

平成 25 年度
「リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備」
(研修・教育プログラムの作成)

16. 研究プロジェクト 企画手法概説

理論と実際

早稲田大学 研究戦略センター 教授

中島 一郎

目次

シラバス	1
1 企画の前に	3
1.1 研究の動機と成果	3
1.2 研究者のライフサイクル	4
1.3 大学と研究空間	6
1.4 外部資金の性格	7
1.5 情報の意味	10
2 プロジェクト企画の手法	13
2.1 よく知られている理論・手法	13
2.2 技術予測	15
2.2.1 デルファイ法	15
2.2.2 ブレイン・ストーミング	17
2.2.3 シナリオ・プランニング	19
2.2.4 クリティカル・テクノロジー	21
2.3 競争戦略	25
2.3.1 3種類の戦略	25
2.3.2 競争戦略とクラスター	27
2.4 イノベーション論	28
2.4.1 イノベーションとは	28
2.4.2 ナショナル・イノベーション・システム	29
2.5 プロジェクト・マネジメント	30
2.5.1 プロジェクトとは	30
2.5.2 プロジェクト・マネジメントの要素	31
2.5.3 大学の研究マネジメント：組織ギャップ	32
2.5.4 大学の研究マネジメント：秘密ギャップ	32
2.5.5 大学の研究マネジメント：異なる風土	33
2.6 人材マネジメント・組織論	35
3 技術ロードマッピング手法と活用	37
3.1 技術ロードマッピング発展の経緯	37
3.2 国際半導体ロードマップ（ITRS）	39
3.2.1 国際半導体ロードマップの誕生	39
3.2.2 ITRS は技術ロードマップか	40
3.3 技術ロードマッピングの基礎	42
3.3.1 多層モデル	42
3.3.2 技術ロードマッピングの特徴	44
3.3.3 技術ロードマッピングの種類	44

3.4 技術ロードマッピングの作業	46
3.4.1 概念モデル	46
3.4.2 典型的な作業手順	46
3.4.3 準備段階のチェックポイント	48
3.4.4 成功と失敗を分けるのは	49
3.4.5 技術ロードマッピングと研究プロジェクト	51
参考文献 一覧	52
著者略歴	56

4 ケース・ストーリー（以下は参考例示） ¹	
4.1 異分野融合研究プロジェクト （医学と情報科学のケース）	
4.2 大学拠点型の大型研究プロジェクト （レアメタル研究から元素戦略まで）	
4.3 新研究分野の開拓 （セキュリティ技術分野の研究企画）	
4.4 公的技術戦略マップ策定 （産業技術戦略マップ策定）	
4.5 研究プロジェクト組織マネジメント（1） （単位組織の設置・運営・解散マネジメント）	
4.6 共同研究プロジェクト組織マネジメント（2） （産学連携型研究プロジェクト組織）	

¹ 第4章では、講義にあたる講師が、必要に応じたケース・ストーリーを用意することを想定している。ここに掲げたのは一例であり、内容は本文中には含まれていない。

シラバス

研修科目名	研究プロジェクト企画手法概説 理論と実際
形式	講義 6回
目的 及び概要	大学を拠点とする研究プロジェクトの構想、立案、研究資源確保、研究組織案策定、プロジェクト起動、研究組織整備など、研究プロジェクトの創出から経常的な運営が可能になるまでの作業について、実践によるスキル修得に際して求められる基本的知識を概説する。
キーワード	研究類型、研究動機、研究者ライフサイクル、研究スペース・マネジメント、外部資金の性格、技術予測（デルファイ法、ブレイン・ストーミング、シナリオ・プランニング、クリティカル・テクノロジー）、競争戦略（3種類の戦略、クラスター）、イノベーション、イノベーション・ナショナル・システム、プロジェクト・マネジメント、組織ギャップ、秘密ギャップ、組織論、組織行動論、リーダーシップ論、組織変革、技術ロードマッピング
計画	第1回 準備（第1章）
	第2回 プロジェクト企画の手法（1）（第2章前半）
	第3回 プロジェクト企画の手法（2）（第2章後半）
	第4回 技術ロードマッピング（1）（第3章前半）
	第5回 技術ロードマッピング（2）（第3章後半）
	第6回 ケース・ストーリー（講師が個別に準備）
達成目標	研究プロジェクト企画リーダーの指揮のもとで、作業指示の背景や目指すところを理解した上で作業分担ができること。研究プロジェクトに関係する多数の組織・機関の目的・論理と研究者の目的・期待との調和を実現するコミュニケーションや多面的調整の能力の重要性を理解すること。企画活動の一部について自らの責任で業務を行うことができる段階に進む際、自らの適性や関心について判断できるようになること。
教材・資料	参考文献から適宜選択
講師プロフィール※	大学における研究機関長、学内共同研究施設長等
対象レベル※※	初級・中級
想定される予備知識	修士課程（博士前期課程）修了程度

- ※ 想定する講師のイメージ、要件
- ※※ 初級：経験年数 1～5 年*、中級：5～10 年、上級：10～15 年以上（スキル標準による定義）*経験年数は、エフォート率 30～50%を想定

1 企画の前に

研究にも 5W1H がある。何の研究を (WHAT)、なぜ (WHY)、誰が誰と (WHO, WHOM)、どこで (WHERE)、いつ (WHEN)、どのように (HOW) 行うのか。それらの要素の中には企画の大切なヒントとなるものが含まれているはずである。

このうち、何の、なぜ、の 2 要素によって、研究の種類を分類することができる。どのように、を加えた 3 要素に着目した分類の場合もある。研究プロジェクトの企画に取り組みにあたり、まず、この点を考えてみる。

1.1 研究の動機と成果

なぜ研究するか、何のために、何を目指して研究するか。研究には動機がある。また、研究の結果として生まれる成果はどのような効果を生むのか、何の役に立つのか。

純粋な真理探究を目指す研究もあれば、具体的な現実の課題の解決のため、あるいは新しい製品創出など、成果が実用を狙った研究もある。真理探究か否か、実用狙いか否か。これらを直交する 2 つの軸とみなし、研究を 4 つの象限に分類を試みたのが図 1-1 である。

(参照先 : Stokes, D.E., *Pasteur's Quadrant*, 1997, p.73, Figure 3-5) [39]²

図 1-1 パスツールの座標

縦軸は基礎的な真理探究動機の有無、横軸は実用性意図の有無を示し、真理探究動機はあるが、実用性を意図しない第 2 象限を「ボア型」、その逆の第 3 象限を「エジソン型」、双方の特徴を持つ第 1 象限を「パスツール型」と分類している。この図式は、基礎研究から始まり、応用研究、さらに実用化をもつばらの目的とする開発という一次元のモデル (リニアモデル) に対する批判から考案され

² []は参考文献の番号を示す。以下同様。

たものである。つまり、研究には複数の動機や目的があり、それらの濃淡によっていくつもの研究類型がありうることを示している。また、研究を逐次的なステージで捉えることについての批判も含まれている。

研究の進め方については、伝統的なディシプリンに基づく新分野開拓を図る方法もあれば、複数のディシプリンからなる研究チームを臨時的に構成し、問題解決的に研究を進める方法もある。Gibbonsらは、前者をモード1、後者をモード2の研究と呼び、これらに対比的に捉えることで、後者の取組みの重要性が高まっていると主張している。[40]

研究やその推進手法についてのこれらの分類は、これから新しい研究プロジェクトを構想していく過程で常に意識しておいて損はない。目の前にいる研究者の頭の中はどちらを向いているのか。その研究シーズを求めてやってきた外来のパートナー候補はどうなのか。誰と誰は同じ方向か、誰は違うか。どう組み合わせるとエンジンがかかりそうか。プロジェクトのパーツとなる研究活動や研究者の位置づけを考える際に大いに役立つはずである。

1.2 研究者のライフサイクル

研究プロジェクトを担う研究者はどのようなプロフィールなのか。大学における研究者の代表例として、ファカルティに属する教員を考えてみる。

図1-2は、大型の施設・設備を用いる工学系などの研究室を率いる教員の成功モデルの例である。ここでは40歳初期の教授就任から65歳での退職までの25年間のライフステージをモデル的に描いたものである。成功モデルであって、すべての教員がこうとは限らないし、大学、専攻分野、個々の教員ごとに差異は少なくないだろうが、研究プロジェクト企画を考える立場からの理解のためのモデルと考えて欲しい。

准教授時代、あるいは学外の研究機関在職時代から、科研費を間断なく獲得、その分野での評価も高まりつつある中での研究室開設。初期の5-10年の主な研究費は科研費であり、時折り、施設整備などの予算が回ってくる。施設整備・装置購入予算は学内競争が激しく、これを獲得することは学内での評価が高いことを意味することが少なくない。また、科研費は全国ベースでの評価と連動していることは言うまでもない。

こうした継続的な研究努力と業績の積み重ねの後、やがて機会を得て、上位レベルの科研費の獲得に成功する。多年度にわたるまと

まった金額の研究が推進でき、業績も大量生産される。研究を支える研究室メンバーも増加し、学生・院生のほかに、ポスドク、企業派遣研究員など、多様な若い研究者を抱えることになる。研究室に依存する研究者を維持するためには、人件費をまかなえない研究費や、切れ目のある研究費だけでは、問題がある。円滑な研究室維持のためには安定的で切れ目のない人件費、充満可能な研究費の受け入れが必須の課題となる。これは多くの場合、企業からの受け入れ研究費（共同研究費、受託研究費、寄付金）が充てられる。この段階では、科研費に加えて、何らかの民間資金が必要になる。

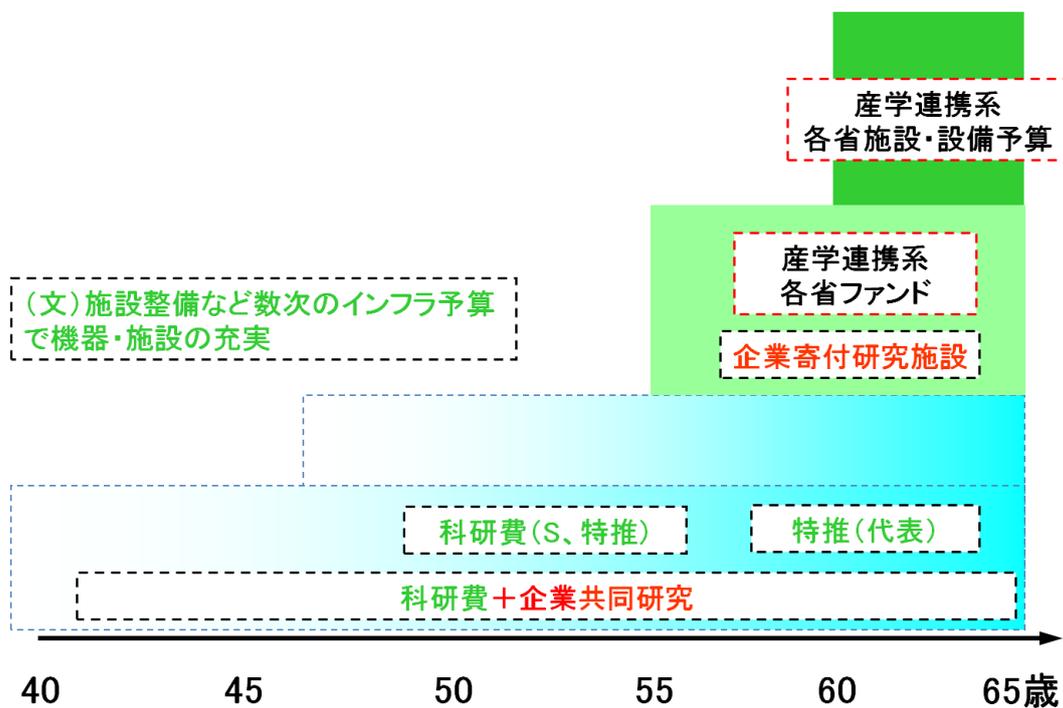


図 1-2 大学研究者のライフサイクル・イメージ³

逆に、初期から民間資金をメインに運営するのはどうか。研究室運営の財政的面からみれば、融通性が高い民間資金メインでの運営は楽だと考えられる。研究規模が比較的小さな研究分野ではそれで不都合がないということも言えるかも知れない。一般には、研究規模の観点からも、また、研究費を拠出する民間側からみた研究シーズや研究能力の魅力度からも、科研費などの公的・競争的資金への

³ 施設・設備を多用する大型研究室を構築することに成功した複数ケースを一般化したモデル。必ずしも成功ケースのすべてがこのようなモデルに合致するとは限らない。

依存度が低いケースは考えにくい。

大型科研費の獲得に成功し始める後半に入ると、一気に各種の資金流入がみられる。各省のそれぞれの政策目的に応じた研究推進制度からの研究費や施設・設備費、企業からの研究費や施設・整備費である。これらには、通常、明確な成果目標とタイムラインが設定されている。つまり、研究プロジェクトである。この段階では研究室メンバーはさらに急増し、直接に研究に従事する者以外に、種々のマネジメント人材が必要になる。これまでの大学では必ずしもプロジェクト・マネジメントのサービスは準備されていなかったため、研究室でそうした人材も抱える例がみられる。研究室の人件費はかなり膨らむことになり、企業等からの受入れ研究費や寄付金が安定・持続していなければ運営はむずかしい。

また、学生・院生の研究のためには、科研費のような発表・公開の自由度のある研究費は必須であり、企業や各省の政策目的別研究費だけに依存することはできないのは引き続き同じである。

大学が研究プロジェクト推進チームを投入する必要性の観点からは、このモデルの後半が主な対象時期であると考えられることができる。前半については、大学によっては何らかの支援措置（いわば育成支援）をとる場合もあるにせよ、個々の教員の自律的努力によって実績が積み重ねられる時期である。

以上が、研究プロジェクト企画の対象となる研究者の選択について的一般論である。大学、専門分野、学外との関係などにより、リサーチ・アドミニストレーター組織がどこまで関与するかは異なると考えられ、それぞれに応じた対応が必要ではあるが、いずれにしても、対象研究者のステージについては十分な検討と、一貫した方針を持っておくべきであろう。

1.3 大学と研究空間

研究プロジェクトは、大学における日常・定常的な研究活動とは異なり、達成目標と期間（さらに、予算、参加者と分担、発注元あるいは最終評価者）が決められた上で取り組む有期の研究活動である。大学教員には、日常の教育・研究活動もあるから、二足のわらじということになり、その切り分けも課題である。自らの時間やアタマの切り分け以上に重要なのが、研究スペースと研究の看板、つまり研究空間である。研究の看板とは、大学内のどの研究組織の傘の下に研究プロジェクト・チームを収容するかということである。

看板については多くの大学では既に何らかの組織や制度を用意している。国立大学時代の地域共同研究センター（地共）、学内共同研

究施設（学共施設）、VBL（ベンチャービジネスラボラトリ）や産学連携研究のための施設がそれに相当する。ある分野に特化した共同研究組織を持つところも多数ある。それらの汎用的な施設にはある程度のスペースが確保されていて、プロジェクト型の研究活動に提供されている。

それらの看板の下に入れられない種類の研究プロジェクトはどうするか。施設運営の趣旨に合わない、たとえば純粋科学の研究、対象分野外の研究など。あるいは、趣旨は合致したとしても、規模が大きすぎるとか、セキュリティが甘いなどの問題が生じる場合もある。既に入居しているプロジェクトで満室状態であり、これ以上の受け入れがむずかしいということもある。

大学や研究者によって異なるだろうが、大学においては研究スペースは何よりも貴重な資源である。研究費や研究人材を確保することは仮に努力して成功したとしても、研究スペースを学内に確保することは、なまじのことでは実現できないし、研究者の努力だけでどうなるものでもない。大学自体、研究スペース・マネジメントを明らかにしているケースも少なく、どうすれば研究スペースを得られるのかわからないこともある。ひどい場合には、既得権益や発言力による占有が横行している場合もないとは言えない。

これを逆からみれば、大きな研究プロジェクトを立ち上げる意欲と能力のある研究者や研究集団に対して、最も効果的な奨励ツールとして活用できるということである。大学が期待する研究プロジェクトには研究スペースを与え、終了すれば直ちに返還する⁴。たとえば、そのような運営が可能な研究スペースが確保されていれば、大学全体から見た研究プロジェクト・マネジメントは非常にやりやすくなるはずである。

大学全体の研究戦略を考える際、選択的資源投入としての研究スペース・マネジメントの占めるところは非常に大きい。適切な研究スペース・マネジメントなくして、大型の研究プロジェクトの企画・運営は考えにくい。

1.4 外部資金の性格

研究プロジェクトに必要な資金の性格についても考えておこう。

大学の研究活動にはさまざまな種類の研究資金が活用される。多種類の資金があるということは、それぞれ、目的、求める成果、期

⁴ 大学教員には基礎的な研究スペースは与えられているから、それで不都合はない（はずである）。

間、用途などの要素が多様だということである。当初に決められた要素が最後まで一切の変更が認められないものから、変更にかなりの自由度があるものまで、柔軟性についてもさまざまである。研究マネジメントに当たっては、この点についての十分な理解が必要である。

図 1-3 では、資金拠出元が持つ目的について、学術性と有用性の 2 つの軸で考察している。たとえば、科研費は学術振興のために投じられるものであり、必ずしも何らかの社会的課題の解決を求めているわけではない。もちろん、分野によっては、有用性の観点も審査評価に加味されるかも知れないが、それは二義的であると考えられる。

同じように公的支出であっても、文部科学省以外の各省が研究活動に支出する資金⁵は、必ずしも何らかの政策目的の実現を目指しているものである。必ずしも高い学術性を求めるものではなく、現実の政策課題を解決してくれるものを対象としている。企業からの研究費（受託研究、共同研究）は、当然、企業目的に沿って支出される⁶。企業が大学と共同で公的資金による研究活動をするケースも少なくないため、この 2 つの領域は重なる部分がある。

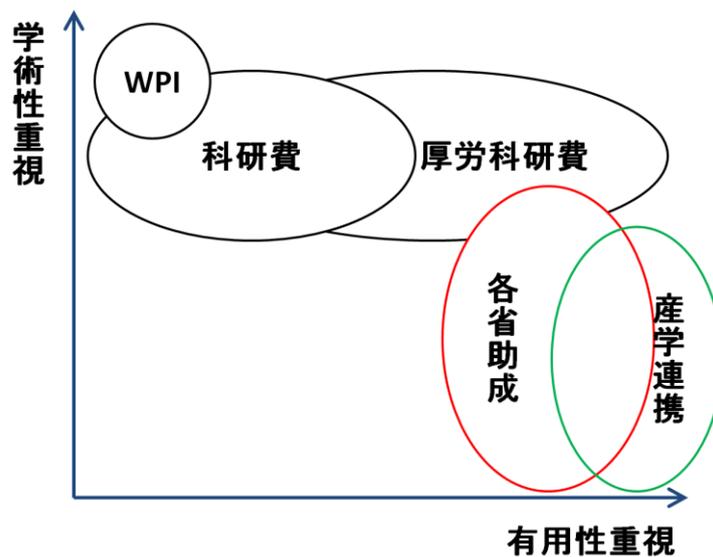


図 1-3 外部資金の性格⁷

⁵ 科学技術関係経費の順に、経済産業省、厚生労働省、農林水産省、総務省、国土交通省など。

⁶ 対価性のない寄付研究費（奨学寄付金）は別である。

⁷ 個々の位置づけには異論もあるかも知れないが、資金の性格を考

どの制度がどのような性格の研究費を用意しているのか、政府機関や企業のそれぞれが、何のために研究費を支出しようとしているのか。これについて見極めておき、研究プロジェクトのどの段階でどの研究資金を獲得していくことで、円滑なプロジェクト運営ができるのかを計画する必要がある。

文部科学省の支出する資金については、学術振興・研究推進のほかに、大学機能の高度化や制度改革などの政策目的に即したものがある。他省の資金とは異なる二重性である。この点についても理解しておくべきである。

図 1-4 では、学術研究としての重要性か、大学の機能強化や制度改革を重視するかという 2 軸で考察を試みている。研究マネジメントの立場からみると、学術性の高いものは、個別分野に着目しての対応（いわばミクロ、またはセクター対応）が必要になる。研究面での全学機能強化や制度改革については、全学的な取組み（いわばマクロ対応）が必要である。それぞれの研究マネジメントを進めるに当たっては、それぞれに適したスタッフ、学内あるいは研究者の合意形成の仕組み、プロセス、スケジュール、意思決定など、異なる点があるはずである。それらを十分に意識しておくことが大切である。

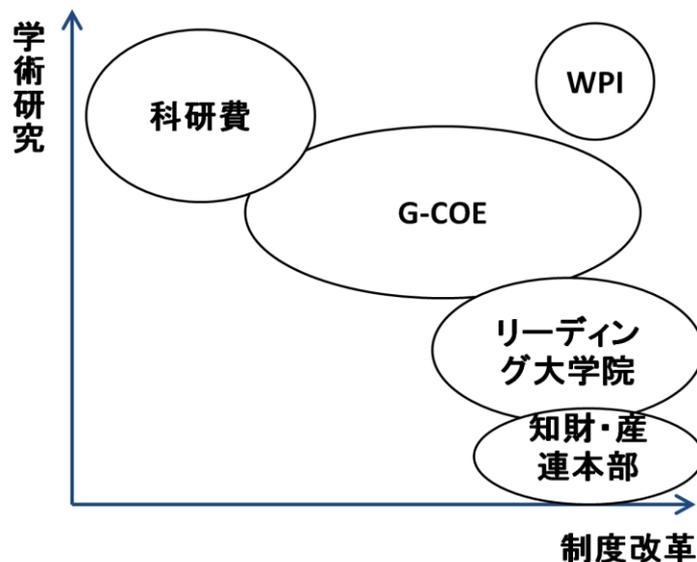


図 1-4 文部科学省の各種予算の性格⁸

える軸として理解してほしい。

⁸ 個々の位置づけには異論もあるかも知れないが、資金の性格を考える軸として理解してほしい。また、この図は文部科学省の見解で

1.5 情報の意味

もうひとつ、研究マネジメントにとって忘れてはならない重要な要素がある。さまざまな構想立案や行動選択に当たって、どのような情報に立脚するかである。情報が無いままに走り出すのは論外としても、あいまいな情報、不十分な情報、古い情報、操作された情報に基づいた意思決定は、コスト・時間・機会の無駄となったり、誤った決定を引き起こしたりして、危険である。

正確な情報、判断するのに十分な情報、たった今生じた新しい情報、操作された可能性を排除できた情報は貴重である。それでは、どのようにして情報を収集するか。

情報は原始取得が原則である。情報の発生場所から伝播を繰り返すたびに、歪みや操作可能性が入る。おまけに時間遅れも生じる。原始取得、つまり情報の発生源から直接に取得することによって、そのような不都合を排除できる。それが何とか可能であるなら、常にその努力をしなければならない。しかし、誰でも、いつでも、それが可能とは限らない。その場合はどうするか。

できるだけ、原始取得から距離のないところで情報取得をこころがけることである。しごくあたり前のことではあるが、是非、実践してみしてほしい。この逆のケースを考えてみよう。何かの報道に接して、自分の手がける研究プロジェクトに関係しそうなら、どうするか。近くにいる誰かに何か知っているか聞こうとするのではないか。その人間が何かを答えてくれた時、それが正しいかどうか、どのように判断するだろうか。自分が想像していたものに近かったからといって、安心して受け入れていないだろうか。もしかしたら、その人間もあなたと同じように考えて答えただけかも知れない、ということはないだろうか。この種のことは仲間同士ではよく起きる。集団的なバイアスや何らかの潜在的な期待（や不安）がノイズ源となっているわけである⁹。

政策の公開情報、説明資料、説明会は、当然、参加・収集するとして、その後の扱いにも注意が必要である。政策そのものはもちろ

はない。

⁹ 報道をみて、ウチの大学だけ出遅れた！とあわてたことはないだろうか。実はあわてる必要はないのかも知れない。出遅れてはいないかも知れないし、あわててつかむとカスかも知れないし、そもそも報道内容が正しいとは限らない。もちろん報道が正しい場合もある。いずれにしても、確実な情報を得るのが先決で、不確かな論評はバイアスやノイズを増幅するだけである。

ん何らかの政策意図に基づいて策定されている。その公開や積極的な説明は、政策の普及・推進のために行うものである。自らが抱える研究プロジェクトや構想と政策がどのように関係するか、あるいは制度改革関連の政策（制度改革もの）の場合は、大学の現状や目指す将来とどう絡むか。そうした観点から客観的に判断をしていく必要があるが、政策の普及・促進とぴったりベクトルが合っているかどうかについては吟味が必要である。そのためには、キャンペーン的な要素にあおられることなく、サイド情報や他校の様子も観察しながら、対応していくことが必要である。

政策情報についての留意事項をもうひとつ。政策は悠久不変ではない。むしろ、状況に応じてどんどん変化していくものであると考えるおこ。収集した情報を時系列で分析すれば、変化の内容や、そのベースラインにある方向性を理解することができる場合もあるだろう。ある時点での情報がいくら正しくても、いつまでもそれだけに依存するのは正しいインテリジェンスではない。

そんな苦心をして得られた貴重な情報をどう使うか。いつ、誰に伝えればよいのか。これもなかなかの難問である。微妙なニュアンスのある情報を正確に伝えるのはむずかしい。受け取った人間は情報の出所や入手プロセスについて詳細を知るわけではないから、情報の活用や第三者への開示についての配慮が十分に行われず、情報チャンネルに迷惑をかけることが起きないとは限らない。たとえば、企業との共同研究では、金額が大きくなるにしたがい、企業のクリティカルな事業活動との関係が深まる。関連情報の共有範囲や活用については十分な配慮がなされるべきだろう。

大学では広く関係者を集めた会議で情報共有を図る習慣がある。また、教育・学術研究を本務としている大学教員は、情報は公開が原則だという考え方がベースとなっている。それらは大学の本質に関わることであり、重要なことではあるが、大型の研究プロジェクトの企画・運営を目指すなど、別の配慮が必要な場合もあるかも知れない。大学の研究マネジメント制度の中で、疑いの余地がないよう、きちんと検討しておく課題である¹⁰。

¹⁰ 演習課題として、「産学連携研究組織の評価制度はいかにあるべきか」を考えてみてはどうか。評価の透明性や外部説明性の観点を重視し、多数のピアや、外部有識者を評価者として使用する大学は少なくないと考えられる。では、企業の立場に立って考えれば、小規模なおつきあいとしての共同研究ならともかく、事業活動に深く関わるクリティカルな研究をそこで共同実施しようとするだろうか。公共性の高い社会的機関である大学に存在している研究組織という

最後にひとつ。情報は情報でしか買えない。「高い情報」は高い情報でしか購うことはできない。「安い情報」で手に入るのは安い情報である。タダで手に入る情報はない。拾い食いは禁物である。

性格と、より大規模で真剣な共同研究を通じて研究内容の社会化を促進したいという考え方の両立をどのように図るべきか。大学や分野によってさまざまな方針がありえるだろう。

2 プロジェクト企画の手法

2.1 よく知られている理論・手法

研究プロジェクトの企画は、多様な分野での新しい研究という活動の性格上、ひとつひとつが固有な内容を持っているはずである。同じ研究が二度は実施されないとすれば、その企画作業も、厳密に言えば同じものが繰り返されることは二度とない。しかしながら、その中に何らかの共通性を見出し、得られた経験を蓄積、整理、体系化することで、次世代の研究プロジェクトの効率的・効果的な企画を容易にし、また、地域・組織を超えて知見の伝承が行われることが期待される。

大学における研究マネジメントについての研究はこれまで多くはないが、企業における活動については研究が進み、体系化も試みられている。研究活動を含む、企業活動については、20世紀後半から急速に研究が進んでいる。内外の多くの大学では、ビジネス・アドミニストレーションの教育課程（ビジネス・スクール、MBA 修士課程）が設けられ、さらに技術マネジメント（MOT）に専門化した教育課程を設けているところもある。

これらの課程での講義・演習あるいは研究指導の内容は、表 2-1 に示すように、研究プロジェクト企画にとって有用な内容が含まれている。現在の講義・演習は、多くの場合、企業におけるマネジメントを対象としており、そのまま、大学における研究マネジメントに適用できるかどうかについては、吟味が必要であるが、基本的な考え方の修得に関しては、これらの教育課程の内容は大きな意味があると考えられる。

「リサーチ・アドミニストレーターのための研修・教育プログラム」では、表 2-1 に加えて、大学マネジメント、研究事務、研究コンプライアンス等が講義科目として用意されている。これらも研究プロジェクト企画には重要な科目である。研究プロジェクト企画活動は、個別専門的な知見レベルを問われる業務というよりも、総合的で全人格的な能力を必要とするものであると考えられる。表 2-1 のリストにあるものも、企画活動に、より関係が深いという程度に考えるのが適当である。

以下では、研究プログラム企画の観点から有用と考えられる、主な科目・トピックスについて概説する¹¹。これらの科目に特に関心

11 「リサーチ・アドミニストレーターのための研修・教育プログラ

があり、また、業務上の必要がある者は、さらに、該当分野の文献自習や専門教育課程の履修をすることが望ましい。MBA/MOT 課程では、科目単位での聴講も認めたり、学外者向けの集中セミナーなどを行っている場合もある。

表 2-1 研究プロジェクト企画と理論・手法¹²

分類	主な科目・トピックス	関連スクール
経営・経済学	管理会計、企業経営のための経済学、産業論、企業価値（組織価値）	MBA
戦略論	競争戦略、グローバル戦略、戦略マップ、ビジネスモデル情報戦略マネジメント、ゲーミング、シミュレーション	
人材・組織論	人的資源マネジメント、モチベーション、キャリアプログラム、組織心理、リーダーシップ、ガバナンス、組織改革	
マーケティング	行動意思決定、ブランディング、市場コミュニケーション、顧客満足	
アントレプレナーシップ	ベンチャーファイナンス、起業プロセス、起業法務	
イノベーション	イノベーション、未来・技術予測、技術戦略マップ、技術ロードマッピング、知財マネジメント、標準戦略、産業クラスター、地域戦略、科学技術政策プロセス、制度改革	MOT
技術コミュニケーション	サイエンス・コミュニケーション、リスク・コミュニケーション、プレゼンテーション、研究・技術イベント、研究評価	
プロジェクト管理	ライフサイクル、チーム、スコープ、コスト、人的資源、予算、リスク管理、調達、情報管理、進捗管理、品質管理	
研究力分析	研究者データベース、研究力マッピング	

ム」の他科目に該当するものは、ここでは取り上げない。

¹² 分類と科目・トピックスの対照関係、MBA/MOT との対照関係は、大学によって異なる。また、科目・トピックスによっては講義・演習に存在しない場合もある。本表はひとつの目安である。

2.2 技術予測

技術予測については国際連合工業開発機関（UNIDO）が発行している技術予見（Technology Foresight）マニュアル[1]が網羅的な解説をしている。未来を予見するための方法としてこれまでに知られている 40 ほどのリスト（同マニュアルの Figure II、pp.120-121）を紹介している。これらの手法の分類として、（1）探索的手法か、規範的手法か、（2）定量的手法か、定性的手法か、（3）専門家による手法か、多数の一般人を用いる手法かといった視点を紹介している。個別の手法がこれらのいずれに該当するかについては、程度の問題であったり、両方の性質を併せ持っていたりするため、画一的な分類をすることが適切ではないが、手法を活用する上での参考になる見方である。

同マニュアルでは、これらの中から特に、デルファイ法、ブレイン・ストーミング、シナリオ・プランニング、クリティカル・テクノロジー、技術ロードマッピングについて詳説している。いずれもわが国で広く活用されている手法である。また、環境スキヤニング、SWOT 分析、イシュー・サーベイ、トレンド外挿、シミュレーション・モデリング、ジーニアス予測、専門家パネル、クロス・インパクト分析、AHP 分析、ベイジアン・モデル、形態分析などについて、簡単な紹介がある。

以下、同マニュアルが詳説する手法のうちの最初の 4 つについて略述する。技術ロードマッピングについては、次章で解説する。

2.2.1 デルファイ法

1950 年代に米国の RAND コーポレーションの OR 研究から生まれた。古代ギリシャで神託を受ける神殿のある場所に由来する名前として知られる。

デルファイ法では、参加者に回答を求める調査を 2、3 回繰り返す。2 回目以降は前回の調査結果を参加者に提示した上での回答を求める。前回と同一の参加者集団が、同じ設問について再回答することになる。参加者は前回の調査結果を見ながら自らの回答を修正する（または修正しない）ことができる。参加者集団による相互的な知見交換による効果を期待するもので、グループ法的一种と考えることができる。特徴として、前回の回答整理の結果は匿名化された内容として提示される。このため、参加者は「メンツ」を気にせず、前回の回答を修正することをためらうことは少なくなる。初期のデルファイ法では、実際に会合しての実施もされたが、何らかの権威や発言力の差などによるバイアスを回避する意味でも、現在では、会合はせず、匿名集計による方法が採られている。

この手法は、超長期予測であって、専門家の知見による以外には意味のある情報源がなく、予測する他の手法がない場合に採用されるものであり、20 - 30年の長期予測に用いるのがふさわしいと考えられている。1990年代以降、国単位での科学技術予測に多用されるようになってきている。

新規性の高い事象についての予測に適しており、また、短い説明で設問を理解できるような事項について活用することが適切である。長い説明や複雑な背景などについての了解が必要な事項については、たとえばシナリオ法など、他の手法を用いるべきであるとされている。この特徴から、主に、国単位あるいは世界単位での、科学、技術、教育関連の予測に用いられている。

(参照先：UNIDO, *Technology Foresight Manual Volume 1*, 2005, Figure XII, p.148)

図 2-1 デルファイ法の調査実施組織 ([1], Figure XII, p.148)

具体的な実施に当たっては、まず、調査の目的や使用可能なリソースを確認するとともに、デルファイ法が本当に適切な方法であって、他に選択はないかどうかを再確認することが推奨される。デルファイ法は図 2-1 に示すように、推進にあたる委員会、実行事務局、質問の配布・回収・整理と分析にあたる作業チームを動員する大がかりな作業となる。それに見合う成果を期待できるかどうか、事前によく検討すべきである。

米国で開発されたデルファイ法を、わが国では 1970 年代から科学技術予測に活用してきている。5 年ごとに調査が実施され、最新の第 9 回調査の結果は 2010 年に発表されている [2]。ドイツでは 1993 年、1998 年に調査が実施されている。この他、韓国、フランス、英国、オーストリア、南アフリカ、ハンガリーなどの例が知られている ([1], p.144)。

大学での研究プロジェクト企画におけるデルファイ法の活用について考えてみよう。

まず、国レベルでの調査結果の活用である。特にわが国の場合、約 40 年の長期間にわたり、定期的に調査実施するという実績があり、その結果は文書で広く公開されるとともに、セミナーなどの形での紹介も活発に行われている。実施にあたる科学技術・学術政策

研究所は文部科学省内に設置された機関であり、政策との連携についても期待されている。このような背景からも、研究分野にもよるが、調査結果の活用は大いに有効であると考えられる。

次に、大学における活動としてデルファイ法を用いることについてはどうだろうか。この手法は大がかりな作業となるだけに、簡単に実施してみるというわけにはいかないだろう。個々の研究プロジェクト企画ごとに実施するというのは現実的とは考えられない。しかし、他の方法では作業がむずかしい、何らかの長期的予測が必要であり、ある種の権威や影響力・発言力によるバイアスをできるだけ排除した調査を実施したい際には、応用も検討できるのではないか。たとえば、大学では長期ビジョンの策定、長期的な視点からの教育・研究に関わる制度改革、長期にわたるであろう新規部局やキャンパスの創設などを検討することがある。これらは学内（場合によっては学外も）の有識者委員会などでの議論での意思形成が図られる場合が多いと考えられるが、そのための参照作業として実施することもありえるのではないか。

2.2.2 ブレイン・ストーミング

もはや知らない者はないくらい普及した手法である。1930年代にオズボーンが創造的な問題解決の手法として紹介したとされる。必ずしも技術予測のためだけの手法ではないが、研究プロジェクト企画でも多用されるので、以下に UNIDO マニュアルの中から有益と思われる点を概説する（[1], pp.160-167）。

脳には多様な連想機能が備わっていることをベースにし、複数の人間を相互にやりとりできる状況を作ること、連想が飛躍的に拡大していくことを用いた手法である。右脳と左脳が同時に活動することで、脳の機能が最も高まるとされているため、ブレイン・ストーミングでは、そのための環境を整えることも大切である。たとえば、日常の執務環境とは異なるリラックスできる環境で行うことが推奨されている。

進め方は、(1) 準備、(2) ブレイン・ストーミング、(3) 評価の3段階となる。準備段階では、目的とトピックス、人数と含めるべき人間、いつ、どこでセッション開催について決める。目的と手段を混同したり¹³、あいまいな表現を避けなければならない。人数は多すぎると活発なセッションを行うことはむずかしくなり、数人から10人程度が適当とされる。提起される問題に直接に関わらない人間

¹³ 大学に限らず、組織における議論ではこの種のことが頻繁にみられる。

も入れておくことで良い議論が行える可能性が高まる。U字型の着席配置で、前にボードなどがあると良い。

実行段階では、(1) 批判や断定を避ける、(2) 組織内での地位や権限を離れる、(3) とにかく多くのアイデアを出す(質は問わない)、(4) 出たアイデアは次々に掲示、(5) 出たアイデアはすぐに評価せず、日時を置いて評価する等に留意することが大切である¹⁴。

モデレータは、(1) 冒頭に、問題とトピックスを説明(そして全員が携帯電話の電源をオフ)、(2) ルールを説明し、それを掲示、(3) 場を和ますためにユーモアのあるトピックス紹介、(4) 出たアイデアすべてを見えるように掲示、(5) アイデア出しを促進(他に何かないかと問うとか、アイデアが出たつどに謝意を示すなど)、(6) 結びで、謝意とセッションの成果が必ず活用されると述べるという役割を果たす。

ブレイン・ストーミングと関連して、ブレイン・ライティングやマインド・マッピングという手法も多用されている。ブレイン・ライティングでは、参加者は、あらかじめ渡された何枚かの紙片にアイデアを記入しておいて、セッション開始後にそれをボードの上に配置していく。それぞれのアイデアの関係がわかりやすく、重複するアイデアは参加者間で重要性が高いと考えられているものとして扱うことができる¹⁵。

(参照先：UNIDO, *Technology Foresight Manual Volume 1*, 2005, Figure XXII, p.167)

図 2-2 マインド・マップの例 ([1], Figure XXII, p.167)

¹⁴ この実行段階の 5 項目は、次のモデレータの役割 6 項目と併せ、MBA/MOT のセミナーなどでも活用できる手法である。そうした講義を受ける際には、上手な先生の運営スキルを学ぶ機会でもある。

¹⁵ 広く使用されているため、抵抗感は少ないと考えられるが、中にはこのような手法に消極的な研究者もいるかも知れないので、義務感などが先に立つようではブレイン・ストーミングとしては逆効果であり、進め方には留意する必要がある。なお、ブレイン・ストーミングの初期に、場の空気を盛り上げたり、お互いの距離を縮めたりする効果が期待でき、スタートアップのテクニックとしても使える。

マインド・マッピングは、ブレイン・ライティングをさらに発展させたものである。図 2-2 のように、白紙の中心に課題を書き、そこから関係するアイデアを線で結びながら付け足していく。成長する樹木状に、アイデアが展開される。脳は全体論的 (holistic) に機能すると言われており、それに即したやり方である¹⁶。

2.2.3 シナリオ・プランニング

第二次世界大戦中の米国の作戦演習から生まれ、RAND 社が民間企業への適用を進めたことで普及が進み、1960 年代には多数の企業で活用されていた。1970 年代に起きた石油ショックの際に、この手法を活用してロイヤル・ダッチ・シェルが他社に先駆けて対応できたことから、さらに注目度が高まった。

シナリオ・プランニングでは、未来の不確実な事項をいくつか選択し、それらの事項についての場合分けを行う。それらの組み合わせに基づいて複数のシナリオが設定される。たとえば、現在騒がれている医学のある新技術は 7 年以内に医学を変革しているか、それとも空騒ぎに終わるかで 2 つの場合。個人の健康情報の電子化が、効率的で個々の患者に適合した治療を 7 年以内に実現するか、それともプライバシー問題なので普及しないままかで 2 つの場合。これらの組み合わせの 2×2 で 4 つのシナリオをつくり、それに基づく検討を進める ([5], pp.86-92)。

¹⁶ このような作図を助ける PC 用ソフトも紹介されている。[3]

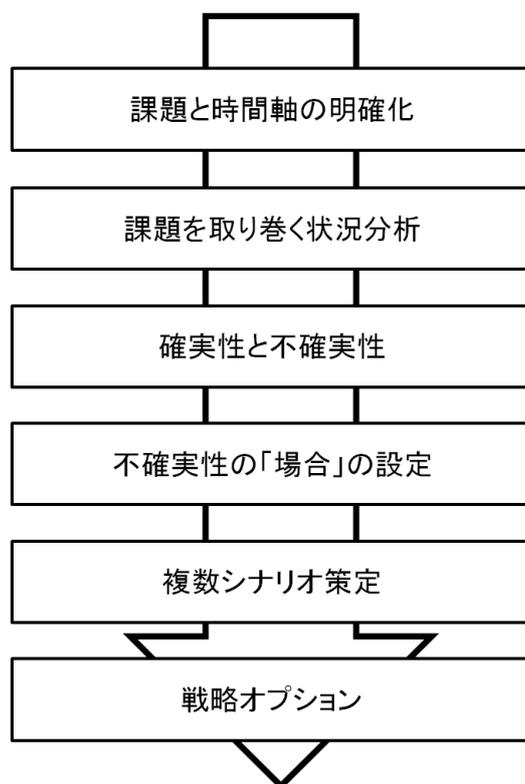


図 2-3 シナリオ・プランニング作業の流れ ([4],[5]を参考に作成)

図 2-3 にシナリオ・プランニングの作業の流れを示す。課題がどこからどのように提起されるかによるが、当該課題についての戦略を必要としている者や組織は、必ずしも明確な形で課題設定できているわけではない場合もある¹⁷。潜在的な課題も含め、それらを引き出し、明確化された形で共有するところから作業は始まる。個人インタビューやグループ・セッションなどの方法がとられる¹⁸。

次に、課題を取り巻く状況を調査し、課題に影響を与える要素をリストアップし、要素同士の関係性、要素グループがどのように課題に影響を与えるかを分析する。要素は多数あることが予想されるが、シナリオをいたずらに多数にしないためには、それらのグルー

¹⁷ 大学の制度改革から個別の研究構想まで、多くの場合、これがあてはまる。

¹⁸ 新しい政策を提案する際にもこの手法が活用される。審議会や報告書の形で公になる前には、この種の何らかの準備作業が行われる。大型の研究プロジェクトを構想する際には、そうした活動に関与していくことも重要である。概算要求がされた時点では、政策策定プロセスはほぼ完了しているとみてよい。

ブ化や影響の重要度などの分析が必要である。続いて、確実性のある要素と不確実なものを分別し、それらの組み合わせに基づいて複数のシナリオ策定を行う。

シナリオ・プランニングは主に経営戦略策定のツールとして発展してきたが、未来における不確実性を織り込んだ戦略策定という観点から、研究プロジェクト企画にも活用できるものである。たとえば、社会・経済が解決を求める課題を扱う研究プロジェクトの場合、研究活動を取り巻く社会・経済の状況がどのように変化していくかという不確実性や、いつ、どのような研究成果が生まれ、いつ、どの程度の実用化と社会・経済的効果を持つかという不確実性などもある。また、この二つの不確実性は相互に影響しあうものでもある。課題解決をアピールする魅力的な研究プロジェクトを企画するには、それらの点に留意することが重要である¹⁹。

2.2.4 クリティカル・テクノロジー

科学技術予算など、限られた研究資源を用いて最大限の効果を得るためには、研究活動の優先度評価が重要になる。科学技術政策の推進を図る主要先進国では何らかの形で科学技術や研究活動の優先度評価を行い、資源投入の対象の絞込みを行っている。

1980年代後半の米国では、他の先進諸国と民生技術分野での競争が激化する一方、民生技術と軍事技術の境界があいまいになり、民生技術での競争優位の維持が安全保障上の課題として強く意識され始めていた。1990年に米国議会は、国家重要技術報告（National Critical Technologies Review）を作成するため、国家重要技術パネル（National Critical Technologies Panel）の設置を決めた。報告作成作業はRANDコーポレーションが実施し、1998年に第4次報告が作成された[6]。

同様の作業は、わが国を含め、他の先進国でも実施されており、例えばフランスでは1990年代半ばから作業に着手し、2005年を目標年次としたキー・テクノロジー報告を作成した。この作業は数年ごとに繰り返し実施されてきており、最新のものは第4版で2015年を目標年次としている[7]。

では、クリティカル・テクノロジーとは何か。UNIDOマニュアルでは、(1) 明確な成果を生むものとして政策対象となりうるもの

¹⁹ 課題解決型の研究プロジェクト申請書には、いつ、どのように、どの程度の課題解決が図られるかを記述する欄がある。根拠が乏しい、研究者の推測や単なる希望を述べたに過ぎない記述では高い評価を得ることはできない。

(研究開発段階から実用によって政策課題解決を実現できるもの)、(2) 格段の差別化(単にもてはやされているとか、多数の技術を単純に集めるだけで実現できるものは除外する)、(3) 採択判断に再現性があること(作業に参加しなかった者が同様の作業をした場合に同様の採択結果に至ること。このためには、作業に透明性があり、ゆらぎのない強固なものであり、公衆に対して説明可能なものであることが必要)と説明されている。一般世間がもてはやしている技術を排除するのは躊躇があるかも知れないが、そのような判断は適切ではない。また、自国では重要技術とされていたとしても、他国から容易に導入可能であるなら、リストに含めるのは避けなければならない²⁰。

(1) と (3) は、国家予算などの公共資源を支出する根拠となるベースを作成する場合に重視されるべきものであると考えられる²¹。

公表されたクリティカル・テクノロジー文書は、それに基づく公的資源投入が期待される分野と言うことになり、研究プロジェクトを構想するにあたって重要なガイドラインとなる²²。

大学全体の研究戦略を立てる際には、自ら学内でのクリティカル・テクノロジー作業を進めることも有用である。選択的に研究資源投入を行う戦略的行動のため、自らの大学が、目標年次までに期待する、あるいは期待できるクリティカル・テクノロジーを決定するプロセスである。この際には、上記の(1)から(3)までの留意事項がすべて該当する。

作業プロセスを図 2-4 に示す。第 3 段階の技術選択が全体の成否を左右する。候補リストの中から、優先度評価の高いものとして選択されたものは、いわば勝者であり、今後の研究資源の優先配分が期待できる。研究者やその周辺の関係者は強力な運動をする可能性

²⁰ [1], p.195

²¹ 研究者は当然ながら自らの活動の優先度を主張する。いわゆる権威、発言力、学会や産業団体、その他の組織も影響力を行使しようとする。それらには社会的課題の明確化に重要な情報も含まれており、どこまで採用し、どこまで許容するかも作業上の重要な課題である。

²² 前注にある影響力の完全な排除はむずかしく、公表文書には多かれ少なかれ何らかの妥協が含まれる。どれがそれに該当するか、それは資源投入もやむなしとされるものか、メンツを立てる記述のみにとどまるものかなどを判別しながら読解することも、企画活動には重要である。

がある。このような外圧をどのように処理するかには工夫が必要となる。

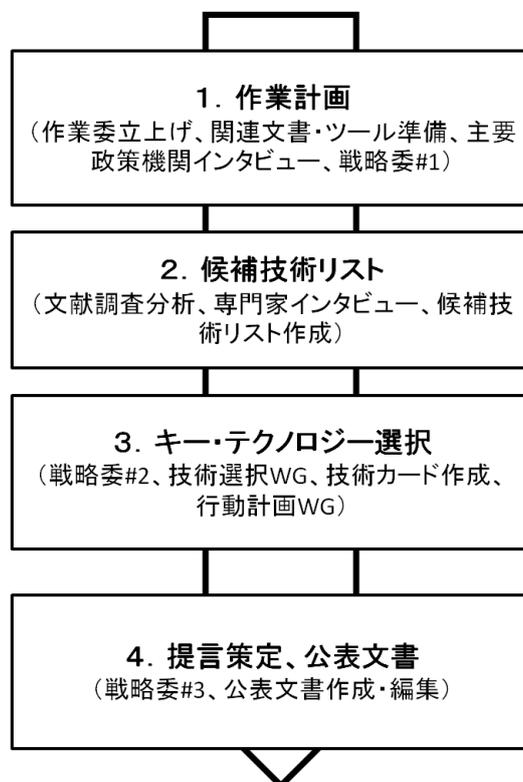


図 2-4 クリティカル・テクノロジー作業プロセス
([7], p.7 の図をもとに作成)

優先度評価には、その前段階で検討・決定された指標に基づき、投票が用いられることが多い。指標としては相互に独立なくつつかの評価軸が用いられる。例えば、国連大学のミレニアム・プロジェクト²³では、重要性 (importance) と実現可能性 (likelihood) が用いられた。オーストラリアの科学産業研究機構 (CSIRO)²⁴では、魅力 (attractiveness) と実現可能性 (feasibility) が用いられた。

²³ 報告書の最新版は、Glenn, J.C., et al., “2012 State of the Future”

²⁴ The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, <http://www.csiro.au>

(参照先：UNIDO, *Technology Foresight Manual Volume 1*, 2005年, 図 XXIX, p.199)

図 2-5 優先度決定のスキーム ([1], Figure XXIX, p.199)

図 2-5 は CSIRO が採用した優先度決定のスキームである。個別の評価指標は、経済・社会ベネフィット、科学・技術オポチュニティ、研究・開発ポテンシャル、経済・社会ベネフィットを吸収できる可能性の 4 つにまとめられ、さらに 2 つの評価軸である、魅力と実現可能性にまとめられている。評価者は、個々の技術を、各指標について 5 段階評価を行う。これを前述のスキームにしたがって整理する。その結果をもとに、クリティカル・テクノロジーを選択する概念図が、図 2-6 である。

(参照先：UNIDO, *Technology Foresight Manual Volume 1*, 2005, 図 XXX, p.200)

図 2-6 魅力＝実現可能性の分析 ([1], Figure XXX, p.200)

2 つの評価軸で技術を位置づけ、右上の部分に位置するものをクリティカル・テクノロジーと判定するものである。左上の部分は、高い魅力を持ちながらも、実現可能性が乏しいとされる一群の技術が分布する。これらについては、さらに専門家の議論により、魅力がどの程度の高さであるか、実現可能性を高めることが可能かどうか、それにはどのような方策があるかなどを検討する。その結果によっては、クリティカル・テクノロジーに採択することもありうる。このように、集計結果によって機械的な判断をするのではなく、さらに検討を経てクリティカル・テクノロジーの決定が行われるべきである。ただし、この過程で何らかの外圧が働いたり、恣意的な判断が介入することは避けなければならない。透明で、公開可能性があるものとして運営されるべきであることは他と同様である。

2.3 競争戦略

社会には戦略というワードがあふれていて、何となくわかったような気にもなっているし、もはや考えたくも聞きたくもないという気分になるかも知れない。経営学の講義には必ず組み込まれているし、専門書から啓発本まで、多数の著書がある。以下では、このような大きな分野を簡略に解説するなどという無謀は避け、一般に多く読まれていると思われる教科書的な著書から、研究企画の基礎として有用と思われる点をノートしておくこととする²⁵。

経営学の分野には講義が上手で話もおもしろい先生が多い。数分に一度ずつ教室を沸かせないのがまんできないという職業病なのではないかと思うくらいである。著書にもそうしたひねりが満載である²⁶。

コッチ (Koch) は著書の冒頭で、(1) ビジネス戦略について理解している人は実はごく少ない、(2) でも、ビジネス戦略はそれほどむずかしいわけではない、(3) ビジネス戦略の考え方自体は、楽しく、直感的に理解でき、有益だ、(4) ビジネス戦略を活用すれば成功し、幸福にもなれると説明している ([12], p.9)。

なかなかの名言である。眉間にシワを寄せ、深夜まで口角泡を飛ばすのは戦略議論ではないと言われているようでもある。アタマが創造的に回転し、あらゆる方向に転がっていけるように、楽しく考えたい。そう思わせるものがある。

ところで、この「ビジネス」の部分「研究」に置き換えてみると、たいへんよくあてはまるのではないか。少なくとも (4) の幸福までは保証するものではないにしても、それ以外はあたっているようである。

2.3.1 3種類の戦略

ポーター (Porter) は、「戦略とは、他社とは異なる活動を伴った、独自性のある価値あるポジションを作り出すこと」と定義している²⁷。図 2-7 のように、ひとつの業界内の競争を形作っているのは 5

²⁵ 研究マネジメント業務の基礎教養として目を通すなら、競争戦略の原典とも言うべき [9] を読み、わかりづらい場合は [12] の Lesson1 から 4 までを通読することを薦める。続いて [14] の第 1 部、忙しければ第 3 章と第 4 章を、大学での研究マネジメントの現実を考えながら読めば、得るところは大きい。

²⁶ もちろん例外もある。

²⁷ [8], p.90

つの力である。その中であって、ポジションとは、業界での競争における自社の位置づけであり、ポジショニングとは競争における有利な立場を築くことである。先述の定義の前段の部分、「他社とは異なる」とか、「独自性のある価値」あたりが鍵になっているということはわかる。

(参照先：ポーター『競争戦略論』I及びII，ダイヤモンド社、1999年、図2.1, I巻、p.34(原典：Porter, M.E., *On Competition*, 1979)

図2-7 ポーターの5つの力 ([8], I巻、p.34)

企業が採用できる戦略には、(1) コストリーダーシップ、(2) 差別化、(3) 集中の3種類がある²⁸。コストリーダーシップを確保するためには、圧倒的なシェアか原材料の入手の容易性が必要である。差別化は、顧客からみて重要だと考えられる要素について、その企業だけが実現できている状態をいう。サプライサイドが差別化していると考えても、顧客がそう考えなければ失敗である。研究開発で優れた新技術を創り出したとしても、それだけでは顧客は評価しない。それが顧客満足に関わる重要な要素となり、他社には実現できない場合に差別化は成功したことになる。(1)と(2)がいわば競争の方法論であるのに対し、(3)は市場内で、特定の顧客や地域に集中するか、特定の製品分野に集中する戦略である。

コストリーダーシップは業界内で圧倒的なシェアを持つ企業だけが採用できる。その他の多数の企業は、それ以外の戦略をとるしかない。差別化は市場の全体、顧客のすべてを獲得することはむずかしい戦略である。集中はそもそも市場全体を対象としていない。このため、これらの戦略を採用することについての躊躇が生まれる。あるいは、その戦略をとっていたはずが、ある程度の成功をみたあたりで市場全体を対象とすることについて目を奪われ、戦略の失敗やコストカットの泥沼に陥ることもある。

大学あるいは大学における研究活動という「業界」にも、以上の議論が応用できるところがある。学生数あるいは総予算規模といった数字で市場シェアを考えてもよいし、総研究費規模や科研費獲得

²⁸ [9], p.56 他

額でシェアを考えてもよい。研究分野は多岐にわたるので、いわば研究市場における「商品」の種類は多様であると考えられる。

その中で、大学単位での研究戦略をどのように策定するか。コストリーダーシップがそのまま該当する戦略はみつからないが、同様の研究内容ならその大学が選択されるとか、研究市場を支配する新しい制度やルールを作る力を持っているとか、そのような大学はいくつかあるのではないか。

そうでない場合は、差別化か集中という戦略をとる可能性が残されている。その場合には、シェアの力による戦略の誘惑に負けないようにする必要がありそうだ。

大学単位ではなく、何らかの専門分野の中での研究者や研究集団がとる戦略についても同様に考えることができよう。また、世界規模での競争についても応用できる。

研究プロジェクト企画や、研究集団の拠点化を構想していく際にも、限られた資源の中での競争であり、競争戦略論の発想も参考になるだろう。

2.3.2 競争戦略とクラスター

立地政策やクラスター理論には長い歴史があるが、ポーターは競争戦略の応用としてクラスターの重要性を説いている²⁹。わが国でも、港湾・空港・道路のようにハードウェアとしての産業インフラ整備と成長産業集積に重点を置く立地政策の時代から、研究活動や技術人材育成のような知的活動と連携する政策に転換し、先端産業が競争しつつ連携するクラスターの成長に関心が高まった。

経済産業省は2001年から産業クラスター計画を、文部科学省は2002年から知的クラスター創成事業を推進した³⁰。いずれの場合も大学や公的研究機関が重要な役割を果たすものと位置づけられており、産業集積に大きな成果を生んだもの、その後の持続的な地域クラスター活動につながったものがみられる。

クラスターは距離的に限られた範囲での集積や連携活動のみを意味しているわけではなく、距離的に離れているものであっても、緊密な連携関係や競争関係があるものについてはクラスターとして取り扱うことができるとしている。製造業や情報産業のバリューチェーンが国境を越えて拡大している中では、多国籍型のクラスターも注目される。

²⁹ [8], 邦訳 II 巻, pp.65-204

³⁰ [13], pp.32-38

今後、大学や公的研究機関が、ある分野のクラスターの中核となる研究活動のハブとして機能させていくことがますます重要になると考えられる。既に欧米の有力大学にはそうした拠点がいくつもみられる。わが国でそのような研究拠点を構築していく上でも、クラスターと競争戦略の観点は参考になる。その際、拠点周辺地域に閉じた短距離のクラスターのみならず、国境を越えたクラスターの考え方も重視すべきであろう。

2.4 イノベーション論

戦略と同様、イノベーションもこのごろ世に流行るもののひとつである。MBAの教程にも必ず入っている³¹。その余裕がない場合でも、世の中にはあふれるほどの関連図書がある³²。

2.4.1 イノベーションとは

イノベーションの元祖と言うべきシュンペーター (Schumpeter) は、イノベーションを「新しいものを生産する、あるいは既存のものを新しい方法で生産すること」と説明しているそうだが、これだけでは格段のこととは思えない。しかし、続いて、「いくら郵便馬車をつらねても、決して鉄道にはならない」というように、過去の延長ではなく、非連続的な現象を重視したとされる³³。

日本語では技術革新と訳された時代があったため、必ず技術と関連するものであるとか、技術こそがイノベーションを生み出す源泉であるとか、考えられたこともあった。工学を基礎とする産業技術が力を持つ、製造業の時代が続いたこともその背景にあった。

その後、ビジネスモデルの革新とか、デザインのような感性に基づく革新、情報分野における科学技術とビジネスモデルの重畳効果による企業的成功など、科学・技術以外の要素によるイノベーショ

³¹ 2単位の講義を22時間半しっかり聴いておけば、もう怖くない。その価値もあると思う。

³² 1、2冊でなんとかしたいという場合には、[20]の第1, 2, 3, 14章で基礎知識が得られる。同書は幅広い項目を扱っていて、ハンドブックとしても使える。クリステンセン (Christensen) の著書は、最初の世界的ベストセラー[16]がやはりお薦め。[19]には、[16]の基となった論文(第1章)から最新のものまで収録されている。同書の編集部は、第13, 15章を特に推奨している。[15]はわが国の企業におけるイノベーションのケースを描いていて興味が尽きない。

³³ [20], pp.2-3

ンの例を多くみるようになるとともに、技術革新という単語が、イノベーションに置き換わるようになってきている。技術開発競争で勝って、ビジネスで負ける、あるいはイノベーションの波に乗り損ねるという「？」な表現も、別におかしなことではないと理解されるようになったと言える。

2.4.2 ナショナル・イノベーション・システム

OECD（経済協力開発機構）が作成したイノベーション戦略報告によれば、先進各国は、新たな経済成長を牽引し、抱える社会的課題を解決するための重要な要素として、イノベーションを切実に求めている[21]。

他方、イノベーションが起きる環境として、国レベルでの制度・歴史的背景・社会的慣行・インフラなどが重視され、これらをナショナル・イノベーション・システムとして捉え、イノベーションを推進する方策を探ろうとする動きもある。そこでは、産業、大学、政府が基本的なプレーヤーとなり、それぞれの役割を果たしながら連携することで、国、あるいは地域レベルでのイノベーションを起すことができると考えられている³⁴。

OECD 報告では、イノベーションの推進を各国が重点政策として位置づけることを推奨し、その内容として、科学政策の枠を超えた広範なイノベーション政策の採用、基礎的研究の推進、知財政策の充実、社会の構成員全体に対する教育訓練、市場メカニズムの改善、ICT（情報通信技術）と政府の役割、イノベーション政策の効果やインパクトの測定評価などを挙げている。

大学における研究のすべてではないにしても、イノベーションに関連する研究活動は、このような国内・国際コンテクストの中で資源配分が行われると予想される。自らが扱う研究プロジェクトが、それらのどこでどのようにプレーヤーを演じるべきかについても、よくよく考察しておくべきであろう。

イノベーションは科学技術だけが源泉ではない。また、優れた科学技術上の成果があったとしても、市場や制度を通じて社会を動かすに至るには十分ではない。産業サイドの経営上の創意工夫やリスクを負った投資、制度改革や促進措置をとる政策など、産学官の連携プレーが必要になる。医療・福祉、環境、食糧、通信、交通、都市インフラ、社会的セキュリティ。いずれの分野を想起しても、科

³⁴ [20], pp.14-15。米国における状況については、[22]の第1章「技術革新における米国の研究大学の貢献」を参照。

学技術的成果に留まらない連携活動の重要性は明らかである。科学技術研究と同時に、制度・社会的な研究、企業経営と連携した戦略研究においても、大学の役割は大きい。

2.5 プロジェクト・マネジメント

プロジェクト・マネジメントは長く活用されているものであり、解説書も多く、専門のセミナーも開催されている。多くは企業における製品開発や事業立上げなどを対象にしたものであり、研究活動そのものを扱ったものは少ない。また、大学や公的研究機関における活動や、国家プロジェクトにおけるマネジメントを扱ったものもあまりみられない。以下では、企業活動におけるプロジェクト・マネジメントのために開発されてきた手法を概説し、大学や公的研究機関における研究プロジェクト・マネジメントへの応用を考える³⁵。

2.5.1 プロジェクトとは

プロジェクトとは、(1)明確な目的を達成するための活動で、(2)始まりと終わりが決まっている活動である。目標、すなわち、達成すべき内容と達成する時点を決めて開始する活動である。計画とか、集団活動とかの意味でも、日常的に使用されることも多く、あいまいな概念になっているが、ここでは上記の2条件を満たす活動という本来の意味で使用する。

プロジェクトという用語がわが国で広く使用されるようになったのは1960年代のことである。米国では、(1)1960年代のうちに、(2)月面に人を送るという、時期と達成すべき内容が明示されたアポロ計画(Apollo program)が進行していた。この計画は、時期と内容の明示されたゴール(目標)に向けて膨大な個別事業を関連付けながら並行実施するというものとなっており、わが国ではそれが「プロジェクト」であると受け止められた。これに対応する適当

³⁵ 集大成的なハンドブックは[23]、国内で編集されたものが[24]。必要な項目についてマニュアルとして活用できる。プロジェクト・マネジメントの概要を理解するには[25]。記述は平易であり、速読できる。経験者が[26]を拾い読みすると思い当たる点があるだろう。[27]はベストセラーの「ザ・ゴール」シリーズで知られる制約理論を用いた解説書、[28]は企業における研究開発プロジェクトと国際展開についての研究書であり、特に関心のある場合は参考になるだろう。

な訳語がみつからず、プロジェクトと表記されて普及していくことになる。

1966年に通商産業省工業技術院（当時）で開始された大型工業技術研究開発制度は、(1) 研究開発の終期、(2) 達成すべき性能等の技術内容、(3) 総予算、(4) 研究開発委託先（チーム）と分担、(5) 予算執行や評価等のマネジメント体制をあらかじめ定めて開始するものであり、その形態はプロジェクトそのものであったといえる。実際、この制度は「大型プロジェクト制度」と呼ばれることが多く、関係者はさらに略して「大プロ」あるいは「ナショプロ」と通称していた³⁶。

工業技術院のそれまでの産業技術推進制度は、企業の自発的な研究開発活動に対して補助金を交付するものであった。対象とする研究開発は一応の終期と達成すべき内容を決めて補助金が交付されたが、終期はともかく、達成内容については企業の研究開発活動や事業上の都合で変更することもありうるもので、プロジェクトと呼ぶべき性格のものではなかった。

その後、国の研究開発推進制度の中でプロジェクト方式を採用するものが増え、用語として普及するとともに、その意味するところが広がり、一般的な計画や集合的活動にも使用されるようになってきている。

2.5.2 プロジェクト・マネジメントの要素

プロジェクト・マネジメントは、プロジェクトに求められる事項を着実に実行するために、立上げから終結に至るすべてのプロセスにわたって担当する。

プロジェクト・マネジメント知識体系ガイド（PMBOKガイド）では、まず、プロセスを、立上げ、計画、実行、監視・コントロール、終結の5つに分け、さらに、立上げ 2、計画 20、実行 8、監視・コントロール 10、終結 2 の合計 42 に小分類して説明している³⁷。

これらのプロセスについて、スコープ、品質、スケジュール、予算、資源、リスクという相互に競合のある制約条件のバランスをと

³⁶ この時点では「ナショプロ」は国内の総力を挙げて取り組む国家プロジェクトを意味しており、当然、その分野で唯一の研究プロジェクトであった。現在は国の支援のあるものをナショプロと呼ぶ場合もあり、その場合は、必ずしも国内唯一でもなく、また、総力を挙げた取組みでもない。

³⁷ [23], pp.37-66

ることが必要であるとし³⁸、これらと、統合、調達を加えたマネジメント 8 項目について詳述している³⁹。これら、42 プロセス、8 項目のマネジメントが、PMBOK ガイドやそれに準拠する標準的マネジメントの構成となっている。

この他に、コミュニケーション・スキル、リーダーシップ、動機付け、組織への影響力、チーム形成、コーチング、メンタリング、ファシリテーション、交渉とコンフリクト・マネジメント、政治的風土と文化への認識、問題解決力などの、人間関係のスキルについても重視されている。

2.5.3 大学の研究マネジメント：組織ギャップ

PMBOK ガイドやプロジェクトマネジメントハンドブックに記述されている事項によっては、企業活動に関連する部分も少なくなく、大学でそのまま応用できるとは限らない。

大学における研究活動は、企業におけるもののように指揮・命令系統や権限・責任関係によって統制されているものではなく、基本的には研究者の自発的研究意欲に基づく多様性のある研究で構成されている。企業においては、基礎的な研究活動が行われる場合でも、企業目的に即した何らかの統制の下に実施されているはずであり、その際のマネジメントには PMBOK ガイド的な手法が適用できると考えられる。逆に、大学においては、市場に近い開発的な研究活動が行われている場合でも、研究者の意識は大学人のそれであり、外部からの指揮・命令によって動いたり、何らかの責任を負うことを意識したりすることについては抵抗を示すことが十分にありうる。

大学と企業の研究活動は、類似した分野の類似したステージの研究であっても、研究者の意識はまったく異なる可能性がある。この点に常に留意してマネジメント行動をとらないと、思わぬ反発や收拾が困難な事態を招くことになる。いわゆる「地雷を踏む」ということである。これは研究活動を含む、大学の組織原理が企業とは異なることによる、いわば「組織ギャップ」である。

2.5.4 大学の研究マネジメント：秘密ギャップ

大学における研究活動のもうひとつの特徴は「秘密ギャップ」である。大学における研究活動にも秘密保持はあるが、それは自らの研究成果の発表の権利を確保するためのものである。競争相手の研究者よりも一歩でも早く、世界が知らなかった成果を発表する。こ

³⁸ [23], p.6

³⁹ [23], pp.71-344、[24], pp.77-219

の一点のための秘密保持である。その後はむしろできるだけ多くの同僚研究者に成果を共有してもらい、その成果をリファードした研究が盛んになることを期待する。それが自らの成果の価値を高めることになるからである。

企業における研究の価値はこれとは異なる。市場において経済的価値（場合によっては企業価値に資する社会的価値）を生み出す源泉となることで、研究成果の価値は決まる。それまで、あるいは、価値を生み出していう最中も、成果は企業内にのみ保持し、競争相手には知られないよう管理する必要がある。

オープン・イノベーションの重要性を認識した企業は、先端的な研究を行う大学研究者との共同研究に積極的である。企業慣れしてきている最近の大学研究者は、企業の思惑や動機への理解も深まり、秘密保持についても相互に譲り合えるラインで合意しながら研究活動をし始めている。ただ、これはまだ例外的な研究者であると考えた方がまちがいはない。多くの研究者は大学の公開原理に100%したがっているし、企業の秘密保持要求は大学研究を理解しない不当なもの、あるいは企業の要求を容れることは大学研究を墮落させるものだと考える研究者も少なくない。大学、企業、それぞれに合理的な理由があるわけで、双方の調整はなかなか微妙でもあり、機微に触れる問題でもある。研究マネジメントとしては、この秘密ギャップの処理は避けて通れないテーマであり、ここにも地雷は埋まっている。

秘密ギャップと関連して、教育活動との調整がある。教育と研究は大学の主要機能であり、多くの場合、切り離して考えることがむずかしい。教育は公開性がさらに求められる活動である。教育における公開性を維持しながら、研究において企業と合意する秘密レベルを確保する。大学全体あるいは部局全体での制度設計が必要であるテーマである。そのための構成員の合意形成もなかなかのマネジメントになるだろうし、制度の下での個別プロジェクトにおける運用マネジメントにも細心の気配りが必要である。

2.5.5 大学の研究マネジメント：異なる風土

組織ギャップと秘密ギャップは、大学の組織原理に起因するものであり、いわば原理的なギャップであり、回避はできない性格のものである。それを前提としたマネジメントを行うしかない。この他にも大学における研究マネジメントが直面しがちないくつかの現象がある。それらの多くはこれまでの大学の慣習・風土に根ざすものである。

PMBOKガイドが既定するマネジメント項目のうち、スコープ、タイム、コストについて、考えてみよう。

スコープについては、どのような成果を得ることを目標とするかが大切である。大学の研究者は研究がしたくてそこにいるわけであり、もちろん優れた成果を出したいと願ってはいるが、それがあらかじめ決められた何かであるとばかりは言えない場合もある。極端に言えば、別の成果が出たとしても、その分野で優れた学術成果とみなされるものなら、研究は大成功である。そのどこがいけないのか。たぶんそう考えるのではないだろうか。優れた成果が出たことは同僚として喜んであげたいのだが、プロジェクト・マネジメントとしては少々判断に困ることになる。

さらに困るケースもある。研究に着手してしばらくすると、おもしろいテーマが見つかり、そちらにどんどんドリフトしていく場合がある。研究資源は限られているわけだから、本来のプロジェクト系はパフォーマンスが落ちる。大学の研究者としては自然な行動なのだが、プロジェクト・マネジメントとしては当惑する。

次にタイム。締切りは今日だとする。夕方の終業時間に 50 点をとれた。ぎりぎりセーフである。明日の夕刻までがんばれば 70 点は確実になりそうだ。さて、どうするか。企業的（大学以外の社会的）には今日の 50 点である。大学では明日の 70 点を選ぶだろう。しかも、明日の夕方に 70 点をとれば、明後日の 80 点を狙わせると主張するに違いない。これについても、社会原理を異にする関係者が全員納得するように收拾するのが大学の研究マネジメントの腕である⁴⁰。

最後にコスト。大学の研究者も、自分の研究室が自由にできる資金についてはしっかり管理している⁴¹。チームでの共同研究や、企業との共同研究などになるとコスト管理の目が届きにくくなることもあり、当初計画からズレが生じることも少なくない。コスト・マネジメントには修正手続きもあり、しかるべき権限と責任に基づいて管理が行われるが、これに大きな不満を持つ研究者をみることもある。自分が苦勞して獲得した研究資金だし、研究のことを一番わかっているのは自分だから、脇からあれこれ指図されるのは愉快で

40 もう少し付け加えると、大学の研究者はスタート時点では高い目標を立てる傾向がある。つまり挑戦である。終結時点で達成できなくてもそれほど自分も他人も非難しないようである。高い目標に挑戦するのが学問であり、学問は常に未完成だということなのかも知れない。大学以外の社会では、達成可能性をぎりぎりに設定し、目標を達成できないとたいいていの場合、ペナルティが待っている。もちろん、どちらが良い悪いではない。

41 たとえば寄付研究費など。

はないということかも知れない。コスト・マネジメントは決して「脇」ではないが、大学の慣習・風土がまだそれを認めるところまできていないかも知れない。その中でのマネジメントには、やはり留意が必要である。

2.6 人材マネジメント・組織論

長い歴史のある学問分野であり、経営系の学部や MBA 課程には、講義や演習が必ず用意されている。

組織の種類、構造、設計、運営、成長・衰退などに関するマクロな組織論、組織内でのメンバーの行動、意思決定、動機付け、コンフリクトなどに関するミクロな組織論（組織行動論）に分けて考えることができる。

さらに、組織間の関係、組織変革などのダイナミクスについての分野、組織の活動を牽引するリーダーシップを論じる分野がある。

大学の研究マネジメントを担う立場からは、(1) 組織の成り立ち、動作原理、構造、(2) 組織内での行動、相手を動かす手法、動機付け、リーダーシップ、(3) 組織の変革、成長などについて基本的な知識を修得することは有用だと考えられる。組織論は多くの場合、企業、政府機関などを観察対象に発展してきており、その延長上で、グローバルな組織や非営利団体の研究もある。大学については、それらで論じられている組織と原理や構造が大きく異なる点が少なくないため、一般の組織を対象にした理論・手法をそのまま適用することには問題があるかも知れない。この意味では、日常的な研究マネジメントを担当するに当たって、(1) や (3) の部分の必要性は高くないとも言える。

他方、(2) の部分である、組織内におけるメンバーの行動を扱う分野については、職場における人間関係、相手を動かす手法、動機付け、チーム内でのコンフリクト・マネジメントなど、共通する内容もあり、研究マネジメントにも参考になる点が多いのではないか。

なお、研究システム改革を含む、大学の何らかの組織改革に参画する際には、(3) の分野についても学習しておくことの意味は大きい。先進各国の大学の先進モデルや、国内のライバル大学の改革ケースを調査分析する際にも、手法や分析軸として活用できるのではないかと考える。

以上の観点から、参考文献についての活用法を記述しておく。[29]、[30]は、組織論全体について知りたい場合に有用である。必ずしも全体を通読する必要はなく、また、いずれかを読めばよいかも知れない。[31]、[32]はそれぞれわが国と米国の現実の組織の問題に即したトピックスが列挙されている。興味のある部分を拾い読みする

だけでも示唆に富む。[33]、[34]、[35]はリーダーシップ論の観点からまとめられたものである。組織内での行動、人間関係について知ることができる。[35]は“サルでも”本に近い体裁で、手っ取り早く各種の理論を総覧できる。[36]は組織変革に関する世界的ベストセラーである。8つのキーポイントは一見するとトリビアルに見えるかも知れないが、実際の組織改革を遂行する上で役立ち、勇気付けられるものである⁴²。[37]は大学マネジメントについての研究論文集である。大学マネジメント研究に関心があれば、それぞれの論文の末尾の参考文献リストと併せて、活用できるものとする。

⁴² 2001年4月、100年以上の歴史を持つ多数の国立研究機関を統合再編して独立行政法人にする改革が行われた。4000人近い大組織を誕生させ、ひとつの秩序ある研究組織として立ち上げるプロセスを観察すると、至るところに8つのキーポイントがみられる。

3 技術ロードマッピング手法と活用

10年ほど前に流行した技術ロードマッピングについては、国内外の企業、学会、政府機関等における計画手法として広く普及し、活用されている(らしい)。企業等における活用については公開例が少なかったり、古かったりで実態がよく知られているわけではない。逆に、学会等での活用は公開が原則のため、企業秘密にわたる作業はむずかしい。これらの背景から、ひとことに技術ロードマッピングとは言ってみても、具体的な作業はかなり個別的な取り組みとなっており、その規模や内容、採用されている手法についてもバリエーションが大きいようである。

大学における研究プロジェクト企画にも、技術ロードマッピング手法は応用ができる。特に、異なる専門分野にまたがる共同研究や、企業・政府機関など、大学とは異なる組織目的を持つ外部機関との連携など、大学研究室での伝統的な研究企画の枠組みを超えるプロジェクトについては、この手法を応用することで効果的な企画の推進を期待できる場合が少なくない。

ここでは、そのような研究プロジェクト企画に活用を考える上で必要な、技術ロードマッピング手法の共通的な基礎知識について概説する。

3.1 技術ロードマッピング発展の経緯

研究開発に関係させて技術ロードマップということばを最初に使ったのは、米国モトローラ社の社長をしていた R.ガルビンあるいは同社の活動だとされている。同社では 1970 年代後半に新しい車載電子機器の開発を計画、その具体化のために編み出されたのが技術ロードマップ手法だった。企業の開発計画だったからか、論文として公表されたのはおよそ 10 年後の 1987 年のことだった。ガルビン自身は 1998 年の発表の中で、対象領域の将来像を描き示し、産業界や政府の関心や資源を集め、調査の推進、進捗の管理に活用できると主張し、同時に、これは対象領域におけるさまざまな可能性のリストアップだとしている[38]。

そこで主張されていることは、後に技術ロードマッピングとして確立されていく手法が求める、可能性のリストアップ、不確実性についての分析、アクションの影響、所要資源の入手可能性、競争状況の分析などを含むものであり、研究開発の実施計画そのものではなく、むしろ計画を策定する過程に必要な作業を意味していると捉えるべきである。また、これらの作業が研究部門だけで実施できる

ものではなく、組織内の異なる専門部署の折衝と協力でできるものであることも重要なポイントである。

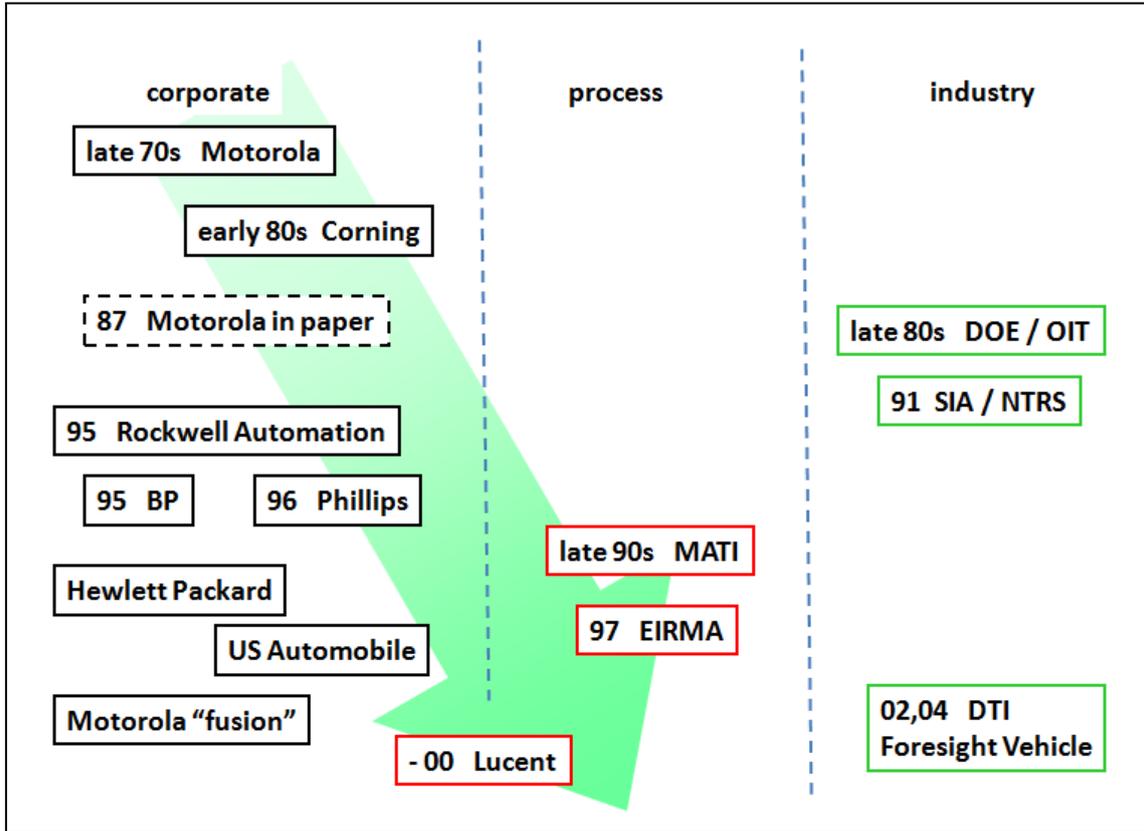


図 3-1 技術ロードマップの発展

このように、新しい機器の企業内開発を進めるため、企業内の異なる部門の知見を総動員し、また、異なる部門の利害や制約についても共有しつつ議論を進める試みからこの手法は生まれた。やがて別の企業においても同様の手法がとられていく。初期にはこれらの活動の詳細が相互に知られることはなかったが、80年代の終わりになると、研究企画の新しい手法として紹介され始めた。90年代には多数の有力企業での研究開発の企画活動に同様の手法が活用されたことが明らかになっている。

さらに、企業内に閉じた活動のみならず、産業界全体としての取り組みや、政策的な取り組みの例も出てくる。たとえば、欧州産業研究マネジメント協会（EIRMA）の実施例（1997年発表）、英国産業省（DTI）が未来自動車の構想について作業した例（2002年発表、改訂版を2004年発表）などがある。「元祖」のモトローラ社では、2000年前後には下請け企業や関連企業も網羅した企業ネットワークにおける企画活動にもこれを拡充していった。（図 3-1 参照）

3.2 国際半導体ロードマップ (ITRS)

3.2.1 国際半導体ロードマップの誕生

技術ロードマッピングが広く知られるようになったのは、国際半導体ロードマップ (ITRS)⁴³の活動によるところが大きい。これは、進歩が速く、多分野の複雑高度な技術で構成される半導体産業が、必要とする各技術を適切なタイミングで余すところなく実現し、それらを安定して入手できるようになることを目指して作成しているものである。1998年に開催された世界半導体会議 (WSC)⁴⁴で作成が合意され、翌年の1999年に初版が公表されている。以来、通常は、隔年で改訂版、中間年には修正版が公表されている。

この国際半導体ロードマップに先立ち、米国では国家半導体ロードマップ (NTRS)⁴⁵が作成されていた。80年代半ば、半導体産業における日本との競争に懸念を持った米国の産官が連携し、競争力の回復を目指す計画が検討された。1988年には産官学軍の専門家で構成する国家半導体諮問委員会 (NACS)⁴⁶が設立され、2000年までに米国が再び世界のリーダーに復帰することを目指すこととなった。この活動の一環として NTRS が作成された。1989年に初版⁴⁷が作成され、その後、1992年、1994年、1997年に改訂版作成作業があったとされる。

NTRS は米国の半導体産業復活を目指す国家戦略に関わるものであり、関係する多数の機関と分野の専門家が参加して作成されたとみられる。異なる多数の分野の専門家の知見の総合、それぞれの都合・利害や制約のつきあわせによる検討、競争相手の動向や研究による課題解決可能性を含め、情報の不確実性や不完全性をチェックした上での将来へのマッピング。こうした活動が行われたとすれば、それまでの企業内技術ロードマッピング活動を国家レベルに拡張したものだと考えることができる。なお、NTRS とその活動については公開されていることは少なく、以上は推測の域を出ない。

1990年代後半には、米国の半導体産業は国際競争力をみごとに回復し、次に世界レベルでの技術ロードマッピング活動の提唱に至った。先述の WSC 開催とその主要な活動内容としての ITRS 作成で

⁴³ International Technology Roadmap for Semiconductors

⁴⁴ World Semiconductor Council

⁴⁵ National Technology Roadmap for Semiconductors

⁴⁶ National Advisory Committee on Semiconductors

⁴⁷ 初版の名称は Micro Tech 2000

ある。日米欧韓台の半導体産業がこれに参加し、膨大な作業に基づき、精密な ITRS が現在に至るまで作成・公表されてきている。

作成された ITRS は、半導体デバイス産業にとってのリファレンスであるだけでなく、それに対するサプライヤーである、原料、素材、装置、施設を担う多数の産業、半導体デバイスを使用する、機器、システム、アプリケーション分野の産業などにとって死活的なガイドとして活用されるに至っている。このため、ITRS の注目度は極めて高く、産業界を含む関係者にとって、技術ロードマップとさえいえば ITRS を想起し、そうしたものを作成することが技術ロードマッピングであると理解することとなったのは自然だと言うことができる。

表 3-1 NTRS と ITRS

NTRS	1988	米大統領が産官学軍専門家を指名し、National Advisory Committee on Semiconductors を設立。米国が 2000 年に世界のリーダーに復活するための技術ガイドライン策定へ。
	1991	NTRS (U.S. National Technology Roadmap for Semiconductor) 発表。(Micro Tech 2000)
	1992、1994、1997	逐次作業。
ITRS	1998	日米欧韓の半導体産業関係者が WSC (World Semiconductor Council) を開催。IRC (International Roadmap Committee) を設立して、ITRS 作成へ。
	1999	ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors) 1999 年版を発表。
	2001、2003、2005、2007、2009、2011	の隔年に発表。中間年には修正版を発表する場合もある。

3.2.2 ITRS は技術ロードマップか

ITRS は膨大な量の公表文書である。企業内の技術ロードマッピング活動の内容が外部には公開されず、米国の国家戦略としての NTRS も詳細が公表されなかったのとは性格が異なるものである。それ以外にもそれまでの技術ロードマッピング活動として知られたものとは異なる特徴がある。例えば、競合分析、他分野の関係分野間の関係分析などは、必ずしも含まれていない。逆に、技術面では詳細な分析に基づき、目標仕様と実現時期が細かく示されている。ベンダー産業にとっては、これを実現することが各企業の存続に関わる目標となっている。

これは技術ロードマップか。ITRS という名前からみれば技術ロードマップだと理解するのは当然だろう。ITRS は、世界の半導体関連産業を総がかりで巻き込むインパクトの大きさから、それまで技術ロードマップという名前を聞いたこともなかった人々にも、それを広く知らしめる役割も果たした。その結果、ITRS が技術ロードマップの典型であり、それを作成する作業とは ITRS でみられたようなものだと理解されることとなった。

ここでもう一度、技術ロードマップの発展経緯に戻ってみよう。米国の企業の中で、特定の製品や新技術を開発するため、全社の部門の知見を総動員しての作業をするというのが初期のもの。新製品企画や開発部門の専門家だけで行っていた作業を、知財、生産などの技術的専門家はもちろん、マーケティング、競争戦略、営業から、投資、財務、法務まで、企業内のほぼ全部門から代表を集めた作業だったとされている。未来の潜在ユーザーが求める需要に基づく市場、顕在化しているもの、まだ見えないものを含めた競合相手との関係など、すべてを予見することのできない不確実な状況の中で、どのような意思決定を行うか、その選択肢と伴う問題点を明らかにする作業だったと説明されている。これを仮に初期型のものと呼ぼう。

続く時代には、政府、産業団体、学会など、公的性格を持つ組織が主催する活動として、異なる企業や産業界の代表を集めた作業が行われている。関係する学術分野の専門家が入る場合もある。この場合、結果の相当部分を公開することがあらかじめ計画されていることが多く、国家あるいは地域間の競争の観点は取り上げることができるが、企業間の競合や個別的な戦略に関わる部分については取り上げることがむずかしい。また、集団としての活動計画や政策の方針、未来に向けたガイドポストの性格を持つものが多い。これは仮に団体型と呼ぶことにする。

他方、ITRS は、半導体に関連する分野ごとに専門性の高い技術者が集められ、細分化された技術について、デバイスの目標達成に必要なレベルを精密に設定し、その達成可能性についての評価も加えるという形式となっている。最終ゴールである将来のデバイス性能を実現するために必要な技術を細目に至るまでリストアップし、それぞれに必要な仕様を決めていくというのは、新製品開発の工程表を作成するのに類似した作業とみることができる。通常の新製品開発では、単一企業あるいは関連企業の間で、厳しい情報管理のもとで共有される作業が、ITRS では、世界規模でお互いに競争のある企業間で共有されているという違いはあるにせよ、いずれも本質的には類似なものとみることができる。

この種の、技術的検討に特化した活動を技術ロードマッピングであるとする考え方は、ITRSのおかげで世界に広く知られることとなった。たとえば、米国の有力な研究機関も、半導体分野での技術ロードマップ活動を引用しつつ、技術ロードマッピングは技術の選択肢を検討する活動であり、ニーズ駆動型の技術計画プロセスであるとしている⁴⁸。

このように、技術ロードマッピングとして用いられている手法にはいくつかの種類があり、たとえば初期型のものとITRSでは、手法やそれが目指すものに、大きな隔たりがあることを理解しておきたい。

大学における研究プロジェクト企画に技術ロードマッピングがどのように活用できるかについて考えていく際、そこで扱われる手法としての技術ロードマッピングはどのタイプのものかについて注意しておく必要がある。

3.3 技術ロードマッピングの基礎

3.3.1 多層モデル

技術ロードマッピングには多種類のモデルが考案されている。多くのもので採用されているのが、多層的な構造を持つモデルである。ここでは、グロンベルド（Groenveld）が提示した図をもとに解説する。（図 3-2 参照）

（参照先：Groenveld, Peter, “Roadmapping Integrates Business and Technology”, *Research Technology Management*, Sep/Oct 1997, p.50, Figure 2)

図 3-2 技術ロードマップの多層モデル[42]

この多層モデルでは、最上層から、マーケット、製品、技術、研究開発プロジェクトが配置されている。横軸は左から右へ進む時間を表している。各層にあるブロックは、それぞれその時点での事物

⁴⁸ <http://www.sandia.gov/PHMCOE/pdf/Sandia'sFundamentalsofTech.pdf>, p.10

を指している。たとえば製品層には、P1 から P4 まで 4 個の製品が配置されている。矢印は、同一層内だと内容の継承や発展を意味し、層を超えた矢印は何らかの因果関係を示している。製品層では、P1 から P2 に継承や発展があり、それはさらに P3 や P4 に引き継がれる。P3 と P4 は同時期に配置されていて、製品が分化したか、選択肢となっていることを示している。

携帯音楽プレーヤーを例にとり、この多層モデルを理解してみよう。マーケット層の M1 は MD プレーヤー、M2 はシリコンオーディオプレーヤーとする。企業は、それぞれのマーケットに対応した製品を投入していく必要がある。P1 や P2 はカセットプレーヤーである。P1 で成功を収め、後期製品として P2 を投入しているのかも知れないし、P1 が他社に劣位で、その挽回を P2 で狙っているのかもしれない。しかし、いずれにしてもマーケットはシリコンオーディオの時代に大きく変わろうとしている。P3 や P4 は新時代向けの初期製品と考える。当たる製品をひとつに絞り切れずに 2 種類出そうと考えているのかも知れない。

以上はマーケティングや製品戦略の層であり、潜在顧客の想定される需要の把握や、市場の成長性・規模・成熟度、ライバル企業の動向などが大きな判断要素となる。

進歩の速い分野での新製品を実現する上で、技術は重要な要素である。技術 T1 は製品 P1 に必要であると同時に、製品 P2 にも活用される。T1 から発展した新技術が T2、T3 であり、それらが新製品に使用される。矢印は技術の発展経路を示している。研究開発 RD1 から T1、RD2 から T2 への矢印は、それぞれの研究開発の成果として新技術が生まれていることを示している。RD4 には T2 からと RD2 からの 2 つの矢印が到着している。これは、前期の研究開発を発展させて次期の研究開発が始まっていることや、新技術を基礎とする、あるいは、新技術の実用化過程での課題がきっかけとなって、新しい研究開発活動が始まることを示している。RD5 は孤立していて、前段の研究開発や、技術その他の多層からの動きをもとにした研究開発ではなく、創発的な活動であることを示している。

このモデル図では、理解の容易化のために、研究開発、技術、製品に関する活動は主体内で完結している。現実の新製品（新事業）開発では、必要な技術を保有していない場合、自ら研究開発でそれを生み出すか、他から調達するかの検討が行われる。その混合形態として、他との共同研究開発も選択肢である。また、主体の権利確保や競合相手の活動抑止のための知財活動、市場拡大に重要な役割を果たす標準化活動など、図上では省略されている関連活動もある。

企業における新製品（新事業）戦略検討のための技術ロードマッピングでは、企業内の全活動を網羅するものとして作業を進める。

財務、人事、法務。マーケティング、顧客対応・営業・広報。資材・ベンダー、工場・生産管理・協力企業管理、立地・設備投資などの生産部門。ロジスティックス、サプライチェーン。その他。これら関係する分野が多層化され、矢印（関係）が錯綜する図として表現されるものになる。

数層程度のものであれば、参加者も少なく、手作業での整理も可能だが、多数の層を持ち、参加者が膨大になれば、手作業での整理は現実的ではない。幸いこのような作業を支援するソフトウェアも開発・市販され、企業における技術ロードマッピング活動においては活用されているようである。

3.3.2 技術ロードマッピングの特徴

技術ロードマッピングの特徴は、(1) 市場、製品、技術のように、それぞれ動きに自律性のある複数の活動を同時並行して扱い、(2) 時間軸上で関係付けるものであること、(3) 層を超えた（因果）関係を明確化することで、層内の各活動の位置づけを参加者が共有すること、(4) それぞれ異なる分野からの参加者の知識が総合化され、共有されること、(5) 未来における不確実性、競合相手や顧客などの行動についての知識取得の限界を認識し、それらを明確に記述しておくことなどが挙げられる。

以上の特徴を備えるものとして技術ロードマッピングをとらえると、それが、何らかの予定表や工程表とは大きく異なるものであることが理解できる。最も大きな特徴は、組織内では往々にして対立する部門の活動の関係をひとつの絵で表していること、知識の限界を示す不確実性・不可知性をはらんだものであることである。このような、対立関係や不確実性がないのであれば、予定表、工程表でことは済むということになる。

3.3.3 技術ロードマッピングの種類

技術ロードマップの例を、作成した主体の種別、作成の目的によって分類したものを図 3-3 に示す。

（参照先：Kostoff R.N., Schaller, R. R., “Science and Technology Roadmaps”, 2001, *IEEE Transaction on Engineering Management*, p.134, Figure.3)

図 3-3 目的・主体に基づく分類[41]

縦軸に作成主体や対象レベルが、一国の産業などの単位、産業団体、企業や組織、個別製品やプロジェクトの4つに分けられている。横軸には作成の目的が、研究活動の理解、技術開発、運営管理・行政の3つに区分されている。

表 3-2 技術ロードマップの応用分野
([44]から簡略化してまとめた)

TRMの構造や内容から次の8つに分類できる。

1. **Product planning** 最もよくみられる。工業製品と技術を関係づけ。複数世代にわたることが多い。(例: フィリップス社RM)
2. **Service capability planning** 製品TRMと類似。ビジネス形態や組織運営に焦点。(例: 郵便RM)
3. **Strategic planning** ビジネスの機会や脅威の評価など、戦略レベルでの活用。(例: 現在と将来の間で克服すべきギャップの分析など)
4. **Long-range planning** 長期の計画。産業レベル、国家レベルで活用。(例: 米IMTR、情報でseamless企業実現)
5. **Knowledge asset planning** ビジネス目標に沿った知的資産管理。(例: エジンバラ大学での人工知能応用。自組織の持つ知財や技術と将来市場との関係づけ)
6. **Programme planning** 戦略策定、プロジェクト策定。(例: 宇宙や生命の起源を探るNASAのTRM / 次世代宇宙望遠鏡計画)
7. **Process planning** 新製品開発などにおける技術・事業両分野の連携を円滑化、開発から市場導入までを効果的に推進。
8. **Integration planning** 多数の異分野の技術を用いて新技術分野を創造。(例: NASA/次世代望遠鏡計画における技術フロー)

初期のモトローラのケースは、製品・プロジェクトのレベルで、技術開発を目的としたものとされている。ITRSは産業団体レベルで、やはり技術開発を目的とするものと分類されている。研究活動に関しては、ライデン大学、NCR、ジョージア工科大学の例が分類されている。

技術ロードマップの構造や応用分野から分類したものを表 3-2 に示す。多岐にわたる分野での活用例があることが理解できる。

3.4 技術ロードマッピングの作業

3.4.1 概念モデル

ファール（Phaal）らによれば、技術ロードマッピングの作業の概念は図 3-4 のようなものである[44]。

（参照先：Phaal, R., et al., “Collaborative technology roadmapping: network development and research prioritisation”, *Int. J. Technology Intelligence and Planning*, Vol.1, No.1, 2004, p.41, Figure 1)

図 3-4 一般的な技術ロードマップ（[45] p.41, Figure 1）

全体は、いくつかの層で表現され、各層はさらに細分化された層で構成されている。図示されている層構造は一例で、技術ロードマッピングの目的に応じて独自に設定されるべきものである。このような層構造に基づいた作業をすすめることにより、目的達成に必要な知識の取得、構造化、共有を進める。また、戦略的事項と取るべき行動の確認が行われる。

図中には、テクノロジー・プッシュとマーケット・プルの 2 つの動きがあることが表現されている。技術ロードマッピングにおいて、各層と、目的(know-why)、発出(know-what)、リソース(know-how)と、時点(know-when)を常に意識し、関連させて作業することで、この 2 つの動きとのバランスをとることができる」と説明されている。

3.4.2 典型的な作業手順

関連する多分野を総合する作業である技術ロードマッピングにおいては、準備段階からアウトプットや提案段階まで、いくつかの手順を踏んで行うことになる。作業に当たっては、それらが順序にしたがって的確に行われ、後段の作業ではそれらを十分に活用しているかを常に意識しておくことが求められる。

（参照先：UNIDO, *UNIDO Technology Foresight Manual, Volume 1, Organization and Methods*, 2005, p.228, Figure XLII)

図 3-5 技術ロードマッピングと関連作業 ([1] p.228)

製品開発を例にとった説明では、最初に着手するのはマーケットの調査とその分析など市場（ニーズ、ユーザーなど）関連の作業。同時並行で、技術調査・分析（既存、入手・実現可能、将来の可能性など）も実施する。双方が出そろったところで、つきあわせ作業を行う。これらを準備段階として、ロードマップの作成段階となる。それが完成すれば、次のアクションや上位部門等への提案として活用する段階となる。これらの作業段階ごとに、関係する専門家を集めたワークショップを累次開催することで、知識の収集・分析・共有を図ることも重要な活動である。（図 3-5）

（参照先：Albright, Richard E., Kappel, Thomas A.,
“Roadmapping in the Corporation”, *Research Technology Management*, Mar/Apr 2003, p.33, Figure 1)

図 3-6 技術ロードマッピングの作業サイクル ([45] p.33, Figure 1)

製品開発にせよ、研究活動にせよ、技術ロードマッピングが扱う分野は対象が常に進歩・変化している。一連の作業が終わり、提案、意思決定、その他のアクションがとられたとしても、変化に応じた改訂作業が必要となる。また、進歩に応じた新製品開発や新規の研究活動など、次世代に向けての一連の技術ロードマッピングを実施することも必要である。

一般に、技術ロードマッピングでは、成果であるロードマップが重要であるのは言うまでもないが、その過程で関係者が共同作業をし、知識や議論を共有することが、それと同等以上の価値を持つとされている。作業の段階ごとの見直し、ロードマップの修正や改訂を適当なサイクルで回すことも重要である。（図 3-6）

3.4.3 準備段階のチェックポイント

技術ロードマッピングは企業で言えば全社的な作業であり、周到な準備なくして成功はおぼつかない。準備段階での主なチェックポイントをまとめたものが表 3-3 である。

とりあえず始めるといのは論外にしても、何のために実施するのかという目的、どこまでやればよいのかというゴールについては、開始時点で全員が理解可能なものを準備しなければならない。そのためには、客観的で、可能な限り定量的な表現を用いたものを決定しておくべきである。修飾語を多用したり、条件がついていたり、あいまいな表現を用いることは避けなければならない。

作業に要する時間にも注意が必要である。ともすれば急いで成果を出そうとすることもあろうが、それは必ずしも良い結果をもたらさない。多分野の専門家を集め、中に利害や理解が衝突する関係をはらんでの作業である。結論ばかりを急ぐあまり、ありがちな成果を出してしまうのでは意味が乏しい。時間は予想以上にかかる覚悟して設定するべきである。また、作業指令を出す上層部門に対しても、十分な作業時間をとることに対する理解を求めておくべきである。

表 3-3 準備段階でのチェックポイント ([46]から要約して作成)

1. **前提**はわかっているか(**Context**)、対象は十分に**絞り込まれて**いるか(**Focus**)、**目的**や**目標**は明確か(**Objective & Goal**)
2. **ヒト**・**努力**・**資金**などを持ち合わせているか(**Resources**)
3. **目標期間**、**中間の区切り**などの**時間軸**(**Timeline**)、関係する**Layers**は明らかになっているか(**Architecture**)
4. 策定をどのように進めるか、**どの段階**で集まって議論するか(**Process**)
5. **多分野**にわたる人材は確保できているか、少なくとも**意味が乏しく**、**多すぎては運営が困難**
6. **Workshop** の日程と場所の設定
7. あらかじめ入手できる**情報**の量と内容はどうか、**Workshop**までに**適切に準備**できるか

参加者の選択は、作業の成否を分けるキーポイントである。実施する技術ロードマッピングの目的とゴールに応じて、適切な人材の選択に意を用い、それらの人材の参加を可能にすることに努力しなければならない。集団作業であるため、少数でも不適當な参加者が

あった場合、その対応に時間とコストを費やしたり、作業内容にノイズや歪みをもたらされることがないとも限らない。

逆に、妥協的で、まとめを急ぐ傾向の人材ばかりでも良い成果にはつながらない。技術ロードマッピングは、層間に何らかの緊張関係がある場合にこそ、効果的な成果を生み出す。自らのポジションを明らかにしつつ、議論の進行に沿った適切な介入ができる、議論慣れた人材がいればそれにこしたことはない。人数も重要な要素となる。ワークショップごとの人数は、多様な立場の議論ができ、一定時間後にとりまとめも可能なものであるよう、あらかじめ設定しなければならない。

3.4.4 成功と失敗を分けるのは

技術ロードマッピングの成否を分けるものは何か。ファールらの調査結果によれば、成功の大きな要素は、事業上に明確なニーズがあったこと、参加者として適切な人選や参加部署を選んだこと、幹部のコミットが堅固なものであったこと、参加者が作業に真剣に取り組んだことなどが挙げられている。成功要素には、技術ロードマッピングに関する専門的な技法への習熟や知識も挙げられているものの、前述の4点ほど重視されているものではない点も注目される。

(表 3-4)

逆に失敗につながった要素としては、必要な情報やデータが不足していたこと、参加者の負担が重すぎたり、作業期間が短すぎたりしたことが挙げられている。

ここで挙げられた重要な成功要素は準備段階でほとんど決まっていること、主な失敗要素は実行計画のまずさに起因すると考えることができる。現実の成否を決めるものはこれだけではないにせよ、技術ロードマッピングに取り組むにあたっては、重要なチェックポイントとして注目すべきである。

表 3-4 技術ロードマッピング成否の鍵
 ([1] p.213, Figure XXXVII をもとに作成)

成功の鍵

失敗の背景

回答率**80%以上**、**30%以上**、それ未満

1. 事業上の明確なニーズ	1. 必要なデータ・情報の不足
2. 適切な人選と部署選択	2. 過度に重い負担、短い期間
3. 幹部の確実なコミット	3. 効果的プロセス構築に失敗
4. 真摯な作業への熱意	4. 専門技法・手法の不足
5. 適切なタイミング	5. 資材、訓練の不足
6. 企業カルチャー	6. 企業カルチャー
7. 適切な専門技法・手法	7. 事業上のニーズが不明確
8. 適切な進め方	8. 人材と担当部署が不適切
9. 資材、訓練	9. タイミングが悪い
10. 情報、知識	10. 幹部のコミットが弱い

コストフ (Kostoff) らは、高品質のロードマップを作成するのに不可欠な要素として、表 3-5 の 10 点を挙げている。ここでも、幹部のコミットメント、適切な能力を持った参加者を選ぶこと、関係者の熱意が挙げられている。

その他に、全体を指揮するロードマップ・マネージャーの能力についての指摘も注目される。それぞれの層の主張を持つ専門家を集めてのワークショップやデータのつきあわせを円滑に進め、めりはりのある技術ロードマップに集約していくのは、高い能力を持ったマネージャーの役割が大きい。

Kostoff らは科学技術分野でのロードマッピングについては、多数の専門分野を集めた活動になること、また、その成果は他の分野でも活用することを予定して作成するべきであることを指摘している。このため、多数の分野で共通的に使用可能とするよう、正規化 (normalization) や標準化 (standardization) にも努力すべきであるとしている。

表 3-5 高品質のロードマップに不可欠な要素
（[41]から要約して作成）

質の高い roadmapping に必要なものは

- 幹部のコミットメント
- Roadmap Manager の役割
- 作業参加者(作業班)の能力
- Stakeholder のやる気
- 正規化と標準化
- Roadmap の基準
- 信頼性
- 今後のアクションとの整合性
- コスト
- 内外の総合的なデータ

3.4.5 技術ロードマッピングと研究プロジェクト

技術ロードマッピングは、多数の異分野の専門家を集めて、未来に向けての作業を行うものであり、目に見える成果としてのロードマップもさることながら、共同で作業をするというプロセス自体に大きな意義があると考えられている[43]。

大学における研究プロジェクトの企画活動には、対象とする分野、期間、規模などにもよるが、多種類の専門分野を集める必要があるもの、外部機関の専門家との共同作業が必要なもの、政策策定と併行する作業、企業戦略と関連するもの、国際共同研究など、技術ロードマッピングの手法が応用できる分野は少なくない。

また、政府や企業内の戦略検討や計画策定にもこの手法は活用されており、大学の研究マネジメント部門としても十分な知識を持つことの意味は大きいと考える。

参考文献 一覧⁴⁹

- [1] UNIDO, *Technology Foresight Manual Volume 1*, UNIDO, 2005
- [2] 科学技術・学術政策研究所, 『将来社会を支える科学技術予測の調査：第9回デルファイ調査』、科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター、2010年
<http://hdl.handle.net/11035/693>
- [3] Buzan, T. et al., *The Mind Map Book*, Pearson Education, 2010 (邦訳：近田美季子訳『新版ザ・マインドマップ』ダイヤモンド社、2013年)
- [4] Heijden, K., *Scenarios*, John Wiley & Sons, 1996 (邦訳：(株)グロービス監訳『シナリオ・プランニング』ダイヤモンド社、1998年)
- [5] Schoemaker, P., *Profiting from Uncertainty*, Atria Books, 2002 (邦訳：鬼澤忍訳『ウォートン流シナリオ・プランニング』翔泳社、2003年)
- [6] Bruce, D., *Changes in the U.S. Approach to Technology Foresight and Critical Technology Assessment*, 2001
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/mat077e/html/mat0779e.html>
- [7] Ministre de l'Industrie, de l'Énergie et de l'Économie numérique, *Les technologies clés : une prospective et un éclairage pour des décisions*, 2011
<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/114000139/0000.pdf>
- [8] Porter, M.E., *On Competition*, Harvard Business School Press, 1988 (以下、改訂多数) (邦訳：竹内弘高訳『競争戦略論』I 及び II、ダイヤモンド社、1999年)
- [9] Porter, M.E., *Competitive Strategy*, Free Press, 1980 (邦訳：土岐坤ほか訳『競争の戦略』ダイヤモンド社、1995年)
- [10] * 牧田幸裕『ポーターの「競争の戦略」を使いこなすための23問』東洋経済新報社、2012年

⁴⁹ 邦訳があるものについては、特に注記がない限り、引用元は邦訳を用いた。

- [11] *Greenwald, B. et al., *Competition Demystified: A Radically Simplified Approach to Business Strategy*, Portfolio, 2005 (邦訳：辻谷一美訳『競争戦略の謎を解く』ダイヤモンド社、2012年)
- [12] Koch, R.J., *Smart Strategy*, Capstone, 1999 (改訂版 2004年) (邦訳：マネジメント・アンド・ポリシー・インスティテュート監訳『戦略集中講義』英治出版、2005年)
- [13] 石倉洋子ほか『日本の産業クラスター戦略』有斐閣、2003年
- [14] Rumelt, R.P., *Good Strategy, Bad Strategy*, Crown Business, 2011 (邦訳：村井章子訳『良い戦略、悪い戦略』日本経済新聞出版社、2012年)
- [15] 野中郁次郎ほか『イノベーションの本質』日経 BP 社、2004年
- [16] Christensen, C.M., *The Innovator's Dilemma*, Harvard Business Review Press, 1997 (邦訳：玉田俊平太監修『イノベーションのジレンマ』翔泳社、2001年)
- [17] *Christensen, C.M., *The Innovator's Solution*, Harvard Business Review Press, 2003 (邦訳：玉田俊平太監修『イノベーションへの解』翔泳社、2003年)
- [18] *Christensen, C.M., *The Innovator's DNA*, Harvard Business Review Press, 2011 (邦訳：櫻井祐子訳『イノベーションのDNA』翔泳社、2012年)
- [19] DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー編集部編訳『C.クリステンセン経営論』ダイヤモンド社、2013年 (Harvard Business Review に 1995-2012 年に掲載されたクリステンセンの論文を集め翻訳したもの)
- [20] 一橋大学イノベーション研究センター編『イノベーション・マネジメント入門』日本経済新聞社、2001年
- [21] OECD, *The OECD Innovation Strategy*, OECD, 2010
- [22] *原山優子『産学連携』東洋経済新報社、2003年
- [23] Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Project Management Institute, 2008 (邦訳：『プロジェクトマネジメント知識体系ガイド 第4版』Project Management Institute, 2009年)
- [24] プロジェクトマネジメントハンドブック編集委員会『プロジェクトマネジメントハンドブック』オーム社、2009年
- [25] Campbell, G.M. et al., *The Complete Idiot's Guide to Project Management 4th edition*, Alpha, 2007 (邦訳：中嶋秀隆訳『世界一わかりやすいプロジェクト・マネジメント第3版』

- 総合法令出版、2011年)
- [26] DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー編集部編・訳『いかに「プロジェクト」を成功させるか』ダイヤモンド社、2005年 (Harvard Business Review に 1991-2003 年に掲載された論文を集め、翻訳したもの)
- [27] Newbold, C.N., *Project Management in the Fast Lane*, CRC Press, 1998 (邦訳：石野福弥監訳『時間に遅れないプロジェクトマネジメント』共立出版、2005年)
- [28] 浅川和宏『グローバル R&D マネジメント』慶應義塾大学出版会、2011年
- [29] 桑田耕太郎ほか『組織論』有斐閣、1998年
- [30] 岸田民樹ほか『現代経営組織論』有斐閣、2005年
- [31] 野田稔『組織論再入門』ダイヤモンド社、2005年
- [32] DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー編集部編訳『組織行動論の実学』ダイヤモンド社、2007年 (Harvard Business Review に 2002-2006年に掲載された論文を集め、翻訳したもの)
- [33] 一條和生ほか『シャドーワーク』東洋経済新報社、2007年
- [34] Rath, T. et al., *Strengths Based Leadership*, Gallup Press, 2008 (邦訳：田口俊樹ほか訳『ストレングスリーダーシップ』日本経済新聞出版社、2013年)
- [35] 小野善生『最強の「リーダーシップ理論」集中講義』日本実業出版社、2013年
- [36] Kotter, J.P., *Leading Change*, Harvard Business School Press, 1996 (邦訳：梅津祐良訳『企業変革力』日経 BP 社、2002年)
- [37] 広島大学高等教育研究開発センター『大学の組織変容に関する調査研究』広島大学高等教育研究開発センター、2003年
- [38] Galvin, R., *Science roadmaps*, Science, vol.280, 1998, p.803
- [39] Stokes, D.E., *Pasteur's Quadrant*, Brookings Institution Press, 1997
- [40] *Gibbons, M. et al., *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*, SAGE Publications, 1994
- [41] Kostoff, R.N., Schaller, R.R., "Science and Technology Roadmaps", *IEEE Transaction on Engineering Management*, 2001, pp.132-143
- [42] Groenveld, P., "Roadmapping Integrates Business and Technology", *Research Technology Management*, Sep/Oct 1997, pp.48-55
- [43] Albright, R.E., "Roadmapping Convergence", Albright

Strategy Group, LLC, 2003, pp.1-6

http://www.albrightstrategy.com/papers/Roadmapping_Convergence.pdf

- [44] Phaal, R., et al., “Collaborative technology roadmapping: network development and research prioritisation” , *Int. J. Technology Intelligence and Planning*, Vol.1, No.1, 2004, pp.39-55
- [45] Albright, R.E., Kappel, T.A., “ Roadmapping in the Corporation” , *Research Technology Management*, Mar/Apr 2003, pp.31-40
- [46] Phaal, R., Farrukh, C., Probert, D., “Customizing Roadmapping” , *Research Technology Management*, Mar/Apr 2004, pp.26-37

・上記文献番号に*が付されているものは、本教材執筆にあたって、参考とした書籍である。それ以外は、本文内で引用、参照している。

・本文掲出している URL は 2013 年 11 月現在のもの。

著者略歴

中島 一郎

早稲田大学研究戦略センター教授
研究推進部産学官連携担当部長（兼務）
博士（工学）

1970年 東京大学工学部電子工学科卒業
1970年 通商産業省入省
1977年 フランス国立行政学院（ENA）修了
1998年 通商産業省関東通商産業局長
1999年 通商産業省環境立地局長
2001年 （独）産業技術総合研究所・理事・企画本部長
2003年 東北大学大学院工学研究科教授
2005年 東北大学未来科学技術共同研究センター長（兼務）
2008年 東北大学産学官連携推進本部長（兼務）
2009年 現職

タイトル 文部科学省「リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備」(研修・教育プログラムの作成)
講義教材「16.研究プロジェクト企画手法概説」

サブタイトル 理論と実際

著者 中島 一郎

監修 学校法人 早稲田大学

初版 2014年2月28日

本書は文部科学省「リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備」(研修・教育プログラムの作成)事業の成果であり、著作権は文部科学省に帰属します。