

3 技術革新

はじめに

技術革新の管理者は、技術革新自体の広範かつ全体の特性のほか、MTIが発生する状況について知っている必要がある。彼らは、イノベーションのさまざまなタイプとレベルについて知る必要がある。彼らはそのような研究開発投資、特許取得のパフォーマンス、および革新性調査などのイノベーションの主要な措置の強みと弱みを認識する必要がある。管理者は、いかにイノベーション・プロセスが変化しているか、そしていかに多くの技術革新資源の中で調査することができるかを理解する必要がある。そして、彼らは、それらが拡散し、個人や企業が採用している方法など、技術革新の様々な成果を正しく理解する必要がある。これらのことは、この章の重要な問題である。

われわれは、第1章で見たように、イノベーションは、ユビキタスなものであり、ビジネスの幅広い多様性に対するマネジメントの重要課題である。マネジメントの課題に追加される、成果とプロセスの両方の変更は、移動祝祭日のようなものでもある。

イノベーション・プロセスの変化は、この章と「第五世代」イノベーション・プロセスの出現で議論されて分析される。技術革新の成果（新しい製品やサービス）は絶えず変化しており、これは第6章で説明することにする。

連続的な努力として、技術革新の決定的な特徴を説明するために、ボックス3.1は、より優れたネズミ捕りを製造するための発明家や革新者の絶え間ない努力を説明している。基本的に、イノベーションは、旅と同じように目的地がある。(Van de Ven ら 1999) 技術革新は、目的地です。より多くのことが知られている旅については、よりやりがいのあることがある可能性が高い。より多くのことが知られている旅（その手段、状況、および目的）には、よりやりがいがある可能性が高い。技術革新の性質、プロセス、ソース、および結果について、良く情報に通じた管理者は、価値を提供するものが使用できるようになる可能性がより高い。

イノベーションの範囲と種類

技術革新の種類と程度はそのマネジメントの結果とは異なっている。研究者たちは、つぎのようなもののありなしに応じて、イノベーションの程度と種類を分析している。

- ・ 急進的または漸進的 (Freeman 1974) かは、技術が変化した程度、あるいは技術革新の新規性の程度である。急進的イノベーションは、合成材料などの製品やサービスの性質を変えるブレークスルー

を含んでおり、第2章で説明した「技術革命」に貢献するかもしれない。漸進的イノベーションは累積的に製品やサービスのパフォーマンスを向上させる、既存の製品にマイナーな変更を伴う「無数の小さなこと」が含まれている。急進的イノベーションは通常、漸進的変更よりも基礎研究に大きな投資、研究機関とのより多くのリンクを必要とし、異なる拡散パターンをとる可能性がある。(これは、第5章で議論し、ボックス3.2を参照)。

- 連続または不連続、つまり、何かを行う既存の方法に影響を与えるかどうか (Tushman と Anderson 1986)、またはそれが持続あるいは中断されているかどうか (Christensen 1997) である。企業は一般的には、前の技術からの脱却と革新の方法を見つけるのは非常に困難である。そして経営者は、既存の成功の破壊的なことを行う、新しい方法を模索する必要があるかもしれない。
- ライフサイクルでの変化は (Abernathy と Utterback 1978)、技術革新の早い出現不確実性と熟成期間、成長期の離陸の進行、そして飽きるくらい十分な市場での成長といかに関連しているかである。イノベーションのライフサイクルの初期段階のマネジメントは、後の段階で必要なものとは著しく異なっているのかについて、第4章で説明する。
- モジュラー (Modular) これは、それが一部であるシステムの場所を特定することのない、コンポーネントやサブシステムに見られる。あるいは、アーキテクチャル (architectural) それは、その構成要素に大きな注目せずにシステム全体の改善を試みる。(Henderson and Clark 1990) システムインテグレーション (SI) のマネジメントは、モジュールまたはコンポーネントの技術革新に挑戦するMTIと非常に異なった役を果たす。SIは、この章の後半で説明されており、モジュール性は、第8章で説明する。
- 支配的なデザインの登場の結果。(Abernathy と Utterback 1978)。支配的なデザインが確立されると(勝者の製品が市場で優れているとされると、競争者やイノベーターは、それに準拠する必要がある。(ボックス3.12参照))、MTIは変わり、これは、第4章で説明する。
- オープンまたはクローズド・イノベーション戦略の中での生じること。(Chesbrough 2003) オープンイノベーション(購入、販売、およびコラボレーションのための様々な戦略を必要とするイノベーション)のマネジメント課題。これについては、Box 3.4で説明されている。

Box 3.1.継続的な技術革新：よりよいネズミ捕りを作るための探求

いくつかの技術的課題が長年にわたって、発明者やイノベーターの前に立ちはだかってきた。その一つの課題は、ネズミ捕りの設計および製造である。ネズミは、一般的な害虫である。ロンドンでは、ネズミは、人の数で圧倒し、発展途上国で、彼らは病気の主要な媒介者である。人間は長い間、ネズミを捕獲するための最も効果的なメカニズムを見つけるのに苦労してきた。「より優れたネズミ捕りを作ると、世界中があなたの玄関への道に押しかけることになる」この引用語句は、19世紀のエッセイスト、Ralph Waldo Emersonによるものである。これは、発明者が独創的である場合には、大きな機会があることを示唆している。ネズミ捕りにおけるイノベーションの歴史は、しかし、一人での創意工夫は十分ではない可能性を示唆している。米国特許商標庁 (USPTO) に登録されている、およそ4,400のネズミ捕りの特許がある。

まだごく少数がこれまで成功して商品化されている。これは、より精巧な、時には効果的なネズミ捕り開発から自称発明家を思い留まらせてはいない。実際、米国でおおよそ年に400人がネズミ捕りの特許を申請している。最も成功したデザインは、Pennsylvania州のLititzのJohn Mastによって1899年に開発された。これは、ネズミの上に投げ下ろすバネ鋼線で、おなじみのパチンと留めるネズミ捕りである。Mastのデザインは広く以来コピーされている。これは、今でもネズミを捕獲する安価で効果的なメカニズムのままである。これは、使いやすく、製造が安価で、かつ高効率であるという点で、他のトラップと比べていくつかの利点を持っている。1900年代には、毒物の使用、水の入ったバケツで溺死させるためネズミを誘因するロブスターポット、小さな輪でネズミを絞首刑にしてしまうネズミ捕りなどを含む、Mastに競合するアプローチが見られた。

感電も試みられたが、動物が死んだ後にも通電が継続されるため、利用者がフライド・マウスの刺激臭の増大に対処しなければならなかった。1980年代には、瞬間接着剤を使用したネズミ捕りが開発されたが、操作者はネズミ捕りに張り付いた、生きているネズミを、剥がさなければならなかったので、多くの人気を得ることはできなかった。1990年代には、動物保護の問題から、人がネズミを捕獲した後、「野生」にそれらを解放することができる、人道的なネズミ捕りが目立つようになってきた。消費者は、現代のキッチン家電の外観にマッチする、クロムとカラーのトラップの開発につながる、よりスタイルこだわったものになった。パチンと留めるネズミ捕りは、しかし、設計は古典的なままであり、その低価格、シンプルさ、および有効性は、ネズミ捕りの中で支配的な地位を、発明から100年以上も保持していることを確実にさせている。

出典：Hope 1996

Box3.2 テニスラケットでの画期的なイノベーション

急進的イノベーションは、新規性や独自性結合し、真に破壊的に続いての技術開発に大きな影響を持っている必要があります。テニスラケットの場合、いかに事業分野が、技術の根本的または破壊的な変化によって変換するかを示している。テニスは世界中で1億人以上の精力的なプレーヤーに人気のあるゲームである。彼らは競合他社に対する優位性を得るために、テニス選手は求めるように積極的に新しいラケット技術を消費する。

それは、設計、材料、ラケットの製造における技術的な変更は、ゲームをプレイする方法に大きな影響を与えているスポーツである。1971年から2001年の間に、テニスラケット用の581件の米国特許が授与された。

1960年代は、木材ラケットや「ウッドイズ」の時代だった。これらは1920年代におけるテニスラケットで支配的なデザインになっていた。プロテニスの早い時代のすべての偉大な選手（Ron Laver から Arthur Asheまで）は「ウッドイズ」を使った。1970年代は、特に素材やラケットの形状で、デザインの革新を見た。これらの最初のもは、その後ウィンブルドンとUSオープンチャンピオン、ジミー・コナーズによって素早く採用されたワイヤ・スパイラル巻き鋼製フレーム・ラケットであった。この技術革新は、最終的には1980年代と1990年代のグラスファイバーとの複合材料の導入につながり、テニスラケットの設計と製造の「材料レース」を導いた。

テニスラケットの形状は、オーバーサイズのラケットヘッドの導入により、1976年に劇的に変化した（70平方インチから110平方インチに増加）。それらが最初に導入されたとき、何人かのプロテニス選手は、これらの特大ラケットを採択したが、3年以内に、それらの開発メーカーであるPrinceが、市場全体のおおよそ30パーセントを獲得した。

この新しいデザインのゲームへの影響を心配し、公式テニス関係者は、サイズ制限を導入した。1981年には、ラケットヘッドの中央にあるスイートスポットの周辺に、密度の高い糸を使用した、新しいストリングパターンでさらなる革新を見た。1987年には、厚みのある軸部とのワイドボディのラケットを開発し、硬めのラケットを提供した。これは、Siegfried Kuebler によって発明され、Wilsonにライセンス供与した。この技術革新は、テニスラケットの物理学的研究から生まれたもので、ボールと弦の接触からの衝突エネルギーを、戻るボールに供給することができる方法を実証した。

硬いラケットフレームの最大化されたエネルギーは、ヒットしたボールに加えられ、速いリターンが得られる。ワイドボディのデザインは、すぐにプロとアマチュアのゲームの性質を変え、標準となった。プロのランクでは、1990年代はPete Sampras、Boris BeckerやPat Rafterのようなボレーやハード・ヒッティング・サーブのスペシャリストを見た。彼らもゲームはパワーとペースを作り出す新技術の開発の活用に基づいていた。2000年代に、コートの変更や低速のテニスボールのデザインで、プロテニスは「ウッドイズ」時代のスマートさを持つ新しいラケットのパワーを組み合わせ、Roger Federerのような選手で再び均衡を見ている。

出典：Dahlin and Behrens 2005

漸進的および急進的イノベーションのマネジメント

実際にはない厳格な区別は、漸進的および急進的イノベーションとの間にはないが、異なるスキルと資源を必要とする様々な種類のイノベーションやマネジメントの範囲といった、徐々に変化するものの異なった両端とよくみなされる。漸進的イノベーションは、最も一般的な形態であり、より良いことを行うのに助けになる彼らが知っていことが活用できるので、確立された企業の地位を強化しがちである。(Utterback 1994)

これは、企業がその時に経営資源の大部分を集中することになる。多くの漸進的イノベーションは急進的イノベーションを特徴付ける大きなイベントをほとんど含まない、極ありふれたもののように見られがちである。(Rosenberg 1982) しかしながら成功した漸進的イノベーターは、スキルと創意工夫を必要とし、それに成功しているものの企業は多くの場合、重要な経済的優位性を獲得することができる。

成功した漸進的製品イノベーションの多くの例がある。KenwoodとTefalのトースターのカバーへのクロムの使用は、顧客が古い活躍しているトースターが壊れる前に新しいトースターを購入するためのインセンティブを生んでいる。Gaggia と Faemaのようなエスプレッソマシンメーカーは、それが熟練していないが、意欲的なバリスタが自宅でカプチーノを簡単に生成できるようにする、いくつかの新たな泡作りの機器を導入した。Imperial College Londonの新しいビジネススクールの建物は、外観の革新的なものの、両者ともLord Norman Fosterによって設計されたNimesの図書館の形状やデザインに基づいている。漸進的なプロセス。イノベーションは、多くの場合、企業の日々の活動の一部である。(第8章を参照)

いくつかの商業的プロセスは、年々変更されない部分が離されてゆく、プロセスの改善は、生産性に計り知れない影響を与える可能性がある。例えば、英国のSunderlandにあるNissanの工場は、世界で最も生産性の高い自動車工場の一つであるが、毎年10パーセントのパフォーマンスの向上を実現することを目指し、従業員およびその競争者に重要な課題を提起している。漸進的プロセスイノベーションは、サービスや文化の分野で見つけることができる。the Lord of the Rings三部作を撮影した時に、ニュージーランドのロケーションでは1度に3作品のすべての部分を撮影することにした。このアプローチは、映画会社が高額なLiv Tylerなどのスターを、ニュージーランドに3回の代わりに一度だけ飛ばせば済むようにコストを節約できた。また、映画のセットと俳優の外観は、すべての3つの映画全体で似ているようにした。フィルムはその後、大量のコンピュータグラフィックスを組み込み、順番に開発され、2001年から2003年の間に毎年リリースされた。

アマゾンのDVD (デジタルビデオディスク) 販売のような漸進的サービスイノベーションは、多くの場合、既存のシステムへのビジネスや軽微な改造や既存の路線を拡張したものである。バンク・オブ・アメリカは容易な顧客のアクセスや新規顧客のための友好的な受け入れを確実にするために、新しい銀行の最適な構成を決定するために、シミュレーションソフトウェアを漸進的に使用している。

マクドナルドは、ハンバーガーの新し種類を作成することによって製品ラインの現代化と拡張をし、最近では、健康的な選択肢の新ラインを加えることで、継続的に革新している。また、スペースを節約するため東京でのハンバーガーの垂直的調理を含む多くのマイナーなプロセスイノベーションを開発している。Tucker (2002) は、「ビッグマック」とフランチャイズ規制における「画期的」イノベーション

から、マクドナルドのチップの料理や聖パトリックの日のための緑のミルクシェークを製造する際の漸進的イノベーションに至るまで、すべてのレベルでの製品、プロセス、および戦略的なイノベーションを列挙にしている。

漸進的革新者は、彼らの努力から利益を獲得するために、次に示すものを含め、いくつかのマネジメント戦略と実践を採用している。

- ・ 競争上のコスト優位性を探す。
- ・ デザインに軽微な変更を加える。
- ・ 組織的な手順、手続き、およびより効率的経済的な生産の基準を作成する。
- ・ 既存の製品に機能を追加する。
- ・ 最初の市場投入後にデザインの変更を加える再革新を行い、それらの迅速な市場投入する。(Rothwen と Gardiner 1988)
- ・ ブランド力向上させる。
- ・ 製品品質の評判を開発する。
- ・ ユーザーや顧客から学ぶ。

これとは対照的に、急進的イノベーションはデザイン、知識、および製品の市場における競争の本質を再形成する重要なイベントである。(Utterback 1994; Dosi 1982) 大きな進歩によって中断されるまで、ほとんどの技術的な変更は、ゆっくりと漸進的に発生する。急進的な大変革は、一般的ではなく、推計によるとほとんどの産業で30年ごとに1回発生している。(Tushman and Anderson 1986) McGahan (2004) は、1980年から1999年の間にアメリカの全産業の1/5が根本的な変更を受けたと推定している。このようなイノベーションは、確立された企業の位置を混乱させ、新たに市場に参入し、既存事業者を追い越す、新しい企業に機会を開く可能性がある。(Christensen 1997)

大きな進歩による中断が発生すると、多くの企業がデザインやオプションを見直すなど、市場の状況に大きな混乱がしばしば起こる。流動的なこうした期間における開発には、多くの場合、既存事業者の過去の経験からは遠く離れた新しい知識が必要となる。新たな問題は、新しい技術的および商業的なスキルで引き出し、新たな問題解決のアプローチを採用を企業に求める。(Christensen と Rosenbloom 1995) 急進的イノベーションは、多くの場合、新しい「支配的デザイン (製品の構成あるいはデザインの定着した方法)」の出現に関連している。(Afuahと Utterback 1997; Utterback 1994) 急進的イノベーションは、多くの場合、過去との劇的な決別のパフォーマンスにつながる。

急進的イノベーションの名目指標は価格を変化させることである。— 5倍の製品当たりの性能の関係。(Dahlin and Behrens 2005) その一つ例は、1950年代にPilkington Brothersのフロートガラス製造の開発であった。フロートガラスは、連続粉碎の従来の方法に比べて10倍以上の生産性をだった。多くの急進的イノベーションのケースでは、会社の現在の顧客は、将来への不確実なガイドになっている可能性がある。このような技術革新は、安い代替技術の開発は、業界における競争の性質の形を変えるので、多くの場合、「下からの攻撃」が含まれる。(Christensen 1997)

急進的イノベーションに応じて移行をするのに、多くの企業が失敗した。デジタル写真へのPolaroidの対応は、この怠惰な良い例である。(Tripsas と Gavetti 2000) 第二次世界大戦後の時代のほとんどを通して、Polaroidは、インスタントカメラの主要生産者であり、ユーザーが瞬時に画像をプリントすることが

できた技術の広範なセットを開発していた。Polaroidのビジネスモデルでは「かみそりの刃」アプローチに基づいて、収入のほとんどはカメラよりもフィルムの販売から派生していた（カミソリのメーカーは、交換用の刃を販売してほとんどの収入を得る）。1980年代と1990年代には、Polaroidは、デジタル写真に投資し、デジタルカメラの最初のワーキングモデルを作った。さらなる発展には、その深層の知識ベースと過去に得意だったことから離れて、会社の方向転換が必要であった。Polaroidは、顧客のほとんどは使い捨てのデジタル写真を望まないだろうと信じて、この技術の商業化に投資しないことを決めた。

（Tripsas と Gavetti 2000）消費者は、当然のことながら、急速にデジタルカメラを採用した。消費者は、写真をプリントするよりも、写真を撮る方が好きであったので、それらは、一般的になった。（Munir と Phillips 2005）Polaroidは、消費者の行動を変える先取りができなかった。それは、古い技術、見当違いのビジネスモデル、および消費者の嗜好の誤解に縛られたものであった。これらの失敗の結果、Polaroidは2002年に倒産したprivate equity companyに買収された。

急進的イノベーションは、確立された企業の倒産に結びつかない場合もある。いくつかの急進的イノベーションでは、実際に企業が一つの産業時代から次の時代に、教訓や経験の転換を許し、既存事業者の能力と資源を増強することを可能にした。（Anderson と Tushman 1990; King と Tucci 2002; McGahan 2004）このようなイノベーションは、持続的に企業が知っていることを拡張することを許している。

（Christensen 1997）Philipsのような企業は、CD（コンパクトディスク）プレーヤーや次世代DVDプレーヤーの開発に成功した。Sonyのような音楽プレーヤーやMP3ファイルを確立した企業の場合、Appleのような部外者に追い抜かれたが、市場には非常にアクティブのまま残っている。急進的イノベーションで、市場の状況が中断するか持続するかどうかの判断は不確実である。特定のイノベーションが既存企業を揺さぶるかどうかが、あるいは新興事業者が生き残り勝利し、新しい体制の中で繁栄できるかどうかを予測することは、もし不可能ではなにしても、困難なことである。

マネジメントの実践と戦略のいくつかは、以下のように、企業が急進的イノベーションに対しての準備のために活用できる。

- ・ 会社や業種の外からの新しいアイデアをオープンする意欲。
- ・ 技術や市場環境の継続的調査や探索。
- ・ 技術のポートフォリオに投資することによって、異なる未来の選択肢を取り上げる。
- ・ イノベーション・システム内部に新しいリンクと関係を作る。
- ・ 調査作業に加わるいくつかの部分を保証するために組織構造を再形成する。
- ・ 企業買収や雇用を通じて新しい能力を持ち込む。
- ・ 現行の実践からやや離れた新しい技術分野への投資。
- ・ 基盤とする業界外との連携とネットワークの構築。
- ・ 顧客行動の新しいパターンを意識する。
- ・ 必要な時の「物事のやり方」や古い習慣を捨てる。

これらの実践と戦略を企業がPolaroidのような運命を回避するのに役立つかもしれないが、大変な技術や市場の大変化に直面して、生残るためのレシピはない。いくつかの企業は、これらの状況に対応するために彼らの性質や文化を変えるに成功することがある。多くの企業は、変更しようと成功するが、その後失敗し、最終的には倒産する。いくつかの企業では試してみることや、闘争の上での死を選ぶこと

さえしない。

イノベーション・プロセスの性質の変化

イノベーション・プロセスは、科学、技術、および市場機会を活用するために企業がその資源を組み直す方法である。最近の25年ほどの間に、研究者は、イノベーション・プロセスを深く検討し多くのアプローチを開発しており、それらは、思考の5つの世代に分類される。（Rothwell 1992）

まず、1950年代と1960年代の間に普及した、プッシュ型研究開発あるいは第一世代のアプローチがあった。（図3.1 参照）このアプローチは、イノベーションは、科学的発見に始まり、発明、エンジニアリング、製造活動を経て、新たな製品やプロセスのマーケティングで終わる、リニアなプロセスであることを前提としている。米国政府のチーフ科学政策顧問に関わった、Vannevar Bushによる強い影響を持った本「無限のフロンティア」では、科学の力が核爆弾の形で実証された第二次世界大戦の遺産となったそのアプローチは、大規模な科学的な投資が、エネルギー部門、防衛産業、医学の劇的な改善を生成すると想定させた。1970年代まで、多くの政府の政策立案者や主要産業の企業経営者は、新しい製品やプロセスが、可能な商業的アプリケーションの研究スタッフが母体組織の関心をもたらした、基本的な科学の発見の結果であるとの見方を受け入れた。このプロセスのマネジメントの課題は単純である。研究開発に多くの資源に投資このモデルでは、フィードバックのない形式であった。このモデルは急速に科学ベース型産業にのみ適用されることが示された。

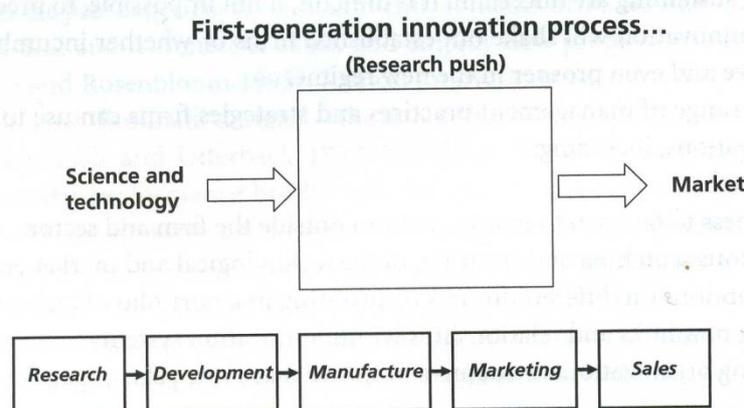


図3.1 第一世代のイノベーション・プロセス

1960年代半ばからの技術革新の二つ目の線形モデルは、公共政策立案者や先進資本主義諸国の産業経営者によって採用された。これが需要プル型あるいは第二世代のモデルであった。（図3.2 参照）このモデルにおいて、イノベーションは、技術開発の速度と方向に影響を与え、察知された需要から派生している。Kamien と Schwartz（1975:35）は、このモデルでは、デザインにおける問題の指摘、あるいは研究のための可能性ある新しい分野を提案する、顧客と直接対応する部署によって、イノベーションが誘導されると述べている。提起された問題の解決策は、研究スタッフによって提供される。ある程

度、このアプローチは、計画で強調された時間での企業の実践に反映していたので、将来の要件を予測することができるものと考えて、大規模な集中型の企画部門の創設を見た。

消費の社会学や人間・経済地理学のような社会科学の台頭は、「予測して提供する」政策を開発し、政府への報告や助言、市場や需要に関する新しいアイデアを生み出した。また、自動車の安全性をより大きく要求するような、消費者意識や消費者行動を成長させる時代でもあった。このプロセスでの経営課題は比較的簡単で、マーケティングへ投資である。

二つのイノベーションの線形モデルは、単純化されている。例えば、Rothwell (1992) は、業界全体のレベルで、研究プッシュと需要プルの重要性は、イノベーション・プロセスの個々のフェーズで異なる場合があり、また部門間でも異なることを示した。

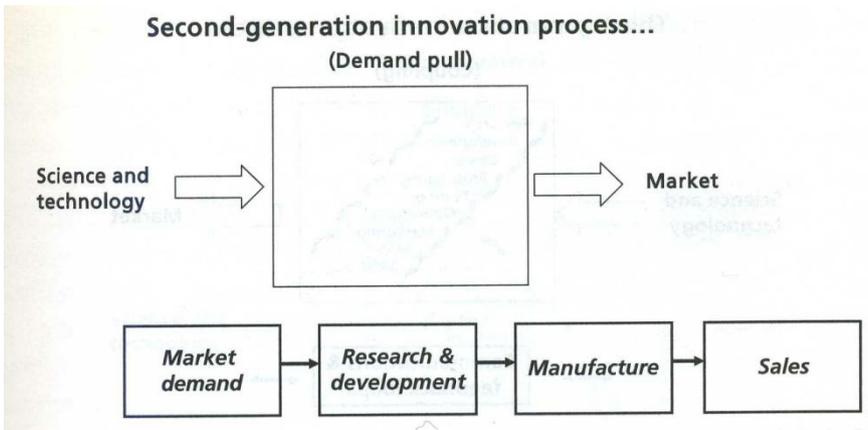


図3.2 第二世代のイノベーション・プロセス

3番目のモデルは、連結型または第三世代モデル (図3.3 参照) は、研究プッシュ型と需要プル型の両方を統合し、「必ずしも連続のプロセスではないが、論理的に連続したプロセス」としてみなされたイノベーションがなされる、双方向形式のプロセスを中心としていた。(Rothwell とZegveld 1985: 50) このモデルの重点は、初期の線形モデルの下流と上流の相の間のフィードバック効果である。プロセスの段階は分かれているが、双方向的なものとして見られている。このプロセスのマネジメントの課題には、組織横断的なコミュニケーションの統合に多大な投資が含まれる。

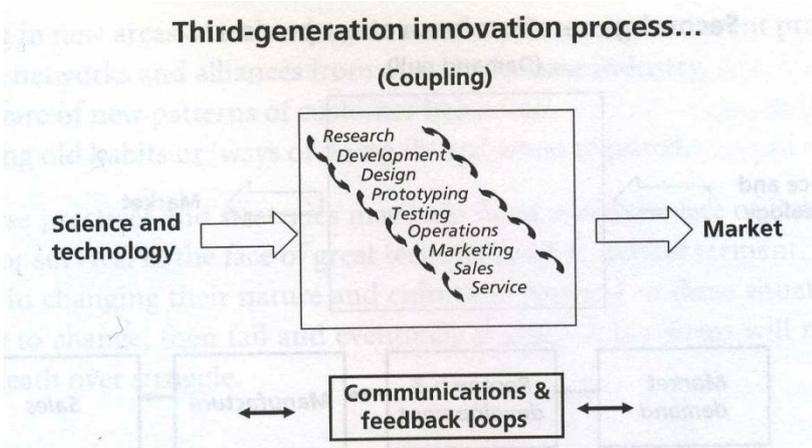


図3.3 第三世代のイノベーション・プロセス

新しいモデル（Rothwellがそれらと呼んだ「第四と第五世代のイノベーションモデル」）は、企業内および企業間で運用される、フィードバックのプロセスが組み込まれている。イノベーションにおける企業の様々な要素間の高レベルの統合は、第4世代、共同作業、あるいは、イノベーション・プロセスにおけるマーケティング、研究開発、製造、および流通の間の複雑な試索、フィードバックループ、および相互関係を示している、KlineとRosenberg（1986年）の「連鎖方式モデル」が取り込まれている。（図3.4参照）このプロセスは、科学基盤や市場からの幅広い入力よりも多くの、主要な顧客やサプライヤーとの密接な関係を含んだイノベーションの方法に関しての高まった理解を反映している。

特に連続的部門関与プロセスから離れ、より流動的包括的なプロセスベースのアプローチに向けた、イノベーションを推奨する内部の組織的実践への正しい理解が増加した。たとえば共通なCAD/CAM（コンピュータ支援製造）プラットフォーム（第8章を参照）を持つことなどによる、イノベーションプロセスを支援する技術の重要性が認識された。米国のSematech、欧州におけるESPRIT、そして日本での第5世代コンピュータシステム（FGCS）プログラムのような、共同研究開発を助成する政府の政策やプログラムの経験に基づいて、プロセスは、他の企業やそして競争相手との連携により行うことができる役割を認識している。マネジメントの課題と必要な資源の投入は、はるかに広く受け入れられるようになってきた。

第五世代のイノベーション・プロセスは、企業内部と外部、異なる組織間での、成長する戦略的および技術的統合が含まれ、これらの方法は、イノベーション・プロセスの「自動化」と、連続的開発よりむしろ同時並行的開発のような、新たな組織の技術の使用によって強化されている。（図3.5参照）それは、機能的部門の「格納庫」から、ビジネス・プロセスに応じた組織に向かう。このモデルは、ベストプラクティスへの理想化されたアプローチで示されており、それなりの深さで検討されることになるだろう。

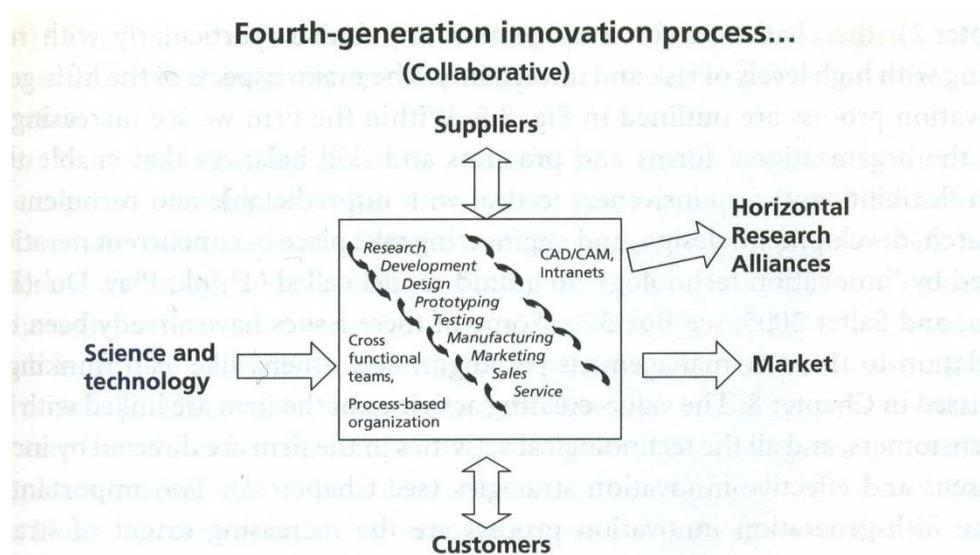


図3.4 第四世代のイノベーション・プロセス

第五世代のイノベーション・プロセス

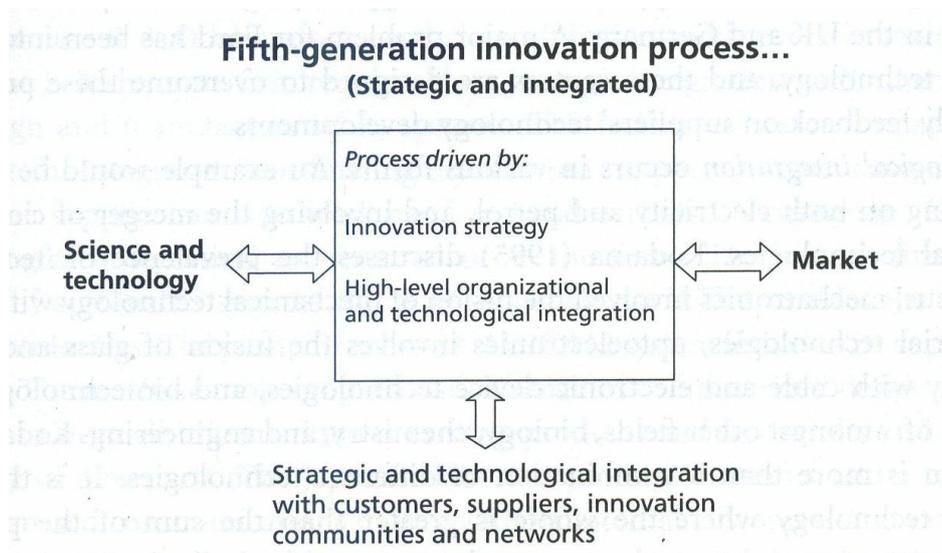


図 3.5 第五世代のイノベーション・プロセス

第五世代のイノベーション・プロセスの分析的起源は、技術開発の第5の波（第2章で説明した）のマクロ的な視点とは異なるものであるが、マネジメントの課題は、特に、高いレベルのリスクと不確実性への対処に関しては類似している。第五世代のイノベーション・プロセスの主な様相は、図3.5に概説されている。企業内部で、予測不可能な、荒れ狂う市場に対処するために最大限の柔軟性と応答性を可能にする組織形態および実践とスキルのバランスに関心が高まっているのをわれわれは見た。研究、開発、設計、エンジニアリングは、「Think, Play, Do」（Dodgson, Gannと Salter 2005; Box 3.3を参照）で流動的モデルと呼んだ「イノベーション技術」によりサポートされた、同時並行的試索（concurrent iterations）に置き換えられることになる。これらの問題のいくつかは既に新しいマネジメント・パラダイムに関連して議論されており、その他、リーン思考（lean thinking）などは、第8章に説明する。企業の価値創造活動は、サプライヤーや顧客とリンクしており、企業の技術的活動がますます首尾一貫しかつ効果的な、イノベーション戦略によって指揮されている。（第4章を参照）第五世代のイノベーション・プロセスの2つの重要な特徴は、戦略と技術の統合の増大である。

企業間の戦略的統合はますますグローバル化し技術、市場、金融分野全体で起こっている。Boeingが777型機を設計したとき、顧客や取引先を密接に関与させた。Boeingは、新しい航空機のための要求仕様を役立てるために、12ヶ月間以上にわたって会議を持った8つの国際航空会社で構成された、「Gang of Eight」として知られるようになったものを作った。設計が完了する前に、34機の新しい航空機の購入を決めたUnited Airlinesは、密接に、その仕様構成に関与した。（Sabbagh 1996）Boeingはまた、サプライヤーとも密接に関与していた。胴体や舵のような主要部品など重要なコンポーネントは、オーストラリアと日本の企業に委託された。Pratt and Whitneyのようなエンジンメーカーは、Boeingとの緊密な連携でそのエンジンを設計した。

1995年以降、Fordは、ミシガン州のDearborn、技術/製品評価センター運営している。これはFordの技術者へサプライヤーが技術的専門知識を実証するための施設である。こうした「サプライヤー展示」

は一般的には2日間続き、英国とドイツでも同じものが持たれている。Fordにとっての大きな問題は、そのサプライヤーの技術の統合にある。これらの中心は、供給業者の技術開発早期のフィードバックを与えることによってこれらの問題を克服するようにデザインされている。

技術的な統合は、様々な形で発生する。その例として、電気とガソリンの両方で走行し、電気および機械的な技術の統合を含んだ、ハイブリッドカーが挙げられる。

Kodama (1995) は、「技術の融合」の流布を論じている。たとえば、メカトロニクスは、電気、材料技術と機械技術の融合を含んでおり、オプトエレクトロニクスは、ケーブルと電子デバイス技術とともにガラスとフォトニック技術の融合を含み、バイオテクノロジーは、他の分野と生物学、化学、工学の中での融合を含んでいる。Kodamaは、融合が異なる技術を組み合わせ以上のものであると述べている。それは、全体が部分の総和よりも大きい新技術の創出である。それぞれの融合は、「イノベーションの新たな成長の機会と新たな市場を創造する」。(Kodama 1995: 203) 生物情報学やナノ材料のような様々な知識ベースの組み合わせから出てくる新しい技術の現代の多くの例がある。

すべての他の形の技術的な統合には、イノベーション・プロセスのさまざまなコンポーネントの統合を可能にする特別な技術が含まれる。これらは、技術の特定のカテゴリである、イノベーション技術として記載されている。(ボックス3.3 参照)

この増大した戦略的かつ技術的な統合は、多くの場合、商品やサービスのタイムリーな配送による競争力の向上を目指している。「真っ先に市場に」のような急速な時間ベースの戦略は、重要性が増している。(第4章の「先行者利益」に関する説明を参照) ソニーはビデオカメラを開発したとき、それが唯一のライバルに6ヶ月のリードを持っていたと信じていた。東芝のラップトップコンピュータ製造工場の一つは、2週間ごとに新しいモデルが製造ラインに導入されている。この2年間、ノキアは、毎月新しい携帯電話を導入している。「真っ先に特許」は決定的競争的に重要であり、開発プロセスの速度が明確な優位性を提供することができ、速度は、製薬業界でも明らかである。「真っ先に市場に」であるAmazon やYouTubeなどのオンラインサービスは、ブランド認知の開発を支援している。新しい製品の開発時間を短縮するために、デジタル化された製品データは、企業の全ての異なった部門で有効に使用できるように提供されなければならない。SAPのようなソフトウェア企業は、設計、製造、および在庫データと財務データの統合を支援するエンタープライズ・リソース・プランニング(ERP)システムを提供している。(第8章を参照) 製品データマネジメント(PDM)システムは、ERPシステムの一部にすることもできる。PDMは、継続的変更が管理された方法で行えるよう、簡単に利用できる形式で、すべての製品に関する情報やデータを格納する。

非常に複雑なものの、十分に使用できるERPが、企業の各部門が情報へのアクセスを可能にするときには、理解できるデータ形式が必要となる。

すべてのわれわれがケーススタディした会社は、第5世代のイノベーション・プロセスの側面の影響を受けている。バイオテクノロジー企業は、将来戦略にからんでいる主要なパートナーと、とりわけ密接に統合される必要がある。台湾の工作機械会社や日本の研究開発研究所は、海外の研究機関との緊密な提携を必要としている。英国のポンプ会社は、そのシステムの設計および製造に関わる他企業との緊密な戦略的な統合を必要としている。インドのソフトウェア会社は、顧客のニーズを満たすために取引先からの入力を調整し、システムインテグレータとして機能することを目指している。メキシコのサプライヤーは、米国の顧客と協力して働く必要がある。

高いレベルでの技術的な統合は、すべての企業が必要としている。バイオテクノロジー企業は、遺伝子配列決定のための自動化されたシステムを使用しており、これは、分子の電子的「デザイン」を可能にする。ポンプ会社は、その取引先や顧客にリンクされた CAD/CAM システムを持っている。工作機械会社は、既存の製品とその試験結果、そして新規部品の電子プロトタイピングに関するすべての情報を格納することが可能な、コンピュータ化された設計データベースを使用している。日本の研究所では、イントラネットおよび、内部顧客や外部の科学的パートナーとリンクする広範なインターネットベースの通信システムを使用している。インドのソフトウェア会社は、コンピュータ化されたプロジェクト管理システムとソフトウェア作成ツールを使用している。メキシコの自動車会社は、そのコンポーネントを開発と商品化のためのインターネットベース仲介に依存している。

Box 3.3 イノベーション技術

技術は、経営者に相当な課題と機会を提供し、新しい方法でのイノベーションの効率とスピードを改善するために使用されている。Ricardo と Dassaultのような企業は、顧客が次世代製品の設計を支援するために、仮想現実のソフトウェアパッケージを使用している。GSKは、実質的に新たな薬物設計の速度を改善するためにシミュレーションおよびモデリングツールを使用している。E-science、あるいは Grid computing、共同プロジェクトを管理するのを支援し、Rolls Royceや他の企業の科学者や研究者の新しいコミュニティを構築している。

Wal-Martは、顧客を理解し、サプライチェーンの管理を支援するために、高度なデータマイニング技術を使用している。フォーミュラ1 レース、ファッションなど多様な業種の企業は、技術革新の速度を向上させるために、仮想およびラピッドプロトタイピング技術を使用している。これらの技術はどちらも、Dodgson, Gannと Salter (2005) が「イノベーション技術」(IvT) と呼んでいる、新しいカテゴリの技術のを含んでいる。IvTは、一方で顧客を、そして他方で科学研究者を、新しい製品やサービスに関しての決定のより中心人物にするために使用されている。

多くのIvTsは、ユビキタスになってきている。(Thomke 2002; Tuomi 2002; Schrage 2000) 医薬品から、採鉱や建設業まで、さらに多くの種類の組織間で、幅広い分野でのIvTの広範な使用の証がある。IvTは、情報通信技術 (ICT) や、自動化された材料のハンドリングなどの操作ならびに製造に用いられる技術と並んで機能を果たす。

製薬会社は、ますますこのような遺伝子配列決定およびコンビナトリアルケミストリーなどの分野でIvTを使用している。Pfizerは迅速なスクリーニングやロボットを使用した何千もの化学物質の調合ための自動化技術を開発した。GMは、「数学ベースの設計とエンジニアリング」と呼ばれるものを使用している。これは、設計、エンジニアリング、および試験のための車のデジタル表現を提供する。このシステムは、以下のような分野で日常的に使用されている。

- ・ モデリング車両構造、耐衝撃性、および安全拘束のための3-Dシミュレーション。
- ・ エンジン燃焼システムの設計および解析のための流体力学コード計算。トランスミッション、内部気候制御システム、および車両空気力学。
- ・ 集積回路チップおよび電気機械部品の自動設計の高レベルのシステム。
- ・ 車両の外装、内装、コンポーネント、および製造ツールのためのバーチャル・リアリティ・プロトタイプ

イピング。

これらのシステムの使用は、高価な物理的モデルの必要性を低減するバーチャルリアリティプロトタイプイピングを用いて、安定性制御システム、電子的に強化された操舵システム、無段サスペンションおよびエンジン制御の発展につながっている。IvTは、企業が安く実験し「より多く早期に失敗」することができる。IvTは、それが本格的なプロトタイプをテストできる可能性が通常はない、ユーティリティ、空港インフラ、通信システムなどの大規模で複雑なシステムの設計にも非常に重要である。

IvTの最も重要な側面の一つは、異なる領域、学問、職業、および「実践コミュニティ」を越えての、知識とそのコミュニケーションの表現と可視化を支援する方法である。説明の方法で、新しい建物の設計にIvTの活用は、多様なグループからの複雑なデータ、情報、視点、および嗜好を見やすく分かりやすいものにする。

仮想現実表現は、最終的なデザインの視覚化で建築家を支援し、彼らに、設計作業が始まる前に建物がどのように見えるのが、感じるのが好きか、顧客に十分な理解を与えることによって、顧客の期待を明確にすることができる。それは請負業者や建築業者の仕様と要求条件を伝え、建物が規制要件を満たす可能性があるかどうか、防火の検査官のような監査官の評価を可能にする。IvTは、新しい製品やサービスの提供での、より効果的な共同のため、サプライヤー、ユーザー、請負業者や下請け業者、システムインテグレータ、および部品生産者など、イノベーションプロセスにおけるさまざまな関係者を許すことになる。IvTの採用は、革新的な活動を進め、管理する方法を再考する多くの組織を先導している。彼らは、イノベーション・プロセスのデジタル統合に役立つ援助を提供している。

IvTsは、イノベーションの新たな「資本財」である考えることができる。他の技術との効果的な統合は、将来の技術ベースの競争力の重要な課題の一つになるだろうと主張することができる。(IvTが、建築設計で使用される方法の検討は、Box 7.16を参照)

ケーススタディした会社の外部志向と、5章で説明している大規模なイノベーションコミュニティやネットワークは、「オープン・イノベーション」としてますます知られつつあるものの特徴である。このイノベーションのモデルと、オープンな企業はどうあるべきかという問題は、Box 3.4で検討している。

Box3.4 オープン・イノベーション

研究者たちは、より多くの広範な協力者と結びつき、アイデアの外部資源と市場とルートにオープンであることにより、企業がイノベーションのより可塑性と多孔質なモデルを採用する必要があることを示唆している。Chesbrough (2003) は、これを「閉鎖」からの「オープン」イノベーションへのシフトとして言及している。この視点は、イノベーション・プロセスはますます複雑になっており、企業を革新するためには、より多くのより密接な参加者を含めなければならず、そして集中的にそれらのアイデアの商業的可能性を実現すると主張している。この研究は、しばしば非常に規範的であり、Lucent、Intel、3Com、IBMと P&G のような企業での先導的実践の事例研究に基づいている。(Dahlander and Gann 2007; Dodgson、Gannと Salter 2006; Huston と Sakkab 2006)

Chesbroughが提唱した基本的な原則は、新製品やサービスの開発に関連するほとんどの活動は、内部

の研究開発の領域にあるとみなされた、企業のイノベーションの有力な20世紀型モデルの批判に由来している。 Chesbroughは、6つの主要原則に支えられた、従来のクローズド・イノベーションのアプローチとして、そのモデルを説明している。

1. 企業が、独自の研究開発に投資しているために、イノベーションを実行するのに適切な資格の人を募集することができたという想定。:「スマートな人たちを、われわれのすべての作業に」
2. 研究開発から利益を得るためには、企業は単独で、発明し、開発し、商品やサービスを販売しなければならない。
3. 自社の研究開発部門が、新しいアイデアを発見したり、発明することができれば、それは、それを真っ先に市場を得る最善のポジションになる。
4. 競合他社が技術革新へ投資へ最高の収益を出す前に、市場へ製品やサービスを持ち込む。
5. より多くのよりよいアイデアを出せる企業は、競合他社を打ち負かすはずである。
6. 企業は、IP自体を管理し、そこから利益を得て、競合他社を防ぐ必要がある。

オープンイノベーションのアプローチは、これらの原則に対する挑戦である。オープンイノベーションは、組織の内部、周辺、および外部の、アイデア、人、そして資源、組織の流れの中での、内部および外部のイノベーション活動の間の、多くの流動的相互作用によって特徴付けられる。このアプローチでは、内部および外部の活動と企業の一般的な運営環境間の境は、より多孔性であり、それは可能な限り外部環境からできるだけ多くの知識を抽出することが重要である。(Chesbrough 2006; Chesbrough, Vanhaverbekeと Wist 2006) 次の6項目は、オープンイノベーション・アプローチを要約化している:

1. 自社の研究開発およびイノベーション・センターに、すべての最高の人材を採用することは、必ずしも可能ではない、そして有用な情報を提供できる、外部に良いアイデアを持つ多くの有能な人々がいる。ビジネスでは彼らと接続する方法を見つける必要がある。
2. 他の組織によって行われた研究開発は、企業が利益を得ることができ、そこから価値を創造することができる。これは、外部で生成されたアイデアからのいくつかの利点を把握する吸収能力を生むための内部的な研究開発を実施する必要がある。(Cohen と Levinthal 1990)
3. 会社がイノベーションのネットワークに適切な接続を行った場合、新しいアイデアから利益を得る、独自の研究からアイデアを生む必要はない。
4. 新しいアイデアを活用するために、より良いビジネスモデルを構築することは、先行者利益に純粋に焦点を当てるよりも、良い収益を提供する。(第4章を参照)
5. 研究開発や設計部門だけでなく、組織全体内部で生成されたアイデアを活用する方法で改善することができれば、会社は成功する。
6. 首尾よいオープンイノベーターである企業は、他の企業の使用するIPの方法から、そして他の企業がビジネス目標を進めるための外部資源からIPを買い込むことでも、利益を得ることができる。

2003年にChesbroughのオープン・イノベーションの出版以来、これらのアイデアは、多くの企業におけるイノベーション管理者の中で影響力の大きなものとなっている。

(Christensen, Olesen と Kjaer 2005) P&Gは、研究開発に焦点を当てたものから「接続と開発」(C&D)として知られているアプローチに、その戦略を変更している。(Box6.1 参照) Philipsは、研究開発部門を「オープン・イノベーション・ユニット」に改称した。Box 6.2は、GSKが、オープン・イノベーション・モデルを使用した「外部創薬卓越センター (Centre of Excellence in External Drug Discovery)」をい

かに作ったかについて説明している。オープン・イノベーションの概念は、例えば、大学と産業界との連携の増大を促進することにより、政府のイノベーションの助成と支援の責任をともなった政策立案者の間で、そして多くの分野でビジネスを越えた重要さで成長してきた。(Bessant and Venables 2007)

オープンイノベーションの考え方の問題点の一つは、それが評判の的となっている一方で、イノベーションの外部資源を体系的に使用するという考え方は、特に新しいものではないということである。Staffordshire州の陶芸家であるJosiah Wedgwoodは、共同の技術的なネットワークを組織し、1700年代に先導的な顧客からの情報を求めた。Hargadon (2003) は、エジソンが1900年代の終わり頃、電球の開発と商業化において、イノベーター、金融業者、供給業者、流通業者のネットワークを活かし、アイデアをいかに再結合したかを示している。このケーススタディや他の多くは、イノベーション・プロセスにある程度の開放性がいつもあったことを示している。

現代の環境は、オープンイノベーションのアプローチをサポートする一つの重要な追加要因を持っている。すなわちイノベーション技術。(Dodgson, Gannと Salter 2005, Box 3.3参照) これらには、IPの交換 (Box 9.6を参照) を有効にするいくつかのサードパーティの仲介サービスと、共同的研究開発に企業や研究機関の参加を可能にするe-Scienceが含まれる。イノベーション管理者が解決する必要がある問題は、どのような方法で、どの程度オープンイノベーションに取り組むべきか、およびこれらをいかに効果的に管理すべきかである。Dahlander と Gann (2007) が考慮される必要があるオープン性には、少なくとも3種類があると述べている。

1. 専有可能性体制における開放性とIPの公式と非公式の保護の程度の違い。(第9章を参照)
2. イノベーションのための、いくつかの何種類かの外部アイデア源の開放性。
3. 企業が新しいアイデアの生成、開発、商業化における他の参加者との非公式、公式の関係に依存している程度。

企業が開放しすぎることはあるのか？

イノベーションの管理者は、伝統的な境界を越えてアイデアの開発と事業化に携わる優位性と限界を認識する必要がある。オープンな企業が、新たなイノベーションのための研究と、市場への新しいルートを開発する上で、外部パートナーとどうあるべきかに関して、イノベーションの文献では論争がある。(Dahlander と Gann2007; Helfat 2006; Chesbrough 2006) オープン性は長所から短所になるかもしれない時がある。Laursen と Salter (2006) は、開放性に逡減があったことを見つけた。あまりにも開放した企業は、内部の活動との開放性のバランスをとることができた企業よりも低いパフォーマンスを持っていた。企業が外部パートナーに自分自身を開放に注意すべき必要がある理由はいくつかある。次のようなものが含まれる：

- ・ 盗難の危険：オープン性は、計画外の開示につながることもあり、そして秘密保守は、革新的なアイデアを保護するために、多くの場合有効な方法である。(第9章を参照) 企業がそのアイデアを保護するのに十分な手段を持つのを確実にすることは、多くの場合、開放性の前提条件である。(Laursen と Salter 2005)
- ・ 様々なパートナーの広範な管理に関連する必要な管理時間と取引費用が高くなることもあり、内部の活動に企業が集中できないことがある。
- ・ 外部の関係者に過度の依存は、製品開発プロセスのリスクと不確実性を増大させることがある。

- ・ 多くの外部との関係を管理と交渉は、調整コストの増加で、イノベーション・プロセスを遅くすることがある。

これらの要因は、新しいビジネスモデルの開発の必要性とともに、内部活動を犠牲にして、そして革新的なパフォーマンスの低下につながり、外部の関係の構築に向けての、経営的関心の誤った配分につながる可能性がある。経営者は、自社の資源を使用して自社のアイデアを商業化する必要性と、外部の参加者への開放の必要性のバランスを取る必要がある。

イノベーションの源泉

イノベーションの源泉を理解することは、MTIの最も重要な要素の一つである。経営者はどこに革新を見つけられるか知っていれば、イノベーションの努力を劇的に増やすことができる。Schumpeterは、イノベーションの探究の基本的な特徴として、技術、知識、市場間での「新しい組み合わせ」を発見し、実施することが、企業にとっていかに必要かを述べている。「他のものを作ること、あるいは同じものを別の方法で作ることは、これらの材料と効用とを違ったように結合することを意味している」。

(Schumpeter 1934: 65) この点で、イノベーションのための研究は、「技術的アイデアの創造と再結合をともなう組織の問題解決活動」として定義することができる。(KatilaとAhuja 2002: 1 184) ドラッカーは、「…ほとんどのイノベーションは…イノベーションの機会を意識的、意図的な探究の結果…」。

(Drucker 2002: 96) 企業はこうした機会に対する探究には、かなりの時間、お金、およびその他の資源を投資している。(Cohen と Levinthal 1990; Zahraと George 2002) これらの探究の努力の一つの現れは、既存の製品やプロセスを提供するプレッシャーから学ぶ「通常業務から離れて」進めることを企業が許可できた、研究開発への支出である。(Lippman と McCall 1976; Nelson 2003) これまで見てきたように、しかし、研究開発への支出は企業のイノベーション探究プロセスの単なる一つの要素であるが、イノベーションの探究への民間投資は極めて少なくなっている。

新しい組み合わせの探究は、多くの場合、企業のさまざまな部分からの知識を統合し、コンサルタント、顧客、サプライヤー、および大学などの外部の様々な関係者と作業を必要とする。このような探究プロセスには、外部資源との関係を構築し、知識を吸収する経営能力および、異なる部門、部署、および分野の経験やアイデアを組み合わせ、内部からの知識を結集することが必要がある。このように、イノベーションのための探究は、外部関係者と企業内部のネットワークの形成および社会資本への投資が必要である。(Powell, Koputおよび Smith-Doerr1996) 経営者は、それぞれの参加者の作業方法、所定の手順、規範、習慣に対処する必要がある。(Brown と Duguid 2000)

企業の探究活動の重要性と性質については、第4章で検討する。

イノベーションのさまざまな源泉の重要性は、業界によって、国によって異なっている。15のEU加盟国ならびに、ノルウェー、アイスランドなどの回答による欧州共同体イノベーション調査(CIS)の最新のデータを、表3.1に示す。(European Commission 2004) この調査は、内部資源、クライアント、

顧客が、いかに欧州企業のイノベーションのために最も重要な情報源であるかを示しており、サプライヤー、競合他社が続いている。比較すると、いくつかの欧州企業は、大学や政府機関からのイノベーションのための情報を得ていることが示された。イノベーションが活発な企業でも5パーセント以下。これらの結果は、産業間でも、またカナダ、オーストラリア、ブラジル、チリ、アルゼンチン、南アフリカなど、その他の国での調査でもほぼ一致している。

表3.1 欧州企業にとっての情報源

イノベーションのために非常に重要であると考えられた情報源を指摘したイノベーション活動を持つ企業の比率。

情報源	EU, 1998–2000 (%)	
	製造	サービス
企業内	37	40
企業グループ内の他の企業	7	13
機材、材料や部品のサプライヤー	19	20
クライアントや顧客	27	31
競合企業	11	14
大学や高等教育機関	4	6
政府および非営利目的の研究所	3	3
専門会議、会議や雑誌	9	15
見本市や展示会	17	14

サプライヤー

先に説明したイノベーション・プロセスの5つの世代のそれぞれが、外部の個人や組織とともに仕事をする、絆の形成を企業に求める。第五世代のイノベーション・プロセスを使用して企業は、顧客、サプライヤー、大学、さらには競合他社の広い範囲からアイデアを引き出す。Von Hippel (1988) は、これらの相互作用を、垂直的源泉（すなわち、企業とその顧客間、および企業とそのサプライヤー間）と水平的源泉（すなわち、非公式な知識取引を通じて競合他社との）に分割している。イノベーションの源泉としての顧客やユーザーの役割は十分に確立されており、第6章でより詳細に検討する。しかしながら、多くのイノベーションで、特に生産と運用プロセスでは、サプライヤーとの縦の関係は、多くの場合、非常に重要である。自動車業界のユーザーとサプライヤ間の組織的リンクは、例えば、イノベーションのために特に重要であることが知られている。(Womack, JonesとRoos 1990) ドイツでは、部品サプライヤーのBoschは、電子自動車システムにおける技術変化の主な源泉となっている。(たとえば、すべてのMercedes車のための安定化システムの開発) この業界ではイノベーションの可能性を決定する重要な要因は、したがって、車の組み立て業者とBoschの間のリンクの緊密さと品質である。

多くの研究は、プロセスの革新者が、特にサプライヤーからの知識を引き出していることを見つけている。(CabagnolsとLe Bas 2002; ReichsteinとSalter 2006) 確かに、資本財メーカーの製品イノベーションは、顧客との間でプロセス・イノベーションを生み出すことがある。にもかかわらず、企業が小売市場に直接製品を販売するか、他の事業者の販売するかに関係なく、新しい技術の可能性を最大限に理解し、活用するために、サプライヤーと緊密に連携することがしばしば必要である。

個 人

3,600以上の英国と米国の企業に対するCambridge/MITのイノベーション調査では(Cosh, LesterとHughes 2006)、イノベーションのための知識の最も重要な情報源は、企業内から内部的に派生しているというCISの発見を迫認している。イノベーションは、企業内の多くの異なった源泉からもたらされることになる。カナダ企業の研究では、企業内のイノベーションで最も一般的な源泉は、管理者と生産労働者であった。(Baldwin and Da Pont 1996) 販売およびマーケティングが続き、その後に研究開発スタッフが続き、これは研究開発部門が必ずしも内部のイノベーションの主要な源泉ではないことを示している。確かに、イノベーションのアイデアの源泉は、多くの場合、ユーザーあるいは、現場の労働者のように、新しい技術の使用に関連して働く個人である。

企業にとっての課題は、イノベーションを生み出すために、全従業員の知識を活用することである。多くの企業は、「提案箱」や「アイデア箱」、さらに商業的に実現または実施することができる、アイデアを生み出すスタッフへの報奨制度を作成した。一部の組織では、アイデアは非常にしばしば報酬が与えられる。例えば、IBMでは、従業員は、特許、IBMの技術ジャーナル誌で技術の開示、および新製品のアイデアを含め、アイデア創出ポイント・システムでボーナスを受け取る。ポイントの臨界値に達することで、今年の賃金と同じか、それ以上の相当なボーナスにつながるようになる。(また、Box 3.5 参照)。

トヨタのような企業は、平均して、年間、合計 従業員に1人当たり毎週、1つ以上の新しいアイデアを提出させ、合計すると年間100万以上のアイデアとなり、従業員によって生成されたアイデアによって繁栄している。いくつかは、より急激な研究開発活動に供されるが、これらの多くは、継続的な改善のイノベーションとして実施されている。同じことは、中小企業でも起こっている。英国を拠点とするエンジニアリング・コンサルティングの、WSPでは、スタッフから毎月収集される革新的なアイデアは、委員会によって等級分けされ、どれを実施するかについて決定が行われる。そのアイデアは実施された個人は、金銭的報酬を受け取るが、おそらくもっと重要なのは、同僚や仲間からの賞賛を受けることである。

Box 3.5 IBMの「イノベーション・ジャム (InnovationJam)」

IBMは数年前から新しいアイデアを探すため、世界中の研究機関の間での同時ブレインストーミングを行ってきた。いかにIBMの技術は、問題解決と企業のための新たな市場機会を特定するのに適用することができるかについて、各自の考えを投稿するよう、2006年に世界中の全従業員に求めたことがとてもうまくいった。延べ72時間、104カ国から15万人以上の人々が「イノベーション・ジャム」に寄与した。IBMの社員とは別に、46,000以上のアイデアを提出した67社からのクライアント、家族メンバー、大学、ビジネスパートナーがあった。

これらのアイデアは、クラスタ化され、判断され、洗練され、最終的な上位10のアイデアは、短期、中期、長期の時間軸の組み合わせで特定された。IBMは、この10個の事業機会を追求するため、2年以上にわたり1億ドルの予算を供し、その進捗状況の監督に副社長を任命した。IBMの会長兼CEO、Sam Palmisanoは、ジャムについて話す中で、「コラボレーティブ・イノベーション・モデルは、従業員の創造性と知性を信頼するように要求する」と述べ、クライアントやイノベーション・ネットワークの他のメンバーは「[彼らは]当社のイノベーション能力を大幅に加速させている。」と述べた。(IBM Press Release: November 14, 2006)

IBMの「イノベーション・ジャム」の詳細については、www.globalinnovationjam.comを参照。

Box 3.6 Arupのスキルネットワーク

先導的な国際的エンジニアリング会社として、Arupは、そのエンジニアが互いの経験から学ぶことを確実にする大きな課題に直面している。それは、知識の共有をサポートするために、実践コミュニティや27のスキルネットワークを作成した。各コミュニティは、独立して運営され、知識を共有を支援する会議、ワークショップ、その他の活動が用意される。コミュニティは、知識を共有するための電子ネットワークによってサポートされている。個人が質問を送ると、同僚から回答を受け取ることができる。

個人が正式に一つのスキルネットワークに参加を登録すると、質問が投稿されるたびに登録されたメンバーは、メールプロンプトを受信する。しかしながら、企業の誰もが任意のネットワークにアクセスすることができるので、質問を投稿または回答を提供することによって、そのどちらにも寄与することができる。メッセージ連鎖は、組織のすべてのメンバーが見ることができ、将来の活用のためにデータアーカイブに保存される。検索エンジンは、メッセージの内容をスキャンし、関連した情報交換を識別する。

個人が複数のネットワークに属している可能性があり、これらのネットワークのいずれかへの参加も、罰を受けずに去ることもできる。

これらのネットワークのパワーの例として、Arup内で最大かつ最も活発な構造工学スキルネットワークに見ることができる。2003年1月から2005年8月の間に、468人の個人（このうち360人がネットワークのメンバーである）から、合計3,060のメッセージ（808の質問と2,243の回答）がネットワークに掲載された。

これは、主として構造エンジニアだけでなく、橋、火災、およびファサードエンジニアリングなどの分野で働く個人など、多数の従業員からの関心を集めている、オープンなネットワークである。

ネットワークの多くのメッセージ交換は国、タイムゾーン、および事業領域全体でなされている。構造工学スキルネットワークのレベルと活気は、これらの電子ネットワークは、知識の伝達と交換のための効果的なメカニズムになりえることを示している。

Davenport と Prusak (2000) によって提案され、スタッフの知識やスキルの潜在能力の鍵を外すために、企業はしばしばこれらのシステムの採用を指示している。これらのネットワークは内部のより広範なコミュニティから何らかの見識を得る機会をプロジェクトスタッフに提供し、プロフェッショナルなサービス会社の競争優位の源泉になっているはずである。

出典：Criscuolo, SalterとSapsed 2007

革新的なアイデアのための金銭的なインセンティブの使用は、それらが予期せぬ結果につながることもあるので注意して処理する必要がある。(Osterloh and Frey 2000) Siemensの、知識を共有するための「ShareNet」と呼ばれる電子ネットワークの使用は、あるスタッフが問題を作成し、現金の賞金を獲得するためのそれらの「解決」を、彼らの友人が得ることにつながった。場合によっては、賞金は給与よりも大きく、働くより賞金稼ぎへシフトされる注意を引かせた。(Vbelpel, DousとDavenport 2005)

企業内の新しいアイデアの開発の中心はネットワークであり、われわれが、第5章で示すように、企業は新しいアイデアを生成し、商業化する様々な種類のネットワークの活用を増大させている。(Cross and Parker 2004) ネットワークは、個人と一緒に知識の異なるプールを持ち込むための機会を提供している。(Burt 2005) それらは、個人が、異なるグループ間で手を伸ばし、新しい関係を作り、また、見識と問題を理解する新しい方法を得ることができる。ネットワークの力を活用するために、大手企業は、組織の知識共有を促進するために大規模な知識マネジメントシステムを開発した。(Box 3.6 参照) このようなシステムは、課題を解決するための経験やアイデアを共有するために、異なる個人やチームをまとめるのに役立つ。これらの「実践コミュニティ」(Brown and Duguid 2000) は、異なった部門、地理的な場所、オフィス、機能的グループ間で、それらの運用の管理と構築にかなりの資源を投資した、Hewlett Packardなどの企業で見られる。(Lesser and Storck 2001; Wenger, McDermott,and Snyder 2002)

大 学

イノベーションの他の情報源と比較して、大学が重要であるように見えない場合があり、そしていかに大学が企業のイノベーション活動を最善のサポートができるかの大きな議論がある。大学は、大卒従業員の源泉であり、常に急進的イノベーションのアイデアの重要な源泉となっている。大学は、議論の余地もなく、科学的な発見における最も重要な源泉である。(Box 3.7参照)。この50年間で英国の大学での研究は、例えば、DNA (デオキシリボ核酸)、IVF (体外受精)、クローン動物の生成、MRI (磁気共鳴画像)、地球温暖化、そしていかに太陽系が形成されたかの「ビッグバン」の理論を発見した。(Eureka

UK 2006) 大学は基礎研究の主要な源泉であり、その発見は、ビジネスや産業界に大きな影響を持つことができる。

DNAの発見は、例えば、バイオテクノロジー部門の開発のための根底をなすな輝かしい成果であった。また、科学者がより自身の研究を行うのに役立つようにデザインした科学機器の開発は、イノベーションのための大きな成果をもたらしている。(Rosenberg 1992) コンピュータ、レーザー、およびインターネットのすべては科学機器として利用が始まった。イノベーションは、よく教育を受けた有資格技術者、科学者、ビジネスや経営学の学生、弁護士、金融業者に依存している。

science system に接続されている企業は、それらが出版される前に、アイデアへのアクセスを得ることができる。(Fleming and Sorenson 2004) それらは、大学間の「情報ネットワーク」の一部となることができ、有能な大学院生へのアクセスを得ることができ、自社の問題を大学の研究活動として形作ることができる。(Rosenberg 1990) 現在、議論は「工業的に価値のある」研究を実施と分離新設企業を設立によって、知識の商業化での大学の直接的な役割に焦点を当てている。Etzkowitz と Leydesdorff (1997: 1) は、それについて「経済活動への知識の移転は、研究と教育と並んで、社会に認められた大学の機能として浮上している」と述べている。先進諸国の政府は、研究への公共投資の見返りに、大学やそのスタッフが直接的なイノベーションの支援と技術移転に活発になるべきであることを求めている。研究とビジネスの間のリンクは明らかに密接になっている。

Box 3.7 科学における偉大な重大発見の源泉

どのような科学的な環境から偉大な重大発見を生み出すのか。受賞、または賞にノミネート (Nobel, Copley, Aithur and Mary Lasker, Louisa Gross Horwitzそして Crafoord 賞を含む) された生命科学の290の偉大な発見についての研究では、Hollingsworth, HollingsworthとHage (2007) は、それぞれの人が発見するのを助けた組織を調べた。研究では、彼らの科学的相違、官僚的管理のレベル、ビジョン創造実現統率力 (visionary leadership) の程度、および広範囲の他の要素に焦点を当て、世界各地の生物医学および生命科学部門の研究環境を調査している。

さまざまな組織の詳細なケーススタディでは、受賞した研究をサポートしている環境の全体像を提供している。それらは伝統的な規律に基づく大学の部署とはかなり異なっていた。主要な発見を生み出す組織は、さまざまな分野で働く科学者間の頻繁な強い相互作用によって特徴付けられた。そこではしばしば外部の批判からスタッフを守るのをいとわないビジョン創造実現的指導者を持ち、学際的な研究の結果の提供には特別な忍耐を持っていた。

生命科学の多くの主要な発見は、多数の漸進的寄稿に焦点を当てた同僚に比べて、彼らのキャリア当たりの科学論文数は比較的「低い」科学者によって行われた。相互作用のほとんどない、学問的分野で構成された大規模な組織は、「普通の」科学で多数の出版物を生み出す代わりに、偉大な重大発見を生み出す可能性は低い。

一つの研究所で、高い生産性の漸進的な研究との偉大な重大発見の両方で活躍できることは稀だった。また、同じ研究所の科学者の間にあまりにも大きな認知的距離があるのは、焦点が合わない、非生産的

な研究につながることを示された。偉大な重大発見に開発環境に関連する、他の組織的手続きは、採用やスタッフの昇進のための、非常に選択的なアプローチが含まれる。

ロックフェラー大学の、例えば、23のノーベル受賞者をともなった生物医学の最強チームでは、20から30人の科学者の中でただ1人だけが、永年任用を提供された。

選ばれた個人は、好奇心と他の分野への高い関心度を持つことが求められた。この研究は、さまざまな分野の科学者とエンジニア間の頻繁で強い相互作用を奨励するなどの問題がある、急進的イノベーションの発展に大きな障害となっている大企業の研究開発マネジメントへ見識を提供している。

例えば、1980年代の10年にわたって6倍に増えた、米国特許における学術研究の引用数は、学術研究と産業技術革新の間で緊密な連携を示している。(Narin, Hamilton, と Olivastro 1997) 英国では、政府が事業化を支援するための資金の「第三の流れ」を有している。多くの大学は、うまくいっているところ、さほどでないところもあるが、産業連携や研究事業化や技術移転事務所を設置している。

米国では、174の大学でビジネス・インキュベーターを持っている。これらの活動は、優れた研究を提供する彼らの主な役割から、大学の研究者をそらすかどうかをめぐる議論がある。Moweryと Sampat (2005:209) は、その状況の中で産業的役割を中心にした研究について、「大学の研究は、現代的知識基盤経済において、基礎的な知識の、また時々、工業的に価値のある技術の源泉として重要な役割を果たしている」と述べている。(強調は筆者) Michael Crow教授、彼がコロンビア大学の技術移転の担当執行副学長だったとき、さらに明確にそれについて述べている。

もし技術移転のための最高のセンターでなく、科学のための偉大なセンターであったならば、大学が(経済成長の)原動力となることができる。技術移転は…せいぜい二番目の目的、おそらく三番目のレベルの目的で。あまりにも高い目標に移動するのは、誰しも無謀である。それは確かに、大学を退廃破損させるので。(Crow、Washburn 2005: 187-8で引用された)

大学と産業界の間のリンクに影響を与える規制の最も影響力のある法律の一つは、米国の「USA's Bayh-Dole Act, 1980」だった。米国の大学は、連邦政府資金による研究の特許とライセンスが初めてこの法案で許可された。この法律は、米国の大学を、技術の保護とライセンス供与、分離独立企業の創設をより活発にし、そして企業を大学とより協力するよう仕向けた。この法律の通過から2005年の間に、米国の大学の特許取得は10倍に増加しており、学術研究のための業界の資金調達は、年間8パーセント増加した。Washburn (2005) は、業界からの直接的な資金調達は、現在、大学の研究の20~25パーセントを支配しているという証拠を挙げている。彼女は、180の米国の大学は、886の新興企業の株式を所有していることを示した、そして2002年に大学はライセンスとロイヤリティ収入でほぼ10億ドルを生み出した。この証拠から、大学での研究は、産業界とのより効果的にリンクされていることを示唆しているかもしれないが、一方で、Bayh-Dole法は議論の余地がある。それは、米国で積極的にIT やバイオテクノロジーの成長に勢いを与えた主張してきたが、一部は公益研究を破壊するとして米国のNISを弱めるべきであると考えられている。(Nelson 2004)「多くの大学がライセンス収益からもたらされるもの以上に、彼らの特許、ライセンス事務所を運営するためにかなり多く払っているのはほぼ確実である」というような大学自身の偏狭な視点の問題もある。(Nelson 2001: 17)

より産業に密接するよう大学に求める政府の努力は、業界が実際に大学から何を望んでいるかの流れ

で評価されるべきである。この間への取り組む研究で、つぎのような要求条件があることが示されている。(1) 十分な教育を受けた、有能な卒業生、(2) 創造的、基礎的研究、および (3) 特徴的な研究文化 (事業者自身とは異なった)。図3.6に表現されたように、イノベーションを支援するようになる際の多面的な役割を大学は果たしている。これは、政府の政策が現在注力している要素は、大学がイノベーションに寄与する全体的な方法のごく一部分であることがわかる。

大学や研究機関は、急進的イノベーションの重要な供給源であるが、それらの間の知識の移転は、効果的な人的関係に依存している。(Box 6.4 参照) これらは、Box 3.8ビジネス・コラボレーションで説明した、成功した科学の例に例示されている。

その他

企業は、政府の技術移転機関、業界や学術出版物、業界および専門分野別協会、展示会、会議、規制、規格 (第9章を参照)、および第5章で説明した様々なネットワークやコミュニティからアイデアを引き出している。特許の分析は、また革新的なアイデアの源泉となり得る。(Box 3.9 参照)

人の教育 <ul style="list-style-type: none"> ・学部生、卒業生や博士取得者のスキルト訓練 	体系化され有益な知識のストックの増化 <ul style="list-style-type: none"> ・出版物 ・特許 ・プロトタイプ
公的空間の提供 <ul style="list-style-type: none"> ・ネットワークの形成とアクセス、刺激的な社会的相互作用 ・技術と基素的研究の提供者と利用者の中で、研究プロセスの方向へ影響を与える ・ミーティングや会議 ・標準設定フォーラムの主催 ・起業センター ・卒業生ネットワーク ・人材交流 (インターンシップ、教員の交流など) ・巡回委員会 ・カリキュラム開発委員会 	問題解決 <ul style="list-style-type: none"> ・委託研究 ・産業界との共同研究 ・技術ライセンス ・教員によるコンサルティング ・特殊な機器や設備へのアクセスを提供 ・インキュベーションサービス

図3.6 大学の多面的な役割

出典 : Cambridge/MIT Institute

イノベーションの測定

イノベーションを管理するための最大の課題の一つは、その測定である。政府や企業は、イノベーション活動を測定し、マッピングにかなりの努力を費やしてきた。これらの試みの多くは混乱し、失敗に終わっている。

イノベーションは、多くの理由で測定することは困難である。第一に、イノベーションのメリットは、多くの場合、その導入後しばらくするまで現れない。イノベーションは、しばしば、それらが利用者に使いやすいか、広く採用されるのに十分安価になる前に、長い開発期間を必要としている。第二に、イノベーションという用語に何を意味しているかは、議論の余地があり、何がイノベーションであるか、何がそうでないかには意見の相違がある場合もある。ある会社は、単純に色を変更した際に、「革新的」であるとして製品を販売促進をする可能性がある。

第三に、出力からプロセスを分けることは困難である。ある測定システムは、イノベーションへの入力を測定し、いっぽう他は、出力のみを測定している、さらにプロセスを介在させた測定は、悪評があり困難である。(Dodgson and Hinze 2000) 第四のイノベーションの源泉を確認するのは複雑である。それは、例えば、イノベーションの生み出すための、研究開発、マーケティング、顧客の要請などの相対的な寄与、あるいはサプライヤーのような第三者の寄与の測定することは、難しいかもしれない。

イノベーションを測定するために使用される主な指標は、研究開発統計、特許データ、イノベーション調査、製品発表などである。これらの測定には、それぞれ長所と短所がある。イノベーションのパフォーマンスを監査し、ベンチマークするために企業が使用する、いくつかの追加メソッドは、第6章および第7章で説明する。

Box 3.8 美容は皮膚深く（うわべだけでなく）

消費財企業は、高品質の商品を開発するために、科学に近づく方法を見つけることがますます重要になっていること知っている。皮膚のイメージング技術に関してバーミンガム大学で研究している英国のコンピュータ科学者のDr. Symon Cottonは、画像や悪性黒色腫の診断を目的とした皮膚病変の画像と顔料ベースの分析に関する研究で博士号を取得した。

1998年、彼は博士論文をもとに製品を開発するAstron Clinica を設立し、医師やスキンケアの専門家をが非侵襲的（切開せず）に皮膚の表面の下を見られるようにした。これは二つの特許DERMETRICSとSIAscopyにつながった。この技術は、診断およびモニタリングにおけるツールとして使用できる画像の精密なセットを提供し、皮膚ヘモグロビン、メラニン、真皮メラニン、コラーゲンの主要構成要素を検査する。

1999年には、Cononは、彼の皮膚癌の診断に関する彼の研究成果を提示するために、機器を携え、サンフランシスコでのアメリカ皮膚アカデミーの会議に出席した。その機器は90キロ程の重量であったので、彼はホテルの部屋にSIAscope機器を置き、会議参加者に部屋に来て、それを見るよう招いた。会議に出席したいくつかの企業が関心を示したが、その発明に約束を見せたのは、P&Gの美容部門の主任科学者

Paul Matts博士であった。P&GはOlayブランドでスキンケア製品を作り、彼らは肌の色や外観を測定するSIAScopeの可能性を見た。

CottonとMattsは、協力することで合意し、彼の共同ブランドであるSIAScopeの小型携帯版を開発した。このコラボレーションは、店舗での技術の活用の成果と、異なった皮膚の状態、創傷マネジメント、および化粧品のためのさまざまなアプリケーションを含むP&Gの新しい美容製品の開発をもたらした。会議用ホテルの部屋で始まった関係が、P&GとAstron Clinica が共同で、いくつかの新しいスキャン技術を開発した。

Astron Clinicaは、自社製品の共同ブランドとOlayによる市販化によって恩恵を受け、一方でP&Gは、その消費者に科学をもたらした。

研究開発統計

R&Dの統計は、イノベーション・プロセスに社会的、民間投資の重要な尺度である。

研究開発（R&D）の概念は、研究所での科学技術の専門知識の体系的な組織として、1900年代に出現した。Menlo Park（1876–1884）は、電気や他の産業でエジソンの会社にサービスを提供する、最初の研究所の一つであった。ここでは他の企業に受託研究サービスを提供するとともに、「10日ごとに小さなものと半年毎に大きなもの」を生み出すことを目的とした。7年間で400もの特許を申請した

Box 3.9 特許分析

特許を授与される発明者は、その技術についての情報を開示しなければならない。これはイノベーションのための重要な情報源を提供している。それは新製品の発売に先立って、技術の新たな分野を学び、どのような特許のグループが、その製品に寄与しているか確認することが可能である。審査中に、特許審査官は、詳細な技術クラスに相当するか特許を割り当てる。

この情報は、さまざまな分野での技術開発で関係するものを見つけ、取り出すことができる。それは、平均以上に増加している、技術の有望または新興の領域を明らかにするために使用することができる。言い換えれば、研究者や経営者は、製品化されるよりずっと前に、技術開発の「ホットスポット」を知ることができる。

特許は、発明の本質部分の開示だけでなく、他の特許や以前の技術との関係を立証する必要がある。発明者らは、多くの場合、その正当化と彼らの発明の起源と新規性を説明するために、他の特許や学術論文を引用している。この情報は、広範囲の産業、企業や研究者によって分析される。特許分析には、後方引用分析と前方引用分析の2つの一般的な方法がある。（Jaffe と Trajtenberg 2002）

後方引用分析は、科学雑誌の論文や先行特許に対する、その特許によって見直された引用を含んでいる。これは大きな進展を支える科学技術を発見するのに役立つ。前方引用分析は、特許取得後に、誰によって引用されたか、そして引用された回数を追跡している。前方引用分析は、特許の質を評価し、その経済的重要性の判断力を得るために使用される。引用分析は、技術開発への貢献者と、その性質への見識を得るために、関係の度合いと頻度を調べる、何百万もの特許記録の大規模な調査を含めることが

できる。

特許分析は、産業的実践において普及した一つのツールである。専門分野の企業は、特許データ内の関係よパターンを探しまわり、その調査に基づいて企業に戦略的アドバイスを提供する、専門的データの取得者になっている。この仕事は、多くの場合、会社が開発した技術がすでに特許を取得していないかを確認するための調査も含まれる。

それはまた、有用な技術、その所有者は誰か、誰がそれを引用しているか、つまりそれが重要であると考えている人などの、調査が含まれる。このような情報は、すでに存在している技術を、企業が開発するのを防止と、技術の有望な分野を知らせる上で非常に貴重なものになる。特許分析を用いて競合他社の技術力を調査することができる。ファイナンシャル・アドバイザーは、投資するクライアントに助言する前に、その会社の技術への見識を得るために特許データを評価している。特許分析は、企業が良い買物であるかどうかを投資家に伝える。

第9章では、特許取得のマネジメントについて説明する。

研究所は、企業が新製品の開発や生産プロセスを体系化するのを可能にし、特にドイツでは、化学業界で出現した。1930年代に、科学政策の父親の一人である J.D.Bernal は、英国での R&D への投資の調査に着手した。Bernal は、研究所を訪ね、費やしている研究費の額と、雇用している研究スタッフの数を直接尋ねることで、英国企業と政府の総研究開発活動を説明しようとした。Bernal は、1935年まで研究に専念し、英国経済に占める研究開発活動を推定することができた。(Freeman 1999)

研究活動に関する情報を収集するというアイデアは、全米科学財団 (US National Science Foundation) が先行し、他の国々によって取り上げられるようになった。R&D とは何かの一般的に合意された定義がなかったため、その測定は、多くの場合、国々での互換性がなかったので問題が生じた。この状況を改善するためには、経済協力開発機構 (OECD) は、R&D の統計情報の収集のためのガイドラインを開発した。これらのガイドラインは、1963年に最初の出版がされ (指標を確立する会議が開催されましたイタリアの町の名にちなんで名付けられた) Frascati Manual の形で発表された。本書では、政府と産業界の研究開発活動の記録文書を広範囲に収集し、体系的な一貫性を勧告した主要な情報源となっている。これは、実質的にこの40年間にわたって改訂されており、第6版は、2002年に出版された。(OECD 2002)

R&D は、「人、文化、社会に関する知識を含む知識のストックを増加させるために、体系的を基本に実施された創造的作業、および新しいアプリケーションを考案するために、この知識のストックの活用」と、OECD の Frascati manual は定義している。(OECD 2002: 30) これは、研究開発が3つの領域に分けられると述べている。

- ・基礎研究： 特定の利用法や見解を使うことなしに、現象や観察可能な事実の下に ある基礎の新たな知識を獲得するために主に行われる実験的または理論的研究。
- ・応用研究： 主に特定の実用的な目的や目標に向け、新しい知識を得るために行われる 独創的な研究。
- ・実験的開発研究： 新しい材料、製品、サービスのインストール、改善、生産に向け た、研究と実践的な経験から得る、既存の知識を利用した体系的な作業。

OECDは、その後、革新的な活動の指標の開発で、政府を導くために、Oslo and Canberra manuals

を含むマニュアルのファミリーを開発した。これらのマニュアルは、特許や人的資源を含む、イノベーション・プロセスへのさまざまな入力と出力の情報の収集と解釈に関する助言を提供している。

R&Dの測定には重大な問題がある。Frascati manual が、活動に含めるべきか、べきでないかについて、詳細なアドバイスを提供しながら、定義上の問題が依然としてあり、またマニュアルを精査するための時間、意欲、あるいはエネルギーを持つ企業はほとんど少ない。20世紀の大企業の経験に基づいた、従来のR&Dモデルは、新製品とプロセスの開発は別々なR&D研究所が担当すると考えていた。ますます製品とプロセスの開発は、企業の異なった部門で行われ、いくつかのこれらの活動のみが、公式的統計に記録されている。R&D部門は、単にイノベーション・プロセスに入力するだけで、多くの産業で、複数の部門が企業内のイノベーションを担当している。確かに幅広い分野の企業は、ほとんど、または全く正式なR&Dを行っていないが、それでも非常に革新的である。

理論的には、企業が商業化プロトタイプに必要な変更を終わらせたとき、R&D活動は終わる。製品のためのマーケティングや生産準備、工場の金型などの支出は、R&D統計には含まれていない。さらに、仮想およびラピッドプロトタイピング (Box 3.3 参照) の出現で、完成プロトタイプを作成する明瞭な図面は全く不要である。製品、サービス、およびプロセスのイノベーションは、ほとんど、完全に明確なカテゴリや段階には収まらない、これは、企業がR&D活動を分けて取り出す難しさに追加される。また、小さな新しい企業は、これらは、組織の他の活動の中で形式ばらずに行うか、あるいは含まれているため、多くの場合、彼らの支出は、低い報告になる傾向がある。

サービスのR&Dが急速に1990年代と2000年代に増加したが、その測定は、統計機関にとって大きな課題となっている。彼らの活動のどのような要素が、R&Dとしてカウントする必要があるか、サービス企業がよりよく理解するために、かなりの努力がなされている。これは、多くの場合、R&Dの性質について、サービス企業の経営者を教育し、R&D活動の規模の大まかな推定値を明確する、一緒に取り組み含まれる。南アフリカでは、R&Dのデータ収集を担当する個人が、彼らの非公式なR&D活動への見識を得て、彼らの推定を支援するため、サービス企業への現地訪問を行っている。ソフトウェアプロジェクトは、従来のR&Dの尺度を使用して分類するのは難しい。理論的には、不確実性を伴う、新しい機能を作り出すすべてのソフトウェアプロジェクトは、R&Dに含まれるべきであるしかし、ソフトウェアプロジェクトに関わる不確実性のレベルは、その作成者の判断に基づいている。それは、客観的な尺度ではない。

これらの制限などを考慮すると、R&Dは、その境界があいまいである、入力基準のにぶさが残されている。OECDは、政策と戦略へのそれらが影響するのではないかとといった疑問と、ある程度の懐疑的なR&D統計を治すよう業界や政府への警告をしばしば報告している。それにもかかわらず、R&D支出に関する広報は、企業実践や公共政策に大きな影響を与えている。多くの企業は、Frascati manual の定義に基づいて、年次報告書におけるR&D支出を報告している。それらは、ベンチマークの相対的パフォーマンスに使用することができるので、この情報は、経営者にとって有用であり、企業は多くの場合、彼らの支出のための政府の税額控除を得ることを目指している。政府は、R&Dに多くの資源を投入する企業を奨励するためのプログラムを持っている。政治家は経済活力と活力の指標として、R&D支出が国民総生産 (GNP) に占める割合を使用している。事実上、OECD諸国では、R&D支出の目標を設けている。EU は、例えば、2010年までにR&Dに費やされるべきGNPの3パーセントの目標を立てている。2006年には、R&Dに関するEU 支出はGNPの2パーセントであった。

基本的に、R&D には、不完全さが残されているが、イノベーションへの主要な入力 の尺度としては有用なものである。これは、基礎および応用研究と実験的開発作業の間の相対的なバランスおよび広がり、および技術革新への彼らの投入に関して、同じ部門の企業においては、比較できることで、一つの尺度を提供している。

Box 3.10 計量書誌学—科学のマッピング

科学のシステムがどのように構成され、進化しているかについての見識を得るために、それらのパフォーマンスをマッピングし、測定するために、かなりの努力がなされている。この作業は、だれを引用しているか、それらを生み出す際に誰と協力したか、どこでそれらが出版されたか調査する、科学論文の分析に基づいている。これには、科学出版物に関しての大規模なデータベースの統計分析も含まれる。これらの最大の一つは、米国フィラデルフィアに拠点を置く、Thomson Scientific's Institute for Scientific Information (ISI) がある。ここには、8,700の世界で最も重要な国際的科学雑誌が含まれている。

このソースは、広く「Web of Science」で特定の刊行物についての情報を検索するために使用されるが、これは、体系的、科学的生産性およびコラボレーションへの見識を得るために分析することもできる。最近では、Google Scholar は www.harzing.comで入手できる「Publish or Perish」を含め、今や自由にアクセスできるいくつかの専門的なプログラムと計量書誌学的分析の広く使われているツールとなっている。計量書誌学 (Bibliometrics) は、この情報の調査および測定を説明するために使用される用語である。

計量書誌学的分析は、特に科学政策におけるイノベーションの研究で、一般的なツールとなっている。計量書誌学における初期の研究は、科学的な行動の「法則」を発見しようとした。この研究は、科学的なシステムにおける注目の的となる多くは、少数の雑誌と同じくらい少数の論文に集中したことを示した。実際、ほとんどの学術論文は、他の人からの引用はなされない。科学は孤独なビジネスであることになる。

この分野が開発されたので、研究者たちは、ますます科学研究機関や研究者の貢献度を測定するために計量書誌の学を使用している。(Hicksら1994; Katzら 1995) これは、さまざまな組織や研究者によって発表された論文の著者アドレスと番号の比較が必要である。具体的には、科学界での研究の影響の測定と、論文の引用を知るために、かなりの努力がなされている。多く引用された論文は、科学界で注目された、あるいは評価された研究を生み出している研究者であることを意味している。しかし、引用頻度と研究「品質」の間には単純な等価性はない。多くの論文は、単純に引用されているというも、それらが反証されたり、間違っていることさえある。雑誌論文を引用する傾向にある研究分野間には、顕著な違いがある。

計量書誌学データは、科学生産での国家システムのパフォーマンスをマッピングするために使用されている。これは各国の特定の分野での「科学の富」を探るものである。(May1997) このような演習で、政府は国家科学システムのパフォーマンスを比較することができる。これらの研究では、一般的に、米国はいいパフォーマンスよなっており、英国、スウェーデン、デンマークが続いている。論文や引用さ

れた数で除した、科学の生産コストに適用したパフォーマンス管理では、チェコ、ハンガリーのような他の国がリーグ表の上位に上がってくる。また各国を対象にした最近の分析では、中国とインドの科学的パフォーマンスの急速な改善が示されている。

計量書誌学のツールは、科学技術の新たな分野を理解するために、産業、企業によって使用されている。キーワードまたはコーワード（さまざまな論文・要旨間の共同発生のキーワードの頻度）分析のような技術を使用することで、科学分野と他の分野との連携を模索し、新しい知識領域をマッピングすることが可能である。(Callon, CourtialとLaville1991; Leydesdorff 2005) かなりの努力、例えば、ナノテクノロジーと化学、材料、生物学や科学の他の分野との関連を調べることによって、研究分野としてのナノテクノロジーの出現を理解するために行われている。このような努力は、科学的な発展の将来性分野への見識を提供している。

これは、工業関連企業の科学出版物をマッピングすることが可能である。GSKのようないくつかの大企業では、数千の学術論文の毎年作り出している。(Hicks 1995) この情報は、科学に基づいたイノベーションに対するこれらの企業の能力を理解するのに有用である。

計量書誌学の詳細については、the journal *Scientometrics*を参照。

特許データ

特許データは、イノベーションに関する情報のもう一つの源泉である。特許は、指標としていくつかの利点がある。彼らは、その目新しさだけでなく、その形状と機能を記述した、技術の成文化を必要とする。このように、そらは、企業の技術的活動についてかなりの情報が含まれている。特許は、特許庁によって審査されるため、取得された特許は、先行技術に比べて新技術の新規性の中立的証拠を提供していると考えられる。

特許に記載されている情報は、一つの企業や産業における技術の性質や源泉をマッピングすると、これは経営者にとって非常に有用なものとなる。(Box 3.9 参照) 一部の国では、企業は特許の更新料を支払わなければならない、これは特許が非常に有用であるとその所有者によって考えているという情報を提供する。われわれは、ネズミ捕りのケースで見たようにイノベーションの尺度としての特許の欠点は、ほとんどの特許が商品化されていないことである。したがって、特許は、イノベーションよりも、発明の指標として考えられている。また、業界によって特許の利用は異なっている。医薬品などの一部の業界では、特許は、イノベーションの恩恵を使用する効果的な手段となっているが、いっぽでサービスなどの他の分野では、商業的価値のある特許は、ほとんど存在しない。(第9章を参照)

イノベーション調査

イノベーションを測定する第3のアプローチは、イノベーション調査やデータベースを使用することである。(Smith 2005) 初期の研究は、「オブジェクト指向」アプローチと呼ばれるものを用い、すなわち、それらはイノベーションを数えるに焦点を当てた。この種の最も重要な初期の調査は、1970年代と1980年代に university of Sussex の Science Policy Research unit (SPRU) によって行なわれ、その成

果は SPRU イノベーションデータベースとなっている。(Pavitt 1984; Pavitt ら 1987, 1989) アプローチは、技術誌を探索し、主要なイノベーションの発表の識別が含まれていた。それぞれのイノベーションは、発生した部門、用途、および種類で分類された。このアプローチは、1945 年から 1980 年の期間にわたって、英国の 2,100 ほどのイノベーションのデータベースを生み出した。このアプローチは、他の国で採用された。フィンランドでは、独立研究機関である VTT は、過去 100 年間のすべての主要なフィンランドのイノベーションが含まれている、Sfino database を作成した。(Palmberg 2004; Pentikainen ら 2002) 他の研究では、構造や科学機器のような特定な分野におけるイノベーションの源泉を文書化することを業界レベルの研究で使用している。(Slaughter 1993; von Hippel 1988)

イノベーション測定のための「オブジェクト指向」アプローチは、時間がかかり、情報が収集するのが困難であることから限界がある。フィンランドの研究例では、例えば、技術的な出版物の 300 万ページ以上を読むための研究者を必要とした。(Saarinen 2005) これは、それらの使用および普及を探索するために、単純に発表されただけでなく、識別されたイノベーションが商業化されたことを確実にする必要があるのである。

関連アプローチは、イノベーションのアウトプットの指標として、業界と技術のマスコミで行われた、新製品の発表を使用することである。このような指標は、特に消費財業界で、小さな、漸進的製品開発に関する情報を把握するのに適している。Thomson Scientific など、いくつかの企業は、研究者や部門でのイノベーションについての詳細を知ろうとしている企業にこのサービスを提供している。(Box 3.10 参照) 多くのアナウンスが、新製品の紹介ではなく、既存の製品のマーケティングに関連しているので、この情報は、むしろ「雑音的な」ものである。この方法の使用では、パッケージのマイナーチェンジから生まれた主要な新製品を知らせるのは困難である。Apple の iPod に追いつくための努力で、多くの新しい MP3 プレーヤーを発売した Sony に見られるように、多くの種類の新製品を導入する企業は、強さよりむしろ弱い立場からそうすることになる。その他の製品導入調査は 1960 年代に、GE の研究から生まれた「マーケティング戦略の利益影響」(PIMS) が含まれる。PIMS は、3,500 以上の企業の、大規模な、しばしば批判の調査であるが、それにもかかわらず、新製品に関する有用な情報が含まれている。

イノベーション調査は、イノベーションの源泉についての理解を向上させる。イノベーションの最も影響力のある研究の一つである、SAPPHO プロジェクトは、イノベーションの調査を使って Science Policy Research unit で 1970 年代に行われた。(Rothwell et al. 1974; Rothwell 1977) SAPPHO は、29 の失敗した発明と 29 の成功したイノベーションの組み合わせで、化学と科学機器業界での 58 のイノベーションを調査した。研究では、なぜあるイノベーションが成功したのか、なぜ他がしなかったの説明についての要因を探った。異なるマーフォンマンスを持つイノベーションの研究では、働かせるための訓練や、R&D の技術や組織は類似していたが、しかしユーザーへの関心は異なっていた。失敗したイノベーション含まれていた。したがって、ユーザーの関与は、成功を決定する重要な要因であると言える。SAPPHO からの教訓は、イノベーション・プロセスに、より直接的にユーザーを参加させるよう、ヒューレット・パッカート社でその製品開発プロセスの再設計で使用された。(Leonard-Barton 1995) 第 5 章、第 6 章、第 7 章において、われわれは、企業がイノベーション・プロセスに、いかにユーザを統合するかを論じている。

1980 年代と 1990 年代には、国際、国内、および部門レベルでのさまざまなイノベーションデータベースの出現を見た。これらのデータベースは、時間が経つにつれ、国、業界、企業での多くのイノベ

ションに焦点を当てている。これらは、文献レビューによって作成されたイノベーションのリスト、あるいは専門家の意見に依存している。学者は、イノベーションの発生と源泉を調査するために、これらのリストを使用している。初期の研究は、イノベーションが他の分野で、中小企業の優越性を強調したものの (Wyatt 1984)、ハイテク産業においては、大企業に集中する傾向にあったことが示された。(Pavitt 1984, 1987) またイノベーションには、強力な R&D と、他の科学技術資源がある地域から出てくる傾向があった。(Acs and Audretsch 1990) これに加え、イノベーションの全国調査は、いかに国内の多くの企業が、革新的であったか、イノベーションのアイデアをどこから受け取ったかを、理解するために実施された。(Smith 2005)

1990 年代初頭から、各国を比較して革新的活動の測定やマッピングする、EU CIS のような、イノベーション調査の使用に向けた強力な動きがあった。それらは、彼らの革新的な活動について直接企業に尋ねているため、これらの調査は、「サブジェクト指向」と呼ばれている。(Kleinknecht and Mohnen 2002; Smith 2005) 第一世代の調査は、1990 年代初期にヨーロッパ、カナダ、オーストラリアで行われ、そのアプローチは世界中で急速に広まった。1990 年代後半に、南アメリカのブラジル、アルゼンチン、チリ、ペルー、ウルグアイ、その他、そして南アフリカの多くの国々で、イノベーション調査が開始された。EU 加盟国は、隔年で、CIS を実施することが、条例で求められている。インドと中国は今後数年間で、イノベーション調査を立ち上げることを計画している。すべてのこれらの調査は、OECD の最新の第三版、Oslo Manual に基づいている。Oslo Manual は、サンプリング戦略と問題を概説し、調査のためのガイドラインを定めている。(OECD 2005)

イノベーション調査は、それらが市場にとって新しいものなのか、それらが企業にとって新しいものなのか、あるいは単にわずかな修正なのかどうかを示し、製品やプロセスのイノベーションを開発したかどうか報告するよう企業に尋ねている。彼らはまた、イノベーションのために企業が引き出した知識の源泉が何か、そしてイノベーションを競争会社からいかに守られているかのような、イノベーション活動に関するいくつかの質問をしている。

調査は、経済におけるイノベーションのレベルの指標として多くの利点を持っている。それらはすべての部門の企業の大規模なサンプルを利用している。英国とイタリアの調査では、それぞれ 16,400 と 29,000 以上の回答があった。それらは、R&D 統計にならないとしても、革新的な活動に関する情報を把握するのに役立つ。それらは、研究者や政府が、個々の企業のレベルでのイノベーションの決定要因、および革新的あるための企業の能力がいかに、その業績を形作るかを探求する可能にする。もう一つの追加的利点は、国毎の革新的な企業の割合を比較するのを可能にし、国際比較を可能にすることである。

しかし、他の指標と同様に、イノベーション調査は、測定ツールなどに深刻な欠点がある。(Box 3.11 参照) それらは、革新的であったかどうか、企業自身による報告に依存している。これらの記述はチェックされないもので、したがって、それらのデータは、回答者の知識と誠実さに頼っている。これは、特に新規性と革新性の概念が異なる国を横断した比較で、偏ったデータにつながる可能性がある。また、イノベーション調査データは、経営者の認識が不十分のままになっている。管理ツールキットの一部となっている R&D のデータとは異なり、イノベーション調査は、経営者が理解し、自身のビジネスに関連づけることは困難である。これらの調査は、国の定期的な統計調査の一つになっているが、しかし、R&D 調査と同様に、競合他社に対するパフォーマンスを相対的に測定し、経営者が自身を知る方法の一つとなる可能性が高い。

イノベーションの単一指標は、完全に満足できるものではない。イノベーションは、部分的に、間接的にしか測定することができない。イノベーションの測定には但し書きがついてくる。

イノベーションの成果

イノベーションは、生活の質を向上させ、富の構築になど、社会、企業、個人にとって多くの利益を生むことができる。個々の企業のためのイノベーションへのいくつかの具体的な利益については、第6章と第9章で説明する。イノベーションは、一般的に、イノベーターによって捉えられた価値以上に、幅広い社会貢献を生み出す。成功したイノベーションは、社会全体に広く普及する。好循環は、イノベーションとその普及の間で発達させることができる。イノベーションが市場に送り出されることで、他の人によるその購入または消費が、新たな需要を刺激する。

これはイノベーションの生産者が、その後のユーザーのために、コストを下げ、多く製品やサービスを作ることができる。イノベーションへの再投資される利益を生むだけでなく、費用逓減曲線は、以前に多くの消費者が手の届かなかった製品やサービスへアクセスできようにする。これらの費用逓減曲線は、繰り返しを通じて、いかに作るかを学ぶことから引き出された能率と大きな生産規模の産物である。(実施による学習は、第4章と第8を参照) パソコンの場合のように、この新たな経済性は、社会のために多大な生産性の向上を生み出した。

また、イノベーションは、さまざまな分野での使い道があり、関連した分野でも引続いて使うことで、企業が顧客のためにより多くの種類の製品を作ることができ、範囲の経済性を生み出すことができる。低コストとより多くの種類は、たいていの好みに合わせた多くのスタイルで消費者に製品が広く入手できることを確実にする。イノベーションが、多くの場合、多くの人々にすぐに利用できるようになる、これが、現代的な生産、流通、販売システムの効率である。

Box 3.11 技術革新の経済的貢献の測定

技術革新と経済成長との関係を測定するのは、データの不十分さとイノベーション自体の複雑さのため困難である。産業や国の発展への技術的変更の正確な貢献を測定することは困難であるが、しかし、Christopher Freeman (1994) が述べるように、誰もこのプロセスに技術革新が不可欠であることを疑わない。

R&D 投資に対するリターンの中の多くの計量経済学的研究はあるが、複雑な社会的に基づく、長期的である活動を測定するためのあらゆる努力のように、それらは、方法論的問題や不十分さで悩まれている。多くの場合、調査を引き受けた企業（または政府機関）は、すべての利益を計上していないため、これらの調査の多くは、民間のリターン率よりは、社会的なものを測定している。技術的大きな成果が生まれると、さらにまた利益を発生させる他人によって、何らかの形で複製が可能である（経済学文献では「スピルオーバー（波及）」と呼ばれる）。

民間リターンの最も優れた研究の中に、その工業的 R&D の粗リターン率の企業レベルの推定値は 25

から 40%の間あるとした、Griliches (1986) のものがある。Odagiri (1985) は、日本における研究で、26%のリターンを推定し、そして Mansfield (1988) は、その産業レベルの分析で、日本で 38 パーセントのリターン、米国で 27%であることを示している。Coe と Helpman (1993) は、22 の OECD 加盟国にイスラエルを加えた研究で、100~120 パーセントのリターンを示している。計量経済学的研究におけるいくつかの矛盾があるが、R&D 投資が大幅にコストを上回る利益をともなう有利なリターン率を生み出す、一般的なコンセンサスがある。

測定の難しさにもかかわらず、われわれは R&D 支出や特許活動が、生産力や輸出の成長に積極的に関連していることを知っている。(Fagerberg 2005) そのうえ証拠は、R&D 集約的な製品と知識集約型サービスにおいて、急速に成長している世界貿易と、これらの製品やサービスの世界貿易に占める割合の増加を示している。ハイテク製品や知識集約型のサービスの輸出と経済活動のレベルを拡張することが可能なそうした経済は、グローバル経済の中で最善な位置を占めることになる。

イノベーションにおいて消費者の関心を掴むのを助けるために、企業はライフスタイルヘアピールやブランディングで競うことになる。このような努力は、多くの場合、より良い生活をしようという消費者の願望に貢献するような、製品やサービスのイメージを構築する必要がある。これらの努力は、基本的に販売およびマーケティングの領域であるが、それらはイノベーションへの影響与えるので、MTI には、両方の意識が必要である。新たな市場を構築するには、多くの場合、かなりのマーケティングの想像力を必要とする。BMW が 2004 年に新しい 1 シリーズを立ち上げる準備をした際に、新製品についての興奮を生み出す方法として、テキスト・メッセージングを使用していた。テキストメッセージは、潜在的な顧客に、それが市場に投入される前に、テストドライブに参加申し込みする機会を提供した。このアプローチは、15 万人から応答を引き出し、それが、その一年後に発売されたとき、1 シリーズの販売の勢いを確実にするのを助けた。(Edmondson 2006) 第 5 章でわれわれは、いかに人々のコミュニティが積極的かつ熱心にイノベーションの開発に参加するかについての例を検討する。

イノベーションの成果はもちろん、常に有益というわけではない。「創造的破壊」のプロセスとしてのイノベーションの Schumpeter の説明は、それが関連付けられている社会的影響と、既存の産業や企業を破壊することができる点を強調している。技術革新は、軍事兵器、有毒化学物質、および国家によって、個人の監視と制御を増加させる手段が含まれている。

多くのイノベーションは、それらの貢献に関しては曖昧である。安価な電力や国際航空旅行は、経済的富と社会福祉に大いに貢献するが、しかし地球温暖化にも寄与している。第 10 章で説明するイノベーション・プロセスと強化された社会的な関与は、イノベーションの否定的な結果のいくつかを軽減し、それらに関連するリスクについてのよりよい判断をする手段の一つかもしれない。

イノベーションのもう一つの否定的な特徴は、客観的に最高の技術が広く採用されないかもしれないことである。やや先進的でない技術に負けた、ソニーのベータマックスシステムのような例は、第 7 章で説明している。最適下限技術から構築することができる「ドミナントデザイン」手法は、Box 3.12 で記述している。

Box 3.12 QWERTY

英語の QWERTY キーボードレイアウトが場所や時代を越えて使用されているのは、歴史的に理解できないままである。レイアウトは、効率的でも論理的でもない。

たとえば 1936 年 August Dvorak によって考案されたシステムは、強い指には負荷より重く、そして二つの手の間で頻繁に使用される文字のバランスを取ることで、効率的であるかどうかのように、いくつかの議論が、そこにはある。(Utterback, 1994)

QWERTY キーボードの出現と支配を説明する一つに、タイプライターの初期の頃の理解にそのルーツを持っている。(David 1985)

Wisconsin プリンタの Christopher Sholes は、1867 年に機器の特許を取得し、最初のタイプライターを作り上げた。オリジナルのタイプライターは、設計上のいくつかの欠陥を持っていた。プリントは、タイピストが見ることができず、タイプバー（活字金属棒）はしばしば衝突したり詰まったりした。これらおよびその他の問題を解決しようとして、Sholes は、QWERTY キーボードレイアウトを開発した。それはタイプバーが衝突していないようにするために、タイピストの動きを遅らせることに貢献するように、最も頻繁に使用されるキーを分離した。機構的な大幅な改善は武器メーカーの Remington の協力で達成された。

しかし、機器自体は、高価だったので、ゆっくりと販売され、新しい機器を使用する方法を学ぶコストが高かったので、Remington のタイプライターを使って Tom Sawyer を書いた Mark Twain のような、多くの早期の採用者は、がっかりした。異なるキーボードレイアウト、代替印刷機構をもったいくつかの競合機が登場した。エジソンはテレタイプマシンの標準となった、印刷輪の特許を 1872 年に取得した。

しかし、1895 年から 1905 年の間に、QWERTY 配列のキーボードが支配し、複雑な生産システムの一部となった。デイヴィッド (1985) は、QWERTY が経済システムにとって、この配列に「施錠」になった、3つのメカニズムを述べている。第一は、ハードウェアとそれを使用する人々のスキルの間のシステムの互換性の必要性に関しての、技術的な相互関係だった。QWERTY 配列で訓練されたタイピストは、そのスキルを仕事から仕事に持ち運べるのを確実にした。一つの配列デザインに投資することによって、雇用者は技術の種類を抑え、自身が労働市場で訓練されたタイピストを得ることができた。第二の要因は、それ使う時流や強力な勢いを生んだ、他の人も採用を決めるだろうという見込みと規模の経済を通じたシステム規模の経済だった。個人や組織によって行われた、QWERTY キーボードの使用するための学習への投資は高かったことから、第三の要因は投資の半不可逆性だった。また、他の機器メーカーも、QWERTY 配列の採用に移行するのは容易だった。

QWERTY 配列の場合は、早期の標準化が最適下限システムあたりが可能であることを示している。David (1985:333) は次のように述べている。今日のキーボード市場における生産と購入の意思決定に携わる代理人は、慣習、陰謀、そして状態管理の囚人ではない。しかしいっぽう彼らは、まったく自由に選んでいると言っているが、彼らの行動は、それにもかかわらず、自分たちの利益になるのだと考え出した状況で形づくられてきた、長い間忘れ去られた配列選択のイベントのグリップでしっかりと掴まれている。

QWERTY 配列の場合には、いかに経済的および経営的判断が歴史によって形作られているかの知識を

向上させる。技術を採用するか否かについての経営者が直面する選択は、過去のイベントによって、深く条件づけられることになる。歴史は常に「効率的な」あるいは「最適な」ソリューションを生成するとは限らない。技術は、おおくの場合、ネットワーク効果を提供するために、後からきづくより効率的または技術的に優れたであろう選択肢を締め出し、選択されている。(Shapiro と Varian 1998)

実際、David (1999) は述べたように、社会の大部分での経済的幸福を最適にさせようと、技術ユーザーの全体の視点から「最良」であることが判明するであろう利用可能なオプションの中から、先を見通して決定されるのを確実にするプロセスはない。

われわれの現代文明は、多くの古い技術のヴィンテージ物に頼っている、経営者にとって重要な課題の一つは、古い技術の負の結果のいくつかを向上するか、改善することである。

イノベーションの普及

普及はイノベーションが人々や組織によって採用され、活用されるプロセスである。普及プロセスの中で最も影響力のあるモデルは、1950年代と1960年代に Everett Rogers によって開発され、その後、Moore (2002) のような多くの人によって活用されている。普及の Rogers のモデルは、マーケティング、組織、およびイノベーションの研究において重要な分析ツールとなっている。モデルの焦点は、イノベーションの先に延びている。それは新しいアイデア、実践、慣行の普及の一般的なモデルである。Rogers は、個人または他の一連の意思決定の方法は、イノベーションの最初の知識から、それに対する態度を形成し、それを採用するか拒否するかを決定し、それを実装し使用し、その決定を確認すると、イノベーション決定プロセスを定義している。それは、知識、納得、決定、実施、および確認の5つのステージが含まれる。

モデルの中心に、Sカーブで説明する試みがある（製品のライフサイクルについての第4章の説明を参照）。Sカーブは、最初のゆっくりにした意識の構築の期間、イノベーションが普及する加速の期間が見られ、飽和と成熟が起こる横ばいが続く、単純にイノベーションの採用の時間経過のパターンの形状である。普及のRogersモデルは、イノベーション自体の技術的特徴と採用の決定を形作る社会的要因の、二つの主要な要素に基づいている。これらの二つの様相が相互作用し、相互にそれぞれ形成し、普及経路を決定する。

Rogersは社会的要因を強調している。社会的プロセス（個人やグループの認知や心理的態度を含め）は、イノベーションの採用を選択する意欲を形作る。それぞれの個人あるいはグループは、イノベーションの重要性と価値の変更を考慮することができる。Rogersのモデルは、社会的なネットワーク、説得、口コミのすべてが、いかに選択に影響を与えるかを強調している。新しい技術やイノベーションを使用するという決定は、組織内での行動の仕方、コミュニティ内のステータスや幸福の、個人的感覚のような要因によって決まられがちである。(Munir と Philips 2005) 他の人々は何を考え、採用の決定の実現するのか。ほとんどの人は、仲間からの圧力や流行の影響を受けやすい。若い人たちは、特に、仲間と彼らの社会的立場を特に意識している。新しい技術や流行は、十代のソーシャルネットワークを通じ

て迅速に移動し、それらは他の人の行動についていくよう求めるので、若者やその親にとって、生活を難しくさせる。企業は多くの場合、若い人々の間でのトレンドを察知する専門の企業を採用し、出てくる新しい流行や嗜好を追跡するために入念な努力をする。彼らはまた、知名度の高い人物や有名人に積極的に無料で製品を提供することで、社会のこの分野に影響を与えるように求めるかも知れない。これらの活動は、すべてマーケティングの一部分であり、普及の社会的性質を利用している。

Rogersはイノベーションは、採用の可能性が実現に変わる際の特性が根本的に異なっていると述べている。

- ・イノベーションは、既存のシステムや技術に関連する相当な利点を持っている必要がある。大きな利点は、より可能性が高く、より迅速にイノベーションが採用される。
- ・イノベーションの複雑さは、採用にマイナスの影響を持つことがある。異なるシステムを組み合わせたイノベーションは、多くの場合、それらを構築し、使用するのに一層の努力が必要である。
- ・いくつかのイノベーションは、採用される前に使用することができない、それゆえイノベーションの試用ができるかどうかで、採用の決定の実施が積極的になったり消極的になったりする。
- ・他の技術やアイデア以上のイノベーションのメリットは、多くの場合、決めるのが難しく、それゆえ、観察しやすさ、あるいはイノベーションの試用後の評価の容易さは、普及の速度と程度に影響を与えることになる。
- ・イノベーションの適応、改良、修正あるいはイノベーションの再発明できることは、その使用を実現することになる。
- ・イノベーションは、多くの場合、システムに埋め込まれており、どれだけイノベーションがシステムに合っているかは、影響を与える可能性がある。
- ・イノベーションの成果に関する不確実性のレベルと大きく、リスクも大きいと、多くの場合、採用の速度とレベルは低くなることもある。
- ・ユーザーは、多くの場合、様々なニーズを持っている。や、ユーザーの仕事に合ったイノベーションの能力は、その導入に影響を与えることになる。
- ・多くのイノベーションは、消費者がうまくそれらを使用することになるよりも前に、それらの生産者からかなりのサポートを必要とする。サポートのレベルは、採用に影響する。
- ・いくつかのイノベーションは、使用するのにほとんど、あるいはまったく知識を必要としない。他のものはかなりの正式または非正式な学習や教育を受けるようにユーザーに求める。それゆえ使用に必要な知識は、普及の重要な決定要因となる。

採用の選択は、採用者がどの程度の自立性もつかどうかのような、流れのなかでの特定な他の先行者と関連してくることになる。いくつかのイノベーションは、それほど積極的でないユーザーに押し切られている。Rogersは、これらの選択肢を形作る要因は、事前の採用、早期使用、および確立された使用を含め、普及プロセスの各段階にわたって異なっていることを指摘している。

Rogersのモデルは、6つのカテゴリに個人や組織を分割し、それぞれの導入者の特性の説明が含まれている。それらは次のとおりである。

- ・イノベーターは、リスクと高率なリターンと失敗を伴う活動を求めがちな冒険や大胆な個性を特徴と

している。彼らは、不確実性の高レベルの状況で行動する用意がある。彼らはかなりの財源を持っている可能性が高い。彼らは、システムに新しいアイデアの管理者（ゲートキーパー）として役割を果たすことができる。（第6章の技術的ゲートキーパーの説明を参照）

- 早期導入者は、多くの場合、他人の意見に影響を与えることができる、そのコミュニティで高く尊重されているメンバーである。彼らは、他の人のために新しいアイデアの検証や正当化ができる。
- 初期の大多数の採用者は、オピニオンリーダーとの対話を行うが、自身はリーダーではない。彼らは、ネットワークで相互関連性を提供する。彼らは、採用を遅らせて、最初の採用者にはならないことがあるが、最後の採用者にはならない。彼らは、採用する意欲を持っているが、最初の採用者になるとは回避される。
- 後半の大多数の採用者は、多くの場合、必要性から採用するのを余儀なくされることには懐疑的である。彼らはまた、安全第一に焦点を当て、慎重になることがある。しかしながら、彼らは周囲の圧力の影響を受けやすい。
- 後発の採用者は、多くの場合、より広い社会的ネットワークから隔離されている。彼らは、イノベーション、仲間からの圧力、または管理者（ゲートキーパー）に強く疑いをもちがちである。彼らは多くの場合、知識、スキル、新しい実践を採用するのに必要な資質が不足している。これらの個人の失敗のコストは高くなることもあり、それゆえ採用が市場や規制当局によって強制されるまで、彼らは待つことになる。

これらのカテゴリは、典型的なタイプであり、個人がそれらに正確に当てはまらない場合がある。後半の採用者のために用いられた否定的な用語は、これらの個人の能力が低いことを示していないが、他に比べて彼らの態度と採用のパターンはより活発でなく、遅くなっている。個人は、イノベーションの種類ごとに異なったカテゴリに分類されることになる。たとえば民生用電子機器の早期採用者には、金融サービスのイノベーションの採用が遅れがちであった。このような採用パターンは、ものや人あるいは組織にライフスタイルや消費文化への影響が認められるので、イノベーションの社会的有用性を反映することができる。

Rogersの分析では、イノベーションを採用すること、一般的に、そのユーザーにとって有益であるとの見方を反映して、強力なプロイノベーションの偏りが含まれている。また、いかに採用が選択されるかは、経済的要因によって実現されてきていると、イノベーションのコストについても少し言及している。これは、ある人による採用の決定が、別の選択を制限、制約する方法についてあまり注意を払っていない。これとは対照的に、普及の経済モデルは、採用者の選択と能力を実現する要因に重点を置いている。（Lissoni と Metcalfe 1994; Stoneman 2002; Hall 2005）

ここでは、普及が採用と学習を示し、したがって、イノベーション自体の基本的な性質ではなく、スキル、動機、および採用者の能力を反映している。これらのアプローチは、不完全な情報や不確実性の状況での変更のコストに対する、新技術を採用した漸進的便益を比較検討し、採用の個々の推測を理解しようとしている。これらのモデルには、外部性と採用を形成する上でネットワーク効果の重要性を強調している。経済学者にとって、選択は単純に採用するかしないかではなく、それは今以採用するか後でするかの問題である。特定の技術の不確実性を考慮すると、後で採用することは、良い戦略かもしれない。（第4章の素早い追随者戦略に関する説明を参照）

普及の経済モデルは、将来的に新しい、より良い選択に切り替えできるようにすることが、ユーザーにとって困難にさせ、特定の技術に縛られてる危険性を強調する。(Box 3.12を参照) 彼らはいくつかの技術の開発と使用における経路依存性を示している。(Arthur, Ermoliev, およびKaniovski 1987) 彼らはまた、採用が高いものになる可能性を強調している。実際に、新しいコンピュータシステムを使用するコストは、初期投資コストの何倍にもなることがある。使用あるいは、学習のこれらのコストは、それが全く採用しないか、延期するかの合理的な決定をさせることになる。新しい技術や革新を採用の決定を行う際について経営者が考えることは、これらのモデルでは、いくつかの重要なコストの問題の意識が高まるとしている。それらは以下のようなものである。

- ・リソース : どの程度の資源が企業で利用可能で、どのくらい新しい技術を使用するために費用がかかるか。一般的には、大企業は、それらの多くの資源により、中小企業よりも新しい技術を採用する可能性が高くなっている。
- ・サプライヤーの役割 : イノベーションについてどれだけの情報が利用できるか。サプライヤーは、特定の技術を取り込むことが可能か。新技術のアクセスと価格をコントロールができるか。
- ・技術的な期待 : そのイノベーションにどのような未来があるのか。今後数年で劇的に価格下落するのか。もしそうなら、われわれは待つ必要があるのか。
- ・切り替えの学習コスト : 新技術の利点について学習し、使用するための学習にかかる費用。
- ・切り替えのコスト : 新技術を使用することを学ぶために必要な時間と労力に過去のを壊す費用が含まれるか。企業は新技術を使用するための新しい能力を開発せねばならないか。
- ・機会費用 : 新技術を採用は、企業に以前の投資を失う、あるいは十分に活用されないことを求めるか。投資不要なコストは何か。技術が採用されない場合、どのような機会や選択が排除されるか。(第9章での実際のオプション価値の説明を参照)

普及の研究では、採用のパターンの形成に、国、文化、宗教の違いがあることが示されている。ビデオレコーダ、洗濯機、食器洗浄機のような消費財の使用の国際的研究では、技術が最初に導入された時期と、その採用が広まった時との間に、国によってかなりの違いが見られる。(Tellis, Stremersch, そして Yin 2003) いくつかの技術は、1.8年でOECD諸国の全人口の高いシェアに達したCDプレイヤーのように、多くの国で急速に普及した。これとは対照的に、衣類乾燥機は、広く普及させるのに10.4年以上を要した。ポルトガルが最も遅いのに対し、デンマークは、消費財の最速の採用者である。いくつかの違いが富と国の資質(乾燥機は曇りのデンマークに比べて晴れポルトガルでそれほど便利ではない)に起因することになるが、しかしそれらはまた、人口の中での新たな技術への一般的受容性および労働力における女性の割合に反映している。

携帯電話は、国際的に興味深い技術の採用パターンを提供している。香港の携帯電話加入率が最も高く、台湾は世界でも最も高い普及率を持っている。香港で100人当たり携帯電話加入数は111で、一人あたりのほぼ1.3台の電話がある。これとは対照的に、裕福なアメリカでの携帯電話の普及率は他の先進国を下回っている。中国は世界最大の携帯電話のユーザーである。使用されている数は、1998年の約20万台から6年後に3億台に増加した。

過去の購買態度や行動は、将来の普及パターンを形作る。例えば、日本の家電の顧客は、世界で最も目の肥えた人たちである。新製品への熱狂を作り上げるために、電子企業は多くの場合、日本の消費者

がどのように反応するか見るために東京で彼らの製品の初期バージョンをリリースする。これは、顧客がそのデザインと機能的なパフォーマンスを含むイノベーションの価値についてどのように考えるかについての深い理解を提供することができる。先導市場におけるこれらの実験からの教訓は、多くの場合、数少ない先進的な市場のために調整される必要がある。例えば、英国で最大の電子消費財店の一つである Dixons は、1990 年代と 2000 年代の、英国のユーザーに適した取扱説明書が付属していない多くの製品を見つけた。ユーザーが製品を購入した後、マニュアルを通じて作業し、新たな電子機器のすべて機能を学ぶことに熱心である日本とは異なり、英国の消費者は、簡単な説明書をもとに、まさに「プラグアンドプレイ」の電子製品を望んでいる。取扱説明書を読むのをいとわない人はいない。こうしたことに対応して、Dixons は、「無精な」英国の消費者にアピールするため、全く取扱説明書を必要としない製品を開発するために、その日本のサプライヤーとの共同作業を行った。

技術革新の採用の研究では、彼らはしばしば技術の生産者とユーザー間の相互順応が求められているのを見た。(Leonard Barton 1988) 確かに、新しい技術はほとんどのユーザーとそのまますんなりとは適合しない。彼らは頻繁に繰り返したまたは再イノベーションを通じてユーザーのニーズや要求条件を満たすように適合させる必要がある。(Rothwell と Gardiner 1988) このように、その技術が新たな状況を作るだけでなく、その状況も技術を実現するのである。順応のこのプロセスは、新しい技術への単純な抵抗でなく、それはまた、イノベーションの建設的なプロセスを含んでいる。普及と相互順応の問題の例としては、医療のイノベーションの普及で見られる。(Ferlie ら 2005) 人間の健康を扱う際には、新しい治療法の信頼性を確立することが重要である。しかし、新しい治療法の利点の証拠は、通常は決定的なものではなく、専門家による解釈の余地が多い。これらのケースでは、イノベーションの信頼性は、数人の積極的な採用者との間で協議されている。専門家のコミュニティは、多くの場合、作られる必要があり、治療が使用へ移るためには、医療システムでの他の専門家の支持を獲得する必要がある。この場合、普及プロセスは、コミュニティの特性、技術が置かれているところの状況、決定が基づくことができる証拠の有効性、とによって形づくられる。これが、Box 2.1 に記載された火災工学の発展のケースだったとすると。火災工学エンジニアが使用するシミュレーション技術の使用は、火災工学エンジニア、建築家、プランナー、建築業者、規制当局、消防士の間での長期の慎重な協議を必要とした。(Dodgson, Gann および Salter 2007)

Box 3.13 大金は勇敢な人々を好むのか。

Astebro は、1000 人以上のカナダ人の独立した発明家の研究で、その 7 パーセントのみが自分の発明の商品化に成功したことを見つけた。また実際にその市場を作った発明のうち、わずか 40% が利益を得た。すべての発明活動の平均リターン率は、16 パーセントであった。6 つの発明は、1,400 パーセントのリターンがあったが、しかし、一つは 2,960 パーセントのリターンを持っていた。投入された時間と努力の量を計上した後に、Astebro は、発明することは、ほとんどの発明者にとってはマイナスのリターンを生む、高くつく活動であることを知った。言い換えれば、発明者らは、その努力に対して何も受け取れなかった。リターンがマイナスになるのに、なぜ発明者らは、わざわざ行うのか。これに対する一つの答えは、発明者らは、リスクを求める人であり、高報酬、高失敗な活動を楽しむのである。それらは、競争することによって励起される。本発明者らはまた、製品に翻訳自分の考えを参照する欲求によって駆り立てられている。この意味で、発明は、金銭的な報酬の追求を超えて駆り立てられ、それは創造性と危険を冒す基本的な人間の欲望を満たしてくれる。

出典: Astebro (2003)

ほとんどのイノベーションは広く普及になることには成功しない。革新的な努力の失敗率は、高いままであり、イノベーションからのリターンは非常に偏っている。(Box 3.13 参照) 平均リターン以上を大幅に生み出すポートフォリオでは、わずかなイノベーションのみである。学術出版物のほんのわずか引用されているのと同様に、非常にわずかな特許が、特許から大きな収入を占め、そしてわずかな製品が売上高の大半を占めている。漸進的イノベーションのパフォーマンスは急進的なイノベーションのそれよりも小さい歪みになる傾向があるが、これらの歪んだ収益の影響は明らかである。Frederic Scherer が主張するよう、イノベーションの成功の可能性は、宝くじがその適切な暗喩であるようなものである。(Scherir 1998; Scherer, Harhoff および Kukies 2000) イノベーションに多くを費やし、あるいは多くのチケットを購入することは、成功のより多くのチャンスを提供するが、大きな支出が勝利を保証するものではない。

イノベーションは、将来のためのオプションを作ることができる。これらのオプションの多くが実現されることはないが、他の予期しない可能性を開くことがある。良いアイデアは常に広がらないが、それらは多くの場合、普及するかもしれない次の世代のアイデアに影響を与えることができる。この意味で、イノベーション・プロセスは、Schumpeter が「壮大な報酬へのエンジンあるいは極貧へのバトン」と呼ぶものを、それに乗り出す人たちに提供し、不確実性を残している。しかしながら、努力からの撤退は、ほんのわずかな利点しか提供せず、さらに大きな長期的なリスクを生むことがある。試して失敗し、学び、再試行し、そして、おそらくその成果をあげた企業が、成功する革新者である。彼らは勤勉さ、持続性、才能、そして成功するのに必要な運を持っている。

まとめと結論

経営者は、イノベーションのさまざまな種類とレベル、プロセス、源泉、および成果について知る必要がある。漸進的イノベーションのマネジメント課題は、急進的イノベーションとは非常に異なっている。第一世代のイノベーション・プロセスのマネジメント課題は、しばしば、科学的研究とそれが提供する機会についての知識を構築する、非常に複雑な問題に対する唯一な注意が必要である。それがより多くの関係者が関与し、複数の入力バランスを保つ、第五世代イノベーション・プロセスを管理するのは、かなり複雑である。イノベーションを測定するのは、厄介な問題であり、使用可能な測定法は、避けがたく不完全なものである。研究開発や特許取得の指標は欠陥があるが、便利なものである。イノベーション調査は、さらに普及するようになっており、その価値も向上している。

これらの情報源からの情報は、MTI の兵器庫の貴重なツールである。イノベーションの成果は広くさまざまである。イノベーションの普及、特に基本的な社会的・心理的な影響を理解する上でいくつかの有用なアプローチがある。これらは、コストのような経済的側面、マネジメント要素、イノベーションの普及を理解するための重要な能力の存在で補完される必要がある。

本章では、MTI の目的である技術革新が、いかに広範で複雑で、難しい問題であるかを、強調した。以降の章では、MTI がいかに技術革新の本質が提起した課題の特定の様相を扱うかを検討する。第 4 章では、最も困難な問題であるイノベーション戦略を検討する。