

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：17301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K16300

研究課題名(和文)PT調査データに基づく新型インフルエンザ時空間伝染リスク評価モデルの構築

研究課題名(英文)Spatial-temporal evaluation modeling of pandemic influenza risk with person trip survey data

研究代表者

吉田 護 (YOSHIDA, Mamoru)

長崎大学・水産・環境科学総合研究科(環境)・准教授

研究者番号：60539550

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、パーソントリップ調査データを用いた、新型インフルエンザの時空間伝染リスク評価の枠組みを提示した。具体的には、家庭内、学校施設内の感染過程を明示化する形で時空間の感染過程をモデル化し、リスク評価指標として1)感染者数分布、2)終息時点分布、3)感染地区の空間分布、4)感染者の居住地区分布の4つを提案した。さらに、熊本都市圏のパーソントリップ調査データを用いて、実際のリスクを評価し、その有効性を示した。こうした成果に基づいて、国内・海外の関連学会にて研究発表を実施した。

研究成果の概要(英文)：This research proposed a framework of spatial-temporal evaluation of pandemic influenza risk with person trip survey data. In details, it modeled the spatial-temporal infection process considering family infection and school infection, and proposed four indices: 1) the number of infected persons, 2) the infectious period, 3) the distribution of areas where individuals are infected, and 4) the distribution of areas where individuals live, and showed these availability through a case study of Kumamoto Metropolitan person trip survey data. The results were presented in the related domestic and international conferences.

研究分野：社会安全システム

キーワード：リスク評価 新型インフルエンザ パーソントリップ調査 時空間評価

1. 研究開始当初の背景

近年、新型インフルエンザやSARSなどの感染症リスクが私たちの社会を脅かす機会が多くなっている。2009年に発生した新型インフルエンザでは、その死者数は全世界で約28万人と推計されている¹⁾。定期的に発生する季節性インフルエンザとはその抗原性が大きく異なるため、一般的に人は免疫力をもっていない。そのため、一旦発生すると、その伝染は都市内は勿論、国境を越えて拡大しやすい。このような感染症リスクについては、事前に対策・対応措置を検討し、関係者間でその実施に関して合意形成を図っておくことが望ましい。このような背景のもと、本研究では、新型インフルエンザに焦点をあて、パーソントリップ(P T)調査データを用いた時空間伝染リスク評価モデルを開発する。このようなモデルの開発により、その伝染過程が可視化され、関係者間の合意形成を促進することが可能となる。

2. 研究の目的

飛沫感染が主な感染経路である感染症の地域内伝染過程は、人の移動や施設滞在と密接に関連がある。このような観点から、本研究では、パーソントリップ調査データを活用し、新型インフルエンザを対象とした都市内伝染リスク評価モデルを開発する。なお、人々が近接する空間としては、家庭、学校、事務所、商業施設、工場に焦点をあて、それぞれの施設内の感染モデルを統合する形で都市内の時空間伝染モデルを構築する。また、感染症リスクの軽減策として、学校閉鎖と職場閉鎖に焦点をあて、そのリスク軽減効果について定量的に把握することを目的とする。

3. 研究の方法

新型インフルエンザの時空間リスク評価モデルの開発を行うため、パーソントリップ調査データに基づいて、家庭、学校施設、商業施設、工場、事務所内での感染過程を明示化する形で、感染モデルを構築する。具体的な研究方法は、下記の手順に従う。

(1) 時点別・家庭別の人口粗密データの作成

P T調査データから、時点別・世帯別の家庭滞在人員数、及び各個人の家庭滞在時間を導出する。また、住宅・土地統計調査から、世帯人員別・市町村別の1世帯当たりの居室畳数を導出する。これらより、時点別・家庭別の人口粗密データを作成し、家庭内感染の基礎モデルを構築する。

(2) 時点別・学校施設別の人口粗密データの作成

個人が園児または学生の場合、P T調査データから、個人の学生細目(園児、小学生、中学生、高校生、大学生)、滞在地ゾーン、学校滞在時間を導出できる。また、自治体及び県教育委員会は、各学校施設の住所や生徒

数、学級数、校舎(延床)面積を公開しており、住所のジオコーディングを通じて、各学校とP T調査ゾーンを対応させることが可能である。以上より、時点別・学校別の人口粗密データを作成し、学校施設内感染を表現する基礎モデルを構築する。

(3) 時点別・P T調査ゾーン別の商業施設、工場、事務所の人口粗密データの作成

P T調査データから、個人が滞在している商業施設や工場、事務所を特定することは出来ないが、個人が滞在している施設種目(商業施設、工場、事務所)と滞在時間は導出可能である。また、国勢調査、商業統計、工業統計メッシュデータから、GISのオーバーレイ機能を用いて、P T調査ゾーン別の商業施設、工場、事務所の延床面積を推計することが出来る。以上より、時点別・P T調査ゾーン別・施設種目別人口の粗密データを作成し、施設内感染の基礎モデルを構築する。

(4) 感染パラメータのキャリブレーション

時点別、施設別(家庭、学校施設、それ以外)における感染者人口の粗密の程度を説明変数とする都市内伝染モデルを構築する。なお、既往研究において、過去の代表的なパンデミックインフルエンザの基本再生産数(一人の感染者から感染して発症する二次感染者数の平均値)の推計がなされている。本研究では、この基本再生産数に基づいてパラメータのキャリブレーションを行う。

(5) 時空間リスク評価指標の提案、及び提案指標に基づく新型インフルエンザの時空間リスク評価

導出したパラメータを用いて、新型インフルエンザの時空間伝染シミュレーションを行う。リスク評価指標としては、総感染者数の確率分布、発生から収束までの時間の確率分布、ゾーン別の脆弱性評価などを想定している。また、提案する指標を用いて、学校閉鎖や職場閉鎖措置の効果を定量的に把握できるように配慮する。

なお、リスク工学、都市・交通工学、疫学の知見が適切に反映されるよう研究協力者との協議に基づいて、こうした既往の学問分野の知見で得られている知見が統合化されるように努める。

4. 研究成果

全体を通じて、本研究では、パーソントリップ調査データを利用した新型インフルエンザシミュレーションの枠組みを提示し、その実施可能性を示した。それに加えて、新型インフルエンザの時空間の伝染過程を前提としたリスク評価指標を提案し、実際の感染症リスクを定量化することができた。

図1は個人の感染過程の構造、図2は、パラメータのキャリブレーション結果を表す。個人の感染過程において無症候状態を考慮

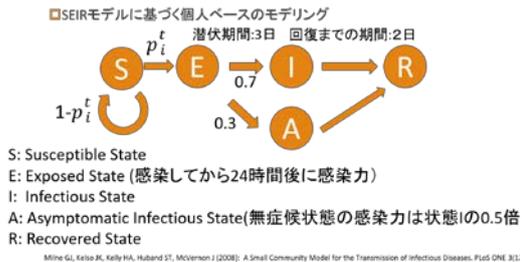


図 1: 個人の感染過程の構造

基本再生産数(R_0)に基づく パラメータのキャリブレーション

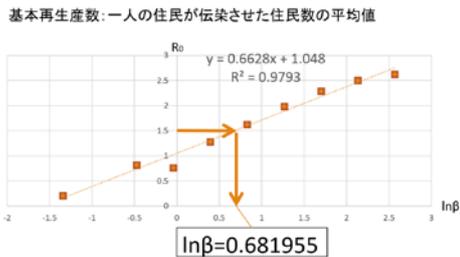


図 2: 基本再生産数に基づくパラメータのキャリブレーション

している点は、インフルエンザ感染症の特徴である。また、新型インフルエンザの基本再生産数に基づいて、キャリブレーションを実施し、新型インフルエンザの感染力の特徴を捉えるモデル構築を行った。

また、リスク評価指標について、具体的には、1)感染者数分布、2)(都市内)終息時点分布、3)感染地区の空間分布、4)感染者の居住地区分布の4つを提案した。さらに、平成22年度に熊本都市圏で実施されたパーソントリップ調査データを用いて実際のリスク評価を行った。図3は感染者数分布、図4はその終息時間分布、図5は感染地区の空間分布、図6は感染者の居住地区分布を表す。感染者数分布から、都市内の約三分の二が期待値ベースで感染しうることが分かった。また、終息時間分布から、そのばらつきはあるものの1ヵ月から二ヵ月間、都市内に感染者が留まり続けることが分かった。感染地区分布からは熊本市の中心商店街等がある安政町で伝染する可能性がパーソントリップ調査データのゾーン区分では最も高く、通行規制等の対策を講じる必要性が分かった。

このように実際にパーソントリップ調査データを用いた新型インフルエンザをリスク評価する枠組みを提示し、実際に計算可能であることを示したことが本研究の成果である。なお、これらの成果は関連する国際・国内の学会にて研究発表を行った。施設閉鎖措置等の政策評価のシミュレーション計算に課題が残っており、今後の課題である。

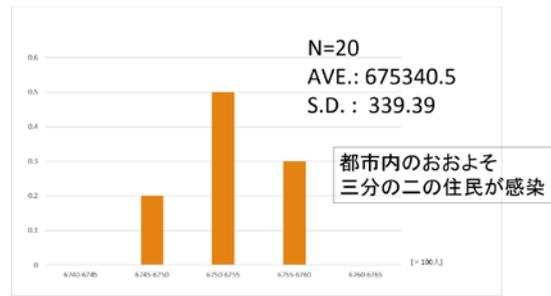


図 3: 感染者数分布
(H22 熊本都市圏 PT 調査に基づく)

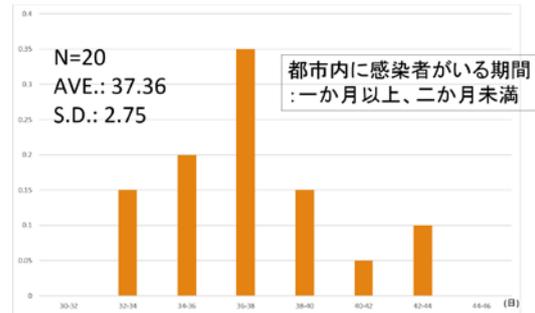


図 4: 終息時間分布
(H22 熊本都市圏 PT 調査に基づく)

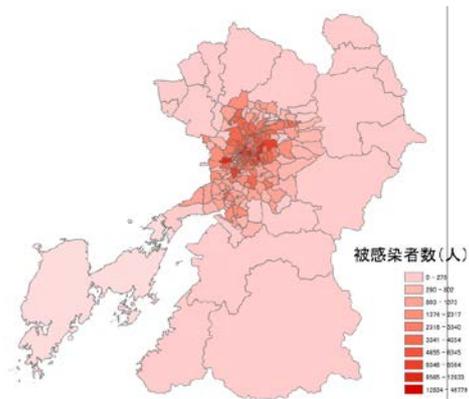


図 5: 感染地区の空間分布
(H22 熊本都市圏 PT 調査に基づく)

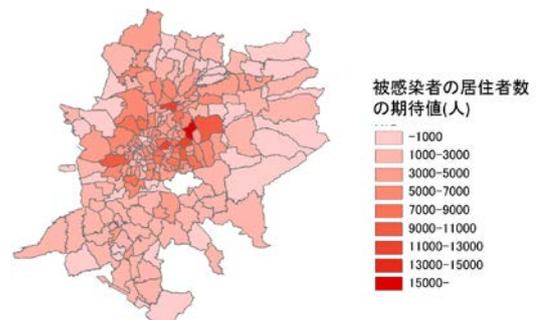


図 6: 感染者の居住地分布
(H22 熊本都市圏 PT 調査に基づく)

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)

①Yoshida, M., Maruyama, T., Kakimoto, R. : Spatio-Temporal Risk Analysis Model for Pandemic Influenza with Person-Trip Survey Data, World Congress on Risk 2015, 19-23, July, 2015, Matrix@Biopolis (Singapore)

②吉田護: 新型インフルエンザの社会的リスク評価の試み, 第29回日本リスク研究学会年次大会, 2016年11月27日, ホルトホール大分 (大分県大分市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 護 (YOSHIDA, Mamoru)
長崎大学・水産・環境科学総合研究科 (環境)・准教授
研究者番号 : 60539550

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

柿本 竜治 (KAKIMOTO, Ryuji)
丸山 琢也 (MARUYAMA, Takuya)