

令和4年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）
「国土強靭化計画をふまえ、地域の実情に応じた災害医療提供体制に関する研究」

分担研究報告書
「災害時における医療ニーズとリソースの定量的評価に関する研究」

研究分担者 森村 尚登（帝京大学医学部救急医学講座主任教授）

研究要旨

【目的】地域の実情に応じた都道府県の国土強靭化計画の策定支援を行うために、災害時における医療ニーズとリソースの定量的評価指標の開発と定量的評価ならびにマッピングによる可視化を検討する。【方法】今年度は、ウェブ上に作成した「災害時の医療ハザードマップ」を精緻化して視認性並びに操作性の向上を図った【結果】行政担当者や非専門家でも直感的に操作しやすく視認性の高い構成を目指して、研究班において改訂を重ねてきた。改訂ポイントは、グラフの整理、見やすいレイアウト、マップ中の文字の大きさ、用語修正などである。【考察・結論】今回主にユーザインターフェース（UI）の視点から改訂したウェブアプリケーションは、災害拠点病院ごとのカバーエリアにおける医療需給比を容易に可視化し、地域内の脆弱性に基づく計画策定支援に寄与するものと思われる。今後は、災害時医療ハザードマップ情報の社会への情報発信方略について検討を加える必要がある。

研究協力者

田中 淳：東京大学大学院情報学環附属総合防災情報研究センター特任教授
猪口 正孝：医療法人社団直和会平成立石病院理事長
清田 和也：さいたま赤十字病院院長
竹島 茂人：自衛隊中央病院救急科部長
高橋 耕平：横浜市立大学附属市民総合医療センター高度救命救急センター講師
間田 千晶：帝京大学医学部附属病院准教授
大田 祥子：日本薬科大学薬学部医療ビジネス薬学科教授
野口 英一：戸田中央メディカルケアグループ災害対策特別顧問
蛭間 労樹：株式会社日本政策投資銀行、東京大学生産技術研究所協力研究員

A. 研究目的

地域ごとの災害種別の医療ニーズとリソースの定量的評価による都道府県の国土強靭化計画の策定支援が目的である。地域の実情に応じた災害医療体制を提供するため、災害時における医療ニーズとリソースの定量的評価を各都道府県に反映し、都道府県の国土強靭化計画の策定支援は重要である。本分担研究の目的は、都道府県毎の「災害時の医療ハザードマップ」の作成と医療提供面で脆弱なエリアの抽出を可視化する手法を確立することである。今までに本研究班は、首都直下地震（東京湾北部地震）を想定における「東京都内」の災害時の医療需給比（リスクリソース比：RRR）の定量的評価とその可視化を試みてきた。医療需要として想定災害における予測傷病者数と重症者数を、また医療供給力の指標として、平時の医療供給力とその修飾因子を規定してきた。平時の医療供給力は、病院ストラクチャー・インフラストラクチャーの維持の程度に係る項目であり、病院の総病床数、医師数、看護師数で表現してきた。また修飾因子としては、人・モノに係る補給力・輸送力に影響を与えると考えら

れる「道路リンク閉塞因子に着目して検討してきた。加えて東京を中心とした関東圏におけるRRRを算出しウェブサイト上での可視化を試みてきた。

今年度は、ウェブ上に作成した「災害時の医療ハザードマップ」の精緻化して視認性並びに操作性の向上を図った。

B. 研究方法

「大規模災害にこえる医療需要可視化サイト」の視認性・操作性向上に関する研究 :

まず昨年度同様に、対象地域の各災害拠点病院の診療担当エリアを半径2km圏と仮定して各病院の『医療需要』と『調整医療供給力』の比（『需給均衡比（Hospital Risk-Resource Ratio : RRR）』）と、病院ごとの災害時必要支援量（Additional Tスコア : a-Tスコア）を算出した。また、Hospital RRRとa-Tスコアの組み合わせを用いて『災害時支援優先度』を決定し、各病院を5類型に分類した。a-Tスコアを算出するにあたり、昨年同様の方法を用いて、まず平時の病院医療需給均衡比（Base RRR）を算出した。各病院あたりの平時の急性期の医療需要の定量指標を『一日あたりの救急患者数』とし、この値を当該病院の総合Tスコアで除した値をBase RRRとした。次に、Base RRRの2倍までの繁忙を許容し、 $Base\ RRR \times 2 = \text{病院エリア内の災害時負傷者数} / (\text{a-Tスコア} + \text{Tスコア})$ の式からa-Tスコアを算出した。次に、これらの数値をマッピングして、令和3年度の研究において試行版として開発した「大規模災害における医療需要可視化サイト」（URL : <http://rrrgis.sakura.ne.jp/> 、ユーザー名 rrr、パスワード: Rrr20210331）に反映させた。このサイトのユーザビリティの向上を目的として、今後の一般公開を見据えて、本研究班の協力研究者を対象として、本サイトの使用感ならびに改善点をnarrativeに抽出した。

次に昨年度同様に、本サイトの利用者と用途を以下のように想定した（表1）。

各利用者が、災害医療の提供にかかるリスクを示す指標を確認するのみではなく、病院が自院の災害リスクを減ずるための対策を立てたり、行政が地域の災害医療体制整備計画に役立てたりすることができることが理想である。

表1. 想定されるウェブアプリケーション利用者と利用用途

利用者	利用用途
災害および救急医療を提供する病院の救急医、または病院管理者	<ul style="list-style-type: none">・自院の災害時の支援必要度を確認する。・周囲の医療機関の災害時の状況を把握する。・支援必要度の大きい病院においては平時にできる準備に役立てる。
災害および救急医療提供体制整備にかかる行政担当部局	<ul style="list-style-type: none">・地域全体の病院の災害におけるRRRや支援必要度を確認する。・地域の災害医療提供体制整備の計画に役立てる。

これらを踏まえて、ウェブアプリケーションのユーザビリティについて評価し改善点を抽出した。本研究班協力者自身がエンドユーザーの視点からウェブアプリケーションを操作し、探索的に評価を行った。評価にあたった10名中7名は災害および救急医療の現場や提供体制整備のあり方に精通しており、エンドユーザーの特性や目標、利用状況に適合した評価者と考えられる。

評価の視点は、UI（User Interface（ユーザインターフェース））の改善の必要性、すなわちユーザーとコンピュータとが情報をやり取りする際に接する、機器やソフトウェアの操作画面や操作方法の改善点を念頭に置いて行われた。

C. 研究結果

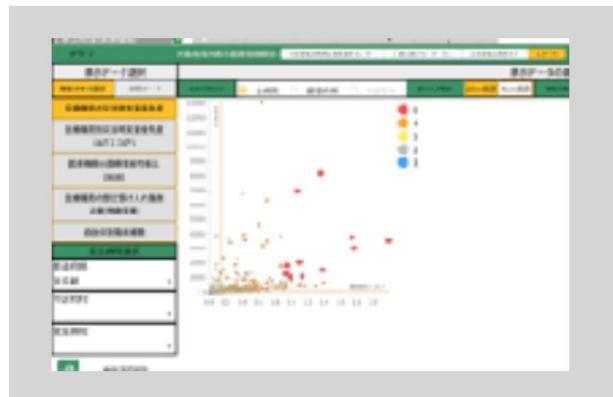
評価者により抽出された問題点を基に行った改

訂の概略を下記に示した。

1. サイト内文言変更



1-a: サイト文言変更



1-b: グラフ文言変更

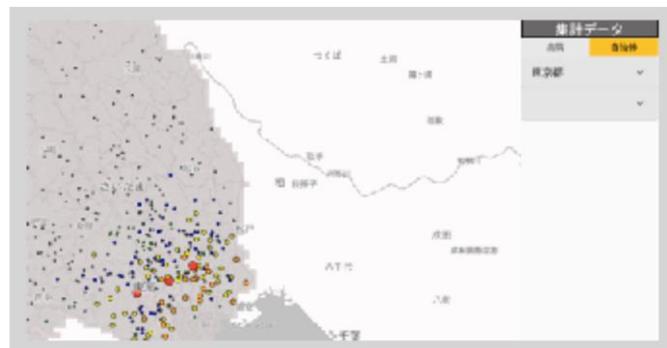


1-c: UIボタン文言変更

2. 地図・グラフ機能のUI改善

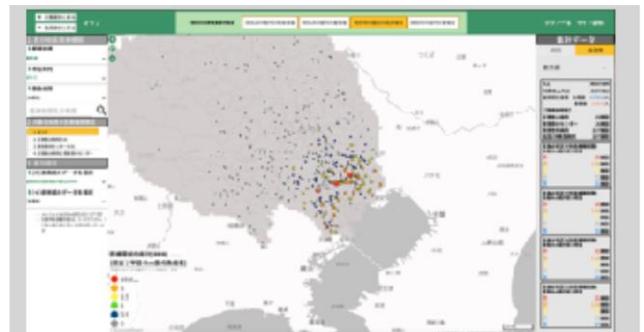


2-a: 地図・グラフの切り替えUI変更

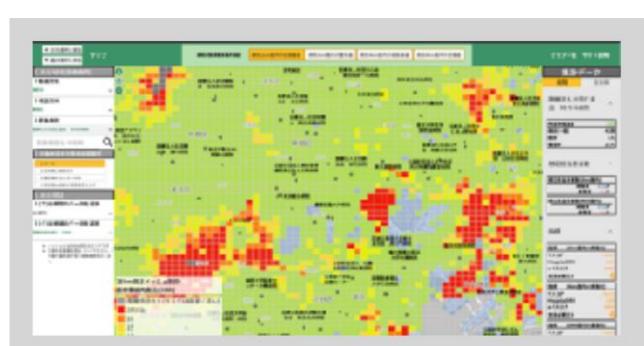


2-b: 自治体表示機能の未選択時の非表示化

3. 地図機能の改善



3-a: 地図・グラフの表示順序変更



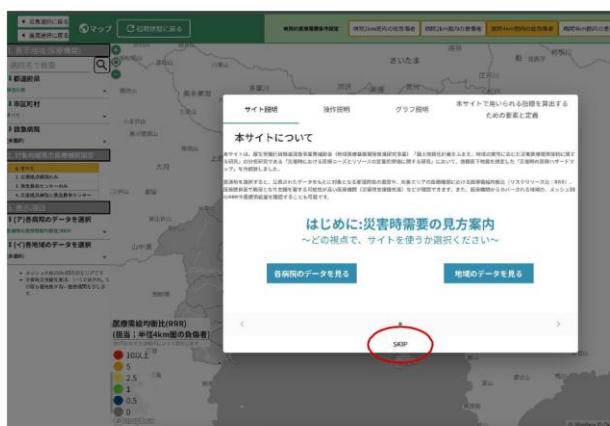
3-b: 病院検索・負傷者表示機能のUI変更

以下に改訂の詳細を図示した。

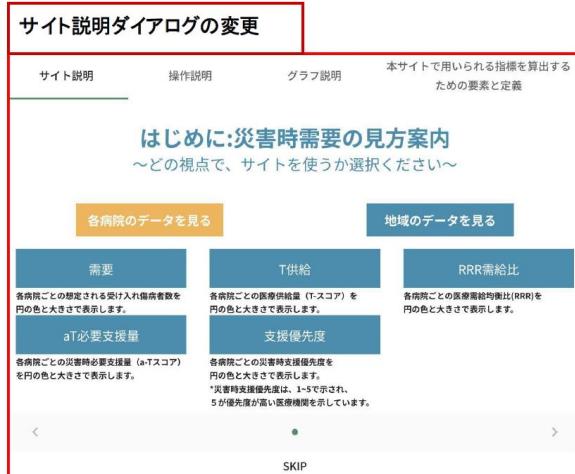
1. 震源選択の初期状態に戻るボタンの実装



2. 震源選択後、はじめに表示されるサイト説明ダイアログ内のボタンの順番及び文言変更
・OKボタンは SKIP に文言を変更
・「案内不要」というボタンは削除



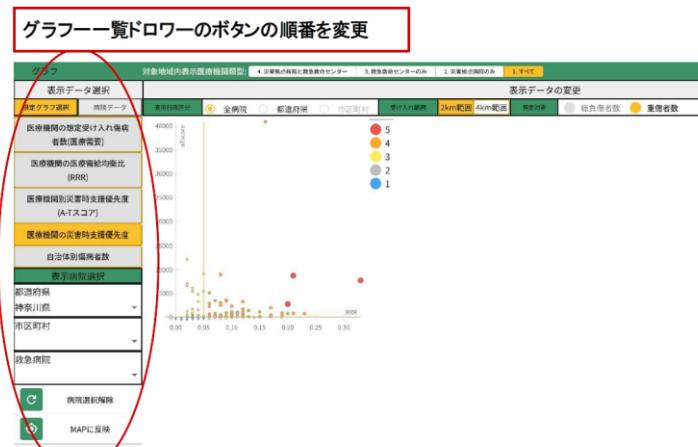
2. 震源選択後、はじめに表示されるサイト説明ダイアログ内のボタンの順番及び文言変更
・需要、T供給、RRR需給比、at 必要支援量、支援優先度の順番



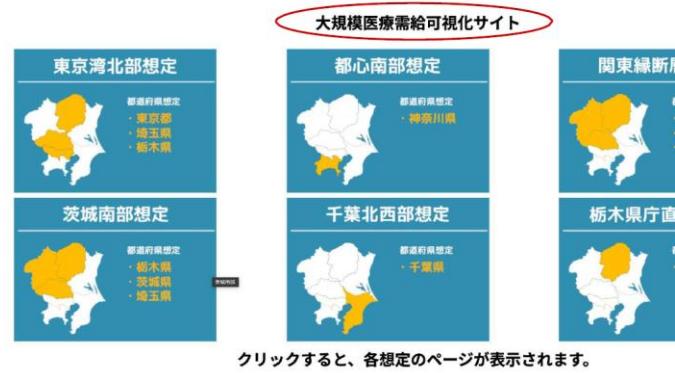
3. 想定グラフ選択、グラフ一覧ドロワー内のボタンの順番を 2. の順番と一致するように変更
・需要、T供給、RRR需給比、at 必要支援量、支援優先度の順番



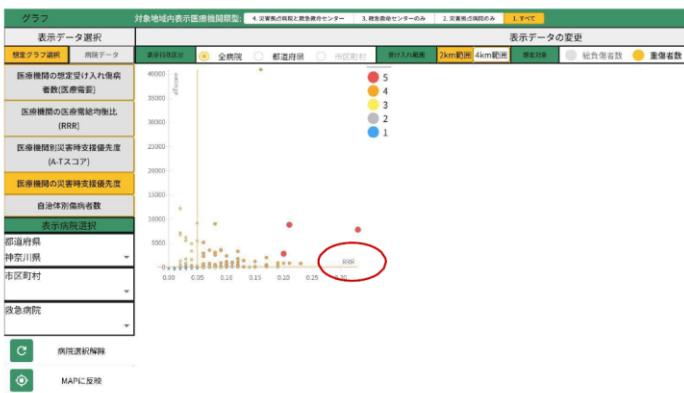
3. グラフ一覧ドロワー内、想定グラフ選択のボタンの順番を 2. の順番と一致するように変更
・需要、T供給、RRR需給比、at 必要支援量、支援優先度の順番



4. トップページおよび震源選択ページのタイトルを「大規模医療需給可視化サイト」に変更
・Web ブラウザのバーに表示される文言も同様に変更



5. グラフ一覧ドロワー内の「医療機関の災害時支援優先度」グラフの横軸の名前を「RRR」に変更



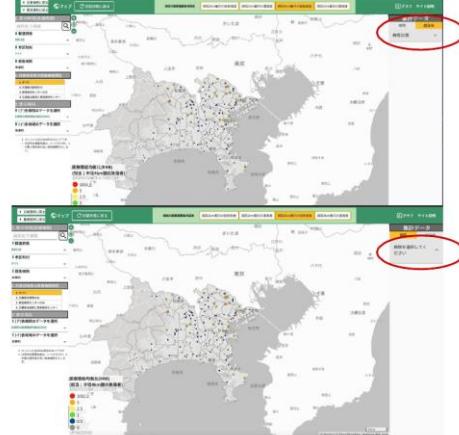
8. 左上の「マップ」に地図を示唆するアイコンを加える



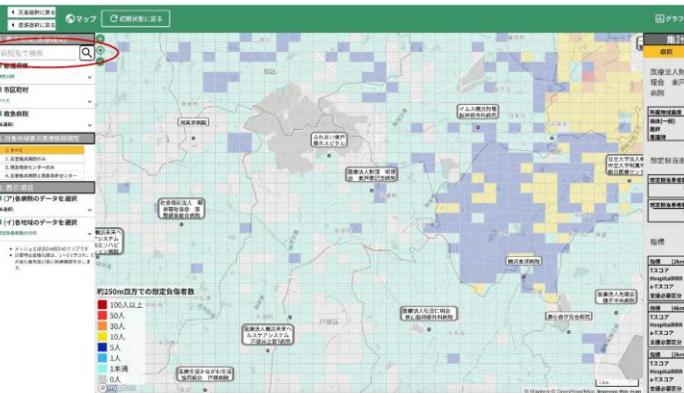
6. グラフ一覧ドロワー内の「想定対象」のボタンの順番と名前を「総負傷者数」「重傷者数」に文言と順番を変更



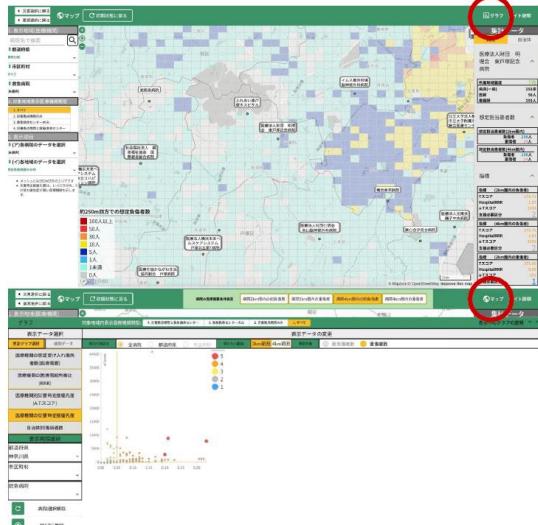
9. 地図右側の「集計データ」の部分は、未選択のために表示するデータがないコンポーネントについては表示内容に変更する
・例えば、市区町村を選択していない場合には「自治体」タブの市区町村用のコンポーネントを表示しない、など



7. 「医療機関名検索」を「病院名で検索」に文言を変更し、このコンポーネントを都道府県の選択用ドロップダウンメニューの上に移動

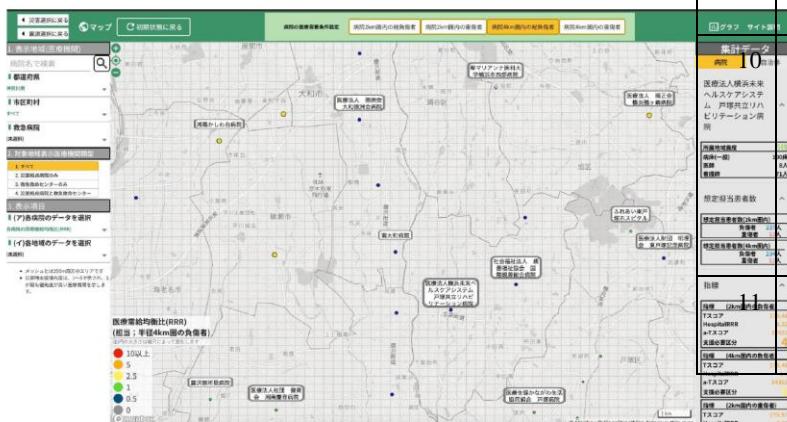


10. グラフ一覧ドロワーを表示しているときには画面左上の「マップ」となっている部分を「グラフ」に変更



バグについて

都心南部想定の病院がクリックできない点に関して修正。



<p>9</p> <p>円グラフをクリック（地図上で、病院名でなく円をクリック）して病院情報を表示する</p>	<p>円グラフタブを別の色（グラフのタブの色をプライマリーではなく別のものにして、グラフと地図の切り替えを認知させようとする）</p> <p>自治体データの赤等を黒に変更</p>
	<p>震度データがないといった情報もポップアップで表示する</p>

表2に、今回改訂できず来年度の課題となった項目を列挙した。今年度の改訂に至らなかった主な理由は、①マップの表示され方の関係は、微調整がしにくく行程日数を要する、②グラフは、使っているシステムの性質上、他のグラフシステムに切り替えることでしか表示が改善されないため、行程日数を要する、③修正ではなく新規追加的な機能は行程日数を要する、の3点であった。

表2. ユーザビリティ評価で抽出された問題点のうちの今年度未解決項目

No	問題点の内容
1	地図の選択状態を表示
2	選択市町村の表示を変更 (map box上で分かりやす)
3	地図のZoomサイズ 60km
4	グラフの軸の数字を見やすく
5	グラフに検索機能を追加
6	円のサイズを見やすくする
7	グラフのフィルタにホバーで説明 グラフの選択時にカーソル変更 病院データを右に表示
8	グラフ上のバーの部分をクリックすると該当する病院の情報が表示されるが、病院名が表示されている部分をクリックしてその病院情報が表示されるようにする

D. 考察

本研究班によるウェブアプリケーションの特徴は、災害時の需要と供給をマップで視覚化とともに、首都直下地震の際の病院ごとの支援必要度を指標にして視覚化したことにある。GISによって医療の需要や供給について視覚化されているものは多くあるが、災害時の需要と供給を統合させて視覚化したツールは多くはない。

令和3年度に開発したウェブアプリケーションについて、昨年度に引き続いて研究班内のワーキンググループでユーザビリティ評価を探索的に実施した。

一般にユーザビリティの評価には、ユーザビリティの専門家によるヒューリスティック評価とエンドユーザーによるユーザビリティテストが主となっている。ヒューリスティック評価は決められた観点でチェックを行い、スコア付けをしていくものであり、事前の項目設定時に出ていなかった新しい課題を抽出することが困難と言われている。一方で、ユーザビリティテストは、エンドユーザーがウェブアプリケーションを操作している様子を録画し、その様子の観察や発言内容から評価する方法である。特に操作中に何を考えているかをつぶやいてもらう「思考発話法 Think-aloud法、あるいはプロトコル分析」と呼ばれる手法は、ウェブアプリケーションに表示されている結果の妥当性を含めた評価を可能にする。Yenらはヒューリスティック評価とThink-aloud法を用いて、看護師

の勤務表作成ツールを評価し、Think-aloud法ではタスク実行の障害がより明確になることがわかつたと報告している (*Yen P-Y, Bakken S. A Comparison of Usability Evaluation Methods: Heuristic Evaluation versus End-User Think-Aloud Protocol - An Example from a Web-based Communication Tool for Nurse Scheduling. Published online 2009. Accessed May 4, 2022. <https://www.researchgate.net/publication/42639800>*)。特にシステムと実世界のマッチングにおける課題が生々しく語られ、有用であったとしている。

本研究においても、指標が示す結果とエンドユーザが感じる現実世界とのギャップを明らかにし、指標の妥当性を検証する必要がある。加えて、ウェブアプリケーションのユーザビリティ評価の視点から、今年度はThink-aloud法による評価を実施した。今後は、聞き取り調査を政策決定者（見識者、行政担当者など）や、医療機関の防災担当者、一般市民に実施しながら精緻化を進めつつ、本サイトがダイナミックモデルではなく事前の防災計画策定支援を目的に開発された点について普及、広報していくことが重要である。

また昨年度報告で記述したウェブアプリケーション公表における課題を再掲した。今後、ユーザビリティの評価を進め指標の活用方法の検討を重ねた上で、ウェブアプリケーションを想定されるエンドユーザ全員に公表する予定ではあるが、公表に際し残された課題がある。本研究班で開発してきた指標は、公表されているデータを情報源としている。その中でも重要なデータとして、病床機能報告制度データがある。病床機能報告制度は、医療法に基づいて、医療機関に義務付けされている制度で、医療機能や供給量を把握するための目安として活用されている。病床機能報告データは、年に1度10月に医療機関から収集される。医療機関はデータを準備し、調査専用サイトからデータを提出する。その後、収集されたデータは整理集計され、年度別病床機能報告公表データとして、厚生労働省のサイトからダウンロード可能となる。10月に収集されたデータが公表されるまでには半

年以上の期間を要しており、令和3年度データも令和4年5月現在で公表されていない。この医療機関からのデータ収集と公表までのタイムラグのために、その間に開設した医療機関のデータや、救急機能の認可に関するデータが欠損したり、逆に閉院医療機関や、救急機能の認可取り下げ医療機関が指標算出に含まれてしまったりするといった問題が起こる。本研究班として、この課題の改善策はなく、国における様々な業務のデジタル化に期待する。また実際にデータを入手できても、ウェブアプリケーションへの反映までに最低3ヶ月の期間を要する。データ整備からウェブアプリケーションまでにいくつか目視での作業が必要となるためである。このように、データ更新の種々の課題があるため、エンドユーザには、最低限の現実世界とのギャップについては許容してもらい、指標を活用してもらう必要性が生じる。このため、ウェブアプリケーションの公表にあたっては、残された課題について、エンドユーザに十分な説明を行うプロセスも重要である。

Hezriは、都市の持続可能性に関する指標を作成し、政策に関する意思決定の過程で、指標の利用は以下の5つのタイプに分類されるとしている（表3）（*Hezri AA. Utilisation of sustainability indicators and impact through policy learning in the Malaysian policy processes. J Environ Assess Policy Manag. 2005;7(4):575-595. doi:10.1142/S1464333205002262*）。

表3. 都市の持続可能性に関する指標の利用目的別類型

類型名称	指標の利用目的
道具的利用	指標を直接的に意思決定に活用し、その結果が指標と直線的な関係があるような行動をとるもの
概念的利用	指標を利用者の理解を深めるために活用するもの
戦略的利用	指標を、行動しないため、あるいは批判を避けるために使用するもの

象徴的利用	指標が、他の現実を反映し、象徴している場合、その保証として活用するもの
政治的利用	指標の内容が、ユーザーの立場を支持する内容である場合に活用するもの

今回本研究班が開発した指標は、事前に災害対応を計画するための指標、つまり道具的利用が望まれると考える。指標の視覚化にGISを用いる手法は、都市計画や医療提供体制の検討などにおいて多くみられる。Kaneko⁴らは、4つの医療サービスを選択し、年齢別人口などの公表されたデータから、地域別の医療必要量をランキングし、定量的なニーズを可視化することによって、健康政策立案における意思決定支援の促進になることを報告した（Kaneko Y, Takano T, Nakamura K. Visual localisation of community health needs to rational decision-making in public health services. *Health Place.* 2003;9:241-251.）。

本研究において、視覚化された病院ごとの「医療支援必要度」は、効果的な病院への資源の配分や、実際に災害時にサービスを提供すべき場所の洗い出しと対策など、病院管理者や医療施策の立案者の意思決定を支援できる可能性がある。このようなしくみは、意思決定支援システム（Decision support system; DSS）、あるいは、都市計画などにおいては立案支援システム（Planning support system; PSS）と呼ばれている。

一方で、具体的な災害対策にウェブアプリケーションを十分役立てるにはさらなるウェブアプリケーションの機能の検討が必要である。Hooper⁴らは、都市計画において研究として作成した評価の枠組みを具体的な都市計画に役立たせるための要素として以下の4つをあげている。①計画前のみでなく、計画後の変化の視覚化 ②いくつかプランにおける変化について、ステークホルダーや利害関係者の理解を得ること、③指標値の具体的な改善程度を示す事による計画の説明と周知、④地域住民からのフィードバックに対する即時的な計画への反映と効果である。

（Hooper P, Boulange C, Arciniegas G, Foster S, Bolleter J, Pettit C. Exploring the potential for planning support systems to bridge the research-translation gap between public health and urban planning. *Int J Heal Geogr.* 2021;20:36. doi:10.1186/s12942-021-00291-z）。

本ウェブアプリケーションでは、様々な条件下での災害時のリスク評価は可能であるが、計画や準備の後でどのように改善するかについてはまだ検討はされておらず、限界点の1つである。Hooper⁴らは都市計画について述べているが、災害医療の具体的な対策や計画に置き換えると、計画後の変化を反映できるツールに進化させていくことが望まれる。

これまでに開発してきた指標をGISで視覚化し、ウェブアプリケーション「大規模災害における医療需給情報の可視化サイト」を構築した。今後、ウェブアプリケーションの公表に向けて、指標の妥当性の検証とウェブアプリケーションケーションのユーザビリティ向上のために、関係機関のエンドユーザによるThink-aloud法による評価を行っていきたい。またウェブアプリケーションケーションの公表に際しては、関係者への十分な説明のプロセスが重要である。さらにウェブアプリケーションを実社会で十分に活用するためには、対策を反映させた後の変化が視覚化できるものが理想的であり、ウェブアプリケーションの機能についてさらに検討を進める必要があると考える。

今後、ウェブアプリケーションの公表に向けて、指標の妥当性とユーザビリティ向上のために、関係者によるThink-aloud法による評価を継続していく予定である。またその公表に際しては、関係者への十分な説明のプロセスが重要である。さらにウェブアプリケーションを実社会で活用するためには、対策を反映させた後の変化が視覚化できるものが理想的であり、ウェブアプリケーションの機能のさらなる検討が必要であると考える。

E. 結論

今回主にUIの視点から改訂したウェブアプリケーションは、需給比を容易に可視化し、地域内の脆弱性に基づく計画策定支援に寄与するものと思われる。

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

特になし。

H. 研究発表

1. 論文発表
 - 特になし
2. 学会発表
 - 特になし

I. 知的財産権の出願・登録状況

特になし