



CiDER-PDP

Center for Infectious Disease Education and Research, Policy Discussion Paper

PDP001

コロナ関連 3 政策の効果検証

北村周平

大阪大学感染症総合教育研究拠点

コロナ関連 3 政策の効果検証

北村周平*

2023 年 1 月 26 日

概要

本稿では、新型コロナウイルス感染拡大防止策として行われた 3 つの政策 (緊急事態宣言、まん延防止等重点措置、BA5 対策強化宣言) が新規陽性者数と実効再生産数に与えた効果の大きさについて、都道府県ごとの差の差法を使って推定した。分析の結果、効果の大きさは、全体的に、緊急事態宣言で最も大きく、次にまん延防止等重点措置と BA5 対策強化宣言であることがわかった。緊急事態宣言の場合の効果の大きさは、開始日前日の値の半分程度である。また、時期を限定した分析も行った。

1 はじめに

日本政府は、新型コロナウイルス感染拡大防止策として、これまでさまざまな政策を実施してきた。本稿では、その中でも、緊急事態宣言、まん延防止等重点措置、BA5 対策強化宣言という 3 つの主要政策に着目し、それらが感染拡大防止に与えた影響を定量的に分析する。この間、世界の多くの国々では、法的な強制力を伴うロックダウンが行われた。そして、それらに反発する市民デモも起こった (Al Jazeera, 2021; BBC News, 2022)。日本における類似の政策は上記 3 政策だが、これらは強制ではなく、人びとの自発的な行動変容を促すタイプの政策であった。^{*1} そうでありながら、人口当たりのコロナ関連死者数は世界的に見ても少ないなど、日本は感染症対策の成功例としてメディアに取り上げられることもある (The Japan Times, 2022)。政策による行動制限と感染拡大防止とのトレードオフを考えたときに、このような強制力の弱い政策が感染拡大防止にどれほどの影響を及ぼしたかを定量的に分析することは、今後の感染症対策を考える上でも重要である。

本稿では、因果推論の手法を使って、感染拡大防止政策の効果を測った。使用したのは、差の差法である。特に、処置のタイミングが異なることを利用した、イベント・スタディという方法を使った。それぞれの政策の実

* 大阪大学感染症総合教育研究拠点 特任准教授 (常勤)。本稿の執筆にあたり、東京大学院生の鳥井原遼さんにデータの作成を手伝って頂いた。この場を借りて感謝したい。本稿に関する、開示すべき利益相反関連事項はない。

^{*1} Watanabe and Yabu (2021) は、このような政策を “voluntary lockdown” と呼んでいる。ただし、事業者に対しては要請に従わない場合、過料が課せられる。

施全期間のデータを使った分析^{*2}では、緊急事態宣言の効果が最も大きく、次にまん延防止等重点措置、BA5 対策強化宣言の順であることがわかった。緊急事態宣言の最大効果は開始後 40-50 日後に見られ、そのときの大きさは開始日前日のアウトカムの値の半分程度であった。次に、緊急事態宣言とまん延防止等重点措置について、期間を限定した分析も行った。その結果、緊急事態宣言は後半にも効果が見られたが、まん延防止等重点措置については、初期には明らかな効果が見られたが、後期にはそれが見られなかった。本稿の最後では、このように政策・時期によって効果が異なることの解釈についても考察している。

ロックダウンなどの感染拡大防止政策が感染に及ぼす影響を見たものには、Hsiang et al. (2020) や Yan et al. (2021) などがある。一方、日本のデータを使った因果分析は限られるが、例えば、緊急事態宣言による飲食店や居酒屋の休業・時短が及ぼす影響を見た、Takaku et al. (2022) がある。本稿の貢献は、強制力の弱い政策が感染に及ぼす影響を、日本の都道府県別のデータと因果推論の手法を使って、包括的に分析したことである。

2 コロナ関連 3 政策

本稿で着目する緊急事態宣言、まん延防止等重点措置、BA5 対策強化宣言は、2020 年春から 2022 年夏にかけて行われた。緊急事態宣言は、「爆発的な感染拡大及び深刻な医療提供体制の機能不全を避けるための対応が必要な状態」のときに発令されるものとされ、住民に対して外出自粛要請ができる他、事業者に対して休業・時短要請や、イベントの開催制限・停止要請もできる。^{*3}外出自粛要請については、それに従わないとしても罰則は科されない。それでも緊急事態宣言は、行動自粛を促す感染症関連の政策としては、現在の日本において最も権限やメッセージ性が強い政策であるといえるだろう。

次に、まん延防止等重点措置は、それよりも緊急性を伴わない段階（「感染者の急増及び医療提供体制における大きな支障の発生を避けるための対応が必要な段階」）に発令されるものとされる。事業者に対して時短要請はできるが休業要請はできないなど、緊急事態宣言と比べて権限も弱くなっている。最後に、BA5 対策強化宣言は、オミクロン株の BA5 系統を中心とした感染が拡大した 2022 年夏頃に実施された。住民や事業者への協力要請はあるものの、まん延防止等重点措置よりもさらに権限が弱くなっている。

日本で新型コロナウイルスの感染が初めて確認されてから現在に至るまで、緊急事態宣言とまん延防止等重点措置は計 4 回、BA5 対策強化宣言は 1 回行われた。それぞれの時期は表 1 のようにまとめられる。ただし、厳密な開始・終了日は都道府県によって異なる場合がある。例えば、2 期目の緊急事態宣言の場合は、1 月 8 日に始まった都道府県（埼玉、千葉、東京等）と、1 月 14 日に始まった都道府県（京都、大阪、兵庫等）がある。

^{*2} ただし、後述するように、緊急事態宣言の 1 期目は、すべての都道府県が宣言を出したため分析に含めない。

^{*3} https://corona.go.jp/emergency/pdf/kinkyujitaisochi_20210419.pdf。

3 推定方法

既述のように、本稿で着目する3つの政策は、開始のタイミングが都道府県によって異なる場合がある。そこで推定には、差の差法、特に、処置のタイミングが異なることを利用した、イベント・スタディという方法を使う。分析に使用する推定モデルは、以下である。

$$Y_{pt} = \sum_{l=-14}^{60} \beta_l I[t - k_p = l] + \alpha_p + \tau_t + \gamma_p t + \delta_p t^2 + \epsilon_{pt}. \quad (1)$$

ただし、 Y_{pt} は都道府県 p の t 日におけるアウトカム、 α_p は都道府県固定効果、 τ_t は日付固定効果、 $\gamma_p t$ 、 $\delta_p t^2$ は都道府県ダミーに線形トレンド及びその二乗を掛けたもの、 ϵ_{pt} は誤差項である。また、 I は関数内の等式が満たされていれば1を取り、それ以外は0をとるダミー変数、 k_p は都道府県 p の処置開始日を表す。つまり、 l は t 日が処置開始日に対して何日目に当たるかを表している。例えば、 $l = -1$ ならば、開始日の前日を意味する。14日より前の場合と、60日より後の場合は、それぞれ、 $l = -14$ と $l = 60$ に丸めている。慣習に従い、-1日目を基準日とする（つまり、式から $l = -1$ を除いて推定する）。誤差項は、都道府県単位でクラスターし、同一都道府県内での系列相関を許す。

興味のあるパラメータは、 β_l である。基準日を除いているため、このパラメータの推定値は、基準日と比べて、その前後に介入群と非介入群のアウトカムの平均値に差があったかどうかを表す。例えば、仮に Y_{pt} を新規陽性者数とした場合、基準日と比べて、介入後に介入群の新規陽性者数が非介入群より減ってれば、介入後の値は $\beta_l < 0$ となる。本稿が着目するのは、介入後、 β_l が統計的に有意にゼロから離れているか否かである。

処置のタイミングが異なる場合の差の差法を用いる際に必要な仮定は、第一に、仮に介入が全くなかった場合、どの群もアウトカムは同じように動いていること（平行トレンドの仮定）、第二に、介入を予想して介入前にアウトカムが変わらないこと（No anticipation の仮定）、第三に、ある都道府県のアウトカムは他の都道府県のアウトカムに依存しないこと（Stable unit treatment value (SUTVA) の仮定）、そして最後に、処置効果は同質的、あるいは処置のタイミングが処置効果の異質性と相関しないこと、である（Roth et al., 2022; Sun and Abraham, 2021）。以下、1つ目と2つ目の仮定については、介入前のトレンドを見ることでもっともらしさを検証する。3つ目に関しては、隣接都道府県への影響をコントロールし、頑健性を検証する。そして4つ目に関しては、別の推定法（Sun and Abraham, 2021）を使って、結果の頑健性を確認する。

4 データ

分析では、以下のデータを利用した。いずれもオンラインで公表されているデータを使用した。

- 新規陽性者数、実効再生産数

東洋経済オンライン*4から入手した。データには、データの取得が始まる 2020 年 1 月 16 日から、データをダウンロードした日の前日 (2022 年 12 月 11 日) までが含まれている。元データに含まれる変数は累計陽性者数のため、前日との差を取ることで新規陽性者数を計算した。一方、実効再生産数はすでにデータに含まれているものを使用した。東洋経済オンラインで使用されている実効再生産数の定義は、

$$\left(\frac{\text{直近 7 日間の新規陽性者数}}{\text{その前 7 日間の新規陽性者数}} \right)^{\left(\frac{\text{平均世代時間}}{\text{報告間隔}} \right)} \quad (2)$$

である。*5同サイトの説明によると、平均世代時間は、2021 年 12 月 31 日以前は 5 日と仮定し、それ以降は 2 日と仮定している。また、報告間隔は 7 日と仮定している。一部、“inf”となっているもの (65 個) については欠損値として処理した。もともと欠損値だったものと合わせると、合計の欠損値数は 6,432 個 (12.72%) である。

- 人口

2021 年 1 月 1 日現在の値を住民基本台帳*6から入手した。

- ワクチン接種者数

首相官邸のウェブサイト*7から入手した。

以上のデータをもとに、新規陽性者数、20 代人口、70 代以上人口を都道府県人口で割り、人口当たりの値に変換した。次に、人口当たり新規陽性者数はとても小さな値になるため、値に 1,000 を掛けた。ワクチン接種率については、まず、2021 年 4 月 19 日時点における、1 回目ワクチン接種済高齢者の数が 65 歳以上人口に占める割合を計算し、次に、2022 年 8 月 1 日時点における、1 回目、2 回目、3 回目、4 回目のワクチン接種済数の人口に占める割合を計算した。分析ごとに着目する時期が異なるため、それぞれの開始時期に合わせて、その直前のワクチン接種率をコントロール変数として使った。使用した変数の記述統計を表 2 に示す。

5 結果

以下、緊急事態宣言、まん延防止等重点措置、BA5 対策強化宣言の順に結果を示す。

*4 <https://toyokeizai.net/sp/visual/tko/covid19/>。

*5 式の意味については、例えば、明治大学桂田祐史氏の解説 (<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/mk/labo/text/effective-reproduction-number.pdf>) が参考になる。

*6 https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/daityo/jinkou_jinkoudoutai-setaisuu.html。

*7 <https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11987457/www.kantei.go.jp/jp/headline/kansensho/vaccine.html>。

5.1 緊急事態宣言

5.1.1 2期目以降全期間

図1は、緊急事態宣言が新規陽性者数及び実効再生産数に及ぼした効果を示している。2期目から4期目までを全て含むが、1期目は全ての都道府県が宣言を出したため、分析からは除外している。^{*8}従って、サンプルに含まれる期間は、2期目が始まった2021年1月8日のおよそ1ヶ月前である2020年12月1日から、4期目が終了した2021年9月30日までである。^{*9}この間、複数回介入があった都道府県に関しては、最初の開始日を0日目としている。期間中、一度も介入がなかった都道府県は26都道府県、それ以外は21都道府県であった。

まず、人口当たり新規陽性者数に関してだが、図を見ると平行トレンドの仮定が満たされていない可能性があるため、推定値の解釈に注意が必要である。それを踏まえた上で改めて図を見ると、開始後40から50日目頃にピークがあり、その時の効果の大きさは、-0.04から-0.05程度である。介入開始前日の人口当たり新規陽性者数(×1000)は平均で0.1だったことを踏まえると、効果は最大でその半分程度の大きさということがわかる。次に、実効再生産数に関しては、介入前は介入群と非介入群で似通ったトレンドであることがわかる。新規陽性者数と同様に開始後40から50日目頃にピークが有ることがわかり、そのときの効果の大きさは-0.4から-0.5程度である。介入開始前日の平均値は1.3だったため、効果の大きさは、最大でその半分程度の大きさということがわかる。

統計的に有意な推定結果の頑健性を調べるため、追加のコントロール変数を加えた分析もした。具体的には、図1で使用したコントロール変数に加えて、20代人口の割合に都道府県ダミーを掛けたものと、70代以上人口の割合に都道府県ダミーを掛けたものを追加して分析した(補足資料の図A.1)。^{*10}全体的に信頼区間が広くなり、結果は弱くなっているが、パラメータの推定値にはそれほど変化がないことがわかる。

また、処置効果に異質性がある場合を考え、Sun and Abraham (2021)の方法を使って推定した(補足資料の図A.2)。結果にあまり違いがないため、処置効果の異質性が大きなバイアスを生んでいる可能性は低いと考えられる。最後に、no anticipationの仮定のもっともらしさを確認した。この仮定は、アウトカム値は、介入が全くなかった場合(never treated)のアウトカム値と比べ、介入前に差がないことを言っているが(Roth et al., 2022; Sun and Abraham, 2021)、反実仮想が観察不能なため本来はテストができない。そこで、本稿では、never treated群が介入群の介入が全くなかった場合の反実仮想として使えると想定した上で、介入前のトレンドを比

^{*8} 後述のように、複数回介入があった都道府県に関しては最初の開始日を0日目としているため、1期目を入れてしまうと、1期目の効果しか測れなくなる。

^{*9} 2期目の開始前1ヶ月間をサンプルに含めているのは、開始前のトレンドを確認するためである。

^{*10} ワクチン接種に関しては、最初に介入が行われた2期目の頃にはまだワクチンがなかったため、コントロール変数には加えていない。ワクチンが登場した後の一時点におけるワクチン接種率をコントロール変数として使うことも考えられるが、時点の選定が恣意的になりうるし、また、介入後の値を使ってコントロールするため、post-treatment biasが生じる恐れがある。一方、後述する3期目に限定した分析では、直前のワクチン接種率をコントロールした場合も分析している。

較した。この方法は、同様に直接テストができない平行トレンドの仮定の確認方法と考え方は似ている。平行トレンドの場合は、慣習的に介入群と非介入群のトレンドを比較することがあるが、ここでは、介入群を never treated 群と比較している。Sun and Abraham (2021) では、never treated 群を非介入群として推定しているため、その方法を使って介入前の平行トレンドを確認した。結果を補足資料の図 A.2 に載せるが、人口当たり新規陽性者数に関しては、この仮定も満たされていない可能性があることがわかる。

以上より、緊急事態宣言の効果は開始 40 から 50 日目頃にピークを迎え、効果は最大で開始直前の値の半分程度であったことがわかる。ただし、人口当たり新規陽性者数に関してはいくつかの仮定が満たされていない可能性があるため、推定値の解釈に注意が必要である。

5.1.2 時期を限定した分析

2 期目から 4 期目までを全て含んだ分析は、一方で全体の傾向を知ることができるというメリットがあるが、他方で同時期に行われた別の政策 (例、まん延防止等重点措置) や、政策が終了した効果も含んでしまうというデメリットがある。そこで、以下では特定の時期に限定した分析も行った。具体的には、3 期目の効果に着目した。その理由は、政策への慣れなどを考慮した上で、後の期間にも効果があるか確認するためである。その意味で考えると、4 期目が最適のように思えるが、このときは全ての介入群が、直前まで行われていたまん延防止等重点措置や緊急事態宣言を引き継ぐ形で実施したため、介入の効果を推定することが困難である。一方、3 期目は全ての介入群が直前の政策を引き継いでいたわけではないものの、直前までまん延防止等重点措置を実施していた都道府県を除くと、使用できる介入群は 3 県 (岡山、広島、福岡) であり、また、合計で 30 都道府県しか使えないという点は注意が必要である。使用した期間は、2021 年 4 月 1 日から、2021 年 7 月 31 日である。

図 2 に結果を示す。まず、人口当たり新規陽性者数は、開始日から日数が経つほど信頼区間が広がっているが、有意に値を下げていることがわかる。この結果は、追加のコントロール変数を入れた場合 (補足資料の図 A.3) も、Sun and Abraham (2021) を使った場合 (補足資料の図 A.4) もあまり変わらない。追加のコントロール変数を入れた場合、効果の大きさは最大で-0.1 弱で、実施日前日の平均値は 0.09 だったことから、大体それと同じぐらいの効果の大きさだということがわかる。一方、実効再生産数の場合は、開始日前から下降トレンドがあるようなので推定値の解釈に注意が必要である。また、信頼区間が広く結果は弱い。パラメータの推定値をもとに効果の大きさを見ると、-1 程度ということがわかる。実施日前日の平均値は 1.4 だったことから、(有意性は弱い) 新規陽性者数の場合と同じぐらいの効果の大きさということがわかる。

最後に、SUTVA の仮定が満たされていない可能性を考え、追加の分析も行った。具体的には、介入があった都道府県それぞれにつき隣接都道府県ダミーを作成し、それに、介入があった都道府県と同じ介入ダミーを掛け合わせたものを追加のコントロール変数として加えた。つまり、人為的に介入群と同じタイミングで隣接の都道

府県にも介入があったと想定し、隣接の都道府県への影響を取り除いた後の効果を測った。^{*11}結果を、補足資料の図 A.5 に示すが、隣接都道府県の影響を取り除いても結果はあまり変わらない。

5.2 まん延防止等重点措置

続いてまん延防止等重点措置の効果を示したのが、図 3 である。1 期目から 4 期目を全て含む。^{*12}この間に介入を受けていないのは 6 都道府県で、残りの 41 都道府県は少なくとも一度は介入を受けている。まず、人口当たり新規陽性者数だが、平行トレンドの仮定が満たされていない可能性があるので注意が必要だが、緊急事態宣言の場合と対照的に、明白な効果を確認できない。30 日目を過ぎたあたりから上昇トレンドが見えるが、政策終了に伴う揺り戻しの可能性がある。実効再生産数についても明白な効果を確認できない。

続いて時期を限定した分析に移る。特に 1 期目と 4 期目に着目する。全体的には明白な効果を確認できなかったが、政策が始まった初期の頃と後期の頃では、結果に違いが出るかもしれない。1 期目の分析では、2021 年 3 月 1 日から、2021 年 7 月 31 日までの期間を使用した。期間中、あるいはその前後に緊急事態宣言を実施していた都道府県を除いた上で、一度も介入がなかったのは 27 都道府県、それ以外は 7 都道府県であった。次に、4 期目の分析では、2021 年 12 月 1 日から、2022 年 3 月 21 日までの期間を使用した。この間、一度も介入がなかったのは 11 都道府県、それ以外は 36 都道府県であった。

まず、1 期目の結果を図 4 に示した。人口当たり新規陽性者数については、最大で-0.06 から-0.07 程度の効果がある。ちなみに実施日前日の平均値は 0.04 であった。一方、実効再生産数のほうは信頼区間が広すぎて有意な結果が見つからない。新規陽性者数と結果が異なるため、解釈が困難である。追加のコントロール変数を加えても(追加資料の図 A.6)、Sun and Abraham (2021)の方法を使っても(追加資料の A.7)、隣接都道府県の影響をコントロールしても(追加資料の A.8)、結果はほとんど変わらない。次に、4 期目の結果を示したのが、図 5 である。この場合、どちらの変数に関しても明らかな効果を見つけることができない。従って、少なくとも初期には明らかな効果が見られるが、後期にはそれが見られないということがわかる。

5.3 BA5 対策強化宣言

最後に、BA5 対策強化宣言の結果を、図 6 に示す。使用したのは、2022 年 6 月 1 日から、2022 年 10 月 31 日である。この間、介入が一度もなかったのは 23 都道府県、残りは 24 都道府県である。まず、人口当たり新規陽性者数については、信頼区間が広く、まん延防止等重点措置と同様に明白な効果を確認できない。一方、実効再生産数については、開始日前から下降トレンドがあるようなので結果の解釈に注意が必要だが、効果の大きさは最

^{*11} 隣接の都道府県に関しても、最初に「介入」があった後はずっと介入されていると想定して分析するため、隣接都道府県自体に介入があった場合の効果を推定するのが困難になる。このため、2 期目以降全期間を使った分析ではこのような分析をしていない。

^{*12} 具体的な使用期間は、2021 年 3 月 1 日から、2022 年 3 月 21 日である。

大で-0.07程度である。しかし、実施日前日の平均値は1.06のため、効果はかなり小さいといえる。追加のコントロール変数を加えても(追加資料の図A.9)、Sun and Abraham (2021)の方法を使っても(追加資料のA.10)、隣接都道府県の影響をコントロールしても(追加資料のA.11)、結果はほとんど変わらない。

6 考察とまとめ

以上の結果をまとめると、効果の大きさは、全体的に、緊急事態宣言で最も大きく、次にまん延防止等重点措置とBA5対策強化宣言となっている。まん延防止等重点措置については、初期には明らかな効果が見られたが、後期にはそれが見られなくなっている。

そのような結果になっている理由として少なくとも3つの解釈が考えられる。まず、それぞれの政策に込められたメッセージ性や内容を反映しているという解釈である。2節で述べたように、緊急事態宣言が最も権限が強く、まん延防止等重点措置、BA対策強化宣言の順で弱くなる。政策の内容やメッセージ性が強いものほど、人びとの行動変容を促す効果がある可能性がある。

2つ目の解釈として考えられるのは、人びとの間で徐々に政策への慣れが生じ、行動変容に結びつきにくくなっていったというものだ。この解釈に基づけば、仮に同じ政策であっても、後に行われるほうが効果が小さくなる。最後に、ワクチンの登場により効果が薄れた可能性が考えられる。しかし、ワクチン接種率を追加のコントロール変数として加えても結果にそれほど影響がないため、その説明力は限定的と考えられる。

最後に、効果の大きさについてまとめる。すでに書いたように、緊急事態宣言の効果の大きさは、開始日前日の値の半分程度であった。開始日前日の人口当たり新規陽性者数(×1000)は0.1であったことと、データに含まれる都道府県の平均人口は270万人であったことを踏まえると、平均的な都道府県では、開始日前日には270人(=270万人×0.0001)が感染していたが、それを半分にする程度の効果があったということになる。いずれにせよ、仮に最大の効果が30日間続けば、4,050人(135人×30日)の新規陽性者数を減らすことになる。ただし、これは、効果の下限値である可能性はある。というのは、人びとが恐怖等により事前に自主的に行動を控えていた可能性があるからだ(Goolsbee and Syverson, 2021; Yan et al., 2021)。No anticipationの仮定を議論した際に、介入前に介入群の人口当たり新規陽性者数のほうが少ないことを確認したが、このことはつまり、介入前に介入群のほうでより自主的な行動変容があった(このため感染者数が減った)可能性を示唆する。仮にそのような行動があったとすれば、なかった場合と比べて、政策の効果は小さくなることが予想される。いずれにせよ、これらの数値が、本稿で分析した結果出てきた政策の「ベネフィット」の部分に当たる。これらを政策の「コスト」の部分(実施にかかったコストだけでなく、経済社会活動を制限するコスト)と比べることで、政策のトレードオフを踏まえた議論をする必要がある。

参考文献

- Al Jazeera (2021). Mapping coronavirus anti-lockdown protests around the world. (<https://www.aljazeera.com/news/2021/2/2/mapping-coronavirus-anti-lockdown-protests-around-the-world>).
- BBC News (2022). China Covid: Protests continue in major cities across the country. (<https://www.bbc.com/news/world-asia-63771109>).
- Goolsbee, A. and C. Syverson (2021). Fear, lockdown, and diversion: Comparing drivers of pandemic economic decline 2020. *Journal of Public Economics* 193, 104311.
- Hsiang, S., D. Allen, S. Annan-Phan, K. Bell, I. Bolliger, T. Chong, H. Druckenmiller, L. Y. Huang, A. Hultgren, E. Krasovich, P. Lau, J. Lee, E. Rolf, J. Tseng, and T. Wu (2020). The effect of large-scale anti-contagion policies on the COVID-19 pandemic. *Nature* 584(7820), 262–267.
- Roth, J., P. H. C. Sant’ Anna, A. Bilinski, and J. Poe (2022). What’s Trending in Difference-in-Differences? A Synthesis of the Recent Econometrics Literature. *Working Paper*.
- Sun, L. and S. Abraham (2021). Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. *Journal of Econometrics* 225(2), 175–199.
- Takaku, R., I. Yokoyama, T. Tabuchi, M. Oguni, and T. Fujiwara (2022). SARS-CoV-2 suppression and early closure of bars and restaurants: a longitudinal natural experiment. *Scientific Reports* 12(1), 12623.
- The Japan Times (2022). How Japan achieved one of the world’s lowest COVID-19 death rates. (<https://www.japantimes.co.jp/news/2022/06/18/national/science-health/japan-coronavirus-deaths-low/>).
- Watanabe, T. and T. Yabu (2021). Japan’s voluntary lockdown. *PLoS ONE* 16(6), e0252468.
- Yan, Y., A. A. Malik, J. Bayham, E. P. Fenichel, C. Couzens, and S. B. Omer (2021). Measuring voluntary and policy-induced social distancing behavior during the COVID-19 pandemic. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118(16), e2008814118.

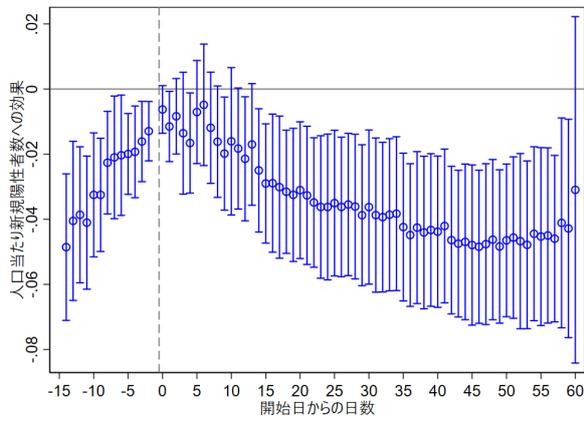
図表

	最初の開始日	最後の終了日	実施都道府県数
<u>A. 緊急事態宣言</u>			
1 期目	2020/4/7	2020/5/25	47
2 期目	2021/1/8	2021/3/21	11
3 期目	2021/4/25	2021/6/20 (沖縄は 9/30 まで継続)	10
4 期目	2021/7/12	2021/9/30	21
<u>B. まん延防止等重点措置</u>			
1 期目	2021/4/5	2021/6/20 (埼玉, 千葉, 神奈川は 8/1 まで継続)	17
2 期目	2021/6/21	2021/8/1	10
3 期目	2021/8/2	2021/9/30	27
4 期目	2022/1/9	2022/3/21	36
<u>C. BA5 対策強化宣言</u>			
1 期目	2022/8/2	2022/9/30	24

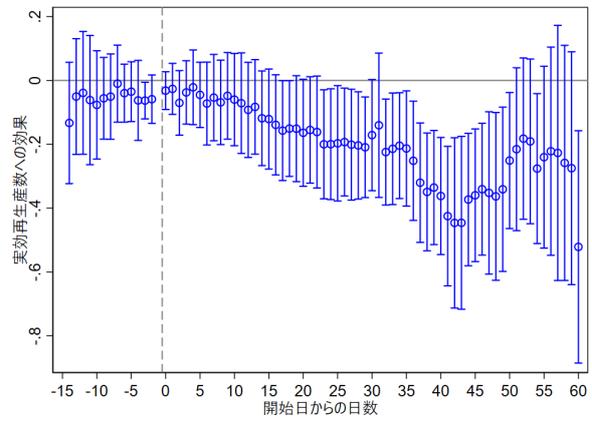
表 1: 政策の実施時期

	Mean	Std	Min	p10	p50	p90	Max	N
<u>A. アウトカム</u>								
人口当たり新規陽性者数 (×1000)	0.18	0.38	0.00	0.00	0.01	0.54	4.33	49867
実効再生産数	1.09	0.84	0.00	0.53	1.00	1.64	28.72	43525
<u>B. コントロール変数</u>								
20 代人口の割合	0.09	0.01	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	49867
70 代以上人口の割合	0.23	0.02	0.16	0.20	0.24	0.26	0.29	49867
高齢者の 1 回目ワクチン接種済率 (2021.4.19 時点)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49867
1 回目ワクチン接種済割合 (2022.8.1 時点)	0.82	0.03	0.71	0.80	0.83	0.86	0.88	49867
2 回目ワクチン接種済割合 (2022.8.1 時点)	0.81	0.03	0.70	0.79	0.81	0.85	0.87	49867
3 回目ワクチン接種済割合 (2022.8.1 時点)	0.82	0.03	0.71	0.80	0.83	0.86	0.88	49867
4 回目ワクチン接種済割合 (2022.8.1 時点)	0.81	0.03	0.70	0.79	0.81	0.85	0.87	49867

表 2: 記述統計



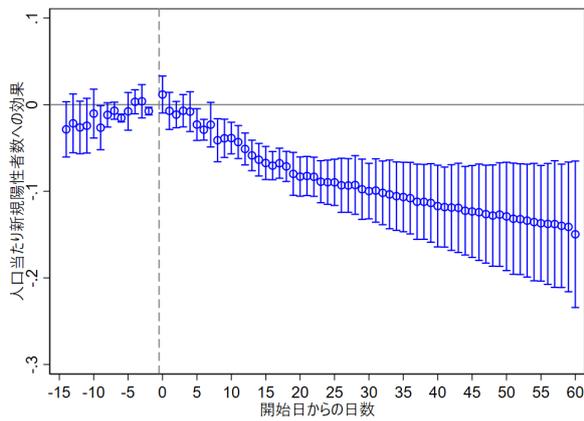
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



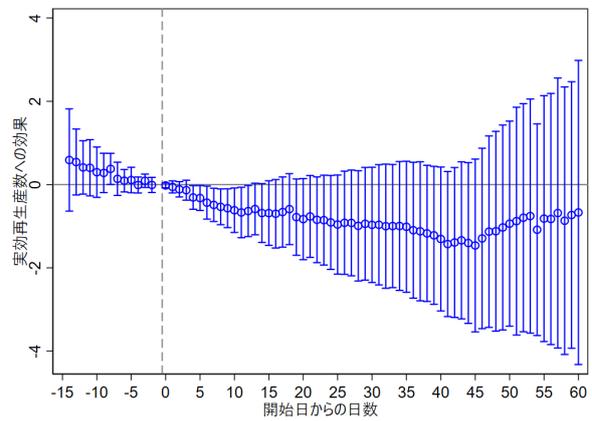
(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。複数回介入があった都道府県に関しては、最初の開始日を 0 日目としている。

図 1: 緊急事態宣言の効果



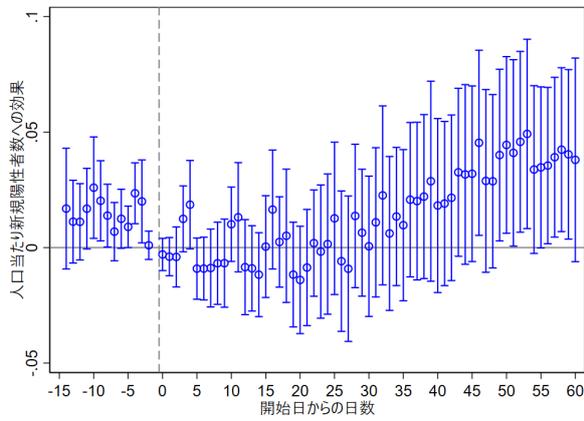
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



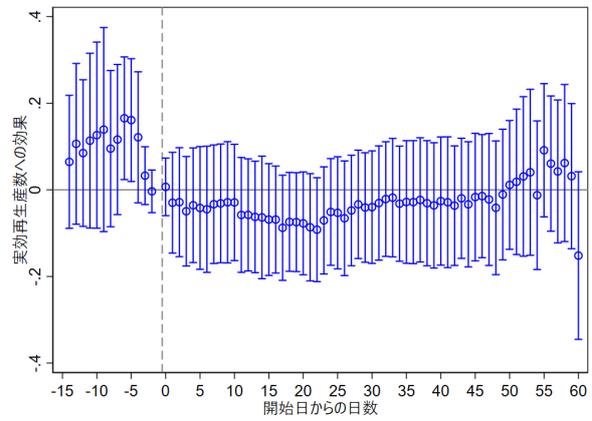
(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。また、3 期目の緊急事態宣言に限定している。具体的な時期については、本文と表 1 を参照。

図 2: 緊急事態宣言の効果 (3 期目に限定)



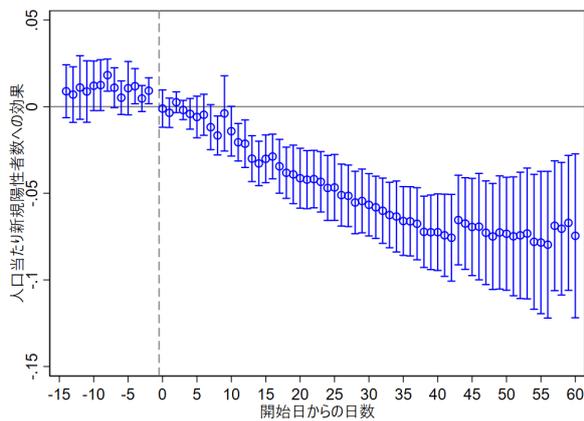
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



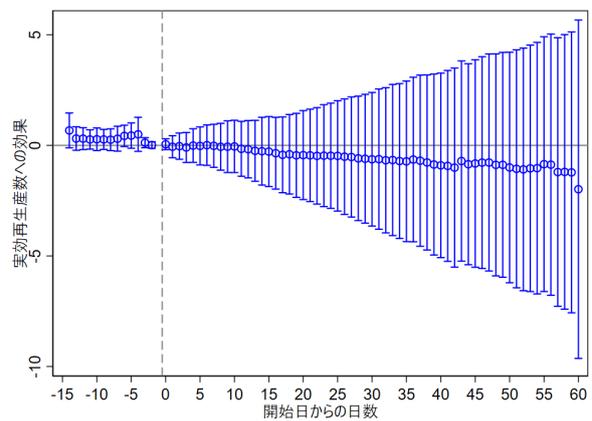
(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。複数回介入があった都道府県に関しては、最初の開始日を 0 日目としている。

図 3: まん延防止等重点措置の効果



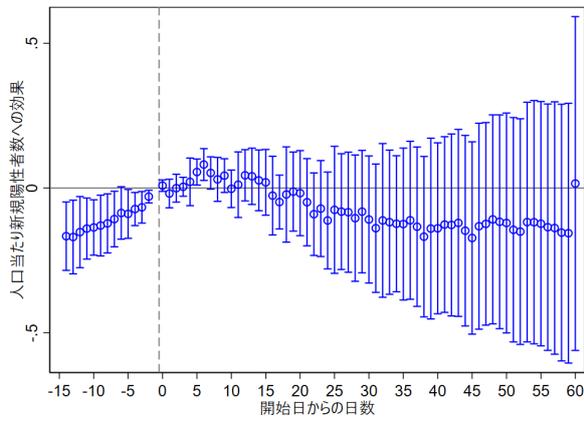
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



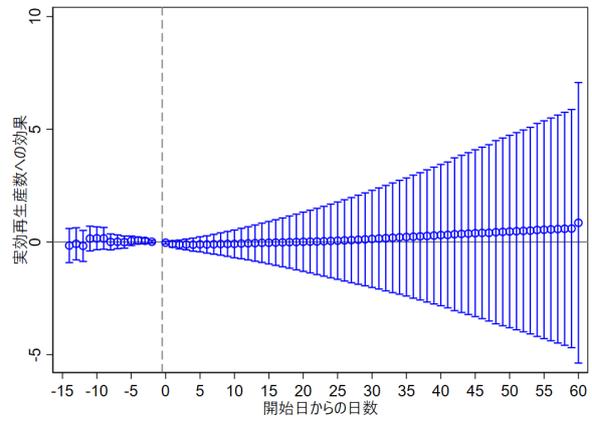
(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。また、1 期目のまん延防止等重点措置に限定している。具体的な時期については、本文と表 1 を参照。

図 4: まん延防止等重点措置の効果 (1 期目に限定)



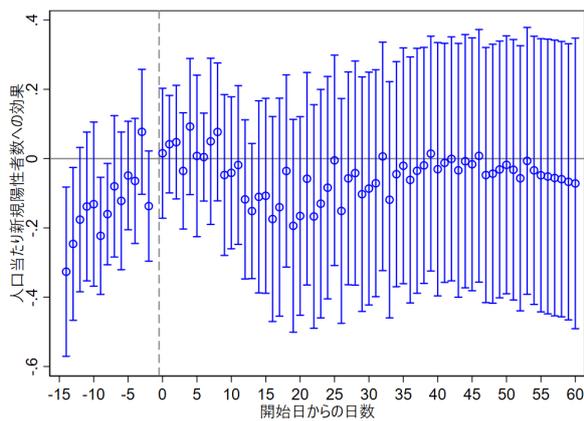
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



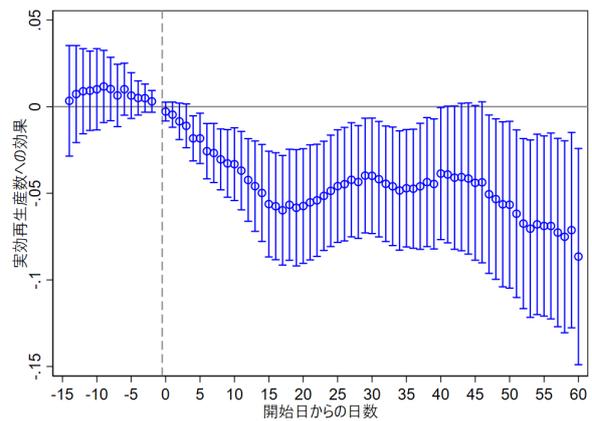
(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。また、4期目のまん延防止等重点措置に限定している。具体的な時期については、本文と表1を参照。

図5: まん延防止等重点措置の効果 (4期目に限定)



(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。複数回介入があった都道府県に関しては、最初の開始日を0日目としている。

図6: BA5 対策強化宣言の効果

補足資料：コロナ関連3政策の効果検証

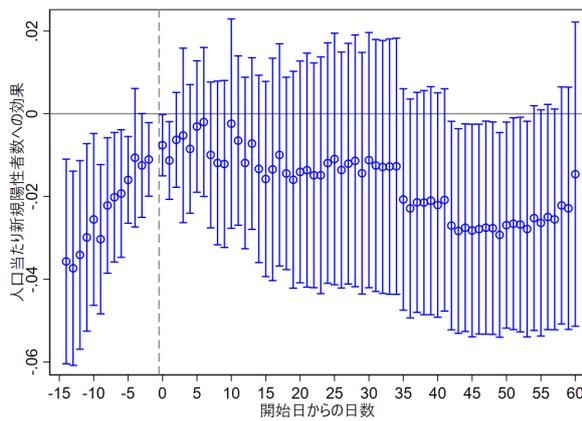
北村周平*

概要

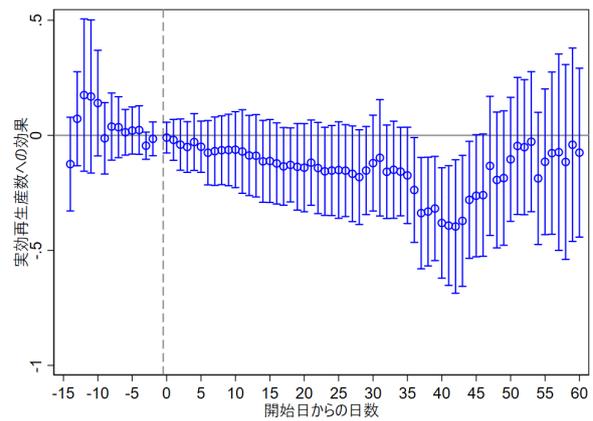
この補足資料には、本文に載せなかった図表を載せている。

A.1 図表

- 緊急事態宣言



(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)

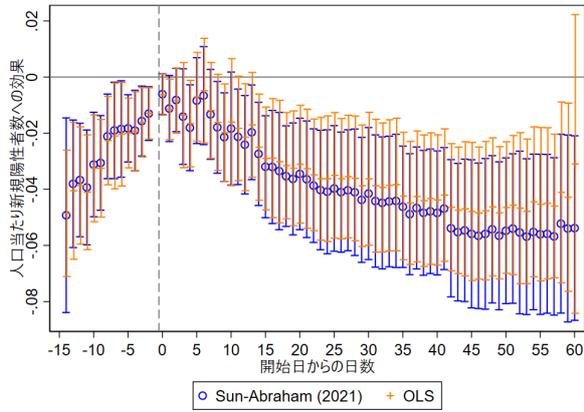


(b) 実効再生産数

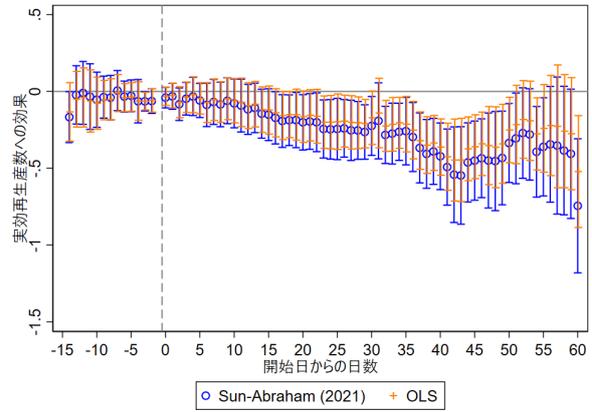
備考：図1のコントロール変数に加えて、20代人口の割合、70代以上人口の割合に日付ダミーをかけたものをコントロールしている。複数回介入があった都道府県に関しては、最初の開始日を0日目としている。

図 A.1: 緊急事態宣言の効果 (コントロール変数の追加)

* 大阪大学感染症総合教育研究拠点 特任准教授 (常勤)



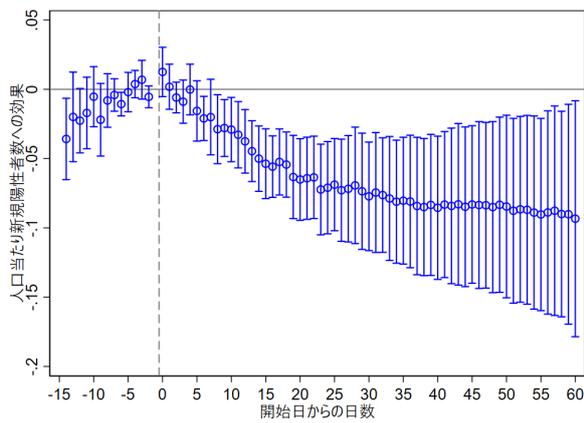
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



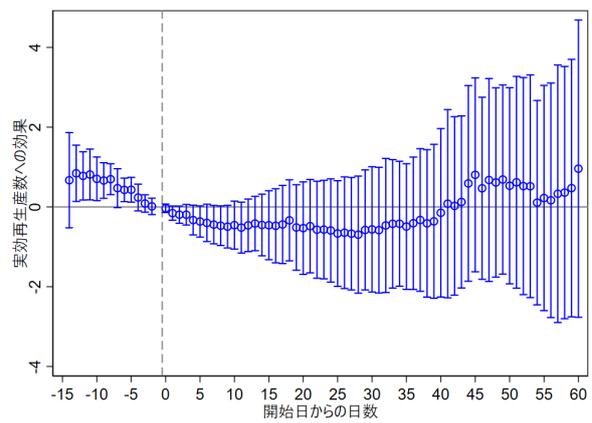
(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。複数回介入があった都道府県に関しては、最初の開始日を 0 日目としている。青は Sun-Abraham (2021) の推定結果を、オレンジは OLS の推定結果を示している。

図 A.2: 緊急事態宣言の効果 (Sun-Abraham との比較)



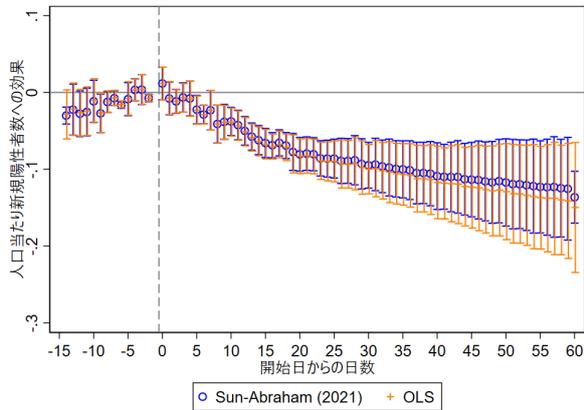
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



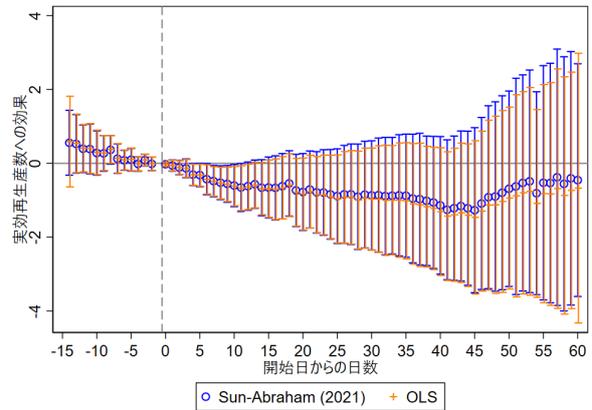
(b) 実効再生産数

備考：図 1 のコントロール変数に加えて、20 代人口の割合、70 代以上人口の割合、2021 年 4 月 19 日現在の高齢者のワクチン接種率に日付ダミーをかけたものをコントロールしている。また、3 期目の緊急事態宣言に限定している。具体的な時期については、本文と表 1 を参照。

図 A.3: 緊急事態宣言の効果 (3 期目に限定、コントロール変数の追加)



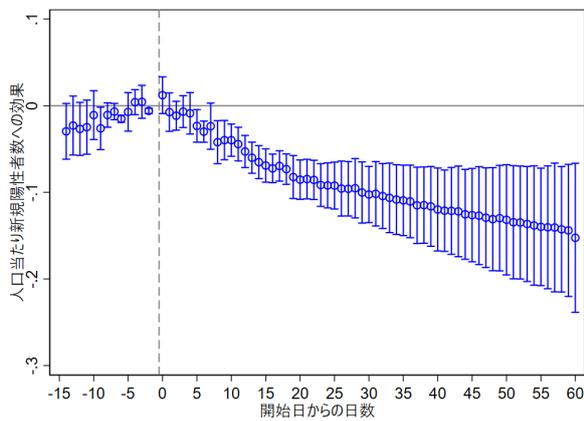
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



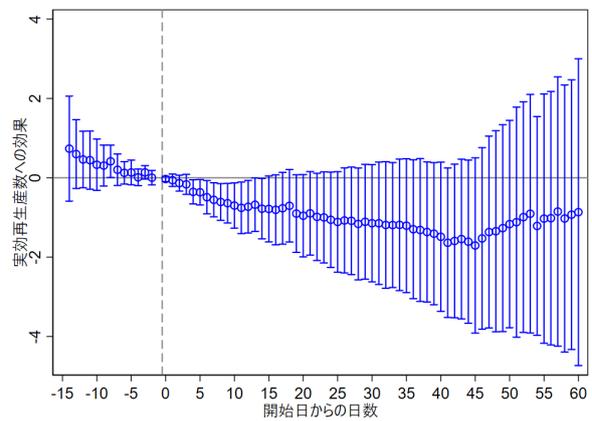
(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。また、3期目の緊急事態宣言に限定している。具体的な時期については、本文と表1を参照。青はSun-Abraham (2021) の推定結果を、オレンジはOLSの推定結果を示している。

図 A.4: 緊急事態宣言の効果 (3期目に限定、Sun-Abraham との比較)



(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)

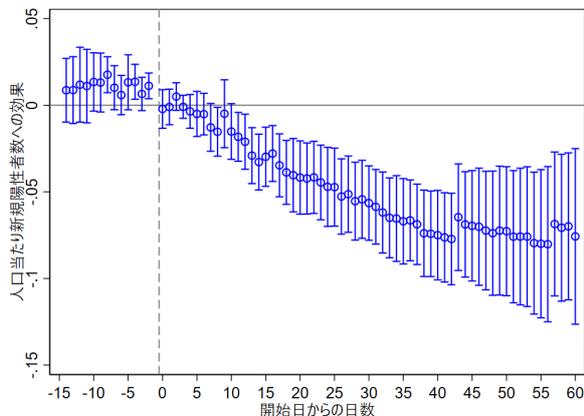


(b) 実効再生産数

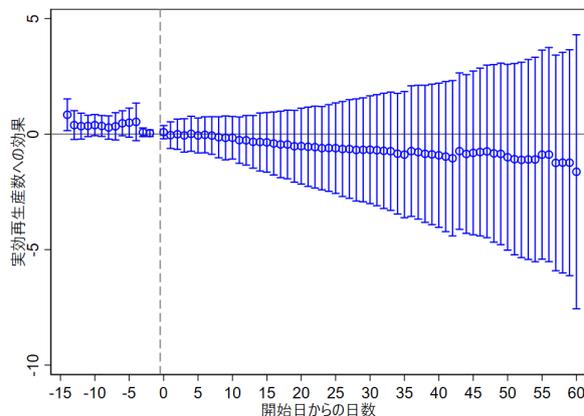
備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたもの、隣接都道府県ダミーに介入ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。また、3期目の緊急事態宣言に限定している。具体的な時期については、本文と表1を参照。

図 A.5: 緊急事態宣言の効果 (3期目に限定、隣接都道府県の影響をコントロール)

- まん延防止等重点措置



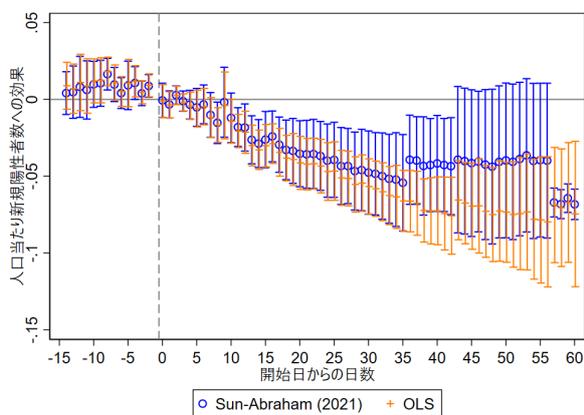
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



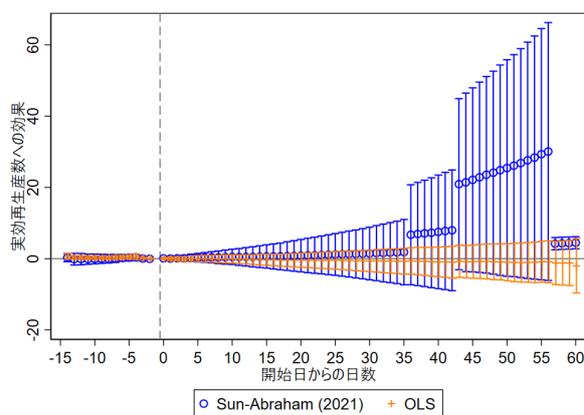
(b) 実効再生産数

備考：図 3 のコントロール変数に加えて、20 代人口の割合、70 代以上人口の割合、2021 年 4 月 19 日現在の高齢者のワクチン接種率に日付ダミーをかけたものをコントロールしている。また、1 期目のまん延防止等重点措置に限定している。具体的な時期については、本文と表 1 を参照。

図 A.6: まん延防止等重点措置の効果 (1 期目に限定、コントロール変数の追加)



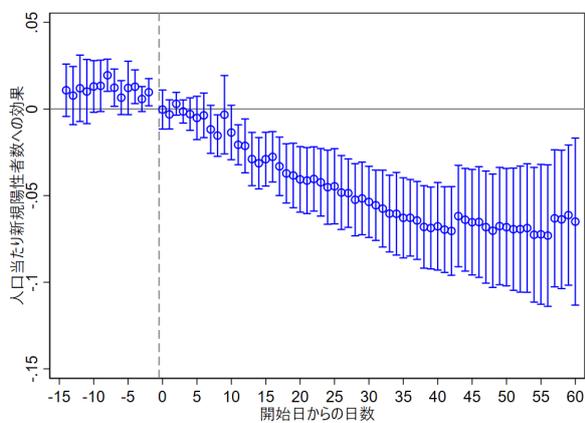
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



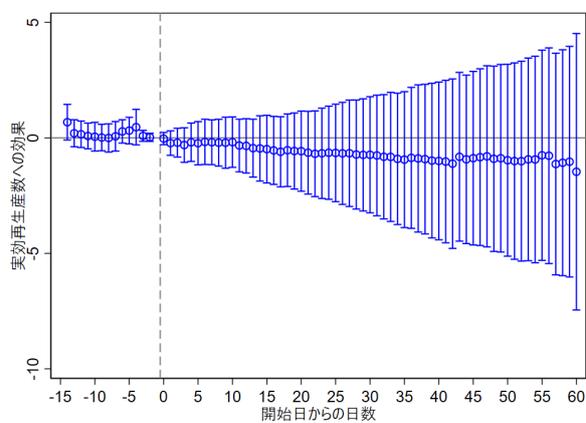
(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。また、1 期目のまん延防止等重点措置に限定している。具体的な時期については、本文と表 1 を参照。青は Sun-Abraham (2021) の推定結果を、オレンジは OLS の推定結果を示している。

図 A.7: まん延防止等重点措置の効果 (1 期目に限定、Sun-Abraham との比較)



(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)

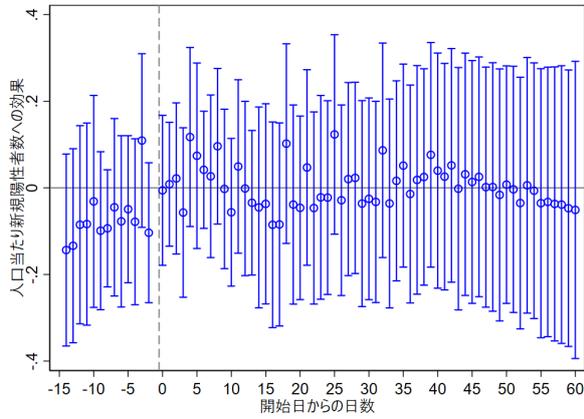


(b) 実効再生産数

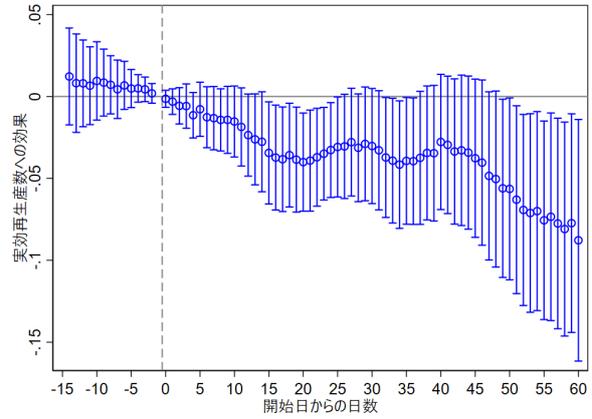
備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたもの、隣接都道府県ダミーに介入ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。また、1期目のまん延防止等重点措置に限定している。具体的な時期については、本文と表1を参照。

図 A.8: まん延防止等重点措置の効果 (1期目に限定、隣接都道府県の影響をコントロール)

- BA5 対策強化宣言



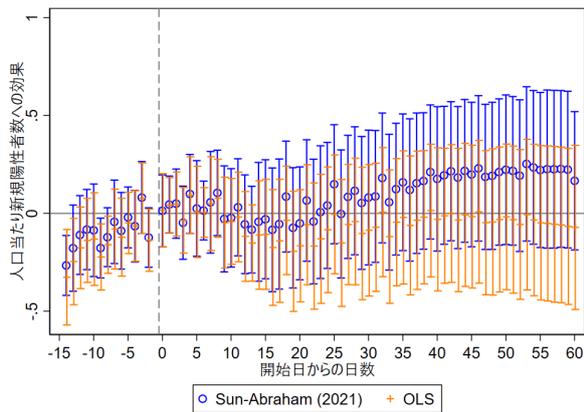
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



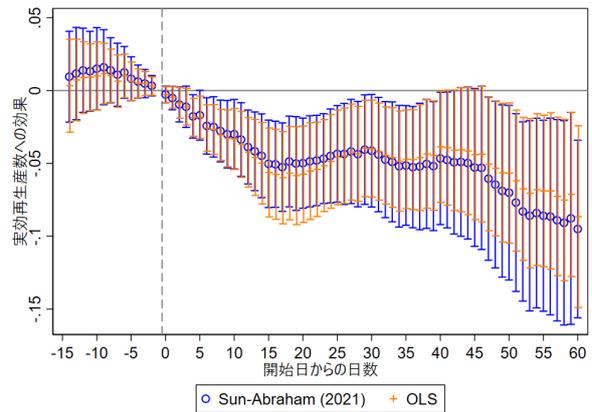
(b) 実効再生産数

備考：図 1 のコントロール変数に加えて、20 代人口の割合、70 代以上人口の割合、2022 年 8 月 1 日時点における 1 回目、2 回目、3 回目、4 回目のワクチン接種率に、それぞれ日付ダミーをかけたものをコントロールしている。

図 A.9: BA5 対策強化宣言の効果 (コントロール変数の追加)



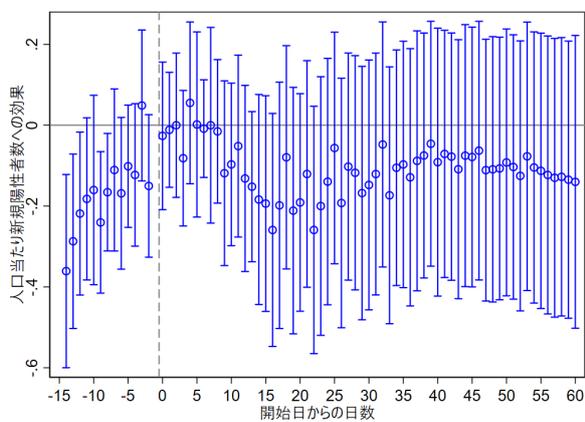
(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



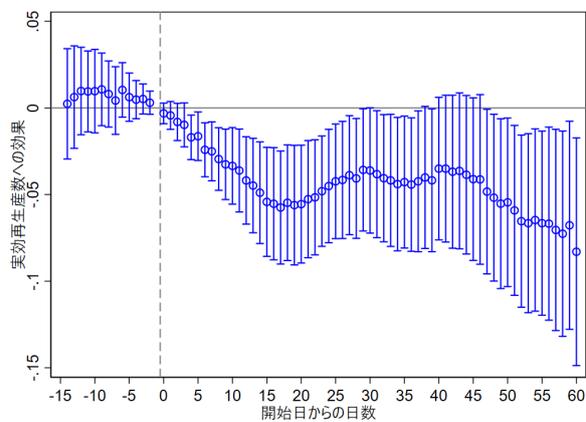
(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。青は Sun-Abraham (2021) の推定結果を、オレンジは OLS の推定結果を示している。

図 A.10: BA5 対策強化宣言の効果 (Sun-Abraham との比較)



(a) 人口当たり新規陽性者数 (×1000)



(b) 実効再生産数

備考：日付固定効果、都道府県固定効果、線形トレンドに都道府県ダミーを掛けたもの、線形トレンドの二乗に都道府県ダミーを掛けたもの、隣接都道府県ダミーに介入ダミーを掛けたものをコントロール変数に加えている。

図 A.11: BA5 対策強化宣言の効果 (隣接都道府県の影響をコントロール)