

地域のインフルエンザ流行曲線から推測した新型コロナ集団免疫形成

～株式会社新日本科学 TR カンパニー 基礎研究準備室の取り組み～

(第一報)

I. 序言

ウイルス感染症は、地域社会で大部分の住民が感染して免疫を持つに至ると「集団免疫が形成された」状態になる。免疫を持たない人が感染者と接触する可能性が低くなるため、感染拡大は収まるか、緩やかなものになり、医療崩壊の恐れもなくなる。

現在、新型コロナウイルス感染症に対して、どの程度集団免疫が形成されているかは、抗体検査が広く行われるまで判り得ない。

一方、以下に記述するいくつかの仮説を前提として考えると、2019-2020年シーズンのインフルエンザ報告数の変動から、地域社会が新型コロナウイルスに相対的に強い状態か、弱い状態かを示唆できる可能性がある。

この仮定は、高橋淳教授（吉備国際大学）らの発想（論文投稿中）を土台にしたものである。投稿論文では、日本の都道府県や欧州国別、米国州別に解析しているが、弊社は、市町村別（管轄保健所別）に解析した。結果は、まだ途上であるものの、傾向が認められたので、予備的結果として、以下に示す。

事前に、次の限定条件をご了解いただきたい。

- ・ 仮説が正しいとの仮定が土台であり、この後の研究によって、仮説の誤りが明らかになる可能性がある。
- ・ 新型コロナウイルス感染症の流行は、集団免疫の強弱のみに依存せず、地理的状況にも強く依存する。ここでの強弱予測が、そのまま新型コロナウイルス感染症の流行を反映することを保証しない。

II. 前提とする仮説

1. インフルエンザと新型コロナウイルス感染症は競合関係にある

競合関係とは、一方が流行すればもう一方は流行しなくなる関係で、遊具のシーソーに例えられる。この2つのウイルスの感染機構に共通の箇所があるとその取り合いとなり競合する。

参考)

"Modern Infectious Disease Epidemiology, 3rd Edition" ISBN 9781444180022

Paperback CRC Press

2. **インフルエンザが流行した集団は、新型コロナウイルス感染症にある程度の免疫がある**

インフルエンザが今冬流行していれば、病態の似た他のウイルス性疾患に対しても集団の抵抗性があると期待される。

3. **新型コロナウイルス感染症に感染しても多くの場合が無症状で気付かれることは少ない**

一部で激的な病状が報道されているが、感染者全員にあのような症状が出る訳ではない。むしろそれは稀であり、多くの患者にとってはいつもの風邪で、少ししつこかったりしても気に留めないか、検査キット判定でインフルエンザではないと診断されて不明なまま静養して、そのまま治ったような感じで済んでしまう。

しかし、少数例において、特別に悪化しやすい体質・高齢・既往症のある人には、致命的に近い劇症を発症させる。

4. **新型コロナウイルス感染症は異なった変異体が、時間を置いて日本に侵入してきた**

恐らく、特に弱い第0波（S型/A型と呼ばれる、以下S型という）が昨年11月頃、比較的弱めの第1波（L型/W型/K型と呼ばれる、以下L型という）が本年1月下旬に、それぞれ中国から国内に入った。その後、いずれも収束しかけていたが、3月に中東で発生したと思われる強い変異体（G型/P型、以下G型という）が、欧米を経て国内に持ち込まれた。

4月末現時点で、各地で多くの感染者を発生させているのは、この変異体G型による第2波である。また、一部地域では、第3波（Y型）流行の兆しが見られる。

5. **直前の世代のウイルス変異体で集団免疫が完成すると、当世代は流行しづらくなるため、次の世代の新型コロナウイルス感染症もあまり出ないで済む**

第0波が入った地域では、第1波に罹りにくく、第1波に罹った地域では、第2波が流行しづらい。したがって、第2波流行中の4月末現時点において、多くの感染者を出すのは、第1波で十分な免疫が出来なかった地域であり、感染者が少なく済むかもしれないのは、第1波が流行した地域と推測される。

注意点は、ウイルス感染の強弱は交互に表われることで、第0波が浸透した地域は、第1波が流行しなかった結果、第2波で感染者を多く出すことになる。

6. **新型コロナウイルス感染症の変異体は無限には発生しない**

地域別予想とは直接関係しないが、コロナウイルスの性質上、強毒化する変異が入りそうな箇所はそれほど多くはないとの推測がある。新型コロナウイルスの変異体は、多種多様なものが生ずるだろうが、ヒトに特有の劇症を引き起

こす変異体はあまり出て来ないのではないかとと思われる。

したがって、今の第 2 波で集団免疫が完成するか、現世代のウイルスに対するワクチンが完成し、住民の大多数が接種すれば、今後、新型コロナウイルス感染症に社会が苦しむことはなくなると期待される。

反例はインフルエンザであり、インフルエンザウイルスは変異の入る箇所が非常に多いため、これからも延々と新型が発生し、その度にヒトを悩ます恐れがある。

III. データ収集と仮説に基づいた解釈（途中経過）

各都道府県が公表している定点当りインフルエンザ報告数を収集した。

理由は、以下の通りである。

- 全国的に同様の基準で発生動向が調査公開されているため、相互比較が可能
- 保健所別に公開されていることが多い
- 保健所は大きな市には 1 から複数、小さな市町村には数自治体に 1 か所設置

2020 年 1 月下旬に新型コロナウイルス感染症の第 1 波が侵入し、この時期に流行していたインフルエンザウイルスに競合して報告数に影響を与えたと推測している。この時期のインフルエンザ報告数変化は、保健所毎に次の 3 つパターンが見られた。

1. インフルエンザ報告数変化パターン毎の特性

A. インフルエンザ報告数急減

→ 4 月末現在、新型コロナウイルス感染症第 2 波に抵抗性がある

新型コロナウイルス感染症の第 1 波がインフルエンザウイルスを追い出した形でインフルエンザ報告数は急減した。新型コロナウイルス感染症としては無症状が大半だったものの、本ウイルスは地域に蔓延したため、多くの住民が抗体を持ち集団免疫が形成された状態にある。

B. インフルエンザ報告数自然減

→ 第 2 波に抵抗性があまりなく、流行の恐れがある

新型コロナウイルス感染症の第 1 波がインフルエンザウイルスを追い出せない程度にしか蔓延しなかったため、集団免疫が形成されておらず、第 2 波に対し多くの感染者を出してしまう恐れがある。

C. インフルエンザ報告数が元々少なかった

→ 新型コロナウイルス感染症に抵抗性がなく、流行の恐れがある

新型コロナウイルス感染症がこの地域に侵入してきたかどうか不明ながら、同種の

ウイルス性疾患に対して脆弱な地域である危険性があり、一旦、本ウイルスが侵入すると多くの感染者発生の恐れがある。

2. インフルエンザ報告数変化パターン毎の予備的解析結果

これまでにデータ収集し予備的解析を行なったのは、人員と時間的都合で、弊社事業所の存在地を中心に限られた都府県に留まる。また、「急減」の判定は見た目に依っている。数学的モデル作成はこれからの課題である。

A. インフルエンザ報告数急減の地区

→ 4月末現在、新型コロナウイルス感染症第2波に抵抗性がある

鹿児島県：徳之島、西之表、川薩、姶良、(名瀬、指宿、出水はある程度)

和歌山県：(御坊はある程度)

茨城県、愛知県：該当しない

福岡県：福岡市早良区、福岡市西区、福岡市城南区、京築。また、糸島

これらの地域（保健所管轄市区町村）では、年初までに警報・注意報レベルのインフルエンザ流行がありながら、1月下旬より急激な報告数減少が見られた。そのため、代わりに新型コロナウイルス感染症第1波が蔓延した可能性があり、そうであれば4月現在の第2波に対しては集団的抵抗性があると期待される。

これらの地域では、新型コロナウイルス感染症患者が発生しても散発的に留まり、地域的大流行に至ることは少ないと予想される。

とはいえ、無防備にしても決して流行しないことを保証するものではなく、一般的で適度な感染対策を継続することは大切である（これらの地域はインフルエンザの流行は防げなかったことに注意が必要）。

B. インフルエンザ報告数自然減の地区

→ 第2波にあまり抵抗性がなく、流行の恐れがある

鹿児島県：鹿児島市、鹿屋（加世田、伊集院はある程度。大口、志布志は境界）

和歌山県：和歌山市、橋本（新宮はある程度）

茨城県：水戸、つくばを初めとしてほぼ全域

愛知県：名古屋市、津島、清須、一宮、江南。また、瀬戸、春日井

福岡県：福岡市中央区、福岡市南区、宗像・遠賀、北筑後。また、福岡市博多区、嘉穂・鞍手

これらの地域（保健所管轄市区町村）では、年初までに警報（定点当たり30以上）に達しない程度のインフルエンザ流行があり、1月下旬以降増減を繰り返しながら、自然減と見なせる緩やかな報告数減少が見られた。新型コロナウイルス感染症の第1波は、

インフルエンザウイルスを追い出す程には蔓延しなかったと考えられる。そうであれば、現在の第2波に対しては集団免疫が機能しない。

これらの地域に新型コロナウイルス感染症患者が侵入した場合、速やかに発見し、隔離できなければ、地域的流行につながる恐れがある。その場合であっても、発症リスクの低い既往歴のない若者などは無症状のままであろうが、彼らは媒介する役割を果たすため、高齢者等高リスク群に深刻な影響を与える。

とはいえ、社会的特性を活かした政治的な対策によって、ウイルスを封じ込めて被害を最小限に抑えられる可能性は十分にある。今、新型コロナ感染者数が少なかったとしても、潜在的风险があることを住民共々が認識することが大切である。

C. インフルエンザ報告数が元々少なかった地区

→ 新型コロナウイルス感染症に抵抗性がなく、流行の恐れがある

鹿児島県：屋久島

和歌山県：海南、串本

茨城県：該当なし

愛知県：新城

福岡県：福岡市東区、田川

これらの地域（保健所管轄市区町村）では、通年でインフルエンザの大きな流行がなく、注意報（定数当たり10以上）が出なかったか、出ても1週間程度に留まった。そのため1月下旬以降も微減であり、新型コロナウイルス感染症第1波の侵入を推定できない。また、インフルエンザが流行しなかったことから、ウイルス性疾患への抵抗性が低い恐れがある。

これらの地域に新型コロナウイルス感染症患者が侵入した場合、すぐに流行を引き起こす危険性が考えられる。4月末現在、主流の第2波に限らず、その前後の世代の変異体に対しても抵抗性が低いと考えられる。ウイルス性疾患全般への抵抗性を勘案すると、発症リスクが低いとされる既往歴のない若者であっても重症化し得るので、特に注意が必要である。

とはいえ、これらの地域は、過去に隣接地域での流行からインフルエンザの侵入と流行を防いだ実績がある。普段から地域住民の防疫意識が高いか、地理上の要因によって侵入されにくいと考えられる。潜在的な危険性は認識しつつも、これまでの衛生管理の継続を再確認することが大切と思われる。

IV. 比較例

未だ数式モデル等定量的な比較方法の開発に至っていない段階で、定性的な予備的比較から考えられた傾向の第一報であるが、鹿児島市を題材に他地域と照合してみる。

鹿児島市におけるインフルエンザ流行曲線（2019 年末に一旦報告数減少後再度 2020 年 4 週まで増加しその後自然減）に似た曲線を示し、かつ地域の中核市の例として、名古屋市と福岡市博多区を取り上げる。（4 月 26 日現在）

	人口	新型コロナ感染者数	10万人当り感染者数
鹿児島市	597,215	3	0.5
名古屋市	2,314,125	267	11.5
福岡市博多区	236,859	84	35.5

鹿児島市の感染割合は非常に低い。インフルエンザ流行曲線が似ているため、集団免疫の強さが同じ程度との仮定に立てば、他都市との差は地理的要因を含め、結果的に封じ込めがこれまでうまく行っているからだと考えられる。

逆に言えば、本来、生物学的には、これらの都市と同じ程度の感染者数が出てもおかしくない不安定な状態にあると考えられる。割合の低い名古屋市程度と見込んでも、鹿児島市で 69 人の感染者数が出ていてもおかしくないことを念頭に置かねばならない。

V. 比較例（参考情報）

他都市との比較においては、インフルエンザと異なり、新型コロナウイルス感染症は情報が十分でないために、精密な分析がより困難になっている。

- 今回のような地域社会別解析に必要な発生地（居住地）が情報公開されていないことが多い。例えば、東京都が保健所別感染者数を発表したのは、4 月 1 日から過ぎず、流行曲線を追うことが困難である。

- 発表をもとにすると、その地方の都市中心部での報告割合が高く出る傾向がある。居住地や感染地を正しく反映しているのか、単に集積している高度医療機関の所在地が反映されているのか、判別できていない。昼間人口の多さが強く影響している可能性もある。なお、調べた限り、現在、最も感染割合が高いのは、東京都みなと保健所（港区）の 10 万人当り 80 人であり、鹿児島市の 160 倍に相当する。

- 状況証拠的に到底全数が把握できていない地域がある。本解析が土台とする未発表論文では、新型コロナ感染数式モデルを提案しているが、東京都について当てはめると有り得ない解になってしまう。これは、主に検査数が低く抑えられていることによって、見掛け上の陽性率（＝陽性者÷検査数）が高く出過ぎることによる。検査数が不十分であるならば、感染者数を全数捕捉できていないことが強く疑われ、精密な解析が難しくなる。

VI. まとめ

1. インフルエンザ感染報告数の推移（減少の仕方）より推測すると、新型コロナウイルス感染症流行は鹿児島県内および和歌山県内で地域差が生じる。
2. 鹿児島市では、2019年11月頃から年末にかけて、既に新型コロナウイルス感染症第0波が侵入したと推定され、競合するインフルエンザ報告数が一旦低下した。しかし、年初から再度インフルエンザ報告数が増加したことから、十分な新型コロナウイルス感染症集団免疫は形成されなかったと考えられる。2月中旬以降のインフルエンザ報告数減少も緩やかで、第1波での新型コロナウイルス感染症の集団免疫は弱いままと推定されることから、鹿児島市は第2波に対して比較的脆弱な地域と予測される。現在、患者数が極めて少なく済んでいるのは集団免疫による結果よりも、封じ込めによる効果の可能性が高いと考えられる。
3. 鹿児島県始良地方は、年明け4週までインフルエンザ報告数の増加が続いたが、その後の2-3週間で報告数減少が見られた。このため、新型コロナウイルス感染症の第1波による集団免疫が強く形成された可能性が高い。したがって、今後、第2波が侵入しても感染の広がり局所的で済むと予測される。
4. 和歌山市は鹿児島市と似ており、今年1月の3週以降、第1波による免疫形成が弱かったことが、インフルエンザ報告数の緩やかな減少から推測される。このため第2波には比較的脆弱と予測される。
5. 海南市は、和歌山市に南接しながらも全く異なった流行曲線を示した。インフルエンザが流行しなかったことから新型コロナウイルス感染症に対して脆弱であると予測される。人為的な封じ込めに失敗すると感染拡大を防ぐことは困難と考えられる。
6. これまでに新型コロナウイルス感染症の発症例が少ない地域は、新型コロナウイルス感染症に抵抗性が低いと考えられ、今後、第2波が来ると大流行の恐れがあり、引き続き首都圏等と同様に厳重な封じ込めが必要である。

VII. 最後に

新型コロナ肺炎の流行は、地域社会における集団免疫だけで決定されるものではなく、地理的条件を含めた封じ込めの要因が大きいので、流行を全て本手法で予測できるものではありません。しかし、地域の持つ潜在的な封じ込めの強さと弱さを解釈し、今後の流行を予測することは重要であり、今後もデータの精査と収集を継続し、定量モデルを構築してまいります。

本研究は、あくまでも疫学的な手法をもとにシミュレーションしたものであることにご留意いただきたい。また、重症患者の爆発的な発生により医療崩壊を未然に防ぐため、現在、推奨されている各個人の心がけが最も重要であることは言うまでもありません。

私共は、「人類を苦痛から解放する」という弊社理念の一環として、今回の共同研究を実施しています。引続き、高橋教授とは、他の課題についても協調した基礎研究サポートを計画しており、科学の発展を通じ社会貢献を続けてまいります。最後になりますが、新型コロナウイルス感染症に感染された患者様の一日も早いご回復と、緊急事態の収束を祈念いたします。

株式会社 新日本科学

TR カンパニー 基礎研究準備室

竹中 克也、鈴木 亮佑

株式会社 新日本科学 常務執行役員

TR カンパニー プレジデント

金指 秀一