

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25516008

研究課題名(和文) 南海トラフ地震に備えた医療資源の必要量調査および高知県全域における最適配備計画

研究課題名(英文) Optimal deployment plan and the required amount of medical resources with the Nankai Trough earthquake in Kochi Prefecture

研究代表者

中島 典昭 (Nakajima, Noriaki)

高知大学・教育研究部医療学系連携医学部門・助教

研究者番号：00335928

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：大規模地震の発生時の支援を想定した医療資源の適切な確保と配分は、重要な課題である。患者は最寄りの避難所に集まるなど通常を受診動態とは異なると予想されるため、地域ごとの患者分布と被災時の動態予測が必要である。我々は、地理情報システムで、患者の受診データと災害予想データ(津波による浸水、土砂災害)を扱うことで被災時の患者の動態を推定し、これから避難場所ごとに医療資源の必要量が推定できることを示した。特に、長期浸水と土砂災害による患者の受療行動変化から災害時の医療圏評価の解析では、高知県の広範な地域において浸水のみならず土砂災害の影響を受け、受診困難な地域が多く発生することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：In support after the occurrence of a large-scale earthquake, it is an important issue the appropriate allocation of medical resources. Since the dynamics of the patient is expected to be different from the usual, such as gather to the nearest shelter, the optimal prediction is required dynamics predicting post-disaster patient distribution in each region. We estimate the dynamics of the patient at the time of the disaster by dealing visits data of patients, and disaster forecast data (inundation place by the tsunami, landslides) in the geographic information systems. We show that is possible to calculate the necessary amount of medical resources for each shelter.

研究分野：医療情報学

キーワード：医療資源配置 南海トラフ地震 地理情報システム

## 1. 研究開始当初の背景

地震調査委員会の 2012 年の発表によると南海地震は、マグニチュード 8.4 前後で今後 30 年以内に 90% 程度の確率で発生するとされている。大きな揺れや 20m 以上の津波により甚大な被害があると予想される高知県ではその対策が急務となっている。

東日本大震災では地震そのものの揺れによる被害より、想定を大幅に超える津波によって甚大な被害があった。被災後の支援として様々な形で迅速に対応が行われたが、課題の一つとして医療資源の適切な確保・配分がある。医療資源、特に薬剤の不足が起こったのである。

今後起こると予想されている南海トラフ地震に備えて、交通網が復旧するまでの期間で使用する医療資源を、基幹病院や被災時の救護所になる施設などに備蓄する必要がある。被災時は各種交通機関の停止や道路寸断などが想定される。病院や診療所などの医療機関も被災し、患者動態や物流状況は平常時と大きく変わる。このときどの地域にどのような薬がどれくらいの量必要であるかは、被災地域に何の病気を罹患した人が何人在住しているかに依存するのみならず、災害規模に応じて変化するため、その予測は困難を極める。

近年、医療政策の立案や分析に地理的な要素を加味した解析に地理情報システム (GIS: Geographic Information System) の利用が進んでいる。また、東日本大震災以降、被災時を想定したハザードマップの作成が進み、被災場所の情報が各自治体レベルで公表されるようになった。さらには、多くの医療施設では医療情報システムが導入され、平成 27 年 5 月時点で診療報酬請求の 98.6% が電子的に行われていることからわかるように、実際の医療情報を活用できる基盤が進みつつある。

## 2. 研究の目的

本研究では、GIS で地形や地理データ上に疾患別の患者分布と被災予測を重ね合わせ、地域毎、更には機関病院毎に医療資源の適切な備蓄量を災害規模毎に調査することを目的とする。

疾患別の患者分布はレセプトデータを基にすることで得られる。レセプトデータは、全国で統一されたフォーマットで記録されており、電子カルテ化されていない施設の情報をも含んでいる。また、ほとんどの患者が保険診療によって医療を受けているため、網羅的な情報でもある。レセプトデータの活用例として、自治医科大学医療学センター地域医療データバンク事業での取り組みを挙げることが出来る。そこではレセプトデータと GIS を活用し、患者の受診動向から実際の医療圏の把握が可能であることを示している。

つまり、レセプトデータから疾患毎の患者居住分布を網羅的に作成することができ、同時にどの医療施設に受診しているかの受診動態を把握することができる。疾患毎に薬剤の一日必要量を算出することによって、どの地域にはどのような薬をどれだけ必要としている患者が何人いるのかが明確になる。これらの情報に、地震被災予測データを加味することによって、被災時の地域毎に必要な薬剤量が判る。

地震や津波によって道路や鉄道などの交通網が寸断されると、地域によっては地理的に孤立し、平常時に行き来できた医療機関に行けなくなるなどの事態が予想され、患者動態が平常時とは変化することが考えられる。この平常時からの変化は発生する地震の規模によって異なるはずであり、地震規模毎の被災予測データを GIS に疾患毎の患者分布と共に入力することで、被災時の患者動態を予測することが可能となる。更に被災時の患者動態が判明すれば、どの医療施設にどの薬剤をどれだけ備蓄しておく必要があるかを予測することも出来る。

## 3. 研究の方法

本研究の計画立案時は、全県下にわたる疾患分布を導出するために先に記載したようにレセプトデータ利用を計画していた。しかし、このデータの入手には患者の個人情報 (診療情報のみならず居住住所) を直接取り扱うという点で困難さがあり、入手が難しい状況に至った。そこで、GIS を利用して被災時の患者動態の変化を解析し、避難場所ごとの医療資源の見積りを推定する手法の確立に焦点を絞り研究を進めた。具体的には、(1) 病院情報システムに蓄積される受診患者データを用いた被災後患者動態の推定と避難場所での必要薬剤の推定を行った。(2) 地震の被害予測として浸水や土砂災害を加味した患者動態の地域的な傾向の導出を行った。

(1) 病院情報システムに蓄積される受診患者データを用いた被災後患者動態の推定と避難場所での必要薬剤の推定

実際の解析対象データとして、高知大学医学部附属病院 (高知大病院) において降圧剤またはインスリン製剤を処方されている患者データを用いた。高知県が公表している浸水予測地域および土砂災害危険箇所データに基づき高知大病院の患者が何人来院可能な状態にあるか解析し、必要な薬剤量を解析した。患者動態を推測するために、各患者の到達圏を GIS 上で解析を行った。また、各患者が近隣の避難所に避難したと仮定した場合、避難場所ごとに一日あたりどの程度の薬剤が必要とされているか解析を行った。これらの解析結果から実際に対応可能な患者数の実体を評価した。さらに患者医療需要評価

の必要性を考察し、高知県全体へ対象データを拡張する可能性を評価した。

解析対象は高知大病院の病院情報システムに蓄積されている 2012 年に降圧剤を処方された高知県在住の外来および入院患者である。対象のデータは住所及び降圧剤の一日当たりの処方量の平均値およびその薬剤名である。この患者は慢性疾患である高血圧を疾患に持つ患者数で、3406 人であった。同様に 2012 年においてインスリン製剤を処方されている患者は 554 人となっている。最初に患者住所を GIS 上でジオコーディングした。さらに、国土数値情報ダウンロードサービスの土砂災害危険箇所、高知県が公表している南海地震による浸水予測図(10m メッシュ)を重ねた。この解析では、浸水予測域および土砂災害危険箇所は震災後には通行不可能と仮定する。そのうえで、想定状況として各患者の居住住所から避難場所まで 15 分で徒歩によって到達可能な患者数の算定および各避難所における必要とされる一日の降圧剤量の算定を行う。さらに、高知大病院まで車によって 2 時間で到達可能な避難所の算定を行う。到達圏の解析は ArcGIS ネットワークアナリストツールボックスを利用することで行った。上述の解析を行うことで、来院可能な患者数の推定、各避難所に最低限必要とされる薬剤量の推定、および被災後の慢性期において他施設での対応が必要となる患者数の推定を行う。

(2) 地震の被害予測として浸水や土砂災害を加味した患者動態の地域的な傾向の導出

被災後患者動態の推定と避難場所での必要薬剤の推定の解析では、患者は高知大病院に受診した患者のデータを用いていた。しかし、高知県全域での調査のためには、高知大病院の受診患者では推測できない地域も多く存在する。そこで、高知県における患者動態を推測し把握するために、各地域の代表点を決めそこから医療機関までの受診動態を、定常時と災害発生時とでどのように変化するかを解析した。代表点は各地域の小学校とした。小学校は明確な設置基準はなく規模にも大きな違いがあるが、自治体が必要に応じて児童が通学できる範囲で設置しているため、地域代表点として妥当であると考えられる。地域ごとの特性を明らかにすることを試みた。

GIS を用いて、通常時及び災害時における各地域から医療機関までの最短到着時間を求め、患者の受療行動の変化や医療機関への到達可能性の評価を行った。各地域の代表点として高知県内の小学校 241 か所を選択し、医療機関には歯科診療所を除く病院および診療所 626 か所を対象とした。また、医療機関への移動手段としては自動車を選択し、解析を行った。災害時の浸水による影響の想定は、浸水予測データに基づき、浸水深が 1m 以下の地域においては浸水深を 5 倍した値

に 1 を足したものを係数とし、通過時間にバイアスかけた。ただし、浸水深が 1m を超えるものについては実質その箇所を通過することは不可能であると考え、浸水深にける値を 9999 とし計算した。同様に災害時の土砂災害による影響の想定は、土砂災害危険箇所データに基づき、土砂災害発生個所の通過時間を 3 倍することで行った。また、浸水と土砂災害の同時発生時については、浸水による影響を受けなかった地点に対して土砂災害の影響がないかを検討した。なお、解析にあたっては、ArcGIS を用い、Esri Japan、住友電工、ZENRINCO, LTD. のデータを用いた。また、浸水予測データは高知県が公表している被災予測データ(十メートルメッシュ)であり、土砂災害については国土数値情報ダウンロードサービスのデータとなっている。

#### 4. 研究成果

(1) 病院情報システムに蓄積される受診患者データを用いた被災後患者動態の推定と避難場所での必要薬剤の推定

最初に、予想浸水域の影響を考慮した高知大病院の車での到達可能地域の解析を行った。予想浸水域に住所が入っている対象患者は 1097 人、2 時間以内の到達圏内に入っている患者は 1880 人であり、それ以外の 429 人は来院するために 2 時間以上かかる解析結果となっている。予想浸水域に当たる住民に対する医療活動については自治体で対策が策定されているが、これらの結果から少なくとも必要な人数についてもデータを提供することが可能となる。2 時間以内に高知大病院から到達可能な避難所に徒歩 15 分以内に到達できる患者は 1524 人となっている。避難所までに交通手段が徒歩だけとは限らないが孤立する可能性がある患者について位置情報およびその人数を提示することが可能であることを示している。また、解析結果は東部へは到達圏内が他の地域と比較して伸びていない。その理由として、東部へ向かう幹線道路が沿岸部にあるため予想浸水域と重なっていることが挙げられる。そのため高知東部の患者は浸水があった場合、高知大病院に来院することは困難になる。

この解析結果は南海地震発生によって浸水のみ予想された範囲で起きた場合での結果となっている。しかし、高知県北部や西部は山間部であり発生する季節に依存するが土砂災害についても考慮する必要がある。図 1 は、土砂災害危険箇所が地震発生によって通行が不可能になった場合での到達可能な避難所および各避難所へ徒歩で到達可能な患者の所在地を地図上にプロットした結果となっている。到達可能な領域に住所地がある患者は 1155 人となっている。到達可能な領域は隣接している市町村までとなっており、小さくなっている。東部への到達可能な領域は変わらない状況ではあるが、北部へは

山間部への交通インフラが土砂災害の危険にさらされているため移動が困難な状況となっている。西部への交通インフラが浸水予測地域重っており、重ならない領域は斜面に面している道路が多いため同様に移動が困難な状況となっている。

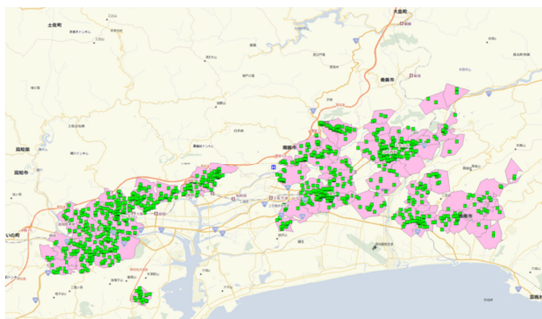


図 1. 浸水予測及び土砂災害危険個所を考慮した高知大病院に到達可能な患者住所地  
 緑のポイント: 患者住所地、ピンクの領域: 各避難所への徒歩 15 分で到達可能な領域

これらの解析結果から、実際に災害が起きた際に個人的に高知大病院に来院することが可能な範囲は図でしめされた範囲であると考えられる。それ以外の領域に関しては、交通インフラの状況が改善するかヘリなどの別の搬送手段によらないと来院することが困難であり、高知県の地理的要因から復旧が長期間かかることも考慮すると、直接来院できない 2000 人以上の患者に対して、その所在地および必要とされる医薬品量に基づく対策を講ずる必要がある。同様に、インスリン製剤を処方されている患者における、土砂災害危険個所が地震発生によって通行が不可能になった場合での到達可能な避難所および各避難所へ徒歩で到達可能な所在地を地図上にプロットした(図 2)。高知大病院に到達可能な患者数は 173 人であり、他の大多数の患者に対する対応が必要とされる結果となっている。

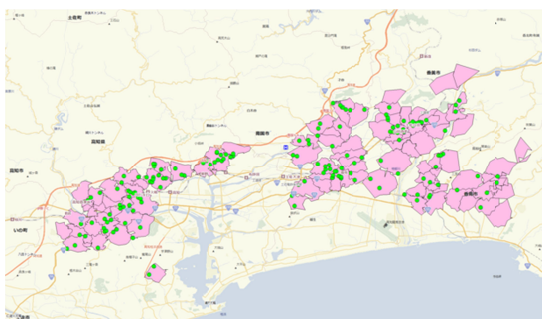


図 2. インスリン製剤を処方されている患者における高知大病院に到達可能な住所地  
 緑のポイント: 患者住所地、ピンクの領域: 各避難所への徒歩 15 分で到達可能な領域

交通状況などにより患者が直接来院することが困難な場合、対策としては近隣の避難所

などで処方する方法がある。災害後に各避難所を医師が巡回し必要な医薬品量を準備する方法もありうるが、高血圧などの慢性疾患の場合は災害発生時の患者データに基づき必要な医薬品量を準備した方が迅速に準備でき、また、通常時においてもその情報に基づき備蓄計画などの策定を行うことができる。一例として、ある避難所における必要とされる医薬品量を表 1 に示す。GIS では地理情報とテーブル情報を連携させることが可能なため、避難所ごとに一日の必要な処方量を算定することが可能である。実際の対策を策定する際に、これらの必要量は基準となる必須の情報であると考えられる。

降圧剤	個数
アーチスト錠10mg	5
アテレック10	2
アバプロ50mg	1
アバプロ100mg	2
プロブレス錠	3.5
カルブロック錠16mg	1
カルデナリン錠2mg	1.5
コディオ配合錠EX	1
ディオパン錠80mg	2
エカード配合錠HD	1
エックスフォージ配合錠	1
ニューロタン錠50mg	2.5
オルメテック錠20mg	3.5
オルメテック錠10mg	1
ベルジピンLAカプセル40mg	1
プレミネント配合錠	2
レニベース錠	0.625
レザルタス配合錠HD	1
タナトリル錠5	1

表 1. ある避難所において一日に必要な降圧剤量

(2) 地震の被害予測として浸水や土砂災害を加味した患者動態の地域的な傾向の導出  
 【浸水による受療行動変化】

各医療圏における浸水時の受療行動変化を表 2 に示した。この結果、津波による影響を受ける地点は 112 か所であった。そのうち、受診医療機関は変更されず到達時間のみ延長される地点が 9 か所、受診医療機関が変更される地点が 14 か所、医療機関に到達できない地点が 89 か所であった。浸水の影響によって医療機関へ到達できない地点の割合は、中央保健医療圏や高幡保健医療圏においては約 30%前後であるのに対し、幡多保健医療圏では約 46%、安芸保健医療圏については約 67%と半数を超える地点が該当した。

	中央	安芸	高幡	幡多	合計
受療行動の変化なし	75	4	26	24	129
到達時間のみ変更あり	7	1	0	1	9
受療医療機関の変更あり	2	5	1	6	14
医療機関へ到達不可能	31	20	12	26	89
合計	115	30	39	57	241

表 2. 浸水による受療行動の変化

【土砂災害による受療行動変化】

各医療圏における土砂災害時の受療行動変化を表 3 に示した。土砂災害による影響を受ける地点は 141 か所であり、受診医療機関は変更されず到達時間のみ延長される地点が 121 か所、受診医療機関が変更される地点が 13 か所、医療機関に到達できない地点が 7 か所であった。

	中央	安芸	高幡	幡多	合計
受療行動の変化なし	64	13	9	14	100
到達時間のみ変更あり	39	16	28	38	121
受療医療機関の変更あり	6	1	2	4	13
医療機関へ到達不可能	6	0	0	1	7
合計	115	30	39	57	241

表 3. 土砂災害による受療行動の変化

【浸水及び土砂災害の同時発生による受療行動変化】

長期浸水に併せて土砂災害が発生した場合(表 4)、どちらの影響も受けない地点はわずか 54 か所となった。残りの 187 地点については、受診医療機関は変更されず到達時間のみ延長される地点が 78 か所(浸水による影響 7 か所、土砂による影響 71 か所)、受診医療機関が変更される地点が 20 か所(浸水による影響 12 か所、土砂による影響 8 所)、医療機関に到達できない地点が 89 か所であった。

	中央	安芸	高幡	幡多	合計
受療行動の変化なし	39	1	5	9	54
到達時間のみ変更あり	39	4	19	16	78
受療医療機関の変更あり	6	5	3	6	20
医療機関へ到達不可能	31	20	12	26	89
合計	115	30	39	57	241

表 4. 浸水および土砂災害による受療行動の変化

高知県では地震発生時、多くの地域で長期浸水や土砂災害による影響を受けることが明らかとなった。特に安芸保健医療圏では、浸水による影響からほとんどの地域におい

て医療機関への受診が困難となることが示唆された。さらに、到達時間延長や受診医療機関変更を合わせると安芸保健医療圏では約 88%の地点において浸水による影響を受けることから長期浸水への対策が必要とされる。

一方、高幡保健医療圏および幡多保健医療圏においては土砂災害による到達時間への影響が大きかった。今回、土砂災害の強度による情報がなかったため、土砂災害危険箇所の通過時間を一律 3 倍にして評価したが、震災時においてはその強度によって到達時間延長ではなく通行不可能な地点も出てくることが考えられる。そのため、この 2 つの医療圏に関しては浸水対策だけでなく土砂災害による被害も想定しておく必要がある。

先の研究では高知大病院のデータのみで解析を行ったが、高知県全体のデータを同様に解析することで高知県に所在地を登録している患者に対する動向を予測することが可能となり、また災害発生による患者動態変化を捉えることで、各避難所において必要される備蓄量を正しく推定することが可能となる。地域全体における震災時の医療継続計画の評価を行う場合、現状で起こりうる状況に対してどの程度対応できるかが一つの基準となると考える。また、計画を策定する場合においてもデータに基づく政策立案を行うことは重要であると考えられる。そのため、本研究の解析は、このような政策立案において必須となる判断基準となる。

本研究期間内での高知県全域にわたる患者の診療データの入手はかなわなかった。個人情報を含む大規模データの提供方法の確立は、今後解決しなければならない課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2 件)

中村倫子, 中島典昭, 渡部輝明, 皇山豊, 奥原義保. 浸水予測及び土砂災害予測データに基づく高知県の患者受療動態変動の評価. 医療情報学連合大会論文集 34(Suppl.), 査読有り, 2014, pp236-238.

皇山豊, 片岡浩巳, 中島典昭, 渡部輝明, 奥原義保. GIS を利用した浸水・土砂被害予測に基づく震災時外来患者動向予測. 医療情報学連合大会論文集 33(Suppl.), 査読有り, 2013, pp266-269.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中島典昭 (NAKAJIMANORIAKI)

高知大学・教育研究部医療学系連携医学部  
門・助教  
研究者番号：00335928

(2)研究分担者

畠山豊 (HATAKEYAMAYUTAKA)  
高知大学・教育研究部医療学系連携医学部  
門・准教授  
研究者番号：00376956

渡部輝明 (WATABETERUAKI)  
高知大学・教育研究部医療学系連携医学部  
門・講師

研究者番号：90325415

奥原義保 (OKUHARAYOSHIYASU)  
高知大学・教育研究部医療学系連携医学部  
門・教授  
研究者番号：40233473