ISSN 2186-5647

4-69

都市の空間特性に基づくインフルエンザの感染リスク評価に関する研究　その 1
－東京都 23 区における伝播傾向－

日大生産工（院）　○松浦 眞也　日大生産工　岩田 伸一郎
日大生産工（院）　　大室 真悟

1. 研究の背景と目的

近年、感染症などの疾病に関する研究が世界的に注目されており、その背景にはマラリアや結核などの従来から存在する感染症の再発、鳥インフルエンザや SARS などの新しい感染症の相次ぐ出現がある。感染症の予防には、医学的なアプローチだけでなく、疫学、社会学、行動学など他分野での研究が必要である。

空間疫学の分野において、疫学的な統計情報を地理的に可視化した疾病地図が重要である。19 世紀中ごろに John Snow のコレラマップ[1]は健康と地理的空間を深く結び付けた研究として有名である。近年は地球統計学の発達と GIS（地理情報システム）の普及により、感染症の流行動態を GIS を用いて解析する坂井貴胤[2]の研究も行われるようになっている。

感染症の数理モデル研究はマラリア流行に関する閾値定理の発見と Kermack and Mckendric による研究にはじまり、稲葉寿[3]は Population Dynamics における代表的な例として、人口学における安定人口モデルとその非線形拡張および感染症流行モデルを紹介している。安田英典[4]らが、東京西部の郊外を走る中央線路線でのインフルエンザの伝播を対象に、モンテカルロシミュレーションによる検証を行っている。

建築分野では、感染症の感染防止対策方法を設備的に提案した田辺新一[5]らや松本健太郎[6]らによる研究はあるが、感染症の研究は都市空間の状態、建物の用途や機能、さらにはそこで営まれる活動の種類などに着目して空間特性の観点で感染リスクの評価を試みている研究はない。飛沫・空気感染するような疾病においては、建築空間の機能や配置などの空間情報と感染リスクには深い関係があると考えられる。そこで、都市空間の状態こそがその都市で営まれている人々の活動を代替していることに着目し、汎用性が高く、その変化の統計的な把握も容易な都市の空間情報を根拠として、簡易的に感染症の感染リスクを評価する。

本研究では、インフルエンザを対象とし、感染者数、及び用途別に分類した建築物の総延床面積を使用し、両者の因果関係を明らかにし、インフルエンザの伝播傾向を探ることを目的とする。

表 1　建築用途別延床面積（2006-2010）

単位（㎡）	官公庁施設	教育文化施設	厚生医療施設	供給処理施設	事務所建築物	専用商業施設	住商併用施設	宿泊遊興施設	スポーツ興業施設	独立住宅	集合住宅	専用工場	住居併用工場	倉庫・運輸関係施設	農林漁業施設
千代田区	2467579.446	2291323.771	276973.203	25179.382	14604041.620	730202.081	981995.902	1208610.341	125896.911	176255.675	1989171.186	0	25179.382	276973.203	0
中央区	487014.607	510205.779	301485.233	255102.889	12360894.55	904455.699	1345087.962	626161.638	23191.172	324676.405	5264395.99	69573.515	69573.515	649352.809	0
港区	996817.599	1950295.303	563418.643	346719.165	18722834.91	996817.599	1820275.616	2687073.528	130019.687	1300196.869	12351870.25	173359.583	130019.687	1170177.182	0
新宿区	946411.888	2228647.348	946411.888	122117.663	7815530.427	1038000.135	2014941.438	1679117.865	305294.157	3052941.573	9616765.955	305294.157	183176.494	244235.326	0
文京区	336791.068	2463892.547	744485.518	70903.383	2605699.312	70903.383	1347164.27	478597.833	407694.450	2765231.923	5884980.759	141806.765	248161.839	141806.765	0
台東区	215477.892	1106119.846	172382.314	114921.542	3246533.573	646433.676	2025492.185	531512.134	57460.771	1623266.786	3648758.971	86191.157	488416.555	402225.398	0
墨田区	164379.321	854772.471	328758.643	131503.457	1643793.213	443824.168	2153369.109	345196.575	82189.661	2219120.838	5703962.449	756144.878	1232844.910	394510.371	0
江東区	449580.964	1461138.133	561976.205	899161.928	4495809.640	1573533.374	1760858.776	337185.723	224790.482	2585090.543	15735333.74	1011557.169	636906.366	5769622.371	0
品川区	246969.557	1317170.973	384174.867	329292.743	4664980.528	932996.106	1893433.273	439056.991	192087.434	3978953.98	9741576.985	1015319.291	493939.115	1756227.964	0
目黒区	189655.915	1275867.065	362070.383	51724.340	1672420.342	344828.936	1379315.746	448277.617	120690.128	4465534.726	6534508.345	120690.128	189655.915	86207.234	0
大田区	309392.588	1900554.468	662984.117	1016575.646	2386742.820	751381.999	2961329.054	397790.47	265193.647	10165756.46	14143661.16	2475140.702	1414366.116	5348071.874	0
世田谷区	2800449.948	3360539.938	886809.150	186696.663	1633595.803	886809.150	3873955.761	93348.332	233370.829	16989396.35	17549486.34	186696.663	233370.829	280044.995	0
渋谷区	201733.159	1613865.271	425881.113	44829.591	5738187.630	1300058.135	3160486.156	515540.295	336221.932	2622531.065	6096824.357	67244.386	44829.591	201733.159	0
中野区	160625.022	883437.622	240937.533	16062.502	931625.129	240937.533	1333187.684	128500.018	32125.004	4369000.604	7436938.528	48187.507	96375.013	144562.52	0
杉並区	172574.962	1869562.088	488962.392	57524.987	949162.291	488962.392	2013374.556	57524.987	115049.975	11246135.02	10785935.120	172574.962	143812.468	201337.456	0
豊島区	196638.614	1269212.873	286019.802	71504.951	2270282.182	1412222.774	1394346.537	572039.605	232391.090	3235599.015	6560579.218	89381.188	107257.426	178762.377	0
北区	190138.735	1273929.522	342249.726	114083.241	969707.547	494360.710	1330971.143	95069.367	95069.367	4411218.645	8042868.478	969707.547	247180.355	475346.837	0
荒川区	97616.688	574853.832	173540.780	151848.182	629085.326	151848.182	1193092.859	119309.286	32538.896	2223491.238	4143286.111	303696.364	715855.716	325388.962	0
板橋区	173569.808	144641.507	752135.836	231426.411	925705.644	752135.836	2140694.302	144641.507	86784.904	6364226.304	12699524.31	1504271.672	636422.630	1041418.85	0
練馬区	250020.499	1821577.923	500040.998	107151.643	785778.712	821495.926	2678791.063	142868.857	107151.643	13929713.530	13536824.17	321454.928	250020.499	392889.356	35717.214
足立区	213886.445	1604148.336	712954.816	427772.890	962489.002	1033784.483	2887467.006	213886.445	106943.222	10444788.06	12654947.99	1604148.336	998136.743	1746739.3	0
葛飾区	317949.181	1135532.788	408791.804	386081.148	590477.050	635898.361	1862273.772	113553.279	90842.623	7176567.217	7857886.890	885715.574	749451.640	476923.771	0
江戸川区	141223.032	1765287.896	423669.095	388363.337	1094478.496	1059172.738	2083039.718	247140.306	141223.032	9673777.673	14757806.81	1518147.591	812032.432	1200395.77	0

Research on Risk Evaluation of Influenza Infection Based on the City Space Characteristic Part1
－ The Propagation Tendency in 23 Wards of Tokyo －

Shinya MATSUURA, Shinichiro IWATA and Shingo OHMURO

2. 研究方法

2-1. 感染率と用途別延床面積の相関性

東京都 23 区を対象とし、2002-2010 年度の感染リスクを評価する。

各区の統計データを用いて、感染症別感染者数が掲載された「定点報告疾病集計表週報告分」[7] より各年度のインフルエンザ感染者数を算出､総人口を「国勢調査」[8] より参照し、インフルエンザ感染者の報告数を総人口で除した値を感染率と定義する。そして、各区の建物棟数・容積率・平均敷地面積・建築用途別に延床面積の割合等がまとめられた「建物の地域、用途別延面積比率等」[9] を基に、建築用途別の総延床面積を算出し、インフルエンザの感染率との因果関係を探る。

対象とする施設の用途は、官公庁施設、教育文化施設、厚生医療施設、供給処理施設、事務所建築物、専用商業施設、住商併用施設、宿泊遊興施設、スポーツ興業施設、独立住宅、集合住宅、専用工場、住居併用工場、倉庫・運輸関係施設、農林漁業施設の 15 項目を設定する。そして、インフルエンザの感染率と建物の用途別の延床面積との予測式を導くため、重回帰分析を行い、各建物の延床面積とインフルエンザの感染率の因果関係を調べることで感染リスクが高い建物の用途を明らかにする。重回帰分析を行う際、目的変数を感染率、説明変数を建物の用途別の延床面積とし、総当たり法を用いて、精度の高い組合せを導き、分析する。

2-2. 用途別延床面積とインフルエンザの伝播

重回帰分析により、導かれた予測式から年度ごとに抽出された項目とインフルエンザ流行レベルマップ [10] を使用し、空間特性の観点からインフルエンザの伝播傾向を探る。インフルエンザの週ごとにおける、東京都 23 区を区単位として全域の流行変化と抽出された項目との関係を探る。そして、抽出された項目の延床面積について、それぞれ東京都 23 区の地図を作成し､分析する。その際､「建物の地域、用途別延面積比率等」を参照し、抽出された項目とインフルエンザの感染に関係する区を項目ごとに色分けする（図 1)。そして、インフルエンザ流行レベルマップを参照し、作成した地図との比較・分析する。

3. 結果と考察

2002-2010 年度の重回帰分析の結果より、抽出された建築用途、決定係数、標準偏回帰係数値を表 2 にまとめる。

重回帰式の精度が高い 2005-2006 年度を対象とし、2005 年度に抽出された項目、2006 年度に抽出された項目の延床面積について、結果を報告する。表 2 より、感染率と深く関係しているのは「教育文化施設」､「事務所建築物」､「スポーツ興業施設」､「集合住宅」の 4 項目であることが読み取れる。標準偏回帰係数の符号に注目した時､「教育文化施設」､「事務所建築物」では正の値を示しているため延床面積が増加すると感染リスクが高まり､「スポーツ興業施設」､「集合住宅」では負の値を示しているため延床面積が増加すると感染リスクが低くなると考えられる。

重回帰分析の 2005-2006 年度の 1 年間の結果とインフルエンザ流行レベルマップを比較・分析し、インフルエンザの伝播傾向について、以下の傾向を読み取ることができた。

図 2 より、2005 年度のインフルエンザ流行レベルマップは、警報レベルになる地域が多く、広い範囲でインフルエンザが流行していることがわかる。2006 年度のインフルエンザ流行レベルマップは、警報レベルになる地域が少なく、注意報レベルで留まっている地域が多いが、長い期間インフルエンザの流行が続く。

また、インフルエンザの発生源となる地域については、2005、2006 年共に負の相関として抽出された「集合住宅」に属している地域であるということがわかる。2005 年のインフルエンザ流行レベルマップを見ると、インフルエンザが徐々に拡がり、2005 年 11週 目を境に、多くの地域が一度に終息している。2006 年のインフルエンザ流行レベルマップを見ると、2006 年 2 週目を境に、インフルエンザが爆発的に拡がり、徐々に終息している。

作成した地図と比較してみると、2005 年の場合、正の相関として抽出された項目が「官公庁施設」､「厚生医療施設」､「倉庫・運輸関係施設」の 3 項目であり、その 3 項目の分布にばらつきがあるため、警報レベルになる地域が多く、広い範囲でインフルエンザが流行

していると考えられる。2006 年の場合、正の相関として抽出された項目が「教育文化施設」、「事務所建築物」の 2 項目であり、その 2 項目の分布が比較的集中しているため、2005 年の場合に比べて、警報レベルになる地域が少なく、注意報レベルで留まっている地域が多いと考えられる。

インフルエンザの発生源について、負の相関として抽出された「集合住宅」と関係のある「練馬区」と「江戸川区」であり、感染リスクだけでは、インフルエンザの発生源になるリスクのある地域の予測は難しい。

重回帰分析の結果より、2005、2006 年の抽出項目について整理すると、2005 年の「官公庁施設」、「厚生医療施設」、「倉庫・運輸関係施設」については、それぞれの利用者が固定されておらず、利用頻度が比較的低い施設であるため、インフルエンザが徐々に拡がり、終息するのが早くなると考えられる。2006 年の「教育文化施設」、「事務所建築物」については、それぞれの利用者が比較的固定されており、通学者や通勤者として、多くの地域にコンスタントに存在し、利用頻度も高いため、インフルエンザが爆発的に拡がり、終息するのが遅くなると考えられる。

4. まとめ

以上の結果より、インフルエンザの伝播は、正の相関として抽出される項目の数やその分布、建築用途と深い関係があると考えられる。しかし、インフルエンザの感染リスクや伝播リスク、発生源となるリスク等を評価するには、その年に流行するインフルエンザの型や経年的にインフルエンザの伝播傾向を読み取り、その感染パターンや伝播パターン把握する必要がある。

今後の課題として、他年度についても、それぞれ抽出された項目ごとに地図を作成し、経年的に伝播傾向を探る。そして、年度ごとの結果や経年的結果について整理し、インフルエンザの感染パターンや伝播パターンを検証していきたい。

注釈

*1）警報は、1 週間の定点あたり報告数が基準値（警報の開始基準値：30）以上の場合に発生し、前週に警報が発生していた場合、1 週間の定点あたり報告数が別の基準値（警報の継続基準値 10）以上の場

表 2　各年度の重回帰分析における抽出項目

2010（決定係数 =0.501）

建築用途	標準偏回帰係数
厚生医療施設	−0.467
宿泊遊興施設	0.608
専用工場	0.937

2009（決定係数 =0.505）

建築用途	標準偏回帰係数
教育文化施設	0.641
厚生医療施設	−0.554
事務所建築物	0.423

2008（決定係数 =0.451）

建築用途	標準偏回帰係数
厚生医療施設	−0.783
住商併用施設	0.468
スポーツ興業施設	0.585

2007（決定係数 =0.363）

建築用途	標準偏回帰係数
教育文化施設	0.618

2006（決定係数 =0.669）

建築用途	標準偏回帰係数
教育文化施設	0.521
事務所建築物	0.677
スポーツ興業施設	−0.428
集合住宅	−0.745

2005（決定係数 =0.876）

建築用途	標準偏回帰係数
官公庁施設	0.377
厚生医療施設	0.411
集合住宅	−0.905
倉庫・運輸関係施設	0.431

2004（決定係数 =0.622）

建築用途	標準偏回帰係数
スポーツ興業施設	0.637
倉庫・運輸関係施設	−0.51

2003（決定係数 =0.631）

建築用途	標準偏回帰係数
厚生医療施設	0.612
事務所建築物	0.89
集合住宅	−0.472

2002（決定係数 =0.715）

建築用途	標準偏回帰係数
官公庁施設	−1.137
教育文化施設	1.427
独立住宅	−0.806

合に発生する。注意報は、警報が発生していない場合、1 週間の定点あたり報告数が基準値（注意報の基準値：10）以上の場合に発生する。

参考文献

1） サンドラ・ヘンペル「医学探偵ジョン・スノウ　コレラとブロードストリートの井戸の謎」 日本評論社　2009 年 7 月

2） 坂井貴胤：GIS（地理情報システム）を用いたインフルエンザ感染症の空間的疫学解析　新潟医学会雑誌　第 117 巻　第 11号　平成 15 年 11月　pp626-635　2003. 11

3） 稲葉寿：人口と感染症の数理 , 2007 年数学公開講座「現象と数理」, 2007. 12

4） 安田英典他：東京近郊のインフルエンザ流行伝播シミュレーション　数理解析研究所講究録　1551 巻　2007　pp53-56

5） 田辺新一他：新型インフルエンザ感染防止対策に関する研究　日本建築学会大会学術講演概要集（東北）2009. 8　pp833-834

6） 松本健太郎：感染症法第一種病室の開発　日本建築学会大会学術講演概要集（関東）2001. 9　pp607-608

7） 東京都感染症センター「定点報告疾病集計表週報告分」2002-2010

8） 総務省「国勢調査」 区市町村別人口及び世帯数（2010）　地域別人口（2002-2009）

9） 総務省「東京都統計年鑑　平成 18 年・平成 20 年」　土地利用現状調査　(2) 建物の地域、用途別延面積比率等（平成 13 年又は平成 14 年）、（平成 18 年又は平成 19 年）

10） 厚生労働省「インフルエンザ流行レベルマップ」2005、2006

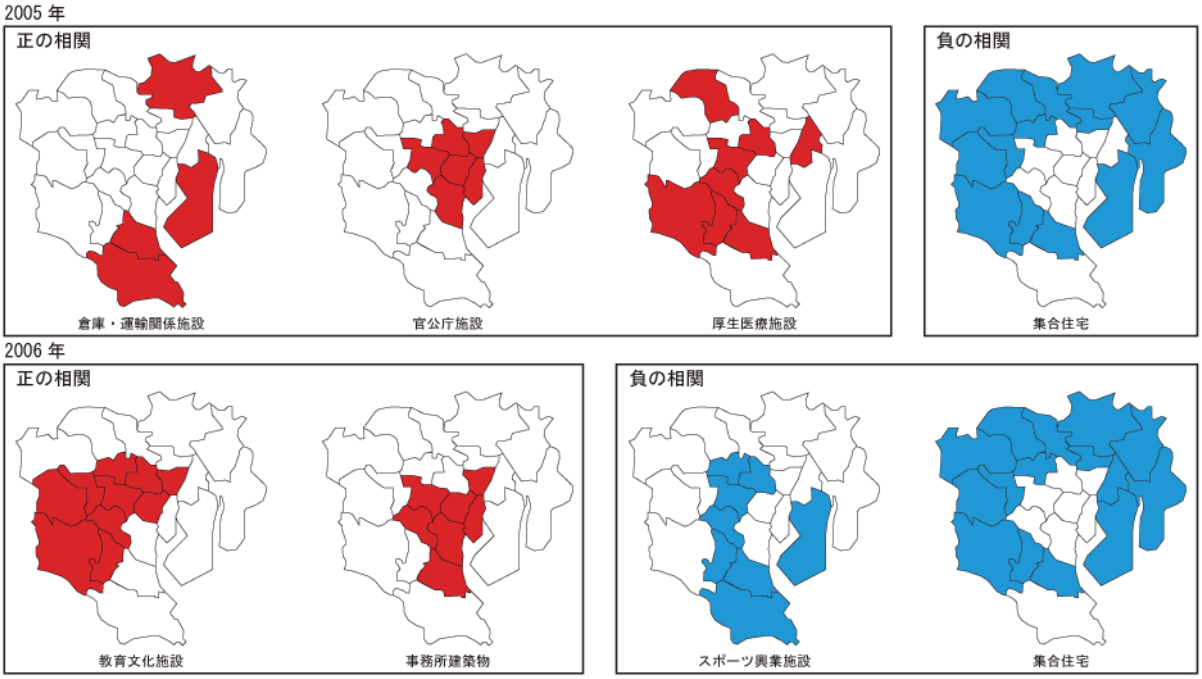

図 1　用途別延床面積に基づく東京都 23 区感染リスクマップ

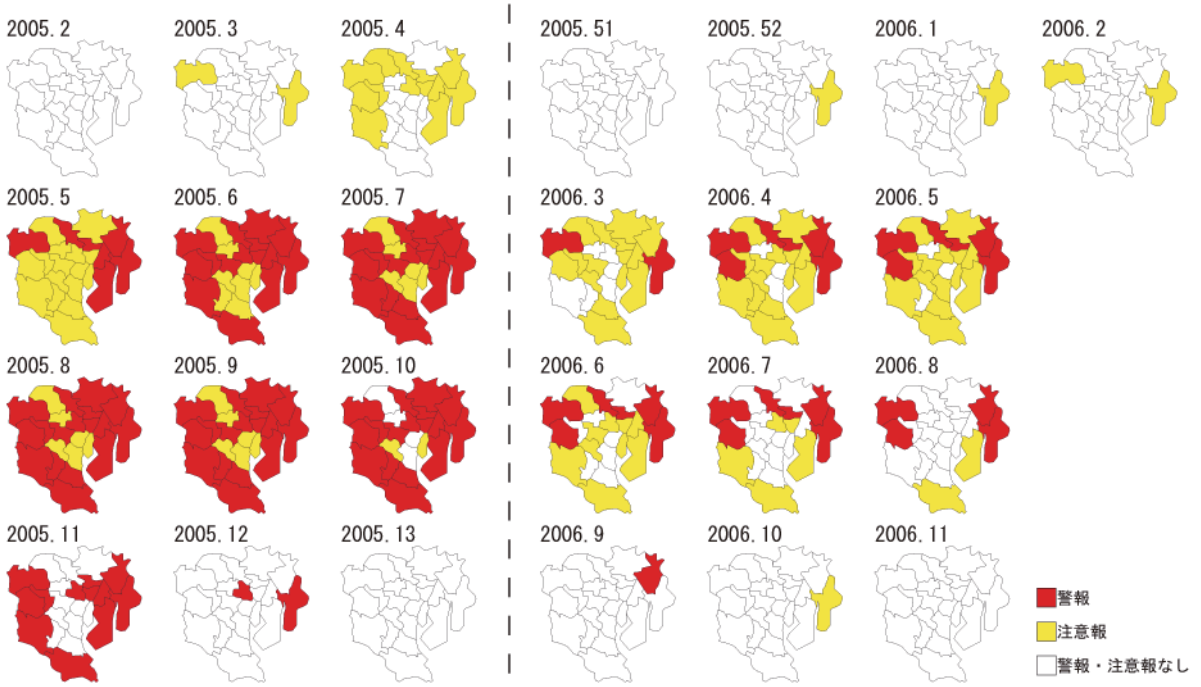

図 2　インフルエンザ流行レベルマップ *1)