

新規変異株による陽性者数 および死者数のプロジェクション

名古屋工業大学 先端医用物理・情報工学研究センター
センター長 教授 平田 晃正

ahirata@nitech.ac.jp

（研究協力者： 小寺紗千子、Essam Rashed、高田 旭登、新實 優輝、下村 文秀）

年代別新規陽性者数予測モデル

対象年代カテゴリを、0-9歳、10-64歳、65歳以上の3区分とし、**深層学習(LSTMモデル)**に基づき、それぞれの年代の過去の陽性者数・死者数、ワクチン有効率を入力することで、年代別の新規陽性者数・死者数を予測するモデルを開発。

これまで開発してきた各都市における全人口を対象とした予測モデルを拡張し、年代(10歳未満、10-64歳、65歳以上)カテゴリを分けることで、各年代の特徴を考慮。また、ワクチンの4回目接種率の感染状況への影響も推計した。

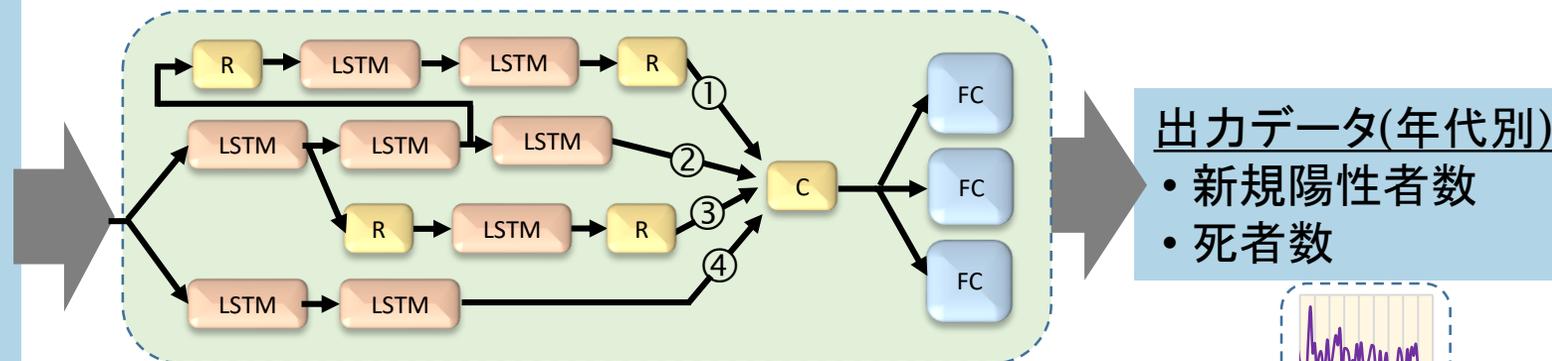
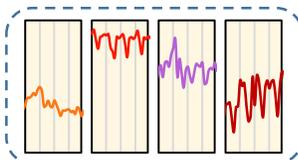
入力データ

【共通】

- 変異株感染力
- 人流(主要駅)
- Twitter(飲み会)*

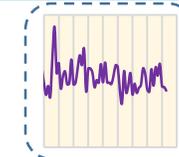
【年代別】

- 過去・現在の陽性者数・死者数
- ワクチン人口当たり有効率



出力データ(年代別)

- 新規陽性者数
- 死者数



LSTM(Long Short-Term Memory)・・・**時系列**データの取り扱いに強みを持つ回帰型ニューラルネットワーク

*NTTデータから提供されたTwitterデータを用いて東京大学生産技術研究所豊田研にて作成

1. E. A. Rashed and A. Hirata, "Infectivity upsurge by COVID-19 viral variants in Japan: evidence from a deep learning modeling." Int. J. Environ. Res. Public Health, 2021.

今回考慮したシナリオ(BA.5系統に代表される変異株の考慮)

東京都モニタリング会議資料(2022/7/7)¹に基づき、BA.2系統からBA.5系統への移行を設定し、9月末までの新規陽性者数、死者数を予測する。

【感染力および免疫回避の影響】

・ BA.5系統の感染力を下記の通りと仮定し、予測を行った。但し、これまでの文献^{2,3}からは、その定量的な値は示されていないため、近似的に設定

- 感染力1:BA.2に対して、感染力が**1.2倍***、ワクチンによる感染予防効果が5割に低下する。
- 感染力2:BA.2に対して、感染力が**1.3倍***、ワクチンによる感染予防効果が5割に低下する。

【ワクチン接種のプランによる影響】

・ BA.5系統 感染力2の場合を想定して、ワクチン接種の違いによる影響について予測

- 60歳以上に対する4回目接種を、3回目接種から5カ月後(実測値ベース)に行った場合と6カ月後に行った場合
 - 60歳以下に対する3回目接種のスピードを、7/15から現在の2倍に早めた場合
- * その他のデータとの年齢区分のため、推定結果は0-9歳、10-64歳、65歳以上とする。

*無症状感染者数は、新規陽性者数の4倍いると仮定。

*感染力の強さは、実効再生産数を指標として定義。

1. <https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/taisaku/saigai/1021348/1021756.html>

2. Hachmann NP. et al.. 2022. "Neutralization Escape by the SARS-CoV-2 Omicron Variants BA.2.12.1 and BA.4/BA.5." MedRxiv. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2022.05.16.22275151v1>. (preprint)

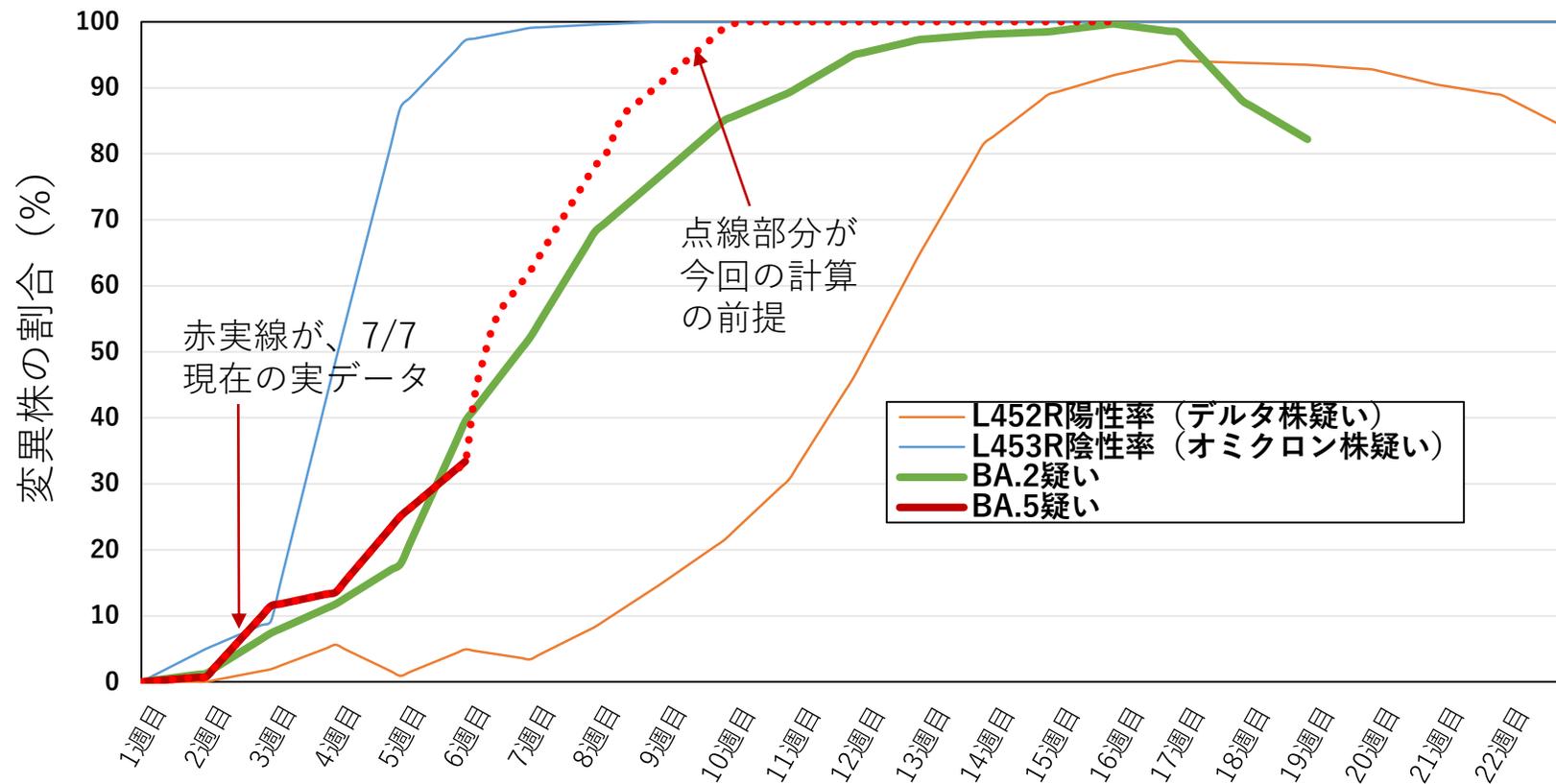
3. Wang Q. et al.. 2022. "SARS-CoV-2 Omicron BA.2.12.1, BA.4, and BA.5 subvariants evolved to extend antibody evasion." bioRxiv. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.05.26.493517v1>. (preprint)

(前提条件) BA.5系統への推移

東京都モニタリング会議資料(2022/7/7)¹より作成

7/7現在では、BA.5系統への推移(赤実線)の傾向は、BA.2系統への推移(緑)とほぼ一致。

感染研は、BA.5系統は7月第2週に50%超、7月中にはほぼ全て置き換わると試算している²ことから、赤点線のように推移すると仮定した。



1週目に相当する週は、BA.5(2022.5.24-5.30)、BA.2(2022.2.8-2.14)、オミクロン株(2021.12.14-12.20)、デルタ株(2021.5.3-5.9)

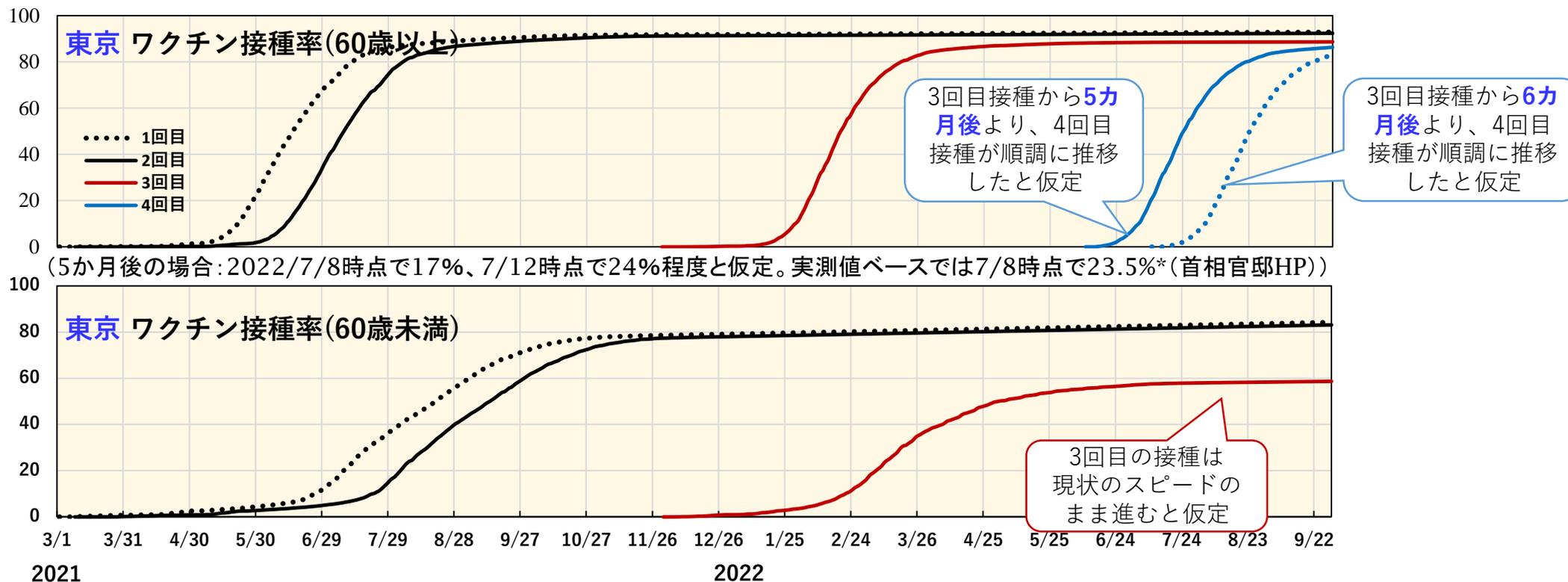
1. https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/021/822/92/20220707_12.pdf

2. <https://www.m3.com/news/general/1057642>

感染予防効果モデル

オミクロン株に対するワクチンの感染予防効果モデル

- 4回目接種を行った場合と、行わなかった場合の感染予防有効率(集団免疫に相当)を算出し、予測モデルに入力
 - 2回目接種時の予防効果: 14日後のピーク時点で65%(デルタ株への効果の7割)。その後、半年で40%(25%減衰)
 - 3回目接種時の予防効果: 14日後のピーク時点で75%(デルタ株への効果の8割)。その後、半年で50%(25%減衰)
 - 4回目接種時の予防効果: 14日後のピーク時点で85%(デルタ株への効果の9割)。その後、半年で60%(25%減衰)
- ※文献2より、4回目のワクチン接種による重症化予防効果は、より高いと考えられる
- 東京都・65歳以上の4回目ワクチン接種を、3回目から5か月後、6か月後から順調に推移(上図)、64歳以下のワクチン接種を7/15より加速した場合(下図)を仮定。

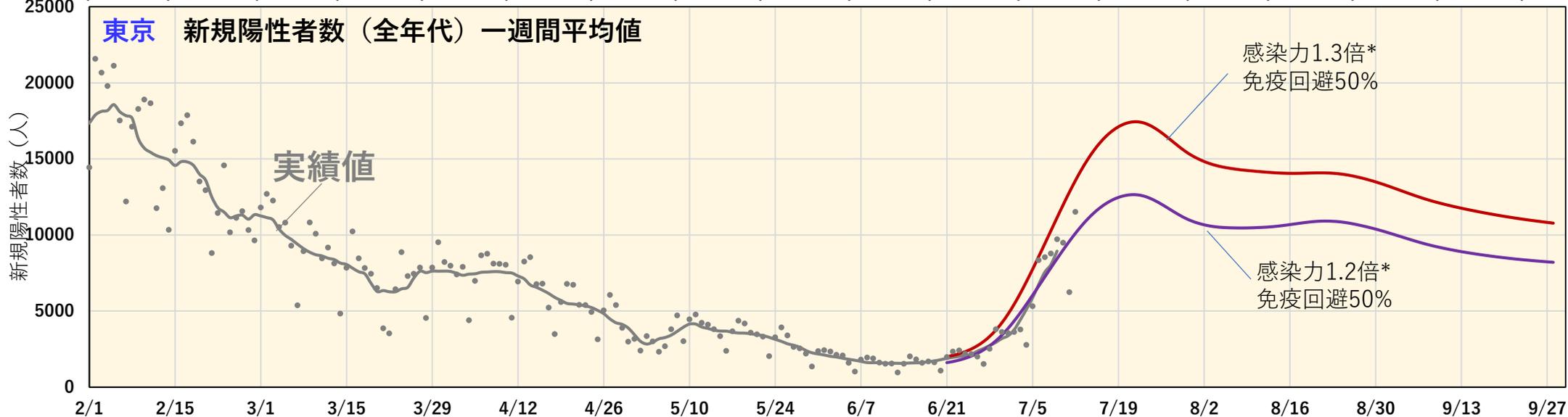
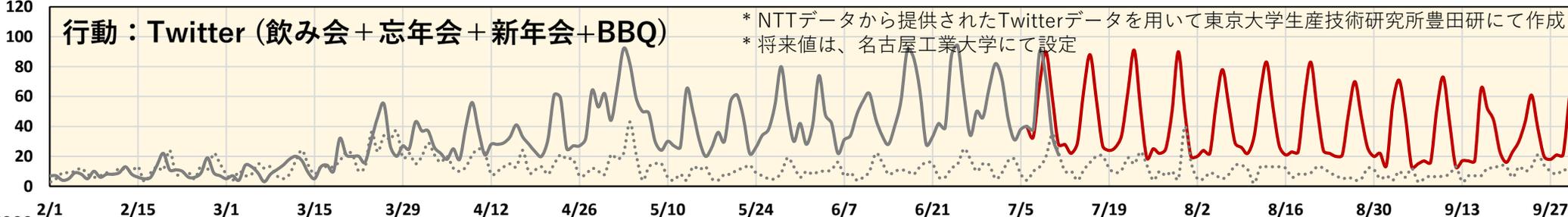
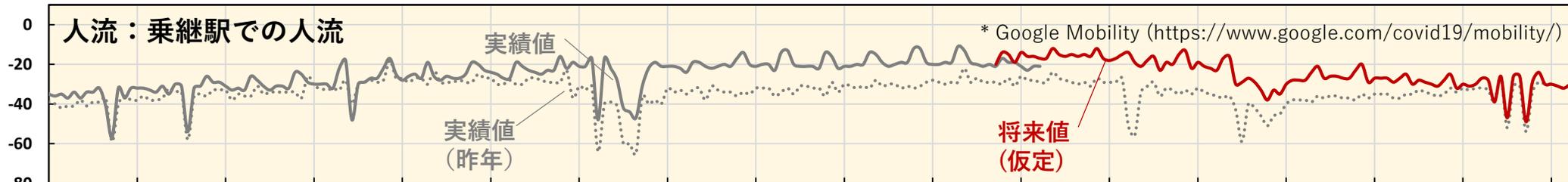


1. <https://khub.net/documents/135939561/430986542/Effectiveness+of+COVID-19+vaccines+against+Omicron+variant+of+concern.pdf/f423c9f4-91cb-0274-c8c5-70e8fad50074>
2. O. Magen, et al. N. Engl. J. Med., vol.386, no.17, pp.1603-1614, 2022.

東京における新規陽性者数推定結果（感染力および免疫回避の影響）

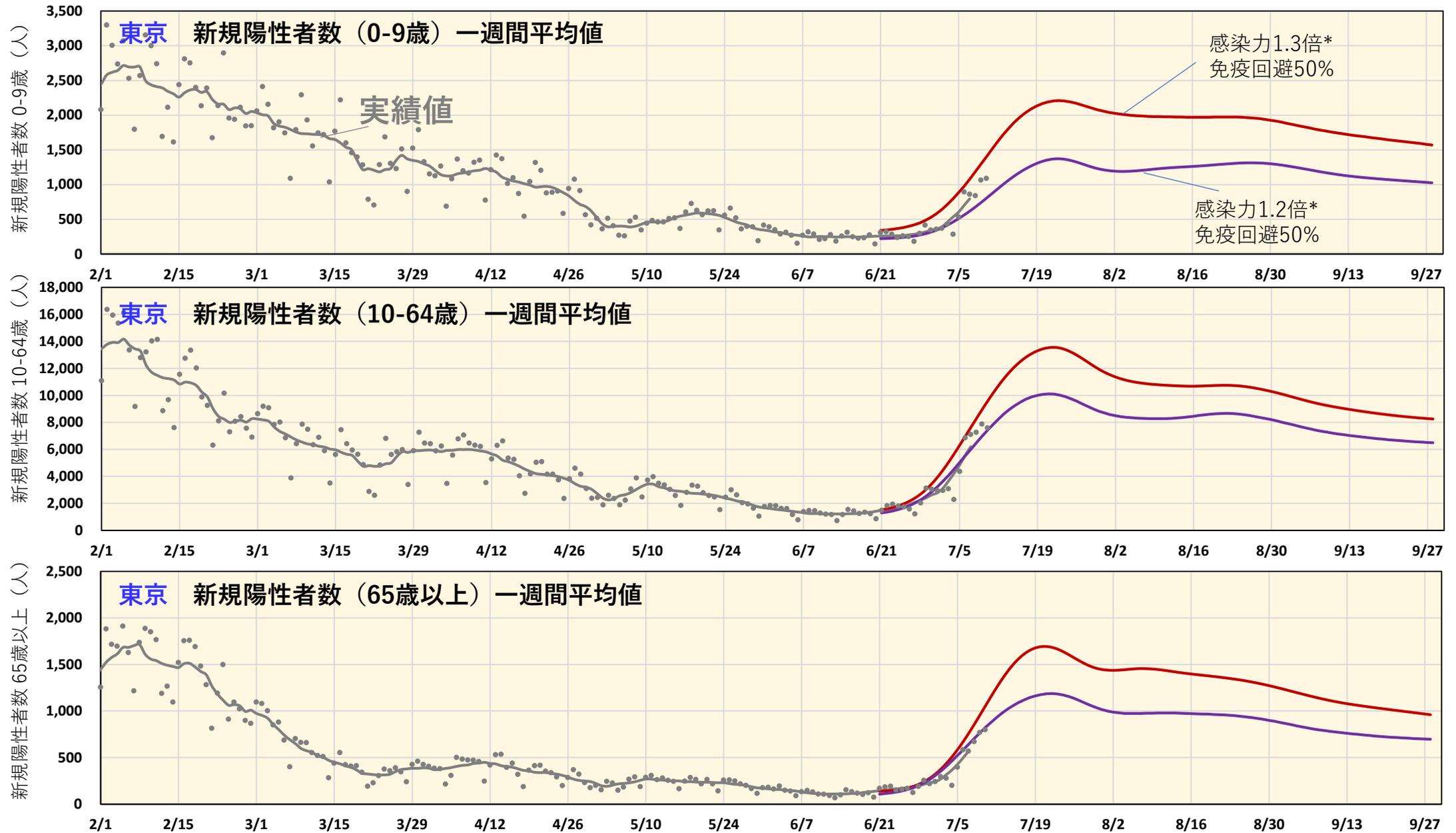
人流・行動は、7月中旬以降、感染拡大に伴いゆるやかに低下すると仮定。
60歳以上4回目ワクチン接種は3回目接種の6カ月後から開始すると仮定。

内閣官房AIシミュレーション
<https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/>

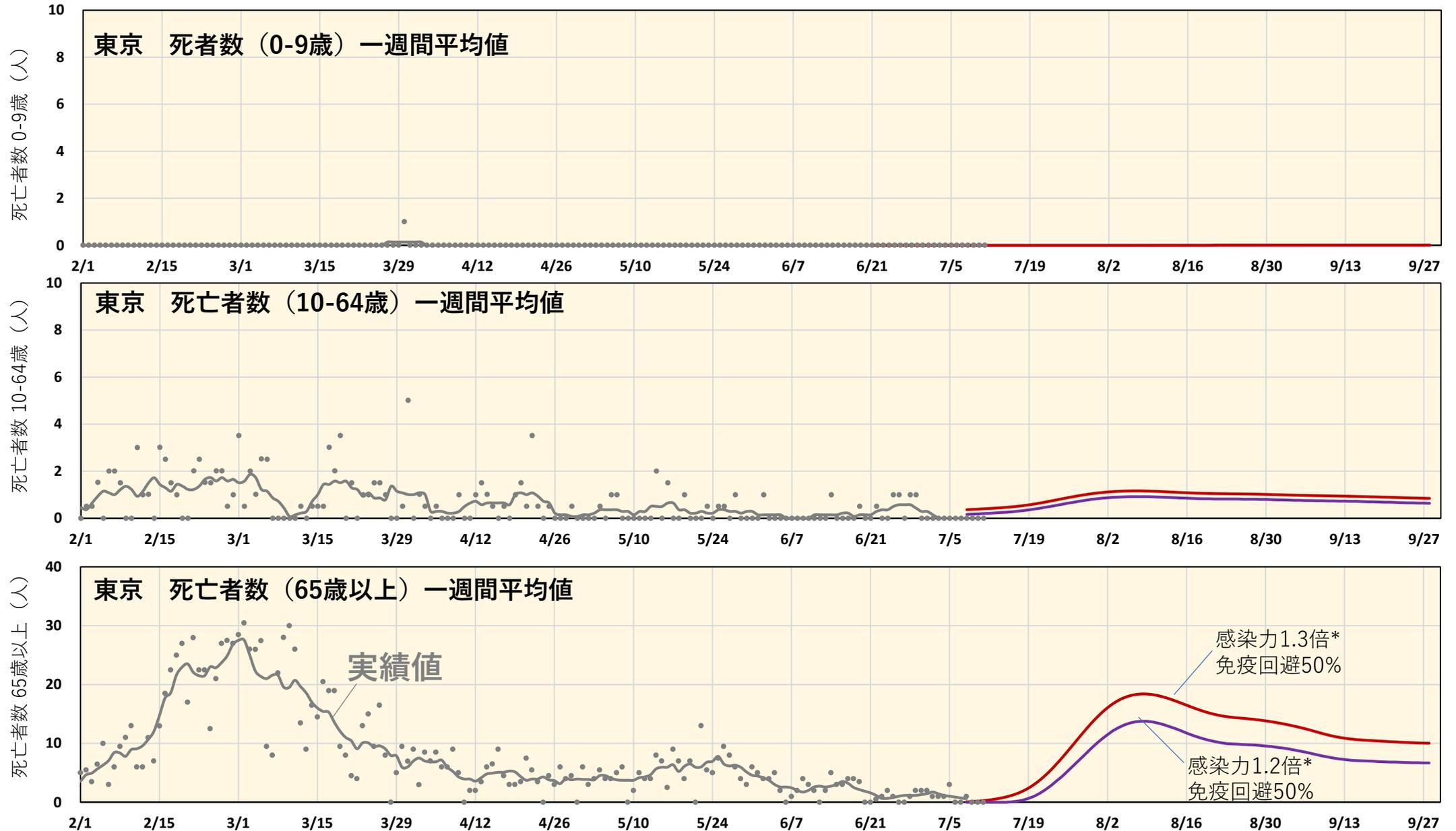


* 感染力の倍率は実効再生産数ベース ** 感染拡大に伴う行動の自然抑制は、ワーストケースを想定し、控えめに設定

東京 年代別新規陽性者数（感染力および免疫回避の影響）

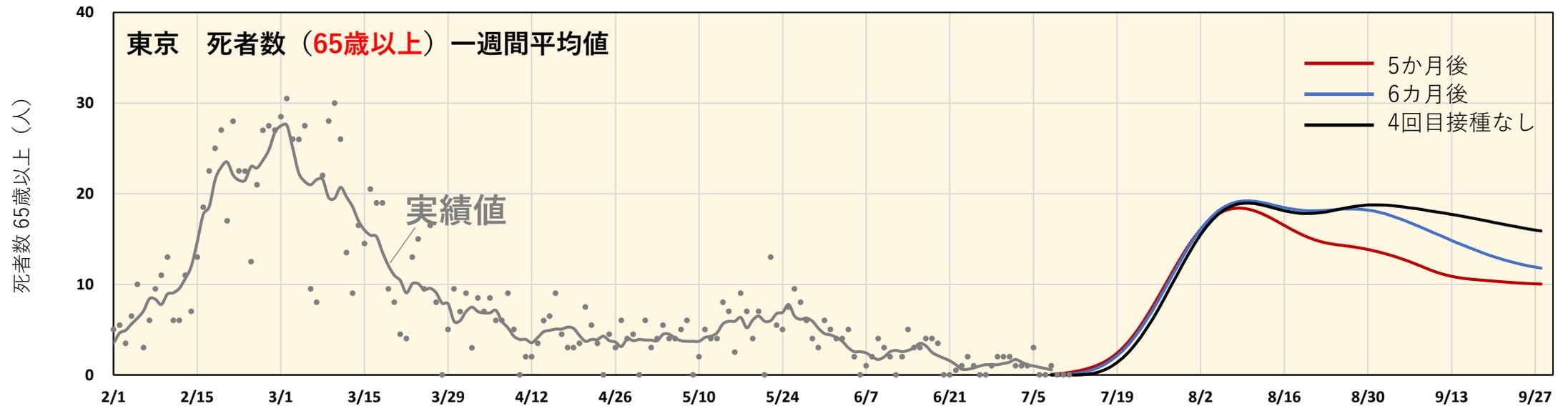
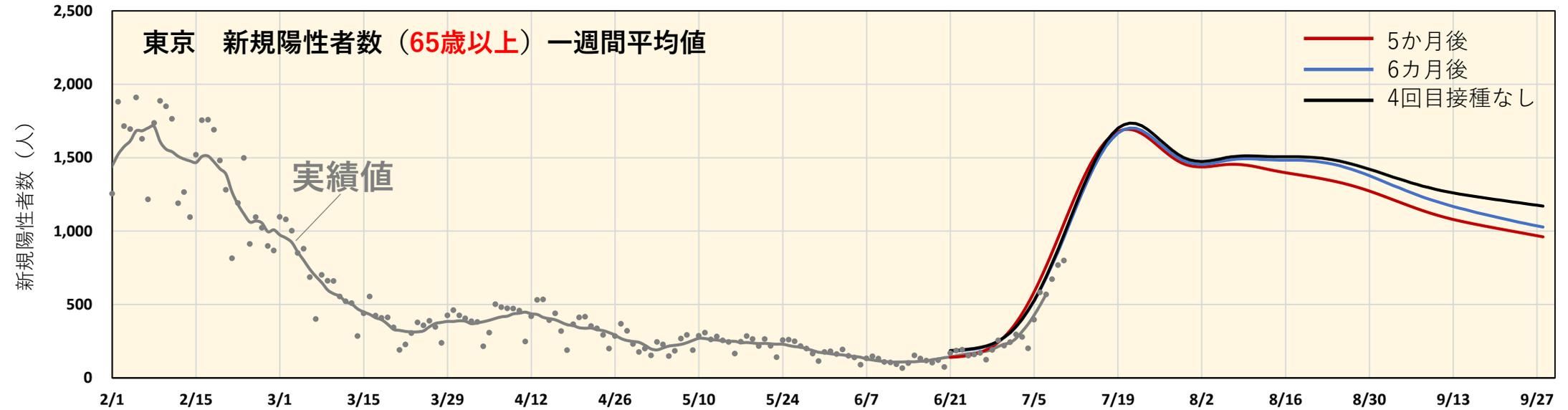


東京 年代別死者数 (感染力および免疫回避の影響)



東京における新規陽性者数推定結果（ワクチン接種開始時期による影響）

感染力は1.3倍についてのみ試算。4回目接種は60-64歳、65歳以上で同程度と仮定して按分。

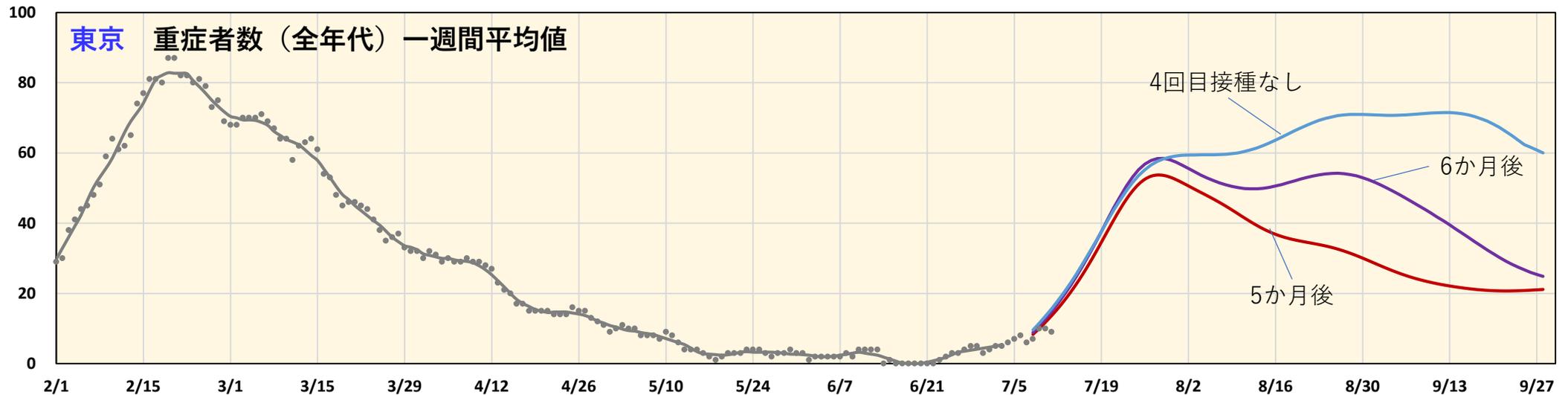


東京における重症者数試算結果

* 年代別の重症者数データが入手困難なため、全年代の重症者数を対象として以下の仮定で試算。

重症者数の9割以上が60歳以上¹であることから、全年代の重症者数すべてが65歳以上と仮定して試算。BA.5系統の感染力は、BA.2系統に対して1.3倍(実効再生産ベース)、ワクチンによる重症化予防効果はBA.2系統に対して、10%低減する(9割に低下)²と仮定した。

* 重症者数は東京都の基準による



1. 第80回新型コロナウイルス感染症対策アドバイザリーボード
(https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431_00333.html)
2. NP Hachmann, Neutralization Escape by SARS-CoV-2 Omicron Subvariants BA. 2.12. 1, BA. 4, and BA.5, N Engl J Med, 2022

前提条件と限界

- BA5系統に代表される新規変異株の感染力（1.3倍）および免疫回避（感染予防効果低減50%、重症化予防効果低減10%）を仮定し、新規陽性者数および死者数を試算。
- 感染予防と重症化には、相互関係があるため補完する可能性。
- ①これまでと同程度に個々人の感染対策が実施され、かつ②PCR検査数は、前回と同程度に実施されると仮定。後者は検査数によって、推定値が飽和している可能性。
- 換気（気象）の影響は考慮していない。