

# 活動空間の観点から見た 新型インフルエンザの感染リスク評価

第1班：○原田敏樹，澤崎佳介，溝口勝哉  
アドバイザー教員：庄司学

# Outline

---

1. はじめに
  - ▶ 背景
  - ▶ 目的
2. 新型インフルエンザ
3. 研究手法
4. データ分析
  - ▶ 結果
  - ▶ 考察
5. 対策提示
6. まとめ

# 研究背景

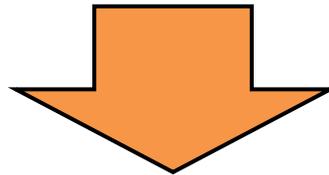
---

感染症の発現や拡散が世界的に問題

- ✓ SARS: Severe Acute Respiratory Syndrome
- ✓ 鳥インフルエンザ

2009年10月現在、

H1N1型インフルエンザ(新型インフルエンザ)の  
世界的な流行



早急な感染対策の提言が必要

# リスクの定義

## 都市におけるリスクの定義

$$\text{リスク} = \text{Hazard} \times \text{Exposure} \times \text{Vulnerability}$$

Hazard : 被害をもたらす潜在的な外的要因

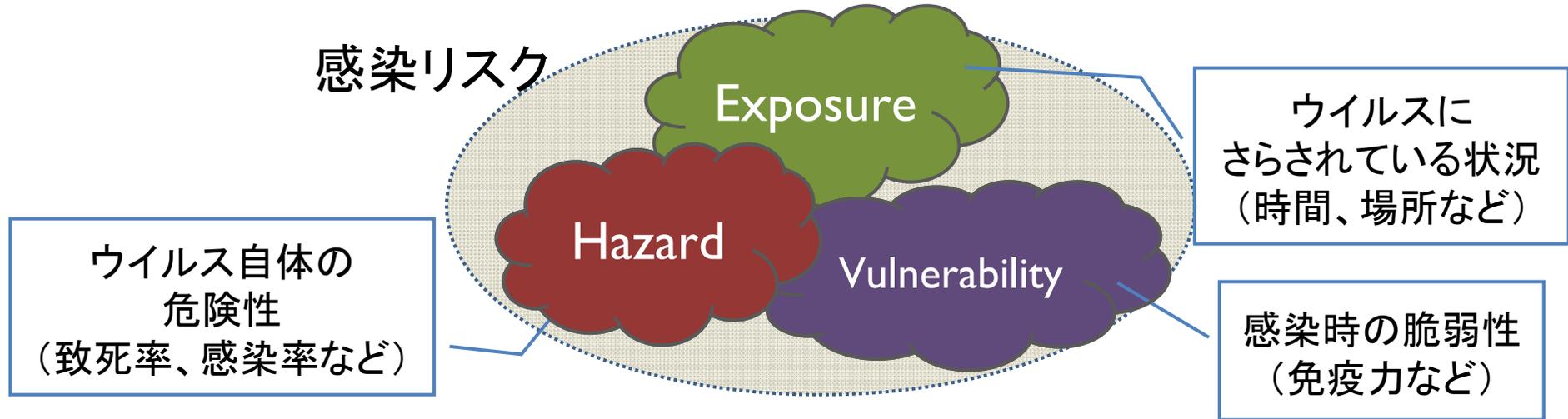
Exposure : Hazard環境下にさらされている状況

Vulnerability : Hazardに触れた時の脆弱性  
『リスク工学の基礎』(2008)

一般的に、感染症や自然災害の場合、リスク低減のためには、

人間が操作可能な、**Exposure**と**Vulnerability**を  
いかに軽減するか

# 本研究の目的

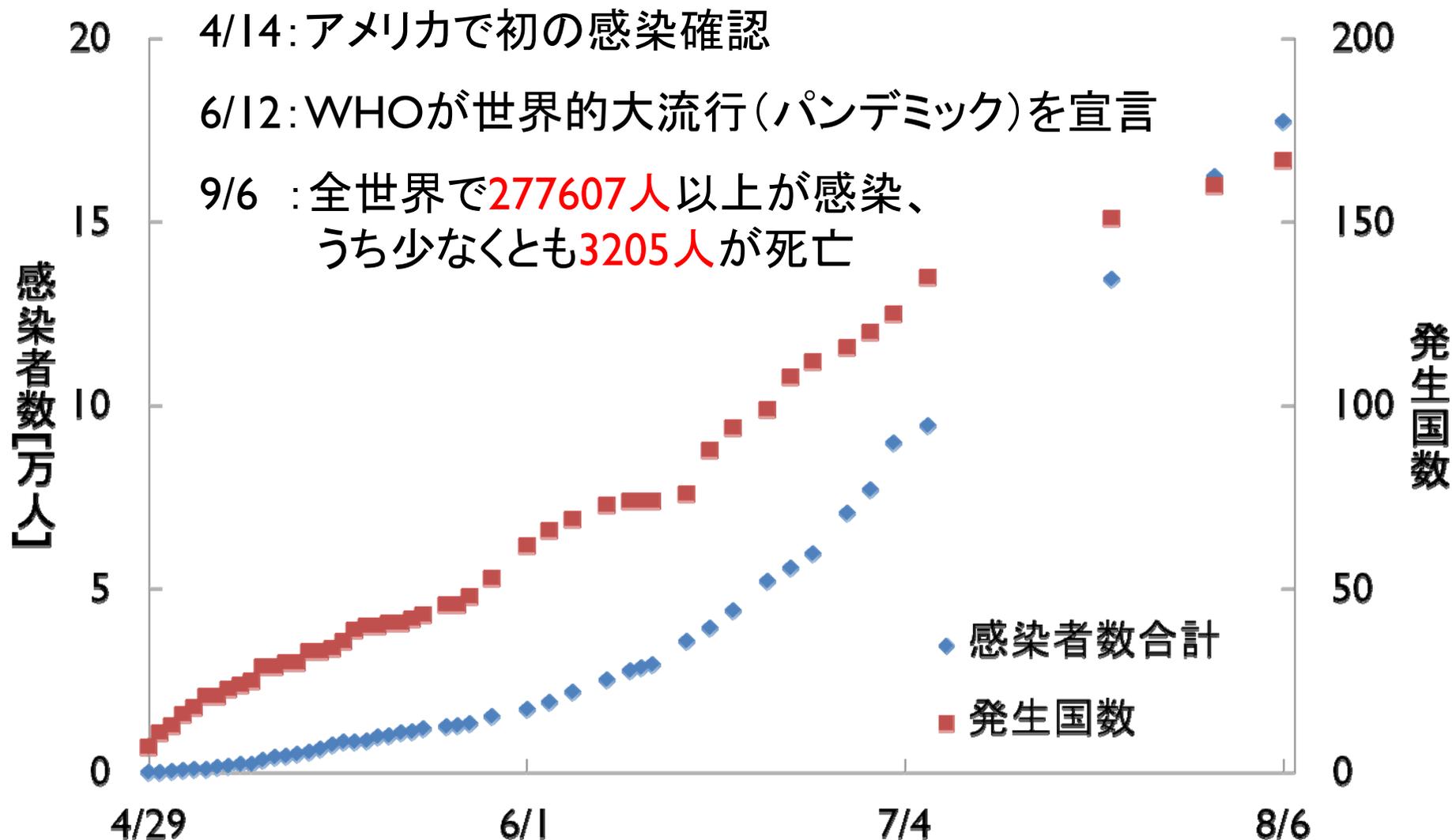


「**Exposure**」に着目し新型インフルエンザへの空間的な「**さらされ易さ**」を定量的に評価

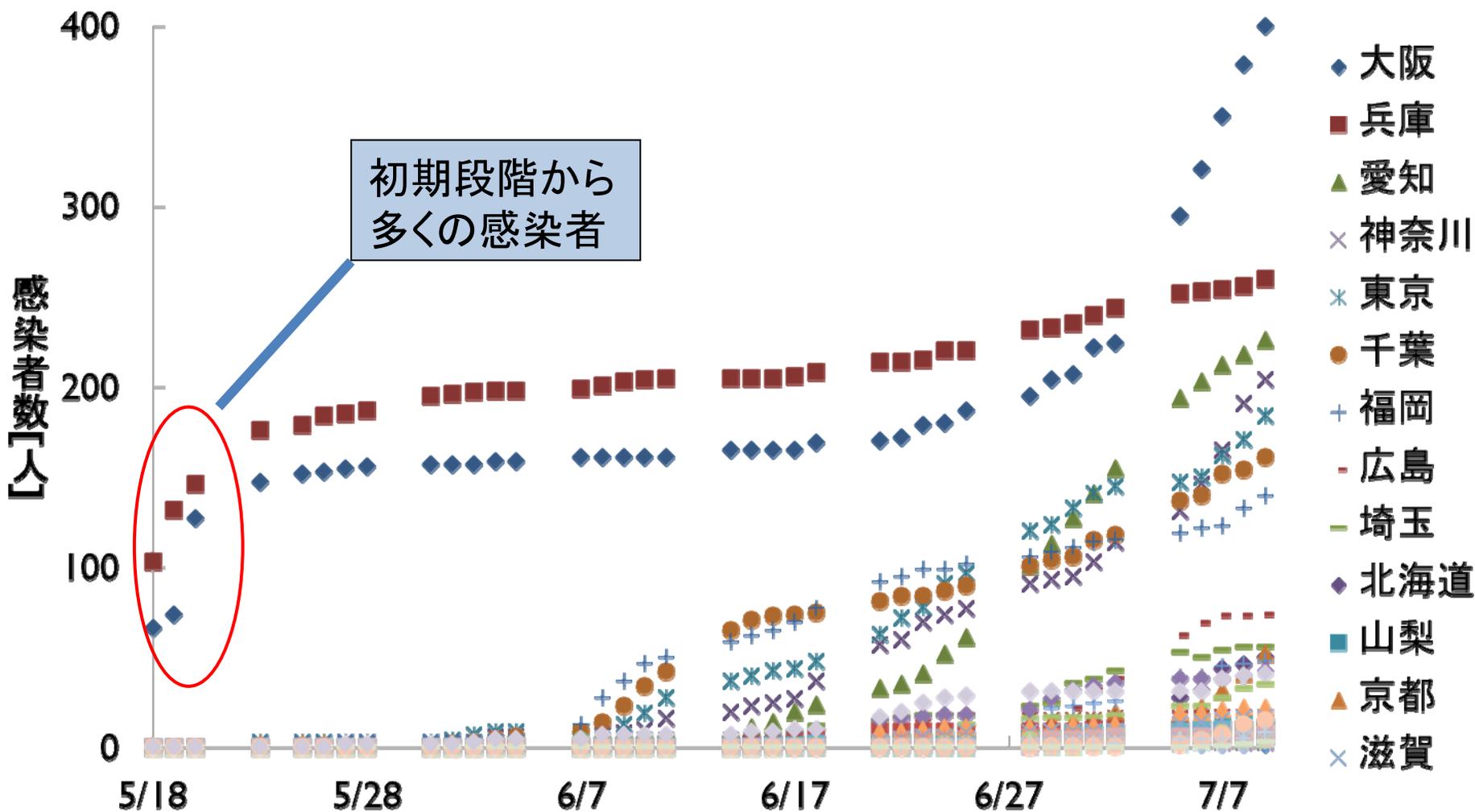


既存の感染対策を調査し  
二次感染防止のための対策を活動空間毎に提示

# 世界的な流行状況



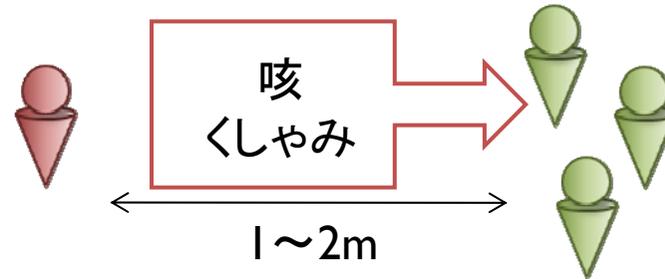
# 日本国内の感染者数（都道府県別）



# 基本情報—感染経路—

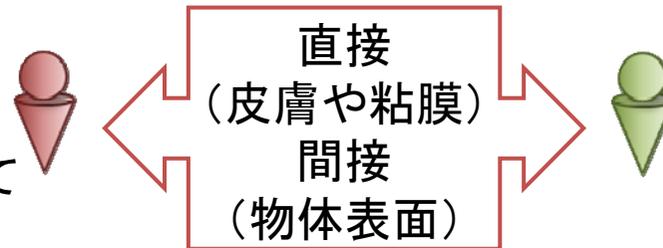
## 飛沫感染

咳やくしゃみなどによって飛散する体液の粒子が他人の粘膜に付着することで感染



## 接触感染

握手や診療による患者との皮膚や粘膜の接触、または手すりやタオルなどの患者周囲の物体表面を介しての間接的な接触により感染



## その他

【空気感染】飛沫として空気中に飛散した病原体が、水分を蒸発してより軽い粒子となってもなお病原性を保ち、呼吸により吸い込む事で感染  
【経口感染】感染動物由来の肉や、糞便で汚染された水などの経口摂取により感染

# 用語定義

---

## 感染者

日本国内で新型インフルエンザ感染が確認された患者

## 感染活動空間

感染者が感染確認される以前に滞在した、**感染の可能性が考えられる空間**（例. 家庭、教室、バス、体育館・・・）

## 空間特性

感染活動空間のもつ「**人口**」・「**面積**」・「**滞在時間**」

→空間を一意に特定できる場合は、Webサイトなどの情報から抽出（例. 乗り物の定員、Google maps、プログラムの時間）

→特定できない場合は一般的であると思われる値  
（例. 通学バスの乗車時間→30分）

# 行動調査における情報源

新型インフルエンザ国内感染者を対象に、  
感染者の感染までの経緯を人ベースに調査

調査期間 : 2009/5/9~7/14  
 調査媒体 : 日経新聞、毎日新聞、読売新聞、朝日新聞、  
 IDSC、厚生労働省の公表資料など

→情報量がより豊富な朝日新聞記事を主に使用

調査事例数 : 計200事例



都内新たに3人  
山口・徳島初確認

東京都は2日、20代の男性2人と、米国から一時帰国した20代の女性1計3人が新型インフルエンザに感染したと発表した。都内の感染者は計7人となった。うち男性2人は、1日に感染が確認された米国帰りの女性と山口・徳島初確認の食事をともにしていた。千葉県でも、この場に同席していた20代の女性1人が感染が確認された。山口県と徳島県でも3人、日未明までに、女性各1人の感染者を確認。両県での感染確認は初めて。

**新型インフル 愛知で3人目感染者**

蒲郡の30代女性 関係者冷静な対応

愛知県は2日午前、蒲郡市在住の30歳の女性が初めて感染が確認された。この新型インフルエンザは、2日午後、蒲郡市在住の20歳の女性も感染が確認された。2人は5月20日から30日、県内では1日2人、まで米国ハワイに滞在。27日に帰国したが、28日には「濃厚接触者」は計19人。県は「ただちに感染が拡大する可能性は低い」と判断。他の県内自治体と連携、小中学校や保育園の閉鎖などの措置はとらず、引き続き関係者への手洗い・うがいの励みなどを呼びかけている。

休校措置取らず  
新たに感染が確認され、県は抗インフルエンザウイルス薬の「タミフ

# 感染者の行動調査

兵庫県立神戸高校3年生(17)  
バレーボール部, ※渡航歴なし

日付	行動	感染活動空間
5月8日	バレーの試合(兵庫高校)	体育館
5月10日	バレーの試合(高砂高校)	体育館
5月11日	朝に悪寒などインフルエンザの症状 早退	
5月12日	登校後、発熱37.4度 早退 簡易検査で新型陽性	
5月15日	詳細(PCR)検査で新型陽性	
5月16日	感染確認	



感染者数: 1名

感染活動空間: 体育館

# 感染活動空間と空間特性の推定

感染活動空間	人口	面積	人口密度	感染者数	滞在時間
高校体育館	450	1891	0.238	1	2.5

感染活動空間：発症日の以前7日間の感染者の行動を基に推定

人口：  $1800 \text{人} \div 4$ （交流試合参加者） $\div$ （同時刻開催試合数）  
（データは交流試合プログラムを使用）

面積：神戸高校体育館敷地面積  $1891 \text{m}^2$   
（データはGoogle maps使用）

滞在時間：試合のプログラムから推定  
（データは交流試合プログラムを使用）

# データ分析

---

- ▶ 行動調査により得られた空間特性、感染者数を用いてグラフを作成  
(人口密度ー滞在時間、人口ー面積、  
感染活動空間ー事例数など)
- ▶ ファジィ  $c$ -平均法によるクラスタリング



空間特性から「さらされ易さ」を明らかにする

# 分析手順

---

1. カテゴリイズ
  - ▶ 感染活動空間を空間利用目的毎に分類
2. グラフ化
  - ▶ 空間特性をパラメータとしてグラフ化
  - ▶ クラスタリング



各結果に対する考察  
空間別の対策提示

# カテゴリーライズ

## ▶ 対象

- ▶ 全200事例中103事例

## ▶ カテゴリーライズ手順

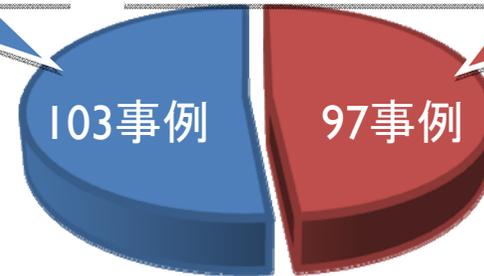
### 1. 利用目的別に10分類

- ▶ 「教育」「宿泊」「交通」「病院」「飲食」「保育」「運動」「屋外娯楽」「屋内娯楽」「屋内その他」

### 2. 細分化と統合により13分類

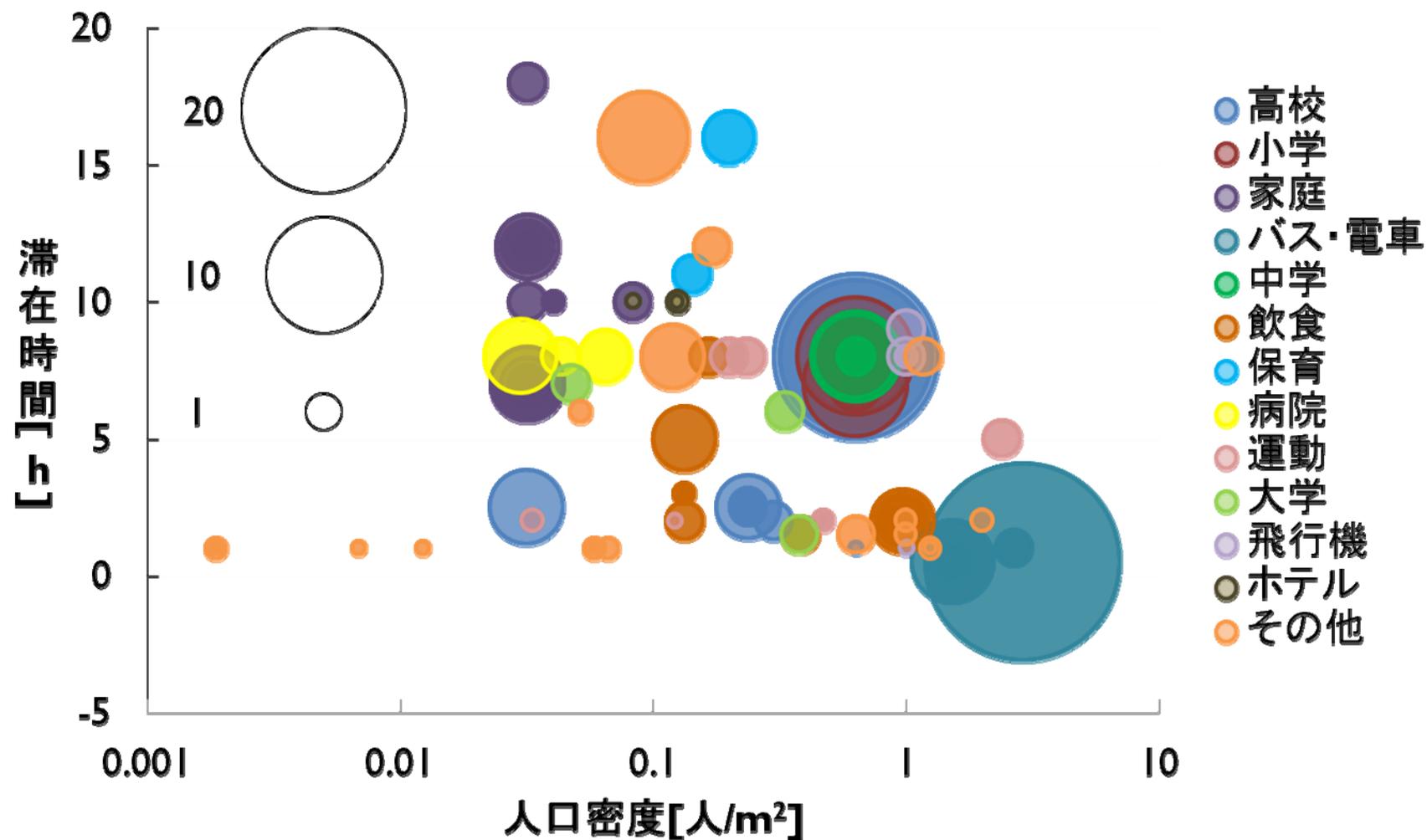
- ▶ 細分化または統合されたカテゴリ
  - 「教育」 ⇒ 「小学校」「中学校」「高校」「大学」
  - 「宿泊」 ⇒ 「家庭」「ホテル」
  - 「交通」 ⇒ 「バス・電車」「飛行機」
  - 「屋外娯楽」「屋内娯楽」「屋内その他」 ⇒ 「その他」
- ▶ 変化していないカテゴリ
  - 「病院」「飲食」「保育」「運動」

感染活動空間数: 149  
感染者数: 203

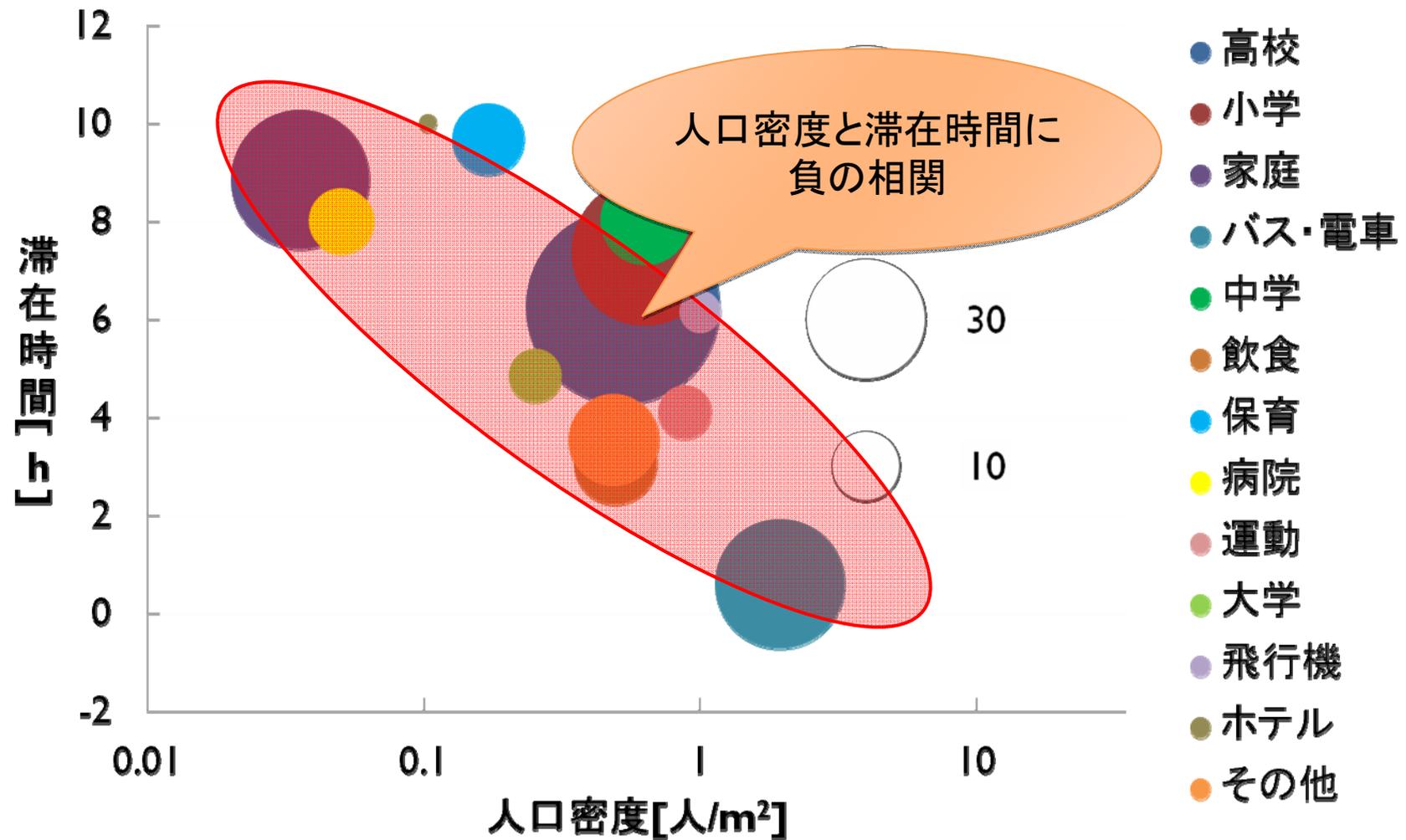


空間特性または  
感染活動空間の推定不可能

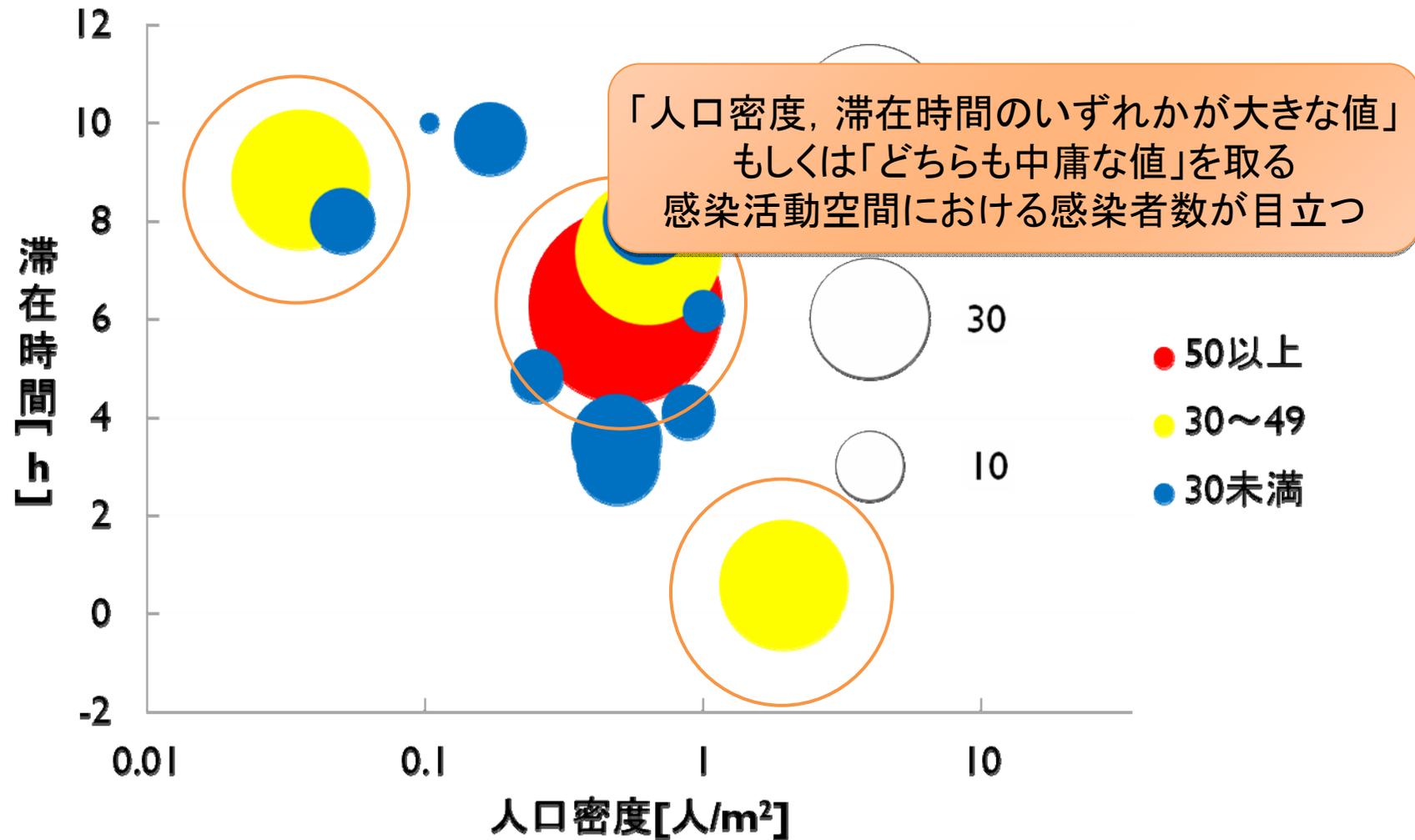
# 全事例バブルチャート



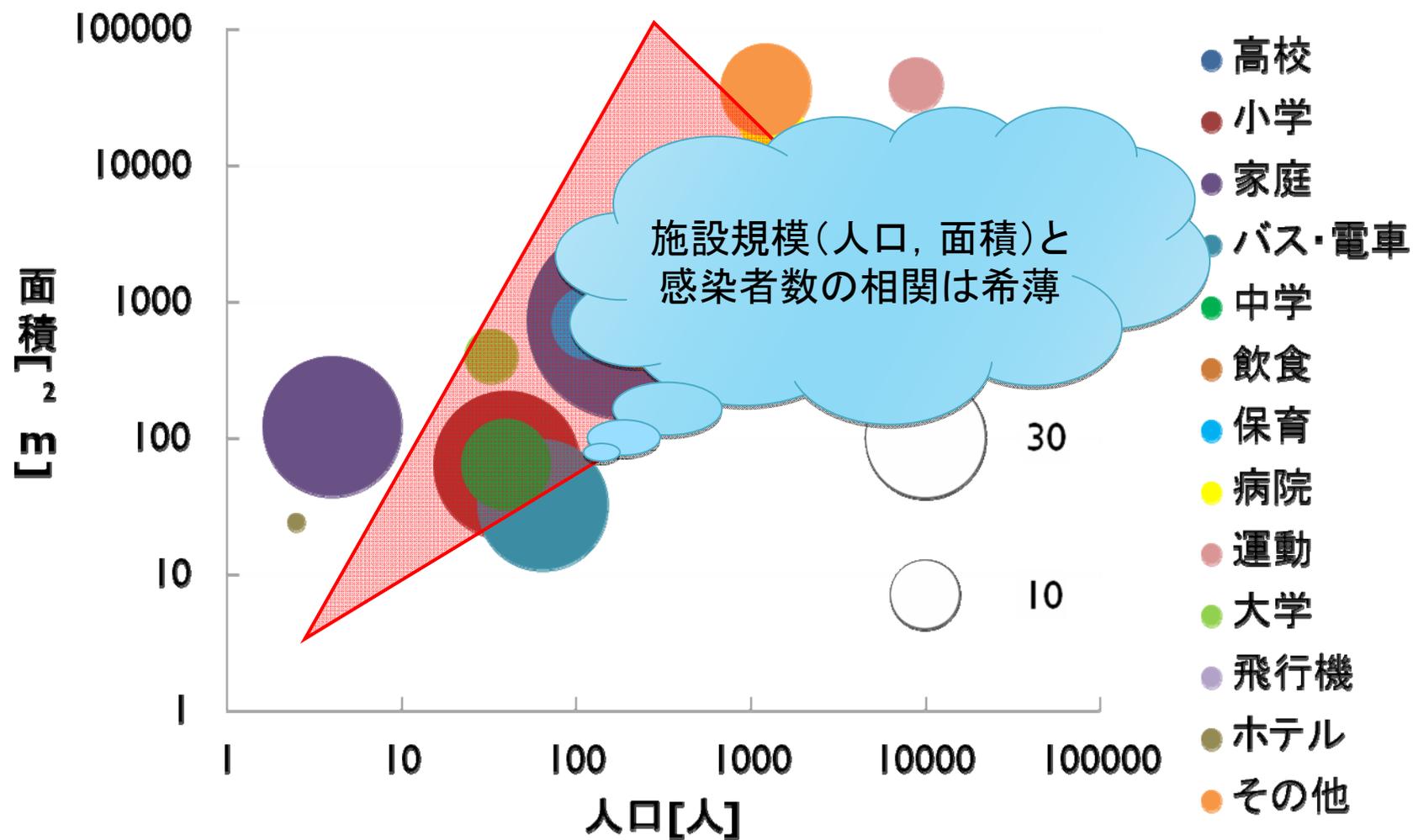
# カテゴリ別バブルチャート 1



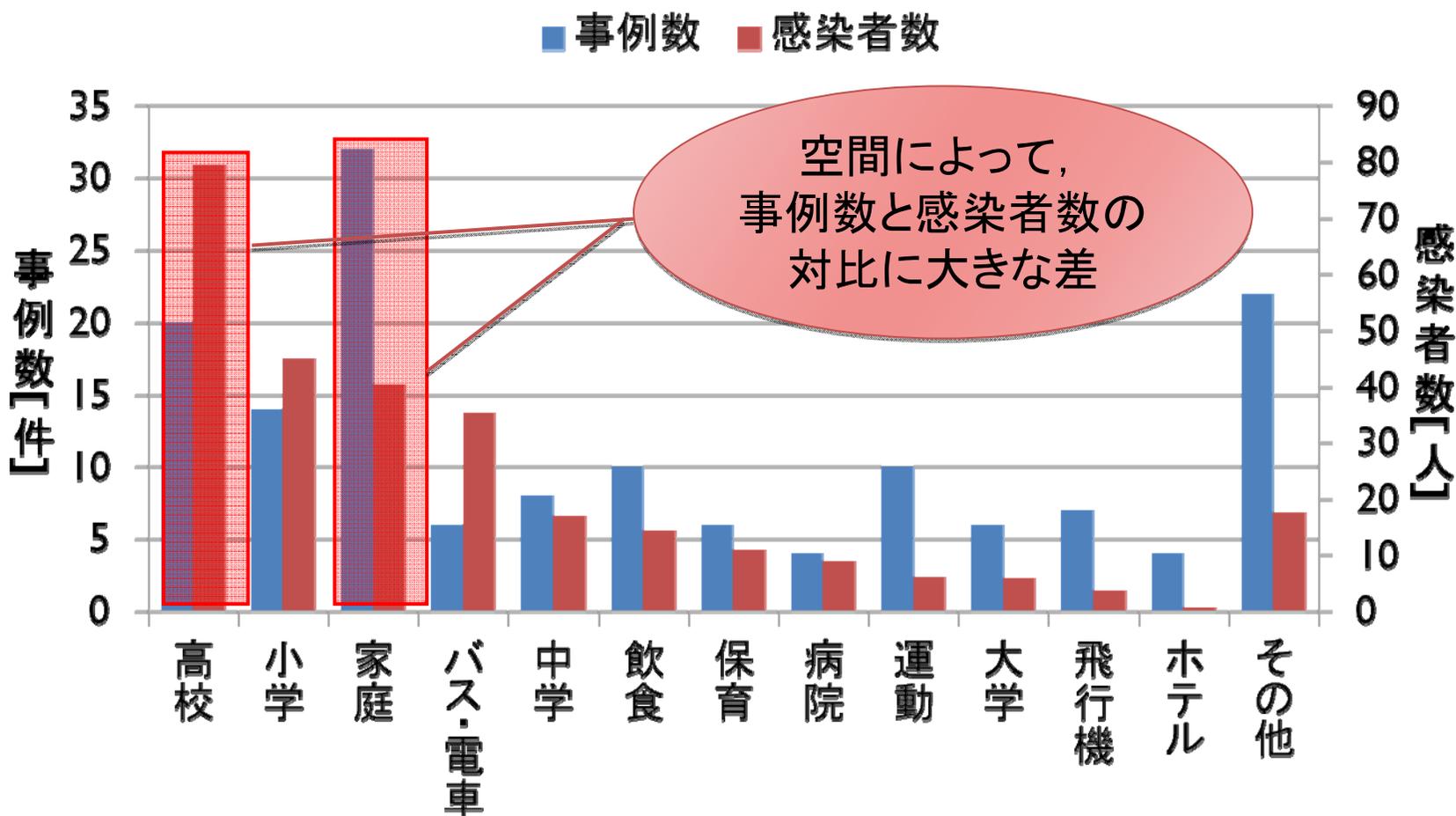
# 感染者数別バブルチャート



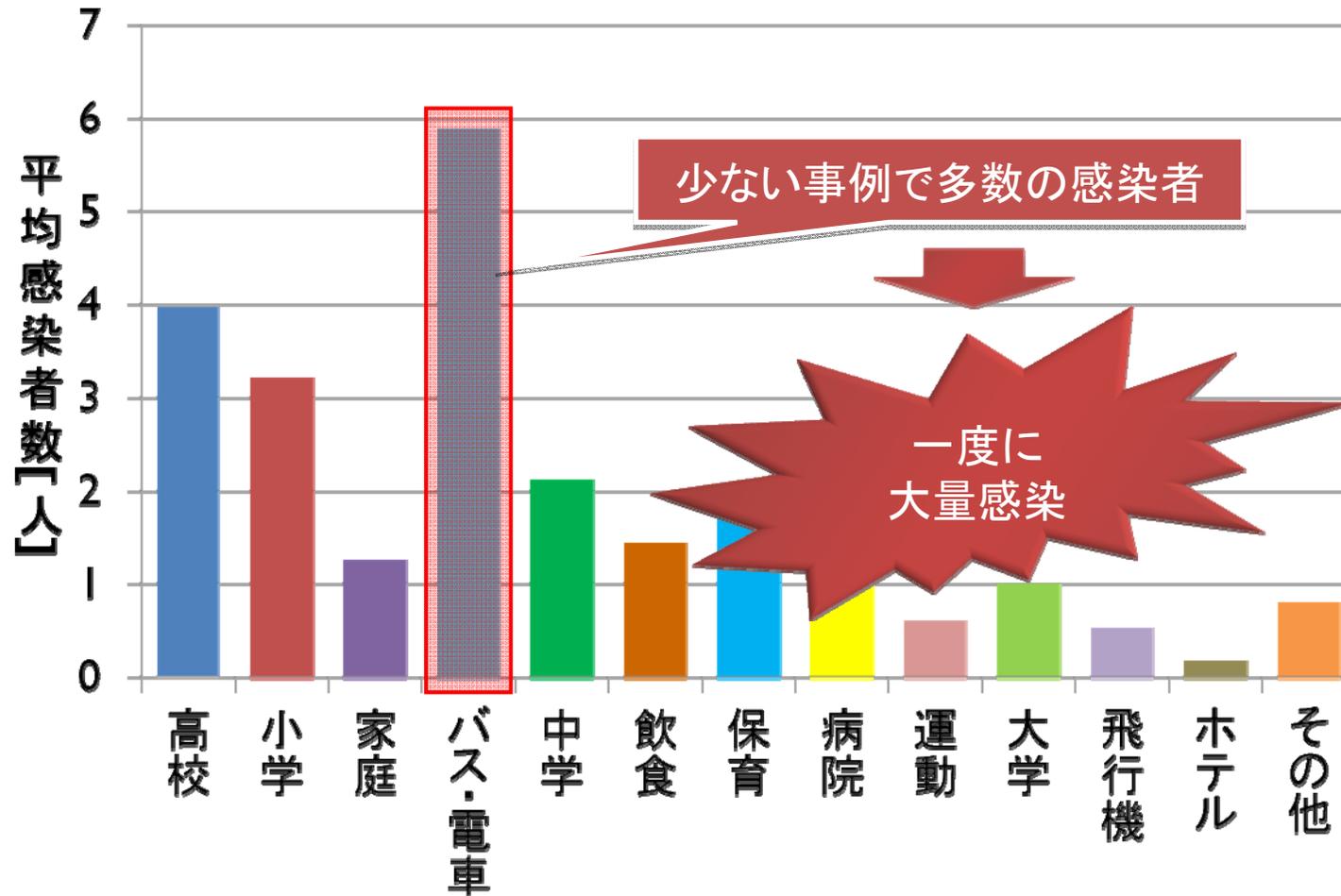
# カテゴリ別バブルチャート2



# 事例数と感染者数の比較

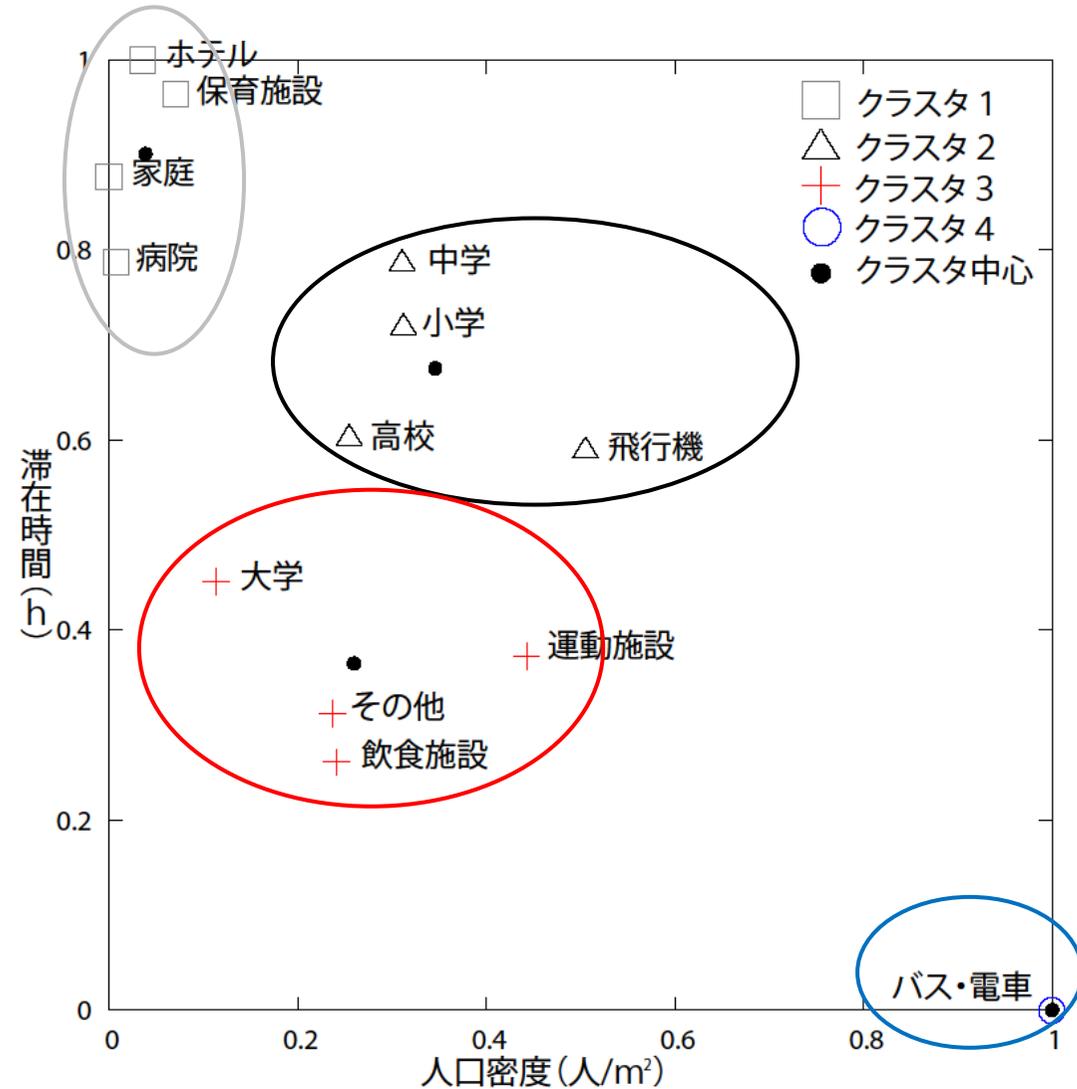


# 平均感染者数



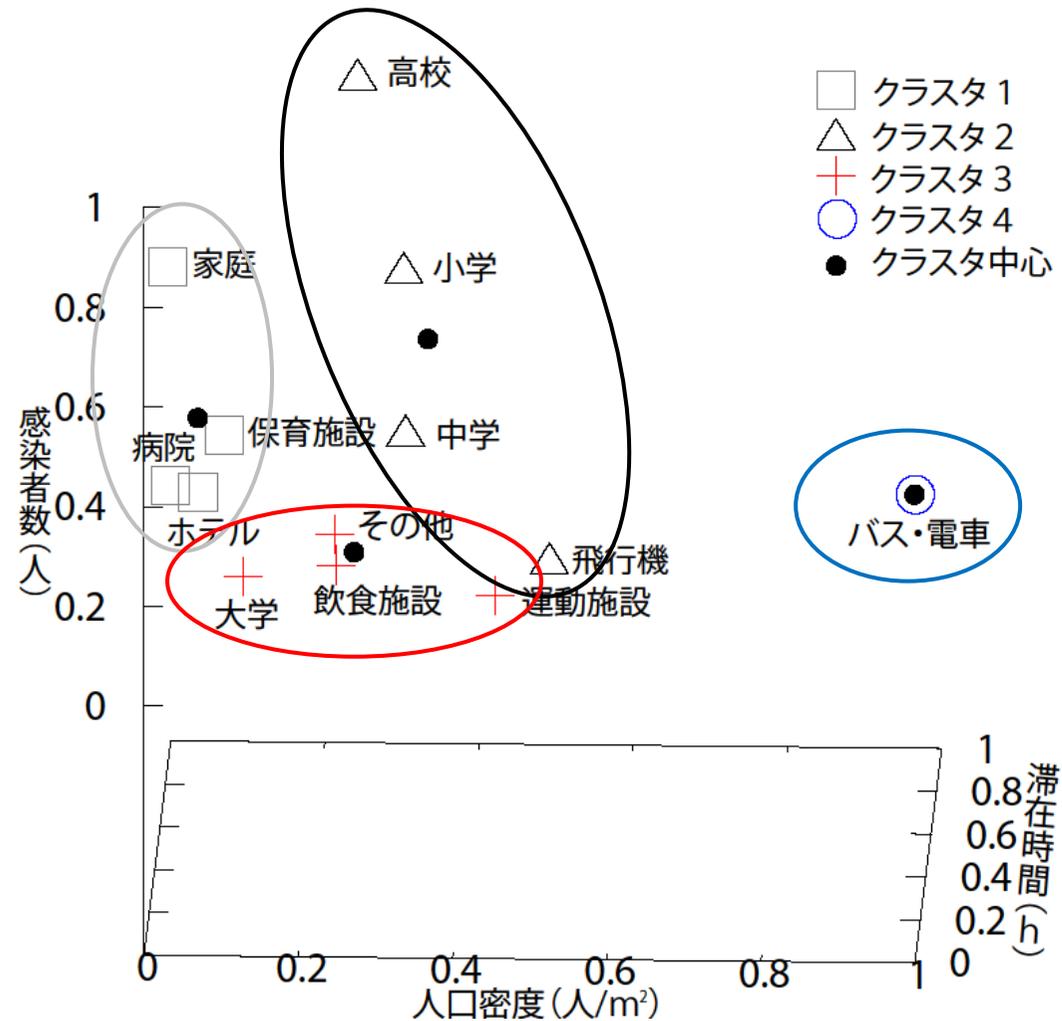
# 2次元データによるクラスタリング

- ▶ 2要素
  - ▶ 人口密度
  - ▶ 滞在時間
- ▶ クラスタ数4



# 3次元データによるクラスタリング

- ▶ 3要素
  - ▶ 人口密度
  - ▶ 滞在時間
  - ▶ 感染者数
- ▶ クラスタ数4



# クラスタリング結果

クラスタ	感染活動空間
クラスタ1	家庭, ホテル, 保育施設, 病院
クラスタ2	小学, 中学, 高校, 飛行機
クラスタ3	大学, 運動施設, 飲食施設, その他
クラスタ4	バス・電車

- ▶ 2要素, 3要素ともにクラスタ内容が同様
  - ▶ 人口密度, 滞在時間と感染者数に相関あり
- ▶ 大学は他の教育施設(高校, 中学校, 小学校)とは別クラスタ
  - ▶ 施設規模や授業形式による
  - ▶ より「さらされ難い」
- ▶ バス・電車は1カテゴリで1クラスタを形成
  - ▶ 人口密度, 滞在時間が特異

# 考察

## バブルチャート1, クラスタリングから

- 滞在時間と人口密度: 負の相関
- 上記のいずれかが大きい, もしくはどちらも中庸な値を取る空間が**高リスク**
  - 家庭(滞在時間:高), バス・電車(人口密度:高), 学校(両方:高)

## バブルチャート2から

- 「**大型施設 ≠ 高リスク**」ということはない

## 平均感染者数, クラスタリングから

- **バス・電車: 高リスク**
  - 短時間の滞在でも感染の危険性
  - 一度に多人数感染

## クラスタリングから

- **大学: 他の教育施設に比べ低リスク**
  - 施設規模, 授業形式と相関

# 対策提示

---

## 新型インフルエンザ対策の調査

➤ 新聞記事, 公的機関による発表資料等の調査



データ分析結果と関連付け

**感染活動空間毎に対策の提示**

# 感染活動空間毎の対策

## 感染活動空間毎の対策(教育施設, 運動施設)

感染活動空間	対策
<b>教育施設</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・高校</li><li>・中学</li><li>・小学</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・手洗い, うがいの徹底</li><li>・学級閉鎖, 休校</li><li>・マスク配布</li><li>・校内放送による全校集会</li><li>・学園祭の中止</li><li>・学校欠席者収集システム</li><li>・メーリングリストによる情報伝達</li><li>・空気清浄機の設置</li></ul>
<b>運動施設</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>・消毒液の設置</li><li>・試合の中止</li><li>・ファンサービスの自粛</li><li>・マスク配布</li></ul>

# 対策の分類

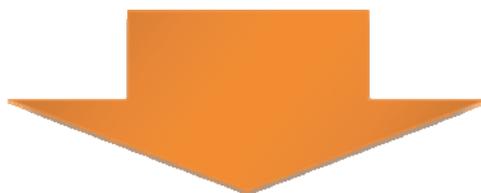
---



# 空間特性を操作する対策

## 感染活動空間の閉鎖

- 学級閉鎖
- 試合中止

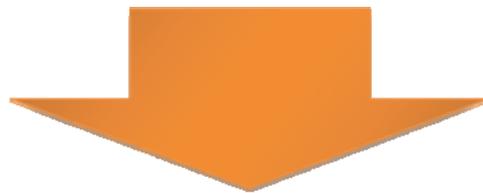


- ✓ 空間自体を閉鎖 ⇒ 空間内感染リスクはゼロに
- ✓ 閉鎖後, 他の空間へ流出
  - 新たな感染活動空間の出現
- ✓ 収益減などの不利益, 補講措置など負担増

# 空間特性を操作する対策

## 空間特性の改善

- 校内放送による全校集会
- 無観客試合



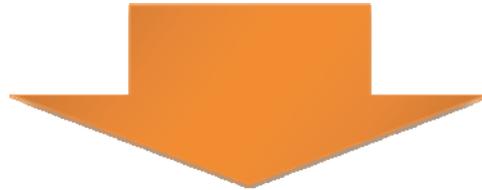
- ✓人口密度, 滞在時間を減少 ⇒ 感染リスクの低い空間に
- ✓閉鎖よりも不利益, 負担が減少

# 空間特性を操作しない対策

---

## 疫学的対策

- 手洗い・うがいの徹底
- 消毒液の設置



✓ヒトの流動性によって、対策を変える必要あり

# 疫学的対策の傾向

- ▶ クラスタ1, 2 ⇒ 「手洗い・うがいの徹底」
- ▶ クラスタ3 ⇒ 「消毒液の設置」
- ▶ クラスタ4 ⇒ 「車内換気」

クラスタ1, 2 : 教育, 宿泊, 病院, 保育施設

- 空間内の人を把握しやすく, 強制しやすい

クラスタ3 : 運動, 飲食, 大学, その他施設

- 空間内の人を把握しにくく, 強制しにくい

クラスタ4 : バス・電車

- 人の動きが流動的であり, 最も強制しにくい空間

# クラスタ毎の対策提示

クラスタ	感染活動空間	分析結果から見た対策	対策例	閉鎖の必要性
クラスタ1	家庭 ホテル 病院 保育施設	滞在時間低下	手洗い・うがい	高い
クラスタ2	高校 中学校 小学校 飛行機	人口密度低下 滞在時間低下	学級閉鎖 検疫 手洗い・うがい	高い
クラスタ3	大学 飲食施設 運動施設	なし	消毒液の設置	低い
クラスタ4	バス・電車	人口密度低下	乗車規制 車内換気	高い

# まとめと今後の課題

---

## ▶ まとめ

- 新型インフルエンザの感染リスクを空間的な「さらされ易さ」に着目して分析
- 感染対策を調査, 本研究の結果と照らし合わせ, 感染活動空間毎に対策の提示

## ▶ 今後の課題

- モデル化
- 疫学的知見を踏まえた対策検討
- 空間ベースの調査