

経営の多角化・国際化と技術のマネジメント

古 川 公 成

目次

はじめに

I. 技術変化への対応

II. トップ・マネジメントの課題としての技術
マネジメント

III. イノベーション・プロセスのマネジメント

IV. 技術マネジメントの選択肢

V. コーニングと GE に見る技術マネジメント
の劇的展開

おわりに

はじめに

技術マネジメントは、経営学で最も新しい研究分野の一つであろう。会計、財務、組織行動、生産管理、経営史あるいはマーケティングなどの諸領域と較べると、研究者も研究論文も少ない、山之内昭夫教授は、日本におけるこの研究領域の代表的先駆者である。

技術マネジメントについても、さまざまな視点があるし、分析にも多様なアプローチがある。私企業における研究所長という立場からの分析もあれば、科学技術庁や通産省工業技術院の責任者の立場からのマクロ的分析もある。大・中・小規模製造企業の中堅管理者あるいはトップ・マネジメントという立場からの分析視点もある。小論では、企業のトップ・マネジメントの視点にたって、技術マネジメント問題の構造を整理してみたい。

10年単位で考えると、エレクトロニクス技術、新素材、あるいはバイオ・テクノロジーなどの

技術分野別に見ても、通信、輸送、コンピュータ、などの市場別に見ても、事前の予想が不可能なペースでの技術的变化が、世界の企業間競争の様相を変え続けている。技術展開も、新技術にもとづく市場開拓も、未知で不確実な要因が事前の的確な予測を困難にしている。ガラス技術で世界をリードするコーニング、1980年代を通じての大胆な事業構造の転換が目立つ GE、化学産業のデュポン、そしてコンピュータ市場の IBM の各社でも、技術マネジメントは計画通りに進展しない。技術マネジメントが複雑なテーマであり続ける期間は、長く続くものと思われる。

I. 技術変化への対応

これまで、技術進歩が経済成長の原動力となってきたことは、既に多数の文献が示すところである。⁽¹⁾相次ぐ新技術の出現は、産業構造を変え、企業競争の条件を塗りかえてきた。石油化学が繊維産業の構造を変え、エレクトロニク

ス技術の変化が家電産業はもとより、自動車、通信、輸送、金融、流通などの諸産業の競争関係に大きなインパクトを与えつつあることは、改めて説明を要しないだろう。

大幅な産業技術の変化は、一方で伝統的産業の衰退に拍車をかけながら、同時に、新産業を発達させ、総合的には、雇用の増大に寄与してきたことも明らかにされている。⁽²⁾ところで、産業技術の変化は今に始まったことではなく、産業の変遷とともに繰り返されてきたことも歴史が示している。⁽³⁾したがって、企業経営者の立場から技術変化への対応問題を考察する際には、過去のパターンに学ぶところが相当部分あるというのが、この考察の大前提である。

産業技術は、商品や資本と同様に、国境を越えて流通する。技術は、無形なので、その流れを追跡することが難しい。技術情報は公式・非公式なさまざまな経路を通じて人から人、企業から企業へと伝わり、国境をも越えて伝達される。技術の流れを、企業の現場で測定する手段も見いだされていない。マクロ的な技術の流れの全容は、国際収支勘定にも記録できてない。技術輸出入の統計は、とらえられた一部分の数値でしかない。⁽⁴⁾的確に把握できない技術の流れを管理するのも容易でない。輸送と通信の技術が発達してから、企業間競争はますます国際市場で展開されるようになった。それでも、まだ大企業では、重要な研究開発の9割以上は、母国市場で行っているとみなされ、国際市場での開発競争は、1990年代以降の大きな課題として残っている。

II. トップ・マネジメントの課題としての技術マネジメント

これまで技術マネジメントが、経営者にとっての重要な関心事とならなかった理由が幾つか考えられる。第1に、半導体技術とか通信や輸送やコンピュータ技術などの急速な発達に見られるように、技術進歩の種類や速度は、予想が困難で、長期経営計画の立案に際しても、技術

関連事項の考察は技術関係者に委ねられることが多かった。第2に、1980年代まで、殆どの業種で経営資源の多くは、大量生産・大量販売を支えるマーケティング投資か設備投資に振り向けられた。R&D投資が設備投資を上回るようになったのは1980年代後半以降のことである。第3に、日本の製造企業では、新技術の源泉を海外からの技術導入に頼る傾向が強く、自主技術開発による事業展開が重視されはじめたのも1980年代後半に入ってからである。

したがって、多くの企業にとって、技術マネジメントは、経営者が恐らく初めて重要課題として考察しはじめたテーマであるように見受けられる。後述するように、経営者にとっての大きな選択肢は多様に存在するし、どの選択肢にもリスクが伴う技術の領域で、どの課題を重視し、どの決定を選ぶかが、企業の存続を左右する時代が始まったとも言えるだろう。しかも、経営者のみが、全社的な見地から選択させざるを得ない決定が少なくないと思われる。

III. イノベーション・プロセスのマネジメント

技術マネジメントの重要部分は、イノベーションのプロセスを他社との競争で有利に展開する仕事と見なすことができる。ここでは、イノベーションを、『画期的新技術が開発され、それが製品化され、大きな産業に育っていくまでの、長期間におよぼ広範なプロセス』と定義しておこう、長いタイム・スパンを要するプロセスを、経営者はマネージしなければならないのである。

イノベーションの8段階 タイムスパンの長いイノベーションのプロセスは、次のような段階に分けて考えることができる。①科学的発見の段階、②発見した現象を理論化する段階、③実験による理論の実証段階、④発明の段階(実用化の実験に成功して特許を取得)、⑤テスト販売の段階(実用化を市場で試す)、⑥本格的生産・本格的販売の段階、⑦技術移転の段階、そして⑧広範な技術伝播、という8つである

資料1 技術的イノベーションのプロセス

幾つかの段階がある

科学的発見	……discovery	基礎研究 応用研究 開発研究
理論化	……theory	
実験・実証	……experimental verification	
実用化の実験	……experimental application	
実用化の市場テスト	……field trial	
本格的発売・量販	……full scale operation	
技術移転	……technology transfer	
広範囲の伝播	……diffusion	

ファラデーによる電磁波の観察からテレビ普及までのプロセス		* 段階別に求められる経営資源や経営のスキルが異なる。
1846	Faraday の観察	
1864	Maxwell の理論	
1886	Herts 信号を送る	* イノベーションはニーズから出発することが多い。
1892	Crookes の論文, メッセージ伝達の必要を指摘	
1894	Lodge モールスコードでの発信を受信	
1895	Marconi メッセージを2~3 km 送信	
1897	Marconi 灯台と船舶間の無線連絡開始 (British Admiralty)	* イノベーションの段階は、順序が逆になることも多い。
1910	Marconi 電報会社を世界各地に設立	
1912	英米両国が全ての船舶に無線装置義務づけ	
1920	英米間でラジオ放送開始	
1938	英米間でラジオ放送開始	
1938	レーダー	
1928-47	テレビ	
1940	電波天文学	
1965	宇宙衛星	

(資料1 参照).

基礎研究に着手して、応用研究も行い、開発研究で製品化を図り、産業で大々的な成功をおさめることによって世界市場で、長期的に成長できる企業になることを目指す会社では、この技術的イノベーションの8段階のすべてが、重要視されるだろう。

具体的には、デュポン、IBM、ATT、日立製作所あるいは東芝のような大規模な製造企業には、中央研究所があり、科学的な原理原則の発見にも経営資源を投入している。原理の研究は、製品化と直接の関係が薄く、直接的には製品化に結びつかない研究である。営利企業における原理・原則の研究は、利益計算が出来ない段階からの経営資源の投入を伴う企業行動になる。

イノベーションの各段階では、異なる経営スキルが求められる。資料1の下半分に、家電産業の主力製品であるテレビの開発につながる技術の流れに、年代を記入したリストが示してある。電磁波の発見までさかのぼると、テレビジョンの実用化にいたるまでには、実に150年の年月を要したことになる。

経営陣にとっては、経営管理の対象となるタイム・スパンの長さも問題ながら、上記の8つの段階では、段階別に異なる経営のスキルが求められることが、さらに大きな問題であろう。段階別に異なるタイプのリーダーシップが必要になるということである。基礎研究の段階で求められるリーダーシップは、初めての商品化の段階で求められるリーダーシップと異なる。量産・量販をうまくこなすリーダーは、さらに別

であろう。適切なリーダーの育成は簡単ではない。

技術導入はイノベーション8段階の第7段階筆者はかつて『技術導入便覧』の記載事項から、1973年までに、テレビとVTRとラジオ関連の技術を、どの会社が、いつ、どこから導入したか、を分類したことがある。対象期間に日本企業が技術をアメリカへ輸出した件数はゼロだった。技術の流れは日本に向けた一方通行だった。たとえば、RCA、ゼニス、モトローラなどの外国企業から、日立、松下、三菱電機、日本電気、ソニー、東芝など日本の大手各社が、技術導入を競った。これは、通商白書が1950年代60年代について指摘してきた、日本企業による典型的な技術導入のパターンであった。

この時期の技術マネジメントの中心は、いかにして、誰よりも速く、海外の先進企業から優れた技術を導入してくるかにあった。これが、ある段階までの成功の秘訣と言われていた。イノベーションの8段階では、技術導入は第7の段階に相当する。第1から第6までの段階を踏んで他国企業が達成したイノベーションの成果を、導入する経営だった。

今日、技術マネジメントの課題の一つは、このイノベーション・プロセスのどの段階から、特定製品についてのイノベーションを自社が推進するかを選択になっている。

経営者の任期を越える技術マネジメントのタイム・スパン

科学的な発見から実用的な製品の開発、さらに量産・量販まで100年とか数十年の年月を要した技術もあった。昨今の企業は、当然、このタイム・スパンを短縮する方法を探っている。最先端の装置とノウハウを駆使して、イノベーション・プロセスを短期間に効率よく推進しようと競う。しかし、大規模なイノベーションに要する期間は概して、一経営者の在任期間を上回る。何十年という期間におよぶイノベーション過程のマネジメントには、何代もの経営者間での適切な引き継ぎがなければならないことに

なる。伝統工芸の世界では、芸術家個人が、何世代にもわたって技術的なリーダーシップを維持・発展させる例が少なくない。企業は、この引き継ぎ問題を組織で対応しなければなるまい。コーニング、AT&T (ベル研究所)、あるいはデュポンのように、企業が長期にわたって技術的にも経営的にも業界の先端に位置し続けるには、どうするかという課題を、経営者個人としてではなく、組織で解決するということである。

技術革新のタイプによって経営課題が異なる

ブラハラッドは、技術的なイノベーションを基本的に性格の異なる3つのタイプに分ける必要を指摘した。⁽⁵⁾たとえば、カメラやボールペンのように、発明家個人が素早い行動で市場を開拓するタイプ1のイノベーションがある。この種のイノベーションの難点は、その発明家のマーケティング力と資金力が往々にして持続しないことにある。これに対して、たとえば、GEの人工ダイヤモンドや機能性樹脂、デュポンのナイロン、東レの炭素繊維など、比較的大規模な企業が達成するタイプ2のイノベーションは、開発目標の設定から、研究開発、生産、マーケティング、資金繰り、そして世界市場の開拓にいたるまでのプロセスを、組織力でカバーする。そして最後に、世界初の新幹線網の構築あるいは超音速旅客機の運航のように、個人や企業の枠を越えて、新しい社会的システムを構築する第3タイプの大規模なイノベーションでは、多種類の技術が管理の対象になる。新幹線の場合、高性能のモーターはもとより、自動制御のシステム、座席予約・発券のシステム、線路敷設の技術など、どの一つが不備でも、全体のシステムは満足に稼働しない。新幹線網開設の目的も、都市間旅客の高速輸送だけでなく、地域開発、鉄道技術の向上、航空輸送に対する競争優位の確立など多岐にわたる。プロジェクトの着手には、法律の改正も必要になる。一般市民の支持を取り付ける必要もある。このタイプのイノベーションを成功に導く過程では、技術の扱い方の適否に加えて政治的・経営的・組

資料2 イノベーションのタイプ

システムの視点で区分したイノベーションのタイプ	
① 計画的なイノベーション	
② 非計画的なイノベーション	
(a) スラック・イノベーション	
(b) 圧力の下で進むイノベーション	
初期努力の焦点に滴目したイノベーションの区分	
1 技術的なイノベーション	
2 価値中心のイノベーション	基本的なイノベーション
3 管理上の組織構造的イノベーション	
1 製品・サービスのイノベーション	
2 製造工程のイノベーション	手段のイノベーション
3 組織構造のイノベーション	
4 人のイノベーション	
結果や効果の視点で区分したイノベーション	
1 成果の急進性	
2 構造の急進性	
3 変化・変更をもたらす	
4 方向づけ	
(1) シスマティックな方向づけ	
(2) 特異な方向づけ	
(3) 限界的な方向づけ	

G. Zaltman, R. Duncan and J. Holbek *Innovations and Organizations*, John Wiley & Sons, 1973, p31より作成

織的な交渉の適否も問われる。技術的なイノベーションでありながら、充足すべきニーズが認識され、ニーズを充足するための技術にいたっては、その機能も安全性も信頼性も十分に立証されたものしか使わないという条件付きのイノベーションでもある。

イノベーションの種類によってマネジメントの力点が異なる

技術開発から産業の発達までを含む広義のイノベーションとは別に、新しい技術開発のみをイノベーションと呼ぶ狭義の定義も存在する。狭義のイノベーションは、その性格とか目的によって分類することもできる(資料2参照)。狭義のイノベーションが計画的であるか、非計画的であるかという区分がある。ケネディ大統領が月面着陸を目ざしたプロジェクトは計画的なイノベーションであった。これに対して、あ

らかじめ計画できないイノベーションがある。ペニシリンの開発とか、トランジスタの開発のように、偶然の発見がブレークスルーになったというタイプのイノベーションである。優れた科学者が、自由な発想で、自分のペースで研究を続けていると、偉大な発見や発明が生まれることがある。この種のイノベーションは『スラック・イノベーション』と呼ばれる。基礎研究がもたらす成果のほとんどがこの部類に属すと考えられる。

同じ非計画的なイノベーションでも、外部の強力な圧力が働き、急遽、突貫工事さながらにイノベーションの推進を迫られることがある。これが、『圧力の下で進むイノベーション』である。米国議会によるマスキー法の制定で、自動車産業が急遽、排気ガス規制をクリアするエンジンの開発に迫られたとか、競争相手が、画

期的な技術を開発したので、これに対抗できる技術を、急いで開発しないかぎり、自社の市場地位が危機に陥るという場合、プレッシャーのかかった環境で進められる技術開発である。計画的なイノベーションのマネジメントと、非計画的なイノベーションのマネジメントとは、重視すべき管理項目が違う。研究の進捗を測定する基準、研究を評価する基準も、イノベーションのタイプによって変えねばならないだろう。プラハラッドらによる重要な指摘である。

IV. 技術マネジメントの選択肢

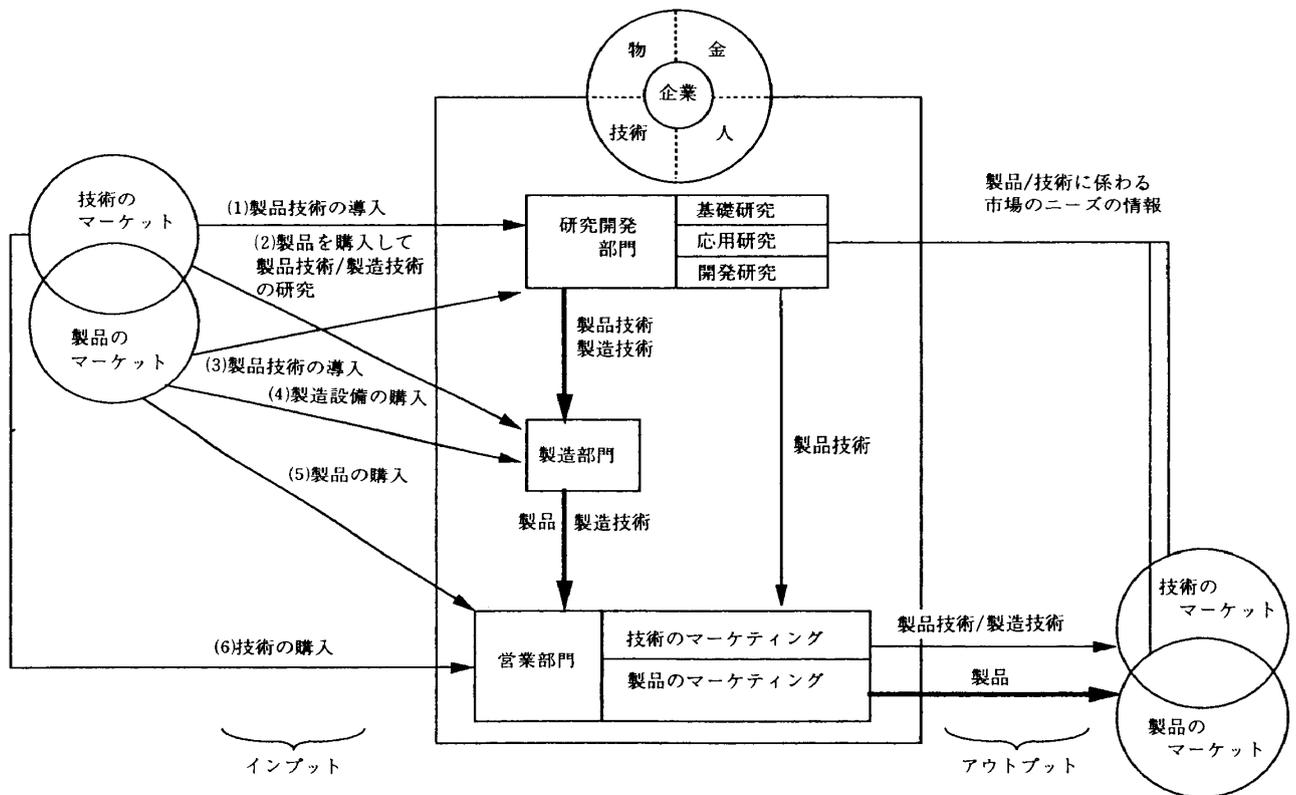
資料3に示した概念図は、製造業におけるラインの活動に技術的な要素がどのような関わりを持つのかを示している。また、製品のマーケット（製品市場）と区別して技術のマーケットの存在も強調している。

企業へのインプットでありながらアウトプットにもなる技術 新しい産業技術は多様な経路を経て企業に導入される。資料3では、企業へ

のインプットとしての技術の流れが矢印で書き込まれている。他社が開発した新製品特許を対価を支払って導入する。他社の優れた製品や機械を購入する。新しい製造技術を対価を支払って導入する。これら、いずれの行動も新しい技術を自社に取り入れる方向の技術の流れである。

このような、社外から流入する技術情報が、社内でそのまま使われたり、改良されてから現場で利用される過程で、自社の中でも新しい技術が生まれる。研究開発部門は、新しい技術を生み出すことを業とする部門であるが、製造部門も、既存技術の改良や製造現場での経験から新技術のアイデアが発生する場であるし、製造のノウハウが蓄積される場所でもある。社内で発生する技術情報の多くは、製品につき込まれ、製品の形で社外に出て行く。社内にも技術情報の流れがあるということである。しかし、製品に組み込まれないで、技術情報がそのまま、社外の技術マーケットに出されるというルートが、今後、技術立脚型の経営を営む日本企業に

資料3 企業における技術のインプットとアウトプット概念図



とって、重要になると考えられる。積極的に技術開発を進めると、自社では活用しない技術が開発される頻度もたかまってくる。そうした技術は、技術のマーケットでの取引の対象となるからである。

日本産業では、まだ技術貿易での輸入超過の状態が続いている。日本の製造企業の多くは、技術を輸出していないし、輸出している企業のなかでも海外に設立した子会社への輸出が多い。技術を技術として他社に売るという取引は、多様な技術を開発する企業にとって、重要な利益稼得の形態になりうるからである。優れた製品も売り、あわせて、製品技術も製造技術も内外の諸企業に提供する会社が増えるとき、日本企業による技術貿易が今の大幅赤字から、大幅黒字に転じることになる。まだ、日本国内には、図にあるような技術のマーケットは顕著には存在しない。

技術のインプットとアウトプットのマネジメント 次々に優れた技術を開発する企業には、技術を自社に導入する形を、多様な選択肢の中から選ぶことができる。特許実施権の導入、ベンチャー企業への投資を通じた技術情報の確保、自社の技術の他社技術とのクロスライセンス、技術保有企業との合弁事業、企業買収、あるいは設備や製品を購入してからのリバース・エンジニアリングなどが代表的な選択肢である。自社開発の技術も、同じく多様な選択肢の中から有利な形態をとりだして社外に提供することができる。この技術インプットの選択とアウトプットの選択の適否が、技術マネジメントの重要部分を占める。技術力が劣る企業が利用できる選択肢は限られている。誤った選択のインパクトが、長期に及んだ事例は少なくない。

技術立脚型企業に存在する3種の『事業』 資料4は、デュポン社のように、画期的な新素材を開発して、その素材の新市場を開拓し、世界全域で需要を拡大していくことを繰り返しながら、長期安定的な成長を続けてきた企業が、社内に構築していると思われる、事業展開の仕

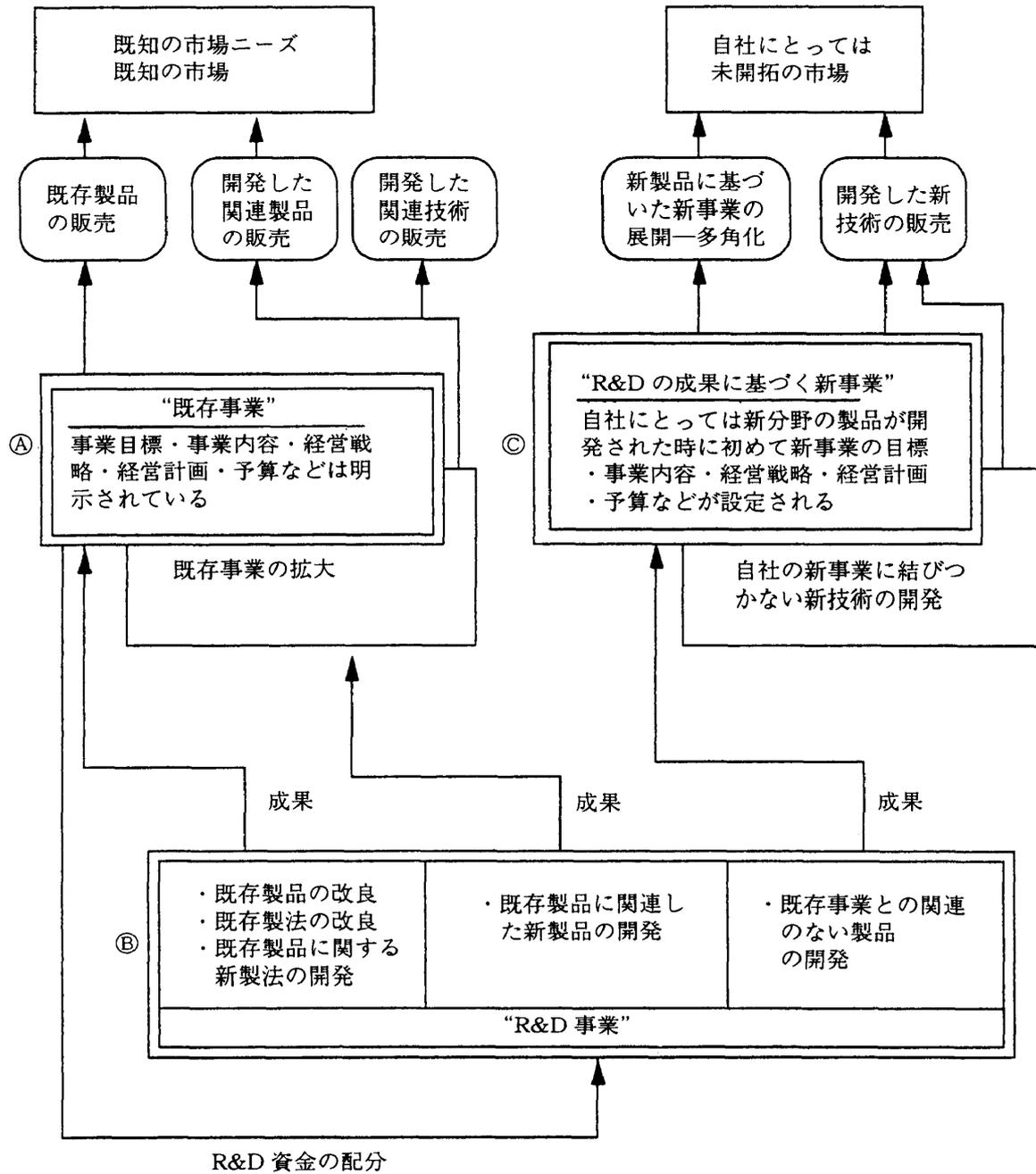
組みについての概念図を示している。

既存事業 資料4の図には左側に二重枠で囲まれた『既存事業』、同じく二重枠で囲まれた『R&D事業』、さらに右側で二重枠で囲まれた『R&Dの成果に基づく新事業』の3種の事業が示されている。既存事業については説明は不要だろう。どの企業も、現時点で一つあるいは複数の事業を営んでいる。

事業としてのR&D活動 技術立脚型の企業には研究開発部門がある。多くの企業では、研究開発の部門はコストセンターとして、費用を使う部門であって利益を稼ぐ部門でないと見なされるので、『R&D』の用語に『事業』という別の用語を結合させた造語には奇異な響きがあるかも知れない。しかし、世の中には他社のために研究開発を請け負う会社が存在する。R&D事業は、れっきとした事業として成り立つ活動なのである。ある段階まで進めた医薬品の研究を、医薬品メーカーに対価を得て譲渡することを専業とする企業がある。クライアントのための研究開発を請け負うコンサルタント会社もある。研究開発部門が、その成果を既存事業のみにフィードバックするのではなく、既存事業では使えない技術とか、既存事業が興味を示さない有望な新技術を、積極的に社外に対価を得て譲渡しはじめると、R&D事業の部分が大きくなり始めることになる。R&D活動の成果には『価格』を付与することができるから、社内の既存事業にフィードバックされる研究成果も、社内で振替価格をつけて取引することもできる。このように考えると、R&Dの活動もまた『事業』とみなすことができる。既存事業が大きな収益源として存在し、R&D部門も別の大きな収益源として存在する企業の方が、望ましい姿であると思われる。

R&Dの成果に基づく新事業 R&D部門が開発した画期的な新技術を、大きな新規事業に育てていく部門が社内であれば、会社の事業構造は、常にダイナミックに新陳代謝を続け、長期安定的に成長を続けながら存続する可能性が高

資料4 R&Dと既存事業の関係およびR&DとR&Dの成果に基づく新事業展開の関係を示す概念図



まる。デュポンはテフロンを開発し、テフロンの用途を開拓し、新市場を世界で拡大した。この会社には、未開拓の市場を開拓するノウハウが蓄積されていると思われる。

確実に利益を稼ぐ既存事業と、次々に技術成果を生む R&D 事業と、R&D 部門の技術的成果を新規事業で発展させる事業という、3種類のそれぞれ性格の異なる事業を、バランスよく

社内で維持できる会社が、技術立脚型企業の理想だろう。

理想の経営形態 不確定要素の多い研究開発の活動でコンスタントに成果をあげ、しかも、その成果を、確実に、未開拓の市場で大事業に仕立てあげるといふ経営は、まさに容易でない仕事であることだけは、はっきりしている。

技術マネジメントには、自社技術を基盤にし、

資料5 産業技術のライフサイクル初期と終期の技術マネジメント

	技術のライフサイクル終期の技術マネジメント	技術のライフサイクル初期の技術マネジメント
企業目標	既存技術の維持 既存市場の支配	旧技術の打破 産業の確立
競争手段	製品・製法の 徹底的標準化	飛躍的新機能を持つ 新製品群の提供
競争の形態 競争の内容	スケール・エコノミー・ないしは エコノミー・オブ・スコープの追求 によるコストパフォーマンス	基本的ニーズ発見の競争 新ニーズ充足の競争 画期的製品開発の競争 画期的製法開発の競争 画期的新市場開拓の競争
投資行動の 特色	投資効率を求め、 開発投資の回収を重視する	市場の開拓をめざし 投資回収の予測が明確でない 状況でも開発投資を続ける

長期安定的な市場地位の確立をめざすことが重視される段階があり、その反対に、自社開発の成果を武器にして、既存の技術体系を打破し、新しい産業技術を普及させることを重視する段階がある。画期的新技術が生まれ、それが大規模な産業に育っていくという、広義のイノベーション（資料1参照）は、古い産業技術体系を革新技術で置き換える初期的な段階に始まり、やがて、その新技術が標準技術として市場に広く普及する発展後期の段階に到達するまでの両方を含んでいる。イノベーションの初期的な段階と終期的な段階とを、企業が設定する目標、企業が採用する競争の手段、競争行動の形態と内容、そして投資行動にみる特色といった側面から表にまとめて比較したのが資料5である。

複数の市場に進出し、それぞれイノベーション・プロセスの異なる段階にある基盤技術を、幾種類も活用する多角化企業においては、基盤技術の領域別に、しかも技術サイクルの段階別に、技術変化への対応を行うという課題が加わってくる。

V. コーニングとGEにみる技術マネジメントの劇的展開

ガラス製品メーカー・コーニング社と総合電

機メーカー GE 社の発展の歴史には、技術マネジメントのあり方を示唆する経験が豊富に含まれている。両者の具体的な経営経験については、公開されている詳細な取材記録から事実関係を抽出した。⁽⁷⁾

コーニングにおける技術マネジメント

1990年におけるコーニングの製品ラインには、成熟製品（テレビ、照明、建設産業・装置産業向けシステムおよび機器）がなく、受動電子部品も半導体事業も消えている。花形製品の筆頭は、売上高6億ドルの光ファイバーである。通信用光ファイバーの分野を開拓したのはコーニングで、この領域ではATT、住友電工などの強豪を相手に、コスト面でも性能面でも、主導権を確保している。第二の花形製品群には、売上約2億5,000万ドルの商標名 CELCOR のというセラミック製自動車排気ガス処理装置、シャープなど日本の大手ユーザー向けの液晶パネル用ガラス、さらに、コンピュータ・メモリー用のガラス・セラミック混合素材が含まれている。いずれもコーニングが自社で開発した技術をベースにした新規事業で、これらが往年の主力（成熟製品）事業と入れ替っている。

1966年の時点でコーニングは、約200種類のブラウン管を製造し、国内市場の100%を支配

していた。ブラウン管が、同社売上高の50%と、利益の75%を占めていた。しかし1968年をピークに、業績は低迷し始めた。原因はブラウン管にあった。1967年から、日本製白黒テレビが、米国製品に置きかわり始めたのである。1975年、同社は、ブラウン管3工場の内、白黒テレビ用工場を閉鎖。1976年には輸入カラーテレビも米国需要の40%を占めるに至った。1975年、売上の75%をテレビに依存していたコーニング社は赤字を計上し、テレビの納入先は、28社から5社に減った。

テレビ以外にも問題があった。半導体分野への進出目的で買収した SIGNETICS 社が1974年に赤字を計上した。1972年、会社は大洪水に見舞われ、2,000万ドルの被害を被った。前年から1975年にかけての景気後退も重なり、1975年は売上高が9億3,900万ドルに減り、利益は3,100万ドルに止まった。SIGNETICS 社を売却、5工場を閉鎖、従業員46,000人の内、マネジャー1,200人を含む11,000人が解雇された。

苦悩の70年代に、コーニングはBCGのポートフォリオ分析、GE式のリストラクチャリング、およびゼロベース予算など、多様な経営手法を導入し、既存事業の建て直しに努めた。人材と資金を、儲かる事業に集中したわけである。短期的対応であった。

しかし、コーニングが将来事業の育成を始めたのも、この財務危機の最中だった。会社にとって重要な3つの分野が選ばれた。自動車排気ガス処理事業の中核となる CELCOR、光ファイバー、そして工業用バイオ・テクノロジーの3分野である。

コーニングは、テレビ事業最盛期の1950年代に、売上高の3.5%だった研究開発費を1965年までに5%に増やした。1957年に中央研究所を新設し、1965年にはさらに大型の研究所を設立した。R&Dの重要性に対するコーニングの認識は、1900年代初期からの度重なる経験に基づいている。代表的な経験には次のような項目が含まれる。(Morone p.132)

1879年エジソンとの協力で電球の開発→1900年には、利益の75%を電球で稼いだ。

1900年代のパイレックスの発明→コーニングウエアや実験器具の市場を開拓した。

1920年代の電球製造装置発明→1930-1940年代の収入源となった。

1920年代-1930年代のグラスファイバーとシリコン技術との開発が、1990年代に開花した。

1950年代のパイロセラム、耐圧・耐熱セラミック・ガラス素材→コーニングウエア事業に発展した。

1960年代に、コーニングは、大産業（自動車や建設）への新規参入を次々に試みた。R&D担当副社長は、コーニングが進めた技術開発投資について次のように述べている (Morone, p.132)。『長期間の実績をみると、研究開発プロジェクトの3分の1は技術的に失敗し、残りの半分が市場で成功したが、別の半分が市場で失敗した。どちらの失敗も事前には予想できなかった。』

コーニングが、1960年代に10年がかりで開発した自動車用安全ガラスは、画期的製法を他社が開発し、日の目を見なかった。1971年には、同社は自動車用窓ガラス事業から撤退した。しかし、この技術は1990年に入ってから、液晶表示板事業につながった。

同社が1950年代に開発したガラス・セラミック素材製のハニカム構造式熱交換機も、自動車産業が受け入れを拒んだ。これも後にパイロセラムの開発に繋がった製品だった。

1966年、英国郵政省がコーニングに、電話通信に使えるガラス繊維の開発を促した。コーニングには、1950年からガラスを基盤にしたレーザーの研究者が20名いた。シリカを使った研究が1970年に実を結んだ。当時、車の計器板に光を送るファイバーや医療用ファイバーが実用化されていたが、ガラス内での光損失が大きく、通信には使えなかった。1966年にITTのKao/Gockhamが発表した論文は、光通信には、光損失率が20 db/km以内のファイバーでなけ

れば使えないと指摘していた。

1970年初頭、コーニングが、ついに20 db/kmの壁を突き破ったという劇的なニュースの後で、社内の光ファイバー開発にも熱が入った。しかし、技術的なブレイクスルーが達成されても、商業化と利益回収が可能になるのは、何十年も先と見なされた。この新技术を市場が受け入れるか否かは、コーニングが自由にできない多数の要因に依存することが問題であった。潜在的顧客の多くは潜在的競争相手でもあった。光ファイバーは、光通信システムに必要となる構成要素の一つでしかなかった。仮に、システムが完成しても、市場は、画期的なシステムへの変換に抵抗を示すと思われた。新装置導入のコストが高いため、システムの耐久性や信頼性も懸念された。しかも既存の電線メーカーは、従来の通信システムを積極的に増強している最中でもあった。誰も新システムを購入しなかった。買うとしても30年先、導入時には、最大手のATTは、自社製品を使うと思われた。

米国でATTに冷たくあしらわれたコーニングは、国外市場に注目した。国外にも障壁があった。電話会社は国営か公営が多く、外国納入業者を好まなかった。コーニングは、各国の電線メーカーと共同開発契約を結んだ。イギリス(BICC)、フランス(CGÉ)、イタリア(Pirelli)、ドイツ(Siemens)、日本(古河電工)の各社との契約である。電線メーカーは、コーニングに契約料を支払い、光ファイバーの活用に必要な部品とケーブル技術を開発する、という契約であった。各地に光ファイバーの需要が発生する段階では、各社に現地での生産を認める契約だった。メーカー各社が、いずれはコーニングの競争相手になる可能性があったが、コーニングが先端技術を開発し続ける限り、コーニングへの依存は続くはずであった。何よりも、このとり決めて、光ファイバーの需要喚起が望まれた。1974年6月、コーニングは光ファイバーを発表した。会社の業績が悪い年であった。光ファイバー関連の累積の開発投資

が1億ドルと推定された1982年の売上高は、僅か1,000万ドルで、年間の費用もカバーできなかった。社内での抵抗も強烈になった。光ファイバーの売上は1984年で2億ドル、1986年で2億2,000万ドルと推定された。

画像診断装置市場の開拓と制覇を競うGEとEMIの攻防

1972年から1987年までの15年間に米国市場での画像診断装置(CTスキャナー、MRI、超音波診断装置およびX線装置)の売上高は2.8億ドルから23億ドルに増えた。急成長の原動力となったのはCTスキャナーとMR(磁気共鳴画像診断装置)の普及である。いずれも、最初に装置を開発したのはEMIで、市場で主導権を握ったのは後発のGEであった。CTスキャナーは、人体に対して多方面からX線を照射し、人体を透過したX線を鋭敏な検出器で検出し、その透過X線量をコンピュータで処理して、テレビ画面に、人体の断面図として再構成する装置で、1972年に英国のハウズフィールド(EMIの研究者)が公表。1970年末には臨床試験に入っていた。EMIが特許を申請し、登録されたが、重要部品は公知の装置なので特許対象の部分を迂回した競合製品が出現することは、早くから予想されていた。EMIではCTスキャナーの主要部品の生産を、社外のベンダーと社内の関連2事業部に委ね、1971年にはGEに米国での販売を任せようとした。しかしGEは、『技術に将来性がなく、売上台数も30台止まり』と推定し、申し入れを断った。EMIは、欧州でも米国でもCTスキャナーの普及に単独で取り組むことになった。1973年に初の実用機を出荷し、画期的な医学的診断を示した年末の論文発表で、注文が殺到した。

1974年、生産が受注に追いつかず、300台という受注残は、年間の生産能力の240台を上回っていた。次世代装置の開発も進まなかった。部品を英国の工場で作し、それをシカゴの工場で組み立てる際には、トラブルが続発した。1977年に米国で据えつけた製品の90%に問題が

発生した。英国の中央研究所とシカゴのエンジニアとの意見が合わず、1978年、EMIは、業界での技術的リーダーシップを完全に他社に奪われてしまった。

1978年までに新たに14社が、CTスキャナー市場に参入した。1981年までの8年間に世界で設置された、合計2,958台の内、EMIの製品は28%のみになった。予想外に、主力市場である米国での需要が急減した。米国の需要台数は1977年208、1978年122、1979年141と、1981年以降の需要回復まで低迷状態が続いた。

未解決の経営問題が山積し、EMIの医療機器事業部は、前年の多額な利益以上の損失を1978年に記録し、この間、主力の音楽事業の利益も悪化した。EMIは1979年に、エレクトロニクス会社 Thorn Industries 社に買収された。Thornは、資金を得るため医療機器部門を売却した。この医療機器事業部の米国市場以外での事業を買収したのはGEである。1986年時点での米国市場でシェア分布はGEが51%、Pickerが19%、Philipsが9%であった。

一方、GEの医療システム事業部(GEMS)は、1970年代初期、利益の減少傾向を止められなかった。製品はX線装置とそのフィルムだった。1971年は、売上高1億6,700万ドル、純利益500万ドルであったものが、1973年には、売上高2億1,500万ドル、純利益130万ドルに減少した。X線ではSiemensが業界トップで、2位はPhilips、3位はPickerであった。GEは、品質で上位2位に及ばず、3位メーカーより価格が高かった。

伝統的にGEMSは、X線装置とフィルムのメーカーで、X線市場では米国最大ながら、GEの社内では小さな存在であった(1962年の売上高はGEが50億ドルで、GEMSは5,500万ドル;利益はGEが2億5,600万ドルで、GEMSは100万ドル)。

GEMSは、1960年代後半から『世界一の医療機器事業を育成する』という目標を掲げて、心臓モニター、ペースメーカー、人工肺、血液

分析装置などの開発を試みたものの、ことごとく失敗、この間、X線は苦戦を強いられた。

1973年、ウエルチがGEMSを傘下に持つ部品・資材グループ担当の副社長に就任し、責任者を更迭。後任にRobbを指名した。Robbは、医療機器での多角化製品事業を売却し、事業活動をX線一本に絞りこみ、製造・販売の両面で極力、合理化を追求した。RobbがX線装置事業の建て直しを進めた時期、CTスキャナーについてのGEの予想が完全にはずれたことが明白になった。EMIのCTスキャナーは、GE製のX線装置の売上に食い込みはじめた。

1974年の暮れ、GEもCTスキャナーの市場に参入すべしとの結論を上層部が出した。中央研究所も事業部でもGEが、EMIと類似の製品で、即刻、市場に参入することを望んだが、担当責任者のRobbは、GE独自の技術での市場参入を決意した。

新型CTスキャナーの開発は中央研究所に委ねられた。EMIの製品は、ペンシルビーム方式で、X線ビームを人体の向こう側にある単一の検出器に向けて照射し、X線照射装置と検出器の双方を、人体の周りで回転させながら、多数の点で測定を繰り返すという装置であった。GEの製品コンセプトは、ファンビーム方式で、扇型に照射するX線を、160箇所以上に備えた検出器で同時に測定しようとするものであった。GEは頭部用、胸部用、および全身用のCTスキャナーを全て発売する方針であった。しかし、GEでのプロジェクトが始まって2カ月後には、胸部用診断装置に需要が見込めないことや全身用装置の開発でGEが他社に遅れていることが明らかになった。需要予測も開発計画も大幅に修正された。それでも1976年初頭まで、プロジェクトは予定通りに進行した。胸部診断装置は実地試験に入り、頭部用装置の導入契約も締結し、1975年11月の学会での全身用スキャナーの発表で、生産開始前の装置に65台の予約が入るほど反響は大きかった。1975年の暮れから1976年初頭までに、胸部用、頭部および全身用のス

キャナーの全部について技術的なトラブルが発生した。トラブルで注文の取消が増えた。コンサルタントも GE 方式の製品を諦め、他社同様の方式への切り換えを薦めた。しかし、GE は、自社方式に固執した。1976年11月、発表から1年後、漸く全身スキャナー1号機が出荷された。しかし、GE 製品には他社を圧倒するだけの性能はなかった。しかも、1976年暮れには、EMI も他の企業も、次世代機種を既に発表していたので、GE は、技術的に大きく遅れたことになった。

需要が、突如、激減するという事態は GE にも予想外であった。新規参入企業が続出し、生産能力が過剰になった時期であった。責任者の Robb も、担当副社長のウエルチも会社が間違った技術を選択したかも知れないと思ったという。1977年半ば、待望の、大幅に改良された検出器ができあがった。1978年の受注は1億300万ドルに増え、国内シェアは、この需要減少期に20%から60%になった。

おわりに

本稿では、トップ・マネジメントの立場から、技術マネジメントを、第一にイノベーション・プロセスの推進、第二に、経営資源としての技術インプットの選択、そして第三に、経営成果としての技術的アウトプット形態の選択という角度から考察を加えてきた。

技術立脚型の企業（技術力という経営資源を重視した企業経営を進める企業）には、自社の技術力を活用した多角化の選択肢が多様に存在する。たとえば、コーニングはガラス製品とガラス関連技術との関わりで、次々に新規事業を展開してきた。GE も、電気関連技術を活用し

て最も多角化の進んだ大規模メーカーに成長している。技術立脚型の企業は、往々にして、新しい技術で新規の産業を育てようとする経営、つまり広義のイノベーションによる成長をめざす組織でもある。コーニングも GE も、そのような企業の典型である。そこでは、前述の技術マネジメントの適否が、全ての側面から試されることになる。コーニングとか GE のような、技術立脚型企业においても、的確な技術マネジメントが、新規技術を導入した新規市場ではメーカーもユーザーも予測できない事象が発生するという状況では、不確実な情報に基づくリスクの高い決定を繰り返しながら、試行錯誤の中らか、最適解を求めつづける経営になることも、両社の経験が示していると思う。

注

- 1) 山之内昭夫『新・技術経営論』日本経済新聞社 1992年および C. Freeman, *Technology policy and economic performance*, (Pinter, 1987)
- 2) S. Berger, *Toward a new industrial America*, *Scientific American*, (June 1989) pp. 21-29
- 3) 例えば、内田星美『産業技術史入門』日本経済新聞社1974年 pp.294-296に記載されている産業技術史年表にも多数の例がみられる。
- 4) Note on Global Technology Flows, Harvard Business School Case 9-389-132 (1989)
- 5) M. Horwitch and C. K. Prahard, *Forms of Modern Technological Innovation: Characteristics and Management*, HBS Working Paper, 1978.
- 7) ① J. G. Morone, *Winning in High Tech Markets*, Harvard Business Press, 1993, ② F. M. Scherer, *International High-Technology Competition*, Harvard University Press, 1992, ③ "Corning Glass Works: International," Harvard Business School cases 9-381-160 など一連のケース教材, および ④ "GE—Jack Welch's Second Wave," 9-391-248 (1991) などの一連のケース教材。

[ふるかわ こうせい]

慶應義塾大学大学院経営管理研究科教授)