

特別寄稿

ポスト・コロナの経済社会を支える科学技術政策の在り方  
 —技術効率の向上と無形固定資産としての知識ストック<sup>1</sup>—

慶応義塾大学 名誉教授 黒田 昌裕

この分析は、1945年から1980年代半ばまで、いろいろな曲折を乗り越えながら、歴史的にも稀有だともいえる発展を遂げてきた日本経済が、1990年代以降、何故長期停滞、屈折という局面を迎えなければならなかったのか？”という素朴な疑問から始まっている。21世紀に入って、1960年代から1980年代までの発展と比較すると、先進各国、そして日本でも、有形固定資本の設備投資から無形固定資本投資による知識ストックの蓄積へと投資の構造が変換したという特性がみられる。そして、無形固定資本としての研究開発や情報処理などの知識ストックの蓄積が産業の生産効率の変化に与える影響が synergy、

spillover、scalability 効果など、従来の有形資本投資の技術特性とは、異なっている特性を持っていると指摘されている。その技術構造の変化の本質的意味とその日本経済の実態を踏まえて、ポスト・コロナの経済社会に与える影響や21世紀の科学技術政策の課題について、私見を述べさせていただきます。

1990年代、バブル崩壊後1995-2011年の日本経済のマクロレベルでの全要素生産性 (Total Factor Productivity: TFP) の年率成長率と基準時 (2005年) を1.0としたその生産性指数を描いたものが、図1である。

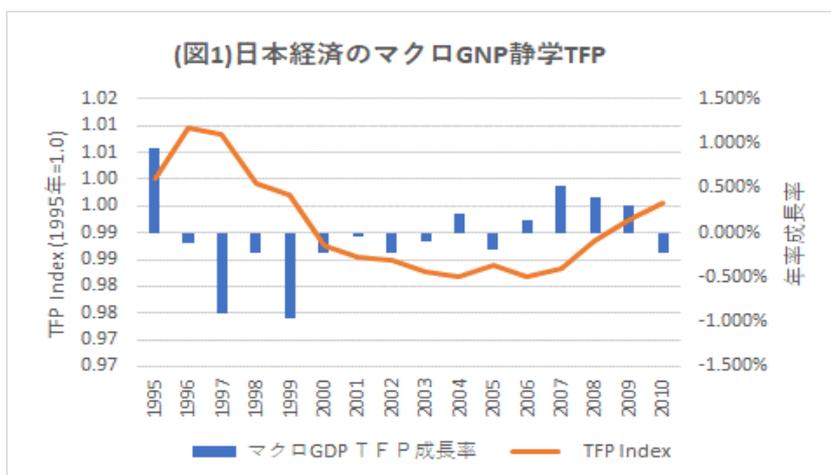


図1 日本経済のマクロ GNP 静学 TFP

<sup>1</sup> 無形資産に関しては、ソフト開発、データベース開発、研究開発、鉱物探索、芸術的創作、デザイン開発、職員研修、市場調査など、その範囲は多岐にわたる。ここでは、研究開発およびソフト・システム開発などの情報処理に限っている。詳細は、Corrado, Hulten Sichel (2005)、および OECD(2002,2005)等を参照されたい。

この期間のマクロレベルの全要素生産性の成長率は、年率平均で-0.05%の低水準であり、バブル崩壊後、若干の回復をみせたものの、この間、2000年代初めのITバブルの崩壊、2008年リーマンショックと変動が重なり、殆ど生産性の伸びは無かった

というのが、この観察事実である。この1995-2011年の日本経済の観測が示す、この成長パターンの屈折には、戦後の高度経済成長を支えてきた経済特性とは、幾つかの点で大きな構造的変化があることに注目しなければならない。

(表1)我が国のマクロ経済成長とその要因分解(%)

	1965-1975	1975-1985	1985-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2014
名目GDP年率平均成長率	15.20%	7.60%	4.10%	0.30%	-0.20%	-0.90%	0.20%
実質GDP年率平均成長率	7.40%	4.00%	3.10%	0.80%	1.20%	0.30%	0.60%
人口平均年率成長率	1.30%	0.78%	0.36%	0.22%	0.13%	0.04%	-0.47%
労働力人口年率成長率	1.05%	1.78%	1.10%	0.29%	-0.34%	-0.08%	-0.14%
有形固定資本年率成長率	9.01%	4.81%	n.a.	1.70%	0.40%	1.00%	0.40%
無形固定資本年率成長率	n.a.	n.a.	n.a.	4.60%	6.90%	2.30%	-0.10%

資料：国民経済計算、人口センサス

(表1)から明らかなように、1995年以降の経済成長の要因分解は、人口構造の変化を反映した労働力人口の伸びの著しい低下と資本投入の蓄積形態の変化という特徴を示している。資本投入は、高度経済成長を支えてきた有形固定資本投資の伸びが低下し、それに代わって無形固定資本投資の伸びが拡大している。このような、資本投資の構造変化は、20世紀後半の情報技術の進歩の影響もあって、欧米先進諸国で共通して、起こっている現象であり、21世紀の経済成長を特徴づけていると、英国の二人の研究者、J.ハスケルとS.ウェストレイクがその著書「無形資産が経済を支配する」で、次のように、指摘している。

“過去数十年にわたり、投資の性質が次第に、だが重要な形で変化している。この変化は、情報技術が主体ではない。新規投資はロボットやコンピュータ、シリコンチップといった形を取ってはいない。ただしこれらすべて

て、物語における助演にはなっている。抜きがたく台頭してきた投資の種類は無形投資だ。つまりアイデア、知識、美的感覚、ソフトブランド、ネットワークや関係への投資だ。”<sup>2</sup>

この著者らは、過去30年にわたる投資が、20世紀の大量生産・大量消費を推進した有形設備投資から無形資産投資へとその比重を移しており、それが21世紀の経済社会に大きな影響を与えていることに注目している。そして、無形資産への投資が、①サンクコスト(Sunk Cost 埋没費用)が大きく、それ故にその価値の評価が難しく、売却しにくい資産であること、②一方でその利用価値に関しては、容易に拡張できる規模拡張(Scalability)効果を持っていること。そして、③その拡張可能性は、他の利用用途への波及(Spillover)効果が大きく、④他の有形・無形投資との組み合わせで、(Synergy)効果を持つこと、そしてこれらの特性ゆえ

<sup>2</sup> Haskel J.and S. Westlake(2018), 山形浩生訳

(2020). Page 19.

に、⑤ネットワークの構築がより大きな効果を生み出す、と指摘している。これは、20世紀において、有形固定設備規模の拡大が、規模の経済性を発揮させて、経済成長をリードしてきた大量生産・大量消費社会の規模効果とは明らかに異なった技術特性である。確かに、GAF A と呼ばれる 21 世紀を代表する企業の世界規模の拡大は、これら無形の知的資産投資が、新たな Global Value Chain の形成を加速させ、地域間相互依存の形を変化させているという感覚とも符合している。そして、その知的資産の知財管理の重要性のについても、われわれの実感しているところである。

### 1. 無形資産投資の拡大による技術効率変化を如何に測定するか？

投入産出（産業連関）分析は、商品生産の技術のリンケイジの構造とその技術進歩の波及効果の測定の枠組みを与えている。ここでは、各種の商品生産活動における技術が、その時点の生産活動における中間原材料投入や資本・労働など本源的生産要素の投入構造に反映されており、それが、市場を通じて、関連する商品の生産技術間の相互依存関係を生み出すと考えている。したがって、体系のいずれかの商品生産で生じた技術革新は、その商品自身の生産効率のみではなく、直接、間接に関連しているすべての商品の技術効率に影響を与える。ある商品 1 単位の生産における中間財、労働、資本などの投入と産出の関係から導かれる当該商品の生産性測定の指標として、全要素生産性指標が定義される。ある商品 1 単位を生産する際の生産性指標をユニット全要素生産性（Unit Total Factor Productivity: UTFP）と呼ぶ。これは、そ

の商品自身の生産の投入と産出の関係から導かれる。また、この時点での当該の商品生産プロセスで、関連する各種の商品を中間財投入として受けていることから、そこで関連するすべての商品の生産効率の影響を間接的に受けることとなり、それら関連商品の生産効率の変化をも勘案して、当該商品 1 単位を、この時点で生産する際の総合的な生産性を測定する指標を定義することもできる。これを、静学的ユニット全要素生産性（Static Unit Total Factor Productivity: SUTFP）と呼ぶ。これは、ある時点の当該商品の生産の技術の相互依存関係を踏まえて、その時点で関係する商品の生産効率を踏まえた生産性指標という意味で、その時点の静学的な技術波及を反映したものと考えている。更に一歩進めて、この商品生産技術の相互依存に伴う直接的・間接的波及は、この時点の各商品の生産活動で用いられる資本サービスの投入によって支えられていると考えれば、当期の資本サービスは、各部門の過去から現在までの資本蓄積による資本ストックから生み出されていることを前提とすれば、この時点の生産性は、静学的相互依存の関係だけではなく、関連するすべての部門の資本蓄積のための投資を行った過去の時点にまで遡って、過去の各時点の投資財の生産に体化されている投資時点の技術にも依存していると考えられることも必要である。それは、過去の投資による資本蓄積を通じて、資本に体化された過去の技術の影響も含む、動学的波及の影響を評価する生産性指標だと考えることができる。これを、動学的ユニット全要素生産性指標（Dynamic Unit Total Factor Productivity）と呼ぶ。

Kuroda-Nomura (2004)では、これらの生産性指標を時系列投入産出表のデータから測定して、高度経済成長期の日本経済の効率性を評価することを試みた。<sup>3</sup> ここでは、高度経済成長期の日本経済における資本蓄積の動学的効果を生みだした投資は、有形固定資産の蓄積が中心であり、重化学工業化をめざした産業構造の構築と“投資が投資を呼ぶ”と云われた有効需要拡大の好循環が、産業の技術効率を高め、高度経済成長の達成に寄与したという観測事実が検出されている。しかし、20世紀半ばからの物質材料科学の進歩、それに支えられた情報科学の深化が、投資構造を大きく変化させた。研究開発投資や情報処理投資などの無形固定資本としての知的資産の蓄積が進み、研究開発活動や情報処理活動によって生み出された無形固定資産としての知識ストックが、投資財に体化されて、生産部門の投入構造、そして生産性の波及構造に影響するメカニズムを生みだしている。こうした点を踏まえて、無形資産としての研究開発や情報処理活動による無形の知識資本の拡大が、経済体系の生産性に如何に影響しているか、そしてそれが、1990年代のバブル崩壊後の日本経済に如何なる影響を与えているかを検証する。

研究開発投資については、政府および民間非営利団体による公的研究開発投資、民間産業としての研究開発部門の研究開発投資、ならびに各産業部門の企業内研究開発

投資を区別して、それぞれが関連産業部門の生産活動に係わる構造を投入産出の体系に組み込むことを試みた。また、情報処理活動によるソフトウェアやシステム開発などの情報処理関連の無形固定資産の蓄積についても、それを推進する情報処理産業やインターネット等の情報処理、通信関連産業と各産業部門の企業内情報処理活動における情報関連の無形固定資産の投資とを区別して、投入産出分析の体系に組み込むことを試みている。(表1)に示したように、1995年以降、日本経済においても、マクロレベルで観て、無形資産に関する投資が、有形資産の伸びを上回る伸び率を示している。(図2)は、1995-2011年の産業別に有形資本および企業内研究開発、企業内情報処理活動の無形資本の投入サービス量の年率平均成長率を比較したものである。この期間、産業別に観ても、企業内研究開発および企業内情報処理に関する無形固定資産サービスへの投資の成長率が、明らかに有形固定資産サービスへの投資の成長率を上回っていることが観測できる。無形資産の範囲については、フラスカティ・マヌエルに始まり、国連の2008年国民経済計算基準の勧告に従い、多くの国で国民経済計算に取りこまれている。わが国でも、研究開発支出の資本化が検討され、2008SNA基準への改訂が2016年の基準改定で進められ、研究開発支出を、従来の中間財としての扱いから、投資財として最終需要に移され、無形の固定資本形成として扱われるようになった。<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Kuroda, M. and Nomura, K. (2004) 参照のこと。

<sup>4</sup>国民経済計算における研究開発投資の資本化は、小林裕子(2019)を参照されたい。

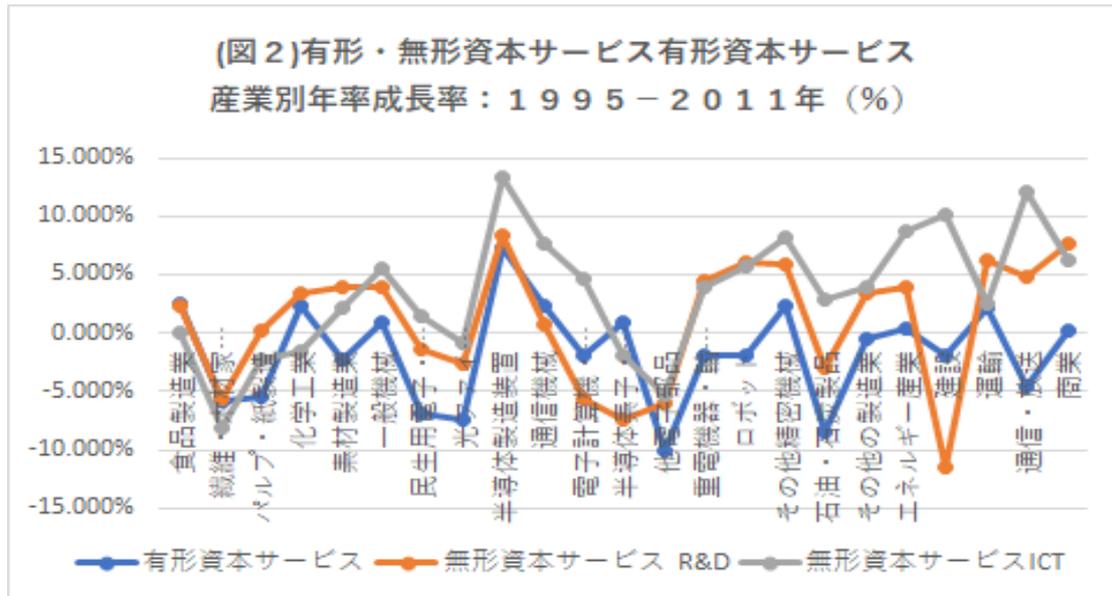


図2 有形・無形資本サービス有形資本サービス産業別年率成長率：1995-2011 (%)

図2に掲載した、産業部門別の有形無形の資本サービス量の成長率に関しては、資本サービス価格を直接観測することが難しいことから、幾つかの前提をおいて推計している。生産要素のうち労働サービスや中間原材料の投入価格は、労働市場や原材料市場で価格を直接的に観測できる。資本サービスに関しては、レンタル市場のある自動車や家屋などの場合を除いては、直接そのサービス量や価格を、観測できない場合が多い。特に無形資産サービスは、その観測は難しい。一方、有形、無形の投資額およびその投資財価格を観測することには、国民経済計算に改訂を含め、幾つかの工夫がなされている。有形・無形資本ストックを推計し、そのサービス量が提一方、各産業の資本コストについては、3活動を併せ

て、各産業の付加価値額のうち、営業余剰と有形、無形資本の資本減耗引当額を合算して、すべての資本サービスのコストの総計をもとめることができる。これらの情報から、それぞれの資本サービスに関して、その有形・無形資産価値を算定する割引率が資産間で均等化すると仮定することによって、割引率（資本収益率）を算定し、それに基づき有形・無形の資本サービス価格を求めることができる。その上で、総資本コストを、有形・無形のサービスコストに按分して、サービス量を推計している。<sup>5</sup>

## 2. 研究開発投資および情報処理投資の拡大による生産性“Spillover”効果は、あったか？

<sup>5</sup> 資本サービス量および価格の推計の詳細

については、黒田(2019)を参照のこと。

情報革命は、SNS や AI を通じて、社会の情報伝搬の構造を大きく変えつつあり、科学と社会の関係にかつてない変局を齎している。知識ストックからの情報処理サービスと研究開発サービスとは、無形固定資産サービスとしての共通性はあるものの、その経済社会への影響の構造は大きく異なっている。情報処理技術は、そのサービスが市場財として市場経済の体系を通じて経済構造に波及するのに対して、研究開発が生み出す知識サービスの技術効率への影響は、情報サービスの場合とは異なっている。とりわけ大学や公的研究機関への政府の研究開発投資の配分による研究成果など、公共財として、市場財としての情報処理サービスなどの知財とは異なった性質を有する。情報処理技術が、そのハード、ソフト技術を含め、市場財として知識サービスの普及・伝搬で産業等の効率化に寄与するのに対して、公的な研究開発投資は、知的資産の蓄積であり、その知識は、社会の知性の拡張、高揚に資するものとの考え方が多い。近年、その知的知識が、公共財として提供されるばかりではなく、大学等で生まれた知財として市場価値を生み、その特許料やライセンス料などによって提供される場合も多くなっている。一方、企業内研究開発活動は、その企業の主生産活動の技術効率の上昇に寄与する一方で、市場で評価されて、特許やライセンス料の獲得という市場財としての影響も拡大している。

ここでは、われわれの観測期間（1995-2011年）において、推定された産業別の主生産活動、企業内情報処理活動、企業内研究開発活動の技術効率を、活動別の全要素生産性の動向で捉えて、その特性から、3活動間の波及に関しての動向を把握し、

日本経済の屈折の要因を探る。前述のように、静学 Unit TFP は、特定の産業の商品1単位を生産するに際しての関連するすべての中間投入財の生産効率の変化を加味した生産効率指標である。各産業の3活動について、各活動別の UTFP と SUTFP の年率平均成長率を 1995-2011 年で算定できる。各産業について、3活動それぞれについて、UTFP と SUTFP の動向から、産業間の生産技術の Spillover 効果の程度を把握することができる。Spillover 効果があれば、個別の産業・活動別 UTFP の成長率に比べて、SUTFP の成長率の方が高くなることが期待される（表2）では、各産業の各活動 UTFP が正値を示し、なおかつ、SUTFP が UTFP を上回っている部門に、※印をつけている。

1995-2011 年の間の年率平均成長率でみると、主生産活動において、UTFP が正値で、且つ SUTFP が UTFP を上回るこの傾向を示す産業部門は、パルプ・紙製造業と重電・輸送機械製造業の2部門のみである。主生産活動において、UTFP が正で、生産効率が、年率平均で向上している産業は、鉱業、光ファイバー、半導体・集積回路、その他電子製造業、石油・石炭製品、建設業、通信・放送、商業、インターネット、教育部門でみられるものの、これらの産業では、波及効果を含めた SUTFP では、その効率は低下することになっており、生産性の Spillover 効果は観測されていない。企業内情報処理活動に関しても、UTFP が正で、且つ Spillover 効果が観測されるのは、光・ファイバー産業のみである。企業内研究開発活動に関しては、UTFP が正で、産業間の Spillover 効果が発揮されている産業部門は、この期間平均では、

観測されていない。これは、この間の日本産業の停滞の一つの要素が、研究開発や情報処理などの無形固定資本投資が旺盛であ

るにも関わらず、産業間の生産性向上の Spillover 効果として、反映されていないことにあることを示している。

(表2)産業別TFP成長率と静学Unit TFP成長率のSpillover 効果：主生産活動・企業内情報処理活動・企業内研究開発活動

産業	主生産活動		企業内情報処理活動			企業内研究開発活動	
	TFP	Static Unit	U.TFP vs. Static U.TFP	U.TFP	U.TFP	U.TFP vs. Static U.TFP	U.TFP vs. Static U.TFP
農林水産業	-0.09%	-0.07%		—		-0.04%	-0.08%
鉱業資源	0.22%	0.13%		—		0.08%	0.05%
食品製造業	-0.06%	-0.07%		-0.09%	-0.10%	0.01%	-0.03%
繊維・木材家具製造業	-0.02%	-0.05%		-0.24%	-0.37%	-0.03%	-0.08%
パルプ・紙製造	0.08%	0.11%	※	0.12%	0.06%	0.02%	-0.02%
化学工業	-0.13%	-0.16%		-0.27%	-0.35%	-0.05%	-0.10%
素材製造業	-0.01%	-0.02%		0.06%	0.04%	-0.14%	-0.20%
一般機械	-0.10%	-0.11%		-0.28%	-0.41%	-0.14%	-0.19%
民生用電子・電気機械	-0.13%	-0.17%		0.08%	0.02%	-0.04%	-0.08%
光ファイバー・ケーブル	0.18%	0.14%		0.02%	-0.10%	※	-0.04%
半導体製造装置	-0.04%	-0.17%		-0.28%	-0.63%	-0.15%	-0.20%
通信機械	-0.26%	-0.25%		-0.35%	-0.46%	0.00%	-0.04%
電子計算機・同付属品	-0.15%	-0.52%		-0.51%	-1.31%	-0.08%	-0.12%
半導体素子・集積回路	0.10%	0.00%		-0.37%	-0.43%	0.25%	0.20%
他電子部品	0.24%	0.19%		0.60%	0.63%	0.11%	0.05%
重電機器・輸送機器	0.01%	0.02%	※	0.02%	-0.03%	0.00%	-0.04%
ロボット	-0.11%	-0.18%		0.04%	-0.22%	-0.03%	-0.07%
その他精密機械	-0.22%	-0.17%		-0.40%	-0.51%	-0.03%	-0.07%
石油・石炭製品	0.29%	0.25%		-1.37%	-2.06%	-0.16%	-0.27%
その他の製造業	-0.11%	-0.12%		-0.17%	-0.23%	-0.01%	-0.06%
エネルギー産業	-0.11%	-0.11%		-0.22%	-0.33%	-0.07%	-0.10%
建設	0.18%	0.19%		-0.03%	-0.10%	-0.05%	-0.10%
運輸	-0.04%	-0.01%		-0.19%	-0.29%	-0.06%	-0.10%
通信・放送	-0.31%	-0.56%		-0.14%	-0.22%	-0.09%	-0.15%
商業	0.07%	0.06%		0.11%	0.10%	-0.02%	-0.06%
ソフトウェア業	-0.50%	-0.56%		-0.50%	-0.56%	-0.24%	-0.43%
情報処理・提供サービス	-0.17%	-0.17%		-0.17%	-0.17%	-0.23%	-0.48%
インターネット業	0.89%	0.77%		0.89%	0.77%	0.30%	0.20%
医療福祉サービス	-0.13%	-0.21%		—		—	
教育	0.04%	0.04%		—		—	
その他サービス	-0.05%	-0.08%		—		—	

註1：※は、UNIT TFP>0.0 & Static UNIT TFP > UNIT TFP  
 註2：農林水産業、鉱業の主生産活動には、企業内情報処理活動を含む。  
 註3：医療福祉サービス、教育、その他サービス業の主生産活動には、企業内情報処理、企業内研究開発活動を含む。

(表3)は、各産業部門の主生産活動について、1995-2010年を5年ごとに区切って、その間のUTFPとSUTFPの年率成長率を算定したものである。1995-2000年の5

か年の主生産活動に関するUnit TFPの成長率は、極めて小さい。それが正値を示すのは、鉱業、素材製造業、光ファイバー産業、石油・石炭製品、通信・放送、商業、

その他製造業の7部門にすぎない。その内、SUTFPで、産業間波及の正の効果を示す産業は、鉱業、素材製造業の2部門に過ぎず、産業間波及の正の効果は、殆ど観測されていない。2000-2005年の5か年でも、自己産業のUnit TFPが上昇、かつSUTFPで生産効率上昇を示す産業は、その前の5か年に比べて多くみられるものの、間接波及効果を含めた波及効果はまだ大きくない。2005-2010年の5か年では、鉱業、素材工業、光ファイバー、半導体製造装置、半導体・集積回路産業、ロボット、その他精密機械、石油・石炭産業、エネル

ギー産業、商業、インターネット業などのUTFPは、大きくなっているものの、そのSpillover効果は、依然として小さい。2005年以降、1990年代のバブル崩壊の影響は、徐々に回復の兆しはみせており、2005-2010年では、※印の産業が多くなってきている。Spillover効果は、産業間の各活動の技術波及の大きさを示しているが、それを発揮させるのは、無形資本投資の拡張が、各産業内での主生産と研究開発、情報処理活動の間で、技術効の向上の“Synergy”効果を達成しているかどうかにも依存している。

主生産活動分野	1995-2000		2000-2005			2005-2010			
	U.TFP vs. Static	U.TFP	U.TFP vs. Static	U.TFP	U.TFP	U.TFP vs. Static	U.TFP	U.TFP	
農林水産業(含主生産部門・組織部門・鉱業資源(含主生産部門・組織部門・情報食品製造業(主生産部門)	-0.69%	-0.73%	※	-0.09%	-0.04%	※	0.28%	0.37%	※
食品製造業(主生産部門)	0.64%	0.83%	※	0.07%	0.22%	※	0.00%	-0.63%	
繊維・木材家具製造業(主生産部門)	-0.05%	-0.35%		-0.08%	0.07%		0.06%	0.17%	※
繊維・木材家具製造業(主生産部門)	-0.20%	-0.36%		-0.01%	-0.03%		0.19%	0.30%	※
パルプ・紙製造(主生産部門)	-0.01%	-0.06%		-0.02%	-0.02%		0.32%	0.51%	※
化学工業(主生産部門)	-0.30%	-0.35%		-0.14%	-0.17%		0.04%	0.09%	※
素材製造業(主生産部門)	0.00%	0.08%	※	0.01%	0.04%	※	-0.05%	-0.16%	
一般機械(主生産部門)	-0.45%	-0.57%		-0.01%	0.00%		0.12%	0.23%	※
民生用電子・電気機械(主生産部門)	-0.22%	-0.55%		-0.17%	-0.34%		0.07%	0.42%	※
光ファイバー・ケーブル(主生産部門)	0.34%	0.30%		0.22%	0.17%		-0.05%	-0.05%	
半導体製造装置(主生産部門)	-0.41%	-0.54%		0.16%	0.12%		0.10%	-0.14%	
通信機械(主生産部門)	-0.76%	-1.19%		-0.28%	-0.31%		0.29%	0.79%	※
電子計算機・同付属品(主生産部門)	-0.69%	-2.05%		-0.37%	-0.73%		0.22%	0.88%	※
半導体素子・集積回路(主生産部門)	-0.58%	-1.29%		0.13%	0.27%	※	1.15%	1.31%	
他電子部品(主生産部門)	-0.38%	-0.92%		-0.12%	-0.18%		1.18%	1.68%	※
重電機器・輸送機器(主生産部門)	-0.34%	-0.59%		0.12%	0.19%	※	0.23%	0.46%	※
ロボット(主生産部門)	-0.38%	-0.62%		0.15%	0.24%	※	0.11%	0.07%	
その他精密機械(主生産部門)	-0.53%	-0.72%		-0.16%	-0.18%		0.00%	0.42%	
石油・石炭製品(主生産部門)	0.32%	0.66%		0.37%	0.33%		0.29%	-0.14%	
その他の製造業(主生産部門)	-0.42%	-0.49%		0.00%	-0.03%		0.14%	0.25%	※
エネルギー産業(主生産部門)	-0.35%	-0.23%		0.24%	0.21%		0.02%	-0.07%	
建設(主生産部門)	-0.02%	-0.04%		-0.03%	-0.04%		0.47%	0.53%	※
運輸(主生産部門)	-0.11%	-0.06%		-0.03%	-0.03%		0.04%	0.09%	※
通信・放送(主生産部門)	0.16%	-0.22%		-1.27%	-1.76%		0.01%	0.11%	※
商業(主生産部門)	0.26%	0.20%		0.05%	0.03%		-0.09%	-0.03%	
ソフトウェア業(主生産部門)	-1.70%	-1.85%		-0.22%	-0.36%		0.44%	0.59%	※
情報処理・提供サービス(主生産部門)	-1.05%	-1.13%		0.26%	0.24%		0.31%	0.44%	※
インターネット業(主生産部門)	0.00%	0.00%		0.00%	0.00%		2.26%	2.06%	
医療福祉サービス(主生産部門)	-0.30%	-0.62%		-0.10%	-0.04%		0.01%	0.05%	※
教育(主生産部門)	-0.02%	0.10%		0.01%	0.00%		0.00%	0.02%	※
その他サービス(主生産部門)	0.04%	-0.18%		-0.13%	-0.18%		0.11%	0.17%	※
註※	: UNIT TFP>0.0 & Static UNIT TFP > UNIT TFP								

### 3. 無形資産としての企業内研究開発や 情報処理投資の主生産活動への “Synergy” 効果は？

産業の活動を、その主製品の生産活動の効率とその活動を支援する企業内での研究開発活動と情報処理活動の3活動に分けて、その連携の効果を注目する。企業内研究開発と情報処理活動は、主生産の活動を生産効率の向上を支えるために、技術知識の開発や各種の情報処理に伴うシステムやソフトウェア等の開発を進めている。後者の2活動は、そうした無形の資本サービスを主生産部門に提供して、主生産部門の技術効率を高めることがもとめられ、一方その活動には、主生産部門からの研究開発や情報処理活動に必要な設備などの有形資本サービスの支援を受けている。これら、3活動が効率的に連携され、全体の生産効率を高めることができるかどうか、3活動の Synergy 効果の有無を決める。こうした、3活動の相互依存の関係が、効率的に作動するかどうかは、その産業の技術特性に依存しているが、ここでは、観測期間 1995-2011 年において、結果として、各産業の3活動の間に、Synergy 効果が検出されるかどうかを各産業の3活動間の UTFP の相関関係から、その効果の状況を推察してみる。(表4)は、各産業の活動間の UTFP 指数間の相関係数を 1995-2011 年について算定したものである。この期間の資本収益率の時系列トレンドの方向によって、U-Shape、上昇トレンド、不規則変動のものに分類して、3活動の生産性の変動傾向に関して、その相関を求めている。企業内情報処理や企業内研究開発が、主生産活動に与える効果について、Synergy 効果は、活動間の UTFP の相関係数を視る限り、明確には認められない。

もちろん、この観察事実は、この期間の各産業部門の技術選択の結果を事後的に評価したにすぎない。波及に、時間差があることも考えられ、この素朴な方法では、効果の有無を明確に判定できない。その背後にあるその技術特性についての研究が不可欠であり、各産業・活動のトランス・ログ価格関数等の測定によって、それを確認すること試みた。その詳細の説明は、別の機会に譲りたいが、各産業部門の3活動の価格関数をトランス・ログ関数によって測定したところ、この期間多くの産業で以下のような技術特性を共通して検出することができた。トランス・ログ価格関数の定式化では、各活動における技術進歩の特性を、生産要素の投入バイアス・パラメーター（特定の生産要素の価格変動にともなう、その生産要素の投入がどのように変化するかを示す）と技術進歩率の時系列変化の方向を示すパラメーターによって、その技術特性を捉えている。前者は、企業内研究開発や情報処理活動によって、それらの活動の技術効率の向上によって、より安価なサービスが主生産に提供される場合に、その要素を主生産活動において、有効に活かして、主生産活動の効率を上昇させるかどうかを示す指標となる。その価格変動によって、それぞれの投入要素を集約的に使用する性格を持つか、それとも要素節約的な性格を持つかを示すパラメーターが、要素投入のバイアスを示すパラメーターである。また技術進歩の加速度を示す指標では、そのパラメーターが負であれば、技術進歩が、時間と共に加速されることを示している。この期間でのパラメーター計測によれば、各産業・活動の技術進歩トレンドとしては、多くの産業、活動で技術効率を向上させるというパラメーター特性を示すものの、有形資本および研究開発・情報処理の無形資本サービス価格

変化にともなう技術バイアスのパラメータは、この3活動の間の技術効率の向上の Synergy 効果を示す特性を示していなかった。このことは、観測期間において、産業内の3活動の技術特性として、主生産活動と二つの企業内活動の間の技術効率拡大の Synergy 効果は、認められず、(表4)の活動間の生産性の相関の大きくないことは、産業における3活動の間に、相互に生産性をあげる積極的な技術特性が示されていないことと符合する。

の技術進化がもたらした産業間の Synergy 効果であり、その波及の広がり大きさによっては、情報技術の Scalability の大きさを示しているとも考えることができる。独立した産業部門としての情報産業(通信・放送業、ソフトウェア業、情報処理サービス提供業など)の他産業部門への波及効果は、市場財としての他産業の中間投入への情報サービスという無形の知識サービスの提供であると考えられる。図3-1～図3-3は、通信・放送業、ソフトウェア業、情報処理サービス業からの各産業部門への実質の中間投入係数の時系列推移をプロットしたものである。

他産業における通信・放送部門からの中間投入の変移を時系列でみると、電子関連製造部門(民間用電子・電子機器、光ファイバー、半導体製造装置、通信機器、電子計算機、半導体・集積回路、その他電子部品、重電機器・輸送機械、ロボット、その他精密機械)を除く産業部門で、通信・放送部門からの中間財投入は、急速に拡大している。それは、独立した産業としての研究開発部門でも、その傾向は顕著であり、通信・放送部門の提供する情報サービスの特性を示している。一方、電子関連製造部門では、その通信・放送部門からの中間投入係数は、変動がみられ、必ずしも上昇傾向は、観測できない。これは、これらの産業内での通信・放送関連活動の企業内部化が進んでいることによると考えられる。ソフトウェア産業からの他産業への中間投入は、先の通信・放送業とは異なり、その投入係数は減少傾向にある部門が多い。これは、パッケージ・ソフトの普及などによる企業内情報処理による内部化が関連しているように思われる。この内部化の動きにもかかわらず、先に示したように、企業内情報処理活動と主生産活動に生産性拡張の

(表4)活動間 Synergy 効果：産業部門3活動間の生産性相関

産業 (収益率U-Shape)	Main vs. ICT	Main vs. R&D	ICT vs. R&D
8. 繊維製造業	0.1591	0.6867	0.2709
14. 化学工業	0.6746	0.6038	0.5827
20. 一般機械工業	0.3474	0.4152	0.4152
29. 半導体装置製造業	0.8842	0.1008	0.1882
32. 通信機械工業	0.5697	0.8961	0.4102
35. 電子計算機製造業	0.4358	0.6024	0.3228
38. 半導体・集積回路	0.5826	0.5756	0.0906
47. ロボット製造業	0.8540	0.0436	-0.0710
50. 他精密機械工業	0.6471	0.6093	0.3897
65. 運輸業	-0.0888	0.6709	0.3564
産業 (収益率上昇Trend)	Main vs. ICT	Main vs. R&D	ICT vs. R&D
11. 紙パルプ製造業	0.7209	0.5238	0.3433
17. 一次金属製造業	0.2165	0.3760	0.0788
23. 電気機械製造業	0.5604	0.3818	0.2693
26. 光ファイバー製造業	0.3754	0.0073	0.2616
41. 他電子部品製造業	0.4311	0.8402	0.3729
44. 重機・輸送機械製造	0.5592	0.6952	0.4376
68. 通信放送サービス	0.2338	0.7511	0.3681
71. 商業	0.6954	0.7745	0.4901
74. ソフトウェア業	0.9602	-	-
76. 情報処理提供サービス業	0.2796	-	-
78. インターネット業	0.6075	-	-
94. その他サービス業	0.7152	-	-
産業 (収益率変動)	Main vs. ICT	Main vs. R&D	ICT vs. R&D
1. 農林水産業	0.8341	-	-
2. 鉱業	0.1908	-	-
5. 食品製造業	0.4313	0.0793	0.4378
53. 石油石炭製品	0.4468	-0.0083	0.4355
56. その他製造業	0.7624	0.5669	0.2356
59. 電気・ガス製造業	-0.0231	0.3631	0.0316

#### 4. 情報技術開発、研究開発の

#### Scalability 効果は

つぎに、情報革命といわれるこの間の情報処理技術の深化の影響を情報処理産業からの他産業への中間投入構造の変化によって、検出することを試みよう。これは、こ

Synergy 効果が、余り検出されていないのは、その改善にむけての施策の必要性を暗示しているとも云える。

一方で、国公立・非営利 R&D 部門や産業の R&D 部門など、着実に中間投入係数の拡張の傾向がみられる部門もある。科学技術研究の分野で、情報化、電子化の高度化が進んでおり、研究開発の推進のソフトおよびシステム高度化とその開発の外部化が進んでいることとも符合している。

情報提供サービスのプラットフォーム化が、我が国においても着実に進んでおり、情報産業のプラットフォームとしての役割を明確に示している。情報産業の生産性の上昇、情報産業を支える電子産業の高度化が、あらゆる産業の効率化の重要な役割を担っていることが示している。公的研究機関、民間の研究機関の活動の活性化にも、情報産業との連携が不可欠であり、市場を通じたその効果の拡張に政策的な支援が不可欠であること物語っており、この情報技術の Scalability が、殆どの産業部門において発揮されている。そして、情報技術の広がり、設備規模の拡大による規模の経済性という製造業の有形固定資産で想定された特性とは、異質の規模効果を持っていることが判る。公共財としての政府の科学技術知識の開発の社会への影響の波及は、市場財としての情報処理技術の社会的影響とは、同じ無形資本サービスであるとしても、全く、異なっている。

公共財としての研究開発投資は、政府の R&D 投資として行われ、国公立大学や研究機関、私立大学等の非営利組織の研究機関などへの研究費として配分される。そこでの活動が公共財としての知識ストックを生み、民間産業の企業内研究開発や民間営利研究機関に知的資本としての知見を伝搬させ、民間部門の効率改善を促す。しかし、その知識の伝搬は、多くは、市場財としての取引ではなく、いわばコストレスに民間の各主体に伝搬される。したがって、中間財の取引のように、明示的にその影響を捉えることは困難である。しかしながら、その知識の伝搬は、その知識を利用する側の生産向上に資する効果を持たないわけではない。そして、知識サービスが、市場財として、特許料やライセンス料の形で、売買される場合も多くなっている。その場合の知財の交換や管理の仕組みを、科学技術政策の一環として捉えることは重要である。現在のマクロの国民経済計算上は、国内での交換は、財産所得に含まれており、一国内の取引は、全体では、その売買が相殺されて、明示的には、現れてこない。産業間の売買を明示的に把握して、非公共財としての性質をもつ場合には、その売買をコスト要素として把握して、技術構造に反映させることが望ましい。一方、国際的な知財の取引は、記録されており、近年、拡大しており、その管理が重要な課題となっている。Global Value Chain の形成の実体を探る上で、それを明示的に捉えて、国際分業の将来像を描くことは、喫緊の重要な政策課題となっている。



図 3-1 通信・放送サービス業から他産業への中間投入係数の時系列変化



図 3-2 ソフトウェア業から他産業への中間投入係数の時系列変化



図 3-3 情報処理サービス提供業の他産業への中間投入係数の変化

#### 4. 結びにかえて

「1990年代のバブル崩壊後の日本経済の経済成長パターンの構造的変化を如何に理解したらよいのだろうか?」という素朴な疑問から、戦後経済を牽引してきた有形資本設備投資に代わって、特に情報処理や研究開発投資などの無形資本投資が旺盛になっていることに注目して、その特性を探ってきた。無形資本投資が、拡大しているという傾向は、我が国ばかりではなく、欧米の先進諸国で見られる現象であり、その背後には、情報革命といわれる技術革新があることも、共通した観測事実である。しかしながら、諸外国の成長が、無形資産投資の拡大に

よって、経済規模を拡大しているのに対して、我が国では、その経済成長パターンは、屈折して、長期停滞の状況を迎えている。無形固定資本投資の特性といわれる、Spillover, Synergy, Scalability効果の実体は、我が国では、この期間極めて小さかった。

分析枠組みは、産業連関表において、情報処理投資や研究開発投資を資本投資として表現する枠組みを提案して、我が国の産業連関表を時系列で組み替えた。その推計資料を用いて、この期間の有形・無形資本への投資が産業の生産効率に及ぼした影響を産業の全要素生産性 (TFP) の変化として測定することを試み

た。また、情報処理や研究開発という無形資産ストックを推計、その投資による知識サービスの測定方法を提案、さらにこれら無形固定資産への投資が、知識サービスを拡張し、それが産業各部門、さらにはマクロ経済の効率化に如何に貢献するかを測定する指標を提案して、1995-2011年の不況期での日本経済における成果を実証的に捉えることを試みた。

そこで得られた観測事実は、①産業部門別の3活動（主生産、情報処理、研究開発）それぞれの全要素生産性(UTFP)成長率は、1995-2011年の間、その無形資産投資が有形資産投資の伸びを上回っているのも関わらず、2005年以降、若干の回復をみせたものの、全体では低調であった。②各産業の静的ユニット全要素生産性(SUTFP)の測定値は、この期間の平均年率成長率は、各産業のUTFP成長率を下回っており、これは主生産、企業内情報処理、研究開発活動に共通して観測された。したがって、無形資本のサービスが提供する生産性の波及は、この期間の平均的生産性の伸び率指標では、産業部門間のSpillover効果を示していない。③各産業における3活動間のSynergy効果についても、この期間すべての産業において、その生産性上昇を齎すにはいたっていない。主生産活動の生産性向上に、企業内の研究開発や情報処理活動の効率向上が有効に働いていないという症状は、この期間の経済停滞を齎した、一つの大きな要因のように思われる。企業内研究開発活動に関しては、公共財として知識の蓄積の影響とは別に、その産業独自の研究成果であり、それは本来他産業への波及より、自産業の生産活動に資する知識の蓄積であり、それによる自らの産業の生産効率の拡張が、産業の競争力をつけることとなる。したがって、それは、産業の市場

での競争力の源泉であり、その知財の管理が知財政策として、重要な課題となる。とりわけ、情報技術という世界市場規模でのScalability効果をもつ技術が、その基盤を形成しており、そこでの知財管理は、重要性を増すであろう。④産業しての情報処理産業からの他産業へのサービスの提供は、情報処理サービス産業から他産業への中間投入係数の変化によってとらえられる。結果は、情報革命といわれる技術の浸透が、その他産業への中間サービスの提供に関しては、投入係数が大きくなっており、情報処理サービス産業の生産性向上は、他産業の生産効率を高めている。しかし一部、各産業の企業内情報処理活動が拡張される場合には、各産業での内部化が進み結果として、情報処理業依存が低下する場合も観測されている。その傾向は、ソフトウェア業に関して顕著である。情報処理産業のこうした観察事実は、情報処理サービスのScalabilityを象徴する特性から生まれていると考えられる。それは、冒頭で述べた、ハスケル等が主張する、“情報技術は、現代社会をリードする重要な技術であるが、それ自体が主演ではなく、助演を演ずる重要技術”ということになる。

以上が、現代の科学技術が、無形資産が知識サービスの提供によって、社会の構造的変化をもたらし、生産性の効率化に寄与するその特性であり、1990年のバブル後の日本経済の停滞、屈折は、そうした無形資産のもつ、各種の特性を活かしきれなかったことによって生じているようにおもえる。“何故、それができなかったか？”については、今まで触れなかった、無形資産、特に研究開発による知識サービスのもう一つの特性、そのSunk Cost(埋没費用)の高さにあるように思える。新しい研究開発の成果の実現に

は、大きなリスクと Sunk Cost が問題となる。戦後経済成長期の大量消費に裏付けられた大量生産技術と異なり、大きなリスクも含めて負担が要求される新しい知識を企業化に結び付ける資本供給の体制が、日本経済には乏しいのではないだろうか？これは、Venture Capital の未成熟のためとも云われるが、我が国の戦後創り上げてきた、銀行融資と系列化産業の構造という資金循環構造が、リスクと大きな Sunk Cost をともなう無形資本への投資を消極化させているという側面もある。これは、欧米の投資のほとんどが、Equity Finance であることを考えると、我が国の金融政策、産業政策の大きな課題でもある。

コロナの災禍は、このような日本経済の課題に追い打ちをかけるような事態とも伝える。第一次大戦後の大不況からの回復は、大恐慌後のニューデール政策まで待たなければならなかった。その背景には、物流・情報技術の飛躍的進化があり、社会・産業の地域間連携に大きな変容を齎し、米国の州際ビジネスが拡大したことがあったという。それと並行して、スペイン風邪というパンデミックとの戦いがあった。コロナの影響は、スペイン風邪を上回る災禍かもしれないが、奇しくも、情報革命と云われる第4次産業革命期を迎えて、科学と社会の関係を見直す良い機会とも考えることができる。科学技術基本法が改正され、人文社会科学と自然科学の融合による知識の拡張がもめられ、第6次科学技術計画が、総合知の確立と Society 5.0 の実現を提唱している。今一度、科学と社会の共生の在り方、市場構造、経済成長の在り方を真摯に考える良い機会のように思えるのである。

## 参考文献

- Corrado, C. A., C. Hulten, and D. Sichel (2005), “Measurement Capital and Technology: An Expanded Framework.” In *Measuring Capital in the New Economy*, edited by C. A. Corrado, J. Haltiwanger, and D. Sichel, University of Chicago Press.
- Haskel J. and S. Westlake (2018), “Capitalism Without Capital, *The Rise of the Intangible Economy*”, Princeton University Press, 山形浩生 訳(2020) 「無形資産が経済を支配する、資本のない資本主義の正体」東洋経済新報社、
- Kuroda M. and K. Nomura (2004), “Technological Change and Accumulated Capital: a Dynamic Decomposition of Japan’s Growth, In *Wassily Leontief and Input-Output Economics* edited by E. Dietzenbacher and M. L. Lahr, Cambridge Univ. Press.
- 小林裕子(2016) “R&Dの資本化に係る2008SNA 勧告への対応に向けて” 季刊国民経済計算、平成27年度第3号 NO. 159.
- 黒田昌裕(2019) 政策大学院大学科学技術イノベーションセンター(SciREXセンター) Working Paper 2019 #01. “研究開発投資による全要素生産性の波及効果の測定—研究開発投資の資本化の枠組み” .
- OECD(2002) “Frascati Manual 2002, Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development” .
- OECD(2010) “Handbook on driving capital measures of Intellectual Property Products”

(2021年6月12日受理)