

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

—事例分析に基づいて—

野本明成 (就実大学経営学部)

A Study on Construction of a Predictive Model for Long-term Product Development.
— Based on a case. —

Akenari Nomoto

要旨：本研究は、長期的視点での製品開発のために必要な製品開発の方向性を予測するためのモデルを構築することを目指している。その目的は、製品開発のための経営意思決定支援と製品開発を制御するための社会政策の提言である。製品開発には長期的視点での技術開発が必要となり、製品が顧客ニーズに合致しない時には多大な損失を伴う。これまでに多くの製品が失敗しており、資源の無駄遣いが発生していることが見受けられる。したがって、それらの損失を可能な限り減少させるために長期的視点での製品開発の方向性を予測するためのモデルが必要となる。また、製品の普及に伴い外部不経済や非効率化が発生することに伴う社会的費用が発生していることや、社会インフラを整備することに伴い製品の普及がもたらす経済効果が大きくなることもあり、製品開発の方向性を予測することにより適切な製品開発のための社会政策を提言することが可能になる。

ABSTRACT: This study aims at building a model to predict directionality of product development necessary to develop products in the long-term perspective . The purpose is support of the management decision making and suggestion of the social policy to control development of products. The technology development in the long-term viewpoint is necessary for development of products and is accompanied by a great loss when a product does not fit customer needs. In addition, much development of products have failed and have produced the waste of resources. Therefore, we need a model to predict directionality of the development of products in the long-term viewpoint to decrease those losses as much as possible. In addition, with the spread of products, the social expense is caused with external diseconomies and non-efficiency, and the big economic effort by maintaining infrastructure. So, we can suggest the social policy for controlling development of products by predicting the directionality of development of products

キーワード：新製品開発、技術経営、マーケティング、予測モデル

KEYWORDS: new product development, management of technology, marketing, model for forecasting

1. はじめに

長期的製品開発のための予測モデルの構築の目的は、企業意思決定支援のためであることと、社会政策の提言を行うためである。企業意思決定支援としては、顧客ニーズの動向の長期的視点から見た方向性を推測することにより顧客ニーズに合った製品開発を行う必要があるからである。長期的視点から見る必要があることは、技術開発に相当な期間を必要とするからであり、長期的視点から顧客ニーズの変化の方向性を推測することにより、それに合わせた技術開発の方向性を考察することにより、顧客ニーズに合致しない技術開発をすることによる多大な損失を招かないためである¹⁾。また、製品の普及により外部不経済や非効率化²⁾のような負のフィードバックが生じることによる社会的損失が大きくなる可能性があることと、製品普及のための社会的インフラを整備することにより特定の産業を発展させ、その結果として経済成長をもたらす、雇用増加や税収の増加につながるということが可能になるという、いわゆる正のフィードバック効果をもたらすことがあり、それらの正負のフィードバックが長期的に発生することから、長期的視点で製品開発の方向性を予測することにより、それらの効果がどのように発生し、どのような結果をもたらすかを推測することにより、社会的な観点から適切に製品開発を制御し、健全な社会を維持、成長させるための社会政策の提言を行うことが可能になる。

長期的製品開発モデルは、外部環境間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る。その製品が普及するにつれ、製品開発と外部環境に影響を及ぼす4つの駆動力、すなわち外部不経済、非効率化の負のフィードバック効果を持つ駆動力、効率化³⁾およびライフスタイル提案⁴⁾の正のフィードバック効果を持つ駆動力が生成される。これらの駆動力は、製品開発に影響を及ぼし、その製品およびその製品に影響を及ぼされる製品をさらに普及させる正のフィードバック効果を持つ駆動力と、その製品の普及を妨げる負のフィードバック効果を持つ駆動力である。これらが製品開発と外部環境に影響を及ぼし、外部環境を変化させる原因となる。そして、それに基づいて製品開発にさらに影響を及ぼすことになる。これらは、外部環境を含むシステムの構成要素を変更したり、新しい構成要素を発生させたり、廃止させるという、いわばオープン・システムの形態をとる。

予測モデルについて、これまでに次のようなモデルが構築されてきている⁵⁾。ひとつには、確実な外生変数に基づく予測モデルであり、回帰分析に基づくモデルが構築されてきている。二つ目には、構成要因が変化しないクローズド・システムを利用したシミュレーション・モデルであり、インダストリアル・ダイナミクス⁶⁾がその例である。三つ目には、サフォアのシナリオ分析の改善に基づく予測モデル⁷⁾がある。シナリオ分析は⁸⁾、確実な外生変数と不確実な外生変数を分類し、不確実な外生変数の予測を行わず、不確実な変数のパターンを想定することにより実験シミュレータを構築し、どのシミュレータにも適応可能な意思決定戦略を構築することを目的としたモデルである。サフォアは、不確実な外生変数のパターンの数を絶えざる予測に基づいて増減させることによ

り意思決定戦略の変更を促し、戦略の失敗を極力減少させることを目指した予測モデルである。

ここで構築される予測モデルは、オープン・システムの形態をとる長期的製品開発モデルに基づき、製品開発が4つの駆動力のどの方向に向かっているのかを長期的視点から予測することを目的とするモデルであり、その予測に基づいて、企業経営意思決定支援の立場からは製品開発の方向性を的確に捉えること、社会政策の提言の立場からは製品開発の方向性を制御することを目指している。

本研究においては、自動車の製品開発の事例を通して、それに影響を及ぼす外部環境を含むオープン・システムを構築し、長期的に製品開発がどのようになされ、どのように4つの駆動力が生成され、それらがどのように製品開発及び外部環境に影響を及ぼし、さらに製品開発に影響を及ぼすかを考察する。そして、4つの駆動力から製品開発の方向性が予測されるモデルを構築することを目指している。

2. 予測モデルの構築 —長期的自動車開発を事例として—

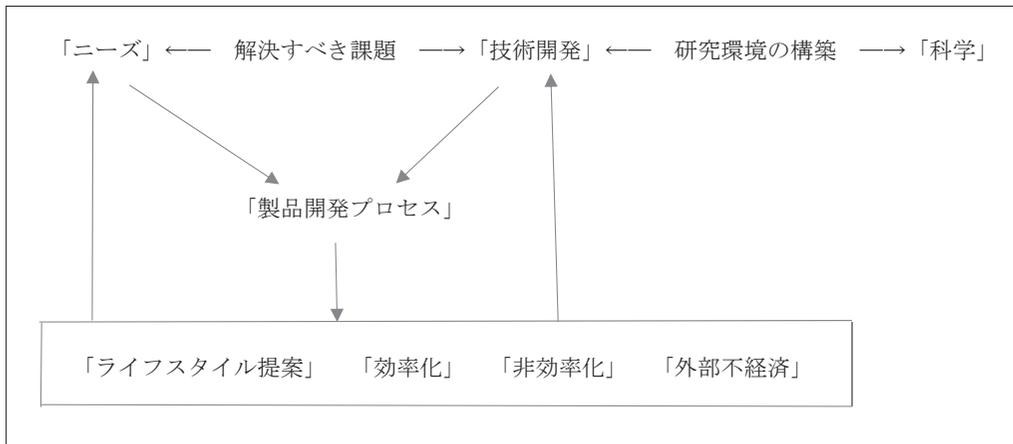
予測モデルの構築にあたり、最初に長期的製品開発モデルについて説明し、次に長期的製品開発傾向の予測モデルについて説明する。

(1) 長期的製品開発モデル

長期的製品開発モデルは、製品開発モデルを構成する内生変数と外生変数から構成される。ここで、外生変数として分類されている変数は、製品開発モデルにとっては外生変数であるが、長期的製品開発モデルとしては製品開発モデルにおける各事象の発生に基づいて長期的には影響を及ぼされる変数であり、長期的製品開発モデルとしては内生変数となる。それらの変数は、製品開発モデルの内生変数の繰り返される変化の影響を受け、修正、廃止、追加がなされることになる。すなわち、長期的製品開発モデルは「オープン・システム」を構成していることを意味している。

製品開発モデルは、図1. に示されているように、製品、ニーズ、技術開発、および技術開発と相互作用を持つ科学から構成されており、製品はニーズ、技術開発から構築され、その結果として効率化、ライフスタイル提案、非効率化、外部不経済が発生するというモデル、すなわち「クローズド・システム」である。効率化、ライフスタイル提案、非効率化、外部不経済はニーズと技術開発に影響を及ぼし、次の製品開発を促す「駆動力」として考えられている。その意味では、これまでの製品開発モデルでは、製品開発がニーズと技術開発という外生変数のみに基づいていることから考えれば、製品開発そのものがニーズと技術開発に影響を与えており、ニーズと技術開発が内生変数として考えられているところにこのモデルの特徴があると考えられる。

図1. 製品開発モデルの構成要素と相互作用⁹⁾

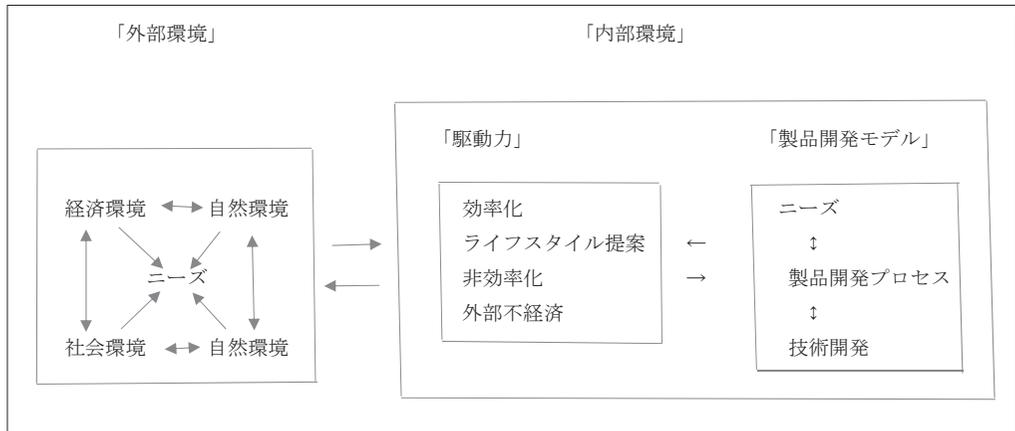


長期的製品開発モデルは、図1の製品開発モデルに影響を与えている外部要因を含むモデルとして構築されている。外部要因は、これまでに外部環境として捉えられてきた要因であり、経済環境、社会環境、技術環境、自然環境、およびそれらの相互作用の結果として生じるニーズ等から構成されている。ニーズは、図1の中の内生変数としても捉えられるし、他の外部要因との相互作用として発生すると考えれば外部要因としてとらえることも可能であると考えられる。技術環境も基礎的研究として考えれば、外部要因としても考えられることが可能であろう。これまでの製品開発モデルは、製品開発以外の要因はすべて外部環境すなわち外生変数としてとらえてきたと考えられる。マーケティングにおいては、ニーズと技術は外生変数として捉えられ、それらを前提に製品開発を行ってきており、技術経営においては、技術開発の結果を踏まえ、それが適用可能なニーズを考察し、その技術開発の経済的価値を推測してきたのである。

長期的製品開発モデルにおいては、図2に見られるとおり製品開発の結果に基づいて発生する、「効率化」、「ライフスタイル提案」、「非効率化」、「外部不経済」の4つの駆動力の継続的発生により、経済的環境、自然環境、技術環境、社会環境、およびそれらの相互作用により発生するニーズが影響を受け、それらに変更、追加、廃止という変化する要因であることを前提としてとらえている¹⁰⁾。したがって、長期的製品開発モデルは、「オープン・システム」である。

たとえば、「効率化」は生産性を上昇させることにより経済環境に影響を及ぼし、サービス分野の推進をもたらすこともあり、「ライフスタイル提案」は資源の節約等を通して自然環境に影響を及ぼし、「非効率化」はその是正を行うイノベーションを通じて技術環境に影響を及ぼし、「外部不経済」は法律整備を通じて社会環境に影響を及ぼし、それらの相互作用を通じてニーズ¹¹⁾に影響を及ぼすことが考えられる。

図2. 長期的製品開発モデル



(2) 長期的製品開発傾向の予測モデル

製品開発がなされ、製品の普及の結果として4つの駆動力、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」という事象が発生すると考えられる。そして、それらの事象の継続的発生から、特定の傾向がみられるようになれば、そこから長期的製品開発の方向性がみられることになると考えられる。ここでは、長期的製品開発の方向性を見つけ出すことにより、その予測を行うことを目指している。

長期的製品開発の方向性は次のように発生すると考えられる。まず、4つの駆動力が併存しており、製品開発から発生する4つの駆動力に分類される事象の傾向から、それらのうちのどれかが優位となり新たな製品開発の方向性が有力となる。次に、その方向性に基づく製品開発と外部環境への影響が発生し、それらに基づいて再び製品開発がなされ、さらに4つの駆動力に分類される事象が発生する、というプロセスが繰り返される。したがって、予測モデルは長期的製品開発の方向性を繰り返し特定することにより、継続的に予測を行っていくモデルである。

このプロセスの中で、4つの駆動力の影響を受けて外部要因が影響を受け、外部要因の変更、追加、廃止等がなされ、それが製品開発に影響をおよぼし、再び駆動力を発生させ、それにより新しい長期的製品開発の方向性が形成されるということになる。予測モデルはこのプロセスを包含し構築される必要があると考えられる。

(3) 事例分析 ー長期的自動車開発を事例としてー

ここでは自動車の普及事例を通じて、長期的製品開発の予測モデルを構築し、実証分析を行う。まず、自動車の長期的製品開発モデルを構築し、それを基に予測モデルを構築する。

① 長期的自動車開発モデル

自動車の開発の背景には、堺[17]によれば産業革命に伴う輸送物資の増加と馬車の大型化があり、それに伴う馬不足や、馬用の飼料価格の高騰があったようである。また、内燃機関の発明、4サイクルエンジンの開発、小型・軽量のガソリン・エンジンの開発という一連の技術開発がなされ、カ

ール・ベントにより世界初のガソリン自動車が1885年に製作された。また、1987年にディーゼル・エンジンが開発された。これらの車は、高価格であり、ステータス・シンボルとしての位置づけであったようである。しかし、1908年にフォードにより部品の互換性や組立方式の合理化によるT型車が開発され、1913年には18万台を突破するという大量生産が行われ、1927年までには累計生産台数が1500万台に達していた。その後、デザイン、広告、割賦販売方式等のマーケティング戦略を取り入れたGMが大量販売を成し遂げ、米国自動車シェアの43.5%を占めるに至った。その結果米国自動車産業は1929年には世界生産の約85%に相当する5337万台を記録し、完成品輸出とともに他国での現地組み立て生産を行うようになった。しかし自動車の普及により、交通渋滞等の「非効率化」(コスト・パフォーマンスの低下)、大気汚染、騒音、振動の公害や、交通事故のような「外部不経済」¹²⁾が表れ始め、社会問題となっていったのである。また、経済成長とともに自動車を単なる輸送サービスとしてではなく、スポーツカーやキャンピングカーのようなレジャー目的で使用したり、家族で買い物や郊外への外出のためのミニバンのような自動車も開発されるようになってきたり、公害や燃料枯渇リスクをふまえたライドシェア、カーシェアリング等の自動車の利用の仕方の再構築のような、「ライフスタイルの提案」がなされるようになってきたのである。さらに、自動車の普及にあたっては、大量生産、触媒による排気ガスの浄化、設計技術および工作機械の開発、ハイブリッド車のような省エネエンジンの開発、交通事故対策用の安全機能搭載の自動車の開発がなされ、自動車の普及を継続するような「効率化」も進展してきている。これら4つの駆動力、すなわち「効率化」、「非効率化」、「外部不経済」、「ライフスタイル提案」が、自動車開発の方向に影響を与えてきている。

② 長期的自動車開発傾向の予測モデル

「効率化」は、自動車開発については正のフィードバック効果を持ち、普及を促していく要因である。たとえば、大量生産方式の確立や生産技術の進展によるコスト低下、エンジン改良によるコスト低下、道路整備によるパフォーマンス上昇、シェールオイル等の油田開発によるコスト低下等により自動車の普及が促されていくと考えられる。

「非効率化」は、自動車開発には負のフィードバック効果を持ち、普及にとってマイナス要因である。たとえば、自動車の普及により交通渋滞が発生し、想定された輸送サービスによる利便性が損なわれることによりパフォーマンスが低下するのである。これらは、道路整備や駐車場整備等の社会インフラの増加を必要とし、そのための税制の改革や、新しい法律の制定というように、外部環境に影響を及ぼすことになる。

「外部不経済」は、自動車開発については負のフィードバック効果を持ち、普及にマイナス要因となる要因である。たとえば、大気汚染、騒音、振動のいわゆる公害の発生や交通事故による社会損失(コスト増加)により自動車の普及にマイナス要因となる。それらは、過去には毎年のように排ガス規制や環境法のような法制度の改正や、道路交通法の制定に繋がり外部環境に影響を及ぼすのである。

「ライフスタイル提案」は、自動車の新しい利用方法の提案については正のフィードバック効果

を持つが、自動車の利用方法を考察しなおし、他の公共交通機関との組み合わせを再構成するライドシェアや自動車の利用の仕方を再構成するカーシェアリングは自動車の普及には負のフィードバック効果を持つと考えられる。これらについては、法律制定を必要とすることもあり、外部環境に影響を及ぼすことも考えられる。

それぞれの駆動力をもたらす事象は、「効率化」、「ライフスタイル提案」におけるように断続的に発生するものや、「非効率化」、「外部不経済」のように継続して生じるものがあり、それらの事象の発生傾向により、ニーズの発生、技術開発の進展、および外部環境への影響がもたらされると考えられる。

それらの事象の発生傾向によりどの駆動力が強くなり、それに基づいたニーズ、技術開発、外部環境への影響を予測するのが本論における予測モデルの考え方である。

たとえば、自動車の普及の初期においては、技術開発による低価格化という事象¹³⁾に基づく「効率化」が大きく、その結果としての輸送サービスのパフォーマンスが大きく、自動車の普及がもたらされたと考えられる。その後、設計技術の開発、工作機械の進展による生産の合理化、コンピュータの導入に基づく技術開発等による低価格化、あるいは省エネエンジン開発による性能向上、道路整備等の外部環境に基づく燃費向上、触媒技術による排気ガスの浄化による保険率の低下等により、自動車保有ニーズが増大し、自動車登録台数が増加の一途をたどってきたと考えられる。

また、外部環境のひとつである経済成長により個人所得が増加するとともに、必需品支出よりも選択的支出が増加する経済成長期においては、レジャー支出が増加するという事象¹⁴⁾により「ライフスタイル提案」が増加すると考えられる。たとえば、自動車開発の初期においては、ステータス・シンボルとしての自動車保有がなされてきたが、自動車保有コストの低下とともに大衆化がなされ、自動車登録台数が増加の一途をたどってきた。しかしながら、自動車保有が一巡することにより、必需品としての自動車保有や買換え需要としての自動車需要に基づけば登録台数伸び率を大きく維持することは困難になると考えられる。そのような状況にもかかわらず、経済成長とともに選択的支出が増加しレジャー支出等のサービス支出が増加する過程において、スポーツカーやキャンピングカー等のレジャー向け等の自動車開発がなされてきたと考えられる。これらはマーケティングに基づく消費者ニーズ喚起のための「ライフスタイル提案」の一方法と考えられる。また、高齢化社会や低経済成長においては、自動車運転の危険性が高まることを回避したり、自動車保有のコストを低下させることを目的としたカーシェアリングやライドシェアなどの交通手段の最適化による自動車の個人保有の減少につながる「ライフスタイル提案」が進行しつつあり、わが国でも導入されつつあり、外部環境としての法整備もなされてくるものと考えられる。

しかし、自動車の普及とともに道路整備や駐車場整備が追い付かず、渋滞という事象¹⁵⁾による「非効率化」が発生し続け、自動車の普及にマイナス要因をもたらすとともに、インフラ整備という外部環境に影響を及ぼす結果となる。たとえば、自動車登録台数の増大に伴い交通混雑度の上昇が生じるとともに、駐車場の整備が追い付かず路上駐車増加により、より一層の交通混雑が生じると考えられる。その結果、法律上可能な自動車のスピードが維持できず大渋滞を招き、その結果大気

汚染等の公害を発生させることになり、外部環境である道路整備や駐車場整備がなされるとともに、そのための予算確保としての税制改革が行われることになる。

さらに、自動車普及の影響により、自然の浄化力を超えるほどまでになる大気汚染、騒音、振動という事象を継続的にもたらすとともに、交通事故の増加による社会損失という事象¹⁶⁾をもたらすことによる「外部不経済」が増加し、訴訟の増加、損害賠償の増加、法律の制定という外部環境に影響を及ぼすのである。たとえば、自動車登録台数が増大するとともに光化学スモッグ等の大気汚染、騒音、振動が発生し、沿線住民に甚大な被害を及ぼすケースが発生してきている。そのために、毎年のように排ガス規制が施行されるとともに、外部環境である法律が制定されるに及んでいる。また、自動車登録台数の増加に伴い、交通事故も多発しており、それを是正するための外部環境である道路交通法が制定、改正されている。

本論の目的は、ニーズと技術開発に基づいて製品開発がなされ、その結果として「効率化」、「非効率化」、「外部不経済」、および「ライフスタイル提案」という駆動力が生じ、それらがニーズと技術開発に影響を及ぼすとともに、長期的には自然環境、技術環境、社会環境、経済環境等の外部環境にも影響を及ぼし、さらに製品開発に影響を及ぼすという相互作用を形成している長期的製品開発モデルを構築するとともに、それぞれの駆動力を構成する事象の発生傾向を考察することにより、自動車のニーズ、技術開発動向を予測することが予測モデルの目的であり、その予測に基づいて「企業の技術開発の方向性への提言」とともに、「社会価値の保持のための社会政策の提言」を速やかに行うことを目的としている。

そのためには、データの収集に関する妥当性の検証、モデルの構造に関する妥当性の検証、シミュレーション結果と現実のデータとの適合性に関する問題を解決し、予測モデルの精緻化を行っていく必要があると考えられる。

3. 結論

本論は、長期的視点での製品開発における、「経営意思決定のための提言」および「製品開発を制御し社会的価値を維持・発展させるための社会政策への提言」を目指して、製品開発の方向性を予測するためのモデルを構築することを目指している。そのために、長期的視点での製品開発モデルを構築している。これまでの経営意思決定を支援するためのモデルが、企業等における製品開発モデルの外部環境を外生変数としてとらえることに対して、本予測モデルは、長期的視点での製品開発モデル、すなわちその製品開発モデルから発生する駆動力がニーズと技術開発にのみ影響を与えるのではなく、外部環境にも影響を与え、その結果として製品開発にも影響を与えるようなモデルを構築し、そのモデルに基づいて製品開発の方向性を予測することを目指している。その方向性は、各駆動力を生じせしめている各事象の継続性等のパターン等から予測可能と考えられている。

また、この予測モデルは、予測のための長期的視点での製品開発モデルにおいて、新しい法律制定等の外部環境の構成要因が変化することを前提としており、これまでに考えられてこなかったオープン・システムを前提としている。

本研究の課題として、2つの問題が残されている。ひとつは、データを使用してモデルの妥当性を検証することであり、特に外部環境の構成要因が変化することをモデルの中に取り入れるための方法論の研究が必要となる。そのためには、過去の各事例において外部環境の構成要因の変化をもたらすことになった経緯をインタビュー等のフィールドワークに基づいて解明していくことが重要となると考えられる。もう一つは、そのようなモデルへの事例に基いた適用可能性を明らかにすることにより、モデルの妥当性が検証可能となると考えられる。

4. 注

- 1) 詳細については、野本[15]p.12参照。
- 2) 詳細については、野本[15]p.12参照。
- 3) 詳細については、金間[4]参照。
- 4) 「効率化」は製品の普及に基づいて、ニーズ充足のためのコスト低下やニーズ充足のパフォーマンス上昇を指している。コスト低下は製品普及による経験曲線により発生し、他の製品のパフォーマンス上昇への貢献を示している。
- 5) 詳細については、野本[15]p.14参照。
- 6) 詳細については、Forrester[2]参照。
- 7) 詳細については、Saffo[16]参照。
- 8) 詳細については、Van der Heijden[20]参照。
- 9) このモデルは、野本[15]p.13を基に構築されている。
- 10) シナリオ分析は、これらの外部要因の変化の予測は行わず、不確実性要因としてとらえ、それらの変化の可能性をいくつかのパターンに分け、パターンごとのシナリオを実験シミュレータとして構築することにより、それらを用いて組織が維持できる戦略を構築することを目指した分析方法である。詳細については、Van der Heijden[20]、Schwartz[18]参照。
- 11) ニーズは個人的価値と社会的価値から構成されていると考えられる。詳細については、Dean[3]参照。
- 12) 詳細については、宇沢[19]参照。
- 13) 効率化事象については下記の事例があげられる。詳細については、日本機械学会編[12]、中島[11]、堺[17]、日経BP社編[14]、宇沢[19]、国土交通省[8]、一般社団法人全日本駐車協会[5] 参照。
 - 部品の互換性や組立方式の合理化による大量生産方式
 - 設計技術の開発に基づく製品の迅速な多様化
 - 工作機械の進展による生産の合理化
 - 触媒による排気ガスの浄化ハイブリッド車による燃費の向上
 - 自動運転車による安全性能の進展道路混雑を解消するための道路整備や駐車場整備等々があげられる。

- 14) ライフスタイル提案事象については下記の事例があげられる。詳細については、北川[7]、堺[17]、川尻・他[6]、中村[10]、日経BP社編[14]参照。正のフィードバック効果を持つ事象としては、下記の自動車の提案がある。

ステータス・シンボルとして的高级車、
レジャー目的としての、スポーツカー、キャンピングカー、
家族を中心とした活動を支えるためのミニバン、
二台目の車としての軽自動車

負のフィードバック効果を持つ事象としては、下記の自動車利用の方法が提案されている。

大量の車両の都市への流入による商店街の荒廃への対応策としての行政主導による大規模な車両の都市への流入規制に始まるカーシェアリング
石油危機による燃料節約対策や、交通混雑緩和と大気汚染改善策、のためのライドシェアやパークアンドライド

等があげられる。

- 15) 非効率化事象については下記の事例があげられる。詳細については、日本交通管理技術協会[13]参照。

自動車の普及に伴う交通混雑によるコスト・パフォーマンス低下があげられ、交通渋滞統計として計測されている。また、それは、外部不経済に影響を及ぼす要因となる。

- 16) 外部不経済事象については下記の事例があげられる。詳細については、宇沢[19]、交通白書[9]、尼崎道路公害訴訟弁護団編[1]参照。

外部不経済の事象としては、大気汚染、騒音、振動等の公害事象、および交通事故の発生による社会損失事象があげられる。

公害事象としてはスモッグや光化学スモッグが具体的な事象として挙げられるが、人間への影響として呼吸器障害などの症状を表すが、その結果として毎年のように政府によって行われる排出ガス規制も具体的な事象として挙げられうる。

交通事故は、各年度において交通事故件数や交通事故死傷者数として捉えられている。

それらは、外部環境としての道路交通法規に影響を及ぼしている。

5. 参考文献

[1]尼崎道路公害訴訟弁護団編、『差し止め判決から10年：青い空を子や孫に!!/明日につながる闘いの記録』尼崎道路公害訴訟弁護団、2011年10月、pp. 9-45.

[2]Forrester, J.W. , *Industrial Dynamics*, MIT. Oress.1961,(邦訳：石田晴久・小林秀雄訳、『インダストリアル・ダイナミックス』、紀伊國屋書店、1971)

[3]Dean, Hartley, *Understanding Human Need :Social issues, policy and practice*, The policy Press and the Social Policy Association 2010(邦訳：福士正博訳、『ニーズとは何か』日本経済評論社、2012年4月)

- [4]金間大介、『技術予測』、大学教育出版、2011年。
- [5]一般社団法人全日本駐車協会、「調査資料 全国駐車場整備状況調査」『Parking』198号、pp. 9-20、2012年4月。
- [6]川尻陽子・金森亮・山本俊行・森川高行著、「運営管理データを用いたカーシェアリングの利用実態分析」、『土木学会論文集D3(土木計画学)』Vol.70, No.5, 2014.
- [7]北川史和、「2010年以降の自動車業界」2009 Nomura Research Institute, Ltd. 2009年。
- [8]国土交通省、「これまでの道路政策とその現状」社会資本整備審議会道路分科会、第31回、2011年。
- [9]国土交通省、「交通事故との闘いの軌跡」『交通白書』平成17年
- [10]中村文彦、「北米のライドシェアリングの未来」『運輸政策研究』Vol.15, No.2、2012年。
- [11]中島秀人、『社会の中の科学』、放送大学教育振興会、2008年。
- [12]日本機械学会編、『新・機械技術史』丸善、2010年。
- [13]日本交通管理技術協会、『交通渋滞等の統計及びその収集方法のあり方に関する調査研究：報告書』平成14年。
- [14]日経BP社編、『世界を変える100の技術』日経BP社、2016年。
- [15]野本明成、「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」、『就実経営研究』第2号、pp. 11-20、2017年3月。
- [16]Saffo, P.L., Six Rules for Effective Forecasting, Harvard Business Review, 2017 (邦訳：「不確実性の円錐」にマッピングする 予測の技術」Diamond Harvard Business Review, May 2008)
- [17]堺憲一、『クルマの歴史』NTT出版、2013年。
- [18]Schwartz, P., THE ART OF THE LONG VIEW : Planning for the Future in an Uncertain World, 1991. (邦訳：埜本一雄・池田啓宏訳、『シナリオ・プランニングの技法』、東洋経済新報社、2000年。)
- [19]宇沢弘文、『自動車の社会的費用』、岩波新書、1974年。
- [20]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。)