OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	ベンチャービジネスの経営戦略と商品開発の一考察 : 光ファイバーを起業としたモリテックスの事例
Author(s)	岡田, 広司
Citation	国際公共政策研究. 2001, 6(1), p. 1-23
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/9076
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

ベンチャービジネスの経営戦略と商品開発の一考察*

—光ファイバーを起業としたモリテックスの事例—

A Study on the Management Strategy and the Product Development in the Venture Business*:

The Case of MORITEX CORPORATION, Which Made Optical Fiber as a Foundation of their Enterprise

岡田　広司**

Hiroshi OKADA**

Abstract

This thesis is about the management strategy and the product development at MORITEX CORPORATION, which has made its venture business successful by advancing a technological innovation aggressively.

It is said that IT (Information Technology) and biotechnology will be the area of successful venture businesses in the early part of the 21st century. MORITEX CORPORATION searched for the optical technology, with the optical fiber as their core business, and has been successful in developing various optical products.

The enterprise is continuously advancing its technological innovation in IT and biotechnology, with the company policy of "Becoming the eyes of the industry robots of the world" and "Leading the creative technological innovation of the 21st century industry".

キーワード：ベンチャービジネス、経営戦略、商品開発、技術革新、情報技術（ＩＴ）

Keywords：Venture business, Management strategy, Product development, Technological innovation, Information Technology (IT)

---

* 本稿は、筆者が企業において取り組んだ事業の中から取上げたテーマである。
本研究の過程で森戸祐幸社長をはじめ株式会社モリテックスの方々に多くのご指導を頂いた。ここに記して感謝申し上げます。

**名古屋市立大学経済学部 助教授

はじめに

21世紀を迎えた今日、世界経済はますます変化し、その流れはわが国の企業を取り巻く環境に大きな変化をもたらしている。その変化の一つが、企業パラダイムを「日本からグローバルへ」という枠組みにシフトせざるをえなかったことがあげられる。また、産業構造の急激な変化も、経済のグローバル化の進展を加速し、企業競争の激化をもたらしている。しかしながら、この大きな時代のうねりに適応して、存続しかつ著しい成長を実現している中堅企業も多い。

従来から、日本の中堅企業は、多くの場合、中小企業として、産業構造の底辺に存在し、大企業の利潤獲得の手段として利用される経済的弱者として考えられてきたが、今日にあっては、その機動性や即応性を生かして、積極的に技術革新を展開し、産業のリーディングカンパニーとしてベンチャービジネスを成功させている企業が多く見られる。

本稿は、技術革新を積極的に進めることによって、ベンチャービジネスを成功させた株式会社モリテックスの経営戦略と商品開発について検討している。

21世紀を迎え、成功するベンチャービジネスの中心となるものは、ＩＴ(Information Technology) とバイオテクノロジーといわれている。モリテックスは、光ファイバーを基幹事業として、光学技術を追及し、多くの光学製品の開発に成功した。その後も「世界の産業ロボットの目になる」そして「21世紀の産業への創造的技術革新をリードする」を企業方針として、ＩＴやバイオテクノロジーの技術革新を展開している。

1. ベンチャー企業の定義

まずベンチャー企業について定義しておきたい。ベンチャー企業については、中小企業が中小企業法によって規定されているような法律がないため、通常の概念として捉えられている。次のような考え方が一般的であろう。

ベンチャー企業は、独創的な技術、商品、サービスの開発や経営システムの導入により、新しい市場を開拓し急成長している企業といえよう。創業が新しく、小規模な企業が多いが、企業風土として積極的に経営を拡大して行こうとする成長意欲が高い企業である。

次にベンチャー企業を検討する前に、ベンチャー組織の体系について検討しよう[1]。

ベンチャー組織にも色々な形態がある。まず営利型ベンチャーと非営利型ベンチャーとがあるが、ここで研究の対象とするのは営利型ベンチャーであるので、非営利型は特に言及し

1) 松田〔3〕pp. 3-4 参照。

ないこととする。ただ、非営利型は今後、NPOに代表されるように、介護、医療、教育、環境などの分野では、大変重要な存在になりうる。またベンチャー組織の体系を表すと図1のようになる。

営利型ベンチャーの中には、独立型ベンチャーがあり、これはすでに法人形態になっているものをいう。独立型ベンチャーの予備軍としての個人形態もある。独立型ベンチャーの中には、完全独立型と設立当初からベンチャー・キャピタルやエンジェルからの出資を受けている独立支援型とが含まれる。本稿で検討する株式会社モリテックスは、完全独立型ベンチャー企業である。

企業革新型ベンチャーとは、企業がすでに存在し、既存企業の革新を目的として新事業に挑戦する時に、社内ベンチャー組織を設けたり、社外に別会社として社外ベンチャーを設立したものであるが、社内ベンチャーは、その組織だけを見ると社内組織であるため、全体を包含する概念としては、ベンチャー組織としている。

社内ベンチャーに最も多いのは、新規事業プロジェクトチームを既存の組織とは別に設立し、特別の権限や位置付けを与えたものである。また、その中には、社内資本をもち、いつでも分社化できるような形態で運営される擬似子会社もある。さらに、他企業または一部の事業を買収・合併したが、社内ベンチャーとして残したという形態もありうる。

本稿で取上げるベンチャー企業は図1における独立型ベンチャー企業であり、社会的にもその成長・発展が注目を浴びているのがこの形態である。一般的にベンチャー企業とは、この独立型ベンチャー企業を指す場合が多い。ここで、本稿の研究対象である株式会社モリテックスの位置付けを明確にするためにも、独立型ベンチャー企業の定義を明らかにしておこう。

> 独立型ベンチャー企業の定義
>
> 高い志と成功意欲の強いアントレプレナーを中心とした、新規事業への挑戦を行う中小企業で、商品、サービス、あるいは経営システムに、イノベーションに基づく新規性があり、さらに社会性、独立性、普遍性を持った企業。

上記の定義は松田〔3〕から引用したものであり、その意味するところは次のようである[2)]。

① 起業家は、単に経済的成功を自己目的とするだけでなく、加えて高い志が必要である。「成功意欲」という意味の中には、成功の尺度や内容は、個人によってなど多様（売上高、技術水準など）であるべきという考え方が含まれている。

② 「中心」という表現には、一人の起業家の完全ワンマンタイプだけでなく、起業家が複数結束して施行するパターンもあることを念頭においている。

2) 松田〔3〕pp. 5-6。

③　「新規事業」と定めたのは、後にある「イノベーションに基づく新規性」があるから、当然新規事業の挑戦ということになる。

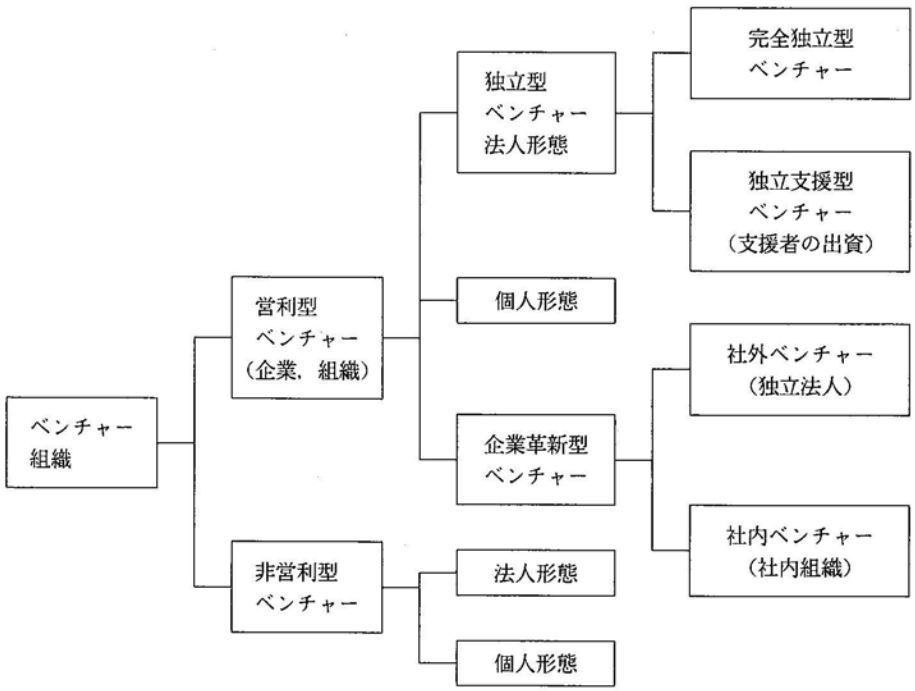
④　中小企業基本法には、中小企業の定義が資本金と従業員規模という量的基準で定められている。ベンチャー企業は、当然中小企業の範囲に入るが、その中で上記のような質的基準を満たすものを定義したわけである。

⑤　「イノベーション」の内容については、Ｊ.Ａ.シュンペーターが述べているように新しい生産物、新しい生産方法、新しい組織の創出、新しい販売市場の開拓など、非常に広い範囲が含まれる。

⑥　「社会性」とは、社会に貢献する事業内容であることを当然としている。加えて、社会の一員として積極的に社会的責任を果たす意志があることに一つの尺度として株式の公開志向があることを入れている。これは、志向であって実現の有無は問わず、非公開を方針であるからといって、それだけで資格なしとするものではない。ちなみに、本稿のテーマである株式会社モリテックスは、株式の公開志向も強く、1997年に株式の店頭公開を果たし、2000年には東証第一部上場を実現している。

⑦　「独立性」は、他企業の下請けや系列でないという意味であり、独立型の場合は当然のことである。「普遍性」とは、特定の地域や特定原料などによる特異性が事業の中心と

図1　ベンチャー組織の体系



なり、普遍性がない場合は、ベンチャーとしてのインパクトがないということで加えてある。

2. 中小企業の強みと起業家精神

経済成長の初期には、需要が供給を上回り、モノを作れば売れる時代を経て、大量生産システムが積極的に導入され、大企業の資本力による設備投資などで市場を創造してきた。その代表的な産業が、繊維、鉄鋼、造船などであり、その後も、石油化学、重電機、家電、自動車などと続き、我が国を経済大国へと築いてきた。

しかし、今日豊かになったわが国は、供給が需要を上回り、顧客の好みも多様化したことにより、商品の差別化、個性化が重要視されるようになった。この市場構造の変化は、商品のライフサイクルが短縮化するなど、マーケティング、生産、流通などを含めた企業活動の流れに大きな変化をもたらした。とくに、生産形態が少種多量生産方式のマスプロダクションから、多種少量生産方式のジャストインプロダクションに移行してきたことは、中小企業にとっても、新しい判断が必要とされるようになった。

つまり、新しい状況下では、大企業のような階層型組織による企業運営では、複数の判断を下す部署が関係することにより、プロジェクトを進めるのに様々な問題が絡み合い、時間や費用を費やしてしまうことになる。また、各階層によって責任体制が阻害され、自分で判断し、行動し、結論を出すジャッジマンが育っていないため、結果的に責任回避行動となり、リスクを負う起業家精神を持ったアントレプレイナーが育ちにくいことになる。

それでは中小企業ではどうであろうか、上述したように、かっての作れば売れる大企業の設備投資による市場創造の時代は、少種多量生産体制であったから、一つの製品のロットアウトが大損失になる。いくつかの階層型組織のチェック機能を持たせることにより、品質の確保を図っていた。この複数による責任体制が、かえって責任の明確化を損ない、各個人の責任回避となり、素早い機動性を必要とする今日の環境下では、弊害となっている。あわせて、新規事業やベンチャー事業には、変化をチャンスとして、リスクを省みず、挑戦するアントレプレイナーが必要にもかかわらず、階層型組織を持つ大企業では育ちにくい環境にある。経済成長が低速している今日、大企業の成長が鈍化し、階層的組織の中で長く仕事を続けることにより、保守的、保身的になりがちとなり、人間的な成長をも鈍化させてしまうことにもなろう。

一方、中小企業は大企業と異なり、人材的に手薄となるため、大企業のような階層的組織ができない。すなわち、フラット的な組織となる。フラット型組織は、新規事業のリーダーはトップマネジメントと直結することができるから、企業内の風通しがよく、生きた情報と

業務に対し即決できるようになる。リーダーはトップマネジメントが決定した経営方針に対し、新規事業を自分で判断し、自らが行動し、自分で結論を出すジャッジマンとして、起業家型経営者に育つという環境の中にあるといえよう。

本稿で事例として取り上げる株式会社モリテックスは、長年アントレプレナーが育つ風土、環境が整備されてきたため、多くのイントラルプレナー（社内起業家）によるいくつかの新規事業が展開されている。当該企業では、あらゆる部門において、トップマネジメントが決定した企業ビジョンのもとに、ミドルマネジメントたるリーダーが、起業家精神をフルに生かして、技術革新に挑戦し、新規事業に取り組み、成功を積み重ねた結果が、今日の発展をもたらしている。

3. 新たな商品を生み続けるモリテックス

企業が新製品を開発し、事業化を成功に導くことは、社会システムや市場のライフスタイルや産業構造に刺激を与えるに適応した、いうなれば創造性を持った市場ニーズにあった商品を開発し提供することであろう。そのために企業は常に新技術・新素材の研究など技術革新を、継続的に進める必要がある。一般家庭を消費者とする民生向け商品にあっても、企業をユーザーとする産業向け商品にあっても、基本的な考え方は同じであろう。

企業内部では、技術開発力要因の分析とマーケテイング力要因の分析によって、自社の商品開発の方向性を確認しながら、商品化・事業化というロジックが展開されることになる[3)]。これは、「技術革新」と「家庭や産業の社会システム」との関係を研究しながら、「ニーズ」と「シーズ」の連鎖メカニズムの関係を機能化していくことにある。

「ニーズ」と「シーズ」の連鎖メカニズムのとらえ方は、企業によって違うが、技術開発力要因の強い企業や、産業用向け商品の製造業などは、「シーズ」を先行して市場創造を図る傾向が強いといえよう。

本稿でとりあげたモリテックスは、「シーズ」開発に力を入れ、さらに革新的な技術開発を進めながら、市場を創造してきたハイテクノロジー企業であり、光ファイバーを基幹事業としてベンチャービジネスを成功させたことでよく知られている。

モリテックスは、市場ニーズに応える中で、技術革新を強力に進め、提案型の産業用商品を開発してきた。事業の中心は、産業向けであったが、シーズ型商品開発を進めながら、民生向け商品開発にも力を入れようとしている。

---

3) 技術開発力要因およびマーケティング力要因とは、筆者が新事業策定に関して理論化した「戦略的商品探索法」に使われる用語である。詳しくは岡田〔11〕pp. 10-20。

4. ベンチャー企業モリテックスの技術革新

モリテックスは、栃木県矢板市出身の森戸祐幸氏が、1973年単身で創業した企業である。現在では、光ファイバーや光学系関連、バイオ関連機器、光通信関連ロボットなど時代の最先端を行く商品を開発しながら、成長を続ける、いわば企業全体が技術革新推進プロジェクト軍団といえるほどの開発型企業である。

しかしながら、企業が成長するには、市場ニーズを把握し、市場に応える商品を開発・商品化し、提供しなければならない。開発型企業といわれるモリテックスが成長する要因は、ニーズに応える商品をさらに一歩進んだ形で提供し、ユーザーに提案するといった経営方針が、貫かれてきたからである。

創業時から常に企業の経営方針を明確にしながら、何を商品開発すべきかを的確にかつ積極的に展開したモリテックスの商品展開の概要をまとめると図2になる[4]。

図2　モリテックスの商品展開

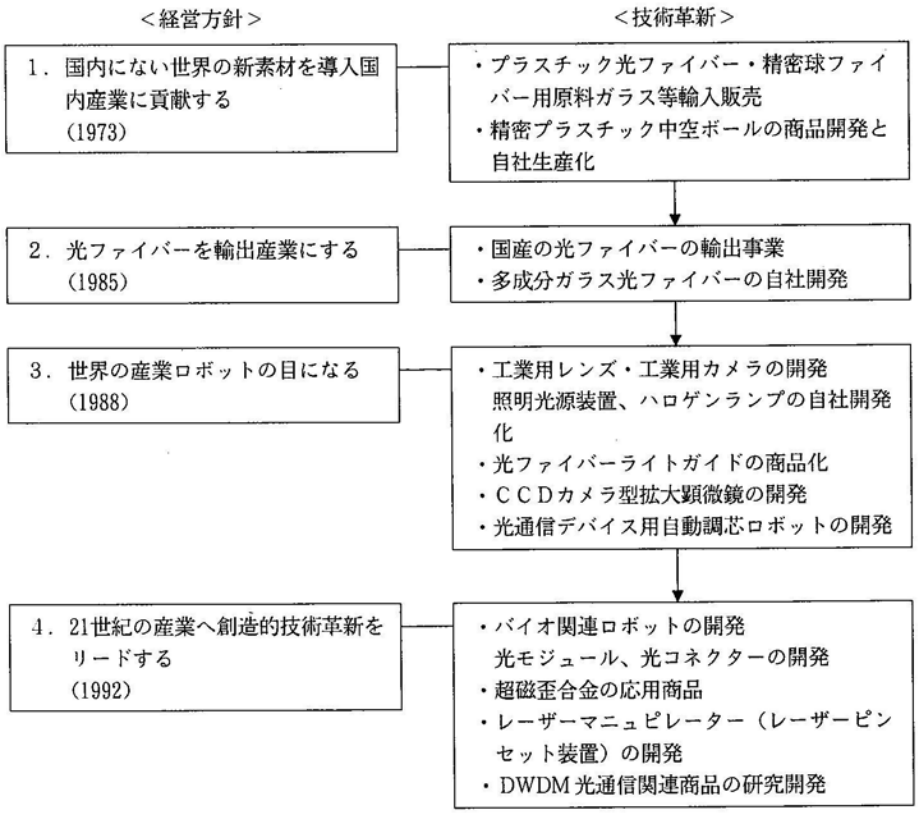


図2が示すように、経営方針は『国内にない世界の新素材を導入し、国内産業に貢献する』からはじまり、今や『21世紀の産業へ創造的技術革新をリードする』を実現すべく、積極的な研究開発と共に、内外のハイテクノロジーの導入やハイテク企業との技術提携などを進めている。そして、技術先行型の商品開発に取り組みながら、市場を創造している。

次に、世界に先駆けて商品開発に取組んでいる中から、いくつかの事例を取上げてみる。

5. 技術先行型で市場を創造した商品開発の事例

モリテックスは、これまで説明したように、市場ニーズを分析しながら商品開発に取り組むなかで、技術革新を積極的に進め、いくつかの市場創造を実現してきた。ここでは市場を創造した商品開発の事例をあげて、企業ドメインを拡大している事業活動を検討する。

(1) CCD カメラ型拡大顕微鏡ビジネス：工業用から教育関連向けへ

技術先行型商品開発により市場を創造した事例として、CCD カメラ型拡大顕微鏡ビジネスがあげられる。

モリテックスの光学研究は、「世界市場のロボットの目になる」をコンセプトにした、技術開発が展開された。その結果、工業用レンズ、CCD カメラ、ハロゲン光源を中心とした光源装置、そして自社で生産する光ファイバー素子を加工したしたライトガイドなどの商品開発を通して研究を重ね、各々の製品要素に関する技術的レベルの向上が図られた。

光学系商品のユーザである製造業が抱える工程として、製造ラインで製品の検査をする工程がある。技術革新の導入に積極的な、また設備予算に余裕のある製造者は、検査工程を独自の生産技術などで対応している。しかし多くのメーカーは、人の目による目視検査という手段で製品を検査し、市場に出荷している。この目視検査は、作業員によって検査能力に差異があったり、同一作業員であっても朝と夕方とではその能力に差が生ずるなど、製品の品質に差異をもたらすことになる。

モリテックスは、その工程の中に、工業用レンズ、CCD カメラ、光源装置を使って画像処理をすることで、低価格で、人の目視に替わる検査方法、例えば傷の二値化処理などの検査技術の提案を進めた。その結果、傷の有無が熟練を必要とせずに判断できる検査工程が低価格で実現した。しかし、企業の生産工程、形態などはまちまちであるため、個別に提案を進めることになる。これを標準化してあらゆる検査工程に、無理なく導入できるような機器として開発したのが、「CCD カメラ型拡大顕微鏡」である。この産業用における「CCD カメラ

4) 筆者がモリテックス名古屋支店長として、商品研究、商品開発に従事した活動の中から、いくつかの事例や社内資料などを参照する。

型拡大顕微鏡」の技術とノウハウを生かして、新商品として教育関連向けに開発したのが、「教育関連向け CCD カメラ型顕微鏡 Inf-500」の開発である。

小中学校では、これまで実態顕微鏡で拡大し、目視でかわるがわる観察するのが一般的に行われてきた。この欠点は一人しか観察できないことである。また、拡大画像は顕微鏡に手が触れても観察していたものが動いてしまい見えなくなる場合が多い。

既存するジャンルにある新製品を研究する場合、最も心がけなければならないことは、使用する場合の問題点をよく理解することである。そして、利用者の立場に立ってその問題を解決するための、技術手段を熟慮しなければならない。使用者は問題点を摑んでいるが、それが解決できる問題なのかどうかは判断できない。それを技術的に解決するとともに、さらに新しい効用を創出して利用者に提供するのが、開発担当者の責務である。

当該 CCD カメラ型顕微鏡は、こういった問題を解決するとともに新しい教育手段を提案している。つまり、CCD カメラ型顕微鏡を利用することにより、テレビモニターの拡大画像を多くの生徒が一度に観察できるようになった。リアルに拡大された画像は、まだ見たことのない生徒にとっては非常な好奇心を生み出すとともに、自然環境保護の大切さを見に付けることにつながる。

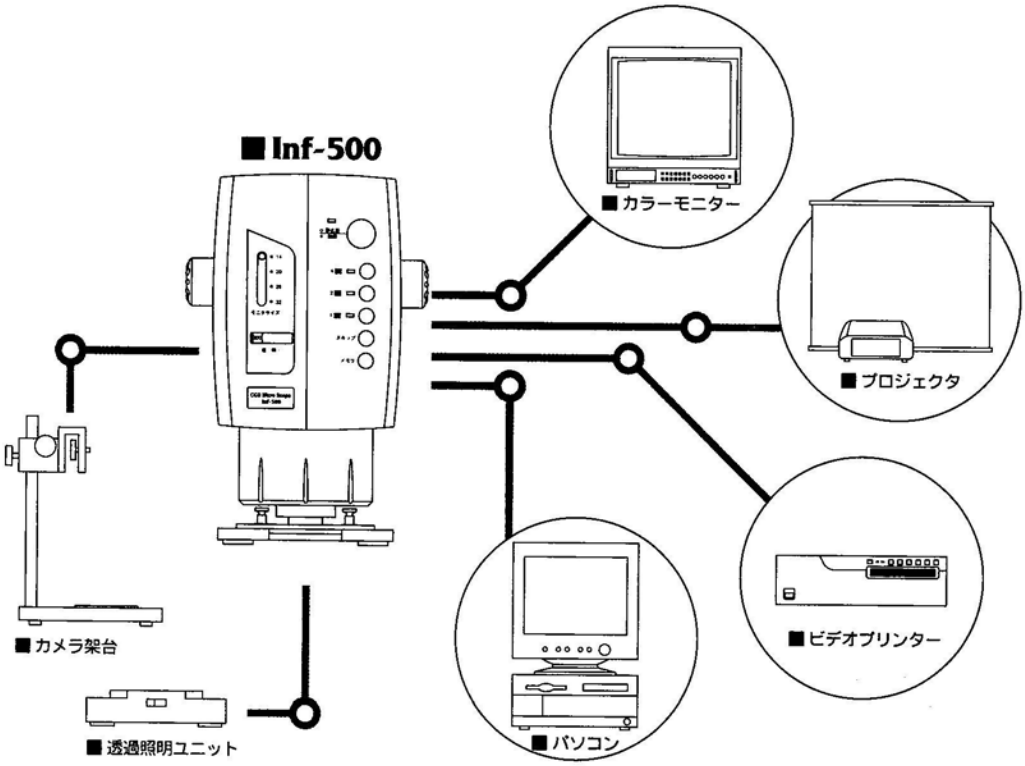
近年、自然保護とその環境問題が学校教育に取り入れられている。この教育方針をバックアップするのが、CCD カメラ型顕微鏡であり、企業の使命の一つとしている自然環境保護活動を、こういった製品の提供の形で進めているといえよう。

また、当該顕微鏡は、拡大画像を静止画にして説明できるので、画像が手ぶれを起こすことなく授業に使用できる。また、静止画を 2 分割や 4 分割画面できるため、生物の動きの時間的な変化を比較検討することができる。倍率も自由に変化できるため観察しやすい大きさに設定し、プリントしたり、コンピュータへの記憶媒体へ画像データを保管したり、画像の加工などもできるようになった。

このようなニッチな分野での製品開発にもフットワーク軽く取り組み、開発技術力要因の向上を図ることが、次の新しいビジネスへの足掛かりとなることも多い。この点大企業にはない機動性のあるビジネスが展開できるといえよう。

図 3 に CCD カメラ型顕微鏡のシステム構成を概念図として示そう。CCD カメラ型顕微鏡の画像は、モニターとして一般のテレビに映し出せる他、プリンターでの印刷や液晶プロジェクターでの大画面に映し出すこともできる。また、パソコンに接続して画像を観たり、データを保存するなど、拡大映像の活用範囲を広げるシステムを組みたてることができる。CCD カメラ型顕微鏡の機能をベースにして、その後技術研究、マーケティング研究の結果、美容分野へと応用化が進み、スキンケア・カウンセリングシステムや頭皮のカウンセリングシステムの市場を創造している。

図3　CCDカメラ型顕微鏡のシステム構成



（出所）㈱モリテックス

（2）光デバイス用自動調芯システム

光ファイバーの輸入ビジネスからスタートした当該企業は、やがて光ファイバーを自社生産化し、さらに光ファイバー関連製品の研究開発を展開している。その中で最もハイテクノロジーを必要とする製品の一つに、光デバイス用調芯システムがあげられる。

モリテックスは、光ファイバーを製造する企業として、光通信関連技術に関する技術革新に注目することになる。また当該企業は、かねてから将来の光通信時代を予測して、光ファイバーを製造する、精密加工、制御技術、石英加工技術などをベースに「光デバイス用自動調芯システム」の研究に取り組んでいた。

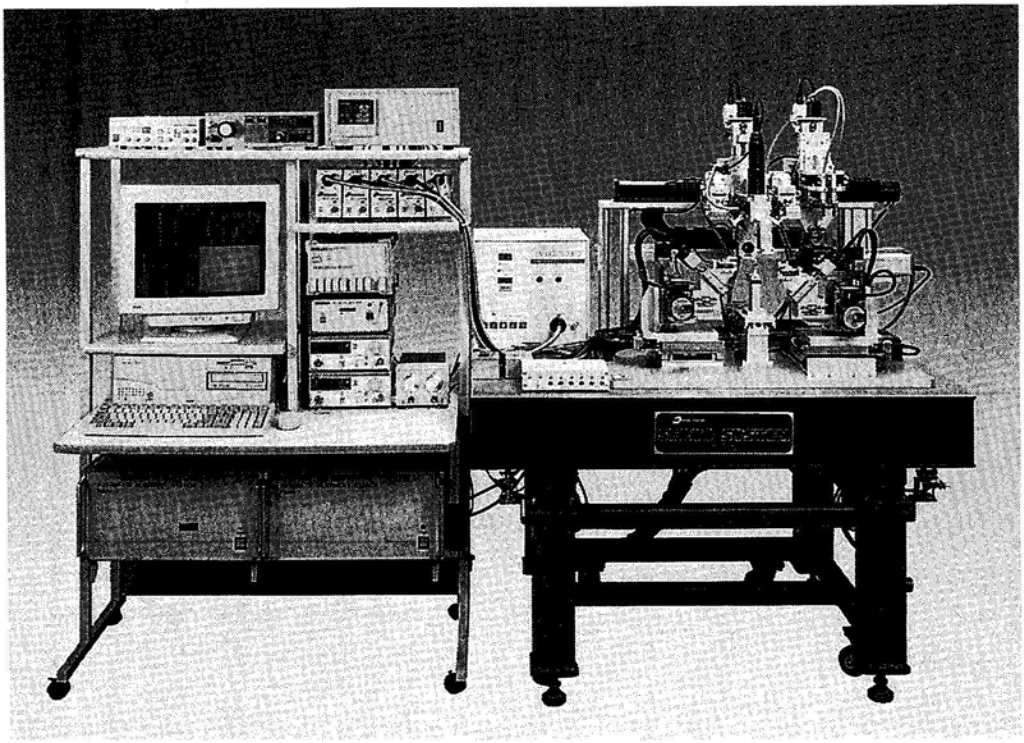
このシステムは、光通信に必要となる、光コネクター、光モジュールなどの光の路（導波路）を作るロボットであり、サブミクロンの位置を三次元で調整する精密な装置である。

このロボット市場がまだ考えられていなかった当時から、現在の光通信時代と市場性を予測し、技術開発を先行して商品開発を進めた。その結果「自動調芯ロボット市場」を加えた

光デバイス市場を創造することができた。この市場はこれから急激に伸びる市場であることは容易に想像できよう。現在はモリテックスが市場のリーダーである。

写真１は、光デバイス自動調芯システムの一つである光導波路型カプラ製造システムであり、光学機器と画像処理技術により、デバイス面合わせを自動化している。すべての操作はコンピュータのモニタスイッチのマウス操作で行い、対象デバイスに合わせた調芯手順を構築できる仕組みになっている。独立構成したデバイス上面および側面観察カメラ、バレル、ＵＶ照射バンドル自動位置決めユニットの使用で、光導波路型カプラの組立を行うシステムである。

写真１　光デバイス用自動調芯システム



（写真提供）㈱モリテックス

ＩＴ革命と言われるように、インターネット、パソコン通信をはじめ、デジタル情報通信は、まさに世界的規模で高度に進化している。同時に文字や音声に加え、画像、動画など複数の表現手段を統合して扱うマルチメデイア化の動きも高まっている。こうした情報ネットワークをさらに進化させるには、より大容量・高速の情報伝送が必要となっている。また「ファイバートゥザホーム：Fiber To The Home」など次世代の高速ネットワークというインフ

ラの整備をささえる、こういった新しい市場が急激に創造されていくことになろう。こうして近い将来、ハイテクノロジーでかつ機動力があり、技術開発先行型商品の開発を積極的に進めるモリテックスのような企業が、成長することになろう。

（3） レーザーマニピュレータ

この装置は科学技術振興事業団と共同で開発した、半導体レーザを応用してミクロン単位の微粒子を操作できる光学装置である。バイオテクノロジー分野やマイクロマシン（超小型機械）製造に利用できるものであり、とくにバイオ分野を手掛ける医薬品メーカーや大学などの研究所での利用が期待できる。

開発した装置は、半導体レーザーと CCD（電荷結合素子）カメラなどの微細技術が応用されている。半導体レーザーから690ナノメートルの波長を対象物に照射し、焦点を絞ると、その地点に微生物や微粒子が引き寄せられる原理を応用し、対象物を捕捉し、固定する機能をもっている。レーザーの焦点の位置を移動させると、その動きにつれて微生物などを他の地点に移動させることができる。つまり、ミクロンオーダーの微粒子、微生物などを顕微鏡視野内で自由自在に操作できるレーザーピンセット装置である。

当該企業は、従来から CCD カメラ型顕微鏡装置を開発し、美容関連、教育関連へとこの技術の応用市場を研究してきた。その中でも特に画期的な製品として開発したのが、レーザーマニピュレータである。

さまざまな商品開発の可能性について検討を行ってきたが、増原プロジェクト[5]で研究が進んでいるレーザーマニュピーション法と、当該企業のビデオ顕微鏡装置と組合せれば、これまで不可能であったさまざまな技術の開発や、従来可能ではあったが効率の悪かった問題点の解決ができると考えたわけである。

そこで、科学技術振興財団の創造科学技術推進事業の一つに参加して、光の放射圧を利用した新しい原理に基づく装置であるレーザーマニュピレータの開発を、科学技術振興財団と共同で行った。

ア．開発経緯

科学技術振興事業団の創造科学技術推進事業のプロジェクトの一つに増原極微変換プロジェクトがある。1988年より1993年まで微小領域における科学の研究分野の開拓を目指して、方法論の開発、反応場の作成、微小領域特有の緩和・反応に関する新現象の探索と解明、新しい反応制御法の開発を行ってきた。その成果の一つにマイクロメートルオーダーの微粒子、結晶、液滴、細胞などを一個ずつ非接触、非破壊的に操作し、分光、反応、加工を可能にす

5) 大阪大学大学院 工学研究科 増原宏教授が指導するプロジェクト。

るレーザマニピュレーション法がある。

モリテックスでは従来からビデオ顕微鏡装置を手がけ、この装置を利用した画期的な商品開発の可能性についてさまざまな検討を行っていたが、増原プロジェクトのレーザーマニピュレーション法と組み合わせれば、従来不可能であったさまざまな技術の開発や、可能であったが効率の悪い点などの解決につながると考えた。そこで、光の放射圧を利用した新しい原理に基づく装置であるレーザーマニュピレータの開発に取り組んだのである。この開発は科学技術振興事業団と共同で進められた。

研究開発したレーザーマニピュレータは従来不可能であった数ミクロンの微生物などの動きがある対象物（大腸菌など）の補足を可能にする。この装置を用いると、例えば、酵素などで遺伝子操作された任意の微生物、あるいは任意の細胞や微粒子などの選択が可能となる。

また、補足移動が可能なため、従来の平板培養を２～３回繰り返して行ってきた純粋培養を高い確率で、短時間に実施できるようになり、新しい微生物の発見ないしは優性を持った微生物だけをピックアップすることも可能となる。

さらに、微小領域における抗原抗体反応なども制御できるものと期待される。このようなことから、新薬開発研究を躍進するツールとして業界に大きなインパクトを与えるという観点を持つに至った。微生物、微粒子アイソレーション用にポイントをおいたレーザマニピュレーション装置の研究を重ね、レーザーマニピュレーターの商品化に成功した。

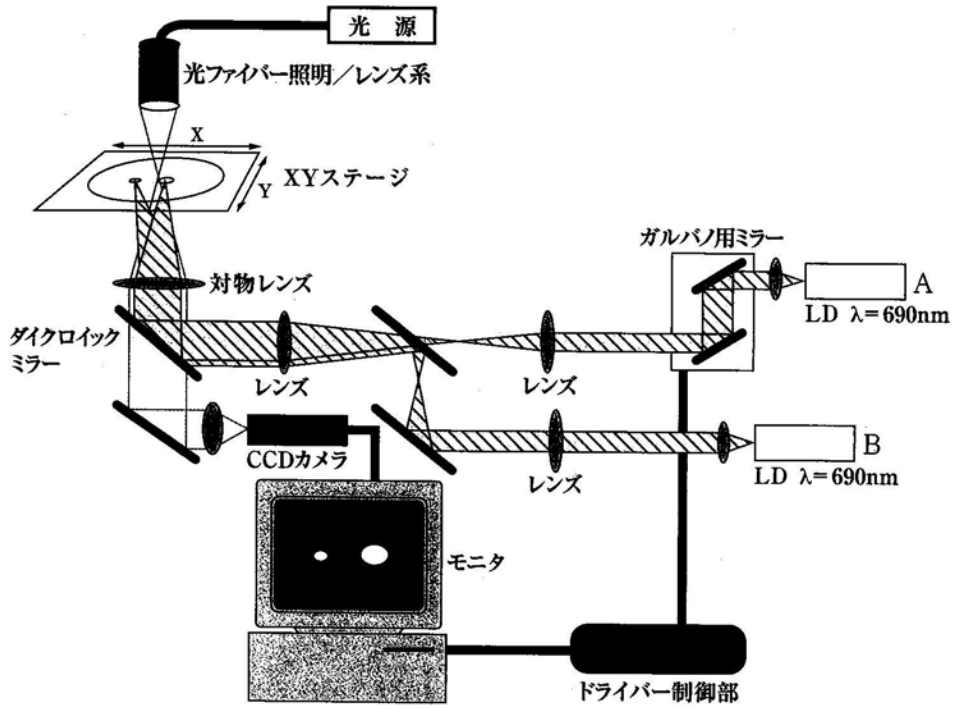
イ．商品概要と特徴

図４にレーザーマニピュレータのシステムの構成図を示す。本稿は技術的な課題を論ずるものでないので、その概要を説明しよう。

本体は、倒立型顕微鏡に波長690nmの高出力半導体レーザを２個配置し、同時に２個の対象物の補足を可能にしている。そのうち１個（図４のＡレーザ）は、スキャニング用ミラー２個が光学系の途中に配置されている。そのミラーを動かすことにより、顕微鏡視野内に表示されるレーザ焦点位置を任意の位置に移動することができる。

捕捉した対象物はレーザ焦点位置に追随するので、微粒子、微生物を自由自在に操作することが可能となる。もう１個のレーザ（図４のＢレーザ）は、固定されていて常に同じ場所に焦点があるので捕捉された微粒子は不動である。大きな移動に関しては、マイクロステップドライバを使用した自動ＸＹステージを配置することにより、スムーズに移動できるようになっている。また、常に一定のレーザパワーが照射されるように自動制御する半導体レーザ用ドライバ２個が本体に内蔵されている。本装置はレーザ光線を使用しているので安全のため、目で直接観察する機構は搭載しておらず、すべての画面はCCDカメラを通してモニター上に映し出される。レーザ光は対物レンズ以外からは漏れないので、レーザ実験の経験に

図4　レーザーマニピュレータシステムの構成



（出所）㈱モリテックス

乏しいものでも安全に扱うことが可能である。

本レーザマニュピレータは、主に微粒子、微生物のアイソレーション用として開発されたので、そのために必要と考えられる機能が組み込まれている。また、レーザーとラッピング力がそれほど強い力でないことと、画面表示機能を考慮して、プログラムは Visual Basic で作成された。すべての操作は、マウスを使用してモニター上で操作する。主な操作にはティーチング設定、実行、エディット、ＸＹレンジ設定、光軸調整ほか色々な操作があるが、モニター画面には、絵などを入れてできるだけわかりやすくし操作性を向上させている。

ウ．実用例

レーザマニピュレータの具体的な実用例としては、微粒子、微結晶、DNA 分子（微粒子に DNA を吸着したもの）、ニューロン（神経単位）、ウイルス、バクテリア、イースト菌、赤血球、白血球、脳皮膜、肝臓膜、サルモネラ菌などの捕捉、移動がある。任意の位置への移動、配置、また動的細胞（精子など）、原生動物などが捕捉できるので、それらを利用した動きと推進力の研究や測定を行うことも可能である。また、細胞内粒子の移動、細胞などの密閉空間でのバイオ操作など、さまざまなバイオテクノロジー関係分野に利用されている。

当該企業は、このレーザーマニピュレーションの特徴を利用して、さらに微生物分離機（微生物アイソレーション装置）の開発に取り組んでいる。具体的には、レーザーマニピュレータと微生物分離用セルを使用し、資料としては、大腸菌、イースト菌を用いている。実際に微生物が取り出されたかどうか、損傷があるかどうかは、採取物を培養知、あるいは倍溶液に添加しインキュベーターにかけることにより確認している。

エ．レーザーマニピュレータの今後の展開

これまで述べたように、レーザマニピュレータと微生物分離セルを使用することにより、従来不可能であった微生物のアイソレーションが実現できるようになった。しかし、問題点として微生物を分離するための時間は１回あたりおよそ20分程度必要であり、セットアップにも時間がかかる。今後の課題は、これらの操作の効率性を上げて、さらに高効率なセルや装置の開発を進めねばならない。最終目標としては、最低でも１時間に10回程度分離可能な装置の開発を目指している。

あわせて、レーザーマニピュレーションそのものが新しい技術であるので、微生物以外のアプリケーション、例えば、マイクロ化学（マイクロカプセルなどを使用、制御し微小空間において化学反応を誘起し制御する）、マイクロマシン（微粒子の組み立て）、微粒子の研究など、この技術を活用した多くの新商品開発につながることになろう。

（４）　超磁歪アクチュエータ

技術開発を先行して、市場を創造する「技術先行型商品開発」の典型的なものの一つに、この「超磁歪アクチュエーター」がある。

超磁歪はこれまでにない、特性を持つ磁歪材[6]として開発されたものである。この新しい素材を基に市場を創造しようとする戦略である。「機能性新素材の導入を進め、研究開発を展開し、市場を創造する」という経営戦略の基に商品開発が進められている。

つまり、国内、海外からの機能性新素材の導入を進め、その新素材に研究を加えて、高付加価値を生みながら、新しい商品を創造して市場の需要を喚起する、「技術先行型商品開発」の中心的課題の一つとなっている。

ア．電歪と磁歪

電気エネルギーと機械エネルギーの相互交換を行う現象として、電歪現象（ピエゾ）と磁

6）磁歪現象は磁性材料が必ず持つ現象であり、外部から磁性材料に磁界をかけると、形状の変化が起こることをいう。一般に磁歪材料とは、磁歪が数十ppm を示す純 Ni、Fe-Ni 系合金、Fe-Co 系合金、NiZn などを添加したフェライト（酸化鉄）などをいう。

歪現象があげられる。磁歪とは適切な強磁性体物質を磁界内に置くことにより、磁界の強さに応じて伸縮が起こるものであり、これを磁歪効果という。逆にこの物質に力を加えると磁界が変化し、もしその物質の周辺にソレノイドコイルを存在させると、電磁誘導が起こり、コイルに電位差が発生する。これは逆磁歪効果と呼ばれている。

一般的に使われてきたニッケルをベースにした磁歪材料は、最大40～50ppmオーダの磁歪量（寸法変化）を発生した。しかし、同時期に発見されたチタン酸バリュウムなどの圧電素子の電歪量が、100～300ppmもあったことが原因で衰退してしまったといわれる。1950年代から現在に至るまで、機械エネルギーと電気エネルギーを変換する素子の分野は、ピエゾ効果を持つ圧電材料に多く占められてきたが、近年「超磁歪」の利用研究が進み、実用化の域に達してきたのである。

イ．超磁歪材料

1963年に米国海軍研究所のアーサー・E・クラーク氏によって、超磁歪材料が発明された。その材料の磁歪変化量は、従来のニッケル合金をベースにした磁歪材料の最大40倍、圧電セラミックの約10倍にも達したので、「超磁歪材料」と呼ばれた。その後、アイオワ州立大学のエイムス研究所は、当該米国海軍研究所と超磁歪素材について共同的に研究を進めた。

超磁歪素材とその利用についての研究成果と特許の一切は、エトリーマ・プロダクツ（Etrema Products）社に引継がれ、製造と実用化が進んでいる。モリテックスは日本を含むアジア地域における事業展開の実施権を得て、技術開発の研究を進めている。

モリテックスが技術研究に取り組んでいる超磁歪合金の特徴を表1に示そう。表1に基づいてその特性を概説する。

表1　超磁歪材の特徴

超磁歪材の特徴	内　　容
歪量（Strain）が大きい。	飽和歪量が一般の圧電材の8～10倍、ニッケル系などの従来磁歪材の30～40倍。
発生応力が大きい。	約20KJ/m³と圧電セラミックの2倍、現在実用化されているトランジューサーの中で最大の出力。
結合常数が大きい。	電気エネルギーと機械的エネルギーの相互変換ロスが少ない。
低電圧駆動	ほとんどのアクチュエータは、外部磁場として500エルステッド程度でよく10V、1～2A程度の電流をコイルに流す。
応答速度が早い。	レスポンス時間が短く、ほぼ瞬時に大きい力を発生する。
簡単で信頼性の大きいアクチュエータを得られる。	ソレノイドコイル、磁気バイアス、プレストレスの簡単な構造。圧電体のように振動ロッドに電極不要。

（ｉ）　最大磁歪量（変化量、Strain）が大きい

磁歪効果は本来、磁界の印加により強磁性体の磁気が回転し、強磁性体がわずかながら磁界の方向に伸びることにより生じ、当該超磁歪の場合、単結晶の方向で2460ppmの理論最大歪を発生する。一般的には1000から2000ppmぐらいの変化量で使用され、従来のニッケル系磁歪材料40～50ppmの40倍、圧電セラミックの8～10倍の最大歪（変位量）となる。しかし、ほとんどのアクチュエータは歪（変化量）を1000ppm程度として設計されている。この範囲では、変化量は入力電流に1次比例し、小さい電源で最大の変位を得ることができるためである。1次比例関係が1000ppmを超えると失われ、コイル電流を2倍にしても磁歪は2倍にならないため、効率としては悪くなる。さらに大きなストロークを必要とする時は、色々な物理的増幅が行われる。

（ii）　エネルギー密度（発生応力）が大きい。

当該超磁歪合金の出力は約20kJ/m³であり、現在実用化されているトランジューサーの中で最大の出力をもっている。これは、音波・振動として強力なものを出せることを意味している。

（iii）　結合効率は電気・振動エネルギーの相互の変換効率を示し、振動モードにより異なるが同一条件で超磁歪合金は他の材料より高く70から75％である。

（iv）　ヤング率は伸び弾性率ともいわれ、これが比較的小さく、このことが、超磁歪の変位量を大きくしているファクターの一つである。

（ｖ）　低電圧駆動である。

当該超磁歪材によるアクチェータは250～500エルステッドの磁界で駆動される。これは一般的な出力レベルの電源でも十分であることを意味している。電圧としては10Vで十分であり、電池の使用も可能なため、防爆設計が容易になる利点がある。この点ピエゾ素子が比較的高電圧下で駆動されるのと対照的である。

（vi）　応答速度が速い

当該超磁歪材によるアクチェータの応答時間は、ソレノイドコイルが励起するに要する時間にかかっており、レスポンス時間は通常10μs程度で、ほぼ瞬時に大きい力を発生する利点がある。

（vii）　変位量の再現性はよいが、若干のヒステリシスと温度ドリフトは避けられない。したがって、正確なポジショニングのためには高精度位置決めセンサが必要となり、ピエゾ素子と同様に外部フィードバックセンサが用いられる。一方、磁歪効果自体の可逆性を利用して1本の超磁歪材のロッド自体を、アクチェータとセンサの両方に用いることが開発されている。

（viii）　簡単な構造でＤＣ（直流）から高周波まで、広い帯域の振動に対応できる。

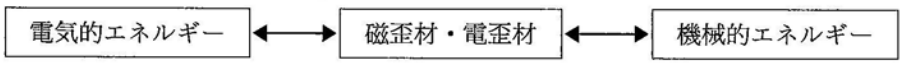
超磁歪材料の駆動ロッドに、電極を取付ける必要がないのも利点である。このため超磁歪材自体のボーリング、劣化、疲労はないので、これは高信頼性と長い寿命を示すものである。

ウ．用途のまとめ

これまで超磁材料を説明してきたが、この材料と同じ用途に使用されるものとして、前述したように電歪材がある。電歪材は磁歪材が磁界をかけることによって素材がひずむのに対して、電界をかけて素材がひずむという性質を持っている。

これまで市場では、多くが電歪材を使用していた。価格が安いことと、歪み率、つまり個体の変化率が、電歪材の方が大きいのが主な理由であった。しかし、電歪材は、常時高い直流電圧を素子に加えておかねばならない、壊れやすいなど、使用条件に制限がある。

「電歪材」と「磁歪材」は大きくとらえると、次の様な物理的機能があるので、代替材として競合することになる。



電気的エネルギーが機械的エネルギーになることは、電気信号によって、素材の形状が変化する（長さが伸縮する）機能と、機械的な力で素材に外圧を加えると、電気信号が発生する機能をもつている。つまりエネルギーの相互変換の機能をもつ機能性材料である。

経営学的には、この新素材導入の観点は、大きく次の二つがあえられる。

(a) 市場での代替品として「電歪材（ピエゾ）」があり、この機能性材料との市場競争の中で、技術革新がどのように展開されるか、つまり、どのような付加価値を目的として電歪材から、磁歪材に置き換えられていくのかという課題。

(b) 「電歪材」ではできなかった分野への利用の可能性が大きいため、全くの新素材としてみることによる新市場の創造を可能とするという課題。

このようにして「超磁歪材料」は技術先行で検討が進み、次のような技術用途を狙って、市場創造型展開を進めている。

① 振動・音波の発信源

（ｉ） アクティブ防振・防音：航空機・ヘリコプタエンジン、ディーゼルエンジン、回転機、発信源のマウント、アクティブ防振台、精密機械、文化財などの免振

（ii） 振動発生利用機器：装置・タンク内混合・均一化、超音波洗浄機、高圧精密定量ポンプ、高周波発生装置、インクジェットプリンタヘッド、医歯科用振動メス・切削・研磨装置、スピーカ・ブザーなど音響源、金属加工、高周波溶着、レーザーミラースキャン

② 振動受信（トランジューサ）

（ｉ）　センサ：振動・衝撃センサ、ノックセンサ、非破壊応力測定、地震感知／早期対応システム

（ii）　振動（音波）受信装置：補聴器、マイクロホン、ピックアップ

③　振動・音波の発生／受信のセット

（ｉ）　水中通信・探査：ソナー、魚探、海洋モニタ・トモグラフィ、海底地図、水中通信、堀削リグの通信システム

（ii）　地中探索：資源探索、断層撮影トモグラフィ

④　精密高速ポジショニング

（ｉ）　マイクロポジショニング：電子・光学・精密部品組み立て・位置合わせ、ミラー・フォーカス・位置決め制御、コンピュータテープ位置ポジショニング

（ii）　バルブコントロール：燃料噴射バルブ、油空圧サーボバルブ、ハイブリッドダンパ、医・化学用計量バルブ

⑤　フィルタ素子：遅延回路素子、可変周波数変換

⑥　その他新用途：複合材料非破壊検査、航空機翼断面変形、ヘリコプターピッチ変更

当該超磁歪材料は、このように非常に多くの発展可能性を秘めている。米国海軍の軍需用に発明されたこの材料は、民需における応用、実用化がはじまったばかりである。

（5）　画像処理を支える商品開発：ドーム型照明装置

「世界のロボットの目になろう」の一環として追求するビジネスの一つに、照明技術がある。ベンチャービジネスとして、光分野の商品に目標を定めた時、まずロボット業界に向けて提供する製品として照明装置の研究があった。

照明技術といえば、家庭における照明器具が連想されるが、産業用の中でも特に画像処理用照明装置は、画像処理全体の品質を左右するほどに重要でかつ高い技術力、ノウハウ、経験が必要なものである。この商品群は、ニッチな分野ということもあり、ビジネスとして商品開発に取り組みにくいものがある。しかしながら、「世界のロボットの目になる」には必要不可欠な当該照明装置に研究を注ぎ、成功している。その一例を説明しよう。

多方面で画像処理システムが使用され、さまざまな被検体の画像処理が行われている。その画像処理システムにおいて、照明は検出対象やシステム環境によって重要な要素となっている。そのため「画像処理技術は照明技術」ともいわれ、検出体や設置環境に合わせてさまざまな照明、例えば蛍光燈、ランプ、LED、光ファイバーなどが使われている。照明技術は、単に理論的な分析だけで結論が出るものではなく、照明技術に詳しいものの試行錯誤の繰り返しにより求められる場合が多く、一般的に、多大な研究努力の割に、成果が小さいものとして受け取られている。

しかし、当該企業では研究を重ねた結果、光ファイバを使用した「間接照明型ドーム照明」の商品開発に達したのである。以下当該ドーム型照明装置について説明しよう。

ア．ドーム型照明装置照明方法について

過去において、物体の検査などは人間の目で行われてきたのが、CCD カメラに置き換わり、モニタ画面上で検査されていたが、その判断は人間の脳で行われていたわけである。また、人間の目、つまり視覚（目を通して対象物を見る時に、明るさや色、形、大きさ、動きなどを認める生物的あるいは心理的現象、視覚系のこのような機能）は、総合的に見て優れた能力を持っている。前述した CCD カメラの視野は、人間の目よりは劣っているのが現状である。画像処理の研究機関では、人間の視野に少しでも近づけるために、ハードウェア、ソフトウェア共に懸命な開発が進められてきた。その結果、ミクロ的な視野においては、人間の目を越える機能が実現されている。

今日では、画像処理の高速化、正確さ、低コスト化、カラー化などが研究・開発されている。しかし、照明技術となると、その方法は光量、照射角度、光源の種類などが複雑に絡み合い、システムにあわせたながら対応しているのが現状である。

現在の代表的な照明としては、①同軸落射照明、②斜光照明、③透過照明がある。同軸落射照明と斜光照明は直射、いわゆる順光照明で被検体の形状・表面状態・色などを見る照明である。また透過照明は被検体の輪郭のシルエットを見る照明方法であり、形状認識に多く使用されている。

イ．光る検体に適したドーム照明

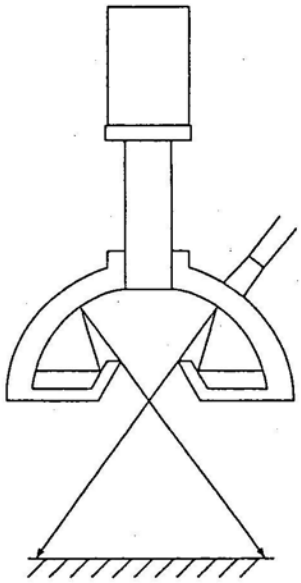
これらの照明は平滑面に対して非常に有効な方法であるが、対象物が鏡面の立体像となると、その効果は減少してしまう。そこで、蛍光燈のような拡散された照明が有効ではあるが、機械廻りのスペース的な制約や照明エリアの均一性などの問題は常に発生している。このような課題解決の一つとして、光ファイバーを利用した製品開発を進め、ドーム型照明装置を開発した。

まずその特徴を説明しよう。図5に示すように、ドーム照明は半球の形状をしたドーム内下部に、360度内側向きに配置された光ファイバ射出光をドーム内面で反射させることで、被検体に均一な照明を与える間接である。面状体は鏡面、特にハレーションを起こしやすい所に効果を発揮し、積分された拡散光が被検体全体に均一にあたるのが特徴である。また図6に当該ドーム照明の光線追跡の様子が簡単に図示されている。ドーム内側周辺（a、a′）から出射された光は、衝立（b、b′）に当たって拡散され、ドーム内側（c）でさらに反射され、均一な拡散光が出射される構造となっている。

このドーム型照明器を導入することにより、これまでハレーションが発生したり、形状の難しさから画像処理が困難であった被検体に対して、鮮明な画像パターンが得られるようになった。例えば、主な被検体として、ＩＣのリードフレーム、ボールベアリング、ガラス球、ウエア、錠剤の認識表面の傷および、形状認識などがあげられる。

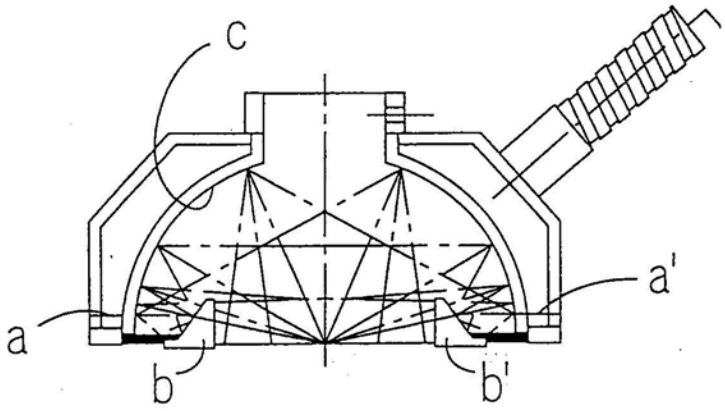
今やさまざまな分野で産業用ロボットが画像処理のソフト開発が進められ、処理スピードが速く、信頼性の高い技術がますます要求されている。前述したように、画像処理技術は照明技術によって左右されるといわれているが、このニッチな分野にも、「世界の産業ロボットの目になる」のベンチャー精神のもと、当該企業の研究陣はたゆまない努力を続けている。

図５　ドーム照明装置



（出所）㈱モリテックス

図６　ドーム照明の光線追跡



（出所）㈱モリテックス

むすびにかえて

西田［８］は、経営戦略論の先駆者アンゾフがいう企業成長の４つの方向性を「拡大」「新市場開発」「新製品開発」「多角経営」と説明しているが、モリテックスはまさにこの方向性の実現により、市場を創造し、事業を拡大している[7]。

モリテックスは、技術革新を市場に導入する「技術商社」として創業した後、極めて短期間に「光ファイバー」というハイテクノロジーを固有技術として確立し、それを基軸事業として発展した。

光ファイバーは、当初海外から輸入していた。やがて国産商品を逆に米国に輸出するようになり、やがて光ファイバーの末端加工や加工製品化に着手し、設立10年にして、ガラスの溶融から光ファイバーに至る一連の製造を開始した。

その後は、光ファイバーを起点に、照明製品や画像入力装置、それによる画像処理装置、画像処理を応用した形状診断システムなど、光ファイバーを組み込んだ商品開発を展開した。化粧品メーカーやエステティックサロンなどからの、拡大顕微鏡の受注が急増し、光ファイバー関連ビジネスが軌道に乗った。このように、企業は技術革新を進めながら進化している。モリテックスの進化は、市場環境に適応するというよりも、環境創造型にあたる。創業当時より、新素材に着目して、光ファイバーや精密球などの商品開発を進めてきた。その展開は多種多様であらゆる分野にその広がりを見せている。

ベンチャービジネスであるモリテックスの成功の要因は、社内的には「生産・営業・研究・経営などあらゆる情報を大切に、他社より一歩先を行く商品開発を展開すること」であり、さらに、商品を提案するとき、現状に対応するだけでなく「一歩先を行く提案型受注を展開すること」があげられよう。

そのベンチャービジネスとしての方向は、「光学」をキーワードに、原材料の調達から加工、最終商品、システム設計などの垂直展開、画像拡大装置、CCD カメラを軸にした教育関連や頭髪・皮膚検査など異分野への展開を前向きに進めている。

社外的には、多様性が創り出すニッチ産業への注目や、ベンチャー的企業への社会的理解の浸透に支えられたこと、人材を確保できたこと、また、情報ネットワークの進展で、企業が大きすぎないことが有利に働き、動きの良い組織が機能して、フットワーク良く事業が展開できたことである。

このようにモリテックスは、企業ドメインを基盤に技術革新を進め、新事業や新製品の開発を継続しながら、中堅企業から大きく成長を遂げようとしている。その経営戦略の重要なポイントは、常に「基軸から離れない」ことであった。

参考文献

〔1〕 Freeman, C., The Economics of Industrial Innovation, Frances Printer, 1982
〔2〕 金平敏治編『ベンチャー制度の導入・運用』企業研究会、1997

7) 西田耕三〔8〕、pp. 7-11

〔3〕 松田修一監『ベンチャー企業の経営と支援』日本経済新聞、2000
〔4〕 三田出版会編『日本の技術戦略』日経サイエンス、1984
〔5〕 モリテックス社長室編『25周年記念誌』モリテックス、1998
〔6〕 森戸祐幸編『マーブルメイト』日本マーブル協会、1993
〔7〕 日本経済新聞社編『現代企業入門』日本経済新聞社、1998
〔8〕 西田耕三著『クリエイティブ重視の処遇革新、社員の知恵を引き出す動機付け』ダイヤモンド社、1993
〔9〕 西川徹『新商品開発プログラム』プレジデント、1993
〔10〕 岡田広司著『企業活動としての商品開発』酒井書店、1999
〔11〕 岡田広司著『戦略的商品開発』泉文堂、1999
〔12〕 Robinson, W. T. & C. Fronell, "Sources of Market Pioneer Advantages in Consumer Goods Industries," Journal of Marketing Research, Vol. 22, No. 3, 1985
〔13〕 横田澄司著『価値創造の企業と商品開発』泉文堂、2000
〔14〕 横田澄司著「製品開発に関する企業活動とその管理」オイコノミカ 第33巻第1号、名古屋市立大学経済学会、1996