

Title	イノベーションの進化とメガサイクル(イノベーション政策と政策研究(6), 一般講演, 第22回年次学術大会)
Author(s)	弘岡, 正明
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 974-977
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7441
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨



イノベーションの進化とメガサイクル

○ 弘岡正明（テクノ経済研究所）

1. はじめに

昨年の仙台大会では、2E21「イノベーションのタイミング計測と産業展開」について論じたり。イノベーションパラダイムは図1に示すように3つのロジスティック軌道：コア技術の発展経緯を示す技術軌道、製品の開発経緯を記述する開発軌道、製品が市場を形成する経過を辿る普及軌道で記述することができる。いずれの軌道も有限の期間で成熟することから、イノベーションのタイミングを認知することができることになり、重要な解析手段を提供する。例えば、ベンチャービジネスの発生、政府施策のタイミング、製品の多様化からドミナントデザインへの集約の時系列変化、企業数の変遷と淘汰の動向などの経緯が読み取れる。今回は、イノベーションの普及に伴って経済のインフラ構造が進化し、institutional change が充実、経済基盤が整備されることにより、市場のリバウンドが起こり、本格的な市場展開が経済を活性化する経緯を示す。さらに、第一次産業革命以来の近代工業化社会形成のメガトレンドを考察する。

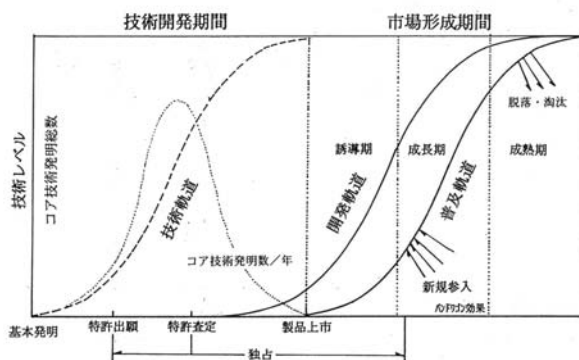


図1 イノベーションパラダイムの構成

2. ロジスティック軌道の記述

イノベーションにおける新製品が普及する動向は、ロジスティック曲線で記述できる。経済が不況に陥ると市況が軟化するので軌道から外れ、ロジスティック性が失われるが、経済が正常化すると再び同じロジスティック曲線に回帰し、固有の普及拡散係数が存在することが見出され、普及拡散が一種の物理現象であることが確かめられた^{2),3)}。

ロジスティック曲線は図2の式で表せるS字型の成熟曲線であり、有限のタイムスパンで成熟する。たとえば、 F 値0.1から0.9のタイムスパンを Δt で表し、その拡がりを定量的に記述することができる。

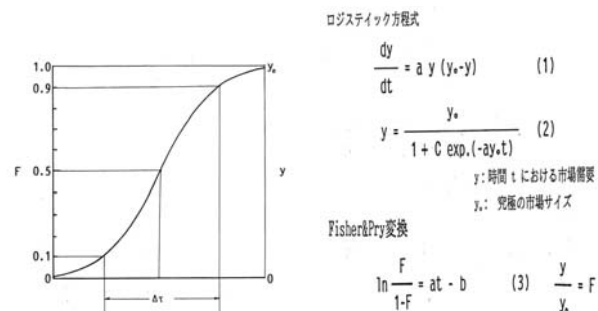


図2 ロジスティック曲線

3. 基幹イノベーションの普及とコンドラチェフ景気波動

イノベーションの普及軌道はコア技術の進展、製品開発の軌道を経て始まり、その市場は有限の期間を経て成熟する。近代工業化社会は多くの基幹イノベーションの普及によって構築されてきた。その軌跡は図3に示すように、コンドラチェフ景気波動の上昇期に集積しており、そのクラスターが経済発展の原動力であったことがこの相関によってはじめて明示的となった。

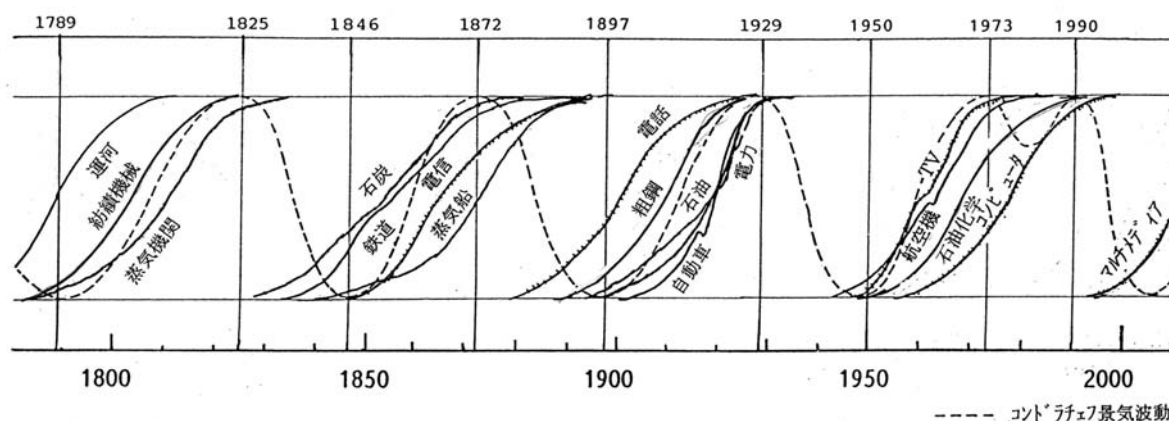


図3 基幹イノベーションの普及とコンドラチェフ景気波動

これらは製品の普及の軌跡であるから、その手前に技術開発段階の二つの軌道が存在している。イノベーションパラダイムの3つの軌道はほぼ同じタイムスパンを持っており、近代工業化形成の技術、開発、普及の3軌道はいずれも約30年で成熟している。

4. Institutional change と市場のリバウンド—インフラ軌道の発現

イノベーションは製品が市場を形成するにつれて経済の新しい要素として浸透してゆくが、初期の経済システムはイノベーションに対して十分対応していないから、イノベーションの製品はその時代の受け入れ許容量のまま成熟してしまう。しかし、特に汎用性が高い基幹イノベーションでは、新製品の新しい産業が生まれるだけでなく、その各種の応用が他産業、経済システムそのもののの中に浸透してゆくことで、市場が更なる発展を遂げてゆく。すなわち、イノベーションに対して経済基盤の **Institutional change** が進むにつれて、市場の受け入れ態勢が進捗し、大幅な市場の拡大：リバウンドが起こる。そのような **Institutional change** には時間がかかるから、多くはコンドラチェフの下降期を経た次のコンドラチェフ波の上昇期で一気にリバウンド現象として現れ、本格的な経済への付加価値が開花する。

具体的に見てゆくと、20世紀初頭に近代工業化を始めたアメリカでは、コンドラチェフ第3波の上昇期に当たり、鉄鋼、電力、石油、自動車など、近代工業化の基幹産業が一斉に開花し、市場が一挙に拡大した。しかし、そのときの経済基盤はこれら産業がそれなりの **Capacity** で受け入れられていったから、1925年前後には成熟し、消費量はほぼ横ばいのレベルに達した。しかし、10年以上続いた高度成長がさらに続くとの錯覚から、バブル経済となり、過剰設備が破綻して、大恐慌に

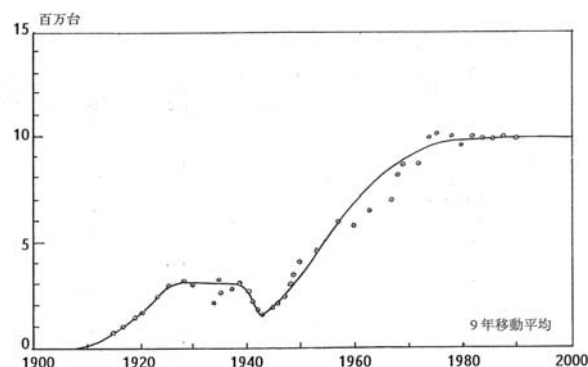


図4 自動車産業の進展とリバウンド

突入する結果となった。例えば、自動車産業で見ると、図4に示すように1913年のフォードによる大量生産体制の確立と共に大きく進展したが、1920年代後半には1923年370万台、25年373万台、26年369万台と市場が成熟した。しかし、その後大恐慌突入後の不況の中でも、自動車道路の整備、ハイウェイの建設が進むと共に、自動車を利用する多くの産業が台頭し、各種産業の流通革命が進展し、経済の基盤体制が自動車を抜本的に利用する体制へと、変貌して行っった。これを受けて、戦後になってコンドラチェフ第4波の上昇期に自動車市場は大きくリバウンドしたのである。

このような現象は、単に自動車産業に特異的ではなく、多くの基幹イノベーションについて見られることがわかってきた。例えばアメリカの鉄鋼業では、20世紀初頭から急速に普及してきたが、粗鋼の生産高で見ると、1923年4900万トン、25年4970万トン、27年4930万トンと成熟した。しかし、戦後のコンドラチェフ第4波の上昇期には一挙にリバウンドして、アメリカの粗鋼の需要は1億トンの大台に飛躍した。

このような **Institutional change** によるイノベーションのリバウンド現象は、経済発展の大きな

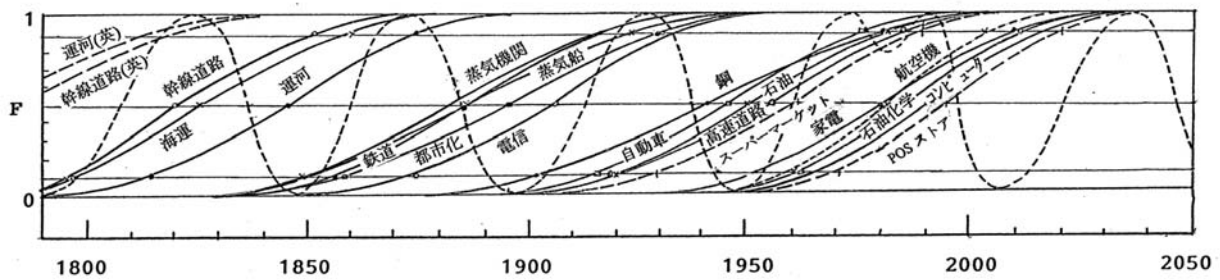


図5 基幹イノベーションのインフラ軌道とコンドラチェフ波動の相関

飛躍の基盤であり、*exaltation* 現象と名づけた。そして、コンドラチェフ波第一波の付け根から、第2波のピークに向けての進展を一くくりにして、インフラ軌道と表現した。図5に各種の基幹イノベーションのインフラ軌道とコンドラチェフ波との相関を示した。ここでもインフラ軌道は集団的にクラスターを形成しており、リバウンド後のコンドラチェフ上昇期での大きな付加価値の開花が経済発展の主役になっていることが指摘できる。このような不況期を挟んだイノベーションの長期現象の記述は *Perez*⁴⁾によっても論じられており、討議の結果共通の認識に達した。

5. 基幹イノベーションによる各種イノベーションの誘起

基幹イノベーションは、単にその産業が新たに経済システムに参加し、新しい付加価値の賦与によって経済を発展させるだけでなく、各種の産業を新しく誘起し、さらには経済のインフラ構造そのものに新しい利便性を与えるから、そのインパクトは相乗的に拡大する。図5で見ると、コンドラチェフ第2波では蒸気機関が、鉄道や蒸気船を生み出し、新しい経済基盤を形成すると同時に、鉄道の敷設によってその沿線に沿った都市化が進み、また、電信網が鉄道線路に沿って敷設されて、通信のインフラ構造形成に貢献した。さらに、鉄道の普及によって輸送コストが1/10となって、デパートという新しい流通業を可能にしたという因果関係も明らかである。

コンドラチェフ第3波では近代工業化の基盤である鉄鋼、自動車、電力、石油が進展し、今日の第4波に至る全盛期の中核をなすクラスターが出揃っていると共に、高速道路やスーパーマーケットなどの誘起が起こり、広域的な経済発展が進展している。第4波で始まった航空機、家電、石油化学、コンピュータが第5波でリバウンドし、これからの経済発展を支える。この中で家電と石油化学は先進国ではすでに成熟してしまっているが、発展途上国でのさらなる普及が世界の需要増を支えることになる。コンピュータはこれまで *Stand alone* での普及であり、産業でも単独機器の効用で機能してきたが、1995年以降、インターネットが普及し始め、情報のネットワークとしての機能がコンドラチェフ第5波の上昇期の大きな役割を担うことになる。いわゆるデジタル化によるマルチメディアのイノベーションとして、より大きな付加価値を生み出し、それを通して経済のさらなる発展がすでに始まっている。

6. 基幹イノベーションに誘起された流通業の進化過程

これまでの経済発展に大きな割合を占めるのが流通業であるが、そのイノベーションは各種の基幹イノベーションが発展のトリガーとなって進化してきた。これらの関係を図6にまとめて示した。

さきに述べたように、流通業の最初の進化は、

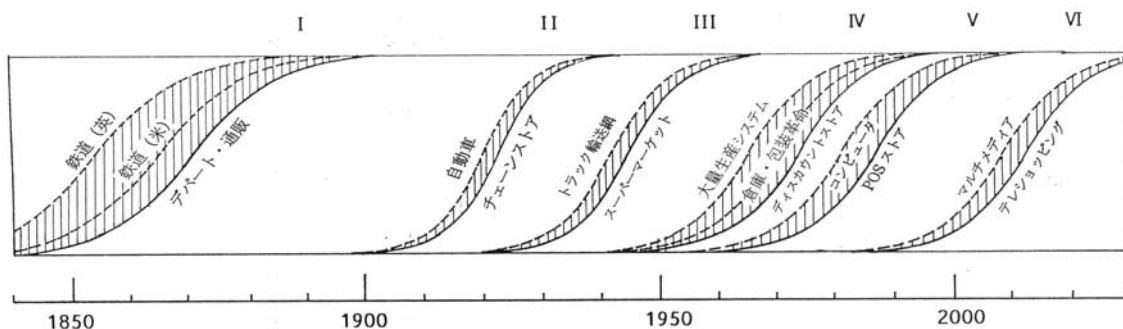


図6 基幹イノベーションにより誘起された流通業の進化

蒸気機関の発明に端を発した鉄道と蒸気船の普及によって、運送費が馬車輸送の 1/10 に低減され、遠方から各種の商品を集荷することが容易になったことにより、デパートが発展した。1852 年、パリの Bon Marché に始まり、New York の Macy's, London の Harrods などが次々に開店した。また、鉄道に沿って電信網が張り巡らされたことにより通信販売が可能となり、Sears Roebuck などが生まれた。20 世紀になると、自動車が普及し、Chain store が始まり、道路網の整備と共に、郊外に巨大な店舗を構えた、セルフサービスによる Supermarket が大きな潮流となって展開した。さらに戦後になると大量生産が進展、フォークリフトとパレットの発明により倉庫費用が 25% も安くなり、Discountstore が新しい流通業として発展した。さらに、コンピュータによる POS の発明から、狭い店舗でも売れ筋商品を選択的に集荷することが可能となって、Convenience store が誕生した。すなわち、近代流通業の一連の進化は、それぞれの時代の基幹イノベーションによって誘起されてきたことがわかる。

7. 近代工業化社会のメガトレンドと 21 世紀のイノベーション

近代工業化社会は 18 世紀後半に第一次産業革命が始まって以来、240 年ほどが経過した。これまで、いくつかのイノベーションのクラスターがコンドラチェフ景気波動の上昇期を形成し、経済発展をもたらしてきた。現在はそのコンドラチェフ景気波動の第 5 波にさしかかっている。経済の景気動向は、40 ヶ月周期のキチン波、10 年周期のジュグラー波、60 年周期のコンドラチェフ波で構成されているとされてきた。それは、太陽黒点の周期、10.5 年が 5 波集まって、60 年の吉村サイクル、それが 5 つ集まって 300 年のサイクルを構成しているのと相似である。だからというわけではないが、第一次産業革命から 300 年の周期で近代工業化社会が形成され、現在がその成熟期にあるとすると納得できる。

その証拠に、これまでは経済のインフラ構造として基盤を形成するイノベーションが次から次へと誕生し、経済に新しい付加価値を与えてきたが、こういったイノベーションは大方出尽したのではないかと考えることができる。第 5 波を形成する新規なイノベーションは、ナノテクノロジーや量子コンピュータ、ポストゲノム、再生工学などが期待されているが、これらは合成化学品、コンピュータ、バイオテクノロジーの延長上にある分岐イノベーションであり、本来技術が経済社会に大きな付加価値を賦与してきたのに比べ、経済

的にどれほど大きな付加価値を与えることができるのであろうか、大いに疑問である。むしろ、コンドラチェフ第 5 波は第 4 波で始まった 1 次イノベーションのリバウンドである電子情報技術の第 2 次展開であるデジタル化ネットワーク技術によるイノベーションに期待する以外は多くを期待できない。コンドラチェフ第 5 波はすでに始まっているのであるから、その普及軌道はすでに進展している技術軌道の延長上になければならないのであり、夢のような玉手箱ではない。

特に指摘したいことは、これまでの近代工業化社会は、次から次へと生まれてくる付加価値の高いイノベーションに支えられて、経済が成長してきたことである。今の経済政策はそういったプラスサムの中でなければ機能しない仕組みになっている。それは一種のバブル経済の機構であり、その構図が機能しなくなったとき、バブルは破綻し、クラッシュが訪れる。大恐慌と同じ仕組みが、300 年のスパンの規模で、いま現実のものになろうとしているのである。

すなわち、これからの時代は、急速に伸張する BRICs の暴走に引きずられて、成長の限界をこえてカタストロフィーに向けて突き進んでいる。資源、エネルギー、食料、環境問題のいずれをとっても、今からの対策では間に合わない時点に達していると思われる。その中で、近い将来を読み込んで、何を優先的になすべきかを熟慮し、決断しなければいけない時期に立ち至っている。そのためになにができるか、これからのイノベーションは、そのようなスタンスで考えるイノベーションであらう。

コンピュータの創世記に活躍したシリコンバレーは、いくらでもビジネスチャンスを生み出す動脈型イノベーションのメッカであった。しかし、それはこれからのイノベーションのモデルにはならない。これからは大きな付加価値を生み出すイノベーションではなくて、人類生存を賭けての静脈型のイノベーションであるからである。それは、各国の生存競争の坩堝の中で対立する激烈な闘争に勝ち抜くためのイノベーションである。

参考文献

- 1) 弘岡正明、「イノベーションのタイミング計測と産業展開」、研究・技術計画学会第 21 回仙台大会、2 E21, pp.1-4, (2006)
- 2) 弘岡正明、「技術革新と経済発展－非線形ダイナミズムの解明」、日本経済新聞社 (2003)
- 3) Hirooka, M., "Innovation Dynamism and Economic Growth – A Nonlinear Perspective", Edward Elgar, Cheltenham, UK (2006)
- 4) Perez, C., "Technological Revolutions and Financial Capital The Dynamics of Bubbles and Golden Ages", Edward Elgar, Cheltenham, UK (2002)