

「接触8割削減」モデル での新規感染者数予測の 検証

東京大学 岩本康志

2024年9月11日

2024年度数理生物学会年会

自己紹介

- 大学、大学院で経済学を学び、その後ずっと経済学者です。
- ずっと大学にいますが、たまに出向しています。
 - 大蔵省財政金融研究所主任研究官（1994-1996）、国立国会図書館専門調査員（2018-2020）
- たまに偉そうに見える仕事もしています。
 - 日本学術会議会員（2011-2017）、医療経済学会会長（2020-2022）、等
- 東京大学では公共政策大学院と大学院経済学研究科で、教育を担当しています。
 - 研究室は経済学研究科にあります。
- 専門は公共経済学、マクロ経済学と言っています。
- 主に財政と社会保障を研究しています。
 - だけと、エルデシュ数3です。
- COVID-19発生後に感染症対策の政策評価の研究をしています。
 - Welfare Economics of Managing an Epidemic: An Exposition (Japanese Economic Review 2021)
 - 新型コロナウイルス感染症と経済学」（『医療経済研究』2022）
 - その他

報告要旨

- 2020年春の緊急事態措置である「接触8割削減」は、感染症数理モデルの分析結果が根拠となった。しかし、新規感染者と感染者が取り違えられていた。
 - 変数が取り違えられたため、分析の内的妥当性を欠いていることになる。
- このため、対策の選択に影響が及ぶものとなった。
 - 1か月以内に1日当たり新規感染者を100人以下に抑制することが確認できることを目標とされた。
 - 8割削減では可能で、7割削減では無理と説明されたが、変数の取り違えを修正すると、7割削減でも可能であった。別の含意が導かれている以上、助言は科学的に正しいものとはいえなかった。
 - その他、説明において不適切な操作がおこなわれていて、いずれも専門家の主張した8割削減を有利にする方向に働いた。
- 政策過程の研究では、感染症専門家が提供した分析結果を無批判に受容して、当時の政策過程を研究することは、事実誤認から出発するため、危ういものとなる。

第1回緊急事態宣言発出までの経緯

2020年4月7日（火）

- **10時～ 新型インフルエンザ等対策有識者会議基本的対処方針等諮問委員会**
 - 「新型コロナウイルス感染症対策の基本的対処方針」（案）を諮問。
 - 尾身茂会長が資料を提出し、「最低7割、極力8割程度の接触機会の低減」を提案する。
- **17時30分～ 新型コロナウイルス感染症対策本部**
 - 「基本的対処方針」決定。
- **17時50分～ 臨時閣議**
 - 「新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言の報告について」決定。
- **19時～ 安倍首相記者会見**

基本的対処方針（2020年4月7日変更）

令和2年4月7日の緊急事態宣言は、政府や地方公共団体、医療関係者、専門家、事業者を含む国民が一丸となつて、これまでの施策をさらに加速させることを目的として行うものである。接触機会の低減に徹底的に取り組めば、事態を収束に向かわせることが可能であり、以下**の対策を進めることにより、最低7割、極力8割程度の接触機会の低減を目指す。**一方で、国民の自由と権利に制限が加えられるときであっても、法第5条の規定を踏まえ、その制限は必要最小限のものでなければならないことから、特定都道府県（緊急事態宣言の対象区域に属する都道府県）は、まん延の防止に関する措置として、まずは法第45条第1項に基づく外出の自粛等について協力の要請を行うものとする。

（強調部分は、諮問委員会に諮問された案にはなく、最終的に追加された）

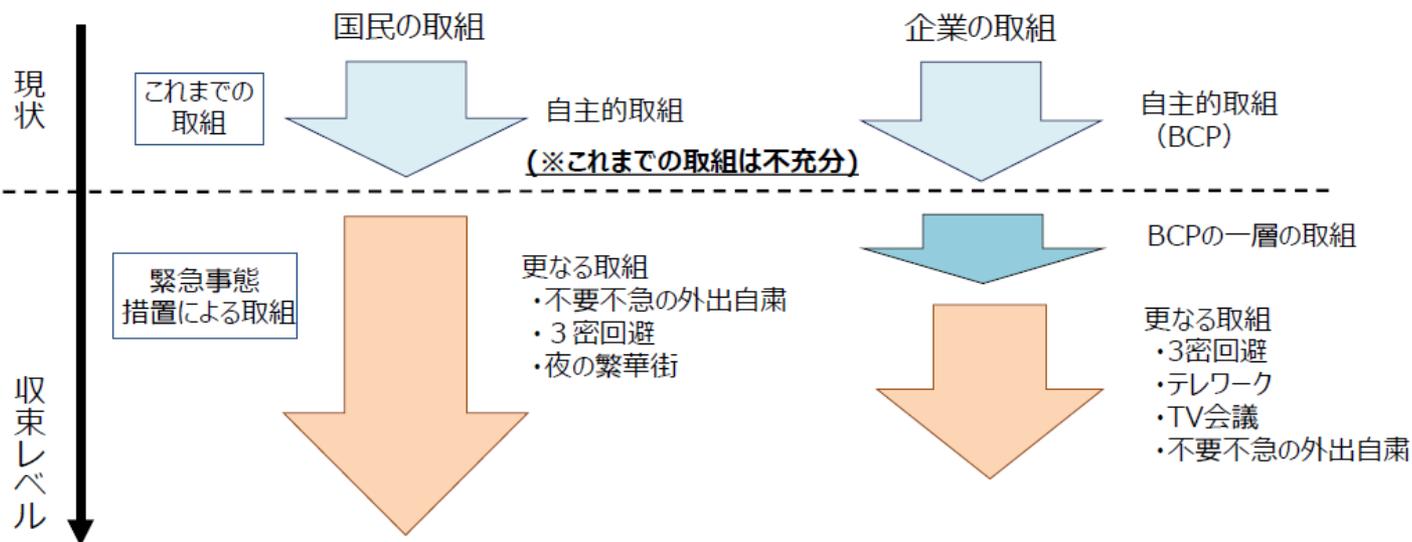
「接触8割削減」の提案

コロナ対策の効果

(尾身会長 提出資料)

資料5

- 国民・企業が一丸となって接触機会の低減に徹底的に取り組めば、事態を収束に向かわせることが可能



※国民生活・経済の安定確保に不可欠な事業者は別途対応

【国民】

3つの密・夜の繁华街の徹底回避、外出自粛の徹底

【企業】

BCPの一層の取組、テレワーク・TV会議の活用等

最低7割、極力8割程度の
接触機会の低減

(出所) 新型インフルエンザ等対策有識者会議基本的対処方針等諮問委員会 (2020年4月7日)、資料5

接触削減割合：8割か7割か

「**専門家の試算**では、私たち全員が努力を重ね、人と人との接触機会を**最低7割、極力8割**削減することができれば、2週間後には感染者の増加をピークアウトさせ、減少に転じさせることができます。そうすれば、爆発的な感染者の増加を回避できるだけでなく、**クラスター対策**による**封じ込め**の可能性も出てくると考えます。その効果を見極める期間も含め、ゴールデンウィークが終わる5月6日までの**1か月**に限定して、7割から8割削減を目指し、外出自粛をお願いいたします。」（安倍首相 記者会見、4月7日）

- 「**専門家の試算**」8割削減では可能だが7割削減では無理。
 - 接触削減に関しては、8割削減としたい専門家と7割削減としたい政府側との意見の相違があった。

接触削減割合選択の問題設定

1か月の緊急事態期間内に、1日当たり新規感染者を500人から積極的疫学調査が可能となる100人以下に抑制することが確認できるための接触削減割合を選択する。

- アウトカム目標（新規感染者）の設定に科学的根拠を与えようとしたことは評価される。
 - アウトカム目標は、政策評価制度の目標管理型評価での重要な指標。
 - ところが、様々な政策分野でアウトカム目標の水準に根拠がないことが多い（岩本2020）。

数理モデルの活用の画期的事例と評価

「「感染症の数理モデル」が、日本において初めて感染症の流行中にリアルタイムで参照され「科学的根拠に基づいた政策決定」（Evidence-based policymaking）が実現する道筋が見えた瞬間でもあった」（西浦・川端(2020)での川端裕人氏の記述、289頁）

「これまでの感染症対策の歴史に鑑みて、今般の新型コロナウイルス感染症への対応における数理モデルの政策形成への活用が画期的な取組であったことは間違いない。」（松尾・菊地・佐藤2021、165頁）

「感染症の将来予測や感染メカニズムの解明に役立つ数理モデルの利点を活かした対策の実現に向けて、共創的な政策形成のプロセスが展開した。」（同頁）

接触8割削減のシミュレーション

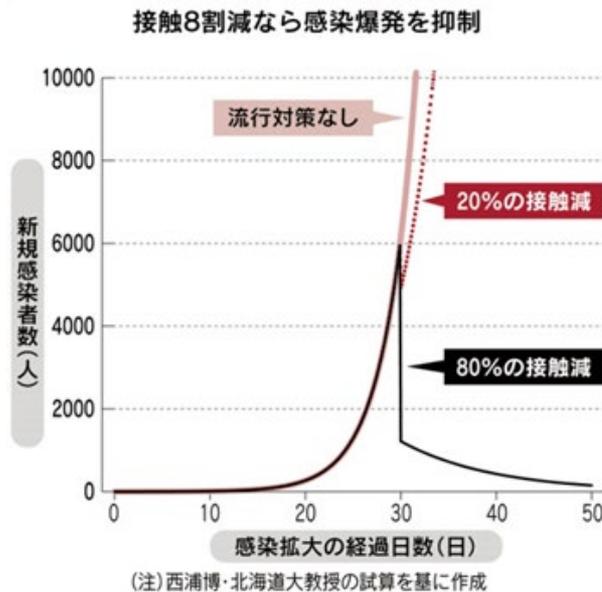
西浦教授の試算で、接触8割削減時の新規感染者の下落の姿がまったく異なる。

(左) 垂直降下

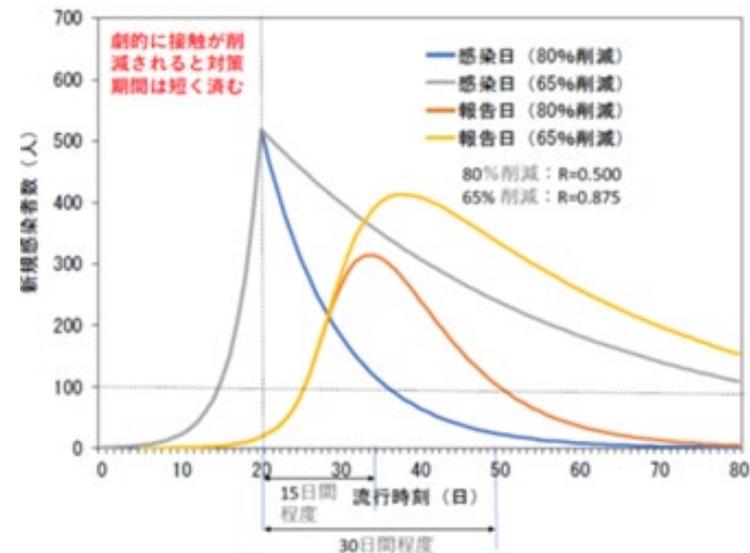
(右) 徐々に降下

4月3日 日本経済新聞、NHK報道

4月22日 専門家会議



(出所)「欧米に近い外出制限を」 西浦博教授が感染者試算: 日本経済新聞 (2020年4月3日)



(出所)「新型コロナウイルス感染症対策の状況分析・提言」(新型コロナウイルス感染症対策専門家会議、2020年4月22日)

(注) 安倍首相の国会答弁(4月29日)の根拠となる。

Citizen science

- 左図（垂直降下）が正しい。
- 右図に示されたのは新規感染者（フロー）ではなく、感染者（ストック）であることが、匿名の市民による再現作業で指摘された。
 - 西浦博教授はパラメータとSIRモデルの骨格のコードを5月27日に公開したが、グラフを描くコードは公開されていない。
- 煙人計画氏（2020年5月2日）
 - <https://dromozoa.github.io/covid-19/tokyo.html>
 - 「1999年の東京ナロードニキ大学（註1）の卒論発表会で、このようなポンチ絵をプレゼンテーションしたら、舟をこいでいた学科長がクワッと眼を見ひらき、「どうして点線が傾いているのですか？」と即座に落第を言いわたされたらう。」
- sarkov28氏（2020年9月8日）
 - <https://sarkov28.hatenablog.com/entry/2020/09/28/171523>
 - 再現したコードを公開。
- 追加の再現作業は、岩本(2023a、2023b)、仲田・芳賀沼・塚原(2023)でされた。
 - この問題が政策過程でどの程度、重要なのかの評価をおこなった。
 - 岩本は、垂直降下しない理由を接触削減割合を徐々に大きくする設定ではないかと想像して、とくに問題視していなかった（経済学では「部分調整モデル」として知られている設定）。2022年にsarkov28氏の指摘に気づく。

「正しくない」科学的助言の影響（1）

- 政策過程の影響についての含意（主に岩本2023aから）
 1. 科学的にどのような意味で「正しくない」のか
 - モデルが整合的でない。
 - 現実を説明できていない近似誤差は別の問題であり、ここでは問わない。→社会実装での側面について岩本(2024b)で議論。
 2. 対策の根拠に深刻な影響を与えるものか
 - 焦点となる変数を取り違えているので、根拠とはなり得ない。

代替案の説明の仕方にも問題がある

- 接触削減割合の選択肢が4つ提示される。
 - 8割削減
 - 7割削減
 - 6.5割削減
 - 段階的に8割削減（4割→6割→8割）
- 感染者数を新規感染者数として説明している。
- この段階で、すでに科学的助言として意味をなさないが、その他にも首相の発言を誤らせる問題がある。
 - 4月7日の記者会見
 - 4月29日の国会答弁

代替案の説明の仕方にも問題がある

- 4月9日の「東京動画」（東京都公式動画チャンネル）での西浦教授の説明

「**8割**ぐらい接触が削減できると、感染の数が概ね**2週間**でだいたい減るのですが、**7割だとそれが1ヶ月以上**かかってしまいますので、そこにさらに観察のタイムラグがつきますから、**8割だったら1ヶ月**でだいたい物事が終わるのに対して、**7割だと、もう2ヶ月**程度かかってしまうということで、大きく異なる結果になってしまいます。」（強調は引用者）

- モデルで表現される感染日と、行政が数値を発表する報告日の違いが生じる。
- 東京都は動画を現在、非公開としており、kyo_twit氏が情報公開請求で入手した。

代替案の説明の仕方にも問題がある

- 4月10日の『Buzzfeed』のインタビューでの西浦教授の説明

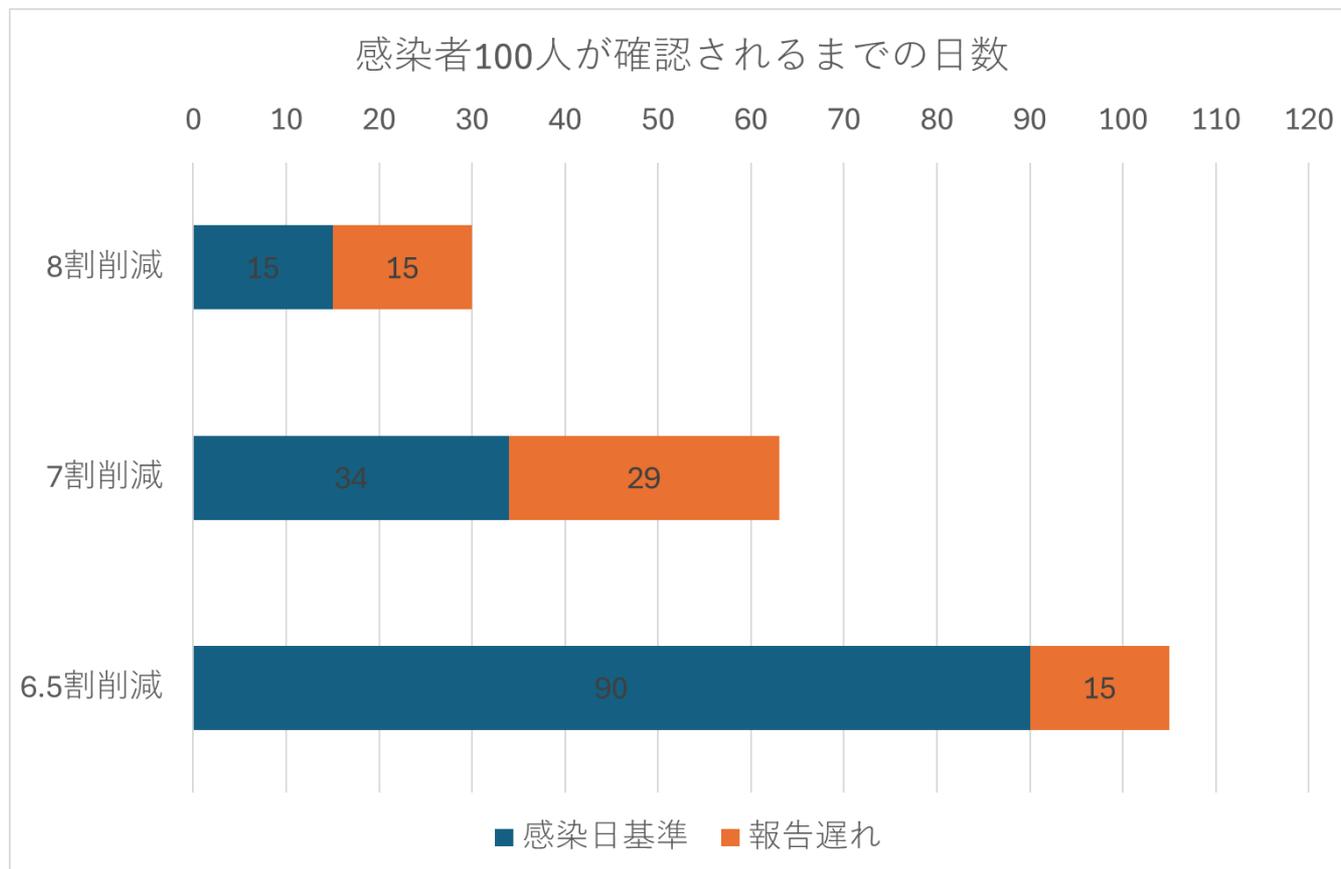
「ただ、科学の立場にたつ自分からは、**8割でないとしたら**、7割でも二次感染は減少するかもしれないが、達成まではすごく時間がかかりますと伝えました。

80%だったら診断されていない人も含めて感染者が100人まで戻るまでは**15日間**、それに感染から発病、診断など目に見えるまでの時間が15日加わり、**1か月間**だという話をしました。

それが、もし**65パーセント**だったら、感染者の数が減るまでに**90日**かかります。90日プラス15で**105日**かかるんです。あまりにも長くかかる。

このかかる期間と不便を天秤にかけると、痛みを伴うような接触の削減をした方が短期で済みますということは厚労大臣はもとより、安倍首相へのレクチャーでも出してもらったのです。」（強調は引用者）

7割削減だけ報告遅れが長い



(西浦教授の説明の抜粋)

- 8割削減できると概ね2週間。7割だと1ヶ月以上。
- 観察のタイムラグがつきますから、8割だったら1ヶ月、7割だと2ヶ月程度。
- 65パーセントだったら90日。90日プラス15で105日。

首相の国会答弁に誤った結果が引用される

「また、8割の低減に満たなかった場合については、4月22日の専門家会議の提言において、1日当たりの新規感染者数が500から100までに減少する時間について、**接触削減が80%であれば15日間要するところ、65%であれば90日以上を要する**ということが示されているところでございます。」（参議院予算委員会、4月29日）

「接触8割削減」の代替案での目標達成の期日

(正) 「7割なら8日かかる」 「6.5割なら22日かかる」

→ (新規感染者と感染者の取り違え) 「7割なら**32日**かかる」

→ (65%に変更する) 「**6.5割**なら**64日**かかる」

→ (100人の線を傾ける) 「6.5割なら**70日弱**かかる」

→ (グラフと違う説明をする) 「6.5割なら**70日以上**かかる」

→ (接触削減開始前の20日を足す) 「6.5割なら**90日以上**かかる」

「正しくない」科学的助言の影響（2）

3. 対策の選択に影響を与えるのか

- 目標達成が確認できる時期の差は対策の選択に重要な情報である。90日と8日は非常に大きな差。正しい取り扱いをすると、代替案でも選択の条件を満たす。

4. 助言に基づいた対策は否定されるのか

- ここでは判断しない。今後の研究課題である。
- 経済学では、対策の経済的費用（接触削減が所得を低下させる）を考慮に入れて、動学的最適化問題を解いて、最適な対策の強度を求めようとする。

対策の選択に影響を与えるのか

「西村にとって、この話し合いで一番に印象に残っているのは、5日午前に西浦から示された、人と人との接触の「8割削減」であったと話す。

「8割の接触削減をするのは世の中にとって相当厳しいんじゃないか」と西村は思った。「しかもどうやって削減するのか個々人にはわかりにくい面もある。ただし**7割削減では感染が収まるまでにもっと長い時間がかかるという話を聞きました**。その後すぐに安倍総理と相談して、『**専門家はこう言っているが、どうしましょうか**』と話し合いました」（河合、2021、125頁）

「今回は数理モデルが重要なツールとなり、そこは西浦さんの貢献が大きかった。それが**なかったら『なるべく外出を控えてください』としか言えないところを、具体的な数字を出せた**ところで目標が見えやすくなった」（発言者は尾身茂氏。河合、2021、126頁）

行動SIRモデルでの最適化問題の設定

(経済学での感染症対策の基本的分析のご紹介。詳細は lwamoto 2021)

- SIRDモデルでの伝播率を経済活動の関数とすることで、感染症対策の費用（所得の低下）を考慮する。

$$\dot{I}(t) = \beta(1 - y(t))S(t)I(t) - \gamma I(t)$$

$$\dot{R}(t) = \gamma I(t)$$

$$S(t) + I(t) + R(t) = 1$$

$$\dot{N}(t) = -\phi(I(t))\gamma I(t)$$

- y : 所得の低下率、 ϕ : 致死率
- 所得の低下と、死亡者の統計的生命価値を損失とする。SIRDモデルの動学の制約のもとで、損失を最小化する。

$$\min_{y(t)} \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left[N(t)y(t)\bar{Y} + (-\dot{N}(t))\text{VSL} \right] dt$$

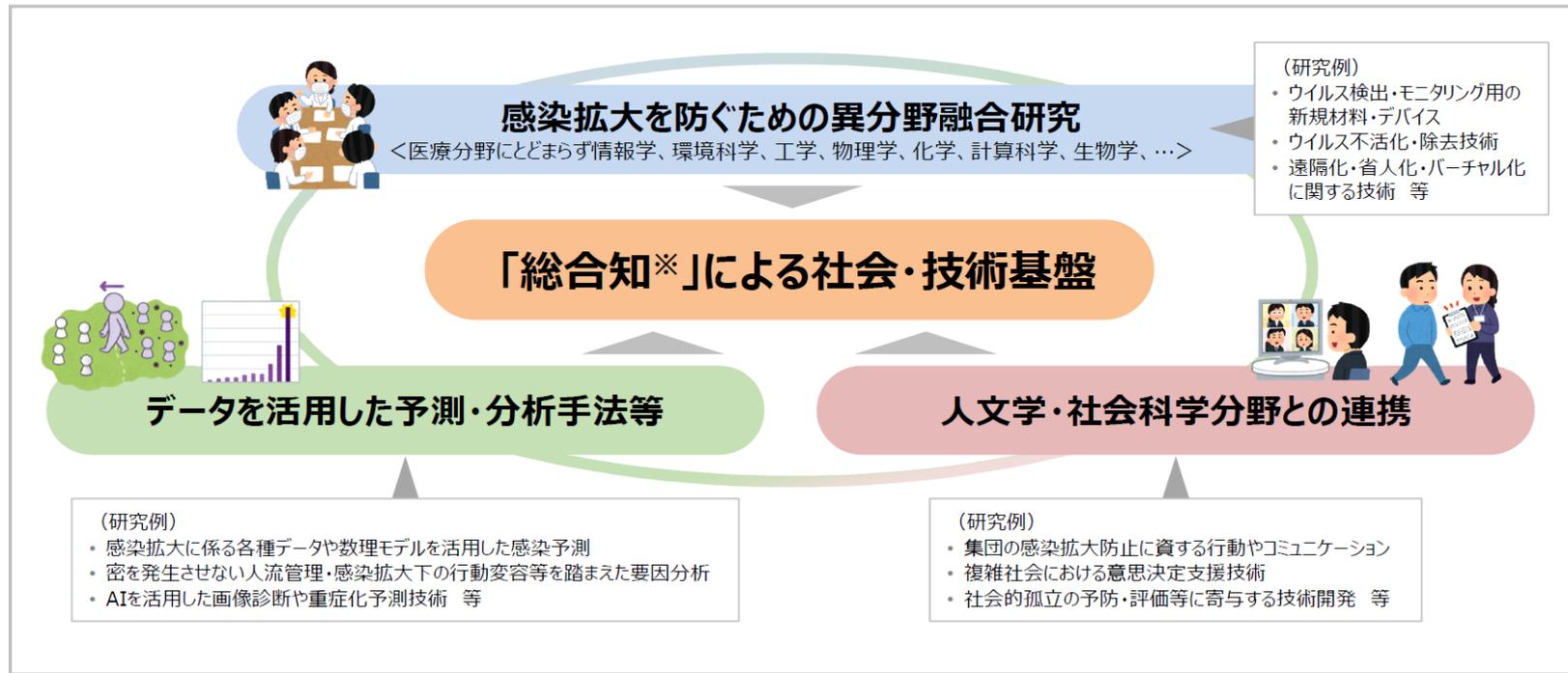
- ρ : 割引率、 \bar{Y} : 潜在GDP、VSL: 統計的生命価値

まとめ：数理モデルの貢献と課題

- 感染症数理モデルが重要な政策決定に影響力をもった事例において、残念なことに、分析結果に不適切な操作があった
 - 別に、流行最終規模が過大推計となる問題がある（岩本2024a）。
- そのため、対策に科学的根拠はなかった
 - 西浦教授の分析結果を無批判に受容する政策過程の研究・検証は事実誤認から出発するため、危ういものとなる。
- しかし、数理モデル自体が悪いわけではなく、数理モデル分析による貢献がある
 - 政策課題を合理的に考える助けとなる。
 - 感染症対策の根拠を分野間の垣根を低くした形で示すことができるので、経済的課題、ELSIをもつ特措法措置の合理性を多面的に検討する助けとなる。
- より良い政策決定のために誤りを未然に防ぐにはどうすればよいか、の議論が必要である
 - 政府で専門家の助言を精査する体制を構築するのは、検閲に至る可能性もある。
 - 専門家集団の層が厚くなり、自律的に助言の質保証を図ることが望ましいだろう。

「総合知」で築くポストコロナ社会の技術基盤

異分野融合により、将来のパンデミック等に備え新たな社会の基盤となる技術シーズの創出を目指す



目指すべき社会像

- ・パンデミック等に対して**安全・安心**を担保しつつ、**日常生活や経済社会活動を維持・発展**できる社会
- ・**分野を超えた研究者の協働**が一般化することで「総合知」の創出・活用が進み、**社会課題の解決**が促進される社会

※ 社会的価値を生み出す人文・社会科学の「知」と自然科学の「知」の融合による「総合知」（科学技術・イノベーション基本計画について（答申草案））

参考文献

- 岩本康志(2020)「個別事例分析で抽出された課題」国立国会図書館調査及び立法考査局編『EBPM (証拠に基づく政策形成)の取組と課題』(総合調査報告書)、国立国会図書館、73-84頁。
<https://doi.org/10.11501/11460683>
- Yasushi Iwamoto (2021), “Welfare Economics of Managing an Epidemic: An Exposition,” Japanese Economic Review, Vol. 72, Issue 4, September, pp. 537–579. <https://doi.org/10.1007/s42973-021-00096-6>
- 岩本康志(2023a)「『接触8割削減』の科学的根拠」CIRJE Discussion Paper CIRJE-J-306。
<https://www.cirje.e.u-tokyo.ac.jp/research/dp/2023/2023cj306.pdf>
- 岩本康志(2023b)「『接触8割削減』の科学的根拠の再現」CIRJE Discussion Paper CIRJE-J-307。
<https://www.cirje.e.u-tokyo.ac.jp/research/dp/2023/2023cj307.pdf>
- 岩本康志(2024a)「なぜ緊急事態措置は想定以上となったのか：数理モデル分析の影響について」。
<https://iwmttyss.com/Docs/2024/NazeKinkyuJitaiSochihaSoteiljotoNattanoka240717.pdf>
- 岩本康志(2024b)「『接触8割削減』の検証可能性」CIRJE Discussion Paper CIRJE-J-310。
<https://www.cirje.e.u-tokyo.ac.jp/research/dp/2024/2024cj310.pdf>
- 河合香織(2021)『分水嶺：ドキュメント コロナ対策専門家会議』岩波書店。
- 松尾敬子・菊地乃依瑠・佐藤靖(2021)「新型コロナウイルス感染症対策における数理モデルを活用した科学的助言」『研究技術計画』36巻2号、pp.155-168。
https://doi.org/10.20801/jsrpim.36.2_155
- 仲田泰祐・芳賀沼和哉・塚原悠貴(2023)「第一波感染シミュレーションの再現性」。
<https://www.bicea.e.u-tokyo.ac.jp/policy-analysis-65/>
- 西浦博・川端裕人(2020)『理論疫学者・西浦博の挑戦 新型コロナからいのちを守れ!』中央公論新社。
- 尾身茂(2023)『1100日の葛藤：新型コロナ・パンデミック、専門家たちの記録』日経BP。