

COVID-19 パンデミック下の地方債発行

卿 瑞

1 はじめに

2019 年 12 月上旬に中国武漢市で新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染例が世界で初めて報告されてから、2 年半が経過した。世界保健機関（WHO）のデータによると、2022 年 10 月 18 日時点の感染者数は 6 億 2179 万人を超え、654 万人もの人がなくなった¹。医学分野で世界トップレベルの雑誌の 1 つ「ランセット」(The Lancet) に掲載されている研究論文によると、超過死亡率の観点から推計すれば、2020 年 1 月 1 日から 12 月 31 日までに、COVID-19 が原因の死亡者数は 1820 万人（95% 信頼区間は 1710 万人～1960 万人）を超えているという（Wang et al. 2022）。この COVID-19 による人類史上有数の世界的大流行（パンデミック）が人類社会に大きな影響を及ぼしたことは言うまでもない。

しかしながら、COVID-19 に対する我々の理解はいまだ十分ではない。既存研究の多くは健康、労働市場、教育の質への影響などに偏っており、地方財政へのパンデミックの影響を分析する研究はほとんどなされていない。本稿はこの溝を埋める試みである。

本稿は地方政府の資金調達に着目し、地方債および COVID-19 関連の日次データを用いて、パンデミックにより地方政府の資金調達行動がどのような影響を受けているかを明らかにする。具体的には以下 3 つの研究課題を示し、それに答えることとする。第一に、地方債の応募者利回りとその条件決定日に残存期間が最も近い国債の金利との差（以下、地方債の応募者利回りの対国債スプレッド）で測る市場公募地方債のリスクは

COVID-19 の流行で何らかの影響を受けたか。第二に、ワクチン接種率は地方債のスプレッドに影響を与えるか。第三に、COVID-19 の流行による処置効果に異質性はあるか。

これらの問いに答えるため、本稿は差分の差分法 (Difference-in-differences, DID) の枠組を採用している。財政変数と経済変数の多くは年単位で集計されているが、新規陽性者数など COVID-19 に関する情報は日次のものが多い。したがって、経済活動の日々の変動を捉え、内生性の問題を軽減するために、本稿は都道府県固定効果および時間固定効果をコントロールしながら、Google 社の移動データ (Google Mobility)、医療提供体制情報および気象情報など、豊富な日次データからなるコントロール変数群も用いて、推定を行う。

推定の結果、新規陽性者の有無あるいは新規陽性者数が市場公募地方債の応募者利回りの対国債スプレッドに与える正の効果は一部のモデル設定で観察されたが、この結果は頑健的なものではない。一方、ワクチン接種率がスプレッドを押し下げる要因となっていることを確認できており、推定結果は頑健的であると考えられる。最後に、処置効果の異質性については観察されていない。

本研究は COVID-19 パンデミック下の地方債発行をめぐる分析であるため、今、活発に行われている COVID-19 の影響に関する研究の延長線上に位置づけられるものである²。先行研究では、COVID-19 の流行が家庭内暴力や家庭内児童虐待に与える影響を分析したものが特に多い (Baron, Goldstein and Wallace, 2020 ; Leslie and Wilson, 2020 ; Takaku and Yokoyama, 2021 ; Arenas-Arroyo, Fernandez-Kranz and Nollenberger, 2021 ; Berniell and Facchini, 2021 ; Miller, Segal and Spencer, 2022)。そして、より広い心の健康問題 (Brodeur, Clark, Fleche and Powdthavee, 2021) や自殺 (Tanaka and Okamoto, 2021 ; Ando and Furuichi, 2021) に着目したものもある。また、健康分野に次いで注目を集めているのが、COVID-19 の流行が労働市場 (Adams-Prassl et al., 2020 ; Kikuchi et al., 2021 ; Forsythe et al., 2020 ;

Couch Fairlie and Xu, 2020 ; Crossley Fisher and Low, 2021)、そして教育の質 (Aucejo et al., 2020 ; Grewenig et al., 2021 ; Agostinelli et al., 2022) に与える影響である。

本研究ではCOVID-19 流行の影響を分析する上で、感染対策の影響も十分に考慮しているため、感染防止対策の必要性およびその影響を明らかにしようとする研究とも関係している。例えば、ロックダウン、ソーシャルディスタンスなどの非医薬的介入 (non-pharmaceutical interventions, NPIs) の効果について、Dave et al. (2020) は都市部に外出禁止令 (shelter-in-place orders) を発令したことで、感染者数が21% ~ 26% 減少したとしている。そして、感染予防と経済活動のトレードオフについて、Correia, Luck and Verner (2020) は1918年のインフルエンザが当時のアメリカの都市に与えた影響を検証し、中期においてはNPIsがよりよい経済結果とつながっていたとしている。Kucukefe (2020) はCOVID-19 パンデミックにおいて、死亡率の高い国ほど、その経済が大きく悪化する傾向があるとしている。Goolsbee and Syverson (2021) は消費者の感染恐怖による自主的な行動こそ、消費活動低下の主な原因であるとしている。

そして、本稿の分析と最も近い文献として以下の3つが挙げられる。まず、金融市場に着目したものとして、Altig et al. (2020) は株式市場におけるインプライド・ボラティリティ (Implied Volatility)、経済への懸念に関するツイッターでのつぶやき、マクロ経済の不確実性に関する指標はいずれもCOVID-19の流行により、大幅に上昇したとしている。Ortmans and Tripier (2021) はCOVID-19とソブリン債市場の関係に着目し、欧州中央銀行の貨幣政策の実施により、COVID-19の欧州ソブリン債への影響が抑制されていたと報告している。そして、地方財政に着目したものとして、Green and Loualiche (2021) はCOVID-19流行と地方政府における行政部門職員の解雇との関係を分析しており、売上税 (sales tax) に頼っている地方政府ほど、COVID-19流行後の解雇者数は多いとしている。しかし、上記研究のうち、直接的に地方債に焦点を当てたもの

はない。したがって、本稿が、地方債発行に与える COVID-19 流行の影響を直接的に解明したことは、この溝を埋める試みと考えられる。

本稿の構成は次のとおりである。2 節では COVID-19 流行の背景およびパンデミック下での地方債発行について概観する。3 節では識別手法およびデータについて説明する。4 節では推定結果を示し、最後に、5 節で本稿の結論を述べる。

2 背景

COVID-19 の最初の感染例報告は 2019 年 12 月 8 日中国湖北省武漢市であった³。その後、武漢市政府は市内で感染防止対策を講じたものの、新規感染者数の緩やかな増加傾向が止まることはなかった。2020 年 1 月 25 日の中国の春節（旧正月）を目前にして、1000 万人以上の人口を有する武漢市は 1 月 23 日から強制的な外出制限を伴うロックダウン（都市封鎖）を実施し、バス、電車などの公共交通機関および飛行機を運行停止し、高速道路や一般道路も封鎖した（Fang Wang and Yang, 2020）。しかしながら、春節に伴う「春運」と呼ばれる帰省ラッシュがすでに始まっていたため、感染拡大に歯止めがかからず、中国全国に一気に広がった⁴。

一方、日本で COVID-19 の感染例が最初に報告されたのは、2020 年 1 月 16 日神奈川県であった⁵。その後、幾度の変異株出現の影響もあり、2022 年 9 月 6 日現在、累積の陽性者数は 1963 万 6162 人、死亡者数は 4 万 1632 人となっている⁶。図 1 は 2020 年 1 月 16 日から 7 月 30 日までの都道府県別の感染状況を示している。各都道府県に新規陽性者が出た場合は、横軸の日付に濃い色の長方形でマークしている。感染は東京都、北海道、神奈川県、千葉県、大阪府など、財政的に豊かな地方自治体や北海道などの観光地に集中していることが分かる。また、新規陽性者が出る日は 4 月上旬、7 月下旬に集中しており、感染に山と谷があることも見て取れる。このように、COVID-19 の流行は空間的にも時間的にも集約的に現

れる特徴があると考えられる。

そして、COVID-19 の上陸後間もない 2020 年 2 月 25 日に「新型コロナウイルス感染症対策本部」が設けられ、感染対策の「基本方針」が示された⁷。その後、「基本的対処方針」に名前が変更され、政府は感染状況を勘案しつつ、諮問委員会（新型コロナウイルス感染症対策アドバイザリーボード）からの助言も踏まえ、2022 年 9 月 8 日までに 44 回もの改訂を行った。これまでの感染対策は以下 3 つのグループに分けられる。

第一に、感染の再拡大防止に係る NPIs である。この典型的な例は、対象都道府県内の住民への不要不急の外出自粛の要請、学校や遊興施設などの施設使用停止の要請（休業要請）、施設使用制限の要請（営業時間短縮の要請）、イベントなどの催物の開催制限といった措置を伴う「緊急事態宣言」である。2022 年 9 月 6 日現在、「緊急事態宣言」の発令は計 3 回で、一回目は 2020 年 4 月 7 日～5 月 25 日、二回目は 2021 年 1 月 8 日～3 月 21 日、三回目は 2021 年 4 月 25 日～9 月 30 日である⁸。また NPIs の他の例としては、区画や市町村単位を対象とする措置で、休業要請まではできないが、事業者への営業時間短縮の要請および催物の開催制限ができる「まん延防止等重点措置」も挙げられる。「まん延防止等重点措置」の発令は 2021 年 4 月 5 日～9 月 30 日と 2022 年 1 月 9 日～3 月 21 日の計 2 回である。このほかに、軽症者などの自宅療養・宿泊療養⁹、水際対策、および「基本的対処方針」に掲載されている在宅勤務（テレワーク）や時差出勤の促進も NPIs に該当する。

第二に、COVID-19 のワクチン接種の促進である。国籍を問わず、住民登録のある 12 歳以上の人すべてが無料で接種できる。2021 年 2 月 17 日からの初回接種（1 回目・2 回目接種）および同年 12 月 1 日からの追加接種（3 回目接種）がその例である。全額公費で負担されるため、COVID-19 のワクチン接種率は初回接種開始後、急速に上昇し、2022 年 9 月 6 日現在、全体の 1 回目ワクチン累積接種回数は 1 億 413 万 8383 回、2 回目は 1 億 270 万 8520 回、3 回目は 8173 万 4807 回である。

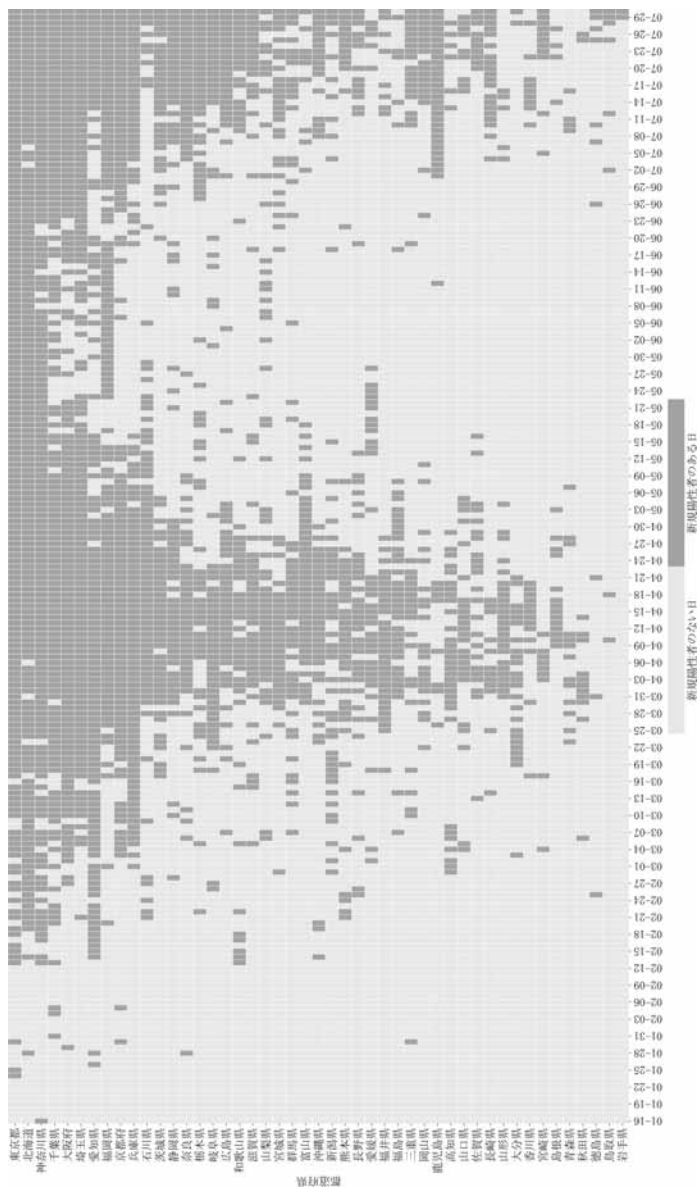


図 1 2020 年 1 月 16 日から 7 月 30 日までの感染状況
(出所) 仲田泰祐・岡本亘 (2022)「COVID-19 Standard Dataset」より筆者作成

第三に、経済対策および医療提供体制の充実である。COVID-19 の緊急対応策として、2020 年だけで3度にわたる補正予算案が閣議決定された。補正予算案には、雇用調整助成金の拡充、国民健康保険等の保険料の減免、新型コロナウイルス感染症対応休業支援金といった雇用維持のための対策の費用が盛り込まれた。また、医療提供体制整備のための「新型コロナウイルス感染症緊急包括支援交付金」の創設や感染者などの情報を把握・管理するシステム（HER-SYS）の機能補充なども、補正予算案の決定後、速やかに進められた。

こうした、COVID-19 の感染拡大と一時的な収束の繰り返し、および感染対策の実施により、地方政府の資金調達、特に市場からの影響を受けやすい市場公募地方債の発行が影響を受けたのは容易に想像できる。しかしながら、具体的にどのような影響を受けたかは明らかになっていない。

そこで、まず、ヒストグラムから、新規陽性者の有無により、地方債の応募者利回りの対国債スプレッドがどのように変化するか確認する。新規陽性者の増加は地域内の人流の減少や経済の悪化につながるおそれがあるため、地方財政への圧迫要因として、地方債の信用リスク¹⁰の代理変数である応募者利回りの対国債スプレッドを押し上げる可能性があると考えられる。地方債の発行状況をその条件決定日に新規陽性者が報告されていないケース（以下、新規陽性者のない発行）と報告されているケース（以下、新規陽性者のある発行）に分けて図2に表示した。図2から、新規陽性者のある発行では、地方債のスプレッドの分布がより小さく、分布の位置もより左寄りになっていることが読み取れる。しかしながら、感染の拡大により、地方債の信用リスクが低下することは考えられにくいいため、このような分布の変化は統計的に有意なのか、また、内生性の問題による結果なのかを明らかにする必要がある。これも本稿の目的の1つである。

また、地方債の発行額の分布に関しては、新規陽性者のある発行とそうでない発行の間で大きな違いは観察されていない。発行額が200億円以下のものがほとんどで、特に200億円、100億円のものが多い。地方債の発

行額は地方債計画に従い、事前に決められるため、感染が拡大したとしても大幅な見直しは難しいと考えられる。

最後に、地方債の償還期間に関しても、新規陽性者の有無により、分布に大きな変化は観察されていない。10年債が最も多く、次いで5年債、20年債と続いている。償還期間は公共プロジェクトの性質や当該地方政府のこれまでの発行実績を勘案して設定されると思われるため、新規陽性者の有無から影響を受ける可能性は低い。

以上の観察を踏まえ、本稿は地方債の応募者利回りの対国債スプレッドに主眼を置いて、COVID-19の流行が地方債の発行に与える影響を解明する。

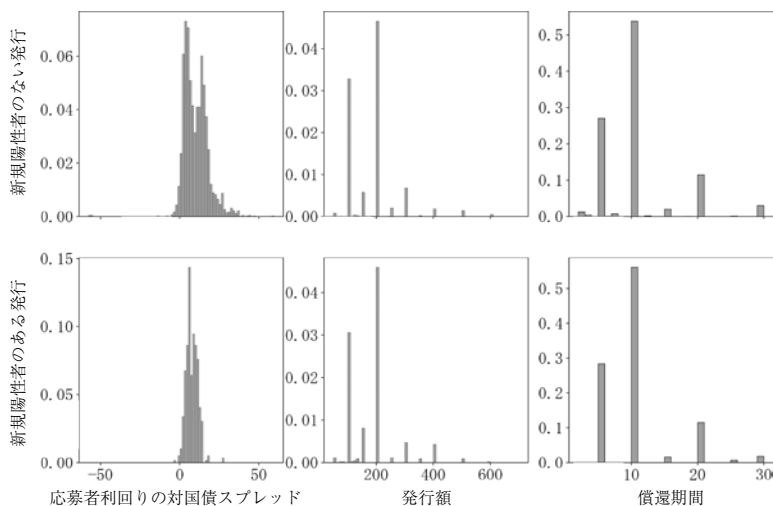


図2 地方債の発行状況

(注)

- 1) 地方債の応募者利回りの対国債スプレッドの単位はbps、発行額の単位は億円、償還期間の単位は年。
 - 2) サンプル期間は2006年4月5日から2022年6月16日まで。
 - 3) 縦軸はいずれも当該変数の確率密度を表す。
 - 4) 「新規陽性者のない発行」とは条件決定日に新規陽性者が報告されていない発行で、そうでない場合は「新規陽性者のある発行」に分類される。
- (出所) 地方債協会および財務省のデータより筆者作成

3 識別手法とデータ

図3の左側の図は地方債の応募者利回りの対国債スプレッドと新規陽性者数との相関関係を示している。新規陽性者数の観測値の多くは0に近いため、その分布は0付近に大きな山があるような形をしている。この図から、スプレッドと新規陽性者数との間に、負の相関関係があることが伺える。しかし、前節でも触れたが、経済的に豊かな都道府県ほど感染状況が深刻とみられ、そして、当該都道府県が発行する地方債のスプレッドは低い傾向にある。したがって、図3 地方債応募者利回りの対国債スプレッドと新規陽性者との関係が示しているのは都道府県の経済状況と地方債のスプレッドとの関係かもしれない。つまり、地方債のスプレッドをそのまま新規陽性者数に回帰すれば、内生性の問題が生じる可能性が高まると考えられる。また、経済変数、財政変数の多くは年次データであるが、一方で、スプレッドおよび新規陽性者の数のデータは日次のものであり、直接的にGDPや課税対象所得をコントロールすることも難しい。そこで、本稿では、都道府県固定効果および時間固定効果をコントロールしながら、Google社の移動データ（Google Mobility）、医療提供体制情報および気象情報など、豊富な日次データからなるコントロール変数群を用いて、内生性の問題に対処する。

具体的には、以下のDIDモデルを考える。

$$y_{ikt} = \alpha + \beta D_{it} + \xi Z_{kt} + \delta X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{ikt} \quad (1)$$

被説明変数である y_{ikt} は都道府県 i が t 期に発行する地方債 k のスプレッドで、ベースラインの分析では地方債の応募者利回りの対国債スプレッドを使う。一方、地方債の実際の発行においては、必ずしも残存期間が最も近い国債の金利を基準に表面利率が設定されるとは限らないため、頑健性分析では、表面利率の対国債スプレッドおよび応募者利回りそのものを使う分析も行う。そして、 ε_{ikt} は攪乱項を表す。

D_{it} は処置変数で、図3が示しているように新規陽性者数の分布が左に偏っているため、ベースラインの分析では、当該条件決定日に新規陽性者があれば1を、そうでなければ0を取るダミー変数を使う。また、頑健性分析では、新規陽性者数そのものを処置変数とする推定も行う。 β は推定したい係数で、COVID-19 流行による地方債スプレッドへの影響を表すものである。しかしながら、処置グループ（条件決定日に新規陽性者のある地方債銘柄）とコントロールグループ（そうでない地方債銘柄）の一覧を確認すると、コントロールグループの条件決定日の多くは2020年11月前に集中しており、また、発行体も広島県や兵庫県など、一部の都道府県に集中している（図4）。したがって、平行トレンド仮説が満たされていない可能性が高いと考えられる。

そこで、本稿はまず都道府県固定効果（ μ_i ）、時間固定効果（ γ_t ）、およびコントロール変数群をモデルに加える。時間固定効果としては、基本的に年月ダミーを使うが、頑健性分析のため、年ダミーを用いた推定も行う。 Z_{kt} は地方債の特性を表す変数で、発行額と償還期間がこれに該当する。 X_{it} はその他のコントロール変数群で、①感染関連情報、②ワクチン関連情報、③NPIs 関連情報、④医療提供体制関連情報、⑤人流情報、⑥気象情報を用いる¹¹。これらの区分に含まれる変数については、表2を参照されたい。

頑健性分析のため、上記変数群から、機械学習の手法（LASSO モデル）により、最適な予測を実現できる変数群を抽出して、これらをコントロール変数群とする推定も行う。抽出に当たっては、交差検証（Cross Validation、CV）、ベイズ情報量規準（BIC）、Adaptive LASSO の手法をそれぞれ用いて行ったが、最終的にはより豊富なコントロール変数が含まれる CV の結果のほうを使う。抽出結果は表1に示している。

したがって、本稿の識別条件は固定効果とコントロール変数群をコントロールすることを前提に、処置変数と攪乱項がお互いに独立しているということである。この仮定を直接検証することはできないが、本稿は豊富な

モデル設定を通じて、推定結果の頑健性を検証する。

また、同一の日に都道府県が複数の銘柄の地方債を発行することがあるため、全サンプルにおいて、都道府県および条件決定日の年月がともに重複する観測値が551個あり、パネルの構築は難しい。本稿は以下二つの設定を採用する。第一に、全サンプルをプールして、都道府県固定効果と時間固定効果をモデルに入れ、推定を行う。第二に、観測値が最も多い10年債の地方債（1788銘柄）を抽出して、パネルデータを構築した上で、推定を行う。10年債のうち、都道府県および条件決定日の年月が重複する観測値は6個あるため、重複するものは、その平均値を使う。

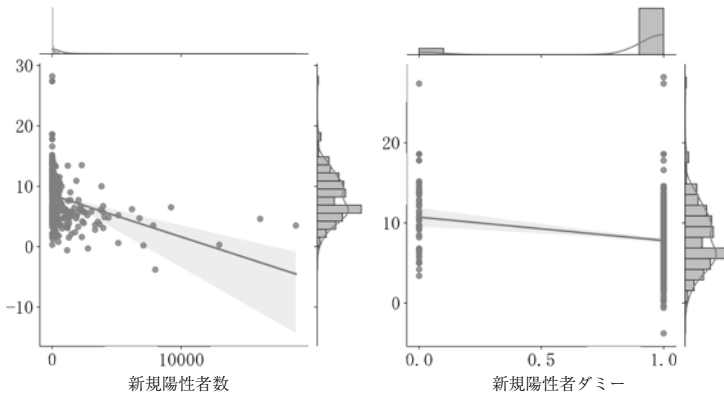


図3 地方債応募者利回りの対国債スプレッドと新規陽性者との関係

(注) 縦軸は地方債応募者利回りの対国債スプレッドを表す。

(出所) 地方債協会および財務省のデータより筆者作成

表 1 機械学習によるコントロール変数群の抽出

抽出された変数	CV	BIC	Adaptive
償還期間	○	○	○
全体の1回目ワクチン接種率	○	○	○
全体の3回目ワクチン接種率	○	○	○
Google Mobility（住宅）	○	○	○
死亡者数	○	○	○
入院病床使用率	○	○	○
重症病床使用率	○	○	○
降水量	○	○	○
新規死亡者数	○	○	
Google Mobility（公園）	○	○	
相対湿度	○		
発行額	○		
退院者数	○		
処置変数	○		
定数項	○	○	○

(注) CVは交差検証 (Cross Validation)、BICはベイズ情報量規準、そして Adaptive は Adaptive LASSO を表す。

(出所) 筆者作成

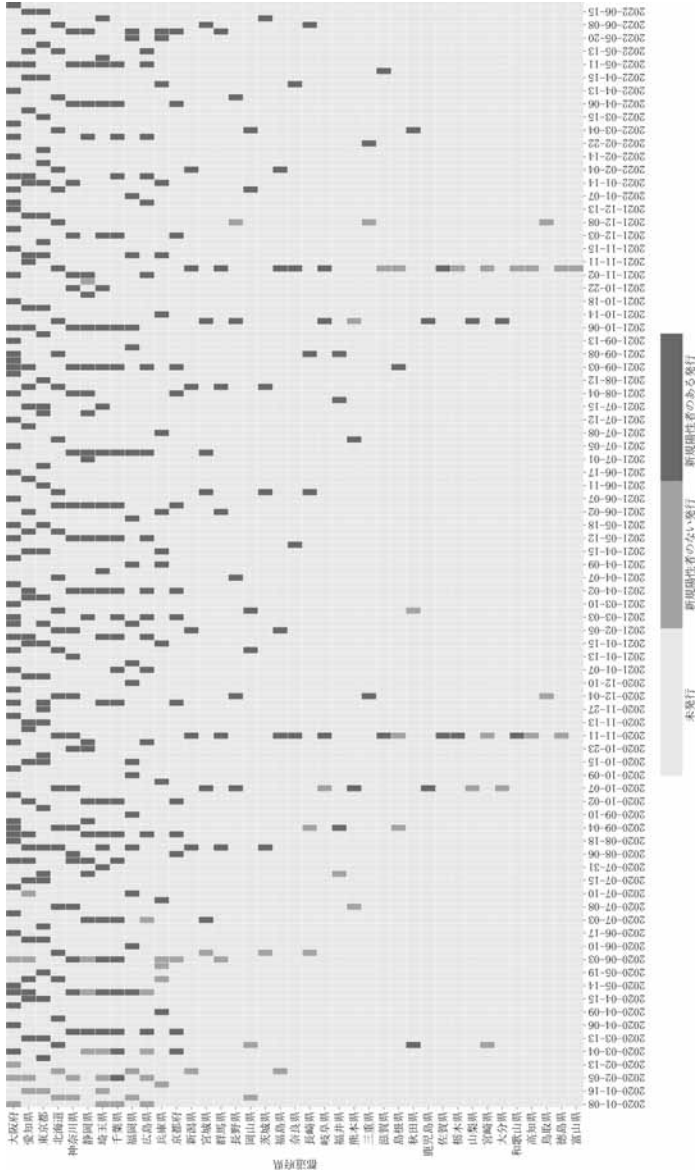


図 4 2020 年 1 月以降の地方債の発行状況

(出所) 仲田泰祐・岡本亘 (2022) 「COVID-19 Standard Dataset」より筆者作成

そして、サンプルから、政令市の地方債および定時償還地方債を除いたため、残ったのは39の都道府県の「満期一括償還市場公募地方債」のみである。また、全サンプル期間は2006年4月5日から2022年6月16日までであるが、ワクチン・人流関連変数のデータは2020年1月16日以降のものとなるため、推定に用いるサンプルの期間は2020年1月16日から2022年6月16までとなった。これらの変数、特に経済状況の代理変数である人流関連変数をモデルに入れないと、内生性の問題が発生する可能性が極めて高くなるため、推定に用いる。

最後に、COVID-19の流行が地方債のスプレッドに与える影響を詳しく分析するため、以下の異質性分析も行う。まず、ワクチンの接種率が高いほど、COVID-19の流行が地方債の信用リスクに与える影響は低下すると考えられるため、ベースラインモデルにワクチン関連の諸変数と処置変数の交差項を入れ、推定を行う。また、医療提供体制により、COVID-19の流行がもたらす効果も異なると考えられるため、医療提供体制関連の諸変数と処置変数の交差項を用いる異質性分析も行う。同様の理由で、人流関連の諸変数と処置変数の交差項を用いる推定も行う。

全国型市場公募地方債（個別債）の発行実績に関するデータは「地方債協会」から得ている。国債金利情報は財務省から得ている。また、COVID-19関連データは、仲田泰祐・岡本亘（2022）「COVID-19 Standard Dataset」から抽出したものである。推定に使う変数の記述統計量の結果は表2に示している。処置グループの地方債発行額および応募者利回りの平均値はコントロールグループのそれよりも低いが、対国債スプレッドの平均値は高い。また、ワクチン接種率、気象関連変数は両グループにおいてその平均値はほぼ同じである。一方、感染関連変数、人流関連変数、医療提供体制関連変数、NPIs 関連変数に関しては、両グループにおいて顕著な差が見られる。

表 2 記述統計量

区分	変数名	コントロールグループ			処置グループ			全サンプル		
		観測数	平均値	標準偏差	観測数	平均値	標準偏差	観測数	平均値	標準偏差
地方債の特性	地方債の発行額	3000	125.00	50.43	17300	181.68	83.53	20300	173.30	81.93
地方債の特性	地方債の応募者利回り	3000	13.80	12.55	17300	16.79	16.01	20300	16.35	15.55
地方債の特性	地方債の償還期間	3000	10.00	4.55	17300	10.14	5.27	20300	10.12	5.16
地方債の特性	地方債応募者利回りの対国債スプレッド	3000	8.66	2.81	17300	7.55	3.27	20300	7.71	3.22
地方債の特性	地方債表面利率の対国債スプレッド	3000	8.66	2.81	17300	7.55	3.27	20300	7.71	3.22
感染関連	入院治療等を要する者	3000	12.03	20.26	17300	61.8593	14109.01	20300	5273.53	13203.20
感染関連	重症患者数 (自治体基準)	3000	1.03	2.80	17300	46.32	114.09	20300	39.63	106.51
感染関連	通院者数	3000	387.657	6185.36	17300	9867.654	2211720.62	20300	84637.14	207380.80
感染関連	新規死亡者数	3000	0.00	0.00	17300	3.46	6.81	20300	2.95	6.40
感染関連	死亡者数	3000	40.40	52.45	17300	699.49	1036.23	20300	602.09	984.72
感染関連	新規陽性者数	3000	0.00	0.00	17300	723.14	1661.75	20300	616.27	1564.83
感染関連	累計陽性者数	3000	37211.7	62134.1	17300	105958.00	231453.97	20300	90849.11	216664.09
感染関連	新規陽性者率	3000	0.00	0.00	17300	1.00	0.00	20300	0.85	0.36
ワクチン関連	全体の1回目ワクチン接種率	3000	32.20	40.13	17300	28.83	36.24	20300	29.33	36.76
ワクチン関連	全体の2回目ワクチン接種率	3000	31.09	38.74	17300	26.28	34.93	20300	26.99	35.45
ワクチン関連	全体の3回目ワクチン接種率	3000	0.00	0.02	17300	7.66	17.87	20300	6.53	16.71
ワクチン関連	全体の4回目ワクチン接種率	3000	0.00	0.00	17300	0.00	0.01	20300	0.00	0.01
医療提供体制	入院患者数	3000	9.23	15.52	17300	458.23	589.93	20300	391.88	567.35
医療提供体制	確保入院病床数	3000	382.00	213.86	17300	1447.93	1322.72	20300	1290.40	1280.67
医療提供体制	重症患者数 (国基準)	3000	1.07	2.80	17300	67.09	149.77	20300	57.33	140.19
医療提供体制	確保重症病床数 (国基準)	3000	45.83	32.17	17300	228.62	343.55	20300	201.61	323.85
医療提供体制	入院病床使用率	3000	2.33	2.68	17300	27.59	20.02	20300	23.85	20.57
医療提供体制	重症病床使用率	3000	1.72	2.77	17300	18.27	19.38	20300	15.82	18.85
人流	Google Mobility (小売、娯楽)	3000	-6.67	9.25	17300	-12.25	8.67	20300	-11.42	8.96
人流	Google Mobility (食料品店、薬局)	3000	2.97	4.67	17300	0.92	4.66	20300	1.22	4.71
人流	Google Mobility (公園)	3000	8.10	16.16	17300	-1.24	15.84	20300	0.14	16.19
人流	Google Mobility (乗換駅)	3000	-11.10	16.27	17300	-22.31	9.95	20300	-20.66	11.75
人流	Google Mobility (車場)	3000	-6.47	5.19	17300	-11.39	6.85	20300	-10.67	6.85
人流	Google Mobility (住宅)	3000	4.17	2.72	17300	6.21	3.47	20300	5.91	3.44
気象	降水量	3000	2.43	6.11	17300	2.12	6.68	20300	2.17	6.58
気象	平均気温	3000	17.35	5.92	17300	17.08	7.94	20300	17.12	7.66
気象	相対湿度	3000	64.68	16.83	17300	61.25	21.47	20300	61.76	20.85
NPIs 関連	緊急事態宣言タミー	3000	0.07	0.25	17300	0.18	0.39	20300	0.17	0.37
NPIs 関連	まん延防止等重点措置タミー	3000	0.00	0.00	17300	0.12	0.33	20300	0.10	0.31

(注) 1) スプレッドの単位はbps、発行額の単位は億円、人口密度の単位は人/ha、降水量の単位はmm、平均気温の単位は℃。

(出所) 筆者作成

4 推定結果

(1) 主要な推定結果

まず、主要な推定結果および頑健性分析の結果を確認する（表3）。モデル1～モデル6において、処置変数は新規陽性者の有無を表すダミー変数である。また、モデル3に限って、LASSOモデルにより抽出されたコントロール変数群を用いたが、その他のモデルはいずれも全コントロール変数（①感染関連情報、②ワクチン関連情報、③NPIs 関連情報、④医療提供体制関連情報、⑤人流情報、⑥気象情報）を用いた。

モデル1は償還期間の異なる地方債データをプールして推定を行った結果である。被説明変数は地方債応募者利回りの対国債スプレッドで、時間固定効果として年ダミーを採用した。処置変数の係数の推定値はプラス（0.0343）であるが、統計的に有意に推定されていない。一方、償還期間の係数の推定値は有意にマイナスであり、償還期間が延びるほど、地方債のスプレッドが低下することを示唆している。

そして、モデル2は年ダミーの代わりに、年月ダミーを用いたもので、結果はモデル1と似ている。ただし、全体の3回目ワクチン接種率の係数は有意にマイナスであり、ワクチン接種が地方債のスプレッドを押し下げる要因となっていることを意味している。

モデル3は同じ年月ダミーを用いたものであるが、コントロール変数として、LASSOモデルに抽出されたものを使った。処置変数の係数の推定値はプラスで有意に推定されていないものの、償還期間と全体の3回目ワクチン接種率の係数はいずれも有意にマイナスであり、推定結果はモデル2の結果と似ている。

続いて、モデル4は10年債からなるパネルデータを用いたもので、処置変数の推定値は引き続き有意ではないが、償還期間は引き続き、スプレッドに有意に負の影響を及ぼしている。一方、重症患者数（自治体基準）が多いほど、地方債のスプレッドが有意に低いことが確認された。感

染拡大による経済状況の悪化が地方債の信用リスクを高めることがその原因と考えられる。全体の3回目ワクチン接種率のほかに、4回目ワクチン接種率も有意にマイナスであったため、引き続き、ワクチン接種の効果を確認できた。また、緊急事態宣言ダミーは有意にプラスであったが、その原因として、緊急事態宣言により経済がダメージを受け、地方債の信用リスクが高くなったことが考えられる。

最後に、モデル5とモデル6は被説明変数の頑健性を検証するためのもので、モデル5は地方債表面利率の対国債スプレッド、モデル6は地方債の応募者利回りを被説明変数とするものである。モデル5の結果はモデル2と似ているが、モデル6においては、償還期間、2回目ワクチン接種率の係数の推定値の符号がモデル2と逆になっている。ワクチン接種率が高いほど、スプレッドが高くなることは考えにくいため、この結果はモデル特定化の問題が引き起こした可能性が高いと考えられる。

総じて見れば、処置変数の係数の推定値は全てのモデルでプラスであったが、統計的に有意に推定されていない。したがって、新規陽性者の有無が地方債のスプレッドに影響を与えないことが示唆されている。一方、償還期間の負の効果、ワクチン接種の正の効果は比較的に頑健性を持つと考えられる。

表 3 主要な推定結果

被説明変数	(1) 地方債応募者利用回りの 対国債スプレッド	(2) 地方債応募者利用回りの 対国債スプレッド	(3) 地方債応募者利用回りの 対国債スプレッド	(4) 地方債応募者利用回りの 対国債スプレッド	(5) 地方債表面利率の 対国債スプレッド	(6) 地方債の応募者利用回
処置変数						
発行額	0.0343 (0.546)	0.493 (0.641)	0.139 (0.547)	0.282 (0.300)	0.493 (0.641)	0.761 (0.921)
償還期間	-0.0576 (0.00637)	-0.00720 (0.00452)	-0.0068* (0.000843)	0.00168* (0.000843)	-0.00720 (0.00452)	-0.00869 (0.00887)
入院治療等を要する者	-0.358** (0.0520)	-0.351*** (0.0593)	-0.345*** (0.0538)		-0.351*** (0.0593)	3.00*** (0.129)
重症患者数（自治体基準）	-1.92e-05 (2.28e-05)	-2.43e-05 (4.10e-05)		-1.19e-05*** (2.67e-05)	-2.43e-05 (4.10e-05)	1.20e-05 (5.42e-05)
退院者数	0.0500 (0.00471)	0.00374 (0.00511)		0.0101*** (0.00256)	0.00374 (0.00511)	0.00597 (0.0124)
新規死亡者数	-2.27e-07 (2.36e-06)	-1.49e-06 (2.14e-06)		1.46e-06 (1.64e-06)	-1.49e-06 (2.14e-06)	-4.30e-06 (5.53e-06)
死亡者数	-0.0503 (0.0606)	-0.119* (0.0637)	-0.0634* (0.0319)	-0.0241 (0.0338)	-0.119* (0.0637)	-0.109 (0.0778)
全体の1回目ワクチン接種率	2.13e-05 (0.000942)	0.000610 (0.000656)	0.000127 (0.000331)	0.000722 (0.000584)	0.000610 (0.000656)	0.00136 (0.00186)
全体の2回目ワクチン接種率	-0.104 (0.0552)	-0.380 (0.237)	-0.0169 (0.0939)	-0.228* (0.117)	-0.380 (0.237)	-0.448 (0.382)
全体の3回目ワクチン接種率	0.0931 (0.0583)	0.393 (0.264)		0.241* (0.124)	0.393 (0.264)	0.689*** (0.268)
全体の4回目ワクチン接種率	-0.0234 (0.0516)	-0.460*** (0.149)	-0.261** (0.116)	-0.392*** (0.0516)	-0.460*** (0.149)	-0.262 (0.416)
緊急事態宣言タミー	-10.93 (21.67)	-38.13 (30.78)		-11.04*** (13.72)	-38.13 (30.78)	51.95 (91.55)
まん延防止等重点措置タミー	0.195 (1.661)	1.149 (0.938)		1.565*** (0.398)	1.149 (0.938)	-0.184 (2.062)
定数項	0.0667 (1.496)	-0.846 (1.525)		0.257 (0.421)	-0.846 (1.525)	-1.289 (2.354)
総観測数	11.61** (2.027)	17.94*** (3.528)	12.21*** (3.424)	8.286*** (1.774)	17.94*** (3.528)	-15.94* (8.628)
自治体固定効果	196	195	195	100	195	195
時間固定効果	あり	あり	あり	あり	あり	あり
自由度修正済み R2	年タミー 0.749	年タミー 0.749	年タミー 0.749	年タミー 0.962	年タミー 0.959	年タミー 0.959

(注) 1) 被説明変数の単位は「bps」。処置変数はいずれも新規陽性者数の有無を表すタミー変数。コントロールグループは条件決定日に新規感染者がないケースで、処置グループは条件決定日に新規感染者があるケース。すべてのモデルにおいて、医療提供体制変数、人道変数、気象変数もコントロールした。
2) カッコ内はクラスタースト標準誤差。***は1%、**は5%、*は10%の有意水準で棄却されることを表す。
(出所) 筆者作成

(2) 異質性分析

次に、異質性分析の結果を確認する（表4）。モデル7～モデル11のいずれにおいても、データは償還期間の異なる地方債データをプールしたもので、被説明変数は地方債応募者利回りの対国債スプレッドで、時間固定効果は年月ダミーを使い、コントロール変数は全コントロール変数を用いた。

モデル7は処置変数として、新規陽性者の有無の代わりに、新規陽性者数を用いたものである。新規陽性者数の推定値は有意に推定されておらず、地方債スプレッドへの効果は観察されていない。次に、モデル8は累計陽性者数を処置変数とするモデルで、その係数の推定値は有意に正であった。累計陽性者数が増えるほど、地方債の信用リスクが高まり、スプレッドも高くなると考えられる。

続いて、モデル9～モデル11は通常の新規陽性者の有無を処置変数とし、さらに処置変数とその他の変数の交差項をモデルに入れるものである。モデル9はワクチン接種率による異質性を推定するもので、ワクチン接種率関連の諸変数と処置変数との交差項はいずれも有意ではない。モデル10は医療提供体制による異質性を検証するもので、関連諸変数と処置変数の交差項はいずれも有意ではないが、処置変数である新規陽性者の有無は有意にプラスであった。最後に、モデル11は人流関連の諸変数と処置変数との交差項をコントロールするもので、交差項の係数の推定値はいずれも有意に推定されていない。

総じて見れば、ワクチン接種率、医療提供体制、人流などによる異質性は確認されていないが、一部のモデルにおいては、処置変数が有意にプラスになり、新規陽性者があれば、あるいは累計陽性者数が増えれば、地方債のスプレッドも上昇する可能性が示唆されている。

表 4 異質性分析の結果

被説明変数	(7) スプレッド	(8) スプレッド	(9) スプレッド	(10) スプレッド	(11) スプレッド
処置変数	0.000128 (0.000385)	9.67e-05*** (2.01e-05)	0.525 (0.785)	2.015** (0.851)	0.466 (1.246)
処置変数×全体の1回目ワクチン接種率			0.0146 (0.172)		
処置変数×全体の2回目ワクチン接種率				-0.0153 (0.179)	
処置変数×全体の3回目ワクチン接種率			-23.36 (33.86)		
処置変数×全体の4回目ワクチン接種率			-39.29 (37.84)		
処置変数×入院患者数				0.0586 (0.137)	
処置変数×確保入院病床数				0.00134 (0.00361)	
処置変数×重症患者数(国基準)					0.304
処置変数×確保重症病床数(国基準)				(0.859)	-0.0391
処置変数×入院病床使用率				-0.184 (0.453)	
処置変数×重症病床使用率					-0.373
処置変数× Google Mobility (小売、娯楽)				(0.310)	0.110 (0.140)
処置変数× Google Mobility (食料品店、薬局)					-0.00471 (0.0877)
処置変数× Google Mobility (公園)					0.0199 (0.0258)
処置変数× Google Mobility (乗換駅)					0.0409 (0.0463)
処置変数× Google Mobility (職場)					-0.173 (0.196)
処置変数× Google Mobility (住宅)					0.0510 (0.736)
定数項	18.66*** (2.963)	18.86*** (3.256)	17.95*** (3.916)	16.82*** (3.711)	17.94*** (3.581)
観測数	195	195	195	195	195
処置変数	新規陽性者数	累計陽性者数	新規陽性者数の有無	新規陽性者数の有無	新規陽性者数の有無
自治体固定効果	あり	あり	あり	あり	あり
時間固定効果	年月ダミー	年月ダミー	年月ダミー	年月ダミー	年月ダミー
自由度修正済み R2	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750

(注) 1) 被説明変数はいずれも地方債応募者利回りの対国債スプレッドで、単位は「bps」。

2) コントロールグループは条件決定日に新規感染者がないケースで、処置グループは条件決定日に新規感染者があるケース。

3) すべてのモデルにおいて、医療提供体制変数、人流変数、気象変数もコントロールした。

4) カッコ内はクラスターロバスト標準誤差。

5) *** は 1%、** は 5%、* は 10% の有意水準で棄却されることを表す。

(出所) 筆者作成

5 結論

本稿は日本における COVID-19 の関連データおよび地方債の発行実績データを用いて、COVID-19 のパンデミックが地方政府の資金調達に及ぼす影響を推定した。図による分析から、地方債の応募者利回りの対国債スプレッドが感染状況により、影響を受ける可能性が高いと観察されたため、本稿は地方債スプレッドに分析の主眼を置いた。また、内生性の問題に対処するため、本稿は都道府県固定効果および時間固定効果をコントロールし、さらに Google 社の移動データ (Google Mobility)、医療提供体制情報および気象情報など、豊富な日次データからなるコントロール変数群も用いた。

推定の結果をまとめると、第一に、新規陽性者があれば、あるいは新規陽性者数が増えるほど、市場公募地方債の応募者利回りの対国債スプレッドが高くなっていることが一部のモデル設定において、観察されている。しかしながら、推定結果は頑健的なものではないため、地方債のスプレッドがパンデミックから影響を受けたかどうかは定かでない。

第二に、ワクチン接種率が高いほど、スプレッドが低くなることを確認できた。推定結果も頑健的であると考えられる。特に全体の3回目ワクチン接種率が地方債のスプレッドを押し下げる要因となっていることが示唆されている。

第三に、処置効果の異質性は観察されていない。

最後に、本稿の設定ではモデルはいわゆる Staggered DID モデルになっており、推定において一部のサブコントロールグループが正常に機能しなかった可能性がある。したがって、推定値にバイアスが含まれている可能性は排除できない。この点については、今後の課題としたい。

注

- 1 出典：世界保健機関の COVID-19 特設サイト
(<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>)。
最終アクセス日：2022 年 10 月 18 日。
- 2 Brodeur et al. (2021) は COVID-19 の経済的影響に関する研究をレビューした。
- 3 出典：2021 年 3 月 31 日付「浙江日報」の報道
(<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1695731312601744802&wfr=spider&for=pc>)。
最終アクセス日：2022 年 10 月 2 日。
- 4 武漢市における COVID-19 の最初の感染例報告から、ロックダウンまでの詳しい経緯については Fang Wang and Yang (2020) を参照されたい。また、当時の中国政府が報告した陽性者数の信憑性を検証した Koch and Okamura (2020) によると、その陽性者数の推移はベンフォードの法則で予想される分布と一致し、アメリカやイタリアで見られる分布と類似しているという。
- 5 出典：国立感染症研究所のオンライン記事 (<https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/corona-virus/2019-ncov/2488-idsc/iasr-news/9729-485p04.html>)。最終アクセス日：2022 年 10 月 2 日。日本国内の COVID-19 の第一例の発生に関する詳細な経緯については、こちらの記事を参照されたい。
- 6 出典：仲田泰祐・岡本亘 (2022)「COVID-19 Standard Dataset」
(https://docs.google.com/spreadsheets/d/10OwRF0s5h_kaDQF79BdpAHHI_WXXcXpV5tj4NXYQBHk/edit?usp=sharing)。
最終アクセス日：2022 年 10 月 2 日。
- 7 COVID-19 の基本的対処方針の最新版および過去のバージョンは内閣官房の特設サイト (https://corona.go.jp/news/news_20200411_53.html) を参照されたい。
- 8 出典：鳥取県の新型コロナウイルス感染症特設サイト (<https://www.pref.tottori.lg.jp/covid-19/kinkyuu-sengen/>)。最終アクセス日：2022 年 10 月 2 日。
- 9 自宅療養・宿泊療養が NPIs に分類できる根拠は「新型コロナウイルス感染症対策専門家会議（第 12 回）」の資料 (https://www.kantei.go.jp/jp/singi/novel_coronavirus/senmonkakaigi/sidai_r020501.pdf) である。
- 10 地方交付税制度を始め、日本の地方財政制度には信用補完の機能があるものの、地方債には信用リスクがあると主張する研究として、江夏（2007）が挙げられる。
- 11 都道府県内の人口密度、高齢者率および平均年齢は都道府県固定効果と完全な多重共線性関係にあるため、コントロール変数群から除外した。

参考文献

- Adams-Prassl, Abi, Teodora Boneva, Marta Golin, and Christopher Rauh. 2020. "Inequality in the impact of the coronavirus shock : Evidence from real time surveys." *Journal of Public Economics* 189 : 104245.
- Agostinelli, Francesco, Matthias Doepke, Giuseppe Sorrenti, and Fabrizio Zilibotti. 2022. "When the great equalizer shuts down : Schools, peers, and parents in pandemic times." *Journal of Public Economics* 206 : 104574.
- Altig, Dave et al. 2020. "Economic uncertainty before and during the COVID-19 pandemic." *Journal of Public Economics* 191 : 104274.
- Ando, Michihito, and Masato Furuichi. 2021. *The impact of COVID-19 Employment Shocks on Suicide and Safety Net Use : An Early-stage Investigation*. Rochester, NY : Social Science Research Network. SSRN Scholarly Paper. <https://papers.ssrn.com/abstract=3733385> (Accessed May 6, 2021).
- Arenas-Arroyo, Esther, Daniel Fernandez-Kranz, and Natalia Nollenberger. 2021. "Intimate partner violence under forced cohabitation and economic stress : Evidence from the COVID-19 pandemic." *Journal of Public Economics* 194 : 104350.
- Aucejo, Esteban M., Jacob French, Maria Paola Ugalde Araya, and Basit Zafar. 2020. "The impact of COVID-19 on student experiences and expectations : Evidence from a survey." *Journal of Public Economics* 191 : 104271.
- Baron, E. Jason, Ezra G. Goldstein, and Cullen T. Wallace. 2020. "Suffering in silence : How COVID-19 school closures inhibit the reporting of child maltreatment." *Journal of Public Economics* 190 : 104258.
- Berniell, Inés, and Gabriel Facchini. 2021. "COVID-19 Lockdown and Domestic Violence : Evidence from Internet-Search Behavior in 11 Countries." *European Economic Review* : 103775.
- Brodeur, Abel, David Gray, Anik Islam, and Suraiya Bhuiyan. 2021. "A literature review of the economics of COVID-19." *Journal of Economic Surveys* 35 (4) : 1007-1044.
- Brodeur, Abel, Andrew E. Clark, Sarah Fleche, and Nattavudh Powdthavee. 2021. "COVID-19, lockdowns and well-being : Evidence from Google Trends." *Journal of Public Economics* 193 : 104346.

- Chetty, Raj, John N. Friedman, Nathaniel Hendren, and Michael Stepner. 2020. The economic impacts of COVID-19 : Evidence from a new public database built using private sector data. National Bureau of Economic Research.
- Correia, Sergio, Stephan Luck, and Emil Verner. 2020. Pandemics Depress the Economy, Public Health Interventions Do Not : Evidence from the 1918 Flu. Rochester, NY : Social Science Research Network. SSRN Scholarly Paper. <https://papers.ssrn.com/abstract=3561560> (Accessed June 18, 2021).
- Couch, Kenneth A., Robert W. Fairlie, and Huanan Xu. 2020. "Early evidence of the impacts of COVID-19 on minority unemployment." *Journal of Public Economics* 192 : 104287.
- Crossley, Thomas F., Paul Fisher, and Hamish Low. 2021. "The heterogeneous and regressive consequences of COVID-19 : Evidence from high quality panel data." *Journal of Public Economics* 193 : 104334.
- Dave, Dhaval, Andrew Friedson, Kyutaro Matsuzawa, Joseph J. Sabia, et al. 2020. "Were Urban Cowboys Enough to Control COVID-19? Local Shelter-in-Place Orders and Coronavirus Case Growth." *Journal of Urban Economics* : 103294.
- Fang, Hanming, Long Wang, and Yang Yang. 2020. "Human mobility restrictions and the spread of the novel coronavirus (2019-nCoV) in China." *Journal of Public Economics* 191 : 104272.
- Forsythe, Eliza, Lisa B. Kahn, Fabian Lange, and David Wiczer. 2020. "Labor demand in the time of COVID-19 : Evidence from vacancy postings and UI claims." *Journal of Public Economics* 189 : 104238.
- Goolsbee, Austan, and Chad Syverson. 2021. "Fear, lockdown, and diversion : Comparing drivers of pandemic economic decline 2020." *Journal of Public Economics* 193 : 104311.
- Green, Daniel, and Erik Loualiche. 2021. "State and local government employment in the COVID-19 crisis." *Journal of Public Economics* 193 : 104321.
- Grewenig, Elisabeth, Philipp Lergetporer, Katharina Werner, Ludger Woessmann, et al. 2021. "COVID-19 and educational inequality : How school closures affect low-and high-achieving students." *European Economic Review* 140 : 103920.

- Kikuchi, Shinnosuke, Sagiri Kitao, and Minamo Mikoshiba. 2021. “Who suffers from the COVID-19 shocks? Labor market heterogeneity and welfare consequences in Japan.” *Journal of the Japanese and International Economies* 59 : 101117.
- Koch, Christoffer, and Ken Okamura. 2020. “Benford’s Law and COVID-19 reporting.” *Economics Letters* 196 : 109573.
- Kucukefe, Bige. 2020. “Clustering Macroeconomic Impact of COVID-19 in OECD Countries and China.” *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi* 5 (Özel Sayı) : 280–291.
- Leslie, Emily, and Riley Wilson. 2020. “Sheltering in place and domestic violence : Evidence from calls for service during COVID-19.” *Journal of Public Economics* : 104241.
- Miller, Amalia R., Carmit Segal, and Melissa K. Spencer. 2022. “Effects of COVID-19 shutdowns on domestic violence in US cities.” *Journal of Urban Economics* 131 : 103476.
- Ortmans, Aymeric, and Fabien Tripier. 2021. “COVID-induced sovereign risk in the euro area : When did the ECB stop the spread?” *European Economic Review* 137 : 103809.
- Takaku, Reo, and Izumi Yokoyama. 2021. “What the COVID-19 school closure left in its wake : Evidence from a regression discontinuity analysis in Japan.” *Journal of Public Economics* 195 : 104364.
- Tanaka, Takanao, and Shohei Okamoto. 2021. “Increase in suicide following an initial decline during the COVID-19 pandemic in Japan.” *Nature human behaviour* 5 (2) : 229–238.
- Wang, Haidong et al. 2022. “Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic : a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020–21.” *The Lancet* 399 (10334) : 1513–1536.
- 江夏あかね (2007)『地方債投資ハンドブック』東京、財経詳報社。
- 仲田泰祐・岡本亘 (2022)「COVID-19 Standard Dataset」
https://docs.google.com/spreadsheets/d/100wRFo5sh_kaDQF79BdpAHhI_WXXcXpV5tj4NXYQBhk/edit?usp=sharing

