のセイフティ・ネットとなりえる。今後は、さらに機能を向上させるとともに、「特定重要物資」の最適再配置機能と災害時の物流体制について研究を進めていく予定である。



F. 健康危険情報 なし

G. 研究発表

1. 論文発表

・伊藤弘人、蛭間芳樹、野口英一、有賀徹. 地区防災計画と医療. 地区防災計画学会誌 22: 87-97, 2021.

2. 学会発表

・竹内孔一、山崎瑤、渡邊暁洋、平山隆浩、中尾博之. 災害医療におけるクロノロジーの分析. 電子情報通信学会信学技報. 121(415) NLG2021-31, 19-23, 2022.

・平山 隆浩, 吉田 哲也, 渡邊 暁洋, 中尾 博之: パネルディスカッション, 災害時の医療機器供給体制について, 第 27 回日本災害医学会総会・学術集会, 広島, 2022 年

・平山 隆浩, 吉田 哲也, 稲垣大輔, 渡邊 暁洋, 中尾 博之: パネルディスカッション, COVID-19 対応で見た医療機器供給体制の

課題と臨床工学技士の可能性, 第 32 回日本臨床工学会, 茨城, 2022 年

・伊藤弘人、野口英一、有賀徹. 地震、水害等自然災害に係るヘルスケア BCP: 災害拠点病院の第三者評価基準の意義. 第 49 回日本救急医学会総会・学術集会シンポジウム(自然災害とヘルスケア BCP)、11 月 23 日(東京)、2021.

・伊藤弘人、丸山嘉一、蛭間芳樹、野口英一、有賀徹. 防災計画と病院業務存続計画との連動をめざした取り組み. 地区防災計画学会、3 月 5 日(Web 開催).

H. 知的財産権の出願・登録状況 なし