

令和3年11月4日

報道機関 各位

東北大学大学院理学研究科

経済的影響を最小化する感染制御プロセスを理論で説明

新型コロナウイルス感染症対策の経済負担を軽減

【発表のポイント】

- 経済的影響を減らす感染抑制対策の条件を一般性のある理論で説明した。
- 感染者数増加後に緊急事態宣言等の対応をすることは、適切な社会的介入によって感染者数を常に一定に保つより、医療負担や感染者が被る損失だけでなく、経済的負担も大きくなる。
- 経済的負担が大きい「緊急事態宣言の発出と解除の繰り返し」に代わる、最新の科学的知見を踏まえた持続性ある対策が日本では必要であろう。

【概要】

旧来の感染症対策の研究では主にシミュレーションの手法を用いているため、国や地域の経済状況や感染状況に依存したものとなり、一般性のある結論は導かれてこなかった。東北大学大学院理学研究科の本堂毅准教授は、経済学の費用便益分析^(注1)と理論疫学の感染モデルの一般的仮定だけを用い、理論物理学の一般的手法により、経済的影響を最小とする感染症対策の普遍的条件を明らかにした。本研究で得られた一般的知見を日本の現状に当てはめるならば、経済コストの大きい時短や行動変容などのマクロ対策よりも、ウイルスの拡散・吸入を直接的に防ぐ効果が明らかでかつコストも小さい不織布マスクの適切な装着や、十分な常時換気の徹底など、ミクロな感染抑制策を優先させることの重要性が示唆される。

新型コロナウイルスに限らず、今後の感染症流行時に感染抑止を迅速かつ適切に行うための指針となることが期待される。

本成果は2021年10月18日に *Journal of the Physical Society of Japan* でオンライン公開された。

【詳細な説明】

新型コロナウイルスのような大規模な感染症は社会全体での対策を要するため大きな経済的コストが発生する。厳密なロックダウンを行えば感染者数の抑制は確実にできるが、深刻な経済的影響も同時に生ずるため、経済的悪影響を最小化する感染抑制策の採用が重要である。これは、医学、数理科学、経済学などの多様な領域の高度な学際的知識が必要とされるため、世界的にもこれまで、普遍性の高い知見は得られてこなかった。

この問題にいち早く取り組んできたのは数理経済学である。昨年春以降、数値シミュレーションを用いた研究が世界的になされ、様々な知見が得られてきた。代表として挙げられるものにケンブリッジ大学の経済学者である Rowthorn らの研究がある (A cost-benefit analysis of the COVID-19 disease, Oxford Review of Economic Policy, 2020 Aug 29: graa030)。彼らは英国の社会経済条件の下で、第1回目のロックダウン後にどのような感染抑制策を採用することが医療負担や死者発生による損害を含めた社会全体のコストを下げるかを数値シミュレーションで検討した。その結果、感染者数を少ない状態でほぼ一定に保つ、すなわち実効再生産数 (1人の感染者が全感染期間に感染させる人数の平均値) を1前後にする感染対策の採用が、社会的コストを最低にする適切な介入になることを示唆した。

Rowthorn らの結果は、熱力学 (熱からエネルギーを取り出す時に最も効率のよい方法などを明らかにする物理学の理論) で最も効率よいとされている過程を想起させるものであったが、彼らの知見も他の数理経済学研究と同様に、国や地域の経済状況などに依存する仮定の下でのシミュレーションにより導かれたものであるため、その知見の一般性・普遍性は明らかではなく、日本の状況に適用出来るかも明らかではなかった。

本研究では、国や地域、特定の感染状況に依存しない普遍性の高い前提 (経済学の費用便益分析、理論疫学の感染症数理モデル^(注2)の基礎) だけを採用し、理論物理学の手法を用いることで、世界初の厳密な解析を行った。その結果、特定の仮定に依存しないだけでなく、将来現れる可能性のある新たな感染症にも適用できる、以下の普遍的知見を得た。

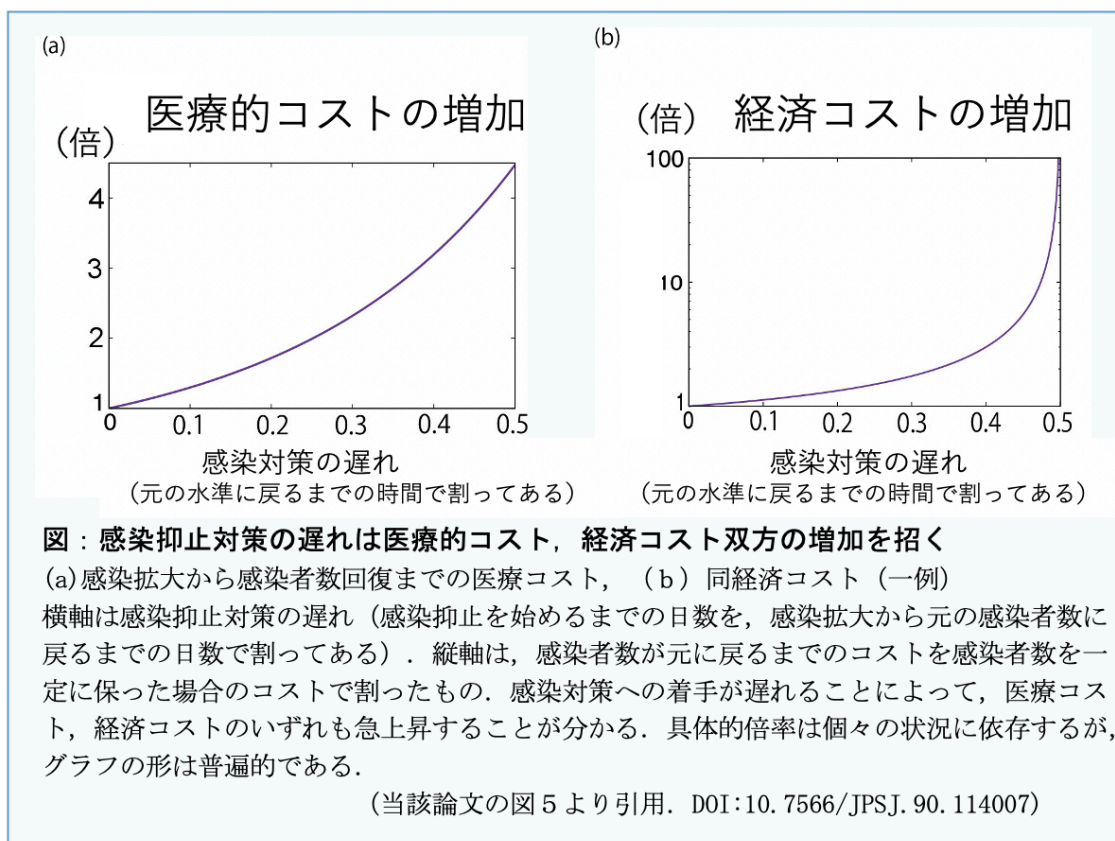
- ① 感染者数が一度増えた後に緊急事態宣言等により感染者数を元に戻すことは、適切な社会的介入によって感染者数を常に一定に保つより、医療負担や感染者が被る損失だけでなく、経済的負担も大きくなる (経済的不可逆性)
- ② したがって、感染者数が増えている状況で対策を先送りすることは、むしろ社会的損害をトータルで大きくしてしまう

ここで用いた前提は、1) 感染制御に関わる経済コストは、感染制御をより強く行うにつれて増加する、2) そのコスト増加率は、実効再生産数を0に近づけるほど (感染制御をより強くするほど) 大きくなる、3) 感染者数増加による医

療的コストは、感染者数と正の相関がある（感染者数の増加によって減少することがない）、4) 感染者数は指数関数的に変化する、という一般的なもののみである。

1)～3) は、費用便益分析での仮定であり、Rowthorn らの仮定をさらに一般化したものであって特定の状況を前提としない。4) の仮定は理論疫学の知見から、感染症一般に成り立つことが知られている。そのため本研究はシミュレーション研究とは対照的に、特定の地域や国の経済等に依存する前提を一切含まない。これらの点が本研究結果に、シミュレーション研究では得られない高い普遍性をもたらしている。

本研究で得られた一般的知見を日本の現状に当てはめるならば、経済コストの大きい時短や行動変容などのマクロ対策よりも、ウイルスの拡散・吸入を直接的に防ぐ効果が明らかでかつコストも小さい不織布マスクの適切な装着や、十分な常時換気の徹底など、ミクロな感染抑制策を優先させることの重要性が示唆される。



本研究は JSPS 科研費 JP20H00002 の助成を受けたものです。

【論文情報】

雑誌名： *Journal of the Physical Society of Japan*

論文タイトル： Economic Irreversibility in Pandemic Control Processes:

Rigorous Modeling of Delayed Countermeasures and Consequential Cost Increases

著者： Tsuyoshi HONDOU（本堂 毅），東北大学大学院理学研究科

DOI 番号： 10.7566/JPSJ.90.114007

URL： <https://journals.jps.jp/doi/full/10.7566/JPSJ.90.114007>

【用語説明】

（注1） 費用便益分析 (Cost-Benefit Analysis)

公共事業等において、その計画の適切性評価や代案との比較を行うために適用される分析手法。事業に要する費用と、事業から得られる便益について、後者を金額に換算することで比較を行う。便益を金額に換算する部分で、価値観の多様性等を反映した便益額のばらつきが一般に生ずるが、本研究では、そのようなばらつきに依存しない結果を得ている。

（注2） 感染症数理モデル

新型コロナウイルスのような感染症で、その感染者数の増減を予測・説明するために編み出された数理的モデルで、シミュレーション研究の基礎でもある。未感染者 (Susceptible persons)、感染者 (Infected persons)、回復者 (Recovered persons) という3種類それぞれの人口変化を解析する SIR モデルが典型であるが、接触してから感染するまでの時間遅れの効果を入れたもの、回復者が一定時間を経過した後に（免疫を失って）未感染者と同じ状態に戻り再感染が起こりうるものなど、様々なバリエーションがある。いずれも感染拡大期において感染者数が指数関数的に変化する性質は共通である。本研究では、感染者数が指数関数的に変化するという、感染症数理モデルに共通の性質だけを用いることで普遍性ある結果を導いている。

【問い合わせ先】

<研究に関すること>

東北大学大学院理学研究科

准教授 本堂 毅 (ほんどう つよし)

E-mail: hondou@mail.sci.tohoku.ac.jp

<報道に関すること>

東北大学大学院理学研究科

広報・アウトリーチ支援室

電話： 022-795-6708

E-mail: sci-pr@mail.sci.tohoku.ac.jp