

第5章 労働生産性に関するマクロ経済分析

高橋 悠太¹、高山 直樹²

【要旨】

本稿では、平均労働生産性（ALP）の世界的な停滞の原因を分析する。筆者らは技術進歩率が投資財の種類ごとに異なることを許容した経済成長モデルを構築し、様々な投資財の生産性を先進各国について推定した。この結果、近年の先進各国において、投資財のうち一部の設備(equipment)に関する技術革新が著しく停滞したことが示唆された。これに動機付けられ、筆者らはこの技術停滞が経済全体のALP成長率に与える影響を定量的に分析した。その結果、この技術停滞だけで米国のALP成長率の下落のうち60%程度を説明できる上に、他の先進国の停滞も多くの部分を説明できることが明らかになった。最後に、この世界的な技術停滞がなぜ生じたのかについてのいくつかの仮説について議論を加える。

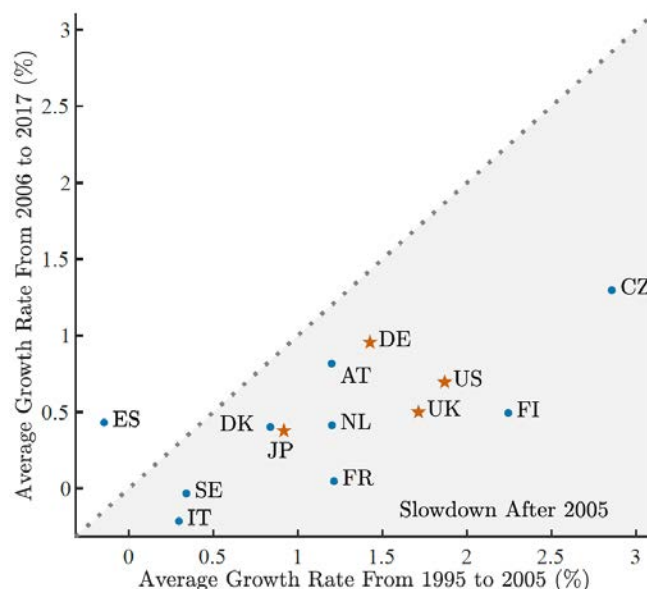
1. はじめに

近年、多くの先進国において経済成長率の鈍化が観察されることが注目を集めている。本稿では、経済成長の指標の一つである平均労働生産性（以下「ALP」という）の成長率を、経済成長モデルを用いて分析する。この分析を通して、本稿は、どのような要因で国ごとにALPの成長率が異なるのか、なぜALPの成長率が先進各国で鈍化しているのか、というマクロ経済政策的に重要な問いに答えようとするものである。本稿の内容はTakahashi and Takayama (2022)に準拠している。

¹ 一橋大学経済研究所講師

² 一橋大学経済研究所講師

図表1 本研究の動機となる事実



まずは分析の動機となっている事実を確認することから始める。本稿で注目している変数はALPである。ALPは、国内総生産（GDP）を労働投入量（ L ）で割ったものとして定義される。様々な指標が労働投入量として使われるが、ここではEU KLEMSにおける労働サービス指数を労働投入量として用いる。この労働サービス指数は、労働時間を拡張した概念である。単純な総労働時間とは異なり、異なる属性の労働者の労働時間の成長率を、労働コストを比重として加重平均を取ったものである³。

図表1は、横軸に1995年から2005年までのこのALPの平均成長率を、縦軸に2006年から2017年までのALPの平均成長率を取り、先進各国のALP成長率の変化を捉えたものである。この図から明らかなように、ALPの成長率は多くの先進国で鈍化している。例えば、米国では、ALPの平均的成長率が2005年以前は約2%であったものが、2006年以降は約0.7%に下落している。この米国の経済成長率の顕著な低下は、世界の経済学者から注目を集め、その原因について多くの研究がなされてきた（例 Gordon, 2017; Summers, 2016）。しかし、これらの研究が見落としてきた点は、図表1が示すように、このALP成長率の低下という現象は、米国に特殊的なものではなく、多くの先進国で観察されるものだという事実である。この点に注目すると、この経済成長の鈍化の原因も、先進各国で共通の要因があるのではないかと自然に予想される⁴。

この問いに答えるためには、まずALPがどのように決定されるのかを描写する枠組を用意する必要がある。そのために、次節では、まずはマクロ経済学でよく使われる基礎的な経済

³ この背後にある考え方は、ある属性の労働者の賃金は、その生産性を反映していると考え、効率労働ベースでの労働投入を図ろうとするものである。

⁴ 日本に関しては、そもそも2005年以前の段階でALP成長率が低いが、2006年以降はそれがさらに低下するという状況である。

成長モデル（ソローモデル）を導入する。その上で第3節では、現実のデータの分析にふさわしいようにモデルを拡張する。第4節では、そのモデルを通して、ALP成長率の低下をもたらし得るような要因の候補の計測を試み、またその要因が観測されたALPの成長率の停滞をどの程度説明し得るかの定量的な分析を行う。第5節では簡単に本稿の結論を述べる。

2. ソローモデル

(1) ソローモデルの記述

まずは最も基本的な経済成長モデルであるソローモデルから議論を始める。この経済には財はただ一つ、最終財のみがあると考え。最終財は、完全競争にさらされている企業によって生産される⁵。企業は、資本と労働を用いて最終財を生産し、その生産関数は以下のコブダグラス型と仮定する。

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1$$

Y_t は t 期の最終財生産量、 A_t は t 期の全要素生産性（Total Factor Productivity: TFP）、 K_t は t 期の生産に使われる資本投入量、 L_t は t 期の労働投入量を表す。TFPを表す A_t は一定率 g_A で成長すると仮定する⁶。ここで、本稿の分析の主眼はALPであるため、人口成長率は議論の内容に影響しない。そのため、一般性を失うことなく、人口が一定であると仮定する。すると、この経済ではすべての家計が労働しているため、労働投入量 L_t も一定となる。つまり、この仮定の下では、GDPとALPは同義となるため、以後この二つを区別しない。

生産された最終財は、家計による消費と次期の資本投入のための投資に使われ、資源制約式が次のように表現される。

$$Y_t = C_t + I_t$$

ここで、 C_t は t 期の消費財を、 I_t は t 期の投資財を表す。ソローモデルにおいては、消費財と投資財は1対1で変換が可能であると仮定される。そのため、投資財と消費財を単純に加算することができ、その和がその期における最終財生産量と均衡で一致する。それらの財を取引するような財市場を考える場合には、この資源制約式を考えることは消費財と投資財の相対価格が1であると仮定していることに他ならない。

投資財は、資本蓄積に用いられ、来期の生産に影響を与える。資本蓄積式は次のように表すことができる。

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t$$

ここで K_t は資本ストックの量、パラメーター δ は資本減耗率を表す⁷。資源制約式と資本蓄積式を組み合わせると、次の式を得る。

⁵ この完全競争の仮定は、定常状態で企業のマークアップが一定になるという弱い仮定に置き換えることができる。

⁶ これより先、 g_X は、変数 X_t の一階対数差分（成長率）を表すものとする。

⁷ ソローモデルでは投資財が一種類しかないため、ここでは資本ストックと資本投入量を同一視している。次節の拡張されたモデルにおいては、両者の違いが明確になる。

$$Y_t = C_t + K_{t+1} - (1 - \delta)K_t$$

最後に、消費量 C_t の決定について定式化する。生産量 Y_t は家計の所得となるが、家計はその所得の一定割合を消費し、残りを貯蓄するとする。この貯蓄率は s で表され、時点を通じて一定であると仮定する。その仮定の下で、消費と投資は、

$$C_t = (1 - s)Y_t, I_t = sY_t$$

と表される。これらの式から定常状態（全ての変数の成長率が時間変化しない状態）における消費、生産、投資の成長率は同じになる。また、資本蓄積式から、投資財の成長率と資本ストックの成長率も同じになる。

(2) ソローモデルにおける定常状態成長率

第4節における現実のデータを用いた定量分析では、ソローモデルを拡張したモデルを用いて分析する。そのため、ソローモデルにおける定常状態成長率は本稿の結論を導く際には必要ない。しかしながら、拡張モデルにおいてどう経済成長率が決定されるのかというメカニズムの核心の理解に資するため、まずここでソローモデルにおける定常状態成長率を示しておく。

生産関数の一階対数差分は、

$$g_Y = g_A + \alpha g_K$$

である。この式から α は、資本の生産弾力性（資本投入量を1%増やしたときに、生産量が何%増えるか）を表していることがわかる。上記の議論から、定常状態での資本投入量と生産量の成長率は等しく、 $g_K = g_Y$ となる。これを上の式に再帰的に代入すると、

$$\begin{aligned} g_Y &= g_A + \alpha g_Y = g_A + \alpha(g_A + g_Y) = \dots \\ &= g_A + \alpha g_A + \alpha^2 g_A + \dots \end{aligned}$$

となる。これはTFPの成長率が経済の成長率をどう決定するかを表している。TFPの成長率が1%の場合、生産要素の投入量を固定したとしても生産量の成長率は1%となる。定常状態では、生産量と資本投入量の成長率が同じになるように調整されるため、資本投入量も1%の成長率を持つはずである。資本投入の増加により、さらに $\alpha\%$ 分、生産量の成長率が増加する。そしてこれはさらに資本投入量の成長率を押し上げる。この無限に続くネットワーク効果を、無限級数の式は捉えている。この無限級数を解くと、定常状態の成長率は以下のように表現される。

$$g_Y = g_A + \frac{1}{1 - \alpha} \times \alpha \times g_A$$

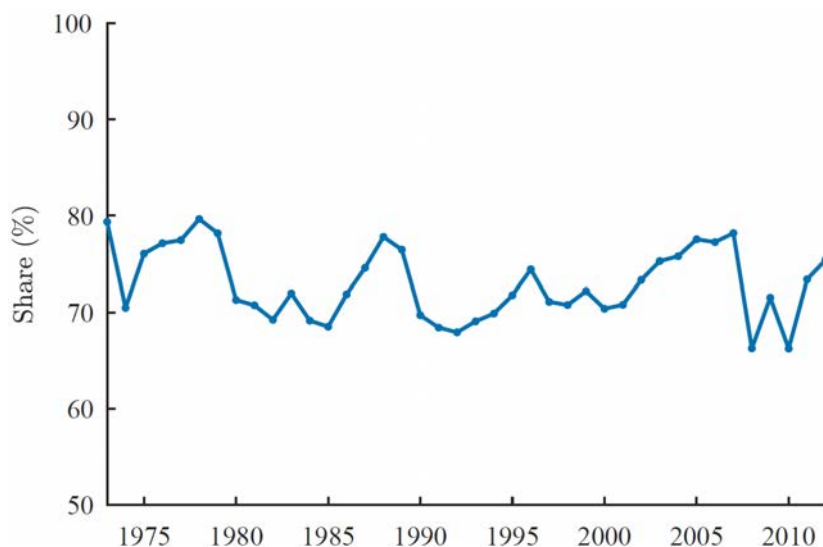
右辺第1項は、要素投入量を固定した状態で A が成長したときに、 Y がどれだけ増えるかという直接効果を表しており、第2項の $1/(1 - \alpha)$ が、要素投入量の増加によるネットワーク効果を、 α が資本の生産弾力性を捉えており、第2項全体として A の上昇による間接効果を表している。この式が、TFPとALPの基本的な関係性を表現している。第4節では、この直接効果と間接効果がより一般的な技術進歩を許容したモデルについても成立することを

確認する。

(3) ソローモデルでの分配率について

拡張したモデルの導入に移る前に、コブダグラス型生産関数の分配に関する含意について簡単に議論する。このクラスの生産関数の特徴として、資本分配率（名目 GDP に占める資本所得の割合）と労働分配率（名目 GDP に占める労働所得の割合）がそれぞれ α と $1-\alpha$ に対応し、分配率が一定であることが導かれる。この含意はどれほど妥当なのだろうか？図表 2 は、JIP データベースを用いて、1974 年からの日本の労働分配率の推移を示したものである。このグラフから、日本の労働分配率は長期的にほぼ一定であることが読み取れる。これは日本に限った現象ではなく、米国とカナダを除いて、一般的に観察されるものであると Gutierrez and Piton (2020) は論じている。さらに、Bridgman (2018) は、Weitzman (1976) の議論を念頭に、経済厚生の評価において適切な労働分配率は、GDP に含まれる税や固定資本減耗を除いた上で計算された分配率（純労働分配率）であると示した。さらに、この純労働分配率に関しては、米国でさえ低下していないことを示し、単純な（粗）労働分配率を分析することに疑義を唱えている。これらの議論をまとめると、米国を中心に近年指摘される労働分配率の低下は必ずしも頑健な事実ではなく、コブダグラス型生産関数の仮定も長期的な経済成長を分析する上では、一定の妥当性があると考えられる。

図表 2 労働分配率



3. 拡張モデルによる分析

(1) モデル拡張の目的

前節で紹介したソローモデルでは、技術進歩は、ただ一つの最終財に関する、資本と労働

の代替率に影響を与えない中立的なものを仮定していた。しかし現実の多くの技術進歩は、生産する財によって大きく異なる。例えば、消費者向けサービスにはあまり生産性上昇が期待できないものも多い。美容院に行ったとして、生産性の上昇によって一回当たりの利用時間が劇的に短くなるといったことは想像しがたい。一方、パソコンなどの性能は急速に向上してきたことから、投資財生産の技術革新は、消費者向けサービス生産のそれに比べ速いペースで進んできたと考えられる。そして、これらの技術革新は、中立的ではなく、労働生産性を高めるものとするのが自然である。ソローモデルではこのような異質性を捉えることができない。そこで、本稿では生産性上昇の異質性を柔軟に捉えられるようにソローモデルを拡張する。この拡張により Hulten (1992)が指摘した、経済成長の源泉が投資財生産部門の技術進歩にあることを表現できるようになる。

このような拡張を行った先行研究としては、Greenwood, Hercowitz, and Krusell (1997)や Whelan (2003)が挙げられる。以下では、これらの先行研究をベースに、データに整合的であるように更にモデルを拡張し、ALP 成長率の停滞について議論する。

(2) 拡張モデルの導入

上の議論を踏まえて、ソローモデルを以下のように拡張する。まず、ソローモデルでは最終財のみが生産され、それが消費財と投資財に変換されており、実質的に経済には一財しか存在しなかった。そこで拡張されたモデルでは、パソコンや自動車、工場建物など、性質の異なる複数の投資財を想定する。このような投資財の集合を \mathcal{J} で表記する。すなわち、 $\mathcal{J} \in \{\text{パソコン, 自動車, 工場建物} \dots\}$ のように考えればよい。それらの投資財を種類別に使用する形で生産関数を一般化し、生産が TFP の影響を受けつつ労働投入と様々な投資財の使用によって行われると想定する。また、消費財と投資財は別々の部門で生産されると仮定する。消費財は消費財生産部門により生産され、生産量を $Y_{C,t}$ 、需要量を C_t とする。投資財を生産する部門は異質的であり、投資財 $j \in \mathcal{J}$ の生産量を $Y_{j,t}$ 、需要量を $I_{j,t}$ とする。投資財 j への投資を蓄積した資本ストックの量を $K_{t,j}$ と表す。

消費財の需給均衡式及びその生産関数は、

$$C_t = Y_{C,t} = A_{t,C} \tilde{K}_{t,C}^\alpha L_{t,C}^{1-\alpha}$$

である。ただし、 $A_{t,C}$ は消費財生産部門のTFP、 $L_{t,C}$ は消費財生産部門の労働投入量、 $\tilde{K}_{t,C}$ は消費財生産部門の資本投入を表す。資本投入量は、様々な資本ストックが生産にどのように影響を与えるかを決めている。この資本ストックと資本投入量の関係は後述する。同様に、投資財生産部門の生産関数は

$$I_{j,t} = Y_{j,t} = A_{t,j} \tilde{K}_{t,j}^\alpha L_{t,j}^{1-\alpha}, \quad j \in \mathcal{J}$$

である。 $A_{t,j}$ は各投資財生産部門のTFP、 $\tilde{K}_{t,j}$ は各投資財生産部門の資本投入量、 $L_{t,j}$ は各投資財生産部門の労働投入量を表す。パソコンのような投資財の生産が消費財よりも技術革新のペースが速いことを表現するために、部門間でTFPの成長率が異なることを許容する。各部門の技術進歩率はソローモデルと同様に(部門間で同じ値である必要はないが)一定率

であると仮定する。

一財しかなかったソローモデルでは、資本ストックと資本投入を同一視することができた。ここでは複数の資本ストックがあるため、資本投入量は、資本ストックの合成として定義される。そこで、資本投入量と資本ストックの関係性を以下の関数で与える。

$$\tilde{K}_{t,n} = \prod_{j \in J} K_{t,j,n}^{\theta_j}, \quad n \in \{C\} \cup J, \quad \sum_{j \in J} \theta_j = 1$$

ここで、 $K_{t,j,n}$ は産業 n が使用する投資財 j の資本ストックの量（資本ストック j ）を表している。 θ_j は各資本ストック量の資本投入量に対する弾力性を表している。ここで分析を簡単にする仮定として、生産関数と資本投入量を与える関数の形状は同じであるとする。つまり、これらの関数のパラメーターは、部門によらず一定である。

各資本ストックの資源制約式と蓄積式は、

$$K_{t,j} = \sum_{n \in \{C\} \cup J} K_{t,j,n}$$

$$K_{t+1,j} = I_{t,j} + (1 - \delta_j)K_{t,j}$$

である。パラメーター δ_j は資本ストック j の減耗率である。資源制約式は、部門 n は資本ストック j を $K_{t,j,n}$ だけ使用するが、それらを全部門で合計すると資本ストック j の総量 $K_{t,j}$ に一致することを意味している。さらに、蓄積式はその資本ストック j の総量は、投資財 j への投資によって蓄積されることを表している。ここで、資本投入量そのものが蓄積される訳ではないことに注意する必要がある。資本蓄積は、各資本ストックに関して行われ、その合成である資本投入量には資本蓄積という概念を直接適用することができない。労働投入量の資源制約式は、資本ストックと同様に $L = \sum_{n \in \{C\} \cup J} L_{t,n}$ である。

最後に、モデルの記述を完結させるために、資本ストック j や労働が、各産業にどれだけのシェアで配分されるかを規定する。ここでは、そのシェアは時点を通じて一定であり、 $\phi_{j,n}$ と ω_n で与えられるとする。シェアであることからこれらのパラメーターは、

$$\sum_{n \in \{C\} \cup J} \phi_{j,n} = 1$$

$$\sum_{n \in \{C\} \cup J} \omega_n = 1$$

を満たすとする。これらから、資本ストックと労働の配分は、 $K_{t,j,n} = \phi_{j,n}K_{t,j}$ と $L_{t,n} = \omega_n L_t$ となる。ソローモデルの場合と同様に、これらの定数は定常状態における成長率に影響を与えない。これらがどう決定されるかについてはTakahashi and Takayama (2022)を参照されたい。

モデルの定式化は以上である。次に、この拡張モデルにおける定常状態の成長率を導出し、議論する。

(3) 拡張モデルに基づく経済成長率の表現

拡張モデルにおいても経済成長の尺度としては引き続き GDP 成長率 (ALP 成長率) を用いる。しかしながら、単一財のケースとは異なり、GDP の定義は自明ではない。本稿では、GDP を各国の統計当局が定義する形で定義する。GDP 成長率 g_Y は、各部門の GDP 成長率 g_{Y_n} を、名目 GDP に占めるシェア s_n を比重に用いて加重平均したものとして定義される。

$$g_Y = \sum_{n \in \{C\} \cup J} s_n g_{Y_n}$$

拡張されたモデルでは、定常状態での GDP 成長率を次のように表すことができ、労働投入量一定の仮定の下でこれを ALP 成長率と同一視できる。

$$g_Y = \sum_{n \in \{C\} \cup J} s_n \times g_{A_n} + \sum_{j \in J} \frac{1}{1-\alpha} \times \alpha \theta_j \times g_{A_j}$$

ここでの結果は、ソローモデルの場合での経済成長率の公式の自然な拡張になっている。第1項は直接効果を表しており、第2項は間接効果を表している。財が実質的に一つのソローモデルとは異なり、拡張モデルは複数の財が存在する。そのため、直接効果も複数の効果から構成される。ALP 成長率は、各部門が名目 GDP に占めるシェアを用いた加重平均となっているため、部門レベルの TFP 成長率の影響も、同じシェアを用いた加重平均となり、各部門がそれぞれ直接効果をもたらす。より具体的には、名目 GDP に占めるシェアが大きいような部門の TFP 成長率は、経済全体にも大きな影響を与える、ということである。

第2項は間接効果を表している。複雑になってはいるが、直観的にはソローモデルのそれと同様に解釈することが可能である。まず、 $\alpha \theta_j$ は、資本ストック j の生産弾力性を表している。すなわち、生産に使用する資本ストック j を 1% 増やしたときに、生産量が $\alpha \theta_j$ % 増加する。この生産量の増加が他の部門に波及し、さらなる生産量の増加を促す。ソローモデルの場合と同様に、このネットワーク効果が $1/(1-\alpha)$ によって捉えられている。他方、ソローモデルからの相違点としては、この生産弾力性が j に依存することが許容されている。これにより、パソコンや工場建物など、性質の異なる資本ストックが ALP に与える影響の異質性を捉えることができる。

4. ALP 成長率低下の要因

本節では、前節で構築した拡張モデルが表現する経済成長率を用いて、ALP 成長率の低下をもたらした要因について考察する。より具体的には、(1) なぜ国ごとに ALP 成長率が異なるのか (2) ALP 成長率の低下を招き得るような現象、例えば深刻な技術停滞が近年起きているか、(3) 起きているとすればその定量的な影響はどの程度か、という三つの問いに答える。

(1) なぜ国ごとに ALP 成長率が異なるのか？

拡張されたソローモデルから、各国の経済成長率の差異には様々な要因が影響することが分かる。拡張モデルにおける ALP 成長率を再掲する。

$$g_Y = \sum_{n \in \{C\} \cup J} s_n \times g_{A_n} + \sum_{j \in J} \frac{1}{1-\alpha} \times \alpha \theta_j \times g_{A_j}$$

この式から、経済成長率に差異をもたらす要因が四つ存在することが分かる。すなわち、i) g_{A_n} : 各部門の技術革新のペースの違い、ii) $1-\alpha$: 労働分配率の違い、iii) $\alpha \theta_j$: 資本の生産弾力性の違い、iv) s_n : 需要サイド（選好）の違いである。これらの要因により、ALP 成長率は異なりうる。一つ目の要因である技術革新のペースは、直接効果・間接効果を通して ALP 成長率に影響を与える。ここでの間接効果の大きさは、資本ストックが生産にとってどの程度重要かに依存し、それは二番目と三番目の要因であるパラメーター α と θ_j によって決定される。最後に、需要サイドも経済成長に影響する。例えば、高齢化により、介護のように生産性を劇的に向上することが難しいサービスの需要が高まった場合、経済全体の成長率も伸び悩むことになる。これらの要因の違いが、国ごとの経済成長率、本稿ではすなわち ALP 成長率の違いを生んでいると考えられる。

(2) 技術停滞の計測

上述を踏まえると、近年の ALP 成長率の低下を招いた要因の候補として、技術革新の停滞が自然に考えられる。そこで、本稿では拡張モデルを使ってマクロ経済にインパクトがあるような技術停滞が起きているかどうかの計測を試みる。拡張モデルは、部門によって技術進歩率が異なることを許容しているため、ソローモデルと異なり、どのような財の生産において技術が停滞しているかといったより精緻な描写が可能である。その際、直接観測することができない部門ごとの TFP 成長率 g_{A_n} を、観測できる変数と関連づける必要がある。拡張モデルでは、各部門における生産関数の形状は生産性を除いて同じであるとしていた。つまり、部門間の違いは生産性のみによってもたらされるので、競争均衡では価格の差（相対価格）は技術水準の差を表すことになる。もし投資財 j の消費財と比べた相対価格が時点を通じて低下し続けるならば、それはその投資財の生産における技術革新のペースが消費財よりも速いことを意味する。なぜなら、技術革新により、限界的なコストが下がり、価格を押し下げるからである。もし相対価格が時点を通じて一定である場合には、投資財生産における技術進歩 g_{A_j} が消費財の生産性の成長率 g_{A_C} と同じであること意味する。この議論は、相対価格という観測できる変数を分析することで、部門ごとの TFP の成長率を分析できることを示している。本稿では、この財 j の相対価格の逆数はその財の技術進歩率 g_{A_j} だとみなして、議論を進めていく⁸。

⁸ 相対価格は、消費財の技術進歩率と投資財の技術進歩率の差を表しているため、ここでの議論は数学的には厳密ではない。しかしながら、図表3が示すように消費財の技術進歩はゼロ近傍で安定的なため、相対価格は実質的にその財の生産性を表している。より厳密な議論については、Takahashi and Takayama (2022)を参照のこと。

この議論に基づいて、相対価格の長期的な性質を分析する。図表3は、様々な投資財の消費財価格に対しての相対価格を先進各国について示したものである。左図が設備 (Equipment)、右図がそれ以外を表しており、設備の図では、パソコンに代表される情報機器 (Computer Hardware)、通信機器 (Telecommunication Equipment)、輸送用機器 (Transportation Equipment) 及びその他の設備 (Other Equipment) について、それぞれ消費財と比べた相対価格が国ごとにプロットされている⁹。横軸が1995年から2005年までの相対価格の変化率の平均、縦軸が2006年から2017年までの相対価格の変化率の平均である。

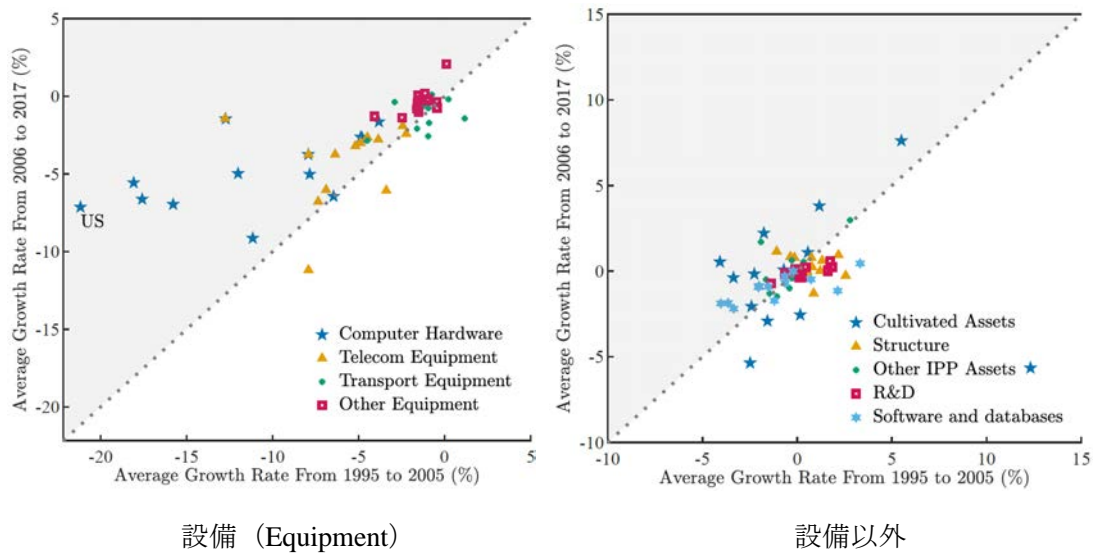
この図表3について技術進歩率の水準とその変化率という二つの視点から論じる。まず、技術進歩率の水準について論じる。技術進歩率の水準は、国によっても、投資財の種類によっても異なる。米国の情報機器生産における技術革新は他の国に比べて著しく速く、情報機器の相対価格は2005年まで年平均で20%以上下落しており、つまり、技術が年率20%以上向上していたことが分かる。このような急速な技術革新は全ての投資財で観測されているわけではない。特に、設備以外の投資財 (図表3右) の相対価格は低下傾向にない。つまり、これらの投資財生産の技術は特段急速な進歩がないということになる。

次に変化率について論じる。米国で特に顕著であるが、情報機器の相対価格の低下が2006年以降著しく鈍化していることが図表3の左図から分かる。平均して年率20%以上も下落していた相対価格が、2006年以降は、年率7%程度まで落ち込んでいる。つまり、米国の情報機器生産の技術進歩率は13%ポイント低下したことになる。情報機器の生産技術の停滞は米国に特殊なことではなく、他の先進国でも同様に成立している。しかしながら、この停滞は情報機器と「その他の設備」に限った現象である。設備の中でも例えば、輸送用機器の生産における技術革新は停滞していない。この異質性も先進各国の停滞を考える上で重要である。

深刻な技術停滞が生じたのが投資財生産のうち限られた一部であるという事実を踏まえると、本稿の分析において投資財間の異質性を考慮することは非常に重要である。乳牛や果樹などのような農業用資産からパソコン、工場建物に至るまで、生産に与える影響は異なる。本稿のモデルでは、この異質性を資本ストックを組み合わせるときの弾力性 θ_j で捉えている。投資財を一つの塊として捉えるのではなく、投資財間の異質性を捉えることにより、より精緻な反実仮想の分析が可能になる点が、拡張モデルの利点の一つである。

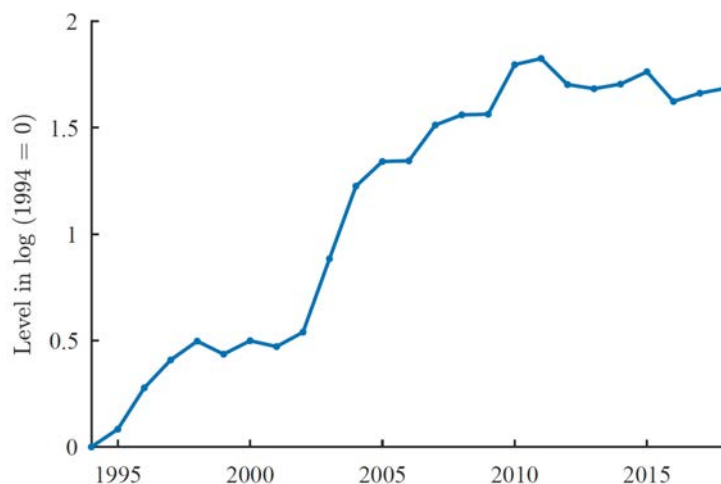
⁹ 本稿では有形資産のうち建物・構築物や育成生物資源 (乳牛や果樹等) でないものを「設備」と呼ぶ。

図表 3 先進諸国の投資財相対価格



上述の技術停滞が経済成長率に与えた影響の定量的な評価を行う前に、技術停滞に関する事実について頑健性を議論する。我々は、モデルを通して考えることで、相対価格の変化がその財の生産における技術進歩率を表していると考えた。しかし、より一般のモデルにおいては、この関係性は保証されない。そこでこの技術停滞が、我々のモデルの仮定だけから導かれているわけではないこと示す。図表 4 は、JIP データベースが計測した、パソコンに代表される情報機器産業について日本の技術水準を対数で示したものである。JIP データベースの推定方法は、相対価格を用いたものでないことに留意されたい。図表 4 は対数で表示されているため、図の二点を結んだ傾きは、その区間における平均的な成長率に一致する。JIP データベースで見ても、情報機器の TFP 成長率は過去 10 年において著しく鈍化している。つまり、最終財相対価格を技術進歩の代理変数とみなすことは、少なくとも、長期的な技術進歩の趨勢を評価するという観点では正当化され得るだろう。以下では、この情報機器とその他の設備の生産に技術停滞があったと解釈し、その ALP 成長率への定量的な効果の分析を行う。

図表4 JIPによる情報機器産業のTFP系列



(3) 技術停滞が経済成長に与える影響

最後に、上記で計測された技術停滞が経済成長率に与える影響を、拡張モデルを用いて分析する。パラメーターが固定された下で、情報機器やその他の設備の生産における外生的な技術停滞によるALP成長率への影響は

$$dg_Y = \sum_{j \in T} s_j \times dg_{A_j} + \sum_{j \in T} \frac{1}{1-\alpha} \times \alpha \theta_j \times dg_{A_j}$$

のように要因分解される。ここで、 d のついた項は成長率の変化分を表し、集合 T は投資財の部分集合で、 $T = \{\text{情報機器, その他の設備}\}$ のように通信機器及び輸送用機器以外の二種類の設備で構成される。つまり、技術停滞が生じた部門のみの影響に限定している。この式は、特定の部門における技術停滞 dg_{A_j} によってALP成長率がどの程度押し下げられるのかを表している。各国のALP成長率の水準に差異をもたらす要因は、経済停滞の深刻さにも差異を作り出す。より深刻な技術停滞を経験した国ほど経済成長率は押し下げられ、またネットワーク効果が大きい国では、その影響が増幅される。

以下では、このモデルが予測する技術停滞によるALP成長率の低下によって、観測されたALP成長率の変化をどの程度説明できるかを計算する。また、上記の要因分解を用いることで、ALP成長率への影響を直接効果と間接効果に分解することが可能になり、どちらの効果が重要なのか、という点も議論することができる。

この要因分解を用いるためには、技術停滞の規模 dg_{A_j} と、パラメーター α と θ_j の値を国ごとに推定する必要がある。本稿では、相対価格の変化が技術進歩の変化を表すというモデル上の関係を利用して特定する。具体的には、 dg_{A_j} は、2005年までと2006年以降について相対価格の逆数の平均成長率をそれぞれ計算して、その差分として計算する。なお、 α や θ_j といったパラメーターは各国ごとに推定する必要がある。その推定方法や具体的な推定値については、Takahashi and Takayama (2022)を参照されたい。

図表 5 技術停滞の定量的な評価

	データ (% pt)	モデル (% pt)	割合 (%)	要因の分解 (% pt)	
				直接効果	間接効果
ドイツ	-0.47	-0.21	44	-0.08	-0.13
日本	-0.54	-0.26	48	-0.11	-0.15
英国	-1.21	-0.75	62	-0.22	-0.53
米国	-1.17	-0.70	59	-0.21	-0.49

図表 5 に、代表的な先進国についての結果をまとめる。図表 5 の第 2 列は、現実のデータにおける ALP 成長率が、2005 年以降にそれ以前と比べ何%ポイント下がったのかを表している。第 3 列は、情報機器とその他の設備の生産における技術停滞が、各国の ALP 成長率をどの程度押し下げたのかについてモデルが予測した値を示している。第 4 列は現実のデータにおける ALP 成長率の変化のうちモデルによる予測に説明される割合である。第 5 列と第 6 列はその効果を直接効果と間接効果へ分解したものを表している。

ここでは、主に米国と日本に絞って説明する。まず米国では、2005 年以前と以後で、ALP 成長率が約 1.2%ポイント低下した。本稿のモデルで説明できる部分、すなわち情報機器とその他の設備の生産における技術停滞によって説明できる ALP 成長率の低下は約 0.7%ポイントである。つまり、ALP 成長率の低下のうち、モデルによって説明できる約 60%は特定の種類の設備生産における技術停滞に起因したものであることが示唆される。日本も、2005 年以前に比べて以後では、ALP の成長率は 0.5%ポイントほど低下した。拡張モデルはその低下のうち、約半分程度を上記の設備生産における技術停滞で説明することができる。国によって割合にばらつきはあるものの、50%近くとかなり大きな割合が情報機器とその他の設備の生産という投資財の中でも限られた一部の設備の生産に関する技術停滞によって引き起こされていることが Takahashi and Takayama (2022) の主な発見である。

次に、直接効果と間接効果に分解しよう。各国共通して、直接効果よりも間接効果、つまりネットワーク効果が大きいことが分かる。米国のケースでは、間接効果が直接効果の 2 倍近くの大きさである。そのため、情報機器部門などの GDP に占めるシェアが低いという事実だけをもって、その部門における技術停滞が GDP 成長率に与える影響が少ないと考えるのは誤りである。むしろ情報機器が生産に使われることを通じた効果が大きく、その大きさを正しく把握することが重要である。この分析を通じて、本稿は世界各国の ALP 成長率の低下を理解するために、情報機器などの生産における技術停滞が重要だと結論する。

5. おわりに

最後にもう少し大局的な視点から議論を加えて結びとする。本稿では、情報機器やその他の設備といった、生産要素として用いられる投資財の生産に生じた技術停滞が ALP 成長率の低下の大きな要因であることを示した。では、いったい何が技術停滞をもたらしたのかというのが次の自然な疑問である。残念ながら、この重要な問いは本稿で扱ったような経済成長モデルで答えることはできない。他方で、技術停滞は先進各国で共通しているため、財政政策や金融政策、税制のような各国個別の要因によって引き起こされているわけではないことが示唆される。本稿の研究結果を踏まえると、筆者らの直観に最も近いのは、Bloom et al. (2020) が示したように、単に技術革新がより難しくなってきたことに技術停滞の原因があるのではないかと、という考え方である。

本稿は、ALP 成長率の停滞に関する議論に最終的な決着をつけるものではない。しかしながら、筆者らの分析結果はどの産業、どのマイクロデータをより詳細に分析すべきかという方向性を示唆している。これはマクロとミクロをつないで経済現象をより深く理解する上で有益な情報だと考えられる。情報機器やその他の設備に分類される投資財を製造する産業に着目した、より詳細な分析がなされることが今後期待される。

参考文献

- Bloom, Nicholas, Charles Jones I, John Van Reenen, and Michael Webb. (2020). "Are Ideas Getting Harder to Find?" *American Economic Review*, 110(4): 1104-1144.
- Bridgman, Benjamin. (2018). "Is Labor's Loss Capital's Gain? Gross Versus Net Labor Shares." *Macroeconomic Dynamics*, 22(8): 2070-2087.
- Gutierrez, German and Sophie Piton. (2020). "Revisiting the Global Decline of the (Non-housing) Labor Share." *American Economic Review: Insight*, 2(3): 321-338.
- Gordon, Robert. (2017) *The rise and fall of American growth: The US standard of living since the civil war*, revised edition, Princeton University Press: Princeton.
- Greenwood, Jeremy, Zvi Hercowitz, and Per Krusell. "Long-run implications of investment-specific technological change." *The American economic review* (1997): 342-362.
- Hulten, Charles R. (1992). "Growth Accounting When Technical Change is Embodied in Capital." *American Economic Review*, 82(4): 964-980
- Summers, Lawrence H. (2016). "The Age of Secular Stagnation." *Foreign Affairs*, 95: 2-9.
- Takahashi, Yuta and Naoki Takayama. (2022). "Global Technology Stagnation." Working Paper.
- Whelan, Karl. "A two-sector approach to modeling US NIPA data." *Journal of Money, Credit and Banking* (2003): 627-656.