

長期的製品開発モデルを使用した予測についての一考察

—シナリオ分析を超えて

野本明成（就実大学経営学部）

A study on forecasting using the long-term product development beyond scenario

Akenari Nomoto

要旨：長期的製品開発モデルは、外部環境の相互作用からニーズが導出され、それを充足するために製品開発がなされ、それが普及する過程でもたらされる「効率化」、「ライフスタイル提案」という正のフィードバック効果と、「非効率化」、「外部不経済」という負のフィードバック効果が、製品開発と外部環境に影響をもたらし、さらにニーズを新たに生み出すというモデルである。このプロセスにおいては、外部環境を含むモデルの構成要素の修正、追加、廃止等の組織変更や、それに伴って生じうるモデルが持つ種々の機能の変更というオープン・システムの形態をとっている。オープン・システムの変化は、企業能力の変化、市場の大きさの変化、社会環境の変化として表せるとともに、システムを構成する各要素の集合、離散による各グループの変化としても表わされる。

オープン・システムの変化を予測するモデルは、これまでに構築されてきている外生変数に基づく予測モデルや、確率を含んだ複数のシナリオの予測を行うシナリオ分析とは異なり、システムを構成する各要素の変化をも取り入れて構築するモデルであり、より精度の高い予測が可能となるモデルを目指している。また、そのようなモデルがどのように変化していくかを予測することが可能になるように種々の事例を用いて検証することが必要である。

ABSTRACT : At first, this study aims at building a model that ① the needs are created from the interaction of external environments, ② the products are developed to satisfy the needs, ③ the positive feedback effects (efficiency, lifestyle proposition) and the negative feedback effects (inefficiency, external diseconomy) are produced with the spread of products, ④ such feedback effects influence to product development and external environments ,and ⑤ new needs are created from them. In this process, the elements (functions) of the model are modified, added, and abolished. That is to say, the model is an open system.

Secondly, this study aims at ① forecasting new needs, new internal environments, new external environments with higher accuracy in comparison with the existing forecasting methods, ②

suggesting the decision making of firms and the social policies.

キーワード：新製品開発、予測モデル、マーケティング

KEYWORDS : new product development, forecasting methods, marketing

1. はじめに

長期的製品開発モデル¹⁾は製品開発がもたらす内部環境および外部環境への相互作用を組み込んでいるモデルである。それは、製品開発が生み出す正負のフィードバック効果が内部環境に影響をもたらすと同時に、外部環境にも影響を及ぼし、その結果がさらに内部環境に影響をもたらすという相互作用モデルから構成されている。製品開発からもたらされる正負のフィードバック効果により企業能力、市場の大きさ、社会環境への影響があり、それらを予測することは企業や社会のメリット、デメリットを製品開発時点あるいは開発途上において推定することが可能となり、企業の意思決定あるいは社会政策への提言が可能となることを示している。ここで取り上げる長期的製品開発モデルは、野本〔5〕で構築されたモデルを利用している。それは、外部環境の相互作用からニーズが導出され、それを充足するために製品開発がなされ、それが普及する過程でもたらされる「効率化」、「ライフスタイル提案」という正のフィードバック効果と、「非効率化」、「外部不経済」という負のフィードバック効果が、製品開発と外部環境に影響をもたらし、さらにニーズを新たに生み出すというモデルである。このプロセスにおいては、外部環境を含むモデルの構成要素の修正、追加、廃止等の組織変更や、それに伴って生じうるモデルが持つ種々の機能の変更というオープン・システムの形態をとっている。

オープン・システムの変化は、企業能力の変化、市場の大きさの変化、社会環境の変化として表せるとともに、システムを構成する各要素の集合、離散による各グループの変化としても表わされる。

そのために本論においては、長期的製品開発モデルを構築するためにモデルの構成要素が生成、消滅を含め変化することを前提とし、そのようなモデル、すなわちオープン・システムを構築することを目指している。

オープン・システムの変化を予測するモデルは、これまでに構築されてきている外生変数に基づく予測モデルや、確率を含んだ複数のシナリオの予測を行うシナリオ分析²⁾とは異なり、システムを構成する各要素の変化をも取り入れて構築するモデルであり、より精度の高い予測が可能となるモデルを目指している。また、そのようなモデルがどのように変化していくかを予測することが可能になるように種々の事例を用いて検証を行っていく。また、今後の研究の方向性としてオープン・システムの変化を促すパラメータの特定および推定を検討する。

2. 相互作用によるオープン・システムの変化プロセス

(1) オープン・システムの変化

①正負のフィードバック効果によるシステム全体への影響³⁾

「効率化」および「ライフスタイル提案」に基づく正のフィードバック効果、「非効率化」および「外部不経済」に基づく負のフィードバック効果により、「組織の能力」や「市場の大きさ」に変化をもたらすことが考えられる。それは、正のフィードバック効果によりコスト・パフォーマンスが向上し生産能力の増加をもたらすとともに多くの需要を創造することが可能になると考えられるからである。

また、負のフィードバック効果によりコスト・パフォーマンスが低下することにより、生産能力が減少するとともに、需要が低下することになると考えられる。

②要素間の相互作用による集団化および崩壊⁴⁾

製品開発過程において多様な特徴を持った製品が開発され、その中でコスト・パフォーマンスの高い生産方法によって作り出される製品の特性に近い製品群が「製品カテゴリー」⁵⁾を構築し、その製品カテゴリーが多くの需要を持つにいたると考えられる。しかし、需要が充足されることにより買い替え需要が主要な販売量となり、販売量の上限を迎えることになると考えられる。そこで、各製品は新しい特徴を付加し他の製品との「差別化」を図ることにより新しいいくつかの「製品カテゴリー」を作り始めることになる。その結果として、既存の「製品カテゴリー」は衰退あるいは崩壊することになる。あるいは、その製品そのものが普及し最寄品化することにより大きなブームが去ってしまうことも考えられる。

カテゴリー（集団化）の上限は、特許等の技術により第1グループのコスト・パフォーマンスが高く、それに第2、第3のグループが加入することになるが、限界的な収益が0になるグループまで加入する。その段階でカテゴリー化の動きは止まることになる。

また、その普及が上限に達することにより、それ以降は買替需要に依存することになり成熟期を迎え成長はストップすることになる。その時点では、最寄品化しブランドの衰退（崩壊）がはじまる。

あるいは、新しい特許等によるコスト・パフォーマンスのより高い製品が出現したり、異なった属性を持つ製品に対する新しいニーズが出現し、「新カテゴリー」を形成することにより、既存のカテゴリーが衰退（崩壊）することになる。

③各要素の活動と結合の強さによるグループ構成の変化⁶⁾

各要素は「投資－回収」という活動を行っていると考えれば、その活動の「大きさ」および「頻度」は要素ごとに異なっている。また、一企業の中で複数の事業を行っている企業においては企業のリーダーシップにより事業の組み合わせの管理が行われている。そのうえで、事業内容の関連の強さや、事業間のコスト・パフォーマンスの大きさの比較に基づいてより効率的な事業の組み合わせが行われていると考えられる。すなわち、資源の効

率的再配分により、企業のコスト・パフォーマンスを高める活動がなされる。

また、コスト・パフォーマンスを上昇させるために、より高いコスト・パフォーマンスを示す小グループを全体から切り離し独立させ自由に活動させることにより、より高いコスト・パフォーマンスを獲得するグループ（イノベーション）にさせる試みもなされる。さらに、個々の事業をバラバラにさせたり、新しいグループを構築させることもありうる。

各要素の活動の規模や「投資－回収」頻度は事業ごとに相違が大きい場合や小さい場合が存在する。また、企業のリーダーシップの強さに相違がある。それにより、各事業がバラバラに運営されることや同一步調をとりながら運営されることもある。また、事業数が増加したり、減少したりすることもある。

すなわち、イノベーションの取り組みと全体のコスト・パフォーマンスの維持活動の間を行き来する、循環的な活動がなされることになる。

（２）事例による検証

①正負のフィードバック効果によるシステム全体への影響の事例⁷⁾

自動車開発プロセス⁸⁾を例にとれば、生産の「効率化」を可能にした機能として「交換性・組み立て方式・低価格」が考えられているが、その機能によりコスト・パフォーマンスが向上し自動車の普及（販売台数の上限）が、それまでの自動車と比較して大きく上昇したと考えられる。

また、レジャー、快適さを志向して提案された様々な高級車が「ライフスタイル提案」によりもたらされ、それまでに普及した利便性の高い自動車の保有上限を押し上げることになったと考えられる。

しかし、自動車が普及するにつれ排気ガスの増加や騒音による公害を引き起こす「外部不経済」が発生し、社会全体における自動車のコスト・パフォーマンスを低下させることとなった。また、交通渋滞を引き起こすことにより自動車の利便性が低減するという「非効率化」により公共交通へのシフトやシェアリング等による自動車保有の意欲の減少をもたらす結果となっている。その結果として、自動車保有上限の低下をもたらすことになると考えられる。

②要素間の相互作用による集団化および崩壊の事例

電話機の事例を取り上げれば、近代において通信の利便性の高い電話が家庭用の固定電話として普及のプロセスをとってきている。

しかし需要が充足されることにより普及の上限を迎え、メーカー各社は例えば親機・子機という「カテゴリー」やファックス機能の付加された「カテゴリー」という、いわば差別化された「製品カテゴリー」を作り出してきている。しかし、それらは携帯電話という新しい「カテゴリー」が開発、生産されるにつれ「最寄品化」され、大きな差別化は消滅したように見受けられるとともに、特に若い人たちには固定電話という「カテゴリー」そのものが失われている様子も見て取れる。携帯電話そのものもスマートフォンと

いうインターネット等の多くの機能を搭載した新しい「カテゴリー」によって差別化され大きなブームを構成しつつある。

同様の流行形態は、冷房器具、暖房器具についても、個別の「カテゴリー」の変遷をたどってきており、それぞれのカテゴリーは差別化を通してのブームおよび最寄品化という衰退の流行形態を示してきている。しかし、技術開発の結果としてそれらの機能を一つにまとめたエアコンという新しい「カテゴリー」が構築されるにつれ大きなブームを引き起こすとともに、種々の機能を付加した差別化によりより大きなブームを引き起こしつつある。

③各要素の活動と結合の強さによるグループ構成の変化

経営戦略の事例を見れば、複数の事業を遂行している企業において「選択と集中」⁹⁾がなされてきている。それぞれの事業は関連性を持ちつつも、それぞれ独自の「投資－回収」を行っており、その活動の大きさや、活動の頻度は異なっている。しかし、グループ全体の資金の効率的な運用を図るために事業価値の評価に基づいて事業資金の再配分を行う必要から、事業価値の相対的に低い事業から撤退し、より事業価値の相対的に高い事業に取り組むことになる。それらは必ずしも成功するとは限らず、企業のリーダーシップの強さや個別事業の「投資－回収」の自由度の大きさに依存すると考えられる。

第一の形態として、企業のリーダーシップのもとに選択と集中が成功する場合も存在するが、それにより固定化され継続的な事業内のイノベーションが低下する場合も存在する。

第二の形態として、各事業の「投資－回収」の自由度が大きく企業全体としては統一が取れなくなることもありうると考えられる。

第三の形態として各事業がその形態の関連度に基づいてグループ化されることも考えられる。新しい事業がM&Aにより企業グループ内に加わることにより企業内のグループ化の変化を作り出すことも考えられる。

第四の形態として、事業全体が成熟化しコスト・パフォーマンスが低下したり、外部環境が急激な変動する場合に、それらへの対応策として企業内の個々の事業の自由度を高め、イノベーションを発生させコスト・パフォーマンスを上昇させる試みを行うことが考えられる。

すなわち、長期的観点からみれば、企業は事業価値の相対的に高い事業に継続的に取り組むが、それらはいずれ成熟化を迎え、それに対応するために継続的に行っていた事業の自由度を高めイノベーションを発生させ、そのなかでよりコスト・パフォーマンスの高い事業に集中的に取り組むという「循環的活動」を行うと考えられる。

3. 長期的予測モデル

正負のフィードバック効果により内部環境が変化し、企業の能力や機能等の変化をもたらし、

外部環境の変化による市場の大きさ等の変化を促すことにより、それらの結果に基づいて変化の予測が可能になりうる。また、要素間の相互作用による製品カテゴリーの開発、衰退が生じ、その結果として生じる流行の変遷を予測することが可能になる。

さらに、事業活動の特性である「事業の大きさ」や「投資－回収頻度」が異なる複数の事業活動に影響を及ぼす企業リーダーシップの強さにより、複数の事業のグループ化の発生、再編、および事業の売却、外部の事業のM&A、および事業の成熟化に伴うイノベーション活動の試みを含めたグループの変化を予測することが可能になりうる。

それらの各種の変化について、長期の時系列データに基づく検証を行うことにより、それらの変化を引き起こす各種の要因を推測することが可能になると考えられる。

これまでの長期的予測についてはシナリオ分析が有効であったが、各種の変化についての確率を推測することにより、どのシナリオが発生しても対応できるようなシミュレータとしての機能を持つことを目的としており、システムを構成する要素や機能の変化を予測することは不可能である。

ここで構築されてきている長期的製品開発予測モデルは、モデルを構成している要素や機能の生成、消滅を含む変化を可能にしているシステムであり、すなわちオープン・システムであることから、システムの要素の生成、消滅を含む要素の変化に基づいて、予測を行うことが可能になることにより、より精度の高い予測モデルとなっている。

4. 結論

要素の生成、消滅を含む、要素の変化に基づいた長期的製品開発モデルの構築により、様々な事象の説明がなされるとともに、モデルに基づいた予測が可能となる。そして、それを使用することにより企業の意思決定や社会政策への提言が可能となると考えられる。

(1) 諸事象の説明可能性

①相互作用に基づいたニーズの発生

相互作用により正負のフィードバック効果により内部環境、外部環境への影響に基づいた各種のニーズの発生を説明することが可能になる。

②製品カテゴリーの発生・変化

Utterback [9]¹⁰⁾の「流動期－移行期－固定期－固定期の打破」というモデルにおいて、「ドミナント・デザイン」の確立による「製品カテゴリー」の発生・変化プロセスが、要素間の相互作用による集団化・崩壊モデルで説明することが可能になると考えられる。

③差別化・最寄品化・統合の変化プロセス¹¹⁾

要素間の相互作用による集団化・崩壊モデルにより、顧客のブランド識別能力を助ける「カテゴリー」が形成され、その普及とともに市場の上限に近づくにつれ差別化が発生し、さらに統合により新しい「カテゴリー」が再構成されるプロセスが説明可能になると考えられる。

④制度の発生

製品開発に伴い、外部不経済が発生し、社会的費用の増加とともに、それを規制する法律¹²⁾（機能）等が構築される。これは、新しい制度（機能）の自己組織化であり、内部環境、外部環境の変化をもたらす「オープン・システム」であり、それらは相互作用モデルから説明が可能になる。

⑤競争の多様化の発生

複数の事業の変化プロセスに基づいて、完全競争、寡占、複占、独占等の様々な経済主体の活動が、様々なグループを構築・再構築プロセスが各要素の活動と結合の強さによるグループ構成の変化モデルから説明することが可能になると考えられる。

⑥イノベーションの発生

事業の継続的取り組みにおいて、事業の成熟化や外部環境の急激な変化に基づくコスト・パフォーマンスの低下に対応するために、各事業の自由度を高めイノベーションを発生させ、コスト・パフォーマンスを上昇させる試みがなされることの説明が可能になる。

（２）予測精度の向上の可能性

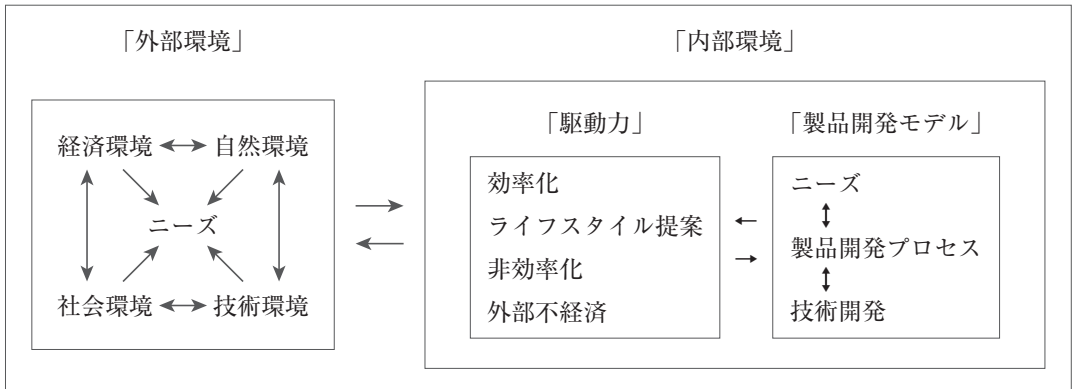
本論で取り上げられているモデルを長期的時系列データに基づいて実証することにより、各種の業界、業種等において異なる要因を推定することにより、長期的なオープン・システム・モデルを構築することが可能となり、これまでのシナリオ分析よりも高い精度で予測を行うことが可能になると考えられる。

その結果として、これまでに後手に回っていた外部不経済や非効率化という負のフィードバックの予測をあらかじめ予測することによる改善を図ることが可能になると考えられる。また、企業戦略の変化および結果を予測することにより、より効率的な企業戦略を構築することが可能になると考えられる。

５．注

- （１）野本〔５〕によれば、長期的製品開発モデルは図１にみられる通り、外部環境および内部環境から構成され、製品開発から発生する正負のフィードバック、すなわち「効率化」、「ライフスタイル提案」、「非効率化」、「外部不経済」の４つの駆動力が継続的に発生する。それらが外部環境に影響を与えニーズの変化、すなわち変更、追加、廃止という変化を発生させる。例えば、「効率化」は生産性向上をもたらし、「ライフスタイル提案」は資源の節約を通じたコスト・パフォーマンスの向上を生じさせるが、「非効率化」は製品普及に伴うコスト・パフォーマンスの低下をもたらし、「外部不経済」は社会環境への悪影響をもたらす。たとえば、北村〔２〕によれば法律整備や規制をもたらし、その結果として新しい製品開発に影響を及ぼすことになる。

図 1. 長期的製品開発モデル

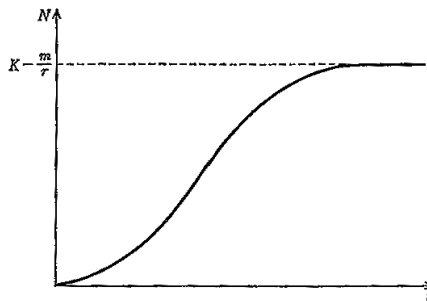


(出典：野本 [5])

- (2) 詳細については、Van der Heijden [10] を参照。
- (3) Prigogine&Stengers [7] によれば、生きた社会は現存する資源の新しい利用法や新しい資源の発見法を絶えず導入し、個体数の集団の時間的发展を行われることが示されている。「効率化」や「ライフスタイル提案」のような正のフィードバック効果により、現在の利用可能な資源の有効利用法により集団の上限を上昇させることが示されている。それは次のロジスティック方程式で表される環境包容力 (K) の増加を意味している。図 2 で上限が上方にシフトすることを意味している。

ロジスティック方程式： $\frac{dN}{dt} = rN(K - N) - mN$

図 2. 個体数 N のロジスティック曲線に従う時間発展



(出典：Prigogine&Stengers [7])

- (4) 規則的な反復運動（周期運動）を示す実体（振動子）が互いに影響を及ぼしあう場合には相手を一定範囲内に引き留め、一体となって回転することができるが、蔵本 [4] に示さ

れている。いわゆる集団同期と呼ばれる現象である。特に、各構成員が他のすべての構成員と同じ強さで結合するというモデルを「平均場モデル」と呼んでいる。しかし、実体間に反復運動の違いがあまりに大きくなると、同期が破綻する結果になることが示されている。

(5) 詳細については、Kotler [3] を参照。

(6) 金子 [1] によれば、個々の要素のカオスの強さ（または非線形性） a と結合の強さ ε の組み合わせにより、含まれる個々の要素がどのようにグループを構成し、次に解体して再構成するという、変化のシミュレーションを行っている。

(7) 自動車の開発、普及については、野本 [6] においてまとめられている。

(8) 詳細については、堺 [8] を参照。

(9) 詳細については、山本 [11] を参照。

(10) 詳細については、Utterback [9] を参照。

(11) 詳細については、Kotler [3] を参照。

(12) 詳細については、北村 [2] を参照。

6. 参考文献

[1] 金子邦彦、「多様性を生み出すカオス」、『日経サイエンス』1994年5月、pp.134-141。

[2] 北村喜宣、『環境法』有斐閣、2015年、pp.1-15。

[3] Kotler,P., Bes.,F.T., Lateral Marketing New Techniques for Finding Breakthrough Ideas,2003 John Wiley & Sons International Rights,Inc. (邦訳：恩蔵直人監訳・大川修二訳『コトラーのマーケティング思考法』東洋経済新報社、2004年、pp.30-48、pp.86-103.)

[4] 蔵本由紀、『非線形科学 同期する世界』、集英社新書、pp.90-107、2014年。

[5] 野本明成、「長期的製品開発のための予測モデル構築についての一考察」、『就実経営研究』第3号、pp.27-37、2018年3月。

[6] 野本明成、「オープン・システムとしての相互作用システムにおける予測モデル構築についての一考察」、『就実経営研究』第4号、pp.69-81、2019年2月。

[7] Prigogine,I and Stengers,I, ORDER OUT OF CHAOS, Bantam Books, 1984 (邦訳：伏見康治・伏見誠・松枝秀明訳、『混沌からの秩序』、pp.258-264、みすず書房、1987年)

[8] 堺憲一、『クルマの歴史』NTT出版、2013年、pp.19-55、pp.94-115。

[9] Utterback,J.M., Mastering the Dynamics of Innovation, Harvard Business School Press, 1944 (邦訳：大津正和・小川進監訳『イノベーション・ダイナミクス』有斐閣、1998年、pp.47-59、pp.74-78、pp.117-128.)

[10] Van der Heijden,Kees,Scenarios,John Wiley & Sons Limited, (邦訳：西村行功訳『シナリオ・プランニング』、ダイヤモンド社、1998年、pp.79-110.)

[11] 山本真司、『会社を変える戦略 超MBA流改革トレーニング』、講談社現代新書、2003年、pp.215-278。