

年齢別行動モデルとインフルエンザの感染リスクに関する研究

日大生産工 ○森下 裕加里 日大生産工(院) 岩田 伸一郎

1 まえがき

インフルエンザは毎年流行するが建築空間と感染症の関係はほとんど考察されていない。空間と感染が関係しているとするならば、空間情報である密度や使用頻度や時間帯が接触回数と対応しているはずである。

都市の中で過ごす様々な職種や属性の人のライフスタイルによって過ごす空間は異なるので、ライフスタイルと感染は関係しているという仮説を立てることができる。

そこで、一般的な統計データである年齢や地域別の患者数を子供のライフスタイルと大人のライフスタイルという視点で観ることで空間の利用の仕方から感染リスクの違いを説明することができるかを検証する。

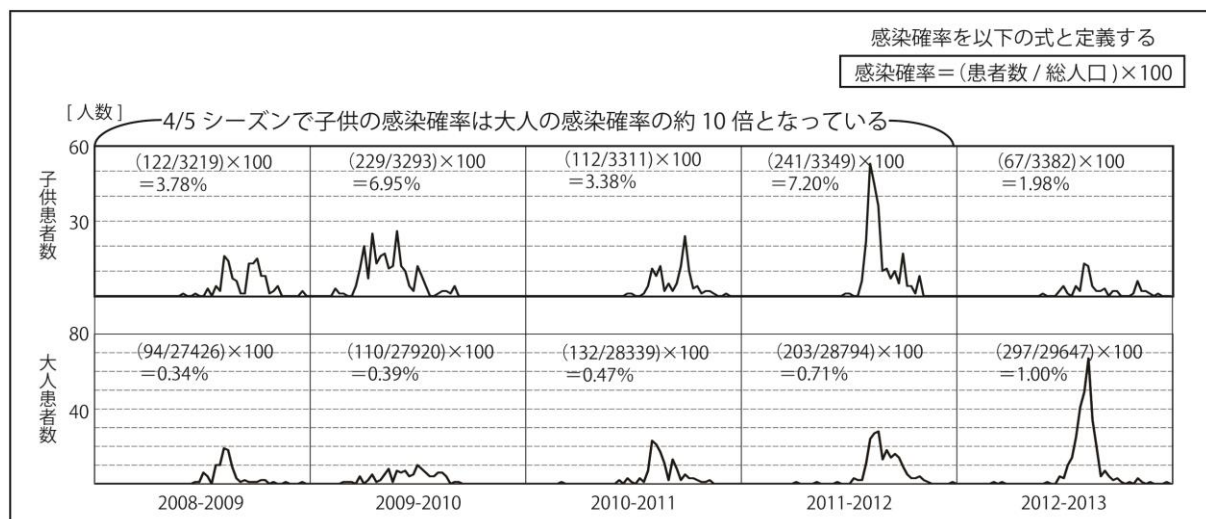
2 大人と子供の患者数の実数

東京都感染症情報センター 東京都感染症発生動向調査 定点報告疫病週報告分 年齢階級別集計表より千代田区の6～14歳の子供

と20～59歳までの大人の2008年25週から2013年24週（インフルエンザは年を越して流行するため、患者数がほぼ居なくなる25週目を開始として翌年の24週目までを1シーズンとする。）までの5シーズンの週ごとの患者数データと大人の人口における大人の患者数の割合、子供の人口における大人の患者数の割合を表1に示す。大人の人口と子供の人口は住民基本台帳による東京都の世帯と人口（町丁別・年齢別）平成20年から平成25年 区市町村、年齢（各歳）、男女別人口を引用する。

2012-2013のシーズン以外の5シーズン中4シーズンは子供の患者数の割合が大人の患者数の約10倍と捉えることができる。よって、子供の感染確率は大人の感染確率の10倍と考えることができる。

表1 千代田区2008年25週～2013年24週までの子供と大人の患者数



Research on the Infection Risk of the Behavior Model according to Age, and Influenza

Yukari MORISHITA, Shinichiro IWATA,

3 SIR伝播病流行数理モデルについて

感染症の流行過程を記述する数学的な方程式に1927年にKermackとMckendricが導入したSIRモデルがある。SIRモデルは、時刻を t として、健康な人の数 $S(t)$ 、病人の数 $I(t)$ 、病气から治って免疫をもった人の数(または死亡した人の数) $R(t)$ の増減を記述する微分方程式である。

SIRモデル

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= -\lambda S(t)I(t) \\ \frac{dI}{dt} &= \lambda S(t)I(t) - \gamma I(t) \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I(t) \end{aligned}$$

N :総人口

λ :感染率

($\lambda=1$ 回の接触感染確率 $\times$ 1日の接触回数)

γ :治癒率

$\lambda I/N$:一回の出会いにより感染する確率

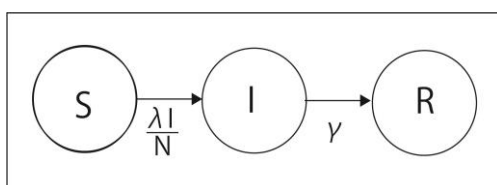


図1 SIRモデル図式

感染率 λ は人々の接触が感染に影響を与えることを示している。

4 ライフスタイルから導く感染率のモデル係数の計算式の仮定

1日の大人と子供のライフスタイルに着目して感染の確率をみていくこととする。ライフスタイルによって過ごす空間の利用時間や空間内の人口密度などの状況は異なる。また、年齢によって活動の仕方は異なる。よって、1日に過ごす様々な密度の空間を動き回ることによって人との接触回数は増加すると感染確率も比例するといえることができる。そこで、感染確率のモデル係数を「1日の利用空間の平均密度」と「活動量」の計算式で仮定し、大人と子供の係数を比較する。「1日の利用空間の平均密度」は一般的な子供と大人のライフスタイルを想定した1日に体験する様々な空間や利用時間の平均から算出する。活動量は接触回数に関係のある1日の平均歩数を採用する。

5 仮定した係数の計算式の設定

〈ライフスタイルの設定〉

a)図2より子供のライフスタイルは小学校に通うことを想定し、通学は徒歩で行っていることとする。

b)図3より大人のライフスタイルはオフィスワーカーを想定し、通勤は電車で行っていることとする。主な通勤手段として66.8%の人が電車を利用しているからである。(大人の通勤時間は不動産総合情報サービスのアットホーム2009年11月20日、通勤の実態に関する調査結果を参照)

〈感染を想定する空間の設定〉

図4・図5より

c)感染は室内のみで発生していることを想定する。室内の密度は軌跡だが、屋外は開放系になるためである。また、換気を行うことで室内のウイルスの蔓延を防ぐ効果があるからである。

d)睡眠中は、人との接触はないので感染に影響しないものとする。

〈大人と子供の接触の条件〉

e)大人と子供の接触は家以外では限りなく少ないので、日常的な感染ルートとして大人と子供の間で感染が発生することを想定せず、誤差とみなす。

f)通勤時間の電車内は大人の人数が多いため大人の空間とし、子供との接触はないものとする。

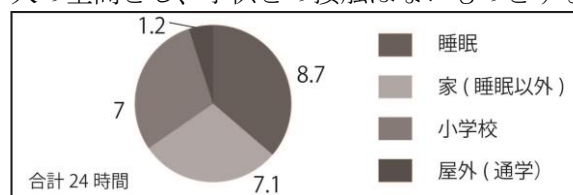


図2 子供の1日のライフスタイル

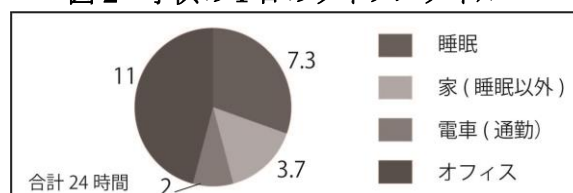


図3 大人の1日のライフスタイル

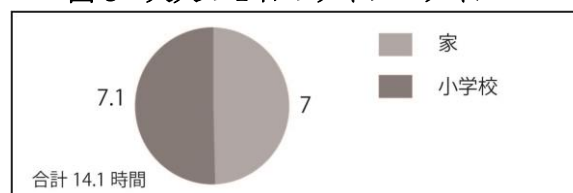


図4 子供の1日のうちの感染確率のある空間の滞在時間

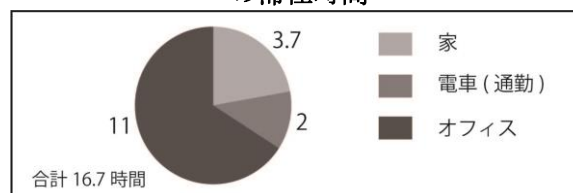


図5 大人の1日のうちの感染確率のある空間の滞在時間

〈滞在時間の設定〉

表2より

g) 子供の家の滞在時間は総務省統計局が実施する「生活基本調査」2001年より10歳以上の小学生の在宅時間の1週間の平均値15.7時間/日から2000年度に文部科学省が行った小学生の平均睡眠時間8.7時間と平均通学時間往復1時間を差し引いた数値とする。

h) 子供の通学時間は不動産総合情報サービスのアットホーム(2012年2月9日、「私立小学校の通学時間」等に関する調査結果)私立小学生の通学時間、片道平均36分より、往復1.2時間とする。

i) 子供の学校の滞在時間は7.1時間とする。(24時間から在宅時間の平均値15.7と通学時間往復1.2時間を引いた値として算出する。)

表3より

j) 大人のオフィス滞在時間は平成13年社会生活基本調査報告 標準的労働者の仕事時間9時間と1日の時間外労働2時間の合計11時間とする。

k) 大人の家の滞在時間は平成13年社会生活基本調査報告 標準的労働者活動時間16.7時間から標準的労働者の仕事時間9時間と往復通勤時間2時間を引いた値とする。

l) 大人の通勤時間は不動産総合情報サービスのアットホーム(2009年11月20日、通勤の実態に関する調査結果より)平均通勤時間片道1時間を参照し、1日に電車内で過ごす時間を往復2時間とする。

〈空間の人の密度の設定〉

表4より

m) 学校の密度は小学校の教室の建築基準明治27年に制定された標準設計(7m×9m)児童一人当たり1.6㎡より0.625人/㎡を算出する。

n) オフィスの密度はMORI TRUST GROUPオフィスワーカー1人当たり床面積動向調査2010より13.8㎡/人より0.07246人/㎡を算出する。

o) 家の密度は持ち家一人当たり住宅延床面積36㎡より0.0277人/㎡を算出する。

p) 電車内の密度は国土交通省2011年度東京圏主要路線平均混雑率164%(150%のときに新聞が楽に読める、180%体が触れ合うが、新聞は読める。)より人間の肩幅約40cmから新聞を広げた直径を70cmと想定し、円周率で一人当たりの所要面積を算出し、0.64994人/㎡とする。

〈平均歩数の設定〉

表5より

q) 子供の1日の平均歩数11382歩は東京都教育委員会実施2012年2月小学生の歩数全国調査を

参照する。この数値は屋外の歩数も含まれるので、屋外時間に比例した歩数を除いた値を採用する。

r) 大人の1日の平均歩数は、2010年4月20日総務省が発表した「人口推計月報」日本人年齢別の男女別人口(2010)と2013年1月31日厚生労働省が発表した「平成22年国民健康栄養調査結果の概要」の一日あたり年代別平均歩数の20～50代男女平均歩数より算出する。

表2 子供の感染確率のある空間の滞在時間

	滞在時間[時間] (屋外・睡眠時間を除く)	資料と算出方法
家	7	g)
学校	7.1	i)
合計	14.1	

表3 大人の感染確率のある空間の滞在時間

	滞在時間[時間] (屋外・睡眠時間を除く)	資料と算出方法
オフィス	11	j)
家	3.7	k)
電車	2	l)
合計	16.7	

表4 空間の人の密度

	空間の密度[人/㎡]	資料と算出方法
学校	0.625	m)
オフィス	0.07246	n)
家	0.0277	o)
電車	0.64994	p)

表5 大人と子供の歩数

	歩数	資料と算出方法
子供	10489	q)より $\frac{\text{室内活動時間} \times 1 \text{ 日平均歩数}}{\text{室内活動時間} + \text{屋外活動時間}} = \frac{14.1 \times 11382}{14.1 + 1.2}$
大人	7512	r)

6 係数の式の計算結果及び考察

「1日の利用空間の平均密度」と「活動量」で仮定した感染確率のモデル係数の計算式に「5仮定した係数の計算式の設定」の数値を入れて計算し、大人と子供の係数を比較する。

図6より子供と大人の「1日の利用空間の平均密度」を求める。

「1日の利用空間の平均密度」と「活動量」は両者とも増加すると接触回数の増加につながるため、感染確率に比例すると考える。従って感染率のモデル係数の計算式は「1日の利

