
感染症対策と経済活動の両立： 疫学マクロモデルによる分析

2021年4月13日@財務省

仲田泰祐(東京大学)

自己紹介

■ 経歴

- シカゴ大学学部卒業～カンザスシティ連邦準備銀行アシスタントエコノミスト～
ニューヨーク大学Ph.D.～連邦準備制度理事会(FRB)エコノミスト
 - FRBではマクロモデルを使って政策分析しつつ研究
- 2020年4月から東京大学

■ 専門

- 金融政策、特にゼロ金利制約の理論分析
- <https://sites.google.com/site/taisukenakata/> ▪ <https://twitter.com/NakataTaisuke>

背景

- コロナ危機発生後、多くの人々が「感染症対策と経済活動の両立」を模索
- その模索の道しるべとなり得るモデル分析の欠如
 - コロナ危機に関する経済分析・研究はもちろん数多く存在
- 藤井・仲田(2021)
 - 両立を考えるための分析をリアルタイムで発信
 - 毎週更新: <https://covid19outputjapan.github.io/JP/>

インパクト

■ 政策

- 2月5日:衆議院予算委員会で引用
- 2月10日:コロナ分科会出席・資料提出
- 3月7日・3月27日:感染症専門家勉強会プレゼン
- 3月30日:内閣府コロナ対策室メンバー・西村大臣にプレゼン
- 3月31日:厚生労働省コロナ対策アドバイザリーボード出席・発言
- 4月7日:東京都知事・都庁幹部にプレゼン
- 4月8日:東京都コロナ感染モニタリング会議でプレゼン
- コロナ分科会メンバー・アドバイザリーボードメンバー・内閣府コロナ対策室から何度かインフォーマルに分析依頼

インパクト

■ メディア

■ 国内

- 2月中旬から3月末の間、ほぼ毎日TV・新聞で引用・紹介
- ごく稀にラジオ・TV出演
 - NHK,WBS等

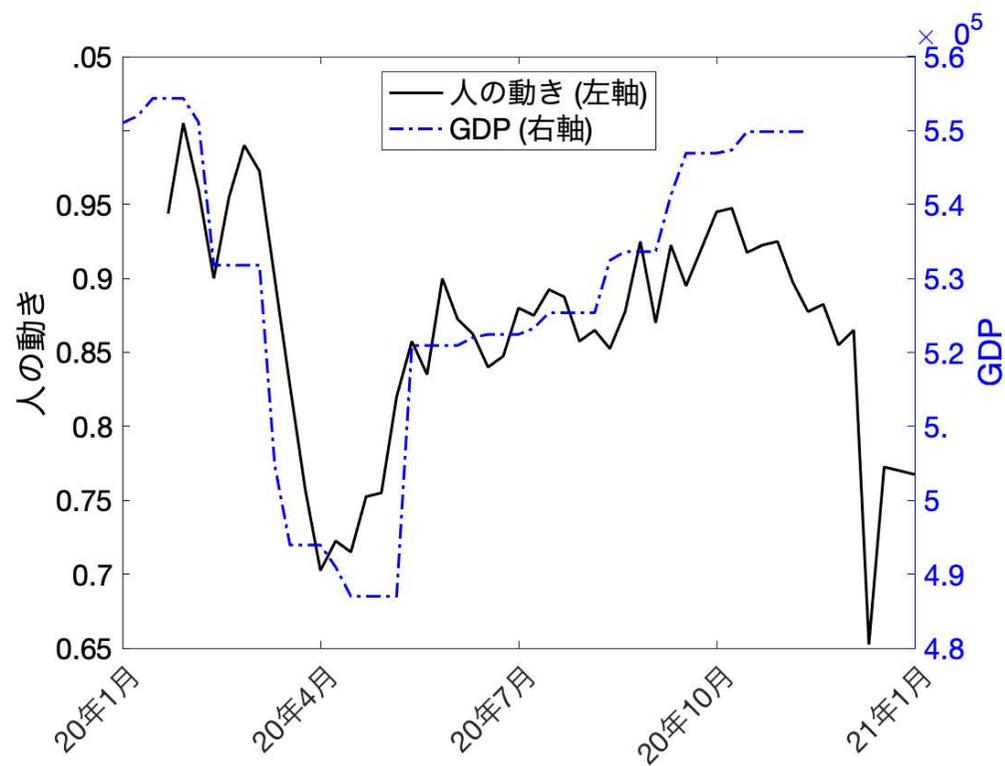
■ 海外

- 分析を引用したAP通信記事が100以上の海外新聞で掲載
 - Washington Post, USA Today, ESPN, ABC News, The Globe and Mail, 数々の北米地方紙
 - UK, New Zealand, India, 他
- NHK World, Tribun-News (Indonesia), 中央通迅(Taiwan) 等.

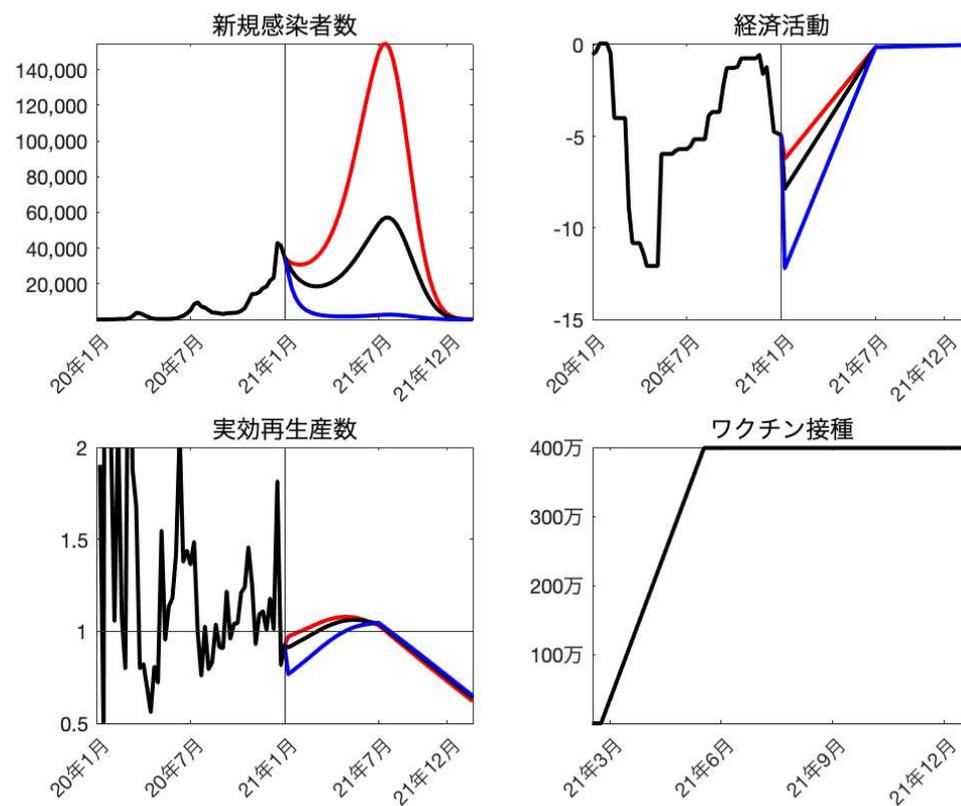
藤井・仲田(2021)

標準的な 疫学モデル

+



シミュレーション(日本全体・今後一年)



赤: GDP損失1.5%
黒: GDP損失2%
青: GDP損失3%

シンプルなモデルを使用

- 一番シンプルな疫学モデルに、一番シンプルな形で経済活動を追加
 - 感染症と経済を考える際に重要であろう様々な要素は明示的にモデルに入っていない
- 重要であろう要素の数々
 - 経済: 労働市場、消費、格差、失業、自殺、設備投資、消費者心理、輸出・輸入、給付金、時短要請、ネットワーク効果、テレワークの生産性、銀行、倒産、etc.
 - 感染症: 変異株、季節性、世代間異質性、職業別異質性、気の緩み、各自治体におけるワクチン接種準備状況、超過死亡率、etc.
- これらの要素を考慮したい場合は、モデルのパラメター調整・エラータームを通して(少し強引に)考慮
 - 参考資料: 「シンプルなモデルに基づいた政策分析・提言」

毎週更新

定期的更新の意義

- 「モデルから何が言えるか・言えないか」が徐々にわかってくる
 - 一回だけの分析では、気が付かないことが大抵ある
 - 一回だけの分析では、何が普遍的なのかいまいちよくわからない
 - 定期的更新によって、新たな気付きと普遍的なメッセージを引き出せる

参考資料:「何故、毎週更新か」

定期的更新の意義

- 分析者が学習できる
 - 予想していなかった状況が起こることがある。その状況にモデルがどのように反応するかを見ることで、モデルに対する理解がより深まる。
 - 過去の分析と比較することによって、新たな気付きが生まれる
- 分析に規律をもたらす
 - 過去・将来の分析との整合性に気を配ることで、分析に一貫性が生まれやすい
 - 「この人はあの時どのような分析をしていたか」と検証される立場に身を置くことによって、分析を良いものに行こうとするインセンティブが高まる

定期的更新の意義

- 分析の消費者にきちんと分析を理解してもらえる可能性が生まれる
 - 一回だけの分析では、分析の仮定等をきちんと理解するインセンティブは低い
 - 経済・金融以外の分野の人々にとって、「経済＝難しい・よくわからない・考えたくない」
 - 科学以外の分野の人々にとって、「数理モデル＝難しい・よくわからない・役に立っている事例を知らない・考えたくない」
 - より一般的に、数字や図を見るだけでも苦痛な人々も沢山いる
 - 分析の消費者は大抵とても忙しい
 - 毎週更新だと、きちんと理解しようとするインセンティブが高まる
 - 特にメディアの方々
 - 毎週同じ分析を繰り返し見ることで、「肌感覚」で理解が深まる

「研究」ではなく「モデル分析」

■ 経済学研究

- 時間をかけて真実を解明することを目指す
- **将来の**政策判断・意思決定に役に立つことを目標とする

■ 現在進行形の経済モデル分析

- 真実が短期間には解明できないことを受け入れる
 - その中で、議論のたたき台・新たな気付き・ある程度信頼できる予測・戦略のオプション等を提供することを目指す
 - **現在の**政策判断・意思決定の役に立つことを目標とする
- 参考資料:「経済モデルに基づく政策分析・提言」

中央銀行のモデル分析

Class II FOMC - Restricted (FR)

Authorized for Public Release

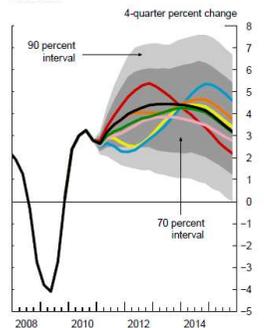
March 9, 2011

Forecast Confidence Intervals and Alternative Scenarios

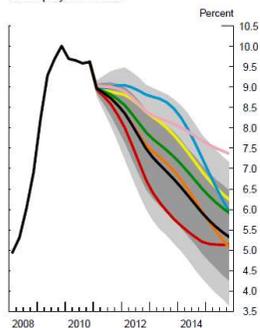
Confidence Intervals Based on FRB/US Stochastic Simulations

- Extended Tealbook baseline
- Greater commodity price increases
- Persistent rise in inflation
- Further disinflation
- Weaker recovery
- Stronger expansion
- Greater geopolitical risk

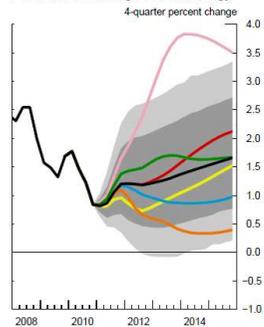
Real GDP



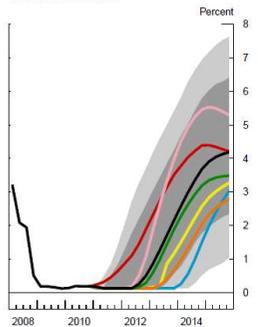
Unemployment Rate



PCE Prices excluding Food and Energy



Federal Funds Rate



Risks & Uncertainty

リスクの定量化・可視化

政策の選択肢の提示・分析

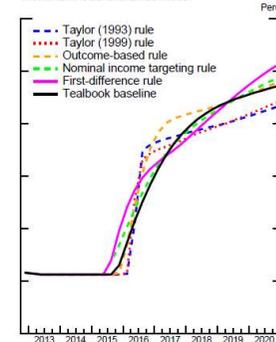
Class I FOMC - Restricted Controlled (FR)

Authorized for Public Release

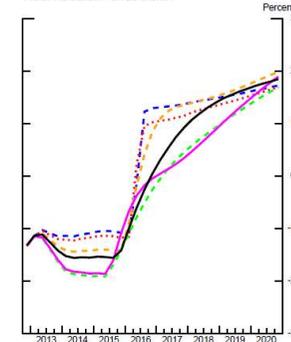
March 14, 2013

Policy Rule Simulations with Thresholds

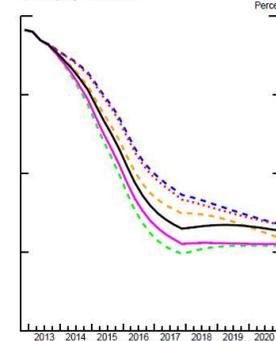
Nominal Federal Funds Rate



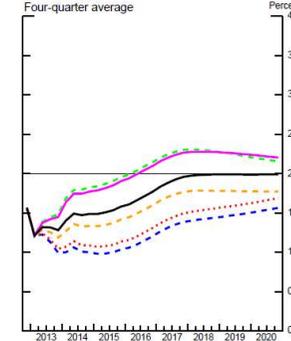
Real Federal Funds Rate



Unemployment Rate



PCE Inflation Four-quarter average



Strategies

発信

■ モデルの予測精度の記録・不確実性度合いの伝達

3. モデルの直近の予測精度

i. 1週間前に計算された現在までの予測

	1週前の “条件付き”予測値	実現値	“条件付き” 予測誤差
新規陽性者数	34,281	24,238	10,043
新規死亡者数	449	637	-190

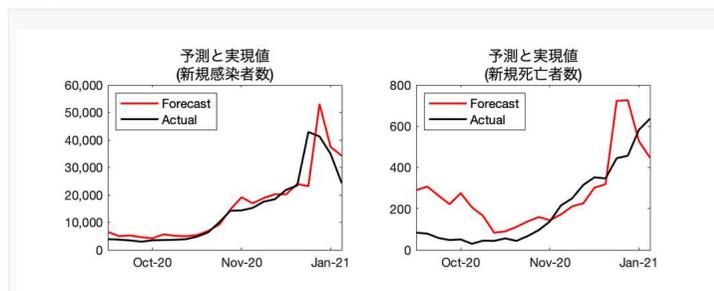
出所: 著者達の計算による。

注1: (A)先週の時点でのモデルによる「1週先までの死亡者または陽性者の条件付き予測値」と(B)データの実現値の比較。詳細はFujii and Nakata (2021)を参照。

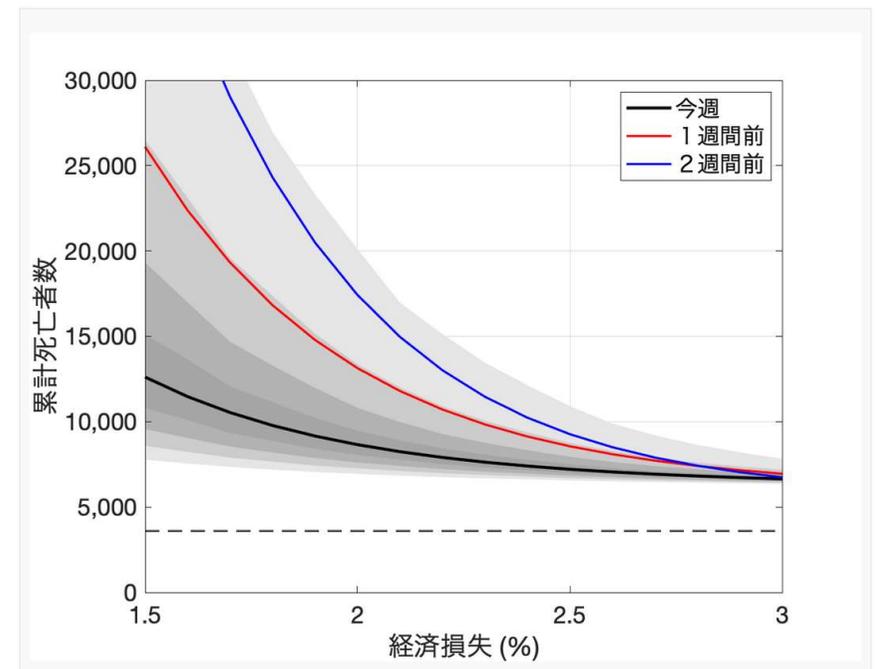
注2: モデルは総生産量を所与として新規感染者数・新規死亡者数を予測するが、総生産量そのものは予測しない。ここでは、実際の総生産量を知っていたという条件に基づいた予測（“条件付き予測”）と実現値を比較する。

4. 過去まで遡ったモデルの予測精度検証

i. 1週間前に計算された現在までの予測



2. Covid-19とGDPの予測される関係



発信

■ モデルが出来ること・出来ないことの説明、間違いの報告

我々のモデル分析を参考にする際に心に留めてほしい3つの事 [🔗](#)

1. モデルの予測は大きく外れる可能性があります

コロナウイルス感染にはわかっていないことが沢山あります。感染症対策が人々の行動・経済に与える影響にもわかっていない事が沢山あります。これらはどんなに必死に考えてもどんなに沢山データを集めて分析しても完全にはわかり得ない事象です。時間的制約の範囲内で我々はベストを尽くしていますが、それでも我々のモデルから出てくる予測は外れる可能性が高いです。

感染症の動きは実効再生産数が1を超えると指数関数的に増加します。そのような場合ちょっとした仮定の違いやパラメターの違いが予測値にとても大きな違いを生み出します。従って、我々のモデルの予測は単に外れるだけでなく、大きく外れる可能性があります。

2. モデルが提供出来る三つのこと

正確な予測が提供できないとしたら、我々のモデルは何を提供出来るのでしょうか。

3つあります。(1) 定性的な知見、(2) 議論のたたき台となり得るある程度信憑性のある試算、(3) 意見が異なる人々の間でのイメージ共有、の三つです。

(1) と (2) の具体例としては、我々が行った東京の緊急事態解除基準分析の資料をご覧ください。そこに記述される知見は「言われてみたら結構当たり前だけど、言われるまでは思い浮かばなかった」・「なんとなくわかっていて喉まで出かけていたけど、言語化出来てなかった」という類の知見で、これまでの議論では出てこなかったように思えます。そのような知見は、現在のあるべき政策に示唆を与えてくれることがあります。

- 東京での再度緊急事態宣言発令基準を平均1日感染者数2000人から1750人に変更しました。

2021年2月2日

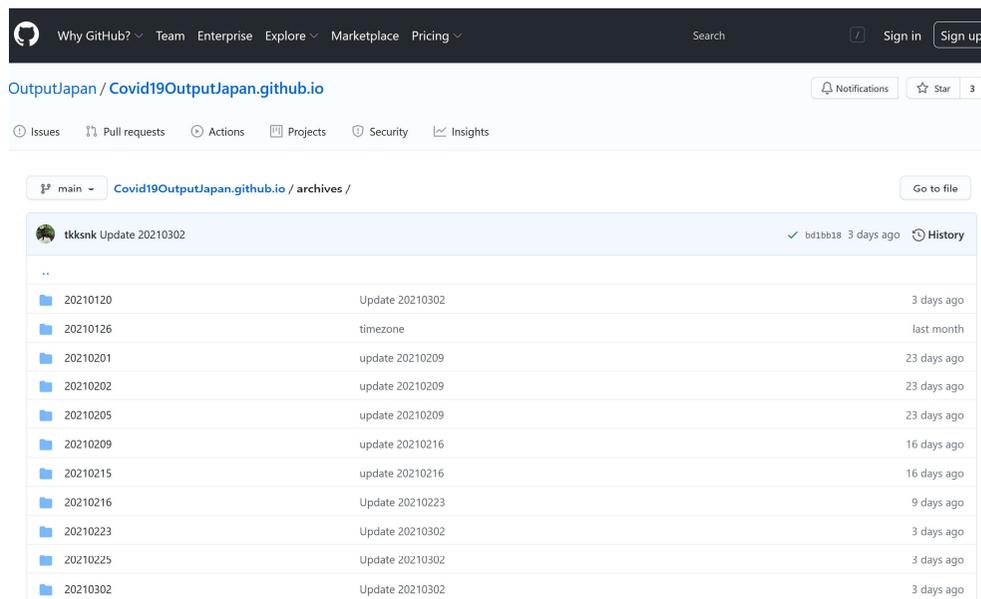
- 1月26日の都道府県別分析のコードに以下のようなミスがあったことが発見され、それを修正しました。
 - 具体的には、ワクチン接種ベースの仮定は「3月第1週から徐々に増加し、5月末に週400万本ペースに到達」なのですが、コードでは「3月第1週から徐々に増加し、4月第1週に週400万本ペースに到達」となっていました。今週のコードではそこを修正しました。
 - ワクチン接種仮定が先週のコードでは「意図していたより少し楽観的であった」ということです。「東京では、500人だと再度緊急事態宣言、250人だとそれは避けられる」という報道されている結果には全く影響ありません。

2021年1月26日

- 以下の二つの予測仮定を変更しました。

発信

■ コード全て公開・過去の分析に簡単にアクセス



OutputJapan / Covid19OutputJapan.github.io

tkksnk Update 20210302

Commit Hash	Update Date	Time Ago
bd1bb18	20210302	3 days ago
..
20210120	Update 20210302	3 days ago
20210126	timezone	last month
20210201	update 20210209	23 days ago
20210202	update 20210209	23 days ago
20210205	update 20210209	23 days ago
20210209	update 20210216	16 days ago
20210215	update 20210216	16 days ago
20210216	Update 20210223	9 days ago
20210223	Update 20210302	3 days ago
20210225	Update 20210302	3 days ago
20210302	Update 20210302	3 days ago

Covid-19と経済活動: 大阪

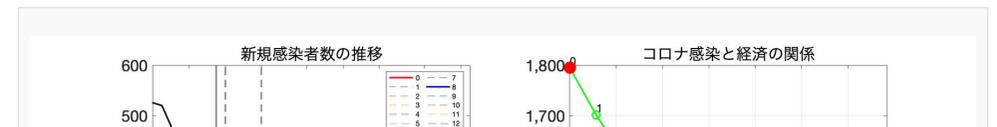
最終アップデート：2021年3月2日

** 2月28日までのデータに基づく分析です。画像はクリックすると拡大します。
図表の作成に用いたコードやデータファイルは[ここ](#)からダウンロードできます。
大阪の他のページへのリンク

[osaka_20210126.html](#) [osaka_20210202.html](#) [osaka_20210209.html](#) [osaka_20210216.html](#) [osaka_20210225.html](#)

1. 大阪での緊急事態宣言解除後の「経済促進ペース」分析

(A) 基本シナリオ



中央銀行の発信

■ 慎重な言葉選び・不確実性度合いの伝達

Authorized for Public Release

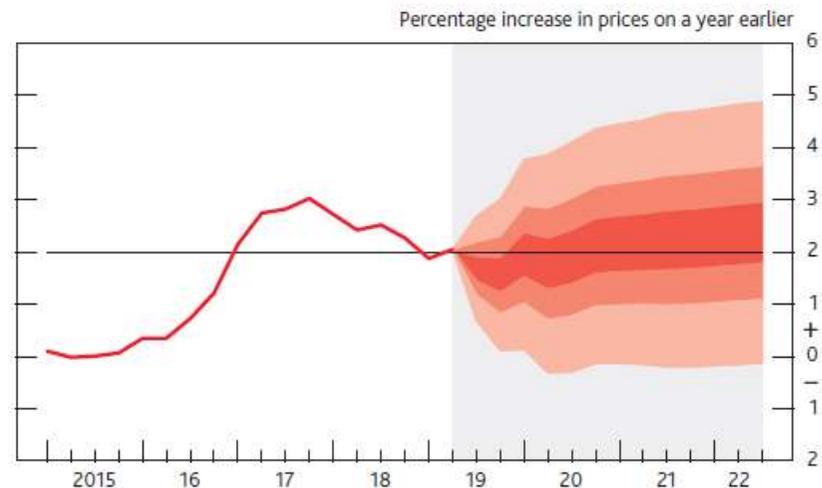
Class I FOMC - Restricted Controlled (FR)

March 10, 2011

Table 1: Overview of Alternatives for the March 15 FOMC Statement

Key Components	January Statement	March Alternatives		
		A	B	C
<i>Economic Activity</i>				
<i>Economic Recovery</i>	is continuing; rate has been insufficient to bring about a significant improvement in labor market conditions	is continuing	economic recovery is on a somewhat firmer footing	is strengthening
<i>Labor Market</i>	employers remain reluctant to add to payrolls	although improving gradually, employment remains at low levels	overall conditions appear to be improving gradually	conditions are improving
	unemployment rate is elevated	unemployment rate is elevated	unemployment rate remains elevated	

Chart 5.3 CPI inflation projection based on market interest rate expectations, other policy measures as announced



具体的な分析内容をいくつか紹介

- 1月後半・2月前半の分析
 - 緊急宣言解除基準
- 2月後半・3月の分析
 - 解除後の経済促進ペース分析
- 最近の分析
 - 変異株
 - 次の緊急事態宣言の指針

The screenshot shows the website interface for 'Covid-19と経済活動'. It features a top navigation bar with 'Nav', 'English', and 'Feedback' links. On the left, there is a vertical menu with options: '全国', '都道府県', '参考資料', '参考文献', '免責事項', and 'その他の情報'. The '参考資料' (Reference Materials) section is expanded, displaying a list of articles and reports with dates and brief descriptions, such as '論文: Daisuke Fujii and Taisuke Nakata (2021) "Covid-19 and Output in Japan" link' and '（1月15日）コロナ分科会メンバー勉強会に提出した東京に関する分析'.

<https://covid19outputjapan.github.io/JP/resources.html>

1月後半・2月前半の分析とメッセージ

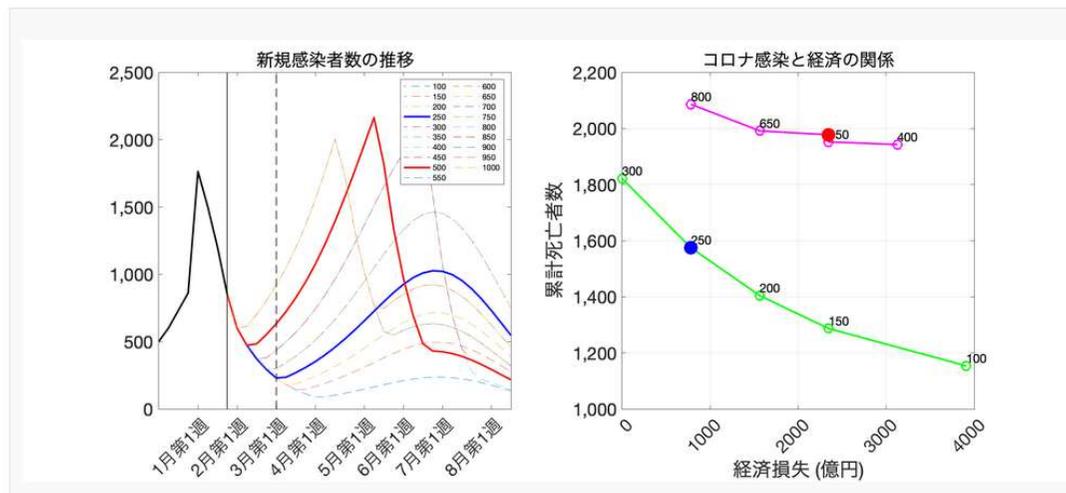
最終アップデート：2021年2月5日

図表の作成に用いたコードやデータファイルは[ここ](#)からダウンロードできます。

東京の他のページへのリンク

[tokyo_20210121.html](#) [tokyo_20210126.html](#) [tokyo_20210209.html](#) [tokyo_20210216.html](#) [tokyo_20210225.html](#)

1. 基本シナリオ



1月後半・2月前半の分析とメッセージ

- 今すぐ解除だと再度緊急事態宣言発令が回避できない
- 再度宣言発令だと・・・
 - 死亡者数も経済損失も両方大きい
- 感染症対策と経済活動は短期的にはトレードオフの関係
 - だが中・長期的には必ずしもそうではない

1月後半・2月前半の分析とメッセージ

- 分析する前の予想
 - 疫学モデルに経済活動を追加したら、疫学モデルで考えているよりかは「早めに解除が望ましい」という結果になるだろう
- 「発見」
 - 新規感染者数をある程度下げてから解除することは、感染症対策としてだけでなく、経済活動の視点からも正しい政策

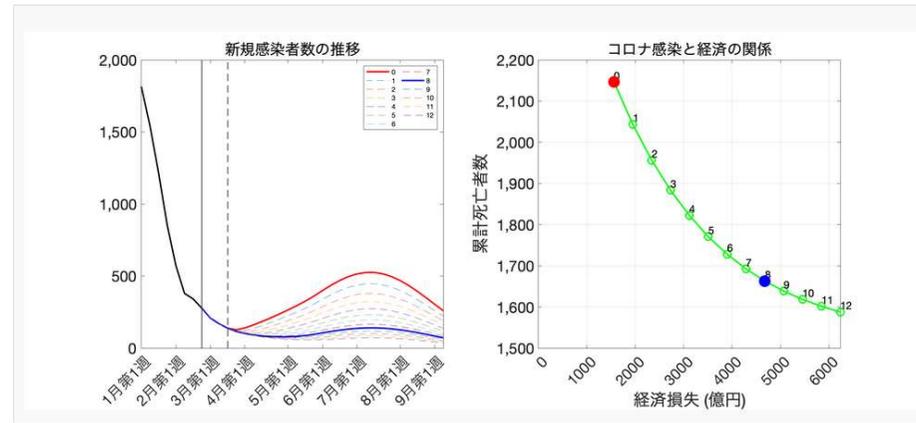
- 1月後半・2月前半の分析
 - 緊急宣言解除基準
- 2月後半・3月の分析
 - 解除後の経済促進ペース分析
- 最近の分析
 - 変異株
 - 次の緊急事態宣言の指針

2月後半・3月の分析とメッセージ

- Websiteを立ち上げた1月中旬は、東京都での解除基準分析のみ
- 現在は
 - 1都1府3県をカバー
 - 東京、大阪、千葉、埼玉、神奈川
 - 段階的解除分析を追加
 - 基本シナリオだけでなく、リスクシナリオも

2. 東京での緊急事態宣言解除後の「経済促進ペース」分析

(A) 基本シナリオ

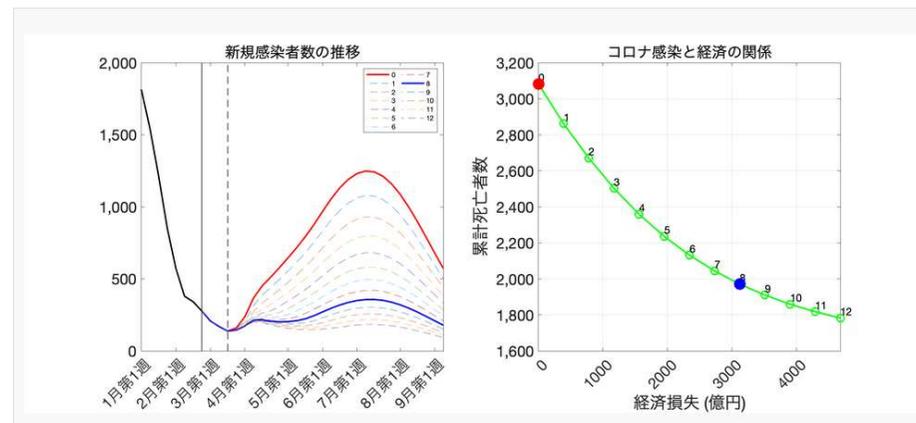


この図表のバックデータは[こちら](#)からダウンロードしてください。

出所: 著者達の計算による。

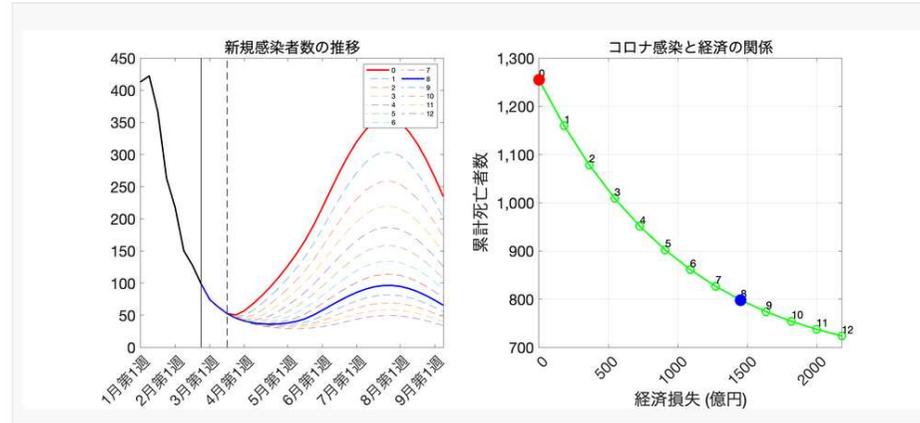
- この図をどのように理解すべきなのかは、このページ[\[ここをクリック\]](#)の解説を参考にして下さい。

(B) 「年度末気の緩み」シナリオ



2. 埼玉での緊急事態宣言解除後の「経済促進ペース」分析

(A) 基本シナリオ

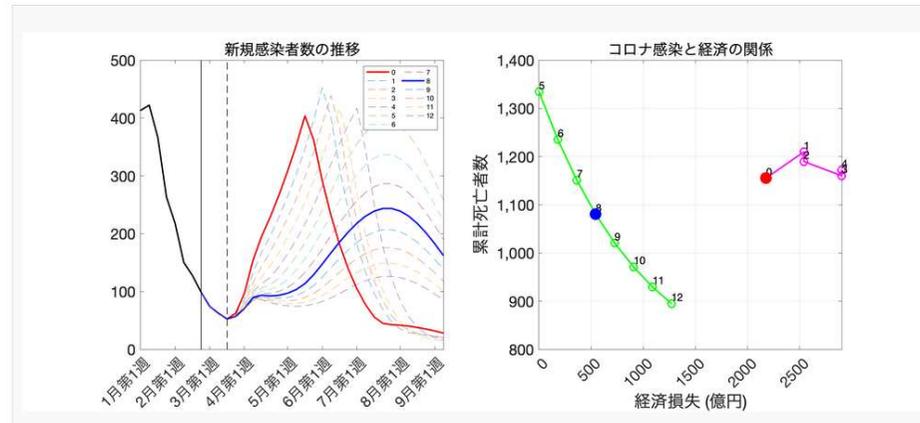


この図表のバックデータは[こちら](#)からダウンロードしてください。

出所: 著者達の計算による。

- この図をどのように理解すべきなのは、このページ[\[ここをクリック\]](#)の解説を参考にして下さい。

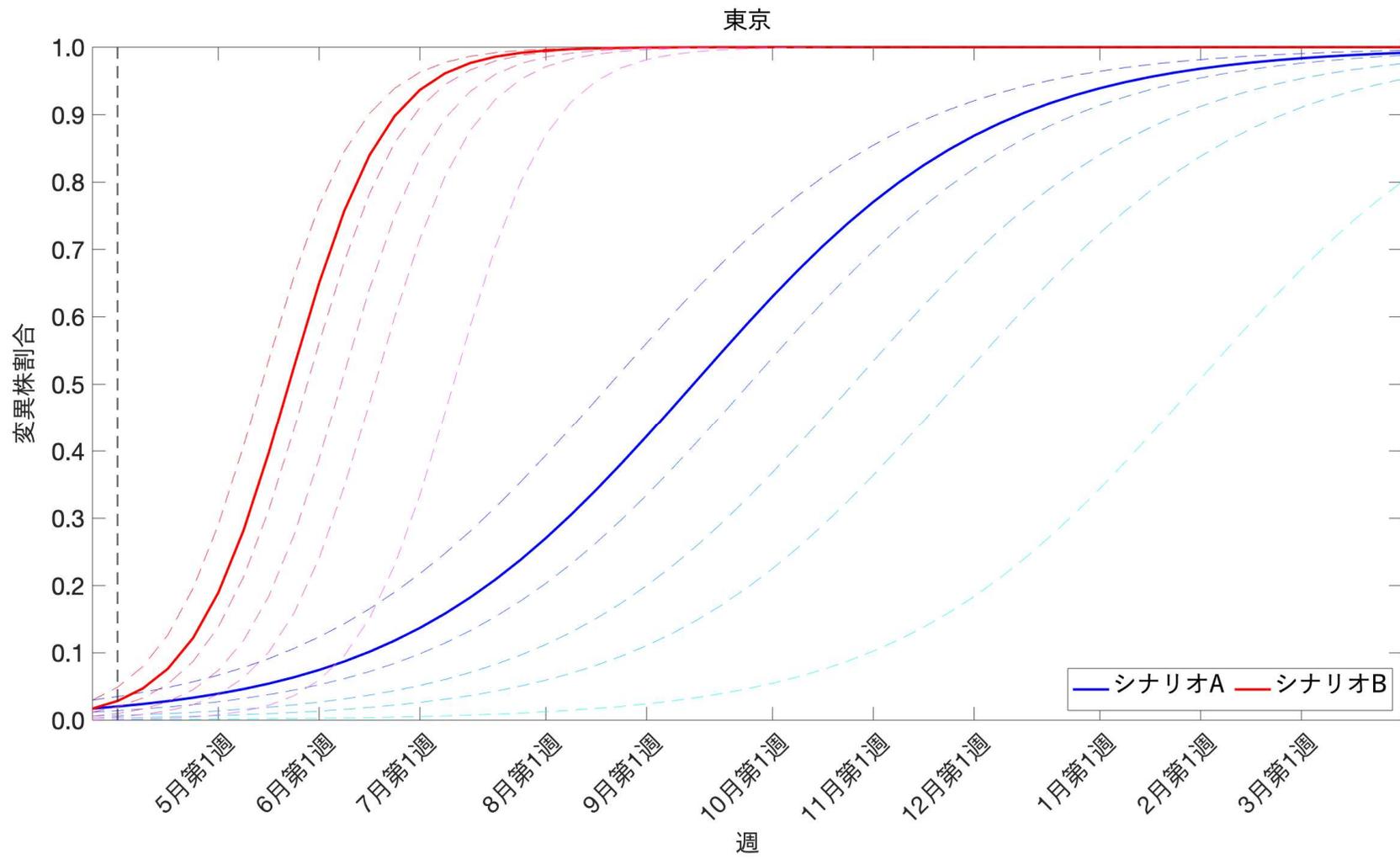
(B) 「年度末気の緩み」シナリオ



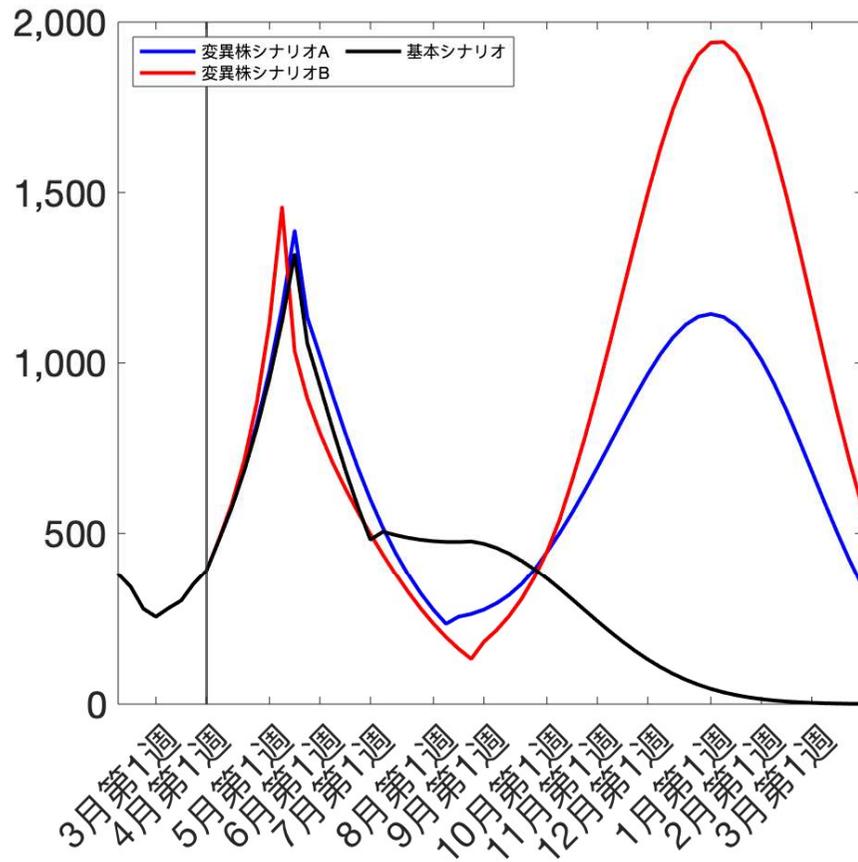
2月後半・3月の分析とメッセージ

- 解除後の段階的経済促進の重要性
 - 十分な「段階的度合い」で再度緊急事態発令を回避
 - 参考資料:「“解除時期の模索”から“リスク管理”へ」
- 中途半端な「段階的度合い」では死亡者減らせず、経済損失だけ増えることも
- 1都3県で見通しが大きく異なる

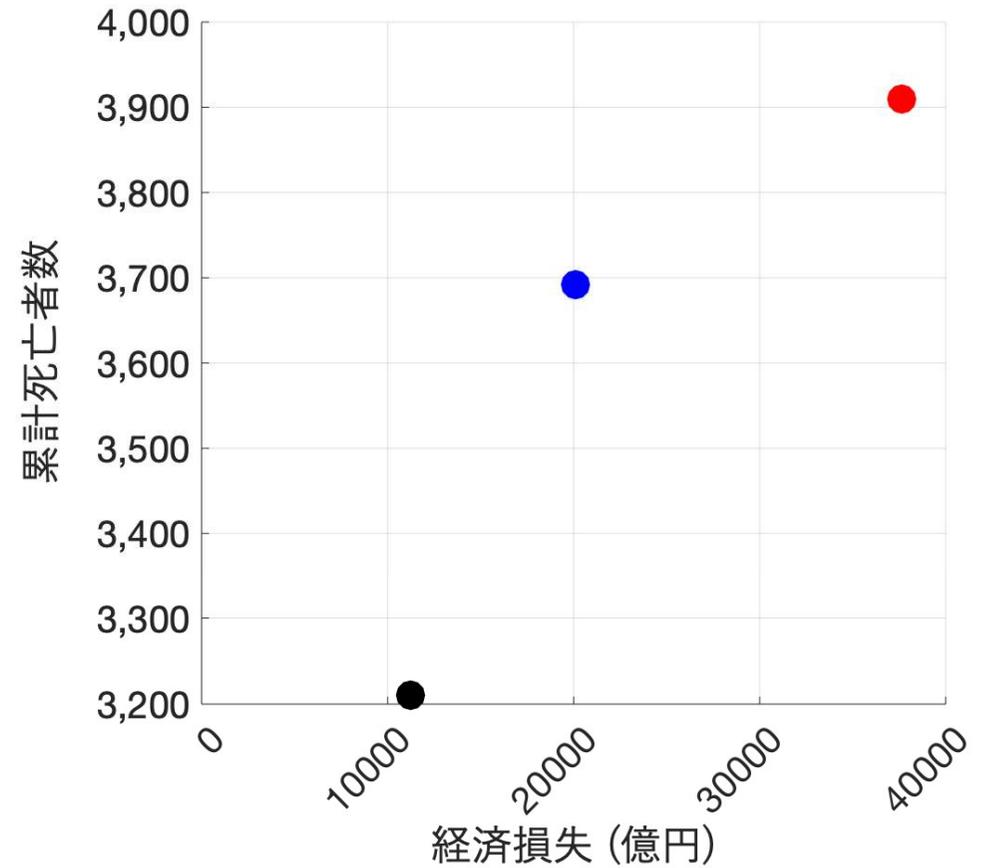
- 1月後半・2月前半の分析
 - 緊急宣言解除基準
- 2月後半・3月の分析
 - 解除後の経済促進ペース分析
- 最近の分析
 - 変異株
 - 次の緊急事態宣言の指針



新規感染者数の推移



コロナ感染と経済の関係



* 9月中旬に高齢者約8割が2本目のワクチン接種完了を仮定

* 右図では「この先緊急事態宣言を一度も発動せずに感染を収束させることが出来るシナリオ」における経済損失を0円として標準化

- 変異株シナリオでは今後の見通しが大きく悪化
 - 感染者数・死亡者数の見通しの悪化
 - **経済損失の大幅な増加**
 - 経済損失:基本シナリオ << シナリオA << シナリオB
 - 何故? :変異株が蔓延している場合には、緊急事態宣言中に経済活動をかなり大きく抑えないと感染減少にはつながらないから

■ 関西一部地域とその他の地域の往来を自粛・制限

■ 「慎重に」ではなく「**早めに、大胆に**」

- 参考資料:「変異株分析の政策含意」
- イメージ:2020年3月前半のFRBの対応
- 「早めに大胆に規制すべき時に慎重に規制してしまうコスト」は「慎重に規制すべき時に、早めに大胆に規制してしまうコスト」よりも大きい
 - 何故？感染者数増加が指数関数的な動きをすることによる



次の緊急事態宣言の指針

分析

- 東京における「次の緊急事態宣言のあるべき形」を分析
- 具体的には、次の宣言下での「規制の強さ」が感染者数・死亡者数・経済損失に与える影響を分析
 - 「規制が強い」＝経済活動が大幅に低下・感染が急速に減少・宣言期間が短い
 - 「規制が弱い」＝経済活動低下が小さい・感染がゆっくりと減少・宣言期間が長い
- (ちょっと複雑になるけれど)「解除基準人数」も分析
 - ...「規制の強さ」と「解除基準」を同時に考えることで見えることもある

分析結果

- 「強い規制」が望ましい
- 死亡者数:「強い規制を短期間」<「緩い規制を長期間」
- 経済損失:「強い規制を短期間」?「緩い規制を長期間」
 - 大きくなるかもしれない(>)、小さくなるかもしれない(<)
 - (興味深いことに)変異株Bシナリオでは、「強い規制を短期間」だと再度宣言発令になるがそれを考慮しても「？」

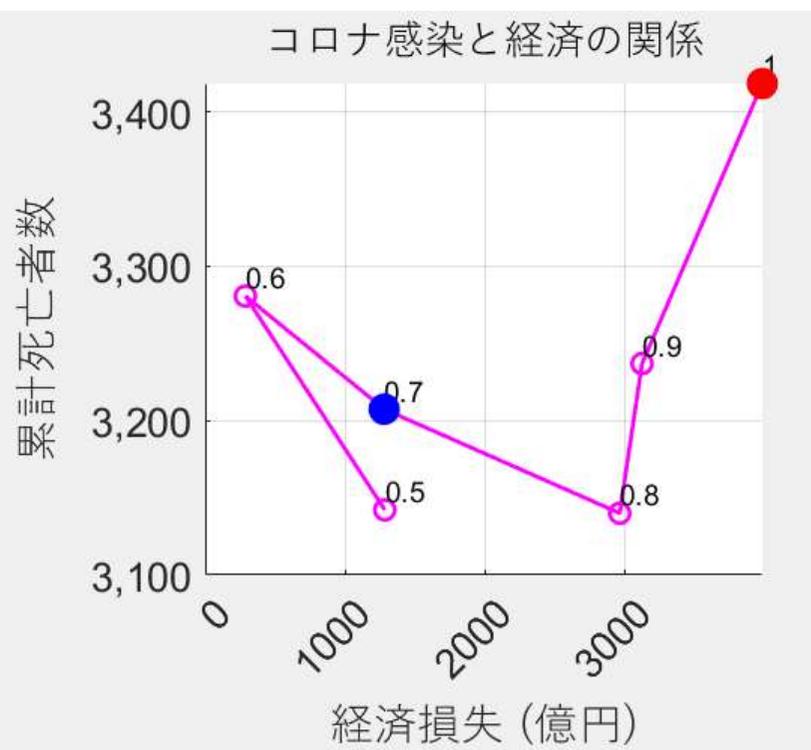
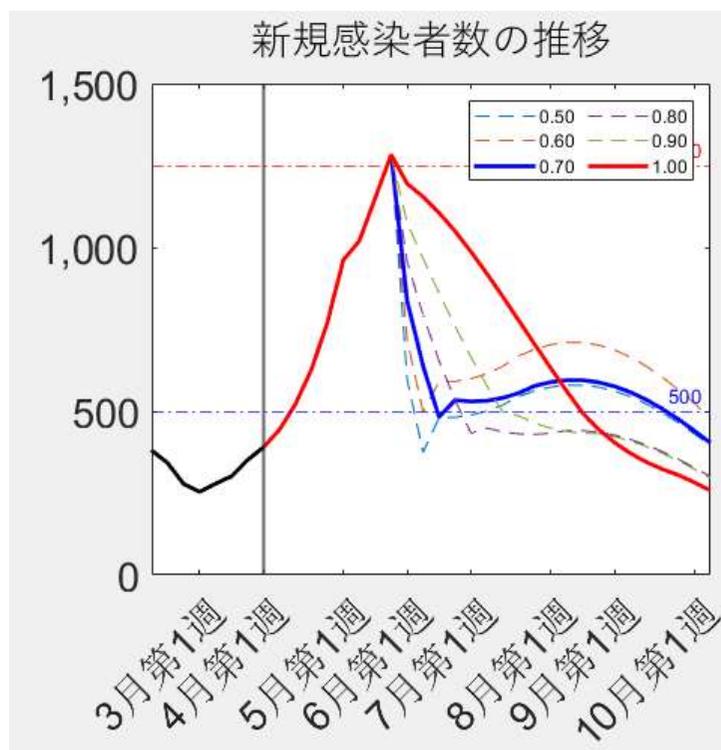
分析結果

- 「解除基準人数」は低い必要はない
 - 「ある程度高いことが望ましい」とさえ言える(シナリオによっては高いと経済損失がかなり減少)
- 今年1月の緊急事態宣言の解除基準分析では
 - 「解除基準人数」はある程度低くないといけない、という結果
 - 何故? : 低くないと解除後に再度宣言発令リスクが高くなるから
- 前回と次回の宣言解除分析の違いの理由
 - 次の宣言解除の時期にはワクチン接種がある程度普及
 - 前回と比べ、再度宣言発令リスクが大幅に減少



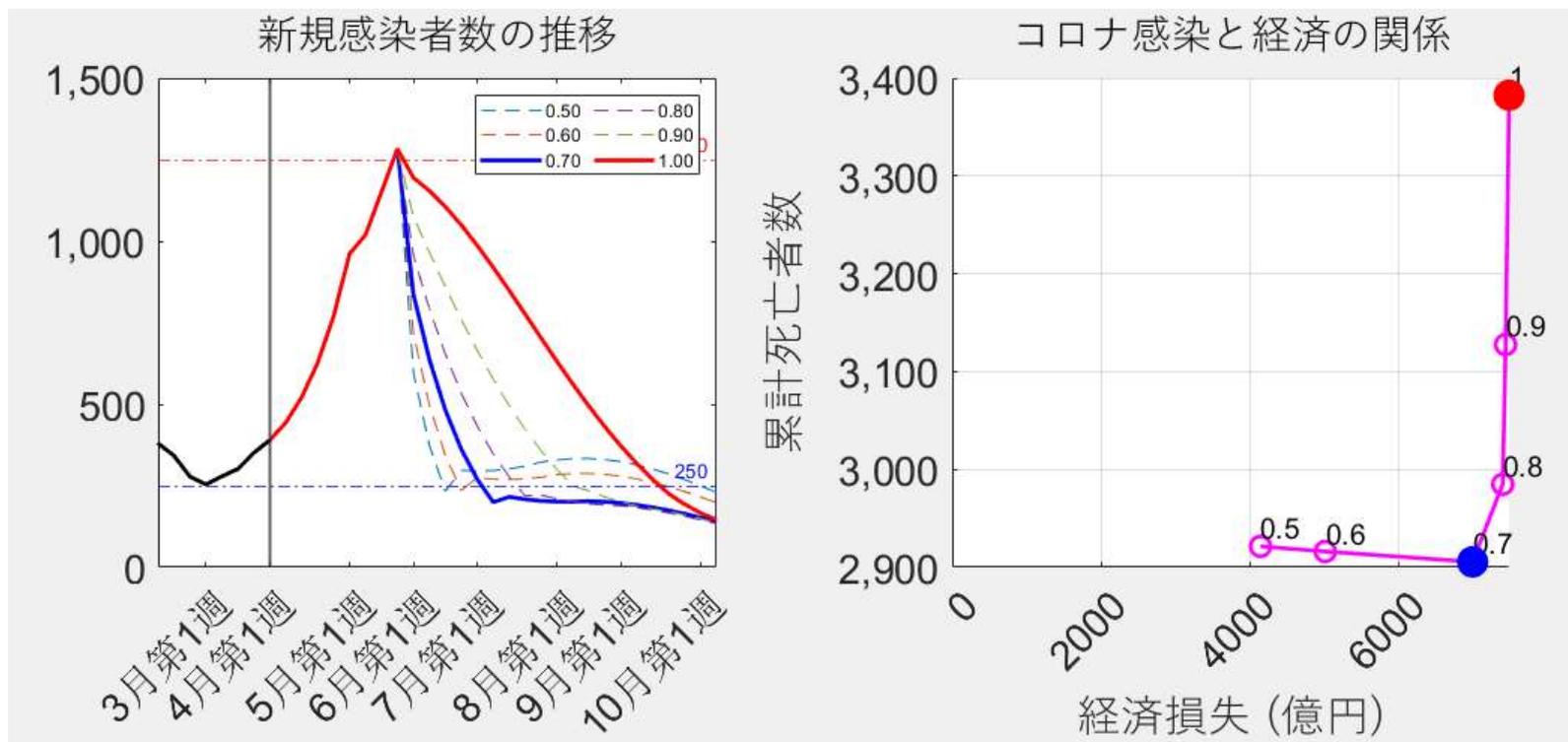
自粛疲れシナリオ

自粛疲れシナリオ：解除基準500人



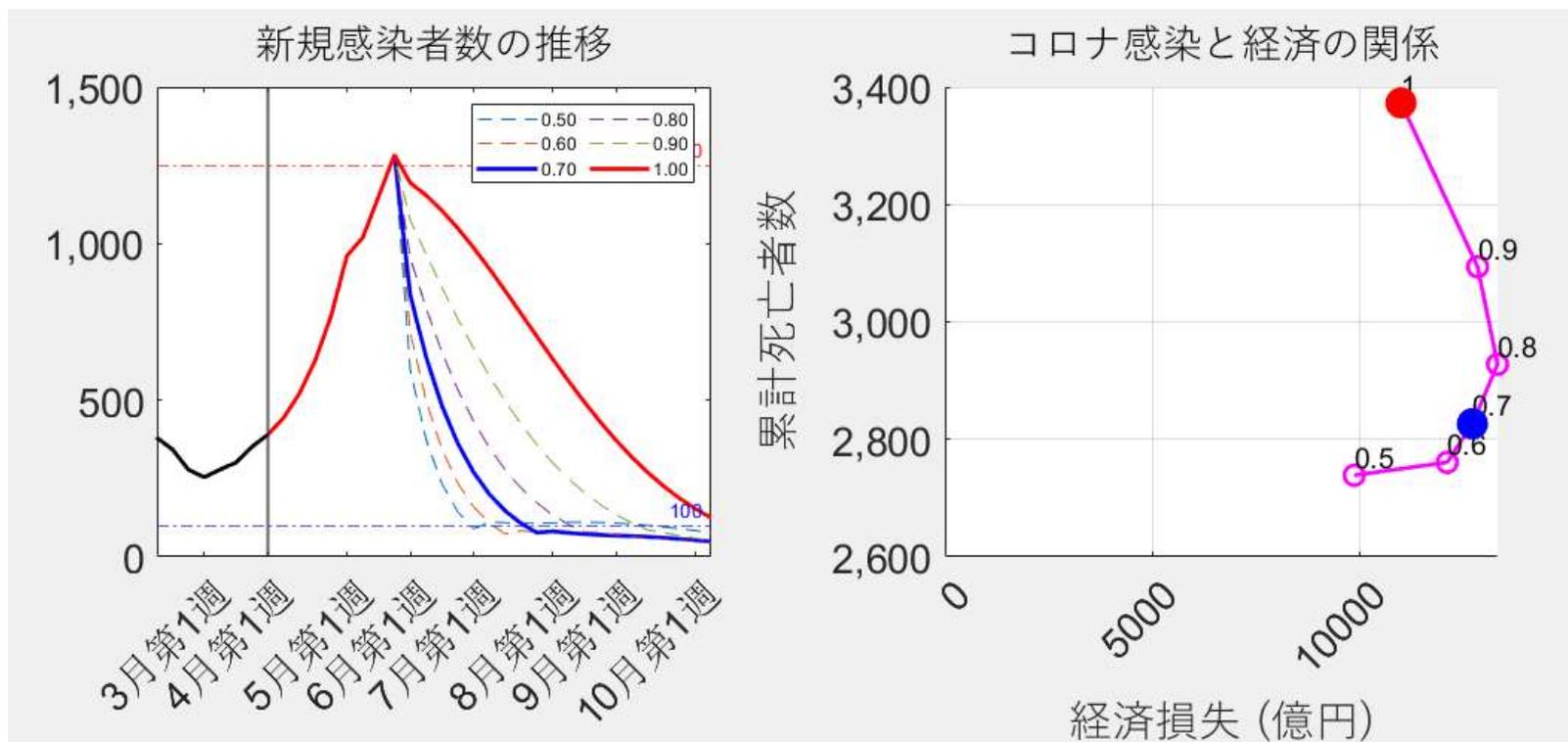
注：数字Xは宣言中の経済活動レベルを表す（青：強い規制 赤：緩い規制）

自粛疲れシナリオ：解除基準250人



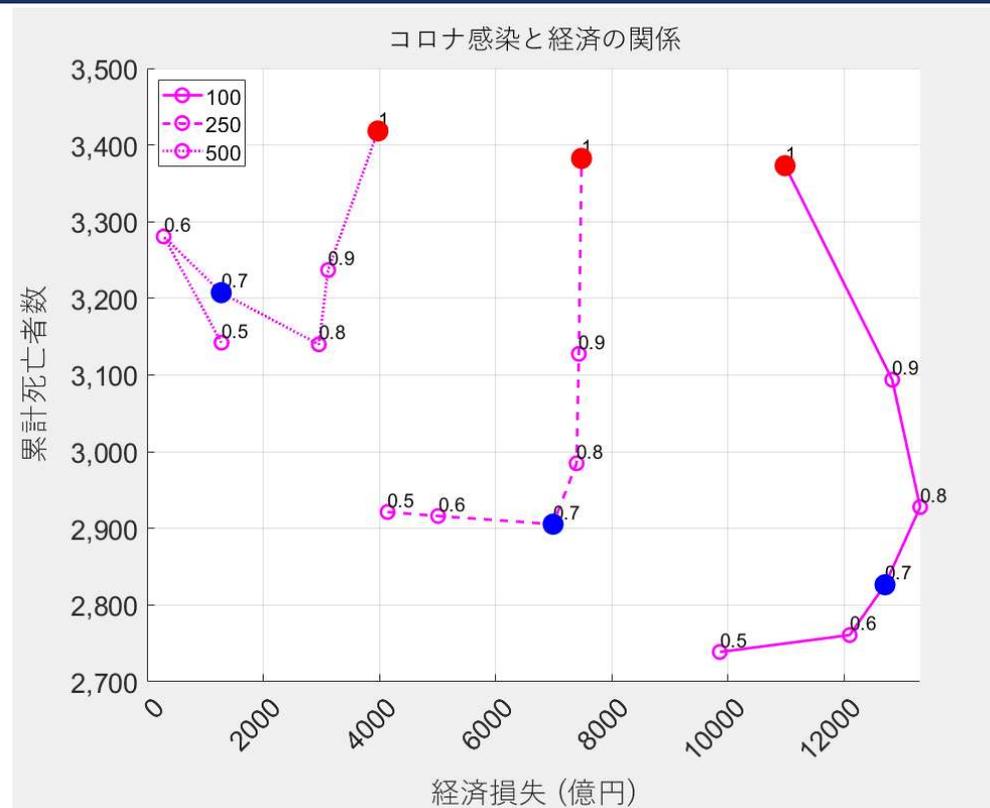
注：数字Xは宣言中の経済活動レベルを表す（青：強い規制 赤：緩い規制）

自粛疲れシナリオ：解除基準100人



注：数字Xは宣言中の経済活動レベルを表す（青：強い規制 赤：緩い規制）

自粛疲れシナリオ:三つまとめて



注: 数字Xは宣言中の経済活動レベルを表す(青:強い規制 赤:緩い規制)

自粛疲れシナリオ

- それぞれの解除基準において
 - 強い規制で早く解除基準に達成すると、死亡者数は減少傾向
 - 経済損失は減少するかもしれないし、増加するかもしれない
 - 自動車の例: 速いスピードで目的地に到着した方が燃費が良いかはわからない
- それぞれの「規制の強さ」において
 - 解除基準人数が低いほど死亡者数は減るが大きくは減らない
 - ワクチン接種で致死率が下がり始めているため
 - 経済損失は大きく増える

自粛疲れシナリオ

- それぞれの「規制の強さ」において、解除基準にはトレードオフ
 - 従って、「どの解除基準が望ましいか」に対する答えは価値観に依存
 - が、これまでの分析で出てきたトレードオフ曲線と比べるとかなりフラットなので、「解除基準は高くていいのでは」と言いやすい
 - 変異株シナリオAでは、さらにフラットなので「解除基準は高くていいのでは」とさらに強く言える

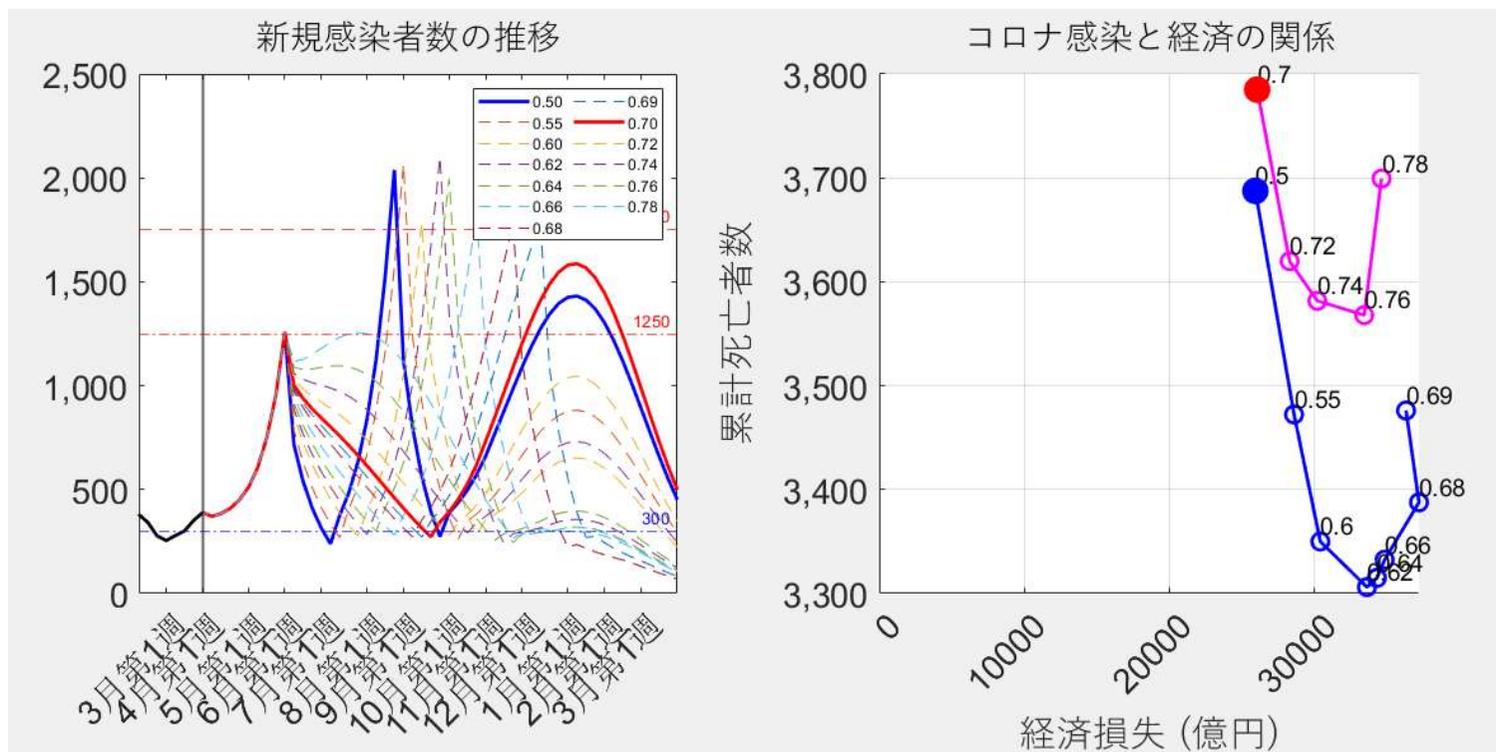
自粛疲れシナリオ

- 前回の宣言の解除基準分析では、「強い規制・高い解除基準」は望ましくなかった
 - 何故？ワクチン接種がかなり先の未来だったから
 - 高い解除基準だと、再度緊急事態宣言
- 次回の緊急事態宣言では、「強い規制・高い解除基準」も悪くない
 - 何故？次の緊急事態宣言を解除しようか決めている時期には、ワクチン接種が既に大量にスタートしている
 - 従って、再度緊急事態宣言リスクがかなり低い



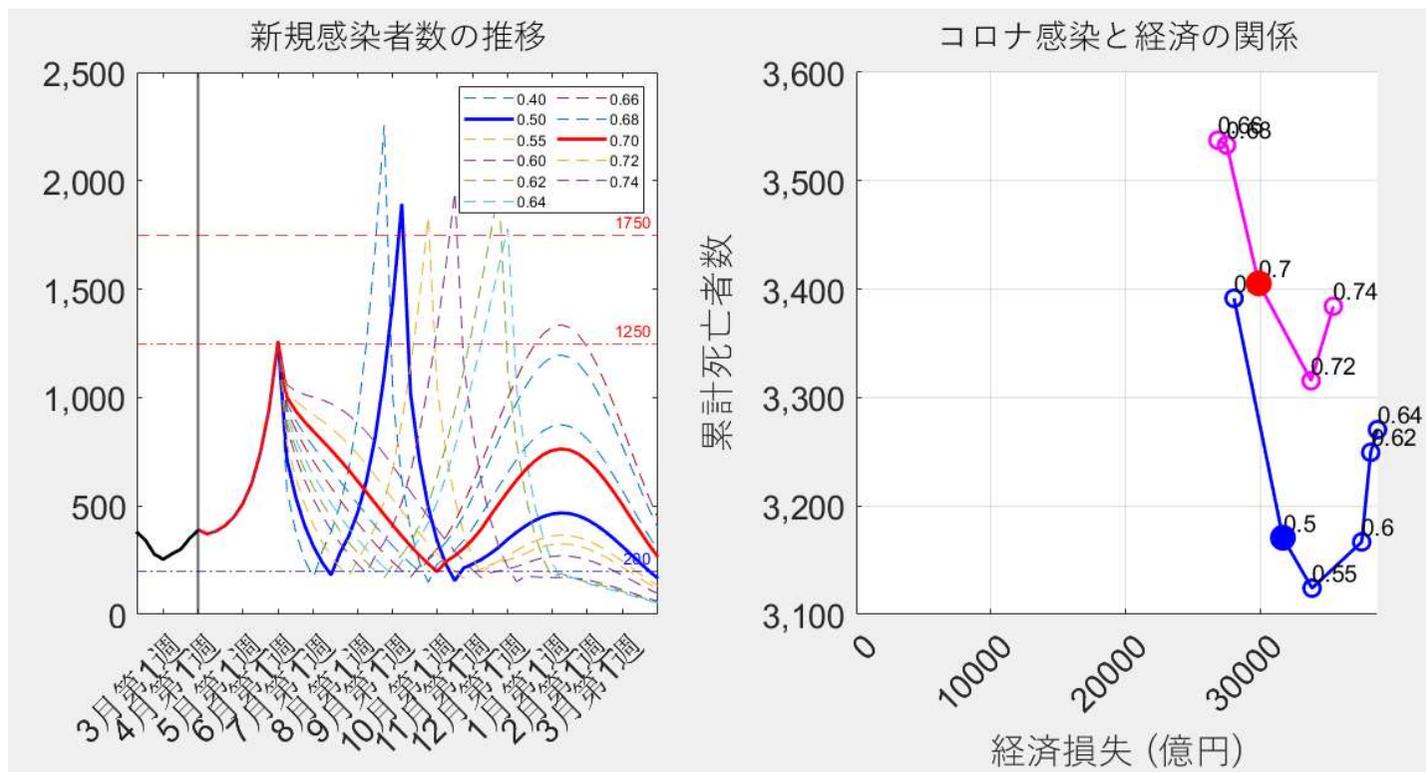
変異株シナリオB

変異株シナリオB: 解除基準300人



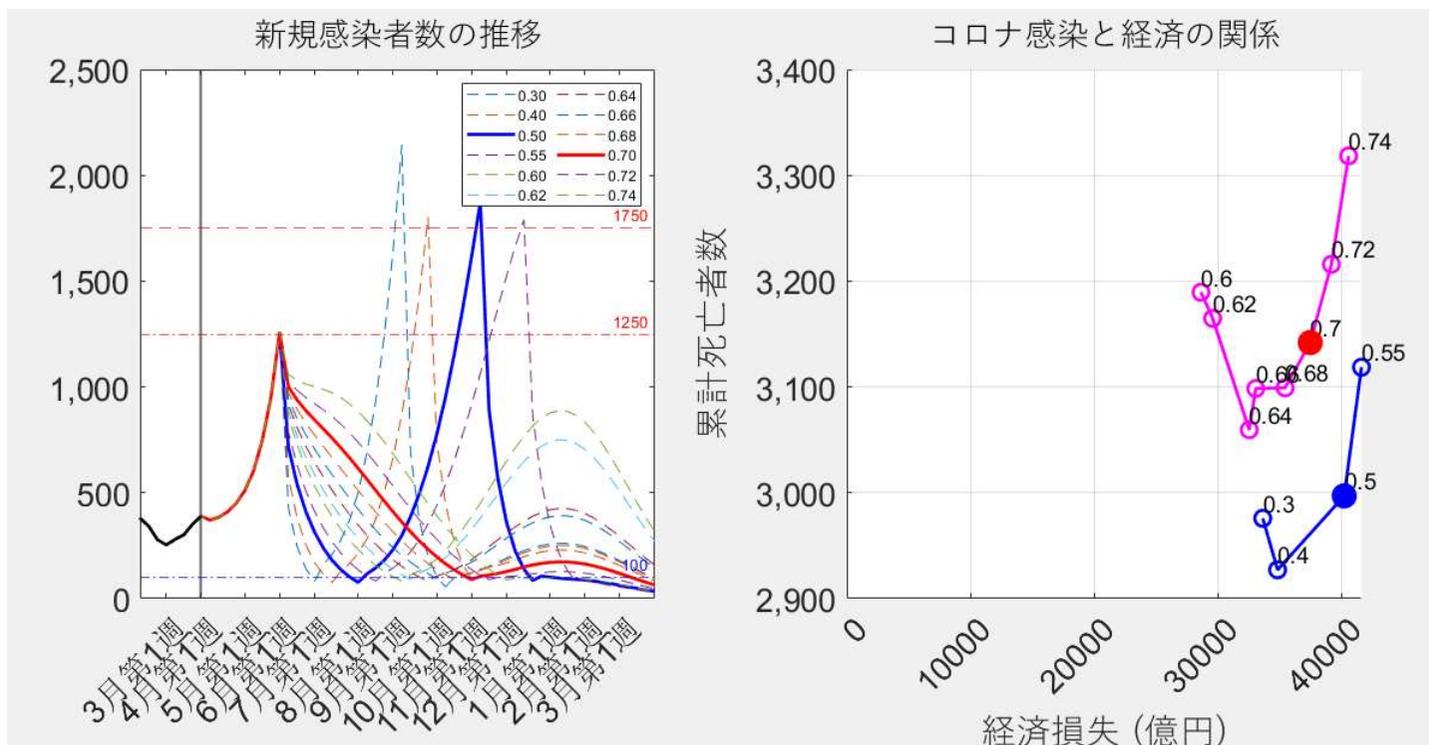
注: 数字Xは宣言中の経済活動レベルを表す (青: 強い規制 赤: 緩い規制)

変異株シナリオB: 解除基準200人



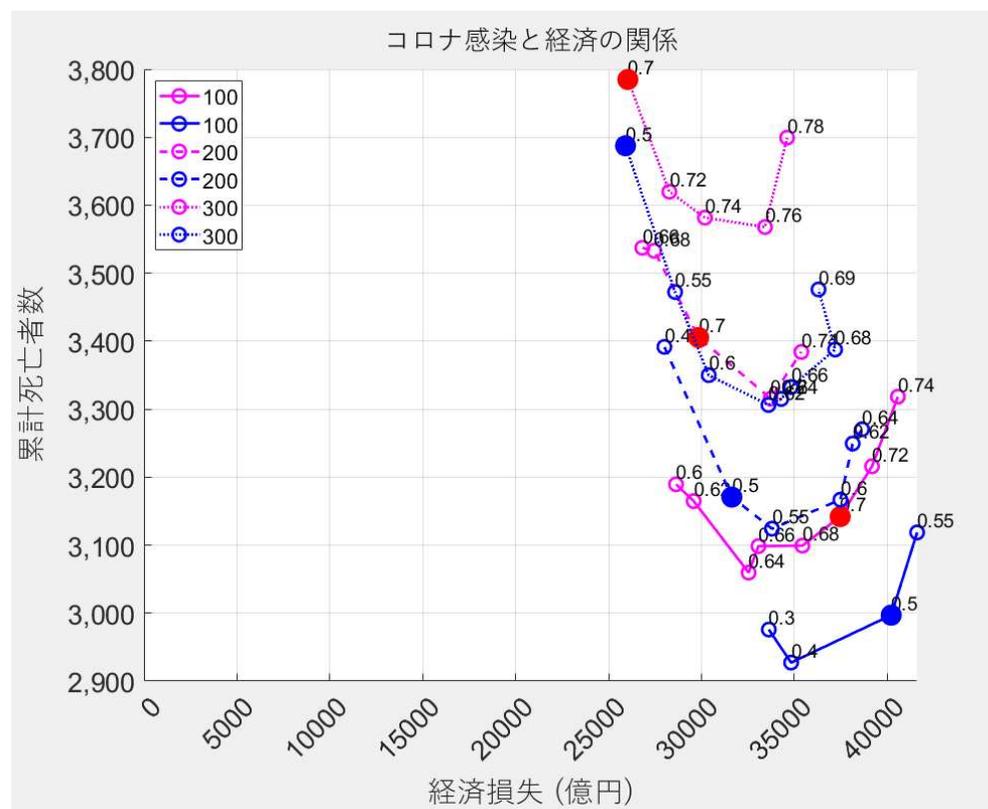
注: 数字Xは宣言中の経済活動レベルを表す(青:強い規制 赤:緩い規制)

変異株シナリオB: 解除基準100人



注: 数字Xは宣言中の経済活動レベルを表す(青:強い規制 赤:緩い規制)

変異株シナリオB: 三つまとめて



注: 数字Xは宣言中の経済活動レベルを表す (青: 強い規制 赤: 緩い規制)

変異株シナリオB

- **赤(緩い規制)**: 前回の宣言よりも強い規制
 - しかし強さが「中途半端」。緊急事態宣言が超長期化
- **青(強い規制)**: とても強い規制
 - 再度緊急事態宣言となってしまう
 - もう一度宣言が出ても、経済損失は増えるとは限らない
 - 減るかもしれない
 - 死亡者数は減る傾向

変異株シナリオB

- 「強い規制」 > 「緩い規制」
 - 青色曲線は常に紫色曲線の下
- それぞれの「規制の強さ」において
 - 解除基準人数を増やすと、死亡者数は減るが経済損失は増える(トレードオフの関係)
 - 自粛疲れ・変異株シナリオAと違って、トレードオフ曲線は必ずしもフラットではない

- 次の緊急事態宣言は、これまでとは質が違う
 - 変異株の存在
 - ワクチン接種が大量に始まっている
- これまでとは違ったアプローチが必要
 - 参考資料:「次の緊急事態宣言の指針」
- 「変異株蔓延を遅らせることのベネフィット」は「次の緊急事態宣言のデザインを最適化することのベネフィット」よりも大きい
 - 関東圏での変異株割合増加を遅らせることは最重要課題



最後に

苦勞

- ニュアンスを正確に伝えるための時間作り
 - 2月中旬から3月下旬までは、フルタイムで個別Media・政府からの質問対応
 - 現在は毎週Zoomで説明会
- RAのマネージメント
 - 毎週更新・分析依頼対応のためのRAが現在12人
- チームのカルチャー形成
 - やっている分析はすべて、学術論文にはならない
 - その中で、高いMotivationを維持してもらう必要がある

これから

- 増え続ける分析依頼を出来る限りこなす
 - さらにRAを採用
- 海外でも分析に興味を持ってもらう
 - 幾つかの国に分析を適用
- 将来、経済学が活躍できる場を広げるための発信をする
 - 毎週Mediaで紹介されることで、「経済学が身近に」
 - 経済学を活用したい政府・一般の人々への発信
 - 政策に直結する研究・分析に興味のある経済学者達への発信

- 毎週火曜日分析を更新

<https://Covid19OutputJapan.github.io/JP/>

- 質問・分析のリクエスト等
 - dfujii@e.u-tokyo.ac.jp
 - taisuke.nakata@e.u-tokyo.ac.jp