

宣言解除日・人流増加・ワクチン効果・  
ブースター接種・接種率・接種証明制限  
効果の推定（東京都）

2021.9.13

筑波大学 倉橋節也

# サマリー

- 緊急事態宣言解除日・人流増加・ワクチン効果・ブースター接種・接種率・接種証明制限のそれぞれの設定値に対して、新規陽性者数，重症者数の推定を実施した。
- ワクチンの感染抑制効果減衰を仮定すると，ブースター接種とワクチン接種証明による職場・飲食店・イベントへの入場制限の組み合わせが最も効果があることが示唆された。

# シミュレーション設定

	10/1, v効果 L, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%	10/1, v効果 M, v減衰 0%, 接種率 72%, vPass0%	10/1, v効果 H, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%	10/1, v効果 M, v減衰 0%, 接種率 80%, vPass0%	10/1, v効果 M, v減衰 0%, 接種率 85%, vPass0%	10/15, v効 果L, v減衰 0%, 接種率 72%, vPass0%	10/15, v効 果M, v減衰 0%, 接種率 80%, vPass0%	10/1, v効果 L, v減衰 30%, 接種 率72%, vPass0%	10/1, v効果 M, v減衰 30%, 接種 率72%, vPass0%	10/1, v効果 H, v減衰 30%, 接種 率72%, vPass0%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
解除日*1	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月15日	10月15日	10月1日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	L	M	H	M	M	L	M	L	M	H
ワクチン減衰*3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	30%	30%
接種率(全人口)*4	72%	72%	72%	80%	85%	72%	80%	72%	72%	72%
接種証明制限*5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

	10/1, v効 果M, v減 衰30%, 接 種率80%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減 衰30%, 接 種率85%, vPass0%	10/15, v効 果L, v減衰 30%, 接種 率72%, vPass0%	10/15, v効 果M, v減 衰30%, 接 種率80%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減 衰10%, 接 種率80%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減 衰30%, 接 種率80%, vPass50%	10/1, v効 果M, v減 衰10%, 接 種率80%, vPass50%	10/1, v効 果M, v減 衰10%, 接 種率80%, vPass50%	10/1, v効 果M, v減 衰10%, 接 種率80%, vPass70%
	11	12	13	14	15	16	17	18	19
解除日*1	10月1日	10月1日	10月15日	10月15日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	M	M	L	M	M	M	M	M	M
ワクチン減衰*3	30%	30%	30%	30%	10%(BS)	30%	30%	10%(BS)	10%(BS)
接種率(全人口)*4	80%	85%	72%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
接種証明制限*5	0%	0%	0%	0%	0%	50%	70%	50%	70%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%.65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

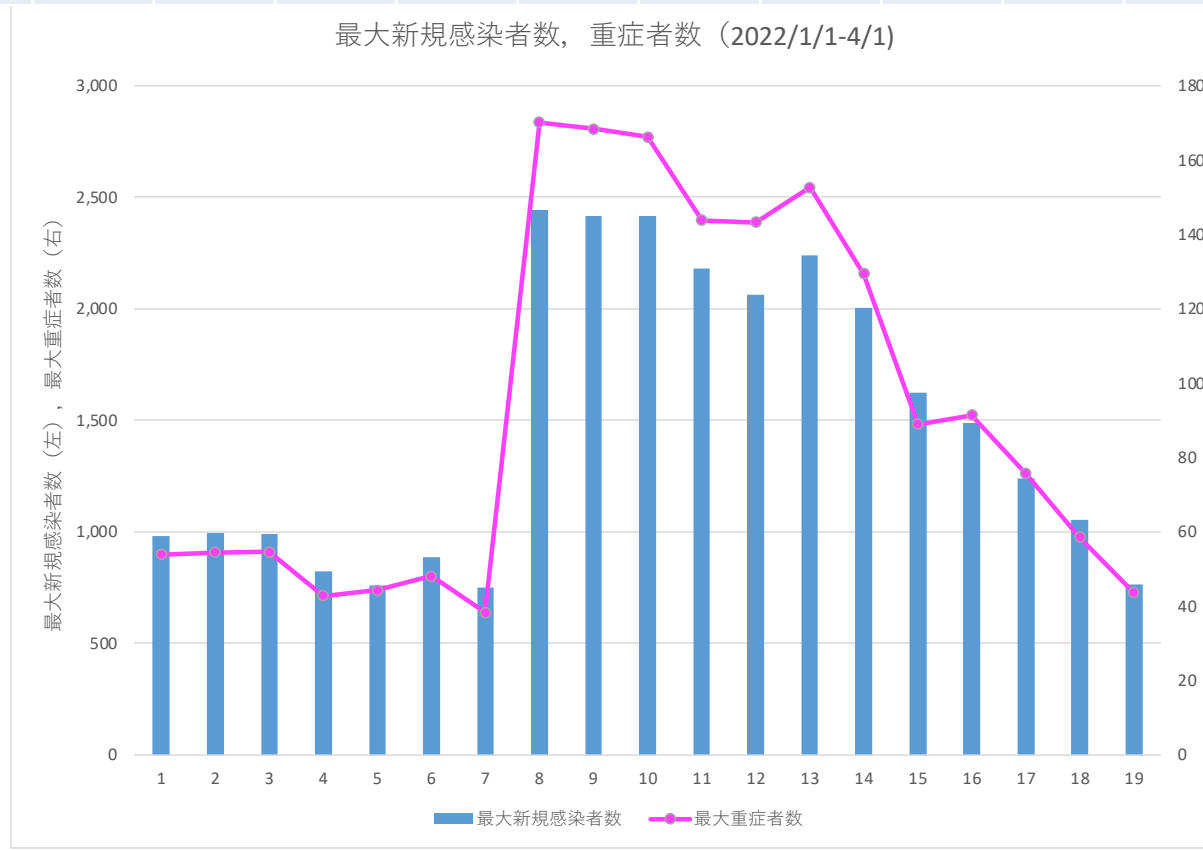
# シミュレーション結果サマリー

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
解除日*1	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月15日	10月15日	10月1日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	L	M	H	M	M	L	M	L	M	H
ワクチン減衰*3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	30%	30%
接種率(全人口)*4	72%	72%	72%	80%	85%	72%	80%	72%	72%	72%
接種証明制限*5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
感染者数最大日	2022/1/17	2022/1/17	2022/1/17	2022/1/16	2022/1/16	2022/1/17	2022/1/17	2022/4/1	2022/4/1	2022/4/1
最大新規感染者数	981	993	989	825	760	887	748	2,442	2,415	2,415
重症者数最大日	2022/1/28	2022/1/28	2022/1/28	2022/1/28	2022/1/28	2022/1/29	2022/1/28	2022/4/1	2022/4/1	2022/4/1
最大重症者数	54	54	55	43	44	48	38	170	168	166

No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19
解除日*1	10月1日	10月1日	10月15日	10月15日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	M	M	L	M	M	M	M	M	M
ワクチン減衰*3	30%	30%	30%	30%	10%(BS)	30%	30%	10%(BS)	10%(BS)
接種率(全人口)*4	80%	85%	72%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
接種証明制限*5	0%	0%	0%	0%	0%	50%	70%	50%	70%
感染者数最大日	2022/1/22	2022/1/22	2022/4/1	2022/4/1	2022/1/21	2022/1/21	2022/1/21	2022/1/21	2022/1/19
最大新規感染者数	2,182	2,061	2,240	2,003	1,623	1,488	1,240	1,053	763
重症者数最大日	2022/4/1	2022/4/1	2022/4/1	2022/4/1	2022/2/18	2022/2/17	2022/2/17	2022/2/16	2022/2/14
最大重症者数	144	143	153	129	89	91	76	59	44

# シミュレーション結果サマリー

	10/1, v効 果L, v減衰 0%, 接種率 72%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減衰 0%, 接種率 72%, vPass0%	10/1, v効 果H, v減衰 0%, 接種率 72%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減衰 0%, 接種率 80%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減衰 0%, 接種率 85%, vPass0%	10/15, v効 果L, v減衰 0%, 接種率 72%, vPass0%	10/15, v効 果M, v減衰 0%, 接種率 80%, vPass0%	10/1, v効 果L, v減衰 30%, 接種 率72%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減衰 30%, 接種 率72%, vPass0%	10/1, v効 果H, v減衰 30%, 接種 率72%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減衰 30%, 接種 率80%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減衰 30%, 接種 率85%, vPass0%	10/15, v効 果L, v減衰 30%, 接種 率72%, vPass0%	10/15, v効 果M, v減衰 30%, 接種 率80%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減衰 10%, 接種 率80%, vPass0%	10/1, v効 果M, v減衰 30%, 接種 率80%, vPass50%	10/1, v効 果M, v減衰 10%, 接種 率80%, vPass50%	10/1, v効 果M, v減衰 10%, 接種 率80%, vPass50%	10/1, v効 果M, v減衰 10%, 接種 率80%, vPass70%
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
解除日*1	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月15日	10月15日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月15日	10月15日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	L	M	H	M	M	L	M	L	M	H	M	M	L	M	M	M	M	M	M
ワクチン減衰*3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	10%(BS)	30%	30%	10%(BS)	10%(BS)
接種率(全人口)*4	72%	72%	72%	80%	85%	72%	80%	72%	72%	72%	80%	85%	72%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
接種証明制限*5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	70%	50%	70%



# 陽性者数比較

宣言解除日・人流増加・ワクチン効果・ブースター接種・接種率・接種証明制限

# 陽性者数の推定 1,2,3

	1	2	3
解除日*1	10月1日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	L	M	H
ワクチン減衰*3	0%	0%	0%
接種率(全人口)*4	72%	72%	72%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

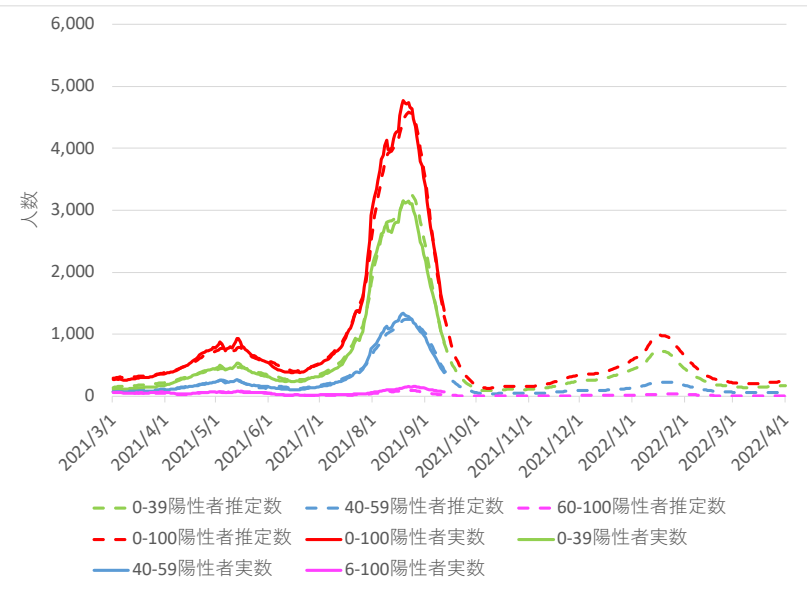
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

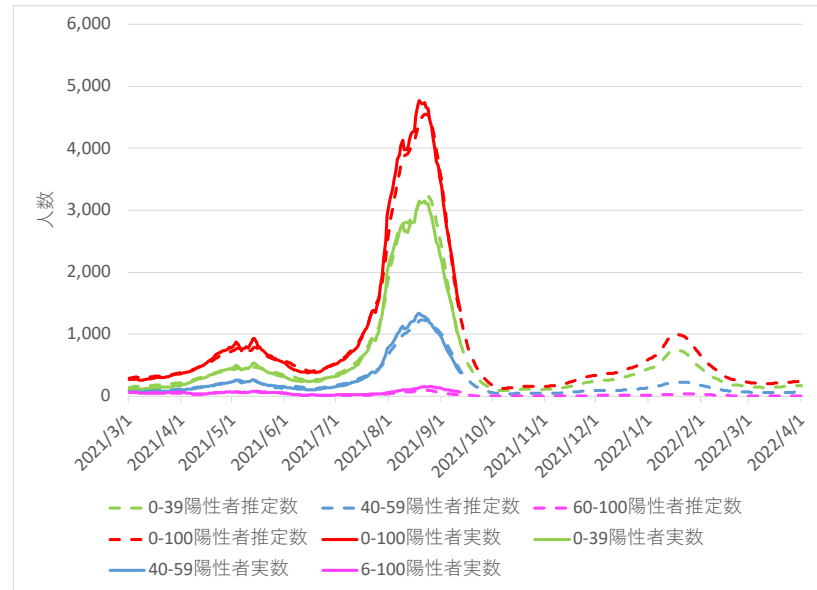
1) 10/1, v効果L, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%

2) 10/1, v効果M, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%

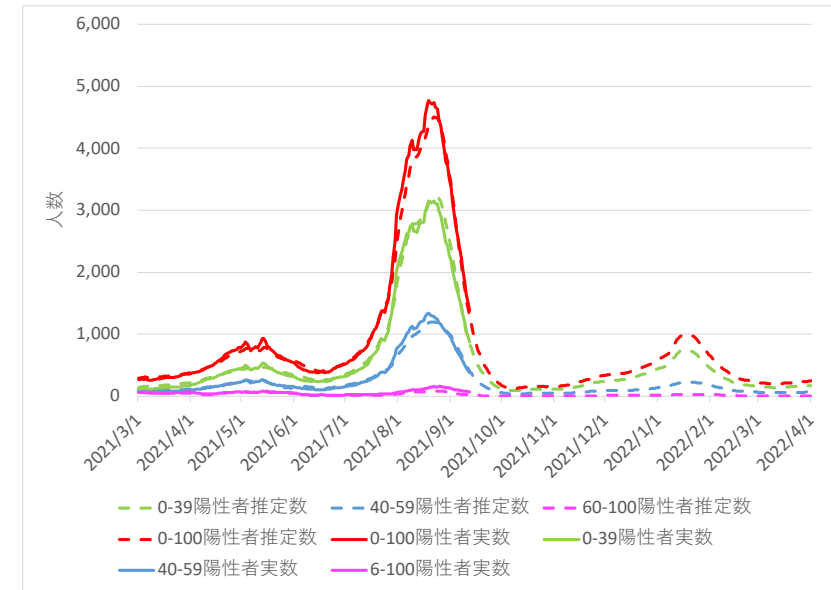
3) 10/1, v効果H, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%



感染者数22/1/1-3/31  
2022/1/17  
981



感染者数22/1/1-3/31  
2022/1/17  
993



感染者数22/1/1-3/31  
2022/1/17  
989

# 陽性者数の推定 4,5,6

	4	5	6
解除日*1	10月1日	10月1日	10月15日
ワクチン効果*2	M	M	L
ワクチン減衰*3	0%	0%	0%
接種率(全人口)*4	80%	85%	72%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

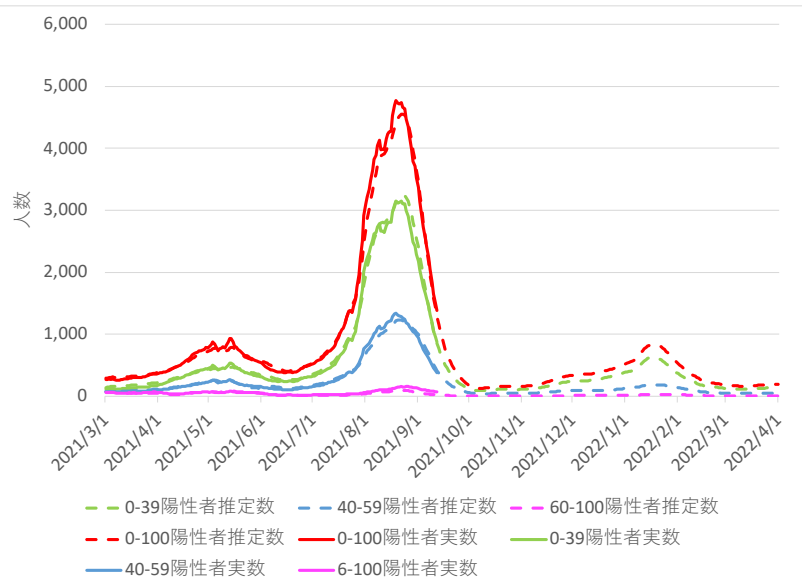
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

4) 10/1, v効果M, v減衰0%, 接種率80%, vPass0%

5) 10/1, v効果M, v減衰0%, 接種率85%, vPass0%

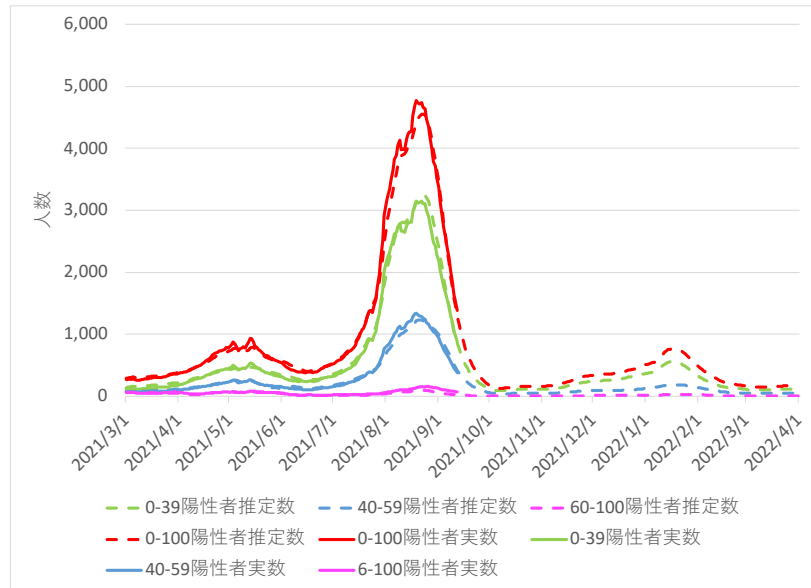
6) 10/15, v効果L, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%



感染者数22/1/1-3/31

2022/1/16

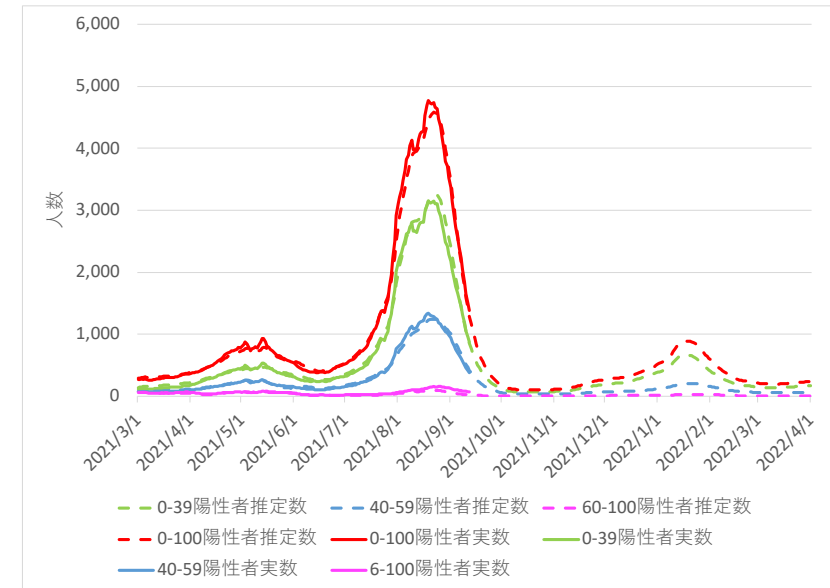
825



感染者数22/1/1-3/31

2022/1/16

760



感染者数22/1/1-3/31

2022/1/17

887



# 陽性者数の推定 7,8,9

	7	8	9
解除日*1	10月15日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	M	L	M
ワクチン減衰*3	0%	30%	30%
接種率(全人口)*4	80%	72%	72%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

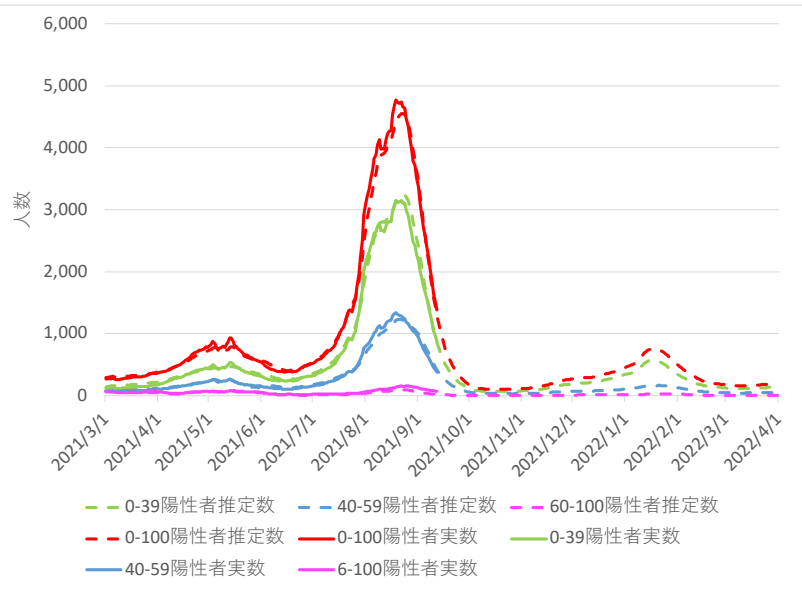
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

7) 10/15, v効果M, v減衰0%, 接種率80%, vPass0%

8) 10/1, v効果L, v減衰30%, 接種率72%, vPass0%

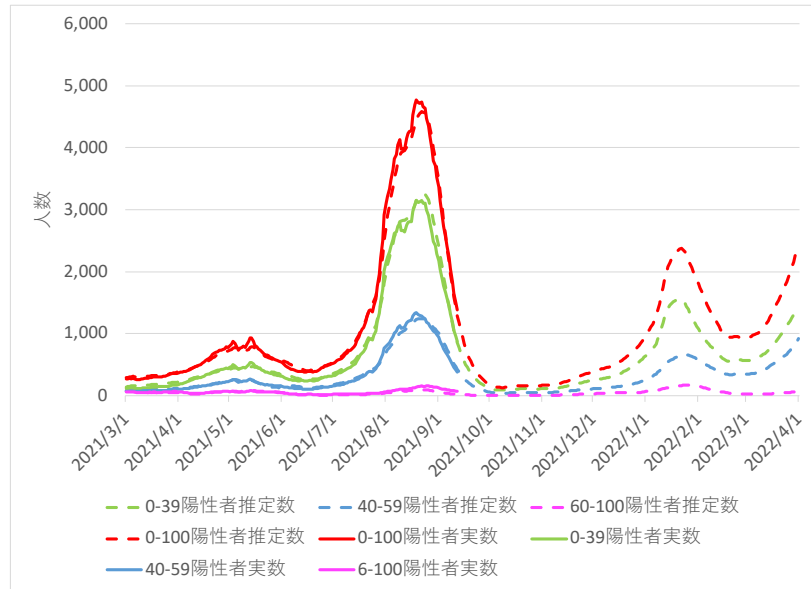
9) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率72%, vPass0%



感染者数22/1/1-3/31

2022/1/17

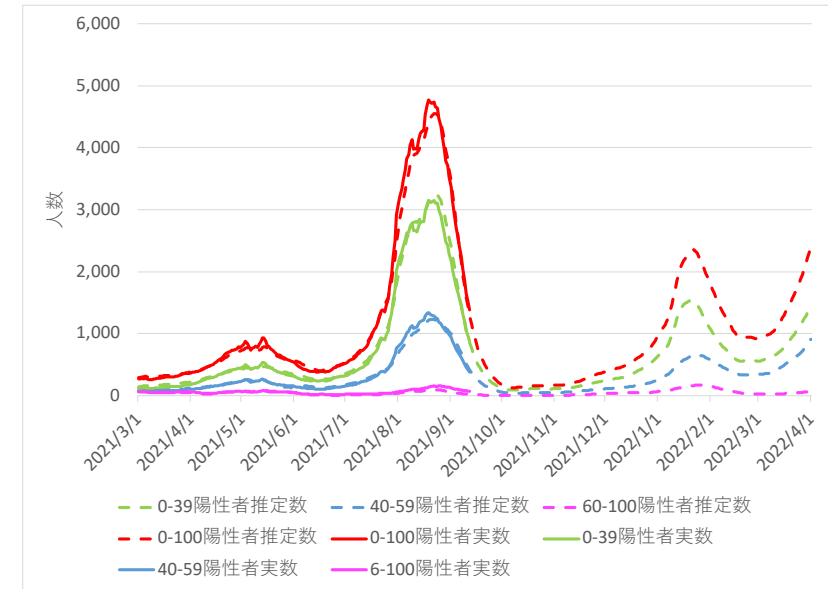
748



感染者数22/1/1-3/31

2022/4/1

2,442



感染者数22/1/1-3/31

2022/4/1

2,415

# 陽性者数の推定 10,11,12

	10	11	12
解除日*1	10月1日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	H	M	M
ワクチン減衰*3	30%	30%	30%
接種率(全人口)*4	72%	80%	85%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

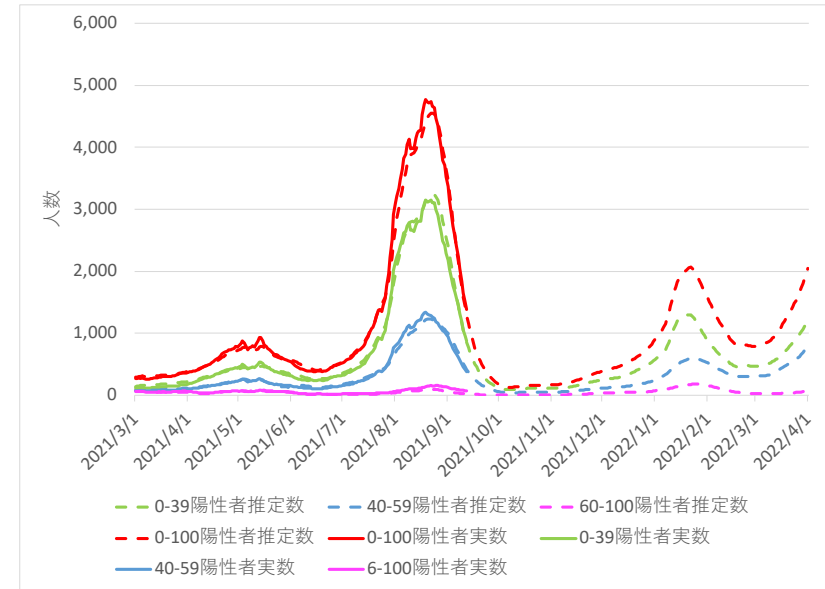
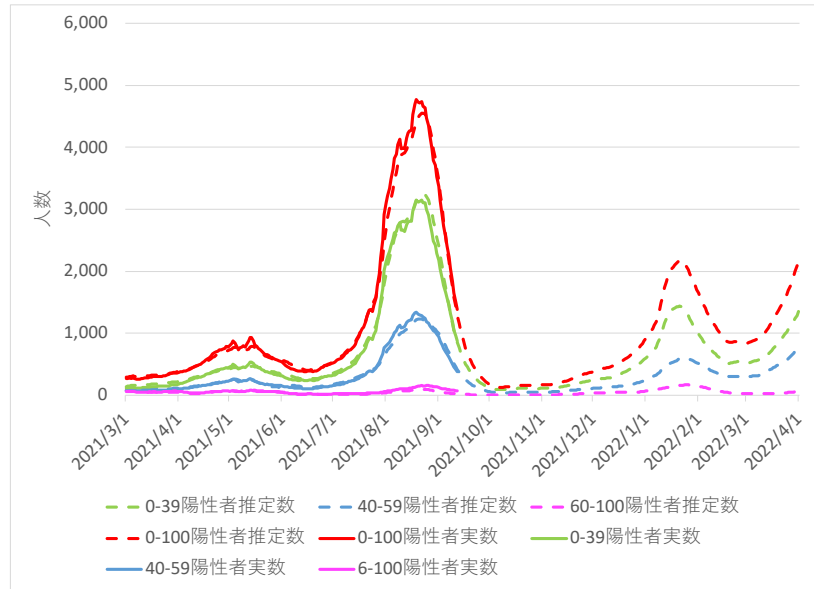
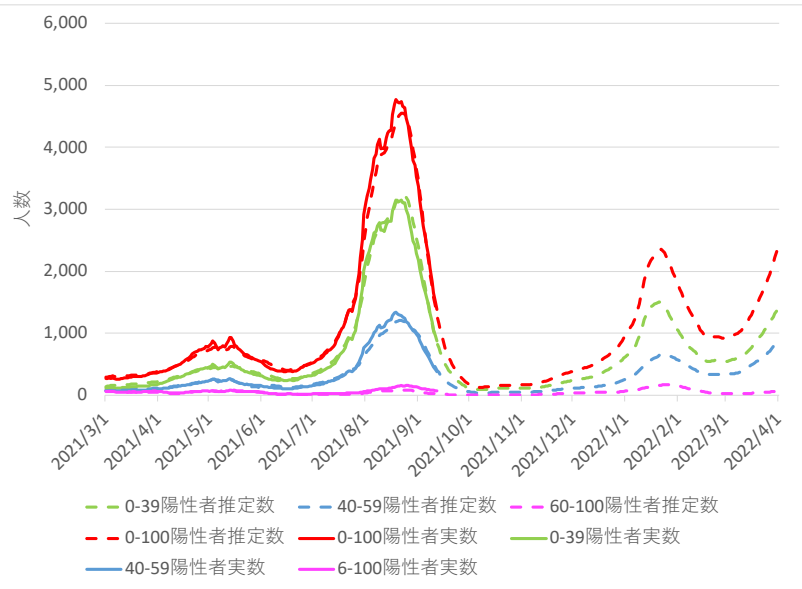
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

10) 10/1, v効果H, v減衰30%, 接種率72%, vPass0%

11) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率80%, vPass0%

12) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率85%, vPass0%



感染者数22/1/1-3/31

2022/4/1

2,415

感染者数22/1/1-3/31

2022/1/22

2,182

感染者数22/1/1-3/31

2022/1/22

2,061

# 陽性者数の推定 13,14,15

	13	14	15
解除日*1	10月15日	10月15日	10月1日
ワクチン効果*2	L	M	M
ワクチン減衰*3	30%	30%	10%(BS)
接種率(全人口)*4	72%	80%	80%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

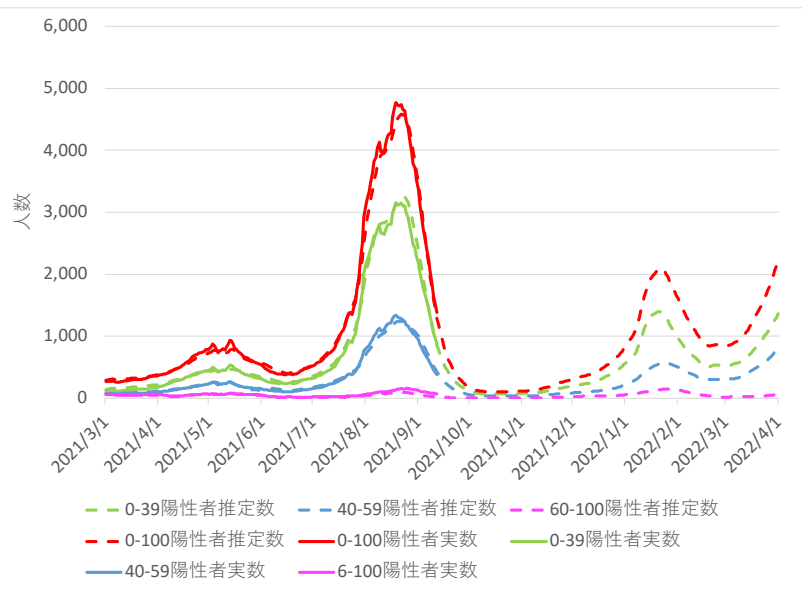
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

13) 10/15, v効果L, v減衰30%, 接種率72%, vPass0%

14) 10/15, v効果M, v減衰30%, 接種率80%, vPass0%

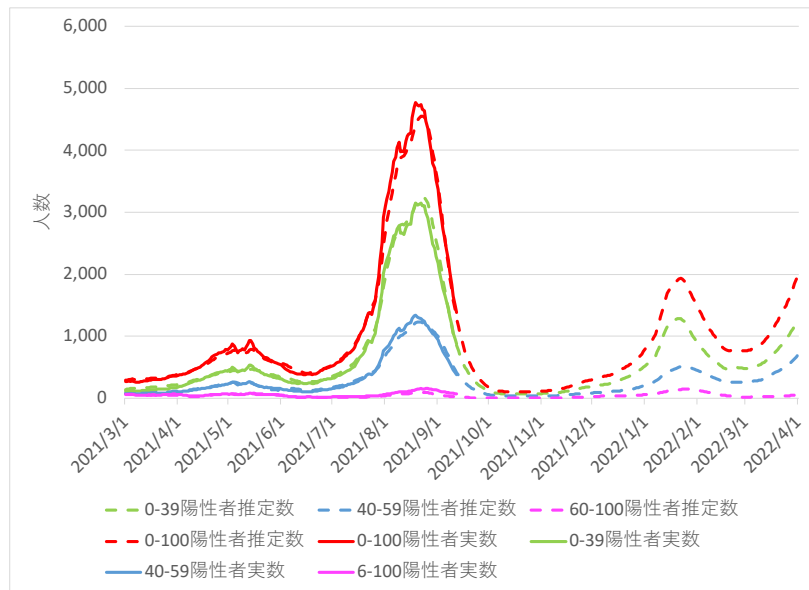
15) 10/1, v効果M, v減衰10%, 接種率80%, vPass0%



感染者数22/1/1-3/31

2022/4/1

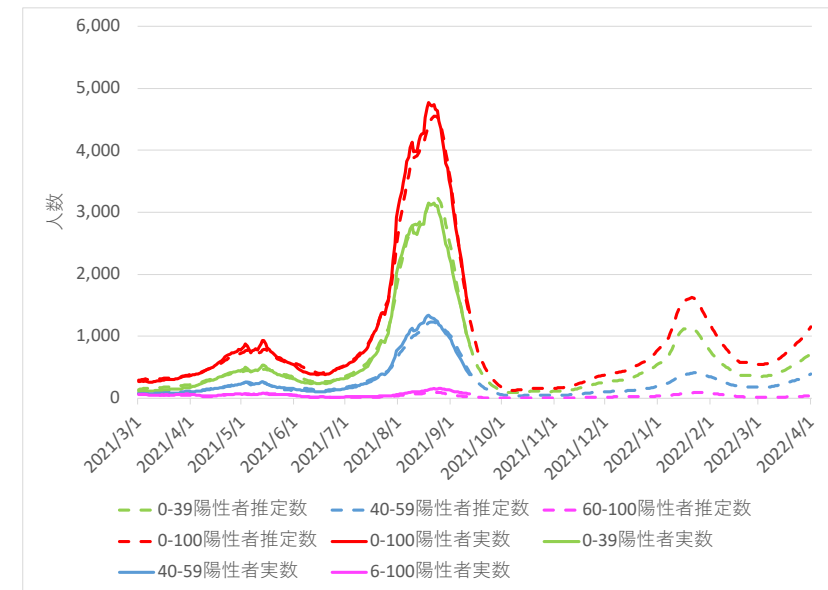
2,240



感染者数22/1/1-3/31

2022/4/1

2,003



感染者数22/1/1-3/31

2022/1/21

1,623

# 陽性者数の推定 16,17

	16	17
解除日*1	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	M	M
ワクチン減衰*3	30%	30%
接種率(全人口)*4	80%	80%
接種証明制限*5	50%	70%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

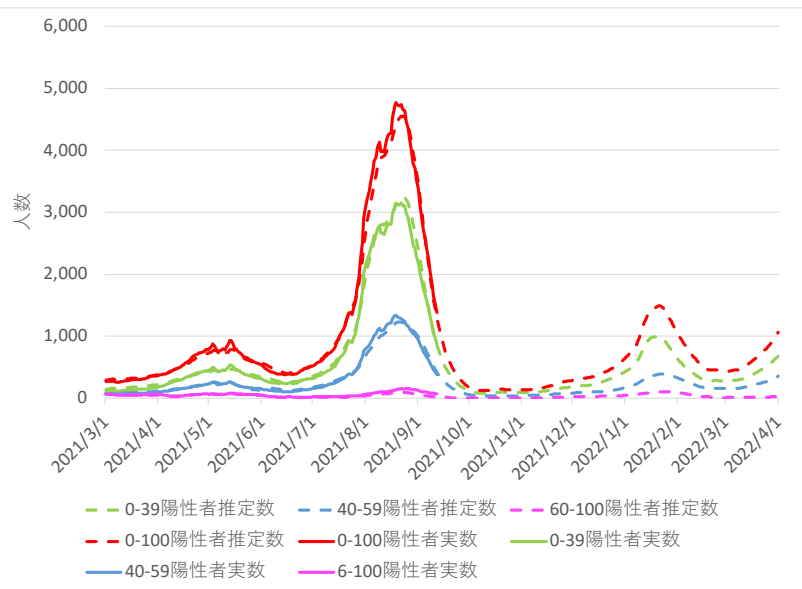
\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

16) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率80%, vPass50%

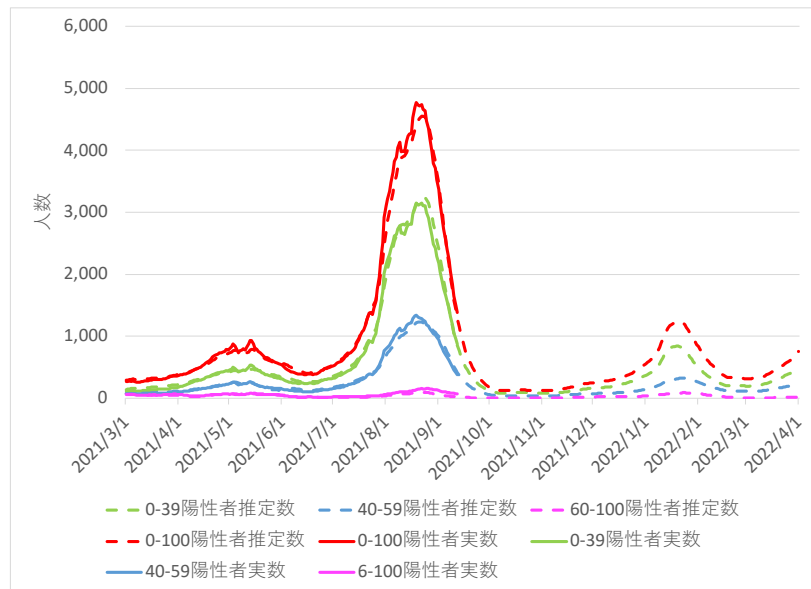
17) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率80%, vPass70%



感染者数22/1/1-3/31

2022/1/21

1,488



感染者数22/1/1-3/31

2022/1/21

1,240

# 陽性者数の推定 18,19

	18	19
解除日*1	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	M	M
ワクチン減衰*3	10%(BS)	10%(BS)
接種率(全人口)*4	80%	80%
接種証明制限*5	50%	70%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%.65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

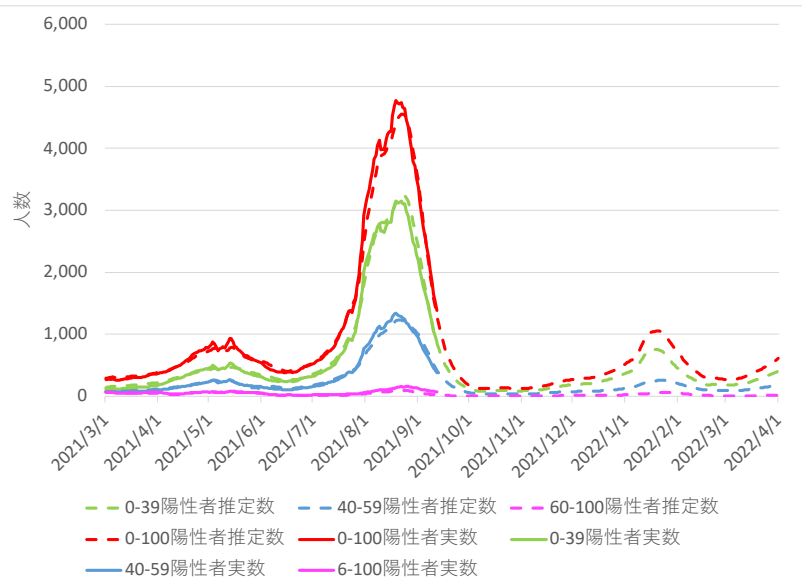
\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

18) 10/1, v効果M, v減衰10%, 接種率80%, vPass50%

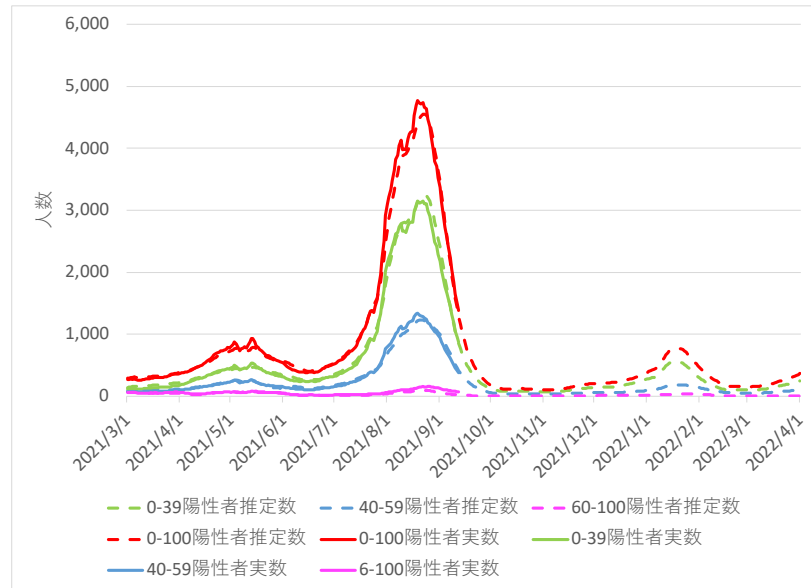
19) 10/1, v効果M, v減衰10%, 接種率80%, vPass70%



感染者数22/1/1-3/31

2022/1/21

1,053



感染者数22/1/1-3/31

2022/1/19

763

# 重症者数比較

宣言解除日・人流増加・ワクチン効果・ブースター接種・接種率・接種証明制限

# 重症者数の推定 1,2,3

	1	2	3
解除日*1	10月1日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	L	M	H
ワクチン減衰*3	0%	0%	0%
接種率(全人口)*4	72%	72%	72%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

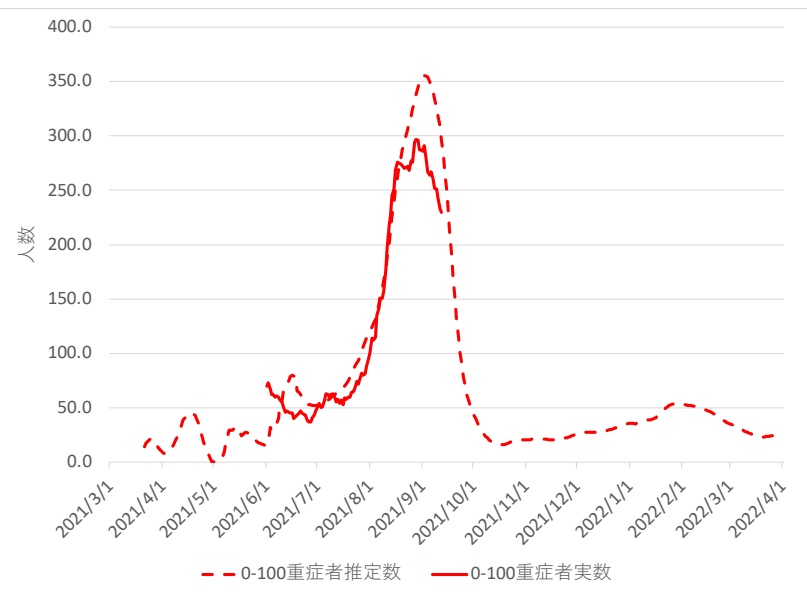
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

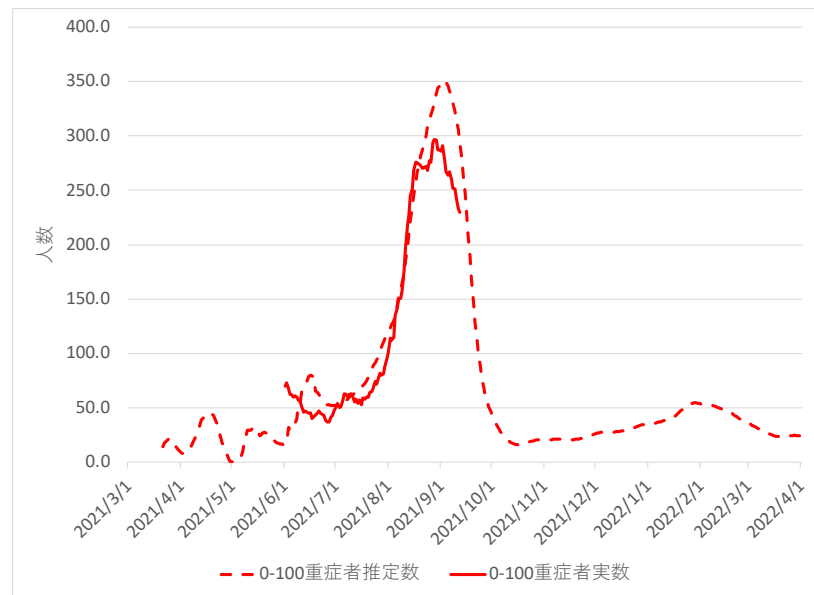
1) 10/1, v効果L, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%

2) 10/1, v効果M, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%

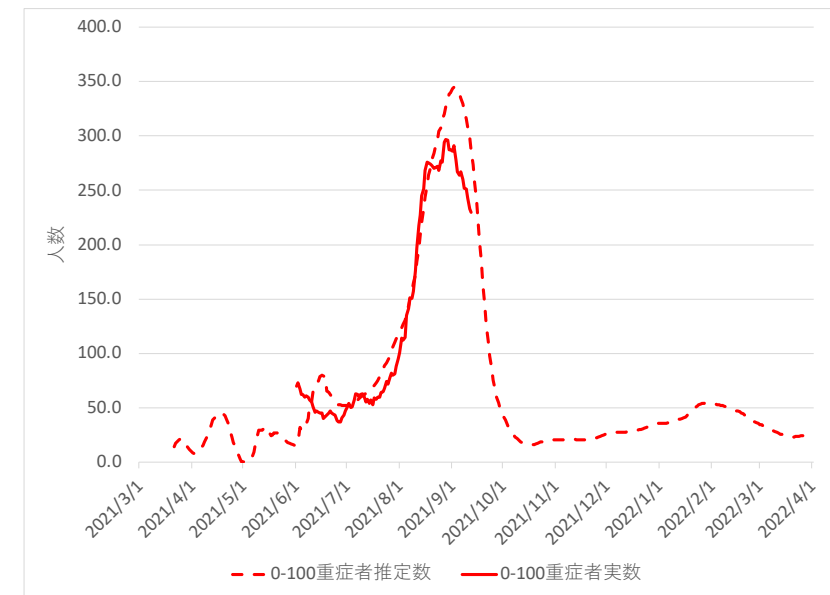
3) 10/1, v効果H, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%



重症者数22/1/1-3/31  
2022/1/28  
54



重症者数22/1/1-3/31  
2022/1/28  
54



重症者数22/1/1-3/31  
2022/1/28  
55

# 重症者数の推定 4,5,6

	4	5	6
解除日*1	10月1日	10月1日	10月15日
ワクチン効果*2	M	M	L
ワクチン減衰*3	0%	0%	0%
接種率(全人口)*4	80%	85%	72%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

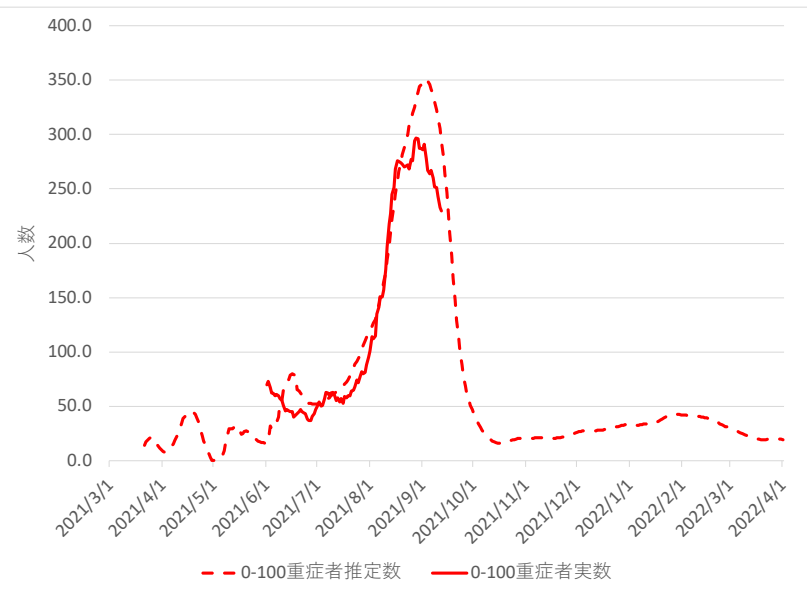
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

4) 10/1, v効果M, v減衰0%, 接種率80%, vPass0%

5) 10/1, v効果M, v減衰0%, 接種率85%, vPass0%

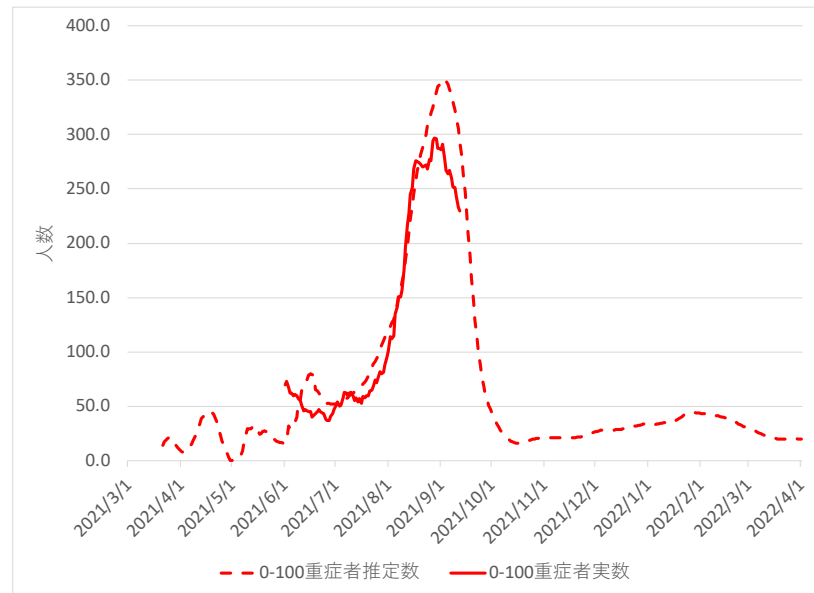
6) 10/15, v効果L, v減衰0%, 接種率72%, vPass0%



重症者数22/1/1-3/31

2022/1/28

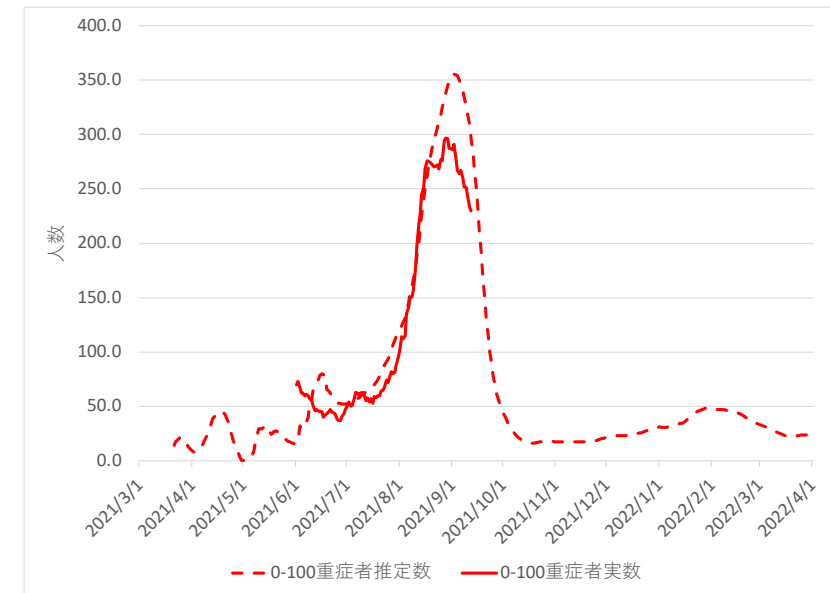
43



重症者数22/1/1-3/31

2022/1/28

44



重症者数22/1/1-3/31

2022/1/29

48



# 重症者数の推定 7,8,9

	7	8	9
解除日*1	10月15日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	M	L	M
ワクチン減衰*3	0%	30%	30%
接種率(全人口)*4	80%	72%	72%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

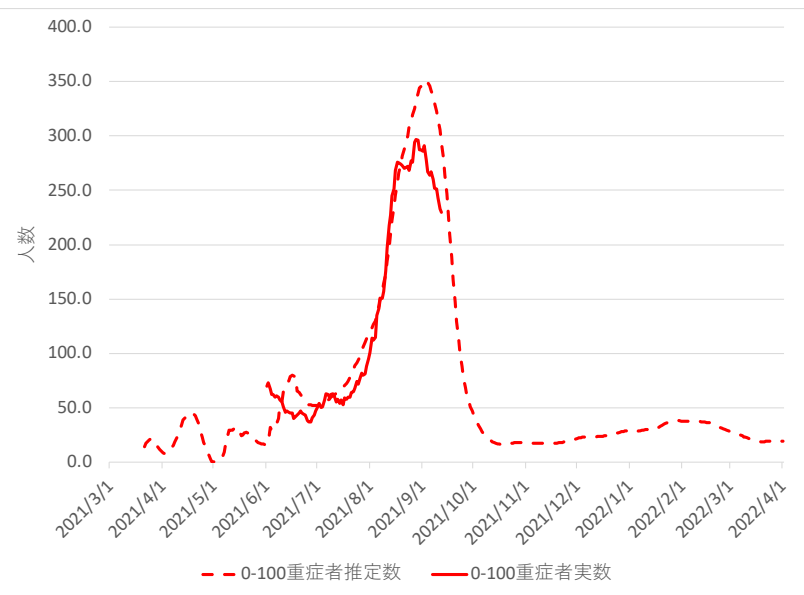
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

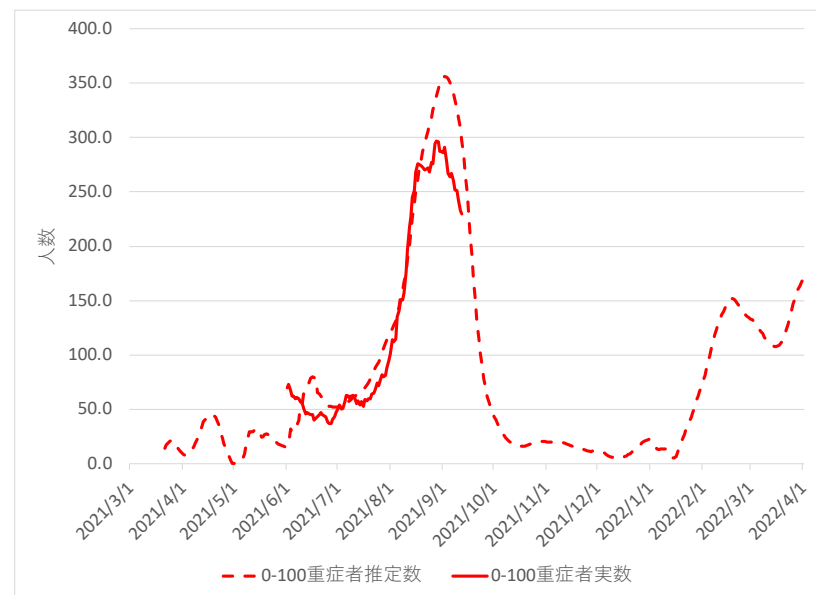
7) 10/15, v効果M, v減衰0%, 接種率80%, vPass0%

8) 10/1, v効果L, v減衰30%, 接種率72%, vPass0%

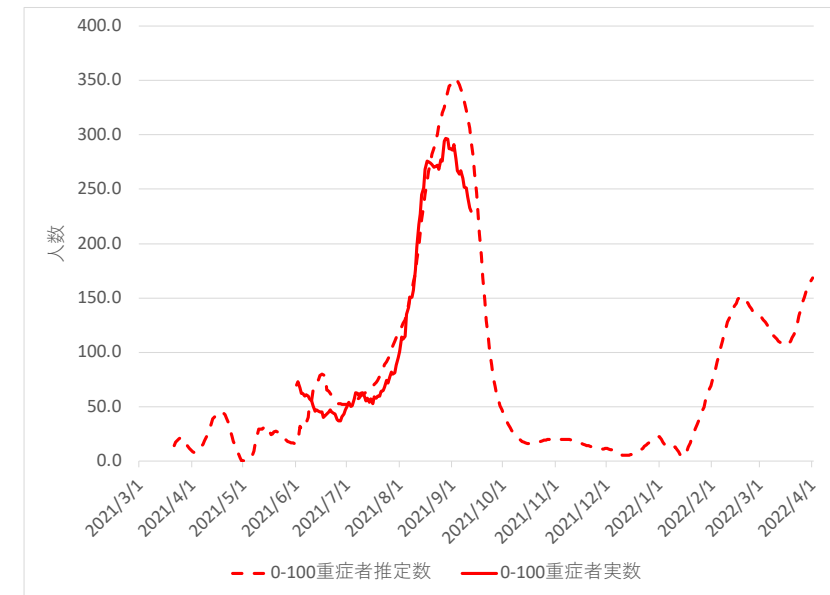
9) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率72%, vPass0%



重症者数22/1/1-3/31  
2022/1/28  
38



重症者数22/1/1-3/31  
2022/4/1  
170



重症者数22/1/1-3/31  
2022/4/1  
168

# 重症者数の推定 10,11,12

	10	11	12
解除日*1	10月1日	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	H	M	M
ワクチン減衰*3	30%	30%	30%
接種率(全人口)*4	72%	80%	85%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

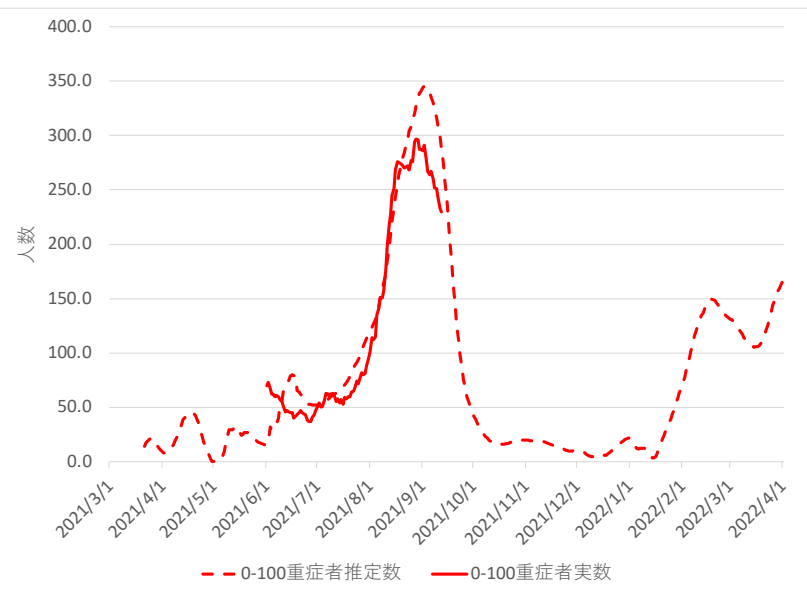
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

10) 10/1, v効果H, v減衰30%, 接種率72%, vPass0%

11) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率80%, vPass0%

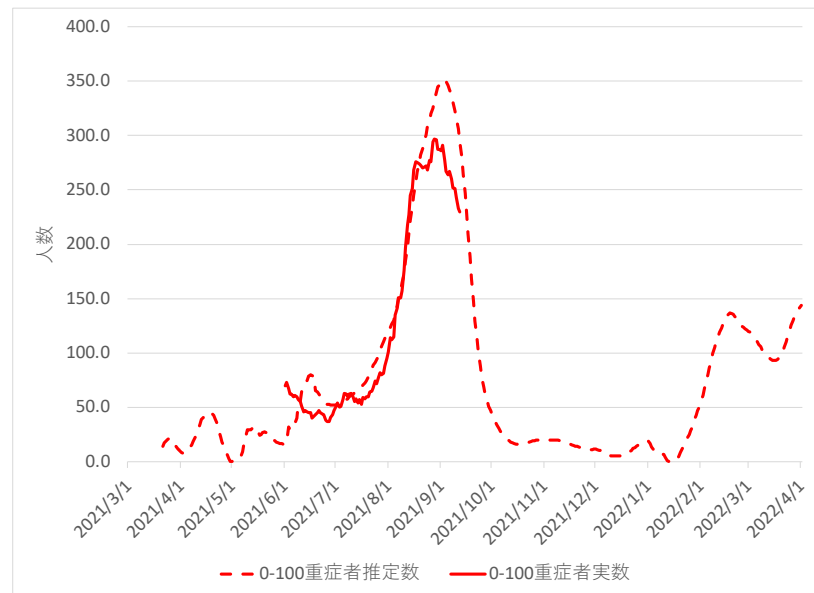
12) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率85%, vPass0%



重症者数22/1/1-3/31

2022/4/1

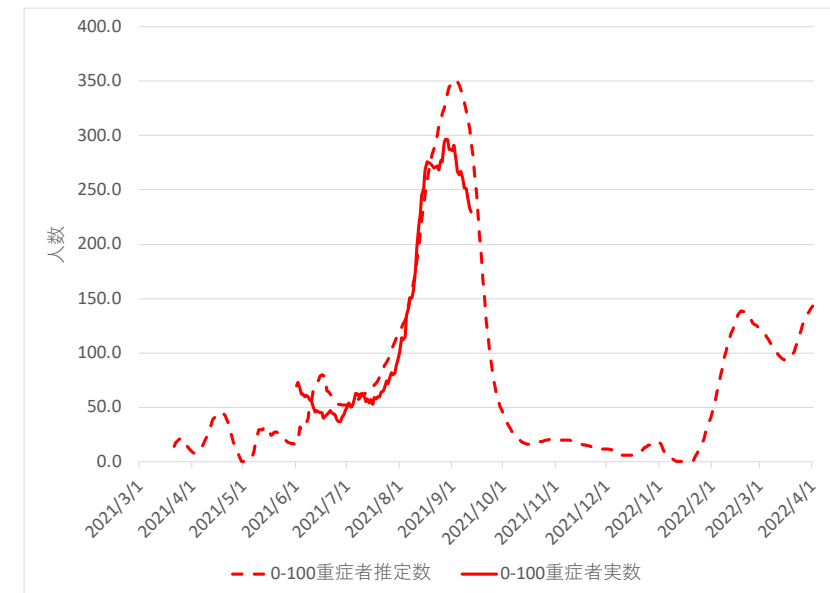
166



重症者数22/1/1-3/31

2022/4/1

144



重症者数22/1/1-3/31

2022/4/1

143

# 重症者数の推定 13,14,15

	13	14	15
解除日*1	10月15日	10月15日	10月1日
ワクチン効果*2	L	M	M
ワクチン減衰*3	30%	30%	10%(BS)
接種率(全人口)*4	72%	80%	80%
接種証明制限*5	0%	0%	0%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%,65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

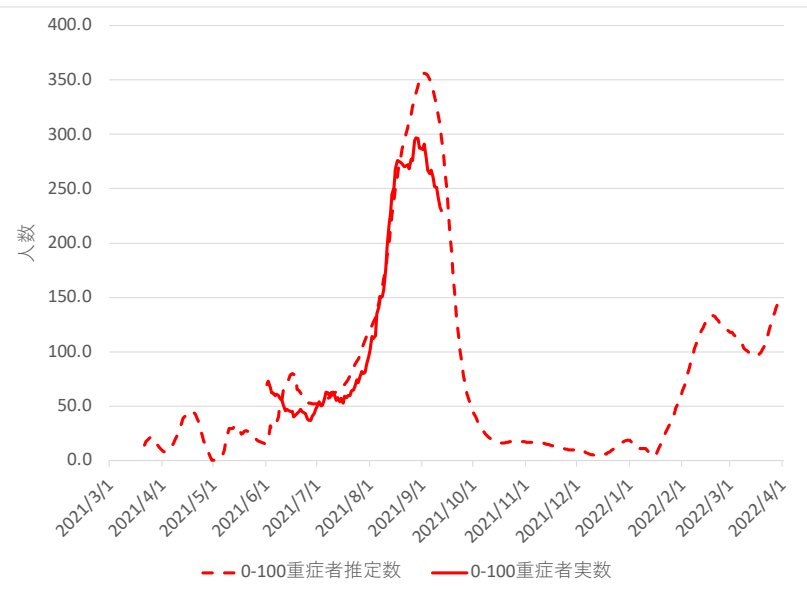
\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

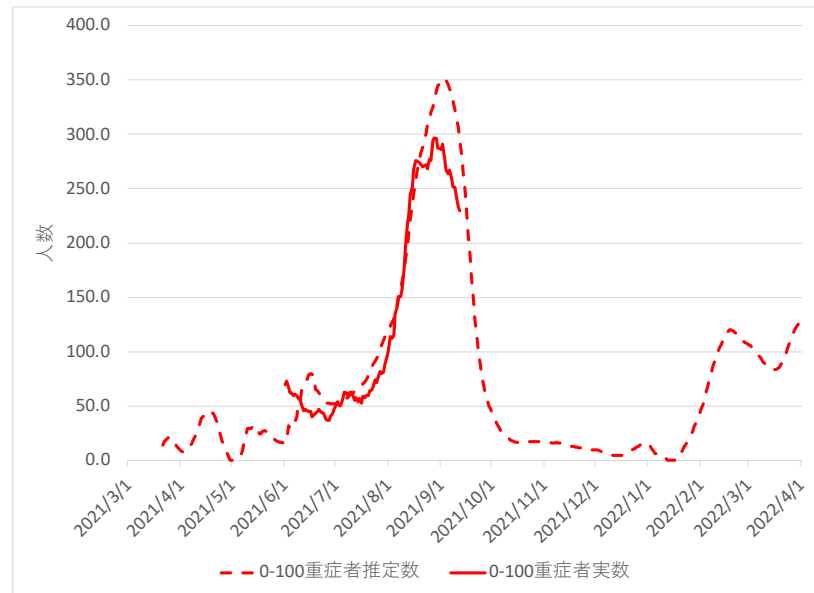
13) 10/15, v効果L, v減衰30%, 接種率72%, vPass0%

14) 10/15, v効果M, v減衰30%, 接種率80%, vPass0%

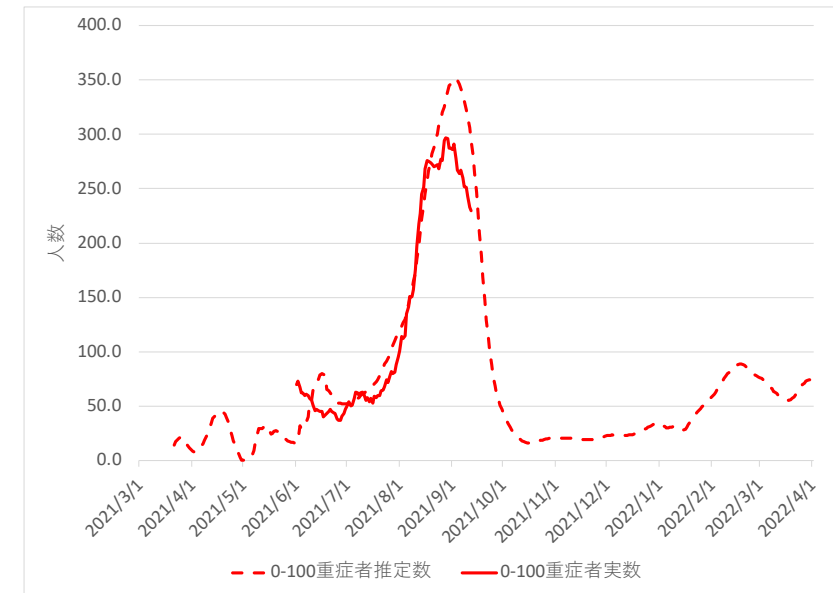
15) 10/1, v効果M, v減衰10%, 接種率80%, vPass0%



重症者数22/1/1-3/31  
2022/4/1  
153



重症者数22/1/1-3/31  
2022/4/1  
129



重症者数22/1/1-3/31  
2022/2/18  
89

# 重症者数の推定 16,17

	16	17
解除日*1	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	M	M
ワクチン減衰*3	30%	30%
接種率(全人口)*4	80%	80%
接種証明制限*5	50%	70%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%.65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

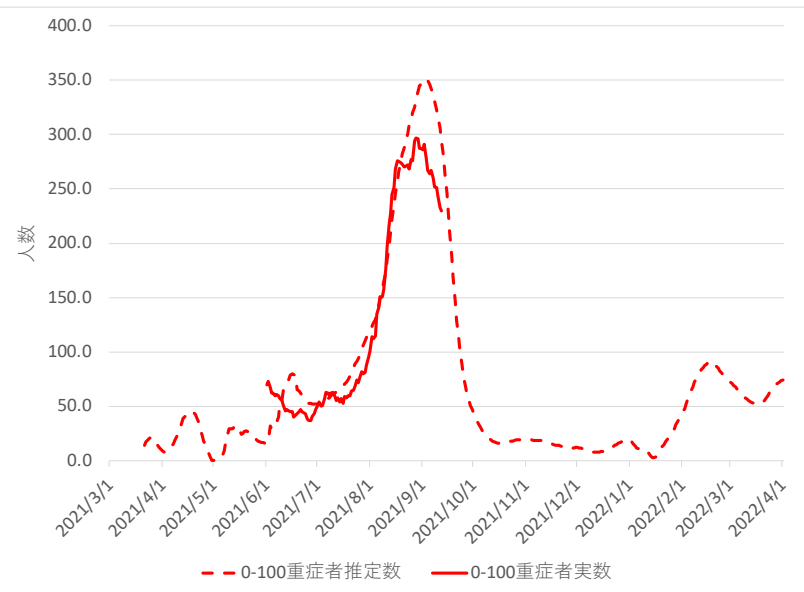
\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

16) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率80%, vPass50%

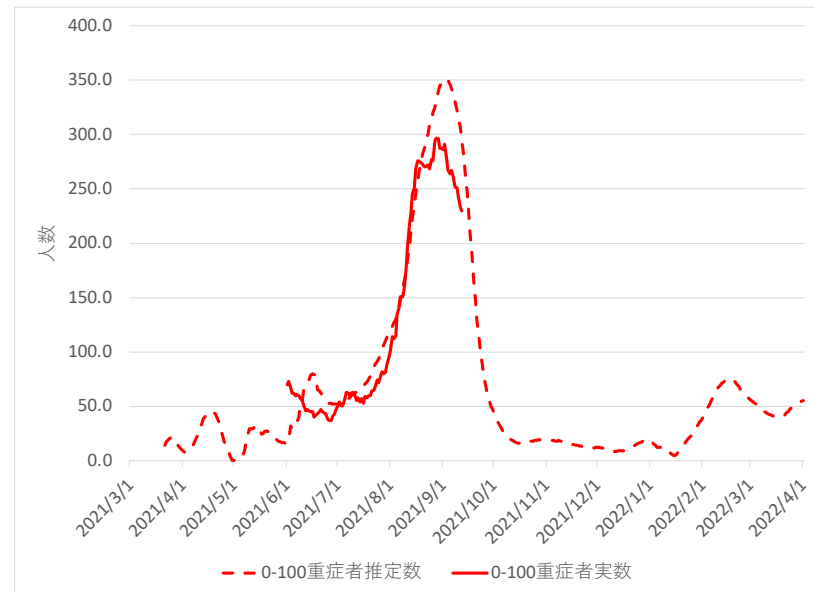
17) 10/1, v効果M, v減衰30%, 接種率80%, vPass70%



重症者数22/1/1-3/31

2022/2/17

91



重症者数22/1/1-3/31

2022/2/17

76

# 重症者数の推定 18,19

	18	19
解除日*1	10月1日	10月1日
ワクチン効果*2	M	M
ワクチン減衰*3	10%(BS)	10%(BS)
接種率(全人口)*4	80%	80%
接種証明制限*5	50%	70%

\*1 緊急事態宣言解除日 解除後繁華街19時滞留人口25%増加

\*2 ワクチン接種1回目効果,2回目効果 : L(55%.65%), M(65%,75%), H(70%,95%)

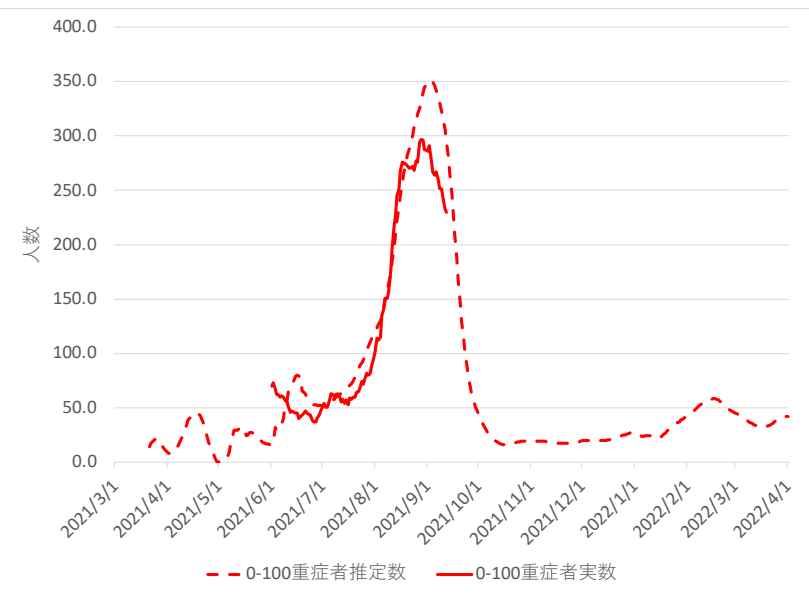
\*3 ワクチン2回目接種180日後減衰率,240日後減衰率 : 0%(0%,0%), 30%(30%,50%), 10%(Booster shot)(10%,10%)

\*4 ワクチン接種率 全人口(39歳以下,40-59歳,60歳以上) : 72%(60%,72%,90%), 80%(70%,85%, 90%), 85%(80%,85%,93%)

\*5 ワクチン接種証明 or PCR/抗原検査陰性証明がない人の入場/利用制限率

18) 10/1, v効果M, v減衰10%, 接種率80%, vPass50%

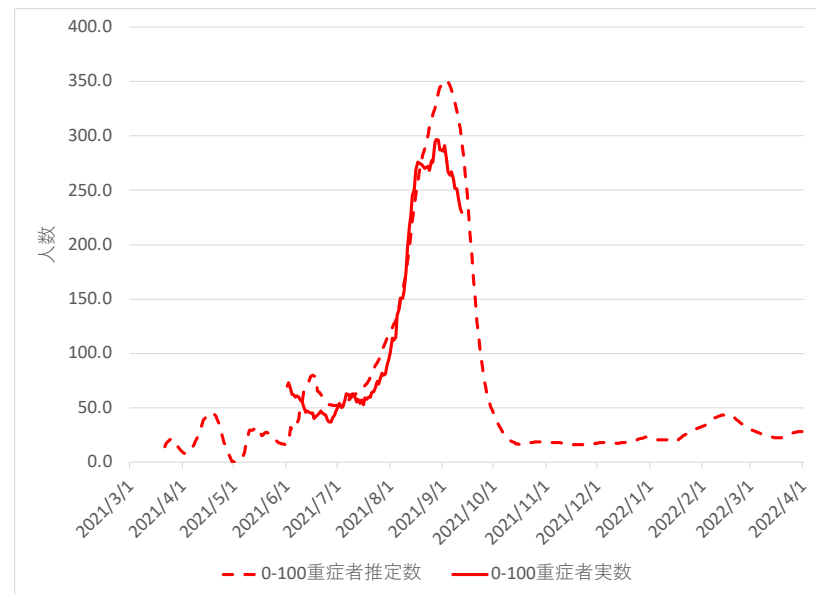
19) 10/1, v効果M, v減衰10%, 接種率80%, vPass70%



重症者数22/1/1-3/31

2022/2/16

59



重症者数22/1/1-3/31

2022/2/14

44

# モデル設定

## 1. SEIR数理モデルとAI最適化手法による感染モデル

人口流動を考慮したSEIRモデルとAI技術（進化的最適化+準ニュートン法）を用いて感染モデル推定の最適化を行うことで、0歳～39歳、40歳～59歳、60歳以上の3つの年代内および年代間での感染推定を行った。県外からの陽性患者流入者数をモバイル空間統計データ(NTTドコモ)およびLocationMind xPop\*1から推定してモデルに組み込み、2021年3月1日～9月12日のデータからモデルを学習させた。

## 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

デルタ株を対象に、人流の増加率を設定した。10/1以降に人流抑制が緩和するとした。

## 3. ワクチン効果と行動変容効果

- ワクチン効果は、アルファ株に対して、第1回で57%，第2回で94%の発症予防効果があるとした（デルタ株に対しては実験で設定）3/1 - 9/12 の実効再生産数・人口流動数の推移は実測値を使用。9/13以降は、直近の7日間移動平均、10/1以降は直近2日と昨年（2020年）の感染変化率の平均を使用した。
- ワクチン接種速度の設定  
3/5以降人口の0.05%（医療従事者1回目実測数）  
3/27日後 0.032%, 0.033%（医療従事者1回目, 2回目実測数）  
4/12以降 0.069%, 0.030%（医療従事者1回目, 2回目実測数） 0.01%（高齢者1回目実測数）  
5/4以降 0.064%, 0.078%（医療従事者1回目, 2回目実測数） 0.065%, 0.006%（高齢者1回目, 2回目実測数）  
6/1以降 0.064%, 0.078%（医療従事者1回目, 2回目見込み） 0.08%, 0.065%（高齢者1回目, 2回目見込み）  
6/21以降 k/2%, k/2%（医療従事者1回目, 2回目見込み） k/2%, k/2%（高齢者1回目, 2回目見込み） k=0.9%  
8/15以降1.3%
- ワクチン減衰効果  
デルタ株が発生した2021年6月では感染抑制効果が64%(イスラエル保健省), アルファ株において90日で78%(Oxford, Nature), デルタ株において90日で65.5%(NEJM)まで減衰するとした報告を参照に, 120日で15%, 180日で30%, 240日で45%減衰(下限50%)するとした。免疫効果(重症化率)については東京都の重症者数から統計モデルで推定した。ブースター接種は, 2回目接種から180日経過した人から接種を開始するとした。
  - <https://www.gov.il/en/departments/news/05072021-03>, <https://www.gov.il/en/departments/news/06072021-04>
  - Resurgence of SARS-CoV-2 Infection in a Highly Vaccinated Health System Workforce, DOI: 10.1056/NEJMc2112981, The new England journal of medicine
  - COVID vaccines protect against Delta, but their effectiveness wanes, doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02261-8>, Nature

\*1 「LocationMind xPop」データは、NTTドコモが提供するアプリケーション(※)の利用者より、承諾を得た上で送信される携帯電話の位置情報を、NTTドコモが総体的かつ統計的に加工を行ったデータ。位置情報は最短5分毎に測位されるGPSデータ（緯度経度情報）であり、個人を特定する情報は含まれない。※ドコモ地図ナビサービス(地図アプリ・ご当地ガイド)等の一部のアプリ

# モデル詳細

## 年代別ワクチン効果SEIRモデル

$$\frac{dS_i}{dt} = mN_i - mS_i - \sum_{i'} \frac{\alpha_{i,i'} b_{i,i',t} S_i (I_{i'} + in\_risk_{i',t})}{N_i} - \sum_k \sigma_{i,k} \lambda_{i,k} N_i$$

$$\frac{dE_i}{dt} = \sum_{i'} \frac{\alpha_{i,i'} b_{i,i',t} S_i (I_{i'} + in\_risk_{i',t})}{N_i} - (m + a) E_i$$

$$\frac{dI_i}{dt} = a E_i - (m + g) I_i$$

$$\frac{dR_i}{dt} = g I_i - m R_i + \sum_k \sigma_{i,k} \lambda_{i,k} N_i$$

$$S_i \leftarrow S_i + \sum_j S\_leave_{i,j,t} - \sum_j S\_leave_{j,i,t}$$

$$E_i \leftarrow E_i + \sum_j E\_leave_{i,j,t} - \sum_j E\_leave_{j,i,t}$$

$$I_i \leftarrow I_i + \sum_j I\_leave_{i,j,t} - \sum_j I\_leave_{j,i,t}$$

$$R_i \leftarrow R_i + \sum_j R\_leave_{i,j,t} - \sum_j R\_leave_{j,i,t}$$

$$N_i \leftarrow S_i + E_i + I_i + R_i$$

$N_i$  = 年代  $i$  の人口

$S_i$  = 年代  $i$  の免疫を持たない人の数

$E_i$  = 年代  $i$  の潜伏期間の人の数

$I_i$  = 年代  $i$  の発症者の数

$R_i$  = 年代  $i$  の回復者の数

$t$  = 時間

$m$  = 出生率=死亡率

$\alpha_{i,i'}$  = 年代間感染率

$b_{i,i',t}$  = 時刻  $t$  における感染率

$a$  = 感染症の発症率

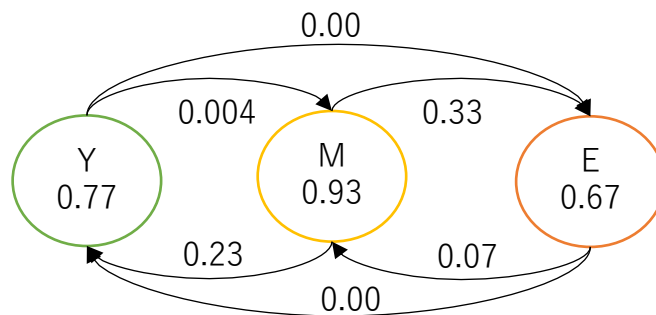
$g$  = 感染症からの回復率

$\sigma_k$  =  $k$  回目の単位時間当たりのワクチン接種割合パラメータ

$\lambda_k$  =  $k$  回目のワクチンによる免疫獲得確率パラメータ

## 年代別感染推移確率 (右から左へ伝播)

		Age_Y	Age_M	Age_E
Age_Y	←	0.77	0.23	0.00
Age_M	←	0.004	0.93	0.07
Age_E	←	0.00	0.33	0.67



Yは0歳以上39歳以下、Mは40歳以上59歳以下、Eは60歳以上を表す。

## 逆シミュレーションモデル

$$flow\_risk_t = \frac{\sum_{i=1}^j flow_{i,t} * c_{pt} * ur}{pop}$$

$$b_{i,j} = a_{i,j} (R_0 d_t^i c_1^i - c_2^i)$$

$$\min \sum_{t=1}^{now} (pred_t(b_{i,j}, S_0, E_0, I_0, R_0) - observ_t)^2$$

subject to.

$$x_1^i > 0$$

$$1 \geq a_{i,i} \geq 0$$

$$a_{i,i} + \sum_{j,i \neq j} a_{i,j} = 1$$

$R_0$  : 基本再生産数

$$d_t^i : \text{感染増加率} = \frac{ma_t^w ip}{ma_{t-1}^w ip}$$

$ma_t^w$  : 7日間移動平均

$ip$  : 感染者数

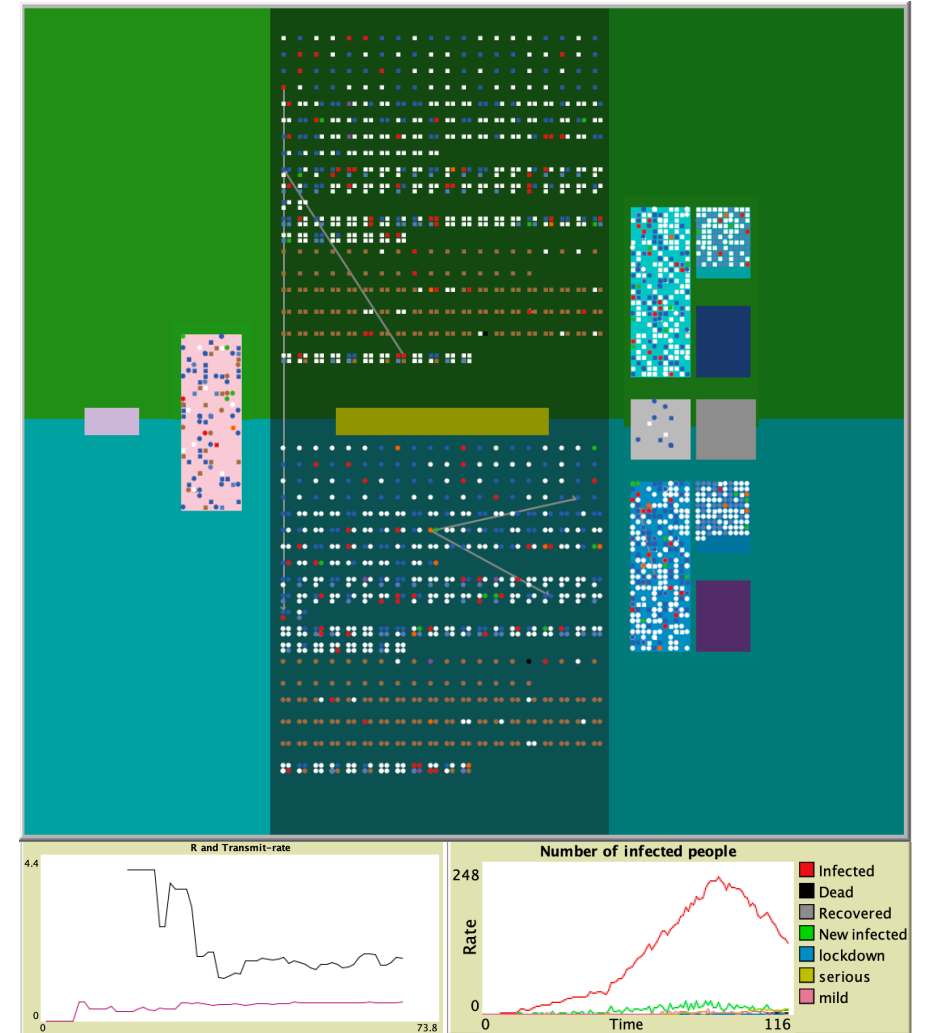
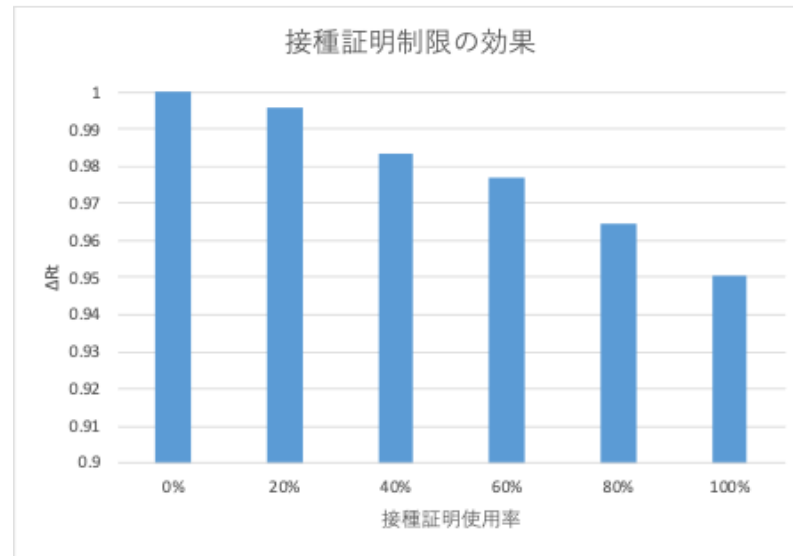
$c_k^i$  : 増加率補正係数

$a_{i,j}$  : 年代間感染係数

# 東京近郊市街地個体ベースモデル

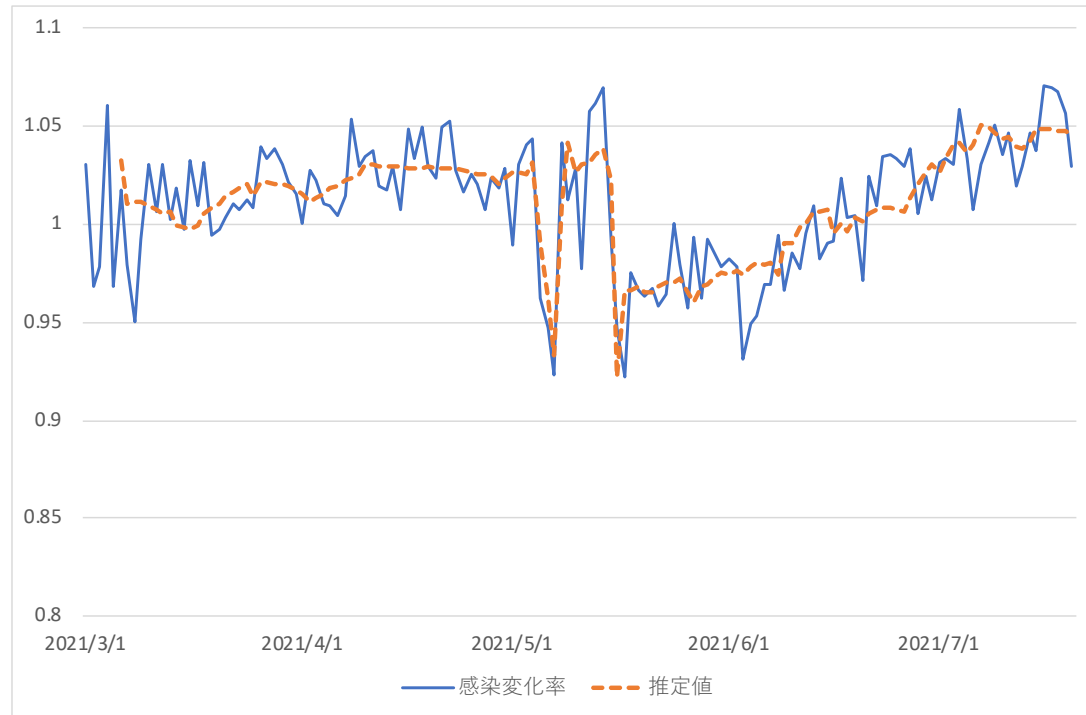
- 東京郊外の世帯構成に基づいて2つの街で構成された1348人のエージェントで表現したモデルを構築
- ワクチン接種証明による職場、飲食店、イベント会場への入場制限を20%~100%各500回試行からRt変化率を測定（飲食は友達ネットワークを制限）
- 感染者数20人/10万人(≒3000人/東京)

各街の世帯構成	世帯数
高齢单身	18
高齢夫婦	30
3世代同居	6
成年单身	40
成年夫婦	35
親1人子供1人	4
親2人子供1人	21
親2人子供2人	12





# 東京都流動人口による感染変化率推定モデル



LocationMind xPop © LocationMind Inc.

$$D_t = b_0 + \sum_{t=1}^2 f(b_t, x_{t+5})$$

$D_t$ : 感染変化率 =  $\sum_{t=1}^7 I_t / \sum_{t=1}^7 I_{t-1}$ , (I:感染者数)

$x_1$ : 19時の都内繁華街滞留人口

$x_2$ : 都外からの流入人口

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
b0	1.011725	0.001768	572.1	<2e-16 ***

	edf	Ref.df	F	p-value
f(x1)	6.154	7.308	21.16	<2e-16 ***

f(x2)	7.869	8.596	10.96	<2e-16 ***
-------	-------	-------	-------	------------

R-squared: 0.594

GCV = 0.00049665

b1 b2

VIF 2.19 2.19