

---

# コロナ禍における内閣官房AI-SIMチームの役割

2021年12月23日

仲田泰祐(東京大学)

# 背景

- コロナ禍において、国民は「科学的な知見に基づいて意見形成をしたい」・「政府に科学的知見に基づいて政策判断してほしい」という強い意向
  - コロナ危機は、国民の生命・生活に直接的に大きな影響
- その意向に応える一つの試み：内閣官房AIシミュレーションプロジェクト
  - <https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/>
  - 2020年7月から始動
  - 「内閣官房新型コロナAIシミュレーションプロジェクトの経緯」 by 北野宏明氏 (AIシミュレーション検討会議座長)
    - [http://www.cao.go.jp/lib\\_011/iinkai/2bu/25-7kansensyou1/25-7kansensyou1.html](http://www.cao.go.jp/lib_011/iinkai/2bu/25-7kansensyou1/25-7kansensyou1.html)

# 内閣官房AIシミュレーションプロジェクト

## ■ 2020年度

- 5つのリサーチクエスト：感染防止シミュレーション、ICT等による感染防止、体系的検査測定方法・医療リソース、感染拡大・抑制シミュレーション、早期探知
- 感染拡大・抑制シミュレーションチーム(この資料では「AI-Simチーム」と呼ぶ)
  - 東京大学大澤研究室、筑波大学倉橋研究室、慶應大学栗原研究室、創価大学畝見研究室、東京財団千葉安佐子氏、産業技術総合研究所、兵庫県立大学井上研究室、東京大学柴崎研究室、理化学研究所

## ■ 2021年度

- 4つのリサーチクエスト：感染拡大の早期探知、感染防止シミュレーション、新技術導入、感染拡大・抑制シミュレーション
- 2021年度のAI-Simチーム
  - 2021年11月現在：東京大学大澤研究室、筑波大学倉橋研究室、慶應大学栗原研究室、創価大学畝見研究室、東京財団千葉安佐子氏、東京大学藤井仲田研究室、名古屋工業大学平田研究室

\*赤字は2020年度、2021年度共に参画しているAI-Simチームメンバー

# 分析

- コロナ対策において内閣官房AI-Simチームがこれまで果たした役割を総括
  - 「どういった分析が提示されて、それがどのように政策判断に活用されたか」
  - 提示されていた分析の質に関する検証は重要だがここでは行わない
    - 藤井仲田による検証的な分析
      - (8月17日)過去の見直し検証、[https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata\\_PastProjections\\_20210817.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata_PastProjections_20210817.pdf)
      - (8月20日)五輪開催の感染への影響: 振り返り、[https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata\\_OlympicsReview\\_Slides\\_20210820.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata_OlympicsReview_Slides_20210820.pdf)
      - (12月14日)基本シナリオと実現値の乖離、[https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata\\_ProjectionReview\\_20211214.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata_ProjectionReview_20211214.pdf)
      - (12月20日)予測・プロジェクションの評価の仕方、[https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/Nakata\\_HowToEvaluateProjection\\_20211220.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/Nakata_HowToEvaluateProjection_20211220.pdf)
- 総括を元に、将来への教訓を幾つか提示

# まとめ

- 2020年秋からAI-Simチームは国民・政府に様々な数理モデル分析をほぼ毎週提供
  - 分析は頻繁にコロナ対策担当大臣・官房長官・総理に報告
  - 学術的な価値よりもリアルタイム政策分析としての価値に重きを置いた分析を提供
- ワクチン戦略・緊急事態宣言の発令/解除・五輪等に関する政策判断の羅針盤としての役割を果たした
  - どのくらい価値のある羅針盤だったかに関しては検証の積み重ねが必要
- AI-Simプロジェクトのような試みが(1)ファクトチェック、(2)社会経済、(3)因果推論の分野でも存在していれば、国民・政府はより良い意見形成・政策判断が出来た

# I AI-Simチームの役割

## 2. 将来への教訓

## 2021年の感染拡大・抑制に関する数理モデル分析体制

官邸・内閣官房・内閣官房新型コロナウイルス感染症対策推進室

基本的対処方針分科会  
新型コロナウイルス感染症対策分科会  
厚労省アドバイザリーボード

感染症数理モデル専門家  
(京都大学・国立感染症研究所等)

国民

内閣官房AI-Simチーム

人工知能、機械学習、工学、経済、  
社会ネットワーク等の専門家

(慶應大学・創価大学・筑波大学・  
東京財団政策研究所・東京大学・名  
古屋工業大学等)

# AI-SIMチーム:モデル

- 多様なモデル
  - SIRモデル
  - Agent-basedモデル
  - 様々な”in-between”モデル
- どのモデルにも強み弱みがあるため、多様なモデルを平行運用することは非常に大事
  - SIRモデル
    - 強み:計算が早い
    - 弱み:ランダムマッチングを仮定(現実世界ではコミュニティは細分化されている)。集団免疫獲得閾値を過大評価する傾向
  - Agent-basedモデル
    - 強み:現実世界における様々な重要要素、マイクロレベルでの政策を考慮しやすい
    - 弱み:計算に時間がかかる。Seedの選び方や人口によって結果が変わる



# AI-Simチームの多様なアプローチ

研究グループ	ベースとするモデル	特徴	主な前提
創価大学 敵見先生  ミクロ	マルチエージェントベースのSEIRモデル (SimEpidemicモデル)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2次元平面上にランダムに個体を配置。</li> <li>● 周囲からうけるカベクトルによる移動によって、学校、職場、集会等の行動を再現する</li> <li>● 移動制限は、配置や距離パラメータにより表現</li> <li>● 感染者と一定距離の近接時に確率的に感染し一定確率で重症化。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 宣言解除：11月または2月</li> <li>● ワクチン最終接種率：70,75,80,85%</li> <li>● ワクチン接種予防効果：114日目から線形に減衰し、214日目に減衰</li> <li>● ワクチンパスポート：未考慮</li> <li>● 第三回目接種：未考慮</li> </ul>
東京大学 大澤先生  ハイブリッド	SEIRS回路格子モデル および MultiLayer-MultiSEIRAgentモデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地域内・地域間の人の流入を考慮できるようなSEIRモデルを拡張したSEIR回路格子モデル</li> <li>● さらにSEIRの状態に加えワクチン接種を考慮した状態を設定し、ワクチン効果減衰を考慮可能</li> <li>● また、MultiLayer-MultiSEIRAgentモデルでは職場、学校、近所などの生活文脈ごとのミクロな行動モデルの導入を行っている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 宣言解除：9月下旬、10月中旬</li> <li>● ワクチン効果：上位ケース</li> <li>● ワクチン接種率：所定</li> <li>● ワクチン効果減衰：100日or200日で64%減</li> <li>● ワクチンパスポート：有り・無し</li> <li>● 第三回目接種：考慮有り</li> </ul>
研究グループ	ベースとするモデル	特徴	主な前提
筑波大学 倉橋先生  ミクロ	年代別ワクチン効果SEIRモデル および 東京近郊市街地マルチエージェントベースモデルによる感染変化率推定モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ドコモ空間統計データをふまえた人口流動（特に19時の都内繁華街滞留人口と都外からの流入人口）を考慮し年代別にSEIRの状態を設定したモデル</li> <li>● 年代内および年代別の感染推移が推定できる。</li> <li>● 実効再生産数・人口流動数の推移は実測を用いる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 宣言解除：10/1, 10/15</li> <li>● ワクチン効果：上位、中位、下位</li> <li>● ワクチン接種率：72%,80%,85%（年齢別考慮有り）</li> <li>● ワクチン効果減衰：180日or240日減衰率0%,30%とbooster shot10%</li> <li>● ワクチンパスポート：有り・無し</li> <li>● 第三回目接種：考慮有り</li> </ul>
慶応義塾大学 栗原先生  ハイブリッド	マルチエージェントモデルにおいて、報道やSNSにおける行動変容キーワードの出現分析をふまえた行動モデルを考慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ベキ乗則的な行動様式と、スモールワールドネットワークに基づいた行動モデルを導入</li> <li>● キーワードの出現率から推定する不安や危機感に基づく行動変容と、社会経済的要求に基づく行動変容を分析する</li> <li>● SNS上の感情分析を実施</li> <li>● モバイル空間統計データによる実行動の状況を考慮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 宣言解除：9月末</li> <li>● ワクチン最終接種率：70,80,90%</li> <li>● ワクチン接種予防効果：半年で予防効果は半分に減衰</li> <li>● ワクチンパスポート：考慮あり</li> <li>● 第三回目接種：考慮あり</li> </ul>

\*大澤分析の特徴の追加点:都市生活における時空間制約を考慮した拡張型スケールフリーネットワーク。大澤分析の主な前提の追加点:合成人口データと、東京都および神奈川県の実態アンケートに基づいた接触相手数を人口1000~10000人のエージェント社会に縮退

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000858747.pdf>

# AI-Simチームの多様なアプローチ

研究グループ	ベースとするモデル	特徴	主な前提
東京大学 仲田先生 マクロ	SIRDモデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>SIRDに加えて状態：死亡を加えたSIRDモデルを採用</li> <li>経済的損失の推計に重きを置く分析を実施</li> <li>コロナ病床数・使用率をふまえ致死率を勘案する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>宣言解除：9月末、10月中旬</li> <li>ワクチン最終接種率：11月末に75,80,85%</li> <li>ワクチン接種予防効果：1回目55,65,70%、2回目65,75,95%</li> <li>ワクチンパスポート：未考慮</li> <li>第三回目摂取：未考慮</li> <li>基本再生算数：3,4,5,6</li> </ul>
名古屋工業大学 平田先生 機械学習モデル	機械学習モデル+ワクチン効果の補正 (入力値：気象情報、人流データ、平日・休日、緊急事態宣言有無、現在までの新規感染者数、変異株状況について2020/8/12021/8/29実績値を利用) ※学習データは東京、大阪、愛知	<ul style="list-style-type: none"> <li>気象状況・人流の実績データをふまえ、2ヶ月先までの予測を行う。</li> <li>機械学習モデルの予測後、ワクチンの効果による補正を行う。</li> <li>ワクチン効果については、テルアビブ、ロンドン、NY、ブリュッセルの実績データを用いて学習を行う。</li> </ul> <p>予測モデル</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>宣言解除：9月中旬、9月下旬、10月中旬</li> <li>ワクチン最終接種率：官房資料に基づく</li> <li>ワクチン接種予防効果：上位、中位、下位ケースにワクチン有効性について海外都市データで補正</li> <li>ワクチンパスポート：考慮</li> <li>第三回目摂取：考慮</li> </ul>
東京財団 千葉先生 ミクロ	マルチエージェントベースモデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>感染確率と重症化・死亡確率について以下の要素を設定し考慮</li> <li>個人の属性：10歳刻み年齢・性別・産業・職業・外食頻度</li> <li>対人接触場面：家庭、学校、職場、高齢者施設等</li> <li>感染状態の遷移確率については、厚生労働省公表資料を元に設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>宣言解除：9月末（解除後に、人出がコロナ前比で2,3,5割減の場合）</li> <li>ワクチン最終接種率：首相官邸発表実績を利用</li> <li>ワクチン接種予防効果：感受性85%、重症化率50%、2回目を接種して6ヶ月後感受性は60%に低下</li> <li>ワクチンパスポート：未考慮</li> <li>第三回目摂取：考慮（効果減衰がないとする）</li> </ul>

\*千葉分析の主な前提の追加点：ワクチンパスポートを考慮した分析も。

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000858747.pdf>

# AI-SIMチーム：貢献

- 2020年秋から感染・重症患者数の見通し等を内閣官房にほぼ毎週提供
  - HPで一般公開：[https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/](https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/)
  - 見通しは頻繁にコロナ対策担当大臣、官房長官、総理等に報告
    - 必要に応じて、研究者が直接説明
  - **学術研究ではなくリアルタイムの政策分析**
    - 現実世界で重要であろう様々な要素(緊急事態宣言、変異株、ワクチン接種等)をタイムリーに考慮
      - 例えば、現在はAI-Simチームはオミクロン株を分析に取り入れる作業に集中

# AI-SIMチーム: 貢献

- イギリスのSPI-M-Oのような役割を担った
  - SPI-M-O: University of Warwick, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Imperial College等の感染症数理モデル研究チームからなるグループ
    - (7月5日)アドバイザーボードの中・長期見通し: [https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata\\_Outlook\\_Slides\\_20210705.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata_Outlook_Slides_20210705.pdf)
  - 2021年を通じて、イギリスの行動規制緩和計画の**羅針盤**としての役割を果たす
- AI-SimチームとSPI-M-Oとの重要な違い
  - AI-Simチームは**感染症以外の分野**の専門家集団
    - 欧米と比べると歴史の浅い日本での実践的な感染症数理モデル研究が理由
      - 「日本の(実践的な感染症数理モデルの)研究体制は非常に遅れているのが現状。適切なテキストも教育コースも存在しない。今回その弱点が露呈した。**現状を改善するために、西浦教授によって感染症数理モデル教育研究コンソーシアムによる短期コースやセミナーが開催されてきている**」(稲葉寿教授(数理人口学・数理疫学。東京大学大学院数理科学研究科): [https://www.youtube.com/watch?v=eDSLdmaOH\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=eDSLdmaOH_8))
    - 政策判断に有用な**様々なシミュレーション分析をタイムリーに提供**するためには、他分野専門家の力が不可欠
  - AIシミュレーション検討会議の感染症専門家が**パラメーター設定等**に関して助言

# AI-SIMチーム：発信

## ■ メディアを通じた国民への発信

- 緊急事態宣言に関する分析(倉橋・千葉・藤井仲田)
- ワクチン配分分析(藤井仲田)、ワクチンパスポート分析(千葉)、3回目接種(大澤・倉橋)
- 五輪分析(倉橋・千葉・藤井仲田)
- 第6波予測(大澤・倉橋・千葉・平田・藤井仲田)、8月後半からの感染減少要因(平田・藤井仲田)
- ステイ・ウィズ・ユア・コミュニティー(大澤)
- 自殺者分析(藤井仲田)

## ■ 政府会議等での感染症・公衆衛生専門家への発信

- 北野座長による様々な会議での発表
- コロナ分科会(千葉・藤井仲田)
- 厚労省アドバイザリーボード(AB)(北野・平田・藤井仲田)

# AI-SIMチーム：貢献の具体例

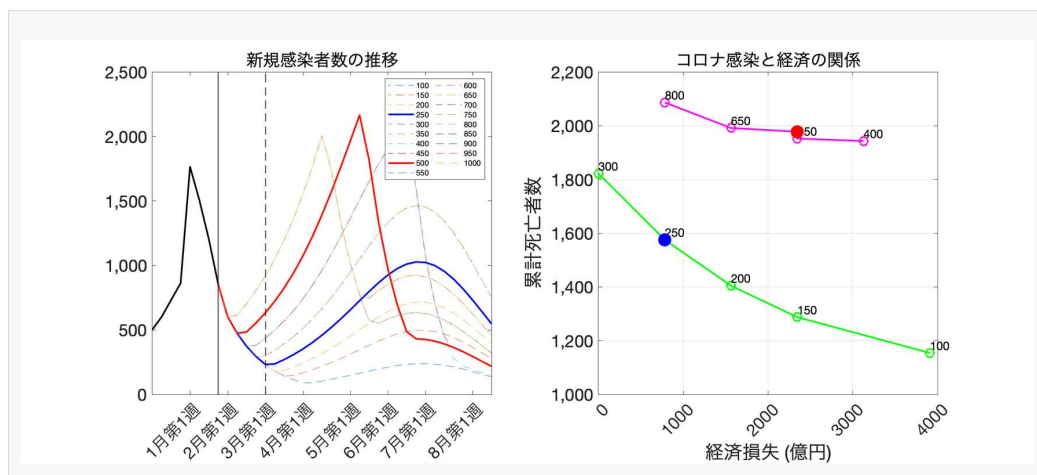
- 緊急事態宣言発令・解除
- ワクチン戦略
- 五輪

# AI-SIMチーム：緊急事態宣言発令/解除

- 第2回緊急事態宣言発令(1月7日)から第4回緊急事態宣言解除(9月30日)までの期間、毎週の分析が常に「いつ解除すべきか、いつ発令すべきか」に政策含意
  - AI-Simチームのシミュレーションは中長期(数か月以上)・現実的な要素をタイムリーに考慮
  - 頻繁に「いつ解除したらこうなる」を分析

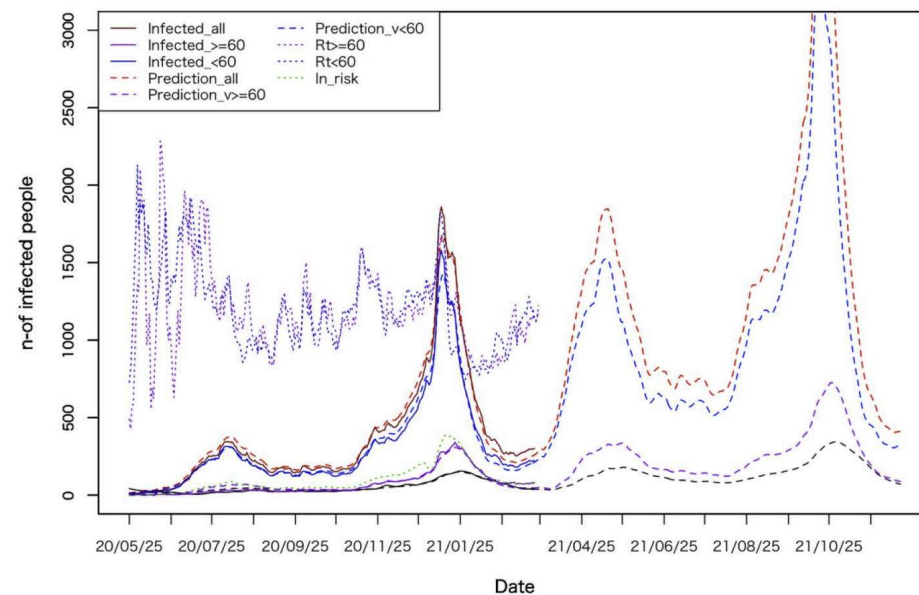
# 緊急事態宣言

## 1. 基本シナリオ



[https://covid19outputjapan.github.io/JP/tokyo\\_20210202.html](https://covid19outputjapan.github.io/JP/tokyo_20210202.html)

Prediction of COVID-19 Infected People with Vaccine



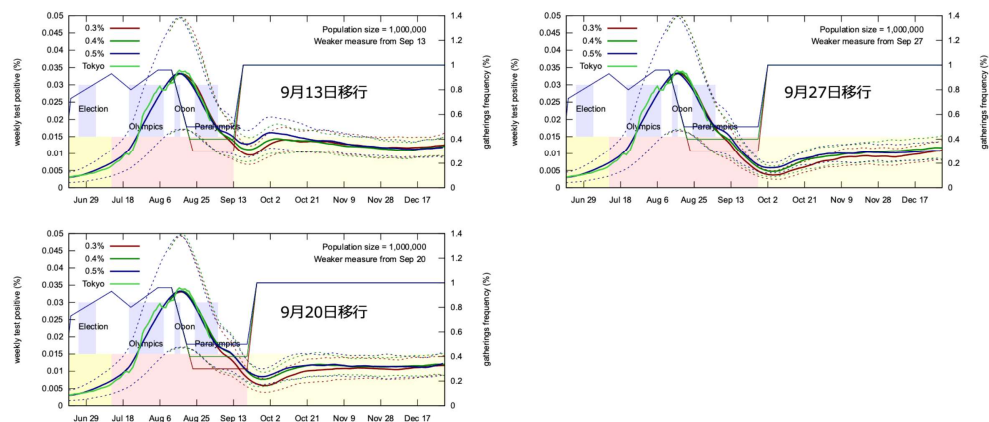
[https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article044/](https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article044/)



# 緊急事態宣言

## シミュレーション結果#1 新規陽性患者数の推移

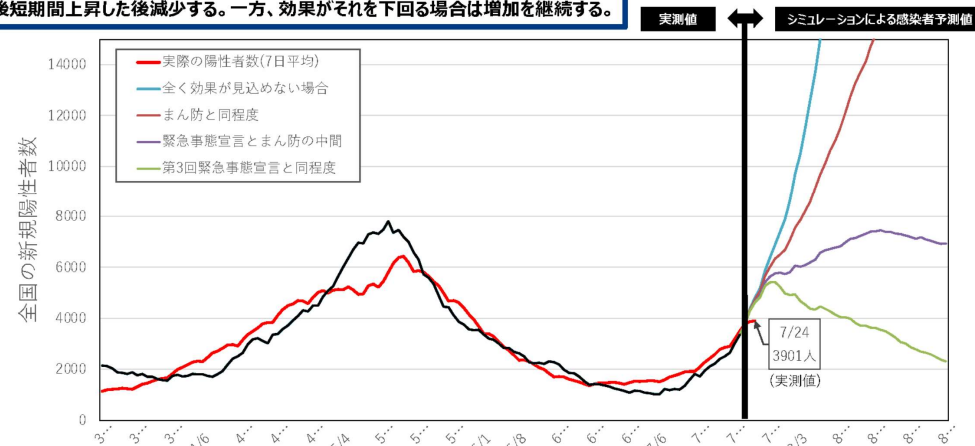
- まん延防止重点措置への移行日が遅いほど陽性患者数は減少するが、リバウンドの後高いレベルで感染が持続する。



[https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article135/](https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article135/)

## 短期的陽性者数予測

第4回緊急事態宣言の効果がまん延防止等重点措置を上回る場合は、陽性者数は今後短期間上昇した後減少する。一方、効果がそれを下回る場合は増加を継続する。



[https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article096/](https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article096/)

# 緊急事態宣言

## 分析

- 東京における「次の緊急事態宣言のあるべき形」を分析
- 具体的には、次の宣言下での「規制の強さ」が感染者数・死亡者数・経済損失に与える影響を分析
  - 「規制が強い」＝経済活動が大幅に低下・感染が急速に減少・宣言期間が短い
  - 「規制が弱い」＝経済活動低下が小さい・感染がゆっくりと減少・宣言期間が長い
- (ちょっと複雑になるけれど)「解除基準人数」も分析
  - ...「規制の強さ」と「解除基準」を同時に考えることで見えることもある

## 分析結果

- 「強い規制」が望ましい
- 死亡者数：「強い規制を短期間」<「緩い規制を長期間」
- 経済損失：「強い規制を短期間」?「緩い規制を長期間」
  - 大きくなるかもしれない(>)、小さくなるかもしれない(<)
  - (興味深いことに)変異株Bシナリオでは、「強い規制を短期間」だと再度宣言発令になるがそれを考慮しても「?」

### (4月6日)次の緊急事態宣言の指針(藤井仲田)

[https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata\\_Slides\\_20210406.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata_Slides_20210406.pdf)

<西村大臣・脇田座長からの分析依頼対応>

○西村国務大臣 おはようございます。早朝からお集まりいただきまして、ありがとうございます。

もう御案内のとおりでありますけれども、全国の新規陽性者の数が増加を続けております。連日5,000人を超える報告があるところであります。全国10万人当たり1週間で約25人ということで、いわゆるステージIV、極めて厳しい感染状況となってきております。重症者の数も増加しているところであります。

こういった認識の下、これまで感染拡大の主な起点となっております飲食店を中心としたこれまでの対策に加えまして、昨年4月の緊急事態宣言のときを参考にしながら、そのときの対応に匹敵する休業要請等の強力な対策を短期集中的に実施して、人の流れを徹底的に抑制していく、感染拡大を抑えていく、このことを行ってまいりたいと考えております。

○大竹委員 緊急事態宣言で強力な政策を4月25日から5月11日まで短期間集中で行うという趣旨は理解しました。その上で3点発言させていただきます。

1点目は、行動変容を引き起こすための緊急事態宣言の国民への説明の仕方です。関西圏で発出する目的というのは、重症病床が逼迫していて、少しでも患者を減らして、医療崩壊を防ぐ、あるいは医療崩壊の期間をできる限り短くするということがその目的だと思います。一種、災害医療に近いような状態ではないかと思います。

### 4月23日:第4回基本的対処方針分科会

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/taisakusuisin/taisyo/dai4/gijiroku.pdf>

# 緊急事態宣言

○大竹委員 私は今回の東京都、沖縄県に緊急事態宣言という政府の提案に賛成します。

ただし、このままでは医療提供体制の逼迫がかなり確実に予想されていて、今回の対策によってそれを回避できる可能性が高いという点を積極的に説明していく必要があります。そうしないと、確かに数字の上では緊急事態宣言の条件を満たしていますが、なぜこの段階で緊急事態宣言なのかということが十分に理解されない可能性があります。特に高齢者へのワクチン接種が進んできているのに緊急事態宣言が必要になる理由を説明する必要があると思います。文書には書かれていると思いますが、今後の説明が重要だと思います。

デルタ株の影響が既に現れていて、現状の人流を前提とすると、7月後半に重症者の数が医療提供体制の限界を超えるという複数のシミュレーションが出ているということ。そしてその予測の確度が結構高いということをしっかり説明していくことが必要だと思います。

一方で、事前に対応することで、それを防ぐことができるという可能性を示すことが重要だと思います。

## 7月8日：第11回基本的対処方針分科会

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/taisakusuisin/taisyo/dai11/gijiroku.pdf>

- この宣言に関する議論では、AI-Simチームだけではなく京都大学の古瀬先生によるシミュレーション(6月9日、16日、30日、7月7日)も重要な貢献

# AI-SIMチーム：ワクチン戦略

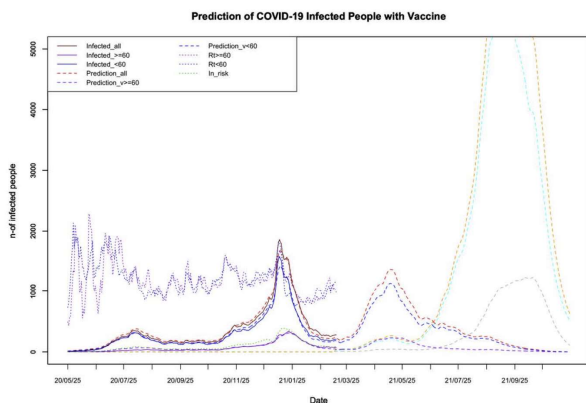
- ワクチン接種のペース・配分の感染への影響
  - 1回目・2回目接種
    - 大澤、倉橋、栗原、畝見、藤井仲田
  - 3回目接種
    - 大澤、倉橋、栗原、千葉、平田
- AI-Simチームによるワクチン分析は政府のワクチン戦略の背中を押した
  - 5月上旬時点での多くの民間予測は1日約50万本ペース（多くても1日80万本ペース程度）
  - 実際はそれを大幅に上回るペース
    - 6月中旬から9月まで安定的に1日100万本以上。7月には1日160万本を超える日も
  - （開始は遅れたが）急速なワクチン接種ペース・高い接種率は感染拡大抑制に大きく貢献したと言える
    - Beppu et al. (2021): An Assessment of the Vaccine Strategy in Tokyo

# ワクチン(1・2回目)

## ワクチン接種感染者予測 (60歳以上優先接種)

東京都の感染者推移を年代別 (60歳以上と59歳以下) でモデル化し、年代別にワクチン接種を実施する効果を予測

3/21の感染者数が200名、英国型変異種の感染者数が40名、昨年6月1日以降と同等の感染増加があったとして、**60歳以上優先で0.5%/日にワクチン接種** (60歳以上に行き渡った6/22以降は59歳以下に接種)



流動リスクを考慮したSEIR機械学習モデル  
 Infected\_all: 全感染者実測値 (濃赤実線)  
 Infected\_>=60: 60歳以上感染者実測値 (青実線)  
 Infected\_<60: 59歳以下感染者実測値 (紫実線)  
 Prediction\_v\_all: 全年代にワクチン接種 (赤破線)  
 Prediction\_v>=60: 60歳以上にワクチン接種 (紫破線)  
 Prediction\_v<60: 59歳以下にワクチン接種 (青破線)

3/5以降人口の0.1%/日に1回目接種, 21日後に0.1%/日 (合計0.2%2回目含む)  
 4/15以降人口の0.1%/日に1回目接種, 21日後に0.1%/日 (合計0.2%, 接種率90%)  
 6/1以降 0.25% + 0.25% = 0.5%/日  
 3/21解除後の実効再生産数・人口流動数の推移は2020年6月1日以降と同等とした。

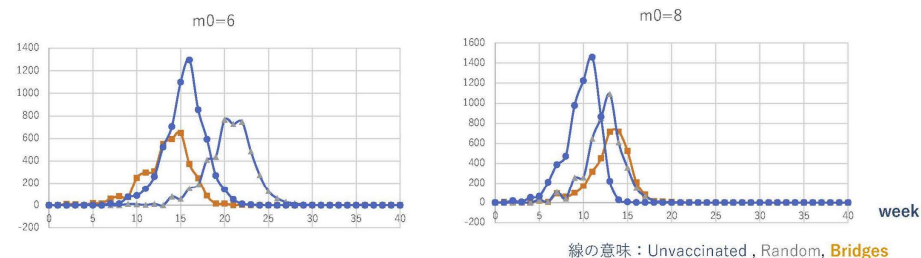
全感染者数 (橙破線)

第5波ピーク: 9/11 6,480人

なお、第4波ピーク後の減少は、集団免疫などの自然減衰ではなく、感染拡大に伴う外出自粛などの住民の行動変容に起因するものと推定される。

[https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article047/](https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article047/)

## ワクチン接種戦略シミュレーション② ~ ワクチン接種対象は、SwC戦略で選ぶ ~



線の意味: Unvaccinated, Random, Bridges  
**知見:** 都市型のコミュニティ構造では、 $W-2m_0$ の大きなノードに先にワクチンを接種させる方が効果が高い (都市におけるStay with Your Communityに従う)。感染拡大を遅延させる効果は必ずしも認められない。

**具体的アクション:** 医療者の他に若者、営業者、イノベーターなど多様なコミュニティとの接触を求める人から投与する。先般のデータ (内閣官房AI事業2020.10-2021.1) によれば、飲食店やオフィスなどの他、自粛が終了した後は電車などの公共交通機関、スーパーマーケットなどの多様者に接種させるべき。

※住宅地型は、4カテゴリのノード ( $W=2m_0-2, 2m_0+2, m_0-2, m_0+2$ ) がSFNの番号の早い順ではなくランダムに並ぶモデルなどでシミュレーションを行っているが、コミュニティ外から受け取る手の本数が $W-m_0$ ではなく $W$ 以下の広い範囲にわたるようになるため、SwC戦略の効果は都市型ほど顕著ではない。よって**住宅地型では**、感染した場合の高リスク群 (医療者、高齢者優先など) にワクチン接種を行う政策が感染「拡大」リスクケアと大きく対立するエビデンスは現段階では認められない。

[https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article050/](https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article050/)



# ワクチン(1・2回目)

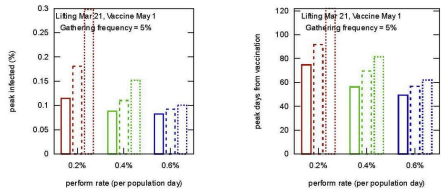
AI等シミュレーション開発事業

## ワクチン接種の優先順に関するシミュレーション結果

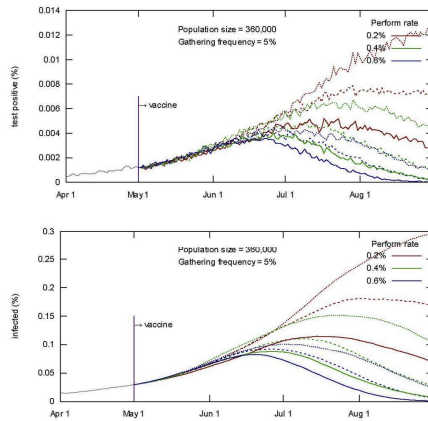
令和3年3月8日 創価大学 敵見達夫

- 各エージェントに個性として活発さを付与し、集会の参加率と移動の速度・頻度を変える。
- ワクチン接種の優先順位を、a. 活発な人優先、b. ランダム、c. 不活発な人優先の3とおりにして感染者数の推移を見る。  
→ 右図の上から 実線 = a., 破線 = b., 点線 = c.
- 緊急事態宣言を3月21日に解除し、一般へのワクチン接種を5月1日に1日あたり人口の0.2, 0.4, 0.6%の速度で開始した場合。

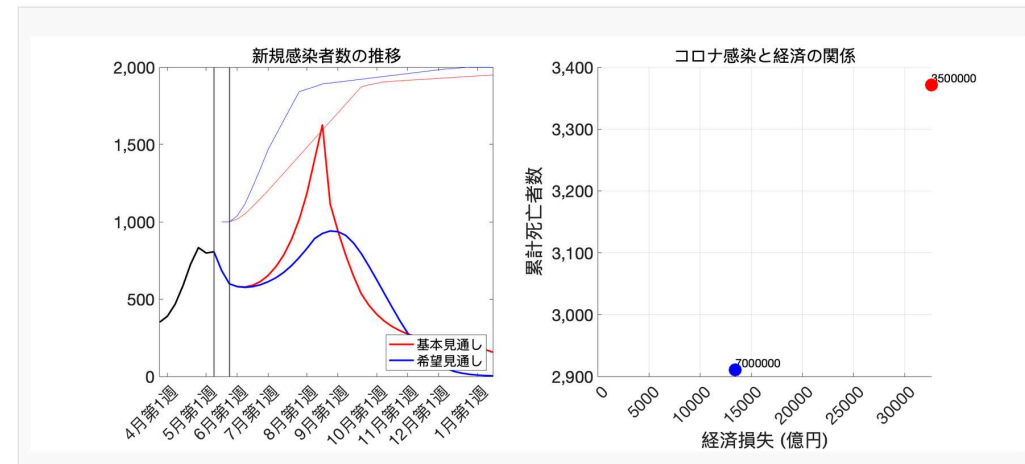
詳細→ [http://www.intlab.soka.ac.jp/~unemi/SimEpidemic1/info/simepidemic\\_sim\\_vcn4.html](http://www.intlab.soka.ac.jp/~unemi/SimEpidemic1/info/simepidemic_sim_vcn4.html)



高齢者優先は医療逼迫を回避する方法としては妥当だが、活動的でない高齢者も優先すると、引き換えに終息の遅延とピーク時の感染者数の増加につながる恐れ。



## 2. 基本ワクチン見通しと希望ワクチン見通しの比較



[https://www.covid19-ai.jp/ja-ip/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article046/](https://www.covid19-ai.jp/ja-ip/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article046/)

[https://covid19outputjapan.github.io/JP/tokyo\\_20210518.html](https://covid19outputjapan.github.io/JP/tokyo_20210518.html)

# ワクチン(3回目)

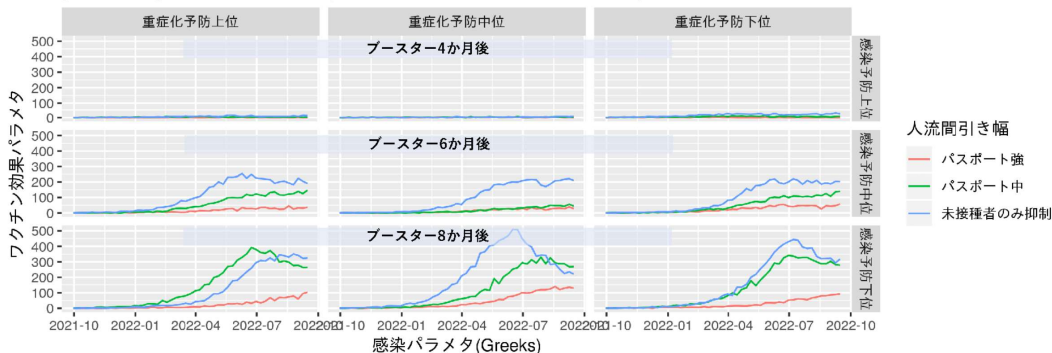
Covid-19 AI Simulation Project



## モデルBの結果：新規感染者数

感染予防効果の高いケース(ブースター4か月後)を除き、ブースターが遅れるに連れ1月以降徐々に新規感染者数が再度増加する見込み。それでも強めのワクチンパスポートルールを適用すれば、感染者は比較的緩やかに抑えられる

[単位:千人]新規感染者数推移(世帯数: 10000 W-m0ルール:1 0.3)



[[計算前提]]  
 ・10,000世帯(約1万エージェント)、乱数シード1、  
 ・[W-m0関係]家族:全結合、職場: W=3, m0=1, 学校: W=4, m0=2、ご近所: W=4, m0=2、旅行イベント: ランダムに2人と

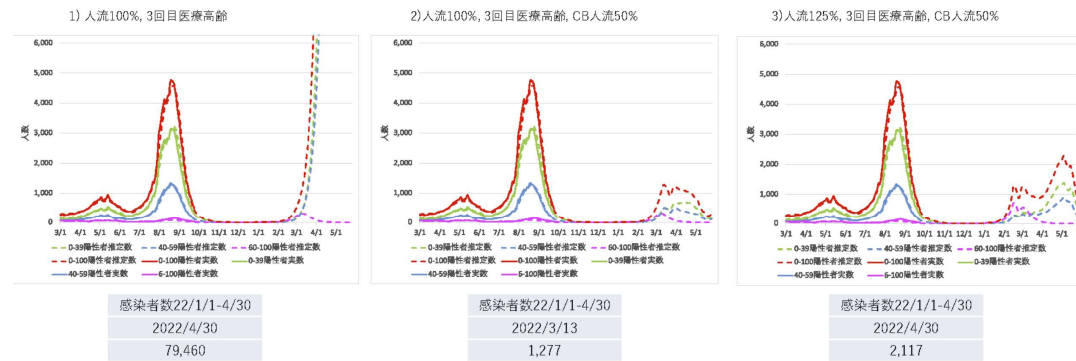
4

## 3回目接種 医療従事者・高齢者

	1	2	3
夜間滞留人口*1	100%	100%	125%
3回目接種*2	医療,高齢	医療,高齢	医療,高齢
接種証明制限*3	0%	0%	0%
人流制限*4	0%	50%	50%

\*1 繁華街21時滞留人口の増加率 = (10/8以降)/(6/25-8/8期間平均)  
 \*2 ワクチン3回目接種 240日経過者に対して12/1から開始  
 \*3 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の利用制限率  
 \*4 陽性者1000人で夜間滞留人口制限 (遅れ時間14日)

1回目効果,2回目効果: 33%, 88%  
 ワクチン2回目接種180日後発症予防効果: 66%  
 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上): 55%, 80%, 90%



[https://www.covid19-ai.jp/ja-ip/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article164/](https://www.covid19-ai.jp/ja-ip/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article164/)

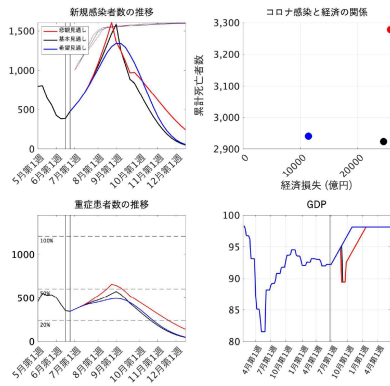
[https://www.covid19-ai.jp/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article172/](https://www.covid19-ai.jp/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article172/)

# ワクチン

## 重要ポイント

- ワクチン接種が順調に進んでいるが、今後の見通しにはまだ大きな不確実性
  - **デルタ型変異株**の推移・感染力に大きな不確実性
- 高齢者ワクチン接種がある程度進むと、**全体の重症化率は低下する**
  - しかしながら、高齢者以外での感染拡大で**医療逼迫は起こり得る**
- **慎重に経済活動を促進**してことで、再度宣言発令を回避できる
  - 短期的には経済にとって負担だが、中・長期的には必ずしもそうではない

ワクチン見直し比較（デルタ株7月末5割・感染力1.3倍）



5

令和3年6月30日、菅総理は、総理大臣官邸で第2回新型コロナウイルス感染症対策の進捗に関する関係閣僚会議を開催しました。

会議では、新型コロナウイルス感染症対策の進捗について議論が行われました。

総理は、本日の議論を踏まえ、次のように述べました。

「本日は、ワクチン接種の効果などについて議論いたしました。有識者の方々からは、ワクチン接種は重症化を抑えるだけでなく、感染者数そのものを大きく減少させる効果があり、接種を加速することによって、経済活動の再開が大きく早まるとの指摘を頂きました。」

関係大臣においては、感染対策の徹底とワクチン接種の加速化に向け、しっかり連携して取り組んでいただくようお願いいたします。」

**6月30日：新型コロナウイルス感染症対策の進捗に関する関係閣僚会議**

[https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/actions/202106/30corona.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202106/30corona.html)

**<(6月30日)コロナ感染と経済活動の見直し<同日の閣僚会議用資料>**

[https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata\\_ADBKantei\\_20210630.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata_ADBKantei_20210630.pdf)

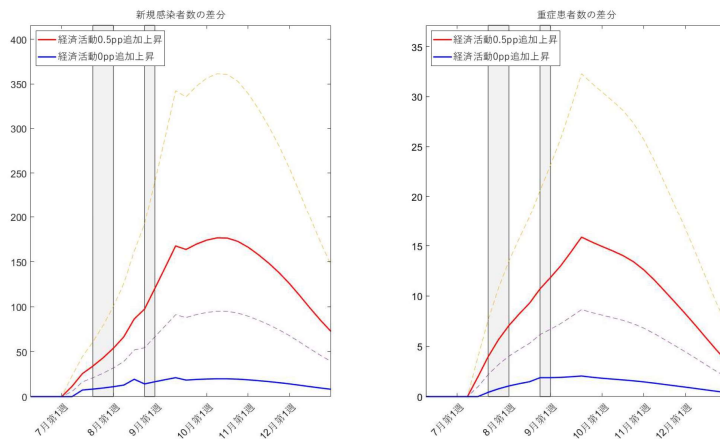


# AI-SIMチーム：五輪

- 藤井仲田(5月21日)
  - 世界で初の五輪に関する定量分析
  - 「五輪入国者の影響は限定的。国内人流抑制が鍵」
  - 約1か月間、唯一の定量分析として議論に貢献
    - 報道：朝日、毎日、日経、産経、NHK、Financial Times, Wall Street Journal, BBC他
    - 五輪専門家ラウンドテーブル(5月25日)
    - コロナ専門家有志の会による「2020年東京五輪開催に伴う新型コロナウイルス感染拡大リスクに関する提言」にシミュレーション提供
- 藤井仲田・千葉(6月17日)、倉橋(6月23日)、栗原(7月20日)
  - 五輪会場観客数の影響は限定的、もしくは抑制可能
  - 国内人流抑制が鍵
  - AI-Simチーム以外では、厚労省AB提出の古瀬・高・押谷・鈴木(6月16日)が重要な貢献

# 五輪

## 6月中旬宣言解除(中止ケースからの差分)



\*右図の186は東京都の最大重症患者病床数の50%

18

[https://covid19outputjapan.github.io/JJ/JP/files/FujiiNakata\\_Olympics\\_Slides\\_20210521.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JJ/JP/files/FujiiNakata_Olympics_Slides_20210521.pdf)

## AGENT-BASEDモデル

1日当たりの新規感染者数への影響(8月第3週)

	直帰率4割	直帰率8割
観客動員率100%+PV	+54人	+36人
観客動員率100%	+約30人	+約20人

注: 観客動員率100%は現状のチケット販売数と整合的な観客数を意味する。東京都では1日平均観客約15万人。ボランティア約2万6千人も考慮。PVは約6万人と仮定し、合計一日平均約24万人  
 注: 最終列は人数が約2乗で感染者数差分に影響を与えるというモデルの性質を基にしたBack-of-the-Envelope<sup>13</sup>計算  
 出典: 千葉安佐子(2021)「オリンピック開催に伴う人流増加がもたらす感染拡大効果」

## MULTI-GROUP疫学マクロモデル

1日当たりの新規感染者数への影響(8月第1週)

	直帰率2割	直帰率5割	直帰率8割
観客動員率100%	+81	+49	+22
観客動員率50%	+24	+15	+7

注: 観客動員率100%は現状のチケット販売数と整合的な観客数を意味する。東京都では1日平均観客約15万人。ボランティア約2万6千人も考慮。合計一日平均約18万人  
 注2: リーグ・NTTグループの調査によると、観戦後の直帰率は54.8%から67%  
 注3: このモデルでは8月第1週に影響が最大となる

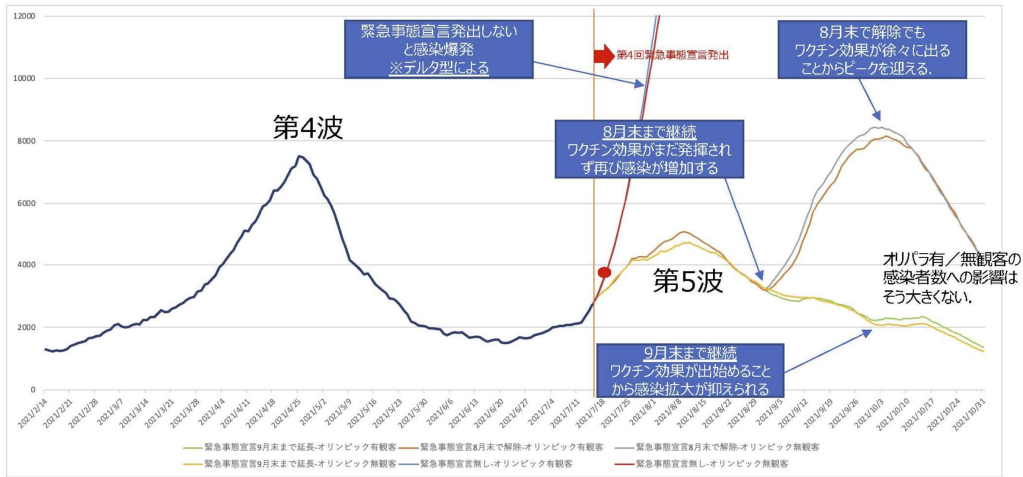
14

[https://covid19outputjapan.github.io/JJ/JP/files/FujiiNakata\\_Olympics\\_Slides\\_20210616a\\_DirectEffects.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JJ/JP/files/FujiiNakata_Olympics_Slides_20210616a_DirectEffects.pdf)

26

# 五輪

## AI等シミュレーション開発事業 オリパラ（有観客・無観客）と第4回緊急事態宣言解除時期の影響 2021-07-08

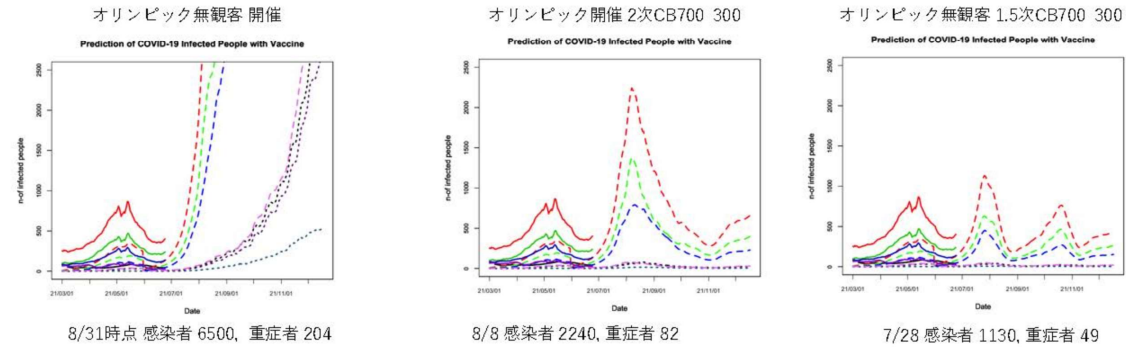


2

## デルタ株+オリンピック開催の影響評価

- 6/21に緊急事態宣言を緩和して7/11まで継続  
7月23日～8月8日に22万人/日（50%が都外）の人口流動増加
  - オリンピック無観客開催
  - オリンピック開催(22万人)、感染者700人で対策強化（2021年1月の2次宣言相当）300人で解除
  - オリンピック開催(無観客)、感染者700人で対策強化（2020年4月1次と2021年1月2次宣言の中間の強度）300人で解除

赤：新規陽性者総数（15歳以上）  
 緑：新規陽性者数（15歳～39歳）  
 青：新規陽性者数（40歳～64歳）  
 紫：新規陽性者数（65歳～）  
 濃紫波線：重症者数  
 実線：実測数 波線：推定数



[https://www.covid19-ai.jp/ja-ip/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article092/](https://www.covid19-ai.jp/ja-ip/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article092/)

[https://www.covid19-ai.jp/ja-ip/presentation/2021\\_rq3\\_countermeasures\\_simulation/articles/article086/](https://www.covid19-ai.jp/ja-ip/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article086/)

# I AI-Simチームの役割

## 2. 将来への教訓

# 将来への教訓：事後的なWHAT IF

- 1. 発信力がもう少し高ければ・・・
  - 多様な視点をより多くの国民に伝えることが出来た
    - AI-Simチームは(一部メンバーを除いて)基本的に裏方に徹した
  - 多様な視点が国民に伝わっていたら良かった具体例
    - 7月後半・8月の政策議論
      - 人流削減、ロックダウンの法整備、夏の野外イベントの中止等の必要性が様々な立場から主張された
      - 現実には、8月中旬から人流増加・下げ止まり。にも関わらず、8月後半から感染は急速に減少
      - 8月前半時点で、人流抑制無しでも急速な感染減少を予見していたAI-Sim分析も幾つか存在した
        - 「第6波に向けた分析体制の構築—8月12日の分科会「人流5割削減」提案からの教訓—」
        - [https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata\\_0812Review\\_20211119.pdf](https://covid19outputjapan.github.io/JP/files/FujiiNakata_0812Review_20211119.pdf)

# 将来への教訓：事後的なWHAT IF

## ■ 2 **ファクトチェックプロジェクト**が存在していれば・・・

- (我々も含めた)研究者・専門家の発信がより規律あるものとなった

### ■ 慎重な発信 AND 正確な報道の良い例

- 2021年7月10日:酒を伴う会食は感染リスク5倍? 感染研疫学センター長「酒提供停止政策の根拠とするのは飛躍がある」

- 国立感染症研究所:新型コロナウイルス感染症の社会行動リスク解析—パイロット調査の暫定報告、<https://www.buzzfeed.com/jp/naokoiwanaga/covid-19-suzuki-1>
- 「だからお店を閉めろ」「だから酒を出すな」とこの研究から主張するのは、明らかに飛躍しています」

### ■ 誤解の生まれる発信やミスリーディングな報道も観察された

- 飯田泰之先生(明治大学)・中田大悟先生(RIETI)の指摘、近藤恵介先生(RIETI)の解説は大きな社会貢献

- [https://note.com/iida\\_yasuyuki/n/nb2ad657d55e4](https://note.com/iida_yasuyuki/n/nb2ad657d55e4)、<https://news.yahoo.co.jp/byline/nakatadaigo/20210129-00220017>、[https://www.rieti.go.jp/jp/columns/a01\\_0630.html](https://www.rieti.go.jp/jp/columns/a01_0630.html)
- 研究者コミュニティとしてこういった貢献を評価し奨励することは、より健全な科学と政策の関係に貢献

# 将来への教訓：事後的なWHAT IF

- 3. 行動制限の社会経済シミュレーションに特化したプロジェクトが存在していれば・・・
  - より生産的に感染症対策と社会経済の両立の議論ができた
  - 両立の議論のためには「感染リスク」と「感染症対策に伴う社会・経済・文化・教育へのリスク」の両方の定量化が重要
  - コロナ禍においては、(前者と比べて)あまり定量化されてこなかった
    - 行動制限の社会・経済・文化・教育への影響は多岐に渡る・不確実性が高い・短期だけではなく中長期・定量化が難しい
  - あまり報道もされてこなかった
    - そもそもあまり定量化されていない
    - こういった影響を試算するためのデータの頻度は高くても月次。新規感染者数、等の感染データは日次であることと対照的

# 将来への教訓：事後的なWHAT IF

- 4. 因果推論プロジェクトが存在していれば・・・
  - 行動制限の感染・経済への影響についての因果推論研究をより多く提示できた
    - 緊急事態宣言、GoTo政策、給付金、時短要請、休校、テレワーク
  - 既存の因果推論研究を国民・政策現場により広く伝えることが出来た
    - Takaku and Yokoyama (2021), Takaku et al. (2021)等
  - 政策効果を後に分析するために必要な「仕掛け」を政策に組み込むことが出来た



# まとめ

- 2020年秋からAI-Simチームは国民・政府に様々な数理モデル分析をほぼ毎週提供
  - 分析は頻繁にコロナ対策担当大臣・官房長官・総理に報告
  - 学術的な価値よりもリアルタイム政策分析としての価値に重きを置いた分析を提供
- ワクチン戦略・緊急事態宣言の発令/解除・五輪等に関する政策判断の羅針盤としての役割を果たした
  - どのくらい価値のある羅針盤だったかに関しては検証が必要
- AI-Simプロジェクトのような試みが(1)ファクトチェック、(2)社会経済、(3)因果推論の分野でも存在していれば、国民・政府はより良い意見形成・政策判断が出来た

- 火曜日に分析更新・Zoom説明会 : <https://Covid19OutputJapan.github.io/JP/>
- 参考資料 : <https://covid19outputjapan.github.io/JP/resources.html>
- Zoom説明会動画 : <https://covid19outputjapan.github.io/JP/recording.html>
- 経済セミナー連載
  - <https://note.com/keisemi/n/n9d8f9c9b72af>、<https://note.com/keisemi/n/n7f38099d0fa2>
  - <https://note.com/keisemi/n/nd1a6da98f00e>、<https://note.com/keisemi/n/n430f8178c663>
- 論文 : <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs42973-021-00098-4>
- Twitter: <https://twitter.com/NakataTaisuke>
- 質問・分析のリクエスト等
  - [taisuke.nakata@e.u-tokyo.ac.jp](mailto:taisuke.nakata@e.u-tokyo.ac.jp)