

# 3次元地理情報システムを用いた 危険事象ホットスポットの時空間地図

東北大学環境科学研究科

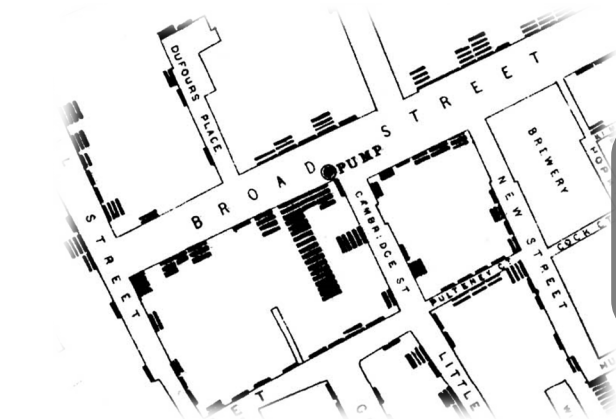
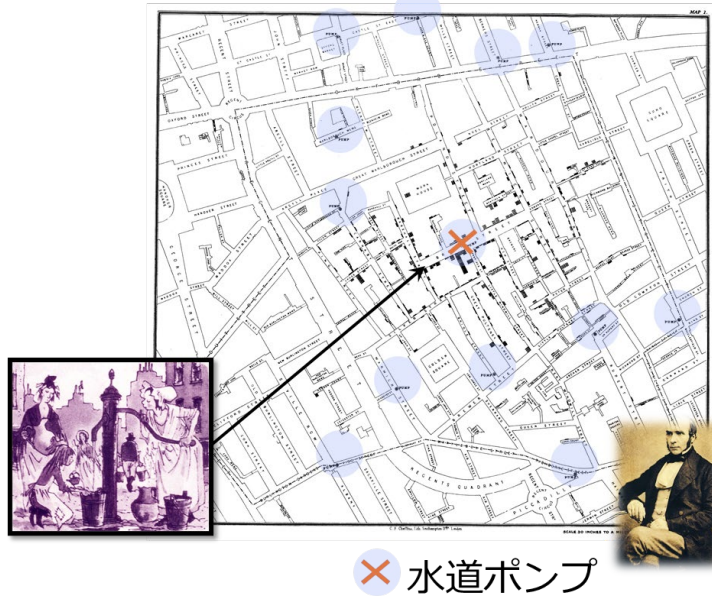
中谷友樹

石田實記念財団研究奨励賞発表会

2021.11.26

# 危険事象のホットスポット (空間的集積)

## Disease mapping



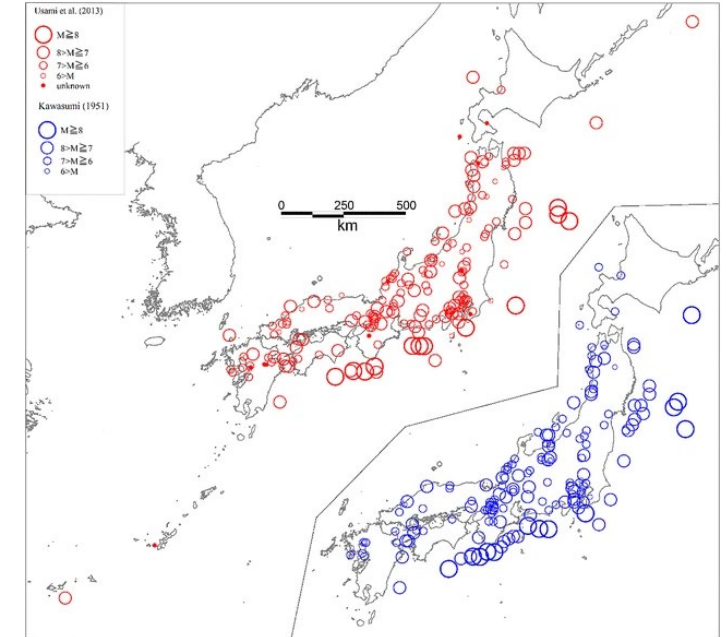
Snow's Cholera Map (1855)

## Crime mapping



Early use of crime pin-maps at Scotland Yard. 1947  
(Illustrated London News Ltd/Mary Evans)  
From Flaxman(2019) The Annals of Applied  
Statistics, 13-4, pp. 2564–2585.

## Earthquake-epicenter mapping



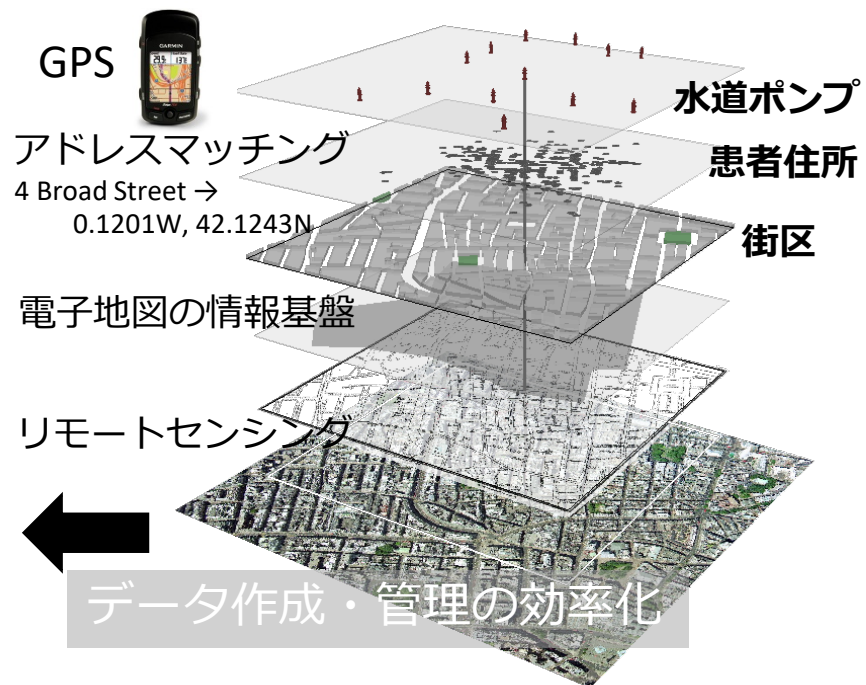
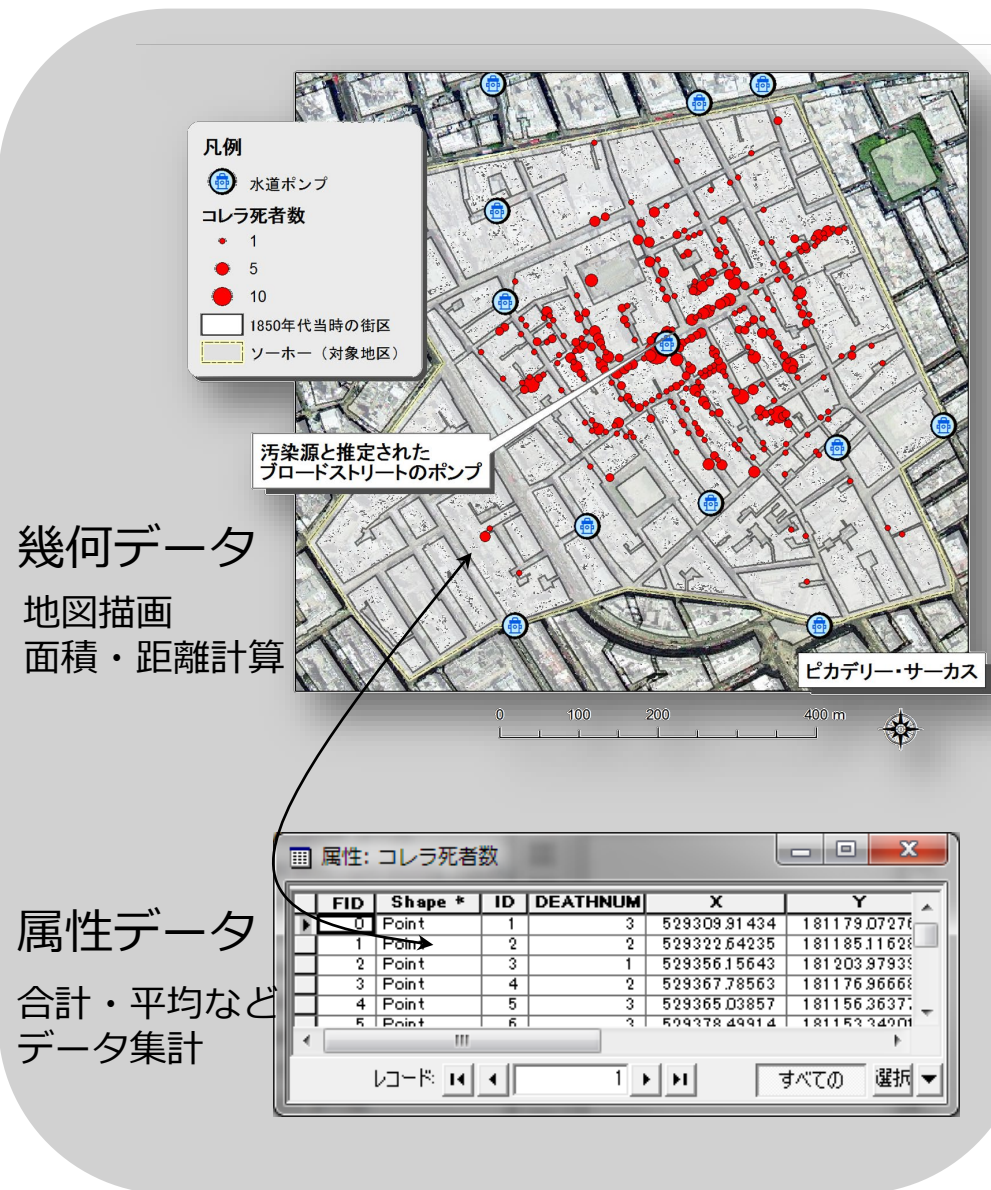
Epicenter distributions of  
destructive earthquakes in  
Japan from 679 AD to 1872

Matsu'ura, R.S. A short history of Japanese  
historical seismology: past and the present. *Geosci.  
Lett.* **4**, 3 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40562-017-0069-4>

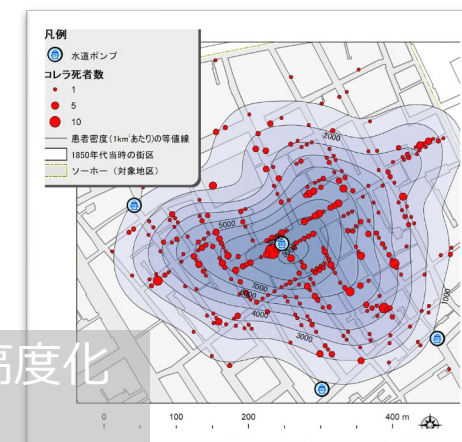


# GIS

地理情報 =  
位置参照情報（どこに） + 属性情報（なにが）



分析・視覚化の高度化  
（例 密度推定）

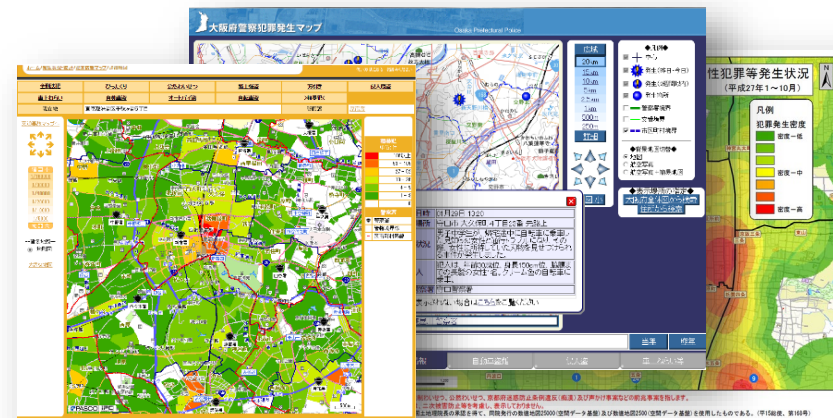


例えば

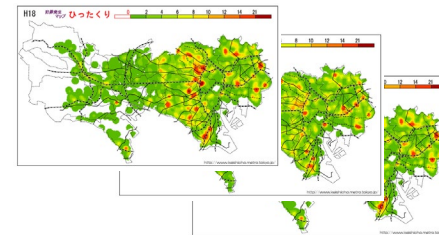
# 犯罪発生マップ

犯罪発生 of 地域的状況・ホットスポットを視覚的に理解・活用する

- ✓ どのような種類の犯罪が、いつ、どこで、どれくらい発生したのか？
- ✓ NY市警のCompStat（1990年代～）がその先駆け
- ✓ 日本では2003年以降、急速に普及



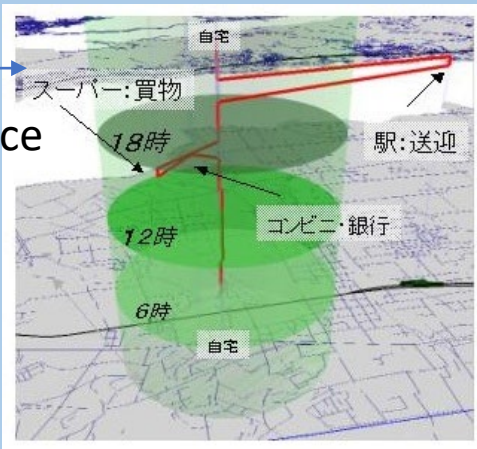
警視庁、大阪府警、京都府警のHPより



ホットスポットは時間変化する  
時間・空間を連続的に捉える難しさ

Time

Space



時間地理 & 3D GIS



犯罪発生 of  
時空間マップ



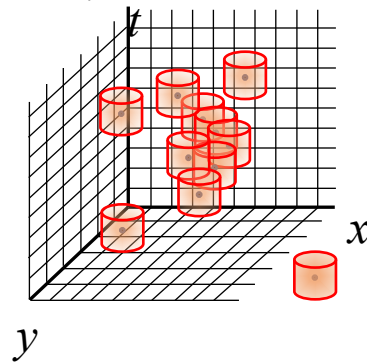
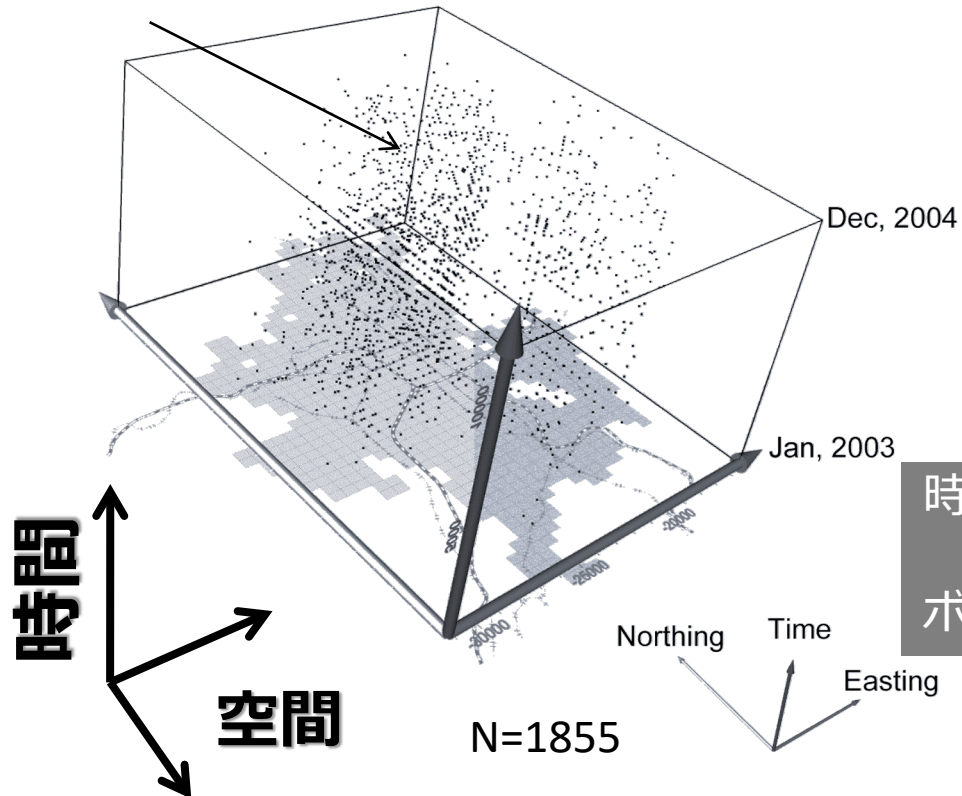
# 犯罪の時空間地図

京都市で発生したひったくり発生の  
時空間密度分布（2003年1月-2004年12月）

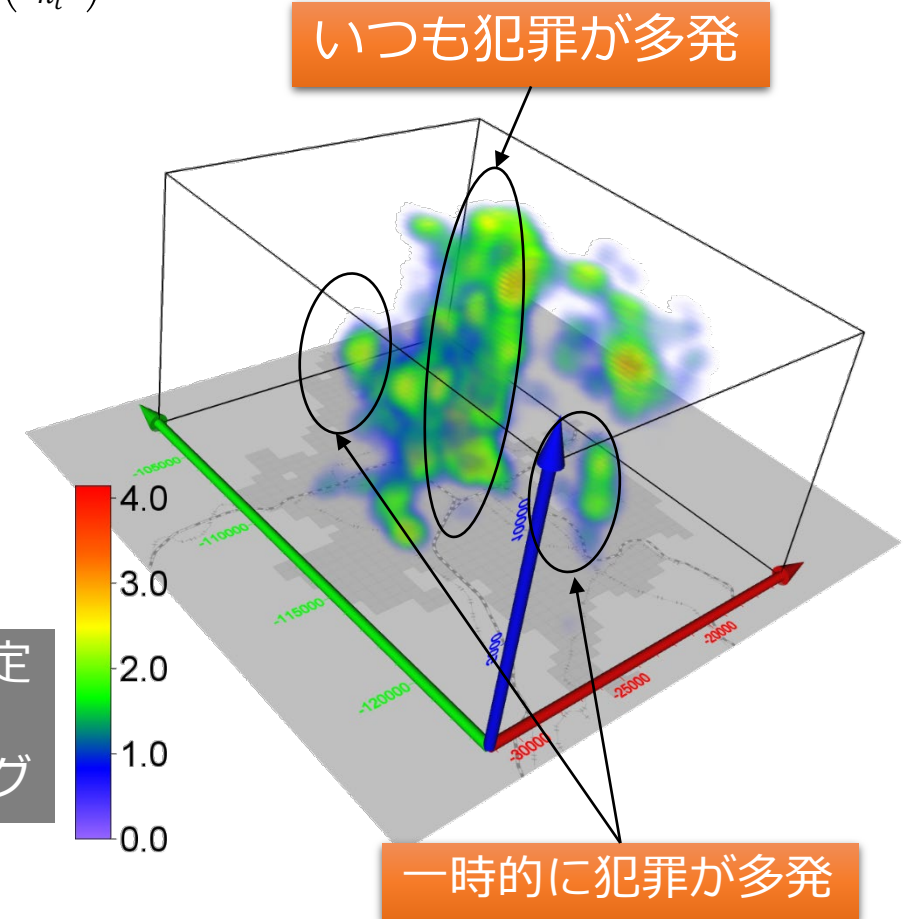


$$\hat{f}(x, y, t) = \frac{1}{nh_s^2 h_t} \sum_i K_s \left( \frac{x - x_i}{h_s}, \frac{y - y_i}{h_s} \right) K_t \left( \frac{t - t_i}{h_t} \right)$$

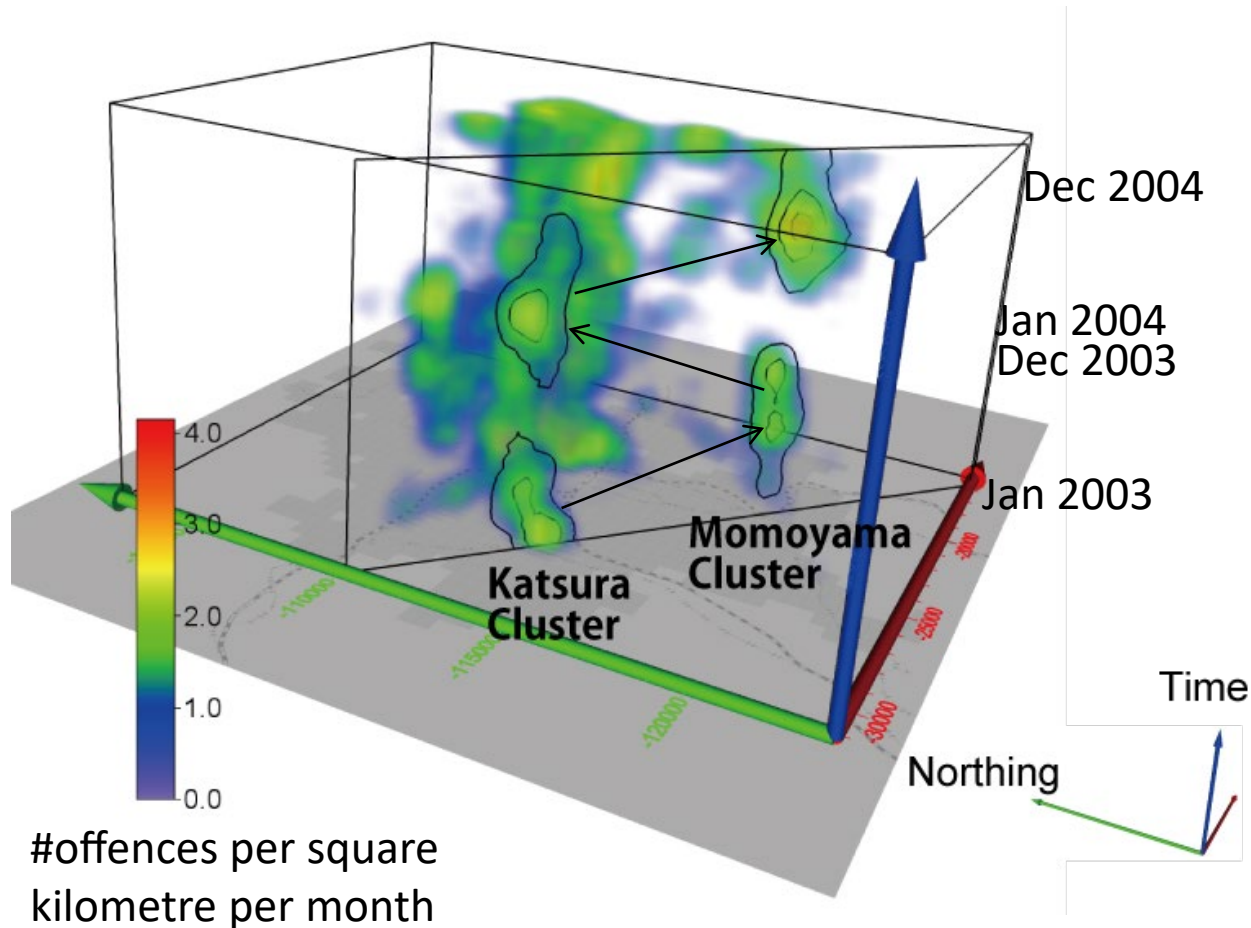
ひったくり発生の時空間  
ポイント (x, y, t):  
発生地点座標と発生月



時空間カーネル密度推定  
+  
ボリュームレンダリング



# 交互に出現するホットスポット (犯罪の転移の1形態)

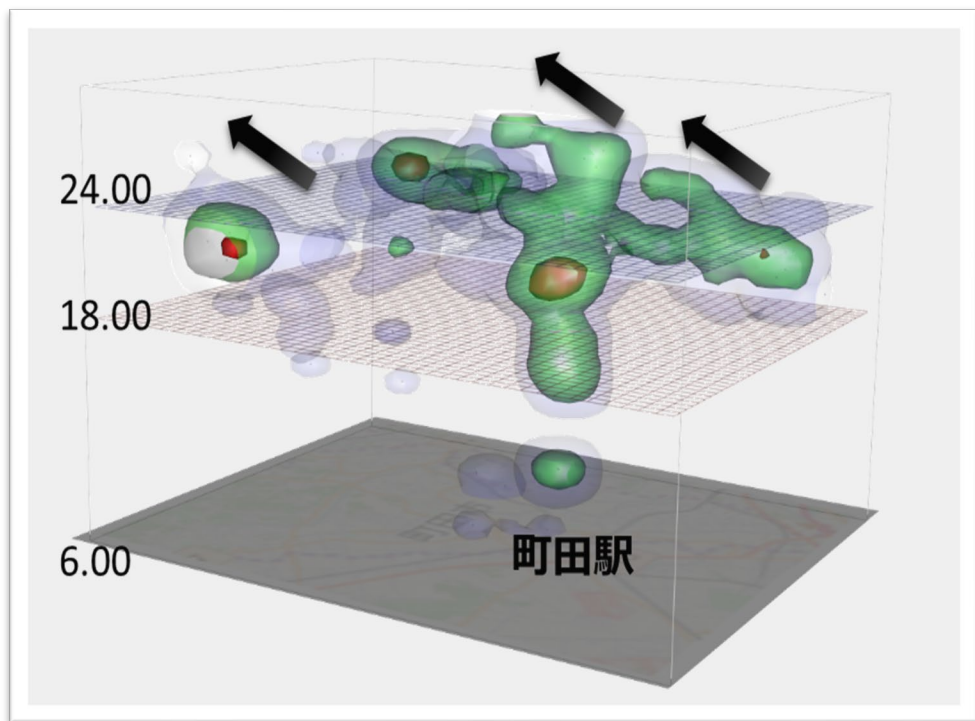


## Mapping moving hotspots

- 犯罪の時空間的集中と犯罪の近接反復の確認  
→犯罪予測への貢献
- 恒常的と推移的ホットスポットの識別  
→犯罪学的理論の深化にも寄与

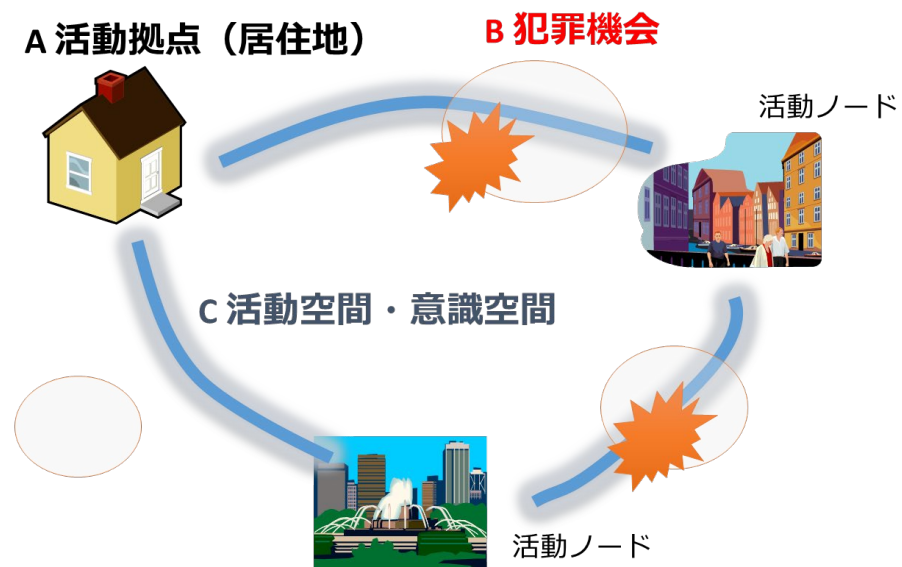
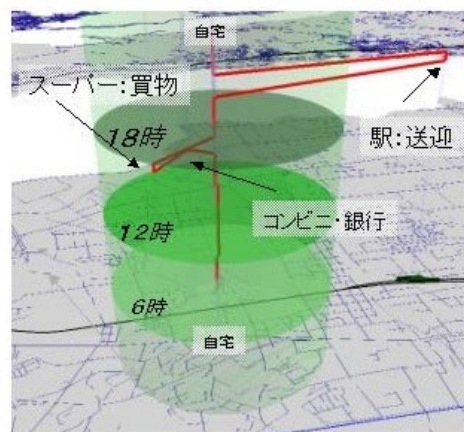
# Mapping daily retheme of crime

深夜の駅からの帰宅経路にみられる  
性犯罪の集中



警視庁(2017)「警視庁子ども・女性の安全  
対策に関する有識者研究会提言書」より

- 1日の中での犯罪の集中（犯罪のホットスポット）を俯瞰的に把握する
- 被害者の属性による明瞭な違い  
✓潜在的被害者の時空間的行動を理解する  
重要性を示唆





# COVID-19初期の流行対応から

「どこで感染が多いのか？」

空間的集積の不在

「どこで感染が続くのか？」

時空間集積へ

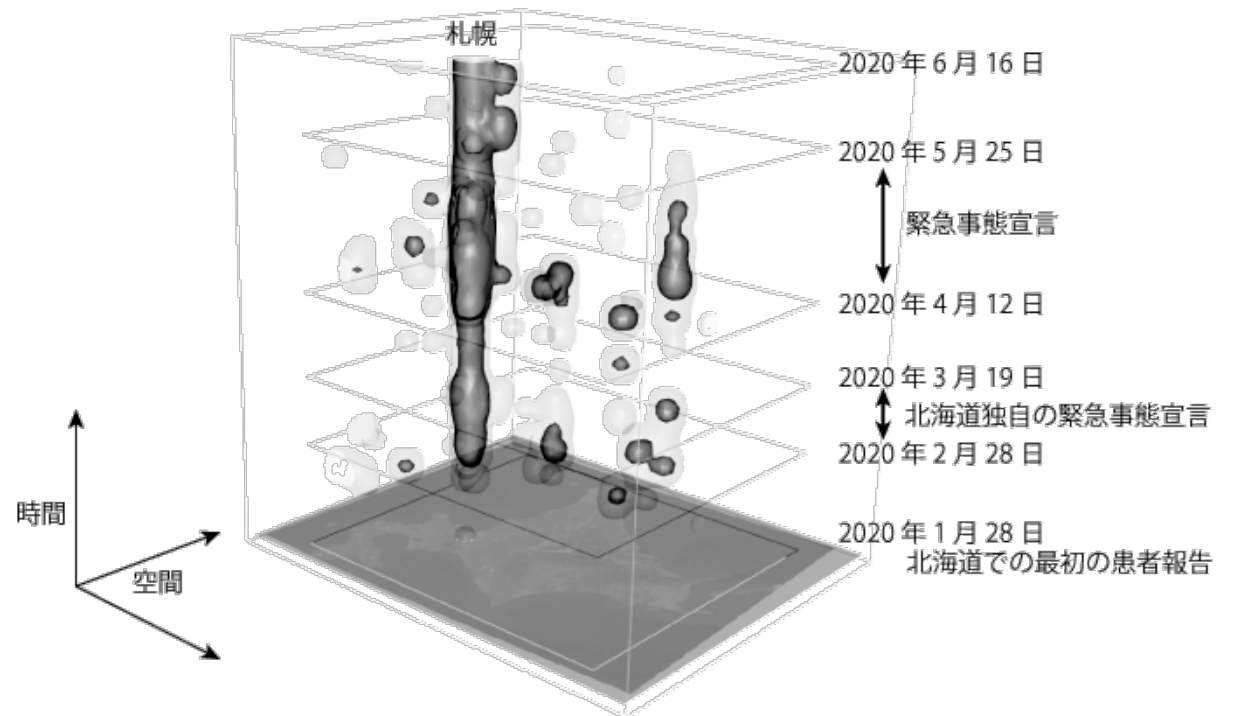
## 国内最多の感染者、北海道が「突出して多い理由」

2020/02/29 08:47 新型コロナ



北海道で28日、新たに12人の新型コロナウイルスの感染者が報告され、道内で判明した居住者の感染者は、国内最多の64人となった。北海道で感染者が突出して多いのは、中国人に人気の冬の観光シーズンが感染の広がった時期と重なったためとみられる。

北海道内で感染が初めて確認されたのは1月28日。中国・武漢からの旅行者だった。2月14日に札幌市で道在住者の感染が初判明して以降、感染者は、函館、苫小牧、根室、旭川、中富良野、北見など広範囲に広がった。



読売新聞オンライン 2020年2月29日

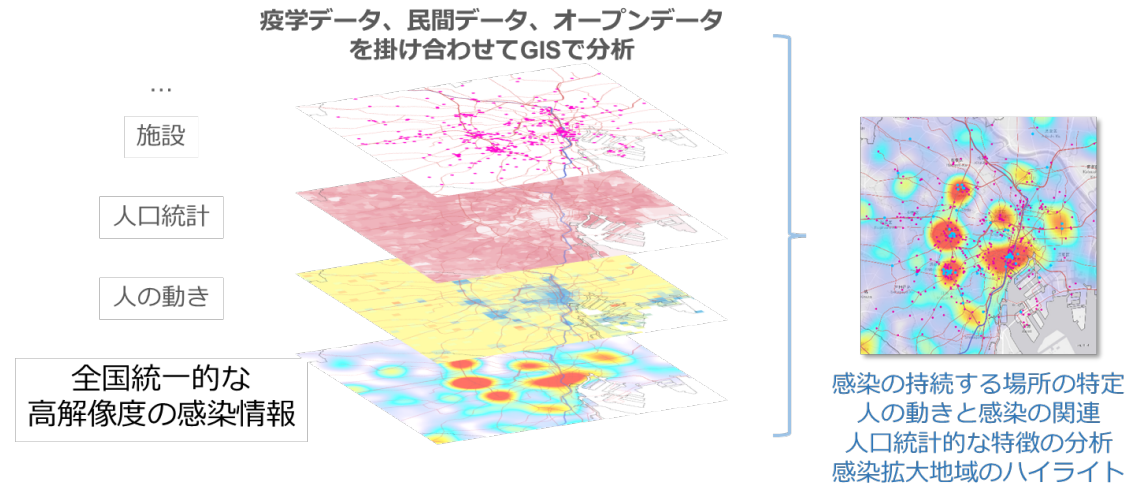
<https://www.yomiuri.co.jp/national/20200228-OYT1T50270/>

PCR陽性者時空間密度分布図  
(報告日ベース)



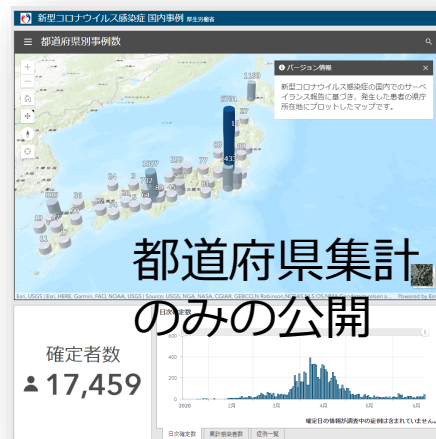
# COVID-19流行 vs GIS <理想的戦い> と <現実>

理想



※各図は分析イメージで、実際の流行を反映したものではない  
データ：モバイル空間統計（ドコモ・インサイトマーケティング）、JX通信社、ESRIジャパン データコンテンツ、国土数値情報

現実



自治体ごとの  
統一のない情報発出

ふぞろいな  
地域の参照

新型コロナウイルス感染症 県内発生事例

令和2年10月1日現在

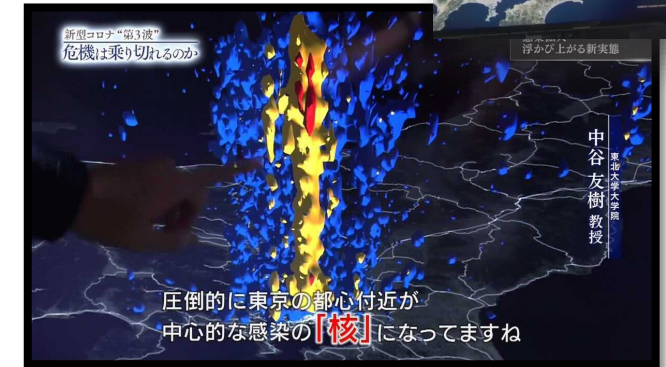
No	発表日	年代・性別	国籍	住居地	接触状況	備考
1	1月26日	40代男性	中国	中国武漢市	中国	本県発表1
2	1月28日	40代男性	中国	中国武漢市	中国	本県発表2
3	2月14日	60代男性	日本	名古屋市	アメリカ	名古屋市発表1
4	2月15日	60代女性	日本	名古屋市	No.3と接触	名古屋市発表2
5	2月16日	60代男性	日本	尾張地方	No.4と接触	本県発表3
6	2月17日	60代男性	日本	尾張地方	No.5と接触	本県発表4
7	2月18日	60代男性	日本	尾張地方	No.5、No.6と接触	本県発表5
8	2月19日	50代女性	日本	名古屋市	No.4と接触	名古屋市発表3
9	2月20日	80代男性	日本	名古屋市	No.4と接触	名古屋市発表4

尾張地方？  
XXセンター  
XX圏  
XX振興局

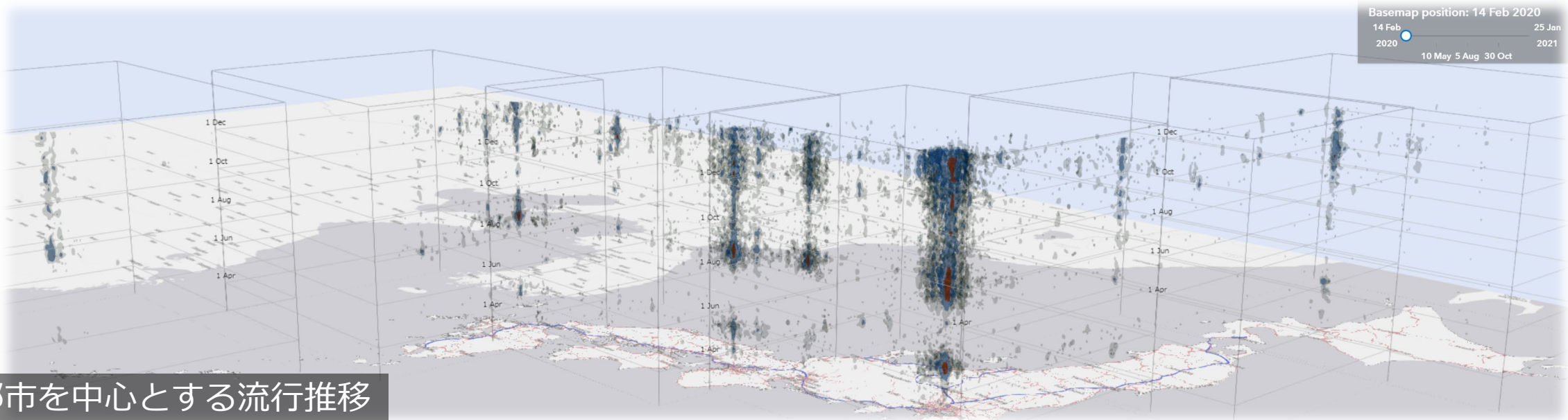


# Voluntary Geographic Information による高解像度なCOVID-19時空間地図

- 施設がインターネット上に発出する感染情報
  - ✓ 感染発生を自発的に発信できる社会であることの価値
- Online GIS (ArcGIS Online)によるインタラクティブな3Dマップの公開
- JX通信社によるAPI提供による情報の自動更新



NHKスペシャル（2020年12月13日）  
上下が反転していることに、ご注意



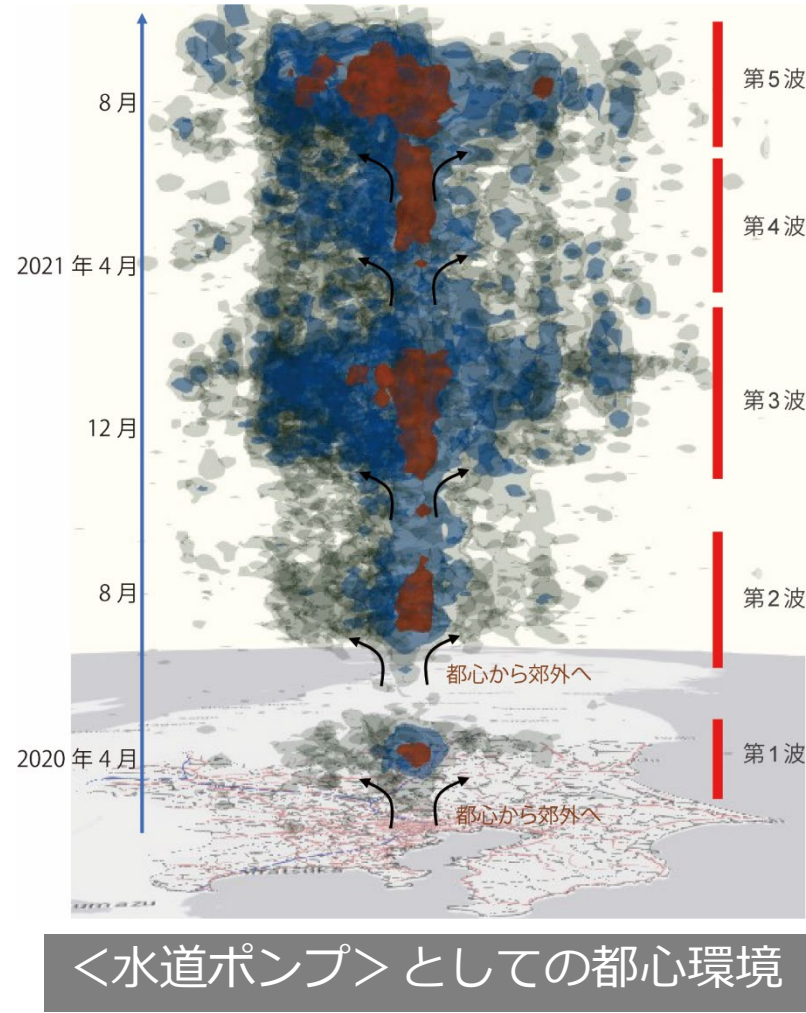
大都市を中心とする流行推移



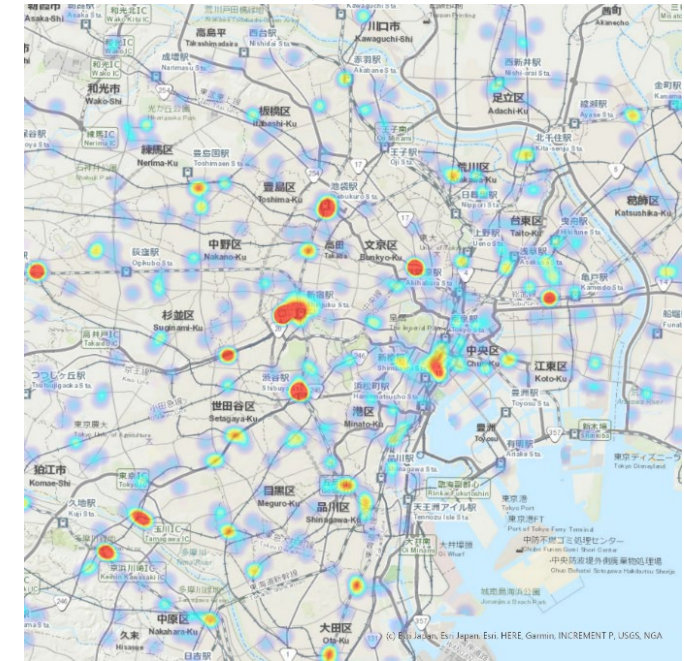
# 大都市圏内のCOVID-19時空間流行マップ

JX通信社による施設からの感染者発生情報の利用

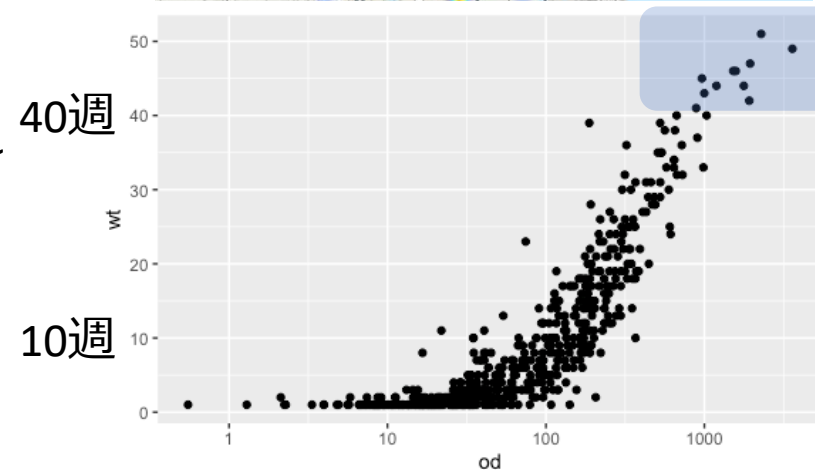
2021/01/01~14



赤色：1日あたり5施設以上発生  
青色：1日あたり1施設以上発生  
灰色：4日あたり1施設以上発生



感染報告週数(62週中)



事業所密度（対数）



# おわりに

- 危険事象ホットスポットの時空間地図 「どこに」 x 「いつ」
  - ・ 時間地理学（時空間ダイアグラム） + 3D GIS + 時空間カーネル密度推定 + ボリュームレンダリング + ...
- 犯罪学や疫学の発展・社会的貢献
  - ・ 警察活動と犯罪発生分析、厚労省などの専門機関におけるCOVID-19流行対策、一般市民への情報提供（流行時の外出支援など）
- 「情報通信の進歩発展」への貢献
  - ・ インタラクティブなインターネット上での3D地図の配信も可能に
  - ・ 時空間3D地図： 時間次元を加えた地図による情報伝達量の増大
    - ・ 危険事象に向き合う上で有用な情報をさらに効果的に伝達する方法を提示