

Title	イノベーションモデル：制御工学的考察
Author(s)	伊藤，秀之； 亀岡， 秋男
Citation	年次学術大会講演要旨集，15： 221-224
Issue Date	2000-10-21
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5852
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	一般論文

○伊藤秀之, 亀岡秋男 (北陸先端科学技術大学院大)

1. はじめに

本論文の目的は、イノベーションプロセスのモデリングを通してイノベーションに対する理解を深めることである。イノベーションプロセスのモデルは、リニアモデルにはじまり、近年にクラインモデルが提案されている。本論文では、今後のイノベーションの進展を予測しながら、次世代のイノベーションモデルを提案する。「市場実験型モデル」と「市場創造型モデル」である。「市場創造型モデル」の説明には人工漁礁のメタファーを用いる。また、市場の性質の変化に沿って、イノベーションモデルの変遷^{1,2,3}を制御工学的視点から捉え、各モデルの特徴やモデル間の関係について考察を加える。

2. イノベーションモデルと制御工学

モデルは現在の学問を支える重要な概念の一つ⁴で、現象の理解や理論構築のステップとして重要な働きをする。モデリングを通して、共通点・普遍性の抽出や相違点・特殊性の抽出ができる。さらに予測に活かすこともできる。ここでは、イノベーションプロセスのモデリングによりイノベーションに対する理解を深め、新たなイノベーションの創造に活かすことを目的とする。

制御とは「ある目的を達成するために対象に操作を加えること」である。例えば、車を運転して、ある地点から目的地へ行こうとする場合、まず経路を計画し、その経路に沿うようなハンドル、アクセル、ブレーキ等の操作が必要となる。この場合、ハンドル等の操作はすべて目的を達成するために必要となる制御である。また、経路計画も広い意味の制御に含まれる。制御は技術の分野のみでなく、生物、社会、経済その他あらゆる分野で自然に、あるいは人工的に行われている⁵。制御工学⁶では、制御される客体(制御対象)と制御する主体(制御装置)を明確に区別して考える。

制御の基本型として開ループ制御と閉ループ制御が

ある。操作の結果を省みない一方通行の制御を開ループ制御といい、制御対象の性質がよくわかっており、かつ、制御系を乱す外乱がなく、操作と操作結果が確実な関係にある場合にのみ有効である。そうでない場合は、制御対象を観測し、操作結果をフィードバックにより省みて操作を修正する制御が有効であり、これを閉ループ制御あるいはフィードバック制御という。また、外乱の影響が結果に現れてから修正するフィードバック制御に対し、外乱を直接検出し、先を見越して対応していく制御をフィードフォワード制御という(図1)。

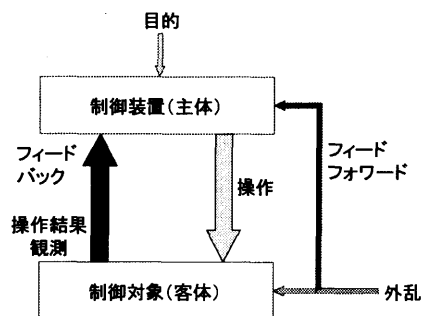


図1 制御の図式

3. 市場の性質の変化

ネットワーク社会の進展に伴い、市場は変化のスピードを年々速めると同時に多様化が進み、複雑系としての性質を強めていると考えられる^{7,8}。具体的には、何気ないきっかけで爆発的なヒットやブームが起きてしまったり、逆に盤石を誇った企業が、ほんの僅かなことから、容易に崩れるといったことである。例えばビル・ゲイツのウィンドウズ帝国が、フィンランドの一学生の作ったリナックスに打ち負かされる可能性すら出てくる。これは、ほんの少しの揺らぎが全体をドラスティックに変えてしまう複雑系の摂動敏感性とと呼ばれる性質に例えられる⁸。

4. イノベーションモデルの変遷

イノベーションプロセスの「マクロモデル(トップレベルのモデル)」であるリニア・モデルをはじめとして、最近のクライン・モデルを経て^{1,12,2,3}、今後は、どのようにイノベーションプロセスが進展するかを予測し、市場の性質の変化に沿ってイノベーションモデルの変遷を捉えることにする。

4.1. イノベーションモデルの位置付けと新モデル

イノベーションモデルの関係を考察し、表1にまとめる。本質的には、リニアモデル(図2)を改良あるいは精密化したものがクラインモデル(図3)であり、クラインモデルのサブセット(部分モデル)がリニアモデルという関係にあると考える(リニアモデルの構造しか持たないイノベーションプロセスも存在する)。よって、互いに相反する関係にあるモデルではなく包含関係にあると考える。

これらのモデルはあくまでも「マクロモデル」であり、イノベーションプロセスを各プロセス間の製品の流れや、情報の流れを位相幾何学的に表現する切り口でモデル化したものと解釈できる。実際のイノベーションプロセスは多面的であり、これらのマクロモデルで陽に表現しきれない特質も多くあることに注意する必要がある。例えば、最近のイノベーションで重視されると思われる「戦略的な目標設定」、「プラットフォームの構築」、「迅速なフィードバック」などはこのモデルでは表現されていない。一方、最近のイノベーションプロセスのほとんどは製品の流れや情報の流れの切り口から見ると、リニアモデル、クラインモデルで表現可能であることがわかる。したがって、これらのモデルはイノベーションプロセスを製品の流れや情報の流れの切り口から見た表現として完成

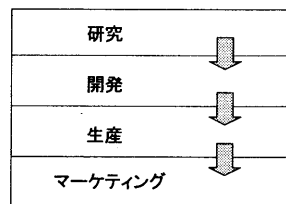


図2 リニアモデル

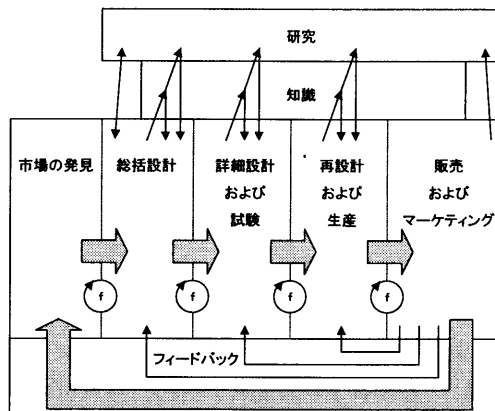


図3 クラインモデル

度が高く、普遍的なものであるという結論を得る。

4.2. 市場実験型モデル

ニーズ指向のクラインモデルは確かに理にかなっているが、実際に市場から新たなニーズを発見するのは困難な時代となっている。多くの業界が完全に成熟化しており、実際、顕在化したニーズは技術的に可能であればほとんど満たされていると考えられる。そのような中で、消費者の持っている潜在的欲求をどうやって引っ張り出すかということが今のイノベーションで非常に重要となっている^{2,9}。一方、上記のように市場は複雑系としての性質を強め、収獲遞増の原理が働く場合が多く

	形状	指向	市場の性質			戦略性	特徴	適用例 (企業または商品)
			飽和度	不確定性	スピード			
リニアモデル	直線的、開ループ	シーズ	低	低	低	低	基本モデル	工業化社会初期の企業
クラインモデル	ループ、フィードバック	ニーズ	中	中	中	中	テクノストック(知識)活用	現在のほとんどの企業
市場実験型モデル	高速ループ、フィードバック	ニーズ	高	高	高	高	市場への早期投入、実験、リスク回避	セブンイレブン、ヤマト運輸、トヨタ
市場創造型モデル	高速ループ、フィードフォワード+フィードバック	コンセプト	高	特高	高	特高	プラットフォーム活用、開放系	ソニー、OS、プレイステーション、ブラウザー、iモード

表1 各モデルの関係

なっている⁸。すると、フロントランナーとなることがより重要となってくる。そこで、商品の市場への早期投入と トライ&エラー＝市場実験 を繰り返し、学びながら商品を改良する方法が有効と考えられる。これを市場実験型イノベーションモデルとする。

4.2.1. 市場実験の必要性：制御工学的な考察

制御理論・工学では、制御対象に対する正確な知識が豊富な場合には開ループ制御(またはフィードフォワード制御)が有効であるが、そうでない場合はフィードバック制御(閉ループ制御)が有効であることが知られている。このアナロジーとして、不確定性の高い制御対象＝市場 を制御することを考えると、フィードバックを通して、トライ&エラー＝市場実験 を繰り返し、学びながら商品、システムを改良する「行動による学習」(learning by doing)¹が有効であるのは明らかである。また、市場、環境の変化が急激であればあるほど、より迅速なフィードバックループの回転(市場投入と観察の繰返し)が必要であることもわかる。市場実験では、POS等の情報技術の活用が有効である。

4.2.2. 市場実験の必要性：市場モデリングの観点から考察

制御理論・工学において、制御対象の特性を知ること(モデリング)は大変重要である。未知の制御対象のモデリングを行うためには様々な試験信号を入力してその出力を観測し、制御対象の特性を調べることが多く、システム同定と呼ばれる。このとき、制御対象の特性は時間的に不変(スタティック)か、あるいは同定の速度に比べて十分緩やかな時間変化しかしないと仮定する。従来の市場調査は制御対象＝市場のモデリングに相当し、暗黙のうちに市場をスタティックなものと捉える傾向があると考えられる。しかし、市場は変化のスピードを速めているので、よりダイナミックなものとして捉える必要性があるといえる。この変化のスピードに追いつくための直接的方法は、市場実験の周期を短縮することである。また、市場実験からの的確な情報を得て、知識として蓄え、次の市場実験に活かすことが重要である。

4.3. 市場創造型モデル(人工漁礁モデル)

さらに、戦略的に考えることができる。通常、制御工学では制御対象の性質は制御とは独立と考えている。つまり、制御側(主体)から制御対象(客体)の性質を変化させることはできないと考え、制御対象の性質変化があった場合はそれに合わせて、制御側を変えて対応するという受動的な立場(適応制御)をとっている。しかし、生物における知的な制御を考えると、制御しやすいように相手(制御対象)の性質をあらかじめ変化させておいてから、最

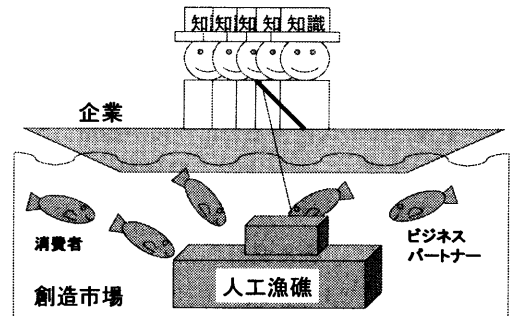


図4 市場創造型モデル(人工漁礁モデル)

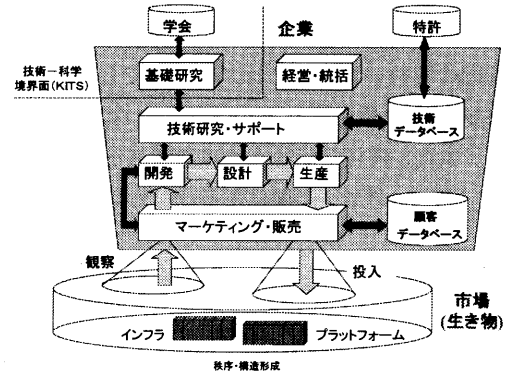


図5 市場創造型モデル(ハイブリッドモデル)

終的な制御目的を達成するという、より能動的、戦略的なアプローチも考えられる。例えば、まず、製品システムのベースとなるユニット(例えばゲーム機本体)を廉価で販売し、プラットフォームを構築しておく。次に、本命である次期製品(例えばソフトウェア)を投入して、利益を得るというビジネスモデルが考えられる¹⁰。これは、市場変化に合わせ

て戦略をたてる従来の受動的なイノベーションモデルとは異なり、市場を自社の都合の良ように積極的に変えていこう、創っていこう（市場の構造化）という立場をとった「市場創造型モデル」といえる。特性の把握しにくい市場に無理に合せるよりは、市場を創るほうが確実に有利であるとの考えが裏にある。なお、このような手法は現在の制御工学ではほとんど考慮されていない。

市場創造型モデルの動きはリニアモデル、クラインモデルのようなブロック図表現のみのモデルでは説明しにくい。そこで、企業活動を漁に例えてこれを説明する（図4：人工漁礁のメタファー）。海が市場、魚が消費者やビジネスパートナー、企業が漁船、企業内の各部門あるいは社員が船員、人工漁礁がビジネスプラットフォーム^{9,8}に対応する。まず漁礁を人工的に作っておいて、魚を集めておく（囲い込む）。そして、機を見計らって一気に捕まえるというイメージである。続けて、市場創造型モデルのハイブリッドモデルを図5に提案する。これは図1,図3,図4の混成モデルであり、イノベーションモデルの集大成である。市場を陽に示してあり、企業内の四角いブロックはプロセスでもあるが、そのまま部門や担当者などの実体と見なすこともできる。また、円柱で示したのは知識ストックとしてのデータベースで、上層にあるほど形式化の度合い

が高い。市場も一種のデータベースである。矢印は情報、知識、製品などのフローを示す。太い矢印はイノベーションプロセスのメインループである。

プラットフォームは吸引力を持っている。企業、クリエイター、消費者が集まり、自由にビジネスと競争が展開され、淘汰が起る。その中からデファクトスタンダードという秩序が形成される。ビジネスプラットフォームは、消費者の潜在的なニーズを掘り起こすための市場実験を高効率に行う場と解釈することもできる。プラットフォーム作成側の企業から見ると、手間のかかるニーズ発掘作業を省略できるという利点もある。また、ビジネスの主体（企業）と客体（消費者）の相互作用が強く、渾然一体となっていることも大きな特徴である。プラットフォーム作成時には、システムの考えること、製品のインターフェースや互換性、オープン性に留意することがポイントになると考える。

5. おわりに

イノベーションプロセスのモデルとして、従来のリニアモデル、クラインモデルを経て、市場実験型モデル、市場創造型モデルを提案し、制御工学的視点から各モデルの特徴やモデル間の関係について考察を加えた。最後に、本研究に当り、貴重なご意見・ご助言を下された教官の方々、学生の皆さんに感謝申し上げたい。

参考文献

1. S. J. クライン著、嶋原文七訳（1992）『イノベーション・スタイルー日米の社会技術システム変革の相違ー』アグネ承風社。
2. 「特集座談会ーイノベーションでめざせ新産業の創出！」『ベストパートナー』（1999-7・8, p. 4-20）、浜銀総合研究所。
3. 亀岡秋男「日本型イノベーション・システムの再構築に向けて」『慶応経営論集』（2000-7, 第17巻 第3号 p. 161-184）。
4. 「特集・モデルとモデリング」『数理科学』（1998-9）、サイエンス社。
5. 示村悦二郎著、（1990）『自動制御とはなにか』コロナ社。
6. 中野道雄、美多勉著、（1982）『制御基礎理論ー古典から現代までー』昭晃堂。
7. 「日本型ナレッジマネジメントの本質を語る」『週間ダイヤモンド』（1999-9-11, p. 88-95）、ダイヤモンド社。
8. 週間ダイヤモンド編集部他編、（1998）『複雑系のマネジメント』ダイヤモンド社。
9. 清家彰敏著、（2000）『進化型組織ー人企業と事業支援構造体企業ー』同友館。
10. 面澤淳市著、（2000）『ソニー「プレステ2」のマルチ情報革命』PHP研究所。
11. 小尾敏夫著、（2000）『i モードの挑戦』PHP研究所。
12. Kline, S. J., N. Rosenberg, "An Overview of Innovation", The Positive Sum Strategy (1986, p. 275-305), National Academy Press.