

第3次緊急事態宣言の効果推定

2021.5.2

筑波大学 倉橋節也

サマリー

1. N501Y変異種の拡大予測と2021年4月25日からの緊急事態宣言の効果を推定

東京都での従来型、N501Y変異種（東京都の変異種分析結果から、拡大速度を推定）において、ワクチン接種0.5%/dayで、新規陽性者数1000人サーキットブレーカーを発出する効果を推定した。CB強度は、第4波を実測値から2020年4月の緊急事態宣言と2021年1月の緊急事態宣言の中間と推定し、第5波以降は、第一次の緊急事態宣言と同等とした。また、CBを解除する感染者数について、CB開始と同等、300人、100人の場合を推定した。

2. 緊急事態宣言解除は5/26以降を推奨

解除日を5/12とした場合、解除後すぐに感染者数が急増し、最大で1500人の新規感染者、120人の重症患者数（人工呼吸器を必要とする重症患者病床数）となる可能性がある*1。

5/26を解除日とした場合でもすぐに感染者は増加し始めるため、2週間～1ヶ月以内に新たな行動制限が必要となるが、次のピークを20日間程度遅らせることができる。その時の行動制限を700人開始100人解除とすれば、最大1000人程度のピーク2回に抑えることができる。（オリンピック期間中の感染者数を最小にできる可能性もある）

3. 重症患者数の減少のために制限解除時の人数が重要

解除日の新規感染者数を100人程度にすることで、その後のピークを20日間程度遅延させることができ、ワクチン接種が始まっている高齢者の重症化を防ぐ効果が高くなる。

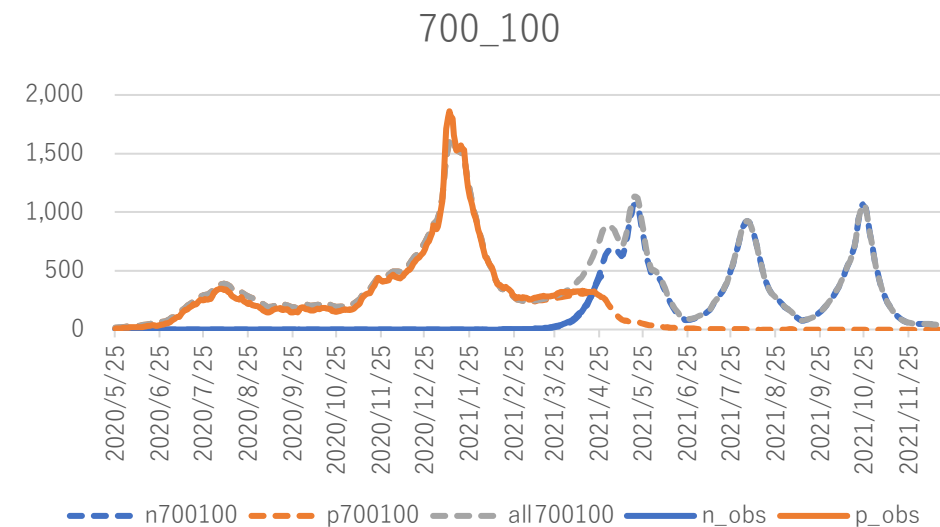
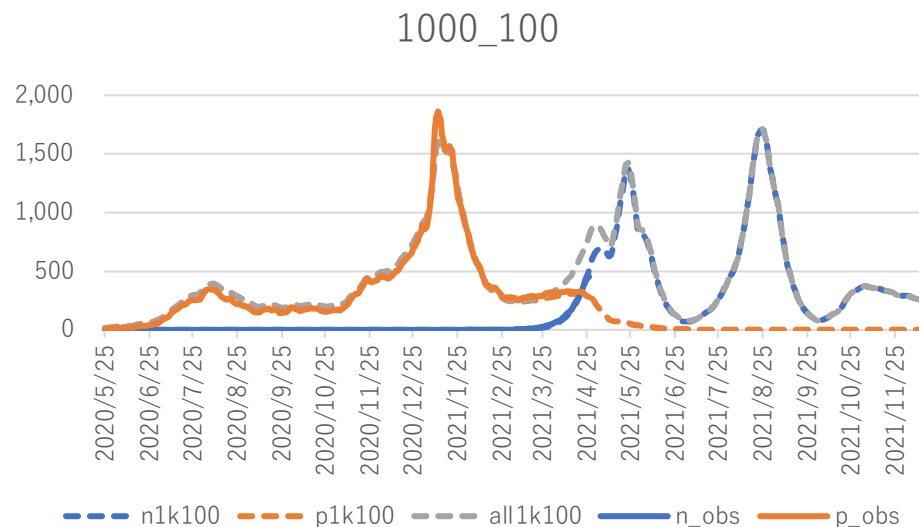
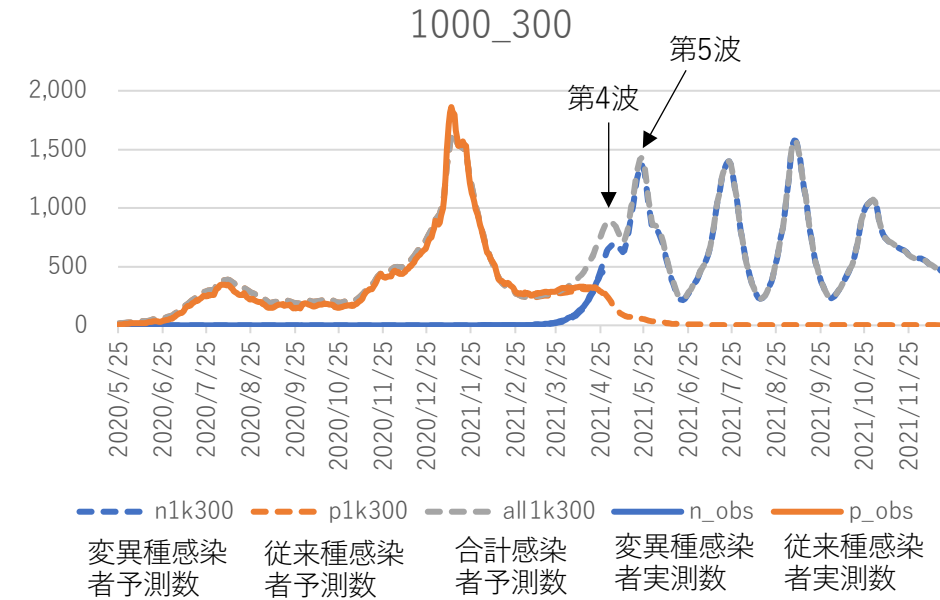
新規感染者数を先行指標として重症患者数の予測は一定程度可能*2であり、国民に届くシンプルな指標となる可能性がある。制限開始を5人/10万人（東京700人）、解除は1人/10万人（東京140人）を推奨する。

*1 第3次緊急事態宣言の感染率減少効果を、第1次と第2次の中間と推定した場合。

*2 Adjusted R-squared = 0.95

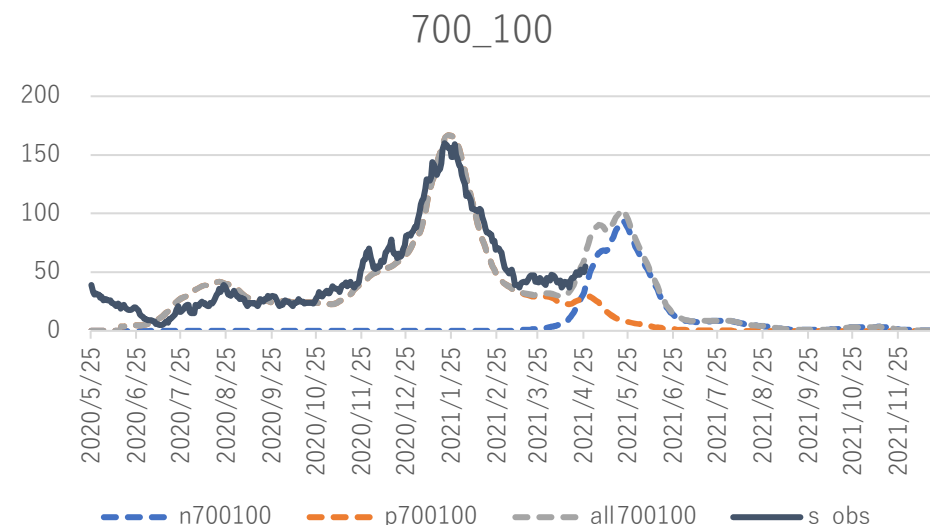
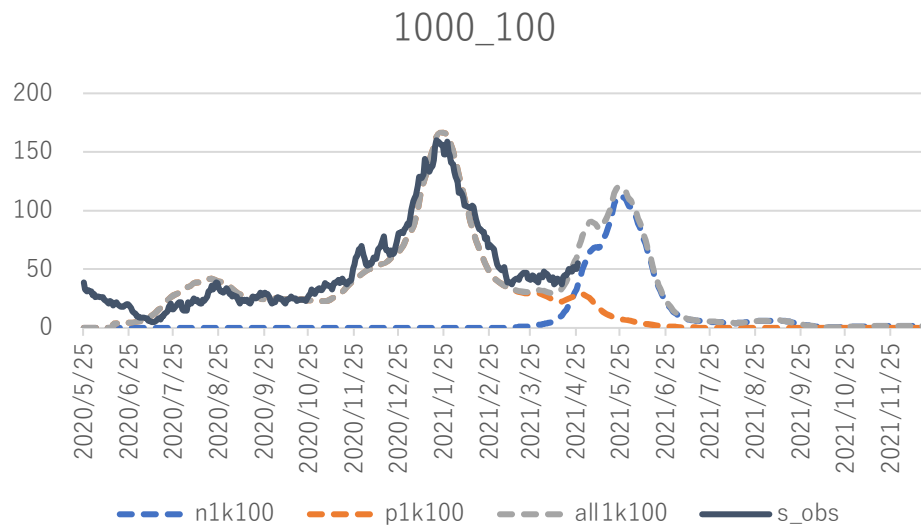
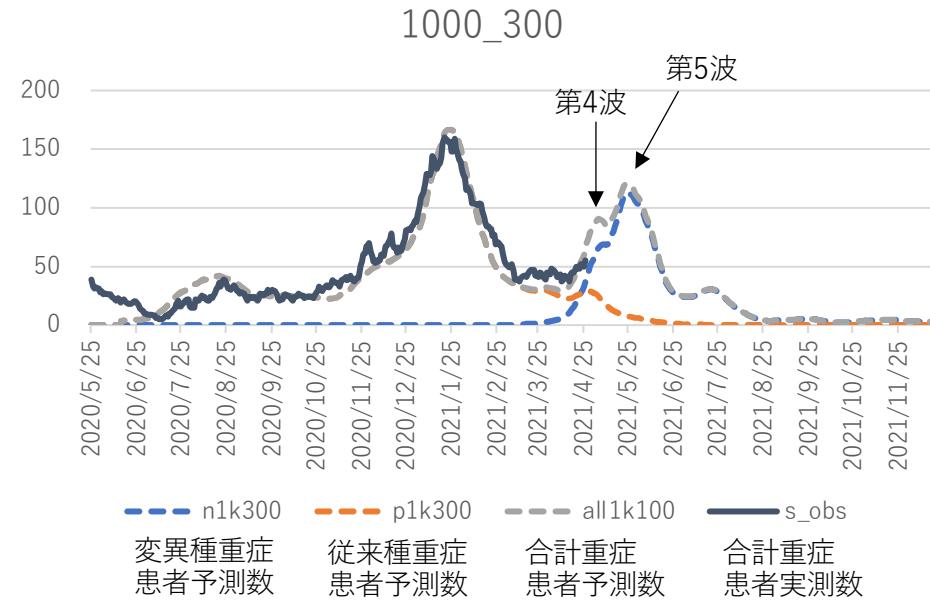
5月12日解除 新規感染者数

- 5月12日に解除した場合
- 第4波
 - 900人程度の新規感染者が発生し、僅かに減少
- 第4波以降
 - 1000人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が300人だと、1500人程度の4回の波が発生
 - 解除人数が100人だと、1500人程度の2回の波が発生
 - 700人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が100人だと、1000人程度の3回の波が発生



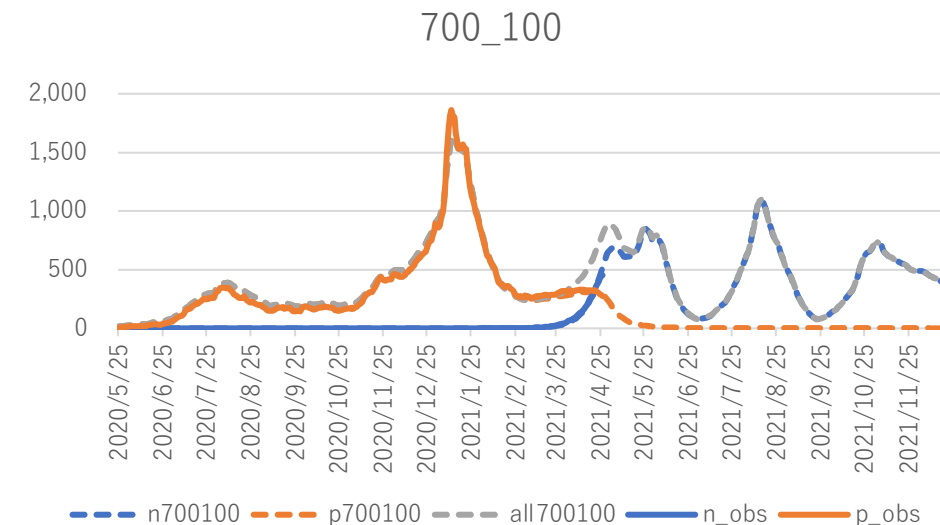
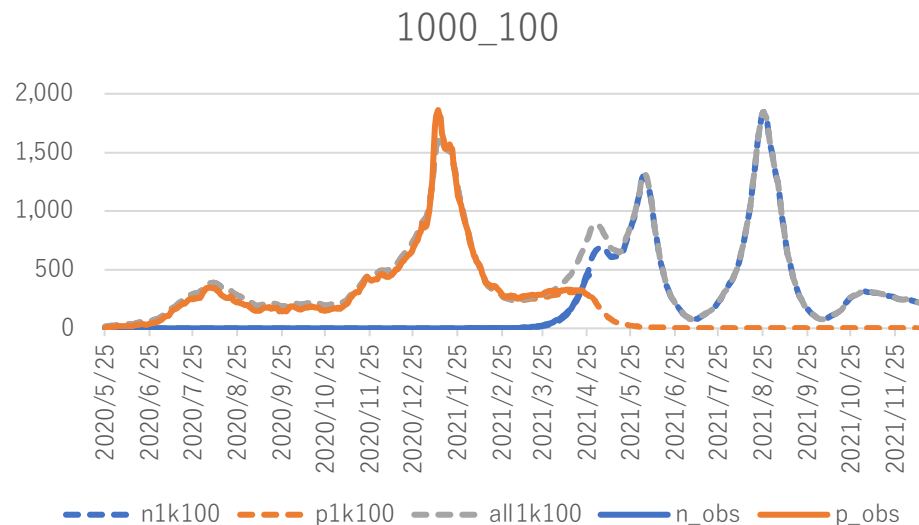
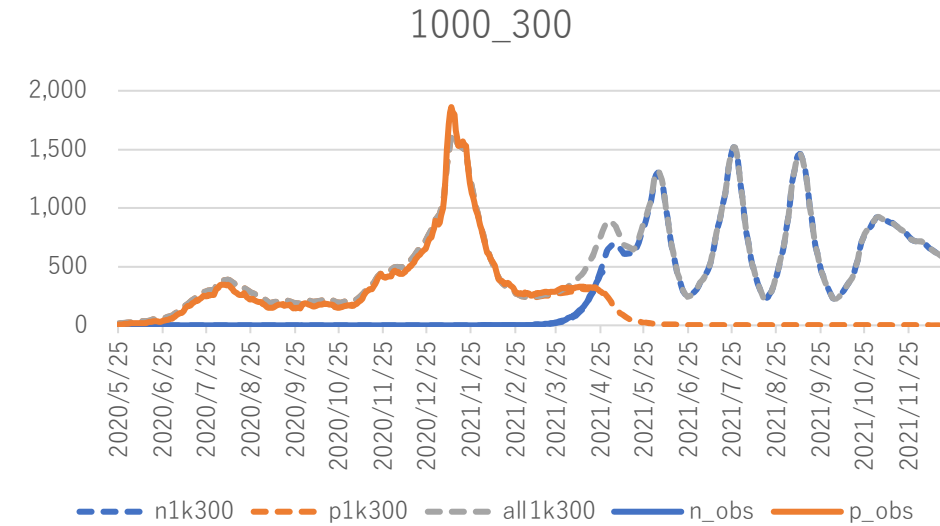
5月12日解除 重症患者数

- 5月12日に解除した場合
- 第4波
 - 90人の重症患者数が発生
- 第4波以降
 - 1000人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が300人だと、120人程度の重症患者数が発生
 - 解除人数が100人でも同様
 - 700人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が100人だと、100人程度の重症患者数が発生



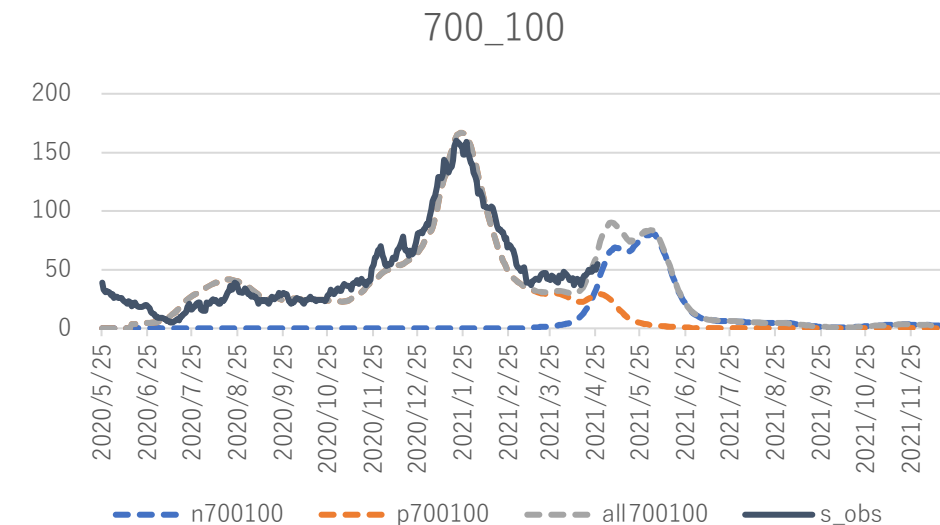
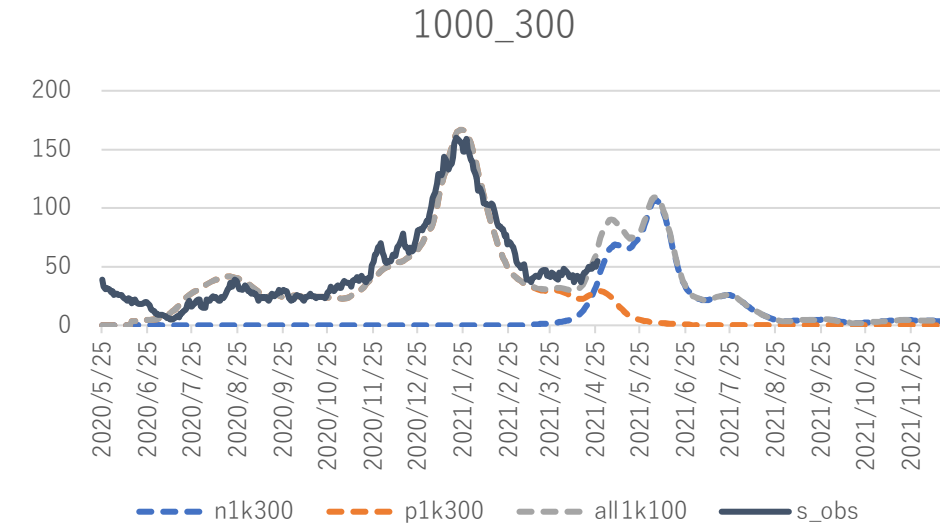
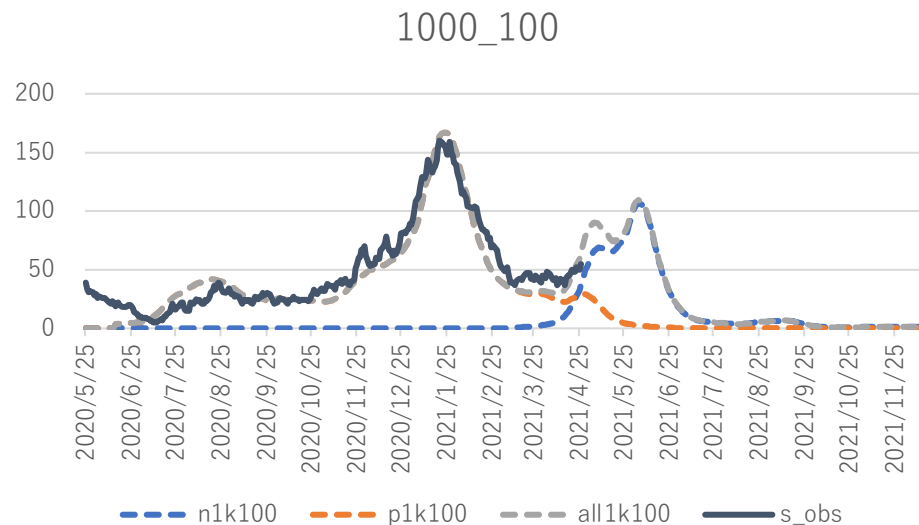
5月19日解除

- 5月19日に解除した場合
- 第4波
 - 1300人の新規感染者が発生する危険性がある。
- 第4波以降
 - 1000人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が300人だと、1500人3回と1000人1回の波が発生
 - 解除人数が100人だと、1300人, 1800人, 300人の3回の波が発生
 - 700人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が100人だと、1000人1回と700人1回の波が発生



5月19日解除 重症患者数

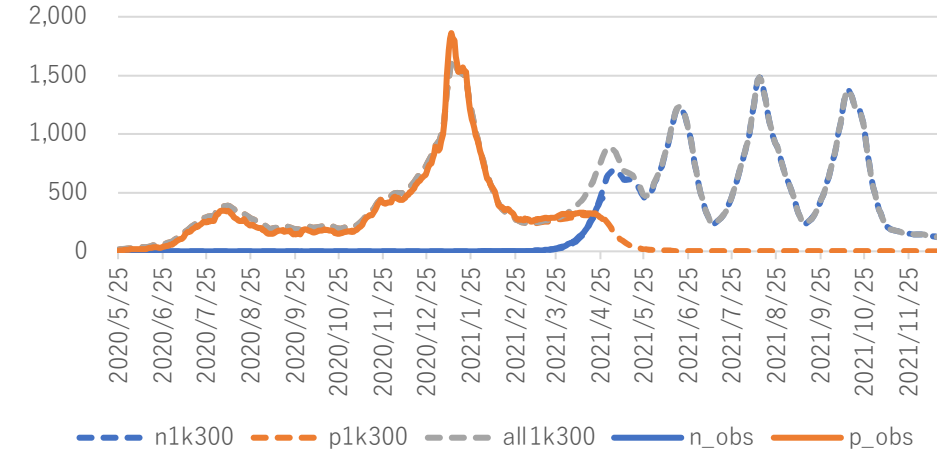
- 5月19日に解除した場合
- 第4波
 - 100人程度の重症患者数が発生する危険性がある。
- 第4波以降
 - 1000人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が300人だと、110人程度の重症患者数が発生
 - 解除人数が100人でも同様
 - 700人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が100人だと、80人程度の重症患者数が発生



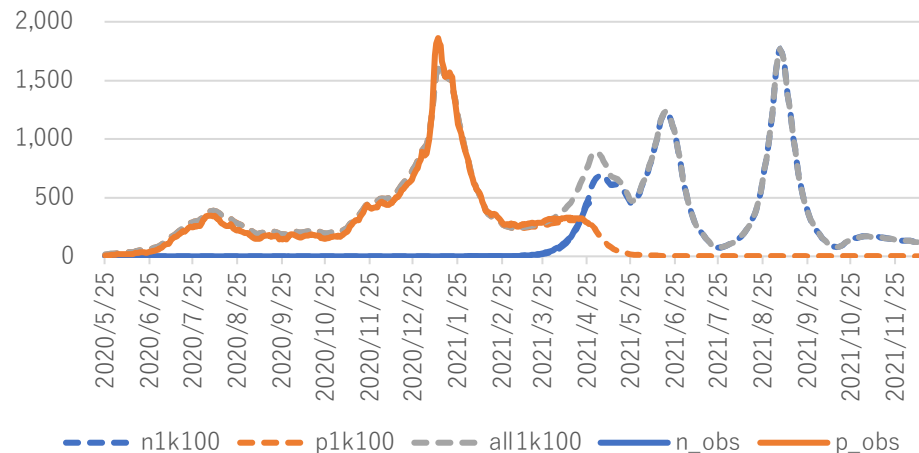
5月26日解除

- 5月26日に解除した場合
- 第4波
 - 900人の新規感染者が発生し、わずかに減少。
- 第4波以降
 - 1000人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が300人だと、1500人の3回の波が発生
 - 解除人数が100人だと、1200人、1700人の2回の波が発生
 - 700人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が100人だと、1000人の2回の波が発生

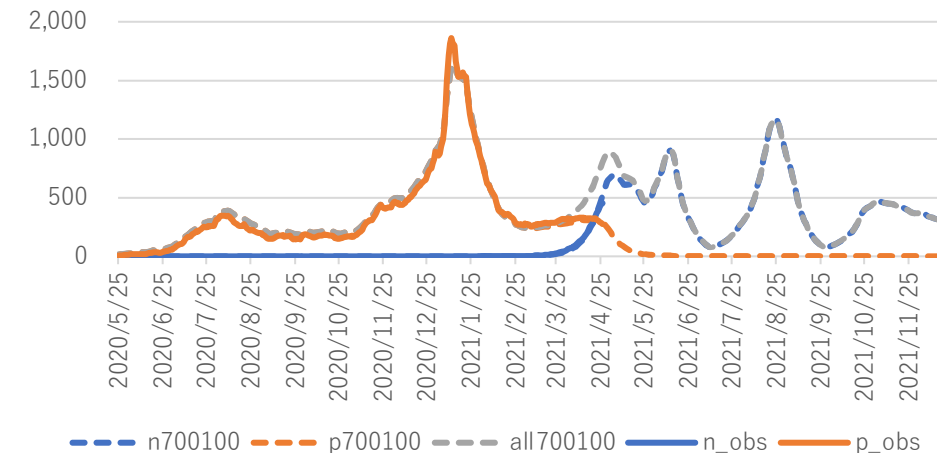
1000_300



1000_100

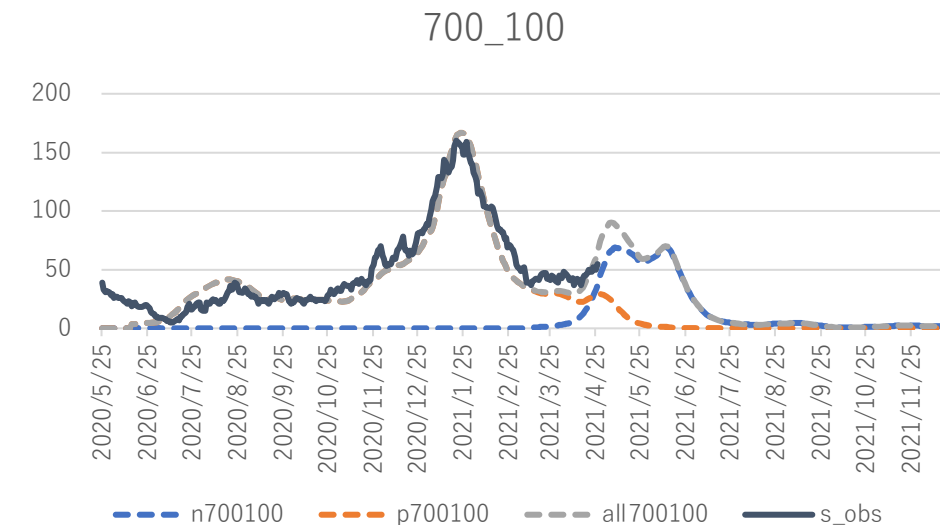
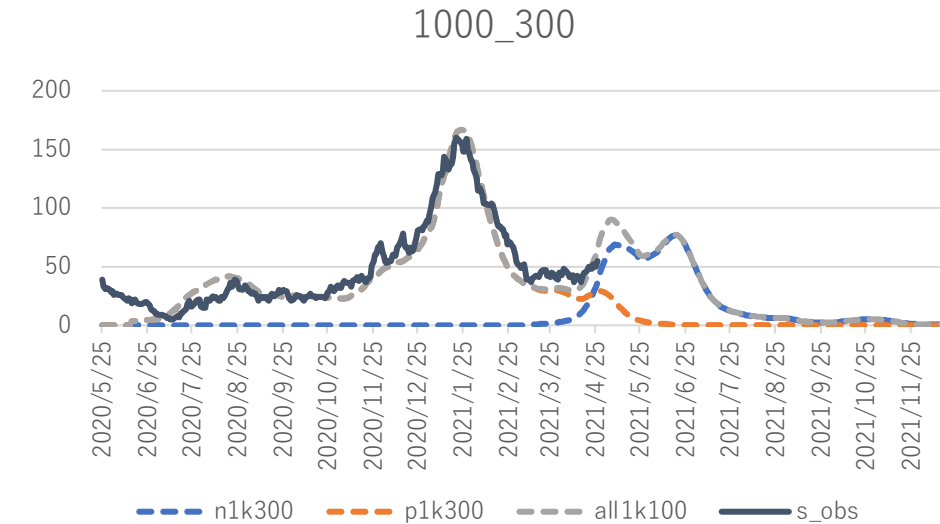
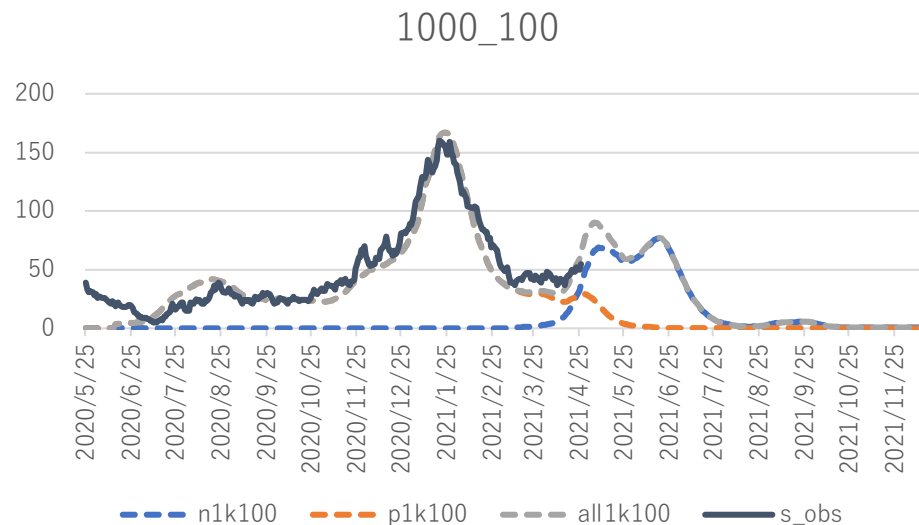


700_100



5月26日解除 重症患者数

- 5月26日に解除した場合
- 第4波
 - 80人程度の重症患者数が発生する危険性がある。
- 第4波以降
 - 1000人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が300人だと、80人程度の重症患者数が発生
 - 解除人数が80人でも同様
 - 700人を超えた時点でサーキットブレーカを発動
 - 解除人数が100人だと、70人程度の重症患者数が発生



モデル設定

1. 数理モデルとAIの融合による感染モデル

新型コロナウイルス感染症において、緊急事態宣言解除後の感染予測と、ワクチン接種の効果を予測した。予測期間は2021年5月から11月とし、人口流動を考慮したSEIRモデルとAI技術（進化的最適化）を用いて感染モデル推定の最適化を行うことで、2.6名/日の精度で60歳以上と59歳以下の2つの年代内および年代間での感染推定が可能となった。人口流動に伴う感染者流入リスクを一部考慮することで、市中感染者の滞留と加速度的な感染拡大現象が一定程度表現できるようになった。

東京都のN501Y変異株スクリーニング結果から変異ウイルスの拡散回帰モデルを構築し、それぞれの感染者数推移を実測値から推定した。これらの結果から、N501Y変異ウイルスと従来型ウイルスの2つの感染モデルを連携させる合成モデルを構築した。

また、昨年（2020年）の第1次緊急事態宣言解除と同等の都民の行動変容があったとして、昨年6月以降の実効再生産数と都内流動人口データを適用し、シミュレーションを実施した。

2. サーキットブレーカーの強度とワクチン接種効果を推定

東京都での従来型ウイルスとN501Y変異ウイルスを対象にして、第3次緊急事態宣言の強度を第1次と第2次の緊急事態宣言の中間に設定した。また、第5波以降は第1次緊急事態宣言の強度に設定した。

3. ワクチン効果設定

- N501Y変異は、実効再生産数を50%アップさせるとした
Investigation of novel SARS-CoV-2 variant Variant of Concern 202012/01 Technical briefing 5
- ワクチン効果は、第1回で57%、第2回で94%の発症予防効果があるとした
Noa Dagan, et al., BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine in a Nationwide Mass Vaccination Setting, The New England Journal of Medicine, 2021
- 3/5～4/26は、東京都のN501Y変異ウイルス感染者数を使用。4/27以降は従来型に対して実効再生産数を50%アップさせるとした。
<https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/taisaku/saigai/1013388/1013645.html>
- 3/21解除後の実効再生産数・人口流動数の推移は2020/6/8以降と同等と仮定（ただし2021/4/26まではそれぞれ実測値を使用）
第4波および第5波でピーク後の減少は、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とした
- ワクチン接種速度の設定
3/5以降人口の0.02%/日に1回目接種, 3/15以降 0.04%, 3/22以降 0.05%（実測数）
3/27日後0.05%/日（合計0.1% 1回目+2回目）
4/12以降0.5%/日：0.25%/日に1回目接種, 21日後に0.25%/日（合計0.5%, 接種者率90%）

N501Y拡散速度推定

- 都内のN501Y変異株スクリーニング検査から推定
 - <https://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/iryo/kansen/screening.html>

$$\ln\left(\frac{p(x)}{1-p(x)}\right) = 0.1067x - 7.285$$

P-value: 2.2e-16

Adjusted R-squared: 0.90

