

Discussion Paper No.55

技術移転プロセスのオープン化と
日本における技術移転市場の可能性の研究

2009年9月

文部科学省科学技術政策研究所
科学技術動向研究センター

金間 大介

本 Discussion Paper は、所内での討論に用いるとともに、関係の方々からのご意見を頂くことを目的に作成したものである。

また、本 Discussion Paper の内容は、執筆者個人の見解に基づいてまとめられたものであり、機関の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

技術移転プロセスのオープン化と
日本における技術移転市場の可能性の研究

2009 年 9 月

金間 大介

文部科学省科学技術政策研究所
科学技術動向研究センター

〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-2-2 中央合同庁舎7号館東館 16 階

Email: kanama@nistep.go.jp

TEL: 03-3581-0605

FAX: 03-3503-3996

技術移転プロセスのオープン化と

日本における技術移転市場の可能性の研究

金間 大介

文部科学省科学技術政策研究所

科学技術動向研究センター

概 要

技術移転プロセスの研究は古く、1937年には赤松要が「雁行形態論」を発表している。これに続き、日本を中心としたアジアの産業発展プロセスを対象として、Raymond Vernonがプロダクト・サイクル論を唱えた。その後、1990年代に入り、ポスト雁行型の技術移転プロセスが議論されるようになった。時を同じくして、米国発のプロパテント政策が効力を発揮するとともに、1980年代の米国産業の復興を促進したとされる米国型産学連携システムが脚光を浴び始めた。そして近年では、世界各国の知財関連法制度の充実を背景に、ビジネスモデルそのものをオープン化し、研究開発を効率化した活動が注目を集めている。また、オープンソースやクラウドソーシングという言葉に象徴されるような技術移転の仲介業も誕生している。一方、日本では、各企業においてオープン化した技術移転プロセスをある程度試みてはいるものの、欧米企業に見られるような成功事例としては顕在化していない状況にある。技術移転市場の規模も小さく、かつそのほとんどが公的部門の介入により維持されている。研究開発活動の効率化を狙った技術移転のオープンモデルの要件として、製品や技術のモジュール化が挙げられる。モジュール化は、コンピュータ産業の発展と密接な関係を持ち、モジュール内の機能的高度化を促すとともに、外部組織の持つ技術知識の移転コストを下げる。これまで日本企業は、相対的に欧米の企業ほどモジュール化を得意としておらず、むしろすり合わせ型の製品設計を得意としてきた。今後、技術移転プロセスのオープン化が進むとき、日本企業は直面する技術課題を公開し、解決につながるアイデアの収集に努めるとともに、暗黙知の伝達も可能とする共同研究開発も視野に入れた技術移転モデルを検討する必要がある。

本文

1. はじめに—技術移転プロセスの変遷—

日本を取り巻く技術移転プロセスの研究は古く、1937年には赤松要が有名な「産業発展の雁行形態論」を発表している(赤松、1937、1956)。赤松は日本における繊維産業の発展プロセスの研究を通して、以下の3つのサイクルを指摘した。①まず、国内にはない製品や製造方法によって生産された製品を輸入するところから始まる。消費財としてこれらの製品の輸入は増加する。②やがて国内においても類似の製品が自己生産されるようになる。この段階で、輸入品と国産品の製造販売競争が行われる。国産品が輸入品を代替するためには、当該製品の生産技術が他国から移転もしくは自国で開発される必要がある。また、生産設備を建設するための資本があること、輸入品に負けない品質およびコスト競争力を有することも重要な要件となる。③結果的に国内の生産量が輸入を上回ると、徐々に国産品は輸出されるようになり、輸出が輸入を超過するようになる。④相対的に賃金が安く生産コストの低い後発国に対し技術移転および直接投資を進めることで、生産拠点そのものが国外へ移転されていく。その結果、当該製品は国内へ逆輸入される。このように、赤松は輸入から始まった製品が自国で生産される段階に移り、輸出産業として確立したのちに、後発国へ生産拠点を移転することで製品は逆輸入されるというサイクルを描いた。

これに続き、日本を中心としたアジアの産業発展プロセスを対象として、Vernonがプロダクト・サイクル論を唱えた(Vernon、1966)。①まず、新製品はその導入期において、新たな市場を開拓しながら、技術的な改良が加えられていく。この段階ではまだ目立った売上増は示さず、価格も不安定な場合が多い。②製品の売上が急激な増加傾向を示すと、このサイクルは成長期に入る。製品は、生産技術が安定することで大量生産が行われる。また、競合他社が当該市場に参入することで競争が激化し、価格は低下する。③さらに成熟期に入ると、同一市場における販売量は安定し、競争力を失った企業は淘汰される。同時に技術は標準化され、生産コストの低い後発国へと生産技術および設備は移転される。その結果、当該製品は国内へ逆輸入されることになる。このように、新製品は導入期から成長期、成熟期、そして衰退期へとS字曲線を描きながらそのサイクルを完結する。ここで、プロダクト・サイクル論は新製品を自国で開発するという意味で先進国に焦点を当てた理論であるのに対し、雁行形態論は新製品の輸入から始まるという意味で後発国側から捉えた理論で

あり、理論の本質は同じであると言える(シュレスタ、1996)。

その後、1990年代に入り、韓国のサムソン電子が日本のメーカーに先駆けて256MBのDRAMを出荷したあたりを境に、ポスト雁行型の技術移転プロセスが議論されるようになった(経済企画庁、1994)。つまり、技術分野によっては、同時に同レベルの製品が異なる国から生み出される時代になり、これを雁行形態論の崩壊と見るようになった。欧米で開発された基礎技術の成果を応用することで、新製品を生み出すという形態を得意としてきた日本企業は、80年代に既にトップランナーとなり、それまでのような技術導入は期待できず、同時に韓国を筆頭として中国、台湾などの東アジアの企業の激しい追い上げにあうこととなった。アジア企業のハイテク化は、技術流出や技術移転を行った企業間の契約の反故、不法な模倣品の流出などの問題も発生させた(シュレスタ、1995)。

このように、雁行形態の崩壊とともに、世界経済は大競争時代を迎えることになった。基礎研究は高い技術を生み出すには欠かせないが、一方で、不確実性が高く、また莫大な資金も必要となる。投資という観点からは、すぐに収益につながるような製品への応用技術が重視されることになる。事実、90年代に入り、米国企業は次々と研究開発費を削減するとともに、日本の他、韓国、台湾、中国等のアジア各国とも製品開発において密接な提携を結び、研究開発の効率化を目指した。

時を同じくして、知識社会の時代が訪れる。知的生産活動における知的財産権の保護が重視され、経営資源としてもその生産、活用、保護が重要な要素となった。米国発のプロパテント政策が効力を発揮するとともに、1980年代の米国産業の復興を促進したとされる米国型産学連携システムが脚光を浴び始めた(後藤・馬場、2007)。1985年には、当時のヒューレット・パッカートの経営者ジョン・ヤングが、通称「ヤングレポート」と呼ばれる報告書をレーガン大統領に提出した。この中で、すでに米国は知財管理の不十分さから年間数百億ドル規模の損失を被っているとし、知的財産の保護強化を米国の競争力強化の重要な要素の1つとして位置付けた(President's Commission、1985)。このような状況の中、米国内における知的財産権訴訟の件数は急増した(機械振興協会、1990)。米国は、それまで保護の対象としていなかった基礎研究の成果も知財権として保護の対象とした。これによって大学等の研究成果も保護対象となり、1980年のバイ・ドール法の制定を経て、大学は多くの知財を所有することになった。大学は、これらの知財を産業界に対する技術移転のツールとして活用し、見返りとしてロイヤリティ等の対価を受け取るスキームを確立した。また、ベンチ

ヤー企業は自らの知財を投資を受けるツールとして活用した。

一方、一部の東アジアと東南アジアの各国では、知財権が重視される中であっても、未だに雁行形態とみられる状況も続いている(手島、2001)。一般に技術移転を進めるには2通りあると考えられる。1つは、技術を有する企業が導入先の国内において直接製造を行う場合で、もう1つは、技術の実施権を導入先の国あるいは企業に移管する場合である。前者は、導入後ただちに製品の生産が可能で、現地の雇用などに対し即効性がある。後者の場合は、技術実施権の移管に際し、専門知識やノウハウなども伝達する必要があるためやや時間がかかるものの、現地の技術力強化には有効な手段となる。いずれの場合においても、導入国は自国の知財制度をしっかりと整えておく必要がある。そうでなければ、技術所有側は再び模倣品対策や技術流出に頭を痛めることになる(経済産業省、2003; 田上、2006)。

そして近年では、世界各国の知財関連法制度の充実を背景に、技術移転プロセスそのものをオープンにして、研究開発活動を効率化する例が注目を集めている。また、オープンソースやクラウドソーシングという言葉に象徴されるような技術移転の仲介業も誕生している。表1は、これらの活動の取り組み事例をまとめたものである。内部から外部へ向けた技術移転プロセスは、近年、日本でも知財の積極的活用とそこからの収益増を目指すという意味において活発化しつつある。大学や研究開発型独立行政法人、技術移転機関(TLO)なども、積極的に知財を公開するなどして、所有する知財を積極的に外部へ売り込む活動が見られる。一方、外部の技術や知識を内部へ取り込み活用するプロセスは、まだ日本ではあまり多く見ることはできない。そこで次章では、まず、この中でも特に米国で活発化しつつある技術移転仲介業の活動に焦点を絞り、その動向を紹介するⁱ。

ⁱ本書では取り扱わないものの、オープンな技術移転プロセスとして環境・エネルギー分野においても新たな技術移転のスキームが誕生している(鳥飼・万城、2007; 植田、2007)。

表1 オープンな技術移転プロセスの取り組み例 ((水上、2008)をもとに作成)

形態	具体例	企業例
内部⇄外部	SNSコミュニティ	(株)ドリコム
	オープンラボ	キヤノン(株)
外部⇒内部	外部パートナーのアイデア採用	Cisco Systems、Dupont
	Connect and Develop	P&G
	自社案件に対するアイデア公募	DOWAホールディングス(株)
	仲介業者が外部へアイデア公募	InnoCentive、NineSigma
知的財産の共有化	パテントコモンス	IBM
	パテントプール	(株)日立製作所
内部⇒外部	特許の運用委託	知的財産信託 三菱UFJ信託銀行(株)
	特許の投資ファンド	Intellectual Ventures
新しい技術移転モデル	オンライン上での市場取引	OceanTomo
	知財オークション	OceanTomo
	特許の投資ファンド	Intellectual Ventures

2. 技術移転プロセスのオープン化と技術移転仲介業の発展

近年、多くのものづくり分野において製品を製造する上で必要とされる技術が高度化・複雑化している。そのため、自社で抱える研究者だけでは解決できない技術課題が顕在化してくる。そこで、既存のネットワークを越えて社外の技術や知識の活用ⁱⁱが求められる(チェスブロウ、2004)。しかし、当然ながら社外アイデアの活用にもコストがかかる。知財のライセンスや企業(事業部)の買収などが直接の知識の移転費用として必要になるが、それ以外にも、その前段階として主に次の3つのコスト負担が想定される。第一に、既存ネットワークの外にも自社にとって潜在的に有用な知識があると認識しなければならない。したがってそれを可能とする組織設計や教育が必要になる。第二に、その存在を認識したとしても、理解できるだけの知識水準を社内で保有していなければならない。第三に、既存ネットワーク外の知識をウオッチするためのインフラの構築・維持・管理コストが必要になる。しかもこれらのコストは、実際に実施してみないとその価値は分からず、事前の投資効果が全く見えないという特徴がある。

そこで、この不確実性の高い投資リスクを低減すべく、近年技術移転の仲介業を活用する例が増えている(チェスブロウ、2007)。技術移転仲介業には大きく分けて2通りが存在する。1つは、投

ⁱⁱ本稿では科学技術の中でも、主に、より最終製品に近い応用・開発フェーズに焦点をあてているが、科学・学術研究分野においても、発見と学習を促進するオープンな知識移転の新しい動きが見られる。詳しくは文末付録参照されたい¹。

資家から資金を集め、それを元手に知財を購入・管理しつつ、これらを必要とする企業に対し実施権を設定し、その実施許諾等で収入を得る方法である。この方法は、ヒット商品を生み出せば大きなライセンス収入が得られる可能性があるが、一方で毎年確実に投資家に配当を渡さなければならぬというプレッシャーが存在する。もう1つは、知財として固定化される前段階から技術移転を促進することに注力した方法である。こちらは活動が多岐に渡るため定義付けは難しいが、すでに確立した知財の移転だけでは事業化が難しいと判断された場合、技術を渡す側と受ける側の双方が共同で更なる開発にあたるケースも含まれる。この方法で成功しているケースの多くは、インターネットを最大限に活用して、世界中の研究者が所有する知識に効果的にアクセスすることを目的として、極めてオープンなプラットフォームを提供している。

以上2通り存在する技術移転仲介業のうち、前者の代表的な例としては、米国のIntellectual Ventures社が挙げられる。また、近年問題化しているパテント・トロールも、ビジネスモデルとしてはここに分類され得る。一方、後者の代表例としては、米国のInnoCentive社や、同じく米国のyet2.com社、NineSigma社が挙げられる。米国OceanTomo社が主催するオークション形式の知財取引手法もここに分類され得るが、物理的な場を設定した上で参加者を集め、取引は全て対面で行う必要があるため、やはりウェブ上のプラットフォームを活用するケースに比べコスト高となる。

Intellectual Ventures社は、技術や特許を保有者と利用者の相互が、簡便に利用できる技術移転市場の創出をビジネスモデルの中核に位置付けている(工業所有権情報・研修館、2008)。単に特許を保有者から集めて商品棚に並べて公開するだけではなく、同社の技術部門が独自に技術分野や領域別に特許ポートフォリオを構築し、特許をパッケージ化するなどして利用者が購入・使用しやすいように工夫している(Intellectual Ventures社HP)。また、その過程で、注目すべき技術領域において、まだ開発されていないものの近く特許化できそうな技術を発掘し、有望な研究者・技術者に当該技術の発明・開発・特許化を依頼することもある(日経ものづくり、2009)。その際には、必要となる周辺技術情報や資金の一部を提供し、技術開発サイクルの短縮化を図る。

米国にはすでに200社以上あると言われるパテント・トロールの活動内容は様々で、ひとくくりに議論するのは難しいが、中心となるビジネス・スキームは、投資家から集めた資金を基に有望と思われる特許を購入・保管し、実際に事業を行っている大手メーカーなどを相手に、自社の特許を侵害しているとして訴訟を起こすことである(日経ものづくり、2009)。これによって、多額の賠償金やライ

センス料を要求する他、あえて要求額を年間数億円におよぶ訴訟費用よりも低く設定し、すばやく和解金を引き出す戦略をとるケースもある(朝日新聞、2009)。ほとんどのパテント・トロールは自社で製品を作らないため、特許を実施することもなく、買い集める特許の中には同様に自己実施することはない大学や公的研究機関、個人発明家などの特許が多く含まれる。今のところ日本では、大学等の特許がパテント・トロールの問題に直接関係したという例は報告されていないが、このまま大学等における未利用特許が増え続けると(特許庁、2008)、それらが海外へ流出したり、パテント・トロールに活用されるということも考えられる。

InnoCentive社は、米国の大手製薬企業であるEli Lilly社が社内ベンチャーとして2001年に設立された(InnoCentive社HP)。Eli Lillyは増大する研究開発費を抑制するとともに、内部に抱える技術的課題を効率的・経済的に解決するため、広く外部の知恵を活用することを目的として同社を設立した。ただしInnoCentiveの顧客はEli Lillyだけではなく、同社は、研究開発上の技術課題を抱える企業(Seeker)が、インターネット上でその課題解決を世界中の研究者(Solver)に呼びかけ、最も優れたソリューションを提供した研究者に報奨金を与えるプラットフォームを提供している。その主なスキームとしては、まずSeekerがInnoCentiveと契約し、研究開発上の課題および報奨金額をInnoCentiveのサイトに掲載する。SeekerがInnoCentiveに支払う料金としては、年間8万ドルの登録料、課題の公開に関わる手数料及び解決策が採用された結果Solverに支払われる報奨金の一部である。課題解決にチャレンジするSolverは、InnoCentiveに登録した上で、ソリューションをオンライン上で提出する。Seekerは、Solverから提示されたソリューションの内容を検討して、ベストなものを選択し最終的に報奨金を支払う。現在、世界150以上の国々から80,000名以上のSolverが登録している(Lakhani et al.、2007)。InnoCentiveにより取扱われる技術課題は比較的短期で完了するものが大半で、サービス開始以来、75の課題解決策に対して合計100万ドル以上の支払いが行われている(2008年2月時点)。これはInnoCentiveのウェブサイト上に公開された全課題数の約35%にあたる(経済産業省、2007)。なお、Seekerとなる企業は匿名で自社の抱える技術課題を公開することができる。

yet2.com社は、市場価値全体の75%にもものぼると言われる無形資産の活用・促進を目的として、1999年に設立された(yet2.com社HP)。技術移転市場を活性化させることで、各企業の投資に対するリターンを高める支援をする。同社は、ウェブ上における技術移転市場のプラットフォームを提

供するだけでなく、技術評価やライセンスの支援、R&Dニーズの市場調査なども行う。ウェブ上のプラットフォームには、10万人以上のユーザが登録しており、技術シーズと技術ニーズの双方を登録・検索できるようになっている。技術シーズおよび技術ニーズは、航空や農業、材料など全部で28種類の技術領域に分類され、それらの中でさらに技術的に細かくカテゴリ化された状態で収められている。2009年7月28日時点で収録されている技術シーズは5,466項目、技術ニーズは314項目におよび、これらが日々更新され続けている。

NineSigma社は、2000年に設立された(NineSigma社HP)。基本的な仕組みはInnoCentive社と同様で、研究開発上の課題を抱える企業と、解決策を提案できる可能性のある研究者が、ウェブ上のプラットフォームを通してマッチングする構造になっている。本書では、日本法人(NineSigmaJapan)も存在する同社を技術移転仲介業の代表的な事例として取り上げ、次章でより詳細な分析を試みる。

3. 技術移転仲介業の取り組み事例

本章では、技術移転仲介業の代表的な事例としてNineSigmaJapan社を取り上げる。同社の主なビジネス・スキームは次のとおりである。まず、企業が自社では解決できない研究開発課題をヒアリング等をもとに提案要求書を作成し、同社が提供するウェブプラットフォーム上に公開する。その際、企業名は匿名とすることもできる。その後、同社に登録する研究者から当該課題の解決策を盛り込んだ概要提案書が送付される。それをもとに課題を公開した企業が評価を重ね採用するかどうかを検討し、採用した場合には企業と採用者の間で正式な契約が交わされる(井上、2007)。このように、技術募集から採用までのプロセスにおいて、NineSigmaが企業と研究者の間に入り、テンプレート等を活用することでコミュニケーションの効率化を図っている。NineSigmaJapanの代表取締役社長の諏訪暁彦氏によると、近年のニーズの多様化・高度化、製品ライフサイクルの短縮化などにより、競争に勝つためには、短期間に低コストで高度な要求を満たす新技術や新商品を実現する必要があるが、この水準と既存の社内のリソースレベルとは大きなギャップが存在する(図1)。そこで、社外のリソースを活用することで、自前で開発する際にかかるコストである、スキル蓄積コスト、開発コスト、失敗・やり直しコストを節約できる。これらの総和が、社外リソースを活用する際に発生する交渉・導入コストと技術の最適化コストの和よりも大きくなると、社外リソースを活用するメリット

が生まれるという(諏訪、2009a)。同社によると、1つの技術募集に対する平均提案件数は2008年では年間20件程度だったのが、2009年に入りさらに増加傾向を示している(諏訪、2009b)。結果的に、これまでの全募集のうち45%程度が共同開発、技術ライセンス、材料供給等の契約に結びついている(NineSigma社HP)。

同社の事業内容をさらに検討するため、2009年8月13日時点でNineSigmaJapanが同社のウェブサイト公開している17の技術課題を抽出し分析した。表2は、その17事例の概要である。まず、テーマ名から分かるように、公開されている課題の技術分野は多岐にわたっている。課題を提示している企業は全て大企業であり、1社のみが社名を公開し、残りは匿名となっている。また、提案者にとっての機会としては、単なる知財の移転や技術導入のみならず、むしろ継続的な共同開発や材料供給の契約など、長期的な関係が期待されているテーマも多い。契約に係る予算規模は提示されていないものも多いものの、平均して、採択から最初の開発フェーズ(技術コンセプトの検証や材料の最適化)までで500万円から1000万円程度となっている。提示されている技術課題は、最終製品あるいはそれに近いイメージを連想させるものや、使用状態がほぼ明確となっている材料の開発や導入を求めるものなど、かなり具体的なものが多い。また、全てのテーマにおいて、製品や材料開発の背景が示されている。

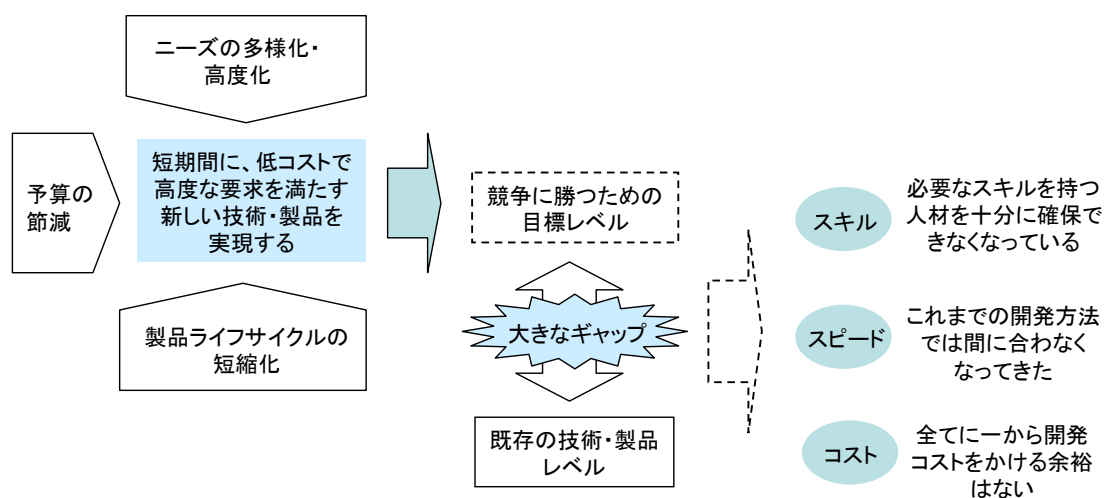
例えば、表1の13番の「薬剤投与デバイス」は、大手の製薬企業が、眼球内に痛みなく薬剤を投与できるディスプレイなデバイスを求めるもので、解決策に求める仕様として、「眼球に薬剤を投与する際に痛みがないこと」、「少量の薬剤を高精度に投与できること」、「ディスプレイであること」の3点について数値等も含めて具体的に提示した上で、斬新なアプローチを歓迎すると明記されている。また、当該製薬企業がこのデバイスを求める背景としては、眼球内に投与することで高い効能が得られる薬剤を自社内で開発したが、効果的にこの薬剤を眼球内に届ける手法を開発することはできなかった。第一の技術的なハードルとして、眼球の痛覚線維の密度の高さがあった。これまで痛みを伴うことなく皮膚から薬剤を投与する技術は開発されてきた。しかし眼球は体の他の部分に比べ高い痛覚線維密度を有しており、眼球用の投与デバイスはこの細さを克服する必要があった。もう1つのハードルは、投与量の精度である。仮に1つ目のハードルを克服したとしても、そのような極めて小さなサイズで正確な分量の薬剤を投与する技術が求められる。このように当該企業は、自社が開発した薬剤の効果的な投与方法を実現すべく、自社にはない知識を有する機

関との連携を求めている。

また、5番の「高性能吸湿剤およびその塗工技術」は、ある特定の空調機の大幅な効率改善に取り組んでいる企業から提示されたものである。この企業は、最終的な空調機の性能が吸湿剤の性能に大きく依存することに着目し、自社内で吸湿剤の開発を続けてきた。しかし、同社が求めるような、広湿度範囲での吸湿量の維持や湿度と吸湿量の関係を制御できる材料は得られなかった。特に、塗工状態においてもこれらの性能を維持する材料の開発は困難であった。そこで、当該課題を公開し他機関と連携することで、この技術課題の克服を模索することとした。提案書に求める仕様としては、求める吸湿剤の材料は特に特定せず、逆に満たすべき性能基準を具体的に明記されている。

以上の例で見たように、ここで提示された技術課題の多くは、自社内で検討されたものの解決できなかったものである。その際は、求める性能や機能を具体的に明記する一方で、用いられる材料やプロセス、アプローチの方法は特定せず、新しいアイデアを歓迎している。また、第2章で示した類似のビジネスを展開するInnoCentiveは、比較的短時間で完了する技術課題を扱う例が多かったが、NineSigmaJapanで取り扱っている技術課題の多くは、提示された金額自体はさほど大きくはないものの、むしろ共同開発や材料や製品の納入契約など、長期的なパートナーシップにより新たな価値の創造とそこからの利益の収穫を期待している。

図1 近年における企業の研究開発環境（（諏訪、2009a）をもとに作成）



テーマ名	概略	募集企業	提案者にとっての機会	期間	最大予算
1 大気汚染のリアルタイム監視のための小型のセンサー	大気中のさまざまな化学物質をリアルタイムかつコンパクトな形式で監視するための技術を可能にする発明	多国籍企業	発明の購入	発明の評価・購入: 2-3ヶ月	-
2 細菌汚染の検出	天然高分子を含有する液体中の細菌汚染の存在を検出できる技術、方法、または分析システム	大手農産科学企業	コンセプト検証、共同開発、製品購入、材料供給契約	コンセプト検証: 3ヶ月 技術委証: 6ヶ月	-
3 工場の雨水の清浄度を高めるための技術	雨水による工場内の化学的汚染を、現在の検出限界未満にまで除去するための技術	多国籍農業関連企業	-	提案書評価: 2ヶ月	-
4 次世代のIOL挿入器に必要な新規材料、梱包、潤滑剤、および機械的機構	親水性眼内レンズ(IOL)の挿入システムの改善	大手多国籍企業	ライセンシング、プロトタイプ作成、共同開発	コンセプト検証: 6ヶ月 実用化: 6-12ヶ月	-
5 高性能吸湿剤およびその塗工技術	極めて高い吸湿量を持つ材料およびその塗工技術	売り上げ数千億円規模の大手エネルギー企業	ライセンシング、受託開発、共同開発、材料供給契約	吸収剤の確立: 6ヶ月 溶工技術の確立: 6ヶ月	-
6 インテリア表面の新規なカバークリアー処理または、材料	自動車の天井のための新規なカバークリアー処理技術、技術的解決策は、適切な表面を有する新規な天井の構造および造作を含む	フォーチュン1000の企業	コンセプト検証、ライセンシング、共同開発、製品購入、材料供給契約	コンセプト検証: 6-12ヶ月 プロトタイプ作成: 12ヶ月	コンセプト検証: 5万USDドル
7 エアバッグの展開を可能にするための新規な延性材料	低温かつ高ひずみ速度下で延性を有する粉末成形可能な材料	グローバル500の企業	コンセプト検証、共同開発、製品購入、材料供給契約(50万ポンド以上/年)	材料の最適化: 3-6ヶ月 実用化: それ以降	材料最適化: 5万USDドル
8 容易に洗浄できる表面	種々の汚濁および着色物質に対して優れた抵抗を有する水性コーティングをもち、新しい材料技術	フォーチュン500の企業	コンセプト検証、共同開発、製品購入、材料供給契約	技術開発: 6-12ヶ月 実用化: 12-18ヶ月	製品開発: 20万USDドル
9 部品を簡単に固定する技術	組み立てのコストおよび時間を減らすための、種々の部品を構造部材へと接続する単純で効果的な固定技術	Johnson Controls Inc.	コンセプト検証、共同開発、製品購入、材料供給契約	コンセプト検証: 3-6ヶ月 製品開発: 3-6ヶ月	コンセプト検証: 5万USDドル
10 フェノールおよび/または第3アルコールの高速な検査技術	フェノールおよび/または第3アルコールの存在について確認可能な色による指標をもち、それができる技術	グローバル500の消費財メーカー	コンセプト検証、共同開発、製品購入、材料供給契約	コンセプト検証: 4ヶ月 製品開発: 12ヶ月	コンセプト検証: 5万USDドル
11 再生可能なベンゼンおよびパラキシレン	再生可能なベンゼンおよびパラキシレンに関する専門的知識および製造能力	多国籍企業	コンセプト検証、共同開発、製品購入、材料供給契約	-	10万USDドル
12 高性能な真空断熱材	60°Cで熱伝導率0.004W/m-k以下を満たす、高性能な真空断熱材(システム)	売り上げ数千億円規模の大手メーカー	ライセンシング、受託開発、共同開発、材料供給契約	技術検証: 6-12ヶ月 実用化: 6ヶ月	1000万円/年
13 眼球用の痛みを伴わない薬剤投与デバイス	眼球内に痛みなく薬剤を投与できるディスプレイデバイス	売り上げ千億円超の大手製薬メーカー	ライセンシング、受託開発、共同開発	プロトタイプ作成: 24ヶ月	1000万円/年
14 流体の等圧圧縮	高い圧力および幅広い温度範囲において等圧圧縮が可能で新規な流体または混合物	大手メーカー	コンセプト検証、ライセンシング、共同開発、材料供給契約	コンセプト検証: 3-6ヶ月	-
15 塩化マグネシウム配位錯体の合成	塩化マグネシウム-有機化合物錯体の合成	大手メーカー	コンセプト検証、ライセンシング、共同開発、材料供給契約	コンセプト検証: 6ヶ月 実用化: 12ヶ月	コンセプト検証: 5万USDドル
16 水中に分散する粒子量の最大化	水中に分散させる固体の量を、流動学的性質および懸濁の安定性を大きく変化させることなく最大にするための組成、方法、または技術	フォーチュン500の企業	コンセプト検証、ライセンシング、共同開発、材料供給契約	コンセプト検証・共同開発: 6-12ヶ月	コンセプト検証: 5-10万USDドル
17 光の透過性を高速に変化させることができる光学材料	光の透過性を10~90%の間で高速に変化させることができる新規な光学材料	グローバル500の企業	コンセプト検証、ライセンシング、共同開発、材料供給契約	コンセプト検証: 6-9ヶ月 製品開発: 18-24ヶ月	コンセプト検証: 5万USDドル

表 2 NineSigma 社の提示課題例

4. 技術課題解決の意思決定と技術移転コストの理論的考察

ある研究開発を、自社内で行うべきなのか、それとも外部と連携すべきなのか。この意思決定を行うためには、当然、対象とする技術の特性やそれに関係して発生するコストが大きな意味を持つてくる。そこで本章では、まず、企業における技術課題解決のための意思決定の流れを、簡単なモデルを使って説明する。次に、研究開発プロセスで発生するコストを数値化することで、自社開発 vs 外部連携の意思決定問題に対し理論的なアプローチを試みる。

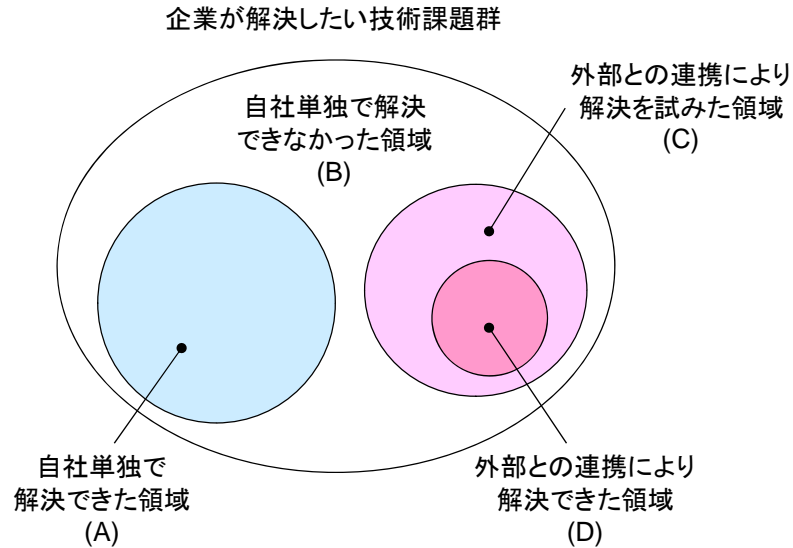
4.1 技術課題解決に向けた意思決定の流れ

第2章および第3章で見えてきた事例は全て、ある一方向の流れに沿って意思決定が行われている。その様子を図2を用いながら下記に示す。まず、企業にとって解決したい技術課題全体を大きな円で表す。これらを自社で取り組んだ結果、一定量が自社内で解決される(A)。その後、残りの解決できなかった課題(B)のうち、広く公開し外部との連携を活用して解決を目指すものもある(C)。その結果、そのうちの一部が解決される(D)という構図になる。つまり、社内の技術課題の解決は、A→B→C→Dという順序による意思決定の下で行われている。

したがって、ここで留意しておきたいのは、あくまでも自社で解決できなかった技術課題の新たな解決手段として、外部との連携は効果的であるということであり、興味対象としている技術課題全において外部知識が内部知識よりも優れた解決策を提示できるというわけではない。

よって今後は、オープンモデルの有効性や方法論の検討もさることながら、どのくらい事前に、図2に示したA、B、Cの識別をすることができるか、ということも重要な意思決定要素となる。もし、相当量の技術課題をこのように事前に識別できるとしたら、かなりのコスト削減につながるだけでなく、研究開発活動の効率を向上させるとともに、イノベーションサイクルを短縮することができる。逆にこのような識別が曖昧となっている現状では、不必要な外部委託や内部による非効率な取り組みの長期化の一因となっている可能性も否定できない。

図2 企業が解決したい技術課題と各アプローチ



4. 2 技術移転コストの理論的考察

前章までで見てきたように、外部の技術を活用することはイノベーションの創出を展望する上で様々なメリットがある。にも関わらずいくつかの外部技術導入の困難性から、これまで長い間自社内で実施・完結する研究開発手法が主流となってきた (Arora et al., 2001)。技術の特性から見たとき、外部技術を導入する際の障壁として、主に次の3つの論点が存在する。第一は、製品や技術のモジュール化の問題である。研究開発を実施する企業や事業部門全体を買収するようなケースを除いて、外部技術を社内に導入するときは、導入した技術を自社製品のアーキテクチャⁱⁱⁱに適合させなければならない。製品や技術のモジュール化とは、製品全体のアーキテクチャを複数のパーツ(モジュール)に分割し、各モジュール間のインタラクションを標準化することであり、これによりモジュールの移転・導入が格段に容易になる(青木, 2002)。したがって、製品の設計者は、事前にモジュール化およびモジュール間のインタラクションを考慮したアーキテクチャを設計しなければならない。第二は、技術知識の粘着性の問題である。これは技術のモジュール化と密接に関係している。元来、技術知識はそれを扱う人や組織に経験やノウハウとして蓄積される。いわゆる暗黙知

ⁱⁱⁱ アーキテクチャとは、ハードウェア、OS、ネットワーク、アプリケーションソフトなどの基本設計や設計思想のこと。元来、建築学における設計術あるいは建築様式を表していたのが、転じて、コンピュータ用語として用いられるようになった(IT用語辞典HP)。

と呼ばれるこれらの技術知識は、形式化が容易なものとそうでないものがある。一般的には形式化された知識の移転は容易であるが、たとえ文書や図面などに形式化された知識でも、いざそれを活用する際に独特のノウハウが求められるとすれば、それは形式知の活用面で暗黙的な知識が必要となる。このように特定の人や組織に強く粘着した技術知識の移転は容易ではない。第三が、サーチコストの問題である。いかにグローバルな大企業で技術開発を主導してきた実績があったとしても、当該企業が持つ研究開発のネットワークは全世界のそれに比べれば小規模なものでしかない。仮に、より多くの外部情報を集めようとする、その分膨大なインフラの構築・維持・管理コストが必要になる。また、たとえその知識の存在を認識したとしても、理解し評価できるだけの知識水準を社内で保有していなければならず、このコストも小さくはない。何よりこのサーチコストは、事前の投資の合理性を判断するのが難しい。

諏訪は、外部組織の持つ知識や技術を取り込むことを想定したとき、スキル蓄積コストや開発コスト、失敗・やり直しコスト、最適化コストなど自社開発に必要なコストの総和が、交渉コストや導入・最適化コストなどの社外技術導入コストを上回るとき、外部技術移転のメリットが生まれるとしている(諏訪、2009a)。本書では、これにサーチコストを加えて、自社開発コスト $c^{\text{自}}$ と外部技術の導入コスト $c^{\text{導}}$ をそれぞれ以下のように記述する。

$$c^{\text{自}} = A + D + F + O \quad (1)$$

$$c^{\text{導}} = S + N + I \quad (2)$$

A :スキル蓄積コスト、 D :開発コスト、 F :失敗・やり直しコスト、 O :最適化コスト

S :サーチコスト、 N :交渉コスト、 I :導入・最適化コスト

そして、この両コストが、以下のような不等号の関係になったとき、外部からの技術移転が効果的となる。逆に、このような状態にも関わらず、外部との連携を行わない場合、両辺の差は機会損失となる。

$$c^{\text{自}} > c^{\text{導}} \quad (3)$$

ただし、このモデルでは、外部の組織はすでに自社が求める技術を完成させ所有していることを前提としている。もしそうでなければ、外部の組織が当該技術を開発するコストを考慮する必要がある。

ここで、ある技術 t は n 個の技術モジュール: t_1 、 t_2 、 \dots 、 t_n の総和で構成されるとする。また、 t を生み出すコストを $c(t)$ とすると、モジュール化された技術 t_n を生み出すコストは $c(t_n)$ となり、以下のように記述される。

$$t = t_1 + t_2 + \dots + t_n \quad (4)$$

$$c(t) = c(t_1) + c(t_2) + \dots + c(t_n) = c\left(\sum_{k=1}^n t_k\right) \quad (5)$$

そうすると、あるモジュール化された技術 t_n を除いた技術の生産コストは、

$$c\left(\sum_{k=1}^{n-1} t_k\right) \quad (6)$$

となり、技術 $t = t_1 + t_2 + \dots + t_{n-1}$ と t_n がそれぞれ独自に生み出されたのちに、社内に統合されたときの全コストは、次のようになる。

$$c\left(\sum_{k=1}^{n-1} t_k\right) + c_n(t_n) + c^{\text{導}} \quad (7)$$

したがって、ある技術を自社内で開発するより、外部の技術を導入した方がコスト的に優位となるのは、以下の不等式が成立する場合である。

$$c^{\text{自}}(t) > c^{\text{自}}\left(\sum_{k=1}^{n-1} t_k\right) + c_n^{\text{外}}(t_n) + c^{\text{導}} \quad (8)$$

$c^{\text{自}}(t)$: 自社で技術 t を生産するのに必要なコスト

$c^{\text{外}}(t)$: 外部の組織が技術 t を生産するのに必要なコスト

ここで、もし技術全体が一貫したプロセスで体系化されているような場合、あるいは各モジュール間で互いの連携が最終製品の性能を決定する上で非常に重要な要素となる場合は、 $c^{\text{導}}$ 中の I の値が大きくなり、(8) 式は成立しない。また、 t_n 以外にも多くの技術を複数の外部組織から導入しようとする場合も、やはり I の項数が多くなり、(8) 式の成立は難しくなる。このような場合は、事前の製品全体のアーキテクチャを、モジュール化するのに最適な設計にしておく必要がある。

また、仮にそれまでの豊富な技術知識の蓄積等により比較的安価な $c(t_n)$ で t_n を生産できたとしても、 t_n にノウハウ的な要素が強く、容易に形式知化し移転することができない (t_n の粘着性が高い) 場合、 I の値は相対的に高くなってしまう。そのような場合は、両社で共同開発を実施するという選択肢が有効になる可能性がある。すなわち、 t_n の生産 $c(t_n)$ と $c^{\text{導}}$ を同時に協働実施する方法である。こうすることで、コスト的に見れば、 $c(t_n)$ と $c^{\text{導}}$ を分けて計上する必要はなくなる。したがって、(9) 式が成立するとき、完成された外部技術を導入するよりも、共同開発の方が効率的となる。

$$c^{\text{共}}(t_n) < c^{\text{外}}(t_n) + c^{\text{導}} \quad (9)$$

$c^{\text{共}}(t)$: 外部と共同で技術 t を生産するのに必要なコスト

5. 考察: 日本における技術移転プロセスのオープン化の可能性

5.1 日本における技術移転市場の現状

本章では、主に日本企業における技術移転プロセスのオープン化について検討する。日本では「研究開発や事業化の効率化をめぐってのオープンイノベーションへの取り組みで米国に先頭を譲る」といった認識や(知的財産戦略本部、2008)、「日本企業の取り組みはまだ規模が小さ

く模索的」といった評価がある。これはどのような理由に起因するのだろうか。経済産業省の調査(2007)によると、日本企業において外部の知財の活用が進まない理由として、「ライセンス関係も含めて自社に関係ない特許の特定ができない」、「自社の戦略に資する技術(知財)を見出すことが難しい」といったように、そもそも自社が保有する特許の活用状況の把握や価値の精査などができていない状況にあるようだ。

そこで、実際に技術の売買やライセンスがどのくらい成立しているのか、取引額の観点から見てみる。表3に、日本の技術ライセンス・特許売買市場規模を示す。近年の日本の特許流通市場規模からは、日本のライセンス市場は全体で約2700億円と推計され、そのうちライセンス先との直接交渉により成立した契約の市場規模は約2260億円となっている(野村総合研究所、2007)。逆に民間の特許仲介業者^{iv}を介した交渉や、特許事務所を介した交渉による市場規模は小さく、それぞれ19億円と37億円となっている。特許権の売買契約に至っては、企業間の直接交渉によりわずかに成立しているが、民間の業者や特許事務所を介した取引は皆無となっている。一方、米国の市場を見てみると、民間の仲介業者によるライセンスの取扱額は165億ドルにのぼる^v(ニッポンテクニカルサービス、2007)。その他、政府研究機関を介した市場が約1億ドル、大学・TLOが形成する市場が約10億ドルとなっている。日本と比較すると、政府・公的部門による市場規模はほぼ同額、大学・TLO部門では米国は日本の3～4倍程度、民間の仲介部門の比較では米国は日本の数百倍の取引額を計上している。

以上を踏まえると、日本の技術移転市場において、第三者が仲介する形での流通取引は、国の施策である特許流通促進事業等の公的な取り組みがほとんどであると言える。特許流通促進事業は、当初は大企業の未利用特許を中小企業に移転して活用を図ることが大きな目的であったが、現状の実態は、ライセンサーはTLO、中小企業が多く、ライセンシーは中小企業、大企業が多くなっているという実情がある(発明協会、2009)。民間事業者による仲介はほとんど行われていない理由として、知財に対する企業の考え方が米国等の流通が盛んな国とは異なるという点が指摘されているほか、そもそも知財流通を仲介する民間事業者数が少ないことや、事業化等のマーケティング

^{iv} 彼らの主な業務は、特許調査やコンサルタント業務で、仲介業務は兼業として実施しているケースも多い(経済産業省、2007)。

^v ライセンス仲介業者が直接的に受け取った収入。実際はこれに成功報酬として取引額の一定割合が加算される(ニッポンテクニカルサービス、2007)。

グが行える人材が少ないという問題点も言及されている(経済産業省、2007; 工業所有権情報・研修館、2008)。

一方、米国では、知的財産流通活動及び研究開発型のベンチャー企業の育成活動は盛んに行なわれている。このような市場環境において求められるニーズに応じて、知的財産のライセンス業務、特許調査、知的財産の価値評価等多様なサービス事業者が市場に登場し、企業や大学等の研究開発機関とともに、重層的な市場が形成されている(経済産業省、2007)。

表3 日本の技術ライセンス・特許売買市場規模(野村総合研究所、2007)

(単位: 億円)		
	ライセンス契約	特許権売買契約
ライセンス先との直接交渉	2,264	72
ライセンス先との直接交渉以外	443	24
大学や公設試などの承認TLOを介した交渉	255	22
自治体や国等の社外アドバイザーやコーディネーターを介した交渉	133	2
民間の仲介業者を介した交渉	19	0
特許事務所を介した交渉	37	0
合計	2,707	96

表4 米国の技術ライセンス・売買市場規模(ライセンス先との直接交渉は除く)

(ニッポンテクニカルサービス、2007)

(単位: 億ドル)	
	取引額
民間の仲介業者を介した取引	165
政府研究機関を介した取引	1
大学・TLOを介した取引	10
ベンチャーキャピタルの年間投資額	255
合計	441

5.2 オープンな技術移転市場の形成の要件

次に、オープンな技術移転市場の形成に必要な要件を考える。2000年以降、ソースコードまでオープン化することでソフトウェア開発の方法論は大きく変化した(von Hippel、2005; Feller et al、

2005)。地理的に分散しながら、かつ金銭的な報酬を全く受けることのない多数のソフトウェアエンジニアが技術的な情報を公開・共有しながら向上させたソフトウェアの品質が、従来の方法論で開発されたソフトウェアのそれを上回るケースも散見される(ジェフ・ハウ、2009)。このようなオープンな情報共有と製品やサービスのピア・プロダクションは、ソフトウェア開発以外の分野、例えばオンラインの百科事典(Giles, 2005)やバイオインフォマティクス(Benkler, 2004)の分野でもその有効性を示しつつある。また、Lakhaniら(2007)は、技術移転仲介業の取り組みを詳細に分析し、高度で、かつ大企業の研究グループでも解決できなかった科学技術の課題を、ある程度のサイズに切り出しモジュール化した上で広く公開し、適切なインセンティブを与えながら解決策を募ることが効果的であることを示した。しかもLakhaniらのデータによると、解決策を提案した外部者の多くは、彼らが所有する既存の知識を活用するか、あるいは軽微な修正のみで提案書を作成している。Lakhaniらが“Broadcast search”と名付けたこのような外部知識の活用方法は、様々な場所に分散され、その場で独自の進化を見せるような、粘着性の高い知識(von Hippel, 1994)を有効に活用できる可能性を示している。

このように、先行研究から得られる示唆や、第3章で示したNineSigma社の事例、あるいは第4章の理論的な考察から、オープンな技術移転市場の形成には、いくつかの要件が浮かび上がる。それはすなわち、製品や技術のモジュール化、オープンソース・ソフトウェア開発プロセスの発展と場所や組織、人などに粘着した技術知識の探索と活用、参加者に対する適切なインセンティブの付与である。

5. 2. 1 技術移転プロセスのオープン化とモジュール化

一般に、「モジュール化」とは、製品における構成要素を機能的に半自律可能なレベルまで分解し、各モジュール間の相互依存性を可能な限り小さくすることを意味する(Simon, 1996; 藤本、2002)。このことによって、技術や規格を固定化させるという制約が発生する代わりに、事後的な調整コストを低下させると同時に、各モジュールに強い自由度が与えられる(柳川、2002)。これは新規参入を促すという意味において非常に重要な要素となる。新規参入の増加は、固定された企業グループでは生じなかった技術やアイデアが提供される可能性を増大させる。

一方で、製品のモジュール化は利点ばかりではない。モジュール化された構成要素からなる製

品のアーキテクチャ・デザインは、モジュール化されていない相互依存型の製品に比べはるかに難しい(Baldwin and Clark, 1997)。モジュール化された製品の設計者は、モジュールが全体として機能する明示的なデザイン・ルールを構築するのに、製品全体の内部作用に精通している必要がある。相互依存型の製品であれば、製品を作り上げる最中に継続的に構成要素毎にすり合わせを行うことで、製品の機能的不具合を解消していくことができるが、モジュール化された製品を設計する場合は、このように事後的に発生する動作不良の問題を事前に考慮し解消しておかなければならない。

さて、このようにモジュール化の特性を踏まえたとき、モジュール化と技術移転プロセスのオープン化には密接な関係があることは容易に想像できる。そして、相対的にみて日本企業は、モジュール化を重視した製品設計力が弱いと言われている。藤本ら(1997)は、日本の自動車メーカーの高い競争力の源泉として、「長期継続的取引」、「少数サプライヤー間の能力構築競争」、「一括発注型の分業パターン」の3つが重要であると述べている。この3つが有機的に機能しあい、すり合わせ型製品の競争力を支えてきた(藤本、2002)。また、Chumaら(2003)は、すり合わせ型の代表的な製品である半導体露光装置の国際競争力比較分析を通して、過去に高いシェアを保っていた日本企業が90年代後半にそのシェアを奪われたのは、当該製品に求められる技術が高度化・複雑化し製品のライフサイクルが急速に短期化する中で、オランダの企業によるモジュール設計思想を取り込んだアウトソーシングと研究開発コラボレーションを重視した戦略の成功に起因する可能性を指摘している^{vi}。

以上のように、すり合わせ型の設計を得意としてきた日本企業は、モジュール化を前提としたオープンな技術移転プロセスを効果的に活用できない可能性がある。

5. 2. 2 オープンソース・ソフトウェア開発の進化

オープンソース・ソフトウェアは、ソフトウェア産業における新しい開発プロセスの潮流として注目されてきた。近年のソフトウェア製品におけるプログラミングコードは膨大な量になるため、一定の

^{vi} ただしChumaらは、モジュール設計思想そのものは、競争力を一方的に規定する外生変数ではなく、技術や市場の特性や、社内外でのリソースの利用可能性等の影響を受ける内生変数であることも指摘している。すなわち、製品がより高度化していく中で、最先端の知識を持つ技術者による高度なすり合わせが再び求められる可能性もあるとしている。

機能毎に切り分けられカテゴリ化されることになる。プログラム全体はこれらを並列的あるいは階層的に組み合わせて実行される。また、一度完成されたプログラムそのものは開発者以外でも誰もが実行可能である。すなわち完成したプログラムの技術的な情報は非常に粘着性^{vii}が低く、高度にブラックボックス化されている。このようにモジュール化されたソフトウェアは、最も効率的に機能を発現することが求められるのであって、その内部プログラムはどのような構造であっても関係ない。ソフトウェア開発を目的として、誰もが参加可能でかつ常時書き換え可能なプログラミングコンテストが、わずか数日間でオリジナルの何倍も優れたアルゴリズムを作り上げたといった例もある(Feller et al., 2005)。また、チェスブロウは、その著書の中で、企業内における情報システムの各要素と、リナックスなどのオープンソース・ソフトウェアとの融合を進めることで、顧客企業の経営効率を高めることに成功したIBMの例などを取り上げながら、オープンソース・ソフトウェアの開発プロセスとオープンイノベーションの関係を考察している(チェスブロウ、2007)。

以上のような取り組みは、課題解決のコードとしての技術の公共財化の動き、知識集積の多極化と外部のイノベーション市場の発展、地球規模での開発者コミュニティの連携などといった諸要因が多次元的に関連した結果と見ることができる(永島、2008)。そしてオープンソース・ソフトウェア開発は、従来のようにソフトウェア開発企業が知的財産を専有することで、研究開発投資の回収を図ってきたのに対し、企業(開発者)や顧客(ユーザ)、さらには不特定多数のイノベーターから構成される協働的な研究開発コミュニティを通してイノベーションを創出するとともに、ステークホルダー間におけるコア技術の共有と周辺技術の吸収・システム化によってイノベーションの普及を加速化させることで、収益を獲得するビジネスモデルを構築させた。

以上、オープンソース・ソフトウェアとソフトウェア技術の特性から、ソフトウェアの開発はオープン化された技術移転プロセスと高い適合性を持っていることが分かる。そして、日本でオープンな技術移転市場が活性化しない理由の一つとして、上述したような研究開発のオープン化が欧米のソ

^{vii} 「情報の粘着性」という概念は、1994年にvon Hippelらによって提唱された(von Hippel, 1994, 1998, 2005)。これは、ある特定の場所に発生し保持される情報をその場所から移転するためのコストとして表される。情報の粘着性が高ければ、その情報の移転コストは高く、逆に情報の粘着性が低ければ、その情報は容易に他の場所へ移転されることになる。情報には、その種類によって移転しやすいものと移転しにくいものが存在する。例えば、すでに仕様書やマニュアルなどに落とし込まれている情報は、低いコストで移転できる。一方、いわゆる経験やノウハウと呼ばれる情報は、極めて粘着性が高く移転は容易ではない。このように情報の粘着性を高める要因の一つとして、情報の非対称性がある(von Hippel, 2005)。これは、異なる場所では蓄積あるいは活用される情報が異なるために発生する。

ソフトウェア開発を中心に発展してきたことがある。そして、日本企業は総じてこのソフトウェアの技術力が低いことが知られている。表5は2002年から2004年のソフトウェア技術の輸出入実績を示している。これを見ると、日本は完全に米国からの輸入に依存していることが分かる。

表5 ソフトウェアの輸出入額の推移 (JISA, 2005)

(単位: 百万円)

		2002年	2003年	2004年
輸入		294,668	289,575	364,583
主な 相手国	米国	279,653	260,090	329,200
	中国	4,879	10,495	17,173
	インド	2,134	4,090	3,973
輸出		9,315	9,213	31,991

5. 2. 3 参加者に対する適切なインセンティブの付与

外部に対し広く技術課題を公開し解決策を求めるとき、課題解決者に対しどのようなインセンティブを与えるかは、オープンな技術移転プロセスを成功させる上で重要な要素となる。これによって、どのくらい多くの外部者が興味を持ち参加してくれるかが決まるからである。Frey (1997)らによると、提案した解決策が採択された場合の金銭的な報酬は最も分かりやすく効果的な要素であるものの、研究コミュニティからの評価・評判の向上や、専門家としての義務感、誰も解けない難題に挑戦するという高揚感なども無視できない要素である (ジェフ・ハウ、2009)。また、技術者や科学者にとって、誰よりも早く難題を解決したという栄誉も、非常に大きな要素となり得る。実際に、NineSigma社やInnoCentive社が採用しているビジネスモデルでは、最終的に課題提示企業に採択された者には、事前に提示された成功報酬や当該企業との共同開発契約などがもたらされるものの、その他の提案者 (落選者) には基本的に何の補償も与えられない仕組みになっている。

中には、たまたま自由な時間があり、日々の研究活動や業務で凝り固まった思考を柔軟な状態に戻すという意味で、あえて自分の専門とは異なった分野の課題に目を向けるというケースもあるようだが (Lakhani et al., 2007)、原則的には、魅力的な報奨金の設定と、一定数以上の参加者の確保、参加者間の激しい競争環境の構築がオープン化した技術移転プロセスの成功には不可欠と

なる。

5.3 考察

さて、ここまで見てきた種々の要因から、日本企業における技術移転プロセスのオープン化は、まだまだ模索的な段階にあると言える。いくつか国内で注目されている大企業の取り組み例もあるものの、それらのほとんどは従来の産一学、あるいは産一産における共同研究の方法論の延長にすぎない。そこで今後、さらなる技術移転プロセスのオープン化を望むとき、日本企業は直面する技術課題を公開し解決につながるアイデアの収集に努めるとともに、暗黙知の伝達を容易とする共同研究開発も視野に入れた技術移転モデルを検討すべきである。

例えば、第3章のNineSigma社の事例で見たように、ここに技術課題を提示した大企業の多くは、単なる技術の購入・ライセンスのみを求めるのではなく、さらにのちの共同開発まで展望している。このような形で社内の技術課題を広く公開することで、自社が持つ技術ネットワークを超えた知識リソースにまで働きかけて、新しいパートナーを探索している。技術課題の公開においては、(独)科学技術振興機構(JST)の先進的な取り組み事例などが参考になる(佐藤、2009)。この取り組みは、これまで50年間にわたり大学発の技術シーズ主導型の技術移転支援を行ってきた同機構が、企業ニーズをプレゼン形式で広く大学関係者に公開し、技術課題の解決策を募るという新しいスキームを採用したもので注目される。これまですでに2009年8月の段階で第7回を迎え、徐々に共同研究等に至るケースも見られ始めている(佐藤、2009)。日本企業は、第4章で考察した I : 導入・最適化コストや S : サーチコスト、 N : 交渉コストが相対的に高い製品・組織設計となっていることが予想されるため、共同開発を展望するなどして、これらのコストを下げるような試みが効果的であると考えられる。

さて、ここで1つ注意すべき点がある。それは、技術課題を公開し解決策の提案を募るときは、なるべく用いられる技術的な方法論やプロセスは特定しない方が望ましいということである。InnoCentive社の事例を調べたLakhaniらによると、Winning solverとなり得る確率は、提案された技術課題が自分の専門と完全に異なっているときの方が、自分の専門の範疇にあるときに比べて10%高くなっている(Lakhani et al., 2007)。つまり、提示された技術課題を解決できる確率は、当該技術課題の分野とは異なった分野を専門とする研究者の方が高かったという結論が出ている。

さらに、Winning solverの73%は、提出した技術提案書は、それまでに蓄積された知識や方法論の一部または全部に基づき修正を加えた形で作成されている。ここから言えることは、技術課題の解決策をオープンな形で募ることは、世界中に点在する既存の知識やその組み合わせの活用を促す効果があるということである。第4章の意思決定フローのモデルでも示したように、公開された技術課題の多くは、すでにある程度自社で検討された結果、解決を断念されてきたものが多い。つまりこれは、当該分野における専門性が高い研究者たちでは解決できないということが証明されてきた、とも言うことができる。そう捉えると、専門の異なる研究者の方が解決率が高いという一見矛盾したように思える現象も、提案される技術課題のこのような特性から理解することができる。

第4章では、(8)式や(9)式を用いて、自社で開発するよりも、外部の技術を導入したり共同開発した方が効率的となる条件を示した(以下、(8)式・(9)式再掲)。

$$c^{\text{自}}(t) > c^{\text{自}} \left(\sum_{k=1}^{n-1} t_k \right) + c_n^{\text{外}}(t_n) + c^{\text{導}} \quad (8)$$

$$c^{\text{共}}(t_n) < c_n^{\text{外}}(t_n) + c^{\text{導}} \quad (9)$$

ここで、もし外部組織が技術 t_n を所有していることを公開せず、完全に社内だけで保持していた場合、 $c^{\text{導}}$ の中のサーチコスト S の値は限りなく大きくなる。そのようなときに、自社の技術課題を広く公開する意味が大きくなる。つまり、自社の技術課題を公開することで、外部組織に対しその組織が所有する技術が有用であることを認識してもらうのだ。こうして、限りなく大きかった S を公開コストに置き換えるのである。このときに外部に対し、適切なインセンティブを与えることができれば、 S 以外の交渉コスト N や導入・最適化コスト I を下げることも可能となる。

参考文献

- Arora, A., Fosfuri, A. and Gambarbella, A. “Market for technology: the economics of innovation and corporate strategy”, MIT press. 2001.
- Baldwin, C. Y. and Clark, K. B. “Managing in an Age of Modularity”, Harvard Business Review, September-October, 1997.
- Benkler, Y. “Commons-based strategies and the problems of patents”, Science 305: 1110-1111, 2004.
- Cantwell, J. “The Globalisation of Technology: What Remains of the Product Cycle Model ?”, Cambridge Journal of Economics, 1995.
- Chuma, H. and Yaichi, A. "Determinants of Microlithography Industry Leadership: The Possibility of Collaboration and Outsourcing", RIETI Discussion Paper 03-E-003, 2003.
- Feller, J., Fitzgerald, B., Hissam, S., Lakhani, K. R. “Perspectives on Free and Open Source Software”, MIT Press, 2005.
- Frey, B. “Not just for the money: an economic theory of personal motivation”, Edward Elgar Publishing Company, 1997.
- Giles, J. “Internet encyclopedias go head to head”, Nature: 900-901, 2005.
- Huston, L. and Sakkab, N. “Connect and Develop: Inside Procter & Gamble’s New Model for Innovation”, Harvard Business Review, Vol.84(3), pp.58-76, 2006.
- Lakhani, K. R., Jeppesen, L. B., Lohse, P. A. and Panetta, J. A. “The Value of Openness in Scientific Problem Solving”, Harvard Business School Working Paper, 2007.
- Muller, P. and Penin, J. “Why do firms disclose knowledge and how does it matter?”, Journal of Evolutionary Economics, Vol.16, pp.85-108, 2006.
- Nature, “Overview: Nature's peer review trial”,
<http://www.nature.com/nature/peerreview/debate/nature05535.html>, Accessed Aug 28, 2009.
- Ogawa, S. “Does Sticky Information Affect the Locus of Innovation: Evidence from the Japanese Convenience-Store Industry”, Research Policy, Vol.26, pp.777-790, 1998.

- Simon, H. A. “The science of the artificial”, third ed., MIT Press, 1996.
- President’s Commission on Industrial Competitiveness, “Global Competition: The New Reality”, 1985.
- Vernon, R. “International Investment and International Trade in Product Cycle”, Quarterly Journal of Economics, 1966.
- von Hippel, E. “Economics of product development by users: The impact of ‘sticky’ local information”, Management Science, Vol. 44(5), pp.629-644, 1998.
- von Hippel, E. “Democratizing Innovation”, MIT Press, 2005.
- von Hippel, E. “Sticky Information and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation”, Management Science, Vol. 40(4), pp.429-439, 1994.
- von Hippel, E. “Task partitioning: An innovation process variable”, Research Policy, Vol.19, pp.407-418, 1990.
- von Hippel, E. And Tyre, M. J. “How learning by doing is done: problem identification in novel process equipment”, Research Policy, Vol. 24(1), pp.1-12, 1995.
- 青木昌彦、「産業アーキテクチャのモジュール化～理論的イントロダクション～」(青木昌彦、安藤晴彦、「モジュール化～新しい産業アーキテクチャの本質～」第1章に収録)、2002年
- 赤松要、「新興国産業発展の雁行形態」、商業経済論叢、1937年7月号、1937年
- 赤松要、「わが国産業発展の雁行形態～機械器具工業について～」、一橋論叢、第36巻、第5号、1956年
- 朝日新聞、「特許バトルロイヤル」、朝日新聞グローブ第15号、2009年5月11日付
- 井上泰一、「Web2.0時代の企業経営～知識コミュニティを活用したオープンイノベーション～」、知的資産創造、2007年
- 植田和弘、「環境技術移転の経済学」、日経BPオンラインコラム-ECO マネジメント、2007年
- 機械振興協会、「知的所有権と新貿易秩序」、機械振興協会経済研究所、1990年
- 経済企画庁、「年次経済報告平成4年度版～調整をこえて新たな展開を目指す日本経済～」、大蔵省印刷局、1992年
- 経済企画庁、「年次経済報告平成6年度版～厳しい調整を超えて新たなフロンティアへ～」、

大蔵省印刷局、1994年

- ・ 経済産業省、「技術流出防止指針～意図せざる技術流出の防止のために～」、経済産業省、2003年
- ・ 経済産業省、「知的財産の流通・資金調達事例調査報告～目に見えない経営資源の活用～」、2007年11月
- ・ 工業所有権情報・研修館、「知的財産権取引業の育成支援に関する調査研究」、2008年3月
- ・ 駒田致和、高雄啓三、中西和男、宮川剛、「JoVE オンラインビデオジャーナルの可能性」、情報管理、Vol. 52、No. 2、pp.69-76、2009年
- ・ 佐藤比呂彦、「新しい産学マッチングの場『産から学へのプレゼンテーション』の狙い」、産学官連携ジャーナル、Vol.5、No.6、pp.45-47、2009年
- ・ 佐藤比呂彦、「産から学へのプレゼンテーションの実施」産学連携学会第7回大会配布資料、2009年
- ・ JISA、「2004年コンピュータソフトウェア分野における海外取引実態調査」、(情報サービス産業協会、電子情報技術産業協会、日本パーソナルコンピュータソフトウェア協会による共同調査)、2005年
- ・ ジェフ・ハウ(著)、中島由華(訳)、「クラウドソーシング～みんなのパワーが世界を動かす～」、ハヤカワ新書、2009年
- ・ M. L. シュレスタ、「アジアにおける日系企業の戦略転換～技術移転をめぐる～」、国際日本文化研究センター、1995年
- ・ シュレスタ、M. L. 「企業の多国籍化と技術移転～ポスト雁行形態の経営戦略～」、千倉書房、1996年
- ・ 諏訪暁彦、「研究開発成果の実用化～オープン・イノベーションをどう活かすか」、産学官連携ジャーナル、Vol.5、No.6、pp.22-24、2009年a
- ・ 諏訪暁彦、「オープン・イノベーションのすすめ～日本企業にオープン・イノベーションは有効か？オリパスが再確認した世界の技術レベル～」、日経ビジネスオンライン、2009年b
- ・ 田上博道、「我が国における技術移転規制について」、特許研究、No.42、2006年
- ・ 知的財産戦略本部、「知的財産推進計画 2008～世界を睨んだ知財戦略の強化～」、知的財

産戦略本部、首相官邸、2008年

- ・ 手島茂樹、「海外直接投資を通じたアジアへの技術移転が経済開発に及ぼすインパクト」、開発金融研究所報第8号、2001年
- ・ 特許庁、「知的財産活動調査」、2008年
- ・ 鳥飼行博、万城目正雄、「日本からアジア諸国への環境技術移転」、東海大学教養学部紀要、第38輯、pp.39-58、2007年
- ・ ドン・タプスコット、アンソニー・D・ウィリアムズ(著)、井口耕二(訳)、「ウィキノミクス～マスコラボレーションによる開発・生産の世紀へ」、日経BP、2007年
- ・ 永島暢太郎、「オープンビジネスモデルに関する一考察～H. チェスブローのオープンイノベーション論の新展開～」、東海大学政治経済学部紀要第40号、2008年
- ・ 日経ものづくり、「特許の壁を壊せ」、日経ものづくり、2009年7月号、pp.38-57、2009年
- ・ ニッポンテクニカルサービス、「米国の技術移転市場に関する調査研究」、2007年
- ・ 野中郁次郎・竹内弘高、「知識創業企業」、東洋経済新報社、1996年
- ・ 野村総合研究所、「特許流通市場の育成状況に関する調査研究」、2007年
- ・ 発明協会、「特許流通事業化例からみる特許流通促進事業の在り方に関する調査研究」、2009年
- ・ 花井光浩、吉水正義、清家彰敏、「日本の技術輸出の実態」、科学技術政策研究所 NISTEP REPORT No.65、2000年
- ・ 馬場靖憲・後藤晃、「産学連携の実証研究」、東京大学出版会、2007年
- ・ 林和弘、「論文誌の電子ジャーナルをめぐる最近の動き」、科学技術動向、No.100、2009年
- ・ 林和弘、「理工医学系電子ジャーナルの動向—研究情報収集環境と事業の変革—」、科学技術動向、No.71、2007年
- ・ 藤本隆宏、「生産システムの進化論～トヨタ自動車にみる組織能力と創発プロセス～」、有斐閣、1997年
- ・ 藤本隆宏、「日本型サプライヤー・システムとモジュール化～自動車産業を事例として～」(青木昌彦、安藤晴彦、「モジュール化～新しい産業アーキテクチャの本質～」第6章に収録)、2002年

- ・ ヘンリー・チェスブロウ(著)、大前恵一朗(訳)、「OPEN INNOVATION～ハーバード流イノベーション戦略のすべて」、産業能率大学出版部、2004年
- ・ ヘンリー・チェスブロウ(著)、栗原潔(訳)、「オープンビジネスモデル～知財競争時代のイノベーション」、翔泳社、2007年
- ・ 水上博史、「オープン・イノベーションで変わる知的財産戦略～企業内部と外部のアイデアの結合～」、Daiwa Institute of Research 新規産業レポート秋、2008年
- ・ 柳川範之、「ゲーム産業はいかにして成功したか～アーキテクチャ競争の役割～」(青木昌彦、安藤晴彦、「モジュール化～新しい産業アーキテクチャの本質～」第5章に収録)、2002年
- ・ NineSigma Japan ホームページ:<http://www.ninesigma.co.jp/> (アクセス:2009年8月13日)
- ・ InnoCentive ホームページ:<http://www.innocentive.com/> (アクセス:2009年8月13日)
- ・ yet2.com ホームページ:<http://www.yet2.com/app/about/home> (アクセス:2009年7月28日)
- ・ IT用語辞典、「アーキテクチャとは」 ホームページ:<tp://e-words.jp/> (アクセス:2009年8月13日)

文末付録

1 本書では科学技術の中でも、主に、より最終製品に近い応用・開発フェーズの技術に焦点をあてているが、科学・学術研究分野においても、発見と学習を促進するオープンな知識移転の新しい動きが見られる。科学知識へのオープンアクセスと新しい形のウェブサービスがこれを実現している。これまで科学者や研究者は、学術誌への投稿や出版によって自らの研究成果を知識に変換し他へ伝達する手段を採ってきた。これは同時に、成果を発表した者の業績の確定にも役立つため、研究者に対する強いインセンティブとして働いてきた。しかし今、新しいウェブサービスは、研究者が研究データを管理し、成果を発表し、他者とコラボレーションする方法論を変えつつある。このベクトルを生み出している原動力として、主に以下の2点がある(ドン・タブスコット他、2007)。

1つは、従来の学術誌による論文投稿から出版までの時間の長さの問題である。科学の進歩がどんどん速くなっている現状では、従来の論文投稿からピアレビューを通して学術出版まで至るシステムでは、時間がかかり過ぎるという批判がある。そしてもう1つは、このように研究成果を収録した学術誌の大半は、購読料を支払う必要があるということである。これは、電子出版が浸透してきた2009年現在でもあまり変化はなく、多くは紙媒体を中心としたコスト構造に依存したまま、高い購読料を設定している。科学技術の高度化・複雑化は、新たな知識創造活動を行う際により広範な知識を求めると、この購読料に依存したシステムはそれを妨げることになる。

このような中、林の報告(2007、2009)によると、既存の電子ジャーナルの枠組み以外のwebメディアを積極利用し

た研究情報流通手段も多様になっている。主なものでは、ウィキペディアでも使われているWikiエンジンを利用した知識集積と共有、ブログを利用した幅広い情報交換と相互参照、あるいはSNS(ソーシャルネットワークサービス)内のコミュニティを利用した特定数内での情報交換などである。このような活動では、個人単位、小人数から研究室単位、あるいは分野やトピックごとなど、様々な単位で必要に応じて情報交換が行われている。