

# イノベーションとインキュベーション

金子 勝一

## 1. はじめに

これまで日本企業は、継続的な改善活動を得意とした組織運営を展開してきた。80年代には、こうした改善活動は、QC (Quality Control) 活動やTQC (Total Quality Control) 活動として、多くの日本企業において積極的に行われていた<sup>[1]</sup>。これらの活動は、日本の製品・サービスの高品質化に多大の効果を発揮したのである。今日、日本製品の品質が高く評価されていることは周知の通りである。現在でも、製造業をはじめとして、業種・業界を越えて多くの日本企業が、改善活動に取り組んでいる。さらに、グローバル化の進展により、日本企業の海外への事業展開が加速され、これにともなって日本国内だけでなく、海外においても改善活動・QC活動が活発に行われている。

一方、日本経済が長く低成長を続ける中で、これまで日本経済を牽引してきた日本を代表する世界的な大企業をはじめとして、多くの日本企業がドラスチックな変革を求められている。こうした状況を背景として、企業のみならず、大学・研究機関や官公庁が一丸となって国際競争力を向上させ、持続的な発展のためにイノベーションの創出を不可欠なこととしている。そして、経済の再生と持続的な発展を実現すべく、イノベーションの創出が喫緊の課題として位置づけられているのである。

こうしたイノベーションに関して、これまでシュンペーター<sup>[2]</sup>やドラッカー<sup>[3]</sup>をはじめとした多くの研究者により、さまざまなアプロー

チからのイノベーション研究が展開されており、興味深い研究成果が示されている。さらに、アッターバック<sup>[4]</sup>、クリステンセン<sup>[5]</sup>等の海外の研究者や多くの日本の研究者によって、イノベーション研究が展開されている。こうした研究の中に、組織におけるイノベーションの多くが偶然的なものである（あらかじめ問題が認識されているとは限らない）としたアプローチからの研究<sup>[6]</sup>、組織内で創出されるはずのイノベーションにユーザーが大きく関わることを指摘した研究<sup>[7]</sup>、<sup>[8]</sup>や、組織における改善とイノベーションの関係を捉えた研究<sup>[9]</sup>等、さまざまなアプローチからの興味深い多くの研究が展開されている。さらに、こうしたイノベーションを創出するために、インキュベータの存在が重要な役割を果たすことも指摘されている。

本研究では、上記のイノベーション研究や組織活性化の研究を基礎にして、日本企業が競争優位の源泉としていた改善活動をふまえた上で、イノベーションについて再検討することにする。また、筆者が所属する経営情報学部では、学生がコンピュータの変遷について学習する機会が多い。そして、経営情報学部の学生にとっての代表的なイノベーションの一つがコンピュータであろう。そこで、トランジスタやICの発明・発展とともに、コンピュータが高性能化・高度化していくプロセスについて概観することにする。さらに、海外のイノベーション支援施設(インキュベーション)の現地調査に基づき、イノベーションとインキュベータとの関係性を捉えるための新たな枠組みを提案する。こうし

た研究や調査に基づき、日本におけるイノベーションの一つの在り方(イノベーションの捉え方は多様)を示唆したい。

## 2. 技術革新とイノベーション

日本において、イノベーションは技術革新とされることが多いように思われる。これは、これまで日本企業(主に製造業)が多くの革新的な製品を世界に送り出していることに影響されていると考えられる。そのため、日本ではイノベーションが議論される場合に、技術や製品が中心的な論点となる。こうしたイノベーションに対して、シュンペーターは、生産要素の結合を変え、新技術の導入のみならず、新製品や新市場を生み出す新結合を行う企業者行動をイノベーション(新機軸)と呼んだ<sup>[2], [10]</sup>。その上で、イノベーションが経済発展の機動力になることを強調している。さらに、イノベーションとは、常に古いものを破棄し、新しいものを創造する突然変異の過程、すなわち「創造的破壊」であるとしている<sup>[2]</sup>。イノベーションの例として、新商品の生産、新生産方式の導入、新市場の開拓、原料・半製品の供給源の獲得、新組織形態の実現をあげている。これより、イノベーションが多様な視点から捉えられていることがわかる。そして、創造的破壊のプロセスでは、非連続的变化が起こるとし、こうした典型例が、駄馬車から蒸気機関車への転換であることを示している。

一方、ドラッカー<sup>[3]</sup>は、新しいものを生み出す機会となるものが「変化」であるとした上で、イノベーションとは、「意識的かつ組織的に変化を探すことである」と位置づけている。さらに、イノベーションのための7つの機会を、予期せぬことの生起(予期せぬ成功、予期せぬ失敗、予期せぬ出来事)、ギャップの存在(あるべき姿と現実とのギャップ)、ニーズの存在、

産業構造の変化、人口構造の変化、認識の変化(ものの見方、感じ方、考え方の変化)、新しい知識の出現としている<sup>[2]</sup>。このように、トラックャーによればイノベーションは技術革新のみならず、多様な変化の側面を持つことがわかる。

さらに、イノベーションは、プロセス・イノベーションやプロダクト・イノベーションに大別される。ここで、プロセス・イノベーションとは、主に製品を製造する設備・装置等の生産プロセスにおけるイノベーションを意味する。このイノベーションとしての典型例が、手作りや手組みによる生産プロセスから、FA(Factory Automation) や FMS(Flexible Manufacturing System)によるオートメーション化・ロボット化への生産プロセスの転換であろう。

また、プロダクト・イノベーションは、主に製品を対象としたイノベーションであり、その典型例は前述のような「駄馬車」から「蒸気機関車」、さらには「機械式」時計から「クォーツ」時計への転換であろう。

一方、近年では、オープン・イノベーション、サービス・イノベーション等の新たなイノベーションの概念が提案されている。また、急激な変化をとまなわないイノベーションとして、改善の積み重ねによる変革も一つのイノベーションであろう。前節で述べた通り、こうした改善の積み重ねが、これまで日本企業の特徴の一つであり、大きな強みとなっていたのである。

## 3. 日本におけるイノベーション

2014年のノーベル物理学賞は、青色発光ダイオード(以下、「青色LED」)の開発に携わった3人の日本人研究者に贈られた。この青色LEDの発明・実用化は、技術的・経済的な点において広く社会に大きな貢献をした。これまで日本では、この青色LEDのみならず革新的な発明・イノベーション(発明・イノベーショ

ンは同義ではないとする)が数多く創出されている。こうした日本の発明・イノベーションに対して、公益社団法人発明協会<sup>[13]</sup>は、Webによるアンケート調査、各界有識者の意見を基に、第1回の「戦後日本のイノベーション100選」を発表した(2014年6月18日)。Webによるアンケート調査の得票数で10件を選定し、さらに戦後復興期から高度経済成長期までに限定した、28件の発明や事業を選定した(合計は38件)。アンケート調査の得票では、内視鏡、インスタントラーメン、マンガ・アニメや新幹線、トヨタ生産方式等が選ばれており、これらは世界に多大な影響を与えているものが多い。また、魚群探知機(1948年)、トランジスタラジオ(1955年)、クォーツ腕時計(1969年)といった製品の発明の他にも、公文式教育法(1958年)、ヤマハ音楽教室(1959年)等のシステムの発明が選ばれていることは興味深い。こうした結果からもわかるように、イノベーションの対象範囲は、発明や技術革新だけでなく、これらを応用した工程革新やシステム革新等を含めた広範な革新・変化の創造まで拡張されているのである。

この事業におけるイノベーションの定義は、「経済的な活動であって、その新たな創造によって、歴史的社会的に大きな変革をもたらし、その展開が国際的、或いはその可能性を有する事業。その対象は発明に限らず、ビジネスモデルやプロジェクトを含み、またその発明が外来のものであっても、日本で大きく発展したものも含む。」<sup>[13]</sup>としている。

#### 4. コンピュータにおけるイノベーション

筆者が所属する経営情報学部では、計算科学、データ科学等の内容に関する講義が開講されている。こうした講義では、インターネットに代表されるICT(Information & Communication

Technology; 情報通信技術)やIoT(Internet of Things; モノのインターネット)の進展により、近年、注目されているビッグデータへの対応能力を育成するためのプログラムも含まれる。こうした能力を学生に身につけてもらうための最初の段階において、コンピュータ・リテラシー教育とともに、トランジスタやICの発明・発展によるコンピュータの高性能化・高度化の発展プロセスを理解してもらうような教育を展開している。

一方、コンピュータが発明される以前にも、計算処理の高速化に対する人間の欲求を満たすために、パスカルやライブニッツによる歯車式加算機(手動式計算機)や自動式計算機等、数多くの計算機が発明されている。その後、世界初のコンピュータであるENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calculator)が、1945年にペンシルバニア大学のエッカート(J. Presper Eckert, Jr.)とモークリー(Jhon W. Mauchly)によって開発された。ENIACは、回路素子として真空管18,000本を用いており、長さ30m、重さ30tという巨大なコンピュータであった。このコンピュータは1秒間に約5,000回の加算の実行が可能であり、当時としては「スーパー・コンピュータ」であったが、次の3つの大きな問題点があった。1つは前述のような大きさ・重さの問題であり、また1つは真空管を大量に使用しているため、ENIACから放出される熱をいかに冷却するかという問題であった。こうしたコンピュータから放出される熱について、現在のノートPCでも排出口に手を当てると驚くほどの熱(温風)を感じることができることから、真空管を使ったENIACの熱が大きな問題となったことを容易に想像することができるであろう。第3の問題は、計算手順がプラグボード上の配線の仕方に依存するため、異なる計算を行うためには配線を組み替える必要があるという点であった。こ

これは、大変な手間と技術を必要とするものであった。最初のコンピュータとされる ENIAC に対して、米国では、アタナソフ (Atanasoff) とベイリー (Berry) が 1942 年に開発した ABC (Atanasoff Berry Computer) を世界初のコンピュータとすることもある。この ABC の基本原理は ENIAC の原理と同様に、真空管と配線を用いた方式によるものである。

初期のコンピュータにおける大きな問題点の 1 つであった配線の組み替えの問題に対して、1945 年に、プリンストン高級研究所に所属していたノイマン (Johann von Neumann Ludwig) が、プログラムをデータとして記憶装置の中に記憶させるプログラム内蔵方式 (stored program) を最初に提案した。このプログラム内蔵方式を採用した世界初のコンピュータである EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) は、英国・ケンブリッジ大学のウィルクス (Maurice V. Wilks) らによって、1949 年に開発された。このプログラム内蔵方式のコンピュータは、「ノイマン型コンピュータ」と呼ばれており、未だに多くのコンピュータがこの方式を用いている。

一方、コンピュータに使用される回路素子が真空管からトランジスタになると、筐体が小型化され、性能が安定していった。このトランジスタ (transistor) の発明は、その後のコンピュータに多大な貢献をしたイノベーションの一つであろう。

トランジスタは、1947 年にベル研究所のジョン・バーディーン、ウォルター・ブラッテン、ウィリアム・ショックレーの 3 名によって発明された。彼ら 3 名は、トランジスタの発明により、1956 年のノーベル物理学賞を受賞している。また、江崎玲於奈がエサキダイオードを発明し、1973 年にノーベル物理学賞を受賞している。トランジスタを活用したコンピュータとしては、1958 年の IBM7070 や NEAC2201

(NEC) が知られている。このころ、プログラム言語の開発が行われ、科学技術計算を目的する FORTRAN (FORmula TRANslation: 数式の変換) や事務処理計算を目的とする COBOL (COMmon Business Oriented Language) が開発され、現在でも高級言語プログラムとして広く普及している。

その後、IC(Integrated Circuit; 集積回路)が、1958 年にジャック・キルビーとロバート・ノイスにより、それぞれ別々に発明された。この IC は、トランジスタやダイオード、コンデンサ等を組み合わせて、特定の働きをする論理回路である。IC の発明により、コンピュータはさらに小型化・信頼性の向上を実現させた。この IC は外部配線が非常に少ないため、回路素子に真空管を用いたときに比べて、故障が少なく信頼性が向上したのである。IC の集積度合が進み、LSI (Large Scale Integration; 大規模集積回路) を論理素子として用いたコンピュータや LSI よりもさらに素子数が多い VLSI (Very Large Scale Integration; 超大規模集積回路) が開発され、コンピュータに活用されるようになっていく。このように現在のコンピュータの発展過程には、IC の発展プロセスが大きく影響していると同時に、トランジスタや IC の発明・実用化は、社会にとってのイノベーションである。

## 5. 予期せぬ成功と柔らかな結合

組織における技術革新に代表されるきわめて複雑で偶然的な問題解決までのプロセスを表現したモデルとして、Cohen ら<sup>[11]</sup>の「ゴミ箱モデル」が提案されている。このモデルは、組織におけるイノベーションの多くは、あらかじめ問題が認識されているとは限らず (すなわち、「目的の先与性」を前提としていない)、偶然に流動的な参加者の学習プロセスにおける何らか

のタイミングで「問題」と「解」が結びついたときに、はじめて認識されるといった loose coupling の考え方を基本としている点に特徴がある。この loose coupling の考え方は、「問題と解の柔らかな結合」として捉えることが可能である<sup>[12]</sup>。

こうした問題と解の柔らかな結合により、「予期せぬ市場での成功」がもたらされるのである<sup>[12]</sup>。予期せぬ市場での成功が起こるのは、当初考えてもいなかった市場（問題）において考えてもいなかった商品・サービス（解）が結びついたときであり、これを見過ごしてしまったり、やり過ごしてしまったりすることがないように、これをメンバー（参加者）が認識する必要がある。さらに、このことを認識したときに、当初の問題には固執せずに、新たに生じた問題に対する柔軟な対応（これを筆者らは組織における「業務プロセスの柔らかな結合」<sup>[12]</sup>と呼んでいる）が求められるのである。このことは Drucker<sup>[3]</sup> が指摘する「予期せぬことを当然とする」ことに相当する。そこで、この予期せぬことを当然とするためにも、問題と解の柔らかな結合を、予期せぬ市場の機会として認識し、さらには業務プロセスの柔らかな結合により予期せぬ市場を獲得することができるよう自らを組織しておくことが必須条件となるのである。

筆者らは従来の研究<sup>[12]</sup>において、この「問題と解の柔らかな結合」と「業務プロセスの柔らかな結合」という柔らかな結合の二面性を指摘しており、この両面を満足する組織が「柔らかな組織 (loosely coupled systems)」となることを示唆している。

すなわち、イノベーションの創出には、従来の枠組みの中における組織運営では不十分であり、組織における「柔らかな結合の二面性」が必要となる。こうした組織は、柔らかな組織に相当するのである<sup>[12]</sup>。

## 6. インキュベータの役割

日本の経済再生と持続的な発展のために、官公庁のみならず、産業界や大学・研究機関が丸となってイノベーションを創出させようとする取り組みをしている。こうしたイノベーションを創出するためには、これを支援することも必要になることが多い。こうしたことから、イノベーションの創出を支援する役割を持ったインキュベータが大きな役割を果たすことになるのではないと思われる。

内閣府による科学技術イノベーション総合戦略（2013年6月）<sup>[13]</sup>では、科学技術イノベーション政策推進のための3つの視点として、①スマート化：「目指すは各産業の知識産業化」、②システム化：「強みを組み合わせて付加価値を倍増」、③グローバル化：「視線を上げて世界へ」を挙げている。さらに、（府省横断による）戦略的イノベーション創造プログラムの対象課題候補（分野）として、①エネルギー（次世代海洋資源調査技術等）、②次世代インフラ（自動走行・自動運転システム等）、③地域資源（革新的設計生産技術等）、④健康長寿、をあげている。こうした国をあげての重点課題に対して、国が予算をつけて多くの事業を支援することは、インキュベータとしての役割を果たすことに相当するのである。また、日本企業では、研究開発部門（研究機関）や技術開発部門を中心に、資金の大小はあるものの、多くの技術開発・研究開発が日々行われており、多くの設備投資・研究開発投資が行われている。

一方、米国でも政府機関のイノベーションの支援が積極的に行われている。その一つが、インキュベータとしての役割としてのベンチャー企業に対する資金提供者であろう。日本でも、ベンチャー企業に対する資金提供への関心が高まっているように思われるので、今後の動向に注目したい。

筆者は、2014年9月に、米国ハワイ州にあるインキュベータ施設の一つである Manoa Innovation Center（以下、「MIC」と呼ぶことにする）を訪問する機会を得ることができた。一般に、ハワイ州の中心的な産業は、観光であると考えられており、実際に、観光が最も重要な産業の一つである。現在でも、とりわけオアフ島では、日本人も重要な顧客として、不動産事業や観光事業に積極的な投資が行われている。このハワイにおいて、MICのようなインキュベータ支援施設があることは大変興味深いように思われる。このMICは政府や大学等とのコラボレーションにより成り立っているのであるが、大規模な活動支援を展開しているようには思われなかった。

例えば、ここで支援している事業には、ハワイの伝統工芸の一つとして数えられるテキスタイル・ビジネスがあり、MICから世界市場をめざしている。調査の時期に、日本で行われている展示会に出品しているとのことであり、事業規模から考えると単独では展示会の出品も難しいように思えたが、こうしたインキュベータの後押しがあればこそ、新たな事業展開が可能になるのであろう。また、ハワイと直接的に関連づけることが困難である、3Dプリンタ、バイオテクノロジー関連の事業がMIC内において展開されていた。3Dプリンタの活用やバイオテクノロジー関連分野は、このMICのみならず、日本をはじめ、諸外国においても非常に重視されている事業分野である。こうした成長分野だけでなく、多くの事業分野がMIC内において研究開発・事業展開されているようであった。MIC内では、複数のメンバーで組織的に活動している事業がある一方で、メンバーが一人しかいないという事業があった。この調査を通して、イノベーション（イノベーションといった大きな変革にならなくても）の創出のためには、こうした地道な支援活動（インキュベ

ーション）が必要であるように思われる。そして、この地道な活動こそが、日本の強みの一つである改善活動の積み重ねに相当するのではないかと考えられる。

すなわち、イノベーションの創出には地道な活動による継続的な改善と「柔かい結合の二面性」との結合という枠組みで捉えることが可能になるのではないかとと思われる。

## 7. おわりに

本研究では、産官学をあげたイノベーションへの期待が高まる中、日本企業が競争優位の源泉としていた改善活動をふまえて、「イノベーション」について検討した。その上で、海外のイノベーション支援の実情を通して、イノベーションとインキュベータとの関係性を捉えるための新たな枠組みを提案した。

（本研究は、2014年山梨学院大学短期在外研究による研究成果である。）

### 〈参考文献〉

- [1] 山下洋史、金子勝一、木全晃：情報化時代の経営システム〔新版〕、東洋経済新報社、2001
- [2] Schumpeter, J. A. : *Theorie der irtschaflichen Entwicklung*, 2, 1926 (シュンペーター、J. A. 著、塩野谷祐一、中山伊知郎、東畑精一訳、経済発展の理論：企業者利潤・資本・信用・利子および景気の回転に関する研究(上・下)、岩波書店、1977)
- [3] Drucker, P. F. : *Innovation and Entrepreneurship*, Harper & Row, 1985 (ドラッカー、P. F. 著、上田惇生訳：新訳イノベーションと企業家精神(上・下)、ダイヤモンド社、1997)
- [4] Utterback, J. M. : *Mastering the Dynamics of Innovation —How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change*, 1994 (アッターバック、J. M. 著、大津正和、

- 小川進監訳：イノベーション・ダイナミクス、有斐閣、1998)
- [5]C. クリステンセン、M. レイナー著、玉田俊平太監修、櫻井祐子訳：イノベーションへの解、翔泳社、2003
- [6]田中政光：イノベーションと組織選択、東洋経済新報社、1990
- [7]Hippel, E. von : The sources of innovation, Oxford University Press, 1988 (ヒッペル、E. von 著、榊原清則訳：イノベーションの源泉、ダイヤモンド社、1991)
- [8]眉山泰生：「ユーザー・イノベーション」、高橋伸夫編：超企業・組織論、有斐閣、2000
- [9]赤城健一、山下洋史：“改善—イノベーションのカタストロフィーモデル”、日本経営システム学会第 22 回全国研究発表大会講演論文集、pp61-64、1999
- [10]伊東光晴編：岩波 現代 経済学事典、岩波書店、2004
- [11]Cohen, M. D. March, J. G. and Olsen, J. P. : “A Garbage Can Model of Organization Choice,” *Administrative Science Quarterly*, Vol.17, No.1 , 1972
- [12]金子勝一、山下洋史：“予期せぬ成功と柔らかな結合”、日本経営システム学会第 23 回全国大会講演論文集、pp.53-56、1999
- [13]<http://www8.cao.go.jp/cstp/index.html> (2013 年 6 月 20 日)
- [14]高橋伸夫：組織の中の決定理論、朝倉書店、1993
- [15]山下洋史：情報・知識共有を基礎としたマネジメント・モデル、東京経済情報出版、2005