

## 《学際・論説》

## ビッグデータと経済分析：

## Economics 3.0 ?



北村 行伸

## コンセプトチャライゼーション

情報通信やインターネットの世界では、ウェアラブルセンサ、携帯電話、自動車、電子マネーなど様々な情報ソースから膨大な情報量のビッグデータを集めて、それを解析するようになった。このビッグデータを使ったビジネスは、第3次産業革命の中核的な役割をはたすのではないかと期待されている。

今から約20年前に、当時のアメリカ連邦準備制度理事会議長であったアラン・グリーンスパンが、情報通信における科学技術の進歩がなぜ生産性の向上に結びついていないのかという疑問を、「コンセプトチャライゼーション」という言葉で表し、当時の経済学者や経済史家に投げかけたことがあった。

日本銀行金融研究所でも、この問題に正面から取り組み、著者もこの問題を考えてみたことがあった（北村 1997）。そのとき達した結論は以下の3点であった。（1）科学技術普及と生産性上昇の間には時間的ラグがある（「時間的ラグ説」）。（2）伝統的な生産統計

では品質変化、国民経済計算に含まれていない新しい財・サービスの拡大などが捕捉されていない（「統計不備説」）。（3）コンピュータの普及と価格の下落が急激に起こっていることは事実だが、インターネットを通じた犯罪やウィルスの伝播など社会的コストが技術革新効果を相殺する側面もある（「技術革新効果相殺説」）。

また、経済史上の経験から観測されることは「新技術が発明されてから事業化され一般に普及するためには、時間がかかり、新技術導入直後から大きな生産性上昇が見込めると考えるのは誤りである、と同時に、新技術が統計に十分反映されない間は全要素生産性（TFP）の急上昇として現れてくる」ということであった。<sup>1)</sup>

綾小路きみまろではないが、「あれから20年」、情報通信、インターネットの世界で画期的な生産性の上昇は見られるようになっただろうか。実際に日本生産性本部・生産性総合研究センター（2014）で全要素生産性（TFP）の変化を見てみると、「1990年代後半以降、少子高齢化や短時間労働者の増加に伴う平均労働時間の低下などを背景に労働投入は減少ないし若干の増加にとどまっていることに加え、これまで経済成長を牽引してきた設備投資（資本増加による寄与）もこのところ横ばいで推移していることもあり、2000年代に入ってからTFPの上昇が日本の経済成長を牽引するようになっていく」（p.50）。とはいえ、TFPの増加は平均して1%程度に留まっており、新しい産業革命下で急上昇しているという現象とは程遠い。我々は、なにか大きな考え違いでもしていたのだろうか。

## 産業革命史再考

そこで、再度、産業革命に関連した文献を当たってみると、<sup>2)</sup> この20年間で、いくつかの新しい知見が研究者の間で受け入れられるようになってきたようである。

第1に、産業革命とはイノベーションのペースの加速が起こる時期を捉えているものであって、イノベーション自体は従来考えられていた年代（1750-1830年）よりはるかに早い時期に始まっていたことが認識されるようになってきた。

第2に、第1次産業革命期に用いられた技術革新は、基礎科学の発展とはほぼ無関係に進行していたようである。もちろん、蒸気機関や紡績機などの技術工学的な改良は見られたが、基礎科学の発展から工学的な実用化までには長く複雑な過程を経ることが多く、また、それを実行する技術者や労働者の体系的な教育や訓練の基盤はできていなかった。それに対して、ノース（2013）は19世紀以後の産業革命の根本には科学の発展があり、現代社会では、科学が現実問題の解決に役立つという認識が広がり、それが大学や研究機関を通じた科学知識の制度化の背景にあったと指摘している。

第3に、これまで、産業革命というと、従来とはまったく違った広範なイノベーションが起こり、従来の経済成長経路から、より高い成長経路に移行するかのようイメージが持たれていた。景気循環を研究している経済学者は、様々な周波の景気循環を観測し、それを定義してきた。そして、100年に一度ぐらすべての景気循環が一致して拡大する局面に達するのが産業革命ではないかと解釈されることもあった。しかし、イギリス、アメリカ、日本などの歴史統計を見る限り、経済が100年に一度ぐら高度成長経路に戻るといことは起こっていない。第1次産業革命期に整備された、道路、港湾、鉄道、工場、下水道などのインフラの多くは、現代まで残っているし、第2次産業革命期に導入された、有線通信網、電力供給ネットワーク、飛行場、初等教育、大学などのインフラも現在まで使われている。現在進行中の第3次産業革命では、インターネットや各種の無線通信などのインフラは小型化、無線化しており、既存の景色を一変するようなインフラ投資はそれほど必要ではな

い。このように、産業が高度化することによる、社会インフラへの経済的波及効果は次第に低下しており、これが、経済成長率が大きく伸びない理由になっているとも考えられる。

第4に、第3の点とは逆になるように聞こえるが、北村（1997）で議論し、実際に、第3次産業革命を経験して、我々が目にしたように、マイクロソフト、アップル、グーグル、アマゾンといったIT関連企業の製品やサービスの需要が急拡大したという事実は、それらの企業で収穫増進現象が起こっていたことを意味する。これはマーシャルが『経済学原理』の中で論じた産業集積に近い現象である。確かに、上に挙げたIT関連企業はシリコンバレーやシアトルなどIT産業の集積地に拠点を置いており、そこでの集積効果が、この種の産業にとっては極めて重要であったことは事実である。しかし、マーシャルが観察したシェフィールド、ゾーリングン、パーミンガム、リヨン、ジュラなどの消費財生産集積地とちがって、製品のデザインや研究開発はシリコンバレーやシアトルで行ったとしても、製品の製造やパッケージ化、出荷、在庫管理などはまったく別の地域で行っている。そのための雇用も特定の熟練工を養成する必要があまりない形で行われている点は大きな違いである。

第5は、第4の点に関連しているが、グローバリゼーションのおかげで世界経済が一体化し、国際分業が進み、貿易のみならず、資本移動や労働移動も拡大してきた。例えば、携帯電話、とりわけインターネットに繋がるスマートフォンの普及は、国境を越えて、世界的な規模で急速に進んでいる。この種の財の市場規模は巨大なものであり、その結果として、トマ・ピケティが指摘したように世界の上位1%以内の人々が世界の富の相当な割合を保有するという資産格差を生じさせるようになった。その資産集積のスピードや規模は、第2次産業革命時に活躍した鉄鋼のカーネギーや自動車のフォード、石油のロックフェラーなどの資本家をはるかに凌ぐものであ

る。ピケティは、産業革命の成果の分配をどうするかという問題を提起したものと考えることができるが、産業革命がおこる素地として新規事業の参入にかかる資金調達の容易さや規制緩和、知的財産所有権の保証などがあり、その素地を最も柔軟に利用した個人や企業がその成果を最も享受してきたとも解釈できる。

### 第3次産業革命あるいはインダストリー4.0

第3次産業革命が、これまでの産業革命の推移とどのように似ており、どのように違うかということは、すでに論じたとおりである。私は個人的には、現在進行中の産業革命は情報通信やインターネットを用いた技術革新が、本格的な応用局面に入ったものと解釈しているが、ドイツでは、これを新しい産業革命と捉えて、インダストリー4.0と呼んでいる。<sup>3)</sup>

では、この技術革新の特色は何だろうか。海部（2013）は近年のコンピュータを巡る進化を次のように例えている。「単体のコンピュータだけが散らばっていた頃は単細胞生物だったものが、インターネットでつながって、まず「神経」だけをもったミミズのようなものになり、それがさらに進化して、神経が集中する「脳」がついにできたのです。そして、このネットにおける脳の高度な知的活動がビッグデータなのです」（p.24）。確かにコンピュータを脳として機能させ、それが生み出す大量のビッグデータを利用することで、人間の判断をコンピュータで代替することが可能になりつつあるし、それが人間の生活の質を大いに高めてくれる可能性が出てきたのである。

第3次産業革命が起こり始め、コンピュータの利用が促進された1987年に、ロバート・ソローMIT教授は「コンピュータはそこら中に見られるようになったが、生産性が上がらないのはなぜか」という有名な問いを発した。これは経済学者としてはまっとうな議論で

はあるが、第3次産業革命の進展からすると、問いを発するのが早すぎたし、すでに見たように、この産業革命が経済全体の生産性を大幅に引き上げることもなさそうである。

ではこのコンピュータの持つ脳の機能とそれが生み出す大量のビッグデータはどのように使えるのだろうか。Varian (2013) が指摘しているように、多くの経済取引はコンピュータを介して行われており、その仲介時に多くのデータを集め、それを解析することで、個々人の行動を結び付け、その趣向や行動パターンを記録することができる。この作業は、必ずしも人を介する必要はない。例えば、最新の自動車には約60個のマイクロチップが使われており、多くの情報を記録し、それを分析し、自動車会社などにその情報をリアルタイムで転送している。その結果、車は、運転者の運転を制御して交通事故の危険を回避することが可能になった。また、車の発するGPS（全地球測位システム）情報をリアルタイムで追うことで、交通混雑や地震時の道路利用可能情報を集めることができる。さらに、運転手の運転スタイルを記録することで、自動車保険の保険料査定に反映させることも実用化されている。家庭の電力使用料を測るメータにコンピュータを組み込むことでスマート化し、地域の電力消費量をリアルタイムで記録することで、電力供給を効率化させることができる。個人が身につけるウェアラブルセンサによって、その個人の健康状態を記録することで、医療機関と連携して、病気を未然に防ぐことも可能になってきた。その人の幸福度をウェアラブルセンサによって認識された対人関係の中から判断することも可能になってきた。<sup>4)</sup>

このようなInternet of Things (IoT) はモノからモノへの情報の伝達によって、これまで、人間を介して行ってきた調査や記録を捨象しても、それと同等かそれ以上の判断ができるようになってきたということである。これは、自己判断によってプログラム自体を変

更できる人工知能が稼働するようになり、かなりのことを機械の判断に任せることができるようになったことを意味している。<sup>5)</sup>

第3次産業革命の内容がこのようなものであるとすれば、それは生産量を増やす革命というよりは、生産効率を高めたり、安全性を確保したり、健康状態や精神的な安心感など生活の質を高める革命であると定義した方が良さそうである。

### 経済学はどこに向かうのか

経済学は第1次産業革命とともに生まれ（アダム・スミスやマルサス）、第2次産業革命とともに進化してきた（マーシャルやケインズ）、という側面がある。第3次産業革命は科学技術の向上と密接に結びついており、科学と産業の連携は今後ますます盛んになっていくだろうが、経済学もそれに合わせて進化していかざるを得ない。

Economics 3.0とでも呼ぶべき新しい経済学とはどのようなものになるだろうか。経済学は、社会科学の中では数量化が最も進んでおり、その意味で自然科学の手法である数学や統計学の応用が盛んな分野ではある。しかし、現在進行中の科学技術の進歩と経済学の融合は、経済学の伝統の上に、科学技術によってもたらされた情報を加えるのではなく、むしろ、科学による厳密な定義に基づいて計測されたデータを集めて、その上で経済学の概念自体を再定義するという作業が必要になってくると考えられる。

例えば、脳科学で明らかにされつつある人間の運動や感情などの諸機能に対応する脳の部位とそこで起こっている脳神経細胞の電気信号のやり取りに関する知見や、ヒトゲノムの解析で明らかになりつつある遺伝子情報と人間の運動能力や知的能力との関係を、人間の社会的行動の中で定義し直すことが可能になるだろう。また、それは人工知能の開発上も重要な研究課題である。経済学がその測定方法も定義せずに使用している「効用」という概念、あるいはこれ

に代わる指標として使われ始めている「幸福度」という概念は、脳科学や実験心理学で使われている概念とどう関係しているのかということは徹底して究明すべき課題である。

日々膨大な量のビッグデータが蓄積されるようになり、それを利用して経済活動を理解するようになることも確実である。Varian (2014) が論じているように、この分野でも、物理学や電子工学のデータ処理・分析手法から多くのことが学べる。例えば、大量のデータの中から意味のあるシグナルとただのノイズを選別する手法、データ間の複雑な関係性を人工知能 (machine learning) によって抽出する方法、などはビッグデータを利用する上では必須の分析道具であり、経済学も、この分野により多くの研究者が参入すべきであろう。

統計データとの関連では、ソローやグリーンズパンが疑義を呈したように、新しい経済現象を統計的にタイムリーかつ適切に捉えることは難しい。とりわけ、現在進行中の産業革命が、人間の潜在能力 (capability) の改善や安全性の向上など、生活の質を高める側面に貢献するものであるとすれば、生産や消費といった伝統的なGDP統計にこだわる必要はないし、むしろ質の変化を考慮した新しい経済指標を考える必要があるだろう。<sup>6)</sup>

もちろん、経済学をはじめとする社会科学が、自然科学では答えられない問題にも取り組むべきことは言うまでもない。自ら考えて行動を変えていく人間の社会的な対応は、自然科学が対象としている物理や化学の現象よりはるかに複雑で、予測が難しい。新しいイノベーションを起こさせるようなインセンティブをいかに付け、その成果の分配と再分配をいかに行うかなどの制度設計は極めて重要な課題である。

こうして、新しい産業革命が進行中であることを概観すると、科学技術と産業の連携が緊密化し、経済学・統計学もその流れの中で



存在意義を問われていることが明らかである。今ほど学際的研究が必要とされている時はないと言っていいただろう。

### 〈註〉

- 1) 全要素生産性 (TFP) とは生産の増加のうち、資本や労働といった生産要素投入の増加以外の増加分を表したもので、一般に生産過程の効率性の向上を表しているものである。
- 2) 斎藤 (2008, 特に第7章)、長谷川 (2012)、ノース (2013)、Mokyr (2014) など参照。
- 3) ドイツではこれをIndustrie 4.0と表現して、現在進行中の産業革命は第4次産業革命であると盛んに喧伝している (Industrie 4.0 Working Group (2013))。現在の技術革新が何回目の産業革命にあたるのかという定義の問題を別にして、Internet of Things (IoT) という名称でモノからモノへの情報の自動伝達とその情報の処理、それを生かした工場生産や資源エネルギーの管理・制御など、今まででは考えられない生産革命を起こそうとしていることは事実である。
- 4) 矢野 (2014) 参照。
- 5) 有名な物理学者のスティーブン・ホーキング博士は「われわれがすでに手にしている原始的な人工知能は、極めて有用であることが明らかになっている。だが、完全な人工知能の開発は人類の終わりをもたらす可能性がある。ひとたび人類が人工知能を開発してしまえば、それは自立し、加速度的に自らを再設計していくだろう」と、英国放送協会 (BBC) に語っている。この点に関しては判断の分かれるところであるが、当面、人工知能の産業機器への応用は続くだろう。
- 6) この点についてはStiglitz, Sen and Fitoussi (2009) などで議論されている。

### 〈参考文献〉

- 海部美知 (2013) 『ビッグデータの覇者たち』講談社現代新書。
- 北村行伸 (1997) 「コンセプチュアライゼーションが経済に与える影響のメカニズムに関する展望—経済史および経済学からの論点整理—」『金融研究』第16巻 第4号、12月、pp.83-113。
- 斎藤修 (2008) 『比較経済発展論：歴史的アプローチ』岩波書店。

- 日本生産性本部・生産性総合研究センター（2014）『日本の生産性の動向 2014年版』公益財団法人日本生産性本部。
- ノース、ダグラス・C.（2013）『経済史の構造と変化』（大野一（訳）、日経BP社。
- 長谷川貴彦（2012）『産業革命』（世界史リブレット116）、山川出版社。
- 矢野和男（2014）『データの見えざる手:ウェアラブルセンサが明かす人間・組織・社会の法則』草思社。
- Industrie 4.0 Working Group（2013）*Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0.*, Office of the Industry-Science Research Alliance.
- Mokyr, Joel（2014）“An Age of Progress” in Floud, Roderick, Humphries, Jane and Johnson, Paul.(eds.) *The Cambridge Economic History of Modern Britain*, Volume 1: 1700–1870, New Edition, Chapter 9, Cambridge University Press.
- Stiglitz, Joseph E., Sen, Amartya and Fitoussi, Jean-Paul（2009）*Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*, OECD.
- Varian, Hal.R.（2013）“Beyond Big Data”, presented at the NABE Annual Meeting, September 10, San Francisco, CA. USA.
- Varian, Hal.R.（2014）“Big Data: New Tricks for Econometrics”, *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), pp.3-28.

（きたむら ゆきのぶ 一橋大学経済研究所教授）