

## 研究戦略策定における意思決定手法の適用に関する調査研究

### A Study of Applying Decision Making Method on Research and Development Strategy

森本慎一郎 Shinichirou MORIMOTO<sup>1</sup>

増田 浩通 Hiroyuki MASUDA<sup>2</sup>

Anecdotal report of applying decision making method on research and development strategy will be the important information in order to fulfill accountability of strategy making method for any organization, including national research institute or company. Therefore, this paper aims to research and evaluate the case of the decision making method which was applied to the strategy establishing process. Furthermore, advantages and disadvantages including problems to apply strategy establishing process was evaluated, for decision making method including scenario planning, roadmap methods, mathematical modeling and simulation, AHP (Analytic Hierarchy Process), and the Delphi method. From the evaluation, individual problems and common problems of decision making method for application has been cleared, from the viewpoints of “uncertainty for the future”, “consensus building”, and “versatility of research field”.

**Keywords:** decision making method, the Delphi method, roadmap methods, scenario planning, AHP (Analytic Hierarchy Process), mathematical modeling and simulation

#### 1.序論

1997年以降、我が国における公的研究機関の独立行政法人化に伴い（独）産業技術総合研究所や（独）理化学研究所など主要な公的研究機関に対しては、これまで以上に我が国の科学技術革新や産業の発展、及び持続可能な社会実現に貢献することへの期待が高まっている。また科学技術基本計画(文部科学省, 2006)など我が国の研究開発政策においては Evidence based policy が意思決定者の共通認識となっており、その検討プロセスや達成効果測定においても方法論の明示、決定プロセスの透明化、使用データの合理性等について説明責任が求められてきている。

そうした背景の中、「科学技術革新や産業の発展、及び持続可能な社会実現への貢献」を基本理念とする我が国公的研究機関における研究開発戦略策定や我が国の研究開発政策策定におい

<sup>1</sup> 独立行政法人産業技術総合研究所 The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

<sup>2</sup> 多摩大学経営情報学部 School of Management and Information Sciences, Tama University

でも Evidence based policy に基づき、上記方法論の明示等に関する説明責任を果たすことはこれまで以上に重要となる。そのため、これまで公的研究機関や企業等、組織の研究開発戦略策定において適用された方法論とそれら方法論を適用する上での課題に関する事例情報は上記説明責任を果たす上でも重要となる。しかしながら、これまで技術ロードマップ法（(財) 未来工学研究所、2005）やデルファイ法（柴田、1989）など特定の方法論に関して研究開発戦略策定への適用に関する課題を分析した調査研究例はあるが、研究開発戦略策定に適用された複数の方法論に関する事例を包括的に調査し、その適用についての課題を横断的に分析した調査研究は過去に例がない。

そこで本調査研究ではこれまで公的研究機関や企業等、様々な組織の研究開発戦略策定において、技術の需要予測や技術の導入影響評価など様々な目的から意思決定手法を適用した事例を包括的に調査し、それら各種意思決定手法に関する適用事例の成功要因・失敗要因を分析する。さらにそれら分析結果から各種意思決定手法の利点・欠点を分析すると共に、公的研究機関や企業等、様々な組織の研究開発戦略策定において各種意思決定手法を適用する場合の課題を横断的に分析し、それら分析結果を体系的に整理することを目的とする。

上述の通り、これまで研究開発戦略策定における各種意思決定手法の適用課題を横断的に分析した調査研究は過去に例がなく、本調査研究の結果から研究開発戦略策定に向けて意思決定手法を適用するか、又は新たな手法を提案する上で有用な情報が得られることが期待できる。

## 2. 調査事例の概要と評価の前提条件

本章では公的研究機関や企業等、様々な組織の研究開発戦略策定に適用された意思決定手法について調査した事例の概要と、各種意思決定手法の研究開発戦略策定への適用事例に関して成功要因・失敗要因を分析した具体的方法、及び研究開発戦略策定において各種意思決定手法を適用する場合の課題を横断的に分析した具体的方法について述べる。

### 2.1 調査事例に関する意思決定手法

本調査研究では公的研究機関や企業等、様々な組織の研究開発戦略策定に適用された意思決定手法について、適用事例の調査結果から特に適用事例数の多かった主要な意思決定手法を 5 つ選定した。その結果、シナリオプランニング法（西村、2003）、ロードマップ法（安永、2006）、数理モデルシミュレーション法、AHP(Analytic Hierarchy Process)法（木下、2003）、及びデルファイ法（文部科学省科学技術政策研究所、2001）を選定し、これらの意思決定手法について適用事例の調査と分析、及び研究開発戦略策定への適用課題について分析した。これら意思決定手法については、技術の需要予測や技術の導入影響評価など研究開発戦略策定に適用する上での目的は異なるため、研究開発戦略策定への適用課題についてもそれぞれ意思決定手法の適用目的に応じて課題を分析した。以下では選定した 5 つの意思決定手法の概要と定義について記述する。

#### (1) シナリオプランニング法（西村、2003）

「将来シナリオ」の「決定」に影響を与えるキー・ドライビング・フォースをリストアップ

し、その中で重要度と不確実性の高いものを抽出し、それらを軸としてシナリオを複数作成する方法である。それらのシナリオが決定にどのような影響を与えるかを十分に検討することで、意思決定者の将来に関する認識変革を促し、不確実性の高い将来社会についてのシナリオの一つが実現した際にどのように対処すべきかの準備を研究開発戦略として整えておくことが可能となる。

(2) ロードマップ法 (安永, 2006)

ロードマップ法は、ニーズ・ドリブンの技術計画プロセスであり、製品に対するニーズを達成する要素技術の選択肢抽出・選択・開発を支援する方法である。技術開発に関する様々な情報を時系列に組織化・構造化し、さらにそれらを表現するためのフレームワークを提供することで適切な研究開発に向けた投資決定を行うことが可能となる。

(3) 数理モデルシミュレーション法

将来に対する問題を数理的に定式化し、それらの問題相互のトレードオフ関係を数理的に解くことで研究開発プロジェクトに関する最適解の選択を可能とする方法である。研究開発プロジェクト選択の際にプロジェクトの目標指標への貢献度を算出することにより、時間、及び費用の面から効率的な研究開発が可能となる。

(4) AHP 法 (木下, 2003)

研究開発戦略に関連する問題の要素を、「総合目的」、「評価(判断)基準」、「代替案」の関係で捉えて、階層構造を作成する。さらに総合目的からみた評価基準の重要性を一对比較によって求め、次に各判断基準からみて各代替案の重要性を評価し、最後にこれらを総合目的から見た代替案の評価に換算する方法である。

(5) デルファイ法 (文部科学省科学技術政策研究所, 2001)

研究開発策定において技術予測や需要予測を勘案する際に適用される。例えば技術予測の場合には特定の技術がいつ頃実現すると予測されるかを繰り返しアンケート方式により収斂させる。2回目以降のアンケートでは回答者に集計結果をフィードバックすることで意思決定者の意見収束を図る方法である。研究開発策定の際に研究開発プロジェクトの優先度や研究開発推進に際して役立つ重要度、実現の際の制約等についても質問することで意思決定者の意見収束が可能となる。

## 2.2 調査事例の概要

表1に選定した上記5つの意思決定手法に関する適用事例について、本調査研究で調査、及び分析の対象とした事例の概要を示す。事例概要は各種意思決定手法について意思決定手法を適用した組織名・意思決定者名(数理モデルシミュレーション法についてはモデル名も付記する)、研究開発戦略への適用目的、及びプロジェクトが行われた時期について示す。

表1 調査・分析対象事例の概要

意思決定手法	事例番号 (参考文献)	組織名・意思決定者名	研究開発戦略への適用目的	プロジェクト 時期
シナリオプラン ニング法	S-1 (Wack,1985) (Wack,1985)	Royal Dutch Shell	企業経営戦略及び研究開発戦略策定	1973～1981年
	S-2(Stokke,1991)	Statoil ASA	研究開発プログラムの再検討	1987～1991年
	S-3(石田, 2006)	関西電力(株)	ビジネスモデルの設計	2006年
ロードマップ 法	R-1(Garcia,1997)	米国半導体産業米国半導体産業協会 (SIA : Semiconductor Industry Association)	半導体技術の長期研究開発戦略策定	1990年
	R-2(Bruce,2004)	オプトエレクトロニクス産業開発協会 ( OIDA : Optoelectronics Industry Development Association)	光通信産業の長期研究開発戦略策定	1999～2004年
	R-3(MacKenzie,2002)	Land Grant University	10～20年の農業研究開発戦略策定	1998年
	R-4(Farrukh,2003)	Foresight Vehicle	自動車分野の研究開発戦略策定	2001～2002年
	R-5 (Petrick,2006)	Honeywell	イノベーションマネージメントと製品の研究開発戦略策定	2004年
	R-6(Petrick,2006)	Motorola	製品の研究開発戦略策定	2004年
数理モデル シミュレー ション法	M-1(Friley,2007)	米国エネルギー省 (DOE : U.S.Department of Energy) ・ MARKALモデル	研究開発プログラムの目標設定	2007年
	M-2 (中央審議会, 2005)	中央環境審議会総合政策地球環境合同部会・AIMモデル	環境税の導入影響評価	2007年
	M-3(Roman,1962)	米国海軍・PERTモデル	海軍のプロジェクト管理	1960年
AHP法	A-1 (Braunschweig,2001)	チリ政府(農務省)	農業・バイオテクノロジー開発国家計画策定	2001年
	A-2 (Suh,1994)	韓国通信公社 (KTA : Korea Telecommunication Authority)	研究開発プロジェクトの優先順位決定	2001年
	A-3 (Braunschweig,2004)	スイス国際農業センター (ZIL : Swiss Centre for International Agriculture)	優先的研究分野の選択	2001年
	A-4 (科学技術 政策研究所, 2005)	科学技術政策研究所	市民の社会経済ニーズ評価	2005年
デルファイ法	D-1 (科学技術 政策研究所, 2005)	文部科学省(科学技術庁)	我が国13分野の技術予測	1971年以来、 5年毎
	D-2 (Ronde,2001)	フランス高等教育研究省 (Ministry of Higher Education and Research)	技術の需要予測	2001年
	D-3 (Maclean,1998)	英国自然環境リサーチ・カウンシル (Natural Environment Research Council)	10～15年間における科学技術の優先順位検討	1993年

### 2.3 各種意思決定手法の研究開発戦略策定への適用事例に関する分析方法

本調査研究では表1に示した調査・分析対象事例について、意思決定手法を公的研究機関や企業等、様々な組織の研究開発戦略策定に適用した結果の成功・失敗及びその要因について分析した。具体的には各事例について当初に設定された目的と目標に対し、「成功した内容」又は「失敗した内容」とその成功要因・失敗要因を参考文献から抽出した。さらにそれら抽出結果から各種意思決定手法について利点と考えられる要因、及び欠点と考えられる要因を分析した。

### 2.4 各種意思決定手法の研究開発戦略策定への適用課題に関する分析方法

本調査研究では2.3における各種意思決定手法の研究開発戦略策定への適用事例に関する分析結果を踏まえ、公的研究機関や企業等、様々な組織の研究開発戦略策定において各種意思決定手法を適用する場合の課題について横断的に分析した。具体的には2.3で分析した各種意思決定手法の成功要因・失敗要因と利点・欠点から以下3つの観点に該当するものを適用課題として抽出し、それらを体系的に整理した。以下では適用課題を抽出した際の3つの観点について、その概要を述べる。

#### (1) 将来の不確実性に対する対応方法

各種意思決定手法をそれぞれの目的に応じて研究開発戦略に適用する場合、将来の不確実性に対応する上で生じる（留意すべき）課題。

#### (2) 研究開発戦略策定に向けた合意形成

各種意思決定手法を実行する場合に、参加者がそれぞれの意思決定手法の目的に対して合意形成を行う際の（留意すべき）課題。また研究開発戦略策定における意思決定者が上記各種意思決定手法の実行参加者と異なる場合は、それら研究開発戦略策定における意思決定者と各種意思決定手法の実行参加者との間で合意形成を行う際の（留意すべき）課題。なお、デルファイ法は意思決定者が特定の目的に対して「意見収束」を行う方法であり、「合意形成」とは意味が異なるが、本調査研究では2.1で記述した通り意思決定者がアンケート集計結果を勘案して意見収束を図ることも「合意」の一環であると考え、ここでは他の意思決定手法と同様に課題抽出を行った。

#### (3) 多様な分野の研究開発戦略に対する汎用性

各種意思決定手法をそれぞれの目的に応じて研究開発戦略に適用する場合、多様な分野の研究開発戦略に対して、幅広く適用させるための（留意すべき）課題。

## 3.各種意思決定手法の適用事例分析結果と適用課題分析結果

本章では2.に述べた前提条件と分析方法に基づき、各種意思決定手法の研究開発戦略策定への適用事例に関して分析を行った結果、及び研究開発戦略策定への適用課題に関して分析を行った結果について述べる。

### 3.1 各種意思決定手法の研究開発戦略策定への適用事例に関する評価結果

以下では2.3に述べた評価方法に従い、表1に示した調査・分析対象事例について各種意思決定手法ごとに適用結果の成功要因・失敗要因及び利点・欠点を分析した結果を述べる。



### (1) シナリオプランニング法

事例 S-1 では 1973 年に産油国が石油供給の実権を握る石油危機シナリオを事前に描き、石油キャパシティ拡大戦略を大きく転換することでその対応に成功し、また 1981 年のイラン・イラク戦争においても事前にシナリオを描くことで石油価格が暴落する前に余剰石油の売却に成功した。これら成功要因としてはシナリオ作成に向けて戦略的に価値のある「事実」を集め、そこから新鮮な「認識」の世界へと転換するプロセスを重視したことがあげられている。それによって描かれたシナリオが現実のしっかりとした分析に基づいたものとなり、それが結果的に意思決定者の啓発に成功した (Wack, 1985) (Wack, 1985)。

また事例 S-2 においてはシナリオ作成によって研究開発プログラム検討に向けた意思決定を行う際に企業内外のあらゆる要因を考慮することが可能となり、意思決定者の研究開発戦略代替案への理解が深まるなど意思決定者の学習効果を含めた研究開発プログラムの再検討に成功した。これら成功要因としては研究開発プログラム検討過程においては時間をかけて企業文化の変更、企業役員のマインドセット、及びイマジネーション変化を促し、それらに対し組織内の必要な支援も得られたことなどがあげられている (Stokke, 1991)。

さらに事例 S-3 についてはマクロ環境分析と競合環境を分析することでシナリオを作成し、それらを基に実現可能性の高いシナリオをビジネスモデルとして構築している。文献では述べられていないが、これらシナリオ作成においては PEST (Political, Economical, Social, Technological) 分析に基づくマクロ環境分析と開発製品に関する既存競合企業同士の競争状況、新規参入状況、代替品・サービスの状況、売り手の交渉力、及び買い手の交渉力などのフレームワーク分析を行っていることが成功要因として考えられる (石田, 2006)。

以上の適用事例から、シナリオプランニング法における利点としては不連続な変化が将来起きることが予想される場合の研究開発戦略策定に適しており、「将来シナリオ」を構築する際に広範な要素を柔軟に分析するため、意思決定者が「将来シナリオ」に対するそれら要素相互の因果関係を容易に理解することが可能となることが考えられる。他方、欠点としては構築された「将来シナリオ」に対して研究開発戦略を策定する際に、研究開発戦略代替案を相互比較する手法が提案されていないため、意思決定者がシナリオプランニング実行参加者と異なる場合は意思決定者のマインドセットに多大な時間を要することが考えられる。

### (2) ロードマップ法

事例 R-1 では作成したロードマップが米国半導体産業における各企業内の研究開発プログラムの見直し、及び研究開発プロジェクトの評価や優先順位付けを行う時に利用されるなど有用なロードマップの作成に成功した (Garcia, 1997)。また事例 R-5 では ROI (Return Of Investment) の予測に利用され (Petrick, 2004)、さらに事例 R-6 では製品の複雑さ低減、コスト低下、サイクルタイムの低下、及び製品の発売タイミングやその生産に関する不確実性低減に効果的に利用されるなど、研究開発戦略策定において有用なロードマップ作成に成功している (Petrick, 2004)。これら成功要因としては、例えば事例 R-1 ではロードマップを作成するためのワークショップ開催にあたり政治的要素を除くために会合の場所、参加者の人数 (200 名が限度) と人員構成 (特定の企業に偏らないこと) を留意したこと、参加者にワークショップ当日の作業量と作業内容を通知したことがあげられている (Garcia, 1997)。

それに対し、事例 R-2 では研究開発戦略策定に向けて有用なロードマップの作成には至らなかった。その要因として光通信産業が技術の成熟初期段階であったため明確なターゲットが設定できずロードマップ作成が困難であったことがあげられている。その他、急速に変化する産業構造と政策環境の下では光通信産業ロードマップの価値がすぐになくなってしまふなど時期的な問題があったことや、光通信産業では材料やプロセスが多様であるため共通のプラットフォームや標準的なプロセスに焦点を当てるのが困難だったことなどがあげられている (Bruce,2004)。

以上の適用事例からロードマップ法の利点としてはロードマップの作成プロセスにおいて、異なる多様なセクター間の専門家が合意形成を図ることでそれら専門家によるコミュニケーションを活発化し、さらに公的研究機関や企業の研究開発戦略策定において共通的平台の確立が可能となることが考えられる。他方、欠点としては産業構造や政策など外部環境の変化が激しい時期における適用、及び技術が成熟初期段階であり製品のニーズに対する不確実性が高い研究開発分野への適用は困難となる場合もあることが考えられる。

### (3)数理モデルシミュレーション法

事例 M-1 では研究開発策定において開発技術間の相互作用や、既存技術において予想される改良と効果との競合関係、エネルギーシステムにおける物理的な制約、及び資本ストックのターンオーバー影響を効果的に反映することが可能となった。また事例 M-2 においても環境税の導入に経済影響を効果的に考慮し、事例 M-3 では PERT モデルを用いて適切に研究開発プロジェクト管理を行うことで当初予定していたプロジェクト期間よりも短い期間で成果を出すことに成功するなど、上記各事例において数理シミュレーションモデルが研究戦略策定に効果的に適用された。

ただし、数理シミュレーションモデルでは選択行動において実証的に再現できる範囲には限りがあるため、研究開発戦略策定に数理シミュレーションモデルを適用する場合には、意思決定者がその範囲と適用方法を的確に理解する必要がある。上記事例において成功したのは、意思決定者がそれら数理シミュレーションモデルの適用範囲と適用方法を的確に理解し、各モデルの構造や前提などを踏まえて適用したことが主な要因としてあげられている (Friley,2007) (中央審議会, 2005) (Roman,1962)。

以上の適用事例から数理モデルシミュレーション法の利点としては研究開発戦略策定において留意すべき課題を数理的に明確化し、その最適な解決策を見つけることで、コストの節約、時間の節約などを図ることが可能となることが考えられる。他方、欠点としては意思決定者が数理シミュレーションモデルの適用範囲と適用方法を的確に理解する必要があること、さらに数式による定式化が難しい分野においては適用が難しい点などが考えられる。

### (4)AHP 法

事例 A-1 では研究開発戦略策定に向けた意思決定者の判断基準を明確にすることで効率的な合意形成に成功し、さらに意思決定者における研究開発プロジェクトの価値基準に関する学習効果、及び政治的な影響の排除に役立てられた。これらの成功要因としては判断基準の優先順位付けは全体の研究開発戦略に関する意思決定者が行い、研究開発テーマの優先順位付けは個々の技術開発に携わる意思決定者(研究者)が行うなど、判断基準と研究開発テーマの優先

順位付けを別々の専門家が行った点があげられている。それによって、AHP法を実施する意思決定者の恣意的な優先順位付けによって特定の研究開発テーマが優位になることのないように留意された (Braunschweig,2001)。

また事例 A-2 においても AHP 法の適用によって意思決定者の合意形成や研究開発戦略策定に向けた判断を効率的に実施することに成功し、事例 A-3 においても合意形成に向けた検討プロセスが構造化されることで意思決定者の合意形成に関する共通理解、意思決定プロセスへの信頼性向上、及び意思決定の効率化に成功した。これらの成功要因としては評価基準の階層構造を作成する際、意思決定者の人数によってその階層の数を留意したこと（階層が多すぎると一対比較の負担が増大する）、意思決定プロセスの中で意思決定者の恣意性を排除し、透明性を担保することに留意した点があげられている (Suh,1994) (Braunschweig,2004)。ただし、事例 A-4 のように研究開発戦略策定に社会ニーズを反映させるために AHP 法を適用するなど意思決定者が広範な場合においては、表層で部分的な社会ニーズのみが抽出され、潜在的な社会ニーズ要素の抽出が不可能となるなど、目的によっては AHP 法の適用が困難となる場合があった (文部科学省科学技術政策研究所, 2005)。

以上の適用事例から AHP 法の利点としては複数の判断基準を持つ場合の研究開発戦略策定に向けて効率的な意思決定を行うことが可能であり、意思決定者の研究開発戦略策定における学習効果や意思決定プロセスへの信頼性向上に有益であることが考えられる。他方、欠点としては意思決定者の恣意性排除、政治的な影響の排除、意思決定者の負担軽減などに向けて意思決定プロセスや意思決定者の人数と構成を配慮する必要がある、また社会ニーズ調査など意思決定者が広範となる場合には適用が難しいことが考えられる。

#### (5)デルファイ法

事例 D-1 では研究開発戦略策定において技術予測にデルファイ法を適用することで意思決定者が策定後（未来）の研究開発活動調整が可能となり、さらに将来取組むべき技術分野の優先順位についての効率的な合意形成に成功した。これらの成功要因としては、5年毎の定期的にデルファイ法による技術予測を実施することで、様々なセクターの専門家の専門家を直接的・間接的に交流する場を強制的に提供していることがあげられている (Irvine J,1984)。また事例 D-3 においても分野を超えた意思決定者の交流と技術分野の優先順位についての効率的な合意形成に成功し、優先順位の高いと判断された技術分野のいくつかは研究開発プログラムにまで発展することに成功した。成功要因については文献では特に記述されていないが、デルファイ法の実施にあたっては多大なる時間と費用が費やされており、こうした時間や費用の効果も大きかったと考えられる (Maclean, 1998)。他方、事例 D-2 では研究開発戦略策定において意思決定者がデルファイ法を適用した結果を有効に活用することが出来なかった。その要因としては意思決定者とデルファイ調査の対象者が完全に異なっており、デルファイ調査の質問項目検討にデルファイ調査対象者が参加しなかったため、意思決定者とデルファイ調査対象間での知識交流や学習プロセスがなかったことがあげられている (Ronde,2001)。

以上の適用事例からデルファイ法の利点としては研究開発戦略策定に技術予測を反映させる場合などにおいて、多様なセクターの専門家意見を効率的に集約することが可能であること、さらにそれら専門家の交流促進や研究開発の調整に役立てられることが考えられる。他方、欠



点としてはデルファイ法を成功させるためには多大な時間と費用を要することやデルファイ法を実施する意思決定者とデルファイ調査対象者の間で知識交流や学習プロセスが必要となることなどが考えられる。

### 3.2 公的研究機関の研究開発戦略策定への適用に関する評価結果

以下では 2.4 に述べた評価方法に従い、公的研究機関や企業等、様々な組織の研究開発戦略策定において各種意思決定手法を適用する場合の課題について横断的に分析した結果を述べる。2.4 に述べた 3 つの観点についての分析結果を表 2 に示す。

表 2 より各種意思決定手法を研究開発戦略策定に適用する場合、将来の不確実性に対しては各種意思決定手法の特性に応じて異なる課題を持つことが分かった。例えばシナリオプランニング法では既存の情報に対して明確な分析に基づいた「認識」のプロセスを重要視することが重要であり、ロードマップ法では適切なターゲット設定、また数理モデルシミュレーション法では感度解析を行うことが重要であるなど、それぞれ留意すべき課題の内容と観点が全く異なることが分かった。他方、研究開発戦略策定に向けた合意形成については共通的に意思決定者の恣意性や政治的影響の排除（ここではあくまで特定の意思決定者が政治的理由から意図的に結果に対して影響を与えることを意味する）、及び意思決定者と意思決定手法参加者との交流促進が重要であり、具体的には意思決定手法の実施における参加者の人数、構成、及び交流プロセス等について留意する必要があることが分かった。また多様な分野の研究開発戦略に対する汎用性についてはロードマップ法や数理モデルシミュレーション法は基本的に適用出来る研究開発分野に限界と制約があることが分かった。

## 4. 結論

本調査研究ではこれまで公的研究機関や企業等、様々な組織の研究開発戦略策定において、各種意思決定手法を適用した事例を包括的に調査・分析すると同時にそれら組織の研究開発戦略策定において各種意思決定手法を適用する場合の課題について分析を行った。その結果、調査した各種意思決定手法を研究開発戦略策定に適用する場合、将来の不確実性に対しては各種意思決定手法の特性に応じて異なる課題を持つものの、研究開発戦略策定に向けた合意形成については意思決定者の恣意性や政治的影響の排除、及び意思決定者と意思決定手法参加者との交流促進など共通的な課題があること、さらに多様な分野への汎用性についてはいくつかの意思決定手法は基本的に適用出来る研究開発分野に限界と制約があるなどが明らかになった。

序論で述べた通り、今後は組織の研究開発戦略策定においては Evidence based policy に基づいて、従来以上に方法論の明示、決定プロセスの透明化、使用データの合理性等について説明責任が求められ、その際には具体的な方法論に関する事例情報が重要となる。本調査研究の結果から得られた結論が今後、我が国公的研究機関における研究開発戦略策定や我が国の研究開発政策策定に向けた方法論明示の説明責任を果たす上での一助となれば幸いである。

表2 研究開発戦略策定への適用課題に関する分析結果

	将来の不確実性に対する対応方法	研究開発戦略策定に向けた合意形成	多様な分野の研究開発戦略に対する汎用性
シナリオ プラン ニング法	将来シナリオに関して戦略的に価値のある情報の集積と、その情報を基に将来シナリオを構築する際には情報に対して明確な分析に基づいた「認識」のプロセスを重要視することが重要となる。	意思決定者とシナリオ作成における実行参加者が異なる場合は、研究開発戦略策定における研究開発戦略代替案の相互比較方法提案、もしくは意思決定者のマインドセットやそれに対する組織内の支援が必要となる。	シナリオプランニング法を適用する研究開発戦略分野とその目的に対応して左記の「認識」に関する分析プロセスを検討する必要がある。
ロード マップ 法	産業構造や政策など将来における外部環境の変化が激しい場合での適用は基本的に困難とされており、適用する場合には可能な限り確実性の高い適切なターゲット設定が重要となる。	ロードマップを作成するための作業にあたり、政治的要素を除くために作業の場所、参加者の人数(200名が限度)と人員構成(特定の企業に偏らないこと)などに留意する必要がある。	不確実性の高い社会ニーズ、及び材料やプロセスが多様な分野に対しての適用は難しく、特に技術が成熟初期段階にある分野に対しては適用が難しかった事例もあるため適切な分野選定が必要となる。
数理モ デルシ ミュレ ーション法	将来の不確実性に対しては設定する変数の変化率に対する解の変化率を分析する「感度解析」を行うことで、意思決定者に的確な判断を促すことが重要となる。	効率的な合意形成のためには意思決定者が数理シミュレーションモデルの適用範囲と適用方法を的確に理解し、各モデルの構造や前提などを把握する必要がある。	研究開発戦略策定における留意課題が数理的定式化が難しい分野である場合、基本的に適用は難しいとされている。適用分野によっては数理的定式化の範囲や前程条件を留意する必要がある。
AHP法	将来の不確実性に対する対応はAHP法を実行する際に判断基準の一つとして検討する場合はあるが、特に具体的な対応方法は提案されていない。したがって、AHP法を実行するにはそれら不確実性を勘案した判断基準の構築が必要となる。	意思決定者の恣意性排除、政治的な影響の排除、意思決定者の負担軽減などに向けて意思決定プロセスや意思決定者の人数と構成を配慮する(例えば判断基準と研究開発テーマの優先順位付けは別々の人が行なうなど)必要がある。	農業バイオテクノロジー、情報通信など様々な分野における研究開発戦略策定に適用されており、研究開発プロジェクトの優先順位決定などへの適用に対しては分野を超えた汎用性があるが、社会ニーズ調査などへの適用は困難となる。
デル ファイ法	研究開発戦略策定に技術動向予測など不確実性の高い要因(判断基準)を反映する場合に意思決定者の意見を集約することが可能であるが、その際には一度だけでなく定期的にデルファイ法を実施することで、意思決定者による研究開発の調整を促す必要がある。	様々なセクターの専門家による交流を促進し、効率的な合意形成が可能であるが、その際には(調査の質問事項作成などにおいて)デルファイ法を実施する意思決定者とデルファイ調査対象者の間での知識交流や学習プロセスが必要となる。	様々な分野の技術動向予測、技術需要予測、技術の優先順位決定に適用された実績があるため、多様な分野での汎用性は高いが、広範な分野に適用させる場合には多大な時間や費用を要する。

## 参考文献

- (1) 石田文章,「関西電力における研究開発テーマの評価とマネジメント」, 研究開発リーダー, 2006, pp.10.
- (2) 木下栄蔵,「成功と失敗の科学: ゲーム理論から AHP へ」, 徳間書店, 2003.
- (3) 柴田正之,「大阪ガスにおける長期技術開発課題の探索」, 研究技術計画, 4 (4), 1989.
- (4) 第3期科学技術基本計画,  
URL: [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/kihon/06032816/001/001.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/kihon/06032816/001/001.htm)
- (5) 中央審議会 総合政策・地球環境合同部会 環境税の経済分析等に関する専門委員会,「環境税の経済分析等について: これまでの審議の整理」, 中央審議会, 2005.
- (6) 西村行功,「シナリオ・シンキング: 不確実な未来への「構え」を創る思考法」, ダイヤモンド社, 2003.
- (7) (財) 未来工学研究所, (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構,「平成16年度成果報告書 過去の NEDO の研究成果分析に基づく様々なイノベーションプロセスの研究開発マネジメントにおける技術ロードマップ適用に関する調査」, (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2005.
- (8) 文部科学省科学技術政策研究所,「文部科学省, 平成11年~12年度科学技術振興調整費調査研究報告書 第7回技術予測調査」, 2001, pp.1-18.
- (9) 文部科学省科学技術政策研究所,「平成15年度~16年度科学技術振興調整費調査研究報告書 科学技術の中長期的発展に係る俯瞰的予測調査: 社会経済ニーズ調査」, 科学技術政策研究所, 2005.
- (10) 文部科学省科学技術政策研究所,「文部科学省デルファイ調査—2035年の科学技術」, (財) 未来工学研究所, 2005.
- (11) 安永裕幸, 尹泰聖,「テクノロジーロードマップ—技術知識の俯瞰と分析による新産業創造」, オープンナレッジ, 2006.
- (12) Braunschweig, Thomas, Willem Janssen, Peter Rieder, “Identifying criteria for public agricultural research decisions”, *Research Policy*, 30, 2001.
- (13) Bruce, Elizabeth J. and Charles H. Fine, “Technology Roadmapping: Mapping a Future for Integrated Photonics”, Massachusetts Institute of Technology, 2004, pp.1-21.
- (14) Braunschweig, Thomas and Barbara Becker, “Choosing research priorities by using the analytic hierarchy process: an application to international agriculture, *R&D Management*”, 34(1), 2004.
- (15) Clare Farrukh, Rob Phaal, David Probert, “Technology Roadmapping”, *International Journal of Technology Management*, 26(1), 2003.
- (16) Paul Friley, “U.S DOE GPRA Benefits Process”, 2007.  
URL: [www.iea.org/textbase/work/2007/priority/Friley.pdf](http://www.iea.org/textbase/work/2007/priority/Friley.pdf)
- (17) Garcia, Marie L., “Introduction to Technology Roadmapping: The Semiconductor Industry Association’s Technology Roadmapping Process SAND97-0666”, Sandia National Laboratories, 1997.
- (18) Irvine J., B.R. Martin, “Foresight in Science: Picking the Winners”, Frances Pinter, London/Dover, 1984.

- (19) David R. MacKenzie, Sam Donald, Mike Harrington, Robert Heil, T. J. Helms, Daryl Lund, “Methods in Science Roadmapping: How to Plan Research Priorities”, 2002.  
URL: [www.escop.msstate.edu/archive/roadmap-methods.doc](http://www.escop.msstate.edu/archive/roadmap-methods.doc)
- (20) Maclean, Marlie, Joe Anderson, Ben Martin, “Identifying Research Priorities in Public-Sector Funding Agencies: Mapping Science Outputs onto User Needs”, *Technology Analysis and Strategic Management*, 10 (2), 1998.
- (21) Petrick, Irene J., Ann E. Echols, “Technology roadmapping in review: a tool for making sustainable new product development decisions”, *Technological Forecasting and Social Change*, 71 , 2004.
- (22) Daniel D. Roman, “The PERT System: An Appraisal of Program Evaluation Review Technique”, *The Journal of the Academy of Management*, 5(1) , 1962, pp.57.
- (23) Ronde, Patrick., “Technological clusters with a knowledge-based principle: evidence from a Delphi investigation in the French case of the life sciences”, *Research Policy*, 30 , 2001.
- (24) Stokke, Per R., Thomas A. Boyce, William K. Ralston, and Ian H. Wilson, “Visioning (and Preparing for) the Future: The Introduction of Scenarios-based Planning into Statoil”, *Technological Forecasting and Social Change*, 40(2), 1991, pp.131.
- (25) Suh, Chang-Kyo, Eui-Ho Suh, Kwang-Churn Baek, “Prioritizing telecommunications technologies for long-range R&D planning to the year 2006”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 41(3), 1994.
- (26) Wack, Pierre, “Scenarios: uncharted waters ahead”, *Harvard Business Review*, 63(5) , 1985, pp.73.
- (27) Wack, Pierre, “Scenarios: Shooting the Rapids”, *Harvard Business Review*, 63(6) , 1985, pp.139.