

R&Dバブル崩壊後の ハイテク開発戦略

「死の谷」を越えて

吉野 完

CONTENTS

「技術のインフレ」とR&Dバブルの崩壊

R&Dと差別化戦略

「死の谷」と「ダーウィンの海」

ハイテク開発戦略のあり方

ハイテクR&Dの4つの特徴

ハイテクR&Dの成功事例

要約

- 1 最近、新製品が高い利益率を維持できる期間が短くなっている。これは、多くの企業が同じ技術領域に、そろって過大なR&D投資を行ってきた結果、「技術のインフレ」を生じたためである。しかし、現在もナノテクやバイオなどのハイテク分野で新製品開発に挑む企業と研究者は多い。
- 2 ハイテクR&Dには以下のような特徴がある。
 - シーズレベルの研究では、各企業がすでに保有する技術と相乗効果が高く、研究の滑り出しは順調に推移しがちである。
 - 応用製品がバラバラで、関連のない多様なアプリケーションにまたがるため、マーケティングや事業戦略策定が大きな課題となる。
 - 周辺技術の開発や、製造プロセスの見直しなどが必要になり、収益化までに時間がかかる。
 - 最終製品に占める付加価値が、少なくなりがちである。
- 3 ハイテクR&Dを成功させるには、研究にとりかかる最初の時点で、最終的なビジネスのイメージを早目に具体化する活動を、同時に進行させることが必要である。
- 4 R&Dバブルがはじけた現在では、新技術・新材料の開発と、儲かるビジネスの構築は、無関係に近い独立したアクティビティと考えるべきである。R&Dにより自社開発する投資額と、M&Aなどにより新技術を外部調達する投資額を、常に比較して、ポートフォリオとして検討する必要がある。

「技術のインフレ」と R&Dバブルの崩壊

1 新興国の工業化と ハイテクの陳腐化

半導体やディスプレイ、各種機械部品など、わが国製造業の成長を支えてきた工業製品が、モノづくりで台頭する中国をはじめとする新興国に覇権を譲りつつある。わが国が得意としたDRAM（記憶保持動作が必要な随時書き込み読み出しメモリー）などのハイテク製品は、急速なハイテクの陳腐化によって競争力を失い、今や瀕死の危機にある。

これら新興国が急速に力をつけてきた理由として、国家による手厚い産業助成策、海外留学などで最先端知識を身につけた有能な人材の帰国などがあげられる一方で、わが国では、新興諸国に比べて高すぎる人件費、バブル崩壊に伴う企業資産劣化による投資能力の減退、さらに少子高齢化による労働力の減少と社会負担の増加、などのマクロ要因が指摘されている。

これらの課題に対して、企業経営で対処できる方策は、極めて限られている。国家の産業助成策や少子高齢化対策はもとより、自社の保有資産劣化対策すら、早急に保有資産を現金化するほか手の打ちようがない。

不要な資産と人員を削り、贅肉のない筋肉質の会社を目指すことは、経営者として当然のことだろう。しかし、すべての企業が減量ばかりを目指しては、国富は減少するばかりで、さらなる税収減少による社会資産・福祉負担の増加により、回りまわって企業の足を引っ張るばかりである。

このような負の連鎖から脱するためには、

付加価値の高い新製品を開発して、顧客がより多くのお金を払おうと思うような、高い満足を提供することが大原則である。それは、企業経営者の社会的使命でもあるだろう。

2 「技術のインフレ」

新製品が新技術から生まれることを、製造業は金科玉条としてきた。歴史的にも、社会制度や文化習俗は時間とともに改善され進化するとは限らないが、科学技術だけは前進している。つまりR&D（研究開発）は、投資をすれば良いリターンを得られる可能性が高い、最も確実な投資対象と考えられてきた。特にわが国では、このような技術開発至上主義が、一種の宗教ともいえるほど、疑われることのない経営方針として定着している。

ところが最近では、いくら従来のようにR&Dに投資をしても、はかばかしい経済的付加価値が得られなくなってきている。少なくともそのような閉塞感が、わが国の製造業全体に見られる。

これまでわが国の製造業は、似かよった横並びの研究テーマに対してR&D投資を行い、他社より少しでも速く、少しでも大きな成果を生み出そうと努力してきた。ところが、同じ技術領域で、過剰ともいえるR&D投資を続けたため、せっかく開発された技術がコモディティ化してしまい、ある企業で開発された技術は、他社でも簡単に真似できるようになってしまった。

こうなると、せっかくの新技術による新製品が、高い利益率を維持できる期間は非常に短くなってしまい、開発投資の償却も難しくなってしまう。筆者はこれを「技術のインフレ」と名づけ、現在わが国の製造業が直面す

る根本課題の一つだと考えている。

この背景として、開発コストを回収するため、新技術向けの生産設備や分析機器を他社にも販売することで、技術やノウハウが拡散することがある。また、多くの企業が参入するR&Dレベルでは多数の技術者が投入されるが、生産レベルに移行すると業界全体では過剰となり、技術者自身が国内外の新規参入企業へ移動して、技術とノウハウを移転することも原因の一つである。

「技術のインフレ」の結果、アジアをはじめとする新興国に先進諸国で開発された最新技術が簡単に模倣・開発・移転されてしまった。その結果、ハイテク製品の技術的付加価値は減少し、アジア各国の産業振興策や人件費・インフラコストの優位性を覆すほどの付加価値でなくなってしまったと考えられる。

3 典型例としての半導体産業

顕著な例が半導体産業である。特に、1980年代にわが国が世界最大のシェアを誇ったDRAMは、産業の米といわれて半導体各社や鉄鋼、機械部品メーカーまでがこぞって生産に乗り出した。しかし、その結果、1990年には世界の半導体上位10社中6社を占めた日本企業も、2001年には3社に減ってしまった。結局のところ、半導体の微細化やフラットパネルディスプレイの大型化を実現するための技術開発は、事業的に見ればすでに大きな付加価値を生まなくなっていたことに気がつかないまま、開発現場では大規模なR&D投資を続けていたと考えられる。

一つの商品開発に多数の会社が殺到する状況では、技術ロードマップを頼りに最先端技術のR&Dに大規模な投資を続けることが、

常に正しい戦略とはいえない。

特にDRAMや液晶ディスプレイでは、開発テーマが、絞り込まれた、狭い技術分野に集中している。ここに多数の企業が大規模な投資を行った結果、達成困難と思われた微細化と大面積化という相反するターゲットは、着々と達成されてきた。しかし、最後までリング上に残らなかった企業にとって、それまでに費やした微細化・大面積化技術へのR&D投資の多くは無駄になったと考えられる。もちろん、キャッシュフローとして回収された部分もあるだろうし、技術者が得たスキルもすべてが無駄になったわけではないが、失った時間と費用は少なくない。

逆説的には、これら多数の企業のR&D投資が、半導体製造装置の低廉化を促進して、結局、マイクロン・テクノロジーのような後追い型ビジネスモデルの半導体企業が、最新の半導体プロセスを小さな開発コストで導入する助けとなったことは事実である。

結局、1980年代には、一時、わが国の6社で世界の80%を供給したDRAMも、現在はエルピーダメモリただ1社が製造するだけで、シェアは約10%になってしまった。半導体産業の事例が教えることは、多くの企業が横並びに参入している市場へ雪崩をうってR&D投資を行うことの危険性である。少なくとも企業のR&Dは、技術力の力比べのためではなく、利益を得るために行うべきである。

では、まだだれもが実現していない革新的技術なら良いのだろうか。はっきりした応用例は少ないが夢の大きな未知の分野、例えばナノテクやバイオはどうか。本稿では、真に儲けにつながるためのハイテクR&Dに、どのような開発戦略が必要かを考察する。

「死の谷」と「ダーウィンの海」

1 「死の谷」

昨今、R&D戦略を語るとき、基礎研究段階から製品開発や応用研究（イノベーション）の段階へ進む際にある障壁が、「死の谷」と呼ばれて話題になっている。もともとは、基礎研究で新発見や新技術が生まれても、それを製品化するために必要な資金が集まらないことが多く、そこを指して「死の谷」と呼んでいた（図1、図2）。

「死の谷」を克服するには、基礎研究での発見段階で、ベンチャー企業ならシーズからアーリーステージに当たるが、資金援助を行うことが必要といわれている。そこで主要な役割を果たすのが、政府の補助金であったり、民間のエンジェルファンドやベンチャーキャピタルなどで、イノベーションをテコに新産業を育成するうえで、重要な経済インフラであるといわれている。

米国におけるコンピュータ関連R&Dの例では、グラフィックス技術やネットワーク技術、さらにはウィンドウズ技術に至るまで、公的補助によって「死の谷」をくぐり育成された成功例があると、NRC（米国国立研究協議会）のホームページ（http://www.nap.edu/readingroom/books/far/ch1_f1.html）ではアピ - ルされている。

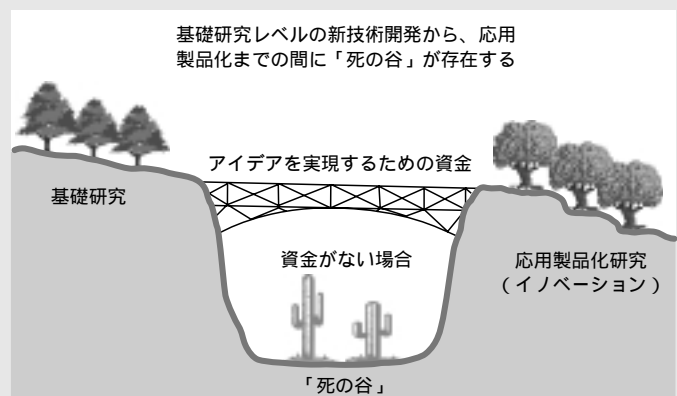
2 「ダーウィンの海」

さらに、最近は「ダーウィンの海」が話題である。革新的な新製品が開発されても、既存製品や競合企業との競争に打ち勝たなければ経済的成功は得られない。このような弱肉強食の市場競争のなかで製品の自然淘汰が行

われる段階を、ハーバード大学のルイス・ブランドスコム教授らは「ダーウィンの海」と呼んでいる（図3）。

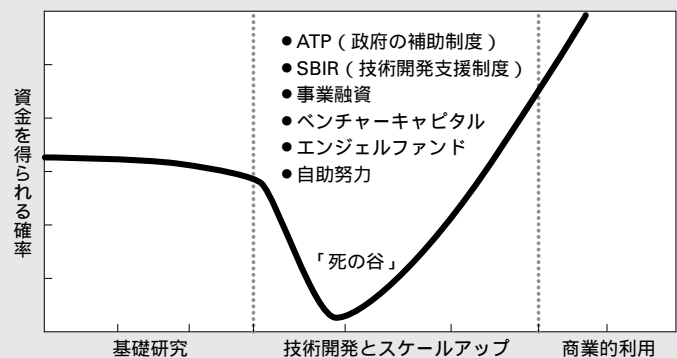
結局のところ、基礎研究での新技術・新発

図1 R&Dの「死の谷」



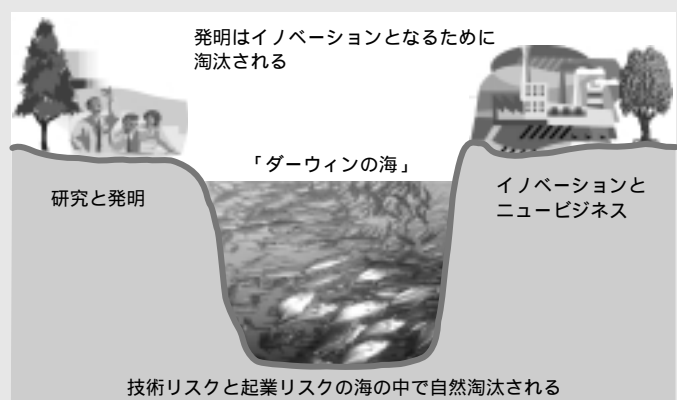
出所）米国NIST（国立標準技術研究所、<http://www.wispro.org/pdf/NIST-ATP.ppt>）

図2 「死の谷」のいわれはR&D資金の集まり具合から



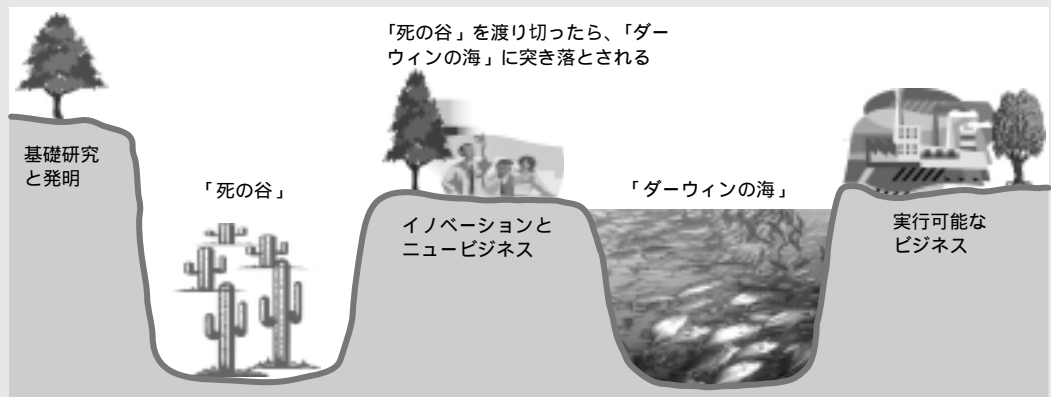
出所）米国NIST（<http://www.wispro.org/pdf/NIST-ATP.ppt>）

図3 R&Dの「ダーウィンの海」



出所）米国NIST（<http://www.wispro.org/pdf/NIST-ATP.ppt>）

図4 「死の谷」を越えるところには「ダーウィンの海」が！



出所) 米国 NIST (<http://www.wispro.org/pdf/NIST-ATP.ppt>)

見を活かした新製品が事業として成り立つには、まず「死の谷」を越える資金力が必要で、次に「ダーウィンの海」で生き残るビジネスの力、マーケティングや実務の遂行能力などが必要である（図4）。

ハイレク R&D の 4 つの特徴

1 シーズレベルでは始めやすい

さまざまな製造業の方々から、「ハイレク研究は儲からない」との言葉を聞くことが多い。過去にも高温超伝導、ニューセラミックス、および、それらの新発見を利用したさまざまな電子・光デバイスなど、華々しい発見や発明が続いた後に、市場が広がらなかった例は枚挙に暇がないほどで、ハイレク分野の製品開発は非常に難しい。しかし、モノづくりが基幹産業であるわが国において、新技術開発を止めることはできない。現在も、ナノテクやバイオなどのハイレク分野での新製品開発に挑む企業と研究者は多い。

このようなハイレク研究が持つ第1の特徴は、シーズレベルの研究では各企業が保有す

る従来テーマとハイレク研究の相乗効果が大きいこと、始めやすいことである（図5）。

例えばナノテク研究は、微細な物質を扱うという共通点により、以前からある半導体プロセスの研究と極めて近い。事実、既存の半導体加工技術は、トップダウン型のナノテクノロジーと呼ばれて、ナノテクの一つの分野となっている。

半導体は、微細化とウエハーの大面積化によって集積度と性能が同時に向上し、単位トランジスタ当たりのコストが低減することが、現在まで証明されてきた。そのために、数世代先までの微細化ロードマップと、それに必要な技術開発内容が詳細に検討されている（国際半導体技術ロードマップ委員会：<http://public.itrs.net/#WhatsOn>）。

このような半導体プロセスを利用して、ナノテクや、NEMS（ナノスケールの微細な電気・機械システム）、さらにバイオ分野の R&D が行われている。その場合、加工プロセスや測定・検査機器、さらに原材料でも、半導体プロセスで現在使用しているものが、そのまま使えることが多い。例えば、フォト

リソグラフィー装置や真空プロセス機器、各種電子顕微鏡や付属分析機器、さらにクリーン施設などの設備である。また、多様な材料物性や電気特性・構造計算等のデータベースや、シミュレーション技術、ソフトウェアなども応用可能である。

したがって、微細な半導体研究を行ってきた企業や研究機関では、ナノテク研究は安価で迅速に取り組める格好のテーマである。さらに研究者にとっても、これらの研究に必要な機器の開発や、新たな機器への新たな習熟が不要なため、既存の研究者がすぐにナノテク研究に取り組めた。

また、2000年6月にヒトゲノム（人の遺伝子）配列の概要版が発表されて以来、ブームとなっているバイオ技術は、製薬や診断など医療関連の製品開発に使われることが多く、以前からある治療薬、診断薬および検査機器等の医療関連のR&Dと共通するプロセスや分析機器などが利用できる。つまり、すでに薬学、医療、生化学などのR&Dを行ってきた企業にとっては慣れ親しんだ分野である。

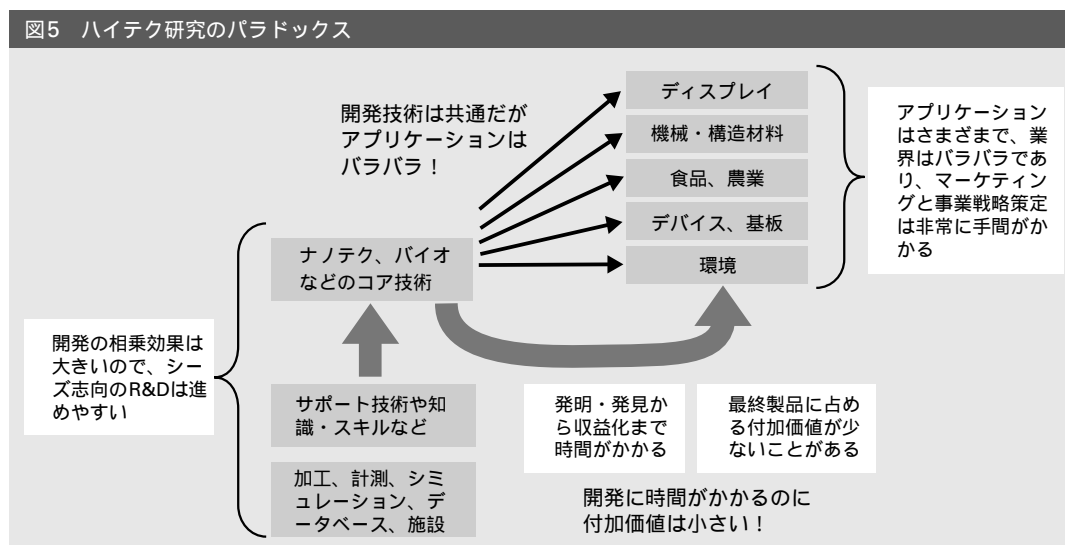
そのバイオ研究でも、特にDNA（デオキシリボ核酸）チップやラボ・オン・ア・チップ（微小な化学反応装置）と呼ばれる半導体の微細加工プロセスを応用した新技術では、既存の半導体プロセスや分析手法がたびたび使用できるため、半導体研究を行ってきた企業にとっても設備・人員の両面で迅速に研究を立ち上げることができる分野であった。

さらに、バイオインフォマティクス（生命情報工学）に代表されるように、遺伝子解読や高分子構造の同定などに使われるコンピュータやソフトウェア技術のR&Dが、バイオ技術でも主要な要素となっており、コンピュータ関連企業がバイオ研究に貢献できる分野も広がっている。

つまり、ナノテクやバイオなどのハイテク分野は、特に半導体やコンピュータ、医療、材料分野の企業にとって、新たな投資やスキル・サポート技術開発などによる資金需要や時間のロスがなく、既存の設備、技術、人員で迅速に取り組める、研究所での相乗効果が非常に高いR&D分野であった。

実は、ハイテクと呼ばれた研究テーマのほとんどは、既存の研究シーズの延長線上にあるシーズ志向の概念であった。さらに、ナノテクやバイオなどのハイテク分野は、政府の

図5 ハイテク研究のパラドックス



補助金も充実しているため、基礎研究を開始するには資金を集めやすい分野である。

また、前述の「死の谷」の例で考えると、製造業におけるハイテク研究は、既存の設備や人員を有効活用することで初期投資を小さく抑えることができたため、資金の集まりにくい「死の谷」もそれほど深くはなく、金的制約は受けにくいといえるだろう。

2 応用分野の多様性

次に、ハイテクの応用製品分野を見てみると、関連のない多様なアプリケーションにまたがることになる（図5）。これが2つ目のハイテクR&Dの特徴である。

ハイテク研究の多くは、材料やその加工技術、さらにデバイスなどの材料や部品のテーマである。これらの材料や部品は製造プロセスの最初に位置しているため、その開発段階では最終製品がわかりにくい。ところが、逆に見れば、開発初期段階では何にでも使える夢の材料と思われるがちである。

例えば、カーボンナノチューブ（炭素でできたナノメートル大のチューブ）やナノワイヤー（金属や半導体、セラミックなどでできたナノメートル大のワイヤー）など、種々の新材料が開発されているナノテク材料の応用製品は、FED（電界放出ディスプレイ）の陰極材料、薬品のDDS（ドラッグ・デリバリー・システム）、さらに微細なエレクトロニクスデバイスやセンサー、そして環境処理材料など多様な分野に広がっている。

新製品を開発しても、事業として利益を上げるためには、最初に、市場予測や顧客のセグメンテーションなどのマーケティングを行い、ビジネスモデル構築などの事業戦略を策

定する必要がある。ところが、市場予測はもちろん、ビジネスモデルも業界、業種ごとに異なるため、まずは最終製品やアプリケーションを特定しなければ、マーケティングや事業戦略の策定は始められない。

しかし、ハイテク分野の新技术は、その応用製品がバラバラで、関連のない多様なアプリケーションにまたがりがちである。このため、可能性のあるすべての応用製品に対して市場予測やビジネスモデルの検討を行えば、非常に大きなコストと時間がかかってしまう。つまり、ハイテクではこのマーケティングや事業戦略策定が大きな壁になっている。

3 収益化までにかかる長い時間

ハイテクR&Dの第3の特徴は、R&Dを始めてから収益化までに、長い時間がかかることである。

例えば現在、世界各地で活発に開発されている燃料電池の原型は、1800年代に英国で発明された。そして1960年代には、すでにジェミニやアポロなどの宇宙計画で使用されている。しかし、現在、競って研究が進む自動車や家庭用途にはまだ一般化していない。

さらに、ハイテクR&Dを収益化するまで時間がかかる原因の一つに、革新的な発明を活かすためには、さらに、全く新しい関連技術の開発が必要となることがある。例えば高温超伝導を、エレクトロニクス分野で活かすためには、その特別な電磁氣的性質を利用した、ジョセフソン素子などの、従来にないデバイス構造の開発が必要であった。

ハイテクによる革新的な発明・発見は、それが基礎的、本質的であるほど、実際に製品化（イノベーション）されるまでに時間がか

かる。また、従来にない新製品は、コストの低減や信頼性の確保のために非常に長い時間がかかる。その結果、しばしばハイテクを利用した最終製品市場がまだ小さいうちに、特許権利維持期間（国によって異なるが15～20年）を過ぎてしまい、発明者が得られるロイヤルティが少なかったり、途中で開発を中止した企業が、ロイヤルティによっても開発投資を回収できなかったりする可能性も高い。

4 小さな付加価値

ハイテクR&Dの第4の特徴は、新製品が開発されても、最終製品に占めるハイテクの付加価値が相対的に少なくなりがちなことである。どんなに革新的なイノベーションでも、従来存在しなかった製品を生み出すのは非常にまれであり、ハイテクといえども既存製品の改良に使われるスパイス的な役割が多い。

例えば、カーボンナノチューブの有力な応用製品であるFEDも、カーボンナノチューブ以外の材料を用いて、以前から研究されてきたもので、カーボンナノチューブはその効率を高める材料に過ぎない。

これは、前節で述べたように、ハイテクにより従来にない新製品が生まれても、市場に出るまでに非常に長い時間がかかるため、企業にとっては、ハイテクを用いても、改良製品の開発を先行せざるをえない事情もある。

例えば高温超伝導材料は、ジョセフソン素子やSQUID（超伝導量子干渉計）など、超伝導特有の物性を利用した新製品の開発が発展すれば、革新的なエレクトロニクス応用製品を開拓できるが、まだ商品化には時間がかかっている。一方、高温超伝導材料を利用して、従来材料の物性を大幅に向上させた改良

製品である、無抵抗電線や高性能磁気シールドは、いち早く実用化された。

ただし、従来製品の改良・改善でハイテクが使用された場合、特許使用料が最終製品価格の数%以下しか得られないことも多く、革新的な技術を得られても、開発投資がなかなか回収できない可能性がある。

ハイテクR&Dの成功事例

前章で述べたハイテクR&Dの4つの特徴からいえるハイテクR&Dの全体像は、「既存の技術・ノウハウが使えるので、すぐに研究に参入できるが、製品像がはっきりしないままに、漫然とR&Dを続けてしまいがちで、時間ばかりかかって利益を得られない可能性が高い分野」ということだろう。

このように、だれもが参入してくるが利益を上げにくいハイテクR&Dのなかで、以下に注目される事例を紹介し、そこから得られる教訓を考察してみる。

1 カーボンナノチューブの事例

（1）カーボンナノチューブの応用範囲

ハイテク技術の一例としてカーボンナノチューブ（以下、CNT）の事例を見てみる。次ページの表1にCNTの主な応用製品を示すが、上述の通り、CNTには幅広い分野へのアプリケーションが期待されている。

例えば、プラスチックなどに混ぜるフィラーとして、強化プラスチック材料や、静電塗装用の導電性プラスチック向けに。さらに、燃料電池だけでも、水素吸蔵合金の担体や触媒担体、および電極材料などさまざまな部品向けに。エレクトロニクス分野ではFED、

AFM（原子間力顕微鏡）探針、および量子トランジスタや微細配線材料など向けに。ほかにもバイオ応用などが検討されている。

これら多岐にわたるアプリケーションごとに、CNTに求められる仕様を、その長さや配向性、純度などにより図6に分類した。

現在すでに、プロトタイプができている応用製品は図の左上の囲み内にある、トランジスタ、FED電極、AFM探針などのエレクトロニクス関連製品が多い。ただし、これらのエレクトロニクス関連製品で使用するCNTの量は、とてもわずかである。

例えば、FEDパネル1枚に使用されるCNTは1グラム以下であるといわれている。価格は、CNTを利用したFEDパネル量産時には、パネルの単価が500ドル以下で、そこに使用されるCNTの価格は10ドル以下と考えられるため、FEDパネルの市場規模に対してCNTの需要は2%以下である。現状でFEDに使われる、形状をコントロールした高品質なCNTの価格は数万円/グラムといわれ、一般の研究・試作用CNTの価格、数万円/キログラムと比べて非常に高い。ところが、量産時のCNTの価格は10ドル/グラム程度と予想されるので、CNTを利用したFEDが競争力を持つには、CNTの価格低下が必須条件となる。

一方、大量生産によるCNTの価格低下のためには、図6の右側の囲み内にある、CNTを大量に消費する構造強化材料に使うフィラー向けCNTや、電池材料向けCNTの開発が望まれる。例えば飛行機の翼なら、フィラー繊維の長さが翼とほぼ同じであることが理想的である。ところが現状のCNTでは、最大数百ミクロン程度の長さが限界である。これでは、CNT強化樹脂を応用できるアプリケーションに限りがある。今後は、もっと長尺なCNTの開発が必要である。

一方、電池材料向けにも、CNTが短いままでは、何らかの構造材料に付着させて使用する必要があるため、電池に占めるCNTの体積はわずかになる可能性がある。したがって、図中右側の用途で、大量にCNT材料を消費するまでには時間がかかりそうである。

現在、国家プロジェクトや国立研究所、そして各企業で、CNTを低価格に大量生産する研究が盛んであるが、応用に即した性状の

表1 カーボンナノチューブ（CNT）の各種応用製品

分類	用途	材料の性状	主な用途
機械・構造製品	静電塗装	導電粉体塗料	●自動車・家電製品などの塗装
	プラスチック	導電性プラスチック	●電子機器ケース、トレイ
		強化プラスチック	●テニスラケット、ゴルフクラブ ●電磁波防止材 ●高熱伝導材料
	ゴム、タイヤ	導電性ゴム	●タイヤ ●カーペットなどの裏張り ●電磁波防止材 ●高熱伝導材料
	金属	繊維強化金属	●強化金属材料 ●高熱伝導材料
	セラミック	繊維強化セラミックス	●強化セラミックス材料 ●高熱伝導材料
電池・化学用途	セメント	繊維強化セメント	●強化・導電性セメント材料 ●高熱伝導材料
	水素吸蔵合金担体	電極材料	●ニッケル水素電池、燃料電池など
	触媒担体		●燃料電池、化学応用
バイオ応用	薬品担体	微小カプセル	●DDS
電子機器・デバイス	電子放出電極	FED FEランプなど	●平面ディスプレイ ●低電圧高輝度ランプ
	AFM探針	探針	●AFM
	量子トランジスタ	デバイス	●超高密度LSI

注）AFM：原子間力顕微鏡、DDS：ドラッグ・デリバリー・システム、FEランプ：電界放出型ランプ、FED：電界放出ディスプレイ、LSI：高密度集積回路

CNTでなければ、大量消費する需要はなかなか開拓できないと考える。

(2) 応用特許で先行するハイペリオン

このように、需要が停滞するCNT分野で、筆者が注目する企業は米国のハイペリオン・キャタリシス・インターナショナルである。

ハイペリオンは、CNTを発明した企業の一つと見られており、基本特許を多数持つと考えられている(ただし、特許すべてが公開になってはいないため未確認)。同社のR&D戦略の特徴は、基本特許だけでなく、CNTのアプリケーション特許を多く出願していることである。今後、CNTビジネスが拡大したときに、同社が持つ応用特許は極めて有力となる可能性があるため、警戒する企業は多い。

これに対して、日本企業は従来、新材料を開発すると、その研究初期には、材料物性や組成など基礎的な材料研究に研究資源の大多数を投入しがちである。

CNTなどのハイテク新材料は、実際に使

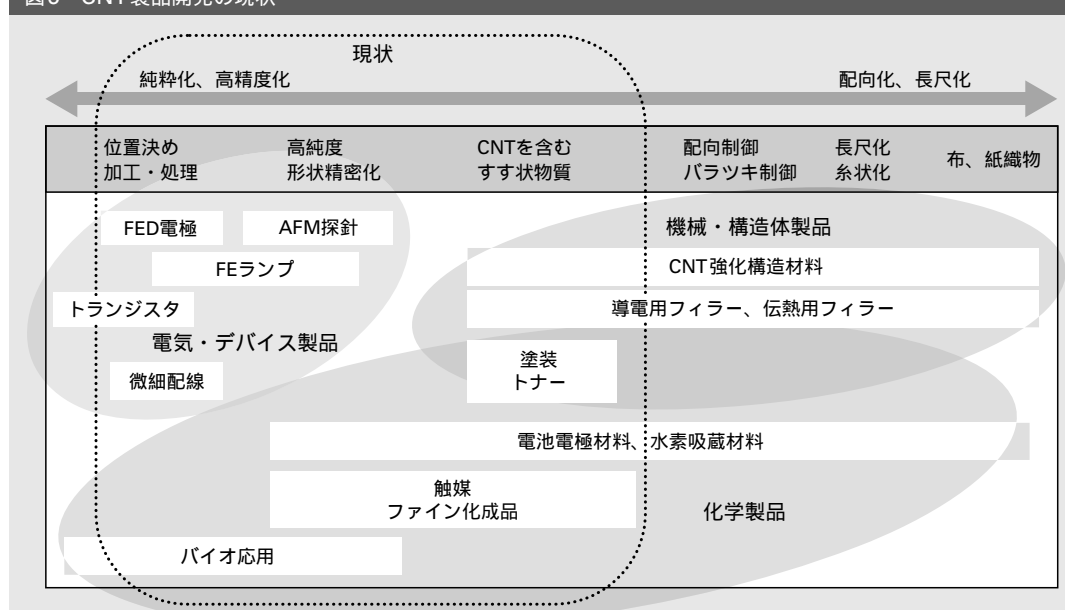
用されるまで長い時間がかかることが多い。ハイペリオンの基本特許も後、数年で無効化するともいわれている。もし、同社がCNTの基本材料の開発と基本特許の取得だけで終わっていたら、収益から見れば、特許の意味があまりないということになりかねなかった。

しかしハイペリオンの優れている点は、CNTの開発と間断を置かずに、応用製品のR&Dを進めてアプリケーション特許を押さえることで、新技術開発に先行した強みを長く保ち続ける戦略である。実用化まで時間がかかるハイテク製品の難しさを、応用特許のいち早い取得でカバーしているといえる。

さらに、ハイペリオンは多量のCNTと樹脂をあらかじめ混合した材料(マスターバッチ)を販売して、このマスターバッチをハイペリオンから買って使用すれば、CNTの特許権は請求しない方針である。

図6の右側にある機械・構造体製品では、CNTを樹脂に混練した形で使用することがほとんどだが、CNTは疎水性が高く溶媒となじみにくいため、このCNTと樹脂とをう

図6 CNT製品開発の現状



まく混合する技術は、非常に重要なCNT技術の勘所の一つである。マスターバッチをさらに樹脂で薄めることにより、簡単にCNTを混練した樹脂を作ることができる。

ハイペリオンは、このようなCNTを製品化する際に重要な要素技術を、いち早く見抜いて開発し、特許取得とともにマスターバッチとして製品化することによって、収入を拡大している。

ハイペリオンのように、有力な応用特許をいち早く取得する最も有効な方法は、応用製品開拓を自分で進めることである。そのためには、研究を事業部門と共に進めることが有効だが、幅広いハイテクの応用範囲を、何もかも自社で開発している企業は多くない。そこで今後は、新材料を開発して基本特許を取得した会社は、できるだけ早く、アプリケーションを持つ会社とアライアンスを結んで応用製品を開発することが有効である。

ベンチャー企業のハイペリオンも、大手の樹脂メーカーと共にCNTを樹脂に混合する技術開発を行い、成功している。

ただし、材料メーカーが顧客に近い川下の

アプリケーションを持つ企業と協業すると、川下メーカーが先に応用特許を取得してしまうケースが多い。この点は、共同開発の戦術面で十分注意しなければならない。このような事態を防ぐには、共同開発契約や情報開示方法などに、十分に注意する必要がある。

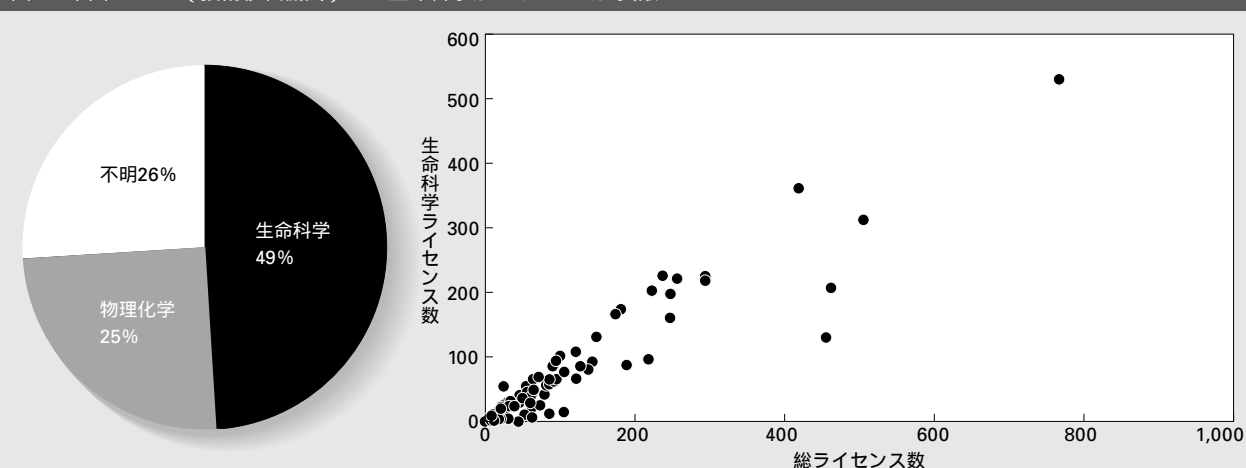
2 バイオ技術とITの事例

次に、バイオ技術とIT（情報技術）の事例を調べてみる。

これらのR&Dが最も盛んな場所は米国で、特に、大学からのベンチャー起業が目立つ。図7の右側に、米国TLO（技術移転機関）の団体であるAUTM（米国大学技術管理協会）の1997年の調査から、TLOの総ライセンス数と、生命科学分野の1年間での累積総ライセンス数をプロットした。

この2つは非常に高い相関を示しており、生命科学で多くのライセンスを出すTLOは、総ライセンス数も非常に多い。実は、図7の左側でわかる通り、米国TLOのライセンスの半分近くが生命科学分野である。つまり、米国のTLOは、生命科学分野でライセンスす

図7 米国のTLO（技術移転機関）では生命科学がライセンスに貢献



注 1) 生命科学 = 獣医学、農学、生物学、医学、バイオ化学、薬学、医療装置、生理学など

2) 物理科学 = 物理学、化学、天文学、エンジニアリング、ソフトウェア、教材、ビジネスシステムなど

出所) 米国 AUTM (大学技術管理協会) の 1997 年の調査データより作成

ることで豊かになっていることが、他の調査など（東北大学の1998年の米国調査、およびNRI 野村総合研究所の調査）からも判明している。例えば、ハーバード大学では、医学部に特化したTLO事務所を持ち、発明のほぼ50%は医学部からである。

また、医薬分野とエレクトロニクス分野を比較すると、医薬分野のライセンスは実現に時間がかかっても、製品寿命が長くて収入も大きい、エレクトロニクス分野は技術革新が早く、製品寿命も短くて特許はあまり重要ではない、と考えるTLOが多い。

そこで、医学部を持たないため医薬分野の特許を取得しにくいカーネギー・メロン大学では、エンジニアリング分野の特許はライセンスが非常に難しいので、ロイヤルティの多くを、特許を取得していないソフトウェアから得る戦略をとっている。

さらに、ロイヤルティ料率を比較しても、一般に、製薬分野はエレクトロニクス分野に比べて桁違いに高いといわれる。これは開発した新材料がそのまま最終製品になる、製薬独自の事情によるともいえるが、エレクトロニクス製品は、多様な技術の組み合わせで成り立つため、一つの発明や発見によって、大きな利益を獲得するのは難しいともいえる。

このように、バイオ技術では強力な特許取得により利益を得やすいが、IT分野では特許取得よりも、いち早く市場機会をとらえて、ソフトウェア等の著作権や半導体のIP（知的所有権）さらにノウハウなどを商品化することが、利益を得る近道であるといえる。

3 医療機器分野の事例

次に、医療機器分野の事例を紹介する。

次ページの図8に、循環器系医療機器の主要製品とその市場規模、およびそれぞれのトップメーカーが示されている。図の右側に示したトップメーカーのうち、網をかけた企業は、皆、外資系企業である。

循環器系疾患は、動脈硬化、心筋梗塞や心不全など、主に血管と心臓の疾患で、食生活の欧米化に伴って、わが国でも医療機器市場が伸びてきており、今後も市場の拡大が見込まれている。この分野で、世界的に最も市場が大きい製品はペースメーカーであり、日本国内ではメドトロニックとガイダントの外資系2社がトップ企業である。

他に現在、注目されている製品はPTCAバルーンカテーテルである（PTCAは冠動脈血管形成術の略）。これは太ももの大動脈から挿入し、コレステロールが詰まって狭窄した血管部位でバルーンを膨らまして押し広げ、ステントといわれる金網の筒を残して、再度血管が縮まないようにする治療に使用する。

図8のうち、点線で囲んだペースメーカー、ステント、人工心臓弁、人工血管などはすべて、身体内にほぼ永久に埋め込んで使用する製品である。

PTCAバルーンカテーテルやステントなどは、形状も単純で、製造コストが低い割に、保険点数が高く、収益性が高い商品であるうえ、抗血栓性などを持つ新材料開発によって新製品開発が可能な製品である。しかし、わが国の医療機器メーカーは、このように体内に留置する治療機器はなかなか開発しない。その理由は、体内に残す製品は、将来の副作用や事故のリスクがあるためである。

ところが、外資系企業はこのように、市場が大きく、収益性が高い分野で、次々と新製

品を開発している。日本企業は、たとえ新たなハイテク材料を開発しても、最も儲かるこれらの製品に、応用することをためらう可能性が高い。

医療機器分野は特殊な例であるが、多くの製品分野で、収益性が高い製品は高いリスクを伴うものが多い。しかし、わが国の医療機器メーカーは、これまで心電計や血圧計など低リスクなものばかりを開発することが多かった。

このような場合、ハイテクなどの新製品開発で収益を得る鍵は、リスクマネジメント能力である。

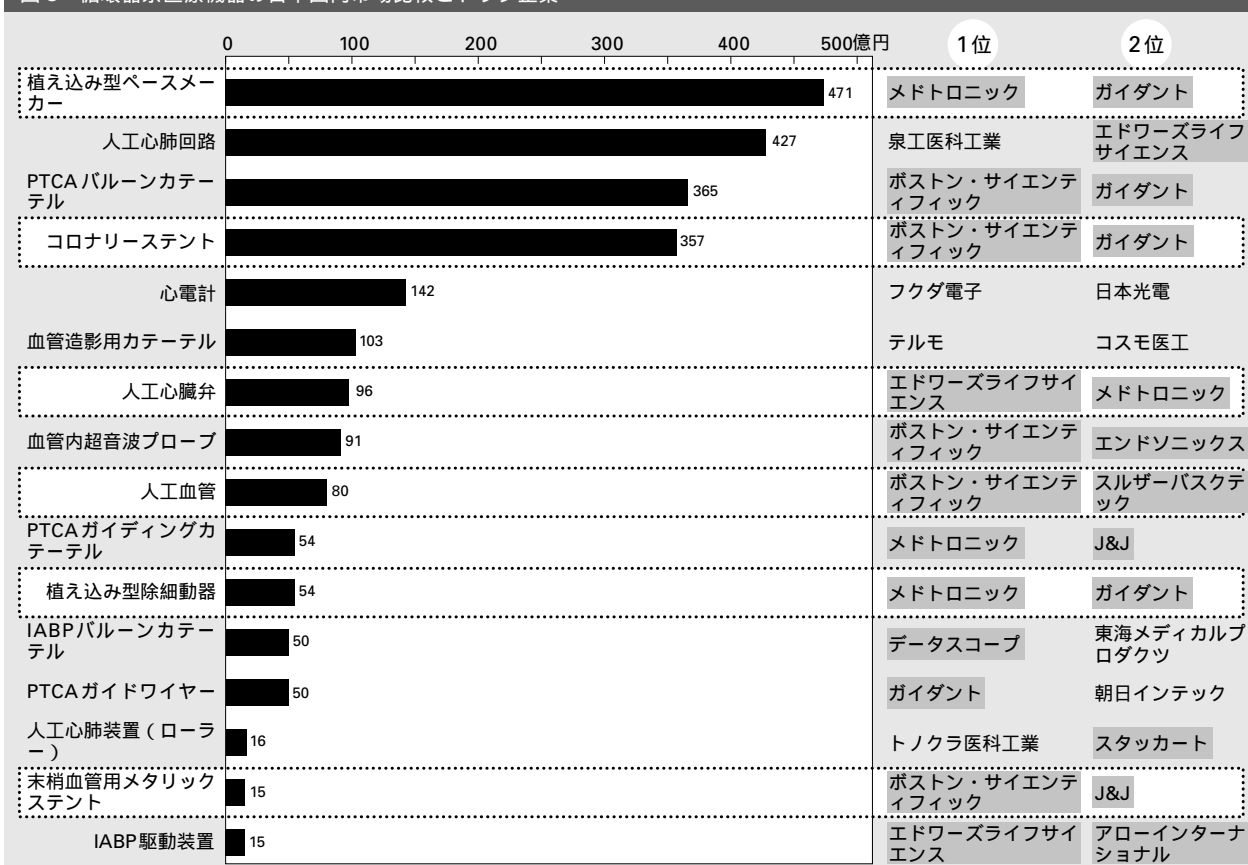
米国エドワーズライフサイエンスでは、事業戦略として、リスクが高い方向に進むと決

めている。理由は、ハイリスクになるほど競争が現れないので、価格競争が起きないためである。さらに、万一、事故があったとしても、ハイリスク分野では、実はだれがやっても失敗する可能性が高いので、失敗を一方的に非難されるものではないと考えている。

日本企業でもリスクをとって高収益市場を狙う好例はテルモである。テルモではリスクをとることは社是の一つである。そのため、事故対応などで重要なマスメディアに対して、日常的に研究施設や実験などを公開するオープンポリシーを実行して、事故発生時に誤解を招かないように努力している。

このように、リスクマネジメント能力を持たなくては、どんなに革新的な医療技術を開

図8 循環器系医療機器の日本国内市場比較とトップ企業



注) IABP: 大動脈内バルーンポンピング、J&J: ジョンソン・エンド・ジョンソン、PTCA: 冠動脈血管形成術
出所) 『医療機器・用具年鑑 2002』アールアンドディより作成

発しても、利益の大きな治療機器を開発・販売することができない。わが国の代表的な医療機器の大企業は、ほとんどが、MRI（磁気共鳴断層撮影装置）やCTスキャン（X線断層撮影装置）などの診断・検査機器のみを製造する理由は、その売り上げのほとんどが総合電器や測定器などの非医療分野であるため、比較的に市場が小さな医療機器でリスクをとりづらいことがあげられる。

リスクマネジメントに必要なことは、全社を挙げてリスクをとる企業文化を持つこと、自社の本業とリスクをとる事業とのバランスやブランドへの影響を考慮すること、および、マスメディアへのオープンポリシーなどを含めた、総合的な危機管理能力である。

R&Dと差別化戦略

これまで、ハイテクのR&Dから儲けるためのさまざまな事例を考察し、これを克服する戦略を考えてきた。ここで、もう一度、企業がR&Dを行う理由を見直してみる。

「R&Dは千三つ」である、とよくいわれる。これは、既存製品の改善ではない、基礎的なR&Dのテーマは、1000あるうちで、3つ当たるかどうかだということである。実感としては、100あるテーマのうち、3つぐらいが成功するという人も多い。ならば、R&D活動に費やした時間のうち、97%近くは役に立たない時間であったことになる。

この章で考察したいことは、「極めて非効率な投資対象なのに、なぜ企業はR&Dを行うのだろうか」という問いへの答えである。

ベンチャー企業であつたら、創業のきっかけとなった一つの製品が成功して、IPO（新

規株式公開）を行うことができれば、株主や従業員など、ほとんどのステークホルダー（利害関係者）が儲けられる。そうして皆が幸せになれたときに、会社を畳むことが最も効率的な事業投資かもしれない。

これに対して、特に歴史のある大企業は、事業の成功で得た資金を継続的にR&Dに投資して、新製品を求め続ける。この理由は以下のようにまとめられる。

既存製品のプロダクト・ライフサイクルが尽きた後に、利益を稼ぐ新製品を開発するため

インフラ系企業など、初期投資が大きい事業は、共通のインフラを使用できる製品群を増やして、早期に投資を回収するため

顧客の要請に応じて、高性能製品や、カスタマイズ製品を開発するため

自社製品の基本技術を変化させる可能性がある、新発見・新発明に対応するため
創業の理念などで、社是として開発目標が存在するため

優秀な技術者を採用するため、また引き止めるため

他社に真似できない先端技術で、製品を差別化して、価格競争を回避するため

このうち は、まず、新事業開発戦略として、社内資源や事業環境、チャネル、顧客などを総合してR&D戦略を練るべきである。

、 は、当初から市場、顧客、製品への具体的な要求特性などが明確な状態で行うR&Dであり、既存製品の改善や系列製品の開発に当たる。これらのR&Dは、 と同じく差別化のためのR&Dだといえる。

は、いわゆるビジョン経営にも通じるわ

かりやすい企業理念だが、すべてのR&D志向の企業が持つわけではない。また、目標とする製品・事業の達成が早急には難しいときに、理念は形骸化・名目化してしまいがちである。さらに、 と は、財務的利益を目標としていない活動であるため、そのままでは企業活動として正当化することは難しい。

結局、R&Dの成果が最も普遍的に反映される理由は、 であろう。つまり、R&Dは差別化戦略の一手法と位置づけられる。

差別化戦略の観点で、R&Dを考えると、まず、特許の重要性が思い浮かぶ。しかし、自社で開発しなくても、他社の特許を買うことも可能であるし、特許を保有する企業の買収などの手段もある。さらに、先に述べた通り、特許は20年ほどで権利が切れてしまう。つまり、特許はR&D以外の方法でも入手できるし、有効な期間は長くはない。

では、ノウハウはどうだろうか。ノウハウは、文書や設備、人間などに存在するが、結局、人がいなくなれば失われてしまう。つまり、ノウハウは人に残る企業資産であり、人をつなぎとめる仕組みを強化する必要がある。

さらに、最近の議論では、究極の差別化戦略は、ブランドの確立だともいわれる。技術は変化が速すぎて、自分で制御できないため、リスクは大きい。例えば、医療機器産業で注目されるステントも、現在はステンレス製だが、プラスチックやカーボン製に変わったら、現在、金属加工で製造しているステントメーカーは、大変、困ることだろう。

本章の最初に述べた通り、R&Dにより開発に成功するテーマは非常に少ない。つまり、R&Dによって、独力で競争力ある製品や、

有効な特許が開発できる可能性は、もともと高くはない。差別化戦略の重要なツールとしては、独力でのR&Dよりも、むしろ、外部の特許や企業を買収する方が容易である。

ただし、企業にとって必要な、または利用可能な新技術が、タイムリーに開発され、さらにそれを発見できるとは限らない。また、その価格が非常に高く、採算に合わない可能性もある。これらのリスクを十分考慮して、技術の外部調達を検討する必要がある。

自社でR&Dを行うことで、差別化を達成するには、ライセンシング等では入手しにくい、他社では開発されていないと思われる技術や、自社の保有する技術と特に相乗効果の高い技術など、自社製品の差別化を最大限に高めるテーマを選ぶべきである。

また、R&Dの成果は、特許や製品だけではなく、研究者や技術者などの人材自身にもあることを再認識すべきである。人材に蓄積されたR&D投資の成果を守り、活用するには、インセンティブプランの充実や、研究成果の公平な評価などの人事施策を、周到に立案し、実行する必要がある。

ハイテクに限らず、R&Dから良い結果を得られない理由は、このような、製品差別化戦略や人材活用戦略などの全社的活動が、R&D戦略と同時に、有効に連動して行われていないためでもある。

ハイテク開発戦略のあり方

1 ハイテクR&Dの特徴とアプリケーション開発の重要性

第 章で、ハイテクR&Dの特徴として、以下の4点をあげた。

シーズレベルの研究では、各企業が保有する技術と相乗効果が高い。

ハイテクR&Dのシーズ開発は、既存の設備やノウハウを活かして効率的にできるため、研究の滑り出しは順調に推移しがちである。

応用製品がバラバラで、関連のない多様なアプリケーションにまたがる。

シーズ研究に時間をかけ、周辺技術が整う頃に、具体的な製品開発に本格的に取り組んでも、アプリケーションがバラバラで市場性を十分に検討しないまま、手近なテーマにやみくもに取り組む状況になりかねない。

R&Dから収益化までに時間がかかる。

ハイテクによる新製品を量産化するためには、さらにさまざまな周辺技術の開発や、根本からの製造プロセス見直しなどが必要になりがちで、そのために、新たな時間と資金が必要となる。

最終製品に占めるハイテクの付加価値が相対的に少なくなりがちである。

そのような、大規模投資が必要な段階になって、マーケティングを行った結果、利潤が薄すぎる事が判明すると、結局、そこで研究はストップして、多額の先行投資と時間が無駄になってしまう。

つまり、ハイテクR&Dを効率的に行うためには、新たな基本原理の発明・発見があった最初の時点から、まず、市場を特定した製品開発を始めることが重要である。

ただし、アプリケーションは、各種業界によって新製品の付加価値を最大化するビジネスモデルや、KFS（成功要因）が異なるので、自社内での検討が難しいことが多い。そ

の際には、自社に不案内な市場について応用研究を進めるために、アライアンスを行ったり、外部コンサルタントを活用したりすべきである。

重要なのは、研究にとりかかる最初の時点で、最終的なビジネスのイメージを早目に具体化する活動を、同時に進行させることである。その活動によって、ハイペリオンの例のように、初期の段階で、最終製品に必須な応用技術を開発し、応用特許を取得することが目標である。

2 バリューチェーン分析の活用

アプリケーションごとに最終製品のマーケティングを行うためには、次ページの図9に示すようなバリューチェーン（価値連鎖）をもとに分析することが求められる。

ここで重要な点は、バリューチェーン上で最終顧客に近い製品ほど、単価が高く、売り上げ規模が大きいことである。

第 4章であげた、CNTのFEDへの応用例のように、ハイテク製品であっても、特に材料は、最終製品に占める付加価値が非常に小さくなりがちである。そこで、ハイテク材料開発を行う企業は、売上高を増加させるために、ハイテク材料をキーテクノロジーとした、部品やセット、さらにシステムなどを開発・製造しようとする。しかし、バリューチェーンを川下に行くほど、材料技術のほかに必要となる新技術は増加していくため、それらの必要技術の獲得コストが増加して、最終的には利益を圧迫する可能性がある。

また、市場のニーズを把握して、収益性の高い製品を開発するためには、顧客動向を最大限に把握できるよう、少しでも川下にある

企業が有利になる。最も川上に位置する、材料技術しか持たないシーズ志向の企業は、安易に川下企業とアライアンスを行うと、利益を顧客に近い川下企業に吸い上げられる可能性が高い。さらに前述の通り、顧客に近い川下企業の方が、顧客が求めるアプリケーションに即した応用特許を取得しやすい。

したがって、どんなにオリジナルなハイテク材料であっても、顧客から遠い材料メーカーが、川下企業とアライアンスしてアプリケーションを開発する場合は、知的財産の保全、および最終製品までのビジネスモデルの検討などを、アライアンス前に十分行うことが必要である。

また、通信業界や医療機器業界など、最終需要家が通信事業者や医師などの、特定少数顧客に限られる事業分野では、事業優位の源泉は、新技術による商品の差別化よりも、顧客へのチャネルの確保や、長期間にわたる企業の信頼性などである場合も少なくない。そのような市場では、新技術・新材料のみを開発しても、新顧客の開拓が難しいことが多く、新技術の開発以上に、マーケティングや営業チャネルの確保が必要な戦略であろう。

一方、半導体産業の例にもあるように、材料開発のノウハウは、その製造設備に集約さ

れがちである。そこで、図9の左端に示された、製造設備メーカーに材料の製造条件や設備のノウハウなどを開示して、その製造設備の顧客からロイヤルティを得るビジネスモデルも有効であり、これを実行している米国大手企業も存在する。

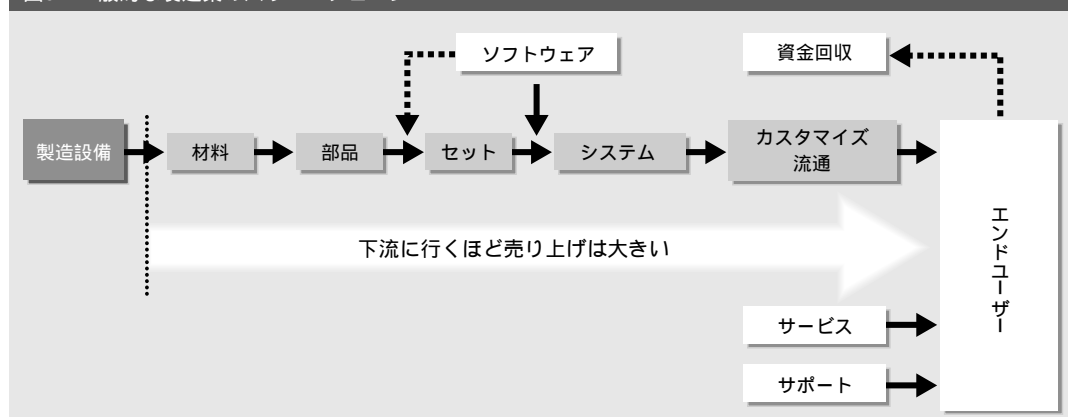
このように知的資産が詰まった製造設備を一般に販売することで、製造設備が低価格化するため、材料を開発した企業がその材料を大規模生産する際に、製造設備のコストを下げられるうえ、設備価格に乗ったロイヤルティの分だけ、競合他社よりコストの優位を確保できる。

3 ベンチャー企業の活用

ハイテクが大きな儲けを生むためには、大きな手間と長い時間がかかる。したがって、営業収益のみに頼ったR&D費用の回収は、時間的にも、そのキャッシュフローの確実性からも、リスクが大きい。そこで、ベンチャー企業を組成して、製品の営業収益とともに、IPOによるキャピタルゲインを狙うビジネスモデルに、再び注目できる。

ITバブル崩壊以降、IPO市場は低調だが、ハイテクR&D推進のためには、IPOによるテコノ原理は有効であり、R&Dリスクをとっ

図9 一般的な製造業のバリューチェーン



た事業主体と投資家が、早期に資金回収を図る決め手の一つとなるだろう。

4 R&Dは初めが最も重要な時

以上述べたように、技術バブルがはじけた現在では、新技術や新材料の開発と、儲かるビジネスの構築とは、無関係な独立したアクティビティと考えるべきである。

その意味で、自社開発するR&Dへの投資額と、M&Aなどにより新技術を外部調達する投資額とを常に比較して、ポートフォリオとして検討する必要がある。

R&D投資は、差別化戦略の重要な柱の一つであって、真似をされない製品を生むことが第一目標となる。しかし、真似されにくく、高価格を維持できる、そして利益を生む製品を開発するためには、まず、顧客にとって魅力的な商品を開発することが必要である。たとえ真似されやすい商品でも、多くの顧客にとって魅力的な商品なら、プロモーションや低価格な生産手段の開発などによっても、お金を稼ぐことができる。

つまり、どんなに革新的な新技術による製品であっても、儲かるビジネスとするためには、通常の製品と同じ、市場を起点としたビジネス開発を行わなければならない。そのためには、コンサルタントの活用や、アライアンスの実施が有効な方法である。

さらに、どんなに魅力的な新技術でも、すでにだれもが知っていれば、有効な差別化手段ではなくなっている可能性があるため、開発動向の把握も欠かすことはできない。「技術のインフレ」を起こさないために、新技術のR&Dは、スタートアップ時が最も重要な時だといえる。

5 人材の活用

最後に、人材活用のための、研究者評価の見直しである。大企業は、実は、R&Dによる商品の差別化以上に、人材育成やノウハウの獲得を期待している。

最大のR&D資産である人材を正しく評価するために、成功するプロジェクトは千三つであることを考慮すると、研究者をプロジェクトの成功・不成功のみでない軸で、評価する必要がある。千三つでしかない研究の偶然性を排除して、研究者に蓄えられた知的資産やスキルを評価するスキームを持つことが、優秀な人材の流出を防ぐことになるだろう。

6 R&Dは儲けるために

一握りの専門家しか理解できない難解な理論や、簡単には入手できない高価な設備などを駆使する、ハイテクR&Dは、競合他社がなかなか参入できない技術の砦に見えがちである。だから、R&Dを重視する企業にとって、ハイテクは他社に差をつけるチャンスだと思えるかもしれない。

過去にも幾多のハイテクブームがあった。長期的に見れば、将来、必ず人類史に残るような大発見・大発明は尽きないが、実際に今も儲かっている製品は、ハイテク製品ばかりではないことを、企業経営者だけでなく、研究管理者や研究者自身も肝に銘じるべきであろう。

著者

吉野 完(よしのひろし)

技術・産業コンサルティング部主任コンサルタント
専門は経営戦略全般、特に技術戦略、ベンチャービジネス、先端技術開発など