

令和2年12月16日

パンデミック等患者増大時における 限りある検査の効率的な分配方法を提案

～北見市のインフルエンザを例として～

<ポイント>

- パンデミックのような感染症流行の状況下では、検査できる数よりも遥かに多くの患者が生じます。そうした際、限りのある検査を誰にどのように検査していくのが効率的かという問題が生じますが、この問題に取り組んだ研究はあまり行われていませんでした。
- 北見工業大学の研究チームは、北見市において蓄積されてきた実際のインフルエンザ患者数のデータを活用して研究を行い、患者受診数の予測値を用いた検査キット配分方法が効率的かつ有効であることを示しました。
- 今回の研究成果を新型コロナウイルス感染症によるパンデミック対応へと応用していくためには更なる検討を要しますが、公衆衛生学において「有限の資源をいかに効率的に分配するか」という問題が工学的アプローチにより解決しうることを示した研究となりました。

<概要>

この度、北見工業大学（学長：鈴木聡一郎）の奥村貴史教授、松田一徳准教授、中村文彦特任助教らによる公衆衛生情報学チームは、有限な検査キットをどのように患者に分配するかという問題に対して、北見医師会が集計していた地域の医療機関におけるインフルエンザの全患者数データを活用し、患者数の予測値に基づく検査キット配分法を提案しました。そしてこの配分戦略が有用であることを示し、その成果が *Scientific Reports* 誌に掲載されました。

本研究は、公衆衛生分野において取り組みが遅れていた「患者数が増大するなか限られた医療資源をいかに効率的に分配するか」という問題に、工学的な手法で取り組んだものです。このような研究を展開・応用することで、今後、新型コロナウイルス感染症のパンデミック対応における検査等がより効率的、また、効果的なものへと発展していくことが期待されます。

<研究の背景>

新型コロナウイルス感染症によるパンデミックのような状況においては、検査できる数よりも遥かに多くの患者が生じます。そうした際、感染対策のうえで、限りのある検査を誰に振り向けるのが効果的かという問題が生じます。感染症における資源配分に関する研究は、これまで「ワクチン接種」や「治療薬」を用いた介入の効果を最大化する研究がありました。その一方で、死者数の減少等に直接影響を及ぼさない「検査」については、資源配分問題の対象になっていませんでした。しかし、2019年に生じた新型コロナウイルス感染症では、その診断に一般の医療施設では実施できない検査が要求され、検査そのものの資源制約が問題となってきました。このように検査資源の配分は重要な問題であるものの、実際にパンデミックが生じるまでは問題として顕在化することが乏しく、先行研究はごく少数に限られていました。

例えば単一の地域における単一の感染症において、検査キット数が患者数に対して大幅に少ない状況を想定した場合、患者が受診するたびに検査を行うと、流行初期に検査キットの在庫がなくなり、流行ピーク時や後期に検査が行えなくなる状態が生じます。逆に、流行前期やピーク期に検査を制限しすぎると、流行後期に検査資源に余剰が生じ、必要な検査を効果的に行っていないことになってしまいます。このように、限られた検査キットを、流行シーズンにおいてどのように使っていけば良いかという問題も、省みられることがない問題でした。

北見工業大学保健管理センターでは、新型コロナウイルス感染症によるパンデミック以前から、インフルエンザ患者にどうすれば効率的に検査キットを配分できるかという問題に取り組んでいました。冬になるとインフルエンザの患者が多数発生し、保健管理センターにも多数の患者が受診します。しかし、保健管理センターでは患者から受診料を徴収しないことから、限られた運営費で購入したインフルエンザ検査キットを、数多く受診するなかでのどの患者に利用するのが効果的かという悩みがあったためです。

<研究の詳しい内容>

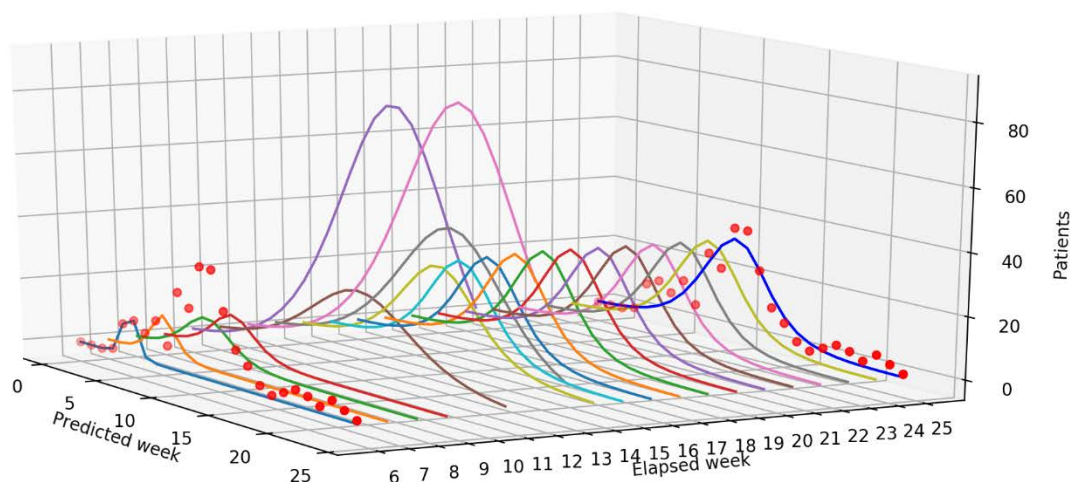
感染の疑いがある患者に対しては、全ての受診患者に検査をするのが理想です。しかし、受診患者数が検査キットの在庫数を上回る場合、受診順に検査をすると、すぐに在庫が尽きてしまいます。限られた検査キットを、流行シーズンにおいてどのように使っていけば良いか。この問題に答えるために、研究チームでは、北見医師会が以前より集計していた地域の医療機関におけるインフルエンザの全患者数データを利用しました。このデータを用いることで、インフルエンザのシーズンにおける患者の受診数のパターンを明らかにすることが可能となります。まずは、感染症の患者がどのように拡大し、また、終息していくかを説明するために用いられる SIR モデルを用い、患者の受診数を予測する数理モデルを構築しました。

このモデルにより各週に受診する患者数の予測が可能になれば、シーズン末までにどれだけの患者が受診することになるかを予測することも可能となります。そうすれば、(検査キットの在庫数) ÷ (予想した患者数) によって、シーズン途中で在庫を使い切ることなく利用できる各週の検査キット数が求められます。この数値は、週が進む毎に、それまでに受診した実際の患者数を用いて絶えず補正することにより、常に更新され、また、予測精度も上がっていくこととなります。(図)

研究では、この患者数予測を組み入れた配分がどの程度有効かを、他の方法と比較・評価しました。比較対象には、在庫の残数を加味し「1週間で使用できる検査キットの上限を、在庫数の半分までとする配分」(戦略 1)、流行期の残り日数を加味し「1週間で使用できる検査キットの上限を、(在庫数) ÷ (残りの週) とする配分」(戦略 2)、「事前に全ての受診患者数が分かっただけの配分」(最適配分)を用いました。その結果、研究チームの提案した患者数の予測に基づく配分が、患者数の推定を伴わないシンプルな配分(戦略 1、2)と比較して、「最適配分との誤差が小さい」、「在庫がゼロになる事態を避け、シーズン終了時に余り過ぎることもない」という二つの点で有効であることを示しました。

<今後の展開>

SIR モデルは、「患者が現れ始め、患者数が増加し、シーズンのピークを迎え、やがて減少する」というサイクルが一回だけ訪れるとする単純なモデルです。例年生じているインフルエンザの流行では、実際に、そのような一度の山だけの発生であることがほとんどです。しかし、新型コロナウイルス感染症の流行において生じているように、ウイルスの種類によっては、第2波、第3波と複数のピークが訪れる場合があります、そのような感染症に SIR モデルを適用することはできません。今後、新型コロナウイルス感染症への対応に応用していくには、この患者受診モデルの修正や検査の実施に求められる各種の現実的な状況に対応していくことが必要となります。



図：シーズンが進むにつれて患者数推定の精度が向上していくようす

(曲線は予測値・赤丸は実際の患者数)

<発表雑誌>

掲載誌： Scientific Reports

タイトル： Strategies for the efficient use of diagnostic resource under constraints: a model-based study on overflow of patients and insufficient diagnostic kits

著者：土田直司、中村文彦、松田一徳、才川隆文、奥村貴史

URL：<https://www.nature.com/articles/s41598-020-77468-2>

DOI：<https://doi.org/10.1038/s41598-020-77468-2>

受理原稿公開日：2020年11月27日（オンライン公開）

お問い合わせ先

（研究内容について）

北見工業大学 工学部 特任助教 中村文彦

E-mail: nfumihiko@mail.kitami-it.ac.jp

（報道について）

北見工業大学 総務課広報担当

TEL:0157-26-9116 E-mail: soumu05@desk.kitami-it.ac.jp