

IMES DISCUSSION PAPER SERIES

Broad

Perspective

Review

多角的レビューシリーズ

イノベーションの選択と製品サイクルが 最適トレンドインフレ率に与える含意

いのくまひろし かたぎり みつる すどう なお
猪熊宏士・片桐 満・須藤 直

Discussion Paper No. 2024-J-21

IMES

INSTITUTE FOR MONETARY AND ECONOMIC STUDIES

BANK OF JAPAN

日本銀行金融研究所

〒103-8660 東京都中央区日本橋本石町 2-1-1

日本銀行金融研究所が刊行している論文等はホームページからダウンロードできます。

<https://www.imes.boj.or.jp>

無断での転載・複製はご遠慮下さい。

備考：日本銀行金融研究所ディスカッション・ペーパー・シリーズは、金融研究所スタッフおよび外部研究者による研究成果をとりまとめたもので、学界、研究機関等、関連する方々から幅広くコメントを頂戴することを意図している。ただし、ディスカッション・ペーパーの内容や意見は、執筆者個人に属し、日本銀行あるいは金融研究所の公式見解を示すものではない。

イノベーションの選択と製品サイクルが 最適トレンドインフレ率に与える含意

いのくまひろし かたぎり みつる すどう なお
猪熊 宏士*・片桐 満**・須藤 直***

要 旨

最適トレンドインフレ率は、マクロ経済学の分野では長らく議論されてきたテーマである。本研究では、新製品のイノベーションと製品のライフサイクルの相互作用に焦点を当てたモデルを新たに構築し、そのもとで、最適トレンドインフレ率への含意を理論的に考察している。モデルの枠組みは、価格の硬直性がある内生的な成長理論のモデルである。モデルの経済では、企業は製品開発を経て経済に参入するが、その際、1. 新製品についてイノベーションを行い先駆者となるか、2. 追随者となるかを選択する。先駆者は全く新しい製品を開発し、創造的破壊を引き起こすことを通じて、既存セクター内の企業の退出を促す。追随者は、既存製品と類似はするものの同一ではない製品を開発し、既に先駆者が存在する既存セクターに参入する。トレンドインフレ率は、企業が先駆者であるか追随者であるかによって、その収益に異なる影響を及ぼし、企業はこの影響を事前に考慮にいれたうえで先駆者になるか追随者になるかの意思決定を行う。理論分析からは、最適なトレンドインフレ率はゼロを超え得るとの含意が得られる。これは、当モデルでは、正のトレンドインフレ率が、追随者が既存セクターに参入する際に生じる、当該セクターに存在する先駆者の利益の減少を抑制する効果を持ち、その結果、先駆者数の増加を促進することを通じて、新製品の開発の増加、ひいては経済成長を促進することによる。

キーワード：粘着価格、最適インフレ率、製品ライフサイクル、イノベーション、生産性向上、マークアップ

JEL classification: E31、O31、O41

* 日本銀行金融研究所企画役 (E-mail: hiroshi.inokuma@boj.or.jp)

** 法政大学経営学部准教授 (E-mail: mitsuru.katagiri@hosei.ac.jp)

*** 日本銀行金融機構局参事役 (E-mail: nao.sudou@boj.or.jp)

本稿の作成に当たっては、青木浩介氏、星岳雄氏、松山公紀氏、アタナシオス・オルファニデス氏、植田健一氏、戸村肇氏、高橋悠太氏、副島豊氏、黒住卓司氏、開発壮平氏ほか、日本銀行スタッフから有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝したい。ただし、本稿に示されている意見は、筆者たち個人に属し、日本銀行の公式見解を示すものではない。また、ありうべき誤りはすべて筆者たち個人に属する。

1 導入

最適トレンドインフレ率に関する議論は、Friedman (1969) 以来現在に至るまで続いており、様々な論拠に基づく様々な水準の「最適トレンドインフレ率」が提唱されてきた。¹⁾ 諸研究で提唱されている最適インフレ率の水準は、時代背景によって変遷する傾向もあり、Friedman (1969) によって最初に提唱された値は負の値であったが、近年では、概観すると、特に主要国の中央銀行がゼロ金利制約に直面したグローバル金融危機以降、正の方向に変化している。例えば、Coibion et al. (2012) は、危機時において政策金利が実効下限に陥る可能性を減少させる観点から平時におけるインフレ率を引き上げておくことの利点を考慮すると、最適インフレ率は正の値であると主張している。もっとも、関連する既存研究の結果について、その推移を整理しているDiercks (2019) によれば、最適インフレ率の水準については、約-8%から約+8%までの幅があり、現在においても、大きなばらつきは存在する。

本研究は、企業の製品開発に係る R&D 活動、製品のライフサイクル、そして両者の相互作用に焦点を当てており、既存研究で必ずしも議論されてこなかったこれらの要素を勘案すれば、最適トレンドインフレ率は、正になり得るという主張を行っている。これまでの経済成長に関する研究成果を踏まえると、R&D 投資を通じた創造的破壊こそが経済成長の主たる原動力とされており、本研究の理論的枠組みもこうした議論に沿っている。もっとも、ライフサイクルに目を向けると、創造的破壊をもたらす企業である先駆者は、製品開発当初は、高い価格付けを行い、独占的利益を享受するが、その後、同一産業に追随者が参入し、両者の競争が激化すると、利益の低下に直面すると考えられる。価格硬直性があるもとでは、正のトレンドインフレは、追随者の参入による先駆者の利益の減少を抑制するという意味で、企業収益に重要な役割を持つ変数であり、トレンドインフレ率を経済にとって最適な値に設定すると、企業が先駆者になる誘因を高め、経済成長や社会厚生の上昇につながる可能性がある。

より具体的にモデルの構造を説明すると、当モデルは、企業が価格の硬直性に直面する内生的成長モデルであり、製品開発に係る R&D 活動、経済成長、製品のライフサイクルが相互に作用しあうもとで、トレンドインフレ率が、社会厚生に影響を

¹⁾ 例えば、代表的な既存研究の一つであるKhan et al. (2003) は、貨幣保有に係る誘因を明示的に勘案しつつ、価格硬直性がある経済モデルを用いてこの論点を考察し、トレンドインフレ率の0%からの乖離に伴って増加すると考えられる価格硬直性に係るコストと、トレンドインフレ率が主観的な割引率から乖離するほど増加すると考えられる貨幣の機会費用に係るコストを合わせてみると、最適インフレ率はFriedman (1969) が主張するほどに大きく負の値ではなく、0%に近い負の値であると論じている。

与える。経済は、無限個のセクターで構成され、各セクターには1社または2社の企業が存在する。1社のみ存在するセクターは、他の企業が参入するまでは独占市場であり、2社存在するセクターでは、両企業が独占的競争を行う。全ての企業は名目価格が伸縮的に調整できない（価格の硬直性）という制約に服しており、確率的にのみ価格を変更することができる。それぞれのセクターに参入する前段階においては、起業家は、R&D投資を行い、先駆者（1社目）または追随者（2社目）のどちらとして市場に参入するかを選択することができる。前者を選んだ場合、新しい製品の開発が成功すれば、企業は先駆者となり、既存のセクターに対して創造的破壊を引き起こす。当該セクター内のすべての既存製品は退出し、先駆者は独占企業となる。一方、既存製品の類似品の開発に成功した場合、企業は追随者となる。追随者は、既存の1社が存在するセクターに参入し、当該企業と競争する。先駆者になった場合と追随者になった場合のそれぞれの利益の大きさは、製品のライフサイクルの性質、特に既存企業と参入企業が競争を始める段階における2つの製品の相対価格に依存する。ライフサイクル全体でみて、先駆者となった場合の利益が大きく、追随者になった場合の利益が小さいような経済環境では、起業家は、先駆者となるためのイノベーションを起こすためにより多くの資源を投入する。

このモデルのもとで、トレンドインフレ率の大きさが企業の意味決定や経済活動にどのような影響を与えるかを定量分析すると、最適トレンドインフレ率は正の値をとり得ることが示唆される。トレンドインフレ率が経済活動に作用する経路は複数存在するが、定量的に重要であり、かつ、既存研究との対比でみて新しい経路は、トレンドインフレ率の大小が、先駆者である独占企業の製品の相対価格の大きさに対して与える影響である。価格硬直性が存在するもとで、先駆者は価格を柔軟に調整できないことから、正のトレンドインフレ率は、その相対価格に対して下落方向の圧力を与え続ける。

こうした相対価格の低下は、先駆者の利益を増やす方向に作用する。価格硬直性があるために、先駆者は追随者の参入時においても伸縮的に価格を下げるできない可能性があるもとで、正のトレンドインフレ率による持続的な相対価格の低下は、（先駆者よりも低い価格を設定する）追随者の参入によって先駆者が失う損失を軽減させる。そのため、トレンドインフレ率がより正の値をとるもとで、先駆者と追随者との間での選択の問題を考えると、企業はより多くのR&Dの資源を先駆者になるために投入する誘因を持ち、これにより創造的破壊・新製品の登場が促進され、経済成長が加速する。正のトレンドインフレ率は、価格のばらつきを通じて経

済活動を非効率にする効果など、経済厚生を低下する経路も持つものの²⁾、モデルのパラメータをデータに即した値に設定したうえで定量評価する限りにおいては、相対価格変化がイノベーションと経済成長に与える影響を通じた経済活動へのプラスの効果が支配的であり、その結果、最適トレンドインフレ率は正の値であるとの結果が得られた。

本論文の構成は以下の通りである。第2章では関連文献のレビューを行う。第3章ではモデルの詳細を説明し、第4章では、モデルの特性について論じた後、最適トレンドインフレ率に関する定量分析を行う。最後に第5章で結論を述べる。

2 文献レビュー

まず、本研究は、最適インフレ率に関する、これまでの広範な研究蓄積と関連している。この分野の研究を全て列挙することは控えるが、代表的なものを幾つか挙げると、Friedman (1969) の先駆的研究、Levy et al. (1997)、King and Wolman (1999)、Khan et al. (2003)、Kim and Ruge-Murcia (2009)、Schmitt-Grohé and Uribe (2012)、Coibion et al. (2012)、Oikawa and Ueda (2018)、およびAdam and Weber (2019, 2023) が含まれる。^{3) 4)} これらの諸研究の中で、本論文は特に2つの方向性での研究に密接に関連している。1つ目は、Adam and Weber (2019, 2023) である。これらの研究では、市場に登場した時点からそれ以降の新製品の価格動向、すなわち製品価格のライフサイクルに焦点を当てている。製品価格の水準は登場時に最も高く、その後、下落するという観察結果に基づき、製品製造に係る生産性が登場時点以降に徐々に上昇する理論モデルを構築したうえで、最適なトレンドインフレ率は正の値を取ること、またその場合には、生産性と生産要素価格の双方の変化を織り込んだうえでの名目限界費用が一定に保たれることを指摘している。Adam and Weber (2019, 2023) と同様に、本稿のモデルでも、個々の製品は、ライフサイクルを通じて価格下落に直面する。もっとも、これらの研究とは異なり、本稿のモデルでは、製品価格のライフサイクルは、製品製造過程における生産性の変化ではなく、追随者の参入による競争環境の変化によって、既存企業のマーク

²⁾Oikawa and Ueda (2018) は、トレンドインフレ率がR&D活動に与える影響を、この経路に焦点を当てて研究している。

³⁾最適インフレ率に関するサーベイについては、Schmitt-Grohé and Uribe (2010)、Adam and Weber (2024)、および杉岡優・伊藤雄一郎・開発壮平・高富康介 (2024) も参照されたい。

⁴⁾また、Fuchi et al. (2008) や Mineyama et al. (2022) など、ゼロ金利制約や名目賃金の下方硬直性といった、トレンドインフレ率が経済活動に与える複数の影響を単一の枠組みで同時に考察できるDSGEモデルを用いて、日本における最適インフレ率を評価している研究も参照されたい。

アップが低下することで発生する。^{5) 6)}

2 つ目の方向性に該当する研究は、[Oikawa and Ueda \(2018\)](#) であり、[Aghion and Howitt \(1992\)](#) が考案した理論的な枠組みに沿った内生的成長モデルを用いて、トレンドインフレ率が企業の R&D 活動に与える影響を分析している。具体的には、企業による R&D 投資が経済成長を促進するもとの、企業が直面する価格調整に係るコストが R&D 投資の期待収益を減少させるモデルを構築したうえで、最適なトレンドインフレ率は、名目賃金の成長率がゼロに保たれることで企業が製品価格を変更する誘因がなくなる水準、すなわち、経済成長率の逆数となることを示している。⁷⁾[Oikawa and Ueda \(2018\)](#) と同様に、本稿も、トレンドインフレ率が企業の R&D 活動に与える影響を分析している。主たる違いは、市場参入前の企業が、参入後に製造する製品の種類について選択肢を持っている点であり、こうした製品選択に係る意思決定を考慮する考え方は、例えば[Akcigit and Kerr \(2018\)](#) や [Peters and Walsh \(2022\)](#) の研究と類似性がある。この選択肢を明示的に考察する結果として、本稿のモデルでは、トレンドインフレ率は R&D 投資の規模だけでなく、投資の構成にも影響を与えることになる。勿論、本稿は、製品ライフサイクルと R&D 活動の相互作用が果たす役割に焦点を当てているという意味で、これらの研究とは異なる。

加えて、本研究は以下の2つの研究領域とも関連している。まず、[Adam and Weber \(2019, 2023\)](#) と同様に、本研究は、製品価格のライフサイクルについての近年の実証研究の結果に立脚している。[Melser and Syed \(2016\)](#) は、米国におけるスーパーの大規模なスキャナーデータを用いて、商品の販売年数が上昇すると価格が下落する傾向があると報告している。日本については、[Ueda et al. \(2019\)](#) や [Dong et al. \(2019\)](#) などの研究が、米国のデータで観察されるものと質的に同一のライフサイクルの存在

⁵⁾市場参加者数の増加が、企業のマークアップに与える影響については、例えば [Fujiwara and Matsuyama \(2022\)](#) を参照されたい。

⁶⁾[Adam and Weber \(2019, 2023\)](#) では、ライフサイクルを通じて、製品のマークアップは一定となる。なお、製品価格のライフサイクルを生み出す要因は一つに限定されるものではなく、[Melser and Syed \(2016\)](#) で議論されている生産性の変化 ([Adam and Weber \(2019, 2023\)](#)) のほか、ファッション効果の剥落 ([Ueda et al. \(2019\)](#)) や本研究で扱っている競争環境の変化など、複数、存在すると考えられる。ファッション効果を勘案した場合、価格の下落幅は、本モデルでの場合対比でみて、大きくなる可能性があるものの、そこから得られるトレンドインフレ率への含意については、本研究で得られたものと相反するものではない。すなわち、価格の下落が多く製品でみられる限り、経済厚生観点からは、トレンドインフレ率を正にすることに相応の便益があると考えられる。[Bils \(2009\)](#) では、耐久財の新製品が陳腐化する理由として、「品質が向上している他製品との競争に晒されることでより早く陳腐化すること」「一時的に価格を押し上げるファッションが、その後、モデルの交代とともに減耗すること」を挙げている。

⁷⁾なお、[Oikawa and Ueda \(2018\)](#) を拡張した研究である [Miyakawa et al. \(2022\)](#) は、価格調整に係るメニューコストが、企業が市場に参入する際にも支払われると仮定した場合には、名目賃金成長率が0%以上になるようなトレンドインフレ率を設定することが、イノベーションを起こす企業数の増加を促進するために最適であることを示唆している。

を報告している。Abe et al. (2016) は、Kakaku.com というオンラインショッピングプラットフォームを分析して、家電製品の価格に関して、同様の傾向を報告している。⁸⁾次に、本研究は、Smets and Wouters (2007) など、価格の硬直性による変動を除けば、マークアップが外生的に定まることを仮定する標準的なモデルと対照的に、マークアップが競争環境の変化に応じて内生的に変化すると考える幾つかの近年の研究とも関連している。例えば、Bilbiie et al. (2014) は、インフレ率が企業の参入とマークアップの水準に与える影響を分析している点で、本研究と類似性がある。この研究では、製品の多様性に対する選好を明示的に組み込んだ CES 型効用関数を用いて、製品の多様化がインフレ率とマークアップの関係に与える影響を調査し、正のインフレ率がマークアップを減少させ過剰な企業参入を抑えることで社会厚生を改善させることを示している。また、Fujiwara and Matsuyama (2022) は、Homothetic Single Aggregator (HSA) を用いたニューケインジアンモデルを構築したうえで、参入と退出がマークアップに与える影響を探り、市場集中度の上昇がマークアップの上昇につながることを理論的に示している。Edmond et al. (2015) は、台湾の生産者レベルのデータを用いて国際貿易がマークアップに与える影響を研究し、貿易開放が競争を促進し、マークアップの歪みを低下させることを示している。本研究は、製品ライフサイクルと最適トレンドインフレ率に焦点を当てている点でこれらの研究と異なる問題意識を持っているが、製品間の競争がマークアップにどのように影響を与えるかなど、いくつかの重要な点について共有するものもある。⁹⁾

3 モデル

この章では、モデルについて説明する。この経済は、代表的家計、企業部門、中央銀行で構成される。家計は無限期まで生き、每期、企業に労働力を非弾力的に供給する対価として労働所得を得て、それを消費と貯蓄に振り分ける。企業部門は、0 から 1 まで無限まで存在する複数のセクターからなり、各セクター内に所在する企

⁸⁾品質の向上は、本モデルの製品ライフサイクルにおいては考慮されていない。この論点については、例えばSchmitt-Grohé and Uribe (2012) を参照されたい。この研究では、製品の品質向上によって、インフレ率にシステムティックな上方バイアスがある場合の、最適トレンドインフレ率について論じている。

⁹⁾別の観点から、De Loecker and Eeckhout (2018) やDiez et al. (2018) は、各国におけるマークアップの時系列推移を推計している。例えば、De Loecker and Eeckhout (2018) は、1980 年から 2016 年にかけて日本を含む先進国でマークアップの上昇が広くみられること、水準で見ると、米国や欧州でのマークアップが相対的に高いことなどを報告している。一方、内閣府 (2023) は、日本企業が設定するマークアップが米国企業とは対照的に近年上昇していないことを指摘し、「(マークアップが) 低すぎる場合、それは企業が生産する商品やサービスがその価値に見合った価格設定をされていない状況を示している。適正なマークアップを確保することは、企業が収益力を高め、賃上げや投資のためのリソースを確保し、消費者の支出や設備投資を増加させ、それが企業のさらなる売上成長につながるという好循環を創り出す鍵である」と論じている。

業は、独占企業、あるいは寡占企業の中の一つとして財を生産する。各セクターに参入する前に、企業は R&D 投資を行う。R&D 投資においては、投資の総量だけではなく、参入後、先駆者となるか追随者となるかという点も選ぶ必要があり、企業は、参入後の期待利益を最大化するように、二つの選択肢に対してそれぞれ充当する R&D の資源量を決定する。市場参入後、各企業は、カルボ型の名目硬直性の制約に服しつつ、ベルトラン競争において利益を最大化する価格を選択する。中央銀行は、トレンドインフレ率を選択する。

3.1 家計

代表的家計が存在し、その効用関数は次のように与えられる。

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{C_t^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \quad (1)$$

ここで、 C_t は消費を表す。家計の予算制約は次の通りである。

$$C_t + \frac{B_t}{P_t} = \frac{W_t}{P_t} L_t + \int_0^1 \frac{\Phi_{jt}}{P_t} dj + \frac{B_{t-1}}{P_t} (1 + i_{t-1}) \quad (2)$$

ここで、 N_t は総労働力、 P_t は一般物価水準、 B_t は名目債券保有額、 i_t は名目政策金利、 W_t は名目賃金、 Φ_{jt} は時刻 t における企業 j の名目利益をそれぞれ表す。最適化問題から、次の式が成立する。

$$\beta g_C^{-\sigma} = \frac{1}{1+r} \quad (3)$$

ここで、 g_C は消費の成長率、 r は実質金利をそれぞれ表す。

3.2 生産

この経済は、 $S \in [0, 1]$ の区間で表される無限のセクターで構成されており、各セクター S には独占的競争企業が存在する。各セクター内の企業数 $n(S)$ は有限であると仮定し、 $n(S) \in [1, \infty)$ となる (Edmond et al. (2015) を参照)。各セクター内の企業数は、創造的破壊の発生と追随者企業の参入により変化する。このプロセスについては次節で詳述する。最終財の生産量 Y_t は、各セクターの生産量 y_S を集約することによって次のように表される。

$$Y_t = \left[\int_0^1 y_t(S)^{\frac{\theta-1}{\theta}} dS \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (4)$$

ここで、 θ はセクター $S \in [0, 1]$ 間の代替の価格弾力性を示す。各セクター S における生産量 $y_t(S)$ は、そのセクター S 内に存在する各企業 i の製品の生産量 $y_{it}(S)$ を集

約することによって次のように表される。

$$y_t(S) = \left[\sum_{i=1}^{n_t(S)} y_{it}(S)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (5)$$

ここで、 $\gamma > \theta$ は特定のセクター $S \in [0, 1]$ 内で生産される企業 i の製品の価格弾力性を示し、 $n_t(S)$ はそのセクター内にある企業数を表す。各企業の製品の生産量 $y_{it}(S)$ は、唯一の生産要素である労働投入量の関数として次のように表される。

$$y_{it}(S) = A_t(S)l_{it}(S) \quad (6)$$

ここで、生産性 $A_t(S)$ は同一セクター内で同じ水準であると仮定する。Edmond et al. (2015) に従い、経済全体の一般物価水準 P_t は、各セクター内の各財の価格 $p_t(S)$ の関数として次のように定義される。

$$P_t \equiv \left[\int_0^1 p_t(S)^{1-\theta} dS \right]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (7)$$

また、各セクターの最終生産物に対応する物価水準 $p_t(S)$ を次のように定義する。

$$p_t(S) \equiv \left[\sum_{i=1}^{n_t(S)} p_{it}(S)^{1-\gamma} \right]^{\frac{1}{1-\gamma}} \quad (8)$$

ここで、 p_{it} はセクター S における企業 i が生産する製品の価格水準を表す。さらに、経済全体のインフレ率は、一般物価の伸び率として、次のように定義される。

$$\Pi_t \equiv P_t/P_{t-1} \quad (9)$$

これらの物価水準の定義を踏まえ、最終財生産に関するコスト最小化問題から、 $y_{it}(S)$ の需要関数は次のように求められる。

$$y_{it}(S) = \left(\frac{p_{it}(S)}{p_t(S)} \right)^{-\gamma} \left(\frac{p_t(S)}{P_t} \right)^{-\theta} Y_t \quad (10)$$

式 (6), (10)、および総労働力の定義

$$L_t = \int_0^1 \sum_{i=1}^{n_t(S)} l_{it}(S) dS \quad (11)$$

を用いると、総労働生産性は次のように定義されることが示される。

$$\frac{Y_t}{L_t} = \left\{ \int_0^1 \frac{1}{A_t(S)} \sum_{i=1}^{n_t(S)} \left(\frac{p_{it}(S)}{p_t(S)} \right)^{-\gamma} \left(\frac{p_t(S)}{P_t} \right)^{-\theta} dS \right\}^{-1} \quad (12)$$

この式は、価格のばらつきが総労働生産性に対して負の影響を与えることを示唆している。

まず、この設定のもとで、後の節で導入する価格の硬直性やセクター間の生産性の差異がない場合を考えると、マークアップの解析解を次のとおり導くことができる。

$$\text{Markup}(S) = \frac{\left\{ \frac{1}{n(S)}\theta + \left[1 - \frac{1}{n(S)} \right] \gamma \right\}}{\left\{ \frac{1}{n(S)}\theta + \left[1 - \frac{1}{n(S)} \right] \gamma \right\} - 1}. \quad (13)$$

この式はEdmond et al. (2015) と同じマークアップの定式化であり、 $\theta < \gamma$ の場合、マークアップが $n(S)$ に対して減少し、かつ $n(S)$ の凸関数であることを示している。このマークアップの減少は、製品価格のライフサイクルにおける下降のトレンドを作り出すという意味で、モデルにおいて重要な役割を果たす。なお、価格の硬直性が存在する場合については解析解が得られないものの、考え方自体はこの単純なケースと同じである。一般的な価格設定のケースについては、後の節で説明する。

3.3 R&D 投資と参入

起業家には市場に参入するための2つの方法がある。すなわち、①R&Dを通じて全く新しい製品を開発し、創造的破壊を行うことで先駆者となる、または②既存のセクターに対して、既存製品に類似した新製品を導入するためにR&D活動を行い、追随者となることである。創造的破壊に成功した先駆者の製品は、参入したセクター内に存在する既存製品の退出を促し、当該企業は、セクター内の唯一の生産者となる。¹⁰⁾

市場に参入するためのR&D投資を行う前に、起業家はまず一単位の労働あたり参入コスト c_E を支払う必要があると仮定する。この参入コストを支払った後、起業家

¹⁰⁾ 参入阻止価格の設定を避けるという観点からの単純化のための仮定として、ここでは、すべての先駆者はAkcigit and Kerr (2018) で議論されているものと同様の2段階の価格入札ゲームに参加し、その結果として、独占企業として価格を設定すると仮定する。具体的には、まず、新規参入者がセクターに入るとき、最初の段階では、既存企業（複数の企業が存在する場合も含む）および先駆者は、製品を生産したい場合、ゼロに限りなく近い正の参加費を支払うことが求められると考える。次の段階では、料金を支払ったすべての企業が価格を発表すると考える。このゲームの枠組みでは、最も生産性が高い企業以外は、参加費をその後回収できないと予想し、最初の段階で撤退することから、最も生産性の高い企業だけが参加費を支払い、二段階に進むことになる。この仮定のもとでは、本稿のモデルにおいても、結果として、Aghion and Howitt (1992) と同様に、価格付け時には他の企業が既にセクターから退出しているため、残った企業である新規参入者は、独占価格を設定しつつ事業を行うことができる。

は、先駆者、追随者の2つのタイプそれぞれに対してR&Dの資源を配分する。2つのR&D投資は異なるコストがかかり、それらのコストは先行研究と同様に、製品開発の成功確率の凸関数として表されると仮定する。起業家は、参入の価値 V を最大化するように先駆者・追随者になる成功確率 σ_1 および σ_2 を選択し、R&D投資を行う。

$$V = \max_{\sigma_1, \sigma_2} (\sigma_1 V_1 - c_1 \sigma_1^\zeta w) + (\sigma_2 V_2 - c_2 \sigma_2^\zeta w) \quad (14)$$

ここで、 V_1 および V_2 は、それぞれ先駆者または追随者として参入した場合の企業の価値を表し、 c_1 および c_2 はコストパラメータ、 ζ は成功確率に対するR&Dコストの凸性を示す。1階の条件から次の式が得られる。

$$V_1 = \zeta c_1 \sigma_1^{\zeta-1} w \quad (15)$$

$$V_2 = \zeta c_2 \sigma_2^{\zeta-1} w \quad (16)$$

V_1 および V_2 が正の値を持ち、R&Dコストが凸であるため、これらの条件は、両方のタイプに投資することが最適であることを示している。R&Dの結果は同期間内に実現されると仮定する。新製品開発が成功した場合、そのセクターにおいては創造的破壊が発生し、既存のすべての製品が退出する結果として、先駆者がそのセクターにおける唯一の生産者となる。言い換えると、每期、既存の企業は、新たな先駆者による創造的破壊・新製品出現によって、自身の事業が閉鎖されるリスクに直面することになる。最後に、自由参入条件は次のようになる。

$$V = c_E w \quad (17)$$

ここで、 c_E は参入コストである。また、創造的破壊が時刻 t に成功した場合、生産性は次のように上昇する。

$$A_t(S) = A_{t-1}(S) + \epsilon \bar{A}_{t-1} \quad (18)$$

ここで、 ϵ はイノベーションの幅、 \bar{A} は経済全体の平均生産性を表す。一方、企業が追随者としてセクター S に参入する場合、彼らの生産性は既存企業と同じ水準であると仮定する。

3.4 総生産性の成長

企業が先駆者として参入することは、生産性 $A(S)$ の向上に作用する。創造的破壊が発生するセクターは、既存のセクター群からランダムに選ばれる。創造的破壊を

もたらす企業の生産性は高いため、参入の結果としてセクター間で生産性水準にばらつきが生じることになる。正規化されたセクターの生産性 $A(S)/\bar{A}$ の分布が不変であることを確保するためには、均衡成長経路（Balanced Growth Path, BGP）上で、すべての $A/\bar{A} \in (0, \infty)$ に対して次の式が成り立つ必要がある。

$$\Phi\left(\frac{A}{\bar{A}}\right) = (1 - \delta)\Phi\left(\frac{g_{\bar{A}}A}{\bar{A}}\right) + \delta\Phi\left(\frac{g_{\bar{A}}A}{\bar{A}} - \epsilon\right), \quad (19)$$

ここで、 $g_{\bar{A}} \equiv \bar{A}_t/\bar{A}_{t-1}$ は BGP 上での総生産性成長率を表し、 δ は創造的破壊が発生する確率である。均衡成長経路は次のように特徴付けることができる。

命題 1. 式 (19) で定義された不変分布が与えられたとき、BGP 上での総生産性成長率は $g_{\bar{A}} = 1 + \epsilon\delta$ である。また、BGP 上では生産の成長率 g_Y は総生産性成長率と等しく、すなわち $g_Y = g_{\bar{A}}$ となる。

証明は付録 A に記載した。この命題は、経済成長の源泉が創造的破壊である場合、経済全体の成長率は創造的破壊の率 δ にそのステップサイズ ϵ を掛けたものに等しくなることを示している。

3.5 最適価格設定と価値関数

ここでは、標準的なニューケインジアンモデルの枠組みに倣いつつ、企業が外生的な確率 α で製品価格を変更できないとする、時間依存型の名目価格の硬直性を仮定する。加えて、Adam and Weber (2019, 2023) に倣い、価格設定に関する唯一の例外は参入時の価格設定、つまり新製品が登場した時点における最初の価格設定であると仮定する。すなわち、企業が R&D 活動に成功し、先駆者または追随者として市場に参入する際には、その時点において、価格を自由に設定できると考える。

企業の価格設定行動に関して、モデルを単純化し扱いやすくする観点から、以下の 3 つの追加的な仮定を導入する。まず、外生的な価格変更の機会、セクターレベルで発生すると仮定する。言い換えると、価格変更の機会が到来すると、同一セクター内のすべての企業が同時に価格を調整し、それ以外の場合には、何れの企業も価格を変更しないことを意味する。次に、セクター内の企業数は、 $n(S)$ は 1 または 2 とする。これは、全てのセクターが独占市場または複占市場の何れかであることを含意する。 $n(S)$ が 2 を超えないことは、すでに $n(S) = 2$ のセクターになっている場合、追加参入はないことを意味する。一方で、 $n(S) = 1$ のセクターは、追随者が每期確率 λ で参入する可能性がある。最後に、企業が最適価格を選択する際、その時点において、セクター内に存在する企業数や、新規参入の確率についての情報

は既知とする。これらの諸仮定が成立するもとで、価格変更の機会が到来した企業は、現在から将来までの利益の割引現在価値の合計を最大化するように、最適価格を選択する。具体的には、BGP 上の利益最大化問題は需要関数 (10) および生産関数 (6) を所与として次のように定式化される。

$$\max_{p_{it}^*(S)} \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{\alpha(1-\delta)}{\Pi(1+r)} \right)^j (p_{it}(S)y_{i,t+j}(S) - W_{t+j}l_{i,t+j}(S)) \quad (20)$$

標準的なニューケインジアンモデルにおける想定と同様に、価格改定の機会が到来すると、企業は名目利子率 $\Pi(1+r)$ と価格変更ができない確率 α で割り引かれた将来の名目利益の合計を最大化するように最適価格 $p_{it}^*(S)$ を選択する。もっとも、標準的なニューケインジアンモデルとは異なり、このモデルにおいては、将来の利益は創造的破壊から逃れる確率、すなわち生存率 $1-\delta$ でも割り引かれる。これは、自身のセクターにおいて確率 δ で新たな先駆者が現れると、セクター内のすべての企業が退出するためである。経済においては、すべてのセクターが独占または複占であることから、最適化問題 (20) と価値関数は、(1) 複占の場合、(2) 参入時点の追随者の場合、(3) 独占の場合、の3つのケースで別々に特徴付けられる。以下では、これらの3つのケースについて順次、最適化問題を再定式化する。

(1) 複占 セクター S が複占の場合、完全には代替することができない異なる製品を生産する2つの企業が、それぞれの製品について、ベルトラン競争の下で最適価格を設定する。この場合、最適化問題 (20) は次のように再定式化される。

$$v_1 \equiv \max_{p_{it}^*(S)} \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{\alpha(1-\delta)}{\Pi(1+r)} \right)^j \left(p_{it}^*(S)^{1-\gamma} - p_{it}^*(S)^{-\gamma} \frac{g_W^j W_t}{A_t(S)} \right) \left(p_{it}^*(S)^{1-\gamma} + p_{-i,t}^*(S)^{1-\gamma} \right)^{\frac{\gamma-\theta}{1-\gamma}} P_{t+j}^\theta Y_{t+j} \quad (21)$$

ここで、 $p_{-i,t}^*(S)$ は他の企業が設定する最適価格を示す。同じセクター内のすべての企業が同時に価格を調整できる仮定の上では、価格 p^* は対称となる。なお、 g_W は名目賃金の成長率を表し、BGP 上では $g_W = \Pi g_{\bar{A}}$ が成り立つ。複占の企業についての価値関数は v_1 で表される。なお、セクターが既に複占である場合、追加の新規参入はないと仮定しているため、追随者の参入確率 λ は、式には表れない。

(2) 参入時の追随者 次に、参入時点の追随者についての最適化問題 (20) は次のように再定式化される。

$$v_2 \equiv \max_{p_{it}^*(S)} \sum_{j=0}^{\infty} \left(\frac{\alpha(1-\delta)}{\Pi(1+r)} \right)^j \left(p_{it}^*(S)^{1-\gamma} - p_{it}^*(S)^{-\gamma} \frac{g_W^j W_t}{A_t(S)} \right) \left(p_{it}^*(S)^{1-\gamma} + p_{-i,t-1}^*(S)^{1-\gamma} \right)^{\frac{\gamma-\theta}{1-\gamma}} P_{t+j}^\theta Y_{t+j} \quad (22)$$

複占の場合（1）との唯一の違いは、既にセクターに存在する相手企業である既存の先駆者は、この時点において、価格を最適化できないことである。相手企業の価格は、前期の価格水準 $p_{-i,t-1}(S)$ になる。これは、追随者は参入時に価格を自由に設定できる一方、既存企業はできないことを反映している。参入時の追随者の価値関数は v_2 で表される。

（3）独占 最後に、起業家が先駆者として全く新しい製品のイノベーションに成功すると、セクター S において独占企業となる。この場合、独占企業は将来の価格変更の機会の到来や別の企業による創造的破壊の発生リスクに加え、追随者の参入確率 λ を考慮して、最適価格を設定する。 $t+T$ を追随者がセクター S に参入する時期として、独占企業に対する最適化問題 (20) は次のように再定式化される。

$$v_3 \equiv \max_{p_{it}^*(S)} \sum_{T=1}^{\infty} \lambda(1-\lambda)^{T-1} \left\{ \sum_{j=0}^{T-1} \left(\frac{\alpha(1-\delta)}{\Pi(1+r)} \right)^j \left(p_{it}^*(S)^{1-\theta} - p_{it}^*(S)^{-\theta} \frac{g_W^j W_t}{A_t(S)} \right) P_{t+j}^\theta Y_{t+j} \right. \\ \left. + \sum_{j=T}^{\infty} \left(\frac{\alpha(1-\delta)}{\Pi(1+r)} \right)^j \left(p_{it}^*(S)^{1-\gamma} - p_{it}^*(S)^{-\gamma} \frac{g_W^j W_t}{A_t(S)} \right) \left(p_{it}^*(S)^{1-\gamma} + p_{-i,t+T}^*(S)^{1-\gamma} \right)^{\frac{\gamma-\theta}{1-\gamma}} P_{t+j}^\theta Y_{t+j} \right\}, \quad (23)$$

ここで、括弧内の第1項と第2項は、それぞれ追随者がセクター S に参入する前後における独占企業の利益を表している。独占企業の価値関数は v_3 で表される。ここで、追随者の参入時の最適価格 $p_{-i,t+T}^*$ は、ケース（2）での追随者の最適化問題を解くことで得られる。具体的には、独占企業は、追随者の参入時の1階条件に従って、最適化問題 (23) を解く。

$$p_{-i,t+T}^*(S)^{1-\gamma} \sum_{j=0}^{\infty} \left\{ (1-\theta) \left(\frac{\alpha(1-\delta)}{\Pi(1+r)} \right)^j p_{-i,t+T}^*(S) + \theta \left(\frac{\alpha(1-\delta)g_W}{\Pi(1+r)} \right)^j \frac{W_{t+T}}{A_{t+T}(S)} \right\} P_{t+j}^\theta Y_{t+j} \\ + p_{it}^*(S)^{1-\gamma} \sum_{j=0}^{\infty} \left\{ (1-\gamma) \left(\frac{\alpha(1-\delta)}{\Pi(1+r)} \right)^j p_{-i,t+T}^*(S) + \gamma \left(\frac{\alpha(1-\delta)g_W}{\Pi(1+r)} \right)^j \frac{W_{t+T}}{A_{t+T}(S)} \right\} P_{t+j}^\theta Y_{t+j} = 0. \quad (24)$$

（1）、（2）、（3）すべてのケースにおいて解析解を導くことはできないため、最適価格 $p_{it}^*(S)$ およびそれらのケースに対応する価値関数 v_1, v_2, v_3 は数値的に計算する。BGP 上では、最適価格は名目賃金と同じ成長率で成長し、 $p_{i,t+1}^*(S) = g_W p_{it}^*(S)$ となる。これは、既存セクターにおける均衡価格がインフレ率 Π よりも速く成長することを含意している。このことは、既存セクター S の平均生産性水準に対する各セクターの生産性水準の比 $A(S)/\bar{A}$ が每期 $g_{\bar{A}}$ だけ低下するという事実を反映している。これは、先駆者による創造的破壊・新製品開発が、この経済におけるマクロの生産性成長の唯一の源泉であることに由来している。

複占企業の価値関数 v_1 、参入時の追随者の価値関数 v_2 、独占企業の価値関数 v_3 が与えられた場合、式 (14) の先駆者および追随者としての価値 V_1 と V_2 は、次のよう

に計算できる。

$$V_{1,t} = v_{3,t} + (1 - \alpha) \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{(1 - \delta)(1 - \lambda)}{\Pi(1 + r)} \right)^k v_{3,t+k} \\ + (1 - \alpha) \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{1 - \delta}{\Pi(1 + r)} \right)^k \left(1 - (1 - \lambda)^k \right) v_{1,t+k}, \quad (25)$$

$$V_{2,t} = v_{2,t} + (1 - \alpha) \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{1 - \delta}{\Pi(1 + r)} \right)^k v_{1,t+k}, \quad (26)$$

p_i^* と p_{-i} 、 P 、および Y がそれぞれ $g_W = g_{\bar{A}}\Pi$ 、 Π 、 $g_{\bar{A}}$ の成長率で成長することを考慮すると、 v_1, v_2, v_3 の成長率は $g_{\bar{A}}^{2-\theta}\Pi$ である。したがって、BGP 上で先駆者および追随者としての名目価値は $\Pi g_{\bar{A}}^{2-\theta}$ で成長する。

$$V_{1,t+1} = \Pi g_{\bar{A}}^{2-\theta} V_{1,t} \quad (27)$$

$$V_{2,t+1} = \Pi g_{\bar{A}}^{2-\theta} V_{2,t}. \quad (28)$$

3.6 市場均衡条件

まず、労働市場の均衡条件は以下のように示される。

$$N_t = L_t + m_t(c_E + c_1\sigma_{1t}^{\zeta} + c_2\sigma_{2t}^{\zeta}), \quad (29)$$

総労働供給は基準化する。また、 m_t は市場に参入しようとしている起業家の数を表す。生産されたすべての最終財は、代表的家計によって消費されるため、財市場は単純に $Y_t = C_t$ で均衡する。

また、先駆者と追随者の参入と退出を均衡させる必要がある。先駆者の場合は

$$m_t\sigma_{1t} = \delta_t, \quad (30)$$

となり、追随者の場合

$$m_t\sigma_{2t} = \frac{\delta_t\lambda_t(1 - \delta_t)}{\delta_t + \lambda_t(1 - \delta_t)}. \quad (31)$$

となる。

3.7 均衡

市場均衡の定義は以下の通りである。

均衡とは、 $\{(p_{it}(S), l_{it}(S))\}$ で $i = \{1, 2, \dots, n(S)\}$ および $S \in [0, 1]$,

$W_t, r_t, i_t, C_t, B_t, \sigma_{1t}, \sigma_{2t}\}_{t=0}^{\infty}$ に対して、初期値 $B_{-1}(1+i_{-1}), p_{i,-1}(S), A_{-1}(S)$ および $i = \{1, 2, \dots, n(S)\}$ 、 $S \in [0, 1]$ を所与とした上で次の条件が満たされることである。

1. 価格の調整に係る摩擦の大きさを所与として、企業の選択 $\{p_{it}(S), l_{it}(S)\}_{t=0}^{\infty}$ は、すべての $i = \{1, 2, \dots, n(S)\}$ および $S \in [0, 1]$ において利益を最大化する
2. 家計の選択 $\{C_t, B_t\}_{t=0}^{\infty}$ は、家計の期待効用を最大化する
3. 先駆者または追随者としての参入の選択は、起業家の参入に対する期待価値を最大化する
4. 相対的生産性 $A_t(S)/\bar{A}$ は成長についての式に従い、不変分布を形成する
5. 労働市場、財市場、および企業数の市場が均衡する

4 高いトレンドインフレ率がもたらす影響

この章では、モデルから定量的な含意を示し、最適トレンドインフレ率の決定に影響を与える4つの経路について議論する。

4.1 キャリブレーション

モデルパラメータを日本のデータとの整合性を意識しつつキャリブレーションする。キャリブレーションには2つの方法を用いている。まず、いくつかのパラメータは、既に利用可能なデータや標準値をそのまま用いている。残りのパラメータについては、本モデルの特徴点ともいえる（1）製品ライフサイクル、（2）平均マークアップとその分散、（3）経済成長をキャリブレーションのターゲットとしつつ、モデルから示唆されるこれらの変数の値がデータと符合するように値を選択する。その際、特に記載のない限り、2000年から2020年の日本の平均インフレ率に概ね対応するインフレ率0%を前提としつつ、そのもとで得られるモデルの値を用いている。¹¹⁾

表1にキャリブレーション結果を示している。キャリブレーションの対象としているパラメータは10個あり、その中で先駆者となるためのR&Dコスト c_1 を1として基準に用いている。割引率 β は、既存研究における標準的な値である0.997に設定されている。R&Dコスト関数は二次関数であると仮定し、 $\zeta = 2$ とする。 α は [Higo and Saita \(2007\)](#) などの日本経済に関する既存の実証研究を参照して設定してい

¹¹⁾なお、[Adam and Weber \(2019, 2023\)](#) では、本稿のモデルのようなマークアップの内生的変化や内的成長は捨象されているため、製品価格のライフサイクルが主たるキャリブレーションターゲットとなるが、本モデルでは、マークアップと経済成長に関する含意も持つため、追加のターゲットが必要となる。

パラメータ	値	ターゲット
β	0.997	標準値 (年次: 0.99)
γ	17.1	マークアップ分布の標準偏差: 12.6%
θ	3.98	平均マークアップ: 20%
α	0.49	Higo and Saita (2007) (月次: 0.79)
ϵ	0.0073	平均年次生産成長率: 0.263%
ζ	2.0	標準値
ϕ	2.0	標準値
c_1	1.0	正規化
c_2	1.26	Higo and Saita (2007): 退出率 = 8.99%
c_E	0.62	製品導入から1年後の価格下落率: 3.09%

表 1: キャリブレーション結果

る。残りの5つのパラメータについては、(1) 製品登場後1年以内の価格変動の一般的な傾向、(2) 製品の退出率、(3) 平均的な製品のマークアップ、(4) 製品のマークアップの分散、(5) マクロ全体でみた労働生産性の成長率、をキャリブレーションのターゲットとして設定している。¹²⁾

製品価格のライフサイクルを再現するため、3つの先行研究、具体的には、耐久財についてはAbe et al. (2016)、非耐久財についてはDong et al. (2019)、サービスについてはAdam and Weber (2023) を参照している。まず、Abe et al. (2016) は、2012年12月から2015年12月までの期間、オンラインショッピングプラットフォームKakaku.com を使用して家電製品の価格のライフサイクルを計算している。キャリブレーションでは、このうち、エアコン、冷蔵庫、洗濯機、炊飯器、掃除機、電子レンジ、空気清浄機、カーナビ、テレビ、プリンター、ビデオレコーダー、ノートPC、デスクトップPC、カメラの計算結果を使用し、2020年基準の消費者物価指数のウェイトで集計したうえで、これを対応する期間の耐久財の消費者物価指数 (Consumer Price Index, CPI) を用いて相対価格に変換している。

次に、Dong et al. (2019) のデータセットは、日本のスーパーにおけるPOSスキャナーデータを使用している (1988年4月から2017年12月までの日次販売データ)。このデータセットには、価格と数量に関する情報が含まれており、これも相対価格に変換したうえで利用している。

最後に、サービスについては、日本の実証分析においてライフサイクルデータを

¹²⁾表に示されているターゲットデータはパラメータと1対1に対応していないが、5つの指標はそれらの値を特定する上で重要な役割を果たしている。ターゲットのデータのより詳しい説明については付録Bを参照されたい。

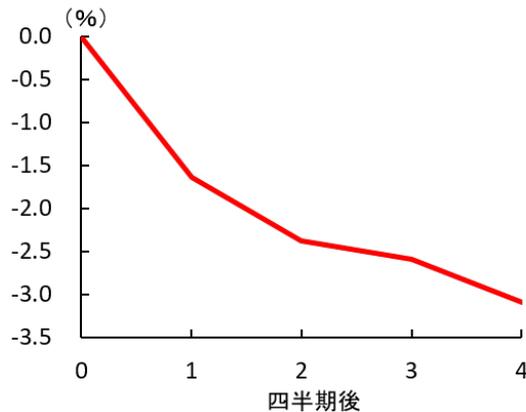


図1: データから得られた第四半期までの製品価格ライフサイクル

報告しているものがないため、Adam and Weber (2023) の表5で示されたイギリスのデータを使用している。サンプル期間は1996年2月から2016年12月までである。具体的には、モデルにおける g_z/q_z に対応する相対価格の平均変化を、当該表5の第1列と第4列の比率を用いて計算している。もっとも、ライフサイクル期間中の価格下落の平均値のみが記載されているため、キャリブレーションでは、ライフサイクル全体を通じて、この平均的な変化が一定であると仮定している。最後に、耐久財、非耐久財、サービスそれぞれについて得られたライフサイクルの大きさについて、2020年基準の対応する消費者物価指数ウェイトを用いて集計している。

図1は、データから得られた製品価格のライフサイクルを示している。なお、キャリブレーションのターゲットとして、製品登場から1年後（4四半期後）の価格の下落幅を使用していることに留意されたい。

4.2 先駆者の主要な変数のライフサイクル

図2は、先駆者が、市場参入後、生産する製品について直面する典型的なライフサイクルを、主要な変数に対してプロットしたものである。具体的には、相対価格 p_t/P_t 、絶対価格 p_t 、実際の価格と最適価格のギャップ p_t/p_t^* 、および実質生産量 y_t を示している。¹³⁾ また、トレンドインフレ率の影響を確認するために、トレンドインフレ率が2%および-2%の場合を描いている。

モデルにおいて、製品ライフサイクルは、先駆者と追随者の間で生じる価格競争とトレンドインフレ率という2つの要素によって生じる。図2の左上に示されているように、先駆者の製品の相対価格は、先駆者が創造的破壊とともに市場に参入した

¹³⁾ この経済には無数のセクターが存在し、それぞれのセクターは、生産性、一番最後に創造的破壊が発生した時点、セクター内の企業が一番最後に価格を変更した時点、および追随者がセクターに参入した時点（追随者が存在する場合のみ）の意味で異なっている。もっとも、ここでは、製品のライフサイクル全体像を描写する観点から、これらの異なるセクター全体の平均を取ったものを示している。

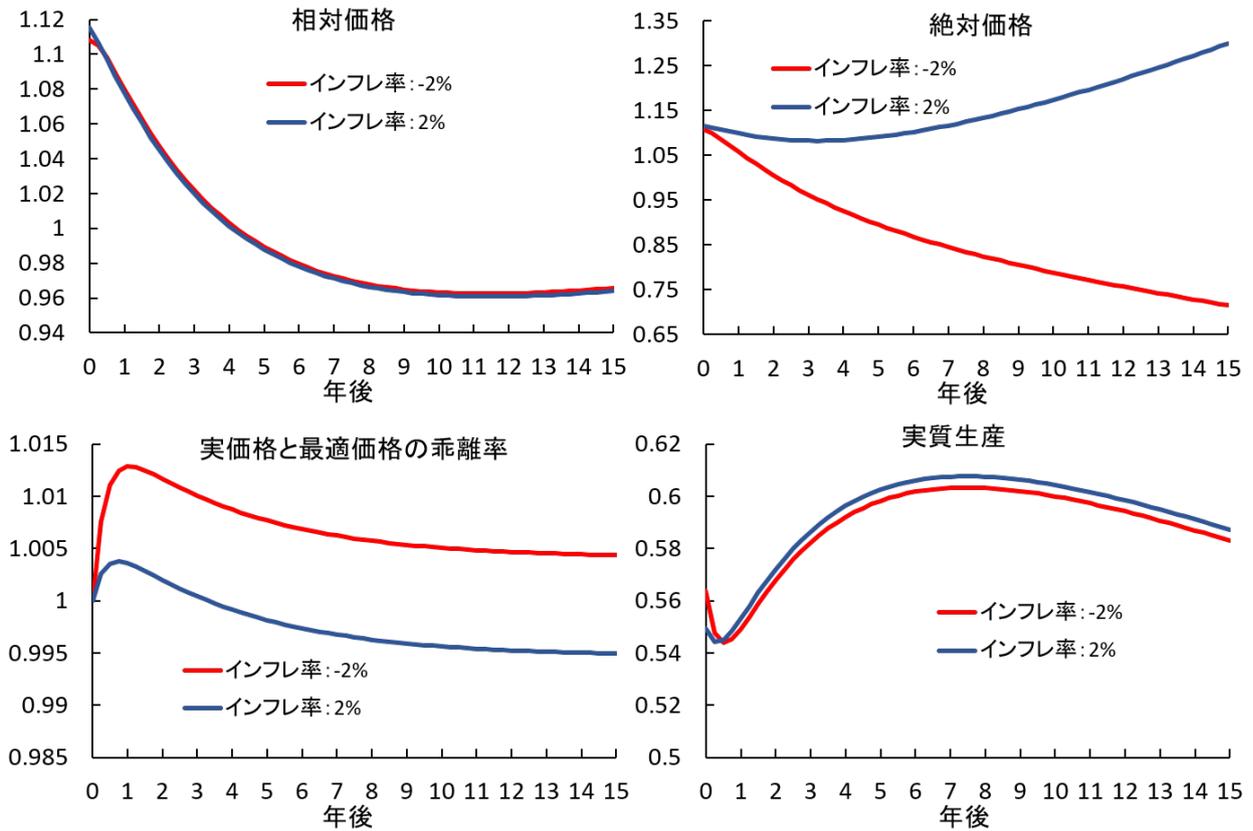


図 2: 先駆者の製品ライフサイクル

注：先駆者が生産する製品のライフサイクルにおける主要な変数の典型的な動き：相対価格 p_t/P_t (左上)、絶対価格 p_t (右上)、実際の価格と最適価格のギャップ p_t/p_t^* (左下)、および実質生産量 y_t (右下)。

時点には高くなっている。この時点では、先駆者は独占企業であり、利益を最大化するために製品価格を高く設定する。もっとも、その後、トレンドインフレ率の値に関わらず、製品の相対価格は下落を始める。これはAdam and Weber (2023) などの既存の実証研究の観察結果とも一致する。この製品の相対価格の下落の理由は、当該市場への追随者の参入である。追随者が市場に参入すると、先駆者は、自身の製品への需要が追随者の製品に大きく奪われることを避けるため、価格改定の契機が到来する限りにおいて、相対価格を引き下げる誘因を持つ。もっとも、追随者が参入した場合でも、参入後 10 年ほど経つと、殆どの場合で価格改定の契機が到来し、両企業が同じ価格を設定することになるため、先駆者の利益に対する下方圧力は緩和される。

上記の 2 つの要因の効果は、絶対価格水準のライフサイクル (図 2 右上) で最も顕著に見られる。トレンドインフレ率が正の場合には、相対価格の下落を相殺する形で、先駆者の絶対価格水準は概ね横ばいで推移する。一方、負のトレンドインフレ率の場合、先駆者は絶対価格水準を引き下げる誘因を持つ。もっとも、図 2 の左下から示唆される通り、価格硬直性が存在するもとの、先駆者は伸縮的に価格を調整す

ることはできず、その結果、トレンドインフレ率が正の場合は実際の価格と最適価格のギャップが1に近くなる一方、トレンドインフレ率が負の場合は1から大きく逸脱することになる。

最後に、先駆者の生産量の推移（図2右下）をみると、参入直後の期間の先駆者の製品の生産量は、独占企業として行動することを映じて低位でとどまる。その後、追随者が市場に参入し、市場が複占となると、生産量は増加していく。なお、トレンドインフレ率が正の場合は、負の場合と比較して損失が小さくなることから、生産量が一般的に高いことがみてとれる。

4.3 トレンドインフレ率が主要変数に与える影響

次に、トレンドインフレ率が市場の環境や主要変数にどのような影響を与えるかを考察する。

4.3.1 企業の利益に対する影響

図3および図4は、トレンドインフレ率と企業の利益および相対価格の関係について、4つの異なる競争状態ごとに図示したものである。具体的な競争状態は、まず、独占（市場に先駆者のみが存在する場合）と、複占（先駆者と追随者が共存し競争している場合）があり、後者はさらに複占Ⅰと複占Ⅱに分かれる。複占Ⅰとは、2つの企業が異なる価格を設定している状態であり、複占Ⅱは両企業が同じ価格を設定する状態である。複占市場においては、追随者が市場に参入した時点においては、先駆者は価格改定できないことから、2社の製品価格は異なっており、先駆者が価格を調整できない限りにおいて、両製品の価格は異なるままとなる。先駆者が価格を変更する機会が訪れると、両企業の価格は同一になる。価格が収斂すると、両企業の利益も同一となる。これが複占Ⅱの状態に対応する。

先駆者が創造的破壊・新製品開発によって市場に参入すると、独占企業として振る舞うため、図3および図4の左上のパネルに示されているように、その他の2つの競争状態と比較して高い価格を設定し、最大の利益を得る。追随者が参入すると、先駆者は価格を再設定できるまで、図の右上のパネルの状態にいることになる。先駆者は高い価格を維持せざるを得ないもとの、市場自体は独占から複占へと移行しているため、自身の製品への需要が低下し、利益は減少する。追随者が参入し、かつ先駆者が価格を調整する前の時点における、追随者の利益と価格は左下のパネルに示されている。追随者が設定する価格は、トレンドインフレ率に関わらず、先駆者が設定する価格よりも低いことに注意されたい。これは、追随者は、参入時に価格を自由に設定できるという仮定の下で、価格を低く設定し、需要を奪うことが最適

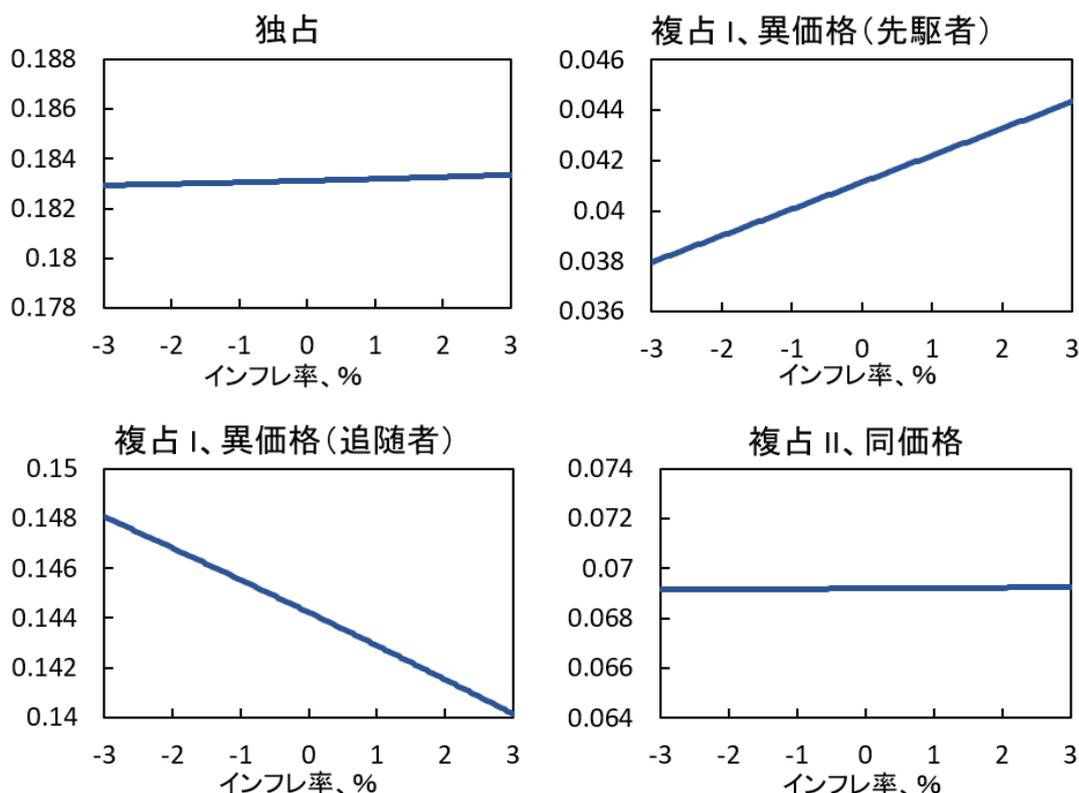


図3: 競争状態別に見たインフレが企業の平均利益に与える影響

注: 競争状態別のトレンドインフレ率と企業の利益の関係: 独占 (左上)、異なる価格を設定する複占での先駆者 (右上) と追随者 (左下)、同じ価格を設定する複占 (右下)。

であるためである。この結果、追随者は先駆者よりも高い利益を得ることができる。その後、価格改定の契機が到来し、先駆者が価格を更新すると、市場は図の右下のパネルに示される競争状態へ移行し、両企業の価格と利益はともに収斂する。

これらの2つのパネルからわかるように、トレンドインフレ率は、セクターが独占市場 (左上) または2つの企業が同じ価格を設定している複占市場 (右下のパネル、複占II) である場合、企業の利益や価格に大きな影響を与えない。それに対して、図4の右上および左下のパネルに示されるように、複占Iの状態では、トレンドインフレ率が企業の価格に相応に大きな影響を与え、その結果、先駆者と追随者の利益に非対称な変化をもたらす。具体的には、利益に関して、トレンドインフレ率が高いほど、先駆者に有利に、追随者には不利に働く。

トレンドインフレ率が先駆者と追随者に非対称な影響を与えるメカニズムは次の通りである。トレンドインフレ率が正の場合、価格の硬直性のもとで先駆者の製品の絶対価格の水準の調整が緩慢になるため、相対価格は時間とともに下落していく。これは、追随者の参入による先駆者の利益の減少を軽減する効果を持つ。図4の右上および左下のパネルに示されているように、先駆者の製品価格は追随者の製品価格よりも高いままであるものの、先駆者は、自社製品に対する需要の大幅減少を免れ

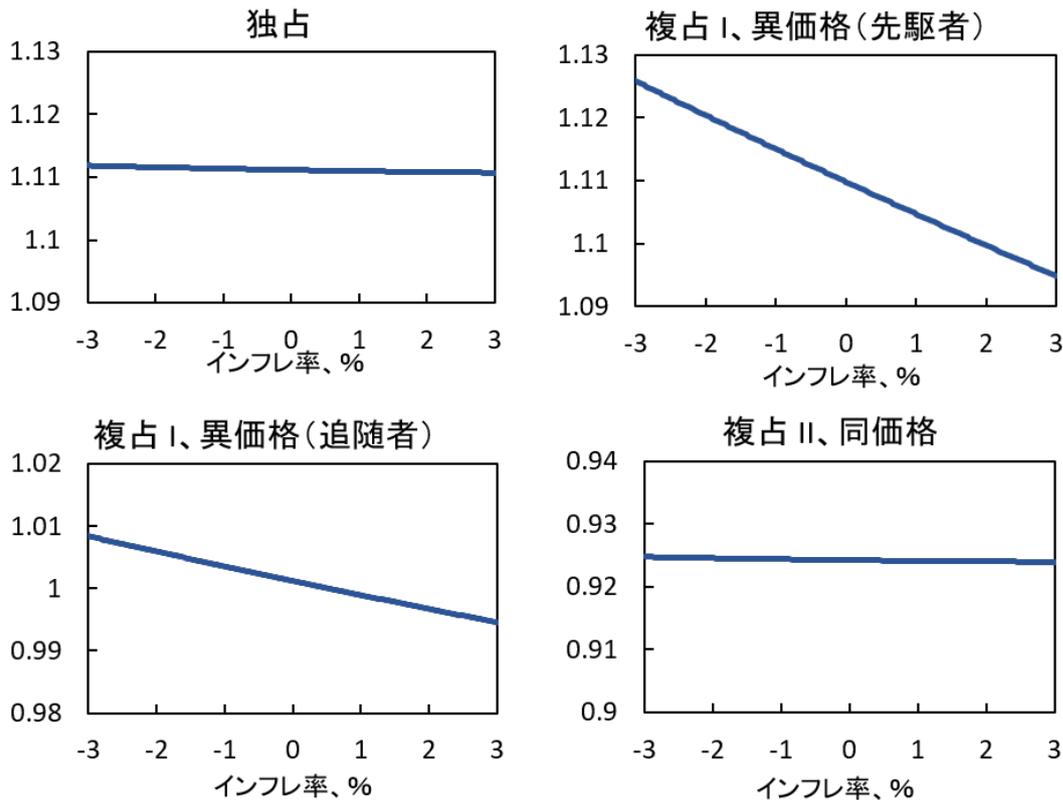


図4: 競争状態別に見たインフレが相対価格に与える影響

注: 競争状態別のトレンドインフレ率と企業の相対価格の関係: 独占 (左上)、異なる価格を設定する複占での先駆者 (右上) と追随者 (左下)、同じ価格を設定する複占 (右下)。

ることができる。これは、相対価格で見ると、両者の製品の価格差が比較的小さいためである。一方、トレンドインフレ率が0%または負である場合には、トレンドインフレによる相対価格の継続的な下落は発生しない。むしろ、図4に示されているように、トレンドインフレ率が負の場合には、複占Iの状態における先駆者の製品の相対価格は、独占状態で設定された相対価格よりも高くなってしまふ。このような負のトレンドインフレ率の下では、追随者はトレンドインフレ率が正の状態の下での価格と比較してより高い価格を設定するが、両企業の製品間の価格差はむしろ拡大し、結果的に両製品が直面する需要差が大きくなり、先駆者からみれば利益の損失が大きくなる。

なお、図3の左上および右下のパネルの競争状態における企業の平均利益は、定量的には小さいものの、トレンドインフレ率とは完全に無関係ではない。図3の右下のパネル (複占II) の状態では、トレンドインフレ率が負の領域で利益が最大となる値が存在する。この経済では、生産性向上の結果として実質賃金が正の成長率で増加しているため、トレンドインフレ率がこの負値から乖離すると、名目賃金の伸び率が0%でなくなり、Oikawa and Ueda (2018) で論じられているとおり、価格硬直性による歪みを生み出すことになる。図3の左上のパネル (独占) の状態では、企業の利

益はインフレ率に対して増加する。この正の関係は、先駆者が、追随者が存在しない場合と比べて、より低い価格を設定する誘因を持つ、という予防的動機を反映している。追随者の参入によって自身の製品のマークアップが低下するリスクがない場合、価格硬直性がある下では、トレンドインフレ率は0%が最適となる。しかし、マークアップが低下する確率がある場合には、先駆者は追随者が市場に参入した際の自身の利益の減少を軽減するために、実際の価格をより低く設定する。¹⁴⁾

4.3.2 生産性成長と効率性に対する影響

次に、上記のトレンドインフレ率が先駆者と追随者の利益に与える非対称な影響を考慮しつつ、生産性成長率 $g_{\bar{A}_t} = \bar{A}_t / \bar{A}_{t-1}$ に対するトレンドインフレ率の影響を確認する。図5は、トレンドインフレ率の先駆者または追随者としての市場参入確率に対する影響（左のパネル）と、生産性成長への影響（右のパネル）を示している。まず図の左側は、企業が先駆者として市場に参入する確率が、トレンドインフレ率の上昇とともに増加し、一方で追随者として参入する確率は減少することを示している。前述のとおり、正のトレンドインフレ率は、「独占」および「複占I」の競争状態にある先駆者に有利に働き、他方で、「複占I」の状態にある追随者には不利に働く。これらの結果は、企業が参入の前段階においてR&Dの仕向け先を選択する際に、追随者ではなく先駆者として参入するための追加的な誘因となる。結果として、0%または負のインフレ率の場合と比較して、正のインフレ率の場合には、先駆者に係る投資である σ_1 の値が大きく、追随者に係る投資である σ_2 の値が小さくなる。図の右側に示されているように、トレンドインフレ率が高いと、先駆者になるためのR&Dの増加がより多くの創造的破壊や新製品の開発を促進し、経済全体でみれば生産性成長率の上昇につながることになる。

4.3.3 マークアップに対する影響

図6は、トレンドインフレ率が経済における競争環境に関連する変数に与える影響を整理したものである。左上のパネルは、経済全体に存在する企業が設定するマークアップの平均値への影響を示している。見てわかるように、このマークアップは、トレンドインフレ率の単調増加関数となっている。前述のように、トレンドインフレ率が高いほど、企業は、追随者になるよりも先駆者になるためのR&D活動により

¹⁴⁾ 正のインフレはこのような先駆者の誘因を補完する作用を持っている。この場合、先駆者の相対価格は、競争状態「複占II」においても、仮に価格を柔軟に調整できる場合に設定する価格に近くなり、潜在的な利益の減少を緩和することになる。勿論、上記で述べたように正のトレンドインフレの場合には、名目賃金の伸び率が正であることに由来するコストは存在するものの、正のトレンドインフレ率が先駆者の需要減を抑制する効果が定量的には上回る。

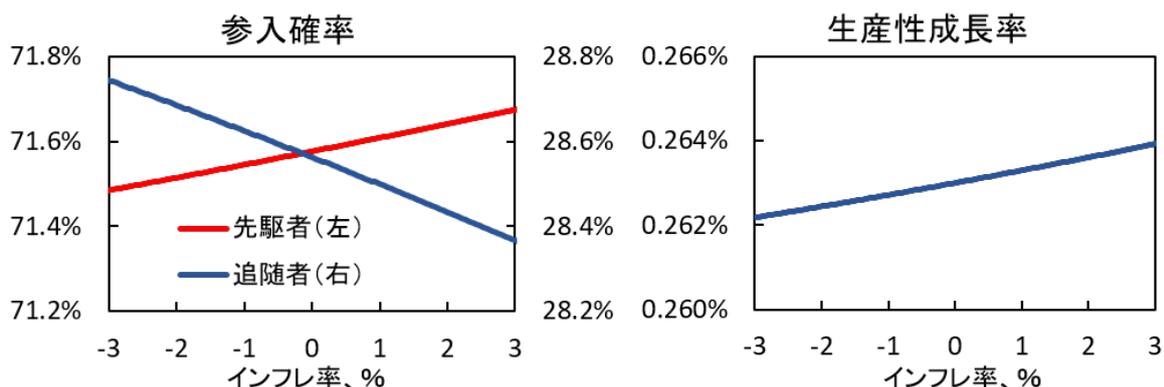


図 5: インフレが生産性成長に関する値に与える影響

注: トレンドインフレ率と、先駆者または追随者として市場に参入する確率 (左) および生産性成長への影響 (右) の関係

多くの資源を割り当てるため、より多くの企業が先駆者として新製品を開発して市場に参入することになる。この結果として、経済全体の市場構造の分布は、複占ではなく独占となるセクターの割合が増加する (右上のパネル)。左下のパネルに示されているように、先駆者と追随者のそれぞれの平均的なマークアップ自体はトレンドインフレ率に対して単調に増加するわけではないが、経済全体で見れば、こうした市場構造がもたらす独占セクターの割合の増加が支配的な効果を持ち、それがトレンドインフレの上昇に伴うマークアップの増加につながっていることがわかる。なお、マークアップが高い独占市場の構造を持つセクターの割合が大きくなると、他の条件が同じであれば、経済全体の効率性が低下する。実際、右下のパネルに示されるように、全体の労働生産性の水準はトレンドインフレ率の上昇とともに低下する。

この経済では、企業間のマークアップに大きなばらつきがある。図7は、トレンドインフレ率がキャリブレーションの基準である 0% の時の経済における各企業のマークアップの確率分布を示している。平均マークアップは約 20% であるが、マークアップの水準は企業間で大きく異なり、このばらつきは 3 つの要因に起因する。第一の要因は、名目価格の硬直性である。標準的なニューケインジアンモデルと同様に、每期一定数の企業は、現在の価格が望ましいマークアップを達成していないにもかかわらず、名目価格を調整できない。これにより、企業が最後に価格を調整した時点の違いなどによって企業間で価格が異なることになり、これがマークアップのばらつきに帰結する。第二の要因は、市場条件の違いである。独占企業は複占市場のセクターに存在する企業対比で、高いマークアップを享受することができるため、独占市場と複占市場の割合の変化が企業間のマークアップのばらつきに影響を与える。第三の要因は、セクター間での生産性のばらつきである。創造的破壊・新製品の開発は、経済全体でランダムに発生し、式 (18) に従って、式 (19) で規定される定常分布を生成する。したがって、創造的破壊の頻度によってセクターごとの

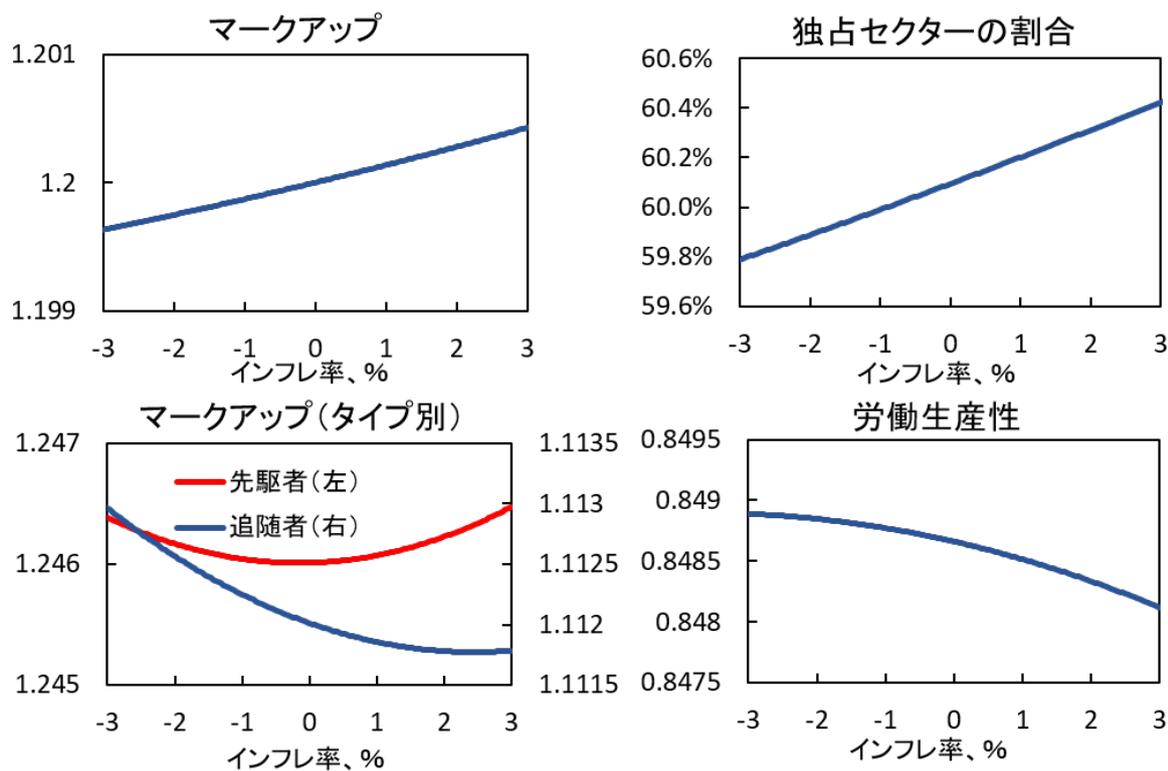


図6: インフレがマークアップの指標に与える影響

注: トレンドインフレ率と全体のマークアップ (左上)、独占セクターの割合 (右上)、先駆者および追随者のマークアップ (左下)、および全体の労働生産性の水準 (右下) の関係
生産性レベルが異なり、これがマークアップのばらつきの要因として作用する。¹⁵⁾

4.4 最適トレンドインフレ率

上記の定量分析を踏まえると、トレンドインフレ率の上昇は、本稿が想定する経済における社会厚生に対して、4つの異なるメカニズムで影響を与えることが示唆される。

- 経路1: マークアップの低下に伴う先駆者の損失の軽減
- 経路2: 名目賃金の成長に伴う価格の歪みの拡大
- 経路3: 創造的破壊・新製品の開発による生産性成長の向上
- 経路4: 独占市場の割合の増加に伴う非効率性の拡大

¹⁵⁾ この図で見られるふた山の特性は、 $n(S) \leq 2$ という簡略化から生じる。この分布の形状はデータと一致していないが、マクロ経済的な含意には影響せず、 $n(S) > 2$ のセクターも含まれるより一般的なケースでは山がスムーズになることが予想される。

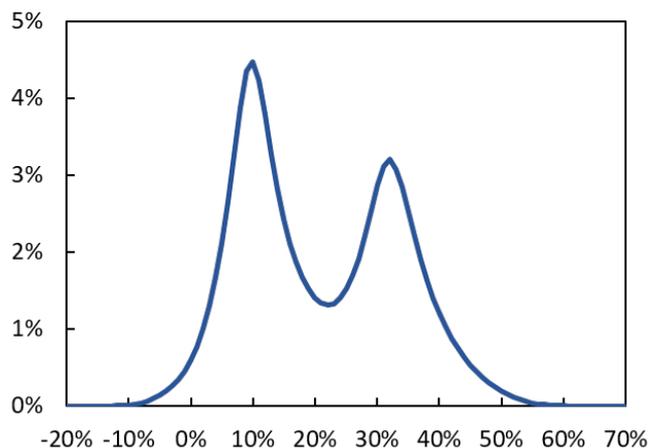


図7: モデルにより得られたマークアップの確率密度

経路 1： マークアップの低下に伴う先駆者の損失の軽減

トレンドインフレ率は、特に複占 I の競争状態において、製品価格のライフサイクルの変化を通じて、先駆者のマークアップや収益に影響を与える（図4および3参照）。正のトレンドインフレ率の下では、負のトレンドインフレ率の時と比べて、先駆者の相対価格は押し下げられ、均してみれば、利益は高くなる。これは、実際の価格と最適価格（仮に、先駆者がその時点において価格を調整できる場合に設定するであろう価格）の乖離が、相対的に小さいことを意味する。言い換えれば、他の条件が同じであれば、名目の価格硬直性に由来する経済の歪みは、正のトレンドインフレ率の下で小さくなる。¹⁶⁾なお、留意したいのは、正のトレンドインフレ率は追随者には有利に働かないため、経済全体でみた場合の、この経路 1 を通じた正のトレンドインフレ率による便益は、ネットの効果であるという点である。言い換えると、トレンドインフレ率が最適な水準から乖離することのコストは、端的には、先駆者と追随者の双方から財を購入する家計が直面する資源配分の歪みに一致する。競争状態ごとにみると、歪みは、名目硬直性が存在する経済にのみに現れる複占 I の状態で生じる。図4に示されているように、トレンドインフレ率の大きさに関わらず、複占 I の状態では、先駆者と追随者が生産する製品間に相対価格差が生まれるが、トレンドインフレ率が 0% を下回るとこの差は顕著になる。相対価格差は、家計が支出する先駆者の製品と追随者の製品の配分に歪みを生じさせ、家計の厚生損失をもたらす。

この波及経路は、[Adam and Weber \(2019, 2023\)](#) が提唱している経路と類似してい

¹⁶⁾別の観点から見ると、自社製品のマークアップについて、その後の低下リスクがない企業のみで構成される経済を想定すると、最適なインフレ率は 0% になると考えられる。逆に、每期、理想的なマークアップが外生的に低下する企業のみで構成される経済を考えると、最適なインフレ率はこの理想的なマークアップの変化の逆数になるだろうと考えられる。本稿のモデルのようにこれら 2 種類の企業が混在する場合、最適なインフレ率は正であるものの、後者の経済での値ほど大きくはないということである。

る。彼らのモデルにおいても、トレンドインフレ率が0%の場合であれば、製品の絶対価格水準は時間とともに下落する。もっとも、彼らのモデルでの価格下落の原因は、企業が直面する正の生産性成長率であり、追随者の参入によって価格の下落が生じる本稿のモデルとは異なるメカニズムとなっている。¹⁷⁾

経路2：総労働コストの上昇に伴う価格の歪みの拡大

トレンドインフレ率の上昇は、企業が直面する生産要素の名目価格、本モデルで言えば、賃金の名目成長率を変化させることを通じて、企業が直面する価格調整に係る費用を変動させる。実質賃金が生産性成長率と同じ速度で成長する場合、トレンドインフレ率がゼロであれば、名目賃金は正の成長率で成長する。名目賃金が継続的に上昇すれば、新規参入企業を除くすべての企業が、その上昇率に対応する分だけ、時間とともに継続的に価格を引き上げる必要がある。もっとも、仮に、トレンドインフレ率が負であって、その値が実質賃金成長率の逆数に近い場合には、名目賃金の成長率が0%程度となるため、企業が価格を継続的に調整する誘因は極めて小さくなる。この観点からは、実質賃金成長率が正 ($g_{\bar{A}} > 1$) である限り、トレンドインフレ率が負である方が、生産要素の名目価格変動に伴う製品価格の調整のコストを節約することができる。このメカニズムは、Oikawa and Ueda (2018) で議論されているメカニズムに近い。もっとも、当該モデルでは、価格硬直性がメニューコストの形で現れると想定されている点が本モデルとは異なる。^{18) 19)}

経路3：創造的破壊・新製品の開発による総労働生産性成長の上昇

本稿のモデルの特徴は、図5で見たとおり、製品のライフサイクルとR&D活動において相互作用が存在する点である。上述の第一の経路を通じて、正のトレンドインフレ率は、製品価格のライフサイクルに影響を与えることを通じて、先駆者の利益を押し上げる方向に作用する。したがって、トレンドインフレ率が高いほど、先駆者として市場に参入する場合の予想利益は増加し、追随者として参入する場合の予想利益は減少する。企業は、これらの予想利益の大小を考慮して、R&Dの資源の割り振りを決定することから、トレンドインフレ率がより正の値を取れば、先駆者

¹⁷⁾ 当該論文においても、価格を調整できる企業と価格を調整できない企業のいずれもが相対価格を最適にできるインフレ率が存在し、その値は正であることが指摘されている。

¹⁸⁾ 既存研究においては、価格の硬直性を表現する複数の方法が提案されており、表現の方法によって、価格硬直性のコストの現れ方も異なるものになる。

¹⁹⁾ Mineyama et al. (2022) は、既存企業だけでなく新規企業についても、参入時点において、価格設定のメニューコストを払うとする想定をモデルに導入すると、トレンドインフレ率が高くなるほど、革新的な製品を開発する企業の割合が増加し、最適トレンドインフレ率がOikawa and Ueda (2018) で主張された値よりも高くなることを示している。

になることを選択する新規参入者の割合が大きくなる。²⁰⁾より多くの新規参入者が先駆者になることを選択すると、創造的破壊・新製品の開発がより頻繁に発生することになり、図5の右のパネルに示されているように、マクロ経済全体でみた生産性はより速く成長する。

経路4：独占市場の割合の増加に伴う非効率性の拡大

より多くの企業が先駆者になることを選択すると、経済全体では、独占状態の市場構造を持つセクターの割合が増加する。もっとも、図6に示されているように、独占企業は複占のセクターに存在する企業と比較すると高いマークアップを設定するため、当該セクターの平均な生産効率が低くなる。上述の通り、このような変化は生産性成長率を高めるものの、水準でみた全体の生産性を低下させる。この市場構造の分布にかかる経路についてのみ考えるのであれば、負のトレンドインフレ率が好ましいこととなる。

表2は、4つの経路の特徴をまとめたものである。実際、4つの経路について、正のトレンドインフレ率が及ぼす影響の符号は異なるため、最適トレンドインフレ率が0%を超えるか下回るかは、先験的には明らかではない。もっとも、製品価格が、製品登場後に下落するという相応に広く観察される経験的規則性を踏まえると、最初の2つの経路、すなわち経路1と経路2を合計したもののみについて考察するのであれば、正のトレンドインフレ率が望ましいことが示唆されている。その理由は、製品の絶対価格がライフサイクル全体でみて安定するような方策、すなわち正のトレンドインフレ率の導入が、名目価格の調整の誘因を減少させることを通じて、価格の硬直性に由来する歪みを抑制すると考えられるからである。この点を所与とすると、本稿のモデルにおいては、創造的破壊（経路3）の利益が独占的環境による損失（経路4）を上回れば、最適なトレンドインフレ率は正となることになる。

	Positive	Negative
製品ライフサイクル	経路1	経路2
新規参入者のタイプの再配置	経路3	経路4

表2: 4つの経路

注：各経路が製品ライフサイクルまたは新規参入者のタイプの割合変化に関連しているか否か、正のインフレ率または負のインフレ率を支持するか否かで区分された表。

²⁰⁾ここでの議論は、セクター内の製品の最大の数が2に制限されているケースに限定されるものではなく、3以上も含まれるのより一般的なケースにも適用できる。 $n(S) > 2$ のセクターも含まれるケースでは、複数の追随者が参入することで、先駆者のマークアップが継続的に低下するリスクが存在することになるが、式13から示唆されるとおり、定量的には、 $n(S) = 1$ から2に移行する際のマークアップの低下が最も顕著であり、2を超える競争状態における追加的な参入では限界的なマークアップの低下幅は、徐々に減衰する。

日本のデータにキャリブレーションされたモデルを用いて、代表的家計の経済厚生を最大化する最適トレンドインフレ率を試算すると、はっきりとした正の値が得られる。ただし、本研究では考慮していないゼロ金利制約や名目賃金の下方硬直性などをモデルに入れると、この値は、当然に変わり得る点には留意が必要である。前述のとおり、トレンドインフレ率が経済に影響を与える経路は4つあるが、次に、各経路がこの最適なトレンドインフレ率に与える影響を定量的に評価するために、3つの異なる設定のモデルを別途構築し、それぞれにおいて、反実仮想シミュレーションを通じて、最適なトレンドインフレ率の試算を行った。具体的な設定は以下の通りである。設定 (a) 企業の参入と退出が外生的に固定された割合で発生する設定（ベースラインである0%のトレンドインフレ率の経済において生じる割合で固定）、設定 (b) 経済において生産性成長が0%である設定（ステップサイズ $\epsilon = 0$ と設定）、および、設定 (c) 参入退出率が設定 (a) と同様に外生かつ一定であり、加えて、設定 (b) と同様に、生産性が成長しない設定である。設定 (a) では、企業の参入退出がトレンドインフレ率に依存しないため、経路3と4のメカニズムは経済活動に作用しない。一方、設定 (b) では、そもそも、正の生産性成長率が価格水準のばらつきと経済成長の原因であることを考慮すると、経路2と3のメカニズムが経済活動に作用しないことになる。したがって、設定 (c) では、経路2、3、4のメカニズムが作用しない。この比較方法のもとでは、仮に、4つ全ての経路が存在しない場合、最適なトレンドインフレ率は0%に帰着するため、反実仮想の計算結果とベースライン計算結果を比較することで、各経路の定量的な寄与をある程度分解できることになる。²¹⁾

図8は、4つの経路の影響について、ウォーターフォール図で分解して示したものである。図からは、経路1（マークアップ）によって、最適トレンドインフレ率が0.88%上昇し、経路2（賃金）によって0.28%低下することを示している。また、経済成長を通じた経路である経路3（成長）が、定量的には最も大きな影響を及ぼし、最適トレンドインフレ率を2.05%引き上げ、一方で、経路4（独占）が1.28%引き下げることが示されている。ネットで見ると、正のトレンドインフレ率がもたらす経路1と3を通じた社会厚生への正の影響が、経路2と4を通じた負の影響を上回っていることがわかる。

²¹⁾ 設定 (b) とベースラインにはいずれも経路4のメカニズムが作用するが、より厳密に言えば、この2つを比較すると、先駆者として参入する際の期待生産性がステップサイズ分だけ異なる。この違いは起業家の先駆者と追随者の選択に影響することから、経路4がトレンドインフレ率に与える影響は両者の間で異なる。もっとも、影響を測定するため、(1) 設定 (b) と、(2) イノベーションにおけるステップサイズが、実際には0であるものの、企業が誤ってベースラインと同じ正の値だと認識するような経済における最適トレンドインフレ率を比較すると、その乖離は0.01%未満であり、少なくともここでキャリブレーションされたパラメータの値のもとでは、設定 (b) とベースラインの間で、経路4を通じた影響の違いは、定量的には軽微であると考えられる。

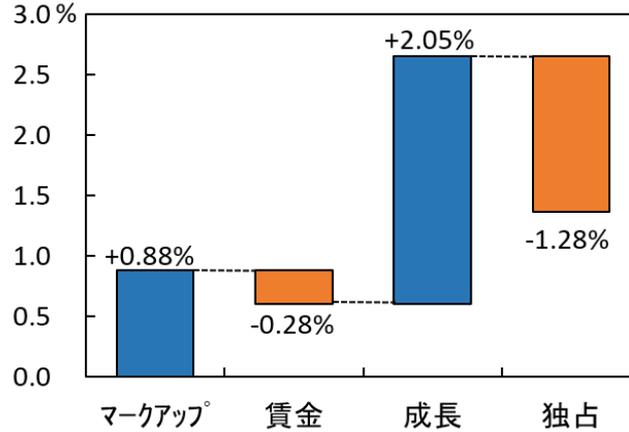


図 8: 最適トレンドインフレ率の 4 つの経路への分解

注: マークアップ、賃金、成長、独占は、それぞれ経路 1、2、3、4 に対応している。X 軸は最適トレンドインフレ率であり、4 つの経路の合計値が最適トレンドインフレ率の定量的結果を示している。

なお、経路 1 と 2 の効果の合計が、キャリブレーションされた製品ライフサイクルの価格目標の逆数、すなわち -3.09% に近い値にならない理由は、このモデルでは製品価格の下落幅が、外生的に決まるのではなく、トレンドインフレ率と先駆者と追随者の競争の相互作用によって内生的に決定されるためである。追随者の価格設定問題を思い出すと、市場に参入する時期、すなわち複占 I の状態では、追随者は最初に高い価格を設定するものの、需要を一定程度確保することを企図して、先駆者ほど高い価格水準は付けず、また、追随者が設定する価格水準は、先駆者が設定した価格に依存する。例えば、先駆者の設定している価格が、名目価格の硬直性の結果として高い場合、追随者は利益を増やすためにそれに応じた高い価格水準を設定するが、この結果、複占 I から複占 II へ移行する段階においては、先駆者と追随者の両方の価格水準の下落幅が大きくなる。²²⁾

4.5 頑健性

最適トレンドインフレ率の値は、主要パラメータの値によって、当然変化する。図 9 は、パラメータ値の変化に対する最適トレンドインフレ率の感度を示したものである。ここでは、6 つの主要パラメータ、すなわちセクター内の製品の代替の価格弾力性 γ 、セクター間の財の代替の価格弾力性 θ 、イノベーションのステップサイズ ϵ 、追随者となるためのコストパラメータ c_2 、参入コスト c_E 、および価格の硬直性の度合いを表すカルボパラメータ α の 10% の変化が、それぞれ最適トレンドインフレ率に与える定量的な影響を計算している。図 9 に示されているように、 γ と ϵ の増加は

²²⁾ また、モデルの製品価格のライフサイクルの進行速度について、実際の製品価格データの登場以降最初の年のデータを使用してキャリブレーションしていることにも注意が必要である。一般的な傾向として、初年における価格の低下幅は、2 年目以降に見られる低下幅よりも大きい。

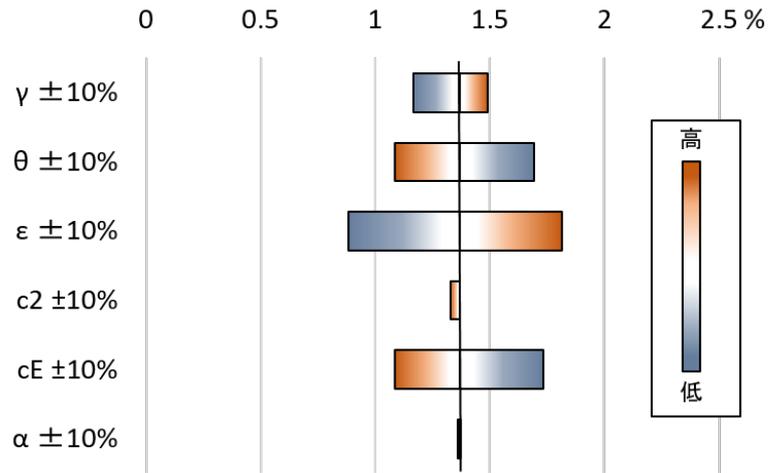


図9: 最適トレンドインフレ率といくつかのパラメータに対する感度

注: 6つの主要パラメータ(セクター内の価格代替弾力性 γ 、セクター間の価格代替弾力性 θ 、イノベーションのステップサイズ ϵ 、追従者コストパラメータ c_2 、参入コスト c_E 、およびカルボパラメータ α)の $\pm 10\%$ の変化が与える定量的な影響

最適トレンドインフレ率を引き上げ、一方で θ と c_E の増加は最適トレンドインフレ率を引き下げる。 c_2 と α の変化は最適トレンドインフレ率にあまり大きな影響を与えない。²³⁾

γ の増加 代表的家計はセクター内の製品間でより価格に敏感に反応するようになり、その結果として、平均的なマークアップが低下し、製品が一つであった場合(独占)と二つであった場合(複占)の間でのマークアップの差が拡大する。このもとでは、追従者の参入による相対価格の下落が大きくなり、製品の絶対価格をライフサイクル全体で安定させるためには、経路1を通じてより高い正のトレンドインフレ率が必要となる。従って、このパラメータの変更は、トレンドインフレ率が正のもとで先駆者になる誘因を高め、創造的破壊・新製品の開発を促進し、経路3を通じて生産性成長を高める。

θ の増加 代表的家計は特にセクター間の財の代替において価格に敏感に反応するようになる。平均マークアップは低下し、セクター間での競合が支配的である場合(独占)とセクター内での競合が存在する場合(複占)の間でのマークアップの差が縮小する。追従者の参入による相対価格の下落が小さくなり、経路1を通じて製品価格の絶対値を安定させるためには、より低い正のトレンドインフレ率が必要になる。製品サイクルを安定させることによる便益は低下し、逆に価格のばらつきを

²³⁾以下の感度分析では、支配的な要因である経路1と3のみで結果を説明している点には留意が必要である。実際には経路2と4も、勿論、重要な影響を与えており、例えば、創造的破壊・新製品の開発が増加する場合には、生産性成長(経路3)だけでなく、賃金成長率(経路2)が上昇し、独占企業の割合(経路4)が増加するといった経路も最適トレンドインフレ率の決定に影響を与える。

抑制することの便益が高くなるため、より低いトレンドインフレ率が必要になる。また、このパラメータの変更により、先駆者になることの誘因が低下し、経路3を通じて生産性成長が低下する。

ϵ の増加 創造的破壊によるステップサイズが拡大することで生産性成長を促進し、経路3を通じて最適トレンドインフレ率を引き上げる。

c_2 の増加 均衡においてより多くの新規参入者が先駆者になることで、追随者が参入するセクターが減り、製品のライフサイクルがより緩やかになる。この効果は、経路1を通じて最適トレンドインフレ率を引き下げる。一方で、より多くの企業が先駆者になると、創造的破壊の頻度が高まり、経路3を通じて最適トレンドインフレ率が上昇する。これらの相反する効果により、 c_2 の変化による最適トレンドインフレ率の変化は最小限にとどまる。

c_E の増加 参入コスト増により市場への参入者が減少することで、経路3を通じて生産性成長が妨げられる。その結果、最適トレンドインフレ率は低下する。

α の増加 価格硬直性が高まることで、追随者が市場に参入した際に先駆者が価格を調整できないリスクが増加し、イノベーションが幾分抑制される。トレンドインフレ率が高いほど、価格が調整できなくとも先駆者の相対価格の低下速度が高まることから、先駆者の利益損失が緩和され、経路3を通じて創造的破壊・新製品開発が促進され、生産性成長率が高まる。

5 結論

本研究は、製品価格のライフサイクルと企業のマークアップが経済活動に及ぼす役割に焦点を当てつつ、企業が開発する製品のタイプの選択と R&D 投資、製品価格のライフサイクル、そして両者の相互作用が、最適なトレンドインフレ率の水準に与える含意について理論的に分析している。分析においては、価格の硬直性を考慮した平易な内生的成長モデルを用いている。このモデルでは、企業は、市場に参入する前段階において製品開発（R&D 投資）をする際、その製品の性質に応じて、先駆者になるか追随者になるかの2つの選択肢を持っており、製品開発が成功し市場に参入した後のそれぞれの期待利益を見越したうえで、投資額を決定する。先駆者は新製品を作り出すことで創造的破壊をし、セクター内の独占企業となる。追随者は先駆者の製品と類似するものの同一ではない製品を開発し、参入後、既存の企業と競合する。先駆者および追随者としての期待利益は、2種類の企業のライフサイクルを通じた収益の大小に依存する。トレンドインフレ率の水準は、こうした企業の利益に影響を与えることで、参入前段階の企業の R&D の選択を変化させ、マクロ経

済全体での生産性の成長率にも影響を与える。著者達が知る限りにおいて、トレンドインフレ率によるこうした効果は、既存の最適トレンドインフレ率に関する研究においては扱われておらず、新しいものである。

日本のデータを踏まえてモデルのパラメータについてキャリブレーションを行い、シミュレーションを行ったところ、家計の経済厚生を最大化するトレンドインフレ率は、正の値をとることが示された。こうした結果が得られた主たる理由は、正のトレンドインフレ率が、製品のライフサイクルにおいて、先駆者の利益を増加させる一方、企業が追随者になる誘因を抑制することによる。高い期待利益を見越して、先駆者になるためのR&Dが増加し、創造的破壊と新製品の開発が増加することを通じて、マクロ経済の成長率が押し上げられることとなる。

なお、本研究には3つの留意点がある。第一に、本モデルでは、製品ライフサイクルにおける価格の下落は、主として既存企業と追随者間の競争に伴う製品マークアップの低下によるものであると想定している。もっとも、実際には、生産性上昇効果 (Adam and Weber (2019, 2023)) やファッション効果 (Ueda et al. (2019)) など、その他の要因も製品のライフサイクルに影響を与えている可能性がある。第二に、本モデルは、最適トレンドインフレ率に関する既存研究において、これまで重要であると考えられてきたすべての要素を、包括的に取り入れている訳ではない。例えば、Coibion et al. (2012) の研究で論じられているように、自然利子率の推移に不確実性があり、かつ、政策金利の実効下限が存在する場合において、実効下限に直面することのコストを回避する観点から事前に正のトレンドインフレ率を確保することの利点は考慮されていない。加えて、賃金の下方硬直性も本モデルには組み込んでいないなど、考慮されていない要素は相応に存在する。仮に、こうした要因を加えた場合には、本分析の定量的な含意は当然に変わり得る。第三に、シミュレーションを行う際のモデルのパラメータは、近年の日本の経済指標を選んで、それとの整合性を勘案しつつキャリブレーションされている。もっとも、R&Dのコストや企業の製品マークアップといったパラメータの値は、想定している経済構造や使用するデータの種類に依存し、値の推計自体に相応の幅をみておく必要があるほか、ターゲットとなる時期や地域によっても異なる可能性がある。こうした種々の論点を網羅する形で、本稿のモデルを拡張し、かつ、さまざまな時期や国のデータを用いて、モデルのパラメータの定量的な役割やモデルから得られる含意の頑健性を探究することが、今後の研究課題となる。

参考文献

- Abe, Nobuhiro, Yojiro Ito, Ko Munakata, Shinsuke Ohyama, and Kimiaki Shinozaki (2016), "Pricing patterns over product life-cycle and quality growth at product turnover: Empirical evidence from Japan." *Bank of Japan Working Paper Series*, No.16-E-5.
- Adam, Klaus and Henning Weber (2019), "Optimal trend inflation." *American Economic Review*, 109, 702–737.
- Adam, Klaus and Henning Weber (2023), "Estimating the optimal inflation target from trends in relative prices." *American Economic Journal: Macroeconomics*, 15, 1–42.
- Adam, Klaus and Henning Weber (2024), "The optimal inflation target: Bridging the gap between theory and policy." *CEPR Discussion Papers*.
- Aghion, Philippe and Peter Howitt (1992), "A model of growth through creative destruction." *Econometrica*, 60, 323–351.
- Akcigit, Ufuk and William R Kerr (2018), "Growth through heterogeneous innovations." *Journal of Political Economy*, 126, 1374–1443.
- Aoki, Kosuke, Yoshihiko Hogen, and Kosuke Takatomi (2023), "Price markups and wage setting behavior of Japanese firms." *Bank of Japan Working Paper Series*, No.23-E-5.
- Bilbiie, Florin O, Ippei Fujiwara, and Fabio Ghironi (2014), "Optimal monetary policy with endogenous entry and product variety." *Journal of Monetary Economics*, 64, 1–20.
- Bils, Mark (2009), "Do higher prices for new goods reflect quality growth or inflation?" *The Quarterly Journal of Economics*, 124, 637–675.
- Coibion, Olivier, Yuriy Gorodnichenko, and Johannes Wieland (2012), "The optimal inflation rate in new Keynesian models: should central banks raise their inflation targets in light of the zero lower bound?" *Review of Economic Studies*, 79, 1371–1406.
- De Loecker, Jan and Jan Eeckhout (2018), "Global market power." *NBER Working Paper Series*, No. 2018/137.
- Diercks, Anthony M (2019), "The reader's guide to optimal monetary policy." Available at SSRN 2989237.
- Diez, Mr Federico, Mr Daniel Leigh, and Suchanan Tambunlertchai (2018), *Global market power and its macroeconomic implications*. International Monetary Fund.
- Dong, Mei, Toshiaki Shoji, and Yuki Teranishi (2019), "Product cycle and prices: a search foundation." *Working Papers on Central Bank Communication*, 9.
- Edmond, Chris, Virgiliu Midrigan, and Daniel Yi Xu (2015), "Competition, markups, and the gains from international trade." *American Economic Review*, 105, 3183–3221.
- Friedman, Milton (1969), "The optimum quantity of money." In *The Optimum Quantity of Money and Other Essays*, Chicago: Aldine Publishing Company.
- Fuchi, Hitoshi, Nobuyuki Oda, and Hiroshi Ugai (2008), "Optimal inflation for Japan's economy." *Journal of the Japanese and international economies*, 22, 439–475.
- Fujiwara, Ippei and Kiminori Matsuyama (2022), *Competition and the Phillips curve*. Centre for Economic Policy Research.
- Higo, Masahiro and Yumi Saita (2007), "Price setting in Japan: Evidence from CPI micro data." *Bank of Japan Working Paper Series*, No.07-E-20.
- Khan, Aubhik, Robert G King, and Alexander L Wolman (2003), "Optimal monetary policy." *The Review of Economic Studies*, 70, 825–860.

- Kim, Jinill and Francisco J Ruge-Murcia (2009), "How much inflation is necessary to grease the wheels?" *Journal of Monetary Economics*, 56, 365–377.
- King, Robert and Alexander L Wolman (1999), "What should the monetary authority do when prices are sticky?" In *Monetary policy rules*, 349–404, University of Chicago Press.
- Levy, Daniel, Mark Bergen, Shantanu Dutta, and Robert Venable (1997), "The magnitude of menu costs: direct evidence from large us supermarket chains." *The Quarterly Journal of Economics*, 112, 791–824.
- Melser, Daniel and Iqbal A Syed (2016), "Life cycle price trends and product replacement: Implications for the measurement of inflation." *Review of Income and Wealth*, 62, 509–533.
- Mineyama, Tomohide, Wataru Hirata, and Kenji Nishizaki (2022), "Optimal inflation rates in a non-linear new keynesian model: The case of japan and the united states." *International Journal of Central Banking*, 18, 1–45.
- Miyakawa, Daisuke, Koki Oikawa, and Kozo Ueda (2022), "Reallocation effects of monetary policy." *International Economic Review*, 63, 947–975.
- Oikawa, Koki and Kozo Ueda (2018), "The optimal inflation rate under schumpeterian growth." *Journal of Monetary Economics*, 100, 114–125.
- Peters, Michael and Conor Walsh (2022), "Population growth and firm-product dynamics." *NBER Working Paper*, 29424.
- Schmitt-Grohé, Stephanie and Martin Uribe (2010), "The optimal rate of inflation." In *Handbook of monetary economics*, volume 3, 653–722, Elsevier.
- Schmitt-Grohé, Stephanie and Martin Uribe (2012), "On quality bias and inflation targets." *Journal of Monetary Economics*, 59, 393–400.
- Smets, Frank and Rafael Wouters (2007), "Shocks and frictions in us business cycles: A bayesian dsge approach." *American economic review*, 97, 586–606.
- Ueda, Kozo, Kota Watanabe, and Tsutomu Watanabe (2019), "Product turnover and the cost-of-living index: Quality versus fashion effects." *American Economic Journal: Macroeconomics*, 11, 310–347.
- 内閣府 (2023), "令和 5 年度 年次経済財政報告." https://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je23/index_pdf.html.
- 杉岡優・伊藤雄一郎・開発壮平・高富康介 (2024), "物価変動のコスト・ベネフィットを巡る議論の潮流." 日本銀行リサーチラボシリーズ, No.24-J-4.

付録 A 命題 1 の証明

式 (18) から、翌期の生産性 A' は現在の生産性 A に対して以下のように与えられる。創造的破壊が発生した場合には

$$A' = A \left(1 + \epsilon \frac{\bar{A}}{A} \right) \quad (32)$$

となり、創造的破壊が発生しない場合には

$$A' = A \quad (33)$$

となる。翌期の平均生産性 \bar{A}' は創造的破壊が発生したセクターと発生しなかったセクターの重み付き平均となる:

$$\begin{aligned} \bar{A}' &= \delta \int_0^\infty A \left(1 + \epsilon \frac{\bar{A}}{A} \right) d\Phi(A) + (1 - \delta) \int_0^\infty A d\Phi(A) \\ &= \int_0^\infty A d\Phi(A) + \epsilon \delta \int_0^\infty \bar{A} d\Phi(A) \\ &= (1 + \epsilon \delta) \bar{A}, \end{aligned} \quad (34)$$

したがって、 $g_{\bar{A}} = 1 + \epsilon \delta$ となる。次に、最適価格 $p_i^*(S)$ は $W/A(S)$ 比例するため、次の関係式が成り立つ:

$$\Phi(Ap_i(S \in \mathcal{S}(A))) = \Phi(\bar{A}p_i(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))), \quad (35)$$

$$\Phi(Ap(S \in \mathcal{S}(A))) = \Phi(\bar{A}p(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))), \quad (36)$$

ここで $\Phi(\cdot)$ は累積分布関数 (cdf) を表す。したがって、

$$\begin{aligned} P &= \left(\int_0^1 p(S)^{1-\theta} dS \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \\ &= \left(\int_0^1 \int_0^\infty p(S \in \mathcal{S}(A))^{1-\theta} d\Phi(A) dS \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \\ &= \left(\int_0^1 p(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))^{1-\theta} dS \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\int_0^\infty \left(\frac{1}{A} \right)^{1-\theta} d\Phi(A) \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \bar{A} \\ &= P(S \in \mathcal{S}(\bar{A})) \left(\int_0^\infty \left(\frac{1}{A} \right)^{1-\theta} d\Phi(A) \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \bar{A}, \end{aligned} \quad (37)$$

ここで $P(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))$ は、すべてのセクターが同じ生産性 \bar{A} を持つときの総合的な価格として解釈できる。式 (12) と (37) から、

$$\begin{aligned}
Y &= \frac{L}{\int_0^1 \frac{1}{A(S)} \sum_{i=1}^{n(S)} \left(\frac{p_i(S)}{p(S)} \right)^{-\gamma} \left(\frac{p(S)}{P} \right)^{-\theta} dS} \\
&= \frac{L}{\left(\int_0^\infty \left(\frac{1}{A} \right)^{1-\theta} d\Phi(A) \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \left(\int_0^1 \sum_{i=1}^{n(S)} \left(\frac{p_i(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))}{p(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))} \right)^{-\gamma} \left(\frac{p(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))}{P(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))} \right)^{-\theta} dS \right)} \\
&= \frac{\left[\int_0^\infty \left(\frac{A}{\bar{A}} \right)^{\theta-1} d\Phi \left(\frac{A}{\bar{A}} \right) \right]^{\frac{1}{\theta-1}}}{\int_0^1 \sum_{i=1}^{n(S)} \left(\frac{p_i(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))}{p(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))} \right)^{-\gamma} \left(\frac{p(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))}{P(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))} \right)^{-\theta} dS} \bar{A}L. \tag{38}
\end{aligned}$$

$\left(\frac{p_i(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))}{p(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))} \right)^{-\gamma} \left(\frac{p(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))}{P(S \in \mathcal{S}(\bar{A}))} \right)^{-\theta}$ は、全企業が同じ生産性 \bar{A} を持つ経済における製品 i の産出量のシェアに対応している (式 (10) 参照)。式 (38) の分母は 1 に等しい。したがって、

$$Y = \left[\int_0^\infty \left(\frac{A}{\bar{A}} \right)^{\theta-1} d\Phi \left(\frac{A}{\bar{A}} \right) \right]^{\frac{1}{\theta-1}} \bar{A}L. \tag{39}$$

となり、 $g_Y = g_{\bar{A}}$ となる。 $d\Phi \left(\frac{A}{\bar{A}} \right)$ は定常分布であり、労働量 L は一定である。

付録 B データ

製品のライフサイクル 価格のライフサイクルは耐久財、非耐久財、サービスのライフサイクルを集計することで導出した。耐久財については Abe et al. (2016) の Figure 4、非耐久財については Dong et al. (2019) の Figure 2、サービスについては Adam and Weber (2023) の Table 5 を使用している。それらを、総務省統計局が提供する 2020 年基準の消費者物価指数 (CPI) のウエイトを使用して各構成要素を集計し、製品ごとの CPI を使って絶対価格を相対価格に変換した。

退出率 退出率のデータは Higo and Saita (2007) の Chart 11 の左上グラフから取得した。期間 30 のハザードレートが期間 31 から 120 まで続くと仮定し、平均寿命を計算し、その逆数を取った。また、月次データを四半期ベースに変換している。

価格の硬直性 価格の硬直性に関するパラメータ α は Higo and Saita (2007) の Chart 7 から取得し、全サンプル期間の平均を取り、四半期ベースに変換した。

マークアップとその分布 マークアップの水準については、日本におけるマークアップを計算した主要な 4 つの論文 Aoki et al. (2023), De Loecker and Eeckhout (2018), Diez et al. (2018), 内閣府 (2023) の平均値を使用した。マークアップの分散については、内閣府 (2023) の第 3-2-2 図から取得した。これは企業間のマークアップの分散であり、本研究で焦点を当てている製品間の分散とは異なる可能性があるが、利用可能なデータの中では最も製品レベルの分散を反映していると考えられる。

生産性の成長率 生産性の成長率は、内閣府の国民経済計算システム (SNA) の実質 GDP と総務省の労働力調査に基づく就業者数を使用して計算した。期間は、2001 年から 2020 年の平均を取っている。