

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 20 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23390133

研究課題名(和文)地域間「感染距離」に基づく学校感染症対策のためのWeb上双方向システムの開発

研究課題名(英文)Development of Web information system for school infectious disease prevention

研究代表者

梯 正之(Kakehashi, Masayuki)

広島大学・医歯薬保健学研究院・教授

研究者番号：80177344

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、感染症流行の核となることの多い学校を中心に据えて、重要な感染症の流行状況を即時的に把握し、その地域の流行状況を速やかに分析し、状況の報告と今後の予測を遅滞なく還元できるインターネット上のシステムの開発に取り組んだ。特に、インフルエンザの流行状況について、詳細なデータが得られたので、予測精度の高いモデル構築を行った。また、インフルエンザ以外の感染症についてもその流行の特徴を把握した。これらの流行予測のアルゴリズムをベースに、即時的に流行状況を把握し迅速な対策につなげるための実システム開発に取り組んだ。十分な実用的水準に至るためにはいくつかの重要な課題があることもわかった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was to develop web information system for infectious disease prevention focusing schools that play important roles in regional infectious disease spread. The system can analyze the situation in the region and warn residents immediately. Specifically, we carried out detailed analyses on the spread data of influenza containing the daily numbers of cases and the execution of school closure of each school each day in a certain area to produce more precise model. The effect of school closure was also analyzed. Owing to the contribution from cooperative members, the analyses of various infectious diseases nation wide by region were carried out to clarify specific patterns of outbreaks. Based on the algorithm of predicting infectious disease spread, we tried to develop a surveillance system that realizes immediate response for infectious disease prevention. We also found some important tasks to be achieved before the system becomes practically useful.

研究分野：保健・医療の数理モデル

キーワード：感染症予防 学校保健 IT

1. 研究開始当初の背景

本研究は、SARS、新型インフルエンザなど新興感染症の脅威が高まる中、感染症の流行予測や予防対策の効果評価について、数理モデルを使用した研究が盛んに行われるようになった状況を受けて計画された。当時のモデル研究の特徴として、現実の地理的・人口的・社会的条件に基づく精密な条件下でのシミュレーションということがあった(たとえば、パイオテロにそなえるための英国で天然痘の流行が起きた場合のシミュレーション, Riley and Ferguson (2006) Smallpox transmission and control: Spatial dynamics in Great Britain, PNAS 103(33): 12637-12642)。その他、米国の空港間ネットワークに基づいた新型インフルエンザAのシミュレーション(Balcan et al., 2009)、パンデミック・インフルエンザ対策の評価のためのシミュレーションソフト「InfluSim」を開発した研究(Duerr et al., 2007)など、枚挙にいとまがない。日本でも、東京近郊の通勤電車網を仮定したパンデミック・インフルエンザの研究(Ohkusa and Sugawara, 2007)がある。これらに先立つ研究として、英国の麻疹の流行を時間的・空間的に分析し、大都市から地方の小都市への伝播の様子をグラフィカルに表現した Grenfell らの一連の研究がある。また、最新の流行状況を随時提供するWHOやハーバード大などのネット上のサイトもある。本研究は、応募者のこれまでの研究をさらに発展させ、このような精密な水準の流行予測として恒常的に社会に公開し、感染症の予防に役立てることを目指して計画された。

新型インフルエンザが実際に流行し、感染症に対する危機管理のあり方について関心が高まっている。今回の新型インフルエンザは、予想されていた鳥インフルエンザからの強毒型インフルエンザではなかったため、対応に混乱も見られたが、強毒型のインフルエンザの出現の可能性が低下したわけではない。また、HIV・エイズの流行も静かに拡がりつつあるなど、警戒を怠れない。このような新興感染症ばかりでなく、若者の間で麻疹や百日咳が流行するなど、再興感染症に対する対策もおざなりにはできない。このような社会状況も研究を計画した背景にある。

研究代表者は、それまでに、感染症の流行モデルの作成や、麻疹やインフルエンザ、HIV・エイズなどの流行分析と予防施策の効果評価などを行ってきた。また、心筋梗塞のリスク日を特定する研究を行ない、それを使った予報をテレビや新聞・ホームページを通じて市民に提供する健康推進事業にも参画している。実際、感染症の流行には明確な季節性が認められるものが多く、冬場のインフルエンザや感染性下痢症、5月・6月頃には麻疹や風疹などの流行があるなど、特有の季節的流行パターンを示す。本研究は、この

健康推進事業を感染症の領域にも拡張することにつながるものと考えられた。

また、研究分担者として、感染症サーベイランスデータを使った感染症の流行分析に豊富な実績があった長谷川・井上を予定し、本研究はその上に立って、より充実した、精密な予測を目指すものであった。さらに、連携研究者の一人として、死亡票(個票)を集計・解析し、日本の部位別がん死亡率を市町村別に分析し、パソコン上で年次推移をアニメーションとして表示する研究の経験がある川崎も予定し、本研究でもそれが生かされることを期待してスタートした。

2. 研究の目的

本研究は、わが国の自然・社会的条件を再現し、未知の感染症にも対応できる感染症対策シミュレーターを開発し、その性能を評価することを目指すものである。対策には予防接種や抗ウイルス薬の投与、接触の制限(休校や外出の制限、隔離)などが考えられる。自然条件としては気温や降水量など、社会的条件としては、人口規模や交通、学校や医療機関など考慮し、都道府県単位あるいはその下にある複数の都市圏を単位に予測を行なう。未知の感染症に対応できるということは、すでにある感染症に対しても信頼度の高い流行予測を行なうことができるものでなければならぬと考えられ、これを利用して、感染症の流行状況や対策の効果についての情報提供を行ない、一般の利用者による評価を得て、社会的に有用な情報提供システムとして確立することを目指した。

本研究の目的は、感染症流行の核となることの多い学校(小学校・中学校・高等学校など)を中心に据えて、重要な感染症の流行状況を即時的に把握し、その地域の流行状況を速やかに分析し、状況の報告と今後の予測を遅滞なく還元できるインターネット(Web)上のシステムにより、新興感染症・従来型の感染症への適切な予防システムを開発することである。これにより、従来から常在する感染症ばかりでなく、新型(新興)感染症にも対応可能なものを目指す。予測の精度を担保するため、これまでに蓄積されてきた感染症の流行データを最大限活用し、実証実験による評価を得て、社会的に有用な情報提供システムとして実用化できるモデルの開発を行う。

具体的には、次の3つの目的を達成することを目指す：

1) 主要な感染症について、統計的なデータ解析により、流行のパターンを分析し、感染経路や潜伏期間、感染期間、ハイリスク者の特徴、免疫の有無などから、どのような感染症がどのような流行パターンを示すかを明らかにする。これにより、未知の感染症であっても、そのプロフィールがわかった段階でどのパターンで流行が拡大するか予想でき

ると期待される。また、季節や社会的条件がそれにどのように影響するかを明らかにする。刻々と入手されるデータに対して、感染症の流行パラメータを修正していく方法も開発する。データとしては、感染症動向調査のデータを地域ごとにデータベース化して使用する。

2) 感染症流行や対策の評価に関する情報を提供するための有効なシステムを開発し、試験的に運用し、住民に広く提供する。

3) 提供される感染症流行・対策情報について、住民の側からの評価やニーズを調査し分析する。

本研究の実施により、科学的に根拠のある感染症流行情報と精度の高い流行予測を提供するシステムを住民の健康推進活動の一つの戦略として導入することを目指した。

本研究の特色として、季節性や社会的条件に注目することがあげられる。季節性や社会的条件に注目して感染症の精度の高い予測法を明らかにすることが可能となる。また、流行の現状と近未来の予測を公開することで、地域住民がパニックに陥らず速やかに有効な対策をとることができるようになるなど、研究が公衆衛生に直結させることも特色の一つである。

3. 研究の方法

本研究では、主要な感染症について、流行パターンを分析し、気温や湿度、日照などの気候条件や人口規模や人的接触頻度に関係する指標など社会的条件との関連を、都道府県程度の地域ごとに科学的に明らかにし、住民に効果的に流行予測情報を提供できるシステムを構築し、そのシステムの評価を行うこととした。そのため、以下のような研究方法を考案し、実施した。

初年度においては、流行データのデータベース化や流行予測アルゴリズムの開発を行い、次年度は、学校での流行データを収集・集計し、分析・予測するシステムの予備の開発と、地域間「感染距離」の計算と流行予測アルゴリズムの開発に重点的に取り組む。そして、最終年度には、学校間距離に基づいた地域的な分析がデータの整備・入力を終え、分析やアルゴリズムの開発に基づいて、その完成を目指すとともに、並行して「学校での流行データを収集・分析・予測するシステムの開発」を実用段階まで到達させ、利用者によるシステム評価の実施を目指す。

また、「学校での流行データを収集・分析・予測するシステムの開発」では、現在本研究に関連して Web 上で公開している感染症データ・流行状況提供システム（全国データ、都道府県レベル）を発展させ、適切な予測情報の提供を目指した。特に、学校ごとのような細かいスケールの情報を十分に生かした分析方法を確立し、そのようなレベルでの流行情報が提供可能な地域に対してはよりミ

クロなレベルでの予測を提供することを目指した。

4. 研究成果

本研究では、感染症流行の核となることの多い学校（小学校・中学校・高等学校など）を中心に据えて、重要な感染症の流行状況を即時的に把握し、その地域の流行状況を速やかに分析し、状況の報告と今後の予測を遅滞なく還元できるインターネット上のシステムにより、新興感染症・従来型の感染症への適切な予防システムを開発することを目指した。所期の目的を達するため、流行データのデータベース化や流行予測アルゴリズムの開発を中心に据え、学校での流行データを適切に収集・集計・分析・予測するためのシステム開発に取り組んだ。特に、インフルエンザの流行状況について、特定の地域において欠席者数や休校状況についての詳細なデータが得られたので、予測精度の高いモデル構築を行った。そのため、休校等の対策がインフルエンザの流行の抑止にどのように有効化についてさまざまな面から検討することができた。また、共同研究者（研究分担者・研究協力者）の協力を受けて、サーベイランスの対象となっている感染症について全国データの地域別分析を行うことができ、インフルエンザ以外の感染症についてもその流行の特徴を把握することができた。これらの流行予測のアルゴリズムをベースに、即時的に流行状況を把握し迅速な対策につなげるための実システム開発に取り組んだ。十分な実用的水準に至るためにはいくつかの重要な課題があることもわかった。

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）

〔雑誌論文〕(計 2 件)

1. Inoue Masashi, Hasegawa Shinsaku, Suyama Akihiko, Kakehashi Masayuki, Development of a Web-based Data Visualization System for Comprehensible Ascertainment of the Spatiotemporal Extent of Infectious Diseases, Japan Journal of Medical Informatics 33, 査読有 2013, pp27-32
2. 長谷川伸作, 井上 仁,陶山昭彦, 梯 正之,佐々木幸子,小児感染症の流行の原稿把握と流行予測のアルゴリズム, 北海道公衆衛生学雑誌 25, 査読有 2012, pp75-85

〔学会発表〕(計 5 件)

1. Kakehashi Masayuki, Kawano Shoko, Fit

and error of infectious disease model:
the consideration of what could have
happened by chance from the real data,
日本疫学会, 2015年1月23日, 愛知県名
古屋市

2. Kawano Shoko, Kakehashi Masayuki, The effect of school closure in pandemic flu: Analysis based on mathematical models involving a weather condition, Fourth International Conference on Infectious Disease Dynamics (Epidemics 2013), 19 - 22 November 2013, Amsterdam(Netherlands)
3. Kakehashi Masayuki, Kawano Shoko, Microscopic and macroscopic models of infectious disease spread for data analysis, The Joint Annual Meeting of the Japanese Society for Mathematical biology and the Society for Mathematical Biology 28 July - 1 August 2014, Osaka(Japan)
4. Inoue Masashi, Hasegawa Shinsaku, Suyama Akihiko, Kakehashi Masayuki, A HTML5-based system for visualizing and forecasting the spread of infectious disease in Japan, IADIS Multi Conference on Computing Science and Information System 2012, 2012年07月17日 ~ 2012年07月19日, Lisbon(Portugal)
5. 井上 仁, 長谷川伸作, 陶山昭彦, 梯 正之, RIA と HTML を利用した感染症流行状況提供システム構築とその評価, 医療情報連合大会, 2011年11月21日 ~ 11月24日, 鹿児島県鹿児島市

〔図書〕(計 2 件)

1. 梯 正之, 海游舎, 医学領域の数理 - 感染症流行の数理モデルほか(理論生物学の基礎: 分担執筆), 2012, pp.233-287
2. Inoue Masashi, IADIS Press, A HTML5-based system for visualizing and forecasting the spread of infectious disease in Japan, Proceedings of the IADIS International Conference e-Health, 2012, pp.270-272

6. 研究組織

(1)研究代表者

梯 正之 (KAKEHASHI MASAYUKI)
広島大学・大学院医歯薬保健学研究院・
教授

研究者番号: 8 0 1 7 7 3 4 4

(2)研究分担者

井上 仁 (INOUE MASASHI)
鳥取大学・総合メディア基盤センター・
教授

研究者番号: 0 0 1 7 6 4 3 9