

観光地における COVID-19感染予防策

2020.7.25 r2

(2020.7.22 r1, 2020.6.5 初稿)

筑波大学 ビジネスサイエンス系

倉橋節也

同 情報科学と社会科学の融合研究グループ

永井秀幸

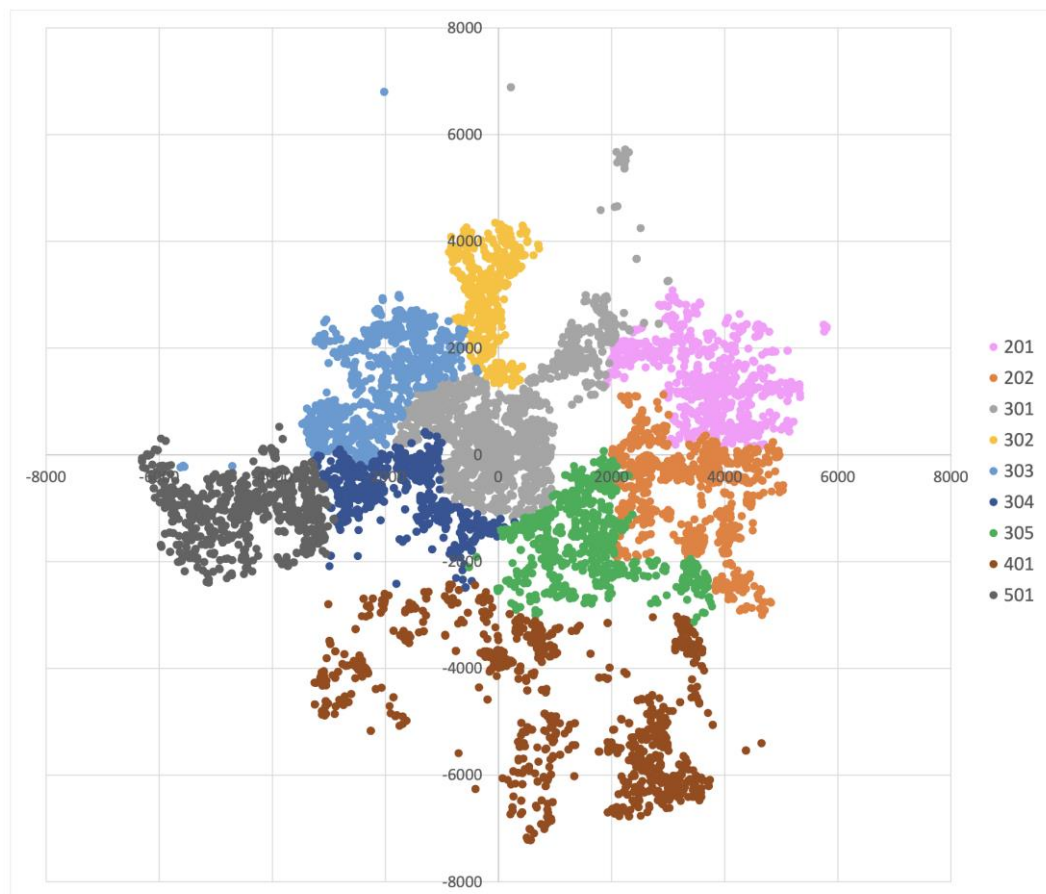
目次

- 人口合成データ
 - 対象地域
 - 人口構成
 - エリア別構成
- シミュレーションモデル
 - モデルの概要
 - 観光地の感染予防策
- 実験結果
 - 予防策効果のグラフ
 - ケース別発生数
 - 比較表
- 予防策の効果

サマリー

- 実際の観光地の人口構成・就労・就学データを元に、精緻な観光地モデルを作成
 - 最適化手法を用いて作成された合成人口データを利用
- 観光客と接する従業員への定期的ウイルス検査は地域への感染予防に効果大
 - ただし、地域によっては検査数に限界がある
- 濃厚接触者の追跡調査・隔離が迅速かつ容易にできれば、大きな効果が見込める
 - 接触確認アプリ(COCOA等)の利用者増加が鍵
 - 地域で少なくとも50%, できれば80%
 - 検査数も低く抑えられる

対象地域 長野県A市



A市の人口構成

総人口	16,911
0～18歳	15.4%
19～70歳	65.5%
71歳～	19.1%
平均年齢	48
世帯数	7,561
主要エリア	9



モデルの人口構成

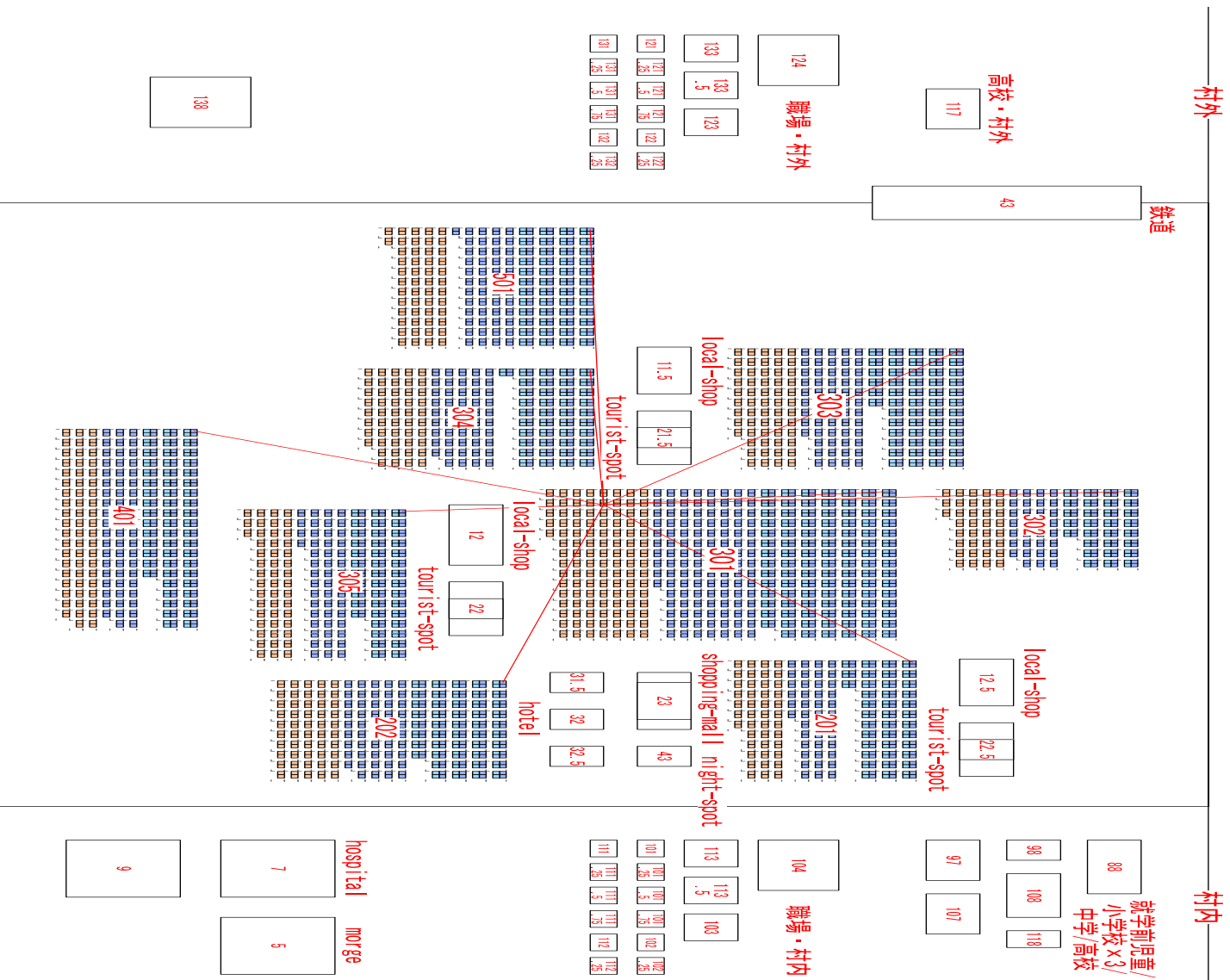
総人口	3,200
0～18歳	15.4%
19～70歳	65.5%
71歳～	19.1%
世帯数	48
平均年齢	1,459
主要エリア	9

モデルの人口構成

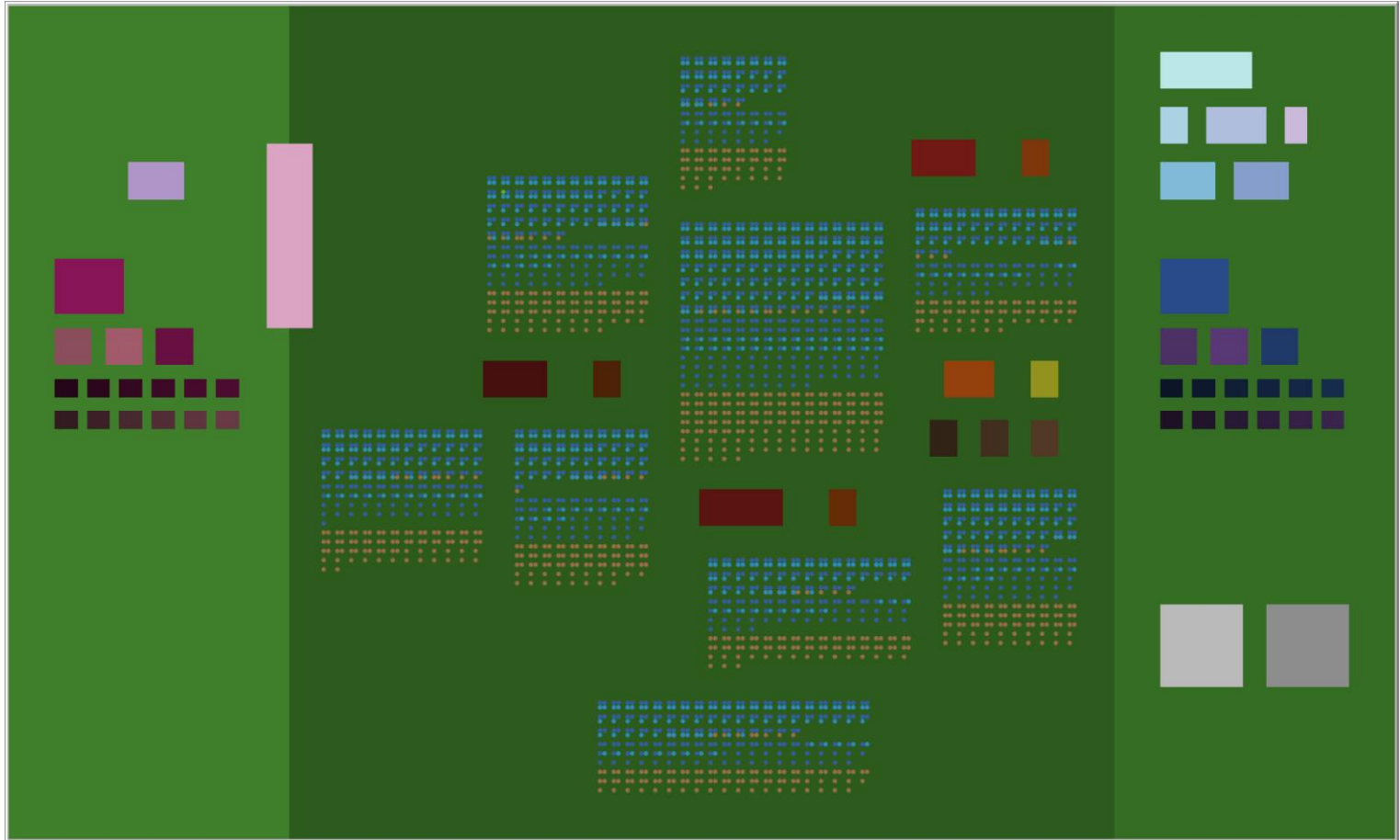
population	201	202	301	302	303	304	305	401	501	pop
独居(adult)	22	25	55	15	28	25	25	30	25	250
独居(elder)	18	20	45	15	22	18	18	24	20	200
夫婦のみ(adult)	20	24	60	16	28	24	24	30	24	250
夫婦のみ(elder)	50	60	130	40	70	60	60	70	60	600
夫婦+子供1人	54	60	135	36	72	54	54	75	60	600
夫婦+子供2人	60	72	160	48	80	64	64	80	72	700
親1人+子供1人	20	24	60	16	30	24	24	28	24	250
										0
夫婦+両親	0	4	4	0	4	0	0	4	4	20
夫婦+ひとり親	9	9	21	6	9	9	9	9	9	90
夫婦+子供1人+両親	0	5	10	0	5	5	5	5	5	40
夫婦+子供2人+両親	6	6	12	6	6	6	6	6	6	60
夫婦+子供1人+ひとり親	4	8	12	4	8	4	4	8	8	60
夫婦+子供2人+ひとり親	5	10	20	5	10	5	5	10	10	80
	268	327	724	207	372	298	298	379	327	3200

population	201	202	301	302	303	304	305	401	501	pop
adult	130	157	353	97	179	143	143	184	157	1543
child	63	77	172	49	88	68	68	88	77	750
elder	75	93	199	61	105	87	87	107	93	907
	268	327	724	207	372	298	298	379	327	3200
	8.4%	10.2%	22.6%	6.5%	11.6%	9.3%	9.3%	11.8%	10.2%	

モデルのエリア別構成



シミュレーション画面



モデルの概要

- 各エリアに居住する住民は，市外・市内の職場・学校に通勤通学をしている。
- 観光客向け施設として以下の4種類がある。
 - ショッピングモール，ホテル，ナイトスポット，ツーリストスポット
- 各エリアに地元スーパーマーケットがあり，感染予防策は実施している。
- それぞれのパラメータは，A市の詳細な人口構成データに基づいて設定。
 - 関西大学 村田忠彦研究室から，日本の国勢調査をもとにしたA市の合成人口データの提供を受けた。
 - <http://www.res.kutc.kansai-u.ac.jp/~murata/synthetic-methods/>

観光地 感染予防策

- 観光客と地元の人が接触する場である，ショッピングモール，ホテル，ナイトスポット，ツーリストスポットの観光客との接触予防策
- 感染確認者への積極的疫学調査（追跡調査）による濃厚接触者の発見と陽性者隔離
 - ただし，シミュレーションでは，地元スーパーマーケット等店舗での接触率は，マスク・手洗い・シールド・社会的距離確保などで，コロナ前の80%減を前提として，実験を行った。

感染予防策リスト

予防策	観光客	感染流入	地元スーパー	ホテル	ナイトスポット	ツーリストスポット	ショッピングモール	感染者隔離	対策
B0 感染流入0地元店10	拒否	初日1名	0.2	-	-	-	-	-	-
B1 感染流入1名/7日	受入	1名/週	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-
S1 従業員接触50	受入	1名/週	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-
S2 夜街0(自粛)	受入	1名/週	0.2	1.0	0	1.0	1.0	-	-
S3 従業員接触25	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	-	-
S4 接触25夜0隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0	0.25	0.25	Yes	-
S5 接触25従業員50%/2w隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	従業員検査 50%/2週
S6 接触25従業員75%/2w隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	従業員検査 75%/2週
S7 接触25従業員100%/2w隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	従業員検査 100%/2週
S8 接触25従業員50%/5d隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	従業員検査 50%/5日
S9 接触25従業員75%/5d隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	従業員検査 75%/5日
S10 接触25従業員100%/5d隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	従業員検査 100%/5日

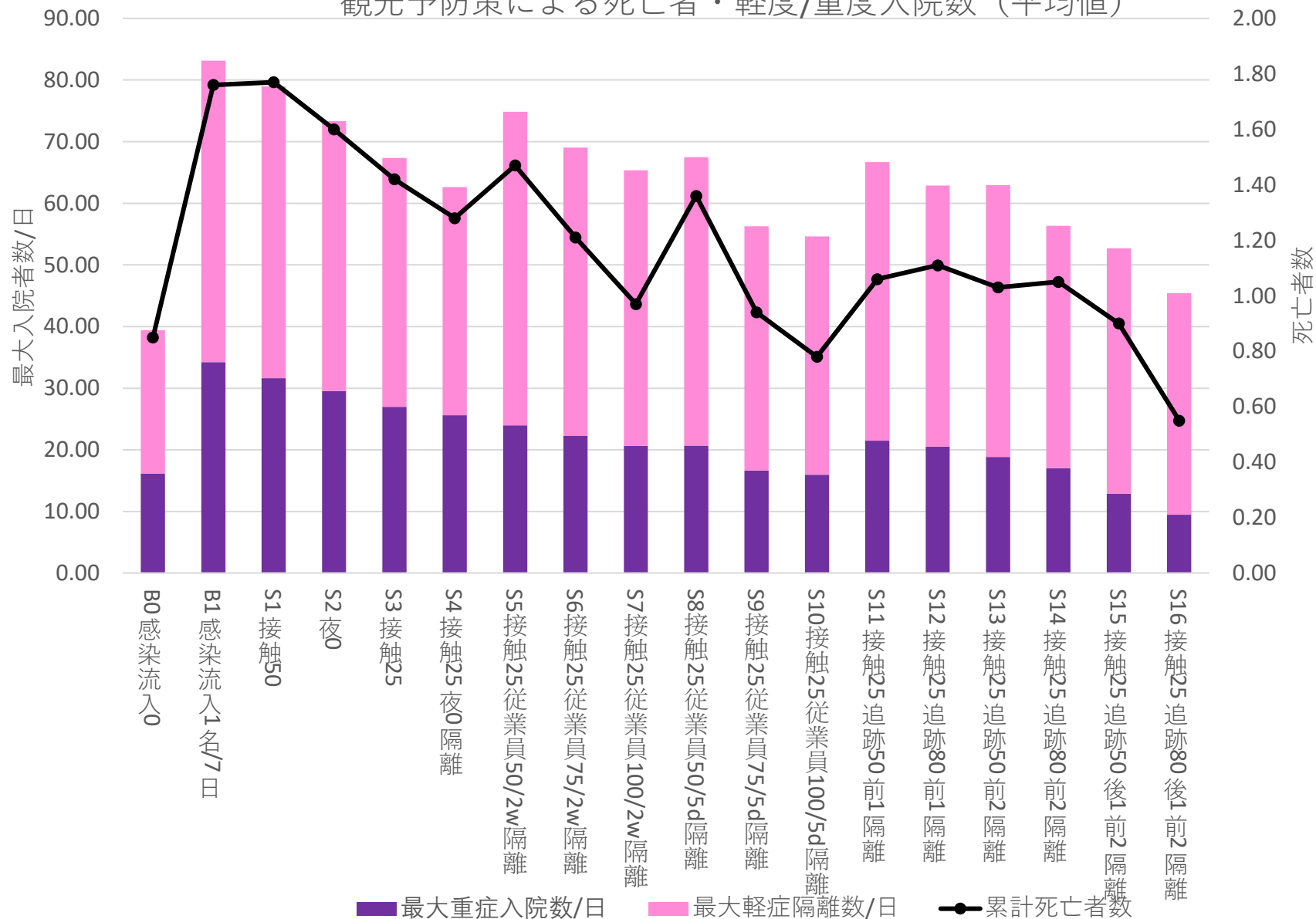
感染予防策リスト

予防策	観光客	感染流入	地元スーパー	ホテル	ナイトスポット	ツーリストスポット	ショッピングモール	感染者隔離	対策
S11 接触25追跡50前1隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	前方1回 追跡遅延1日 追跡率50%
S12 接触25追跡80前1隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	前方1回 追跡遅延1日 追跡率80%
S13 接触25追跡50前2隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	前方2回 追跡遅延1日 追跡率50%
S14 接触25追跡80前2隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	前方2回 追跡遅延1日 追跡率80%
S15 接触25追跡50後1前2隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	後方1回前方2回 追跡遅延1日 追跡率50%
S16 接触25追跡80後1前2隔離	受入	1名/週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	Yes	後方1回前方2回 追跡遅延1日 追跡率80%

予防策効果

(実験100回の平均値)

観光予防策による死亡者・軽度/重度入院数 (平均値)



ケース別発生数

ケース別発生数	B0感染流入0	B1感染流入1名/7日	S1接触50	S2夜0	S3接触25	S4接触25夜0隔離	S5接触25従業員50/2w隔離	S6接触25従業員75/2w隔離	S7接触25従業員100/2w隔離	S8接触25従業員50/5d隔離	S9接触25従業員75/5d隔離	S10接触25従業員100/5d隔離	S11接触25追跡50前1隔離	S12接触25追跡80前1隔離	S13接触25追跡50前2隔離	S14接触25追跡80前2隔離	S15接触25追跡50後1前2隔離	S16接触25追跡80後1前2隔離
累計死亡者数	0.85	1.76	1.77	1.60	1.42	1.28	1.47	1.21	0.97	1.36	0.94	0.78	1.06	1.11	1.03	1.05	0.90	0.55
最大軽症隔離数/日	23.26	48.90	47.33	43.78	40.38	37.01	50.87	46.79	44.71	46.79	39.61	38.63	45.21	42.36	44.11	39.32	39.84	35.94
最大重症入院数/日	16.13	34.24	31.63	29.54	26.99	25.62	23.97	22.25	20.66	20.70	16.64	15.97	21.47	20.51	18.84	17.03	12.86	9.45
最大若年重症入院数/日	1.16	2.59	2.42	2.36	1.97	2.01	2.07	1.79	1.78	1.82	1.23	1.45	1.68	1.7	1.59	1.56	1.25	0.98
最大成年重症入院数/日	5.81	11.98	10.87	10.3	9.59	8.6	8.46	7.91	7.35	7.52	6.03	5.77	7.88	7.49	6.82	6.34	5.17	3.68
最大高齢重症入院数/日	10.72	23.02	21.64	20.15	18.37	17.65	16.19	15.06	14.12	13.94	11.51	10.6	14.33	13.77	12.87	11.85	8.73	6.76

*重症入院者数：全体を通して1日あたり最大の重症入院者数（＝必要最大病床数）
年齢別重症者数はそれぞれの最大数で、合計は重症入院者数とは一致しない

シミュレーション実験100回の平均値

観光中止[B0]との比較

B0との比較	B0感 染流 入0	B1感 染流 入1名 /7日	S1接 触50	S2夜0	S3接 触25	S4接 触25 夜0隔 離	S5接 触25 従業 員 50/2 w隔離	S6接 触25 従業 員 75/2 w隔離	S7接 触25 従業 員 100/2 w隔離	S8接 触25 従業 員 50/5d 隔離	S9接 触25 従業 員 75/5d 隔離	S10接 触25 従業 員 100/5 d隔離	S11接 触25 追跡 50前1 隔離	S12接 触25 追跡 80前1 隔離	S13接 触25 追跡 50前2 隔離	S14接 触25 追跡 80前2 隔離	S15接 触25 追跡 50後1 前2隔 離	S16接 触25 追跡 80後1 前2隔 離
累計死者数	1.00	2.07	2.08	1.88	1.67	1.51	1.73	1.42	1.14	1.60	1.11	0.92	1.25	1.31	1.21	1.24	1.06	0.65
最大軽症隔離 数/日	1.00	2.10	2.03	1.88	1.74	1.59	2.19	2.01	1.92	2.01	1.70	1.66	1.94	1.82	1.90	1.69	1.71	1.55
最大重症入院 数/日	1.00	2.12	1.96	1.83	1.67	1.59	1.49	1.38	1.28	1.28	1.03	0.99	1.33	1.27	1.17	1.06	0.80	0.59
最大若年重症 入院数/日	1.00	2.23	2.09	2.03	1.70	1.73	1.78	1.54	1.53	1.57	1.06	1.25	1.45	1.47	1.37	1.34	1.08	0.84
最大成年重症 入院数/日	1.00	2.06	1.87	1.77	1.65	1.48	1.46	1.36	1.27	1.29	1.04	0.99	1.36	1.29	1.17	1.09	0.89	0.63
最大高齢重症 入院数/日	1.00	2.15	2.02	1.88	1.71	1.65	1.51	1.40	1.32	1.30	1.07	0.99	1.34	1.28	1.20	1.11	0.81	0.63

平均値の比較

従来観光[B1]との比較

B1との比較	B1感 染流 入1名 /7日	S1接 触50	S2夜0	S3接 触25	S4接 触25 夜0隔 離	S5接 触25 従業 員 50/2w 隔離	S6接 触25 従業 員 75/2w 隔離	S7接 触25 従業 員 100/2 w隔離	S8接 触25 従業 員 50/5d 隔離	S9接 触25 従業 員 75/5d 隔離	S10接 触25 従業 員 100/5 d隔離	S11接 触25 追跡 50前1 隔離	S12接 触25 追跡 80前1 隔離	S13接 触25 追跡 50前2 隔離	S14接 触25 追跡 80前2 隔離	S15接 触25 追跡 50後1 前2隔 離	S16接 触25 追跡 80後1 前2隔 離
累計死亡者数	1.00	1.01	0.91	0.81	0.73	0.69	0.69	0.84	0.77	0.53	0.44	0.60	0.63	0.59	0.60	0.51	0.31
最大軽症隔離 数/日	1.00	0.97	0.90	0.83	0.76	0.97	0.96	1.04	0.96	0.81	0.79	0.92	0.87	0.90	0.80	0.81	0.73
最大重症入院 数/日	1.00	0.92	0.86	0.79	0.75	0.65	0.65	0.70	0.60	0.49	0.47	0.63	0.60	0.55	0.50	0.38	0.28
最大若年重症 入院数/日	1.00	0.93	0.91	0.76	0.78	0.70	0.69	0.80	0.70	0.47	0.56	0.65	0.66	0.61	0.60	0.48	0.38
最大成年重症 入院数/日	1.00	0.91	0.86	0.80	0.72	0.69	0.66	0.71	0.63	0.50	0.48	0.66	0.63	0.57	0.53	0.43	0.31
最大高齢重症 入院数/日	1.00	0.94	0.88	0.80	0.77	0.66	0.65	0.70	0.61	0.50	0.46	0.62	0.60	0.56	0.51	0.38	0.29

平均値の比較

予防策の効果

- 複合予防策の効果

重症患者の最大病床数をB0との比較

- B1 対策なしで観光再開 2.12倍
- S2 夜の繁華街自粛 1.83倍
- S3 従業員の感染予防策徹底 1.67倍
(感染リスクを1/4まで低減)
- S4 感染者隔離と予防策複合 1.59倍

しかし複合予防策でも、観光休止(B0)に対して1.59倍(S4)と効果は限定的

複合予防策+ウイルス検査の効果

- 複合予防策に加えて，観光客に接する従業員への優先的ウイルス検査を定期的に実施
 - 2週毎の検査：観光休止 (B0との比較)
 - S5: 2週毎 検査率50% 1.49倍
 - S6: 2週毎 検査率75% 1.38倍
 - S7: 2週毎 検査率100% 1.28倍
 - 5日毎の検査：観光休止 (B0との比較)
 - S8: 5日毎 検査率50% 1.28倍
 - S9: 5日毎 検査率75% 1.03倍
 - S10: 5日毎 検査率100% 0.99倍

しかし地域によっては毎週的全従業員検査は困難

複合予防策+追跡調査（前方・後方）

- 従業員の接触低減策に加えて，濃厚接触者追跡による検査と陽性者の隔離（B0との比較）
 - S11: 前方1回追跡率50% 1.33倍
 - S13: 前方2回追跡率50% 1.17倍
 - S14: 前方2回追跡率80% 1.06倍
 - S16: 前方2回後方1回追跡率80% 0.59倍

前方追跡1回：陽性者の濃厚接触者を追跡調査・陽性者隔離

後方追跡1回：陽性者に感染させた人を追跡調査・陽性者隔離

前方追跡2回：追跡調査で発見した陽性者の濃厚接触者を更に追跡

追跡率：濃厚接触者や感染源の発見率

保健所職員などの人手に頼るのは限界があり，感染拡大が進むと医療崩壊・保健所崩壊が始まる危険性

濃厚接触者の追跡アプリ普及は大きな効果が見込まれる

接触確認アプリCOCOA等の利用者増加が鍵

訪問者100%，地域で50%～80%の普及率で効果大

ウイルス検査数も少なく抑えられる（約1/10～1/100）