

Why Were the Emergency Measures Tougher Than Expected? On the Influences of Mathematical Model Analysis

Yasushi Iwamoto

Abstract

This paper examines how the analysis based on the mathematical model of infectious diseases influenced the choice of measures in the first emergency declaration in the spring of 2020. Specifically, we investigate the causes and implications of selecting measures that deviated from the ex-ante assumptions established at the enactment of the Act on Special Measures for Pandemic Influenza and New Infectious Diseases

The ex-ante scenario was that strong measures, entailing restrictions on private rights, would last one to two weeks, but this was determined in consideration of legal and social aspects, rather than medical grounds. The duration of the first emergency (one month) exceeded the ex-ante scenario, driven by the anticipation of a surge in severe cases beyond ventilator capacity. However, the model utilized failed to adequately account for real social contact structures, leading to an overestimation of epidemic size, thereby prolonging the duration of measures beyond the initial scenario.

The explanation provided by infectious disease experts, based on the mathematical model, suggested that new infections could be contained within the capacity of contact tracing over a one-month period with an 80% reduction in contact opportunities, but not with a 70% reduction. However, this analysis was scientifically unfounded and improperly manipulated, with errors such as conflating infected and newly infected persons, mislabeling 65% as 70%, tilting the line indicating 100 persons, assuming inequalities, and biasing the addition of days before contact reduction to one side only. All of these manipulations skewed the results in favor of the 80% reduction, which the experts strongly advocated, over the alternative. Correcting these manipulations would demonstrate that even with a 70% reduction, the target could be achieved within the timeframe, rendering the 80% reduction unsupported by scientific evidence. Thus, accepting the analysis provided by infectious disease experts uncritically in studying the policy process of the time is compromised, because it begins with a misconception of the facts.

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

岩本 康志

要 約

本稿は、感染症数理モデルに基づく分析結果が2020年春の第1回緊急事態宣言での対策の選択にどのような影響を与えたのかを検討する。とくに、新型インフルエンザ等対策特別措置法の制定時の事前の想定以上の対策が選択されたことの原因と含意に焦点を当てる。

事前の想定では、私権制限をともなう強い措置の期間は1~2週間程度とされていたが、これは法・社会的な側面とのバランスから設定され、医学的根拠からは導かれていない。重症者数が人工呼吸器の容量を大きく超えるという推定結果が得られたことから、初の緊急事態の期間（1か月）は事前の想定以上となった。しかし、ここで使用されたモデルでは現実の社会的接触構造を十分に考慮できておらず、流行規模が過大推計になることは事前に認識されており、過大推計に基づいて想定以上の対策の期間がとられることになった。

数理モデルを用いた感染症専門家の説明では、1か月の期間内に新規感染者を積極的疫学調査の能力の範囲内に抑制することを確認することは、接触機会の8割削減では可能であるが、7割削減では期間内に確認できないとされた。しかし、この分析では、科学的に正当化できない、不適切な操作（感染者と新規感染者の取り違え、65%を7割と呼ぶ、100人の線が傾く、以下を以上とする、接触削減開始以前の日数を片方だけに加える）がされていた。これらはすべて、専門家が強く主張した8割削減を代替案より有利にする方向に働いていた。こうした操作を修正すると、7割削減でも期間内に目標達成が確認される。こうしたことから、接触8割削減は科学的根拠に基づくものではなかった。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。

政府行動計画を策定する際の根拠となる被害想定については、最新の科学的知見を踏まえ、いたずらに過大なものとするのしないようにすること。

(新型インフルエンザ等対策特別措置法案に対する附帯決議
2012年3月28日 衆議院内閣委員会)¹

(新型インフルエンザ等対策特別措置法案に対する附帯決議
2012年4月24日 参議院内閣委員会)²

1. 序論

本稿は、感染症数理モデルに基づく分析結果が2020年春の第1回緊急事態宣言での対策の選択にどのような影響を与えたのかを検討する。とくに、新型インフルエンザ等対策特別措置法（以下、特措法）の制定時の事前の想定以上の対策が選択されたことの原因と含意に焦点を当てる。これには、2つの理由がある。

第1に、事前の想定と実際の経験との比較によって、数理モデルが何を想定できて、何を想定できていなかったかを明らかにすることができる。この作業を通して、数理モデルの貢献と限界についての示唆が得られる。

第2に、私権制限をとともう措置の運営では事前の想定が重要な意味をもつ。特措法で規定される感染症対策は憲法の保証する私権の制限につながるものであり、感染症対策としての目的を達するための必要最小限のものとすることが定められている³。憲法と調和した一つのあるべき運用は、立法時に国会で限度を説明して、その範囲内で対策を実施することである。緊急事態の発生、期間等の変更、解除について国会に報告することが条文で

* 本稿は、「コロナ危機から視る政策形成過程における専門家のあり方 第1回カンファレンス パンデミック禍におけるEIPMを再考する」(2024年3月4日)のために準備稿を改訂したものである。本稿の作成に当たって、大竹文雄、正箱尚久、待鳥聡史氏より有益なコメントを頂戴した。また、JSPS 科学研究費補助金(基盤研究C) JP21K01522の助成を受けた。ここに記して、感謝の意を表したい。

¹

https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_rchome.nsf/html/rchome/Futai/naikakuB70CD52800C6CE25492579D1001711EC.htm

² https://www.sangiin.go.jp/japanese/gianjoho/ketsugi/180/f063_042401.pdf

³ 「国民の自由と権利が尊重されるべきことに鑑み、新型インフルエンザ等対策を実施する場合において、国民の自由と権利に制限が加えられるときであっても、その制限は当該新型インフルエンザ等対策を実施するため必要最小限のものでなければならない。」(第5条)

規定され、緊急事態宣言の実施状況を国会に報告するよう付帯決議がされている。これらは、国会の抑制が働く仕組みを想定していたと解釈できる。このとき、国会で説明した以上の制限が加わることは問題となる。

本稿では、緊急事態措置の期間と接触削減割合について、以下のことを示す。重症者数が人工呼吸器の容量を大きく超えるという分析が発表されたことから、初の緊急事態の期間（1 か月）は事前の想定以上となった。しかし、ここで使用されたモデルでは現実の社会的接触構造を十分に考慮できていないことから、流行規模が過大推計になることは事前に認識されており、過大推計に基づいて想定以上の対策の期間がとられることになった。

接触機会削減割合の選択の際に示された分析では、科学的に正当でない操作がされていた。分析では、1 か月の期間内に新規感染者を積極的疫学調査の能力の範囲内に抑制することを確認することは、接触機会の 8 割削減では可能であるが、7 割削減では期間内に確認できないこと示されていた。しかし、不適切な操作を修正すると、7 割削減でも期間内に目標達成が確認される。したがって、接触 8 割削減は科学的根拠に基づくものではなかった。

本稿は、2、3、5 節で主に事実関係を明らかにし、4、6 節でその含意を議論する構成となっている。2 節は、特措法制定時の被害想定（流行最終規模、致死率、死亡者数）と緊急事態における特措法第 45 条による個人の行動制限（外出自粛）と事業者の営業制限（施設の使用制限）の期間の想定を説明する。また、期間について立法時にどのような議論がされていたのかを見る。3 節は、COVID-19 の被害想定と実際の特措法による措置の運用を説明し、流行規模の推計が過大であったことを見る。4 節は、COVID-19 での実際の運用では、事前の想定以上の私権制限が実行されたことの含意を検討する。私権を制限する緊急事態を規定する法律は感染症を対象とした特措法だけに限らず、国防、治安、自然災害、原子力災害等の分野に存在するが、COVID-19 の経験がこうした緊急事態法制に与える示唆を検討する。

5 節は、接触 8 割削減という強い措置がとられる根拠となった分析にも多くの不適切な操作があったことを示す。6 節は、不適切な分析が政策選択の根拠となり、国会答弁にまで引用された経験を踏まえて、科学的助言のあり方を検討する。7 節は、本稿の結論と今後の課題をのべる。なお、本稿は 2020 年の事態を中心に記述しており、とくに年号の指定のない日付は 2020 年を指す。

2. 特措法制定時の想定

この節では、特措法制定時での被害と対策の想定を概観する。数理モデルでの感染症の流行を規定する重要な変数は、流行最終規模（EFS、epidemic final size。最終的な累積感染者の人口に占める割合）と致死率（IFR、infection fatality rate。感染者数のうちの死亡者の割合）である。死亡者数は両者の積で求められる。

2.1 被害想定

(1) 流行最終規模

表 1 は、本稿での議論に関係する流行最終規模の想定をまとめたものである。各国が新型インフルエンザ対策で流行シナリオを設定しているが、国際保健機関（WHO）の「Pandemic Influenza Risk Management Guidance」⁴（2017 年、p.50）では、基本再生産数を 1.5 から 2.0 として人口の 25%から 45%が発症する想定を例示している。日本の「新型インフルエンザ等対策政府行動計画」⁵のシナリオは、1993 年の The 7th European Meeting of Influenza and its Prevention での勧告（Aymard et al. 1994）にしたがい、人口の 25%が発症するとしている。

表 1 流行最終規模の想定

	対象	基本再生産数	流行最終規模	同質的 SIR モデルの予測値
(新型インフルエンザ)				
WHO		1.5-2.0	25-40%	58-80%
新型インフルエンザ等対策政府行動計画	日本		25%	
Ferguson et al.	英国	1.7	68%	69%
	米国	1.7	55%	69%
(COVID-19)				
Ferguson et al.	英国、米国	2.4	81%	88%
専門家会議	日本	2.5	80%	89%

(注) 同質的 SIR モデルの予測値は、基本再生産数の設定から筆者が計算。

⁴ <https://apps.who.int/iris/handle/10665/259893>

⁵ 最初の行動計画は 2005 年 11 月 15 日に策定されたが、特措法成立後は同法第 6 条第 1 項に基づくものとなった。

SIR モデルを用いた Ferguson et al. (2006) は、基本再生産数を 1.7 として、流行最終規模を米国で 55%、英国で 68% と推計しており、WHO の想定よりもかなり高くなっている。

(2) 致死率、死亡者数

政府行動計画では、新型インフルエンザの致死率の想定として、0.53% (中等度。1957 年のアジアインフルエンザ相当)、2.0% (重度。1918 年のスペインインフルエンザ相当) の 2 つのシナリオが示されている。死亡者数は中等度で約 17 万人、重度で約 64 万人とされた。これらの数値は、特措法制定以前に策定されていた「新型インフルエンザ行動計画」(2005 年 11 月 14 日)⁶ で設定されていたとともに、現在の政府行動計画 (2017 年 9 月 12 日一部変更)⁷ に引き継がれている。なお、季節性インフルエンザの致死率は、行動計画とともに策定されている「新型インフルエンザ等対策ガイドライン」(2018 年 6 月 21 日一部改定)⁸ で、0.1% 以下とされていた (218 頁)。

2.2 緊急事態措置の期間の想定

(1) 緊急事態措置

緊急事態の期間については、発生当初は 2 年以内、延長する場合は 1 年以内とするように定められている (特措法第 32 条第 2 項、第 4 項)。このときにとられる措置が「緊急事態措置」となる (第 2 条第 3 項⁹)。

緊急事態措置の一部として、特措法第 45 条第 1 項は外出自粛の要請、第 2 項は施設の使用制限を規定している (付録 A に条文を掲載してある)。措置の期間は条文には具体的に規定されていないが、COVID-19 流行開始時の政府の「新型インフルエンザ等対策ガイドライン」(2018 年 6 月 21 日一部改定) では以下のように、おおむね 1~2 週間程度と想定されている。

「新型インフルエンザについては、季節性インフルエンザの潜伏期間が 2~5 日間、発症から治癒までの期間がおおむね 7 日間程度であることを踏まえ、おおむね 1~2 週間程度 (注省略：引用者) の期間となることが想定される。ただし、発生した新型インフルエンザ等の特性及び医療提供能力の状況により、1 週間単位で延長することも想定される。」

⁶ 「『新型インフルエンザ対策行動計画』の概要について」(厚生労働省、2005 年 11 月)

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/kettei/051115gaiyou.pdf>

⁷ https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/keikaku/pdf/h29_koudou.pdf

⁸ https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/keikaku/pdf/h300621gl_guideline.pdf

⁹ 本稿での特措法の条文の引用は、成立時のものによる。その後の改正で内容の変化、条項の番号の移動等が生じている。

なお、COVID-19 では、第 45 条措置を実施する期間が緊急事態の期間であるような運用がおこなわれた。期間に関しては緊急事態と第 45 条措置が同一視されていることから、以下では、第 45 条措置を便宜的に緊急事態措置と呼ぶことにする。

(2) 第 180 回国会 (2012 年 3 月 28 日)

この 1～2 週間の具体的な期間は、特措法が成立された 2012 年の第 180 回国会での議論に現れている。3 月 28 日の衆議院内閣委員会で、塩川鉄也委員からの

「使用制限ですとか停止などの要請を行うわけですが、その際にどのくらいの期間、使用制限とかあるいは停止を求めるかということについては法文上に特段の限定がないと思うんですが、この点についてお尋ねします。」¹⁰

との質問に対し、中川正春内閣府特命担当大臣は、

「法文上には指定はしていません。ただ、想定しているのは、発生初期などおおむね 1、2 週間程度を目安に講ずることが主に想定をされているということでもあります。」¹¹

と、政府参考人 (内閣官房内閣審議官) は、

「感染を防止するための協力要請でございますが、この法案の条文におきましては、具体的な期間は定めておりません。しかしながら、新型インフルエンザ等の潜伏期間及び治癒までの期間並びに発生の状況を考慮して都道府県知事が定める期間、これは、先ほど 1、2 週間程度と申し上げましたのは、そうした潜伏期間とか治癒までの期間を考慮するというふうに法律上規定しているため、そのようにお答えしたものでございます。」¹²

と答弁している。

想定されているのは短期間であり、営業制限に対する補償は特措法では講じられていなかった。

(3) 新型インフルエンザ等対策有識者会議 (2012 年 10 月 16 日)

新型インフルエンザ等対策有識者会議は、特措法と同時に 2013 年 4 月 13 日から施行される「新型インフルエンザ等対策特別措置法施行令」(以下、「特措法施行令」)の内容を

¹⁰ <https://kokkai.ndl.go.jp/txt/118004889X00620120328/16>

¹¹ <https://kokkai.ndl.go.jp/txt/118004889X00620120328/17>

¹² <https://kokkai.ndl.go.jp/txt/118004889X00620120328/21>

審議するため、2012年8月7日から翌年1月29日まで7回の審議を重ねた。有識者会議がまとめた「中間とりまとめ」（2013年2月27日）では、前出の「新型インフルエンザ等対策ガイドライン」と同内容の記述が見られる¹³。

緊急事態措置の期間の根拠について、2012年10月16日に開催された第3回有識者会議において、田代真人部会長代理と政府側で、以下のような質疑応答があった。

○田代会長代理 それでは、その1、2週間という根拠をもう一回説明してください。

○杉本参事官 これにつきましては、条文にありますとおり、潜伏期間及び治癒までの期間ということで、ここは新型インフルエンザ等感染症というものを念頭に置いて、今、1、2週間と言っておりますけれども、新型インフルエンザ等感染症、インフルエンザであろうという観点からすればですね。

○田代会長代理 ちょっといいですか。それは患者の話ですね。

○杉本参事官 はい。

○田代会長代理 そうではなくて、それ以外の一般住民について、1、2週間の外出制限をするということの根拠をお願いします。

○杉本参事官 ここは申し上げておりますとおり、感染症法の入院措置ですとか、そういったところに集中的にあらわれる患者対策といったものとは違いまして、そういった個別の患者対策、閉じ込めておくということではもうできなくなってしまうという状態が結構早い段階で来るのだろう。そういうときに、できるだけ感染者を全体としてふやさないというために、この45条というものを置いておる。

趣旨はそういうものでございますので、そういったところから、必要最小限のものは何であろうかというところで、これは公衆衛生的に言えば何か月もやったほうが良いということかもしれませんが、法・社会的な側面から見ればそんなに長々とやるわけにはまいらぬだろう、こういうバランスの上にこの条文というのはつくってございます。¹⁴

（強調は引用者）

この応答は、国会での説明の妥当性を問うものとなっている。特措法の条文では「新型インフルエンザ等の潜伏期間及び治癒までの期間」という医学的根拠に基づくように見えるが、一般市民への制限なのに、なぜ患者に関係する数値が根拠になるのかが、質問の趣旨であった。これに対して、政府側は医学的根拠による回答はできず、（上記引用部の前の何度かのやり取りを得て）最後には、「法・社会的な側面とのバランス」という説明となり、医学的根拠から導かれていないことが明かされた。

¹³ 新型インフルエンザ等対策研究会編集『逐条解説 新型インフルエンザ等感染症対策特別措置法』中央法規、495頁。

¹⁴ <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/yusikisyakaigi/dai3/gijiroku3.pdf>

3 緊急事態の期間

3.1 COVID-19 の被害想定

表 1 には、COVID-19 の流行最終規模も示している。数理モデルでは新型インフルエンザと COVID-19 の感染症としての性質の違いの多くは捨象され、流行最終規模には基本再生産数のみが影響を与える。そこで、本稿では基本再生産数の設定を示しながら、流行最終規模を並列する。Ferguson et al. (2006) のモデルの延長線上にある Ferguson et al. (2020) は、基本再生産数 2.4 として、米国と英国で 81% が感染すると推計した。日本では、専門家会議による「新型コロナウイルス感染症対策の状況分析・提言（3月19日）」¹⁵で、基本再生産数 2.5 として、79.9% が感染するとの推定結果を発表している。政府行動計画での 25% よりもはるかに大きな数値となっている。

西浦博教授は 4 月 15 日の記者会見で、死亡者数が 41.8 万人になると発表した。この推計は専門家会議の 3 月 19 日資料と同じモデルに基づくことが、岩本(2023b)で推論されている。死亡者数が記者会見で発表されたことで大きな反響を呼んだが、事前の想定と比較すると、重度と中等度の中間にあるので、特措法での最悪の想定には及ばないと解釈することができる。また、致死率は 0.41% となり¹⁶、中等度よりも低くなる。

3.2 実際の運用

最初の緊急事態措置は当初は 4 月 7 日から 5 月 6 日までの 1 か月とされたが、その後 5 月 31 日まで延長され、実際にはそれより早く 25 日までに全都道府県で緊急事態は解除された。想定は 1~2 週間程度から当初 1 か月となった理由について、岩本・齋藤・大竹(2024、20 頁)で、3 月 19 日に専門家会議資料で発表された感染症数理モデルによる分析結果が影響を与えたことが指摘されている。致死率は事前想定の中程度を下回り、死亡者数は高位と中程度の間にあるので、事前の想定以上の対策がとられた原因は致死率と死亡者数の想定には求められない。事前の対策以上の根拠となったのは、重症者数が人工呼吸器の容量を大きく超えるという推定結果であった。

流行最終規模が想定以上となった理由は、基本再生産数が 2.5 と大きくなったこと他に、基本再生産数が同じでも政府行動計画よりも流行規模が大きいことがある。専門家会議資料では基本再生産数を 1.5 とした場合の流行最終規模は報告されていないが、推計結果を再現した岩本(2023b)のモデルを用いて本稿で計算すると、51.7% となる（付録 B で計算したモデルを解説している）。表 2 には、基本再生産数 1.5 と 2.5 の場合の流行最終規模を示している。基本再生産数が 1.5 から 2.5 になったことで 28.2 ポイント上昇しているが、

¹⁵ <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000610566.pdf>

¹⁶ 報道された重篤患者数 853,367 人に重篤患者の 49% が死亡するとして死亡者数を計算し、再現したモデルが計算された流行最終規模 101,836,169 人で除して計算した。

基本再生産数 1.5 のもとで政府行動計画よりも 26.7 ポイント大きく推計していることになる。表 1 に示された Ferguson et al. (2006、2020) による推計も同様の構造をもつ¹⁷。

表 2 基本再生産数が 1.5 と 2.5 のときの流行最終規模と集団免疫閾値

	基本再生産数			
	1.5		2.5	
	流行最終規模	集団免疫閾値	流行最終規模	集団免疫閾値
政府行動計画	25%	—	—	—
ネットワークモデル	—	—	—	(13%、26%)
専門家会議	(52%)	(24%)	80%	(33%)
同質的 SIR モデル	58%	33%	89%	60%

注) 専門家会議の括弧内の数値は、岩本(2023b)のモデルを用いた筆者による推計。ネットワークモデルの括弧内の数値は、基本再生産数が 2.5 に近い推計例を示す。2.5 ではないので、比較には注意を要する。13%は、Aguas et al. (2020)のポルトガルでの推計（基本再生産数は 2.7）。26%は、Gomes et al. (2022)によるイングランドでの推計（基本再生産数は 2/8）。

感染症の流行を記述するモデルでは個人は同質で接触が均質におこなわれると仮定するのが出発点となるが、このとき流行最終規模は大きな値をとる。表 2 には、このような同質的な接触構造を仮定した SIR モデルの流行最終規模を示しており、基本再生産数が 1.5 のとき 58%、2.5 のとき 89%となる。しかし、現実の接触構造は、感受性と感染性が個人によって異なり、個人間の接触も均質ではない。このような場合、同質的な接触構造と比較して、流行最終規模は小さくなる。したがって、接触が密接な小集団ではなく一国全体に流行が及ぶような感染症では、同質的 SIR モデルによる推計は過大となる。WHO と日本の政府行動計画での想定は、過去の流行の経験を踏まえ、同質的 SIR モデルの半分以下の流行規模としている。専門家会議での推計では小児、成年、高齢者の年齢階層で感受性が異なるという接触構造をモデルに導入しているが、上述した通り、基本再生産数をそろ

¹⁷ Ferguson et al. (2020)による COVID-19 での推計は専門家会議での推計と数値的に似ており、原型となった Ferguson et al. (2006)による新型インフルエンザでの推計（米国）も、本稿で推計した基本再生産数 1.5 の場合に似ている。Ferguson et al. (2006)による米国の新型インフルエンザでは、同質的 SIR モデルと比較して 14 ポイント低くなる。英国ではそのような接触構造が取り入れられておらず、差はほとんどない（表 1 に各モデルで設定した基本再生産数のときの同質的 SIR モデルの流行最終規模を示している）。COVID-19 での Ferguson et al. (2020)と専門家会議資料では、同質的 SIR モデルと比較して 7~9 ポイント低くなっている。

えたときの流行最終規模は同質的 SIR モデルよりは小さいが、政府行動計画よりは大きくなっている。このことから、現実的な流行規模を導き出す接触構造がモデル化されていないと言える。専門家会議資料の分析を対策の根拠とすることは、接触構造が流行規模を小さくする効果を軽視することになる。

この時点のモデルは、現実的な流行規模をもたらす接触構造を厳密に取り入れるまでには至らなかった。西浦(2023)で紹介されたように、接触構造をより精緻化して専門家会議資料よりも小さな流行規模を導くモデルがその後に現れたことで、この問題のいくらかは解消した。これらのモデルでは集団免疫閾値 (HIT、herd immunity threshold) が報告されているので、表 2 に 2 つの推計結果を示している (付録 C でその他の研究の結果も含めて解説する)。集団免疫閾値は、感染者が免疫を獲得して実効再生産数が 1 を下回ったときの累積感染者の割合である。岩本(2023b)で再現されたモデルから専門家会議の推計の集団免疫閾値を計算すると、32.6%となる¹⁸。基本再生産数が近い研究では、より低い集団免疫閾値が得られている。ただし、これらは予期されていなかった新発見ではなく、事前に予想されたことである¹⁹。

この状態での選択には、分析の厳密性を尊重して過大であることが認識されているモデルに基づいて政策を決定するのか、それとも分析の厳密性を犠牲にして現実的な想定をもとにして政策を決定するのか、の 2 つがある。学術研究では現実から外れる部分があることを認識したとしても、満足のいく厳密さを保ちながらそれを補正できなければ、その問題点に留意しながらも厳密な分析を提示することを指向する。その結果は厳密に現実を外していることになる。そして、現実の選択では、過大推計であることが明らかな分析に基づいて想定以上の期間の対策がとられることになった。

しかし、科学的知見を現実社会に適用する場面では、分析が現実にとりだけ妥当するか

¹⁸ 集団免疫閾値で感染者数が減少に転じるので、53.3 日目に感染者数 26,402,762 人でピークを迎える。これは、この瞬間に人口 127,443,493 人の 20.7%が感染していることを意味する。すべての人口が免疫をもたず感染する可能性がある状態から始まった流行では、集団免疫閾値は感染者数がピークのときの累積感染者でもある。このときの累積感染者 41,485,622 人は人口の 32.6%となる。

¹⁹ 「実は、集団免疫閾値はともかくとして、年齢構造などを無視した単一集団での SIR モデルによる累積感染率は、実際のそれよりも高くなる傾向があることは過去に広く知られてきた。

同じ R_0 でも、年齢や社会構造、接触ネットワークを加味することで累積感染率は小さくなるからだ。そしてそれは、集団免疫閾値についてもそうかもしれないと考えられてきた。上記の $1-1/R_0$ は同質性を仮定しているため、年齢や環境による異質性 (ヒトによって異なる振る舞いをする性質) を加味すれば、累積感染率が 60%よりも低い値で集団免疫閾値に至ることはあり得るとは思われてきた。」(強調は引用者、西浦 2020)

は重要な関心事である。厳密ではなく大雑把な方法でも流行最終規模を現実に近づけるように補正したものを、政策の根拠にする方がより望ましいと考えられる。

4 想定外の対策の含意

特措法制定時には第 45 条措置の期間は 1～2 週間程度と説明されていたが、COVID-19 対策での実際の運用はこれよりもはるかに長期にわたった。営業制限は事業者の死活問題ともなり、短期の措置を前提とした補償のあり方にも大きな影響を与えた。これに加えて、期間の事前の説明と実際の運用との乖離がもつ含意について、社会経済的影響の評価への示唆と、科学的根拠の位置づけへの示唆、緊急事態を規定する法律への示唆の 3 つの面から論じる。

4.1 社会経済的影響の評価への示唆

特措法措置の社会経済的影響については事前の研究蓄積がなく、分析と評価は後手に回った。国会答弁が法の運用を拘束すると考えれば、そこでの説明を超える措置がとられた場合の社会経済的影響は、人文・社会科学の研究者が事前に検討するだけの現実味をもった研究課題とはならない。かりに事前に実際におこなわれた措置が説明されていれば、その影響についてもっと関心をもたれていたかもしれない。

また、「法・社会的な側面から見ればそんなに長々とやるわけにはまいらぬ」ものであれば、特措法案が審議された国会で長期間の私権の制限を最初から前提にしていたら特措法は成立していたのか、を問うことも興味深い検討課題となる。

4.2 科学的根拠への示唆

国会では第 45 条措置の期間について、一見すると医学的な理由が示されており、医学の専門家以外がその内容を精査することは難しい。そのため、まず医学の分野で疑問視される声が高まらなると、その他の人間には問題が認識されにくい。国会でも深い追及はなく、上述したように人文・社会学者も深く追及しているように見えない。しかし、2.3 節で紹介した新型インフルエンザ等対策有識者会議での質疑応答からは、医学的根拠が堅固なものではないことが窺われる。薄弱な根拠で私権制限の重要な要素が規定されたとすれば、科学的根拠のあり方に重要な論点を投げかけることになる。

科学的根拠とされるものであれば、事前の説明で何が見過ごされていたために実際の運用で反故にされたのかという問いかけは、科学の進歩にとって重要なはずである。また、説明の科学的根拠を問うことで説明以上の私権の制限をとられることが事前に予見できたとすれば、特措法のあり方にも重要な影響を与えた可能性がある。何が見逃されて予見できなかったのか、あるいは有識者会議では疑問が呈されたがそれがなぜ退けられたのか、についての科学的な議論が望まれる。

4.3 緊急事態法制への示唆

緊急事態を規定する法律は国防、治安、自然災害、原子力災害等の分野でも現れる。憲法に緊急事態条項を追加するかどうかの議論も含めて²⁰、緊急事態の法制をめぐる論点に、COVID-19の経験は重要な示唆を与える。

緊急事態を規定する法律においては、憲法が保証する基本的人権との緊張関係が生じる。行政の活動が法的に拘束されることによって緊急を要する事態に対処できない危険があると同時に、行政が必要以上に私権を制限することの危険も存在する。後者の危険の認識のもとで憲法が保証しようとするものは、人権を制約しようとする国家からの自由（消極的自由）である。そのような保証を緩めるにしても制限の濫用をどのように防ぐかが課題となるが、憲法と法律で私権制限の限度を明示して、国会の統制を働かせることが一つの手段となる。法律の運用にあたっては、短い条文のみならず、通常は行政府の解釈も重要であり、国会での答弁も重く位置づけられる。その場合、特措法制定時の国会では第45条措置は1～2週間程度と説明されたので、その範囲内でしか実施できないと解釈される。

しかし、実際のCOVID-19での運用は、はるかに長期間になった。最初に緊急事態宣言が発出されたときの期間は1か月とされ、さらに1か月弱延長された。その後も、何度か長期間にわたる私権制限がとられることになり、制限の期間はほぼ自由に設定されるようになった。

特措法の実験の経験から、国会に示された政府の解釈はその後の運用を拘束せず、私権制限に限界を設ける機能を果たさないことがわかった。こと私権制限については、条文解釈を国会で質疑することは無益ということになる。法律で私権を制限できるようにしてしまえば、あとは条文で示される限度までは行政が自由に制限することは、潜在的な危険ではなくて、われわれが目当たりとした事実と認識すべきである。

²⁰ 衆議院憲法調査会(2013)は、緊急事態に関する規定を「外部からの武力攻撃、大規模なテロ、大規模な自然災害等の場合について、平常時の憲法の例外規定を置くもの」と定義している。そして、この規定を憲法に設けるか否かの論点を整理している。大林(2021)は、感染症対策のために憲法に緊急事態条項が必要か否かを論じている。

井田(2020)は、各国のCOVID-19に対する緊急事態宣言や行動・営業制限の法的根拠を整理して、憲法の緊急事態に関する規定によるもの、憲法に緊急事態に関する規定はあるが法律によるもの、憲法に緊急事態に関する規定がなく法律によるもの、のいずれの類型も見られることを示している。大林編(2021)は、COVID-19対策と緊急事態宣言の比較憲法分析、人権問題等を論じている。

5 接触削減割合の選択肢の説明

5.1 接触機会削減の問題設定

緊急事態措置の期間が設定された後の政策立案の課題は、その期間でどの程度の強度の対策をとるかであった。具体的には、1 か月でクラスター対策（積極的疫学調査）が機能するように新規感染者を積極的疫学調査の能力の範囲内に抑制するためには、接触機会をどの程度削減すればよいかであった。この問題は、感染症数理モデルを用いて、1 人当たり新規感染者数を 500 人から 100 人以下に低減されたことを確認するためには、接触機会をどれだけ削減すればよいか、という形で表現される。

政策評価の枠組みでは、感染症数理モデルを用いてアウトカム目標（1 か月以内に新規感染者 100 人以下を確認）を設定しているとみなせる。岩本(2020)では、アウトカム目標の設定に強い根拠がないものが多いことが示されており、このときの意思決定でアウトカム目標を科学的根拠に基づき設定しようとしていることは高く評価できる。

しかし、専門家が推奨した 8 割削減の代替案の説明には重大な問題がある。以下では、接触 8 割削減の代替案がどのように説明されていたのかを時系列順に見る。その際注意すべきは、代替案として 7 割（70%）削減と 6.5 割（65%）削減の 2 種類が言及されていることである。そして、場面によっては 7 割が 6.5 割を有効数字 1 桁で表現したものである可能性がある。これらは計測誤差をとまなう実測値ではなく、数理モデルのシミュレーションで設定される数値であるので、以下の議論では 8 割、7 割、6.5 割は正確にその数値であることを前提にする。しかし、発言を引用する場合には、7 割が正確に 7 割なのか、6.5 割を丸めた数値なのかが不明であることに注意されたい。また、本稿は「割」表記で統一する方針であるが、例外として発言が「%」表記の場合はその通りに引用する。

5.2 「65%なら 70 日以上かかる」（緊急事態宣言発出前）

2020 年 4 月 7 日の緊急事態宣言発出前には、接触削減割合は以下のように議論された。4 月 1 日（水）に新型コロナウイルス感染症対策専門家会議が開催されたが、ここでは接触機会削減の具体的割合の議論は出なかった。翌 2 日（木）夜に、厚生労働省内で専門家有志の会議があり、ここで和田耕治氏が人と人との接触は何割削減が必要だとたずね、西浦博教授は 8 割削減が必要と答えた。翌 3 日（金）朝に NHK と日本経済新聞社の取材を受け、「8 割削減」が報道されることになった（河合 2020、122 頁）。

5 日（日）午前、西村康稔新型コロナウイルス感染症対策担当大臣大臣に尾身氏、押谷仁教授、西浦教授が面会した。西浦教授は西村大臣に、「7 割だと長い時間がかかる」という説明をした（河合 2020、125 頁、西浦・川端 2020、174 頁）。6 日（月）14 時 30 分、官邸で安倍晋三首相に西村大臣、尾身氏が面会した。ここで安倍首相から緊急事態宣言発出の指示がでた。

西村大臣は2022年に出版された著書で、どの会議とは明言していないが、ここで示された図について、

「専門家の分析では、65%削減のケースでは感染者数を減少させるのに70日以上かかるという図が示され、やはり8割削減しないと短期の収束にはつながってこないために、極力八割をお願いしようと最終的に安倍総理が決断されたのです。」(強調は引用者、西村 2022、24-25 頁)

とのべている。これは、2020年当時には第三者には明かされていなかった事実である。

5.3 「7割なら9週間かかる」、「7割なら90日かかる」(4月7日)

そして、7日(火)10時、基本的対処方針等諮問委員会が開催された。この時点で接触8割削減、7割削減のグラフは公表されておらず、委員会資料にも含まれていないことから、5日、6日の会談の関係者しか見たものがないと考えられる。つまり、諮問委員会の委員のほとんどはグラフを見ていなかった。諮問委員会では押谷教授と尾身氏が、接触削減の分析結果について言及している。この段階で新規感染者と感染者の取り違えが生じていて2人は感染者数の動きを説明としていると考えることにする。

○押谷構成員「8割ができれば4週間である程度落ち着いて、今まで我々がやってきたようなクラスター対策でできるという見込みが確実にあります。それを7割でやると、9週間かかります。」

○尾身会長「7割だと先ほど押谷委員が言ったように1か月では収束できないのです。90日ぐらいになる。8割だと30日ということで、国民が本当に求めるのならば、急速なということで8割。」²¹ (強調は引用者)

2人の説明を要約すると、「7割なら9週間かかる」「7割なら90日かかる」とずれが生じている。会議での発言なので、言い間違いが生じている可能性があるが、議事録では不整合のままである。

尾身氏の発言の直後に、委員から

○河岡構成員「7割減だと90日、8割減だと1か月で流行が下火になるということを国民に示して、だから8割やりましょうと訴えるべきだと思います。」

のような発言があり、「7割なら90日かかる」がしめくくりとなっている。

²¹ https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/shimon2_2.pdf

ところが尾身(2023)では、このときの分析結果について、「流行がある程度収束し、それまで実施してきたようなクラスター対策ができるようになるまでに**接触 7 割減であれば 9 週間程度**かかり、**8 割減であれば 4 週間程度で落ち着く**という結果になった。」(強調は引用者、72 頁)と自身の発言ではなく、押谷教授の発言の内容をのべている。このため、安倍首相と西村大臣に示された代替案の内容が本当は何なのかが不透明になっている。

5.4 「65%なら 90 日かかる」(4 月 10 日)

西浦教授は 4 月 10 日 Buzfeed の取材を受け、その記事が 11 日に公開された(岩永・千葉 2020)。このなかで、以下のように分析結果について言及している。

「ただ、科学の立場にたつ自分からは、8 割でないにだめで、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)

西浦教授はここで、8 割削減の代替案は 6.5 割削減であると説明している。90 日は 7 日の尾身氏の発言と一致していて、岩本(2023)で再現した 7 割削減の感染者数が 100 人を下回るまでの日数とはかけ離れているので、7 日の尾身氏と押谷教授が「7 割」としたものは「6.5 割」とであると解釈した方が整合的である。これは、西村大臣が 6.5 割削減のケースの説明を受けたという、西村(2022)と合致する。以上のことから、諮問委員会での「9 週間」と「90 日」の発言の齟齬は解決しないが、「65%なら 90 日かかる」が 7 割削減の選択肢の内容として伝えられたと解釈することにする。

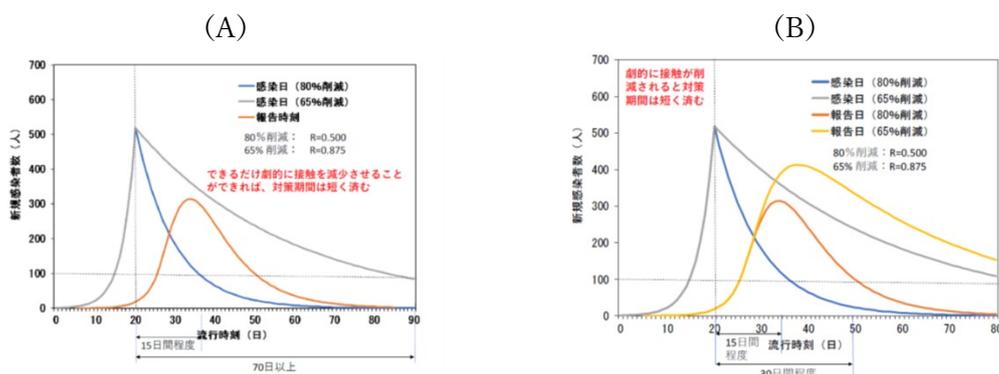
5.5 「70%なら 70 日以上かかる」「65%なら 90 日以上かかる」(4 月 22 日)

接触 6.5 割削減での感染者数のグラフが公にされたのは、4 月 22 日の専門家会議の「新型コロナウイルス感染症対策の状況分析・提言」である。この資料は、会議時に配布され

た案²²と会議後に発表された決定稿²³の2つが公開されていて、資料に掲載されたグラフとその説明に若干の相違がある。

図1(A)は、案の図を示したものである。この図の説明には、「流行対策開始前までは $R_0=2.5$ で感染者数が増加する。感染日別の新規感染者数は80%の接触削減により15日間で1日100人まで減少する(青線)。しかし、接触の削減が70%であると1日100人に達するには70日以上を要する(灰色線)。」(強調は引用者)との説明がつけられている。

図1 接触8割削減のシミュレーション(4月22日)



(出所) (A)「新型コロナウイルス感染症対策の状況分析・提言」(案)(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)

(B)「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)

説明文では、1日100人に達するまでの時間が8割削減と7割削減では55日以上の差があることになっている。しかし匿名の市民(煙人計画氏²⁴、sarkov28氏²⁵)によるモデルの再現作業から、緊急事態宣言発出時に政策担当者に提示された助言では、新規感染者と感染者が取り違えられていることが判明している。そのことは、岩本(2023a、2023b)、仲

²² 「新型コロナウイルス感染症対策の状況分析・提言」(案)(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)

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel_coronavirus/senmonkakaigi/sidai_r020422.pdf

²³ 「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)

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000624048.pdf>

²⁴ COVID-19 / 東京星に、いこう

<https://dromozoa.github.io/covid-19/tokyo.html>

²⁵ 「新型コロナクラスター対策専門家」提示のグラフに誤りがあります (修正版)

<https://sarkov28.hatenablog.com/entry/2020/09/28/171523>

田・芳賀沼・塚原(2023)でも再確認されている。公開されたソースコードに示されたモデルでは、接触機会が削減された場合はその時点で直ちに新規感染者数が削減割合と同率で減少して、グラフでの新規感染者数は垂直に降下するはずである。

さらに、この説明文にはさらに2つの問題点がある。第1に、図では8割削減と6.5割削減を比較しており、8割削減と7割削減の比較ではない。第2に、図では70日以前に100人に達しており、70日以上かかっていない。さらに、図にも問題があり、1人100人を示す線は水平ではなく、6.5割削減で100人に達する日は本来はもう少し早い。

図1(B)は、決定稿の図である。この図の説明には、「流行対策開始前までは $R_0=2.5$ で感染者数が増加する。感染日別の新規感染者数は80%の接触削減により15日間で1日100人まで減少する(青線)。しかし、接触の削減が**65%であると1日100人に達するには90日以上を要する(灰色線)**。」(強調は引用者)とある。灰色線の説明には、案から2箇所の変更がある。第1は、7割削減を6.5割削減に修正したことである。第2は、接触削減開始から70日ではなく、モデルの計算の最初から90日以上としたことである。また、図の表示期間が90日間から80日間に変更されて、90日以前に100人に達していることは図からは読みとれなくなった。この図の変更によって、説明文の「90日以上を要する」というのが、モデルの計算開始からなのか、接触削減開始からなのかこのグラフのみからはわからなくなった。

5.6 「65%なら90日以上かかる」(4月29日)

安倍首相は4月29日の予算委員会で、「総理から国民の皆さんに、この8割の行動制限なぜ必要なのか、数字を入れて、是非このテレビを通して訴えていただきたい。」²⁶との質問に対して、4月22日の専門家会議の提言の内容に沿って、以下のように答弁した。

「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がございます。」²⁷

この答弁だけでは8割削減の15日と7割削減の90日以上が同じ基準で比較されているかのように見えてしまうが、それは正しくない。しかし、そのことが判明する図1(A)は、専門家会議の提言の決定稿からは消えてしまった。

²⁶ <https://kokkai.ndl.go.jp/txt/120115261X01720200429/290>

²⁷ <https://kokkai.ndl.go.jp/txt/120115261X01720200429/291>

5.7 まとめ

表 3 は、以上のさまざまな説明をまとめたものである。安倍首相の国会答弁が専門家会議の決定稿と一致することを除くと、他は少し、あるいは大きな差が生じている。しかし、同じ図を指している可能性は高い。まず、日数で 70 日と 90 日の差は、専門家会議の案と決定稿の相違のように、接触削減開始から 70 日としているか、シミュレーションの初期から 90 日としているかの違いと考えられる。以上がつくか、つかないかは発言の際の揺れ、7 割と 65%を有効数字の取り方の違いとすると、相違が生じた理由について「9 週間」を除いて、説明することができる。

表 3 「接触 8 割削減」の代替案の説明

	発言日	発言者	削減割合	目標達成までの期間
1	4 月 7 日	押谷	7 割	9 週間
2	4 月 7 日	尾身	7 割	90 日
3	4 月 10 日	西浦	65%	90 日
4	4 月 22 日	専門家会議・案	70%	70 日以上
5	4 月 22 日	専門家会議・決定稿	65%	90 日以上
6	4 月 29 日	安倍	65%	90 日以上
7	2022 年	西村	65%	70 日以上
8	2023 年	尾身	7 割	9 週間

「7 割なら 8 日かかる」を正しい説明だとして、それが専門会議の提言と安倍首相の国会答弁となる「6.5 割なら 90 日以上かかる」になる経緯は、以下のように説明される（表 4）。岩本(2023b)の再現結果では、感染者数が 100 人を下回るのは、8 割削減で 16 日、7 割削減で 32 日、6.5 割削減で 64 日かかる^{28,29}。したがって、新規感染者と感染者が取り違えられたことで、8 日が「32 日」となり、7 割でなく 6.5 割なら「64 日」となる。この後、グラフで 100 人を示す線が傾いていることで、「70 日弱」となり、文章の説明が「70 日以上」になる。そして、接触削減開始前の 20 日を足すことで、「90 日以上」となる。

表 4 「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」

²⁸ GitHub (<https://github.com/iwmtys/covid>) で公開している Excel ファイル (COVID_Age3_2020.xlsm) の 8 割削減 (シナリオ 8)、7 割削減 (シナリオ 7)、6.5 割削減 (シナリオ 9) の結果である。

²⁹ 64 日は 9 週間に近いが、これが 4 月 7 日の押谷教授の発言と対応するかどうかは不明である。

- (新規感染者と感染者の取り違え)「7割なら32日かかる」
 - (65%を7割とする)「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」
-

6 科学的助言のあり方

6.1 政策決定問題の設定

2020年の緊急事態措置の経験が科学的助言のあり方に与える示唆を検討しよう。

期間が設定された後の政策決定の問題は、接触削減割合の目標を8割とするか、7割とするかの選択としてとらえられる。他の割合も選択肢としてあり得たかもしれないが、現実に関心となった選択肢のみをここでは対象にする。同様の理由で、接触削減割合を目標とすることが正当であるかどうかも、本稿での議論の対象外とする。このように本稿の視野は限定的であるが、その範囲でも科学的助言のあり方について重要な示唆を与える。

接触削減をめぐる専門家と政治家の意見の相違は、対策の社会的・経済的費用を政治家は重く見て、専門家はそれよりも軽く見ていたことに由来する。Pielke (2007)の概念によれば、価値観 (value) の相違や科学的結論の曖昧さ (科学的不確実性 scientific uncertainty) によって政策の評価に多様性がある場合に相当する。このような状況での科学者の助言としては、8割と7割のそれぞれの帰結を明らかにして、政治の判断の一助とすることと、選択肢の優劣をつけて片方が望ましいと主張することの2つがあり得る。前者は honest broker of policy alternatives、後者は issue advocate と類型化される³⁰。この類型化では、政治に対する選択肢を増やす (あるいはその性格を明確にする) ことと、減らすこととして対比されている³¹。政策分析の代表的教科書である Weimer and Vining (2017)は、政策担当者に助言する専門職の類型化において、類似の対比をおこなっている³²。

³⁰ 藤垣(2021)は「誠実なあっせん者」(honest broker)、「提唱者」(issue advocate)の訳を与えているが、日本語で内容をつかみづらいので、本稿では言語のまま表記する。

³¹ 政策の帰結に関する価値観の相違がなく (あるいは価値観に幅広い合意がある)、科学的な分析の結論に曖昧さがなければ、片方の選択肢が優ることを助言することは自然である。このときの科学者の役割は、政策に関与しない pure scientist と政策に関与する science arbiter に類型化される。これと issue advocate であるにもかかわらず science arbiter か honest broker であるかのように振る舞う stealth issue advocate を加えて、5類型となる。

³² Weimer and Vining (2017、第3章)では、政府、非営利組織、政治家事務所等で勤務し、意思決定者に政策に関する助言をおこなう専門職 (政策分析者、policy analyst) を、競合する価値観のどれを重視するかで類型化している。分析の曖昧さが存在する場合、分析の整合性を重視し、客観的な助言を指向する objective technician と、自身の価値観に基づく良き社会の実現を指向する issue advocate の2類型は、honest broker と issue advocate の対比に類似している。他に、顧客への責任を重視する client's advocate を加えた3類型となっている。

もし費用便益分析が適用できるならば、それぞれの選択枝の効果と費用を貨幣価値で比較可能な形にして、望ましい（価値の大きい）対策を選択することが考えられる。その際には、生命と健康で表現される効果をどのように貨幣価値化された費用と比較するかという問題がある。これは生命と健康をどれだけ重視するかという価値観の問題であるかのように見えるが、実際にはそうではない。費用便益分析の実践では、人々の健康・安全のリスクをとまなう日常の選択を観察して、これと整合的な換算係数としての統計的生命価値（value of a statistical life）を用いるという方法論に対する合意が形成されていて、価値観の問題とはされていない。選択枝をしぼることができないとすれば、関係する要因を十分に考慮できていないことから生じる科学的不確実性が原因となる。

接触 8 割削減が分析されていたと思われる 3 月から 4 月上旬は、感染症対策の効果と費用を総合的に評価する分析が経済学で実用化され、発表される直前にあたるため、そのような科学的助言は、この時期には期待できない³³。また疫学で展開されている感染症数理モデルは対策の費用を取り入れたものは少なく、疫学の専門家の評価が費用を無視、ないし軽視する傾向にあっても不思議ではない³⁴。しかし、数理モデルでの評価ができなかったから、対策の費用を無視していいとはならない。そのような評価は本来あるべき科学的分析から見れば、不完全ないし偏ったものである³⁵。社会的・経済的費用との考量が当時は科学的に困難であったとすれば、その判断は政治に委ねることが適切であり、かつ社会的・経済的側面の評価は政治側に一日の長があると考えるのが自然である。

³³ 世界的に影響のある全米経済研究所（National Bureau of Economic Research）の working paper series に、最初期の研究である Alvarez, Argente and Lippi (2021)、Eichenbaum, Rebelo and Trabandt (2021)、Jones, Philippon and Venkateswaran (2021)が掲載されたのは 2020 年 4 月である（これら文献の書誌は出版時のものによる）。

³⁴ 例えば、『数学セミナー』2020 年 9 月号では、西浦教授の論文を中心に様々な感染症数理モデルを解説する特集が組まれているが、対策の費用を考慮したモデルはまったく紹介されていない。

³⁵ 藤垣(2021)は、接触 8 割削減の助言が issue advocate であるか、honest broker であるかについて、健康と経済という異なる価値の線引きが影響しているとの考え方を示している。その際に、「経済活動をより優先する論者」がこの助言を issue advocate であるとの見方をすると説明して、価値観を相対化したうえで、接触 8 割削減の位置づけについて「我々は注意深く議論を継続していく必要がある」としている。しかし、健康以外の価値を捨象する価値観にたいして、それを相対化するのではなく、それを否定する考え方もある。その根拠は、大多数の人は日常生活で両者のバランスをとる選択をしており、政策もそれを前提にしていることから、すでに社会が価値観の選択をしているというものである。本稿ではその考え方をとっている。

実際の対策の選択での対策の効果と費用の考量は、許容される費用（緊急事態措置は1か月以内）のなかで成果をあげられる（積極的疫学調査が可能となる水準まで新規感染者数を低下させる）選択肢を選ぶという問題に変換された。この問題設定は、洗練された政策決定過程と比較すれば素朴で不十分なものであるが、当時の知見で実装可能な政策決定過程であると解釈できる。そして、対策の費用の推計と統計的生命価値の何等かの設定が暗黙のうちにおこなわれていることになる。当時の状況ではできなかったことを要求することは妥当ではないので、この暗黙の設定が妥当かどうかはここでは問わない。

政治家側が拒む8割削減を専門家が対策に採用することに強硬な姿勢をとり、実際に採用されることになった理由について、8割削減の代替案はこの問題設定での許容される費用を満たさなかった（目標達成が確認できるまで1か月以上かかる）と説明されている。

6.2 「科学的？」助言の問題点

しかし、この接触8割削減の助言には、以下のような問題がある。

第1に、科学的不確実性を軽視していることである。数理モデルの分析結果は明確な数値を与えるが、モデルが現実を正確に表現できていなければ誤差を生じる。しかし、西浦教授には、「8割が理論的には正しいので、それを目標としてくださいと伝える過程には、簡単ではないせめぎ合いがありました。」（岩永・千葉 2020）のように、ひとつの結果が正しいものであるとの発言が見られる。Pielke (2007)は、科学的不確実性がある状況にもかかわらず、それがないかのごとくみなす科学的助言を *stealth issue advocate* と呼び、学界の発展の障害となることを危惧している。

第2に、科学的手続きとしては妥当でない、不適切なデータの取り扱いが見られることである。ここまで Pielke (2007)の概念を援用してきたが、科学的助言には正当な科学的手続きを踏むことが、まず求められる。しかし、与えられたモデルの再現で妥当とされた「7割なら8日かかる」から、諮問委員会で説明された「7割なら90日以上かかる」の差は、科学的不確実性とはみなされず、科学的手続きとして不適切なデータの取り扱いとなっている。このため、そもそも科学的助言とは言えない。

まず、岩本(2023b)等で示されたような、新規感染者と感染者の取り違えは、数理モデルで異なった変数が異なった動きをするものを取り違えるということで、数理的な誤りであり、科学的に正当なものとはみなされない。ここでモデルが正しくなくなっているが、その意味はモデル分析の内部での整合性を欠くことであり、モデルが現実の感染症流行の複雑な現象を正確に描写できないという意味ではない³⁶。そして、対策の焦点となるのは新規感染者であるので、概念の違う変数の動きを根拠にして接触8割削減に取り組んでいくことになる。この段階で、「接触8割削減」は科学的根拠を失う。

³⁶ 現実とモデルの乖離を小さくすることは重要な科学の営みであるが、この乖離の存在は本稿の問題意識の対象外である。

100 人の線が傾くこと、以下を以上と説明することについては、高度な科学的な議論を必要とせず、不適切なデータの取り扱いであることは常識的なレベルで明白である。

6.5 割を 7 割と表現するのは有効数字の取り方の違いであるが、6.5 割と精確に表現することが望ましいと考えられる。8 割と 7 割の対比が焦点であったので、6.5 割が 7 割と誤解される説明は、対策の性質を正しく理解する妨げとなる。また 2.6 節で示されたように、6.5 割と 7 割で目標を達成する日数は約 1 か月違うので、看過できる差ではなく、諮問委員会での説明では、精密な有効数字で伝えるべきであった³⁷。

これらのことから接触 8 割削減の推奨が科学的助言でないと判断されれば、西浦教授の「科学の立場にたつ自分からは、8 割でない」との主張は成り立たない。

本稿で指摘されたような、接触 8 割削減の代替案の不適切な説明がなぜ生じたのか、は本稿の考察の範囲外である。それが過失なのか、故意なのかは、第三者がもつ情報では判断できない。第三者の立場から確認できるのは、西浦教授をはじめとする専門家が 8 割削減を強く推奨していたことと、5 つの誤った操作（感染者と新規感染者の取り違え、65% を 7 割と呼ぶ、100 人の線が傾く、以下を以上とする、接触削減開始以前の日数を片方だけに加える）は、すべて 8 割削減を代替案より有利にする方向に働いたことである。

6.3 対策の選択に与える影響³⁸

8 割削減と 7 割削減での目標到達期間の差は対策の選択において重要な情報であるので、これが大きく誤って政策担当者に伝えられることは対策の選択に大きな影響を与えそうである。変数が正しく取り扱われていた場合、両者の差は 8 日間であった³⁹。しかしこれが、8 割では 15 日間、7 割では 90 日間と説明され、両者の差は 75 日間に及ぶ。当初の緊急事態措置の期間（1 か月）内で目標達成が確認されるか否かも重要な情報であるが、7 割削減でもこの期間内に目標達成が確認されることが、期間内には目標達成が確認されないとされた。

しかし、政策担当者が正しい数値を伝えられていた場合、対策の選択が変わっていたのかは興味深い問題であると同時に、検証が難しい問題でもある。この対策の選択は専門家

³⁷ 当然であるが、6.5 割と説明したものには、この問題はない。

西浦教授が自身の分析のために 6.5 割削減のシナリオを検討していたとすれば、そのことには問題はない。政府の関心を理解し、意思決定を支援するのであれば、本来は 8 割削減と 7 割削減の分析結果を提示するべきであろう。しかし、政府が 7 割削減に関心をもっていたことを察知したとしても、それに合わせた分析を用意する時間的余裕がなかったのかもしれない。当時の実際の事情については、第三者の立場からは判断できない。

³⁸ 岩本(2023a)では、この小節の内容をくわしく議論している。

³⁹ 8 割削減では瞬時（0 日目）に達成されるものとして、7 割削減での 8 日目の達成との差を 8 日間としている。

会議でも対策本部でも選択肢の形では議論されず、政府の内部で調整されて、結論が出されており、政策決定過程を明らかにすることが難しい。また、接触 8 割削減の根拠が失われると専門家の助言内容が変わってしまうことになり、そこからどのような選択がされるかを推論することは、いっそう難しくなる。そうしたことから、この問題については、綿密な政策決定過程の研究によって今後に解明していく課題である。

本稿の議論は、実際の対策の是非を評価するものではない。接触 8 割削減の根拠が失われたとしても、そのことは直ちにこの対策を実行すべきではなかったことを意味しないからである。もしかしたらこの対策を是とする別の根拠が存在するかもしれない。また、感染症数理モデルで根拠が示されなければ対策は実行されるべきではないということも意味しない。科学的知見の不確かさを明確にした上で、最善の努力を払って意思決定することが求められる。

6.4 科学と政治の関係の新たな課題

社会に大きな負荷をかけた緊急事態措置の科学的根拠とされるものが科学的に正当化できないものであることは、科学と政治の関係をめぐる従来の議論に新たな問題を投げかけている。

政府が慎重に検討を重ねたうえで作成する国会答弁のなかに、接触 8 割削減についての誤った根拠が混入してしまった。政府は専門家会議の内容をそのまま引用しており、専門家の助言を信頼して答弁を作成したといえる。国会答弁は行政府にとっては重い存在であり、答弁準備のために官僚が長時間労働を強いられていることが知られているが、その末がこのような事態となったのは不幸なことである。

政府は専門家の助言の科学的内容を精査する能力を通常、持ち合わせていないので、助言をそのまま引用することは原則として正当であるものの、この事例では微妙な問題となる。5 つの誤操作のうち、感染者と新規感染者の取り違えについてはモデルの再現作業が必要となるので、それを察知するハードルが高いが、残りの誤操作は図と数値の取り扱いに常識的な注意を払えば気づくことができるものである。実際、100 人の線が傾いている別の図⁴⁰が日本経済新聞で報道された際には、100 人の線は水平線に置き換えられていて、新聞社が訂正をしている⁴¹。

政府で専門家の内容を精査する体制があれば、このような事態を避けられるかもしれないが、それは望ましいとも限らない。このような体制は、さらに進んで検閲に至る可能性

⁴⁰ 専門家有志の会の Twitter アカウントによる 4 月 15 日のツイート (<https://twitter.com/ClusterJapan/status/1250639295674634240>) にある図。

⁴¹ 「接触 7 割減」では収束まで長期化 北大教授が警鐘: 日本経済新聞 (<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO57961860R10C20A4CZ8000/>) にある図。

もある。すなわち本稿で指摘された誤操作の認定は議論の余地のないもの（感染症の専門家ではない筆者や読者が基本的な微分方程式と算数の知識によって判断できる）であるが、専門的にも論争の余地のあるものであって、専門家集団が熟議によって合意を形成したものであっても、政府の都合に合わないという理由で政府が学界の少数説や異端説に変更してしまう事態を引き起こす懸念もある。そのため、政府が修正する体制も危ういものであり、専門家集団が科学的助言の質保証をすることがより望ましい姿であろう。

科学であれば、間違っただ内容は後からでも訂正されるべきである。岩本(2023b)、仲田・芳賀沼・塚原(2023)、本稿はそのような試みである。一方、政府の公式見解とされてしまったものについては、政府の無謬主義から、修正を拒む力が働く。実行されてしまった科学的助言は、それが誤っていたとしても政治的に護られる（修正されない）力が働く。

7 結論

2020年の緊急事態宣言発出時の感染症対策が事前の想定以上のものとなったことは、感染症数理モデルによる分析が原因となったと考えられる。

事前の想定では、私権制限をとまなう強い措置の期間は1~2週間程度とされていたが、これは法・社会的な側面とのバランスから設定され、医学的根拠からは導かれていない。事前の想定が短期であったことから、社会経済的影響が深刻なものとはならないと認識されて事前の研究蓄積がなく、その影響の分析と評価は後手に回った。また、国会に示された政府の解釈がその後の運用を拘束しておらず、私権制限の限界を設ける機能を果たしていない。特措法での経験は緊急事態条項を規定する他の法制にも重要な示唆を与える。

事前の想定を上回る流行規模となり、重症者数が人工呼吸器の容量を大きく超えるという推定結果が得られたことから、初の緊急事態の期間（1か月）は事前の想定以上となった。数理モデルに用いたCOVID-19の被害想定での致死率0.41%は事前の想定（新型インフルエンザ）の中等度（アジア風邪相当）を下回り、死亡者数42万人は事前の想定（スペイン風邪相当）と中等度の間にある。したがって、これらは期間を事前の想定以上とする根拠にはならない。

しかし、ここで使用されたモデルでは現実の社会的接触構造を十分に考慮できておらず、流行規模が過大推計になることは事前に認識されており、過大推計に基づいて想定以上の対策の期間がとられることになったことになる。

1か月の期間内に新規感染者を積極的疫学調査の能力の範囲内に抑制することを確認するためには、接触機会をどの程度削減すればよいか課題となった。数理モデルを用いた感染症専門家の説明では、8割削減では目標達成を確認できるが、7割削減では期間内に確認できないとされた。しかし、この分析では、科学的に正当化できない、不適切な操作（感染者と新規感染者の取り違え、65%を7割と呼ぶ、100人の線が傾く、以下を以上とする、接触削減開始以前の日数を片方だけに加える）がされていた。これらはすべて、感染症専門家が強く主張した8割削減を代替案より有利にする方向に働いていた。こうした操作を修正すると、7割削減でも期間内に目標達成が確認される。こうしたことから、接触8割削減は科学的根拠に基づくものではなかった。

当時の政策過程の研究や検証において、西浦教授が提供した分析結果を無批判に受容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。なお、数理モデルを利用することには利点もあり、数理モデル自体が悪いわけではない。その第1の利点として、政策課題を合理的に考える助けとなる。第2に、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、経済社会的影響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。

科学的に正当化できない根拠は、首相の国会答弁にも引用されてしまった。政府には専門家の助言を精査する体制はなく、このような事態を避けることは難しい。しかし、政府

がそのような体制を構築することは検閲につながる恐れもある。専門家集団の層が厚くなり、専門家による複数の分析がなされて内容を検証し、専門家集団が科学的助言の質保証をすることが望ましい姿であると考えられる。

なお、かりに適切な分析結果が提供されていれば、どのような対策がとられたかについては、対策の選択は政府内で調整され外部に公開された情報が少ないため、推論の余地が大きい。より多くの判断材料を得て客観的な検証することは、将来の課題である。

参考文献

- Aguas, Ricardo, et al. (2020), “Herd Immunity Thresholds for SARS-CoV-2 Estimated from Unfolding Epidemics,” medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.07.23.20160762>
- Alvarez, Fernando, David Argente and Francesco Lippi (2021) “A Simple Planning Problem for COVID-19 Lockdown,” *American Economic Review: Insights*, Vo. 3, No. 3, September, pp. 367–82. <https://doi.org/10.1257/aeri.20200201>
- Aymard, Michèle, et al. (1994), “Recommendations of the 7th European Meeting of Influenza and Its Prevention,” *European Journal of Epidemiology*, Vol. 10, Issue 4, August, pp. 525–526. <https://doi.org/10.1007/BF01719696>
- Britton, Tom, Frank Ball and Pieter Trapman (2020), “A Mathematical Model Reveals the Influence of Population Heterogeneity on Herd Immunity to SARS-CoV-2,” *Science*, Vol. 369, Issue 6505, August, pp. 846-849. <https://doi.org/10.1126/science.abc6810>
- Dimarco, G., et al. (2021), “Kinetic Models for Epidemic Dynamics with Social Heterogeneity,” *Journal of Mathematical Biology*, Vol.83, Issue 1, July, 4. <https://doi.org/10.1007/s00285-021-01630-1>
- Eichenbaum, Martin S., Sergio Rebelo and Mathias Trabandt (2021), “The Macroeconomics of Epidemics,” *Review of Financial Studies*, Vol. 34, Issue 11, November, pp. 5149–5187. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhab040>
- Ferguson, Neil M., et al. (2006). “Strategies for Mitigating an Influenza Pandemic,” *Nature*, 442, pp. 448–452. <https://doi.org/10.1038/nature04795>
- Ferguson, Neil M., et al. (2020), “Impact of Non-pharmaceutical Interventions (NPIs) to Reduce COVID-19 Mortality and Healthcare Demand.” <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-03-16-COVID19-Report-9.pdf>
- 藤垣裕子(2021)「作動中の科学と作動中の科学と科学的助言：時間軸と責任境界をめぐって」『研究 技術 計画』第36巻第2号、108–115頁。
https://doi.org/10.20801/jsrpim.36.2_108
- Gomes, M. Gabriela M., et al. (2022), “Individual Variation in Susceptibility or Exposure to SARS-CoV-2 Lowers the Herd Immunity Threshold,” *Journal of Theoretical Biology*, Vol. 540, May, 111063. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2022.111063>
- 井田敦彦(2020)「COVID-19と緊急事態宣言・行動規制措置：各国の法制を中心に」『調査と情報—ISSUE BRIEF—』No. 1100. <https://dl.ndl.go.jp/pid/12980369>
- 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>

- 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・斎藤智也・大竹文雄(2024)「コロナ危機から見る政策形成過程における専門家のあり方 鼎談・企画 2：コロナ危機における法とそれらの運用」 <https://www.cider.osaka-u.ac.jp/pdp/pdf/CiDER-pdp006.pdf>
- 岩永直子・千葉雄登(2020)「「このままでは 8 割減できない」 「8 割おじさん」こと西浦博教授が、コロナ拡大阻止でこの数字にこだわる理由」 Busfeed News。 <https://www.buzzfeed.com/jp/naokoiwanaga/covid-19-nishiura>
- Jones, Callum J., Thomas Philippon and Venky Venkateswaran (2021), “Optimal Mitigation Policies in a Pandemic: Social Distancing and Working from Home,” *Review of Financial Studies*, Vol. 34, Issue 11, November, pp. 5188–5223. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhab076>
- Kawagoe et al. (2021), “Epidemic Dynamics in Inhomogeneous Populations and the Role of Superspreaders,” *Physical Review Research*, Vol. 3, Issue 3, September, 033283. <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.033283>
- 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。
- 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/>
- 西村康稔(2022)『コロナとの死闘』幻冬舎。
- 西浦博(2020)「特別寄稿：西浦博・北大教授「8 割おじさん」の数理モデル」『ニューズウィーク日本版』、6 月 9 日号。 <https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2020/06/8-39.php>
- 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。
- 大林啓吾編(2021)『コロナの憲法学』弘文堂
- 大林啓吾(2021)「緊急事態条項の問題：憲法改正のコストベネフィット」大林啓吾編『感染症と憲法』青林書院、229-253 頁
- 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
- Pielke, Roger A., Jr. (2007), *The Honest Broker: Making Sense of Science in Policy and Politics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- 衆議院憲法調査会(2013)「『緊急事態』に関する資料」衆憲資第 87 号。 [https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_kenpou.nsf/html/kenpou/shukenshi087.pdf/\\$File/shukenshi087.pdf](https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_kenpou.nsf/html/kenpou/shukenshi087.pdf/$File/shukenshi087.pdf)

Weimer, David L., and Aidan R. Wining (2017), *Policy Analysis: Concepts and Practice*, 6th ed., New York: Routledge.

付録 A 特措法制定時の第 45 条

特措法第 45 条の制定時の条文は以下の通りである。

(感染を防止するための協力要請等)

第 45 条 特定都道府県知事は、新型インフルエンザ等緊急事態において、新型インフルエンザ等のまん延を防止し、国民の生命及び健康を保護し、並びに国民生活及び国民経済の混乱を回避するため必要があると認めるときは、当該特定都道府県の住民に対し、新型インフルエンザ等の潜伏期間及び治癒までの期間並びに発生の状況を考慮して当該特定都道府県知事が定める期間及び区域において、生活の維持に必要な場合を除きみだりに当該者の居宅又はこれに相当する場所から外出しないことその他の新型インフルエンザ等の感染の防止に必要な協力を要請することができる。

2 特定都道府県知事は、新型インフルエンザ等緊急事態において、新型インフルエンザ等のまん延を防止し、国民の生命及び健康を保護し、並びに国民生活及び国民経済の混乱を回避するため必要があると認めるときは、新型インフルエンザ等の潜伏期間及び治癒までの期間並びに発生の状況を考慮して当該特定都道府県知事が定める期間において、学校、社会福祉施設（通所又は短期間の入所により利用されるものに限る。）、興行場（興行場法（昭和 23 年法律第 137 号）第 1 条第 1 項に規定する興行場をいう。）その他の政令で定める多数の者が利用する施設を管理する者又は当該施設を使用して催物を開催する者（次項において「施設管理者等」という。）に対し、当該施設の使用の制限若しくは停止又は催物の開催の制限若しくは停止その他政令で定める措置を講ずるよう要請することができる。

3 施設管理者等が正当な理由がないのに前項の規定による要請に応じないときは、特定都道府県知事は、新型インフルエンザ等のまん延を防止し、国民の生命及び健康を保護し、並びに国民生活及び国民経済の混乱を回避するため特に必要があると認めるときに限り、当該施設管理者等に対し、当該要請に係る措置を講ずべきことを命ずることができる。

4 特定都道府県知事は、第 2 項の規定による要請又は前項の規定による命令をしたときは、その旨を公表することができる。

付録 B ファイルの構成

本稿で使用した Excel ファイル（COVID_Age3_2024a.xlsx）は、GitHub (<https://github.com/iwmtys/covid>) に格納されている。

これは、岩本(2023b)の付録で解説した COVID_Age3_2020.xlsx（以下、元ファイル）をもとに、専門家会議資料の分析結果を再現するモデルによって、基本再生産数を 1.5 から 2.5 まで 0.1 刻みで流行最終規模、集団免疫閾値、感染者数のピークを計算している。元ファイルから本稿の目的に必要なでないワークシートを削除して、新たに必要となるワークシートを追加している。ワークシートは以下のように構成されている。

「Release note」（新しく追加）は、ファイルに関する説明である。

「Parameters」は、元ファイルのモデルのパラメータを継承している。基本再生産数を違えた場合の変数を Excel のシナリオ分析機能を用いてまとめているため、基本再生産数 R_0 を変化させるセル（B2 セル）として、流行最終規模（人、人口当たり）、集団免疫閾値（日付、人、人口当たり）、感染者数のピーク（人、人口当たり）の 7 つの変数を変化させるセル（B28 から B34）としている。

「Parameters-x」は、基本再生産数 2.5 のモデルから 40%の接触削減を設定している。この接触削減率を用いて、基本再生産数 1.5 のモデルを計算している。

「Simulated-SIR_AB」で、基本再生産数が 2.5 と 1.5 の場合の計算がおこなわれている。計算期間は、基本再生産数が低い場合でも流行最終規模が確認できるだけの期間をとるため、500 日とした。

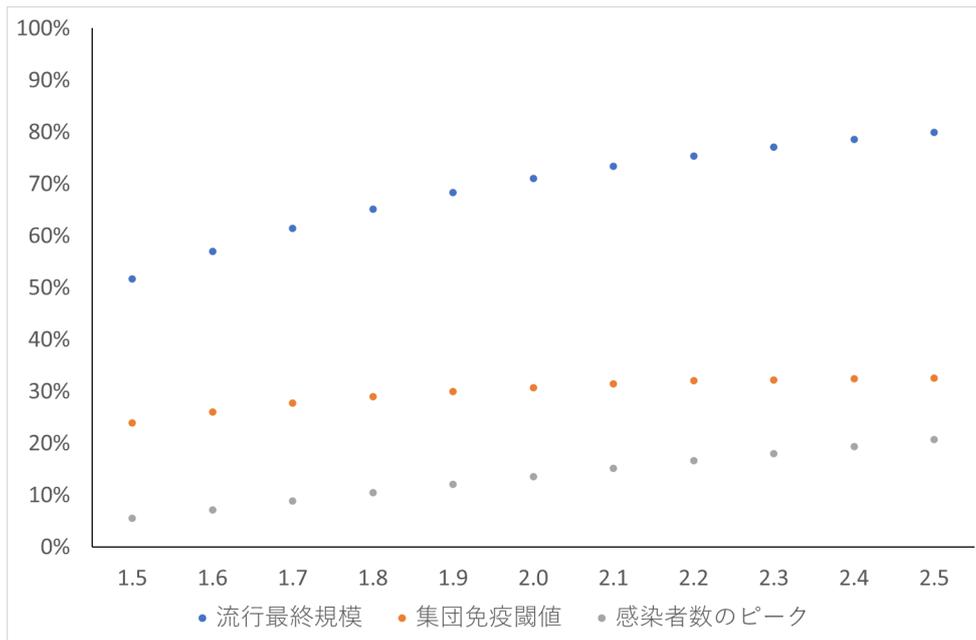
「Result_B1」は、本稿の記述のもととなる数値を、シナリオ機能を使用せずに「Simulated-SIR_AB」の結果から示している。

「Result_B2」（新しく追加）は、シナリオのピボットテーブルであり、流行最終規模（人口当たり）、集団免疫閾値（人口当たり）、感染者数のピーク（人口当たり）を表示している。他の変数も表示させることが可能である。「図 1」（新しく追加）は、「Result_B1」のピボットグラフである。

元ファイルにあった「Result-SIR」「Result_B」は本稿では使用しないが、本稿でのモデルが専門家会議資料の結果を再現できることを示すために、元ファイルのまま残している。

図 B1 では、基本再生産数が上昇するにつれて、流行最終規模、集団免疫閾値、感染者のピークが上昇していく様子を示している。感染者数のピークの上昇率が大きいことから、基本再生産数の変化に敏感であることがわかる。

図 B1 流行最終規模、集団免疫閾値、感染者数のピーク



(注) 横軸は基本再生産数、縦軸は人口当たり。基本再生産数が 1.5 から 2.5 まで 0.1 刻みのときの流行最終規模、集団免疫閾値、感染者数のピークを示す。

付録 C 接触構造を考慮したモデル分析

この付録では、COVID-19 のデータが蓄積されてから現れた、人と人の接触をネットワークモデルで定式化した研究と、接触構造が同質的な SIR モデルの帰結を比較する。前者の研究で得られる流行最終規模あるいは集団免疫閾値は、同質的な SIR モデルに比較して小さくなる。Aguas et al. (2020)、Gomes et al. (2022)は、実際の COVID-19 の流行曲線からネットワークモデルのパラメータと集団免疫閾値を推計している（表 C1）。Gomes et al. (2022、Fig 4)は、基本再生産数はイングランドで 2.8、スコットランドで 3 と推定し、集団免疫閾値はイングランドで 25.48%（24.61–25.89%）、スコットランドで 26.75%（25.81–27.52%）と推定している。Aguas et al. (2020)は、スペインについて、基本再生産数を 3.6、集団免疫閾値を 19%（13–36%）と推定している。ポルトガルの流行曲線にも当てはめているが、信用区間が非常に大きくなっており、早期の公衆衛生的介入によって感染速度が低下したことからモデルの当てはめが難しくなった可能性を示唆している。その他、数値を明示的に言及していないが、シミュレーション結果を図示したものとして、Dimarco et al. (2021、Fig 1)、Kawagoe et al. (2021、FIG2)がある。

表 C1 ネットワークモデルでの集団免疫閾値

	対象	基本再生産数	集団免疫閾値	同質的 SIR モデルの予測値
Aguas et al.	スペイン	3.6	19% (13–16%)	72%
	ポルトガル	2.7	13% (3–69%)	63%
Gomes et al.	イングランド	2.8	25.5% (24.6–25.9%)	64%
	スコットランド	3	26.8% (25.8–27.5%)	67%

（注）集団免疫閾値の括弧内の数値は 95%信用区間。同質的 SIR モデルの予測値は、基本再生産数の設定から筆者が計算。

なお、ネットワークモデルではない研究では、Britton, Ball and Trapman (2020)は、3段階の活動量（人口の 50%が標準的な活動量で、25%が標準の半分、25%が標準の倍）を設定して、基本再生産数を 2.5 とし、集団免疫閾値は 46.3%になる（同質的 SIR モデルでは 60%）と計算している。

このように厳密な分析によって、同質的な接触構造をもつ SIR モデルよりも集団免疫閾値は下方修正されるが、まだ現実の接触構造をとらえきれずに推計誤差が存在する可能性

があり、一層の研究が望まれる。