

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2、表3)。

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5)。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5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6)。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7)。

D. 考察

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[Rabinowitz et al.,

2001; Rabinowitz et al., 2005; Matsumoto et al., 2008]。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ため、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[Newhouse et al., 1982]。

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。本研究は継続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[Doi et al., 2015]。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

本研究では日本の全医師の届出データを活用し、医師の従事場所の変遷を定量的に調べ、医師の属性や時点との関連を調べた。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が、今後の需要の発生を考えれば合理的であるともいえる。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た。これらの結果を踏まえ、医師の地理的偏在を解消する政策の立案を行う必要がある。

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

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.

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あ, 仙台市, 2015.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

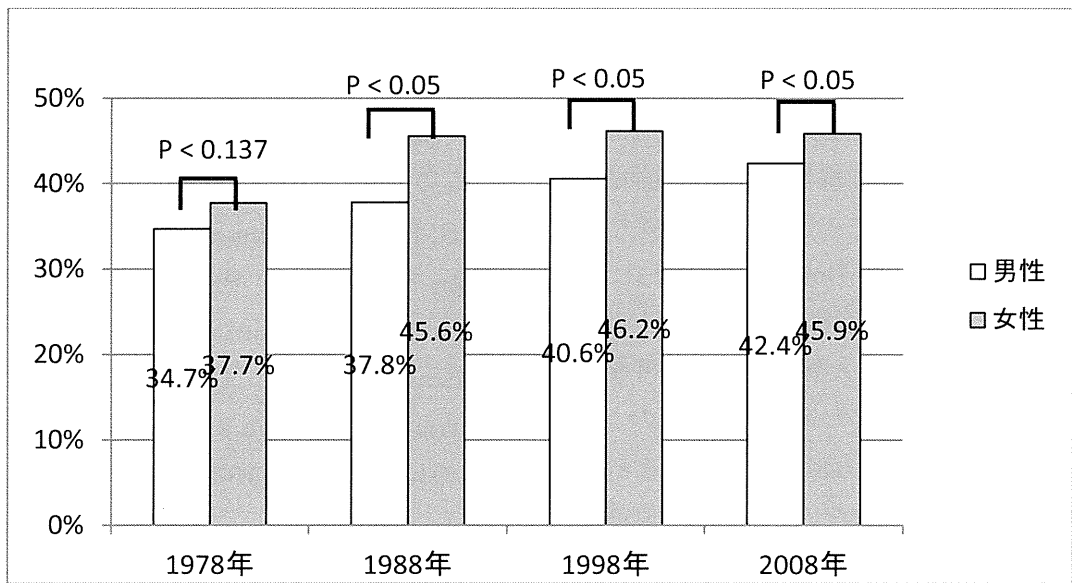


図1 医籍登録の初年度に都市部で就業している割合

各年の医籍登録者はそれぞれ 5,456 人、7,866 人、7,807 人、7,728 人

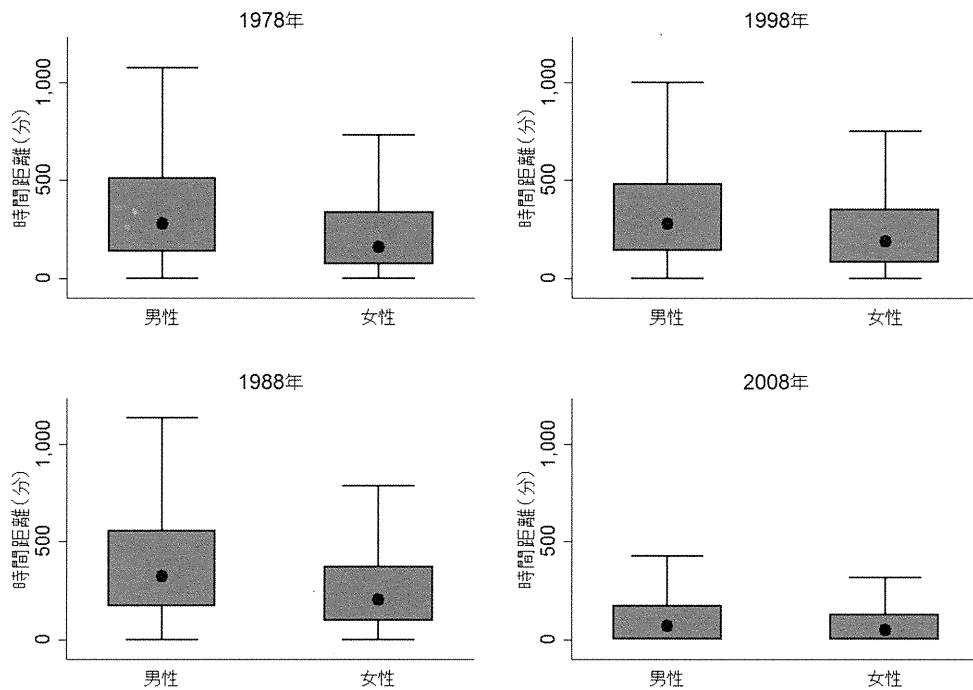


図2 1978年、1988年、1998年、2008年の医籍登録者の生涯の時間距離の合計

2012年までの移動の時間距離の合計であり、医籍登録後年数はそれぞれ34年、24年、14年、4年

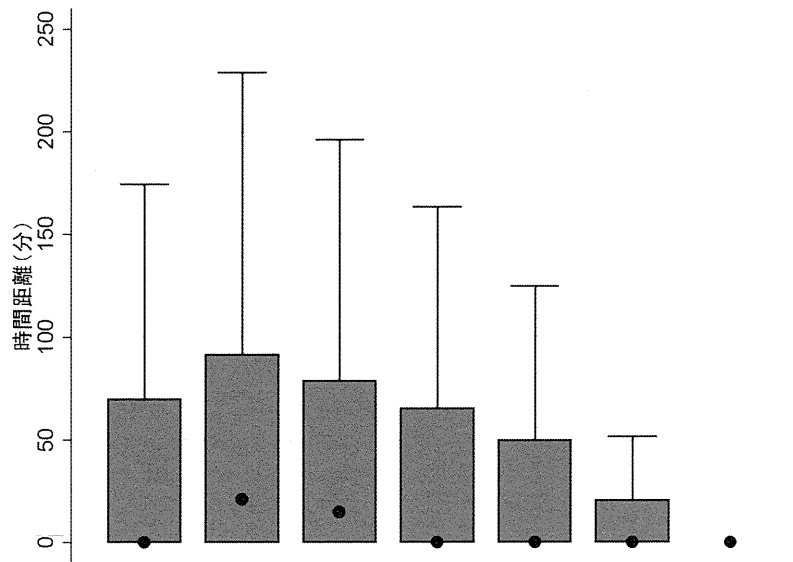


図3 医籍登録後の2年毎の移動の時間距離

上図では左から0年目から2年目の移動の時間距離で、以降も2年毎の時間距離を12年目から14年目まで表示

図内の箱の下限は25パーセントイル、上限は75パーセントイル、黒丸は中央値

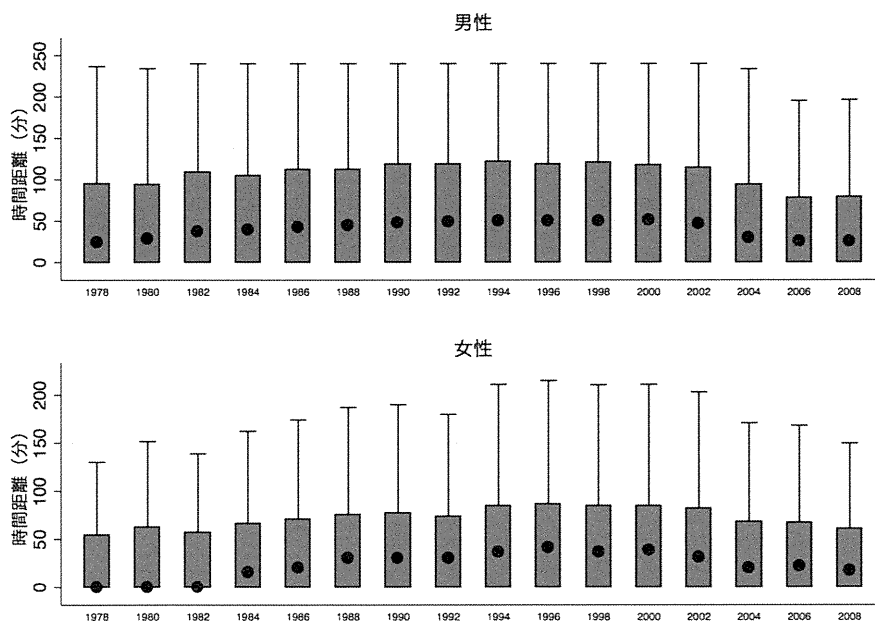


図4 医籍登録後2年目から4年目の移動の時間距離(中央値)

図内の箱の下限は25パーセントイル、上限は75パーセントイル、黒丸は中央値

表 1 医籍登録後初回の就業場所から 10 年目および 20 年目の就業場所までの距離

	10 年目	20 年目
男 性	15.6km (0km, 60.5km)	25.9km (6.3km, 80.7km)
女 性	12.5km (0km, 52.8km)	19.1km (5.8km, 70.8km)
全 体	15.0km (0km, 59.9km)	24.9km (6.3km, 79.3km)

括弧内の値は 25 パーセンタイル値および 75 パーセンタイル値

表 2 医籍登録後初回の就業場所から 10 年目の就業場所までの距離に対する
一般化線形モデルの分析結果

		係数	95%信頼区間		p 値
			下限	上限	
女性		-0.1673	-0.2116	-0.1230	0.0000
(参照: 男性)					
医籍登録年 (参照: 1978 年)	1980 年	0.0760	0.0065	0.1455	0.0320
	1982 年	0.0273	-0.0416	0.0963	0.4370
	1984 年	-0.0587	-0.1257	0.0082	0.0860
	1986 年	-0.0072	-0.0745	0.0601	0.8340
	1988 年	-0.1135	-0.1810	-0.0460	0.0010
	1990 年	-0.1324	-0.2001	-0.0646	0.0000
	1992 年	-0.1373	-0.2047	-0.0699	0.0000
定数		3.7056	3.6524	3.7587	0.0000

表 3 医籍登録後初回の就業場所から 20 年目の就業場所までの距離に対する
一般化線形モデルの分析結果

		係数	95%信頼区間		p 値
			下限	上限	
女性		-0.1599	-0.1929	-0.1269	0.1690
(参照:男性)					
医籍登録年					
(参照:1978 年)					
	1980 年	0.0311	-0.0416	0.1038	0.4020
	1982 年	-0.0285	-0.1007	0.0437	0.4400
	1984 年	-0.1413	-0.2115	-0.0711	0.0000
	1986 年	-0.0629	-0.1334	0.0076	0.0810
	1988 年	-0.1434	-0.2140	-0.0727	0.0000
	1990 年	-0.0897	-0.1609	-0.0185	0.0130
	1992 年	-0.0589	-0.1298	0.0120	0.1030
	1994 年	0.0264	-0.0449	0.0977	0.4680
	1996 年	-0.0138	-0.0843	0.0568	0.7020
	1998 年	-0.0587	-0.1295	0.0121	0.1040
	2000 年	-0.0781	-0.1507	-0.0054	0.0350
	2002 年	-0.1545	-0.2257	-0.0834	0.0000
定数		3.7771	3.7215	3.8328	0.0000

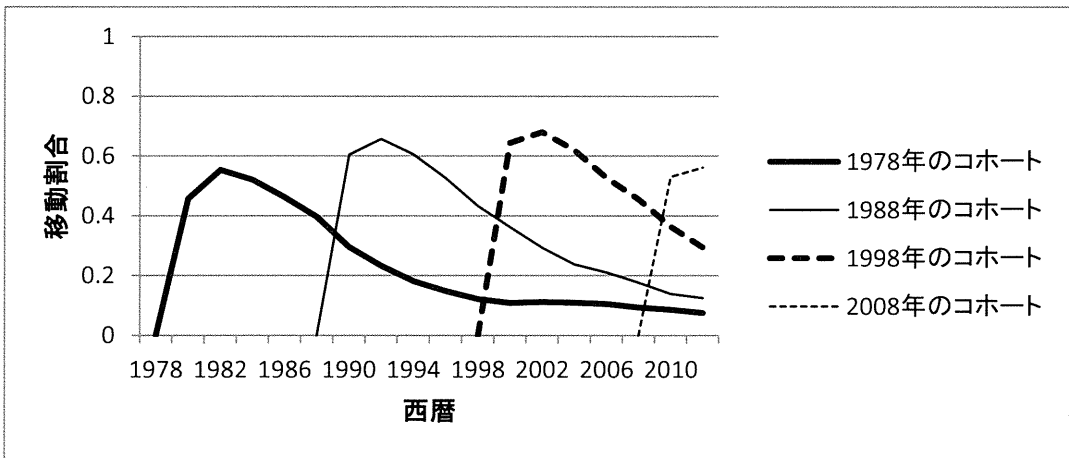
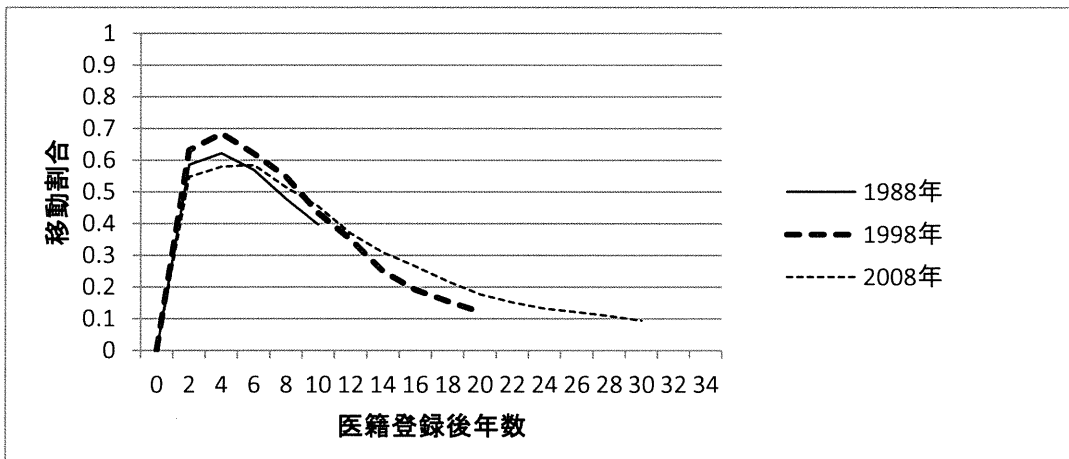
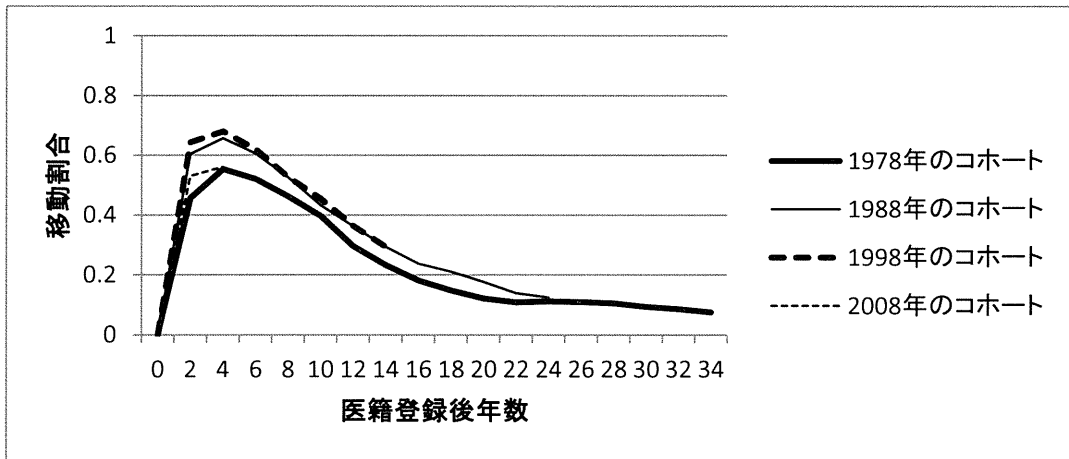


図5 医籍登録後年数、時点、医籍登録年と移動割合の関係

上図は、横軸を医籍登録後年数とした時の医籍登録年(コホート)別の移動の割合
 中図は、横軸を医籍登録後年数とした時の調査年別の移動の割合
 下図は、横軸を西暦とした時の医籍登録年(コホート)別の移動の割合

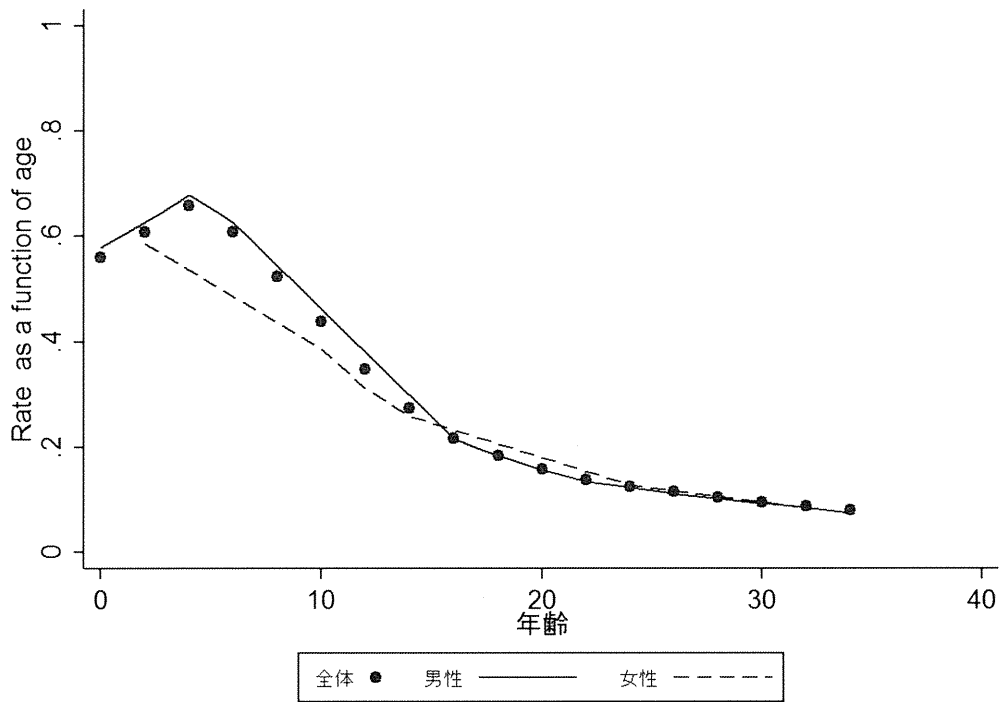


図6 年齢による移動の割合に対する医籍登録後年数の効果

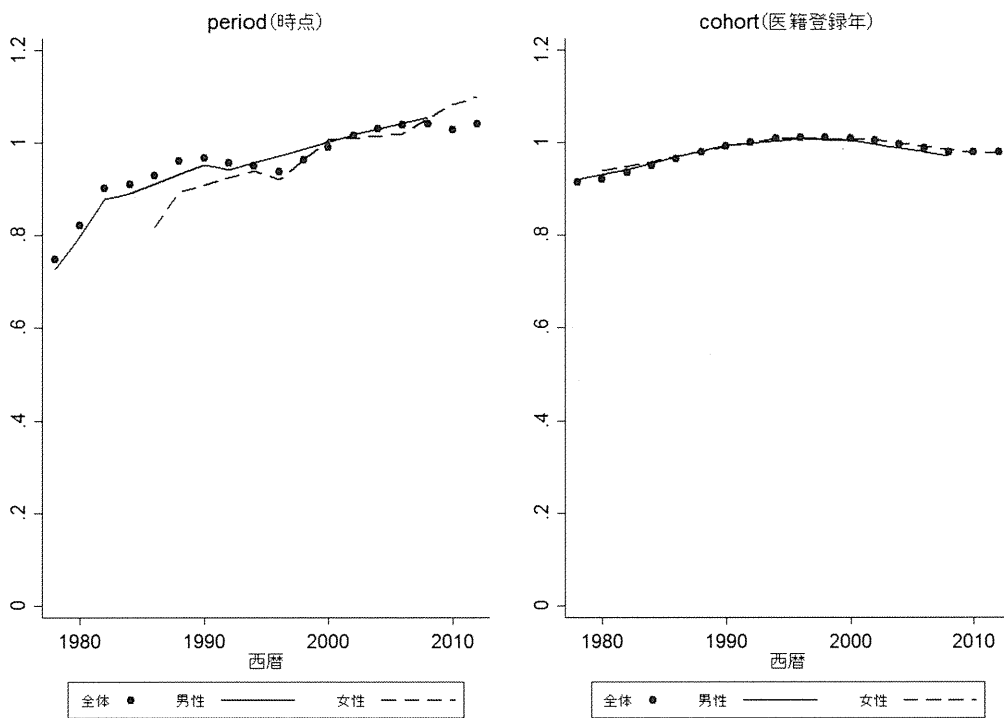


図7 時点および医籍登録年の相対リスクの変化

放射線科医の地理的分布の研究

研究分担者 広島大学医歯薬保健学研究院地域医療システム学講座 松本正俊

研究協力者 広島大学医歯薬保健学研究院公衆衛生学講座 鹿嶋小緒里

研究要旨

昨年度から引き続き医療資源の分布と集約化の現状とトレンドを厚生労働省の個票データをもとに分析した。昨年度は画像診断機器(CT、MRI、PET)の分布を取り上げたので、今年度は放射線科医の分布にフォーカスをあて、画像診断機器の分布と比較検討を行った。使用データは平成 18 年、20 年、22 年度、24 年度の「医師・歯科医師・薬剤師調査」である。平成 18 年から 24 年の 6 年間で、主たる診療科を「放射線科」とする医師は 4836 名から 5883 名に増加しており、その増加率は 21.7%と医師全体の増加率（9.3%）より大きかった。このような急速な増加にもかかわらず、市町村間の単位人口あたり放射線科医数の格差を示すジニ係数はほとんど変化がなかった。また CT 撮影 1000 件あたりの放射線科医数は日本全体で 17.9%減少し、MRI 撮影 1000 件あたりの放射線科医数も 1.0%減少しており、放射線科医の増加よりも撮影件数の増加のほうが急速であることが明らかとなった。市町村を大都市(政令市および東京都特別区)、市、町村の 3 群に分けると、CT 撮影 1000 件あたりの放射線科医数は大都市で最も多く、町村で最も低く、その格差はこの 6 年間で 1.9 倍から 2.2 倍に拡大していた (MRI は 1.6 倍から 2.0 倍に拡大)。遠隔画像診断を利用している病院および診療所はそれぞれ 69.6%、18.1%増加していた。町村に所在する病院は大都市にある病院に比べて遠隔画像診断を利用する割合が有意に高かった(オッズ比 1.61、95%信頼区間 1.26~2.07)。これらの結果から、数の増加が分布の均等化を引き起こす画像診断機器とは対照的に、放射線科医は数の増加が分布に影響を与えにくいことが明らかになった。つまり機器のような物的資源は市場原理に伴う空間競合により都市部から非都市部に拡散しやすいのに対し、医師のような人的資源はこのような市場原理が働きにくく拡散がおきにくいことが示唆された。近年、機器も医師も増加することによって、両者の分布のギャップは広がる傾向にあり、このギャップを埋める手段として遠隔画像診断のさらなる普及が必要と考えられた。

A. 研究目的

日本は単位人口あたりで見ると世界で最も多く CT および MRI を保有している国である (OECD 2014)。昨年度の研究において、我々は画像診断機器の地理的分布について分析を行った。その結果として、機器の総数が増えるほどその地理的分布は均等になり、都市部と非

都市部の格差が小さくなることを示した。つまり画像診断機器の数と分布の関係においては市場原理にもとづく空間競合仮説が成り立つことが示唆された。一般に自由市場において資源はニーズの分布に従って分布していく。この前提にたった空間競合仮説では、サービス提供者が総数として少ないときはその分布は大都市や大規模医療機関に偏るが、総数が増えるに

つれてこれらの場所での顧客獲得競争が激しくなり、より人口の少ない地域や規模の小さい医療機関へと拡散していく(Newhouse 1990)。つまり総数が増えるにしたがってサービスの分布はニーズの分布に近づいていく。この空間競合仮説は医療資源の量と分布を考えるうえで魅力的な仮説であり、実際昨年度の研究結果ではこの仮説が画像診断機器の分布を説明しうることを示した。

しかしながら、この画像診断機器を臨床現場で使っている医師、つまり放射線科医の分布については、空間競合仮説が成り立つかどうか不明である。世界最高水準の画像診断機器の台数を誇る我が国であるが、単位人口あたりの放射線科医数は OECD 加盟国の中で最も低いレベルであり、米国の約 1/2 程度である(Nakajima et al 2008)。つまり極めて少ない放射線科医が大量の診断機器に囲まれているのが現在の日本の状況である。したがって限られた人的資源である放射線科医を効率的に活用するために、診断機器の地理的分布と放射線科医の地理的分布に乖離がないことが望ましい。言い換えれば、CT、MRI、PET といった機器が大都市から中小都市へ拡散しているなかで、放射線科医も同様な拡散がなければ、放射線科医の需給バランスのミスマッチが各地で生じることになる。

本研究の第一の目的はこのようなミスマッチが実際に起きているかを検証することにある。昨年度は診断機器の分布を調べたため、本年度は放射線科医の数と分布に焦点をあて、近年のトレンドを分析する。そのうえで診断機器の分布と比較検討を行う。

仮に画像診断機器の分布と放射線科医の分布に乖離があり、それが増大しているとすると、問題解決の方法は大きく 3 つある。一つ目は画像診断機器がこれ以上中小都市へ拡散することを止めること。二つ目は放射線科医を中小都市へ拡散させるような介入を行うこと。そして

三つ目は遠隔画像診断を促進して、放射線科医が都市部にいたまま非都市部の画像を読影できるようなシステムを構築することである。現在の日本の医療制度・法制度においては、三つ目に述べた遠隔画像診断の促進が最も現実的な方策であろう。実際、近年遠隔画像診断サービスを提供する民間企業が出現しており、それを利用する医療機関も増えている印象がある。しかし我が国における遠隔画像診断の利用状況について詳細に調べた研究は乏しい。

そこで本研究の第二の目的として、遠隔画像診断が現在どの程度行われており、近年どのようなトレンドを辿っているかを明らかにする。さらに遠隔画像診断を行っている医療機関の特性も明らかにする。

これらの分析から得られた結果をもとに、放射線診断の提供体制を見直し、望ましい政策オプションについて論じる。

B. 研究方法

本研究は厚生労働科学研究費補助金(統計情報総合研究事業)平成 26 年度分担研究「産科医療および画像診断機器の地理的分布と集約度の研究」で得られた結果の一部を活用しつつ、新たな解析を加えることで実施した。

データ

画像診断機器に関するデータは厚生労働省「医療施設調査(静態調査)」の病院票および一般診療票の平成 17 年、平成 20 年、平成 23 年度個票データを使用した。具体的には平成 17 年、平成 20 年、平成 23 年の病院票および診療所票を使用した。これらデータに入っている検査件数は各医療機関におけるその年の 9 月分の件数である。

放射線科医に関するデータは厚生労働省「医師・歯科医師・薬剤師調査」の平成 18 年、20 年、22 年度、24 年度個票データを使用した。

これらデータに入っている医師数は各年の 12 月のものである。

画像診断機器の分析

画像診断の分析では、平成 17 年データ中の「スパイラル CT」、「MRI」、「PET」の項目を、平成 20 年および 23 年データ中の「マルチスライス CT (multi-detector CT)」、「その他 CT (single-detector CT)」、「MRI (1.5 テスラ以上)」、「MRI (1.5 テスラ未満)」、「PET (conventional PET)」、「PET-CT」の項目を扱った。「マルチスライス CT」と「その他 CT」の件数を合計し「CT」とし、「MRI(1.5 テスラ以上)」と「MRI(1.5 テスラ未満)」の件数を合計し「MRI」とし、「conventional PET」と「PET-CT」を合計し「PET」とした。これらの項目の台数と撮影回数のデータを、各医療機関に割り振られている市町村コードを用いて市町村単位に集計し、市町村人口のデータと接続することによりデータセットを作成した。市町村人口は総務省「統計でみる市区町村のすがた 2013」から抽出した。2005 年から 2011 年まで大規模な市町村合併があったため、各年の市町村境界および人口は 2012 年のものに固定した。よって本研究の地理単位はすべて 2012 年時点の市区町村である。このデータセットをすべての分析に使った。各市区町村の分析に加えて、全市区町村を「大都市(metropolis)」、「市(city)」、「町村(town/village)」の 3 群に分けた分析も行った。「大都市」は政令指定都市の区と東京 23 区 (n=171)、「市」は政令指定都市以外の市 (n=756)、「町村」は町と村を含む (n=884)。尚、東日本大震災に伴い平成 23 年の福島県および宮城県の一部のデータが欠損しているため、年度間比較を可能にするためすべての年度において同地域のデータを削除した。

市町村間の機器台数や撮影件数の格差としてジニ係数を求めた。まず市町村を検査台数

(件数)/人口比の小さい順に並べ、各市町村の累積人口割合を横軸に、累積台数(件数)割合縦軸にプロットし、これを結んだ曲線(ローレンツ曲線)からジニ係数を算出した。

遠隔画像診断については受信と送信のいずれかを行っているものを「遠隔画像診断あり」とみなし、遠隔画像診断ありの医療機関の数および割合を求めた。また平成 23 年のデータを用いて、ロジスティック回帰分析を行い、遠隔画像診断を行っている病院および診療所の特性をオッズ比とその 95%信頼区間で示した。

放射線科医の分析

「医師・歯科医師・薬剤師調査」の医師数のうち、主たる診療科を「放射線科」としている医師を放射線科医とみなし、市町村ごとの総数を求めた。市町村人口は前述の「統計でみる市区町村のすがた 2013」から 2012 年のデータ抽出し、すべての年においてこのデータを用いた。これらの市町村単位に集計した医師数と人口のデータを市町村コードを用いて接続することによりデータセットを作成した。また、機器の分析同様に、市区町村を「大都市(metropolis)」、「市(city)」、「町村(town/village)」の 3 群に分けた分析も行った。

CTおよびMRI撮影 1000 件あたりの放射線科医数を求めるにあたって、医療施設調査と医師・歯科医師薬剤師調査の年度にずれがあるため、平成 18 年の医師調査を平成 17 年の医療施設調査に、平成 24 年の医師調査を平成 23 年の医療施設調査に接続した。

市町村間で単位人口あたり放射線科医数にどの程度格差があるかをジニ係数で求めた。このジニ係数は市町村を放射線科医数/人口比の小さい順に並べ、各市町村の累積人口割合を横軸に、放射線科医数割合を縦軸にプロットし、これを結んだ曲線(ローレンツ曲線)から求めた。ジニ係数の差の検定は bootstrap 法により行った。

放射線科医の数と地域の人口規模との関連を評価するため、各市区町村の人口 10 万対放射線科医数と市区町村人口との相関係数をスピアマンの順位相関分析によって求めた。同様に、各市区町村の CT および MRI 撮影 1000 件対放射線科医数と人口の相関係数も求めた。

使用ソフトウェア

すべての統計解析は SPSS version 21 (IBM-SPSS Japan, Tokyo) を使用したが、ジニ係数の差の検定は STATA (version 12, College Station, TX, USA) を用いた。結果に示した地図は ArcGIS version 10.0 (ESRI Japan Inc.) で作成した。人口データと医師数データの結合、および人口データと医療機器データの結合は Microsoft Access 2010 (日本マイクロソフト) で行った。

C. 研究結果

日本の全医師および放射線科医の数の経年推移を図 1 に示す。2006 年から 2012 年にかけて医師総数は 273686 名から 299155 名に 9.3% 増加したのに対し、うち放射線科医数は 4836 名から 5883 名に 21.7% 増加した。

市町村を 3 群に分けたときの人口 10 万対放射線科医数を図 2 に示す。人口 10 万対放射線科医数は大都市 (metropolis) で最も多く、町村 (town/village) で最も少なかった。この大都市と町村との格差は 2006 年時点で 3.1 倍であったが、2012 年には 3.9 倍に拡大した。これはこの期間、大都市の人口 10 万対放射線科医数が 28.4% 増加したのに対して町村では 2.6% しか増加していないためである。

放射線科医数の市町村間格差を表すジニ係数の推移を表 1 に、そのローレンツ曲線を図 3 に示す。放射線科医の急速な増加にも関わらず、ジニ係数はほぼ一定であった。これは CT、MRI、PET といった画像診断機器の結果と対照的である。放射線科医数のジニ係数と画像診

断機器のジニ係数を重ね書きしたグラフを図 4 に示す。ここに示したように CT、MRI、PET のジニ係数はいずれも低下傾向にある。

CT および MRI 撮影 1000 件あたりの放射線科医数を図 5 に示す。6 年間のあいだに CT 撮影 1000 件対放射線科医数は 17.7% 減少し、MRI 撮影 1000 件対放射線科医数は 1.0% 減少した。これは CT に関して、放射線科医一人当たりの仕事量が増えていることを示唆している。

市町村を 3 群に分けて CT 撮影 1000 件あたりの放射線科医数を示したものが図 6 A である。CT 撮影 1000 件あたりの放射線科医数は大都市で最も多く、町村で最も少なかった。経年的にみると大都市では 18.3% 減少しているのに対し、町村では 29.9% 減少しており、大都市と町村の格差は 1.9 倍から 2.2 倍に拡大していた。同じく市町村を 3 群に分けて MRI 撮影 1000 件あたりの放射線科医数を示したものが図 6 B である。MRI においてもこの値は大都市で最も多く、町村で最も少なかった。大都市では 3.3% 増加しているのに対し、町村では 17.5% 減少していた。大都市と町村の格差は 1.6 倍から 2.0 倍に拡大していた。

人口 10 万対放射線科医数で市町村を色分けした地図を図 7 B に、CT 撮影 1000 件当たりの放射線科医数を図 7 C に、MRI 撮影 1000 件当たりの放射線科医数を図 7 D に示す。これらの値は人口が多く人口密度が高い市区町村で高くなっていることが分かる。

全市区町村における人口と人口 10 万対放射線科医数の相関係数は 0.663 ($n=1811$, $p<0.01$)、人口と CT 撮影 1000 件対放射線科医数の相関係数は 0.621 ($n=1520$, $p<0.01$)、人口と MRI 撮影 1000 件対放射線科医数の相関係数は 0.477 ($n=1174$, $p<0.01$) といずれも有意な相関が認められた。これらの値は、放射線科医が人口の多い市区町村に集中していることを示している。

遠隔画像診断を利用している病院および診療所の数を図8に示す。病院も診療所も遠隔画像診断を利用している施設数は増えている(病院69.6%、診療所は18.1%の増加)。遠隔画像診断を利用している病院および診療所の割合を図9に示す。病院ではその割合は急速に増加(78.7%の増加)しているが、診療所はわずかの増加(9.1%)にとどまっている。

遠隔画像診断の利用と関連する病院特性を調べたロジスティック回帰分析の結果を表2に示す。町村あるいは市に所在していること、公的病院であること、CT/MRI/PETのいずれかを保有していること、ベッド数が多いことといった特性を持つ病院において遠隔画像診断の利用が多いことが明らかとなった。遠隔画像診断の利用と関連する診療所特性の結果を表3に示す。病院とは対照的に、診療所の所在地は遠隔画像診断の利用と有意な関係がなかった。

D. 考察

本研究の結果から、近年我が国では放射線科医が急速に増加しているにもかかわらず、放射線科医の地理的分布は大都市に偏ったままであることが明らかとなった。これは数の増加が偏在を是正させていた画像診断機器とは対照的である。言い換えると、画像診断機器の数と分布の関係は市場原理に基づく空間競争の影響を受けているが、放射線科医のそれは空間競争の影響をあまり受けてないと思われる。また、放射線科医が増えているとはいえ、画像新だ機器の利用件数の増加はそれを上回っており、放射線科医の労働負担はむしろ増えている可能性があることが示された。この過重労働の可能性は特に非都市部において高く、この点に関する都市部と非都市部の格差は拡大している可能性があることも示された。この都市部と非都市部の格差を埋める手段である遠隔画像診断

については、特に病院において増加していることが明らかになった。非都市部の病院は都市部の病院に比べて遠隔画像診断を利用する割合が高かった。

空間競争仮説によると、資源が最大限に使われる(最大限の利益をあげる)よう合理的に配置されると仮定すると、資源の総量が少ないうちはその資源は大都市や大施設に偏った分布になるが、資源量が増えるにしたがって需要の分布に一致した分布をとるようになってくる。これは資源が少ないときは大都市等に集中したほうが効率よく資源が使われる(利益をあげられる)のに対し、資源が増えてくると需要をめぐって大都市等で過当競争がおき、より小規模な地域のほうが利益を得やすくなるためである(Newhouse 1990)。

本研究の結果、画像診断機器についてはこの空間競争仮説が概ね成り立っているが、放射線科医については成り立っていないことが明らかになった。つまり画像診断機器については資源量の増加が分布の均等化を起こしていたが、放射線科医についてはその数の増加が分布の均等化を起こしておらず、大都市への偏在が継続していた。

この数量・分布関係の違いの理由として考えられるのは、画像診断機器は物的資源であり、放射線科医は人的資源だという点である。物的資源の価格は全国一律であり、それを支払えばどのような場所にあるどのような規模の医療機関であっても原則所有することができる。よって物的資源の場合、量と分布の関係は空間競争仮説によって説明しやすい。一方、医師のような人的資源は医療機関の場所、規模、その他条件によって確保しやすさが著しく異なる。放射線科医のように専門性の高い医師であればなおさらそうである。一般に医師をはじめとする人的資源は都市部を好む傾向があるため、へき地等の医療機関は大都市の医療機関に比べ人的資源の確保が困難である。このような条件

下では空間競合は理論通りには起こりにくい。つまり資源量の増加が分布の均等化を引き起こしにくい。実際、先行研究によると我が国で過去30年間に医師が急速に増加しているにもかかわらずその地理的偏在の程度はほぼ不変である(Kobayashi et al 1992, Matsumoto et al 2010)。

また本研究では放射線科医の労働負荷が強まっている可能性を示した。日本は他の先進国に比べて著しく多くのCTやMRIを保有している。日本の人口10万人対CT台数は101とOECD加盟国中最多であり、2位のオーストラリア(44)の2倍以上である(OECD 2014)。同様にMRIの数も世界一である。その一方で放射線科医は少なく、OECD加盟国中最下位の水準である(Nakajima et al 2008)。つまり我が国は放射線科医の労働負担が大きくなりがちな構造になっているといえる。実際、日本で撮影されたCTやMRI画像のうち放射線科医によって読影されるのは40%程度であるのに対し、ヨーロッパでは14カ国中13カ国でほぼすべての画像が放射線科医によって読影されているという報告がある(Nakajima et al 2008)。加えて本研究の結果から、この物的資源量と人的資源量のギャップは近年拡大傾向であることが示された。さらに本研究では放射線科医の担う労働量をCTやMRIの撮影件数と放射線科医の比によって求めたが、実際にはこの比で示される以上の労働負荷増加があるものと思われる。例えば、一回の撮影で得られる画像枚数はCTやMRIの機器性能の向上に伴って飛躍的に増えている。同じ一回のCT撮影でも以前と現在とでは放射線科医が目を通さなければならぬ画像数は大きく異なる。したがって放射線科医の労働力を増大させる、あるいは画像診断機器の過剰使用を抑制するような方策が今後必要になってくると考えられる。

例えば画像診断機器の使用を放射線科医が読影可能な量にとどめるといった策が考えら

れる。2008年の診療報酬改定において画像診断管理加算2の算定条件として撮影されたCTおよびMRIの画像のうち80%以上が常勤の放射線科医によって読影されていることとされた。この条件がCTやMRIの利用を抑制した可能性がある。図5と図6から分かるように、2005年から2008年にかけてCTおよびMRI撮影1000件対放射線科医数は急速に減少しているものの、2008年から2011年にかけては減少率が緩和されている、あるいはむしろ増加に転じている場合もあった。この結果はこの診療報酬改定によるものの可能性がある。

また、国全体として放射線科医不足が進んでいるうえに、都市部と非都市部の不足度のギャップも開大している。画像診断機器は非都市部に拡散しているにもかかわらず、放射線科医は都市部に偏在したままであるためである。画像診断機器も放射線科医も増え続けている現状では、このギャップの開大も続いていくことが予想される。前述したように放射線科医に限らず医師という職業集団には市場原理による適正配置の力が働きにくく、強力な法規制などがない限り、偏在の是正は困難である。よって現実的な打開策としては遠隔画像診断を用いて都市部の放射線科医が非都市部で撮影された画像の読影を行うということになる。

実際、遠隔画像診断の利用は順調に増えていた。特に非都市部の病院においてそうであった。今後この流れを政策的に後押しすることが望ましいと思われる。

E. 結論

画像診断機器のような物的資源は量と分布の関係に市場原理が働きやすく、総量をコントロールすることで分布もコントロールできる可能性があるのに対し、放射線科医のような人的資源は、数をコントロールして分布は市場に任せるといったアプローチでは望ましい分布

になりにくい。放射線科医は国全体として不足傾向であるが、特に非都市部においてその傾向が顕著であり、都市部とのギャップは近年広がっている。このギャップを埋める現実的な手段として遠隔画像診断があり、特に非都市部の病院で利用が進んでいる。今後この流れをより推進する政策が必要と思われる。

参考文献

Kobayashi Y, Takaki H. Geographic distribution of physicians in Japan. *Lancet* 340: 1391-3, 1992

Matsumoto M, Inoue K, Bowman R, Noguchi S, Toyokawa S, Kajii E. Geographical distributions of physicians in Japan and US: Impact of healthcare system on physician dispersal pattern. *Health Policy* 96: 255-61, 2010

Nakajima Y, Yamada K, Imamura K, Kobayashi K. Radiologist supply and workload: international comparison. *Radiation Medicine* 26: 455-65, 2008

Newhouse JP. Geographic access to physician services. *Annual review of public health* 11: 207-30, 1990

OECD. *OECD Health Statistics* 2014.

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

Matsumoto M, Koike S, Kashima S, Awai K. Geographic distribution of CT, MRI and PET devices in Japan: A longitudinal analysis based on national census data. *PLoS One* 10(5): e0126036, 2015

Matsumoto M, Koike S, Kashima S, Awai K. Geographic distribution of radiologists and utilization of teleradiology in Japan: a longitudinal analysis based on national census data. *PLoS One* 10(9): e0139723, 2015

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

表1 市町村レベルの放射線科医数のジニ係数

	2006	2008	2010	2012
ジニ係数	0.61912	0.61769	0.61961	0.61791
2006年値との差のP値		0.754	0.927	0.83

表2 遠隔画像診断の利用に関連する医療機関特性（病院：n=8,632）

	Odds ratio	95% CI	P
Place			
Metropolis	1		
City	1.319	1.11 - 1.566	0.002
Town/village	1.612	1.257 - 2.068	<0.001
Ownership			
Private	1		
Public	1.916	1.635 - 2.246	<0.001
Diagnostic device			
without CT or MRI or PET	1		
with CT or MRI or PET	16.671	10.668 - 26.052	<0.001
Number of radiologists	1.007	0.983 - 1.033	0.561
Number of beds (per 100 beds)	1.071	1.024 - 1.121	0.003

CI: confidence interval

表3 遠隔画像診断の利用に関連する医療機関特性（診療所：n=101,083）

	Odds ratio	95% CI	P
Place			
Metropolis	1		
City	0.764	0.672 - 0.87	<0.001
Town/village	0.908	0.733 - 1.125	0.376
Ownership			
Private	1		
Public	3.185	2.58 - 3.933	<0.001
Diagnostic device			
without CT or MRI or PET	1		
with CT or MRI or PET	18.777	16.721 - 21.086	<0.001

CI: confidence interval

図1 医師総数と放射線科医数の推移

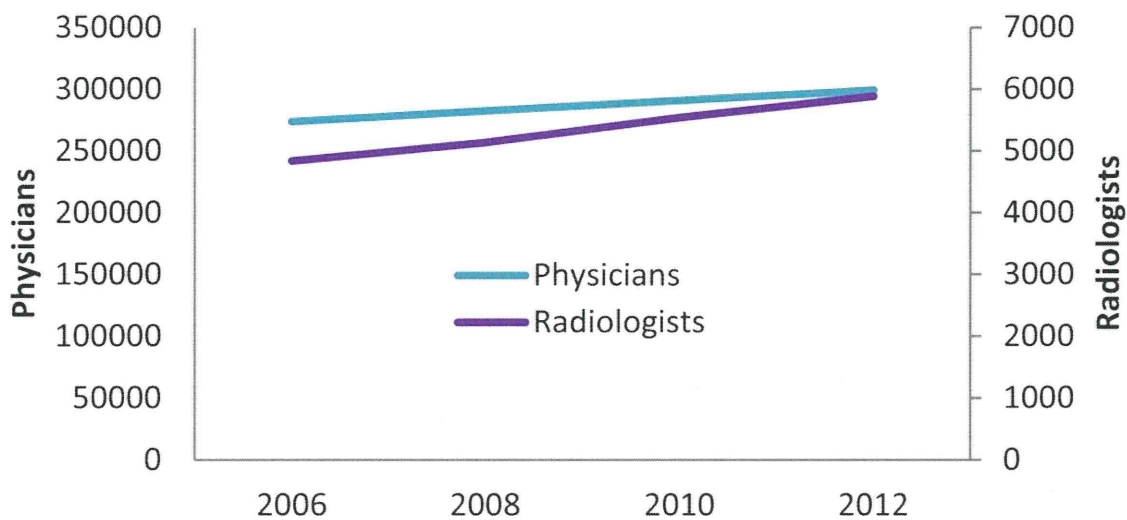
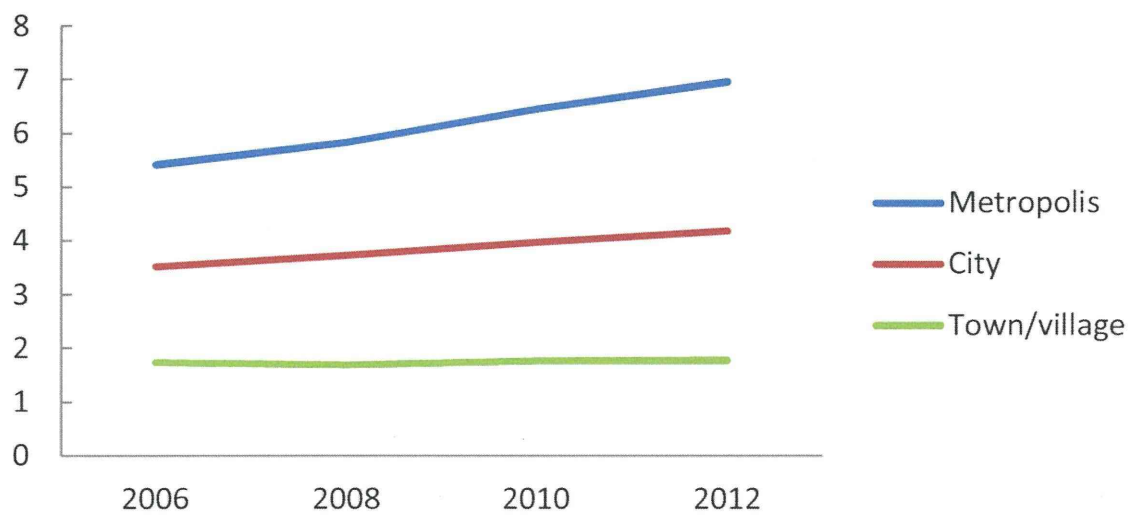


図2 大都市(metropolis)*、市(city)*、町村(town/village)の人口 10 万人あたり放射線科医数



* 政令指定都市の区および東京 23 区を「大都市」とし、その他の市を「市」とする

図3 市町村レベルの放射線科医数のローレンツ曲線

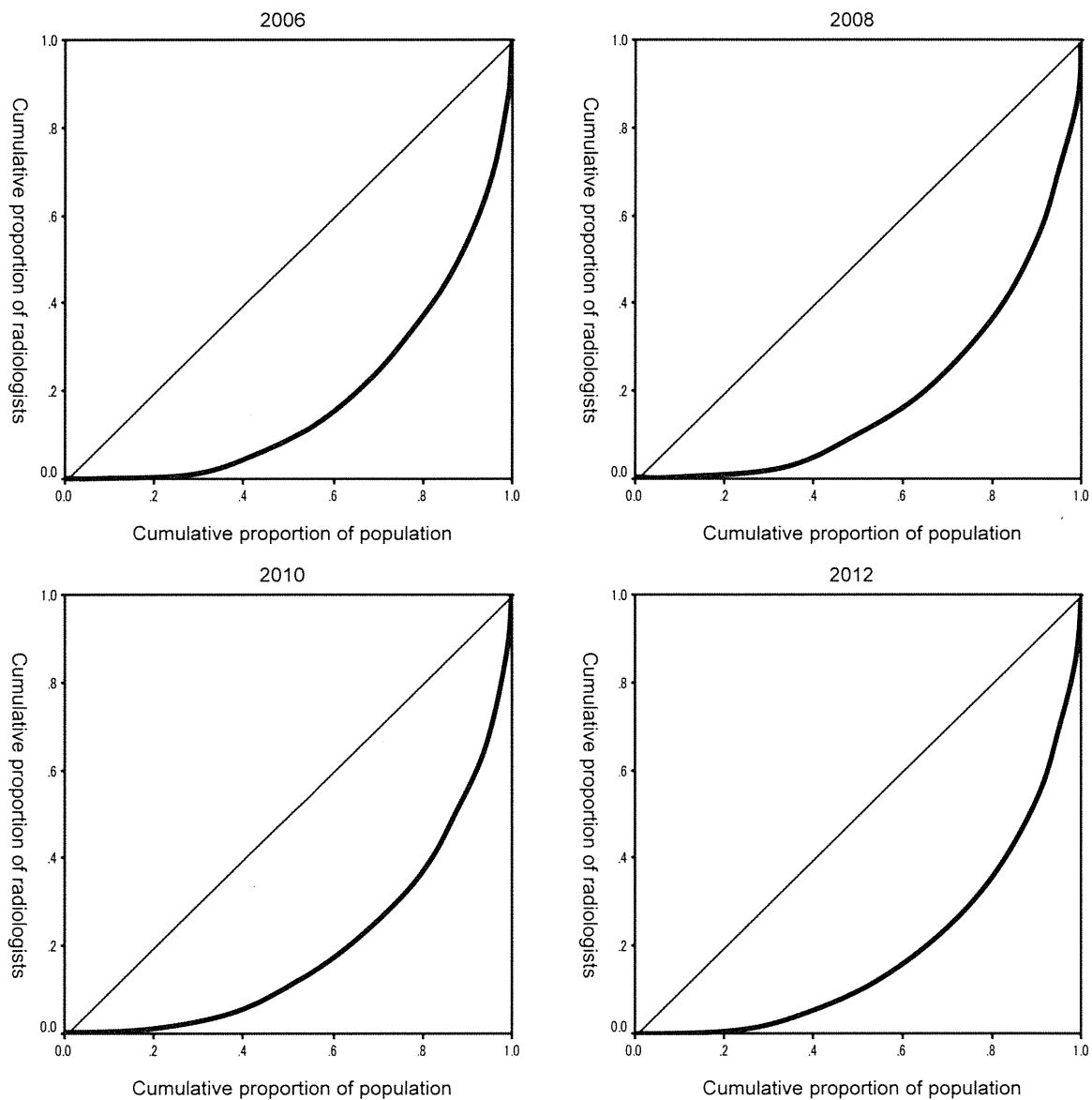
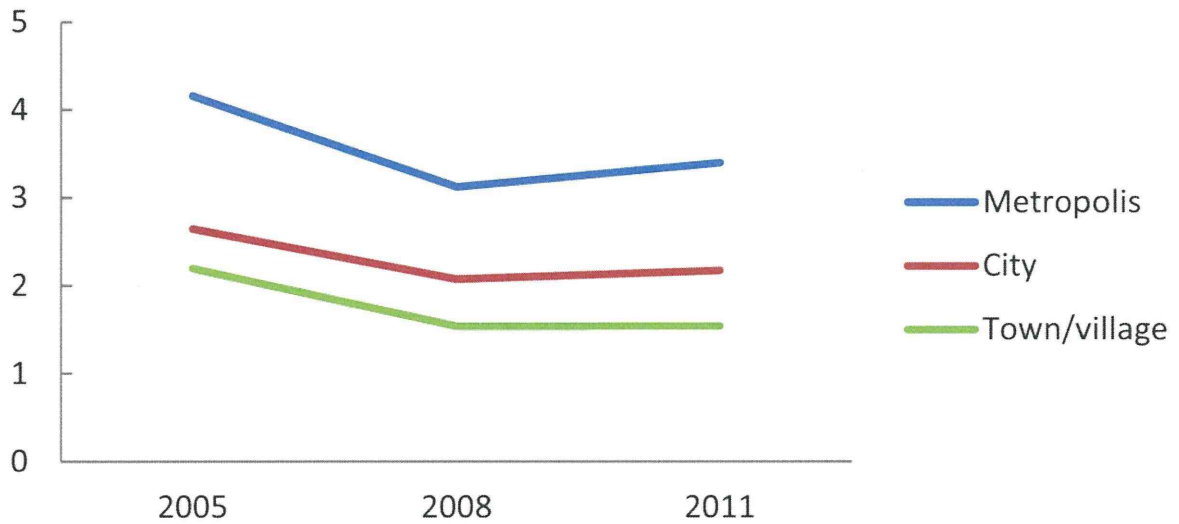


図4 市町村レベルの放射線科医数と画像診断機器撮影回数のジニ係数



* 政令指定都市の区および東京 23 区を「大都市」とし、その他の市を「市」とする

図 6 B 大都市(metropolis)*、市(city)*、町村(town/village)の MRI 撮影 1000 件あたり放射線科医数

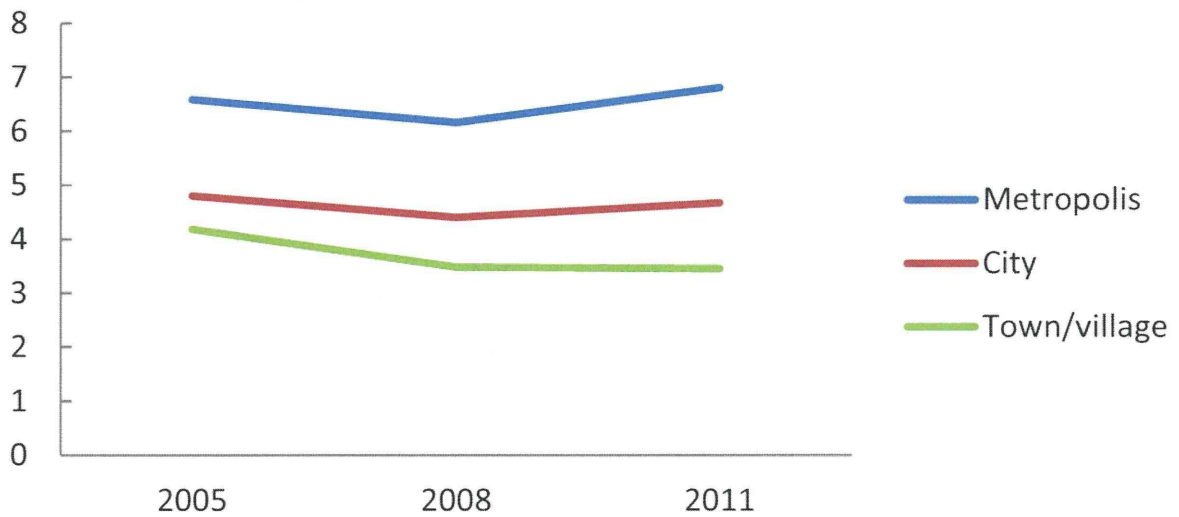


図 7 人口 10 万人あたり (7B)、CT 撮影 1000 件あたり (7C)、MRI 撮影 1000 件あたり (7D) の放射線科医数 (比較のために人口および人口密度も示す (7A))