

歯科医療需要の視点からみた全国市区町村診療所歯科医師数人口比の 10 年間
（1998-2008）の地域（格）差と地域集積性について

研究協力者 瀧口 徹^{1,2)}

研究協力者 青山 旬³⁾

分担研究者 深井穂博⁴⁾

研究代表者 安藤雄一⁵⁾

1) 新潟医療福祉大学医療経営管理学部医療情報管理学科

2) 神奈川歯科大学社会歯科学講座歯科医療社会学分野

3) 栃木県立衛生福祉大学校歯科技術学部

4) 深井保健科学研究所

5) 国立保健医療科学院生涯健康研究部・地域保健システム研究分野

研究要旨

歯科医師供給の偏りを主因として歯科医療の需要にも地理学的な偏りがあるとの仮説に基づき、その地理学的な偏りを視覚化し、さらに定量的評価を行った。具体的には日本の全市区町村の人口 10 万当たりの歯科診療所歯科医師数（診療所歯科医師数人口比）を 1998 年と 2008 年の 2 時点で捕らえ、それぞれの時点、および 2 時点間の地域（格）差と地域集積性の変化を解析した。特に、都道府県単位の先行研究で指摘されている病院歯科勤務歯科医師数人口比が 2008 年の診療所歯科医師数人口比の増加要因となるかを市区町村単位でも検証することを主眼とした。さらに診療所歯科医師数人口比の全市区町村の分布および 10 年間の変化から歯科医療の供給が今なお不足する可能性の高い市区町村と地域を洗い出し、その地理的な傾向を全国的に明らかにすることを試みた。その結果は下記の 5 点である。

①病院歯科医師数人口比はその後の診療所歯科医師数人口比の増加要因である。

②しながら、その関連はここ 10 年間に変曲点を迎え、病院歯科医師数人口比は診療所歯科医師数人口比のむしろ減少要因に変化しつつある。

③全国の歯科医師分布の地域（格）差を地理学的に俯瞰すると 10 年間で診療所歯科医師数人口比の変化は小さく、歯科医師数の人口比が低い自治体は海岸部よりも内陸部が多い。

④全国の歯科医師分布の地域集積性を地理学的に俯瞰すると、ここ 10 年北海道では歯科医師不足の自治体が増加している。その他の地域の変化は少ないが地域差と同様内陸部に歯科医師が少ない地域が固まって存在している傾向がある。

⑤以上のことより歯科医師の需給問題の検討に当たっては地理学的な視点が重要であり、その計測法は地域差、地域集積性の両指標を用いることが望ましいと考えられた。

A. 研究目的

歯科医師の供給は 29 歯科大学・歯学部（以下、歯科大学）の地理学的分布に元々偏りがあるので供給側の地域（格）差は論を待たない。問題は卒業後に一定の期間研修を終えたあと臨床医等としてどのような動態を示すかである。2005 年の著者ら¹⁾の都道府県単位での 20 年渡る長期時系列解析によって国立大学歯学部が設置されている都県における歯科医師増加率が著しいことが判明している。このことは様々な社会学的理由により出身歯科大学の周辺に開業するか、あるいは国立大学がより多くの研修医を寄せて地域歯科医療に貢献するという卒後研修機能が高いかのいずれかあるいは両方だと考えられる。いずれにせよ歯科大学が設置されていない都道府県、また設置されていても歯科大学から地理的に離れている市区町村においては経年的に慢性的歯科医医師不足が続いて、その結果、歯科疾患量ではなく歯科医師供給の偏りを主因として歯科医療の潜在的需要が高い地域が存在していることが推定される。これまで都道府県単位や単一の県の市区町村において歯科医師の人口比が比較されてきたが全国全市区町村の、かつ隣接市区町村との関連で地域集積性を検証した研究は皆無である。そこで今回、歯科医師の分布の地理学的な偏りをいわゆるマップ情報として視覚化し、さらに定量的に捕らえることを試みた。最終的に今後の歯科保健医療の施策に反映させる基礎資料を得ることを目途に、日本の全市区町村の人口 10 万当たりの歯科診療所歯科医師数（診療所歯科医師数人口比）を 1998 年 12 月 31 日と 2008 年 12 月 31 日の 2 時点で捕らえ、それぞれの時点、および 10 年を隔てた 2 時点間の地域（格）差と地域集積性の変化を解析することを目的とした。特に、前述の著者らの都道府県単位の先行研究結果¹⁾から市区町村単位でも 1998 年時点での病院（大学病院を含む）勤務歯科医師数人口比が 2008 年の診療所歯科医師数人口比の増加要因となるかを検証することを主眼とした。さらに 1998 年および 2008 年の診療所歯科医師数人口比の全市区町村の分布および 10 年間の変化から歯科医療の需給バランスが悪い（今なお歯科医師が不足する）市区町村と地域を洗い出し、その地理的な傾向を明らかにすることを合わせて試みた。

B. 研究方法

1) 全国市区町村変遷情報ファイルの作成

1998 年（平成 10 年）と 2008 年（平成 20 年）の間には地方自治法改正に伴う、いわゆる「平成の大合併」があり 3,300 余の市区町村が 2,000 弱と大変動した。このため 10 年を隔てた 2 時点間で互換性のある比較データマスターファ

イル作成の技術的問題点は下記の 3 点であった。

- ① 1998 年と 2008 年のいずれの市区町村を比較の基準とするか
- ② 市区町村の統廃合の年月日の情報の一元化、体系化
ある調査年月日のある市区町村のデータは比較年月日の時点 d でどの市区町村に統合しているかの市区町村変遷一覧表の作成
- ③ ①、②に基づく全国市区町村のデータ統合のアルゴリズム確立（処理プログラミングに必要）

①については保健政策に反映させる観点から 2008 年を基準としたが、ESRI Japan 社が web 上に無償で提供している特殊な地理情報ファイル（shape file）²⁾の最新版は 2006 年 12 月 31 日現在の全国市区町村の境界情報となっているため、この shape file の年月日、すなわち 2006 年 12 月 31 日を比較年月日とした。

②については表 1 に示す d) の情報源から 1985-2008 年の全国各市区町村がいつこの市区町村と合併したか（どの市町村が見掛け上消滅したか）、あるいは町から市への市制を敷いたか、あるいはほどこと統合し、その後政令指定都市となり区制を敷いたか等の一覧表を作成し市区町村番号を ID としてデータファイル（全国市区町村変遷情報ファイル）化した。

③については図 1 に本解析に先立って行った全国市区町村データの統合の手順を示す。図 1 に示すように 1998 年および 2008 年 12 月 31 日に調査された全国市区町村歯科医師数、2000 年と 2005 年 10 月 1 日に調査された全国市区町村人口動態情報を、全国市区町村変遷情報ファイルを基に上記アルゴリズムに基づき BASIC でプログラム開発して 2006 年 12 月 31 日の shape file 登録の 1976 市区町村に振り分け統合した。なお、全国市区町村変遷情報ファイルはランダムファイル化して処理の効率化を図った。

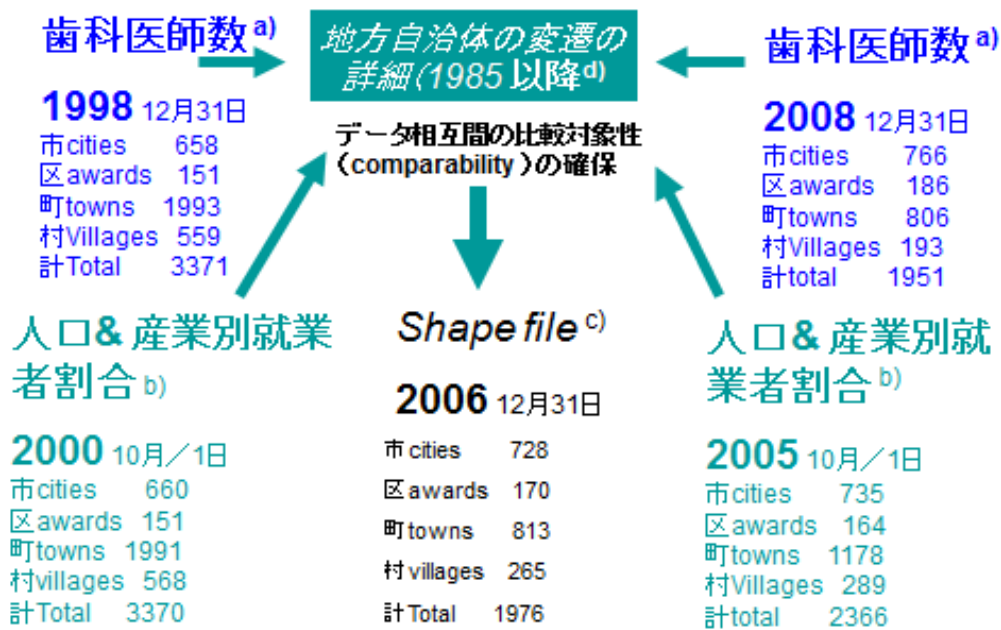


図1 全国市区町村歯科医医師数、人口、地理情報のデータの統合

表1 解析情報源

a) 医師・歯科医師・薬剤師調査 2年毎

<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/33-20.html>

b) 国勢調査 5年毎

<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/index.htm>

c) Shapefile (構成: *.shp, *.dbf, *.sbx)

全国市区町村 提供 ESRI Japan Corp

<http://www.okada.jp/org/RWiki/index.php?ShapeFile%A5%E9%A5%A4%A5%D6%A5%E9%A5>

d) 市区町村変遷情報(1985年以降)

d-1 市区町村変遷履歴情報 都道府県別一覧

<http://uub.jp/upd/tpindex.html>

d-2 国土地理院 市町村変更情報

<http://www.kokudo.or.jp/marqe/change.html>

d-2 市町村コード一覧表

<http://www.tt.rim.or.jp/~ishato/tiri/code/rireki/01hokkaido.htm>

<http://jichitai.aitw.net/>

2) 解析項目と解析法

(1) 人口規模別自治体数(2006年12月31日)

- (2)1998年と2008年の勤務施設別歯科医師数
- (3)病院歯科勤務歯科医師人口比の高い市区町村マップ
- (4)人口規模別の歯科医師数人口比とその差比較
- (5)1998年と2008年の診療所歯科医師数人口比およびその差の変動要因の重回帰分析 分析はSPSS 12.0を用いた。
- (6)1998年と2008年の診療所歯科医師数人口比およびその差の単相関分析
- (7)1998年と2008年の病院歯科勤務歯科医師人口比および診療所歯科医師数人口比のGini係数による地域(格)差比較
Gini係数の計算とローレンツ曲線の算出はエクセル統計2010を用いた。
- (8)2008年の診療所歯科医師数人口比およびその差の地域集積性分析(1因子および2因子解析)なお、地域集積性の分析はイリノイ大学のLuc Anselinが開発しweb上で公開しているOpenGeodaを用いた。
- (9)1998年と2008年の診療所歯科医師数人口比の地域(格)差および地域集積性の視覚的傾向と変化比較

3) 倫理審査

なお、本研究に用いたデータは、総務省が5年ごとに行っている国勢調査、厚生労働省が2年ごとに行っている医師、歯科医師、薬剤師調査、国土地理院が毎年行っている市町村変遷調査等の官製情報は全てweb上で公開されている。またshape file形式の全国市区町村の地理情報はESRI Japan Corpがweb上で公開しており、官製、民間とも解析に用いたこれらの情報は全てweb上で、あるいは資料として公開されている。従って個人情報ではなく、かつ公開された情報であり個人情報に拘わる倫理上の配慮はそれぞれの機関・専門団体が公表段階で既になされているデータなので改めて倫理委員会の認可は必要ないと判断した。

C. 研究結果および考察

1) 個々の解析項目の結果および考察

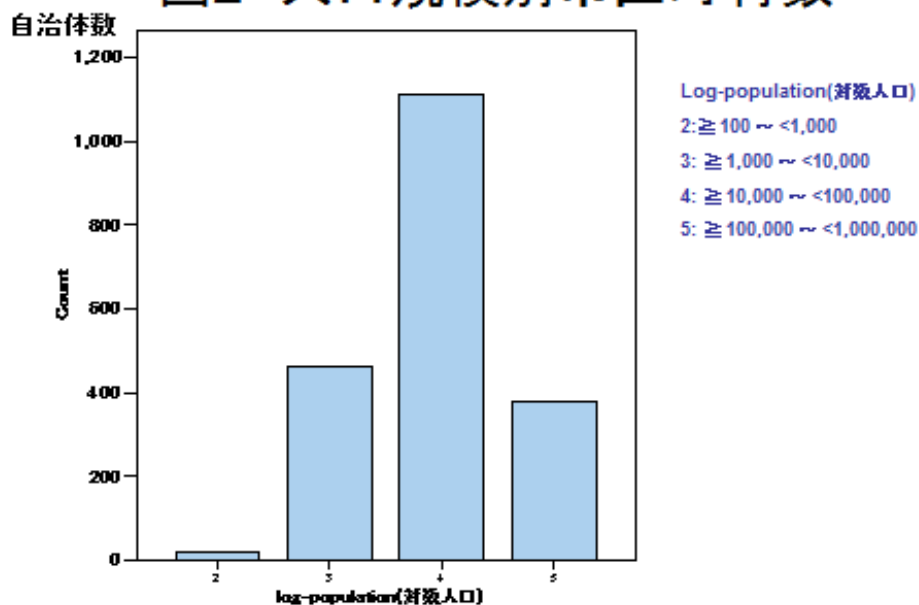
(1)人口規模別自治体数(2006年12月31日時点)

図2に1998年12月31日の人口をshape fileの2006年12月31日の時点の総数1976の市区町村地理情報に換算した人口規模別自治体数を示す。横軸は凡例に示すとおり常用対数(\log_{10})で変換し4区分になっているので人口規模が1万未満の自治体は500弱、1万~10万未満が約50%の1,100自治体、10万以上の自治体は400弱であった。

なお、調査期間中に合併した市区町村中最も多く自治体と合併したのは新潟県新潟市の15市町村、次いで新潟県上越市の14市町村、静岡県浜松市の12

市町村愛媛県今治市の 12 市町村の順であった。また長野県山口村は長野県でなく岐阜県中津川市に編入された。山梨県上九一色村は甲府市と富士河口湖町に分割された。また東京都の三宅島は自然災害（火山噴火）により 2000 2 月 1 日から一時的に人口が 0 となった等の特殊なケースにも対応した。

図2 人口規模別市区町村数



注) 1998/12/31時点の推定人口をshape file 作成年月日の2006/12/31時点の区市町村に換算して比較

(2)1998 年と 2008 年の勤務施設別歯科医師数

表 2 に 1998 年と 2008 年の勤務施設別歯科医師数を示す。10 年間に総数で約 1 万人の歯科医師が増加した。そしてそのほとんどは診療所歯科医師の増加であった。

表2 勤務施設別歯科医師数

	1998/12/31	2008/12/31	人
総数(A+B)	88,061	99,426	
A.医療施設	85,669	96,674	
a1病院	11,543	12,061	
a1-1医育機関	9,313	9,173	
a1-2医育機関以外	2,230	2,888	
a2診療所	74,126	84,613	
B.その他 (研究所、福祉施設、行政等)	2,392	2,752	

出典：主管省庁：厚生労働省 医師・歯科医師・薬剤師調査

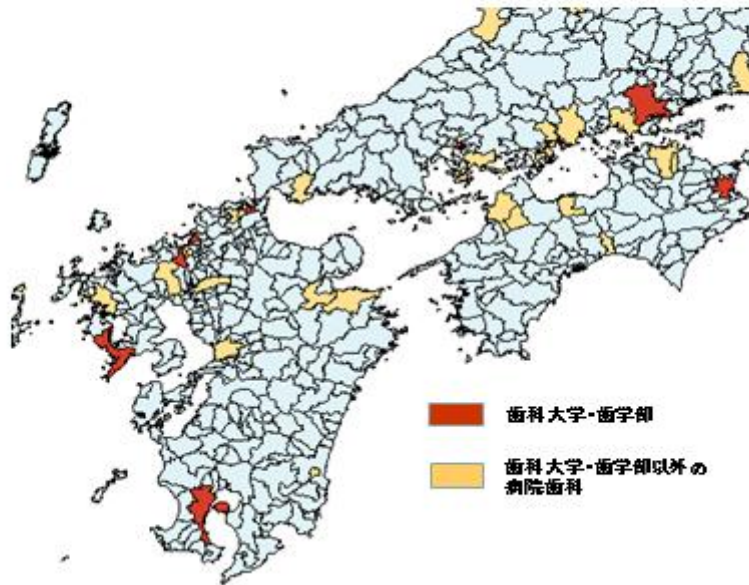
(3)病院歯科勤務歯科医師人口比の高い市区町村マップ

図 3-1 に関東、図 3-2 に中国、四国、九州地方を示す。いずれも歯科大学が立地する市区は明らかに病院歯科勤務歯科医師の密度が高く一目瞭然であった。視覚的な傾向として関東においては密度が高い歯科大学の周辺に病院歯科（医科大学病院を含む）勤務歯科医師数比率が比較的高い市区が輪状に存在している。しかし中国、四国、九州地方はそうした傾向は顕著でないことが見て取れた。北海道、中部、東海、近畿は中国、四国、九州地方と同様の傾向を示した。

図3-1 関東地方における病院歯科勤務歯科医師人口比の高い自治体(2008年)



図3-2 中国、四国、九州地方における病院歯科勤務歯科医師人口比の高い自治体 (2008年)



(4)人口規模別の歯科医師数人口比とその差比較

表 3-1 常用対数変換による人口 4 区分別の人口 10 万当たり歯科医師数の基礎統計量 (1998, 2008)

人口10万 当診療所 歯科医師	対数変換 人口	N	平均	SD	SE	95%CI		最小値	最大値
						下限	上限		
1998/12/ 31	2	21	11.30	35.98	7.85	-5.08	27.68	0.00	132.98
	3	464	34.88	20.77	0.96	32.99	36.78	0.00	139.18
	4	1111	48.91	63.49	1.90	45.17	52.65	0.00	1716.71
	5	380	61.74	30.91	1.59	58.63	64.86	28.40	434.92
	全体	1976	47.68	51.52	1.16	45.41	49.96	0.00	1716.71
2008/12/ 31	2	21	21.92	55.74	12.16	-3.45	47.30	0.00	185.87
	3	464	41.40	26.11	1.21	39.02	43.79	0.00	199.00
	4	1111	53.72	42.01	1.26	51.25	56.20	16.10	1156.47
	5	380	68.81	26.81	1.38	66.10	71.51	32.39	348.47
	全体	1976	53.39	37.57	0.85	51.74	55.05	0.00	1156.47
前後差	2	21	10.62	55.66	12.15	-14.72	35.96	-104.38	185.87
	3	464	6.52	23.76	1.10	4.36	8.69	-139.18	118.75
	4	1111	4.81	26.17	0.79	3.27	6.35	-560.25	70.54
	5	380	7.06	9.86	0.51	6.07	8.06	-86.45	64.92
	全体	1976	5.71	23.84	0.54	4.66	6.76	-560.25	185.87

1) 常用対数変換人口の変換式 :INT (LOG₁₀ (population))

2) 常用対数変換コード: 2:100-999, 3:1,000-9,999 4:10,000-99,999, 5: 100,000-999,999 人

表 3-2 常用対数変換による人口 4 区分別の人口 10 万当たり歯科医師数の人口規模別および前後比較 (1998 vs. 2008)

一元配置分散分析 (One-way ANOVA)

常用対数による人口4区分の群間の有意性

年	群	間	im of Squar	df	Mean Square	F値	有意性.
1998	群	間	180656.33	3	60218.7756	23.46	0.0000
	群	内	5061801.94	1972	2566.8367		p<0.001
	全	体	5242458.27	1975			
2008	群	間	177901.93	3	59300.6420	44.81	0.0000
	群	内	2609602.52	1972	1323.3278		p<0.001
	全	体	2787504.44	1975			
1998 vs. 2008	群	間	2407.50	3	802.4997	1.41	0.2373
	群	内	1120408.62	1972	568.1585		n.s
	全	体	1122816.12	1975			

1) 常用対数変換人口の変換式 :INT (LOG₁₀ (population))

2) 常用対数変換コード: 2:100-999, 3:1,000-9,999 4:10,000-99,999, 5: 100,000-999,999 人

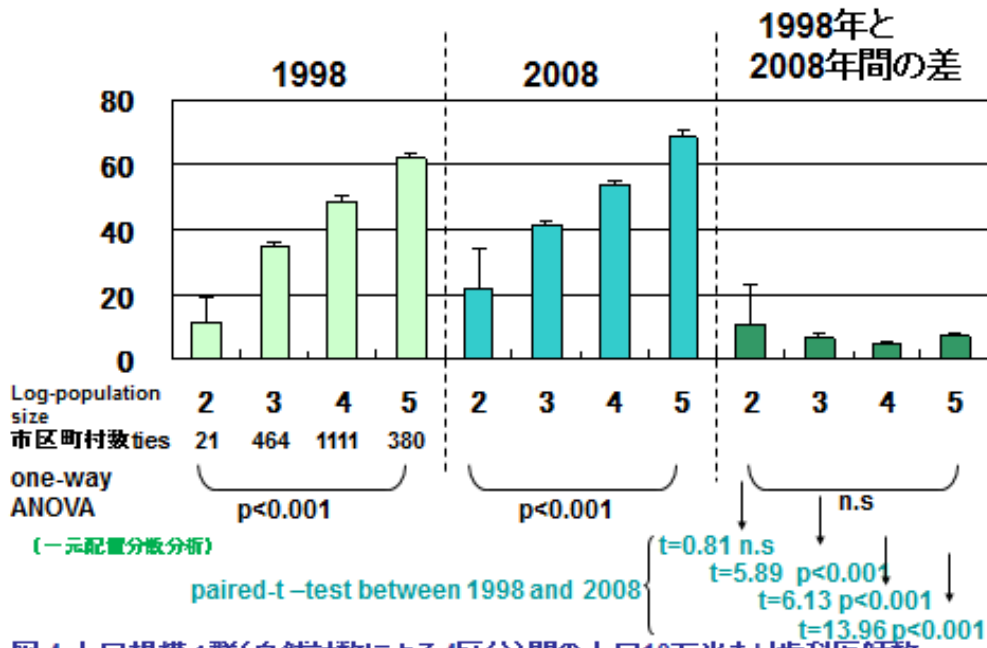


図4 人口規模4群(自然対数による4区分)間の人口10万当たり歯科医師数
 - 1998年および2008年および前後差検定 -

表 3-1 に常用対数 (\log_{10}) で 4 区分した人口規模ごとの診療所歯科医師数人口比の基礎統計量を示す。次いで表 3-2 に 1998 年、2008 年の人口規模間の差および前後差の一元配置分散分析 (ANOVA) 結果を示す。また図 4 にこれらの分析結果を図示する。1998 年、2008 年とも人口規模が大きくなるにつれて診療所歯科医師数人口比が高い傾向が一元配置分散分析で $p<0.001$ と高度に有意であった。しかしながら人口規模 4 区分ごとに 1998 年と 2008 年間の差をみると分散分析で有意でなかった。また人口規模別の前後比較において、規模 2 (人口 1,000 人未満の自治体) は 10 年間で増加している傾向が対応のある t 検定で有意でなかったが、一方、規模 2,3,4 ではそれぞれ高度に有意、 ($p<0.001$) であった。これらのことから少なくとも直近の 10 年間は診療所歯科医師数人口比が増加しているものの市区町の人口規模によって診療所歯科医師数人口比の増加率が異なることが示された。過去に顕著であったように歯科医師の開業が都市に集中した時代は終わり、開業歯科医師の増加傾向が鎮静化あるいは人口規模によって均等化してきたことを示していると考えられた。

(5) 1998 年と 2008 年の診療所歯科医師数人口比およびその差の変動要因の重回帰分析

表 4 に示す 2 種類の従属変数 (目的変数) と人口動態、産業構成に関連した 6

個の独立変数（説明変数）で強制変数法による重回帰分析（forced-MRA）を行った。

表 4 重回帰分析(強制変数法)の従属変数と独立変数

従属変数(目的変数):

日本の全市区町村における歯科診療所歯科医師数人口比(管理者+勤務者)

1998年12月31日時点 → 診療所歯科医師数人口比の変数名: **clinic98r**

2008年12月31日時点 → **clinic08r**

1998年12月31日と2008年12月31日間の差 → **clinicdif**

変数	変数略語	指標の内容
推定人口(1998)	1-a est1998	:1998年推定人口
推定人口(2008)	1-b est2008	:2008年推定人口
15歳未満人口比率(2000)	2 rit15a	:15歳未満人口比
65歳以上未満人口比率(2000)	3 rge65a	:15歳以上人口比
第1次産業就業者割合(2005)	4 rateind1	:第1次産業就業者割合 (%)
第2次産業就業者割合(2005)	5 rateind2	:第2次産業就業者割合 (%)
第3次産業就業者割合(2005)	6 rateind3	:第3次産業就業者割合 (%)
病院勤務歯科医師人口比率(1998)	7 hospital98r	:病院勤務歯科医師人口比率(1998年)

表 5-1 重回帰分析 1998

従属変数(目的変数):

日本の全市区町村における歯科診療所歯科医師数人口比(管理者+勤務者)

1998年12月31日現在の歯科診療所歯科医師数比 → **clinic98r**

a		Predictors: (Constant), hospital98, rit15a, rateind3, rateind1, rateind2, est1998, rge65a							
b		Dependent Variable: clinic98r							
Model	Dependent Variable	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Collinearity Statistics	
1	clinic98r	B	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Tolerance	VIF
	(Constant)	160.2295		7.5625	0.00000000	118.6776	201.7814		
1998年推定人口	1 est1998	-0.0001	-0.1156	-5.1031	0.00000000	-0.0001	0.0000	0.6785	1.4739
15歳未満人口比率	2 rit15a	-6.6157	-0.2667	-10.467	0.00000000	-7.8553	-5.3762	0.5367	1.8633
65歳以上未満人口比率	3 rge65a	-1.1546	-0.1512	-4.9583	0.00000000	-1.6113	-0.6979	0.3748	2.6682
第1次産業就業者割合	4 rateind1	-7.7592	-0.1773	-8.7457	0.00000000	-9.4992	-6.0192	0.8474	1.1801
第2次産業就業者割合	5 rateind2	-0.1451	-0.0233	-1.0139	0.31070000	-0.4259	0.1356	0.6602	1.5147
第3次産業就業者割合	6 rateind3	0.6187	0.1297	4.4544	0.00000000	0.3463	0.8911	0.4108	2.4343
1998病院勤務歯科医師人口比率	7 hospital98r	0.5314	0.427	21.517	0.00000000	0.483	0.5799	0.8845	1.1306

説明 1: Durbin-Watson statistic(DW)=1.2722 は正の自己相関(図5におけるDL:1.603より小さい)を示し、市区町村間の歯科医師数人口比は互いに独立でなく地域集積性(spatial clustering)の存在を示唆している

説明 2: 上記重回帰モデルの各説明変数の多重共線性(Multi-collinearity)はVIF(variance inflation factor)指標がいずれも許容範囲(10未満)

説明 3: Tolerance=1/VIF ex VIF=2 → Tolerance=1/2=0.5 VIF=10 → Tolerance=0.1

表 5-1 に 1998 年の診療所歯科医師数人口比を目的変数とした重回帰分析結果を示す。この結果から下記 5 点が示された。

- ①1998 年の重回帰モデルは要因分析モデルの視点からみて適切である
R=0.5613 という高い適合性(goodness of fit)を示した。
- ②各説明変数の VIF(variance inflation factor) 値はいずれも 3 以下で (10 以下という許容範囲を満たし) ており多重共線性は回避できている。
- ③第 2 次産業就業比率を除く 6 つの説明変数がいずれも高度に有意 (p<0.001)。
- ④歯科診療所歯科医師数人口比の増加指標として下記 2 指標が高度に有意
第 3 次産業就業者率 (rateind3) t= 4.45 (p<0.001)
1998 年病院勤務歯科医師人口比 (hospital98r) t=21.52 (p<0.001)
うち、80.69%(9,313/11,542) が医育機関 (歯科大学、歯学部、および医学部
付属病院歯科関連科) に所属している。[この結果は本研究の仮説である病院歯
科と診療所歯科医師数人口比の増加との関連を強く示唆している。](#)
- ⑤ 歯科診療所歯科医師数人口比の減少指標として下記 4 指標が高度に有意
1: 1998 年推定人口 (est1998) , 2 :15 歳未満人口比 (rlt15a) , 3:65 歳以上
人口比 (rge65a) ,
4:第一次産業就業者割合 (rateind1)

表 5—2 重回帰分析 2008

従属変数(目的変数):

日本の全市区町村における歯科診療所歯科医師数人口比(管理者+勤務者)

2008 年 12 月 31 日現在の歯科診療所歯科医師数比 → **clinic08r**

Model Summary(b)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	0.5805	0.3369	0.3346	30.6594	1.5279

a Predictors: (Constant), hospital98, rlt15a, rateind3, rateind1, rateind2, est1998, rge65a
b **Dependent Variable: clinic08r**

Model A	Dependent Variable: clinic98r	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Tolerance	VIF
	(Constant)	141.4763	15.2021		9.3064	0.00000000	111.6624	171.2903		
1	est1998	0.0000	0.0000	-0.0763	-3.4242	0.00062938	0.0000	0.0000	0.6785	1.4739
2	rlt15a	-5.0995	0.4535	-0.2819	-11.2446	0.00000000	-5.9889	-4.2101	0.5367	1.8633
3	rge65a	-1.1388	0.1671	-0.2045	-6.8159	0.00000000	-1.4665	-0.8111	0.3748	2.6682
4	rateind1	-5.6874	0.6366	-0.1782	-8.9343	0.00000000	-6.9358	-4.4389	0.8474	1.1801
5	rateind2	-0.2241	0.1027	-0.0493	-2.1817	0.02925120	-0.4255	-0.0226	0.6602	1.5147
6	rateind3	0.5681	0.0997	0.1633	5.7007	0.00000001	0.3727	0.7636	0.4108	2.4343
7	hospital98	0.3466	0.0177	0.3820	19.5608	0.00000000	0.3119	0.3814	0.8845	1.1306

説明 1 : . Durbin-Watson statistic(DW)=1.5279 は正の自己相関 (∵図 5 における DL:1.603 より小さい)を示し、市区町村間の歯科医師数人口比は互いに独立でなく地域集積性 (spatial clustering) の存在を示唆している

説明 2: 上記重回帰モデルの各説明変数の多重共線性 (Multi-collinearity) は VIF(variance inflation factor) 指標がいずれも許容範囲 (10 未満)

表 5-2 に 2008 年の診療所歯科医師数人口比を目的変数とした重回帰分析結果を示す。この結果から下記 5 点が示された。

①2008 年の歯科診療所歯科医師数人口比を目的変数とし、7 つの人口動態および社会経済学的指標を独立変数とする重回帰モデル (強制変数法 : forced-MRA model) は要因分析モデルの視点からみて適切である $R=0.5805$ という高い適合性(goodness of fit)を示した。

②各説明変数の VIF(variance inflation factor) 値はいずれも 3 以下で (10 以下という許容範囲を満たし) ており多重共線性は回避できている。

③ 第 2 次産業就業比率は($p<0.05$)で有意、残りの 6 つの説明変数がいずれも高度に有意 ($p<0.001$)

④ 歯科診療所歯科医師数人口比の増加指標として下記 2 指標が高度に有意
第 3 次産業就業者割合 (rateind3) $t= 5.70$
($p<0.001$)

1998 年病院勤務歯科医師人口比 (hospital98r) $t=19.56$ ($p<0.001$)
うち、80.69%(9,313/11,542) が医育機関 (歯科大学、歯学部、および医学部付属病院歯科関連科) に所属している。この結果は 1998 年と 10 年後の診療所歯科医師数人口比との関連を示していることから表 5-1 の結果以上に本研究の仮説である病院歯科と診療所歯科医師数人口比の増加との関連を強く示唆している。

⑤ 歯科診療所歯科医師数人口比の減少指標として下記 5 指標が高度に有意

1: 1998 年推定人口 (est1998) , 2 :15 歳未満人口比 (rlt15a) , 3:65 歳以上人口比 (rge65a) ,

4:第 1 次産業就業者割合 (rateind1) 5:第 2 次産業就業者割合 (rateind2)

表 5-3 に 1998 年と 2008 年の診療所歯科医師数人口比の差を目的変数とした重回帰分析結果を示す。この結果から下記 6 点が示された。

①2008 年の歯科診療所歯科医師数人口比を目的変数とし、7 つの人口動態および社会経済学的指標を独立変数とする重回帰モデル (強制変数法 : forced-MRA model) は要因分析モデルの視点からみて適切である $R=0.5421$ という高い適合性(goodness of fit)を示した。

②各説明変数の VIF(variance inflation factor) 値はいずれも 3 以下で (10 以下という許容範囲を満たし) ており多重共線性は回避できている。

③1998 年および 2008 年の MRA 結果と異なり有意の説明変数は少なく 3 つのみ (p<0.001)

④歯科診療所歯科医師数人口比の増加指標として下記 2 指標が高度に有意

15 歳未満人口比 (rlt15a) t= 5.01 (p<0.001)

第 3 次産業就業者割合 (rateind1) t= 3.60 (p<0.001)

⑤. 歯科診療所歯科医師数人口比の減少指標として下記 1 指標が高度に有意

1998 年病院勤務歯科医師人口比 (hospital98r) t=-26.90 (p<0.001)

⑥ 結果 1、2 および 3 から病院勤務歯科医師人口比と歯科診療所歯科医師数人口比の長期トレンドは病院勤務歯科医師人口比が高いと開業歯科医師が増加する傾向が明らかであるが、ここ 10 年の傾向は病院歯科が多いと逆に開業歯科医師の増加が抑制されていると考察された。このことは最近の傾向を示唆していると考えられた。

表 5—3 重回帰分析 1998-2008

従属変数(目的変数):

日本の全市区町村における歯科診療所歯科医師数人口比(管理者+勤務者)前後差 (1998 年と 2008 年間)

1998 年 12 月 31 日と 2008 年 12 月 31 日現在の歯科診療所歯科医師数人口比 差

→ **clinicdif (=clinic08r - clinic98r)**

Model Summary(b)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson					
1	0.5421	0.2938	0.2913	20.0777	1.8178					
a Predictors: (Constant), hospital98, rlt15a, rateind3, rateind1, rateind2, est1998, rge65a										
b Dependent Variable: clinicdif										
Model A	Dependent Variable: clinic98r	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	Collinearity Statistics			
	Coefficients	B	Std. Error	Beta		Lower Bound	Upper Bound	Tolerance	VIF	
	(Constant)	-19.5068	6.3314		-3.081	0.00210000	-31.9237	-7.0899		
	1 est1998	0.0000	0.0000	0.0320	1.4263	0.15400000	0.0000	0.0000	0.7113	1.4058
	2 rlt15a	1.2326	0.2463	0.1074	5.0051	0.00000000	0.7496	1.7155	0.7805	1.2812
	3 rbw1564a	0.1072	0.1096	0.0270	0.9788	0.32780000	-0.1076	0.3221	0.4731	2.1137
	4 rateind1	1.5010	0.4168	0.0741	3.6017	0.00030000	0.6837	2.3183	0.8479	1.1794
	5 rateind2	-0.0938	0.0672	-0.0325	-1.3968	0.16260000	-0.2255	0.0379	0.6621	1.5103
	6 rateind3	-0.0159	0.0653	-0.0072	-0.2437	0.80750000	-0.1439	0.1121	0.4106	2.4357
	7 hospital98r	-0.1939	0.0072	-0.5192	-26.9016	0.00000000	-0.2081	-0.1798	0.9643	1.0370

説明 1 : . Durbin-Watson statistic(DW)=1.8178 は正、負いずれの自己相関もない (∵図 5 における DL:1.603 より大きく DU(2.397)より小さい)状態を示し、市区町村間の歯科医師数人口比の 1998 年と 2008 年間の差は互いに独立性が高くなっており、地域集積性 (spatial clustering) が小さいことを示唆している。

説明 2: 上記重回帰モデルの各説明変数の多重共線性 (Multi-collinearity) は VIF(variance inflation factor) 指標がいずれも許容範囲 (10 未満)

図5 Durbin-Watson統計量:DWによる自己相関の検定法

- Verification of autocorrelation of residuals of MRM model -

手順1. Durbin-Watson 検定表*から有意水準5%または1%のdu,dLを求める
 *:http://courses.bus.ualberta.ca/MGTSC312-Jobson/Information/StatTables1.xls

2 DW値とdu,dLとの関係を下図で判定

$$D^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \approx 2 - 2 \frac{\sum_{t=1}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

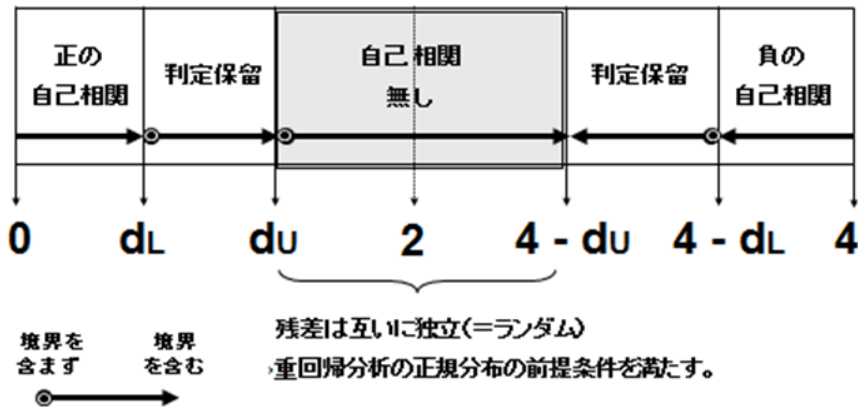


表6 Durbin-Watson critical values

Observations		X variables, excluding the intercept									
N	Prob.	1		2		3		4		5	
		D-L	D-U	D-L	D-U	D-L	D-U	D-L	D-U	D-L	D-U
15	0.05	1.08	1.36	0.95	1.54	0.82	1.75	0.69	1.97	0.56	2.21
	0.01	0.81	1.07	0.7	1.25	0.59	1.46	0.49	1.70	0.39	1.96
20	0.05	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	0.90	1.83	0.79	1.99
	0.01	0.95	1.15	0.86	1.27	0.77	1.41	0.68	1.57	0.60	1.74
25	0.05	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	0.95	1.89
	0.01	1.05	1.21	0.98	1.30	0.90	1.41	0.83	1.52	0.75	1.65
30	0.05	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83
	0.01	1.13	1.26	1.07	1.34	1.01	1.42	0.94	1.51	0.88	1.61
40	0.05	1.44	1.54	1.39	1.60	1.34	1.66	1.39	1.72	1.23	1.79
	0.01	1.25	1.34	1.20	1.40	1.15	1.46	1.10	1.52	1.05	1.58
50	0.05	1.50	1.59	1.46	1.63	1.42	1.67	1.38	1.72	1.34	1.77
	0.01	1.32	1.40	1.28	1.45	1.24	1.49	1.20	1.54	1.16	1.59
60	0.05	1.55	1.62	1.51	1.65	1.48	1.69	1.44	1.73	1.41	1.77
	0.01	1.38	1.45	1.35	1.48	1.32	1.52	1.28	1.56	1.25	1.60
80	0.05	1.61	1.66	1.59	1.69	1.56	1.72	1.53	1.74	1.51	1.77
	0.01	1.47	1.52	1.44	1.54	1.42	1.57	1.39	1.60	1.36	1.62
100	0.05	1.65	1.69	1.63	1.72	1.61	1.74	1.59	1.76	1.57	1.78
	0.01	1.52	1.56	1.50	1.58	1.48	1.60	1.46	1.63	1.44	1.65

(6) 1998年と2008年の診療所歯科医師数人口比およびその差の単相関分析
 表6に1998年の病院歯科医師人口比、1998年および2008年の診療所歯科医師数人口比ならびにその差の4つの指標間の単相関係数を示す。上記表5-3の考察で言及したように1998年の病院歯科医師人口比は診療所歯科医師数人口比と同年のおよび10年後いずれも有意の正の相関 ($r=0.6\sim 0.7$) を示したが、診療所歯科医師数人口比の差には有意の負の相関 ($r=-0.5$) を示した。また1998年の診療所歯科医師数人口比と差との間も有意な負の相関 ($r=-0.7$) を示したことから**病院歯科の存在は過去においては診療所歯科医師人口比を増加させる要因であったが近年(ここ10年)は傾向が変曲点を迎え、増加要因から減少要因に性質を変えてきていることが示唆された。**

表7 指標間の単相関係数:

指標: hospital98r, clinic98r, clinic08r, clinicdif

単相関行列

		hospital98r	clinic98r	clinic08r	clinicdif
hospital98r	N	1.976	1.976	1.976	1.976
	r		0.7268	0.6616	-0.5280
	p		0.0000	0.0000	0.0000
clinic98r	N	16			
	r			0.9034	-0.7373
	p			0.0000	0.0000
clinic08r	N				
	r				-0.3765
	p				0.0000
clinicdif	N				
	r				
	p				

(7) 1998年と2008年の病院歯科勤務歯科医師人口比および診療所歯科医師数人口比の Gini 係数による地域（格）差比較

図7 診療所歯科医師数人口比と病院歯科歯科医師数人口比の地域（格）差

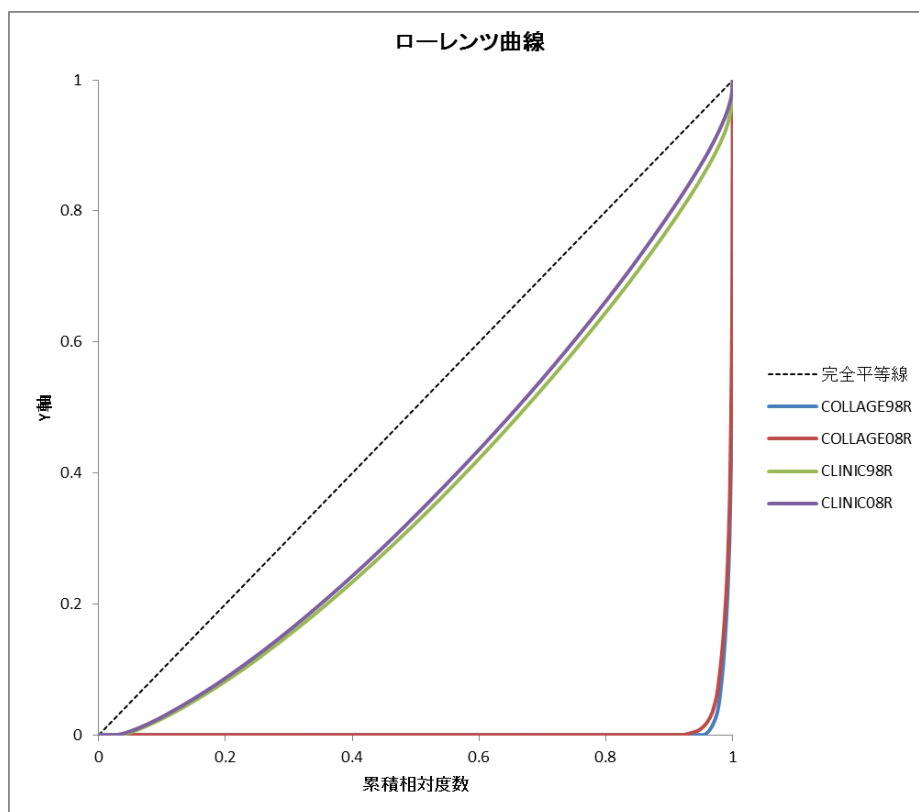


表8 歯科大学（歯学部）と歯科診療所歯科医師数人口比のジニ係数

	歯科大学(歯学部)		診療所	
	1998	2008	1998	2008
ジニ係数	0.99	0.99	0.27	0.25

図5に1998年および2008年の歯科大学歯科医師数人口比と歯科診療所歯科医師数人口比それぞれの地域（格）差をローレンツ曲線で検証し、また表7にジニ係数で検証した結果を示す。歯科大学（歯学部）の歯科医師数人口比はローレンツ曲線はx軸：累積相対度数の右端にほぼ垂直に立ち上がっており、ジニ係数も0.99とほぼ1で地域差が最高水準にあることを示している。一方、診療所歯科医師数人口比は0.25-0.27で地域（格）差が比較的小さいことを示している。ちなみに第三次産業構成比率のジニ係数は0.10であったのでこれに比してやや地域差が大きいといえる。

(8) 2008 年の診療所歯科医師数人口比およびその差の地域集積性分析（1 因子および 2 因子解析）

表 9 歯科診療所歯科医師人口比に関連する人口動態、産業形態指標の地域集積性

- 1 因子および 2 因子 Moran の I 指標 -

GeoDa 095i (Beta)								
Univariate Moran's I			Bivariate Moran's I					
	Mi	p by permutation	1st variable (Y)	2nd variable (X)	Mi :Y=d1: clinic08r	p by permutation	Mi :Y=d2: clinic08r	p by permutation
1998年推定人口	est1998	0.2653	0.001	○	0.1298	0.001	-0.0071	0.592
2008年推定人口	est2008	0.2921	0.001					
15歳未満人口比率(1998)	rtt15a	0.2205	0.001	○	-0.0965	0.001	0.0577	0.001
15歳以上65歳未満人口比率(1998)	rbw1564a	0.2194	0.001	○	0.1205	0.001	0.0072	0.762
65歳以上未満人口比率(1998)	rge65a	0.5357	0.001	○	-0.0994	0.001	-0.0342	0.001
第1次産業就業者割合(2005)	rateind1	0.2846	0.001	○	-0.0797	0.001	0.0489	0.001
第2次産業就業者割合(2005)	rateind2	0.5394	0.001	○	-0.0977	0.001	0.0338	0.008
第3次産業就業者割合(2005)	rateind3	0.3520	0.001	○	0.1804	0.001	-0.0271	0.013
歯科医師(病院)人口比率(1998)	hospital98r	0.1029	0.003	○	0.1854	0.001	-0.1038	0.001
歯科医師(歯科大学)人口比率(1998)	collage98r	0.0581	0.007	○	0.1767	0.001	-0.0999	0.001
歯科医師(診療所)人口比率(2008)	clinic08r	0.3127	0.001	d1				
歯科医師(診療所)人口比率('98-'08)	clinicdif	0.1508	0.001	d2				

表 8 において 65 歳以上の人口比、第 2 次産業構成比率および 2008 年の診療所歯科医師数人口比の Moran の I 指標（単一変数：univariate）が 0.3 以上で高度に有意であった。診療所歯科医師数の 1998 年と 2008 年間の差についても高度に有意な地域集積性を示したが Moran の I は 0.15 と比較的低い値を示したことから、ここ 10 年の間に地域集積性は減少してきていると考えられた。なお Moran の I 指標は空間的内部相関を示し単相関係数と解釈は同義に扱える。表 8 の右の欄に示す二変数（bivariate）の Moran の I は 1 要因の地域集積性をもたらしている原因を究明する上で多変量解析より質の高い結果をもたらすとされている。本表では 1998 年の病院歯科医師数人口比が $I=0.1854$ で高度に有意 ($p<0.001$) であり、1998 年と 2008 年の差に関しては $I=-0.1038$ と同様に高度に有意 ($p<0.001$) であったことから

前述の重回帰分析結果と同様に病院歯科の存在は過去においては診療所歯科医師人口比を増加させる要因であったが近年(ここ 10 年)は傾向が変曲点を迎え、増加要因から減少要因に性質を変えてきていることがより質の高い情報として確認された。

ここで、前述と重回帰分析結果と表 8 に示す地域集積性の分析の方法と結果

の解釈の違いは下記のとおりである。

- ① 全国の各市区町村は MRA（重回帰分析）の場合は 1 回だけ解析に使用されるが、 M_i （地域集積性解析 Moran' s I）の場合は他市区町村との隣接関係があると繰り返し使用される。
- ② 解析の帰無仮説は MRA は各（標準化）係数=0 および重回帰係数=0
- ③ 一方、 M_i の有意性検定は GEODA においては並び替え検定（permutation test）を用いている。すなわち、市区町村の順番をシャッフルし、地域集積性の実測値（Moran' s I）が偶然に生じる確率を計算している。
- ④ 重回帰係数：R はデータ値のシャッフルでは値は変化しないが、 M_i はその都度変化する。
- ⑤ ④の性質から地域差ではなく地域集積性の因果関係を論ずる場合、重回帰分析の目的変数と説明変数の関係は地域集積性の有無にかかわらず増減するので、地域集積性の増減因子の最終的な確認は 2 変数（bivariate）のモラン指標を求めるのが望ましい。

(9) 1998 年と 2008 年の診療所歯科医師数人口比の地域（格）差および地域集積性の視覚的傾向と変化比較

a) 4 分位による地域（格）差 の俯瞰

図 6-a,b,c,d に 2008 年 12 月 31 日時点での診療所歯科医師数人口比の 4 分位マップを示す。①北海道、東北、②関東、甲信越、東海、③近畿、中国、四国、④九州、沖縄の 4 地域を俯瞰すると最も診療所歯科医師数人口比が低い市区町村およびその次のランクは海岸部よりも内陸部に位置していることが多い傾向が見て取れる。また歯科大学、歯学部が位置する都道府県は診療所歯科医師数人口比が高い自治体が集中しており、特に東京周辺と大阪周辺、福岡周辺に顕著である。

図 8-a 2008 年診療所歯科医師数人口比
の 4 分位図 (Quantile map)

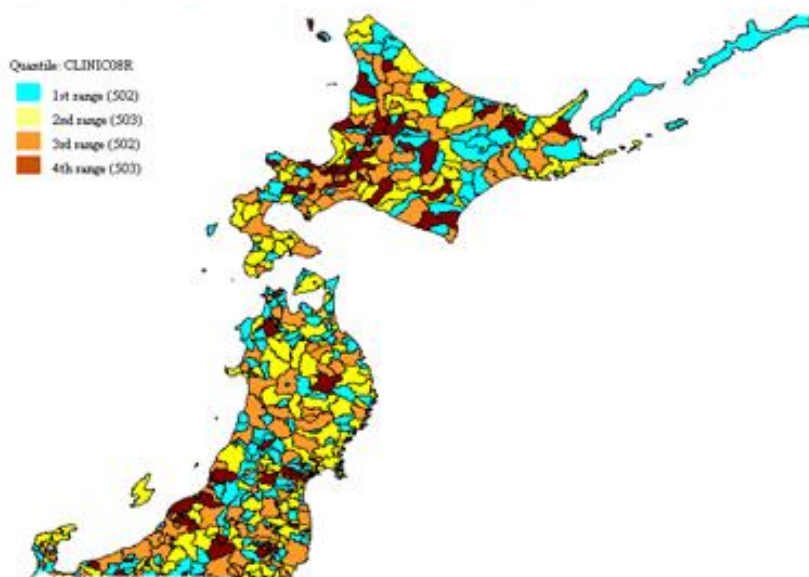


図 8-b 4 分位図 (Quantile map)

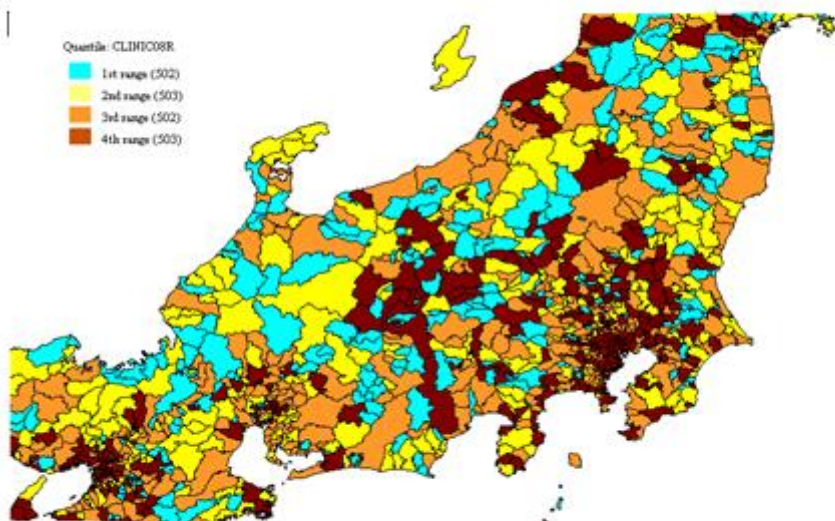


図 6-c 4分位図(Quantile map)

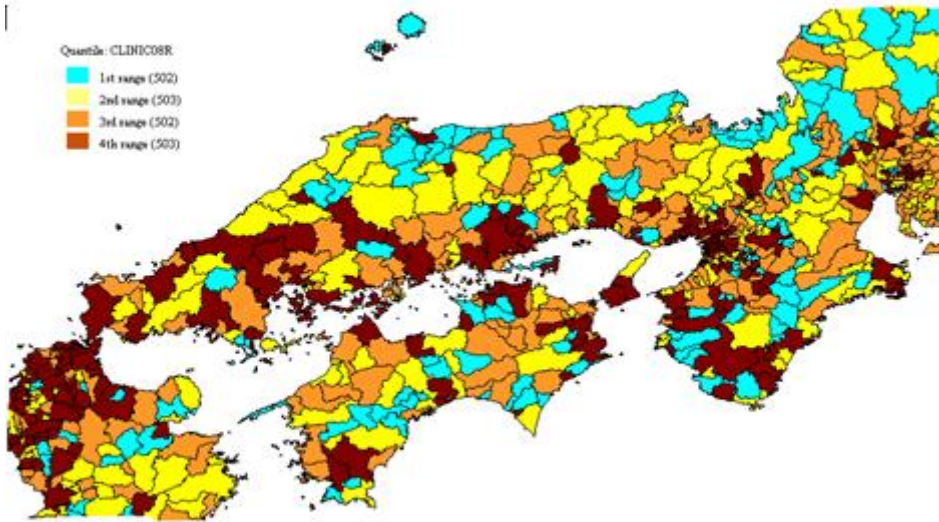
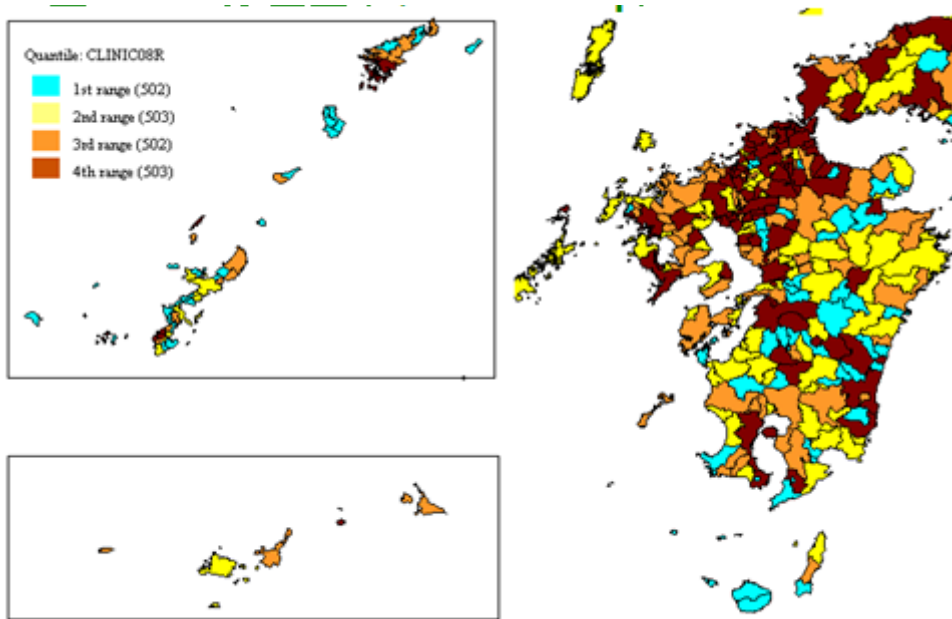


図 8-c 4分位図 (Quantile map)



b) LISA (局所空間統計量) によるホットスポット、コールドスポットの俯瞰
LISA(local indicator of spatial association:局所空間統計量)は米国イリノイ大学の Luc Anselin が Moran' s I を基に開発した地域集積性の地理上の場所を特定することができる指標である。LISA=Moran' s I の関係があり、全体的な地域集積性の指標がたとえば Moran's I =0.5 の場合、地理上のどの区分にどのような隣接関係があるかを統計的に選別し視覚化する機能がある。その結果地域集積性は下記4分類(はずれ値を2分類)となる

ホットスポット : Hot spots(High-High) □ 周囲も診療所歯科医師が全体の平均と比べて有意に多いところに囲まれた地域 (歯科医師過剰と想定される自治体)

コールドスポット : Cold spots(Low-Low) 周囲も診療所歯科医師が全体の平均と比べて有意に少ないところに囲まれた地域で歯科医療の潜在需要が高いと想定される自治体

はずれ値 : (Outlier) High-Low あるいは Low-High の関係にある自治体

図 9-1~6 に LISA の 4 区分マップを示す。この特徴は下記である。

- ① ホットスポットは東京周辺、大阪周辺に集中し、札幌、新潟市、岡山市、福岡市等に点在している。
- ② コールドスポット北海道に多く、しかも増加傾向にある。
- ③ コールドスポットは北海道以外は内陸部に多い。
- ④ 北海道以外はホットスポットもコールドスポットも 10 年間で目立った変化が無い。
- ⑤ コールドスポットは周囲の市区町村も診療所歯科医師数人口比が低いところに囲まれており歯科医師不足による潜在的な歯科医療需要が高い自治体と考えられる。

図 9-1 1998年12月31日
北海道東北

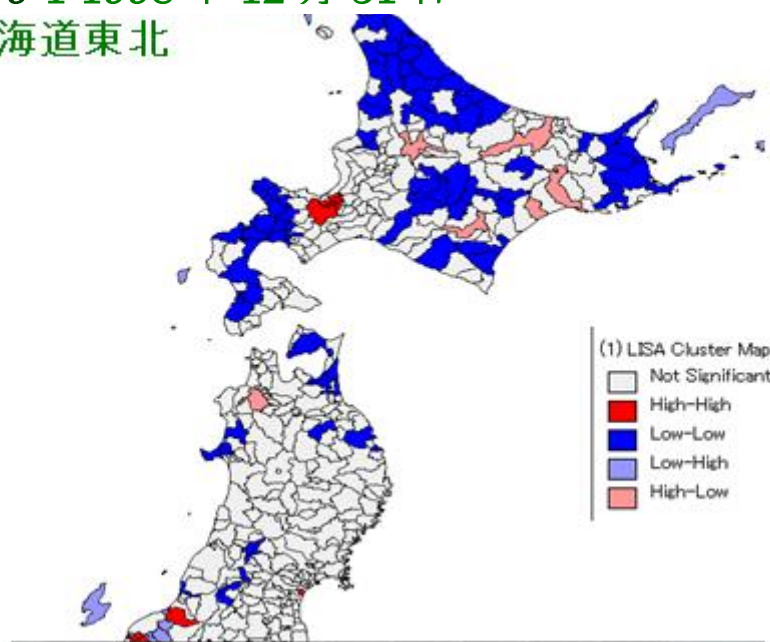


図 9-2 2008年12月31日
北海道東北

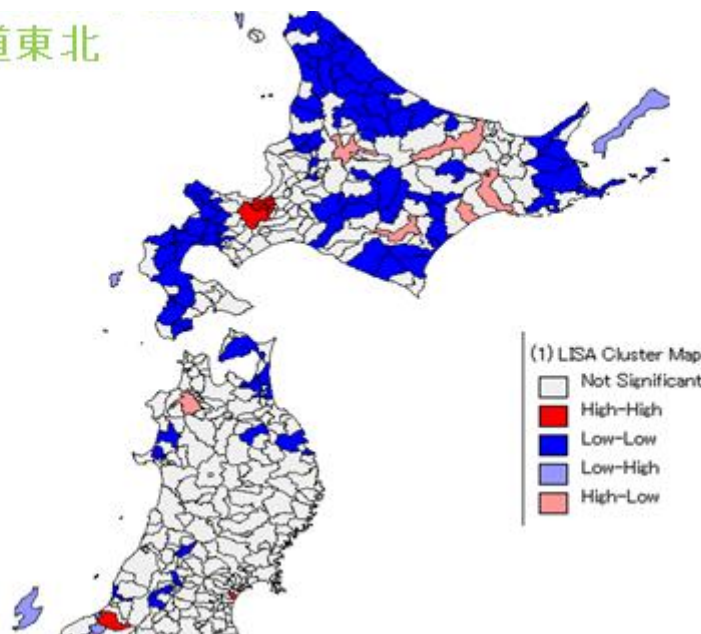


図 9-3 1998 年 12 月 31 日
関東、甲信越、東海、近畿

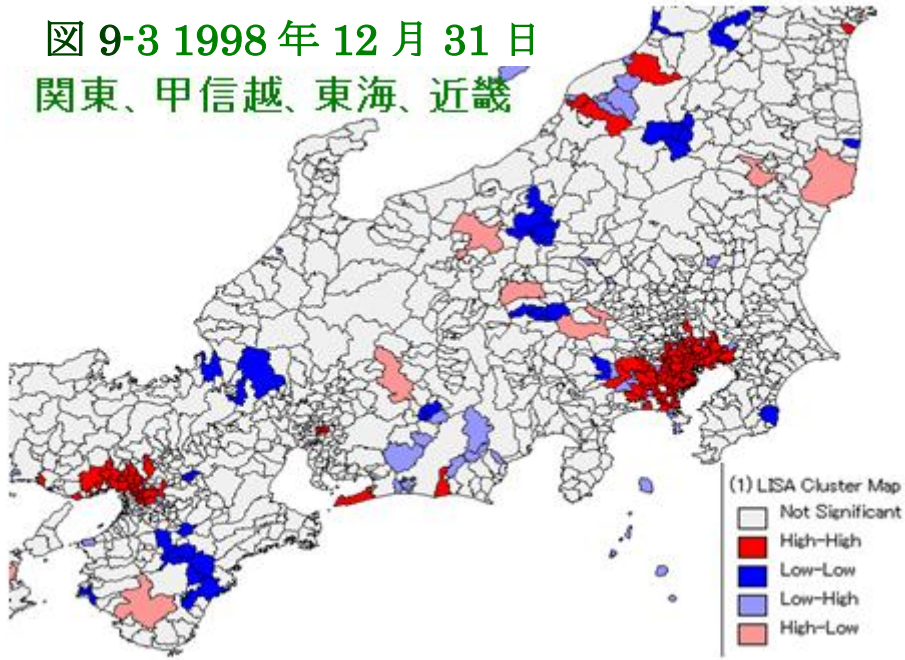
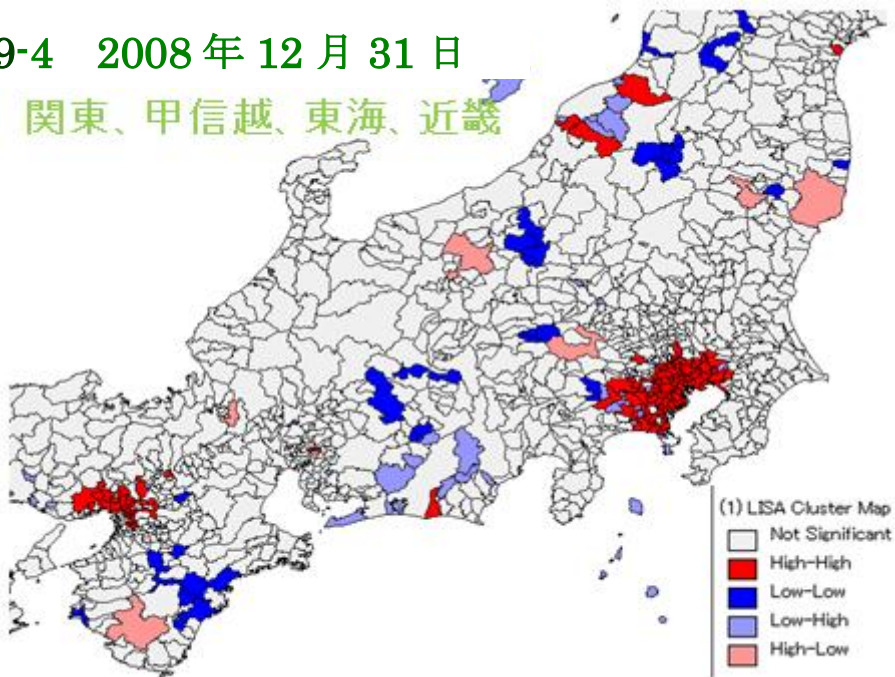


図 9-4 2008 年 12 月 31 日
関東、甲信越、東海、近畿



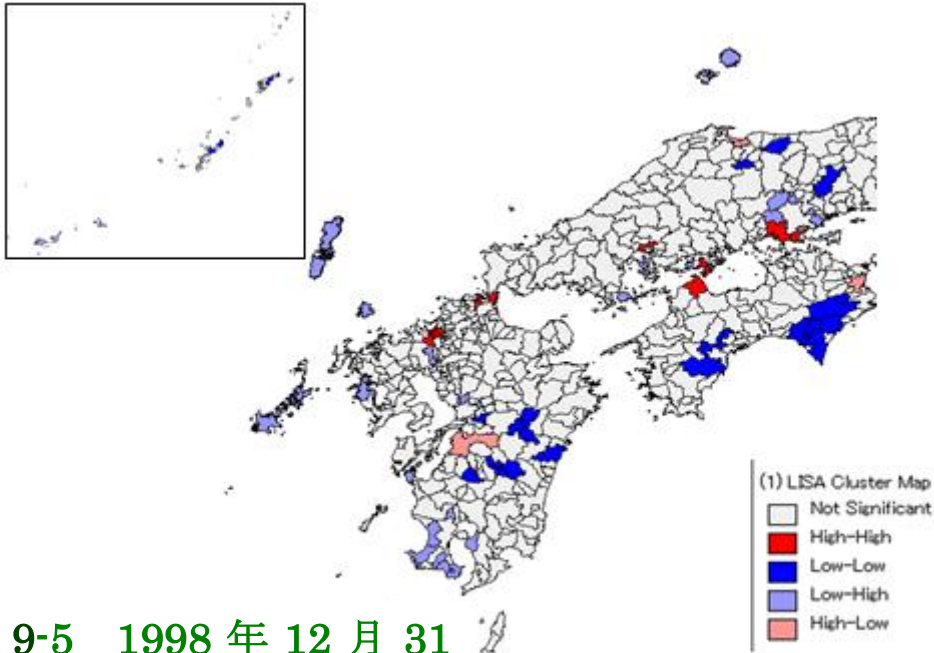


図 9-5 1998年12月31日
中国、四国、九州、沖縄

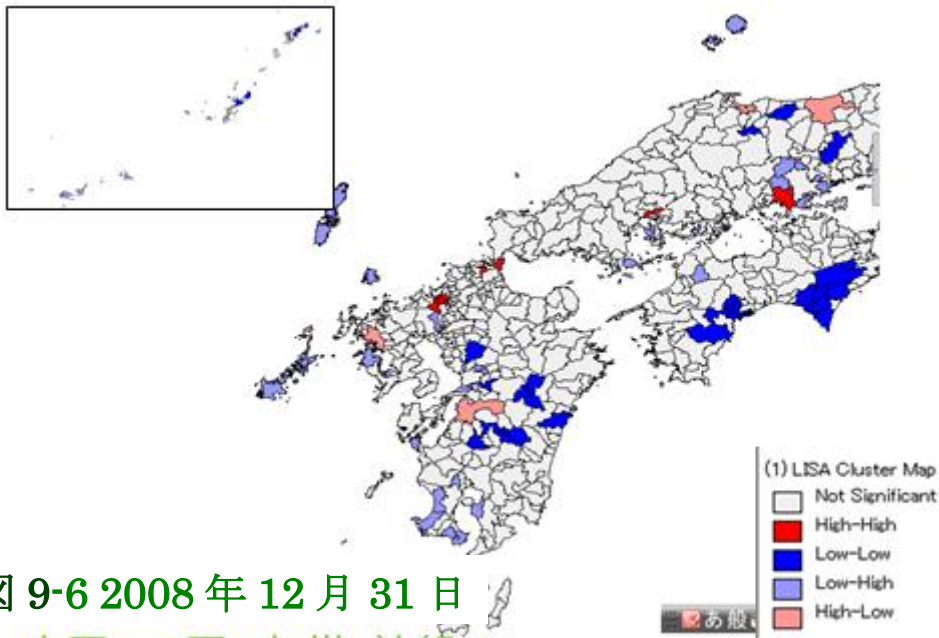


図 9-6 2008年12月31日
中国、四国、九州、沖縄

D. 総括的考察および結論

歯科医師供給の偏りを主因として歯科医療の需要にも地理学的な偏りがあるとの仮説に基づき、その地理学的な偏りを視覚的さらに定量的に捕らえ今後の歯科保健医療の施策に反映させる基礎資料を得ることを目途に、日本の全市区町村の人口 10 万当たりの歯科診療所歯科医師数（診療所歯科医師数人口比）を 1998 年 12 月 31 日と 2008 年 12 月 31 日の 2 時点で捕らえ、それぞれの時点、および 10 年を隔てた 2 時点間の地域（格）差と地域集積性の変化を解析した。特に、瀧口ら 1) が 2005 年に行った 47 都道府県単位の 20 年間の診療所歯科医師数の増加傾向が、国立歯科大学の存在に有意に関連するという研究結果から、市区町村単位でも 1998 年時点での病院（大学病院を含む）勤務歯科医師数人口比が 2008 年の診療所歯科医師数人口比の増加要因となるかを検証することを主眼とした。さらに 1998 年および 2008 年の診療所歯科医師数人口比の全市区町村の分布および 10 年間の変化から歯科医療の需給バランスが悪い（供給が今なお不足する可能性の高い）市区町村と地域を洗い出し、その地理的な傾向を全国的に明らかにすることを試みた。その結果は下記の 5 点である。

①病院歯科医師数人口比は 10 年後の診療所歯科医師数人口比の増加要因であることが強く示唆された。

②しかしながらその関連はここ 10 年間に変曲点を迎え、病院歯科医師数人口比は診療所歯科医師数人口比のむしろ減少要因に変化しつつあることが示唆された。

③全国の歯科医師分布の地域（格）差を地理学的に俯瞰すると 10 年間で診療所歯科医師数人口比の変化は小さく、歯科医師数の人口比が低い自治体は海岸部よりも内陸部が多い。

④全国の歯科医師分布の地域集積性を地理学的に俯瞰するとここ 10 年北海道では歯科医師不足の自治体が増加している。その他の地域の変化は少ないが地域差と同様内陸部に歯科医師が少ない地域が固まって存在している傾向がある。

⑤これらのことより歯科医師の需給問題の検討に当たっては地理学的な視点が重要であり、その計測法は地域差、地域集積性の両指標^{2,3,4)}を用いることが望ましいと考えられた。

E. 関連事項

1) 研究発表

(1) 論文発表 現時点で無し

(2) 学会発表 現時点で無し

2) 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

- (1) 特許取得 無し
- (2) 実用新案登録 無し
- (3) その他

F. 文献

- 1) 瀧口 徹, 深井穂博, 青山 旬, 安藤雄一, 高江洲義矩; 都道府県の人口 10 万人当たり歯科医師数の 20 年間の変化と歯科大学（歯学部）の特性との関連 — 一般化線形モデル（GLIM）分析 —, 日本口腔衛生学会雑誌, 55 巻, 5 号 : 524-536, 2005.
- 2) 瀧口 徹 : 歯科疫学統計 — 第 7 報 空間（地理）疫学の基礎 その 1 — 地域集積性と地域（格）差との関係 — 傾向（トレンド）分析の基礎 その 3、Health Science and Health Care, No 1 vol 8: 19-33, 2009
- 3) 瀧口 徹、深井穂博、安藤雄一、青山旬、山本龍生、平田幸夫 : 全国都道府県 3 歳児 dmft 指数の 25 年間(1981-2006)の時系列変化の地域集積性 日本口腔衛生学会雑誌, 60 巻, 2 号 : 139-151, 2010.
- 4) 平田幸夫、瀧口 徹、山本龍生、安藤雄一 : 神奈川県区市町村 3 歳児う蝕の 25 年間(1981-2006 間)の変化の地域集積性, 日本口腔衛生学会雑誌, 60 巻, 3 号 : 194-205, 2010.