



研究レポート

No.303 November 2007

企業の研究開発活動のオープン化

主任研究員 西尾 好司
主任研究員 絹川 真哉
上級研究員 湯川 抗

富士通総研（FRI）経済研究所

企業の研究開発活動のオープン化

主任研究員 西尾好司

主任研究員 絹川真哉

上級研究員 湯川 抗

要旨

1. 技術革新と技術融合スピードの加速、融合技術分野の拡大により、重要な技術開発を企業内で完結して行うことは困難になりつつある。このため、グループ企業だけでなく、競合他社さらには大学や公的研究機関などの社外との連携は不可欠となっている。
2. 本論文は、企業の研究開発における社外連携の比較的新しい事象である「外部技術の市場調達」および「共同研究における知識公開の役割」を取り上げ、その理論的な背景と現状についてサーベイを行う。
3. 研究開発プロセスの分離が容易な場合、その一部を市場から調達することが望ましい。Web2.0に象徴される近年のインターネットビジネスの発展はR&D市場のグローバル化と技術供給者の個人への拡大を促し、技術の市場調達の重要性は増した。
4. 一方、研究開発プロセスの分離が困難な場合は、特定の相手との共同研究が依然として有効である。しかし、最適な連携先を見つけることはますます困難になっており、研究成果の公開が最適な相手との「マッチング」を促す重要な鍵となる可能性がある。

(キーワード) オープン・イノベーション、R&D マーケットプレイス、知識公開

目次

1. イントロダクション.....	1
1.1 問題意識.....	1
1.2 概要.....	2
2. 技術の市場調達.....	3
2.1 技術の市場調達の理論.....	3
2.1.1 既存文献：経営学的視点.....	3
2.1.2 R&D費用関数アプローチによる再整理.....	4
2.1.3 技術革新がもたらす環境変化.....	7
2.2 Web2.0 とR&Dのマーケットプレイス.....	8
2.2.1 Enterprise 2.0.....	9
2.2.2 Crowdsourcing.....	9
2.2.3 R&Dのマーケットプレイス.....	11
2.3 マーケットプレイスの事例：InnoCentive社.....	12
2.3.1 サービス提供プロセス.....	12
2.3.2 シーカーの役割とシーカーに対するInnoCentiveのサービス.....	15
3. 社外との連携による調達.....	16
3.1 知識公開戦略の理論.....	16
3.2 知識公開と共同研究の事例.....	18
3.2.1 大学との連携における知識の公開.....	18
3.2.2 バイオ・医薬分野における研究成果公開の動き.....	22
4. まとめ.....	22
4.1 外部技術の市場調達.....	22
4.2 共同研究.....	23
参考文献.....	24

1. イントロダクション

1.1 問題意識

先端技術産業の多くの企業は、90年代以降、研究開発ドメインの集中、社内で行う R&D と社外と連携する R&D の区別の明確化など、研究開発活動の見直しを行ってきた。その背景としては、技術革新と技術融合スピードの加速、および融合技術分野の拡大により、自社のみで重要な技術開発を行うことの困難さが増していることがある。企業の研究開発において、グループ企業だけでなく、競合他社さらには大学や公的研究機関などの社外との連携は不可欠となってきた。

以上のような研究開発における外部連携は、カリフォルニア大学バークレー校のHenry Chesbrough教授が提唱する「オープン・イノベーション」の一側面、「社内の研究開発を促進するための意図的な外部技術の流入」であると解釈できる¹。一方、多くの日本企業は、イノベーションのオープン化に対し、若干異なる認識を持っている。例えば、「日本CTOフォーラム」2007年報告書からは、参加企業各社CTOが「オープン・イノベーションとはビジネスモデルの構築あるいは創造のために社外技術を活用する活動」と捉えていることが分かる²。

本論文が着目するのは、あくまで研究開発活動そのものにおいて進むオープン化であり、Chesbrough 教授が提唱する「オープン・イノベーション」の流れの中でも、比較的新しい現象である。まず、社外技術の活用に関し、最近では、インターネットを活用した技術開発（イノベーション）仲介企業が出現しており、欧米の大手企業も利用していることが明らかになっている。そのような仲介企業を活用することは、不特定の者あるいは多数の相手との連携を可能とするものであり、これまでのグループ企業を中心とするパートナーとの連携だけでなく、不特定（多数）との連携を取り込むことも必要となっている。さらに、従来から行われている共同研究においても新しい動きがある。連携相手をサーチし、望ましいマッチングを実現する目的で、自社の知識を今まで以上に公開する戦略を採用するケースである。不特定多数との連携による研究開発、そして共同研究推進のための研究成果公開といった最近の動きは、必ずしも日本企業が得意とするケースではなく、新たに対応が必要となる現象である。

¹ Chesbrough (2006)はオープン・イノベーションを以下のように定義している：“Open Innovation is the use of purposive inflows and outflows of knowledge to accelerate internal innovation, and expand the markets for external use of innovation, respectively.”

² 日本CTOフォーラムについては以下のウェブサイトを参照：
<http://www.jma.or.jp/keikakusin/cto/index.html>

本論文は、日本企業に新たな対応を求めるこれら2つの新しい事象、「(インターネット等による)技術の市場調達」および「共同研究と研究成果の公開」に対象を絞り、理論的な意味と現状について、日本企業の今後の研究開発活動に対する示唆を得ることを目的に検証する。したがって、社外への自社技術の展開を含む研究開発における外部との連携全般を取り扱うものではない。

1.2 概要

上述のように、本論文の分析対象は、Chesbrough教授が指摘する「オープン・イノベーション」のうち「社内の研究開発を促進するための意図的な外部技術の流入」であり、以下の2つの「意図的流入」手段に沿ってサーベイを行う³。

- (1) 外部委託やライセンスなど技術を取引する市場からの調達（以下、「市場調達」）
- (2) 他社や大学など外部研究組織との共同研究や技術提携（以下、「共同研究」）

第2節でまず、「市場調達」の理論と現状についてサーベイする。技術知識の市場調達については、従来、なぜそのような市場が十分に発達してこなかったのかに関し、主に経営学的な視点からの研究の蓄積がある。最初にこれらについてまとめ、次に、それら先行研究をベースに、どのような状況で外部技術を市場から調達することが最適な行動になるのかについて、簡単なモデルを提示する。そして、インターネットを中心とした情報通信技術（IT）の進展が、技術の市場調達が最適となる場合が増加している点を指摘し、インターネットによる「技術市場」の発展についてまとめる。特に、代表的な技術仲介サービス企業である InnoCentive 社について、その仕組みの詳細について紹介する。

第3節では「共同研究」において研究成果の公開が重要になっていることを明らかにする。最初に、研究成果の一般公開が「共同研究」を行う際のネットワーク形成において重要な役割を果たすという経済理論モデルを紹介する。そして、「共同研究」における研究成果をオープンにしている事例としてカリフォルニア大学バークレー校の取り組みについて紹介する。最後にサーベイ結果をまとめ、日本企業の研究開発戦略に対する示唆を与える。

³ 社外技術を社内に取り込む手段はこれら2つだけではない。例えば、安部（2003）は研究開発における社外資源活用を、①試験検査委託、②研究委託、③研究成果の購入、④ベンチャー企業などの買収・出資、⑤共同研究、に分けている。

2. 技術の市場調達

2.1 技術の市場調達の理論

2.1.1 既存文献：経営学的視点

通常の財の生産活動同様、研究開発においても分業が利益をもたらす得る。研究開発の分業の利益としては、例えば、Arora, Fosfuri, and Gambardella (2001, Chapter 1)は以下の2つを挙げている。

- (1) 比較優位のある企業が研究開発に特化することで、経済または産業全体で研究開発の生産性が上昇する
- (2) 多くの企業が一つの企業の研究開発成果を用いることで、研究開発の固定費が低減する

研究開発の分業にこのような利益があるにもかかわらず、これまで長期間にわたり社内で完結する研究開発の方が効率的で、クローズドな研究開発が主流であった (Arora, Fosfuri, and Gambardella (2001), Chapter 4)。その理由として、主として経営学の視点から、研究開発のプロセスを分割するには様々なコストがかかることが指摘されてきた。研究開発プロセスにおける各作業は複雑に絡み合っており、各作業はそれぞれ異なる知識体系、科学領域に依存している場合が多く、その場合には、研究開発プロセスの一部を外部から調達するには大きな取引費用が発生する。これまでに多くの経営学者が、自動車や航空機など製造業に関するケーススタディから、以上の理由で社内完結型の研究開発が主流であったことを明らかにしている。

例えば、Teece (1988)は研究開発プロセスの分業には以下のような取引費用が発生すると議論している。

- (1) 研究開発を行う前に、プロセス全てを特定し、記述することは困難。研究開発の過程で特定されるので、不完備契約となる。
- (2) 研究開発企業との非常に密なやり取りは埋没費用 (サンクコスト) となり、他の研究開発企業に乗り換えられなくなる。
- (3) 重要情報を契約企業に渡せば、それが漏れ、競合他社に渡る危険がある。

以上の要因が存在するとき、研究開発プロセスを複数の企業の分業で行うよりも、一つの企業内で研究開発プロセスを統合した方が有利となる。

技術を取引する段階で発生する取引費用より以前に、技術知識の性質そのものにより、研究開発プロセスを複数の企業で分業することが困難になることもこれまでに多く指摘されてきた。それら議論は大きく2つに分かれる。

まずは、研究開発によって生み出される技術知識が企業に固有の慣習などに依存する暗黙知 (tacit knowledge) であるため、その移転が非常に困難であるとする議論である。例えば、Nelson and Winter (1982)は、企業には、知識、能力、そして技術の複雑な組合せが「組織的手順 (organizational routines)」によって蓄えられていると論じ、それら知識や技術が組織固有の方法で蓄積されるため暗黙知となり、それらが特許、設計図、学術論文のような形式知 (codified knowledge) とならない限り、移転や模倣は困難と指摘した。さらに、Winter (1987)は、企業に蓄えられた知識の分類として暗黙知と形式知の2つだけでは不十分であるとし、明確に記述できるかどうか (articulable or tacit)、教育可能かどうか (teachable or unteachable) など、8つの分類を提唱した。また彼は、企業の技術知識が暗黙知かどうかは不変的性質ではなく、明確に記述するための費用の大きさにもとづいて企業によって決定されると論じた。

もう一つの議論は、一つの研究開発プロセスを複数企業で分担できるかどうかは、その研究プロセスをいくつかの小さな作業に分割することが困難かどうかには依存するという議論である。von Hippel (1990)は研究プロセスの分割の容易さは産業や技術分野によって異なると指摘する。例えば、新しいプリント基板 (printed circuit) の開発において、設計と製造との間で相互依存関係の程度は低く、開発プロセスの分離は容易である。これに対し、新しい車の開発においては、車体や様々な部品の開発者同士で情報を共有し、共同で開発を行う必要のあるプロセスが多いため、開発プロセスの分割は容易ではない。

2.1.2 R&D 費用関数アプローチによる再整理

上述の既存文献から、研究開発の一部を外部から調達するための条件は複数あることが分かる。その主なものは研究開発プロセスの分離可能性と、調達に伴う取引費用である。本論文では、それらの要因を一つのフレームワークに統一し、技術外部調達の意思決定問題をより簡潔に記述するため、R&D 費用関数を用いた以下のアプローチを提唱する。まず、企業の R&D 活動が生み出す技術知識 (k) は、複数の部分 (k_j) から成ると仮定する。

$$k = \sum_{j=1}^J k_j$$

技術知識の一部 k_p の市場調達が可能になるのは、 k_p を R&D プロセス全体から分離して行うコストが、R&D プロセス全体を一貫して行うコストと同じ、またはより低い場合である。すなわち、以下のように、R&D 費用関数の劣加法性が成り立たない場合である⁴。

$$c(k) \geq c_p(k_p) + c_{J-p}(\sum_{j \neq p} k_j) \quad (1)$$

c : k の生産に必要なコスト

c_p : k_p の生産に必要なコスト

c_{J-p} : k から k_p を除いた部分の生産に必要なコスト

R&D プロセスまたはタスク間において密接な連携が必要で、それらの独立性が低い場合、R&D プロセスを分割するのは困難となり、(1)式は成立しない。また、各プロセス間の密接な連携が大きな相乗効果（シナジー）を発揮する場合も、R&D プロセスの分割は損失を生むため、(1)式は成立しない。これらの状況で外部の技術知識 k_p を利用するには、 k_p を持つ、またはその生産を得意とする企業や組織等との共同研究が適切になる。技術知識 k_p とそれ以外の知識 $\sum_{j \neq p} k_j$ の生産には互いに密接な連携が必要、または連携がシナジーを生むからである。なお、企業買収による外部技術知識の取得は、(1)式が成立しないときに技術知識を市場から調達する手段と考えることができる。

(1)式が成り立ち、R&D プロセスの一部の市場調達が可能であるとする。さらに、社外には k の一部分 k_p をより低コストで生産できる組織または個人が存在すると仮定する。

$$c_p^i > c_p^o$$

c_p^i : 内部による k_p の生産コスト

c_p^o : 外部組織・個人による k_p の生産コスト

⁴ 費用関数の劣加法性については、例えば、Tirole (1988)を参照。経済学において、費用関数の劣加法性は範囲の経済を説明するために用いられる。

コストの内外差 $c_p^i - c_p^o$ は、外部知識を利用しない場合の機会損失に等しい。しかし、外部のより安価な知識を利用する場合には取引費用 t が追加される。取引費用 t には、例えば、以下が含まれる（これら以外にも取引費用を発生させる要因は考えられる）。

- (1) 費用構造 $c_p^i > c_p^o$ を持つサプライヤーのサーチコスト
- (2) 情報流出に伴う損失。ライバル他社への情報漏洩、サプライヤーの市場参入など
- (3) $c_p^i > c_p^o$ の不確実性。取引の事前において c_p^o はサプライヤーの私的情報であるため

R&D プロセス p の分離が容易で(1)式が成立する場合、企業は R&D プロセス p を以下の条件で外部へ委託する。

$$c_p^i \geq c_p^o + t \quad (2)$$

(1)式と(2)式が成立し、R&Dプロセスの一部を外部から調達している例として、P&Gの「コネクト・アンド・ディベロップ戦略」が挙げられる。Huston and Sakkab(2006)は以下のように述べている⁵。

コネクト・アンド・ディベロップ戦略を機能させるには、自分たちが何を求めているのか、どこにイノベーションを求めるのかについて具体化することが不可欠である。＜中略＞したがって、当初より、既に一定の成功を収めているアイデアを探すことにした。

したがって、P&G が「コネクト・アンド・ディベロップ戦略」にしがたって購入する技術は、それ自体の独立性が高く、そのアイデアの開発者との密接な連携の必要性は低い技術、すなわち、(1)式が成立する技術であると考えられる。また、P&G は世界中に拠点を持つため、大学、研究機関、サプライヤーなどを結ぶ様々なグローバル・ネットワークがアイデアのサーチコストを含む取引費用を低下させていると思われる。

⁵ 日本語版（ラリー・ヒューストン、ナビル・サッカブ 2006 「P&G : コネクト・アンド・ディベロップ戦略」、『Diamond Harvard Business Review』 August 2006, pp.45-56）からの引用。

2.1.3 技術革新がもたらす環境変化

R&D 活動を複数の独立した部分に分割して異なる企業同士で分業することの困難さ故、技術知識市場は長い間限定的であった (Arora, Fosfuri, and Gambardella (2001), Chapter 4)。また、世界中のどこかにある自社より優れた技術を探すことに関しても、一部のグローバル企業を除いて、その費用は小さくなかったと思われる。しかし、いくつかの技術革新がそのような状況を変えつつある。

それらの技術革新のひとつは、製品のモジュール化に伴う研究開発のモジュール化である。Sanchez (1995)、Sanchez and Mahoney (1996)は、製品デザインのモジュール化は組織をモジュール化し、上位の管理組織とは独立に、企業または組織間で調整を行うことを可能にすることを指摘し、組織のモジュール化はイノベーション・プロセス間における調整費用を低下させ、その分割を容易にすると論じている。したがって、モジュール化が進展した産業・技術分野においては、技術知識市場が発展する可能性がある。例えば、近年、携帯電話などコンシューマー・エレクトロニクス分野において、メーカーは製品のデザインも含めて外部委託するケースが増加している⁶。製品デザインの分業が容易となった背景の一つに、モジュール化の進展があると思われる。

工学的な問題の解決における数学やコンピューター・シミュレーションなど科学的手法の役割が増加したことも、研究開発プロセス分業を容易にしている。Arora and Gambardella (1994)は、数学やコンピューターの利用は知識を普遍化し、環境や文脈への依存をなくしていくと指摘する。例えば製品や製造プロセスのデザインにおけるコンピューター・シミュレーションの利用は、個人や組織に蓄積された知識の数学とコンピューター言語への記述を必要とする。この過程で、知識は個人や組織に依存しない形に変換され、R&Dプロセスの一部を独立した組織へ委託することが可能となる。研究開発プロセス分業において科学的手法が重要な役割を果たしていることは、例えば、Businessweek誌におけるNineSigma社CEOのPaul Stiros氏へのインタビューに表れている。NineSigma社は、技術取引の仲介をインターネットで行う企業である。インタビューの中で、CEOのPaul Stiros氏は以下のように回答している⁷。

⁶ Businessweek, March 21, 2005, "Outsourcing Innovation."

⁷ Businessweek, June 12, 2007, "NineSigma: Nurturing Open Innovation."

First, you need to clearly identify a client's most pressing problem or problems. Then you need to translate the problem into basic science or technology terms.

さらに、高性能PCとインターネットの発達は、コラボレーションにおける調整コスト自体も低下させ、研究開発の分業をより容易なものにしている。例えば、Malone and Laubacher (1998)は、自動車産業におけるケーススタディより、「自動車の各設計者はオンラインで詳しいエンジニアリング・プロトコルを利用することで、個別に仕事を進めることが可能になる」と論じている⁸。

以上はいずれも、研究開発の分業を容易にするもの、すなわち(1)式を成立させる技術革新である。“Web2.0”に象徴されるインターネットビジネスの発展は、さらに、外部技術利用の取引費用を低下させ、(2)式の成立も容易にしている。例えば、前述の NineSigma や InnoCentive などインターネットで技術取引を仲介するサービスの登場により、技術の一部を外部に求める際のサーチ・マッチングコストは大きく低下したと思われる。ここで、インターネット・サービスによって技術の買い手にとってのサーチ・マッチングコストだけでなく、売り手にとってのサーチ・マッチングコストも同時に低下した点にも注目すべきである。インターネット・サービスは、その双方向性により、技術的問題解決の知識を持つ個人も、企業や研究所などと同様に市場に参加することを容易にしたため、技術の取引市場は飛躍的に大きくなったといえる。次節以降では、上記の要因の中でも比較的最近の技術革新であるインターネット上のマーケットプレイスについて、登場の背景と研究開発における役割について詳述する。

2.2 Web2.0 と R&D のマーケットプレイス

O'Reilly (2005)が“Web2.0”というコンセプトを明らかにしてから既に 2 年以上が経過した。このコンセプトの本質は、インターネットが以前から語られてきたその本来の姿を現し始め、知識を醸成するためのプラットフォームとしての機能を担えるようになりつつあることである(湯川、2006)。そして、このことは企業に、「必要な知識がどこにあるのか？」という本質的な疑問を投げかけている。以下では、Web2.0 的な現象が企業に与えつつある現象を「Enterprise 2.0」と「Crowdsourcing」というコンセプトから説明した上で、R&D

⁸ 日本語版(トーマスW.マローン、ロバートJ.ローバチャー2007「eランス経済の台頭」『Diamond Harvard Business Review』 May 2007, pp. 110-120)からの引用。

のマーケットプレイスに関して概観する。

2.2.1 Enterprise 2.0

2.1.3 節で述べたように、インターネットを中心とする IT の進展は、企業内におけるコラボレーションの方法を変えつつある。McAfee(2006)はそのような状況を「Enterprise 2.0」という言葉で表し、IT の活用によって、組織にあまり拘束されないインフォーマルなコラボレーションが実現できるようになりつつあると指摘している。彼は、ブログや Wiki などのコミュニケーションツールを社員に提供したヨーロッパの投資銀行のケーススタディをベースに、新たなテクノロジーによるナレッジワーカーの活発なコラボレーションの進展を実証している。

また、『日経コンピュータ』（2006年4月3日号）は「エンタープライズ 2.0：Webが開く新基幹システム」という特集を組み、エンタープライズ 2.0 を「ビジネスで成果を上げるための情報を、社内外問わず活用できる企業であり、それを実現できる情報システムである」とし、「外部の情報コンテンツ」を社内の情報システムに組み込もうとする流れの総称として「エンタープライズ 2.0」を論じている。社内のナレッジワーカーに注目するのではなく、外部の情報を社内に取り込むという点において、ここで論じられるエンタープライズ 2.0 は従来のナレッジマネジメント論と異なっている。ウェブを通じて公開され、企業が社内の情報システムに活用できる外部情報コンテンツは多く、それらを社内に取り込むという流れは強まると思われる⁹。

2.2.2 Crowdsourcing

McAfee(2006)の「Enterprise 2.0」および『日経コンピュータ』の「エンタープライズ 2.0」は、その意味が多少異なるものの、基本的には、いずれも社内の情報を有効活用して社内の知識の蓄積を高める方法に関して論じたものである。これに対し、2006年6月『Wired』掲載の同誌編集者Jeff Howeによる記事「The Rise of Crowdsourcing」は、社内の情報、あるいはナレッジワーカーのような社内の資源に関して論じることなく、企業が知識を有効活用する方法論を提示している¹⁰。

⁹ 例えば、企業の情報システムがアマゾンやグーグルマップなどを取り込むケースは、現在、数多く見られる。日本国内におけるこのような動きについては、『日経コンピュータ』（2007年5月14日号）の特集記事「続・エンタープライズ 2.0 マッシュアップがもたらす破壊と創造」などを参照。

¹⁰ <http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds.html>

「クラウドソーシング (Crowdsourcing)」とは「wisdom of crowds」と「outsourcing」をかけた造語で、O'Reilly (2005)のいう「集合知」の活用と言い換えることもできる¹¹。その例として、上述のHoweはShutterstockのようなオンラインの写真販売サイトを挙げている¹²。これらサイトが提供するサービスにより、特定の写真を必要とする人たちが、プロではなく、不特定多数のアマチュアカメラマンによる写真をより安価に利用できるようになった。さら、Howeは、この例から、場合によっては安価な労働力を求めてインドや中国にアウトソースする必要性が低下する可能性を指摘する。

ただし、以上の例だけでは、例えば eBay を活用して物品の購入費用を節約できることとあまり変わらず、必ずしも O'Reilly (2005)の「集合知」を活用しているとはいえない。しかし、Howe は他にもいくつかの例を挙げて「クラウドソーシング」のインパクトを説明する。特に興味深いのは R&D (研究開発) のクラウドソーシングの例として挙げられている InnoCentive に関する事例である。後に詳述するが、既に日本でもサービスを開始した InnoCentive のサイトによれば、ここでは「研究開発課題を抱える世界の一流企業と、その研究を専門とするトップクラスの科学者たち」のマッチングが行われる。

企業は InnoCentive と契約を結び、自社の研究開発課題の詳細な解説、締め切り、課題の解決策に授与される報奨金をサイトに掲示する。こうした課題に対し、同じく InnoCentive と機密保持や知的財産権の譲渡契約を結んだ科学者たちがそのソリューションを提供する。科学者たちへの報奨金は 1 万ドルから 10 万ドルの間なので、大規模な研究開発をこのシステムでできるとは思えない。しかし、InnoCentive を通じて「クラウドソーシング」しても十分というケースは数多いと考えられる。

この点に関し、Howe は P&G の例を挙げているが、実際に P&G の副社長である Huston and Sakkab(2006)は、2000 年当時、上昇の一途を辿る研究開発費と伸び悩む売上に悩んでいた P&G は、社外でのイノベーションを積極的に受け入れる方針を固めた結果、イノベーション成功率が 2 倍以上に伸びた一方で、コストが減少したと述べている。P&G は InnoCentive を初期から活用していたらしいが、これと同様のサービスを他にも活用しており、9,000 人の社内 R&D スタッフのほかに、150 万人の外部研究者とのネットワークを構築している。

¹¹ Collective Intelligence (集合的知性) に関する研究の歴史は長い。例えば、『ウィキペディア (Wikipedia)』 (<http://ja.wikipedia.org>) の記事「集合的知性」を参照。O'Reilly (2005)の解釈では、適切な状況の下では、人々の集団は個人よりも優れた判断を下すことができるということを指す。

¹² Shutterstockについて<http://www.shutterstock.com/>

このような例も、最初に挙げられたアマチュアカメラマンのケースと本質的には変わらない。ただ注目すべきは R&D という、ある意味で企業の競争力の源泉ともいえるべき仕事まで、一般大衆を含めた外部のネットワークに委ねることが可能になったということである。クラウドソースという概念からは、インターネットを介してつながっている人たちの潜在的な知識をうまく活用することによる、コスト削減や、効果的イノベーションのための新しい方法論が垣間見える。

2.2.3 R&D のマーケットプレイス

知識を有効活用するための方法論は、これまで様々なものが提示されてきた。例えば、ユーザーの質問にユーザーが答える形式の「知識検索」は以前から存在していたし、企業内のシステムにも活用されている。しかし、「エンタープライズ 2.0」や「クラウドソーシング」というコンセプトが改めて注目されているのは、Web 2.0 というコンセプトに代表される、本来の姿を現し始めたインターネットの影響によるものだろう。そして、これら 2 つのコンセプトはいずれもインターネットが本来的にもつ知識創造のプラットフォームの観点から、より本質的な疑問を企業に投げかける。すなわち、「そもそも企業にとって必要な知識がいったいどこにあるのか」ということである。「社内にはしかない」、あるいは「社内にもある」と答えられる企業は、エンタープライズ 2.0 的な進化したナレッジマネジメントシステムの構築や活用によって、それを必要な時に必要な社員が活用できる。

しかし、P&G の例が示すように、こうした知識は必ずしも社内にあるとは限らない。新しいプロジェクトを開始する、あるいは新たな研究開発を行うときなどは、特にその可能性が高くなる。この場合、ナレッジマネジメントシステムが機能すればするほど、必要な知識は社内になくることが明確になる。そして、進化したインターネットは、必要な知識を有する人々がどこにいるかを教えることができ、さらに、その知識を有する人々とのコラボレーションも可能にしつつある。こうしたことから、InnoCentive のような、企業が研究開発を行う際に利用できる、マーケットプレイスは注目を集め始めている。図表 1 は主なマーケットプレイスを整理したものである。

図表 1：主な R&D マーケットプレイス

マーケットプレイス	設立年	設立の経緯
InnoCentive	2001年	イーライリリーの電子ビジネス事業として設立
NineSigma	2000年	P&Gにより設立
Eureka Medical	2004年	医薬品に特化
YourEncore	2003年	P&G、イーライリリーにより設立
Innovation Relay Centres	1995年	ECの支援を受け設立
yet2.com	1999年	技術移転のオンライン市場。ボーイング、デュボン、ハネウエル、P&G等の知的財産の取引のサポートからスタート

(出所)各社ウェブサイトより筆者作成

これらに共通しているのは、研究開発の Seeker と Solver を結びつけるための共通プラットフォームを提供しているという点である。更に、これらのマーケットプレイスは、積極的に Seeker に Solver のもつ技術を斡旋するなど、知識の流動性を高めるための仕組みを構築している。また、これらマーケットの参加者は世界的な有名企業であり、R&D の新たな方法として、グローバルな知識の活用が進み始めていると考えられる。

2.3 マーケットプレイスの事例：InnoCentive 社

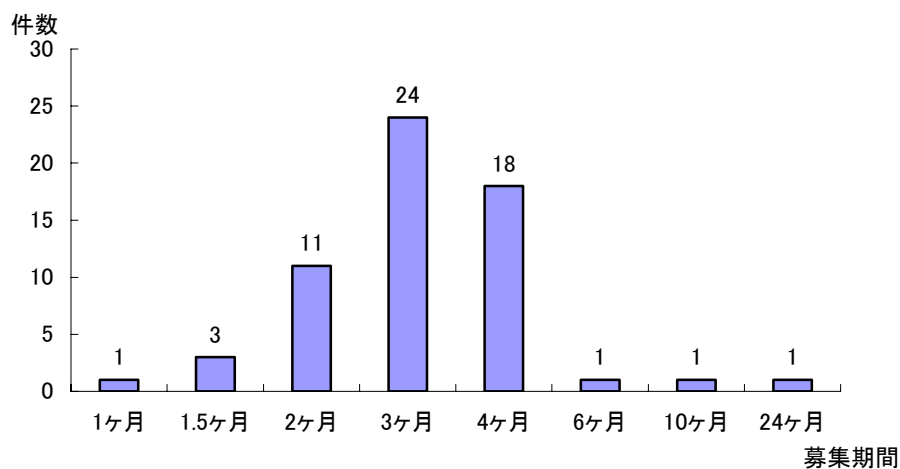
本節では、R&Dマーケットプレイスの代表的なインターネット企業であるInnoCentive社を例に、そのプロセスについて詳解する¹³。InnoCentive社をはじめ、インターネットによる技術取引のサービスによって提供される技術分野は、化学やバイオが中心であるが、そのほかにも食品、建築・土木、繊維や環境もある。また、バイオについては、化学に含まれているものも多い。ここで注意すべき点は、いわゆるアイデアや技術の売買（ライセンス）だけではないことである。むしろ、共同・委託研究を計画しているものが多いことである。また、提案（アイデアや技術）の確証を求めており、実行性の乏しいものは排除されることになる。

2.3.1 サービス提供プロセス

シーカー（Seeker）から Challenge がアップロードされ、募集が始まる。最初の募集期間は3または4ヶ月が多い（図表 2）。

¹³ 以下、各集計データは、筆者自らInnoCentive社ウェブサイトの「Solver」として登録を行い、2007年7月時点のデータをまとめたものである。

図表 2 Challenge の募集期間別件数



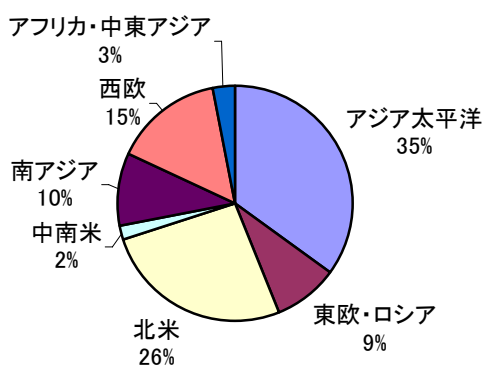
(出所)InnoCentive社ウェブサイトより筆者作成

Challenge の募集の後、シーカーの登録、シーカーによる詳細情報閲覧、シーカーによる Challenge への応募、そして採択というプロセスを経て最後に契約となる。

① 登録段階

ソルバー (Solver) となることを希望するものは登録が必要となる。InnoCentive 社の Web サイトにアクセスして、登録申請用紙を提出することによりソルバーとなることができる。ソルバーとなることで、Challenge へのアクセスや当該 Challenge の Project Room の開設などのサービスを受けられる。登録者としては、中国・インド・ロシア等の海外技術者・研究者が多く、175 カ国 95000 人いる (図表 3)。しかし、実際の提案は米国在住の研究者・技術者が多い。

図表 3 ソルバーの分布



(出所)InnoCentive社ウェブサイトより筆者作成

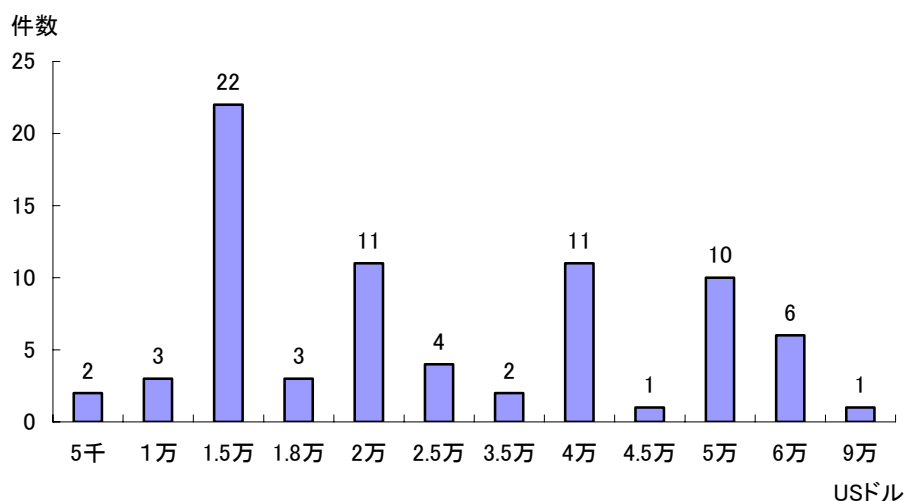
② 提案段階

ソルバーは、Challengeに対するプロポーザル（Solution）を提出することになる¹⁴。その際、Work Productも提出する。なお、この際、公式の締切日から90日間は、同社とシーカーが、利用のための独占権と全世界を対象として提案の使用・複製等の通常実施権を有することになる。このプロポーザルの3分の2が米国から出されたものであり、4分の1がアカデミア関係者からのものである。

③ 採択段階

提案が採択された場合には、提案に関する知財権を移転することになる。その際、Awardを支払う。組織を代表する個人の場合には契約の時に所属組織の同意を得ていることが求められる。採択された場合の賞金（Award）の額は図表4を参照。採択の状況は、毎月のように採択されていた訳ではなかったが、2007年に入ってから賞金付与件数がふえていくことがわかる（図表5）。

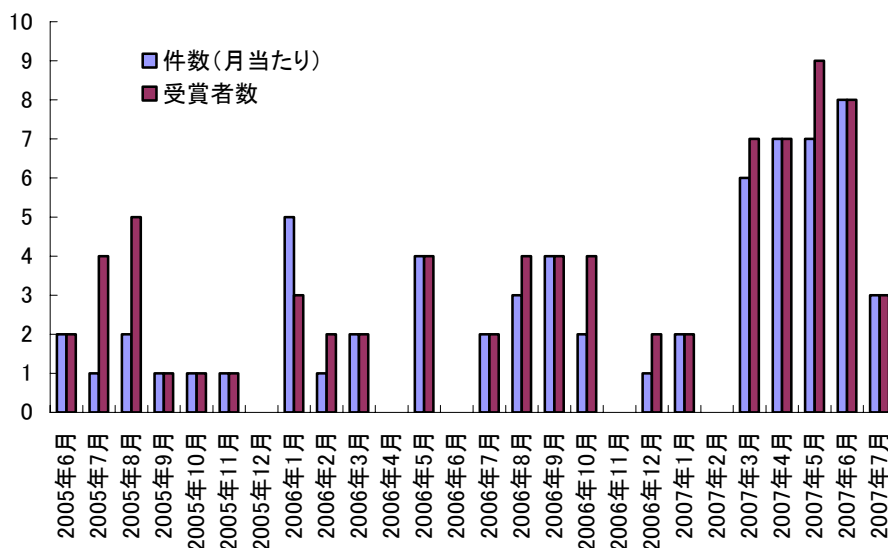
図表4 賞金（USドル）別件数



(出所)InnoCentive社ウェブサイトより筆者作成

¹⁴ InnoCentive社では、ソルバーからシーカーへの提案をSolutionと名付けている。

図表 5 受賞状況



(出所)InnoCentive社ウェブサイトより筆者作成

2.3.2 シーカーの役割とシーカーに対する InnoCentive のサービス

シーカーとなる企業には、Boeing、Dow Chemicals、DuPont、Eli Lilly、Novartis、P&G 等 40 社ある。シーカーは、単にアイデアを求めているのではない。彼らは、アイデアといっても、ある程度実証できるレベルのものを求めている。しかもソルバーに対してはアイデアを買うだけでなく、共同開発を希望するケースも多い。つまり、実用化に近い段階を求めている。

シーカーは、同社に対して、Challenge をポストするためのアクセスフィーとして 8 万ドル、Award の費用とそれに対する 20% 以上のコミッションフィーを支払うことが求められる。これに対して、InnoCentive 社は、Science Operation チームを設置しており、ソルバーからの提案の評価や、シーカーの Challenge に対する提案も行う。また、単なるアイデアを排除するために、ソルバーから Work Product (ノートのコピー、最初に出されたデータや行われた実験、特許や文献など) を提出させる。

なお、2.1 節でも触れたように、マーケットプレイス利用の先進企業である P&G において、InnoCentive や NineSigma などマーケットプレイス企業を利用する際に求める技術は、技術・マーケティング、流通等の自社能力を生かすアイデア、技術、試作品や製品の中で一定の成功を収めているものであり、例えば、既に実用に供することのできるもの、製品の場合には消費者の関心に応えるだけの証拠があることを条件としている。また、同社では、求めるアイデア等の条件として、以下の 3 つの作業から技術資料を作成し、Challenge

へと展開している (Huston and Sakkab(2006))。

① 「消費者ニーズトップ 10」

年 1 回、どのような消費者ニーズに訴えれば、自社のブランドを成長させられるか、各事業部からのヒアリングにより実施し、事業部ごとに、そして同社全体として消費者ニーズトップテンを作成している。これらの消費者ニーズを解決するために、科学技術上の課題へ展開している。

② 「隣接カテゴリー」

同社では、既存ブランドをてこに使いそうな新製品やコンセプトの洗い出しをしている。そして、イノベーティブな先端船製品や関連技術を調査している。

③ 「テクノロジー・ゲーム・ボード」

ある領域で入手した技術が他領域の製品に及ぼす影響を推定するためにプランニング手法の 1 つを提供する Technology Game Board というシミュレーションを活用している。これにより、イノベーションの探索の大きな方向性を示し、さらに対象からはずす領域も示してくれる。

3. 社外との連携による調達

3.1 知識公開戦略の理論

企業は様々な目的で他社や外部研究機関などと共同研究を行っている。それらの中でも、「補完的な技術知識へのアクセス」は主要な目的の一つである (Caloghirou, Ioannides, and Vonortas (2003))。外部組織がもつ補完的な技術知識へのアクセスが、2 節で説明したような市場からの調達という形をとらず、共同研究によって行われるのは、2.1.2 節の(1)式が成り立たず、

$$c(k) < c_p(k_p) + c_{J-p}(\sum_{j \neq p} k_j)$$

となる場合である¹⁵。

R&D費用関数の劣加法性が成立する場合、R&Dプロセスの分離はR&Dの効率を下げる。このため、外部の技術知識を自社の研究開発に取り込む際、自社と外部との密接な連携が必要または効果的であり、市場調達ではなく、共同研究が企業にとっての合理的な選択となる。

しかし、共同研究に適切な相手企業・組織を見つけることは容易ではない。研究開発プロセスを分離できない場合、そこで生産される知識は、外部からは不完全情報となるからである。このため、補完的な技術知識をもち、共同研究の調整コストが低い最適なパートナーのサーチコストは非常に大きくなる。さらに、通常、技術知識は完全な公共財ではなく、研究者などのネットワークにおけるメンバー間の複雑な相互作用を通じて共有される集合財である (Muller and Penin (2006))。したがって、企業がある研究ネットワークで新しく生産された知識にアクセスするためには、その企業が研究ネットワークの内部に取り込まれる必要がある。

以上より、最適な共同研究のパートナーを探すには、研究ネットワークに深く入り込むことによって集合財である技術知識を共有し、メンバー同士の情報の非対称性を小さくすることが重要となる。Muller and Penin (2006)は、企業が研究成果を論文などの形で公表することで、研究分野におけるその企業の評判が確立され、その企業の研究者ネットワークにおける中心性は高まると主張する。オープンな技術知識の公開は、その企業の研究開発分野や能力を他者に知らせることで、正式・非正式な研究協力を促すためのシグナリング (signaling) として機能し、共同研究に最適なマッチングを促す役割を持つのである¹⁶。技術知識の公開はライバル他社にとって有益な情報をもたらすため、短期的には費用である。しかし、長期的には研究ネットワークの中心に位置することで多くの外部知識にアクセスすることが可能となり、同時に、自身の評価も高まることから、最適なパートナーと共同研究を行うことが可能となり、自社の研究開発の生産性が上昇する。結果として、技術知識公開の長期的便益は短期的費用を上回る可能性がある。Muller and Penin (2006)は、数値シミュレーションを用い、技術知識の公開というシグナリングの費用が、長期的にはそれを上回る便益をもたらし得ることを示した。

¹⁵ 社内で完結する研究開発が最適となるのも、この式が成り立つときである。

¹⁶ これ以外にも、技術公開は、その技術分野の新規性・進歩性のハードルを上げ、競争相手の特許出願を阻むことを目的で広く行われている。その実例と理論的説明としてはBar (2006)を参照。

3.2 知識公開と共同研究の事例

他社や大学などと連携して共同研究開発を進める際に、企業が資金を出して生み出した成果（知識）を積極的に公開していく事例は多く存在する。代表的な事例は、オープンソース・コミュニティへのソフトウェアの公開・提供である。例えば、Open SourceコミュニティへのAPIの公開やIBMによる特許 500 件（医療等）の提供などがある。それから、前章で取り上げたマーケットプレイスにシーカー企業が公開する自社の技術ニーズもまさしく連携のために自社の知識を公開する動きである。こうしたオープンソース・コミュニティへの公開だけでなく、新しい活動が生まれている。本節ではこれらの事例を紹介する¹⁷。

3.2.1 大学との連携における知識の公開

米国だけでなく、日本や欧州の大学では、研究成果を特許化して企業へ技術移転する取り組みを積極的に進めるようになってきている。こうした状況の中で、大学による特許・技術移転のモデルともなっていた米国において新しい特許の方針の下で企業と大学がコンソーシアムを形成する事例が生まれている（西尾・原山(2006)）。

以下では、カリフォルニア大学バークレー校（UCB）の Department of Electrical Engineering and Computer Science（DEECS）を中心に進められている産学連携プロジェクトについて詳述する。このプロジェクトは、特許を取得せずに研究成果を広く公開することや、大学が権利化したとしても無償の実施許諾（Non-Exclusive Royalty-Free : NERF）を方針とするオープンなプロジェクトである¹⁸。インテル社が、米国の3大学と連携して、自社のミニラボ（ラブレットという）で進めるプロジェクトがこの例である。

（1）Berkeley Wireless Research Center

① 概要

Berkeley Wireless Research Center（BWRC）は、1990年に開始された DARPA の InfoPad プロジェクトを前身とし、1998年にUCBのDEECS内に設立された無線技術に関する研究センターである。

¹⁷ ここで取り上げるべき事例としては、特許など権利化しない活動だけでなく、例え権利化したとしても他社に使用させるという意味も含めるべきである。しかし、昨今の権利化一辺倒の風潮に対するアンチテーゼを提供する意味から、本節では権利化しない活動を中心に紹介する。

¹⁸ カリフォルニア大学バークレー校を舞台とした連携プロジェクトの事例の詳細は、（西尾・原山，2007）を参照のこと。

② 運営

BWRC は Participating Member (PM) 、Platinum Member(PIM)、Associate Member (AM) の 3 種類の企業会員制度を採用して運営資金に当てている。PM は BWRC 設立時に参加、PIM は BWRC 設立後に参加し、年間 15 万ドル等を寄付として提供する企業である。AM は年間 7.5 万ドル等を寄付として提供する企業である。日本企業は、日立と東芝が PIM として、日本電気と富士通が AM として参加している。

③ 研究成果の取り扱いの方針

BWRC では、研究成果は知的財産として権利化せずにいち早く公開するというポリシーを掲げ、活動方針 (Charter) において、特許を取得するような状況は稀であると明記¹⁹している。設立以来、BWRC の活動からは特許を出願していないという。

研究成果は、研究成果発表会(年 2 回)において会員企業に公開し、その半年後に BWRC の Web 上に迅速に公開する。PM・PIM は、研究員を BWRC に常駐させる権利を有し、日常的に BWRC の研究にアクセスできる。

(2) Center for Information Technology Research in the Interest of Society

① 概要

Center for Information Technology Research in the Interest of Society (CITRIS) は、社会が直面する重要かつ困難な課題の解決に向けて、IT をどのように研究開発、応用するかについて、IT だけでなく様々な分野の研究者、企業、行政、市民の知恵を結集して研究を行う場である。カリフォルニア州の資金 4 年間 1 億ドルと民間からの資金 1.7 億ドル (後述の会員企業の会費(1 社 150 万ドル/年×4 年)を含む) により 2001 年に創設された。

② 運営

CITRIS では、Founding Corporate Member (FCM) 、Platinum Corporate Member (PCM) 、Associate Corporate Member (ACM) の 3 種類の企業会員制度を採用している。FCM は設立時に参加、PCM は CITRIS 設立後に参加し、年間 150 万ドルの会費等を寄付の形で提供する企業であり、研究の方向性や研究開発の進捗に関してアドバイスを行う

¹⁹ ただし、特許を取得することが必要と判断された場合には大学のポリシーに従うことも併せて記載されている。

Institute Advisory Board (IAB) のメンバーとなる。FCM と PCM は、CITRIS 内にオフィスまたは研究スペースを確保し、研究員の派遣や研究プロジェクトへの参加の権利を持つ。こうして CITRIS 内に拠点を確保し人を派遣することで、大学の研究に早くアクセスでき、研究者とも密接な関係を構築できる。ACM は年間 15 万ドルの会費等を提供する企業である。会員限定の Web サイトへのアクセスや毎年開催される研究成果発表会に参加でき、さらに定期的な研究の進捗報告を受けることができる。日本企業は ACM として、日立製作所、松下電器産業や東京エレクトロンが参加している。

③ 研究成果の取り扱いの方針

CITRIS では、Principles and Guidelines: Industrial Participation and CITRIS (December 3, 2003)において、研究成果は広く速やかに公開することとし、実際に特許出願することは稀であると明記し、基本的には特許を出願しないで方針で活動している。例外的に特許を出願する状況は、カリフォルニア州の資金を使用した施設での発明、実用化の観点から CITRIS の Executive Committee と IAB の提案を受けたものや研究のスポンサーとの契約上、出願する必要がある場合など一部である。

なお、プロジェクトに参加する会員企業は、特許化された成果の無償の通常実施権 (Non-Exclusive Royalty-Free:NERF) を取得できる。また、CITRIS に参加していない企業にも同様の条件で認める方針となっている。実施料の支払いを求めるケースは稀であるが、Executive Committee と IAB の提案を考慮して決定されるとしている。

(3) Intel Lablet

① 概要

インテル社は、大学の研究者を始め社外の研究者とのネットワークを強化するために、2001 年より Lablet という小規模の研究所を設立している。Lablet では、既存の事業領域から離れ、優れたアイデアや破壊的な技術を生み出す長期的・将来的な研究やそれらのアプリケーションを探索することを目的に研究を進めている。現在は、バークレー、シアトル、ピッツバーグ (以上米国)、ケンブリッジ (英国) の 4 箇所設置している。

② 運営

Lablet の施設・設備や人件費は全て同社が提供し、研究費については同社が提供するが、一部政府の資金も活用して研究を進めている。Lablet の設置の選考基準は、中・長期的なビジョンから持つべき分野を洗い出し、その分野のトップレベルの研究者をピックアップし、その研究者が所属する大学が産業界との連携に実績があるかも併せて判断される。

③ 研究成果の取り扱い

米国の3つの Lablet を設立するに当たり、各大学との間で **Open Collaborative Research Agreement (OCR 契約)** を締結している。OCR 契約では、連携方法として、大学に研究を委託するのではなく、インテルと大学の研究者の共同研究を原則とする。この OCR 契約の元で実施する研究プロジェクトについては、新しく契約を締結することなく、2 ページ程度の計画書で開始でき、**Master Agreement** としても機能している。また、OCR 契約には教員がサバティカル・リーブを取得して数年間所長に就任することも含まれている。

OCR 契約では「知的コモンズ」という概念を導入している。これは Lablet という共同研究の場において、研究成果については特許を取得せず、研究成果を広く公開するという原則である。ここでは研究に関して、特許を気にせずに自由に大学や企業の研究者が議論できる。また大学の研究者はプロジェクト終了後、大学において自由に研究を継続できる。なお、第三者が参加する場合にもこの原則が適用される。研究成果の知的財産については独占しないことを原則としている。また、同社が関心のある領域のカリフォルニア大学の特許(Lablet の活動以外から生まれた成果) について通常実施権を得ることができることも記載されている。

但し、OCR 契約の中で特許を取得しないと記載していない。これは、Lablet の活動から、偶然同社の現在の事業領域に入る成果が生まれた場合や一部大学との共有となる場合があるからである。そのため OCR 契約では特許を取得する際の手続きが記載されており、特許出願というオプションを完全には放棄していない。しかし、インテル関係者は、Lablet 内の研究成果は同社として原則として特許を取得せず、特許による権利化は **Downstream** の領域で行うと様々な所で表明し、これまでは特許を出願していないとしている。

3.2.2 バイオ・医薬分野における研究成果公開の動き

オープンソースや前述のカリフォルニア大学を舞台とする産学連携が対象とする技術分野はITやエレクトロニクスである。しかし、技術の専有可能性の手段として最も特許を重要と考えるバイオ・医薬においても、このような取り組みが行われている。

例えば、メルクはワシントン大学が共同開発したMerck Gene Indexを無料で公開し、製薬企業やNPO、IT企業により設立されたSNP Consortiumでも、解読された遺伝子情報を公開している。当初公開の目的は、バイオベンチャーによる権利の独占を防ぐ狙いがあった。しかし、研究を推進するために公開する戦略を採った事例が生まれた。これは、Broad Institute（HarvardとMIT等が共同運営しているMITに設置された研究センター）のプロジェクトである。2007年に、ノバルティスがMITやハーバード大学、ルンド大学との共同で行ったタイプII型糖尿病の遺伝子の生データを公開し、自由に無料でアクセスすることを可能とした²⁰。

4. まとめ

技術革新と技術融合スピードの加速、そして融合技術分野の拡大といった環境変化により、R&Dにおける外部の技術知識の重要性は高まっている。しかし、どのように外部の技術知識を取り込むべきかは、技術の性質に依存する。本論文は、まず、従来の経営学・経済学の既存研究より、研究開発プロセス分割が容易かどうかという技術特性が重要である点を明らかにした。そして、「R&D費用関数の劣加法性」という概念を用い、企業にとって望ましい外部技術の取り入れ方は「市場調達」と「共同研究」に分かれることを理論的に提示し、それぞれ最近の動きについてまとめた。以下、それぞれについて、今後の企業の研究開発活動への示唆をまとめる。

4.1 外部技術の市場調達

R&D費用関数が劣加法性を持たないために研究開発プロセス分割が容易な技術分野においては「外部技術の市場調達」が有効である。製品モジュール化、数学モデルやコンピューター・シミュレーションの普及、オンライン・コミュニケーションの発達、そしてNinesigmaやInnoCentiveなどWeb2.0企業の提供するサービスにより、外部技術知識の市場調達の効率性は高まった。国境を超えて技術の供給者を探すことが著しく容易となり、

²⁰ <http://www.broad.mit.edu/diabetes/>

さらに、技術の供給者は企業、研究機関、大学にとどまらず、退職した研究者や個人の発明家などにも広がったためである。

これらサービスの登場により、研究開発プロセスの分離が容易な技術分野において、優れた技術を外部から購入する代わりに自社開発に固執することは、大きな機会損失を生む可能性が高い。このような技術分野においては、競争力獲得の手段として、それら技術取引の仲介サービスなどを介して外部技術を積極的に利用することが重要となろう。

4.2 共同研究

研究開発プロセスの分離を促すような数々の技術革新にもかかわらず、R&D費用関数が劣加法性を持ち、研究開発プロセスの統合がむしろ効率性を高める技術分野もまだ多く存在すると思われる。そのような場合に補完的な技術を外部に求める場合は、従来どおり特定の企業との共同研究が望ましい。密接な連携によって、研究開発プロセスの調整コストを抑え、シナジーを発揮することができるからである。

しかし、技術革新と技術融合のスピードが加速するなか、適切な研究開発パートナーとのマッチングを実現することは簡単ではない。このため、効率的に共同研究を行うには、大学や研究機関を含むグローバルな研究ネットワークの一員となることが重要である。技術情報が完全な公共財ではなく、限られたネットワーク内でのみ利用可能な集合財の性質を持つためである。

大学など企業とは異なる目的で研究を行っている構成員を含む研究ネットワークにアクセスして最適な研究相手に関する情報を得るためには、技術情報のある程度開示して研究分野に関する自社の能力を広く知らせ、ネットワーク内における自社の評判を確立することが必要となる。したがって、「共同研究」においても、従来どおりではない、内から外に向かったオープン戦略が重要となる。

参考文献

- 安部忠彦 2003 「企業の研究開発における社外資源活用の現状と課題」 富士通総研
『Economic Review』 Vol.7(4), pp.47-61
- Arora, A., A. Fosfuri, and A. Gambardella, 2001, *Market for technology: the economics of innovation and corporate strategy*, MIT Press.
- Arora, A. and A. Gambardella, 1994, “The changing technology of technological change: General and abstract knowledge and the division of innovative labor,” *Research Policy*, Vol. 23, pp. 523-532.
- Bar, T. 2006, “Defensive publications in an R&D race,” *Journal of Economics & Management Strategy*, Vol.15, pp.229-254.
- Caloghirou, Y., S. Ioannides, and N.S. Vonortas, 2003, “Research joint ventures,” *Journal of Economic Surveys*, Vol.17(4), pp. 541-570.
- Chesbrough, H., 2006, “Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation,” in H. Chesbrough et al. ed., *Open Innovation Researching A New Paradigm*, Oxford University Press, pp. 1-12.
- Huston, L., and N. Sakkab, 2006, “Connect and Develop: Inside Procter & Gamble's New Model for Innovation” *Harvard Business Review*, Vol.84(3), pp58-76.
- Malone, T.W. and R.J. Laubacher, 1998, “The dawn of the e-lance economy,” *Harvard Business Review*, Vol.76(5), pp. 145-153.
- McAfee, A., 2006, “Enterprise 2.0: The Dawn of Emergent Collaboration,” *MIT Sloan Management Review*, Vol. 47(3), pp.21-28.
- Muller, P. and J. Penin, 2006, “Why do firms disclose knowledge and how does it matter?” *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 16, pp. 85-108.
- Nelson, R.R. and S. Winter, 1982, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press.
- 西尾好司・原山優子 2007 「米国における産学間の Open Collaboration と日本へのインプリケーション」『研究 技術 計画』（Forthcoming）
- O'Reilly, T., 2005, “What Is Web 2.0 Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software?” available at:
<http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>

Sanchez, R., 1995, "Strategic flexibility in production competition," *Strategic Management Journal*, Vol. 16, pp. 135-155.

Sanchez, R. and T. Mahoney, 1996, "Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design," *Strategic Management Journal*, Vol.17, pp. 63-76.

Teece, D.J., 1988, "Technological change and the nature of the firm," in G.Dosi et al. ed., *Technological Change and Economic Theory*, Printer Publishers.

Tirole, J., 1988, *The Theory of Industrial Organization*, MIT Press.

Von Hippel, E., 1990, "Task partitioning: An innovation process variable," *Research Policy*, Vol.19, pp.407-418.

Winter, S., 1987, "Knowledge and competence as strategic assets," in D.J. Teece ed., *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*, Harper and Row.

湯川抗 2006 「Web 2.0 ビジネスの答えは過去の教科書に」 available at:

<http://japan.cnet.com/column/ncompany/story/0,2000057834,20181927,00.htm>