

COVID-19のマクロ経済学

片山尚平*

(受付 2022年10月31日)

1. 新型コロナウイルス感染の状況

2019年12月中国武漢で新型コロナウイルス感染者が確認されて以降、今日まで感染が終息せず、広がり続けている。特に2020年第二四半期に経済（GDP、消費、投資、輸出）が大きく落ち込んだ。

2020年3月11日にはWHOがパンデミック（世界的な大流行）の状態にあると宣言した。

2021年6月末には、世界の感染者数は累計約1億8千万人（累計死者数約400万人）を超えた。同年8月中旬、日本の累計感染者数は120万人強（累計死者数約1万5千人）であった。

2022年10月末には、世界の感染者数は累計約6億3千万人（累計死者数約660万人）を超えた。日本の累計感染者数は2220万人強（累計死者数約4万7千人）であった。

第1波～第7波を通じて、日本の感染者数に偏りがみられる。2022年2月を境に感染者数が激増している（図1）。同じく、2022年2月を境に死者数が倍増している（図2）。しかし、重症者数は2021年以降さほど変動がない（図3）。

感染者数に比べて、死亡者数と重症者数は圧倒的に少ない。ワクチンやPCR検査が普及しこともあり、最近では感染しても重症化や死に至るケースは少ない。行動制限も緩和され、経済活動が活発化してきている。

* 広島修道大学

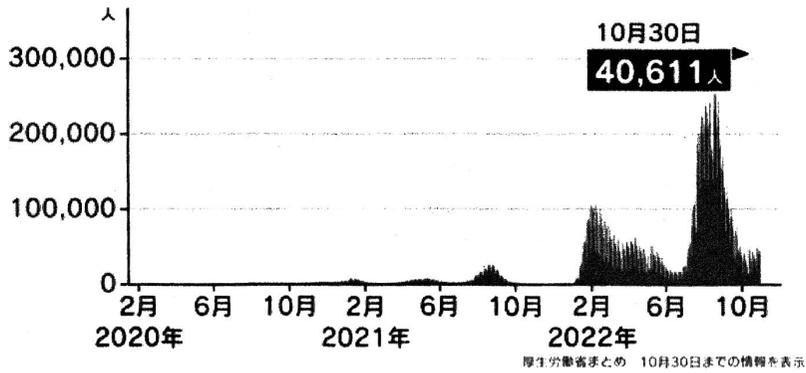


図1 国内の感染者数（1日ごと）

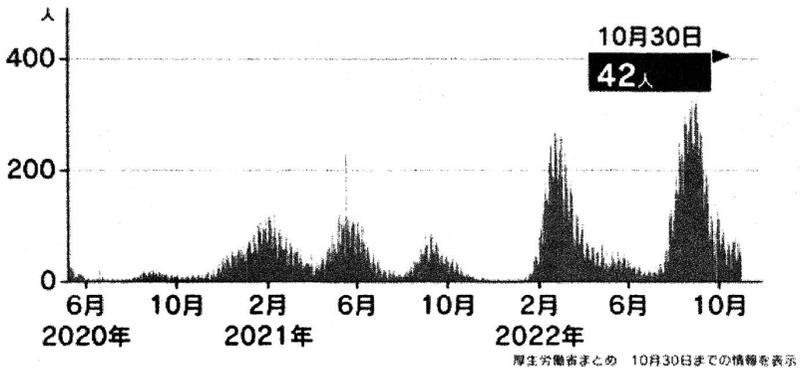


図2 国内の死者数（1日ごと）

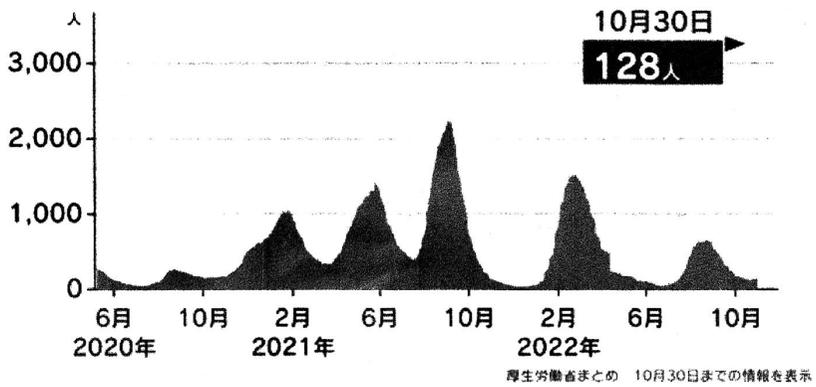


図3 国内の重症者数

2. 新型コロナウイルス経済ショックのマクロモデルによる概説

新型コロナウイルスで生じたショックの特徴は、産業・業界別に異なる影響を及ぼした点である。このショックは対人接触をサービス業に対して、大きなマイナスの影響を及ぼした。他方、モノの生産・販売を営む産業・業界にはさほどの影響を及ぼさなかった。

当初大きな落ち込みが生じた業界は、百貨店業界、鉄道業界、貸し切りバス事業、航空業界、ライブ・エンタメ業界等である（柏木（2020））。これらの業界では新型コロナウイルスの感染拡大により売り上げが一瞬のうちに消失し、リーマンショック時以上の落ち込みになった。

経済全体でも、東日本大震災やリーマンショック時よりも、GDPで見て落ち込みが大きい。このGDPの落ち込みを、マクロ経済学ではどのように解釈できるのであろうか。需要ショック、供給ショックのいずれがこの落ち込みを引き起こしたのであろうか。

新型コロナウイルスの感染拡大は、様々な経路で経済活動に影響を及ぼす。供給面では、ロックダウンなどの措置がとられるため、サプライチェーンが途絶し、部品等の調達が一時的に中断する。また、従業員が感染した企業は、一時的に生産・販売活動の縮小・停止に追い込まれる。需要面では、日本の輸出や訪日観光客需要を減少させる。また、外出自粛は、外食・旅行などの対面を伴うサービスやモノの消費を減少させる。外出自粛率は国内の感染状況や緊急事態宣言による行動制限の影響を強く受ける。具体的には、経済活動が外出自粛率と緊急事態宣言による行動制限の影響を受けると仮定する。

中期のマクロ経済を分析する際、通常AD-ASモデルが適用される。この分析は一国の経済活動を需要面と供給面から見ることができ、物価あるいは物価上昇率と総産出（実質GDP）の関係を見ることができる。この分析を通じて、物価あるいは物価上昇率と総産出の均衡が導かれる¹⁾。

図4はAD-ASモデルを図示したものである。総需要曲線ADは右下がりに描かれる。これは物価上昇率が低い（高い）と実質マネーストックに増加（減少）圧力がかかり、総需要が増加（減少）するからである。総供給曲線ASが右上がりに描かれるのは総産出の増加（減少）は賃金・物価の上昇率の上昇（下落）を伴うからである。

総需要曲線と総供給曲線の交点Eは均衡を意味し、この均衡点で総産出と物価上昇率が決定される。以下ではKrugman（2020）、柏木（2020）と家森（2021）に基づき、コロナ禍のマクロ経済変動とマクロ経済政策のあり方を考察する。

1) 久保田（2020）、（2021）では、接触型の産業と非接触型の産業に分け、コロナ危機が需要ショックなのか供給ショックなのかについて疫学モデルをマクロ経済に関連付けて説明している。

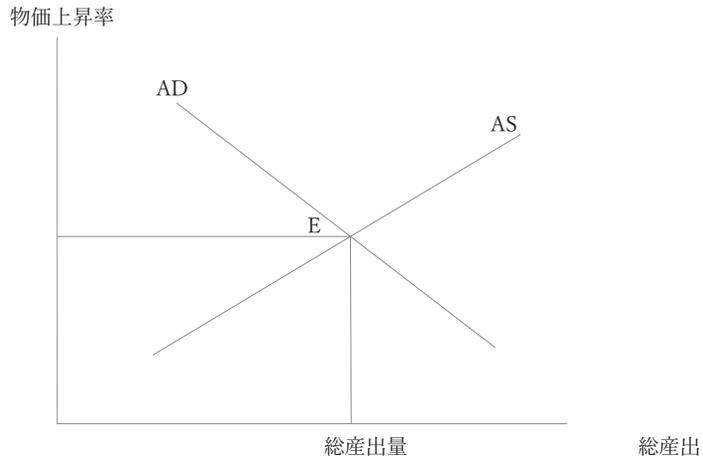


図4 AD-AS モデル

さて、新型コロナウイルスによるショックは供給ショックとみなされる。というのは、経済活動を低迷させるそもそもの原因は感染に伴う供給減であるからである。感染が発生し、感染者が確認されると対人接触を避けるために、一部の工場が止まり、一部の労働者が休業する。感染者が増加するにつれ、さらに多くの工場が停止し、労働者が休業することになる。イベントが中止になり、旅行・宿泊業や飲食店は開店休業状態になり、自宅待機や解雇される労働者も続出する。すると、同じ物価上昇率に対して供給が急激に減少し、総供給曲線が左上方へシフトする（図5）。点Eでの物価上昇率を不変のインフレ目標線 p^*E と設定すると、総産出はインフレ目標線との交点まで減少する。

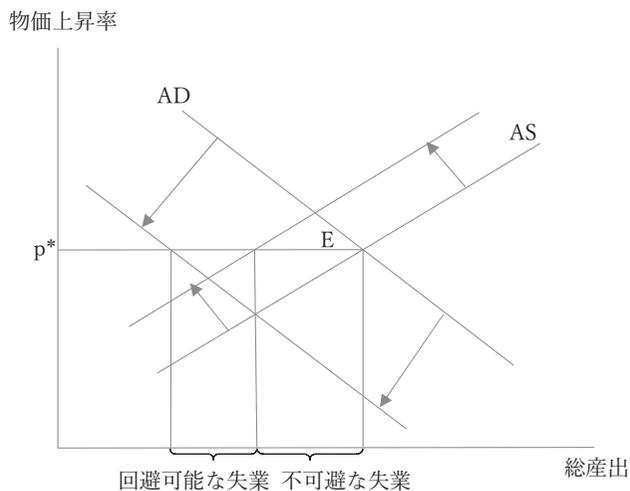


図5 パンデミックによるショック

この減少した総産出は供給ショックによる「**不可避な失業 (inevitable job loss)**」回避不可能な失業と呼ばれる。この感染症の流行による失業は天災や災害による被害と同様不可避なものであり、無理にこの失業増を減らそうとすると感染拡大につながる。よって、政府による失業者への救済が必要である。

感染症の流行はこれにとどまらない。外出が制限されるため、イベント、外食、旅行・宿泊、輸送などのサービス需要が減少する。つまり、同じ物価上昇率に対して需要が減少する。それを反映して総需要曲線が左下方へシフトする。この需要ショックによって総産出がさらに落ち込み、総産出は総需要曲線とインフレ目標線との交点になる。

この需要ショックによって生じる追加の失業は「**回避可能な失業 (avoidable job loss)**」と呼ばれる。この部分の失業は回避可能であり、需要拡大的な金融政策・財政政策の実施によって雇用の回復を図るべきである。失業をさらに削減しようとして需要を過度に拡大すると、インフレ率上昇や感染拡大を招く。

新型コロナウイルスによるショックによって総供給と総需要が共に減少したため、経済は大きく落ち込んだ。ショック後はデフレ不況の様相を呈しており、総産出の減少幅より総需要の減少幅の方が大きかったと考えられる。それで供給ショックだけであった東日本大震災や需要ショックだけであったリーマンショック時に比べて、今回のショックは経済（GDP など）をより大きく落ち込ませた（図6）。

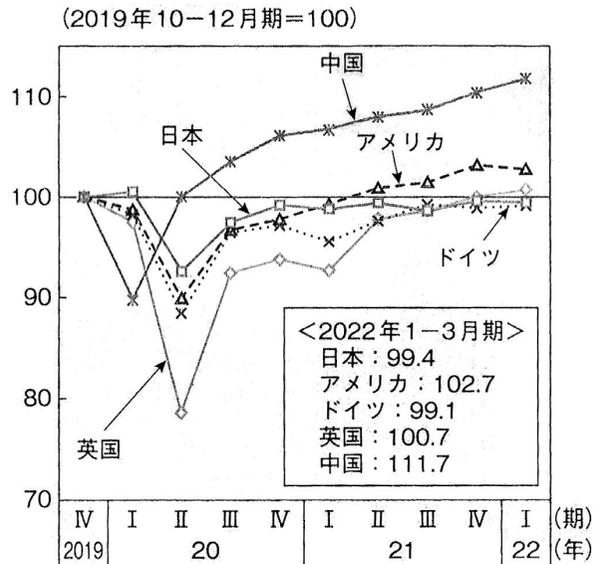


図6 実質GDPの推移

出所) 令和4年版経済財政白書

3. SIR モデルの概要

感染の疫学分析は、1927年に発表されたカーマック・マッケンドリックの SIR モデル²⁾ に基礎づけられる。ある時点において、人々を未感染者 S 、感染者 I 、回復者 R に分類する。すると全人口 N を一定として、 $S+I+R=N$ が成り立つ。

未感染者のうちの一部が感染者に移り、感染者の一部が回復者になると仮定する。分類された人々の増減は次の三つの式で表される。

$$S(t+1) - S(t) = -\beta S(t)I(t) \quad (1)$$

$$I(t+1) - I(t) = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t) \quad (2)$$

$$R(t+1) - R(t) = \gamma I(t) \quad (3)$$

(1) 式、(2) 式、(3) 式は、それぞれ未感染者数、感染者数、回復者数の変化分を表している³⁾。

未感染者 S のうち感染者 I に移る人数、新規感染者数は、未感染者と感染者の積に比例すると仮定する。 β はこの比例定数（伝達率）である。また、感染者のうち、一定の割合 γ が治癒し、回復者 R になると仮定される。感染者の増加数は未感染者の減少数 ($S \rightarrow I$) と、回復者の増加数 ($I \rightarrow R$) の差である。

以下、全人口を一定として S, I, R をそれぞれ全人口に対する比率で表す。すると $S+I+R=1$ となる。初期時点 ($S=1$) で 1 人の感染者は 1 期間に β 人を感染させる。平均感染期間は $1/\gamma$ なので、全く免疫を持たない集団の中で 1 人の感染者が一生のうちに感染させる人数は平均的には β/γ である。これを基本再生産数と呼ぶ。感染が拡大している時点で 1 人の感染者が一生のうちに感染させる平均人数は、 $(\beta/\gamma) S$ となる。これを実効再生産数と呼ぶ。実効再生産数が 1 を超えていれば感染者は増加し、1 を下回れば感染者は減少する。

通常、 $\beta > \gamma$ 、つまり基本再生産数は 1 より大きいと仮定される。この仮定のもとでは、感染の初期 ($S=1$) には、実効再生産数は 1 を超える。したがって、新規感染者数が回復者の増加数を上回り、感染者数は増加し、未感染者数は減少していく。

やがて、未感染者数が十分小さくなると、実効再生産数は 1 を下回り、感染者数は減少に転じる。新規感染者数がピークに達する ($S = \gamma/\beta$) と、新規感染者数は減少し、感染は収

2) SIR モデルを数理モデル、疫学モデルという場合がある。

3) 以下の説明は細野 (2021) に詳しい。

束する。

疫学分析の出発点である基本的 SIR モデルは離散型で示したが、次のように連続型で示されることもある。

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI \quad (4)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I \quad (5)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (6)$$

全員が感染するわけではない。感染者数が増減した後、感染者数は 0 に向かい、未感染者（感染性保持者）数 + 回復者数 = 全人口となる。

病気の到達（拡大）範囲は基本再生産数 β/γ で決まる。(4) 式と (6) 式から $\frac{dS}{dR} = -\frac{\beta}{\gamma} S$ が導かれる。最初に感染した人口比率という初期条件を I_0 とすると、 $S = (1 - I_0)e^{-\frac{\beta}{\gamma} R}$ となり、 $I_\infty = 0, 1 = S_\infty + R_\infty$ なので、 $\frac{\beta}{\gamma} = R_\infty^{-1} \log \frac{1 - I_0}{1 - R_\infty}$ となる (Shiller (2019))。

これがこの病気に罹患したことのある最終的な人数 R_∞ と β/γ の関係である。高い（低い） β/γ は、通常流行の規模 R_∞ が大きい（小さい）ことに対応する。

4. 新型コロナ感染対策

実効再生産数は、一人の感染者が何人に感染させるかを示す数字である。1 を境に感染が広がるか、収まるかが判断できる。

8 割おじさんと呼ばれていた西浦博は、実効再生産数を 2.5 とすると、その 8 割減は 0.5 となり、感染は縮小に向かうという。

西浦 (2021) によれば、実効再生産数に関する 4 つのファクターがある。実効再生産数は①人の移動率と②人口密度に概ね比例し、③コンプライアンス (compliance) と④気温に概ね反比例することが分かっている。

日本の感染者の多くは 0 人、一方で 12 人もの二次感染を引き起こした感染者もいた。また、二次感染のほとんどは、屋内空間に他者と一定時間滞在していたケースで発生したことが分かった (2020年 2月27日西浦報告)。この考えのもと、屋内空間 (カラオケボックス、

接待飲食店、居酒屋、フィットネスクラブ、医療・介護施設)の二次感染が集中的に予防されることになった。この頃から「三密(密閉、密集、密接)」という用語が発せられた。

西浦等の感染症専門家の考えは経済学者にも浸透した⁴⁾。新型コロナウイルスに対するワクチンや治療薬が提供されるまでは、以下のような非医学的対策が医療関係者などから推奨された。新型コロナウイルス感染症対策の基本は、①一人一人が感染しないようにする、②仮に感染した場合でも人に感染させない(感染しても約2週間、誰とも接触しなければ感染拡大はおきない)であることは早期に認知されていた。そのためには感染リスクが高い密閉・密集・密接の「三密回避」や「身体的距離の確保(ソーシャル・ディスタンス)」、「マスクの着用」、「手洗い」が必要とされた。それらの実現が課題とされた(翁(2022))。

各国の感染対策は、多様な展開をみせた。

多くの国で広範にみられた対策は、国民の外出を制限し、お互いが一定の距離を保つよう求めるソーシャル・ディスタンス戦略である。要請に従い休業を余儀なくされる飲食店などに休業補償を行った国も多い。日本もこのグループに属する。

複数の国や地域でやむを得ないものを除く外出・移動が厳しく制限された。強い罰則を伴う行動の禁止や制限は「ロックダウン(都市封鎖)」と呼ばれた。中国や欧米の一部の国がこのグループに属する。

スウェーデンやブラジルのように、行動の制限や禁止をほとんど行わなかった国もある。人口の多いブラジルは、世界の新型コロナ感染者数、死亡者数で世界トップクラスである。

三密回避などの予防行動は時間が経過すると緩みがちである。感染拡大を予防・緩和するため、感染情報を速く広く発信して、人々の行動変容を促すことが必要であろう。もちろん、十分な量のワクチンを準備し、ワクチンの接種を促すことが必要である。また、感染した場合、適切な治療を施せるよう体制を整えておくことも重要である。これらの医学的な行為は感染を予防し、感染拡大を阻止する有効な手段であるが、人々の行動制限を緩和し、経済活動の再開・回復に寄与することにもなる⁵⁾。

基礎的な SIR モデル(1)–(3)あるいは(4)–(6)から分かることは、感染拡大を抑止するには感染率 β を下げるか回復率 γ を上げるかして、 β/γ を低下させることが必要である。人と人との接触量を抑制することも有効であろう⁶⁾。密閉・密集・密接の「三密回避」や「身体的距離の確保(ソーシャル・ディスタンス)」、「マスクの着用」、「手洗い」、自発的ステイホームなどは β の低下に通じる。PCR検査の拡充も β の低下に寄与する。また、ワクチン接

4) 仲田・藤井(2022)は、累積死亡者数と産出ロス間のトレードオフ曲線を示すなどして政策形成に寄与した。

5) 渡辺(2022)は、感染の程度と経済活動の大きさにはさほど関係がなく、行動変容を促すための感染情報の提供が重要であることを各国のデータを用いて示している。

6) 金銭面等を通じての PCR 検査の促進は、 β あるいは SI 低下に寄与するであろう。

種の促進や治療薬の開発は重症化を防ぎ、回復を促進する効果がある。これらの医学的対策は、 γ の上昇に通じる。結局、各種の感染対策は、SIRモデルに基礎を置くものといえよう。

参 考 文 献

- Guerrieri, V., Lorenzori, G., Straub, L. and Werning, I. (2020), “Macroeconomic Implications of COVID-19: Can Negative Supply Shocks Cause Demand Shortages?,” NBER Working Paper, No. 26918.
- Kermack, W. O. and Mckendrick, A. G., “A Contribution to Mathematical Theory of Epidemics,” *Proceedings of the Royal Society* 115(772): 701-21.
- Krugman, P. (2020) “Some wonky thoughts on economic policy in a time of pandemic” <https://twitter.com/paulkrugman/status/1241689422090944513>.
- Shiller, R. (2019) *Narrative Economics*, Princeton University. Press (山形浩生訳 (2021) 『ナラティブ経済学』 東洋経済新報社).
- 翁 邦雄 (2022) 『人の心に働きかける経済政策』 岩波新書.
- 柏木亮二 (2020) 「新型コロナウイルス経済ショックのマクロ的位置づけ (1) マクロモデルによる概観」 NRIグループ 新型コロナウイルス対策緊急提言 第5回 PP. 1-6.
- 久保田壮 (2020) 「コロナ危機は需要ショックなのか供給ショックなのか？」 早稲田大学ソーシャル&ヒューマン・キャピタル研究所.
- 久保田壮 (2021) 「新型コロナウイルス危機のマクロ経済分析」 医療経済研究 Vol. 33 No. 1 2021 pp. 1-18.
- 仲田泰祐・藤井大輔 (2022) 『コロナ危機、経済学者の挑戦』 日本評論社.
- 西浦 博 (2021) 「数理モデルを利用した新型コロナウイルス感染症の流行分析」 ファーマスタイル2021/No.8 May pp. 14-15.
- 細野 薫 (2021) 「感染症モデルと経済——自発的ステイホームの役割」 (宮川努編著 『コロナショックの経済学』 中央経済社).
- 渡辺 努 (2022) 『世界インフレの謎』 講談社現代新書.
- 内閣府 (2022) 『令和4年版経済財政白書——人への投資を原動力とする成長と分配の好循環実現へ——』 日経印刷.