

ニーズと技術開発の相互作用に基づく 長期的製品開発モデルの構築についての一考察

野本明成 (就実大学経営学部)

A study on construction of a long-term product development model based
on interaction between needs and technological development.

Akenari Nomoto

要旨：本研究は、ニーズ、技術開発、および科学との相互作用を考慮して、長期的視点での製品開発モデルを構築することを目指している。そこでは、ニーズの予測、技術開発の予測に基づいて製品開発を行うことを目指しており、そのためにそれらの予測モデルをオープン・システムとして構築する必要があり、予測モデルの構築条件が検討されている。結果として、より効率的な製品開発、技術開発への提言を目指している。

ABSTRACT: This research aims to construct a product development model from a long-term perspective in consideration of interaction between needs and technology development, and interaction between technology and science. Therefore, we are aiming to develop products based on forecasts of needs and predictions of technology development, so we need to construct these prediction models as open systems, consider the conditions for constructing predictive models. As a result, we are aiming suggestions for more efficient product development and for technology development.

キーワード：新製品開発、技術経営、マーケティング

KEYWORDS : new product development, management of technology, marketing

1. はじめに

製品開発についての既存の研究においては、特にマーケティング、技術開発の視点から考察されてきているが、それらは短期的な製品開発の意思決定には役立つと考えられる。マーケティングの立場からの製品開発においては既存の販売データに基づくニーズの把握およびコンジョイント分析等消費者選好分析に基づく製品コンセプトに対する反応を利用したニーズ把握等がなされてきており、それらはマーケット・セグメンテーションには役立つものの製品開発には既存の技術が使用されることから必ずしもニーズ充足が十分になされるとは限らないと考えられる。また、

技術開発の立場からは既存の技術の持続的なイノベーションによるコスト・パフォーマンスの向上に基づいて、価格低下や収益増加に導く製品開発がなされ、またマーケット・セグメンテーションのもとでの差別化やカスタマイゼーションが可能な製品開発がなされているが、ニーズ把握が十分なされているとは言い難い¹⁾。その結果、ニーズ把握の不十分さや、ニーズの顕現と技術開発のタイミングの非同期から、ニーズ未充足な製品開発や企業間競争での敗退等につながると考えられる。ドラッカーやコトラーの指摘によれば90%～95%の製品開発が失敗に終わっていることが明らかとなっている²⁾。

これらの短期的視点からの製品開発の欠陥を解決するためには、長期的視点からニーズ予測や技術開発予測を行いニーズ把握および技術開発を行うことが必要と考えられる。ニーズ予測により、ニーズの出現に向けた技術開発の計画が可能になるとともに、意図的にイノベーションを作り出すことが可能となり、技術開発の予測により、潜在的な未充足ニーズを充足する製品開発が計画化可能となると考えられる³⁾。

しかしながら、これまでの短期的視点からの製品開発は、ニーズや技術開発を製品開発における外生変数としてのみ取り扱ってきており、ニーズと技術開発における相互作用を考慮していないことから、すなわちニーズと技術開発の間にあるフィードバック効果を考慮していないことから、ニーズ予測や技術開発が的確に行われずにきていると考えられる。相互作用としては、特定の技術に基づいた製品から発生する公害等の「外部不経済」、ニーズ充足のために開発された製品に付随する業務量が製品の普及により増大することによる「非効率化」が考えられ、それらを解決するために新たなニーズが発生するというフィードバック効果をもたらし、さらにそれらが技術開発の駆動力となっていることである⁴⁾。

また、技術開発は科学と相互作用をもちながら開発されてきており、その中には各種の技術開発の原動力となった蒸気機関、内燃機関、および電池の発明等があり、多領域の技術開発に影響を及ぼす「派生効果技術」として定義されている⁵⁾とともに、科学の発展に貢献するような研究環境の構築を行ってきた。また、それらの発明は新しいライフスタイルを提案し普及することにより、新しいニーズを生み出している。

したがって、ニーズ予測、技術開発予測を行うためには、ニーズと技術開発の相互作用や、技術と科学の相互作用⁶⁾を考慮する必要があると考えられる。

また、本研究においては、予測モデルにはイノベーションを含むオープン・システムを構築することを目指しており、オープン・システムの条件についても検討がなされている。ここで、オープン・システムとはシステム外部との相互作用をもち、その結果としてシステムを構成する要素が新たに追加されたり、廃棄されることを含んでいるようなシステムをさしている。ここで構築されるべき予測モデルは長期的なフィードバックを持ったシミュレーション・モデルであり、モデルを構成する要素およびその関係が現実をよく表現しているとともに、そのようなモデルに基づいて予測を行うためには、そのモデルがこれまでのニーズや技術開発の発生や変化についての予測力を持つことが求められる。

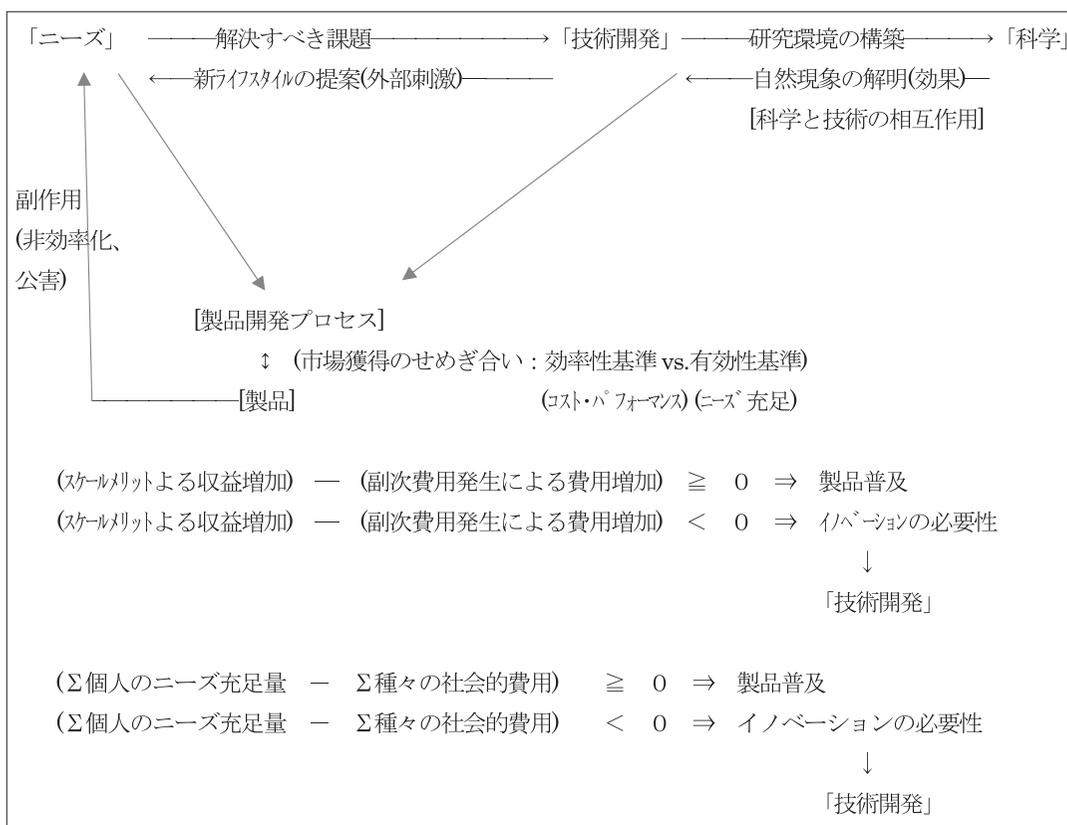
本研究においては、ニーズ、技術開発、および科学との相互作用を考慮して、長期的な視点での「製品開発モデル」を構築することを目指す。そこでは、予測モデル構築に必要な条件について議論を行う。

2. 長期的視点に基づく製品開発モデルの構築

(1) モデルの構成要素とその相互作用

図1に見られるように、モデルの構成要素には、ニーズ、技術開発、科学、製品があげられ、それらの相互作用は以下において説明されている。

図1. モデルの構成要素と相互作用



① ニーズと相互作用

ニーズには、ここで考慮しているシステムにとって外生変数としてとらえる変数と内生変数としてとらえる変数が存在する。外生変数は製品開発の期間よりも、より長期的に変化すると考えられる変数を指しており、システムの相互作用には直接に影響を受けている変数とは考えていない。ここでの外生変数としては、少子高齢化、文化の伝播、国民所得の変化等があげられるとともに、それらの相互作用による生活スタイルの変化が外生変数として考えられる。

例えば、少子高齢化に伴って労働する人の数が減少するとともに介護すべき高齢者の数が増加し、その結果として介護ニーズが増加するものの、若年労働者の数の減少により、介護ニーズが未充足になる可能性が高くなると考えられる。また、新興国の経済発展により、所得上昇が生じ、物質的ニーズが大幅に増加し、特に食料ニーズが未充足になる可能性が高まってきている。さらに、インターネット等による文化の伝播が速くなり、音楽等の世界中で様々なニーズが同時に発生する可能性が高まっていくと考えられる。

内生変数としては、ニーズおよび技術開発に基づいて開発された製品の普及の結果として生じうる公害等の外部不経済や、製品の普及に付随して生じうる業務の増加による非効率化があげられる。非効率化の例としては、電話の普及に伴う交換業務の指数的な増大による交換手の採用増加に伴う経費の増加や外部接続のコンピュータ・メモリーが普及するとともにその整理業務の増加による非効率化があげられる⁷⁾。

これらのニーズのうち、高頻度で出現している病気や多くの住民に影響を及ぼしている公害等の緊急度の高いニーズ、あるいは非効率化に伴う付随費用の大きい製品を改善すべきニーズは、技術開発への強い「駆動力」となり技術開発の速度を高め、より効率的な技術開発が可能となるものと考えられる。

② 技術開発と相互作用

システムの外生変数としての技術開発には、技術開発の進展および技術開発と科学の相互作用に基づいて新しい技術開発がなされ、それに基づいて新しい製品開発がなされ、それが新しいライフスタイルの提案につながる場合に、そのような技術開発は外生変数としてとらえられる。たとえば、人工知能を搭載したロボット技術の開発により新しいスタイルの介護製品が開発され、またセンサーやGPS機能等を備えた自動運転する自動車の開発により、移動サービスの提供方法が変化し、特に過疎地域の高齢者の生活サービスの方法が変化する等、「社会的ニーズ」の充足方法の変化が生じると考えられる。また、自動運転の掃除機のような技術開発による特定の製品のコスト・パフォーマンスの改善によりニーズ充足に大きな影響を及ぼすものも新しいライフスタイルの出現と考えられる。

内生変数としての技術開発には、外部不経済、非効率化等のニーズからその課題解決のための技術開発があげられる。また、ニーズ獲得のための方法に変化を及ぼす技術開発が考えられる。たとえば、コスト・パフォーマンスを高めることによる低価格競争による市場獲得は、大量販売に基づく普及による市場ニーズの飽和から市場縮小化をもたらし、逆にニーズの縮小を伴う結果となることも考えられる。また、市場ニーズを獲得するための高付加価値に基づく差別化が進展すれば価格高騰化に伴って市場縮小化を伴う結果となることも考えられる。

③ 技術と科学の相互作用

B・アーサー[1]によれば、「技術は主として科学によって明らかにされてきた現象を利用し、科学は技術が発達させた器具、方法論、実験を用いることで形作られている」ということが主張されている。そこでは、科学から技術への影響として自然現象の解明による効果の獲得、技術から

科学への影響として科学の自然現象の解明に必要な技術の提供、研究環境の構築があげられている。同様のことが小山[6]においても述べられている⁸⁾。

その相互作用に基づいて作り出された技術から新しいライフスタイルが作り出されるとともに、未充足であったニーズが充足されることになると考えられる。たとえば、内燃機関や電気は大きな動力を生み出すことになり、われわれの行動範囲を広げるとともに、電化生活という新しい生活形態を作り出すことになったと考えられる。

また、内燃機関に基づく自動車の開発により我々の行動範囲が拡大され、また電気に基づく通信システムの開発により多くの人とのコミュニケーションが瞬時に行われ、様々な事物や状況に関する情報を早く入手でき、意思決定を速やかに下すことが可能になってきている。

(2) 予測モデル構築の条件

① フィードバック効果に基づく製品普及とイノベーションの分岐点

技術開発に基づく製品化の影響の一つとして効率化と非効率化が考えられる。「効率化」は、スケール・メリットによる正のフィードバックをさし、製品普及による大量生産および経験曲線に基づいた収益増加に導くと考えられる。

また、「非効率化」は、副次費用の発生による負のフィードバックをさし、製品が普及するにつれて付随費用の指数的增加に導くと考えられる。

それらの二つのフィードバック効果の影響により、製品普及のプロセスにおいてコスト・パフォーマンスの転換点が現れると考えられる。すなわち、製品普及のプロセスにおいてイノベーションが発生する可能性が高くなる転換点が生じることが考えられる。下記の式で表せるように、製品普及のプロセスにおいて、製品普及が多少なりとも続く場合と、製品普及が続かなくなる可能性が高くなる点が生じうるということである。

$$(\text{スケールメリットによる収益増加}) - (\text{副次費用発生による費用増加}) \geq 0 : \text{製品普及}$$

$$(\text{スケールメリットによる収益増加}) - (\text{副次費用発生による費用増加}) < 0 : \text{イノベーション}$$

また、科学と技術の相互作用からそれまでに存在していなかった製品が製作され新しいライフスタイルが構築されることにより、様々なニーズが充足されることから、あるいはそれまでに未充足であったニーズが充足されることから製品が普及し、社会に新しい文化が構築されることがある。たとえば、内燃機関の発明により、自動車が生産され、社会に普及することにより、人々の行動半径が拡大され、様々な物資を隔々にまで流通させたり、ドライブという個人のレジャーにおける新しい領域が開けることとなり、いわゆるモータリゼーションという新しい文化が開花した1つの要因と考えられる。その結果、われわれの日常生活には欠くことのできない製品として社会に定着され、年々自動車の増加率が大きくなっていくことが見受けられる。その反面、大気汚染という新しい社会的問題が生じたり、地球温暖化という問題に発展している。それは一種の外部不経済であり、大きな社会費用を伴ってきている。その結果、電気自動車のような大気汚染

の少ない自動車が開発されたり、モダシフトのような負荷の少ない流通形態が考察され実行されつつある。これらもイノベーションの一形態と考えられ、ガソリン自動車の製品普及の転換点が発生していると考えられる。しかしながら、大気汚染や地球温暖化がかなり進んでおり、その解決が大きな問題となっており、解決のためには大きな財政負担や社会生活の急激な転換をも必要とする結果となりつつある。そのような事態を招く前に、転換点をいち早く発見する必要があり、そのためには、ニーズ充足によるメリットと、外部不経済による社会的費用⁹⁾を絶えず算出し、転換点を見出すことが求められる。そのためには、計算の可能性を議論する必要があるものの、下記のように転換点を見出すことが求められる。

$$\begin{aligned} (\Sigma \text{個人のニーズ充足量} - \Sigma \text{種々の社会的費用}) &\geq 0 && : \text{製品普及} \\ (\Sigma \text{個人のニーズ充足量} - \Sigma \text{種々の社会的費用}) &< 0 && : \text{イノベーション} \end{aligned}$$

そのようなイノベーションの発生する可能性の高い転換点を発見することにより、積極的に技術開発やニーズの変革を促すことが考えられる。これまでは、製品普及に伴う公害等の外部不経済や付随業務の発生による非効率化は、その影響が大きくなった後で是正されることが多かったように見受けられる。そして、それを是正する技術開発がなされ製品が普及した後で「イノベーション」として認識され、あたかも突然に発生してきたように受け取られてきたようである。

しかしながら、より積極的にイノベーションの発生する転換点を見つけ出すことにより、「企業間競争に基づくニーズ」や「社会的ニーズ」等として表せる様々な課題を、より早くよりの確に解決する技術開発を導くことが可能となると考えられる。ここで考えている技術開発は、単に工学的な意味合いだけではなく、法律等の立案も含めて考えている。たとえば、公害等に対応する新しい「環境法」もそのうちに含められると考えられる¹⁰⁾。

② イノベーションの条件

より早くよりの確にイノベーションを発生させるためには、それまでの技術やニーズを転換するための重要な構成要素を見つけ出すことが考えられる。それらの構成要素は、その製品を構成している重要な構成要素であり、それらを他の方法で置き換えることにより外部不経済や非効率化を除去できたり、副次費用の縮小化を促すことが可能になると考えられる要素である。たとえば、コンピュータ・メモリーの開発の過程においては、多くのメモリーを必要とし、可能な限り多くのメモリーを持つために、より大きなサイズのメモリーが開発されてきたが、集積密度を上げ、より小さなサイズのメモリーを開発することにより、大きな転換点を迎えることになったと考えられる。

それらは、既存の構成要素とは全く正反対の効果をもたらすこととなる可能性が大きいと考えられる。たとえば、それまでに積極的に使用していた製品を中止し、逆に不便になることも受け入れるというニーズの考え方を正反対にすることもありうると考えられる。また、公害の基となっている諸要因を取り除くことが考えられるが、それを利用することも考えられる。

また、全体を変更することなく、一部を変更することにより、それに合わせた全体の調整を行うことと考えられる¹¹⁾。

③ オープン・システムの構築

このようなシステムは、オープン・システムであり、新たな構成要素の追加と古い要素の廃棄を伴うものである。このようなシステムをシミュレーション・モデルとして構築し、新たな構成要素の追加と古い要素の廃棄を伴うシステムとして構成する方法は既存の方法とはかなり異なった方法が必要となると考えられる。

既存のシミュレーション・モデルはモデルの構造が変化することを想定しておらず、モデルを構成している各パラメーターもほとんど大きな変化をすることはなくして構築されてきている。

また、イノベーションの予測は、非連続に転換点の予測を行い、そのようなモデルを利用して非連続なニーズ予測や非連続な技術開発の予測を行うことになる。既存の予測では、現状の傾向の延長線上として予測を行う外挿法や、外生変数の変化の可能性において、それぞれの変化がシステムに与える影響の可能性を推定するシナリオ法等が考えられているにすぎない。

ここでは、次のようなモデル構築プロセスを想定している。

1. モデルの転換点の発見

モデル転換点の発見には、外部不経済、非効率化等の予測が必要であり、そのためにはそれらの要因の徴候を何らかの方法で発見する必要がある。

2. 廃棄すべき構成要素、および追加すべき構成要素の発見

課題を解決するために、廃棄すべき構成要素および追加すべき構成要素を構築（発見）する必要がある。しかし、完全情報は必要ではなく、入手可能な情報で課題を解決する方法が必要とされる。また、廃棄すべき構成要素と追加すべき構成要素は、その効果が矛盾する構成要素となると考えられる。

3. 新モデルの再稼働と調整

新しいモデルは局所解を求めるものであり、必ずしも想定した通りの結果を生み出すとは限らないと考えられる。新しいモデルがモデル外の要素に影響を与え、その結果が外生変数としてフィードバックすることも考えられる。そのような結果が生じた場合には、フィードバックして大きな影響を及ぼす要素をモデル内に取り込み、モデルを再構成する必要があると考えられる。あるいはパラメーターの変更を通じて新しいモデルの調整を行う必要があると考えられる。

このモデルは、モデルが複雑であることにより、シミュレーションを使用して、その動きを観測しパラメーター等の調整が必要となると考えられる。

(3) モデルの検証

本研究においては、モデルを使用してニーズおよび技術開発の予測を行うことを目指しており、モデルの妥当性の検証については、モデルの構成要素および相互作用が現実を表していることの

検証と、モデルの予測力の検証が必要とされる。特に、構成要素の追加と廃棄、パラメータの変化、ニーズや技術開発の転換点の予測という点が、これまでのモデルとは大幅に異なっており、それらを可能にするモデルの構築および予測力の検証が求められている。

また、モデルは様々なフィードバック・プロセスを持つことから複雑な形態をとらざるを得ず、シミュレーション・モデルとなる。

したがって、「イノベーション」を伴って構築されてきたと考えられる製品開発等に関わるニーズおよび技術開発プロセスを探索し、データ収集を行うことにより、モデルの妥当性の検証を行う必要がある。また、様々な製品開発についてのデータを収集しモデルの検証を図っていくことが求められる。さらに、既存のクローズド・モデルとは異なり、モデルを構成している要素の廃棄や追加を含むプロセスが必要なことから、モデルの検証には既存のイノベーションによる考えられる製品開発においての開発者の意思決定、特に転換点の発見やモデルの構成要素の廃棄や追加についての意思決定の情報が重要となると考えられる。そのためには、特に製品開発者へのインタビューが重要なデータを構成するものと推察される。

3. 結論

本研究により、これまで短期的視点でのみ行われてきた製品開発を長期的視点でとらえることにより、ニーズの発生プロセスおよび技術開発の発生プロセスが明らかにされてきている。これまでにリード・ユーザー¹²⁾という概念により、ニーズが技術開発へのフィードバック効果を持つことが示されてきたが、それ以外の非効率化や外部不経済という要素により、新たなニーズが生まれ出され、それが技術開発の「駆動力」としてさらに技術開発がなされて行くという長期的なフィードバックが作り出されていくことが、本研究では示されている。

また、科学と技術の相互作用により新しい技術開発がなされ、新しいライフスタイルの提案がなされ、そのような結果としてニーズが発生するプロセスも明らかにされている。

このようなニーズと技術開発の相互作用により、新たなニーズが生まれ出され、そのフィードバック効果としての技術開発がなされていくプロセスを構築し、環境変化を外生変数として発生する社会的ニーズや、外部不経済に基づく発生する社会的ニーズ、および製品の普及による非効率化が発生するメカニズムを明らかにするとともに、そのようなニーズをあらかじめ予測することにより、製品開発の失敗による資源の非効率な使用を防ぐとともに、外部不経済による負のニーズを発生させることを軽減し、さらに非効率化をもたらす製品の普及に対応した技術開発を行うことが可能になると考えられる。

このようなニーズと技術開発の相互作用を予測するモデルを開発するためには、長期的な視点でモデルを開発する必要があるとともに、新しいニーズや技術開発が発生するモデルを構築する必要がある、それはモデルの構成要素が追加されたり、廃棄されたりすることを可能にするモデルでなければならない。そのようなモデルはオープン・システムであり、そのようなモデルを構築する方法を考察する必要がある。また、そのようなモデルを用いて実際に使用するためには、

モデル構造が現実を表現していると同時にモデルの予測力が高いことが求められる。

モデル構築のためには、事例研究に基づいた実証研究を必要とし、モデルの妥当性の検証が行われる必要がある。

4. 注

- 1) 技術開発がなされてから、市場価値が推定されており、必ずしもニーズを把握してから技術開発が行われているとは言い難い。
- 2) 詳細については、Drucker[2], Kotler[5]参照。
- 3) 詳細については、野本[8]参照。
- 4) 詳細については、野本[8]参照。
- 5) 詳細については、野本[8]参照。
- 6) 詳細については、Arthur[1]、小山[6]参照。

小山 [6] においては、次のような事例が示されている。ホイヘンスによるレンズ研磨の技術の新しい技術の工夫による望遠鏡の改良により、土星の環を発見したときされている。また、カーライルとニコルソンがヴォルタ電池により電流が化学反応を起こす能力があることを発見し、電気分解による新しい化学反応の方法を見出したことが考察されている。

- 7) 詳細については、Lienhard[7]参照。
- 8) 詳細については、小山[6]参照。
- 9) 詳細については宇沢[9]参照。
外部不経済に伴う社会全体に及ぼす悪影響のうち、発生者が負担していない部分を社会的費用とみなしている。
- 10) 環境法が構築される経緯については、北村[4]に詳細に記されている。
- 11) 詳細については、Johnson[3]pp.146-147参照。
システムの一部にわずかな影響を与えるだけで、システムの混乱を回避することができる、と考えられている。
- 12) 詳細については、Hippel[10]参照。

5. 参考文献

- [1]Arthur, W.B., THE NATURE OF TECHNOLOGY, Free Press 2009.
(邦訳:『テクノロジーとイノベーション』みすず書房、2011年、pp.79-86)
- [2]Drucker,P.F., Managing for Business Effectiveness, Harvard Business Review, May-June,1963.
(邦訳:「経営者の仕事」Diamond Harvard Business Review2004年4月、pp.51-55)
- [3]Johnson Neil, SIMPLY COMPLEXITY A Clear Guide to Complexity Theory, Oneworld Publications, 2007.

- (邦訳：『複雑で単純な世界 不確実なできごとを複雑系で予測する』合同出版、2011年)
- [4]北村喜宣、『環境法』有斐閣、2015年、pp.1-15。
- [5]Kotler,P.,Keller,K.L., *Marketing Management*, Pearson Education,Inc.,2007.
(邦訳：『コトラー&ケラーのマーケティング・マネジメント 基本編』第3版、ピアソン・エデュケーション社、2008年、pp.227-228.)
- [6]小山慶太、『科学史年表』中公新書、2011年、p.32、pp.91-92。
- [7]Lienhard, J.H., *How Invention Begins*, Oxford University Press,2008.
(邦訳：『発明はいかに始まるかー創造と時代精神』新曜社、2008年、pp.85-193。)
- [8]野本明成、「長期的視点に基づく時系列的製品開発モデルの構築についての一考察」、『就実経営研究』第1号、2016年3月、pp.43-51.
- [9]宇沢弘文、『自動車の社会的費用』、岩波書店、1974年、pp79-80。
- [10]von Hippel,E., *LEAD USERS:A SOURCE OF NOVEL PRODUCT CONCEPTS*, *MANAGEMENT SCIENCE*, Vol.32,No.7,July 1986, pp.791-805.