図6 医育機関あり市町村

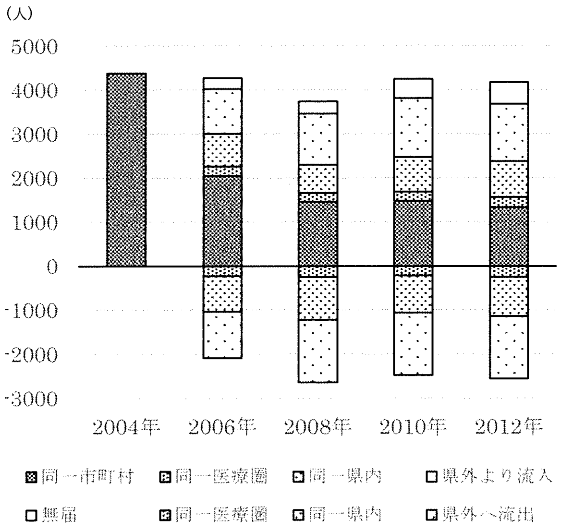
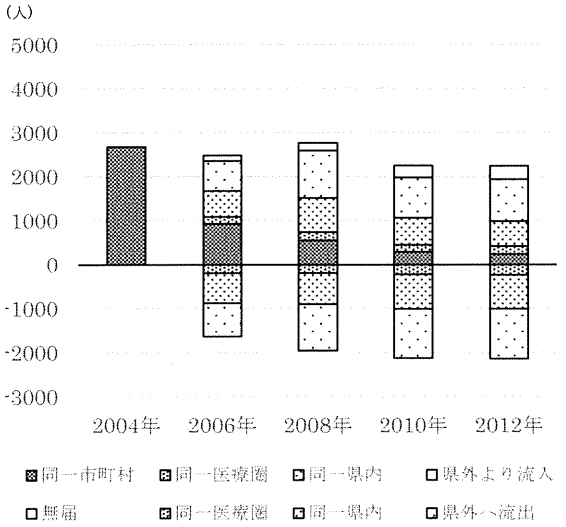


図7 医育機関なし市町村



る同一都道府県勤務者割合)が 52.6%であるという結果であったことは、単年度のものであり、また、制度の移行期であることについては考慮する必要があるが、医師の流動性が高まっている可能性を示唆する結果であったと考えられる。

また、医育機関が所在する市町村の方が、所在しない市町村よりも医籍登録年に勤務していた医師がその後も勤務を続けている割合は高く、他地域から流入してきた医師を含めても、より多くの医師を確保していることは、初期研修を終え、専門医の取得などを視野に入れる医師にとって、トレーニングの場としての医育機関の役割が大きいことを示した所見である可能性がある。一方、二次医療圏外に 884 人、県外にも 3773 人の医師が移動しており、地域における医師の供給機能を医育機関が果たしていることを示唆する所見である可能性もある。

また、都道府県によって、同一都道府県内にとどまる割合には大きな違いがあることが明らかになったことは、今後、初年度に勤務している都道府県にとどまる医師が多い地域の特徴をより深く解析をすることを通じて、医師がより多く地域に定着するための方策を得ることができる可能性を示唆したものと考えられる。

これまで地域における医師確保策としては、医学部卒業生をより多く、その地域における初期研修につなげてゆくというアプローチが考えられていたが、地域で研修を始めた医師が中長期的に定着するための方策についても考慮することで、医師確保のための政策オプションの幅がより広げることにつながるものと考えられる。

本研究にはいくつか限界が存在している、2004 年に届出を行なった医師がその後無届となる者の割合が、5.3%、6.5%、9.9%、11.2%となっており、1 割近く存在する無届者が全体の傾向と異なった動向を示していた場合に、結果に影響を与えた影響は否定できない。また、都道府県別の医師養成数として 2004 年医師国家試験の合格者数は 7,457 名であるのに対して、本研究に用いた 2004 年時点の届出数は 7,063 名である点にも留意が必要である。さらに今回は 2004 年に医籍登録を行った医師のみを対象にしているが、2004 年には、初期臨床研修制度の必修化が行なわれた年であり、キャリアパスの傾向について特定の傾向があった可能性がある。

E. 結論

医師確保策を考えるにあたっては、医師のキャリア段階に応じた地域間の移動という要素について考慮に入れて検討を行うことが重要である。

F. 研究発表

該当なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

分担研究報告書

地理情報システムを用いたアクセス性の評価および評価手法の開発および男女差に着目した医師の地域偏在・勤務地の移動に関する研究

研究分担者　千葉大学医学部附属病院　地域医療連携部　井出博生
研究協力者　千葉大学医学部附属病院　地域医療連携部　竹内公一
研究協力者　千葉大学医学部附属病院　地域医療連携部　土井俊祐

研究要旨

平成26年度の研究では既存統計の個票データを利用し、退院患者の時間距離に基づくアクセス性の検討、アクセス性に関連する要因の検討、統計データの集計単位がアクセス性の評価に与える影響を明らかにした。実際のデータを利用し、限られた情報の中でアクセス性を評価する手法を開発することが、今後の医師をはじめとした医療資源の確保と配置の検討に有用である。平成27年度の研究では男女差に着目しながら、医師がキャリアの過程でどのような地理的な移動を行っているかを定量的に明らかにした。都市部に医師が集中する傾向はより強まると思われ、臨床研修必修化の影響、移動に関する医師全体での共通性を踏まえた政策立案が必要である。

A. 研究目的

近年、地理情報システム(GIS)の普及に伴い、保健医療分野での応用も拡大している。GIS を用いることにより、医療資源へのアクセス性の評価ができるようになった。

現行の保健医療計画では患者の受療行動は圏域間での流出入として捉えられるに過ぎず、実際のアクセス性は考慮されない。例えば隣の医療圏にごく近い地域に居住する住民が、アクセス性やその他の要素に基づいて隣の医療圏の医療機関を受診することは十分に考えられる。つまり単に人口、医療資源の過不足、伝統的な地域のつながりを考慮して二次保健医療圏を設定するのは実状と合致しない。平成27年度から各都道府県が作成している地域医療構想では、圏域毎の実状を反映させた計画策定が求められている。したがって実際の場面でも GIS を利用したアクセス性の評価が有用であり、これからはアクセス性も考慮して医師や病院といった医療資源の配置を検討することが求められるだろう。そこで平成26年度の研究では、利用可能なデータを用いて実際のアクセス性の評価を試みること、アクセス性に関連する要因を明らかにすること、統計データの集計単位がアクセス性の評価に与える影響を明らかにすることに取り組んだ。

医師の地理的偏在に関連する研究でこれまでなかった視点は、地理的な移動自体を測定することである。医師のキャリアを考えてみると、キャリアの中で一貫して同じ場所で働く医師は稀であろう。地理的偏在は、医師による働き場所の選択の結果であり、その選択には地理的な移動が伴うのである。平成 27 年度の研究では、医師がキャリアの過程でどのように地理的な移動を行っているのかを定量的に明らかにした。

また性別などの属性や時点と移動の関連も確認した。

具体的には以下の項目を検討した。

1. 二次保健医療圏および個人レベルでのアクセス性の分析（平成 26 年度）
2. 地域 1/2 メッシュ地図と医療施設調査（病院票）を利用したアクセス可能施設情報の集計（平成 26 年度）
3. 患者調査（退院票）と医療施設調査による新たなアクセス性の評価方法の検討（平成 26 年度）
4. 男女差に着目した医師の地域偏在・勤務地の移動（平成 27 年度）

B. 研究方法

1. 二次保健医療圏および個人レベルでのアクセス性の分析

平成 23 年の「患者調査・退院患者票」（9 月中の退院患者が対象）および「医療施設調査・病院票」を医療施設番号で連結した。退院患者の入院前所在地（市区町村の代表地である役所・役場）と退院元病院の間の時間距離を地理情報システムを用いて計測（180 分を上限）した後に集計、分析した。提供データ 1,009,942 件のうち、時間距離が計算できたデータ数は 968,805 件であった（図 1）。

はじめに都道府県別、二次保健医療圏別、傷病分類別、副傷病の有無別等の区分で時間距離を集計した。次に都道府県レベルでの時間距離を被説明変数、人口、面積、患者数、医師数、看護職員数、病院数、病床数を説明変数とし一般化線形モデルを用いて分析した。

続いて処置までの時間がクリティカルである疾病として「急性心筋梗塞」（4,703 例）、「くも膜下出血」（2,222 例）、「脳内出血」（6,478 例）を対象とした分析を試みた。さらに二次保健医療圏レベルでの症例数を確認すると、349 の二次保健医療圏のうち症例数が 10 以上の二次保健医療圏は「急性心筋梗塞」で 116、くも膜下出血で 9、脳内出血で 13 のみだったため、二次保健医療圏レベルでの分析は急性心筋梗塞のみで実施した。時間距離を被説明変数とし、病院数、循環器内科を標榜する病院数、循環器外科を標榜する病院数、内科の救急受入が毎日可能な病院数、外科の救急受入が毎日可能な病院数、循環器内科の患者数、循環器外科の患者数、循環器内科の医師数、循環器外科の医師数、ICU の病床数、ICU の患者数、CCU の病床数、CCU の患者数、0 から 14 歳人口、15 から 64 歳人口、65 歳以上人口、面積を説明変数とした分析を行った。

さらに二次保健医療圏別の分析と同様の基準に従って選択した「急性心筋梗塞」の症例について個人レベルでの分析を行った。時間距離が測定できており、「45 歳以上」、「手術あり」、「外傷以外」の入院の症例を選択すると、症例数は急性心筋梗塞で 3,255 例、くも膜下出血で 1,050 例、脳内出血で 573 例となった。しかし、くも膜下出血、脳内出血の症例数が少ないことから、以降の分析は急性心筋梗塞に対して行うこととした。

説明変数を「性別」、「年齢階級（45～54 歳、55～64 歳、65～74 歳、75～84 歳、85 歳以上）」、「糖尿病の有無」、「高脂血症の有無」、「高血圧症の有無」、「来院時通常または救急」とした。急性心筋梗塞に関する二次保健医療圏レベルの分析で患者

数、医師数、面積に係る説明変数が有意であったことも踏まえ、まず二次保健医療圏毎の「面積」、「人口 1000 人あたり循環器患者数(内科および外科)」、の「人口 1000 人あたり循環器医師数(内科および外科)」、「人口 1000 人あたり病院数」を等量に5分位に分けた。2次レベルを面積、1次レベルに患者の属性等を置いた 4 つのモデルを考え、一般化線形モデルによるマルチレベル分析を行った。モデル1は性別、年齢階級のみ、モデル2はモデル1に加えて副傷病等のその他の患者属性を追加、モデル3はモデル2に加えて人口あたり患者数を追加、モデル4はモデル3に加えて人口あたり医師数および病院数を加えたモデルとした。

分析には ArcGIS 10.2.2(Esri Inc.)、STATA 13.0(Stata Corp LP)を用い、統計的有意水準は 5%とした。

2. 地域 1/2 メッシュ地図と医療施設調査(病院票)を利用したアクセス可能施設情報の集計

アクセス性の評価をより小地域において検討するため、地域 1/2 メッシュ(以下、500m メッシュ)を利用した。500m メッシュは国勢調査の性・年齢階級別人口を取得できる最も小さな集計単位であり、患者を起点とする集計を行う上で最適であると考え採用した。本研究では、GIS を利用し、500m メッシュから指定時間内でアクセス可能な施設を調査し、その施設データを集計・解析した。

集計には平成 23 年の「医療施設調査・病院票」の施設所在地、病床数等のデータを利用した。全国の 500m メッシュのうち、人が居住しているメッシュ 477,172 区画(秘匿対象地域メッシュを含む)を対象とし、区画の中心点を GIS による解析の起点として利用した。病院の住所ポイントについては、医療施設調査から取得した施設所在地データを利用してジオコーディングし、一部コーディングに失敗した施設は手動で調整を行った。住所データは、ESRI ジャパン株式会社 データコレクション スタンダードパック 2014 街区レベル住所を利用した。アクセス時間については、各 500m メッシュからの自動車による移動時間とし、離島などの自動車以外の移動手段が必ず必要となるメッシュについては、あらかじめ主となるアクセス手段を調査の上、住所ポイントを本土のアクセス手段の出発地点(フェリー乗り場など)に移動する処理を行った。アクセス性解析には、ArcGIS Network Analyst ならびに道路網 2014(ともに ESRI ジャパン株式会社)を利用した。

アクセス性解析の後、500m メッシュから指定所要時間内にある施設データを集計した。所要時間については、30 分、60 分、90 分、120 分の 4 段階とし、さらに最寄り施設情報を追加した 5 つのテーブルを集計した。集計項目は、一般病院数、精神病院数、総病院数、一般病床数、療養病床数とした。最寄り医療機関については、上記に 500m メッシュからの移動時間を加え集計した。

3. 患者調査(退院票)と医療施設調査による新たなアクセス性の評価方法の検討

1 項で示している通り、患者調査を用いたアクセス性の解析では、現状患者住所地として市区町村代表地を利用せざるを

得ない。本研究では、500m メッシュの性・年齢別階級を利用して市町村内の500mメッシュから患者住所地をサンプリングし、アクセス性解析を行う新たな手法を検討した。

患者の通院データは、平成 23 年「患者調査・退院票」の個票データ全国分 1,009,942 レコードである。そのうち、患者住所地の記載がなかった 4,879 レコードついては解析から除外した。また、本研究では試験的に千葉県船橋市、岐阜県高山市に居住する患者を対象としたところ、船橋市分では 4,075 レコード、高山市分では 860 レコードが対象となった。通院先の医療施設は病院のみを対象とし、医療施設調査平成 23 年分の医療施設整理番号と突合させることで住所地市区町村コードを取得した。また、両市と交差しかつ人が居住している 500m メッシュは、船橋市で 386 区画、高山市で 831 区画であった。

患者の住所地の推定には、500m メッシュ地図に収録されている平成 22 年国勢調査データを利用した。まず、各レコードの性別、年齢、患者住所地市区町村コードを取得した。次いで、該当市と交差する 500m メッシュの性・5 歳階級別人口を集計した上で、各 500m メッシュにおいて性・5 歳階級人口 1 人あたりの発生確率を算出した。そして患者調査の各レコードごとに、確率的に各患者が居住する 500m メッシュを推定し、これを 100 回サンプリングすることで一般化を図った。ただし、一般に市区町村境界とメッシュ境界とは一致しないため、交差する面積比率に応じて人口を按分する処理を行った。

住所地となる 500m メッシュを推定した各患者の病院までの所用時間を、GIS を用いて解析し、従来手法と比較した。従来手法では、市区町村代表地である市役所から各病院までの自動車による所要時間を全患者の通院時間として利用した。対して提案手法では、各患者の住所地と推定した 500m メッシュから入院した病院までの自動車による所要時間を通院時間として利用し、従来手法と結果を比較した。ただし移動時間の上限は 120 分と設定した。解析手法は前項と同様に行った。

4. 男女差に着目した医師の地域偏在・勤務地の移動

厚生労働省の承認を得て、医師・歯科医師・薬剤師調査の個票を利用した。我々が利用したデータは 1978 年から 2012 年までの期間であり、この中から 1978 年から 2008 年の偶数年に医師免許を取得した者を対象とした。個々のレコードから「医籍登録番号」、「性」、「調査年」、「医籍登録年」、「従事する自治体」の項目を利用した。医籍登録番号をキーにして医師のデータを経年的に連結した。なお分析では医籍登録年をコホートとみなした。また調査年はある時点で届出を行った全ての医師に対して働く効果であり、言い換えると時点の効果である。さらに調査年と医籍登録年を用いて医籍登録後年数を計算した。過去に市町村が合併し、市町村の地理的範囲が変わってきたことを考慮し、全てのデータにおいて従事する自治体を 2010 年時点の所属市町村に統一した。代表地点は 2010 年時点の役場の所在地とした。

次に地理情報システム ArcGIS (ESRI Inc., CA, USA)を利用し、それぞれの医師

が従事していた自治体の代表地点を起点および終点とし、1978年、1988年、1998年、2008 年の医籍登録者を対象として、移動を計算した。移動は「距離」と「道程」で計算し、その後道程を「時間距離」に換算した。時間距離に変換した理由は、直線距離や道程で表すと移動のためのコストが捨象されるためである。こうすることによって、例えば人口密度が低く、単位時間あたりの移動距離が長い地域と、人口密度が高く、単位時間あたりの移動距離が短い地域を比較することができる。なお日本の法律で定められた移動速度を基準とし、時間距離に変換した。具体的には時間距離は ArcGIS Network Analyst を利用して計測した。変換後の上限値は 240 分とし、240 分を超えた場合の値は 240 分とした。

最初に勤務を開始した自治体を、「都市部」と「それ以外の地域」に分け、性別、医籍登録年別に集計した。代表的な医籍登録年を 1978 年、1988 年、1998 年、2008 年として選択し、女性の割合、都市部で勤務を開始した者の割合を計算した。なお都市部とは主要な都市を含む6都府県(東京都、神奈川県、愛知県、京都府、大阪府、福岡県)であり、医師の地理的偏在を検討する時に厚生労働省はしばしばこの定義を用いている。さらに生涯(2012 年まで)の移動の距離を積算し、その中央値を性別に比較した。

医籍登録年が 1978 年から 2008 年までの者を対象として 2 年毎の移動の時間距離を計算し、医籍登録年毎および性別に中央値を表示した。1978 年から 2002 年の間に医籍登録した者を対象として医籍登録年から 10 年後、1978 年から 1992 年に医籍登録した者を対象として医籍登録から20 年後の勤務地と医籍登録年における勤務地の距離(ユークリッド距離)の中央値、75 パーセンタイル値、25 パーセンタイル値を性別に求めた。である。さらに医師の移動と属性の関連について一般化線形モデルを用いて調べた。この研究で用いたデータは、2 年毎の登録データであり、2 年の期間で移動しない医師も多く、データは正規分布しない。そこで時間距離を対数変換した後、一般化線形モデルでのリンク関数に正規分布を仮定した。性、医籍登録年(コホート)、調査年を説明変数とし、ダミー変数を作成した。説明変数は性別、医籍登録年、被説明変数は対数変換後の距離である。

以上の分析では医籍登録年、調査年を被説明変数として取り入れた。これは医師の移動に対して、コホート、時点の影響があるという仮説に基づいている。しかし、医籍登録後年数が移動に与える影響もあると思われる。これらの 3 つの要素を取り入れた分析を行いたいが、年齢(age、ここでは「医籍登録後年数」に相当)、時点(period、ここでは「調査年」に相当)、コホート(cohort、ここでは「医籍登録年」に相当)を同時に扱うと、識別可能性問題(identifiability problem)が発生することが知られている。つまり、

$$age = period - cohort$$

として計算できるので、これらの変数を同時に一般化線形モデルに投入すると、いずれかの変数は省かれてしまう。しかし、がんを例にして考えればわかるように、罹患

は年齢に依存するし、ある時点で起きた環境要因（例えば何らかの因子に対する曝露）にも依存するし、また肝炎ウイルスに感染している割合はコホートによって異なる。結局、がんへの罹患割合についてはコホート間で差がある。したがって、age、period、cohort を同時に取り扱えるコホート分析の方法が必要で、age-period-cohort model の解き方が提案された。この方法では一定の効果（drift）が存在するものと仮定し、period と cohort について drift からの差異を測り、それぞれの効果を識別する。このモデルはがんを中心として今日では広く応用されるようになった。現在では計算機の能力が上がったため、いくつかの方法が統計ソフトウェア上で実行できるようになっている。本研究では STATA 14.1（StataCorp LP., TX, USA）上で実行できるスプライン回帰を利用した方法を用いた。

$$N \sim \text{Poisson}(\mu)$$

$$g\left(\frac{\mu}{exposure}\right) = f_a(age) + f_p(period) + f_c(cohort) + \beta drift$$

μ は移動の頻度であり、その分布はポアソン分布に従う。g はリンク関数であり、f_a、f_b、f_c は自然スプライン曲線（natural cubic spline）、β は drift の係数である。ここでは age-period-cohort model を用い、ある調査の時にその 1 回前の調査の時から「従事する自治体」を変更した者の割合を被説明変数とし、医籍登録後年数、調査年、医籍登録年、性別を説明変数とした解析を行い、医籍登録後年数、調査年、医籍登録年の効果を表示した。

2 群間の割合の比較にはカイ二乗検定、中央値の比較には Mann-Whitney's U test を用いた。統計解析には STATA を用い、統計的有意水準は 5%とした。

C. 研究結果

1. 二次保健医療圏および個人レベルでのアクセス性の分析

全国平均では全入院 20.9 分（標準偏差 21.2）、通常の入院 21.9 分（同 22.0）救急による入院 18.4 分（同 17.9）、正常分娩 21.7 分（同 24.7）などの結果が得られた。年齢階級別に見ると小児（14 歳以下）および高齢者（65 歳以上）の方が、15～64 歳と比べて時間距離は短かった（図 2）。都道府県別の平均値を見ると、沖縄県（平均 14.8 分）、鳥取県（同 15.6 分）、富山県（同 15.7 分）で短く、岩手県（同 27.6 分）、高知県（同 27.3 分）、千葉県（同 25.8 分）、茨城県（同 25.7 分）で長かった（図 3）。都道府県別の分析では、有意な係数は「病院数」のみであった。しかしながら、係数の符号がプラスであり、病院数が増えれば時間距離も増加するという関係であった（表 1 および表 2）。

急性心筋梗塞に関する二次保健医療圏レベルの分析の結果、「患者数」、「循環器内科の医師数」、「循環器外科の医師数」、「面積」が有意な説明変数であった。係数の絶対値は医師数で大きく、特に循環器外科の医師数と時間距離は逆の関係、つまり循環器外科の医師数が増加すると時間距離は短縮されるという関係が示された（表 3 および表 4）。

急性心筋梗塞に関するルチレベル分析の結果は、全数と同様に年齢階級が上が

るほど急性心筋梗塞の患者の退院先への時間距離は短くなるという結果であった。モデル3では二次保健医療圏の患者数の大小を加えているが、患者数も有意であり、患者数が増加するほど時間距離は短くなるという関係が見られた。さらにモデル4で医療資源に関する説明変数を追加したが、医師数が増加するほど時間距離は短くなり、病院数が増加するほど時間距離は長くなるという結果であった。全てのモデルで尤度比検定はグループ間分散を導入したマルチレベル分析が支持されていたが、級内相関は小さく、面積以外の因子によるグループ分けも考慮すべきであると考えられた(表5および表6)。モデル4では医師数および病院数といった医療資源に関する説明変数を追加しているが、これらによってグループ間の分散の38.6%が説明された(表5および表6)。

2. 地域 1/2 メッシュ地図と医療施設調査(病院票)を利用したアクセス可能施設情報の集計

最寄りの医療機関までの移動時間別に見た500m メッシュの度数分布を図 5 に示す。最頻値は 6～8 分の区間であり、全体の平均は約13.8分、中央値は約11.3分であったが、これには大きな地域差がある。図 6 に示すように都道府県別でみると、最も短い東京都で約 6.7 分に対し、最も長い和歌山県では約 18.6 分である。また、同じ自治体内のメッシュでも差があり、最大値を比較すると東京都では約 47.6 分、和歌山県では約 86.8 分であった。解析の上限である 120 分以内に最寄りの病院がない500m メッシュは 2 箇所のみであった。さらに図 7 のように 500m メッシュ地図まで落とし込むと、都市部を中心に 10 分以内を示す濃い緑色の地域が広がるが、北海道や中央アルプス、紀伊山地、四国山地など、周辺部では赤色のメッシュが出現する地域も散見される。

次いで所要時間ごとの500mメッシュから到達できる施設データの平均値を表 7 に示す。所要時間が長くなるほど、アクセスできる施設数も増加するため、いずれも120 分に近づくほど値は大きくなる。ここでは所要時間 60 分の場合の分布について述べる。図8に所要時間60分以内の場合にアクセスできる一般病床数別に見た500m メッシュの度数分布を示す。平均値は 78.8 病院、中央値は 41 病院であるが、グラフが示す通り最頻値は 20 病院以下である。次いで、図 9 に所要時間 60 分以内の場合にアクセスできる病院の総病床数別に見た 500m メッシュの度数分布を示す。こちらも同じ傾向を示しており、平均値は約 16,700 床、中央値は約 8,500 床であるが、最頻値は5000床以下である。

3. 患者調査(退院票)と医療施設調査による新たなアクセス性の評価方法の検討

従来手法と提案手法について、それぞれ住所地から病院までの所要時間の記述統計値を表 8 に示す。結果を比較すると、高山市では従来手法では平均 7.8 分であったのに対し、提案手法では平均 16.9 分と大きく伸長した。また、船橋市でも平均24.1 分から28.8 分となり、いずれも提案手法は従来手法と比べ所要時間が長くなった。また、図 13 に両市における所要時間の分布を示す。いずれも従来手法より提案

手法の方がデータにばらつきがあり、標準偏差が大きくなっていることが覗える。

4. 男女差に着目した医師の地域偏在・勤務地の移動

分析対象とした医師の総数は 122,150 人で、そのうち女性医師は 27,423 人(22.5%)である。1978 年、1988 年、1998 年、2008 年の医籍登録者は、それぞれ 5456 人、7866 人、7807 人、7728 人で、女性の割合は11.4%、16.7%、25.5%、34.4%だった。最初の勤務地として都市部を選択する割合は、女性医師の方が男性医師よりも高い。1978 年の医籍登録者中、都市部で就業を開始した者の割合は、男性 34.7%、女性 37.7%であった。この割合は男女の双方で上昇し、2008 年の医籍登録者では男性 42.4%、女性 45.9%が都市部を選択した。都市部の選択割合について男女差はあるが($p<0.05$)、都市部を選択する傾向が強くなっていることは男女で共通している(図 11)。女性医師の生涯の移動の時間距離は、男性医師よりも小さい。例えば1978年の医師免許取得者のうち、生涯の時間距離の中央値は全体265分、男性279分、女性158分だった($p<0.05$)。対象とした 4 つのコホートで男性よりも女性の時間距離の方が小さいことは一貫していた(図 12)。

医師免許を取得して以降、2 年毎の移動の時間距離を測定したところ、2 年毎の時間距離が最も大きいのは 2 年目から 4 年目の区間であった(図 13)。この期間の移動は2000年頃に医籍登録した者が最も大きく、近年再び小さくなった。1998 年に医籍登録した者の時間距離の中央値は46分であり、2 年目から 4 年目の移動の測定が可能な最後のコホートである 2008 年に医籍登録した者では 22 分だった($p<0.05$)(図 14)。

移動は医師免許を取得してから10年目までが大きく、それ以降は小さくなる。この傾向は男女で共通であり、コホート間でも共通である。10 年目時点で就業場所と最初の就業場所の距離の中央値は、全体で 15.0km、男性 15.6km、女性 12.5km だった($p<0.05$)。同様に 20 年目では全体 24.9km、男性 25.9km、女性 19.1km だった($p<0.05$)(表 9)。つまり医師は当初勤務を開始した場所からそれほど大きくは移動しない。10 年目の距離に対する一般化線形モデルの分析では、「女性」の他にいくつかの医籍登録年(コホート)が有意であった。係数を逆変換すると、例えば男性と比較して女性は 0.69km だけ最初の就業場所から遠く、1978年の医籍登録者と比較して2002年の医籍登録者は 0.70km だけ遠くで就業していたと解釈される。20 年目の分析でも女性の方が 0.68km、1978 年の医籍登録者と比較して 1992 年の医籍登録者は 0.73km だけ遠くで就業していたと解釈される。20 年目の分析では係数の値は概ね医籍登録年が最近になるほど小さくなっている(表 10、表 11)。

医籍登録後年数(age)、時点(period)、移籍登録年(cohort)と移動の割合の関係を示したグラフを見ると、10 年目までの期間の移動割合が高いことはコホート間で共通するが、一度移動割合は高くなり、最近のコホートおよび時点では低下しているようである(図 15)。age-period-cohort model で移動の割合を分析したところ、医籍登録後年数(age)の効果は図 15 で示したのと

同様に最初高くなり、年数が増えるにしたがって低下した(図 16)。性別に見ると、医籍登録後年数が少ない時に女性が移動する割合は男性を下回った。時点と医籍登録年の相対リスクの変化を見ると、時点の効果は経年的に上昇し、医籍登録年の効果は 2000 年頃まではわずかに上昇し、以降はほぼ横ばいであった(図 17)。

D. 考察

1. 二次保健医療圏および個人レベルでのアクセス性の分析

都道府県、二次保健医療圏、個人のそれぞれのレベルでの分析を通じて、医師数が増加するほど時間距離は短くなり、病院数が増えれば、逆に時間距離は長くなるという関係が示された。医師数や病院が多い地域では時間距離も短くなることが予想されるが、病院数に関してはこのような予想とは逆の結果となった。しかし、都市部などで患者側から見た時の選択肢が多い環境では、よりよい医療を求めて受療までの時間に対する優先度が低下することや、救急の場合でも都市部の方が医療機関の役割分担が明確ではないことから搬送時間が延長することを考慮に入れれば、分析結果とは矛盾しない。モデル 1 と比較してモデル 4 では面積によるグループ間の分散が小さくなっていることから、モデル 4 で加えた医師数や病院数といった医療資源がよく時間距離を説明していることがわかる。特に人口あたり医師数の係数が大きい。

これらの結果から時間距離の短縮や均てん化を目標とするのであれば、医師数の増加を図ると共に、これが難しいのであれば医療機関を集中させてゆくのも一つの方策となる可能性があると思われる。しかしながら、二次保健医療圏の性格を何によってグループ分けの根拠、手技の内容、重症度、身体状況、転帰情報の追加、他の傷病での検討などを通じ、整合性がある分析を試みる必要がある。

地域における医療資源、居住者の情報を GIS 上で比較する静的で規範的なアクセスの分析は、計画策定の場面で有用である。しかし、本研究のように退院患者調査票および医療施設静態調査の個票データを用いるなどして、実際の受療行動を考慮した検証が必要である。しかし、退院患者調査票では退院元の医療機関住所は特定できても、患者の入院前および退院後の住所は不明であるため、今回は市区町村の役所、役場を代表点として分析した。市町村合併が推進されたことで一自治体の面積は拡大しており、本研究で行ったような代表点の設定は、実態と乖離している可能性が高いことが課題である。

例えばがんであれば、多少時間距離が長くても医療の質が高い医療機関が選択されるだろうから、アクセス性に対する要求の程度は低下するだろう。しかし、アクセス性は住民の安心・安全に対する重要な要素である。以前とは比較にならないほどアクセス性の評価は容易になっており、医療の質の一要素として位置づけられてゆくと思われる。

2. 地域 1/2 メッシュ地図からのアクセス可能施設情報の集計及び新たなアクセス性の評価方法の検討

500m メッシュ地図と GIS による交通解析、

医療施設調査の病院票を用いて、各500mメッシュから指定時間内にアクセス可能な施設のデータの解析を行った。また、GISによる解析を500m区画まで掘り下げることで、医療機関へのアクセス性をより小さな地域で検討したが、事前の仮説の通り同一都道府県、二次保健医療圏内でも解析結果に大きな差が出ることが示唆された。

これまで、都道府県別、二次保健医療圏別に医療供給に差があることはしばしば示されてきたが、500m メッシュを用いたアクセス性解析では、所要時間内でアクセス可能な医療施設データにさらに顕著なばらつきが見られた。今後人口減少が進む我が国では、医療機関の統廃合が予想されるが、過疎地域での医療の確保策は必要命題である。それは単に医療機関までの所要時間が長くなるというだけでなく、住民にとっては医療機関の選択肢が狭くなるということを意味する。個別の専門医へのアクセスという観点ではさらにその傾向は顕著になるであろう。選択肢がなくなることで、住民の医療機関への選択行動がなくなり、医療の質の低下へとつながることも考えられる。今後地域医療構想において検討する際には、このようなアクセス性の低下がもたらす弊害についても目を向ける必要があるだろう。

また、アクセス性を考慮した医療提供体制の評価指標を提供するためには、今日ある統計データを活用した上で、より正確性を追求したデータが必要となる。従来手法では、患者の住所地が市区町村役場にあると仮定するため、市区町村役場が人口重心から離れている場合や、面積の大きい市区町村などでは、患者のアクセス性を正確に反映できていない可能性がある。提案手法では、国勢調査の人口構成に基づき患者の住所地を500m区画まで推定することで、より正確に患者の通院行動を反映できる可能性がある。患者のアクセス性を正確に示すことができれば、医療施設や訪問看護なの拠点の整備などの政策策定上、根拠のあるデータを提供することに期待できる。また、解析を進めることで、アクセス性に影響を与える指標として、病院数や道路密度、人口分布などから市区町村間の比較や要因分析などへも応用できる可能性がある。

本研究の限界として考えられる点は、500m メッシュの集計単位が非常に小さいが故に、誤差が生じやすい点にある。例として、将来予測などに応用する際、500m メッシュでは人口の移動などを考慮することができないため、大規模開発などで誤差を受けやすい。また、同一市区町村内でも500m メッシュと医療機関の相対位置は患者の受療意欲に影響を与えていると考えられる。そのため、同一市区町村内のメッシュを全て同等に扱うことは、必ずしも適切ではない可能性がある。

4. 男女差に着目した医師の地域偏在・勤務地の移動

本研究で医師の従事場所の変遷を定量的に調べ、医師の属性、時点との関連を調べた。主要な結果は次のとおりである。

1) 当初の勤務地として都市部を選択する医師の割合は高くなっている。

2) 男性医師と比較して女性医師の移動は小さい。

3) 医師は当初勤務を開始した場所から大きくは離れない。
4) 移動が最も大きいのは2年目から4年目の期間であるが、臨床研修必修化以降、移動(時間距離)が小さくなる傾向にある。
5) 最近になるほど移動に対する時点の効果が大きくなっている。

本研究の結果によれば、医師は都市部へ集中する傾向を示している。医師になる者のうち女性の割合は、3 割程度で停滞しており(2016 年では 31.5%)、年齢別の医師の就業割合を考慮に入れると、2035 年でも女性医師の割合は 30%を下回ると予想されている。したがって男性医師に比べて女性医師は都市部に集中する傾向はあるが、その影響は比較的小さく、集中を進めているのは男性医師の就業の動向である。男性医師の都市部への集中が進んだ背景には、人口全体の都市部への集中があると思われる。都市部の人口は 1996 年には 34.4%だったが、2014 年には 36.6%へ上昇し、医師の場合には同じ期間で 39.1%から 43.8%へ上昇した。医師の集中度は人口全体を上回っているが、人口が多いところにサービスを提供する者が集まる傾向にあることは不自然ではない。また、高齢化によって都市部でサービス需要が増加すると見込まれているので、医師が都市部へ集まるという行動は、将来の期待を織り込んだ合理的な行動であるともいえる。都市部への人口の集中は今後も続くと予測されていることから、医師の行動もそれと同じ傾向になるかもしれない。

また医学部への入学試験が難しくなり、都市部の出身者が相対的に有利になっていることが要因かもしれない。へき地などで医師を増加させるためには、その地域の出身者を医師として教育し、早期にその地域での活動を経験することが効果的であることが受け入れられるようになった。これらの研究を踏まえると、都市部の出身者は同様に都市部で従事する可能性が高い。一方で各医学部では地方部の出身者へ入学者を割り当てる制度(地域枠)を導入したが、現在までのところ都市部への集中傾向を覆すほどの効果は出ていない。

2004 年から臨床研修制度も変更されているが、新しい臨床研修制度の下では、医師は 2 年間の研修を義務付けられた。2002 年以降に医師となった者はそれ以前の者と比較して移動距離が短いことが明らかになった。臨床研修制度は医師の地理的な移動のパターンに影響を与えたようである。新しい臨床研修制度では研修を行う病院が多くなったため、病院間の競争が生まれ、結果として症例数が多く、人員や設備が相対的に充実した都市部の病院を選択する者が増加したというのが一つの仮説である。つまり臨床研修制度は、同じ時期に導入された地方部の出身者へ入学者を割り当てる政策の効果を打ち消してしまった可能性がある。男性医師であってもキャリアの最初で都市部を選択する割合が高くなり、最近では移動距離が短くなっているので、今後都市部に医師が集中する傾向は一層強くなるだろう。女性医師は男性医師よりも都市部を志向するが、全医師に占める男性医師の割合は高いので、医師の地理的分布に対する影響は女性医師よりも大きい。ただし、都市部で医師の過当競争が起これば、理論的には都市部から医師は拡散する可能性もある。

医師の地理的偏在を取り上げた研究は多いが、我々が知る限り、これまでの研究は横断的な分析にとどまっている。本研究は継時的な医師の移動を調べたものであり、地理的偏在の分析に対する新しいアプローチを提示した。この研究で明らかになったことは、医師になってから 10 年後、20 年後であっても、当初勤務を開始した地点からは 10～30km 以内しか離れないということである。医師は当初勤務を開始した地点に結びつくのである。さらに元々女性の移動の頻度は低く、距離も短いので、女性医師を都市部から移動させることは男性医師よりもさらに難しいと考えられる。

本研究では、age-period-cohort model を用い、医師の移動に対する時点(period)の効果が大きくなっていることが示した。この結果を踏まえれば、医師の地理的誘導を目的とした政策で医籍登録後年数や医籍登録年(コホート)を区別する必要はないかもしれない。ただし、若年の医師の移動の方が大きい傾向があるので、政策の効果は若年の医師に対してより大きくなるだろう。医師の移動の理由を直接知ることはできないが、時点の効果が大きくなっていることは移動に関して何らかの共通性が強くなっていることを示唆している。例えば交通網が発達したことや、働き方や居住する場所などのライフスタイルに対する嗜好が均一になってきたことが要因となっているのかもしれない。

この研究にはいくつかの限界がある。第一は、この研究では医師が従事する地域とその変遷を明らかにしたが、本研究で用いたデータからは移動の理由がわからない。解析の結果、時点が医師の移動を説明する程度が上がっていることが示されたが、このことは医師の確保対策に対して重要であり、移動の理由を明らかにする必要がある。第二に、医師の移動を測定する時に、従事する自治体の代表地点で代替したが、これは正確ではない。我々が以前の研究で示しているように、特に人口規模が小さく、面積の大きい自治体では、このような方法を採用することで差異が生じる。したがって、本研究では面積が大きい地方部で働く医師の移動を過大評価している可能性がある。利用した全てのデータを GIS の上でコーディングすれば正確な移動距離を計算することができるが、データ量が多いために今回はこの方法を取ることはできなかった。この点は将来的に改善しなければならないと考えている。第三に age-period-cohort model では年齢ではなく、医籍登録後年数を用いた分析を行った。医師の年齢と医籍登録後年数の相関は非常に強いので、医籍登録後年数を用いたが、理解のしやすさという点では年齢の方がふさわしいかもしれない。

E. 結論

平成 26 年度の研究で試みたように実際のデータを利用し、限られた情報の中でアクセス性を評価するための手法を開発することが、今後の医師をはじめとした医療資源の確保と配置の検討に有用である。平成 27 年度の研究の結果を踏まえると、都市部に医師が集中する傾向はより強まると思われる。臨床研修必修化が地理的移動に影響を与えた可能性や、移動に関して医師全体の共通性が強くなっていることも明らかになっており、これらの結果を踏まえ

て医師の地理的偏在を緩和するための政策を立案する必要がある。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Doi S, Ide H, Ogawa S, Takabayashi K, Fujita S, Koike S. Probabilistic Model to Analyze Patient Accessibility to Medical Facilities Using Geographic Information Systems. *Proc Computer Sci* 2015; 60:1631-1639

2. 学会発表

井出博生, 土井俊祐, 小池創一. 首都圏内の距離に基づいた医療需給バランスの検討. 第 73 回　日本公衆衛生学会総会, 宇都宮市, 2014.

Hiroo Ide, Shunsuke Doi, Hidenao Atarashi, Shinsuke Fujita, Soichi Koike. Analysis of the balance of physicians and the population in Greater Tokyo. 14th World Congress on Public Health, Kolkata, India, 2015.

土井俊祐, 井出博生, 小川真司, 藤田伸輔, 高林克日己. 政府統計を利用した患者のアクセシビリティの評価手法に関する検討. 第 19 回医療情報学春季学術大会, 仙台市, 2015.

Ide H, Doi S, Atarashi H, Fujita S, Koike S. Urbanization results in geographic mismatch of access to physicians: a Japanese case. 10th IAGG Asia/Oceania Regional Congress, Chiang Mai, Thailand October 20, 2015.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

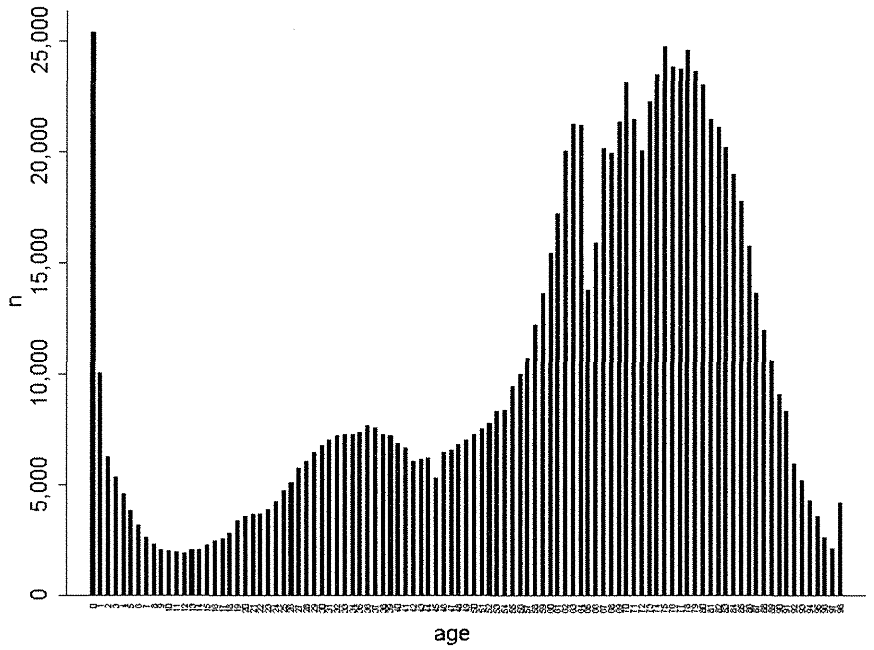


図１　年齢別の退院患者数

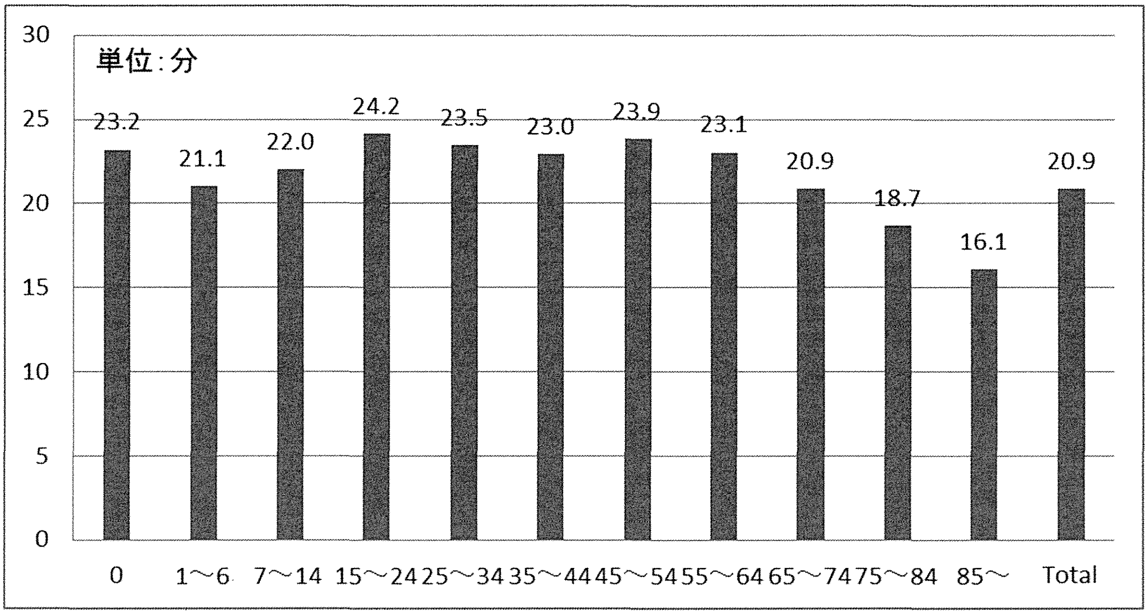


図２　退院元病院から入院前所在地（地区町村の代表点）までの平均時間（年齢階級別）

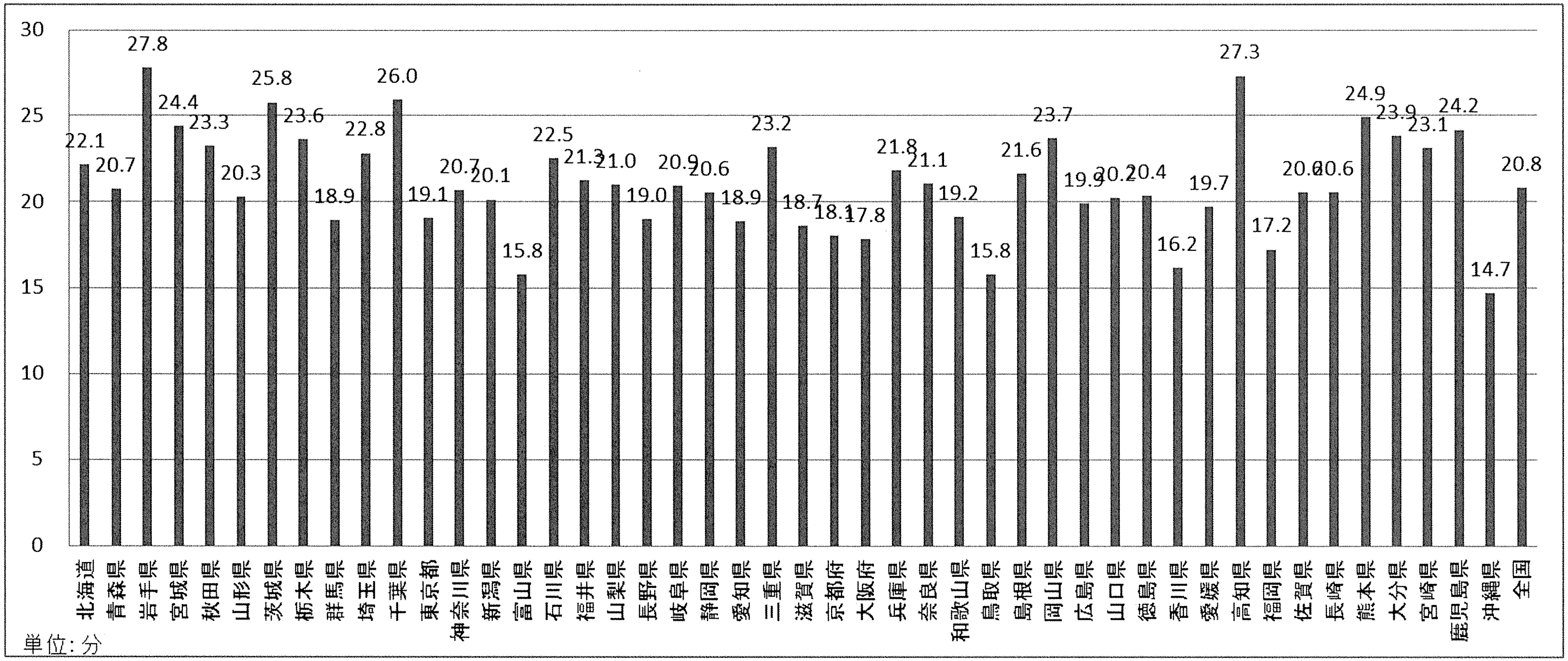


図３　退院元病院から入院前所在地（地区町村の代表点）までの平均時間（都道府県別、福島県を除く）

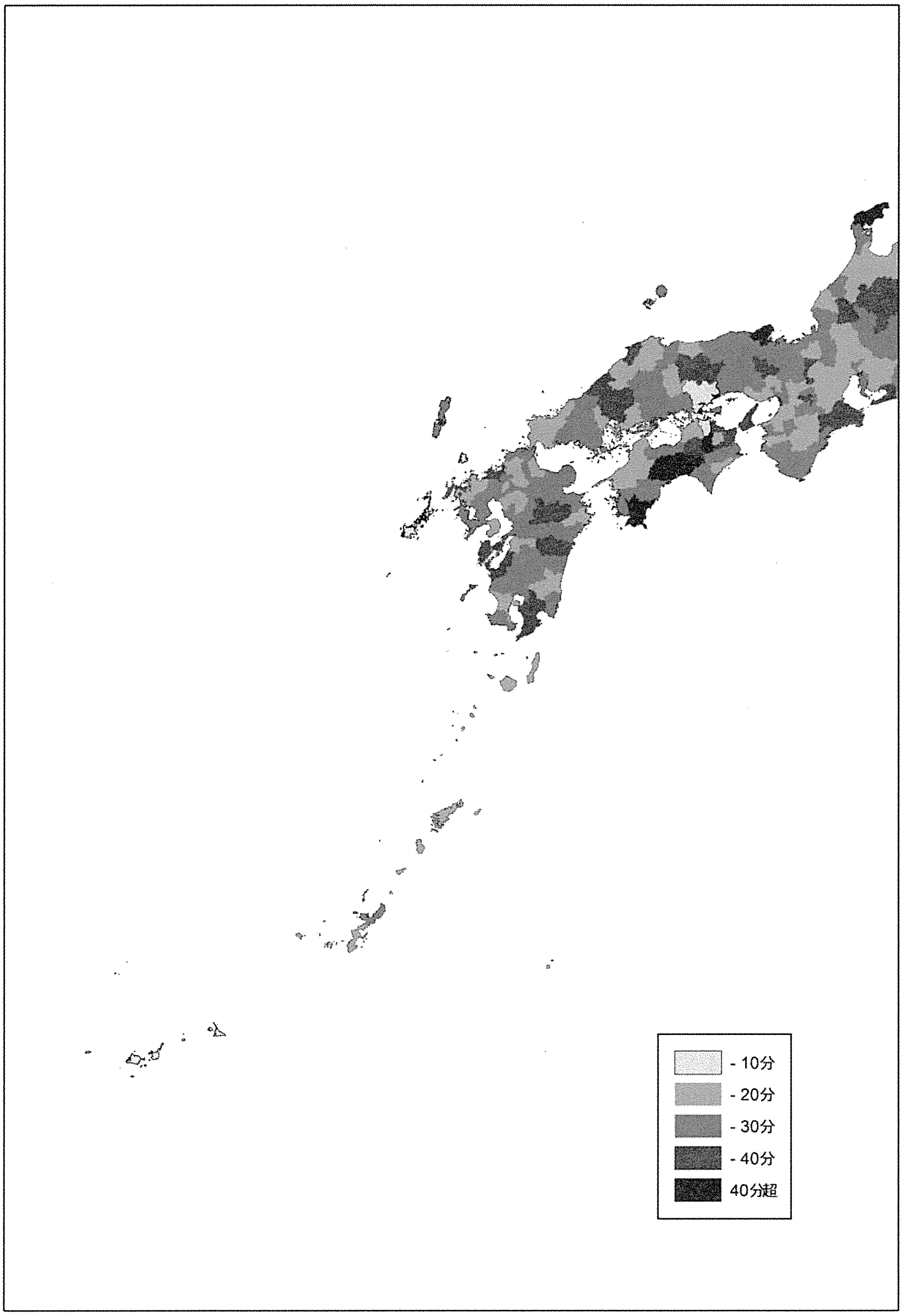


図４　退院元病院から入院前所在地（地区町村の代表点）までの平均時間
（二次保健医療圏別、福島県を除く）

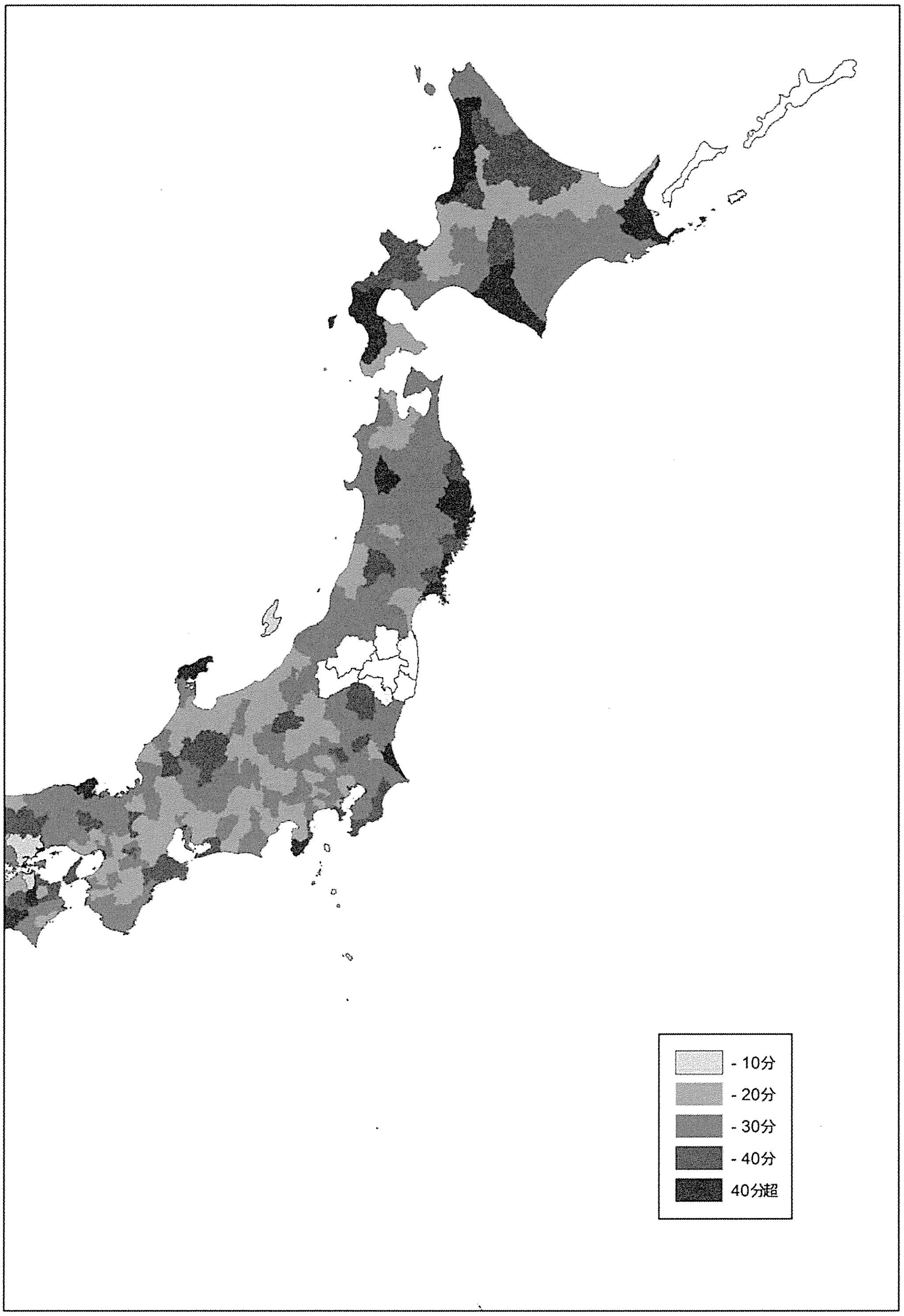

- 10分
- 20分
- 30分
- 40分
40分超

表１　記述統計（全国の都道府県別）

	平均	標準偏差	最小	最大
時間距離(分)	20.9	3.0	14.8	27.6
0-14歳人口(千人)	357	339	77	1491
15-64歳人口(千人)	1742	1817	353	8992
65歳以上人口(千人)	636	564	155	2713
面積(平方km)	7638	11804	1862	83457
患者数(人)	27249	22329	7225	101255
医師数(人)	3884	4053	1001	22648
看護職員数(人)	12018	10066	2972	49930
病院数	184	142	45	643
病床数(床)	33836	27544	8936	127380

表２　一般化線形モデルによる分析結果（全国の都道府県別）

	係数	標準誤差	p値
0-14歳人口	−0.010	0.013	0.441
15-64歳人口	0.001	0.003	0.678
65歳以上人口	0.008	0.012	0.496
面積	0.000	0.000	0.946
患者数	0.000	0.001	0.606
医師数	−0.003	0.006	0.660
看護職員数	−0.001	0.001	0.116
病院数	0.057	0.021	0.008
病床数	0.000	0.001	0.740
定数	20.441	0.963	0.000