

第二の大分岐—汎用人工知能が経済に与える影響—

The Second Great Divergence: The Effects of General Artificial Intelligence on the Economy

井上智洋*1

Tomohiro Inoue

*1 駒澤大学

Komazawa University

I discuss how the emergence of artificial general intelligence (AGI) affects the economy. If AGI substitutes perfectly for human labor, the existing capitalism, i.e. the “Cobb=Douglas-type economy” will transform into the “AK-type economy”. The potential growth rate of the latter economy will continue to increase, while the growth rate of the economy without AGI will not. The “second great divergence” will occur between the former economy and the latter economy in the first half of the 21st century, as the “great divergence” (Pomeranz) occurred between an economy introducing productive machines such as a steam engine and an economy without them in the 19th century.

1. はじめに

人工知能(以下 AI)が経済に与える影響について、近年活発に議論されるようになってきた。AI は「特化型 AI」と「汎用人工知能」(以下汎用 AI)に大きく分けることができる。

汎用 AI の実現を目指す日本の非営利組織「全脳アーキテクチャ・イニシアティブ」は、2030 年には研究開発の目処が立つという展望を示している。汎用 AI が実社会で導入されるようになれば、経済に対するインパクトは計り知れないものとなる。人間の労働の大部分が AI を搭載した機械に代替されるからだ。

本稿では、汎用 AI が経済に与える影響について考える。まず、汎用 AI を産業革命にとって鍵となる技術である「汎用目的技術」として位置づける。そのうえで、未来において汎用 AI が出現し、それが人間の労働と高い代替性を持つようになることを仮定し、その仮定の下で経済にどのようなインパクトが生じるかを論じる。

2. 汎用目的技術としての汎用 AI

蒸気機関のような、あらゆる産業に影響を及ぼし、また補完的な発明を連鎖的に生じさせる技術を「汎用目的技術」(General Purpose Technology, GPT)という。蒸気機関が第一次産業革命を引き起こしたのと同様に、内燃機関や電気モータなどの GPT は第二次産業革命を引き起こした。私たちの現在の消費生活の多くは第二次産業革命が切り開いた地平にある。例えば、自動車や飛行機は内燃機関の、洗濯機や掃除機は電気モータのそれぞれ補完的な発明の賜物と言える。

新たな GPT であるコンピュータとインターネットが引き起こした情報革命 = 第三次産業革命が現在進行中である。Windows95 が世に出された 1995 年をこのような革命の元年とするならば、まだ 20 年ほどしか経っていないことになる。

第一次産業革命期における蒸気機関や第二次産業革命期における電気モータが人間の肉体労働を肩代わりしたのと同様に、第三次産業革命期における AI は、人間の頭脳労働を肩代

わりしつつある。AI はコンピュータの補完的な発明品と位置づけられるが、これまでの AI は特化型なのでこれ自身が GPT であると言うことはできない。

GPT と言えるソフトウェア技術は文字通り、汎用 AI である。汎用 AI が実用化されれば、あらゆる産業の生産性を劇的に上昇させられる。補完的な発明品としては、汎用 AI を搭載した電子秘書や汎用ロボットが考えられる。汎用 AI は「あらゆる産業に影響を及ぼし、また補完的な発明を連鎖的に生じさせる」という GPT の定義に当てはまるのである。

汎用 AI が 2030 年頃に出現するとするならば、その時、次の革命である「第四次産業革命」が引き起こされるだろう。ドイツ政府は、2011 年に「インダストリー4.0」という政策ビジョンを掲げた。インダストリー4.0 は「第4次産業革命」と訳せるが、これはドイツ政府が掲げたビジョンに過ぎない。したがって、未来に訪れる第4次産業革命においてドイツ流のインダストリー4.0 が主力になるかどうかはまだ分からない。

第四次産業革命の引き金となる技術としては、他に IoT や 3D プリンターが考えられるが、汎用 AI はそれらとは比較にならないほどの大きなインパクトを経済に与える可能性がある。なぜなら、汎用 AI は、以下で論じるように経済構造を抜本的に変革するからである。したがって、汎用 AIこそが第四次産業革命を引き起こし得る最も重要な技術であると言える。

3. 経済構造と経済成長

汎用 AI の出現によって経済構造がどのように変化するだろうか。経済構造とは、生産活動に必要な「インプット」(投入要素)と生産活動によって生み出される「アウトプット」(産出物)との基本的な関係である。

紀元前一万年頃から始まった「定住革命」によって、狩猟・採集から農業中心の経済に転換し、図 1 で表されるような経済構造が確立された。農業で重要なインプットは「土地」と「労働」であり、アウトプットは農作物である。

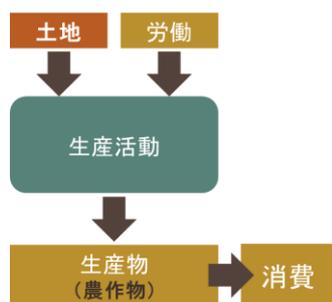


図 1

土地は基本的には人間の手によって作り出すことができないという特徴を持つ。したがって、産出量を増やすには、労働を増やすしかない。しかし、労働(労働者)を増やすには子供をたくさん作れば良いのだが、それでは人口一人当たりの産出量(産出量/人口)を増やすことができない。

有史以来長い間、一人当たり産出量(所得)は増大せず、生活水準はほとんど上昇しなかった。人類は、技術水準の向上によって農作物の産出量を増大させても、その分だけ子供を多く作り、人口を増大させてきたからである。したがって、図 2 に表されているように、一人当たり所得は産業革命以前には、短期的には変動しているものの長期的にはほとんど変化していない。所得が最低生存費水準から乖離して上昇し続けるような事態が

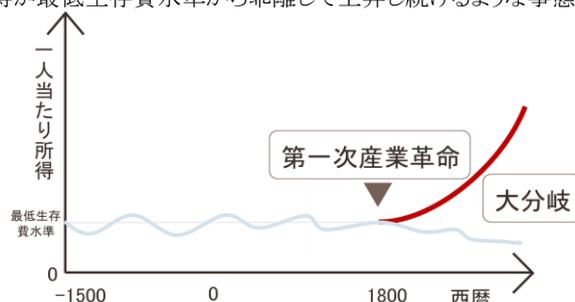


図 2

発生したことがないのである。トマス・マルサスによって指摘されたこの現象は、「マルサスの罠」と呼ばれている。

第一次産業革命は、このような人口と生活水準の関係を根本的に覆した。この革命によって現れた産業資本主義は、一般に図 3 のような構造を持った経済である。インプットは資本(機械)と労働で、アウトプットは工業製品やサービスなどの産出物である。資本はアウトプットの一部であり、投資により増大する。そうすると、より多くの工業製品を作り出すことができる。

このような循環的なプロセスにより、資本は無際限に増殖し産

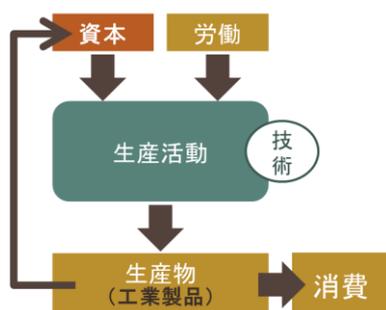


図 3

出量も無際限に増大していく。このプロセスは、マルクス経済学では「資本の自己増殖運動」と言われている。土地は生産活動によって生み出されるアウトプットではないが、資本はアウトプットであるという点が重要だ。産業革命によって形成されたこのフィードバックループは劇的な産出量の増大をもたらしたのである。

産業革命期のイギリスでは、産出量の増大に伴って人口がかつてない勢いで増大した。しかし、それを振り切るほどのスピードで産出量が増大し、マルサスの罠からの脱却が実現した。つまり、時を経るごとに一人当たり所得が増大し、生活水準が絶えず向上するような経済へと移行したのである。

図 2 のグラフは、産業革命期において二手に分かれている。19 世紀にイギリスを初めとする欧米諸国の経済が持続的に成長する上昇経路を辿り出した一方で、アジア・アフリカ諸国などの経済は欧米諸国に収奪されることにより停滞路線を辿りむしろ貧しくなった。

こうして世界は豊かな地域と貧しい地域に分かれた。この分岐は近年の経済史の用語で「大分岐」(Great Divergence)と呼ばれている(Pomeranz 2000)。

第二次産業革命と第三次産業革命は、私達の生活に大きな影響をもたらしたが、経済構造には根本的な革新をもたらさなかった。それらの革命を経ても資本主義経済の生産活動は相変わらず、「資本」と「労働」という二つのインプットを必要とする。

このような生産活動は、経済学では「コブ＝ダグラス型生産関数」によって定式化されることが多いので、現在の資本主義経済を「コブ＝ダグラス型生産経済」と呼ぶことにする。

コブ＝ダグラス型生産関数では、資本と労働のそれぞれについて「限界生産力逓減の法則」が成り立つ。すなわち、資本を増大させても、それによってもたらされる産出の増大分は小さくなっていく。労働についても同様である。

コブ＝ダグラス型生産関数を用いた経済成長の理論モデルである「ソローモデル」(Solow 1956)に基づけば、限界生産力逓減というこの性質のために、技術水準が上昇しない限り、いずれ経済成長率はゼロになる。

定常状態に至る前の移行過程では、資本を増大させればそれだけ成長率は上昇させられるが、定常状態の成長率は資本を増大によっては上昇させられない。

ソローモデルのこの結果は現実にも当てはまると考えられている。中国やインド、高度経済成長期の日本が 7%や 10%といった高い成長率を保ってきたのは、これらの経済がソローモデルの移行過程にあるからで、現代の日本やアメリカが 1%や 2%といった低い成長率しか実現できないのは、これらの経済がソローモデルの定常状態にあるからだと解釈できる。

第四次産業革命は、成熟した国々の経済成長に関するこのような閉塞状態を打ち破る可能性がある。なぜなら、汎用 AI が人間の労働の大部分を代替すると、図 4 のような経済構造になるからだ。インプットは AI を含む資本のみで、労働は不要となっている。トマ・ビケティはこのような経済を「純粋ロボット経済」(Pure Robot-economy)と呼んだ。

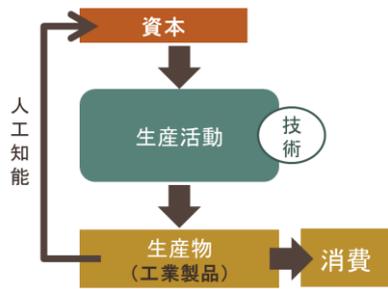


図 4

この時、生産関数は「AK 型生産関数」となるので、私たちはこのような構造を持つ経済を「AK 型生産経済」と呼ぶことにしたい。すなわち、純粋ロボット経済とは「AK 型生産経済」に他ならない。「AK 型生産関数」は、 $Y=AK$ という形式を持つ。 Y は生産量、 A は技術水準、 K は資本である。AK 型生産関数では、資本 K の限界生産力が逓減しない。ここで、技術水準 A が一定率で増大するものと仮定し、経済成長率を求める。すると、指数関数的成長の率そのものが指数関数的に成長していくような結果がもたらされる。コブ＝ダグラス型生産経済では、定常状態において年々ほぼ一定率で一人当たり所得が成長していくが、AK 型生産経済では成長率自体が年々成長していく。

したがって、もし汎用AIを導入した国とそうでない国があるとするならば、図 5 のように経済成長率に開きが生じていくことになる。この図は縦軸が経済成長率であり、図 2 の方は縦軸が所得であるという点に注意して欲しい。

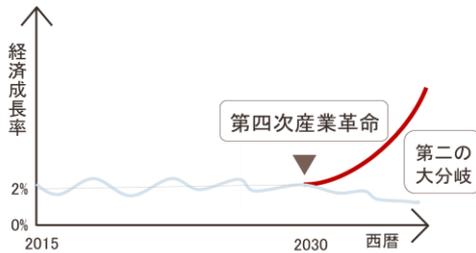


図 5

第四次産業革命期に現れるこのような分岐を「第 2 の大分岐」と呼ぶことにする。第一次産業革命期に発生した最初の大分岐では、GPT である蒸気機関などを導入し生産を機械化した欧米諸国は上昇路線に乗り、そうでない国々は停滞路線に取り残された。それと同様に、第 2 の大分岐では、GPT としての汎用AIをいち早く導入した国々が経済面で圧倒的となり、導入が遅れた国々を大きく引き離すことになる。

参考文献

- [Pomeranz 2000] Pomeranz, K. L.: *The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*, Princeton University Press, (2000).
 [Solow 1956] Solow, R. M.: “A Contribution to the Theory of Economic Growth,” *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1, pp. 65-94, (1956).