「プロジェクトの管理手法としてのロードマッピングの活用展開に関する調査研究」
報告書

平成２３年１１月

財団法人 全日本地域研究交流協会

本調査研究は、財団法人新技術振興渡辺記念会の助成を受けて、財団法人全日本地域研究交流協会が実施したものである。

要　旨

近年、国内産業を取り巻く環境は、国内企業の海外生産比率の上昇などによる産業の空洞化や、昨今の欧州における化学物質規制（REACH）及び貿易自由化を目指す環太平洋経済協定（TPP）といった規制の枠組が外的脅威として迫り厳しい状況にある。

今後、国内産業が元気で魅力あるものとして発展していくには、国や行政が主体的となって研究・技術の成果を活用し、これまで地域において蓄積されてきた環境・エネルギーなどの個々の課題を公的課題として捉え、これを解決するための新たな社会インフラの構築に向けた継続的事業の創出が肝要である。また、この新たな社会的インフラ構築を目指す大型プロジェクトには、産学官の効果的な連携と展開が必要と考える。

そこで財団法人 全日本地域研究交流協会（以下、JAREC という）は、本調査研究において、企業が目指す“特長ある製品・サービス・機能”を事業化して市場参入を果すために極めて有効な手法であると見られているケンブリッジ大学のロードマッピングの標準的策定プロセス手法「T-PLAN」をベースとして活用し、社会的インフラの構築を目指す大型プロジェクトへの適用[1]を試みるとともに、適用結果からさらに効果的な手法へのアプローチを試みる。

本調査研究の目的は、当該手法が社会インフラ構築と関連が強い大きなプロジェクトの管理あるいは提案に有効であることを示すとともに、より効果的なロードマッピングの作業に役立つ新たなテンプレート作成することである。

とくに当該手法が“グローバル市場で優位に立てる・グローバル市場での競争に参加できる開発プロジェクト”または“国内の地域ニーズに応え且つ多くの地域に共通性がある開発プロジェクト”を成功に導き、イノベーション創出に繋がるためのプロジェクト管理手法として、ロードマッピングの有効性を示したい。

本調査研究の主な成果は以下のとおりである。

（事例による技術開発ロードマッピングの有効性）

本調査研究では、有機エレクトロニクス分野と農林水産分野の 2 つの分野における事例を対象にして、企業が目指す“特長ある製品・サービス・機能”を事業化して市場参入を果すために極めて有効な手法であると見られているケンブリッジ大学のロードマッピングの標準的策定プロセス手法「T-PLAN」をベースとして活用し、社会的インフラの構築を目指す大型プロジェクトへの適用を試みるとともに、適用結果からさらに効果的な手法へのアプローチを試みた。

（過去の事例からの検証）

ここでは、われわれが経験した産学官連携による開発事業の中から

- 一部は成功し、事業化に到達したが、他分野への更なる発展に成功しなかった事例 －[高感度磁気センサ応用システム開発のロードマッピング]
- 技術的には開発に成功したが、事業化展開時に想定外（調査活動不十分）の事象が出現して事業化に大幅な遅れを生じた事例 －[歪シリコン・ウェーハ開発のロードマッピング]

[1] 本調査研究では、「T-PLAN」を産学官による公的な大型プロジェクト開発に適用することとしているため、ここでは「拡張ロードマッピング」と呼ぶこととした。

を採り上げ、それぞれの場合の反省事項を示した。

ロードマッピングの立場から考察すれば、

・前者は、アライアンスの力量の過大評価（グリッド分析における確立すべき技術のインパクトと解決すべき研究の軽視）に原因があること

・後者は、市場駆動力評価という基本的な点において、競合企業の力量を過少評価するという致命的な見誤りに原因があること

が導き出された。

尚、過去の事例における教訓として抽出された産学官連携プロジェクトに関する「技術開発ロードマップ」を描くに当たって考察すべき重要な点は、以下のとおりである。

・想定している製品（サービス）が参入できる市場の情報を広く集める。

・この際の重要因子は、社会の動向、顧客の動向、顧客の特定、製品（サービス）のコスト、法的な問題、等である。

・社会の動向の中には、競合企業の動きを注視することは特に重要である。

・法的規制に関しては、これをチャンスと見ること考慮する。

・一つの技術（それが中核技術であっても）で製品（サービス）の開発が可能である場合は稀である。

・幾つかの技術の融合によって製品化が可能な場合が多いので、融合すべき技術についてはアライアンスを含めて考察しなければならない。

・技術の確立が不十分な場合は、それを支援する研究要素をアライアンスを含めて考察しなければならない。

・技術確立を支援する研究については、研究の種類のみでなく、そのポテンシャルを慎重に考慮しなければならない。

・技術の評価は、大学の実験室スケールの判断では不十分であり、再現性、長期安定性等の因子をも考慮することが重要である。

（社会的インフラ構築に向けたプロジェクトへの適用）

次に有機エレクトロニクス分野及び農林水産分野の大きなプロジェクトへの適用を試みた。

(1) 有機エレクトロニクス分野への適用

有機エレクトロニクス分野では、[有機 EL 照明の開発]･[有機 EL ディスプレイの開発]･[プリンタブル･エレクトロニクスの開発]・[有機太陽電池の開発]の 4 事例について拡張ロードマッピングを実施した。

技術開発ロードマップ作成の助けとなる「ロードマップ・テンプレート」とそれに基づく（製品）/（市場・事業）グリッド分析表及び（技術・研究）/（製品）グリッド分析表を示した。これ等を参考に有機エレクトロニクスに関する技術開発を実行しているグループは、美しい開発シナリオを目指してロードマッピング作業を実施していただきたい。

(2) 農林水産分野への適用

農林水産分野では、[家畜排泄物処理システム]について拡張ロードマッピングを実施した。ロードマッピングに採り上げたのは次のいくつかの理由による。

・法的規制の対象であり、畜産業の将来を左右する課題である。
・法的規制は環境保全の上で万人が認める環境保全技術である。
・道州制の加速は、環境インフラ構築に有利に働くであろうこと。
・このシステムは農－工―商（ロジステイックを含む）の融合を必要とする「こと作り」である。

尚、ロードマッピング実施プロセスにおいて着目すべき点は、市場駆動力および事業駆動力での重要な因子は、各々次の 4 つが挙げられる。

（市場駆動力の重要因子）

・社会の動向と法的な動き（例えば、家畜排泄物法、水質汚濁防止法）
・顧客（農業、畜産業、食品加工業、等）のニーズ
・外国企業を含む競合企業の動き
・コスト

（事業駆動力での重要因子）

・顧客（農業、畜産業、食品加工業、等）のニーズ
・（他分野への波及効果を含む）事業化のニーズ
・顧客の利益
・外国企業を含む競合企業の動き

以上、「過去の事例」及び「社会的インフラ構築に向けたプロジェクト」事例へ適用した結果、当該手法が社会インフラ構築と関連が強い大きなプロジェクトの管理あるいは提案に有効であることを示すことができた。

本調査研究での検証は、2 分野（5 事例）であったが、過去の事例の事実と「拡張ロードマップ」を活用しての検証結果は合致していること、また社会的インフラ構築に向けたプロジェクト事例についても、プロセスに則りロードマップ・テンプレートとグリッド分析の検討が可能であったことから、「拡張ロードマッピング」のアプローチは、大型プロジェクトを対象とした“グローバル市場で優位に立てる・グローバル市場での競争に参加できる開発プロジェクト”、“国内の地域ニーズに応え且つ多くの地域に共通性がある開発プロジェクト”を成功に導き、イノベーション創出に繋がるためのプロジェクト管理手法としての有効性が示めせたと考えるものである。

（有効な技術開発ロードマッピングのアプローチ）

「拡張ロードマッピング」の有効性を示すことができたが、ロードマッピングをより容易に実施できるよう、さらに工夫すべき点を抽出し、さらに効果的なロードマッピングの作業に役立つ新たなテンプレートを作成を試みた。

（拡張ロードマッピングにおける新たなテンプレートの提案）

産学官連携の大きな研究開発型プロジェクトへの適用を目指す「拡張ロードマッピング」において最も注力すべきは、第 2 回ワークショップでの検討プロセスである。第 2 回ワークショップは、第 1 回ワークショップで明らかにされた「市場及び事業の駆動要因」に対

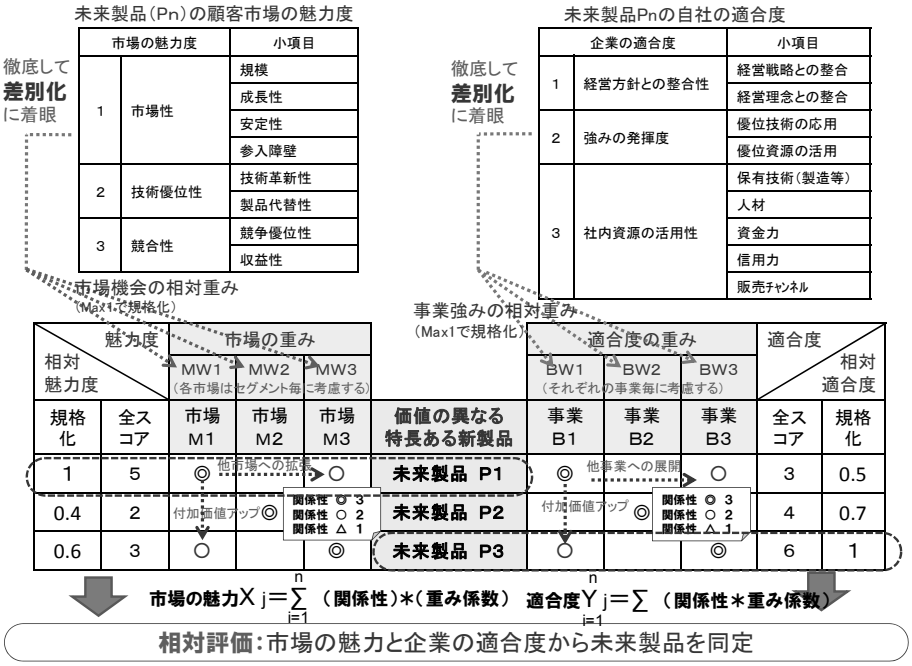
し、具体的な価値を付加し、より明確にしていくプロセスであり、ここにおいて新たな製品コンセプトが選別されるためである。

そこで、これまでの事例検討から市場や事業の駆動要因を抽出し、検討すべき要因として明らかにした。下図には、これを適用して創出された新製品コンセプトを複数創出（P1～Pn）し、その未来製品コンセプトに対し、市場の魅力度と自社（プロジェクトチーム）の適合度を判断する要領を示す。

未来製品（新製品）コンセプトに対しては、市場性（規模・発展性・安定性・参入障壁）、技術の優位性（技術の革新性・代替製品の可能性）、競合性（競争優位性・収益性）などに着眼し、徹底して差別化できる市場の魅力を引き出す視点が重要である。この視点は、SWOT 分析（強み分析）における機会の強み分析を実施しているものである。

また、自社（プロジェクトチーム）の適合性については、プロジェクトチームとしての方針（企業の経営方針）、チームとしての強みの発信度（優位技術の応用・優位資源の活用）、チーム（企業内部）の活用性（保有技術・人材・資金力・信用力・販売チャンネル）を十分検討し、徹底した差別化ができるかどうか検討していくことが重要である。

このプロセスでは、想定されるマーケットセグメントを対象にその市場性と想定されるチーム構成を念頭にしながら、これらの強みを数値化して狙うべき新製品コンセプトの選別評価を定量的に行い意思決定に向けた情報を整理していく。



新たなテンプレートの要領（新製品コンセプトの市場性・事業性評価）

この新たなプレートを活用した検討結果は、さらに第 3 回ワークショップへ引き継がれ、特長ある製品（サービス）を実現するために確立されなければならない技術及びその技術の確立に必要な解決すべき研究の検討を行い、第 4 回ワークショップにおいて、市場・製品（サービス）・技術及び研究に関する特徴をロードマップ・テンプレートにチャート化し「技術開発ロードマップ」として完成していくこととなる。

最後に、今後、国や地域における科学技術・産業振興に向けた大きなプロジェクト型の研究開発事業においては、出口を強く意識する方策として、この新たなテンプレートを活用した「拡張ロードマッピング」を行い、実用化に向けた展開を強化していくことを期待するものである。

JAREC においては、さらに地域産学官連携拠点構築への適用例を加えて、社会インフラ構築を含む大型プロジェクトの効果的な推進に貢献することを成果目標とする。

目　次

１．はじめに 8
２．調査の概要 9
２．１　調査の背景と目的 9
２．２　調査方法 10
２．３　実施体制 13
２．４　調査期間 13
３．調査結果 14
３．１　拡張ロードマッピング策定へのアプローチ 14
3.1.1 拡張ロードマッピング策定の背景 14
3.1.2 技術開発ロードマップ 21
3.1.3 過去のロードマップ作成事例と反省事項 43
３．２　拡張ロードマッピングの社会的インフラ構築への適用 60
3.2.1 有機エレクトロニクス分野の大きなプロジェクトへの適用 62
3.2.2 有機エレクトロニクス応用開発ロードマップ 64
3.2.3 農林水産分野の大きなプロジェクトへの適用 77
3.2.4 家畜排泄物処理システムに関するグリッド分析例 79
４．まとめと提言 86
４．１　拡張ロードマッピングの活用提案 86
４．２　産学官連携による研究開発プロジェクト推進への勘所因子の抽出 89

１．はじめに[2]

1995 年に定められた「科学技術基本法」に基づき、第１期～第３期科学技術基本計画の下に産学官連携による多くの技術開発支援事業が実施されてきた。これに対して巨額の研究開発資金が投入されたが、新技術を確立することによる地域イノベーションの創出という観点に立てば、これまでの開発成果は残念ながら不十分と言わざるを得ない。

この原因はどこにあったのであろうか？－これまでの活動を振り返って検証してみると、少なくとも不成功をもたらした原因として、次の 2 点を挙げることができる。

・産学官連携による技術開発プロジェクトを進める体制とその管理が不十分であった

・新しい経済活動の創出を目的とする開発プロジェクトそのものの進行管理が不十分であった

科学技術基本法の理念をわかり易く説明するために、“これからの研究開発は、中央政府主導のみで行うのではなく、各地域もその特徴を活かした研究開発活動を自らが行うこと”が示された。この理念を地域イノベーションの創出という形で実現するためには、地域企業、地域大学、地域行政機関の 3 者が、“共通の基本理念の下で、それぞれの役割を論理的・合理的に果す”ことが必要条件になる。

だが、現実には従来型の役割分担という姿勢が容易に変わらなかった結果として、公の科学･公の開発プロジェクトとしての説明責任が果せないような管理・調整方式は変わらなかった。

本調査研究では、上述の反省を生かして、“グローバル市場で優位に立てる・グローバル市場での競争に参加できる開発プロジェクト”または“国内の地域ニーズに応え且つ多くの地域に共通性がある開発プロジェクト”を成功に導き、イノベーション創出に繋がるためのプロジェクト管理手法として、ロードマッピングの有効性を示したい。

[2] 本章は共同研究者である九州大学名誉教授の齋藤省吾先生に執筆頂いた。

２．調査の概要

２．１ 調査の背景と目的

近年、国内産業を取り巻く環境は、国内企業の海外生産比率の上昇などによる産業の空洞化や、昨今の欧州における化学物質規制（REACH）及び貿易自由化を目指す環太平洋経済協定（TPP）といった規制の枠組が外的脅威として迫り厳しい状況にある。

今後、国内産業が元気で魅力あるものとして発展していくには、国や行政が主体的となって研究・技術の成果を活用し、これまで地域において蓄積されてきた環境・エネルギーなどの個々の課題を公的課題として捉え、これを解決するための新たな社会インフラの構築に向けた継続的事業の創出が肝要である。また、この新たな社会的インフラ構築を目指す大型プロジェクトには、産学官の効果的な連携と展開が必要と考える。

産業を支えるわが国の科学技術への取り組みに着目すると、国は、科学技術基本計画（第Ⅰ期～Ⅲ期）において、“地域の自治体や大学等の主体的な活動を支援する”と述べ、地域への科学技術振興は、積極的な展開が図られ多様な支援プロジェクトが実施されてきた。地域に存在する研究シーズを発掘する基礎的支援事業、地域における産学官の強固な共同研究体制（地域新生コンソーシアム）の構築による事業化支援事業、研究機関・研究開発型企業等による国際的競争力のある技術革新のための集積（知的クラスター形成）の創出を目指す支援事業などである。しかしながら、これら多様な支援プロジェクトは科学技術基本計画から 15 年が経過するがその成果として事業化段階に到る事例は多くない。

財団法人全日本地域研究交流協会（以下、JAREC という）では、これまで『大学等における産学官連携活動事例に関する調査』(H20 文部科学省委託調査）や『イノベーションの加速に向けた統合型情報基盤の形成に関する調査研究』(H21 新技術渡辺記念会助成調査）において産学連携支援プロジェクトで事業化に到達した成功事例を調査した。これらの調査事例を T-PLAN[3]の検討プロセスをベースに技術開発ロードマップへ展開したところ、事業化到達への成功要因として次の４点が見出された。

・研究から事業化までの連続した“美しい”「技術開発ロードマップ」が描ける
・開発する製品･サービスのニーズや顧客について明確で適切な目標設定がある
・プロジェクトの規模が大きいほど他地域のアライアンスが必須である
・取り組むべき製品･サービスは、「市場の駆動力」と「事業の駆動力」の検討項目を抽出して重み付けを行い、これとの関連性を定量評価することで順位付けが可能である

そこで JAREC は、本調査研究において、企業が目指す“特長ある製品・サービス・機能”を事業化して市場参入を果すために極めて有効な手法であると見られているケンブリッジ大学のロードマッピングの標準的策定プロセス手法「T-PLAN」をベースとして活用し、社会的インフラの構築を目指す大型プロジェクトへの適用を試みるとともに、適用結果からさらに効果的な手法へのアプローチを試みる。

本調査研究の目的は、当該手法が社会インフラ構築と関連が強い大きなプロジェクトの管理あるいは提案に有効であることを示すとともに、より効果的なロードマッピングの作

[3] ケンブリッジ大学のロードマッピングの標準的策定プロセス手法

業に役立つ新たなテンプレート作成することである。そして今後さらに地域産学官連携拠点構築への適用例を加えて、社会インフラ構築を含む大型プロジェクトの効果的な推進に貢献することを成果目標とする。

２．２ 調査方法

JAREC はこれまで、ケンブリッジ大学のロードマッピングの標準的策定プロセス手法である「T-PLAN」を科学技術振興機構(JST)の主催する「技術移転に係わる目利き人材育成研修」において取り入れ、実用化に向けたプロジェクト事例において一定の有効性を確認してきた。

本調査研究では、この標準的なロードマッピングに対し、2 つの点から独自のアプローチを試みる。1 つは主体を民間企業ではなく国や自治体に置き、2 つには適用対象を企業の事業化プロジェクトではなく、公的な事業システムあるいは社会的インフラの構築を目指す大型プロジェクトなどに拡張して活用する点である。この独自のアプローチによるロードマッピングを「拡張ロードマッピング」と定義する。

(1) 拡張ロードマッピングの策定

はじめに、ケンブリッジ大学のロードマッピングをベースに公的な事業システムあるいは社会的インフラの構築を目指す大型プロジェクトへのロードマッピングの適用を検討する。ここでは、ベースとなるロードマッピングを示し、過去に失敗した大型プロジェクトへ適用することで、ロードマッピングに必要な視点を抽出する。さらにアプローチ手順と視点を整理し、大型プロジェクトへ適用すべき「拡張ロードマッピング」とする。

(2) 拡張ロードマッピングの社会的インフラの構築を目指す大型プロジェクトへの適用

次にこの「拡張ロードマッピング」を活用して、以下(a)･(b)に掲げる 2 つの社会的インフラの構築を目指す大型プロジェクトの事例の適用を試みる。

調査は、はじめに WEB または既存の資料から各プロジェクトにおける経緯を調べて「ロードマップ」を作成し、これをもとにヒアリング調査を実施する。ロードマッピングのテンプレートとして「グリッド分析」･「スコア計算」を用いて“解決すべき課題・市場および地域における駆動力”を抽出し、これらの結果を反映した「拡張ロードマップ」を作成する。

ここでは特に主体を国または自治体に置いた場合の“市場”と“地域ポテンシャル”におけるマクロドライバー（重要因子）を抽出し、これらの評価軸に対する重み付けを検討する。また、ここでは社会動向･法的規制･競争環境などの外的要因を重視するものとする。

(a) 有機エレクトロニクス分野の開発プロジェクトの提案に関する拡張ロードマッピングの適用

有機 EL は、学問的には OLED（Organic Light Emitting Diode）と呼ばれたように、発光原理はいわゆる LED と同じデバイスである。根本的な LED との相違は、発光材料が有機合成化学によって作ることができるという点であり、天然に存在する希少元素を必要としない点である。

有機 EL の不幸な発展の歴史は、それが低消費電力の面状の発光デバイスであったため、テレビへの応用にすべての企業が走ってしまったという点にある。冷静に考えれば、多種多様な照明機器・器具への応用は、省エネルギーで資源問題を回避できるという点で、有機 EL は非常に広い範囲の応用が可能なデバイスと考えられる。

有機太陽電池は、有機 EL の逆の物理プロセスを応用したものが大部分を占める。この分野も多くの研究成果が集積されているが、光電変換効率が現用のシリコン系の太陽電池の 1/2 にも及ばないという点で実用化には到達していない。シリコン系に対する大きな利点は、半導体製造に必要なエネルギーがシリコンに比べて圧倒的に少ないという点にある。近年、(独) 産業技術総合研究所に有機太陽電池に関する大グループが形成されたことも、有機半導体合成に必要なエネルギーが少ない点に注目したためと考えられる。

本調査の 1 つ目には、有機 EL 照明、有機 EL ディスプレイ、プリンタブル・エレクトロニクス、及び有機太陽電池について拡張ロードマッピングを行ない、市場・事業、特長ある製品、技術領域、研究資源の各フェーズにおいて特長の主張を通じた開発プロジェクトの提案を試みる。

(b) 農林畜産分野の開発プロジェクトの提案に関する拡張ロードマッピングの適用

地域自治体が着目する研究成果や地域ニーズから実用化を目指す国の事業において試験課題数が多いものに JST 支援による地域イノベーション促進事業（シーズ発掘試験Ａ及びＢ・地域ニーズ即応型試験）がある。試験課題数 6,551 件のうち、グローバルにも日本の将来産業として期待される農林水産分野に深く関係する試験課題は 878 件あり、全体の 13.4%に達する。

これらのテーマの中には、自治体が概ね対策済みとしながらも生産現場において未だに大きな問題として抱える「家畜等の排泄物処理」がある。家畜に加えて水産廃棄物・食品加工廃棄物・食物残渣などの問題を入れれば“きれいな環境の整備”という「社会インフラ整備」に関する大きな課題である。

本調査の 2 つ目には、「社会インフラ整備」の性格を有しつつも、地域の課題解決型事業として取り組む企業が利益を上げることが困難な開発事業について拡張ロードマッピングを行ない、事業成立因子の抽出を試みる。

(3) 拡張ロードマッピングの活用提案と大型プロジェクト評価の勘所の抽出と提言

「拡張ロードマッピング」を用いた事例の適用結果から、「拡張ロードマッピング」が環境・エネルギー・光技術のような社会インフラ構築と関連が強い大きなプロジェクトの管理あるいは提案に有効であることを示す。さらに地域産学官連携拠点構築への適用例を加えて、社会インフラ構築を含む大型プロジェクト検討ツールとしての「拡張ロードマッピング」を提案するとともに、大型プロジェクトにおけるマクロドライバー（重要因子）を提言する。

尚、図 2.2-1 には本調査研究の具体的なアプローチを示す。

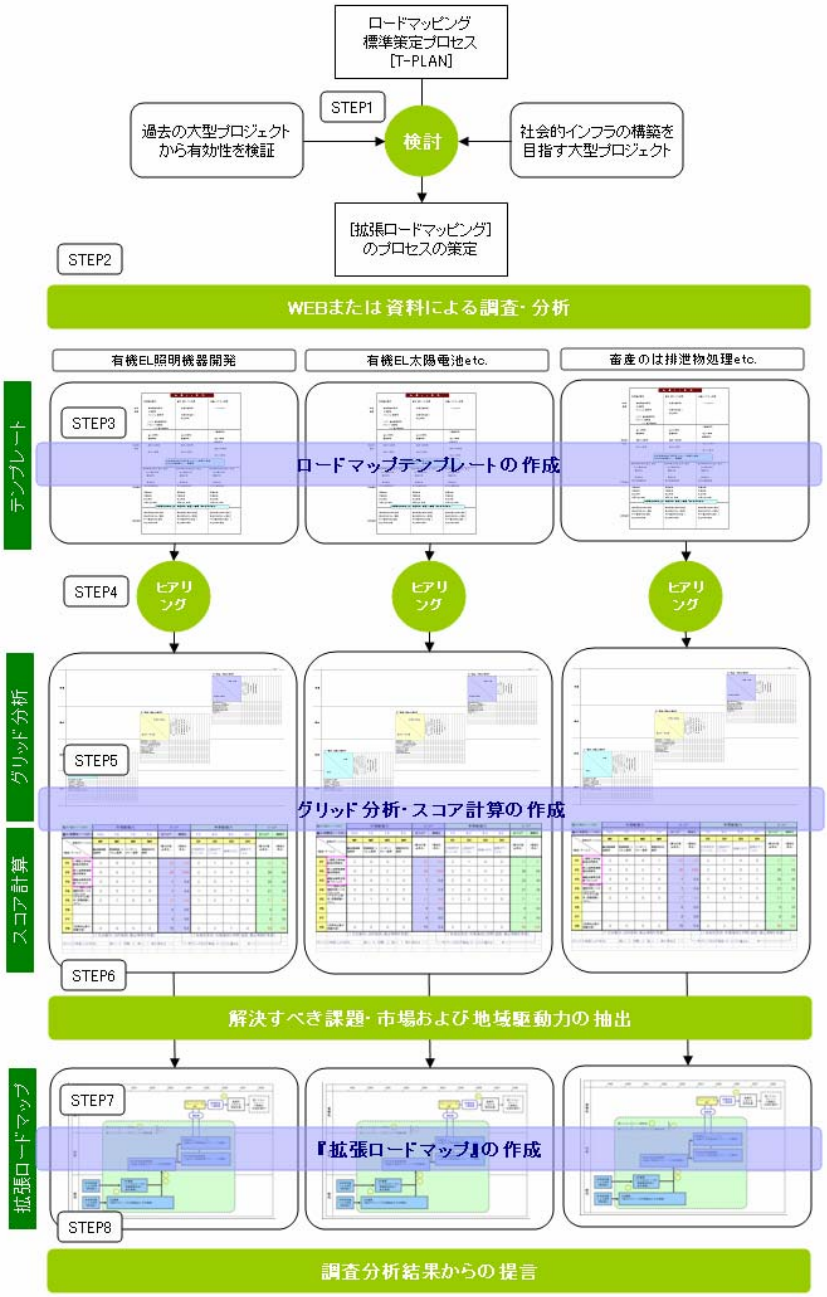


図 2.2-1 本調査研究のアプローチ

「拡張ロードマッピング」の中核になる STEP5 の解析の進め方は、有識者のブレインストーミングを通して浮上した「特長ある製品・サービス･機能」を「市場・事業」及び「技術・研究」の二つの階層との徹底的な討論を通して、製品特長に関するイメージを確立することである。

２．３ 実施体制

本調査研究の実施体制は、図 2.3-1 に示すとおりである。

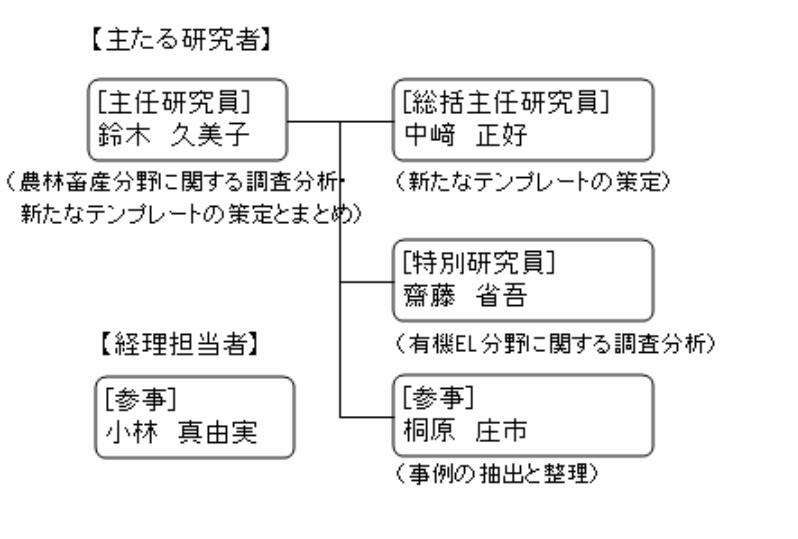


図 2.3-1 実施体制

２．４ 調査期間

本調査研究の期間は、平成 23 年 4 月 1 日から平成 23 年 9 月 30 日までとする。

３．調査結果

３．１ 拡張ロードマッピング策定へのアプローチ

本節では、本調査研究がロードマッピングの標準的策定プロセス手法である「T-PLAN」に対し、公的な事業システムあるいは社会的インフラの構築を目指す大型プロジェクトに拡張して適用する“拡張ロードマッピング”を試行するに至った背景について言及する。

3.1.1 拡張ロードマッピング策定の背景

JAREC は、これまで大学･研究機関などの研究成果を実用化するためのいくつかの人材育成研修を受託し、実行してきた。

・JST が主導する「大学から企業への技術移転に関与する人材」の研修
・農林水産省が主導する「農林水産コーデイネータ」の研修
・高専機構が主導する「工専発シーズの事業化」に関する研修
・全国の地域自治体の行政職員を対象とした研修他

上述した「大学から企業への技術移転に関与する人材」の研修プログラムの策定にあたり海外調査を実施した際、技術移転あるいは先端技術の管理に関する先進国に非常に優れた手法が存在することを知った。その代表的な手法は、ケンブリッジ大学の「T-PLAN」とウォートンスクールの「次世代テクノロジーマネジメント」である。

技術移転：『T-Plan The fast start to Technology Roadmapping』
Published by Institute for Manufacturing, University of Cambridge

先端技術：『WHARTON on Managing Emerging Technologies』[4]
Published by John Wiley & Sons,Inc.

「T-PLAN」の中で最重要概念に位置付けされる「market drivers」と「business drivers」の概念は、一般的な社会の動向を明確に同定することの重要さを教えてくれる。また、「次世代テクノロジーマネジメント」の中で用いられる「dog year」という表現は、「スピード感」の点での未熟さを示唆する。そして、両手法に共通する重要な言葉は、“Research（研究）よりも Technology（技術）が重要視され、顧客の動向などを含む「社会の動向」を最重要視する”ことであった。

拡張ロードマッピングのプロセスについては、事項に述べるが、拡張ロードマッピングを策定する上で、先に述べた「次世代テクノロジーマネジメント」が示唆する重要な視点について、いくつか触れておかなければならない。ここにはロードマッピングの必要性とロードマッピングという動的作業において十分考慮すべき重要な点を示唆しているからである。

［手持ち技術を厳密に評価することの重要性］

[4] 「ウオートンスクールの次世代テクノロジーマネジメント」小林陽太郎監訳 東洋経済新報社

1 つ目のポイントは、技術の選択能力である。次世代技術の早期発見の重要性について、“競争優位に立てるのは、いまや必ずしも技術の選択肢を数多く生み出した企業ではなく、数多くの技術の選択肢の中から正しい技術を選ぶことに長けた企業である”としている。それはまさに 1980 年代・1990 年代に米国の半導体業界が復活した際の原動力になったとされる“市場の潜在性に関する統合的な理解に基づいた技術の選択能力”である。

革新的な技術の開発の変化や急速に短くなりつつある製品ライフサイクルの変化に伴い、技術を賢く選び、迅速に開発を行うリスクと価値が高まってきている。そのため、正確で動的な技術評価が成功への必須条件になってきているのである。

1992 年、米国の R&D Decision Quality Association の研究では、研究開発の意志決定に関する多くのベストプラクテイスを示した。表 3.1.1-1 にその中の代表的なものを示す。これまでの産学官連携プロジェクトをやり抜く意志を決定する際に、ここに示されたベストプラクテイスを実行しているかどうかが重大な影響を与えることに気付くであろう。

このベストプラクテイスを実行できるのは、企業のみであることは明らかである。学の知の産業化社会への移転に熱心な研究者が多くても 15%程度である大学機関では、ベストプラクテイスの実行は不可能であり、大学発ベンチャーの起業化の場合にのみ可能であろうと考える。しかし、ベンチャー起こしの風土と経験に乏しいわが国においては、たとえ起業化に成功しても経済規模は小さいものであり、継続性においてもグローバル市場において存続できるものは極めて少数に限られるであろう。

改めて、新技術や次世代テクノロジーの事業化の意思決定には、反省と学習と評価を基礎にしたベストプラクテイス実行の必要性が強く認識できる。こらら重要なプラクティスに掲げる項目は、まさにロードマッピングを通して実行される。

表 3.1.1-1 1992 年の R&D Decision Quality Assocoation の研究

［研究開発の意志決定に関する45のベストプラクテイスから］

重要なプラクテイス	競争優位のためのプラクテイス
・明確で、計測可能な目標に同意する	・プロジェクト終了後の反省から学習する
・公式な技術開発プロセスを利用する	・ポートフォリオを評価する
・長期的なビジネスと研究開発プランの調和を図る	・学習のためのフレームワークを作る
・組織横断的なチームを利用する	・橋渡し役をマネージする
・最終顧客のニーズを明らかにし、計測する	・プロジェクトを定量的に評価する
・顧客からの定期的なﾌｨｰﾄﾞﾊﾞｯｸにより計画を見直す	・競争を予想する
……	……

［次世代テクノロジーの事業化を目指す企業における技術評価プロセス］

2 つ目には、次世代テクノロジーの事業化を目指す企業の技術評価プロセスに着目する。

（技術範囲の定義）

“ターゲットが無ければどんな時でもそれを得ることはできない”と指摘されるように、

技術範囲を明確に定義すべきである。企業がどこで（大学を含めて）技術を探すかは、企業が何を探したいかにかかっている。その範囲は、企業の戦略的意図と capability を含めた戦略的要因によって決まる。

また、技術範囲を決定する際には、技術評価チームは以下のような質問に取り組む必要があるとしている。これらは、ロードマッピングの検討されるべき視点である。

- このチームはプロセスに偏見を抱くような技術的な先入観や制約を有していないか？
- 実行可能な商業化の機会の基礎となりうる新しい科学上・技術上の発見が存在するか？
- ターゲット市場の現在あるいは将来のニーズを満たすのに最適な新技術とは何か？
- 自社が得意にしていた市場を変えてしまう次世代テクノロジーとは何か？
- 異なった技術の流れは、収束して新しい機会を作り出すのか？
- 自社や業界の外側で現状を変化させるような技術が開発されているのか？
- どのような既存市場あるいは将来の市場に自社の技術を応用できるのだろうか？

Whartonの事例

戦略的意図とは「いきいきとした夢」・「進むべき方向、発見、運命の感覚」である。

例） British Airways社の「世界で最も愛される航空会社」になるという目標；

- 2億ドルの新規ﾋﾞｼﾞﾈｽ･ﾕﾆｯﾄという今年の目標を満たす
- 製品の有効期限を延長する
- 製造ｺｽﾄを下げる

技術は抽象的に考えられるべきでなく、疑問に対して回答を示し、課題に対処するために利用されるべきである。企業が新しい市場を追いかけたり、新しい水準の成果を出そうとしているならば、そのために必要になるのはどのような技術か？

例） British Airways社を世界で最も愛される航空会社にするには、どのような新しい情報ｼｽﾃﾑを利用すればよいか？

このような本質的で深刻な質問に関する討論は、ときには企業の戦略的意図として、企業に自社の範囲の拡大や変更を求めることがある。わが国においては、タイヤの素材メーカーとして国策上設立された元日本合成ゴム社（現 JSR 社）が、膨大な研究開発投資が必要なことを十分に知りながら、シリコンテクノロジーに必要不可欠な微細加工用レジストを自社の重要な柱にすることに踏み切ったという好例がある。

日本合成ゴム社（現JSR社）の見事な社業範囲の拡張

タイヤ素材供給　＋　微細加工レジスト、液晶、等の電子材料

（技術評価の反復プロセス）

新しい事業を起こす意思決定につながる技術評価は単純なプロセスではない。自社の得意とする技術を再評価することは先ず重要である。しかし、１つや２つの技術で新しい事業が生まれることはないと考えるべきである。自社のコア技術の再評価に加え、自社の資源を見直して再配分できる能力を予測し、ターゲット市場の範囲を定義［範囲の定義］することが重要である。

新しい技術を調査し、魅力的な技術を発見して研究し、市場ニーズを基に評価することも必要である［調査］。これら両者を有機的に結びつけ、新しい技術開発を計画し、それらが市場ニーズと優位性をどのように満たすかを予測することが重要である［評価］。

この「範囲の定義」、「調査」と「評価」を繰返し反復した後に意志決定に至ることが重要であるとしている。図 3.1.1-1 に「技術評価の反復プロセス」を模式的に表わす。

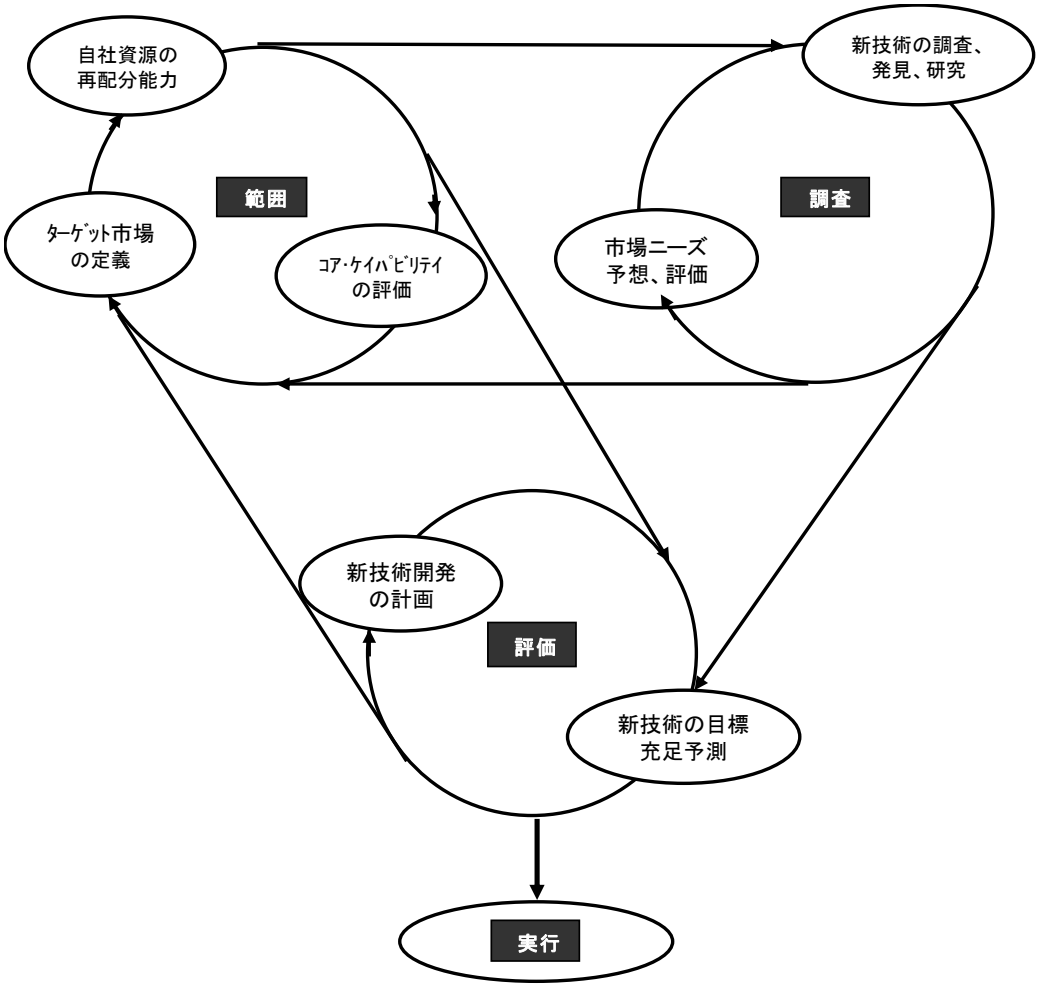


図 3.1.1-1 技術評価の反復プロセス

（技術評価チームによる企業の可能性（capability）の成文化）

企業の資源を中心とした見方をすれば、成功は、企業が市場の中で最良のポジションを

見つけることよりも、企業の資源、特にコア・コンピタンスを発展させて、テコにする能力に負うところが大きい。コア・コンピタンスとは次のような定義となる。

・ユニークな製品の開発につながる特定の技術的な可能性
・優れたサービスを提供する能力
・イノベーションを起こし迅速に製品を開発する可能性
・継続的なコスト優位性を生み出すサプライチェーン・マネジメントや効率的な生産特別なプロセスの可能性

今日の経済では、一流の技術評価はそれ自体重要なコア・コンピタンスとなり得る。

企業の技術的な Capability を成文化することは、技術評価プロセスの出発点である。候補となるどの技術からも必ず生じる重要な問題は、企業が能力と可能性を持っているかどうか、商業化する可能性を持つためのパートナーシップの獲得、発展、創造が必要かどうかということである。創造的で明確なビジョンを持った技術評価プロセスをマネージするには、企業の Capability や制約条件を新しい技術に対する知的な寛大さや成長への野心とバランスさせていくことが必要である。

（技術評価の範囲）

一般的に、技術調査の範囲は企業の Capability や技術資産よりも広い。しかし、新しい市場や技術の可能性にいくらかの制約を加えるためには、その範囲を制限する必要がある。この範囲を考える際に含まれるのは、次の 3 点である。

・ターゲット市場やターゲット顧客
・新技術によって満たされる既存のニーズ
・新技術によって満たされる潜在的なニーズ

さらに考慮すべきこととして、次の 6 点が挙げられる。

・市場や顧客の定義
・技術標準や知的所有権の条件
・企業の技術的な専門知識
・研究開発や商業化のコスト
・実現可能性の仮説
・組織構造
・バリューチェーンにおける自社の位置

したがって、効果的な技術評価チームには、ターゲット市場における製造、マーケティングや顧客サービス携わった経験を持つメンバーに加え、科学者や技術者が参加しなければならない。このようなチームは、技術評価を市場ニーズに統合する際の大きな財産となり得る。前に述べたＪＳＲ社の社業範囲の拡張は、ターゲット市場やターゲット顧客、新技術確立の可能性、研究開発や商業化のコスト等を十分に検討した結果として、今日の成功を勝ち取っている。

（企業の内部調査）

企業の内部調査は、自社のデータベースや特許申請、開示された発明、技術レポートのライブラリイを調べることから始まる。部門横断的な評価チームを組織して、部門をまたがった技術分野の強化、企業としての記憶の共有を可能にしなければならない。また評価プロセスと技術調査は、企業内の技術コミュニテイの隅々にまで及ぶブレインストーミング・セッションによって支えられなければならない。

（公的な技術ライセンス供給者）

大学・政府・技術移転機関・独立した研究所は、新しい発見の宝庫である。しかし、これらの機関で統合したデータベースでさえも技術ソースは大きく分断されていると見なすべきである。

わが国の大学では、しばしば高価な会費と引き換えに「分断された技術資源に関するデータベース」を提供している。

国を代表する大学が行っている産学連携担当者教育プログラムを実施した結果のアンケートによれば、受講者派遣団体からの最大の不満は「大学の研究成果の開示が極めて少ない」という点に集中した。

Wharton ビジネススクールの著書によれば、公的な技術ライセンス供給者の筆頭に挙げられたのは大学ではなく、Assosiation of University Technology Managers（AUTM）である。

（技術やビジネスに関する文献）

Medline, Dialogue, Lexis Nexis のような少数のポータルからは、技術やビジネスに関する文献の膨大なコレクションを調べることができる。

以上、上述した「次世代テクノロジーマネジメント」からの示唆を「拡張ロードマッピング」において考慮していくとともに、産学官連携で取り組む大型プロジェクトにおいて１つ留意しなければならないことがある。

それは、米国とわが国の大学における資金の考え方の違いである。わが国では、基礎研究に関する政府資金は研究者個人に対する補助金であるとの意識が強く、これが「公の科学」という意識を著しく薄めていると懸念する。

このような基本意識の差が、産学官連携プロジェクトの成功を妨げ、大学の技術ソースのほとんどは第１次、2 次、3 次産業のためというよりも“大学を含むその他産業”の資源となっているのではないかと考える。このことが、プロジェクト管理に重点をおいた本調査研究を実施するきっかけの１つになっている。

終わりに「拡張ロードマッピング」を検討するうえで、本調査の共同研究者である齋藤省吾氏の知見を考慮する。

齋藤省吾氏は、産学官連携活動に携わった新技術コーディネータ[5]の活動経験から次の 3 点を反省事項として挙げる。

[5] 1996 年 独立行政法人科学技術振興機構は RSP 事業実施地域 7 地域に各 1 名を派遣した。

・中小企業の新製品開発によって当該企業の経済的発展に貢献した事例は存在するが、グローバル市場を対象にした新製品は参加企業に経済効果を挙げさせる段階に到達していなかった

・グローバル市場に参入できなかった主な事由は、コーディネータのみならず最も重要な役割を持つ参加企業経営者までがグローバル市場の変化の早い動向を読み取れなかったことにある

・技術開発プロジェクトの管理手法の学習が不十分であったことに加えて、イノベーションの経済効果の創出を目的とする先端技術開発プロジェクトの最終段階の管理手法についてはほとんど無知であった

こうした背景と示唆を踏まえて、本調査研究では、2 つの代表的な開発プロジェクト管理手法を一部は日本向きに変更し、さらにわれわれが経験した事例を加えて、グローバル市場への参入を目指す開発プロジェクトの成功に貢献することを目指すものである。

3.1.2 技術開発ロードマップ

ここで、われわれが作成を試みるロードマップはわが国でしばしば作られるロードマップ、例えば平成 18 年 4 月に発表された“経済産業省の技術戦略マップ 2006”とは本質的に異なることを述べる。

技術戦略ロードマップは現在の科学・技術の進歩についての予測を基にして「未来製品・未来サービス」の出現を時間軸上に描いたものであり、技術予測≒未来製品・未来サービス出現時期と見なされる。

一方、これから作成を試みるロードマップは、新製品・サービスの市場参入を最重要因子に考えている。特長ある未来製品・未来サービスを中心に下流側は市場参入や事業化のポテンシャル・可能性の重みを考慮して数値評価し、さらにこれらの重みを保持したまま、確立すべき技術のインパクト・可能性の重みを数値評価する。不足あるいは未熟な技術に対しては解決すべき研究をアライアンスの考慮を含め数値評価するというロードマッピングのプロセスが中心になるものである。

したがって、ロードマッピングの結果として描かれるロードマップは「技術開発ロードマップ」と呼ばれ、「技術戦略ロードマップ」とは異なる。

（1）ロードマッピングにおいて行う作業

ロードマッピングとは、主に企業など新しい事業を樹立して経済的にプラスの効果を作り出したい組織における研究から事業化・市場参入まで（Cradle to Grave）の筋道の検討作業であり、これからを時間軸上に書き込んだ「技術開発ロードマップ」を１枚のチャートに仕上げるための作業である。

- 新事業の実現とその市場参入に関するマイルストーン
- 新事業の内容を表わす特長ある製品あるいは特長あるサービスを実現するマイルストーン
- 製品（サービス）実現のために確立すべき技術に関するマイルストーン
- 技術を確立するために解決すべき研究に関するマイルストーン

「技術開発ロードマップ」を作り上げるためのロードマッピングの過程で、十分な議論を尽くすべき自社のコアコンピタンス、必要な研究・技術資源」定義付けするための調査の範囲の詳細は後に述べることとして、先ず、ロードマッピングとはどのような作業であるかの概観を図 3.1.2-1 に示す。

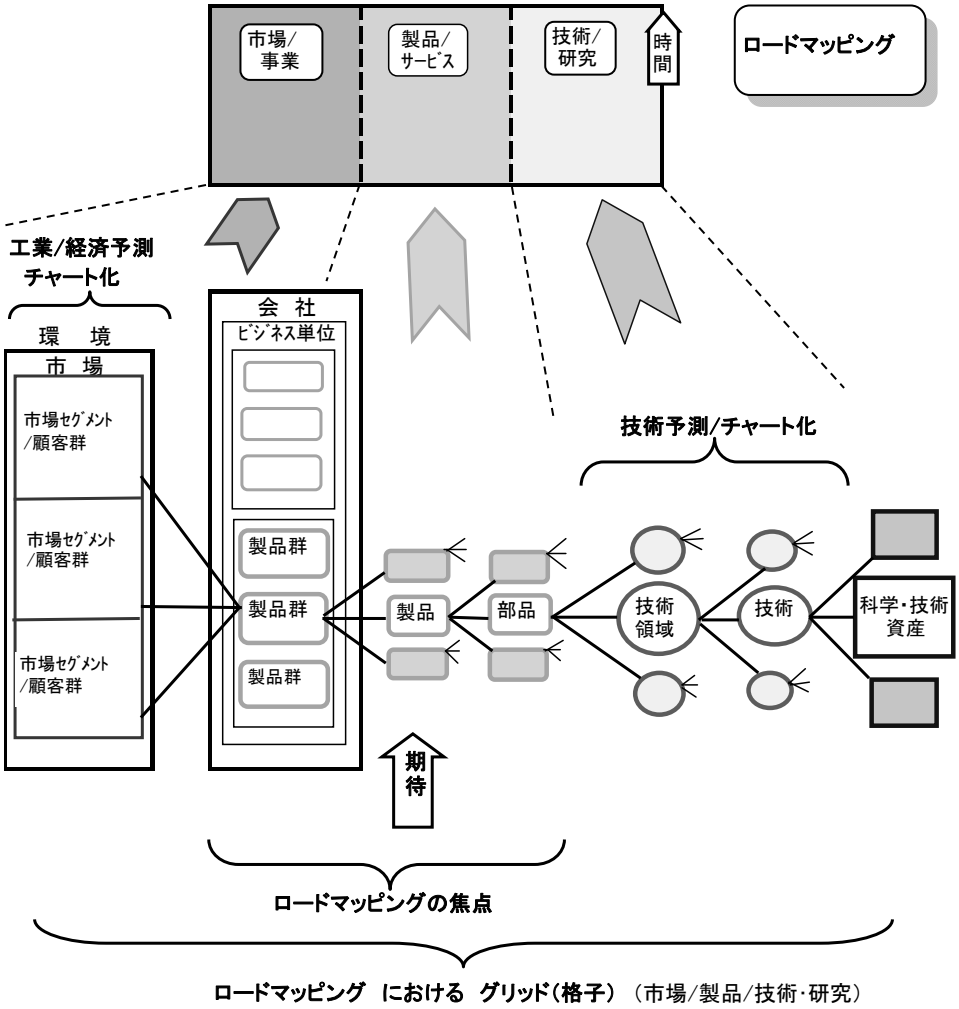


図 3.1.2-1 ロードマッピングにおける作業の概観

これから述べるロードマッピングの作業は、欧米の多くの大企業で活用しているケンブリッジ大学のロードマッピング（T-PLAN）を一部日本に馴染むように変形したものである。

標準的な技術開発ロードマップを作り上げる作業は、次の 4 つの連続進行型のワークショップから構成されている。図 3.1.2-2 に 4 つのワークショップで作成するロードマップのイメージを図 3.1.2.-3 には 4 つのワークショップの時系列的な関係を示す。

① 市場を動かす要因と事業（ビジネス）を動かす要因を特定するワークショップ

② 作り上げようとする製品（サービス）の特徴を示す概念を作り出すワークショップ

③ 特徴ある製品（サービス）を実現するために確立しなければならない技術及び研究に関する課題を特定するワークショップ

④ 製品や技術の革新に繋がるマイルストーンを時間軸上に書き込みチャートを描くワークショップ

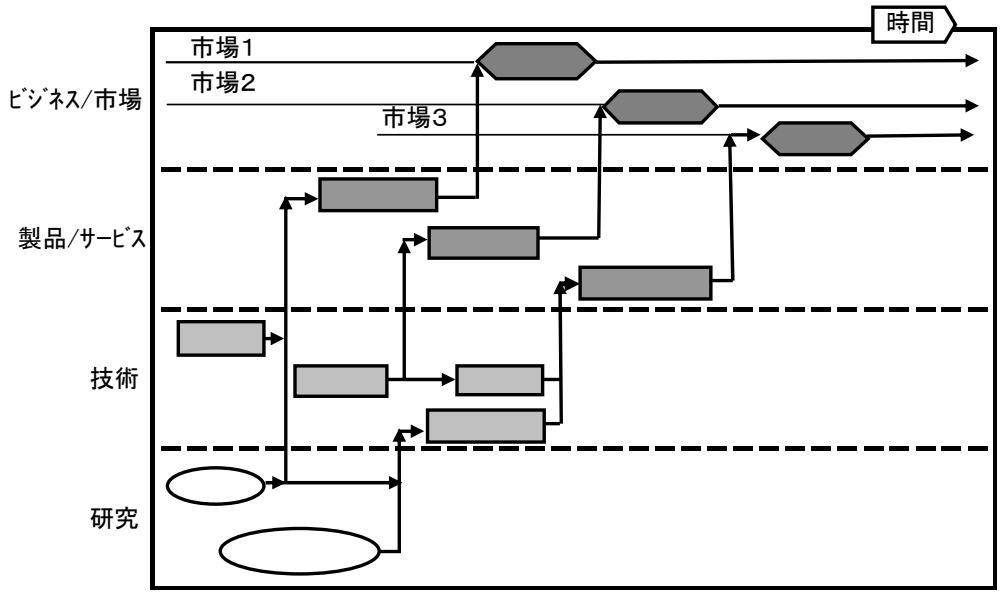


図 3.1.2-2 技術開発ロードマップの形

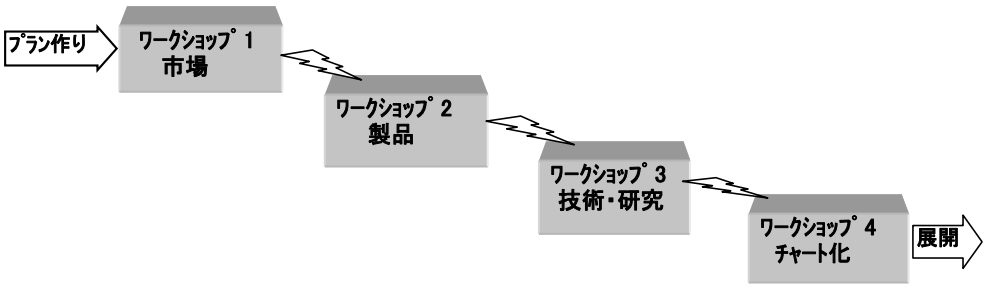


図 3.1.2-3 ワークショップ開催の流れ

図 3.1.2-3 の流れは、わが国の産学官連携プロジェクトに参加している者にとっては馴染みにくく、一瞬躊躇するに違いない。わが国のプロジェクトは技術シーズから発するものが多いので、自然の流れとして「研究の関門」→「技術の関門」→「製品の関門」→「事業の関門」という思考の流れに慣れているからである。

Ｔ－プランにおいては、事業化を担当する企業が主役になり、市場及び事業の駆動要因の同定から始まることに特徴がある。わが国の産学連携プロジェクトにおいては、最も重要なこの 2 つの駆動要因を軽視あるいは無視しがちであった。

事業化と市場参入を目指す産学官連携プロジェクトを対象にした技術開発ロードマッピングには、どのような人達が参加すべきであろうか。T－プランに従えば、わが国の場合は 10 名程度が適当である。

・事業化を目指す企業の社長－事業化責任者として、事業化駆動力及び市場駆動力を決定の責任者

・企業の研究開発部責任者－プロジェクトにおける共同研究及び知財管理の立場から

・企業の製造・生産部責任者－製造及び量産化技術の立場から

・企業の営業部責任者－マーケテイングの立場から

・企業の経理部責任者－プロジェクト・コストの立場から

・企業の人事部責任者－人材補強あるいは他とのアライアンス関係締結の立場から

・大学研究者－技術シーズ提供者の立場から

・産学連携コーデイネーター－連携プロジェクト支援者及び企業社長に対するコンサルタントの立場から

・産学連携コーデイネータ補佐－書記役として

・その他、コンサルタントとして信頼されている専門家

構成人材を見れば、T-PLAN の主役は産学連携プロジェクトに参加する企業が主役であることは明らかである。わが国の産学連携プロジェクトのほとんどは大学側に重みがかかった上流ステージのものであるから、プロジェクト開始時から T-PLAN 討議を行うことに逡巡する人が多いであろう。

ここで T-PLAN の重要性を主張するのは、プロジェクト計画を作る実施初期に、この作業を実行することが極めて有意義であるからである。

T-PLAN に示すとおり、最初から完成形を求めるべきではない。プロジェクトの中期までに何回か繰り返して討議を繰り返すうちに、その完成度は高まると考えるべきである。

T=PLANによれば、繰返し何回か行い完成度が十分に高まった技術開発ロードマップは論理構成の面から見て非常に美しい物語になっているはずである。

（２）T-PLAN における主な作業としてのグリッド分析

T-PLAN 実行の第 1 回～第 3 回のワークショップは、第 4 回目のワークショップで描き上

げる技術開発ロードマップの中のマイルストーンを定めるための討議に費やされる。

この目的を達成するためには次の階層において、何年･何月頃どのような名称の事業マイルストーンを記入すべきか、そのためには、どのような製品（サービス）を何時頃までに完成すべきか、製品やサービスを実現するためには、どのような技術及びどのような研究を何時頃までに確立・解決しなければならないかを論理的に決定しなければならない。

・（参入したい市場）/（作りたい事業）の階層
・（特長ある製品）/（特長あるサービス）の階層
・（確立すべき技術）の階層
・（解決すべき研究）の階層

このような難しい作業を実行する手法がグリッド分析法（T-PLAN Grids）である。図 3.1.2-4 に階層構造のロードマップと作成すべきグリッドのイメージを示す。

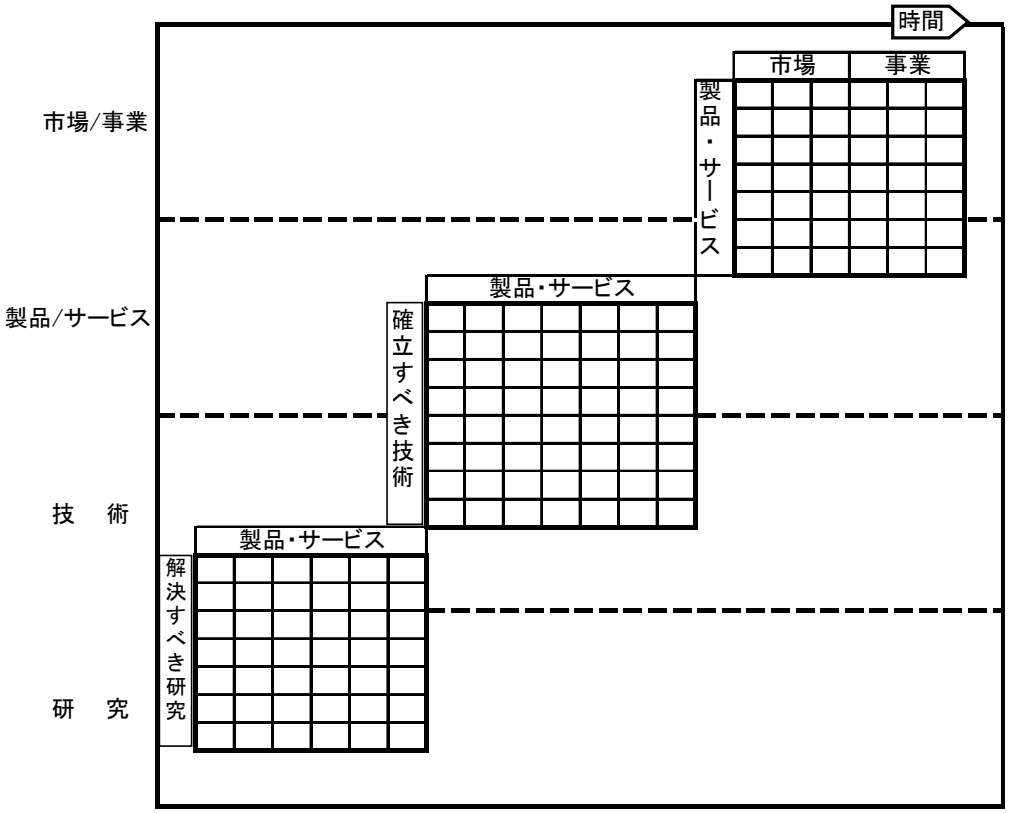


図 3.1.2-4 T-PLAN Grids のイメージ図

作成すべきグリッド（格子）は、ロードマップ中の隣り合う２つの階層をそれぞれ縦軸と横軸にとって構成される格子である。図 3.1.2-4 では、（市場・事業）/（製品・サービス）グリッド・（製品・サービス）/（技術）グリッド・（製品・サービス）/（研究）グリッドの 3 種のグリッドである。下 2 つのグリッドは 1 つにまとめて、（製品・サービス）/（技術・研究）グリッドの形で議論される。本調査研究においても、これに習って議論することにする。

重要なことは、グリッド中の 1 つのセルは、横軸項目と縦軸項目の相関性の強さを定性的に記入するのではなく、後に述べるように、市場参入と事業化の可能性に関する“重み”を定めた上で、それに製品化や技術・研究の可能性を数値評価し、両者を乗じて数値評価することである。その詳細については、(3) のワークショップにおける作業の項で述べる。

（３）ワークショップ

［第１回ワークショップ］

このワークショップは産学連携プロジェクトの行き先を定める最重要ワークショップであり、プロジェクト参加企業の社長は必ず参加しなければならない。ここでの諸議論の重みを定めるのは社長の役割であり、議論のなるべく早い時間に起こしたい幾つかの事業について理由付けをしながら、事業化を動かす要因“事業駆動力（Business Drivers)”と、参入したい幾つかの市場の市場を動かしている要因を検討しながら“市場駆動力（Market Drivers)”について、それぞれ 10 点法で自社の重みを宣言しなければならない。

（進め方）

第１回のワークショップでは、先ず産学連携コーデイネータが T-PLAN 作業の概要を参加者全員に紹介し、次いでロードマップの市場階層に焦点を合わせて外部（市場）と内部（事業）の駆動要因を特定することから始まる。産学連携コーデイネータなどは進行役となる。

これらの駆動要因は製品開発やサービス開発の動機を定義付けするために重要であり、製品やサービスの特徴を現す概念の重要度を順位付けする手段を提供し（ワークショップ 2)、技術や研究の貢献度を順位付けする手段をも提供する（ワークショップ 3)。

（事業化駆動力と市場参入駆動力の同定）

市場駆動力と事業駆動力という 2 大要因を社長中心で考える時に配慮すべき重要な因子を以下の表 3.1.2-1 に示す。

この表によれば、「顧客の動向」・「社会の動向」・「競合企業の情報」及び「製品(サービス)コスト」は外部・内部を問わずに重要であることがわかる。

3.1.2 の反省事例に述べる「高速・省エネ LSI 用歪シリコン・ウェーハ」は、まさに 4 つの重要因子を軽視した結果である。

「顧客の動向」－国内のウエーハ顧客は急速に減少してファブレスに向かいつつあった

「競合企業の情報」－米国 Intel 社は半導体メモリ企業からマイクロプロセッサー製造販売企業に急変身しつつあった

「社会の動向」・「製品(サービス) コスト」－グローバルには、性能至上主義からコスト至上主義に変わりつつあった

後の議論から容易に理解できるであろうが、もしこれら 4 つの要因を重視して、市場駆動力及び事業駆動力に低い重みを 10 点法で 2 点に与えておけば、技術力の自信から製品化の可能性に高い点を与えても、これに低い重みを乗じた結果を見れば危険信号を知りえたはずである。

表 3.1.2-1 市場駆動力と事業駆動力を考える時に重要な諸因子

Market Drivers	Business Drivers
市場(外部)駆動力	事業(内部)駆動力
顧客・社会ニーズ	顧客・利益・事業化ニーズ
主な顧客に影響を与える社会の動き 社会の傾向	企業利益・歳入・成長性
顧客タイプごとに市場セグメントに分類 以下の点を討議・分析する ・顧客ニーズ ・法的な動き ・競合企業の情報	顧客タイプごとに事業セグメントに分類 以下の点を討議・分析する ・顧客ニーズ ・事業ニーズ ・競合企業の情報
以下の点を考慮する ・コスト ・法的規制 ・生産性	以下の点を考慮する ・コスト ・市場到達までの時間 ・市場の細分化 ・市場への経路

表 3.1.2-1 の「法的な動き」や「法的規制」に注意する必要がある。これに触れる典型的な例としては創薬や特保製品があり、厚生労働省の認可を得るために大きな費用と長い期間を要することは周知の事実である。

表 3.1.2-1 に示すような駆動要因を明確にし、社長が評価数値を与える前に、ワークショップ参加グループが志向する製品性能に関する諸問題を議論しておくことが必要である。何故ならば、この議論は製品性能を市場と技術の両面から説明できるように具体的な作業の出発点になるからである。

（目的）

ワークショップ 1 の目的を列挙する。

- 鍵になる技術に関する管理概念とロードマップの作成
- 参加者へのＴ－プランの紹介と技術ロードマップの作成
- Ｔ-PLAN 着手による会社の目的の確認
- 製品性能の次元の特定
- 市場（外部）及び事業（内部）駆動要因の特定と順位付け
- SWOT（強み、弱み、機会、脅威）分析による戦略的な地位の考察
- 参加者間の知識ギャップの特定と検討を要する分野の特定

（作業ステップ）

作業ステップ 1 －導入部に相当しその内容は以下の通りである。

- 技術管理の概念を導入し、事業における技術的資源の役割と効果的な技術管理へ焦点を集中

・議論を進めて全員の合意を得るために会社の目的を発表

作業ステップ 2 －製品性能に関する議論と作業は以下の通りである。

・製品の機能（能力）を特定しなければならない。

これは顧客や事業にとって非常に重要な「製品の機能・性能に関する特徴（特徴ある製品)」を表わすものであり、どのような技術やノウハウを提供できるかを示すものである。

・「性能という切り口」が市場や事業の駆動要因としては理解し易いので、これに議論の出発点を置くのが良い。性能の考察には「性能包絡線」を定義してロードマップにおける市場、製品、技術を結び付け、図 3.1.2-5 に示すように市場は引っ張り、技術が押すという形で考えると良い。

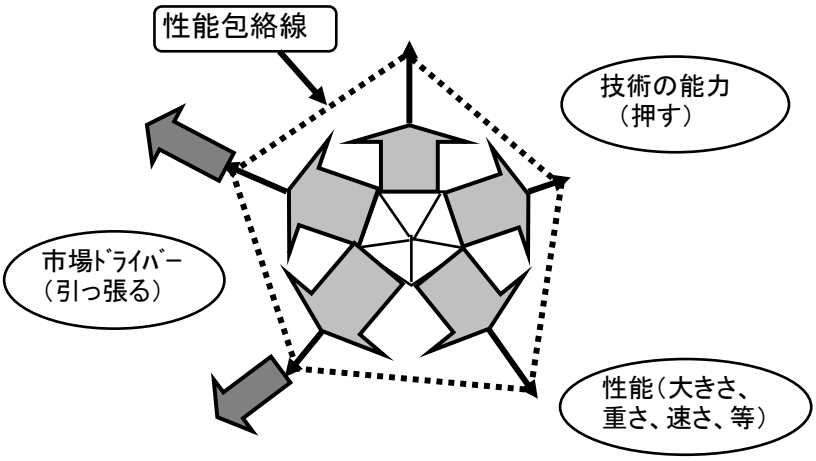


図 3.1.2-5 製品の改良は市場の吸引と技術の押し出しのバランスであることを示す「製品性能包絡線」

・製品性能では、顧客にとっての価値と会社が考える魅力を特に重視すること

・製品性能の例としては、大きさ、速さ、使い易さ、信頼性等を含むこと

作業ステップ 3 －市場を動かしている要因及び事業化を駆り立てる要因に関する議論の展開である。その作業は以下の通りである。

・潜在顧客を考慮した事業の動機付け、潜在顧客のニーズ、会社の利益等の項目を反映させて、市場（外部）及び事業（内部）の駆動要因を確認する。

この作業を進めることは、ステップ 2 で確認した性能範囲をレベルアップさせることに繋がる。企業の採算性、収益、成長性のような一般的な事業駆動要因は記録してロードマップに含めるべきである。ただし、製品の特長[6]が事業駆動要因に直結しない場合は、後のロードマップやグリッド分析格子の階層には含めない。

[6] ワークショップ 2 で特定される。

重要なことは、中核になる顧客に影響を与える社会的傾向や要因は、会社の戦略目的と共に考察しておくべきである。

市場駆動要因や事業駆動要因は、数多く議論に登場することになるので、それらは適切にグループ分けしておく。

・顧客のタイプに応じた市場セグメントなどグループ分けした市場を確認し、重要なセグメントでは市場駆動要因を、顧客や事業のニーズ、競争者、法的問題等を考慮して 1～10 の範囲で優先順位を付ける。ただし、これらの駆動要因や優先順位は、厳密な調査活動が進展するのに伴い時間あるいはセクターによって変化するかもしれないことに注意すべきである。

・内部的な事業駆動要因についても、十分な議論の結果として優先順位を付ける。

・競争者を明らかにして、競走状況を評価して認識する。

・時間が許せば、性能包絡線に至った諸因子と、それらのロードマップ上の関係を結び付ける。

・外部市場駆動要因の例として、コスト、法的問題、生産性、等を忘れてはならない。

・内部事業駆動要因の例として、コスト、市場参入時間、差別化、市場へのルート、等を忘れてはならない。

作業ステップ 4－SWOT 分析である。

・時間が許せば簡単な SWOT 分析を行い、議論している分野における戦略的状況を明らかにすべきである。

これまでの議論で浮かび上がって問題点を

Internal→ Strength, Weakness
External→ Opportunity, Threats の視点から検討して

SWOT の頭文字ごとに集めて 図 3.1.2-6 に示した SWOT 分析の 4 つの領域を比較しながら、戦略あるいは代替を導く。

機会 O	脅威 T
・―――――――――― ・―――――――― ・―――――― ・―――――――――― ・―――――――――	・―――――――― ・―――――――――――― ・―――――――――――
強み S	**弱み W**
・―――――――――― ・―――――――――――― ・―――――――――――― ・―――――――――	・―――――――――――― ・―――――――――――― ・―――――――――

図 3.1.2-6 SWOT 分析

実は、後に作成する第2回ワークショップ（市場・事業）/（製品・サービス）グリッド分析の結果の一つは、SWOT分析を数値評価した結果に他ならない。

作業ステップ 5－参加者間の知識ギャップと次のステップを確認する。

・最新の知識を基準にして主な知識ギャップを確認し合い、さらなる仕事が必要な領域を確認する。

・誰が、何を、何時までといった確認作業を行い、次のワークショップに必要な準備を決める。

作業ステップ 6－第1回ワークショップ以降の行動に関する作業である。

・第 1 回ワークショップの成果をブレインストーミングに用いたリストやグループ化された製品性能、市場及び事業に関する駆動要因と共に総括する。

総括表は、次の第 2 回ワークショップの前に配布する。これは、以降の作業ステージの有効な資源になる。このため書記役も必要である。

・ワークショップの中で得られた主要な論点の鍵になるような記録も総括表に含めるべきである。

・討論の進展を図るため、もし要求されれば進行役、社長及び関心が特に強いグループメンバーを入れた「コーディネーション会議」を計画する。

例えば、ここでの産学連携コーデイネータなどは、ワークショップの進行役であり、社長に対してはコンサルタントでもある。

［第2回ワークショップ］

第 2 回ワークショップでは、ロードマップ中の「製品」に関する階層に「サービス」という見方を含めて議論することが中心の作業である。

産業界の一般的な傾向として、特長ある製品の製造・販売を中心にした 2 次産業分野の伸び率よりも、社会システムの構築や流通方式の革新のような「サービス産業」の伸びが著しく、いわゆる 3 次産業に属する革新が大きな比重を占めるようになってきた。ロードマップの階層として、製品階層と市場階層の間に「サービス」階層を挿入すべきであるという議論も盛んになっている。

ここでは、新たに「サービス」階層を設けずに、「製品・サービス」階層として扱うことにする。製品やサービスの特長を示す概念は、第1回ワークショップで明らかにされた「市場及び事業の駆動要因」に具体的な価値を付加するという形で明確化されるであろう。「明確化された製品あるいはサービスの特長」を示す概念は、次の第 3 回ワークショップで考察される技術面の選択肢を決める基礎になる。

(目的)

ワークショップ2の目的を列挙する。

・ワークショップ 1 の成果を参加者全員で評価する。

・ワークショップ 1 で考えた外部市場要因と内部事業要因の両者を満足させることを基準にした「製品・サービス特長概念」であることを明確にする。

・製品･サービス特長概念の効能･可能性について、いろいろな内部･外部要因（Drivers）の言葉で重みを付けた順位付けを行う

・製品あるいはサービス開発の戦略的な観点を考える（例えば、プラットフォームや製品群というような概念を用いて）

・参加者間の知識ギャップを理解し合い、以降の作業の領域を明らかにする。

作業ステップ 1 －導入部であり、その内容は以下の通りである。

・ワークショップ 1 の成果を総括的に討論し、ワークショップ 2 の目的と内容を明らかにする。

作業ステップ 2 －製品あるいはサービスの特長を示す概念を作るための作業は以下の通りである。

・市場及び事業駆動要因を満足させることを基準にして浮かび上がった「特長ある製品・サービス概念」を明らかにする。

生まれ出てきたアイデアのチェックリストとして、ワークショップ 1 の性能範囲（性能包絡線を参照）や行動要因を用いる。この作業の目的は、顧客を洞察することにより、どのような製品・サービスが生まれるかということに関する「ビジョン」を作ることである。

長期間にわたって使用される製品カタログの中間時期に、どのような記述が生まれるかということを考えることである。メモ用紙を用いるブレインストーミングが良い手段である。

・製品・サービスの特長を示す概念を適当なグループに区分けする。

・ロードマップを製品・サービス機能範囲と結び付ける。ただし、この作業はワークショップ 2 の終了後に行う。

・製品・サービスの特長を示す概念の例としては、速さ、値ごろ感、静かさ等が挙げられる。

作業ステップ 3 －製品･サービスの効果（インパクト）に関する議論は以下の通りであり、ここでグリッド分析法が用いられる。

・表 3.1.2-2 に示すとおり、市場/事業駆動要因（Drivers）を横軸に、製品・サービス特長概念を縦軸にした格子（Grids）を作る。

・特長ある製品・サービスの概念のそれぞれに（1 行ごとに）、市場／事業要因のそれぞれに対するインパクトを、順位付けしてマークする。この場合、3 点法（高い･中間･低い）を用いることにし、さらに正負を付けてインパクトを強調する・

表 3.1.2-2 の例示では、＋は○、－は×を用い、数値はそのマークの数で表わして

いる。

１つの格子（セル）内の数値は、

（10 点法でつけた市場及び駆動要因の順位スコア）×（セルのインパクト点数）

で表わす。

格子ができたならば、縦列ごとの相対順位や重みに付いて理解を深め、各製品・サービス候補ごとに（各行ごとに）、セル内の点数を加える。

この加算作業は、市場駆動要因と事業駆動要因を別に行う。（市場参入から見た製品候補ごとの全スコアと、事業化可能性から見た製品候補ごとの全スコアを得る）。

それぞれの全スコア中の最高値が 10 になるように規格化して、市場参入及び事業化から見た規格化スコアを求める。

表 3.1.2-2 特長ある製品候補に関するグリッド分析表の例

要因順位スコア（1～10）		市場駆動要因			事業駆動要因		製品特長順位スコア			
		3	8	5	2	7	市場		事業	
		M1	M2	M3	B1	B2	全	規格化	全	規格化
製品特長	P1	○ / 3	/ 0	○○ / 10	○ / 2	○○○ / 21	13	3.3	23	10
	P2	○○ / 6	○○○ / 24	○○ / 10	○○ / 4	○ / 7	40	10	11	4.8
	P3	×× / -6	○ / 8	○○ / 10	○○○ / 6	○ / 7	12	3	13	5.7
	P4	×× / -6	○ / 8	× / -5	× / -2	○○ / 14	-3	-0.8	12	5.2

記号説明: P; 製品(Product)、 M; 市場(Market)、 B; (Business)
格子内の上段; ○は+1点、×は-1点
格子内の下段＝(要因順位スコア)×(上段点数)
製品特長順位スコア; 全は格子内下段点数の和、規格化は全スコア中の最大値が10になるように規格化
■は市場参入あるいは事業化の最有力候補
■は市場参入を断念すべき候補

作業ステップ 4 －製品戦略に関する議論を行う。要点は以下の通りである。

・グリッド分析における規格化スコアが物足りない値である場合は（表 3.1.2-2 の例でマイナス数値が得られた場合は除き）、市場/事業駆動要因を将来満足するかもしれない他の製品戦略を考える。

例えば、
高級・高性能化製品対低価格化追及製品
多くの製品からなるプラットフォーム
複数市場にまたがり、互いに相関性がある製品群

の様な概念を考えておく。

作業ステップ 5 －参加者間の知識ギャップと次のステップを確認する。

・最新の知識を基準にして知識ギャップを明らかにし、さらなる仕事が必要な領域に関する主なギャップを、情報源や知識ギャップの埋め方と共に明らかにする。

・確認作業（何を、誰が、何時まで）を行い、次のワークショップに必要な準備を行う。

作業ステップ 6 －第 2 回ワークショップ以降の行動に関する作業である。

・ワークショップ 2 の成果を総括する。

これは、ブレインストーミング表、グループ化した製品・サービスの特長、先のワークショップ 1 の総括、等を統合した表の形にする。

この総括表は次のワークショップ 3 の前に参加者全員に配布する。この総括は、以降の作業のための有用な資源として役に立つ。

・繰返しになるが、製品・サービスの「価値」は、ワークショップ 2 のランキングスコアとワークショップ 1 の市場/事業要因の優先順位とを一緒に考察することによって決められたことを十分に留意すべきである。

表 3.1.2-2 に示すように、格子の各行（製品・サービス特長の各行）は数値化して、低いは 1、中間は 2、高いは 3 に（正負の区別を付けて）変換している。

各セルのスコアに要因に与えられた優先度を示す「重み」を掛けた後、各セルのスコアを加えて全スコア値を作っている。この作業は、内部事業要因と外部市場要因を別々に行っている。

さらに、全スコアから規格化スコアまで求めている。

・ワークショップ中に集められた記録についても、主要な討論点に関するものはすべて総括の中に取り込む。

・討論の進展を図るため、もし要求されれば進行役、社長及び関心が特に強いグループメンバーを入れた「コーディネーション会議」を計画する。

例えば、ここでの産学連携コーデイネータなどは、ワークショップの進行役であり、社長に対してはコンサルタントでもある。

［第 3 回ワークショップ］

第 3 回のワークショップはロードマップ中の技術及び研究の階層に焦点を合わせている。より具体的に表現するならば、特長ある製品（サービス）を実現するために「確立しなければならない技術」及びその技術の確立に必要な「解決すべき研究」に焦点を合わせている。これに加えて、能力、スキル、財務、アライアンス補強のような、事業に関する他の資源からの見方をも考察する。

いろいろな技術の選択をワークショップ 2 で明らかにした製品機能を実現し、それを供

給できる能力として確認し、将来の技術革新を可能にする構造や言語として定義することになる。

（目的）
ワークショップ 3 の目的を列挙する。

・ワークショップ 1 と 2 の成果を評価する。

・ワークショップ 2 で特定した「特長ある製品・サービスの機能」を供給できるものと考えて「技術・研究面における解決」を確認する。

・技術的に解決･確立すべき課題の重要度を製品の特長に対するインパクトという見地から順位付けを行う。

・参加者間の知識ギャップと作業領域を確認する。

作業ステップ 1 －導入部であり、その内容は以下の通りである。

・ワークショップ 1，2 の成果を総括して討議する。そして、ワークショップ 3 の目的と内容を確認する。

しばしば、作業を特別なサブグループに分けて行うことが必要になるであろう。各サブグループは前の報告書を取り出して情報を共有し、全員が作業のオーナーであることを確認して作業を進めることが重要である。

作業ステップ 2 －技術・研究面の対応に関する作業は以下の通りである。

・ワークショップ 2 で採り上げた「特長ある製品・サービス」のそれぞれを実現するために、それらの実現を支援することができる技術課題を確認する。この考察を活性化するために、技術的な問題点、技術上の制限、挑戦課題を考える。

技術の定義はかなり広くしておくべきであり、部品、デザイン、生産技術、技術的なオプションに関連する情報（例えば、光学、事業プロセス）の両面から考えるべきである。

・確立すべき技術課題並びに解決すべき研究課題を適当なグループあるいは技術分野に分類する（最大で 10)。

次の作業ステップ 3 で作成するグリッドは、図 3.4 に示した（技術）/（製品）グリッドと（研究）/（技術）グリッドを統合した形の（技術・研究）/（製品・サービス）グリッドになることを、予め指摘しておく

・他の重要な資源、例えば能力、スキル、知識、財務、時間、アライアンスをも確認する。

グループを決めるにあたっては、drivers（駆動要因）リストを精査して各グループに適切な名称を付け、ナンバーを与え、検討すべき問題をチェックしておく。定義とチェックリストは後の段階で役に立つ。

グループ分けされた技術分野における戦略は、以下のような項目を含む；

・既存技術グループは、所属機関内で管理・分類されている現在の技術と両立するものを扱う

「能力」は、討議している「製品・サービス機能」の範囲と結び付くものを扱う

「プログラム」は、既存の技術および R&D で解決すべき課題を基礎にしたものを議論する

「製品システム」や「部品ベース」を分解しての議論も考える。例えば、自動車の速さに関する機能の改善を考える際は、抵抗・摩擦の低減と動力の増加の両者を考える。

（技術グループはロードマップの階層を作る役割があり、詳細は後述する。）

作業ステップ 3 －技術・研究分野の効果を検討する作業は以下の通りである。

・ワークショップ 2 で定めた「特長ある製品・サービス」を横軸に、上の作業ステップ 2 でグループ化された「技術・研究領域」を縦軸にとって、分析格子を構築する。

・技術・研究領域のそれぞれに対して、列ごとに、「特長ある製品・サービス」のそれぞれに対する効果（インパクト）を「製品・サービスを実現する能力・可能性」という尺度で順位を与える。順位付けは 3 点法で行い（高い；3 点、中間；2 点、低い；1 点）、ここでも正と負の区別をすることが肝要である。

・一度分析格子ができたなら、列ごとに相対順位をチェックして、バランスをとる。一つの列の中のセルの評価が間違っていた場合は、上下に再調整を行い、承認を得る。（製品・サービスの特長を示す概念と技術分野は互いに独立ではない。）

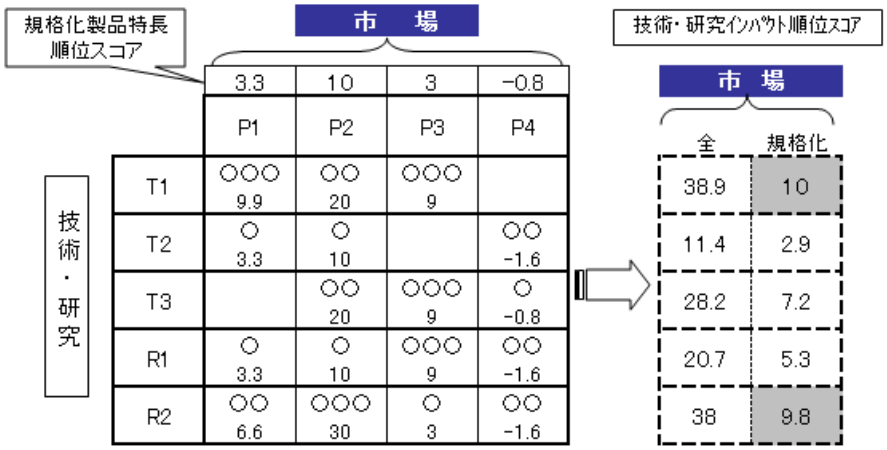
・（技術・研究）/（製品・サービス）分析格子は、
① 市場駆動要因を基礎にした「市場参入根拠を与える格子」
② 事業駆動要因を基礎にした「事業化の根拠を与える格子」

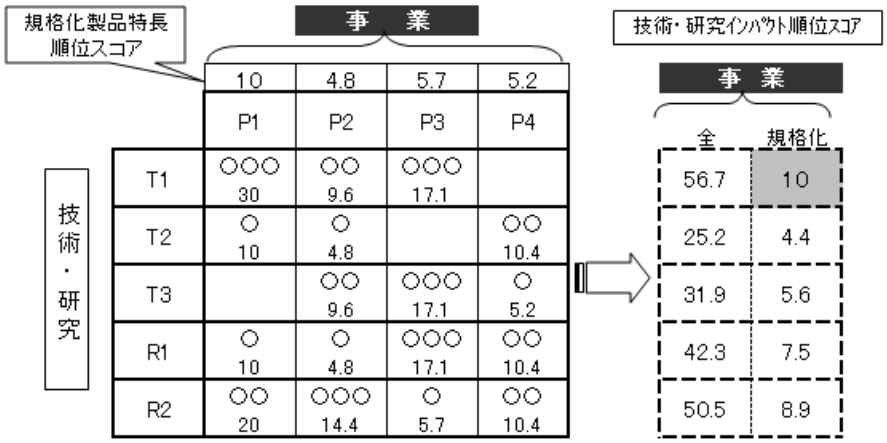
の両者について作成する。それぞれの格子における「製品・サービスの重み」因子は、（製品・サービス）/（市場・事業）グリッド分析で得られた「製品・サービスのランキングを示す規格化順位」である。市場参入の立場と事業化意欲の立場からの「技術インパクトに関する結論」必ずしも一致しない。

複数の製品・サービスを横切って高いインパクトを与えている「キーになる技術領域」を確認する（相乗効果の確認）。

特長ある製品・サービスを実現するために「確立すべき技術・解決すべき研究」に関するグリッド分析表の例を表 3.1.2-3 に示す。

表 3.1.2-3 特長ある製品を実現するため「確立すべき技術」及び「解決すべき研究」に関するグリッド分析の例（表 3.1.2-2 に続く分析）





記号説明: T;技術(Technology)、R;研究(Research)、 P;製品(Product)
格子内の上段;○は+1点、×は-1点
格子内の下段=(規格化製品特長順位スコア)×(上段点数)
技術研究インパクト順位スコア; 全は格子内下段点数の和、 規格化は全スコア中の最大値が10になるように規格化

作業ステップ 4 －参加者間の知識ギャップと次のステップを確認する。

・最新の知識を基準にして知識ギャップを明らかにし、さらなる仕事が必要な領域に関する主なギャップを、情報源や知識ギャップの埋め方と共に明らかにする。

・何を、誰が、何時までの確認作業を行い次のワークショップに必要な準備を行う。

作業ステップ 5 －このワークショップ以降の行動に関する討論である。

・第 3 回のワークショップの成果を総括する。

これには、ブレインストーム表、グループ化した製品の特長、ワークショップ 1、2 の総括、等を統合した表を加える。この総括は次のワークショップ 4 の前に参加

者に配布する。この総括はこれ以降の作業のための有用な資源として役に立つ。

・ 技術･研究領域の｢価値｣はワークショップ 2 における最初の分析格子(表 3.1.2-2)と同様な方法で決定できる（表 3.1.2-3)。すなわち、特長ある製品に関する採点（製品順位ランキング）と技術・研究のインパクトの順位から決定できるのである。

しばしば誤解を招くのは、技術・研究インパクト順位が低いものは製品の実現に対する重要度が低いと見なすことである。これは誤りであり、インパクト順位ランキングが低いものは完成度が未熟であり、一層熱心に改善を図る必要性が強いということを意味するのである。

表 3.1.2-2 及び表 3.1.2-3 で重要なことは、市場参入の立場で見た製品ランキングと事業化熱意から見た製品ランキングが必ずしも一致しないことである。これらの表の例では、製品候補 4 (P4) は、市場参入が極めて困難と理解すべきであり、事業化希望が強くても断念すべきであることを示している。

[第 4 回ワークショップ]

第 4 回のワークショップでは、市場、製品、技術及び研究に関する展望をまとめて、技術開発ロードマップの最初の場面を作る。

これまでの 3 回のワークショップで信頼できるロードマップを構築するための概念構成と言語についての定義は与えられている。そこで、参加者はロードマップの形式を承認し、マイルストーンを特定し、製品と技術に関する革新課題をチャート化することができる。このワークショップは、開発プロセスの再評価、知識ギャップの確認、今後のステップの考察をもって終了する。

（目的）を以下に列挙する。

・ワークショップ 1，2，3 を再度良く認識する。

・技術ロードマップの最初の場面を作り、市場、戦略としてのマイルストーン、及び製品の革新や技術面の望ましい対応をチャート化する。

・知識ギャップ、さらに必要な仕事、成功のための必要因子や障害を含む今後の展開に関する問題点を特定する。

作業ステップ 1ー導入部であり、その内容は以下の通りである。

・ワークショップ 1，2，3 の成果を総括し、討論を重ね、ワークショップ 4 の目的と内容を明らかにする。

前回までの 3 回のワークショップの成果を総括し、討議を重ねる。この際、ワークショップ 4 に関連する資料をチェックリストとして使用すべきである。

作業ステップ 2ーロードマップの形式（フォーマット）の定義を扱うものであり、その作業は以下の通りである。

・計画の水平軸としてロードマップの時間軸を定義する。この軸は中期及び長期に

まで延ばしておくべきであり、少なくとも目標製品・サービスの次の第 2 世代バージョンを含むものとする。時間軸の範囲は業種や市場の変化速度に依存するが 2 年から 20 年の範囲にわたる。時間軸は現在を起点として年単位で定義するかあるいは、短期･中期･長期という広い時間区分でも良い。

・今回の議論の対象であるわが国の産学連携プロジェクトの場合、例えば JST 支援による地域結集型共同研究事業の期間は一般には 5 年間（フェーズ１及びフェーズ２）であり、その後地域自身の支援によるフェーズ 3 という長期プロジェクトであるので、約 10 年という時間軸範囲が妥当であろう。

・幅広い製品戦略を定義する必要がある。これは、プラットフォーム、製品群、製品開発サイクルなどを含み、さらにはイノベーションが漸進的な場合と急進的な場合などをも含むことを意味する。例えば、一つの製品に二つの異なるバージョンを想定することができる。一つは低価格で初歩的なもの、他の一つは高度な機能を持つ高価な製品である。

製品戦略はワークショップ 1 で定義した市場区分やワークショップ 2 で定義した製品の特長を示す概念と関連させることが望ましい。

・そのため、ロードマップのための全体的な「デザイン・ルール」と製品に関する特定の焦点を定めることが重要である。ロードマップ作りのため、図 3.1.2-7 に示すような「テンプレート」を作ってみることが好ましい。このテンプレートは意志の決定とチャート化を進めることに反映させることを意識して作成しなければならない。

作業ステップ 3 －市場、製品、技術及び研究の特徴をチャート化（図面作成）する。

・市場の傾向と市場駆動要因の進化を図表上に書き込む（チャート化）。

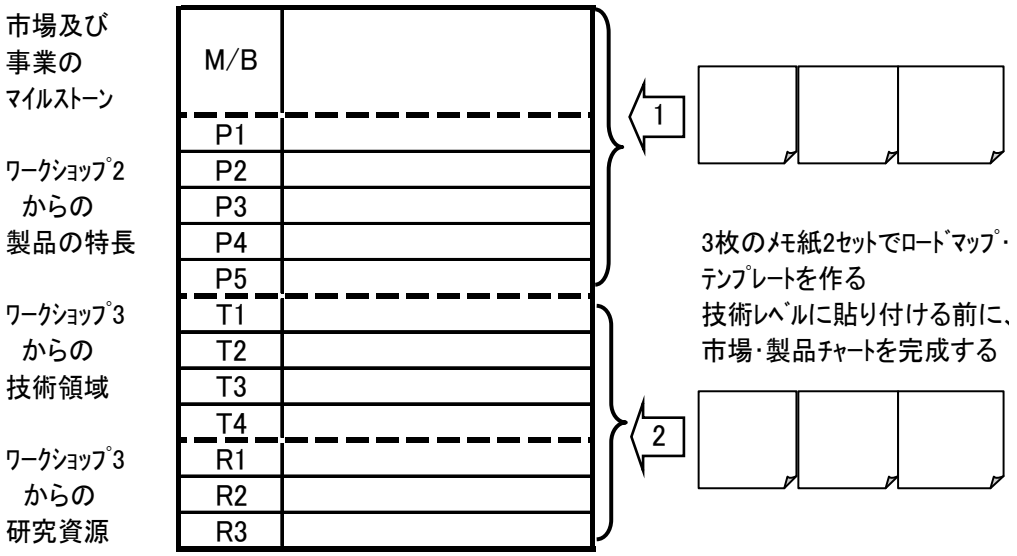


図 3.1.2-7 チャート作成のためのロードマップ・テンプレートの活用

多くの場合市場の傾向やその駆動要因は一般論的な表現になってしまうが、可能な場合はこれらを定量的に示すべきである。このような扱いができる場合は、定量な傾向や駆動要因が事業において非常に重要な因子になると考えられる時期を、将来軸上に付箋をつけておくと良い。

・戦略的マイルストーン、製品発売時期、立法化や法的規制に関する出来事、競合企業の活動などの製品及び技術の進化に大きな影響を与える「キッカケ」をロードマップ上に明示する。

・製品の特長の進化を、ロードマップ・テンプレートの製品階層の各行について目標性能を示すことを通して、チャート化する。製品性能が時間をかけてどのように進化するかという見方で、明確にしかも可能ならば定量的に定義するべきである。製品進化の速度は市場の要求（プル）と技術能力（プッシュ）の妥協を示している（図 3.1.2-5 参照)。現在の状況も、一つの基準点としてロードマップ上に記録する。

・期待される製品機能の進化を実現するために望ましい技術領域の応答を、ロードマップ・テンプレートの技術階層の各行に書き込むことを通して、チャート化する。各技術分野の進化（技術が時間をかけてどのように進化するかということ）を、(研究課題の解決を含め）どのような作業が必要かということと共に、明確にしかも定量的に定義する。

・熟練性、技術能力、アライアンス、財務因子、機械・器具のような上記以外の必要な資源をチャート化する。

・チャート作成の間に、附随する問題点、質問、知識ギャップ、等を他の色付き付箋で要求事項として加える。

・チャート中の技術、製品、市場の階層の間をつなぐ「キーになる橋架け」を明示する。

・ロードマップ作成中に持ち上がってきた非常に重要な事項を、他の色あるいは他の形の付箋を用いて、チャート上にマークするよう、すべての参加者に依頼する。

作業ステップ 4 －知識ギャップと次のステップを確認する。

・最新の情報を基準とした知識ギャップやさらなる仕事が必要な領域に関する主なギャップを、情報源や知識ギャップの埋め方と共に、明らかにする。

これには、市場、競合企業、法的規制を含む立法化問題、製品、技術、研究、習熟性、いろいろなプロセス、等すべての状況や様相を含むものとする。この際、知識ギャップを埋めるための情報源などを特定する。

・ロードマップが出来上がったということは、“われわれの中核技術はなにか？”・“われわれの市場戦略や供給者としての戦略はどうあるべきか？”といった事業に関する基本的な質問を問いかける良い機会なのである。

・われわれの強さと弱さを含めて、T-PLAN 作業がどのように機能してきたかを考え

る。この作業で、応用可能な領域、成功のための必要因子、成功に対する障害を含めて T-PLAN が将来どのように用いられるかを確認する。この作業は他の活動分野や作業とどのように統合することができるかをも考察する。

・キーになる行動と次のステップを明確にする。

・作業後の質問表（有用性、機能性、使い易さ、の 3 点を尋ねる）を参加者に配布する。質問表には短時間（5～10 分）で答えてもらい、後のロードマッピングの改良に用いる。

作業ステップ 5 －ワークショップの分析行動に関するものである。

・ワークショップ 4 の成果をロードマップ（例えば、商品化図面やソフトウエア・プログラム）と共に総括する。次いで、ワークショップ 1，2，3 の総括と共に報告書の形で編集する。この総括書は参加者に配布すべきものである。

・重要な討論点を掴んでいる他の注意書きをも総括に含める。

・参加者への質問表の分析と総括を報告書に入れる。

・この作業の成果並びに将来の方向性と活動計画を議題とするコーデイネーション会議を進行役･事業主･その他関心が強い人達で討議するようアレンジする。

最初のロードマップはかなり大まかなものであり、沢山の知識ギャップを含んだ嵩張ったものになるであろう。

この作業は、答えよりも多くの質問を含むものになるかもしれない。ロードマップを詳細な計画の基礎あるいは情報連絡の手段として先に進めようとするならば、ロードマップの内容をさらに分析し、修正し、簡素化する作業が必要になる。

このように改良された情報連絡手段は、ロードマップ作りの大事な狙いになることが多い。

従って、ロードマッピングでは
・何がロードマップの中に含まれるキー･メッセージなのか？
・誰に情報を連絡しなければならないのか？
を考えることに価値がある。

良く練られたロードマップに到達するには何回かのロードマッピングが必要になると予想されるが、最高のロードマップは、各階層の中で、さらには全体で理路整然とした「物語」になっている。

この節の終りに、ロードマップ作成に当たってグリッド分析が果した役割を模式的に下の図で示す。

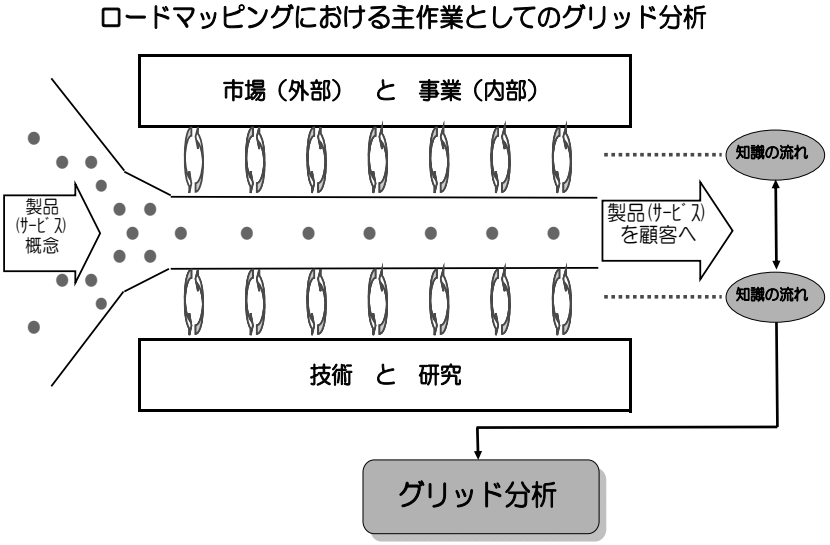


図 3.1.2-8 ロードマッピングにおけるグリッド分析の役割

［ロードマッピングのまとめ］

ロードマッピングは、事業化を意図する企業が主体になって実行する“戦略的で理路整然とした作業”である。その作業は、図 3.1.2-9 や図 3.1.2-10 に示すように市場分析を基礎にした企業戦略の構築を目指している。

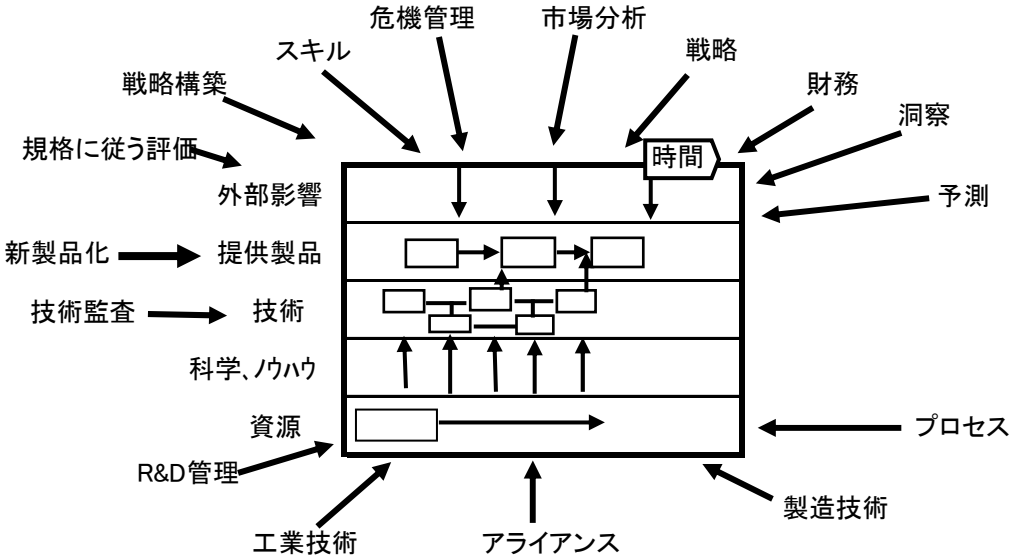


図 3.1.2-9 統合メカニズムとして作用するロードマップ

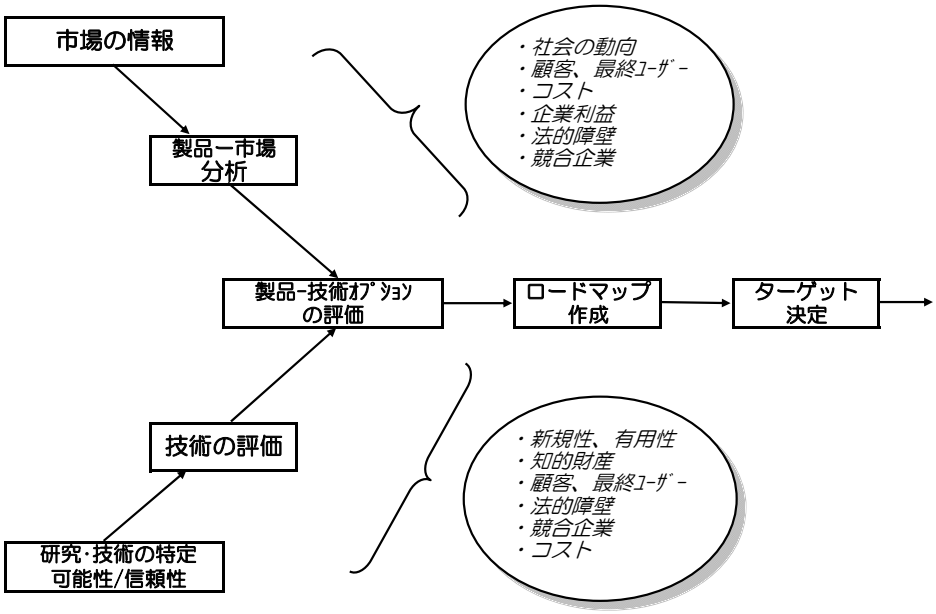


図 3.1.2-10 ロードマップ作成作業の境界と連続性

3.1.3 過去のロードマップ作成事例と反省事項

ここでは、プロジェクト計画作成と実行に参画した[7]過去の事例を取り上げ、当時の実行計画に対して技術開発ロードマップを描いてみる。描かれたロードマップを実際のプロジェクトの結末と比較することにより、“ロードマッピング過程でどのような配慮を欠いたことが実プロジェクトを未成功という状況に導いてしまったか”を学ぶ。

採り上げる課題は次の2プロジェクトである。

① 新たに開発した「世界最高感度を持つ磁気センサの応用システム」の開発
② 歪シリコン単結晶薄膜の「高速・省エネLSI用ウエーハ」の開発

それぞれのプロジェクトに関して、どのようなメンバーが計画作成に集まり、「特長ある製品」の開発プロジェクトをどのように進めたかをロードマッピングのアプローチに則り示すことにする。

(1) 高感度磁気センサ応用システムの開発

(1)-1 産学連携活動による技術開発の経過

開発の発端は、1996年K大学の当時助教授であった若手研究者E（以下、発明者Eと記す）が、酸化物超伝導体薄膜を用いて一種の超伝導素子（SQUID）を作製し、当時世界最高感度の磁気センサを開発したことにある。この磁気センサは国際学会で発表され大きな反響を招いたことから、成果の産業界への技術移転の試みが発明者からコーデイネータへ持ちかけられた。開発資金の獲得は必ずしも順調ではなく、

・JSTのRSP事業コーデイネータ研究費
・県の支援による産学共同研究資金
・地方経産局支援による地域新生コンソーシアム研究開発資金

の順番に獲得できたので、その順に不連続的に実行計画作成ブレインストーミングを行うことになった。このブレインストーミングはT-PLANのロードマッピングのように論理的に完成度の高いものではなかった。ブレインストーミング会合の時系列的な変遷を図3.1.3-1に示す。

ブレインストーミングの会合で一定の成果を挙げられたのは、会合費用をプロジェクトに参加した企業Bが支出してくれたことである。参加企業が人と自社の資金を支出することは、後で統計的に判明したことであるが、その企業のプロジェクト参加への“本気度”を示す証拠である。

このブレインストーミングの会合で議論していた頃は、コーデイネータは、このロードマッピング自体を学習していておらず、現実の開発状況は以下のように推移した。

[7] 研究の共同参画者である齋藤省吾氏が参画したプロジェクト。

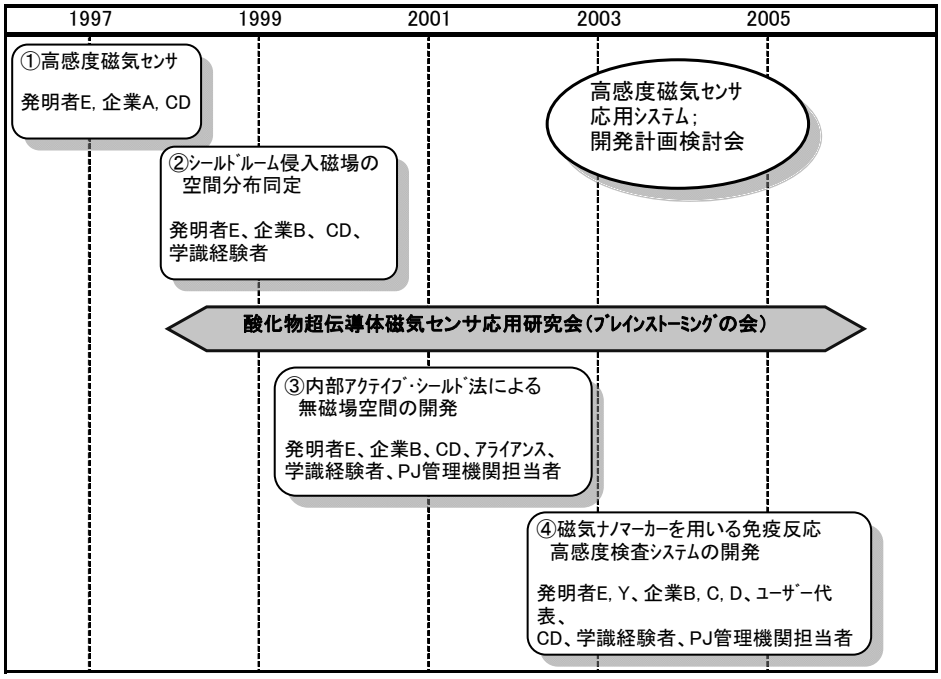


図 3.1.3-1 高感度磁気センサ応用システムに関する開発検討の流れ

・①高感度磁気センサの開発は、発明者と大企業 A の話し合いのみで、大企業 A が事業化した。（しかし、大企業 A は「市場参入のための重要因子である特長ある製品の長期信頼性」の検討を怠ったため、現在は事業化中断の状態にある。

・②シールドルーム中への侵入磁場の空間分布の同定は、中小企業 B の市場参意欲が非常に高かった（図 4.1 中のブレインストーミングの会の運営は企業 B の経済支援により成立）ので、磁気シールドルーム製造支援業務や保守管理業務という形で、企業 B の事業化に成功した。

・③内部アクテイブ・シールド法による無磁場空間の開発は、文字通り企業 B が主体になって開発を進め、営業に関するアライアンスの助けを借りたが、「任意形状の無磁場空間」の設計・製作という事業に育った。

・④免疫反応高感度検査システムの開発は、新たに「磁気ナノマーカー」というコア技術を完成させる点で計画に遅れを生じていて、現在は未成功という状況である。

・④における難問は、参加企業が一挙に 3 社に増加したこと、並びに新規参加の研究者（発明者 Y）の理解度不足（ロードマッピング用語で言えば、知識ギャップの広さ）にある。

(1)-1 ロードマッピングの適用

④の製品開発プロジェクト（経産局支援によるプロジェクト；いわゆる a sponsored project）が終了した時点で、「高感度磁気センサ応用システム」に関するロードマップの形で描いてみた。その作業の概要を以下に示し、現実の結末と対比することにより、技術

開発プロセスを振り返る。

T-PLAN のロードマップを描くためには、前項図 3.1.2-7 に示したロードマップ・テンプレートの形で、製品・サービス、技術、研究領域の内容を記入することが便利である。「高感度磁気センサ応用システム」の開発に関するロードマップ・テンプレートを図 3.1.3-2 ニ示す。

テンプレートに記入された多くの重要概念はブレインストーミングに現れた表現に従って書かれている。これらの表現は、ロードマッピング作業で重要度に関する数値評価に用いるグリッド分析表及びロードマップ・チャート中に表現する重要概念では、要約された表現になる。しかも、図 3.1.3-2 に表現された形は、重要概念の確認にためには非常に重要であるので、長く保存しておくべきである。

ロードマップ・テンプレートの準備が整ったのでロードマッピング作業に移る。

先ず、ロードマッピングにおけるワークショップ1～3において作るべきグリッド分析表を作成する。ここで作る分析表は、次の2種類である。

① (市場・事業)/(製品・サービス)グリッド
② (製品・サービス)/(技術・研究)グリッド

(技術)/(研究)グリッドはここでは省略し、上記のグリッド②に含めて扱うことにした。

グリッド①を以下の表3.1.3-1に、グリッド②を表3.1.3-2に示す。

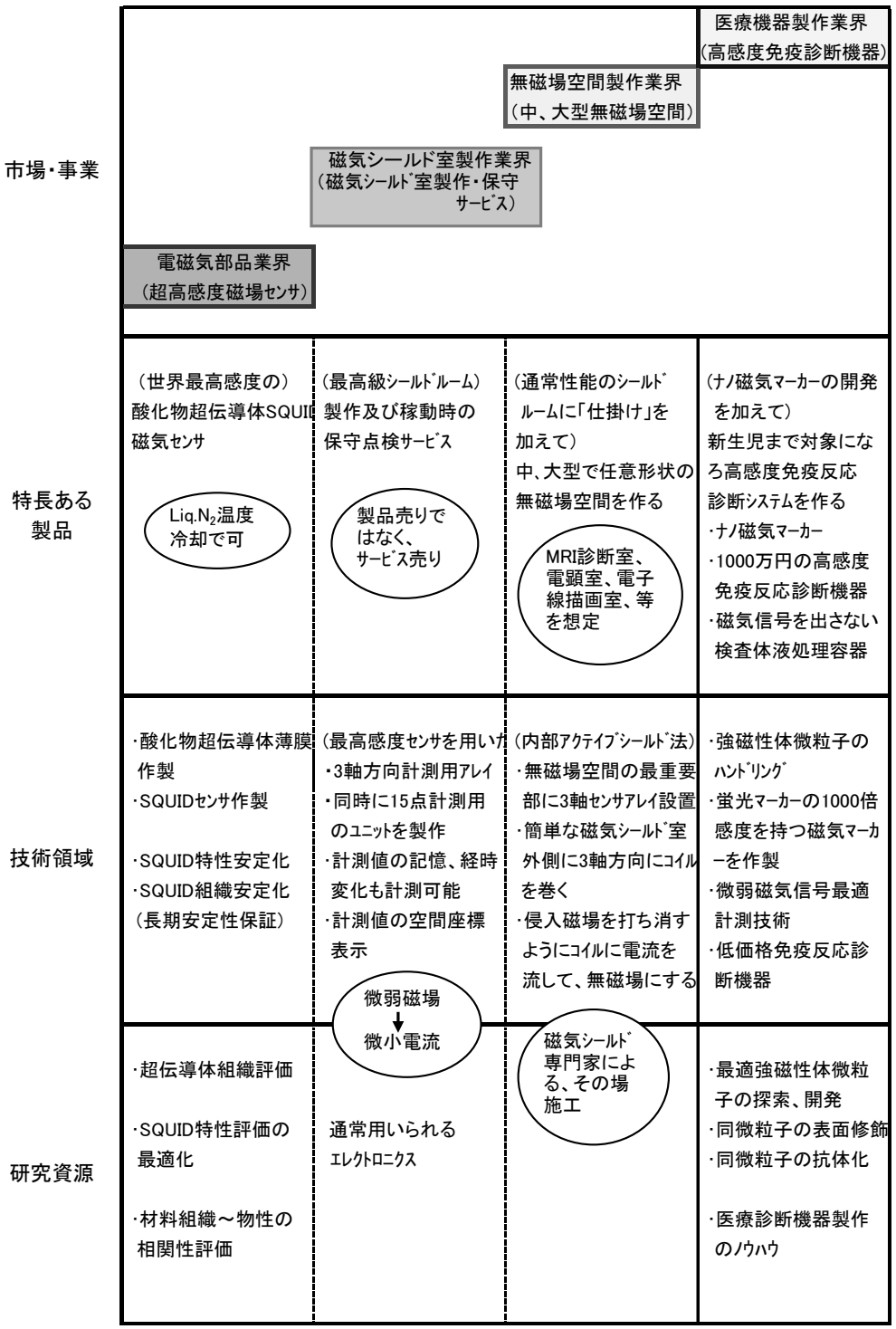


図 3.1.3-2 高感度磁気センサ応用システム開発のロードマップ・テンプレート

表 3.1.3-1 「高感度磁気ｾﾝｻ応用ｼｽﾃﾑ」（市場･事業）/（製品･ｻｰﾋﾞｽ）グリッド分析表

規格化順位 ｽｺｱ: 10に規格化	市場駆動力				事業駆動力				特長ある製品順位ｽｺｱ			
	3	8	9	6	6	8	10	6	市場判断		事業判断	
市場/事業 ＼ 製品･ｻｰﾋﾞｽ	電子部品製造業	磁気ｼｰﾙﾄﾞ室製造業	無磁場空間製作業	医療診断機器製造業	磁気ｾﾝｻ製造	ｼｰﾙﾄﾞ室製作･保守支援	無磁場空間設計製作	高感度免疫反応診断				
高感度磁気ｾﾝｻ	-1	2	2	2	-2	2	2	2	43	7	36	5.6
ｼｰﾙﾄﾞﾙｰﾑ製作･保守ｻｰﾋﾞｽ		2	3	2		2	3	2	55	9	58	9.1
無磁場空間設計製作		2	3	2		2	3	2	55	9	58	9.1
高感度免疫反応診断装置		2	3	3		2	3	3	61	10	64	10
ﾅﾉ磁気ﾏｰｶｰ			2	-1			2	-1	12	2	14	2.2
									全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ	全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ

図 3.1.3-2 の「ロードマップ・テンプレート」から表 3.1.3-1 に示す（市場･事業）/（製品･サービス）グリッド分析表を作成した手続きを改めて記せば、以下の通りになる。

・電子部品製造業から医療機器診断機器製造業に至る 4 つの参入希望市場（M1, M2, M3, M4）を定めた。

・磁気センサ製造から高感度免疫反応診断に至る 4 つの希望事業（B1, B2, B3, B4）を定めた。

・特長ある製品（サービス）として、高感度磁気センサからナノ磁気マーカーに至る 5 種の特長ある製品（サービス）（P1, P2, P3, P4, P5）を定めた。

・これら M,B, 及び P を用いてグリッド（格子）表を作った。

・市場駆動力及び事業駆動力に関する「規格化順位スコア」をコーディネータの判断で定めた（実際は高感度磁気センサ応用システム全事業を扱う事業主が定めるべきである）。市場駆動力に関する規格化順位の数値入力に当たり考慮したのは、表 3.1 に示した顧客、社会ニーズ、等であり、事業駆動力に関する規格化順位の数値入力に当たり考慮したのは、表 3.1.2-1 に示した顧客、企業利益、事業化ニーズ等である。

・この中で「電子部品製造」のスコアが低いのは、市場参入と持続性ある事業を果

すためには磁気センサの長期安定性が能力不足と判断したからである。

・グリッド分析格子の各セルに対して、製品が市場参入あるいは事業化実現の可能性を3点法（3, 2, 1, -1, -2, -3）で評価した。

・この評点に規格化順位スコア（重み）を乗じた値を、製品（サービス）の行ごとに加算して、市場参入の立場及び事業化実現の立場から見た各製品の全スコアを得た。

・全スコア中の最高値が10になるように規格化して、市場及び事業の立場から判断した各製品の規格化順位を求めた。これが特長ある製品のランキングに相当する。

・製品ランキングの中で、ナノ磁気マーカーの得点が著しく低いのはその性能不足が明白なためであり、高感度磁気センサの値が意外に低いのはコーディネータが事業化企業と衝突しても能力不足を指摘していた結果が反映された結果である。

・製品ランキング上位の製品は、製品 1 のセンサの替わりに次善のセンサ（感度は酸化物超伝導体磁気センサよりやや劣るが、長期安定性は優れている）使用でも実現できると判断した結果が反映されている。(酸化物超伝導体磁気センサは液体窒素温度に冷却したままの状態で使用すれば、長期安定性に問題は無い)

次いで、図 3.1.3-2 の「ロードマップ・テンプレート」から以下の表 3.1.3-2A 及び表 3.1.3-2B に示す（製品･サービス）/（技術･研究）グリッド分析表を作成した。その手続きを改めて記せば、以下の通りになる。

・特長ある製品（サービス）として、高感度磁気センサからナノ磁気マーカーに至る 5 種の製品（サービス）(P1, P2, P3, P4, P5）を定め、これらを「製品･サービス」行に記入した。

・解決・確立すべき研究・技術として、超伝導体 SQUID センサ作製から微弱磁場計測の最適化に至る 6 つの技術（T1, T2, T3, T4, T5, T6）並びに強磁性体微粒子の凝集防止及び強磁性体微粒子の抗体化の２つの研究（R1, R2）を定めた。

・P と T 及び R を用いてグリッド（格子）表を作った。

・グリッド表としては、市場駆動力判断に基づくものと事業駆動力判断に基づくものを別々に作った。前者を以下の表 3.1.3-2A に、後者を表 3.1.3-2B に示した。

・表 3.1.3-2A のグリッド表中の「市場参入判断による特長ある製品（サービス）の順位スコア」は、表 3.1.3-1 の「市場判断による製品順位の規格化スコア」を記入した。

・表 3.1.3-2B のグリッド表中の「事業化の立場から判断した特長ある製品（サービス）の順位スコア」は、表 3.1.3-1 の「事業判断による製品順位の規格化スコア」を記入した。

表 3.1.3-2A 市場参入から判断した（製品･ｻｰﾋﾞｽ）/（技術･研究）グリッド分析表

市場判断による
特長ある製品の順位ｽｺｱ

市場参入の立場から判断

製品･ｻｰﾋﾞｽ / 技術･研究	高感度磁気センサ	シールドルーム製作･保守サービス	準磁場空間設計製作	高感度免疫反応診断装置	ナノ磁気マーカー		市場参入の立場からの技術インパクト順位ｽｺｱ 全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ
	7	9	9	10	2			
超伝導体SQUID作製	1	1	1	2			45	7.9
同上SQUID安定性向上	-2						-14	-2.5
3D磁場計測用多点アレイ作製		3	3				54	9.5
擾乱磁場3D分布可視化		3	3				54	9.5
内部アクティブシールド技術			3	3			57	10
微弱磁場計測の最適化	1		2	3			55	9.6
強磁性体微粒子の凝集防止					3		6	1.1
強磁性体微粒子の抗体化					-1		-2	-0.4

表 3.1.3-2B 事業化から判断した（製品･ｻｰﾋﾞｽ）/（技術･研究）グリッド分析表

事業化判断による
特長ある製品の順位ｽｺｱ

事業化の立場から判断

製品･ｻｰﾋﾞｽ / 技術･研究	高感度磁気センサ	シールドルーム製作･保守サービス	準磁場空間設計製作	高感度免疫反応診断装置	ナノ磁気マーカー		事業化の立場からの技術インパクト順位ｽｺｱ 全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ
	5.6	9.1	9.1	10	2.2			
超伝導体SQUID作製	1	1	1	2			43.8	7.6
同上SQUID安定性向上	-2						-11.2	-2.0
3D磁場計測用多点アレイ作製		3	3				54.6	9.5
擾乱磁場3D分布可視化		3	3				54.6	9.5
内部アクティブシールド技術			3	3			57.3	10
微弱磁場計測の最適化	1		2	3			53.8	9.4
強磁性体微粒子の凝集防止					3		6.6	1.2
強磁性体微粒子の抗体化					-1		-2.2	-0.4

・グリッド分析表の各行について、行を構成するセルごとに「特長ある製品（サービス）」を実現する技術・研究の強さ（重要性ではなく、判断時点の強さ）を 3 点法（3，2，1，-1，-2，-3）で評価した。

・この評点に規格化順位スコア（重み）を乗じた値を、技術・研究の行ごとに加算して、市場参入の立場及び事業化実現の立場から見た各技術及び研究の全スコアを得た。

・全スコア中の最高値が 10 になるように規格化して、市場及び事業の立場から判断した各技術・研究の規格化順位を求めた。これが製品実現のための技術及び研究のポテンシャルに関するランキングに相当する。

・技術及び研究のポテンシャル・ランキングは、市場参入の立場からの判断と事業化の立場からの判断は、現在のケースでは大差が無い。

・超伝導体 SQUID センサの長期安定性の保証技術、ナノ磁気マーカー作成に関する強磁性体微粒子の凝集防止及びその抗体化の技術ポテンシャル順位は非常に低く、今回のグリッド分析では市場参入も事業化も無理である（後に示すロードマップでは、技術の階層から製品の階層への結び付きは短期間では不可能である）。

以上の 2 種のグリッド分析の結果をロードマップ作成前にまとめておくと以下のようになる。

① 高感度磁気センサ･･････長期安定性(耐冷熱繰返し特性)の確保がキー
② 磁気ｼｰﾙﾄﾞﾙｰﾑ作製支援･保守ｻｰﾋﾞｽ･･････短期間で事業化が可能
③ 任意形状無磁場空間･･････短期間で事業化が可能
④ 高感度免疫反応診断装置･････ﾅﾉ磁気ﾏｰｶｰ以外は短期間で製作可能
ただし、ﾅﾉ磁気ﾏｰｶｰはｱﾗｲｱﾝｽ頼み
⑤ ﾅﾉ磁気ﾏｰｶｰ･･････現ｸﾞﾙｰﾌﾟ内では不可能、早急にｱﾗｲｱﾝｽ探索が必要

(1)-3 高感度磁気センサ応用システム開発のロードマップ作製

(1)-2までのグリッド分析結果を基礎に8年間という時間スパンを設定してロードマップのチャート化を行った。ロードマップは（市場・事業)、(特長ある製品・サービス)、(確立すべき技術)、(解決すべき研究）の 4 階層からなる標準的なものである。その結果を図 3.1.3-3 に示す。

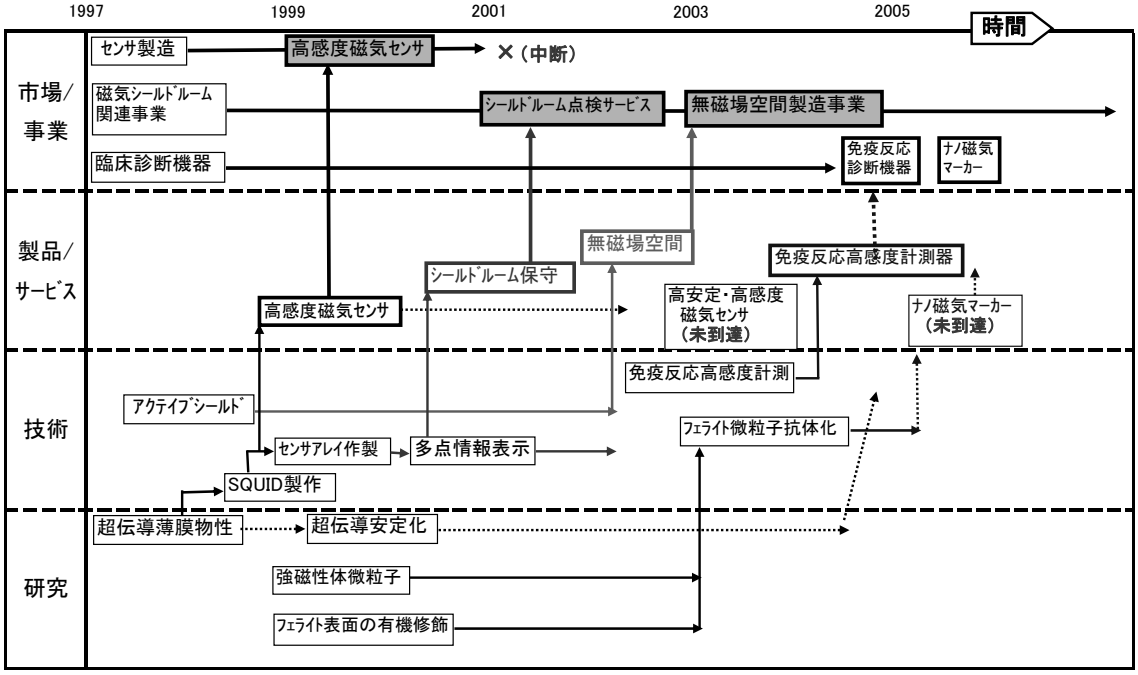


図 3.1.3-3 高感度磁気センサ応用システムに関する技術ロードマップ

高感度磁気センサ応用システムの開発に関する反省事項は以下の通りである。

・①酸化物超伝導体薄膜 SQUID を用いた世界最高感度を持つ磁気センサの事業化は中断という結果になった。このような結果は、表 3.1.3-1 の（市場・事業）/（製品･ｻｰﾋﾞｽ）グリッド分析において、電子部品業界や磁気センサ製造事業の評価順位が低かったことからもたらされている。さらには、表 3.1.3-2A, B の（製品・ｻｰﾋﾞｽ）/（技術・研究）グリッド分析における SQUID 磁気センサの技術順位スコアが著しく低かったことと関連がある。当然のことながら、このような低い評点を与えた根拠は、コーデイネータが企業及び発明者を説得できなかった点にある。

・②高感度免疫反応診断装置が事業化に到達しなかったのは、装置製作企業の責任ではなく、免疫診断に用いるナノ磁気マーカーの開発失敗によるものである。マーカー開発のために参加した研究者の力量不足が原因であり、当該研究者を採用した主研究者及びコーデイネータの眼力不足が反省事項である。

・③磁気シールドルームの建設あるいは保守管理支援サービス並びに任意形状の無磁場空間の作製は、いずれも事業化に成功した。この最大の要因は、発明者・単一企業の社長と技術者・コーデイネータ・外部有識者の信頼性が高いネットワークが構築されていたことである。

・④未成功の課題①及び②の経験は、他企業のみでなく他研究者との信頼性あるアライアンス関係の構築が簡単なものではないことを示唆している。

(2) 高速・省エネ LSI 用歪シリコン・ウエーハの開発

(2)-1 産学連携活動による技術開発の経過

開発の発端は、1998 年に、K 大学の教授である研究者 M と N がシリコン LSI を高速化するための独創的な技術シーズを持っていることにコーデイネータが気付いたことにある。

研究者 M は、シリコン単結晶の薄膜の結晶格子に歪を与え、演算実施方向の電子の移動度を通常の約 2 倍に高められる（演算速度を約 2 倍に高める）可能性を示した。半導体単結晶中の電子の移動度を制約する因子は結晶の格子振動であり、研究者 M が作製したシリコン単結晶薄膜の結晶格子は、基板にシリコン・ゲルマニウム合金単結晶を用いたために拡がっているので、理に叶った結果が得られた。

一方、研究者 N は半導体結晶中の欠陥構造の解析の専門家であるので、上記の歪シリコン単結晶薄膜中の欠陥密度は増加していることを示すと同時に、研究者 M との共同研究で欠陥密度が著しく低い歪シリコン単結晶薄膜を開発する研究の資金獲得をコーデイネータに依頼してきた。

コーデイネータは研究開発資金の獲得に注力し、研究者 M、N は関連研究者を国研から、さらにはシリコン・ウエーハ製造及び構造解析専門の企業にも呼びかけ、歪シリコン・ウエーハ開発プロジェクトが始まった。プロジェクトにおける開発資金の流れを図 3.1.3-4 に示す。

[歪シリコン･ウエーハのシーズ育成から事業化推進への過程で生じた問題と対応]

・①シーズ採択（JST 支援による成果育成型 RSP 事業）時における問題

K 大学の研究者 M、N の二人の教授は、半導体光学分野に弱点を持つ工学部（電気工学、電子工学、情報工学分野で半導体研究者は極めて少数）では稀な研究者であり、しかも N 教授は教授定員を持たない地域共同研究センターの助教授であり、一方、企業から転入した M 教授のポストは、以前廃止の俎上に上がった定員という特殊事情にあった。

この事情を知る RSP コーデイネータは、K 大学からのアライアンス支援が得られないことを承知の上で、2 名の研究者を RSP 事業に採択し、可能性試験費を与えてシーズの熟成を行った。

予想通り、本件に関しては K 大学工学部からの支援は全く得られなかったが、2 名の研究者は科学研究費の研究実績通りの優れた研究者であったので、可能性試験はほぼ円滑に進んだ。

コーデイネータは RSP 事業活性化のための時限の研究会の西日本地区委員長に任命され、幸運にも N 助教授を書記役に任命することができた。N 准教授は、この経験で文部科学省や JST の公的な支援事業の趣旨を理解し、後のプロジェクトの研究リーダーを務める素養を深めた。

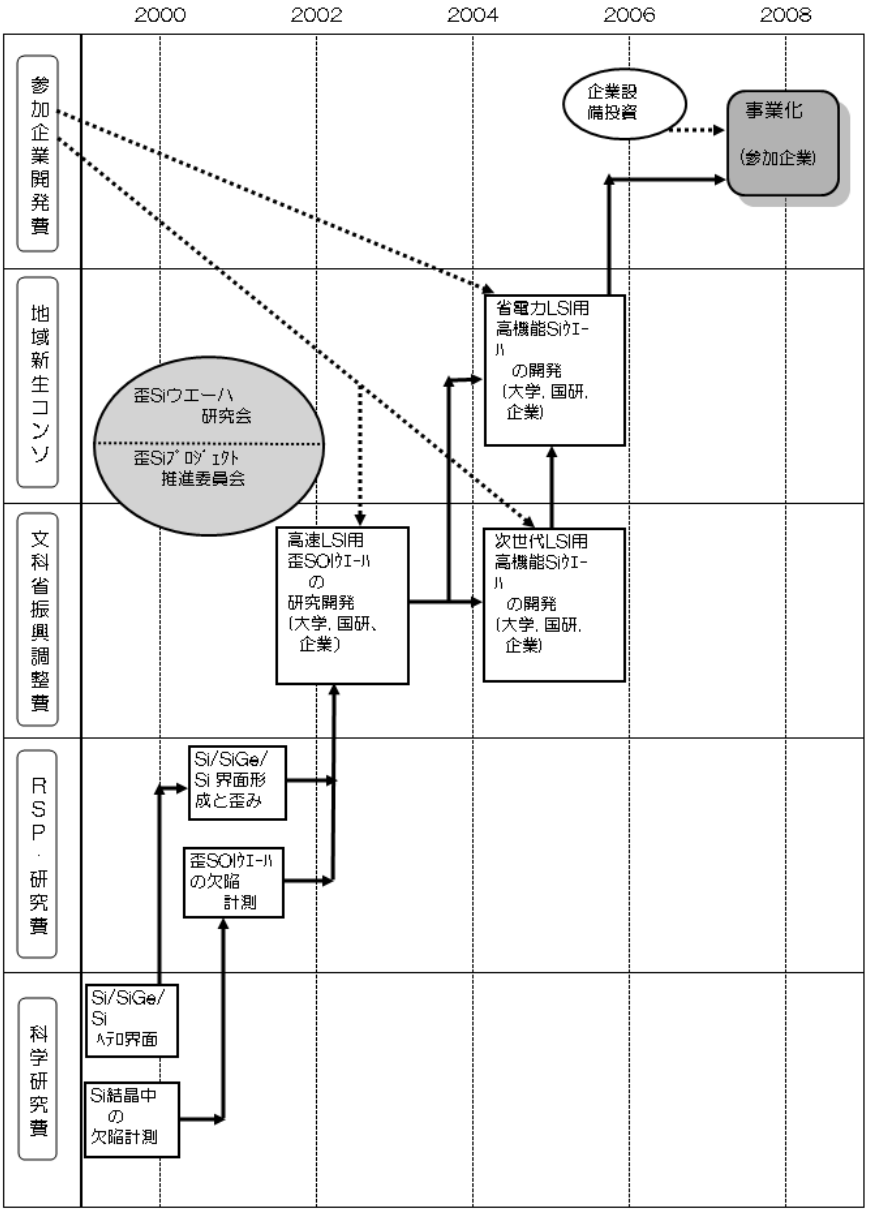


図 3.1.3-4 歪シリコンウェーハの開発に関する研究資金の流れ

ユニークな製品開発を志向した独創的な研究者の採択:

大学の学科名に関係なく巨大なグループを形成しているところには、独創的な優れたシーズが存在する確立は少ない。一方、厳しい環境のなか懸命に努力している研究者の方に独創的なシーズを持っていることが多い。

・② RSP 可能性試験から研究開発プロジェクトを提案するための研究会

1 年間の RSP 可能性試験の期間中に、近い将来の大きなプロジェクトを立案するための「歪

シリコン研究会」を組織して、企業の参加を求めて以降のプロジェクトの企画を真剣に討議した。参加企業の一つは大手S社であり、製鉄業でありながらシリコン・ウエーハの事業化を行った企業中の1社であった。大学研究者及び外部学識経験者の研究会参加経費は研究会参加企業の負担であり、S 社の歪シリコン・ウエーハの事業化への“本気度”は明らかであった。

可能性試験のマネジメントと事業化志向の研究会活動:

可能性試験の熟成から歪シリコン薄膜作製の中核技術の確立を目指す研究会組織は有効に働いた。この研究への企業の参加は、事業化を目指す開発シナリオの作成には必要不可欠であった。また、参加企業の“本気度”を確認することが、大学研究者の事業化ゴールに到達するまでの粘り強い参加意識の形成に役立った。

・③ 研究開発プロジェクト申請に当たって生じた問題

RSP 可能性試験より事業規模がはるかに大きい産学官連携プロジェクトの申請準備に入った時、予想されていたが困った事態が生じた。それはK大学からN、M両教授以外の研究者のプロジェクト参加の要請である。このようなことは、大学では頻繁に起こることであるので、RSP コーデイネータは歪シリコンに関する研究実績を持たない研究者の参加を断った。むしろ、これからの研究開発において補完的な立場で有力な他の研究機関の研究者の参加を要請した。これが、後のプロジェクト企画並びに推進体制の一体化に大きく貢献し、プロジェクトの成功に繋がった。

アライアンス構築は最強の開発チームを編成することが成功の鍵:

プロジェクト課題に関連が薄い大物研究者を参加させることは、プロジェクトの筋の通った進行には有益ではない。他の幾つかの成功プロジェクト事例を含む一つの共通要因は、“最強のチーム”を編成することである。

・④ 研究開発プロジェクト（文部科学省地域先導研究）採択時に起こった問題

RSP 事業による研究の順調な進展を基礎にして、まず経産局が支援する「地域新生コンソーシアム」事業に応募し、審査会ヒアリングでは最上位の評価を受け、採択内定を獲得した。しかし、県商工部が推薦する別課題がこの審査会で最下位評価を受けた。このトラブルを避けるため、この課題を急遽文部科学省振興調整費による地域先導研究に応募することに方針を変更し、これに採択された。

研究会活動の実施が研究開発シナリオの即時変更を可能にした:

産学官連携プロジェクトの提案に目的を絞った研究会（RSPメンバー＋企業）を組織していたため、別種のプロジェクトへの提案に即時に対応できた。また、新たに応募・採択されたプロジェクトの方が、技術の熟成に適していて、製品化のために「解決すべき技術」の完成度を高めることができたことは幸運であった。コーデイネータが県行政部門の動きを察知できたことも、地域先導研究への申請の切り替えを助けた。

・⑤ 産学官連携プロジェクト（文部科学省地域先導研究、経産局地域新生コンソーシアム）進行中の動き

産学官連携プロジェクトの進行中は、公的組織としてのプロジェクト推進会議と私的な組織としての上記の歪シリコン研究会が互いに密接な連携をとりながら、推進会議がプロジェクトの管理を行った。両会議の構成は以下のとおりであった。

推進会議・・・・・研究リーダー、研究メンバー、外部有識者、福岡県財団（管理機関）責任者、コーデイネータ
研究会・・・・・・・研究リーダー、研究メンバー、研究開発アライアンス・メンバー、管理機関責任者

推進会議は、必ず研究会における討論事項・決定事項の報告を受け、「特長ある製品の事業化」を目指すマネジメントを中心に討議・決定した。大きな事件は、地域先導研究の終了時評価に関して起こった。それは、A, B, C, D 評価で、「C」と評価されたことである。

プロジェクト参加者はこの評価に納得せず、詳細なデータを持参して文部科学省の担当部局に抗議した。その結果、評価は「A」に変更され、さらに 2 年間のプロジェクトの延長が認められ、その上、別に申請中であった経産局の地域新生コンソーシアムで 2 年間の新規プロジェクトが認めたれた。

推進会議では、プロジェクト採択に関する幸運に加速され、近い将来の事業化に向けて、市場への歪ウエーハのサンプル提供、モデル LSI デバイスを作製して、「高速性と省電力効果」のデモンストレーションを決定した。

事業化を産学協同体の共通目標にしたプロジェクト管理の光と影：

特長ある製品の市場への試作品の提供、最終製品モデル作製による「高速性、省電力効果」の実証までを含むプロジェクトの進行が、一応のゴールの到達に有効であった。別の表現をすれば、大学―国研―企業の信頼性の高い連携が、プロジェクト後半で事業化企業に主役を移しつつも保たれたことが一応の成功をもたらした。ところが、極めて大きな問題が歪シリコン・ウエーハの本格的事業化を遅らせる事態を惹起した。それは、歪シリコン構造を持つLSIの出現であった。

・⑥ 歪シリコン・ウエーハの事業化を遅らせた大きな問題

事業化担当企業 S 社は、産学官連携プロジェクトの後半から大きな設備投資と人員配置を事業所内に行い、2008 年からの販売開始と 2010 年には 1,000 億円を越える歪シリコン・ウエーハの販売を計画した。

事件は、米国インテル社の歪シリコン LSI（ウエーハではない）の出現であった。インテル社はシリコン半導体メモリの世界的メーカーであるとわれわれは信じていたが、信仰に近い社の方針を大転換して、μ―プロセッサー（超 LSI）の世界一企業への転身を計っていたのである。その結果、わが国にはウエーハを購入して LSI に加工する企業の数が激減したのである（いわゆる、ファブレス時代の到来）。インテル社の歪シリコン LSI は、偶然の機会に発見されたものと言われ、LSI 中の一種の電極に相当するソースとドレインの部分に別の理由で Si/Ge を用いた結果の副産物と言われ、ソース・ドレイン間に歪を生じ

てLSI動作の高速化をもたらしたものである。

歪シリコン･ウェーハのプロジェクト管理上の反省事項は；

・プロジェクト期間中に、推進委員の１人であるコーデイネータはしばしば外国特許の出願を提言したが、受け入れられなかった

・その理由は、事業化企業があくまでもウエーハの事業化を固執したからである

・LSI分野にまで拡張して特許戦略を考えられなかったことは、企業の最上層部までの意思疎通を欠いた点に理由がある

歪シリコン･ウエーハの事業化を遅らせたことの反省：

・大きな反省はプロジェクトの「知的財産戦略」に不備があった
・企業中心の調査活動が不備であった
・ロードマッピングの立場から言えば、参加企業の社長が「市場駆動力」と「事業駆動力」を判定して事業化戦略を立てるようコーデイネータが進言できなかったことである。

(2)-2 歪シリコン・ウェーハ開発のロードマッピング

歪シリコン･ウエーハ開発プロジェクトは技術開発には成功したが、事業化と市場参入については基本理念が近視眼的であったため、上述の反省にあるように手痛い打撃を受け、事業化に大幅な遅れをとることになった。

この事情を、ロードマッピングにおけるグリッド分析で表現すれば、表 3.1.3-3 のようになる。ここでは、市場駆動力と事業駆動力をシリコン･ウエーハ製造に集中し過ぎたことが、規格化順位スコアの極端に低い値になって現れ、それが製品ランキングにおけるμプロセッサ（LSI）の決定的な低さに反映している。

表 3.1.3-3 インテル社の動きを無視した歪シリコン・ウエーハ開発の（市場・事業）/（製品）グリッド

規格化順位ｽｺｱ: 10に規格化	市場駆動力			事業駆動力			特長ある製品順位ｽｺｱ			
	2	9		1	9		市場判断		事業判断	
市場/事業 ＼ 製品・ｻｰﾋﾞｽ	超LSI製造業	シリコン・ウエーハ製造業		μプロセッサ製造	シリコン・ウエーハ製造					
高速ｼﾘｺﾝ・ｳｴｰﾊ	1	3		1	3		29	10	28	10
省ｴﾈ ｼﾘｺﾝ・ｳｴｰﾊ	1	3		1	3		29	10	28	10
μﾌﾟﾛｾｯｻ	1	1		1	1		11	3.8	10	3.6
							全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ	全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ

もし歪シリコン・ウエーハ開発プロジェクト中に、μプロセッサあるいは超 LSI という市場と事業を意識していたならば、グリッド分析の結果は表 3.1.3-4 のようになる。表 3.1.3-4 のグリッド分析表中の「特長ある製品順位スコア」を見れば、μプロセッサ（LSI）事業には追いかける望みが残されている、と判断することができる。

表 3.1.3-4 インテル社の動きを察知して対応を考慮した場合の歪シリコン・ウエーハ開発の（市場・事業）/（製品）グリッドの例

規格化順位ｽｺｱ: 10に規格化	市場駆動力			事業駆動力			特長ある製品順位ｽｺｱ			
	8	9		8	9		市場判断		事業判断	
市場/事業 ＼ 製品・ｻｰﾋﾞｽ	超LSI製造業	シリコン・ウエーハ製造業		μプロセッサ製造	シリコン・ウエーハ製造					
高速ｼﾘｺﾝ・ｳｴｰﾊ	1	3		1	3		35	10	35	10
省ｴﾈ ｼﾘｺﾝ・ｳｴｰﾊ	1	3		1	3		35	10	35	10
μﾌﾟﾛｾｯｻ	1	2		1	2		26	7.4	26	7.4
							全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ	全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ

表3.1.3-3と表3.1.3-4の決定的な相違は、超LSI市場及びμプロセッサ事業に対する配慮の置き方にある。すなわち、事情駆動力と事業駆動力に関する規格化順位スコアが「2 ～1」から8に急上昇している。顧客や社会の動向に配慮することが如何に重要であるかを示している。

(2)-1 に述べた歪シリコン・ウエーハの開発経過、並びに(2)-2 の米国インテル社の動きを無視したグリッド分析の結果（表 3.1.3-3）を取り入れた「未完結の形の歪シリコン開発ロードマップ」を図 3.1.3-5 に示す。

(2)のまとめ:

ここでは、われわれが経験した産学官連携による開発事業の中から

・ 一部は成功し、事業化に到達したが、他分野への更なる発展に成功しなかった事例

・技術的には開発に成功したが、事業化展開時に想定外（調査活動不十分）の事象が出現して事業化に大幅な遅れを生じた事例

を採り上げ、それぞれの場合の反省事項を示した。

ロードマッピングの立場から考察すれば、

・前者は、アライアンスの力量の過大評価（グリッド分析における確立すべき技術のインパクトと解決すべき研究の軽視）に原因があり

・後者は、市場駆動力評価という基本的な点において、競合企業の力量を過少評価するという致命的な見誤りに原因があること

を述べた。

(2)-3 歪シリコン・ウエーハ開発の完結しないロードマップ

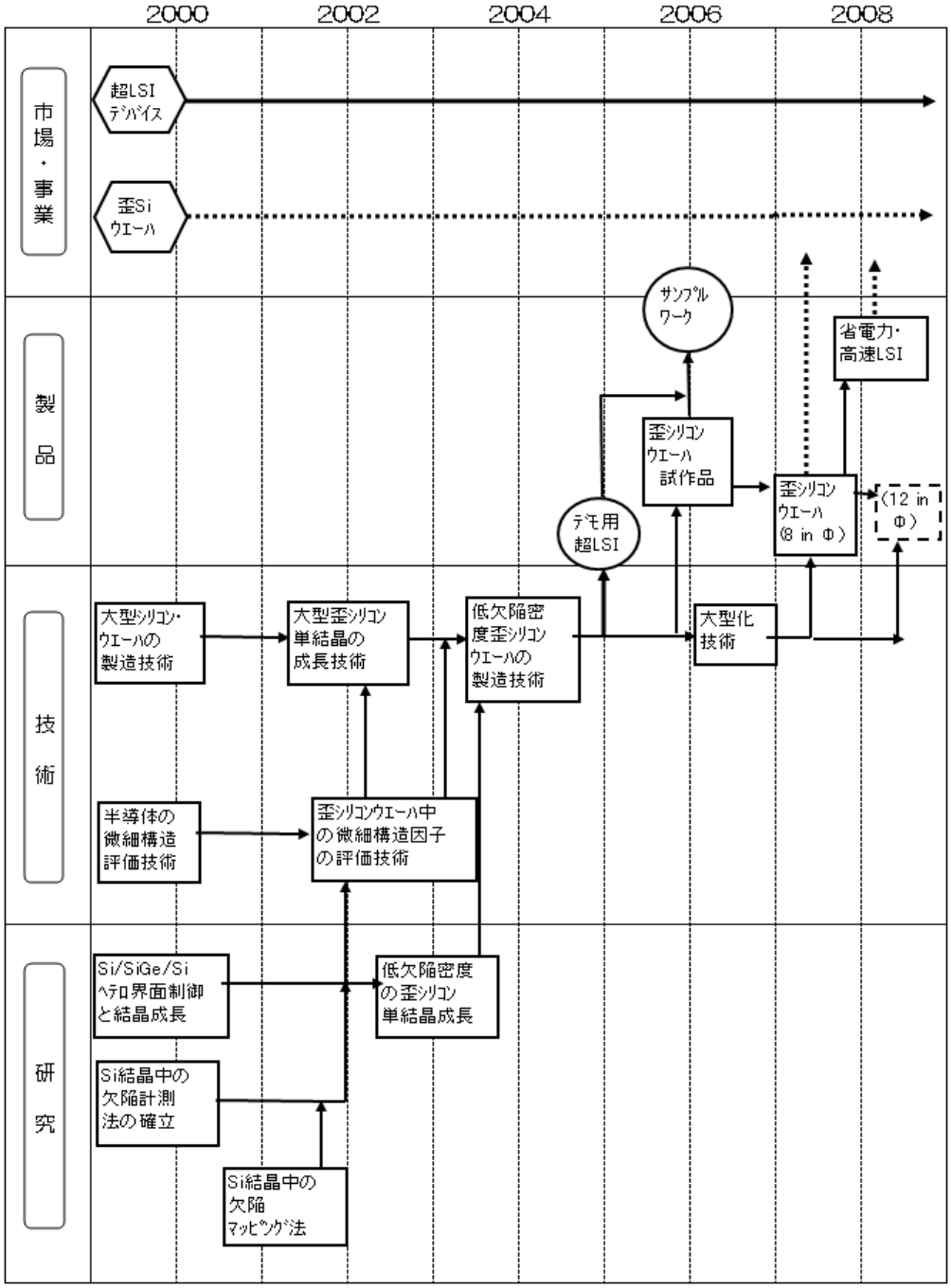


図 3.1.3-5 歪シリコン・ウエーハ開発に関する未完結ロードマップ

３．２ 拡張ロードマッピングの社会的インフラ構築への適用

前章において、われわれが経験してきた幾つかの産学官連携プロジェクトについて、標準的な 4 階層からなる技術開発ロードマップを描くことを試みた。この中で、プロジェクト参加企業が事業化準備に入ることができたという成功事例では、曲がりなりにも「研究の階層」から幾つかのマイルストーンを通過して「市場の階層」の中の事業化の印まで継続した矢印の線を繋ぐことができているはずである。また、残念ながら「市場の階層」の中に事業化の印を付けられなかった失敗事例では、どの階層の中のどのようなマイルストーンを通過できなかったかは明らかであり、プロジェクトの失敗理由は明白である。

①我が国の産学連携は大学の研究者を主軸とした研究開発プロジェクト中心であった。そこでは、大学の研究の延長の感が強く、社会に役立つ製品やサービスの実用化というゴールを見据え、或いは強く意識した研究開発がなされなかった。

②地域の大規模研究開発プロジェクトは、地域の大学、地域の企業、地域の自治体が中心であり、地域の枠を脱しきれず、最強のチーム構成でない。すなわち、差別化できる技術と協力的な研究者、企業が、それぞれ役割分担し、お互いに補完の関係にあるプロジェクトフォーメーションとなっていない。

③関連する課題、サブテーマとの繋がり方、そのプロジェクト進行のクリティカルパスは何かなど進捗の管理ができていなかった。

このような理由から、われわれが強い関心を持つ「産学官連携プロジェクト」の実施に当たって、プロジェクト参加者の、特に参加企業の知恵を絞って 3.1.2 に詳述したロードマッピングを行い、技術開発ロードマップを描いてみることは、極めて有効である。ロードマップは最初から完成度が高いものを望むのは一般に無理であり、何回かのロードマッピング討論により、より完成度が高いロードマップを描くことに挑戦しなければならないであろう。もし、完成度が高いロードマップに到達できたとすれば、それは「美しい開発シナリオ」になっているはずである。

産学官連携プロジェクトに関する「技術開発ロードマップ」を描くに当たって考察すべき重要な視点を以下に列記する。

・想定している製品（サービス）が参入できる市場の情報を広く集める

・この際の重要因子は、社会の動向、顧客の動向、顧客の特定、製品（サービス）のコスト、法的な問題、等である

・社会の動向の中には、競合企業の動きを注視することは特に重要である

・法的規制に関しては、これをチャンスと見ること考慮する

・一つの技術（それが中核技術であっても）で製品（サービス）の開発が可能である場合は稀である

・幾つかの技術の融合によって製品化が可能な場合が多いので、融合すべき技術についてはアライアンスを含めて考察しなければならない

・技術の確立が不十分な場合は、それを支援する研究要素をアライアンスを含めて

考察しなければならない

・技術確立を支援する研究については、研究の種類のみでなく、そのポテンシャルを慎重に考慮しなければならない

・技術の評価は、大学の実験室スケールの判断では不十分であり、再現性、長期安定性等の因子をも考慮することが重要である

ここで、上記の重要な考察を強調するため「ロードマップ作成作業の境界と連続性」を以下に再録する。

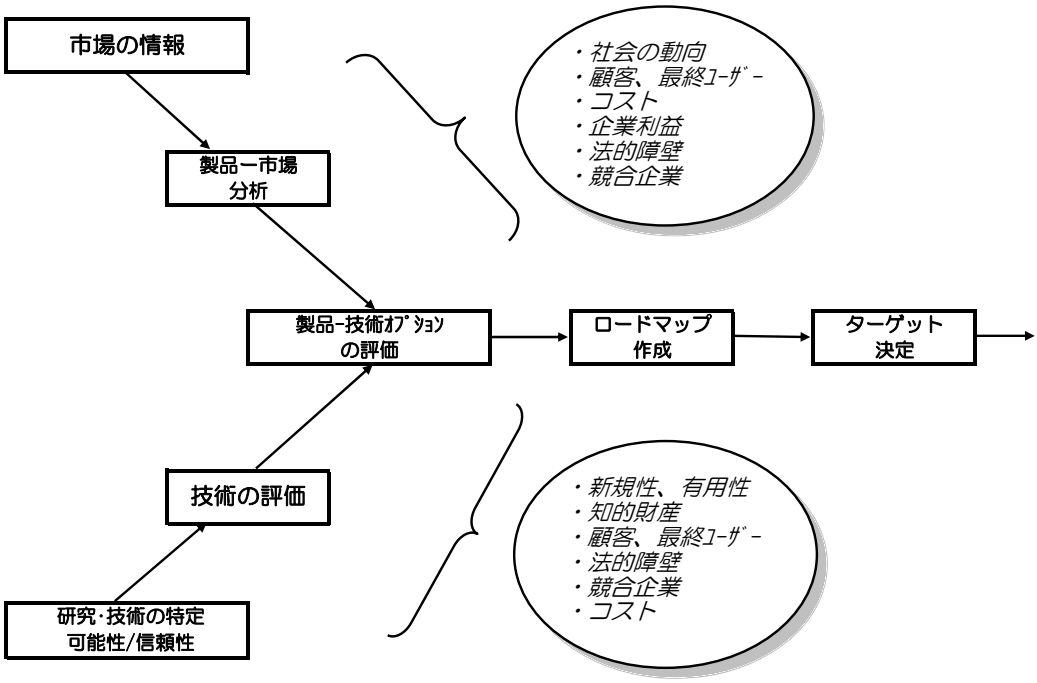


図 3.2-1 ロードマップ作成作業の境界と連続性

以下、わが国で活発な産学官連携プロジェクトのテーマを抽出し、そのテーマ（課題）を用いてロードマッピングを試みる。

われわれの立場は、ロードマップ作成の経験をなるべく多数の研究者や企業技術者に（企業管理者にも）経験していただきたいという立場である。

周辺を見渡すと、最近の傾向として、以下の２技術分野に非常に多くの関心が集まっている。

①有機エレクトロニクス、あるいはプリンタブル・エレクトロニクス
②家畜排泄物処理システム

前者に関しては、（独）産業技術総合研究所に大きな研究開発グループが組織された以外に、文部科学省地域イノベーション拠点に独立して 2 県が選ばれ、さらに学会情報によれ

ば、かなり多数の研究者が全国の大学に分散している。

後者に関しては、農林水産行政に関係する公設試で最多数の関心を集めている技術課題であり、「家畜排泄物法」や「水質汚濁防止法」のような法規制の対象課題であり、資源循環型社会の構築事業の中心課題である。

ここでは、有機エレクトロニクス関連プロジェクトについて、先ずロードマップの作成を試みることを推奨することにする。家畜排泄物処理システムについては、次章で扱う。

3.2.1 有機エレクトロニクス分野の大きなプロジェクトへの適用

有機物（有機材料）は従来から典型的な「電気絶縁材料」に属し、高い電圧に耐えて電流を通過させないということが特徴であった。

有機材料の薄膜の局所的な電気抵抗が、局所的な光の照射によって低下することに気が付いて以来、有機材料の世界は一変した。物理的に表現するならば半導体の性質を持つ有機材料の発見であり、これは、いわゆる電子写真（コピー機）の感光体という「とてつもなく大きな応用」に結び付いた。有機エレクトロニクスの分野から、大きな産学官連携プロジェクトを抽出して、それぞれのロードマッピングを行っていただく前に、どのような物理的あるいは化学的原理に基づいてプロジェクトの中核に関する研究が進んできたかを知っておくことは重要である。電子写真式コピー機やレーザプリンターの感光体から、今日多く人々の関心を引いている応用に至るまでに、用いられる物理化学的な現象を模式的に示したのが図 3.2.1-1 である。

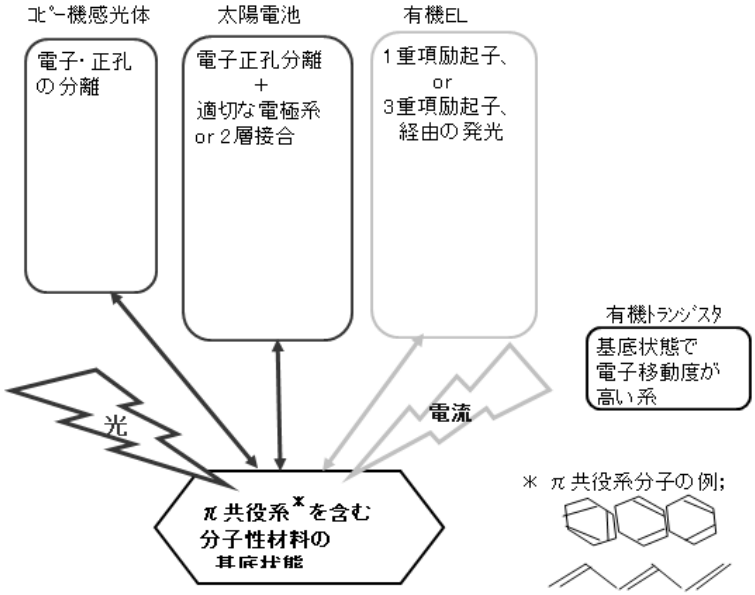


図 3.2.1-1 プロジェクト研究で集中的に研究されている有機エレクトロニクス材料

後のロードマップ・テンプレート作成の準備のため、ここで取り上げた有機エレクトロニクスを構成している上記 4 つの応用の内容について簡単に触れておく。

・コピー機感光体

大面積の有機半導体薄膜を塗布したもので、暗所では電気抵抗が非常に高い絶縁性の感光体表面を放電等により正ときには負の電荷を載せておく。これに文字や図形からなる原稿に光を照射して、光照射部の電気抵抗が激減するため静電荷は消失し、残った静電荷の濃淡によって潜像を作る。この表面に潜像電荷と逆符号の静電気で帯電させた微粉体インキをふりかけ、潜像を可視化した後、顕像を紙の上に写し取り、熱で固着してコピーを得るために使用する。最初の感光体には無機半導体のセレンが用いられたが、セレンの毒性が問題になって以来、有機半導体（光導電体）が使用されている。現在は多くの企業が大きなビジネスを展開しているので、以降は触れない。

・太陽電池

有機光導電体の発見後、直ちに多様な研究が始められている。光（太陽光）の照射によって有機半導体中で電子と正孔の分離が行われることを利用し、電子的なキャリヤの移動度が高い系を見つけること、キャリヤを動かすための起電力をどのように発生させるかが開発課題である。そのため、仕事関数が異なる別種の金属薄膜で電極を構成したり、電子を主たるキャリヤとするｎ型

半導体と正孔を主たるキャリヤとするｐ型半導体の 2 種の薄膜を接合したり、種々の試みがなされている。入射太陽光のエネルギーと取り出せる電力エネルギーの比である光電変換を現用のシリコン太陽電池にまで高めることが努力目標になっている。

・有機 EL

太陽電池とは逆の物理現象を利用するもので、原理は LDE と同じであることから OLED（Organic Light Emitting Diode）とも呼ばれる。中核の材料には蛍光を発する有機（色素）材料、あるいは燐光を発する有機（色素）材料が用いられる。これらの材料等から構成される薄膜に電流を流せば、前者では１重項励起状態が形成され、それが基底状態に直接戻るとき両者のエネルギー差に相当する光を発する。後者の場合は、電流刺激によって生じた 3 重項歴状態が直接基底状態に戻るとき両者のエネルギー差に相当する光を発する。この現象の発表以来、薄型ＴＶあるいは薄型フラット・パネル・デイスプレイの開発に多くの企業が狂奔したが、実用化には今一歩という状況である。今日では、有機 EL 光源という落ち着いた用途を目指す動きが目立つようになってきた。

いずれの場合も、発光材料の高純度化、nm オーダーの薄膜形成技術、電極周辺技術、大気中の水蒸気や酸素の侵入を遮断する技術、光取り出し技術、等確立すべき技術課題が多い。

・有機トランジスタ

有機 EL 開発の第１次ブームが超薄膜 TV の実現を目指す動きであったことに触発されて、その駆動回路をも有機薄膜で作ろうという動きが始まった。有機薄膜のほとんどは、蒸着法あるいは塗布法で作製されるものであり、これは暗に薄膜の高次構造は無定形性であることを認めていた。無定形固体中の電子移動度は単結晶中よりもはるかに低いことは常識であり、これを用いる限り高速で画像表示するための薄膜トランジスタとしての可能性は無いと考えられていた。最近の薄膜作製技術の進歩は高い結晶性を持つ有機半

導体薄膜の作製を可能にし、シリコン薄膜トランジスタと同等あるいはそれを凌駕する有機薄膜トランジスタの出現を感じさせるところまで到達している。

ここでは触れないが、広義の有機エレクトロニクス材料の対象となる材料群とその機能を図 3.2.1-2 に示す。図 3.2.1-2 に示した材料を基礎にロードマッピングを実施したい読者は。これを参考にしていただきたい。

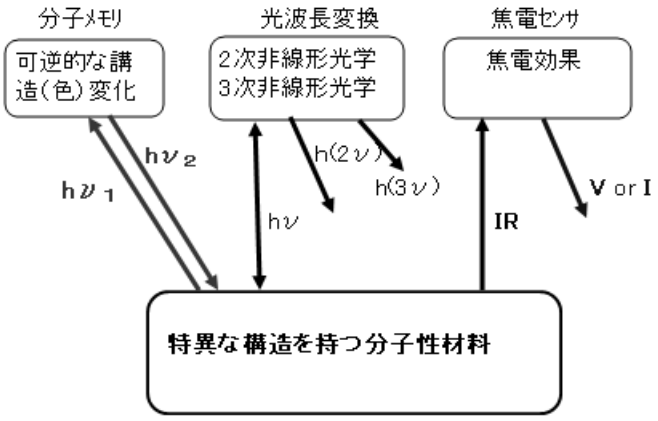


図 3.2.1-2 今回のロードマッピングの対象以外の有機エレクトロニクス材料

3.2.2 有機エレクトロニクス応用開発ロードマップ

前項で紹介した有機エレクトロニクスにおけるロードマップ・テンプレートを作成する対象を以下の 4 分野に絞ることにする。

- 有機 EL 照明
- 有機 EL デイスプレイ
- プリンタブル・エレクトロニクス
- 有機太陽電池

ここで、プリンタブル・エレクトロニクスは前節の有機トランジスタを大幅に拡大したものであり、トランジスタが目標到達にかなりの時間を要すると感じて、分野を拡大変更したものである。

次に述べておくべきことは、ロードマップ作成の議論（ロードマッピング）とグリッド分析及びチャート化を実行していただくのはこの報告書の読者グループである。そのためには、上記 4 分野それぞれにロードマップ 1 枚を当てはめるには、分野が広過ぎるということである。そのために、4 分野それぞれに 2～3 枚のロードマップを描いていただくことを希望する。以下に、各分野 2～3 枚のロードマップを意識したロードマップ・テンプレートを示す。

(1) 有機 EL 照明の開発

表 3.2.2-1 有機 EL 照明のロードマップ・テンプレートの例

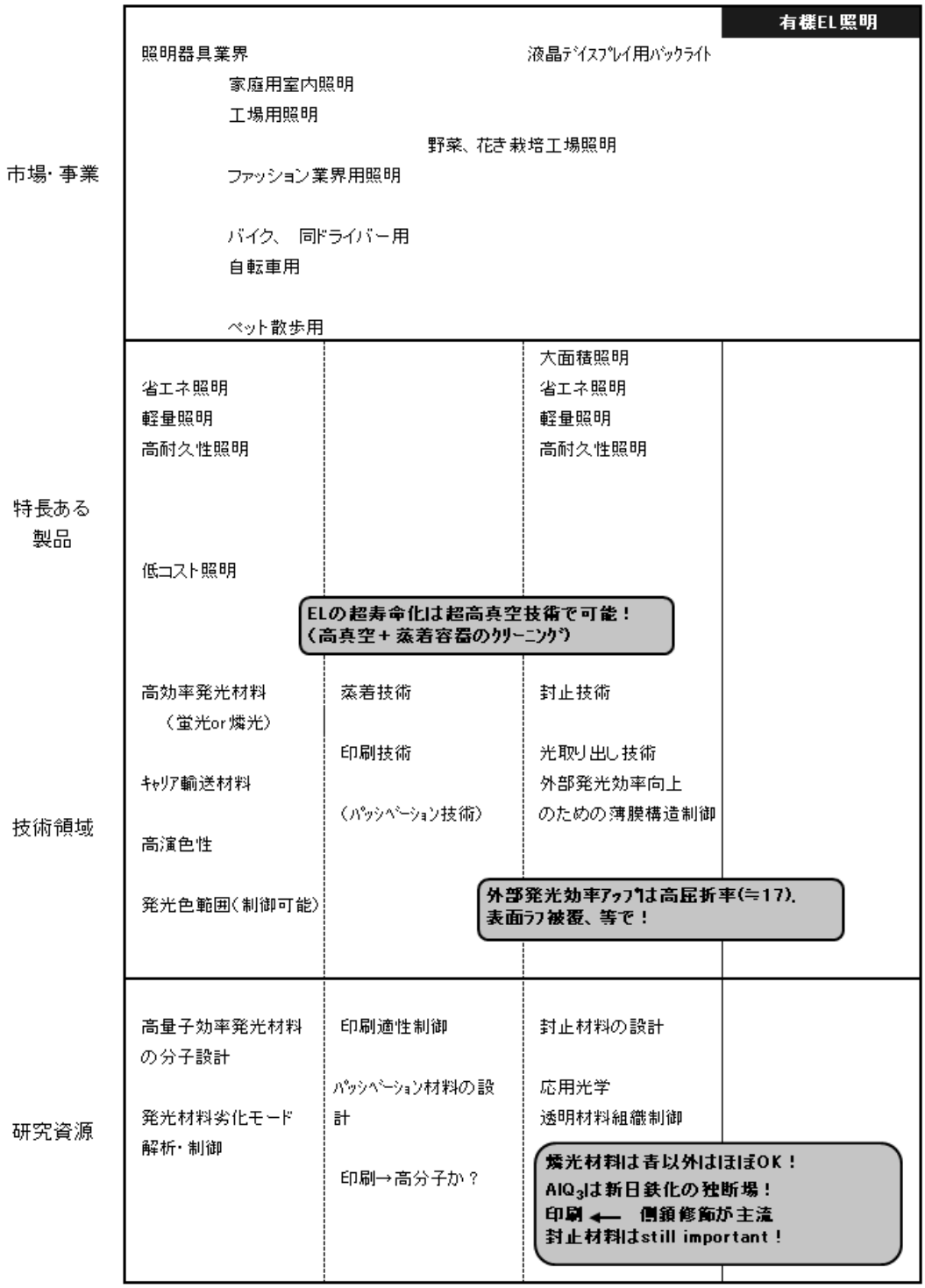


表 3.2.2-1 のロードマップ・テンプレートを基礎にして

①（製品）／（市場・事業）グリッド

②（技術・研究）／（製品）グリッド

分析表を、「2 あるいは 3 種の事業を想定して」作成し、3.1.1(3) 及び 3.1.1(4)に詳述したグリッド分析を読者のグループで実行して欲しい。参考のため、表 3.2.2-1 から試みに作製した 1 種のグリッド分析表を、表 3.2.2-2 及び表 3.2.2-3 に示す。

表 3.2.2-2 有機 EL 照明開発に関する（製品）/（市場・事業）ｸﾞﾘｯﾄﾞ分析表の例

規格化順位ｽｺｱ 10に価格化	市場駆動力			事業駆動力				特長ある製品順位ｽｺｱ			
市場・事業 / 製品	照明器具部品業界	工場照明業界	ハウス栽培業界	家庭用照明	コンシューマー用照明部品	バイク・自転車用照明	発光色制御照明	市場判断		事業判断	
省エネ照明											
高耐久性照明											
軽量照明											
低コスト照明											
発光色制御照明											
								全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ	全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ

表 3.2.2-2 を完成するための作業は、3.1.2 に詳述したように

・ロードマッピング・グループの責任者が、社会動向・顧客・法的規制・競合相手・コスト等を考慮して、規格化順位スコアに 10 を最高点とする「重み」を記入

・市場及び事業の立場から判断した「特長ある製品」の可能性を正負の 3 点法で記入

・製品の各行の製品候補について上記の強み得点に「重み」を乗じた値を加算した「全スコア」を市場判断と事業判断の場合の両者について求める

・全スコア値を最高点が 10 になるように規格化して、製品順位ランキングを作成する。

次いで、（技術･研究）/（製品）グリッド分析表の例を表 3.2.2-3 に示す。

表 3.2.2-3 有機 EL 照明開発に関する（技術・研究）/（製品）ｸﾞﾘｯﾄﾞ分析表の例

市場判断による製品順位規格化ｽｺｱ	市場駆動力判断				事業駆動力判断				事業判断による製品順位規格化ｽｺｱ			
製品 / 技術・研究	省エネ照明	高耐久性照明	軽量・低ｺｽﾄ照明	発光色制御照明	省エネ照明	高耐久性照明	軽量・低ｺｽﾄ照明	発光色制御照明	技術ｲﾝﾊﾟｸﾄ順位ｽｺｱ			
									市場判断		事業判断	
薄膜作製技術												
多層化技術												
印刷技術												
光取り出し技術												
封止技術												
発光材料分子設計												
ｷｬﾘﾔ輸送材料設計												
封止材料設計												
									全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ	全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ

表 3.2.2-3 を完成するための作業は、3.1.2 に詳述したように

・市場駆動力判断による製品順位規格化スコアに、表 5.2 中の市場判断による製品順位規格化スコアを記入する。

・事業駆動力判断による製品順位規格化スコアに、表 5.2 中の事業判断による製品順位規格化スコアを記入する・

・技術・研究の各行について、製品実現のための現在の技術インパクト（可能性）を正負の 3 点法で記入する。

・技術・研究の各行について、上記のインパクト得点に「重み」（製品順位の規格化スコア）を乗じた値を加算して「全スコア」を、市場判断と事業判断の両者の場合について求める。

・全スコア値の中の最高点が 10 になるように規格化して、「技術インパクト順位スコア」（技術インパクト・ランキング）を作成する。

以上の分析結果を基礎にして、ロードマップのチャート化に進むことになる。この場合のロードマップは、①市場・事業 ②特長ある製品 ③確立すべき技術 ④解決すべき研究の４階層からなる標準的なマップが適当である。

ロードマップは、上記の 4 つの階層の中でランキング順位が非常に高いものについて、そのマイルストーンを実現責任を持って記入しなければならない。ロードマッピングが始めての経験であった討議グループは、おそらく製品候補、技術・研究候補のポテンシャルが最高位の 10 に比べてあまりにも低い値になっていることに驚くであろう。これは、厳密に議論した結果の顕れであって驚くことではない。3.1.2 及び 3.1.3 に示した事例においても、最高順位項目は別として、規格化スコアが 6～8 はともかくとして、4 以下やときには負の値が得られている。最初のグリッド分析で、製品や技術・研究に関する候補のほとんどが 8～10 という高スコア得られたとすれば、それは信じ難い。評価が甘すぎたと考えたほうが良い。

非常に厳密に議論したグリッド分析の結果で規格化スコアが 6 以下は断念したほうが良いというのが、われわれの経験である。厳密な議論とは、

- 開発グループを拡大して、グループ内に研究資源や技術資源について再調査を実施する。
- グループ外からアライアンスを求めることを真剣な交渉を交えて、アライアンス側のポテンシャルを考慮に入れる。
- 競合相手の実力を厳密に評価する等に十分な時間をかけることに相当する。

一つの特長ある技術を手にしたからといって、製品の完成から市場参入までが可能という幸運は無いといって過言でない。

まず自グループ内での利用可能な研究・技術資源の調査から始まり、アライアンスとの真剣な交渉、競合企業の冷静な分析、顧客動向の調査、法的問題の波及効果の調査、等を早急に行うことが必要である。

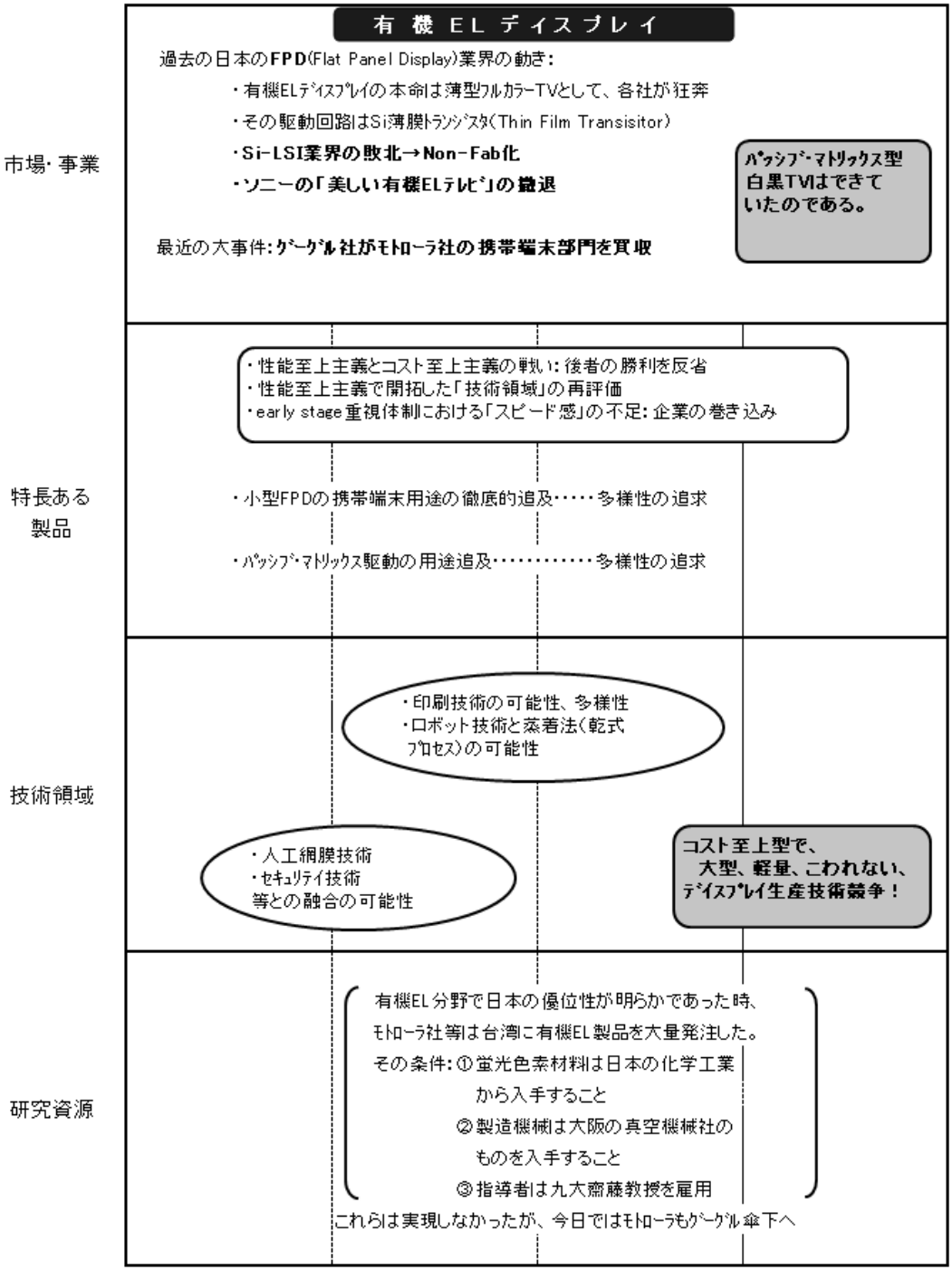
これらを通して何回か作りかえられたロードマップは美しい物語で見事な開発シナリオになっているに違いない。

(2) 有機 EL デイスプレイの開発

有機 EL デイスプレイの開発は、わが国は先行しながら、不幸な経過を辿った。25 年前、九州大学グループが文部省支援によるプロジェクトの成果の 1 つとして積層型有機 EL デバイスの発表を行った直後から、100 近くの企業グループの九大参りが始まった。驚くべきことに、1 社を除き他のすべてのグループが志向した応用は TV であった。

企業グループの約 3/4 は電子工業、約 1/4 は化学工業であった。その後電子工業 K と九大グループはパッシブ・マトリックス（いわゆる網の目電極）使用で単色の TV プロトタイプを作製し、ハリウッドのアクション映画を映して見せたが K 社の親会社は納得せず、フルカラーTV に固執して不幸な道を歩んだ。このような状況であるので、ここに明解な有機 EL デイスプレイ開発に関するロードマップ・テンプレートを示すことができない。その代替テンプレートを表 3.2.2-4 に示す。

表 3.2.2-4 有機 EL ディスプレイ開発に関する（代替）ロードマップ・テンプレート



有機 EL デイスプレイ開発に関する討論グループは、この分野の日本の業界の狭量さを感じ取った上で、

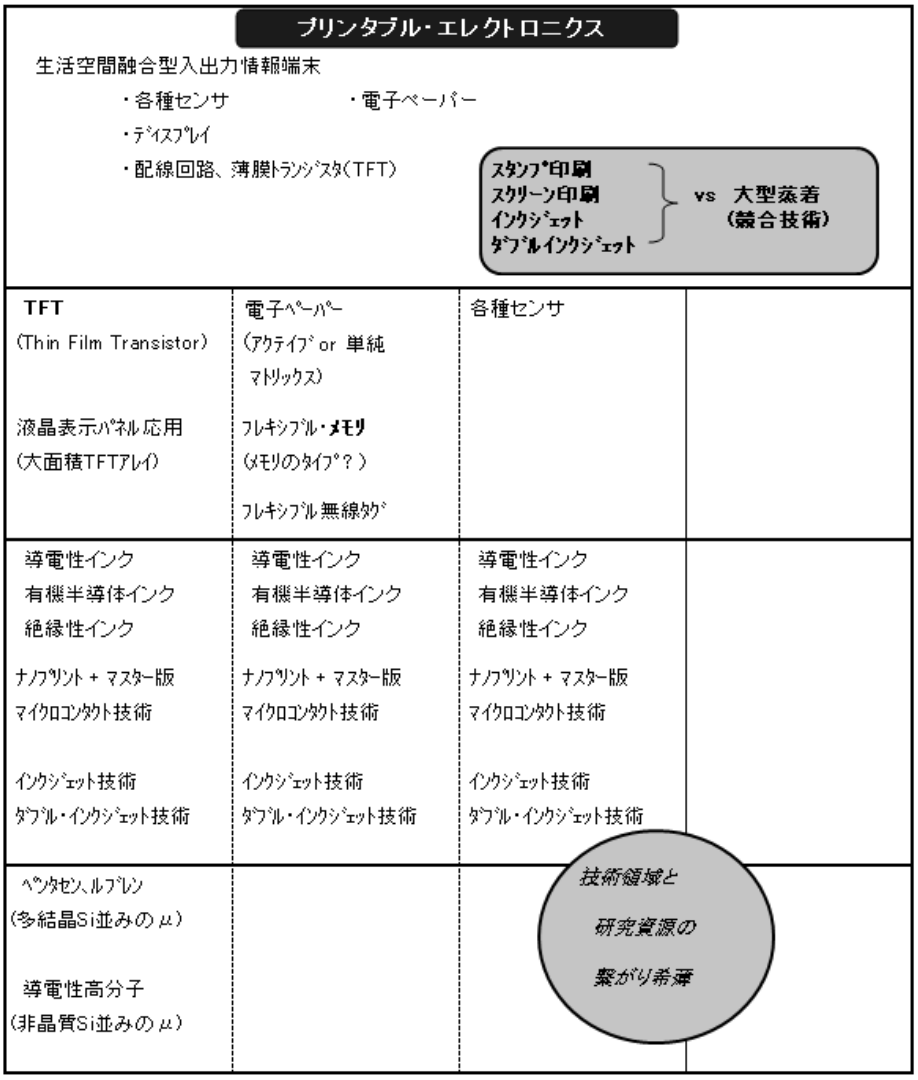
・有機薄膜の形成技術に大きな特長がある製品開発課題
・人工網膜技術やセキュリテイ技術との融合による製品あるいはサービス開発課題

・単色でパッシブ・マトリックス駆動（おそらく省エネ）の製品開発課題

等を選定した上で、グリッド分析からロードマップのチャート化まで挑戦していただきたい。

(3) プリンタブル・エレクトロニクス

表 3.2.2-5 プリンタブル・エレクトロニクスに関するロードマップ・テンプレート

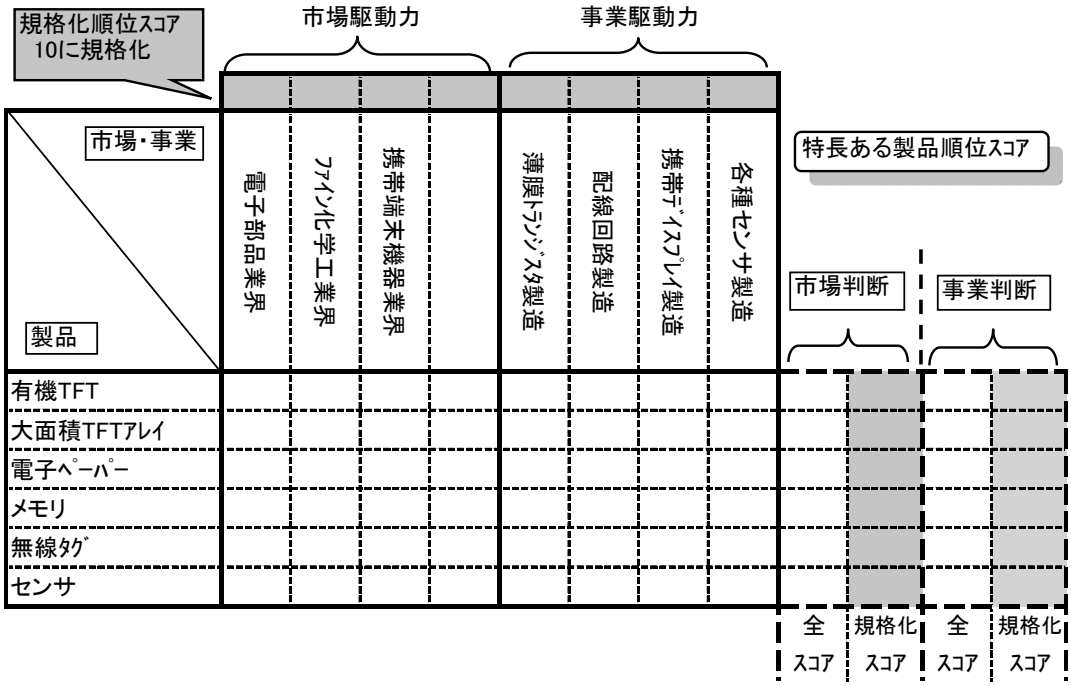


プリンタブル・エレクトロニクスについては、数年前から（独）産業技術総合研究所のフレキシブル・エレクトロニクス開発グループが大きなプロジェクトを始めた計画を参考にして、表 5.5 のロードマップ・テンプレートを作成した。

表 3.2.2-5 の「特長ある製品」欄の製品候補の熟成度は不足である。それを承知で、試みに作成した（製品）/（市場・事業）グリッドと（技術・研究）/（製品）グリッドを表

3.2.2-6 及び表 3.2.2-7 に示す。

表 3.2.2-6 プリンタブル・エレクトロニクスの（製品）/（市場・事業）グリッド分析表



熟成度の不足という意味は、ロードマップ・テンプレートの「特長ある製品（サービス）」に採択・記入したい項目の具体性が不十分であるということであり、特長を定量的に示せないということである。換言すれば、産業技術総合研究所から発表された資料のみでは、志向している製品の明確な定義付けはできず、製品の具体的イメージを表現することが困難である。このような事情は表3.2.2-4の有機ELデイスプレイの場合も同じである。

表3.2.2-4の有機ELデイスプレイ及び表3.2.2-5のプリンタブル・エレクトロニクスのいずれの場合も、表3.2.2-3に示した有機EL照明に比べて、製品の具体的イメージが希薄であることは明白である。表3.2.2-6及び表3.2.2-7は、熟成度不足を認めた上で、試みに作ったグリッド分析表であると理解して欲しい。

表 3.2.2-7 プリンタブル・エレクトロニクスの（技術・研究）/（製品）グリッド分析表

市場判断による製品順位規格化ｽｺｱ	市場駆動力判断						事業駆動力判断						事業判断による製品順位規格化			
製品 / 技術・研究	有機TFT	大面積TFTｱﾚｲ	電子ﾍﾟｰﾊﾟｰ	メモリ	無線ﾀｸﾞ	センサ	有機TFT	大面積TFTｱﾚｲ	電子ﾍﾟｰﾊﾟｰ	メモリ	無線ﾀｸﾞ	センサ	技術ｲﾝﾊﾟｸﾄ順位ｽｺｱ			
													市場判断		事業判断	
導電性ｲﾝｸ																
有機半導体ｲﾝｸ																
絶縁性ｲﾝｸ																
ﾅﾉﾌﾟﾘﾝﾄ･ﾏｽﾀｰ																
ﾏｲｸﾛｺﾝﾀｸﾄ技術																
ｲﾝｸｼﾞｪｯﾄ技術																
ﾀﾞﾌﾞﾙｲﾝｸｼﾞｪｯﾄ技術																
ﾍﾟﾝﾀｾﾝ･ﾙﾌﾞﾚﾝ薄膜																
導電性高分子薄膜																
													全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ	全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ

(4) 有機太陽電池

有機太陽電池は、有機半導体薄膜のコピー機感光体への応用の成功に続いて研究開発が活発になった分野であり、30 年以前から多くの関心を集めている。シリコン半導体が、製造コストの点で大きな弱点を持つ以外に、SiO_2（水晶）から酸素を外すことに極めて大きなエネルギーを使用するという弱点を有する。これに比べて、有機合成によって半導体を作製できるという魅力から、非常に多数の研究結果が報告されている。しかし、最近までは太陽光の電気エネルギーへの変換効率が低いという致命的な弱点を克服できずに経過した。

最近、多くの研究機関とくに（独）産業技術総合研究所等から、ようやくシリコン太陽電池を視界に捉え、これを凌駕する可能性が実験室的に示されるようになった。この場合の参入市場は極めて明白であり、再生可能なエネルギーの獲得という社会的な意義が明らかである。表 3.2.2-8 に有機太陽電池の開発に関するロードマップ・テンプレートを示す。

表 3.2.2-8 のテンプレートの中から、市場参入を意図する太陽電池候補から、

・従来から多数試みられた p-n 接合型の低コスト太陽電池
・色素増感型（当初ｸﾞﾚｯﾂｪﾙ型と呼ばれた）の低コスト太陽電池
・最近の高効率型太陽電池

の 3 種を選び、グリッド分析表の試案まで示すことにする。

表 3.2.2-8 有機太陽電池に関するロードマップ・テンプレート

	有 機 太 陽 電 池			
市場・事業	再生可能ｴﾈﾙｷﾞｰへの社会的な要請 ・大規模太陽光発電基地 ・局所的な発電（ｴﾈﾙｷﾞｰの地産地消、等） ・「ことづくり」ｼｽﾃﾑ用のｴﾈﾙｷﾞｰ源			
特長ある製品	**低コスト型** （従来型）有機太陽電池 ・pn接合型 ・色素増感型 （ｸﾞﾚｯﾂｪﾙ型）	**高効率型** （新型）有機太陽電池 ・分子間電荷移動励起活用型 ・拡散長が著しく長い ・近赤外光利用	**有機太陽電池は結晶が主役！** **三菱化学：η ≒10%（p－n）** **passivation against H_2O, O_2**	
技術領域	高μのp型半導体 高μのn型半導体 電極材料の最適化 封止技術 大表面積TiO_2 最適色素薄膜 封止技術	有機化合物半導体の薄膜化 電極材料の最適化 （MIM型太陽電池）		
研究資源	有機EL材料の再評価 TiO_2代替（$TiSrO_3$） 最適色素薄膜の設計	ﾄﾞﾅｰ・ｱｸｾﾌﾟﾀｰ交互積層型分子結晶（有機化合物半導体）の設計 電極材料の設計と合成	**側鎖分子設計！** **積層構造設計！** **多結晶構造体の設計！**	

表 3.2.2-9 有機太陽電池に関する（製品）/（市場・事業）グリッド分析表

規格化順位ｽｺｱ 10に規格化	事業駆動力				事業駆動力				特長ある製品順位ｽｺｱ			
市場・事業 / 製品	電力供給業	小型発電システム業	小型発電機器業		大規模発電基地	地産地消電力供給	ことづくり電力供給	局所的発電機器	市場判断		事業判断	
分子間電荷移動太陽電池												
p-n接合型太陽電池												
色素増感型太陽電池												
									全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ	全ｽｺｱ	規格化ｽｺｱ

表 3.2.2-10 有機太陽電池に関する（技術・研究）/（製品）グリッド分析表

市場判断による製品順位規格化ｽｺｱ	市場駆動力判断				事業駆動力判断				事業判断による製品順位規格化ｽｺｱ			
市場・事業 / 技術・研究	分子間電荷移動太陽電池	p-n接合型太陽電池	色素増感型太陽電池		分子間電荷移動太陽電池	p-n接合型太陽電池	色素増感型太陽電池		技術ｲﾝﾊﾟｸﾄ順位ｽｺｱ			
									市場判断		事業判断	
高移動度p型半導体												
高移動度n型半導体												
電極材料最適化												
大表面積TiO_2												
色素薄膜最適化												
封止技術												
有機EL材料の再評価												
TiO_2代替												
最適色素薄膜の設計												
									全	規格化	全	規格化

(5) ロードマップ作成の勧めとさらなる進化への課題抽出

(5)-1 ロードマップ作成の勧め

本章では、数多くの研究開発グループが強い関心を今日でも持ち続けている課題として「有機エレクトロニクス」を選び、その中の

・有機 EL 照明
・有機 EL デイスプレイ
・プリンタブル・エレクトロニクス
・有機太陽電池

の分野について、技術開発ロードマップ作成の助けとなる「ロードマップ・テンプレート」と、それに基づく（製品）/（市場・事業）グリッド分析表及び（技術・研究）/（製品）グリッド分析表を示した。これ等を参考に、有機エレクトロニクスに関する技術開発を実行しているグループは、美しい開発シナリオを目指してロードマッピング作業を実施していただきたい。

その作業の詳細な方法は 3.1.2 章、3.2 章に述べてあるが、要点を再度以下に列記する。

①ロードマップ作成作業（ワークショップ）に参加する者は、プロジェクト参加企業の社長、研究、生産、営業、企画、財務担当者、プロジェクト参加研究者および技術者であり、プロジェクトの世話をするコーデイネータが進行役を務める。

②最も重要な決断は、作業が研究開発プロジェクト進行中の段階であっても、「市場駆動力」と「事業駆動力」を数値表現するところにある。討議の結果、この決定権限は社長にある。

③この 2 大駆動力を定めるときに考慮すべき因子は 3.1.2 章に詳述したように、社会や顧客の動向、法的因子、コスト、競合企業の動き等である。

④本章に示した例を参考に目標課題ごとにロードマップ・テンプレートを作成する。

⑤テンプレートを参考に、
・参入したい業界名と商業化したい事業名
・開発したい「特長ある製品（あるいはサービス）」の候補名

を定め、（製品・サービス）/（市場・事業）グリッド分析表を作り、グリッド分析を行って「特長ある製品（サービス）順位スコア」を作る。

⑥テンプレートを参考に、
・特長ある製品（サービス）の候補名（⑤と同じ）
・確立すべき「技術及び研究」の候補名

を定め、（技術・研究）/（製品・サービス）グリッド分析表を作り、グリッド分析を行って「確立すべき技術・研究のインパクト順位スコア」を作る。

⑦グリッド分析表中の「重みの配点」及び「製品候補、技術候補の配点」については 3.1.2 に詳述されている。

⑤及び⑥の結果を基礎に、
・業界名と事業化のマイルストーン
・特長ある製品（サービス）実現のマイルストーン
・製品（サービス）を実現するための技術確立及び研究確立のマイルストーン

を時間軸に対して描いたロードマップをチャート化する。この際、「製品、技術、研究の規格化順位（ランキング）」が高いものは比較的短年月で実現可能、ランキング順位が低いものは長年月が必要か、あるいは断念するという決断を下す。

3.2.2 に示した「市場名」、「事業名」、「製品名」、「技術名」、「研究名」は、決して、固定したものではない。ロードマッピングに強い関心を持つ研究開発グループごとに適切な名称を与えてグリッド分析作業を実施することを強く期待する。

3.2.3 農林水産分野の大きなプロジェクトへの適用

これまでに述べてきたロードマッピングでは、新しい工業技術の力を借りて製品を開発し、その市場参入を目標とするプロジェクトを対象に議論を進めてきた。T-PLAN におけるロードマッピングは非常に柔軟性に富む手法である。ロードマップの製品階層はサービス階層にも適用できるように、「もの作り」プロジェクトのみでなく、「こと作り」プロジェクトから 3 次産業に分類されるサービス・システムの構築にも十分に威力を発揮する。

(1) 農業の改革に成功したオランダからの刺激

平成 22 年度に農林水産省関係のコーディネータの研修事業を企画・実施するという機会を得た。その際、オランダのグローバルに活躍する農食品産業の発展経緯を調べた。結果は、以下にキーワードを羅列するように、極めて刺激的であった。

・オランダの国土面積は九州と同程度であるが、その農食品産業の GDP は 10%以上で世界第 2 位である。

・花き・嗜好品等を加えさらにロジステイックス･包装材産業を加えれば、GDP は 30%近くなり、オランダ経済を支える 3 本柱の一つとなっている。

・アムステルダム港は世界最大のコーヒー豆の集散地であり、スキポール空港には世界最大の花きの保存庫が設置されている。

・食品産業の最大の研究課題は、サルモネラ等の食中毒菌の迅速検出と食中毒予防策

・食品とロジステイックを繋ぐ包装材料及び包装技術関連産業は数百社に及ぶ。

・適切な照明技術を加えた大規模ハウスによる植物栽培が行われている。

等の刺激的な情報が直ちに集められた。

これらは、1次、2次、3次産業を融合した「こと作り」の世界と見なすことができる。

(2) 資源循環型社旗の構築事業としての「畜産排泄物処理システム」への適用

ロードマッピング課題としての採択

先に述べた農水コーデイネータ研修事業では、JST 支援によって採択したシーズ発掘事業 2 種及び地域ニーズ即応型事業（いずれも主として工業技術系の技術シーズを対象にしている）に採択された 6,551 件の課題中で「農林畜水」に関連があると考えられる 864 課題のテーマ名を提供した。このうち大きく関心を集めたのは「家畜排泄物処理システム」であった。このシステムが多くの関心を集める理由は明白であり、家畜排泄物法[8]・有機農業推進法・水質汚濁防止法等の法整備が進み、多くは現在試行経過期間中であるからである

[8]「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」平成 11 年 11 月に施行された環境三法の 1 つ。

法的規制は技術開発ロードマッピング中で最も重要な因子である市場駆動力を決定づけるものである。ある意味では、法的規制は技術開発のチャンスであると理解すべきであろう。ここで、ロードマッピングに採り上げる理由は、

・法的規制の対象であり、畜産業の将来を左右する課題である。
・法的規制は環境保全の上で万人が認める環境保全技術である。
・道州制の加速は、環境インフラ構築に有利に働くであろうこと。
・このシステムは農－工―商（ロジステイックを含む）の融合を必要とする「こと作り」である。

などの点にある。

市場駆動力で重要な因子は、

・社会の動向と法的な動き（例えば、家畜排泄物法、水質汚濁防止法）
・顧客（農業、畜産業、食品加工業、等）のニーズ
・外国企業を含む競合企業の動き
・コスト

であり、事業駆動力での重要因子は、

・顧客（農業、畜産業、食品加工業、等）のニーズ
・（他分野への波及効果を含む）事業化のニーズ
・顧客の利益
・外国企業を含む競合企業の動き

である。

【農林水産省資料（平成 21 年 9 月）に基づく家畜排泄物の管理状況】

・「家畜排泄物の発生量は減少傾向にあるが、畜産経営に関する苦情は減少せず」とある。

・排泄量が平成 15 年度の約 9,000 万トンから 20 年度の約 8,700 万トンを減少傾向と言うのは苦しい。

・平成 16 年の家畜排泄物法完全施行までの 5 年間（適用猶予期間）で、管理基準対象農家の 99.9%が管理基準に適合と言うのも苦しい。

畜産経営を圧迫する度合いが少ない「畜産排泄物利用」事業モデルの構築は大きなニーズ

【同上資料に基づく家畜排泄物利用の促進】

・耕蓄連携の強化
・ニーズに即した堆肥づくり
・エネルギーとしての利用の推進（炭化、焼却、メタン発酵、等）

・農蓄という閉じた系で考え過ぎている
・開いた系や社会システムとして考えては

【開いた系で検討が進んでいる技術システム】

・水質汚濁防止法は厳しく、畜産排泄物処理に関する平成 22 年 6 月末の暫定排水基準は 900mg/l である。今後予想される基準値の低下に対応できるのであろうか？

・食品加工業における排水基準は厳しく、例えば帯広地区の食品加工業 R 社は排水処理に年間 2,000 万円を支出していた。R 社は地域内企業の新技術「旋回噴流式オゾン酸化処理」を導入し、従来の排水処理費の大幅な低減化に成功した。

・この新技術は、JST の RSP 事業における H 大学の発明を応用したもので、応用範囲が広い。例えば、中国における食品廃棄物処理や K 電力会社の離島発電所の油分を含む排水の処理等への応用が検討されている。

農、水、蓄の廃棄物処理という立場で考察すれば、

・その場処理か、集中処理か、の選択
・処理の場合に考慮すべき重要技術として、悪臭防止、固液分離、梱包、輸送
・それ以外の応用技術
・地域ごとに考えるよりは、地域の特徴をグループ化して最適処理技術を検討する

ことが肝要である。さらには、グループ化された排泄物、廃棄物処理という考察の方が、国の資金を得て「資源循環型社会システム」として国あるいは地域行政の支援が得易いであろう。

・先ず、応用可能な要素技術の棚卸とDB化
・次いで、これを用いたロードマッピングが必要であろう

3.2.4 家畜排泄物処理システムに関するグリッド分析例

農林畜産の分野で多くの研究者やコーデイネータが強い関心を持っている「家畜排泄物処理システム」を大きな「こと作り」の研究開発課題とみなし、グリッド分析を含むロードマッピングの題材にすることを試みる。最初の仕事は、ロードマップの各層に記入すべき重要なキーワードを決めるロードマップ･テンプレートを作ることである。

表 3.2.4-1 家畜排泄物処理システムのロードマップ・テンプレートの例

市場・事業	大規模集中型処理ｼｽﾃﾑ ・その場ｴﾈﾙｷﾞｰ利用型 ・有用物その場回収型 ・汚水処理装置付き ・悪臭防止材料・技術 ・発酵技術 ・分解促進酵素 ・運搬ｼｽﾃﾑ 中小規模その場処理ｼｽﾃﾑ			
	大規模集中型1	**中小規模その場処理**	**大規模集中型2**	**附帯製品**
特長ある製品	・固液分離装置 ・悪臭防止材料・技術 ・堆肥化促進触媒 ・有用成分抽出装置 ・有用ガス濃縮装置 ・汚水急速酸化装置	・固液分離装置 ・悪臭防止材料・技術 ・堆肥化促進触媒 ・汚水急速酸化装置	・固液分離装置 ・悪臭防止材料・技術 ・堆肥化促進触媒 ・有用ガス濃縮装置 ・汚水急速酸化装置	・悪臭防止材料・技術 ・有用成分抽出装置 ・運送システム ・汚水急速酸化装置
技術領域	・高耐久性固液分離装置 ・悪臭防止炭素材料 ・排泄物貯蔵技術 ・安全で扱い易いｵｿﾞﾝ酸化装置	・高耐久性固液分離装置 ・悪臭防止炭素材料 ・排泄物貯蔵技術 ・安全で扱い易いｵｿﾞﾝ酸化装置	・高耐久性固液分離装置 ・悪臭防止炭素材料 ・排泄物貯蔵技術 ・安全で扱い易いｵｿﾞﾝ酸化装置	・梱包運送 ・悪臭防止炭素材料 ・排泄物貯蔵技術 ・安全で扱い易いｵｿﾞﾝ酸化装置
研究資源	・堆肥化促進触媒 ・ｱﾙｺｰﾙ、ﾒﾀﾝ発酵酵素の最適選択 ・有用成分抽出法	・堆肥化促進触媒 ・有用成分抽出法	・堆肥化促進触媒 ・ｱﾙｺｰﾙ、ﾒﾀﾝ発酵酵素の最適選択 ・有用成分抽出法	・堆肥化促進触媒 ・有用成分抽出法

農林コーディネータ研修事業における講演や討論を参考に、「こと作り」市場としては、大規模な集中型の排泄物処理システム・中小規模のその場処理システムの 2 市場に参入あるいは新設を目標とするシステムを考えた。

表 3.2.4-1 にロードマップ･テンプレートの 1 例を示した。このテンプレートは、暗に 4 つの製品を議論の中心に据えることを意識している。

ここで、ロードマッピングにおける重要作業であるグリッド分析を実行するに当たって最も重要な「市場（外部）駆動力」と「事業（内部）駆動力」に関する規格化順位を定める重要因子について、改めて以下に示しておく。

市場駆動力の重みを決める重要因子は；

・社会の動向と法的な動き（例えば、家畜排泄物法、水質汚濁防止法）
・顧客（農業、畜産業、食品加工業、等）のニーズ
・競合企業（外国企業を含む）の動き
・コストであり、

事業駆動力の重みを決める重要因子は；

・顧客（農業、畜産業、食品加工業、等）のニーズ
・（他分野への波及効果を含む）事業化のニーズ
・顧客の利益
・競合企業（外国企業を含む）の動きである。

表 3.2.4-2 を参考にして作成した（製品･サービス）/（市場･事業）グリッド分析表を表 5 に示す。市場参入を意図する市場名は幾つかの事業を統合した形で表現しているので、表４では 3 市場に括ってある。一方、事業化を意図する事業名は、それ単独でも事業として成立する可能性のあるものを採り上げているので、表 3.2.4-2 では 7 事業を採り上げている。市場と事業の対応関係は、以下のようになっている。

参入希望市場名	事業化希望事業名
大規模集中型処理システム業	エネルギー利用大規模処理システム
	大規模処理システム
中小規模その場処理システム業	中小規模その場処理システム
排泄物処理附帯業	悪臭防止材料・技術
	有用成分抽出装置
	有用ガス濃縮装置
	汚水急速酸化装置

表 3.2.4-2 では、市場駆動力及び事業駆動力判断による市場及び事業の規格化順位（重み）と製品･サービスの強さを示す 3 点法による採点とスコア試算結果まで記入してある。

表 3.2.4-2 家畜排泄物処理システムの（製品･サービス）/（市場･事業）グリッド分析

市場駆動力規格化ｽｺｱ: 最大10	市場駆動力				事業駆動力規格化ｽｺｱ		事業駆動力								
	9	10	9				10	8	10	8	6	7	9		
市場･事業 / 製品･サービス	大規模集中型処理ｼｽﾃﾑ業	中小規模その場処理ｼｽﾃﾑ業	排泄物処理附帯業		全スコア	規格化スコア	ｴﾈﾙｷﾞｰ利用大規模処理ｼｽﾃﾑ	大規模処理ｼｽﾃﾑ	中小規模その場処理ｼｽﾃﾑ	悪臭防止材料･技術	有用成分抽出装置	有用ｶﾞｽ濃縮装置	汚水急速酸化装置	全スコア	規格化スコア
耐久性固液分離装置	3	3			57	**7.6**	3	3	3					84	**8.3**
悪臭防止材料･技術	2	2	2		56	**7.5**	2	2	1	3				70	**6.9**
堆肥化促進触媒	3	3	2		75	**10**	3	3	2					74	**7.3**
有用成分抽出装置	2	1	1		37	**4.9**	2	1	1	2	3			72	**7.1**
有用ｶﾞｽ濃縮装置	2	1	1		37	**4.9**	2	2	1		1	3		73	**7.2**
汚水急速酸化装置	3	2	3		74	**9.9**	3	3	2				3	101	**10**

表 3.2.4-3 家畜排泄物処理システムの（技術･研究）/（製品･サービス）グリッド分析

	市場参入判断								事業成立判断							
	7.6	7.5	10	4.9	4.9	9.9			8.3	6.9	7.3	7.1	7.2	10		
製品･サービス / 技術･研究	耐久性固液分離装置	悪臭防止材料･技術	堆肥化促進触媒	有用成分抽出装置	有用ｶﾞｽ濃縮装置	汚水急速酸化装置	全スコア	規格化スコア	耐久性固液分離装置	悪臭防止材料･技術	堆肥化促進触媒	有用成分抽出装置	有用ｶﾞｽ濃縮装置	汚水急速酸化装置	全スコア	規格化スコア
高耐久性固液分離装置	1						7.6	**1.8**	1						8.3	**1.9**
悪臭防止炭素材料		2		2	2		41.8	**10**		2		2	2		42.6	**10**
排泄物貯蔵技術	1	1	1				25.1	**6**	1	1	1				22.5	**5.3**
安全で扱い易いオゾン酸化装置						3	29.7	**7.1**						3	30	**7**
運送システム	−2	−2		−2	−2		−50	**−12**	−2	−2		−2	−2		−59	**−14**
堆肥化促進触媒			2				20	**4.8**			2				14.6	**3.4**
ｱﾙｺｰﾙ､ﾒﾀﾝ発酵酵素の最適選択					2		9.8	**2.3**					2		14.4	**3.4**
有用成分抽出法				1			4.9	**1.2**				1			7.1	**1.7**

表 3.2.4-3 及び表 3.2.4-4 中に示された製品規格化スコア（製品ランキング）及び技術･

研究規格化スコア（技術･研究インパク・トランキング）の数値から、技術開発ロードマップを描くことができる。「市場･事業」、「製品･サービス」、「技術」、「研究」の各階層におけるマイルストーンを時間軸に対して記入する判断は以下の通りである。

・規格化スコアが４以下の項目に関しては、ロードマップ上への記入は時期尚早である。アライアンス構築を含めて、規格化スコアが５以上になる時期を見極めることが必要である。

・４≦規格化スコア≦６の項目については、規格化スコアが８以上に到達するまでの期間を慎重に見積もって、ロードマップ上にマイルストーンを記入する。

・７≦規格化スコア≦10 の項目については、比較的短い期間経過後にマイルストーン到達と考えて、ロードマップ上に記入する。

・規格化スコアが０以下（負の数）である項目に関しては、それに該当する項目を断念することを含めて、検討を続ける。

表 3.2.4-4 及び図 3.2.4-1 に、表 3.2.4-2 で求めた製品規格化スコア（製品ランキング･スコア）を、表 3.2.4-5 及び図 3.2.4-2 に表 3.2.4-3 で求めた技術･研究インパクト規格化スコア（技術･研究インパクト･ランキング）をまとめて示す。

表 3.2.4-4 家畜排泄物処理システムの製品規格化ランキング・スコア

製品ランキング ＼ 製品		製品･ｻｰﾋﾞｽ規格化ﾗﾝｷﾝｸﾞ	
		市場駆動力判断	事業駆動力判断
P1	耐久性固液分離装置	7.6	8.3
P2	悪臭防止材料・技術	7.5	6.9
P3	堆肥化促進触媒	10	7.3
P4	有用成分抽出装置	4.9	7.1
P5	有用ガス濃縮装置	4.9	7.2
P6	汚水急速酸化装置	9.9	10

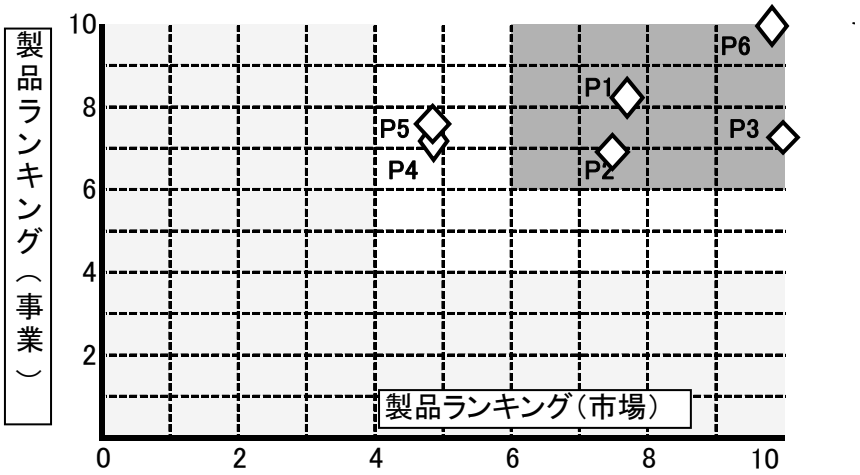


図 3.2.4-5 家畜排泄物処理システムの製品規格化ランキング･スコア

表 3.2.4-5 家畜排泄物処理システム技術・研究インパクト規格化ランキング

技術研究ｲﾝﾊﾟｸﾄﾗﾝｷﾝｸ / 製品		技術・研究ｲﾝﾊﾟｸﾄ・ﾗﾝｷﾝｸﾞ	
		市場駆動力判断	事業駆動力判断
T1	高耐久性固液分離装置	1.8	1.9
T2	悪臭防止炭素材料	10	10
T3	排泄物貯蔵技術	6	5.3
T4	安全･扱い易いO_3酸化装置	4.7	4.7
T5	運送システム	-12	-14
R1	堆肥化促進触媒	4.8	3.4
R2	ｱﾙｺｰﾙ､ﾒﾀﾝ発酵酵素の最適選択	2.3	3.4
R3	有用成分抽出法	1.2	1.7

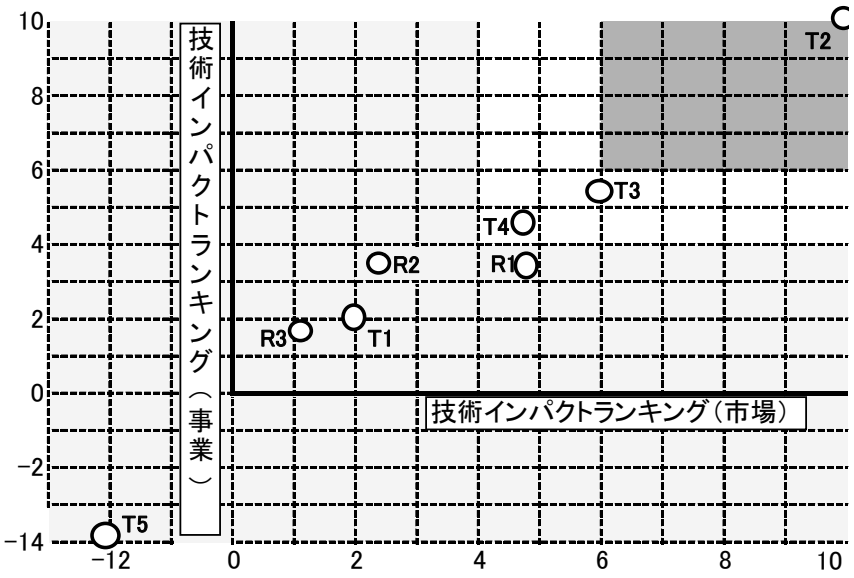


図 3.2.4-2 家畜排泄物処理システムの技術･研究インパクト規格化ランキング

上記の製品及び技術インパクト規格化スコアは、ロードマップを描くにはあまりにも低すぎる。あえて強引に未完成ロードマップを描いた結果が図 3.2.4-3 である。アライアンスを含む研究開発結果を蓄積して、再度、完成度の高い（階層を越える→が繋がる）ロードマップ作成に挑戦しなければならない。

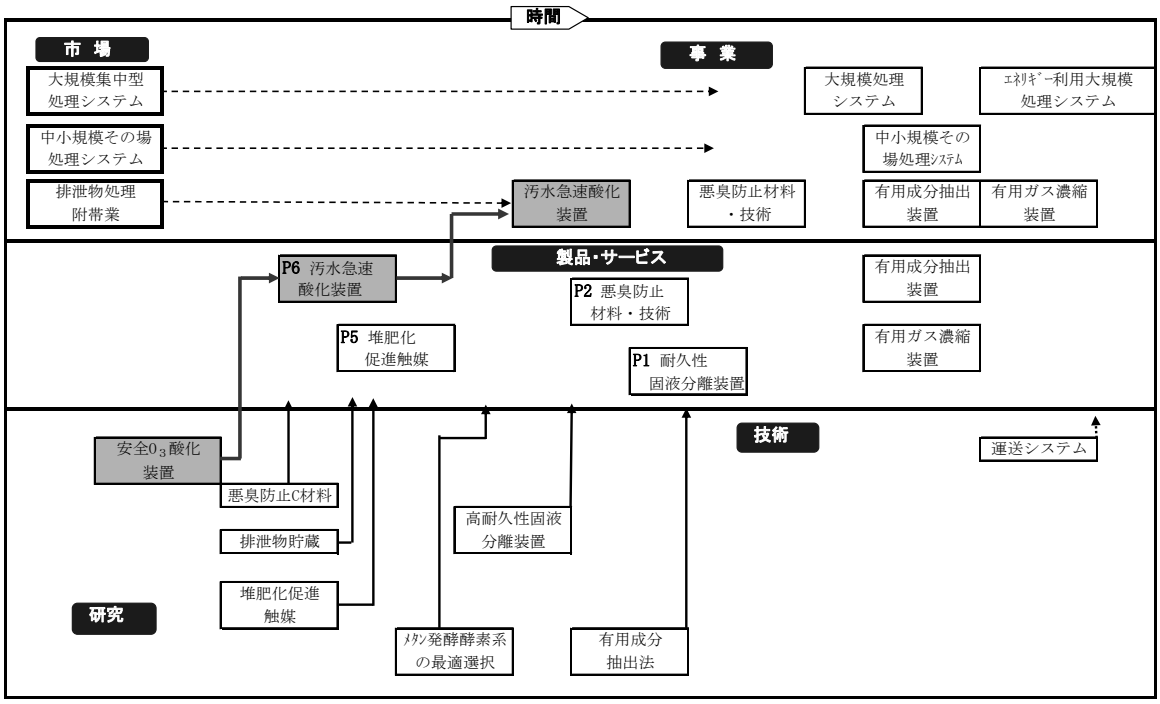


図 3.2.4-3 家畜排泄物処理システムの未完成ロードマップの例

４．まとめと提言

本調査研究では、有機エレクトロニクス分野と農林水産分野の 2 つの分野における事例を対象にして、企業が目指す“特長ある製品・サービス・機能”を事業化して市場参入を果すために極めて有効な手法であると見られているケンブリッジ大学のロードマッピングの標準的策定プロセス手法「T-PLAN」をベースとして活用し、社会的インフラの構築を目指す大型プロジェクトへの適用を試みるとともに、適用結果からさらに効果的な手法へのアプローチを試みた。

その結果、3.1.2 及び 3.1.3 において当該手法が社会インフラ構築と関連が強い大きなプロジェクトの管理あるいは提案に有効であることを示すことができた。

本調査研究では、2 分野（5 事例）の検証であったが、大型プロジェクトを対象とした「拡張ロードマッピング」のアプローチは、“グローバル市場で優位に立てる・グローバル市場での競争に参加できる開発プロジェクト”または“国内の地域ニーズに応え且つ多くの地域に共通性がある開発プロジェクト”を成功に導き、イノベーション創出に繋がるためのプロジェクト管理手法としての有効性が示めせたと考える。

そして、関係者がロードマッピングをより容易に実施するために、さらに工夫すべき点を抽出し、さらに効果的なロードマッピングの作業に役立つ新たなテンプレートを作成した。

４．１ 拡張ロードマッピングの活用提案

本調査研究において試みたロードマップはわが国でしばしば作られるロードマップ、例えば経済産業省の「技術戦略マップ」とは本質的に異なる。

「技術戦略ロードマップ」は、企業の技術開発ロードマップや経済産業省が中心となり専門家の知恵を結集（デルファイ法）して、特定技術の実現（実用化）に向けたロードマップである。現在の科学・技術の進歩についての予測を基にして「未来製品・未来サービス」の出現を時間軸上に描いたものであり、技術予測≒未来製品・未来サービス出現時期と見なされる。

一方、T-PLAN におけるロードマップは、新製品・サービスの市場参入を最重要因子に考えている。特長ある未来製品・未来サービスを中心に下流側は市場参入や事業化のポテンシャル・可能性の重みを考慮して数値評価し、さらにこれらの重みを保持したまま、確立すべき技術のインパクト・可能性の重みを数値評価する。不足あるいは未熟な技術に対しては解決すべき研究をアライアンスの考慮を含め数値評価するというロードマッピングのプロセスが中心になるものである。

したがって、ロードマッピングの結果として描かれるロードマップは「技術開発ロードマップ」と呼ばれ、「技術戦略ロードマップ」とは異なる。本調査研究では、産学連携による公的な大型プロジェクト開発を念頭に置くこととし、T-PLAN をこれに適用した「拡張ロードマッピング」と呼ぶこととした。

本調査研究において対象となる公的な大型プロジェクト開発の検証にあたり、これまでの産学連携によるプロジェクトの変遷に触れる。

第Ⅰ期科学技術基本計画以来、地域は自らの科学技術ポテンシャルを抽出して、さらに技術としての進化を図るためのプロジェクトを構築するという国の地域施策に基づき実行されてきた。ここでは地域自治体が主体となって地域の産学官の関係者が協力して地域の大学等の研究者の研究成果をベースにその実用化に向けた研究開発プロジェクトが推進されてきた。

この産学官のプロジェクト型研究開発は、科学技術振興機構の地域結集型共同研究事業、文科省の知的クラスター事業、都市エリア型産学官共同研究、経済産業省の地域コンソーシアム研究開発等、中央省庁や関連する独立行政法人から重層的に地域の科学技術振興施策として重点的に積極実施されてきた。（図 4-1 参照）

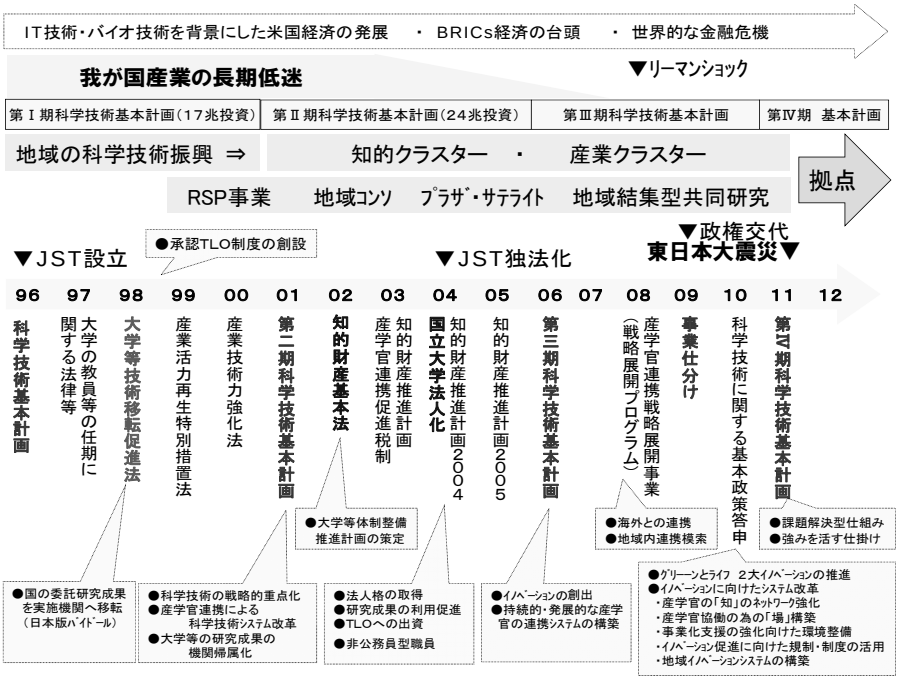


図 4-1 産学連携による地域の科学技術振興プロジェクト施策

これらの施策は、約 15 年以上継続されてきている現在でも実用化にはほど遠く、技術としての関門、製品としての関門を越えている事例は極めて少ないのが事実であると言える。

産学官による大きなプロジェクト型研究開発を推進するためには、将来の大きなイノベーションに向けて以下のことが考慮されなければならない。

①これまでの製品やサービスに比べ本当に差別化できる技術として選別抽出された技術か
②イノベーションに向けた協力的な研究者が参加したプロジェクトとなっているか
③参加企業、大学等の研究者の役割分担が明確になったプロジェクト構成か

④事業化という出口を意識した産学官のプロジェクト構成となっているのか

それには、プロジェクトの出口はどの様な新製品やサービスとして新しい事業に結実するのか、そのためにはどの様な差別化できる技術を統合化していくのか等、戦略的なシナリオに基づくロードマップを考えていくプロセスが重要であると考える。

この一連の考え方を構築していくプロセスとして「拡張ロードマッピング」を活用し、本気で検討していくことが、地域の科学技術振興を強力に実現するものと考える。

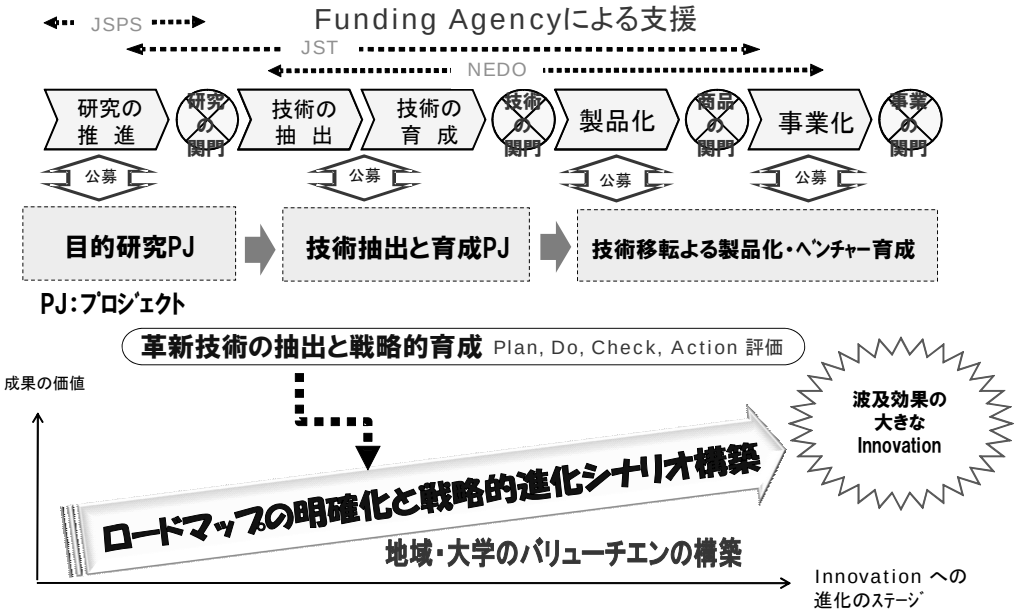


図 4-2 イノベーションに向けた地域・大学のバリューチエンの構築

また、この波及効果の大きなイノベーションに向けては、地域自治体、地域の企業体、地域の大学や研究機関という利害関係者が、Win-Win の関係を構築する様なモデルを自治体主導で構築することが肝要であると思われる。(図 4-3 参照)

この大きなイノベーションに向けた産学連携による大きな研究開発プロジェクトの効果的な推進に向けて、「拡張ロードマッピング」手法を活用して頂くことを願う。

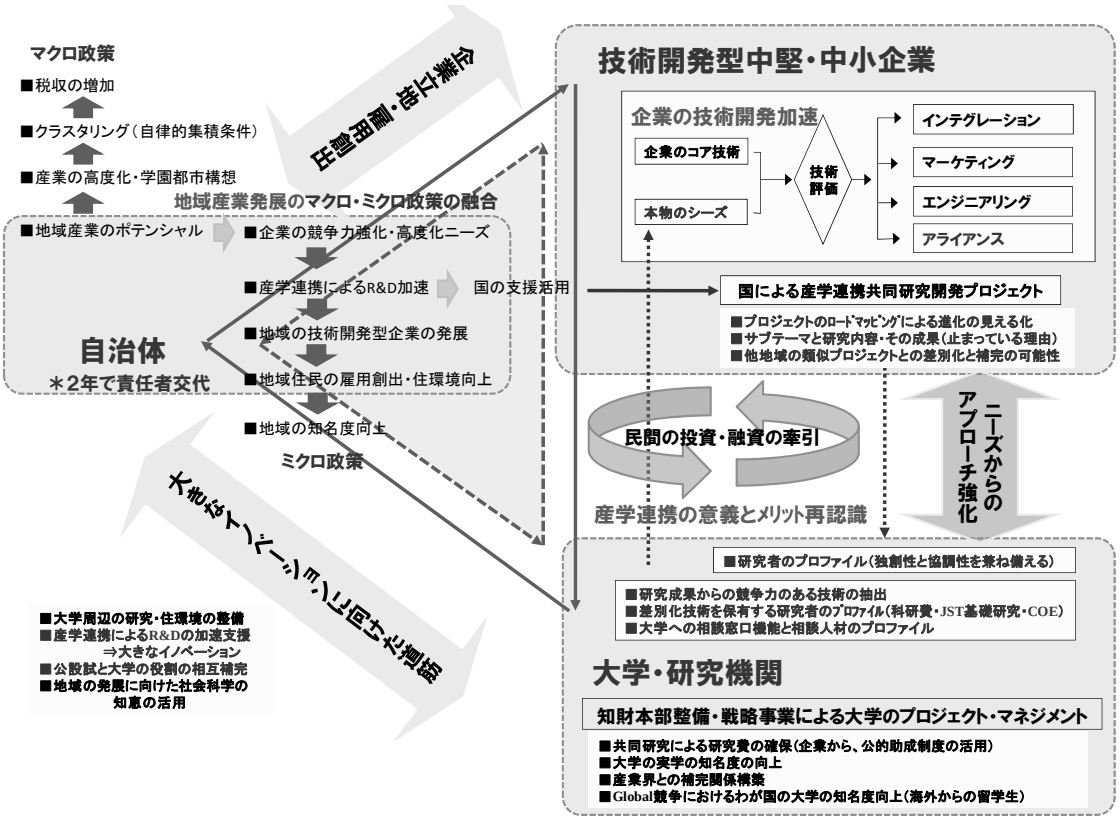


図 4-3 地域の大きなイノベーションに向けた自治体の役割

４．２ 産学官連携による研究開発プロジェクト推進への勘所因子の抽出

3.2 の「拡張ロードマッピングの社会的インフラ構築への適用」において、有機 E エレクトロニクス分野の事例と農林水産分野の事例を対象に拡張ロードマッピングを試みた。

しかし、産学官連携による大きな研究開発プロジェクト推進には、特長的な研究開発シーズを統合しながら製品（サービス）のコンセプトを確立しなければならない。そこでこれまでの事例検討の結果を踏まえつつ、“製品コンセプトの確立”に注力した、より容易かつ簡便に「拡張ロードマッピング」を行うための方法を検討した。

①「拡張ロードマッピング」の新製品コンセプト構築

研究開発プロジェクトでは、その出口としての新製品コンセプト群を同定し、その新製品コンセプトの市場性（市場の規模と発展性）、事業性（事業として優位な立場の確保）の観点から、最も有利な製品コンセプトを選別し、新製品コンセプトをイメージする必要がある。

従来のプロセスでは、「S-N（シーズ・ニーズ）変換マトリックス分析」と呼ぶ手法を活用し、グループワークにより技術シーズと社会・市場ニーズの関係から“新しい機能や性能を有する新製品コンセプト”を同定してきた。（図 4-4 参照）

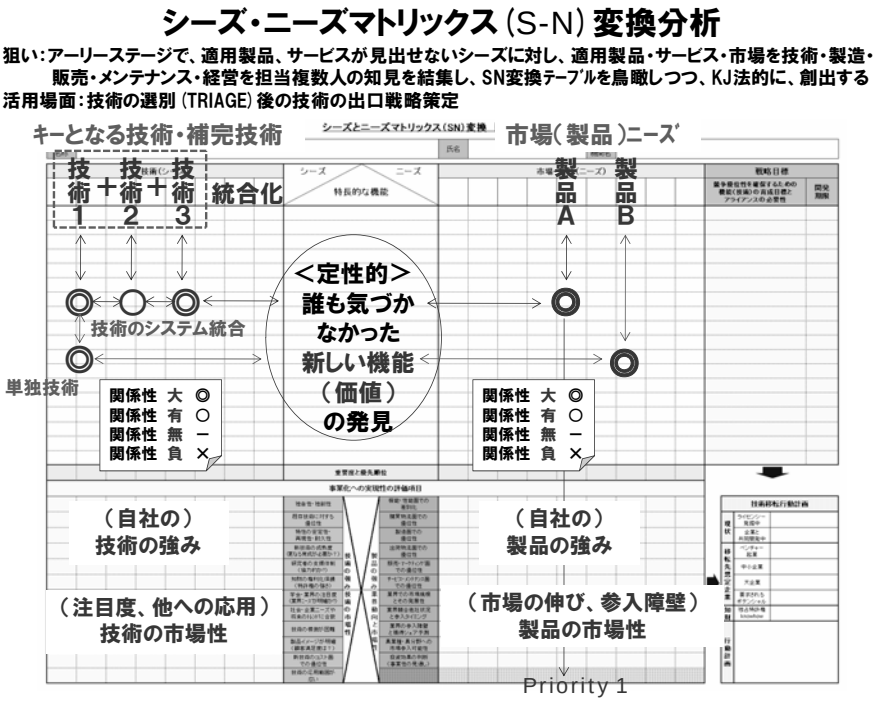


図 4-4 技術シーズ・ニーズマトリックス（S-N)変換分析手法

このS-N変換マトリックス法は、技術シーズと製品の関係性を示す手法としては簡便であり、新製品コンセプトに対するこれまでに無い新しい機能（価値）を発見するためのブレーンストーミングの為の手法としては、非常に優れている。

しかし、社会の動きなど環境因子と新製品コンセプトの関係性という、大きなイノベーションに向けては、社会ニーズから新製品コンセプトを構築する方策がより重要となる。

このプロセスには、Stanford研究所（SRI :Stanford Research Institute)において検討されてきた検討プロセスが有効と考えられる。そこで、SRIにおいて検討されてきた方法を見直したプロセスを図4-5に示す。

新製品コンセプト構築に向けて新しい機能（価値）を見出すことは、前述のS-N変換マトリックス法と同じであるが、このプロセスで重要な事は、社会ニーズやその変化からの新製品コンセプトを誘導することに重点を置いてこれまでに無い新しいコンセプトを創造していくこととした点にある。

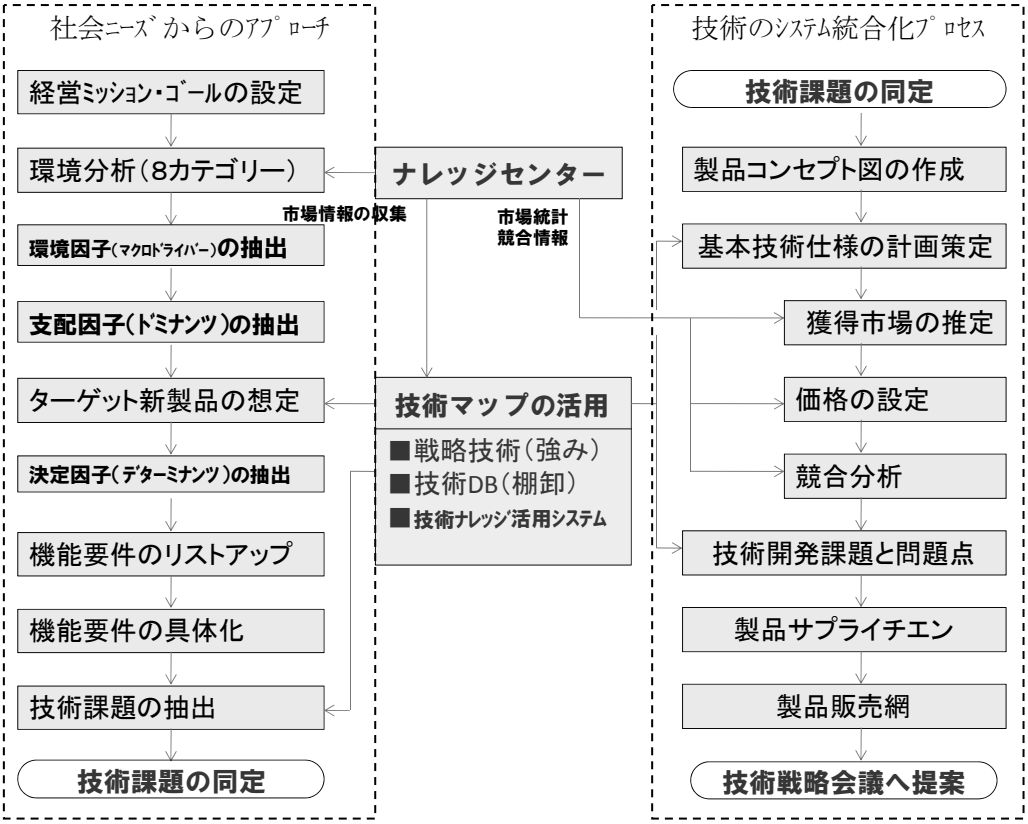


図 4-5 新製品コンセプトの構築に向けた検討プロセス

②環境分析のための重要因子（マクロ環境因子）の抽出

上述の環境分析を行うにあたり、重要な因子（マクロ環境因子、マクロドライバー）としては、図 4-6 に示すように次のいくつかの因子を考慮してく必要がある。

・社会・ライフスタイル（社会の構造やライフスタイルの変化に着眼）
・人口動態（新製品コンセプトに着額する国内外の人口の動態）
・国際・貿易関係（フローバル市場での将来動向）
・政治経済（対象とするマーケットセグメントにおける政治経済的な牽引力）
・科学技術（科学技術の進歩がマーケットを牽引する力）
・物理環境（市場や事業を考慮する場合の物理的距離や環境条件の変化）
・天然資源（マーケットセグメントにおける地域資源としてのポテンシャル）
・経済条件（マーケットを動かす為の経済的な条件）

また、これらの要因のうち、どの様な要因が最もマーケットに大きなインパクトを与えていくのか検討し、その要因を抽出することが肝要である。

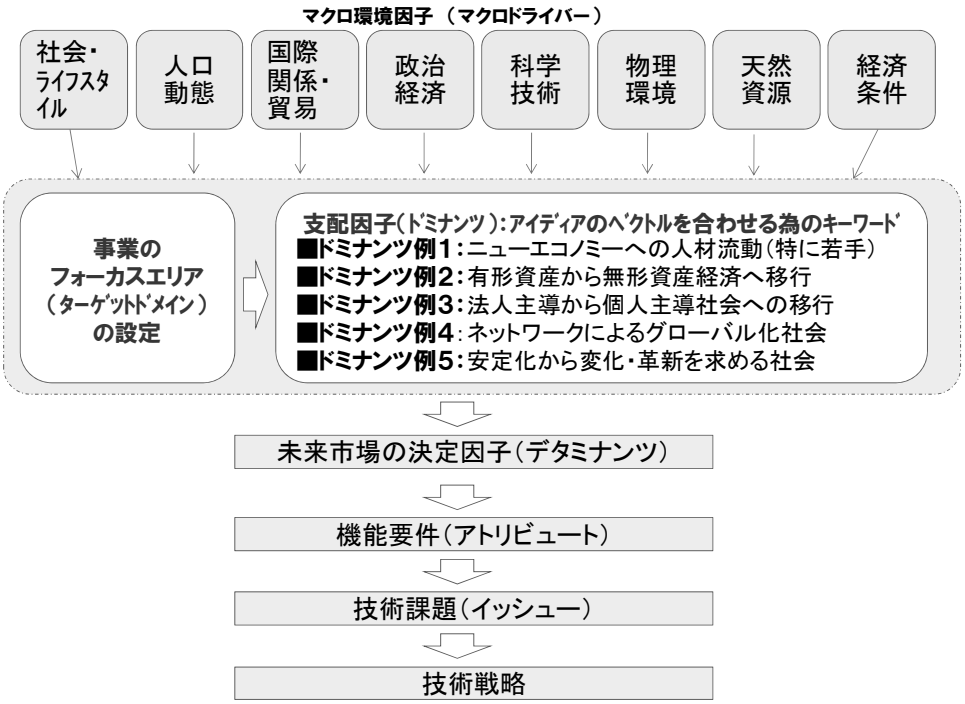


図 4-6 新製品コンセプトを創造するにあたり考慮すべき環境因子（マクロドライバー）

具体的に、有機 EL ディスプレイのマクロ環境因子（マクロドライバー）の抽出例を図 4-7 に示す。

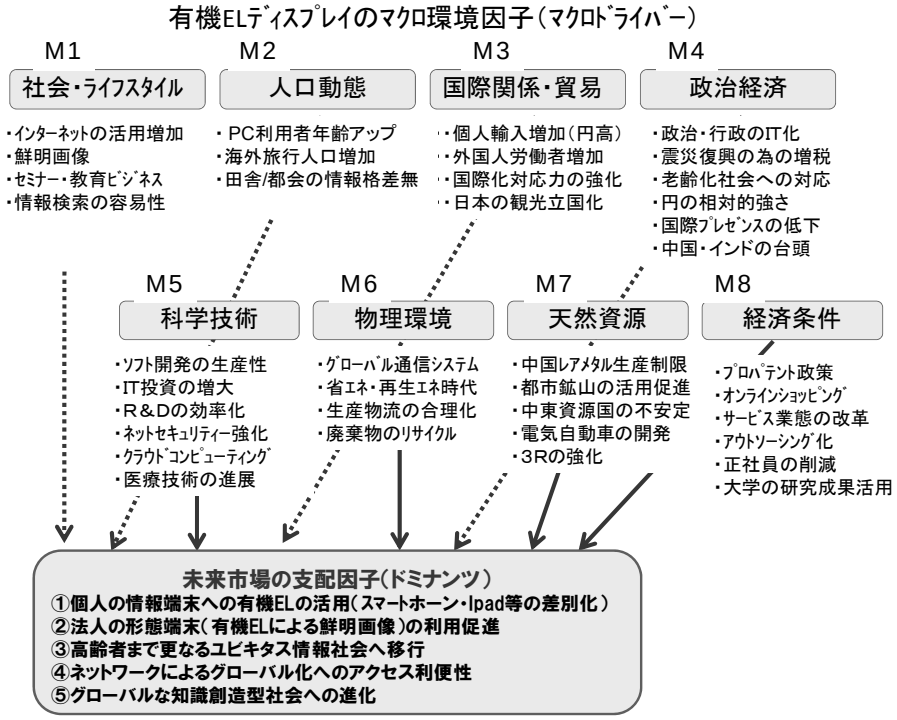


図 4-7 有機 EL ディスプレイのマクロ環境因子の例

③社会・市場ニーズに基づくニーズとシーズの関係から新しい製品コンセプト構築

従来の S-N マトリックス変換法では、大学の技術シーズから出発して、技術と製品コンセプトの関係性を、新しい機能（価値）として位置づけてきたが、ここでは、新製品に対するニーズを社会ニーズや市場ニーズから構築していく所が新しい試みと言える。

この様な考え方は、市場が本当に求めている新製品コンセプトに到達し易い考え方と言える。

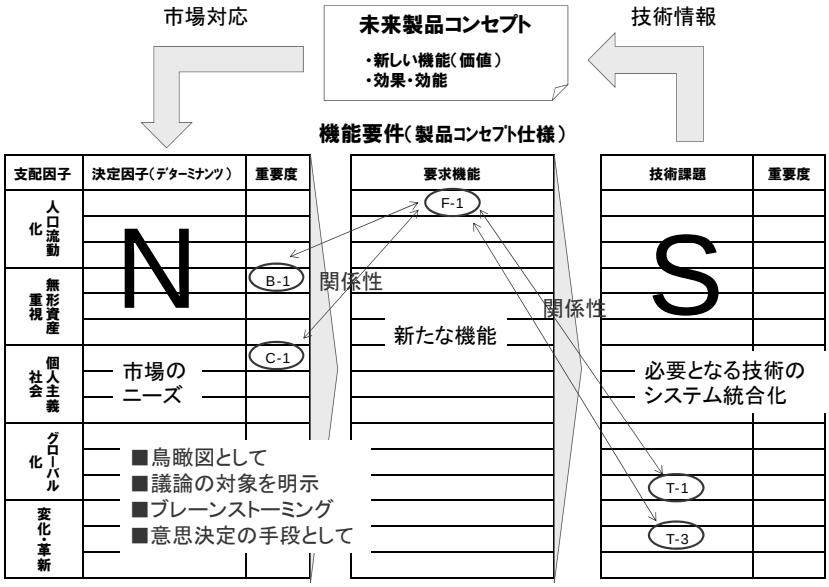


図 4-8 社会ニーズ・市場ニーズからの新製品コンセプトの構築イメージ

④社会・市場ニーズに基づくニーズ情報の収集と分析

社会ニーズの収集方策としては、研究開発部門・製造部門（サプライチエン部門）・営業販売部門などあらゆる関係者から、今までに無い顧客情報を集めその中から社会ニーズを③で記載した要領で情報を分析し、ノイズからシグナルを抽出（データマイニング）していくことが大切であると考える。（図 4-9 参照）

また、この新製品コンセプト構築にあたっては、誰に（顧客はだれか）・何を（新製品コンセプトの新しい機能（価値）・どの様に（どの様なプロセスで）というビジネスモデルを常に配慮しつつ、コンセプト構築を行っていく必要がある。

拡張技術ロードマッピングにおいては、企業・大学・関連する自治体の部門などが参加し、関係者のチームによる“強み”を発揮できる仕組みを考慮する必要がある。図 4-9 の自社とは、関連するチームを表しており最強の産学官プロジェクトチームを構築することが重要であることを示している。

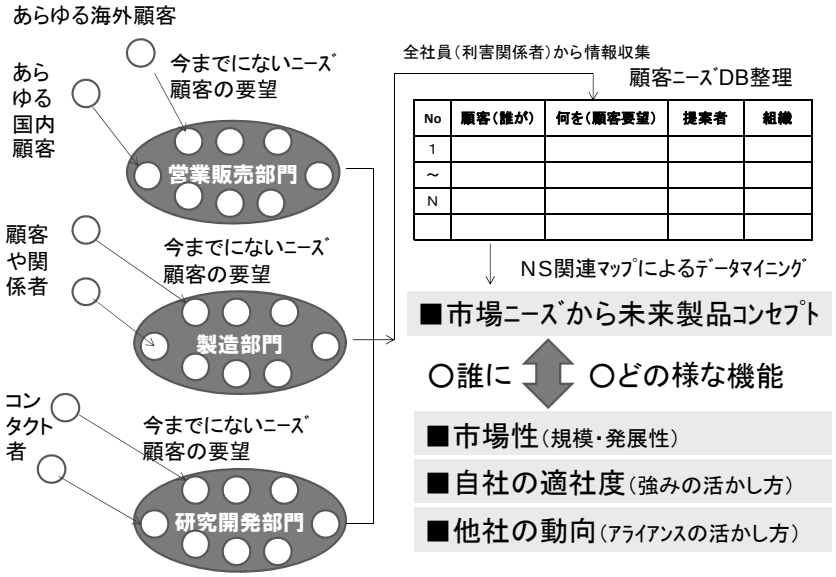


図 4-9 あらゆる関係者からのニーズ情報を収集分析する方策

⑤「拡張ロードマッピング」における新たなテンプレートの提案

産学官連携の大きな研究開発型プロジェクトへの適用を目指す「拡張ロードマッピング」において最も注力すべきは、第 2 回ワークショップでの検討プロセスである。第 2 回ワークショップは、第 1 回ワークショップで明らかにされた「市場及び事業の駆動要因」に対し、具体的な価値を付加し、より明確にしていくプロセスであり、ここにおいて新たな製品コンセプトが選別されるためである。

そこで、これまでの事例検討から市場や事業の駆動要因を抽出し、検討すべき要因として明らかにした。図 4-10 には、これを適用して創出された新製品コンセプトを複数創出（P1～Pn）し、その未来製品コンセプトに対し、市場の魅力度と自社（プロジェクトチーム）の適合度を判断する要領を示す。

未来製品（新製品）コンセプトに対しては、市場性（規模・発展性・安定性・参入障壁）、技術の優位性（技術の革新性・代替製品の可能性）、競合性（競争優位性・収益性）などに着眼し、徹底して差別化できる市場の魅力を引き出す視点が重要である。この視点は、SWOT 分析（強み分析）における機会の強み分析を実施しているものである。

また、自社（プロジェクトチーム）の適合性については、プロジェクトチームとしての方針（企業の経営方針）、チームとしての強みの発信度（優位技術の応用・優位資源の活用）、チーム（企業内部）の活用性（保有技術・人材・資金力・信用力・販売チャンネル）を十分検討し、徹底した差別化ができるかどうか検討していくことが重要である。

このプロセスでは、想定されるマーケットセグメントを対象にその市場性と想定されるチーム構成を念頭にしながら、これらの強みを数値化して狙うべき新製品コンセプトの選別評価を定量的に行い意思決定に向けた情報を整理していく。

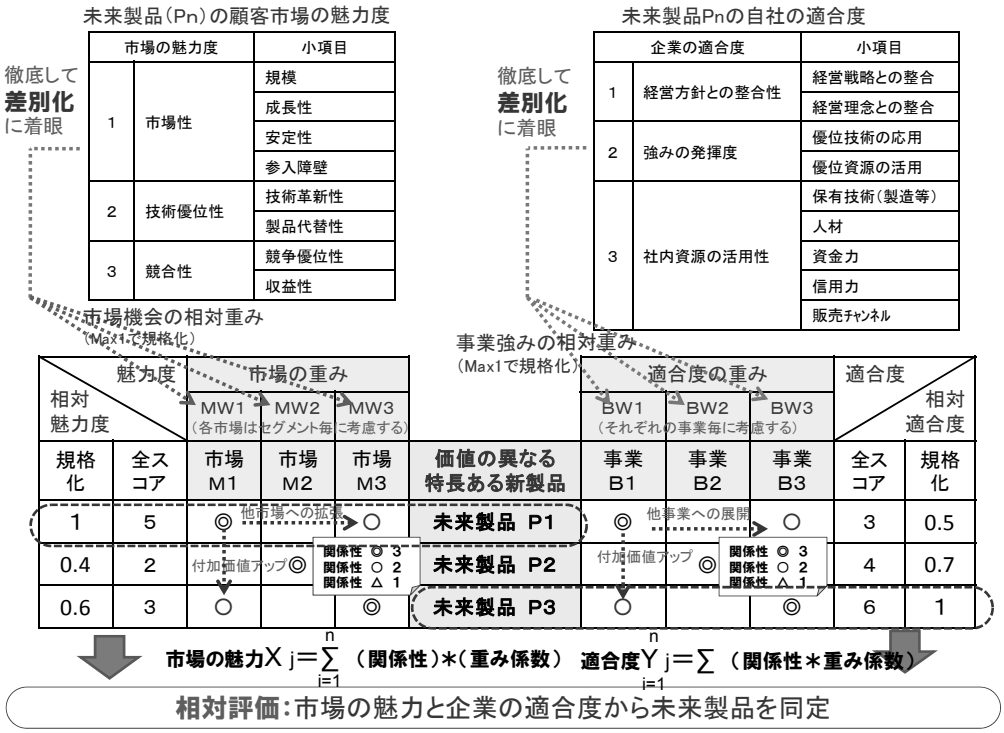


図 4-9 新たなテンプレートの要領（新製品コンセプトの市場性・事業性評価）

この新たなプレートを活用した検討結果は、さらに第 3 回ワークショップへ引き継がれ、特長ある製品（サービス）を実現するために確立されなければならない技術及びその技術の確立に必要な解決すべき研究の検討を行い、第 4 回ワークショップにおいて、市場・製品（サービス）・技術及び研究に関する特徴をロードマップ・テンプレートにチャート化し「技術開発ロードマップ」として完成していくこととなる。

最後に、今後、国や地域における科学技術・産業振興に向けた大きなプロジェクト型の研究開発事業においては、出口を強く意識する方策として、この新たなテンプレートを活用した「拡張ロードマッピング」を行い、実用化に向けた展開を強化していくことを期待するものである。

JAREC においては、さらに地域産学官連携拠点構築への適用例を加えて、社会インフラ構築を含む大型プロジェクトの効果的な推進に貢献することを成果目標とする。

謝辞

本調査研究にあたり、ヒアリングにご協力いただきました北陸先端科学技術大学院大学　村田英幸教授、財団法人 日本エネルギー経済研究所 田上孝彦研究主幹には、貴重な時間を頂戴し、大変に感謝している。また、助成を頂いた一般財団法人 新技術振興渡辺記念会に心から感謝の意を表したい。

【ヒアリング調査先】

（敬称略）
国立大学法人　北陸先端科学技術大学院大学
マテリアルサイエンス研究所　教授　村田　英彦

財団法人　日本エネルギー経済研究所
地球環境ユニット　地球温暖化政策グループ　研究主幹　田上　貴彦