

6～9月東京における流行プロジェクション

古瀬祐気¹、高勇羅^{2,3}、押谷仁²、鈴木基³

1. 京都大学ウイルス・再生医科学研究所
2. 東北大学大学院医学系研究科微生物学分野
3. 国立感染症研究所感染症疫学センター

2021.Jun.27

人流の変化によって感染状況がどう変化するかを評価するための“プロジェクション”であり、
いつどうなるのかを予想する“フォアキャスト”ではないことにご注意ください

決定論的SIRモデルを用いたシミュレーション

① ポピュレーション

東京都の人口：1390万人

（うち16歳未満170万人、16～64歳900万人、65歳以上320万人）

② 感染者数初期値

6/9：一日の新規感染者報告数400人、6/26：550人

感染者のうち10%が65歳以上。重症者が50人、うち30人が65歳以上

（重症者数は、東京都のデータ〔東京基準〕を参考に設定。ただし、この時点ですでにいる重症者が
その後の感染拡大に寄与したり病床を大きく占有するわけではないので、重症者数初期値はシミュレーションの結果にあまり影響しない）

③ 入院・重症化

感染者のうち35%が5日間入院する

（入院日数は数値計算の簡略化のために5日としたが過小評価の可能性がある、入院者数を若干少なく見積もっている可能性がある）

重症化率は65歳未満0.4%、65歳以上3.0%

重症者はやや遅れて重症化し、その後2週間ベッドを占有する

（重症化率は、厚生労働省のデータ〔国基準〕を参考に設定）

④ ワクチン

ワクチン効果：感染予防80%、入院・重症化予防90%

「ひとり当たり2回の接種が必要で、平均として初回接種の4週間後に一定の効果（感染予防80%・重症化予防90%）を示す。ただし、人によってはそれよりも早かったり遅かったりする」とすることで、「2回接種完了前でも低いながら効果がある」と、集団としては似たような効果が想定される状況をモデルに組み込んだ。

シミュレーション開始時点（6/9）でのワクチン接種状況を下図のように設定。ワクチンは6/27までは一日8万回、それ以降は一日12万回を接種できるとした。8割の高齢者が接種を完了するまで一日8万回分は高齢者へ用いられ、それ以外の分は非高齢者にも接種されるものとした。

現時点の接種状況

	人口	1 回のみ接種済	2 回接種済
高齢者	320 万人	76 万人	7 万人
16～64 歳	900 万人	50 万人	37 万人
合計	1,220 万人	126 万人	44 万人

⑤ デルタ株

6/9のシミュレーション開始時点で感染者の2%がデルタ株に感染

デルタ株はアルファ株より

- ・ 感染力1.2倍・病原性1.2倍（影響・小）
- ・ 感染力1.3倍・病原性1.3倍（影響・中）
- ・ 感染力1.4倍・病原性1.4倍（影響・大）

高いとするの3パターンを設定した。

※上記で想定した各パターンの感染拡大シミュレーションによってデルタ株の割合がどう変化していくのかも結果に示した

⑥ 感染伝播

世代期間：5日

「6/9（新規感染者報告数400）の時点で実効再生産数がおおよそ1であったが、人流に増加に伴い徐々に感染が拡大した結果として6/26の感染者数が550になった」として、その期間の実効再生産数の経時的な上昇率を算出した。

※ この期間すでにわずかに存在するデルタ株の影響や、すでにワクチン接種を受けている人たちへの予防効果も考慮した。

※ 非高齢者（65歳未満）は高齢者（65歳以上）の1.5倍感染を拡げやすいとした。

算出された実効再生産数の上昇率を延伸し、

- ・ 6月の第4週で人流の増加は止まり、その状態が維持される

（重点措置が効果的であり、その効果が持続する状況に相当）

- ・ 7月の第2週まで人流は増え続け、そこから（人流が）横ばい

（重点措置に十分ではないがある程度の効果があり、それが持続する状況に相当）

- ・ 7月の第4週まで人流は増え続け、そこで（人流が）高止まり

（重点措置があまり効果的でなかったり、あるいは効果が次第に低下してしまうような状況に相当）

の3パターンで感染者数の変化をシミュレーションした。

⑦ オリンピック

オリンピック期間中に人流が5%増加するというシナリオを追加した。

※オリンピック関係者や観客の移動だけではなく、期間中には4連休や夏休みもあり、オリンピックの開催に伴ってオリンピックと直接の関係がない人たちの間でも接触機会が増加することを想定している。その程度を推測することは現時点で難しいが、2020年の8月中旬には人流が5%程増加している

⑧ 緊急事態宣言

新規感染者報告数が1000あるいは2000人を閾値として、緊急事態宣言が考慮される。閾値を超えた時点で、アナウンス効果として実効再生産数が20%低下し、その後に実際に緊急事態宣言が発出されることで閾値を超えてから10日経った時点でさらに20%低下するとした。

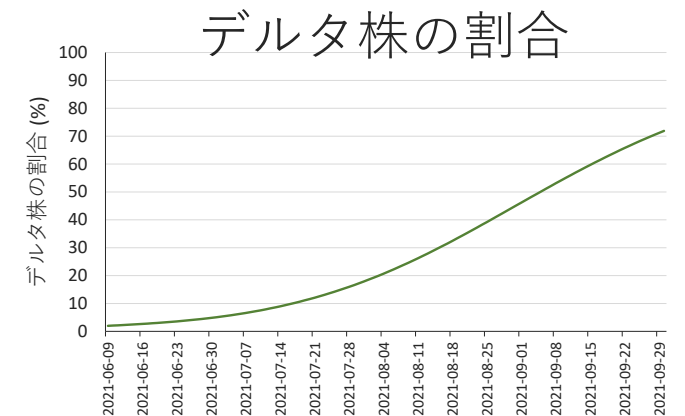
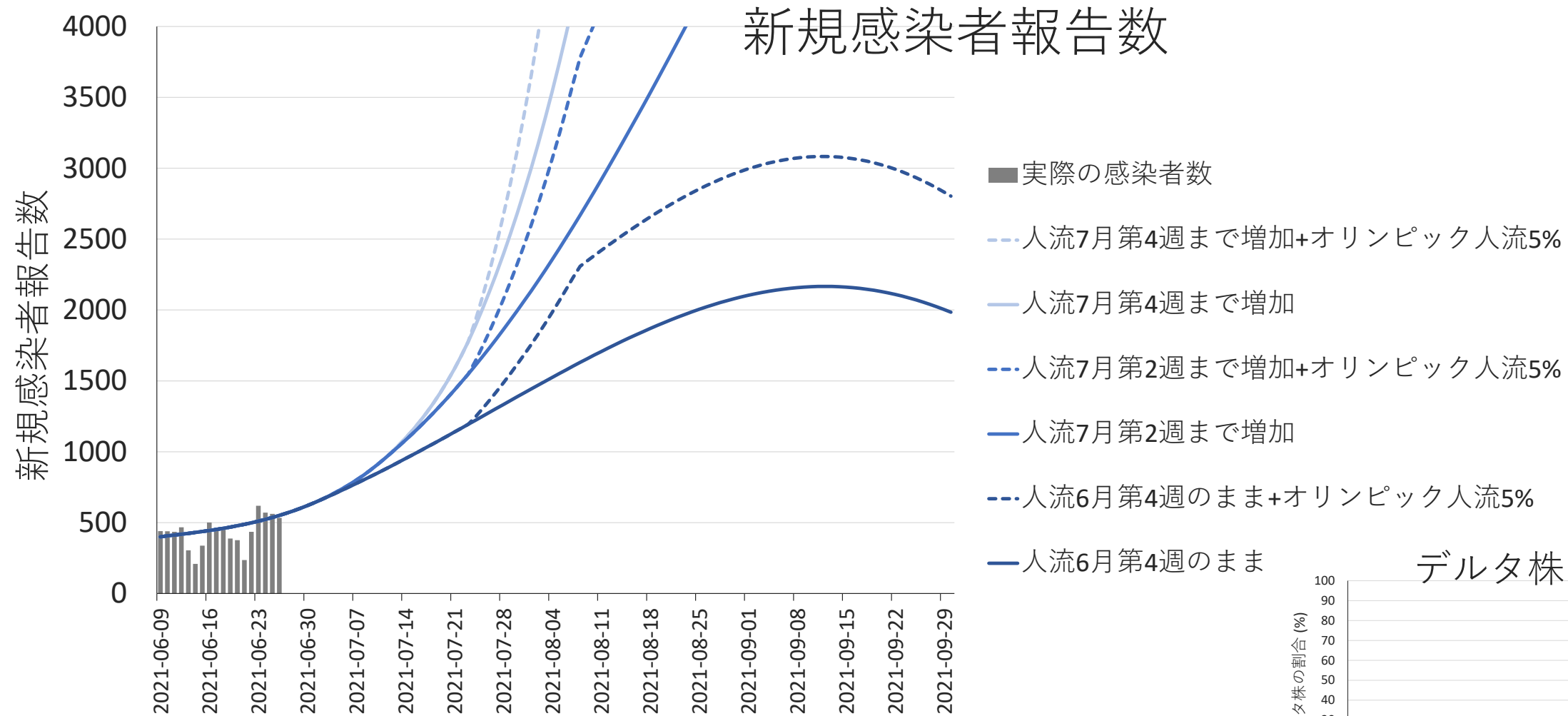
※ 閾値を超えた時点で、⑧に記した人流増加も止まるものとした

⑨ 医療体制

東京都の確保病床数は全体で6000床、重症者病床で350床

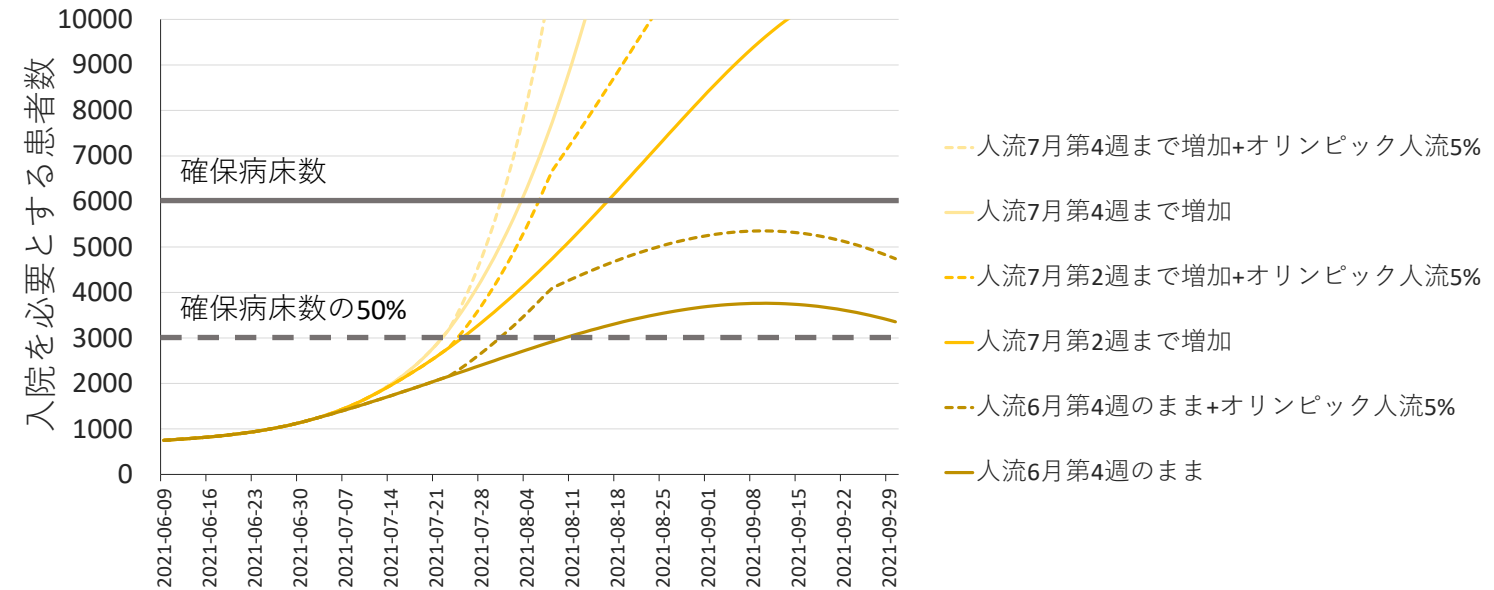
(東京都のデータを参照し設定。ただし病床数は一定でなく増減する可能性があり、数字を丸めてある)

デルタ株の影響・小、緊急事態宣言なし

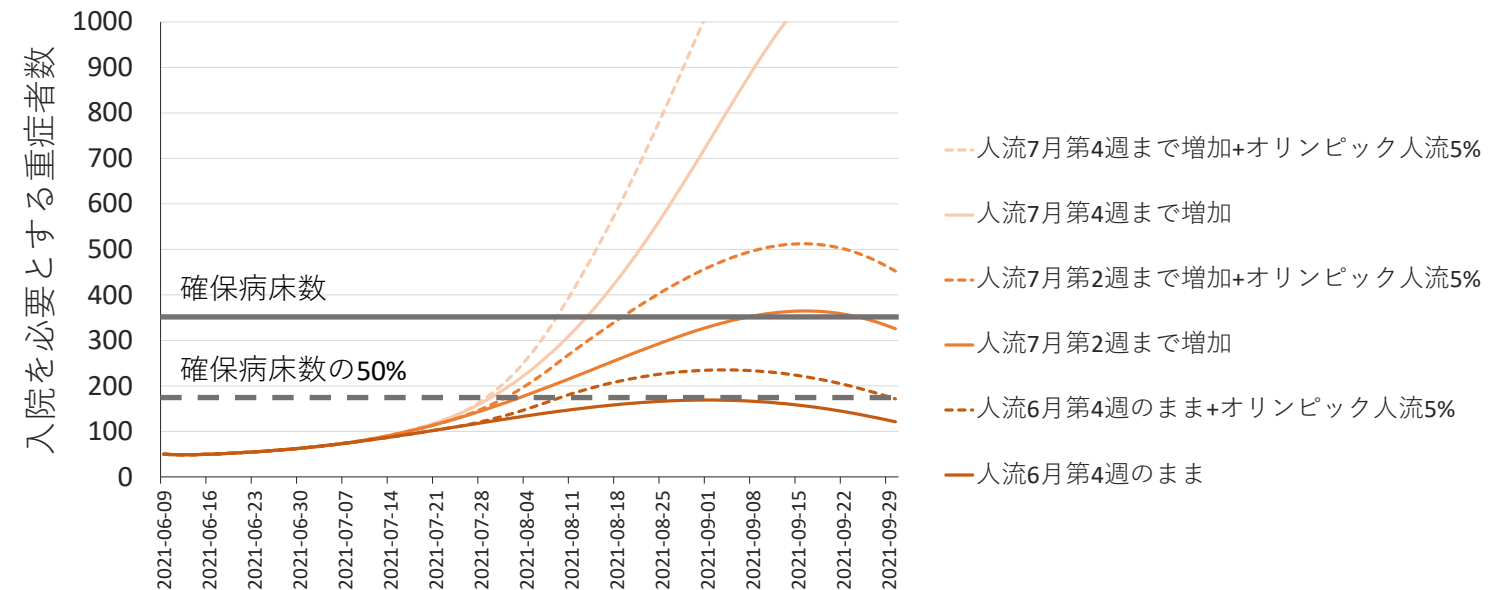


デルタ株の影響・小、緊急事態宣言なし

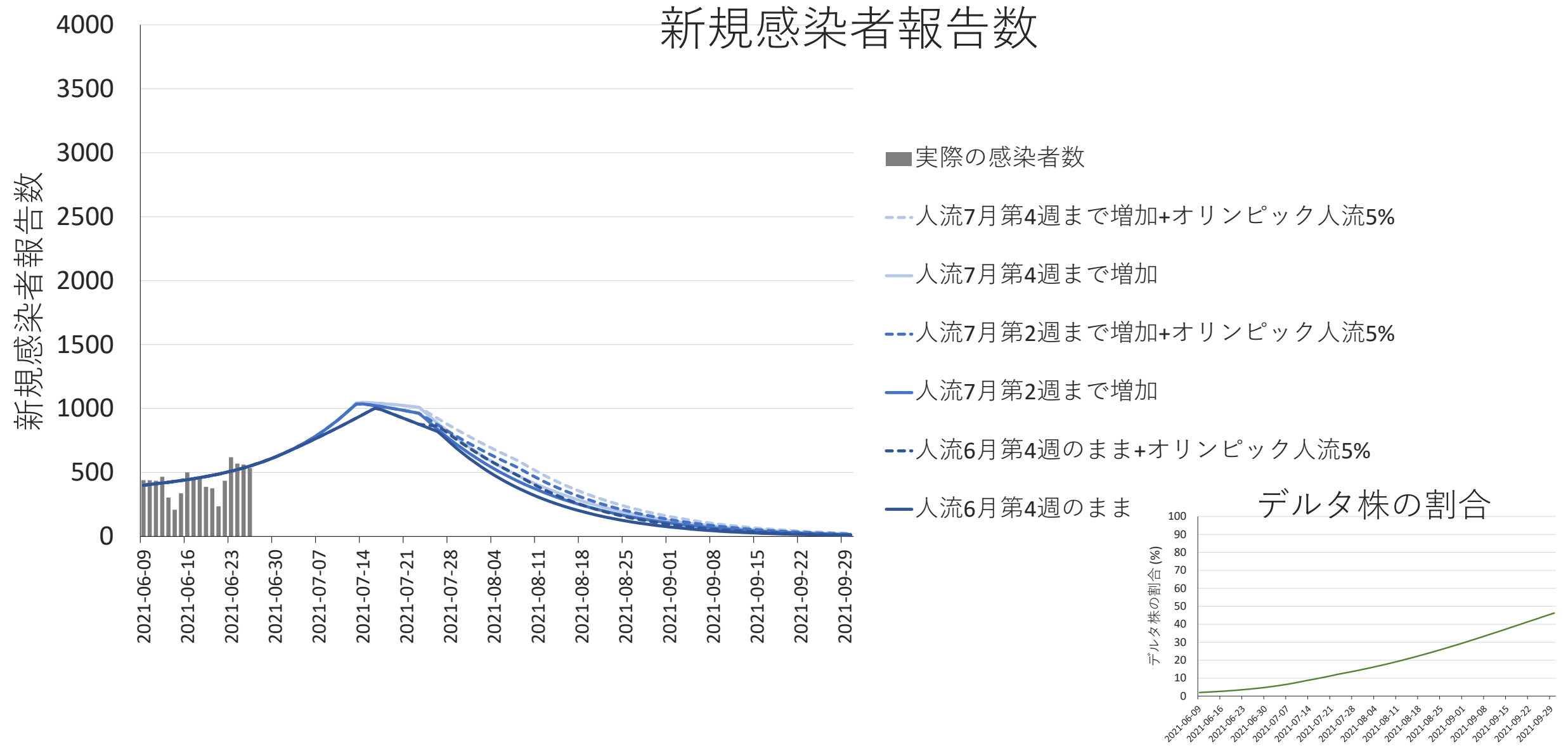
入院を必要とする患者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする患者数)



入院を必要とする重症者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする重症者数)

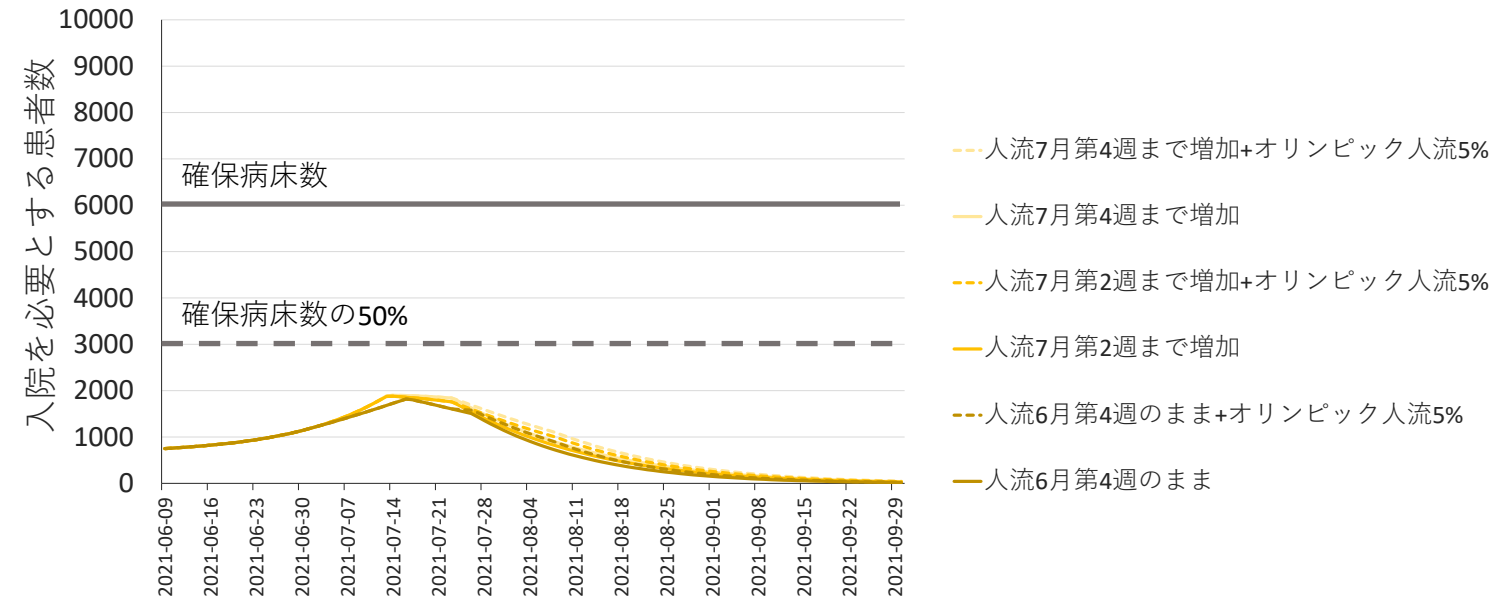


デルタ株の影響・小、1000人で緊急事態宣言

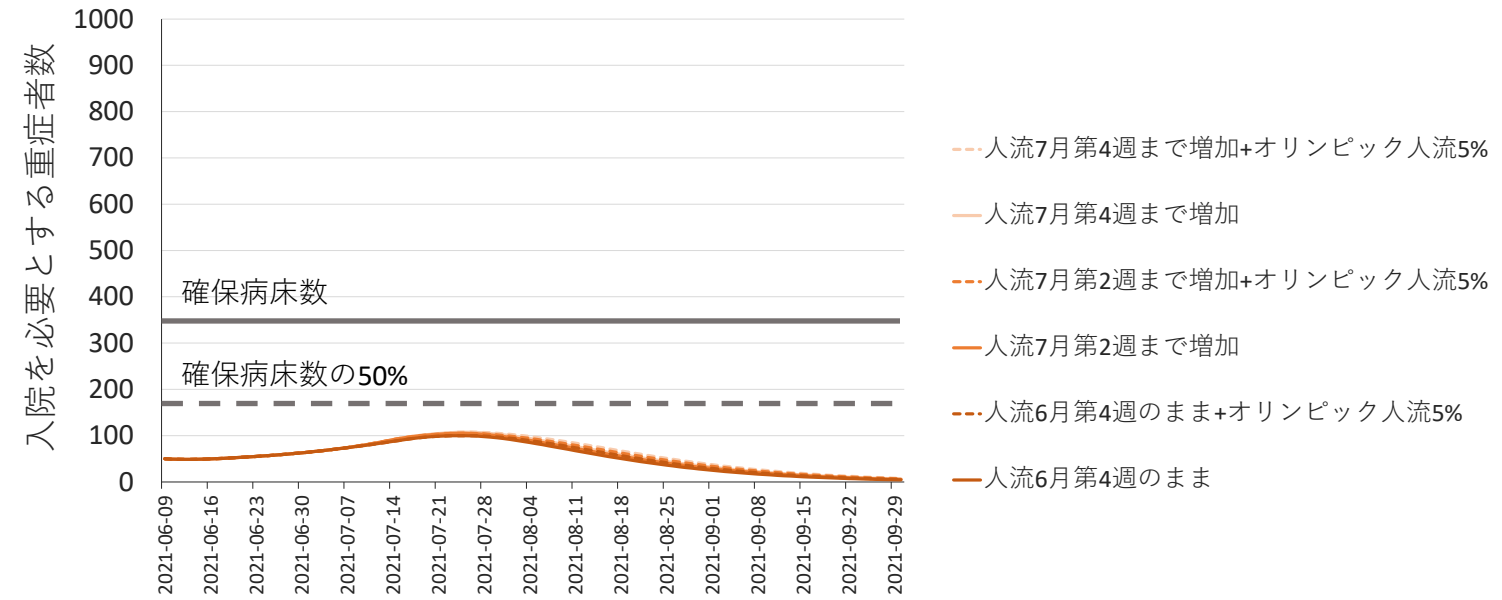


デルタ株の影響・小、1000人で緊急事態宣言

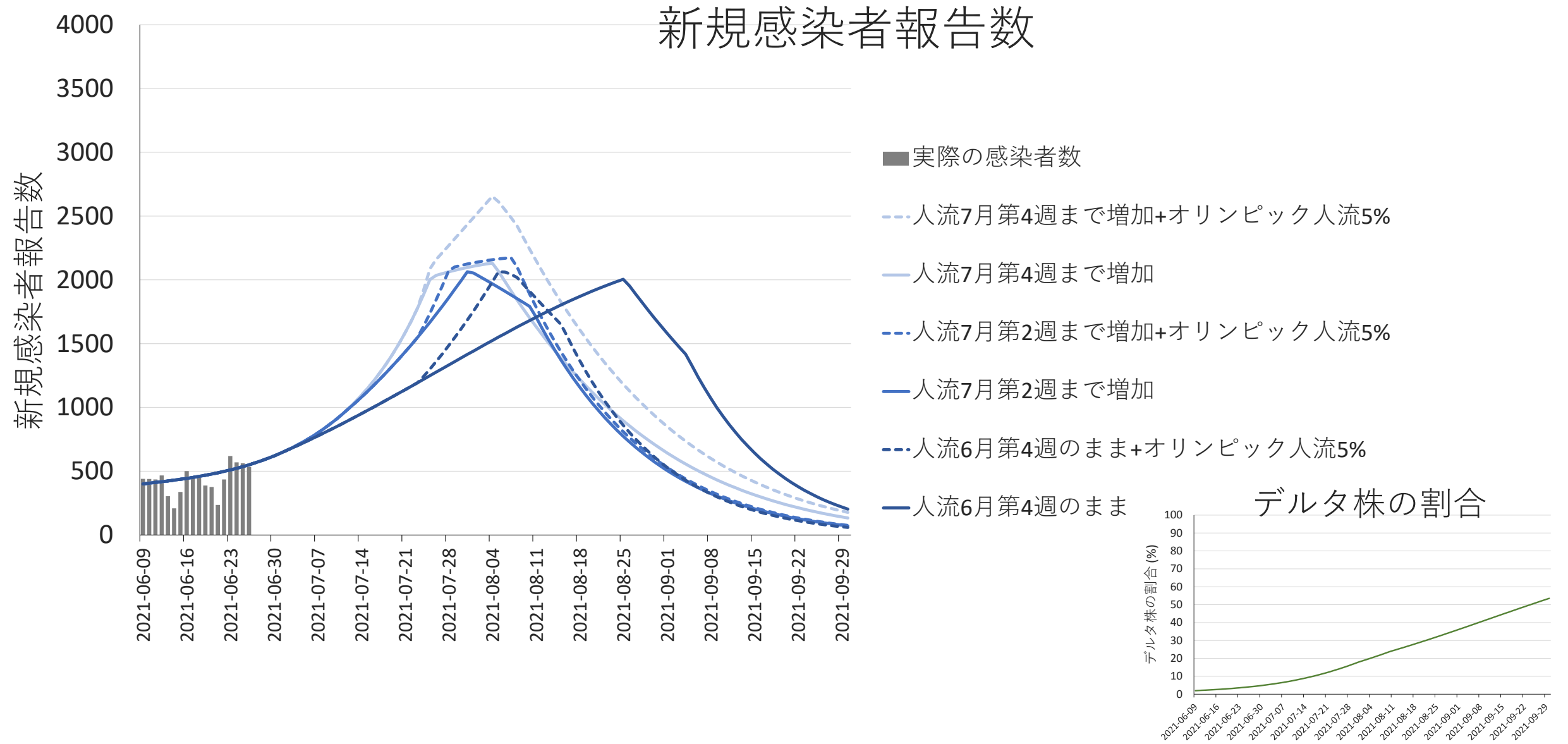
入院を必要とする患者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする患者数)



入院を必要とする重症者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする重症者数)

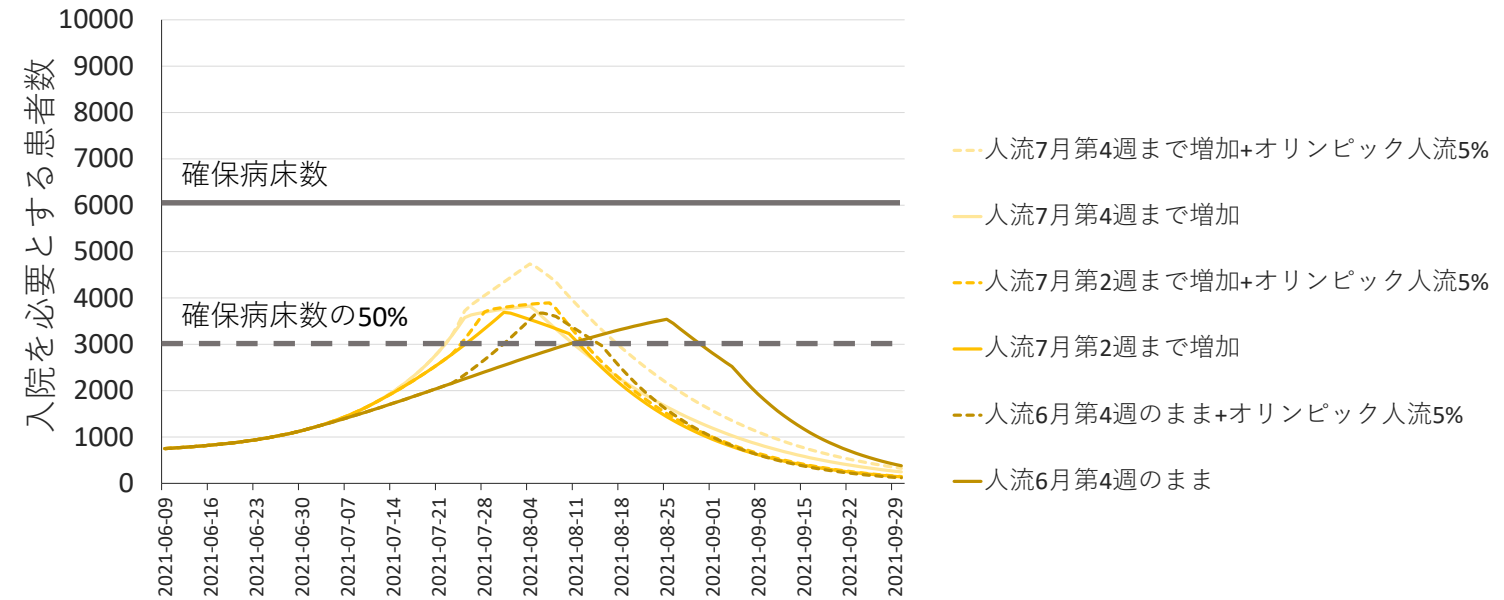


デルタ株の影響・小、2000人で緊急事態宣言

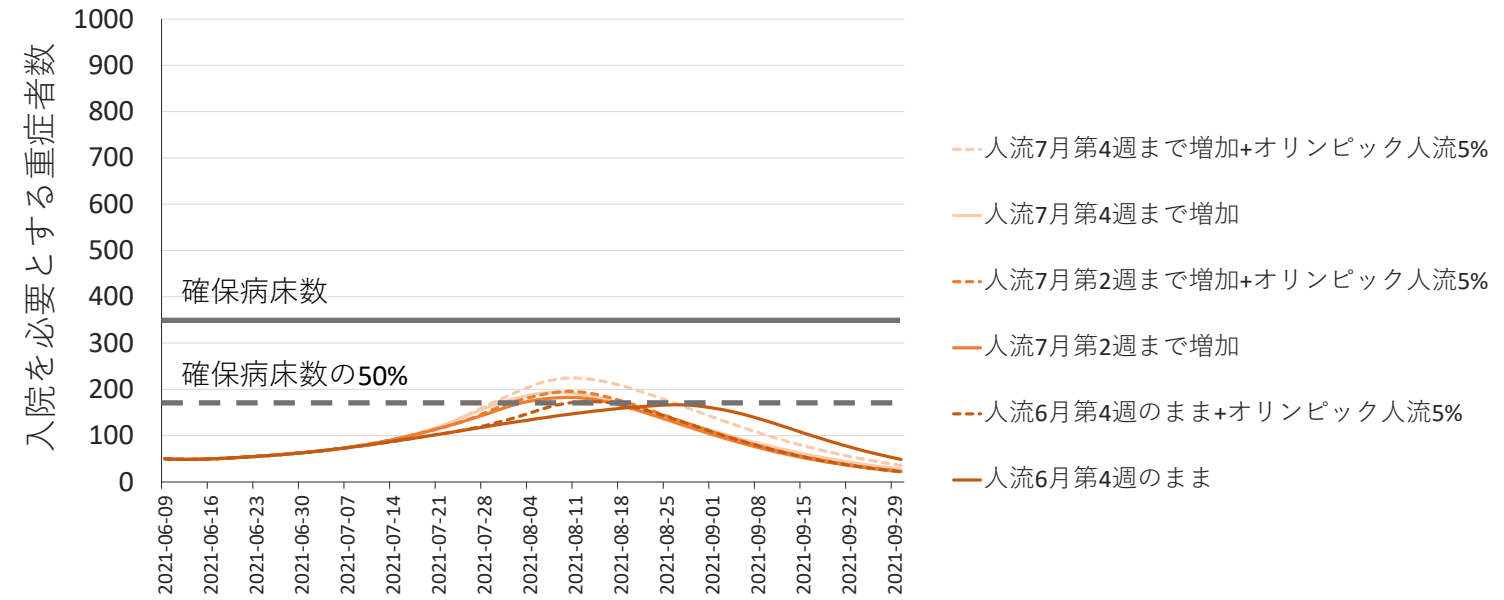


デルタ株の影響・小、2000人で緊急事態宣言

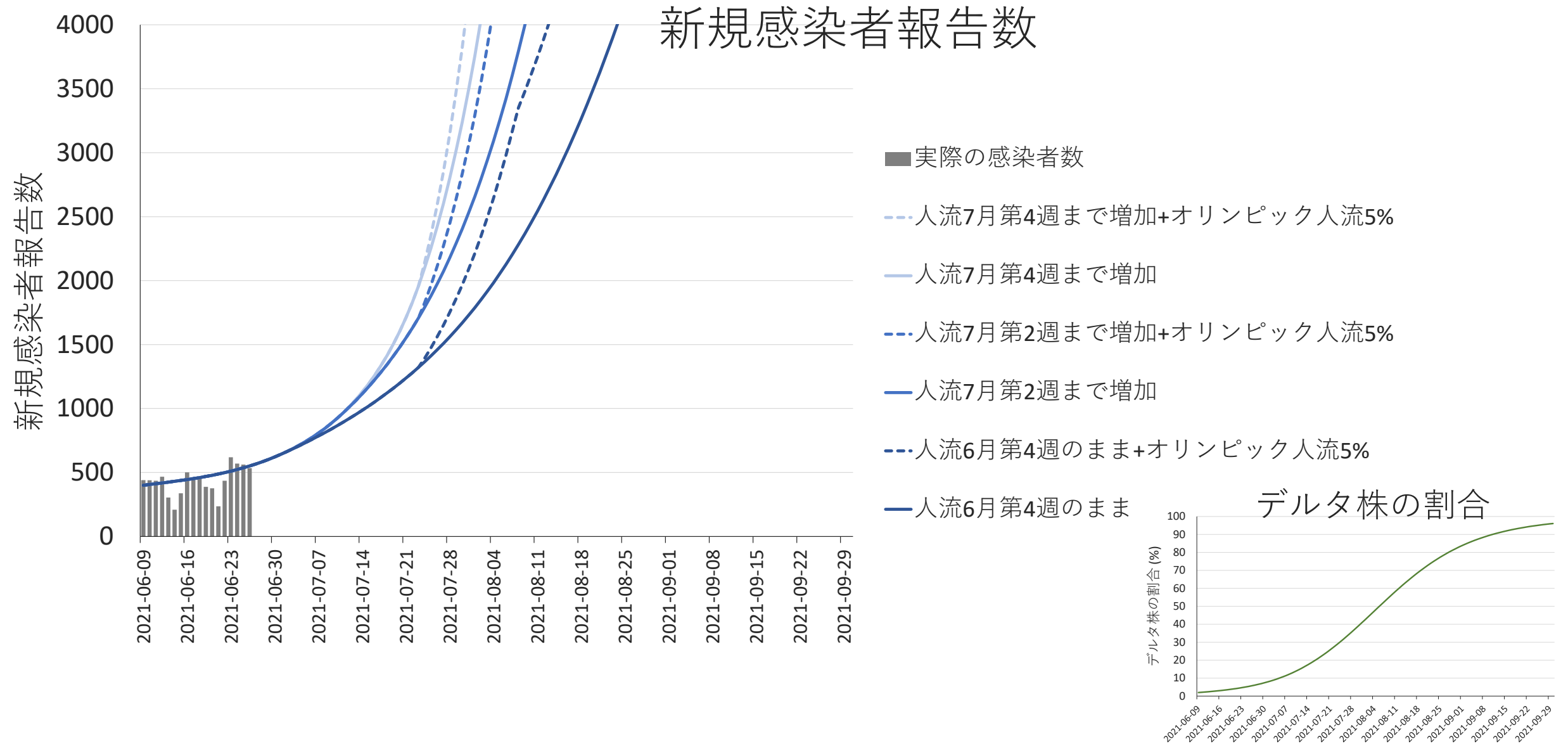
入院を必要とする患者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする患者数)



入院を必要とする重症者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする重症者数)

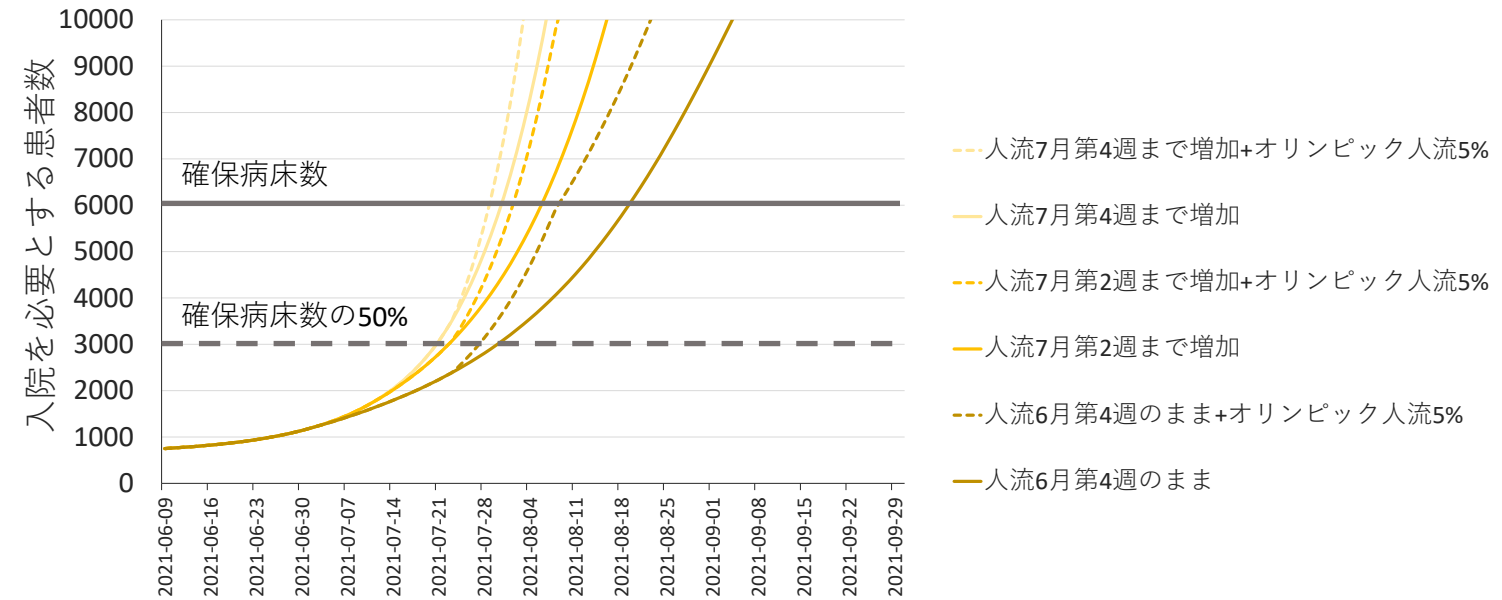


デルタ株の影響・中、緊急事態宣言なし

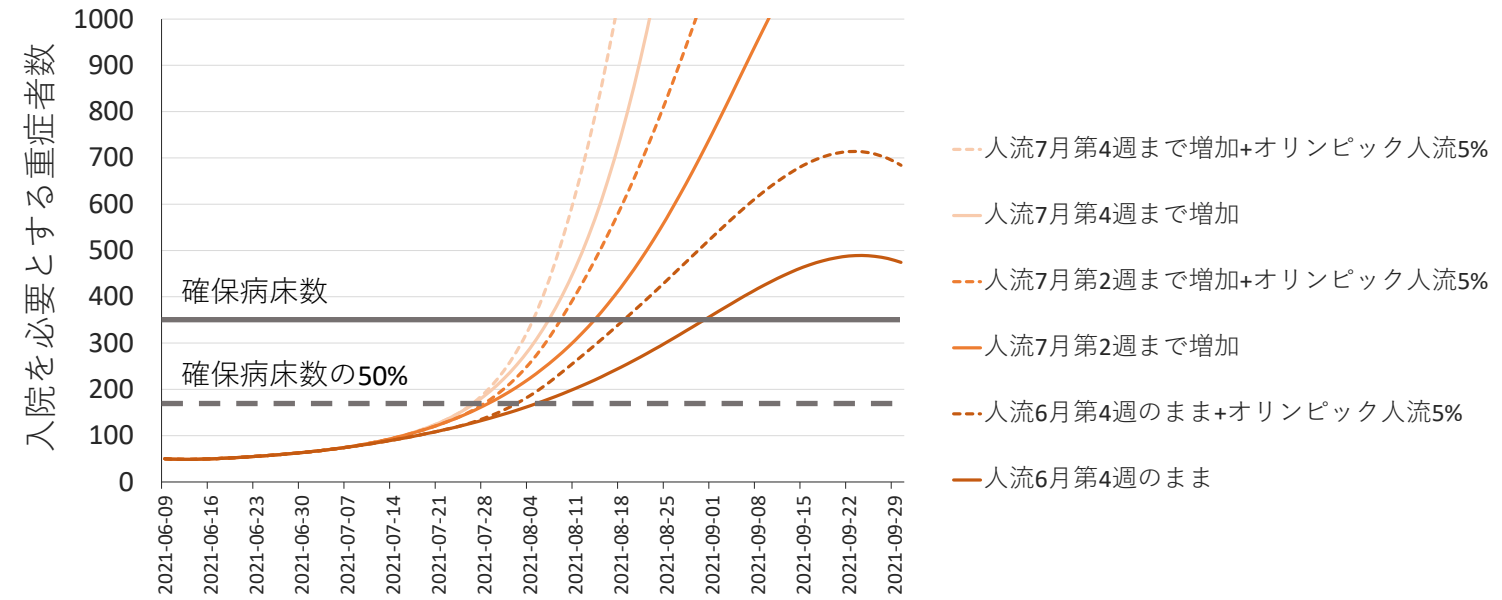


デルタ株の影響・中、緊急事態宣言なし

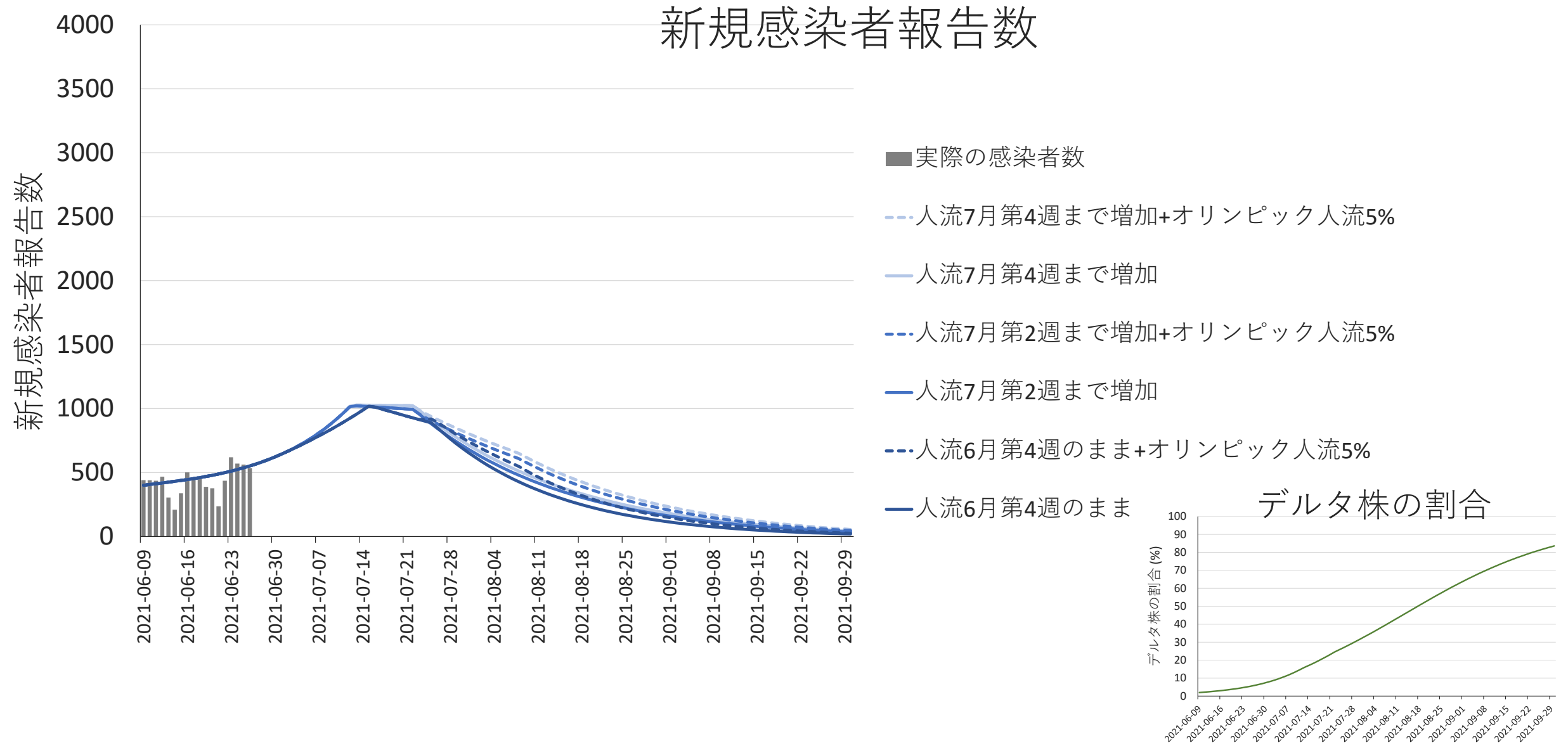
入院を必要とする患者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする患者数)



入院を必要とする重症者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする重症者数)

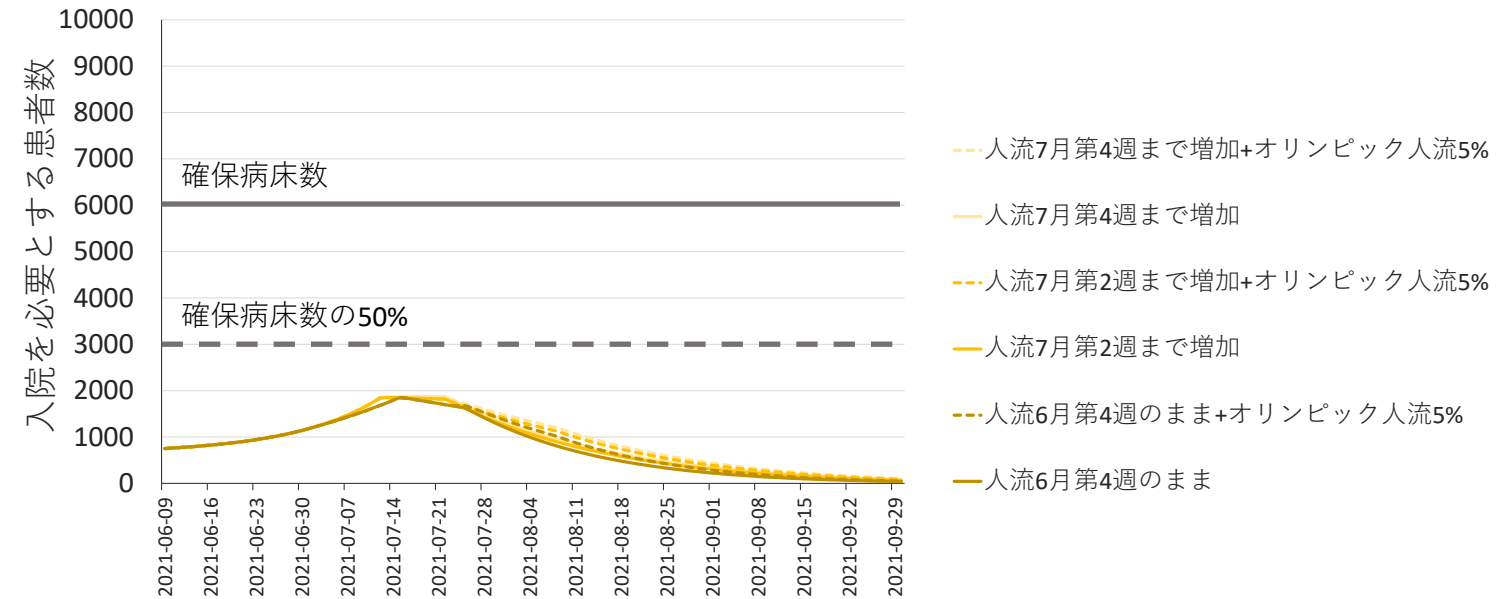


デルタ株の影響・中、1000人で緊急事態宣言

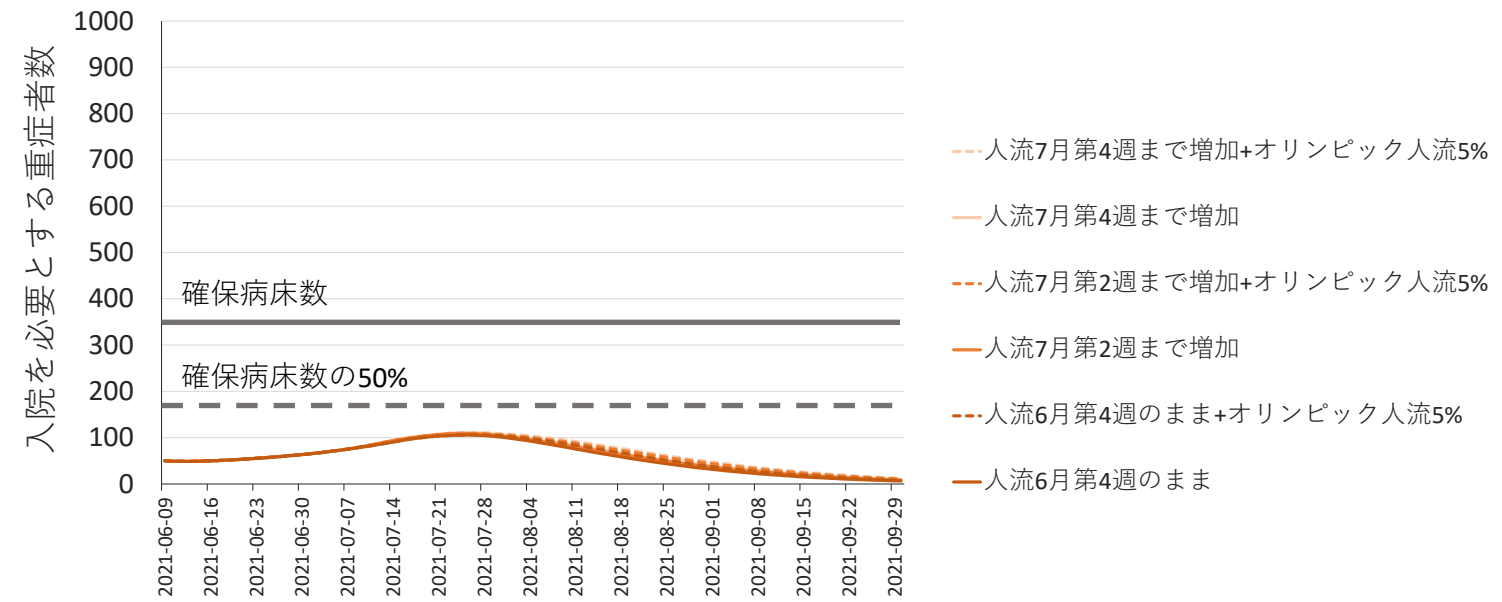


デルタ株の影響・中、1000人で緊急事態宣言

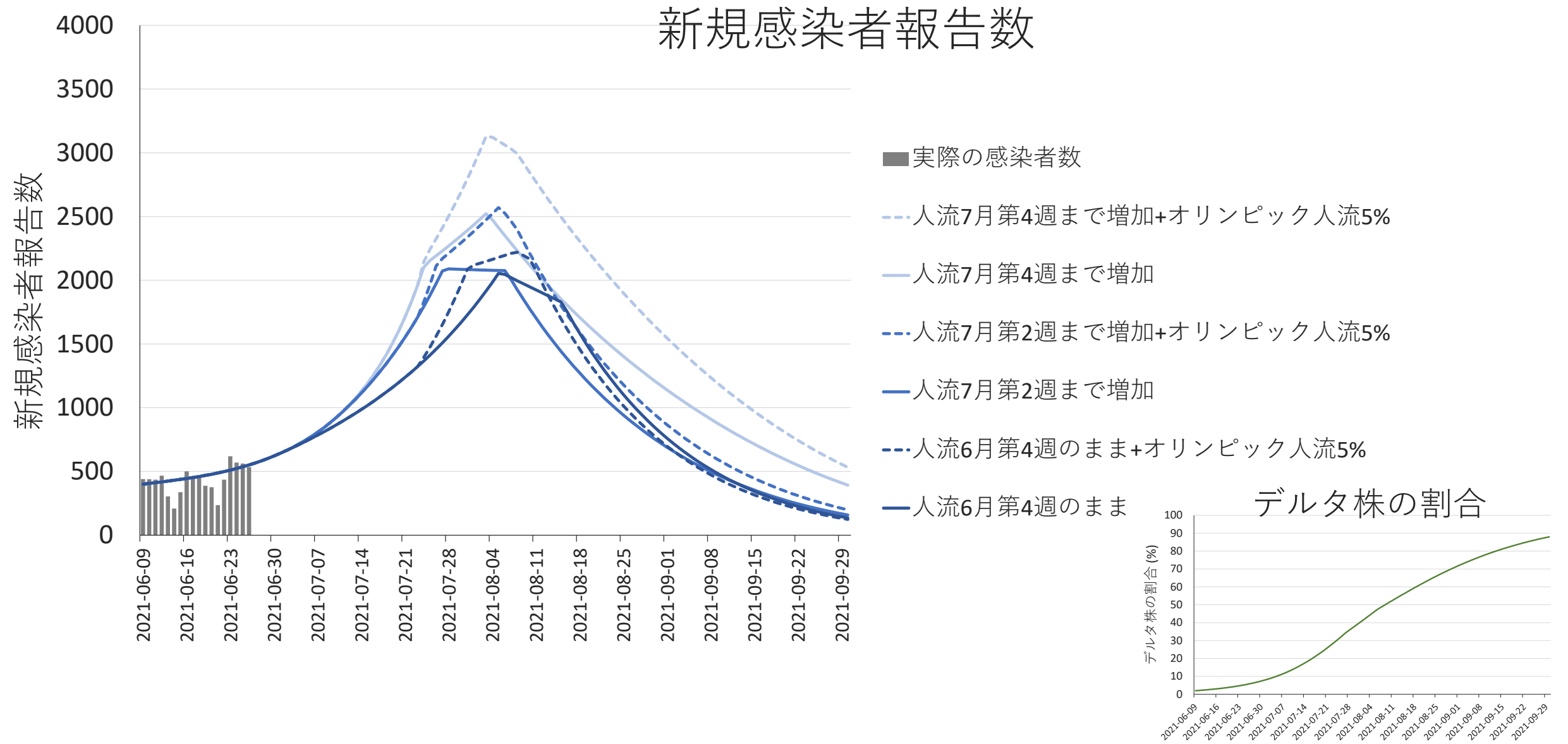
入院を必要とする患者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする患者数)



入院を必要とする重症者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする重症者数)

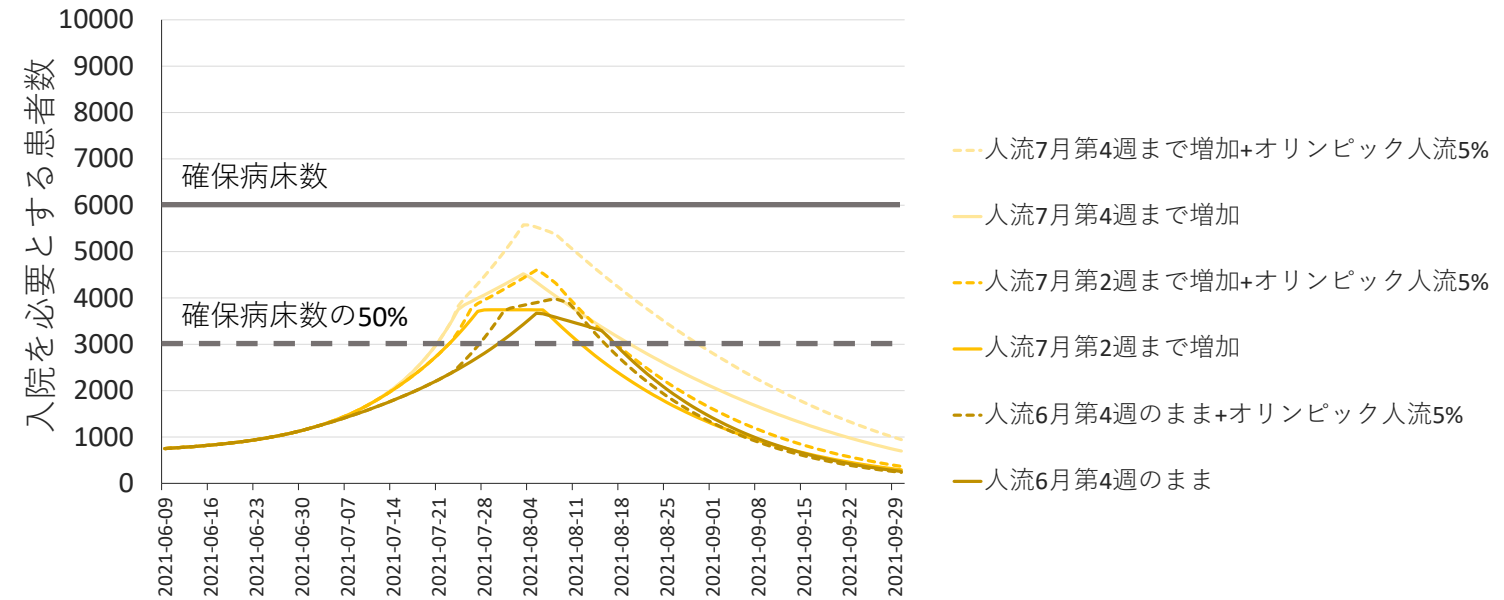


デルタ株の影響・中、2000人で緊急事態宣言

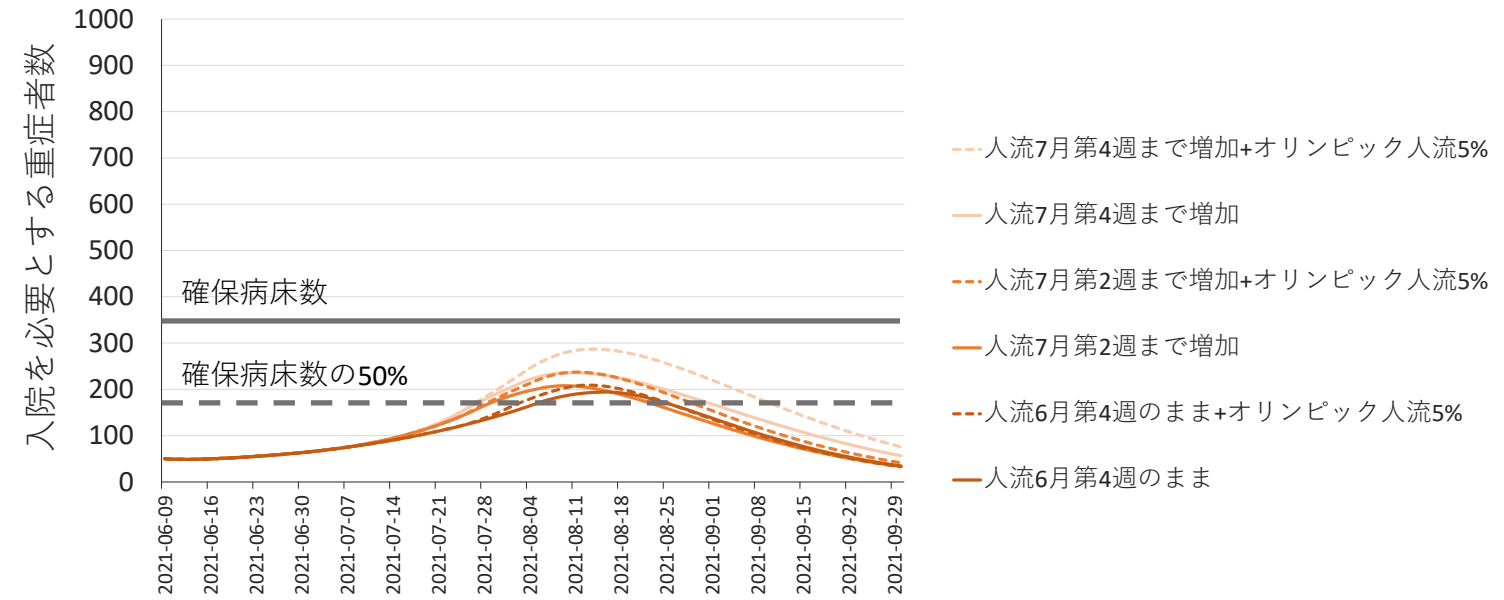


デルタ株の影響・中、2000人で緊急事態宣言

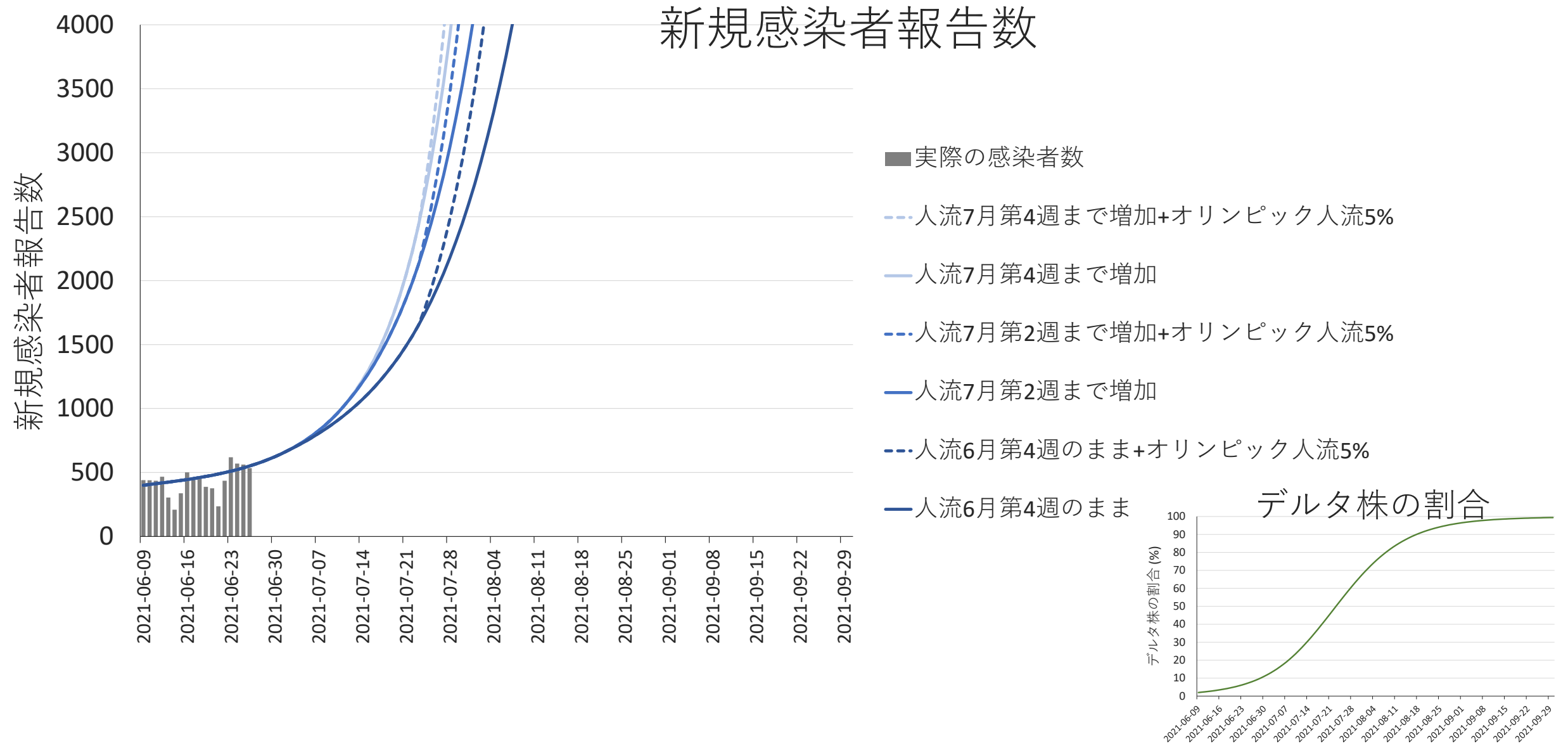
入院を必要とする患者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする患者数)



入院を必要とする重症者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする重症者数)

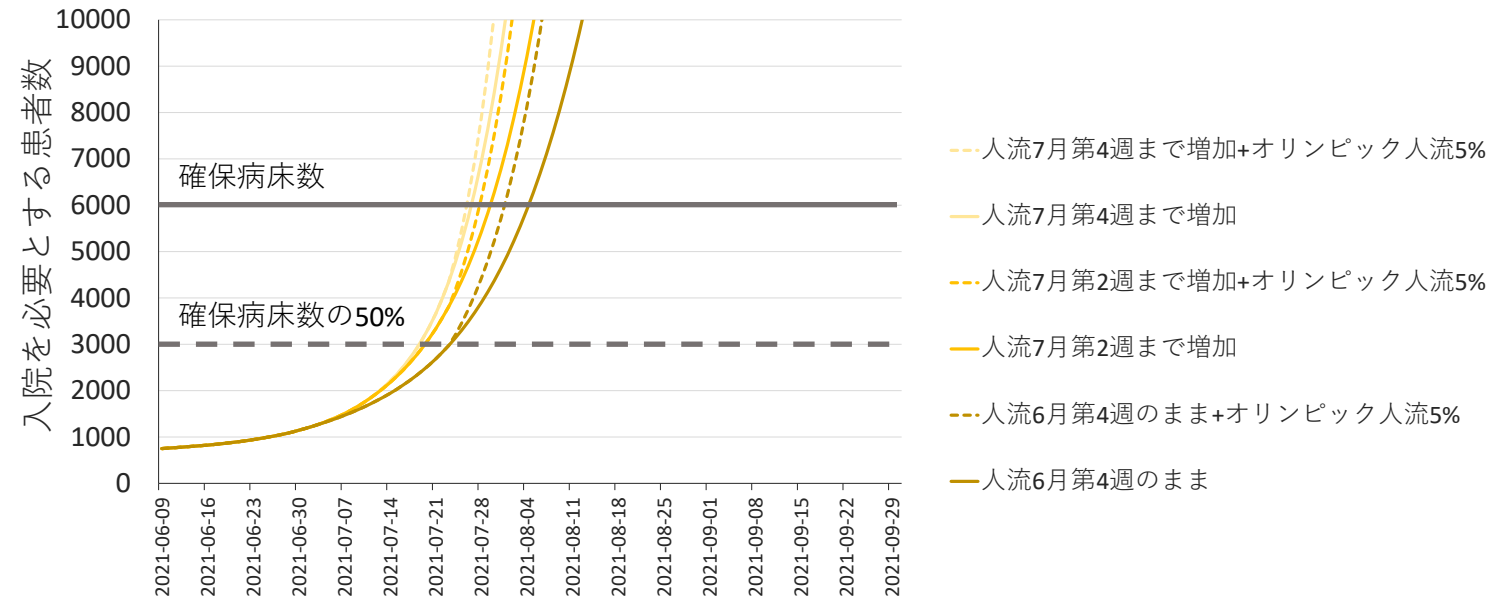


デルタ株の影響・大、緊急事態宣言なし

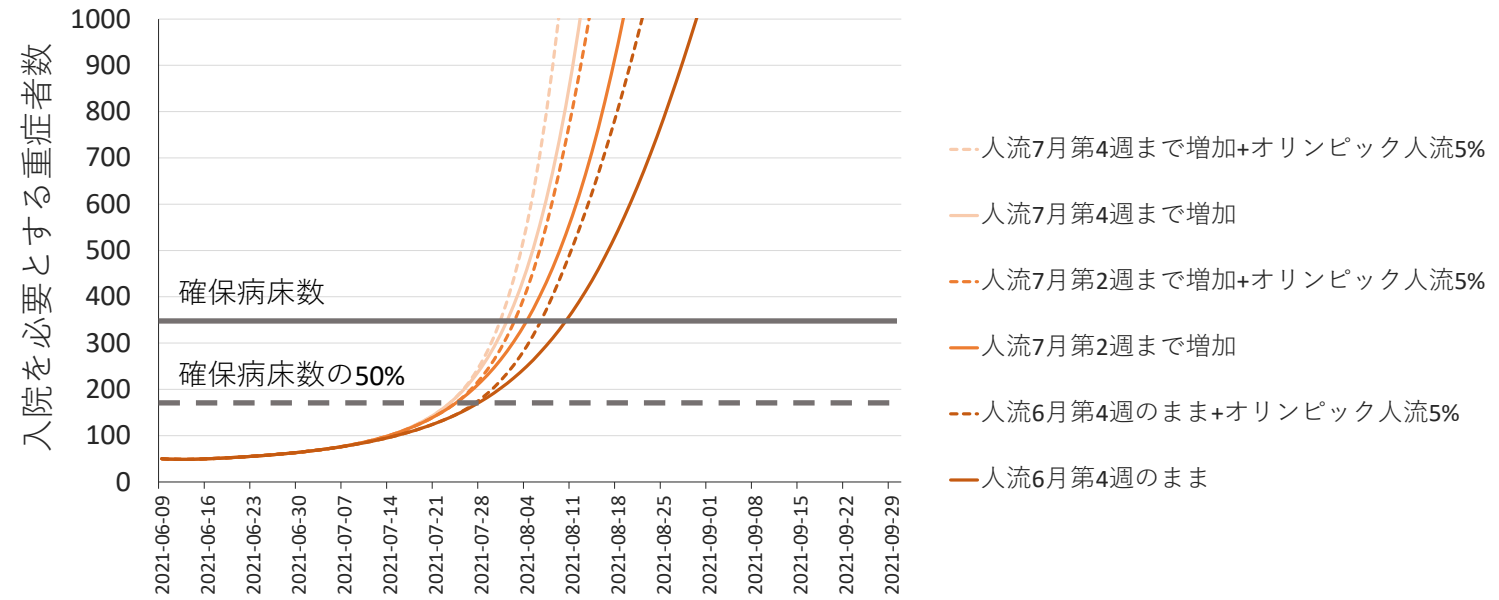


デルタ株の影響・大、緊急事態宣言なし

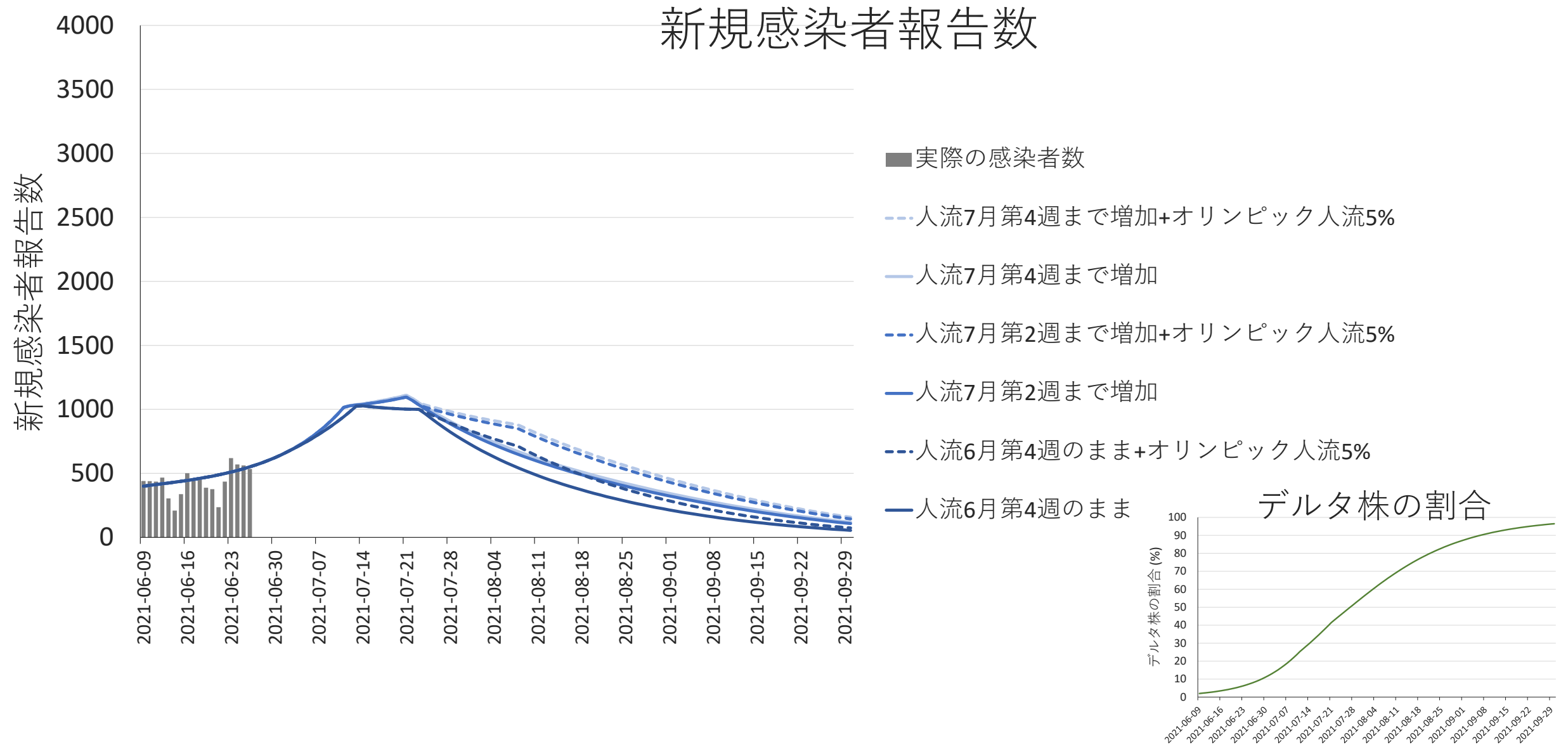
入院を必要とする患者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする患者数)



入院を必要とする重症者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする重症者数)

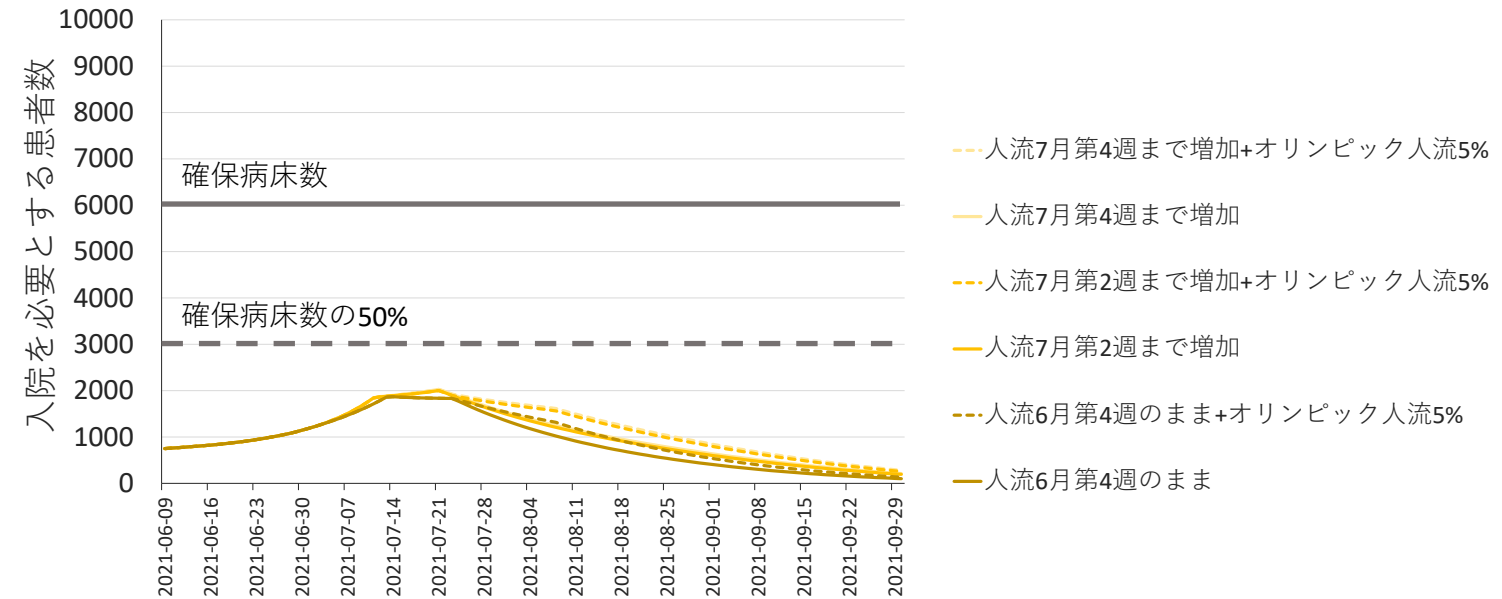


デルタ株の影響・大、1000人で緊急事態宣言

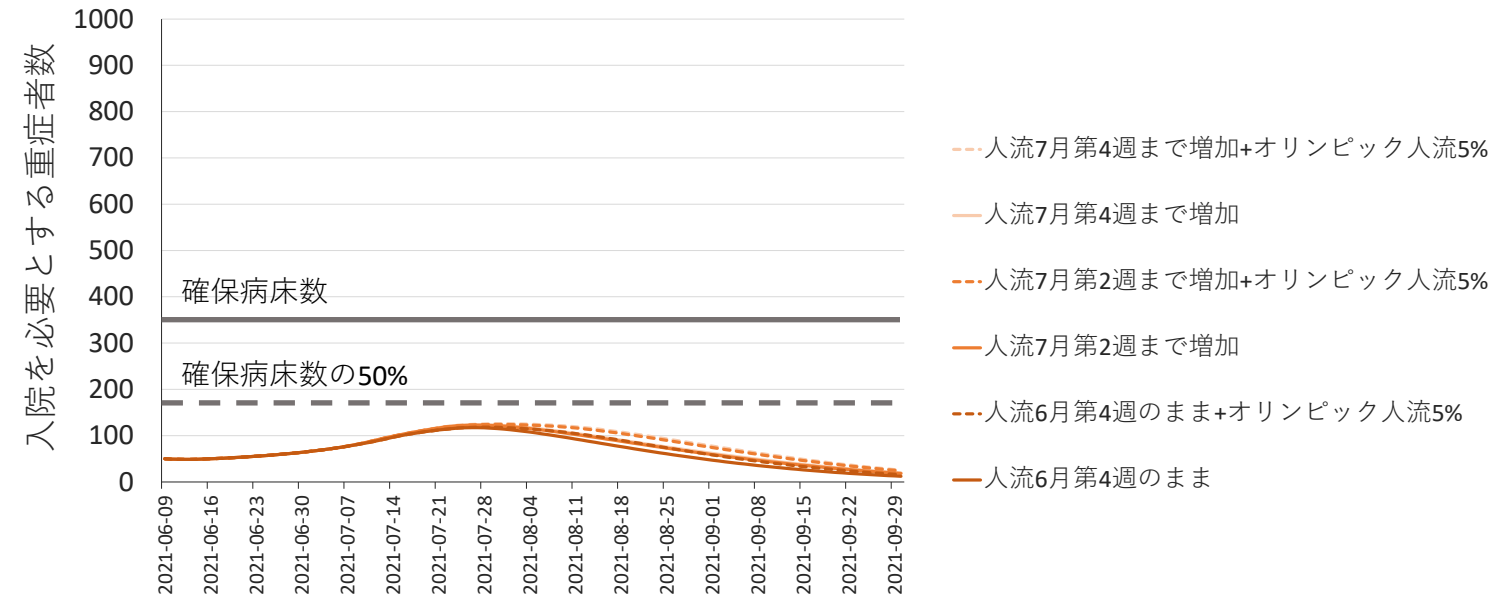


デルタ株の影響・大、1000人で緊急事態宣言

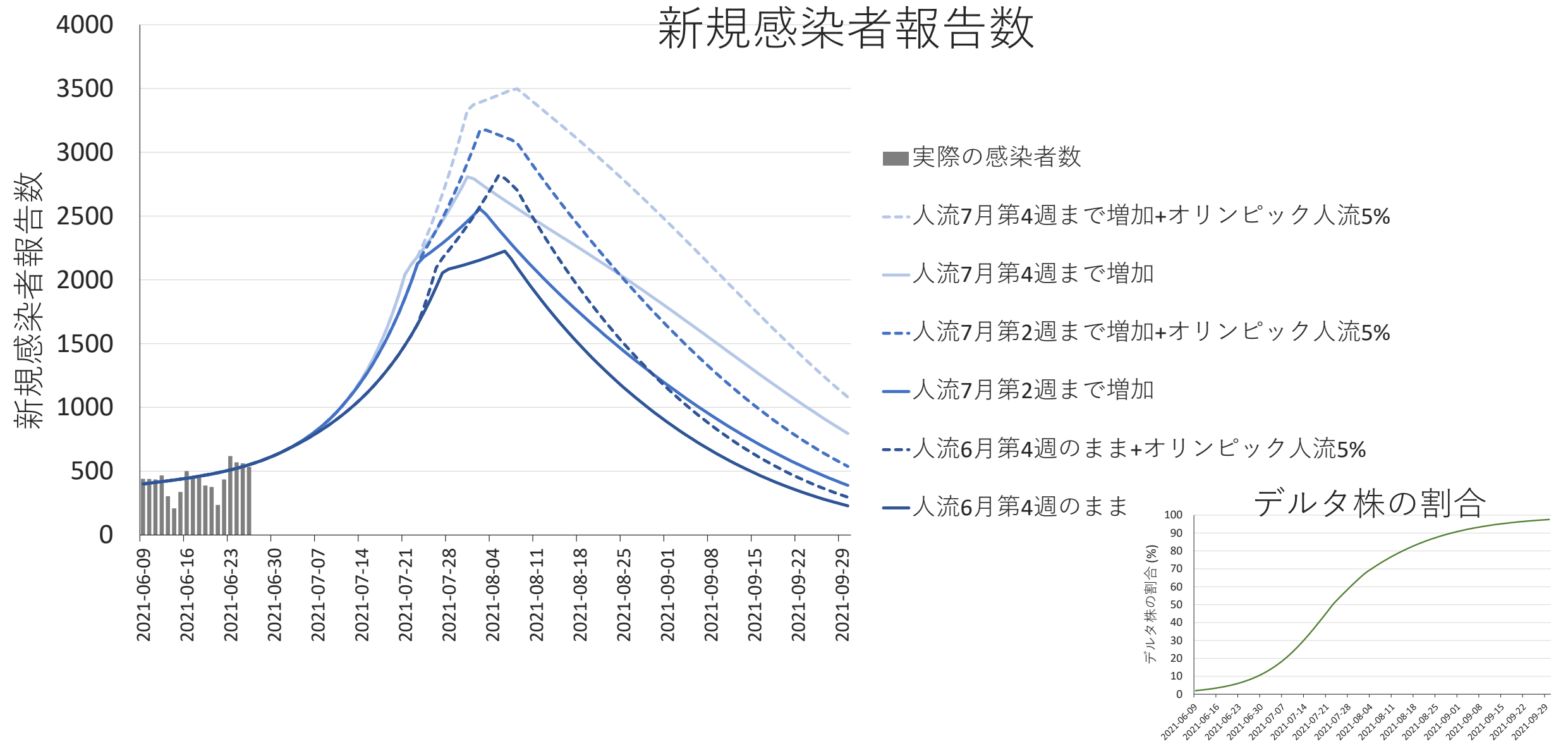
入院を必要とする患者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする患者数)



入院を必要とする重症者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする重症者数)

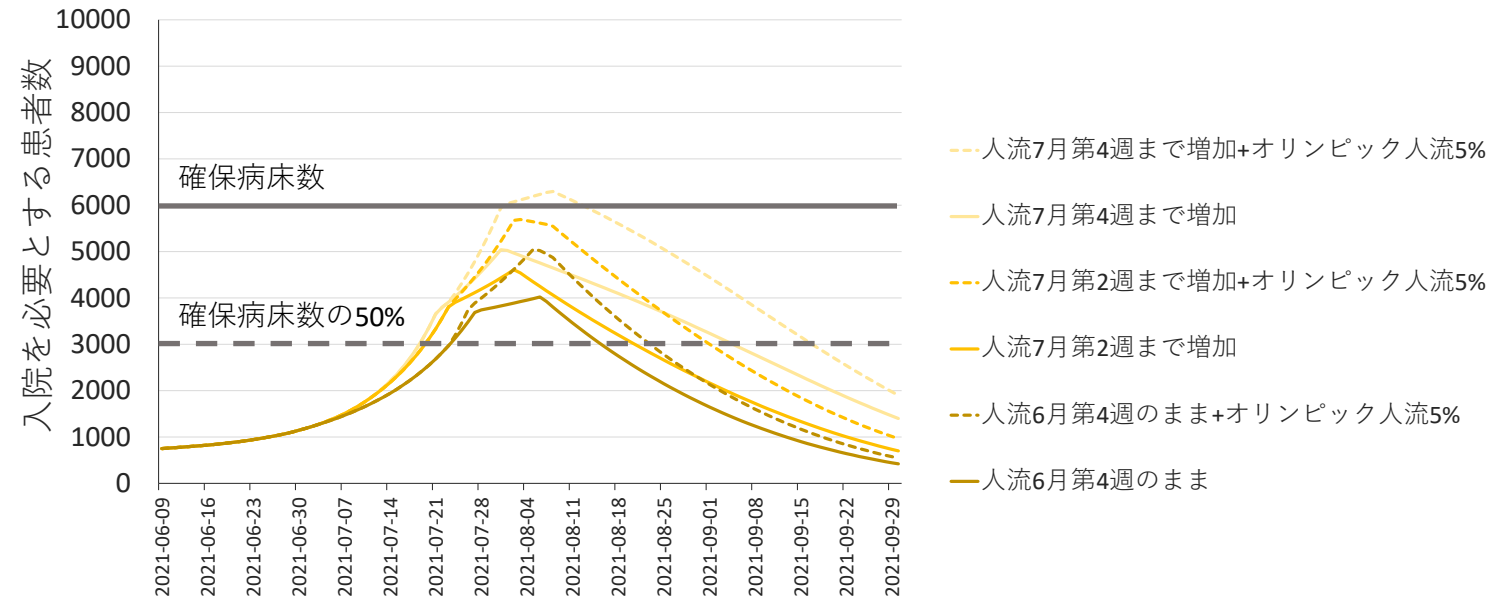


デルタ株の影響・大、2000人で緊急事態宣言

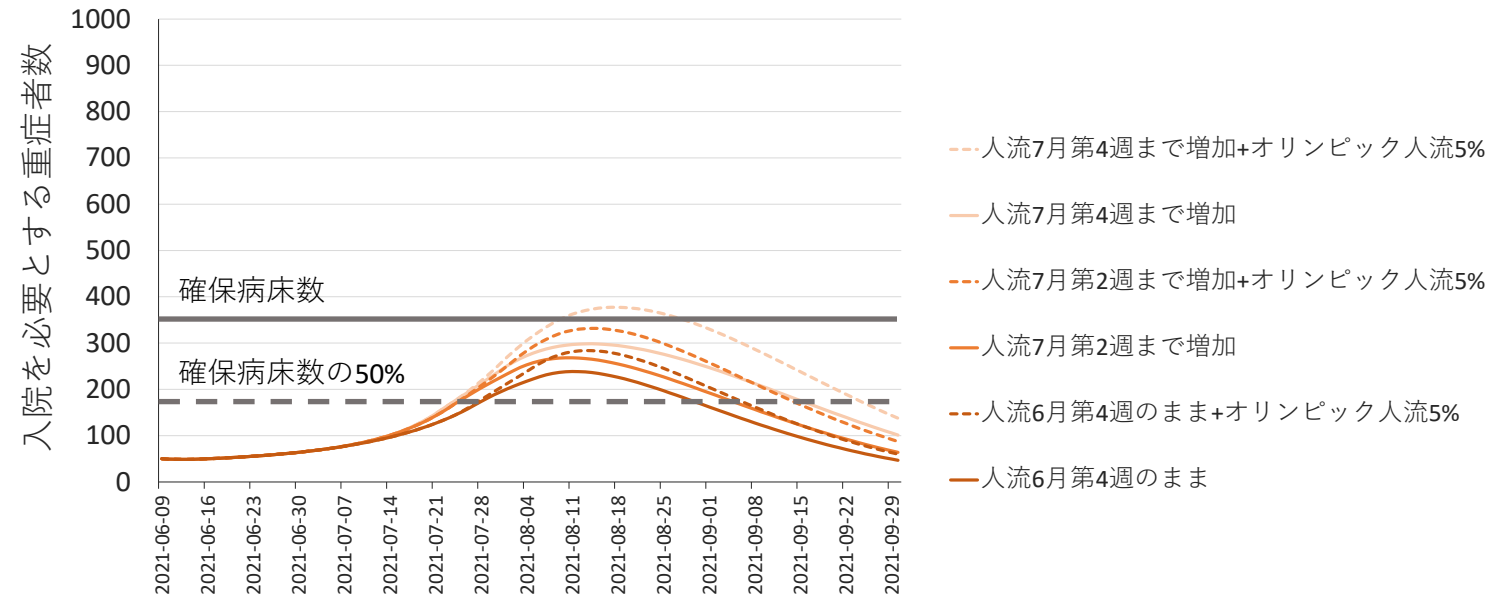


デルタ株の影響・大、2000人で緊急事態宣言

入院を必要とする患者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする患者数)



入院を必要とする重症者数
(新規の発生数ではなく、
その日に入院を必要とする重症者数)



考察・まとめ

- デルタ株の影響が小さく、人流が6月下旬程度の水準でその後上昇せず経過し（効果的な重点措置が持続する状況に相当）、オリンピックの影響がないとする**最も楽観的なシナリオ**でも**7月中**に1日の**感染者報告数は1000人**を超え、その後2000人程度まで増加しうる。
- この**最も楽観的なシナリオ**であれば、ワクチンの効果もあり**重症者病床**の使用率は最大でも**50%**程度に抑えられる。ただし、強い対策がないまま推移すれば全体の病床使用率は60～70%程度まで上昇し**医療体制にある程度の負荷が発生する**可能性がある。**オリンピック期間中**やその前後に市中での**感染拡大が加速する**ようなことがあれば、8月以降に**全体の病床使用率が限界**に近いところまで達する可能性がある。
- （重点措置の効果が十分でない、あるいは低下するなどして）**人流の増加が7月以降も続く場合**、あるいは人流の大きな増加がなくとも**デルタ株の影響が中～大の場合**は、強い効果のある対策をとらない限り7月下旬～8月中旬ごろに爆発的な**感染拡大**が起こる可能性が十分にある。
- その場合は、全体の病床、重症者病床ともに飽和し、入院できない人々が出てくる。
- たとえデルタ株の影響が大きくとも、感染者報告数が**1000人を超えた時点で緊急事態宣言**のような強い効果のある対策を行うことができれば、**全体の病床、重症者病床ともに使用率50%以下**で乗り切ることができる。
- 感染者報告数が**2000人を超えた時点での緊急事態宣言**発出となると、**全体の病床、重症者病床ともに使用率は50%を超え、医療体制の逼迫が起きうるレベル**となる可能性が高い。
- この**タイミングを逸した場合**、あるいは**緊急事態宣言の効果**が十分でない場合には、**全体の病床、重症者病床ともに飽和**してしまう可能性がある。