

Elhanan Helpman ed.,
*General Purpose Technologies
 and Economic Growth.*

Cambridge (Mass.): MIT Press, 1998, xiv + 315pp.

やま がた たつ しみ
 山 形 辰 史

I General Purpose Technology とは何か

本書は社会経済全体に大きな影響を与えるような技術革新について分析した論文を集めたものである。このような重要な技術を本書では General Purpose Technology (以下 GPT) と呼んでいる。具体的にイメージされているのは文字、印刷、コンピューターといった情報伝達技術、青銅、化学原料といった原材料、水車、蒸気機関、電力、内燃機関のようなエネルギー伝達機関、鉄道、自動車のような交通機関である。その定義は本書第2章に与えられている。要件としてあげられているのは以下の4点である。

- ①一度その技術が開発された後でも大きな改善の余地が常に残されていること。
- ②直接・間接にその技術を活用して多くの種類の生産物が生み出されること。
- ③多くの生産部門でその技術が活用されること。
- ④他の技術との間に大きな補完性があり、その技術が開発されたことにより他の既存の技術の価値が飛躍的に高まること。

これら4点を要件とする GPT の定義が本書全体で完全に踏襲されているわけではない。事実上記の②と③の違いはそれほど明らかではない。しかし少なくとも、GPT が(1)かなり広範な分野に应用される技術であること、(2)既存の技術の生産性を飛躍的に高めること(上記④と同じ)、の2点は執筆者の間の認識として共有されている。概括して言えば、

経済社会に大きな影響を与える基本的な技術を、周辺の技術(あるいは応用技術というべきか)と区別するというのが、主張の眼目である。

GPT の重要性を最初に指摘したのは Bresnahan と Trajtenberg の *Journal of Econometrics* に発表された論文(以下 BT 論文と略) [Bresnahan and Trajtenberg 1995, 83-108] である。2人は本書の執筆陣にも加わっている。BT 論文の分析はゲーム理論的で、Cooper と John の先駆的な論文 [Cooper and John 1988, 441-464] の延長線上にあるものと見ることができる。基本的な趣旨は、他の周辺の技術の開発に関して外部性を持つ GPT の開発は、市場均衡では過小になる、ということである。分析は部分均衡で基本的に静学である。消費面は捨象し生産面だけに注目しているうえ、具体的な技術特性、産業構造を特定せず、抽象的な費用関数、利潤関数で分析しているため、近年成長理論の枠組みを利用して理解が深められてきた技術革新分析 [たとえば、Romer 1990, S71-S102; Aghion and Howitt 1992, 323-351 を参照] と比較考量することが難しい論文となっている。それ故、BT 論文が提唱した GPT を、今や成長理論の碩学といってよい Helpman, Aghion, Howitt, Romer および技術史の大家である Rosenberg らが様々な角度から分析するという本書の意図は、読者にとって非常に魅力的に映る。

II 本書の性格

—70年代生産性成長率の低下—

本書の章別構成は以下の通りである。

第1章 序 (E. Helpman)

第2章 GPT とは何か

(R. G. Lipsey, C. Bekar, K. Carlaw)

第3章 種を蒔く時と刈り取る時—GPT に基づく経済成長—

(E. Helpman, M. Trajtenberg)

第4章 GPT の伝播

(E. Helpman, M. Trajtenberg)

第5章 基本技術革新^(註1)のマクロ経済に与える影響について (P. Aghion, P. Howitt)

第6章 ひとつのGPTとしてのインターネット——
要素市場に関連する含意——

(R. G. Harris)

第7章 ひとつのGPTとしての化学工学

(N. Rosenberg)

第8章 GPTの変化がもたらす効果

(R. G. Lipsey, C. Bekar, K. Carlaw)

第9章 計測問題、技術の退廃とGPT

(P. Howitt)

第10章 技術革新に関わる労働者の分業と市場規模

(T. Bresnahan, A. Gambardella)

第11章 アメリカとカナダにおける賃金、技能と技術

(K. M. Murphy, W. C. Riddell, P. M. Romer)

前書きの示唆するところによると、本書はカナダの研究機関である Canadian Institute for Advanced Research (CIAR) の Economic Growth and Policy Program の一環として行われた研究の成果である。執筆者の3分の2がこのプログラムに参画しており、第11章を除く全ての章の執筆者として、プログラムへの参加者が少なくとも1人は加わっている。

本書のタイトルを一見して評者が予想した本書の内容は、何世紀にもわたって開発や改良が繰り返されてきた古今東西のGPTの経済成長に与えた影響の分析、といったようなものであったが、本書の力点はそこには置かれていなかった。具体的に言えば、第1に、本書のモデル分析のほとんどが長期分析に重点を置いておらず、むしろGPTが開発された直後に起こる経済の短期変動（あるいは起こったように見えるデータの変化）に関心が向けられている。第2に、GPTそのものが開発されるメカニズムについてはほとんど分析がなされず、GPTが外生的に誕生した後に、それが経済社会に与える影響の方に焦点が当てられている。

より具体的に各章を性格づけすれば、本全体の導入部に当たる第1、2章を別として、それ以外の章は、(1)ひとつの共通の問題意識を共有する章と、(2)それ以外の章、に分けられる。ここで言う「ひとつの共通の問題意識」とは、特にアメリカ経済に関し

て注目されている「1970年代以降の生産性上昇率の低下の説明要因」である。特にオイルショック以降、アメリカのマクロ経済指標における生産性上昇率がそれ以前に比べて顕著に低下していることが知られている。その説明として注目されているひとつの仮説はGreenwoodら [Greenwood and Yorukoglu 1997, 49-95; Greenwood 1997] によるもので、「70年代初めに情報産業における大きな技術革新が起こったので、その新技術に対応する技能修得、応用技術開発に多くの資源が投入され、国民所得に換算される生産分野への資源配分の割合が減少し、その結果として生産性が低下した」と主張する。同時に1970年代以降アメリカでは熟練労働力と未熟練労働力の賃金格差が拡大しているが、この観察事実もこの「情報産業技術革新仮説」と整合的である（新技術に対応する技能修得、応用技術開発のために熟練労働力の需要が大きくなる）ことから、この仮説には説得力がある。

本書の第3、4、5、9章は、情報革新といったような広範で影響力の大きい技術革新（GPTに対応する）が起こった場合にマクロ経済変数（およびデータ）にどのような変化が起こるかを分析しており、Greenwoodらと同様に、新しいGPTの誕生が短期的な生産性上昇率低下の説明要因として十分であると主張している。第11章は主に賃金格差について分析しているが、これも「情報産業技術革新仮説」を対立仮説として意識して分析がなされている。ただしこの章の結論は、この仮説を持ち出さずとも労働供給サイドのデータを細かく吟味すれば賃金格差の変化は説明できる、というものである。

それ以外の章は、それぞれ独立した論文と捉えることができる。上記の「情報産業技術革新仮説」を題材にした章は経済成長理論に基づいた分析がなされているが、それ以外の章では静学モデルが用いられている（第6、10章）か、または全く経済理論モデルが用いられていない（第7、8章）、という方法的差異もある。

III 各章の概観

第1章は編者の Helpman による全体のまとめである。しかしこの章を読んでも前節に記したような各章の性格まで理解することはできない。第2章は「GPT とは何か」という問いに対して答えを与えている章である。既存の理論との関係について述べ、歴史上のどんな発明、技術革新が GPT として認められるかについて議論した上で GPT の定義が与えられている (GPT の具体例と定義については本稿の冒頭を参照のこと)。また、今後 GPT として認められそうな技術としてレーザー、インターネット、生産活動における各種の組織化のための工夫 (工場制度、大量生産システム等)、バイオ・テクノロジー、核エネルギー等が議論されている。前述のように、第2章での GPT の定義がその後の章で厳密に踏襲されているわけではないが、GPT の具体的なイメージを読者に与えるという意味で、この章は意義深い。

第3、4、5章は本書の機軸となる章である。従来の経済成長モデル (特に技術革新モデル) の枠組みの中に GPT を位置づけ、GPT の誕生が経済全体にどのような影響を及ぼすかを分析している。しかし前述のように GPT 開発には要素投入がされる必要がなく、新しい GPT は時間を追って外生的に出現すると仮定されている。第3章のモデル^(注2)では最終財は1種類とされ、その最終財を生産するために、その時点で利用可能な GPT (仮にこれを有史以来 i 番目に誕生した GPT としよう) と、その GPT を活用するための n_i 種類の中間財が投入される。この中間投入財は i 番目の GPT が出現する前には必要とされなかった中間財であり、また次の新しい $i+1$ 番目の GPT が社会で用いられるようになった暁には不要になってしまうものである^(注3)。この中間財ひとつひとつのアイデア (青写真とも呼ばれる) は労働を投入することによって開発され、開発がなった暁には開発者に特許権が与えられて、開発者が独占的に生産を行う。 n_i 種類の中間財は不完全代替財で、 n_i 種類の中間財全体の産業組織

は Dixit=Stiglitz タイプの独占的競争 [Dixit and Stiglitz 1977, 297-308] となる。ここで大事なことは、新しい GPT が誕生しても、それに伴う十分な数の種類の中間財がまだ開発されていない段階では新しい GPT を用いた最終財生産は採算が合わず、最終財生産のためには古い GPT が使われるということである。つまり、新しい GPT が誕生した最初の局面では、新しい GPT に対応する中間財開発に労働力がとられる一方、新しい GPT が体现しているはずの高い生産力は実現されない。新しい GPT に対応する十分な数の中間財が開発されて初めて新しい GPT は古い GPT を駆逐することができ、高い生産性が実現される。このため新しい GPT が誕生した直後には生産性は低まる可能性がある、というのが本章の主張である。Greenwood らのアイデアを経済成長の技術革新モデルに導入して同じ結論を引き出したところがその大きな成果と言える。第4章は第3章における最終財1財モデルを多財モデルにしたもので、基本的な結論に変化はない。第5章は第3章で用いられた新製品開発モデルを、第5章の著者による品質向上モデル [Aghion and Howitt 1992] に翻訳した上で、第4章のモデルと現実のデータとの齟齬を埋める試みを行っている。具体的に言うと、たとえば発電機が開発された後の生産性低下は数十年にわたって起こり、その低下の規模も大きかった。しかし第4章のモデルを用いたシミュレーションでは生産性低下が即座に起こり、その程度も小さかった。この乖離を埋めるために第5章では新しい GPT を使いこなすには適応のために時間も労働力も費やされると仮定し、現実のデータに近いシミュレーション結果を得ている。

第6章は GPT のひとつとしてインターネットについて分析している。2国3財 (2貿易財と1サービス: サービスは非貿易財) 2要素の静学モデルにおいて、インターネット導入によりそれ以前には非貿易財であったサービスの貿易が可能になると仮定し、インターネット導入の固定費が大き過ぎない限り、インターネット導入は GDP を増加させると結論づけている。

第7章は化学工学の GPT としての側面を指摘し

たものである。化学工学が産学協同で行われる過程において、それまで分析対象として取り上げられることのなかった個々の作業プロセス（濾過、蒸留、結晶化、分解等）を unit operation と名付けることによってそれらを科学の一分野と位置づけ、化学のみならず自然科学全般の発展に大きく寄与したことが、産業技術史を辿りながら詳述されている。

第8章は第2章の著者たちによる論文である。生産関数に投入物が投入されて生産物が産出されるという見方に対抗して、「技術と技術を体現した Facilitating Structure（物的資本、人的資本、企業組織等）、政策と政策を体現した Policy Structure（公共部門の人的資本、組織等）に、投入物が投入されることにより産出がなされる」という見方で技術を捉えることを提唱している。

第9章は再び第3～5章と同じ問題意識に立ち返り、GPTと生産性低下の関係を分析している。この章で著者の Howitt は、新しいGPTが誕生した後にはマクロ変数が正確に計測されない、という問題の分析に取り組んだ。具体的には、(1)技術革新によって新しい知識が蓄積され、「知識資本」が増加する、(2)技術革新によってより質のいい製品が供給される、(3)新しいGPTが生まれたことによって古いGPTを用いるために利用されてきた資本財の価値が減少する、という3つの点が国民所得統計作成の際に十分勘案されないで国民所得が正確に計測できない、ということである。これらの点が修正されれば(1)、(2)はプラスに、(3)はマイナスに作用するはずである。Howittは資本減耗を考慮した経済成長モデルを構築し、それに現実的な値を代入してシミュレーション分析を行った結果、(3)の資本減耗の効果が非常に大きくて(GDPの6.6%) (1)、(2)のプラスの効果を凌駕し、しかもGDP下落の期間も長期にわたる(28年)という結果を得た。

第10章は本書の中で唯一GPTの開発されるプロセスについて分析したとされる章である。BT論文と同様の分析枠組み(GPTとその応用分野の間の静学的ゲーム理論)を用いて、応用分野の部門数が多いほどGPT部門が大きくなること等が結論づけられている。

第11章は熟練労働者・非熟練労働者の間の賃金格差をアメリカ、カナダのデータを用いて分析している。第3、4、5章の分析によれば、GPTの誕生がその応用分野への熟練労働力需要を喚起し、賃金格差拡大につながるとされた。本章の主張は、賃金格差の変動を説明するという点に限るといえば労働供給の動向を精査すれば十分であってGPTをわざわざ持ち出すまでもない、ということである。しかしそれでも生産性の低下がデータから読みとれるということは、賃金格差に反映されない変数(例えば生産物価格)が正確に計測されていない可能性があり、その点では第9章の Howitt 論文に賛意を示す形で締めくくられている。

IV 結 語

GPTを他の周縁的技術と区別することが経済成長を分析する上で有意義である、という十分な理由は本書では示されていない。むしろ短期の景気変動を分析する上で非常に有意義であるということは十分示されている。その点に興味のある読者にとっては貴重な一書であろう。その問題関心だけに本書の論点を絞れば収録される論文の数も減ったであろうし、タイトルも General Purpose Technologies and Business Cycles または General Purpose Technologies and Productivity Slowdown となったかもしれない。

(注1) この章では基礎技術革新(major technological change)とGPT開発は同義である。

(注2) 第3、4章のモデルの大筋は、Grossman and Helpman (1991)のモデルを踏襲している。

(注3) たとえば電車をGPTとすれば線路、活版印刷がGPTとすれば活字がこれら中間財に当たる。飛行機やワープロが開発されることにより電車や活版印刷が全く用いられなくなったとすれば、線路や活字も不要となる。

文献リスト

Aghion, P. and P. Howitt 1992. "A Model of Growth

- through Creative Destruction." *Econometrica* 60(2) (March).
- Bresnahan, T. F. and M. Trajtenberg 1995. "General Purpose Technologies: 'Engines of Growth?'" *Journal of Econometrics* 65(1) (January).
- Cooper, R. and A. John 1988. "Coordinating Coordination Failures in Keynesian Models." *Quarterly Journal of Economics* (103) (August).
- Dixit, A. and J. E. Stiglitz 1977. "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity." *American Economic Review* 67(3) (June).
- Greenwood, J. 1997. *The Third Industrial Revolution*. Washington, D. C.: AEI Press.
- Greenwood, J. and M. Yorukoglu 1997. "1974." *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (46) (June).
- Grossman, G. M. and E. Helpman 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Romer, P. 1990. "Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy* 98(5) (October).

(アジア経済研究所在ダッカ海外調査員)