

新型コロナの流行パターンは 外出削減よりも季節性に強く左右される

2021年3月9日

JCOMMモビリティ・セミナー

「アフター宣言解除：まちと暮らしのひらき方」

京都大学大学院

上田大貴

背景 対策の効果に関する知見の不足

COVID-19(**新型コロナウイルス感染症**)パンデミック下では、感染拡大防止(→患者数>医療体制となるのを防止)を目的とした様々な対策が実施されている

- 緊急事態宣言
- 外出自粛の要請
- 飲食店等への営業時間の短縮要請
- 手洗いうがいの励行 他

対策の効果について**様々な評価**を行った上で、副作用を踏まえて対策の決定や社会的な合意形成を行う必要がある。

しかしCOVID-19パンデミックでは、対策の感染拡大抑制効果が事前に定量的に把握されていなかった

⇒ 時期によっては**対策が過剰／不十分だった可能性**

感染拡大・収束要因に関する既往研究

対策の効果については、海外を中心に様々な検証が行われている。

- (スペイン) 介入前5.89だった**実効再生産数**が、非常事態宣言後1.86に、**ロックダウン後0.48に減少**(Hyafil & Morina (2020))
- (53ヶ国)Googleのデータに基づく**モビリティ(外出削減率)**と**実効再生産数**の関係は一貫しており85%以上が説明できる(Nouvellet et al. (2020))

一方で、**ロックダウンの効果は限定的**だと論ずる研究も複数ある。

- (スペイン) 多くの地域で**再生産数はロックダウンに先行して大幅に減少**し、ロックダウン強化の影響は確認できなかった(Santamaria et al.(2020))
- (イギリス)衛生意識の向上や重症化リスクの高い人の自主隔離を呼びかけていた**ロックダウン以前から再生産数が低下**(Grant(2020))

対策以外の要因として**気温などの自然環境**を指摘する研究もある。

- (日本)2月の**気温の低さ**と3月半ばまでの人口当り累積**感染者数**の間には強い相関がある(Ujiiie et al.(2020))
- (中国・イギリス・ドイツ)感染者数は釣鐘型か対数正規分布に従い、拡大収束パターンに影響を与える主要因は人口密度、**気温や湿度が高いほど収束までの期間が短くなる可能性**(Diao et al.(2020))

近縁ウイルスの季節性

ヒトに疾患を引き起こすコロナウイルス(HCoV): 7種類

従来のヒトコロナウイルス
ヒトに蔓延し日常的に感染する
風邪のウイルス(4種類)

- HCoV-NL63
- HCoV-OC43
- HCoV-HKU1
- HCoV-229E

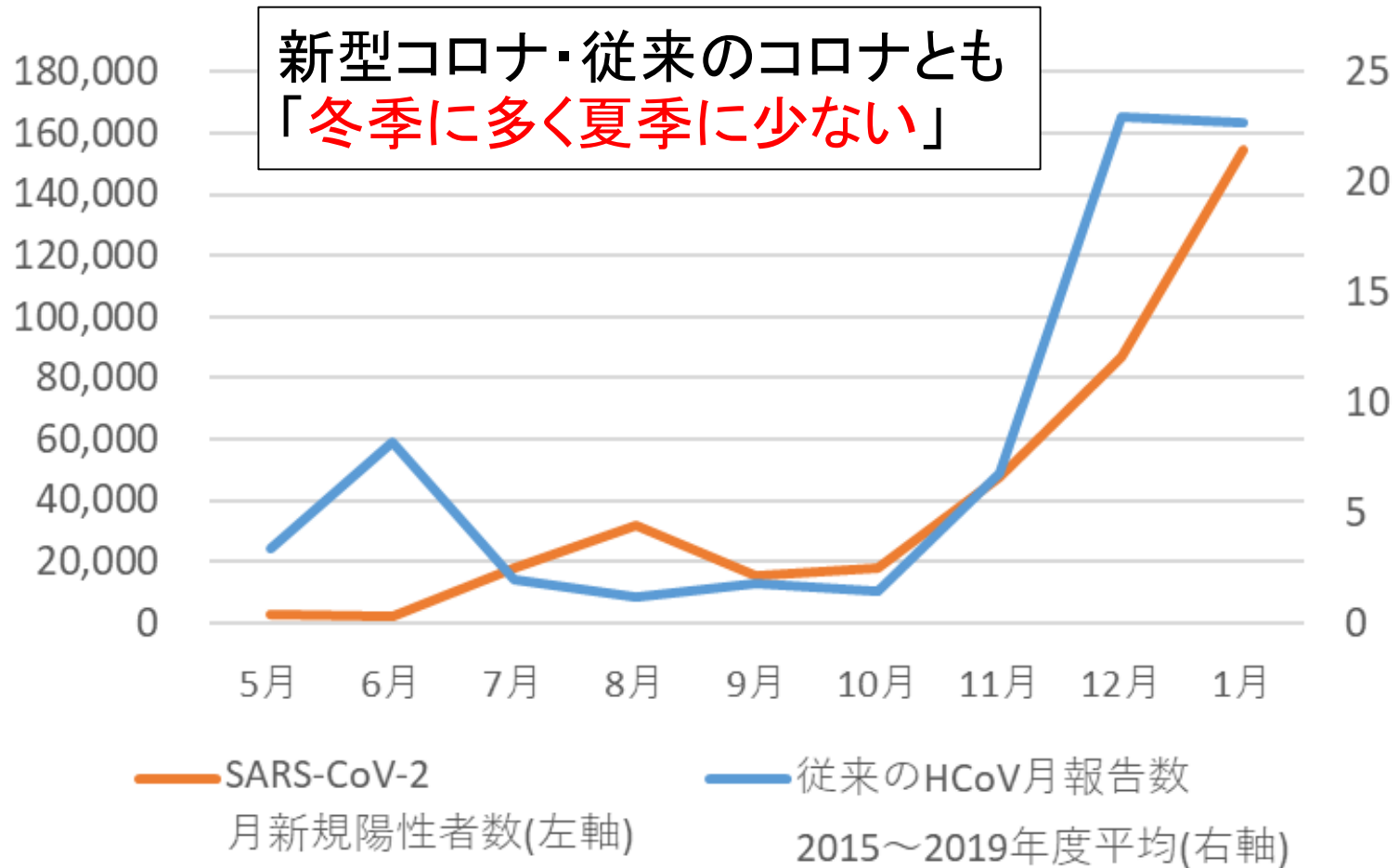
- SARS-CoV
2002～2003年に発生
- MERS-CoV
2012年以降中東で発生
- SARS-CoV-2(**新型コロナウイルス**)
2019年に中国武漢で発生
COVID-19の原因ウイルス

- 従来のHCoVによる風邪様症例は一般に**冬に多い**
- HCoV検出数は、年間を通じた気温の推移が似ている日本・米国において**冬季に多く、夏季に少ない**。

⇒ ウイルス学的に近縁のSARS-CoV-2(**新型コロナウイルス**)も、同様に「**冬季に多く夏季に少ない**」という流行パターンを示す可能性が指摘されている。

国立感染症研究所: ヒトコロナウイルス(HCoV)感染症の季節性について—病原微生物検出情報(2015～2019年)報告例から—, 病原微生物検出情報, Vol.41, p.124-125, 2020

新型コロナ・従来のコロナの流行（日本）



Our World in Data (SARS-CoV-2陽性者数)
国立感染症研究所病原微生物検出情報(従来のHCoV報告数)

既往研究のまとめと本研究の目的

感染の拡大・収束要因には、

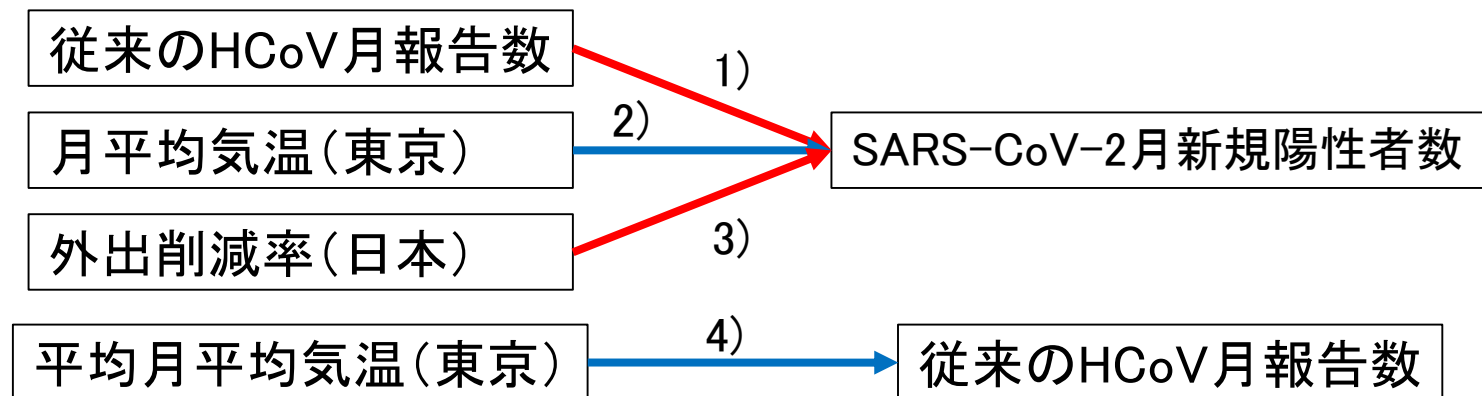
- ・緊急事態宣言・ロックダウン等の**接触・外出削減対策**
ロックダウンの効果は限定的と指摘する研究もある
- ・**気温**などの自然環境要因
気温が低い時期ほど感染者数が多い可能性
- ・ウイルスが持つ**流行の季節性**
風邪のコロナウイルス同様、夏に少なく冬に多い可能性
などが挙げられている。

感染速度を変化させる主要因の検討が、日本では十分には行われていない。

→本研究では、日本のデータを用いて、

- **外出の削減・自然環境要因・ウイルスの季節性**がどの程度流行状況に影響を与えているか
- **緊急事態宣言**によって感染速度はどの程度変化したかを分析する。

COVID-19流行要因の仮説



上記1)~4)の4つの仮説を検証する(→: 正の影響, ←: 負の影響)

- 分析期間: 2020年5月~2021年1月の9ヶ月間
- SARS-CoV-2月新規陽性者数: Our World in Dataに基づく
- 従来のHCoV月報告数: 「国立感染症研究所病原微生物検出情報」に掲載されている2015~2019年度のHCoV報告数の各月の平均値
任意に報告されているもので、流行状況を体系的に表したものではないが、冬季の報告数は夏季の10倍程多く、流行の季節性を表現している可能性がある。
- 月平均気温(東京): 気象庁発表の2020年度各月の平均気温
- 外出削減率(日本): Google Community Mobility Report掲載の、小売店・娯楽施設、公共交通機関、職場の3カテゴリーのスポットの滞在者数の減少率の平均基準値を0%とし、削減率を-〇%と表すため、自粛するほど値が小さい
- 平均月平均気温(東京): 各月の月平均気温の2015~2019年度の平均

流行要因 仮説検証とその結果

1) 従来のHCoV月報告数 → SARS-CoV-2月新規陽性者数

	推定値	t値	Pr(> t)
定数	3938.570	0.317	0.761
従来のHCoV平均月報告数	4825.441	4.446	0.003 **
自由度調整済みR ² 値 0.739			

正に有意(支持)
 新型・旧型コロナの
 流行パターンは相似的

2) 月平均気温(東京) → SARS-CoV-2月新規陽性者数

	推定値	t値	Pr(> t)
定数	134464.979	4.935	0.002 **
月平均気温	-5059.447	-3.679	0.008 **
自由度調整済みR ² 値 0.610			

負に有意(支持)
 寒い時期ほど
 新型コロナウイルスは流行

3) 外出削減率(日本) → SARS-CoV-2月新規陽性者数

	推定値	t値	Pr(> t)
定数	24184.689	0.485	0.643
外出率	-956.338	-0.377	0.718
自由度調整済みR ² 値 -0.120			

有意でない(支持されず)
 外出削減の影響は
 確認されなかった

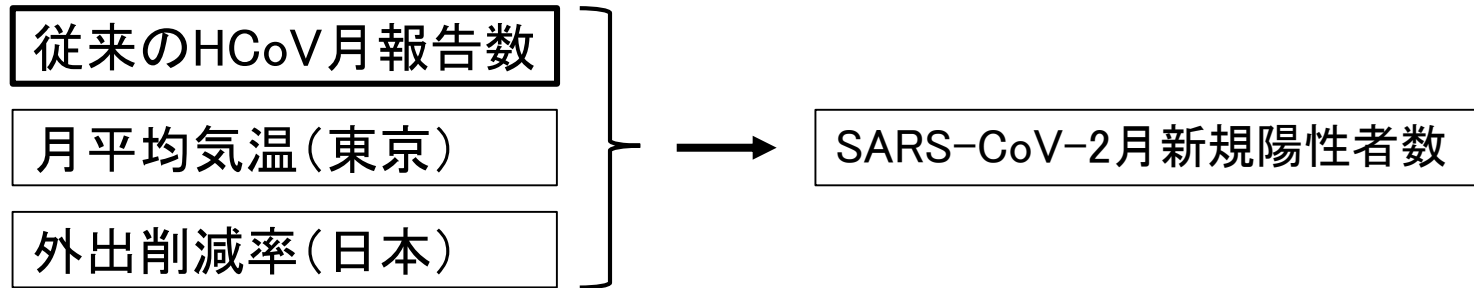
4) 平均月平均気温(東京) → 従来のHCoV月報告数

	推定値	t値	Pr(> t)
定数	26.143	6.334	0.000 ***
平均月平均気温	-1.000	-4.776	0.002 **
自由度調整済みR ² 値 0.732			

負に有意(支持)
 寒い時期ほど
 旧型コロナも流行

新型コロナ流行に支配的影響を持つ要因

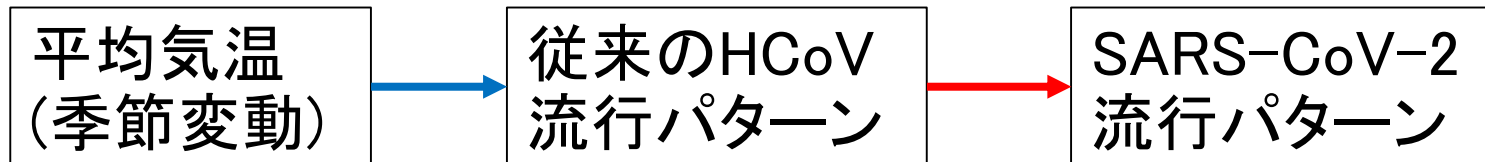
次に、1)~3)を合わせた重回帰分析



で、ステップワイズ法による変数選択を行ったところ、従来HCoV月報告数のみが選択された。

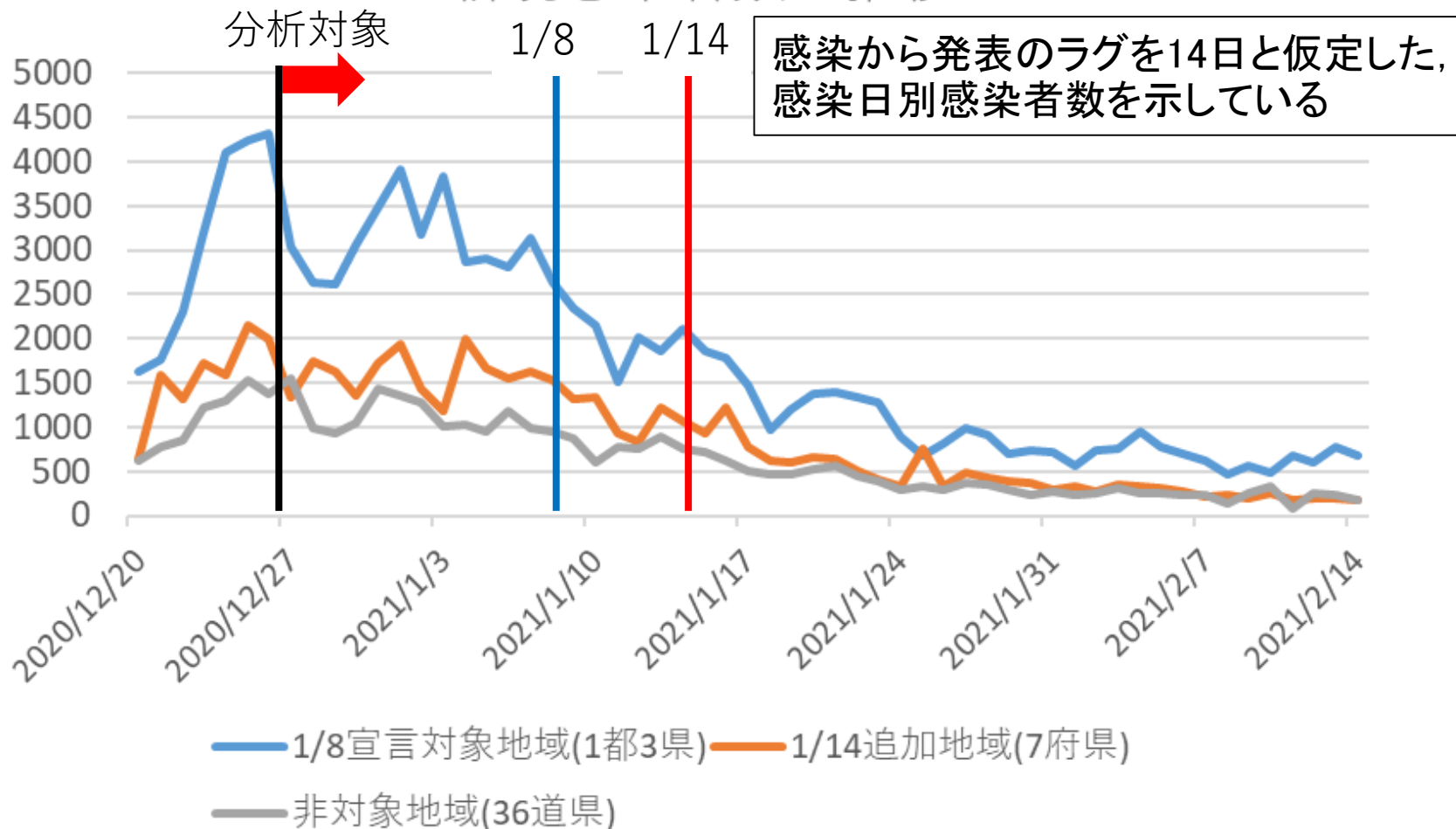
→**従来のコロナ流行パターンが新型コロナ流行パターンに支配的影響**

以上の実証結果は、下記の因果関係を示している。



緊急事態宣言前後の感染者数推移

新規感染者数の推移



緊急事態宣言が感染速度に与える影響の分析

感染者数のピークは緊急事態宣言以前の12/27頃



感染者数が減少傾向にある12/27以降を対象とし、
1月8日・14日に発出された**緊急事態宣言**について、
宣言対象**地域の内外**、および**宣言の前後**で
感染速度(感染者数の減少スピード)に差があったか**検証**

手法:分散分析

期間:2020年12月27日~2021年2月14日

従属変数:感染速度(**感染者数の前日比**)

要因:地域(宣言対象地域内・外)と時期(宣言発出前・後)

※日を反復測定に設定

※感染者数は東洋経済オンラインに基づく

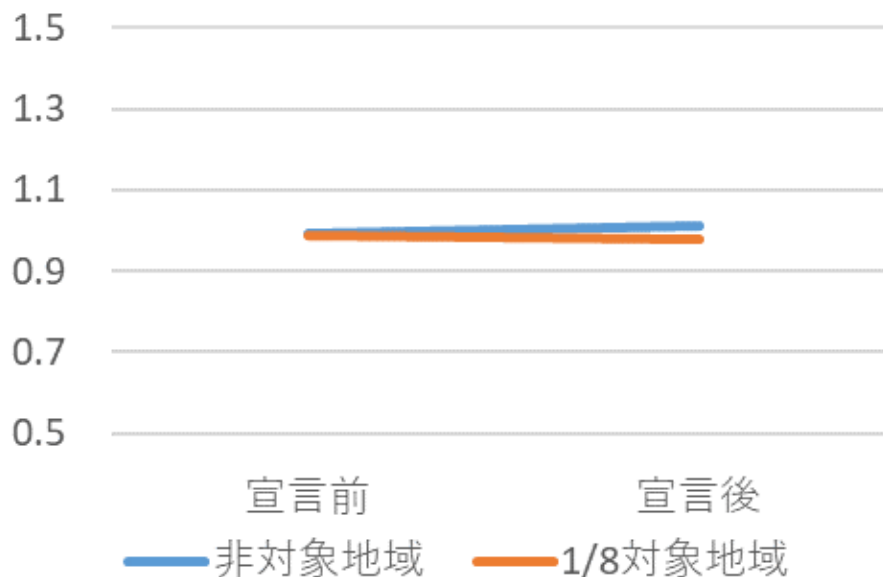
(a)「1/8宣言対象地域(1都3県)と非対象地域(36道県)」

(b)「1/14追加宣言地域(7府県)と非対象地域(36道県)」

に分けて分析を行う

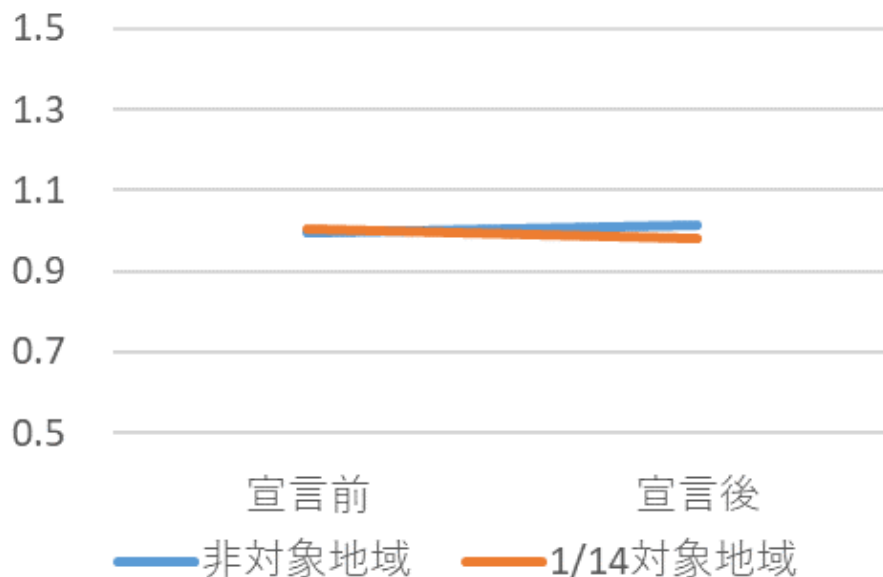
分散分析基本統計 (a)1/8対象地域

地域	時期	N	速度平均値	速度標準偏差
非対象	宣言前	12	0.991	0.202
	宣言後	38	1.012	0.394
1/8対象	宣言前	12	0.988	0.172
	宣言後	38	0.980	0.196
非対象地域		50	1.007	0.355
1/8対象地域		50	0.982	0.189
	宣言前	24	0.990	0.184
	宣言後	76	0.996	0.309

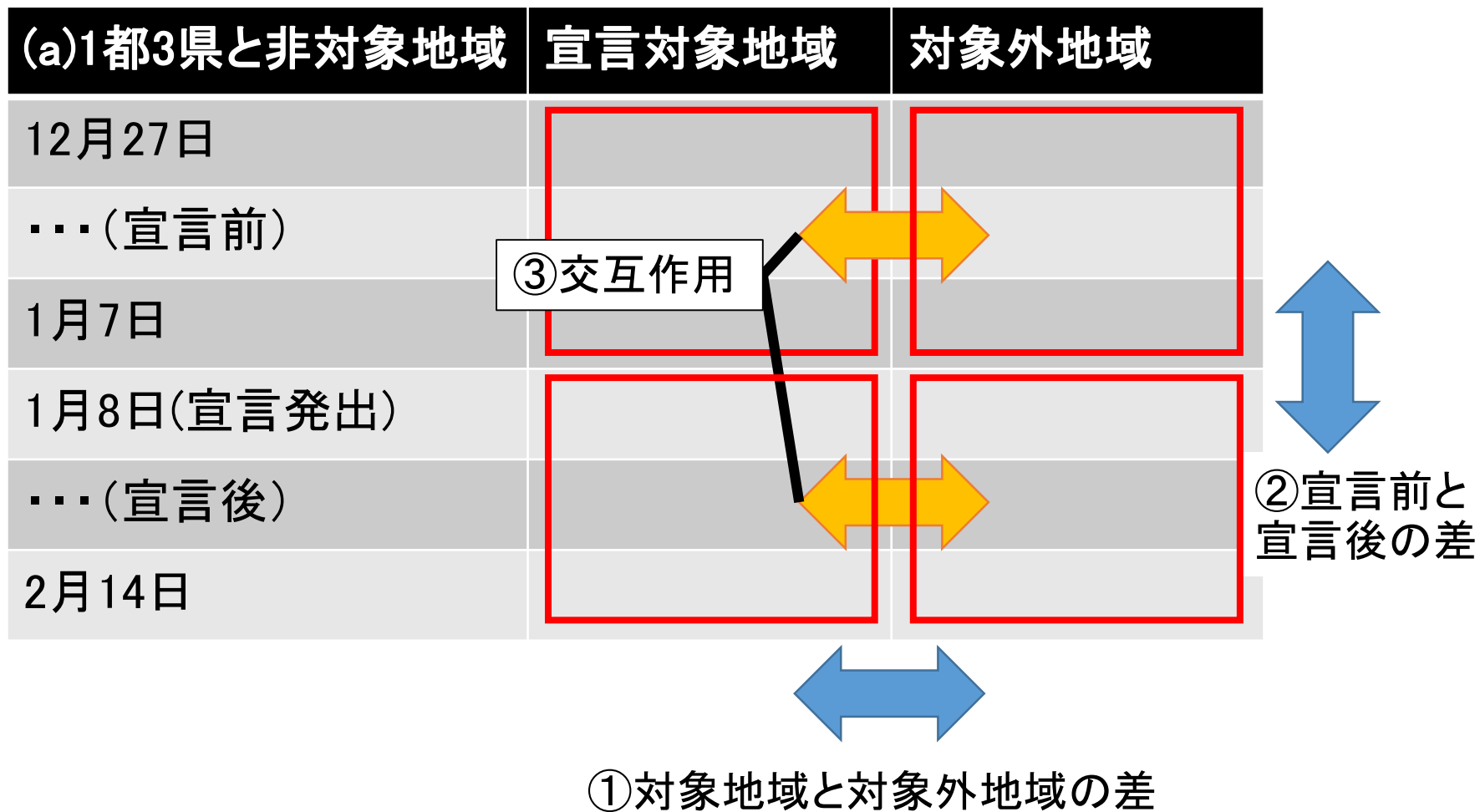


分散分析基本統計 (b)1/14対象地域

地域	時期	N	速度平均値	速度標準偏差
非対象	宣言前	18	0.995	0.198
	宣言後	32	1.013	0.422
1/14対象	宣言前	18	1.005	0.273
	宣言後	32	0.981	0.325
非対象地域		50	1.007	0.355
1/14対象地域		50	0.990	0.305
	宣言前	36	1.000	0.235
	宣言後	64	0.997	0.374



緊急事態宣言 分析のイメージ



分散分析結果

(a)1/8対象地域と非対象地域

日に関して反復測定

	自由度	平方和	平均平方和	F value	Pr(>F)	
地域（対象内／外）	1	0.002	0.002	0.019	0.892	← ①
日残差	48	4.582	0.095			
時期（宣言前／後）	1	0.009	0.009	0.114	0.736	← ②
地域と時期の交互作用	1	0.000	0.000	0.000	0.996	← ③
日残差と地域の交互作用	98	7.902	0.081			

**： p<.01; *： p<.05; .： p<.10

(b)1/14追加地域と非対象地域

日に関して反復測定

	自由度	平方和	平均平方和	F value	Pr(>F)	
地域（対象内／外）	1	0.001	0.001	0.007	0.935	← ①
日残差	48	4.584	0.095			
時期（宣言前／後）	1	0.001	0.001	0.008	0.927	← ②
地域と時期の交互作用	1	0.013	0.013	0.163	0.688	← ③
日残差と地域の交互作用	98	7.898	0.081			

**： p<.01; *： p<.05; .： p<.10

分散分析結果

(a)1/8対象地域と非対象地域

日に関して反復測定

	自由度	平方和	平均平方和	F value	Pr(>F)	
地域 (対象内/外)	1	0.002	0.002	0.019	0.892	← ①
日残差	48	4.582	0.095			
時期 (宣言前/後)	1	0.009	0.009	0.114	0.736	← ②
地域と時期の交互作用	1	0.000	0.000	0.000	0.996	← ③
日残差と地域の交互作用	98	7.902	0.081			

- (a)「1/8宣言対象地域(1都3県)と非対象地域(36道県)」,
 (b)「1/14追加宣言地域(7府県)と非対象地域(36道県)」の双方で
- ①「地域」の主効果は有意でない
 →感染速度は緊急事態宣言の**対象地域内外で差がない**
 - ②「時期」の主効果は有意でない
 →感染速度は緊急事態宣言の**宣言発出前後で差がない**
 - ③「地域と時期の交互作用」は有意でない
 →対象地域の**内外の感染速度の差は、宣言発出の前後で異なるない**

**： p<.01; *： p<.05; .： p<.10

まとめ

SARS-CoV-2陽性者数推移(新型コロナウイルスの流行パターン)に対し

- 人々の自粛・活動性の程度による影響は統計学的に棄却
- 季節性(冬季に増加し夏季に減少する)を持つ従来のヒトコロナウイルス報告数の推移(流行パターン)が支配的な影響

今年1月以降の2度目の緊急事態宣言について

- 感染速度は緊急事態宣言の対象地域内外で差がない
 - 感染速度は緊急事態宣言の宣言発出前後で差がない
 - 対象地域の内外の感染速度の差は、宣言発出の前後で異なる
ない
- 感染者数の減少スピードへの効果は確認されなかった。

(補)緊急事態宣言前後の「感染速度」推移

