

観光地における COVID-19感染予防策

2020.07.22

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

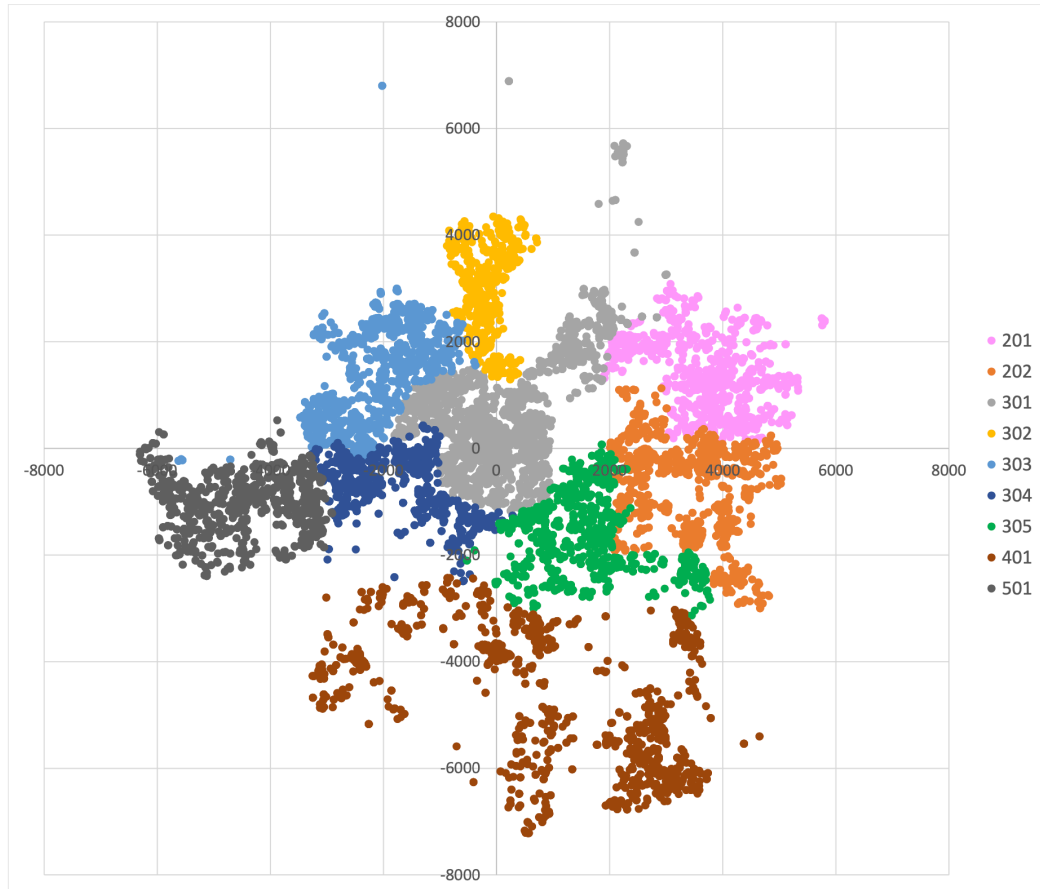
目次

- 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・スタッフへの定期的PCR検査は予防に有効
 - ただし、地域によっては検査数に限界がある
- 濃厚接触者の追跡が容易にできれば、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%
 - PCR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

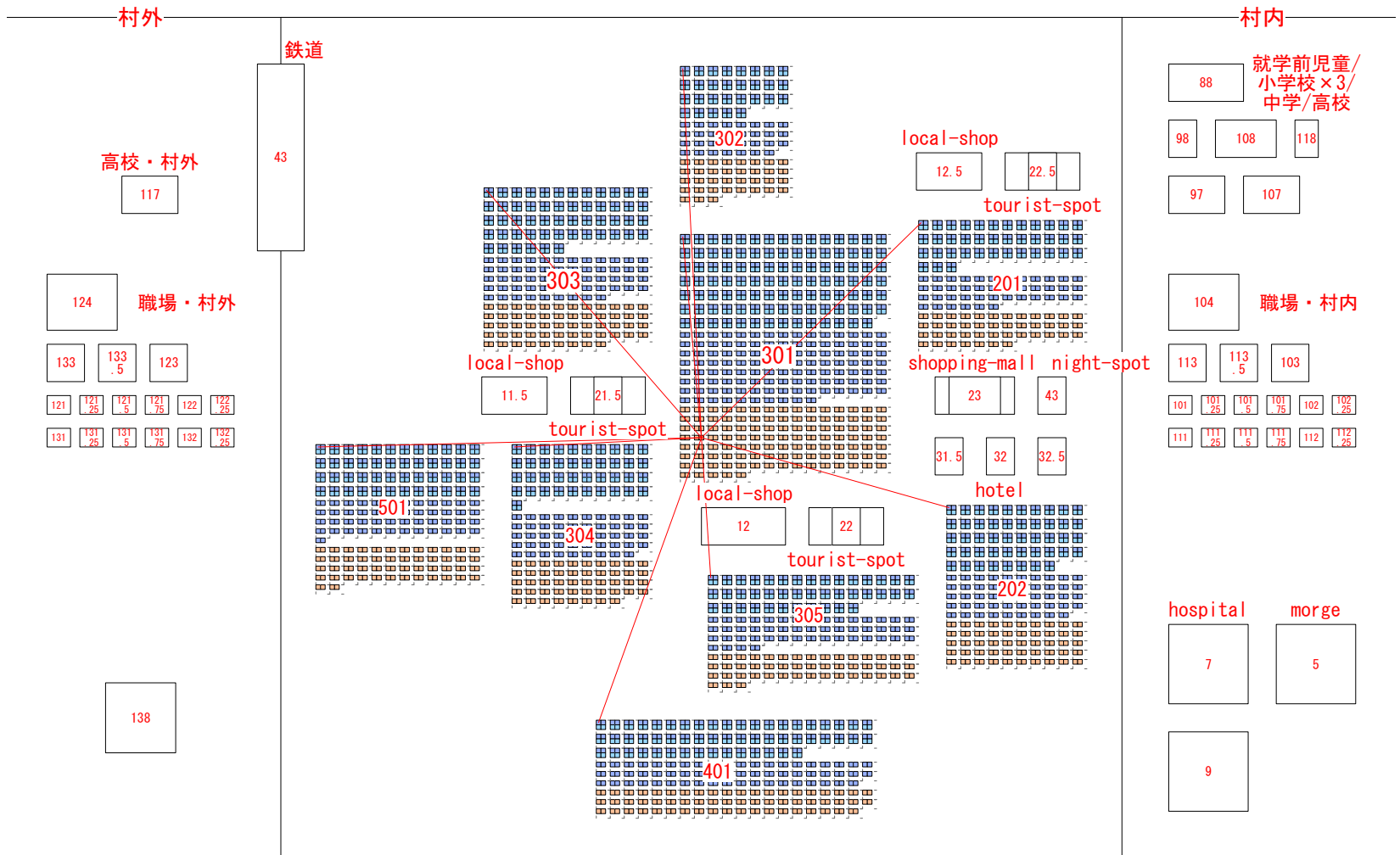
総人口	3,200
0～18歳	15.4%
19～70歳	65.5%
71歳～	19.1%
世帯数	48
平均年齢	1,459
主要エリア	9

モデルの人口構成

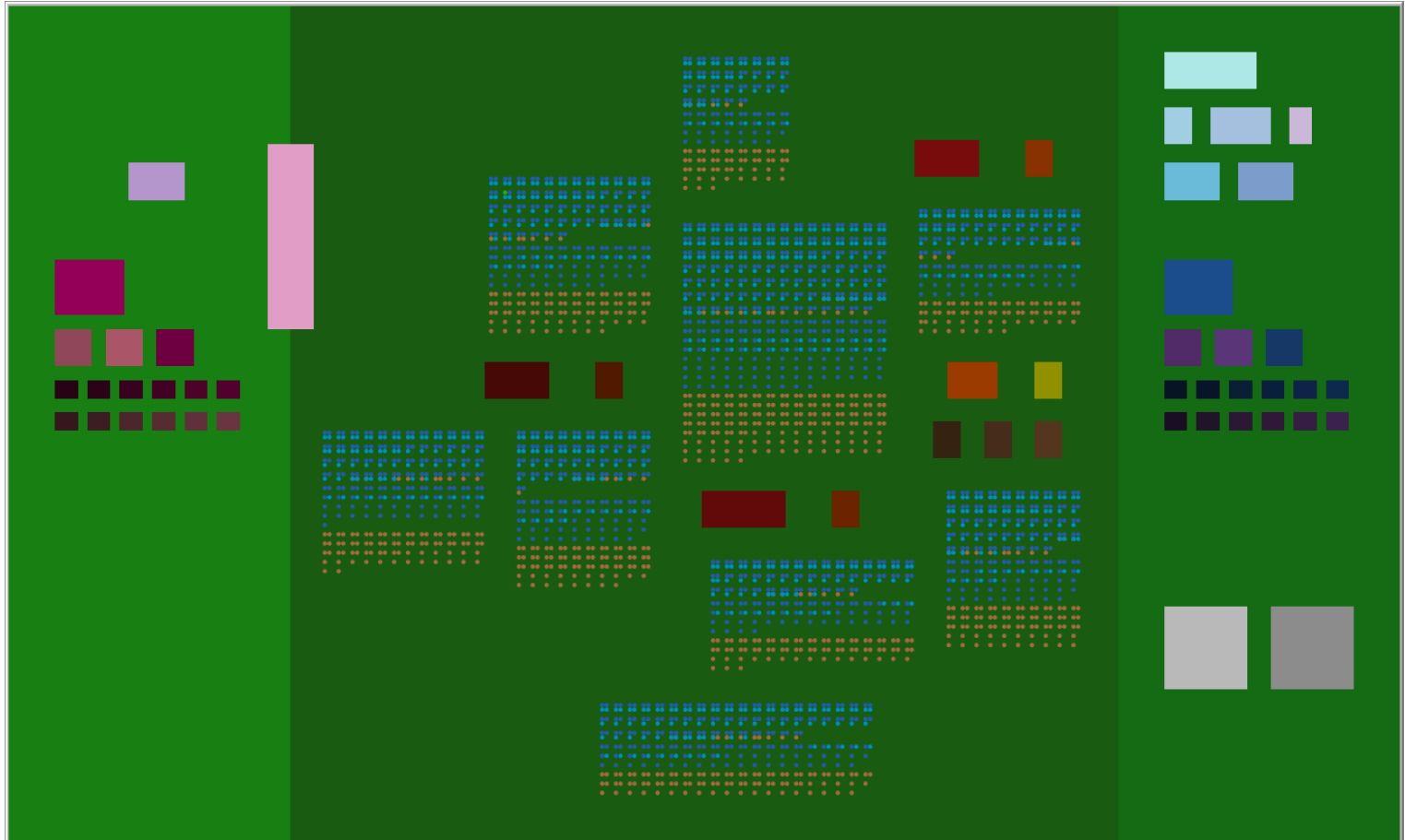
population	201	202	301	302	303	304	305	401	501	pop
独居(adult)	22	25	55	15	28	25	25	30	25	250
独居(elder)	18	20	45	15	22	18	18	24	20	200
夫婦のみ(adult)	20	24	60	16	28	24	24	30	24	250
夫婦のみ(elder)	50	60	130	40	70	60	60	70	60	600
夫婦+子供1人	54	60	135	36	72	54	54	75	60	600
夫婦+子供2人	60	72	160	48	80	64	64	80	72	700
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%減維持を前提として，実験を行った。

感染予防策リスト

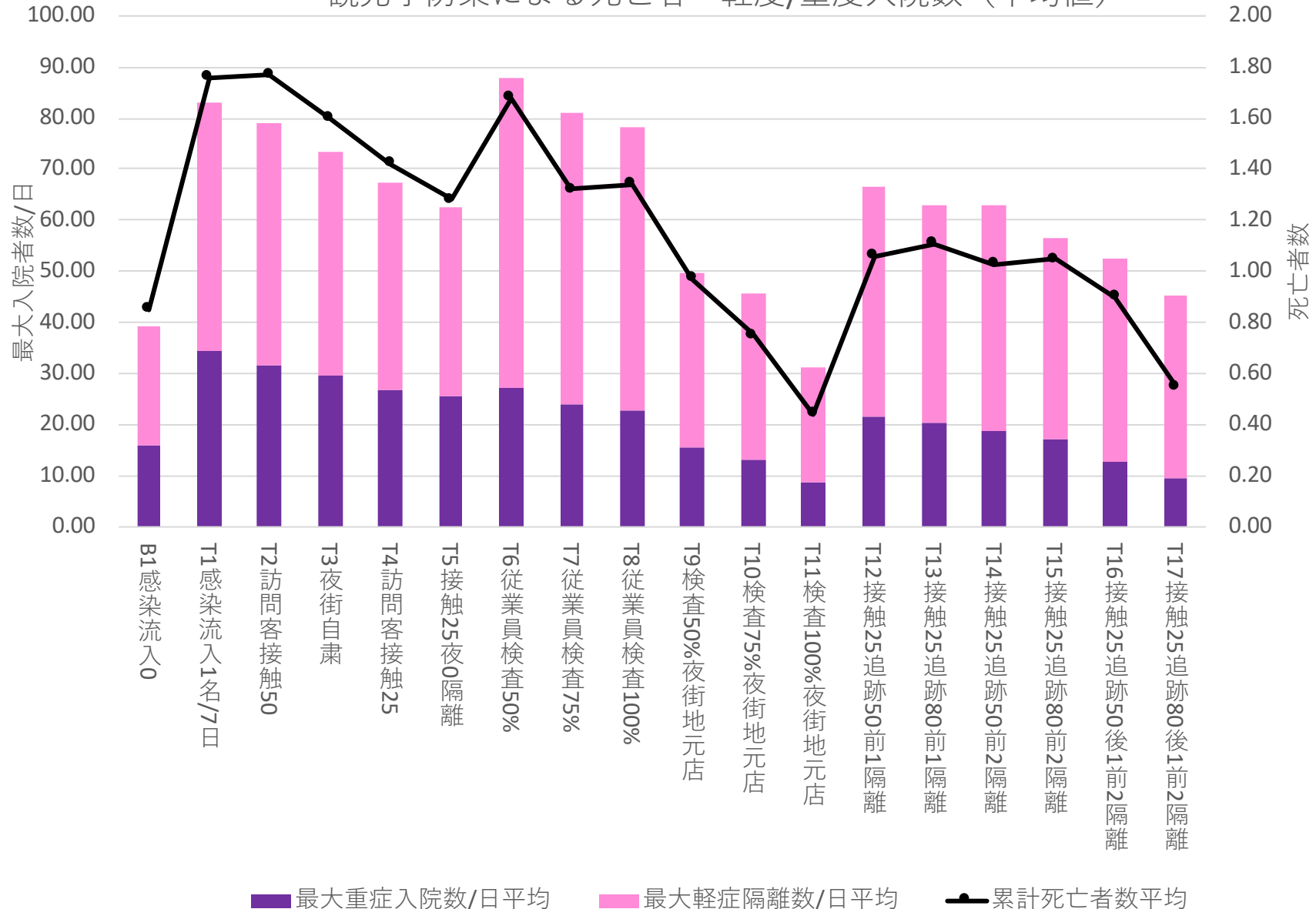
予防策	観光客	感染流入	地元スーパー	ホテル	ナイトスポット	ツーリストスポット	ショッピングモール	感染者隔離	対策
B1 感染流入0地元店10	拒否	初日1名	0.2	-	-	-	-	-	-
T1 感染流入1名/7日	受入	1名/毎週	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	-	-
T2 訪問客接触50	受入	1名/毎週	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-
T3 夜街自粛	受入	1名/毎週	0.2	1.0	自粛	1.0	1.0	-	-
T4 訪問客接触25	受入	1名/毎週	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	-	-
T5 接触25夜0隔離	受入	1名/毎週	0.2	0.25	自粛	0.25	0.25	Yes	-
T6 従業員検査50%	受入	1名/毎週	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	Yes	従業員PCR検査 50%/5日
T7 従業員検査75%	受入	1名/毎週	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	Yes	従業員PCR検査 75%/5日
T8 従業員検査100%	受入	1名/毎週	0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	Yes	従業員PCR検査 100%/5日
T9 検査50%夜街地元店	受入	1名/毎週	0.2 市民限定	1.0	自粛	1.0	1.0	Yes	従業員PCR検査 50%/5日
T10 検査75%夜街地元店	受入	1名/毎週	0.2 市民限定	1.0	自粛	1.0	1.0	Yes	従業員PCR検査 75%/5日
T11検査100%夜街地元店	受入	1名/毎週	0.2 市民限定	1.0	自粛	1.0	1.0	Yes	従業員PCR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
T12 接触25追跡50前1隔離	受入	1名/毎週	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%
T13 接触25追跡80前1隔離	受入	1名/毎週	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%
T14 接触25追跡50前2隔離	受入	1名/毎週	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%
T15 接触25追跡80前2隔離	受入	1名/毎週	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%
T16 接触25追跡50後1前2隔離	受入	1名/毎週	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%
T17 接触25追跡80後1前2隔離	受入	1名/毎週	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（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	B1感染流入0	T1感染流入1名/7日	T2訪問客接触50	T3夜街自粛	T4訪問客接触25	T5接触25夜0隔離	T6従業員検査50%	T7従業員検査75%	T8従業員検査100%	T9検査50%夜街地元店	T10検査75%夜街地元店	T11検査100%夜街地元店	T12接触25追跡50前1隔離	T13接触25追跡80前1隔離	T14接触25追跡50前2隔離	T15接触25追跡80前2隔離	T16接触25追跡50後1前2隔離	T17接触25追跡80後1前2隔離
累計死亡者数平均	0.85	1.76	1.77	1.60	1.42	1.28	1.68	1.32	1.34	0.97	0.75	0.44	1.06	1.11	1.03	1.05	0.90	0.55
最大軽症隔離数/日平均	23.26	48.90	47.33	43.78	40.38	37.01	60.88	57.09	55.72	34.42	32.69	22.52	45.21	42.36	44.11	39.32	39.84	35.94
最大重症入院数/日平均	16.13	34.24	31.63	29.54	26.99	25.62	27.02	24.11	22.62	15.38	13.18	8.73	21.47	20.51	18.84	17.03	12.86	9.45
最大若年重症入院数/日平均	1.16	2.59	2.42	2.36	1.97	2.01	2.21	2.08	1.88	1.14	1.15	0.76	1.68	1.7	1.59	1.56	1.25	0.98
最大成年重症入院数/日平均	5.81	11.98	10.87	10.3	9.59	8.6	9.93	9.09	8.49	5.5	4.91	3.49	7.88	7.49	6.82	6.34	5.17	3.68
最大高齢重症入院数/日平均	10.72	23.02	21.64	20.15	18.37	17.65	18.23	16.07	15.13	10.46	8.81	5.64	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[B1]との比較

B1との比較	B1感染流入0	T1感染流入1名/7日	T2訪問客接触50	T3夜街自粛	T4訪問客接触25	T5接触25夜0隔離	T6従業員検査50%	T7従業員検査75%	T8従業員検査100%	T9検査50%夜街地元店	T10検査75%夜街地元店	T11検査100%夜街地元店	T12接触25追跡50前1隔離	T13接触25追跡80前1隔離	T14接触25追跡50前2隔離	T15接触25追跡80前2隔離	T16接触25追跡50後1前2隔離	T17接触25追跡80後1前2隔離
累計死者数平均	1.00	2.07	2.08	1.88	1.67	1.51	1.98	1.55	1.58	1.14	0.88	0.52	1.25	1.31	1.21	1.24	1.06	0.65
最大軽症隔離数/日平均	1.00	2.10	2.03	1.88	1.74	1.59	2.62	2.45	2.40	1.48	1.41	0.97	1.94	1.82	1.90	1.69	1.71	1.55
最大重症入院数/日平均	1.00	2.12	1.96	1.83	1.67	1.59	1.68	1.49	1.40	0.95	0.82	0.54	1.33	1.27	1.17	1.06	0.80	0.59
最大若年重症入院数/日平均	1.00	2.23	2.09	2.03	1.70	1.73	1.91	1.79	1.62	0.98	0.99	0.66	1.45	1.47	1.37	1.34	1.08	0.84
最大成年重症入院数/日平均	1.00	2.06	1.87	1.77	1.65	1.48	1.71	1.56	1.46	0.95	0.85	0.60	1.36	1.29	1.17	1.09	0.89	0.63
最大高齢重症入院数/日平均	1.00	2.15	2.02	1.88	1.71	1.65	1.70	1.50	1.41	0.98	0.82	0.53	1.34	1.28	1.20	1.11	0.81	0.63

平均値の比較

従来観光[T1]との比較

T1との比較	T1感染流入1名/7日	T2訪問客接触50	T3夜街自粛	T4訪問客接触25	T5接触25夜0隔離	T6従業員検査50%	T7従業員検査75%	T8従業員検査100%	T9検査50%夜街地元店	T10検査75%夜街地元店	T11検査100%夜街地元店	T12接触25追跡50前1隔離	T13接触25追跡80前1隔離	T14接触25追跡50前2隔離	T15接触25追跡80前2隔離	T16接触25追跡50後1前2隔離	T17接触25追跡80後1前2隔離
累計死亡者数平均	1.00	1.01	0.91	0.81	0.73	0.95	0.75	0.76	0.55	0.43	0.25	0.60	0.63	0.59	0.60	0.51	0.31
最大軽症隔離数/日平均	1.00	0.97	0.90	0.83	0.76	1.24	1.17	1.14	0.70	0.67	0.46	0.92	0.87	0.90	0.80	0.81	0.73
最大重症入院数/日平均	1.00	0.92	0.86	0.79	0.75	0.79	0.70	0.66	0.45	0.38	0.25	0.63	0.60	0.55	0.50	0.38	0.28
最大若年重症入院数/日平均	1.00	0.93	0.91	0.76	0.78	0.85	0.80	0.73	0.44	0.44	0.29	0.65	0.66	0.61	0.60	0.48	0.38
最大成年重症入院数/日平均	1.00	0.91	0.86	0.80	0.72	0.83	0.76	0.71	0.46	0.41	0.29	0.66	0.63	0.57	0.53	0.43	0.31
最大高齢重症入院数/日平均	1.00	0.94	0.88	0.80	0.77	0.79	0.70	0.66	0.45	0.38	0.25	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(B1との比較)
 - T3:夜の繁華街の自粛で2.12(T1)→1.83まで低減
 - T4:観光客との接触を伴う業務の感染予防策徹底(75%低減)で2.12(T1)→1.67まで低減
 - T5:感染者隔離と上記予防策の複合で1.59まで低減

しかし複合予防策(T5)でも、1.59と限定的

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 *5日ごと
 - 従来型観光客受入と比べて(B1との比較)
 - T6 重症入院者数1.68倍：検査率50%
 - T7 重症入院者数1.49倍：検査率75%
 - 検査・夜の街自粛・地元店分離を複合すると
 - T9 重症入院者数0.95倍：検査率50%
 - T10 重症入院者数0.82倍：検査率75%

しかし、地域によっては毎週的全従業員PCR検査困難

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（B1との比較）
 - T12:前方追跡率50%で1.33倍
 - T14:前方2回追跡率50%で1.17倍
 - T15:前方2回追跡率80%で1.06倍
 - 更に， T17:前方2回後方1回追跡率80%で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

濃厚接触者の追跡が容易にできれば，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%
PCR検査数も低く抑えられる