

200738031A

厚生労働科学研究費補助金

地域健康危機管理研究事業

地域の社会情報及び地理情報を加味した健康危機情報の分析と支援システムに
関する調査研究

平成19年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 浅見 泰司

平成20(2008)年 4月

目 次

I. 総括研究報告

地域の社会情報及び地理情報を加味した健康危機情報の分析と支援システムに関する調査研究	
浅見泰司	・・・ 1 - 1

II. 分担研究報告

1. 感染症の流行推移を捉える空間分析手法の開発

浅見泰司	・・・ 2 - 1
------	-----------

2. 小学校欠席状況による健康危機事態アウトブレイクの把握

郡山一明	・・・ 3 - 1
------	-----------

3. 空間ドキュメント管理システムのユーザビリティ向上と実用化に関する研究

有川正俊	・・・ 4 - 1
------	-----------

III. 研究成果の刊行に関する一覧表

	・・・ 5 - 1
--	-----------

IV. 研究成果の刊行物・別刷

	・・・ 6 - 1
--	-----------

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
総括研究報告書

地域の社会情報及び地理情報を加味した健康危機情報の分析と支援システムに関する調査研究

主任研究者 浅見 泰司 東京大学空間情報科学研究センター教授
分担研究者 郡山一明 救急救命九州研修所教授
分担研究者 有川 正俊 東京大学空間情報科学研究センター准教授

研究要旨

支援システムである空間ドキュメント管理システム（SDMS）の地図表示速度を向上させるために地図データキャッシュ機能を実現し、ドキュメントが多く登録されても柔軟に管理できる機能としてプロジェクト管理機能を実現し、さらにドキュメントへ明示的に属性値を記述する空間アノテーション記述機能の提案とプロトタイプ開発を行った。健康危機情報の分析では、健康危機事態のアウトブレイクを把握するシステムとしての小学校欠席状況サーベイランスを分析した。流行のハブ的要素を持つ地域の存在が示唆された、埼玉県越生市でのクリプトスポリジウム汚染を検証し良好な結果を得た。北九州市の通年データから感染性腸炎とインフルエンザのアウトブレイクを早期に把握したなどの成果を得た。

A. 研究目的

地域空間情報を的確に収集し、空間的な広がり方に関する分析を的確に行うこと、および、空間的健康危機の原因の検討に利用できるソフトウェアの開発が厚生労働行政上、急務である。そこで本研究では、健康危機情報の分析とソフトウェア開発研究を行う。

地域における健康危機管理では、感染症の流行状況の空間的把握が、広範囲にわたる被害を抑止するための対策上重要である。そこで、健康危機情報の分析では、小学校の欠席状況を用いて、インフルエンザなどの流行推移から空間的特徴を発見するための分析手法の開発をおこなう。健康危機事態のアウトブレイクを把握するシステムとしての小学校欠席率サーベイランスを完成することを目標にしている。

また、ソフトウェア開発に関しては、SDMSの試行版の操作性の向上、線や面など高次元のイベントへの対応、集中している地点の簡易表示などの簡便な分析機能の付加を行って、日常的・健康危機発生時双方に利用できる汎用的なシステムを開発する。健康危機発生時

には情報収集者に都合の良い書式で情報が得られることが望めないため、非定型書式データに対応できることが重要であり、SDMSはそれを実現している。アノテーション機能、自動情報収集機能の追加や、高次元オブジェクトへの対応が可能となるよう開発を行う。

B. 研究方法

健康危機情報の分析では、福岡県北九州市内全小学校の1週間ごとの児童欠席率を分析データとして用いた。小学校欠席率は、インフルエンザ流行期に地域の流行状況をよく反映しているとともに、流行の早期発見を目的とした際には、データとして迅速に収集できる可能性が高い。流行において他地域との影響を考えるにあたり、各学区を地域単位とした隣接グラフを作成した。欠席率が高い隣接地域がある場合に、欠席率の増分により地域リンクに重み付けし、それが時間の経過に従って更新されていくモデルを検討した。

また、平常欠席率が学校毎に異なるため、学校別に健康危機事態のアウトブレイクが起きていない時期の欠席率を期待欠席率として

(E)、観察された欠席率(O)からO/E比をとったものを「標準化欠席比」として欠席状況の変化を観察した。健康危機事態アウトブレイクを把握できるかを過去の事例をもとに検証した。さらに2006年の北九州市の通年データを解析した。標準化欠席比を用いることで、学校によって格差があった平常時欠席率を均一化でき、欠席状況の異常の把握が明確になり、学校間比較ができるようになった。

支援システムについては、SDMSの操作性向上を中心に研究開発した。以下の3つの問題に対して、解決方法を検討し、新しい機能を実現し、実証実験を通して確認を行った。(1)地図表示が遅い。(2)大量の文書を管理する場合に複雑。(3)点地理オブジェクト(POI:Point of Interest)の(重複)個数は表現できるが、点地理オブジェクトの属性値が表現できない。

(1)に関しては、地図データキャッシュ機能を導入することで解決を図った。従来の地図表示では、その都度地図サーバから地図データを転送していた点が速度低下の大きな原因の1つであった。そこで、一度ダウンロードした地図データは、ローカルに保存し、その後の地図表示において、すでにローカルに地図データがある場合は、地図サーバからはダウンロードせずにローカルの地図データを利用する地図データキャッシュ機能の導入を検討しプロトタイプを実現した。

(2)に関しては、プロジェクト概念を導入し、ドキュメントやPOIをプロジェクト単位で管理できるようにした。利用目的ごとにプロジェクトを設定し、プロジェクト単位でドキュメントとPOIを整理して利用できる。

(3)に関しては、空間アノテーションの導入により解決する方法を検討した。SDMSは、一般ドキュメントから住所や地名などの間接位置参照情報を自動抽出し、点地理オブジェクト(POI)を生成するソフトウェアである。POIに対して、簡単に属性値を載せることができる機能は有効であり、また実際に多くの要望があった。アノテーション記述機能を追加することにより、SDMSは自由文章として書いた住所や地名の抽出に加えて、タグで明

示的に書いた属性値も抽出できるようになる。

C. 研究結果

健康危機情報の分析では、空間的推移を捉えるための流行モデルを構築し、小学校欠席率データを用いた検証をおこなった。図1は、10月初めから数えて、10週間が経過した時点での地域間の影響度を地図上に図示したものである。図中のリンクの太さは、地域間の影響度に比例する形で表現されており、地域間のリンクが太いものであるほど、流行推移に関して互いの影響がより強いことを示す。



図1 地域間影響度の地理的差異

地域全体として見ると、リンクの重みにバラツキが生じる傾向があり、隣接地域の影響にも差異があると考えられる。また、比較的大きな重みのリンクを複数もつノードが発見されたことで、周辺地域に大きな影響を及ぼすような、流行のハブ的要素を持つ地域が存在することを示唆している。

また、標準化欠席比を用いることで、1996年のクリプトスポリジウム事例や北九州市の通年解析では感染性腸炎とインフルエンザ時期に一致して欠席状況の変化が見られた。

図2に北九州市内の小学校の在籍者数分布を示す。301名から400名の学校が最も多い。地域において健康危機事態のアウトブレイクが起きていない時期の欠席率には学校間較差がある。また、在籍者数が少ない小学校では欠席率のばらつきが大きくなる傾向にあった。

特に300名以下ではその傾向は顕著であった(図3)。標準化欠席比を用いると、学校間較差は解消された。また在籍者数による影響も小さくできた(図4)。

1998年に埼玉県越生市で発生したクリプトスポリジウム事例の際の小学校欠席状況を検討した。粗欠席率の比較では、明確な異常を見いだすことは難しかった(図5)。

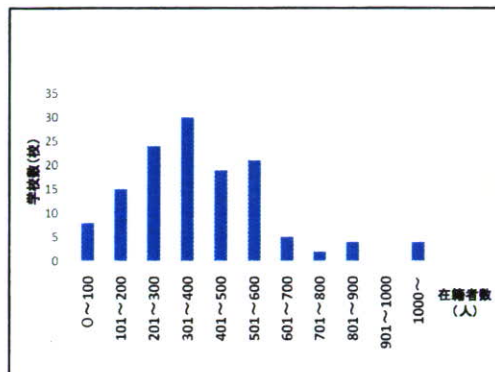


図2 在籍者数別の小学校分布

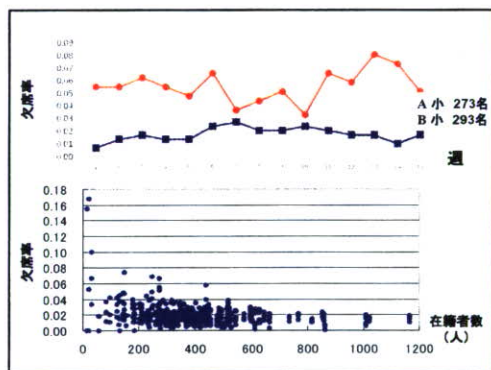


図3 平常欠席率の小学校間較差

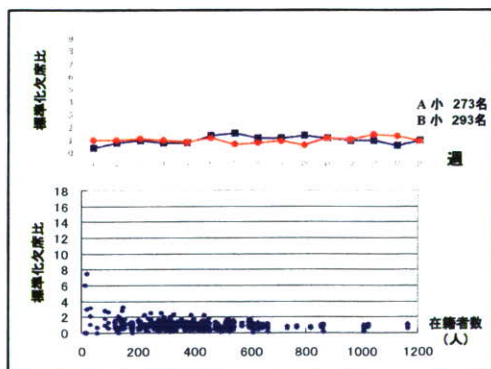


図4 標準化欠席比による平常欠席率の小学校間較差

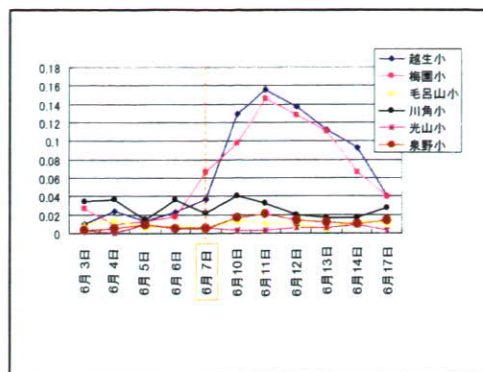


図5 越生周辺小学校の欠席率変化

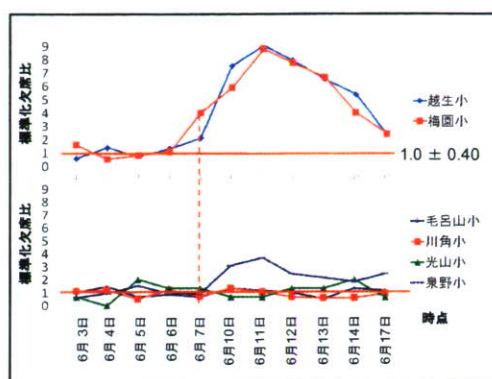


図6 越生市周辺小学校の標準化欠席比変化

標準化欠席比を用いると、異常な2小学校を把握できた(図6)。

支援システムについては、SDMSのユーザビリティ向上のために主に以下の3点に関して研究開発を実施した。

- (1) 地図データキャッシュ機能
地図表示の高速化のために本機能を検討し、ソフトウェアとして実現した。実験結果として、キャッシュに地図データがある場合は、表示スピードは約10倍程度速くなることを確認できた。
- (2) プロジェクト管理機能
プロジェクト管理機能をSDMSに追加したことにより、ユーザは目的ごとにプロジェクトを使い分けることによって、ドキュメント集合とPOI集合を混乱することなく利用できる分かりやすい環境を実現した。
- (3) 空間アノテーション機能
空間アノテーション機能に関しては、その記

述方法および利用形態に関して、ユーザビリティの観点から検討を行い、シンプルでかつ効果的な枠組みを提案し、プロトタイプの実装を行い、われわれの提案の実現性・実用性を検討した。同時に、空間アノテーション機能に対応する濃淡図作成機能も試験的に実装し、分布とその影響を視覚的に表現できるようになった(図7)。

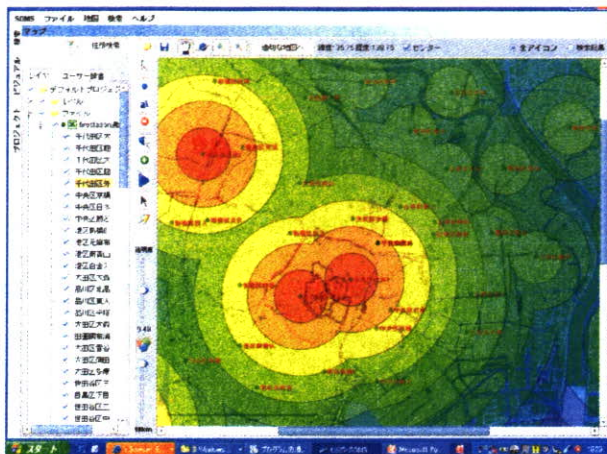


図7. 空間アノテーションに基づき生成された濃淡地図の例

D. 考察

健康危機情報の分析では、インフルエンザ流行がどの辺りの地域で拡大しつつあるか、といった流行の空間的な特性や、各地域の欠席率の変化がどのような状況にあるのか、といった流行の時間的な連続性を把握することは、大体的場合において容易ではない。

本研究の流行モデルでは、隣接グラフを用いて、位相的な空間関係にもとづいたモデル化をおこなっているため、濃淡図などで問題となる、各地域の面積や形状に関しては考慮しなくても良い。また、小学校の在校生数の違いが欠席率に与える影響を考えると、欠席率の変化量に着目した流行モデルは有効である。

今年度おこなった内容をもとに、今後は空間モデルとしての精緻化をおこなう。さらに、分析の実証的な側面から、道路状況や鉄道路線の有無といった地域状況についても加味し、流行との関係性について検証をおこなう。

また、小学校欠席率は、取得からデータ化

に要する時間的コストが通常の調査よりも低く、他の危機発生時などに対しても活用が十分期待できる。図8は、仙台市に提供している欠席率状況図である。

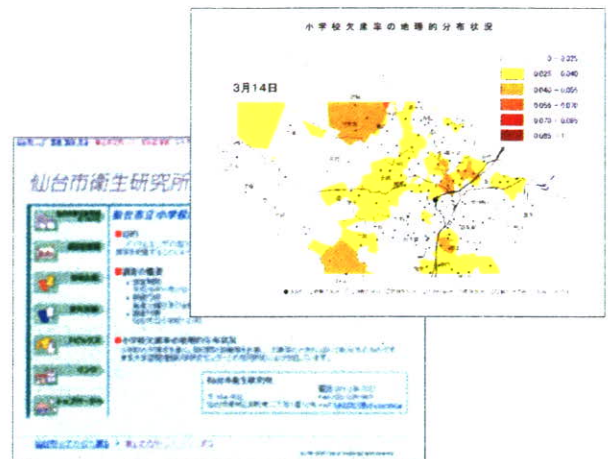


図8 仙台市 HP で公開中の欠席率状況図

このインフルエンザ流行把握のための欠席状況図に対して、公開を開始した1週間に1,700件を超えるアクセスがあり、一般者にとっても関心が高いことから、欠席状況およびその空間的把握は、健康危機管理に資することが大きく期待できる。

また、欠席状況サーベイランスで最も難しいのは「異常」を定義するカットオフ値の決め方であろう。カットオフ値を高く設定すれば specificity は上がるだろうが危機の兆候把握は遅れるに違いない。低すぎれば兆候把握は早くなるが、false positive も多くなる。小学校欠席率を単に比較するのみでは、学校間に存在する平常較差による影響によって比較ができず、またカットオフ値を定めることもできない。自校の平常欠席状況を基準集団としてO/E比をとる標準化欠席比を用いることは、異常を見いだすのに大きな可能性があると考えられる。

来年度はカットオフ値と欠席者の症候の集積性とあわせて検討し、さらにGISと併用することで、欠席状況をふまえた考察方法を開発し、本システムの実用化に向けて研究を進めていく予定である。

支援システムについては、SDMSの開発と

研究に関する以下の2点に関して考察を行う。

(1) 実用化と普及

われわれの本研究の視点は、空間ドキュメント管理システム (SDMS) という新しい枠組みの理論的な体系化だけではなく、実際に保健所などの現場において、感染症 (早期対応) などに有効な実用システムに仕上げ、簡単に、適切に利用できるソフトウェアツール環境を実現することにある。実験システムの場合、ある特定の機能が使えれば良いのであるが、実用システムの場合、さまざまなユーザのすべての使われ方を想定して、それらに対してユーザが不満を持たないようなバランスのとれた環境を作り上げる必要がある。

(2) ウェブからの自動収集とその意義

自動情報収集機能の妥当性に関しては、もとなるデータの信頼性の問題である。しかし、現在の社会システムの一般的発展方向としては、透明性の確保、情報公開へ進むのは明白であり、今後はウェブに出される情報の信頼性はますます上がると考えられ、ウェブの自動情報収集機能の妥当性は今後ますます明らかになると予想している。

E. 結論

健康危機情報の分析では、インフルエンザの流行過程において、時間的、空間的な関係性を理解するためには、小学校欠席率を用いた空間モデルの開発が有効である。

福岡県北九州市を対象として、時間の経過に伴って更新される学習モデルを用いて検証したところ、インフルエンザの流行初期段階において、周辺地域に大きな影響を及ぼすような、流行のハブ的要素を持つ地域が存在することが示唆された。

小学校の欠席状況調査によって得られる欠席率は、地域のインフルエンザの流行状況をよく反映していることや、緊急時における迅速性が高いことから、地域の危機管理に資する情報として非常に有用である。

また、小学校欠席状況サーベイランス法を改善した標準化欠席比の概念を導入した。その結果、実際の健康危機事態をよく反映して

いた。

支援システムについては、空間ドキュメント管理システム (SDMS) のユーザビリティ (使い易さ) を向上させるための研究開発を行った。次年度、平成20年度は、平成19年度に提案・実現した SDMS の新しい機能を精錬するとともに、分散環境での情報交換を行うために、SDMS へ RSS 連携機能を実現する予定である。

F. 研究発表

1. 論文発表

- [1] Masatoshi Arikawa, Ken'ichi Tsuruoka, Hideyuki Fujita, and Akihiro Ome (2007) "Place-tagged Podcasts with Synchronized Maps on Mobile Media Players," *The Journal of Cartography and Geographic Information Society*, Vol. 34, No. 4, pp. 293-303.

2. 学会発表

- [1] Yusuke Kataoka, Yasushi Asami, Yuki Tada, Ken Osaka, Jung Su Lee (2007) "A Population Parameter Estimation Method for Interregional Comparison of Epidemic of Influenza" XIIth International Symposium in Medical Geography, Bonn, Germany, July 09-13, 2007.
- [2] 白石 陽, 有川正俊, 相良毅, 浅見泰司 (2007) 「空間ドキュメント管理システムの設計と実装」電子情報通信学会 第18回データ工学ワークショップ (DEWS2007), 2007年3月.
- [3] Masatoshi Arikawa, Hideki Kaji (2007) "Location-aware Personal Life Content Aggregators on Place-enhanced Blogs," *The 4th Int'l Symp. on LBS and TeleCartography*, Nov 8-10, 2007 in Hong Kong Polytechnic University
- [4] Masatoshi Arikawa, Kouzou Noaki, Hideyuki Fujita, Akihiro Ome (2008) "A Framework of Orienting Pedestrians by Matching Natural Spatial Descriptions with Sidewalk Networks," *Int'l Conf. on Developments in Visualization and Virtual Environments in*

Geographic Information Science, 7-8 January 2008, The Chinese University of Hong Kong.

- [5] Masatoshi Arikawa, Ken'ichi Tsuruoka, Hideyuki Fujita (2007) "A Visual Map-integrated Podcast on Mobile Audio Players", Int'l Cartographic Conf. 2007 (ICC2007), Int'l Cartographic Association, Moscow, Russia, 4-10 August, 2007, CD-ROM Proceedings.
- [6] Yoh Shiraishi, Masatoshi Arikawa (2007) "Spatial Document Management System for Ubiquitous Mapping and Spatial Bookmarking", Int'l Cartographic Conf. 2007 (ICC2007), Int'l Cartographic Association, Moscow, Russia, 4-10 August, 2007, CD-ROM Proceedings.
- [7] 有川正俊 (2007) 「エゴセントリック・マッピング」, 日本国際地図学会, 平成 19 年度定期大会発表論文・資料集, 法政大学, 2007 年 8 月 24-26 日.

G. 知的財産権の出願・登録状況

特になし

謝辞

東京大学空間情報科学研究センターの研究用空間データ利用を伴う共同研究(研究番号 114)として、以下のデータを利用した。

(株)ゼンリン提供: ZmapTownII (shape 版) 福岡県 データセット

記して謝意を表す。

また、本研究を遂行するにあたり、アドレスマッチングのエンジン部分を本システム向けに改良を加えて利用させていただいた東京大学生産技術研究所の相良 毅 助教に感謝する。また、相良毅助教には、空間ドキュメント管理システムの設計の際に多くの有意義なアドバイスとコメントをいただいた。アドレスマッチング処理の一部では、国土交通省 国土計画局 国土情報整備室が提供している

「街区レベル位置参照情報」を利用させていただいている。背景地図は、国土交通省 国土地理院が提供している「数値地図 25000 (空間データ基盤)」を利用させていただいている。ソフトウェア配布に関しては、国立保険医療科学院 健康危機管理支援情報システム (H-CRISIS) に支援いただいている。

参考文献

- 片岡裕介, 浅見泰司, 多田有希, 小坂健 (2006) 地域間比較のためのリスク人口の推定方法—インフルエンザ定点報告数に関する分析—, GIS—理論と応用, 14(2), 11-18.
- 鈴木宏・坂井貴胤・齋藤玲子・古俣修・佐藤勇 (2003) GIS (地理情報システム) によるインフルエンザ感染症の疫学解析。「インフルエンザ」, 14(1), 35-41.
- 中谷友樹 (1994), インフルエンザの時・空間的流行モデル—1988~1989 年におけるわが国の流行を事例として—, 人文地理, 46, 254-273.
- 橋本修二・村上義孝・谷口清洲・永井正規 (1999) 感染症発生動向調査における全国年間罹患数推計のための定点設計. 日本公衆衛生雑誌, 46, 1068-1077.
- 村上義孝・橋本修二・谷口清洲・永井正規 (1999) 感染症発生動向調査における定点配置の現状評価. 日本公衆衛生雑誌, 46, 1060-1068.
- 村上義孝・橋本修二・谷口清洲・小坂健・瀧上博司・永井正規 (2003) 感染症法施行後における感染症発生動向調査の定点配置状況. 日本公衆衛生雑誌, 50, 732-738.
- Cliff, A.D., Haggett, P. and Ord, J.K. (1986) *Spatial Aspects of influenza epidemics*, London: Pion
- Viboud, C., Boëlle, P.Y., Carrat, F., Valleron, A.J. and Flahault, A. (2003) Prediction of the Spread of Influenza Epidemics by the Method of Analogues. *American Journal of Epidemiology*, 158, 996-1006.

感染症の流行推移を捉える空間分析手法の開発

主任研究者 浅見 泰司 東京大学空間情報科学研究センター教授
研究協力者 片岡 裕介 東京大学空間情報科学研究センター助教

研究要旨

地域における健康危機管理では、感染症の流行状況の空間的把握が、広範囲にわたる被害を抑止するための対策上重要である。本研究では、インフルエンザを対象として、その流行推移から空間的特徴を発見するための空間分析をおこなった。福岡県北九州市を対象地域とし、市内全小学校の毎週の児童欠席数をデータとして用いた。流行での他地域の影響を考えるにあたり、まず各学区を地域単位とした隣接グラフを作成した。そして欠席率が高い隣接地域がある場合に、欠席率の増分により地域どうしを結んだリンクに重み付けし、それが時間の経過に従い更新されていく学習モデルを構築した。2006年の欠席率データを用いて検証したところ、流行のハブ的要素を持つ地域の存在が示唆された。

A. 研究目的

地域における健康危機管理において、感染症の流行状況を空間的に把握することは、広範囲にわたる被害を抑止するための対策上重要である。そこで本研究では、例年国内各地で発生するインフルエンザを対象として、その空間的な流行推移を対象とした分析をおこなう。

インフルエンザは、流行が周期的に現れる感染症であり、国内においては、毎年11月下旬から12月上旬頃に始まり、翌年の1~3月頃に患者数が増加、4~5月にかけて減少していくという流行のパターンを示す。その個人や社会に与える影響の重大性から、インフルエンザは「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」により、感染症発生動向調査における定点把握疾患に定められている。ただ、同調査に対しては、定点の設置基準を満たしていない地域が存在するといった指摘が従来なされており（橋本ほか1999；村上ほか1999, 2003）、この状況への対処として、片岡ほか（2006）ではインフルエンザ定点報告数の母集団となる人口を推定する方法を提案している。

インフルエンザの流行を扱った研究については、Cliff et al.（1986）による空間的な側面に着目した流行分析から、Viboud et al.（2003）の気象学的手法を用いた流行予測に至るまで、その分析アプローチは多岐にわたる。日本を対象としたものとして、中谷（1994）では空間的相互作用を考慮した理論疫学モデルによる分析がなされ、鈴木ほか（2003）では、GIS（地理情報システム）を用いた患者情報や小中学校の休校情報の解析が行われた。

本研究では、小学校の児童欠席状況を用いて、インフルエンザの流行推移から空間的特徴を発見するための分析手法の開発をおこなうことにより、地域の危機的状況の早期発見や対応支援に資することを目的とする*。

B. 研究方法

本研究では、インフルエンザ流行を分析するにあたり、福岡県北九州市を対象地域とし、市内全小学校の毎週の児童欠席数をデータとして用いる。小学校の欠席数が空間分析データとして妥当である理由としては、小学校の在校生数という欠席者数に対

する母集団が明確であるため、欠席率を尺度として他の小学校との状況比較が可能であることがあげられる。つまり、インフルエンザ流行期には、欠席率が地域の流行状況をよく反映している。さらに、流行の早期発見を念頭においた際に、迅速に収集できる可能性が高いことなども有利な点である。

欠席率とその変化量の地理的分布

まず、2006年10月から2007年3月までの、北九州市内全小学校の各週の欠席率の空間分布状況を、GISを用いて把握した(図1参照)。図1で、各点は小学校の場所、各領域は小学校区を表す。

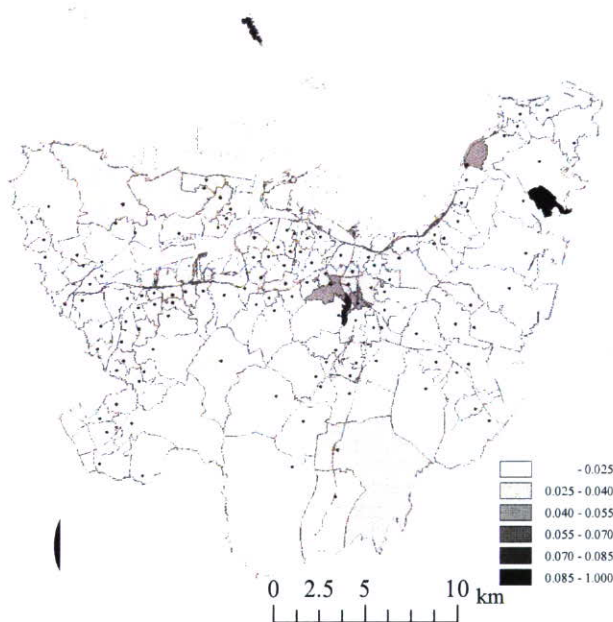


図1 小学校欠席率の空間分布
(07年1月10日)

さらに、各地区の流行の時間的な連続性について調べるために、ある調査日から次の調査日までの1週間の期間に、各地区でどれ程欠席率が上昇しているかを見ることとする。欠席率の場合と同様に、欠席率の変化量の空間分布を地図上に示した(図2参照)。なお、ここでは変化量として欠席率の増加分のみを評価するものとしており、

図2においても欠席率が減少した地区は、変化が無いものとして扱っている。

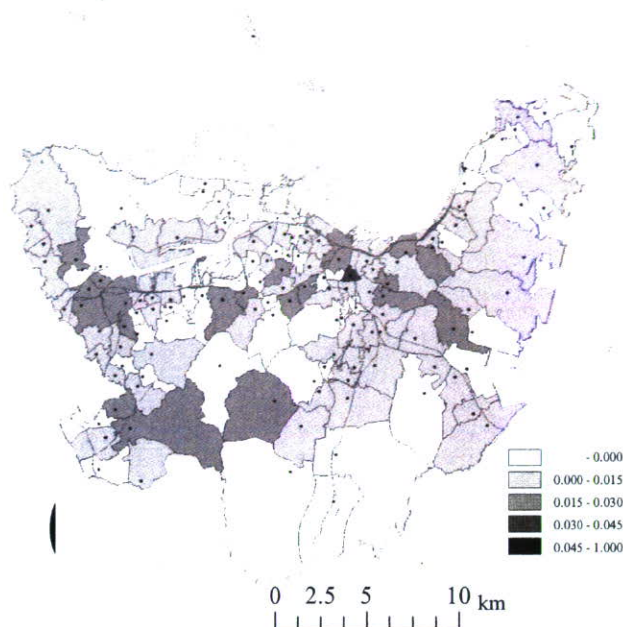


図2 小学校欠席率変化の空間分布
(07年1月10日~17日)

流行推移を捉える空間モデルの構築

流行の過程を厳密に把握するために、各地域における欠席率変化と地域間の影響に着目した、インフルエンザの流行モデルを検討する。ここでは、地域間で生じる流行推移を想定し、他地域から受ける影響を考えるにあたって、各小学校区を地域単位とした隣接グラフを作成した(図3)。

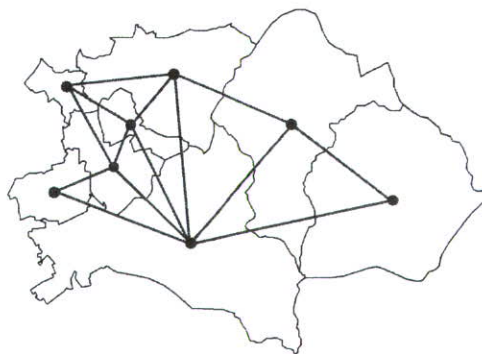


図3 各地域と隣接グラフ

次に、隣接グラフにもとづき、地域間で生じる流行の推移を定義する。今年度のモデル化では、直感的な流行の理解に即して、1) 欠席率が1週間前の時点よりも増加した、2) 1週間前の時点で、欠席率の値が隣接しているある地域よりも小さい、という条件を満たす場合に、ある地域から流行の推移が発生したとみなす。

そこで、上記の1)および2)の条件が満たされたときに、隣接する地域と自らを結んだリンクに対して、自らの地域における欠席率の増加分を重み付けし、それが時間の経過に従って加算され、更新されていく学習モデルを構築した。それにより、地域間の流行の方向性を表す値を各要素とする、非対称の隣接行列が得られる。二地域間の互いの流行の方向を考慮するべく、この行列を入れ替えたものを合算した対称な隣接行列が、ここでは地域間の影響度を示すことになる。よって各地域の流行推移の地理的傾向が把握できる。

C. 研究結果

作成した欠席率の濃淡図を、各週について比較したところ、10月から12月中旬にかけては、流行に特徴的な地理的傾向は見えなかった。注目すべき点として、欠席率が高い値をとる地域のなかには、在校生数が他と比較してかなり少ない小学校が含まれていることがあった。在校生が少数の小学校では、一人の欠席者が全体に対して与える影響が大きいため、欠席率の値は誤差の変動が大きく不安定になりがちで、過度に高い値をとるおそれがある。

また、同期間の欠席率変化に関する濃淡図の方では、増加分の大きい地域の周辺に、同じく欠席率が上昇している地域が、比較的多く存在する傾向があり、流行変化の地理的な相関が示唆されている。ただ、変化の程度やその地理的分布の規則性については不明瞭であり、将来的な状況を予測できるまでに、流行推移を見極めるのは困難であった。

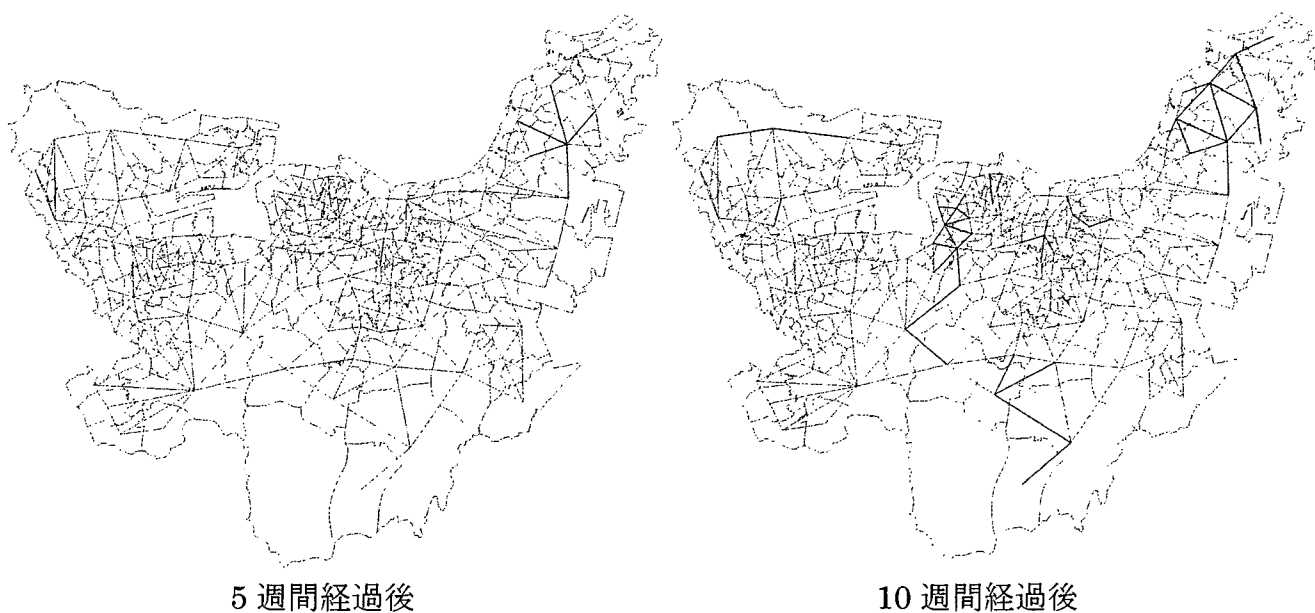


図4 学習モデルによる地域間影響度の地理的差異

さらに、インフルエンザ流行の空間的推移を捉えるために、本研究で検討した学習モデルを用いて検証をおこなった。図4は、10月初めから数えて、5週間が経過した時点、10週間が経過した時点での地域間の影響度を、それぞれ地図上に図示したものである。図中のリンクの太さは、地域間の影響度に比例する形で表現されており、地域間のリンクが太いものであるほど、流行推移に関して互いの影響がより強いことを示す。

地域全体として見ると、リンクの重みにバラツキが生じる傾向があり、隣接地域の影響にも差異があると考えられる。また、比較的大きな重みのリンクを複数もつノードが発見されたことで、周辺地域に大きな影響を及ぼすような、流行のハブ的要素を持つ地域が存在することを示唆している。

地域を詳しくみてみると、まず5週間が経過した時点で、市北東部に位置する門司区において、重みが大きいリンクが複数発生しており、特に伊川小学校の周辺のリンクの重みが大きい。一方、10週間後では、門司区に加えて、市の中心に近い戸畑区および八幡東区で、影響が強い地域間のつながりが観察された。

図5は、同じく10週間が経過した時点での、欠席率変化によるリンクの重みに関する頻度分布を表している。

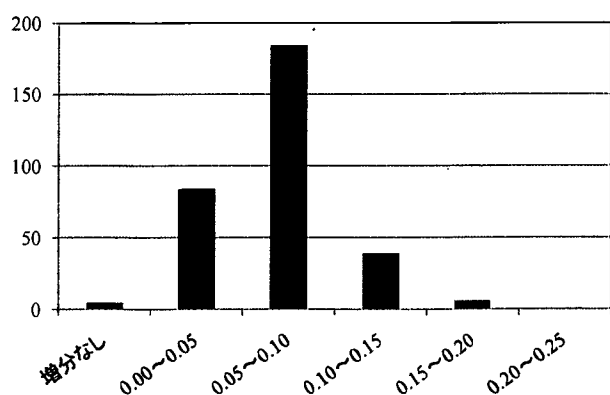


図5 リンク重みの頻度分布 (10週間経過時)

図5では、10週間後においても、まだ重み

がないリンクがある一方で、既に大きい重みを持つリンクも少数ながら存在している。つまり、地域間の影響を表すリンクの重みには、図4で見たとおり、地理的なバラツキがあるとともに、値自体についても、図5のように幅広く分布していることが理解できる。

D. 考察

インフルエンザ流行がどの辺りの地域で拡大しつつあるか、といった流行の空間的な特性や、各地域の欠席率の変化がどのような状況にあるのか、といった流行の時間的な連続性を把握することは、大体的場合において容易ではない。

欠席率の上昇度による濃淡図では、場所によって地理的な傾向が見られる地区があったものの、全体として流行の変化に特徴が現れているとは言えなかった。濃淡図で用いられる空間単位の問題として、各地域(学区)の面積や形状による違いが大きいため、流行状況の的確な把握に限界がある。ところが、本研究の流行モデルでは、隣接グラフを用いて、位相的な空間関係にもとづいたモデル化をおこなっているため、地域間の距離の問題は考慮しなくても良い。さらに、小学校の在校生数の違いが欠席率に与える影響を考えると、欠席率の変化量に着目した流行モデルは有効である。

流行の方向性を検討する際に、このモデルのように欠席率の増分を加算していく方法によれば、地域間で流行推移が一方方向的であるものに限らず、双方向的なものも現れることになる。通常のベクトルの概念に則して、一方方向的な量に置き換えることは可能ではあるが、その場合は今年度の地域間の影響度には対応しないこととなる。方向性の視覚化は、流行推移を端的に示すものであることから、信頼性の高い表現が望まれる。

現在のモデルの課題として、1週間より以前のデータについては、学習で用いる要素に含まれておらず、学習の初期段階のデータと十分学習した段階のデータとが同等に扱われ

ている。ここに時間的要因を加味することで、最近の状況であるほどより重視されるように、モデルを改良することができると思われる。

さらには、新規データの学習とともに、一定期間前のデータの忘却を自動的に行うような方法が考えられる。同じく、欠席率の時系列的な観点から、モデルの学習を考えたときに、1時点前のデータとの変化量のみ依存するならば、例として、欠席率が乱高下している地域では、当然リンクの重みが大きくなりがちである。

以上をふまえ、今後は今年度おこなった内容をもとに、空間モデルとしての精緻化をおこなう。また、分析の実証的な側面から、道路状況や鉄道路線の有無といった地域状況についても加味し、流行との関係性について検証をおこなう。

インフルエンザの流行状況を把握するにあたり、小学校欠席率を用いる意義について再度考える。小学校欠席率は、空間分析データとしての信頼性が高いことに加え、取得から集計、そしてデータ化に要する時間的コストが、通常の調査と比較してもかなり低く、他の危機発生時などに対しても、活用が十分期待できる。

小学校欠席率の即時性について実例を示すと、今年度より、仙台市内の小学校欠席率の分布図をクリギングと呼ばれる空間補間の方法で作成し、仙台市に提供している。これは、仙台市によって実施されている、市内全小学校の毎週2回の欠席状況調査から、数日以内に仙台市衛生研究所のHP上で更新されており、図6は現在公開されている平成20年3月14日時点の欠席状況を表している。

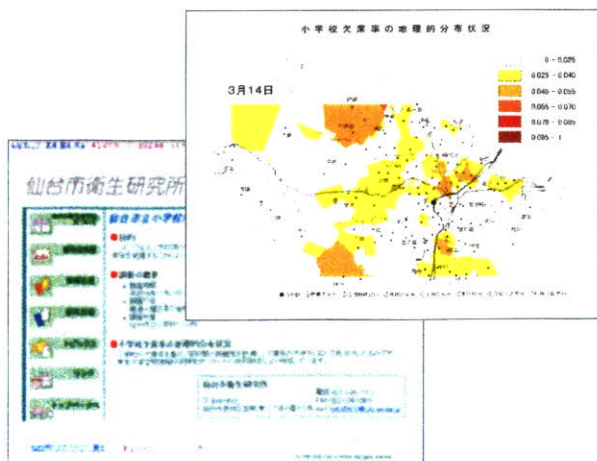


図6 仙台市HPで公開中の欠席率状況図

このインフルエンザ流行把握のための欠席状況図に対して、公開を開始した1週間に1,700件を超えるアクセスがあり、一般者にとっても関心が高いことから、欠席状況およびその空間的把握は、健康危機管理に資することが大きく期待できる。

E. 結論

インフルエンザの流行過程において、時間的、空間的な関係性を理解するためには、小学校欠席率を用いた空間モデルの開発が有効である。

福岡県北九州市を対象として、時間の経過に伴って更新される学習モデルを用いて検証したところ、インフルエンザの流行初期段階において、周辺地域に大きな影響を及ぼすような、流行のハブ的要素を持つ地域が存在することが示唆された。

小学校の欠席状況調査によって得られる欠席率は、地域のインフルエンザの流行状況をよく反映していることや、緊急時における迅速性が高いことから、地域の危機管理に資する情報として非常に有用である。また、小学校欠席率やその変化を捉える空間モデルは、インフルエンザ以外の感染症や、突発的な危機現象に対する応用化が期待できる。

F. 研究発表

1. 論文発表
特になし
2. 学会発表

Yusuke Kataoka, Yasushi Asami, Yuki Tada, Ken Osaka, Jung Su Lee (2007) "A Population Parameter Estimation Method for Interregional Comparison of Epidemic of Influenza" XIIth International Symposium in Medical Geography, Bonn, Germany, July 09-13, 2007.

白石 陽, 有川正俊, 相良毅, 浅見泰司(2007) 「空間ドキュメント管理システムの設計と

実装」電子情報通信学会 第 18 回データ工学ワークショップ (DEWS2007), 2007 年 3 月.

※本研究は、研究班の分担研究者である郡山一明氏との共同研究である.

謝辞

東京大学空間情報科学研究センターの研究用空間データ利用を伴う共同研究 (研究番号 114) として、以下のデータを利用した.

(株)ゼンリン提供: ZmapTownII (shape 版) 福岡県 データセット

記して謝意を表する.

参考文献

片岡裕介, 浅見泰司, 多田有希, 小坂健 (2006)

地域間比較のためのリスク人口の推定方法

—インフルエンザ定点報告数に関する分析—, GIS—理論と応用, 14(2), 11-18.

鈴木宏・坂井貴胤・齋藤玲子・古俣修・佐藤勇 (2003) GIS (地理情報システム) によるインフルエンザ感染症の疫学解析.

「インフルエンザ」, 14(1), 35-41.

中谷友樹 (1994), インフルエンザの時・空間的流行モデル—1988~1989 年における

G. 知的財産権の出願・登録状況

わが国の流行を事例として—, 人文地理, 46, 254-273.

橋本修二・村上義孝・谷口清洲・永井正規 (1999) 感染症発生動向調査における全国年間罹患数推計のための定点設計. 日本公衆衛生雑誌, 46, 1068-1077.

村上義孝・橋本修二・谷口清洲・永井正規 (1999) 感染症発生動向調査における定点配置の現状評価. 日本公衆衛生雑誌, 46, 1060-1068.

村上義孝・橋本修二・谷口清洲・小坂健・瀧上博司・永井正規 (2003) 感染症法施行後における感染症発生動向調査の定点配置状況. 日本公衆衛生雑誌, 50, 732-738.

Cliff, A.D., Haggett, P. and Ord, J.K. (1986) *Spatial Aspects of influenza epidemics*, London: Pion

Viboud, C., Boëlle, P.Y., Carrat, F., Valleron, A.J. and Flahault, A. (2003) Prediction of the Spread of Influenza Epidemics by the Method of Analogues. *American Journal of Epidemiology*, 158, 996-1006.

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
分担研究報告書

小学校欠席状況による健康危機事態アウトブレイクの把握

分担研究者	郡山 一明	救急救命九州研修所教授
研究協力者	竹中ゆかり	救急救命九州研究所教授
研究協力者	片岡 裕介	東京大学空間情報科学研究センター助手
研究協力者	高橋 邦彦	国立保健医療科学院技術評価部

研究要旨

継続して研究している、健康危機事態のアウトブレイクを把握するシステムとしての小学校欠席状況サーベイランスを改良した。小学校の欠席率には学校間較差が存在していた。この較差を解消するために、自学校の平常時を基準集団として比較する方法に改良した。改良方法によって 1996 年の埼玉県の越生市でのクリプトスポリジウム汚染を検証し良好な結果を得た。さらに北九州市を対象として通年データを使って、クリギング法により空間補間を行った。改良方法を用いると当然ながら図は異なってくる。異常を見いだすためには空間補間の前にデータ処理が必要であろう。

A. 研究目的

本研究の中心課題は健康危機事態のアウトブレイクを把握するシステムとしての小学校欠席率サーベイランスを完成することにある。今年度は過去の方法を改良することを目的とした。

異常を見いだすためには、基準集団が必要である。これまでの研究では、感染症が流行していない市内全体の欠席状況を基準集団として「平常の値」を算出し、その値とそれぞれの学校を比較を行い「異常」を見いだしてきた。しかしながら、小学校の平常欠席状況は必ずしも一律ではない。各小学校の「平常の値」が異なるのであれば、基準集団の決め方を変える必要があり、当然、結果も全く異なるものになるであろう。この検討を行うことを目的とした。

B. 研究方法

北九州市の公立小学校 132 校の在籍者数分布を調べ、平常欠席率が学校毎に異なっていないかを検討した。

次に学校別に健康危機事態のアウトブレイクが起きていない時期の欠席率

を期待欠席率として (E)、観察された欠席率 (O) から O/E 比をとったものを「標準化欠席比」として欠席状況の変化を観察した。標準化欠席比が $m + 2\sigma$ を超えた場合を「異常」と定義した。この方法が健康危機事態アウトブレイクを把握できるかを過去の事例をもとに検証した。

2006 年の北九州市の欠席率の通年データを欠席率と標準化欠席率で分け、それぞれの値に基づいてクリギング法で空間補間を行い、欠席状況が高い地域の集積性の有無を検討した。

C. 研究結果

北九州市内の小学校の在籍者数分布を示す (図 1)。

301 名から 400 名の学校が最も多かった。全体の $1/3$ は在籍者数が 300 名以下であった。

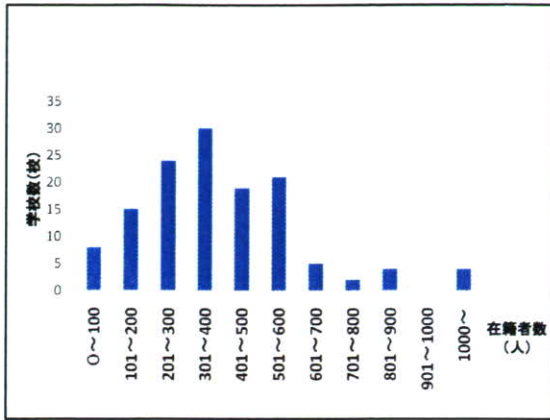


図1 在籍者数別の小学校分布

地域において健康危機事態のアウトブレイクが起きていない時期の欠席率には学校間較差があった。また、在籍者数が少ない小学校では欠席率のばらつきが大きくなる傾向にあった。特に300名以下ではその傾向は顕著であった(図2)。

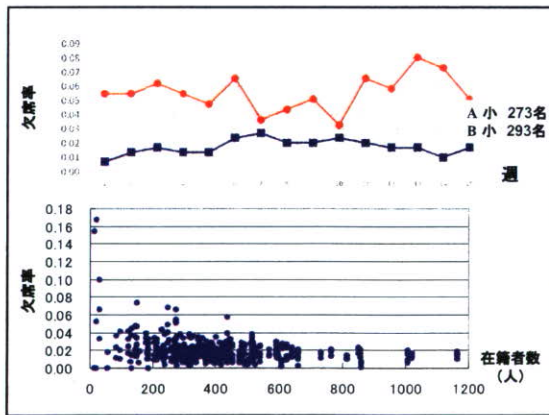


図2 平常欠席率の小学校間較差

標準化欠席比を用いると、学校間較差は解消された。また在籍者数による影響も小さくできた(図3)。

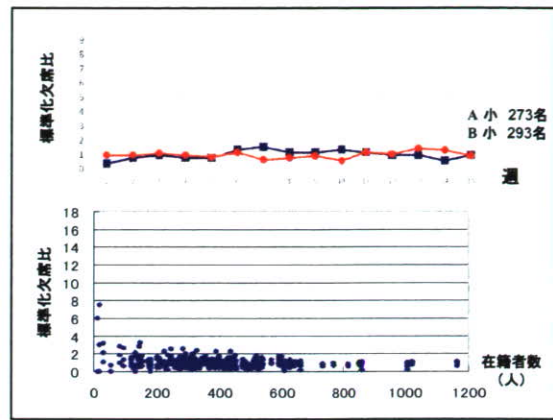


図3 標準化欠席比による平常欠席率の小学校間較差

1998年に埼玉県越生市で発生したクリプトスポリジウム事例の際の小学校欠席状況を検討した。粗欠席率の比較では、明確な異常を見いだすことは難しかった(図4)。

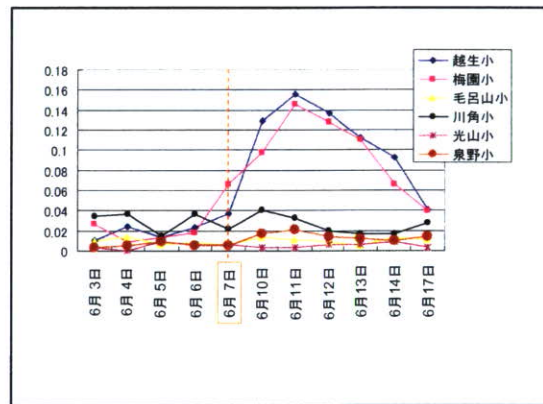


図4 越生周辺小学校の欠席率変化

標準化欠席比を用いると、異常な2小学校を把握できた(図5)。

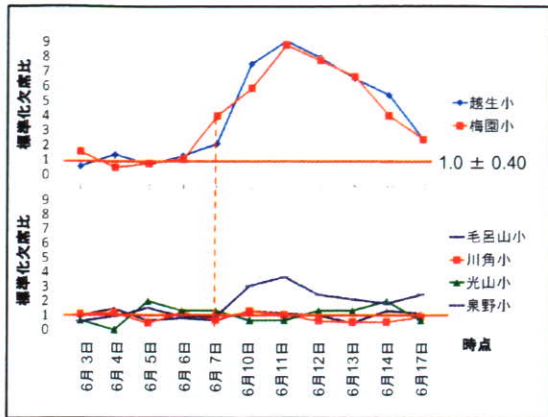


図5 越生市周辺小学校の標準化欠席比変化

2006年の北九州市小学校欠席状況をクリギング法を用いて空間補間した。欠席率に基づく空間補間で異常を見いだした地域は、標準化欠席比に基づく空間補間では異常を見いださなかった(図6, 7)。

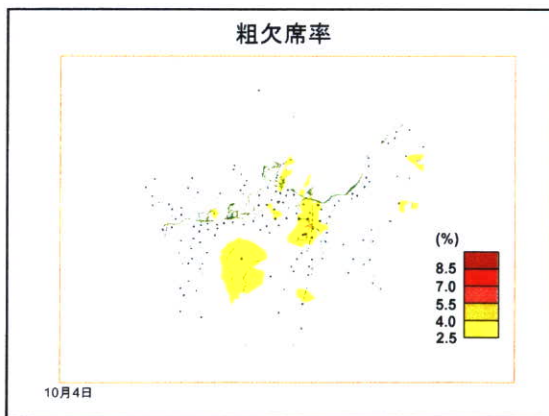


図6 欠席率に基づく空間補間と異常地域

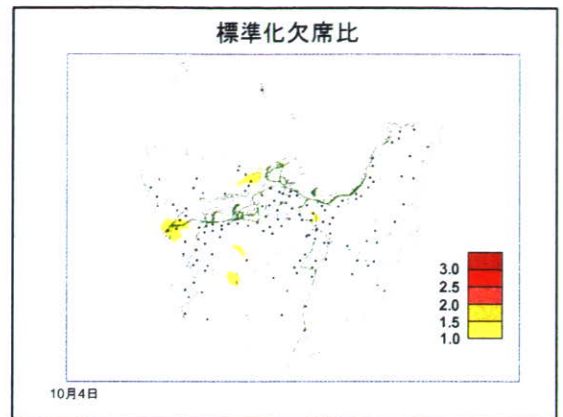


図7 標準化欠席比に基づく空間補間と異常地域

D. 考察

我々はこれまでの研究を通じて、小学校欠席状況サーベイランスは一定の工夫を加えれば、健康危機管理のためのサーベイランスとして非常に有用かつ実用的なものになりえると考えている。過去の事例でも危機発生初期に当該地域の小学校欠席率が上昇していたものも少なくない¹⁻³⁾。しかしながらその殆どは「事態を把握した後に振り返ってみれば初期に小学校欠席率が上昇していた」という retrospective な解析にとどまっている。

一方、学校の欠席状況を危機把握のために prospective に収集しようという試みもある。アメリカ North Carolina 州 Mecklenburg では、社会における疾患アウトブレイクの早期発見、バイオテロリズムの早期把握を目的として地域の救急医療機関や中毒センターの患者来院状況とともに、188 の公立学校の欠席率を収集する Medical On-Line Surveillance Tool (MOST) というシステムを構築している⁴⁾。ある地点における事象が、その周辺地区の事象を受けて互いに相関関係が発生していないかについては、クリギングをはじめとする空間的自己相関の分析手法があるが、MOSTでも単に欠席率を表示しているのみで、その欠席状況をふまえた考察方法については未だ確立されていない。

欠席状況のような時間的データを観察

しつづ空間的集積性を検出するには、現時点でも続いている集積性をいち早く「生きているクラスター」として同定する prospective な解析方法が必要となる⁵⁾。これについては、近年、集積期間と地域について集積性の有無を検定する flexible spatial scan 等の方法⁶⁾⁷⁾が開発されており、欠席状況サーベイランスへの活用が期待される。

欠席状況サーベイランスで最も難しいのは「異常」を定義するカットオフ値の決め方であろう。カットオフ値を高く設定すれば specificity は上がるだろうが危機の兆候把握は遅れるに違いない。低すぎれば兆候把握は早くなるが、false positive も多くなる。今回は $m + 2\sigma$ をカットオフ値としたが、この値についても検討していく必要がある。

小学校欠席率を単に比較するのみでは、学校間に存在する平常較差による影響によって比較ができず、またカットオフ値を定めることもできない。自校の平常欠席状況を基準集団として O/E 比をとる標準化欠席比を用いることは、カットオフ値を決めることにより異常を見いだすのに大きな可能性があると考えられる。標準化欠席比を用いることで、越生町周辺に何らかの健康危機事態が起きていることを早期に把握できた。本方法では泉野小でも欠席状況の異常が観察された。報告書には越生町以外での健康危機についての記載はないが、毛呂山町の水源になっている阿諏訪川でもクリプトスポリジウムが確認されたことを記載しており、泉野小の欠席状況のピークが越生町の欠席状況と一致することを考えれば毛呂山町でも少ないながら健康危機を来していた可能性も否定できない。

来年度はカットオフ値と欠席者の症候の集積性とあわせて検討し、さらに GIS と併用することで、欠席状況をふまえた考察方法を開発し、本システムの実用化に向けて研究を進めていく予定である。

また、現段階の研究成果を健康危機管理に応用していただけるように、全国

の保健所(別添資料1)と北九州市内小学校(別添資料2)に成果配布を行った。

E. 結論

- ①小学校欠席状況サーベイランス法を改善した
- ②標準化欠席比の概念を導入した
- ③実際の健康危機事態をよく反映した

参考文献

- 1) 堺市学童集団下痢症対策本部編:堺市学童集団下痢症報告書. 1997.
- 2) 横浜市衛生局感染症・難病対策課. 市立文庫小学校での下痢・嘔吐者の集団発生について(2005/05/26)記者発表資料 2005.
- 3) 国立感染症研究所. 小学校における風疹集団発生の調査—岡山市. 病原微生物検出情報(IASR) 2006;24:58—59.
- 4) <http://www.co.mecklenburg.nc.us/Departments/Health+Department/Top+News/Pandemic+Flu.htm>
- 5) Kulldorf M. Prospective time periodic geographical disease surveillance using a scan statistic. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 2001;164:61-72
- 6) Tango T and Takahashi K. A flexibly shaped spatial scan statistic for detecting clusters. International Journal of Health Geographics, 2005;4:11
- 7) Takahashi K, Kulldorf M, Tango T and Yih K. A flexible space-time scan statistic for disease outbreak detection and monitoring. Advances in Disease Surveillance. 2007;2:70

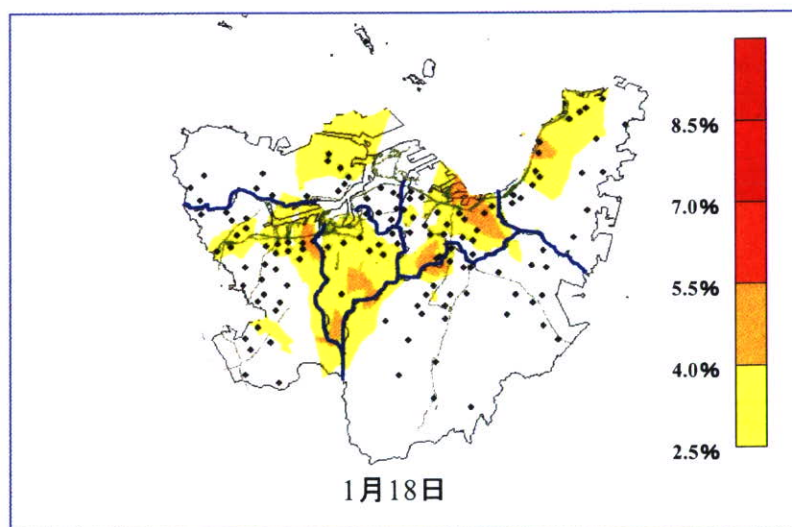
F. 研究発表

- F. 1 論文発表
保健医療科学に投稿中
- F. 2 学会発表

特になし

インフルエンザ流行期の小学校欠席率

— 定点値との相関、空間補間による早期把握 —



北九州市危機管理参与

郡山一明