JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	産業ロードマップの形態分析とイノベーション創出に及ぼす効用及び課題
Author(s)	鶴井，由佳
Citation	
Issue Date	2003-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/461
Rights	
Description	Supervisor:亀岡 秋男，知識科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

修　士　論　文

産業ロードマップの形態分析と
イノベーション創出に及ぼす効用及び課題

指導教官　　亀岡秋男　教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識社会システム学専攻

150046　鶴井 由佳

審査委員：　亀岡　秋男　教授（主査）
永田　晃也　助教授
遠山　亮子　助教授
梅本　勝博　助教授

2003 年 2 月

Copyright © 2003 by Yuka Tsurui

目　次

１　背景．．．．．．．．．．．．．．．．．．．．１

２　産業ロードマップの定義と機能　．．．．．．．．．．．．．．２
２．１　ロードマップの対象と導入概況　．．．．．．．．．．．２
２．２　ロードマップとは　．．．．．．．．．．．．．．５
２．２．１　ロードマップの概要　．．．．．．．．．．．５
２．２．２　ロードマップの策定プロセス　．．．．．．．．．８
２．３　ロードマップの機能と目的と形態の関連性　．．．．．．．９

３　ロードマップの研究課題と本研究の目的.　．．．．．．．．．１０

４　産業ロードマップの形態分析
―産業ロードマップの概要　．．．．．．．．．．１２
４．１　調査対象の概要　．．．．．．．．．．．．．．．．１２
４．２　ロードマップの波及とその効果.　．．．．．．．．．．．．１６

５　産業ロードマップの形態分析
―産業ロードマップの記載内容に関する分析.　．．．．．．．１９
５．１　ロードマップの２つの機能　．．．．．．．．．．．．２０
５．２　ロードマップの内容　．．．．．．．．．．．．．．．．２１
５．３　ロードマップの実践的意義.　．．．．．．．．．．．．．２５

６　産業ロードマップの形態分析
―ロードマップ作成主体とロードマップの形態　．．．．．．．．２７

６．１　作成主体と目的の関連性. ２７
６．２　民/官によるロードマップにおける用途の差異 ２８
６．３　ガイト型ロードマップと戦略型ロードマップ ２９
６．４　ロードマップの形態プロファイル ３０

７．日本におけるロードマップ導入ケーススタディー. ３５
７．１　日本での導入状況 ３５
７．２　光産業における導入事例 ３６
７．３　JEITA における導入事例. ４０

８　ロードマップの課題と方策. ４７
８．１　日本型ロードマップの特性と課題. ４７
８．２　今後のロードマップの可能性. ５０
８．２．１主体間統合のためのロードマップ ５０
８．２．１．１　技術目標設定型ロードマップ ５１
８．２．１．２ 異業種統合型ロードマップ ５３
８．２．１．３ 政府主導型ロードマップ ５４
８．２．１．４ ロードマップの主体間統合機能 ５６
８．２．２　産業内イノベーション喚起のためのロードマップ . . ５７
８．３　日本でのロードマップの取り組みの課題 ５９
８．４　日本産業とイノベーションのためのロードマップ ６１

謝辞. ６４
参考文献. ６５

図　目　次

１．１　ロードマップの種類．．．．．．．．．．．．３
１．２　半導体ロードマップの例　．．．．．．．．．．４
２．１　ロードマップのフォーマット例　．．．．．．．．６
２．２　Motorola 社のフォーマット．．．．．．．．．．７
２．3　ロードマップの作成プロセス例　．．．．．．．．８
４．１　産業別ロードマップ件数　．．．．．．．．．１２
４．２　ロードマップ作成者内訳　．．．．．．．．．１３
４．３　代表的なロードマップ策定プロセス．．．．．．．１４
４．４　ロードマップ作成国別内訳．．．．．．．．．１５
４．５　ロードマップ作成主体．．．．．．．．．．１５
４．６　国別ロードマップ作成年度　．．．．．．．．．１６
４．７　ロードマップ作成の波及効果　．．．．．．．．１７
４・８　省庁別作成年度　．．．．．．．．．．．１８
５．１　産業ロードマップの形態分析手法　．．．．．．．１９
５．２　ロードマップの 2 つの機能．．．．．．．．．２０
５．３　ロードマップの作成目的　．．．．．．．．．２１
５．４　ロードマップでの分析内容．．．．．．．．．２２
５．５　ロードマップの記載形態　．．．．．．．．．２３
５．６　ロードマップの分析視点　．．．．．．．．．２４
５．７　代表的なロードマップの構成例．．．．．．．．２６
６．１　作成主導主体属性別ロードマップ作成目的　．．．．２８
６．２　作成主導主体属性別ロードマップの記載形態　．．．２９
６．３　作成主体別の代表的なロードマップのプロファイル　．．３０

６．４　代表ロードマップページ/施策数　．　．　．　．　．　．　．３１
６．５　代表ロードマップ施策/トレンド分析数　．　．　．　．　．３１
６．６　ロードマップの目的、内容と作成主体　．　．　．　．　．３３
６．７　作成主大別キーワード出現頻度プロファイル　．　．　．　．３４
８．１　技術ガイド型ロードマップ　．　．　．　．　．　．　．４９
８．２　日本におけるロードマップの課題①　．　．　．　．　．５０
８．３　日本におけるロードマップの課題②　．　．　．　．　．５０
８．４　日本におけるロードマップの特性と課題　．　．　．　．５１
８．５　技術目標設定型ロードマップ　．　．　．　．　．　．５３
８．６　異業種統合型ロードマップ　．　．　．　．　．　．　．５４
８．７　政府主導型ロードマップ　．　．　．　．　．　．　．５５
８．８　主体間統合のためのロードマップ　．　．　．　．　．５６
８．９　産業内イノベーション喚起のためのロードマップ　．　．　．５７
８．１０　日本でのロードマップ導入の課題　．　．　．　．　．５９
８．１１　日本産業とイノベーションのためのロードマップ　．　．　．６３

表　目　次

４．１　調査対象の概要. ．．．．．．．．．．．．．．．１２

第　1　章
背景

今日、産業の発展におけるイノベーション創出の重要性が盛んに指摘されている。特に近年では、技術プッシュのイノベーションの限界が盛んに議論されており、潜在的な市場ニーズを感知し技術シーズと有効に結びつけることが大きなイノベーションを生むといった論点に関心が集まっている。また、環境、資源といった社会問題に対する認識も益々高まっている。これらのハイレベルな問題の解決は単純な企業の利潤追求のためのコスト削減と生産性の向上等の観点のみでは捉えきれない。長期的で全社会的な視野に基づくイノベーションが求められており、官、消費者、企業等の主体間の意思統合に基づいたイノベーションが必要とされている。

現在、日本では国際競争力の低下が大きな課題とされている（Kameoka,2001）[1]。産業構造審議会による「研究開発投資と新規事業投資の現状と課題[2]」によれば、日本の政府から民間企業への研究開発支援費は、現在国際競争力が高い水準にある米国に比べ潤沢とは言えない。しかし近年、先端技術産業分野においては競争力維持のために膨大な研究開発投資が必要とされている。民間企業の投下する研究開発投資は、増加傾向にあるにも関わらず、必ずしも経済成長に寄与していていないという指摘もなされており、研究開発効率の問題が大きな問題となっている。また日本は相対的に基礎研究が弱いという指摘がなされているが、今後産・官・学等の外部機関との提携による研究開発の効率化の必要性が示唆されている。

こうした研究開発の効率化施策を行う際にまず重要なのは、長期的な戦略の明確化であろう。その際、適切な手法を用いる事が効果的な戦略、施策の立案上有益であると考えられる。こうした手法の一つに、ロードマップがある。ロードマップは近年、欧米諸国を中心に盛んに導入が行われている戦略プランニング及びマネジメント手法の一つであり、その有用性が様々な分野で検討されている (Phaal, Shehabuddeen & Assakul, 2002)[3]。しかしながら、その導入状況、及び具体的な内容や導入目的についてはまだ不明な点が多い。本研究では産業レベルのロードマップの現状と形態に関する分析を行ってロードマップの現状を明らかにするとともに、より有効なロードマップ活用方策について探究を行った。

第　２　章
産業ロードマップの定義と機能

2.1　ロードマップの対象と導入概況

近年、欧米諸国では盛んにロードマップを用いた戦略、施策策定が実施されている。ロードマップとは、海軍研究局のロナルド・コストフ博士によれば様々な要素が発達し、種々の成果へと変容していく構造的・経時的関係を記述可能な次元に置き換えて表現したもの（NEDO 海外レポート 820）[4] と定義されている。換言すればロードマップとは、戦略的目標を達成する為に具体的な施策を検討し、実現のプロセスを明確に示す座標軸としての機能を果たす戦略マネジメント及びプランニングツールだと言えよう。現在では特に欧米を中心に科学、産業、企業、製品といった多様な領域を対象に作成されていることが報告されている（Phaal, Farrukh & Probert,　2001）[5]。

Kappel, Thomas A.(2001)[6] によればロードマップは、科学技術ロードマップ/産業ロードマップ/製品・技術ロードマップ/製品ロードマップに分類される。このようにロードマップには大きく科学技術全般、産業、企業、製品といった対象レベルが存在し、適用する対象のレベルに応じて様々な特性をもったロードマップが作成されているといえよう(図１．１)。

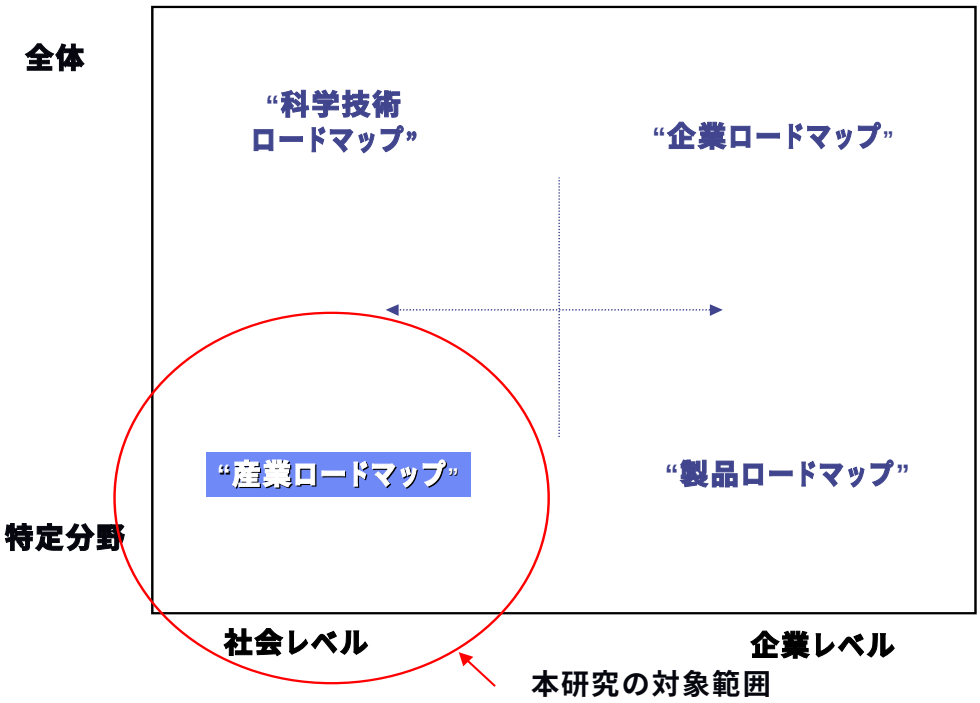

図１．１　ロードマップの種類

具体的な導入事例としては、企業レベルでは米 Motorola 社（Willyard & McClees,1987）[7]、Honeywell 社等が挙げられる。こうした企業はいずれもハイテク分野を扱っており、非常に広い事業分野を持つコングロマリット的企業である点が特徴的であろう。ロードマップはこうした巨大複合的企業が、自社の持つ多様な資源を効率的に利用するため、市場と技術、あるいは技術と製品といった組織内の異なる領域間を統合した戦略計画を立案するといった用途に用いられている。またインテル社では自社製品のロードマップを公開し、他社による関連ツールの開発促進やユーザーとの意思疎通を図っている。

こうした中、産業レベルを対象とするロードマップに関しては、1992 年の米 SIA（Semiconductor Industry Association）により半導体の技術発展に関するロードマップが作成されたのが端緒となっている。これは、現在量産されている技術がムーアの法則に則って直線的に発展すると仮定した際、延長線にある技術的数値が 7 年目までは毎年、それ以降は 3 年毎にどのように推移するのかを示したものである。さらには現在の量産技術ではそうした予測値を達成できなくなる年度を赤で示し、可能な代替技術を示している。SIA による半導体ロードマップ（NTRS; National Technology Roadmap for Semiconductors））はその後、1999 年から世界５極により作成される

ITRS（International Technology Roadmap for Semiconductors）に継承され、現在に続いている。

Table 46b MPU Interconnect Technology Requirements —Long Term

Year / Technology Node	2008 70 nm	2011 50 nm	2014 35 nm
MPU ½ pitch	80	55	40
MPU gate length (nm)	45	32	22
Number of metal levels	9	9–10	10
Numbe r of optional levels – ground planes/capacitors	3	4	4
Jmax (A/cm²)—wire (at 105 °C)	2.1E6	3.7E6	4.6E6
Imax (mA) —via (at 105 °C)	0.16	0.16	0.11
Local wiring pitch (nm)	185	130	95
Local A/R (for Cu)	1.9	2.1	2.3
Cu local dishing (nm), 5% ´ height	9	7	5
Intermediate wiring pitch (nm)	240	165	115
Intermediate wiring dual damascene A/R (Cu wire/via)	2.5/2.3	2.7/2.4	2.9/2.5
Cu intermediate wiring dishing (nm), 15 micron wide wire, 10% ´ height	30	22	17
Dielectric erosion (nm), intermediate wiring	0	0	0
Minimum global wiring pitch (nm)	390	275	190
Global wiring dual damascene A/R (Cu wire/via)	2.8/2.9	2.9/3.0	3.0/3.1
Cu global wiring dishing (nm), 15 micron wide wire, 10% ´ height	55	38	29
Conductor effective resistivity (μΩ-cm) Cu wiring	1.8	≤1.8	≤1.8
Barrier/cladding thickness (nm)	0	0	0
Interlevel metal insulator —effective dielectric constant ( )	1.5	≤1.5	≤1.5

Solutions Exist *Solutions Being Pursued* *No Known Solutions*

図１．２　半導体ロードマップの例

（Semiconductor Industry Association.　*The International Technology Roadmap for Semiconductors, 1999 edition.*　International SEMATECH:Austin, TX, 1999.より）

この半導体ロードマップに引き続き、ロードマップは電力（1999）、製鉄(2001)等様々な産業で作成され、戦略的な産業振興と研究開発推進に用いられている。また、政府主導のロードマップも存在する。「外部評価機関のあり方に関する調査報告書」（財団法人政策科学研究所、2001）[8]にあるように、米 DOE（Department of Energy）では産業分野毎にロードマップの作成を支援し、政府からの投資評価に用いている。

この報告書によれば、DOE はテクノロジーロードマップを戦略的プログラムに関する事前評価に利用している。DOE ではテクノロジーロードマップは産業におけるニーズ駆動のテクノロジー計画プロセスとして位置付けられており、以下のプロセスにより構成されるとされる。

1． 製品」の定義
2． リティカルな市場の要求とパフォーマンス,コスト目標の定義
3． 主要なテクノロジー分野の特定
4． テクノロジーのドライバーと目標
5． 代替可能なテクノロジーの定義とタイムラインの明確化
6． 代替可能なテクノロジーのプライオリティー付け
7． ロードマップ報告の作成

DOE はロードマップの作成により、産官学のパートナーシップを強化し、シナジーの創造等を目指しているとされる。

ここで、産業レベルのロードマップとして頻繁に作成されるもののうち、テクノロジーロードマップと呼ばれるものがある。もともとテクノロジーロードマップとは、企業レベルにおいては英国の企業である British Petroleum により提案されたものである。Barker and Smith(1995)[9] によれば、R&D に関連する調達、計画といった全ての機能を視覚化して示す将来予測ツールである。産業レベルでは前述の半導体産業による 1992 年のロードマップがその端緒であろう。これらのテクノロジーロードマップの特色は、産業/企業といった適用レベルによらず、対象とされる領域が技術的側面に限定されていることである。しかし本研究では、一般に産業レベルのロードマップでは対象としている施策領域は必ずしも技術のみに限定されないが、産業分野と用いられる技術領域が一致するケースも多いといった事情を考慮し、産業レベルのロードマップとして一括して取り扱うこととした。産業育成において技術の果たす役割が非常に大きい事から、産業ロードマップにおいて技術的側面が重篤に考慮されているものが多いのは事実であり、産業レベルのテクノロジーロードマップと産業ロードマップとの境界線は必ずしも明確ではないと考えられるのである。

2.2 ロードマップとは

2.2.1 ロードマップの概要

先にも述べたように、ロードマップとは戦略的目標を達成する為に具体的な施策を検討し実現のプロセスを明確に示す、座標軸としての機能を果たす戦略マネジメント及びプランニングツールである。Phaal, Shehabuddeen & Assakul(2002)によれば企

業レベルでは英国の約 10%の企業で導入され、そのうち約 80%の企業が現在も導入中だとされている。こうした機能を充足するため、具体的には図２．１に示すような記述形式をとることが一般に知られている。図２のフォーマットは、横軸に時間軸を、縦軸に市場、製品、技術、リソース等のレイヤーをとり、時間軸にとってそれらの将来動向予測に関連性をもたせて示すものである。

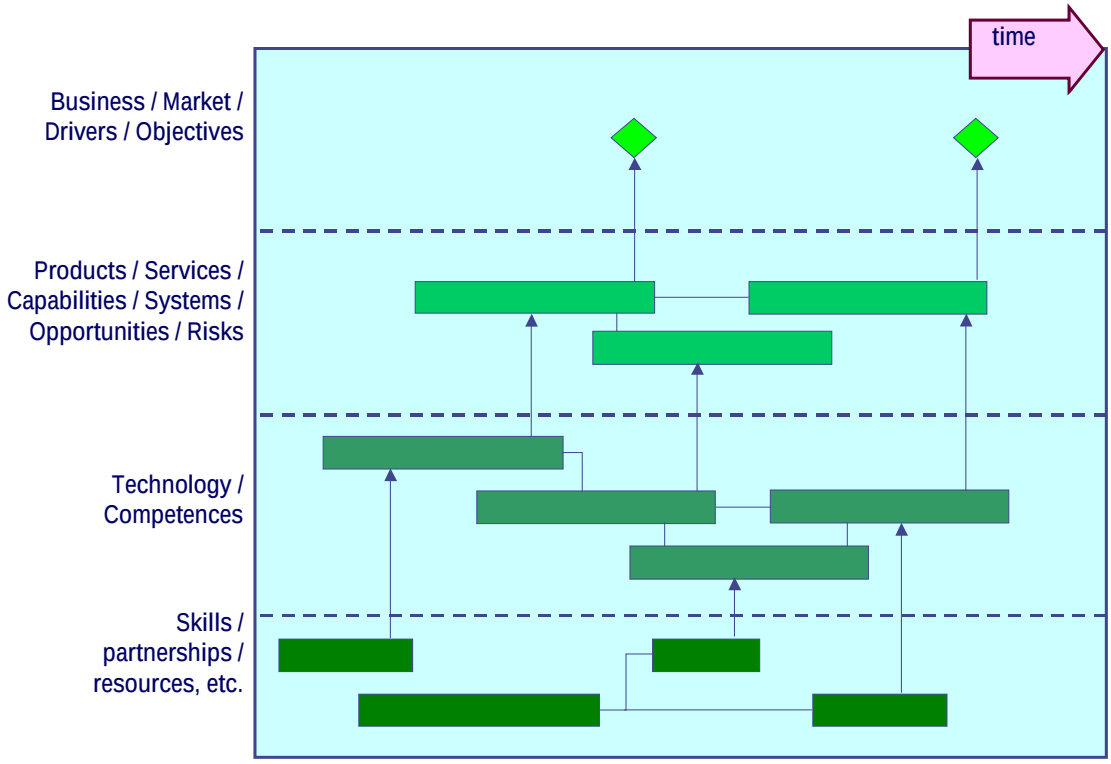

図２．１　ロードマップのフォーマット例

（Phaal, Farrukh & Probert, 2001 より）

また、Phaal, Shehabuddeen & Assakul(2002)ではイギリスの自動車産業における産業ロードマップの作成事例を示している。この際用いられたフォーマットとしては、市場・産業ドライバー/パフォーマンス測定と目標/技術分野/その他の４つのレイヤーより構成されるフォーマットを使用している。

フォーマットと作成目的、対象等の関係については Phaal, Farrukh & Probert(2001)で例示を挙げて記述している。これによれば、先述のフォーマットの他にもバー、表、フローといった多様なフォーマットが存在し、製品計画、キャパシティープランニング等の目的に応じて適宜利用できるとされている。

また近年では情報システムによるツール化が行われている。企業レベルにでは先述の Motorola 社等で用いられているツールが知られている。このツールでは企業の各組織階層に対応したロードマップを作成し、ツリー構造により各々のレベルでのロードマップをリンク付けて管理し、またシステム化のメリットを生かして即時更新体制がとられている。

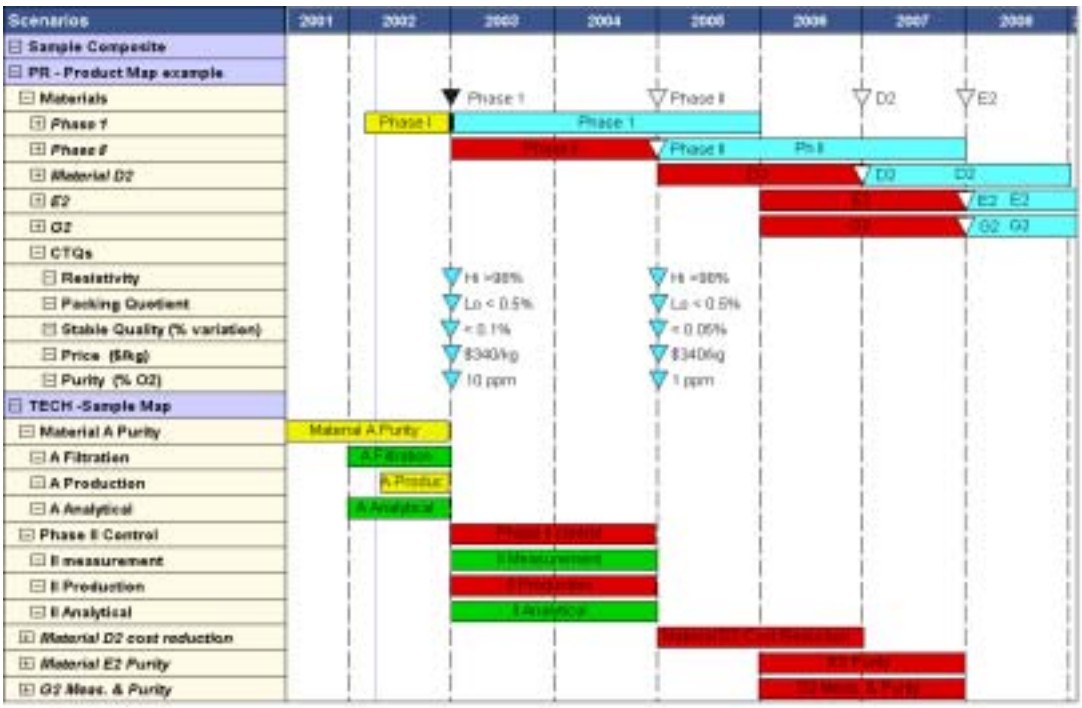

図２．２　Motorola 社のフォーマット

(Jeneva 社、vision strategist)

以上、ロードマップのフォーマットの特性をまとめれば、研究開発等の施策を時間軸に沿って図示すると共に、それらの関連性を明示するような形態のものが一般的ということができる。Phaal, Farrukh & Probert(2001)における分析では企業ロードマップに主眼が置かれているが、産業レベルのロードマップに関しては、上記のフォーマットに文書による分析や解説がついた冊子状の形態のものがほとんどであり、その詳細な分析内容に関しては不明確な点も多い。また実際には文章記述のみの物や線表による記述のない物等も存在し、フォーマットの定義に関しては必ずしもコンセンサスが得られてはいない。Phaal, Farrukh & Probert(2001)においても文章のみのロードマップの存在を認識していることからも、ロードマップという概念において重要なのは、フォーマットよりむしろロードマップの機能的定義に示したように、目標への到達施策を明示するといった機能を果たすこと自体であり、そうした機能を満たす形

態のものはすべてロードマップの要件を満たしているとも捉えられよう。とすれば、ロードマップとは非常に多義に渡る概念であり、その適用に関しては注意深い検討が必要であると考えられるのである。

2.2.2　ロードマップの策定プロセス

ロードマップの策定プロセスとしては、Phaal, Farrukh & Probert による著書”T-Plan: the fast=start to technology roadmapping-planning your route to success”(2001, Cambridge UK)[10] に詳しい。これによればロードマップ作成プロセスには次の大きく 3 つのフェーズが存在する。

１：プランニング
２：ロードマッピング
３：ロールアウト

このうち、２の導入プロセスにおいては市場に関するワークショップ、製品に関するワークショップ、技術に関するワークショップが順次開催され、最後にロードマップ作成が行われるとされる。

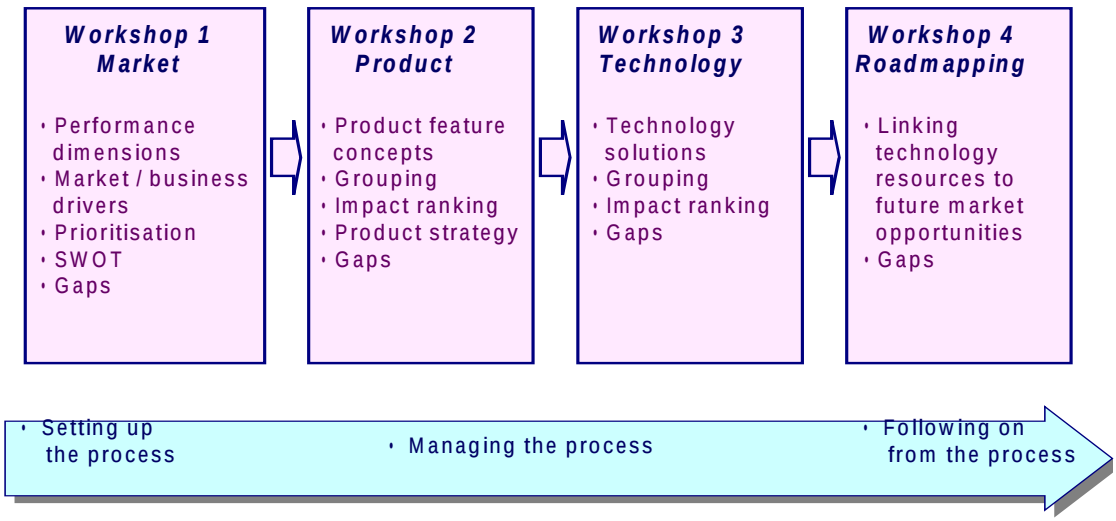

図２．３　ロードマップの作成プロセス例
(Phaal, Farrukh & Probert,2002 より)

こうしたワークショップはほぼ毎月 1 回行われ、ワークショップの参加者は個別にタスクを持ち帰り検討を行って次回の作業にフィードバックする。しかしこうしたアプローチは、製品レベルを考慮している事からも示されるようにどちらかというと企業レベルに当てはまるアプローチでもあろう。産業ロードマップを作成する際の導入プロセスに関しては特に確立した方法論等は存在していない。

2.3　ロードマップの機能と目的と形態の関連性

ではこうしたロードマップという手法を導入する意義は、どういった点にあるのであろうか。ロードマップという手法自体の意義としては「市場と製品と技術といった多様な視点をリンクづけ、技術プランニング及びマネジメントを行う」(Phaal, Farrukh & Probert,2002)と述べられているが、こうした意義がそのまま産業レベルに関しても妥当な表現か、といった問題も存在する。

産業レベルのロードマップに関する意義としては、NEDO 海外レポート　820 では米 DOE 等のロードマップに関する取り組みに関して、その意義を研究開発ニーズの明確化によるコンセンサスの確立、産業の発展動向予測、政府による最適な資源配分と、基礎研究の共同開発と指摘している。こうしたことから、ロードマップ作成の目的としては主として将来像に関するビジョンの共有による効率性の追求といった点にあると考えられる。しかしながら、実際に作成されたロードマップがどのような目的に基づいて作成され、利用されているのかといった事は明らかではない。また、特定の目的に基づいて作成されたロードマップには、その目的に応じた形態を持つといったように、ロードマップ作成目的と形態との間には何らかの関連性が存在する可能性も指摘できよう。Phaal, Farrukh & Probert(2001)ではロードマップの線表フォーマットと目的に関する例示を行っているが、こうした形態と目的の関連性の問題は単に図表の書き方のみが重要ではない。特に産業レベルといった広範囲なレベルにおいては、どのようなアプローチを元に線表を作成しているか、どういった視点から産業の将来動向を捉えているかといった観点が必要であろう。

第　３　章
ロードマップの研究課題と本研究の目的

以上、ロードマップの定義と機能について概観してきた。しかし、これらの産業レベルのロードマップがどういった産業でどのように利用されているのか、という点についての知見は現在のところあまり存在せず、具体的な導入動向は知られていない。また上記で示したようにロードマップという概念は単に統一されたフォーマットといった観点に留まらず非常に多義に渡るものである。

これらのことから、非常に幅広い概念であるロードマップの特徴を明らかにすることは、より有効な戦略プランニングやマネジメントを実施する際に有益であると考えられる。また、日本におけるロードマップの取り組みに関する実態はあまり知られていない。そこで本研究では、ロードマップの形態と作成主体、作成目的の関連性といった観点から、非常に幅広い概念であるロードマップの特徴を明らかにし、さらに具体的導入事例を用いてロードマップの持つ効用を明らかにすることを目的に、研究を行った。

最初に、ロードマップの概念を明らかにするため、以下第 4 章から第 6 章においてＷＥＢ上で入手可能な産業ロードマップを対象にその導入状況に対する概観を調査し（第４章)、作成目的、形態等の分析を行った（第５章)。さらに作成主体とロードマップの形態との関連性に関する分析を行い（第６章)、ロードマップの特徴を明らかにした。次に、第７章において日本におけるロードマップの導入状況とロードマップのもたらす効用を明らかにするため、導入団体等にインタビュー及びケーススタディーを行い、以上の結果を踏まえて第８章においてロードマップがイノベーションに及ぼす効用とより有効な活用方策について検討を加えた。

第　４　章
産業ロードマップの形態分析
―調査対象の概要

4.1　調査対象の概要

本研究ではまず産業ロードマップの概要調査として、ロードマップの形態分析を行った。今回調査対象としたのは、WEB 上で入手可能な産業レベルのロードマップ 46 件である。これらのサンプルを元に、個別に記載事項から作成目的、分析内容、記載形態、分析視点に関する調査該当項目を集計し、分析を行った。以下に本研究で用いたサンプルの概要について述べる。

表４．１　調査対象の概要

ページ数	62.8 ページ	
作成期間	1.25 年	
対象期間	17.1 年	
作成周期	2.0 年	
作成人数	ステアリングコミッティー	18.6 人
	ワークショップ	84.1 人
	サーベイ	89.0 人

（数値は全て利用可能データの平均）

表４．１で示されるとおり、調査対象となったロードマップは約 17 年といった長期的なレンジでの将来予測及び戦略、施策立案に用いられていた。また作成周期としては約 2 年という数字が挙げられている。しかしながら実際にはまだロードマップ作

成の歴史が浅いため、版を重ねて改定された例はまだごく少数にとどまっている。作成された産業は図４．１に示すとおりである。

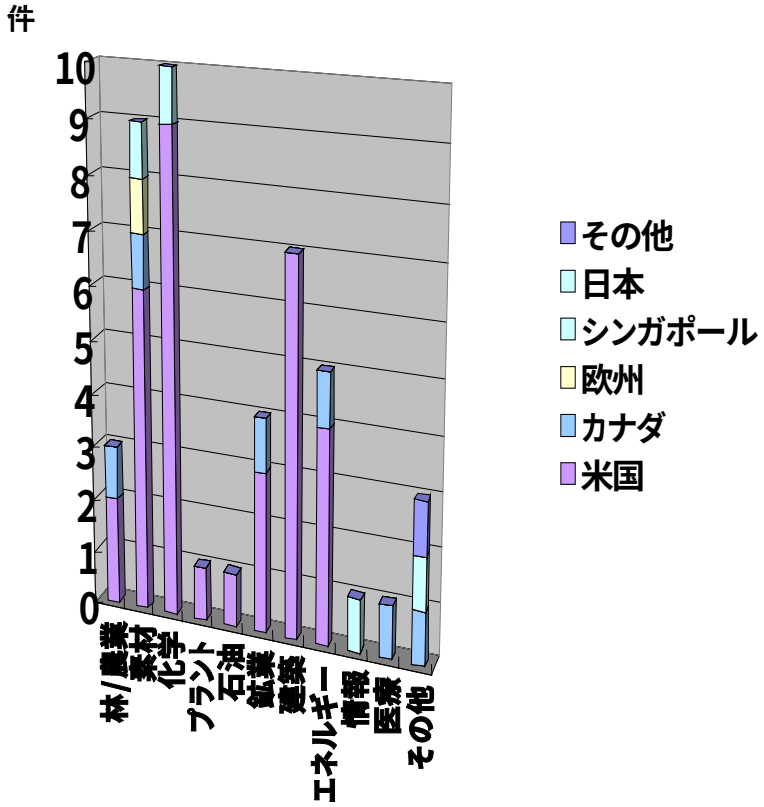

図４．１　産業別ロードマップ件数

ここで、今回の調査対象となったロードマップの多くは多額の研究開発投資を必要とする分野であり、またどちらかといえば直接的に市場に関与するというより素材的産業が多いことが示唆される。このうち、サンプル中の同一産業のロードマップ同士は、米 OBT の化学分野に見られるように、同一主体内で複数ロードマップの作成を行う、あるいは主となるロードマップからブレークダウンされたものを作成する、といったように類似の観点とフォーマットで作成されたものが算入されている。

また、ロードマップ作成プロセスには産業界を中心に（約７割）産官学の代表が共同して携わっていたことが示されている（図４．２）。その内訳としては個別のロードマップの記載事項からは具体的な割合等が判断できなかったが、サプライヤー、マーケティング担当者等非常に多様な構成での作成を行った旨が記載されているロードマップが多く存在している[12]。

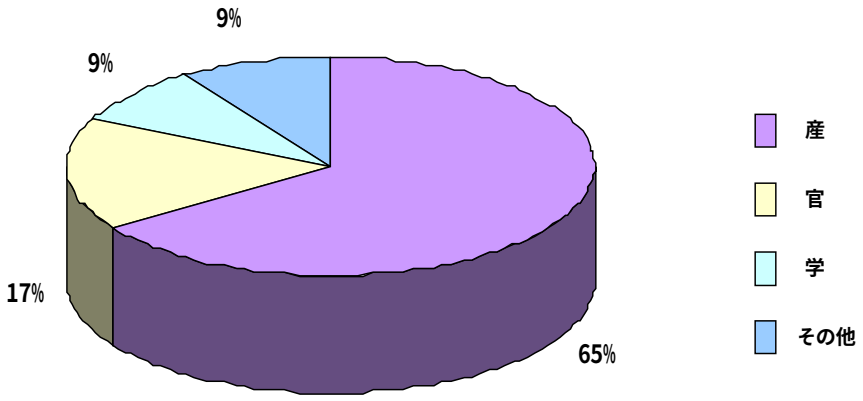

図４．２　ロードマップ作成者内訳

ロードマップの具体的な作成過程としては、ほとんどの例で 1 回が 2 日程度のワークショップを数回開催している。また専門家に対するサーベイを行った後、分野毎のワークショップでプライオリティー付けや施策決定を行うという過程が一般的であり、Phaal, Farrukh & Probert,2002 に示されているように市場、技術といったレイヤーを分けてワークショップを行っているというよりはむしろ、各ワークショップが産業分野毎に市場、技術といった要因を順序だてて分析していくという過程が主流のようである。また、これに先立って 1 日程度のフォーラムやデルファイサーベイにより戦略策定を行ってからロードマップ策定のワークショップを開催するものもみられた。またこうした作成プロセスの初期時点で未来学者等による将来シナリオを作成し、ロードマップに反映させるという例もみられた。

各ワークショップのプロセスではブレーンストーミング等を行い、目標、トレンド、ドライバー、障壁等を明らかにした上で R&D 項目を策定しタイムフレームを決するといったステップにのっとって行われた例、あるいは障壁、R&D、R&D 項目のプライオリティー付けといった 3 つのレイヤーを別個のワークショップとして順次開催し、それぞれの間のフィードバックを行いながらロードマップ策定を行ったものというようなバリエーションがみられた。またワークショップ後のまとめの段階では、ワークショップで提出された施策案のプライオリティー付けの投票を行うもの、あるいは各ワークショップでの結果に　対するフィードバックのフォーラムを行う、といっ

たようなコンセンサスメイキングのプロセスを挿入している例も存在した。しかしこうしたロードマップ作成の詳細なプロセスについては記載されている数例から判断しているのみであり、より詳細なデータの入手が必要であろう（図４．３）。

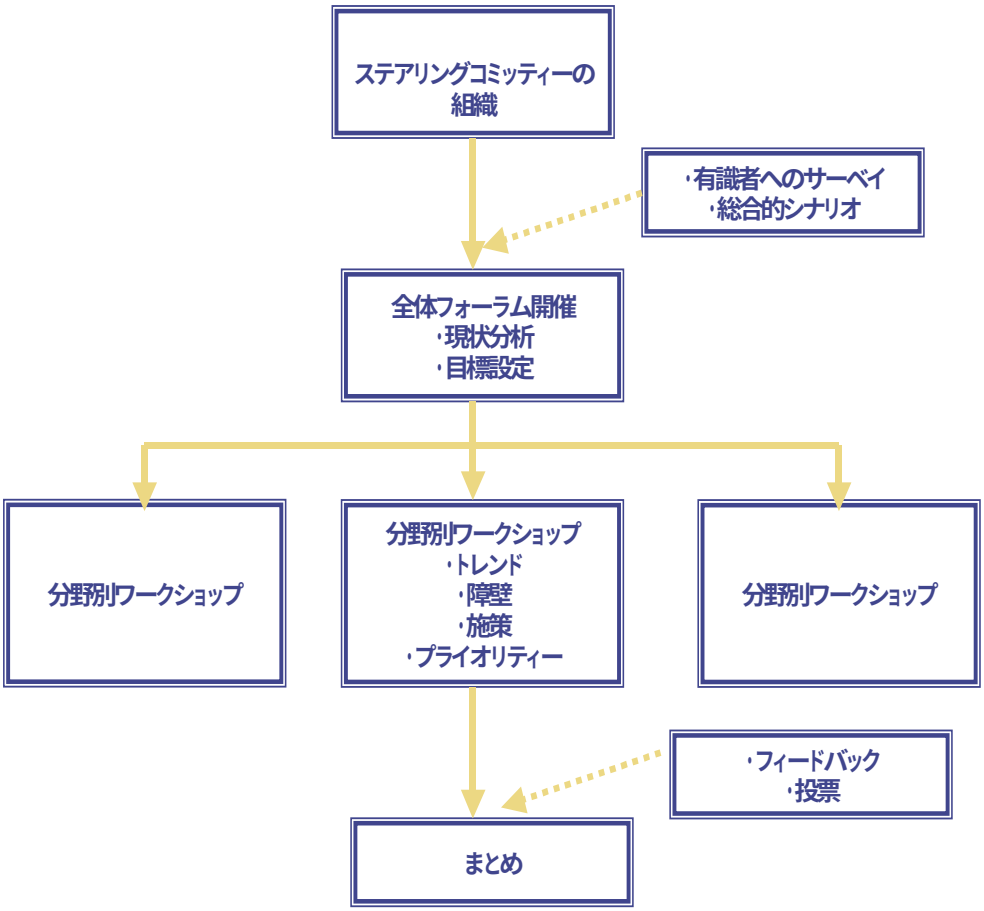

図４．３　代表的なロードマップ策定プロセス

対象の作成国別内訳としては米国が約７５％、カナダが約１４％と欧米諸国のものがほとんどとであり(図４．４)、日本のものは 3 件のみであることから日本でのロードマップ作成の取り組みが普及していない、あるいは WEB 上での公開状況が進展していないといった可能性が指摘しうる。また今回分析対象となったもののうち多くが業界団体等の民間主体により作成されているが（図４．５）、実際には全体の約 7 割は、2.1 章でも示したように米 DOE といった政府による指導、支援のもとに体系的に作成、公表されていることが記載内容やＷＥＢ上のロードマップ存在サイトより示唆される。また日本のロードマップ作成事例はすべて民間業界団体によるものである。

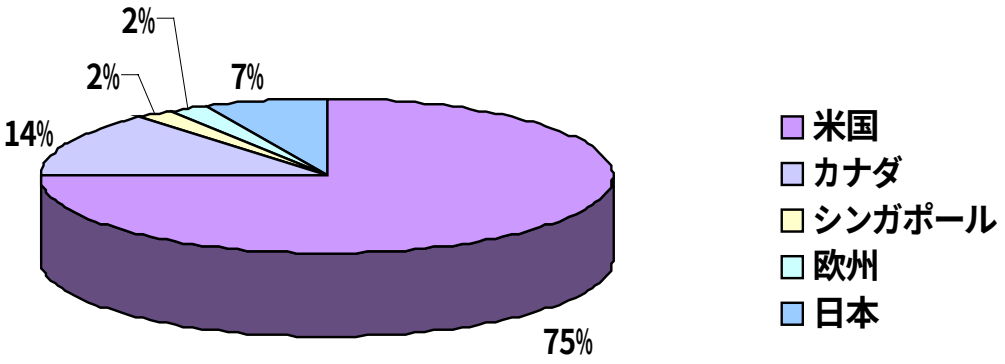

図４．４　ロードマップ作成国別内訳

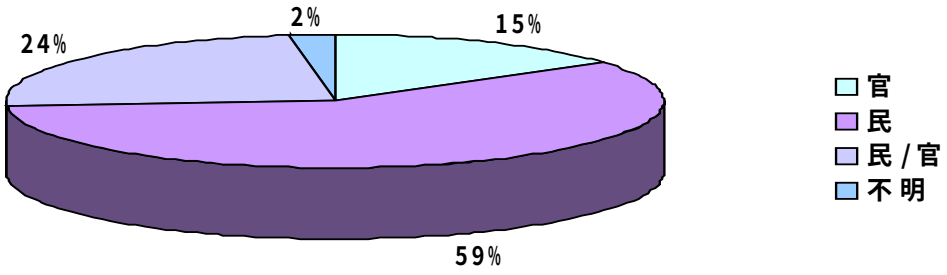

図４．５　ロードマップ作成主体

４.２　ロードマップの波及とその効果

では、各ロードマップはいつ頃、どういう主体により作成されたのであろうか。図４．６で示したのがロードマップの作成年度の推移である。この図と各ロードマップの記載内容から、米 SIA（後に多国籍間の共同作成に発展し、作成団体は半導体産業の国際コンソーシアムである ITRS となる）における半導体産業でのロードマップ作成の後、1999 年の EPRI（Electric Power Research Institute）による Electricity Technology Roadmap[11] ロードマップ作成等、各産業団体でのロードマップ作成の動きが明らかになっている。

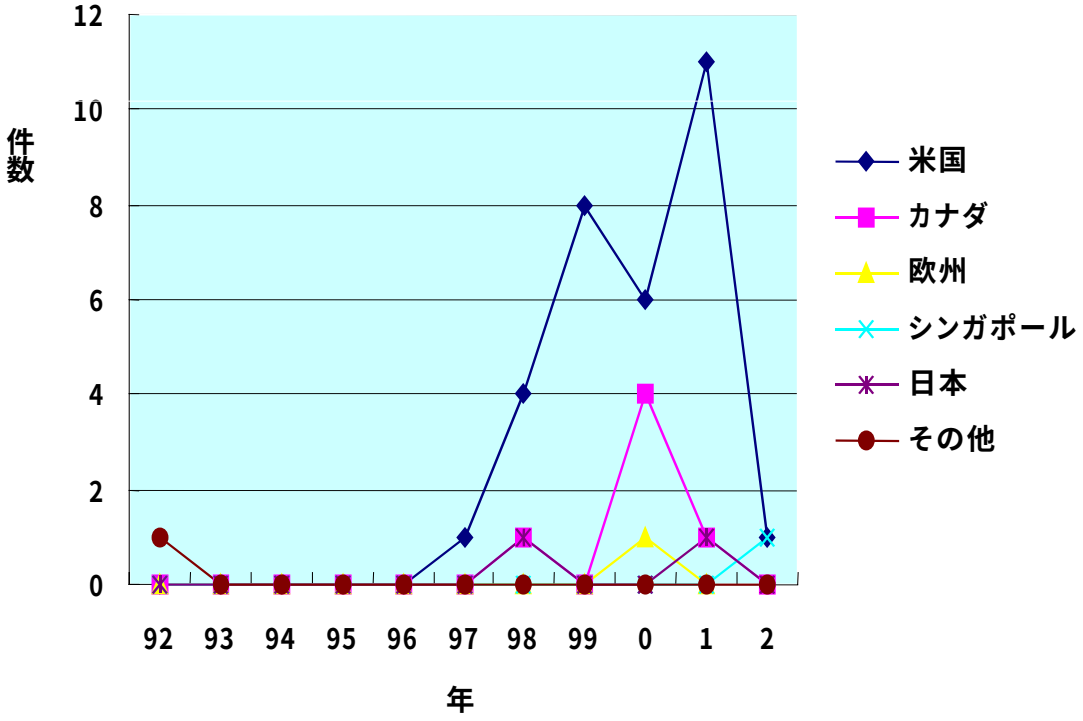

図４．６　国別ロードマップ作成年度

また、アメリカの省庁である DOE の OIT（Office of Industry Technology）では、1992 年からの 5 ヵ年プランにより、まず VISION と呼ばれる戦略文書の策定を指示した。対象となった産業は、ガラス、鉱業廃棄、化学、鉄鋼、アルミ、森林資源の６産業である。これに引き続きこれらの産業は VISION により策定された戦略目標の施策文書としてロードマップの作成を行った。さらにはこの作成過程に関与したカナダのアルミ等の産業団体により、自国においてもロードマップを作成する必要があるとの認識が生じ、こういった事情がカナダ IC（Industry Canada）によるロードマップ

作成に活用されたことが明らかになっている。

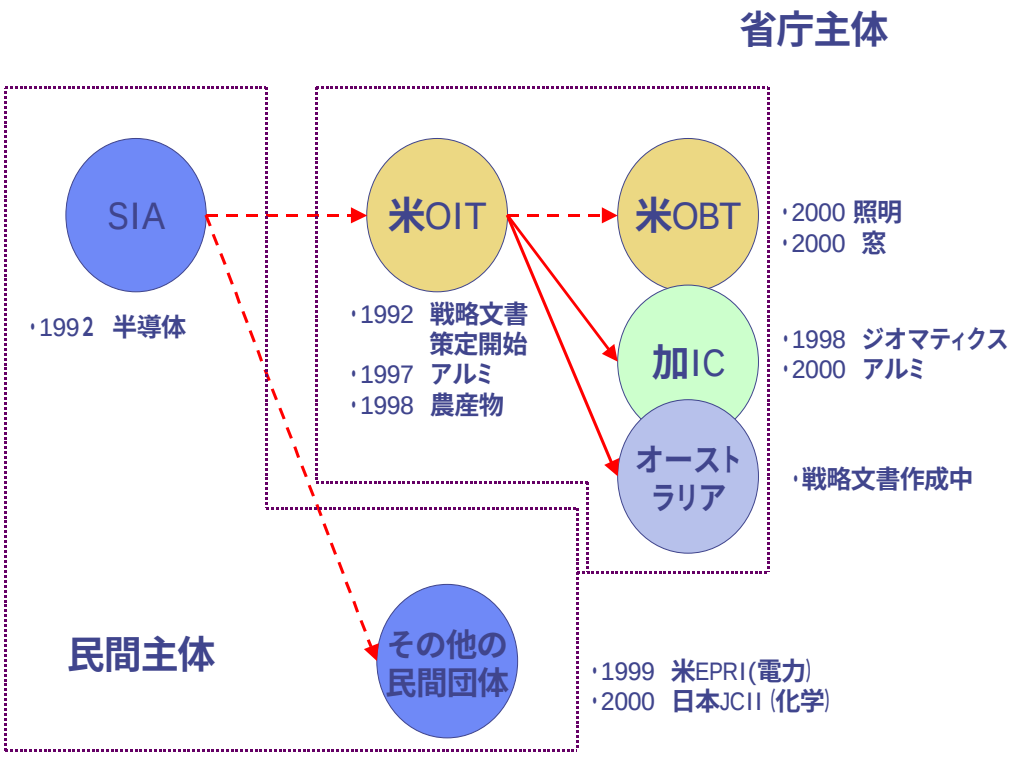

図４．７　ロードマップ作成の波及効果

米国ではその後、OIT においてさらに各産業内の特定領域に関するブレークダウンされたロードマップの作成の動きや、自動車産業とアルミ産業等異なった産業間の共同作業によるロードマップ作成、あるいは DOE 内の別部署（OBT：Office of Building Technology）でのロードマップの作成といった展開がみられた。こうした流れをまとめたのが図４．７である。実線は波及効果があったとの具体的記述が存在する関係性を示しており、点線部分が間接的な波及関係が推測される部分である。こうした波及の流れは図４．８に示す作成省庁別に見るロードマップの作成年度の推移にも現れていると考えられる。いずれにせよ波及効果が現れた事はロードマップという手法の有効性を議論する上で肯定的な論拠となると考えられる。

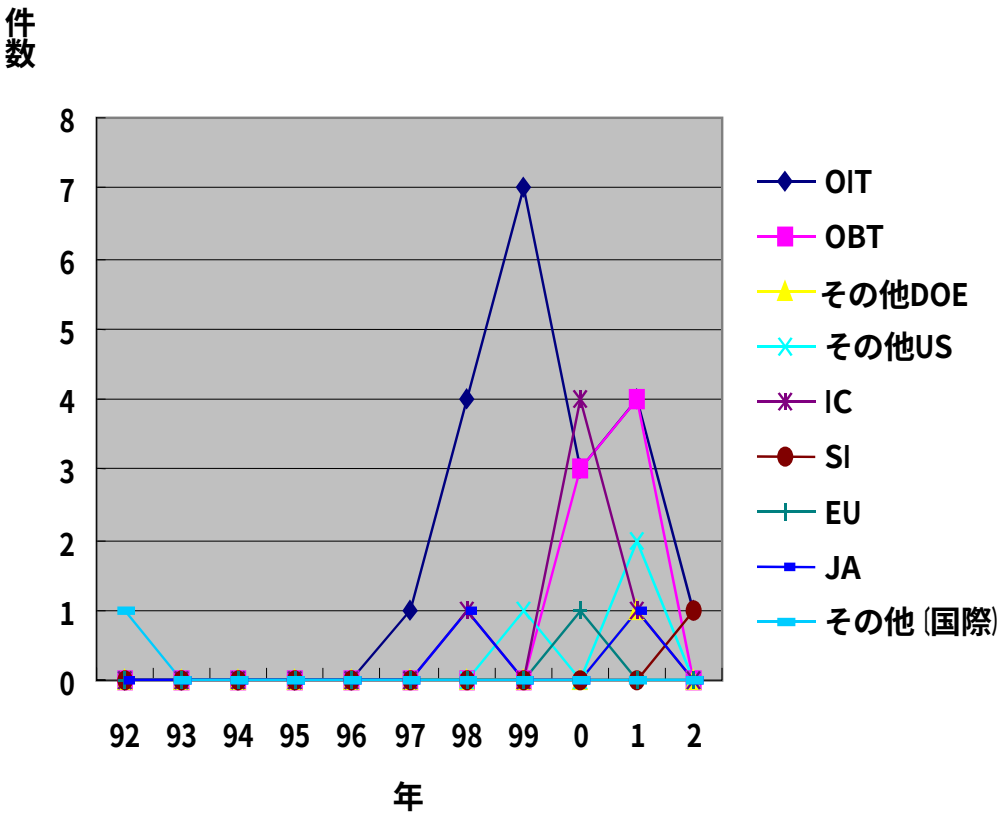

図 4. 8　省庁別作成年度

以上、調査対象となったロードマップの概要について記述してきた。本研究では調査対象はＷＥＢ上で公開されているロードマップに限定されている。しかしロードマップの導入状況について網羅的な知見が知られていない現状では、限定された対象に限るとはいえ調査対象の概要を知ることはロードマップの特性を明らかにする上で重要な知見となるであろう。

第　５　章
産業ロードマップの形態分析
―産業ロードマップの記載内容に関する分析

5.1　ロードマップの２つの機能

次に、産業ロードマップの記載内容についての分析を行った。本研究では個々のロードマップの記載内容を元に、該当項目の記載事項を集計し、分析を行った。

こうした分析については、記載事項の文脈や表現に依存するところも大きく、主観的判断を免れる事はできない。しかしこうした記載内容はロードマップの実態を知る上で欠くことのできない情報である。本研究では以上の観点から、主観的要因の存在を前提の上でもロードマップに対する一定の知見を得ることを目的に記載内容の集計を行った。

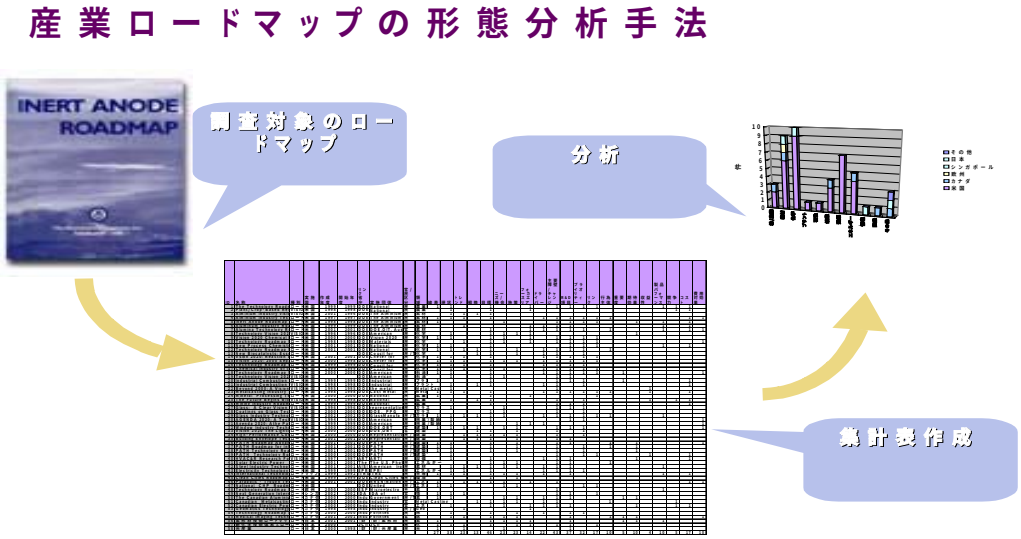

図５．１　産業ロードマップの形態分析手法

まず、今回分析したロードマップの内容には大きく 2 つのタイプが存在した。一つは別個に存在する VISION 等との戦略文書により規定された戦略目標を達成する為の具体的施策を示したものである。このタイプは、主に米 OIT により作成されている。もう一つは戦略の策定と施策の概要をロードマップという同一文書中で行うものである。米 OBT 作成のもの、あるいは民間主体作成の物はほぼこのタイプに該当する。以上から、現在ロードマップと呼ばれているものには戦略プランニング機能と、具体的な施策を示す機能の 2 つの機能が混在しているということが示唆される。

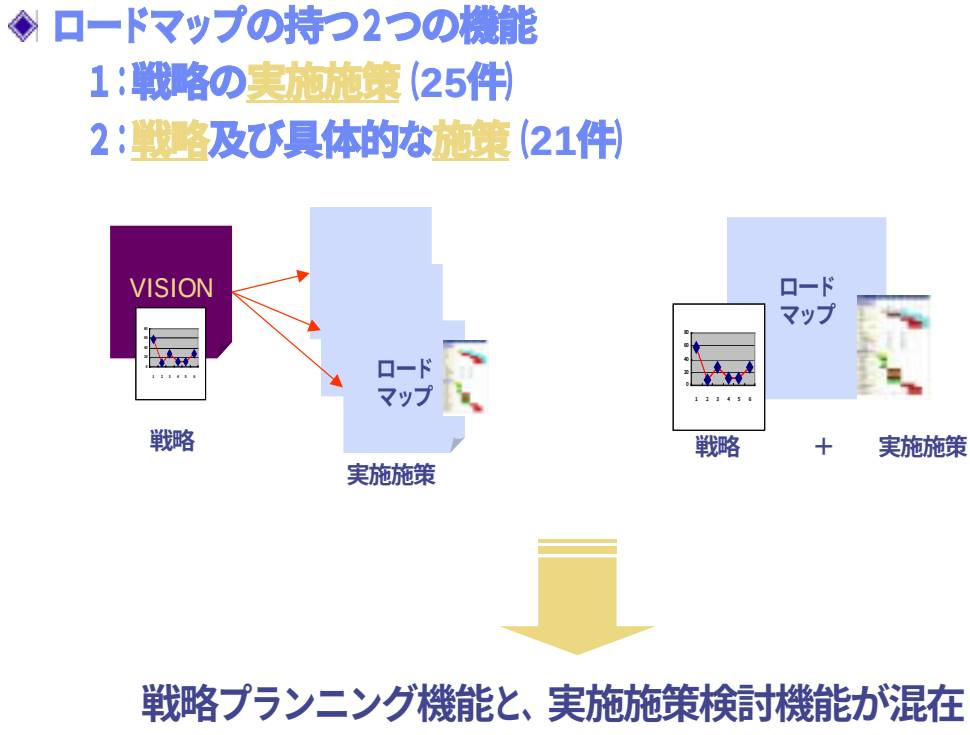

図５．２　ロードマップの 2 つの機能

5.2　ロードマップの内容

　またロードマップの作成目的は、戦略のビジョンの明確化と共有により、対象産業の目標達成を図ること、あるいはそのための施策決定ということが主眼となっている。また、そのための最適資源配分や産官等のコラボレーション促進といった意図も明らかになった（図５．３）。なお、これらの項目は重複して該当している物も含まれている。

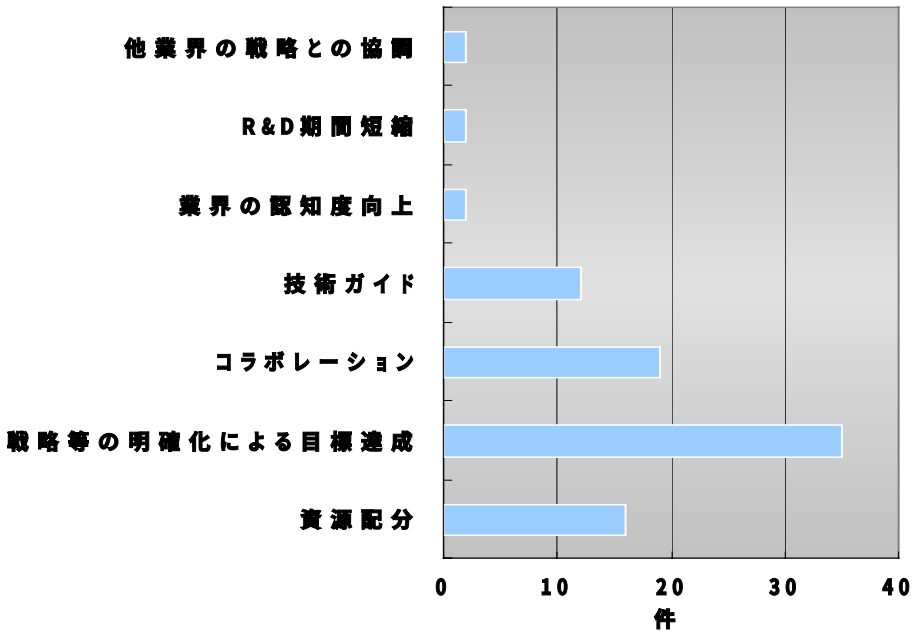

図５．３　ロードマップの作成目的

また、ロードマップ上での具体的な分析内容としては現状、トレンド分析による産業の目標設定、及びニーズとチャレンジ、障壁、施策と具体的な R&D 項目を明示し、その間でプライオリティーを付けるといった分析が多くのロードマップで採用されており、それぞれ戦略プランニング機能と施策策定機能に対応するものと考えられる。

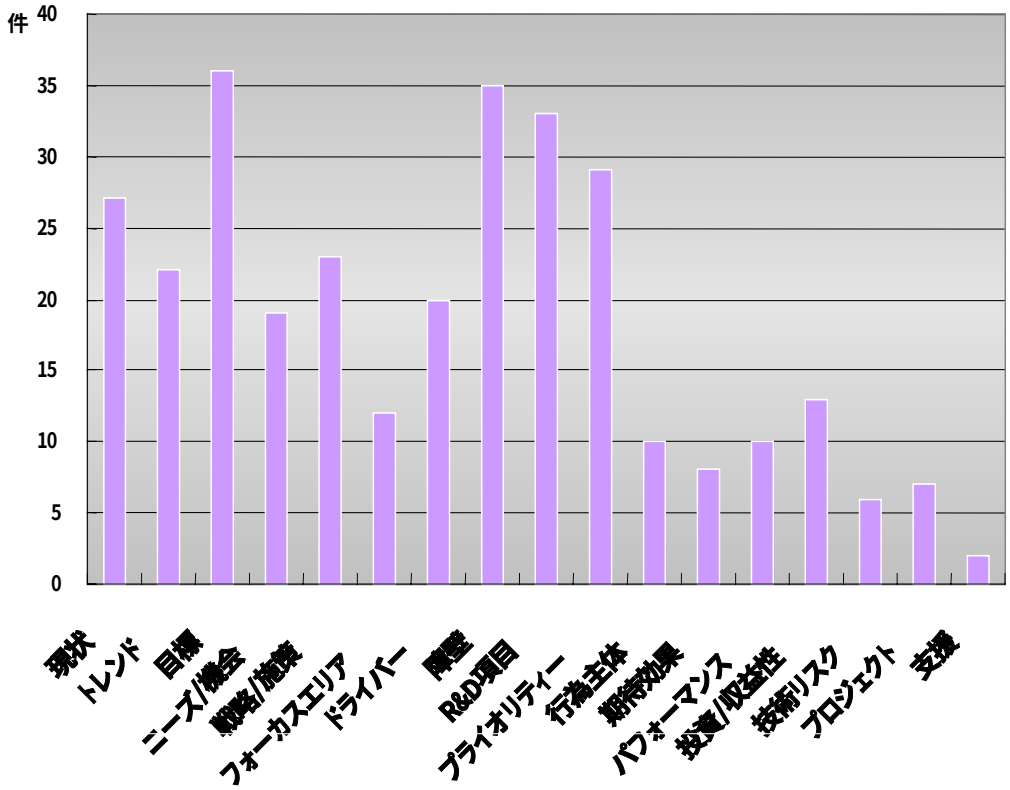

図５．４　ロードマップでの分析内容

ロードマップの記載形態としては、目標達成の為の施策をマイルストーンやタイムフレームに対応させて示し、線表として図示する、さらには施策間の関係性をリンクの形で明示するといった形態が主流であり、多様で複雑な産業の将来像を図により統合的視野から明示する事が重要であることが伺える。また、技術的な目標値を具体的に設定しているものも多く存在した。

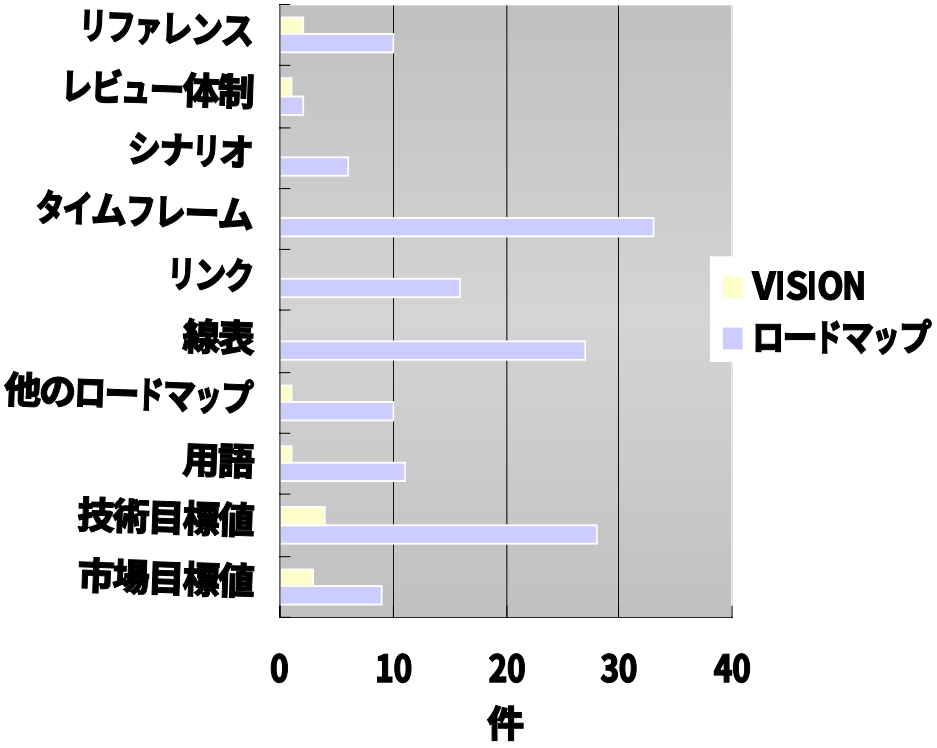

図５．５　ロードマップの記載形態

先に述べた米 OIT における戦略文書である VISION での記載形態と比較すると、時間軸に沿って示す、リンクする、といったことがロードマップの特性として強調される事が明らかであろう。

また施策策定の際にどういった観点から分析を行ったのか、という点については,

多くのロードマップが単に技術的な要因を考慮するに留まらず、市場、環境、人材といった幅広い観点からの施策決定を行っている事が明らかになった。

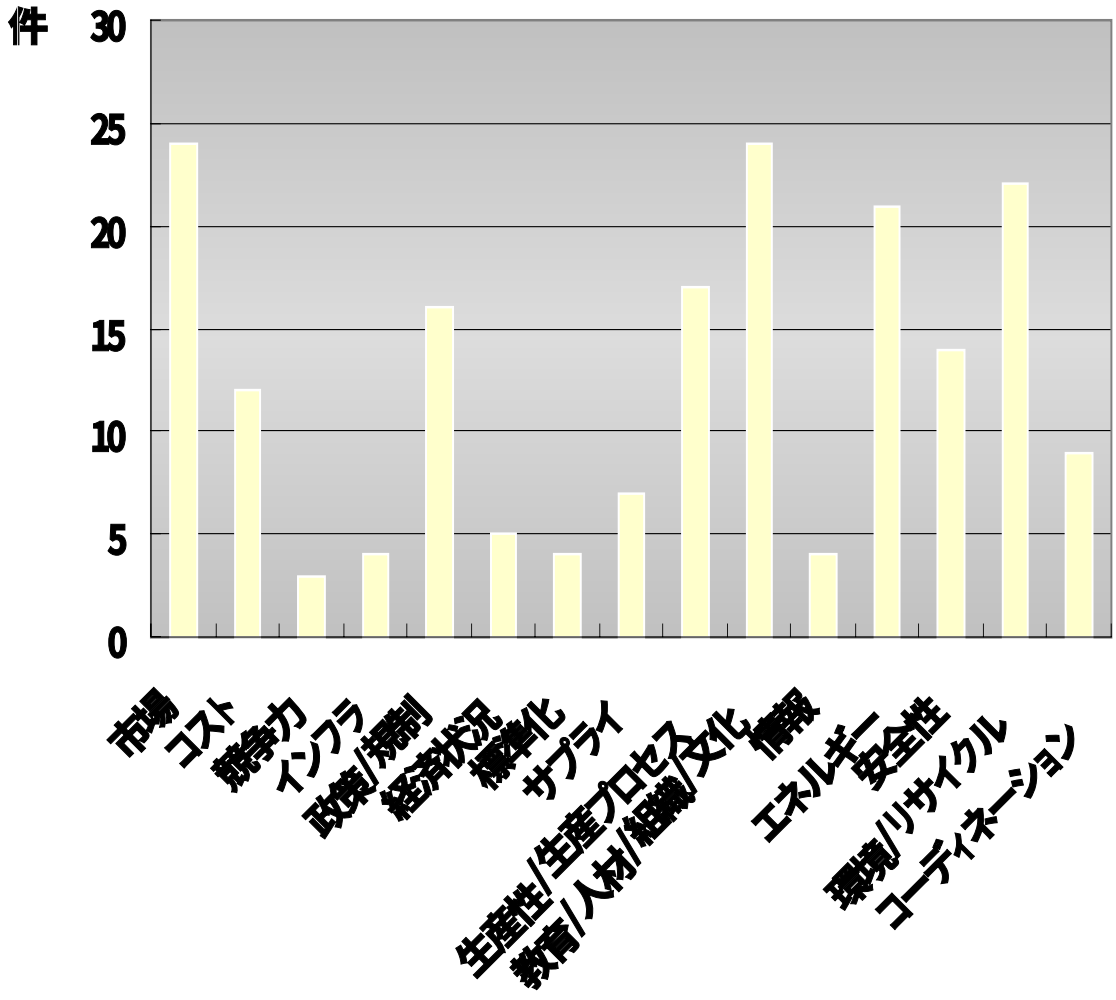

図５．６　ロードマップの分析視点

環境、エネルギーといった分析視点が多く見られたという結果は、今回分析対象としたロードマップのうち米 Department of Energy というエネルギー関係の省庁によるロードマップが大きな割合を占めたということと無縁ではないだろう。しかし全体的な傾向として、これらの問題は他の主体における分析でも共通認識として重要視されている傾向があった。

4.3　ロードマップの実践的意義

以上の分析結果から、産業ロードマップとは市場や環境等といった総合的な視野から捉えた産業レベルの戦略及び施策を、時間軸に沿って図等を用いて明示したものであり、特に研究開発施策と深く関連したものである、と言うことができる。また多くの場合、産業の目標達成を目的としており、そのための意思決定や、資源配分、コラボレーションの実現といった行動を促進する機能が期待されていると考えられる。ロードマップ以外にも様々な戦略プランニングツールが紹介され、用いられている。しかしこれらの手法とロードマップを隔てているものを一言で言えば図４．６でも示されているように時間軸、という点であろう。時間軸に沿った施策、研究開発項目の全体を概観することができる、というのがロードマップという手法の特徴として挙げられる。

近年、特に企業ロードマップの分野においては統合ロードマップとして、市場動向、技術動向、製品動向等を各レイヤーにとり、もう一つの軸に時間軸をとって相互の関連性をリンクづけしたものが注目を集めている。また統合ロードマップの下に、組織階層毎にブレークダウンしたロードマップを作成し一括して管理するようなシステムもツール化されており、標準的なフォーマットとしての地位を確立しようという動きもある。しかし産業ロードマップに関してはまだこのようなフォーマットが一般的ではなく、多くの線表は技術分野と時間軸、という 2 つの軸で構成されており、市場動向等は各施策や技術のプライオリティー等を決定する際に評点付ける基準の一つ（他は環境、エネルギー等）として扱われている。ロードマップという文書自体の構成としてはむしろ線表にいたるまでの検討過程の記述にボリュームが割かれており、線表というよりは施策を技術分野毎に表形式でリストアップするといった分析形態が未だ主体となっているようである。

しかし、今後産業レベルにおいても市場という要素と R&D 施策双方をレイヤーにとり、関連付けていくといったフォーマットが利用される可能性もある。Phaal, Farrukh & Assakul(2002)の自動車産業の事例ではこうしたフォーマットが用いられている。ともあれ、1992 年に半導体の既存技術の将来的な技術的数値予測の提示といった目的で始まったロードマップが、単に技術の予想といった位置付けから目標到達の為の施策としての位置付けの意味合いが強くなっている事が今回の分析から示唆されている。

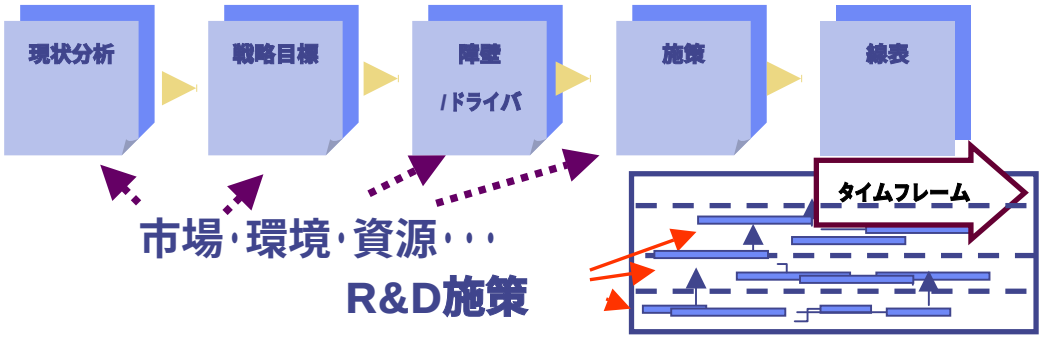

図５．７　代表的なロードマップの構成例

第　6　章
産業ロードマップの形態分析
―ロードマップ作成主体とロードマップの形態

6.1　作成主体と目的の関連性

これまでの分析の結果から、産業ロードマップは市場や環境等を含めた総合的な産業レベルの戦略及び施策を時間軸に沿って明示するものであり、特に研究開発施策と深く関連している事が明らかになった。また産業の目標達成を目的としており、そのための意思決定や、資源配分、コラボレーションの実現といった行動を促進する機能が期待されていると考えられる。

ここでロードマップ作成の用途と形態には、Phaal, Farrukh & Probert(2002)にもあるように何らかの関連性があると考えられる。今回分析対象としたロードマップにおいても、作成目的や形態は決して一様ではなく、ロードマップの目的と形態に何らかの関連性があるという可能性が存在する。本研究では作成主体別に目的及びフォーマットがある程度一致しているケースが多くみられたことから、作成主体毎に代表的なロードマップを抽出しさらに詳細な分析を行った。

6.2 民/官によるロードマップにおける用途の差異

まず、図６．１で示すように、実際の作成の主導を行った団体の属性によりロードマップ作成目的に関して分析を行った。その結果、民間主導、省庁主導に関わらずロードマップ作成の目的の主眼は産業の目標達成にある事が示されている。しかし施策という点に関しては、官主導のロードマップに関しては資源配分機能が相対的に強く、逆に民間主導のものに関しては技術ガイド的側面が強く現れていることが示唆された。

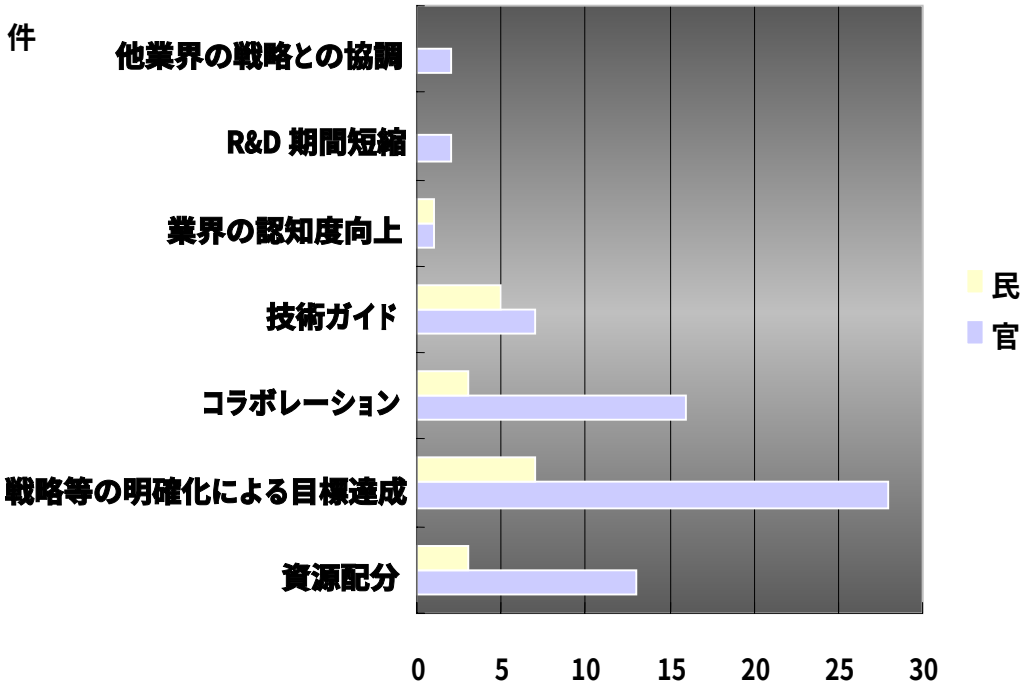

図６．１　作成主導主体属性別ロードマップ作成目的

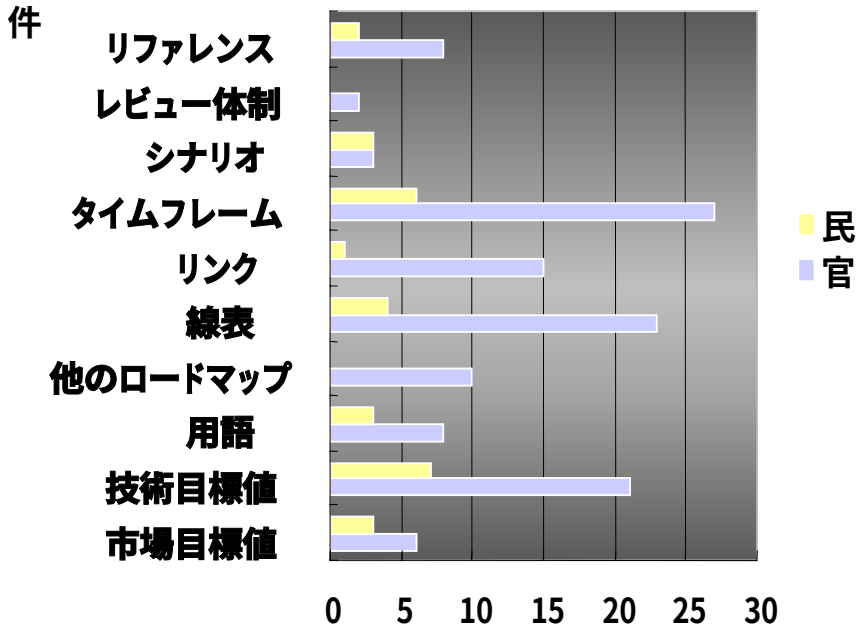

図６．２　作成主導主体属性別ロードマップの記載形態

また、図６．２に示すように民間主体のロードマップでは施策間のリンク機能に乏しく、施策の列挙といった形態であることが示唆されている。

6.3 ガイド型ロードマップと戦略型ロードマップ

ここで大きな問題となるのが、ロードマップ作成の実際の用途は記載内容からは明らかではないことである。表面上は産業振興の意思決定に用いる、という表現を用いていても、実際の意図としてはむしろ産業としての政府等に対するプレゼンスの向上等の意図が存在する可能性も指摘できるであろう。以上の理由から、本研究では個別に記載されている作成目的を分析は行わなかった。むしろ作成主体別に目的、フォーマットがある程度一致しているケースが多くみられることから、作成主体毎に代表的なロードマップを抽出し、線表数等客観的数値を用いてさらに詳細な分析を行った。

まず、主体毎の代表的なロードマップにおいて、ページ数といったボリューム/掲載されている施策数/施策に関する線表又はリスト数/及び施策とは直接関連しない現状

や将来の動向分析図表数を集計しプロファイルを描いた（図６．３）。

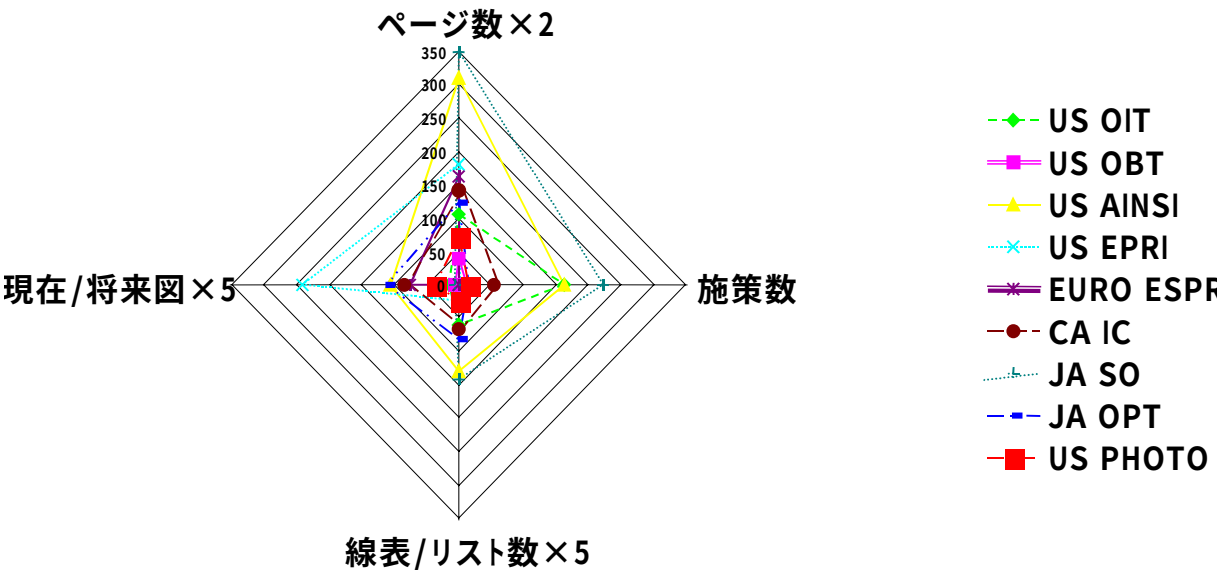

図６．３　作成主体別の代表的なロードマップのプロファイル

この結果、ロードマップには主に施策策定機能を中心としたもの（図６．３の例では JA　SO：日本（民間））、現状、将来といったトレンド分析機能を中心としたものの 2 つのタイプ（US　EPRI：米　（民間））が存在するといった可能性が示唆されている。

また、ページ数と掲載施策数のプロットを行ったのが以下の図６．４である。この結果、米省庁主導のロードマップはボリュームが少ない割には相対的に施策が多く、日本（すべての事例が民間主導）のものはボリュームが大きく相対的に施策数はそれほど多くはない、といった特徴が伺える。米民間主導のものはその中間型にあたるといった可能性が示唆された。これらの結果は、米省庁主導型のロードマップが極めて戦略的な側面を強く持っているのに対し、日本、民間主導のロードマップでは網羅的、あるいは叙述的といったガイド的な側面を強く持っている可能性を示している。

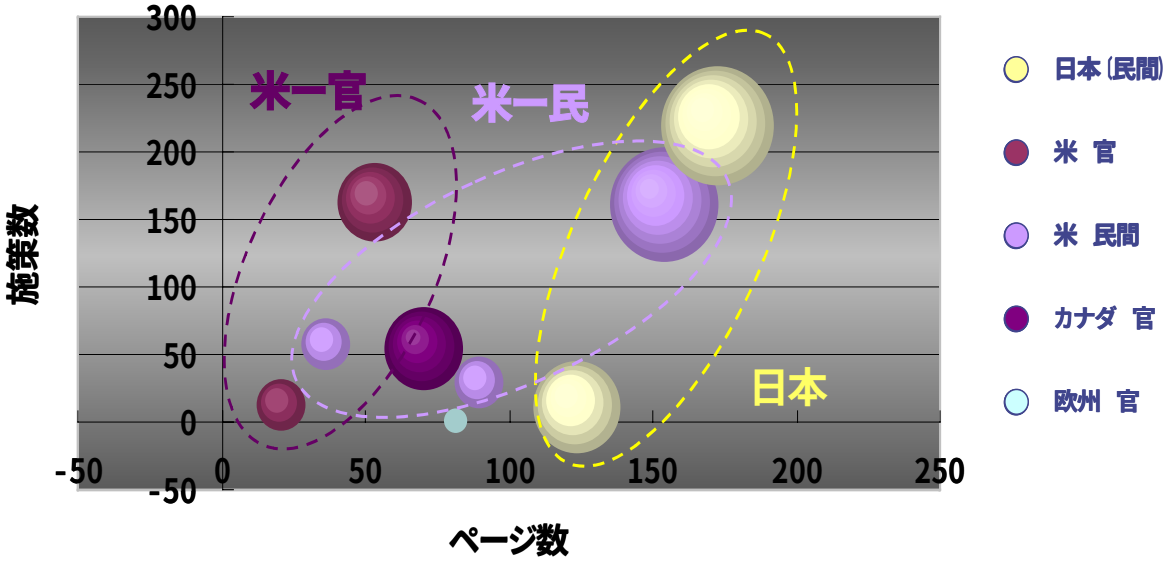

図６．４　代表ロードマップページ/施策数
（バブルサイズは施策図表数）

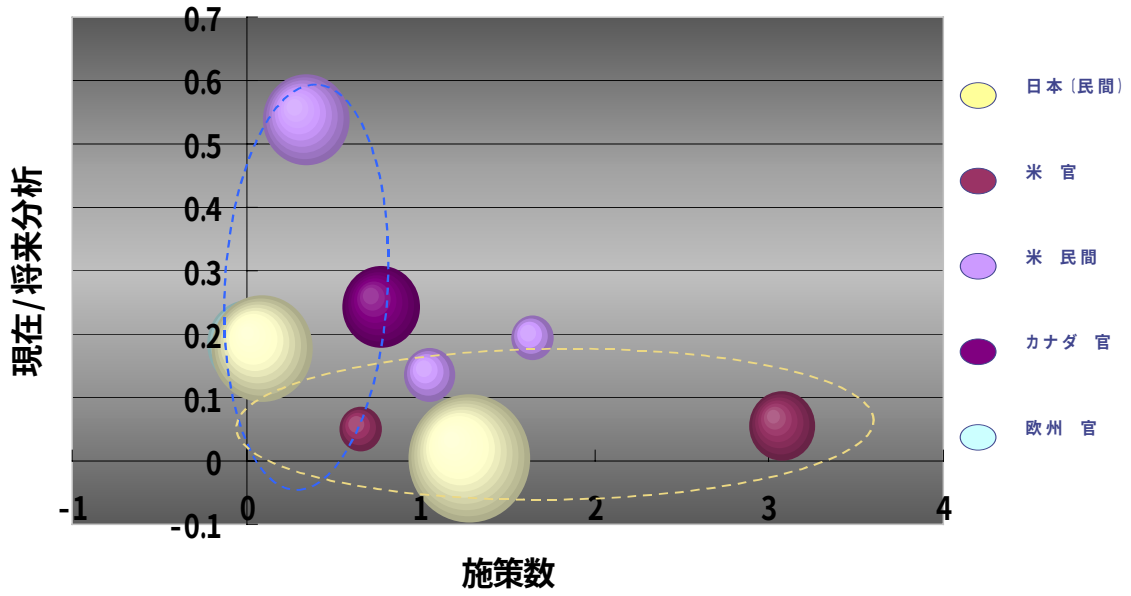

図６．５　代表ロードマップ施策/トレンド分析数
（バブルサイズはページ数）

この点をさらに明らかにするのが図６．５である。この図ではページ毎の掲載施策数と現状/将来といったトレンド分析図表数をプロットしたものである。図６．５示すように、ロードマップには大きく現在及び将来の動向の分析に主眼をおいたものと、施策立案を中心にしたものの 2 種類が存在する。また民間主体、特に日本におけるロードマップはボリュームが多く相対的に施策数が少ない事から、戦略を明確にするというよりは網羅的であり、ガイドな位置付けとなっている可能性が示されるのに対し、米省庁によるロードマップは施策を明確に示す意向が強く反映されている。この結果から、トレンド記述型のロードマップが民間主体を中心に作成されているのに対し、施策提示型ロードマップは省庁・民間双方により作成されている事が明らかになった。

6.4 ロードマップの形態プロファイル

以上の分析結果（作成主体とロードマップの目的、あるいは分析内容の関係性）を概念図で示したものが図６．６である。特に資源配分等の目標達成施策としての米省庁主導型に対し、米民間主導型のロードマップは SIA ロードマップより発展した ITRS による半導体ロードマップのような技術施策と動向を示すガイド的な位置付けとなるものから、現状と将来における産業全体の位置付けを概観するものまで、幅広い形式のロードマップが作成される傾向が示唆される。こうした中、日本におけるロードマップの特徴としては民間主体作成であることかも技術にフォーカスしたものであり、ボリュームの大きい網羅的なガイド的位置付けである事が示唆されるといえよう。

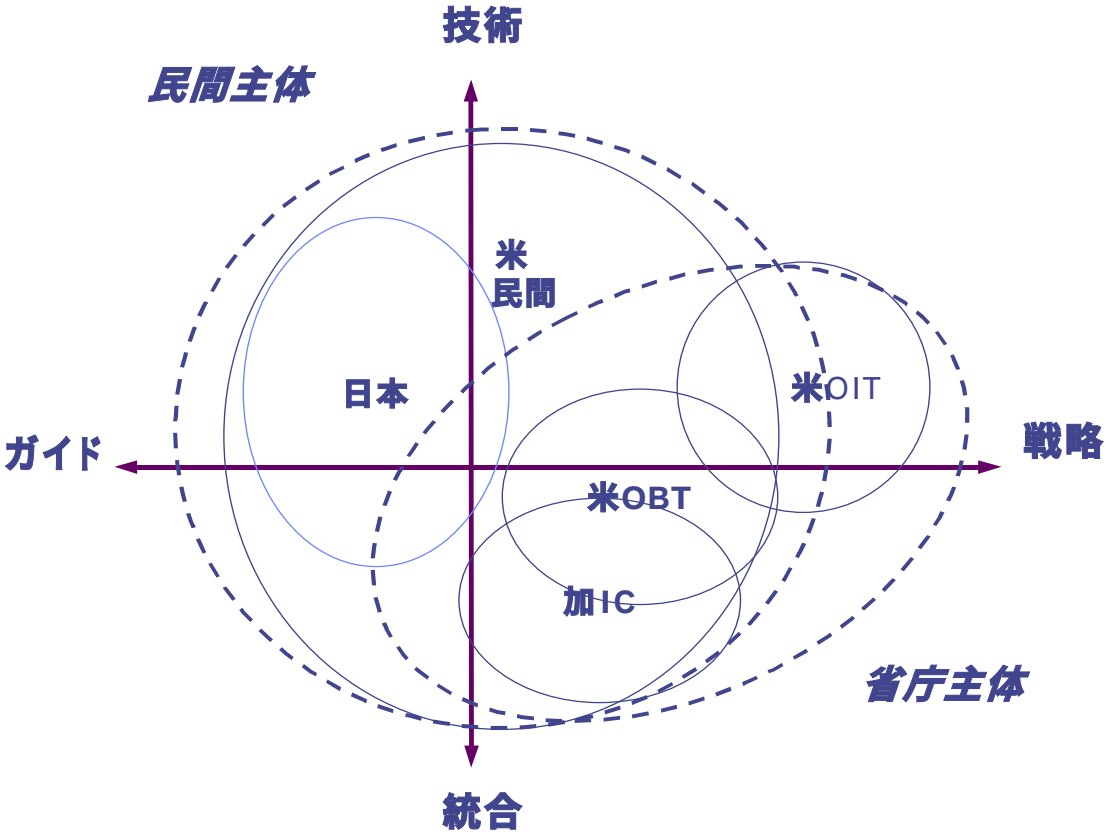

図６．６　ロードマップの目的、内容と作成主体

以上の分析はいずれもサンプルとして入手可能であったロードマップ数が少ない為、有効な統計的処理を行うことができなかった。しかしながらこうした分析でも一定の傾向は示していると考えられる。また、個々のロードマップの傾向をさらに詳細に分析するため、市場、技術といったキーワードの出現頻度をプロットしたのが図６．７である。この図に示されるように、ロードマップ内のキーワード出現頻度プロファイルによれば、実際には＜産業全体の目標設定と官との連携促進＞、＜市場と技術の融合＞といったように様々な観点に基づいてロードマップが作成されていることが伺える。

本研究ではサンプルとされたロードマップにおいて産業間の格差、というよりむしろ作成主体によるフォーマット共通性が高いように見受けられることから以上のような作成主体別の分析を行った。こうした仮定の妥当性に関しては図６．７において米ＤＯＥの例とカナダ IC の同一産業におけるキーワード(市場等)の出現頻度分析が必ずしも一致しているわけではないことからもその一端が伺えるであろう。しかし今後サンプル数が増えれば産業、作成主体といった観点からの因子分析等もまた有意義

な試みであろう。いずれにせよ、ロードマップ作成の際にはこうした作成目的を明確にし、最適な形態のロードマップを設計することが有効なロードマップ活用に有益であると考えられる。

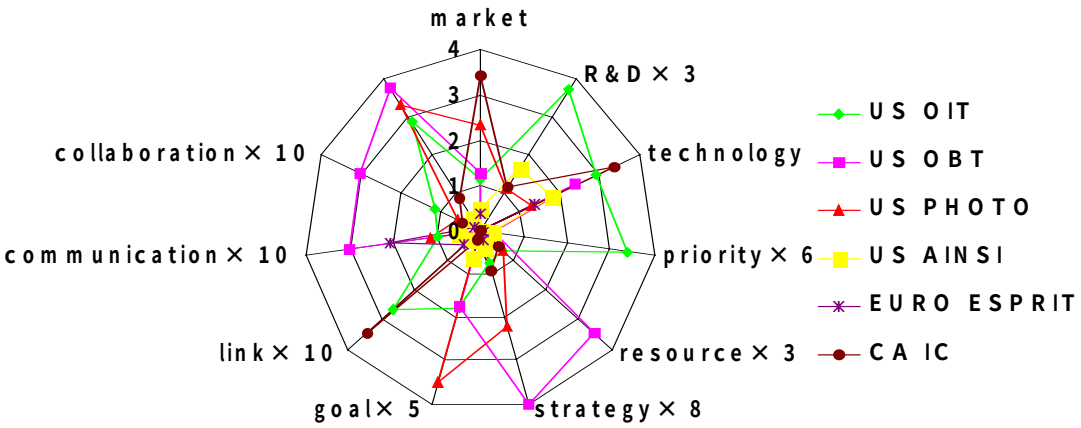

図６．７　作成主体別キーワード出現頻度プロファイル

第　7　章
日本におけるロードマップ導入ケーススタディー

7.1　日本での導入状況

以上の分析はロードマップの記載形態という観点から、ロードマップの全体像を大まかに概観したものである。しかし先にも触れたように、ロードマップ作成の実際の作成意図、効用といったものはなかなか公表される文書だけでは理解できないというのが現実である。そうした点も踏まえ、本研究では日本でロードマップの作成を行っている３団体（財）化学戦略推進機構（JCII)、（財）光産業技術振興協会（OITDA)、（社）電子情報技術協会（JEITA)）にインタビューを行い、ロードマップにどういった機能が期待されているのか、現実に導入した効果はどのようなものだったのか、といった点について調査を行った。また科学技術政策に関与する 2 つの政府系機関（文部科学省科学技術政策研究所（NISTEP)、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO)）にもインタビューを行い、欧米に多く見られたような省庁主導型のロードマップ利用状況の観点から日本での利用の現状に関する調査を行った。

日本では現在、化学、光産業、素材といった分野でロードマップの作成が行われている。これらは民間の産業団体が主体となって作成されたものであり、省庁、あるいは政府系機関主導での体系的なロードマップ作成実施という状況には至っていないようである。また、金属、セラミックといった分野で学会主体となってロードマップが作成されているケースも存在し、産業のプレゼンス向上といったケースもあるのではないか（NISTEP　高野氏）といった事が指摘されている。以上から、日本でのロードマップの持つ機能としては、欧米の例のような明確な施策策定としてのトップダウン的機能よりむしろ相対的にコンセンサスをつくるためのガイドライン、あるいは知識を喚起するコミュニケーションツールといった側面が強いと考えられる。また民間を作成母体としていることから、技術的ガイドの側面が強い可能性が考えられる。

本研究では形態分析の結果から導き出される以上の仮説を元に、各団体でのケーススタディーを行った。

7.2　光産業における導入事例

光産業協会（OITDA）は、光産業の振興を図る各企業により構成された産業団体の社団法人である。OITDA でのロードマップの取り組みは 96 年から始まっている。ロードマップが作成された個別テーマとしては 5 つあり、98 年の情報記録、99 年の電子ディスプレイ、2000 年の入出力、2001 年の計測センシングと２００２年の光エネルギー分野（太陽光発電）といったテーマ別のロードマップを作成している。また情報通信に関しては 98 年、2000 年、2002 年と 2 年単位で今まで改定している。これはこの分野がドッグイヤーというように変化が激しい分野であること、光協会に情報通信分野の賛助会員が多いという事情によるものであり、他分野の改定については現在考慮中であるとされている。また改定するにあたっては、同じ通信分野の中でも焦点を当てるところを変えながら随時作成している。

作成方法としては、過去 96 年から 2002 年の 3 月までは一定の方式で作成されており、主に技術動向を中心としたロードマップの作成が行われていた。しかし現在の担当者である山崎氏が就任してからからは、産業化の視点のものにしていこうという事が考慮されている。これは政府の産業政策による資金援助が、従来の基礎研究に重点をおいたものからより実用化、産業化といった開発中心にシフトしつつあるといった動きも関連している。

OITDA においてロードマップ作成が開始されたのは、一つの理由としては米国における光関連産業振興のための民間産業団体（米 OIDA）がロードマップを作成したのに影響されたといった点が指摘されている。OITDA では、設立当初は光産業の将来ビジョンを 2 年間の活動で作成し、その後光産業動向調査と光動向調査を OITDA における活動の 2 本柱として行ってきたが、96 年からそれらに加えロードマップの作成を行っている。ロードマップ作成に至ったもう一つの経緯としては、光産業動向調査が当初 15､20 年先の将来ビジョンを描く目的で作成されていたにもかかわらず、現在では生産額の実績等去年今年来年の 3 年間のみを対象にするようになっていること、また技術動向調査も現在研究開発が行われている既存技術のみを対象にしていることから、将来を見通すものが必要となったという点が指摘されている。

OITDA でロードマップに求められる機能とは、どういった技術が産業となってい

くかということを時間軸に沿って示す指針を示すことにある。「すべてのテーマを盛り込むのは不可能なのでテーマを決めて具体的に描いていく。ロードマップとは日本語でいうところの道筋ですから、そこにいたるためにマイルストーンを含めて時間をきちっと示してやる。(中略)ロードマップは時間軸です。」（山崎氏）と述べられているように、長期的な技術動向予想をタイムフレームによって示すことに重点が置かれている。また、山崎氏は「(時間軸は）ただしそれ程厳密ではない。」と述べており、「希望的観測が含まれている箇所も存在する可能性もあるが、大体の技術の方向は示されており、ロードマップというものはそれでも良い。」（山崎氏）との認識を示している。このことは、OITDA のロードマップが厳密な達成目標や、実行時間を明示して策定し実行するための施策的なものではなく、むしろ予測、ガイド的な位置付けに在るという可能性を示唆している。この点は形態分析において導かれた日本のロードマップの傾向とも合致しているといえるであろう。

具体的なロードマップ策定プロセスとしては、はじめに OITDA においてロードマップの具体的なテーマを選出している。個別のロードマップのテーマ選定は、設立直後に作成された VISION 文書とは独立に行われている。この点については、「VISION が 5 年に一度しか改定しないこともあり、これから考慮していきたい」(山崎氏)と述べられており、随時フレキシブルにテーマ選定を行っている。テーマを選定した後は、テーマに関連する人材を企業等より選出して委員会を設立し、専門委員会を立ち上げてブレーンストーミング、月 1 回程度のミーティング、ミーティング参加者による企業等からの可能な範囲での情報提供等の活動を行っている。こうしたロードマップ作成過程の詳細に関しては、特に決まった作業ステップが存在しているわけではなく、各分野の担当者の判断に任されている。ロードマップを実際に執筆する段階では、各参加者に 1 章ずつ分担させ、最後に座談会のような形で全体にフィードバックしている。当初は欧米の有識者によるレビュー等も当初行われていたが、現在は作成途中に行われているシンポジウムの場での中間報告が外部に対する唯一の情報発信とフィードバックの場となっている。しかしこうした情報発信は、一方的な発信に留まるのが現状である、とのことである。

OITDA のロードマップは先述のようにあくまで技術動向を示した物が中心である。しかし中には単に技術動向を示すだけではなく、A 氏の数十年後の一日をフィクション形式でつづる、といったように、将来に予想される生活の具体的なシナリオと光技術との関連を描くといった非常にユニークなロードマップが存在する。そうしたロードマップの作成経緯としては、作成過程において偶々シンクタンクのメンバーが関与していた事情によるところが大きい。シンクタンク等の外部者の参加やフォーマット等の書式も含めて、多くのプロセスが各分野の作成担当者の自由裁量となっている。

参加者は委員会により選出された同産業企業の技術者を中心に構成されており、テーマ毎に変わっている。作成プロセスにおける自由裁量の余地が非常に大きいことは、同法人が主に賛助企業からの出向者により構成されており、各メンバーの任期が 2 年程度であることから、毎回ロードマップ作成担当となるメンバーが固定せず、統一的なメソドロジー、方法論が蓄積されにくいといった事情が影響を及ぼしていると考えられる。

OITDA でのロードマップ作成の目的として山崎氏は、将来どういう技術が産業となっていくかということを示す指針とするという点を挙げている。「企業の指針になる、願わくば政策に反映できるものにしたい。」（山崎氏）といった言葉にも示されるように、実際にロードマップで政府からの協力も発生しているとのことである。「OITDA は賛助企業が共同して設立された団体であることから、ロードマップ作成の目的はあくまで個々の企業の為というのではない。しかしながら、OITDA が作ったロードマップを参考にして各企業が独自のロードマップを描く、あるいは個別の企業が政府のプロジェクトに参画を目的として活動する際に、政府に対する参考資料、説得材料としてロードマップを用いることはある」とされている。「（大学、企業といった）そういう人が横断的に集まって作ったって言う意義が大きい。ある一人の人の独断で作ったんじゃないって言う。そういうものもねらって、あれば政府の方に説得材料として使えると思うんですよね。個人が作ったやつは信用してもらえない。」「政府の資金援助が目的ではないが、そういうところに使ってもらえると有難い。」(山崎氏)と述べられているように、政府への直接的な配布等の活動は行っていないが、OITDA ではプロアクティブに政府の産業政策に反映されることも間接的なロードマップの効用として認識されている。しかし、作成されたロードマップの企業での活用の程度に関しては、賛助会員企業の参考のためといった作成者の主たる意図に反して、「作成後企業での利用はそんなになされてないっていうところが正直なところかもしれない。」（山崎氏）と述べられている。この問題の背景には産業ロードマップとしてどこまでの内容を記載できるか、という本質的な問題が関係してくる。

「ひとつの問題は、企業単位のロードマップというのがあると思うんですけど、なかなかまあ・・・。今あるロードマップのプロジェクトを立ち上げたりしておりますけれども、過去の中話なんかを聞いていると、なかなか企業の人っていうのは自分とこの将来ビジョンとかっていうのはマル秘に属しますから出てこないですね。そこのところもわれわれ光協会がロードマップを作る一つの壁ではありますね。産業化、となったときに、事業のロードマップを企業の事業家戦略というか、なかなかロードマップに盛り込めない領域にもなっています。」（山崎氏）。民間の産業団体の作成する産業ロードマップにはこうした、各企業の機密情報の問題が常に大きな論点として存

在する。参加する各企業からの情報提供の問題は、競争領域と共通領域のラインがどこに存在するか、引いてはどの程度の情報が産業ロードマップに掲載されるのか、参照する者に対して真に有意義な情報となっているのか、という重要な問題を提起している。各企業の情報をいかに提供してもらうか、という点について山崎氏は、「共通の利害をいかに抽出してそこに焦点をあてていくか、各社、各企業産業界に有効などのまあそれぞれ事業ドメイン、事業領域が違うでしょうから興味があるところ、無いところ当然でてくるでしょうが、そういうことをあわせていかに企業に興味を持ってもらえるロードマップを描けるか、というそこがポイントではないかと思いますね。まあ過去のロードマップもテクノロジーロードマップそのもので、技術だけを書いていて、企業の人が参加してやってるんで(中略)産業化のことを全然考えてないわけじゃないんだけどやっぱりまあ技術オリエンテッドなところがある。でもっとこう産業化とかという視点で見直す必要があるなあ、というのは感じているところです。」と述べている。ロードマップ自体は前述のように産業動向調査と技術動向調査双方の流れを汲み、それらの長期的見通しを示すものという作成経緯がある。しかしながら実際のところは技術動向に焦点を絞らざるを得ないといった側面も存在する。

OITDA でのロードマップは純粋に技術に関するロードマップであると認識されている。しかしながら、「テクノロジーを施策段階にする、移行段階の時も超えがたい谷ということでそこでかなり失敗してる。政府も今そこのところを資金援助を行っている、要するに今いわゆる失われた 90 年代という・・・。アメリカはそういうところをきちっとやったおかげでうまくやっている。今政府で政策的にやろうとしている。(中略)施策段階から製品化へ移行する段階で競争が激しいそれをのりこえられなくてそしてダーウィンの海という。サイエンスドリブンからするといわばその 2 つ(死の谷とダーウィンの海)の段階を乗り越えなくちゃいけない」（山崎氏）といったように、現在、市場性あるいは産業化という問題は、技術の方向付けを行う上でも欠かせない問題となっている。政府も近年市場オリエンテッドなロードマップに強く関心を示しており、先に述べたように産業化を視点に入れた資金援助を行う方向にシフトしているという指摘もある。しかしこうした市場性に関する領域は、各企業の製品開発という機密領域と直結しており、まさに競争領域なのである。

山崎氏は「タイムスパンで 10 年先とかだったら企業とか（各企業のロードマップやビジョンを）書いてないですよね。3 年先とかだとマーケティングにバッティングしますけど。過去のやり方を聞いてるとそういうこともあってロードマップは 10 年とか 15 年先のことをやるんだという言い方で・・・。まあ 10 年、15 年先はこうなるだろうって言ったときに現状を踏まえないと出てこないから、そういう言い方で自然とそこは書かないわけには行かない、出さざるを得ないようにしむけるのがやるコ

ツです。」としながらも、「先ほどの産業化というと、10 年先となると関係ないですから、3 年から 5 年ですよね。一番難しいところなんです。企業のマーケティングの・・・なかなか情報出てこないです。」と述べている。この問題に対し OITDA では企業の戦略に縛られない大学の人材等を適宜メンバーに加え自由に発言を行ってもらいながら、企業の観点との整合性をとる等工夫を凝らしてはいるが、現実には二律背反的な緊張を孕んでいる状況が示唆されている。

現在、他業種とのコラボレーションといった点が盛んに指摘されている。欧米諸国ではロードマップの策定プロセスにはサプライヤー、消費者といったレイヤーの代表者が参与している例が多く見られる。こうした異業種交流について山崎氏は、「深めるべきと思う」としながらも、共通の目的、ギブアンドテイクがそれぞれ無いと現実はなかなか困難である点を指摘している。作成プロセスの参加者は現段階では同産業内の企業に限られ、他産業に関する情報は参加者の知識の範囲にゆだねられる。また現状ではロードマップの公開は賛助会員に限られ、WEB 上では一部の線表のみの公開に限定されており、他業種からは個別の入手依頼等はあってもなかなか入手できない状況にある。ロードマップ作成後の企業間コラボレーション等については特に認識していないということであった。

7.3 JEITA における導入事例

JEITA（(社）電子情報技術協会）は日本における電子・通信機器の企業により構成される産業団体である。JEITA では米 SIA によりはじめられた半導体産業ロードマップの作成の国際化に伴い、日本よりの参加者として参与している。

半導体ロードマップはアメリカ SIA により国内でスタートした。当初、作成参加企業はアメリカ国内の企業に限られていた。当時、80 年代はアメリカが半導体で日本に遅れをとった時期であり、その対策としての産業内協調と育成といった意図もあったという。92 年に初版が出版され、94 年、97 年と改版をした後 98 年に世界 5 極の企業による作成という試みがスタートした。99 年に国際的コンソーシアムにより作成されたロードマップである International Technology Roadmap for Semiconductors（ITRS）が作成されてから現在まで 2 年が経過し、新たに改定された 2001 年版が最新版となっている。また今後も約 2 年サイクルで作成される予定となっている。チームは世界 5 極（米/欧州/日本/台湾/韓国）のメンバーから構成されており、主にデバイス企業、材料分野、国立研究所、大学といった出自の参加者約 800 名で策定されている。実際には最も積極的な取り組みを行っているのは日米欧の 3 カ

国である（穂刈氏）。ITRS では IRC という中央機関が全体を統括し、これに５極が参加して方針を決め、その下に 12 個のインターナショナルテクノロジーワーキンググループが存在し、IRC からの方針に基づいて活動している。

ロードマップの策定プロセスに関しては､全体的な方針は IRC により策定される。具体的には５極から集まったチーフとなる参加者が議論し、前年度からの改訂点等を各ワーキングに指示している。

日本でこの ITRS に参加している JEITA 自身の取り組み、構成要因としてはデバイスメーカー、材料メーカー、コンソーシアム、大学、国立研究所といったところから参加者を選出している。具体的には JEITA 電子デバイス部中の一つの専門委員会である半導体ロードマップ委員会の本委員会が全体を統括しており、各ワーキンググループに分けて活動を行っている。ワーキンググループの参加者は各社から派遣されたボランティア的な位置付けであり、必要に応じて大学、メーカー、コンソーシアム等からの人材派遣を要請している。JEITA ではロードマップ委員会にかなり権限を与えおり、ワーキンググループのリーダーを選ぶ場合には本委員会（リーダー、及び主だった人から構成される委員会）が承認を行うが、ワーキンググループ中の権限は各グループの裁量にゆだねられている。全体の方向性は参加企業 11 社の幹部、大学、国立研究所のメンバーが参加している諮問委員会が方針を決定している。メンバーの任期は一年だが再任は認められている。各企業から優秀な人材を派遣されているので毎年同じではなく、リーダーは 1 年、あるいは長くて 2 年で交代するのが通常であるとされている。

そもそも、多国籍コンソーシアムである ITRS に日本が参加を決定したのは、「日本が参加しないで勝手に数値が決められたとしたら逆に日本としては日本装置メーカーですね、も含めて、非常に得策ではない」（穂刈氏）という判断があったとされている。積極的な日本からの情報発信により協力を行う方が相互の利益につながるという認識がなされていたのである。しかし現状ではそうした認識に疑問の声もあがっている。「それは今、（委員会からも）いろいろ突っ込まれてるんですけれど、じゃこのロードマップ委員会に何を期待するのかっていう皆さんの程度が違うんですね。(中略)だけどこういうロードマップ活動をすると日本がこれだけ多くの分野で利益が出てないのは何でなのか、これをロードマップを作れば必然的に利益も増えるだろうということを期待する人がいるんですよ。だけどそれは全く違う話なんですよ。そこがどうもあんまりはっきりこれをみる人の目線っていうんですかね、それが区別されてなくて。ロードマップ活動世界一緒にやっているのに何で日本だけが儲かってないのか、じゃなんで何をやってるんだという、そういったことにもなってくるわけなん

ですよ。」（穂刈氏）ここには、OITDA での事例と同様のジレンマが存在している。

半導体は現在まで年々微細化が進んでいる。トランジスターが小さくなることにより同じ面積の中によりたくさんの素子が入り、より多くの回路が入れられることから、様々な機能が実現できることになる。そうした背景から、半導体業界では年微細化を進めているのであるが、過去のトレンドから捕らえるとその数値はほとんど直線に乗っていることから、何年ごろにどの程度微細化が進行しているのかといった予測が成り立つ。その予測が、ロードマップ作成時点で量産に使われている技術で考えた場合何年先まで実現可能かという観点からロードマップの作成は行われている。新しい技術が導入されないと過去からの延長戦は守れない可能性がある場合には代替技術を記載している。この際、学会等で報告される先鋭的な技術も記載対象とはなるが、あくまで既存の、量産を行う事が可能な技術という観点から将来を予測することが主眼となっている。

ロードマップには、掲載された数値を目安に各社が開発を行うことから競争の結果数値自体が前倒しになり、開発促進効果がみられるといった指摘も存在する[13]。この点に関して穂刈氏は、「半導体産業って言うのは、作るものから、技術から開発しなきゃいけないって言うことがありますんで、その開発って言うのはやっぱり時間がかかるわけですね。それをさらに短時間でもっとやろうとしたら人とお金を共有しないと駄目なんです。（中略）じゃあそれを一生懸命一時期人を投入してお金を投入してやったとしても、さらにまたって言ったらもう息が続かないわけで、おのずと過去の設計図に従ったあるピッチって言うか、（中略）大体まあ見えるって言ったら言いすぎですけど、それよりもなお前倒ししようっていう動きがあるんで、そういう意味でまあちょっとしんどいところがあるなあ、と。」と述べている。現在はロードマップに記載された技術予測の実現が多少前倒しとなっておりその点に関して言えば開発促進効果が現れているとも捉えられるが、それもこの 2，3 年の事であり、全体としては大きな流れとして従来からの予測線上に繋がっているという。

「車メーカーって言うのはどちらかって言うと技術が確立されてるわけですね。100 年とか。で微細化って言うのはいらない。ですから言ってみればただ単にカタチを替えているだけという産業なんですけれど、（中略）それに対して半導体って言うのは毎年毎年微細化していかなくちゃいかん、そうすると微細化するための装置の開発からやっていかなくてはいかん、そういうことでものすごく作る手段、装置を作っていかなくちゃならんということで、非常にまあハードな産業なんですね。そういう意味で逆に装置メーカーに対して何年ごろにこのくらいの制度のものがほしいよ、というのを示すという意味合いでもあるんですね。だからどちらかというとこれはデバイスメーカーが作って、で装置メーカーに対して何年ごろにこういう性能のものが欲しい

よ、っていうのをなんかこういうことをアピールする、でその頃に間に合わせる、っていう希望でもあるんですよね。まあそういう位置付けでできているんですけれど。」（穂刈氏）とされているように、このロードマップの位置付けはあくまで技術予測であり、参照する主体として装置メーカーといった関連産業を想定し開発の協調を目的として挙げている。この点は他産業に無い、半導体産業に特徴的な点ではないか、と穂刈氏は語っている。

このロードマップには市場性、といった要素は全く反映していないと穂刈氏は述べている。「この技術、ロードマップを作ったからって事業が成功するって言えばそれはまた別の話です。」と繰り返し主張されている。ロードマップに掲載されているスペックはあくまで半導体のスペックとして作成可能か、また作成できる工場の性能はどうかという観点から捉えられており、ロードマップ上のスペックの環境が整ったとしてもデバイスメーカーは必ずしも利益が出るとは限らない。世界中の半導体メーカーが横並びで同じレベルの装置を入れてラインを使用しており、スペックは既に競争領域ではない。現在、日本の半導体メーカーの利益が思わしくないのに対して、台湾メーカーは利益を出している。この理由は単に台湾での安い労働力の問題ではなく、ユーザーニーズの捉え方に差異があるからだと穂刈氏は述べている。現在、アメリカは製造から撤退し設計にシフトし、フレキシブルな対応でユーザーニーズに対応することに成功している。台湾ではアメリカで設計されたの生産を委託されており、廉価な労働力を活かし生産を行っている。こうした米―台湾の国際的な協調体制により生産された製品が大きな市場シェアを占めており、技術的には遜色の無い日本のメーカーの市場を侵食している。このことからも、企業の利益と技術は必ずしも直結しないことがいえると同氏は述べている。企業間の競争はむしろそのスペックによって実現される機能そのものであり、そこに各企業の戦略が反映されるのである。

「アメリカは多分戦略としてロードマップを上手くやったんだと思う。結果的にアメリカはもう製造技術っていうのか、もう作る方はまかせればいいと。その頃ちょうど台湾が出てきたんですね。台湾に KCMC って言うメーカーがあるんですけど、そこはもうファウンダリーを目指そうとして、自分たちの設計基準をオープンにしてそのルールで設計すれば作ってあげますよと。でアメリカと台湾がそういった形でいい関係になったと。じゃ作る技術はどうかっていうといってみれば日本の装置メーカーが同じようなものを持っていくと同じようなものができるといった状況になっていたわけですね。で日本が装置メーカー、半導体メーカーから装置メーカーに対して技術指導して作ったメーカーがそのまま台湾あるいは韓国でながれてきて、ラインが作られる。」（穂刈氏）また、台湾政府による税制面の優遇といった政策的な意図も現在の台湾メーカーの躍進に寄与していると指摘している。「やはり日本の企業のイニシ

アチブといいましょうか、どういう製品を作れば売れるのか、その辺の選択が非常にあいまいであったという面があるように思うんですよ。例えば日本のメーカーって言うのはお客さんから要求されてチップを作るというのに慣れてるわけですね。ところが今の世の中っていうのはそういうんじゃなくってこういうものを欲しいっていったらそれがすぐないと商売が成り立たないわけですね。商品のサイクルが短くなってるということがあって日本の企業って言うのはそういうユーザーの要求に対してすぐ提供できるって言う環境にないし、どういうものが求められてるのか先に作って提供するということがあまり無いと。要するに動きが遅いという面があると思うんですよ。」（穂刈氏）。

アメリカでベンチャー企業が設計を行い台湾が作成するというサイクルの短さ、アイディアの実証の速さといった点が日本企業の競争力低下の原因であり、そうした製品化に関する戦略面の遅れが指摘されるのであるが、それはロードマップに記載されているスペックではない企業固有の競争領域である。「ただ単に微細化して集積密度を上げるっていう時代は終わったと思うんですよ。それはかなり成熟している。あとはどういう機能を盛り込むか」（穂刈氏）といった観点の欠如が、今の日本企業の問題点であるという示唆がなされている。テクノロジードリブンの時代は終わり、成熟したものとなっている。かわってマーケットプルの要素が半導体産業でも重要な位置付けになってきている。「今後は何につかうんですか、そこが大事だと思うんですね。そこが各社の競争領域であり生き残れる、黒字になるまあやり方だと思うんですけど。だから時代が変わったって言う事はありますね。」

また、市場ニーズの問題とともに、大きな問題となっているのが設備投資の戦略的実施である。半導体産業の設備投資は非常に高額であり、意思決定を行う際には戦略的な観点が不可欠である。「作る環境って言うの世界どこでも、どの企業でも同じものが準備できる。ただしそのときにこういう一つの生産ラインを準備しようとしたら1000億とか2000億とかかかるわけで。それをどうやって捻出しようかっていうのが大きな問題ですよね。その点台湾なんかは国の保護なんかがあるんでかなり積極的な鼻息の荒い投資の仕方をしてるんですけど、日本では多分1社でラインを作るって言うのはなかなか厳しい状況ですね。だからそういう資金をどうやって調達するのかっていうそれもまた問題になっているんですよね。」（穂刈氏）。

こうした指摘から、ロードマップの用途としては装置メーカーに対する要望、といった点の他に企業間の連携による共同生産等、あるいは政府への政策的援助の誘致といった可能性も導かれる。「もちろんそれはロードマップを使ってもう新しい技術でラインを作るには、っていうか、1社ではもう対応できないということで最近は2社が一緒に会社事態を1社になるとか、例えば日立三菱、東芝富士通はあの半導体部門

は一緒になるという格好ですね。(中略)ラインを 1 社では準備できないんで 2 社で一緒に持ちましょうとか、あるいは何社か共同して一つのラインを持つとかそういう方向ですすんでますね。」（穂刈氏）。しかし、ロードマップはそうした意思決定の際の材料になるか、という問に対しては、穂刈氏は「そこまでも行かないですね。」と述べている。「それは経営戦略なんであって、これは技術なんですよ。だからそこは皆さん、これができたら日本は明るいんだって言う風に思われるんですけど、けしてそんなものじゃないですね。これはほんともうベースになるものであって経営戦略とはまた別のものです。」（穂刈氏）。ロードマップ自体は純粋に技術予測であり、それに対する意思決定は各企業の経営戦略の問題である。現在の日本半導体産業の現状に対する問題点としては、戦略の重要性が繰り返し指摘されているのである。

OITDA 山崎氏の話にもあったように、ITRS のロードマップは様々な分野、特に他産業等でも参照されている。ロードマップを策定したことで他産業等とのコラボレーションが促進されたか、という点に対して穂刈氏は、「ただコラボレーションって言うのは聞こえがいいんですけど、コラボレーションって言うのはいろんな関係する産業が集まって一緒にやりましょう、ってことですよね。競争の分野、競争の範疇、競争するようなところではコラボレーションできないはずなんですよね。そうでなくて 3 年、4 年先の技術を開発しますよ、っていうそういう意味でのコラボレーションって言うのはあるんですよ。だからそういう立場でロードマップなんかもあるわけで、じゃあコラボレーションしたから、こういうロードマップがあるから将来安泰だね、って考えてる企業があればそれは駄目ですね。コラボレーションと自分たちの競争は全く別なんですよ。そこを混同している人も結構いるんですね。コラボレーションしたから、技術開発したから、もうこれで将来は安泰だって考えているようなきらいのところもあるんで、それは間違いで。やっぱり企業が数字を出していく為にはコラボレーションは将来の技術をつくるためで、自分たちが開発しなきゃならんという技術を他の企業に開発するんだ、でも実際そのものづくり、ものっていうか製品を作る段階は、全く自分たちの競争の範囲で、そこはきっちり各社で調査してくださいね、ってしなきゃいかんってそういうことなんですね。そこははっきり区別しなきゃいかんと。」と述べている。各企業の戦略の重要性、ということが再度指摘されているのである。

ＩＴＲＳは 5 極による国際コンソーシアムである。ここでもやはり、各企業ロードマップと産業ロードマップの関係同様、オープンとし共同開発を目指すラインをどのレベルに設定するかという点が重要な問題となってくる。市場性の問題をロードマップで扱う危険性が各産業で指摘されている。「ロードマップをやってて、気をつけな

きゃいけないなって事は、ロードマップ、世界各局から来てやるわけですけど、ロードマップの活動が側自分たちの活動とイコールだったらまずいと。つまり二枚工作で無きゃいかんと。（中略）せっかくロードマップをやるんであれば、自分たちの国にとって役に立つようなそういうスタンスでやらないとまずいですよね。(中略)製品まで、ってなるとそれはもう競争領域になるんですよね。だから技術であればいいと思うんですよ。だけどそれが実際どういう製品になるのという話になってくるととたんにみんなが知ってるようなものであればいいんですけど、その辺は気をつけなきゃいかんと思いますね。製品化という観点からすると、いわゆるコンセプトですよね、製品の。それはやっぱりアメリカのベンチャーの方が早いですよね。だから（日本企業が）それをあえて公にこういうデバイスがあれば非常に良いねなんてことをあえて積極的に言う必要は無いと思いますね。」（穂刈氏）。

こうした二律背反は、各企業が産業レベルのロードマップを作成する際に問題となるところと本質的には同じ問題である。すなわち、市場性に関する個の守秘領域と、全体としての協調により生じる便益とのバランスの問題が、ここにも生じているのである。しかしながらオープンにすべき領域とそうでない領域の区分は非常に漠然としている。

また、日本における統制の弱さに関する指摘も得られた。「日本がお金のかけ方が下手なんですね。それから統制をとる人の統制力がないってことがあって。変なところにお金つけたりほんとは必要なところに体制が整わないところに金使わない、これは民族的なのかね、アメリカはその点システマチックにばんとお金を費やすというかそういう体制作りがうまいんですよ。ヨーロッパもそういうのをうまいですから、単に日本が参加してアメリカにアイディアを提供したりして結局全部を吸い取られるという危険性があるんでそこは注意しないと。」こうした指摘は、単に半導体産業のみならず、日本産業界全体を通じた課題として指摘できると考えられる。

第　8　章
ロードマップの課題と方策

8.1 日本型ロードマップの特性と課題

以上、産業ロードマップに関して形態分析、及び日本での導入事例を通じて研究をおこなってきた。その結果として、

・産業ロードマップとは市場、環境等幅広い観点から産業の将来に対する目標設定を行い、実行する為の施策を時間軸に沿って示したものである
・米国等においては政府主導による資源配分等のプランニング、マネジメント機能の側面が強いのに対し、日本では民間主導による技術ガイド的位置付けである
・日本での導入はまだあまり進んでいない
・日本では企業での戦略的意思決定に寄与するという本来の作成意図にあまり利用されていない
・日本の産業ロードマップ作成時の課題として、市場戦略の反映等が挙げられる

等の論点が明らかになった。本章では、以上の論点を踏まえ、今後の日本におけるロードマップ利用の方向性と機能的意義、及び導入上の課題点について考察を行った。以下、

・ 産業レベルのロードマップ作成では、市場性等の企業の戦略的守秘領域情報が反映しない為、自産業にとって有益な情報となりにくい
・ ロードマップ利用の今後の方向性としては、
　１：産業間垂直統合、水平統合、政府等、異なった主体に対するコミュニケーションツールとして利用
　２：自産業内の各企業に対して、市場性を考慮した長期的戦略・施策立案を喚起する
　等の機能が期待できる

・ 日本におけるロードマップ導入の課題には、作成者の構成や各企業の戦略の明確化といった問題が関係しており、産業内でロードマップの利用に関するコンセンサスを得る必要がある
・ ロードマップを単にプランニング/マネジメントツールとして用いるのではなく、知識喚起やコミュニケーション促進に用いることによりボトムアップによるイノベーションを喚起するツールとして利用できる可能性がある

等の観点から考察を行っていく。

まず、現在の日本でのロードマップの特性として共通して指摘できることは、欧米のものに比べボリュームも多く網羅的であり、詳細な要素技術のリストアップ的な、ガイド型という色彩が濃いものになっているという点である。これは作成者の多くが技術畑出身者からなっており、彼らにとって関心があり有益なものを作成しているという側面が反映されていることにも 1 つの要因があるのではないかと考えられる。しかし本来そうした詳細な技術動向は戦略により取捨選択されていくべきものである。現在のロードマップは網羅的にすべての領域、項目をカバーすることで共通の辞書的に利用できるが詳細な技術目標や要素技術といったもの自体は企業の守秘義務に抵触しない程度のものとなっている、とも捉えうる。こうした形態のロードマップの機能としては、各社の戦略と照らし合わせての抜け漏れのチェックによる知識の喚起、業界共通の基礎としてのコミュニケーション促進等が期待できるであろう。

今回形態分析を行ったいくつかの事例でも、「技術のブレークスルーや研究間の比較に用いるが、発見は予測できないので厳密な文書ではない」旨を記載している物も存在する（Technology Roadmap for Nanoelectronics, Microelectronics Advanced Research Initiative, MERAI NANO,2000）[14]。あるいは米 DOE の OBT(Office of Building Technology)によるもののように意図的に詳細な施策を掲載することをさけた点を指摘したものも存在する。日本型のロードマップの特質は、厳密な施策としてではなくコミュニケーションの活性化、知識喚起ツールとして機能にあるといえ、これらの機能が真に有効に活用されれば、創造的な技術革新に及ぼす影響は少なくないといえるであろう。

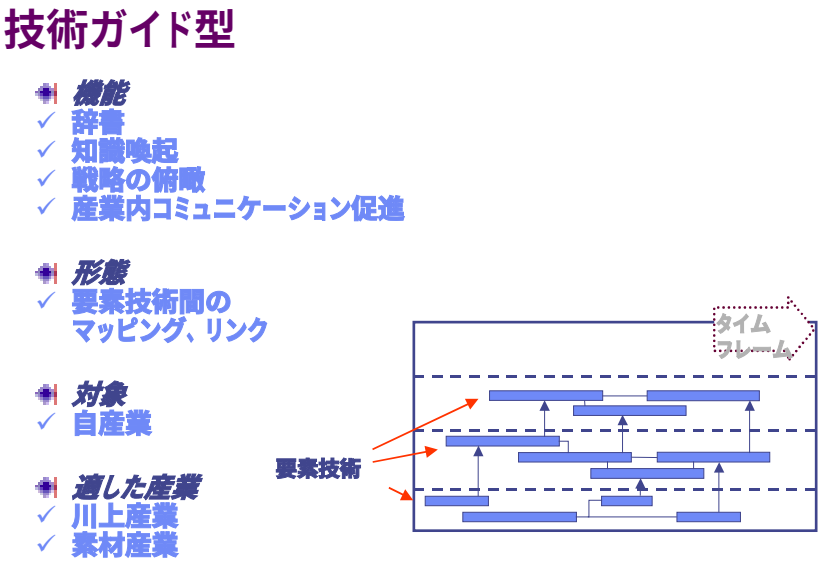

図８．１　技術ガイド型ロードマップ

しかし、産業レベルのロードマップは現状では、創造的機能としての利用が十分になされているとはいえない事が本研究のインタビューでは何度か指摘されている。この原因としては、ロードマップが産業レベルにおいて作成されることに付随する制約が指摘できよう。

技術の将来予測という点では、比較的容易に予測が可能であるならばその認識は各社共通のものであり、産業ロードマップに掲載される情報は業界内部にとっては極めて一般的なレベルである。「（同産業の人から見れば）痛くも痒くもない」(JCII　小澤氏)といったように、各社の守秘義務との関連性からも、産業レベルの場に提案される技術内容は製品化等の要素を捨象した一般的情報とならざるを得ない。また最終製品から遠い素材産業等、必ずしも市場性の予測が用意ではない産業も存在する。しかし、現在市場、製品化といった要素はイノベーションの成功に欠くことのできない要因であり、これらの要素の反映が成されていない事はロードマップが真に有益な情報として機能する上で一つの課題となっている。また、先端的技術要素の反映に関しては今回ケーススタディーを行った半導体産業のように技術が必ずしも直線的発展を遂げるとは限らない産業もあり、ロードマップに記載されている内容がどの程度厳密性を保持できるのか、といった課題も指摘されている。

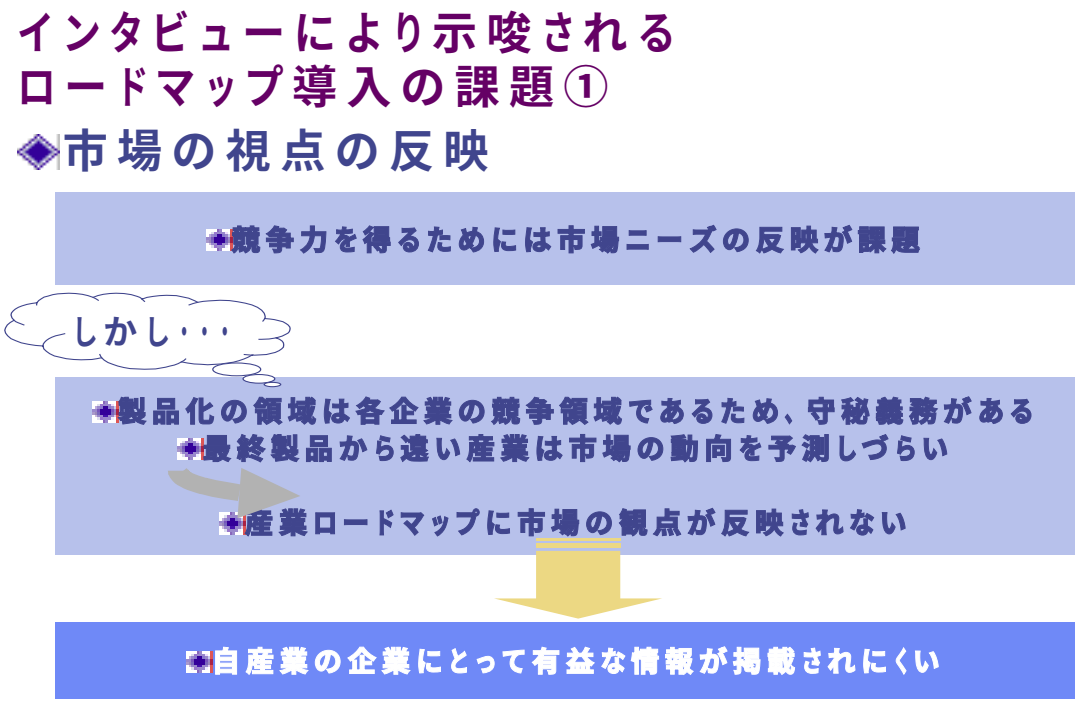

図８．２　日本におけるロードマップの課題①

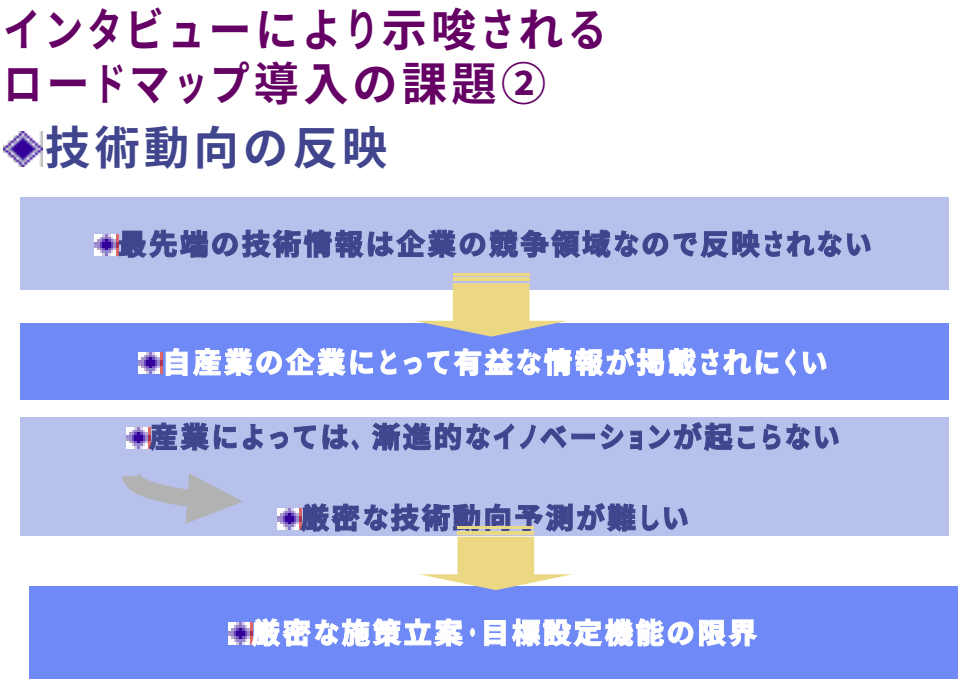

図８．３　日本におけるロードマップの課題②

以上の点から、産業レベルのロードマップは、各企業の意思決定のガイドとしての機能を期待されているにもかかわらず、企業の守秘性等の観点から有効な情報を掲載する事が困難であり、結果自産業内での利用が十分になされているとはいえないという事が示唆された。この問題は産業レベルでのロードマップ作成の本質的問題点と捉えられる。以上の観点から、産業レベルでのロードマップの機能を、参照する主体との関係性等の観点から再度検討する必要があると考えられる。

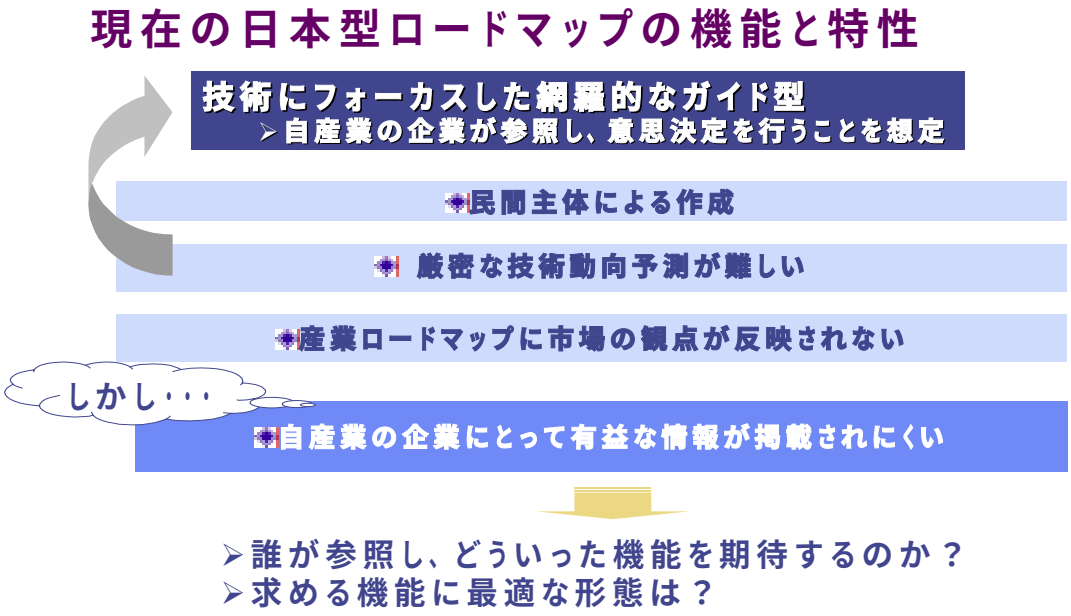

図８．４　日本におけるロードマップの特性と課題

8.2　今後のロードマップの可能性

8.1.1 主体間統合のためのロードマップ

8.2.1.1 技術目標設定型ロードマップ

8.1 で述べたように、現状のガイド型ロードマップは先端的技術や市場性の反映が十分でない等の理由から作成主体の意図に反して当該産業の企業の戦略策定に必ずしも有効に活用されているとはいえない可能性がある。

しかしやはり、半導体産業にみられるように産業内の共通基盤となる技術領域の発展が予測可能であるならば、技術目標を明確化し自産業内のシナジー効果を創出する

と共に、国全体の産業レベルで装置産業等他の関連業種に対する働きかけに用いる事は有益であろう。競争と共通便益の二律背反の中で産業内での個別の企業の参照や企業間連携を期待することも必要である。しかし競争領域と秘競争領域の境界が明確であるならばむしろこうした他産業や政府といった他の主体に対する働きかけの方が効用をもたらす可能性もある。技術オリエンテッドなロードマップの用途の一つにはこうした産業間連携を促進するといったものが期待できるであろう。

今後、益々産業間の分野融合的な領域からイノベーションが創出される可能性が高まっている事は一般に指摘されている。そうした産業間融合に向けて、まず他産業との円滑なコミュニケーションが必要となるであろう。前述のとおり OITDA　山崎氏は、「深めるべきだと思う」としながらも、共通の目的、ギブアンドテイクがそれぞれ無いと現実はなかなかむずかしいという点を指摘している。半導体産業の例でみられるような産業間の垂直的連携を目的としている場合は比較的そうしたギブアンドテイクのインセンティブが明確であり、また必要な設備投資の額が多大である等、連携の必要性が明瞭な産業においては産業間連携にロードマップが利用できる部分は大きいと考えられる。その際具体的には、ロードマップには概略的な戦略に沿った必要技術と、その具体的な将来目標数値を提示し、垂直産業へ積極的に公布するといった運用策が必要と考えられる。Canadian Electric Power Technology Roadmap: Forecast （Industry Canada,2000）[15] のように産業レベルでの戦略プランニングプロセス自体にサプライチェーン全体の参加を促すことに着目しているロードマップも存在する。こうのように、ロードマップ作成過程への他産業の積極的参加も一つの課題となりうるのである。

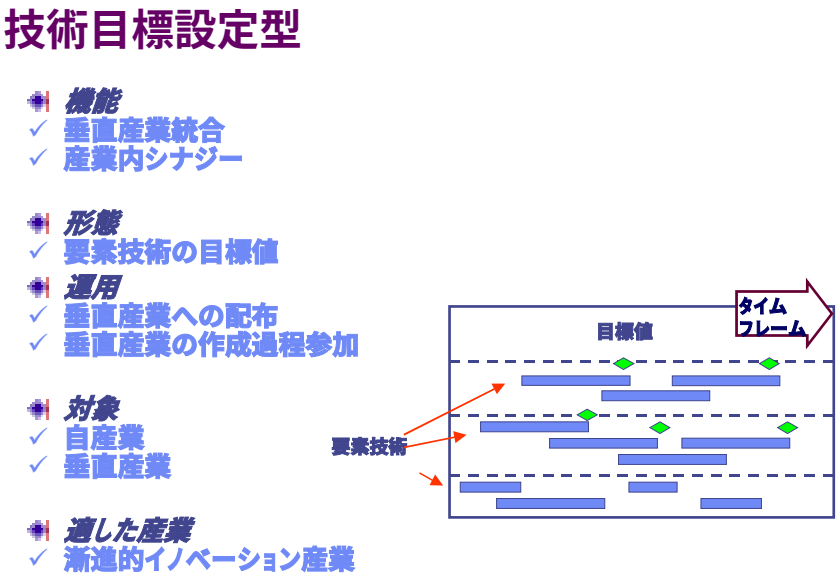

図８．５　技術目標設定型ロードマップ

8.2.1.2　異業種統合型ロードマップ

また、「他の産業というか、他のこととのつながりでどんな新しい機能、面白いことが生まれてくるんで（中略）いろんな産業を結びつけるってことと、それを実施できる環境作りが私は一番大事だと思いますんで」（JEITA　穂刈氏）という発言にも示されるように、今後産業間の水平的連携にも重点がおかれるであろう。こうした連携を行うために互いのギブアンドテイク関係を明確にするためにも、市場性を考慮した共通の言語が必要となる。こうした目的にロードマップを使用していくことが今後重要であろう。「アンケートをとってみると、むしろ他の産業のほうがよくみている」（JCII　小澤氏）とされたように、他業種が異分野との提携を模索する際に用いるコミュニケーションツールとしての機能が期待できるのである。その際には、網羅的というよりむしろ市場性といった社会動向からみた概略的な産業の動きを示し、自産業から援用可能な技術、あるいは他産業等に要望する技術を大まかに示すといった形態のものが必要と考えられる。また他産業による参照を前提とし、より平易な参照を可能とするための用語集等の整備、市場と技術の全体像を概略的にリンクさせるフォーマットの線表を用いたロードマップの作成、さらには WEB 上での積極的な公開や他産業団体への積極的配布、作成作業自体への他産業メンバーの参加やフィードバック

といった運用策が提案されよう。

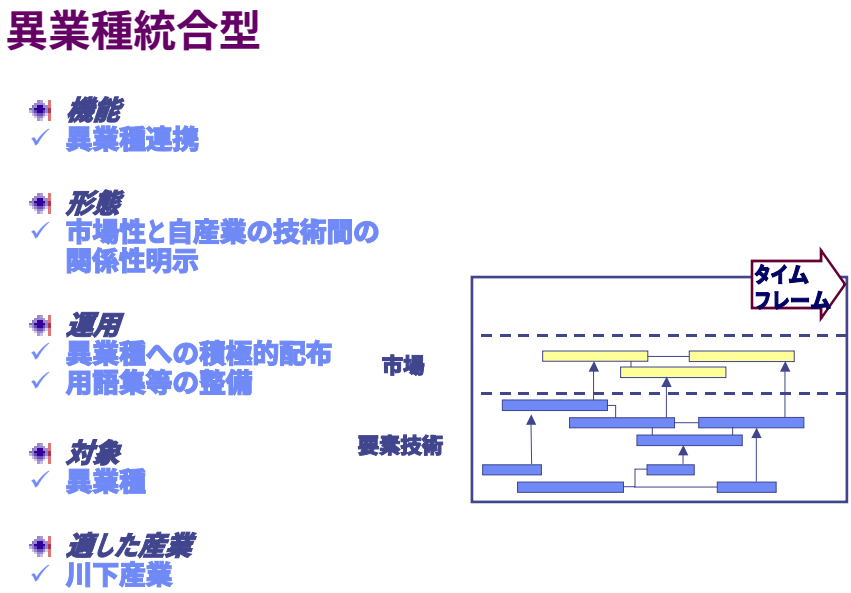

図８．６　異業種統合型ロードマップ

8.2.1.3　政府主導型ロードマップ

またもう一つ現在の日本の大きな問題点として、政府による資金援助という側面がある。先にもふれたように、現在日本における政府からの研究開発援助額は世界的にみて相対的に少ないとされている。また「お金のかけ方が下手。それから統制をとる人の統制力がない」（JEITA　穂刈氏）というように、真に有効な政策的面からの産業支援が望まれているのである。

米 DOE ではこうした目的の為にロードマップを用いている。Alminium Industry Vision The Alminium Association,2001[16] は 1996 年に策定された同業界における戦略文書の改定版である。これによればこういった前回の戦略策定及びそれに対する実施施策として、ロードマップの作成が 75 以上のプロジェクト創出に寄与した点等を挙げている。しかしこうしたロードマップの効用に対する事後評価に関しては他に資料がなく、効用の検証プロセスが存在しないこと自体もロードマップ作成上の問題点として指摘されうる。ともあれ各産業団体による積極的な政府への働きかけ、あるいは政府主導型のロードマップ作成といった試みは日本ではまだ認識が低いと考えられる。政府は近年、市場オリエンテッドなロードマップに関心を移している、あるい

は「短期で結果をだせ」、という風潮が高まっているとの指摘（NEDO　井上氏）からも解るように、政府の関心は市場からの収益性といった点にシフトしている。単に短期的成功のみを考慮し長期的展望を欠いた投資を行う、あるいは成功確率自体の低い基礎研究分野への投資が削減されるといった状況は好ましいものではなく、バランスが必要であろう。ともあれ、産業政策の用途にロードマップを用いる有益性は、日本においても少なくないと考えられる。

米国での政府主導によるロードマップは、多くはボリュームが少なく、市場等の産業動向から目標、主要障壁、個々の施策や R&D 項目を策定し、さらに市場性等の項目により個々の施策を評点評価し、タイムフレームで示すというフォーマットで作成されている。ここに記載されている分析は網羅的ではない。しかし、各企業の共通認識となるような大まかなレベルで市場性を考慮し、それを軸に基礎技術の選択を行い、実現に向け具体的なアクションに直結させる意図が伺われる。また政策実現に向け、費用対効果、施策実施主体の明記（官/民/共同）、ロードマップにより導出されるプロジェクトや既存プロジェクトとの整合性、必要追加投資額といった実際の導入時に必要な分析が附加されている。民間主体作成のものでも作成意図が政府に対する提言にあるタイプのものにはこうした分析が付加されている例もある（Solar Electric Power, The U.S. Photovoltaic Industry roadmap, 2001）[17]。

これに対し、日本ではロードマップによる統一的な施策評価は行われていない。政府による施策策定に現在用いられている調書、白書といった文書を作成する際には、フォーマットの選択は各作成主体の自由裁量に任されている（NEDO　井上氏）。ロードマップによる施策評価に対する認識が高くない原因の一つとして井上氏は、先に述べたような政府プロジェクトの短期化、あるいは公にロードマップを公表することでコンセンサスに関する問題が発生する点等を指摘している。しかし今後の日本の政策的産業支援の観点で言えば、個別の事項が厳密にコンセンサスが得られるかどうかではなく、長期的な展望に基づいた文書、あるいは市場動向に沿った施策を実現するための材料を提供する事が重要であろう。その際、産業毎に異なったフォーマットで作成された資料、あるいは市場性との結びつきを記載していない要素技術に関する資料を元に施策を決定していくのは容易ではない。こうした理由から、ロードマップという共通したフォーマットにより各産業団体が必要な支援を訴え、政府が比較対照を行い施策決定し、事後評価を行うといったシステムの確立が必要であると考えられる。

またロードマップは公開され、比較可能なオープンなものであるからこそ、産業間での資源配分等に対する透明性も担保できると考えられる。WEB 上では政府によるロードマップ作成指示書にあたるものも掲載されている。ここでは作成プロセスやサーベイ用のフォーマット例といったきめ細かい支持が与えられており、異なる産業間でも共通のフォーマットを用いた比較対照を可能にしたと考えられる。あるいは民間

産業主体同士が互いの産業の動向を共通のフォーマットで概観し合うことこそが、産業間連携に対する誘因、産業間連携推進施策として機能する可能性も指摘できるのである。

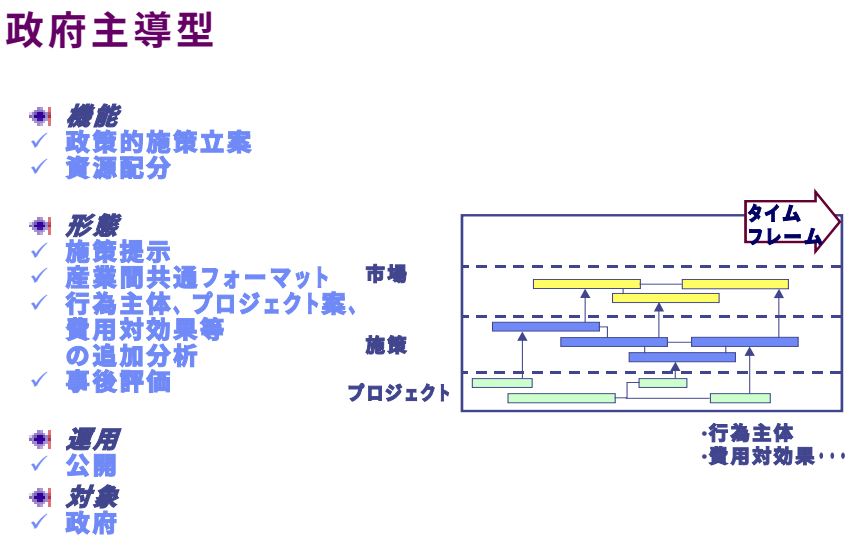

図８．７　政府主導型ロードマップ

8.2.1.4　ロードマップの主体間統合機能

以上の議論から、ロードマップの今後の方向性を展望した物が次の図８．８である。この図に示したように、日本におけるロードマップは現在の網羅的な技術ガイド型から、より異なった業種とのコミュニケーションツールとして、あるいは省庁によるトップダウン的な国家レベルでの戦略策定ツールへと発展している可能性を秘めていると考えられるのである。

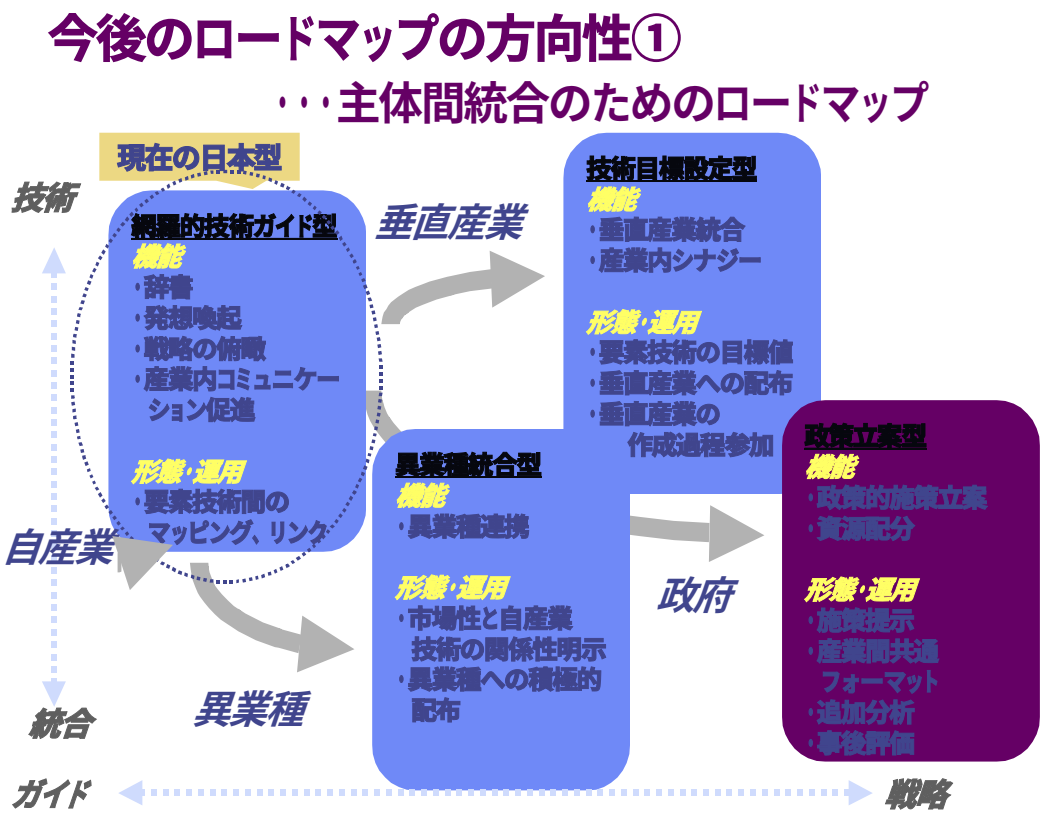

図８．８　主体間統合のためのロードマップ

また、各タイプのロードマップに想定されるフォーマットの例を図８．５から８．７に示した。こうしたフォーマットはほんの一例に過ぎない。しかし、目的を明確にすることにより求められるフォーマットもまた異なることから、最適なフォーマットを策定するノウハウ自体の蓄積も、今後の運用上求められているといえよう。

以上、今後のロードマップの可能性の一つとして、産業間、官/民間等異なる主体間のリンクとして、ロードマップが機能する可能性について概観した。

8.2.2　産業内イノベーション喚起のためのロードマップ

しかし、JEITA 穂刈氏の話にもあるように、日本の競争力低下の大きな要因の一つは個々の企業が市場ニーズを捉えられなくなったことにあることも指摘できる。OITDA 山崎氏の指摘にもあるとおり、こうした事情は政府も認知しており、産業政策を市場よりにシフトするといった動向も現れていると考えられる。しかし事業化という側面を考慮することが各企業の競争領域に抵触する二律背反という事情から、特に日本のような民間主導型のロードマップには技術的側面が強く現れていると解釈

できる。こうした事情により、現在のロードマップは必ずしも産業内の企業間コラボレーションや、各企業の研究開発に寄与しているとはいえない事がインタビューでも示唆されている。

市場ニーズを考慮した領域は、あくまで各企業の競争に委ねられる。しかし日本の大きな問題点の 1 つには、各企業で市場ニーズを取り込んだ戦略がうまく設定されていないことにあるとの指摘もある。山崎氏によれば各企業には企業レベルのロードマップやビジョンが利用されている。技術の事業化という観点からは企業ロードマップの有効性が大きな問題となる。しかし事業化といった事を考慮した各企業のロードマップの対象年度は「3 年、５年」（OITDA 山崎氏）といったように短期的展望に基づいている可能性がある。また、「技術の人はシナリオが描きにくい」(OITDA 山崎氏)といったように、長期的展望の設定と、その技術への落とし込みといった作業が各企業内で円滑に行われているか、といった点が大きな問題となってくるであろう。

個々の企業が戦略を明確にすることが産業全体としての戦略的意思決定を効率的に作用する結果産業としての競争力向上にも繋がる。ならば産業ロードマップの果たす役割は、まずは作成作業事態を通じて各企業の技術者の目を市場との長期的リンクに向かわせる、あるいは長期的市場展望の技術へのリンクの必要性を各企業に認識させる点にあるとの指摘も可能であろう。

産業特性として市場性が明確でない、あるいは半導体産業のように技術の発展が漸進的イノベーションではないので明確な発展予測が困難である、といった状況は確かに存在し、適用する産業によって求められるロードマップの形態も異なる可能性もある。しかし市場性の問題は現在避けては通れない問題となっている。問題は市場性が正確に表現されているか、といった点ではない。むしろ、大まかな範囲でも認識を共通にすること、また各企業レベルの戦略に市場性の要素を可能な範囲で反映していくことが重要であろう。そのためのノウハウの伝達、あるいは視点の転換の必要性を各企業に訴えていく点に、産業レベルのロードマップを作成する意義もまた存在しよう。こうした自産業におけるイノベーション喚起機能は、8.2.1 で述べた主体間連携機能と共にやはり産業ロードマップの果たす重要な役割として捉えられる。この際、各企業から選出されるメンバーがその後企業レベルでロードマップを用いてどのような活動を行うか、という点が重要な論点となる。各作成主体は、作成されたロードマップの利用状況に関して意識的にフィードバックを受け有効な活用に活かしていく必要があると考えられる。

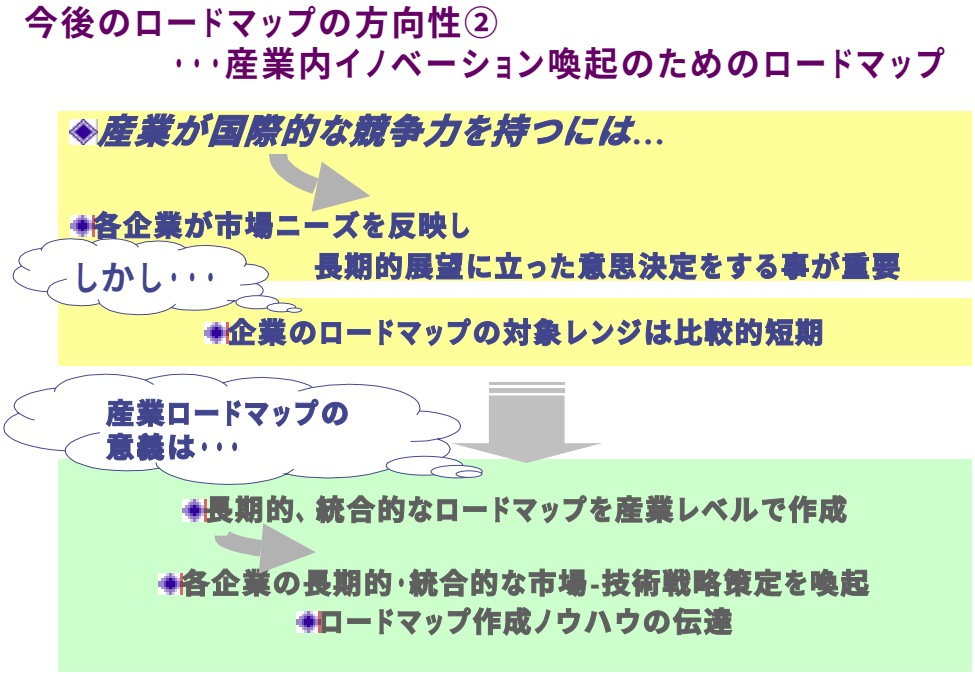

図８．９　産業内イノベーション喚起のためのロードマップ

8.3　日本でのロードマップの取り組みの課題

以上、ロードマップの機能と効用を概観してきた。結論としてロードマップを作成する際には利害関係者や提示対象、用途を明確にした上で最適なフォーマットを選択することが重要と言えよう。目的の不明確なロードマップはどの主体に対しても有益な情報を与えないという危険性を孕んでいる。また、本研究では日本におけるロードマップに関する取り組みにおいて、いくつかの論点が浮かび上がった。

・作成主体スタッフとノウハウ蓄積

ひとつは作成スタッフに関する問題である。ロードマップ作成の際、作成主体は作成プロセス等のノウハウを蓄積していく必要がある。しかし日本の場合ロードマップは民間産業団体により作成されている。こうした機関では主たるスタッフとなるメンバーが各企業からの派遣であるためノウハウが定着しにくいといった事情も今回の調査で示唆されている。今回のケーススタディーでは 1～2 年でメンバーが交代し、ノウハウの引継ぎが十分になされていない事が明らかになった。目的やフォーマット、作成プロセスは産業毎に異なる。これらに関するノウハウを蓄積していく事が真に活用されるロードマップの作成に繋がる。またロードマップが情報として十分に機能す

るには、環境の変化に対応していく必要性がある。随時の更新体制や戦略的テーマ設定、普及対象の選択等、戦略的な運用が必要であろう。作成者が短期間で交代し派遣元企業に戻る事は、ロードマップの長期的な視野に基づく運用を妨げ、形骸化させてしまう一因となる。

・作成者の選定

また、ワークショップ等の参加者に関しても、各企業側からの人材が最も優秀あるいは重要な人材でなければ真に有益なロードマップは作成されない。「はらのさぐりあい」「お付き合い程度」といった言葉に表現されるような一般的な情報交換に終わる可能性も指摘されている。専門分野での知識はもちろん、自社の戦略と守秘部分を熟知しており、望ましくはある程度の意思決定権を持った人材同士のコミュニケーションの場としてロードマップ作成が行われれば、企業間コラボレーションにも発展する可能性があるであろう。企業側がロードマップ作成に真摯に取り組み、最適な人材を派遣する必要があるのである。

・参加企業の戦略の明確化

さらには、日本企業ではトップダウン的な統制力の弱さに起因する戦略力の弱さがしばしば指摘されているのであるが、明確な戦略の不在が企業間で協調すべき領域と守秘すべき領域の曖昧さにつながり、長期的な視野にたった産業間協調を阻害する可能性も指摘できよう。産業レベルの戦略の明確化と企業レベルの戦略の明確化は相補的な関係にあるとも捉えられる。企業レベルにおけるロードマップの確立が重要な課題であるといえる。

以上、ロードマップが真に有効に機能するには、参加企業側の真摯な取り組みの姿勢が不可欠である。産業内コラボレーションの必要性に対する認識や、自社の競争領域とコラボレーション領域の明確な峻別はまだ日本の産業において不十分である点が指摘できる。今後の日本における産業発展のためには、産業レベルでこれらの認識にコンセンサスを得ておく必要が考えられよう。自産業ではロードマップが必要なのか、作成目的はなにか、どのレベルの効果を期待するのか、そのためにはどの程度の資源を投入し情報開示をする必要があるのか、ということについての共通認識の確立が不可欠である。そうすることによって、ロードマップに掲載される情報も有意義な物となるであろう。

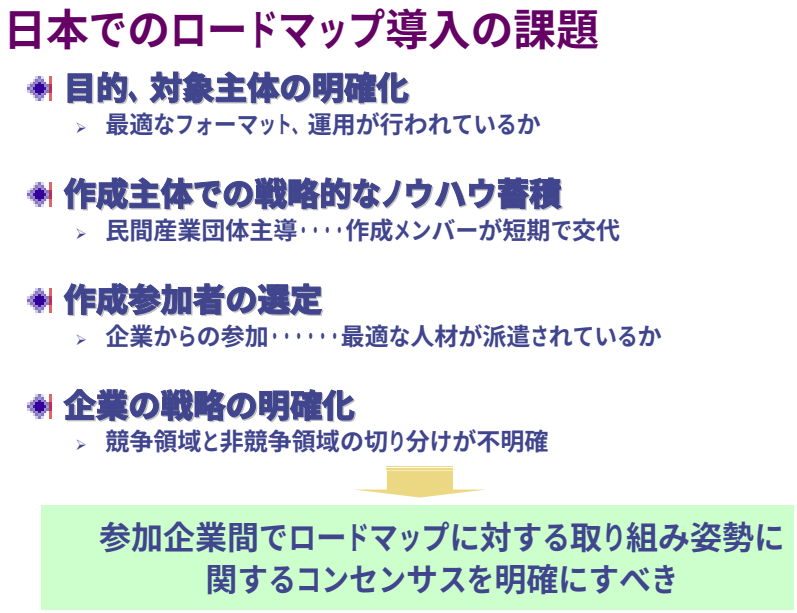

図８．１０　日本でのロードマップ導入の課題

8.3　日本産業とイノベーションのためのロードマップ

現在、産業全体が先行きの予測がつかない構造的不安定さを抱えている。また多くの産業で日本の産業が得意とするとされる漸進的イノベーションからの飛躍の時期を迎えており、戦略的意思決定の重要性が高まっている。

日本の産業は戦略面での弱さがしばしば指摘されている。数多くの事業を抱えた日本の大企業の多くの事業が非効率化しているとされている。こうした状況でこそトップダウン的な戦略的意思決定の必要性も高まっているであろう。日本の産業競争力は、少なくとも現在は数多くの事業部を抱えた大企業に依拠するところが大きい。企業レベルで捉えれば、そのような資源の分散が起こりがちな組織形態でこそ効率的な戦略立案が必要であろう。国家レベルの観点からも、日本の各々の企業は高い技術力がありながらも同質競争により体力を消耗している事が盛んに指摘されている。しかし逆に戦略的意思決定を有効に行うことでシナジー効果の創出等を行い、そうした産業形態を強みに転化できる可能性も秘めている。以上の観点からは、むしろ欧米諸国より日本でこそロードマップといったツールの必要性が高いといった観点も指摘できよ

う。

欧米では近年ロードマップを用いてトップダウン的な戦略立案を行っている。その際、ロードマップは政府主導型や、企業の例では Motorola 社に見られるようにリソース、タイムライン等と密接にリンクし、マネジメントに用いられている。日本においても同様に、ロードマップを用いた戦略的意思決定やトップダウンマネジメント強化の必要性は十分に検討の価値があるものであろう。

しかし日本の産業はボトムアップ的な組織であることはよく指摘されている。これまでボトムアップによる創造的活動が日本企業を支えてきた大きな要因であることは事実であろう。ロードマップ等の手法による戦略、施策に縛られた、行き過ぎた管理はイノベーションを阻害する要因にもなりかねない。

本研究では日本型のロードマップとして、知識喚起、ガイドとしてのロードマップという特性が明らかになった。このことは、日本の企業において、ロードマップをより柔軟な創造性発現のためのイノベーションツールとして用いることの可能性として捕らえる事ができよう。ロードマップをガイドとして知識喚起に活用し、コミュニケーションツールとして利用していくことによりボトムアップ的なイノベーションを促進できる可能性があり、むしろそうした用途が日本企業の持つ特質に整合的である可能性も考えられる。ロードマップ作成プロセス自体にもイノベーションを喚起する創造的効用がある。またロードマップを用いて常に技術の全体像や市場との接点を視野に入れ、企業内外でコミュニケーションを行う事が新たな発想に繋がるであろう。JCII 小澤氏はロードマップのこのような側面に関して、「（特に化学産業のように技術の発展が明確に予測できない産業においては）セレンディピティーを見逃さない」「ロードマップを持って話をする」等の機能が期待できると述べている。

現段階では産業レベルのロードマップは、内容が一般的で情報としての価値が不十分等の理由でこうした自産業の研究開発促進目的にはまだ十分に利用されているとはいえない事も本研究では明らかになっている。また企業レベルでは守秘性のため必ずしも研究開発戦略が下のレベルまで明確に開示されないという指摘もある。しかしロードマップを単に管理のために上層部から与えられた規定や厳密な技術予測、ハイレベルな意思決定や企業間コラボレーション等の戦略情報として用いるのではなく、現場個人レベルにおいても自由な創造性に結びつける事ができれば、更なるイノベーションを期待する事ができるであろう。IT ツールや企業内教育での利用等による現場レベルへの普及や、産業間共通フォーマットの策定による異業種コミュニケーション用途の促進等、現場レベルでの認知度向上のための方策をさらに積極的に行っていく必要性が指摘できる。この際、ロードマップの効用を、ロードマップ上に記載されている情報の正確性や、施策の実現においてのみ測るのでは不十分である。ロードマップを共通の言語として用いることにより知識を共有し、発想の喚起を測り、コミュ

ニケーションを促進することがボトムアップによるイノベーションにおいて果たす可能性は大きい。ロードマップを広くイノベーションへの効用に着目して捉える重要性が指摘できるのである。

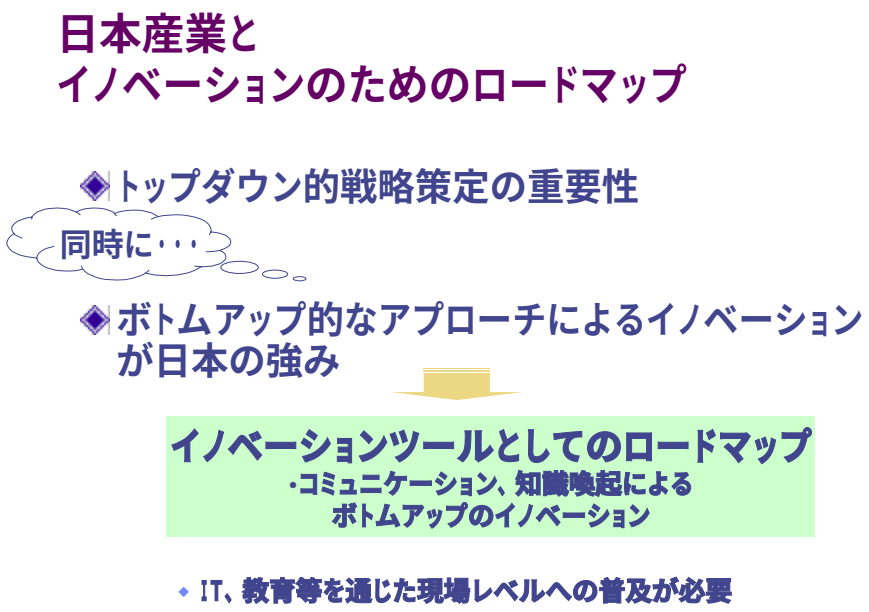

図８．１１　日本産業とイノベーションのためのロードマップ

今後、ナノテク、バイオといった先端的、融合的分野でのサイエンスドリブンイノベーションのスピードは益々加速していくと考えられる。これらの産業で競争力を獲得していくことが日本の重要な課題であろう。ロードマップといった手法を用いてビジョンに基づいた素早いイノベーション創出を行う必要性は、益々高まっている。

謝辞

本研究を行うにあたり、ご指導、ご助言を頂いた亀岡秋男教授に深くお礼申し上げます。また様々な作業を手伝ってくださり、貴重な助言を下さった研究室の方々にも深く感謝の意を表したいと思います。有難うございました。また、インタビュー等で貴重なお話を聞かせていただいた、(財) 化学戦略推進機構の小澤茂幸様、三木保様、北村健郎様、(財) 光産業技術振興協会の山崎清博様、(社) 電子情報技術協会の穂刈泰明様、文部科学省科学技術政策研究所の高野潤一郎様、新エネルギー・産業技術総合開発機構の神谷晶様、井上健司様、真鍋洋介様、オリンパス光学工業株式会社の川添様、久保允則様に深くお礼申し上げます。

参考文献

[1] Akio Kameoka, “International Comparison of Japanese Competitiveness and Policies in Industrial Technology – A new framework of ‘Symbiotic Competitiveness’ for the 21st century-“, presented at the International Conference on “Measuring and Evaluating R&D and Innovation in the Knowledge Economy”, Taipei, Taiwan, August 23-24, 2001

[2] 産業構造審議会新成長政策部会　「研究開発投資と新規事業投資の現状と課題」2002 年 4 月 15 日
http://www.meti.go.jp/report/committee/index.html

[3] Phaal, Shehabuddeen & Assakul, “Technology roadmapping: charting the route ahead for UK road transport”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, pp. 794-798, 2002

[4] 新エネルギー・産業技術総合開発機構,海外レポート 820 号 1999, http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/820/820-1.html

[5] R. Phaal, C.J.P.Farrukh & D.R.Probert, “Characterisation of Technology Roadmaps: Purpose and Format”, *Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology,* Portland, pp.367-374, 29th July-2nd August 2001

[6] Kappel, Thomas A, presented at The LearningTrust Innovation Roadmapping THE PRACTICE AND THE METHODS, April 25th , 2002 Las Vegas, Nevada

[7] C.H.Willyard & C.W.McClees, “Motorola’s technology roadmap process” *Research Management*, pp.13-19, Sept-Oct. 1987

[8] 財団法人政策科学研究所 「外部評価機関のあり方に関する調査報告書」 2001年 ,
http://www.meti.go.jp/policy/tech_evaluation/pdf/e00/01/h12/h1303i25.pdf

[9] D.Barker and D.J.H.Smith, “Technology Foresight Using Roadmaps”, *Long Range Planning*, vol.28, No.2, pp 21-28,1995

[10] R.Phaal, C.J.P. Farrukh & D.R. Probert, *T-Plan: the fast=start to technology roadmapping-planning your route to success*, Cambridge UK: Institute for Manufacturing, 2001

[11] Electricity Technology Roadmap , EPRI（Electric Power Research Institute）, 1999
http://www.epri.com/corporate/discover_epri/roadmap/

[12] The Technology Roadmap for Plant/Crop-Based Renewable Resources 2020, National Corn Growers Association,1999,
http://www.oit.doe.gov/agriculture/pdfs/ag25942.pdf

[13] Robert R. Schaller , The International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS):A Decade of Industry Roadmapping, Robert R. Schaller, presented at The LearningTrust Innovation Roadmapping THE PRACTICE AND THE METHODS, April 25th , 2002 Las Vegas, Nevada

[14] Technology Roadmap for Nanoelectronics, Microelectronics Advanced Research Initiative, MERAI NANO,2000
http://www.cordis.lu/esprit/src/melna-rm.htm

[15] Canadian Electric Power Technology Roadmap: Forecast, Industry Canada,2000, http://strategis.ic.gc.ca/SSG/ep01229e.html

[16] Alminium Industry vision The Alminium Association,2001,
http://www.oit.doe.gov/aluminum/visions.html

[17] Solar Electric Power, The U.S. Photovoltaic Industry roadmap2001
http://www.nrel.gov/docs/fy01osti/30150.pdf