

2022年4月6日

2021年の夏期の感染拡大が収束に至った要因に関する 学際的な研究からの見解

阿南英明、今村顕史、太田圭洋、岡部信彦、押谷仁、尾身茂、釜萯敏、小林慶一郎、
舘田一博、田中幹人、谷口清州、中島一敏、仲田泰祐、西田淳志、前田秀雄、
脇田隆字、和田耕治

【はじめに】

- 昨夏の感染拡大の波(いわゆる“第5波”)は2021年7月初旬から9月末までとすると、波の後半においてこれまでの感染の波と比べても急速で、かつ、持続的な収束に至った。
- 感染拡大が収束に至った要因については複合的なものが考えられる。これまでも、厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策アドバイザリーボードでも複数回にわたって話題にした。研究者が、疫学的手法に加え、シミュレーションやAIなど様々な方法で分析を行い、発表をいただいた。しかし、研究の対象や方法の違いもあり、全体を俯瞰した見解をとりまとめることは今後の対策のためにも必要と考えられた。
- これまでに公表されたデータをもとに、第5波が収束に至った要因に関して学際的に研究成果を総合的に評価し、見解としてとりまとめた。なお、これまでの流行において都市での感染拡大が地方への波及していたことから、特に都市を対象にしたデータを取り上げている。

【第5波が収束したと考えられる要因】

- (1) 免疫の獲得(ワクチン接種と自然感染)
- (2) 感染拡大時の接触機会の減少
- (3) その他

(1) 免疫の獲得(ワクチン接種と自然感染)

○ワクチン接種及び自然感染による免疫の獲得が感染者数の減少に寄与した。

10月22日までのワクチン接種の進み具合について、東京都のデータでは全年代において7割を超える接種率が確保されている。第5波に重なるように接種が急速に実施されていた(図1)。

○ワクチン接種により、発症予防効果について1回目接種14日以降で76%、2回目接種14日以降では95%と示された(図2)。

- ワクチン接種は医療従事者が先行し、その後高齢者から成人にも接種が進行した。それにより、感受性者の割合が急速に低下した。たとえば、名古屋市では、4 割程度の人口がワクチンまたは感染により免疫を獲得したと考えられた時点から減少傾向が明らかとなったことが指摘された(図 3-4)。接触機会が多く、感染拡大の起点となりうる若年成人の予防接種の実施や自然感染により免疫獲得者が増加し、実効再生産数を効率的に下げることにも貢献したと考えられる。
- 第 5 波以前において特徴的だった、流行が若者からはじまり、高齢者へそして施設や医療機関などでのクラスター形成をするような現象が見られなかった。第 5 波においてはすべての年齢層で感染がほぼ同時に収束した。高齢者からワクチン接種が急速に進んだことが寄与した(図 5-6)。
- AIなどを活用した研究においても、ワクチン接種率の向上が感染の収束に寄与したことが示された(図 7-8)。また、ワクチン接種の分布の均一性(自治体ごとの人口あたりのワクチン接種速度の比率が均一に高まることで全国の感染者の減少につながる)の関与と(図 9)、一方で、ワクチン接種だけでは感染拡大の収束の説明ができないことから複合的な要因が合わさり実効再生算数を下げることになったことが指摘された(図 10-11)。
- ワクチン未接種者に相当する繁華街における夜間滞留人口の減少によって 感染が減少したことが指摘されている(図 11-12)。

(2) 感染拡大時の接触機会の減少

- 一般市民を対象とした新型コロナウイルスによる生活への影響へのアンケート調査で流行拡大時には病床逼迫に対する不安が増加し、イベントや会食などのリスク行動の回避がみられた(図 13、Ohsawa Y, Tsubokura M. (2020) Stay with your community: Bridges between clusters trigger expansion of COVID-19. PLoS ONE 15(12): e0242766.)。多くの人々の感染症に対する理解・協力が進み、日常の行動としての対策が行われたと考えられる。
- 新規陽性者数の増加と飲み会及びカラオケのツイートの減少が見られており、感染リスクの高い行動が減少した可能性が指摘されている(図 14)。感染者増加が、医療逼迫への危機感を通して、新規陽性者数の減少と関連していた可能性が指摘されている(図 15)。
- 日本では年末年始、連休などをきっかけとした感染拡大をこれまで繰り返した。今回も夏休みと 7 月の 4 連休が感染拡大の要因となった可能性がある(図 16)。一方で、8 月のお盆以降は連休や恒例行事が少なかったことは収束と関連したと考えられる。

○繁華街における夜間滞留人口が実効再生産数と相関することが指摘されている(図 12)。東京都の深夜の滞留人口は 7 月 12 日に緊急事態宣言が発出され、お盆の前後に向けて低下した他、前述したようにワクチン接種が進んだことで、感受性のある人口も減少した。

(3) その他

- 都市部での感染減少が地方への波及を止めた可能性がある(図 17)。
- 第 4 波の収束時においては、東京都心部に感染者が残存したが、第 5 波の収束時には東京都全域で感染者数が減少し、都心部でも感染者残らなかったと考えられる(図 18-19)。
- ウイルスの特徴ならびに人の遺伝的な観点を含めた要因については十分に明らかにされていない。
- 新型コロナウイルス感染症の感染の広がりの特徴として、多くの感染者が二次感染を起こさない一方で、一部の人が多くの人に感染させて大きな規模のクラスター(super-spreading event (SSE)とも呼ばれる)を引き起こすことがあげられる。このような感染症では感染連鎖のなかで SSE が継続的に起こることが伝播の維持の条件となる。これまで国内でも、地域で感染者が増加する局面においては、飲食の場面などで SSE が継続的に発生していたと考えられる。一方で SSE そのものの発生が一定程度抑制されたり、SSE に関連する感染者数が減少したりすると、多くの伝播が維持されずに感染者は減少に向かったと考えられる。

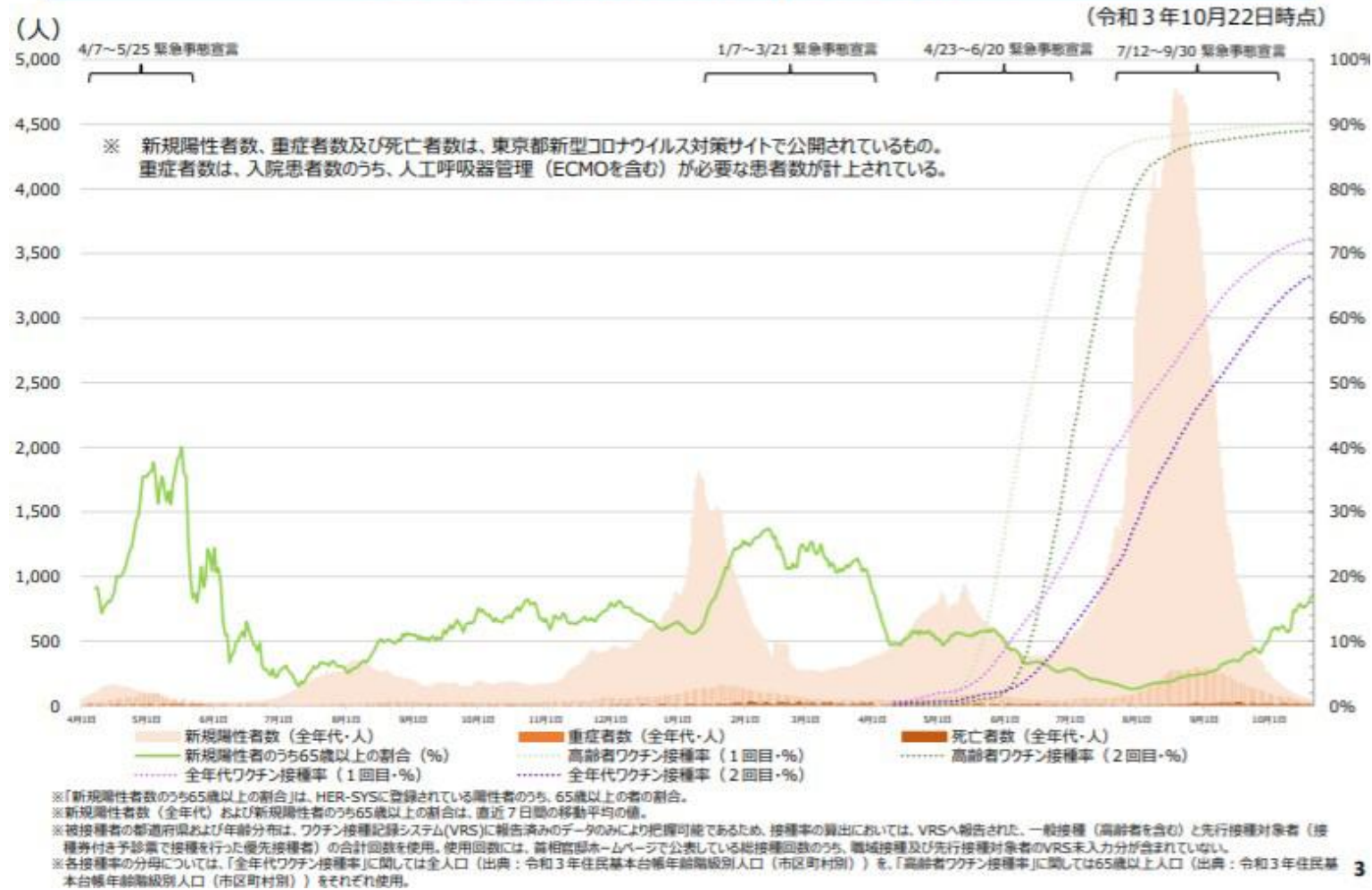
国内の第 5 波の流行では、流行中に若年層を含めたワクチン接種が進み、さらに自然感染により免疫を獲得した人が増えていったことで一時的に SSE が起こりにくい状況が生まれた可能性が考えられる。このような状況は Transient collective immunity とも呼ばれているが、集団免疫(Herd immunity)とは異なり、人々の行動パターンの変化などによって再流行が起こり得る状況とされている。なお、この仮説は実証されたものではなく、あくまでも第 5 波の減少を説明する一つの仮説である。(Tkachenko AV et al. Time-dependent heterogeneity leads to transient suppression of the COVID-19 epidemic, not herd immunity. Proc Natl Acad Sci U S A. 2021 Apr 27;118(17):e2015972118.)

【おわりに】

- それぞれの要因については、定性的には検討できるが、どの程度収束に寄与したかという定量的な解を得ることは困難である。また、それぞれの研究には限界もあるが、引き続き、学際的な観点から分析を行い、今後の対策に役立てることが必要である。
- なお、オミクロン株が主体の第 6 波において同じことが言えるとは限らず、オミクロン株の特性も考慮して今後検討が必要である。

2021年の夏期の感染拡大が収束に至った 要因に関する学際的な研究からの見解 資料集

東京都の新規陽性者数等及びワクチン接種率



2021年10月26日 厚生労働省
 資料2-4 全国の新規陽性者数等及び高齢者のワクチン接種率等
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000847817.pdf>

調整オッズ比を元にワクチン有効率を算出したところ、1回接種14日以降2回接種13日まで（partially vaccinated）では76%（95%CI 53-88%）、2回接種では91%（95%CI 70-97%）、ワクチン2回接種14日以降（fully vaccinated）では95%（95%CI 72-100%）であった。

表4. ワクチン有効率（暫定値）

	有効率（95%信頼区間）
1回接種13日目まで	17 (-37-49)
ワクチン1回接種（接種からの期間を問わない）	48 (21-66)
1回接種14日以降2回接種13日まで（partially vaccinated）	76 (53-88)
ワクチン2回接種（接種からの期間を問わない）	91 (70-97)
ワクチン2回接種14日以降（fully vaccinated）	95 (72-100)

年代別ワクチン免疫による推定感染予防効果、名古屋市

月日（曝露日）	10代			20代			30代			40代			50代			60-64歳			65歳以上		
	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計	PI	FI	合計
2021/7/12 - 2021/7/18	1.29%	0.53%	1.82%	7.69%	6.05%	13.75%	7.50%	5.59%	13.08%	7.81%	5.70%	13.51%	7.74%	5.27%	13.01%	11.73%	7.43%	19.15%	NA	39.08%	39.08%
2021/7/19 - 2021/7/25	2.06%	0.65%	2.72%	10.72%	6.51%	17.23%	10.00%	5.97%	15.97%	10.30%	6.16%	16.47%	10.79%	5.80%	16.59%	22.88%	8.76%	31.65%	NA	46.19%	46.19%
2021/7/26 - 2021/8/1	2.71%	0.82%	3.53%	12.98%	7.15%	20.12%	11.92%	6.57%	18.49%	12.32%	6.90%	19.22%	15.42%	6.65%	22.07%	32.76%	10.26%	43.02%	NA	50.68%	50.68%
2021/8/2 - 2021/8/8	3.34%	1.11%	4.45%	13.95%	8.49%	22.44%	12.72%	7.99%	20.71%	14.88%	8.57%	23.45%	21.36%	8.58%	29.94%	37.31%	12.62%	49.94%	NA	53.63%	53.63%
2021/8/9 - 2021/8/15	4.09%	1.65%	5.74%	13.73%	10.81%	24.54%	12.36%	10.48%	22.83%	16.14%	11.61%	27.75%	24.59%	12.28%	36.86%	33.05%	20.81%	53.86%	NA	56.14%	56.14%
2021/8/16 - 2021/8/22	4.97%	2.35%	7.32%	13.02%	13.47%	26.50%	12.05%	12.97%	25.02%	17.21%	14.49%	31.70%	25.12%	16.32%	41.44%	23.10%	34.79%	57.89%	NA	57.23%	57.23%
2021/8/23 - 2021/8/29	6.65%	3.21%	9.85%	12.79%	16.30%	29.08%	12.80%	15.46%	28.26%	19.23%	17.60%	36.84%	24.19%	23.24%	47.43%	13.40%	48.73%	62.13%	NA	57.87%	57.87%
2021/8/30 - 2021/9/5	9.48%	4.46%	13.93%	13.36%	19.61%	32.97%	15.00%	18.28%	33.28%	20.53%	22.09%	42.62%	19.66%	33.27%	52.93%	8.18%	56.53%	64.71%	NA	58.32%	58.32%
2021/9/6 - 2021/9/12	14.61%	5.71%	20.33%	16.54%	22.24%	38.79%	19.40%	20.83%	40.23%	22.63%	26.99%	49.62%	16.53%	40.94%	57.47%	6.77%	59.50%	66.28%	NA	58.53%	58.53%
2021/9/13 - 2021/9/19	21.39%	7.40%	28.79%	19.71%	24.57%	44.28%	22.98%	23.19%	46.17%	22.46%	32.10%	54.56%	13.87%	46.56%	60.43%	5.81%	61.57%	67.39%	NA	58.70%	58.70%
2021/9/20 - 2021/9/26	25.74%	10.13%	35.86%	21.29%	27.04%	48.32%	23.87%	26.38%	50.24%	20.36%	37.56%	57.92%	10.37%	52.41%	62.78%	4.59%	63.60%	68.19%	NA	58.91%	58.91%
2021/9/27 - 2021/10/3	27.95%	14.14%	42.09%	21.49%	30.19%	51.67%	22.76%	30.74%	53.50%	17.67%	42.90%	60.57%	8.21%	56.27%	64.48%	3.94%	64.88%	68.82%	NA	59.08%	59.08%
2021/10/4 - 2021/10/10	28.21%	21.14%	49.35%	20.13%	35.42%	55.55%	19.95%	37.38%	57.34%	13.70%	50.11%	63.81%	6.49%	59.93%	66.43%	3.48%	66.15%	69.63%	NA	59.29%	59.29%
2021/10/11 - 2021/10/17	25.94%	29.81%	55.75%	18.07%	41.00%	59.08%	16.98%	43.71%	60.69%	11.16%	55.22%	66.38%	5.74%	62.15%	67.89%	3.31%	67.01%	70.33%	NA	59.45%	59.45%

8月中旬～下旬に、20-40代において、ワクチンによる感染予防効果は約30%に達した。すなわち、ワクチン接種前に比べRtを3割弱低下させる効果があったと考えられる。

2021年12月8日資料3-5 中島先生資料

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000864206.pdf>

名古屋市人口における自然感染及びワクチンによる感染予防効果

年月日	全年齢		
	ワクチン	自然感染	統合
2021/7/12 - 2021/7/18	18.4%	3.9%	21.6%
2021/7/19 - 2021/7/25	22.7%	4.0%	25.7%
2021/7/26 - 2021/8/1	26.3%	4.1%	29.3%
2021/8/2 - 2021/8/8	29.8%	4.2%	32.8%
2021/8/9 - 2021/8/15	32.9%	4.5%	35.9%
2021/8/16 - 2021/8/22	<u>35.2%</u>	<u>5.0%</u>	<u>38.5%</u>
<u>2021/8/23 - 2021/8/29</u>	<u>38.1%</u>	<u>5.7%</u>	<u>41.7%</u>
2021/8/30 - 2021/9/5	41.3%	6.5%	45.1%
2021/9/6 - 2021/9/12	45.1%	7.0%	48.9%
2021/9/13 - 2021/9/19	48.2%	7.4%	52.0%
2021/9/20 - 2021/9/26	50.6%	7.6%	54.3%
2021/9/27 - 2021/10/3	52.5%	7.7%	56.1%
2021/10/4 - 2021/10/10	54.7%	7.7%	58.2%
2021/10/11 - 2021/10/17	56.6%	7.7%	59.9%

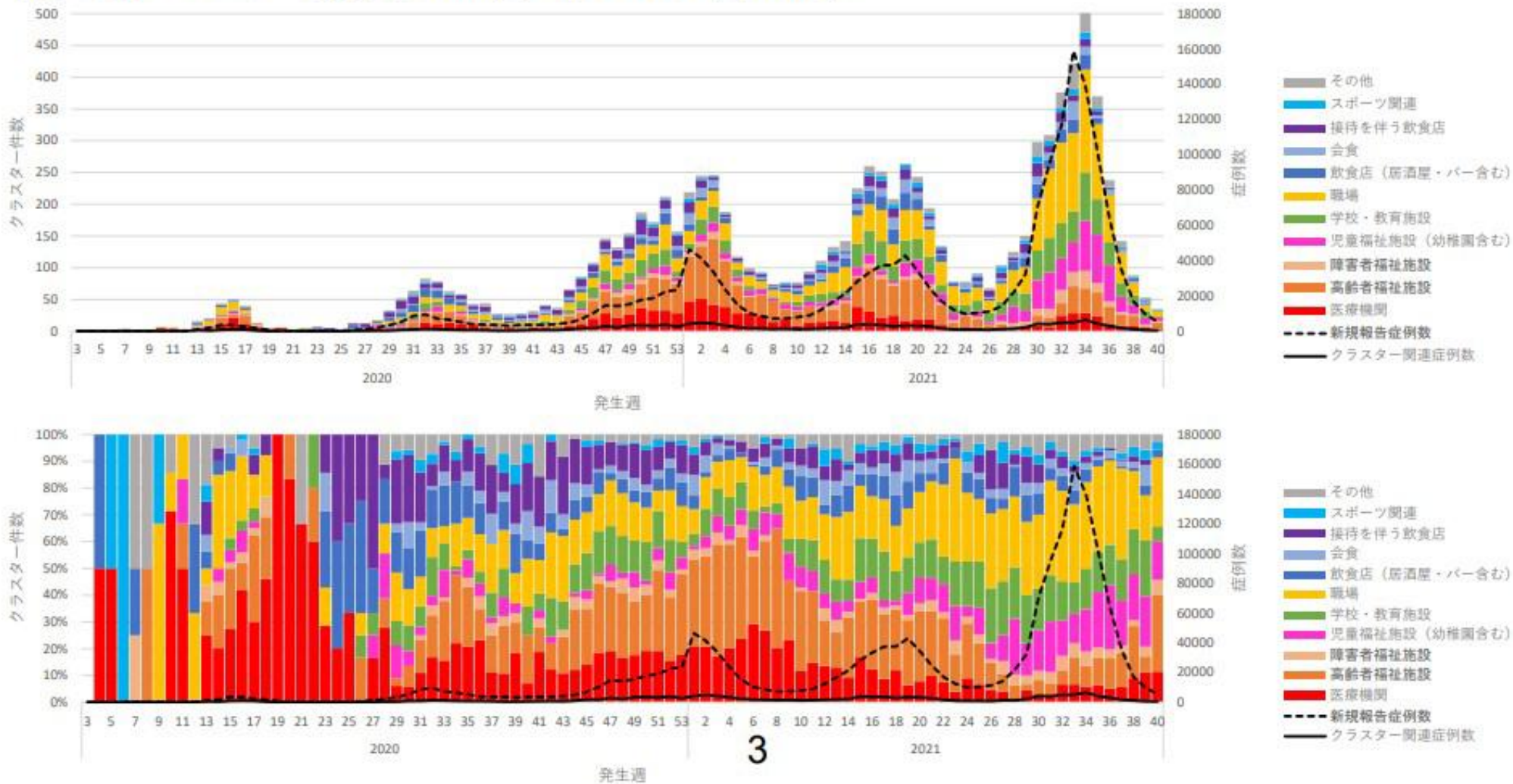
23

2021年12月8日

資料3-5 中島先生資料

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000864206.pdf>

疫学週別クラスター件数（2020年第3週～2021年第40週）

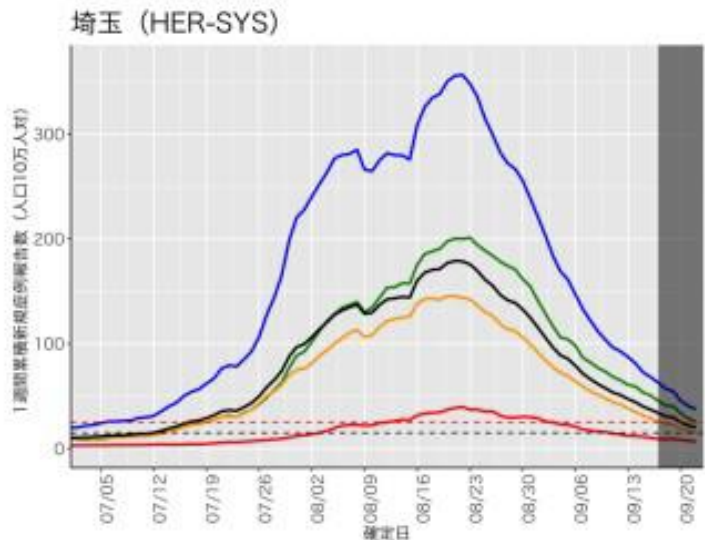
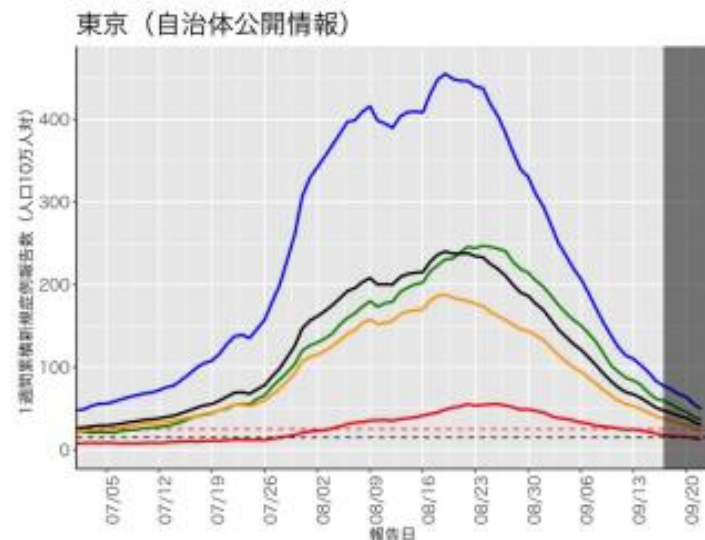
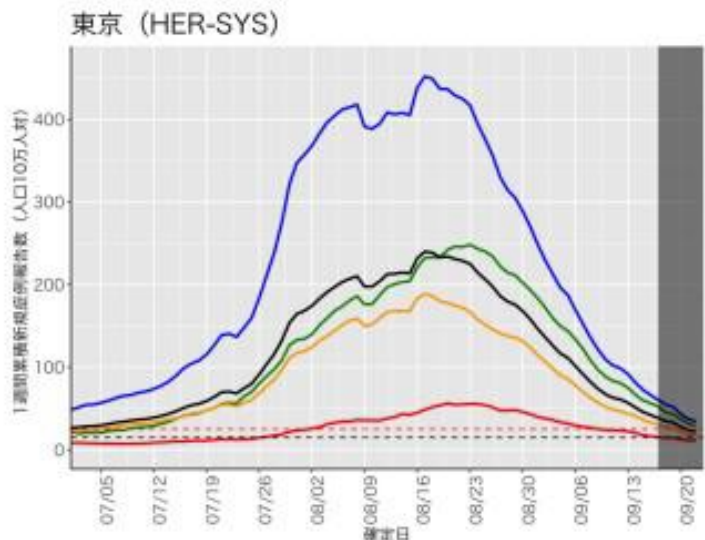


2021年10月13日

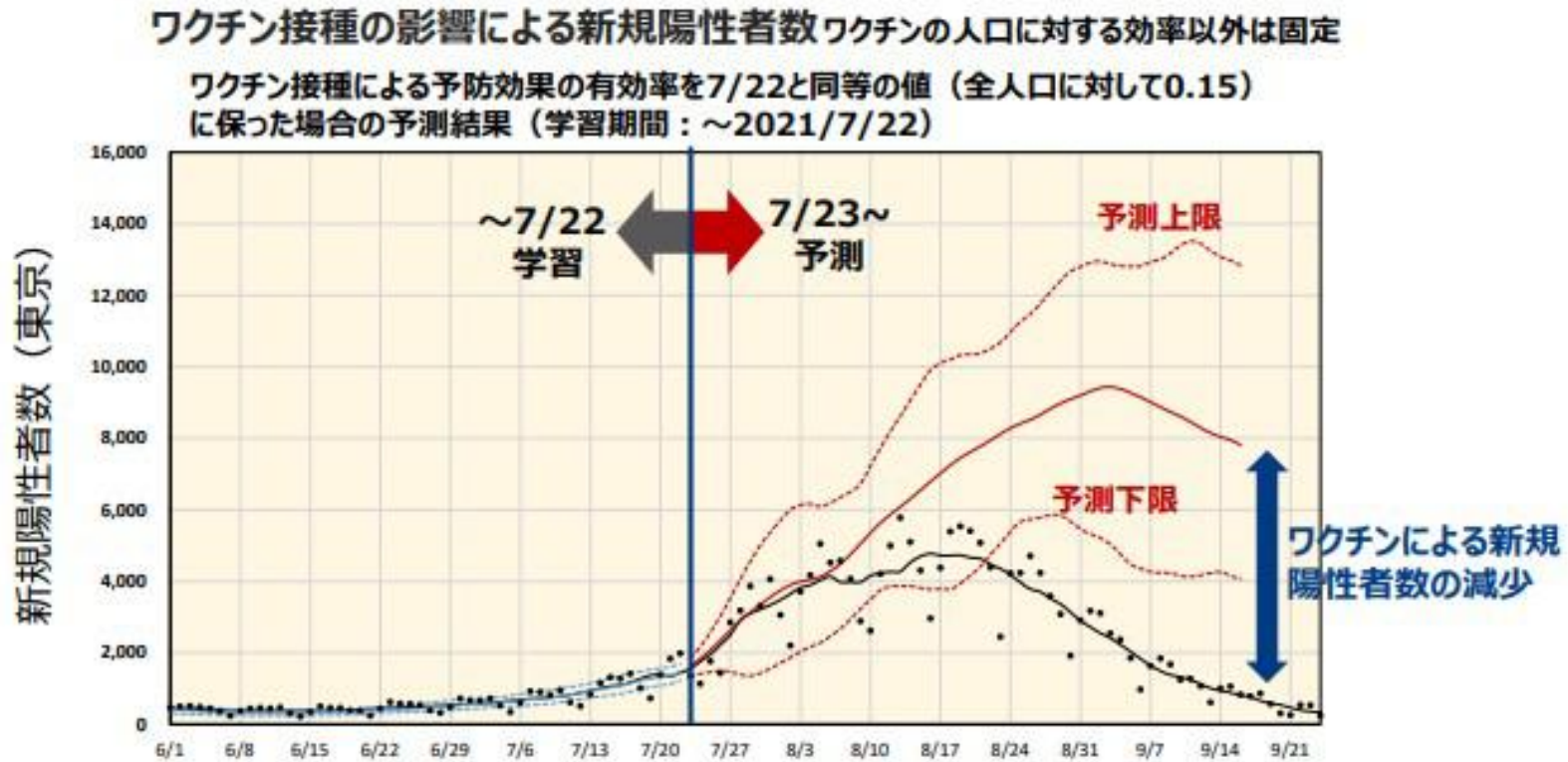
資料3-1 押谷先生資料

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000843174.pdf>

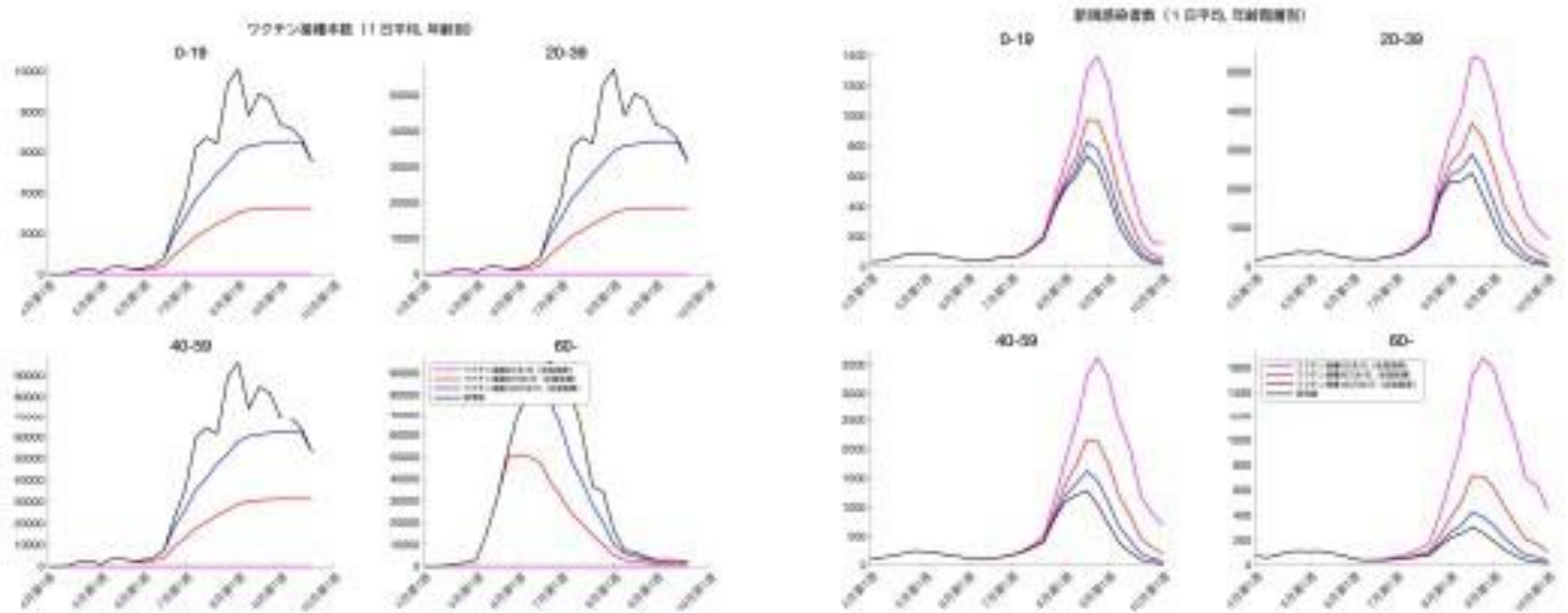
第5波



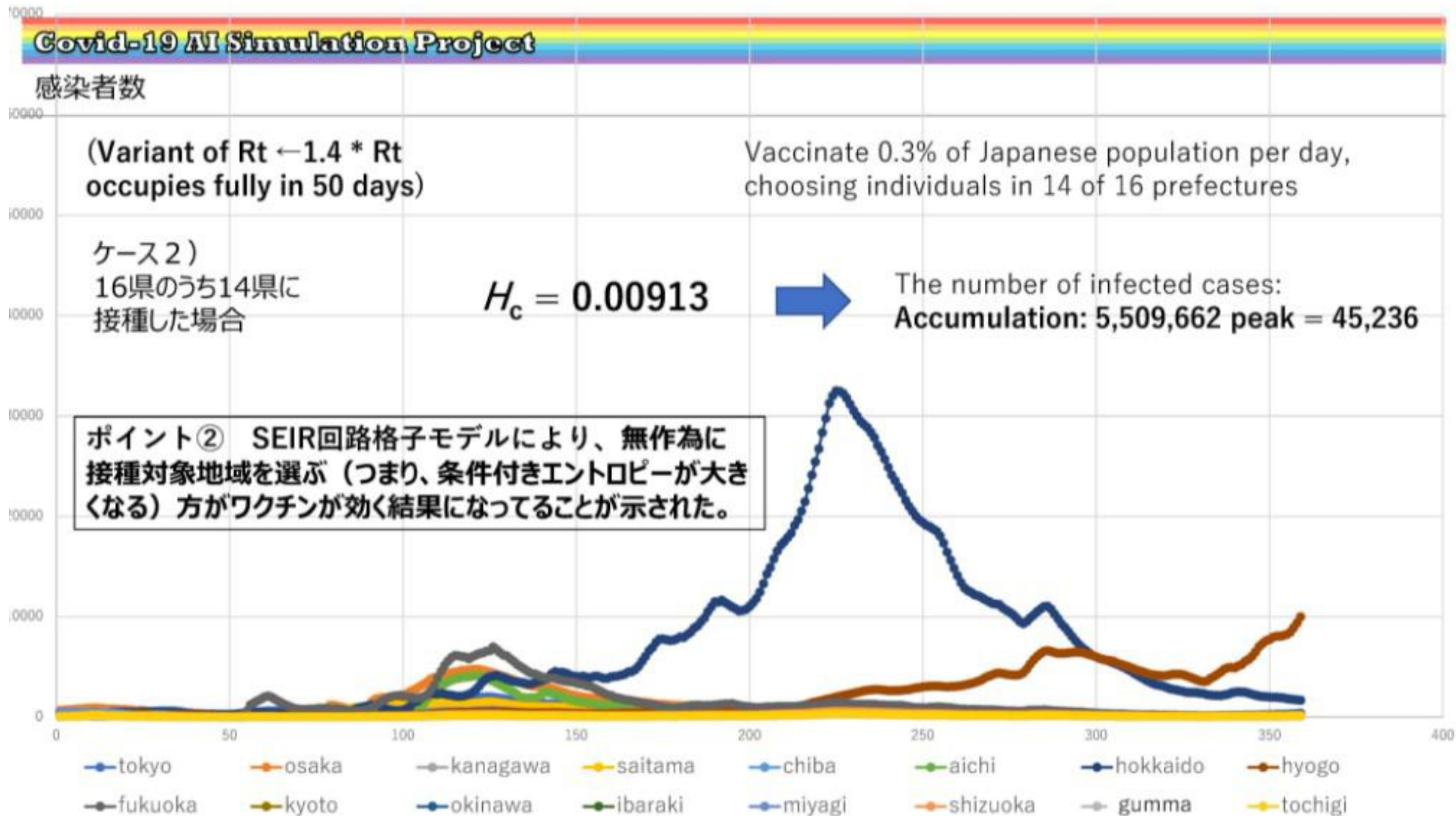
- ワクチン接種が十分ではなかった場合（7/22以降はワクチン接種を止める仮想的なシナリオの場合）には、1万人程度、かつピークアウトまでの期間が長かった可能性。8月中旬以降予測と実際の数の違いが7/22以降のワクチン効果による新規陽性者数の減少幅と推測される。



ワクチン接種の普及の感染抑制効果は7月後半から継続的



- ワクチン接種は感染拡大を抑制する大きな力を7月後半から継続的に働かせてきた
- 6月後半からの現役世代へのワクチン接種普及が大きな要因

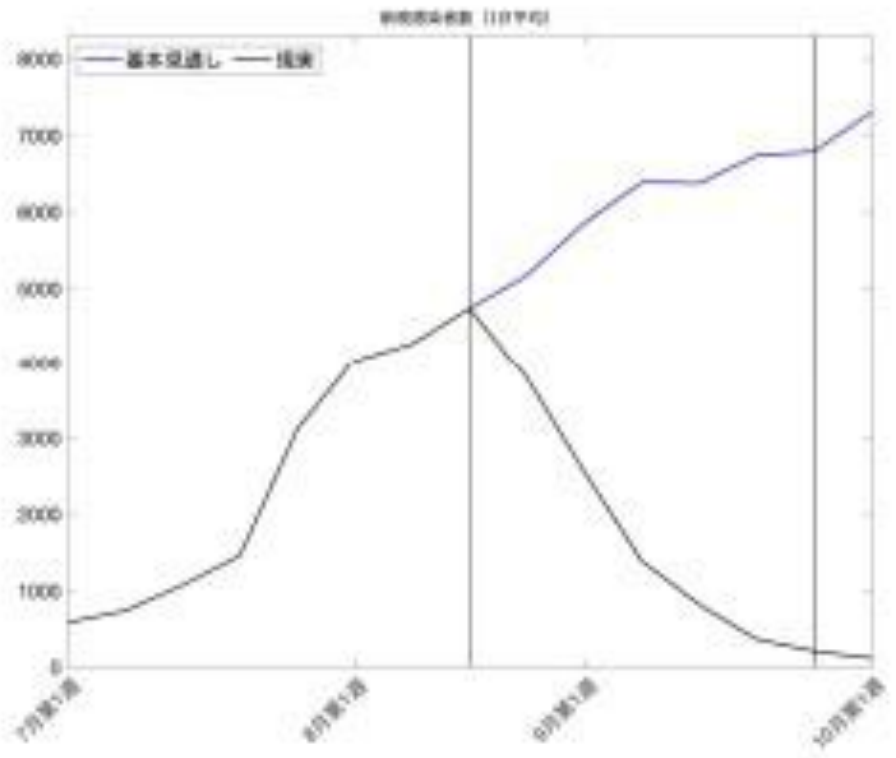


内閣官房新型コロナウイルス感染症対策推進室

COVID-19 AI・シミュレーションプロジェクト 東京大学大澤先生資料

https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article085/

ワクチン接種普及だけでは、8月後半からの感染減少のタイミングと急速さを説明しにくい



8月中旬の人流データ重視の見通し
(ワクチン接種普及考慮)

要因1 実効人流の大幅減少（繁華街での人流減少＋ワクチン接種）

繁華街での人流が減少

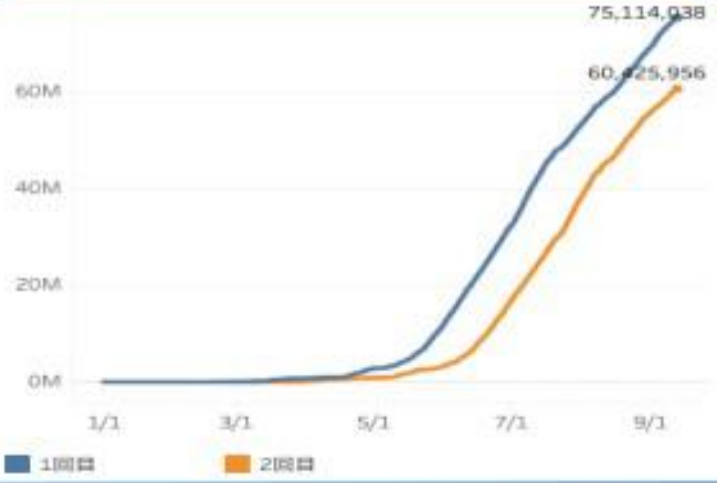
昼間の駅での人流は大きな変化がない

+

ワクチン接種の進展で、感染リスクのある人流（実効人流）は大幅に減少

現在は、IgGレベルが高く感染防御効果が高い状態

国内のワクチン接種状況（累積日次推移）



モバイル空間統計（時間軸による地域内の人数）

モバイル空間統計

東京 歌舞伎町

- エリア内人数 (24時間0分-0分)
- 7日平均
- 緊急事態宣言
- まん延防止等重点措置



東京 池袋

- エリア内人数 (24時間0分-0分)
- 7日平均
- 緊急事態宣言
- まん延防止等重点措置



モバイル空間統計®より作成。データ提供元：(株)NTTドコモ、(株)ドコモ・インサイトマーケティング
 ※「モバイル空間統計®」は株式会社NTTドコモの登録商標です。

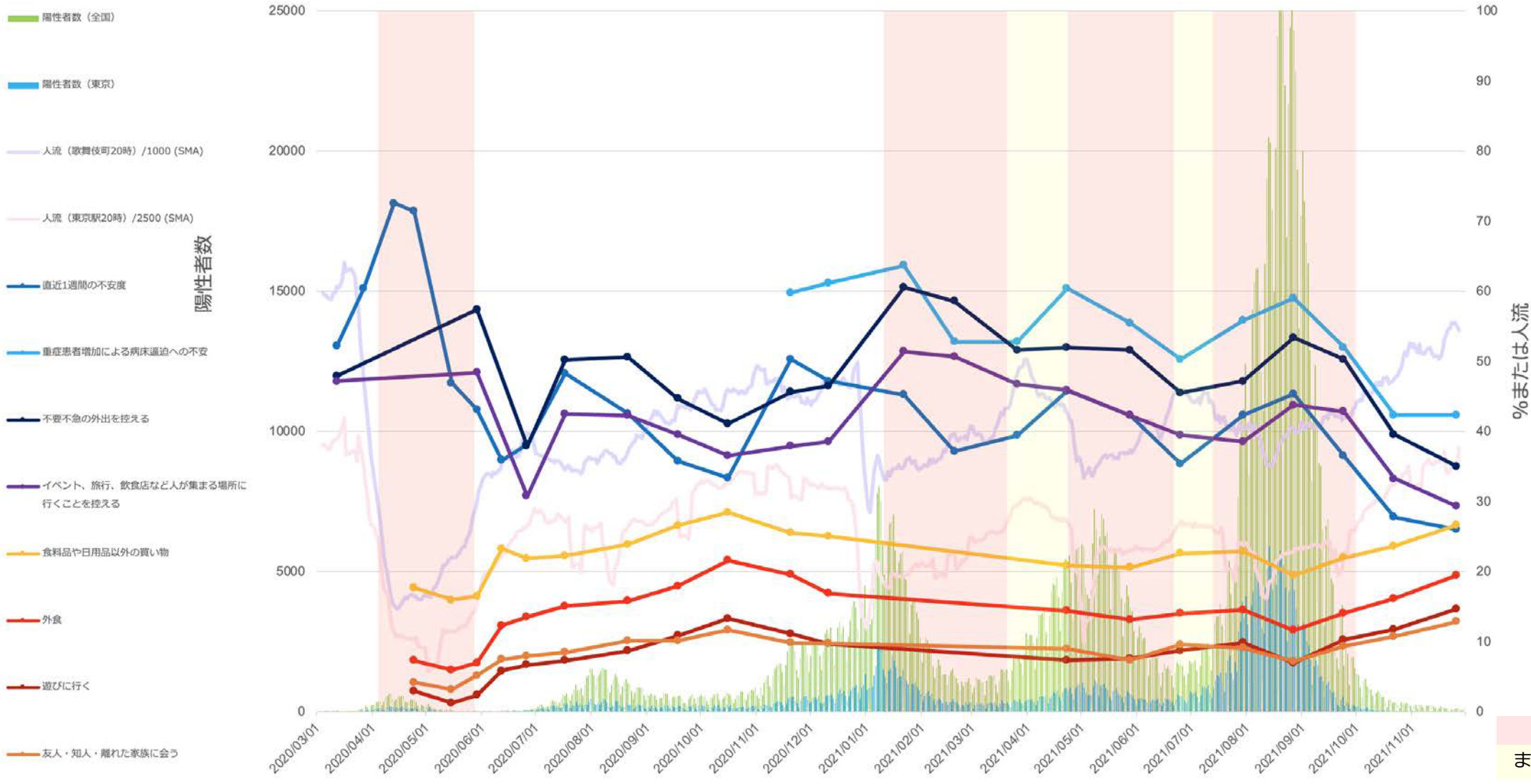


2021年11月9日
資料3-4 西田先生資料

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000853143.pdf>

図13.一般市民を対象とした新型コロナウイルスによる生活への影響度についてのアンケート調査

陽性者数：厚生労働省オープンデータ
 人流：株式会社Agoop
 アンケート調査（2500名（20代-60代各年代男女250名ずつ）を対象に毎月実施（質問項目は聴取していない月もあるためデータポイントを丸で表示））：株式会社クロス・マーケティング

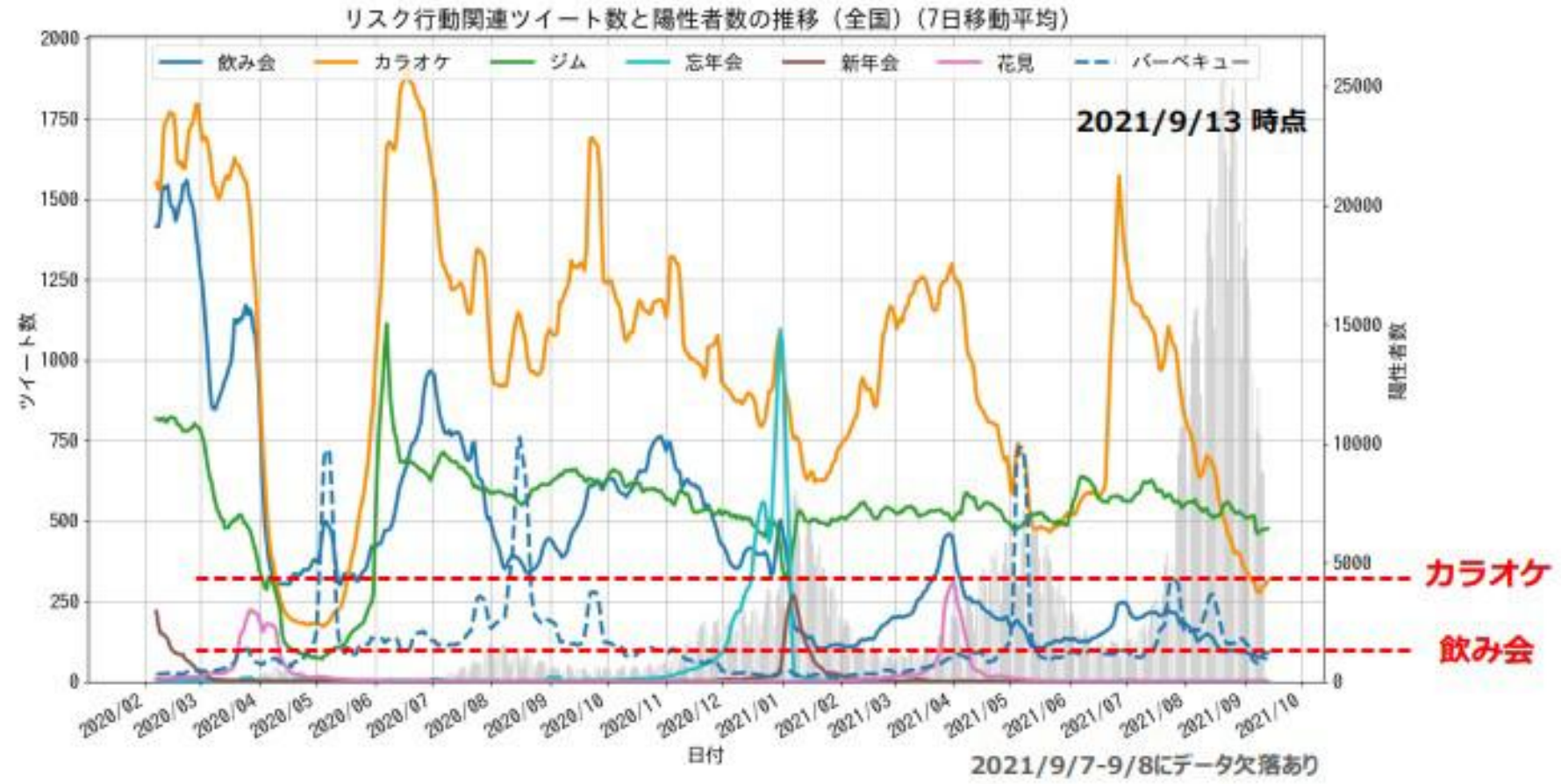


緊急事態宣言（東京都）
 まん延防止等重点措置（東京都）

目的：折れ線グラフで示すアンケート調査（直近は11/26-28）により、人々の新型コロナウイルス流行についての意識や流行下での行動についての経時的変化を検討すること

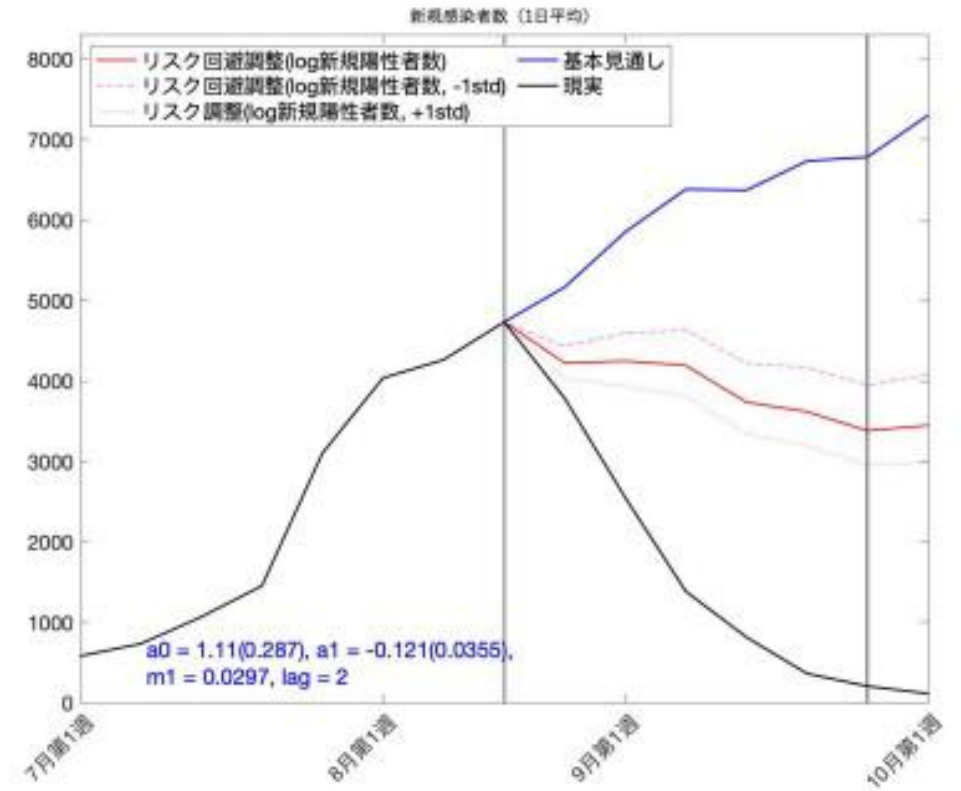
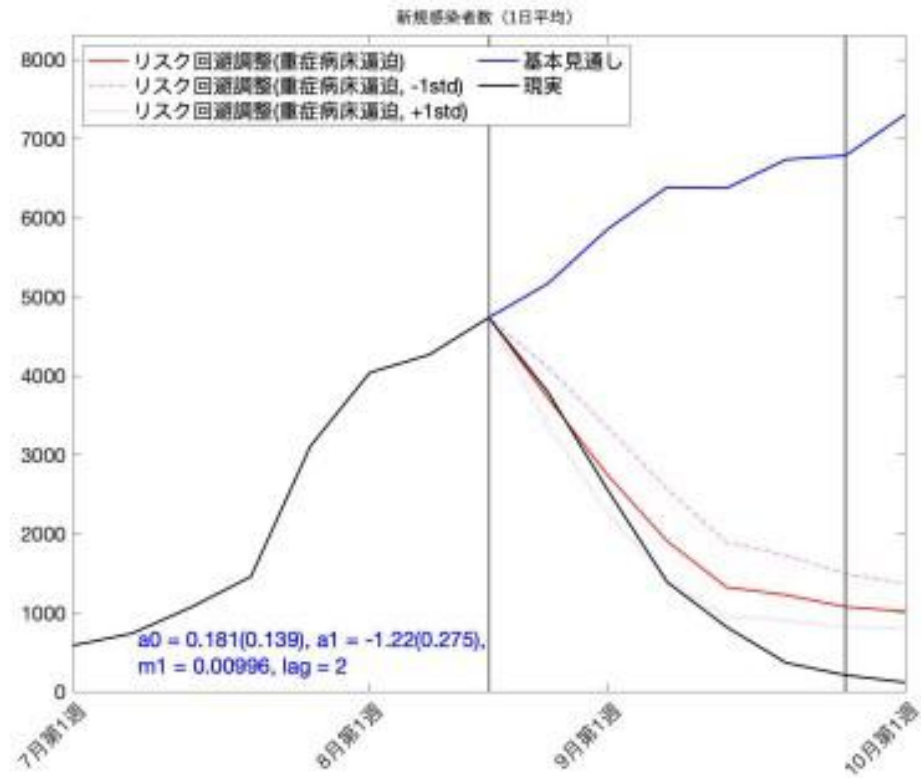
- 「新型コロナウイルスについての直近1週間の不安度」「重症患者増加による病床逼迫への不安」→ 新型コロナウイルスの流行への不安度を表す
- 直近1週間に実施したこととして「不要不急の外出を控える」「イベント等が集まる場所に行くことを控える」、直近1週間の外出目的として「食料品や日用品以外の買い物」「外食」「遊びに行く」「友人・知人・離れた家族に会う」→ 新型コロナウイルス流行下での行動を表す
- 11月末の調査は、不安度は低下傾向であったものが横ばいになりつつある一方、行動は継続して緩和していることを示している。

■ カラオケなどに関するツイートは、第一次緊急事態宣言のレベルまで減っている（Twitter分析）



NTTデータから提供されたTwitterデータを使用

医療逼迫による人々のリスク回避

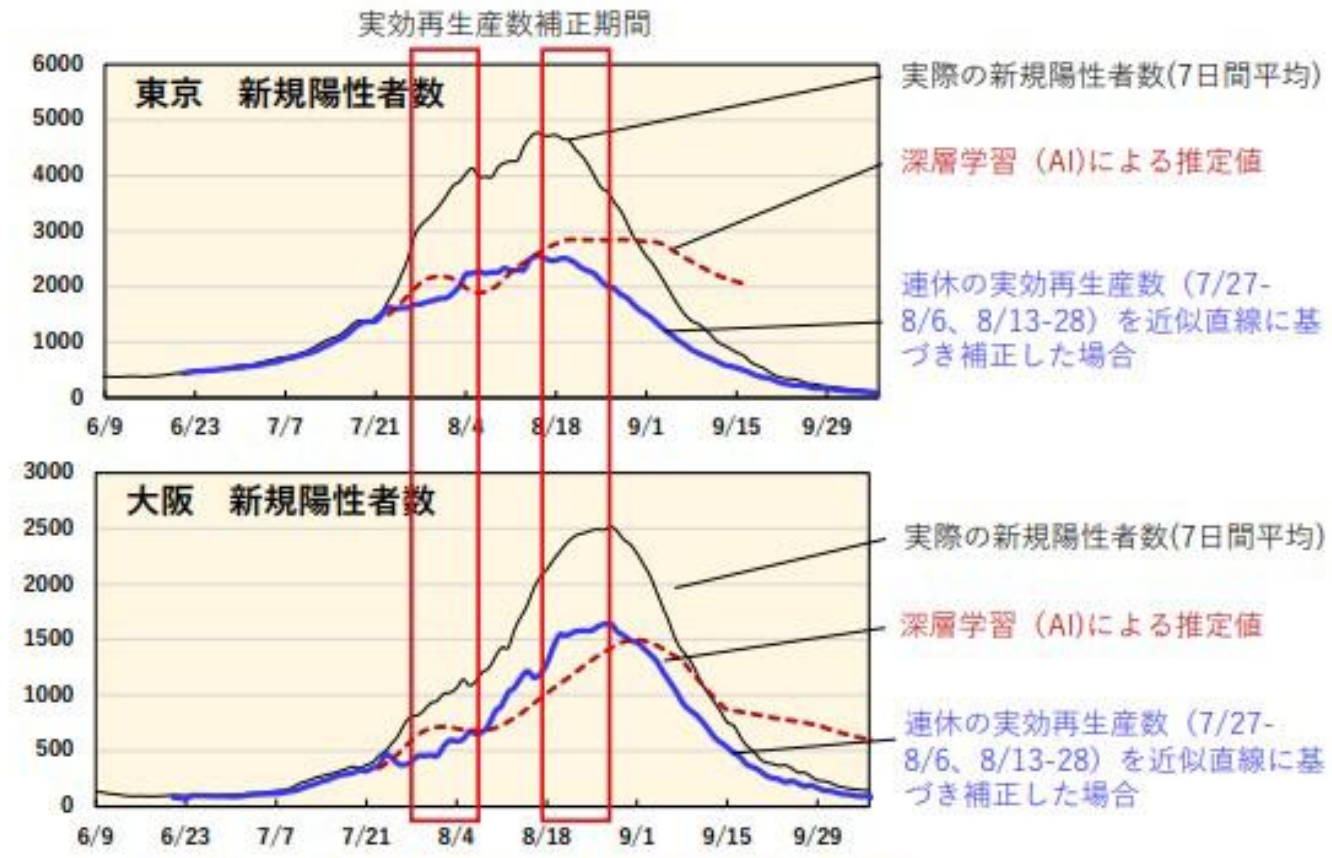


||

新規陽性者数の増加について(7/22予測)

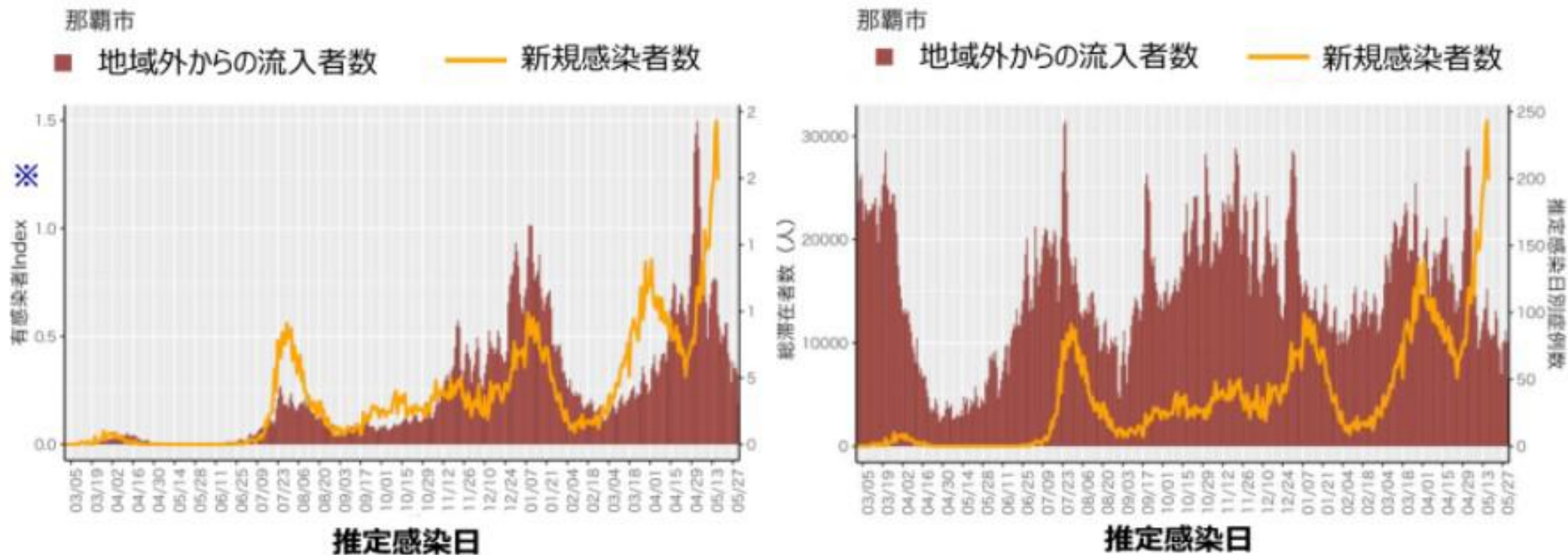
7月4連休、お盆がなかったと仮定した場合

東京、大阪の新規陽性者数を近似直線(P6, 7の青線)に基づき、実効再生産数を補正。通常感覚に近い推定例。



*人流は、当該の日からみて6 - 13日前の平均値
 *実効再生産数の補正期間は、連休の人流の影響が含まれる期間として定義

図3a 地域外からの人流による感染拡大（那覇市）



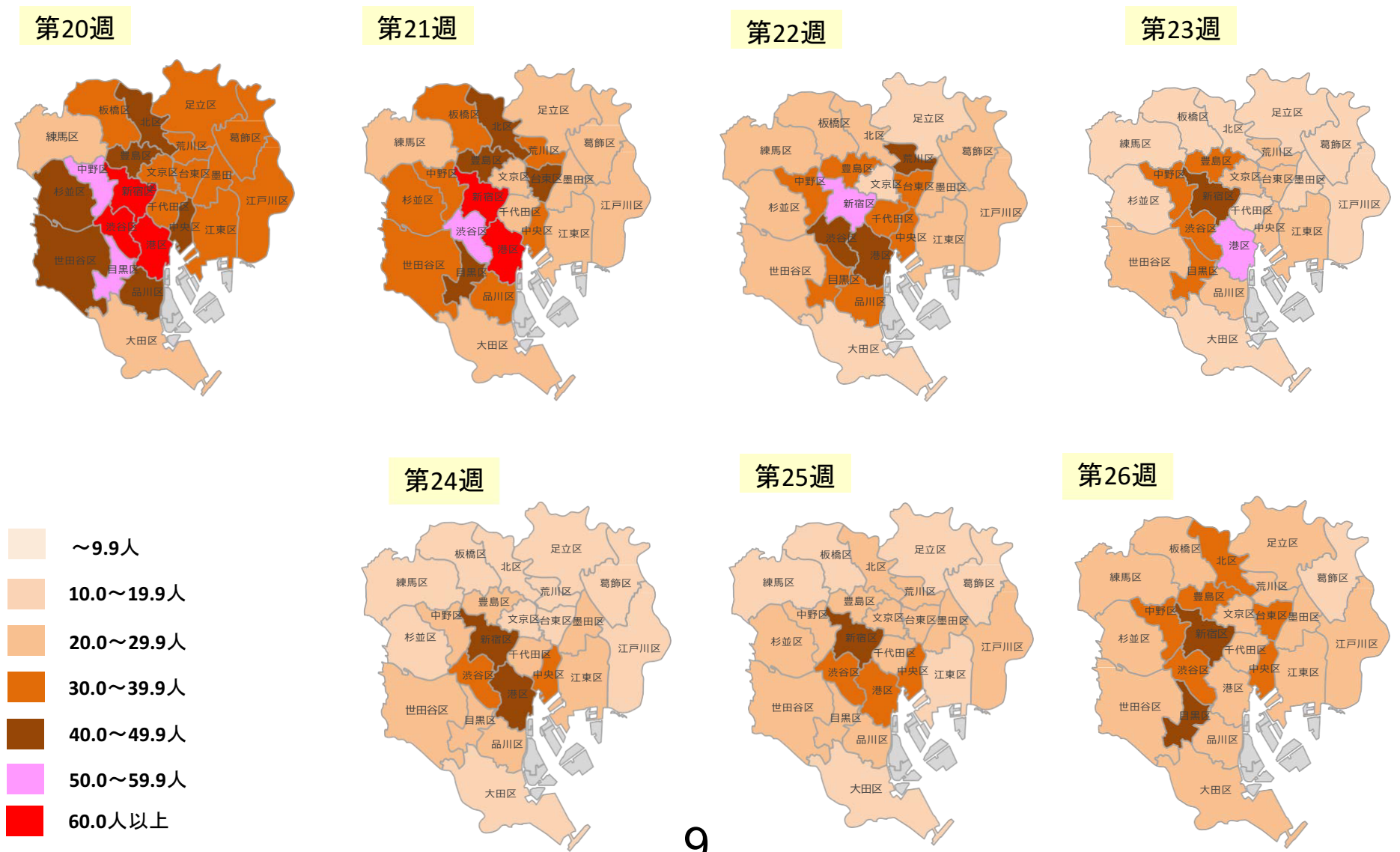
※有感染者Index = 地域外からの滞在者 × 出発地の感染割合

鈴木基

GWなどで**感染拡大地域からの人の移動**により北海道や沖縄などの**地域流行の契機**となった 12

2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会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
2021年6月18日

区別人口10万対の新規陽性者数地図 第20～26週(5/10～6/27)



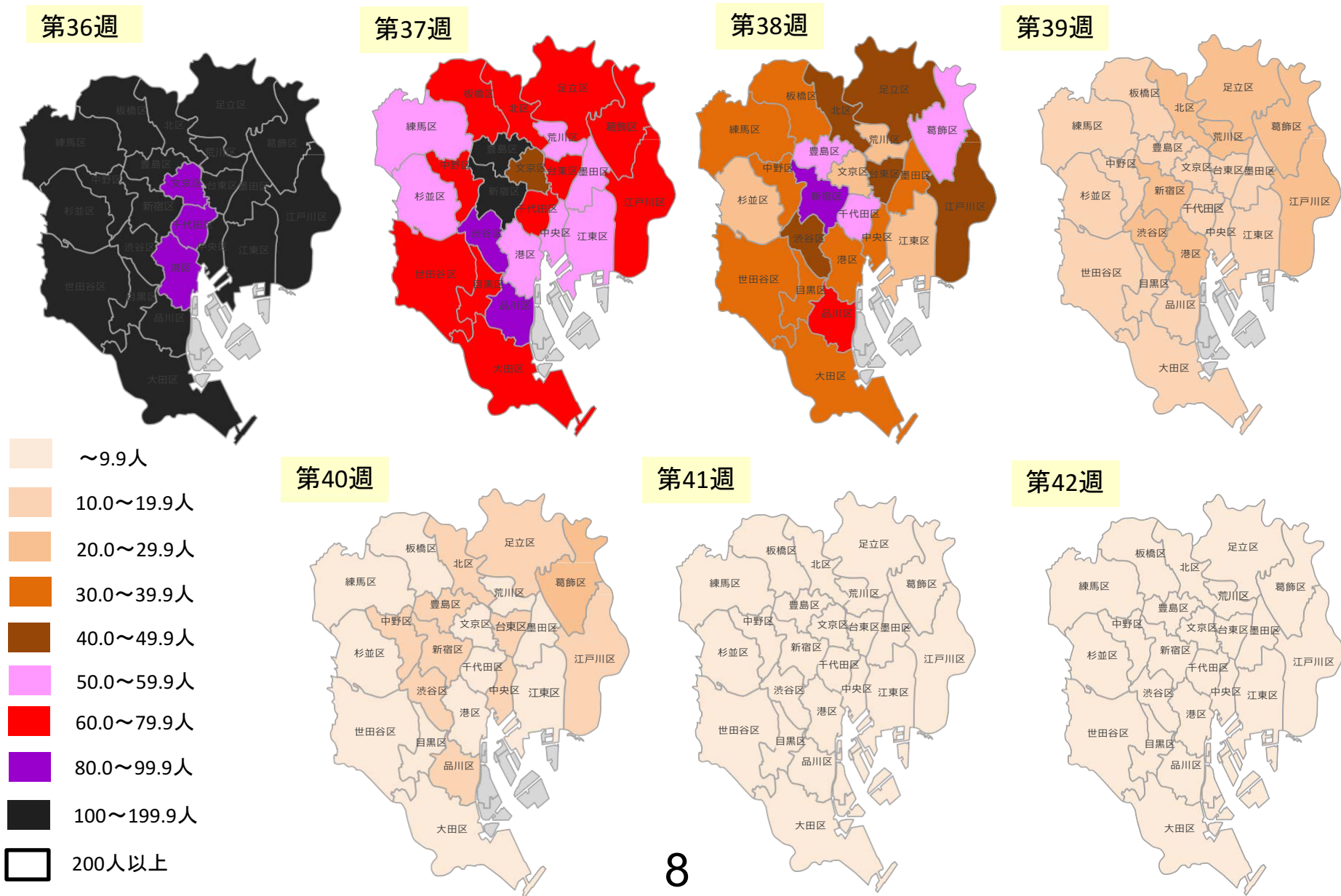
9

2021年10月20日
資料3-5 前田先生資料

2021年3月の東京都推計人口をもとに算出(東京都総務局統計部)

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000845989.pdf>

区別人口10万対の新規陽性者数地図 第36～42週(8/30～10/17)



8

2021年10月20日
 資料3-5 前田先生資料 2021年3月の東京都推計人口をもとに算出(東京都総務局統計部)
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000845989.pdf>