

感染症と 社会シミュレーション

倉橋節也

筑波大学 ビジネスサイエンス系

目次

- 主な研究領域
- 社会シミュレーション研究事例
- 都市設計への適用例
- 新型コロナウイルスへの適用例

主な研究領域

- 人と人との関係から社会の動きを予測
 - 收拾がつかない時のリーダーシップとは
 - 国際議定書で温暖化ガスは規制できるのか
 - 科学から見た「成功する」子育て
 - 広告の戦略：自分を信じ、周囲に従う
 - パンデミックの国際協調は有効ではない？
 - 習熟度別クラス vs. 混沌としたクラス
 - 便利な街と不便な街 その行く末は？
- 感染症研究（2013～）
 - エボラ出血熱モデル(2014)
 - 新型感染症モデル(2015)
 - ジカ熱モデル(2016)
 - 感染症への国際協調モデル(2017)
 - 風疹モデル(2019)
 - 新型コロナウイルス感染症モデル(2020)

人と人との関係から
社会の動きを予測する
ここにある課題を解決するためのシミュレーション

ビジネスサイエンス系

倉橋 節也

教授

Setsuya Kurahashi

私たちは「意思決定や行動をするとき、自分一人を決めているように思っている。大なり小なり他人からの影響を受けています。人と人との関係の構造が、複雑社会にどのような影響を及ぼすかをモデル化し、計算によって、集団としての行動の変化やリーダーシップの発生をシミュレーションすることができます。このような手法を用いて、複雑社会が現実と異なるさまざまな課題に対して、解決への洞察を導いています。



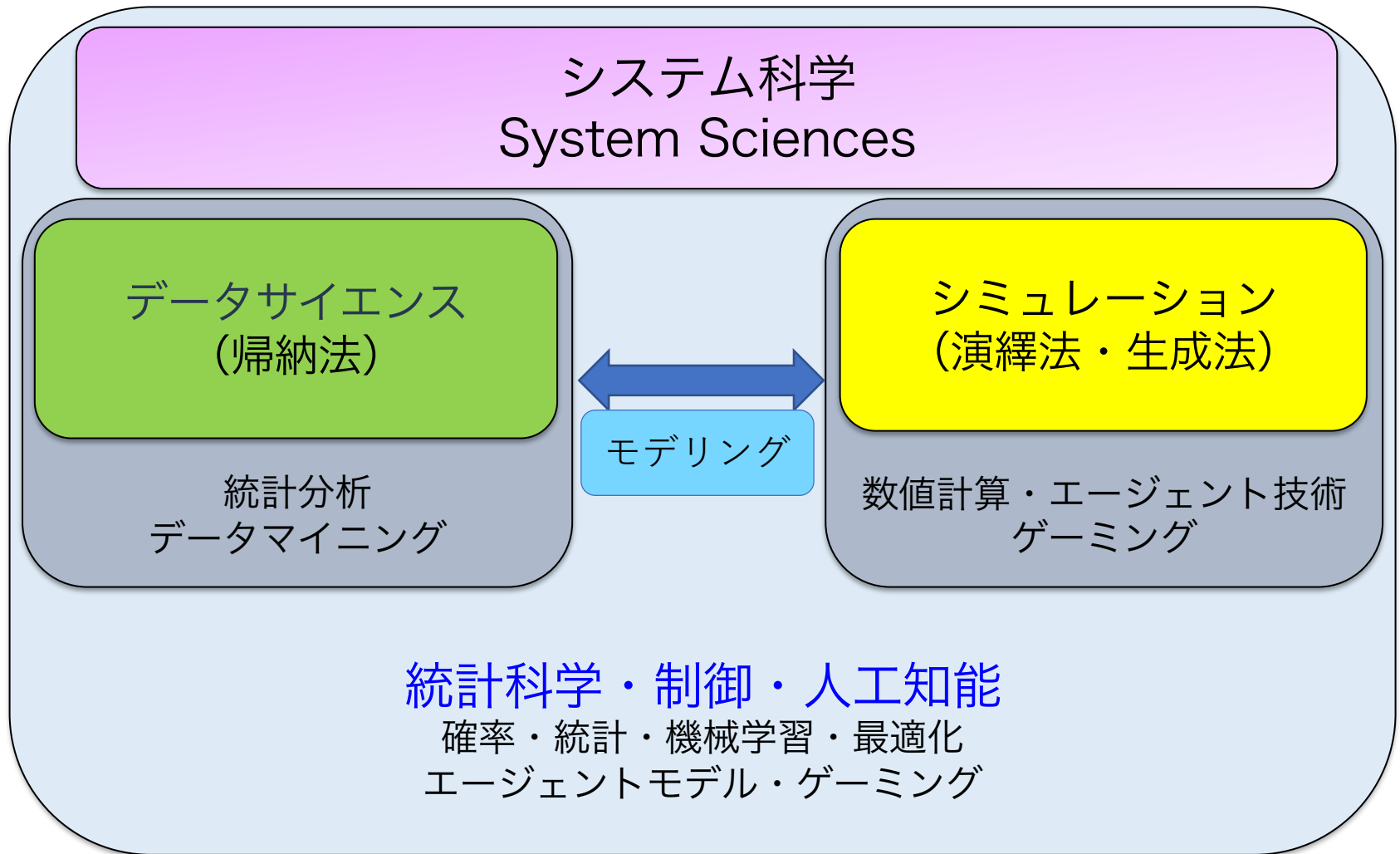
データとシミュレーションに基づく政策形成

- 多くの重要な社会・経済・経営策が日々決定されている
 - 都市の設計, 感染症対策, 事故への対策...
- 事前に実験や検証が困難
 - 過去のデータや事象分析を参考に施策決定がされている
 - 実際は, 新しい対策の効果を予測し評価したい
- モデルに基づく施策立案(MBPM)
 - 効果的な施策の設計
 - 新しい施策のリスク評価
 - モデル=データ&シミュレーション



自転車専用道

データサイエンスとシミュレーション



便利な街と不便な街 その行く末は？

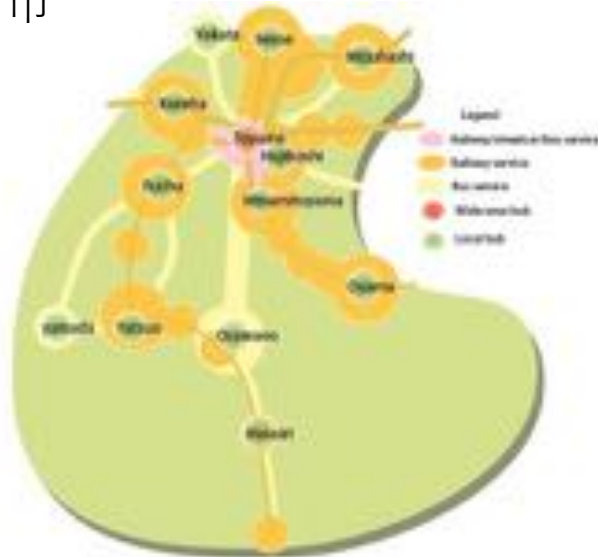
永井秀幸, 倉橋節也, "賑わいが街を変える - 立ち寄り施設と都市動態モデリング-",
人工知能学会論文誌, p.D-G26_1-10, 2017

地方の人口減少と都市への集中

- 日本の特徴
 - 人口減少及び高齢化
 - 巨大都市圏への人口集中



- コンパクトシティへの転換を模索
富山市



富山市HP

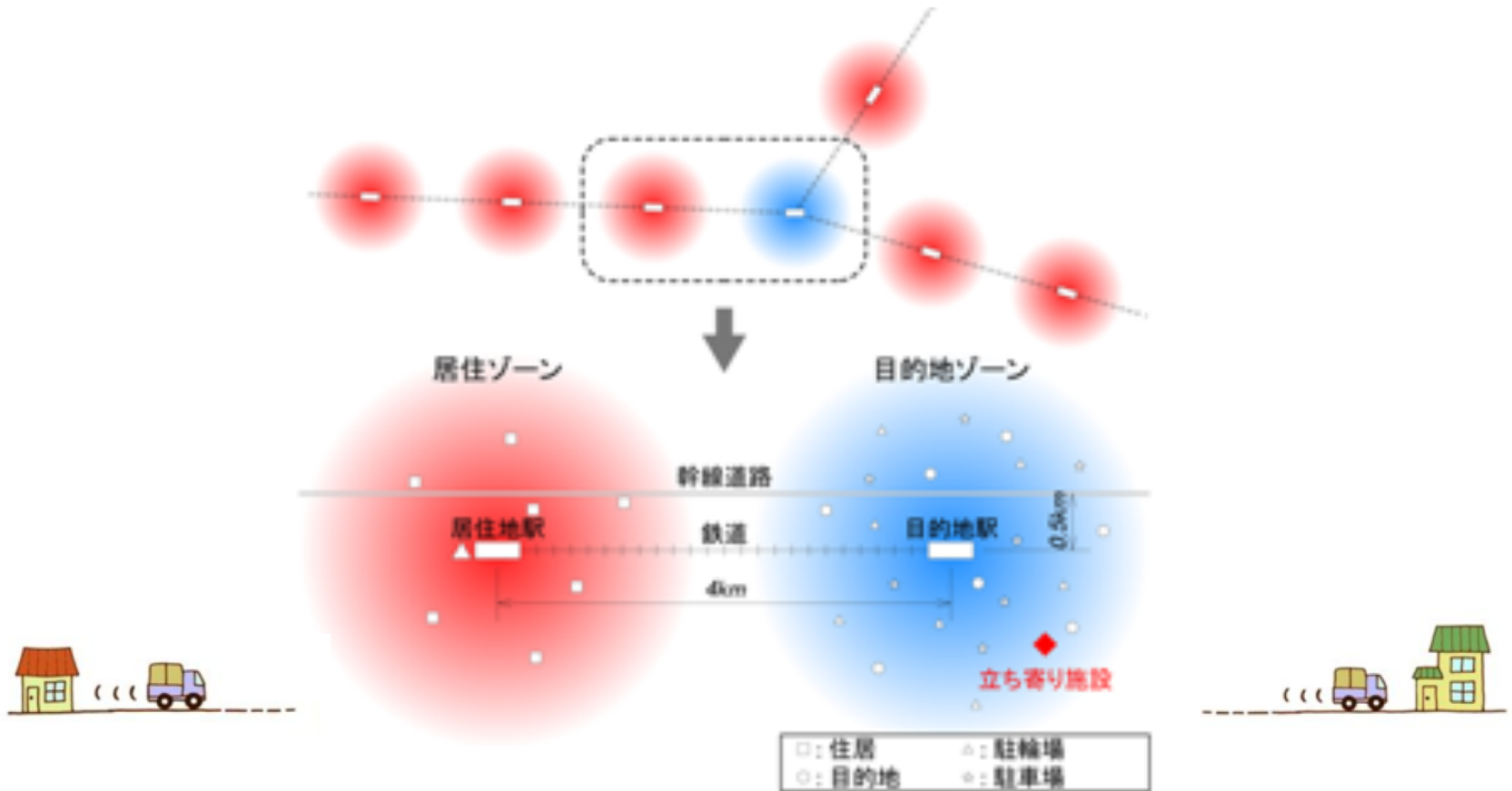
都市政策の実験は困難

- 交通システムのデータ分析
 - 国土交通省・地方自治体で大規模データが蓄積
 - 交通政策のための基礎統計資料が整備されている
- 都市政策に関する実験
 - コスト・実証実験に大きな制約がある
 - 現実に行うことはほぼ不可能
- 適度に単純化した都市モデルで仮想社会実験
 - 間接的に都市の構造を望ましい方向へと変化させる

都市モデル

都市モデル空間

居住地と目的地がゾーニングされて配置された都市構造



住民の交通行動選択

- 各住人エージェントは毎日、住居から目的地に向かい、立ち寄り施設に立ち寄ってから住居に戻る(Linked trip)
- その際の代表交通手段は**徒歩**, **自転車**, **鉄道**, **自動車**の4種類



例：Linked trip No.7

自宅→徒歩→A駅→鉄道→
 B駅→徒歩→職場→徒歩→
 施設→徒歩→B駅→鉄道→
 A駅→徒歩→自宅

立ち寄り施設の立地

- 実験 - 立ち寄り施設配置の影響

以下の2つの条件を変化させながらモデルを実行する.

- 立ち寄り施設の位置

A: 立ち寄り施設の設置なし

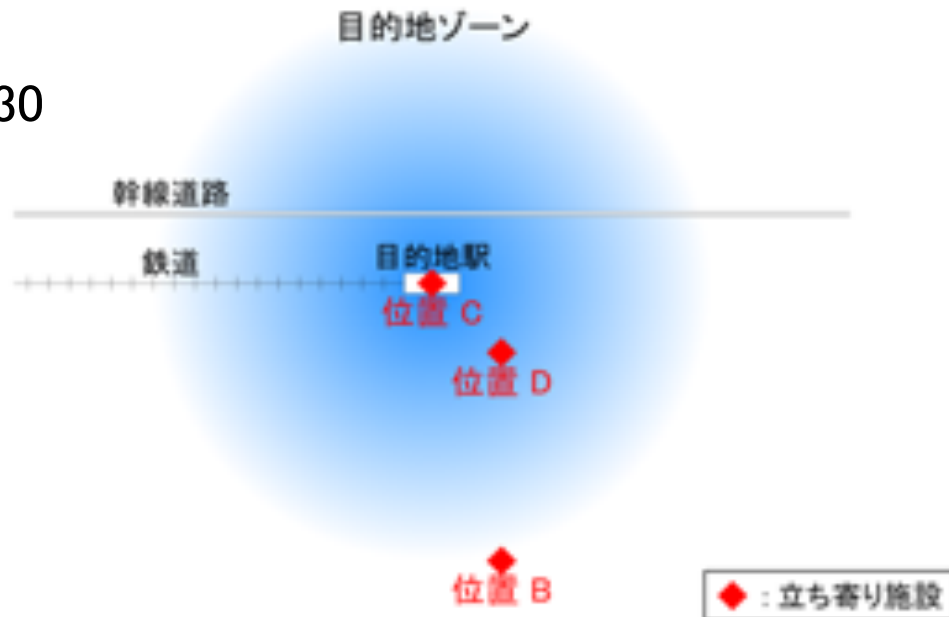
B: 目的地駅から南2.0km,東0.5kmの郊外

C: 目的地駅と同位置 (駅ナカ)

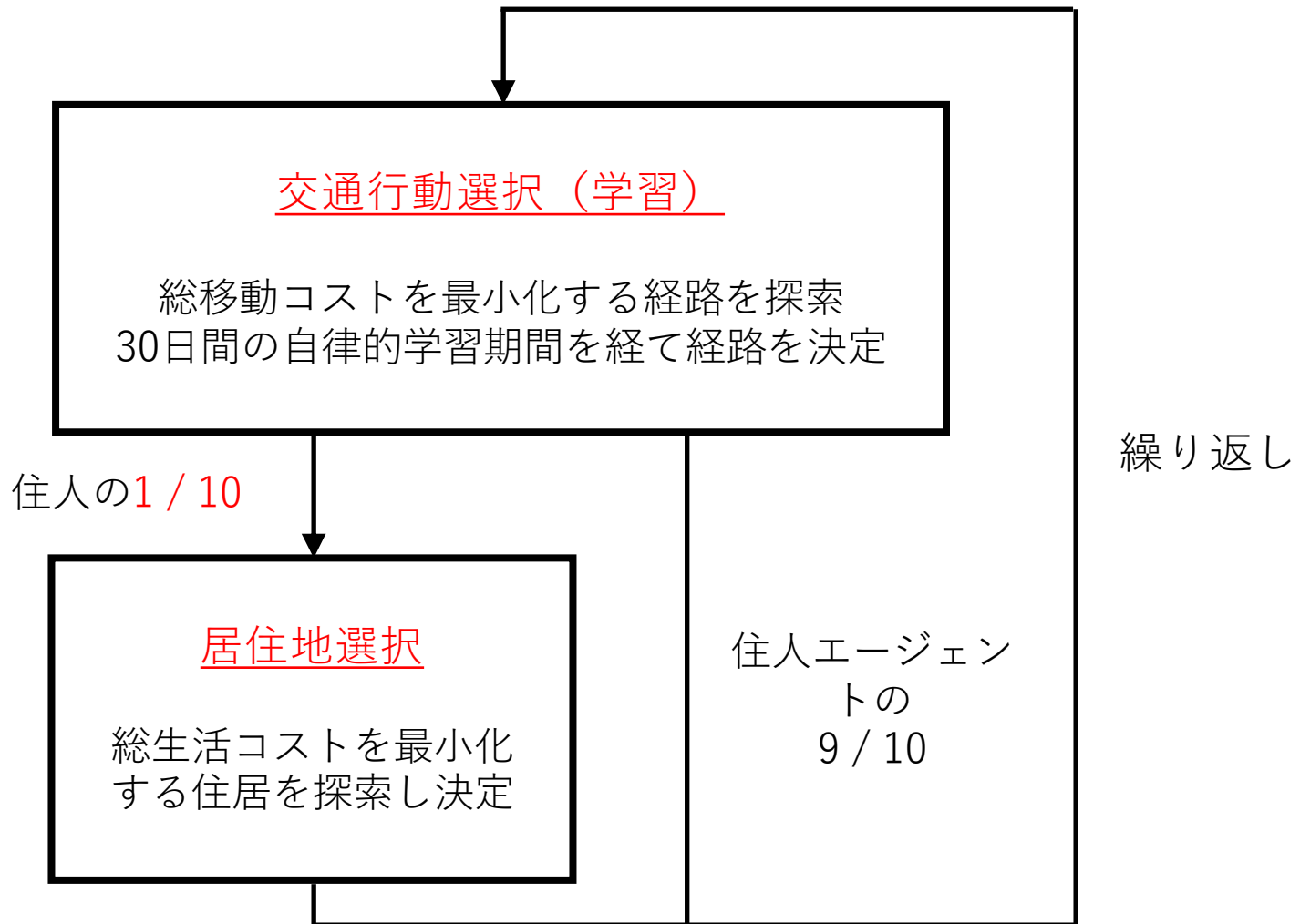
D: 目的地駅から南0.5km,東0.5kmの駅近傍

- 賑わい係数

- $\eta_{pros} = 0, 10, 20, 30$



住民の行動

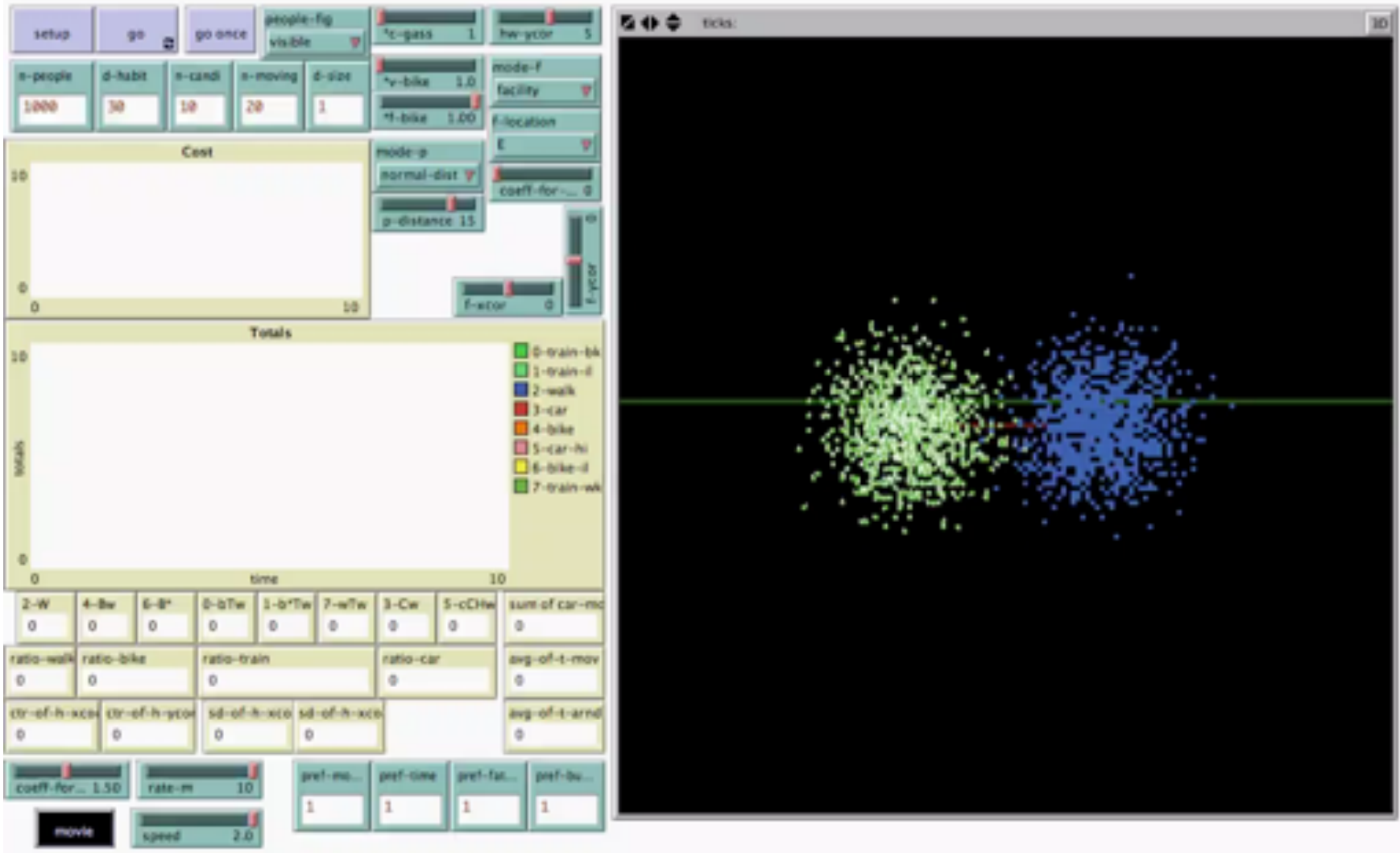


モデルのデータ & パラメータ

都市モデルのパラメータ	設定値	住人エージェントのパラメータ	設定値
住居の分布の標準偏差 L_h	800(m)	徒歩の速度 V_w	4(km/h)
目的地の分布の標準偏差 L_d	800(m)	自転車の速度 V_b	12(km/h)
駐輪代金 c_b	150(yen)	鉄道の速度 V_t	55(km/h)
駐車代金 c_c	800(yen)	一般道路での自動車の速度 V_N	24(km/h)
鉄道運賃 (片道) c_t	160(yen)	幹線道路での自動車の速度 V_H	60(km/h)
ガソリン代 c_g	0.015(yen/min)	一般道路での自動車の最低速度 V_{cN}^{min}	8(km/h)
違法駐輪ペナルティ c_{dl}	3000(yen)	幹線道路での自動車の最低速度 V_{cH}^{min}	20(km/h)
違法駐輪撤去率 P_r	0.5	時間コスト変換係数 η_T	50(yen/min)
地代計算半径 r_R	100(m)	徒歩での疲労コスト変換係数 F_w	180(yen/min)
住居の変換係数 η_R^h	150(yen)	自転車での疲労コスト変換係数 F_b	420(yen/min)
目的地の変換係数 η_R^d	1500(yen)	鉄道での疲労コスト変換係数 F_t	60(yen/min)
住居の広さ A^h	140(m ²)	自動車での疲労コスト変換係数 F_c	60(yen/min)
目的地の広さ A^d	140(m ²)	渋滞計算半径 r_{cong}	150(m)
		渋滞による速度低減率 η_v	0.1
		渋滞コスト変換係数 η_{cong}	100(yen/min)
		最大渋滞コスト F_{cong}^{max}	500(yen/min)
		最大賑わいボーナス P^{max}	$\eta_{proa} * 100$ (yen/min)
		食欲率 ϵ	0.5
		学習率 α	0.5
		低減率 γ	0.94

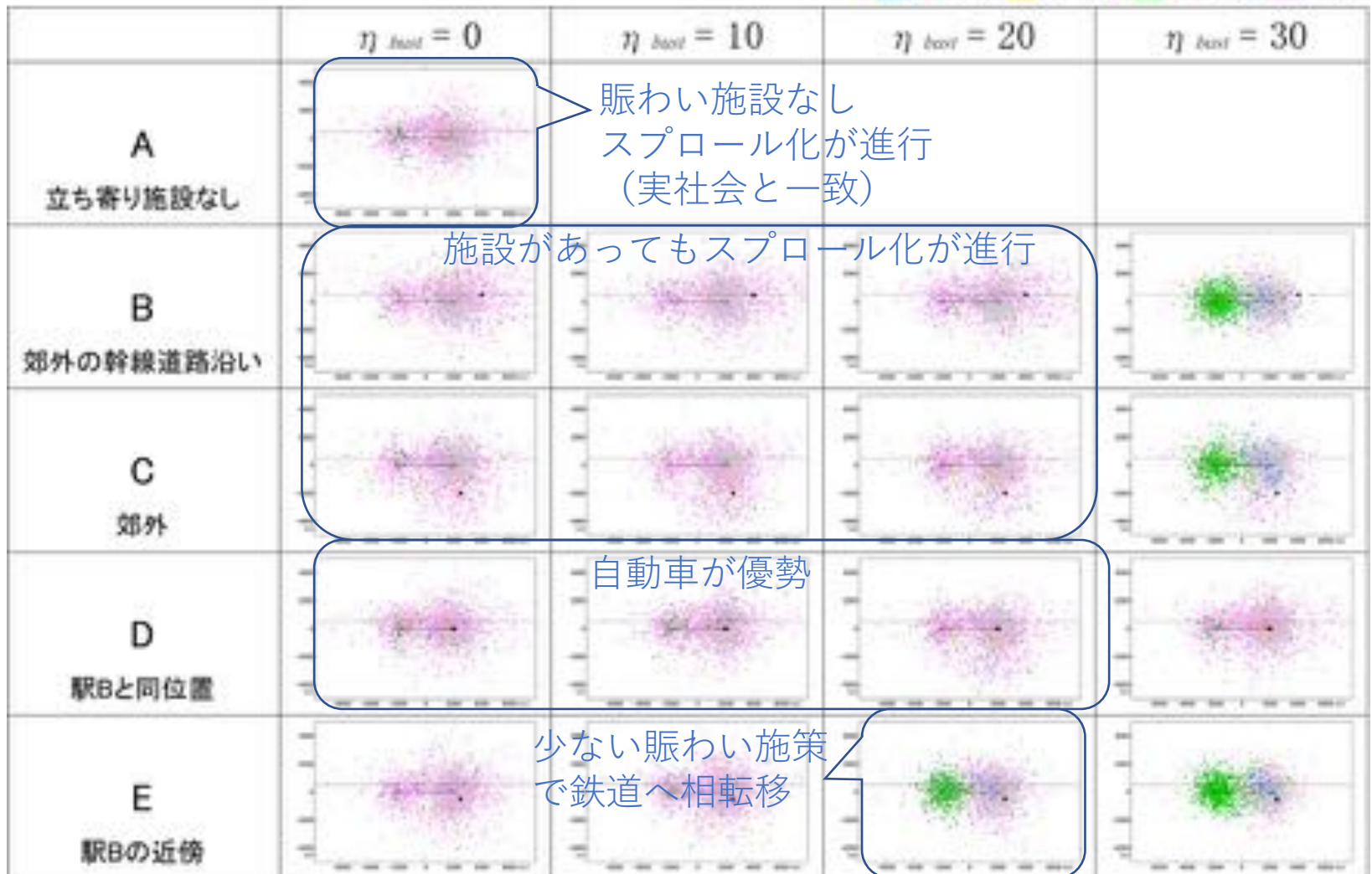
国土交通省、JR、厚生労働省、名古屋市の統計資料、および先行研究

都市動態モデル



立ち寄り施設配置の影響

■ : walk ■ : bike ■ : train ■ : car



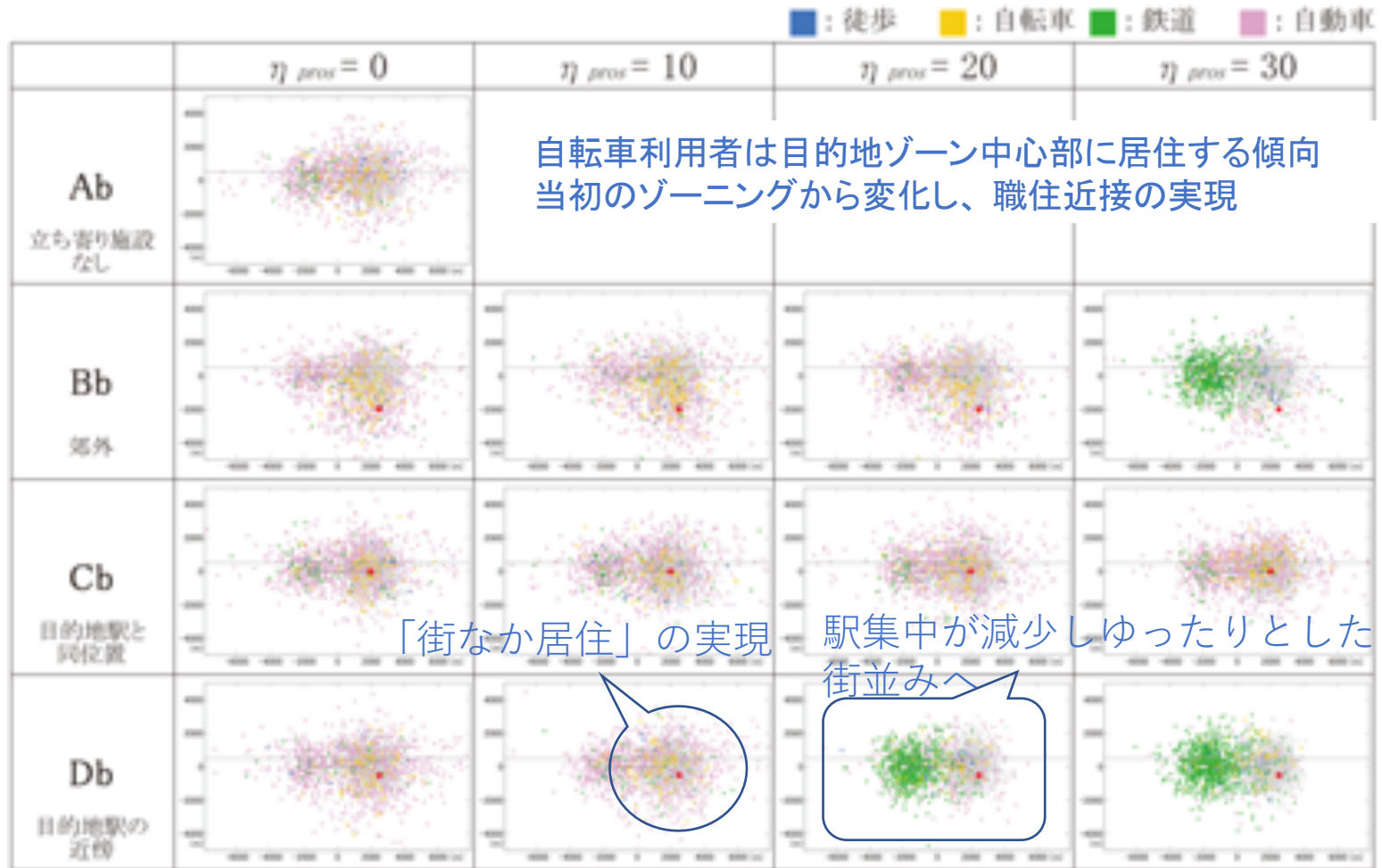
自転車利用促進施策を考慮

実験の概要

- 日本においても近年、自転車専用道の整備、自転車共同利用システムや電動アシスト自転車購入に際しての補助の実施等、**自転車利用促進の機運が高まりつつある**.
- こうした自転車利用促進施策が十分に実施された場合を実験
 - ・ 自転車での**移動速度が120%、疲労が50%**



賑わい施設 + 自転車利用促進策（専用道・電動アシスト）



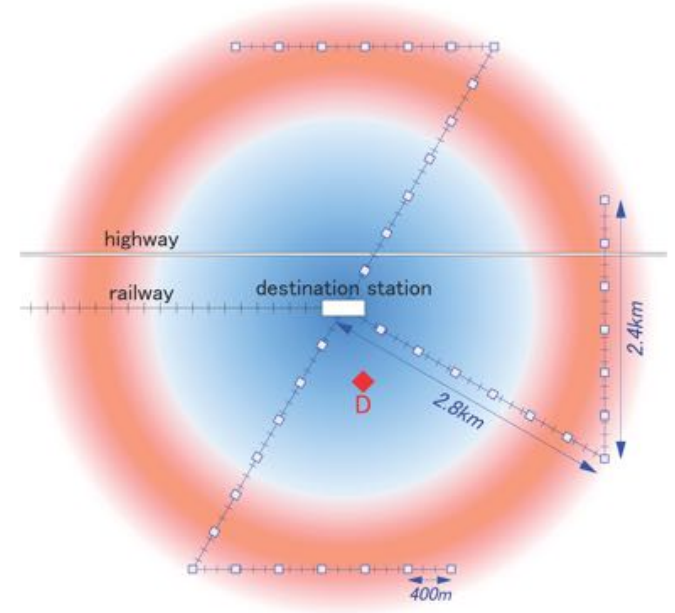
スプロール化した街を変える トラム導入モデル

実験設定

トラム設置の効果を検証

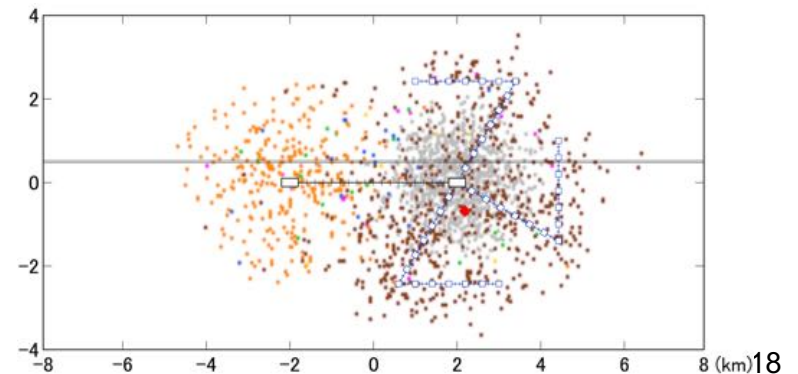
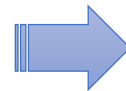
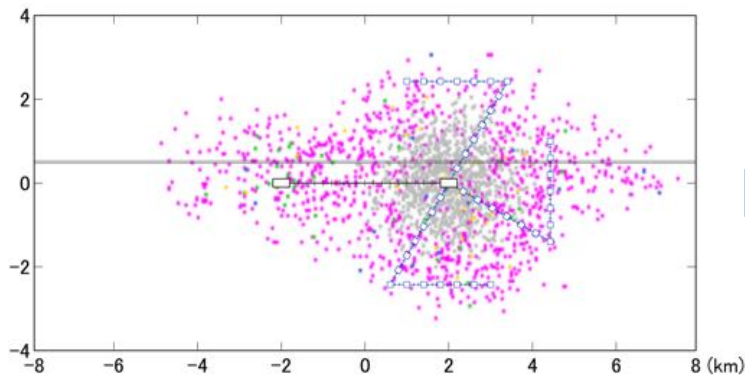
初期設定は、スプロール化された街

- S字型の3路線のトラムを設置 (ドイツ型)
- リンクトリップを追加
 - ・ トラム, 徒歩, 自転車
 - ・ 鉄道とトラムのコンビネーション



自動車利用率 19%, トラム利用率 42%

居住者は、居住ゾーンとトラム周辺に二分化しスプロール構造の解消



新型コロナウイルスにおける 感染予防策の推定

倉橋節也, 新型コロナウイルスにおける感染予防策の推定, 人工知能学会論文誌, 35 卷
3 号 p. D-K28_1-8, 2020

個体ベースの感染症モデルIBM

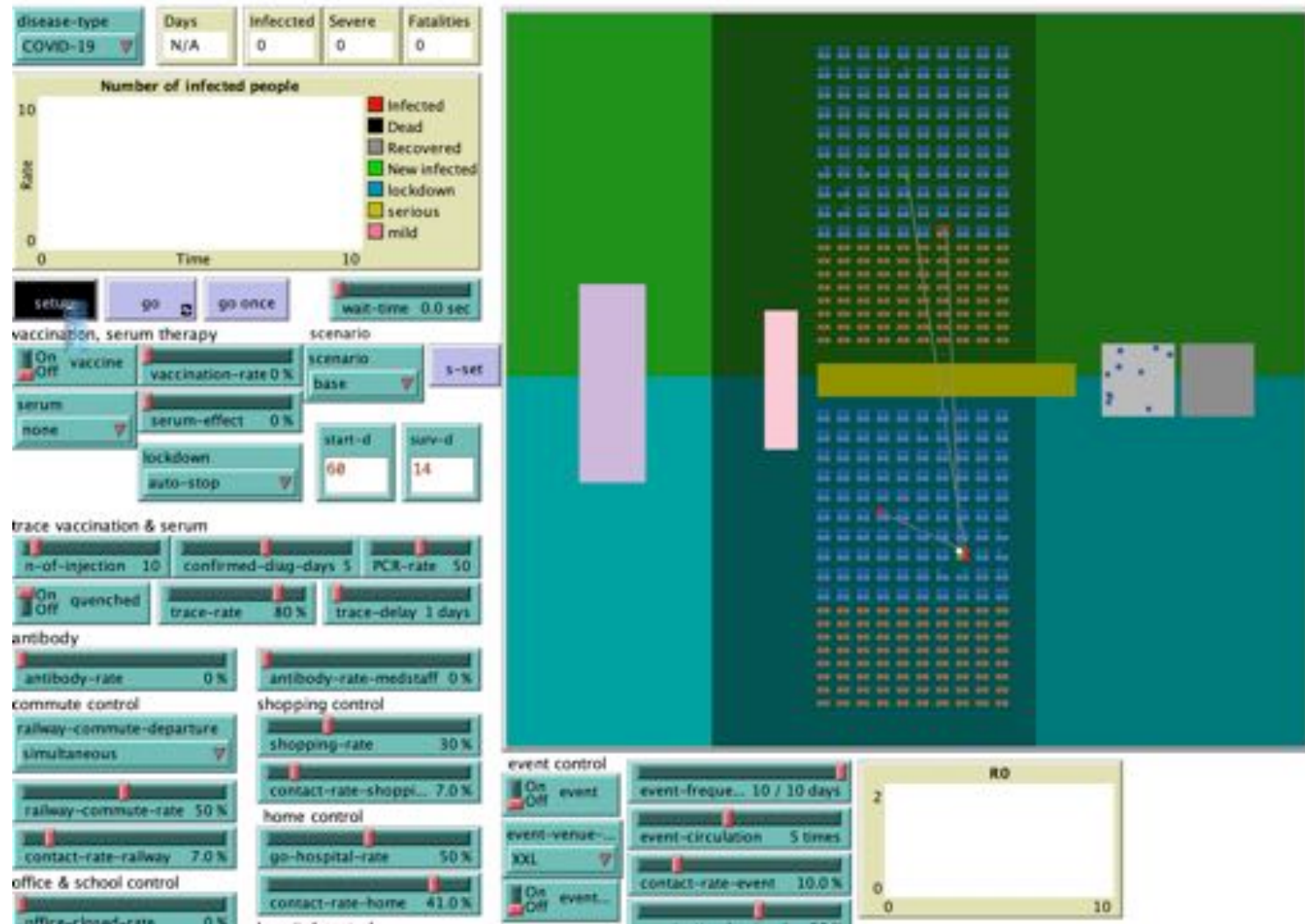
- 中程度の粒度のモデル
 - ある程度の細かさで社会や個人の動きを再現して、各種予防効果を比較する。(SIRよりは細かいモデル)
- 隣接する2つの町
 - 子供のいる四人家族100世帯と、大人だけの二人家族80世帯が住んでいる。(全体で1120人)
- 自宅・通勤・通学・商業施設・公共交通機関
 - 親の10%が別の町に通勤、共同の病院が一つあり、各町から勤務。通勤者のうち半分は電車通勤、二人家族は高齢者で通勤はしない。

新型コロナウイルス感染プロセス

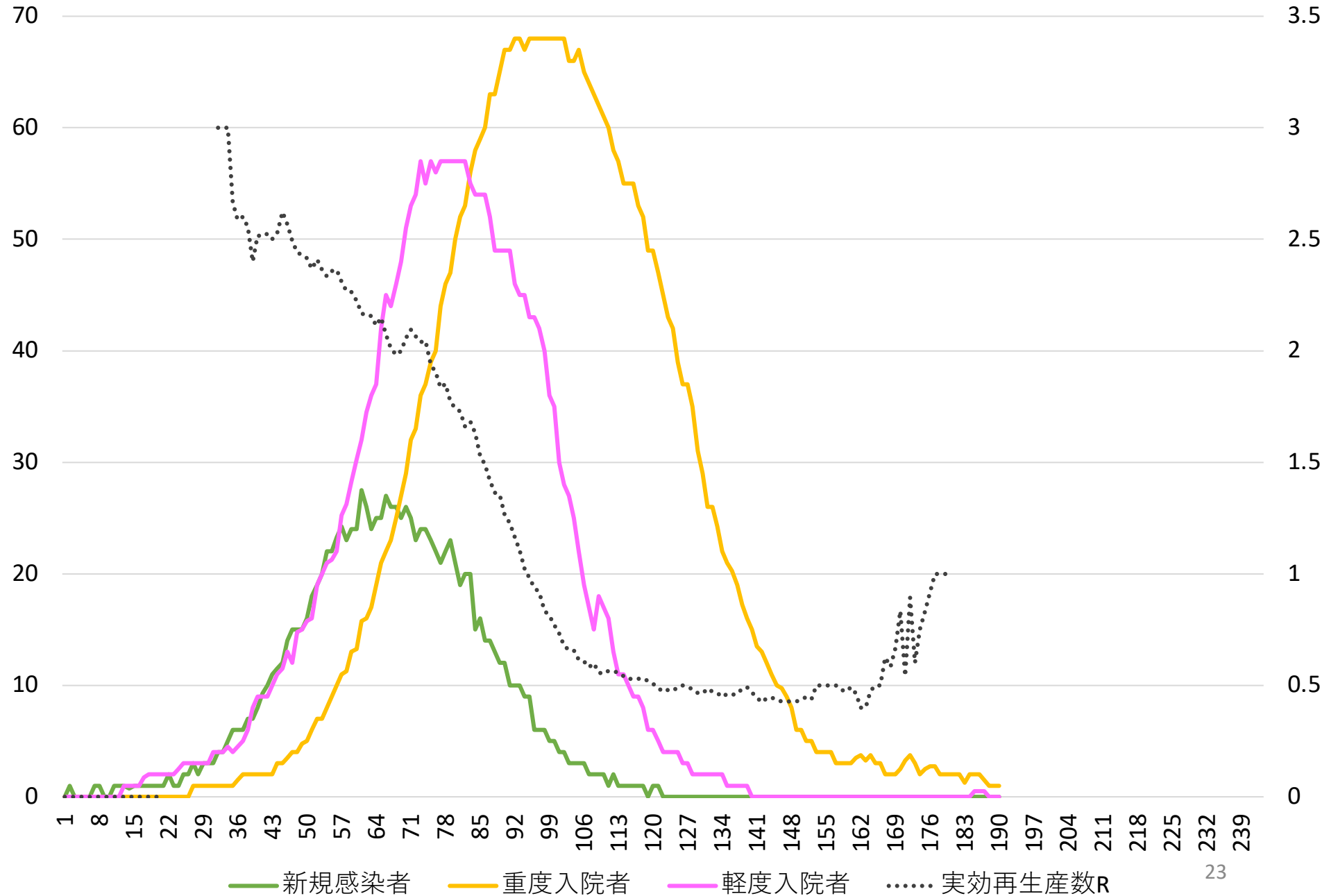
Day	感染プロセス
1-5	感染から平均で5日間は潜伏期間
2-5	発症する3日前には、潜伏期間中にもかかわらず他者への感染力を持つ。
6	潜伏期間が終了する6日目に発熱、咳、下痢などが出現する。
6-9	発熱後、50%の確率で病院で受診し自宅待機し、残りは解熱剤などで自己治療し、通勤通学を続ける。
9	発熱が4日以上続いて病院を受診した人はPCR検査を行い、翌日に検査結果が出て、感染者は入院となる。
20	感染から20日後に、20%の感染者が重症・重篤となり、事前に受診しなかった人も病院に搬送され入院する。
27	軽度の感染者は感染後27日で回復し、一時的に免疫を獲得する。
41	41日までに若年者は0.06%、成年者は0.21%、高齢者は1.79%が死亡する。
49	重症入院者は感染後49日で回復し、一時的に免疫を獲得する。

二つの町モデル

倉橋節也 (2020/2/20)



ベース(積極的疫学調査のみ)新規感染者・重度/軽度入院者数



地域における COVID-19感染予防策

Setsuya Kurahashi, Estimating Effectiveness of Preventing Measures for 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) , 9th International Congress on Advanced Applied Informatics, 2020

経済か感染予防か？ 二者択一ではないアイデア

- 動機

- 各自の心がけ（三密回避・移動自粛）か、さもなくば緊急事態宣言か、ではなく、地域経済を持続可能にする感染予防策が求められている

- 目的

- 地域で本当に困っている人々に対する、実現可能で効果的な感染予防策を見つける

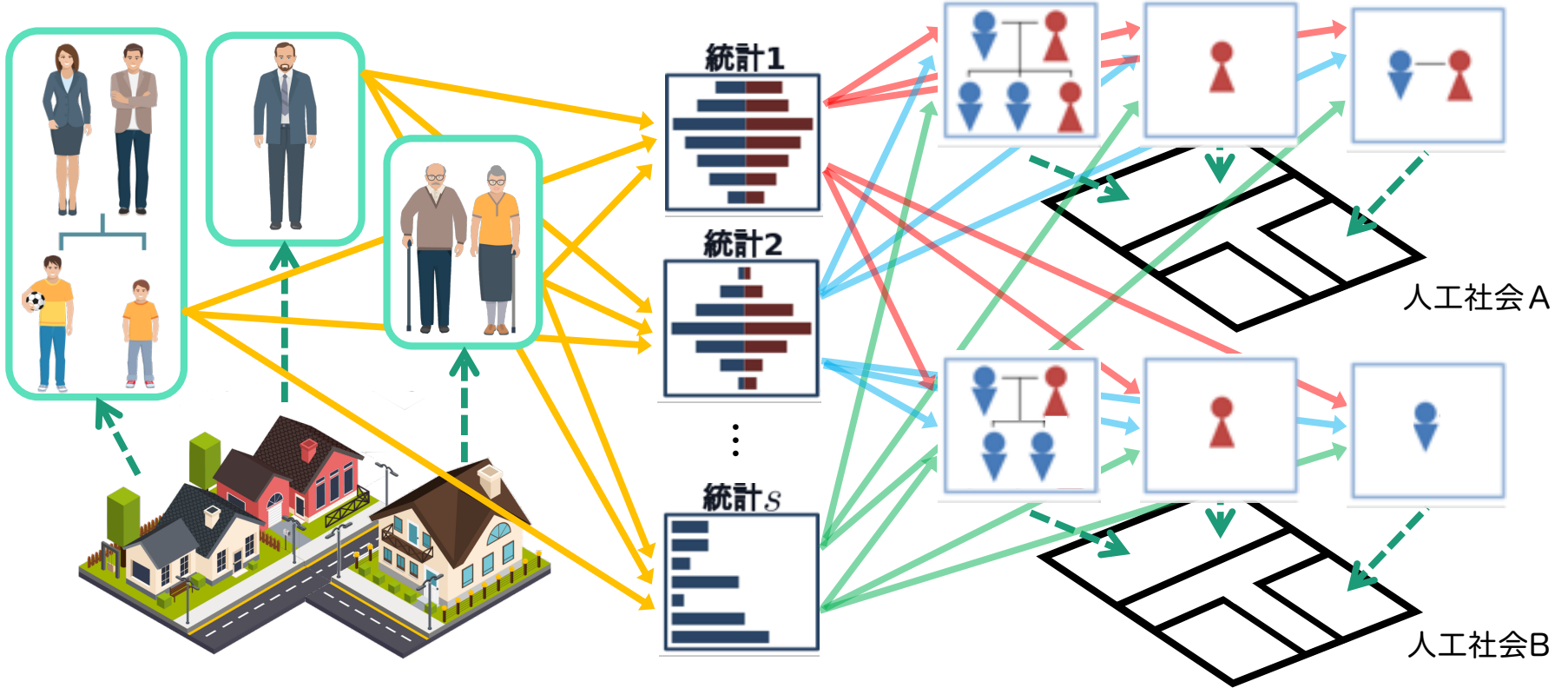
モデルの概要

- 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。

合成人口データ

実社会

リアルスケール人工社会



社会調査

社会調査

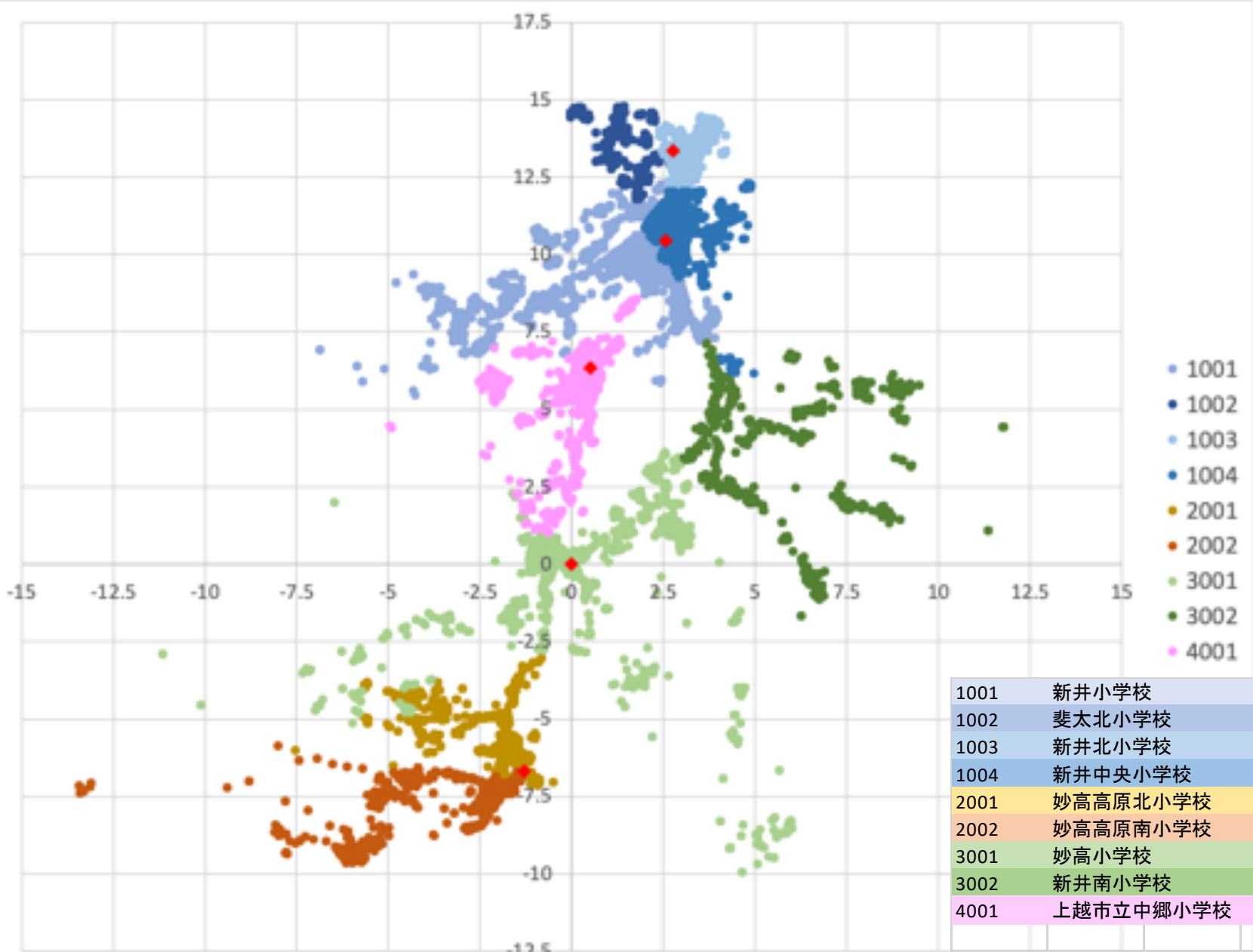
統計との適合性
個人情報**の排除**

複数の人工社会での
分析・シミュレーション

妙高市における感染防止策モデル

- 地方への長距離移動リスク
 - 観光地への定期的な感染者流入が地域医療へ与える影響を個体ベースシミュレーションで評価
- 1/5サイズ詳細モデル
 - 正確な地域世帯構成（合成人口データ）を用いた、1/5サイズモデルを構築し、妙高市へ毎週1名の感染者が流入するリスクを評価

妙高市(+上越中郷区)世帯マップ



妙高市人口構成

population	1001	1002	1003	1004	2001	2002	3001	3002	4001	pop
独居(adult)	58	12	16	36	12	12	22	12	20	200
独居(elder: not care)	56	13	13	36	13	13	23	13	20	200
独居(elder: care)	18	0	0	40	0	0	13	29	0	100
夫婦のみ(adult)	70	16	20	44	16	16	28	16	24	250
夫婦のみ(elder)	230	50	56	140	50	50	90	50	84	800
夫婦+子供1人	258	57	60	162	57	57	102	57	90	900
夫婦+子供2人	288	64	72	176	64	64	112	64	96	1000
親1人+子供1人	144	32	36	88	32	32	56	32	48	500
夫婦+両親	56	12	16	36	12	12	24	12	20	200
夫婦+ひとり親	90	18	24	54	18	18	30	18	30	300
夫婦+子供1人+両親	60	10	15	40	10	10	25	10	20	200
夫婦+子供2人+両親	180	36	48	108	36	36	60	36	60	600
夫婦+子供1人+ひとり親	176	36	48	108	36	36	64	36	60	600
夫婦+子供2人+ひとり親	40	10	10	30	10	10	15	10	15	150
	1724	366	434	1098	366	366	664	395	587	6000

population	1001	1002	1003	1004	2001	2002	3001	3002	4001	pop
adult	792	170	204	492	170	170	302	170	270	2740
young	434	94	109	269	94	94	165	94	147	1500
elder	498	102	121	337	102	102	197	131	170	1760
	1724	366	434	1098	366	366	664	395	587	6000

	28.7%	6.1%	7.2%	18.3%	6.1%	6.1%	11.1%	6.6%	9.8%	
	新井小学	斐太北小	新井北小	新井中央	妙高高原	妙高高原	妙高小学	新井南小	上越市立中郷小学校	30

年齡別人口構成

age			男性	女性				
0	-	4	483	456	939	3.0%		
5	-	9	570	539	1,109	3.5%		
10	-	14	687	665	1,352	4.3%		
15	-	19	742	651	1,393	4.4%		
20	-	24	551	479	1,030	3.3%		
25	-	29	639	568	1,207	3.8%	7,030	22.3%
30	-	34	727	614	1,341	4.2%		
35	-	39	873	757	1,630	5.2%		
40	-	44	1,008	926	1,934	6.1%		
45	-	49	994	975	1,969	6.2%		
50	-	54	1,165	1,075	2,240	7.1%		
55	-	59	1,171	1,114	2,285	7.2%		
60	-	64	1,372	1,292	2,664	8.4%	14,063	44.6%
65	-	69	1,496	1,418	2,914	9.2%		
70	-	74	998	1,077	2,075	6.6%		
75	-	79	833	1,129	1,962	6.2%		
80	-	84	704	1,072	1,776	5.6%		
85	-	89	416	769	1,185	3.8%		
90	-	94	104	334	438	1.4%		
95	-	99	25	87	112	0.4%		
100	-	104	1	4	5	0.0%	10,467	33.2%
			15,559	16,001	31,560	100%	31,560	100%
			49.3%	50.7%	100.0%			

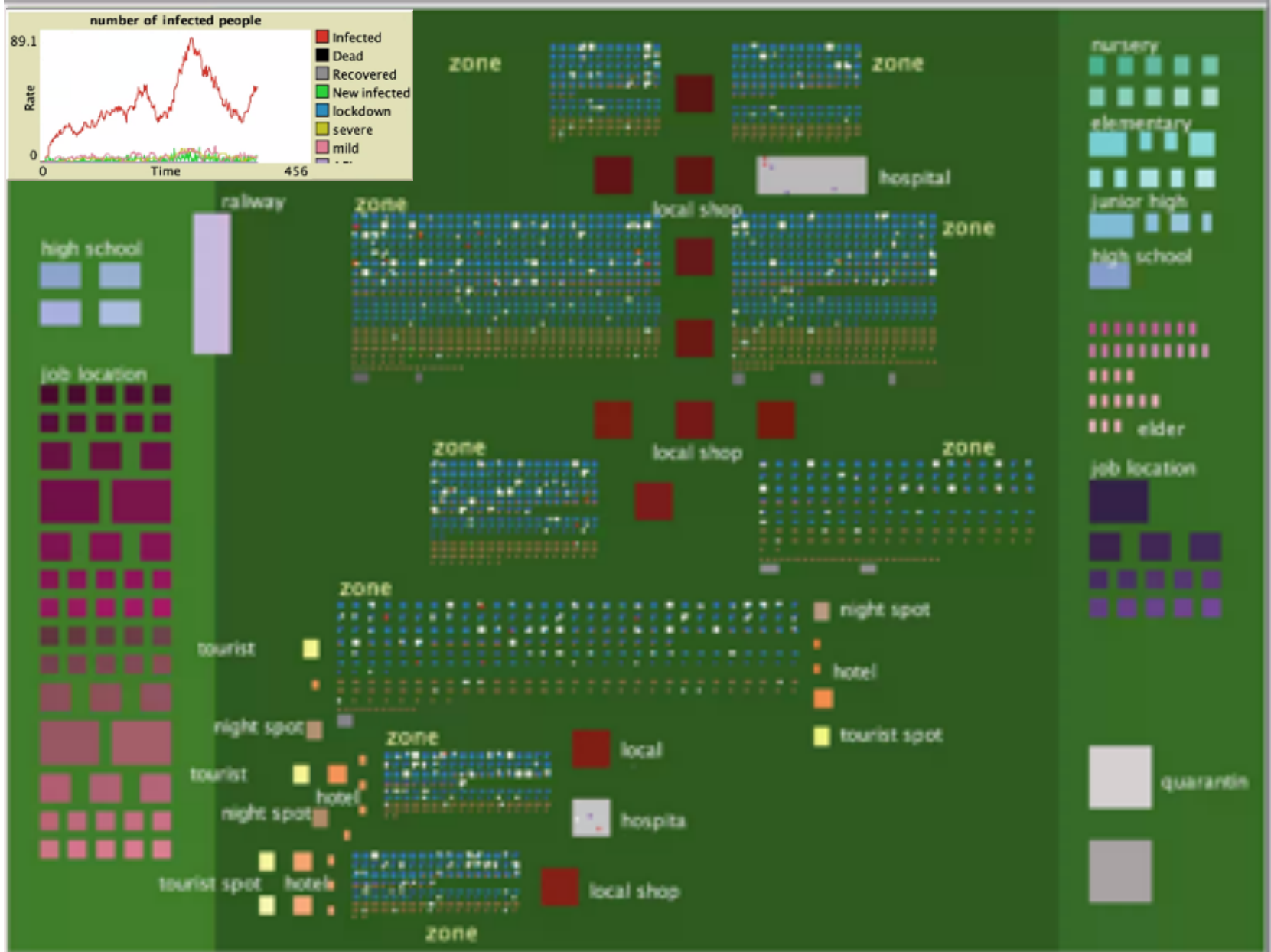
産業別就業者数

	就業者数	
A 農業, 林業	959	6.3%
D 建設業	1,712	11.2%
E 製造業	3,213	21.1%
F 電気・ガス・熱供給・水道業	48	0.3%
G 情報通信業	84	0.6%
H 運輸業, 郵便業	479	3.1%
I 卸売業, 小売業	1,732	11.4%
J 金融業, 保険業	211	1.4%
K 不動産業, 物品賃貸業	115	0.8%
L 学術研究, 専門・技術サービス業	279	1.8%
M 宿泊業, 飲食サービス業	1,444	9.5%
N 生活関連サービス業, 娯楽業	773	5.1%
O 教育, 学習支援業	524	3.4%
P 医療, 福祉	1,844	12.1%
Q 複合サービス事業	244	1.6%
R サービス業 (他に分類されないもの)	843	5.5%
S 公務 (他に分類されるものを除く)	586	3.8%
T 分類不能の産業	164	1.1%
	15,254	100%

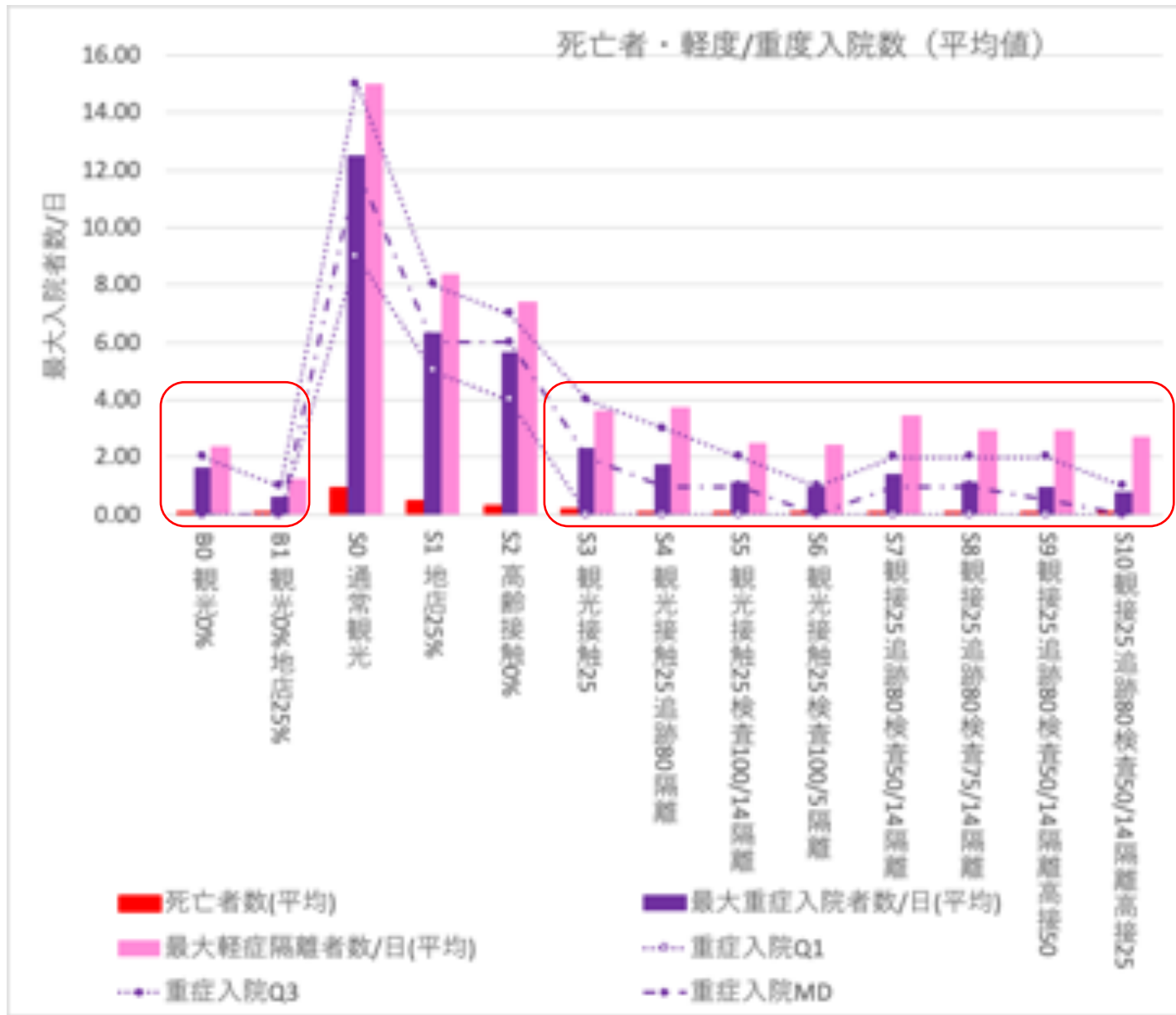
妙高モデル感染予防策

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	高齢者接触	感染者隔離	従業員検査	追跡調査(アプリ)
B0 観光0	拒否	初日1名	通常	－	－	－	通常	－	－	－
B1 観光0地元店25%	拒否	初日1名	0.25	1.0	1.0	1.0	通常	－	－	－
S0 通常観光	受入	1名/週	通常	1.0	1.0	1.0	通常	－	－	
S1 地元店25%	受入	1名/週	0.25	1.0	1.0	1.0	通常	－	－	
S2 高齢者活動0%	受入	1名/週	0.25	0.5	0.5	0.5	0	－	－	－
S3 観光接触25追跡80隔離	受入	1名/週	0.25	1.0	0	1.0	通常	隔離	－	－
S4 観光接触25検査100/2w隔離	受入	1名/週	0.25	0.25	0.25	0.25	通常	隔離	100% 2週	－
S5 観光接触25検査100/5d隔離	受入	1名/週	0.25	0.25	0	0.25	通常	隔離	100% 5日	－
S6 観光接触25追跡80検査50/2w隔離	受入	1名/週	0.25	0.25	0.25	0.25	通常	隔離	50% 2週	市民80% 来客100%
S7 観光接触25追跡80検査75/2w隔離	受入	1名/週	0.25	0.25	0.25	0.25	通常	隔離	75% 2週	市民80% 来客100%
S8 観光接触25追跡80検査50/2w隔離高接50	受入	1名/週	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	隔離	50% 2週	市民80% 来客100%
S9 観光接触25追跡80検査50/2w隔離高接25	受入	1名/週	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	隔離	50% 2週	市民80% 来客100%

妙高モデル実行画面



感染予防策の実験結果

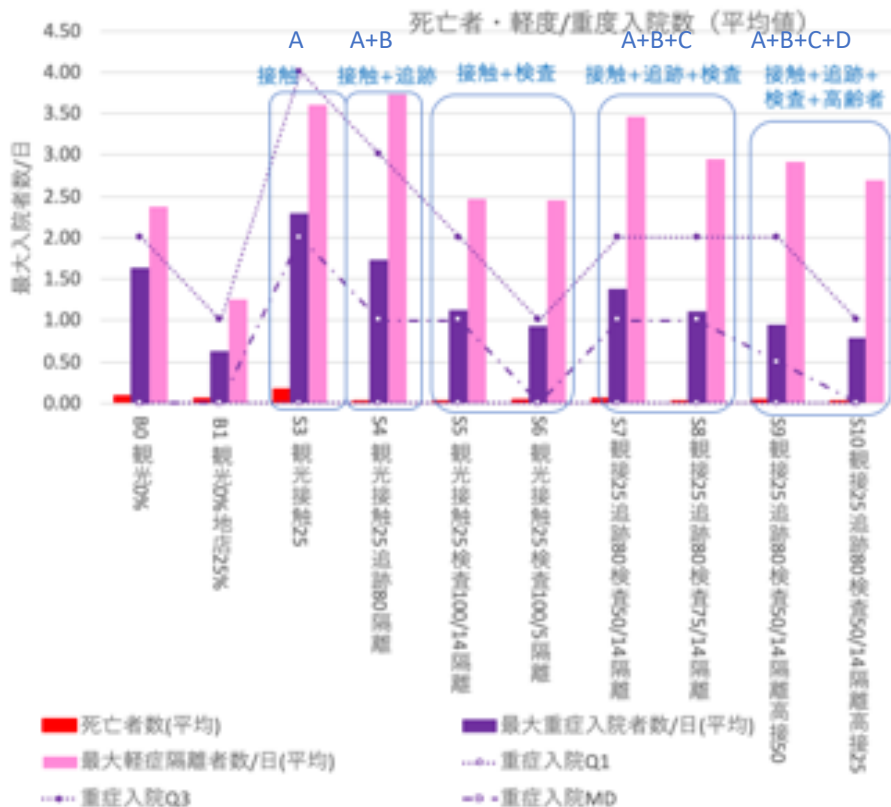


新潟県妙高市の評価結果

毎週1名の感染者流入で3倍以上の重症病床数が必要になるが、追跡アプリ・高リスク者検査・高齢者保護で1.3倍まで低減

評価結果

(観光休止を基準として必要重症病床数で比較)



- 観光客との接触低減策25%(A) 3.7倍
- A+接触者追跡80%(B) 2.8倍
- A+B+高リスク接触者検査50%(C) 2.2倍
- A+B+C+高齢者接触減25%(D) 1.3倍

下記対策で観光休止の平均1.3倍（最悪1.6倍）まで重症病床数を低減可能

- 住民の接触者追跡アプリ80%利用
- 高リスク観光スタッフ5割への隔週検査
- 高齢者間の接触を25%まで低減

那覇市モデル

那覇市内の2地区、上山学校区（中心市街地）、松島中学校区(郊外住宅地)を対象に、4000人のモデル（1/10）を構築し、
 他都道府県から沖縄県への2月～11月感染者流入リスクデータを使用して、移動に伴う感染拡大リスクを評価した。

世帯構成-合計：1,957世帯(4000人)

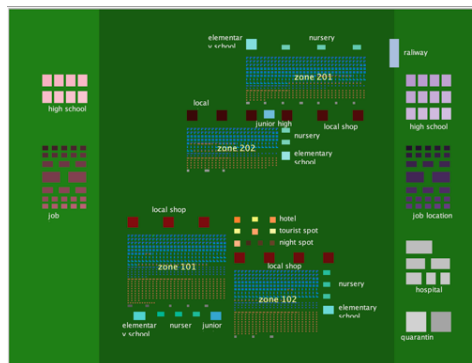
単身（成人）	：235世帯	単身（高齢）	：
700世帯			
夫婦	：120世帯	夫婦子1人	：300世帯
夫婦子2人	：275世帯	片親子1人	：200世帯
片親子2人	：100世帯	その他	：27世帯

就労先

卸売・小売	15.0%
宿泊・飲食サービス	7.7%
生活関連・娯楽	3.5%
教育・学校支援	5.2%
医療・福祉	12.2%

設定シナリオ

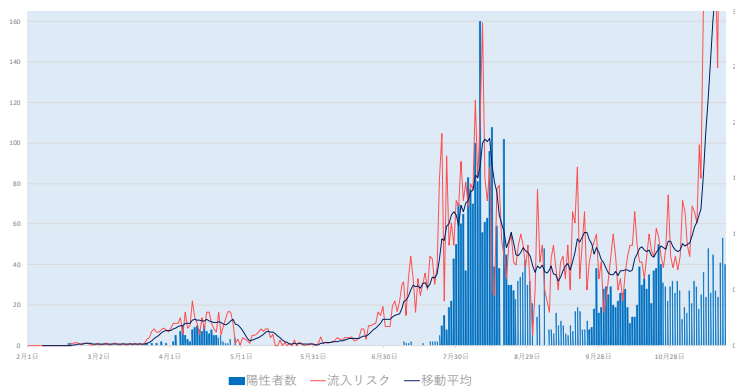
観光接触	：100%, 50%, 25%
夜飲食店営業	：100%, 50%, 0%
従業員PCR検査	：75%/5日毎、75%/14日毎
濃厚接触者追跡	：追跡率80%、追跡回数：1～3段



那覇市感染シミュレーションモデル

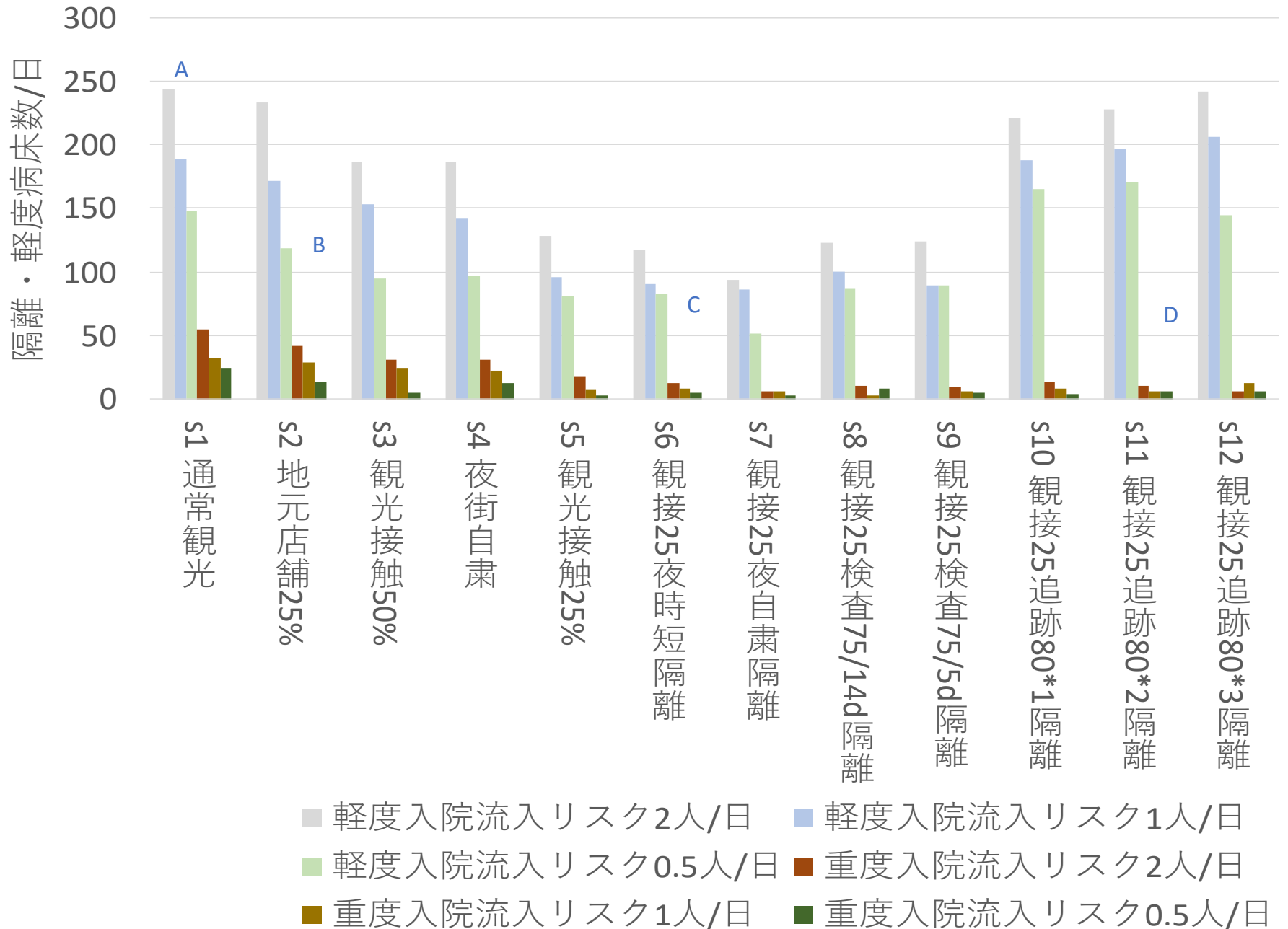


那覇市市街地図



沖縄県感染者流入リスク (LocationMind xPop © LocationMind Inc.)

必要隔離・病床数と流入リスクの関係



繁華街モデル

企業・居酒屋・キャバクラ・ホストクラブ・ダンスクラブが混在する街で生活する人々をエージェントとして定義し、コロナウイルスの感染拡大を抑止する行動・対策を行った場合の挙動をシミュレーションする。

会社勤務世帯-合計：5,500世帯(10580人)

单身(壮年)：2,000世帯 单身(若者)：500世帯
夫婦：1,500世帯 夫婦子1人：1,000世帯
夫婦子2人：500世帯

夜の街勤務世帯-合計：世帯60~85世帯

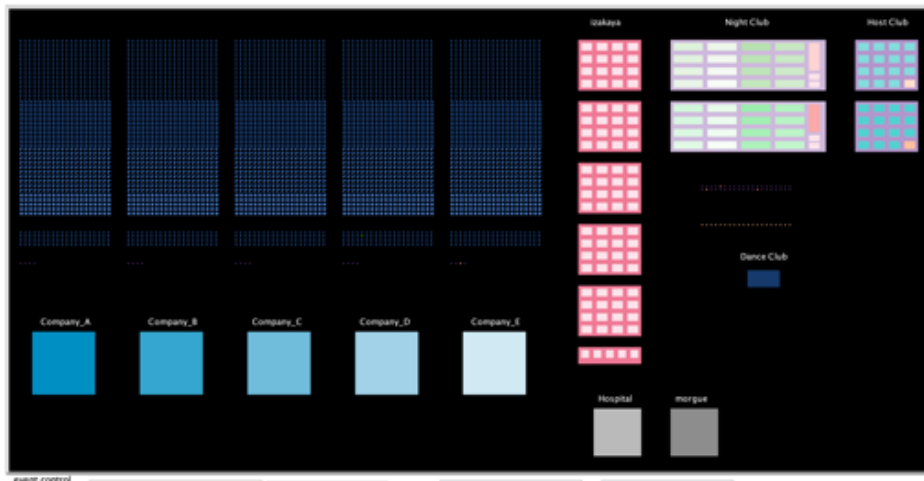
单身(昼_会社員&夜_キャバクラ嬢)：25世帯
单身(キャバクラ嬢)：40世帯
单身(ホスト)：20世帯

設定シナリオ

飲食参加者：会社5社間、会社内、部署ごと
飲食参加人数：8名グループ、4名グループ
店舗営業時間：100%、50%

濃厚接触時の感染伝播確率

自宅：0.041 職場：0.013 病院：0.001
居酒屋・ダンスC・キャバC・ホストC：0.013



モデルの流れ

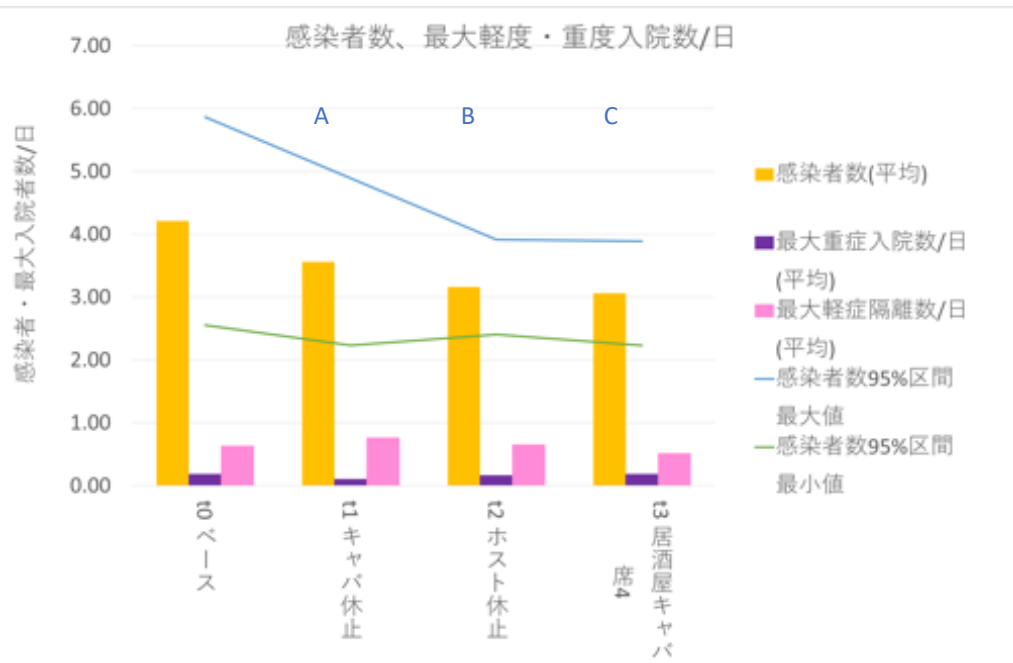
- ・会社勤務世帯の各世帯主は自らの所属する企業部署へ出社する(5企業×4部署)
- ・会社内で感染者に接触することで一定の割合で感染
- ・各部署毎にグループで居酒屋へ行く(グループ人数は最大8名で、最大人数を超える場合は新たなグループを作成)
- ・居酒屋のグループ内で感染者に接触することで一定の割合で感染
- ・居酒屋のグループから一定割合の人数が一緒にキャバクラへ行く
- ・キャバクラでは男性1人につきキャバクラ嬢1人が接客する(座り方：対面or斜めを選択)
- ・キャバクラの接客で感染者に接触することで一定の割合で感染
- ・キャバクラ嬢は業務終了後一定の割合でホストクラブへ行く
- ・ホストクラブではキャバクラ嬢1人につきホスト1人が横に座り接客する
- ・ホストクラブの接客で感染者に接触することで一定の割合で感染
- ・若者、キャバクラ嬢、ホストは一定の割合でダンスクラブへ行く
- ・ダンスクラブで感染者に接触することで一定の割合で感染
- ・各々の世帯へ帰宅する
- ・自宅で感染者に接触することで一定の割合で感染

飲食・接客の評価結果

最大8人までの飲食・接客に対して、最大4人までに制限することで0.73倍まで感染者を抑制する効果がある

繁華街での感染者発生と飲食・接客対策の影響比較

評価結果



- キャバクラ休止(A) 0.85倍
- ホストクラブ休止(B) 0.75倍
- 居酒屋キャバクラ4人席制限(D) 0.73倍

最大8人までの飲食・接客に対して、最大4人までに制限することで0.73倍まで感染者を抑制する効果がある

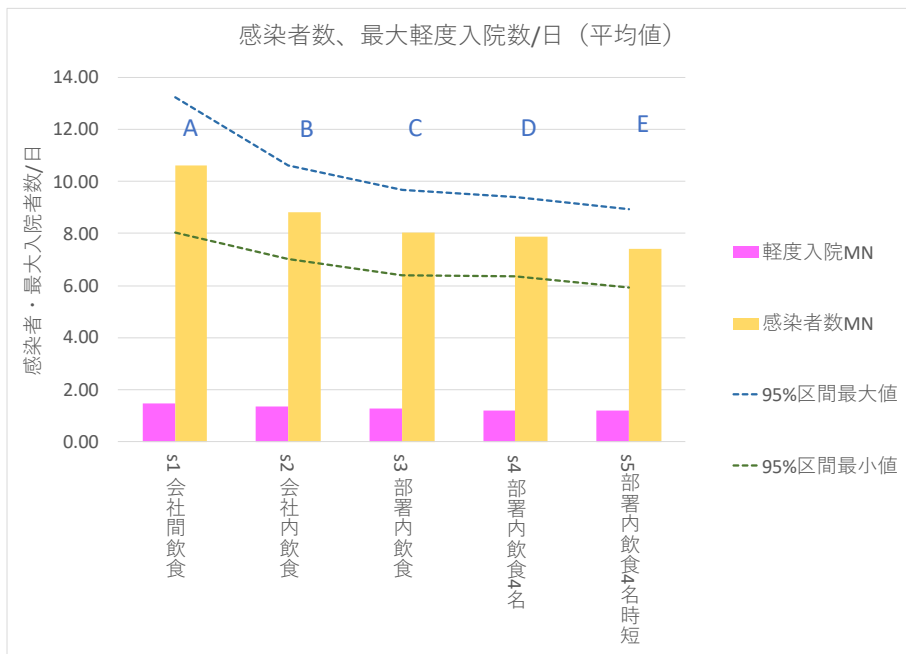
斜め席の効果よりも、グループ人数の制限効果の方が高い

キャバクラ・ホストクラブの中止よりも、居酒屋を含めたグループ人数の制限効果の方が高い

飲食同伴者の評価結果

時短をした飲食店での同伴者を部署内に限定すると、0.7倍まで感染者を抑制する効果がある。

繁華街での感染者発生と飲食・接客対策の影響比較



評価結果

- 会社間で飲食 (A) 1.00倍
- 会社内で飲食 (B) 0.83倍
- 部署内で飲食 (C) 0.76倍
- 部署内で飲食4名制限(D) 0.74倍
- 部署内で飲食4名制限時短 (E) 0.70倍

会社間（自社＋他社）の人たちと飲食をした場合に比べて、自社内の人に限定すると0.83倍、部署内に限定すると0.76倍まで、感染者数は減少する。

時短をした居酒屋で部署内に限定した飲食をすると、0.70倍まで感染者数は減少する。

飲食の範囲を限定することは、ある程度効果がある。

都市における感染防止策モデル

都市を対象に、人口移動に伴う感染者流入リスクを考慮したSEIRモデルを構築し、他地域から感染者流入推定値、感染者数推移を利用して、感染拡大リスクを評価。

$$\frac{dS}{dt} = mN - mS - b \frac{S(I + in_risk)}{N}$$

$$\frac{dI}{dt} = aE - (m + g)(I)$$

$$\frac{dE}{dt} = b \frac{S(I + in_risk)}{N} - (m + a)E$$

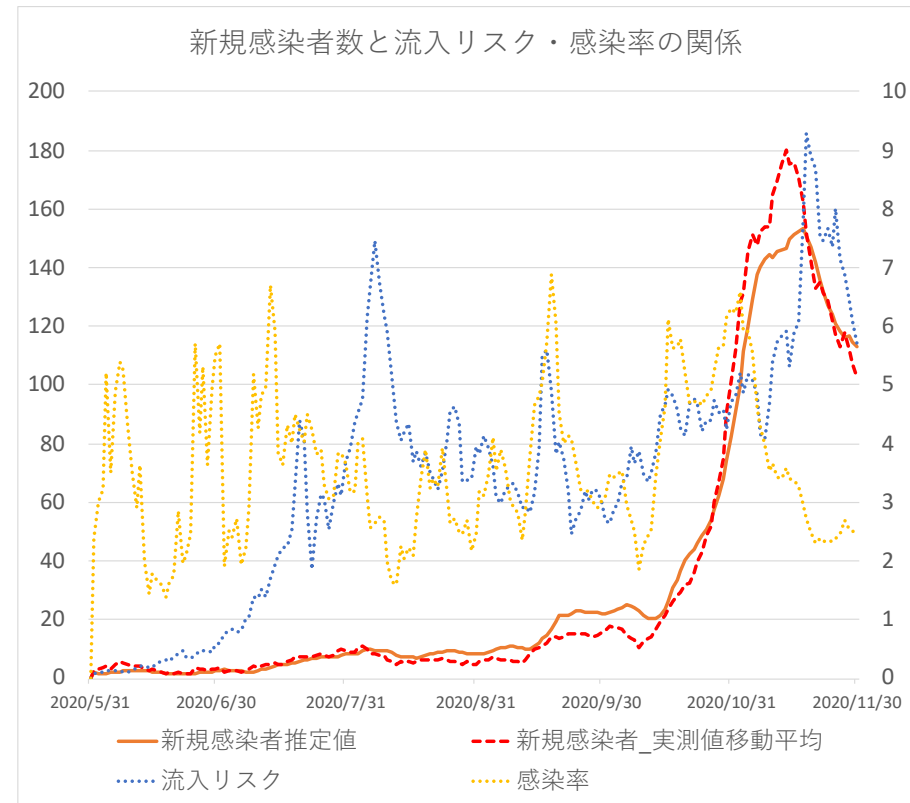
$$\frac{dR}{dt} = g(I) - mR$$

NTT DATA 株式会社 NTTデータ 数理システム
Trusted Global Innovator — 数理科学+コンピュータサイエンス —



感染者流入リスク (LocationMind xPop © LocationMind Inc.)

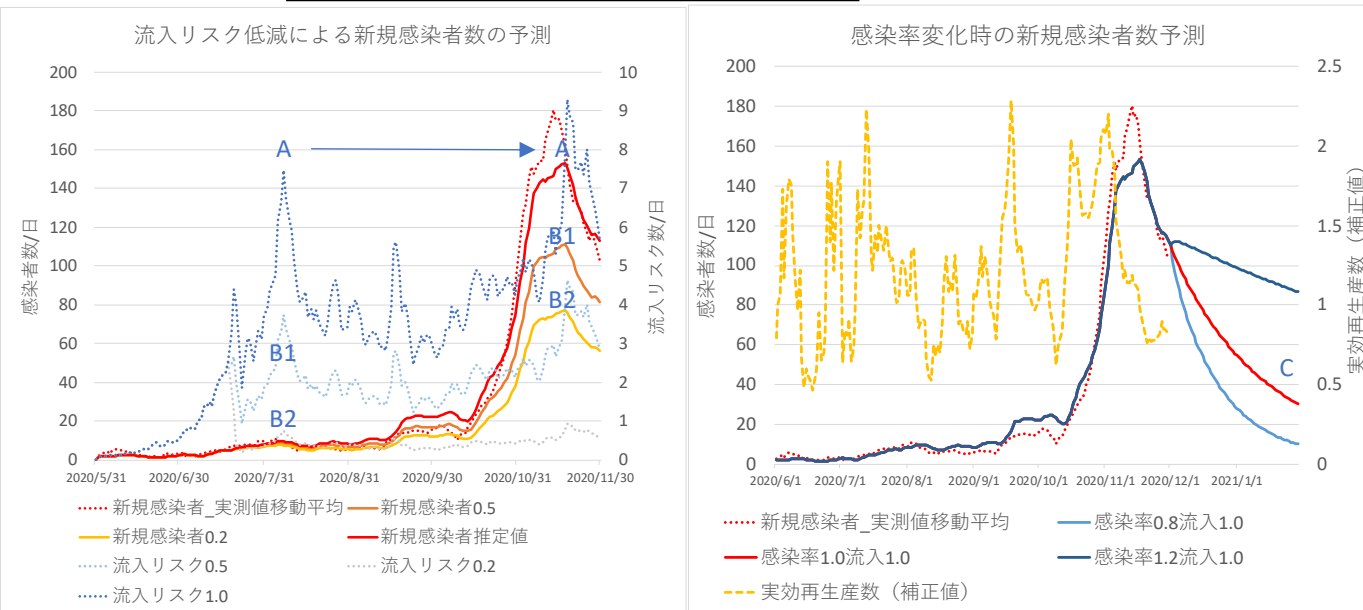
LocationMind xPopのデータは、NTTドコモが提供するアプリケーションサービス「ドコモ地図ナビ」のオートGPS機能利用者より、許諾を得た上で送信される携帯電話の位置情報を、NTTドコモが総体的かつ統計的に加工を行ったデータを使用。位置情報は最短5分ごとに測位されるGPSデータ(緯度経度情報)であり、個人を特定する情報は含まれない。



札幌市における新規感染者予測

移動による流入リスクを半減すれば、約7割まで感染者数を減少できる。
短期的には感染率、中長期的には流入数の管理が重要。

感染者流入リスクと感染予防策の影響比較

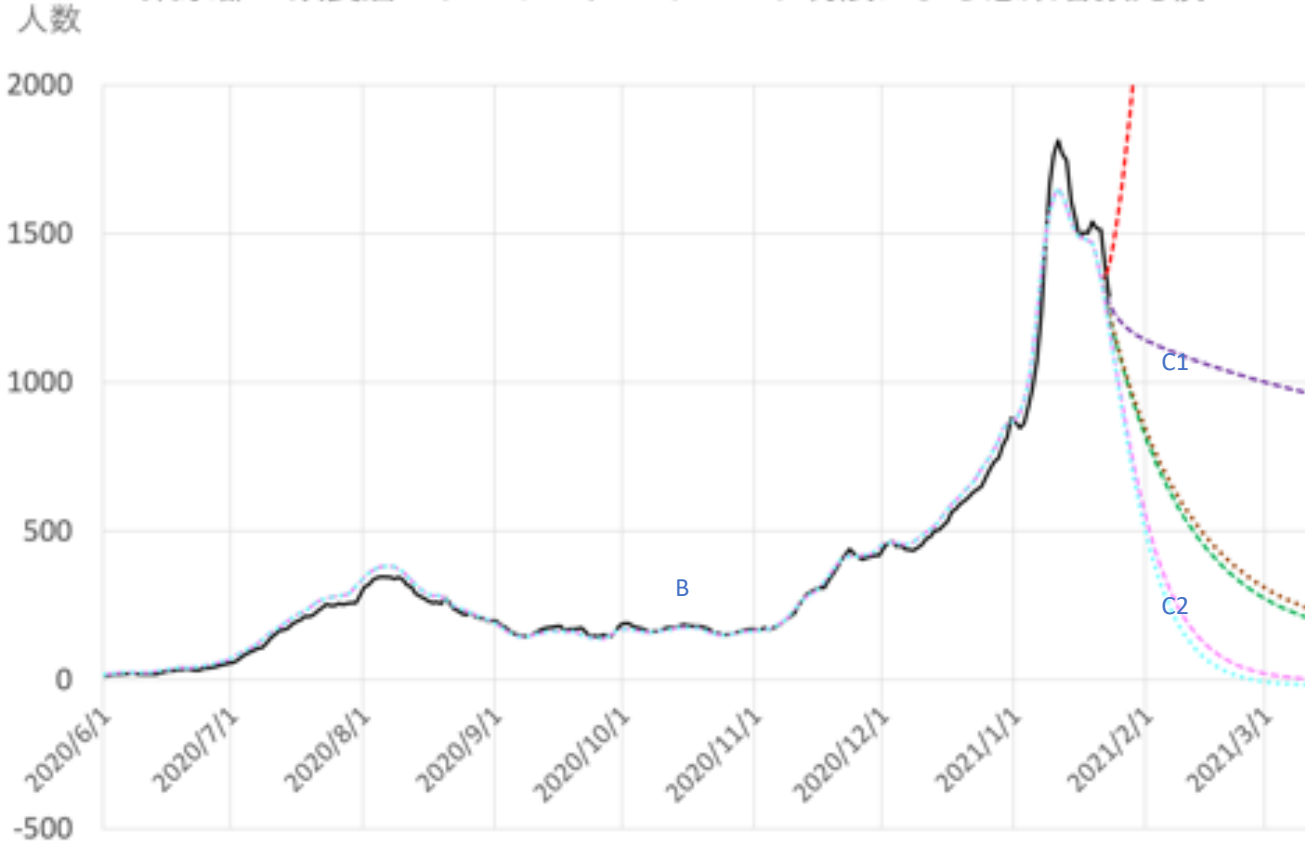


評価結果

- 流入リスク(他都府県からの推定感染者流入数)の増加は、数ヶ月に渡って累積的に感染拡大に影響する(A)。
- 7月以降の流入リスクが0.5倍なら、11月の感染者数は0.68倍(B1)、0.2倍なら0.47倍(B2)まで減少していた。
- 12月初旬の流入数と感染率維持で、1月末に30%(C)まで感染者数を減少できる。

予測

東京都：飲食店・テレワーク・イベント制限による感染者数比較



- 感染者数実測(移動平均)
- 予測(0%減)
- 予測(飲食50%減)
- 予測(飲食50%減斜席)
- 予測(飲食75%減)
- 予測(テレワーク50%)
- 予測(総合:飲食50斜席テレ50イベント制限)

これは十分ではない。
制限・出勤制限2倍

評価結果

- 飲食店営業制限、都内大規模イベント制限、テレワーク強化策を実施した時の感染者数と実効再生産数の変化率を個体ベースモデルで推定 (A)。
- 都内中心街の流動人口影響効果を組み込んだSEIRモデルを構築し、機械学習を用いて、モデル最適化を実施(B)(誤差1.2人/日)。
- 1/6の実効再生産数を基準に、1/24以降の飲食店利用客数を50%斜席、大規模イベント制限*最大5000人、テレワーク等出勤制限50%実施**の場合の2/7の予測を行った結果、飲食制限のみだと1100人/日(C1)、総合効果で200人/日(C2)まで減少。

*国立競技場など14会場を5000人規制、1000人規模以上の124会場を50%制限し、稼働率で積算
**現状25%を50%に強化した時の効果

シミュレーションの意義

- 正確さは追求するが、未来は常に不確定
- シミュレーションは、正解を求めるよりも、意思決定をする際の一助として活用するもの
- 敢えて幅のある解釈の余地を残し、人間の力の見せ所をつくるもの