

平成 31 年 4 月 27 日現在

機関番号：32202

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K09140

研究課題名(和文) 地域医療への新規アクセス指標の地理的特性

研究課題名(英文) Geographical characteristics of the new accessibility index to community medical practice

研究代表者

中村 剛史 (Nakamura, Takashi)

自治医科大学・医学部・講師

研究者番号：20554554

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：医療資源の地域偏在の解消が地域医療の重要な課題になっている。地域偏在の指標として単位地域ごとの人口対比が用いられることが一般的だが、距離的な身近さを考慮に入れたE2SFCA法を適用した。日本の医療資源の地域分布を評価するE2SFCA法の特性を明らかにすることを目的とした。

人口対病院数とE2SFCA法とは異なる特徴を反映していた。人口対診療所数とE2SFCA法との関係は、単位地域の人口で分けることで有意な相関を認めた。人口の少ない地区では、人口対診療所数で比較すると過大評価されていた。E2SFCA法で算出した在宅死の地域分布指標を用いて空間集積を分析したところ、有意に密な地域を認めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自宅など住み慣れた環境で自分らしい生活を送ることができるように支援する医療環境の整備が望まれている。こうした医療は住民にとって身近な場所で提供されていることが望ましい。医療整備の指標は一般に人口比で示されるが、仮に人口比が同等であっても過疎地では医療機関までの距離は遠くなることが想定される。一般的な人口比では距離的な近接性を評価できないという課題があった。そこで距離を考慮に入れた人口比である浮動医療圏法を適用し、その特徴を研究した。人口の少ない地域では、人口の多い地域と比較して、一般的な人口比では過大評価されていることが明らかとなった。測定方法の進歩によって身近な医療の充実が期待される。

研究成果の概要(英文)：The elimination of regional maldistribution of medical resources has become an important issue. The provider-population ratio, which is generally used as an indicator of regional maldistribution, does not take into consideration the regional closeness. We applied the enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method. The purpose of this study was to clarify the characteristics of the E2SFCA method for evaluating the regional distribution of medical resources in Japan.

Population to the number of hospitals ratio and E2SFCA index reflected different characteristics. Population to the number of clinics ratio and E2SFCA index were correlated among unit area with different population size. Population-clinic ratio could overestimate the regional accessibility among municipality with small population. Spatial accumulation with E2SFCA index of at-home deaths revealed significant accumulation in certain areas.

研究分野：地域医療

キーワード：医療の地域偏在 地理的近接性 浮動医療圏法 地理情報システム 潜在的近接性 空間集積 地域医療 医師不足

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

医療資源の地理的偏在の解消と、医療へのアクセスの確保が求められている。自治医科大学は全国のへき地医療の充実を目的として建学され、現在も全学を挙げてへき地医療・地域医療の研究・教育・実践を行っている。なかでも申請者が所属する自治医科大学地域医療学センターは地域医療研究の中心的役割を担っている。

医師の地域偏在の指標として、単位地域ごとの人口対医師数比が用いられる。申請者らは、二次医療圏単位の人口対医師数の増減と死亡率との間に地域相関関係があることを示した(日プライマリケア連会誌, 2011)。さらに人口対医師数の増減と死亡率ないし平均寿命との間にも地域相関関係があることを示した(JMUJ, 2012)。

しかし、人口対医師数比には隣接地域の状況を反映しないという限界がある。人口対医師数比は直感的に理解やすく、算出が簡便であるという利点があるが、地理的近接性が考慮されない。この地理的近接性は地域医療の重要な理念として掲げられてきたが、実際に測定することは困難であった。地理情報科学の知識の集積とコンピュータの性能向上によって、ギガ単位になる大容量データを用いる地理的近接性の評価が行えるようになった。申請者が所属する研究組織では、地理情報科学を応用した地域医療分析を進めている。申請者らは、救命救急センターまでの時間・距離とその地区の不慮の事故死亡率との地域相関を明らかにした(Open Access Emerg Med 2014)。さらに申請者らは糖尿病外来患者が通院する医療機関までの距離の実態調査において、通院範囲は居住地市町村を越えて、居住地市町村中心から 10km 圏内に広がることを明らかにした(日プライマリケア連会誌 2015, 科研費若手(B)2013-2014 研究代表者)。

地理的近接性を考慮した指標の中で、人口対医師数比という基本的な形式を保っている特徴のある The two-step floating catchment area 法があり活用が期待されている。これは設定した範囲内の人口の和に対する医師数を、同様に設定した範囲内で合算した値と定義される。この原法を改良し、設定した範囲内で距離による重み付けをした The enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) 法が他の研究者によって報告され、次の式で表現される。

The enhanced two-step floating catchment area 法によるアクセス指標の算出式

A_i^E : i 地区の E2SFCA 法によるアクセス指標； S_j : j 医療機関の医師数； P_i : i 地区の人口； d_{ij} : i 地区と j 医療機関の距離； D_r : 距離によって区分された r 番目のゾーン； W_r : 距離によって区分された r 番目のゾーンにおける重み付けの係数

$$A_i^E = \sum_{j \in \{d_{ij} \in D_r\}} \frac{S_j W_r}{\sum_{k \in \{d_{kj} \in D_r\}} P_k W_r}$$

地理的近接性を考慮した E2SFCA 法で補正した人口対医師数比の残された欠点は、住民の医療需要を皆同等に扱っていることである。実際には、医療を必要とする程度は年齢の影響を受ける。現在わが国では高齢者が安心して暮らせるための地域包括ケアシステムの確立と、身近な地域で医療が適性に受けられる地域づくりである地域医療ビジョン策定が推し進められている。日本のような超高齢社会において高齢化の影響を無視するわけにはいかない。高齢者を地域全体で支えるという日本の地域医療に見合った「日本版」のアクセス指標が新たに必要である。そこで申請者は、人口に年齢階級ごとの重み付けをした改良指標 The age-adjusted enhanced two-step floating catchment area (A2SFCA) 法を提唱し、従来の指標との相関を検証する。

The age adjusted enhanced two-step floating catchment area 法によるアクセス指標の算出式

A_i^A : i 地区の A2SFCA 法によるアクセス指標； N_m : 年齢階級 m の受療率； P_{km} : k 地区の年齢階級 m の人口

$$A_i^A = \sum_{j \in \{d_{ij} \in D_r\}} \frac{S_j W_r}{\sum_{k \in \{d_{kj} \in D_r\}} (\sum_m N_m P_{km}) W_r}$$

医療資源の地理的偏在を解消し地域医療を充実するには、医療への近接性(アクセス)を示す指標の確立が欠かせない。一般に単位地域ごとの人口対医師数比が用いられるが、この指標では必ずしも地理的近接性が考慮されない。申請者らは住民と医療機関との間の距離や移動時間の実態といった地理的近接性に関する予備的研究を行ってきた。そこで本研究では人口対医

師数比を地理的近接性で補正するアクセス指標の改良版を作成する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、人口対医師数に近接地域の情報に加えて医療ニーズに従った人口の重み付けによって補正した新規アクセス指標を開発し、(1)この指標と人口対医師数比との相関分析、(2)この新規指標の地理的集積性を検証することを通して、医療資源の近接性を見える化し、地域医療の充実に貢献することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、地理的近接性と年齢構成を考慮した The age adjusted enhanced two-step floating catchment area (A2SFCA) 法による新規アクセス指標の算出と、人口対医師数との相関分析、そして新規アクセス指標の地理的集積性の検証を行う。

(1) A2SFCA 法によるアクセス指標の算出

$$A_i^A = \sum_{j \in \{d_{ij} \in D_r\}} \frac{S_j W_r}{\sum_{k \in \{d_{kj} \in D_r\}} (\sum_m N_m P_{km}) W_r}$$

単位地域は全国の市区町村(平成22年国勢調査1,727地区)とする。各地区の年齢階級3区分別人口(年少人口,生産年齢人口,高齢人口)に、全国年齢階級3区分別外来受療率(平成23年患者調査 全国では人口10万対6,784人)を乗じて、期待外来患者数を推定する。医療施設側は、病院および一般診療所(平成23年医療施設調査108,152施設,常勤医師257,053人)を対象とする。距離は地理情報システム ArcGIS10.3(GIS)のネットワークアナリスト機能を用いて、市町村中心と医療機関住所地のネットワーク距離(予想自動車移動時間)を測定する。距離による重み付け係数(W_r)は、申請者らの予備調査で外来通院距離は市町村中心からおおむね1時間圏内であったことと他の研究者による報告から、最初の10分ゾーン(D1)の重みを $W_1 = 1$ 、60分以上ゾーン(D3)の重みを $W_3 = 0$ 、とし、その中間である10分から60分ゾーン(D2)の重みを $W_2 = \{(60 - d)/(60 - 10)\}^{1.5}$ とする。各変数を代入し、市区町村ごとのA2SFCA法によるアクセス指標 A_i^A を算出する。

市区町村単位人口は、すでに入手されている ArcGIS データコレクション・スタンダードパック 2015(ESRI Japan)を利用する。このデータセットはすでに地図上の情報と結合されている。あらかじめ用意されたこれらのデータに、平成23年患者調査から得た外来受療率を年齢階級ごとに乗じ合算した推計外来患者数の推定をGIS上で行う。

市区町村データは面データとして提供されているため、属性値を持たせたまま中心座標への点データに変換する。

市区町村中心点データと医療機関住所地点データとの間のネットワーク距離を計測するには、GISのネットワークアナリストエクステンションのOD cost matrix機能を用いる。道路情報は、国土交通省国土数値情報等を元に作成された ArcGIS データコレクション道路網を用いる。組み合わせは $1,727 \times 108,152 = 186 \times 10^6$ と膨大となる。そのため、上述した重み付け関数を設定し、パソコンのメモリの節約を図る。この計算だけでギガバイト単位の計算になるため、予測されるエラーの発生に対して、可及的にエラーを減らし、精緻なデータベースの作成に努める。

(2) A2SFCA 法による新規アクセス指標の数量分布の特徴

前ステップで作成されたデータベースを用いて、A2SFCA 法による新規アクセス指標($n = 1,727$)のヒストグラムを作成し、分布の特徴、代表値およびばらつきを観察する。ここでも外れ値が観察された場合には、必要に応じて前ステップに戻り、データベースの改訂を行う。

(3) A2SFCA 法による新規アクセス指標と人口対医師数の相関分析

平成24年医師・歯科医師・薬剤師調査を元に、全国市区町村単位の人口対医師数のデータベースを作成する。前ステップで作成された、全国市区町村単位のA2SFCA法による新規アクセス指標と人口対医師数との間で、散布図を作成し、分布の全体像を観察する。適切な関数により線形を確認のうえ相関分析を行う。

(4) A2SFCA 法による新規アクセス指標の地理的集積性の検定

新規アクセス指標には偶然のばらつきがある。数量的なばらつきだけでなく、地域分布にもばらつきがある。偶然のばらつきでは起きがたい地理的集積の有無を空間疫学的手法を用いて検出する。地理的集積性はKulldorff's Circular Scan法を用いて検証する。スキャン統計量

を用いて、他の地域と比べてアクセス指標が有意に高い（または低い）地域の有無を検定し、その地域を同定する。ここでは医療過疎地の検出に関心があるため、アクセス指標が有意に低い地域に注目する。同定された地域と、無医地区が合致することを確認する。

(5) 地域医療への提案

A2SFCA 法による新規アクセス指標の技術的な測定可能性、および人口対医師数と比較して無医地区をより正確に同定するか検証する。A2SFCA 法による新規アクセス指標の低い値が集積した地区が、地域医療白書や地域保健医療計画および現地調査等による医療へき地ととらえることができるかを検討する。さらに、本研究で作成されたデータベースは、地域医療分析に応用可能となる。これらを通して、本研究によって提案される新規指標の社会への応用の基礎資料とする。

4. 研究成果

(1) 推定外来患者数当たりの医療機関数

山形県の町丁字単位小地域を対象に、推定外来患者数あたりの医療機関数を E2SFCA 法を用いて算出した。全 4,254 地区中 4,191 地区(99%)が検出され、全 855 医療機関中 844 医療機関(99%)が検出された。地区と医療機関を結ぶ道路による自動車所要時間は全 3,537 通り中 3,529,645 通り(97%)検出された。地図データを取り込む際のアプリケーション上のエラーが発生することがわかった(第 56 回全国国保地域医療学会, 2017)。

(2) 病院分布と空間集積性の検討

栃木県の町丁目単位小地域を対象に、人口あたりの病院数を E2SFCA 法を用いて算出した。発生したアプリケーション上のエラーについては、最寄の地区の値を外挿することで対応した。従来の人口対病院数と E2SFCA 法による指標を比較した。町丁字単位で算出された従来の人口対病院数では隣接する病院を検出できないが、E2SFCA 法を用いることで隣接地区の状況を考慮に入れるため地理的になめらかな分布が描出できた。さらに Getis-Ord G_i^* という統計量を用いて地理的集積性を分析することで、統計的に有意な病院分布の過密地区ないし過疎地区を検出することができた(World Rural Health Conference, 2017)。

(3) 従来の人口対病院数と E2SFCA 法による人口対病院数の比較

町丁字単位の人口対病院数では、さほど離れていない隣接地域の人口や病院分布を反映できない課題を解決するため、町丁字小地域を単位地区に設定するもののその中心から 5km 圏内の人口および 5km 圏内の病院数を考慮に入れて 5km 圏内人口対病院数を算出した。同様に 10km 圏内人口対病院数、15km 圏内人口対病院数を算出した。これらと E2SFCA 法による指標とを比較検討した。10km 圏内人口対病院数と 15km 圏内人口対病院数は極めて強い相関を認めたものの、5km 圏内人口対病院数とは異なる傾向を認めた。E2SFCA 法による指標は、これら 3 つの指標それぞれとも異なる傾向を認めた。地域間格差を検討するため Lorenz カーブを描画し Gini 係数を算出した。10km 圏内人口対病院数と 15km 圏内人口対病院数の Lorenz カーブは対角線に近く地域間格差が小さかった。次いで、E2SFCA 法による指標、もっとも地域間格差が大きかったのは 5km 圏内人口対病院数であった。現状の病院分布はおよそ 10km 圏で均等に分布しており、E2SFCA 法はこれをよく反映していた(BMC Health Serv Res, 2017)。

(4) 従来の人口対診療所数と E2SFCA 法との比較(単位地区の人口規模による違い)

人口対診療所数と E2SFCA 法との間には強い相関は見られなかった。単位地区を、人口の少ない地区と人口の多い地区に二分し、人口別に人口対診療所数と E2SFCA 法との関連を検討した。人口の多い地区では人口対診療所数と E2SFCA 法はよく相関し、その比はほぼ 1:1 であった。その一方で、人口の少ない地区では人口対診療所数と E2SFCA 法もまたよく相関したものの、その比は 0.07:1 であった。一般的に比較に用いられる人口対診療所数という指標では、人口が少ない地域では人口密度も低く、対応する診療所密度も低いため、住民にとって医療機関までの距離は遠くなり、地理的近接性を評価する E2SFCA は低い。このことから、人口対診療所数で全国比較すると、人口の少ない地区の医療環境を過大評価してしまう可能性が示された(第 58 回国保地域医療学会, 2018)。

(5) E2SFCA 法を用いた空間集積性検定

病院・診療所といった医療提供を示す構造指標から、在宅死といった医療の帰結指標の地域分布を E2SFCA 法を用いて算出し、Tango and Takahashi's Flexible Spatial Scan Statistic を用いて、統計的に有意な過疎地区ないし過密地区を検証した。Getis-Ord G_i^* 統計量では基準距離を任意に定める必要があった。当初予定していた Circular Scan 法では同心円で統計量を算出する必要があった。Flexible Spatial Scan Statistics では距離を固定する必要はなく、検出地区の形状も固定する必要がないことから、本法を採用することにした。E2SFCA 法に限らず、指標には必ずバラツキがあり上位と下位ができてしまうが、それらがバラツキなのか意味のある地理的集積なのかに注目した。在宅死の有意な過密地区が検出されたが、有意な過疎地区は検出されなかった。在宅死を望むがそれが実現できないことが社会問題になっているが、それ

が一定の地域に集積しているとは必ずしも言えないという結果であった(Medical Information Europe 2018)。

当初予定していた年齢調整する A2SFCA 法は、年齢調整しない E2SFCA 法と、極めて強い相関を認め、年齢調整による影響は極めて小さかった。そのため、それぞれの検討には年齢調整しない E2SFCA 法を用いた。

自宅など住み慣れた環境で自分らしい生活を送ることができるように支援する医療環境の整備が望まれている。こうした医療は住民にとって身近な場所で提供されていることが望ましい。医療整備の指標は一般に人口比で示されるが、仮に人口比が同等であっても過疎地では医療機関までの距離は遠くなるのが想定される。一般的な人口比では距離的な近接性を評価できないという課題があった。そこで距離を考慮に入れた人口比である浮動医療圏法を適用し、その特徴を研究した。人口の少ない地域では、人口の多い地域と比較して、一般的な人口比では過大評価されていることが明らかとなった。測定方法の進歩によって身近な医療の充実が期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Takashi Nakamura, Akihisa Nakamura, Kengo Mukuda, Masanori Harada, Kazuhiko Kotani. Potential accessibility scores for hospital care in a province of Japan: GIS-based ecological study of the two-step floating catchment area method and the number of neighborhood hospitals. BMC Health Services Research (2017) 17:438. DOI 10.1186/s12913-017-2367-0. (査読有)

〔学会発表〕(計 5 件)

中村剛史、小谷和彦. 周辺市区町村を考慮に入れた人口対診療所数と従来法との比較. 第 58 回全国国保地域医療学会、2018、徳島

Takashi Nakamura, Kazuhiko Kotani. The regional clustering of at-home deaths among Tokyo metropolitan area. Medical Informatics Europe 2018, Sweden.

Takashi Nakamura, Kazuhiko Kotani. Geographical distribution of hospital care using an enhanced two-step floating catchment area method in a province of Japan. 14th World Rural Health Conference, 2017, Australia.

中村剛史、小谷和彦. 静岡県内病院分布の地理的集積性の数量評価. 第 30 回静岡県地域医学研究会、2017、静岡

中村剛史、小谷和彦、棕田権吾、藍原雅一、古城隆雄. The two-step floating catchment area 法による地理的近接性評価の試み. 第 56 回全国国保地域医療学会、2016、山形

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。