

特集：地域診断・症候サーベイランスに向けた空間疫学の新展開

歯科疾患の地域差の検討

相田潤¹⁾, 森田学²⁾, 安藤雄一³⁾, 丹後俊郎⁴⁾, 高橋邦彦⁴⁾, 青山旬⁵⁾, 小坂健¹⁾

¹⁾ 東北大学大学院歯学研究科, ²⁾ 岡山大学医歯薬学総合研究科

³⁾ 国立保健医療科学院口腔保健部, ⁴⁾ 国立保健医療科学院技術評価部, ⁵⁾ 栃木県立衛生福祉大学校

Investigations of Regional Differences in Oral Diseases

Jun AIDA¹⁾, Manabu MORITA²⁾, Yuichi ANDO³⁾, Toshiro TANGO⁴⁾,
Kunihiko TAKAHASHI⁴⁾, Hitoshi AOYAMA⁵⁾, Takeshi OSAKA¹⁾

¹⁾ Graduate School of Dental Medicine, Tohoku University,

²⁾ Graduate School of Medicine Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama University,

³⁾ Department of Oral Health, National Institute of Public Health,

⁴⁾ Department of Technology Assessment and Biostatistics, National Institute of Public Health,

⁵⁾ Tochigi Prefectural Hygiene and Welfare College

抄録

健康格差が日本においても注目を集めている。疾病地図は、格差を把握するツールとなりうる。ここでは、我が国に広く蔓延し、地域差が大きいことで知られる、主要な歯科疾患のひとつであるう蝕を題材に、地域差の観察からその要因の分析まで具体例を用いて論じた。まず、3歳児う蝕有病者率の地域差を市町村単位の疾病地図を用いて観察した。その前段階として、受診者数が少ない地域における有病者率の変動を、経験的ベイズ推定を用いて調整した。次に、地域差の原因を検討として、市町村単位の地域相関研究を行った。重回帰分析の結果、3歳児う蝕有病者率と歯科関連指標の関連が弱い一方で、社会経済状態が強く関連することを示した。最後に、地域差が構成効果 (compositional effect) のみにより生じているのか、文脈効果 (contextual effect) も存在するのかを検討した。39市町村の3301人 (参加率79.9%) の3歳児を対象に横断研究を行った。う蝕経験歯数を目的変数にしたマルチレベル回帰分析の結果、性、年齢、歯科保健行動、親の職業といった個人レベルの変数を調整した上でも、地域レベルのばらつきは有意性を示した。さらに、地域の社会経済状態を調整した上でも、地域の社会的結束や食料小売店の指標の有意な関連が示された。地域社会環境の文脈効果と3歳児う蝕の関連が示された。日本における3歳児う蝕の地域差は、偶然のばらつきではない、社会的決定要因が関連する不平等な地域格差といえる。社会的決定要因に起因する格差を減少させるための公衆衛生施策の実現が望まれる。

キーワード： う蝕, 疾病地図, 経験的ベイズ推定, 健康格差, マルチレベル分析

Abstract

Health disparities have received growing attention in recent years from research community. Regional differences are one of problems that disease maps describe. We analyzed regional differences on dental caries in Japanese 3-year-old children. First, we collected caries prevalence for each municipality. Variations in caries prevalence in municipalities with small populations became smaller after being adjusted by the empirical Bayes estimation model. Disease map of caries prevalence showed marked geographical differences. Then we search for the cause of the differences. In ecological study, result of multiple linear regression analysis showed significant associations of caries prevalence with sociodemographic characteristics. Associations between dental health related indices and caries prevalence were none or small. Finally, we conducted a cross-sectional study to determine the community contextual effect on dmft (total number of decayed, missing and filled teeth) among 3-year-old children. Results of a multilevel regression analysis on 3301 children from 39

〒980-8575 仙台市青葉区星陵町4-1

4-1 Seiry-machi, Aoba-ku, 980-8575 Sendai, Japan.

municipalities showed that variance in dmft both individual and community level occurred significantly after adjusting for individual level variables. Community level indices related to social cohesion and access to grocery stores showed significant associations with dmft after adjusting for community level income. There are statistically significant effects of social context on dmft in municipalities in Japan. These results suggested that caries differences were unfair because the differences were consequence of an unjust distribution of the underlying social determinants of health. In order to reduce dental caries disparities, effective public health interventions might be required in Japan.

Keywords: caries, disease map, empirical Bayes estimation, health inequality, multilevel analysis

はじめに

社会格差の広がりとともに、健康格差が日本においても注目を集めている^{1,2)}。こうした健康格差は、社会、経済、政治的要素を含む社会的決定要因 (social determinants) と深く関係する事実が明らかにされている^{3,4)}。健康格差は1980年にイギリスで出版された **Black report**⁵⁾ に見られるように、欧米においては20年以上前から取り組まれていた公衆衛生上の主要な課題であるが、日本での研究が増えてきたのは比較的最近になってからである。我が国での研究が遅れた理由のひとつには、所得や学歴といった社会経済的状态を疫学調査で把握することに抵抗感が存在したことが一因かもしれない。しかしながら、社会経済的状态を用いなくても見ることの出来る格差も存在する。それは疾病地図上に現れる地域差である。

ここでは、歯科疾患の中で全国的な健診結果の蓄積が最もすすんでいる、3歳児う蝕を題材に地域差を検討していく。その理由は、う蝕と歯周病が多くを占める歯科疾患の医療費は、平成16年度で2兆5377億円にも上り、悪性新生物 (2兆3306億円) や脳血管疾患 (1兆8459億円)、糖尿病 (1兆1168億円) といった他の慢性疾患を上回るからである⁶⁾。そして、歯が抜かれた人の抜歯原因を調べた全国調査の結果で、う蝕とその続発症による抜歯を受けた人が43.6%と、歯周病の37.1%を上回るからである⁷⁾。歯科疾患は生命に関わる重篤度は低いが、罹患率が非常に高いため、社会にとっては大きな負担となっているのである。

地域差の観察

人口の少ない地域での変動の問題

まず最初に、疾病地図を示す前に考慮しなくてはならない問題について述べる。人口が少ない地域での割合の変動の問題である。すなわち、例えば受診者が100人いる地域では、1%ずつ有病者率は変動する。1000人では0.1%である。しかし、受診者が2人しかいない地域では、有病者率は0%、50%、100%の3つの値しかとりえない。この市町村が実に平均的な地域で、2人の受診者が全国平均的な受診者であったとしても、有病者率は全国平均値と離れて極端に高低のある値をとってしまうのである。こうした人口が少ない地域での変動は **small area problem** として知られ、解決するための方法が議論されている^{8,9)}。歯科

分野の先行研究でも人口が少ない地域での問題を考慮した研究が存在する。Leroux らは、混合効果モデル (マルチレベルモデルと同義) を利用した重みづけの推定式から人口が少ない地域でのう蝕経験の変動を調整している¹⁰⁾。Antunes らは、う蝕経験の変動を経験的ベイズ推定を利用して調整している¹¹⁾。ここでは、経験的ベイズ推定を用いた方法¹²⁾ を紹介する。

データは、地域歯科保健データバンク¹³⁾ より入手した、各市町村ごとの (東京都のみ23区別に用いた) う蝕に罹患した経験を持つ者の割合であるう蝕有病者率のデータ (平成12年) を用いた。図1aは、3251市町村のう蝕有病者率 (平均値40.4, 標準偏差14.2%) を、対数変換した健診受診者数を横軸にしてプロットした図である¹⁴⁾。人口が小さい地域では有病者率が平均値と離れて高低に大きく散らばっている一方で、人口がある程度大きい地域では平均値との差は小さく、まとまっている。この理由は、先に述べたように、健診受診者数により割合のとれる値の間隔の最小値が異なるからである。

それぞれの市町村における3歳児う蝕有病者数を d 、有病者率を θ 、受診者人口を n と置き、有病者数 d を確率変数の実現値と考え確率密度関数を二項分布と与える (ち

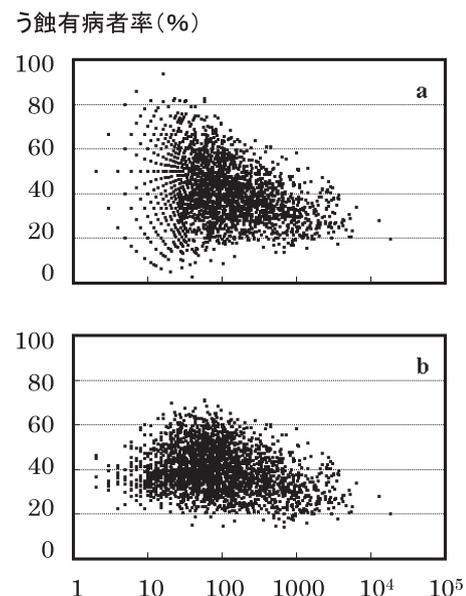


図1. 3歳児う蝕有病者率の受診者人口 (対数軸) による散布図。粗有病者率 (a) と経験的ベイズ推定値 (b)

なみに, がんの死亡率など発生率が極端に少ない場合はポアソン分布を与えるため, ここで示す式とは異なる¹²⁾).

$$f(d|\theta, n) = n C d (\theta)^d (1-\theta)^{n-d}$$

θ の事前分布の確率密度関数にベータ分布

$$p(\theta|\alpha, \beta) = \theta^{\alpha-1} (1-\theta)^{\beta-1} / B(\alpha, \beta)$$

を仮定し, ベイズの定理を用いて算出した. $B(\alpha, \beta)$ はベータ関数とし, 有病者率の経験的ベイズ推定による期待値は $E(\tilde{\theta}) = (\alpha + d) / (\alpha + \beta + n)$, 分散 $Var(\tilde{\theta}) = (\alpha + d)(\beta + n - d) / (\alpha + \beta + n)^2 (\alpha + \beta + n + 1)$ となる.

経験的ベイズ推定値は EB estimator for Binomial-Beta model¹⁵⁾ を用いて算出した. その際受診者数が 0 人の地域は除外した. 事前分布のパラメーターは最尤推定値を用いたが, ニュートン法で解が収束しなかった場合はモーメント推定値で代用した. 事前分布のパラメーター (α, β) は都道府県単位で与え, 3 歳児う蝕有病者率経験的ベイズ推定値を算出した.

この経験的ベイズ推定値をプロットしたグラフが図 1b である¹⁴⁾. 人口が少ない地域での変動が抑えられている一方で, 人口が大きい地域ではほとんど変化していないことがわかる. 人口が少ない地域の推定値は, その属する都道府県の平均値に近い値になっている.

疾病地図を用いた地域差の観察

この経験的ベイズ推定値による 3 歳児う蝕有病者率の疾病地図を示す(図 2)¹⁴⁾. 地図の作成には MANDARA¹⁶⁾ を用いた. 地域により 20% 以上も有病者率が異なる. その高低はランダムに分布しているわけではなく, 例えば東北地方や九州地方が全体的に高い, といったように有病者率に地域差が明確に認められた.

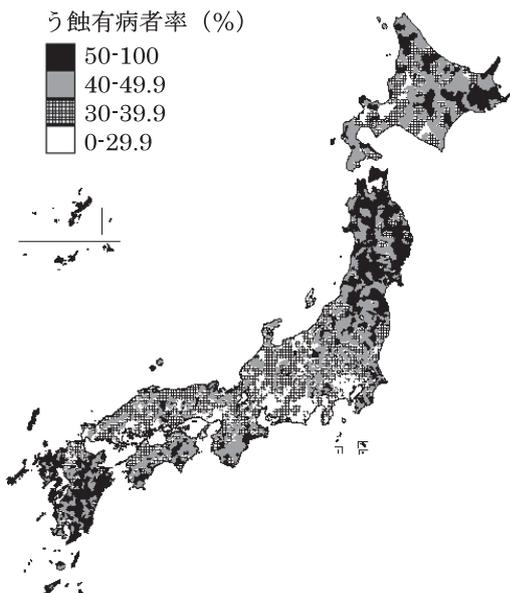


図 2. 3 歳児う蝕有病者率の疾病地図 (2000年, 経験的ベイズ推定値)

地域差の原因の究明

地域相関研究による検討

では, なぜこうした地域差が生じているのであろうか. 疾病地図を作成する場合, 地図の地区単位の社会指標が利用できれば, 地域相関研究が実施できる. Antunes らも, 社会指標とう蝕経験との関係を地域相関研究により検討している¹¹⁾. 私たちも, 地域差の原因を考えるために, まず地域相関研究による検討を行った. 3251 市町村のう蝕有病者率の経験的ベイズ推定値を目的変数として, 市町村ごとの社会指標を説明変数として重回帰分析を行った¹⁴⁾. その結果, 大学卒業者の割合が最も有病者率に深く関連しており, う蝕有病者率の変動の 26.0% を説明していた (学歴と所得の指標は相関が極めて高かったため, 多重共線性の問題をさけるために学歴の指標のみを分析に用いた). 次は合計特殊出生率で, 7.7% を説明していた. 一方, 歯科関連指標で唯一有意だったフッ化物塗布の寄与率は 1% に満たなかった. 歯科医院の数や市町村の保健事業の影響力は相対的にかなり小さく, 社会経済状態の影響は反対に大きいことを示唆した. 日々の健康的な生活習慣を維持できる集団は所得や学歴が高い傾向にあり, 逆にこれらの指標が低い集団では健康的な生活習慣を続けるための余裕が少なく, 疾病に罹患しやすくなるのであろう. この結果は, 社会的決定要因と歯科疾患との関連を示す先行研究と一致している^{11,17-19)}. ただし地域相関研究であり, また横断研究であるため, 個人レベルの因果関係を論じることは出来ないことは留意しなくてはならない. 例えば, う蝕の多い市町村がフッ化物塗布事業を重点的に実施している場合, 本来であればフッ化物塗布の実施率が高いと有病者率は低いことが期待されるが, 分析上は反対の結果となりうる. また市町村によっては, う蝕が多い乳幼児のみにフッ化物塗布を実施しており, これも地域相関研究の結果を歪めることになる²⁰⁾.

地域自体の影響の検討

これまでの分析では地域差の原因を考える上では不十分である. 構成効果 (compositional effect) と文脈効果 (contextual effect) の区別が出来ないのである²¹⁾. つまり, う蝕の多くなるような行動や社会経済状態を有する人が集まる地域で有病者率が高いという効果 (構成効果) と, 地域社会や環境にう蝕を増加させるような影響がある (文脈効果) という区別をすることができないのである. 地図上 (図 2) で示されたような大きな地域差は, 単にその地域に住む人々に原因があり, 個人が変われば地域差もなくなるのであろうか. それとも, 地域社会や環境の影響が存在し, 社会環境に働きかけるような公衆衛生施策が必要なのであろうか.

そこで, 文脈効果の有無を検討するため, マルチレベル分析を用いた研究を行った²²⁾. 日本全国から 44 市町村を無作為に抽出し, 3 歳児う蝕への個人の保健行動, 地域の要

因の関連を調べる横断研究を実施した。

39市町村から調査への協力が得られ、保護者の同意を得られた3301人（参加率79.9%）の3歳児が調査に参加をした。質問紙は保護者が回答をした。う蝕経験歯数を目的変数にしたマルチレベル回帰分析を行った。その結果、目的変数のばらつきのうち90.8%が個人の間で、9.2%が地域間で、有意性をもって生じていた。個人レベルの変数としては、月齢が高い、第三子以降の出生である、祖父母と同居している、保護者が喫煙をする、フッ化物配合歯磨剤の利用開始が1歳6ヶ月以降である、卒乳が1歳6ヶ月以降である、甘い飲料を週4日以上飲ませている、甘い飲料やおやつを1日2回以上与えている場合で、有意にう蝕経験歯数が多かった。個人レベルの社会経済状態である職業は有意な関連を示さなかった。そして、これらの個人レベルの変数を調整した上でも、地域レベルのばらつきは有意性を示した。さらに、地域レベルの変数では、地域の社会経済状態（平均所得を利用）を調整した上で、社会的結束（social cohesion）と関連すると考えられる公民館の数（人口当たり）が多い、菓子なども販売していると考えられる食料小売店の数（人口当たり）が多い、保健衛生費（人口当たり）が高い地域ほど有意にう蝕経験歯数が高かった。地域の社会環境が、3歳児のう蝕に関連していたのである。人々のつながりが強い地域ほど、健康に良い情報や行動の伝播が早いということが考えられ²¹⁾、今回の結果を説明するかもしれない。また、地域住民が子どもにお菓子を与えることが多いような社会環境が存在すれば、子どものう蝕は増えやすいだろう。他に地域差の要因としては、歯科健診の基準の違いも考えられるが、今回の結果から推測される影響は大きくても、う蝕のばらつき全体の5%に満たない。う蝕の地域差には、地域社会の影響（文脈効果）が関連していたのである。

先行研究においても、地域の社会関係資本（social capital）や地域の経済水準と歯科疾患の関係がマルチレベル分析により明らかになっており、地域の社会環境が個人の歯科疾患に影響をおよぼすことを示唆した今回の結論と矛盾しない²³⁻²⁸⁾。

まとめ

経験的バイズ推定により人口の少ない地域での変動を調整した疾病地図により、3歳児う蝕に地域差が存在することが確認できた。そして、地域差には社会経済状態が深く関連していることが示された。さらに、マルチレベル分析により、地域差は、う蝕の多い人が集まることで生じているだけではなく、地域にう蝕を発生させるような影響が存在することが示唆された。

Woodward and Kawachi は、潜在的な健康の社会的決定要因の不公平な分布と、不良な健康が因果性のある結果である場合、健康の「差異」は偶然ではなく社会的決定により避けられるものであるがゆえに「不平等」とされ²⁹⁾。私たちの研究結果は、日本における3歳児う蝕の地

域差は、偶然のばらつきではない、社会的決定要因が関連する不平等な地域格差であることを示した。そして、う蝕は個人の努力で予防できると考えられがちであるが、地域社会の環境により発生してしまう部分があることも示された。

社会的決定要因の影響を乗り越えることは難しく、多くの健康介入は社会経済状態の高い人々では大きな改善を導き、低い人々には効果が低いことで健康格差を拡大する²⁹⁾。社会的決定要因に起因する格差を減少させるために、Woodward and Kawachi は社会環境を変えるポピュレーション戦略であるフロリデーション（水道水中のフッ化物濃度を調整して、う蝕を予防する方法）を挙げている²⁹⁾。この方法は、WHO が推奨し、アメリカをはじめ各国で成果をあげている公衆衛生施策であり³⁰⁾、社会経済状態が低かったり、心身的な不健康のために口腔保健行動が後回しにならざるを得ない人々の底上げとなることで、う蝕の格差の減少が期待できる。実際、社会格差が巨大なアメリカにおいても、う蝕の格差は日本よりも少ない^{31,32)}。しかしながら、日本においてはあまり知られておらず、一部のアメリカ軍基地を除いて実施はされていない。

ここに挙げた歯科疾患に限らず、社会環境が健康に影響を及ぼすことは疑いようが無い¹⁻⁴⁾。そのため、人々の健康の増進には、個人への対策に加えて、社会への対策が必要となる¹⁻⁴⁾。教育や就労の環境や、上下水道の状況、交通ルール、国際社会の中での食品の流通などは人々の健康に影響する。タバコの増税やシートベルト着用法制化、教育現場でのフッ化物洗口や水道のフロリデーションといった方法は、社会環境に働きかけることで健康を増進させる。こうした社会環境を人々が選択するためには、社会環境に働きかける方法の存在を、正しく知ることが必要である。臨床家はエビデンスのある治療方法の選択肢を患者に提示するだろう。同様に公衆衛生においても、決定権は住民にあるがゆえに、健康教育を通じて住民や社会に選択肢の情報提供をするのが専門家の役割といえよう³³⁾。また、こうした社会政策は、多くの人々の利害がかかわるために実現が難しいことがある³⁴⁾。そのため、ヘルスプロモーションでは、健康を追求するために個人や社会の利害の対立を調停（mediate）することが基本戦略のひとつとされており、多部門にわたる専門家の連携も重視している³⁵⁾。このような、新しい公衆衛生運動に基づいたヘルスプロモーション³⁵⁾は、社会的決定要因に働きかけて健康格差の少ない社会をつくるだろう。

文献

- 1) 近藤克則. 健康格差社会—何が心と健康を蝕むのか. 東京：医学書院；2005.
- 2) 川上憲人, 橋本英樹, 小林廉毅. 社会格差と健康—社会疫学からのアプローチ. 東京：東京大学出版会；2006.
- 3) Marmot M, Wilkinson RG, eds. Social determinants of

- health. New York: Oxford University Press; 1999.
- 4) Wilkinson R, Marmot MG, eds. *Social determinants of health; The solid facts*. 2nd ed. Copenhagen: WHO Regional Office of Europe; 2003.
 - 5) Black, D. (chair). *Inequalities in Health*. London: Penguin; 1980.
 - 6) 厚生労働省大臣官房統計情報部人口動態・保健統計課保健統計室. 厚生労働省統計表データベース 平成16年度 国民医療費, <http://www.dbtk.mhlw.go.jp/toukei/index.html>.
 - 7) Aida J, Morita M, Akhter R, Aoyama H, Masui M, Ando Y. Relationships between patient characteristics and reasons for tooth extraction in Japan. *Community Dent Health* (In press).
 - 8) Ghosh M, Rao JNK. Small area estimation: an appraisal. *Stat Sci* 1994; 9: 55-76.
 - 9) Elliott P, Cuzick J, English D, Stern R. *Geographical and Environmental Epidemiology*. Oxford: Oxford University Press; 1997.
 - 10) Leroux BG, Maynard RJ, Domoto P, Zhu C, Milgrom P. The estimation of caries prevalence in small areas. *J Dent Res* 1996;75:1947-56.
 - 11) Antunes JLF, Frazao P, Narvai PC, Bispo CM, Pegoretti T. Spatial analysis to identify differentials in dental needs by area-based measures. *Community Dent Oral Epidemiol* 2002; 30: 133-42.
 - 12) 丹後俊郎, 横山徹爾, 高橋邦彦. 空間疫学への招待—疾病地図と疾病集積性を中心として. 東京: 朝倉書店; 2007.
 - 13) 8020推進財団. 地域歯科保健データバンク, <http://www.8020zaidan.or.jp/databank/index.html>.
 - 14) Aida J, Ando Y, Aoyama H, Tango T, Morita M. An ecological study on the association of public dental health activities and socio-demographic characteristics with caries prevalence in Japanese 3-year-old children. *Caries Res* 2006;40:466-472.
 - 15) 高橋邦彦. EB estimator for Binomial-Beta mode, <http://www.niph.go.jp/soshiki/gijutsu/download/>.
 - 16) 谷謙二. MANDARA, <http://www5c.biglobe.ne.jp/~mandara/>.
 - 17) Nadanovsky P, Sheiham A. Relative contribution of dental services to the changes in caries levels of 12-year-old children in 18 industrialized countries in the 1970s and early 1980s. *Community Dent Oral Epidemiol* 1995;23:331-9.
 - 18) Watt R, Sheiham A. Inequalities in oral health: a review of the evidence and recommendations for action. *Br Dent J* 1999;187:6-12.
 - 19) Locker D. Deprivation and oral health: a review. *Community Dent Oral Epidemiol* 2000;28:161-9.
 - 20) de Oliveira BH. From a cross-sectional ecological perspective, public dental health services may have little effect on caries prevalence for 3-year-old children in Japan. *J Evid Based Dent Pract* 2007;7:185-6.
 - 21) Berkman LF, Kawachi I, editors. *Social epidemiology*. New York: Oxford University Press; 2000.
 - 22) Aida J, Ando Y, Oosaka M, Niimi K, Morita M. Contributions of social context to inequality in dental caries: a multilevel analysis of Japanese 3-year-old children. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* (In press).
 - 23) Antunes JL, Peres MA, de Campos Mello TR, Waldman EA. Multilevel assessment of determinants of dental caries experience in Brazil. *Community Dent Oral Epidemiol* 2006;34:146-52.
 - 24) Tellez M, Sohn W, Burt BA, Ismail AI. Assessment of the relationship between neighborhood characteristics and dental caries severity among low-income African-Americans: a multilevel approach. *J Public Health Dent* 2006;66:30-6.
 - 25) Pattussi MP, Hardy R, Sheiham A. The potential impact of neighborhood empowerment on dental caries among adolescents. *Community Dent Oral Epidemiol* 2006;34:344-50.
 - 26) Antunes JL, Peres MA, Jahn GM, Levy BB. The use of dental care facilities and oral health: a multilevel approach of schoolchildren in the Brazilian context. *Oral Health Prev Dent* 2006;4:287-94.
 - 27) Bower E, Gulliford M, Steele J, Newton T. Area deprivation and oral health in Scottish adults: a multilevel study. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007;35:118-29.
 - 28) Turrell G, Sanders AE, Slade GD, Spencer AJ, Marcenes W. The independent contribution of neighborhood disadvantage and individual-level socioeconomic position to self-reported oral health: a multilevel analysis. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007;35:195-206.
 - 29) Woodward A, Kawachi I: Why should physicians be concerned about health inequalities? Because inequalities are unfair and hurt everyone. *West J Med* 2001;175:6-7.
 - 30) American Dental Association. *Fluoridation Facts*. Chicago: IL; 2005.
 - 31) Chen M, Andersen RM, Barmes DE, Leclercq M-H, Lyttle SC. *Comparing Oral Health Systems. A Second International Collaborative Study*. Geneva: World Health Organization; 1997.
 - 32) Petersen PE. Sociobehavioural risk factors in dental

- caries - international perspectives. *Community Dent Oral Epidemiol* 2005;33:274-9.
- 33) Weed DL, Mink PJ. Roles and responsibilities of epidemiologists. *Ann Epidemiol* 2002;12:67-72.
- 34) J.A.Muir Gray, 著. 津谷喜一郎, 高原亮治, 監訳. エビデンスに基づくヘルスケア　ヘルスポリシーとマネージメントの意思決定をどう行うか. 東京: エルゼビア・ジャパン; 2005. p. 301-2.
- 35) World Health Organization. *Ottawa Charter on Health Promotion*. Geneva: World Health Organization; 1986.