技術管理論

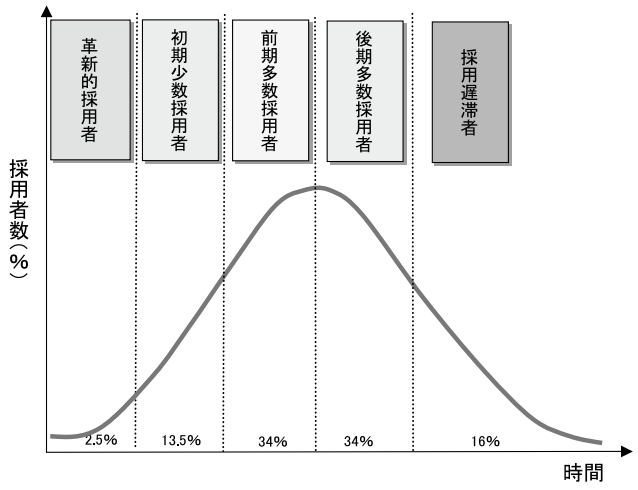
普及曲線（ふきゅうきょくせん）

普及曲線(diffusion curve)とは、横軸に時間、縦軸に新しい製品やサービスの新規購買者数の百分率(%)をとって、普及の推移をグラフ化したものである。

普及曲線の概念を提唱したRogersによれば、こうして表された曲線は、多くの場合に正規分布の形状をとる。また、この正規分布の曲線上で新規採用者を採用時期の順序に並べると、**革新的採用者**(innovators)、**初期少数採用者**(early adopters)、**前期多数採用者**(early majority)、**後期多数採用者**(late majority)、**採用遅滞者**(laggards)という、性質が異なる五つのグループに分類することができる。

革新的採用者は、新製品が出たらとりあえず導入する、一言で言えば「マニア」タイプの人であり、彼らの動向がマーケットのその後の成り行きを決めることは稀である。初期少数採用者は、一般消費者の中でも特に流行に敏感な人たちである。彼らは革新的採用者と違い、他人の購買に影響を与えるオピニオン・リーダー的性格を強く有しているため、彼らの行動がその後の普及過程に及ぼす影響は大きい。前期多数採用者と後期多数採用者は、いわゆる普通の人たちである。この人たちが飛びつくようになると、その製品やサービスは本格的なブームになる。最後の採用遅滞者は、変化を好まない頑固者タイプの人である。この層までが購買するようになれば、その製品やサービスは社会全体に行き渡り、普及過程が終了することになる。

図1　普及曲線と採用者カテゴリー

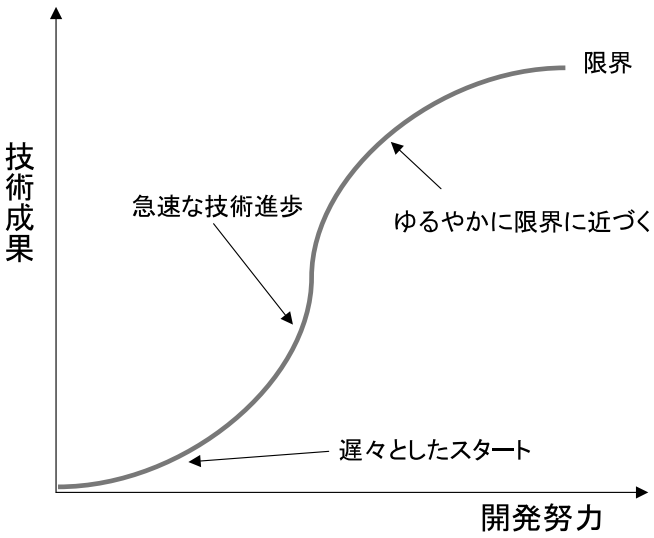


（技術進歩の）S字曲線（えすじきょくせん）

技術進歩のS字曲線(S-curve)とは、ある一つの製品について、横軸に技術開発のために投入された資源や費やされた時間をとり、縦軸に技術成果をとって、技術進歩の時間的推移をグラフ化したものである。縦軸の技術成果の指標に何をとるのかは製品分野によって異なるが、例えばパソコンの場合、処理速度、データ記憶容量、信頼性などが代表的指標である。

技術進歩の初期の段階では、当該技術の基礎になる知識が確立されておらず、また補完的な技術に関する知識も十分に蓄積されていないため、試行錯誤が不可避である。その結果、資源や努力を投入した割に技術進歩のペースは遅々としている。ところが、知識が蓄積され、挑戦す

図2　技術進歩のS字曲線



べき問題と解決の方向がはっきりし始めると、開発は効率的になり、技術進歩のペースが加速する。しかし、やがて基盤になる技術が自然法則に起因する限界に近づくようになると、改善のペースは落ちていく。こうなると、追加で資源や努力を投入しても、技術的な成果はほとんど得られなくなる。

このように、技術進歩は一般に、当初の段階では緩やかなペースでしか進まないが、やがて加速し、しばらくすると再び天井に近づくように鈍化していく、というパターンを経ることが多い。そのため、こうして表された曲線は、一般にアルファベットのSの字に似た形状をとることになる。

S字曲線を提唱したFosterは、S字の全体にどれくらいの時間がかかるかは事例によりさまざまで、推移の形状にも例外があり得るが、S字曲線は多くの事例で繰り返し観察されていると議論している。

A-Uモデル

A-Uモデル（Abernathy-Utterback model）とは、産業の発展過程を、イノベーション特性の経時的な変化としてとらえ、モデル化したものである。この概念の提唱者であるAbernathy とUtterbackによれば、ある特定の分野における製品イノベーションと工程イノベーションの発生率の変化を見ていくと、その組み合わせのパターンの推移によって、一般に産業は**流動期**(fluid stage)→**移行期**(transitional stage)→**固定期**(specific stage)という三つの段階を経て変化していくことになる。

最初の流動期では、製品がそもそもどういうものであるか(製品のコンセプト)が固まっていない。この段階では、製品技術が不確実なため、生産プロセスも柔軟性が不可欠である。技術開発の主たる努力は製品イノベーションに向けられ、工程イノベーションはほとんど生まれない。

ところが、企業と市場で製品に関する理解が蓄積されていくと、やがて支配的な製品デザイン(＝ドミナントデザイン)が登場する。この段階で、製品として持つべき主たる機能と、そのための主要な要素技術、全体としてのデザインが明らかになる。このドミナントデザインが登場すると、移行期が始まる。製品イノベーションはペースダウンし、定められた機能を向上することに主たる努力が向けられることになる。一方、イノベーションの焦点は製品から工程へ移行し、材料はより特化したものが用いられるようになり、高価な専用の機械設備が開発・導入され、生産工程の効率化が追求されるようになる。また、工程が確立していくにつれて、生産プロセスの柔軟性は失われていく。

こうした状態がさらに進み、三つ目の

段階である固定期に入ると、ますます製品と生産プロセスの関係は密接なものになり、お互いの変化を許容しにくくなる。努力はもっぱら品質とコストの改善だけに向けられるようになり、イノベーションは小幅なものだけとなっていく。生産性は引き続き上がっていくものの、大きな技術革新は生まれなくなる。

このように、一般的に言って、イノベーションは、これらの三つの段階を通じて、相対的に流動的な(非効率だが、柔軟性があり、大きな変化を受け入れることができる)ものから、より固定的な(効率的だが、柔軟性には乏しく、追加的な変化だけを受けることができる)ものへと移り変わっていくのである。

イノベーション（いのべーしょん）

イノベーション(innovation)の議論を最初に体系的に行ったSchumpeterは、イノベーションこそが経済発展のエンジンだと捉え、その分析を経済理論の中核に据えた。

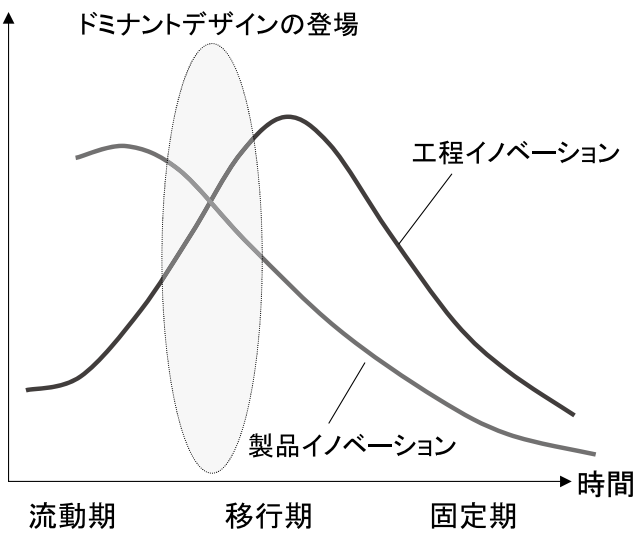
Schumpeterは、イノベーションを、新しいものを生産すること、あるいは既存のものを新しい方法で生産することと定義づけた。また彼は、この定義をよりイメージしやすい具体的な5つの項目へと落とし込んだ。すなわち、①まだ消費者に知られていない新しい商品や、商品の新しい品質の開発、②未知の生産方法の開発、③従来参加していなかった市場の開拓、④原材料ないし半製品の新しい供給源の獲得、⑤新しい組織の実現、の5つ、及びこの5つの新たな組合せである。

ただし、彼の言う「生産」は、一般的に用いられる「物を作りだすこと」という意味だけではなく、「利用可能な物や力（materials and forces）を結合すること」を広く指していた。また、組み合わせが新しければ、全てが新しい必要はない。そうした意味を込めて、彼はイノベーションを「新結合」とも呼んでいた。

これらの内容から確認できる通り、Schumpeterは、イノベーションをかなりの広がりを有した現象として捉えていた。またSchumpeterは、イノベーションを、単なる発明や発見とは異なり、市場で幅広く受け入れられて、つまり経済的成果を実現して、はじめて成立するものとして捉えていた。

以上を踏まえ、またその後の研究成果を踏まえると、イノベーションとは、「顧客に価値をもたらすような、新しい製品やサービス、新しい生産手段、新しい組織やビジネスの仕組みなど。及び、そうしたものを創出し、経済的利益を獲得していくプロセスのこと」と定義しうる。例えば、携帯電話やパソコン、宅配サービスや各種のインターネット・サービスの登場などは、身近なイノベーションの事例である。

図3 A-Uモデル



能力増強型イノベーションと能力破壊型イノベーション（のうりょくぞうきょうがたいのべーしょんとのうりょくはかいがたいのべーしょん）

イノベーションは、ベースとなる技術の性質の違いによって、過去に蓄積した技術・ノウハウが依然として有効であるタイプの能力増強型イノベーション(competence enhance innovation)と、それらが役に立たなくなってしまうタイプの能力破壊型イノベーション(competence destroy innovation)とに区分することが可能である。

この概念を提唱したTushmanとAndersonによれば、前者のタイプのイノベーションの場合、既存の企業がイノベーションを主導し、競争力を維持・増強するケースが多い。こうしたタイプのイノベーションであれば、製品や生産に関してそれまでに蓄積した知識やノウハウが役に立つので、先行している既存の企業が優位に立てるためである。一方、後者のタイプのイノベーションの場合、技術体系が転換し、蓄積された過去の知識やノウハウが役に立たなくなるだけでなく、これまで強みであった過去の蓄積が過去のしがらみに転じてしまうこともありうる。そのため、新規に参入した企業がイノベーションを主導し、既存企業が多数退出するケースが多い。

持続的イノベーションと破壊的イノベーション（じぞくてきいのべーしょんとはかいてきいのべーしょん）

イノベーションは、市場や顧客とのつながり方の面で革新がもたらされるか否か、という観点から分類することも可能である。

新技術が既存の技術とは評価軸が異なり、異なる価値基準に基づいた評価軸においては優れた面がある一方で、既存の評価軸においては旧来技術よりも性能的に劣っており、したがってそうした新技術を既存の主要なユーザーが望まない（「あれはオモチャだよ」といったような評価を下す）場合、新旧の技術で主要なユーザーが変わり、市場や顧客とのつながり方の面で革新がもたらされることになる。こうした市場や顧客とのつながり方の面で革新がもたらされるタイプのイノベーションは破壊的イノベーション(disruptive innovation)、この面での革新をもたらさないタイプのイノベーションは持続的イノベーション(sustaining innovation)と呼ばれる。

この概念を提唱したChristensenによれば、後者のタイプのイノベーションの場合、既存の企業がイノベーションを主導し、事業を継続するケースが多い。こうしたタイプのイノベーションであれば、主要なユーザーが新しい技術が重要であることを認識し、それを求めるので、既存企業が技術革新に必死で取り組むことができるためである。そうなると、それまで蓄積してきた知識やノウハウの厚みの大きな既存企業の方が、一般に優位に立てる。一方、前者のタイプのイノベーションの場合、新技術を既存の主要なユーザーが望まない（既存の評価軸では劣るので、「あれはオモチャだよ」といったような評価を下す）ので、既存企業がそうした新技術に対応することは極めて困難である。この場合、次第に新技術が進歩し、用途が広がり、市場が拡大し、

ついには既存の市場にも侵食するようになると、過小評価して出遅れた既存企業は、その地位を追われることになりやすい。

アーキテクチャル・イノベーション（あーきてくちゃるいのべーしょん）

イノベーションは、ある製品システムを構成する個々の部品(や要素)に関するイノベーションと、それらの部品のつなぎ方、製品としてのまとめ方に関するイノベーションの、二つのタイプに分けることも可能である。

個々の部品(や要素)だけに革新が起こり、部品のつなぎ方、製品としてのまとめ方に関しては変化がないタイプのイノベーションはモジュラー・イノベーション(modular innovation)、逆に、部品のつなぎ方、製品としてのまとめ方だけに革新が起こるタイプのイノベーションはアーキテクチャル・イノベーション(architectural innovation)と呼ばれる。

この概念を提唱したHendersonとClarkによれば、仮に既存の技術蓄積の延長線上にあるイノベーションであっても、また仮に個々の部品の技術やコンセプト自体には大きな変化はなくても、アーキテクチャル・イノベーションが生じる場合にはーすなわち、部品のつなぎ方や製品としてのまとめ方が変化するような場合にはー、既存企業が苦境に追いやられてしまうケースが多い。これは、従来は効果的であった組織構造や開発プロセスのあり方（部門の分け方、コミュニケーションのフロー、問題解決の手順など）などが有効でなくなる、変更にはさまざまな組織内コンフリクトが生じる、そもそも問題のありかが認識されない、などといった事態が生じうるためである。

技術ロードマップ（ぎじゅつろーどまっぷ）

技術ロードマップ(technology roadmaps)とは、半導体技術、情報通信技術、自動車技術などのような特定の技術分野について作成される、技術の将来像と、それを達成するための道筋を描き出した計画表のことである。技術ロードマップは一般的に、時間軸に沿って、将来の市場動向を描き、市場に投入されるべき将来製品のラインナップを描き、それに必要な技術開発の道筋を描くというかたちで、多層構造で描かれるケースが多い。

技術ロードマップの作成は、企業や大学や政府といった関連する諸分野の利害関係者たちに、今後どの技術が最も必要か、自社はどの技術開発に注力すべきか、その開発期限はいつまでか、その技術開発を通じてどのようなビジネスを行うべきかといった、研究開発に関わるさまざまな戦略を選定したり評価したりする際の基盤を提供し、ひいてはより最適な技術投資を可能とする。また技術ロードマップは、産業政策を策定する際にも、諸関係者たちが議論を進めていく上での対話の共通の土台となる。

ただし、実際には技術ロードマップにはさまざまなレベルのものがある。一番高いレベルには国や産業を横断したものがあり、その下のレベルには一国の特定産業について書かれたものがあり、さらにその下には、特定の有志企業連合やあるいは各企業内で、ある個別の製品や技

術について書かれたものがある。競争力強化のためには、国や産業界、各個別企業などが、こうしたさまざまなレベルの技術ロードマップを適切に使い分けることが重要だとされる。

デファクト・スタンダードとデジュリ・スタンダード（でふぁくとすたんだーどとでじゅりすたんだーど）

産業・技術・科学等の分野において、定められた共通のルール(取り決め)をまとめたものを標準や規格（英語ではどちらも“standards”）というが、こうした標準や規格のうちで、ある業界内の消費者や、その製品もしくはそれに関連する製品を供給する企業によって広く認められた共通ルールが、**業界標準**（industry standards）である。こうした業界標準が一つに定まらないと、互換性の欠如により、消費者が大きな不便を被る恐れが高い(例えばSuicaの電子マネーはEdy端末では使えないなど)。

そして、こうした業界標準のうちで、ISO(国際標準化機構)やCEN(欧州標準化委員会)など、公的な標準化機関が認証した標準や規格のことをデジュリ・スタンダード(dejure standardl: 公的な標準)、競争の結果として市場の大勢を占め、事実上の業界標準として機能するような標準や規格のことをデファクト・スタンダード(defacto standard: 事実上の標準)と呼ぶ。例えば、家庭用VTRにおけるVHS規格は対立するベータ規格を市場競争の末に駆逐して業界標準となり、最近では次世代DVD規格のBlu-ray Disc規格が対立するHD DVD規格を市場競争の末に駆逐して業界標準となったが、これらはデファクト・スタンダードの代表事例である。

一般に、電機・電子、通信業界等では業界標準が非常に重要な役割を果たし、業界標準を獲得できなかった規格は市場から完全に淘汰されてしまう。そのため、デファクト・スタンダードやデジュリ・スタンダードを巡る競争戦略は、実務的にも理論的にも大きな注目を集めている。

クリティカル・マス（くりてぃかるます）

クリティカル・マス(critical mass：臨界値／閾値)とは、ネットワーク外部性が働く最低の総ユーザー数(インストールド・ベース)ないし市場普及率のことである。総ユーザー数ないし市場普及率がクリティカル・マスを超えると、自己増殖的に市場普及率が増加するが、逆にこれを超えられなければ市場は収縮して消滅する。

クリティカル・マスの正確な数字は存在しないが、一般に普及率3～5%が一つの目安だとされる。これは、普及曲線においてオタク的な性格を有した革新的採用者からオピニオン・リーダー的な性格を有した初期少数採用者へと採用者層が切り替わる時期である。つまり、こうしたオピニオン・リーダー的なユーザーをいかに先行して取り込んでいくのかが、ネットワーク外部性が働く市場における勝負のカギとなると言える。