

コロナ禍での望ましい経済政策に向けて —DSGE モデルによる分析—*

廣瀬康生研究会

金畑里奈[†] 高梨弘寧[‡] 高橋彩花[§] 前園直輝[¶]

2020年11月16日

* 本稿は、2020年11月22日と23日に開催される、三田祭論文コンテストのために作成したものである。本稿の作成にあたっては、廣瀬康生教授（慶應義塾大学）と廣瀬康生研究会7期生（慶應義塾大学）の方々から有益かつ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

[†] 慶應義塾大学廣瀬康生研究会8期生

[‡] 同上

[§] 同上

[¶] 同上

要旨

新型コロナウイルスのパンデミックにより世界経済は戦後最大の打撃を受けている。日本でも多くの感染者や死者が出ており、発生から一年弱経った現在も、有効なワクチンや治療法も開発されておらず、厳しい状況が続いている。日本政府は感染抑制に努めるだけでなく、経済の落ち込みを回避するための経済政策を行っている。そこで本稿では、コロナ禍での経済政策の評価がターゲット変数によって異なるかどうかについて分析した。

具体的には、動学的確率的一般均衡モデル (DSGE モデル) を用いてコロナ禍の日本経済を表現し、経済政策を GDP と効用という2つのターゲット変数によって評価する、というシミュレーション分析を行った。より正確にショックの波及効果および経済政策の効果を分析するために、投資の調整コストや、価格および賃金の硬直性といった様々な摩擦を考慮した中規模ニューケインジアンモデルを用いた。コロナ禍の日本では、生産、消費、労働時間、投資が大きく落ち込んだ。この状況を、以下の5つの複合ショックを与えることで表現した。政府の自粛要請や個人の感染対策による消費活動の停滞は正の自粛ショック、海外からの需要の落ち込みによる輸出の減少については負の外生需要ショック、自粛要請、労働による感染リスクの増加による労働時間の減少は正の労働ショック、感染対策や自粛要請を受けた供給面の制約は負の資本稼働率ショック、新型コロナウイルス感染拡大によって需要が大幅に落ち込んだことによる投資の減少に関しては正の投資の調整コストショックで表現した。

本稿では、この状況で生産性向上策、消費刺激策、拡張的財政政策の3つの経済政策の効果を、GDP および効用をターゲット変数として評価した。生産性向上策は正の TFP ショックを与えることで表現した。生産性の向上により、生産の増加とそれに伴う消費の増加や労働時間の減少が観察され、効用は押し上げられることが分かった。消費刺激策については負の自粛ショックを与えることで再現した。予算制約が緩まることにより、消費の増加とそれに伴う生産性の増加と労働時間の増加が観察され、効用は押し上げられる。拡張的財政政策は正の外生需要ショックによって表した。政府支出の増加により生産量とそれに伴い労働時間は増加するものの、クラウドファンディングアウトによって消費が落ち込むため、効用は押し下げられることになる。

以上の分析結果から、GDP をターゲット変数とした場合にはどれも望ましい政策であっても、効用をターゲット変数とした場合には、生産性向上策と消費刺激策は望ましいが、拡張的財政政策は望ましくはないことが明らかになった。したがって、政策を評価するには複数の変数をターゲットとする必要があるといえる。

目次

1	はじめに	3
2	モデル	7
2.1	家計	7
2.2	最終財企業	10
2.3	中間財企業	10
2.4	中央銀行	11
2.5	構造ショック	12
2.6	カリブレーション	13
2.7	コロナ禍での経済状況を再現するベースライン・シミュレーション	15
3	厚生分析	17
3.1	3つの経済政策オプション	17
3.2	政策効果の測定方法と2つの評価指標	18
3.3	各政策の生産量のパスの変化	19
3.4	各政策の効用のパスの変化	21
3.5	頑健性テスト	23
4	結びにかえて	25
	参考文献	26
	補論：対数線形近似	28

1 はじめに

2020年現在、日本経済は大きな打撃を受けている。その主要な原因として考えられるのは、新型コロナウイルスの感染拡大とその拡大による混乱や影響である。新型コロナウイルスは2019年12月31日に初めてその存在が報道されて以降、急速に感染が拡大し今も尚感染は収まらずむしろ拡大の一途を辿っている。図1はそれぞれ日本における1日あたりの新型コロナウイルス新規感染者数、累計の新型コロナウイルスによる死者数のグラフである。これを見ると、感染者と死者の増加の勢いは未だに衰えておらず、確かに感染の拡大が続いていることがわかる。

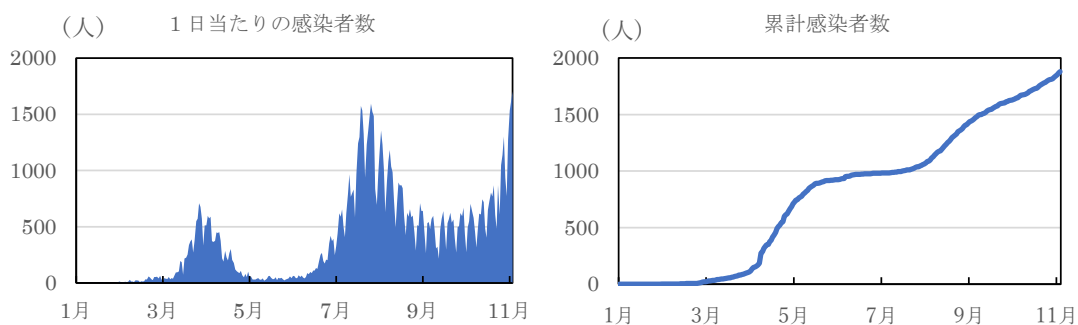


図1 日本における新型コロナウイルス感染者数、死亡者数

出典：厚生労働省「オープンデータ」より筆者作成

こうした新型コロナウイルスの感染拡大の時期と世界経済が落ち込みを見せ始めた時期は一致しており、関連があると考えられる。例えば図2は2017年第1四半期から2020年第2四半期の日本経済の実質国内生産（支出）、実質民間最終消費支出、総労働時間、実質民間企業設備投資の数値をそれぞれグラフに表したものである。

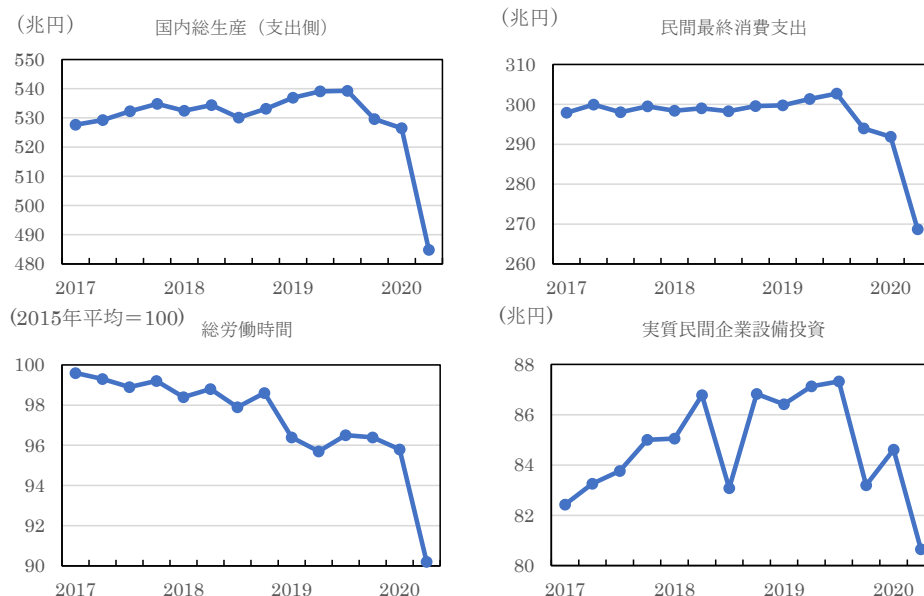


図2 日本の主要マクロ経済変数の動き

出典：内閣府統計、「e-stat」より筆者作成

グラフを見ると、ちょうど感染拡大期に日本経済にも大きな影響が出ていることがわかる。総支出と最終消費支出は2019年までほとんど横ばいであったが、2020年第1四半期から第2四半期で大きく落ち込んでいる。労働時間指数も元々減少傾向にはあったが、2020年第1四半期から第2四半期での下がり幅が他の年と比べて大きくなっている。投資も2020年の下がり幅が比較的大きくなっており、2020年第2四半期の値が2017年第1四半期の値より小さくなっている。前期比で見れば2020年第2四半期はそれぞれマイナス7.9%、マイナス7.9%、マイナス5.9%、マイナス4.7%となっている。

以上よりコロナの感染拡大期において日本経済も大きな負の影響を受けている。このような大きな経済への打撃に対し、適切な財政政策が必要であり、それに伴って適当な効果測定も重要である。そこで本稿では、コロナ禍に対する経済政策の効果を測定する際、注目する変数によって評価がどのように変化するかを分析した。

コロナに関連したマクロ経済の研究としては、Eichenbaum, Rebelo, and Trabandt (2020a) や Krueger, Uhlig, and Xie (2020) 等で行われた、感染拡大がもたらした経済損失の理由の大きな一つとして挙げられる非薬学的介入政策による感染の押さえ込みと経済コストのトレードオフを小規模モデルで再現し、社会厚生を最大化する政策分析が挙げられる。また、このモデルを基本として、Glover et al. (2020) 等では非薬学的介入政策による世代間の不利益の差を

考慮した上での最適政策について分析されている。また Eichenbaum, Rebelo, and Trabandt (2020b) では、PCR 検査による非薬学的介入政策と経済ショックのトレード・オフの緩和の可能性を示唆する研究が行われている。Watanabe (2020) では日本のコロナによる経済ショックが需要サイドによるものか、供給サイドによるものか分析している。また、コロナによる経済ショックが実体経済に与える影響として各経済主体ごとに研究も進んでいる。例えば労働市場や雇用への影響として Dingel and Neiman (2020) では影響を受けやすい職種について議論している。また、Chetty et al. (2020) は米国でのロックダウン前後の消費の変化について分析している*¹。本稿では、日本のデータを用いて推定された値を用いた中規模型 DSGE モデル (DSGE モデルについては後述) で分析を行っているため、より日本経済の実態に即した分析となっている。

本稿では、動学的確率的一般均衡モデル (DSGE モデル) を用いて分析を行った。DSGE モデルとは、政策の期待を通じた影響を考慮した、ミクロ的基礎付けを備えたマクロ経済モデルである。各経済主体のパラメータとして政策変更の影響を受けないディープパラメータを用いることでルーカス批判を回避でき、さらには政策を社会厚生の見地から量的に評価できるというメリットがある*²。本稿では経済政策の効果を検証を行うため、DSGE モデルを用いることとした。また、本稿では日本における現実のマクロ経済データの動きを説明するための様々な工夫がなされている中規模型ニューケインジアンモデルを用いることとした。具体的には、調整コスト、Calvo 型名目価格・名目賃金の硬直性といった摩擦要因を考慮した Smets and Wouters (2007) の中規模型ニューケインジアンモデルを日本のマクロ経済データを用いて推定した廣瀬 (2012) を枠組みとした。

ここにコロナ禍の各マクロ経済変数の落ち込みを再現するため、需要面と供給面を組み合わせた5つの経済ショックを複合的に与えた*³。

1つ目は自粛ショックである。コロナ禍では消費が大きく落ち込んだ。2020年4月から5月に行われた緊急事態宣言により、個人の消費活動は大きく制限された。緊急事態宣言解除後も個人の感染対策により自粛は続き、消費活動は停滞した。この状況を Eichenbaum, Rebelo, and Trabandt (2020a) は消費の停滞を予算制約式に変数として導入することで表現した。本稿では、こうした研究を基に自粛ショックとしてモデルに導入した。

2つ目は外生需要ショックである。コロナ禍では生産量が落ち込んだ。その要因の一つに海外からの需要の落ち込みによる輸出の減少が挙げられる。本稿ではこの状況を外生需要ショックとして扱った。

3つ目は労働ショックである。コロナによる生産量の落ち込みは労働供給のショックが大きな影響をあたえている。これは自粛要請や、労働による感染リスクの増加による労働供給の制限により、労働時間が減少している*⁴。これを労働ショックとしてモデルに取り入れた。

*¹ 先行研究については田中 (2020a,b) を参考にした。

*² より詳細な DSGE モデルに関する説明は加藤 (2007) を参照されたい。

*³ コロナ禍を表現するショックを決定する際、日本におけるコロナによる経済ショックの要因が需要サイドによるものか、供給サイドによるものかについて分析した Watanabe(2020) 等も参考にした。

*⁴ Brinca et al. (2020) は、米国における総労働時間の減少のうち、およそ3分の2が労働供給側によるものであることを示している。

4つ目は資本稼働率ショックである。コロナ禍では感染対策のため、工場の稼働停止やオフィスの営業停止等により資本稼働率は減少した。こういった供給面の制約による生産量の落ち込みを資本稼働率ショックにより再現した。

5つ目は投資の調整コストショックである。新型コロナウイルス感染拡大によって需要が大幅に落ち込んだことにより、投資が減少した。この状況を DSGE モデルでは投資の調整コストの増加として表現するため、ショックとして取り入れた。以上の5つのショックによりコロナ禍での日本経済を再現したベースライン・シミュレーションとした。

本稿ではこのベースラインのもと、日本政府が行った経済政策の評価について分析を行った。Ando et al (2020) を参考に、経済政策を需要面、供給面、財政面の3つに分類し、それぞれ1つずつ選んだ。具体的には供給面からは生産性向上策、需要面からは消費刺激策、財政面からは拡張的財政政策である。

政府のリモートワーク化や IT 化を促す企業への補助金等による生産性の向上を生産性向上策とした。これは正の TFP ショックを与えることで表現できる。正の TFP ショックを与えることで生産性が向上し生産量が増加する。

GO To Eat や Go To トラベルなどの直接消費を促す政策を消費刺激策と名付けた。これは負の自粛ショックを与えることで表現できる。負の自粛ショックにより、予算制約が緩まり、消費が増加し、需要の増加による生産量の押し上げに寄与する。

景気刺激策のための政府による財政支出の拡張を拡張的財政政策とした。これは正の外生需要ショックを与えることで再現した。需要が増加するため、生産量が増加する。

以上の3つの政策について2つのターゲット変数を用いて評価した。具体的には、生産量と効用である。マクロ経済政策のターゲットとしてしばしば注目される GDP を、ターゲット変数の1つとした。また、DSGE モデルを用いるメリットとして政策を社会厚生観点から評価できることから、効用をもう一つのターゲット変数とした。本稿の DSGE モデルでは消費と労働時間を変数として各期の効用を定義している。

分析の結果としては、生産量をターゲット変数とした場合望ましい政策を考えても、効用をターゲット変数とした場合には、政策の評価は異なった。生産性向上策については、消費の増加と労働時間の減少により、効用を押し上げた。消費刺激策については、消費の増加と労働時間の増加により、効用を押し上げた。拡張的財政政策については、消費の減少と労働時間の増加により、効用を押し下げた。したがって、政策を評価する際には、複数の変数をターゲットとする必要があることがわかった。

本稿の構成は以下のようにになっている。第2節では理論モデルを構築し、コロナにより落ち込んだ経済を表現したベースライン・シミュレーションを作成している。第3節では、ベースライン・シミュレーションに対し3つの経済政策を行ったとき、どのような効果がみられるかを検証を行った。第4節は結論のまとめや、今後の課題を述べている。

2 モデル

本稿のモデルは RBC モデルを拡張し調整コスト、Calvo 型名目価格・名目賃金の硬直性といった摩擦要因を考慮した Smets and Wouters (2007) の中規模型ニューケインジアンモデルを日本のデータを用いて推定した廣瀬 (2012) をベースとしている。ここにコロナ禍での政府の自粛要請によって減少した消費を表現するために Eichenbaum, Rebelo, and Trabandt (2020) に沿って、予算制約式を圧迫するような経済ショックを加えている。また、感染対策や自粛要請を受け、工場の稼働停止などで供給面も大きな打撃を受けている。これを資本稼働率に直接影響を与えるようなショックによって表現している。

本稿で DSGE モデルで分析するメリットは厚生分析を行えることである。伝統的なマクロ経済モデルである IS-LM モデルなどでは効用関数を定義することが難しく、厚生分析をすることが出来ない。一方で、DSGE モデルは家計の効用最大化問題や、企業の利潤最大化問題をモデルに組み込んでおり、いわゆるミクロ的基礎づけがなされている。さらに、政策スタンスに依存しないとされるディープパラメータのみを外生的に固定して合理的意思決定を導くため、政策次第でモデルのパラメータが変化してしまうという、いわゆるルーカス批判を回避し、政策分析をすることも可能である。

モデルの経済には家計、企業、中央銀行で構成される。以下、各経済主体の行動を説明する。

2.1 家計

家計 $h \in [0, 1]$ は、消費財 $C_t(h)$ 、投資財 $I_t(h)$ 、国債 $B_t(h)$ を購入し、各家計において差別化された労働サービス $l_t(h)$ を中間財生産企業に提供する。以下のように家計の効用関数を表す。

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t e^{z_t^b} \left\{ \frac{(C_t(h) - \theta C_{t-1}(h))^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{Z_t^{1-\sigma} e^{z_t^l} l_t(h)^{1+\chi}}{1+\chi} \right\} \quad (1)$$

ここで E_t は期待オペレータ、 $\beta \in (0, 1)$ は主観的割引率、 $\sigma > 0$ は消費に関する異時点間代替の弾力性の逆数、 $\chi > 0$ は労働供給の弾力性の逆数、 $\zeta > 0$ は民間消費と政府消費の代替の弾力性を表す。 z_t^b と z_t^l はそれぞれ主観的割引率と労働供給に関する構造ショックである。また、 Z_t は均斉成長を規定する技術水準であり、労働の不効用に関する項にこれが掛かっていることに注意されたい。これはモデルが均斉成長制約を満たすための工夫である。

家計の予算制約式は次のように与えられる。

$$e^{z_t^d} C_t(h) + I_t + \frac{B_t(h)}{P_t} = W_t(h) l_t(h) + R_t^k u_t(h) K_{t-1}(h) + R_{t-1}^n \frac{B_{t-1}(h)}{P_t} + T_t(h) \quad (2)$$

ここで、 $e^{z_t^d}$ はコロナ禍での政府の自粛要請によって減少した消費を表現するために Eichenbaum, Rebelo and Trabandt (2020) に沿った、予算制約式を圧迫するような経済ショックである。つまり自粛ショックが大きいほど、消費財の価格が割高になることによって消費が減少し、需要の減少により生産量が落ち込むことや、一時的な消費による効用の減少を相殺するように、労働による不効用を小さくするため労働時間を減らす。つまり、自粛要請による消費の減少や労働時間の減少を表現することができる。 P_t は物価水準（最終財価格）、 $W_t(h)$ は実質賃金、 R_t^n は名目粗利率、 R_t^k は資本の実質レンタル料、 $u_t(h)$ は資本稼働率、 $K_{t-1}(h)$ は資本ストック、 $T_t(h)$ は政府による一括税を表す。また、家計による投資は、次の式に従って資本ストックとして蓄積される。

$$K_t(h) = \{1 - \delta(u_t(h))\} K_{t-1}(h) + \left\{ 1 - S \left(\frac{I_t(h)}{I_{t-1}(h)} \frac{e^{z_t^i}}{z} \right) \right\} I_t(h)$$

ここでは、資本稼働率が高くなるにつれて、資本減耗率 δ は高くなることを仮定しており、関数 $\delta(\cdot)$ は $\delta' > 0, \delta'' > 0, \delta(u) = \delta \in (0, 1), \mu = \delta'(u)/\delta''(u) > 0$ (u は定常状態における資本稼働率) という性質を持つ。 $S(\cdot)$ は、投資の変化に伴う調整コストを表し、 $S(x) = (x - 1)^2 / (2\zeta^i)$ ($\zeta^i > 0$ はパラメータ) という 2 次の関数形を仮定する。 z_t^i は投資の調整コストに対するショックである。家計の消費と安全資産の購入、投資、資本ストック、資本稼働率の最適な選択を、予算と資本ストックの蓄積に関する式を制約式とし、ラグランジュ関数を設定すると以下の式が導出される。

消費の限界効用

$$\Lambda_t e^{z_t^d} = e^{z_t^b} (C_t - \theta C_{t-1})^{-\sigma} - \beta \theta E_t \left[e^{z_{t+1}^b} (C_{t+1} - \theta C_t)^{-\sigma} \right]$$

オイラー方程式

$$\Lambda_t = \beta E_t \left[\Lambda_{t+1} \frac{R_t^n}{\pi_{t+1}} \right]$$

投資関数

$$1 = q_t \left\{ 1 - S \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{e^{z_t^i}}{z} \right) - S' \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{e^{z_t^i}}{z} \right) \frac{I_t}{I_{t-1}} \frac{e^{z_t^i}}{z} \right\} + \beta E_t \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} q_{t+1} S' \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \frac{e^{z_{t+1}^i}}{z} \right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right)^2 \frac{e^{z_{t+1}^i}}{z}$$

資本稼働率関数

$$R_t^k = q_t \delta'(u_t)$$

トービンの q

$$q_t = \beta E_t \left[\frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} R_{t+1}^k u_{t+1} + q_{t+1} \{1 - \delta(u_{t+1})\} \right]$$

ここで、 $q_t = \Lambda_t^k / \Lambda_t$ は、いわゆるトービンの q と呼ばれるものであり、(限界効用単位で測った) 資産の実質価格を表す。なお、完備保険市場の存在を仮定おり全ての家計は同質とみなせるため、各家計のインデックス (h) は省略している。また、以下のように対数線形近似した資本稼働率関数に資本稼働率ショックを導入する。これにより、コロナ禍での政府の自粛要請や企業の感染対策による工場等の資本稼働率が減少することにより、生産量が落ち込むことを表現している。

$$\tilde{u}_t = \mu(\tilde{R}_t^k - \tilde{q}_t) + z_t^u$$

次に、家計の労働サービス、実質賃金の最適選択を導出する。全ての家計は差別化された労働サービスを中間財企業に提供し、労働市場は独占的競争下にあると仮定する。まず中間財生産企業 f ($f \in [0, 1]$) は、家計の労働供給量 $l_t(h)$ ($h \in [0, 1]$) に対して

$$l_t(f) = \left\{ \int_0^1 l_t(f, h)^{\frac{1}{1+\lambda_t^w}} dh \right\}^{1+\lambda_t^w}$$

で集計された労働サービス l_t を生産に用いる。 λ_t^w は θ_t^w を労働サービスの代替の弾力性として $\lambda_t^w = 1/(\theta_t^w - 1)$ で定義され、労働サービスの差別化の度合いを表すパラメータであり、賃金のマークアップ率に相当する。これを所与とした中間財企業の家計 h の労働サービスに対する労働需要関数が次のように導出される。

$$l_t(h) = \left\{ \frac{W_t(h)}{W_t} \right\}^{-\frac{1+\lambda_t^w}{\lambda_t^w}} l_t$$

家計はこの労働需要関数を所与として、効用を最大化するよう賃金を選択する。ここで賃金に Calvo 型の硬直性を導入する。廣瀬 (2012) と同様に、各機において $1 - \xi_w \in [0, 1]$ の割合の家計は賃金を最適化でき、残りの ξ_w は、均斉成長率の定常値 z と、一期前のインフレ率 π_{t-1} および定常状態のインフレ率 π の加重平均に従い以下のように名目賃金を決定すると仮定する。 $\gamma_w \in [0, 1]$ を一期前のインフレ率を参照するウェイトとする。

$$P_t W_t(h) = z \pi_{t-1}^{\gamma_w} \pi^{1-\gamma_w} P_{t-1} W_{t-1}(h)$$

このとき、1 階の条件は以下ようになる。 W_t^o は t 期の最適化された賃金である。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \left[\begin{aligned} & (\beta \xi_w)^j \frac{\Lambda_{t+j} l_{t+j}}{\lambda_{t+j}^w} \left[\frac{z^j W_t^o}{W_{t+j}} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1}{\lambda_{t+j}^w} - 1} \\ & \times \left\{ z^j W_t^o \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} - (1 + \lambda_{t+j}^w) \frac{e^{z_{t+1}^b z_{t+1}^i} Z_{t+j}^{1-\sigma}}{\Lambda_{t+j}} \right\} \\ & \times \left(l_{t+j} \left[\frac{z^j W_t^o}{W_{t+j}} \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_w} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1}{\lambda_{t+j}^w} - 1} \right)^x \end{aligned} \right] = 0$$

2.2 最終財企業

最終財企業は、完全競争の下、中間財 $Y_t(f)$, $f \in [0, 1]$ から次の生産技術を用いて最終財 Y_t を製造する。

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(f)^{\frac{1}{1+\lambda_t^p}} df \right)^{1+\lambda_t^p}$$

ここで、 λ_t^p は、 $\theta_t^p > 1$ をそれぞれの中間財の代替の弾力性として、 $\lambda_t^p = 1/(\theta_t^p - 1) > 0$ と定義される変数であり、価格マークアップ率を表す。最終財企業は、最終財価格 P_t と中間財 f の価格 $P_t(f)$ を所与として利潤を最大化するような中間財の投入量 $Y_t(f)$ を決定する。1階の条件は、

$$Y_t(f) = \left\{ \frac{P_t(f)}{P_t} \right\}^{-\frac{1+\lambda_t^p}{\lambda_t^p}} Y_t$$

となる。また、最終財価格は以下のようになる。

$$P_t = \left\{ \int_0^1 P_t(f)^{-\frac{1}{\lambda_t^p}} df \right\}^{-\lambda_t^p}$$

最終財は消費されるか、投資されるか、それ以外に使われることになる。よって、最終財の資本制約は、

$$Y_t = C_t + I_t + gZ_t e^{z_t^g} \quad (3)$$

となる。ここで、 $gZ_t e^{z_t^g}$ は政府購入や純輸出等の外生需要項目を表している。 g は項目のウェイトに関するパラメータ、 Z_t は均斉成長を既定する技術水準である。また、 $e^{z_t^g}$ は外生需要ショックを表し、これにより輸出や政府支出の増減による生産量の供給の変化が表現される。

2.3 中間財企業

中間財企業 f ($f \in [0, 1]$) は、独占的競争の下、家計によって提供された労働サービス $l_t(f)$ と稼働資本ストック $u_t K_{t-1}(f)$ を用いて差別化された中間財 $Y_t(f)$ を生産する。中間財企業の生産関数は、以下のようになる。

$$Y_t(f) = e^{z_t^a} (Z_t l_t(f))^{1-\alpha} (u_t K_{t-1}(f))^\alpha - \Phi Z_t$$

と表される。ここで、 $-\Phi Z_t$ は Φ を正のパラメータとして生産にかかる固定費用を表している。また $e^{z_t^a}$ は TFP ショックである。これにより、生産性の増減に伴う生産量の変化が表現される。 Z_t は中間財の生産に関する技術水準を表し、次の確率過程に従うと仮定する。

$$\ln Z_t = \ln z + \ln Z_{t-1} + z_t^z$$

z_t^z は技術進歩率へのショックを表す。

上記の生産技術の下、中間財企業は、実質賃金 W_t と資本の実質レンタル料 R_t^k を所与として、生産費用を最小化するように労働サービス $l_t(f)$ と稼働資本ストック $u_t K_{t-1}(f)$ の投入量を決定する。労働サービス、稼働資本ストックの1階の条件により実質限界費用は以下のようになる。

$$mc_t = \left(\frac{W_t}{(1-\alpha)Z_t} \right)^{1-\alpha} \left(\frac{R_t^k}{\alpha} \right)^\alpha$$

ここで、実質限界費用は実質賃金と実質レンタル料で表されるため全ての中間財企業で同じになるため、インデックス (f) は省略される。

また、最終財企業の生産量は中間財企業が生産したものを集計するため、以下のように表される。

$$Y_t d_t = e^{z_t^a} (Z_t l_t)^{1-\alpha} (u_t K_{t-1})^\alpha - \Phi Z_t \quad (4)$$

となる。ここで、 $d_t = \int_0^1 \{P_t(f)/P_t\}^{\frac{1+\lambda_t^p}{\lambda_t^p}} df$ は中間財価格のばらつきを表す。中間財企業の価格決定に Calvo 型の価格硬直性が存在すると仮定する。 $1 - \xi_p$, ($\xi_p \in [0, 1]$) の企業が価格を最適化することができるが、 ξ_p の企業は最適化せず、以下のように1期前のインフレ率と定常状態のインフレ率の加重平均に従い価格を決定する。 $\gamma_p \in [0, 1]$ は、中間財企業が1期前のインフレ率を参照するウェイトである。

$$P_t(f) = \pi_{t-1}^{\gamma_p} \pi^{1-\gamma_p} P_{t-1}(f)$$

中間財企業は最終財企業の中間財需要を所与として最適価格を選択する。1階の条件は以下である。

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \left[(\beta \xi_p)^j \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \frac{1}{\lambda_{t+j}^p} \left[p_t^o \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} \right]^{-\frac{1+\lambda_{t+j}^p}{\lambda_{t+j}^p}} Y_{t+j} \right] = 0,$$

$$\times \left[p_t^o \prod_{k=1}^j \left\{ \left(\frac{\pi_{t+k-1}}{\pi} \right)^{\gamma_p} \frac{\pi}{\pi_{t+k}} \right\} - (1 + \lambda_{t+j}^p) mc_{t+j} \right]$$

ここで、 $p_t^o = P_t^o/P_t$ であり、 P_t^o は最適化された価格である。

2.4 中央銀行

中央銀行は名目利子率を調整することによって金融政策を行う。利子率の調整はテイラー型の金融政策ルールに従うものとする。すなわち、インフレ率の前年比の目標インフレ率からの乖離と生産ギャップに応じて、利子率を調整する。以下のように金利スミージングも考慮した金融政策ルールを想定する。

$$\ln R_t^n = \phi_r \ln R_{t-1}^n + (1 - \phi_r) \left\{ \ln R^n + \phi_\pi \left(\frac{1}{4} \sum_{j=0}^3 \ln \frac{\pi_{t-j}}{\pi} \right) + \phi_y \ln \frac{Y_t}{Y_t^*} \right\} + z_t^r$$

ここで、 $\phi_r \in [0, 1)$ は金利スムージングの割合を示すパラメータ、 R^n は名目利率の定常値、 $\phi_\pi, \phi_y \geq 0$ はそれぞれインフレ率と GDP ギャップに対する利率の反応である。 z_t^r は金融政策ショックであり、ルールに従った対応からの乖離を表す。また、潜在生産量 Y_t^* は次のように定義される。

$$Y_t^* = (Z_t l)^{1-\alpha} (ukZ_{t-1})^\alpha - \Phi Z_t$$

ここで、 l と k はトレンド除去後の労働サービスの定常値、資本ストックの定常値である。つまり、 $\ln(Y_t/Y_t^*)$ は生産要素投入量が定常状態にある場合の生産量からの乖離で測った GDP ギャップと解釈できる。

2.5 構造ショック

本モデルには、10 個の構造ショック（技術ショック z_t^z 、選好ショック z_t^b 、労働ショック z_t^w 、外生需要ショック z_t^g 、投資の調整コストショック z_t^i 、価格マークアップショック z_t^p 、金融政策ショック z_t^r 、自粛ショックに z_t^d 、資本稼働率ショック z_t^u 、TFP ショック z_t^a ）が含まれている。それぞれのショックは、定常な 1 階の自己回帰過程に従うと仮定する。なお、賃金マークアップ率 $\tilde{\lambda}_t^w$ を構造ショックとして捉えると、労働供給に関する構造ショック z_t^l との識別ができなくなるため、 $z_t^w = \frac{1-\xi_w}{\xi_w} \frac{(1-\beta\xi_w z^{1-\sigma})\lambda_w}{\lambda^w + \chi(1+\lambda^w)} (\tilde{\lambda}_t^w + z_t^l)$ のように両ショックを統合し、 z_t^w を労働ショックと呼ぶこととする。ここで、 $x \in \{z, b, w, g, i, p, r, d, u, a\}$ について、 $\rho_x \in [0, 1)$ は自己回帰係数を表し、 ϵ_t^x は平均 0、分散 σ_x^2 の正規分布に従うものとする。自己回帰係数 ρ_x の値が大きいくほど前期の影響を強く受けることになる。つまり、 ρ_x の値はショックの持続性の大きさを表している。

$$z_t^x = \rho_x z_{t-1}^x + \epsilon_t^x$$

以上のモデルは非線形方程式体系であり、このままでは分析が困難であるため、対数線形近似をする必要がある。本稿では廣瀬 (2012) に従い、トレンドを持つ変数のトレンドを除去し、定常状態を求め、その定常状態からの乖離率を用いて分析を行う。各変数の定常状態からの乖離率 \tilde{x}_t は、その変数の定常状態を x として、次のように定義される。

$$\tilde{x}_t = \ln \left(\frac{x_t}{x} \right)$$

本稿のモデルの式体系を対数線形近似したものは巻末の補論に掲載している。

次節では、このモデルをもとにシミュレーションを行う。本稿のモデルのトレンドを除去し、対数線形近似をした後は、Sims (2002) の方法に従って以下のように行列表示する。

$$\Gamma_0 s_t = \Gamma_1 s_{t-1} + \Psi_0 \epsilon_t + \Pi_0 \eta_t$$

ここで、 $\Gamma_0, \Gamma_1, \Psi_0, \Pi_0$ は構造パラメータによって表される係数行列であり、 s_t は内政変数のベクトル、 ϵ_t は外生ショックのベクトルである。 η_t は $\forall t, E_t \eta_{t+1} = 0$ を満たす予測誤差ベクトルである。モデルの解が一意に決まる場合、この式は以下のように解ける。

$$s_t = \Psi_1 s_{t-1} + \Psi_\epsilon \epsilon_t$$

Ψ_1, Ψ_ϵ はモデルの構造、あるいは構造パラメータによって規定される行列であるため、内生変数のベクトル s_t は制約付き VAR(1) 過程に従うことになる。そのため、通常の時系列分析の手法を用いることができる。本稿では、内生変数となっている各変数の定常値からの乖離率をプロットし、インパルス応答を見てその性質を分析したほか、上記の解をデータジェネレーションプロセス (DGP) とみなし、確率的シミュレーションによって厚生分析を行った。

2.6 カリブレーション

パラメータの値に関しては、主に廣瀬 (2012) の推定結果を基に設定した。廣瀬 (2012) では日本のマクロ経済データを用いてベイズ推定によってパラメータを推定しており、本稿の分析においても妥当な値であると考えられる。資本稼働率ショックに関するパラメータの値は Villa and Yang (2011) で用いられた CQ ショックのパラメータを参考にした。CQ ショックは生産性に関するショックであり、資本稼働率ショックと同様の過程で遷移すると考えられる。自粛ショックに関するパラメータの値は Eichenbaum, Rebelo, and Trabandt (2020a) を参考にしつつ、現実経済に合致するようにパラメータを設定した。TFP ショックに関するパラメータの値は Iwata (2009) の推定を参考にした。Iwata (2009) では、日本のデータで構造パラメータのベイズ推定を行っている。これらのパラメータの値は表 1 にまとめられている。

表1 パラメータの設定

パラメータ	意味	値
θ	消費者の習慣形成の程度	0.432
z	グロスの技術進歩率の定常値	1.0013
σ	異時点間代替の弾力性の逆数	1.813
γ_w	賃金の粘着性の程度	0.356
ξ_w	賃金を最適化できない家計の割合	0.503
λ_w	賃金マークアップ率	0.2
χ	労働供給の弾力性の逆数	5.227
δ	資本減耗率	0.015
$1/\zeta$	投資の調整コスト	8.498
μ	稼働率の調整コスト	1.844
g/y	外生需要項目に関するウェイトの対 GDP 比の定常値	0.31
α	資本分配率	0.37
ϕ	固定費用の対 GDP 比率	0.067
γ_p	価格の粘着性の程度	0.198
ξ_p	価格を最適化できない企業の割合	0.701
ϕ_r	金利スモーキングの度合い	0.733
ϕ_π	インフレ率に対する利子率の反応の程度	1.778
ϕ_y	GDP ギャップに対する利子率の反応の程度	0.044
R	R_n^t/π_t の定常値	1.00586
λ_p	価格マークアップ率の定常値	0.609
ρ_z	技術ショックの持続性	0.032
ρ_b	選好ショックの持続性	0.908
ρ_w	労働ショックの持続性	0.258
ρ_g	外生需要ショックの持続性	0.972
ρ_i	投資の調整コストショックの持続性	0.544
ρ_p	価格マークアップショックの持続性	0.979
ρ_r	金融政策ショックの持続性	0.481
ρ_d	自粛ショックの持続性	0.500
ρ_u	資本稼働率ショックの持続性	0.400
ρ_a	TFP ショックの持続性	0.518

2.7 コロナ禍での経済状況を再現するベースライン・シミュレーション

以上の設定のもと、コロナ禍を表現する5つのショックを与えることでベースラインを作成した。図3は、縦軸を各変数の定常状態からの乖離率(%)、横軸を時間と置いて、自粛ショック($\epsilon_1^d = 38.7$)、外生需要ショック($\epsilon_1^g = -11.9$)、労働ショック($\epsilon_1^w = 3.72$)、資本稼働率ショック($\epsilon_1^u = -61.3$)、投資の調整コストショック($\epsilon_1^i = 2.13$, $\epsilon_j^i = 1.8 \times (1/j)^{0.5}$ $2 \leq j \leq 8$)を与えることでコロナ禍での経済状況を表現している。投資の調整コストショック以外の4つのショックについては1期目に、投資の調整コストショックについては1期目だけでなく、現実の経済において投資が落ち込んだ後に緩やかに上昇していくのを表現するため、2期目以降も与え続ける。大きさに関しては、生産量の定常状態からの乖離率がマイナス7.9%、労働時間がマイナス5.8%、投資がマイナス4.7%になるように設定した。これはコロナ禍の日本において、前期比で2020年の第2四半期の実質国内総生産(支出側)がマイナス7.9%、実質民間最終消費支出が7.9%、総労働時間指数が5.9%、実質民間企業設備投資が4.7%と、それぞれ落ち込んだことを踏まえている。

自粛ショックによって予算制約が厳しくなり、消費が減少している。外生需要ショックにより、海外からの需要の落ち込みによって輸出は減少し、生産量は引き下げられている。また、生産量の落ち込みにより労働需要が減少し、労働時間が減少している。労働ショックにより、労働による不効用が大きくなるため、労働供給が減少している。労働時間が落ち込むことで、生産量も減少している。資本稼働率ショックは資本稼働率を減少させる。資本減耗が減少するので資本ストックが増加している。それによって、資本の限界生産力が下がるため投資が減少している。資本稼働率の減少により、生産量も落ち込んでいる。投資の調整コストショックにより、投資が減少している。

この5つのショックによって、新型コロナウイルス感染拡大に伴い打撃を受けている日本経済の状況を表現している。以下では、コロナ禍で実施された経済政策についての評価についての分析を行う。

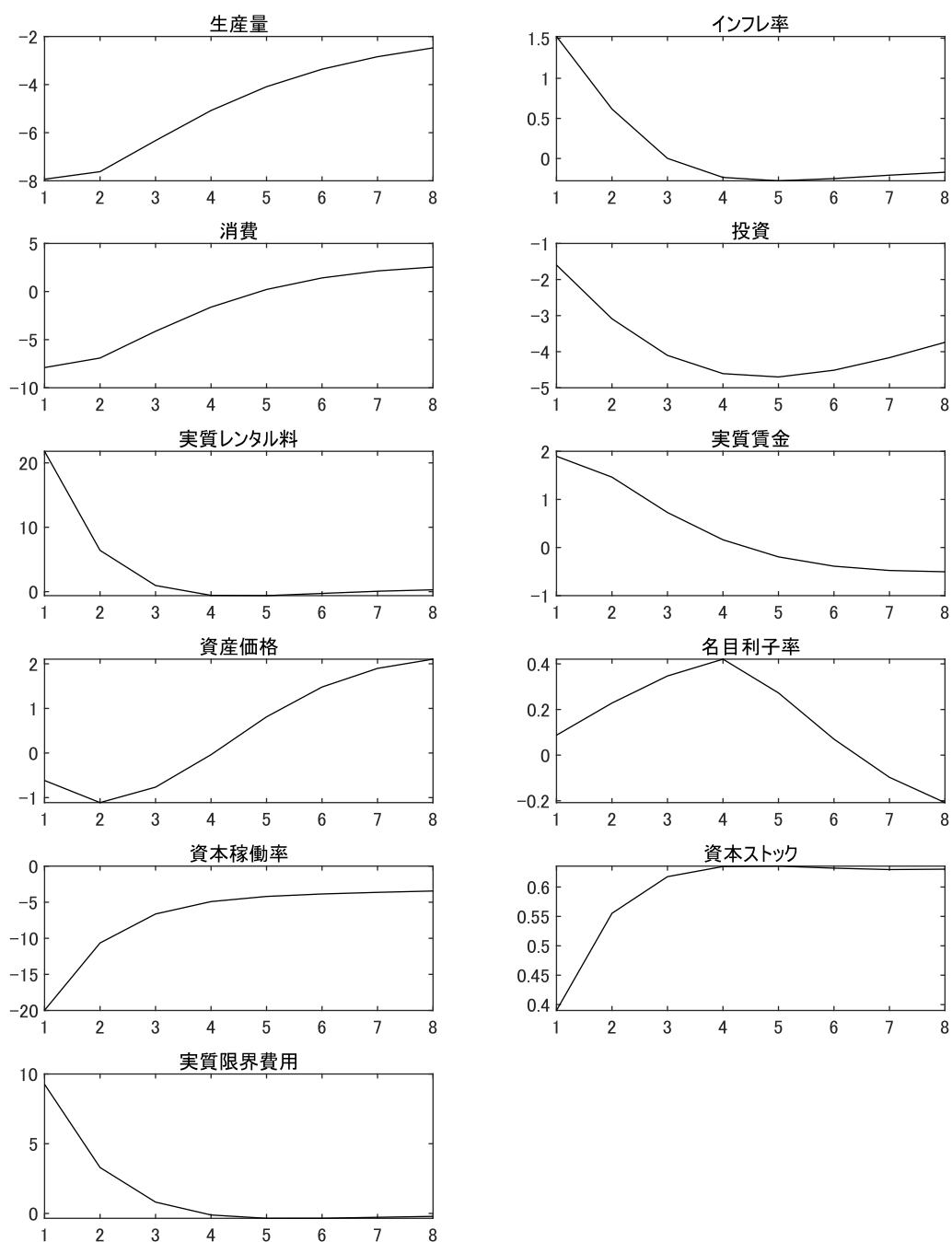


図3 コロナ禍での経済状況を表現したベースライン・シュミレーション

(注) 縦軸は定常状態からの乖離率を%表示で表している。現実の経済に即して、生産量の定常状態からの乖離率がマイナス7.93%、労働時間がマイナス5.85%、投資が4.70%になるようにショックの大きさを設定した。自粛ショック ($\epsilon_1^d = 38.7$)、外生需要ショック ($\epsilon_1^q = -11.9$)、労働ショック ($\epsilon_1^w = 3.72$)、資本稼働率ショック ($\epsilon_1^u = -61.3$)、投資の調整コストショック ($\epsilon_1^i = 2.13, \epsilon_j^i = 1.8 \times (1/j)^{0.5} \quad 2 \leq j \leq 8$)

3 厚生分析

本節では、前節のコロナによる経済ショックを表現したベースライン・シミュレーションを元に経済政策の効果を検証する。その際、2つの指標から測定し比較することで、ターゲットによってどのように効果が異なるかをみていく。本節の流れは、次の通りである。3.1 節ではベースライン・シミュレーションに対して行う3つの経済政策オプションと、どのようにモデル化を行うかについて説明する。3.2 節では、効果の測定方法と評価指標とする2つのターゲットについて記述する。3.3 節と3.4 節では各ターゲットによる政策効果について詳細にみていく。3.5 節では、頑健性テストを行う。

3.1 3つの経済政策オプション

本節では経済政策の効果を検証していくが、まずはコロナ禍に対する経済政策として3つのオプションを設定する。生産性向上策、消費刺激策、拡張的財政政策である。それぞれどのような政策であるかと、どのようにモデル内でこれらを表現しているかについて1つずつ具体的に示していく。

生産性向上策

1つ目は生産性向上策である。経済の落ち込みに対し、企業の生産性をあげることで景気回復を進めることを目的とした政策である。具体例として政府によるリモートワーク化やIT化を促すことを目的とした補助金等が挙げられる。こちらをモデル内でTFPショックとして表現した。具体的には、生産関数の式(4)を再掲すると

$$Y_t d_t = e^{z_t^a} (Z_t l_t)^{1-\alpha} (u_t K_{t-1})^\alpha - \Phi Z_t$$

であるが、労働 l_t と資本 K_{t-1} により生産 Y_t を行っている。そこにTFPショック $e^{z_t^a}$ を乗じた。正のTFPショックを与えることで、同じ労働時間や資本の量に対し生産量が上昇するが、これは生産性が向上することにより生産量が増加することを表現している。

消費刺激策

2つ目の消費刺激策は直接的に消費を促す財政政策である。具体的にはGo To Eat や Go To トラベル等が挙げられる。こちらはモデル内で負の自粛ショックで表現した。具体的には、予算制約式(2)を再掲すると、

$$e^{z_t^d} C_t + I_t + \frac{B_t}{P_t} = W_t l_t + R_t^k u_t K_{t-1} + R_{t-1}^n \frac{B_{t-1}}{P_t} - T_t$$

であるが、左辺が支出、右辺が収入である。左辺の消費 C_t 部分に自粛ショック $e^{z_t^d}$ を乗じている。負の自粛ショックを与えると消費財の相対価格が割安になることで予算制約が緩和され

る。これによって消費が増加し、需要の上昇により生産量が押し上げられることがモデルで表現される。

拡張的財政政策

最後は拡張的財政政策である。政府が景気刺激策として財政支出を増加させる政策であるが、こちらは正の外生需要ショックで表現した。具体的には、最終財の資本制約式 (3) を再掲すると、

$$Y_t = C_t + I_t + gZ_t e^{z_t^g}$$

であるが、これは供給側の生産量 Y_t と需要側の消費 C_t 、投資 I_t 、外生需要 gZ_t が一致することを表している。外生需要は、政府購入や純輸出等であるが、正の外生需要ショックを与えることで、政府支出が拡大し生産量が増加することを表現できる。

3.2 政策効果の測定方法と2つの評価指標

本節では政策ショックをベースラインに与えたときの経済効果をどのように測定するかを説明する。まず測定期間であるが、本稿では短期的な政策効果を検証することを目的としているため8期間とした。方法は、ベースラインのパスと、そこに政策ショックを与えたパスの差の大きさを政策効果としている。具体的には図4の実線をベースライン・シミュレーションのパス、点線を政策ショックを与えた後のパスとしたとき、8期間分の各パスの差を足した累積押し上げ効果をもって政策効果としている。

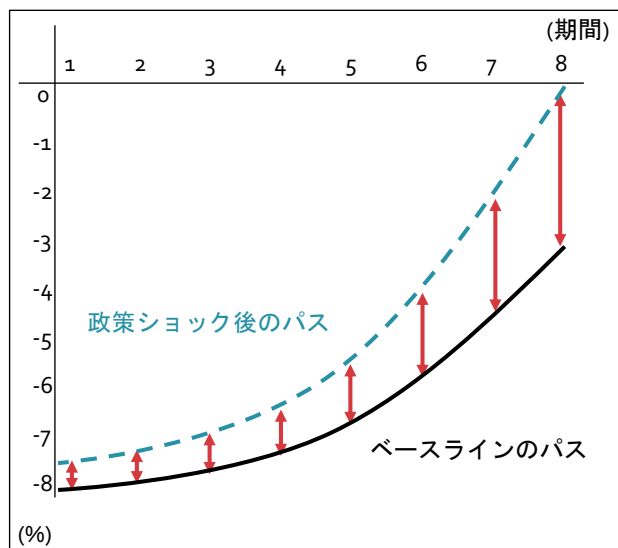


図4 政策効果の測定方法

(注) 政策効果の測定方法を示した概念図。ベースライン・シミュレーション (実線) と政策ショックを与えたパス (点線) の差を8期間取り、その累積を政策効果としている。

次に、経済政策を行う上での2つのターゲットを設定する。以下で述べるターゲットを評価指標とし、それぞれの累積押上効果を見ていく。1つ目のターゲット変数は各期の生産量である。具体的には、生産量 Y_t をトレンド除去した $Y_t/Z_t = y_t$ を $\log(y_t/y) = \log(1 + \epsilon_t/y) \approx \epsilon_t/y = \tilde{y}_t$ のように対数線形近似した \tilde{y}_t をターゲット変数とした。ここで y は生産量の定常状態である。よってターゲット変数 \tilde{y}_t は生産量の定常値からの乖離率と解釈できる。こちらが負であれば定常値からマイナスに乖離しており、外生ショックにより経済が落ち込んでいることを指し、正であれば逆のことを意味する。この生産量の累積押上効果は次の式で計算している。

$$\sum_{t=1}^8 \tilde{y}_t^{policy} - \sum_{t=1}^8 \tilde{y}_t^{base}$$

ここで \tilde{y}_t^{policy} はベースラインに政策ショックを与えた際の実績生産量である。 \tilde{y}_t^{base} はベースラインの生産量を指す。この2つをそれぞれ8期間足し合わせ、その差をとることにより各政策によってGDPの落ち込みがどれほど緩和されているかを測定することができる。

2つ目のターゲット変数は各期の効用である。まず効用は以下の効用関数によって表される。

$$pu_t = pu \left(\frac{(C_t - \theta C_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma}, \frac{-Z_t^{1-\sigma} l_t^{1+\chi}}{1+\chi} \right)$$

各期における消費 C_t によって得られる効用と労働 l_t によって得る不効用を足し合わせている。これを生産量と同様にトレンド除去と対数線形近似を行い、定常値を正規化したものが2つ目のターゲット変数、効用 $p\tilde{u}_t$ である。

効用も生産量と同様に次の式で累積押上効果を計算する。

$$\sum_{t=1}^8 p\tilde{u}_t^{policy} - \sum_{t=1}^8 p\tilde{u}_t^{base}$$

ここで、 $p\tilde{u}_t^{policy}$ はベースラインに対し政策ショックを与えた際の効用であり、 $p\tilde{u}_t^{base}$ はベースラインの効用である。それぞれ8期間分合計し、差をとったものにより政策による効用の累積押上効果を測る。これにより、政策により効用を押し上げることができているかが分かる。

3.3 各政策の生産量のパスの変化

ここまで、コロナ禍に対する経済政策についてと、その政策効果の測定方法、測定対象とするターゲット変数について説明した。ここからは、実際に各ターゲット変数でみた測定結果をみていく。まずは生産量からである。図5が結果である。3つのグラフにある実線はベースラインのパスである。また左上がTFPショック（生産性向上策）、右上が負の自粛ショック（消費刺激策）、左下が正の外生需要ショック（拡張的財政政策）を与えたときのパスである。どの政策ショックを与えた場合でもベースラインよりプラスにパスが動いており、生産量の落ち

込みが緩和されていることがわかる。このパスの変化幅は政策ショックの大きさで決まる。ここでは、ターゲット変数により政策効果が異なるかを比較を行うため、一方のターゲット変数の3つの政策に対する効果を一致させ、その時もう一方のターゲット変数の効果はどのようになっているかを見ていく、という方法をとる。そこで、生産量の累積押上効果の大きさがプラス5.7%一致するよう各政策ショックの大きさをTFPショック、負の自粛ショック、正の外生需要ショックをそれぞれ $\epsilon_1^a = 7.54, \epsilon_1^d = -19.14, \epsilon_1^g = 6.00$ に設定した。(表2参照)

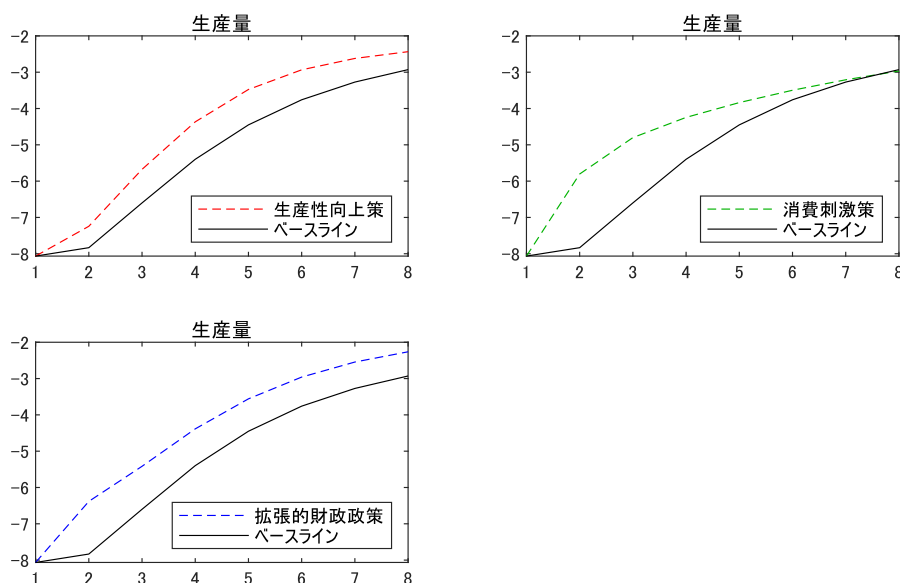


図5 政策ショックを与えた際のパスの変化

(注) ベースラインに対して第2期に3種類の政策ショックを与えた場合の第8期まで各変数のパスを表す。実線はベースライン、点線はそれぞれ左上がTFPショック(生産性向上策)、右上は負の自粛ショック(消費刺激策)、左下は外生需要ショック(拡張的財政政策)を与えたときのパスである。生産量の累積押上効果が5.7に一致するよう、それぞれのショックの大きさを設定している。
($\epsilon_1^a = 7.54, \epsilon_1^d = -19.14, \epsilon_1^g = 6.00$)

政策ショック	大きさ (%)	生産量の累積押上効果 (%)
正のTFPショック	7.54	5.7
負の自粛ショック	-19.14	5.7
正の外生需要ショック	6.00	5.7

表2 ベースライン・シミュレーションに与える政策ショックの大きさ

3.4 各政策の効用のパスの変化

まず第一に、各政策を行った際に効用が変化した要因を、他の変数の動きから分析する際に必要となる効用の変化のメカニズムについて先に説明する。3.1 で示した定義より、効用は消費と労働時間の関数とみなすことができ、消費の増加と労働時間の減少が効用を押し上げる要因であることが分かる。これをもとに各変数のパスをみていく。図6は生産性向上策、図7は消費刺激策、図8は拡張的財政政策を、それぞれ表現したショックを与えた際の変数のパスの変化を表しており、色付きの点線が政策を実施した場合、黒線がベースラインとなっている。結果として、生産性向上策と消費刺激策は効用を押し上げ、拡張的財政政策は効用を押し下げていることが分かる。この分析結果を直感的に説明すると次のようになる。

図6より、リモートワーク化やIT化による生産性向上策は効用を押し上げている。生産性向上策は正のTFPショックで表現でき、生産性を向上させる供給面のショックである。したがって、生産量の増加が需要の増加を引き起こすので消費はプラス方向に変化する。また、生産性向上により少ない労働時間で生産できるため、労働時間はマイナス方向に変化する。消費と労働時間のいずれも効用を押し上げる変化なので、効用の変化はプラスとなっている。

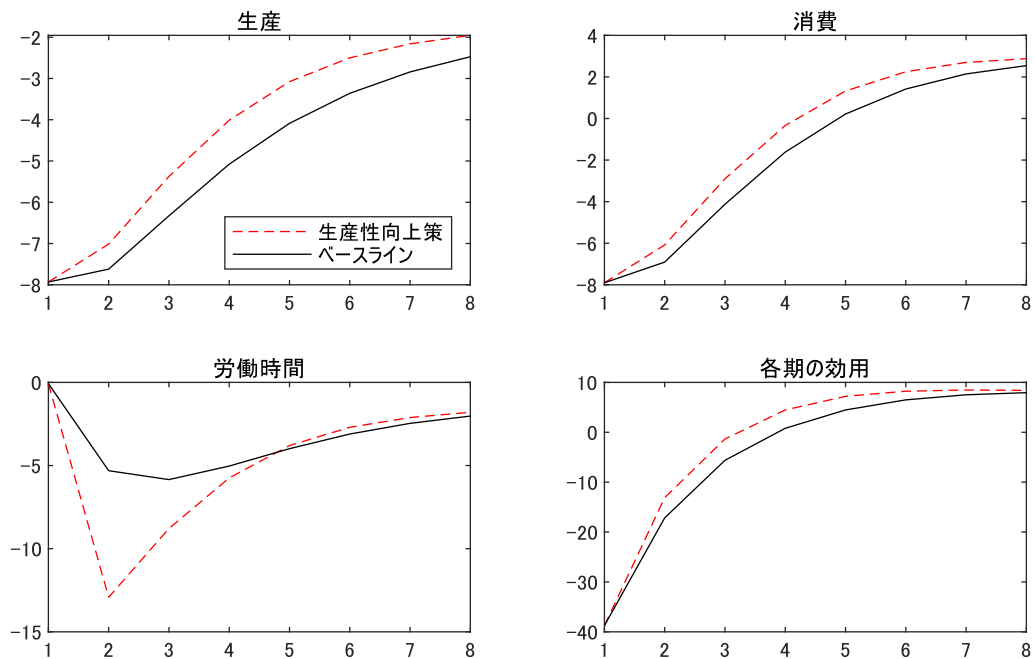


図6 生産性向上策（正のTFPショック）

(注) ベースライン・シミュレーションの第2期に正のTFPショック（生産性向上政策）を与えた場合の第8期まで各変数のパスの変化を表している。実践はベースラインのケース、点線は政策を行ったケースを表している。

図7より、Go To Eat や Go To トラベル等の消費刺激策は効用を押し上げている。消費

刺激策は負の自粛ショックで表現でき、家計の予算制約を緩めることで消費を促す需要面のショックである。したがって、消費はプラスの方向に変化する。また、需要の増加により生産性も増加するので、その分を生産するために労働時間もプラスの方向に動く。消費に関しては効用を押し上げ、労働時間に関しては効用を押し下げるといった逆向きの変化となっているが、本稿のモデルでは対数線形近似後の労働時間の係数が非常に小さいため、消費のほうが労働時間よりも効用に与える影響が大きくなり、効用の変化はプラスとなっている。

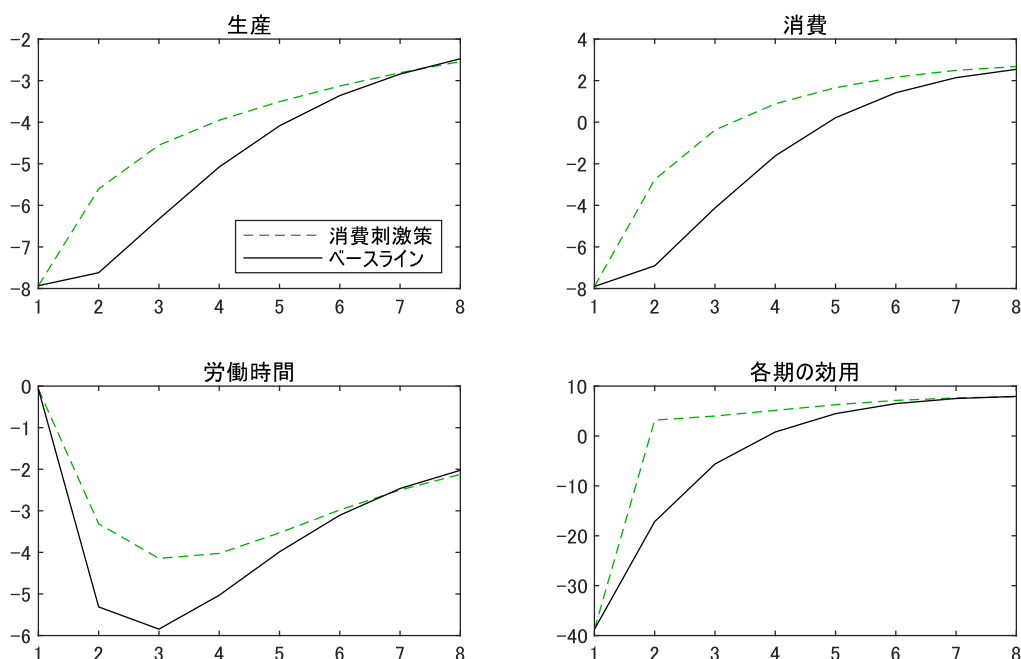


図7 消費刺激策（負の自粛ショック）

（注）ベースライン・シミュレーションの第2期に負の自粛ショック（消費刺激策）を与えた場合の第8期まで各変数のパスの変化を表している。実践はベースラインのケース、点線は政策を行ったケースを表している。

図8より、拡張的財政政策は効用を押し下げている。拡張的財政政策は正の外生需要ショックで表現でき、政府支出の増加によって経済に影響を与えるショックである。政府支出の増加により総需要が増加し、企業は生産量を増加させる。クラウドイングアウトにより、家計は所得を貯蓄に回すようになるため、消費は減少する。また、生産量の増加に伴い労働時間は増加する。消費と労働時間のいずれも効用を押し下げる変化なので、効用の変化はマイナスとなっている。

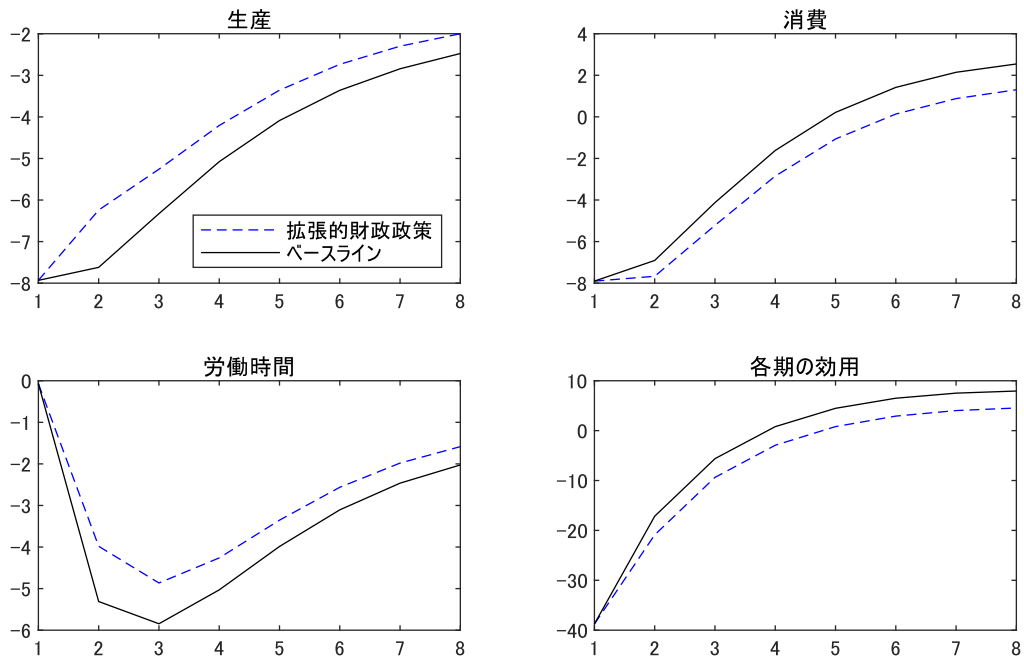


図8 拡張的財政政策（正の外生需要ショック）

（注）ベースライン・シミュレーションの第2期に正の外生需要ショック（拡張的財政政策）を与えた場合の第8期まで各変数のパスの変化を表している。実践はベースラインのケース、点線は政策を行ったケースを表している。

以上の分析よりターゲット変数により政策の評価が異なることが明らかになった。GDPをターゲット変数とした場合に同程度の効果が期待できる政策であっても、効用をターゲット変数した場合、生産性向上策と消費刺激策は有効であるものの、拡張的財政政策は有効ではないという評価となった。

3.5 頑健性テスト

ここまでの分析では、労働供給の弾力性の逆数を表すパラメータである χ の値を $\chi = 5.2$ としていた。しかし、コロナ禍における対面での仕事を行う労働者には、新型コロナウイルス感染のリスクが必ず伴うため、労働による不効用は大きくなると考えられる。逆にリモートワーク化できる労働者に関しては通勤時間やストレス等がなくなるため、労働による不効用は小さくなると考えられる。実際に消費刺激策を行った際に消費と労働時間は効用をそれぞれ逆向きに動かす変化なので、 χ の値によって政策の評価が異なる可能性がある。そこで χ の値を変更することを考える。そこで5.2の2倍と0.5倍である、 $\chi = 10.4$, 2.6として先程と同様にそれぞれの政策を行った際の効用のパスについて調べる。 $\chi = 10.4$ とした場合の結果を図9に、 $\chi = 2.6$ とした場合の結果を図10に示す。

図9、図10を見るといずれも $\chi = 5.2$ のときと同様に、生産性向上策と消費刺激策は効用を押し上げ、拡張的財政政策は効用を押し下げることが分かった。このことから、 χ の値の変

化に対して頑健であるということができる。

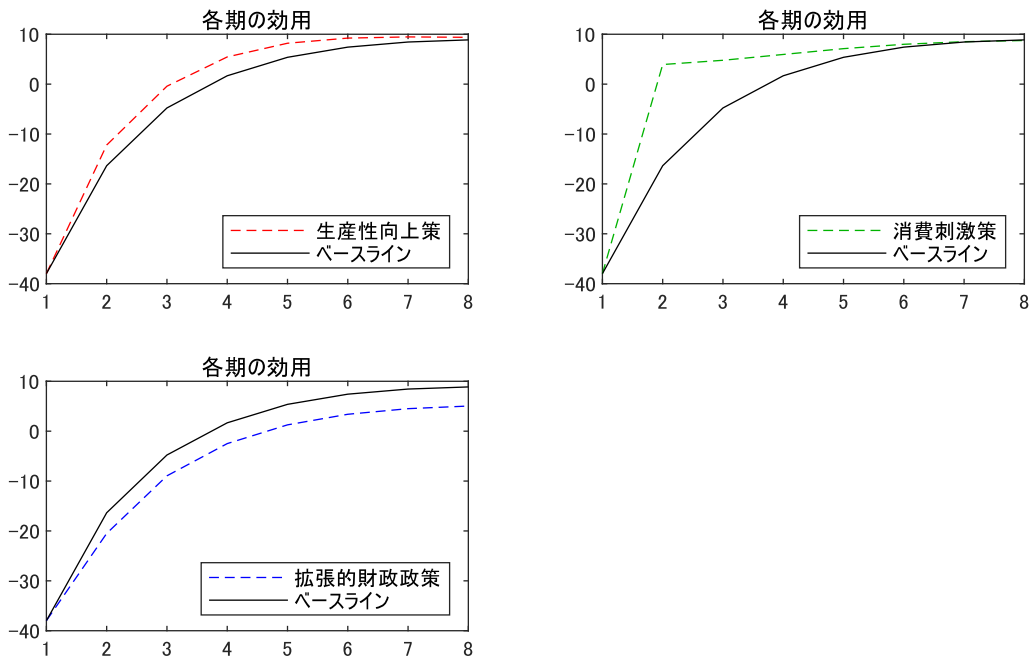


図9 $\chi = 10.4$

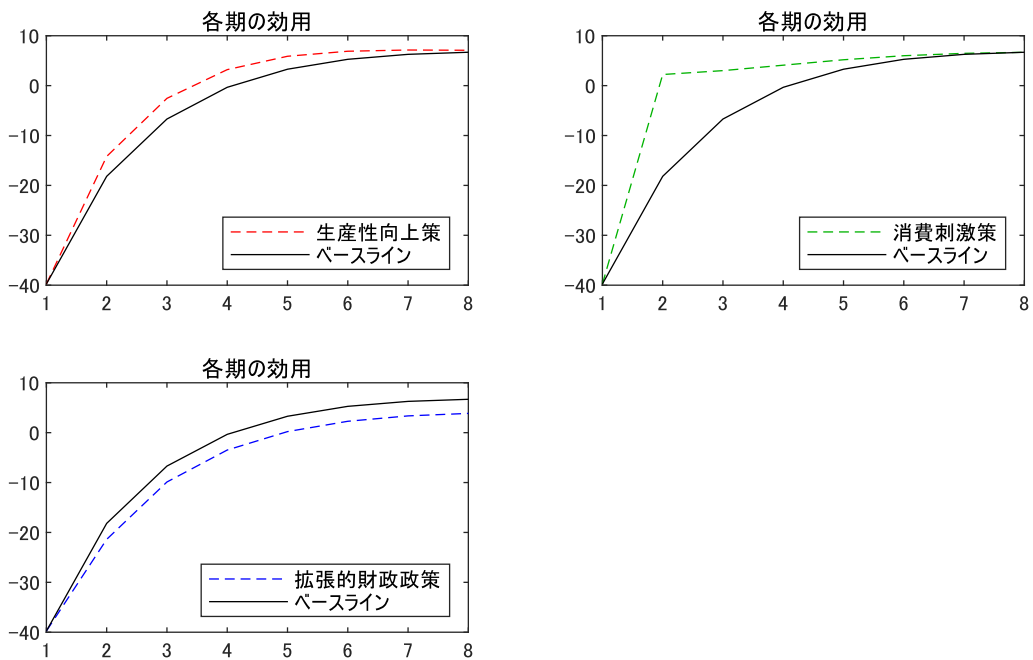


図10 $\chi = 2.6$

4 結びにかえて

本稿では、新型コロナウイルス感染拡大に際して行われた生産性向上策、消費刺激策、拡張的財政政策に対して、ターゲット変数によって政策の評価が異なるかどうかを DSGE モデルを用いてシミュレーション分析を行った。

分析の結果、GDP をターゲット変数とした場合に同程度の効果が期待される政策であっても、効用をターゲット変数とした場合は評価が異なることが分かった。まず第一に、リモートワーク化や IT 化による生産性向上策は、消費を増加させ労働時間を減少させるため、効用を押し上げた。第二に Go To Eat や Go To トラベル等の消費刺激策は、消費を増加させ労働時間を減少させるといった逆向きの変化であるが、消費が与える影響のほうが大きいため、効用を押し上げた。第三に拡張的財政政策は、消費を減少させ労働時間を増加させるため、効用を押し下げた。したがって、効用をターゲット変数とした場合、生産性向上策と消費刺激策は望ましいが、拡張的財政政策は望ましいとはいえない。以上の結果から、複数の変数をターゲットとして政策を評価する必要があることが明らかとなった。

その一方で残された課題もある。コロナ禍における政策対応としては、感染抑制にも注力しなければならないだろう。経済活動を活性化させれば、感染拡大は避けられない。本稿のモデルでは、感染者数抑制と経済の活性化とのトレードオフが考慮されていない。現実の経済で政策を評価する際には、は Eichenbaum, Rebelo, and Trabandt (2020) のように SIR モデルを用いた感染者数抑制と経済の活性化とのトレードオフに関する分析を行う必要がある。しかし、こうした限界を考慮しても、コロナ禍で日本が行っている経済政策をモデルを用いて定量的に評価できたことは、本稿の貢献といえよう。

参考文献

- [1] 廣瀬康生 (2012) 『DSGE モデルによるマクロ実証分析の方法』 三菱経済研究所.
- [2] 加藤涼 (2007) 『現代マクロ経済学講義—動学的一般均衡モデル入門』 東洋経済新報社.
- [3] 田中聡史 (2020a) 「新型コロナウイルスのマクロ経済学 (1) 感染症拡大防止政策のトレードオフ」, 『経済セミナー』, 8・9, pp.46–51.
- [4] 田中聡史 (2020b) 「新型コロナウイルスのマクロ経済学 (2) 感染症拡大防止政策のトレードオフ」, 『経済セミナー』, 10・11, pp.59–65.
- [5] Ando, Michihito, Chishio Furukawa, Daigo Nakata, and Kazuhiko Sumiya. (2020) “Fiscal Responses to the COVID-19 Crisis in Japan: The First Six Months.” CREPE Discussion paper, No.77.
- [6] Eichenbaum, Martin S., Sergio Rebelo, and Mathias Trabandt. (2020a) “The Macroeconomics of Epidemics.” NBER Working paper, No.26882.
- [7] Greenwood, Jeremy, Zvi Hercowitz, and Gregory W. Huffman. (1988) “Investment, Capacity Utilization and the Real Business Cycle.” *American Economic Review*, 78(3), 402–417.
- [8] Iwata, Yasuharu. (2009) “Fiscal Policy in an Estimated DSGE Model of the Japanese Economy: Do Non-Ricardian Households Explain all?.” ESRI Discussion Paper Series, 216.
- [9] Sims, Christopher A. (2002) “Solving Linear Rational Expectations Models.” *Computational Economics*, 20(1-2), 1-20.
- [10] Smets, Frank, and Rafael Wouters. (2007) “Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach.” *Journal of the European Economic Association*, 97, 586-606.
- [11] Villa, Stefania, and Jing Yang. (2011) “Financial Intermediaries in an Estimated DSGE Model for the United Kingdom.” Bank of England Working Paper, No.431.
- [12] Krueger, Dirk, Harald Uhlig, and Taojun Xie. (2020) “Macroeconomic Dynamics and Reallocation in an Epidemic.” NBER Working Paper, No.27047.
- [13] Glover, Andrew, Jonathan Heathcote, Dirk Krueger, and José-Víctor Ríos-Rull. (2020) “Health Versus Wealth.” NBER Working Paper, No.27046.
- [14] Eichenbaum, Martin S., Sergio Rebelo, and Mathias Trabandt. (2020b) “The Macroeconomics of Testing and Quarantining.” NBER Working Paper, No.27104.
- [15] Watanabe, Tsutomu. (2020) “The Responses of Consumption and Prices in Japan to the COVID-19 Crisis and the Tohoku Earthquake.” Working paper, No.020.
- [16] Dingel, Jonathan I., and Brent Neiman. (2020) “How Many Jobs Can be Done at Home?” *Journal of Public Economics*, 189, 104238.
- [17] Chetty, Raj, John N. Friedman, Nathaniel Hendren, Michael Stepner, and The Op-

portunity Insights Team. (2020) “How Did Covid-19 and Stabilization Policies Affect Spending and Employment? A New Real-Time Economic Tracker vased on Private Sector Data.” NBER Working Paper, No.27431.

- [18] Brinca, Pedro, Joao B. Duarte, and Miguel Faria e Castro. (2020) “Measuring Sectoral Supply and Demand Shocks during COVID-19.” Working Paper, 2020-011E.

(データ出典)

- [19] 内閣府統計表（四半期別 GDP 速報）

https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/sokuhou/files/2020/qe202_2/gdemenuja.html 2020/10/20 データ取得

- [20] e-Stat 毎月勤労統計調査 長期時系列表

https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00450071&tstat=000001011791&cycle=0&tclass1=000001035519&tclass2=000001144287&stat_infid=000026271633 2020/10/20 データ取得

- [21] 厚生労働省（オープンデータ）

<https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/open-data.html> 2020/11/15 データ取得

補論：対数線形近似

理論モデルの式体系の対数線形化を行い、モデル全体の方程式体系を示す。

消費の限界効用：

$$\begin{aligned} \left(1 - \frac{\theta}{z}\right) \left(1 - \frac{\beta\theta}{z^\sigma}\right) \tilde{\lambda}_t &= -\sigma \left\{ \tilde{c}_t - \frac{\theta}{z} (\tilde{c}_{t-1} - z^z) \right\} + \left(1 - \frac{\theta}{z}\right) z_t^b - \left(1 - \frac{\theta}{z}\right) \left(1 - \frac{\beta\theta}{z^\sigma}\right) z_t^d \\ &\quad + \frac{\beta\theta}{z^\sigma} \left[\sigma \left\{ E_t \tilde{c}_{t+1} + E_t z_{t+1}^z - \frac{\theta}{z} \tilde{c}_t \right\} - \left(1 - \frac{\theta}{z}\right) E_t z_{t+1}^b \right] \end{aligned}$$

オイラー方程式：

$$\tilde{\lambda}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} - \sigma E_t z_{t+1}^z + \tilde{R}_t^n - E_t \tilde{\pi}_{t+1}$$

賃金関数：

$$\begin{aligned} \tilde{w}_t - \tilde{w}_{t-1} + \tilde{\pi}_t - \gamma_w \tilde{\pi}_{t-1} + z_t^z \\ &= \beta z^{1-\sigma} (E_t \tilde{w}_{t+1} - \tilde{w}_t + E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \gamma_w \tilde{\pi}_t + E_t z_{t+1}^z) \\ &\quad + \frac{1 - \xi_w}{\xi_w} \frac{(1 - \beta \xi_w z^{1-\sigma}) \lambda^w}{\lambda^w + \chi(1 + \lambda^w)} (\chi \tilde{l}_t - \tilde{\lambda}_t - \tilde{w}_t + z_t^b) + z_t^w \end{aligned}$$

資本ストック遷移式：

$$\tilde{k}_t = \frac{1 - \delta}{z} (\tilde{k}_{t-1} - z^z) - \frac{R^k}{z} \tilde{u}_t + \left(1 - \frac{1 - \delta}{z}\right) \tilde{i}_t$$

投資関数：

$$\frac{1}{\zeta} \{ \tilde{i}_t - \tilde{i}_{t-1} + z_t^z + z_t^i \} = \tilde{q}_t + \frac{\beta z^{1-\sigma}}{\zeta} \{ E_t \tilde{i}_{t+1} - \tilde{i}_t + E_t z_{t+1}^z + E_t z_{t+1}^i \}$$

トービンの q：

$$\tilde{q}_t = E_t \tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t - \sigma E_t z_{t+1}^z + \frac{\beta}{z^\sigma} \left\{ R^k E_t \tilde{R}_{t+1}^k + (1 - \delta) E_t \tilde{q}_{t+1} \right\}$$

最終財の資源制約：

$$\tilde{y}_t = \frac{c}{y} \tilde{c}_t + \frac{i}{y} \tilde{i}_t + \frac{g}{y} z_t^g$$

限界費用：

$$\tilde{m}c_t = (1 - \alpha) \tilde{w}_t + \alpha \tilde{R}_t^k - z_t^a$$

費用最小化条件：

$$\tilde{u}_t + \tilde{k}_{t-1} - \tilde{l}_t - z_t^z = \tilde{w}_t - \tilde{R}_t^k$$

生産関数：

$$\tilde{y}_t = (1 + \phi) \left\{ (1 - \alpha) \tilde{l}_t + \alpha (\tilde{u}_t + \tilde{k}_{t-1} - z_t^z) + z_t^a \right\}$$

資本稼働率関数：

$$\tilde{u}_t = \mu (\tilde{R}_t^k - \tilde{q}_t) + z_t^u$$

ニューケイジアン・フィリップス・カーブ：

$$\tilde{\pi}_t - \gamma_p \tilde{p}i_{t-1} = \beta z^{1-\sigma} (E_t \tilde{\pi}_{t+1} - \gamma_p \tilde{\pi}_t) + \frac{(1 - \xi_p)(1 - \beta \xi_p z^{1-\sigma})}{\xi_p} \tilde{m}c_t + z_t^p$$

金融政策ルール：

$$\tilde{R}_t^n = \phi_r \tilde{R}_{t-1}^n + (1 - \phi_r) \left\{ \phi_\pi \left(\frac{1}{4} \sum_{j=0}^3 \tilde{\pi}_{t-j} \right) + \phi_y (\tilde{y}_t - \tilde{y}_t^*) \right\} + z_t^r$$

潜在生産量：

$$\tilde{y}_t^* = -(\alpha + \nu)(1 + \phi)z_t^z$$

効用：

$$\tilde{p}u_t = c^{1-\sigma} \left(1 - \frac{\theta}{z} \right)^{-\sigma} \left(\tilde{c}_t - \frac{\theta}{z} \tilde{c}_{t-1} + \frac{\theta}{z} z_t^z \right) - l^{1+\chi} \left(\tilde{l}_t + \frac{1}{1+\chi} z_t^l \right)$$

構造ショック：

$$z_t^x = \rho_x z_{t-1}^x + \epsilon_t^x, \rho_x \in [0, 1), x \in \{z, b, w, g, i, p, r, d, u, a\}$$