

## 特集：地域診断・症候サーベイランスに向けた空間疫学の新展開

### 感染症サーベイランスと地理情報

重松美加, 岡部信彦

国立感染症研究所 感染症情報センター

## Geographic Information Usage in Communicable Disease Surveillances

Mika SHIGEMATSU, Nobuhiko OKABE

Infectious Disease Surveillance Center, National Institute of Infectious Diseases

#### 抄録

国内のサーベイランス情報を提供するにあたり、視覚的手法を活用する効果は公衆衛生領域において良く知られている。地図上への描画の形ですでに情報提供の実践も行われている。しかしながら、地理情報の持つデータ解釈への影響力のポテンシャルを十分に活用し、元の収集したサーベイランスデータ以上に新しい付加価値を提供するためには、情報を多角的に重ね合わせたり、比較したりした解析をする必要がある。その実現には、既存の枠組みを超えた、データの取り扱い方法の仕組みを導入して行く必要があるであろう。患者および病原体情報サーベイランスに注目し、地理情報の活用について考察すると、現在サーベイランスとして収集している情報だけでは十分ではない。これに既存の統計情報や地理情報をどのように結びつけるかが当面の課題である。感染症の実態の把握や、集団発生の早期検知、大規模感染症の対策へのリアルタイムの対応において有効に活用できる可能性があるが、そのためには公共利益におけるデータ使用の利便を図るルール作りが肝要である。

キーワード： 感染症, サーベイランス, 地理情報

#### Abstract

The importance of graphical presentation of the domestic disease surveillance data has been well recognized among public health community in Japan. In fact, mapping is commonly used method for information dissemination in recent days. However, combined analysis of multi resources would be extremely important when aiming to add extra value on the original surveillance data by using geographic information leading to innovative interpretation. A review of current surveillance illustrates incompleteness of the original data itself on geographic information. Combining existing statistical data resource and publicly available geographic data is the key to improve surveillance data interpretation. Geographical presentation and geo-analysis have great potential on improving analysis of infectious disease, early detection of outbreaks and clusters, and real-time response for cross boundary infection. Establishment of the rules for easy access to existing data for public benefit is the key to make most out of geographic information usage in disease surveillances.

**Keywords:** infectious disease surveillance, geographic data, geoanalysis

---

〒162-8640 東京都新宿区戸山1-23-1

1-23-1 Toyama, Shinjuku-ku, Tokyo, 162-8640, Japan.

Email : mikas@nih.go.jp

緒言

日本国内の感染症の患者発生情報は、法制のもとに収集され始めてからすでに一世紀に近づいている。それ以前にも、店子の一覧や、人別帳などを持って、地域ごとに人の状況を確認して記載するシステムは国内にあったものと思われる。いわゆる「スペインかぜ」と呼ばれた20世紀初頭のインフルエンザのパンデミックにおいては、当時の報告書によると時系列と地域ごとの患者数の情報が収集されていた。一方、現在の感染症報告システム上の地理情報は、あくまでも患者の情報の一部として扱われるか、独立した疾患の特性の一部として取り扱われてきている。このような情報を提供するにあたり、視覚的手法を活用することの重要性は公衆衛生領域においても良く知られており、マッピングという形で実践されている。しかしながら、地理情報の持つポテンシャルを十分に活用し、元のサーベイランスデータ以上の新しい付加価値を提供しているだろうか。患者および病原体情報サーベイランスに注目し、人口、位置、気象、地球科学まで含む地理情報の活用について考察する。

1. 感染症サーベイランスとマッピング(地図化)

感染症サーベイランスは、伝染病統計の時代から変わったであろうか。「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律(感染症法)」は進化しつつある<sup>(1-4)</sup>。少なくとも患者の発生情報を収集する発生動向調査は変化している。その求める情報はより広く、より目的に合わせて収集されるようになった。この情報を提供するにあたり、かつての伝染病統計では直接的数値を集計したモニタリング結果の一覧表で提供されていた<sup>(5)</sup>。疫学者、統計学者、科学者といわれる人々にとって、この生の数値の一覧には大きな価値がある。しかし、表1のように都道府県別に毎年の報告数の集計結果を示したのでは、専門家以外には数字の羅列としか見えない。では、次のステップとしてグラフにしてみてもはどうであろうか(図1)。これは、

表1. つつが虫病患者都道府県別報告数, 1996~2000年(厚生省統計情報部「伝染病統計」より抜粋)

| 都道府県 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|------|------|------|------|------|------|
| 茨城   | 1    | 5    | 4    | 2    | 4    |
| 栃木   | 2    | 2    | 2    | 4    | 2    |
| 群馬   | 21   | 23   | 24   | 17   | 24   |
| 埼玉   | 2    | 2    | 4    | 1    | 0    |
| 千葉   | 37   | 34   | 37   | 99   | 60   |
| 東京   | 7    | 11   | 20   | 10   | 15   |
| 神奈川  | 15   | 14   | 20   | 33   | 44   |
| 新潟   | 36   | 25   | 26   | 21   | 27   |
| 富山   | 5    | 3    | 9    | 7    | 6    |
| 石川   | 4    | 1    | 4    | 2    | 1    |

表1と同じ量の情報の形を換え、相互比較を視覚化したに過ぎない。情報の使用者が使いやすくなるような配慮はあるが、特筆すべき量の付加価値は無い。では、同じものを地図上に表現してみるとどうなるか。図2のように一瞥で感覚的に距離や位置関係、時には地形や居住環境などその人の知識背景に基づき付加されて、元のデータの意味するところが把握できる。しかし、これは一面に過ぎない。この数値がどれほどの意味を持つかは、その地域の人口や、生活の場についての情報の知識無しには解釈できない。一桁の患者発生数の持つ意味は東京都と栃木県では明らかに違っているだろう。また、媒介(疑)動物の係る感染症では、これらの患者が山間部で暮らしているか、市街地でのみ暮らしているのかでも、その人が感染した意味が異なってくる。その情報を二次元のマッピングで表現することは難しい。

次に、発生動向調査からの情報を伝える際に、どのようにマッピングを活用するようになったかを検討してみる。感染症週報(IDWR)での報告の一部に図3のようなグラ

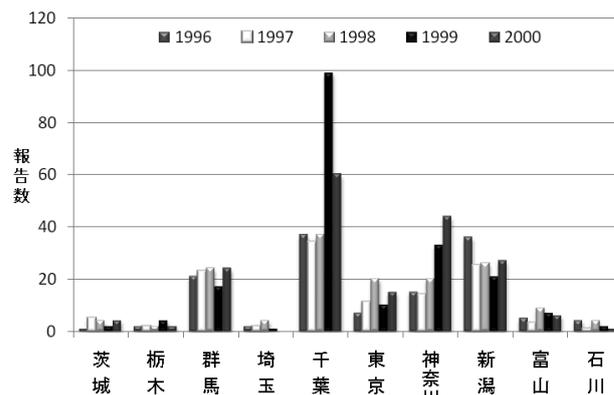
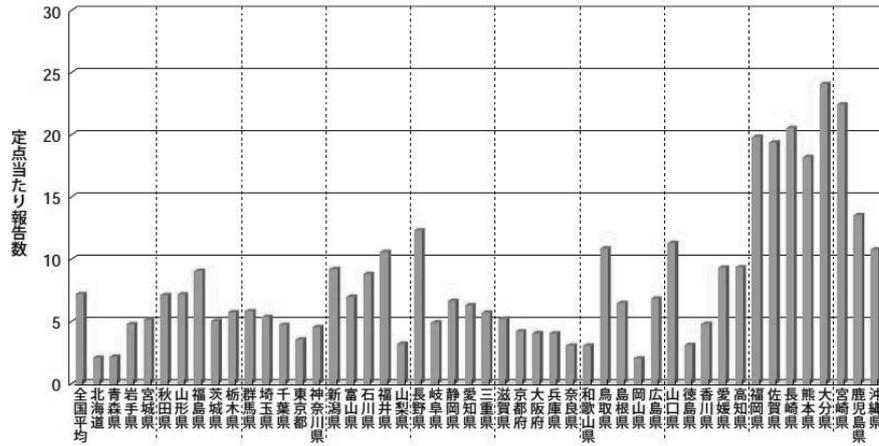


図1. つつが虫病患者都道府県別報告数, 1996~2000年(厚生省統計情報部「伝染病統計」より抜粋)



図2. つつが虫病患者都道府県別報告数, 1996年(厚生省統計情報部「伝染病統計」より抜粋)



インフルエンザの都道府県別報告状況(2008年第9週)

図3. 感染症週報注目すべき感染症での情報還元の一例  
2008年第9週(2月25日~3月2日): 通巻第10巻第9号7ページ図譜からの引用。グラフ化した都道府県別疾病発生状況。

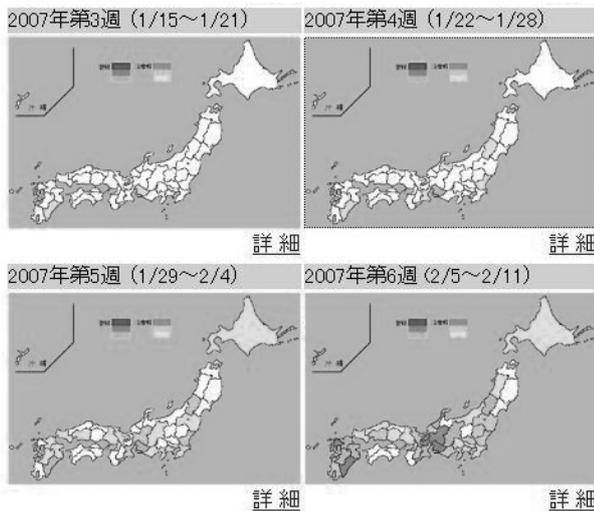


図4. 定期的に提供しているマッピングデータの一例  
2006-2007シーズンのインフルエンザ流行レベルマップからの抜粋。  
厚生労働省・感染症サーベイランス事業に基づくインフルエンザの患者発生状況を流行状況の指標として下記アドレスにて公開している。  
<https://hasseidoko.mhlw.go.jp/Hasseidoko/Levelmap/flu/index.html> 参照。

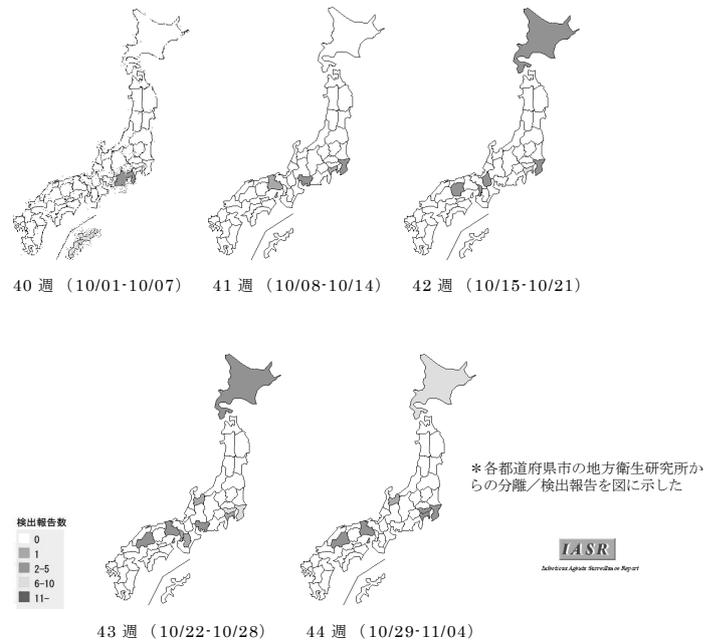


図5. 時間と検出数を地理情報と組み合わせたデータ提供の一例  
「都道府県別インフルエンザウイルスA(H1N1)型分離・検出報告状況, 2007/08シーズン」(病原微生物検出情報: 2008年4月24日作成)より一部抜粋し, 内容に合わせて再配置した。 <https://hasseidoko.mhlw.go.jp/Byogentai/Pdf/data5j.pdf> 参照。

フを採用しているが, 地図を活用して常時提供している情報は警報注意報だけである。このうちインフルエンザについては, 「インフルエンザ流行レベルマップ」として一般に公開している(図4)。図5は同じ趣旨のマップで, 病原微生物検出情報(IASR, 月報)で使っている表現方法のひとつである。時間経過の $\Delta t$ を週と設定し, 分離株数を報告数で階級に区分して色をつけ, 各地域での分離数を表現した。それを同じ階級区分に基づき時系列に従って配置

することで, 時間のコンポーネントを二次元の地図に加えて表現した。二つ目は, 地理的な位置関係に分離数をグラフのサイズで表現し, さらに分離中の割合を円グラフで表現してみた図譜である(図6)。一枚の地図に載せた情報量は増えている。

発生動向調査で, 患者に付属する地理学的なデータとして集めることができる情報は, 住所や受診した医療機関, あるいは記述で提供される感染が発生したかもしれない場

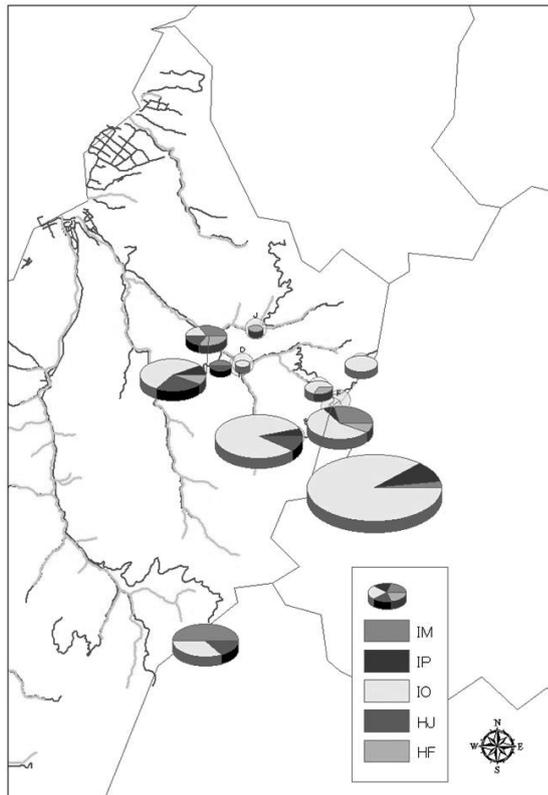


図6. 架空の病原体調査の結果

日本国内のある県を想定し病原体調査を行った結果を、病原体分離数を円グラフの大きさに反映し、遺伝子解析結果の各型の検出割合をIM, IP, IO, HU, HFとして地図上に示した。県境を黒の実線で、河川あるいは用水路を曲実線で示している。

所の不明確な情報だけであり、情報量としては少ない。これらのデータ単独では、地理学上の有意な情報とすることはできず、マップ上に描画するのが限度である。

## II. 地理情報にみるポテンシャル

患者や病原体のサーベイランスにおいて、地理情報や解析手法に何が期待できるだろうか。すでにマッピングの事例を示したが、時間軸をある瞬間で切り取り、視覚的に示すことで利用者の利便が図られ、データの地理的な集約を示す方法として活用されていることが分かる。また図5で示したように、そのマップを連ねることで一定の時間セグメントごとの変化を、コマ送りで時間を加味して示すこともできる。さらに、一考してデータを組み合わせ一枚のマップを描けば、善し悪しは別としてマップ当りに提示できるデータ量が増すことを図6の例で示した。これらは、地理情報の活用の初歩であろう。

図6の図内に一部残しているのが、地図からの河川と用水路などの水系情報である。例えば、河川敷や藪に媒介動物が存在する場合や、水が感染を媒介する場合には、治水や都市計画、河岸工事、ダム建設など様々な理由で川の流れが変化すると、その感染の中心が移動してゆく可能性が高く、水系の情報と患者発生のデータ、病原体検出の情

報を重ねることで、感染症そのものの変動を語るができる。ジョン・スノーのソーホー地区 (John Snow, Soho, London) におけるコレラ発生の解析に見るように、サーベイランスより時間経過の短い集団発生で考えると、一層その重要性が浮き彫りになる。さらに、サーベイランス情報と媒介動物の生息に関する調査結果を同じ地図上に重ねて提示できると、類似環境で調査が至急必要な地域の特定や、蚊やダニなどの活動地域に合わせて予防対策をとることができるようになり、積極的な予防対策へ繋がる。自然環境との関係が想定される疾患については、一定期間の解析において、このような情報活用が既になされている。しかし、データの入手や加工技術の難しさが影響し、継続的に観察を続けるサーベイランスでの実用には困難が認められる。

地理情報には、地形や水系以外にも人の居住状況、店舗や交通網の整備などが考えられる。集積されたサーベイランスデータの解析への活用は、空間解析や時系列解析などの様々な手法により、データを必要とする情報へ変換することも可能である。必ずしも地理情報に限らず、特定の情報の組み合わせで、サーベイランスの目的に合わせた解析を行うことができる。

現在進行形のサーベイランスへの適用はというと、季節性の感染症であるインフルエンザのデータなどが、より狭い地域につきリアルタイムに、かつ、患者の活動域の情報(最低限患者の住所)と共に入手できるようになれば、前述のような情報を利用し、刻々と広がる感染症の状況と平行した情報提供に、関連する可能性のあるパラメータの情報を加えて短期的予測を示してゆくことも可能であろう。かつての天気予報に見るように、的中確率は期待できる可能性は小さいが、インフルエンザの流行時期に先立ち予防接種の呼びかけにあたって、より現実味を帯び受け入れやすくなる。公衆衛生対策の焦点を絞るには、それでも利点はある。しかしながら、実現には、情報共有のシステムの整備や情報利用の条件の緩和、個人情報上の検討など技術以外の問題も多い。

集団発生では、より実現性が高い。患者や接触者情報と、水系図、交通網、住民の活動ネットワークなどを、コンピュータ上で市販のソフトなどを活用して重ねてゆくと、患者集積や地域集積が見られることが多い。著者はこれを手作業で行っていた時代にしか、集団発生調査に関わっていないため、データで示すことができないのが残念である。しかし地理情報解析ソフトウェアのメッシュデータを作成しておけば、仮説とモデル式に基づき、短期の動向の予測も可能である。短期の予測ができるならば、集団発生においては導入すべき対策の選択と対象を決定でき、より効果的な対応が可能となる。食中毒発生時の汚染された食品の流通状況の把握、広報が必要なエリアの特定など、すでに多数の研究者がその利用方法について学会等で発表している。あえて長期予測と区別して記述した理由について、幾つか挙げておく。まず、予測期間が長くなり個

別データが詳細でないと、個々の確実性は低下し、モデル内に含まれるアサンプション（仮定）の誤謬の影響が増幅拡大されるため、現実の調査を繰り返し、常にパラメータの更新と式の改良を行い、モデルシナリオと現実の乖離を最小限に修正する必要がある。次に、総括的に事象をつかみ、単純化した数式からの推計の方が、結果的に誤差範囲が小さく、利用しやすいことも多いためである。さらに、集団発生では拡大阻止が最初の課題であり、長期化した際の対策は視野の外である。

現在の地理情報の解析は、ソフトウェアの開発も進み、特別な知識がなくともデータを購入手、自分たちの分野のデータと重ねて検討することができる。しかしながら、加工されたデータは加工者の意図を含むものであり、本来のデータがどのように収集され、どのような形で加工されたかを十分に理解することなしに利用することは、誤った帰結に集約する危険をはらんでいる。また、健康と疾病に関しては、依然として様々な差別につながる先入観が存在していることから、地理情報が正確で詳しい情報を提供すればするほど、データから導かれる情報の解釈と提示方法が正しくなければ、風評被害や個人のプライバシーの侵害に繋がる可能性があることも指摘しておく必要がある。最後に強調しておきたいのは、人の営みを対象とした公衆衛生・疫学情報の解釈において、地理情報は必ず考慮すべき対象であることと、それぞれの分野の専門家同士が、補い合い、協力し合うことでその活用効果は相乗するという2点である。

## 結語

サーベイランスは、継続的に収集した情報を同時に解釈してゆくための解析をすることが必須であり、位置だけでなく人口、水系、気象なども含めた地理情報はそれを助けるものとして重要な位置を占めている。しかしながら、収集データを地理情報として加工しサーベイランス情報と重ねあわせ、比較し、補完するために必要な技術は複雑かつ煩雑であり、今後の技術革新とチームアプローチが望まれる。また同時に、必要な応用技術のひとつとして、公衆衛生および疫学を担う人材に対して学習の機会が提供されることが重要である。

## 引用文献

- 1) 感染症法研究会, 監修. 感染症法令通知集 平成19年版—感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律. 東京: 中央法規出版; 2007.
- 2) 国立感染症研究所感染症情報センター. 感染症新法による感染症発生動向調査(サーベイランス)事業の概要. IASR 1999; 20(4) (No.230).
- 3) 国立感染症研究所. <特集>感染症法改正. IASR 2003; 25(1) (No.287): p1-3.
- 4) 国立感染症研究所. 感染症法の改正 2007年6月現在. IASR 2007; 28(7) (No.329): p185-188.
- 5) 厚生省大臣官房統計情報部, 編. 伝染病統計(平成10・11年). 東京: 厚生統計協会; 2000.