

産業化の変遷と課題

公文俊平・田中辰雄・山口真一

要旨

産業化の3つの小局面である、第1、2、3次産業革命を特徴づける主導産業の統計データをもとに考察すると、個々の産業が出現、突破、成熟の局面を経過し、後継産業に代替された変遷を確認できる。

例えば、第1次産業革命から第2次産業革命への変局では、駆動力が石炭から石油に、主導産業が鉄工業などから重化学工業などに、そして、輸送手段が鉄道から自動車に代わったことがわかる。

また、製造業の就業者割合が減少するタイミングにより、1960年代以降に第2次産業革命から第3次産業革命への変局が起きたと推察される。さらに、同時期に、格差が急速に拡大しており、この要因をグローバル化の進展や、電子化・機械化による雇用の喪失と生産性上昇によるものだとすれば、グローバル化やデジタル化（第3次産業革命）がこの頃に出現したと言えるだろう。

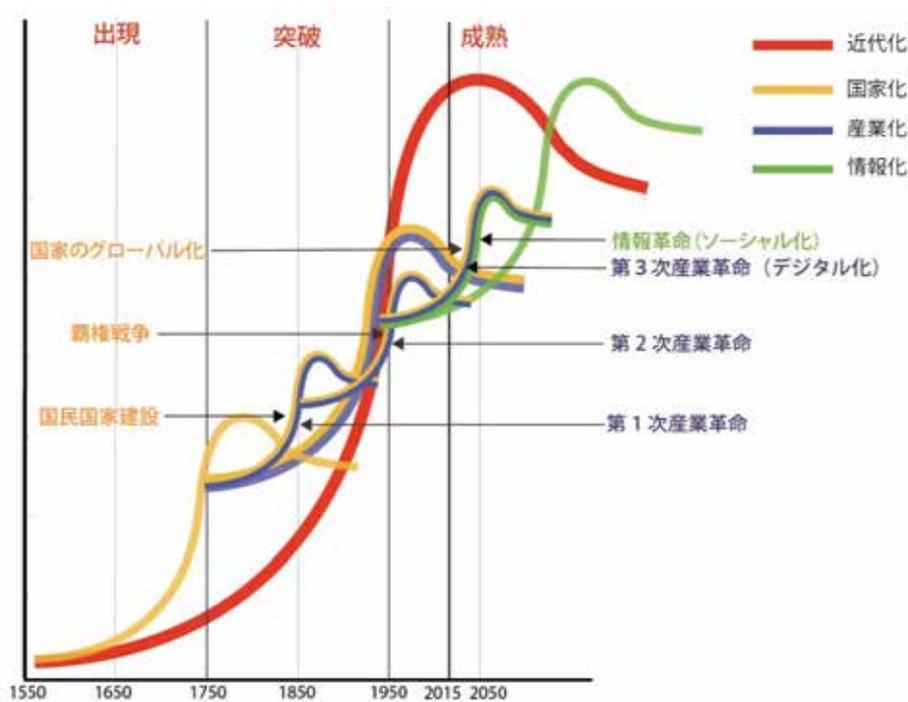
1. 細局面に分解できる小局面

それぞれの小局面は小局面で、さらに、それぞれほぼ50年ごとに始まる、それ自体の「出現」、「突破」、「成熟」の「細局面」に分解できると考えられる。例えば、第2次産業革命は、19世紀の後半に、石油や電力のような新エネルギー源の開発がもたらした「重化学工業」に主導されて「出現」した後、20世紀の前半には耐久消費財——すなわち、工場に置かれた生産者用の機械ではなく、家庭に持ち込まれた消費者用の機械——の加工組立産業に主導されて「突破」し、さらに20世紀の後半以降は、流通、金融、娯楽、医療、教育などの多様なサービス産業の発展する中で「成熟」に向かったと見ることができる。

そしてここでも、細局面相互間の重疊的継起が見られる。例えば、19世紀の後半は、第1次産業革命の「成熟局面（鉄道・郵便事業）」に重疊する形で、第2次産業革命の「出現局面（重化学工業）」がすでに始まっていた。同様に、20世紀の後半に始まった第3次産業革命の「出現局面」（IT産業）も、第2次産業革命の「成熟局面」（サービス産業）に重疊

しつつ、独自に継起してきたと見る事ができる。もちろん IT 産業化の影響は、第 2 次産業革命のサービス産業にも当然及びはしたのだが、サービス産業が IT 産業化を先導したわけではなかった。むしろサービス産業のほとんどは、それに立ち遅れて振り回された面が強かったのも、そういう理由によると解釈できよう。

図表 II-1-1 近代化の小局面の複合イメージ



(出所) 筆者の案をもとに総合研究開発機構作成。

2. 小局面の変遷：第1次産業革命・第2次産業革命

本節では、図表 II-1-1 のうち、第 1 次産業革命と第 2 次産業革命について、具体的にどのような変遷をたどったか、データをもとに考察する。第 1 次産業革命における駆動力および主導産業として、石炭（石炭消費量¹）・綿工業（原綿消費量）・鉄工業（銑鉄産出高）を図表 II-1-2、3 に示す。また、輸送手段として、鉄道旅客輸送量を記載している²³⁴。

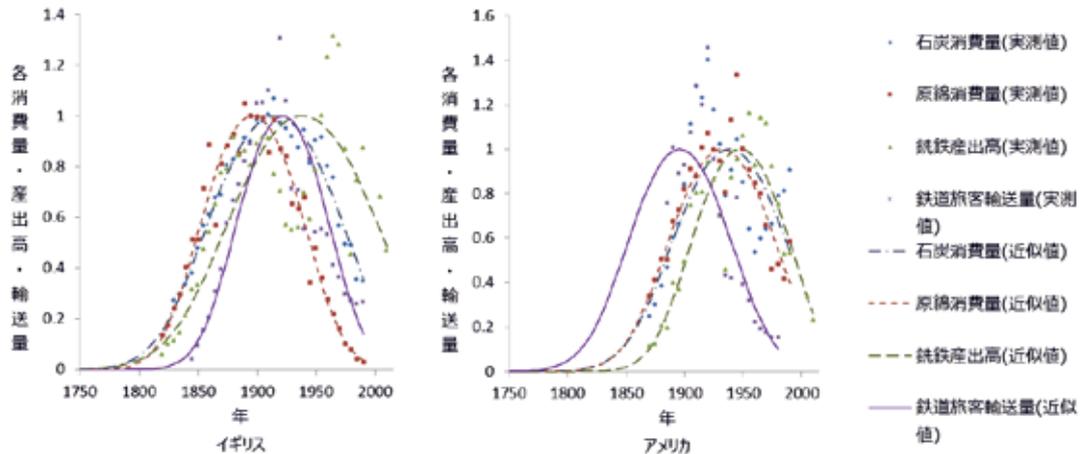
¹ ただし、石炭消費量は、消費量=産出高+輸入量-輸出量で算出しているため、正確な消費量とは一致しない。

² グラフには、実測値データと近似値データの 2 つが描かれている。近似値データとは、実測値データを 2 次のロジスティック近似したものとなっている。また、出現、突破、成熟の流れを見る際には、それぞれのデータの絶対的な値に意味はないため、近似値の最大値を 1 とするような変換を行っている。

³ ただし、アメリカは鉄道旅客輸送量の出現～突破期の実測値が取得できなかったため、近似値が実際の推移と大きく異なっている可能性がある。

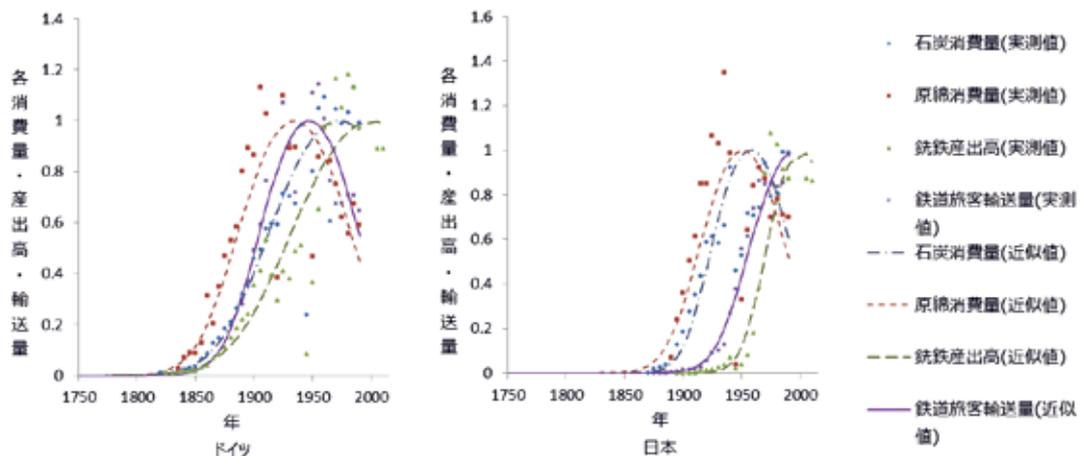
⁴ 全てのデータは各国人口で除した、1 人当たりのものとなっている。

図表 II-1-2 英米の第 1 次産業革命



(出所) ミッチェル(2001a, 2001b)、WSA⁵より筆者作成。

図表 II-1-3 独日の第 1 次産業革命



(出所) ミッチェル(2001a, 2002)、WSA より筆者作成。

まず、駆動力である石炭消費量を確認すると、初めに産業革命の起こったイギリスで 1750 年頃から出現しており、1810 年から突破、1870 年から成熟に入り、1900 年頃をピークとしていることがわかる。イギリスに続き、ドイツ・アメリカで 1800 年頃から出現して 1860 年頃に突破に入り、日本では、1850 年頃から出現して 1910 年頃から突破に入る。このように、タイミングは国によって異なるものの、基本的な推移の仕方は変わらないことがわかる。いずれの国でもすでにピークを迎え衰退しているのは、第 2 次産業革命によって、駆動力の代替として石油が出現するためである。

次に、主導産業と輸送手段を見ると、タイミングや波の長さは異なるものの、駆動力と似た推移をしていることが確認される⁶。なお、綿工業と鉄工業において、銑鉄産出高の方

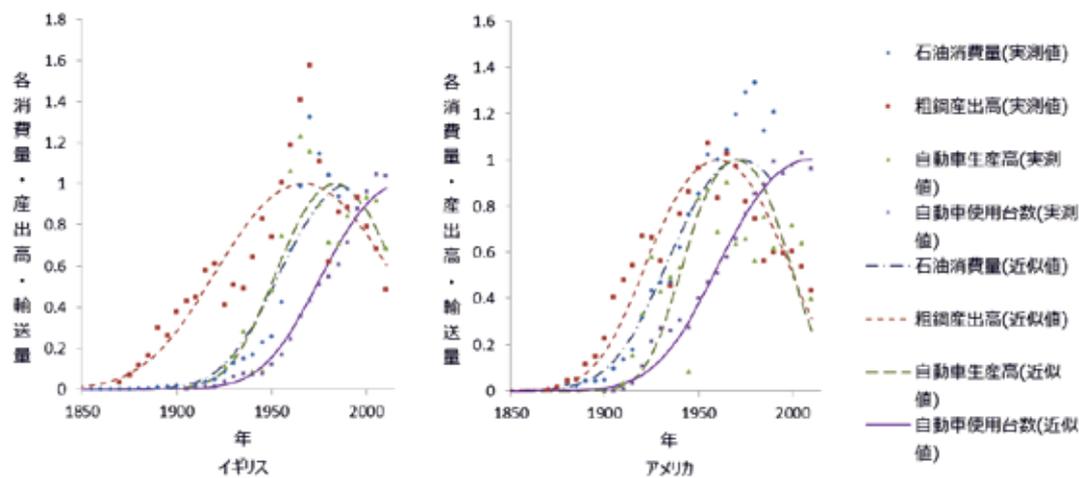
⁵ World Steel Association (世界鉄鋼協会)。

⁶ イギリスに続いてドイツ・アメリカ、そして日本で出現し、かつ、2 次のロジスティック曲線に近い推移。

が原綿消費量よりもピークが遅いのは、第2次産業革命の主導産業である重化学工業でも使用されているためであると考えられる。

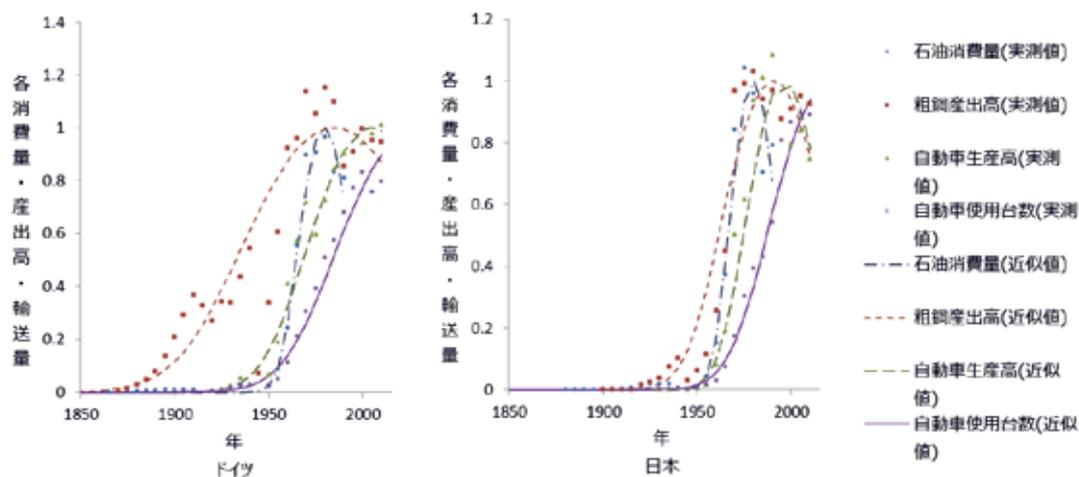
同様に、第2次産業革命の駆動力・主導産業・輸送手段を描いたものが、次の図表Ⅱ-1-4、5となっている。駆動力として石油（原油消費量）、主導産業として重化学工業の鉄鋼業（粗鋼産出高）と自動車産業（自動車生産高）、輸送手段として自動車（自動車使用台数）を描いている⁷。

図表Ⅱ-1-4 英米の第2次産業革命



(出所) ミッチェル(2001a, 2001b)、WSA、OICA⁸より筆者作成。

図表Ⅱ-1-5 独日の第2次産業革命



(出所) ミッチェル(2001a, 2002)、WSA、OICAより筆者作成。

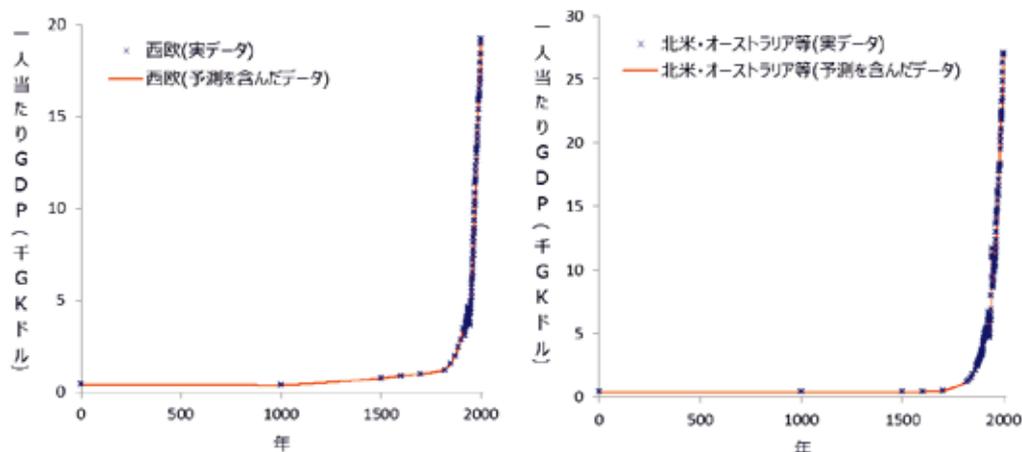
⁷ 第1次産業革命と同様、実測値データと近似値データの2つが描かれており、近似値の最大値を1とするような変換を行っている。また、全てのデータは各国人口で除した、1人当たりのものとなっている。

⁸ Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (国際自動車工業連合会)。

図表Ⅱ-1-4、5を見ると、第1次産業革命と同様に、駆動力・主導産業・輸送手段のすべての出現・突破・成熟パターンが、2次のロジスティック曲線に近い推移をしていることがわかる。特に1950年以降、駆動力・主導産業が共に成熟してピークを迎え、下落していく傾向が見られる⁹。これは、第3次産業革命により、鉄鋼業や自動車産業が衰退し、主導産業がIT産業やファブ産業へ移行していき、かつ、それに伴って駆動力が石油（そしてそれをもととした電力）から情報へと移り変わっていく流れを示している。もちろん、石油を原子力や天然ガスなどの新エネルギーが代替していった影響も含まれる。しかしながら、全体の傾向としては、多くの電力を必要とした重化学工業から、多くの情報を必要とするIT産業へシフトした影響が強いと考えられる。実際、多くの先進国において、1人当たり電力消費量は頭打ちとなっている。

以上のように、第1次産業革命、第2次産業革命を見ると、駆動力・主導産業・輸送手段それぞれの細局面が、2次のロジスティック曲線のような推移をしながら積み重なっていることがわかる。このことから、個々の産業は、ある決まった法則に従って出現し、成熟を迎え、やがて衰退していくと言えるだろう。ここで、ピークを過ぎると逆S字を描いて0に近づいていくにもかかわらず、図表Ⅱ-1-6の通り、産業化の波（あるいは、1人当たりGDP）が上昇し続けているのは、代わりに出現・突破する駆動力・主導産業・輸送手段が、より効率的なものとなっているためと考えられる。

図表Ⅱ-1-6 欧米先進国の1人当たりGDP¹⁰



(出所) Maddison (2007) より筆者作成。

⁹ ただし、重化学工業の中でも粗鋼から自動車に主力が置き換わっていく中で、粗鋼産出高は早期に成熟期に入っている。

¹⁰ 北米・オーストラリアなどは、Maddison (2007) の、Western Offshoots という分類を用いている。Western Offshoots は、アメリカ、カナダ、オーストラリア、ニュージーランド 4 国を指す。

さて、最後に、各国における第1次産業革命・第2次産業革命について、小局面S字波の変曲点とも言うことができる、突破の開始時期がいつ頃であったか整理したものが次の図表Ⅱ-1-7、8である。

図表Ⅱ-1-7 第1次産業革命突破開始時期

国	第1次産業革命			
	駆動力	主導産業		輸送手段
	石炭	鉄工業・消費財製造業	鉄工業・消費財製造業	鉄道
	石炭消費量	原綿消費量	銑鉄産出高	鉄道旅客輸送量
イギリス	1810年	1810年	1820年	1845年
アメリカ	1850年	1850年	1870年	不明
ドイツ	1860年	1850年	1870年	1870年
日本	1910年	1880年	1950年	1925年

(出所) ミッチェル(2001a, 2001b, 2002)、WSAより筆者作成。

図表Ⅱ-1-8 第2次産業革命突破開始時期

国	第2次産業革命			
	駆動力	主導産業		輸送手段
	石油	重化学工業・耐久消費財製造業	自動車	自動車
	石油消費量	粗鋼産出高	自動車生産高	自動車使用台数
イギリス	1925年	1880年	1920年	1950年
アメリカ	1900年	1900年	1920年	1925年
ドイツ	1950年	1900年	1940年	1955年
日本	1950年	1945年	1955年	1960年

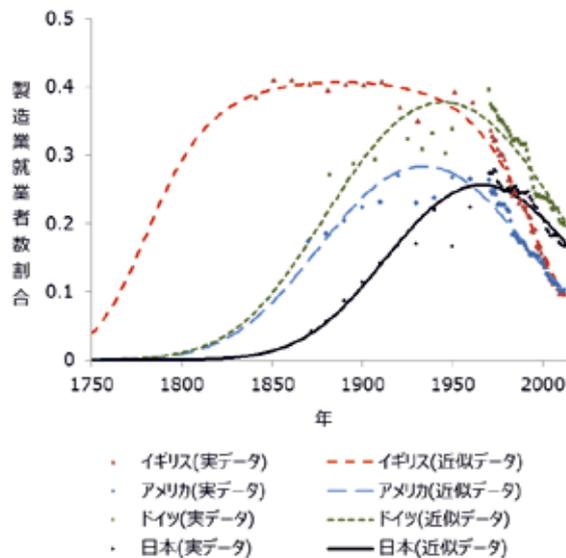
(出所) ミッチェル(2001a, 2001b, 2002)、WSA、OICAより筆者作成。

3. 第2次産業革命から第3次産業革命への変曲

産業革命以降の産業化におけるGDPの急成長を支えてきたのは、主導産業としての製造業（綿工業・鉄工業・重化学工業）であった。製造業は産業革命以降、農業に比べて生産性上昇のスピードが速くなった。さらに、Marshall(1920)やYoung(1928)で言われている通り、規模の経済性により長期には収穫逓増となる。村上(1994)では、それを動学的な収穫逓増傾向としている。このような成長産業への（労働力含む）資源配分が、経済の高成長を生みだした。実際、吉川・宮川(2009)では、農業主体のアルゼンチンと工業主体に転換した日本との所得水準を時系列で比較し、工業への転換が急速な経済成長を促すことを指摘している。また、産業構造の変化と長期的な経済成長が正の相関をしていることは、Nutahara(2008)で実証的に示されている。それと同時に、製造業は大きな雇用を生みだして、その雇用されている人たちが消費者となることで、経済の好循環が起こっていた。

しかし、20世紀後半からこの傾向に大きな変化が訪れ、1970年以降、先進国では製造業の就業者数が急速に減少し続けている（図表Ⅱ-1-9、10¹¹）。特にイギリス、アメリカでの減少が際立っている。

図表Ⅱ-1-9 英米独日の製造業就業者数割合¹²



（出所）ミッチェル(2001a, 2001b, 2002)、FRED¹³より筆者が作成。

図表Ⅱ-1-10 英米独日の製造業就業者数割合減少タイミング

データ	イギリス	アメリカ	ドイツ	日本
減少開始年	1960年	1970年	1970年	1973年
減少開始時点での製造業就業者数割合	0.38	0.26	0.40	0.28
減少開始時点での1人当たりGDP(千GKドル)	8645.2	15029.8	10839.1	11433.8

（出所）ミッチェル(2001a, 2001b, 2002)、FREDより筆者作成。

このように製造業就業者数割合が減少している理由としては、①金融・不動産業成長率や情報通信業成長率が、製造業成長率を上回るようになったこと(古川・宮川(2009))②電子化・機械化により人間が介在する過程が減ったこと③賃金の安い新興国への工場移転が進み、新興国でも可能な作業の多くは拠点が移ったこと(Moretti(2012))の3点が挙げられる。②については、1970年以降の就業者数割合の下落にもかかわらず、製造業総生産は、横ばいあるいは増加傾向となっていることから読み取れるだろう。(図表Ⅱ-1-12)。③については、近年における新興国の人件費高騰と自国への工場移転によって、一時的に緩和される可能性もある。一方、①と②に関しては、第2次産業革命が成熟期に入り、ITによ

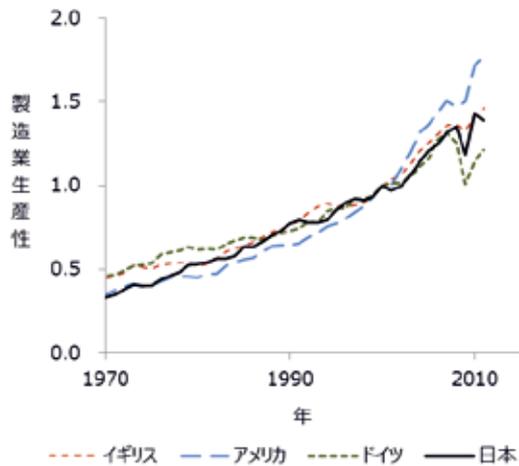
¹¹ 図表Ⅱ-1-10では、製造業就業者数割合が単調減少傾向に入ったおよその時期と、その時の割合、そしてその時の1人当たりGDPを整理している。タイミングに差はあるものの、先進国においては、1960年代～1970年代で減少に転じていることがわかる。

¹² 就業者数割合は、全就業者数に占める割合を指す。また、近似データは、実データを基に2次のロジスティック近似をしたものである。

¹³ Federal Reserve Economic Data.

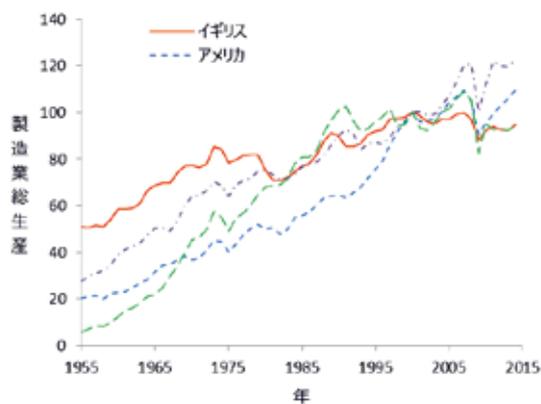
るデジタル化（第3次産業革命）が出現してきたことの現れと言え、今後もこの傾向が続いていくだろう。

図表Ⅱ-1-11 英米独日の製造業生産性¹⁴



(出所) FRED より筆者作成。

図表Ⅱ-1-12 英米独日の製造業総生産¹⁵



(出所) FRED より筆者作成。

4. 格差の拡大化

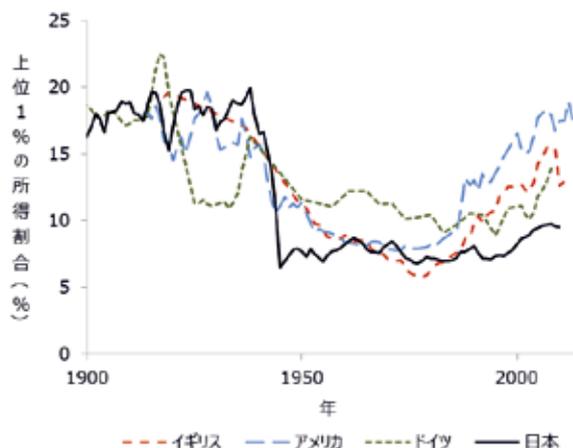
図表Ⅱ-1-13 は、英米独日の上位1%の所得が全体所得に占める割合を描いたものである。図を見ると、1970年代以降、特にイギリス、アメリカを中心に、格差が急速に拡大してい

¹⁴ 製造業の総生産を製造業就業者数で除したもの。また、各国とも2000年を1としている。

¹⁵ 各国とも2000年を100としている。

ることがわかる。その理由の1つとしてしばしば挙げられるのが、グローバル化の進展である¹⁶。労働市場のグローバル化により、先進国において製品生産に携わる労働者の需要は低下した。その結果、就業者数は減少し、さらに労働者の賃金も低下した。

図表Ⅱ-1-13 英米独日の上位1%の所得が全体所得に占める割合



(出所) The World Top Incomes Database より筆者作成。

しかしながら、グローバル化が格差拡大の主要因であれば、イギリス、アメリカのみが突出する理由にはならないと、ピケティ(2014)では指摘されている。ピケティは、格差拡大の他の要因として、経営者に対する所得決定メカニズムそのものの問題点や、最高所得税率が引き下げられたことによる高所得者の優遇を挙げている。

また、もう1つ大きな要因として考えられるのが、スキル偏向的技術進歩(Skill-Biased Technological Change: SBTC)¹⁷である。第3節で見たような製造業における電子化・機械化の進展によって、多くの作業は機械に置き換わって労働需要が低下する一方で、機械を運用・制御するためのコンピュータースキルや、高度な経営能力などを持った人の労働需要が上昇している。これらの専門スキルを持った人と持たない人の労働需要の差により、格差が拡大している。またこれは、新興国にすぐに模倣される技術の価値が相対的に低くなったという点において、先ほど挙げたグローバル化とも密接に関わりあっている(櫻井(2005))。

電子化・機械化による雇用の喪失と生産性上昇という観点から見ると、デジタル化局面において人的労働資本は、コンピューターやプラットフォームの設計・デザインなど、より創造的な仕事に投入することが望ましく、それにより効率的な社会システムとなる。

電子化・機械化による格差拡大の傾向は、産業化Ⅱという新たな大局面の突破によってさらに加速する可能性が高く、労働人口そのものの減少は避けられないだろう。多くの労働

¹⁶ Sachs and Shatz (1994)、Wood (1995)ら。

¹⁷ Johnson(1997)、Berman, Bound and Machin(1998)ら。

働が機械に置き換わり、無職であることが当たり前となれば、適切な所得分配システムが必要になる。例えば、原田(2015)で言われているようなベーシックインカムを導入や、人間以外が行っている生産活動に対する高額税の導入などである。またその際には、機械を効率的に運用する一部の高所得者が、税の少ない海外に移るといった問題が発生するため、国際的な社会システムの構築が不可欠であろう。

参考文献

- 櫻井宏二郎(2005)「防衛的技術進歩—グローバル経済下の内生的技術進歩」『経済経営研究』26(3).
- 原田泰(2015)『ベーシック・インカム—国家は貧困問題を解決できるか』中央公論新社.
- 村上泰亮(1994)『反古典の政治経済学要綱—来世紀のための覚書』中央公論社.
- 吉川洋・宮川修子(2009)「産業構造の変化と戦後日本の経済成長」『RIETI Discussion』.
- Berman, E., Bound, J., and Machin, S. (1998) “Implications of Skill-Biased Technological Change: International Evidence,” *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp.1245-1279.
- Johnson, George E. (1997) “Changes in Earnings Inequality: The Role of Demand Shifts,” *Journal of Economic Perspectives*, 11(2), pp.41-54.
- Maddison, A. (2007) *The world economy*, Organization for Economic Cooperation and Development.
- Marshall, A. (1920) *Principles of Economics (Revised Edition ed.)*, Macmillan.
- Mitchell, B. R. (1998a) “International historical statistics : Europe 1750-1993,” Macmillan. (B.R. ミッチェル. 中村 宏・中村牧子 訳(2001a)『マクミラン新編世界歴史統計1: ヨーロッパ歴史統計 1750~1993』東洋書林.)
- Mitchell, B. R. (1998b) “International historical statistics : the Americas 1750-1993,” Macmillan. (B.R. ミッチェル. 齋藤真・中野勝郎 訳(2001b)『マクミラン新編世界歴史統計3: 南北アメリカ歴史統計 1750~1993』東洋書林.)
- Mitchell, B. R. (1998c) “International historical statistics : Africa, Asia & Oceania 1750-1993,” Macmillan. (B.R. ミッチェル. 北村甫 訳(2002)『マクミラン新編世界歴史統計2: アジア・アフリカ・太平洋歴史統計 1750~1993』東洋書林.)
- Moretti, E. (2012) *The new geography of jobs*, Mariner Books.
- Nutahara, K. (2008) “Structural Changes and Economic Growth: Evidence from Japan,” *Economics Bulletin*, 15(9), pp.1-11.
- Piketty, T. (2014) “Capital in the Twenty-First Century,” The Belknap Press of Harvard University Press. (T. ピケティ. 山形浩生・守岡桜・森本正史 訳(2014)『21世紀の資本』みすず書房.)
- Sachs, J. D., and Shatz, H. J. (1994) “Trade and Jobs in U.S. Manufacturing,” *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, pp.1-84.
- Wood, A. (1995) *North-South Trade, Employment and Inequality: Changing Fortunes in a Skill-Driven World*, Oxford University Press.
- Young, A. A. (1928) “Increasing returns and economic progress,” *The economic journal*.

NIRA 情報化の挑戦を受ける日本に関する研究

<メンバー>

研究会委員

- | | |
|-------|----------------------------------|
| 公文 俊平 | 多摩大学情報社会学研究所所長（座長） |
| 足羽 教史 | インクリメントP株式会社知的財産法務部部长 |
| 鈴木 謙介 | 関西学院大学社会学部准教授 |
| 田中 辰雄 | 慶應義塾大学経済学部准教授 |
| 山口 真一 | 国際大学グローバル・コミュニケーション・センター助教／専任研究員 |
| 山内 康英 | 多摩大学情報社会学研究所教授 |

研究会協力者

- | | |
|-------|-----------------------------------|
| 稲葉 秀司 | NTT レゾナント株式会社企画部長 |
| 宇野 重規 | 東京大学社会科学研究所教授 |
| 小野塚 亮 | 慶應義塾大学 SFC 研究所上席所員 |
| 北川 拓也 | 楽天株式会社執行役員／編成部ビヘイビアインサイトストラテジー室室長 |
| 楠 正憲 | ヤフー株式会社 CISO Board |
| 小松 正 | 小松研究事務所代表／多摩大学情報社会学研究所客員准教授 |
| 田代 光輝 | 慶應義塾大学大学院政策メディア研究科特任准教授 |
| 中川 譲 | 日本映画大学映画学部准教授 |
| 西田 亮介 | 東京工業大学大学マネジメントセンター准教授 |
| 山口 浩 | 駒澤大学グローバル・メディア・スタディーズ学部教授 |

NIRA

- | | |
|-------|------------------------|
| 神田 玲子 | 理事／研究調査部長 |
| 羽木 千晴 | 研究調査部研究コーディネーター・アシスタント |

<ヒアリングさせていただいた方々>

- 河東 哲夫 ウェブサイト「Japan and World Trends」代表
小池 良次 在米 IT ジャーナリスト・リサーチャー
國領 二郎 慶應義塾常任理事／慶應義塾大学総合政策学部教授
小林 雅一 株式会社 KDDI 総研リサーチフェロー
鈴木 寛 文部科学大臣補佐官／東京大学教授／慶應義塾大学教授
田中 秀臣 上武大学ビジネス情報学部教授
田中 浩也 慶應義塾大学環境情報学部准教授
谷口 智彦 内閣官房参与／慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント
研究科教授
西山 圭太 東京電力株式会社執行役
松尾 匡 立命館大学経済学部教授
松尾 豊 東京大学大学院工学系研究科准教授



プラットフォーム化の 21 世紀と新文明への兆し

発行 2015 年 10 月
公益財団法人 総合研究開発機構
〒150-6034 東京都渋谷区恵比寿 4-20-3
恵比寿ガーデンプレイスタワー34 階
電話 03(5448)1710
ホームページ <http://www.nira.or.jp/>



NIRA とは

総合研究開発機構（NIRA）は、わが国の経済社会の活性化・発展のために大胆かつタイムリーに政策課題の論点などを提供する民間の独立した研究機関です。

学者や研究者、専門家のネットワークを活かして、公正・中立な立場から公益性の高い活動を行い、わが国の政策論議をいっそう活性化し、政策形成過程に貢献していくことを目指しています。

研究分野としては、国内の経済社会政策、国際関係、地域に関する課題をとりあげます。

1974年政府認可法人として設立後、2007年財団法人を経て、2011年2月に「公益財団法人」に認定されました。