

7-9月における新規陽性者数の 増減について

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: Essam Rashed、小寺紗千子、安在大祐)

発表の概要

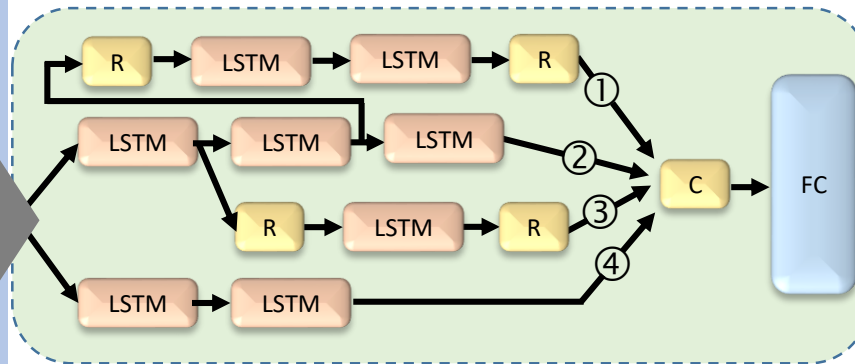
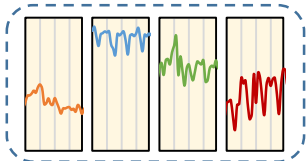
- 7月の4連休とお盆の人の行動により、実効再生産数が増加（特に、休暇中は人流とは非線形の関係）
- 機械学習（AIの一種）による推定：ワクチン接種が十分でなかった場合（7/23の時点から増えないと仮定）、一日あたりの新規陽性者数（1週間平均）は約9000人に達し、ピーク時期が9月10日頃にずれていた可能性。
- 8～9月にかけての減少の考察：①連休により一時的に増加した実効再生産数がもとに戻ろうとするスピード、②ワクチンの感染予防効果の2点の相乗効果により急激な減少となった可能性。
- 新規陽性者数の減少スピードは、8月30日時点の予測でもワクチン接種率を考慮した場合にはほぼ合致するものの、減少開始時期は2週間から1ヶ月の相違。人口レベルでのワクチン感染予防効果の有効率を入力すれば改善。
- 課題：機械学習は新規陽性者数の周期的振舞いなども学習するため、すべてのメカニズムを詳細に考慮できない。例えば、学習に用いているイスラエルはファイザーのみの接種だが、日本ではモデルナも接種しており、その相違など。
- データの考察（P6, 7） 人流が東京で-10%、大阪で-20%程度までであれば実効再生産数は1以下。感染対策が実施できていない行動による拡散の影響などは本手法では考慮できない。

AI（深層学習）に基づく予測システム

特徴：深層学習（LSTMモデル）に基づく 人流・季節性を考慮した、**1か月先*までの**一日当たりの新規陽性者数/重症者数（1週間平均値）などを直接予測

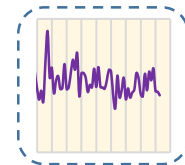
入力データ

- 人流
- 日最高気温
- 日最低気温
- 平均湿度
- 平日/休日
- 宣言の有無
- ワクチン接種率



出力データ

- 新規感染者数
- 重症者数
- 療養解除者数

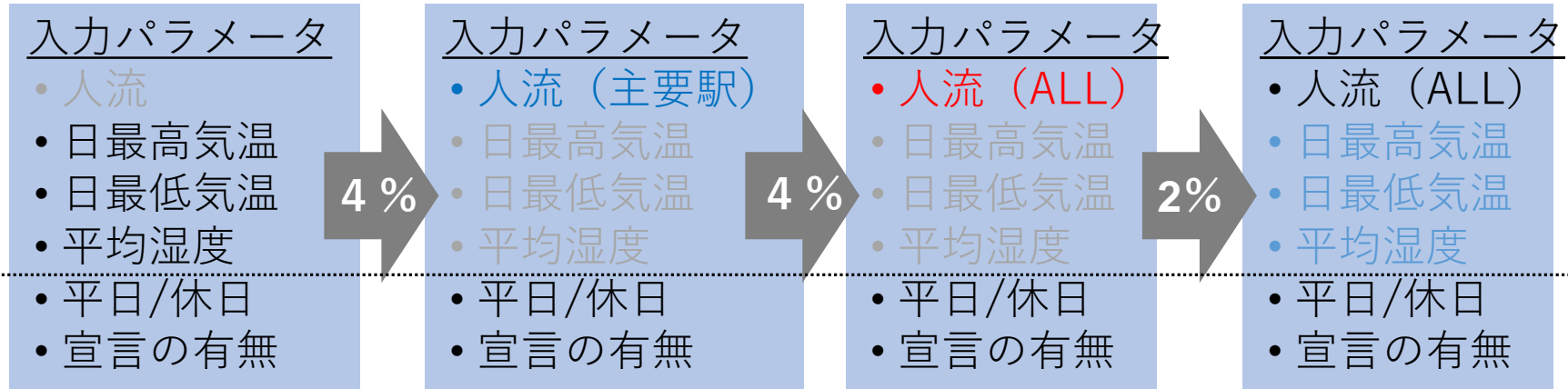


LSTM(Long Short-Term Memory)・・・**時系列**データの取り扱いに強みを持つ回帰型ニューラルネットワーク

都道府県ごとではなく、データの規格化により見かけ上のデータ数を増やすことができる。**非線形回帰**（パラメータ数は事実上無限）に基づく推定
*精度が担保できる範囲で、数値的には数か月後でも算出可能

どの入力値が重要因子か？

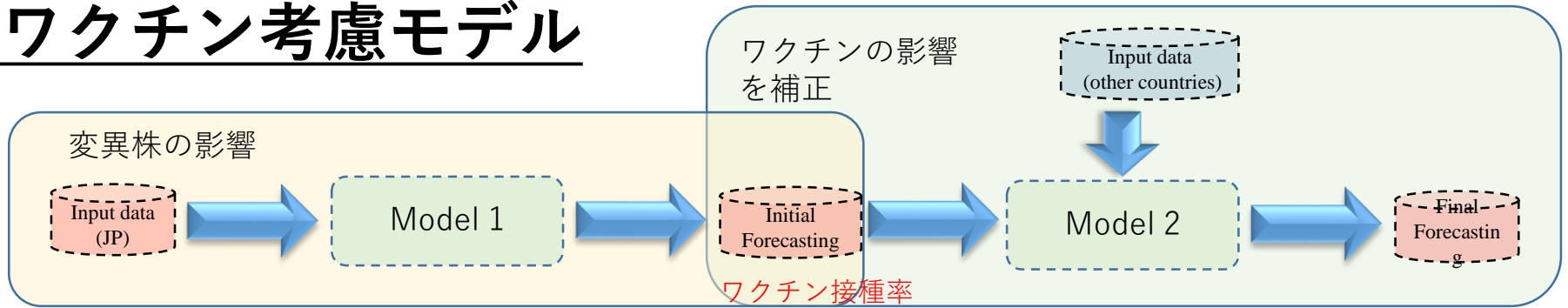
～ 6 都府県同時に学習した結果より～



	気象情報のみ	主要駅人流のみ	人流のみ	全データ
東京	54.0	62.7	83.0	83.6
愛知	73.5	77.4	78.8	80.0
大阪	74.0	79.1	77.1	85.0
兵庫	74.9	82.6	87.4	88.4
京都	76.6	75.4	78.0	78.2
福岡	74.4	75.5	72.3	74.4
平均	71.2	75.4	79.4	81.6

新型コロナウイルスにおける従来株であれば、**人流により、平均81.6%の精度で予測可能**。人流はGoogle mobilityを利用。AIによる**全体的な人流**の非線形回帰がサロゲート、**東京**は主要（乗換駅）の情報のみでは不足。

ワクチン考慮モデル



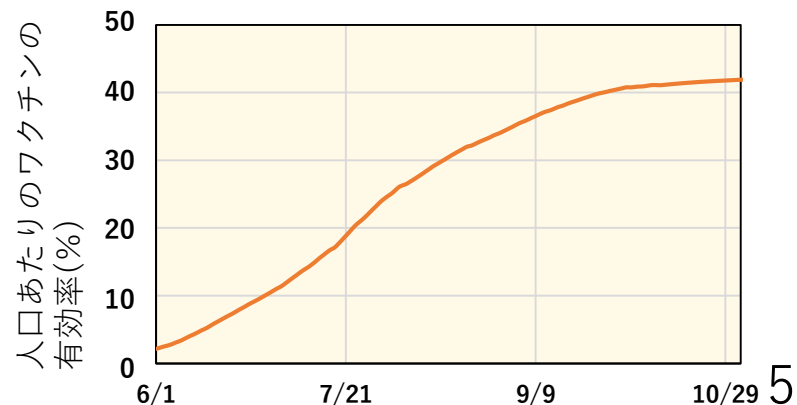
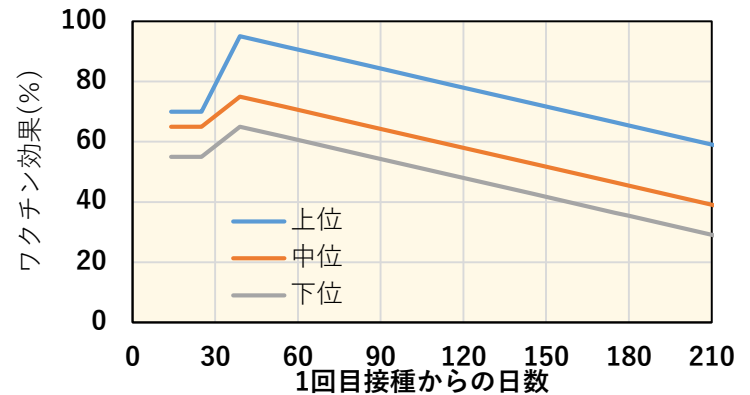
1. 日本の状況から新規陽性者数を予測（変異株の影響を考慮。ワクチン接種率の定義しない）
2. 他国のデータを学習することにより、ワクチンの影響を考慮（補正）

Model (1) :

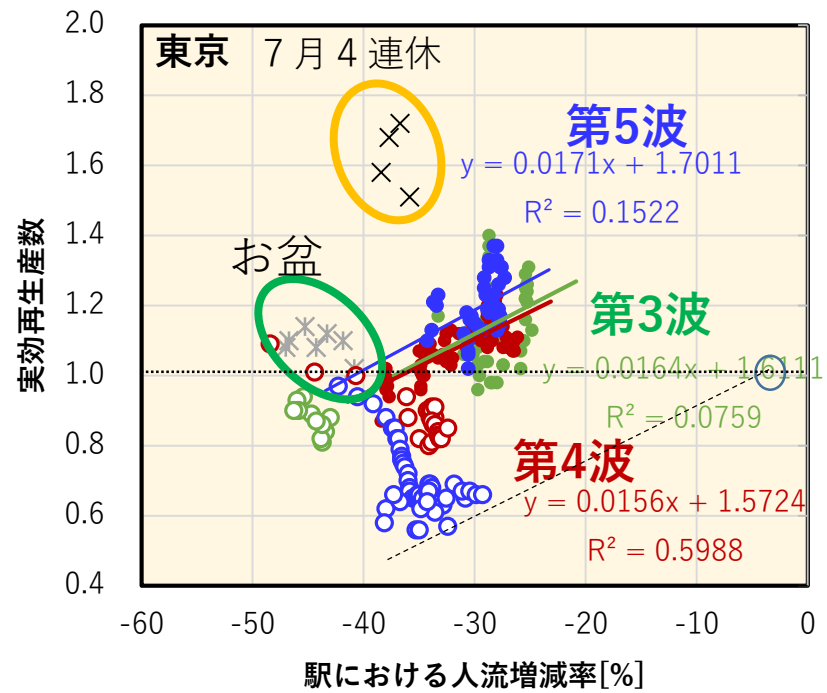
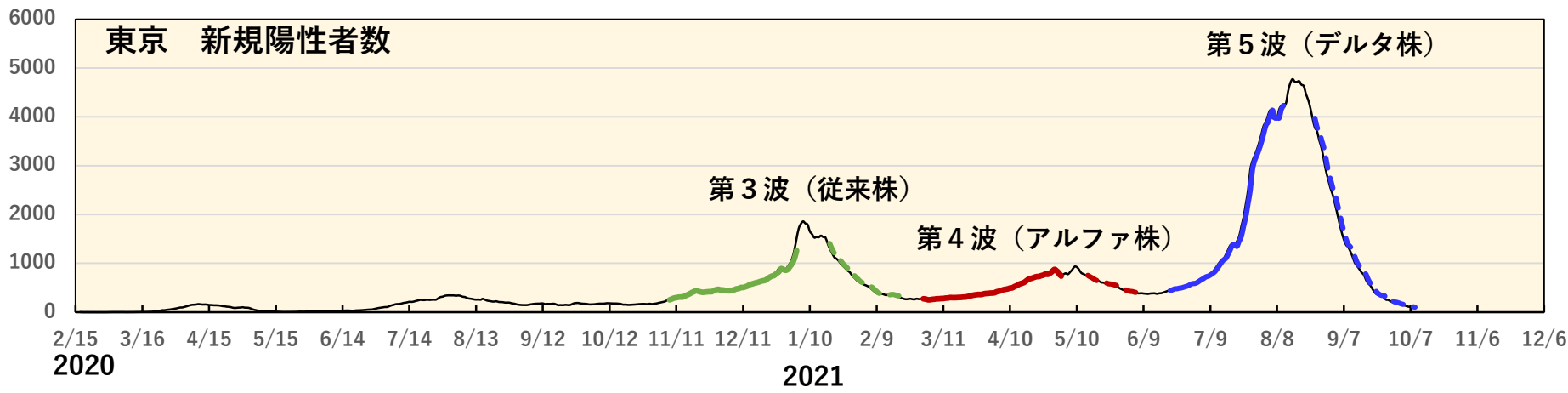
- 入力値は、気象情報(最低/最高気温・平均湿度)、人流データ、平日/休日、緊急事態宣言の有無、現在までの新規陽性者数、変異株のラベル(0: standard, 1: alpha, 2: delta)
- 気象、人流データの将来値は、昨年と同様と仮定
- 学習データの対象都市は、東京or大阪
- 接種率：効果・中位モデル、年末接種率75%
(右図：対応する人口レベルでのワクチンの有効率)

Model (2) :

- ネットワークの入力値は、新規陽性者数とワクチンの有効率
- 学習データの対象都市は、東京or大阪、テルアビブ
- 年齢構成は考慮しない（テルアビブで該当するデータが入手できない）。



人流の増減率に対する実効再生産数(1)



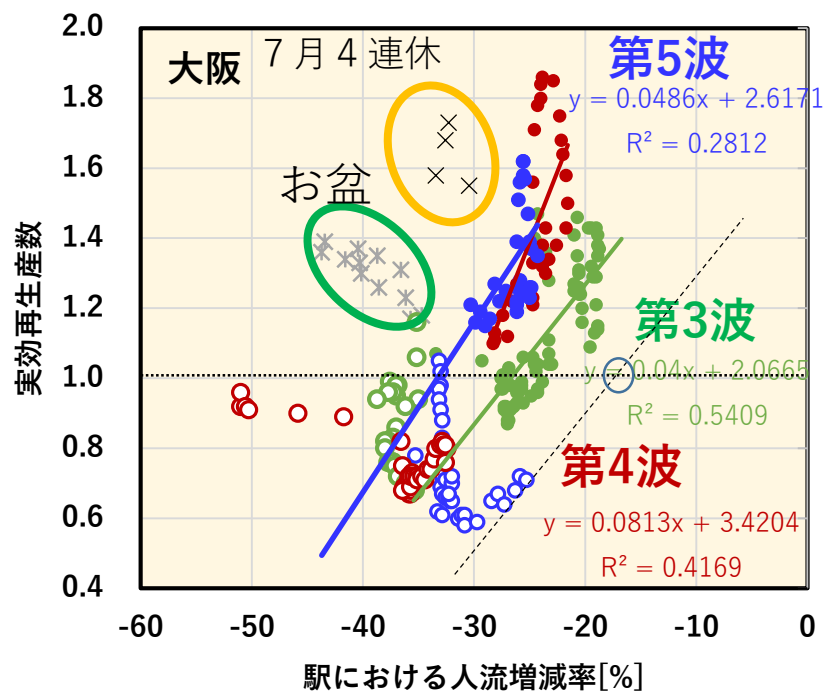
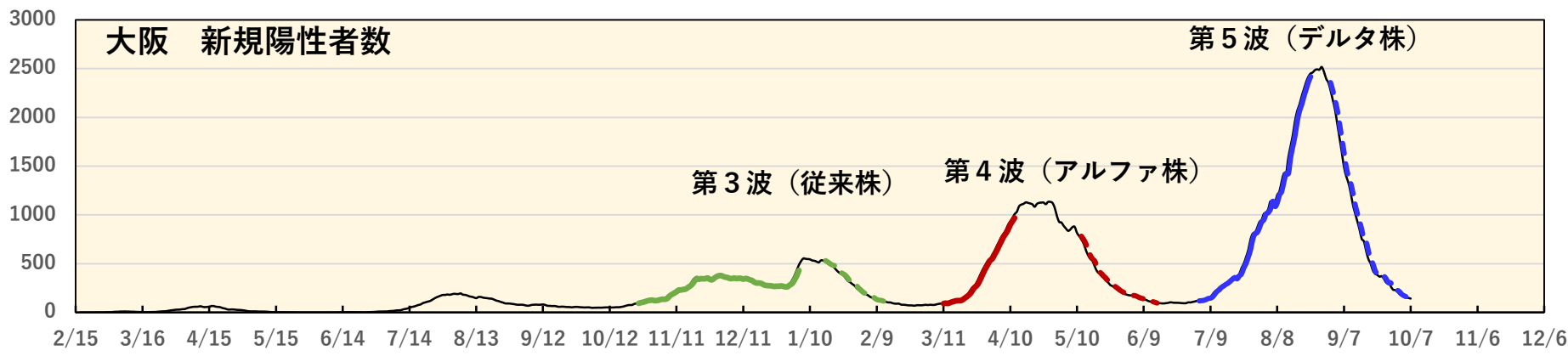
サロゲートとしての、乗換駅における人流増減率 (当該の日からみて6-13日前の平均値) の有効性

- 第3波 (従来株)
- 第4波 (アルファ株)
- 第5波 (デルタ株)

と区別した場合、実効再生産数と主要駅における人流の増減率には相関が存在。

*実効再生産数は、東洋経済オンラインより
 *第5波は、大型連休の影響を除いた近似直線
 *近似直線は、感染拡大期に基づく

人流の増減率に対する実効再生産数(2)



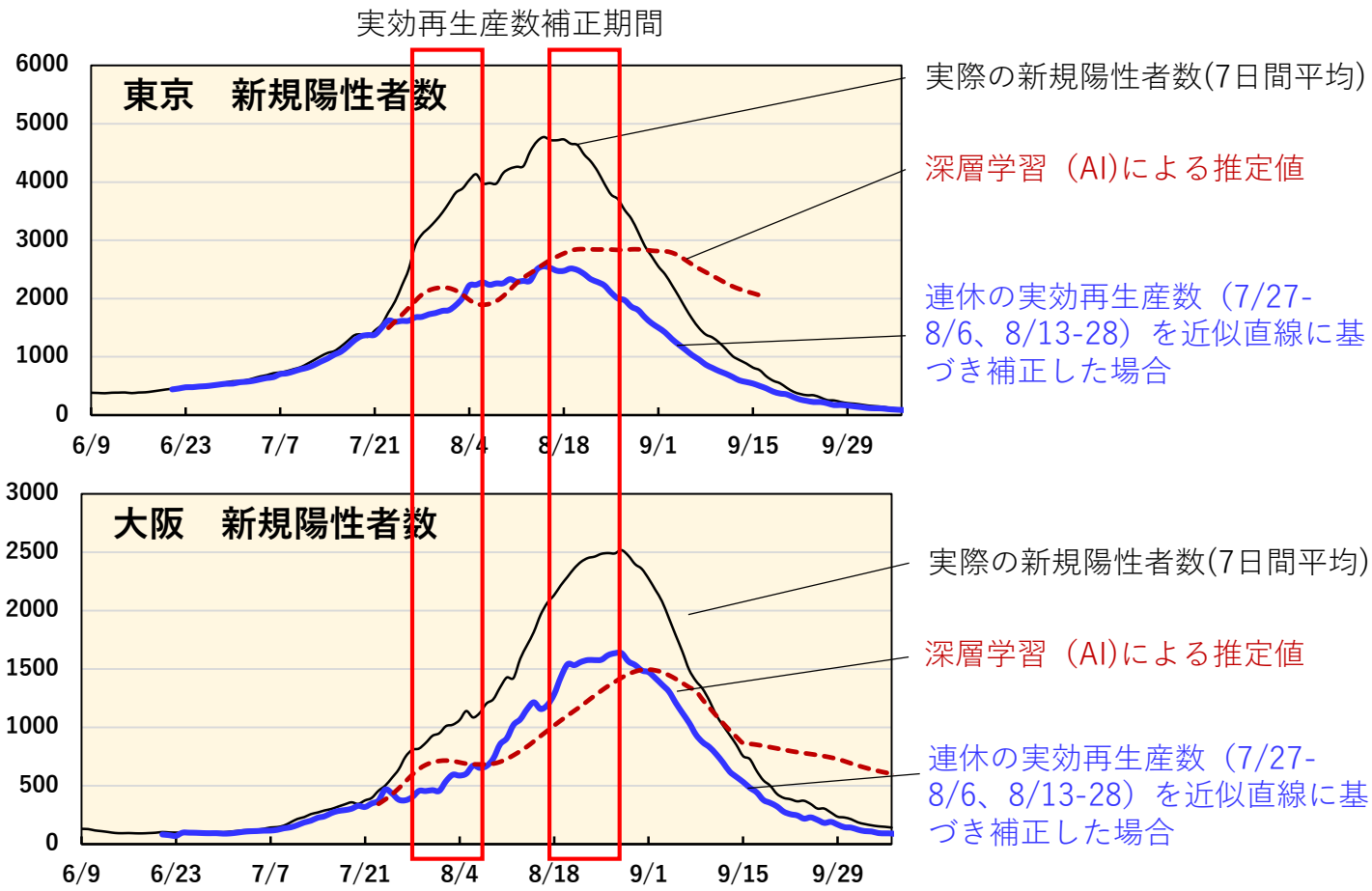
第3波 (従来株)
 第4波 (アルファ株) 従来株+20-30%
 第5波 (デルタ株) 従来株+20-40%(ワクチンの影響のため、これより高い可能性)
 と区別した場合、実効再生産数と主要駅における人流の増減率には強い相関
 大阪では、特にサロゲートとして働く

*実効再生産数は、東洋経済オンラインより
 *人流は、当該の日からみて6-13日前の平均値
 *第5波は、大型連休の影響を除いた近似直線

新規陽性者数の増加について(7/22予測)

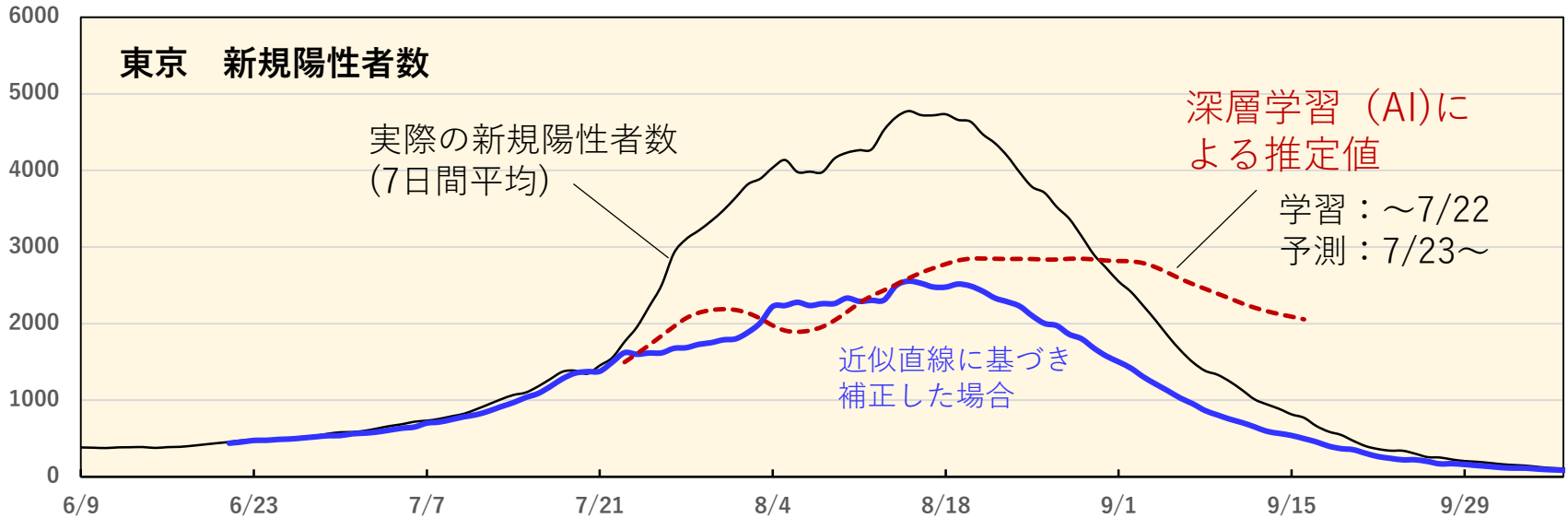
7月4連休、お盆がなかったと仮定した場合

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

東京における新規陽性者数（報告値）、補正值の 予測値との比較



○機械学習（7/23以降の人流は報告値を利用、ワクチン効果あり）による推定値と近似直線に基づく補正值の新規陽性者数は類似。

7月の連休、お盆の活動に伴う実効再生算数の上昇が、「感覚」以上の可能性。

○9月中旬以降の深層学習による予測の相違

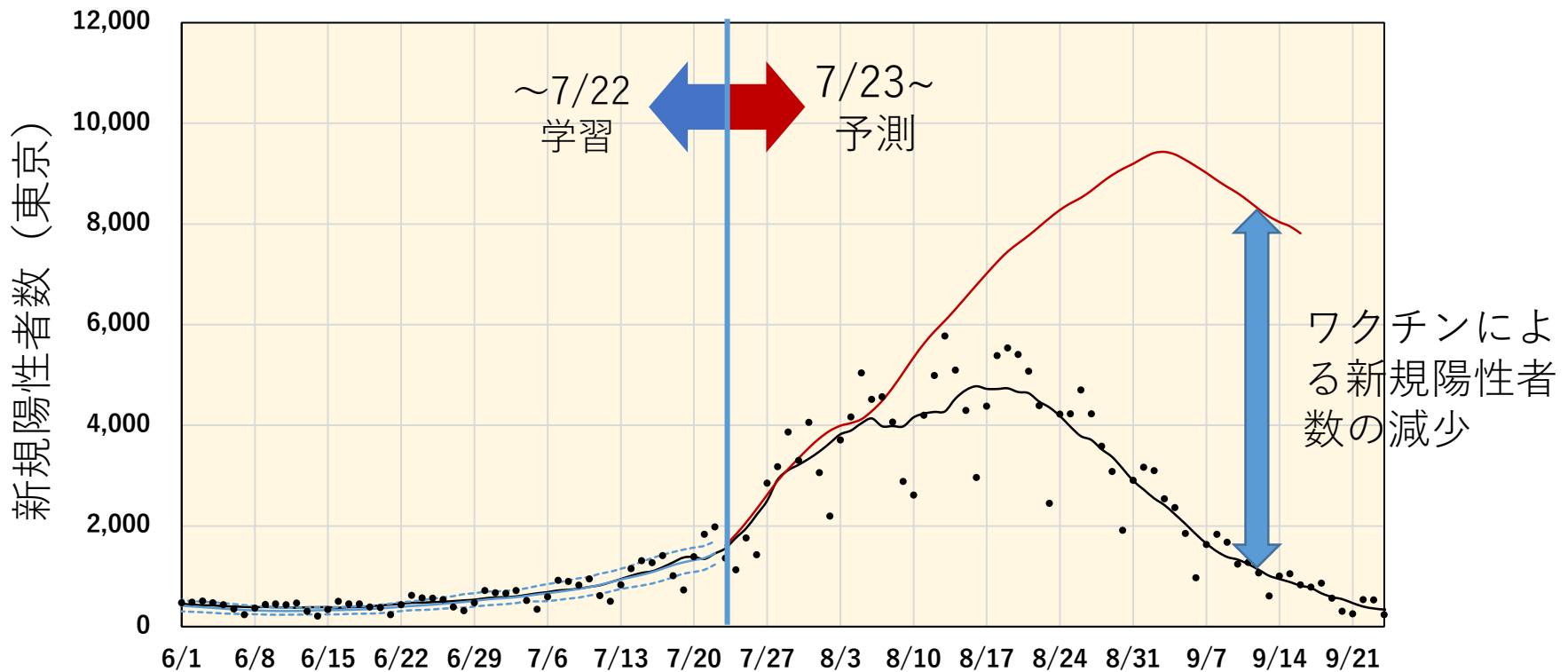
7月22日時点で、ワクチンの効果を十分に見積もれていなかった。

考えられる理由：イスラエルと日本では、ワクチンの種類に加え、実効再生算数が1.0となる人流増減率も異なる。デルタ株に対するワクチンの感染予防効果。
深層学習：東京(7/22まで) およびイスラエルのデータを利用。モデル(1)、(2)の併用。ワクチン効果は実際の東京のデータを使用。人流は実際のデータを使用。

ワクチンの人口に対する効率以外は固定
 人流は事後に報告されたものを利用

ワクチン接種の影響による新規陽性者数推定

ワクチン接種による予防効果の有効率を7/22と同等の値（全人口に対して0.15）に保った場合の**仮想的な**予測結果(入力データ：～2021/7/22)

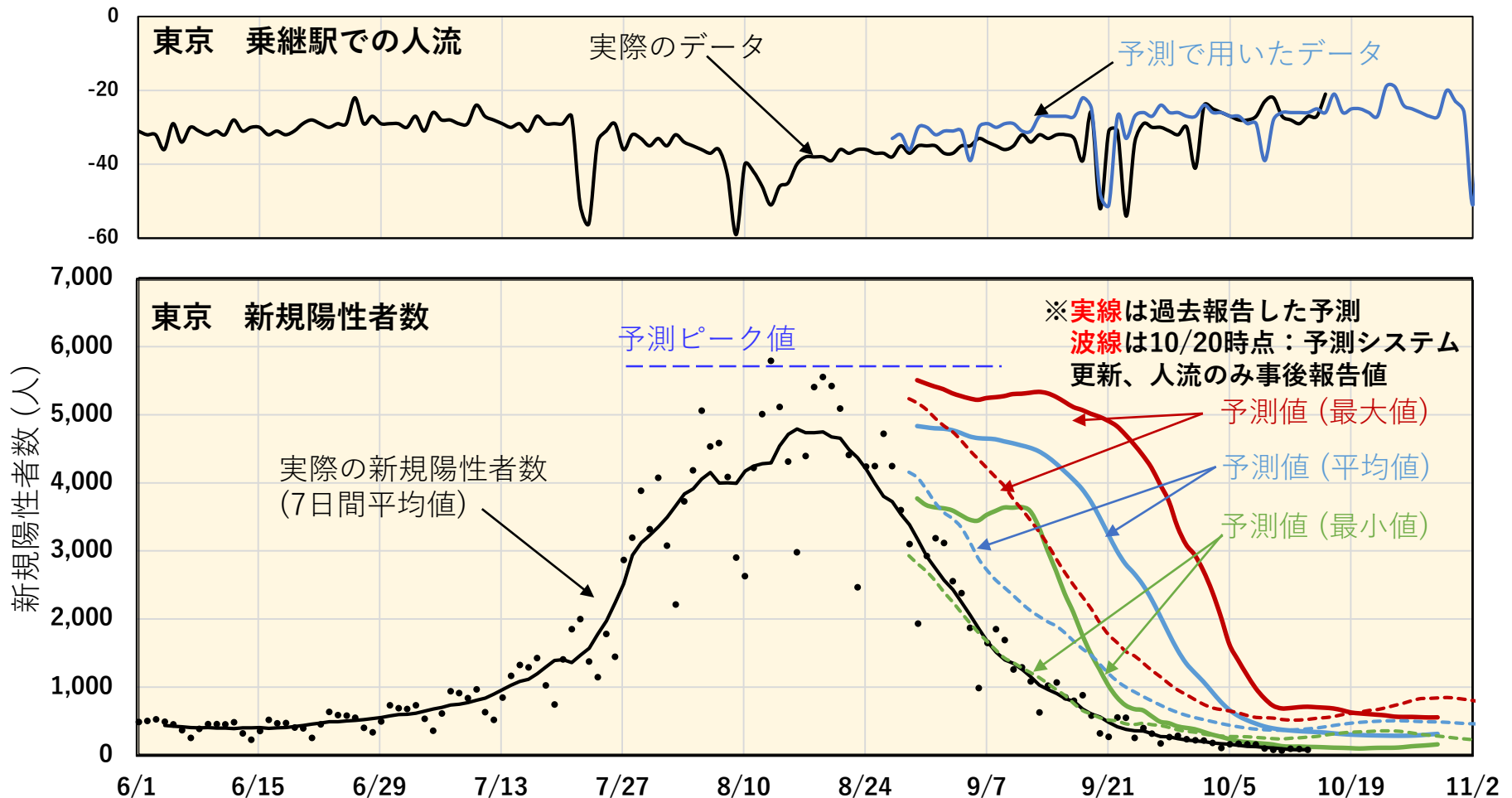


ワクチン接種が十分ではなかった場合には、1万人程度、かつピークアウトまでの期間が長かった可能性。ワクチンの感染予防効果が明確になるのは、8月中旬以降。

8月31日に内閣官房AIシミュレーションプロジェクトで報告したデータと更新

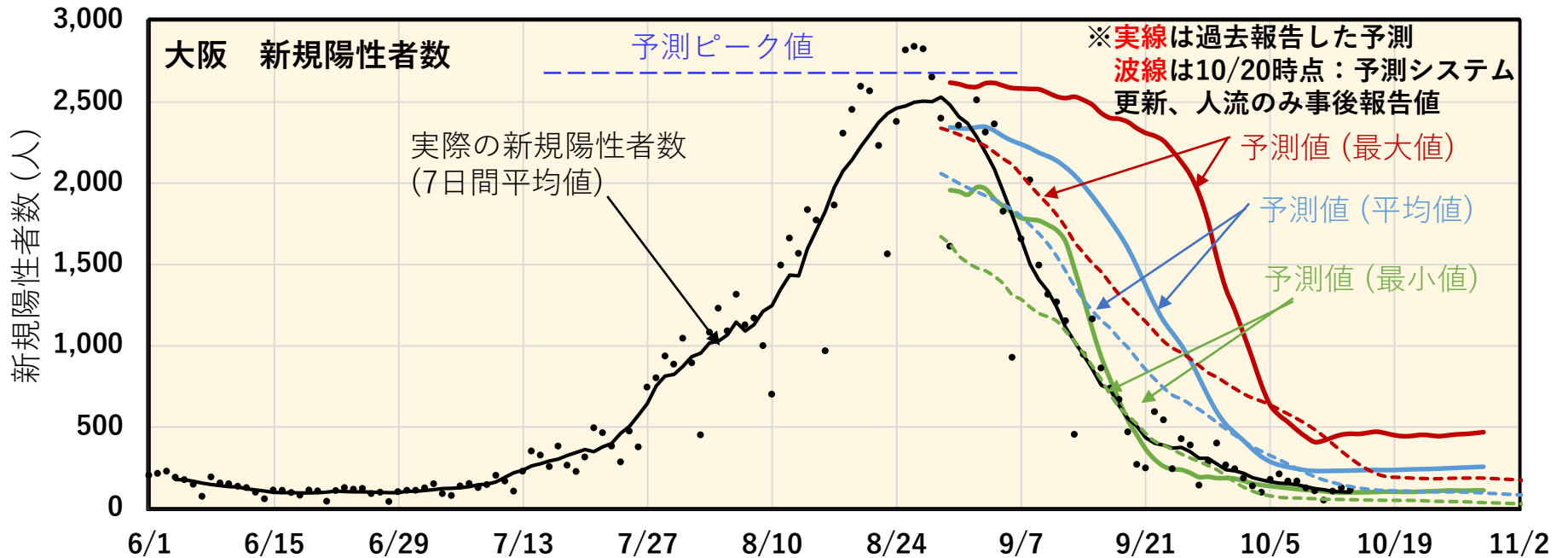
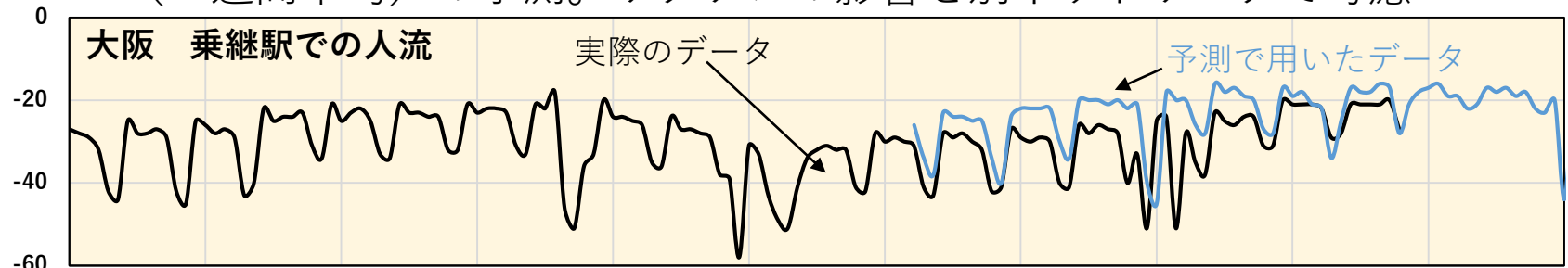
https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/presentation/2021_rq3_countermeasures_simulation/articles/article126/

東京：気象条件、人流を昨年度と同程度とした場合の新規陽性者数（一週間平均）の予測（減少）。ワクチンの影響を別ネットワークで考慮



(実線データ) 減少の始まりが予測値より2週間から1ヶ月早かった。減少速度の予測結果は大きな相違なし。(破線データ)：ワクチンの接種率を入力するのではなく、**人口レベルでのワクチン有効率**を明示的に定義した。

大阪：気象条件、人流を昨年度と同程度とした場合の新規陽性者数（一週間平均）の予測。ワクチンの影響を別ネットワークで考慮

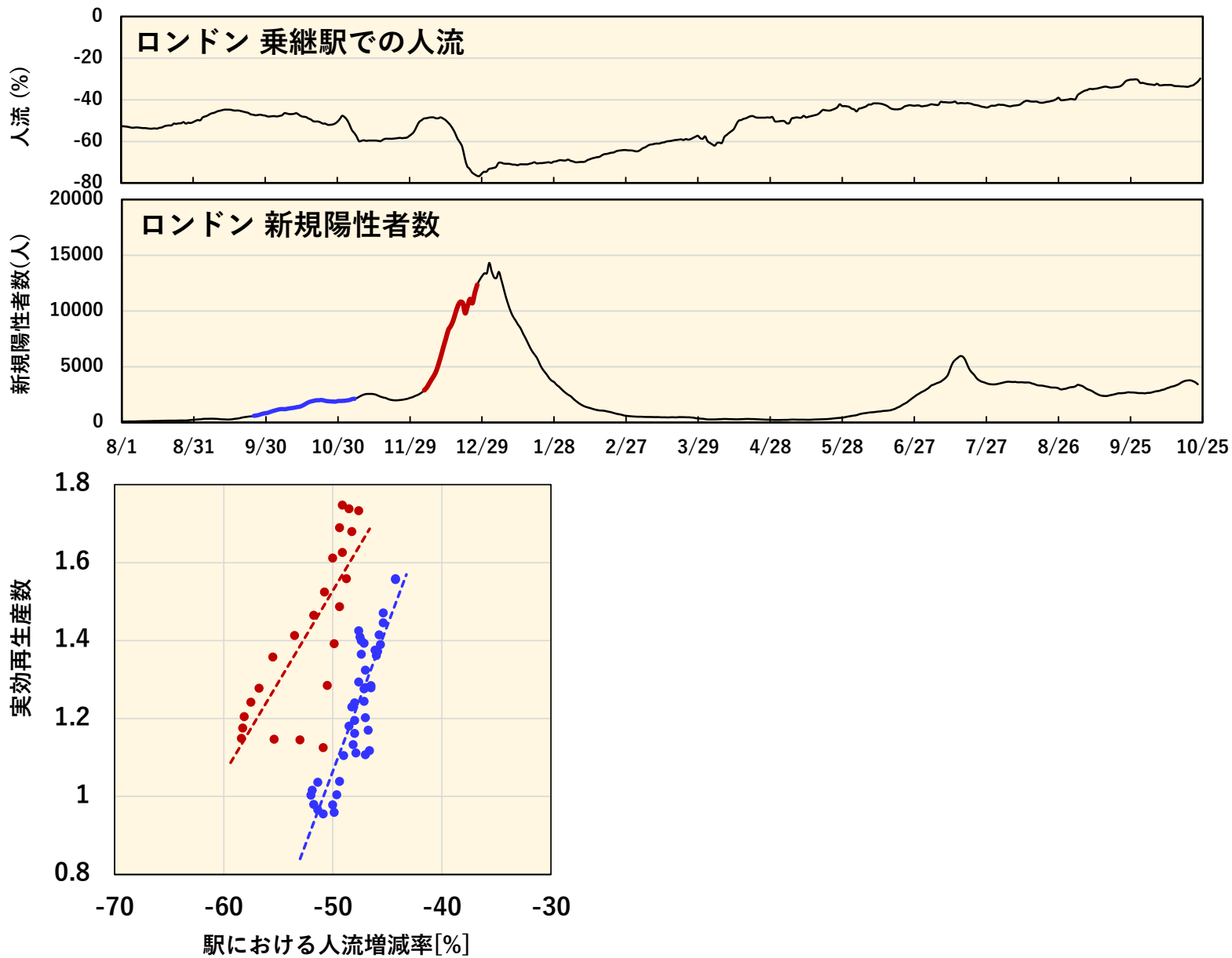


減少の始まりが予測値をほぼ予測。

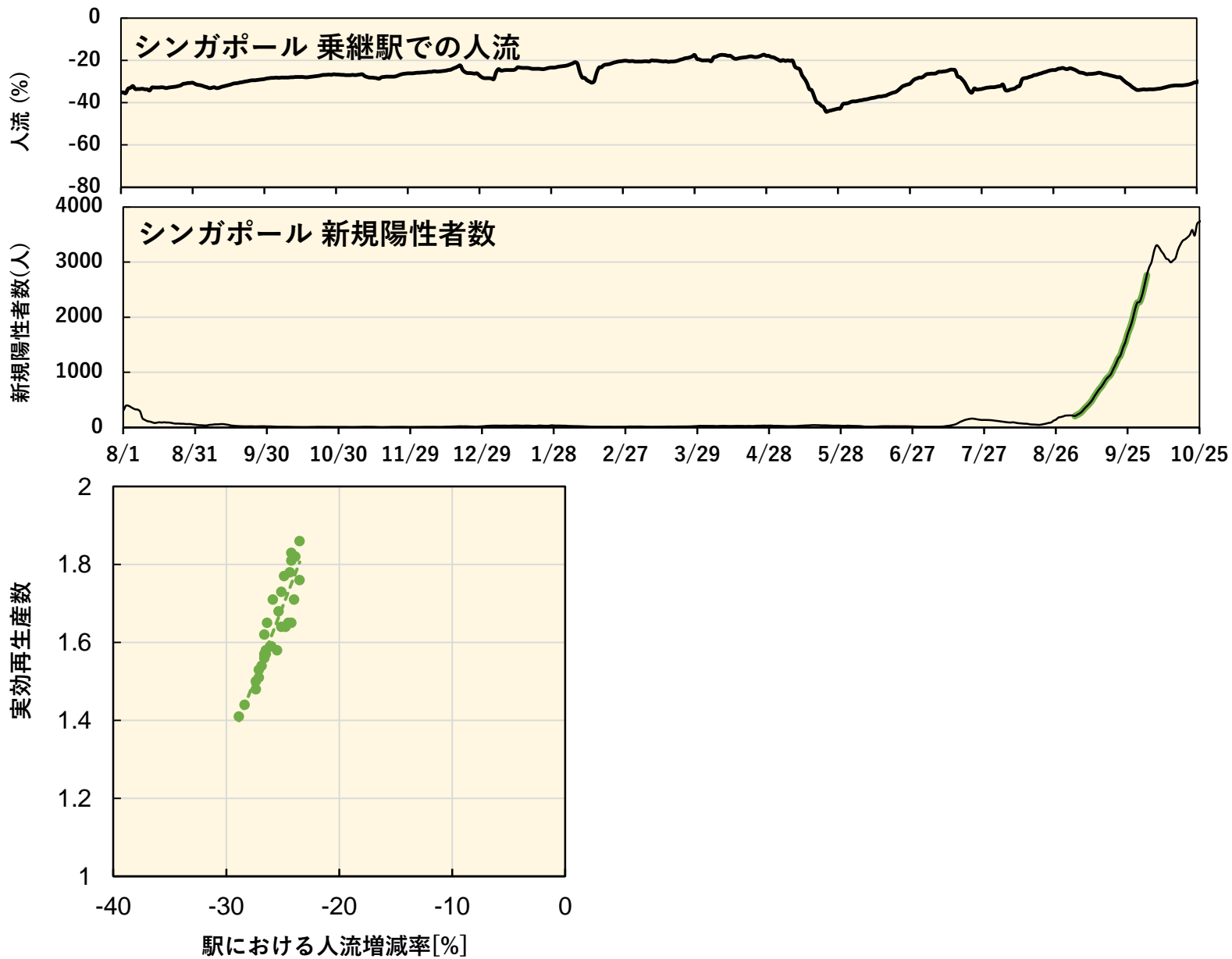
減少速度（変化の傾き）の予測結果は大きな相違なし（やや緩やか）。

* 東京同様、ワクチンの人口レベルの有効率を定義することにより改善

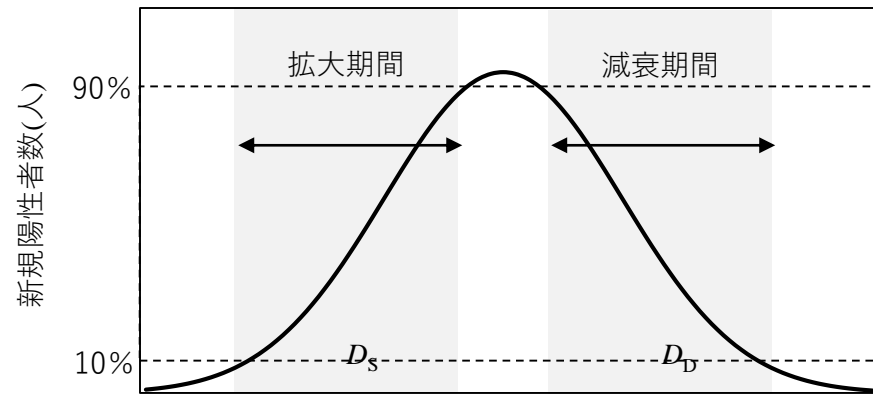
参考(1)：ロンドンの新規陽性者数



参考(2)：シンガポールの新規陽性者数

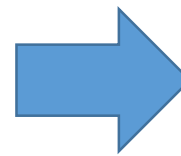
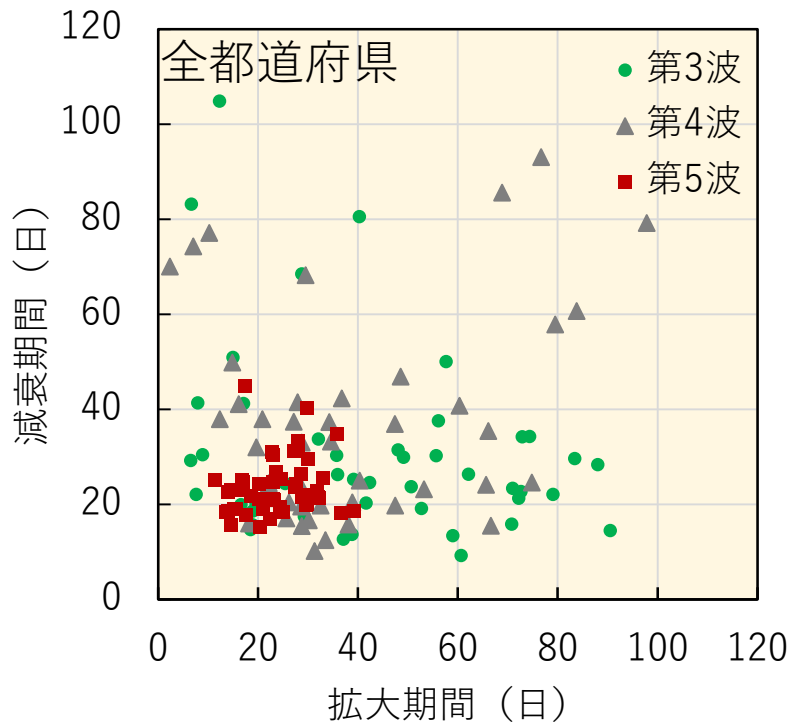


参考(3)：感染拡大と減衰期間について



第5波における感染拡大、減衰期間は従来に比べて短い傾向

* 拡大・減衰期間を10-90%区間で定義



東京、大阪、愛知に着目

