

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 17 日現在

機関番号：34519
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2010 ～ 2012
 課題番号：22590561
 研究課題名（和文） 大気汚染の健康影響評価のための曝露推計モデルの開発：兵庫県学童コホートへの適用
 研究課題名（英文） Exposure model for estimating health effects of air pollution
 研究代表者
 谷村 晋 (TANIMURA SUSUMU)
 兵庫医科大学・医学部・講師
 研究者番号：60325678

研究成果の概要（和文）：大気汚染常時監視測定局の測定値（年平均値）から個人の大气汚染物質の長期的曝露量を推定することを最終的な目的として、測定局から各家屋の屋外濃度、屋内濃度、個人曝露量を順次推定する統計モデル群を検討した。回帰モデルとクリギングモデルを階層的に組み合わせることにより、測定局の濃度から屋外濃度を推定するモデルを開発し、実測値（二酸化窒素）との比較によりモデルの妥当性を明らかにした。また、屋外濃度と屋内環境に関する質問票を組み合わせることにより、屋内濃度を推定できることを示した。

研究成果の概要（英文）： For estimating long-term exposure to air pollutants from an ambient air pollution monitoring station network, a set of statistical models was examined in this study, which sequentially estimates outdoor and indoor concentrations, and individual exposure. A hierarchical combination of regression and kriging models enabled to predict outdoor concentration from measured values of monitoring stations with smaller root-mean-square error to actual measurements than other conventional approaches. Adjustment with questionnaire about indoor environment drastically improved the precision of estimation from outdoor to indoor concentration.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学・衛生学

キーワード：環境疫学 地理情報システム 空間補間法

1. 研究開始当初の背景

大気汚染物質の曝露が、どのように、またどの程度健康に影響するか研究がなされている。短期的影響を調べる場合は、被験者に汚染物質の測定器を携行してもらうなど、曝露量推定の現実的な方法も存在する。しかし、年単位の長期的影響を調べたいときには、本質的に重要な曝露量の推定に大きな制限がある。最近隣の大気汚染常時監視測定局の測定値を用いる方法や、最適空間補間法として知られるクリギング法などを用いて、曝露量の年平均値を推定するしかない。

2. 研究の目的

本研究は、大気汚染物質の長期的健康影響を疫学的により正しく評価するために、大気汚染物質への曝露量推定方法を開発することを目的とした。最終的には、大気汚染常時監視測定局の測定値（年平均）から、個人曝露量を推計することが理想であるが、本研究では、主に、測定局の測定値から個人の住居地における屋外濃度を推定すること、及び屋外濃度から屋内濃度を推定することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 複数の測定局で得られた測定濃度からその付近の濃度を推定するための手法にはさまざまなものが提案されているが、大きく分けると、クリギング法または土地利用回帰モデルに分類できる。本研究は、土地利用回帰モデルの誤差項にクリギングを階層的に組み入れる工夫を施すことにより、新しい空間回帰モデルを提案した。本モデルは、大気汚染物質の観測値は滑らかな分

布に従っており、大気汚染物質の分布を説明する共変量は独立ではなく空間構造を持つという考えに基づいている。二酸化窒素 (NO_2) は自動車排気ガス由来のものが多く、幹線道路付近では濃度が高いことが知られているため、道路延長 (m) を組み入れた線形回帰モデルに演繹的な普通型クリギングを組み入れた。開発したモデルは、実測値との比較によりその精度を検討した。

(2) 実測調査は、最も地域変動が大きな大気汚染物質である NO_2 について行った。兵庫県東播磨地域（加古川市・播磨町）の小学校から NO_2 の年平均濃度が低い、中程度、高い地域の小学校を 1 校ずつ選定し、小学校を通じて調査の参加協力世帯を募集した。同意を得られた世帯を対象に簡易測定器（フィルターバッジ）と質問票（調理器具の熱源、暖房の種類、家屋構造、喫煙者の同居）を送付し、屋外濃度、屋内濃度、及び学童に装着した携行時の濃度をそれぞれ 3 日間測定した。測定後に郵送にて測定器と質問票の回収を行った。調査は、非暖房期の 2012 年 10 月（第 1 回調査）と暖房期の 2013 年 2 月（第 2 回調査）に実施した。大気汚染常時監視測定局から測定局地点における調査期間中の NO_2 濃度を得た。

4. 研究成果

(1) 実測調査では、76 世帯で同意が得られた。測定器返却率は、第 1 回調査で 86% (65/76)、第 2 回調査で 94% (59/65) であった。そのうち、本研究に用いることができた有効な測定は、第 1

調査で62件、第2回調査で58件であった。屋外濃度から屋内濃度を推定するモデルについて、共変量はなく屋外 NO₂ 濃度と屋内 NO₂ 濃度のみからなるモデルでは決定係数は0.07（第1回調査）0.05（第2回調査）であった。ガス調理器具の使用、家屋構造、交互作用を入れると、第1調査、第2回調査ではそれぞれ決定係数が0.67, 0.71まで向上した。屋内 NO₂ 濃度の推定値と実測値のRMSE（平均二乗誤差）は、0.0023 ppm（第1回調査）、0.0184 ppm（第2回調査）であった。以上により、屋内環境の情報を加えると屋外濃度から屋内濃度を予測することは可能であることが示唆された。

また、屋外 NO₂ 濃度と屋内 NO₂ 濃度の比例配分では携行時の NO₂ 濃度を説明できないことが分かった。これは、大気汚染常時監視測定局の数値から個人曝露量の推定を行うためには、本研究とは全く異なる視点からのアプローチが必要であることを意味する。

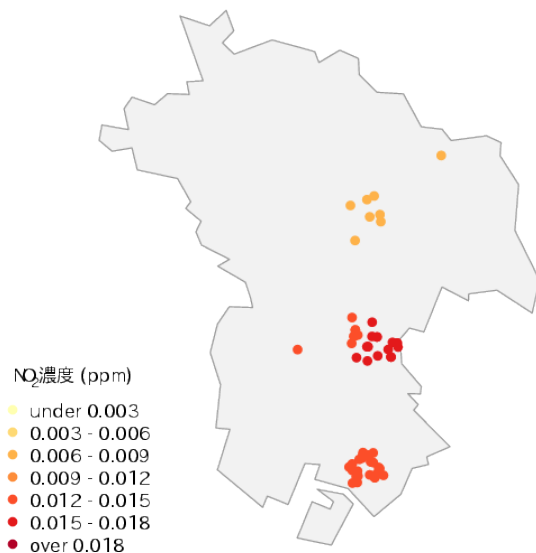


図1 最近隣法による推定

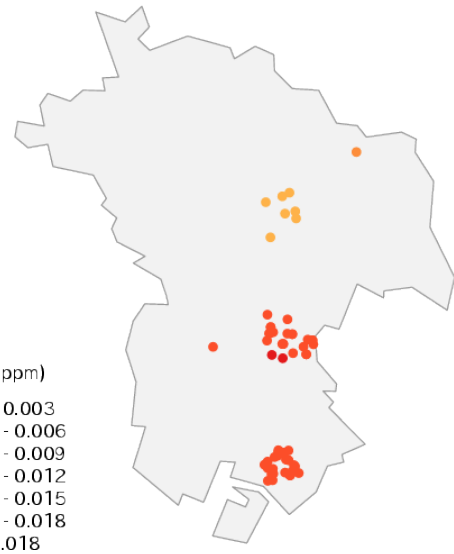


図2 クリギング法による推定

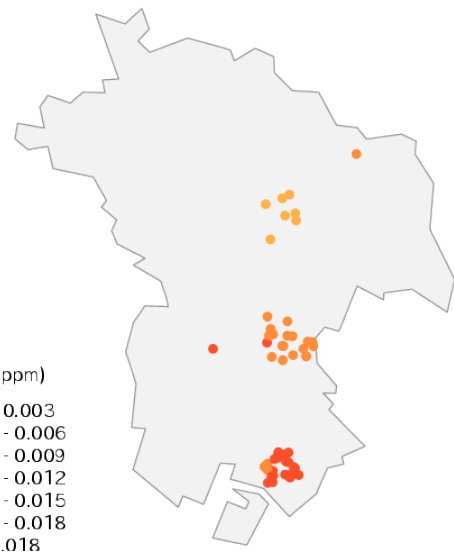


図3 提案モデルによる推定

(2) 大気汚染常時監視測定局の測定値から、各家庭の地点における屋外 NO₂ 濃度を3種類の方法で推定した。最寄りの測定局の濃度をそのまま当てはめる最近隣法（図1）、最適空間補間法として知られるクリギング法（図2）、本研究で開発した新しい空間回帰モデル（図3）の結果をそれぞれ示す。実測値の分布（図は省略）は、各家庭に測定を依頼していたこともあり、局所変動が大きかったが、それを偶然変動と捉えて、各図と比較すると、提案法による推定が最も当てはまりがよかった。当てはまりの程度を比較

するために、実測値と推定値の差の平均である平均乗誤差を求めたところ、提案法の誤差が最も小さかった（表）。

表 屋外 NO₂ 濃度の実測値と推定値の RMSE（平均二乗誤差）

	RMSE (ppb)
最近隣法	3.14
クリギング法	2.60
提案法	2.53

以上より、大気汚染常時監視測定局の数値から屋外濃度および屋内濃度を予測する一連の提案モデルは、さらなる改善が必要とされるものの、本研究では、大気汚染常時監視測定局の測定値から屋内濃度を推定できる可能性が示唆された。しかしながら、日常的にさまざまな場所に移動する個人に関しては、住居に近い測定局の値から個人の曝露量まで推定することは困難を極めることが改めて確認された。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計 2 件）

①谷村晋、島正之、屋外濃度と質問票を用いた二酸化窒素の屋内濃度推定の検討、第 72 回日本公衆衛生学会総会、2013 年 10 月、津市

②谷村晋、島正之、カーネル密度推定法を用いた標準化比の地理空間分布、第 70 回日本公衆衛生学会、2011 年 10 月 20 日、秋田市

〔図書〕（計 1 件）

①谷村晋、地理空間データ分析、共立出版、2010、240

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷村 晋（TANIMURA SUSUMU）

兵庫医科大学・医学部・講師

研究者番号: 60325678

(2) 研究分担者

島 正之（SHIMA MASAYUKI）

兵庫医科大学・医学部・教授

研究者番号: 40226197