

課題名	R F - 0 7 3 浮遊粒子状物質 (SPM) および大気汚染物質の脳型多変量解析技法の開発		
課題代表者名	神部順子 (江戸川大学メディアコミュニケーション学部情報文化学科)		
研究期間	平成19-20年度	合計予算額	5,855千円 (うち20年度 2,755千円) ※上記の合計予算額には、間接経費1,350千円を含む。
研究体制	<p>研究体制</p> <p>(1) 浮遊粒子状物質 (SPM) および大気汚染物質の脳型多変量解析技法の開発 (江戸川大学)</p>		
研究概要	<p>研究概要</p> <p>1. 序 (研究背景等)</p> <p>環境問題は個別の地域を研究する時代から、大域的な地域を関連付けて考えなければならない時代になっている。東南アジアは経済発展の著しい地域であり、大気汚染はかなり憂慮される状況である。特に2008年の北京オリンピックでも注目されたように、大気汚染は複雑化し、かつ広域化しており、その観測密度および観測精度の向上と長期間に渡る継続的なデータ解析が必要とされている。</p> <p>東南アジアの大都市では大気汚染に関心が集まっているが、例えば、現代のスモッグは太陽光、NO_x (窒素酸化物)、エアロゾル (気体中に浮遊する微小な液体または固体の粒子、SPMも含む) など多様な指標を組み合わせて評価しないと健康に関与する要因がわからない。また、環境データには欠測が多く、従来の多変量解析技法では欠測を含むデータのほとんどが捨て去られるため、多くの情報が失われる。さらに大域的な環境データは、測定者や測定方法などが異なるため、データを均質なものとして取り扱うことができない。そして、これまで街路付近の気流性状や自動車から排出されるSPMの拡散については様々な解析や考察がなされているが、沿線の住宅地域を含めた“生活空間”といった視点で考える研究、つまり生活空間を考慮した面測定とそのシミュレーション研究はまだ充分ではない。また、こういった視点からの国際比較もあまり例がない。</p> <p>2. 研究目的</p> <p>本研究は、SPMおよびNO_xといった大域的な大気汚染物質の生活空間に対する影響を解析するために、欠測を含む環境データに対して脳型情報処理 (人間が行っている情報処理を処理方法に取り込んだ手法) による多変量解析技法を開発し、多様な大気環境指標の総合的・複合的評価を得ることを目的とする。</p>		

3. 研究の方法及び結果

(1) 欠測のあるデータを含む脳型多変量解析技術の開発に関する研究

東京都、千葉県、埼玉県、川崎市の各公的機関より発表された計314測定地点のSPMとNO_xについて、2005年の年間平均値 {最小値、最大値} を[0.1]で標準化したものを図1に示す。SPMの分布とNO_xの分布にほとんど相関はみられない。NO_xは道路沿い、特に東京都と川崎市にある測定地点の値が大きい。SPMはNO_xが小さいところでも値の大きな測定地点がみられる。

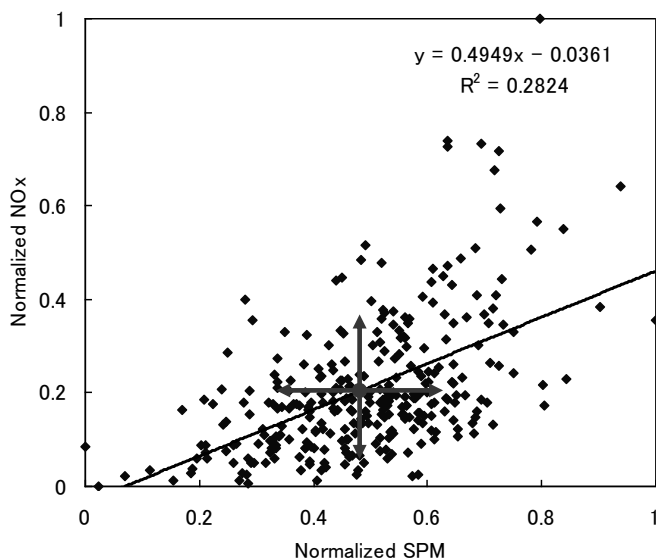


図 1. 各測定地点でのSPMとNO_xの年間平均値の相関図

クラスター分析による月別のデンドログラムを図2に示す。SPMでは大きく2つのグループに分類されたが、5月と11月はこの2つのグループの中では特異な月であることがわかった。また、NO_xでは11月から3月までと、4月から10月が同じグループである。

Dendrogram using Ward Method

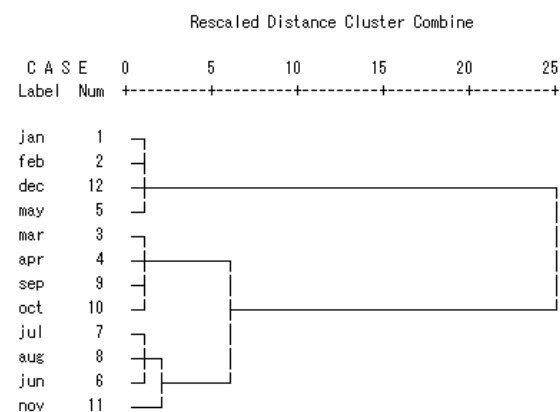


図 2-1. SPMの月別デンドログラム

Dendrogram using Ward Method

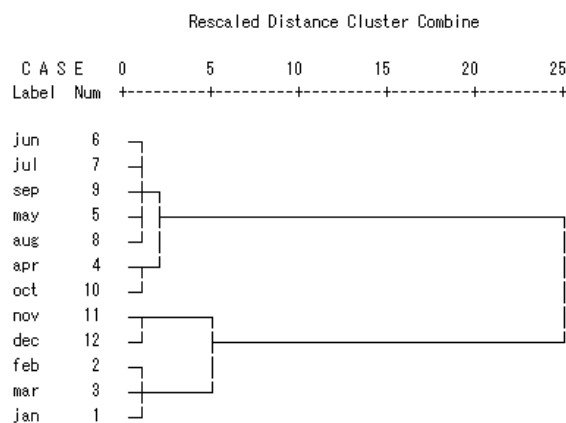


図 2-2. NO_xの月別デンドログラム

大気汚染指標である窒素酸化物 (NO_x) や浮遊粒子状物質 (SPM) などのデータの実測の測定点は、離散的、かつ疎であり、また一部に偏っている。さらにそれらは欠測が多く、従来の統計的解析では欠測を含むデータのほとんどが捨て去られるため、多くの情報が失われている。そのため本研究では、欠測データ集合を扱う神経回路網法 (CQSAR: Compensation Quantitative Structure Activity Relationships) を用いて格子点上のデータ補完を行なった。CQSARは階層型神経回路網を用いた新しいデータ補完法として使うことができる。SPMの分布は、極端な多峰性ではなく緩やかな変化を示す。このように比較的なだらかな変化をするデータに対しては、CQSARで欠測値を補完可能であ

ることがわかった。

(2) 東南アジアの大都市のSPM簡易測定とデータの標準化技法の開発

浮遊粒子物質（SPM）は、自動車排気ガスや工場からの排気など人の生活空間に密着しているものであり、SPMはいつでもどこでも誰でも観測可能である必要がある。デジタル粉塵計を用いてSPMを測定し、東南アジアの大気汚染が深刻化していることを確認した。また、江戸川大学（流山市）でも測定し、SPM測定値と千葉県環境測定データとの関係を解析した（図3）。公的機関による千葉県我孫子市のデータと似た傾向を示しているが、SPMについては、公的機関でのβ線照射法と江戸川大学でのレーザ光散乱方式という計測機器の種類の違いが影響していることがわかった。つまり、江戸川大学でのSPM計測機器では湿度の影響を大きく受けている。今後、この点に考慮しながら分析する必要がある。

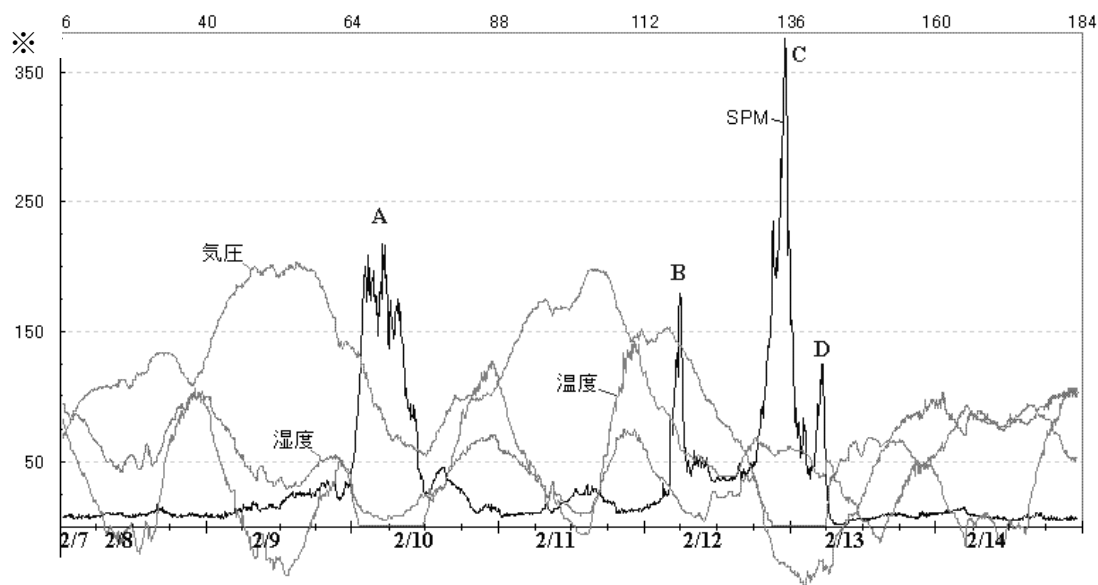


図3. 江戸川大学での観測結果（2008年2月7日から14日）

※グラフ縦軸の左側の数値は、SPM[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]は実測値そのままである。温度[$^{\circ}\text{C}$]は実測値を2倍した。気圧[hPa]は実測値から1000を引いた。10倍湿度RH[%]は実測値を100から引いた。つまり、SPM以外は全て相対的な値である。

(3) デジタル画像によるSPM簡易測定法の開発

従来の方法では各地点の個々の時刻でのSPMの量を測ることができるが、その種類や空間分布の情報を得ることは非常に難しい。そこで、デジタルカメラによって得られた画像の特徴抽出を行い、それとSPM測定値との比較から、画像の特徴とSPM測定値の関係を見出し、デジタル画像から環境データ測定技術の開発指針を得た。大気分子はRayleigh散乱を起こし、粒子径 $1\sim 10\mu\text{m}$ のSPM粒子はMie散乱を起こすことを利用するものである。デジカメRAW形式で空を撮影し、画素の赤、緑、青色情報(R, G, B)を得るものである。本研究ではデジタル画像を解析することでSPMの空間分布を見ることができるようになった。

千葉県流山市の夕方、西方向の空の画像からR成分を抽出し、強調した画像を図4に示す。白い円で囲った部分に霧状の何かが存在することがわかる。



図 4. 流山市上空のコントラスト強調R画像（2007年7月9日18時35分）

マレーシアのクアラルンプール上空での朝の画像をコントラスト強調したものを図5に示す。左の画像の30分前に撮影したのものには、右側のような霧状のものは見られず、交通渋滞が始まった後に発生した大気状況の変化をデジタルカメラで捉えることが可能である。

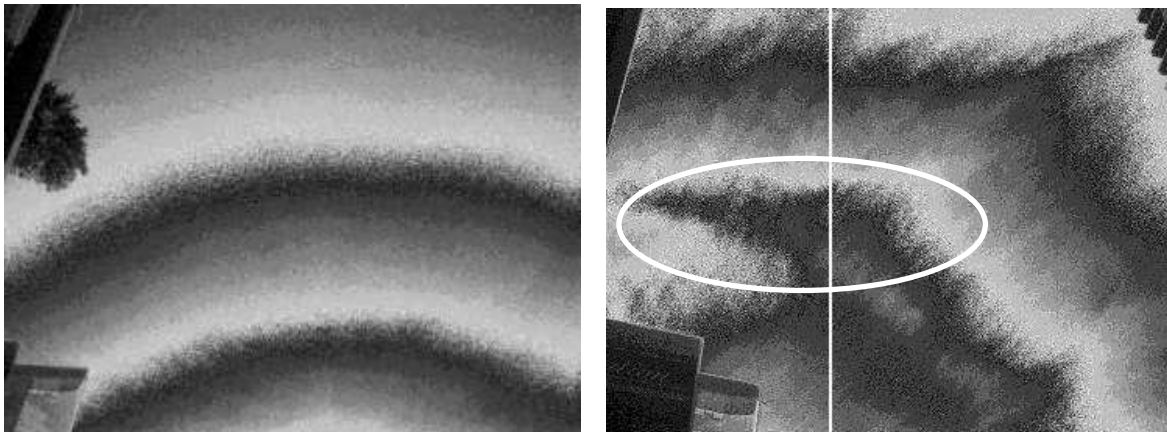


図5. クアラルンプール上空のコントラスト強調R画像（2007年8月8日左は8時35分、右は9時6分撮影）

図6は図5右の縦軸に平行に引いた線の部分を処理したものである。この図の{B/R}曲線は、円で囲った部分にMie散乱の多い部分があることを示す。すなわち、SPMが存在することを示している。

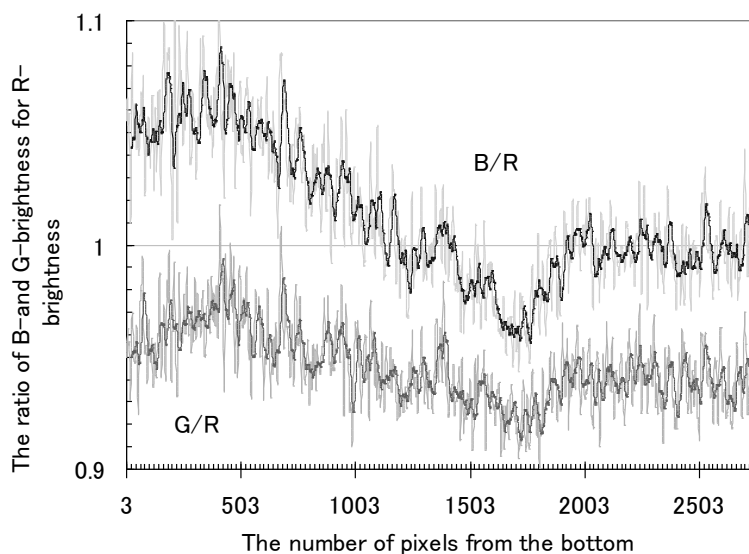


図6. 図5に示した画像のG/R, B/R, B/G（画像縦線上）

(4) 離散的データからの等濃度線描画技術の開発

環境汚染物質の測定点は離散的であり、かつ一部に偏っているので、環境汚染物質の広がりを見るための分布図をなだらかに表現することは難しい。環境汚染物質の分布を見るためには分布図の作成は不可欠であるので、(1)で述べた欠測データ集合を扱う神経回路網法CQSARを用いて格子点上のデータ補完を行い、そのデータを用いて環境汚染物質の分布図を描くことを試みた。その結果、SPMの分布に関して、実用上問題のない精度でなだらかな分布図を描くことが可能であることがわかった。2008年4月にデジタル粉塵計で観測した韓国ソウル市31地点を図7に示した。31点のサンプル教師データの学習によってCQSARを用いて補完する点は、98点である。

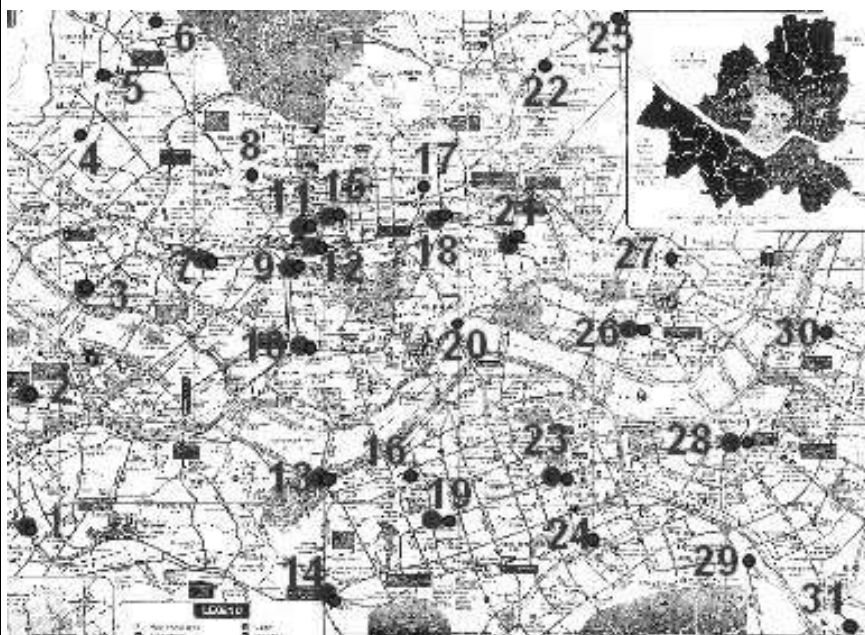


図7. ソウル市での観測点

CQSARによるデータ補完と分布図を図8に示した。補完したデータを使うことにより、なだらかな分布図が得られている。図8を見るとソウル市南西の環状線に沿った繁華街（測定点1, 2, 3 近傍）から北東の方向に带状にSPMの分布が多い領域があり、繁華街東側の山（ソウル市南の測定点16）から北東に带状にSPM濃度の低い領域があることがわかる。

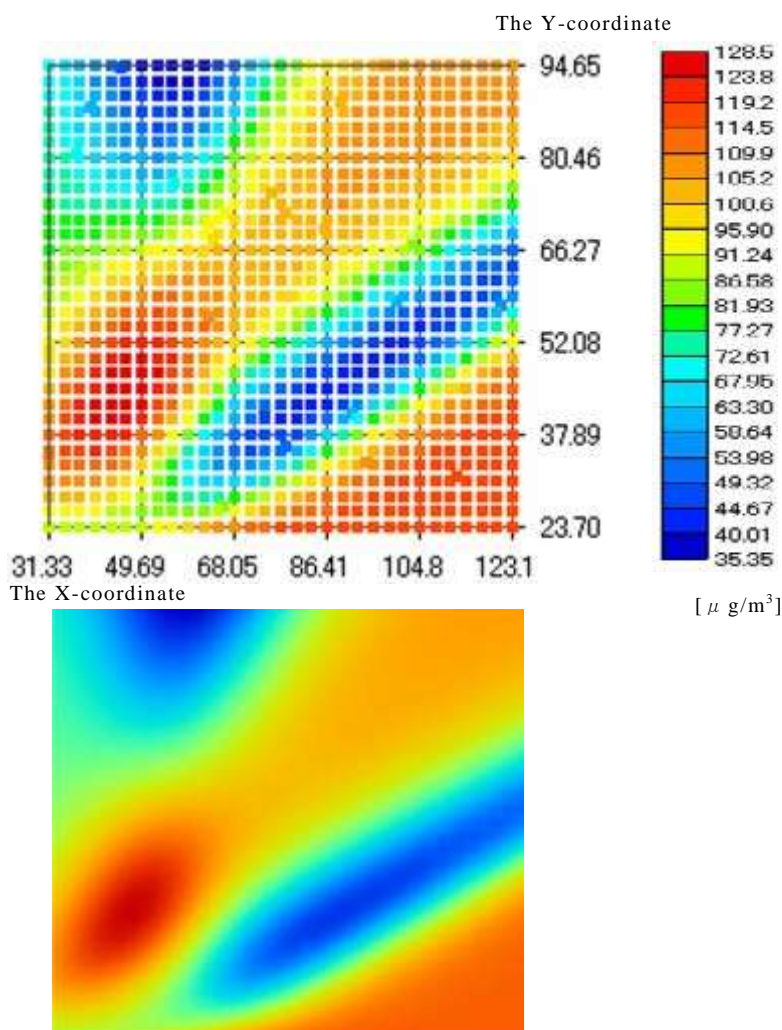


図8. CQSAR によるデータ補完と分布図

4. 考察

大気環境指標物質の一つであるSPMは、自動車排気ガスや工場からの排気など人の生活空間に密着しており、いつでもどこでも誰でもが容易に観測可能である必要がある。従来のSPM観測法は複雑であり、実用的なデータ取得には高価で運用に高度の技術を要する装置を必要とする。また装置の維持費も大きいため継続的な測定は難しい。

本研究ではSPMをいつでもどこでも誰でもが容易に観測可能とするために、市販のデジタルカメラによって撮影されたデジタル画像の解析を行うことで、従来の測定では難しかったSPM観測を高速かつ簡便に測定する技術の開発を行なった。特にデジタルカメラという安価で高性能なデバイスを用い、そのデジタルデータに新たな情報処理技術を加えることで、SPMの量、種類、分布などの容易な測定を可能とし、継続的かつ観測密度の高い測定を可能とする技術の開発という点に特徴がある。

環境問題は慢性的に状況が悪い方向に進行することが多いが、対策は容易でない場合がほとんどである。そのため、多くの人々が大気汚染に関わる現象を記録し、汚染の進行が深刻な事態であると認めることを容易にすることが必要である。本研究はそれを実現する可能性がある。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究の特色は、1) 欠測のあるデータを含む多変量解析技術を確立し、さらに2) 東南アジアの大都市を含む簡易測定と標準測定値を比較することで、大域的な環境指標の標準化および統合化を実現する。これにより局地から大域までの連続的な大気環境解析技術を確立することにある。また、3) デジタル画像によるSPM簡易測定法の開発は、簡易で低コストな測定技術となりうる。4)

得られた離散的なデータを連結し、等濃度線を描くことでSPM汚染源の特定を行う技術は、不定なSPM汚染源の割り出しに大きな役割を果たす。

本研究では、特に、デジタルカメラによる撮影を行い、デジタル画像をコントラスト処理することで、大気汚染物質の視認性を高め、その空間分布を見ることができた。さらに時間経過を見ることによって、その空間分布の時間経過をみることも可能となった。今後、さらにSPMの観測密度および観測精度の向上と長期間にわたる継続的なデータ解析が必要である。SPMを、“いつでもどこでも誰でもが観測可能”とするために、市販のデジタルカメラを用いSPMの簡易測定装置およびデジタル画像解析技術を開発し、デジタル画像解析を行うことで、従来の測定では難しかったSPMの空間分布、量、種類を簡便な測定が可能となることを示した。

(2) 地球環境政策への貢献

今後、生活空間を考慮した精度の高い次世代型環境リスク評価技術と、発展途上国にも適用可能な簡易かつ安価な浮遊粒子状物質（SPM）測定のための知見を提供することが期待できる。

6. 研究者略歴

課題代表者：神部順子

1968年生まれ、お茶の水女子大学大学院修士課程家政学研究科家庭経営学専攻卒業、薬学博士（徳島大学）、現在江戸川大学メディアコミュニケーション学部准教授、

7. 成果発表状況（本研究課題に係る論文発表状況。）

(1) 査読付き論文

1) 青山智夫, 神部順子, 長嶋雲兵, 北緯32度, 東経120~130度上空のSPM濃度、Journal of Computer Chemistry, Japan, 7(5), 185-200 (2008).

2) 神部 順子, 長嶋 雲兵, 青山 智夫, 欠測データ集合を扱う神経回路網法CQSAR: Compensation Quantitative Structure-Activity Relationshipsを用いた環境指標データの補完と分布図, Journal of Computer Chemistry, Japan, 7(5), 201-206 (2008).

3) 青山智夫, 神部順子, 長嶋雲兵, 中山榮子. 浮遊粒子状物質の可視化: 画像的アプローチ、Journal of Computer Chemistry, Japan, 8(1), 13-22 (2009).

4) 神部順子, 中山榮子, 長嶋雲兵, 青山智夫. 欠測データ集合を扱う神経回路網法CQSAR: Compensation Quantitative Structure-Activity Relationshipsを用いた環境汚染物質濃度推定と分布図- 韓国ソウル市の場合 - Journal of Computer Chemistry, Japan, 印刷中

