

研究開発における機能および技術の 選択問題のための意思決定モデル

鈴木 淳

A Decision-making Model for the Function-Technology Selection Problem in Research and Development Activities

Suzuki Atsushi

Summary

Functions of a developed product and technologies applied to the functions must be decided through the research and development activities. Traditionally, functions of a developed product have been decided first and followed by technologies applied to the functions. However, functions and technologies should be considered simultaneously, in the situation that the technological environment changes remarkably. This article aims to model this decision-making process in selection of the functions and the technology. The alternatives for a combination of the functions generated for the product and the technology for the functions are subject to evaluation. The cost and the integrated “effectiveness” of originality, stability, extensibility and performance are included in the evaluation of the alternatives. A multi-objective evaluation is performed to consider the cost and the effectiveness and an appropriate alternative is chosen in the course of decision-making process. The problems in decision-making process for selection of functions of a developed product and technologies applied to the functions can be solved dynamically and synchronously by using this model.

1. はじめに

研究開発において、新技術を製品へどのように取り入れるかは重要な問題である。しかしながら、新技術には未確定、未解決の要素が残されており、それが製品の安定した稼働や経済性、将来的な

どに少なからず影響を与えることがある。本稿では、技術革新が日々進展し、新たな技術を取り入れた製品を開発する必要に迫られる、ソフトウェアを含む高度な技術を用いる製品の研究開発を念頭に、機能と技術の選択問題の意思決定プロセスのモデル化を試みる。

一般に、製品開発に先立って必要な技術を開発するために研究開発が行われる。しかし、新製品が持つべき機能を実現するために唯一の技術が限定されるのではなく、複数の技術を並行して考慮し、どの技術を採用するかは研究開発から製品開発に至るプロセスで絞り込まれていくことが多い。例えば、クリステンセンは「イノベーションのジレンマ」において、ヒューレット・パッカートのプリンタ開発において、レーザープリント技術とインクジェット技術の双方を別の組織で開発させ、プリンタ製品群に対し技術の使い分けを行った事例を挙げている^[1]。

製品が持つべき機能について案が挙げられると、それらの機能をどの技術で実装するか決定が必要になる。このような状況において、「どの機能を実装するか」「そのためにはどの技術を選択するか」という意思決定問題が生ずることになる。しかも、開発の進展に伴い、技術の改良や新技術の出現が起こるため、そのつど技術について評価して採用や棄却を行う柔軟な意思決定が頻繁に生じる。これをイアンシティは「技術統合」の中で「急流を克服：技術統合と柔軟性（shooting the rapids : technology integration and flexibility）」と呼んでおり、機能と技術の選択を柔軟に進める開発プロセスについて、マイクロソフト、ネットスケープ、ヤフー、などの事例を示している^[2]。その開発のスケジュールや共通点は明らかにしているものの、そのような開発経過を採るに至った意思決定プロセスについては明らかにされていない。しかし、開発スケジュールの計画と変更はプロジェクトマネージャーの判断によるものであり、そこには何らかの意思決定が行われているはずである。実際に技術の急流を克服するには、機能と技術の選択と評価の問題を避けることはできない。この意思決定を支援するための選択と評価の問題に関する定量化されたモデルが重要になると考える。本論文では、技術の評価方法について論考し、その結果を踏まえて製品の機能および技術の選択のための意思決定モデルについて提案を行う。

2. 機能と技術の関係

2.1 機能とコストを用いた評価

前述したように、ある開発プロジェクトを進めようとする場合、どの機能を実装するか選択しなければ、選択する技術が特定できない。また、どの機能を実装するかが決定しても、それらの機能を実現するために採りうる技術の代替案は複数存在するため、機能だけでは製品の仕様が確定できない。すなわち、実装機能の組合せと選択技術の組合せの双方が確定しないと、製品としての仕様案が特定できないという関係になり、機能と技術の両方を決定する問題となる。ハードウェアとしての製品から機能のソフトウェア実現が進んでソフト化・システム化が進みつつあるデジタル製品においても、ソフトウェア開発における反復型開発モデル^[2]が重用されるようになると考えられ

る。つまり、開発の早期に製品機能を確定することなく技術開発を進めつつ、状況から機能と技術の選択を行う進め方が、他の研究開発で起こりうるはずである。

製品と機能の評価に関しては、戦後、価値工学（VE；Value Engineering）が用いられてきた。VEの基本的な考え方は次の式で示される。

$$V = \frac{F}{C}$$

ここで、 V は価値、 F は機能、 C はコストを表す。この式を実際に用いる場合、機能を何らかの特性値で表現可能なことと、価値は同じ機能特性値を持つ製品での比較において有用であることが前提となる。また、定性的な機能ではなく、性能やケーパビリティ（capability）として解釈する方が本質的である。

価値向上のためには、コストはそのまま機能を向上させる、機能はそのままコストを低減する、機能を向上させコストは低減する、コストは増加するが機能は大幅に向上する、などの考え方がある。これらの考え方に基づいて開発部門はコスト低減と機能向上を行い、低価格で優秀な製品を開発・設計してきた。

また、コストと性能はしばしば「コスト・パフォーマンス」として製品の評価に用いられる。単純に言えば、パフォーマンス/コスト、すなわち単位コストあたりの性能値が高い設計案または製品案が好ましいとする考え方である。日下は、横軸にコスト、縦軸に性能をとり、代替案をプロットすることで得られる散布図上で、当該コストでもっとも性能値が高い代替案のみに着目し、それら代替案を結ぶ曲線を描くことで、当該コストすなわち開発コストにおいてもっとも性能が高い代替案の選択を支援する「コスト・パフォーマンス曲線」を提案している^[3]。従来のパレート最適化がコストとパフォーマンスの二目的問題のトレードオフ的最適解の集合を提示して意思決定者に代替案の選択を委ねるといった消極的な意思決定支援であるのに対して、コスト・パフォーマンス曲線は、コスト制約下における最良性能の代替案の選択という意思決定を積極的に支援する点では優れているとも言えよう。

しかし、これらの考え方にも詳細には再考すべき点がある。

クリステンセンが「イノベーションのジレンマ」で指摘したことであるが、持続的な性能向上や品質向上を続けていくうちに、市場が求める水準の性能を上回ってしまい、性能としては劣る他企業の技術に市場を奪われてしまう、という危険性がある。つまり、価値を向上させることにとらわれて機能（性能）向上を継続して努力していくうちに、性能はそれに劣るが大多数の顧客には十分である水準で安価な競合他社の製品に客を奪われてしまうようなことである。

これを本論文の機能－技術選択問題での評価に適用すると、機能－技術の組み合わせ案の評価において、性能値だけを評価対象としては好ましくないことになる。また、コストと性能を同時に考慮したとしても、単位コストあたりの性能であるコスト・パフォーマンスが最も高くなったからと言って、その機能－技術組み合わせ案が現実最適案となるとは限らない。許容されるコスト制約

を超えては、いかに性能が高くとも顧客から選択されないことが起こりうるからである。従って、コスト制約と性能値以外の項目も含めて考慮する必要がある。次節では、技術評価の際に考慮すべき評価項目について考察する。

2.2 技術評価法の検討

技術の評価においては様々な評価項目が考えられる。「DEA（包絡分析法）等定量化手法を用いた技術評価に関する調査報告書」^[4]は2001年、経済産業省から三菱総合研究所への委託調査によるものである。経済産業省からの委託という性質上、政府などによる助成金を使った基礎的な技術開発に関する評価が主対象と想像され、民間企業における製品開発で検討される技術よりも、上流側、すなわち基礎研究に近い性格の技術を政策的に評価するために検討されたことが考えられる。

その視点を念頭において評価項目をみると、「シーズの新規性・独創性・革新性」が入っているのは基礎研究寄りの評価であることがわかる。また、助成金を用いた研究の評価という点では、「研究開発計画・内容・研究予算の妥当性」が考慮されているのは当然であろう。さらに「開発体制の妥当性（含、技術的能力）」が項目に含まれているのは、開発能力もさることながら助成金支出先にふさわしいかどうかの評価が含まれていると考えられる。何故なら、一般の企業においては手持ちの人的資源で技術開発を行わざるを得ず、開発体制の妥当性を評価して代替案と比較する必要性が低いからである。また、「特許等の有無」「実用化の可能性」「産学連携の有無」「省エネ・代エネ性（エネルギー環境分野のみ）」といった項目も、どちらかと言えば国の予算を投じて行う基礎研究や基礎的な要素技術開発で扱うべき項目であり、企業における製品開発を前提とした応用技術開発では改めて評価する必要性の薄いものが多い。特に「省エネ・代エネ性（エネルギー環境分野のみ）」は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のような組織が行う技術研究の想定がうかがえられ、本研究が対象とするところの研究開発とは異なる性格があると言える。

企業における製品開発を前提とした技術評価には、ボイアーによる「技術価値評価（The valuation of technology）」がある^[5]。これは研究開発プロジェクトを割引キャッシュフロー（Discounted Cash Flow：DCF）法に基づいて評価するもので、評価対象の研究開発プロジェクトの市場価値を財務的に定量化して、投資継続または中止の意思決定に役立てようとする考え方が示されている。特に研究開発プロジェクトによる製品やサービスの収益性を予測し、プロジェクト投資の継続・中止の意思決定を行うマクロな面では有用性が認められる。また複数のプロジェクトをポートフォリオ化する場合の選択における評価についても言及している。その一方で、継続されたプロジェクト内部でプロジェクトマネージャーがどのように技術組合せの代替案を評価するかというミクロな面には踏み込んでいない。特に財務的に評価が難しい技術の定性的な側面についての考察は不十分である。この評価法はプロジェクト単位での比較や評価が主眼であり、本論文が対象としている技術の組み合わせに対する意思決定問題での視点とは異なっている。このため、単純な転用は困難であり、他の研究成果を待つ必要がある。

松居は、技術連鎖ベクトルマップと呼ぶ手法を用いた技術評価の考え方を提案しており^[6]、20種類の技術連鎖ベクトル要素を提示している。基本的な考え方は、要素をそれぞれ最大値10とする指標値として正規化または10段階評価で数値付けをして、重み付けをしてベクトルの大きさを求めるというものである。松居は「開発フェーズが後期の、製品仕様や製造技術がある程度確定しターゲット市場や設備投資の絞り込みができる段階では、技術的パラメータではなく、むしろ財務的パラメータを仮定して、DCF法などにより技術価値評価が可能になる。（中略）しかし、開発フェーズが、アイデア段階やコンセプト段階である場合には、財務的パラメータの仮定そのものが難しく、したがって技術価値評価ができず、特殊解を推測するためのデータを得ることすら困難になる」^{[6] p.3}と述べており、前述のボイアーによるDCF法に基づく技術価値評価法を意識しつつ、適用段階がアイデア段階やコンセプト段階が含まれる開発フェーズ前期であることで差別化し、独自の方法の適用範囲とその有効性を主張している。なお、挙げられた20要素は全て数値を持つこともあるが、主観情報や感性情報を用いて要素の連鎖の強弱を表して連携が薄い要素は数値を0とすることも許容している（要素を削除することは推奨していない）。この考え方は柔軟性に富む点では適用性が高いが、要素間連鎖の強弱を主観で設定していることは恣意的な評価につながりかねない。また、要素間連鎖をネットワーク状に表現してマップを形成するため一意な構造は得られず、このマップは連鎖強弱によって評価の構造が異なることになる。さらに、本論文で対象としている一製品のために複数機能と複数技術がある前提ではなく、一技術の多面的評価という特徴が強い。このため、本論文で対象としている評価よりも開発の早期で行われる種類の評価と思われる。したがって、松居による評価の考え方も本論文の評価問題に直接適用することは困難である。

ボイアーと松居のそれぞれによる技術価値評価法を考察した結果、どちらも本論文の評価問題に適用することは難しいことがわかった。それとともに、本論文で考慮している評価問題が、松居が対象としている開発早期における技術単体の可能性の評価と、ボイアーが対象としている開発の後期における収益性を中心とした評価によるプロジェクトの継続可否の決定の間を埋める位置づけとなることもわかった。さらに、製品機能のシステム化が進む現代では、松居が対象とした開発前期と、ボイアーが対象とした開発後期の間に、機能と技術が不確定のまま開発が進行して「急流を克服する」ように技術が目まぐるしく変わる状況での意思決定の領域が広がることが予想される。以下、本論文が対象としている機能－技術選択問題の意思決定モデル化について説明する。

3. 提案する意思決定モデル

3.1 評価対象：機能と技術の組み合わせ

前述の説明のように、製品は複数の機能を実装し、その機能を実現するために複数の技術が考えられるとする。ここで、製品が持つべきいくつかの機能が m 種類あり、それらを実現するための技術が n 件、考えられているとする。製品の仕様を決定するためには、 m 種類の機能のうちどれを実

装するか、および、その実装機能を実現するためにどの技術を使用するかを決定する必要がある。

ハードウェアを主体とした製品開発では、機能を先決めし、それを実現するための技術を選択する形をとりやすい。何故なら、開発途中で実装する機能を変更してしまうと、ハードウェアの開発スケジュールが大幅に乱れてしまい、計画通りに開発が進まないからである。しかし、コンピュータが組み込まれて標準化されたハードウェア上でプログラムによって機能を実現できるようになると、その関係は一変する。開発の初期に機能を確定しなくとも、ハードウェア自体はあるものの上でソフトウェアにより機能を追加できるからである。このため、機能と技術を動的にかつ同期的に選択して決定する問題が生じる。そして、開発のどの段階でも機能-技術組合せを派生させ、評価し、最適な組み合わせを検討する必要がある。次に評価項目について述べる。

3.2 評価項目

本節では、上述の機能-技術組み合わせ問題における機能-技術組合せ案の評価基準として考慮すべき項目について説明する。2.1節で述べたように、性能とコストは重要な項目であり、これらは評価項目に含められる。しかしながら、これらのみでは不十分であり、他の項目も含めることは必要である。考慮すべき項目について順次、述べていく。

(1) 独自性 (Originality)

技術は製品の性能を決める重要な要因の一つである。しかし、簡単に真似をされる技術であれば、競合他社が類似の製品を開発し、市場を脅かされる可能性がある。従って、革新的で独自の技術であり、他社に容易に模倣されないような優れた性質を持った技術であることも好ましい。

模倣を防ぐには、一つには製品機構のブラックボックス化がある。しかしながら、その技術を実現している仕組みを分からないように製品を作ることは事実上困難である。部品製造の模倣は可能でも、部品間の連携機構を調整する段階で高度なレベルを要するような製品では、模倣の容易性は下がり独自性は高まる。

また、製品に使用する部材の製造に特殊な技術が必要である場合もある。製造プロセスに技術の独自性があり、製品を分解して部品や機構が分かっても、その部品を作るための部材の製造方法が希少であり、同じように作ることができない場合にも、独自性は高まる。

本論文では、各技術の独自性を0から1の間の実数で表すものとする。

(2) 安定性 (Stability)

技術は、研究段階のみで完成するとは限らない。実験室における開発段階では実験装置や一品ないし少数の試作品（プロトタイプ）を用いて実験が進められる。設計段階においても先行量産品を用いて設計の妥当性や課題を検討して実生産までに設計を練り直す必要がある。このため、研究開発段階では、あらゆる状況での機能の再現性については保証されない。実験装置やプロトタイプは一品生産であることが一般的であり、その目的のために手作りされる。ある意味で、技術が機能を発揮するために理想的な状態を作った上で実験を行っていることになる。このため量産品と違って

製造過程を多様な条件で多数回試行するプロセスがない。量産プロセスにおいては、部品や部材は設計図や仕様書には書かれていない細かな精度や段取りが異なる発注先で製作され、加工や組立は製造担当者の手によって行われる。このために、設計図や作業指図書、レシピなどでは定義されていない微細な条件が異なることで細かい相違点が部品・部材や製品の多数箇所で見られ、そのような相違点が積み重なることで、実験室で計画したはずの所定の性能値を発揮できないことが起こりうる。実際は量産試作を経て、所定の性能を発揮できるよう、部品間の関連や設計を見直して調整が行われて相違点を解消するか、あるいは相違点を許容するような機構に変更し、実際の量産段階へ入っていくことになる。このため、製品自体の要素技術の他に製造技術の確立が重要になる。また、製品が独立して使用される場合は良いが、その製品と他の物を組み合わせて使用するような場合はさらにその難しさが増す。

このような細かい齟齬が生じないよう、事前に予測して公差（ゆとり、許容値）などを折り込んで設計することが一般的である。技術が最新ではなく実装実績が多くあれば、実装上の課題や留意点も把握しており、対策は可能である。開発側にとって手慣れたこのような技術を「こなれた技術」と呼ぶこともある。しかし、先端技術はそのような課題や留意点の把握が少なく、こなれた度合いが低い。このため、設計通りの性能値を発揮できないことが起こりやすくなる。このような技術の「こなれ具合」を安定性として評価項目に含めるべきである。本論文では、各技術の安定性を0から1の間の実数で表すものとする。複数の技術を用いる場合には、安定性が最小の技術の値を用いるものとする。

(3) 発展性 (Extensibility)

開発時において、最先端の技術の将来像を完全に予測することは難しい。その技術が何らかの点で優れていれば、その技術が事実上の業界標準になり、技術開発元は競合他社に対して優位性を持つかもしれない。開発時点であまり使われていなくとも、今後は業界標準になるなど将来性があり、使用実績が有利になるような性質を発展性として評価項目に含めるべきである。ただし、この性質は定量的な評価が難しい。その理由の一つは予測が入るためであり、もう一つは数値指標に何をを用いるかが定まっていないためである。

開発側は、その技術が将来には業界標準として使われるであろうことを期待して開発を行うことが多いと思われる。このため、開発当事者はその技術の将来性の予測を冷静に行う立場にいないかもしれない。従って、発展性の評価は経営側かコンサルタントのような第三者による判断を基に行うべきである。本論文では、各技術の発展性を0から1の実数で表すものとする。

(4) 性能 (Performance)

当然ながら、機能の特性値を表す性能も評価における重要な項目の一つである。ただし、本論文ではこれだけを製品機能を表す数値としては扱わず、他の項目とあわせて評価することになる。性能値は、実装する機能と用いる技術の組み合わせから算出可能という前提とする。また、複数の性能値を考慮すべき場合は、それぞれを最大値1.0とする値に正規化し加算するものとする。

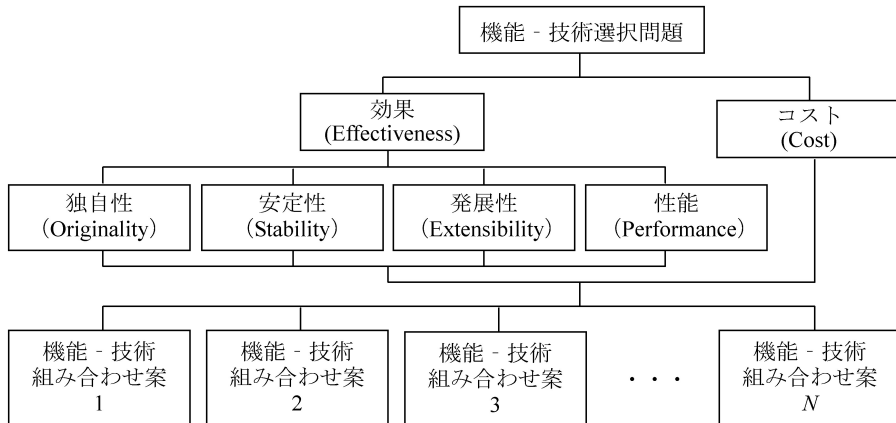


図1 機能—技術選択問題の構造

(5) コスト対効果 (Effectiveness/Cost)

上述の(1)独自性、(2)安定性、(3)発展性、(4)性能を統合して「効果」と呼ぶこととする。評価においてコストもまた項目として考慮するものとする。ただし、コストは効果と並列にするのではなく、コスト対効果としてコスト・パフォーマンスと同様な扱いとする。

以上の関係を整理してまとめると図1のようになる。

3.3 数値例と計算方法

本節では数値例を用いて計算方法を示すとともに、従来のコスト—性能による評価と、新たに提案する方法による評価を比較し、提案法の優位性を論じる。計算に用いる技術データ例を表1に示す。ここでは、5つの技術と3種類の機能を考慮している。技術1は機能1のみ、技術2は機能2のみ、技術3は機能3のみを実現することができ、技術4は機能1と機能2を同時に実現できる。また技術5は機能1、機能2、機能3を同時に実現可能である。機能を実現したときの考えられる性能値と、そのために必要なコストがデータとして与えられているものとする。

表1 技術の数値例

技術	性能値			コスト
	1	2	3	
1	4	0	0	3
2	0	4	0	3
3	0	0	4	3
4	5	5	0	7
5	7	6	8	12

表2 コストと性能による機能－技術組み合わせ案の評価例

No.	機能			技術					性能	コスト	性能/コスト
	1	2	3	1	2	3	4	5			
1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	3	1.3
2				0	0	0	1	0	5	7	0.7
3				0	0	0	0	1	7	12	0.6
4	0	1	0	0	1	0	0	0	4	3	1.3
5				0	0	0	1	0	5	7	0.7
6				0	0	0	0	1	6	12	0.5
7	0	0	1	0	0	1	0	0	4	3	1.3
8				0	0	0	0	1	8	12	0.7
9	1	1	0	1	1	0	0	0	8	6	1.3
10				0	0	0	1	0	10	7	1.4
11				0	0	0	0	1	13	12	1.1
12				1	0	0	1	0	9	10	0.9
13				0	1	0	1	0	9	10	0.9
14	1	0	1	1	0	1	0	0	8	6	1.3
15				0	0	0	0	1	15	12	1.3
16	0	1	1	0	1	1	0	0	8	6	1.3
17				0	0	1	1	0	9	10	0.9
18	1	1	1	1	1	1	0	0	12	9	1.3
19				0	0	1	1	0	14	10	1.4
20				0	0	0	0	1	21	12	<u>1.8</u>

各機能と技術が採用された場合を1、そうでない場合を0として、その組み合わせを示したのが表2の左側、機能と技術の列である。考えられる機能－技術組み合わせ案は、このデータでは20通りとなった。組み合わせ案それぞれの性能値とコストを計算した結果を表2の右側に示す。なお表第1列の“No.”は機能－技術組み合わせ案の番号を示す。この表2は、「伝統的」なコスト・パフォーマンスによる評価の例でもある。この結果によれば、性能/コストが最大1である1.8となったのは組み合わせ案20である。これは3種類の機能とも実装するもので、技術5を選択する組み合わせである。次に優れているのが、性能/コストが1.4となる組み合わせ案10と19である。性能とコストの関係で機能－技術の組合せを評価するとこのような結果になる。

表3 正規化した技術の数値例

技術	性能			コスト	独自性	安定性	発展性
	1	2	3				
1	0.19	0	0	0.25	0.2	1.0	0.1
2	0	0.19	0	0.25	0.2	1.0	0.1
3	0	0	0.19	0.25	0.2	1.0	0.1
4	0.24	0.24	0	0.58	0.6	0.8	0.5
5	0.33	0.29	0.38	1.00	1.0	0.7	1.0

表4 提案法による機能一技術組み合わせ案の評価結果例

No.	機能			技術					独自性	安定性	発展性	性能	効果	コスト
	1	2	3	1	2	3	4	5						
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0.20	1.00	0.10	0.19	1.490	0.25
2				0	0	0	1	0	0.60	0.80	0.50	0.24	2.138	0.25
3				0	0	0	0	1	1.00	0.70	1.00	0.33	3.033	1.00
4	0	1	0	0	1	0	0	0	0.20	1.00	1.00	0.19	2.390	0.25
5				0	0	0	1	0	0.60	0.80	0.50	0.24	2.138	0.58
6				0	0	0	0	1	1.00	0.70	1.00	0.29	2.986	1.00
7	0	0	1	0	0	1	0	0	0.20	1.00	0.10	0.19	1.490	0.25
8				0	0	0	0	1	1.00	0.70	1.00	0.38	3.081	1.00
9	1	1	0	1	1	0	0	0	0.40	1.00	0.20	0.38	1.981	0.50
10				0	0	0	1	0	0.60	0.80	0.50	0.48	2.376	0.58
11				0	0	0	0	1	1.00	0.70	1.00	0.62	3.319	1.00
12				1	0	0	1	0	0.80	0.80	0.60	0.43	2.629	0.83
13				0	1	0	1	0	0.80	0.80	0.60	0.43	2.629	0.83
14	1	0	1	1	0	1	0	0	0.40	1.00	0.20	0.38	1.981	0.50
15				0	0	0	0	1	1.00	0.70	1.00	0.71	3.414	1.00
16	0	1	1	0	1	1	0	0	0.40	1.00	0.20	0.38	1.981	0.50
17				0	0	1	1	0	0.80	0.80	0.60	0.43	2.629	0.83
18	1	1	1	1	1	1	0	0	0.60	1.00	0.30	0.57	2.471	0.75
19				0	0	1	1	0	0.80	0.80	0.60	0.67	2.867	0.83
20				0	0	0	0	1	1.00	0.70	1.00	1.00	3.700	1.00

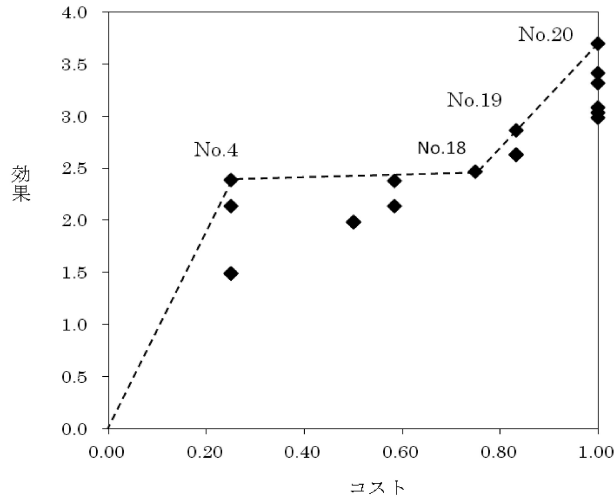


図2 コスト－効果曲線の例

一方、提案法での評価は次のようになる。評価に用いる技術による性能値とコストであるが、スケールの違いによって評価結果が異なることがあるので、基本的に0から1の間の実数値に正規化する。複数の性能値を用いる場合は、最大となる性能値を1とし、それに応じて各性能値を正規化する。表1の技術データを基に正規化を行った数値例を表3に示す。また、独自性、安定性、発展性についても同様に正規化した値を表3にあわせて示す。

この表3の数値を用いて、図1の問題構造に基づき、表2で用いた機能－技術組み合わせ案を評価した結果が表4である。この表4では表2のような性能/コストの値を計算していないが、効果とコスト値の関係をみても違いがあることがわかる。しかしながら、これだけでは機能と技術の選択問題を解いたことにはならない。横軸にコスト、縦軸に効果をとって、組み合わせ案をプロットしたグラフを図2に掲げる。これは日下^[3]の提唱するコスト・パフォーマンス曲線のパフォーマンスを本論文でいう効果に置き換えたものである。

図2のグラフとコスト－効果曲線の見方を説明する。各点は機能－技術組み合わせ案を表す。最も効果が高いのはコスト=1.0、効果=3.700（以下、(1.0, 3.700)と記す）である組み合わせNo.20である。次に効果が高いのは(1.0, 3.414)のNo.15であるが、同じコスト1.0をかけることが許されるならNo.20を採用するのが効果優位であるから、No.15の選択はない。もし開発コストが上限0.85までに制約されたとすると、(0.83, 2.867)のNo.19がコスト制約下で効果が最大の案となる。このようにそのコストにおける効果最大案を見つけようとする、図2に点線で示した線上にある組み合わせ案をたどれば良い。コスト制約が0.75以下であればNo.18が、コスト制約が0.75未満であればNo.4が、それぞれそのコスト制約における効果最大案となる。開発進展に伴い技術の安定性、発展性は変化するため、その値が変化するとこの計算とグラフ化を行い、再検討を繰り返すことで動的に対応できる。このように表2に示したコストと性能による評価に基づく場合より

も、コスト制約を考慮しつつ多基準評価を行い、機能と技術を動的にかつ同時に選択案を決定できるようにになった。

4. まとめ

研究開発活動においては、開発される製品の機能とそれに適用される技術が決定されなければならない。技術的な環境の変化が著しい状況では、機能と技術の両方が同時に考慮されるべきである。本論文では、機能—技術選択問題としてこの意思決定プロセスのモデル化を試みた。この問題では、生成された機能—技術組合せ代替案が評価の対象となる。代替案の評価においては、コストと、独自性、安定性、発展性、性能を統合した“効果”を評価項目とする。意思決定プロセスにおいては、コストと効果を考慮する多目的評価が行われ、適した代替案が選ばれる。このモデルにより、製品の機能の決定問題と適用技術の決定問題を動的かつ同期的に解決することが可能になった。本論文では数値例を用いてその計算方法を示し、評価結果に関する考察を行った。

(すずき あつし・本学経済学部教授)

参考文献

- [1] クレイトン・クリステンセン (玉田俊平太監修、伊豆原弓翻訳) 「イノベーションのジレンマ—技術革新が巨大企業を滅ぼすとき (増補改訂版)」、翔泳社 (2001)
- [2] マルコ・イアンシエティ (NTT コミュニケーションウェア訳) 「技術統一理論・経営・問題解決」、NTT 出版 (2000)
- [3] 日下泰夫 「経営意思決定 価値創造への経営工学アプローチ」 中央経済社 (2009)
- [4] 三菱総合研究所 「DEA (包絡分析法) 等定量化手法を用いた技術評価に関する調査報告書」 (2002)
- [5] ビーター・ボイアー (宮正義監訳、大上慎吾、松浦良行、中野誠、大藪恵美訳) 「技術価値評価 R & D が生み出す経済的評価を予測する」 日本経済新聞出版社 (2004)
- [6] 松居祐一 「連鎖思考による技術価値評価一目利き (VISTA) マッパー」 大学教育出版 (2008)