

7 製品やサービスのイノベーションのマネジメント

はじめに

研究開発への企業の投資の主な目的の 1 つは、新規で改良された製品やサービスを生み出すことである。研究開発投資から得られた結果は、無形なものである場合がある。それらは、例えば、企業の製品を支える科学技術の原則の学習と理解を高め、未来のための選択肢を提供し、第 9 章での検討対象である、知的財産権を作成する。企業の研究開発の主な目的は、しかし、競争上の優位性をもたらす差別化商品や情報（革新的な製品やサービス）を生成する技術と市場機会を組み合わせることである。この章では、新しく改良された製品やサービスの開発に係わっている。

この本の中で議論された、いくつかの問題の差異における重複やあいまいさは、イノベーションが企業のすべての側面を伴っている状況を目立たせている。研究開発は、製品やサービスのイノベーションの創出と重なって、デザインが研究開発や製品・サービスの開発の特徴であり、貢献している。実際には、企業の最善の努力は、すべてこれらの差異を分解し、効率的なイノベーション・プロセスの提供に向けられている。われわれの目的のために、われわれは別個のものとして、研究開発、製品やサービスのイノベーション、デザインを記述するが、それらの間に非常にぼやけた境界が存在することは認めている。この章では、製品やサービスのイノベーションとの密接な関係があるにもかかわらず、別の問題として、デザインを扱い、合わせて、製品やサービスのイノベーション（PSI）を分析する。

製品やサービスのイノベーションとは何か

PSI との関係で考慮すべき第一の課題の一つは、その「新しさ」の程度である。PSIs は世界で初めてである、企業ではじめてであることができる。たとえば、Hewlett-Packard (HP) のレーザージェットプリンタは、世界で初めての製品で、まさに最初の生産されたものである。IBM はレーザープリンタを投入したとき、それは同社にとって新しい製品ラインであったが、市場では、HP の製品を続いた。HP はそのレーザージェット IIP を投入したり、ボーイングが 747:400 を投入したときのように、新製品は、既存の製品ラインに追加することができ、Windows の Microsoft のさまざまなバージョンのように、既存製品の改善ができる。製品はまた、新しい市場に置き換えることができる。

一つの例は、痛みの緩和剤と同様、心筋梗塞の予防剤としてアスピリンの使用、あるいは請求書の支払い手段として携帯電話を使用することである。これらの異なるカテゴリーは、図 7.1 に示されている。

Box 7.1 は、クルーズ船会社が、顧客に継続的に改善されたサービスを提供するためのイノベーションにおける、さまざまなレベルの新しさのバランスを、いかにとるかにについて述べている。

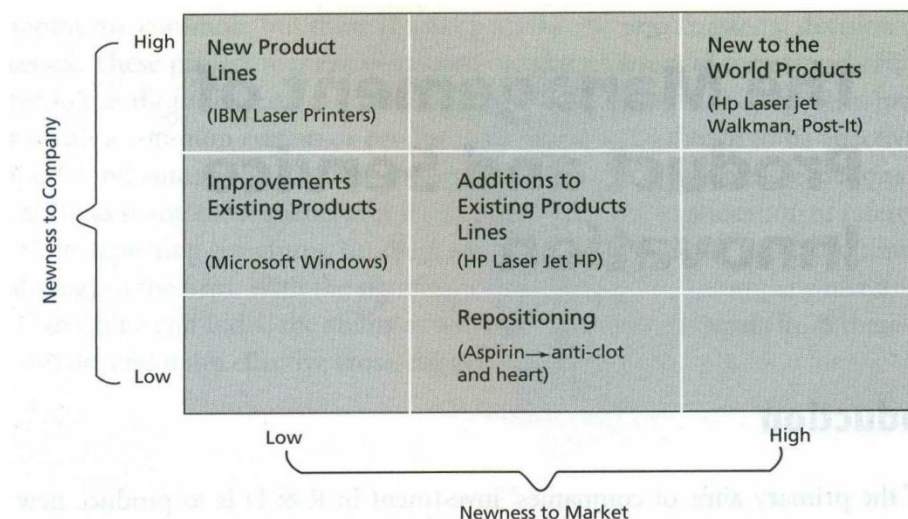


図 7.1 新製品の 카테고리

出典 : Cooper 1993 を基にして

Box 7.1 クルーズ船でのイノベーション : Royal Caribbean International

1969年に設立された Royal Caribbean International (RCI) は、クルーズ船の主要ディベロッパーであり運航会社である。クルージングは、30 から 50 歳の間の北米人に特に人気の活動である。クルーズは、一般的に 3~14 日間で、比較的安価な休日を提供している。クルーズ業界は 1990 年代後半と 2000 年代に急速に成長した。RCI は、約 48,000 ベッドの 20 船を運営している。ここは、2000 年代初期に 9 つの新しい船を運航開始した。観光客が経験するクルーズ船の人気と魅力を高めるために、その船の設計と運用のイノベーションを追求した。2006 年には、ロッククライミング壁、バンジートランポリン、そしてサーフィンシミュレータなど含めた、いくつかのイノベーションを包含した世界最大の客船、Freedom of the Seas の運航を開始した。

また、既存船の大規模な改修と再活性化を行った。既存船への改修やアップグレードは、顧客の余暇嗜好が時間とともに変化することを前提にして、5年から7年毎に起こる。それで、the film Million Dollar Baby などの成功に続いて、Freedom of the Seas にボクシングのリングの使用のような、船は、新しいタイプのエンターテインメント体験の実験のためのプラットフォームを提供している。新しい船の開発で、RCI の設計チームは、船の 3 分の 1 が既知のものに基づいて、3 分の 1 が既存の機能の漸進的な改善、3 分の 1 が全く新しい要素でという、ポリシーで設計を進めている。

イノベーションを調査するために、レジャー産業の新潮流を観測する、ドバイやラスベガスなどのさまざまな観光ホットスポットを訪問する、偵察チームを雇用している。Freedom of the Seas にアイススケートリンクを追加など、船の大規模な再設計を伴うのに対し、トップレス日光浴エリアの追加などのように、いくつかのイノベーションは、単に、新たな方法で使用する船の既存の部品を必要とするだけである。5000 ガロンの海水の水槽などのように、船に新しいコンポーネントを追加するのは、さまざまな分野からの知識やコンポーネントを統合し、世界中から専門のコンサルタントと協力して働くことを、RCI に求めている。

同社は、分散されたサプライヤーがより効率的に共同作業できるようにするために、高度に洗練された仮想モデルと文書交換システムのコンピュータプログラムを開発した。同社は、その業務を強化するためにこれらの技術を使用している。例えば、発注書は、陸の集中購買部門に直接、船上の調理室から送信される。同社は、船を設計し、活性化する継続的なプログラムを持っているので、リピートの経済を生み、別のプロジェクトからの教訓を伝えることができる。(Davies と Brady 2000) 運用、顧客体験、収益の可能性ある新しい資源についての知識は、設計と製造チームに運用スタッフ含めることによって、船の設計や活性化に組み込まれる。これは、設計と運用の間での経験と学習の好循環を可能にする。

出典：Kalley (2006)

PSI の潜在的な利点

PSI のメリットは、多くの障害や困難にもかかわらず、企業が継続的に新製品の開発に努めることが非常に大きい。これは、企業が新しいアイデアを完成し、市場で首尾のよい成果を達成する上で遭遇する困難さを示している Box 7.2 で見られる。

Box 7.2 個人用走行車でのイノベーションのための継続的な調査

Sinclair C5



Sir Clive Sinclair は、英国の偉大な発明家、起業家である。彼は 1961 年に Sinclair Radionics を設立し、ポケットテレビ、電卓、および第一世代ポータブルコンピュータを含め、それに続いて 25 年にわたるイノベーションのシリーズを作り出した。Sinclair の新製品の発売は、革新性、現代性、そして彼の製品の美しさを強調し、おしゃれでカラフルなマーケティングキャンペーンを伴っていた。1985 年、Sir Clive は、彼の大胆な新製品の一つである、三輪個人移動装置 C5 を発売した。それは 800 ドル（現在の為替で約 3000 ドル）で販売された。バッテリー駆動エンジンとペダル駆動を組み合わせることで、時速

25 キロの最高速度を持っていた。C5 は、車や自転車の代替を提供することが、Sinclair によって信じられていた。

製品は、完全に商業的に失敗であった。これは、ペダルが小さすぎて重かった、車の運転手がそれを見にくいことから、交通量のあるところで運転するのは危ない。ある所有者が述べたように：

私はまったく交通があるところで C5 を運転するのは嫌である。私の頭は大型トラックのタイヤの上部のレベルにあった、排気ガスは、私の顔に吹き付けた。それどころか、非常に小さな前面と背面ライトで、私は地上の高い大型トラックの運転手が私を見るだろうとは確信していませんでした。(Daily Telegraph, 11 January 1985, 2007 Adamson and Kennedy が引用)

運転手は、彼らが見られることを確実にするために車両に真っ赤なマストを付ける必要があった。寒い季節での電池で C5 で経験された問題は、ライダーは風や雨から保護の欠如を訴えており、急なスロープには苦勞した。ここが Hoover 掃除機を製造していたという事実は、それが洗濯機のモーターを搭載したという残酷な冗談につながった。1 万 7000 台未満が製造され、最終的に債務を蓄積した。C5 の失敗は Sir Clive が、彼のライバル、Amstrad に自社のコンピュータとポケット電卓事業を売却することを余儀なくした。

Segway Human Transporter



Dean Kamen は、2001 年、大きな公益を伴った Segway Human Transporter を発売した。Kamen は、彼の革命的な新製品、コードネーム「Ginger」の可能性を構築する、非常に成功的なマーケティングキャンペーンを実行した。「Ginger」の特質についての噂は、インターネットに溢れた。この推測の一部は、新技術の可能性について、senior US business figures によるコメントに基づいていた。Apple の最高経営責任者（CEO）Steve Jobs は、製品は、都市の再設計を強制するほど非常に重要なものであったとコメントした。Amazon の創設者の Jeff Bezos は、「とても革命的な製品を持って、あなたがたがそれを販売するのは何の問題もないでしょう。問題は、人々がそれを使うことが許されるようになるかである。」と述べた。

Kamen は、米国の歴史の中で他のどの製品よりも速く、売上高が 10 億ドルに達することを見込み、並外れて野心的な拡張計画を持っていた。最初の Segway の工場は月産 40,000 台まで組み上げられるよ

う設計された。Segway は、スクーターと同様であったが、並列ホイールとコンピュータによって制御されたジャイロスコープに基づいた自動平衡制御装置のような重要な技術革新が含まれていた。約 5000 ドルで販売され、時速 20 キロの最高速度を持っていた。製品の最初の実演販売し、新規株式公開の興奮の後、Segway 3 株が 10 万ドル以上でオークションで売却された。

Kamen と彼のチームは、製品を販売する Amazon.com との独占販売契約を締結し、初年度に 5~10 万台の販売を予測した。しかし、市場では 21 ヶ月後、たった 6000 台が販売された。2003 年 9 月、すべての Segway は、技術的な不具合でリコールされた。同社のプレスリリースは、次のように述べている。

危険：バッテリーが充電したものが終わり近づいたとき、特定の動作条件の下では、特に Segway HTs で、運転者を落下させるような、十分な電力を供給しない場合があります。これは、運転者が、急にスピードアップしたときに故障が、またはローバッテリー警告を受けた後に乗り続けた場合に発生することがあります。

リコール以来、Segway は提供するモデルの範囲や種類を拡大してきた。売上高は当初の期待に応えるほどには至っていないが、Segway の新しい用途が工場、空港、警備会社で見つけられている。カリフォルニア州には active Segway polo club さえある。

Quasar



Quasar は、ブリストルを拠点とエンジニアリング会社の Wilson and Sons のために、Malcolm Newell と Ken Leaman によって 1970 年代、英国で開発された革新的なバイクだった。最初の Quasar は、1976 年に発売された。オートバイは、いくつかの技術革新を持っていた。これは、風や雨から運転手を保護した、洗練されたモダンなデザインを持っていた。快適さとリクライニング運転席、そして車輪を左右に傾くことができる、油圧サイドスタンドのような多数の安全イノベーションを持っていた。これはまた、約 175 キロの最高速の高速性と低燃費性を有していた。

これはかなりの報道機関の注目を集めたが、1976 年から 1979 年の間に、6 台のオートバイのみが作られ、販売された。一つの問題は、Wilson and Sons は変圧器や電気機器の製造業者であり、オートバイの製造の難しいプロセスに関心と能力は限られていた。さらに 1980 年代初頭に、いくつかの Quasar が作られたが、部品の入手における問題が、生産を遅らせた。1980 年に 5,885 ポンド（2005 年の為替レートで 26,500 ドル）の定価で、それは高価で他の高性能オートバイ 3 倍以上の価格であった。最終的

には、設計チームの主要メンバーは、Wilson を残し解散し、すべての生産が停止した。たった 19 台のみの Quasar が現存し残っているが、強力な支持者の小さなコミュニティがある。
(www.quasarworld.com を参照)

BMW C1



1992 年にドイツの自動車ショーで最初に発表された C1 は、2000 年に欧州市場で発売された。BMW は自動車分野におけるイノベーションの長い伝統があり、C1 が新たな市場での知識とスキルを拡張する方法として考えられた。オートバイと車の混血である、それは「革新的なモビリティ製品」として記述されていた。これは、自動車の安全性と快適さを組み合わせた、駐車場問題のない、低燃費、およびスクーターに因んだ使いやすさを提供する、街乗り通勤用としてアピールすることを意図していた。C1 は、時速 100km 以上の最高速度を持っており、運転することも比較的容易であった。

デザイン自体は 2 輪バイクに、覆われた運転席で、Quasar のアプローチに基づいている。これは、運転手を風雨からいくらかの保護を提供している。また、いくつかの新しいデザインのアイデアを組み込んだ。安全性は、二重ロールバー付きアルミフレームに基づいていた。C1 は、3 点式シートベルトで使われるので、運転手がヘルメットを着用する必要はないであろうと考えられていた。C1 は BMW 自身によってではなく、イタリア企業 Bertone Carrozzeria で作られた。BMW は、C1 のデザイナーを提供するために Louis Vuitton とのパートナーシップを用意した。

C1 は、高価だった。2001 年に英国で 7000 ドル以上かかり、通常のオートバイ（約 2000 ドル）のコストを十分上回り、小型車の価格に匹敵する。所有者になるためには、使用するためのオートバイのライセンスを取得することが必要であった。これは新規ユーザーにとって大きな阻害要因であった。2001 年 8 月末までに 13,200 台に達し、発売後数年間は満足できるほどよく売れた。しかし 2002 年には、売上高は 2,000 台に低下し、BMW はその年の生産を中止した。これは、米国では利用可能ではなかった、そして安全法規から、英国の運転手はヘルメットを着用する必要があった。製品は、不利な報道機関の反応から被害を被った。英国を拠点とする人気の自動車評論家、Jeremy Clarkson は、C1 について語った。「車とバイクを結合しようとするのは、犬と魚を交配しようとしているようなものである。あなたは、それが言われていようにしないだろう何かで終わってしまい、あなたが散歩にそれを連れ出すたびに濡らすことができる。」

PSI へこれらの課題のいくつかが与えられた、なぜ企業は、継続的にイノベーションを求めるのか。Clark and Wheelwright (1993 : 83-4) の製品イノベーションの古典的な研究によると、効果的な新製品開発（そしてわれわれは、一般的以上に、PSI を信じる）の潜在的な利点は、3 つある。

第1には、市場地位の問題がある。

理想的には、新製品は、業界標準や、Sony Walkman や Polaroid ポータブルカメラなどのように競合他社への障壁となる、あるいは新たな市場を開拓する規格を設定することができる。優れた製品とサービスは、既存の製品およびサービスの提供を拡張し、市場シェアを拡大し、市場における支配的な設計につながるリーダーシップのイメージを確立し、強い競争力の障壁を作成することによって、既存の優位性の上に構築し、競合他社に対するリードを得るための手段である。

しかしながら、PSI は、多くの企業が挑戦することができる、新たなマーケティングおよびオペレーション・チャネルをしばしば必要とする。

第2には、資源活用の利点がある。それには、

重要な研究開発投資の活用、既存資産（例えば販売力、工場、フィールドサービスネットワークなど）からのリターンの向上、製品と製造プロセスの両方のために新技術を適用、自社の可能性を最大限に達成することから、他の製品やプロセスを妨げた過去の弱点の排除または克服が含まれる。さまざまな資源の潜在的な影響力は相当なものになることになる。

最後は、

製品およびプロセス開発の取り組みに関連した興奮、イメージ、および成長は、方針、イノベーション、および組織全体の創造性を獲得する。この成功は、次々に、最高の人材を募集し、企業の統合化を改善し、変化のペースを加速さ、企業の能力を高める。さらに、開発プロジェクト自体は、多くの場合、制度上の現実を引き受け、採用される、新しいアプローチや新しい考え方の媒体となる。

Clark と Wheelwright (1993 : 84) は、これらのメリットは、さらに「投資に対するリターンの改善、高いマージン、拡大された販売量、増加した付加価値、低コスト、生産性の向上のような、豊かな経済的報酬を提供し、最終損益に落とす」ことが予想されている。彼らはまた、新製品開発の潜在的な利点は膨大なものであるが、残念ながら、ほとんどの企業では、その期待はまれにしか完全に実現されていないことも、述べている。多くの課題および PSI（適切な製品やサービスを開発し、それを効率的に行う両者で）の難しさは、失敗の発生の高さの理由になっている。

PSI の失敗

新製品開発の研究は、失敗が一般的なものであることを、長く示しており、また、サービスのイノベーションにも適用される、失敗の理由を明らかにしている。

PSI は、多くの点で失敗することがある。たとえば製品やサービスが次のような理由で、

- ・ユーザーのニーズを満たしていない。
- ・競合他社の製品やサービスと十分に差別化されていない。
- ・技術仕様を満たしていない。
- ・それらの理解しうる価値に比べ、あまりにも高い値段で販売されている。

- ・法的規制要件に準拠していない。
- ・自社の他の製品やサービスと競合している。
- ・自社の事業ポートフォリオとの戦略的整合性の不足。

ほとんどの新製品が市場で失敗する。例えば、3M は、その正式な新製品プログラムの 50 パーセント以上で失敗すると述べている。

製薬業界では、新しい化学物質の開発における損耗率は、非常に高い。(Nightingale 1998) どんな時点でも、2,000~6,000 の新しい化学物質が、事前臨床試験で調査されている。臨床試験（人での実験）を開始する時点では、この数は 20 に減少する。臨床試験の最終段階では 3 つのみが現れ、これらは、市場内での席を獲得する必要がある。

PSI は、失敗する可能性のある活動である。 PSI を導入する企業は、次のようなリスクに面する。

- ・市場リスク——需要に関する不確実性。
- ・競争リスク——競合他社が何をするだろうか。
- ・技術リスク——製品やサービスでどう働くか。
- ・組織的リスク——どのような組織変更が必要とされているか。
- ・運営リスク——製品が作られ、サービスが提供されることができるか。
- ・金融リスク——大規模な先行投資が不確実な結末のために必要とされる。(Garvin 1992 に基づく)

しかし、われわれがこの本を通して示さしているように、イノベーションは企業にとって重要であり、企業の将来への大きなリスクは、それらを開発せずにいるところにあるのかもしれない。さらに、第 4 章では、明らかにしたように、たとえ失敗があっても、知識を生成し、価値があるものになる。3M は、学習経験として失敗を見ている。これは、過去の製品の失敗が次のような基礎を提供すると述べている、Maidique と Zirger (1985) による見方である。

- ・新しいマーケティングへのアプローチ
- ・新製品コンセプト
- ・新しい代替技術
- ・主要な製品の再設定につながりうる顧客に関する新しい情報
- ・組織内の弱い連結部分の確認
- ・失敗パターンの再発に対する組織の強力な予防接種的要素

最も成功した革新的な企業でさえも、PSI での完璧な実績を持っていない。失敗は、革新的な企業であるためのコストの一部である。ベンチャーでなければ、何も得られない。MTI は、失敗の役割と、偉大な革新者が、しばしば劇的に、いかに間違えることになりがちであるかの理解を必要とする。失敗のいくつかの例は、業界での語り草となっている。最近の失敗は、Box 7.3 に含まれている。

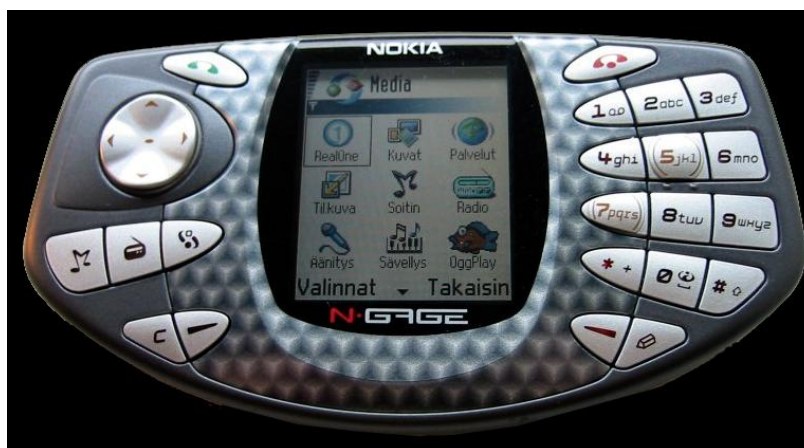
Box 7.3 あなたが失敗していない場合、あなたは十分に試そうとしていない

Nokia の N-Gage

2003 年、Nokia は、N-Gage と呼ばれる新しい携帯ゲーム機を導入した。N-Gage は携帯電話とゲーム機を組み合わせた。それは、鳴り物入りで発売し、Nintendo がその時点で支配していた市場である、携帯用ゲーム機にノキア食い込んだ、大胆な試みを示した。ゲーム・コンソール部門への参入は、Nokia にとって過去からの大きな脱出であった。Nokia は、最初の年に百万台以上を販売したが、N-Gage は、ゲーム機／携帯電話の業界のほんの一部のために、その目標や顧客数を達成することができなかった。最初の N-Gage は、その主なライバルである、Gameboy Advance の倍以上のコストのため、高価であった。また、ユーザーにそれを不評にさせる設計上のいくつかの欠陥を持っていた。

これは電話として使用するためには快適ではなかった。Nokia は、プラットフォーム用のプログラムを書く意欲のあるゲーム開発者を見つけるのに困難な時期を持ち、それが発売されたときには、利用可能なゲームはほとんどなかった。利用できたゲームは人気がなかった。その画面は、水平方向より、むしろ垂直方向を持っていて、ゲームプレーヤーに不評だった。それまた GSM 規格のみで動き、巨大な米国の携帯電話ネットワークとの互換性がなかった。米国では、専用の携帯ゲーム機と比べ不利な、コンピュータゲームショップで通常販売された。

Nokia はあきらめず、2004 年に N-Gage の改良版をリリースした。このモデルは、大きな画面と、より自然な通話姿勢を含むいくつかのデザイン強化を持っていた。そして、安かった。これは売上を向上させるのに貢献したが、N-Gage は、Sony の PSP や Nintendo の DS に比べ市場で不十分な位置に置かれている。これらの挫折にもかかわらず、N-Gage のユーザと開発者とのコミュニティがまだ存在している。(Web サイト www.n-gage.com と www.allaboutngage.com を参照)、そして Nokia は将来にわたって、ゲームやゲームのプラットフォームの開発に傾注されている。



Apple の Newton

Newton MessagePad は、Apple の CEO の John Scully のリーダーシップの下、1993 年 8 月に市場に投入された。Newton は第一世代のパーソナルデジタルアシスタント (PDA) の一つであった。Apple は、ユーザーが日常生活を管理できるようにするだけでなく、彼らの友人や同僚と通信するプラットフォームとして Newton を考えた。それは、自分のデスクから人々を解放し、パーソナルコンピューティ

ングの本質を変更するための野心的な試みであった。Newton は、大型の対話画面、アドレス帳、TODO リスト、メモ帳、カレンダーを持っていた。これは、ファックスと電子メールを送信するために使用することができた。これは、米国で 699 ドルで販売され、約 400 グラムの重さだった。

Newton は、ユーザーがタッチスクリーン上に手で書けるようにする、スタイラスを使用していた。手書きされたものは、Calligrapher と呼ばれる手書き認識ソフトウェアによってテキストに変換された。また、画面上のキーボードも持っていた。ParaGraph International が開発した強力な手書き認識ソフトウェアは、手書きの多くの形態を認識することができた、またカレンダーなど、さまざまなプログラムに即座に読み込まれるものを、ユーザーが書けるようにする、「解析」言語を可能にした。また、時間の経過とともに次第に正確になってくる、ユーザーの手書きの「学習」ができた。しかし、認識の確実性は、まちまちであった、機械がユーザーの文体を「学習」するのを待つのに、それなりの忍耐が必要であった。

Newton の初期世代の手書きソフトウェアの問題は、Apple にとって不幸な報道につながる、米国の続き漫画の Doonesbury で容赦なく笑いものにされた。ParaGraph と協力して、Apple は、以前の問題を修正するのに役立つ、より高度な手書き文字認識ソフトウェアを開発した。新しいソフトウェアは、ユーザーに非常に敏感であった。それはいったんあるユーザの手書きを学ぶと、簡単には別の人のものを学ぶことができなかった。しかし、この改善は遅すぎた。ニュートンの負の評判は大衆の意識に確立された。

この市場での成功者である Palm Pilot とは異なり、上着のポケットに入れるには、大きすぎたので、Newton は、「ポケット試験」でも失敗した。「あなたがカンガルーでない限り、ブリーフケースやハンドバッグに入れて MessagePad を持ち歩いた。それは、本当にまったく手軽なものではなかった。」とあるユーザーが言った。(MacNeill 1998) Apple は 1993 年から 1997 年に、Newton の 7 つのバージョンをリリースした。これらのモデルのいくつかは非常に高価で、パソコンのコストに迫る、1,000 ドル以上で販売された。最後の Newton は 1997 年 11 月にリリースされた。

売上高は、Apple の期待に届かず、Apple の他の問題だけでなく、最終的には Newton の失敗は、John Scully に CEO としての彼の仕事を失わせた。Newton の要素は、その後の Apple 製品に再利用された。iPod のオペレーティングシステムは、かつて Newton のプログラマーの 2 人によって開発され、iPhone は、Newton のような機能のいくつかのを備えている。



Millennium Dome

新ミレニアムの到来を記念して、英国政府は、ロンドンのグリニッジでの、新しい大規模な博覧会を後援した。博覧会は、1年間継続し、教育的で楽しい体験を組み合わせ、最高の英国を祝うためだった。Tony Blair 首相は、「2000年に世界中で起こった最もエキサイティングなこと」であると述べた。East London の貧困地域に拠点を置く、この博覧会は、大きな白いテントの Millennium Dome の内で開催された。

英国政府は、博覧会を管理し、運営する専任組織（新ミレニアム体験（NME））を創設した。博覧会のための公的資金は3億9900万ポンドに設定された。主催者は、アミューズメント乗り物、体験、教育活動を創生するために世界をリードするデザイナーを何人か雇った。もともとは前政権が考案したものであるが、プロジェクトは最終的には、ドームのための特別上級相を含む高いレベルの政府支援をともなった、全国ブランド「かっこいい英国（Cool Britannia）」の創生の中心部分と考えられていた

ドームとその博覧会の建物が、2000年1月1日の開会日に間に合うように完成した。しかし、きびしいスケジュールでは、彼らは活動を開始する前に、博覧会や施設の試行やテストには、わずかな時間しかなかった。事は最初から間違っていた。博覧会の開会式に、NME は、女王と英国の政界、メディア、産業界から多くの要人を招待した。正面玄関での数が少ないセキュリティゲートは、新ミレニアムの誕生する寒いロンドンの夜の外部のテントに高名なゲストの多くを残した。初めの有料来場者は、「体験」の質の高さに決して感銘を受けなかった。

最初の月での入場者は、予想をかなり下回った。マスコミで否定的なレビューは助けにはならず、アミューズメント活動のいくつかは面白くないことが判明した。低い入場者数の数ヶ月後に、NME は、Euro Disney で働いていた P-Y.Gerbeau を新しいマネージャーとして雇う劇的な一歩を踏み出した。Gerbeau はドームの魅力と運営を改善したが、入場者は予想に達しなかった。その年の末までに、予想した半分の650万人がドームを訪れた。プロジェクトは、最終的には7.89億ポンド以上かかり、そのうち、6.28億ポンドが全国宝くじの資金で補填された。

プロジェクトの最後には、さらに多くの困難がもたらされた。ドーム自体を何にするかは不明であった、そしてプロジェクトを終わらせるのに、英国政府に数百万ポンドの費用を必要とさせた。次の6年間は、ドームを主に空いていた。しばらくの間、大きな空の白いテント（または白象）としてロンドンに残され、カジノやスポーツ施設として再利用する計画は、実現するのに時間がかかった。ドームは民間のコンソーシアムに2004年に売却され、2007年に、2000席の劇場、映画館、展示スペース、小劇場のスペースの、複合娯楽施設としてリニューアルオープンされた。また、2012年ロンドンオリンピックの施設の1つとして使用される予定である。



これらの例は、将来の成功のために貴重な教訓を提供する明快な失敗であるが、PSIs が、それらの歴史の中で、異なった時間に成功することもあるが、失敗することもあるということを、認識することが重要である。これと、PSI の多くの機会と問題点が、IBM のパーソナルコンピュータ（PC）とその後継機の IBM PC Junior の開発に関しての Box 7.4 で説明されている。

Box 7.4 新製品の開発の成功と失敗：IBM の PC

1970 年代後半、IBM PC の開発は、マイクロコンピュータを生産する会社として 4 回目の試みであった。以前のすべての試みは失敗していた。PC は 11 人の小さな開発チームを伴った、フロリダ州 Boca Raton にある小さな会社の活動で開発された。開発には、非常に起業家的なアプローチが使われた。チームは、プロジェクトを完了するのに 1 年間という厳しい時間的制約のもとにあった。

開発は、多くのコンピュータの達人やマーケティングコンサルタントを訪問する開発チームを含む、詳細な市場調査を含んでいた。これは、伝統的な「IBM スタイル」とは非常に異なる方法で運営された。社内のすべてを設計し作る企業の通常の実践とは逆に、この場合は、重要な専門知識と構成要素が購入された。例えば、チームは、ソフトウェアを設計するための少数のソフトウェア開発者が関与しており、その中央処理装置（CPU）もまた、他の場所で設計された。価格性能バランスとニッチなターゲット市場を慎重に確立することで、製品の市場参入戦略に、細心の注意が払われた。（コンピュータのコストは 3270 ドルであることだった）

IBM PC は、新製品として大成功だった。これは、1981 年に市場投入され、PC 市場の 40 パーセントを獲得し、1983 に 538,000 台そして 1984 年に 1,375,000 台の売上を達成した。生産能力が製品の需要に追いつくとすぐに、IBM はそのパソコンの価格を 23 パーセント値下げした。こうした措置は、高い生産量が学習曲線と規模の経済を生むことによって実行可能であり、それによって、高い利益率を可能にした。値下げは、市場シェアを増加させ、より小規模の生産能力を持つ模倣者を抑止することを目的とした。



しかしながら、IBM PC Junior（その後開発された）は、新製品として失敗だった。それは 1 万人以上の従業員をともなった、Boca Raton での大きな事業に成長していたところで、開発された。起業家的

規範は、製品設計とマーケティングチームの社内の複雑な組織構造と、開発のための官僚的なアプローチに置き換えられた。設計仕様を確立するための基礎として、市場との連携はほとんどなく、そして外部の専門家との相談もごくわずかであった。この **Junior** は、明確化されたユーザー要求に基づいたものではなく、成功した **IBM PC** との競合を回避するように設計された。

その「玩具のような」キーボードは、ワープロ（主要なオフィス用アプリケーションであった）には全く適しておらず、家庭用市場としてはコストが高すぎた（最も売れていた **Commodore 64** の 200 ドルに比べ 1000 ドルで販売された）。それはまた、市場の上限機種とは競争できないことを示した限られたメモリを持っていた。その結果、**Junior** は「魚も鳥でもない」ものだった、非常にわずかな機器が販売された。その後、**IBM** は、従来のレイアウトを持った、**Junior** 用のオプションのタイプライターのキーボードを投入し、128,000 バイトから 256,000 バイトにそのメモリを拡張し、既存のモデルの価格を値下げした。これらの取り組みはいずれも、製品を救わなかった、最終的には、市場から撤退した。



新製品として、**PC** は成功したが **Junior** は失敗だった。市場志向、起業家精神と、**PC** の開発を特徴づけた外部からの投入を統合するための心構えは、**Junior** の開発に継承されていなかった。しかし、全体として、**IBM** の **PC** の開発の効果は何であったのか。**PC** で開発チームで使用されるソフトウェアの供給者は、**Microsoft** であったし、チップ・プロバイダーは、**Intel** だった。両社はその後、**PC** 市場の発展を決定付け、**IBM** よりも大きくなるよう成長している。**IBM** は、他社の独自の技術を使用して良い製品を開発した。

しかし、技術は **IBM** が保護可能ではなかった、**IBM PC** の売上は、**Compaq** や **Dell** など、同じ技術を使用している企業の **PC** のクローンの出現で崩壊した。それは初期のサプライヤーよりも良い仕事をすると考えられ、**Microsoft** と **Intel** との取得または契約上の制約を行う機会を逃したため、最終的には、**IBM** が失格した。1990 年までに **IBM** は、**PC** 市場の 10 パーセント未満を持つに至った。**IBM PC** は、メインフレーム以外の部分に移動させ、外部委託されたコンポーネントを使用する戦略を実現することが **IBM** を助け、これまでのところ、成功を収めた。必要なイノベーションプロセス（**IP**）を制御することに失敗したため、戦略的優位性は失われた。

プロジェクトが失敗する理由の一つは、それらの当初の予算化の方法にある。Box 7.5 は、予算を評価するために用いられる一つの主要な技法の欠点を説明している。

Box 7.5 神話的な人月数

多くの複雑で困難なプロジェクトは、遅れて、予算を上まわり達成されている。失敗のリストは長く、恥ずべきものである。建設産業では、全プロジェクトの 60 パーセント近くが、遅延あるいは予算を上回って達成された。大規模な軍事プロジェクトは、多くの場合、当初の構想と開始時に予想されたよりも 3 ～5 倍以上のコストがかかり、悪名高く予算オーバーである。英国では、20 の活動中の大規模な軍事プロジェクトは、2005 年の予算を 27 億ポンド上回っていると推定された。(NAO 2006) ソフトウェアプロジェクトも失敗に満ちている。失敗は、それがほぼ予測されているように広まっている。

Microsoft の Windows 後継の Vista は、予定より 5 年遅れで提供された。Apple は OS10 の後継の開発に何年も苦勞した。Booz Allen の一つの推定は、製品開発プロジェクトは首尾一貫して、かなりの程度で期間を過小評価していることを見つけ、それは、漸進的製品では 140～280%、重要な新製品では 350～600%であった。(Tidd、Bessant と Pavitt 2005 に引用された)

では、なぜプロジェクト・マネージャーは複雑なプロジェクトを実施するコストを正確に見積もることができないように見えるのか。楽観的予測を含むいくつかの理由がある。プロジェクトの完了後に、企業が価格を膨らませることができる、コスト・プラス・コンタクト。そのサポートをえられるよう同僚を説得するため、プロジェクトのコストを意図的に過小評価するプロジェクト・マネージャーの身勝手な行動。より甚だしく、より損失の大きな失敗につながる、失敗するプロジェクトに彼らの努力と支出を増やすことが、プロジェクト・マネージャーにとって一般的である。

基本的に、新しいものを開発するコストとタイミングを予測することは困難である。個人の日和見行動とは別に、複雑なプロジェクトを管理することがなぜ難しいかには、構造的な理由がある。プロジェクトは、多くの場合、「人月数」で計られる必要な作業量の見積もりに基づいている。その時間数は、それぞれの仕事を実行する「平均的」技能者を必要とする。この方法は一般的であるが、厳しい限界がある。1960 年代に IBM でプログラマーとして働いていた Fredrick Brooks は、ソフトウェア技術に関する著書で、人月数は「神話」とであると論じた。プロジェクト・マネジメントは、作業月数と人数は交換可能であるという考えに基づいていた。

さらに、プロジェクトの業務が、相互にコミュニケーションを持たない個人によって行うことができたときのみ、これは真実となる。多くの業務は、個人間で単純に分けあうこと、したがって独立して行うことができない。Brooks のコメントのように、「いかに多くの女性が割り当てられようとも、子供を生むのに 9 ヶ月かかる。」(Brooks 1995: 17) プロジェクトメンバー間のコミュニケーションは、プロジェクト業務の達成することが中心であり、したがって、業務は、予測、計画、管理するのが難しい方法で相互に結ばれている。Brooks は、プロジェクトに新しい人を追加する損失は、実際にその生産性が低下させることになることと示唆している。「より多くの人を追加すると、その場合短くではなく、スケジュールを長くする」(Brooks 1995: 19)

個人間のコミュニケーションのコストは、プロジェクトに関わる人々の数にともなって増える。この

説明は、「Brooks の法則」すなわち「遅れたソフトウェアプロジェクトに多くの人々を追加すると、さらに遅らせる」につながる。Brooks は、ソフトウェア技術における主要な問題の一つは、プログラママネージャが、デバッグのための十分な時間を当てられないことであることがわかった。Brooks は、ソフトウェアチームは小規模で親密に保たれており、そのプロジェクト活動は、作業者の明確な分担を厳密に文書化する必要がある、そしてプロジェクトチームのメンバー間の頻繁な状況報告がある必要があることを示唆している。

一般的に、プロジェクトチームは、不要な機能の追加を回避すること、あるいはプロジェクトの範囲を広げることで、本来のプロジェクトの完全性の維持と活発な実施を行う必要がある。彼はまた、ソフトウェアチームは、多くの場合、プロジェクトの設計において過小評価されている作業やデバッグに大きな時間を割く必要があり、プログラマーは、可能な限り既存のソフトウェアを再利用する機会を探すべきであることを推奨した。

現実的な予算とソフトウェア開発のための時間を要求し、最終的な成果への道に沿って失敗を活かし学ぶ、勇気を持つことを、プロジェクト・マネージャーに彼の研究は、呼びかけている。Brooks は、特にオブジェクト指向のプログラムを通じて、ソフトウェア開発の改善のための大きな可能性を見たが、複雑なプロジェクトを管理し完了させるプロジェクト・マネージャーの有効性について深く重大な不信が残っている。「ソフトウェアシステムは、おそらく人間が作るものの中で、最も難解で複雑（部分の種類の数の点で）である」ので、ソフトウェア技術の問題は継続することになる。(Brooks 1995: 250)

Brooks の研究は、1975 年の最初の出版以来、極めて強い影響力を持たれており、オープンソースと広いベータテストを含むソフトウェアの設計と開発に大きな変化を生むのに貢献してきた。また不確実性先にある問題、システム設計、プロジェクトの設計とマネジメントにおけるコミュニケーションをもたらし、実践の他の領域における具体化されたプロジェクト・マネジメントを支援してきた。複雑なプロジェクトは、まだ不確実性、楽観主義的開発者、および参加者間の複雑なコミュニケーション・パターンに直面しているため、プロジェクト・マネージャーは、測定が有益であるかどうかに関係なく、神話的人月数に魅了され続ける。

首尾のよい PSI の促進

PSI は相当の潜在的な優位性だけでなく、多くの困難があり、一般的に失敗する。そういうわけで、企業は、PSI を成功させるために何ができるのか。PSI は、情報を共有するためだけでなく、競争力の主要な源として、それを保護するために、創造的かつ管理されること、そして新たな技術の進歩を用いた、差別化された製品やサービスを作り出すだけでなく、既存の市場の需要に応えることが企業で必要となる。企業がそれに対処する難しさと PSI の複雑さは、この問題に多くの文献を誘っている。例えば、自動車産業に限ってみても、Womack、Jones と Roos (1990) そして Clar、Fujimoto (1991)などの 1990 年代の主要な研究では、新車の製造工程に関する多大な詳細な記述を生み出した。

成功した PSI の特徴の一つは、努力を続けていることである。自身の栄光に安心してしまうのは、常に賢明なものではない。ソフトウェア会社・id Software の継続的な革新的な努力が、Box 7.6 で説明されている。

Box 7.6 継続的イノベーション——id Software の事例

1991年にテキサス州の John Carmack と John Romero によって設立された id Software は、最も革新的で成功したコンピュータゲーム開発者の一人となっている。id Software は、人気のあるゲームの開発を担当し、Doom、Quake と Wolfenstein で、様々なプラットフォームで利用できる。1992年には、それは、first person shooters (FPS 一人称視点シューティングゲーム) を持つ、最初のゲームの Wolfenstein 3-D を開発した。ゲームは、ナチスと彼らの攻撃犬を殺すために、建物のあちこちを個人が進んでゆく任務のシリーズを含んでいた。

ゲームは、それがナチスのイメージを含んでいたため、ドイツで禁止され、その後に、ドイツ市場にも適応された。Wolfenstein 3-D は、レイトレーシングの一種である、レイキャスティングと呼ばれる技術に基づいた、3次元ゲーム用グラフィックスを使用する最初のゲームであった。レイトレーシングは、それからの光が他のオブジェクトに当たり、反射、屈折、および吸収を計算する画像を通して光線がたどる経路の追跡を含む、3-D 画像をレンダリングするための方法である。Wolfenstein 3-D のアプローチは、これまでの方法に比べて多くの優位性を持っていたが、背景オブジェクトの外観に質感と複雑さを欠き、生成された画像は、比較的単純なものであった。



この製品の成功を踏まえ、Doom は 1993 年に発売され、ゲーム業界に影響力を持つタイトルとなった。Doom は、暴力的な first person shooting (一人称視点シューティング) 形式と 3 次元グラフィックスを組み合わせ、友人と、そして友人に対してネットワーク経由でプレイできた。それはシェアウェアのファイルとして利用可能であり、1500 万人によって使用された。これは、ゲームプレイヤーのサブカルチャーや、マルチプレイヤートーナメントを生み出すのを助けた。さらに、1994 年の Doom II と Hell on Earth、および 1996 年の Final Doom のリリースは、ゲームの人気を維持するのを助けた。2004 年、id Software は、オリジナルの Doom と同じ物語を使用しているが、最新のグラフィックパッケージを取り入れた、Doom 3 をリリースした。Doom の成功は、部分的にはバイナリ空間分割などのような、グラフィックにおける技術革新に基づいていた。

この方法は、デジタル・オブジェクトをレンダリング効率が向上し、高さが異なるオブジェクトを可能にし、完全なテクスチャーを有し、光のレベルを多様にし、ゲームのより豊かな環境を作成している。また、プレイヤーが暗いエリアに遭遇し、ゲーム空間内を移動するのを可能にしている。これらのイメージが動作するようにするために、id Software は、真の 3 次元空間ではなくフラット 2-D エリアを使用した。このゲームは、新しいマップや武器などのような、独自の変更をロードすることで、ユーザーがゲーム内容を置き換えることができる、モジュラー構造を持っていた。

Doom の成功を収めた、id Software は、1996 年、first person shooter（一人称シューティングゲーム）形式での別のゲーム、Quake をリリースした。それは、Nine Inch Nails の Trent Reznor による挿入曲を含んだ、多くの技術革新を含んでいた。Quake は、真の 3 次元空間での最初のゲームであり、それはプレイヤーが動いていたように、その変化する背景光を確実にする、動的な光源を使用していた。これらの技術革新の多くは、PC のビデオカード技術で改善が可能になったものであった。

Quake は、サーフェスキャッシングと呼ばれる技術を組み込んだ。このアプローチは、見る人から独立して物体の表面を照明し、コンピュータのキャッシュに格納したプログラムを含んでいた。この手法は、ゲームが豊富なビジュアルイメージを提供しながら初期の Pentium コンピュータ上で迅速に動作することができた。Quake は、さらに QuakeWorld のと呼ばれるプレイヤーのコミュニティの創造につながる、ネットワーク上でのマルチプレイヤーゲームを可能にするための開発がその後に行われた。

id Software の成功は、その優れた技術と、ユーザーがゲームを変更できるようにする能力に基づいて構築された。この企業は、それらが「用意ができてい」るときに単独署名を信頼して、first person shooter（一人称シューティング）ゲームをリリースするという哲学を持っている。これらのゲームの成功は、ゲーム開発コミュニティのスーパースター John Carmack を生み出した。Carmack はロケット工学に移るために、Doom と Quake からの収益を使用しており、宇宙旅行事業を展開しようとしている。id Software の詳細については、Kushner 2003 を参照。

イノベーションは、サービス業よりもむしろ製造業で多いと、しばしば見なされている。しかしながら、Box 7.7（サービス業でのイノベーション、Citibank のケース）で示されているように、多くのサービス企業では、製造業におけるイノベーション管理に使用されるプロセスと実践が示されている。

Box 7.7 新サービスの開発：Citibank のケース

新製品の開発における優れた実践は、新しいサービスの開発にも適用される。Forbes Global 2000 によると、世界最古かつ最大の銀行の一つで、世界で最も収益性の高い金融サービス企業である、Citibank のケースで、これが明確に見られる。ここはフォーチュン 50 社の大企業の 44 社以上にサービスしている、金融分野での重要なプレーヤーである。Citibank は、極めて十分な資金力がある成功した会社であるが、間違いなく、イノベーションでの失敗を経験している。これらは、それらの複雑さを考えると避けられない、IT システムの難しさが含まれているが、その首尾のよいサービス開発手法は、新製品に関して見られた、組織的、技術的、そして戦略的な統合の特徴の多くを示している。

顧客満足度を向上させるために、Citibank は、そのサービス環境のために、製造業でのマネジメント・アプローチを調査し、応用した。処理時間、資金管理、および顧客のロイヤルティと満足度における、会社のクレームに大幅な改善をもたらす、サイクル時間の短縮や欠陥を検出するためのシックスシグマ法のような方法論は、権限が与えられたチームによって世界的に実施されている。Citibank は、全体でほぼ 1.6 兆ドルの資産、30 万弱の従業員と 100 カ国以上で 2 億人以上の顧客口座を持っている。そして、世界のクレジットカードの最大のプロバイダである。

その消費者金融部門の Citifinancial は、世界最大の消費者金融会社であり、個人向け銀行業務では、米国で三番目に大きい。クレジットカード、個人向け銀行業務、および消費者金融事業はともに、すべての利益の半分以上に寄与している、Citibank の「グローバル・コンシューマー・グループ」(GCG) を構成している。もし独立した会社であったならば、GCG は、まだ 13,000 ヶ所以上の顧客向け場所で運営され、そして 24 時間体制のインターネットおよび電話バンキングサービスを提供する、50 カ国以上で 20 万人の従業員を持つ、世界で最も収益性の高い企業トップ 10 になるはずである。

銀行業務は、多くの大規模プレイヤーが、同様の製品（預金やローン）を提供している業界である。ブランドや組織間の差別化の主要な方法は、顧客サービスと、それを促進する技術の理解を介している。Citibank の事業戦略は、金融サービスで起きている変化、特に仮想銀行の出現や電子商取引の優位性を得るための、技術ベースの製品およびサービスの使用を必要としている。

この会社とその前身の組織は、ビジネスサイクルの緩和と収益の不安定性を無くすために、多くの種類の金融会社を複合化する「多様な金融サービス・ビジネスモデル」を使用した。しかし、Citibank の焦点は、より本質的な収益成長に向けて変更されている。これは多くの買収や利益を上げるためだけのコスト削減に焦点を当てるよりむしろ、よりも多くの製品を販売することである。Citibank は、本質的成長を推進し、一連の買収によって生み出された相乗効果を活用する「イノベーション推進者モデル」を使用している。(Tucker 2003)

その努力は、そのプロセスを促進するフルタイムの「イノベーション推進者」と協力する、地域統括役員が主導している。多くの新しいアイデアは、顧客との構造化された「着想」会議から来ている。

イノベーション推進者は、定期的なアイデアを検討するために、地域での権限が与えられた、上級幹部の組織横断グループの「マグネットチーム」と緊密に連携している。イノベーション推進者モデルは成功を収めていたので、あるアジアの国ではマグネットチームが毎週開催され、トリニダードでは、マグネットチームが総収入の 30 パーセントの責任を負った。(Tucker 2003) 同社は、新たな送金サービスから非接触型支払いシステムまで、いくつかのイノベーションに関して、継続的に努力している。

Citibank は、その開発の特許を取得している。1991 年から 2003 年に 81 件の特許を持っており、そのうち 54 件は、一般に「ビジネスメソッド」クラスまたは「コンピュータに実装されたビジネスメソッドクラス」と呼ばれる、米国特許分類でクラス 705 の特許であった。Citibank は、ビジネスメソッドの特許取得企業トップ 10 に入っていないが、その特許は、彼らの技術的重要性、高い価値、およびライセンスされる機会を示す、多くの使用がなされている。(Wu 2005)

e-Citi は、コンテンツの作成、配信チャネルの拡張、取引のカスタマイズのために、インターネットや新しい技術の優位性を得ることによって、顧客のための電子金融サービスや電子商取引ソリューションを開拓するため、1997 年に作られたビジネス・ユニットである。Citibank は、2012 年までに 10 億人の顧客にする、その顧客基盤を 10 倍に高めるための大胆な計画と、請求書、株式売買、携帯電話や PDA のアクセス料金を支払うために、グローバルな顧客が道具とするのを助ける、ワイヤレスの銀行のような、イノベーション・プロジェクトを持っている。デジタルテレビが、この計画の中心である。

Citibank の他の取り組みは、2006 年にシンガポールで世界初の生体認証クレジット決済ソリューションを発売が含まれている。携帯電話で可能な近距離無線通信 (NFC) を介して行わる「tap and go (軽く叩いて進む)」支払いより、スピードと利便性とセキュリティを顧客に提供する「非接触」支払プログラムの MasterCard PayPass。デビットカードの顧客、最終的にはクレジットカードの顧客のため、そ

してイノベーションを先導する、リアルタイムの人から人へのモバイル決済サービス、MasterCard PayPass ベースのキーホルダー型個人認証装置を 2007 年に導入。

Citibank は、長年にわたって技術革新の評判を構築することに成功してきた。2005 年、アメリカで 2,225 人の技術者を雇用している。顧客の使い心地における技術の重要な役割は、密接に協力する、北米および国際ビジネスの両者のための技術運用（O & T）担当責任者の創出につながった。その革新性の例としては、同社が現金自動預け払い機（ATMs）の開発でリードしたことで見られる。

1999 年には、カリフォルニア州で「しゃべる」ATM をパイロットテストされている。しゃべる ATM の背後にある画面読み上げ技術は、Citibank がインターネットの在宅バンキングサービスの Direct Access で使われているものと同じ技術である。ATM への画面読み上げ技術の適用は、視覚障害の顧客とともに働く同社の努力の一環である。同社は、研修活動で広範にわたって技術を使用している。例えば、仮想教室の e ラーニングソリューションは、2001 年に英国で試行され、事業の他の分野に拡大し、そのスタッフが、最新の技術を実装するための知識と能力を持つことを確実にする、スキルの更新のために使用されている。

同社が技術にフォーカスした理由の一つは、グローバルオペレーションの複雑さである。そのグローバル取引サービス（GTS）は、毎日の資金量で 3 兆ドル以上を処理し、年間 10 億件以上の取引を処理している。GTS は、Citibank の 149 支店を相互に結びつけ、22 の異なった言語で顧客に提供されている、Web ベースのコーポレート・バンキング・プラットフォーム（CitiDirect Online Banking）で業界をリードしている。

技術はまた、インターネットで情報を配信する同社の戦略に不可欠なサポートである、セキュリティを支援する。2000 年には、Citibank Worldwide Security Services (WWSS) は、証券処理や会計システムのグローバルネットワークからの情報を統合する「Global Custody」データ倉庫を構築した。これは、世界中の顧客と従業員の両方でデータを利用できるようにする手段を提供する。また、それは統合されたデータ保管、情報システムニーズ、およびマネジメント情報のためのフレームワークを提供し、保有、取引、有価証券、外国為替、および企業活動情報を含む、顧客情報のための中央 repository（保管庫）である。

Citibank は、イノベーション戦略を監督する、イノベーション担当役員の Army Radin を、GCG に置いている。（Box 4.10 参照）彼女は、「革新的な製品やサービスのリーダーとして、Citigroup は、継続的に顧客の生活を楽しむ方法を探します。」と言っている。イノベーション担当役員の役割の一部は、所定の位置に適切な品質測定基準を置くことを目的とされた「イノベーション・イニシアチブ」である。Citibank は、新製品から派生した収益を測定するために使用したが、それは不十分と判断された。

特別タスクフォースは、進行状況を追跡に使用したり、バランス・スコアカードに統合されことができ、最終的には、シニアマネージャーの報酬に結びつけられた、より意味のある評価指標を考え出すよう命じられた。（Box 4.11 参照）チームは最終的に、次のものを含め 12 の主要指標にまとめた。イノベーションからの新たな収益、ある国または地域から他への製品の首尾のよい移転、パイプライン（および期待された新しい収益）での多くのあるいは何種類かのアイデア、および利益のためのアイデアからの時間など。

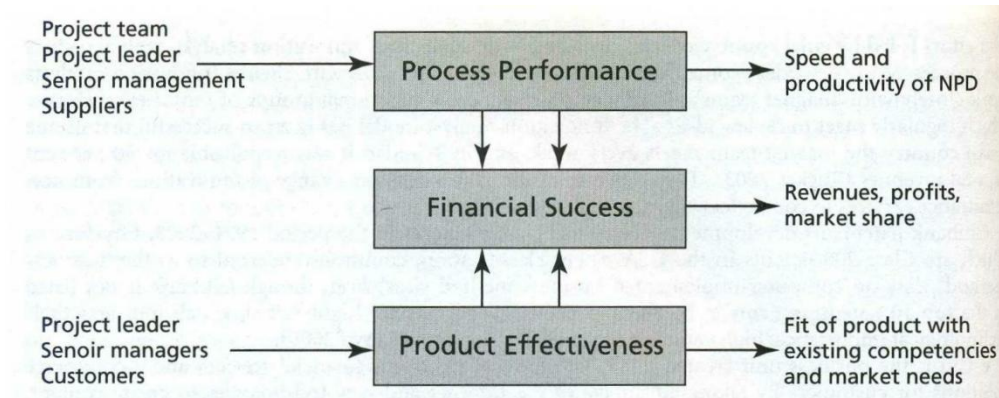


図 7.2 新製品のパフォーマンスのモデル

出典：Brown and Eisenhardt 1995

Brown と Eisenhardt (1995) のモデルが示すように (図 7.2 参照)、プロセスのパフォーマンス (企業が新しい製品やサービスの開発でいかに効率的か) と製品の有効性 (企業が、適切な製品やサービスを生み出している) を認識することが重要である。後者は、基本的に戦略的な問題であり、第 4 章で検討した。

このセクションの残りの部分は、内部組織の統合、人材マネジメントの問題、およびプロジェクト・マネジメントのツールや手法を含む、プロセスのパフォーマンスを向上させるこれらの要因、に焦点を当てている。

PSI のための内部的組織統合

PSI の密な組織的統合は、その成功に不可欠である。 PSI パフォーマンスの最適な国際的ベンチマークには、Toyota (その実践が世界中で見習われている) や Sony のような日本の自動車やエレクトロニクス企業や、シリコンバレーでのものに代表される小規模な米国のハイテク企業、およびそれ自身が起業家的活動を奨励するための組織構造を持つ、3M などの大企業が含まれる。

大規模な日本の企業の PSI のプロセスと、小さいハイテク企業で見られるそのモデルには類似性がある。これらには、熱心に相互に作用し合い、取り組んでいる比較的小さなグループに、PSI が焦点を当てている状況が含まれる。この組織モデルは、情報共有と良好なコミュニケーションに特に資するものである。組織のこの形態には、新製品やサービスのコンカレント・エンジニアリング・チームの機能的統合が含まれている。1980 年代に、Imai、Nonaka と Takeuchi (1988) は、順次関与するようになる、それぞれの職務 (マーケティング、研究開発、製造) をともなう、西欧の新製品開発を記述するために、1 人の走者が、次の走者に「バトンを渡す」、リレーレースの例えを用いた。

これとは対照的に、彼らは、同じ目標を達成しようと同時に異なった能力を持つ様々な職務をとこなう、日本の新製品の開発を記述するために、ラグビーの試合の例えを用いている。ラグビーは非常に異なる体型や身体能力を持つ、広範な選手を集め、彼らはフィールドでボールを取るための集合的責任が

ある。コンカレントエンジニアリングは、その使用を通じて、新製品の開発時間を大幅に削減している、HP のような企業を含め、米国の企業で、現在一般的に実践されている。

効率的な経営と組織統合は、報告経路の最小化と研究開発、運用、およびマーケティングの間に、多機能化と部門横断的結びつきの促進が含まれている。日本で見られるフラットな、有機的組織構造の使用には、多くの優位性があるが、これらの構造は他の国の官僚的組織の大企業に異議を持ち、非常に異なっている。しかし、日本の新製品開発プロセスの成功は、他の世界で見習われることにつながっており (Lester 1998)、多くの欧米企業 (例えば、DuPont、Siemens、BMW そして Motorola) は、コンカレント・エンジニアリングの原則を採用している。例えば、Boeing は、777 の開発において、組織的な統合のメリットを享受するために「Working Together (一緒に作業する)」という新しい哲学を開発した。

Lockheed は、大企業の官僚主義的トラップを回避し、新製品開発プロセスを密に統合化する、the Skunk Works (スカンクワークス) として、よく知られた方法を開発した。(Box 7.8 参照)

Box 7.8 ロッキードのスカンクワークス

ロサンゼルスで 1943 年に設立された、Lockheed の Skunk Works は、20 世紀で主要な軍用機の開発および製造業者の一つであった。Skunk Works は、3 つの象徴的な冷戦時代の飛行機である、U2 の爆撃機、SR-71 あるいは Blackbird、F-117 Flying Hawk あるいはステルス戦闘機を設計し製造した。Lockheed の Skunk Works は、製品開発のための専用の独立した施設の優位性を前面に押し出した。

Lockheed の Skunk Works は、臭いプラスチック工場に隣接した、サーカスのテントを最初に拠点とされたため、その名前を得ることになった。人気の Lil Abner の漫画にある、屋外にちなんで名付けられた、「Skonk Works」と、ここはもともとと呼ばれていた。しかし、漫画の出版社から著作権侵害について連絡された後、1960 年代にロッキードが商標登録し、著作権を持つ名前の、Skunk Works にその名前を変更した。

がんばり屋で才気あるエンジニアの Kelly Johnson が率いる、Skunk Works は、冷戦中にソ連より米国に決定的な優位性を与える、新世代の飛行機の開発に焦点を当てた。Skunk Works が開発した最初の飛行機は、P80 Lightning で、プロペラを持つ、最初の米国製のジェット戦闘機だった。それは、たった 143 日間の突貫プログラムで設計、生産された後、1945 年に太平洋の上空での運航に入った。

プロジェクトを起して実施するのに、Johnson は、Lockheed の内部から、エンジニアやメカニックの小さなチームを募集した。その飛行機は、Lockheed の他の部分とほとんど、あるいはまったく接触無しに、最高の秘密の下に余裕のない予算で設計された。このアプローチは、「迅速に、寡黙に、時間通りに」の Skunk Works の戦略に組み込まれた。チームは、スピードとコスト削減のために、既存のコンポーネントを組み立てる Skunk Works の実践や、他の既存の飛行機の部品を取り込んだ。

最も成功した初期の Skunk Works プロジェクトの一つは、1955 年に運用可能になった U2 だった。ソ連の核戦力への深い理解を得るために、ソ連の領土に侵入し、地上設備の写真を撮ることができる高高度飛行機を、設計し製造そして運用するために、CIA は、Skunk Works に秘密のプログラムの資金を提供した。その時、米国は、ソ連で開発された「ミサイルギャップ」がいつそう心配していた。

U2 はソ連のレーダーとそのジェット戦闘機の飛行範囲を超える 70,000 フィートで飛行するように設

計された。これは、軽量化のためアルミ製の長い優雅な翼を持つ軽量の飛行機だった。Polaroid と協力して、カメラが飛行経路下の 200 マイル幅の土地の詳細な写真を撮るために開発された。通常の航空機の燃料が凍結したり、高高度で沸騰するために、新燃料が開発されなければならなかった。Shell は、特別な低揮発石油燃料（同様の化合物に基づいていた殺虫スプレーの 1955 年の米国での不足につながった）を開発した。

それから 5 年間以上、U2 はソ連の上を何度も飛び、ソ連の指導者たちの怒りを誘発した。最後には、ソ連は対抗策を開発し、1960 年に Gary Powers が操縦する U2 を撃墜した。U2 はその後、中国、北朝鮮、キューバ上空を飛行し、長年にわたって運航が続いた。1962 年のキューバ危機は、島でのソ連のミサイル施設の上空を、U2 の飛行によって引き起こされた。

1960 年代半ばには、Skunk Works は次世代の偵察機の SR-71 あるいは Blackbird を開発した。この飛行機は地上 85000 フィートをマッハ 3.2 で飛行する、真に革命的なものであった。その建造には、新素材や電子システムの開発を必要としており、Skunk Works チームにとって大きなチャレンジであった。アルミニウムは 300 度でその構造的完全性を失い、新たな航空エンジンがフル運転パワーで 1200 度の温度を発生するため、新たな材料が必要とされた。Skunk Works チームは、航空機に初めてのチタンを使用することにした。しかし、米国ベースにしたサプライヤだけでは、チタンを大量に製造することができなかった。

チタンを切削、穴あけ、成形する、市場で利用可能なツールはなかった。最終的に、CIA はソ連からの秘密のチャンネルを通じて、チタンを入手した。材料を成形するためのツールを開発するのは、より困難であった。チタンは、他の物質との接触による腐食に極めて敏感である。塩素の落下は、他の材料での酸と同じ腐食性のパワーを持っているので、通常の水道水の一滴は、チタン部品を台無しにする可能性がある。その結果、Skunk Works は、チタンを使用するのに適した、新たなツールを開発するのに数百万ドルを費やす必要があった。また、高温をとまなうため、通常の航空電子コントロールは、作動しなかった。

チームは、電子システムの全く新しいセットを開発しなければならなかった。アスベストを混ぜた特殊なコーティングを使用して、エンジニアは、ステルス技術を最初に使用する、レーダーでの飛行機の識別特性を偽装することができた。Blackbird は、ベトナムで 1964 年に運航を始め、最終的にはミサイルや爆弾を搭載された。これは、さまざまな地上目標の詳細な写真画像を提供し、そして現代の軍事技術を使用して撃墜することは不可能であった。これは 63 分でロサンゼルスからワシントンに飛行する、スピード世界記録を樹立した。これは、1990 年まで運航を続け、その運航期間中に敵の戦闘機によって撃墜されていない、米空軍の歴史の中で唯一の飛行機である。

1975 年に、Skunk Works の技術者は、レーダーでのさまざまなフラット形状の識別特性を計算する新しい計算式を含んだ、ロシアの科学者の科学論文を読んだ。この情報は、Skunk Works チームが、どんな 2 次元形状のレーダーの識別特性を計算するためのソフトウェア・プログラムを作成することを可能にした。この情報を使用して、チームはダイヤモンドに似た、完全にフラット三角形断面に基づいた、航空機の設計に着手した。形状が正しかった場合は、従来のレーダーで「見えない」ようになる。これは、F-117 Night Hawk あるいはステルス戦闘爆撃機の誕生であった。木製のプロトタイプを使用して、Skunk Works のエンジニアは、この形状が、小さな無人機よりも、レーダーに 1000 倍も目立たないことが実証することができた。

この大きな進歩に基づいて、Lockheed は 2 機の実験的航空機を造るための、1976 年の契約が与えられた。米空軍の信じないといった極端な懐疑論を克服するために、試作品を再テストするために MIT の教授に送ることを必要とした。そのプロジェクトは、「やみ」であった。つまり、最高レベルのセキュリティで覆われている。いつものように、Skunk Works チームは、過去の航空機からの部品を取り込むよう、すぐに働いた。ステルス戦闘爆撃機は、1977 年 12 月に処女試験飛行を行った。米国のレーダー施設に対するプロトタイプ飛行の成功は、ステルス戦闘機や爆撃機の 2 編隊を発注するようカーター政権を納得させた。これは、防衛手段のための新たな問題を生みだし、Skunk Works の急速な拡大につながった。

1980 年代初頭には、軍用、航空宇宙産業の拡大が見られ、Skunk Works は、熟練労働者を募集するのが困難でことがわかった。拡大は、高くつく危険な欠陥につながり、生産品質を低下させた。飛行機は一年遅れて滑空し、そして生産モデル F-117 Night Hawk の最初のテスト飛行は、1981 年 7 月 18 日に行われた。ステルス戦闘爆撃機は、60 億ドルの売上を産み、Lockheed に大きな増加を提供した。レーダー施設と対空ミサイル発射のような、高度な防衛目標に対して、早期に空爆するために、敵の領空に侵入するように設計された。これは無難に、イラクの領空や爆撃目標に進入し、第一次湾岸戦争の際に 1991 年の行動に入れた。ステルス飛行機は 1 機 4300 万ドルであった。

軍事関連で、広範な教訓をつかんだが、すべての 3 つのプロジェクトは、こうした首尾のよいイノベーターの Skunk Works を作ったものの特性を示している。第 1 に、Skunk Works の技術者は、CIA やハイレベルな政治関係者などのような、顧客の心の中にある主要な問題の解決に焦点を当てた。彼らの敵についての新たな情報を得て、それらを可能にする技術を作成することによって、彼らは、一つの世代の米軍と行政職員の信頼を確保することができた。この信頼は、将来のリスクの高いプロジェクトの支援を確保するために不可欠であった。第 2 に、Skunk Works は、そのユニークな製品開発文化を生んだ、Kelly Johnson の「14 ルール」の下で運営された。

これらには、独立性の維持、小規模なプロジェクト・チーム、高度なセキュリティ、限定された事務管理、厳格なコスト管理、顧客と Skunk Works との間の絶対的な信頼、限られた部外者のアクセス、およびパフォーマンスと関係する個々の賃金、監督人々のなさが含まれた。これらのルールは、創意に富んだ問題解決または「skunking（相手を完敗させる）」の強力な内部文化によってもたらされた。さらにこれに加え、一方の手で機械工と、他方の手でテストパイロットと協力して働くエンジニアをともなった、設計、製造、テスト活動の中で緊密な統合があった。

自己反省と経済的自立のこのレベルは、第 4 章で説明した、多くのオープンで協力的な実践と逆のものであるが、それらは Lockheed の状況に非常に有効であることが証明された。第三に、Skunk Works プロジェクトが、実験のために、そしてそこから学ぶために使用できるモデルを活用し、低コストで開発する、プロトタイピングに基づいて取り組んだ。すべての Skunk Works プロジェクトが成功したわけではない。水素駆動飛行機を開発する試みは、大失敗だった、そのステルスボート（the Sea Shadow）の作業用プロトタイプが作られたが、それは海軍の要求条件を満たしてなかった。Skunk Works の成功は、製品開発のためにこの組織形態を採用するよう、Lockheed の競合他社を含む他の企業を導いた。

これらの教訓の軍事的状況は、認識される必要がある。同社は、一般の営業の状況は異なって、極端な政治的パラノイア期間と実際の戦争の期間の間で運営されていた。それは、人々と財産を監視と破壊に効果的な製品を設計することであった。

いくつかの状況ではいまだ、高品質で革新的な製品の迅速な、設計、生産、および運用を確実にするための強力なモデルのままである。フォーミュラ 1 レーシングチームといくつかの自動車メーカー、たとえば、BMW のデザイン責任者 Chris Bangle は、不利なコメントから彼らを保護し、外の世界での早期のリリースから新しいアイデアを遮蔽するために、彼のデザインチームを周りに「要塞」を作り、同様のアプローチを使用している。(Bangle 2001)

このケースは、知識と技術のグローバルな性質に、いくつかの見識を提供している。Lockheed は、冷戦のこの期間の米国の敵である、ロシアからステルス爆撃機で遅れた科学と Blackbird ためのチタンを取り入れた。

出典：Rich と Janos (1994)。Skunk Works の詳細、Kelly Johnson の 14 のルールについては、www.lockheedmartin.com を参照。

3M は、同社のビジョン宣言を実現するさまざまな種類の製品の開発のためにさまざまな組織構造を使用している。「世界で最も革新的な企業であり、そして好ましいサプライヤーであること」(Box 7.9 参照) PSI 開発の同社の考えは、顧客が望まない製品を開発する企業、顧客が求める新製品を開発する企業、そして顧客が自分が欲しいのかわからない製品を開発する企業の違いを区別する、Prahalad と Hamel (1994) のそれに続く。

顧客が求める製品を開発するために、3M は、低リスク／低失敗特性を持つ、規律の高レベル、正確なスケジュール、および通常は大規模なチームの組織構造を使用する。顧客が自分が欲しいのかわからない製品を開発する、新しい技術を開発するために、3M は、前述した「15 パーセントルール」によって推進された高リスク／高失敗特性で運営し、わずかなマネジメントの関与で、創造的な人を使用する。

首尾のよい PSI は、ほとんどの場合、マーケティング機能との緊密な統合が必要である。首尾のよい革新的な企業は、ユーザーのニーズを満足させること、そしてユニークな利点、高品質、魅力的な価格、または革新的な機能のような、製品の優位性を生み出すことに重点を置いた、強力な市場志向を持っている。(一般的には、重点が、技術の新規性よりも経済的利益に置かれたとき、新しい製品やサービスが成功する。) 市場からの上質な情報は、これらのユーザーのニーズを理解するために不可欠である。(第 5 章を参照)

例えば、価格／品質／納期のバランス感覚において、購入者の行動や顧客の購買決定プロセスを理解することが重要である。いくつかの企業は、早期の明確な態度の採用者を認識する標的型販売戦略を持っている。——販売学文献で引用されている、Rogers' Innovators。(第 3 章を参照) 先導的ユーザーや厳しい顧客は、製品の差別化につながる、明確な仕様に設計上の選択を集中するような方法で、その性能と機能要件を明確にすることができるので、彼らは、支配的なデザインを生成するのに、特に重要で影響力があることになる。(第 5 章を参照)

顧客への注目度は、以下に示す方法で、優れた品質と価値で顧客満足にする 3M の主要な企業価値の一つに見られる。

- ・彼らの顧客の要求条件と選好に一致した、最高品質の製品とサービスを提供する。
- ・すべての取引のすべての面で彼らの顧客を満足させる。
- ・彼らの顧客の暮らしを楽しみ、より良いものにする革新的な方法を見つける。

PSI のための外部的コーディネーション

顧客が、PSI の開発に関与している場合、彼らは開発チームに厳しい要求条件を役立つように提起することができる。要求の厳しい顧客が、通常、良いデザインを生み出す。Rolls Royce は、例えば、その最も成功した航空エンジンの一つである RB211 の成功を Boeing の厳しい要件に帰するものとした。(Gardiner と Rothwell 1985) 商品やサービスが購入された後に、顧客とのリンクが継続する。効率的なアフターサービスは、顧客の幸せを維持するだけでなく、販売、サービススタッフが今後の改善に関する情報の主要な供給源になること可能にする。

一流シェフよりもより厳しい顧客を想像することは困難である。Box 7.10 は、新製品を開発するために、先導的な国際的シェフと一緒に作業した会社の例を示している。

事業ドメインの統合も重要である。革新的な企業における、このドメインは、顧客の要求の変化に対応するための、品質管理、目標に合致する一貫性、および柔軟な生産工程への大きな配慮をともなって、高品質で十分に計画された生産・納品工程を提供する。(第 8 章を参照) 革新的な企業は、製品、サービス、およびプロセス開発の間には密接な積極的なリンクがある。

Box 7.9 マーケティング部門のみから聞く危険性： Post-it note

すべての企業は、企業イベントの「戦記物語」を持っており、個人は、物事が起こったかの独自の選択記憶を持っている。これらの条件ともに、これは、関係した鍵となる担当者に関連する、3M の Post-it note の開発顛末記である。

Post-it note の主要なイノベーションは、巧妙な、非粘着性の接着剤である。1970 年、3M の一つの研究所の研究者である Spencer Silver は、新たな、強力な接着剤を開発するためのプロジェクトに取り組んでいた。瞬間接着剤を生み出す代わりに、一つのプロトタイプは、3M の既存製品よりも弱かった、さらにその上、それは他の対象物に貼り付き、そして簡単に剥がすことができるように見えた。当初、開発チームは、この接着剤を使用する最善の方法を知らなかった、そして人々がメモ用紙を貼れるよう、掲示板の表面にこの接着剤を塗った。

その 4 年後、別の 3M の科学者、Arthur Fry は、教会の聖歌隊で歌っていた時、脱落する彼の賛美歌の本の中の付箋を脱落しないようにする解決策を考えていて、Silver の結果を思い出した。Fry は付箋に、

いくつかの Silver の接着剤を試してみた。ボード上に接着剤を付けて実験した後、小さなメモ用紙に接着剤を付けるアイデアが、最終的に生まれてきて、マーケティング部門へ提案された。市場調査を実施した後、マーケティング部門は、この製品は需要がないと言った。

開発チームは主張し続けたが、マーケティング部門はさらに 2 回のそのアイデアを拒否した。開発チーム内の誰かが 3M のトップ経営者のすべて秘書にプロトタイプのメモ用紙を送るというアイデアを持っていた。まもなくして、秘書はよりその在庫を求める電話をし始めてきた。開発チームは、マーケティング部門へ、その問い合わせを転送し、マーケティング部門はすぐに会社で何人かの最も影響力のある人々の中で要望があったことを知った。製品は、その後発売された。

マーケティング部門に却下されたもう一つの例は、ウォークマンの Sony の 300 の異なった Walkman のバージョンで提供されている。これらのバージョンは、マーケティング部門と協議して開発されたものではないが、製造され、どのモデルが売れるのか知るために調査された。(Hayes と Pisano 1994) こうしたケースは、しかし、例外的であり、より一般的に強力なマーケティング情報が、PSI プロセスにおいて必要とされる。

Box 7.10 クレソンでのイノベーション

Koppert Cress は、オランダの「greenhouse valley」の中心部のモンスターに位置する小さな専門食品会社である。ここは、世界中のレストランのためのクレソン、食用の花、スパイス、そして芳香ハーブを生産する、「architecture aromatique (芳香造り)」と呼ばれるサプライヤーである。ここは、紫蘇紫のような、新しい範囲のとっぴなカラフルなクレソンや、マスタード、チョコレート、レモンなどような風変わりな風味のクレソンを開発した。同社の製品は、スウェーデンから輸入した特殊用紙にセットされた種子を水耕で栽培されている。

Koppert Cress は、イノベーションに重点があり、毎年少なくとも 5 つの新しい品種のクレソンを開発しようとしている。その開発モデルは、「風味」、「色」、「健康」の原則に基づいている。過去には風味と色が特に重要であったが、今は健康がより重要なようになってきている。(クレソンは、いくつかのビタミンが含まれている) 同社は、非公式な文化を持ち、スタッフがリラックスして、楽しみを持って、新しいことを試すよう奨励することによって、この目標をサポートする。多くの中小企業のように、同社は大規模生産に移ることには関心がなく、ニッチサプライヤーにとどまりたいと考えている。

同社は、世界中で、特に、東京、ロンドン、ニューヨークのグルメレストランに、クレソンを販売している。典型的な顧客には、最も要求の厳しいユーザーが想像される、ミシュランシェフが星を付けたシェフが含まれている。高級レストランビジネスの世界は、非常に競争的なものであり、新規性が高く評価されている。スターシェフは、レシピや調理でそうであるように、食材で競争し、新しいエキサイティングな食材の取り入れは、レストランへの関心を刺激するのに役立つ。正式な食品市場に依存する代わりに、Koppert Cress は、高級レストランのガイドからシェフを特定し、そこに出向いてで製品を実演することにより、独自の需要を生み出している。

同社は、顧客に製品を直接供給しない。むしろ同社は、シェフに彼らの主要な納入業者の名前を尋ね、その後、その製品を入れることができる場所まで遡りし流通網をたどる。適切な供給者が位置する流通網内には、しばしば 5 つの分れたステップが含まれる。より多くのビジネスを得るために、流通業者や卸売業者は協力的である。それは物流要件を限定するので、このシステムは、Koppert にとって優位性を持っている。しかし、サプライチェーンの違った仲介者が手数料をそれぞれ課すので、最終的な顧客のための価格は、非常に高くなることがある。

革新的な食材を開発する課題の一つは、採用者を得て、それらを使用するレシピを見つけることである。新製品の消費を促進するために、Koppert Cress は、シェフがクレソンの新たな用途の開発とテストする完全なキッチンを持った実地施設の「Cressperience」を開発した。これは、より多くの色彩、香り、そして料理をより健康なものにする、シェフの欲望を満たす新製品を試みて考えられるようにする、ユーザー体験から学ぶ機会を提供する。

Koppert クレスの詳細については、www.koppertcress.nl で彼らのウェブサイトを参照。



Pisano と Wheelwright (1995: 93) が提起したように、「新しい製品と新しい製造プロセスの開発を同時にぬきんでることができるだけでなく、必要なことである」。新製品は、生産に適したもので設計されなければならない。すなわち、それらは可能な限り効率的かつ安価に生産、提供することが可能でなければならない。新たなポリマーのためにパイロットプラントを建設した、有名な英国の化学会社についての、一つの物語が流布している。

予期せぬ出来事の組み合わせの結果として、そのポリマーが、製造プラントを動かなくし、凝固した。生産技術者は、ポリマーを開発した科学者に連絡して、彼はあまりにも難儀な問題にあったことを知った。すっかり落ち着いて、エンジニアは、彼は問題を解決するためにどうしたのかを尋ねた。彼らはおそらく彼の答えを聞きたくはなかった。「私は試験管を壊しました。」

企業の開発とエンジニアリング活動、運営、マーケティング、および他のドメインとの間に密接な関係を持つことから多くの利点がある。物理的に製造拠点に位置する、エンジニアリング部門を持つことにより、技術者は運営に関する良好なレベルの実践的な知識が持てる。そして、その関係は、製品設計の責任者と「製造のためのデザイン」を確実にする、製造技術の責任者間の密接な情報の交流を促進する。

Pisano (1996) は、医薬品の場合、薬剤開発の初期段階での製造への配慮は、薬物の開発および市場での製品の最終的な成功の時間を短縮することができることを示した。Pisano は、製品がまだ開発されている間に、生産プロセスのために前もって企業が計画することを可能にする「実行する前の学習」として、製造と製品開発のこの統合に言及した。「実行する前の学習」への早期の投資は、薬が臨床試験段階を出て、商業的に販売された場合、製造工程上のコスト削減を助けることになる。

工場の作業員や本社のスタッフと連携する、PSI の取り組みと運営の間の緊密な接触の延長に、優位性がある。Ford は Taurus を設計した後、120 人の組立作業員が、200 台の車のプロトタイプを作るために集められた。彼らは、製造しやすくするための 700 件以上もの設計で改良点を提案した。同様に、統合された PSI 活動には、財務管理者を含める必要がある。財務チームは、研究開発や運営に貴重なアドバイスを提供することができ、およびプロジェクトの研究集約期間の計画で彼らが関与することに、優位性がある。基本的には、首尾のよい PSI は、企業活動のすべてのレベルにわたる一貫性と整合性が必要である。Clark と Fujimoto (1991 : 7) は、次のように述べた。

製品開発で傑出した企業が選ぶと思われるものは、組織構造、技術的なスキル、問題解決のプロセス、文化、そして戦略を含め、トータルな開発システムでの、一貫性ある全体的なパターンである。この一貫性と整合性は、広範な原則とシステムの構成だけでなく、その作業レベルの詳細にもある。

モジュール性、製品ファミリー、およびプラットフォーム

PSI の研究は、コア技術を構築し、変化する顧客の要求に適応するための柔軟性を持つ、関連製品の「ファミリー」を持つことの価値を示している。「頑強 (ロバスト) 設計」(Rothwell と Gardiner 1988) から「製品プラットフォーム」(Meyer と Lehnerd 1997) にいたるまで、このような実践を記述するために、さまざまな用語が使用されている。

製品ファミリーの古典的なケースは、Rolls Royce の RB211 航空エンジンである。それは別の製品構成に「広がる」ことができるように、オリジナルのエンジンが設計された。エンジンは、パフォーマンスの向上（推力増加）、再定格（技術の進歩を活用）または低定格（燃費向上のための推力減少）することができた。Rolls Royce は、次の世代の「Trent」エンジンでは、さらに製品ファミリーのコンセプトを開発した。

Box 7.11 は、Walkman の製品ファミリーに対するソニーのアプローチの例を提供している。

Box 7.11 Sony Walkman の製品ファミリー

大成功を収めた Sony の Walkman は、その発売以来、継続して市場でのリーダーシップにつながっている、マネジメントの実践である、製品ファミリーのマネジメントの効果的なアプローチの例を提供している。Walkman は、ユーザーが移動中に個人的に選択した音楽を聞くことができるようするもので、1979 年 7 月 1 日に新発売された。これは、それ以来、継続的に進化し、Discman や Minidisc などのフォーマットを含め、現在の MP3 の機種を含む、Sony-Ericsson の携帯電話の機種に組み込まれている。ソニーは、発売から 1992 年の間で 1 億台を販売した。

Sony の戦略は、主要な新モデル「プラットフォーム」を生成する大規模なチームの努力から、既存の設計のマイナーな手直しにいたるまで、設計プロジェクトの賢明なミックスを採用することであった。終始、Sony は明確な市場セグメントへの目標モデルと、明確な設計目標にサブファミリーに集中する鍛錬された創造的なアプローチに従った。Sony は、フレキシブル製造への重要な投資だけでなく、機能と能力の継続的なイノベーションをともなった設計努力を維持した。まとめると、これらの活動で、Sony は、技術と市場の両方のリーダーシップを維持することができた。

Sanderson と Uzumeri (1995) の Walkman の研究に基づいて、彼らは、製品の漸進的改善での他のメーカーにも適用することができる、製品計画の 4 つの戦術があることを示唆している。

- ・ソニーは、大規模な数のモデルと、しばしば競争を先取りした開発、さまざまな集約的な製品戦略を追求した。
- ・新製品に関する意思決定を分権化した。設計チームは、機能横断的であった、そして直面している問題の性質と、それらが到達した（鍵となる米国の余暇市場のような）情報の質に応じて、変更は定期的に工業デザイナーやマーケティング担当者が主導した。
- ・漸進的変更を勧めるため、創造的な能力を活用することができるよう、企業は、賢明な方法で工業デザイナーを使った。
- ・ソニーは鍵となるモジュールとプラットフォームに基づいて、すべてのモデルを構築することにより、設計コストを最小限に抑えた。

共通および関連するコンポーネントの使用は、フレキシブル製造装置での同社の投資は、より長い期間にわたり償却することができた。



モジュール性と製品プラットフォームは、複雑な製品やシステムでは特に重要である。いくつかの関連した戦略は、モジュールやコンポーネントの設計および、複雑な製品やサービスへの統合を、管理する上で企業の助けとなるもので、過去 20 年以上前に出現している。これらの技術は、モジュールまたはサブ要素への Simon の (1996) 製品の分解に着目し、自動車から海上石油・ガスパラットフォーム、航空機の開発、および消費者向け電子機器の生産まで、多様な産業で使用されている。

例えば、エレクトロニクス業界は、相互接続されたサプライヤーの複雑なネットワークで、最終製品を組み立てる統合メーカー（例えば Toshiba、Sony、または Apple）にコンポーネントを供給し、他の企業の活動に依存している、コンポーネント（例えば DVD ドライブ）を供給する一つの会社の成功が示すような方法で進化してきた。これらの産業では、他の構成部品で起こっている技術変化をともなった、それらの特定のモジュールのイノベーションに企業がリンクすることができよう、設計戦略が必要である。

Cusumano と Gawer (2002) は、Intel、Microsoft、Nokia、Cisco、NTT と DoCoMo などの企業は、モジュールがいかに広範な産業で使用される可能性があるかに焦点を当て、特定のコンポーネントのための当面の技術仕様を越えて拡張するビジョンをともなった、内部の設計プロセスを調整するための戦略が必要であると述べている。コンポーネントデザインのイノベーションは、多くの場合、新しい方法で既存の技術を組み合わせ、新たな問題にそれらを適用することが含まれる。満足のいくソリューションを開発するために、企業は様々な技術や部品および、いかにそれらを組み合わせるかの深い知識を必要としている。(Staudenmayer、Tripsas と Tucci 2005)

複雑な製品やサービスの開発では、システムインテグレータは、全体的な設計プロセスを調整する。彼らは、異なった年代の技術で、新しいコンポーネント組み合わせ、異なるシステム間のインタフェースを定め、コンポーネントや技術を選択する。(Brusoni、Prencipe、および Pavitt 2001) 設計ルールは、システム分析とプロジェクト・マネジメントともなった設計上の決定を結ぶ、この調整を助けることを進化させてきた。(Eppinger ら 1994; Anderson、Pohl ら 1998; Eppinger 2001; Baldwin と Clark 2000)

コンポーネント間の関係性と他のものの一部との依存性は、多くの場合、構成サブシステムおよびそれらの相互作用、インターフェース、および互いの依存性のパターンを一覧表示、製品全体のシステムを示すマトリクスで表現される。しばしば依存構造マトリックスとして知られている、設計構造マトリックスは (DSM) は、そうしたツールの一例である。デザインは、情報集約的、繰り返しプロセスであり、多くの場合に結果は、プロセスが始まる前に特定することが困難であることが認められる。このようなツールは優先順位および関係性について合意に達した参加者を助けるためのフレームワークを提供する。これは、PSI の間じゅうに情報を引き出し共有することが貴重であることが証明され、それが設計によって付加価値を増加させることができる。(後述の設計についての考察を参照)

人的資源のマネジメントと PSI

ビジネスの成功は、人々が中心にあることを自明の理であり、そしてまた PSI にも適用される。前述の創造的な科学者や技術者に加えて、PSI は良い経営者を必要とする。本式のマネジメント手法は、平均的経営者のパフォーマンスを向上させることができるが、彼らは人と変化を管理するエキスパートである高品質な経営者に代わるものではない。特色のある、首尾一貫した、製品コンセプトのビジョンを明確化し伝達すること、そして意欲と創造性を奨励するために十分な自立性を付与することによって、「緻密なコントロール」を行使する、ダイナミックで開放的な経営者が必要とされている。(3M は後者を「経営者の寛容な態度」と呼んでいる。) PSI の成功は、多くの場合、戦略的な製品ビジョンと戦術的な問題解決の間での相対的バランスに依存しており、経営者はその両方を行うことができるようにする必要がある。

経営者は以下のものを含む、さまざまな活動に通じている必要がある。

- ・ チームを管理する。そのうちのいくつかは、非常に大規模な場合がある。例えば、Ford Taurus チームは、700 人強であった。
- ・ 明確なポリシーや技術的問題についてのガイダンスの確立する、そして技術／設計上の問題を調整する。
- ・ 他のドメイン、特に運営とマーケティングとの境界橋渡／伝達をする。
- ・ 「代表」であり、陳情活動する。
- ・ 資源や知的財産権を獲得、保護、管理する。
- ・ 「感動」を作り出す。
- ・ 経営トップおよび製品チャンピオンズとともに、新製品のための目標を明らかにし、「ビジョン」を作成する。

経営者はまた、トップマネジメントの参加と、イノベーションのための目に見える支援を確信している必要がある。熱心で強力なプロジェクト、または製品「チャンピオン」やスポンサー（重要な意思決定の責任、権限、および高い階層レベルをとまなう）の重要性を、研究は長く示してきている。(Rothwell ら 1974)

そのため、たとえば、Ford Taurus をデザインしたチームは、2 枚の鋼板をともに溶接するよりも、それによって溶接箇所と空気ノイズを低減し、高い剛性とぴったり納まるドアを生み出すことができる、1 枚の鋼板から車のボディを作りたいかった。製造部門は、原価 9000 万ドルの新しい 7000 トンプレスの価格で尻込みした。Taurus のチームは、最終的に、そのコストについての同社の会長の留保にもかかわらず、投資を行うために、彼を説得した。しかし、彼はこの新しい車を強く信じ、その原動力となった。

重要な人的資源マネジメント (HRM) の課題は、PSI に関与する関係者のマネジメント能力を向上させるために、人材育成や研修への参加を通じて、引き付けること、報酬と有能な管理職を保持すること

である。(Box 4.10 イノベーションディレクターの役割を参照)「高パフォーマンスな」HRM 実践への配慮が、大幅に企業レベルの革新性を形成することができるという証拠がある。1,884 社のデンマークの製造業とサービス企業の調査で、Laursen と Foss (2003) は、補足的な HRM 実践の束を採用した企業は、世界初のイノベーションを開発する可能性が高いことがわかった。これらの実践には次のようなものが含まれる。

- ・学際的ワークグループ
- ・QC サークル
- ・社員の提案を収集するためのシステム
- ・ジョブローテーションの計画
- ・責任の委任
- ・職能の統合
- ・パフォーマンスに関連した給与

これらは多くの場合、互いに組み合わせて使用され、これらはともにイノベーションを支援するための強力な職場を提供する。昇給やストックオプション（小さなハイテク企業の間で好まれる）を含む金銭的の報酬から、同僚の認識（3M とその権威ある Carlton Society Awards の例に見られる）に至るまで、優れたマネージャーを奨励するために利用可能なさまざまなインセンティブがある。ある段階で、英国の科学機器会社の Oxford Instruments は、新製品を開発したマネージャーを、関連企業として独立させ、そこの最高経営責任者（CEO）にして奨励した。

機能的かつ組織的な統合を確実にするメカニズムは、社内での OJT（実地訓練）やジョブローテーションが含まれている。ジョブローテーションは、不十分な強調であるが、PSI における非常に重要な人事管理の実践であり、ある程度、その役割を検討する価値がある。研究開発と運営間、そして基礎および応用研究の間の従業員の移転は、これらの活動を結びつけるための最も重要な手段である。(第 9 章を参照)

ジョブローテーションの実施は、新たな情報に対するスタッフの受け入れる意思を促進する。彼らは交替して他の人がそれらの部門に移動するので、スタッフは他の職務からきた同僚と一緒に動くことになる。これは、その部門や機能の専門外の人々と関係し、一緒に働くためのスタッフの心構えのレベルを改善する。この高い心構えは、一般的に、機能部門が少なく、スタッフにマルチスキルが必要である、中小企業にも、もちろん、適用される。日本の R&D 担当者は自分のキャリアが進むのにつれ、彼らは、企業の意思決定プロセスについて、あるいは商品の企画、制作、マーケティングについて学習し、さまざまな職務で動く。

PSI でのプロジェクト・マネジメント手法

厳格な計画と管理は、安定な複合体であり、比較的成熟した分野（たとえば自動車やコンピュータのほとんどの要素など）では必要不可欠であるが、学習と実験がより適している、不確実で動きの速い分野においては、それらは、おそらくそれほど重要ではない。イノベーションが大規模に、長期的に必要なで、複雑な一回限りのプロジェクトである、いくつかのプロジェクトベースのビジネスでは、学習を通じて計画と適応性の組み合わせに、厳密さが必要となる。しかし、すべてのイノベーション・プロジェクトは定期的な評価と先行審査や事前開発活動へのリソースの参加を必要とする。PSI で使われたプロジェクト・マネジメント・アプローチ（第4章の言葉づかいで「いかにそれを行うかのツール」）の2つの例が、次の Box 7.12 で説明されている。

Box 7.12 2つのプロジェクト・マネジメント手法：ステージゲートシステムと品質機能展開

ステージゲートシステム (Stage-gate systems)

1つのよく知られた評価のシステムは、Cooper (1993) によって開発され、Exxon Chemicals、Corning、Ericsson、Kodak、Carlsberg Breweries や P&G などの企業によって使用されたステージゲートシステムである。基本的には、新製品開発のさまざまな段階での意思決定を体系化している。次のものが含まれる。

- ・各段階での止まる (stop) / 進む (go) の意思決定
- ・各段階での増加された資源の参加
- ・（後続段階でのより地位の高い人をもとに）適切なスタッフによる評価
- ・どこにも属さない、公正な意思決定

Cooper の一般的なステージゲートのプロセスには 5 つの主要な段階がある。

- ・予備調査：迅速な審査とプロジェクトの範囲決定
- ・詳細な調査：プロジェクト定義、根拠、および計画を含めて、投資対効果検討書 (business case) につながる、より詳細な検討
- ・開発：新製品の実際のデザインと開発
- ・テストと検証：新製品、そのマーケティング、生産性を検証と実証するための、市場、研究所、およびプラントでのテストや試験
- ・フル生産と市場での発売：商業化、フル生産、マーケティング、および販売の開始

彼は、PSI の実際のプロセスの外に、他の二つの段階、発想と戦略立案を追加している。一般的なステージゲートのプロセスは、図 7.3 に示されている。

ゲートは、満たされる必要がある、確立された、必須で、望ましい基準であらかじめ定義されている。それらは、競合するプロジェクトをリソーシングのための健全な基盤を提供するという意義においてだ

けでなく、時には顧客に焦点を当てるよりも、技術的可能性によって駆動することができるプロセスに、継続的に統合されている市場投入を確実にすることにおいても、PSI のプロセスに貴重な規律をもたらす。

ステージゲートシステムの開発者の Bob Cooper は、利点が達成されているが、導入企業の約 40 パーセントが困難さを経験していると述べている。問題は、必要な規律のレベルを発揮させた実施にある。彼はまた、その効率を改善するために設計された、ステージゲートシステムの今後の発展にいくつかの見識を提供している。これらは、以下のものが含まれる。

- ・流動性。プロジェクトが一度に 2 つのステージが可能にすることにより、だんだんと、流動的システムが出てくる。そうすることで、リードタイムの短縮と全体のプロセスを加速する、第 2 ステージが完了する前に、第 3 ステージの主要な活動が始められる。
- ・柔軟性。ステージは、ゲートを取り壊し、結合されることもあり、特に低リスクのプロジェクトの場合は、活動／成果物が省略されることもある。Cooper が提起するように、「ステージゲートは、拘束衣ではなく、ロードマップでなければならない。」
- ・ファジィなゲート。従来のステージゲートプロセスでは、ゲートは開くか閉じるかのいずれかである。ファジィなゲートは、それらの間にさまざまな状態を呈することができる。つまり、特定のイベントの発生あるいは、情報が利用可能になることに応じて、不完全な情報（「条件付進め」）で、プロジェクトが次の段階に進むことができる。
- ・フォーカス。貧弱なプロジェクトの優先順位付け、あまりにも多くのプロジェクト、およびフォーカスの欠如の結果である製品開発を抱える問題の多くを、Cooper の研究は見つけている。彼が考えている答えは、いくつかの実施されたプロジェクトを調べ、その価値を最大に、適切なバランスを達成し、それらが事業戦略と結ぶことを、それらが重んじるよう検討する、効果的なポートフォリオ管理にある。(Cooper 1994; Cooper と Kleinschmidt 1996) ポートフォリオ・マネジメントとビジネス戦略と、ステージゲートシステムの連携におけるマネジメント課題は困難であり、多くの企業にとって継続的な問題である。

品質機能展開 (Quality Function Deployment)

品質機能展開 (QFD) は、設計パラメータと具体的な顧客の要件をリンクさせるための手法で、製品の品質を向上させるための日本の取り組みの一環として、1960 年に日本で出現した。(Clausing 1994; Smith と Reinertsen 1998; Ward ら 1995) このアプローチは、日本の自動車産業で使用され最初に成功し、総合的品質管理 (TQC) 運動の一部となった。QFD は、顧客の要件の定義から始まる。

それは顧客のアイデアや要件を構造化し、それらのニーズを満たす製品を生産するために、具体的な計画に翻訳するためのフレームワークを提供する。設計プロセスは、さまざまな方法を通じて「顧客の声」を捕捉することによって開始される。直接討議やインタビュー、アンケート調査、フォーカスグループ、顧客の仕様、観測、保証データ、およびフィールドレポート。このプロセスの中で集められたデータを要約し、「商品企画マトリックス」や「品質の家 (house of quality)」と呼ばれるもので表現される。

QFD は一般的に 3 の質問に焦点を当てている。

- ・ どの属性が、認知された顧客の要件を満たすために最も重要なのか？
- ・ どの設計パラメータが、これらの属性を達成する上で重要になるだろうか？
- ・ どの設計パラメータのターゲットが、新しい設計のための焦点になるべきか？

マトリックスは、新規または価値を増強させた製品の開発を通じて、いかに企業がこれらの要件を満たすことができるかに、顧客がハイレベルで言っていることが何であるかを翻訳するために設計チームによって使用される。この翻訳プロセスは、満たされる必要がある技術的特性のセットをもたらす。したがって、QFD は、市場が必要と思われるものについてのアイデアを構造化する、そしていかにこれらのアイデアを実体化するか、これを変換するためのフレームワークである。QFD は、設計に参加するために、それらのすべてを可能にする、企業内の技術とエンジニアリング部門におけるものと、マーケティングからの人々をリンクするためのメカニズムを提供する。

分野横断型チーム内での製品仕様に焦点を合わせ合意するのに、デザインが開発される際に、重要なデザインの特徴が省略されないことを確実にするのに、このアプローチは、最も有用である傾向にある。図 7.4 は、典型的な QFD マトリックス「品質の家 (house of quality)」を示す。Cambridge Institute for Manufacturing の、この例では、デザインチームは、詳細な分析のための 6 つの属性を特定した。これらには、速度、静かな動作、くっきりと正確な音、コスト、サイズ、および信頼性が含まれている。チームは、顧客の視点から各属性の相対的な重要性を表現するために重み付けを設定した。

次の段階は、これらの性能基準を満たすために、製品を有効にする、従って、顧客属性にそれらをリンクする、重要な設計パラメータを定義することを含んでいた。この例では、重要な設計パラメータには、歯の数、潤滑剤、歯の厚さ、および製造精度が含まれる。中央マトリックスの本体は、各セルに、設計パラメータと顧客属性間の可能なリンクを表し、完成された。レビューは、競合他社と比較された企業の既存製品の顧客の感覚で作られた、そして分析は、設計パラメータの中での相互関係の強さと方向を示し、マトリックスの「屋根」のセルに記入して完成させた。

さまざまなメカニズムは、PSI にスタッフを集中するために使用されることができる。おそらく最も劇的なものは、過去 4 年間で開発された製品からを、売上高の 30 パーセントにする 3M の戦略的な計画である。(Kanter、Kao そして Wiersema 1997) いくつかの日本と韓国企業はスタッフの注目を集中するために峠を構築している。したがって、たとえば、Canon は初めは「日本の優れた企業であること」というシンプルな戦略的な目標を持っていた。(これらのスローガンは日本で機器に焦点を合わせることが重要なものとしてふるまう。) すべての成果と測定値が、この目標を達成したことが示された時、ゴールポストは、その時点までなかった、「世界の優れた企業であること」に移された。彼らの目的を達成したことを受け入れることはなく、むしろ Canon のスタッフは、より高い目標でチャレンジした。韓国では、構築された峠は、企業での機器に焦点を合わせることが一般的に使用されている。(Kim 1997)

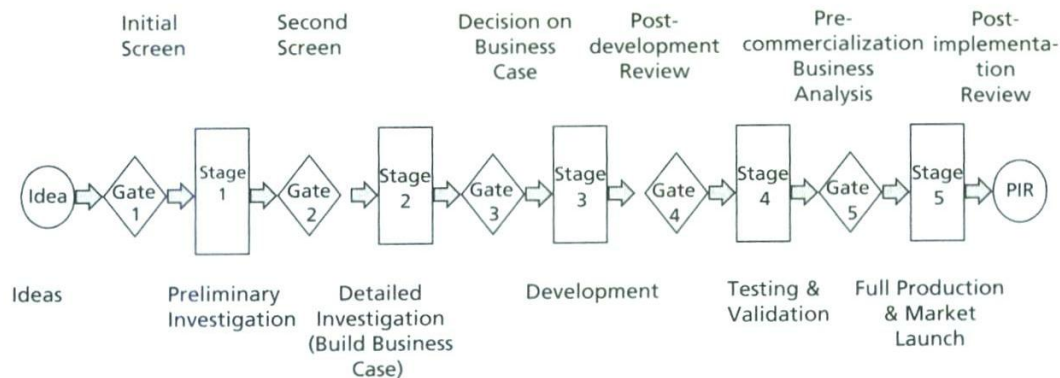


図 7.3 新製品のプロセスの一般的なステージゲート

出典：Cooper 1993

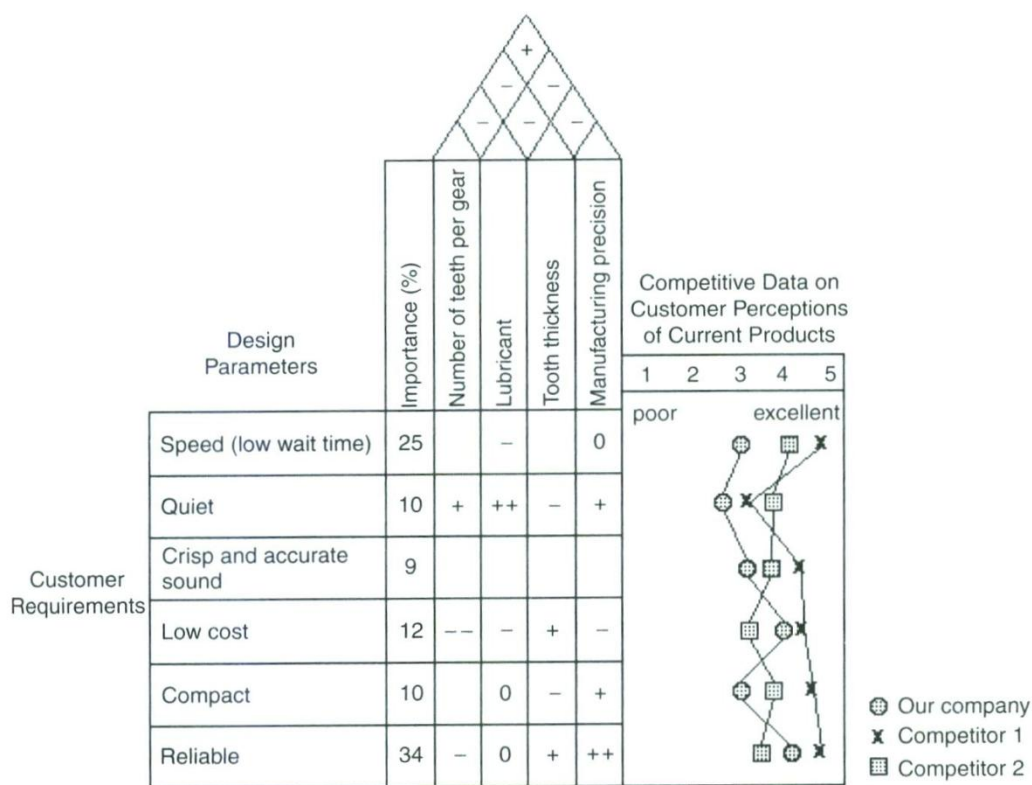


図 7.4 設計パラメータと顧客の要件を結ぶ代表的な QFD マトリクス

出典：品質機能展開 -IFM Cambridge

PSI におけるデザインの役割

デザインは、クリエイティブで実験的な活動、R&D、および問題解決の活動から生ずる可能なさまざまなオプションからの選択とアイデアの改良で作られている選択によるプロセスである。これは、新製品や新サービスの開発とアイデアの生成を結ぶ選択枝を作る反復法（iterative method）である。デザイ

ンには、想像力と創造性、製品またはサービスを生み出すために必要な代替オプションに関するビジョンと判断、そしてコスト、時間、品質の制約内で意思決定が含まれる。これらの決定は、三つの質問で表すことができる。

- ・われわれの予算内で、このアイデアを作る、または提供する、そして市場が負担できる価格でそれを販売することがわれわれは、できるか？
- ・時代遅れになる前に、あるいは競合者がそれらを得る前に、そのアイデアは、開発され、タイムリーに提供されることができるか？
- ・われわれは提供することができる品質は、顧客の要件と機能性と耐久性への市場の期待を満たせるのか？

デザインは、最終的な製品へのいくつかの機能の統合を中心に、PSI の重要な部分である。これらの機能には、最終的なオブジェクトやサービスの形を作成し、彼らの機能（個々にそして一緒に、それらの製造、配送、およびその美的インパクトのための計画）とコンポーネントの配置と構成が含まれる。デザインには、製品やサービスを保全され、提供される方法を作成することも含まれている。多くの場合、その廃止、リサイクル、または再利用も検討される。デザインは、上品で効率的な結果を確実にしながら、経済的枠組みの中でオプションとリスクを評価するが含まれている。（Rothwell と Gardiner 1983; Walsh 1996; Roy と Riedel 1997）

次のような、デザインのいくつかの異なる種類がある。

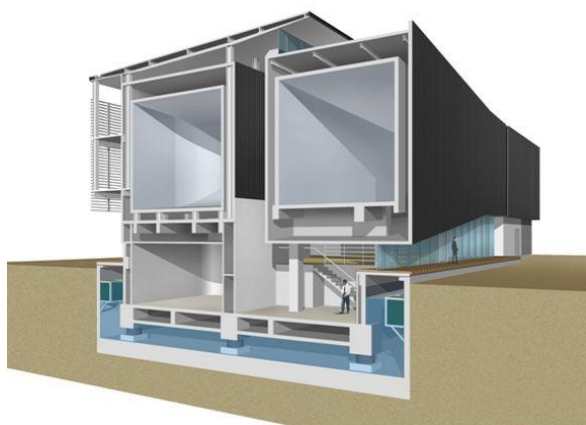
- ・工業デザインおよびエンジニアリング・デザイン：（電気、機械、構造などような広範囲な専門的なエンジニアリング活動を含む）特定の要件に対する機能および審美的なソリューションを開発する分野。
- ・生産設計：その製造方法およびそれを作るための製造と運用プロセスの開発および、その生産方法を最適化するような製品開発の分野。
- ・人間工学：製品の使いやすさに焦点を当てる。
- ・建築、空間および都市計画。

良いデザインは、多くの場合、プロセスが進化的であり、さまざまな専門分野（Vincenti 1990）が含まれている、制約のないそして不確実な出発点（Simon 1962）から来ており、時間をかけて開発している。製品やサービスについての知識は、Simon が呼んだ「満足化」または「十分に良い」の決定が受け入れられ、それは、多くの場合、単一の「完璧」な結果を期待するのが無益である、累積的開発の反復周期で出現している。

Box 7.13 デザインによる付加価値－日本の住宅産業

Shimizu は、研究開発投資への長い歴史とさまざまな専門的エンジニアリング能力を持つ、日本を代表する建設・エンジニアリング事業者の一つである。長年、地震が発生した場合に振動を制御するための技術ソリューションを開発してきた。制震システムでのその研究は「免震（seismic base isolators）」と杭頭部のための「ピン結合（pinned connections）」など、地震の影響から建物を遮断するための方法を生み出している。2002 年には、地震減衰システム（seismic damping system）を開発するための新しい 4 年間の研究プログラムに着手した。

これは、地震からの衝撃波を吸収するために、建物の周りに水堀の使用に帰着した。特別な浮き発泡製品が、水の表面上に衝撃波を低減するよう、したがって減衰効果を増大させるよう開発された。最初のプロトタイプが建築され、テストされた後に、プロジェクトのレビューを行った Shimizu の設計者は、このタイプのシステムを採用する顧客に、付加価値を追加することができる可能性を、元の計画の中でその機会を逃していることを見つけた。それらは、競合するアプローチと比較した場合、このタイプの設計をより魅力的にする、緊急時における水堀の 2 つの別の用途を考えた。これらには、飲料水、そして給水ネットワーク幹線が切断され、多くの場合、地震に続いて起こる火災の消火活動が含まれる。



局所的貯水と水の使用は、世界の多くの地域で重要な課題となっている。日本を代表する工業化住宅会社の 2 社は、地震が発生した場合に家庭での飲水用や消防用の水を貯水し使用するために、同様のアイデアを開発した。年間約 9,000 棟の建設している、Toyota Homes は、レジャー用のそして貯水のためのスイミングプールを設計した。年間約 7 万戸を生産している、Sekisui House は、また緊急時の居住者や地域の人々のために水を生成することができる、ボーリング孔水ヒートポンプを開発した。

デザインは、研究、開発、エンジニアリングとだけでなく、だんだんと科学自体とも関連し合う、イノベーション・プロセスの中心的部分である。化学者は、例えば、「分子の設計」に巻き込まれている。材料科学者が「材料設計」に従事することもあるが、製薬業界では、「医薬品設計」と「デザイナードラッグ」に焦点を当てている。計算モデルの新しい形と相まってナノテクノロジーは、特定の属性と機能で実行するために、それらを設計、「あつらえの」医薬品、分子、および材料を作るためのメカニズムの 1 つを提供している。(Ball 1997)

Pilkington は、Activ として知られる、2001 年に新たなセルフクリーニングガラスを発売した。このイノベーションは世界的に新しいものだったが、科学的発見や技術的な試行錯誤からというよりも、むしろ仕様と、特定の属性の設計からもたされたものである。この製品は、適切な解決策を提供するために、要求仕様に取り組んだ、科学者やエンジニアにより「デザインされた」ものであった。ガラスは、表面にスジを残すことなく、定期的なメンテナンスを必要とすることなく、その透明な外観を維持するために、自然の力を使用するように設計された。

成果は、2つの作用を実行する二酸化チタンの薄膜で、ナノエンジニアリング表面を使用しているイノベーションだった。第1には、日光の下で有機的都市塵埃を分解する光触媒特性を持っている。第2には、水滴を形成せる代わりに、ガラス全体に均等に広がり、雨が汚れを洗浄し、スジを残すことなく、迅速に乾燥する手段として、表面が親水性であるように設計されている。その結果、セルフクリーニングガラスは、高い建物で危険な作業に、窓ガラス清掃者を雇用する必要がなくなり、そして窓クリーニング洗剤による汚染を取り除く。

統合的な設計アプローチは、製品設計者、工業用および生産エンジニア、科学者を含む学際的なチームによって使用されている他の多くの例がある。例えば、工学と生命科学の組み合わせは、生化学者やエンジニアが、バイオシステムのために治療法「デザイン」戦略に生細胞の研究に基づいて、組織成長の原則についての知識を適用する、「再生医学」の新しい学際分野の進歩を与えている。

この場合には、生体組織を意図的に、臓器移植および修復、維持、または組織機能の強化ができるよう設計されている。「再生医療」という用語は、しばしば関節再建および臓器移植のために、歯科から幅広い手術の用途で、細胞生物学および材料工学のこの新しい組み合わせを介して、組織のデザインを言及するのに使用される。設計手法と科学的方法の組み合わせを利用する重要な要素は、「デザイン」よりむしろ、新たな材料やプロパティが偶然に「発見された」時にのみ、以前は可能であった、ターゲット機能を生成することを目的とすることである。

ヘッジファンドや年金制度などの新しい金融商品を、作り出すために、金融アナリストや保険数理士 (actuaries) が協力した際に、応用数学はデザイナーとして働く。彼らは、特定のコンピュータアプリケーションを可能にするために計画された機能を、特定の目的のための新しいソフトウェアを構築するとき、コンピュータ科学者やプログラマーは、デザイナーとして働く。特定の予算、規制、および建設上の制約の中で、建物の構造についての選択を行う際に、土木および構造エンジニアは、デザイナーとして働く。

顧客は、商品やサービスにますます大きな選択肢を求めている。デザインは、既存の顧客の要求、または可能性が高い将来のユーザー選択が、新しい製品やサービスの開発に組み込まれることによる、プロセスである。成功した企業は、特定の美しさと機能的な資質を提供するための、ブランド独自性と評判の作成と利用によるデザインを通じて。彼らの範囲の製品やサービスに価値を追加する。(Whyte 2003) 設計のリソースを費やすことで、企業パフォーマンスを向上させることができる。

Marsili と Salter (2006) は、オランダのメーカーの中で、設計への投資は、世界的に新しい製品を開発する企業の能力を含め、革新的なパフォーマンスと明確に関連していたことがわかった。デザインへの投資は、英国企業の中で生産性の伸びに関連している。(DTI2005)

デザインと設計者の組織化

設計プロセスは、業種ごとに異なるが、それらはすべて、通常は、念頭に置いた特定のユーザーとの望ましい成果に焦点を当てる。それらは、実験、研究開発、問題解決の活動、および以前のユーザー体験から成果を得て、物理的に可能であるものの間での反復を伴っている。設計者は多くの場合、彼らは新しい製品やサービスを開発する方法をスケッチした、「絵コンテ（story board）」を開発している。正式な訓練を受けたものは、QFDなどのプロジェクト・マネジメントから手法を展開し、それらのアイデアを磨くためにデザインレビューを使用する。

設計者は、設計の目的や意図に焦点を当て、熟練者や専門家が関与した、コラボレーション・プロセスでアイデアを試み（play）る。アイデア、問題、またはソリューション（解）が形づけられることで、これは進展する。「デザイン包絡面」が決定され、その後、最終的な解決策を中心に絞ることで、この選択環境は、最終的にさまざまな可能な選択肢を限定する。設計に影響を及ぼす機会は、時間の経過とともに減少する。経路依存性が起こり、プロジェクトが、特定のソリューション・セットに絞り込まれることになる。（Arthur 1987）

設計者は、彼らとは作業方法が異なる、エンジニアや科学者とともに共同して作業する。科学者は多くの場合、予測と説明、理論の開発とテスト、およびそれらの分析に焦点を当てるのに対し、設計活動は、それらが実際的な問題解決やアイデアの総合化に関係しているので、科学的発見で見られた、いくつかの探求ベースの実験とは異なっている。（Simon 1996: 4）設計は実践的で目標指向の傾向がある。設計、エンジニアリング、および技術的問題解決は、通常、機能要件から始まり、望ましい目標を達成するために、科学と工学の原則を使用しようとする。

エンジニアや設計者の仕事は、科学的な根拠に頼ることがあるが、それはまた、現実の世界の問題での経験に基づいた「経験則」、「詳しい情報に基づく推測」、「決まった手順」、および「規範」が含まれている。これは時々、いかに物事が機能し、いかにそれらを組み合わせるかについての知識を着実に加える、再帰的实践として知られている。（Constant 2000）デザインとエンジニアリングは、しかし、すべてが決まりきった作業、平凡な活動、あるいは新たな問題のための問題解決ツールの簡単な適用ではない。Vincenti（1990）が強調したように、それは「通常のデザイン」の手順から実験や「過激なデザイン」ソリューションの開発まで、さまざまである。

デザインを開発するには、技術者、科学者、設計者は通常、非公式的文化に依存している。チームメンバーは、アイデアを開発するために、関連した働きに関する構想を話やスケッチしてコミュニケーションする。研究では、設計者は孤独な作業のためだけでなく、対面した相互活動のための時間も必要であることが示されている。（Perlow 1999; Salter と Gann 2003; Whyte と Ewenstein 2007）満足のいく結果に到達するために必要になるか努力の程度の不確定さと組み合わせた、相互活動と個人作業間のこのバランスは、多くの場合、大きな作業負荷、深夜労働、そして勇士的作業と過労のサイクルに反映される緊張を作り出す。（Perlow 1999; Box 7.14 参照）

設計者は多くの場合、モジュールや小さな部品にそれらを分解することによって複雑な問題を解決する。（Simon 1996）分解作業によって、最終的な製品やサービスを作成するために完了した作業を統合しながら、彼らは、問題の狭い範囲に彼らの設計知識を適用する、特定の機能あるいはサブ要素に焦点

を当てることができる。設計者は、従って、彼らの仕事の効率と効果を高めるために、多くの異なるサブチームにまたがって作業を分割することができる。

Box 7.14 深夜労働

知識集約型の仕事は、長期の集中した孤独な努力と、同僚との頻繁な相互活動の両方が必要である。これらの2つの要件は、科学者、技術者、およびイノベーターにとって緊張を作り出す。ソフトウェア・プログラマーの労働生活の民族誌的研究で、Perlow（1999）は、彼らは、これらの緊張を解消する難しさを頻繁に経験し、結果として長時間労働になったことを見つけた。アドバイスやヘルプが同僚によって求められたので、ソフトウェアエンジニアの労働日数には、一定の中断が含まれた。

これらの相互活動は、問題解決のために不可欠であったが、非常に時間がかかることであった。その結果、プログラマーは、しばしば日中のオフィスの騒音や気が散ることから離れて、一人で静かに作業することを可能にするために、夜遅くまで仕事をしていた。これが勇士的な深夜の努力を称える組織内部の文化や伝統を作った。確かに、スタッフは、チームの一部であると見なされ、会社のための「もう一がんばりする」への意欲を示していることが、深夜働いているように見られることを必要としていた。

従業員がこれを原因とする機能障害を克服するために、企業は従業員が同僚を乱さないよう奨励された、午前中の静かな時間を設けた。このシステムは、最初は深夜労働時間を減らすのに役立ったが、すぐに対処が必要な問題を、より多くのスタッフが経験したので、だんだんとそれが見捨てられた。研究は、マネージャーは個人と集団のニーズのバランスを取らねばならないように、革新的な組織では、作業負荷の管理に固有の課題を示している。

デザインの重要性は、支援的な能力開発を奨励し、その優れた実践を推進することに熱心な、政府によって認識されている。（一つの例が Box 7.15 で提供されている）

ビジネス活動としてのデザインの重要性は、専門デザイン会社の成長に見られる。これらは、独立した組織（ボックス 7.16 参照）として運営されるか、WS Atkins のような、大企業内のビジネス業務として運営される。

独立専門デザイナーは、一世紀以上にわたって彼らのサービスを提供してきた。プロのデザイナーの締結は 1950 年代の多くの企業のイノベーション活動の通常の部分となった。これらの設計サービスは、多くの場合、新製品開発の美しさとスタイリスティックスに焦点を当てた。自動車分野では、Pininfarina（1930 年設立）などのような企業は、Ferrari、Maserati、Jaguar と Peugeot のための新しいモデルのスタイリングで有名になった。2006 年、同社は、ほとんどの大手自動車メーカーのために仕事をする 3000 人以上のデザイナーを雇用した。

Box 7.15 Cox Review

2005年に、英国政府は、ビジネスにおける創造性のCox Reviewを発表した。このレビューは、レポートを委託していた大蔵省による、「ビジネスの創造性とデザインの役割」に付属されたことで、意義深いものであった。レビューは彼らの徴税をともなった、新しいアイデアの開発につながる、デザインの戦略的な役割に注目を集めた。Cox Reviewは、設計、エンジニアリング、テクノロジー、およびビジネススキルを組み合わせたものの方が、これらの分野の単独での適用よりも、むしろ効果的なイノベーションを生成することを示した。

イノベーション・プロセスにおける創造性、デザイン、商品化のより良いサポートの統合のために、そのレビューは、大学が次の世代のビジネスリーダー、創造的な専門家、エンジニア、技術者のデザインの理解とスキルを広げることを目的に、新たな学際的研究と大学院教育プログラムを提供しなければならないと勧めた。

デザインは、多くの製品市場において重要な差別化要因であり、専門のデザイン会社は、幅広い分野で見られる。家庭用消費財では、例えば、Alessiは、特別な範囲の食器を作ることによってよく知られているデザイナーを採用している。これは、Abdi AbdelkaderとRon Aradから、Aldo RossiとPhilippe Starckを経て、Marco ZanusoとEnrica Zanziまで、文字通り先進のデザイナーのAからZまで、採用している。しかし、ほとんどのデザイン企業は小さい。設計サービスで世界のリーダーの一つである英国では、2003年に、1万2450の独立したデザイン・コンサルタント運営されていた。

彼らは、売上高ではほぼ100億ドル生み出した。フリーランスのデザイナーも、約47,500人ほどいた。設計サービスの英国からの輸出は、合計で約12億ドルを計上された。(Tether 2003) これらのデザイン企業は、Royal College of ArtやCentral Saint Martins、デザインや商品開発の他の有名な英国の学校などを含んでいる、ロンドンの豊かな教育・文化資源に頼っている。これらのデザイン学校はデザイン代理業で働くために、次世代のプロダクト・デザイナーを養成するコースを開発している。1980年代半ば以来、これらのデザイン代理業は、企業がしばしば、彼らの新しい製品やサービスを立ち上げるために採用する、さまざまなマーケティングや広告のサービスと同様に重要になってきている。

イノベーションを望む企業へのサードパーティのデザイン・サービスの特質と提供は、製品やサービスの開発の多くの領域に拡張している。デザイン企業は、彼らが提供するコンサルティングサービスの規模と種類で増大してきている。彼らは、イノベーションのための3つの重要な役割を果たしている。

- (a) 企業が社内で開発することができなかったデザインを提供するという従来の役割。
- (b) イノベーション・ブローカーとして働く。顧客がアクセス権を持っていないことから、広い範囲の情報源や経験から一緒にアイデアをもたらす。
- (c) 企業が内部リソースを使用して対処することができない、企業自身の破壊的かつ急進的イノベーションの導入を支援する。

Box 7.16 IDEO

デザイン・サービス企業の先導例は、IDEO で、2 人の非常に尊敬されたデザイナー David Kelley と Bill Moggridge（十年早く最初のラップトップのデザイナーである）により 1991 年に設立された会社である。IDEO は、世界中のオフィスで、2006 年には約 500 人を雇用し、現在、デザインとイノベーション・サービスの非常に成功したプロバイダーである。ここは、デザインスタジオやデザイン学習環境で学んだ創造的な技法を適用することによって、他の企業が製品やサービスのイノベーションを支援する評判を築いてきた。

同社は、Apple から AT&T、Nike、NCR、P&G、Prada まで、企業向けの製品を製造する製品エンジニアリング知識をともなった、「人的要因」と美的デザインを兼ね備えている。そのデザインには、Palm V とさまざまなカメラや歯ブラシが含まれる。ここは、映画 Free Willy で主演したシャチをデザインした。IDEO は、3,000 以上の製品のデザインに貢献し、一度に 60 から 80 の製品に取り組んでいる。IDEO は、Fast Company 誌によって「世界で最も有名なデザイン会社」として、Wall Street Journal により「想像力の遊び場」と評しており、そして Fortune は「イノベーション U での 1 日」として IDEO への訪問を記述した。

IDEO などのような企業の成長は、アウトソース化の提供での、イノベーション・プロセスの変化を象徴しており、サードパーティのサービスは、ビジネスが外部からのアイデアを探すために、より一般的になってきている。IDEO の学術研究は、それが特定のクライアントの問題を解決するために、さまざまなソースの広い範囲から良いアイデアと一緒に持って来る「イノベーション・ブローカー」の新しい役割を果たしていることが示してきている。(Hargadon 1997; Hargadon と Sutton 1997) Hargadon は、IDEO が 40 あるいは 50 業種のクライアントのために働きながら、新しいアイデアを結集するために、異なるネットワーク間で知識を活用する能力をいかに開拓しているかを示している。

デザイナーが幅広いアイデアや潜在的な技術ソリューションへの自身のアクセスを開発し、会社はこの知識を管理するための独自の内部組織的手順を開発してきた。これは、さもないと、この種のイノベーションを始める必要性を認識しない可能性のある、成熟したビジネスに破壊的なアイデアを導入するための手段を提供する、技術移転の新たな形態をもたらした。

IDEO は、サービス産業の利益のために考えての、デザインを使用している。例えば、Bank of America の人気預金口座「お釣りはいらぬ」を開発した。持続可能性、地域社会、健康、幸福の設計、そして世界最低所得層の人々のための企業などのテーマに取り組み、社会的要因に大きな焦点を求めている。

IDEO のリーダーは、国際的なデザイン界では非常に高いプロフィールを持っている。彼らは創造的な文化——階層が低く、コミュニケーションが大きく、そしてエゴを最小限にするよう求める——を持っていると述べており、それは同時に、ユーザの望みしこと、技術的な実現可能性、およびビジネスの実行可能性を調査し、共同作業的方法論を使用しており、観察、ブレインストーミング、ラピッドプロトタイピング、および実装などのような、設計と開発のための機会を、視覚化、評価、および改良するためのさまざまな手法を採用している。ブレインストーミングは、非常に真剣に利用されており、いかに組織化されるべきか、どの程度の時間をかけるべきか（約 60 分が最適）など、ブレインストーミングセッションを構成するものについて、非常にしっかりした考えがある。IDEO は、コースやトレーニング教材の形で他の会社とその設計手法を販売している。

非常に多くの多様なプロジェクトにこの会社が対処することができるようにするために、それは広い範囲の人材を募集し、またスタンフォード大学のデザイン研究所との特別な連携を持っている。(David Kelley 教授の寄付講座を持っている) この会社は、デザイン工学だけでなく、心理学、人類学、および生体力学の卒業生を採用している。従業員となる可能性のあるもののデザインと (彼らが助言へ対応する状況) に焦点を当て、募集における通常の 3 または 4 つのインタビューをともなう、細心の注意が、スタッフの選定に取り込まれている。

デザイン技術

1960 年代からは、CAD 技術は、徐々に作図する伝統的な骨の折れるプロセスに置き換わった。製図板は、多くの設計活動で電子鉛筆で置き換えられている。このプロセスは創造的思考を可能にするが、それにもかかわらず、多くの設計者は、スケッチや手で描き続けている。(Lawson 1997) 同様に、モデリングとシミュレーションを可能にする技術は、物理的なテストやモデルづくりに置き換わり、設計の必要な反復の数を減らすことによって、スピードアップとコスト削減をしている。(Box 3.3 および 7.17 を参照) シミュレーションとモデリングは常にエンジニアリング問題解決の中心的役割を果たしてきた。

エンジニアのために、モデルは、それらが作られてきた前後で、人工物についての学習のためのメカニズムを提供する。物理的なプロトタイプは、作成に費用と時間がかかり、しばしば信頼できない。モデルは、さまざまな選択肢を検討し、それぞれに対して構造的要素、材料、部品の選択肢を、エンジニアが比較検討できるようにする。技術の採用は、設計者やエンジニアの作業方法を変更することが一般的に認められている。ほとんどのエンジニアは、まだ紙のヘビーユーザーであるが、より多くのエンジニアリング設計が、紙の上よりもコンピュータ上で実施される。デジタルツールは、安価で簡単にご利用できる。それらは多くの場合、より迅速に、技術者が過去に可能であった以上に行うことを可能にする。

それらは、物理現象を抽象化し、エンジニアが、実験のシミュレーション、およびさまざまな選択肢で試みることができるよう支援する、デジタルモデルのための基礎を提供する。(Thomke 2003; Dodgson, Gann と Salter 2005) これはデザインの伝統的な実践が、多くの同時診断問合わせに通じているところでの、プロトタイピングの新しい文化につながっている。(Schrage 2000) ここ数年、この技術は、はるかに強力なプロセッサ、大きな視覚化能力、複数の、より広く普及したプラットフォーム間で新しい機能を可能にする。より洗練されたソフトウェア、および物理的特性に関する優れたデータ、によって助けられ、その機能を拡大してきた。

シミュレーションとモデリングは、数値流体力学 (CPD) と有限要素解析などの多くの技術を用いて、CAD を含む、さまざまな技術的なプラットフォーム上で実施される。CATIA などのような高度な CAD システムは、ボーイング 777 やエアバス A380 などのような、複雑な新製品の設計に日常的に、そして歯ブラシや靴のための比較的シンプルなデザインに使用されている。(Box 7.17 参照) シミュレーションおよびモデリングはまた、スプレッドシートや可視化グラフのヒートマップなどのような、容易に入手可能なコンピュータソフトウェアパッケージと組み合わせての使用が行われる。これらのツールは、

自身の仕事を調整するために設計者を支援できるようにする。

1. 物理的特性の挙動を解釈し、問題への効率的な技術的ソリューションを開発する。
2. 異なる技術やコンポーネントを統合する。
3. デザインに影響を与える前後関係的要因の理解を促進することで、より効果的に、可能性ある解決策を表現し、形作る。

容易に解釈できる結果を提供する可視化システムと相まって、デザイン、モデリング、シミュレーションのための CAD の使用は、また、顧客とエンドユーザーとの密接な関与を可能にしている。(Thomke 2003)

Box 7.17 トータル・アーキテクチャのための技術

1970 年、エンジニアリング・デザイン企業の Arup の創設者の Sir Ove Arup は、彼がデザインの品質を追求し信じる、かなり有名になったスピーチを行った。彼は、1 人の専門家の服務規律がイノベーションと品質のために努力するも、しかし他人の寄与がないと、全体的な結果は平凡であり、不満が生じた説明した。デザインにおける革新と品質向上のための探求は、Ove Arup は「トータル・アーキテクチャ (Total Architecture)」と呼ばれるものを提供する、統合されたサービスを開発するために企業を率いる。「トータル・アーキテクチャ (Total Architecture)」という用語は、関連するすべての設計上の決定が、一緒に検討されており、優先順位を決定する権限を与えられた、よく組織化されたチームによって全体に統合されていることを、意味している。(Ove Arup、基本方針 (Key Speech)、1970 年)

統合されたデザインのための「トータル・アーキテクチャ」の原則は、組織が建築、製品、またはサービスをデザインしているいずれにも適用される。トータルデザインの理想は、まれにしか達成されないが、イノベーションは、多くの場合、そのために努力して達成される。

Arup が彼のスピーチを行ってから、ほぼ 40 年の間に、CAD が彼らのアイデアの開発と実現のデザイナーをサポートするために開発されてきた。過去 10 年で、デジタルデザインツール・パッケージは、環境工学などの美的形態、機能、生産のための設計、および使用中のパフォーマンスを含む、デザインのさまざまな領域を、統合することを目的とするものが出てきた。

CATIA ソフトウェアプログラムは、コンピュータ支援統合化デザインツールである。もともとは機体エンジニアリング設計における、複雑な幾何学的形状に基づいた、高度な戦闘機のデジタル設計をサポートするために、フランスの航空宇宙会社、Dassault Systemes が開発した。技術は、概念化、詳細設計、エンジニアリング解析、製品シミュレーション、組立、保守の別々な設計作業の一連の並びを通して、難しい曲面のエンジニアリングおよび設計をシミュレートするために開発された。

CATIA は、CAE と CAM (コンピュータ支援エンジニアリングとコンピュータ支援製造) など、いくつかの以前に別々なコンピュータ・システムを組み合わせた。ソフトウェアは、アプリケーションをカスタマイズできるようにする、インターフェースを備えたオープンな開発アーキテクチャを含めるように、さらに改善され、IBM に買収され販売された。CATIA のさまざまな用途は、製品ライフサイクル・マネ

ジメントのためのデザイン、e ビジネス環境と Web ベースの学習システムを使用する、サプライチェーンや資産マネジメントなどのような、ビジネスプロセスの開発まで含むように拡大している

「トータル・アーキテクチャ」のオリジナルな Ove Arup のアイデアは、統合化建築設計をサポートするために、CATIA のシステムを使用している、Gehry Technologies などの企業自身でも証明された。Frank Gehry の建築実践は、Bilbao Guggenheim などのいくつかのランドマーク建築を担当してきた。ここは、設計プロセスを統合し、仮想およびラピッドプロトタイピングシステムに、リンクするために、CATIA を採用した最初の建築設計企業の一つであった。Arup のエンジニアは、バーチャルビルディングと呼ばれるソフトウェアツールを作成し、さらになる CAT IA の開発に Gehry との共同作業を行った。

バーチャルビルディングは、物理的特性を持ったコンピュータモデル（CFD=Computational fluid dynamics 数値流体力学）を使用して、例えば熱、太陽光、音響シミュレーションなどの伝統的なエンジニアリングプロセスだけでなく、都市計画、都市環境での輸送や人の移動のシミュレーションを含む、さまざまなモデリングとシミュレーション技術を提供している。これは、コンピュータシミュレーションを用いて、設計、建設、運用における問題と解決策の可視化を支援する。それは、さまざまな分野からのデータを一度に加え、その後、他の人がそれらを見て、使用することができますように統合化された、「共通デジタル環境」として知られるようになったものを提供する。

デジタル環境は、設計、エンジニアリング、分析、製造、プロジェクト・マネジメント、および現場の建設活動を包含する。これらは、仮想、デジタルモデルで表現される。モデルは、イノベーションのための新しいアイデアが学際的な努力を通じて出てくることが可能な、共同作業環境を醸成するために支援し、プロジェクトチームの異なるメンバー間のより効果的なコミュニケーションを可能にする。これらのアイデアは、以前には、一つのチームとして互いに他と接続する手段がなかったであろう専門家のグループによって共有され、開発されることができる。革新技術のこうした形式はまた、開発されているような、これらのアイデアを獲得するのを助ける。

例えば、「設計意図」は、しばしば一連の質問と、そこから学ぶことで、他の人のための明白な記録なしに暗黙のうちに発生する、アイデアの生成と取捨選択の幻のようなプロセスである。適切な組織構造とスキルをともなった、「トータル・アーキテクチャ」を支える技術は、把握し、教訓を共有し、適切性とコストでの設計上の決定を最適化し、なされるべき解決策のよりよい選択を可能にすることができる。

これらの技術は、企業のデザイン活動に柔軟性（優位性の明確なソースである）を与えるのを助ける。
(Box7.18 参照)

Box 7.18 設計におけるフレキシビリティの重要性

設計のフレキシビリティは、イノベーションの成功の基礎となる重要な要素である。柔軟な組織構造は、市場の変化、事業の新たな機会、および科学技術の発展から派生した新たな可能性に対処することを企業ができるようにする上で等しく重要である。また、重要さには、設計プロセスで使用されている技術のフレキシビリティもある。Box 3.3 で述べたイノベーション・テクノロジーで、Thomke (1997) は、集積回路の設計に使用される 2 つの設計技術—柔軟性の高い電氣的にプログラム可能なロジックデバイス (EPLD) と柔軟性の低い特定用途向け集積回路 (ASICs) —の生産性を比較した。

それらは類似製品の設計に使用された場合に、Thomke は、EPLD が 2.2 倍 ASICs より優れていることを見つけた。(人・月で測定) これは、デザインでの大きいリスクを見込む、より柔軟な設計技術に起因する。(一般に「設計凍結 (design freezes)」と呼ばれるものを働かせるよりも、むしろ設計変更の扉を開けたままにするための大きな備え。) 彼は、不安定な市場では、設計技術の使用でフレキシブルになる機会は、かなりの競争上の優位性を提供すると述べた。

設計品質

デザインの質を構成するものを決定し、設計品質の向上をサポートするマネジメント・アプローチを開発することは、「最後の晩餐の聖杯」のようなものである。Utterback ら (2006) の指摘のように、組み込まれたデザインの品質から、イノベーションが引き起こされている時、製品は、競合製品よりも優れている理由に関する、直接技術的または実用的な説明を勝るものがある。良いデザインは、ユーザーを喜ばせることができるという考えは、古代末期までさかのぼる。

紀元前 1 世紀に、ローマの建築家でありエンジニアの Vitruvius は、耐久力 (firmitas)、有用さ (utilitas)、そして美しさ (venustas) の観点からデザインを説明した。(Wotton 1969) 製品あるいはサービスの合目的性、技術の選択、コスト、および全体的な使い勝手が、必要とする適切な方法で統合されている場合、それらは、ユーザーを喜ばせることができる。近年では、QFD のフレームワークは、設計のこれらの側面の統合を支援するために開発されてきた。洗練された顧客からのフィードバック調査は、結果が本来の意図に合っているかどうかを理解するために使用されている。

建造環境分野では、設計品質指標 (Design Quality Indicator) が、建造品質、機能、心や五感へのインパクトの現代的な熟語に翻訳された、耐久性、品質、美しさのさまざまな属性を評価するために考案されている。(Gann、Salter と Whyte 2003) このツールは、幅広い利害関係者とともに、専門のデザイナー、顧客、およびユーザーを、設計品質の評価に参加することを可能にする。それらは、容易にオンラインアンケートで完結し、その結果は、さまざまなデザイン属性を関連させるアルゴリズムを使用

して処理される。(www.dqi.org.uk)

たとえば、建造品質と機能性の側面間といった、調整があるので、デザインに価値を付加した場合、より高い重み付けが与えられる。建造品質、機能、インパクトの3つの属性すべてが、資源容器（金融、時間、スキル、および天然資源）の制約の中で、ともに開発されている場合、デザインの卓越性は達成される。良いデザインの成果は、それがすぐに普及するように、製品やサービスの幅広いユーザーと用途を可能にし、多くの場合、非常に簡単に現れることがある。

いずれかの程度の設計品質は、特定の成果の妥当性に関連した資源のレベルを考慮に入れる必要がある。例えば、名声のある建物は、より多くのデザイン資源を含んでいるため、日常の建物よりも、デザインによって価値の高いレベルを達成することが見込まれる。しかし、これは日常の建物は、高い水準の設計品質を適切に体現すべきではないと言っているわけではない。デザインのトレードオフは常にある。

（無駄な時間のような）生産プロセスの改善への対処と除外を望む可能性のある機能のいくつかは、（さまざまなデザインの視点で考え、試みる時間のような、）設計時に付加価値を提供するものと密接に関連する可能性がある。国際的家具デザイナーでメーカーのジョン・メイクピース（Myerson1995 で引用された）は、次のように述べた。

アーティストは、メーカーとは異なるベンチマークを設定する。メーカーは10回のうち10回とも申し分のない結果を得ることを望むことになる。アーティストは、より多くのとらえどころのない目標を持っている。10のうちの一つの成功は、その重要な芸術的結果への道に連なる、スケッチ、プロトタイプ、および確認する材料として働く他の9つをとまなうことで、十分である。

Summary and conclusions

まとめと結論

多くの研究は、新しい製品やサービスの開発の重要性とプロセスに関して行われている。MTI のこの領域では、少なくとも、それは規範的であることが比較的容易である。製品は世界にとって新しい、企業にとって新しいものであることができる。それらはしばしば、既存の製品に漸進的な改善の方式をとる。企業は、顧客が望むものを生産を通じてだけでなく、時々、顧客がまだ欲しいものかわからないものの生産を通じて、競争上の優位性を実現することができる。PSI の利点は数多くあり、単に金銭的なものを越えて拡大した。

PSI の評価には、効率性と有効性の両方の要素が含まれる。新製品を開発で、企業はうまくいっているのか、企業は適切な製品を生産しているか。後者は、企業が累積的にその力量（コンピーテンス）を構築しているかどうか（第4章で検討）そして、作成されたIP（工業所有権）は保護可能であるかどうか（第9章で検討）に関係した戦略的な経営課題である。

効率的なPSIを促す要因には、内部組織的統合（特に研究開発、マーケティング、および運用の間の）、人事管理（特にプロジェクト・マネジメントに関連した）、そして（ステージゲートシステムやQFDのような）プロジェクト・マネジメント手法の使用が含まれる。日本企業での内部組織の実践の多くが検

討され、そして PSI に関わるすべての人の間の良好なコミュニケーションを促進する、ジョブローテーションの重要な役割について述べられている。ストック・オプションやスピンオフの機会のような、PSI チームのためのインセンティブの提供や働きがいで多くのベストプラクティスが、ヨーロッパの企業で見出されている。製造業における PSI の実践の多くは、Citibank のケースで見られるように、サービスにも適用される。

デザインは、PSI の側面の多くを統合するのに役立つ、そして技術と市場の可能性を組み合わせた活動である。技術的な機能性と経済性を提供することに適用される一方で、そして他方で顧客を喜ばせる機会を可能にするための本式のツールと創造的思考を可能とするので、それはイノベーション・プロセスの重要な側面である。

PSI についてはほとんど知られているにもかかわらず、失敗の多くの事例が残されている。失敗の理由は繰り返し替えされないことを確実にする必要があり、これらは学習の機会として見られなければならない。成功した企業は、継続的に、彼らが PSI を生み出すことで、プロセスを改善しようとするものである。