

## 第3世代の技術経営 (MOT)

### …組織を超えたマネジメント・システム

長岡大学教授 原 陽一郎

#### はじめに

本稿は昨年、技術情報協会の依頼で技術経営 (MOT) に関する通信教育講座用のテキストとして書いたものをベースに加筆・補強を行ったものである。私はこれまでに研究開発マネジメントあるいはMOTに関して、その時々主題に焦点を当てながら数多くの論文を書き、セミナー等で講演を行ってきた。これはそれらの集大成である。

1997年、原・技術経営論の集大成のつもりで「研究開発部長業務完全マニュアル」と題した300ページを超える本を書いた。同時に研究開発やイノベーションについて、わが国の研究開発の世界で一般に言われている常識が近代的な科学技術を生み育ててきた欧米の社会のそれとは大いに異なっていることなどをエッセイ風に書き連ねた「外野席からの研究開発論」を月刊誌に15回連載した。これも私の技術経営論の重要な一部をなしている。

それから12年の間に研究開発の現場にも、変化が進み、私も新しい知見を加えて、技術経営論も進化した。その間に、MOT教育が全国に広がったのは予想外であった。山之内昭夫氏、亀岡秋男氏、古川公成氏、私などが集まって開いていた湘南技術経営研究会では、わが国のイノベーションの活性化のためにはMOT教育が不可欠という認識に立って、わが国ではどのような内容の教育が適当かを議論した。それに基づいて放送大学「イノベーション経営」〔亀岡ら〕が2001年に開講、8年間続いて、多くの受講生を集めた。これがわが国で最初のMOT講座である。

私の議論の中心にある概念は「トータルR&D」と称するものである。この概念こそが第3世代のR&Dの時代にもっとも相応しいR&Dのあり方であることは、企業経営者もR&Dのマネジメントも誰もが認めている。事実、90年代のR&Dマネジメントのキーワードは「経営戦略と研究開発の一体化」であった。

しかし、この概念を実現するマネジメント・システムは具体的にどのようなものであって、それをどのようにして構築するのかは、簡単な問題ではない。組織をいかに変革しても目的は達成できないのである。後で気がついたことだが、組織を超越した仕組みと仕掛けを作らなければならないからである。世界中の多くの企業がこの問題を克服できずに挫折したのではないかと思われる。成功事例の報告はあまり多くはないのである。

私のいた会社(東レ)で、1985年4月、社長の号令一下、研究開発部門はもとより全社に散在する技術担当部署を総動員してこの課題に挑戦する一大プロジェクトが立ち上がった。その中で私はトップからプロジェクトの実質上の責任者に指名されたのである。当時、私たちの会社の研究開発のパフォーマンスはきわめて低く、トップマネジメントはこれが企業業績低迷の最大の原因と強い危機意識をもっていた。

私はまず、国内の大手メーカーのR&Dのトップの意見を聞いてまわった。ほとんどの人が「それは実現不可能」と言い、実際に私たちの参考になるやり方を見付けることはできなかった。

まったくの五里霧中の状態から始まったのだが、研究・技術開発担当の全役員のフリーディスカッションを繰り返すうちに、問題が整理され原因が明らかになり、改革の方向が少しずつ見えるようになった。それから5年、「トータルR&D」マネジメント・システムは理想に近い形で実現し、企業業績への貢献も明らかに現れるようになったのである。私はそれをおおむね確認して離任した。

私の議論はその試行錯誤の体験とその過程で参考した多くの研究開発に関する調査研究、さらに、その後経済産業省、文部科学省等の委託で行った研究開発マネジメントや技術経営に関する調査研究(海外および公的機関も含む)の結果に基づいている。マネジメント・システムの設計の原則や基本的な枠組みは、私たちが今から約20年前に実際に構築したものの、そのままである。

このマネジメント・システムはほとんどそのままの姿で現在でも、機能していると聞いている。現在、この会社がとくに成長分野を持っているわけではないにも拘らず、健調な業績を維持しているのは「トータルR

&D」システムが働いているためではないかと思うのだが、現在の経営トップがどう思っているかどうかは聞いていない。

## I 第3世代の研究開発

### 1. 研究開発のパフォーマンスとMOT

#### (1) MOT (技術経営) の目的

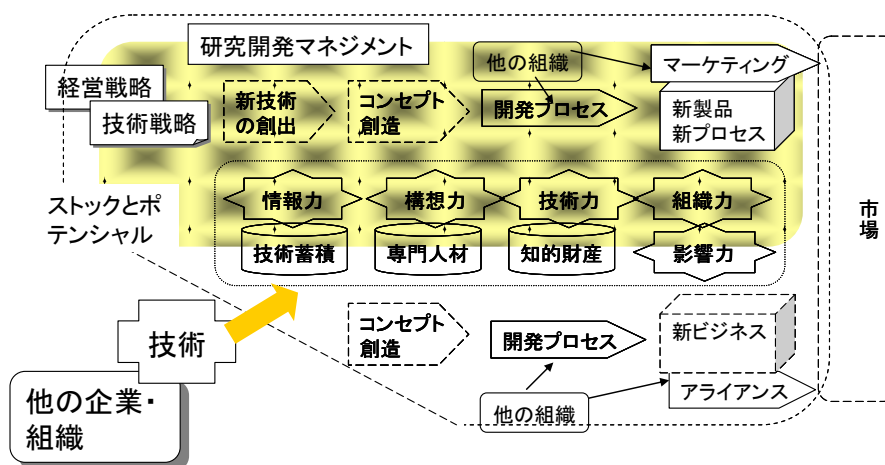
研究とは、新しい科学的な知識を見出すこと、開発とは、科学的知識を活用して新しい技術を創り出すことである。ヨーロッパで起こった科学革命は近代科学を生み出した。数学的論理考証と機械器具を用いる実験と観察をベースに仮説・検証を繰り返すことで近代科学は発展してきた。そして、近代科学の出現は経験の蓄積で進歩してきた技術(経験的技術)を科学に裏付けられた技術(科学的技術)に変質させた。産業革命から始まった工業化社会は科学的技術の進歩と共に発展し、変化してきた。研究開発活動とそれに触発されて興るイノベーションは、社会全体にとっては社会的問題の解決と経済成長の原動力であり、産業活動を担う企業にとっては市場競争力と健全な成長力の源泉であることが、今日では広く認められている〔クームズなど〕。

このように研究開発の必要性、有用性は十分に認められているのだが、研究開発に相当な費用を投入される以上、その費用の経済性(費用対効果)が当然、問題となる。営利を目的とする企業の研究開発では、古くから「研究開発は儲かるのか」が経営者の大きな関心事であった。そして、企業経営にとって研究開発活動の重要性が増すに従って、研究開発の経済性への問題意識も大いに高まってきた。

近年、産業界で流行語になったMOT(技術マネジメント、技術経営と訳されることが多い)は「技術に立脚する事業を行う企業・組織が持続的発展のために、技術が持つ可能性を見極めて事業に結びつけ、経済的価値を創出していくマネジメント」(経済産業省資料“MOT”(2004年9月))と説明されている。つまり研究開発の成果をいかに利益に結び付けるかである。MOT教育はアメリカのビジネススクールで生まれた。1986年、MITが産業生産性調査委員会を設けて、日本の産業との国際競争に遅れをとったアメリカ産業の再生のための処方箋作りを行った〔MIT90〕。その中で、工学と経営学、さらに、その二つを融合したMOT教育の重要性が論じられている。この提言がアメリカのビジネススクールの教育に取り入れられたのである。

研究開発マネジメントも技術経営も共に研究開発活動のパフォーマンスを高めることを目的としたマネジメントを言うのだが、ニュアンスに若干の違いがありそうである。研究開発マネジメントは研究から開発を経て事業化に至るまでのプロセスに焦点を当てているのに対して、技術経営の場合は、企業内に蓄積されている技術ストックの戦略的な活用や技術的な強みを活かしたビジネス・モデルの開発をも視野に入れていると見られる。つまり、技術経営はフローとストックの両方を見ているマネジメントと理解してよい。

図表1 MOT (技術マネジメント) の広がり



MOTが注目されるようになった背景には、①市場が速く激しく変化するようになり、新製品・新サービスの成功が企業業績に大きな影響を与えるようになったこと、②企業経営の中で研究開発費の支出が増大し設備投資に匹敵する規模になったこと、そして、③研究開発のパフォーマンスすなわち研究開発費の経済効率が低下してきていると感じられること、などが挙げられる。アメリカにおいて基礎研究と事業化のための開発との間に横たわる“死の谷”(基礎研究の成果が生き残って事業にたどりつく確率が極めて低い状況)の議論が盛んになり、日本でも話題になった。MOTはこの“死の谷”を乗り越えるマネジメントであるとされている。

公的部門での研究開発、つまり主に国費によって賄われている公的研究機関や大学における研究開発は直接的に営利に結び付くものとは考えられていなかったため、これまで経済性が議論されることはほとんどなかったが、平成17年策定の第3回科学技術基本計画ではじめて研究開発の経済性向上が課題に取り上げられた。この背景には、90年代、国の研究開発費が増額されたにも拘わらず、この年代を通じての経済成長率はゼロに近かったという事実がある。国を挙げての研究開発が経済成長に効かなかったのである。

## (2) 技術進歩とイノベーション

研究開発の成果はイノベーションの成功に繋がって始めて利益に結び付く。イノベーションとは簡単に言えば、新製品、新サービス、新ビジネスを創り出し、それらが市場に受け入れられ、事業主体に利益をもたらすこと、換言すれば「新しい価値を創り出すプロセス」である。営利企業にとって、研究開発は利益を創り出すための活動なのである。

わが国ではイノベーションを技術革新と訳したために、一般に誤解を招いたが、新しい技術を事業化、商業化することだけがイノベーションではない。シュンペーターも「イノベーションと発明とは違う、イノベーションにとって学問的新規性などどうでもよいことだ」と言った。イノベーションのきっかけが「変化の洞察」や「思いつき」であった例は実際に多い〔ドラッカー85〕。しかし、実際には新しいか古いかは別として、技術に無関係のイノベーションの事例はほとんどないと言って過言ではない。また、わが国ではイノベーションを画期的なものとする傾向があるが、欧米においては、改良、改善もイノベーションの1類型にしていることにも注意を要する。

経済学者ヨーセフ・アーロイス・シュンペーターは経済発展がイノベーションによって起こることを論理に基づいて説明した。国全体の経済成長は、国民総生産(GNP)あるいは国内総生産(GDP)の成長率で計られる。国民総生産、すなわち生産活動を増大するためには、生産要素の投入を増やす必要がある。生産のために要する、もっとも重要な生産要素は、資本と労働とされてきた。したがって、生産の規模は資本と労働の関数である。

アメリカの経済学者 P. ダグラスと統計学者 C. コブは20世紀初めのアメリカ産業の20年間の統計を分析して、生産額Y、資本投入量K、労働投入量Lとの間に次のような関係があることを見出した。これが、コブ・ダグラス型の生産関数である。

$$Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{(1-\alpha)}$$

$$\alpha + \beta = 1$$

さらに、生産関数の係数Aが年の経過と共に増加する傾向があることが分かり、ソローは、その増加が技術進歩によるものと考え、生産関数を下の式のように書き改めた。ソロー型の生産関数と呼ばれる。

$$Y = A(t) \cdot K^{\alpha} \cdot L^{(1-\alpha)}$$

上記の式は次のように変換できる。

$$dY/Y = dA/A + [\alpha dK/K + (1-\alpha) dL/L]$$

この式から、経済成長に対する各投入要素の寄与度が計算できる。dA/Aは資本、労働および他の要素すべての生産性向上を包括的に示すことになるので、一般に全要素生産(TFP)と呼ばれる。この全要素生産性のかかなりの部分は技術進歩によってもたらされると考えられ、したがって、全要素生産性は技術進歩の寄与度と見做されるようになった。シュンペーターも生産関数の係数が増加する現象に注目し、イノベーションは生産関数を絶えず変革するものと考えた。「アダム・スミス以来、多くの経済学者は技術進歩が経済成長の主たる要因であることを認めてきた」と言われる〔クームズ89〕。

したがって、全要素生産性を測定すれば、生産要素の増減と関係なく、研究開発費の投入額がどれだけ付加価値額の増加に効いたか、すなわち、研究開発がどれだけ経済成長に寄与したかが算出できることになる。事実、これまでの研究では、全要素生産性の向上と研究開発投資との間には、一定の相関関係が知られており、

研究開発がイノベーションの促進要因であることの証左と考えられてきた。先進諸国が科学技術政策を重視してきた裏には、こうした考え方があったからである。

実際に、そのような手法で国レベルでの研究開発の経済的効率を計算した事例は少なくない。たとえば、OECDは「研究開発費の投資回収率に関する既往の研究結果をまとめると、10～20%が代表的な値で、研究開発投資は平均して企業の利益に貢献している。さらに、技術のスピル・オーバーのために、社会全体では20～50%に達し、極めて高い経済効率を有している」と言っていた〔OECD00〕。

私も、マクロ経済の統計値を用いて、日本の製造業全体の研究開発のマクロ的経済効率を計算した。技術進歩の成長寄与率は全要素生産性から求められる。この結果は投資利益率として驚くほど高いのだが、年の経過とともに低下している。このことが80年代後半、「研究開発効率曲線の下シフト」として話題になった。全要素生産性は経済成長率と論理的に密接な関係があることが予想されるが、実際にもそれが認められる。研究開発効率曲線の下シフトは経済成長率が鈍化してきたためと考えられる。

図表2 製造業の成長要因分析と研究開発のマクロ的効率

年代	GDP (製造業) [平均、年] (兆円)	技術進歩の 成長寄与率 [平均] (%)	技術進歩 による製造業の GDP増加額 [平均、年] (兆円)	製造業の 研究開発費 [平均、年] (兆円)	研究開発の マクロ的効率 (%)
	A	B	A × B	C	A × B / C
70～75	39.5	2.9	1.1	1.2	95
76～80	60.8	2.0	1.2	2.1	58
81～85	81.7	2.3	1.9	4.2	45
86～90	106.6	2.3	2.5	6.7	37

注) 研究開発のマクロ的効率

= 技術進歩による製造業の付加価値増加額 (毎年) / 製造業の使用研究開発費 (毎年)

日銀資料、国民経済計算年報 (経企庁)、科学技術研究調査報告 (総務庁) のデータを使用。

ところが、90年代以降、全要素生産性がなにを表わすのかが分からなくなるような状況が生じた。OECDはかつては主要7カ国について全要素生産性を計算して毎年、発表していたが、現在は止めている。そこで、私たちはOECDの研究者からデータを入手したところ、全要素生産性、すなわち技術進歩は90年代を通してわが国だけがマイナスというものであった。このデータから研究開発の経済効率を計算すれば、当然、マイナスになる。研究開発の経済効率がマイナスとは、研究開発活動によってかえって技術が退歩するというになる〔原03〕。このようなことは理論的にも実際的にも考えられない。

これを見る限り、全要素生産性に基づいて研究開発のマクロ的経済効率を推し量ることに、限界があると言わざるを得ない。全要素生産性の本質は何なのか。経済のメカニズムからも、全要素生産性 (TFP) はGDP成長率に引きずられることが考えられる。とくに、硬直性の高い経済構造では経済の変動に生産要素の投入の調整が柔軟に進まず、経済の低迷の影響を長く受けると考えられる。さらに、TFPの算出にも技術的な問題がある。日本では、統計上の不備のために直接、算出ができず、仮定の下に計算されてきたと言われる。OECDが全要素生産性の発表を止めた裏には、種々の理由で国際比較データとしての信頼性を保証できないという認識があったからと考えられる。

### (3) 企業における研究開発の経済性

企業における研究開発の経済効率の測定・評価方法も古くからの課題で、これまでも数多くの提案は発表されているが、実用には問題が多く、実際に使われているものはないと考えてよい。研究開発の経済性評価には次のような局面があって、その目的は異なる。個別の研究開発プロジェクトの評価に関しては、後の章に譲り、ここでは研究開発活動全体の経済的パフォーマンスを客観的に評価する方法について論じる。

図表3 企業における研究開発の経済性評価の目的

	事前	中間	事後
研究開発活動全体	—	—	マネジメント全体の改善の指針
個別研究開発プロジェクト	プロジェクトの選択、個別の方針確認	個別の方針の見直し	個別プロジェクトの事前・中間評価法の改善、信頼性向上

営利企業における研究開発の経済的パフォーマンスの客観的評価は研究開発マネジメントあるいは技術経営の責任者にとって、もっとも知りたいことで、古くから主要な議論のテーマであった。しかし、今までのところ、広く認められている手法は存在しない。

私たちが行った調査結果によると、経済的パフォーマンスを表わす客観的指標をすでに有している企業が50%、持っていない企業で検討中が約20%、必要を感じていない企業はわずかに2%弱であった〔05東レ〕。企業の内部では、それぞれに工夫して経済性の評価を行っている例は多い。多くは研究開発活動から生み出された新製品の売上げ額、粗利益あるいはコストダウン額などの総額と投入された研究開発費の総額との対比(たとえば、Olsen法など)を用いる。他に活動全体の目標の達成度やプロジェクトの進捗などを用いている例もある。主要企業に対する聞き取り調査から、それぞれの企業内では、さまざまな指標を用いて研究開発活動の客観的な評価が行われており、経済性についてもある程度の確認は行われて、研究開発マネジメントに活かされていることを窺い知ることができる。

企業の全要素生産性をベースに経済効率を計算することは可能だが、適当な方法ではない。企業においては付加価値生産額が常に増加していく訳ではない。研究開発の経済効率はわが国の90年代のようにマイナスになり、研究開発部門の長は説明に窮することになる。実際に新製品は既存の製品に置き換わっていくことを考えると、このようなマクロ的な方法で研究開発の経済効率を測定する訳にはいかないだろう。

研究開発費は売上げ粗利益の一部を再投資していると考えられる。したがって、研究開発費は売上げ粗利益を増大させるものとみなされる。このような考え方に従って、私は次のような計算方法を提案した〔原79〕〔原97〕。

研究開発費の研究開発活動に伴う売上げ粗利益〔G〕の増加要因は、①新製品、新サービスによる売上げ粗利益の付加〔N〕、ただし、新製品・新サービスの有効期間は5年間、②新技術の適用による売上げ原価の対前年の低減額〔C〕、③技術料収入〔L〕で構成される。また、 $i$ ：基準年からの経過年次、 $e$ ：新製品売上げ粗利益のうちの新製品の販売等に費消される経費の割合、 $r$ ：利率。

基準年度から $n$ 年度までの売上げ総利益増加額の現在価値換算値(NPV)は、

$$\sum G_n = \sum (1-e) N_i / (1+r)^i + \sum C_i / (1+r)^i + \sum L_i / (1-r)^i$$

また、基準年度から $n$ 年度までの研究開発費〔R〕の現在価値換算値(利率： $r$ )は、

$$\sum R_n = \sum R_i / (1+r)^i$$

したがって、基準年から $n$ 年度までの期間の累積された研究開発のパフォーマンス〔P〕は投資利益率の形で、

$$P_n = (\sum G_n / \sum R_n - 1)$$

売上げ粗利益の増加要因を新製品だけでまかなうとし、新製品の売上げ粗利益率25%、うち75%が新製品の販売等で費消される、すなわち $e=0.25$ 、将来価値の上昇率(利率)を10%、すなわち $r=0.1$ 、であるとして、上の式の $n \rightarrow \infty$ とすると、

$$P = [(1-e)(1+r)N/r] / R - 1$$

この式から、売上げ高に対する研究・技術開発費総額(研究開発部門だけでなく全社の技術部門の費用の含める、通常の研究開発費の1.5~2倍か)の比率が7%の会社の場合、売上げに対する新製品比率が12%以上あれば、研究開発費の投資利益率は10%以上と計算される。

ただし、次のような問題点もあって、この考え方は自信をもって薦められるものではない。実際に認められているわけでもない。

- ① 研究開発費は毎年、ほぼ同額が継続して投入されるが、成果との対応関係でどのように扱うべきか。タイムラグはどの程度が適当か。
- ② 新製品・新サービスの粗利益をすべて研究開発活動に基づくものと見なして良いか。
- ③ 新製品・新サービスの成果の有効期間は何年が適当か、また、原価低減の効果は1年とするのが妥当か。

実際に、上記の計算結果は相当に甘い。私の経験では、新製品売り上げが全売り上げの30%以上にならないと、研究開発は企業の業績に貢献しているという感覚は得られない。企業の研究開発の経済効率を評価する適切な手法の開発は、私の長年の懸案であったが、いまだにできていない。

## 2. 第3世代のR&D

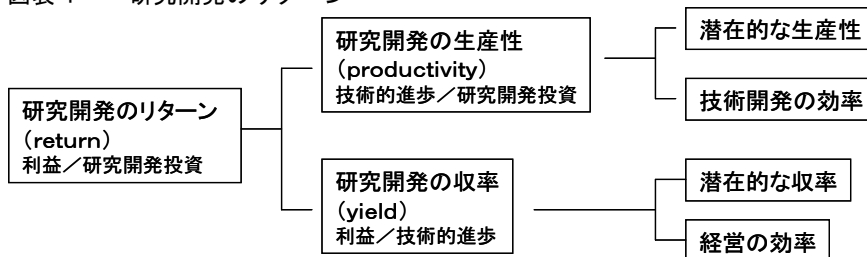
### (1) 研究開発マネジメントの進化

すでに述べたように研究開発マネジメントとは、本来、研究開発の経済性を高めることを目的としている。研究開発マネジメントも時代と共に進化し世代交代をしてきた。ラッセルら〔ラッセル92〕によれば、第1世代は自由放任、第2世代はプロジェクト・レベルでの目的指向、第3世代が経営レベルでの目的指向。85年ころから第3世代への移行が始まったと言われた。

この背景には、研究開発の経済性が低下してきたという問題意識があった。研究開発の経済性を示す指標は年とともに下がってきていた。経営者も研究開発が成果を挙げ難くなってきていることを感じていた。研究開発マネジメントの進化は研究開発の経済性の改善を求めてのことだったのである。

アメリカの産業研究協会(IRI)は研究開発の生産性について、2年間に亘って調査研究を行った〔Foster85〕。そして、研究開発のリターンは研究開発の生産性の向上に加えて、研究開発成果を利益に結び付けようとする経営全体の努力、関係する事業部門や生産、販売などの基幹業務の協力がなければ向上させることができないことを示した。このような事実認識から第3世代の研究開発へのシフトが始まった。

図表4 研究開発のリターン



この調査研究において、研究開発のリターンに影響を及ぼすと考えられる要素53項目の中から、とくに重要なもの13項目を選び出している。技術の筋の良さとプロジェクト・チームの力が研究開発の生産性を高め、顧客とのコミュニケーション、市場のトレンドと競争相手への関心、マーケティング部門、生産部門との連携が研究開発の歩留まり、収率を高める。

図表5 研究開発のリターンに大きな影響を及ぼす要素

	影響の大きい活動項目	説明
技術の潜在能力	技術的可能性の確認	既存技術の原理的な限界、代替技術の評価
	技術的限界の確認	現在の技術の限界を決める要素
	技術の特徴の理解	製品やプロセスの機能を定める物理現象の理解
技術開発の効率	専門人材の質	有能な専門人材の採用
	プロジェクトの確認	目標と技術的手段の確認
	プロジェクトのスタッフ編成	技術とマネジメント・スキルの結集能力
	プロジェクト計画	費用とスケジュールの正確な見積もり
	プロジェクトの終結	技術的、経済的に目標達成を確認する能力
歩留まりの最大の可能性	需要予測	現在および将来の製品の価値と量(製品の本質的な機能と価値との関係に注目)
	競争相手の戦略	現在および将来現れる可能性のある競争相手の戦略に関する考察
事業化の効率	顧客ニーズの確認	将来の顧客の価値観の変化の洞察
	マーケティング部門との連繋	市場と技術の言葉の変換、日常的なコンタクト
	生産部門との連繋	日常的なコンタクト

ラッセルらが「第3世代のR&D」〔ラッセル92〕を刊行したのは90年代初頭。これに触発されて、わが国で第3世代への移行が議論されるようになったのは1990年代半ばからである。「経営戦略と研究開発の一体化」が研究開発マネジメントのキーワードになった。つまり、「経営戦略と研究開発の一体化」が研究開発の経済性向上のもっとも基本的条件と見なされるようになったのである。第3世代の研究開発においては、経営戦略レベルで組織的に研究開発を展開するもので、研究の初期の段階から研究開発部門と生産部門、マーケティング部門との緊密な連携が不可欠の要件だと考えられた。ラッセルらは「研究開発部門を社内で孤立させてはならない」と言った。

しかし、「経営戦略と研究開発の一体化」を実現するには、研究開発マネジメントはどうあるべきか、そのマネジメントを支えるシステムはどう設計すべきなのか。こうした問題に、広く認められる理論的ガイドラインはない。「トータルR&D」はラッセルらの言った第3世代の研究開発の要件を満たしているという意味で、典型的な実例と考えている〔原97〕。

第3世代の議論が始まって、すでに20年ほど経つが、研究開発マネジメントの最近の議論を聞いていても、マネジメント・システムとしては全体として第3世代への移行が進んでいるようには感じられない。そんな中で第4世代の研究開発を論じた本がアメリカで出版されて、もう10年近くが経つ〔Morris99〕。第4世代の研究開発は「組織を超えた顧客やビジネス・パートナーとの協働」だと、著者のモリスらは言っている。経営環境の変化は速い。以上のような研究開発マネジメントに関する世代交代は、もっと長い目でみると、下の表のように展望することが出来ると考えている。

図表6 研究開発マネジメントの世代交代

		ラッセル	研究開発マネジメントの特徴	技術と市場
第1世紀: 英雄の時代	19世紀		大科学者・大技術者が自分の研究室や 発明工場を作り、自由に研究開発を展 開	科学の技術に対する 影響力が大 市場は新技術による 新製品を歓迎
第2世紀: 組織の時代 (中央研究 所の時代)	1900~ 60年頃	第1世代	【直観的マネジメント…自由放任】 研究者にテーマの選択を含めてマネジ メントを任せる	技術開発の生産性の 競争…組織化 市場の発展期
	1960~ 85年頃	第2世 代	【プロジェクト・レベルでの目的志向】 経営サイドがプロジェクト・レベルでマネ ジメントに介入	研究開発の成功確率 の改善
	1985~ 00年頃	第3世 代	【経営レベルでの目的志向】 経営戦略と一体化した研究開発 研究開発と生産、マーケティングとの連 繋	技術ストックの巨大化 市場の成熟とニーズ の多様化
第3世紀: ネットワ ークの時代	2000年 以降	(第4世 代)	【組織を超えた顧客やパートナーとの協 働】顧客やパートナーとの緊密なコミュ ニケーションと相互学習による創造のマネ ジメント	技術の革新性よりもコ ンセプトの革新性 市場ニーズが見えない時代

研究開発という活動が社会の中で認知されるようになったのは19世紀から。その19世紀は科学技術史に名を残す有名な学者、発明家が活躍した英雄の時代、つまり、第1世紀だったと言えるだろう。

20世紀になると、公的部門も私企業も、研究所という組織を作って研究開発を行うようになった。そこで初めてマネジメントの必要性が生まれてきた。第2世紀、組織の時代と言えるだろう。そして、マネジメントも第1世代から第3世代まで進化した。これがラッセルらの観察である。〔ラッセル92〕。モリスらが言う第4世代の研究開発が21世紀的であるとすると、研究開発は閉鎖された組織内から組織の壁を越えて外に広がっていくイメージである〔Morris99〕。

実際に、「中央研究所の時代の終焉」と題する翻訳書〔ローゼンブルーム98〕がわが国では話題になった。研究開発のアウトソーシングは急増しているし、研究開発のオープンソース化も技術マネジメントの新たな課題になり始めた。オープン・イノベーションという概念も生まれた。こうしたトレンドを延長すると、21世紀の研究開発は第3世紀、ネットワークの時代を迎えるのではないかと考えられる。

(2) 研究開発戦略の意義

今日の研究開発マネジメントの基本は第3世代、すなわち「経営戦略と研究開発の一体化」「事業と研究・技術開発の一致」である。このことはほとんど全ての企業での共通認識になっているとって過言ではない。私たちの調査〔東レ02〕によると、事業と技術の一致には3つのタイプが見られる。第一は技術を事業に一致させようとしている企業。第二は事業を技術に一致させようとする企業。第三はもともと事業と技術は一致しているから、とくに考える必要はないという会社である。この3つのタイプのうち、技術を事業に一致させようと努力している企業は、概ね業績がよくない傾向がある。事業と技術のどちらから接近させるかは、まさに経営戦略の問題であるが、事業に技術を一致させることは難しいことを暗示しているようである。

研究開発活動は企業の将来に備えるものであるから、本来、戦略的の経済活動である。「経営戦略と研究開発の一体化」にとって、研究開発に経営戦略と整合し全体の活動を統合した戦略、研究開発戦略あるいは技術戦略が必要になる。後述するように、研究開発の経済性が良いと見られる企業は通常の企業に比べて、戦略や基本方針の組織内徹底により力を入れているという分析結果〔東レ97〕は戦略の重要性を示している。

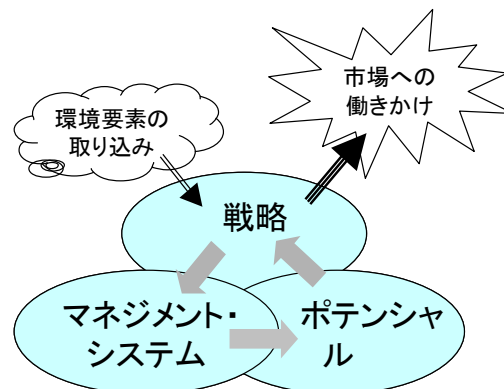
研究開発は、今日現在、直面している課題、たとえば市場ニーズに対応した新製品、新サービスの開発あるいは生産現場や流通段階での技術的問題の解決などへの対応と同時に、将来にとって必要となるであろう新しい科学技術を準備する活動である。研究開発戦略は、したがって、研究開発が指向すべき方向、重点を置くべき領域を明確に示すことがもっとも重要になる。これが研究開発テーマの選定のもっとも基本となる基準となる。

図表7 研究開発戦略の内容

主な項目	主要な内容 (検討対象)
事業戦略に対応する研究・技術開発の位置づけ	事業環境 (市場と技術) の将来展望と事業戦略の狙い 事業戦略に対応する研究・技術開発の役割、使命 事業戦略に活かすべき技術の特徴と優位性 事業戦略に対応する研究・技術開発の戦略的要因 (最重要課題)
狙いの方向と経営資源の配分方針	研究・技術開発が達成すべき目標 重点を置くべき研究・技術開発の領域とその方針 各領域ごとの研究・技術開発の目指すべき方向 各領域ごとの重要な研究開発プロジェクトの計画概要 人材配置、研究開発費の配分、設備投資の方針
マネジメント・システムの変革	改革すべき問題点 (組織、テーマ設定・評価法など) と方針 プロジェクト推進体制など アウトソーシングの方針
ポテンシャルの向上	強化すべき技術の領域とその方針 知的財産戦略の方針 採用、社内教育・人材開発 技術強化のための技術導入、技術提携

研究開発戦略が立てられると、それを実現するために戦略に適合したマネジメント・システムを構築する必要がある。研究開発マネジメント・システムが研究開発戦略に適合して作られると、研究開発のポテンシャルが向上する。ポテンシャルが向上すると、戦略の目標レベルを上げることができる。このように戦略とマネジメント・システムとポテンシャルは連鎖しながらスパイラル的に高まっていく。今、勢いのある企業の中では、このようなスパイラル的發展が明確に存在するに違いない。

図表8 戦略経営のスパイラル的發展



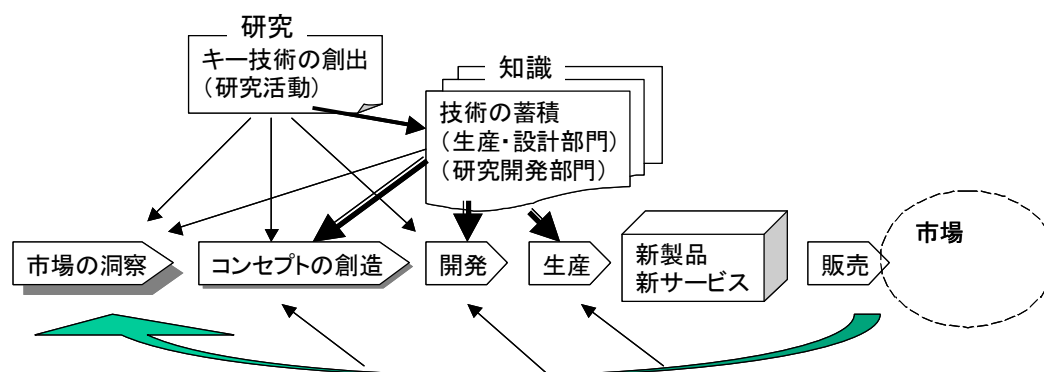


### (3) 研究開発のパフォーマンスを決める戦略的要因

第3世代の研究開発のあり方を考える上で前提とすべきいくつかの重要な観察事実がある。その第一は前述したアメリカ産業研究教会 (IRI) の研究開発のリターンに関する調査研究 [Foster85] である。これが「経営戦略と一体となった研究開発」の重要な根拠となった。

次にS. クラインのリンクド・チェーン・モデル [クライン 92] を挙げなければならない。スタンフォード大学のクラインは、イノベーション (新製品の開発と事業としての成功) は市場の洞察から出発することが多いことを見出した。これはイノベーションが研究から開発を経て事業化に発展するという、古くから信じられていたテクノロジー・プッシュ型の「リニア・モデル」を覆すことになった。市場の洞察・発見から始まるデマンド・プル型の開発のプロセスが企業のイノベーション活動の中心軸であることを示した。

図表9 クラインのイノベーション・モデル



注)クラインの示したリンクド・チェーン・モデルを元に原が書き直した

クラインのモデルの特徴は次の点を強調したことにある。

- \* 研究と技術的知識を区分したこと
- \* 研究のイノベーション・プロセスに対する役割は将来のキー技術の創出
- \* 多様なフィードバック回路が存在し、次のイノベーションを章発する
- \* イノベーションの出発点の多様性だが、市場の洞察・発見がもっとも重要

また、イノベーションのインフラとして次の要素が重要であることも指摘した。

- \* イノベーション・プロセスにおける組織間の情報の受け渡し・・・コンカレント・エンジニアリング
- \* 技術的知識の蓄積の質と量
- \* 関係者間のコンセンサスの形成

その後、事例研究の結果から、イノベーションの多くが市場のニーズに応えるデマンド・プル型であることが明らかになり、クラインのモデルの評価は大いに高まった。

経営者から見たイノベーションの価値についてのゴベリのレポート [Goberli87] も重要な示唆を与えた。ゴベリは米国内での幅広い事例研究に基づいて、イノベーション (この場合は新製品開発と同じ意味) で、経営者から見てもっとも迷惑なものは、技術の革新性は高くても市場での価値の低いテクニカル・イノベーションだと言っている。研究開発者の立場からは、技術の革新性も市場での価値も高いラジカル・イノベーションを狙いたい。しかし、その実現の頻度は少ないから、結果としてテクニカル・イノベーションに落ち込んでしまう。技術的には面白くなくても、失敗の可能性が低く、利益率の高いアプリケーション・イノベーションに注目すべきだと言うのである。研究開発全体のパフォーマンスを上げるためには、研究開発テーマの配置の戦略的バランスが重要なのである。

図表 10 ゴベリのイノベーションの価値

		技術の変化	
		LOW	HIGH
商品の価値(収益性)	LOW	Incremental Innovation	Technical Innovation
	HIGH	Application Innovation	Radical Innovation

	イノベーションの頻度	効果				市場での失敗の可能性
		市場シェア	売上げ	研開費	利益率	
Incremental	多い	損失の縮減	損失の縮減	少ない	中	やや高い
Technidal	少ない	低い	小さい	大きい	低い	高い
Application	やや多い	中	中	少ない	高い	低い
Radcal	やや少ない	高い	大きい	大きい	中	やや低い

(4) パフォーマンスの良いマネジメント・システム

さらに、私たちはわが国の企業の研究開発パフォーマンスとマネジメントのあり方についての調査研究を行い、研究開発のパフォーマンスの良い企業の研究開発マネジメントは平均的な企業に比較して、次のような明確な特徴があることを明らかにした [東レ96]。すなわち、

- ①□ 研究・技術開発についての戦略・基本方針を組織全体に明示し浸透させることに力を入れていること、
- ②□ 重要な開発プロジェクトに対してトップマネジメントが統合と全社協力の指揮を取っていること、
- ③□ マネジメント・システムはバランスのよい平均的なものでなく、際立った特徴を持っており、とくに開発のマネジメントに重点を置いて、厳しいマネジメントを行っていること、

研究開発のパフォーマンスにとって研究開発戦略の存在と徹底と開発のマネジメントが極めて決定的なのである。

研究開発のパフォーマンスの良い企業とは、外部から見て、研究開発の成果が企業業績に貢献していると思わせること、内部においても、それを自認していること（たとえば、営業報告書等で業績の説明に研究開発成果を挙げている、この調査で研究開発の業績貢献を研究開発部門のトップはもとより経営トップも評価していると回答したなど）である。本調査でパフォーマンスが良いと分類した企業は、ソニー、トヨタ、キヤノン、シャープ、花王、富士フィルム、武田薬品、住友電工など、その他企業には、東芝、東レ、三菱電機、三菱化学、石川島播磨、積水化学、オムロン、帝人、旭硝子、リコーなどが含まれている。

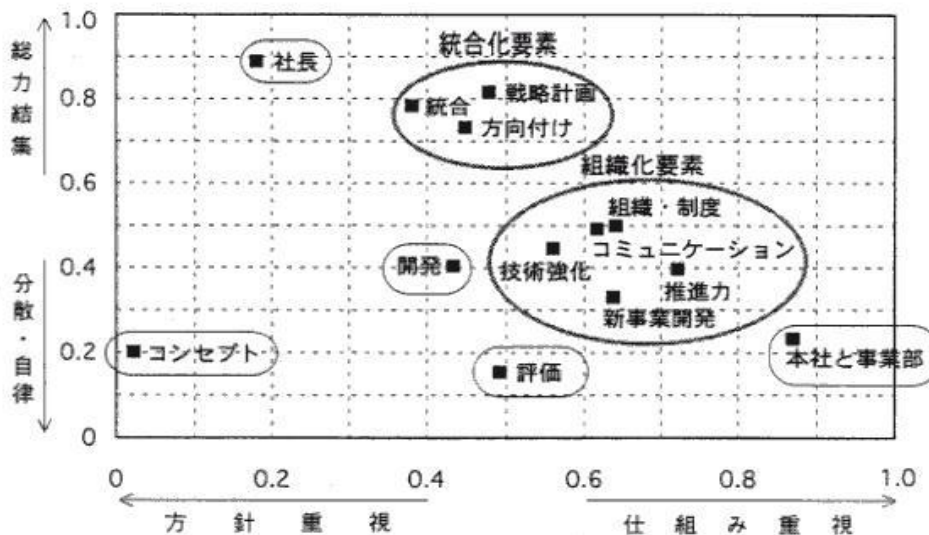
図表 11 研究開発のパフォーマンスの良い企業の特徴

	評点の平均値の差のとくに大きい質問項目 (評点3以上は全企業が力を入れて行っていることを示す。)	優良企業(8社)	その他企業(19社)	差
戦略・基本方針の明示	1. 事業コンセプト、ドメインの絞り込み	3. 00	2. 10	0. 90
	2. 全社シナリオと研究開発の方向付け	2. 38	1. 75	0. 63
	3. 全社の中核とすべき技術領域の明示	2. 75	1. 90	0. 85
	4. 全社共通の研究開発に関する原則、規範の存在	2. 25	1. 45	0. 80
	5. 全社の研究開発に関する社長の方針指示	2. 75	1. 85	0. 90
統合と全社協力	19. 全社的なプロジェクト制度	3. 00	2. 30	0. 70
	20. 重要プロジェクトへのトップの協力指示	3. 13	2. 20	0. 93
開発のマネジメント	37. 全社重要開発プロジェクトの社長決定	3. 38	1. 85	1. 53
	38. 重要開発リーダーを全社的観点から選任	2. 88	1. 85	1. 05
	40. 重要な開発の計数的な事業性評価の実施	2. 71	1. 61	1. 10
	43. 開発での設計・生産部門との連携	3. 00	2. 00	1. 00
	全質問項目の評点の平均値	2. 44	2. 14	0. 30

以下は私たちの調査研究〔東レ96〕から得られた研究・技術開発の優良企業と平均的な企業を分けるマネジメント・システム上の特徴の違いである。

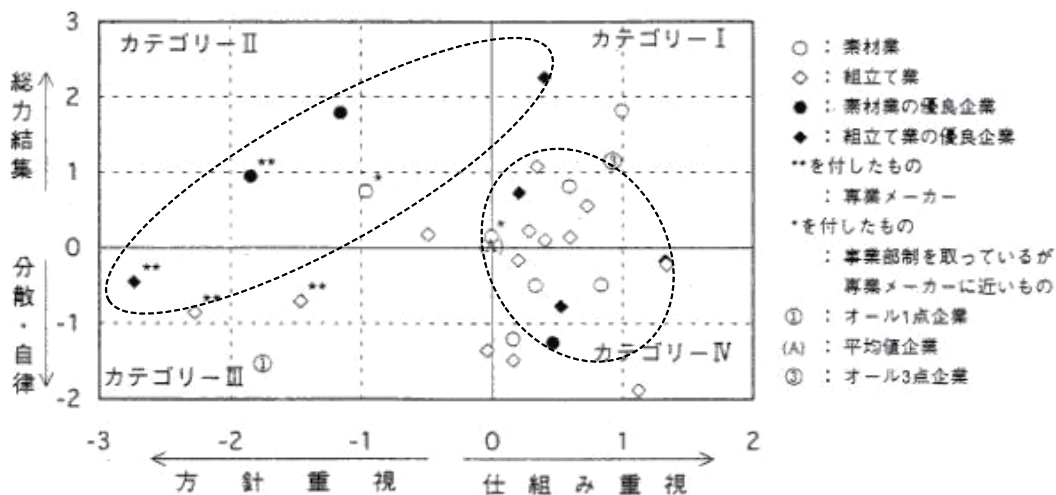
研究・技術開発のマネジメント・システムは下図のような構造を持っていて、「社長」と「本社と事業部」は対極的位置にあって、その間を統合化の要素と組織化の要素がつかないでいる。一方で、企業のコンセプトは方針重視と分散・自律を両立させる重要な機能を発揮していることが理解できる。

図表 12 マネジメント・システムの構造



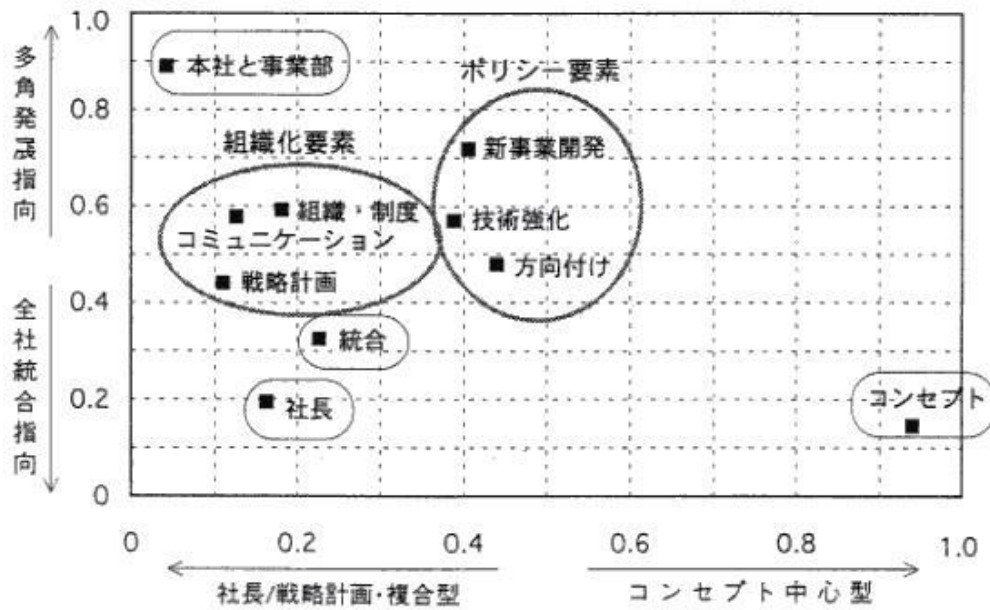
このような構造の下で、パフォーマンスの良い企業（黒塗りで示す）は中心（0-0）、すなわち、平均的な位置から離れた周辺域にあることが分かる。

図表 13 マネジメント・システムの構造と優良企業



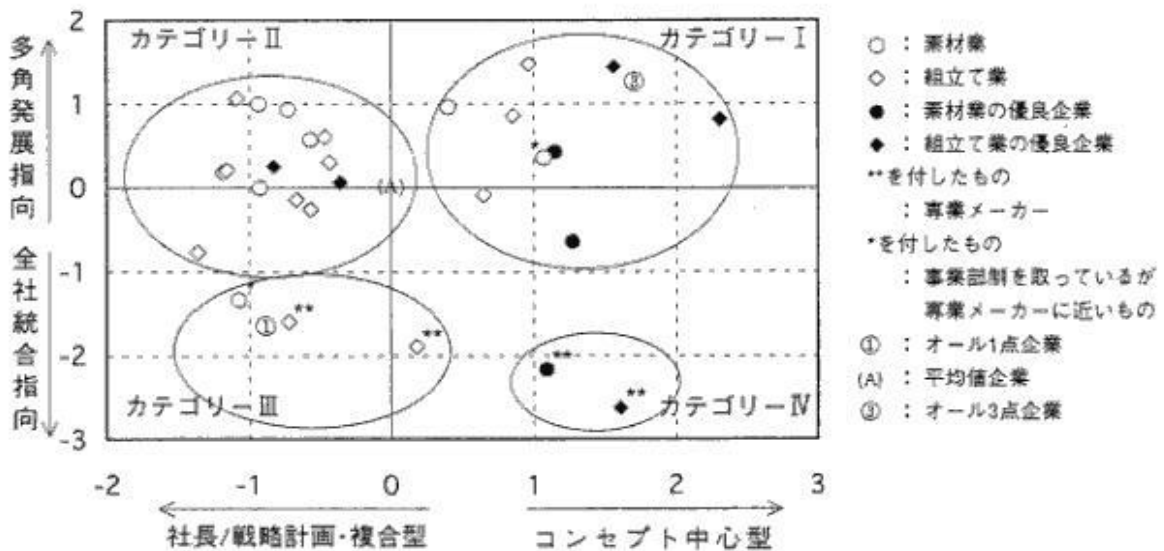
企業のアイデンティティや組織風土は企業コンセプトが内外に明確に示されている企業と、そうでない企業ではかなり異なることが分かる。強力な「企業コンセプト」の存在は、全社統合の機能をそれだけで発揮するが、そうでない通常の企業では、全社統合は「社長」の機能で、また、多角発展指向では「本社と事業部」が基軸になり、その間を組織化要素、ポリシー要素がつかないでバランスをとる構造になっている。

図表 14 企業のアイデンティティとマネジメント要素



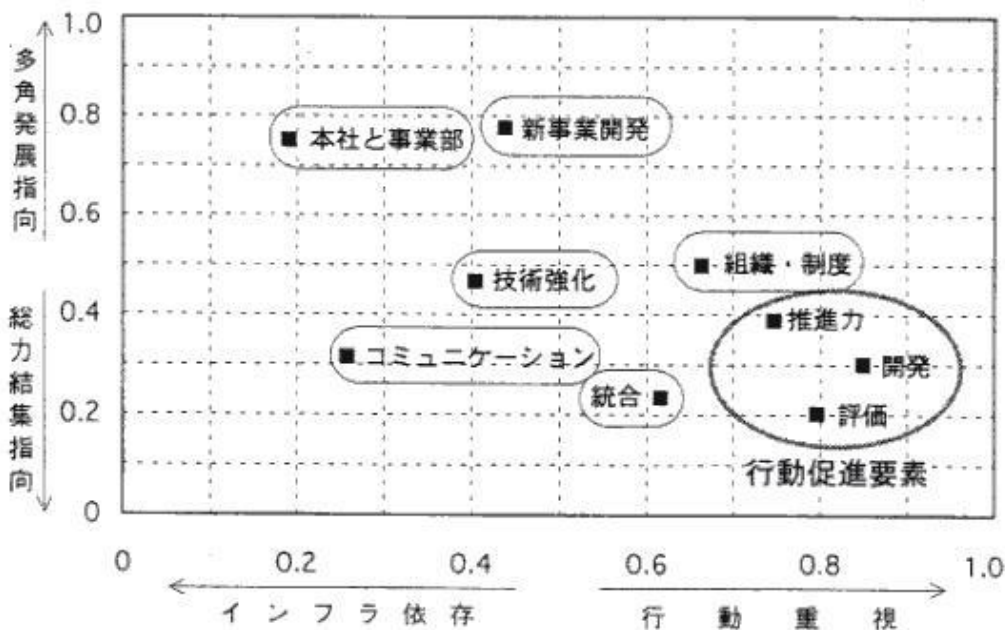
このような構造の中で、優良企業はコンセプト中心型に偏っており、社長・戦略計画複合型はパフォーマンスを高めるためにバランスの良いマネジメント・システムを採る必要があると考えられる。

図表 15 企業のアイデンティティと優良企業



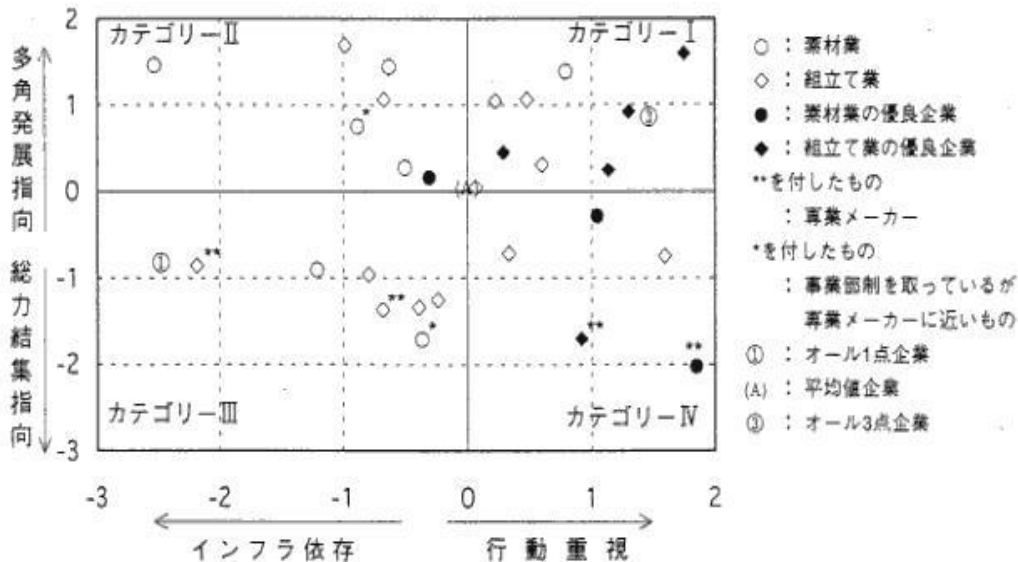
マネジメント・システムにおいて、インフラ（仕組み、ポテンシャルなど）にウエイトを置くか、直接的な行動を促進することにウエイトを置くかという因子軸が存在する。行動重視は総力結集指向の傾向が強い。

図表 16 インフラ重視と行動重視



この視点では、優良企業は行動重視に偏って存在する。優良企業が開発プロジェクトを強力に推進する行動力にマネジメント・システムの重点を置いていると言うことができる。

図表 17 インフラ重視と行動重視と優良企業



開発のステージは研究開発の事業化プロセスの最後の段階である。しかも、研究のステージとは、経営資源の投入量は比較にならないほど大きい。このステージでの成否が研究開発のパフォーマンスを大きく左右するのは当然であるが、マネジメントは意外にこれに気づいていないようである。

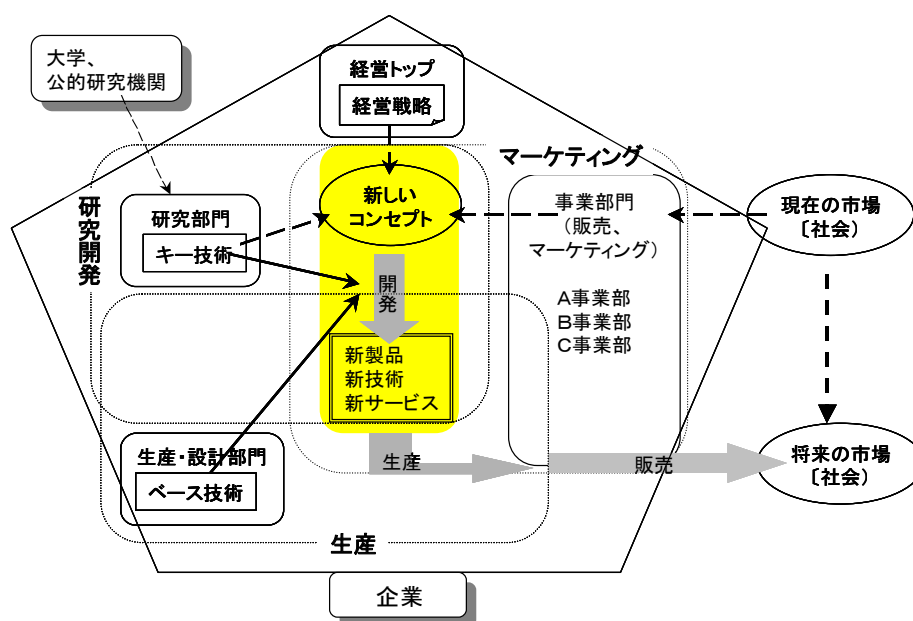
(5) 「トータルR&D」の基本コンセプト

以上のように、第3世代の研究開発は市場の洞察と発見に連動する開発のプロセスを中心軸とし、そこに全社力が結集することが基本となる。会社全体の中で、市場の洞察と発見の責務を負っているのは事業部門、そして、新製品、新サービス、新技術を生み出す開発に直接、間接に関わっている技術的な業務（これらの技

術的業務を「研究・技術開発業務」と呼ぶこととする)は研究開発部門における研究的、開発的業務ばかりではなく、生産現場でも、販売の近くでも行われなければならない。

私は東レでの経験から、「トータルR&D」という概念〔原97〕を提唱してきた。「トータルR&D」は、まず事業戦略に対応して展開すべき「研究・技術開発業務」の計画を事業部門の主導の下に策定し、その計画の下で全社の「研究・技術開発業務」のすべてを組織を超えて運用する仕掛け、仕組みである。この狙いは第3世代の研究開発の実現である。そのために会社全体の研究・技術開発業務を組織に関係なく同一のマネジメント・システムの下に統合する。たとえば、工場の製造部に属する技術課で新製品開発が行われているなら、それは本社の中央研究所の中で行われている研究開発と同じルールで研究・技術開発業務としてマネージすることを意味する。技術課のその仕事は研究所における研究開発テーマと同じ様に扱われることになる。このマネジメント・システムを中心軸は開発である。

図表 18 トータルR&Dの概念



上記の概念図は、クラインのモデルと似ているところがあるが、まったく影響は受けていない。ただし、クラインのモデルが、市場の発見から始まっていることで、いわゆるリニア・モデルを当然と思いこんでいた私たちは強いインパクトを受けた。

以下に展開する研究開発テーマについての考え方は、この「トータル R&D」のマネジメント・システムを前提にしている。モデルは東レの経験に基づいているが、実際に東レの研究開発マネジメントが以下の説明のようになっているとは限らない。

### 3. 「トータルR&D」のマネジメント・システム

#### (1) 「トータルR&D」の基本

マネジメントとは元来、馬を思いのままに操ることを意味する。マネジメント・システムとは、目的を持って作られている組織体を、そのトップが戦略方針に沿って思うがままに働かせるための仕組み仕掛けを言う。丁度、自動車の運転における運転システムのようなもので、運転者の意思どおりに車を走らせることができるように、ハンドル、アクセル、ブレーキに各種センサーや計器パネルなどで構成される。

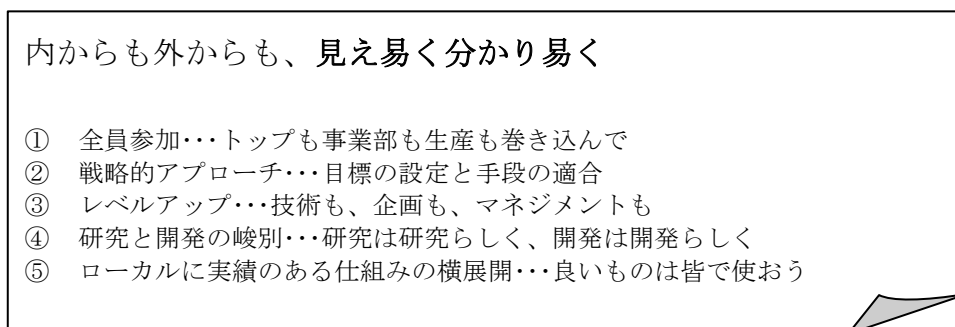
「トータル R&D」の目的は、「市場で勝つ研究開発の展開」、「研究開発の効率化とスピードアップ」である。

「市場で勝つ研究開発の展開」が出来ないのは、開発の成果がマーケティングの武器にならないからであり、その最大の原因は研究・技術開発と事業部門とのコミュニケーションが出来ていないからである。「研究開発の効率化とスピードアップ」が出来ないのは、技術開発に当たって総力が結集できないからであり、その

最大の原因は組織間の軋轢が多くてコンセンサスが形成できないからである。問題解決のためには事業部門が主導する研究開発と開発段階での全社技術の総力結集のできる仕組み・仕掛けを作る必要がある。これはまさに第3世代の研究開発が目指すところであった。

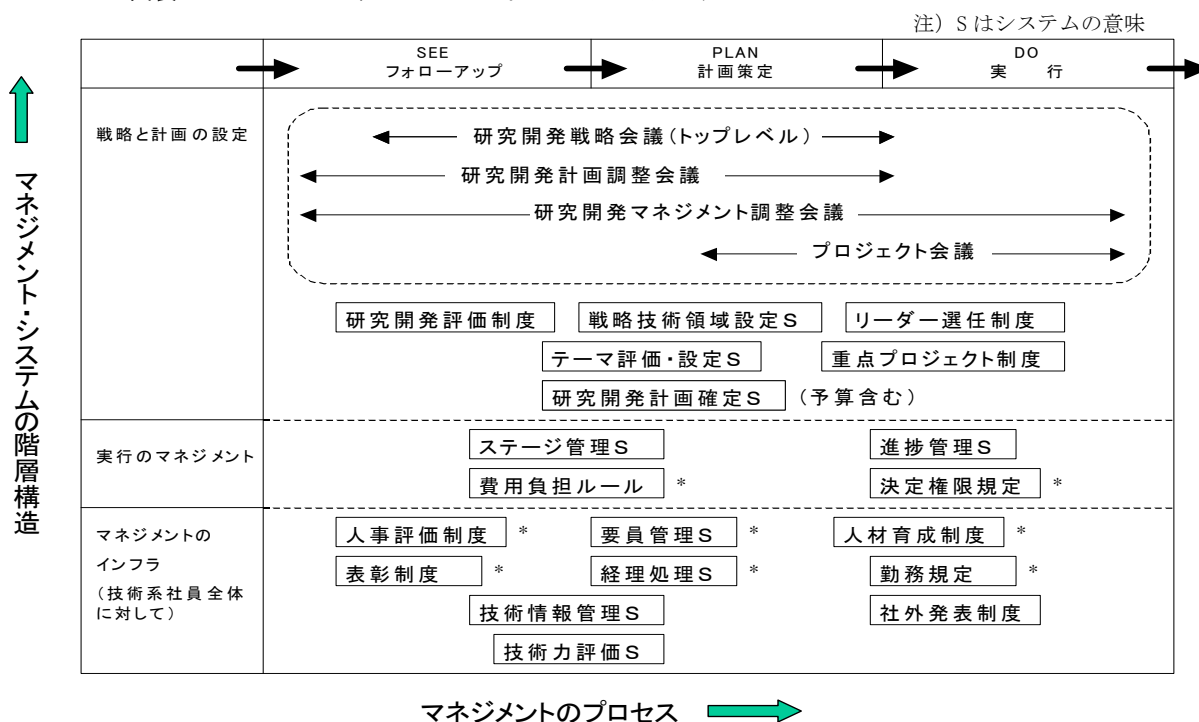
この仕組み・仕掛けの第1の要素は、研究・技術開発の業務に携わっている部署すべてを組織を超えて統合することのできるマネジメント・システムの下に置くこと、第2は事業部門との緊密な連携の下に事業戦略に適合した研究・技術開発計画を策定して、着実に実行する体制を作ることである。「トータルR&D」の基本コンセプトは次のように表わされる。

図表 19 「トータルR&D」の基本コンセプト



マネジメント・システムは組織図や人事配置と共にサブシステム、すなわち定例会議、制度、ルール、情報システムなどで構成される。下に示したものは、「トータル R&D」に対応するマネジメント・システムの構成要素（組織を除く）である。マネジメント・システムを構成するサブシステムや各要素は相互にネットワーク化され、マネジメントの過程で自動的に情報が流れるようになっていることがポイントである。たとえば、私たちの会社の例では、研究開発計画調整会議の全社日程を決めれば、次年度計画の策定に向けて全体のP D C Aシステムが自動的に動き始めることになる。

図表 20 「トータルR&Dマネジメント・システム

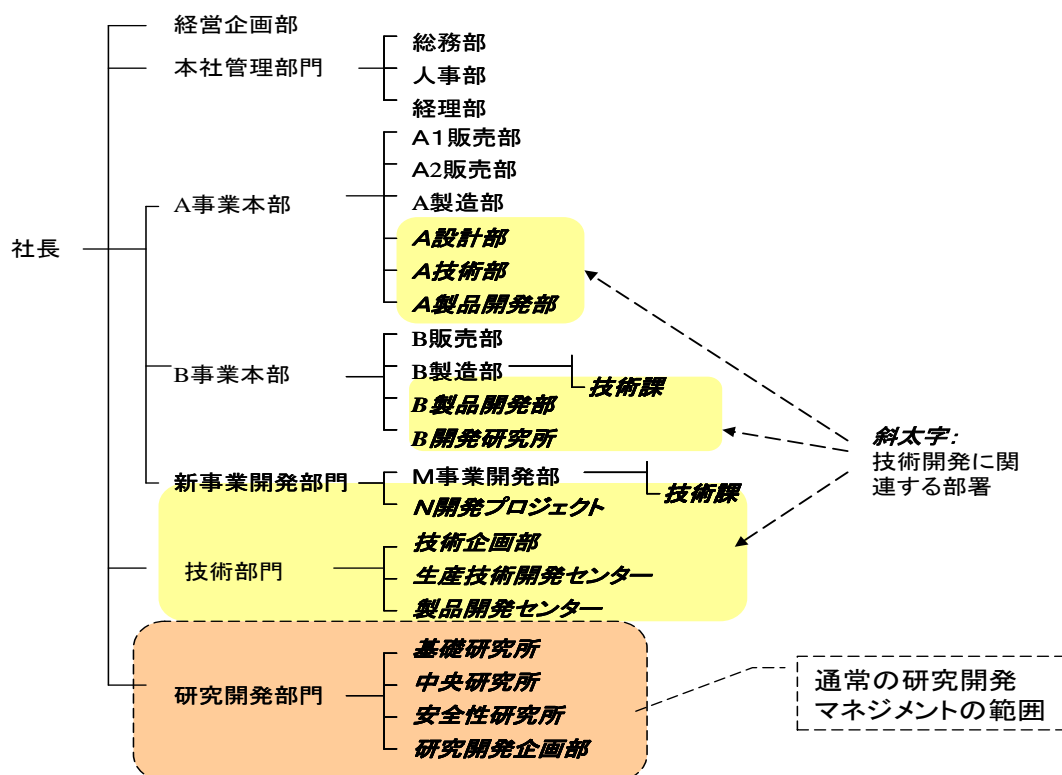


この中で、会議体の階層的組織化が重要なポイントである。全社レベルでの戦略的調整を行っている、つまり第3世代的R&Dを指向している会社では組織横断的の会議体を階層で繋いでいる例が多い。トップレベルで合意された方針が下部組織に伝わっていないことはよくあることである。トップレベルで確認された方針を実行レベルでも組織を横断して確認し、実行を促す仕組みが必要なのである。

「トータルR&D」のマネジメント・システムがカバーする範囲は原則として研究・技術開発業務を担当している課以上の全ての部署である。その属している部門や部には関係なく、業務の内容から指定することになる。研究・技術開発業務に携わる社内の全ての部署は上に示したような体系化された制度、ルール、サブシステムなどが同じように適用される。

下の図は「トータルR&D」がカバーする組織の範囲の一例である。

図表 21 「トータル R&D」がカバーすべき組織の範囲



## (2) 研究・技術開発業務の分類

研究・技術開発業務は2つの区分できる。第1は研究開発テーマとして把握すべき業務、これはプロジェクトとしての仕事である。研究開発テーマとは、達成目標と達成の期限を明確にして最適のプロジェクト・チームを編成して進めるプロジェクトの単位に与えられる名称である。研究・技術開発業務では、研究開発テーマとしてのプロジェクト型の仕事の割り合いが高いが、日常的に繰り返し行われるルーチンワーク的な業務も少なからず存在する。技術マネジメントにおいては、研究開発テーマとすることが不適当な業務はその他の技術的業務として区別する必要がある。

研究開発テーマを設定する研究開発業務は、研究と開発に峻別することが重要である。後で詳しく述べるが、研究と開発とはミッションが異なるからで、したがって、マネジメント上の扱いも変えなければならないからである。研究、とくに開発について、ステージ区分を設けるべきである。ステージに応じて、テーマの目標設定の基準や評価基準を変えることが望ましい。



下の表は研究・技術開発業務の区分の例である。

図表 22 研究・技術開発業務の区分

大分類	小分類	ステージ	説明
研究・技術開発業務	研究開発業務 (研究開発テーマを設定する業務) ・・・プロジェクト	調査・探索	テーマ設定のための準備段階の業務
		研究	技術の可能性を確認するための研究的な業務
	開発	開発前期	開発の方向を定めた上で、開発の最終目標を絞り込むための技術開発の業務
		開発後期	開発の最終目標を達成するための技術開発の業務
		生産支援	工業化された以降の改良・改善に関わる技術開発の業務
	その他の技術的業務 ・・・ルーチンワーク	研究開発支援	研究開発業務を支援する技術的業務(機器分析、技術計算、評価、開発設計などで、研究開発テーマを設定することが適当でない業務)
		その他	生産・販売に関する技術的業務(工場建設、設備設計、製品品質検査、設備保全、販売に伴う技術サービスなど)。ただし、製品や製造工程等の改良・改善は研究開発業務。
間接業務		企画スタッフ業務、事務・管理業務	
生産			研究開発業務を主な任務としている部署で行っている生産活動

一般管理費(研究開発費)

製造原価

### (3) 研究開発業務に対する責任と権限

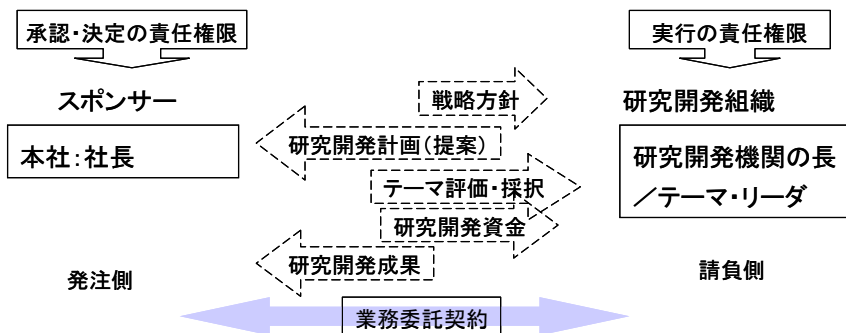
研究開発業務は誰のために何の目的で行うのか、その費用は誰が負担するのか、これが研究開発マネジメントの本質を考える上での基本命題である。

欧米の公的部門の科学技術システムでは、研究開発は社会のために行うもの、したがって、その費用は社会が負担すべきであるし、研究開発すべきことも社会が評価して決めるべきだという原則ででき上がっている。たとえば、アメリカの大学の研究者たちは研究開発を行うために、先ず研究ファンドに研究提案(リサーチ・プロポーザル)を提出し、審査を受けなければならない。提案が採択されれば研究費が支給され、研究開発を実施することができる〔白楽 96〕。採択に当たっての評価では、独創性、先進性といった学術的な意義だけでなく、社会的な有用性、国の政策に対する適合性も重要な評価項目となる。これが競争的研究資金制度と言われるものである。研究所といった研究開発実行部署は提案することと採択された業務を誠実に遂行する責任を負うのである。

公的な研究開発活動は、原則として業務の委託、受託の関係なのである。実際に、研究開発業務の受託を業としている企業は世界に多数存在するが、顧客との関係は、受託契約によって定められることになる。

企業内においては、もっと厳しい観点でマネジメントがおこなわれなければならない。企業の研究開発業務は企業の目的、収益や事業の成長に直接、間接に貢献することを前提に認められている。費用はすべて事業責任を負っているプロフィット・センターが負担するのである。したがって、研究開発業務の内容、具体的に研究開発テーマの決定権限はすべてスポンサーであるプロフィット・センター側にあるのが本来の姿なのである。スポンサー側にテーマの採択の権限を委ねている企業は実際には少ない。しかし、事業部門が負担する研究開発テーマに関しては事業部門が決定権を持っている企業も現に存在する。

図表 23 研究開発業務の権限と責任



企業では、一般に本社と事業部が研究開発業務のスポンサーになる。したがって、本社が負担する研究開発と事業部が負担する研究開発に分けられるケースは多い。下表は研究開発本来の姿に従った場合の研究開発業務の区分に対応する決定権の所在の原則の一例である。決定権を持つ者がその決定に対応する研究開発費を全て負担することになる。

図表 24 研究開発業務（テーマ）の決定者

本社／事業部の区分		説明	研究開発業務の決定権の所在		
			社長	本部長 (部門長)	部長 (研究所長)
本社責任の研究開発業務	全社共通	個別の事業本部の責任とはし難い全社に共通するような研究開発	(報告) ←	研究部門長	
	基礎・探索	全社の基盤的な基礎・探索		(報告) ←	研究所長
	新規事業開発	本社が主導すべき新規事業開発	社長		
	国家プロジェクト		(報告) ←	研究部門長	
事業本部責任の研究開発業務	事業本部共通	事業本部長が責任を持つべき事業本部の将来に関わる研究開発		事業本部長	
	事業部			(報告) ←	事業部長
関係会社責任の研究開発業務	(受託研究開発)		関係会社社長		

(4) 「トータルR&D」マネジメント・システムの枠組み

マネジメント・システムは、決定権者に対してその人の権限に基づいた研究・技術開発業務の内容、進捗状況、そして結果などがどのようにになっているかを的確に示せるものでなければならない。マネジメント・システムのフレームワークは決定権者と研究・技術開発業務の2つの区分軸のマトリックスで構成され、研究・技術開発業務のマネジメントの基本単位はこの2つの区分軸から規定される。マネジメントに関する情報(計画、進捗状況、実績)は全てこのマネジメントの基本単位ごとに収集され集約される。

図表 25 研究開発マネジメントの枠組み

業務区分			研究・技術開発業務の分類								合計
管理区分		決定者	研究開発業務(研究開発テーマを設定する業務)					その他技術的業務		共通	
大分類	小分類			調査・探索	研究	開発前期	開発後期	工業化	技術支援	その他	間接業務
本社	全社共通	研究部門長									
	新事業開発	社長									
	国家委託など	研究部門長									
A事業本部	A事業本部共通	A本部長									
	AA事業部	AA事業部長									
	AB事業部	AB事業部長									
B事業本部	BB事業部	BB事業部									
	BB事業部	BB事業部									
...	...										
関係会社M		M社長									
全社合計											

各セルごとに集約される情報

- \* 研究開発テーマ・リスト
- \* 所要の総工数
- \* 所要の総経費(固定費含む)

以上がマネジメント・システムの基本的な枠組みである。

参考文献

- [クームズ89] クームズら「技術革新の経済学」新世社(1989年)、佐藤隆三「技術の経済学」PHP研究所(1985年)、J. Sundbo 「The Theory of Innovation」Edward Elgar Publishing (1998) など
- [ドラッカー85] P・ドラッカー「イノベーションと企業家精神」ダイヤモンド社(1985年)
- [OECD00] OECD、「Science Technology and Industry Outlook 2000」2000
- [MIT90] MIT「メイド・イン・アメリカ」草思社(1990年)
- [原03] 原陽一郎「なぜ日本経済はオチコボれたのか」地域研究(長岡大学) No. (2003年)、東レ経営研究所「イノベーション総合指標の作成に関する調査」経済産業省(2003年)
- [原79] 原湯一郎「研究開発活動の経済性に関する一考察」科学技術と経済の会・技術予測シンポジウム論文集(昭和54年)
- [原97] 原陽一郎「研究開発部長完全業務マニュアル」アーバンプロデュース出版部(1997年)
- [原98] 原洋一郎「外野席からの研究開発論」研究開発マネジメント
- [東レ96] 東レ経営研究所「研究開発の効率化に関する調査研究」日本機械工業連合会(1996年)
- [東レ03] 東レ経営研究所「戦略的技術マネジメントに関する調査研究」日本機械工業連合会(2003年)
- [Foster85] R.Foster ,et.al. .”Research Technology Management”,Jan-Feb,1985, Aug-May, 1985
- [ラッセル92] F. ラッセルら「第3世代のR&D」ダイヤモンド社(1992年)
- [Morris99] M.Morris 「Fourth Generation R&D」 John Wiley & Sons, Inc.1999
- [ローゼンブルーム98] リチャード・S・ローゼンブルーム、ウィリアム・J・スペンサー「中央研究所の時代の終焉」日経BP社(1998年)
- [クライン92] S. クライン「イノベーション・スタイル」アグネ承風社(1992年)
- [白楽96] 白楽ロックビル「アメリカの研究費とNIH」共立出版(1996年)