

令和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)

分担研究報告書

グリッド・マッピング分析による健康地理学的評価の意義に関する研究

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】

本研究班令和3年度「地域の医療需要情報の Mapping Analysis 概念に関する研究」に引き続き、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】

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、検討する。

【研究結果】

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】

効率よく多層化された地図表示するためには、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。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。意思決定と実行が容易となる。

A. 研究目的と背景

本研究班令和3年度報告書分担研究報告「地域の医療需要情報の Mapping Analysis 概念に関する研究」において、災害時の医療政策に迅速に反映させるための手法が必要であり、情報の包括化させる最小単位は小学校区であり、医療政策上の情報のモニタリングと政策伝播には視覚化が必要であることを指摘した。

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、である。つまり、マッピングとは、様々な因子を

関連付けて「見える化」することと言える。さらに、X,Y 軸による平面的な位置表示、Z 軸による高度、地図の年代比較を加えることによって4次元情報を収めることができる。このような幾何学化は、デジタル技術によって、簡単な操作をコンピューター上で行うだけで、情報を表示、分解・抽出、分析させることを可能にするだろう。

一方、グリッド・マッピング分析(Grid Mapping Analysis : GMA)とは、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。実例では、「電力グリッド」が有名である。これは、電力業界で広く活用されており、GRID Utility 2.0では集中管理にとどまらず、多様化する運用に対して機能分担を現場で可能とし、一定地域の電力需給バランスをリアルタイムでチェックし、集中管理による停電などの事故防止や、事故回路の切り離し(分散管理)による事故の波及防止をしている。

さらに、Health Geography(健康地理学)とは、医療提供計画を、医療提供システムの空間構成とシステムの操作性の関係から考察するものである。健康地理学の応用性は、GMAという手法による、地理学と災害医学を結びつけることの可能性を示唆している。

IT化された健康地理学を応用したGMAの活用は、災害医療評価の有用性と、将来のスマート・シティ(Smart City: SC)化にたどり着く潜在的な可能性を十分予見できるものである。

本研究では、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

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、現状の医療受給バランスやインフラストラクチャーなど医療活動を間接的に制約する医療活動周辺要素をもとに、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

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は、

- 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. 【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)。なお、SCMについては⑦で論ずる。
- 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。可能であれば、被災地外への搬送が望ましい。そのため、早期に把握できることが地域医療の負荷軽減にもつながる。また、地域の避難所では、病院外への医療班派遣の必要性や感染疾患の集団発生の可能性が高まる。このため、医療機関内での医療供給体制に空洞を生じさせる危険性がある。
- 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と緊急性の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。特に災害時要支援者が集まる避難所、介護・福祉施設、医療機関を中心に集中的な整備が必要と思われる。
- 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)：ここで述べるSCMは一般的な物流管理を意味するのではなく、医療活動をするに不可欠な物資に関する物流管理である。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。これらの物資の供給不足は直接医療活動を制限することに直結する。したがって、GMAによる供給体制の把握は極めて重要である。また、医療機関ごとよりも、地域単位での把握として考える必要がある。

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るが、地図1面にすべてを表示することは把握しづらくするため、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。これらのデータについて、効率よく多層化された地図表示するためには、デジタル化概念の理解が必要となる。

2. 【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されるため、すぐには使うことができない。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れることである。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。藤本隆宏氏によると、トヨタ自動車株式会社の成功例として、組織間学習によるイノベーションの重要性を指摘している1)。

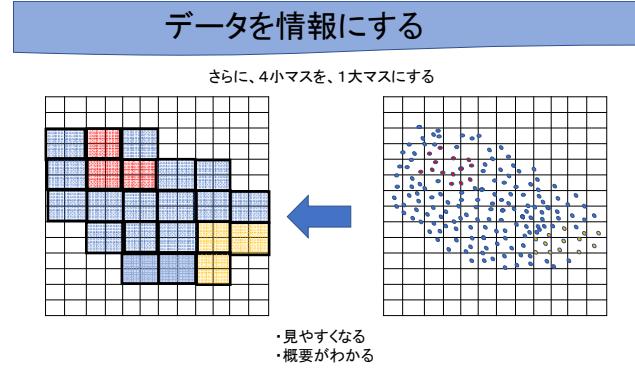


図1 価値ある情報に変換すること(デジタル化)

左マス目にある3色の点の概要を把握することはむつかしい。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

デジタル化の課題として、ルールによって分類区分が変わるため、最適な分類方法の検討が必要となることが挙げられる。

3. 【災害医療の Health Geography(健康地理学)的考察】

地図は、行政区画、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2)。

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)。その観点から、地理空間情報の表示におけるデジタル

化についても考察しておく必要がある。地理空間情報の表示方法には、ラスター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。医療地理学的空間分析では、点パターン分析、空間的自己相関、地理的加重回帰、生態ニッチモデリング、空間スキャン統計、およびネットワーク分析が可能である、という 3)。

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。また、IoT 化によって、DMAT をはじめとする医療救護班が、端末で情報を共有することを容易にする。

4. 【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つた「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 4)。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。

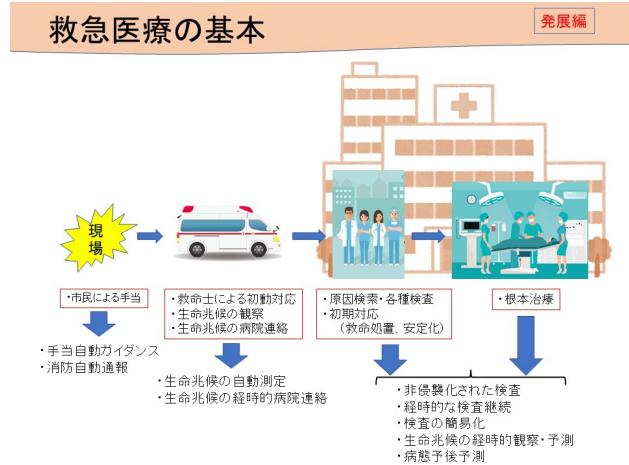


図 3 デジタル化された GMA による都市の基盤化

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

ヤ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。

5. 【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 Public Health)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。 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 2 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。																
Level 3 相互協力協定のない地域からのリソース確保と患者配分収容が必要な場合																
2. 即応対応システムグレード(PHMS)																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grade</th> <th>状況</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>緑</td> <td>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。</td> </tr> <tr> <td>黄</td> <td>保健医療体制は、地域の資源や既存の協定で管理している。支援は必要ない。</td> </tr> <tr> <td>オレンジ</td> <td>保健医療体制は、管内／区域内からの支援が必要である。</td> </tr> <tr> <td>赤</td> <td>保健医療体制は、管内／区域外からの支援が必要である。</td> </tr> <tr> <td>黒</td> <td>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。</td> </tr> <tr> <td>グレー</td> <td>不明</td> </tr> </tbody> </table>			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、地域の資源や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／区域内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
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、地域の資源や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／区域内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			
A	安全衛生、事業運営、顧客サービスへの重大な影響	復旧期間 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。そのためには、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:

- 中尾博之、斎藤博則、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。
- 中尾博之、渡邊暁洋、平山隆浩、「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。
- 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) 藤本隆宏、「能力構築競争」、中公新書、
2003.
- 2) 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.
- 3) von Csefalvay, Chris (2023)、"Spatial
dynamics of epidemics"、 Computational
Modeling of Infectious Disease、Elsevier、pp.
257-303、
doi : 10.1016/b978-0-32-395389-4.00017-7,
ISBN 978-0-323-95389-4, retrieved 2023-03-05.
- 4) 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.