

博士論文(要約)

空間統計学的手法を用いた医療資源の地理的分布と  
疾患別死亡率の関連に関する研究

川口 英明

## 論文の内容の要旨

論文題目 空間統計学的手法を用いた医療資源の地理的分布と疾患別死亡率の関連に関する研究

氏名 川口英明

### 【序文】

近年、医師の地理的偏在、診療科ごとの偏在など、医師の配置が社会問題となっている。医師のキャリアパスと将来推計に関する研究結果や、近年の政策的な方向性から、今後、医師数は増え続けると予測される。しかし、医師数を増やしても偏在は改善されないという報告があり、喫緊の課題は医師の地理的偏在である。

地域枠制度や、新専門医制度など、医師の地理的偏在に関する政策がとられ始めている中で、診療科ごとの医師の地理的分布が、どのように各地域の健康状況に影響するかを定量的に評価する必要がある。本研究では、健康状況について、人口動態統計のデータ集計値を考察した結果、急性心筋梗塞・腎不全・自殺の疾患別死亡率について研究を行うこととした。

これらの疾患に関し、地域単位での診療科ごとの医師数と疾患別死亡率の関連について述べた先行研究はいくつか存在するものの、医療機器といった医師以外の医療資源数と疾患別死亡率の関連を述べたものは見当たらなかった。医療機器の使用を前提として診断や治療を行う疾患に関しては、医療機器の死亡への影響がより強いと考えられ、第一の先行研究の課題として、医療機器の分布を考慮した上で医師数と疾患別死亡率との関連が分析されていないことを考えた。

また、今回得られた文献では、同一国内で共通の統計モデルを想定していたため、各地域の局所的な関連をみることができていない。国内で均一化された統計モデルだけで医療資源の最適化を議論するのは十分とは言えず、第二の先行研究の課題として、医療資源数と疾患別死亡率の関連の地域差について分析されていないことを考えた。

本研究では、医療機器数と医師数を含む医療資源数と疾患別死亡率の関連を、空間統計学的手法を用いて評価することとした。

### 【目的】

空間統計学的手法を用いて、医療資源数と、急性心筋梗塞、腎不全、自殺の疾患別死亡率との関連を評価することが本研究の目的である。

第一に、国内全体の傾向を把握するグローバルモデルを用い、医療機器の分布を考慮した上で医師数と疾患別死亡率との関連を分析する。第二に、局所的な関連を検知できるローカルモデルを用い、医療資源数と疾患別死亡率の関連の地域差について分析する。

## 【方法】

本研究は公的な二次データを用いた横断研究であり、地域レベルでの死亡数や医療資源、社会的因子などの集計値（マクロデータ）を利用した地域相関研究を行った。対象地域は、入院管理が必要な急性心筋梗塞では二次医療圏単位(n=349)、日常的に利用する医療資源との関わりが重要な腎不全・自殺では市区町村単位(n=1,896)とした。

医師歯科医師薬剤師調査のデータから、二次医療圏単位の循環器内科医数、循環器専門医数、市区町村単位の腎臓内科医数、腎臓専門医数、透析専門医数、精神科医数を使用した。市区町村単位の医師数については、各医師が市区町村に存在するか否かの二値変数に変換した。医療施設静態調査のデータから、心臓カテーテル施設数、冠動脈 CT 施設数、透析台数を使用した。社会経済的因子については人口密度、平均所得、完全失業率、粗離婚率、高齢者単独世帯割合、大学卒業率を、国民生活基礎調査からは、喫煙習慣、飲酒習慣を、国民栄養基礎調査からは、一日当たりの歩数と Body Mass Index(BMI)を用いた。各疾患の死亡数は、人口動態統計のデータを用いた。

アウトカムの評価には、標準化死亡比(SMR)を用いた。観測死亡数に対してポアソン分布を仮定し、回帰分析のベースはポアソン回帰とした。

グローバルモデルとして、空間的自己相関を考慮し、条件付き自己回帰 (CAR)モデルのうちの Leroux モデルを用いた。地域ポリゴンのセントロイドを代表点として設定し、隣接関係の定義にドロネー三角網を用いた。空間重み行列は、各代表点が隣接しているか否かの二値データを用いた binary matrix として設定した。各疾患の SMR の分布を調べるため、CAR Leroux モデルを用いて SMR を平滑化した。また、各疾患の SMR と医療資源や社会経済的因子との関連を調べるため、CAR Leroux モデルに説明変数を導入した。

ローカルモデルとして、空間的異質性を考慮し、地理的加重回帰モデルを用いた。本研究では適応型 bi-square カーネルを選択し、最適なバンド幅は、クロスバリデーションを施し、修正型赤池情報量基準が最小になるよう決定した。また、可能な限り多重共線性を排除するため、医療資源以外のすべての説明変数に対して主成分分析を行い、得られた全ての主成分得点を医療資源の変数とともにモデルに投入した。一部の変数をグローバル変数、残りの変数をローカル変数として扱うセミパラメトリック地理的加重回帰モデルを用いるため、各説明変数に対してローカル変数として採択するべきかどうかの検証を行い、その後モデルを構築した。最終的なモデルはセミパラメトリック地理的加重ポアソン回帰モデルとして、SMR と説明変数の関連の解析を行った。得られたローカル変数のパラメータ推定値が統計学的に有意かどうかを検討した。

## 【結果】

CAR Leroux モデルでは、循環器内科医数、循環器専門医数に関しては、急性心筋梗塞 SMR と有意な関連は認められなかった。冠動脈 CT 施設数と急性心筋梗塞 SMR とは、有意な負

の関連を認めた。

腎臓内科医、腎臓専門医の有無は腎不全 SMR とは有意な関連がなかった。透析専門医の有無は、腎不全 SMR と有意な正の関連が認められた。透析台数と腎不全 SMR との間には、どのモデルでも、有意な負の関連が認められた。

精神科医の有無と自殺 SMR の間には、有意な関連は認められなかった。

急性心筋梗塞を対象とした地理的加重回帰モデルでは、循環器内科医数・循環器専門医数は、ローカル変数として扱うべきであると示された。心臓カテーテル施設数および、冠動脈 CT 施設数に関しては、グローバル変数として扱うべきであると示された。ローカル変数である医師数と急性心筋梗塞 SMR との間には、統計学的に有意に負の関連を示す地域と統計学的に有意に正の関連を示す地域があり、関連には地域差があることが示された。

一方で、腎不全、自殺に関しては、各医師の有無および医療機器数はどれもグローバル変数として扱うべきであると示された。

#### 【考察】

CAR Leroux モデルでは、循環器内科医数も循環器専門医数も、二次医療圏単位でみた場合、急性心筋梗塞 SMR との間には有意な関連は見られず、国内の先行研究と一致する結果となった。医療機器については、冠動脈 CT 施設数と急性心筋梗塞 SMR とは負の関連がみられ、冠動脈 CT の必要性が国内において示唆されたことに加え、冠動脈 CT の地理的分布に関しても、今後は考察の必要性があることが示唆された。

腎臓内科医・腎臓専門医の有無と腎不全 SMR の間には有意な関連が認められず、先行研究を支持する結果となった。また、透析専門医の有無と腎不全 SMR との間には正の関連がみられた。本研究からは、この関連に関する直接的な解釈は困難であるが、一つの可能性として、透析専門医がいる市区町村には透析適応になるような末期腎不全患者が多く集まりやすく、結果的に正の関連を示した可能性が考えられた。また、腎不全 SMR と透析台数に有意な負の関連を認めた。

精神科医の有無は自殺 SMR と有意な関連を認めず、空間的な解析を行った先行研究と一致する結果となった。

グローバルモデルである CAR モデルを用いた結果からは、いずれの疾患でも、医療機器数を同じモデルに導入した場合、医師数と SMR とは有意な負の関連は認められなかった。そのため、医師の地理的分布だけを考察するのではなく、医療機器との兼ね合いも念頭に置いて考察を行う必要があると考えられる。

地理的加重回帰モデルでは、心臓カテーテル施設数・冠動脈 CT 施設数はローカル変数としては採択されず、急性心筋梗塞 SMR との関連には、地域差がなく、全国で一律であることが示唆された。一方で、循環器内科医・循環器専門医の数と急性心筋梗塞 SMR は、負の関連を示していた地域もあれば、正の関連を示していた地域もあり、関連に地域差が認められた。地理的加重回帰モデルの結果だけからは、医師数と SMR の関連に地域差が生じる詳

細なメカニズムは判断できない。そのためあくまで結果に関する推測ではあるが、負の関連については、その地域が、医師の技量・急性心筋梗塞用の医療ネットワーク等、医療供給面で相対的に優れている地域である可能性が推測の一つとして挙げられる。正の関連については、その地域で医療行為が増加している可能性が推測の一つとして挙げられる。また、医療者が多く集積し、その分医療行為が増加する傾向が出た結果、急性心筋梗塞と診断された症例数が増加している地域である可能性も、推測の一つとして挙げられる。

ローカルモデルを用いた検討では、急性心筋梗塞 SMR と循環器内科医・循環器専門医数の関連には地域差が認められた一方で、心臓カテーテル施設数・冠動脈 CT 施設数との関連には地域差が認められなかった。また、腎不全と自殺に関しては、医療資源数と SMR の関連には地域差が認められなかった

### 【結論】

本研究では、空間統計学的手法を用い、国内の急性心筋梗塞、腎不全、自殺の SMR と医師数、医療機器数の関連を検討した。急性心筋梗塞では、CAR モデルで SMR と冠動脈 CT 施設数に有意な負の関連を認め、地理的加重回帰モデルでは SMR と循環器内科医・循環器専門医数の関連に地域差を認めた。腎不全では、CAR モデルで SMR と透析台数に有意な負の関連を認めた。自殺では、CAR モデルで SMR と精神科医の有無の関連は認められず、地理的加重回帰モデルでもその関連性に地域差は認められなかった。上記 3 つの疾患においては、医療資源である医師数、医療機器数と SMR との間には地理的関連性に差があることが示唆された。