

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

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

（令和）3、4年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 中尾博之

（令和）3、4（2023）年 5 月

目 次

I. 総括研究報告	
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の総括 中尾博之	3
II. 分担研究報告	
1. グリッド・マッピング分析による医療需要情報の健康地理学的評価に関する研究 中尾博之	6
2. 小学校区グリッドに基づく A-MACS における医療支援体制への可視化による意思決定支援システム の開発の総括 渡邊暁洋	14
3. クロノロジー（活動記録表）を利用した業務優先度の解析システム構築の総括 竹内孔一	22
4. 大規模災害時に生命維持管理装置を運用するための課題と今後の展望 平山隆浩	31
5. 防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との関連に関する研究 伊藤弘人	37
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	49

令和3, 4 年度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の総括

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

(現 大阪行岡医療大学医療学部理学療法学科 特任教授、岡山大学医学部 客員研究員)

研究要旨:

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ために、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迅速な意思決定が求められる。地域の最小単位である小学校区は、非災害時から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、と考えられる。

本事業の目的は、災害医療ではグリッド・マッピング分析(GMA)に基づく健康地理学的評価に基づき、小学校区を基本単位とした医療行政の管理・統制の支援を容易する必要があることを明らかにすることにある。このために、迅速・自動化されてAIを用いた情報処理システム(A-MACS: 優先業務推定及び情報可視化)を開発する。

方法

資料、インタビュー、過去の災害時医療活動記録の分析により、医療情報の健康地理学的評価の意義、在宅医療機器の運用・管理の意義、防災計画と病院業務存続計画の関係について検討した。一方、自動情報収集・可視化システムと優先業務順位推定システムの開発を行った。

研究結果

小学校区単位で健康地理学的評価をすることが、災害医療活動の負担軽減と戦略決定に有益であることを確認した。在宅患者情報や医療機器の在庫情報、在宅患者受け入れ体制や電力供給の可視化が必要であることが判明した。「災害に強い地域づくりに寄与する病院に関するフレームワーク」を考案した。汎用性・拡張性のある無償のGoogleアプリを活用して、情報入力、集計処理、可視化できるシステムを開発し、優先業務を推定できるシステムを開発した。

考察

既存の広域災害・救急医療情報システムなどが情報収集に主眼がおかれているが、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。デジタル化は生情報を理解しやすいためのものであり、災害時に知りたい医療活動関連情報(被害状況、医療需要、供給できる医療、追加できる医療、インフラ、生活基盤、物流管理)を、健康地理学的評価を行い、視覚化することは有益である。視覚化のための地理空間情報では、平時の文化的・行政的活用のある小学校区であることが相当であるだろう。災害時の膨大な情報を人間工学的視点で捉えるために、①労力分散、②自動化、③視覚を利用した単純化、④制限のある共有が必要である。一方、地域の災害医療に関するフレームワークから、災害への備えにおける「地域社会のハブ組織」の存在の重要性を理解する必要性を強調していく必要がある。

本事業 A-MACS では、クロノロジー作成の分散化、集計の自動化、データのダッシュボード化や地図へのプロットが利用できるシステムを Google 無料アプリでベースに開発した。また、優先業務の選定では、ニューラルネットワークを用いた手法を考慮しておくことによって、前述の「健康地理学的評価とデジタル化」に活用できると考えている。

一方、地域医療の中心的存在である在宅医療機器の運用・管理を一元化し、最適再配置システムの開発が今後必要であろう。

結論

災害医療情報を自動で収集し、健康地理学的評価を可能にする汎用性のあるシステムの開発を行った。災害医療では、多機関・多職種の連携が必要であり、災害時の膨大な情報を人間工学的視点で捉えるためには、①労力分散、②自動化、③視覚を利用した単純化、④制限のある共有が欠かせない。

今後は、A-MACS の実装検証を行い、対応不十分な在宅医療運用・管理システムの開発に取り組む。

研究分担者

- (1) 渡邊 暁洋(岡山大学/ 助教、現兵庫医科大学危機管理医学)
- (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、現東北医科薬科大学医学部 教授)
- (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、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。

本研究者は、1)では、数理最適化モデルを活用した機械学習によって、優先的重要言語を抽出するシステムの開発している。2)では被災地域における医療需要を自動的に地図上に視覚化し、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、表示するダッシュボードを作成している。

本事業の目的は、災害医療ではグリッド・マッピング分析(GMA)に基づく健康地理学的評価の理解に基づき、小学校区を基本単位とした医療行政の管理・統制の支援を容易する必要があることを明らかにすることにある。この目的を具体化させるために、災害医療における効率性を向上させるために、迅速・自動化されて AI を用いた情報処理システム(A-MACS: 優先業務推定及び情報可視化)を開発することである。

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、以下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医療情報の健康地理学的評価の意義(中尾博之)
- 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: 山崎瑤、孝壽真治、石澤哉子、齋藤由美)
- ④在宅医療機器の運用・管理の意義に関する研究(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医療情報の健康地理学的評価の意義】

自治体が把握すべき災害医療情報には健康地理学的評価必要であり、小学校区単位でのグリッド(格子)で捉えることが効率的である。健康地理学的評価の医療活動関連情報である7項目について検討した。小学校区単位で健康地理学的評価をすることが災害医療活動の負担軽減と戦略決定に有益であることを確認した。

【②自動情報収集・可視化システムの開発】

①に基づき、汎用性・拡張性のある無償の Google アプリを活用して、情報入力、集計処理、可視化できるシステムを開発できた。

【③優先業務順位候補の自動表示システムの開発】

過去の災害時医療活動記録をもとに、優先度「高」および「中」として分類される優先業務を推定できるシステムを開発し、ニューラルネットワークを用いた手法が有益であることが確認できた。

なお、②と③両システムは汎用性があるため、互換性を設定することができた。

【④在宅医療機器の運用・管理の意義に関する研究】

被災地調査・文献に基づき、災害時の医療機器管理システムの課題を抽出した。在宅患者情報や医療機器の在庫情報、在宅患者受け入れ体制や電力供給の可視化が必要であることが判明した。A-MACS を基にした、資源再配置支援システムの開発が急がれる。

【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から、「災害に強い地域づくりに寄与する病院に関するフレームワーク」を開発した。これは、医療を取り巻く病院内・外のマネジメントに関する理解を深めることに寄与する。

D. 考察

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。

デジタル化とは生の情報を加工し、理解しやすくし、見えやすくしたもののことであり、多職種・多機関間での学習効率を上げることに繋がる、という¹⁾。一方、災害時に知りたい7項目の医療活動関連情報(被害状況、医療需要、供給できる医療、追加できる医療、インフラ、生活基盤、物流管理)について、GMAを用いた多層化された地図表示をするには、デジタル化することは有益である。また、行政上の理解を深めるためには、地理空間情報を得るために一定区分に分ける必要がある。本邦のその区分は、平時の文化的・行政的活用があることを考慮すると、小学校区であることが相当であると考えている。

災害時の膨大な情報を人間工学的視点で捉えるためには、①労力分散、②自動化、③視覚を利用した単純化、④制限のある共有が必要である。本事業 A-MACS では、クロノロジー作成の分散化、集計の自動化、データのダッシュボード化や地図へのプロット、接続管理されたクラウドが利用できるシステムを開発した。このシステムでは、Google 無料アプリをベースに作成されているために、経費を抑え、汎用性もある。

優先業務の選定では、学習データを追加した場合に高い識別精度を得るために、改善手法を考慮しておくことは重要である。また、汎用性があり無料使用のできるGoogle アプリをベースにシステムを展開することが可能となったために、今後開発されるであろう諸システムとの互換性や連携を担保できる。

阪神淡路大震災後、急性期災害医療体制の構築がなされ、東日本大震災後避難所、介護・福祉施設を対象と

した慢性期災害医療体制の構築に重点が置かれた。しかし、在宅医療にかかわる災害医療ではまだ十分に体制が整っていないことが今回の調査によって明らかとなった。特に、在宅医療機器の運用・管理は一元的ではなく、医療機関への避難もクローズアップされていない。特に、慢性期医療の自動化や視覚を利用した単純化が遅れていることを意味している。重要医療資源の最適再配置にも大きく影響を与えるであろう。

一方、地域の災害医療に関するフレームワークから、災害への備えにおける「地域社会のハブ組織」の存在の重要性を理解することができた。

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。災害医療では、多機関・多職種の連携が必要であり、災害時の膨大な情報を人間工学的視点で捉えるためには、①労力分散、②自動化、③視覚を利用した単純化、④制限のある共有が欠かせない。本事業で開発したA-MACSは、医療行政上に運用・管理しやすい小学校区という健康地理学的評価を可能にするために、経済的かつ汎用性があり、上記4要素を成立させているシステムである。今後は、A-MACSの実装検証を行い、対応不十分な在宅医療運用・管理システムの開発に取り組む。

F. 健康危険情報 なし

G. 研究発表

各分担研究を参照

H. 知的財産権の出願・登録状況 なし

I. 引用文献

- 1) 藤本隆宏、「能力構築競争」、中公新書、2003.

グリッド・マッピング分析による医療需要情報の健康地理学的評価に関する研究

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

(現 大阪行岡医療大学医療学部理学療法学科 特任教授、岡山大学医学部 客員研究員)

研究要旨:

【研究目的と背景】

災害医療体制とは、医療体制上地域単位で捉えなければならなかった状態のことである。地域住民のつながりを考慮して、効率的な情報収集と迅速な意思決定が求められる。

迅速に収集された情報を包括的に管理し視覚化する原理を確立し、マッピング、グリッド・マッピング分析(GMA)の本質を再認識することによって、Health Geography (健康地理学)を応用した健康地理学的評価の意義を考察する。

【研究方法】

厚生労働省の政策資料、文部科学省の政策資料、文献調査、過去の災害時における医療活動記録からなる関連情報の収集と検討により行われた。また、災害時に知りたい7項目の医療活動関連情報をGMAによる可視化することによる、医療活動の意思決定や将来の医療活動予測に対する寄与についても、検討する。

【研究結果】

基礎自治体ごとに把握する災害医療情報と、地方自治体が把握する包括的災害医療情報の規模が明らかになった。また、視覚化による的確・迅速なモニタリングされる必要があることが明らかになった。GMAによる7要素のデジタル地図上への配置は、地域の災害医療活動の負担軽減に貢献するため、医療活動上の戦略に有益である。

【まとめ】

効率的な被害把握をするためには、小学校区グリッド(格子)による Mapping Analysis が迅速な医療政策上の意思決定に有用である。効率よく多層化された地図表示をするためには、デジタル化概念の理解が必要となる。「データを知的情報」に変換し、①電子化、②①による自動化、③ネットワーク化(情報共有、遠隔操作)、④組織間学習、が可能となる。これら一連の効果によって、多機関連携による多面的な理解を可能とし、意思決定と実行を容易とすることに大きく寄与する。

A. 研究目的と背景

災害医療は、人的被害を個人単位ではなく、医療の需要と供給が逆転した医療体制上地域単位で捉えなければならなかった状態のことである。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。そのため、のツールとして、マッピングは、地形、建物などの機能、交通、住所による位置情報、また年代別に地図を比較することによる経年的な変

化を表示することができるために有用である。その分析法の一つであるグリッド・マッピング分析(Grid Mapping Analysis : GMA)は、格子で区分されたマス目である「グリッド」ごとに、調査対象項目の数値を演算にかける「グリッド演算」によって、色分けし、有益な情報を際立たせることである。したがって、GMAは、地勢上のデータ(例えば人口、地理条件など)を視覚化および、戦略策定に活用するIntelligenceに変換する第一過程に当たる。これに医療情報を合わせたものとして、Health Geography(健康地理学)の応用は災害医療に大いに期待できる。

本事業の目的は、災害時の医療政策に活用するために、迅速に収集された情報を包括的に管理し視覚化する基本原理を検討することである。加えて、地理、文化、経時的变化の統合的観点から、医療活動の医療対応の優先性決定、支援規模の決定、進捗状況の評価(戦略の決定)視点に基づき、GMAによる健康地理学的評価の意義を考察する。

B. 研究方法

本研究は、厚生労働省の政策資料、文部科学省の政策資料、文献調査などからなる関連情報の収集と検討により行われた。

一方、災害時に知りたい7項目の医療活動関連情報

- ① 被害状況
- ② 医療需要
- ③ 供給できる医療
- ④ 追加できる医療
- ⑤ インフラ(電気、燃料ガス、上下水道、交通、通信)状況
- ⑥ 生活基盤(衣食住)
- ⑦ 物流管理(Supply Chain Management: SCM: 医療ガス、衛生資機材、医療機器、検査機器)

について、GMAによる可視化をすることによって、医療活動の意思決定や将来の医療活動予測に対する寄与について検討する。また、避難所などの生活環境が医療負荷へ与える影響についても検討する。

C. 研究結果

全国の病院数(精神科病院を除く、令和元年11月現在)は7,234施設、全国の一般診療所数102,712施設、全国の公立小学校数(令和元年)は19,432校で、基礎自治体数は、1,718あり、1基礎自治体当たり、小学校区数は11.3区であった1-3)。全国平均として1基礎自治体当たりの病院数は4.20施設でなった。1地方自治体(都道府県)あたりの平均基礎自治体数は、36.6で、1地方自治体当たりの平均小学校区は414区、平均病院数は154施設であった。

医療情報を自動的に視覚化することは時間と労力を省くことにつながり、医療政策の方針を伝達することにも役立つことが期待される。しかし、基礎自治体、地方自治体レベルでの規格統一話されていない。また、平時に災害医療に関する事前政策を地域で十分に理解しておくことは重要である。情報収集法だけでなく、アウトプットとなる指揮と統制(Command & Control: C2)についてもシステムの構築と、使い勝手の良いその利用法の整備が欠かせない。情報収取を行うだけでなく、現地に情報提供されれば現場のストレス解消につながるであろう。

一方、①～⑦7つの要素がGMAによるITによるデジタル地図上で、多層の重なりとして視覚的にも認識しやすくなる。GMAに基づく可視化の容易さに適応する項目についていかに検討する。

- ① 被害状況: 医療機関からの情報提供による患者重症度、人数、施設・設備被害
- ② 医療需要: ①のうち、特に重症治療が必要となる患者数と傷病の種類、および避難所における医療需要量

- ③ 供給できる医療：現状における医療状況と特に不足している状況
 - ④ 追加できる医療：③における不足している医療の優先性から考慮される追加すべき医療体制
 - ⑤ インフラストラクチャー（電気、燃料ガス、上下水道、交通、通信）状況：インフラストラクチャーの備蓄と供給体制
 - ⑥ 生活基盤（衣食住）：避難所、介護・福祉施設、医療機関を中心とした衣食住の需給状況
 - ⑦ 物流管理（医療ガス、医薬品、衛生資機材、医療機器、検査機器）医療を実行するために必要な材料や機器の供給体制
- GMA による7要素のデジタル地図上への配置は、地域の災害医療活動の負担軽減に貢献するため、医療活動上の戦略に有益である。

D. 考察

1. 【Mapping Analysis の意義と小学校区グリッドの正当性】

災害医療に係る情報を確実に吸い上げ、必要があれば必要十分な地域に伝達される仕組みが必要である。地域把握のために、人口、文化、平時からの住民のつながりのあるエリアを最小単位とする”Mapping Analysis”は効率的・視覚的に地域の状況把握を行うためには有用である。

最小統括範囲は、平時より活用されている仕組みを利用すべきであり、全国に存在する小学校区である。医療における地政学（地理学、地域の歴史など）の実践が高度な地区防災計画の策定によって、行政区域の基盤となる小学校区の強靱化につながるものとする。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を助けとなるであろう。

現在使用されている広域災害救急医療情報システム（Emergency Medical Information Service: EMIS）、災害診療記録及び災害時診療概況報告システム（Japan Surveillance in Post Extreme Emergencies and Disasters: J-SPEED）と本システムは互換性を設けることは容易である。一方、本システムは地域を重視し、医療需要を視覚化し、優先業務決定の自動化するという特徴がある。既存の2システムが情報収集に重点が置かれているのに対して、本システムでは情報処理や方針決定を支援することに重点を置いている。

2. 【GMA による7要素の評価】

- ① 被害状況：医療活動をするうえで考量すべき被害は、人的被害と医療機関の被害状況、医療活動を行うに不可欠な物流管理（SCM）である。人的被害では、人数、重症度、治療上の独断専門性を要する分野の有無と職員の安否についての情報に基づく見える化が必要である。医療機関の被害状況では、建物、大型医療機器・検査機器・診断機器、院内通信設備、院内昇降機、院内医療情報システム、院内インフラストラクチャー関連設備について、被害の有無を早期に確認できる必要がある。特に医療機関の被害状況は医療活動維持の判断に大きく影響を与える（律速因子）。
- ② 医療需要：重症患者治療は、医療資源の大量消費や医療スタッフの疲弊につながりやすく、医療機関や地域の医療さえも影響を与えかねない。他の医療活動とは切り離して考えるべきである。
- ③ 供給できる医療：人員では、災害発生時の在院職員と院外職員に分けて考える必要があるだろう。詳細に考えることが可能であれば、職種別に表記できればさらによい。

しかし、詳細になりすぎる傾向になりえるために、単純化する作業とは相反することになるかもしれない。同様に、医薬品や医療資機材もどこまで詳細に把握するか、という課題が残る。大型機器などの機材や⑤の院内インフラの使用状況についても併せて考える必要がある。

- ④ 追加できる医療: 現時点で不足している医療資源と不足が予測される医療資源に分けて考える必要がある。特に不足している医療資源については、その医療資源の優先性(医療活動を行う上での重要性和緊急性の2軸)をもとに、医療資源の供給請求が行われるべきであろう。
- ⑤ インフラストラクチャー(電気、燃料ガス、上下水道、交通、通信)状況: 現有および備蓄状況の把握と、消費予測が求められる。状況把握は時間を要するので、継続的な計測表示が可能であることが望まれる。消費予測は困難であるが、継続的な表示が可能となれば消費予測も容易になるかもしれない。
- ⑥ 生活基盤(衣食住): 阪神・淡路大震災や東日本大震災では、震災後3日後から医院への受診者数が爆発的に増加した。これは震災による直接的な傷病だけでなく、慢性疾患など日常的傷病に基づく受診によるものと推測される。したがって、被災者の生活基盤を盤石にすることは、これらの受診者数を低減することに寄与できるかもしれない。
- ⑦ 物流管理: (医療ガス、医薬品、衛生資機材、医療機器、検査機器): 地理空間データをリアルタイムに表示できるところに、物流管理に関するデジタルマップの強みがある。

以上、7つの要素が災害医療を行う上でGMAによる把握が必要であり、いくつかの

地図 layer に分けた多層表示することが求められる。

3. 【デジタル化】

膨大なデータは、目的に従って有益な情報の選別とその利用方法が決定が不可欠であり、データ・クレンジングによって、データのノイズを取り除く必要がある。「デジタル」とは、ノイズ(あいまいさ)を消去するために、ルールに沿って、いくつかのグループに物事を分類することであり、漠然とした内容を理解しやすいように「見える化」させて、「データを知的情報」に変換させなければならない(図 1)。つまり、デジタル化とは分類などによって単純化させることである。データのデジタル化によって、①電子化が可能、②①により自動化が可能、③ネットワーク(情報共有、遠隔操作)が可能、④組織間学習が可能となる(図 2)。これら一連の効果によって、多機関連携による多面的な理解を可能にする。

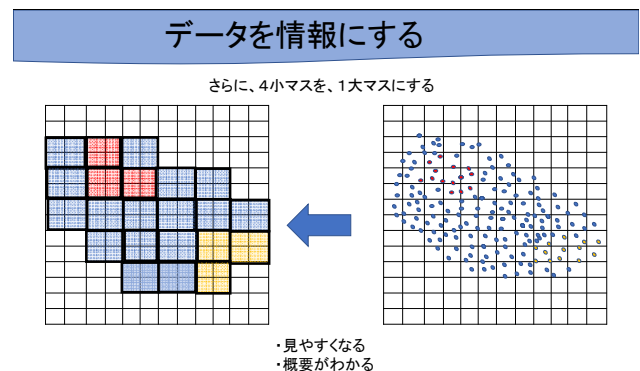


図 1 価値ある情報に変換すること(デジタル化)

左マス目にある3色の点の概要を把握することはむづかしい。右マス目では、マス目内に最も多くの色種である点をマス目の色とする「ルール」で表したものである。全体の傾向が見やすくなる。

デジタル化とは

デジタル化とは、決して電子化することではない。
電子化、つまり「0」、「1」に分けることであり、分類することと広義に考える必要がある
さらに電子化されれば、自動化できるので、作業を単純化できるかもしれない。

結局、デジタル化とは分類などによって単純化させること、

1. 電子化が可能となり、
2. 自動化が可能となり、
3. 学習が可能となる
4. ネットワーク(情報共有、遠隔操作)が可能となる
5. 多職種連携→多面的な理解を可能にする
6. 次世代イノベーション

課題は、ルール設定によって分類方法が変わること
最適な分類方法の検討が必要となる

図 2 デジタル化の本質

4. 【災害医療の Health Geography(健康地理学)的考察】

地図は、行政区分、インフラなどの構成を把握する地域研究における重要なツールである、という 4)。

本研究班では、災害時の医療情報を小学校区単位で、地図上に表示できるようにしている(分担研究:渡辺班、竹内班)。

地理空間情報の表示方法には、ラスタ形式とベクター形式がある。前者は、格子で区分し、容易に作成できるメリットがあるが、行政境界を正確に表すことができない。一方、ベクター形式では、正確に境界を表現でき、線の太さ、色、線に囲まれた面の色、などの変化のしかたなどを数値で表すことができる。

一方、非医療系情報システムでは、情報系グリッドと地理学系グリッドを多層的に共有するために、組織間をネットワークで橋渡しされた迅速な意思決定システムである Network-Centric Warfare (NCW)が運用されている。従来の PDCA サイクルによる課題解決思考手法よりも、「情報→活動」、というショートカット思考が可能となり、意思決定と実行が容易となる。医療救護班のために端末で情報を共有することを容易にする。

5. 【スマート・シティ化に向けた GMA の考察】

新型コロナ禍によって、生活様式は大きく変化し、感染対策から様々な ICT 技術が導入されつつある。安心・安全で、かつ便利な都市を形成するにあたり、ICT を用いたスマート・シティ化は今後も推進されるであろう。スマート・シティ化にあたり、3 要素(基盤整備、人材教育、会員主義)が不可欠である。基盤整備には状況の理解、見える化が、人材教育や会員主義にはネットワークの形成が大いに役に立つと考えている。これらの要素が、今後デジタルヘルスの key word となるとも考えている。そのためには、多視野・新発想が求められ、信頼性の高い情報に基づく異なる背景や発想をもった「思考競争」が必要でもある。

地域医療という観点からすれば、医療機関の機能(インフラストラクチャー環境)、地形特性(地理特性)、近隣地域特性、施設構造を視覚化できるだけでなく、時間軸、行動様式(意思決定)を加味することも可能であろう。

しかし、中村氏によると、現行の地域医療ネットワークは、費用、セキュリティなどの課題を抱えており、地域を俯瞰する災害医療情報システムを早期に統一しておく必要がある、と指摘している 5)。必要とする情報の特性は前述に指摘した「地域医療の観点」、つまり災害では本研究報告における 7 要素を考慮する必要があり、平時と災害時では異なることも考慮しておく必要がある。

7 要素がデジタル化された GMA によって基盤化に貢献できれば、図 3 に示すように災害医療の基本となる救急医療のスマート化がなされた都市形成へと発展できるものと考えている。

救急医療の基本

発展編

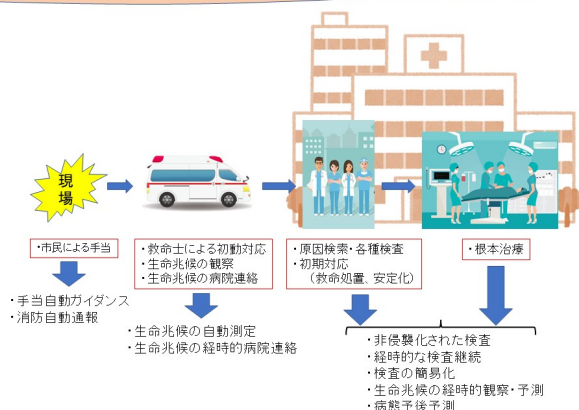


図3 デジタル化されたGMAによる都市の基盤化

デジタル化されたGMAによる都市の基盤化は、現場でのガイダンス、市民の行動変容を惹起させた積極的な対応、消防への自動通報や救急活動の円滑化（現場活動や収容医療機関の選定など）、院外からのバーチャルな到着前情報に基づく院内医療技術の進歩に寄与する可能性がある。

6.【米国における災害地域の評価と対応】

米国では、地震・広範囲な山火事が多発するカリフォルニア州は災害医療に熱心な地域である。この地域では、本邦で頻用されているSTART法やHospital Incident Command System (HICS)などが考案されてきた。その中で、CA Public Health and Medical Emergency Operations Manual (California Department of PublicHealth)には、即応対応が必要で災害対応システムの立上げに関して、そのレベルとグレードを表している(図4)。

3.4. 対応基準

3-4

3.4.1. 即応対応システム起動レベルとグレード

1.即応対応システム起動レベル(PHML)

Level 1	被災地域内でのリソース確保と患者収容が必要な場合、または相互協力協定に基づいた地域からリソース確保が可能な場合。
Level 2	現地の方針および手順に従って支援されるべきである。
Level 3	相互協力協定のある地域からのリソース確保を必要とし、他の地域へ患者移送の必要がある場合。

2.即応対応システムグレード(PHMSG)

Grade	状況
緑	保健医療体制は通常通り。状況は解決しており、支援は必要ない。
黄	保健医療体制は、地域の資源と既存の協定で管理している。支援は必要ない。
オレンジ	保健医療体制は、管内／区域外からの支援が必要である。
赤	保健医療体制は、管内／区域外からの支援が必要である。
黒	保健医療体制は、管内／区域外からの多大な支援が必要である。
グレー	不明

出典 CA Emergency Operations Manual

19

図4 即応対応システム起動レベルとグレード

また、行政による地域への優先業務順位とその復旧目標時間も作成されている(図5)。

3.4.2. 重要なプログラム修復の優先順位

3-4

「戦略目標リスト」に基づく、優先順位の暫定決定

優先順位	説明	復旧期間
A	安全衛生、事業運営、顧客サービスへの重大な影響	プログラムやサービスは、0～5時間以内に復旧
B	安全衛生、事業運営または顧客サービスへの影響が大きい	プログラムやサービスは、5～24時間以内に復旧
C	安全衛生、事業運営または顧客サービスへの中程度の影響	プログラムとサービスは、24～72時間以内に復旧
D	安全衛生、事業運営または顧客サービスへの影響が少ない	プログラムやサービスは、72時間から2週間以内に復旧

出典 COOP template

20

図5 優先業務の暫定順位と復旧目標時間

これらは災害時の医療政策の起動時期と規模の目安となるものであり、医療政策を実行するには欠かせないものであると思われる。しかし、これらを起動させるためには、前提となる災害医療を地域で俯瞰できることが必要でもある。

E. 結論

経済学者 P.F.ドラッカーの「人々が関心を持つのは、最高のものではなく、一番わかりやすいものである」という言葉にもあるように、災害時の混乱と収集される膨大なデータを、現代の技術であるデジタル化によって、わかりやす

くすることが重要である。また、わかりやすくするためには、災害医療では医学分野だけでなく、地域文化、地理学、インフラストラクチャー、物流など住民の生活を理解することも欠かせない。基礎自治体、地方自治体(都道府県)、厚生労働省の各レベルでの情報の集約と視覚化を活用した効率的な把握(小学校区による Mapping Analysis)は迅速な医療政策上の意思決定を可能にする。健康地理学を併用したグリッド・マッピング分析は有用なツールとなる。

F. 健康危険情報 なし

G. 研究発表

学会発表:

1. 中尾博之、齋藤博則、野崎哲、家永慎一郎、渡邊暁洋、平山雄浩、「地域を連携させる医療存続計画(HBCP)岡山県地域医療BCP構築事業(OHBC)」、第25回日本臨床救急医学会総会・学術集会、2022.5、大阪市。
2. 中尾博之、渡邊暁洋、平山雄浩、「コロナ禍における医療機関BCPの改定と訓練の工夫 Healthcare BCPのレジリエンス・トライアングルを評価するパラメーター」、第25回日本臨床救急医学会総会・学術集会、2022.5、大阪市。
3. 中尾博之、「地域医療に関する業務存続計画(BCP)の構築:岡山県でのモデル事業岡山県下におけるヘルスケア業務存続計画構築事業(OHBC)について」、第59回日本医療・病院管理学会総会・学術集会、2022.9、岡山市。
4. 中尾博之、「医療機関のBCPの考え方と課題」、第17回日本プライマリ・ケア連合学会九州支部総会・学術大会、2023.2、熊本市。
5. 中尾博之、渡邊暁洋、平山雄浩、「厚労科

研研究費助成金事業A-MACSによる多機関連携体制の構築に関する考察」、第28回日本災害医学会総会・学術集会、2023.3、盛岡市。

6. 中尾博之、「新型コロナウイルス感染症における業務継続計画(BCP)の Resilience Curve による解釈(主題関連セッション 11)」、第28回日本災害医学会総会・学術集会、2023.3、盛岡市。

教育講演・研修会開催:

1. 中尾博之、「医療機関のBCPの考え方と課題」、香川県 BCP 研修会(講演)、2022.10.6、高松市(オンライン)。
2. 中尾博之、渡邊暁洋、平山雄浩、ODMW in IBARA (主催)、2022.10.10、井原市(岡山県)。
3. 中尾博之、「Hospital BCP」、令和4年度岡山県災害拠点病院医療救護要員研修会(企画・講義)、2022.12.11、岡山市。
4. 中尾博之、「BCP研修会」、岡山市内医師会連合会(講義)、2023.2.15、岡山市。

紙上発表:

1. 中尾博之、災害対策の基本 災害対応マニュアル、腎と透析、91(2):200-3:2023。

H. 知的財産権の出願・登録状況 なし

I. 引用文献

- 1) 令和元(2019)年医療施設(動態)調査・病院報告の概況,<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/iryosd/19/>
- 2) 文部科学統計要覧(平成31年版)
https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/002/002b/1417059.htm
- 3) 総務省,市町村合併

<https://www.soumu.go.jp/kouiki/kouiki.html#:~:text=%E6%9C%AC%E6%97%A5%E3%81%AE%E5%B8%82%E7%94%BA%E6%9D%91%E6%95%B0,%E5%90%AB%E3%82%81%E3%82%8B%E3%81%A81%2C724%E3%81%A8%E3%81%AA%E3%82%8B%E3%80%82>

4) 小林浩二、地域研究における地図の役割と課題、地図、43(4):51-58:2005.

5) 中村努、ICT の地域的受容にみる地理学的

論点、教養教育研究院論叢、中京大学教養教育研究院、2 (1):1-10:2021-10-15.

令和 3.4 年度厚生労働省科学研究費補助金(地域医療基盤開発推進研究事業)
分担研究報告書

小学校区グリッドに基づく A-MACS における医療支援体制への可視化による意思決定支援システムの開発の
総括

研究分担者 渡邊暁洋 岡山大学学術研究院 医歯薬学域 災害医療マネジメント学講座
(現兵庫医科大学 危機管理医学)

研究要旨

災害時には、膨大なデータを扱う場面、かたや非常に少ないデータのなかで 必要な情報を限られた時間の中、素早く正確に読み解く必要がある。災害対応者は、その限られた情報の中で、意思決定を行う必要がある。そこで災害時における医療対応を進めるための情報処理を効率的に行うためのツールの開発が求められている。現在、広域災害救急医療情報システム(EMIS)や被災地情報を集約する情報システム(SIP4D、D24H)、災害診療記録及び災害時診療概況報告システム(J-SPEED)などが災害時に活用され、災害時の情報整理の一翼を担っている。

本研究では、災害時における、医療提供体制を地域最小単位である小学校区において、医療機関や避難所情報など、医療における需要と供給のバランスを是正する意思決定支援システムの開発を行うことを目的とし、Google アプリで無料運用できる範囲において開発を行うこととした。システム開発の流れは、データの収集・蓄積・統合から構成され、収集は Google Form、蓄積・統合は Google Sheets を用いた。またこれらの集計・分析には計算式を入れた、Google Sheet を作成してデータベース化を行った。さらにこれらを意思決定支援システムとするために Google データポータルに表示し可視化を行った。このようなシステムを、医療機関、小学校区における災害対策本部とくに医療本部において活用することで、人的資源の少ない中、より効率的な支援計画を作成することが可能となる。さらに各医療本部など記録されている時系列記録から業務の優先順位を決定するシステムから業務を表示させることでより具体的な支援内容の決定に寄与できる。

今後は、情報管理と意思決定支援システムは誰でも使用でき、使用場面でカスタマイズしやすい、クラウドシステムで開発されてそれらを継続的に使用していくためサーバー機能も必要である。

A. 研究目的

医療機関の被災状況を知ることはその地域の医療対応計画の策定には必要不可欠である。被災地域における医療機関の役割分担や、支援配分を判断する際には、医療機関ごとの被災状況を素早く情報収集し、集計分析、可視化し、意思決定につなげる必要がある。そこで医療機関ごとの収集すべき被災報告項目の抽出、報告項目の集計、集計項目の可視化のシステム化を行った。更に被災地域の医療需要の一要因としての避難所の状況把握として、避難所アセスメントシート、避難者が避難所受付時に記載する避難者カード、体調チェックシート作成を行った。

これらの被災地情報を被災地域の小学校区における医療提供情報と被災者医療ニーズ情報の一部を集約し、医療機関の役割分担や医療支援配分の判断に結びつけることのできる可視化情報のシステム化を目的とした。さらに病院の規模により被災状況

報告項目や位置情報は適宜変更される場合があるため、より自由度の高い質問票を作成する必要がある。

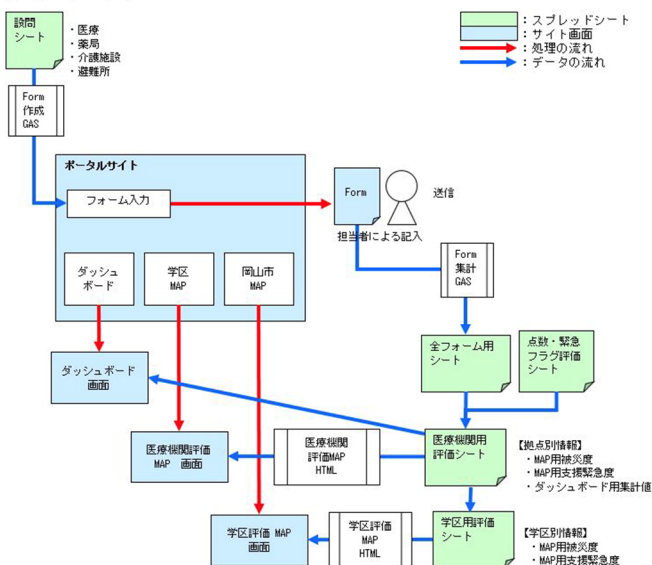
被災状況報告フォーマットを作成し、病院の部署ごとの集計、病院ごとの集計、小学校区での医療機関の集計しそれらを可視化し、また、活動場所などでの時系列記録から業務優先度判定結果(竹内分担研究)を具体的な業務優先順位をポータルサイトに表示することで、よりきめ細やかなで具体的な地域での医療対応計画の意思決定支援が可能となることを目的しシステムの開発を行った。

B. 研究方法

災害時における医療機関の被災状況の収集蓄積統合を行うために、岡山県内の、県南東部2次医療圏5災害拠点病院における被災状況報告のフォーマットを調査し、共通で利用できる報告項目

の抽出を行った。抽出項目を Google Sheet にて質問項目の作成を行い、それを Google form に取り込み、被災状況の入力フォームとした。Google Form に入力された各部門の被災状況は、Google Data Portal や Google Map を用いて集計項目の出力を行い、可視化を行った。可視化を行う際には、Google Map を用いているが、小学校区を分けるために、自治体からのポリゴンデータを用いて表示を行った。被災状況の入力フォーム、それらを表示するために1次的にポータルサイトを作成し、医療機関ごとのダッシュボード、学区ごとの MAP、基礎自治体の MAP を表示させた。

処理・データフロー



C. 結果

1. Google Cloud を使用することで無償にて可視化に至ることができた。Google Sheet に質問項目フォーマットを作成し、フォーム作成ボタンにより Google Form へ取り込み被災状況入力フォームを作成した(図1)。医療機関被災状況入力の流れ以下を Google Sheet から Google Form へ変換して被災状況入力フォームとした。

- (ア) 入力項目は、場所や入力者を入力する基本情報と、被災状況を入力する被災情報として構成した。
- (イ) 医療施設名、建物、フロア、部署/場所、職種、入力者名、連絡番号とした。さらに入力値と位置情報を紐づけることで場所の特定を可能とした。
- (ウ) 質問の選択項目は、あらかじめ入力値として不動のものは、選択肢として入力できるよ

う簡略化をおこなっている。

- (エ) 緊急入力と詳細入力のように時系列での報告形式を取っており、各部署や部門に見合った質問項目を選定した。
- 2. 小学校区における医療機関被災状況
 - (ア) Google ダッシュボードを使用したデータ表示し、表示単位を小学校区とした。
 - (イ) 医療機関の被災状況報告は建物別表示として、各部門/場所からの報告を集計した。
 - (ウ) 各部門/場所からの報告を総合した評価にて病院全体として表示をおこなった。病院全体の評価としては、報告部署にて何かしらの異常がある場合には、病院全体の評価としても被災ありと表示するようにした。

被災状況入力 Form として Google Form を使い、場所と被災状況、自由記載可能な報告 Form を作成した(図 2.3.4)。入力されたデータは Google Sheet に蓄積されデータベース化される(図5)。入力されたデータより、医療機関の診療機能に影響する項目、スタッフの負傷者、患者負傷者、インフラストラクチャーである電気・水の障害、建物の破壊、倒壊の危険、火災の発生、浸水の発生、通信手段の可否の項目を選定し、フラグをたて、被災状況を点数化した

(図.6)。これらフラグを立てた被災状況項目をそれぞれ建物被害関連は100点、それ以外の被災項目を10点として点数を医療機関ごとに合計し医療機関の被災状況評価として集計を行った(図.7)。医療機関ごとの詳細な被災状況報告集計は、ダッシュボードとして可視化を行い、医療機関の災害対策本部で閲覧をできるようになっている。報告の割合、直ちに対応をしなければいけない項目、それらがどこで起こっており、どのような被災に対応すべきなのか、直感的に理解でき、災害対策本部で対応計画を立てる要員の意思決定の一つの要因となり得る(図.8)。医療機関の被災状況の点数を小学校区ごとで集計することで小学校区ごとの医療機関の被災状況を把握することができ、どの小学校区の被災が大きいかを集計した(図.9)。また、医療機関ごとの被災状況図8の結果より位置をマッピングし可視化するために被災の大きさを円の大きさとし、色を支援の緊急性が高いものを赤色、次に緊急性が高いものを黄色として緊急性のひく被災を青色として表示を行った。また、小学校区のエリアを分けるために基礎自治体の持っているポリゴンデータを用いて小学校区の表示を行った

[illegible]

図1.Google Sheet による質問項目のフォーマット

【緊急】医療機関（診療関係 病棟・外来）

入力者の情報を選択してください。

 t-mikasa@njc.co.jp（共有なし） [アカウントを切り替える](#)



*必須

施設 *

☐ 岡山大学病院

建物（施設）

☐ 外来診療棟

☐ 中央診療棟

☐ 入院棟・西

☐ 入院棟・東

☐ 総合診療棟・西

☐ 総合診療棟・東

☐ 歯科診療棟

次へ

フォームをクリア

【緊急】医療機関（診療関係 病棟・外来）

入力者の情報を選択してください。

*必須

施設*

☐ 岡山大学病院

建物（施設）

☐ 外来診療棟

☐ 中央診療棟

☐ 入院棟・西

☐ 入院棟・東

☐ 総合診療棟・西

☐ 総合診療棟・東

☐ 歯科診療棟

外来診療棟フロア

図2.Google Sheet より作成した被災状況入力
Google Form(建物)

フロア

☐ B1F

☐ 1F

☐ 2F

☐ 3F

☐ 4F

☐ 5F

☐ 6F

☐ 7F

☐ 8F

☐ 9F

☐ 10F

☐ 11F

部署/場所

☐ 総合受付

☐ 総合内科・総合診療科

☐ 患者支援センター

☐ 認知症疾患医療センター

☐ 患者相談室

☐ 地域医療相談室

☐ 医事課

図3.Google Sheet より作成した被災状況入力
Google Form(建物階数)

食料備蓄量（何日分）

☐ 0

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 7以上

発電機、暖房用燃料量

回答を入力

飲料水の備蓄

回答を入力

送信

フォームをクリア

図 4.Google Sheet より作成した被災状況入力
Google Form(被災状況入力項目)

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	入力日時	施設	部署名	医療機関・食料提供	電気・暖房まで	食料・飲料	フロア	部署・場所	職員	入力者名	連絡番号		
2	2023.02.15 18:46:25	岡山大学病院	外来診療棟総合受付	制限(不可/不明)	あり			外来診療棟	2F	総合受付	職員	AA	123
3	2023.02.15 18:55:48	岡山大学病院	中央診療棟総合受付	制限(不可/不明)	なし			中央診療棟	1F	総合受付	職員	BB	
4	2023.02.16 18:27:47	岡山大学病院	中央診療棟総合受付	制限(不可/不明)	なし			中央診療棟	1F	総合受付	職員	CC	345
5	2023.02.16 18:44:05	岡山大学病院	中央診療棟内科	制限(不可/不明)	あり			中央診療棟	2F	内科	医師	DD	456
6	2023.02.16 18:46:03	岡山大学病院	総合診療棟・西	制限(不可/不明)	あり			総合診療棟・西	3F	医事課	医事課	EE	567
7	2023.02.17 18:22:28	岡山大学病院	総合診療棟・東	制限(不可/不明)	あり			総合診療棟・東	2F	医事課	医事課	FF	678
8	2023.02.17 18:51:49	岡山大学病院	入院棟・東	制限(不可/不明)	あり			入院棟・東	10F	医事課	医事課	GG	789
9	2023.02.17 17:09:23	岡山大学病院	総合診療棟・西	制限(不可/不明)	なし			総合診療棟・西	3F	患者支援センター	臨床心臓士	HH	890
10	2023.02.17 17:33:30	岡山大学病院	総合診療棟総合受付	制限(不可/不明)	あり			総合受付	1F	事務	事務	II	901
11	2023.02.17 17:41:53	岡山大学病院	中央診療棟内科	制限(不可/不明)	あり			中央診療棟	3F	内科	医師	JJ	12
12	2023.02.17 18:01:45	岡山大学病院	入院棟・西	制限(不可/不明)	あり			入院棟・西	2F	患者支援センター	臨床工学技士	KK	124
13	2023.02.17 18:48:17	岡山大学病院	入院棟・西	制限(不可/不明)	あり			入院棟・西	3F	内科	内科		
14	2023.02.17 20:08:30	岡山大学病院	中央診療棟	制限(不可/不明)	あり			中央診療棟	3F	総合内科・総合診療科			
15	2023.02.17 20:12:36	岡山大学病院	外来診療棟総合受付	制限(不可/不明)	あり			外来診療棟	1F	内科			
16	2023.02.20 18:57:00	岡山大学病院	外来診療棟総合受付	制限(不可/不明)	あり	0		1 外来診療棟	1F	総合受付	施設	OO	135
17	2023.02.20 18:04:24	岡山大学病院	中央診療棟医事課	制限(不可/不明)	あり	4		1 中央診療棟	2F	医事課	医事課	PP	136
18	2023.02.20 18:21:41	岡山大学病院	入院棟・東	制限(不可/不明)	あり	3		1 入院棟・東	4F	内科	医師	QQ	246
19	2023.02.22 11:19:19	岡山大学病院	入院棟・東	制限(不可/不明)	あり	6		100 入院棟・東	1F	医事課	医事課	RR	30303030
20	2023.03.17 18:41:44	岡山大学病院	外来診療棟総合受付	制限(不可/不明)	あり	6		100 外来診療棟	1F	医事課	医事課	SS	0
21	2023.03.20 08:30:12	岡山大学病院	外来診療棟総合受付	制限(不可/不明)	あり	6		100 外来診療棟	2F	総合内科・総合診療科	医事課	TT	322

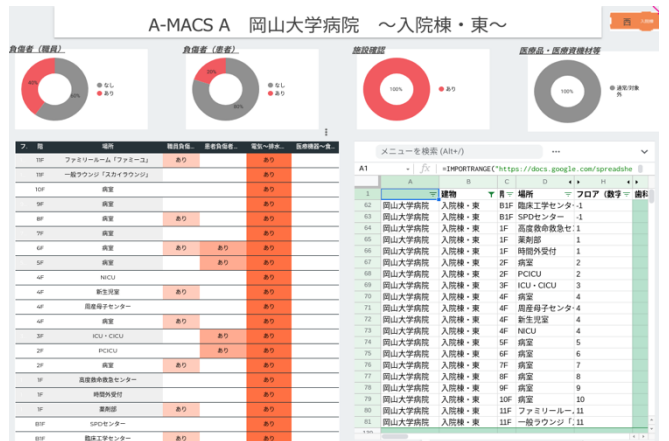
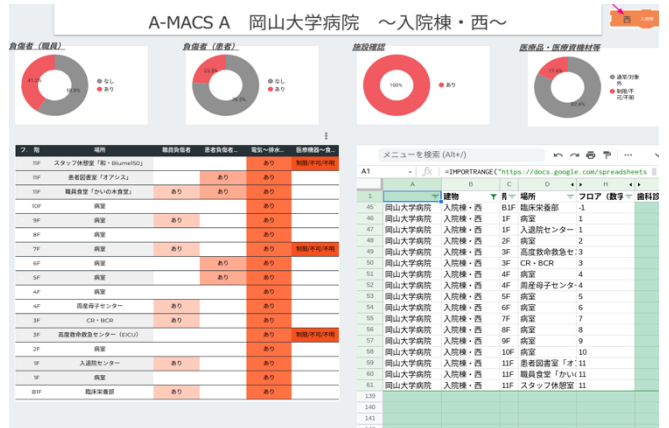
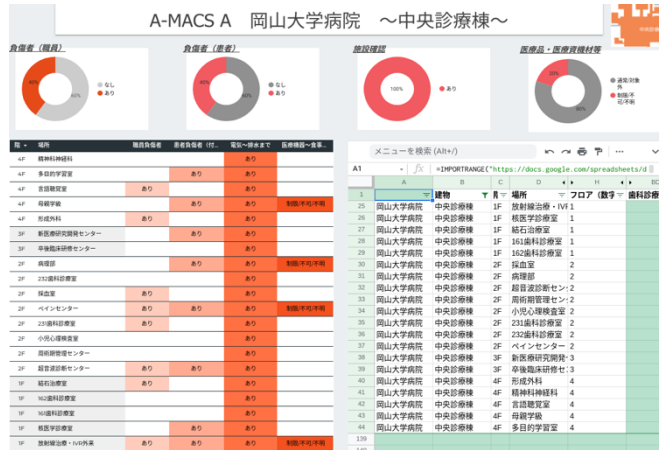
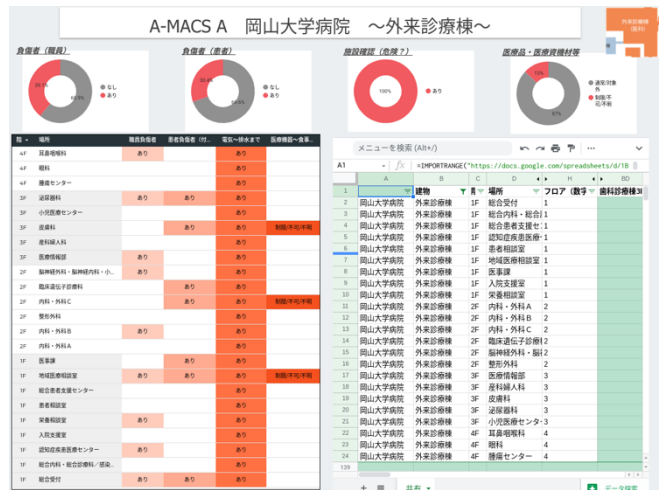
図 5. Google Form 入力後のデータベース

	A	B	C	D	E
1	INDEX	質問	選択肢	点数	緊急フラグ
2	0	施設			
3	1	建物（施設）			
4	2	外来診療棟フロア			
5	3	中央診療棟フロア			
6	4	入院棟・西フロア			
7	5	入院棟・東フロア			
8	6	総合診療棟・西フロア			
9	7	総合診療棟・東フロア			
10	8	歯科診療棟フロア			
11	9	部署／場所			
12	10	職種			
13	11	入力者名			
14	12	連絡番号			
15	13	負傷者	あり／なし	1	10
16	14	患者負傷者	あり／なし	1	10
17	15	電気の使用制限（自家発電機の稼働状況）	あり／なし	1	100
18	16	建物の破壊（壁、天井、床、窓、扉）	あり／なし	1	100
19	17	避難経路の障害	あり／なし		
20	18	倒壊の危険	あり／なし	1	100
21	19	火災の発生	あり／なし	1	100
22	20	浸水の発生	あり／なし	1	100
23	21	上水道の破壊	あり／なし	1	100
24	22	下水・排水の破壊	あり／なし	1	100
25	23	水道の使用（上水道、下水道、井戸）	あり／なし	1	100
26	24	救護の必要	あり／なし	1	100
27	25	情報伝達手段の可否	可／不可／不明	1	10
28	26	エレベーターの使用可否			
29	27	エレベーターの利用できない箇所			
30	28	医療機器（レスピレータ・透析機など）	通常／制限あり／使用不可／不明／対象外	1	10

図 6. 被災状況評価のための評価フラグ

	A	B	C	D	E	F	G
1	no	拠点	緯度	経度	点数	緊急	url
2	1	岡山県精神医療センター	34.65094	133.91662	30	1	
3	2	一般財団法人澤里会 大供クリニック	34.65476	133.91803	90	0	
4	3	うのきん耳鼻咽喉科	34.65452	133.91343	50	2	
5	4	岡山大学病院	34.65073	133.92065	10	0	
6	5	Jinfuzen Center Saiwaicho Memorial Clinics	34.64737	133.91187	70	1	
7	6	長瀬内科医院	34.65497	133.91391	40	2	
8	7	光生病院	34.65589	133.91144	90	2	
9	8	大元内科医院	34.65194	133.91539	30	1	
10	9	腎不全センター幸町記念病院	34.64737	133.91187	25	0	
11	10	木本内科医院	34.65199	133.91534	19	1	
12	11	川口メディカルクリニック	34.65559	133.91825	58	2	
13	12	かわたファミリークリニック	34.64746	133.91444	89	1	
14	13	ごとうクリニック	34.65605	133.92127	37	0	
15	14	藤原内科	34.6483	133.91429	90	1	
16	15	LEEクリニック	34.65555	133.91596	45	1	
17	16	白石内科眼科クリニック	34.65443	133.91507	81	2	
18	17	おおもと病院	34.64703	133.90437	70	2	
19	18	岡山看護センター	34.64626	133.90798	21	1	
20	19	伊藤整形外科	34.65179	133.91704	43	1	
21	20	イナバ小児科	34.65352	133.91863	57	1	
22	21	東古松バネン科診療所	34.64705	133.91565	85	1	
23	22	ももたろう往診クリニック	34.64716	133.90349	31	1	
24	23	ゆうえん医療まい難聴クリニック	34.6567	133.91794	12	1	
25	24	岡山県精神保健福祉センター	34.65524	133.91184	10	1	
26							

図 7. 医療機関ごとの被災状況フラグによる評価



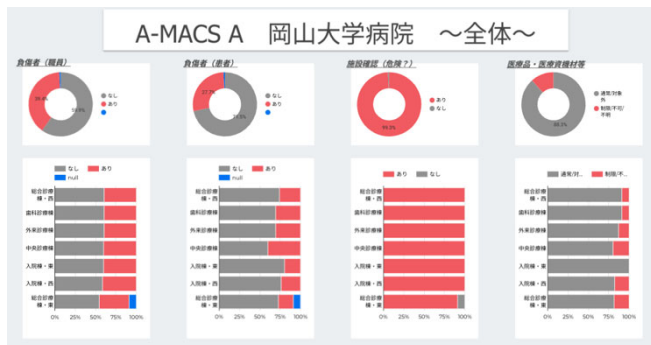
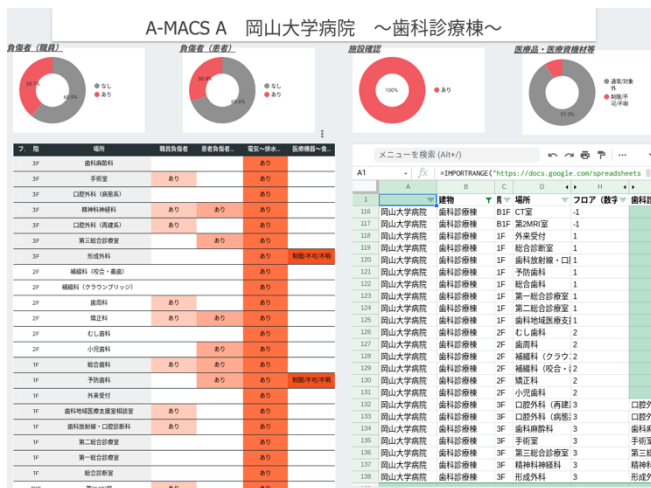
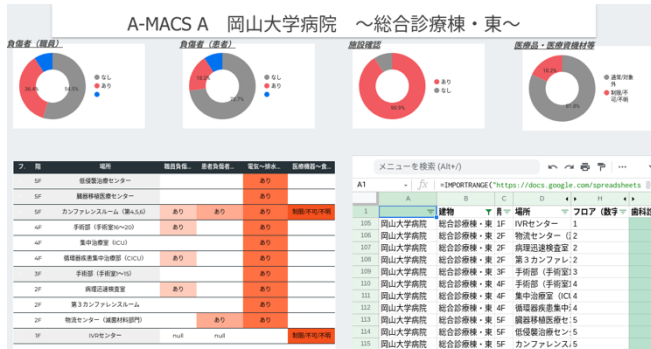
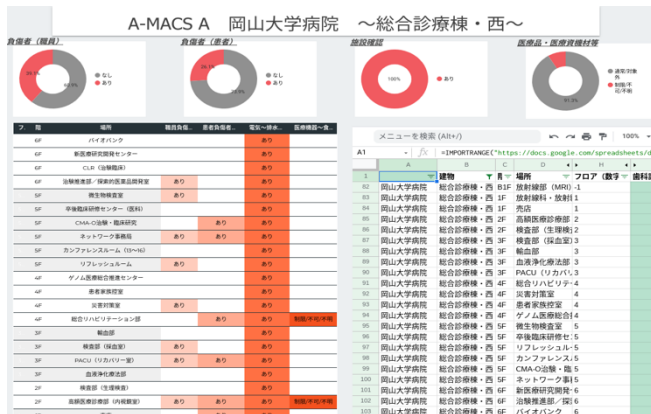


図 8. 医療機関ごとの被災状況ダッシュボード

	A	B	C	D	E	F	G
1	no	地点	緯度	経度	点数	緊急	url
2	1	鹿田	34.65260544	133.915194	180	100	
3	2	石井	34.66642417	133.9126418	50	1	
4	3	岡山中央	34.66535643	133.9325598	50	100	
5	4	清輝	34.65186512	133.9276809	20	0	
6	5	岡南	34.63574548	133.9225284	70	10	
7	6	大元	34.64663789	133.90474	40	1	
8	7	三門	34.66672419	133.899574	90	100	
9	8	伊島	34.67658906	133.9101956	30	0	
10	9	西	34.64224226	133.8912699	100	100	
11	10	大野	34.66677493	133.8873592	80	10	

図 9. 小学校区ごとの医療機関被災状況集計

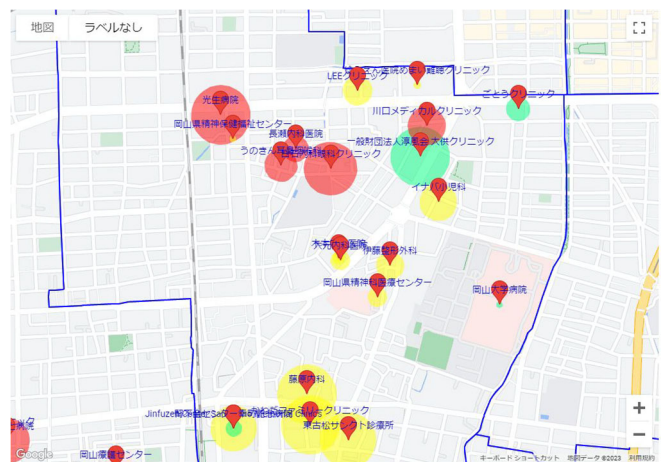


図 10. 小学校区における医療機関ごとの被災状況

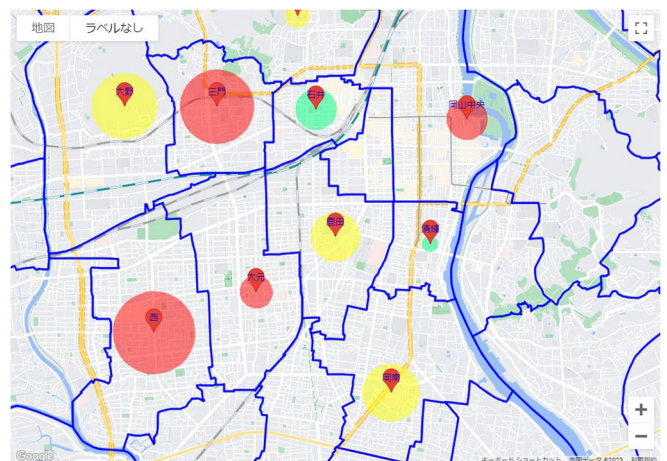
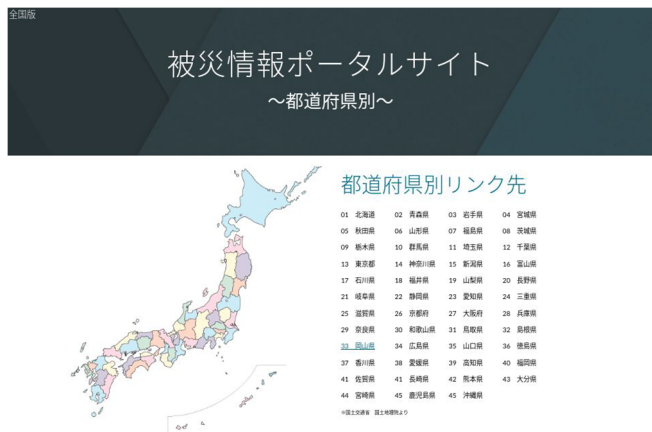


図 11. 小学校区ごとの医療機関被災状況集計



況を可視化することで災害医療の原点である、資源の有効活用に繋げることができる。

Google Sheet に質問項目フォーマットを作成し、Google Form へ取り込むことにより自由度の高い入力フォームの作成を行うことができるようになっており、病院の規模や位置情報や建物情報などを容易に修正することができ汎用性の高い被災状況入力フォームを誰でも作成することができた。医療機関の被災状況フォームだけでなく、避難所や薬局、介護施設などの被災状況把握について汎用性の高いシステムであると考えられる。被災状況集計に関しては、今回はシンプルに病院機能の維持という視点たち、建物被害、インフラ被害、人的被害に絞った。しかし、医療提供は、これら被災状況と人的資源、物的資源、それらを補う資源などが複雑に絡み合うため、それらを含めた、被災状況を点数化し複雑な関数や計算式を組み込むことが必要である。Google Sheet 上でも、使用できるデータと計算式や関数に制限があったため、Google Sheet API などの使用がより高度なシステムを構築するために必要であると考えられる。

Google MAP を使用しマッピングと可視化を行った、これらを一つの地図上に表示することも可能であり、被災地域の状況が地図上で確認することができる。地図上データを医療機関レイヤーや薬局レイヤー、避難所レイヤーなどに分けることで必要な情報のみを確認することもできる。また、基礎自治体の持つポリゴンデータも変更し、地区の分け方を変更したいなどの要望にも容易に対応するためには Google MAP API の機能を活用することで、自動でよりリアルタイムな集計結果を表示することが可能となる。今回は、一時的なポータルサイトを作成し、そこへ Google Cloud 上に置いているデータを表示させたが、継続的な使用のためには、簡単なサーバーの機能を持つ必要がある。

E. 結論

災害時には、資源に限りがある中、効率的な意思決定をサポートするシステムは、災害対応を効果的に実施する上で重要である。災害時には、資源に限りがある中、効率的な意思決定をサポートするシステムは、災害対応を効果的に実施する上で重要である。Google のシステムは、小学校区の被災状況やそ

れらを可視化するための基礎システムとして効果的な機能を有している。より高度なシステム管理や、より高度な計算システムの構築、継続的なシステム運用を考慮する際には、API や、ビッグデータを扱えるようなシステム導入、ホストサーバー機能を有していく必要がある。無償ツールを使用して作成を行っているが、すべてにおいての無償利用は困難である。今回利用している HTML は、共有サーバを必要とするためハードディスク、あるいはクラウド環境の整備が必要である。本システムは、小学校区での医療提供体制を構築し、業務計画の支援をするための一助となり、より地域密着の医療支援に貢献することができる。さらに、汎用性の高いシステムでもあるので、設問項目を追加、評価シートの追加など、幅広い保健医療福祉に関わるすべての分野での発展も期待できる。

F. 学会発表

1. 渡邊 暁洋, 平山 隆浩, 中尾 博之:一般演題, :小学校区グリッドに基づく A-MACS における医療支援体制への可視化による意思決定支援システムの開発, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会, 岩手, 2023 年

G. 参考資料

広域災害救急医療情報システム
<https://www.wds.emis.go.jp/>
J-SPEED 情報提供サイト
<https://www.j-speed.org/>
基盤的防災情報流通ネットワーク
<https://www.sip4d.jp/>

H. 知的財産権の出願・登録状況 なし

令和3, 4年度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）

研究分担報告書

クロノロジー（活動記録表）を利用した業務優先度の解析システム構築の総括

研究分担者 竹内孔一（大）岡山大学学術研究院 自然科学学域 准教授

研究要旨：本報告ではクロノロジーの業務優先度を解析して推定するシステムを構築する方法について2年間研究してきた内容を総括する。**方法：**優先度解析システムの構築を大きく3段階に分けて、それぞれについて検討した。各段階は(1)クロノロジーの分析、(2)機械学習を利用したクロノロジー解析モデルの構築、(3)解析モデルをGoogleドライブと連携させた優先度推定システムの構築である。それぞれの段階についてどのような方法で分析および構築を実施したか、またその背景となる問題点や制約について明らかにする。**結果：**1)クロノロジーに対して3段階の優先度を付与した場合に2名の作業者の一致率は0.95、Kappa係数は0.60であった。クロノロジーにおいて優先度の高い業務内容は全体の約1%と少なく、また、中程度の業務も約8%であった。(2)業務の優先度を識別するモデルを構築した。方法として人手で分類した正解データを作成して、機械学習モデルに適用して識別モデルを構築した。複数の機械学習モデルを比較した結果ニューラルネットワークを用いた手法が高い精度を示した。(3)優先度推定システムを災害時の利用を想定して構築した。構築したシステムはGoogleドライブ、コントロールサーバ、クロノロジー解析サーバの3つのサーバから構成される。Googleスプレッドシートでクロノロジーを作成するためWeb上で編集が可能である。Googleドライブからクロノロジーを読み出して解析システムに適用し、優先度を付与したファイルをドライブに保存する。付与結果はGoogleドライブに置くため可視化などで利用できる拡張性のあるシステムである。**まとめ：**災害時に記録されるクロノロジーを利用して記載内容から業務の優先度を判定する解析モデルを構築した。さらに災害時における運用を意識したクロノロジー優先度推定システムを構築し、実用に向けて考察した。

研究協力者

山崎 瑤：岡山大学大学院博士前期課程2年

孝壽 真治：岡山大学工学部情報系学科4年

石澤 哉子：岡山大学大学院非常勤研究員

齋藤 由美：岡山大学大学院非常勤研究員

A. 研究目的

大規模災害時において発生する業務の断片が保健医療調整本部や病院等の災害対策本部でク

ロノロジーに記録されている。クロノロジーには負傷者の救援など人命に関わる優先度の高い業務から、対策本部での打ち合わせの内容など優先度が低い業務まで含まれていることがわかる。現在では、こうした業務に対して、災害対策本部で人手で優先度を判定して医療活動の資源の配分を決定している。被害状況と機能している医療機関の状況を勘案した判断は、デジタル化した情報を最大限に利用することで最適化

モデルが適用可能になり、より現場の状況に即した判断が期待される。

本報告では2年間の研究により明らかになった、クロノロジーで記載されている業務の優先度を判断するシステムの構築について明らかにする。

B. 研究方法

クロノロジーに記載されている業務の優先度を判断するシステムを構築するためには次の3段階が必要である。1 クロノロジーの分析、2 クロノロジー解析モデルの構築、3 優先度推定システムの構築である。各項目について下記に研究方法について記述する。

1. クロノロジーの分析

クロノロジーの分析では業務の優先度の分類基準を構築して、人手の作業による優先度分類データの構築を行う。

まず、分類基準であるが災害医療¹⁾におけるトリアージの考え方を考慮して、緊急度と重要度の2軸を中心に優先度を分類する。つまり、表1に示すように重要かつ緊急度の高いものを優先度「高」とし、どちらかでも高いものは「中」と分類する。この時、重要度は生命に関わる内容の場合に高いと判定する。

表1の基準を利用して実際のクロノロジーに対して人手で優先度を付与する。その際、判断が揺れることが予測されるため2名で付与を実施する。

解析モデル構築のためのデータとして利用する際は2名の付与結果を集約する。優先度を低い方から順に1から3として数値化し、2名の付与結果を平均した値を四捨五入した数値に対応する優先度を最終優先度とする。

表 1. 優先度を判定する基準

優先度	内容 (重要度 x 緊急度)
高	重要かつ緊急度が高い内容 人の生命に関わる内容は重要度が高い
中	重要または緊急度のどちらか一方が高い内容
低	上記のどちらでもない内容

2. クロノロジー解析モデルの構築

入力されたクロノロジーテキストに対して表1で設定した優先度を推定するモデルを構築する。本研究の解析モデルはクロノロジーの本文を入力とし、優先順位の3段階を出力する。

解析モデルは機械学習の文書分類モデルを利用する。本研究では複数の文書分類モデルを実験的に比較してクロノロジー分類に適した手法を検討する。文書分類モデルの構成としてベクトル化モデルと識別モデルの2つモジュールが考えられる。ベクトル化モデルは文書をトークンに分割してベクトルに変換するモデルである。識別モデルはベクトル化された文書を利用して優先度を識別するモデルである。これらの組み合わせとして表2に示したモデルを検討する。

表 2. 文書分類モデルの比較

ベクトル化モデル	識別モデル
bag-of-words ⁵⁾ (BOW)	SVM ²⁾
	XGBoost ³⁾
	3層ニューラルネット
BERT ⁸⁾	ワーク(3-layer) ⁴⁾
BOW+BERT	

BOWモデルでは文書の形態素解析として固有表現を多く含むNeologd辞書⁶⁾のMeCab⁷⁾を適用する。BERT⁸⁾はHugging Faceから配布されている日本語BERT⁹⁾を利用する。

文書分類モデルを評価する方法として優先度分類を付与したクロノロジを学習データとテストデータに分けて適用する。学習データで各モデルを学習し、テストデータの解析精度でモデルを比較する。評価として適合率、再現率、F値を利用する。

$$\text{適合率} = \frac{\text{グラスが一致した件数}}{\text{モデルが対象クラスと判定した件数}}$$

$$\text{再現率} = \frac{\text{グラスが一致した件数}}{\text{データ内の対象クラスの件数}}$$

$$\text{F 値} = \frac{2 \times \text{適合率} \times \text{再現率}}{\text{適合率} + \text{再現率}}$$

評価の対象とするデータは優先度のうち「高」および「中」が付与されたもののみとする。これは優先度の高い業務を取り出すことが重要であるからである。

3. 優先度推定システムの構築

上記2で構築したクロノロジ解析モデルを組み込んで電子化されたクロノロジが入力された時に優先度を自動推定して、可視化システムで利用できる出力を生成するシステムを構築する。

まず利用環境とモデルの制約から推定システムの構成を下記のように検討する。クロノロジの入力および編集、利用は災害時に安定して稼働していることが期待できる Google ドライブを基本的に利用する。特に Google スプレッドシートは表形式でデータの入力や保存が可能であり、クロノロジの記述に適している。一方、クロノロジ解析モデルは深層学習モデルを利用しており計算には GPU が必要である。よって Google ドライブでは稼働させることがで

きないため別途サーバ上で稼働させる必要がある。さらに、Google ドライブと解析システム間でクロノロジをやり取りするために接続するコントロールサーバが必要となる。システムの構成を図1に示す。

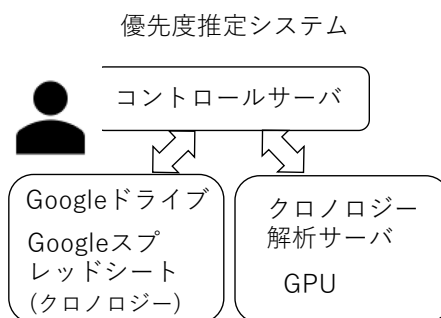


図 1: 優先度推定システムの構成図

Google ドライブにはアクセス権限のコントロールがあるため、書き込み時には認証されたユーザである必要がある。これによりクロノロジの入力や閲覧に対して細かく利用できるユーザを設定できる利点がある。また、Google ドライブを利用することで、優先度を解析した結果を Google 上の他のサービスに利用することが容易となる。

(倫理面への配慮)

本研究では、被災者の個人情報を利用していない。ただし、研究を遂行する上で、倫理的側面を十分に配慮しながら実施した。なお、本研究分担者・協力者は、研究分担者と同じ組織に所属している。

C. 研究結果

1. クロノロジの分析

クロノロジに対して2名で優先度を分析した結果を表3に示す。分析データは西日本豪雨災害時のデータの一部である。優先度「高」「中」「低」に対して2名の一致率は約95%、さらに

偶然の一致度を引いた **Kappa** 係数では約 **0.6** と高い値を示している。また、付与数は少ないが **2 名とも優先度「高」または「中」を付与した** データに対する一致率、**Kappa** 値とも良好に付与されていることが示されている。この結果は **3** クラスの優先度付与は安定して付与できる可能性を示している。

表 3 作業員 2 名による優先度付与の結果

対象優先度	高・中・低	高・中のみ
データ数	4462	204
一致度	0.947	0.911
Kappa 係数	0.598	0.715

この分析を踏まえて作業を拡張して解析モデルの学習およびテストに利用する優先度分類データを構築した。表 4 に優先度の内訳を示す。

表 4 構築した優先度分類データ

データ名	高	中	低	合計
データ 1	63	398	1452	1913
データ 2	48	375	4040	4463

データは 2 種類作成した。両データとも豪雨災害のクロノロジーである。また 2 名の付与作業から上述のように平均して集約した結果である。各優先度のクロノロジーの件数をみると、優先度の「高」の事例が少ないことがわかる。つまり、多くの優先度の低い業務の中で、数少ない優先度の高い業務を災害対策本部が判断し処理していることがわかる。

2. クロノロジー解析モデルの構築

表 3 のデータを利用して、解析モデルを評価する。文書分類モデルにおける識別モデルは学習データとテストデータが必要になる。そこで、分析データを 8 対 2 に分割して、学習データとテストデータを作成する。またニューラルネッ

トワークの比較では学習回数を調整するためのデータを開発データとして分ける必要がある。その場合には学習、開発、テストデータの比率は 6、2、2 の比率で分割した。

まず、表 2 の組み合わせにおいて、ベクトル化モジュールを **BOW** に固定した際の識別モデルの比較を行う。表 4 のデータ 1 を利用して、各識別モデルのテストデータを評価した結果を表 5、表 6 に示す。

表 5. 識別モデルの比較(「高」)

モデル	適合率	再現率	F 値
SVM	0.357	0.333	0.345
XGBoost	0.500	0.07	0.117
3-layer	0.500	0.40	0.444

表 6. 識別モデルの比較(「中」)

モデル	適合率	再現率	F 値
SVM	0.564	0.473	0.515
XGBoost	0.657	0.473	0.550
3-layer	0.568	0.581	0.574

上記の表で F 値に着目すると 3-layer のニューラルネットワークがどちらの分類も高い精度を示している。この時 3-layer ニューラルネットワークは入力層から順に 300、100、3 個のユニットで構成されている。これらの結果から、ニューラルネットワークによる識別モデルが優先度推定に有効であることがわかる。

次に、ベクトル化モデルの違いについて実験する。表 2 に示したように、**BOW**、**BERT**、**BOW+BERT** の 3 種類のモデル化について 3-layer の識別モデルを利用して優先度推定の実験を行った。データ 2 を利用して評価した結果を表 7 と表 8 に示す。

表 7 は優先度「高」に対する各モデルの識別結果を示し、表 8 では「中」に対する識別結果

を示している。両方の優先度において、**BOW+BERT** モデルが高い値を示している。**BERT** は大規模な日本語データを事前に学習している深層学習モデルであるため、言語に対する幅広い情報が学習されている。しかしながら **F** 値をみると、「高」「中」のどちらの分類に対しても、**BOW** に対して優位性を示すことができていない。これは特定の専門用語が **BERT** では学習されていないことが原因と考えられる。

表 7. ベクトル化モデルの比較(「高」)

モデル	適合率	再現率	F 値
BOW	0.33	0.17	0.22
BERT	0.13	0.92	0.23
BOW+BERT	0.27	0.50	0.35

表 8. ベクトル化モデルの比較(「中」)

モデル	適合率	再現率	F 値
BOW	0.30	0.30	0.30
BERT	0.35	0.19	0.25
BOW+BERT	0.33	0.46	0.38

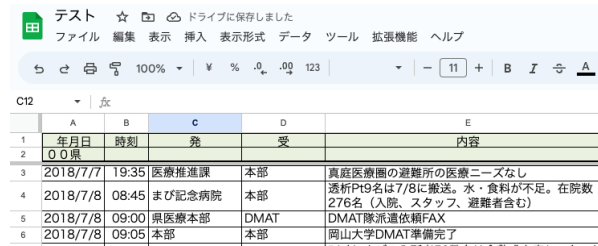
また、表 7 と表 8 はデータ 2 に対する識別結果であるが、データ 1 に対する結果の表 5 と表 6 の 3-layer と比較すると **F** 値が下がっている。これはデータ 2 の方が「高」「中」とともにデータ 1 に対して数が少なく識別がより難しい内容になっているためである。このように、クロノロジーの優先度の分布が異なるデータに対する実験を実施することで、識別モデルの影響を実験的に明らかにした。

3. 優先度推定システムの構築

図 1 の構成図をもとに、**Google** スプレッドシートとコントロールサーバ、およびクロノロジー解析サーバを接続するデモシステムを構築した。構築したシステムがどのような操作になる

か具体的に説明する。

図 2 はクロノロジーを **Google** スプレッドシートの表示である。スプレッドシート形式であるため、既存の **Excel** によるクロノロジーの記述スタイルを同様に再現することができているため、**Google** スプレッドシートの経験がない入力者でも操作に違和感を感じないことが期待できる。



年月日	時刻	発	受	内容
2018/7/7	19:35	医療推進課	本部	真庭医療圏の避難所の医療ニーズなし
2018/7/8	08:45	まび記念病院	本部	透析P19名は7/8に搬送。水・食料が不足。在院数276名(入院、スタッフ、避難者含む)
2018/7/8	09:00	県医療本部	DMAT	DMAT隊派遣依頼FAX
2018/7/8	09:05	本部	本部	岡山大学DMAT準備完了

図 2: **Google** スプレッドシートによるクロノロジーの入力画面

スプレッドシートに入力されたクロノロジーに対して優先度付与を実行する。この実行には別のコントロールサーバ上でブラウザから操作できるように構築した。図 3 にコントロールサーバの画面を記載する。



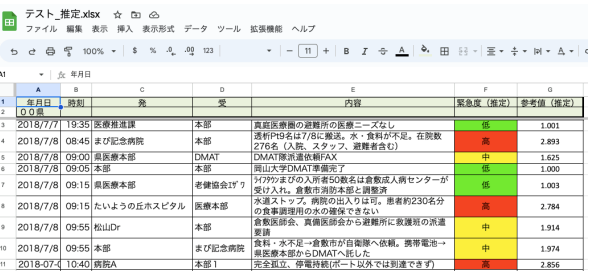
ファイル名	推定開始ボタン	結果
【変更禁止】テンプレート(コピーして使用してください)	推定開始	【変更禁止】テンプレート(コピーして使用してください)_推定.xlsx
2月9日	推定開始	
サンプル	推定開始	サンプル_推定.xlsx
フォームテスト	推定開始	フォームテスト_推定.xlsx
ODMW研修用時系列記録(受講生記載用)	推定開始	ODMW研修用時系列記録(受講生記載用)_推定.xlsx
テスト	推定開始	テスト_推定.xlsx

図 3: 優先度付与システムのコントロールサーバの操作画面

上記で示した **Google** スプレッドシート上のクロノロジーは図 3 の左側の「ファイル名」のリンク先になるように設定している。よって、図 3 の真ん中に青色で示されている「推定開始」

ボタンを押すことで、コントロールサーバが Google スプレッドシートを読み出して、クロノロジー解析サーバに送り出して、優先度の推定の計算を開始させることができる。

図 2 のクロノロジーのファイル名は「テスト」である。推定の時間はクロノロジーの長さによって異なり、構築したシステムでは約 2400 行のクロノロジーで 1 分程度の時間がかかる。推定が終了すると、推定結果の Google スプレッドシートが Google ドライブ上に作成されて、そのリンクがコントロールサーバの Web 操作画面に出力される。そのリンクが図 3 の「結果」の列にあるリンクで、「テスト」に対する推定結果は「テスト_推定.xlsx」というファイル名で作成される。推定結果のファイルを図 4 に示す。



A1	B	C	D	E	F	G
年月日	時刻	発	受	内容	緊急度 (推定)	参考値 (推定)
2018/7/7	19:35	医療推進	本部	真田氏乗機の避難所の医療ニーズなし	低	1.001
2018/7/8	08:45	まび記念病院	本部	透視P19名は7/8に搬送。水・食料が不足。在院数276名 (入院、スタッフ、避難者含む)	高	2.893
2018/7/8	09:00	真田本部	DMAT	DMAT派遣要請情報AX	中	1.625
2018/7/8	09:05	本部	本部	岡山大学DMAT準備完了	低	1.000
2018/7/8	09:15	真田本部	老健協会等	14799まびの入院者50名は倉敷成人病センターが受け入れ。倉敷市消防本部と調整済	低	1.003
2018/7/8	09:15	いよいよ丘ホスピタル	医療本部	水通ストップ。病院の出入りは可。患者約230名分の食事調理用の水の確保できない	高	2.784
2018/7/8	09:55	松山Dr	本部	倉敷医師会、真田医師会から避難所に救護員の派遣要請	中	1.914
2018/7/8	09:55	本部	まび記念病院	食料・水不足→倉敷市が自衛隊へ依頼。携帯電池→真田本部からDMATへ託した	中	1.974
2018-07	10:40	病院A	本部	完全孤立、停電待機(ポート以外では別途可)	高	2.856

図 4: クロノロジーの各業務の優先度推定結果

推定結果は各行の右側に新たに付与して示している。推定は「高」「中」「低」のラベルだけではなく、緊急度の色も付与して提示している。またモデル内で出力しているスコア値を同時に出力する。これによりどの程度の信頼度で優先度のタグが出力しているか参考になるように配慮している。

D. 考察

1. クロノロジーの分析に対する考察

作業者によるクロノロジーの優先度分析において、初期の頃は内容を基に分類していたが、途中から個々の内容だけでなく、前後内容と事

情を勘案して優先度を付与するように変更した。例えば図 5 にクロノロジーの優先度付与事例を示す。

図 5: クロノロジーの優先度分析の例 (文書は一部伏せ字に置換している)

	年月日	時刻	発	受	内容	
1	2018/7/8	06:15	AA病院	医療本部	②携帯のバッテリー	低
2	2018/7/8	06:25	医療本部	災害対策本部	AA病院の状況伝達と災害本部での対応を依頼	低
3	2018/7/8	06:45	EMIS	EMIS	BB病院 市・CC病院から支援中だが水・食料不足	中
4	2018/7/8	06:45	EMIS	EMIS	昨日(7/7)給水を受けたが、7/8以降、未定→災害対策本部で対応	中
5	2018/7/8	09:55	本部	AA病院	食料・水不足→CC市が自衛隊へ依頼。携帯電池→真田本部からDMATへ託した	中
6	2018/7/8	12:30	病院協会	医療本部	BB病院給水車来てない(水不足)→市の災害へ依頼するように伝えた	中

図 5 の 1 と 2 番の事例に示すように備品の調達や単なる伝達の記録などの優先度は「低」と分類する。一方、4 番の事例は「災害対策本部で対応」とあるため単なる伝達であるが、給水が 1 日以上空いていること、また直前の 3 番は同じ病院の内容で 2 行にわかれて記載されていると判断できるので、優先度を「中」として判断する。同様に 5 番の事例も伝達の内容であるが、1 番と同じ病院でバッテリーなど引き続き要請が続いていることから優先度を上げて判断している。6 番も 3 番と同じ病院で水不足が解決していない状況での依頼であるため内容は伝達であるが優先度を上げている。

よってクロノロジーの優先度を付与する場合には日時と発・受と前後の内容から状況を理解して分析する必要があることが明らかになった。

また、本研究で利用したクロノロジーは豪雨災害時に記録された内容である。優先度推定の幅を広げるために地震など他の災害時に記録された事例についても分析する必要がある。

2. クロノロジー解析モデルの構築に対する考察

解析精度を向上させる余地としてベクトル化モデルの改良が考えられる。表 7 と表 8 で BERT

を利用したベクトル化モデルを適用したが、利用した BERT は 12 層の小さいモデルである。しかしながら、実験的には 24 層の BERT が高い精度を示すことが知られている⁸⁾ことから、より大きいモデルを適用することが考えられる。さらに Transformer の Decoder 部分を事前学習させた生成系のモデルも開発されており¹⁰⁾異なるモデルを適用することも考えられる。

また BOW 手法を BERT とともに利用すると F 値が向上することから専門用語を扱えることができる精度が向上することが見込まれる。これは BERT がニューラルネットワークの制約から扱える単語の種類に制限があり、専門用語が正しく捉えにくいいため、その部分を BOW が補完していると考えられる。一方で BOW は Neologd 辞書により専門用語をある程度とらえられるが (例えば「抗凝固薬」など 1 語として出力) 語彙数が大きいいためスパースなベクトルになり、表 7 に示すように再現率で大きく下げる場合がある。災害医療のテキストを事前に学習して取り入れた大規模言語モデルの利用が考えられる。

3. 優先度推定システムの構築に対する考察

Google ドライブを利用した優先度推定のデモシステムを構築して、実用化に向けていくつかの課題があることが明らかになってきた。下記に取り上げて整理する。

1) クロノロジーの入力について

本研究で構築したシステムではクロノロジー入力は Google スプレッドシートにユーザが入力する形で構成している。しかしながら、Google スプレッドシートの編集にはユーザ登録が必要であるため、災害時に登録がないユーザが入力する場合には操作が煩雑となる。

これを回避する方法としては入力をアンケー

ト形式で入力できる Google フォームを利用することが考えられる。フォームの場合、Web でアクセスできれば項目を入力することができるため、ユーザ登録が不要である。さらにフォームを整備して入力を選択形式など補助できる機構も利用できるため利便性が高い。

一方で、Google スプレッドシートを直接編集する機能も必要である。これは一度入力された内容の修正が必要な際にシートを直接編集することで修正が容易に可能となる。

2) システム構成について

構築したデモシステムは図 1 に示したように Google 以外に 2 つサーバを必要としている。1 つは GPU 搭載のサーバであり、クラウドを利用する場合でも費用がかかるモデルとなる。でもサーバでは研究室で所有するサーバ上で構築しているが、実運用では専用の GPU サーバを運用する必要がある。一方でコントロール用のサーバは今回、研究室のサーバが外部からの自動的な接続が不可能であるため、別サーバとして構築する必要があった。GPU サーバが外部からのアクセスを受け付けることができればコントロールサーバも GPU サーバ上で構築すれば良い。その場合は必要とするサーバを 1 つ減らしてシステムを軽量化することができる。

3) 講習会での利用

構築したデモシステムを開発チーム以外の受講生に利用いただく機会を得た。その際、提供したシステムは現在の一つ前段階のシステムで、コントロールサーバを持たずに Google スプレッドシートに埋め込んだボタンを操作するアプローチをとっていた。するとスプレッドシートのアクセスにはユーザ認証が必要なこと、また携帯で利用できる Google スプレッドシートの操作には限りがあり、設定したボタンが動作せ

ず推定システムが働かないことがわかった。

本稿で提案しているコントロールサーバを取り込んだモデルはこの時の不具合に対応したものである。コントロール部分を通常の Web ページ形式で作成しているため、PC だけでなく携帯端末からでも動作が可能である。2 年間という短い期間ではあったがシステムを開発してさらに講習会等で利用して、フィードバックを得て改善できたことで、より実用に近いシステム構成を提案できていると考えられる。

4) 実運用に向けて必要な点

本稿で記述している優先度推定システムを実際の災害医療の現場で利用するためにはいくつか拡張する点がある。最も大きい 2 点を取り上げると、一つは解析システムの精度向上のために、優先度付与付きのクロノロジーを幅広い災害を対象に作成することである。本研究では豪雨災害を中心に分析したが、地震や火山の噴火、事件、事故といったあらゆる災害での優先度判定付きのクロノロジーを作成することができれば、災害の種類を選ばず稼働する優先度推定システムを作成することが期待できる。また、実運用に向けて必要な点は専用の GPU サーバの運用である。自動判定システムの構築においてニューラルネットワークモデルは現状でもっとも期待できる識別モデルである。よって GPU サーバは実用では必要となる要素と考えられる。

E. 結論

災害時において記録されるクロノロジーを利用して記載内容における業務の優先度を推定するシステムを構築した。システムの構築のためにクロノロジーに人手で業務の優先度を付与し、そのデータをもとに優先度を解析するシステムの構築した。その結果次のことが明らかになっ

た。(1) 2 名の作業員による優先度の付与作業では一致率は約 0.95 で Kappa 係数は 0.6、優先度「高」「中」に対して一致率は 0.91 で Kappa 係数は 0.72 であった。優先度の付与はクロノロジーの文書の前後を勘案して判断する必要がある高度な作業であるが、ある程度 2 名の作業員で一致した判断が可能になったことが明らかになった。

(2) クロノロジー解析モデルとして BOW+BERT を利用したニューラルネットワークによる識別モデルが高い解析精度を示した。(3) クロノロジー優先度推定システムを Google ドライブとコントロールサーバ、クロノロジー解析サーバの 3 つのサーバで構築できることを示した。これにより、災害時の運用を意識した構成であることを示した。(4) 実運用に向けて、取り扱うクロノロジーの災害の幅を広げること、専用の GPU サーバを構築する必要があることを明らかにした。

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
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) NLC2021-31, 19-23, 2022.

孝壽真治、竹内孔一、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優先度識別. 情報処理学会 IFAT 研究会 2023.

H. 知的財産権の出願・登録状況 なし

引用文献

1. 岡山県医師会、災害医療深救護マニュアル、2020.
2. 麻生英樹、津田宏治、村田昇. パターン認識と学習の統計学. 岩波書店. 2003.
3. Chen T, and Guestrin C, XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on

- Knowledge Discovery and Data Mining. 2016.
4. 岡谷貴之. 深層学習. 講談社. 2015.
 5. 高村大也. 言語処理のための機械学習入門. コロナ社. 2010.
 6. 佐藤敏紀、橋本泰一、奥村学. 単語分かち書き辞書 **mecab-ipadic-neologd** の実装と情報検索における効果的な使用方法の検討. 言語処理学会第 23 回年次大会、pp.875-878. 2017.
 7. Kudo T. MeCab:Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer.
<https://taku910.github.io/mecab/>
 8. Devlin J, Chang M-W, Lee K, Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. Proceedings of NAACL-HLT, pp. 4171-4186, 2019.
 9. <https://huggingface.co/cl-tohoku/bert-base-japanese-whole-word-masking>
 10. Brown T, Mann B, Ryder N, et al. Language Models are Few-Shot Learners. Proceedings of NeurIPS, 2020.

大規模災害時に生命維持管理装置を運用するための課題と今後の展望

研究分担者 平山隆浩 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 助教
(現 岡山大学学術研究院 医歯薬学域 地域二次救急・災害医療推進講座 助教)

研究要旨

現代の医療では医療機器が必要不可欠であり、使用の場は病院から在宅へと拡大している。近年、自然災害は激甚化しており大規模災害に伴う停電は、病院機能の維持、生命維持管理装置を運用する上でクリティカルな影響を及ぼす。本研究では、有事の際に医療機関、在宅医療、自治体や企業などのステークホルダーがもつ課題、多機関連携のために必要な情報収集方法を現地ヒアリングや論文・報告をもとに検討した。北海道胆振東部地震では、災害拠点病院でも非常電源容量の不足がおこった。非災害拠点病院ではさらに多くの医療機関で医療設備や人材の課題で患者受け入れが困難な現状がある。また在宅医療の災害対策は不足しており、対応は企業に依存している。有事の際は、医療ニーズの増加に対して、医療資源の不足が起こるため、各医療機関が業務継続計画(BCP)に基づき事前に備え、地域全体で多機関が連携して準備や訓練を行うことが重要である。しかし、多機関連携の課題として平時では協働する機会が少ないこと、運営母体が違うことや異なったシステムを使用していることから、情報の集約化やデータの効率的な活用ができていない。今後は病院のインフラや資機材情報や在宅患者の個別避難計画の電子化情報をもとにして、有効な多機関連携情報収集モデルの確立及び、実証実験を行なっていく。

A. 研究背景

現代の医療で医療機器は診断や治療を行う上で必要不可欠となっている。その中でも、特に人工呼吸器は国内の小規模から大規模まで多くの医療機関で使用されている(表1)。

表1. 一般病床・療養病床を有する病院における人工呼吸器等の取扱台数の推定¹⁾

	病床数(施設)	人工呼吸器
99床以下	3,145	4,736
100-199床	2,291	11,138
200-299床	730	6,055
300-399床	498	6,760
400-499床	266	5,059
500-599床	215	6,209
700床以上	99	5,337
合計	7,244	45,293

また、医療は在宅へシフトしており、在宅医療の人工呼吸器装着患者は、2013年から患者数は、気管切開下陽圧人工呼吸器装着者で約1.5倍、非侵襲的陽圧人工呼吸装着者で約1.3倍へと増加している²⁾。また、恒常的に医療的ケア(人工呼吸管理、喀痰吸引、その他医療行為)を受けている児童は、年々増加している³⁾。

近年、自然災害は激甚化しており、2018年に発生した北海道胆振東部地震では、広範囲に長時間の停電が発生し、医療機関や在宅医療の現場で医療継続が危ぶまれる事例が発生した。また、新型コロナウイルスパンデミックでは、世界的に人工呼吸器の不足がおこった。本邦においても、人工呼吸器や消耗品の国内在庫数の把握が困難であったことや、ほとんどの医療機器や消耗品を外国からの輸入に依存していることから、サプライチェーンの脆弱性の課題が浮き彫りとなった。このように、災害や新興感染症パンデミック時は、医療需給バランスが崩れてしまうため、自治体、災害拠点病院や感染症指定医療機関及び地域の企業を含めた各種ステークホルダーが一丸となり、医療ニーズに対して限りある資源を適正に分配することが重要である。しかし、現状はそれぞれの運営母体が異なること、情報共有システムが整っていないことなど多機関連携には課題がある。

本研究では、有事の際に医療を継続させるために必要な情報収集や多機関連携モデルを構築するために、A-MACSとして情報共有や連携する上で重要な項目について、生命維持管理装置に重点を置き、調査及び検討した。

B. 研究方法

生命維持管理装置を運用するために必要な、医療設備、医療機器/消耗品の把握、人材、多機関連携に関する課題を、現地ヒアリングや論文や報告から抽出した。

1. 北海道の災害拠点病院及び、在宅医療事業者へのヒアリング及び論文・報告をもとに課題を抽出した。
2. 厚生労働省にて行われた調査、「病院における災害対策に関わる設備状況等について」⁴⁾から、災害時に患者を受け入れる可能性がある二次救急病院を抽出し、停電時における緊急度が高いと予測される人工呼吸器を使用することを想定して、インフラに関わる項目、病院機能などのリスクを算出した。
3. 医療機関における災害時の医療機器供給体制の課題を、論文及び報告をとおして検討を行った。
4. 保健所と在宅人工呼吸器メーカーにヒアリングをおこない、多機関連携を効率的に行うための仕組み作りについて検討した。

C. 結果

1. 北海道胆振東部地震のヒアリング及び調査
2018年9月6日(木)午前3時7分、北海道胆振東部地震が発生し、苫東厚真火力発電所の停止を発端として、道北、函館で停電が発生した。さらに、午前3時25分に本州からの電力が停止し、ブラックアウトが発生した。

調査した札幌市内の災害拠点病院では、近隣3施設から2日間で195人の透析患者を受け入れた。非常時消費電力は災害拠点病院として72時間の対応能力を備えていたが、他院からの紹介や在宅患者のバックアップなど、想定より電力需要が増えたため、急遽燃料重油の補給が行われた。そのほか、患者の避難対応などの、災害時患者受け入れのシステム作りやマニュアル作成が必要であった、と指摘している⁵⁾。

また、北海道札幌市の医療法人では、対象とする在宅患者が190名おり、そのうち156名が在宅人工呼吸器を使用していた。そのなかで38名(24%)が生命維持装置として24時間人工呼

吸器を使用していた。残る118名(76%)は就寝時のみに人工呼吸器を利用する患者であった。これらの患者は、人工呼吸器以外にも喀痰吸引器、機械式排痰補助装置、酸素吸入器など多くの医療機器を日常的に用いて生活しており、それらはすべて電源を必要としているため、電気依存度が高かった。停電の長期化に伴う電源確保のために避難入院した在宅患者は41名で、うち29名が24時間の人工呼吸器患者であった。これら在宅患者の受け入れをした医療機関は16施設であった(内災害拠点病院は33%)。これら多くの医療機関は、非常電源を稼働させながら患者対応にあたっていた。在宅医療患者の病院への避難時の課題として、病院への避難の指示が出された。しかし、病院側の受け入れ体制が整っておらず、入院を断られた事例も発生しており、非常時の避難先や入院打診方法を事前に検討しておく必要性が再認識された。他の電源確保手段については、日頃から利用している事業所や知人・親戚宅に身を寄せた在宅患者が12名、医療機器のみを自宅以外の場所で充電して賄った在宅患者が38名にのぼった⁶⁾。一方、電源が確保できる場所の情報はSNS上などで誤ったものが流れるなど、混乱した。充電が可能な場所を事前に指定することや、リアルタイムに把握できるようにすることが必要である。

2. 二次救急医療機関の設備等における課題の抽出

厚労省の調査によると、調査対象施設数は8,175施設で、そのうち3,414施設が二次・三次救急医療施設であった(内災害拠点病院836施設)。

非常電源は多くの医療機関で保有をしている(図1)。しかし、平時の消費電力に対する蓄電容量や、水害時を想定した発電機設置場所の検討については、評価できない。

また、在宅医療患者数の把握がなされておらず、停電時の病院への避難が可能か否かを判断するための体制も不足している(図2)。加えて、在宅人工呼吸器の災害時対応は個々の医療機器製造販売業者によって依存されている場合もあるために、情報が共有できない課題もある。

災害時にこれらのような情報を取り扱う上では、情報の電子化およびインターネット通信は必要

不可欠であるが、災害時にインターネットが使用できる医療機関は限定されている(図3)。

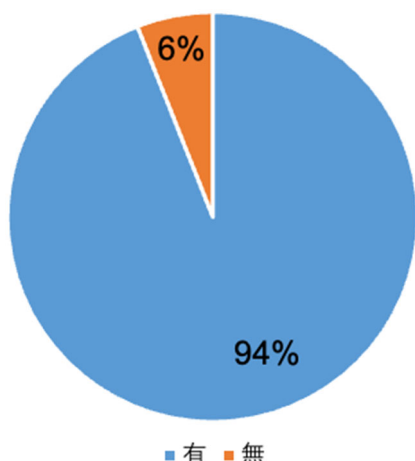


図1. 自家発電の有無

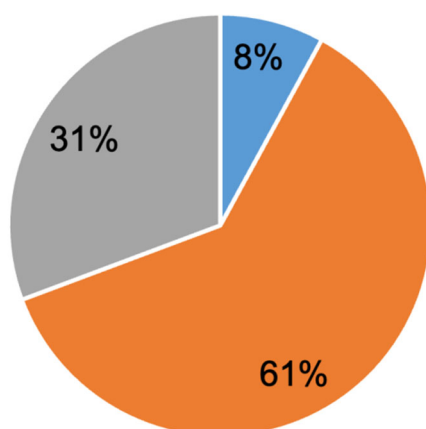


図2. 在宅人工呼吸患者の安否確認の体制の有無

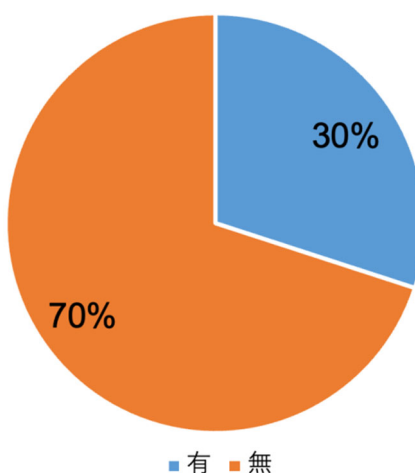


図3. 災害時に使用できるインターネット回線の有無

3-1. 保健所へのヒアリング

保健所は、在宅人工呼吸管理が行なわれている在宅患者に対して、災害時個別計画の作成を行なっている。この計画は、患者自身が災害時に行動するときに必要な情報の集約、支援人材や収容施設の情報の記載がなされており、自助・共助を促すことにつながる可能性がある。

一方、この計画は、災害時の医療ニーズを把握する上で有用なデータであるが、多くの自治体で災害時に情報を共有するために電子化が必要である。また、個人情報の観点から情報提供を拒む在宅患者も存在する。

3-2. 在宅人工呼吸器医療機器製造販売業者の災害時情報共有について

各社、在宅人工呼吸患者の情報を多く持っており、医療機器製造販売業者によっては自社開発ソフトウェアを用いて、患者のマッピングを行ない、情報共有するシステムを構築している(図4)。これらは医療ニーズや人工呼吸器を管理する上で有用であり、災害時対応の重要なカウンターパートとなる。一方では、それぞれの企業ごとにシステムが異なることや、個人情報のセキュリティなど情報共有に向けての障壁は多い。また、電源や通信が途絶えた環境では使用できなくなる可能性もある。



4. COVID-19 パンデミックでの医療機器供給体制について

欧米では人工呼吸器の不足が起こり、人命に影響を及ぼす事態も発生した。本邦においても、医療機器の国内在庫が把握できず、世界的なサプライ・チェーンの途絶による生命維持管理装置の不足のために、機器供給逼迫が懸念された。

医療機器の在庫の把握に関しては、Gathering Medical Information System:GMIS が開発され、入院病床を有する病院(20 床以上)の全国の医療機関から情報が提供され、政府 CIO ポータルで公開されている。これにより、人工呼吸器や ECMO などの装置や消耗品の在庫数や稼働数などを把握することができる。しかし、それぞれの医療機器消耗品在庫数情報の把握は人海で集められ、高度な医療を提供するための人材不足も課題となっている。

D. 考察

■病院施設の課題 (非常電源の課題)

これまで、病院での災害対応は災害拠点病院にフォーカスして行われていた。しかし、北海道胆振東部地震の災害拠点病院では、医療資源を多く必要とする透析患者の治療が行われるなど、医療ニーズの増加によって非常時用電力を想定外に使用した。大規模災害時の患者数の増加を想定し、災害拠点病院のみならず、地域の二次救急病院でも医療を維持し、患者を受け入れるための体制作りが重要と考える。

厚労省の調査によると非常電源はほとんどの医療機関に配置されている。しかし、「非災害拠点病院」の燃料の備蓄量は義務づけられては無いが、「災害拠点病院」については、3日分程度の備蓄が定められている。非災害拠点病院では電源を確保している病院は 30%未満であり、1～3 日分の燃料備蓄しかない病院が全体の 23%、10 時間未満しか燃料備蓄をしていない病院が 26%であった⁷⁾。燃料貯蔵タンクの拡張が解決策となりえるが、用地や資金確保が困難なために諦めざるを得ない病院が多いと報告されている⁷⁾。

北海道で調査結果では、24 時間在宅人工呼吸療法が必要な在宅患者は電源が必要なため、病院への避難が必要な場合がある。しかし、①現状では受け入れ体制は不十分であり、②人工呼吸器の医療機器製造販売業者に平時から緊急時対応を依存しており、③災害時に在宅患者の状況を把握するためのツールが存在しない、などの課題がある。

大規模災害時には、災害拠点病院のみでは患者対応が困難であるため、二次救急医療機関においても大規模停電時の受け入れ体制の構築

が必要である。また現状は大規模災害が発生してから各医療機関が病院内の電力状態を調査し、広域災害救急医療情報システム(EMIS)に入力しているが、情報取得までに時間がかかり、正確性にも課題がある。電力状況をリアルタイムに情報把握できる仕組み(図 5)や、平時からの停電時シミュレーションを行うことが必要と考える。

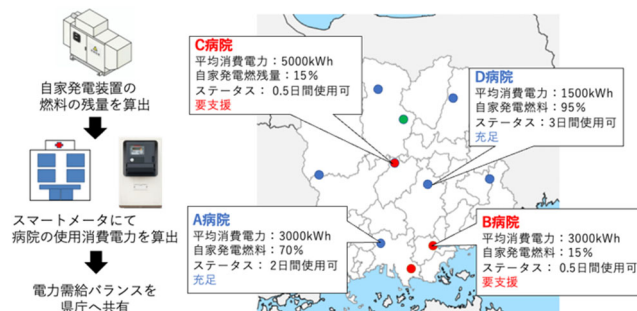


図 5. 動的データを使用した電源管理のイメージ

(通信の課題)

災害時は様々な情報をインターネットで共有しているが、厚労省のアンケートによると、「停電時に使用できる回線を有している」と答えた医療機関は少ない。災害拠点病院では、衛星電話を有しているが、老朽化に伴い快適な回線速度を維持することが困難な場合もある。

次世代の衛星通信システムなどへの更新が必要である。

■医療機器／消耗品の把握の課題

(医療機器の専門人材と管理システムの活用)

現代の医療の進歩は目覚ましく、多くの医療機器が開発され、患者の予後の改善に寄与しているが、医療機器の操作や管理は複雑になっており、専門職として臨床工学技士が安全な医療の提供を担っている。一方、医療機器管理システムによって、医療機器の稼働率、SPD センターのデータベースから消耗品の情報などを自動的に出力し、共有する仕組みは大規模災害時に有効であると考え(図 6)。

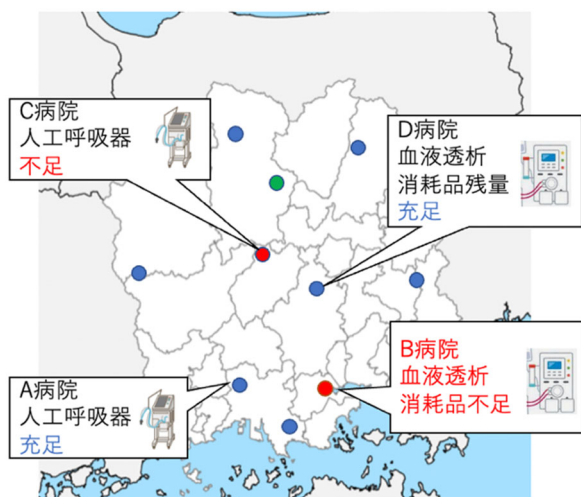


図 6. 地域医療資源マッピング

■人材

災害時の医療機器の運用は、患者にあった装置を、適切なインフラ環境で、安全に医療機器管理を包括的に行うことができる人材が、マネジメントを行うこと、で効果を発揮する。特に人工呼吸器のような高度医療機器を扱い、有事の備えおよび対応を行うためには、臨床工学技士のような専門職が各医療機関に必要不可欠である。

また、臨床工学技士会などの職能団体が医療機器の専門家として災害時に都道府県保健医療福祉調整本部と連携する必要があると考える。

■多機関連携

近年の災害においても、多くの高齢者や障害者等の方々が被害に遭われている状況を踏まえ、災害時の避難支援等を実効性のあるものとするためには個別避難計画の作成が有効とされたことから、令和3年の災害対策基本法の改正により、避難行動要支援者について、個別避難計画を作成することが市町村の努力義務とされた。これを用いれば、患者の状態や医療機器情報などを把握することができる。そして災害時の病院避難の必要性が検討できるため、病院側の受け入れ体制の構築にもつながる。

また、医療を提供する地域には人工呼吸器医療機器製造販売業者、医薬品卸売業協会など多くのステークホルダーがあり、それぞれが情報をもっている。これらの情報を収集し、多機関が連携することで、災害対応は効率的になる可能性がある(図 7)。

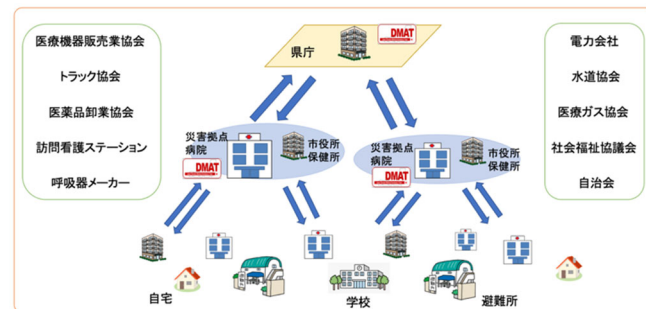


図 7. 多機関連携による情報収集

例えば大阪府では、約 750 人の人工呼吸器使用の在宅患者があり、災害対策として個別災害対策の策定・推進に取り組んでいる。2020 年 1 月に大阪府在宅患者災害時支援体制整備事業により府内の訪問看護ステーションをブロック分けし、44 カ所に簡易発電機 88 台、蓄電機 88 台、医療資材が設置された。また、災害時に発電機や医療機器を安全に使用するための研修や訓練を自治体、医師会、大阪府臨床工学技士会など多機関で開催し、地域全体で支援の体制構築に取り組んでいる⁸⁾。

これらのような活動を通して、地域ごとのニーズや資源に沿った個別避難計画の策定や、病院への避難体制の構築などが行われていく必要がある。このような災害対応体制構築のための予算確保や臨床工学技士による管理に係る診療報酬の改定は、安全性の向上や持続可能な事業にするための仕組みづくりとなるであろう。

E. 結論

災害時等でも安全で適切な医療を提供していくためには、有事を想定し BCP として施設、資機材、人材、多機関連携の備えをすることが必要である。北海道胆振東部地震では、長時間の停電が発生した。生命維持管理装置を使用する患者は、電力依存が高いため、災害拠点病院のみならず、地域の医療機関でも受け入れられるような対策が必要である。それには、各医療機関の電力需給や残量の見える化、個別避難計画に基づく患者情報のマッピングと事前の医療機関との連携が重要である。また、新型コロナウイルスパンデミックでは、医療機器と消耗品の数の把握や医療機器を扱う人材不足が課題となった。

今後は医療機関のインフラや資機材情報を IoT やデジタル化したデータを用いた情報収集システムの構築及び、A-MACS への搭載を行なっていきたい。

F. 学会発表

1. 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
2. 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
3. 平山 隆浩, 渡邊 暁洋, 中尾 博之: 一般演題, 在宅医療における災害時の課題と対策の検討: 厚生労働省研究 A-MACS の取り組み, 第 28 回日本災害医学会総会・学術集会, 岩手, 2023 年

参考文献

- 1) 国内の病院における人工呼吸器等の取扱台数推計値
https://www.jsicm.org/news/upload/jsicm_info_ventilator_200514.pdf
- 2) 宮地隆史. 全国都道府県別在宅人工呼吸器調査 2021. 厚生労働行政推進調査事業費補助金(難治性疾患政策研究事業) 厚労省報告 2020 年
- 3) 中村知夫. 医療的ケア児に対する小児在宅医療の現状と将来像. Organ Biology VOL.27 NO.1 2020
- 4) 第 21 回救急・災害医療提供体制等の在り方に関する検討会. 病院における災害対策に関わる設備状況等について
<https://www.mhlw.go.jp/content/10802000/000661209.pdf>
- 5) 千葉二三夫. 臨床工学技士と災害対策 2020 北海道胆振東部地震の経験から～透析患者受け入れへの対応～. メディカル秀潤社,『Clinical Engineering』Vol.31, No.1, 2020.
- 6) 北海道胆振東部地震に伴うブラックアウトにおける在宅人工呼吸器患者への対応に関する研究(医療法人稲生会). 北海道医師会 地域保健などに関する調査研究事業
- 7) 「災害時等非常時における病院の電源確保に関する現況調査とこれに基づく課題の整理と対策の方向について」

平成 31 年東京都医師会調査研究委託事業より引用

<https://tha.or.jp/user/news/338/n5lzaf59zhk68bax8kkpi1s2m24c9ovx.pdf>

8) みんなでかんがえ、つくりあげる人工呼吸器装着者の予備電源確保推進にむけた災害対策マニュアル(大阪府在宅患者災害支援整備事業)
<https://daihoukan.or.jp/wp-content/uploads/2020/05/6a0157155302e8e5eea69f00e66de24d.pdf>

令和 3, 4 年度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）

研究分担報告書

防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との関連に関する研究

研究分担者 伊藤弘人（独）労働者健康安全機構 本部研究ディレクター
（現東北医科薬科大学医学部医療管理学教室 教授）
（Healthcare BCP コンソーシアム）

研究要旨：国や自治体が策定する防災計画・地域医療計画と病院が策定する業務存続計画は、主体が異なるために独立して整備が進められてきた。本報告の目的は、防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との関連性や可能性を模索するために、災害の高齢者への影響の分析と日米での取り組み事例の収集に基づき、我が国で求められる地域医療の在り方を考察することである。**方法：**調査は、公表資料の収集・分析、インターネット検索および有識者へのヒアリングに基づいて行われた。（１）災害における高齢者への影響の分析、および（２）地域での災害への影響を抑える病院が関係する日米の事例を収集した。そして（３）調査初年度の研究成果に関する有識者による議論を通して、災害に強い地域づくりに寄与する病院に関するフレームワークを開発した。**結果：**（１）我が国が近年経験した地震および風水害において、被災者に占める高齢者の割合は、当時の住民の高齢者割合より高かった。（２）米国では各地域での医療・介護連携（Healthcare Coalition）の強化の必要性が認識されていた。我が国において、労働者健康安全機構、日本赤十字社および日本災害リハビリテーション支援協会において先進的な事例の存在が認められた。（３）開発したフレームワークは、病院内の事業継続計画（基盤的な医療の提供と被災地外からの支援の受け入れ）、および病院外における減災のための病院マネジメント（医療介護連携の強化とインフラやコミュニティマネジメントの促進）から構成された。**まとめ：**本研究結果は、災害拠点病院は地域密着型病院への災害への平時の備えを促し、地域密着型病院は地域の医療・介護組織やボランティア組織など様々な地域組織との連携を通して災害への平時の備えを促す役割が期待されていることを示唆している。平時の診療活動における病院の工夫によって、災害への備えのハブ組織として能動的な役割を担うことが、病院には期待されている。

研究協力者

丸山嘉一：日本赤十字社災害医療統括監
（Healthcare BCP コンソーシアム）

野口英一：戸田中央医科グループ災害対策特別
顧問（Healthcare BCP コンソーシアム）

有賀徹：労働者健康安全機構理事長
（Healthcare BCP コンソーシアム）

A. 研究目的

病院の業務存続計画（Business Continuity Plan: (BCP)とは、災害などの緊急事態が発生したときに、組織の損害を最小限に抑え、事業（業務）の継続や復旧を図るための計画を意味する。なお、一般に事業は営利目的を、業務は非営利目的の活動を指すため、本報告書では「業

務」という語を用いる。我が国では、2005 年から、民間事業者向けの BCP の策定が、情報セキュリティ分野（経済産業省）や地震を想定した全般的ガイドライン（内閣府）などで始まった。

2013 年の災害対策基本法改正で全般的ガイドライン第 3 版（内閣府）が示されたものの、医療組織で業務存続が意識されるようになったのは災害拠点病院での BCP 策定が義務化された 2017 年度からである。

一方、国や自治体が進める防災計画は、災害対策基本法制定（1961 年）に始まり、2013 年の改正では、避難行動要支援者名簿が規定され、また地区防災計画制度も整備された（スタートは 2014 年度）。

注目すべきことは、病院などでの個別組織の BCP と、国や自治体が策定する防災計画は、主体が異なることから、独立して整備が進められてきたことにある。災害時にはどちらも運用が開始されるため、日ごろから連動・連携がなされれば相乗効果が期待できそうであるが、これまで両者の関係を考察することは稀であった。

本報告の目的は、防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との関連性や可能性を模索するために、災害の高齢者への影響の分析と日米での取り組み事例の収集に基づき、我が国で求められる地域医療の在り方を考察することである。わが国は超高齢社会を迎えており、特に高齢者に焦点を当てて考察する。

B. 研究方法

調査は、公表資料の収集・分析、インターネット検索および有識者へのヒアリングに基づいて 2 つのアプローチで行われた。

第 1 に、国内の既存資料を総合し、災害における高齢者への影響を分析した。対象とする災

害を、地震および風水害とし、被災者（災害関連死を含む死亡）の年齢構成と、発災時の被災地域の年齢構成を把握している出版物をインターネットやヒアリングを通して収集して比較をした。

第 2 は、地域での災害への影響を抑える病院が関係する日米の事例を収集した。まずインターネットを通じて、災害（disaster）、レジリエンス（resilience）、病院（hospital）および業務存続計画（business continuity plan）をキーワードで検索した。また、有識者へのヒアリングを行い、各組織で実務的に取り組んでいる事例を収集した。ヒアリングは、労働者健康安全機構、日本赤十字社、日本災害リハビリテーション支援協会、Healthcare BCP コンソーシアムに対して実施した。

第 3 に、調査初年度の研究成果に関する有識者による議論を通して、災害に強い地域づくりに寄与する病院に関するフレームワークを開発した。議論は、日本臨床救急医学会および日本地区防災計画学会において実施した。

（倫理面への配慮）

本研究では、直接利用者に調査をする手法をとっていない。ただし、研究を遂行する上で、倫理的側面を十分に配慮しながら実施した。なお、本研究分担・協力者は、ヒアリングを行った組織のいずれかに所属している。

C. 研究結果（資料参照）

1. 地震による被害・想定被害

我が国がこれまでに経験した地震に関する被害者数および今後想定されている地震での最大被害者数を図 1 に示す。円の面積が規模を示しており、今後想定される首都直下型・南海トラフ・日本海溝・千島海溝での地震での最大想定

被害（府省庁発表）は、阪神・淡路大震災や東日本大震災を超えていた。

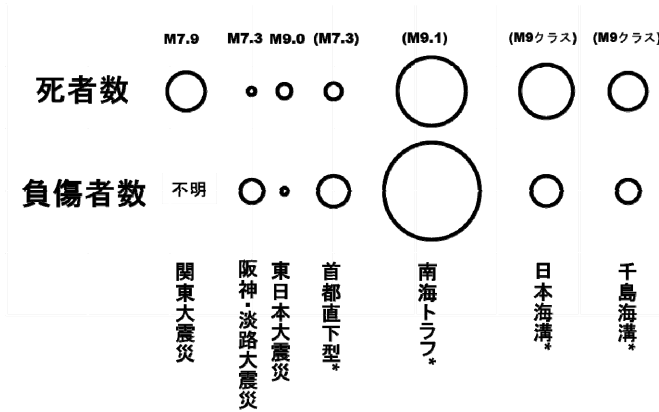


図 1. 我が国における経験・想定地震の被害

脚注：*最大想定 円の面積＝規模
M: magnitude（マグニチュード）

2. 地震・風水害で高齢者での被災割合が高い
近年我が国が経験してきた地震と風水害において、被災者に占める高齢者割合を表 1 に示す。たとえば、東日本大震災において、被害者男性における 60 歳以上の高齢者の割合は 63.6%で、これは被災 3 県における当時の高齢者の人口構成割合（28.8%）より高かった¹⁾。

表 1. 地震および風水害における高齢者被害

		基準年	高齢者割合（％）		A/B
			A: 被災者	B: 同地域前年	
阪神淡路大震災 （60 歳以上）＊	1995	男	55.0	17.4	3.16
		女	60.9	21.6	2.82
東日本大震災 （60 歳以上）＊	2011	男	63.6	28.8	2.21
		女	66.7	35.1	1.90
風水害 （65 歳以上）**	1999～2003		36.5 ^{1)※}	17.9 [※]	2.04
	2004～2016		54.8 ^{1)※}	23.2 [※]	2.36
	2017		70.7 ²⁾	27.7	2.55
	2018		58.9 ³⁾	28.1	2.10

*有賀らの研究¹⁾ **牛山らの研究²⁻⁴⁾

風水害においても、同様に被災者に占める 65 歳以上の高齢者の被災割合は、同時期の高齢者

割合よりも高かった²⁻⁴⁾。
同様の傾向は米国でも報告されていた⁵⁻⁷⁾。ハリケーン・カトリーナ／リタ（2005）では、死亡者に占める 65 歳以上の割合は 71%（75 歳以上では 47%）であった（当時の人口構成で 60 歳以上は 15%）。

3. 米国：Healthcare Coalition (HCC)

アメリカでは、2001 年 9 月 11 日に発生したアメリカ同時多発テロ事件以降、自然災害を含む災害への備えに関する検討が重ねられてきた。なかでも、ジョンズ・ホプキンス大学ブルームバーグ公衆衛生大学院／健康安全保障センター健康安全保障プロジェクトチーム（主任研究者：Eric Toner, MD）の報告書は注目に値する⁸⁾。このチームでは、パンデミック・オールハザード事前準備法（Pandemic and All-Hazards Preparedness Act）の改正のタイミングで、重大な疾病や傷害の原因となり得る、全米で対策が必要な災害を 4 つのタイプに分類し、必要な備えの提言を行った（表 2）⁸⁾。

表 2. 災害のタイプと必要な備え

医療機能	タイプ	事例	必要な備え
残存	比較的小規模な傷病事案	竜巻、銃乱射、限局地域での感染症	医療・介護連携*
	複雑な集団災害事象	ボストンマラソン事件、限局的なバイオ・テロ、致死的感染症の限局的アウトブレイク	複数の災害医療の拠点病院 複数の医療・介護連携*
一部被災（救急患者の一時的増加）	大規模自然災害	ハリケーン・カトリーナ、中規模地震	複数の医療・介護連携* 地域のレジリエンス 連邦政府
壊滅的な被災	医療・介護壊滅的大災害事象	核爆発、大規模バイオテロ、大地震	被災地外からの調整・資源

Toner ら⁸⁾ *Healthcare Coalition (HCC)

ここで「医療・介護連携」とした Healthcare

Coalition (HCC) は、2002 年から、病院災害対策の一環として、急性期病院、地域の公衆衛生組織、地域の救急医療サービス提供者、緊急事態管理組織等から構成される地域の組織を意味する⁸⁻¹⁰⁾。なお、病院災害対策 (HPP: Hospital Preparedness Program) とは、災害対策における政府のコントロールタワーである事前準備・対応担当次官補局 (ASPR) 内のプログラムで、医療体制の備えに関する連邦政府唯一の予算事業である。

米国全土での HCC (医療・介護連携) への加盟率は、急性期病院の 92%、公衆衛生組織の 90%、救急マネジメントサービスの 82% として救急医療サービスの 42% と報告されている (2020 年 6 月末)¹¹⁾。

前述したジョーンズ・ホプキンス大学のチームでは、あらゆるタイプの災害における健康維持への悪影響に対する国のレジリエンスを強化するために、次の 5 つの事項を推奨していた⁸⁾。

1. HCC の発達・成熟に焦点を当てながら、病院災害対策を支援
 2. 地域の災害医療団 (ボランティア) と全米災害医療システムの各单位について、各地におけるそれぞれの HCC との統合を推進
 3. 各地域のレベルで「レジリエンスの文化」を推進するために新しいプログラムを開始
 4. 「災害拠点病院」のネットワークを創設
 5. 壊滅的大災害事象への備えに焦点を当てた新プログラムの事前準備・対応担当次官補局での創設
- *HCC: Healthcare coalition (医療・介護連携)

なお、医療・介護連携 (HCC) を含む病院災害対策 (HPP) の予算は、設立時 (2002 年) から 16 年間で 56% 減少した¹²⁾。HCC (医療・介護連携) 組織での教育・訓練を進める障壁としては、保健医療専門職の中で、随所での支援、

インセンティブと要件がないことが指摘されている¹³⁾。また病院幹部の継続的なリーダーシップの重要性も論じられている¹⁴⁾。

4. 我が国での取り組み例

既存資料の精査および有識者へのヒアリングの結果、防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との連動に関して我が国で注目すべき事例が 3 つの組織で確認することができた。

なお、それぞれの特徴を理解する枠組みとして、病院と地域とを 3 層に整理した図 2 を用いた。病院は、地域の医療・介護連携組織との連携が考えられる。さらに地域の多様な関係者 (基層) との連携が想定できる。

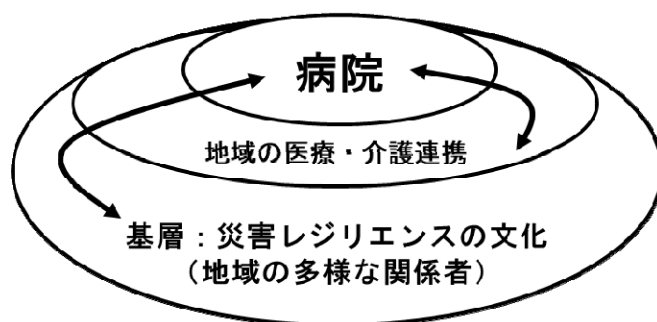


図 2. 病院と地域との関係の模式図

1) 労働者健康安全機構

1-1) 和歌山労災病院

独立行政法人 労働者健康安全機構 和歌山労災病院では、「新型コロナウイルス」対策に関する訪問研修を感染管理認定看護師が行うことで、病院の持つ技術やノウハウを地域組織へ技術移転する取り組みが進められていた。対象施設には、介護施設が含まれており、これは医療・介護連携を通して、介護施設が「感染症」という災害に対する対応技術・経験を高めることを意味する。

また、学校・保育園・幼稚園などへの出張研

修は、医療・介護連携を超えた、地域での「基層」ともいうべき構成施設へも技術移転がなされていることを示唆していた。

1-2) 愛媛労災病院

愛媛労災病院では、地域の医療施設との間での相互連携で評価される診療報酬（感染防止対策地域連携加算）の考え方を拡張し、介護施設との連携を強化していた。これは、日頃の医療・介護連携の取り組みと連動するように実施されていた。具体的には、看護部と介護施設職員との意見交換会（年2回）、認定看護師による介護施設・訪問看護施設職員研修会（年6回）、症例ごとにケアマネージャー、施設職員とカンファレンス（介護支援連携指導料）、看護部長・連携室師長の介護施設・訪問看護施設への訪問が行われていた。

2) 日本災害リハビリテーション支援協会

一般社団法人 日本災害リハビリテーション支援協会（Japan Disaster Rehabilitation Association Team: JRAT）は、東日本大震災を契機に活動が始まり、2020年に法人化した組織である¹⁵⁻¹⁷⁾。全国組織である JRAT には、各都道府県に災害リハビリテーション支援チームを派遣・展開できる JRAT 機関として「地域 JRAT」を設立・組織化している¹⁶⁾。

この地域 JRAT の目的は、「都道府県単位で組織化されたもので、その都道府県を代表して、平時には災害リハビリテーションチームの育成、関係各機関・団体との連携強化および地域住民への教育・啓発等、防災・減災活動を実施するとともに発災時には組織的かつ直接的支援を行う核となる」とされている^{15,16)}。地域での「代表性」を表明していることは、地域 JRAT の特徴である。JRAT の活動の原則として、「助言は

しても、直接的リハビリテーションサービスの提供は行わず、速やかに地元の医療や介護保険サービスにつなぐこと」を重視している¹⁵⁾。

「JRAT の活動は地域包括ケアにも通じる“地域リハマインド”が基盤」となっているため、リハ関連職が日頃から積極的に地域リハ活動に参加することを推奨している¹⁷⁾。

ヒアリングの結果、長崎では「災害時も機能する地域包括ケア時代の見守り・支え合いシステム」の構築を進めていることが明らかになった。

3) 日本赤十字社

日本赤十字社は、昭和 27 年に日本赤十字社法が制定されたことにより、中立性をもった人道的な活動を行う認可法人として多様な活動をしている^{18,19)}。各地域での防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との連動に関しては、赤十字病院と赤十字ボランティアとの連動を模索していることは、今後の発展が期待できると考えられた。

グループで活動している赤十字ボランティア形態として、市区町村ごとに組織された「地域赤十字奉仕団」、おおむね 18～30 歳の社会人や学生などで組織された「青年赤十字奉仕団」、さまざまな専門技術や職業を活かして活動する「特殊赤十字奉仕団」の 3 種類が存在する¹⁸⁾。

特に基礎自治体との繋がり強い「地域赤十字奉仕団」では、医療・介護連携の強化を進める取り組みを赤十字病院とモデル活動を開始している。現段階で「災害医療」との連動ではないが、日本赤十字社の災害救護規則で災害救護活動は位置づけられている。また、日本赤十字社は災害対策基本法における「指定公共機関」であり、また災害救助法（救助協力義務）・大規

模地震対策特別措置法等（救護業務）での役割もある。現在進めている赤十字病院の関与する地域での医療・介護連携の強化は、災害発生時には絶大な効果を発揮するものと考えられる。

ヒアリングの結果、少なくとも次の4病院の地域で、病院と医療・介護連携の強化が進められていることが明らかになった。

3-1) 石巻赤十字病院

- ・ 病院内の医療社会事業課に赤十字普及担当専従職員を配置（支部との連携強化）
- ・ 副院長による石巻地区小中学校対象に「防煙教室」「たばこと健康教育教室」の開催時の赤十字普及活動

3-2) 武蔵野赤十字病院

- ・ 武蔵野市の高齢者福祉計画の・第7期介護保険事業計画に協力
- ・ 認知症サポーター養成講座の開催と行政からの講師の招聘
- ・ 地域における訪問看護等の協議会の担当
- ・ 地域におけるサロン事業の展開
- ・ 地域での総合防災訓練における医師会、住民との連携
- ・ 老人会、地域の会合への職員の参加
- ・ 病院の医療社会事業課を窓口とした、地域の小中学校への医療職の講師派遣

3-3) 岐阜赤十字病院

- ・ 病院内の在宅支援室に地域住民から医療・介護・生活に関する相談窓口を設け、選任職員を配置
- ・ 早田地域日赤奉仕団による「そっと見守り隊」結成（何かあれば岐阜赤十字病院の在宅支援室に連絡し民生委員につながるシステムの構築）：行政・社会福祉協議会・自治会・民生委員・病院・介護保険事業所・地域包括支援センターとの協働

2-4) 今津赤十字病院

- ・ 病院の在宅医療連携室に専門スタッフを配置し、高齢者の健康・福祉についての相談対応やボランティアの受け入れ
- ・ 地域の9施設からなる「今津福祉村」への参画

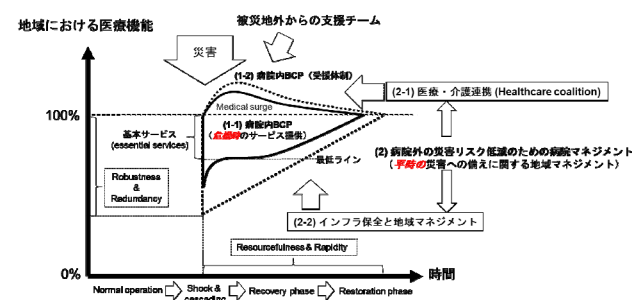
- ・ 災害時に活用できる健康生活支援講習の導入により、医師、看護師以外のメディカルスタッフの参加の増加

5. フレームワーク

開発したフレームワークは、（1）病院内の事業継続計画（基盤的な医療の提供と被災地外からの支援の受け入れ）、および（2）病院外における減災のための病院マネジメント（医療介護連携の強化とインフラやコミュニティマネジメントの促進）から構成された。

このフレームワークを概念図に整理して発表し、その図をさらに平易にしたものを図3に示す。

図3. 概念フレームワークを論文化した図*



*Ito H & Aruga T. International Journal of Disaster Risk Reduction 77: 103032, 2022.

D. 考察

1. 災害は脆弱な高齢者を襲う

本分析で、国内外を問わず、災害は脆弱な高齢者を襲うことが明らかになった。世界で最も高齢化が進む我が国においては、地域医療関係者を含むあらゆるセクターが、災害対策に一層取り組む必要がある。

東日本大震災で、防ぐことのできた災害死の研究においても、災害拠点病院のみならず、すべての医療機関における業務存続計画（BCP）の策定が必要であることを示唆している²⁰⁾。

2. 医療制度の枠外のシステムとの連動

米国では、災害に強い地域づくりをめざした **Healthcare Coalition** が政府の病院災害対策の柱となっていた。予算の削減に直面しているものの、災害に強い地域づくりを目指す地域医療の在り方は、政府の災害対策の大方針であると考えられる。

我が国で、この考え方に整合する手がかりとして、**Healthcare BCP** コンソーシアムの開発した病院評価基準の 3 領域で整理すると理解しやすい（表 3）²¹⁻²³⁾。第 1 領域で病院での業務存続計画（BCP）の作成を促し、第 2 領域で医療・介護連携の強化を、第 3 領域でさらに広いセクターとの連動を促している。

表 3. 病院評価基準の 3 領域*

第 1 領域	病院としての機能存続と地域におけるリーダーシップ
第 2 領域	災害への備えとしての「医療・介護連携」の推進と支援
第 3 領域	地域における防災力の向上への支援

*Healthcare BCP コンソーシアムの評価基準²¹⁻²³⁾

1) 地域包括ケアシステムとの連動

本研究で確認できた 3 つの組織では、すべて医療・介護連携を強化していた。これは、介護保険制度の基盤にある「地域包括ケアシステム」との連動を目指していることを意味する。

地域包括ケアシステムとは、「高齢者の尊厳の保持と自立生活の支援の目的のもとで、可能な限り住み慣れた地域で、自分らしい暮らしを人生の最期まで続ける」ことを目指して構築が進められている地域の包括的な支援・サービス提供体制のことである²⁴⁾。保険者である市町村や都道府県が、地域の自主性や主体性に基づき、地域の特性に応じて作り上げていくことを求め

ていることに特徴がある²⁵⁾。

地域包括ケアシステムは「植木鉢」のイラストをイメージとして説明されることが多い（図 4）^{24, 25)}。「医療・介護」は植木鉢のひとつの「葉」として表現されている。本研究テーマである「災害に強い地域づくりに寄与する医療の在り方」という観点からは、「葉」である医療・看護の拠点組織が、植木鉢全体に「災害への備え」に関する技術移転・普及啓発を図ること目指しているととらえることができるかもしれない。



図 4. 地域包括ケアシステムのイメージ^{24, 25)}

2) さらに広いセクターとの連動

本研究で、モデルとして取り上げた労働者健康安全機構と日本赤十字社では、医療・介護連携を超えさらに広いセクターとの連動の可能性を示唆していた。具体的には、和歌山労災病院における「学校・保育園・幼稚園」への出張研修であり、災害医療ではないものの地域赤十字奉仕団における赤十字病院との連動である。

これらの地域社会の「基層」ともいうべき組織との病院活動との連動は、病院が地域を包括的にとらえる契機となる可能性を秘めている。換言すれば、地域医療計画と地域防災計画との連動の手掛かりともいうべき取り組みと考えることができる。

医療と地域社会の基層の組織との連携に関しては、「地区防災計画」との連携の模索が始まっている²³⁾。地区防災計画は、災害対策基本法の改正で 2013 年 6 月に創設された²⁶⁾。従来のト

ップダウンの行政主導の地域防災計画に加えて、ボトムアップの住民主導の地区防災計画が必要との判断に基づく新しい取り組みと位置付けられている²⁷⁾。

3. 本テーマの背景にある基本的な論点

「防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との連動」というテーマの背景には、連動の在り方に関する論点を整理する必要がある。これは連動をめざす「圏域」の設定につながるからである。

1) 自助・互助・共助・公助について

介護保険では、自助・互助・共助・公助についての議論がなされてきた（表4）。ただし、その文脈には「地域差」があり、自助・互助・共助・公助の適切なバランスを模索する必要があるとされ²⁵⁾、明確な原則は示されていない。なお、介護保険法第4条で、皆保険給付の前提として、国民が自らの健康増進を行い、要介護状態になることを予防するよう努める義務を定めており、「共助」の前に「自助・互助」が優先される方向性は指摘されていた²⁵⁾。「防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との連動」というテーマへの明確な手がかりを得られる段階ではないと考えられた。

表4. 地域包括ケアと自助・互助・共助・公助*

自助	自分のことを自分でする／自らの健康管理(セルフケア)／市場サービスの購入
互助	当事者団体による取組／有償ボランティア／ボランティア活動／住民組織の活動
共助	介護保険に代表される社会保険制度及びサービス
公助	一般財源による高齢者福祉事業等／生活保護

*地域包括ケア研究会²⁵⁾

2) 補完性原則

一方で、「補完性原則」という観点からは、「連動」の基本単位である「圏域」の規模に関する

手がかりが示唆されていると考えられた。この原則は、「基本的には個人や小規模グループのできないことだけを政府がカバーする」とする考え方である。従来から存在していたが、その言葉（principle of subsidiarity）自体が法的文書に初めて明記されたのは、1992年2月に調印され、1993年11月に発効したEUのマーストリヒト条約（EU文書）であるといわれている。

我が国では、地方分権時代の基礎自治体の在り方を考える上での観点として、平成15年（2003年）に、次の通り初めて登場した（第27次地方制度調査会「今後の地方自治制度のあり方に関する答申」平成15年11月13日）。

- 今後の我が国における行政は、国と地方の役割分担に係る「補完性の原理」の考え方に基づき、「基礎自治体優先の原則」をこれまで以上に実現していくことが必要である。基礎自治体の規模・能力はさらに充実強化することが望ましい。
- 地方分権改革が目指すべき分権型社会においては、住民自治が重視されなければならない、住民や、コミュニティ組織、NPOその他民間セクターとも協働し、相互に連携して新しい公共空間を形成していくことを目指すべき。

3) 基礎自治体等の人口規模と圏域の考え方

以上から、本研究のテーマの基本となる「圏域」の人口規模に関して考える。表5は、西欧の4か国における基礎自治体に関する人口規模を示したものである²⁸⁾。基礎自治体の下部単位である「準自治体」を含めると、4か国において最も小さな圏域の単位は、約2,000人（イギリス準自治体とフランス基礎自治体）から7,000人（ドイツ基礎自治体）と、1万人以下であった。

表 5. 西欧 4 か国の基礎自治体の人口規模*

国	面積 (km ²)	イギリス	フランス	ドイツ	スウェーデン
	人口 (万人)	6,180	6,699	8,177	959
広域自治体	名称	(カウンティ)	デパルトマン	クライス(郡)	ランスタピング
	自治体数	[27]	96	412	20
	平均面積		5,515	867	22,498
	平均人口		68	20	45
基礎自治体	名称	ユニタリー他	コミューン	ゲマインデ	コミューン
	自治体数	406	36,673	11,993	290
	平均面積	669	15	30	1,553
	平均人口	15.2	0.2	0.7	3.3
準自治体	名称	パリッシュ他	なし	なし	パリッシュ
	自治体数	約 120,000			約 2,600
	平均面積	約 11.0			約 173.0
	平均人口	約 0.2			約 0.4

*福島康仁 (2018) ²⁸⁾

ここで、我が国の基礎自治体の人口規模を表 6 に示す。我が国の場合は、基礎自治体である市町村は約 7,3000 人と、前述の 4 か国において最も小さな圏域単位よりも大きい。4 か国の中での最小単位の圏域に最も近いのは、市町村に複数ある「地域包括ケア」の圏域で平均約 24,000 人であった。我が国で想定している最小単位の圏域の人口は、西欧 4 か国のそれより大きいことが示唆された。

表 6. 我が国の基礎自治体の人口規模

日本		
面積(km ²)	377,829	
人口(万人)	12,791	
広域自治体	都道府県	参考：二次医療圏
自治体数（圏域数）	47	(335)
平均面積(km ²)	8,039	1,126
平均人口(万人)	272	38
基礎自治体	市町村	参考：地域包括ケア圏域
自治体数（圏域数）	1,718+23	(5,270)
平均面積(km ²)	217	71
平均人口(万人)	7.3	2.4
(準自治体)	なし	
	【参考】 自治会／消防団／地区分区（日本赤十字社）、地区防災計画・・・	

4) 関連計画と病院業務存続計画

防災計画・介護保険計画・地域医療計画と業務存続計画との関連を表 7 に整理した ²³⁾。地区防災計画には明確な日常圏域があり、介護保険事業計画には明確な地域包括ケア圏域がある。一方、医療では、ゆるやかな医療圏を国・都道府県が定めているものの、病院をはじめとした

医療施設が「責任」を持つ医療圏は、救急医療の領域を除いて存在しない。ここでいう責任とは、地区防災計画のメンバーや介護保険の要支援・要介護者のように、公的制度から継続的な支援が義務的に求められることを意味する。

表 7. 関係する計画と病院事業存続計画

	日常圏域 (地区防災計画)	地域包括ケア圏域 (介護保険制度)	医療（病院等）	
			災害拠点病院以外 (病院・診療所)	災害拠点病院
根拠	災害対策基本法	介護保険法	医療法	医療法
圏域	居住地区 小～中学校区	概ね中学校区 (目安：人口 1～2 万人)	規定なし	二次医療圏 (全国 335 圏域)
対象者	明確 (メンバー)	明確 (要介護・要支援認定者)	不明確 (受療者)	不明確 (受療者)
拠点	計画に明記	地域包括支援センター	各病院	災害拠点病院
BCP 策定	計画内（理想）	義務（2024～）	規定なし	BCP 策定義務化（2019）
上位計画	地域防災計画 (市町村)	介護保険事業計画 (市町村)	医療計画 (都道府県)	医療計画 (都道府県)
備考		障害保健計画も類似		災害発生時の「最後の砦」

BCP: Business Continuity Plan（事業継続計画）

*伊藤、蛭間、野口、有賀 (2021) ²³⁾

4. 地域で求められる役割分担と病院 BCP

1) 地域医療計画と病院 BCP との連動

以上の考察から、防災計画・地域医療計画と病院の業務存続計画との連動を考える場合、基礎となる圏域の候補として、西欧 4 か国での基礎自治体の規模に最も近い「地域包括ケア」圏域（平均人口約 2.4 万人）は有望と考えられた。なお、吉里吉里地区の東日本大震災前の人口は、次の通り約 2,500 人であった ¹⁶⁾。

- ・ 東日本大震災の大津波で町の行政機能が破綻した岩手県大槌町（震災前人口約 1.6 万人）の住民の避難所のひとつ（吉里吉里小学校）では「独立精神で避難所の自主運営」が行われ、「ボランティアお断り」を宣言した。
- ・ この吉里吉里地区の震災前の人口は約 2,500 人であり、小・中学校、それに寺・神社が 1 つずつあり、地域住民のほとんどが同級・同窓生で地域のつながりが強く、昔から消防団活動が地

域の絆の要となっていた。

災害に強い地域を考える場合、基礎となる圏域の候補として「地域包括ケア」圏域があり、この圏域には、さらにいくつかのまとまりを想定する必要がある可能性が考えられた。その候補には、自治会や消防団、赤十字奉仕団や地区防災計画などが考えられる。

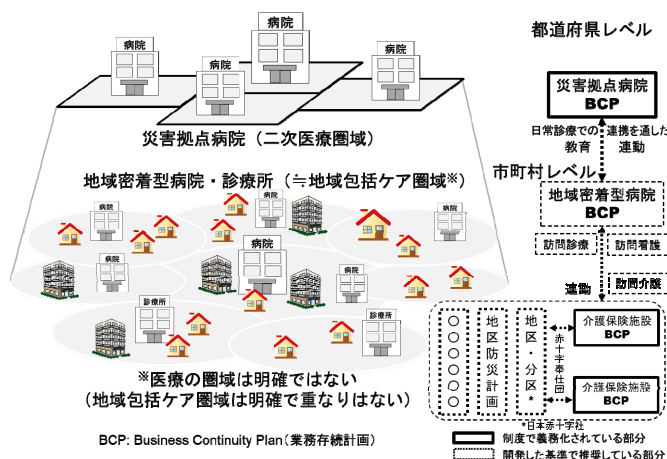


図 5. 医療圏での災害への備えと業務存続計画*

*伊藤 蛭間 野口 有賀 (2021)²³⁾および丸山 (2021)²⁹⁾

一方「地域包括ケア」圏域には、地域密着型病院や診療所が存在すると考えられる。この「地域包括ケア」圏域を基礎にして、複数の圏域をたばねる災害医療拠点として、災害拠点病院を考えるのが自然ではないだろうか。以上をイメージしたのが図5である。

2) 評価の観点

最後に、「地域包括ケア」圏域を基礎とした地域における防災計画・地域医療計画と連動する病院の業務存続計画を「評価」する場合、病院の特徴で評価の重みが異なることは明確である。

災害拠点病院の場合は、各地域包括ケア圏域に存在する医療拠点である地域密着型病院や診療所との連携を強化する必要がある。一方、地域密着型病院や診療所は、災害医療の基礎とな

る「地域包括ケア」圏域での主役としての意識を持ち、医療・介護連携の強化とともに、さらに小さな地域の単位の組織との連携を深める必要がある。

表 8 に、以上の観点を Healthcare BCP コンソーシアムが開発した評価基準に対応させて整理した。

表 8. HBC の評価基準との関連

評価基準 (version 2.1)*	災害 拠点 病院	地域 密着 病院
1. 病院の機能存続と地域でのリーダーシップ		
1.1. 災害への備えを進めるための組織体制	◎	◎
1.2. 病院 BCP の実効性	◎	◎
1.3. 自院が対象とする圏域の把握	◎	◎
2. 医療・介護連携の推進支援		
2.1. 医療・介護連携の強化を促す院内体制	○	○
2.2. 医療関連団体に対する災害への備えに関する啓発	◎	○
2.3. 医療介護組織の災害医療の啓発活動への支援	—	◎
3. 地域における防災力の向上への支援		
3.1. リーダーシップ発揮のための院内体制	○	○
3.2. 日頃関係のある組織との連携状況	◎	◎
3.3. 日頃関係の薄い組織との連携状況	—	◎

E. 結論

災害の高齢者への影響の分析と日米での取り組み事例の収集に基づき、本報告では、防災計画・地域医療計画と病院業務存続計画との関連性や可能性を模索し、我が国で求められる地域医療の在り方を考察した。その結果、(1) 我が国が近年経験した地震および風水害において、被災者に占める高齢者の割合は、当時の住民の高齢者割合より高く、(2) 米国では各地域での医療・介護連携（**Healthcare Coalition**）の強化の必要性が認識されていた。労働者健康安全機構、日本赤十字社および日本災害リハビリテーション支援協会において先進的な事例が確認できた。また海外の基礎自治体の規模の分析から、発災時に各地域で自立的に機能する単位として「地域包括ケア」の圏域は有望と考えられ、平

時から医療・介護連携を推進することの重要性を示唆していた。本研究結果は、災害拠点病院は地域密着型病院への災害への平時の備えを促し、地域密着型病院は地域の医療・介護組織やボランティア組織など様々な地域組織との連携を通して災害への平時の備えを促す役割が期待されていることを示唆している。平時の診療活動における病院の工夫によって、災害への備えのハブ組織として能動的な役割を担うことが、病院には期待されている。

【謝辞】本研究を進めるにあたり、一般社団法人 日本災害リハビリテーション支援協会 栗原正紀代表理事には、貴重なご助言と資料のご提供をいただきました。また、本報告書の作成にあたり、次の Healthcare BCP コンソーシアムワーキンググループメンバーから、多くの示唆をいただきました（敬称略）。小倉裕二（公益財団法人日本医療機能評価機構評価事業審査部副部長）、長谷川仁志（株式会社 i4 h Corporation 代表取締役）、林宗博（日本赤十字社医療センター 救急科部長・救命救急センター長）、蛭間芳樹（日本政策投資銀行）、牧賢郎（日本赤十字社医療センター救急科医師）、鷺坂彰吾（日本赤十字社医療センター救急科医師）、吉池昭一（社会医療法人財団慈泉会相澤病院 救命救急センター長）。記して感謝の意を表します。

F. 健康危険情報 なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Ito H, Aruga T. A conceptual framework to assess hospitals for disaster risk reduction in the community. Int J Disaster Risk Reduction 77 : 103032, 2022.

伊藤弘人、有賀徹、丸山嘉一、蛭間芳樹、野口英一. 地区防災計画と病院業務存続計画. 地区防災計画学会誌 25 : 61-69, 2022 (2022年度地区防災計画学会奨励賞受賞).

伊藤弘人、丸山嘉一、蛭間芳樹、野口英一、有賀徹. 地区防災計画と病院業務存続計画. 地区防災計画学会 23 : 72-75, 2022.

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

Ito H & Aruga T. A conceptual framework to

assess hospitals for disaster risk reduction in the community. World BOSAI Forum. Sendai, March 2023.

伊藤弘人. 災害に強い地域づくりに寄与する医療とは? 地区防災計画学会シンポジウム (第41回研究会). 2022年12月4日. オンライン開催.

伊藤弘人、有賀徹、蛭間芳樹、野口英一. 地区防災計画とヘルスケア BCP: 災害への備えに関する病院評価基準の開発の経験から. 第25回日本臨床救急医学会総会・学術層集会、2022年5月27日、大阪.

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

引用文献

1. 有賀徹、伊藤弘人、野口英一、他. Healthcare BCP 体制の構築に寄与する第三者評価方法の開発: 超高齢社会における災害医療拠点の役割. Healthcare BCP コンソーシアム、2020. <http://hcbcp.umin.jp/shiryo.html>
2. 牛山素行、横幕早季. 1999~2016年の豪雨災害による人的被害の特徴. 第36回日本自然災害学会講演会公演概要集 (suppl) 53-54, 2017.
3. 牛山素行、横幕早季. 2017年の豪雨災害による人的被害の特徴. 東北地域災害科学研究 54: 131-136, 2018.
4. 牛山素行、本間基寛、横幕早季、他. 平成30年7月豪雨災害による人的被害の特徴. 自然災害科学 38: 29-54, 2019.
5. Townsend FF. The federal response to hurricane Katrina: Lessons learned. The White House, 2006.
6. Aldrich N, Benson WF. Prev Chronic Dis 5: 1-7, 2008.
7. Brunkard J, Namulanda G, Ratard R. Hurricane Katrina deaths, Louisiana, 2005. Disaster Med Public Health Prep 2(4): 215-223, 2008. https://tools.niehs.nih.gov/wetp/public/hasl_get_blob.cfm?ID=4628
8. Toner E, Schoch Spana M, Waldhorn R, et al A Framework for Healthcare Disaster Resilience: A View to the Future. 2018. <http://www.centerforhealthsecurity.org/our-work/publications/a-framework-for-healthcare-disaster-resilience-a-view-to-the-future> (一般社団法人 Healthcare BCP コンソーシアム訳. 医療・介護における災害レジリエンスの枠組み 将来展望、2019).
9. Courtney B, Toner E, Waldhorn R, et al. Healthcare coalitions: the new foundation for

- national healthcare preparedness and response for catastrophic health emergencies. *Biosecurity* 7 (2): 153-163, 2009.
10. Upton L, et al. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness* 11: 637-639, 2017.
 11. Assistant Secretary for Preparedness and Response (ASPR). About the Hospital Preparedness Program. <https://www.phe.gov/Preparedness/planning/hpp/Pages/about-hpp.aspx>
 12. Medcalf S, Roy S, Bekmuratova S, et al. From silos to coalitions: The evolution of the US Hospital Preparedness Program. *J Emerg Manag* 18 (2): 163-169, 2020.
 13. Walsh L, Craddock H, Gulley K, et al. Building health care system capacity: training health care professionals in disaster preparedness health care coalitions. *Prehosp Disaster Med* 30 (2): 123-130, 2015.
 14. Gribben K, Sayles H, Roy S, et al. The Crosscutting Benefits of Hospital Emergency Preparedness Investments to Daily Operations: A Hospital Senior Leadership Perspective. *Health Secur* 18 (5): 409-417, 2020.
 15. 栗原正紀. 東日本大震災から 10 年 災害リハビリテーション支援から学ぶ地域包括ケアの神髄: 一般社団法人日本災害リハビリテーション支援協会設立までの記録. *日本リハビリテーション病院・施設協会誌* 179: 3-9, 2021.
 16. 栗原正紀. 災害リハビリテーションの基礎知識. *Journal of Clinical Rehabilitation* 20 (3): 226-234, 2021.
 17. 栗原正紀. JRAT (日本災害リハビリテーション支援協会) の創設とその意義. *Monthly Book Medical Rehabilitation* (印刷中).
 18. 日本赤十字社. <https://www.jrc.or.jp/>
 19. 丸山嘉一. 日本赤十字社の災害救護活動 (國井修監修『みんなで取り組む 災害時の保健・医療・福祉活動』、2022 (印刷中)).
 20. Yamanouchi S, Sasaki H, Kondo H, et al. Survey of Preventable Disaster Deaths at Medical Institutions in Areas Affected by the Great East Japan Earthquake: Retrospective Survey of Medical Institutions in Miyagi Prefecture. *Prehosp Disaster Med* 32 (5): 515-522, 2017.
 21. Healthcare BCP コンソーシアム. Healthcare BCP 体制の構築に寄与する第三者評価方法の開発: 超高齢社会における災害医療拠点の役割, 2020. <http://hcbcp.umin.jp/shiryo.html>.
 22. 伊藤弘人、野口英一、有賀徹. 地域の災害レジリエンスの強化に寄与する医療拠点機能. *社会保険旬報* 2800: 26-33, 2020.
 23. 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.
 24. 厚生労働省. 地域包括ケアシステム. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/chiiki-houkatsu/
 25. 地域包括ケア研究会. 地域包括ケアシステムと地域マネジメント. 地域包括ケアシステム構築に向けた制度及びサービスのあり方に関する研究事業報告書 (平成 27 年度老人保健事業推進費等補助金)、2016. https://www.murc.jp/uploads/2016/05/koukai_160509_c1.pdf
 26. 内閣府. 地区防災計画ガイドライン, 2014. <http://www.bousai.go.jp/kyoiku/pdf/guideline.pdf>
 27. 室崎益輝、富永良喜. 災害に立ち向かうひとづくり: 減災社会構築と被災地復興の礎. ミネルヴァ書房, 2018.
 28. 福島康仁. 地方自治論、弘文堂, pp. 8-9, 2018.
 29. 丸山嘉一. 災害時における地域医療機関の医療活動に対する支援. 第 49 回日本救急医学会総会・学術集会共催シンポジウム. 2021 年 11 月 23 日、東京.

研究成果の刊行に関する一覧表レイアウト

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
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
中尾博之	災害対策の基本 災害対応マニュアル	腎と透析	91	200-3	2023
Ito H, Aruga T.	A conceptual framework to assess hospitals for disaster risk reduction	Int J Disaster Risk Reduction	77	103032	2022
伊藤弘人、有賀徹、丸山嘉一、蛭間芳樹、野口英一	地区防災計画と病院業務存続計画	地区防災計画学会誌	25	61-69	2022
伊藤弘人、丸山嘉一、蛭間芳樹、野口英一、有賀徹	地区防災計画と病院業務存続計画	地区防災計画学会誌	23	72-75	2022