

1.0.2 イノベーション・プロセスのモデル

永田晃也*

初版発行日：2018年8月28日、最終更新日：2021年7月14日

リード文

本節では、イノベーション・プロセスのモデルについて概説する。まず、情報のフローからみたモデルとして「リニア・モデル」と「連鎖モデル」を概観した後、イノベーションの決定要因からみたモデルを紹介する。

さらに、後者に対立する非決定論的なイノベーション・プロセスの捉え方を取り上げ、その実践的意味をイノベーションは計画できるかという観点から検討する。

キーワード

リニア・モデル、連鎖モデル、技術プッシュ、需要プル、専有可能性、技術機会、補完的資産、非決定論、社会構成主義

本文

1 はじめに

本節では、イノベーション・プロセスの「モデル」について概説する。

「モデル（模型）」という表現方法は、多くの学問分野で、また様々な目的に応じて採用されている。代表的なモデルとして、ある対象の構造、プロセス、行動様式などを模式的に表現するための「記述的 (descriptive) モデル」と、ある目標を達成するための手続き、方法などを一般的に表現するための「規範的 (normative) モデル」が挙げられる。ここで言うイノベーション・プロセスのモデルは前者に該当し、イノベーションが実現していくプロセスを模式的に記述したものを意味している。

この意味でのイノベーション・プロセスのモデルには、プロセスを構成する要素のうち何に焦点を当てるかによるバリエーションが存在する。以下では、情報のフローに焦点を当てたモデルと、

* 九州大学大学院経済学研究院 教授

イノベーションの決定要因に焦点を当てたモデルを紹介する。また、決定要因に焦点を当てたモデルに対する批判的観点として「非決定論」的なイノベーション・プロセスの捉え方に言及する。

なお、本節の対象は、ここで参照する先行研究の語法に則して「科学技術イノベーション」ではなく「イノベーション」のプロセスとするが、先行研究が対象としてきたイノベーションには科学技術の研究開発プロセスが含まれているため、本節での「イノベーション」は実質的に「科学技術イノベーション」と同義と考えて良い（両者の概念的な区別については別節の議論に譲る）。このことを踏まえて、最後に科学技術イノベーション政策のパースペクティブとしてのイノベーション・プロセスに関するモデルの意義と限界について検討する。

2 情報のフローからみたモデルーリニア・モデルと連鎖モデル

Kline and Rosenberg (1986) は、第二次世界大戦後に西欧で一般的に考えられてきたイノベーション・プロセスを図 1 のように表し、これをリニア・モデルと呼称した。このモデルでは、研究で生み出された技術情報が、開発、製造、マーケティングへと順次受け渡されていく継起的な段階としてイノベーション・プロセスを捉えている。

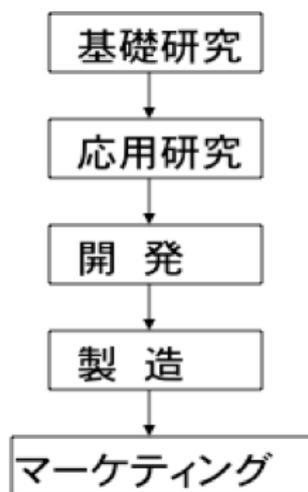


図 1 リニア・モデル

出所：**Kline and Rosenberg (1986)**

現実のイノベーション・プロセスが、このモデルの示すとおりであるならば、イノベーションを推進しようとする国や企業は、まず研究段階に注力しなければならないということになる。しかし、実際には巨額の研究投資を行った国や企業が、イノベーションによる優位性を確保できるとは限らない。このことは、現実のイノベーション・プロセスが、リニア・モデルの想定よりも遥かに複雑であることを示唆している。

そこで **Kline and Rosenberg (1986)** は、イノベーションに伴う情報のフローを包括的に記述した「連鎖モデル (Chain-Linked Model)」を提唱している (図 2)。連鎖モデルは、「研究」、「知識」お

よび業務プロセスのフローを表す3つの階層からなっている。潜在的な市場を発見し、そのニーズに応えるための製品を生産し、流通させるまでの業務プロセスは、単純に時間に沿って段階的に遂行されるのではなく、しばしばある段階で生じた問題を解決するために、前の段階に情報がフィードバックされることがある。この図2は、段階的な連鎖をC、フィードバックの回路をfまたはFとして描いている。また、ある段階で生じた問題を解決するためには既存の知識が参照されるが、既存の知識で解決できない場合には、その問題は研究課題となる。この回路は、K-Rとして表されている。科学研究の成果がまれに急速なイノベーションを引き起こしたり(D)、イノベーションの産物である計測機器、工作機械などが科学研究を促進する場合もある(I)。

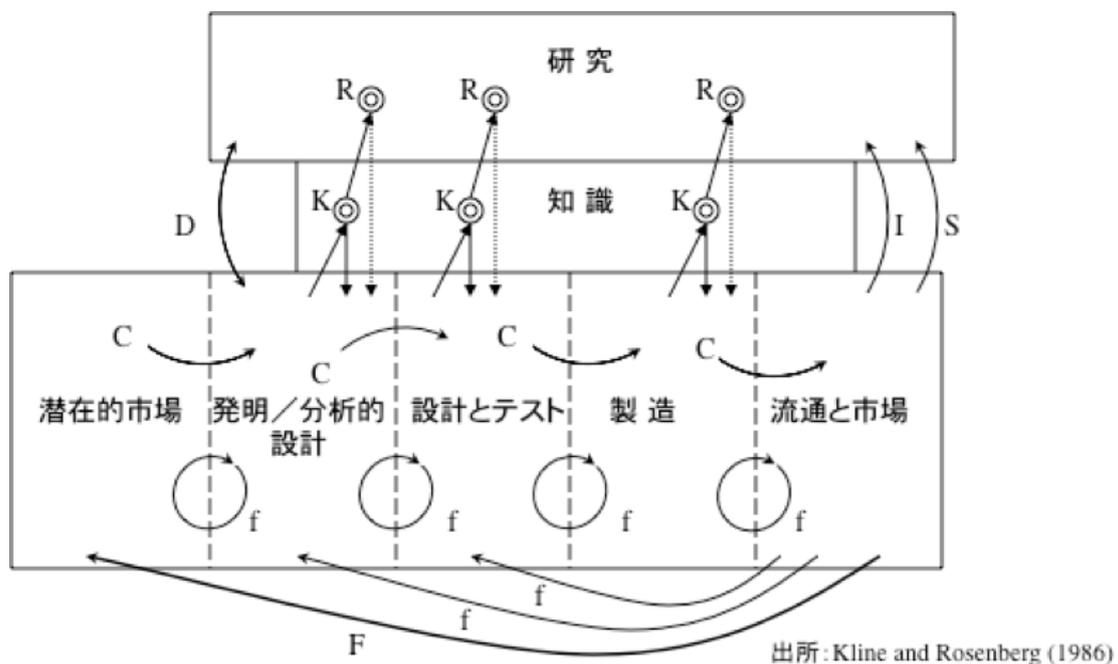


図2 連鎖モデル

連鎖モデルは、多様なフィードバック・ループが存在することにより、イノベーション・プロセスの各段階が複雑な相互関係を持っていることを図式的に示している。この図式が示唆する重要なポイントは、リニア・モデルの想定とは異なり、研究に限らず様々な段階がイノベーションの出発点になり得ることを示していることである。また、研究と業務プロセスのフローの間に、それらの活動によって蓄積されるストックとしての知識の階層を明示している点も、このモデルの特徴のひとつである(永田晃也, 2003)。

3 イノベーションの決定要因からみたモデル

イノベーションの決定要因に関する古典的な仮説は、「技術プッシュ」と「需要プル」として知られている。前者はイノベーションを発生させる要因として新技術の創出を重視し、後者は需要の存在を重視する見方である。これらのうち、いずれが支配的な要因であるのかをめぐっては、多く

の実証研究が行われてきた (Utterback, 1974; Mowery and Rosenberg, 1979)。他方、それらの実証研究は、より本質的な決定要因の発見をもたらすことにもなった。

後藤晃 (2000) は、図 3 のようなイノベーション・プロセスのモデルを提唱している。このモデルでは情報のフローは単純化され、敢えてリニアに描かれているが、イノベーションの決定要因が作用する局面を具体的に示している。

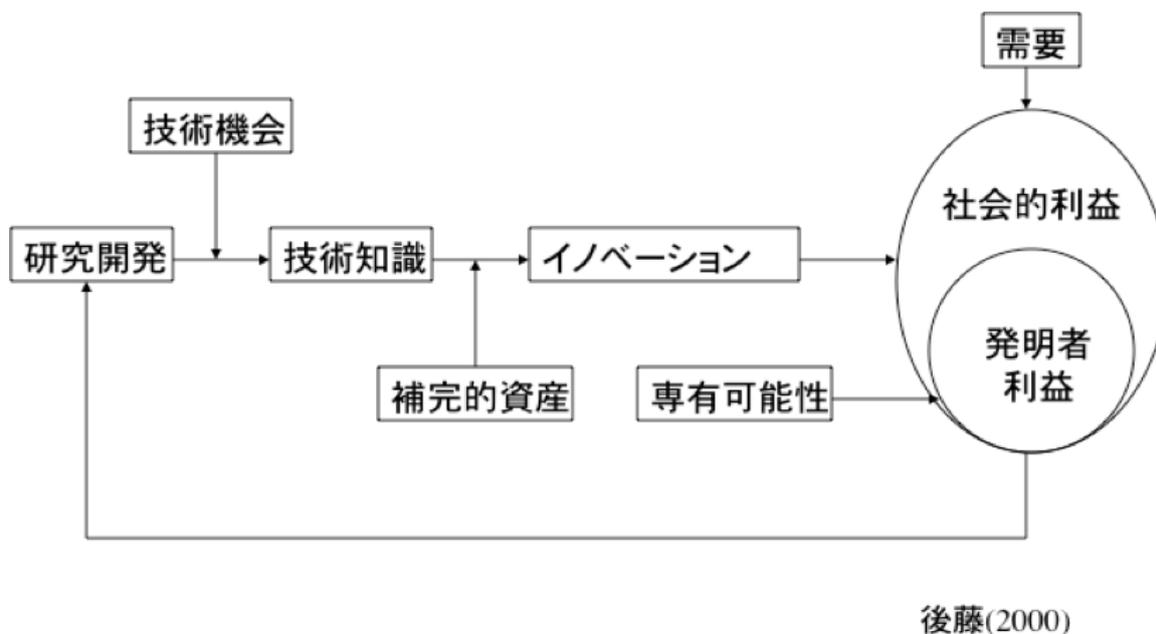


図 3 イノベーションの発生メカニズム

まず研究開発の段階においては、新たな技術知識の創出を効果的にもたらす要因として「技術機会 (Technological Opportunities)」が作用する。技術機会とは、研究開発をとりまく様々な情報源によって提供される機会であり、具体的には獲得された情報が新規プロジェクトの提案や、既存プロジェクトにおける問題解決に結びつくことを意味している。

創出された技術知識が、イノベーションとして実現されていく局面では、「補完的資産 (Complementary Assets)」が成否を左右する要因となる。もとよりイノベーションは、新たな技術知識のみでは実現しない。その技術知識を新製品や新製法に具現化し、市場で利益を上げていく過程では、所要の生産設備や販売網などを保有しているか、有利な条件でアクセスできることが重要な鍵となる。こうしたイノベーションの実現に必要な資産が、補完的資産と呼ばれている。

イノベーションが生み出す全体的な利益の大きさは、需要によって規定される。この利益を企業が回収する局面に作用する要因が「専有可能性 (Appropriability)」である。専有可能性とは、イノベーションを実現した企業が、その利益を自ら回収できる程度を意味している。発明者利益として回収された利益は、新たな研究開発を行うための原資となる。したがって、専有可能性が低く、利益の多くがスピルオーバー（流出）してしまう状況のもとでは、企業は持続的にイノベーションを追求することが困難になる。専有可能性は、特許制度による権利保護の強度、技術知識その

ものの暗黙的な性格、経験曲線効果などの多様な要因の影響を受けることが知られている (Teece, 1986; Levin et al., 1987; Cohen et al., 2002)。

4 非決定論的視座によるイノベーション・プロセスの捉え方

決定要因に焦点を当てたイノベーション・プロセスのモデルは、新技術なり潜在的な需要といった何らかの先行要因の存在が、その後のイノベーションの方向を決定づけるという見方を前提としている。こうした「決定論」的な見方に対して、イノベーションの方向性は技術に対する多様な解釈の相互作用によって形成されるとする「非決定論」的な捉え方が提起されている。この見方によれば、解釈が固定化された後の技術の発展過程に擬似的な因果関係が観測されることになる (加藤俊彦, 1999)。

このような非決定論的視座は、現実の認知は社会的に構成されたものであるとする「社会構成主義」(social constructionism) の立場にある。技術に対する解釈がイノベーションの方向に影響を及ぼすという主張の裏付けは、この立場から記述された自転車の技術史に見出すことができる。

Bijker et al. (1987) によれば、1870 年頃に量産され、Penny-Farthing または Ordinary の名称で知られる初期の自転車 (図 4 参照) は、これを専らスポーツ用具として解釈した若年男性によって歓迎された。この型の自転車はスピードを出せるが、サドルの位置が高く危険であったことから、ドレスを着た婦人などの他の社会的グループには受け容れられなかったため、後にサドルの位置が低く、後輪をチェーンで駆動するセーフティ型の自転車が開発された。しかし、19 世紀には自転車をスポーツ目的で使用する立場が支配的となったため、セーフティ型の自転車は商業的に失敗したとされている。

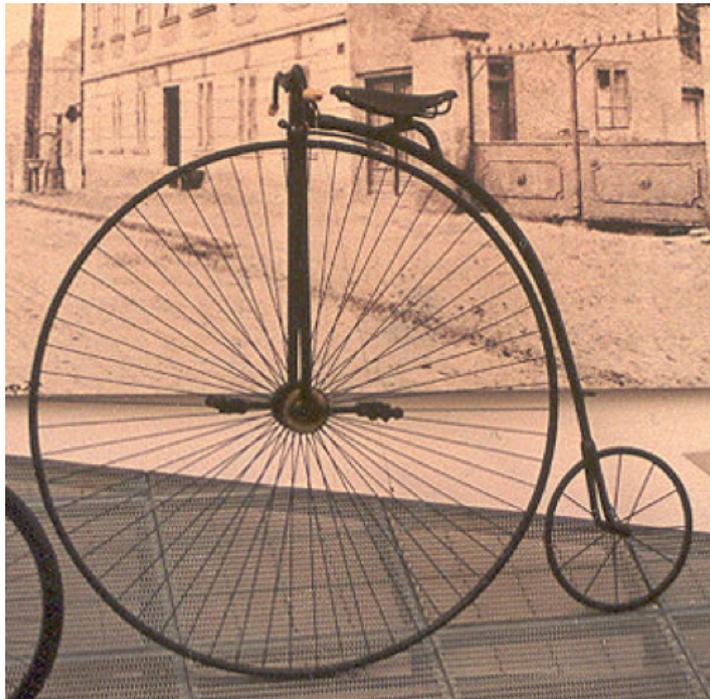


図4 Penny-Farthing

出所：Wikimedia Commons

この事例は、速くかつ安全に移動するための道具としての自転車に対する潜在的な需要も、それを実現する技術も存在していたにも関わらず、セーフティ型の自転車が長らくイノベーションとして成立しなかった要因が、自転車の用途に対する当時の支配的な解釈にあったことを示している。潜在需要にせよ新技術にせよ何らかの「決定要因」が先行して存在したという認知は、セーフティ型の自転車がイノベーションとして成立してから構成される「後知恵」に過ぎないということになる。

5 イノベーションは計画できるか

あるイノベーションの決定要因が何であったのかは、当該のイノベーションが成立した後にならなければ認知できない—非決定論的な視座が提起するメッセージをこのように捉え返すならば、それは常識的な言明の域を出ないものである。しかし、これを常識として踏まえておくことは、イノベーションの促進に取り組む実務家にとって、イノベーション・プロセスに関する先入観を排除するために役立つであろう。ただ、イノベーションを何らかの先行要因と結びつける因果モデルが常に後知恵によって成立するのであるとしても、それは何らかの因果仮説を持って計画的にイノベーションを促進しようとするアプローチの無効性を意味しているのではないという点に注意を要する。

この点を理解する上では、3 M が実施したプロダクト・イノベーションの1つである「ポスト・イット」の成立過程を振り返っておくことが有用である。3 M には 15% ルールと呼ばれる不文律

があり、研究開発部門の社員は勤務時間の 15% を自由なテーマに使えることになっている。ポスト・イットに使用された接着剤は、15% ルールを活用した開発担当者スペンサー・シルバーの試行錯誤から生み出されたものであるが、当初は何にでも付くが簡単にはがれる「失敗作」と解釈されていた。しかし、この接着剤に関する報告を社内の技術交流会で聞いていたコマーシャル・テープ事業部の研究者アート・フライは、1974 年のある日曜日に教会で聖歌隊の一員として賛美歌を歌ったときに、歌集のしおりが落ちないようにできないものかと考え、件の接着剤の用途に思い至った。その後、フライは「落ちないしおり」の開発を自主的に進め、試作品の社内配布などを経て、その商品価値につきコマーシャル・オフィス・サプライ事業部を説得した。ポスト・イットが商品化されたのは、シルバーの報告から 8 年後、フライによるアイデアの着想から 7 年後の 1981 年であった。

ポスト・イットに使用された接着剤は、「落ちないしおり」を開発するという計画のもとに生み出されたのではない。また、「落ちないしおり」の開発は、もともとオフィス・サプライ事業部の計画に含まれていたわけではない。その意味では、3 M にとって収益の柱の 1 つとなったプロダクト・イノベーションは偶然の産物である。しかし、そもそも 15% ルールが存在しない企業では変わった接着剤が生み出される機会はなかったであろう。また、3 M に「汝、アイデアを殺すなかれ」という 11 番目の戒律が存在することは今日広く知られているが、そのようなエトスを持たない企業であれば、研究者が所属事業部の課題から逸脱するテーマを追求することは禁止されていた筈である。それ故、「ポスト・イットの開発には偶然の積み重ねという部分があったとしても、その開発を可能にした 3 M の環境は、偶然の産物ではない」(Collins and Porras, 1994) と言えるのである。

6 科学技術イノベーション政策への含意

以上のように、複雑なイノベーション・プロセスの理解枠組みとなるモデルを構築するための議論は、イノベーション・プロセスが技術知識の創造を伴う場合でも、その起点が必ずしも研究にあるとは限らず、多様なステージでの問題発見などを起点とする情報の連鎖がイノベーションを成立させていることを明示してきた。また、モデルの前提となる知見を提供するイノベーションの決定要因に関する研究は、イノベーションの成立には、研究開発の効率を左右する技術機会ばかりでなく、利益の専有可能性、補完的資産へのアクセス、需要の規模などの経済的な要因が関与していることを明らかにしてきた。こうした先行研究から得られる政策的な含意は、イノベーションの活性化を目指す政策が企業の研究開発に対する支援や、大学・公的研究機関の研究力を高める施策に止まる限り、その政策効果は限定的なものにならざるを得ないということである。従って、科学技術イノベーション政策の担当者には、研究開発のフェーズだけではなくイノベーション・プロセスの全体像を念頭に置いて政策立案に取り組むことが求められる。さらにイノベーション・プロセスに関する近年の研究は、イノベーションに先行して何らかの決定要因が存在するという認知がイノベーションの成立後に得られる後知恵であり、現実のイノベーション・プロセスは多様なアクターの相互作用を通じて社会的に構成されるものであるという見方を提起してきた。この見方は、

イノベーションがしばしばアクター間の相互作用による予期せざる結果として生じる性格を持つため、計画的に促進することは困難であることを示唆している。しかし、ポスト・イットの事例に沿って見てきたように、あるイノベーションを成立させた技術とニーズの結合が偶然の産物であるとしても、そのような偶然の結合は特定の組織的・制度的条件の下でしか起こり得ないということがある。それ故、イノベーションの確実な決定要因を事前に特定し、計画的にイノベーションを実現させることは不可能であるとしても、イノベーションの発生確率を高める組織的・制度的条件を科学的に明らかにし、その条件を整備する政策的アプローチには一定の有効性を期待することができるのである。

References

- Bijker, W. E., Hughes, T. P., and Pinch, T. J. (1987). *The Social Construction of Technological Systems*. The MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/books/social-construction-technological-systems-anniversary-edition>.
- Cohen, W. M., Goto, A., Nagata, A., Nelson, R. R., and Walsh, J. P. (2002). *R&D Spillovers, Patents and the Incentives to Innovate in Japan and the United States*. Research Policy. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733302000689>.
- Collins, J. C. and Porras, J. I. (1994). *Built to last: Successful habits of visionary companies*. Random House. (山岡洋一訳『ビジョナリー・カンパニー』日経 BP 出版センター、1995 年) <https://shop.nikkeibp.co.jp/front/commodity/0000/P49250/>.
- Kline, S. J. and Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation. In *The Positive Sum Strategy*. National Academy Press. <https://www.nap.edu/read/612/chapter/18>.
- Levin, R. C., Klevorick, A. K., Nelson, R. R., Winter, S. G., and Gilbert (1987). Appropriating the Returns from Industrial Research and Development. *Brookings Papers on Economic Activity*, (3). <https://www.brookings.edu/bpea-articles/appropriating-the-returns-from-industrial-research-and-development/>.
- Mowery, D. and Rosenberg, N. (1979). The Influence of Market Demand upon Innovation: A Critical Review of Some Recent Empirical Studies. *Research Policy*, 8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0048733379900192>.
- Teece, D. J. (1986). Profiting from Technological Innovation: Implication for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy. *Research policy*, 15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0048733386900272>.
- Utterback, J. M. (1974). Innovation in Industry and the Diffusion of Technology. *Science*, 183. <http://science.sciencemag.org/content/183/4125/620>.
- 永田晃也, editor (2003). 価値創造システムとしての企業. 学文社. <http://amzn.asia/0MohSsH>.
- 加藤俊彦 (1999). 技術システムの構造化理論—技術研究の前提の再検討. *組織科学*, 33(1). <https://ci.nii.ac.jp/naid/40002246323>.

後藤晃 (2000). イノベーションと日本経済. 岩波新書. <https://www.iwanami.co.jp/book/b268503.html>.

関連する拠点授業科目、関連する研究プロジェクトの情報

- 九州大学大学院基幹教育科目「科学技術イノベーション政策概論」(担当: 永田晃也)