

産学連携論考

Receiver-Active Paradigm

—技術の受け手主導の移転パラダイム—

芝浦工業大学

大学院工学マネジメント研究科長

独立行政法人・経済産業研究所

ファカルティ・フェロー

東京大学名誉教授

児玉文雄

はじめに

政府は「大学発ベンチャー1000社計画」を基に、産学連携支援資金を多くの大学に供給し、ほとんどの主要大学にはTLO (Technical Licensing Office) が設立された。しかし、その多くは“技術ブローカー”の活躍の場と化し、それに便乗した教官の“ベンチャーごっこ”を危惧する声が多いようである¹⁾。

文部科学省の大学発ベンチャー調査研究によると、「研究成果を並べておけば企業が寄ってくると安易に考える教官が多い」とのことである。このことは、産学連携による大学から企業への技術移転について、理論的な検討が欠如していることを暗示している。逆に、TLOの設立が主要大学に一巡した現在こそ、産学連携に社会科学的な論考をめぐらす時期であろう²⁾。

¹ 日経産業新聞「大学発の起業：質を問われる時代に」（2004年5月7日）

² 例えば、Branscomb L., Kodama F., and Florida R. (Eds.): *Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States* (The MIT press, 1999) という論文集では、著者の大半は社会学者であった。また、*Management Science*, Volume 48, Number 1, January 2002 は「University Entrepreneurship and Technology Transfer」では、すべての著者は、ビジネススクールや社会科学の学者である。

話は、1990年代の初めに遡るが、筆者は、日米科学技術協定のハイレベル委員会の依頼を受けて、米国商務省と日本通産省が共同で組織化した「技術移転に関する日米共同調査パネル」(U.S.-Japan Technology Transfer Joint Panel)に日本側議長として参加する機会を得た。米国側議長は当初MITのRoos教授であったが、途中で米国製造者協会(NAM)のMorin氏に交代した³⁾。

パネルの議論を総括した報告書は1993年3月に商務省より発行されたが、その冒頭は、筆者が強く主張したこともあるが、「技術移転を定義する」(Defining “Technology Transfer”)で始まる。「技術」についての定義では、形式知と暗黙知の両方があることを簡単に触れた後に、「移転」についての定義に移っている。移転部分の議論は、「受け手主導の移転パラダイム」(Receiver-Active Paradigm, RAPモデルと略称され議論された)を中心に展開された。

この議論は、技術革新を論ずるときによく使われる、技術の押し込み型/市場の吸引型(technology-push vs. market-pull)の二分法に似ているが、RAPモデルの本質は、技術移転の成否は送り手よりも受け手の行動に大きく依存しているというものである。積極的な受け手は、消極的な送り手からでも技術移転を成功させるが、消極的な受け手では、最も積極的な送り手からさえも技術を移転させることはできないという表現が使われた。

最近になって、大学の研究予算が科学研究費など補助金で潤い、「ベンチャーでもやってみよう」と考える教官が、ベンチャーキャピタルに出資相談に訪れるという⁴⁾。村口和孝氏(日本テクノロジーベンチャーパートナーズ代表)は、このような現象を「補助金プッシュ型ベンチャー」と名付けているが、我々が議論した移転パラダイムは、このようなベンチャーとは全く立場を異にするものである。

続けて同報告書は、いろいろな技術にはそれぞれに適した移転様式が考えられるので、産学連携の移転問題は、より広い「技術経営」(technology management)の観点から分析されるべきであるというのが参加したパネリストの共通認識であったという。そこで、本稿においては、著者たちの研究成果を基にして、産学連携の本質について、技術経営(MOT)の枠組みを利用して、筆者なりの論考を加えたい。

1. 産学連携問題の定式化

筆者らの研究の出発点になったもう一つの報告は、1994年に公表されたAtkinsonの論

³ Report of the U.S.-Japan Technology Transfer Joint Study Panel (submitted to the Joint High Level Committee of the U.S.-Japan Science and Technology Agreement, May3, 1993)(PB93-182921)

⁴ 同上、日経産業新聞

文であった⁵⁾。彼は、ハーバード大学医学部のライセンスグループが 1977 年から 1980 年までの発明の報告と産学連携の提案書をレビューし、単純ライセンスが不相当と判断される一群のプロジェクトの存在を確認した。これらのプロジェクトは独創的かつ将来的な発展が期待され、単一の製品ではなく次世代の製品をつくり出す基盤となる技術であるが、企業からは情報公開後 3-5 年たっても相手にされていなかった。ハーバード大学はこのような技術を「Development-Gap Technology」と呼び、この「ギャップ」を乗り越えるために、大学側が主導して新規にベンチャー企業を設立して技術の実用化を行う必要があるとして、大学と提携したベンチャーキャピタルの設立に動いた経緯が述べられている。

筆者らも産学連携問題の本質は大学研究と企業研究の間に発生する認知上の「ギャップ」の処理にあるとする立場である⁶⁾。一般的に言って、大学研究が独創的であればあるほど、また新規性が高ければ高いほど、研究者人口は少なく、その研究を評価できる企業側の評価者が存在する可能性は低い。つまり、独創性に対して企業側には評価限界が存在し、評価能力を超えた研究に対しては、共同研究やライセンスは実施できないという事態が発生する。このような認知上の「ギャップ」の発生理由と企業側の評価能力の関係を定式化することから始める。

産学連携とは、広義には大学から企業への技術移転過程と定義できよう。企業は大学や外部の企業から技術シーズを取り込む際には、必ず一定の評価作業を実施する。この際、合理的な企業行動とは次のようなものであろう。第一に、自社のコア事業との関連性が技術導入の基準となっている。自社の事業に関連するからこそ、企業は外部技術を導入しようとするであろう。第二に、技術的な内容自体をよく理解できることが導入する場合の基本的な条件である。理解できないものは活用できないからである。この 2 つの要素が合成された能力を「企業の機会評価能力」と定義する。

次に、技術移転が実施される場合の「技術の出し手」である大学側の研究開発テーマの成熟度（完成度）と「技術の受け手」である企業側の機会評価能力との関係について定式化しよう。研究開発が初期段階であれば、その事業との関連性を見極めるのが困難であり、かつ科学的・技術的な内容そのものを理解する難易度も高い。したがって、研究開発の成熟度が低ければ低いほど、技術移転を成立させるために受け手側の企業には、高い機会評

⁵ Atkinson, S.H., "University affiliated venture capital funds," *Health Affairs*, Summer, pp. 159-175 (1994).

⁶ 加納信吾：「産学連携のギャップ調整メカニズムに関する研究」（東京大学・大学院工学系研究科・先端学際工学専攻へ提出された博士論文、2002 年）。この中心となる議論は、Kano S., "The Innovation Agent and Its Role in University-Industry Relations," Chapter 14 in *Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States* (Eds.: Branscomb L., Kodama F., and Florida R.) (The MIT press, 1999), pp. 365-384. および、加納信吾：「産学連携における選択肢の比較分析」（タンパク質・核酸・酵素，第 45 巻 6 号，2000）pp.928 - 934 を参照。

備能力が要求される。研究開発の成熟度を横軸，企業の機会評価能力を縦軸にとり，技術移転が成立するのに必要な機会評価能力の「閾値」を境界ラインとして連続的に表現すると，**図1**のように機会評価能力の閾値は研究開発の進展に伴い単調減少すると想定される。この境界ラインを技術移転が可能な限界という意味から「技術移転有効フロンティア」曲線と呼ぶ。この境界ラインの上側（斜線部）に位置する外部の研究開発テーマと企業の評価能力の組み合わせに対してのみ、技術移転可能ということになる。

(図1 技術移転有効フロンティア曲線)

2. なぜギャップが存在するか

一方，大学の研究活動には，実用化研究を実施するにはある種の限界が存在している。大学の研究活動は，マーケティングを含む研究開発の後半部分を実施するための資金，人材，能力を保有していない。また，大学研究本来の役割としても期待されていないため，後半部分に公的な研究費が投入される可能性は通常低い。

この大学の持つ限界を図で示すと、横軸上の成熟度のある値 α が存在し、研究開発の成熟度 α と技術移転有効フロンティアで囲まれる領域のみ（二重斜線を施した部分）が、産学間で技術移転が成立する領域となる。 α 値以下の研究テーマでは文部省科学研究費などの公的研究資金が投入されない限りその先の研究継続を期待することはできないし、 α 値に達した研究テーマでは企業活動の範囲と認識されて、大学研究の範疇を超えるため研究継続のための研究費を公的資金からは期待できない。また，受け手の企業側の機会評価能力は，産学連携が成立するためには交点の値 β を超えている必要がある。 β 以下の機会評価能力しか持ちえない企業は，事業に関係のある研究開発テーマであったとしても自社に取り込むという行動は取り得ないということになる。

この結果，技術移転有効フロンティアの外にある大学の研究テーマは，研究開発が進展すれば事業につながる潜在的な可能性がある場合でも，企業との共同研究が設定できない事態に陥る。この状態が「ギャップ発生状態」である。さらに，この分析フレームを使えば，研究テーマの位置と境界ラインの距離で、「ギャップの程度」を表すことができる。企業側の研究テーマに対する機会評価能力が低ければ低いほど，技術移転有効フロンティアとのギャップは大きくなる。このように技術移転有効フロンティアの存在を仮定し，大学の研究限界をおけば，理想状態モデル的ではあるが，ギャップの発生理由は説明される。

3. ブリッジ形態の分類

産学連携とは、別の表現をすれば、大学側の研究能力の限界をこえて研究活動を継続可能ならしめるために企業と大学とで協力関係を構築することであるといえよう。この際、事業化の可能性があるならば、企業の機会評価能力に関係なく、またギャップの発生の有無に関係なく、大学研究の限界値をまたぐように企業との間にブリッジをかけることが期待される。ブリッジ形態は、技術移転有効フロンティアと大学の研究限界との関係から必然的に3つの形態に分類することができる（図2）。

ブリッジ形態（Ⅰ）は、大企業が基礎研究からすべてをやるケース（企業内中央研究所モデル）と大企業が直接大学との共同研究を設定できる場合（大学—大企業産学連携モデル）の2つが含まれる。従来、日本で産学連携と呼んできたものはブリッジ形態（Ⅰ）に相当するものであった。

ブリッジ形態（Ⅱ）は、ギャップ発生状態にある研究テーマに対してブリッジをかける場合であり、研究開発を継続するためには組織体を新たに編成する必要がでてくる。この形態を「ベンチャー挿入モデル」と呼ぶ。ブリッジ形態（Ⅱ）の特徴は、ベンチャー企業が大学と既存企業の間を仲介しつつ、研究開発活動を実施している点にある。

ブリッジ形態（Ⅲ）は、通常は最終製品が既存企業のビジネスではないと認識されてしまう場合があてはまる。新規産業とはこのように定義できよう。

（図2．技術移転のブリッジ形態）

半導体受託設計開発の「エイ・アイ・エル」（東京・中野）は神戸大学発ベンチャーである⁷。瀧和男教授は2002年4月から休職制度を活用して社長業に専念しているという。国立大学教授が休職して社長業について第1号である。何も休職までしなくてもの声があったが、「二足のわらじは無理」と言い切ったという。瀧氏は「大学の技術だからでは大企業は見向きもしない。基礎から延々と研究を積み重ね、低消費電力回路の実物を動かして見せて初めて話に乗ってくる」と語る。このケースは、まさしく、ブリッジ形態（Ⅱ）の「ベンチャー挿入」モデルを実行したものである。

4. 外部技術を取り込む

先に述べたように、従来の日本では、形態（Ⅰ）の企業内中央研究所モデルが主流であった。しかし、全く新しく出現した科学を取り込む時には、単純に、大企業の中央研究所に新しい基礎研究部門を設置すれば良いというものではない。また、単純に新しい基礎研

⁷ 同上 日経産業新聞

研究所をもう一つ創ればよいというものでもない。これは、数々の企業の基礎研究所が失敗していることから明らかであろう。新しい科学の取り込みには、MOTが強調する戦略的思考が必要である。

武田薬品工業は、1936年にビタミンCの合成法、1950年には葉酸の合成法、1952年には、ビタミンB1誘導體（アリナミン）の合成法を開発するなど、元々「有機化学」の技術力には定評があった。また、1955年にはジヒドロ・ストレプトマイシン(抗生物質)生産菌株を発見したり、1960年代から1970年代にかけてはリラシンやバンスポリンなどの抗生物質を開発したり、1972年には第3世代セファロスポリンの基本特許を出願するなど、抗生物質に関連して微生物や発酵関係の技術蓄積が高かった。このような技術蓄積により、「ビタミンと抗生物質のタケダ」とも呼ばれていた。

しかし、1974年に米国のコーエンとボイヤーが遺伝子組み換え技術の基本特許を出願して、状況は一変した。武田薬品工業は、突然出現したギャップにどのようなブリッジをかけて、遺伝子工学と蛋白質工学という外部技術を取り込んでいったのであろうか。次に述べるように、同社が遺伝子工学と蛋白質工学の技術を巧妙に取り込んでいった戦略は、MOT教育の格好の教材となる。

前社長の著作「新薬はこうして生まれる：研究者社長が明かす開発秘話」（森田桂、日本経済新聞社、2000年）に、その戦略を見よう。その戦略は、「研究所の組織が巨大化してくると、研究の重複を避けるためとか、組織の一体化によって研究効率の向上を図るとかの名目でそれぞれの部署がマンモス化し、そこでの決定が揺るぎないものになって、権威の温床になりかねない」という危惧から始まったという。

中央研究所の他に、それに対抗できるもう一つの研究所を創って、それぞれが切磋琢磨する関係にした方が新しい発想が生まれやすいし、自然と競争の原理も働く。「筑波研究所は中央研究所から独立した研究組織として運営する」というのが森田氏の一貫した思想で、決して巨大化した中央研究所に隷属化させてはならないと考えていた。

そこで、筑波研究所の所長にはリュプリンの発見者であり、武田・アボットの共同研究で成果を上げ、かつペプチド領域の研究ではその名を知られた藤野雅彦博士に白羽の矢を立てた。筑波研究所は中央研究所の一部門ではなく、次世代の研究を担う部門である。そのためには遺伝子工学とタンパク質が研究の中心になることを見据えての人選であると告げ、当面の研究者の人数を47人で1988年に出発したという。現在、この研究所は医薬開拓研究本部となっている。

5. 基盤技術の軌道の分析

右に述べた武田薬品工業の戦略はどのような結果をもたらしたのであろうか。同社の伝統的基盤技術であった「微生物・発酵」・「有機化学」の上に、どのようにして「遺伝子・蛋白質工学」を植え付けていったのであろうか。そこで、同社の基盤技術の発展軌道を定量的に計測することを試みた⁸⁾。この新技術の取り込みの軌跡を明らかにするため、コーエン・ボイヤーの基本特許の出願が1974年であること考慮して、1970年以降に武田が出願した特許の時系列データを駆使して分析した。

公開特許公報においては、すべての特許に国際特許分類（International Patent Classification、以後IPCと略記する）に従った技術分野の分類が、付与されている。一つの特許に複数個のIPCが付与されている場合があるが、その中で「主」として考えている技術分野を「筆頭IPC」と呼び、「従」と考えている分野と区別している。この「主」と「従」の付与情報を時系列で追跡することにより、武田がその技術基盤を「微生物・発酵」や「有機化学」から「遺伝子・蛋白質工学」へと転換していった軌道を測定できるのである。

本稿で議論している「取り込み戦略」に直接関連するのは、武田の出願特許の中で、「有機化学」と「遺伝子・蛋白質工学」の二つのカテゴリーのIPCが同時に付与されている特許である。このような特許が「有機化学」と「遺伝子・蛋白質工学」とのどちらのカテゴリーを「主」とし、どちらを「従」としているかを分析した結果を図3に示す。図では、「遺伝子・蛋白質工学」と「有機化学」の両方が、付与されている特許の中で、「遺伝子・蛋白質工学」を筆頭IPCとするものの割合を上側に、「有機化学」を筆頭IPCとするものの割合を下側に、それぞれ%で示した。

（図3．武田薬品工業の基盤技術軌道（「有機化学」から「遺伝子・蛋白質工学」へ）

図によると、1977年には、最初の取り込みが出現し、1983年からはその取り込み戦略の効果が確かなものとして定着している。その後、一時的中断や過剰状態を経験するが、1995年以降は「遺伝子・蛋白質工学」が平均して50%を超すまでに成長している。

以上の分析が明らかにした「有機化学」と「遺伝子・蛋白質工学」の筆頭IPCの主・従関係の逆転現象は、有機合成の技術をコアとしつつも、遺伝子工学や蛋白質工学（最近ではゲノム創薬）などの技術を融合させることにより、武田薬品工業がその基盤技術を再構築したことを示している。このような経緯を経て再構築された基盤技術が、同社の医薬品

⁸ J. Suzuki and F. Kodama, “Technological diversity of persistent innovators in Japan: Two case studies of large Japanese firms,” Research Policy 33 (2004), pp. 531–549.

という製品分野に多様性をもたらす原動力となったことを如実に示すものでもある。

一般化すれば、長い伝統を持つ製薬会社が、新たに外部（この場合は外国）からもたらされた技術（遺伝子工学、蛋白工学、ゲノム創薬）を自社のコア技術に融合させ、元々自社が属する医薬品という業種内での製品技術と製品系列を多様化させ、競争力を飛躍的に高めることに成功した物語でもある。

先に議論した技術移転のブリッジ形態論に戻れば、この武田薬品工業のケースは表面的には形態（Ⅰ）であるが、そう簡単には言い切れない。独立性に配慮して新設された筑波研究所は、中央研究所に属していないため、社外に設けられた起業家集団であったとも考えられる。少なくとも、社内ベンチャー的な研究所であったことは否定できない。そして、この研究所が、大学で創出された「遺伝子工学」・「蛋白質工学」という新しい科学を既存大企業へ技術移転する、仲介の役割を十二分に果たしたことは、我々の分析により実証された。従って、この武田薬品工業のケースも、擬似的にはブリッジ形態（Ⅱ）の「ベンチャー挿入モデル」であるとみなすこともできよう。

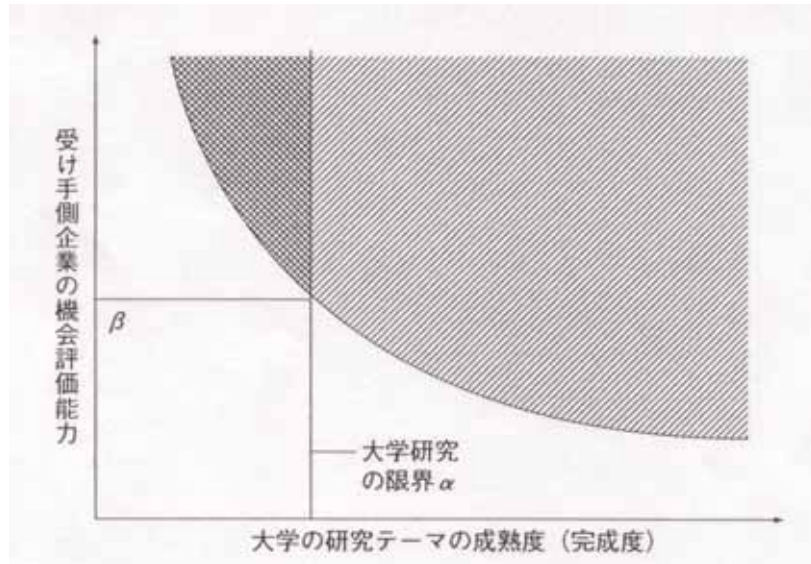
8. まとめ

筆者は産学連携についての「技術の受け手主導の移転パラダイム」という仮説を、1992年の日米共同調査パネルで提案した。その後の研究により、この仮説に基づく産学連携の理論的分析フレームを開発した。この分析フレームの有効性を例証するため、1990年代に進行した製薬大企業の基盤技術の大きな転換と、大学教官が休職してベンチャーを設立した最近の事例を取り上げた。

最後に一言付け加えたい。大学に次々と設立されている TLO は、単なる技術のショウケースや、特許を取得し管理する法務部門で終わってはならない。基礎研究から企業化に至る長い技術革新のプロセスのどこかで、TLO が実際に汗をかいて、実質的な仕事を分担することが重要である。研究・開発・企業化という一連の技術活動に積極的に関与し、貢献することによってのみ、その存在を誇示できるからである。

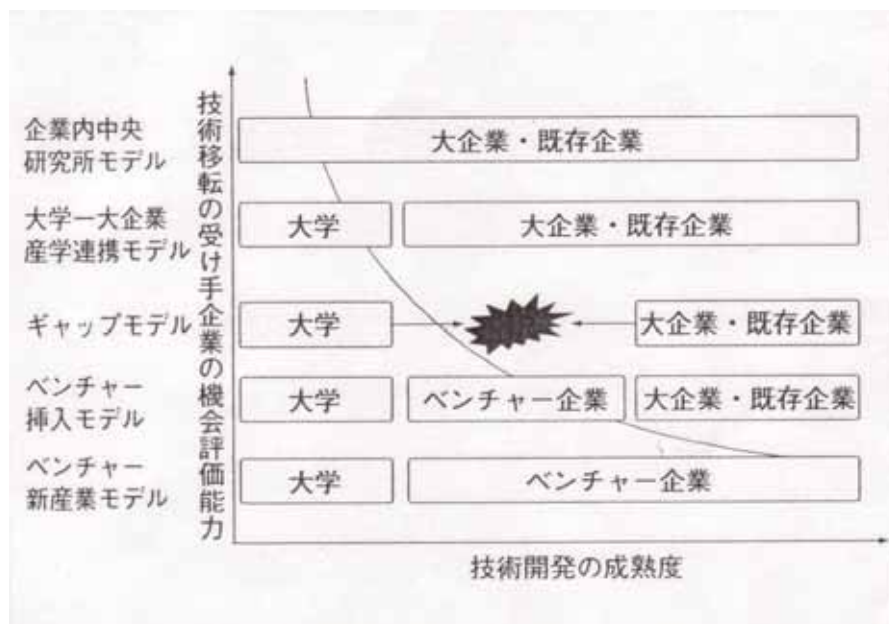
以上

技術有効フロンティア曲線



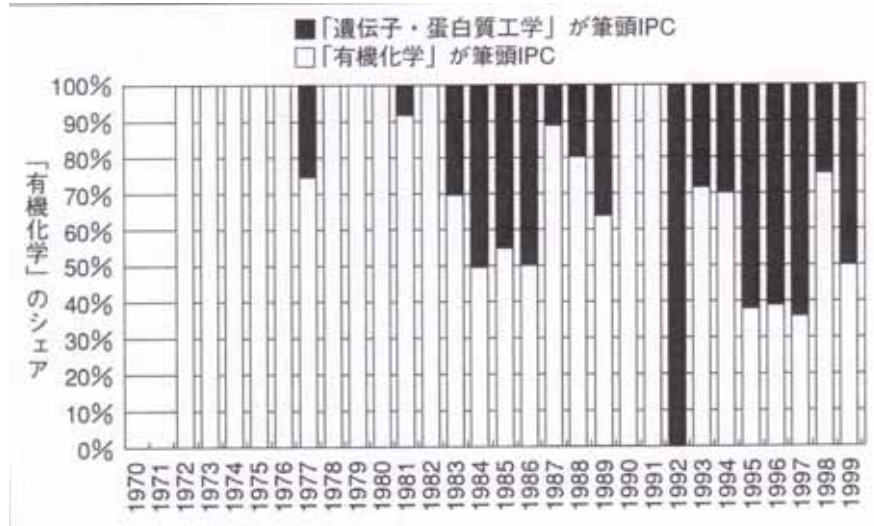
1

技術移転のブリッジ形態



2

武田薬品工業の基盤技術軌道 (「有機化学」から「遺伝子・蛋白質工学」へ)



3