



RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-013

日米のイノベーション過程： 日米発明者サーベイからの知見

長岡 貞男
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

日米のイノベーション過程：日米発明者サーベイからの知見

長岡貞男（一橋大学・経済産業研究所）

要 旨

知識生産過程としての研究開発はそのインプット、アウトプットの両面でブラックボックスとなっている面が非常に大きく、経済産業研究所は、2007 年にその箱をあけることを目的として、大規模な発明者サーベイを日米で初めて実施した。本稿では、本サーベイに基づいて、3 極出願特許を対象とした日米の調査結果を比較し、日本のイノベーション過程の構造的な特徴を明らかにするとともに、イノベーション過程における日米共通の新たな発見事実も紹介する。

日米ともに、大半の発明者が大企業に所属しており、大学所属の発明者のシェアは小さいが、米国では従業員数が 100 人以下の小さい企業に発明者が所属している割合がかなり高い。日本の発明者は、米国と比較して博士号を取得している割合が大幅に少ない。しかし、日米の発明者の、発明への動機は非常によく似ており、「チャレンジングな技術課題を解決すること自体への興味」が最も重要である。

企業の研究開発のポートフォリオでは、既存事業の強化を目的とするプロジェクトのシェアが日米ともに最も大きい。日本では米国より大幅に大きい。新規事業の立ち上げ及び技術基盤の強化のための研究開発プロジェクトでは、サイエンスの吸収能力が重要であり、同時に、研究開発の不確実性がより高く、外部からの金融も重要である。また、既存事業強化のプロジェクトにおいても、サイエンスがその着想に重要であり、また博士号を取得している発明者が参加しているプロジェクトのパフォーマンスは高い。したがってサイエンスの吸収活用能力は、研究開発のポートフォリオの高度化と個別の研究開発の成果の両面で重要である。外部組織との研究協力の頻度という点では、日本企業の研究開発は米国企業並みにオープンである。しかし人材の組織間移動では米国の方が圧倒的に頻度が高く、また、研究開発における外国人材活用という面でも日本の水準は非常に低い。

研究開発成果の商業化において、米国企業の方がより排他的に発明を利用しているが、利用されている発明の割合は日米でほぼ同じである。発明者による新会社(スタートアップ)設立は米国の方がかなり多い。日本では大企業からのスピノフが発明による新会社設立の約 6 割を占めるが、米国ではそれは 3 割であり、小企業や大学における発明が新会社設立へのシーズの源泉としてより重要となっている。

今後の政策の方向について、以下の示唆をしている。(1)日本の発明者の裾野の広さを維持すると共に、企業、発明者のサイエンス吸収能力を高めていくこと、(2)大学や国立研究機関では、フロンティア分野の研究成果を高め質の高い発明を生み出すと共に、その商業化に必要な場合に有効な特許を獲得していくこと、(3)企業では不確実性はあるけれども成長の長期的源泉となる技術基盤の強化のための研究開発を強化していくこと、このために外部連携を活用すること、(4)不確実性が高くまた波及効果が大きい研究開発を政府が支援していくこと、また先端的な発明を有効に保護していくと共に、その事業化資金をベンチャー・キャピタル等多様化すること、(5)大学から産業界への人材の移動やあるいは産业内の企業間の人材移動を円滑化し、またスタートアップを支援していくこと、(6)発明者への金銭的な報酬は、個別発明への誘因としてではなく、主として、発明者になる誘因の観点から検討すべきであり、キャリアの選択の自由度、昇進等を含めた処遇の仕組みを検討することが効率的であろう。

RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパーは、RIETI の研究に関連して作成され、政策をめぐる議論にタイムリーに貢献することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、(独) 経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

1. はじめに

日本経済の今後の成長のために企業、大学等における優れた研究開発とそれによるイノベーションが極めて重要である。イノベーションの原動力は、新しい知識の創造と活用である。知識は土地、エネルギーなどの通常の財とは大きく異なった性格を持っている。その1つは多数の企業・人が用途を制約されることもなく、同時に自由に使えることである(利用における『非競合性』がある)。新しい知識の利用の拡大にはコストがかからないので、その知識を活用した新たな製品、あるいは新たな生産プロセスなどの形で、知識の便益は広く世界に及ぶことになる。また、知識自体の物理的な減耗もない。このため、一度生産された知識は、より優れた知識の登場などによって陳腐化しない限りは、永久に人類によって使われ続ける。このようにして、知識の創造と活用こそが持続的な成長の唯一の源泉である。

他方で、知識にはこのような非競合性がある故に、その創造と利用過程を把握し、研究の対象とすること自体が容易ではない。企業においては技術課題を解決するため、大学の基礎研究においては根本的な原理を解明するため、研究開発から新しい知識が創造されるが、その知識の大半は市場取引の対象ではない。新しい知識を体化した商品は市場取引をされているが、経済統計においては商品の性能の評価が十分ではないことが通例であり、知識の貢献は恐らく大幅に過小評価されている。また、知識の創造過程は、文献になった知識、外部組織の様々な知識を活用する累積的過程であるが、そのような知識フローの大半も、対価の支払いを伴わない、したがって把握も容易ではない、スピルオーバーである。このようにして、知識生産過程としての研究開発はそのインプット、アウトプットの両面でブラックボックスとなっている面が非常に大きい。

このような状況にあって、2007年に、経済産業研究所は、知識の生産過程としての研究開発過程の構造的な特徴への理解を深めることを目的として、大規模な発明者サーベイを日本及び米国で初めて実施した。欧州で行われたサーベイ(Giuri, P., Mariani M. et al [2007]を参照)を参考に、研究開発プロジェクトの目的や動機の把握など、多くの拡張を行っている¹。従来日本で行われてきたイノベーションの調査は、事例研究は別として、主として企業ベースの調査である²。しかし、企業内部では多数の様々な研究開発プロジェクトが実施されていること、しかもプロジェクトによってその目的・動機、知識源などには大きな差があることを考慮すると、企業ベースの調査には大きな制約があった。経済産業研究所の発明者サーベイは、特許を生み出した研究開発プロジェクトを具体的な調査対象として特定した上で、その研究開発に最も詳しい者から発明の過程及びその商業化過程について、すべての技術分野を対象にした体系的調査を行っ

¹ 詳細は、長岡・塚田[2007]を参照。

² 科学技術政策研究所の全国イノベーション・サーベイ [2004、2010]、特許庁の知的財産活動調査 [2003年から毎年]、経済産業省による企業活動基本調査等[1995年から毎年]等がある。

た点に大きな特徴がある。研究開発の目的・動機、知識源、スピルオーバー、研究開発実施への資金制約、研究開発成果の商業化経路、発明者の方の動機などについて発明者自身からこれらの情報を直接収集した。以下では、本発明者サーベイに基づいて、日米の調査結果を比較しながら、日米のイノベーション過程の構造的な特徴を明らかにし、また同時に、イノベーション過程について日米共通の新たな発見事実も紹介したい。

最初に、経済産業研究所で実施した発明者サーベイの設計について簡単に述べる³。日米の発明者サーベイの主たる対象は、OECD がデータベース化している 3 極出願特許ファミリー(米国特許庁で登録され、かつ日本特許庁及び欧州特許庁に出願されている特許を、優先権を共通にする特許をグループにまとめた特許ファミリー群)からランダムに抽出した⁴ (日本のサンプルの約 7 割、米国の 100%)。発明の価値の分布は価値がない方向に大きく偏っているため、日本における特許出願全体をベースにランダム・サンプリングを行う場合には、価値が低い特許を対象にして大半の調査票を送ることになる。例えば、Scherer and Harhoff[2000]は、ドイツと米国の特許の経済的な価値の分布についての研究から、いずれの国でも上位 10%の特許が特許全体の価値の 80%以上を占めることを示している。3 極出願特許は 3 極で出願するための費用(出願費用、弁理士費用、翻訳費用)の負担ができるかどうかによってスクリーニングされており⁵、こうした問題を避けることが出来る。

米国でのサーベイはジョージア工科大学(John Walsh 教授)との協力で実施した。日本のサンプルはファミリー内の最も早い優先権主張年が 1995 年から 2001 年の特許であり、3,658 件の特許にかかる調査票を回収した(回収率 27%)。米国では優先権主張年が 1999 年から 2002 年である 1919 件の調査票を回収した(回収率 32%)。米国の方が発明者の流動性が高く、優先権主張年が古い特許では回収率が低くなる懸念されたために、米国の方ではより最近の特許を対象とした。

本論文の構成は以下の通りである。第 2 節では、本論文の背景として、発明者サーベイの母集団となっている 3 極出願特許の最近のデータを用いて、日米の技術構造の簡単な比較を行う。第 3 節では、発明者サーベイの結果を用いて、日米の発明者のプロフィール(学歴、性別、年齢、所属組織)、発明への動機及び発明者一人当たりの平均発明数と特許出願性向を比較する。

第 4 節では、日米企業の研究開発のポートフォリオを分析する。研究開発のポートフォリオの決定要因については、企業内の補完的な資産の蓄積を重視する見方と知識スト

³ 日本調査の調査方法のより詳しい説明は長岡・塚田[2007]を参照されたい。

⁴ 特許ファミリーの中でも優先権主張年が最も古い特許を対象とした。日本の調査では、非 3 極出願及びナノテク・材料などの重点推進分野の重要特許及び 3 つの標準の必須特許も対象としているが、本稿では 3 極出願特許の日米比較について述べる。

⁵ 例えば 2000 年の日本国特許庁への出願件数は 44 万件であり、その中で内国出願が 39 万件であるが、3 極特許内の日本特許は 3.7 万件あり、その内日本人が出願人である発明は約 1.2 万件である。したがって、日本人の出願についてみると 3 極国内特許出願全体の約 3%である。

ックの多様化を重視する考えがあり、それを踏まえて、企業規模別のポートフォリオの変化及び日米の差の原因を分析する。

第5節では、社内の研究開発と外部連携による研究開発の水準を比較できる形で、日米比較をすると共に、研究開発の類型別に把握することでこのような研究開発における外部資源の活用の範囲の変化、その効果などを検証している。新しい知識の創造の源泉は往々にして異分野の知識との組み合わせであり、外部組織との共同研究はその重要なメカニズムであるが、日本はこのような「オープン・イノベーション」に遅れていると言われている。その実態を把握する。

第6節では発明が現実にどれほど商業化されているかを分析する。研究開発の成果は商業化されて初めてイノベーションとなるので、商業化されることが重要である。そのためには自社実施の経路に加えて、技術市場を利用したライセンス・アウトの経路、新会社設立による活用のメカニズムが整備されることが重要である。新会社設立への技術シーズの日米差を含めて、これを分析する。

第7節では発明者の組織間の移動実態を分析する。発明者の組織間の移動は、各組織において必要とされる人的資源のタイプと人材とのミスマッチを縮小させると共に、組織間で人に体化された知識(文献になっていないノウハウなど)を移転させ、不確実性の中で探索機会を拡大する重要な仕組みである。第8節ではまとめと政策的な含意を述べる。

2. 日米の技術分野別の構造

発明者サーベイの結果を見る前に、3極出願特許によって日米の研究開発の技術分野別の構造を把握しておこう。表1は、日米の技術分野別の3極出願構造を示している。その他を含めた37の中分類での技術分類(米国特許分類のSub-Categoryを基本とする)による、日米それぞれにおける各技術分野の特許シェア及び6分野の大分類での特許シェアを示している。優先権主張年が2000年から2005年である⁶。ここで日本(米国)からの出願特許とは、発明者の一人が日本(米国)居住であり、かつ出願人の一人が日本人(米国人)であると定義している。この間の日本の3極出願件数は4.9万件、米国が4.3万件であり、3極出願特許件数でも日本からの出願が上回っている。米国の研究開発費は、購買力平価ベースで日本の約2.5倍であり、また、産業分野の研究者数で米国は日本の約2.4倍の水準であるので(1999年の米国で102万人、日本で43万人)⁷、このように日本からの出願特許が多いことは、日本の発明者の特許出願性向がより高いことに加

⁶ このデータは欧州特許庁のPATSTAT[2008年4月版]による。米国特許庁への登録が3極出願特許条件であり、出願と登録の間の時間差によって、2005年までに登録されている特許でもまだ審査が終了していない出願特許があるので、一部の特許がトランケーションされている。

⁷ いずれも科学技術要覧[平成20年版]による。

えて日本の方が発明者の裾野が広いこと等を反映していると考えられる。これらの点については次節でより詳しく述べる。

表1の6分野の大分類でまず比較すると、日米とも各分野でかなりの特許出願があり、その構造は類似しているが、米国では医薬・医療機器そして化学の分野でシェアが大きく、逆に日本では機械、電気・電子の分野でシェアが大きい。特に医薬・医療機器の分野では15%ポイント以上米国の方が大きく、逆に機械の分野では9%ポイント日本のシェアが大きい。中分類で見ると、医薬品特許は、米国では国内の3極出願の10%を占めているが、日本では2%未満である。逆に、電気機器、電力システム、モーター・エンジン・部品、光学の分野の日本の国内シェアは、米国の国内シェアの倍以上である。

日米のこのような技術構造の差は、研究開発においてサイエンスがどの程度重要であるかを反映している。表1の右の2列は、日米の発明者サーベイの結果から、発明をもたらした研究開発プロジェクトの着想における科学技術文献の重要性(「非常に重要」の比率、日米平均%)を示している。これによれば、医薬品、バイオテクノロジーの分野では、日米の発明者の約50%の発明者が研究開発の着想においてサイエンスが非常に重要であると回答している。化学の分野でもサイエンスの重要性が比較的に高い。このように各分野の発明においてサイエンスの重要性が高くなるにつれて、米国からの出願特許における重要性が日本からの出願特許における重要性と比較してより高くなる傾向にある。

表1 サイエンスの重要性と日米からの出願の技術構造（3極出願特許の技術分野別の分布）

		出願数		出願数		着想における科学技術文献の重要性（「非常に重要」の比率、日米平均%）	左欄によるサイエンスの重要性ランク
		日本	米国	日本	米国		
化学	化学(農業・食品・繊維分野)	0.3%	0.5%			23	H
	コーティング	1.3%	1.6%			25	H
	ガス	0.3%	0.6%			14	L
	有機化合物	2.2%	3.6%			31	H
	樹脂	3.7%	4.6%			22	H
	その他の化学	7.7%	10.1%	15.4%	21.1%	19	M
コンピューターと通信	通信	8.2%	8.1%			19	M
	コンピューター・ハードウェア	1.2%	1.5%			15	M
	ソフトウェア	5.7%	6.3%			15	M
	コンピューター周辺機器	3.9%	2.3%			16	M
	情報ストレージ	3.3%	1.8%	22.4%	19.9%	17	M
医薬と医療用機器	医薬品	1.8%	10.0%			51	H
	手術・医療機器	1.7%	5.7%			20	H
	バイオテクノロジー	1.0%	3.7%			51	H
	その他の医薬医療	0.3%	1.5%	4.8%	20.9%	16	M
電気・電子	電気機器	4.3%	2.0%			17	M
	照明	2.9%	1.5%			24	H
	測定・試験	2.7%	2.8%			23	H
	放射線・X線	1.5%	1.7%			15	M
	電力システム	7.0%	3.5%			16	M
	半導体デバイス	3.6%	3.8%			22	H
	その他の電気機器	2.6%	1.3%	24.6%	16.7%	11	L
機械	物質の加工操作	3.1%	2.8%			5	L
	金属加工	2.9%	1.6%			12	L
	モーター・エンジン・部品	5.5%	2.4%			12	L
	光学	4.0%	2.0%			16	M
	運輸	2.7%	1.1%			11	L
	その他機械	3.2%	2.3%	21.3%	12.2%	3	L
その他	農業・食品	0.5%	0.7%			15	M
	おもちゃ	0.5%	0.2%			1	L
	衣服・繊維	0.8%	0.5%				
	削孔・探鉱	0.2%	0.2%			32	H
	家具、据え付け品	0.6%	0.6%			0	L
	加熱	0.5%	0.4%			14	L
	パイプ・継ぎ目	0.6%	0.4%			9	L
	容器	0.5%	0.8%			9	L
その他	7.3%	5.2%	11.5%	9.2%	14	L	
		48,934	43,487			17	

3. 日米の発明者の特徴

3.1 発明者のプロフィール：学歴、性別、年齢、所属組織

最初に、発明者サーベイに回答した発明者の方の学歴、性別、年齢、所属組織などの

基本的なプロフィールを見よう⁸。表2は、3極出願特許について、日米の回答者を対比する形で、結果を示している。第2節で指摘した日米の技術構造の差を調整しており、各技術分野の日米の発明者のプロフィールを、日米共通(日米平均)の各技術分野のウェイトで加重平均した結果である。

まず、学歴に注目すると、日本の発明者において大学卒は88%であるのに対して、米国では大学卒が94%である。日本では大学卒未満の学歴の発明者の割合は米国の2倍あり、日本では大学卒でない発明者でも3極出願特許につながる研究開発に多数従事していることは、日本の研究開発を支える人材の裾野の広さを示していると考えられる。他方で、日本では博士号取得者は13%となっており、米国の45%と比較するとかなり低くなっている。また、日本の発明者の博士号取得時の年齢は様々で、34歳以上である方が全体の約5割を占めており、日本の博士号取得者の半数以上は論文博士であると考えられる。次の節で見るように、博士号を取得した発明者はそうでない発明者と比較して、研究開発への着想においてサイエンスを利用する頻度がかなり高い。このような発明者のサイエンスにおけるトレーニングの差が、前節で指摘したように、日本の研究開発が米国と比べると、サイエンスの重要性が低い分野により重点があり、また次節で見るように、企業の研究開発のポートフォリオにおいても日本では既存事業の競争力強化を目的とした研究開発に偏っていることの、一つの重要な原因となっているように考えられる。

性別では日米とも女性の発明者の比率は非常に低い。日本では米国の3分の1である。日本の発明者における女性の比率は日本における同時期の女性研究者比率約10%と比べても非常に低い水準となっている。今後女性の割合が、研究者、技術者の間でも高まって行くであろうことを考えると、女性が発明者として競争的に活躍できるようにしていくことが重要であることを示唆している。外国生まれの発明者の割合が米国では約3割となっている(Walsh and Nagaoka[2009b])。日本では調査を直接していないが、その割合はゼロに近いと考えられる。

⁸ 今回のサーベイは特許のランダム・サンプリングであり、発明者を対象にランダム・サンプリングを行っていないので、日本の場合のみ、件数は非常に少ないものの、同じ発明者が複数回、回答しているケースがある(4%弱の発明者が2回回答している)が、これらの複数の回答を頂いた方を複数回カウントしている。また1事業所に送付する質問票の数に上限を設けたために、大企業に所属している発明者の割合が実態よりも多少低くなっている。

表2 日米の発明者のプロフィール(3極出願特許、技術分野の差を調整)

		日本	米国
サンプル数		3658	1919
学歴	大卒 (%)	87.6	93.6
	博士 (%)	12.9	45.2
女性 (%)		1.7	5.2
年齢 (平均と標準偏差)		39.5 (9.1)	47.2 (9.9)
組織	大企業 (500+ 従業者数)(%)	83.6	77.1
	中企業 (250-500)(%)	5	4.2
	小企業 (100-250)(%)	3.1	3.3
	非常に小さい企業 (-100)(%)	4.7	12.1
	大学 (%)	2.5	2.3
	その他	1	1.0

発明者の年齢は日本で40歳であり、米国では47歳である。年齢の標準偏差(括弧内の数値)は、日米で9歳から10歳であり、日本の発明者の年齢分布が全体として若い方に偏っていることを示唆している。このような年齢の差の原因としては、第一に米国では博士号を取得している発明者も多く、発明の開始年齢が遅いことが指摘できる。Walsh and Nagaoka [2009b]が示すように、日本の約4分の3の発明者は29歳までに最初の特許出願を行うが、米国ではそのような発明者の割合は3割未満である。第二に、日本の大企業では、管理職への昇進に伴って発明の活動から多くの発明者が退出する。日本でも小さな企業(従業員数100名未満)の企業にはそのような傾向は無く、大企業の統一的な人事昇進管理の影響が非常に大きいように考えられる。

次に、発明者の所属組織としては、表2に示すように、日米とも大きな企業に所属している発明者が大半である。すなわち、従業員が500名を超える企業の割合が約8割である(日本が84%、米国が77%)。雇用全体のシェアと比較して、発明者は大きな企業に集中している⁹。研究開発活動がある程度大きな企業に集中していることは、研究開発及びその活用に規模の経済があることを反映しており、定型化した事実である(Cohen [2010])。ただ、従業員が100名以下の企業に所属している割合は米国では12%と日本の4.7%の倍以上となっており、こうした小企業の発明への貢献が米国では大きいことが日米の重要な差の一つとなっている。

大変興味深いことに、大学などの高等教育機関に所属している発明者は、米国でも2.3%と日本の2.5%と同じ水準である¹⁰。これらの割合は、各特許の発明者を延べでカウ

⁹ 平成13年の事業所・企業統計調査によれば、製造業の国内常用雇用者数は9,418[千人]であり、299名以下の企業の国内常用雇用者数は4,947[千人]であり、500人を超える企業の雇用ベースのシェアは明らかに5割未満である。

¹⁰ なお全体の発明において大学研究者が発明者(の一人)として関与している特許の割合は、大学発明者が回答した場合と、大学発明者以外からの回答で大学に共同発明者が存在したと回答した場合との合計であり、日本の場合で約4%である(第5節を参照)。

ントした場合の発明者全体に大学発明者が占める割合の推計値と考えることができ、日米の発明活動に大学発明者が貢献している割合を示している。日本では専従換算で研究者の約4分の1が大学で勤務していること、米国でも約15%の研究者が大学に所属していることを踏まえると¹¹、発明者としての貢献は研究者数からすると1桁小さいことがわかる。

米国では日本と比べて産学連携が高水準で行われているとの通常の認識からすると、日本と米国でこのように大学所属の発明者の比率が同様に低水準であることは意外な結果であると言えるかも知れない。この点に関して、以下の二点を認識することが重要である。第一に、日本では大学発明者個人レベルでは従来から産学連携による研究開発がかなりの程度行われていたが、大学が出願主体となることが限定的であったので日本の大学の貢献が過小評価されてきた。実際、表2の大学所属の発明者による発明の特許の出願人を調べると、日本では所属組織(多くの場合は大学であるが、派遣出向の場合は企業)が出願者であった場合は、18%のみであった。発明の調査対象となった日本の発明は優先権年が1995年から2001年と国立大学の法人化以前であり、この時期では、大学研究者が発明者として参加しても、権利自体は企業等が保有したことが多かった。他方で、米国ではこれら大学研究者による発明の64%で所属大学が出願人であった。

第二に、米国における大学研究者の活発な発明活動は、バイオテクノロジーなど特定のハイテク分野に集中しているが、こうした分野で有力な発明をもたらしてきたために、米国での経済的なインパクトは発明の数以上に大きい可能性がある。発明者サーベイの結果からも、米国の大学発明者の特許は、トップ10%である確率が例えば大企業の発明よりも3倍であることが示されている(Nagaoka and Walsh [2009b])。

3.2 発明への動機

職務発明の報酬の対価を巡る訴訟が日本では多数提起されたことから、発明者への金銭的な報酬の在り方が注目をされている。経済的な誘因を重要視する立場からは、発明者に対して、発明の経済的な貢献に応じた金銭的な報酬を与えることは、発明の増進をもたらす。しかし、研究開発は不確実性が高いことまた発明及び商業化の両方でチームワークが重要であることから以下のような制約が実際には存在する。第一に、各個人の発明が企業の収益など経済成果に与える影響は非常に多数の事前には不確実な要因に左右されるので金銭的な報酬効果を高めようとする各発明者個人の負担するリスクが非常に大きくなる。第二に、経済成果にその努力が影響を与える個人は、発明者を含めて多数存在するが、特定の者への誘因を強めれば他の者への誘因を弱めることになる。第三に、研究開発には情報の共有が重要であるが、個別の誘因の強化は、情報共有を含めた助け合いを阻害する可能性がある。このように、発明の経済的な価値に連動した金銭的報酬の効果には大きな制約が存在するので、こうした制約の中で効率的な誘因の在

¹¹ 1999年時点(平成17年版科学技術白書)

り方を探るには、そもそも発明者の発明への動機として現在の状況で何が重要であるかを理解することが必要である。

発明者サーベイでは、「当該特許につながる発明への動機として、以下の要因は貴方にとってどの程度重要でしたか。その重要度を5段階で評価してください」として、発明への各動機の重要性を金銭的な動機を含めて包括的に調査している。各要因の動機としての重要性のレベルは、発明者の効用において、ある目標(例えば技術的課題の解決)がどの程度重要かその程度¹²、及び、発明者の努力がその目標実現にどの程度貢献するかの積で決まると考えられる。

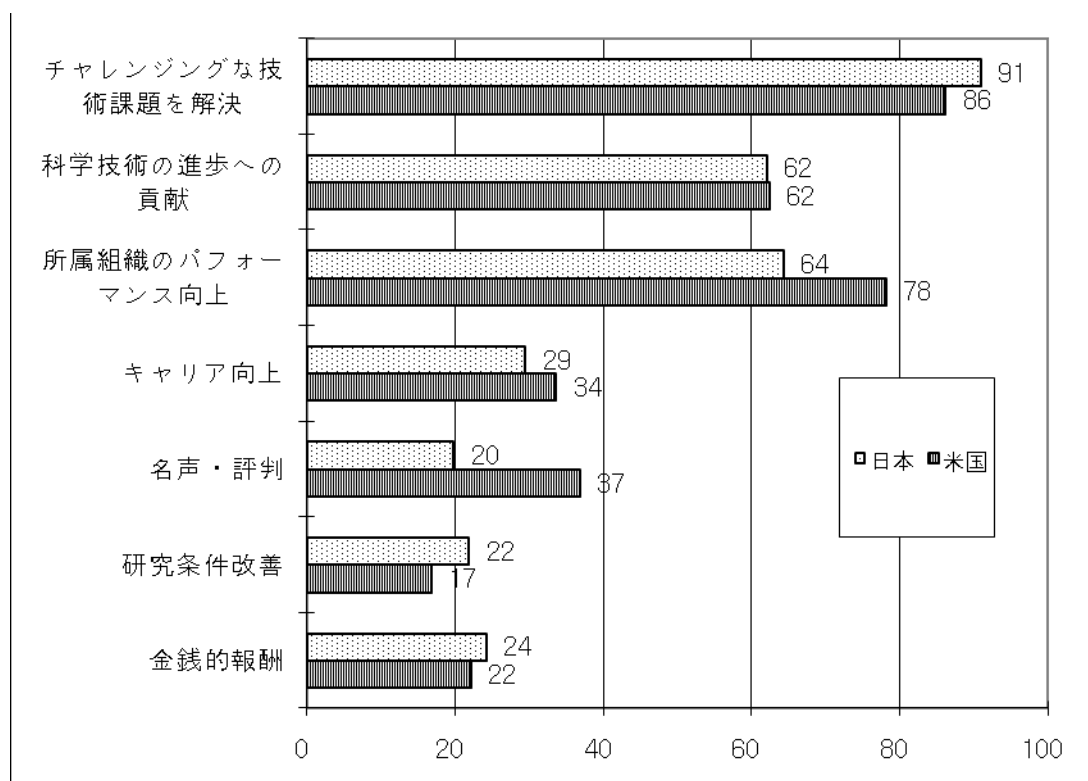
ある目標の動機としての重要性=目標の重要性×努力の目標達成への効果。 (式1)

目標が発明者にとって重要であっても、発明者の努力の効果がその目標達成に貢献しない場合には、発明への動機としては弱くなる。

発明者が発明を行う動機として、「重要である」場合と「非常に重要である」場合の頻度の合計を日米比較したのが、以下の図1である。日米の発明者の動機は非常に類似している。これによると日米とも最も高い頻度で重要な動機となっているのは「チャレンジングな技術課題を解決すること自体への興味」であり、日米とも約9割である。このように、発明という問題解決型の仕事に本来的に存在している知的な興味が日米とも最も重要性が高い動機になっている。企業が直面している技術課題の解決は発明者にとって明確性のある重要な目標であり、また同時に自らの発明によってこれを解決することが出来るので、動機として高くなることは予想される。これに次いで「所属組織のパフォーマンス向上」が重要であり、米国で約8割、日本で6割であり、更にこれに続いて「科学技術の進歩への貢献による満足」が日米とほぼ約6割である。「所属組織のパフォーマンス向上」が米国の発明者がより重要としていることは注目に値する。一つの可能性は、「所属組織のパフォーマンス向上」が目標として日本の発明者にとって重要性が低いのではなく、努力の目標達成への効果が日本ではより小さいということである。すなわち、発明が特許権として企業のパフォーマンスに与える影響が米国でより重要であることを示唆している可能性がある。

¹² これを目標の重要性 θ_i とすると、これは各目標 (u_i) の発明者の加法的な効用におけるウェイトと考えることが出来る。努力の目標達成への効果は各目標 (u_i) の発明者の努力の限界効果である。

図1 発明者の動機(「非常に重要である」あるいは「重要である」と回答した者の割合、%、日米の技術構造の差を調整済み)



他方で、発明者の個人的な誘因、すなわち、個人の名声・評判、キャリア向上、金銭的報酬、及び研究予算の拡大など研究条件改善が発明への動機として重要だと指摘した発明者の割合は、日米とも少数派であった。個人の名声・評判を重要だと考える発明者が米国でより大きいことが、日米の差としては重要である。米国では発明者の流動性が日本より格段に高いことが、米国では発明者の目標としてのウエイトが大きくなっていることの原因だと考えられる。

米国の発明者でも金銭的報酬を重要と考えている発明者の割合が小さいのは、発明成果にリンクした報酬が米国でもそれほど利用されていないことを示している。もし金銭的な報酬が発明の誘因として効果的であれば、ストックオプションの利用などが進んでいる米国では、発明の実績報酬がより利用されていても良いはずであるが、現実にはそうになっていない。このことは、発明の実績報酬が効率的な誘因制度ではないと認識されていることを示唆している。研究開発に良い人材を引きつけていくことは企業にとってもまた経済全体にとっても非常に重要であるが、これは実績報酬の強化以外の方法でも可能である。発明者になる誘因と発明への誘因を区別することが必要である。

3.3 平均的な発明数と特許出願性向

最後に、日米の発明者による平均の発明数とその特許出願の割合(それぞれ日米における)についての発明者サーベイの結果を以下の表3にまとめている。日米の技術分野の差は調整済みである。これによると発明の件数は日米とも平均すると年間で3件強であり、日本の発明者の方が米国よりも10%多い。また特許出願の割合(特許出願性向)には日米でより大きな差があり、日本では約90%、米国では70%であり、日本の方が高い。両者の効果によって、日本の発明者の方が一人当たり約4割発明の出願が多いこととなる。2節で述べた事実(日本の産業分野の研究者の数が米国の約2倍であるが、3極出願特許件数がほぼ等しい)は、これらのみでは説明が出来ない。日本の方が研究者に対して発明者の人口が多いこと、あるいは国内出願に対して3極出願の比率が高いことのいずれかを意味する。今後の研究課題であるが、前者が重要であるように予想される。

表3 発明の平均開示件数(3年間)と特許出願性向(技術分野調整済み、平均)

	日本	米国	日本/米国
発明件数	10.9	9.8	1.1
特許出願の割合	87%	68%	1.3

注) 日本では発明者サーベイの対象特許の出願時期から過去3年。
米国では回答時点から過去3年。

4. 研究開発のポートフォリオ

4.1 企業の研究開発のポートフォリオの決定要因：二つのモデル

企業や国の経済パフォーマンスの議論において研究開発の水準がしばしば中心的な論点となる。しかしながら、日本は米国と比してGDP当たりより高い水準で研究開発投資を行っているが(2004年時点で、米国が2.6%であり、日本が3.2%である)、新しいハイテク産業の創造など、研究開発が経済成長を駆動する力という面では必ずしも比肩する成果をもたらしていない。研究開発の「質」にも注目した分析が必要である。こうした観点から発明者サーベイでは、各特許をもたらした研究開発プロジェクトの目的を「既存事業強化」、「新規事業の立ち上げ」、「当面の事業とは直結しない企業の技術基盤の強化」及び「その他」の四つに分けて、発明者に識別していただいた。日本の企業の研究開発のポートフォリオが、既存事業強化に大幅に偏っているとすれば、それは研究開発の新産業の創出力や産業の新陳代謝力が弱いことの一つの原因となっている可能性がある。

企業の研究開発が企業の成長力とどのように関連するかには二つの基本的なモデルがある。一つは、企業内の補完的な資産の蓄積を企業のコア資産とする見方である(Klepper [1996])。この見方では、企業の研究開発は企業の補完的な資産によって条件付けられる。企業が現在行っている事業を発展させるための研究開発では、既存の補完

的な事業資産の大小が研究開発投資の専有可能性の大小を左右する。したがって、既存企業の方が新規参入企業と比較してこうした研究開発投資への意欲が高いと予想され、Cohen and Klepper [1996]はこうした予想と整合的な結果を見いだしている（プロセス・イノベーションのプロダクト・イノベーションに対する比率が大企業で大きい）。またより長期的な視点で見ると、Klepper [1996]がモデル化したように、企業は研究開発の成果を活用できる補完的な製造資産、販売資産を企業内部で蓄積していくので、これらの資産を早期に構築した企業は、研究開発（クレッパーのモデルではプロセス・イノベーション）における優位性も高めていくことが出来る。クレッパーとシモンズによれば、このような補完的資産の蓄積とプロセス・イノベーションの間の好循環が米国タイヤ産業などの長期的な寡占化のメカニズムである（Klepper and Simons [2000]）。

もう一つは、企業の成長は知識ストックの拡大（多様化）でもたらされるという見方である。例えば、内生的な成長理論に基づいた、Klette and Kortum [2004]の企業成長モデルでは、企業内における知識ストックの多様化とそれによる研究能力の向上が企業成長の原動力である。彼らのモデルでは既存の事業は、他企業によるイノベーションにより陳腐化することになり、企業は新たな技術を創出しそれをベースとした新事業を起こすことによるのみ成長が維持できる。

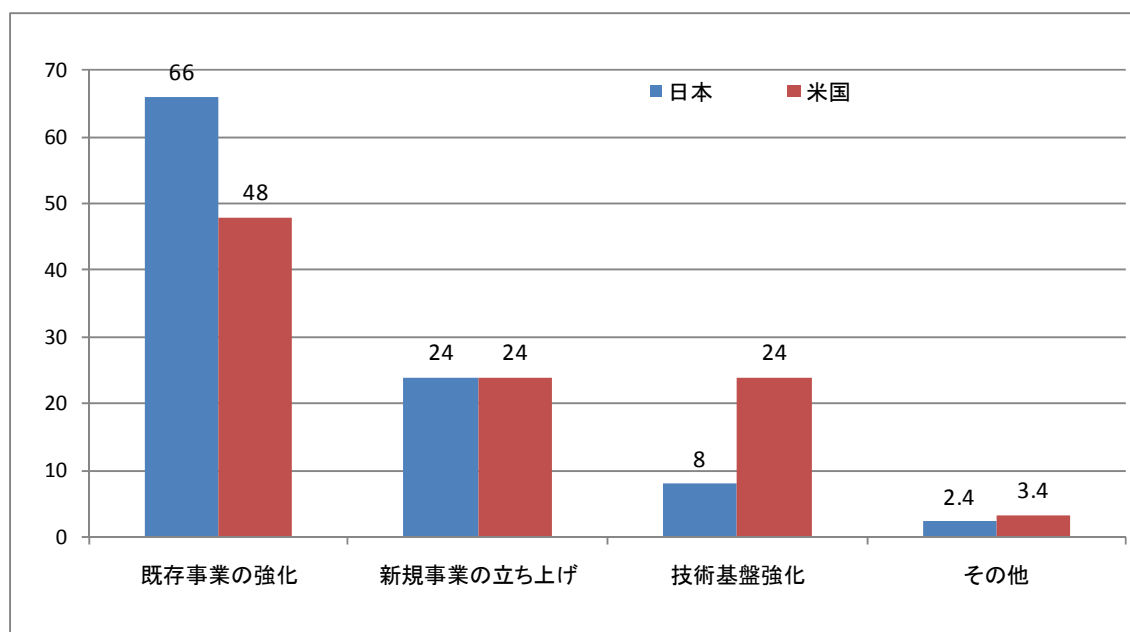
これらの二つのモデルは相互補完的である。研究開発の専有可能性に補完的な資産は極めて重要であるが、補完的な資産を活用する研究開発に特化した場合、企業は先端的な科学技術の成果を取り入れる機会が減少するであろう。先端的な成果を取り入れることで、既存事業の補完資産を活用できないリスクが高まる、また、既存の事業資産が先端的な成果を利用する上で技術的な制約となる可能性もあるからである。したがって、先端的な科学技術の成果を取り入れることが、企業内の研究開発能力（知識ストックの深さ、多様性）を高める上で重要である場合には、既存事業と補完的な研究開発のみではなく、それと平行して、事業とは関係が無い技術基盤の強化のための研究開発を行うことが重要になる。

4.2 日米企業の研究開発ポートフォリオの特徴：企業規模の差と技術分野の影響

日米企業の研究開発の目的についての集計結果を見ていこう。図2がその結果であり、この図においても日米で技術分野の構造が異なることを調整しており、日米企業の研究開発ポートフォリオの各技術分野における平均的な姿を示している。研究プロジェクトの大半は、質問票が定義した、既存事業の強化、新規事業の立ち上げ及び技術基盤強化によってカバーされている（その他は日米とも数%）。日米共に、研究開発プロジェクトの過半が既存事業強化を目的としている（日本で約7割、米国で約5割）。このことは、コーエンやクレッパーが指摘するような、補完的な資産の重要性を強く示唆している。すなわち、企業がどのような研究開発を行うかは、各企業の既存事業、すなわち、研究開発の成果を組み込むことが可能な既存の製造資産、販売資産そして、技術資産に条件

付けられていることを示している。つまり、研究開発が事業をもたらすのではなく、事業が研究開発をもたらす。

図2 日米の研究開発のポートフォリオ(日米の技術分野の差は調整済み、%)



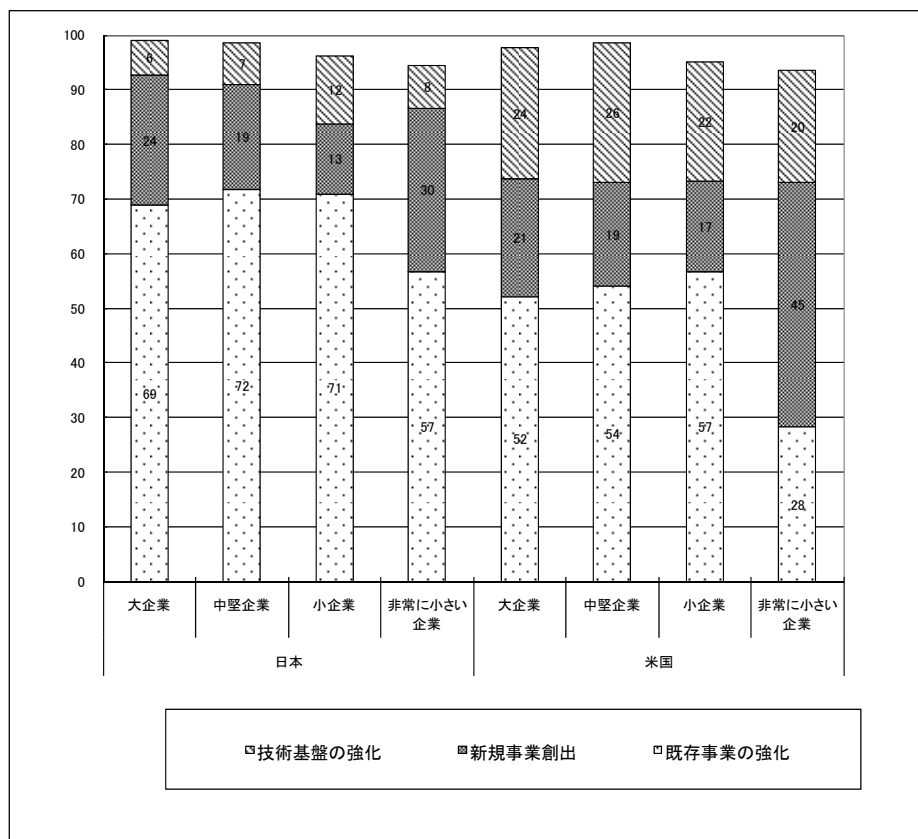
しかし同時に、既存事業強化を目的とした研究開発の割合は日本で米国より大幅に大きく、それと対応して、企業の技術基盤の強化を目的としたプロジェクトの割合が日本では米国より大幅に低い(米国で24%に対して日本で8%と3分の1)。新事業の立ち上げを目的とした研究開発は日米とも全体の約2割である。

補完資産が研究開発にとって重要であれば、大企業は既存事業向けの研究開発では、新規参入企業などより優位性があり、研究開発のポートフォリオでもそのシェアが最も大きいと予想される。本サーベイの結果では、このような企業規模と既存事業向けの研究開発シェアとの正の関係は、最も小さな企業群とそれ以外についてのみは成立する。米国では既存事業強化を目的とした研究開発の割合は、従業員が100人以下の企業では28%であり、500人を超える大きな企業の52%より大幅に小さい(図3)。日本では対応する割合が、それぞれ57%と69%と差は小さいが、やはり前者の方が小さい。米国では特に既存事業向けの研究開発シェアが小さい原因として、従業員が100人以下の企業の多く(約25%)が設立年が5年未満の小企業であることが重要である。

他方で、図から明らかなように、日米とも、最も小さい企業群を除くと、既存事業の強化のための研究開発のシェアは、企業規模の拡大にしたがって拡大する傾向にはなく、最も大きな企業群については再び減少する。企業規模と既存事業向けの研究開発との負の関係は特に米国で明確である。これは、補完資産による優位性からでは説明できない

現象である。企業は知識ストックを多様化することで企業成長を維持して行くという企業成長の二番目のモデルの方がより妥当すると考えられる。すなわち、大企業は各事業に古く参入しており、その結果、事業がより成熟化しているために、補完的資産が既存事業向けの研究開発を促す効果が小さく、大企業では新規事業立ち上げのための研究のシェアが再び高くなることが考えられる。

図3 日米の研究開発のポートフォリオ(日米の技術分野の差は調整済み、%)



注) 大企業、中堅企業、小企業、非常に小さい企業の境界(従業員数)は500人、250人、100人。

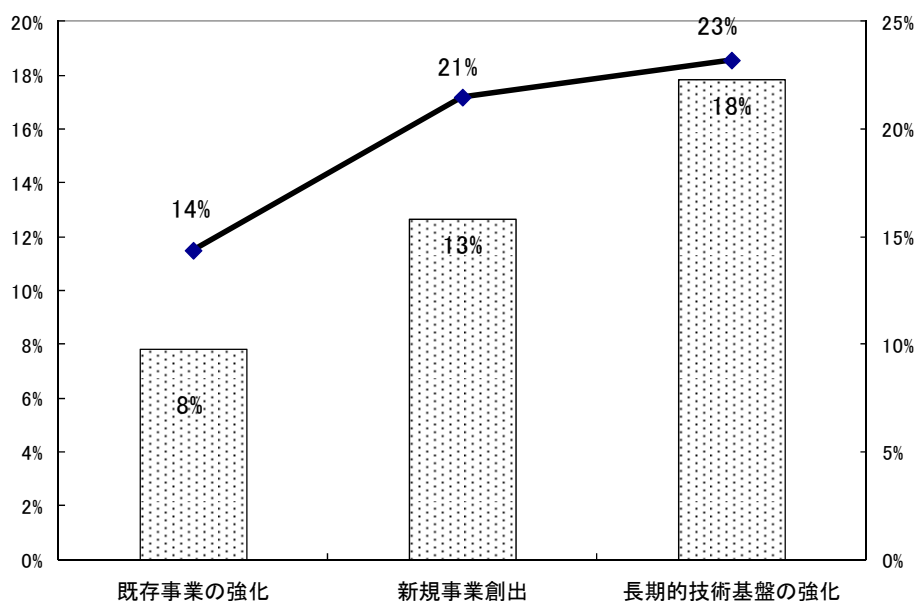
このような研究開発プロジェクトのポートフォリオの構成は、技術分野によっても大きく異なる。科学の進歩が発明の重要な知識源泉である分野では、当面の事業とは直結しない企業の技術基盤の強化のための研究開発や新事業の立ち上げのための研究開発の割合が高まる。実際、Nagaoka and Walsh[2009a]が示すように、研究プロジェクトの着想において科学技術文献が重要である技術分野ほど、技術基盤の強化のための研究開発のシェアが、日米共に大きい。ただ同時に、ほとんどすべての技術分野で米国の方がそのシェアが高い。バイオテクノロジーでは米国が38%、日本が23%、医薬品では米国24%、日本12%など、科学と技術との間の連関が強いライフサイエンス分野で差は大きい。興味深いのはIT関連産業でより差が大きい。半導体では米国が42%、日本10%、

情報ストーリーでは米国 33%で日本は 5.9%、コンピューター・ソフトウェアでは米国 28%対日本 8%であり、光学でも米国 42%対日本 4%である。

4.3 研究開発プロジェクトの不均一性：知識源、能力と不確実性

研究開発は不均一であり、そのタイプによって発明者に必要とされる人的資本、資金そして不確実性への対処能力が異なる。先ず、新規事業の立ち上げや技術基盤強化のためのより探索的な研究開発においては、最先端の科学的知識の活用が重要となり、そのためにサイエンスでのトレーニングを受けた研究者(博士号を持った発明者)の関与が重要になると考えられる。図4は、日本のプロジェクトについて、研究開発プロジェクトの上記の三つのタイプ別に、科学技術文献が研究開発の着想にどの程度重要であったか、また、博士号を持つ発明者が関与している割合(サンプル対象の発明者が博士号を有していたかどうか)を示している。科学技術文献の重要性の評価は、使っていない場合を 0, 非常に重要な場合を 6 として評価している。これによると、「既存事業強化」に比べて、「新規事業の立ち上げ」、更に「技術基盤の強化」において、科学技術文献の発想における重要性は高い。科学技術文献が研究開発の着想に非常に重要であった頻度は、「既存事業強化」の場合 14%であり、「新規事業の立ち上げ」の場合の 21%に上昇し、「技術基盤の強化」の 23%と更に上昇する。また博士号を取得した発明者が参加している確率もプロジェクトのタイプの上記の順で高くなる。日本では、博士号を持つ発明者は「既存事業強化」の 8%のみに関与しているのに対して、「技術基盤の強化」では 18%が関与している。米国では差は少ないが同様の傾向がある(Nagaoka and Walsh[2009a]を参照)。

図4 研究開発に利用される能力と知識源(目的別、日本)



□博士、(%、左のスコア) ◆発明着想における科学技術文献が非常に重要である頻度(%)

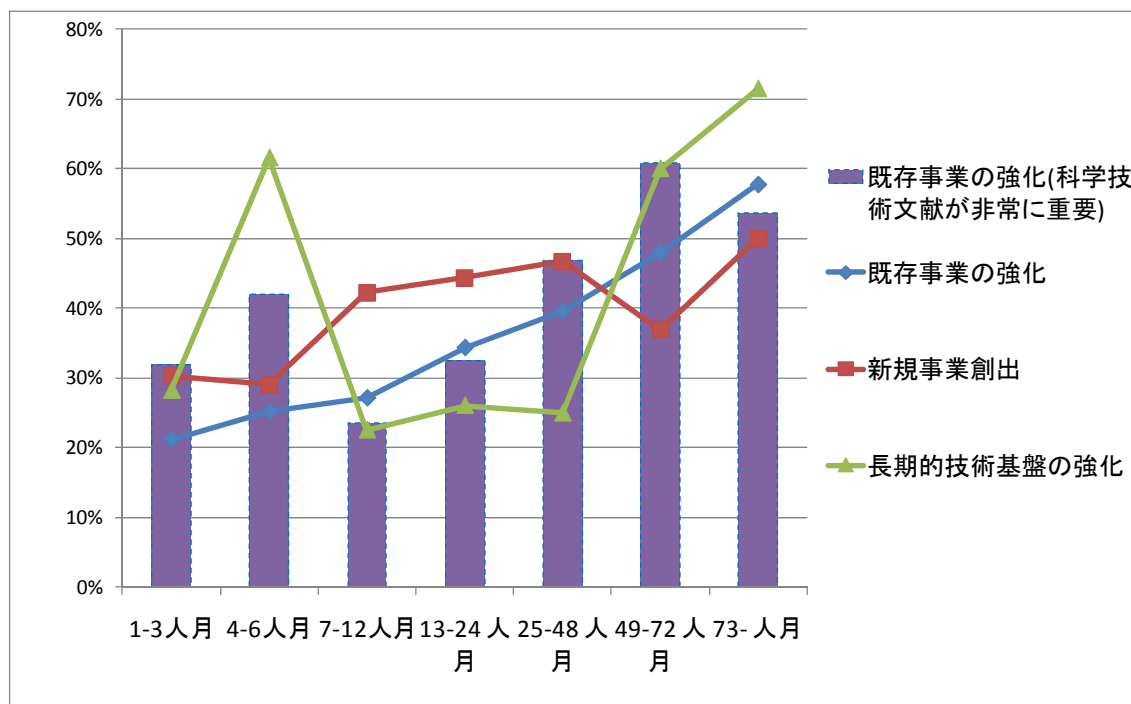
研究開発プロジェクトによって不確実性の程度も異なる。以下の図5では、研究開発インプットと成果との関係がプロジェクトによってどのように異なるかを示している。研究開発の基本的なインプットは発明者であり、一般的には多くの発明者の投入がなされたプロジェクトがより良い成果を生むと考えられる。また同時に、より価値の高い発明をもたらすと事前に予測されれば、多数の発明者が研究開発に動員される。しかし、このような研究開発に投入される人的資源の量と高い価値のある発明(以下の図では上位 25%以上の価値がある発明)を生む可能性との関係は、三つのタイプの研究開発で大きく異なる。「既存事業強化」の発明の場合には、経済的な価値が高い発明がもたらされる確率は発明への労力と共に単調に増加する。すなわち、3人月までの労働投入では、経済的な価値がトップ 25%に入る発明が生まれる可能性は 20%強であり、73人月を超えるとその確率は約 60%に上昇するが、その上昇パターンは労力の拡大と比例的である。しかし、新規事業開拓の研究開発ではその関係は非常に弱まり、更に、技術基盤強化の場合には労力の拡大が価値が高い発明がもたらす確率を高める効果は非常に弱くなる¹³。このことは、「既存事業強化」の研究開発に比較して、「新規事業開拓」あるいは「技術基盤強化」のための研究開発は比較的の高い不確実性を持っていることを示している。米国のデータでも同じ傾向がある。

この図は更に、「既存事業強化」においてもサイエンスが着想に重要な研究開発のパ

¹³ Ordered logit model を用いたより厳密な統計的な分析は Nagaoka and Walsh[2009a]を参照。

パフォーマンスは高いことも示している。この図で棒グラフは、既存事業の強化のための研究開発プロジェクトの中でその着想において科学技術文献が非常に重要であったプロジェクトのパフォーマンスを示している。これは既存事業強化の研究開発プロジェクトの平均的なパフォーマンスを上回っている場合が多い。

図5 研究開発における不確実性とサイエンスの貢献（目的別のインプットと成果の関係、日本）



注) 縦軸は上位 25%以上の価値がある発明をもたらす頻度(%)。横軸は研究開発に要した総人月。

4.4 日米の研究開発ポートフォリオの差の原因の分析

以上の分析を踏まえて、米国産業の方が、日本産業と比較して既存事業の強化のための研究開発のシェアが低く、技術基盤開発のシェアが高い原因について分析しよう。以下では、発明者の人的な資本と研究開発への資金供給の構造に着目する。

まず、発明者の人的資本、すなわち、研究者としてのトレーニングについて検討する。新規事業の立ち上げや技術基盤強化のためのより探索的な研究開発においては、博士号を持つなど高度のトレーニングを行った発明者の関与が重要になることを 4.3 節で既に指摘した。発明者の学歴において、米国では博士号を持っている割合が 45%と非常に高く、日本の 13%を大きく上回っている(産業界の発明者については 11%である)。

博士号を取得している発明者とそうでない発明者では、科学技術からの成果を研究開発に生かす頻度が異なる。以下の表 4 に見るように、研究開発の着想に科学技術文献が非常に重要であった頻度は、発明者の学歴の向上によって有意に上昇する。30 代後半

の学士卒の発明者の場合、研究開発の着想に科学技術文献が非常に重要であった頻度は14%であるが、博士号を取得している発明者の場合にはその割合は39%まで上昇する。修士号取得者の場合は19%である。学士号あるいは修士号取得者が科学技術文献から非常に重要な着想を獲得する研究開発を行う確率は年齢の上昇によって上昇しない。加えて、日本の発明者の構成を見ると、半分以上が学士卒ないしそれ以下である。このように、米国と比較すると、研究者としてのトレーニングを受けた発明者が低いことが、日本企業の研究開発で科学技術文献を吸収する力が弱く、それが、日本企業の方がサイエンスベースが重要な技術分野での研究開発の割合が低く、かつ各技術分野において企業の研究開発のポートフォリオが既存事業の競争力強化に傾注する割合が高くなる重要な原因となっていると推定される。

表4 研究開発プロジェクトの着想に科学技術文献が非常に重要であった割合と発明者の発明時の学歴及び年齢（3極出願特許、日本）

	30-34歳	35-39歳	40-44歳	45-49歳	50-54歳	参考)各学歴グループの発明者の構成(%)
高卒	6%	4%	3%	13%	3%	7%
高専・短大	11%	9%	6%	12%	0%	6%
学士	13%	14%	9%	12%	18%	46%
修士	21%	19%	21%	20%	19%	31%
博士	24%	39%	33%	41%	23%	11%
参考)各年齢グループの発明者の発明者全体(他の年齢階層含む)におけるシェア	23%	23%	17%	13%	6%	

次に、研究開発資金の供給源の差の潜在的な影響を検討しよう。「技術基盤の強化」あるいは「新規事業の立ち上げ」のための研究開発は、企業にとってリスクが大きく、出資ベースの外部資金が重要となる場合もあると考えられる。また同時にこうした研究プロジェクトの波及効果も大きいことから、政府による資金援助の対象となる可能性も高いと考えられる。したがって、日米の研究開発資金の供給の仕組みの差も、日米の研究開発ポートフォリオの差の原因となる可能性がある。発明者サーベイでは、研究開発資金の調達源については、六つのカテゴリーに分けてその大きさ(シェア)を尋ねている。そのカテゴリーは、内部資金(借入金を含む)、政府、顧客、サプライヤー、他の企業、ベンチャー・キャピタルとエンジェルである。Walsh and Nagaoka [2009a] に示すように、日米とも企業の研究資金の大半は内部資金であるが、その割合は日本の方が高い(日本が93%、米国が87%)¹⁴。その次に大きいのは政府資金であるが、その比率は日本で2.4%、米国で5.3%であり、米国の方が政府資金の貢献は大きい。更に、ベンチャー・キャピタルとエンジェルは合計で、米国で3.3%であるが¹⁵、日本では0.2%と非常に小さい。顧

¹⁴ これらの資金シェアはプロジェクトに参加した研究者の人月で加重平均をしている。

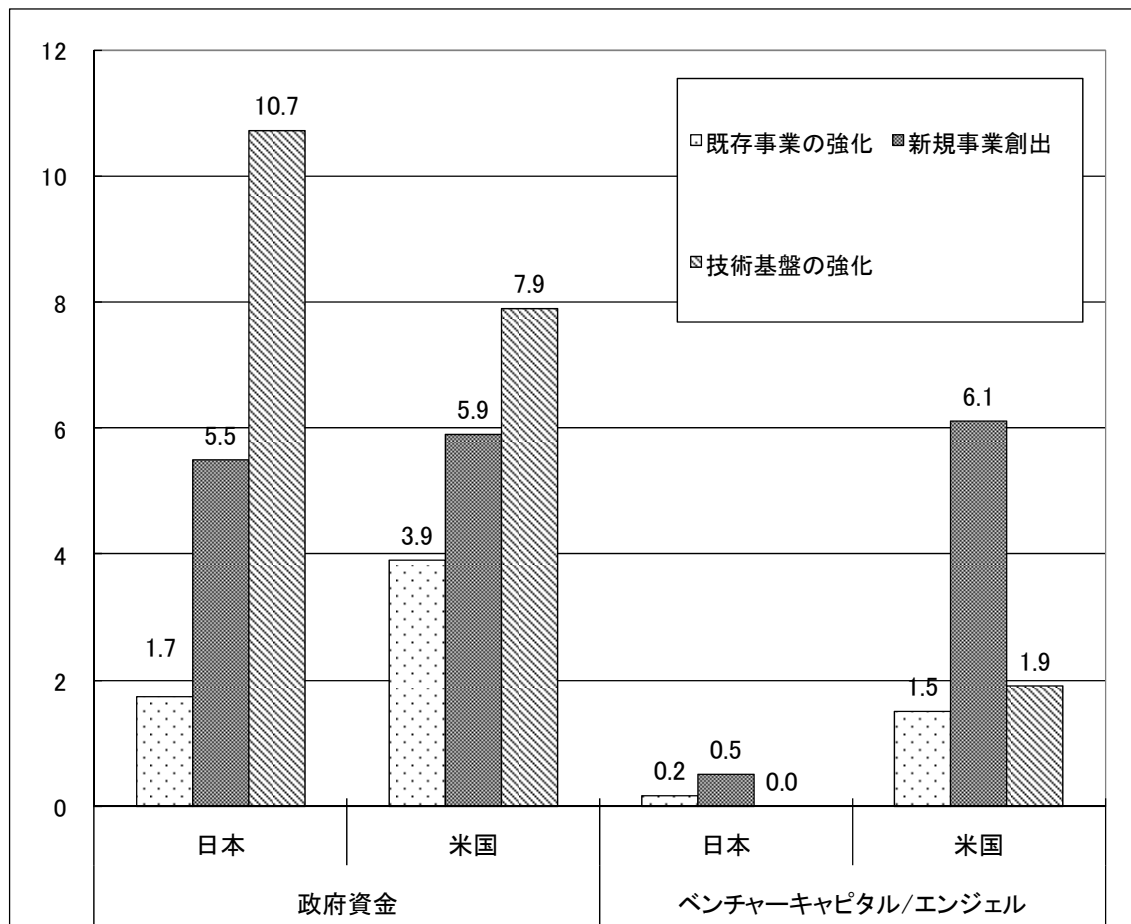
¹⁵ 米国の結果は、Kortum, S. and Lerner, J. [2000]が報告している結果(VCは米国の産業

客とサプライヤーは合計で、日本では 2.1%、米国では 3.3%である。政府とベンチャー・キャピタル/エンジェルの資金供給が大きいことが(合計で米国 8.6% 対日本 2.6%)、上記のポートフォリオの差の原因となっていることが可能性として示唆されるが、以下に見るように直接的な効果は明確ではない。

図 6 は研究開発のプロジェクトのタイプ毎に政府資金とベンチャー・キャピタル/エンジェル資金の貢献度合いを示している。予想されるように、日米とも「既存事業強化」、「新規事業の立ち上げ」、「技術基盤の強化」の順で政府資金の割合は高くなるが、その程度は日本の方でより大きい。「既存事業強化」では、政府資金の割合は米国が 3.9%で日本の 1.7%を上回っているが、「技術基盤の強化」では日本が 10.7%であり米国の 7.9%を上回っている。産業 R&D への効率的な政府資金の供給の在り方の原則(「波及効果が大きくかつ企業が自ら実施しにくいプロジェクトに支援を行うべき」、あるいは「技術開発で先端性が高く、専有可能性が低いプロジェクトを支援するべき」)に日本の政府研究開発資金の方がより忠実であるように見える。米国の研究開発ポートフォリオで「技術基盤の強化」のシェアが高いのは、こうした研究開発プロジェクトをターゲットとした政府支援が大きいからではないことも分かる。次にベンチャー・キャピタル/エンジェル(以下 VC)は米国では「新規事業の立ち上げ」の研究開発資金の 6.1%の資金を提供している。他方で、米国でも VC は、既存事業や技術基盤の強化のための研究開発への投資の割合は小さい。既存事業の強化のための R&D はリスクが小さく、自己資金で調達が出来るので VC への資金需要がないことによって、他方で VC はビジネス・モデルが明確となったプロジェクトにしか資金供給を行わないので技術基盤の強化には資金供給をしにくいことを示唆している。日本ではいずれのプロジェクトにも実質的な資金供給をしていない。したがって、政府資金もベンチャー・キャピタル/エンジェル資金も研究開発のファイナンスに重要な役割を果たしているが、米国の研究開発のポートフォリオで技術基盤の強化のシェアが大きいことを直接は説明しない。

R&D(1983-1992)の 3%に貢献)に近い。

図6 研究開発の類型別の政府資金とベンチャー・キャピタル/エンジェル資金の平均シェア[%]



5. 研究開発における協力の実態と効果

5.1 研究開発における協力：新しい組み合わせとしてのイノベーション

新しい知識の創造は、既存の知識の単純な延長上にはなく、何らかの新規性が必要であり、その源泉は往々にして異分野の知識との組み合わせであると考えられる。研究開発における外部組織との協力は、異なる分野の知識(ユーザーの用途の知識とサプライヤーの技術、大学のシーズと企業の技術課題、異業種の知識)の組み合わせ、また知識と補完的な資産の組み合わせを実現するメカニズムとして機能する。企業が既存事業から距離が遠い探索的研究開発を志向すればするほど、新たな市場の理解を深め、また新たな科学的あるいは技術的な知識の獲得も必要となり、外部組織との協力関係の構築がより重要になり、またその範囲も拡大すると考えられる。共同研究については、公表されたアライアンス等によるデータベースを活用した研究、事例研究、イノベーション・

サーベイによる研究など、多数の実証研究が存在するが(サーベイとして Hagedoorn, Link and Vonotras [2000]を参照)、自社内の研究と社外との共同研究を比較できる形で把握している研究は少ない。発明者サーベイは、発明を対象としており、社内の研究開発と外部連携による研究開発を比較できる形で、しかも研究開発の類型別に把握することでこのような研究開発における外部資源の活用の範囲の変化、その効果などの検証に有用な情報を提供する。

研究開発においては本来的に外部組織との連携が重要であると考えられるが、近年特に「オープン・イノベーション」(Chesbrough[2003])の重要性が日本で指摘されるようになってきている。その背景には、特にエレクトロニクス分野で、総合電器メーカーを中心とする垂直統合型の日本企業においては、自社内の研究開発の成果にこだわり過ぎる傾向があるために、結果的に市場での競争力を確保できず自社技術の活用も進まない結果を招いているのではないかという問題提起があるように考えられる。しかしながら、他方で、自動車産業におけるサプライヤーと完成車企業との製品開発への効果的な連携に見られるように(Clark and Fujimoto[1987])、むしろ日本の方が組織間連携による研究開発は進んでいると考えている学者も米国には多い。したがって、こうした意見の相違を検証するという観点からも、評価する体系的な客観データが重要である。

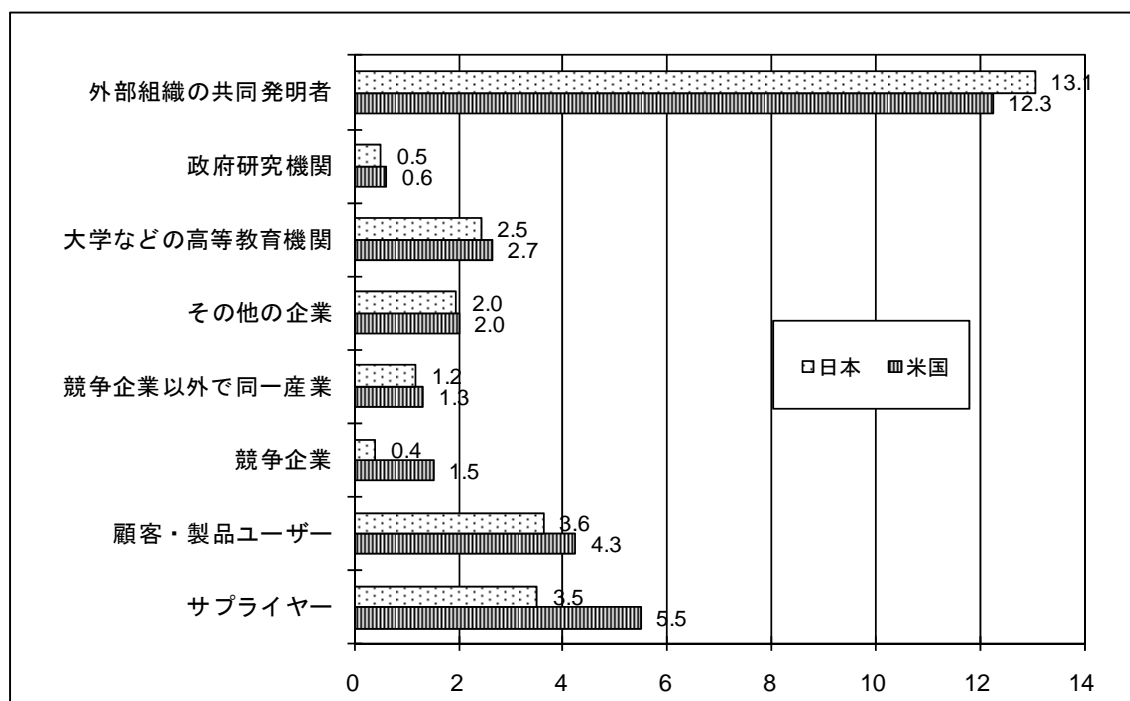
なお、共同研究については特許の書誌データ(出願人、発明者の名称と所在地)を利用した研究もなされているが、共同研究が行われていても共同出願人となるとは限らないことが大きな制約であり、場合によっては誤解をもたらすものとなる。以下に示すように、外部組織からの共同発明者は米国の3極出願特許の約12%に存在するが、共同出願になっているケースは2%未満しかいない。米国では外部組織からの共同発明者が存在していても、出願人は単独に集約されることが多いので、外部組織が出願人とならない場合がむしろ通常であり、その結果、共同出願人の情報は特に米国の共同研究の実態を大幅に過小評価することになる。また、発明者の住所から発明者の所属を知ることは、容易でない場合も多い。更に、特許の共同発明者は、発明の着想に貢献することなどの要件があり限定的であり、発明者ではないが、研究に協力しているケースも多いと考えられる。日米で行った発明者サーベイは、共同発明者が存在しない場合も含めて、外部組織との協力の実態について、体系的な情報を提供している。共同研究がプロジェクトレベルで把握されることにより、それによって知識の新しい組み合わせをどのようにもたらしているのか、また共同研究の効果が存在するのかについても検証することが可能となる。

5.2 研究開発における外部組織との協力の水準と構造：日米比較

図7はユーザー、サプライヤー等外部組織に所属する共同発明者が存在する頻度を、組織類型別に示している。日米共に1割を超える発明で外部組織の発明者が共同発明者となっている(日本が13.1%、米国が12.3%)。構成を見ると、大半の共同研究が垂直的

な協力であり、顧客・製品ユーザーとの共同研究が日本で 3.6%、米国で 4.3%、設備、材料、部品、ソフトウェア等サプライヤー企業との共同研究が日本で 3.5%、米国で 5.5% である。他方で、大学などの高等教育機関との共同研究が日本では 2.5%であり、米国の 2.7%とほぼ等しく低い水準である（これは第 2 節で見た、発明者における大学の研究者のシェアに近い）。最後に、競争企業間の水平的な協力は日米共に少ない。技術分野別に大きな差があり、バイオテクノロジー、医薬、有機化学などの分野では、かなり高い割合で大学の研究者と企業研究者の共同発明となっている。バイオテクノロジーで米国が 14%、日本が 19%、医薬で米国が 6.8%、日本が 8.7%、有機化学で日本が 6.1%、米国が 3.5%であり、いずれも日本の方が共同発明の水準が高い。

図 7 外部組織からの共同発明者の存在比率（%、3 極出願）



注) 米国の方が、複数の組織との協力が多く、個別の組織との協力頻度の累計がいずれかの外部組織の発明者が存在している頻度により近い。

共同発明者を提供してはいないタイプの、外部組織との共同研究も重要である。Walsh and Nagaoka [2009a] によると、その頻度は更に高く、日本では、研究プロジェクトの 28%に外部組織との協力関係があり、米国では 23%である。共同発明がある場合を含めると、外部組織が研究開発に関与している割合は約 3 分の 1 となり、研究開発は既にかなりオープンな過程となっている。サプライヤー企業との間の協力が最も頻度が高く、日本ではプロジェクトの中の 14%、米国では 11%である。これに続いて、クライアントまたは顧客との協力が日本で 9.1%、米国で 7.4%である。他方で、共同発明者の場合と同じく、競争企業との間の水平的な協力の頻度は小さい(1%未満)。大学との協力は、日

本が約 4%、米国が 4.4%であり、日米に大きな差は無い。

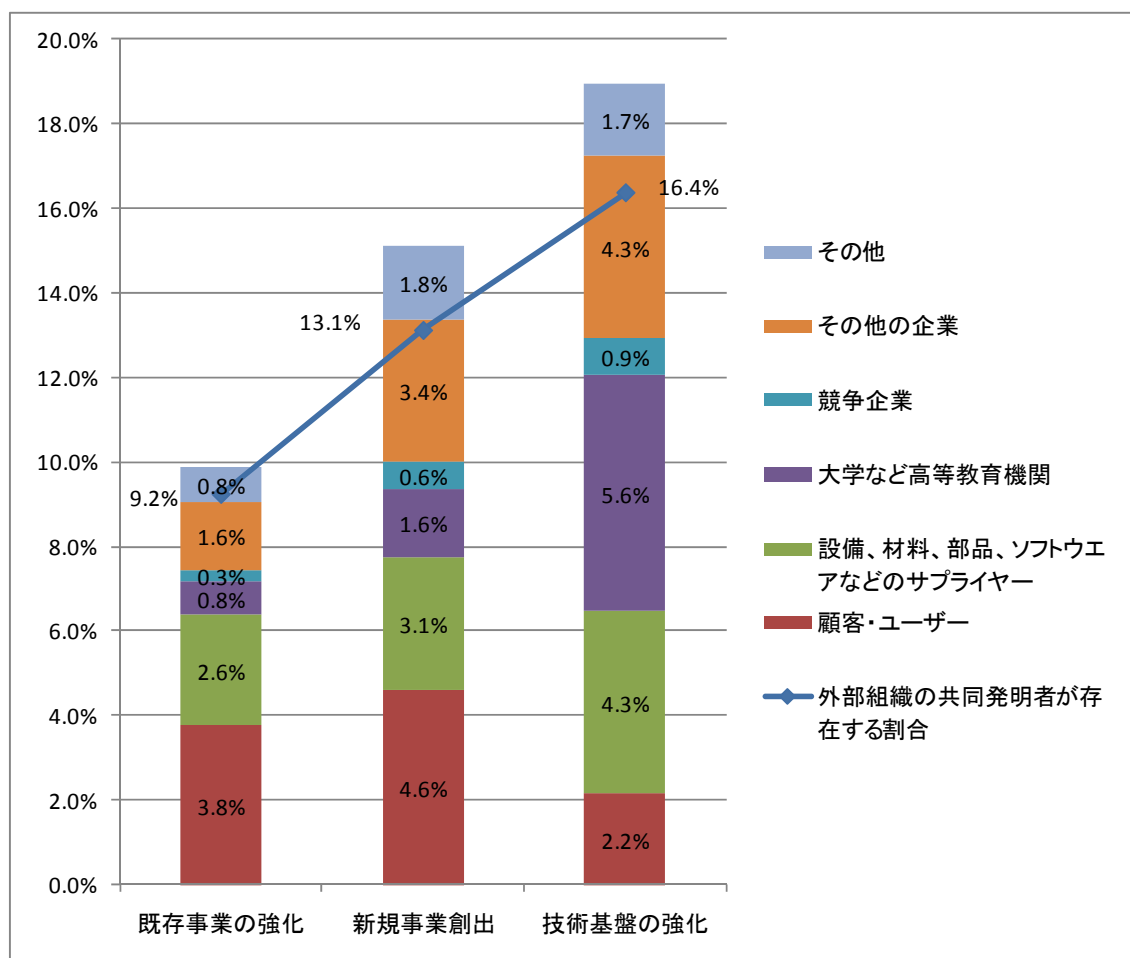
このように、外部組織との研究における協力という点では、日本企業の研究開発は米国企業並みにオープンであり、また、両国とも垂直連携の重要性が高いこと、大学との連携は比較的少ないことを含め、連携構造もよく似ている。以上は、企業がスポンサーする協力であるが、異なる組織に所属する発明者の新しい組み合わせをもたらすというより広い意味での協力では、人材移動が重要であり、これは第 7 節で見ると、米国の方が圧倒的に高い。また、研究開発における外国の人材の活用という面でも日本の水準は非常に低い。3 極出願特許全体(2000-2006)の比較で、日本からの特許出願における国際共同発明の割合は 1.5%であるが、米国からの出願では 8.3%、そして独からの出願では 9.2%である(Nagaoka, Motohashi and Goto[2010])。

5.3 共同研究の範囲の決定要因と共同研究の効果

次の図 8 は、事業目的毎に、外部機関の共同発明者が存在する頻度と外部機関の類型を示している。これによると、予想と整合的に研究開発の目的がコア事業強化の場合に外部共同発明者が存在する割合は最も低く(プロジェクトの 9%)、新規事業立ち上げ(プロジェクトの 13%)、企業の技術基盤強化(プロジェクトの 16%)の順で増大する。また、協力相手の類型も変化し、新規事業立ち上げの研究開発では、顧客・ユーザーやサプライヤー企業(設備、材料、部品、ソフトウェア等)、そして大学からの共同発明者の割合も高まるが、特に、現在取引関係や競争関係にない他の企業が共同発明者となる頻度が大幅に増大する¹⁶。他方で、企業の技術基盤強化のための研究開発では大学など高等教育機関の研究者が共同発明者となる頻度が大きく増大し、逆にユーザーが共同発明者を提供する頻度は大幅に低下する。

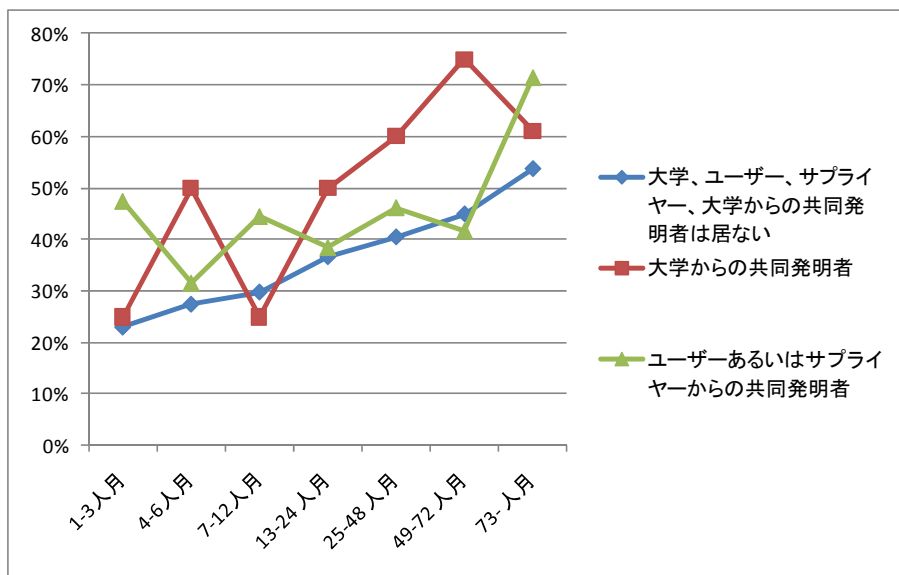
¹⁶ この他の外部機関としては、図に示すように、サプライヤー、ユーザー以外の企業、国公立研究機関等がある。

図8 事業目的別の共同研究のパートナーの頻度と構成(外部からの共同発明者、3極出願特許、%)



最後に、このような共同研究の効果を確認しておこう。以下の図9は、調査対象発明が経済価値で上位25%に入るかどうかの頻度と発明に投入した総労力との関係を示している。総労力には、共同発明者及びその他の研究チームの労力を含んでいるので、外部組織からの共同発明による人的な投入の拡大は、コントロールされている。大学からの共同発明者が居るケース(赤の折れ線)、ユーザーあるいはサプライヤーからの共同発明者がいるケース(緑の折れ線)、及びいずれも居ないケース(青の折れ線)を区別して、外部組織との共同発明が研究開発の効果を高めるかどうかを示している。これによると、青の折れ線が最も下位に属しており、外部機関からの共同発明者がいる場合に、研究開発のパフォーマンスは、高くなっている。労力はコントロールされており、新しい知識や能力の組み合わせが共同研究によってもたらされることを示していると考えられる(詳細な分析はWalsh and Nagaoka[2009a]を参照)。

図9 共同研究の効果



注) 縦軸は上位 25%以上の価値がある発明をもたらす頻度(%)。横軸は研究開発に要した総人月で、共同発明者を含む。

6. 研究開発成果の商業化：商業化の経路と水準

6.1 研究開発の成果の商業化の経路とその選択

研究開発の成果が利用される潜在的経路として、出願企業による社内実施(その製品あるいは製造において利用)、他企業へのライセンス、そして新会社設立(社内あるいは独立ベンチャー企業)の三つがある。研究開発の成果は商業化されて初めてイノベーションとなるので、商業化されることが重要であり、そのためには自社実施の経路に加えて、技術市場を利用したライセンス・アウトの経路、新会社設立による活用のメカニズムが整備されることが重要である。この観点から、発明がそれぞれの経路で現実にとれほど商業化されているかを把握することは、技術市場やスタートアップの効率性を点検する上で非常に重要である。発明者サーベイは、商業化経路について具体的なデータを提供する。なお、医薬品開発など、リスクの高い分野の研究では実施される確率は低くても、実施された場合には大きな経済効果を持つ場合も多く、実施率自体の比較は特に技術分野が異なればあまり意味がないことにも留意する必要がある。後述するように、技術分野の特性によって実施率は大きく異なる。

日米比較において、第一に注目するのは、独占実施の頻度の差である。従来の研究は、先願主義、出願公開制度などによって特徴付けられる日本の特許制度は技術の普及に力点を置いており技術の非独占実施が促され、先発明主義、登録後の公開などによって特徴付けられる米国の制度は排除による独占実施を促進してきたと指摘されてきた

(Ordover [1991], Cohen et al., [2002])¹⁷。自社実施に加えてライセンスが可能であっても(それを実施できそれを希望する企業があっても)、実際にそれがなされるかどうかは企業の選択による。それは、発明の先駆性や特許保護の強さに依存する。発明の新規性が高く(ドラスティックな発明)、その実施のために新たな事業資産を作る必要がある場合には、発明を自社で独占実施することが最も高い利益の獲得につながる。また、そのような先駆的発明の商業化には大きな開発費用がかかる場合も多く(例えば、医薬品のように商業化の可能性を確立すること自体に大きな投資(臨床開発投資)が必要である)、独占実施の収益は開発投資の回収を可能として、先駆的発明の実施を助ける。他方で、発明の利用にそうした追加投資が必要でなく、同時に発明が既存技術の改良型である場合には、発明を広くライセンスすることが、普及を促進し、同時にその発明をもたらした研究開発の収益も高める可能性がある。また、発明を与件として、特許制度がパイオニア型の発明をより強く保護する結果、独占利益の追求をより可能とする場合にも、独占実施を選択しやすくなる。発明者サーベイは現実に発明がどの程度独占実施されているかを日米で比較することを可能としており、このような独占実施の選択の差について検証することとしたい。

また、第二に注目する要因は、新会社設立(スタートアップ)による研究成果の利用である。新技術を商業化する上で、企業の既存事業と別のガバナンスの仕組みやそれと全く異なったビジネス・モデルの構築などが必要となる場合には、新会社設立がその手段となる。米国では、VC などの支援によるスタートアップ企業が新しい技術の産業化に重要な役割を果たしたことはよく知られている。日本の場合も、大企業が子会社を新たに設立することで新事業を開始することは希ではない。発明者サーベイでは、発明者の発明時点の所属と共に、その発明者自身あるいは共同発明人は新会社設立によって当該特許を利用したかどうかを尋ねており、親会社によるスポンサーのケースを含めて、発明をベースとした新技術型スタートアップのシーズの分布を把握することが可能となっている。

6.2 日米の商業化経路の比較

以下の図 10 は、特許発明の商業化状況を示している。いずれかの経路で商業化されている場合、発明者の所属企業による社内実施(その製品あるいは製造において利用)、自社実施のみの場合(ライセンスあるいは新会社は設立されていない)¹⁸、ライセンスされたかどうか、ライセンスがされた場合にそれがクロス・ライセンスである比率及び発明者による新会社設立についてその頻度を示している。この図も日米の技術分野の構成の差は調整されている。いずれかの経路で商業化されている特許の割合は、日米共に

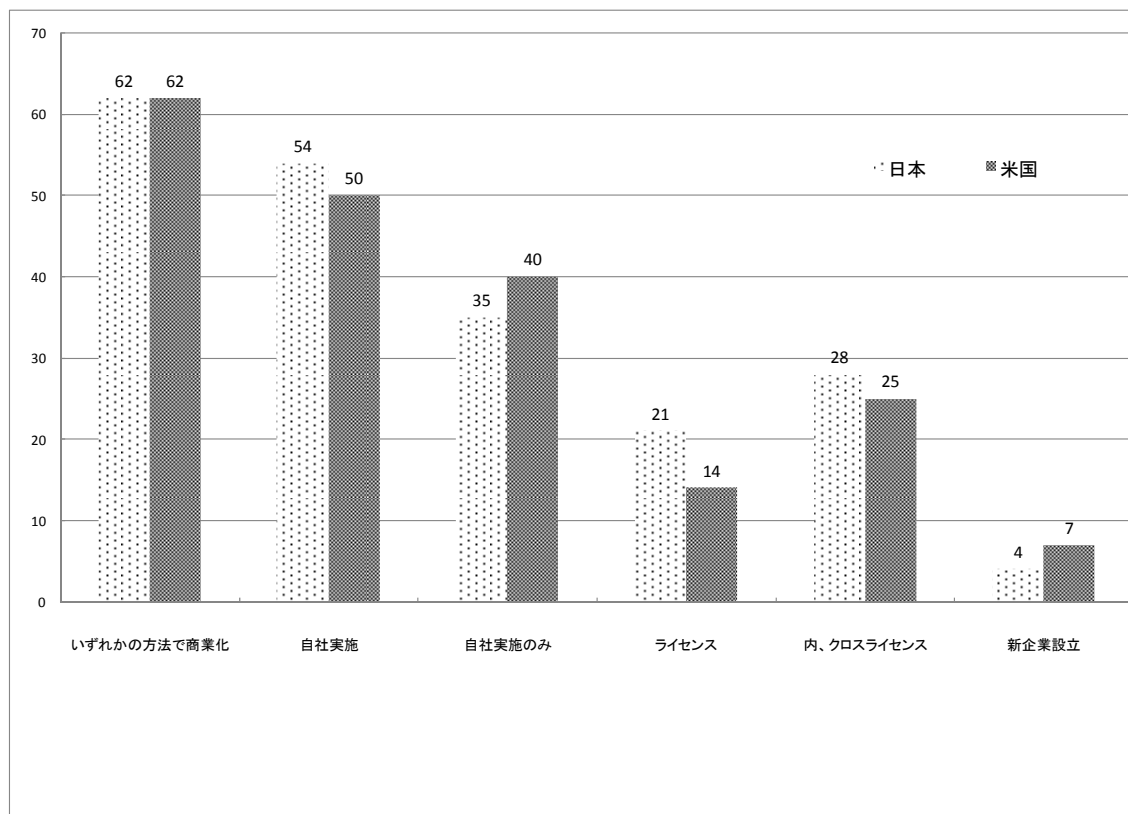
¹⁷ 米国でも、2000年11月から、外国出願を行う場合には、出願公開制度が導入された。

¹⁸ 設立された新会社が自社の場合である可能性もあるが、図 10 ではその可能性を排除している。6.3 節ではその可能性を含めて分析している。

62%である。

発明者サーベイでは、残りの実施されていない特許について、その理由をブロッキング(=「自社技術と似た技術を他者が商業化することを防ぐ」)¹⁹と迂回防止(=「自社特許が他社の代替技術によって迂回されることを防ぐ」)、事業上の理由、技術開発上の理由及びその他に分けて、頻度を調査している。未実施について日米の原因も類似している(Nagaoka and Walsh (2009b))。日本について見ると、ブロッキングと迂回防止が実施されていない特許全体のそれぞれ 38%と 17%であるが、両者の重複が大半で、合計で 39%存在する。これらの動機が重要な場合には、企業は実施している他の技術の専有可能性を保護するために間接的に特許権を利用している。これらを除くと、全体の約 4分の1が、全くの未利用である。その原因としては、事業との関係がかなり重要であり、中でも自社事業の整理・縮小、技術・市場動向の変化がそれぞれ実施されていない特許全体の 20%である(重複あり)。また技術開発上の理由として、応用技術を発展させられなかったのが 18%となっている。

図 10 発明の商業化経路、%



注) いずれかの方法で商業化は、自社実施、ライセンス及びスタートアップを含む。
日米の技術分野の構成の差は調整されている。

¹⁹ 本発明者サーベイの「ブロッキング」は「他社が類似技術の特許化することのブロッキング」と限定している。

次に特許化された発明が、出願人によって自社実施率(つまり自社の製品あるいは自社の生産過程で利用された割合)に注目すると、日本で54%、米国で50%であり、日米共に自社実施が最も重要な発明の商業化経路である。日米は自社実施率でも、ほぼ同じ水準であるが米国の方がより最近の特許を調査対象としていることが、米国の方が少し低い主たる原因だと考えられる²⁰。技術分野別の日米の自社実施率の間のクロスセクションの相関は高く、自社実施率の水準の決定には技術分野毎の特性が重要であることを示唆している。医薬品、有機化合物の分野は、日米共に、利用率が最も低いグループに属し、自社実施率が日本ではそれぞれ27%、39%、米国では26%、35%となっている。いずれの分野でも、期待される用途に対して多数の候補化合物が探索・合成されるが、その中で実際に利用されるのは、効果が高くかつ安全な少数の医薬品あるいは化合物に限定されることになる。したがって研究開発のリスクは高い。反対に、アパレル・繊維及び家具の二つの技術分野では、自社実施率は日米共に80%近くあるいはそれを超えており、最も高いグループに所属する(日本では両方とも78%、米国では前者が78%、後者が86%となっている)。これらの分野では技術的にはかなり成熟しており、研究開発に不確実性が小さいことがその原因だと考えられる。

以上の点は日米共通であるが、以下の3点では異なる。第一に、米国企業の発明の方が自社実施の中で自社のみで実施している割合が高い。自社内のみで利用されている発明の割合は日本が35%、米国が40%であり、日本の方が低い。自社実施における自社実施のみの割合を見ると、差はより顕著であり、日本では約6割(=0.35/0.54)、米国では約8割(=0.4/0.5)となっている。米国企業の方が発明を自社実施する場合には自社のみで利用している割合がかなり高い。このように独占的な実施への傾向が米国では強いことは、発明者サーベイからの得られている別の知見、発明を特許化する理由において、社内における独占実施を「非常に重要」とする割合が他の理由よりも米国では高いこととも整合的である(Nagaoka and Walsh (2009a)²¹)。すなわち、発明の自社での排他的な利用が日米とも動機の中で「非常に重要」である頻度が最も高いが、米国ではそれが60%となっており、日本の44%よりもかなり高い²²。純粋な防衛とブロッキングが日米で次に重要な動機であるが、発明者の約2割のみがこれらを非常に重要であるとしている。

²⁰ 日米のコホートを統一すると(優先権主張年が2000年から2001年と共通)、日本の自社実施率は54%、米国は52%とより接近し、かついずれかの方法で商業化されている割合は日本が60%、米国が63%で米国の方が上回る。

²¹ 特許権を取得する理由を大きく四つに分けて重要性を発明者に評価して頂いている。特許権の排他力を利用した自社事業の専有可能性の向上、ライセンス、純粋な防衛(=他社の特許化で自社技術の利用がブロックされないために特許を取得すること)及び企業ないし発明者の評判である。専有可能性を高めるための特許の利用方法として、更に、発明の自社での排他的な実施、ブロッキングそして迂回の防止の三つの動機を区別している。

²² 「非常に重要か」どうかの判断は日米で異なる可能性があるが、以下に見るように、二番目に重要な動機との差が米国で日本より著しく大きい。

このように、米国の発明者にとって自社での排他的実施が特に重要な動機になっている。

したがって、米国の方が排他性を重視した特許権の利用を行っていることが確認された。既に述べているように、その原因として、米国の発明の先駆性がより強く、その結果独占的な利用が合理的となっているのか、米国の特許制度が独占的な利用をより促すように設計されているのか、二つの排他的ではない仮説があり、恐らくいずれも貢献していると考えられるが、その評価には今後の研究が必要である。なお、各国の市場の構造、すなわち、ライセンスを受けてそれを実施できる競争企業が存在するかどうか、ライセンスが存在するかどうかにより重要な影響を与える。

第二に、ライセンスをされている割合は日本の方が高い(日本で 21%、米国で 14%)²³。日本では子会社・関連会社へのライセンスを排除していないことが(米国のライセンスは「related party」へのライセンスを含めない)、このような差の一つの原因である²⁴。しかし、関連会社が存在していない場合が多いであろう小企業でも日本企業のライセンス比率が高いので(Nagaoka and Walsh [2009a]参照)、ライセンスは日本でより広範に行われていると良いと考えられる。なお、質問票においてライセンスされているかどうかの対象特許はそれぞれ自国の特許であり、出願人の外国特許の外国子会社へのライセンスは含まれていない。ライセンス中、クロス・ライセンスの比率は日本では 28%、米国では 25%とほぼ等しい水準である。クロス・ライセンスがされるかどうかは、自社特許の実施に他社特許が必要かどうか(両者が強く補完的であるかどうか)に依存している。当該特許と同時に利用される特許の数が大きくなるにつれて、日米ともクロス・ライセンス比率は有意に上昇する。

第三に、発明者による新会社(スタートアップ)設立によって特許が商業化されている頻度は米国が 6.9%であるが、日本は 4%弱であり、米国の方が日本の 1.7 倍の水準である。ここでスタートアップには、大学発のスタートアップなど既存企業とは関係が無い新会社の設立に加えて、既存企業による子会社の設立(スピンオフ)やスピンアウトを含む。スタートアップは研究開発の成果を商業化するために新たに補完的な資産を全く新たな企業組織を設けて構築する仕組みであり、新産業の創設に重要な役割を果たすと考えられる。その日米の源泉の差について、以下より詳しく検討しよう。

6.3 日米の技術型スタートアップのシーズ

以下の図 11 は、新会社設立のシーズの源泉を日米で比較している。この図で折れ線グラフは、発明時点に発明者が所属していた各組織別にその発明が新会社設立によって利用されている頻度(以下「スタートアップ率」と呼ぶ)を示している。棒グラフは、新

²³ 3 極出願以外の特許発明では、自社内実施率は 41%、ライセンスは 14%であり、特にライセンス比率が 3 極出願と比較して著しく水準が低い。

²⁴ 日本では研究開発や特許管理は連結グループベースではなく、単独ベースで行われていることがこのように質問票を設計した背景である。

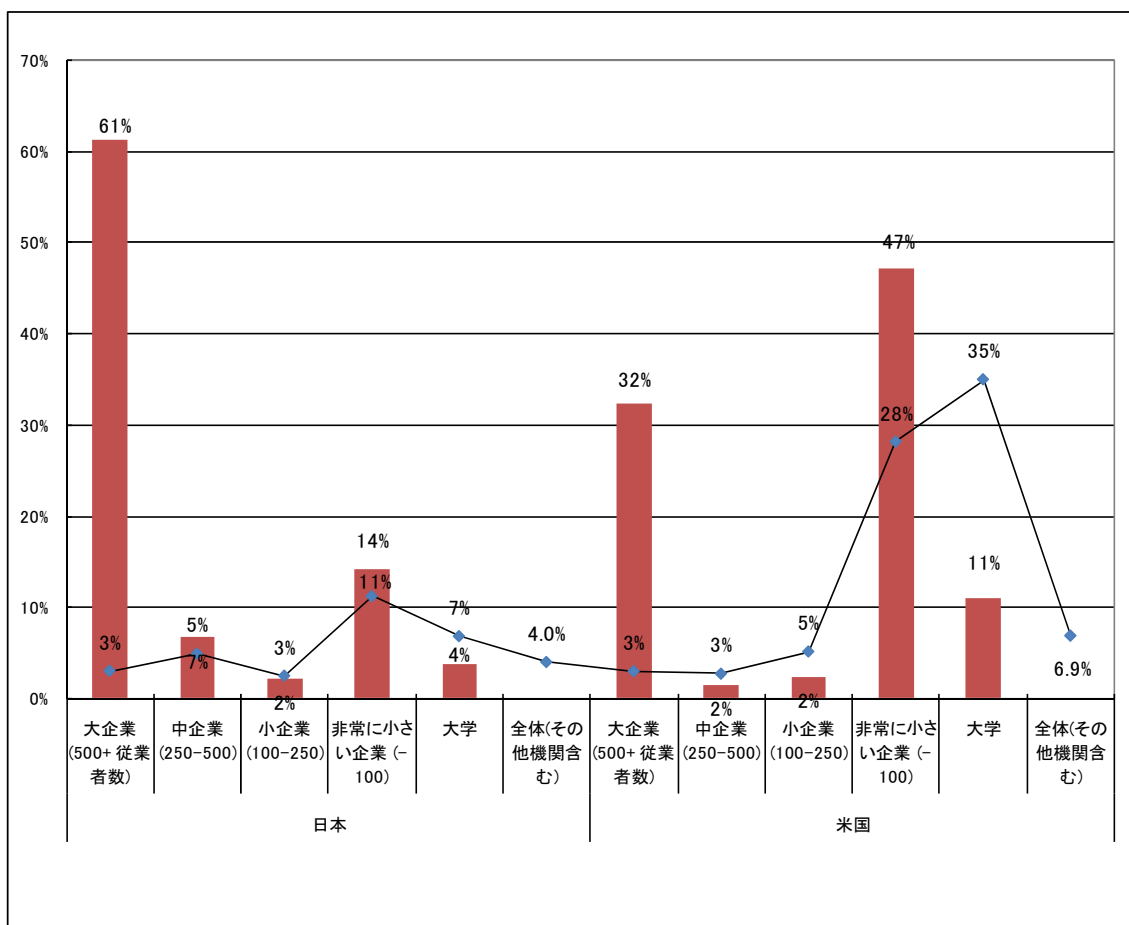
会社設立によって利用されている特許の発明者の所属組織別の分布を示しており、日米で新会社設立による発明の源泉に大きな差があることを示している。それは各組織におけるスタートアップ率の差と各組織の発明全体における重要性の差に依存している。

企業の発明からのスタートアップ率は、非常に小さな企業(従業員が100人以下)を除くと日米では差がない。500名を超える従業員がいる大きな企業の発明が新会社設立に利用される確率は日米とも3%で同等である。したがって、スピニアウトあるいはスピノフの頻度は、日米であまり変わらない。

他方で、大学に所属していた発明者の発明が新会社設立に利用される頻度は米国の方が非常に高く、35%の水準であり、日本の7%の5倍の水準である。米国では、SBIR制度(*Small Business Innovation Research program*)による技術的な実現可能性確立への助成制度(Wessner[2009]を参照)、ベンチャー・キャピタルなど、大学研究者が自らの発明を商業化するために新企業を設立するための制度的なインフラが発展していることを反映している。また、100人以下の企業に所属していた発明者の発明のスタートアップ率(新会社を進展させる過程で開発された発明であると考えられる)も、米国では28%と日本の11%の倍以上である。このような非常に小さな企業の研究開発自身のシーズがどこにあるかは発明者サーベイからでは直接は不明であるが、次の節で見ると、米国のこのようなクラスの企業の発明者の約半分は発明時点から過去5年以内に他の組織で勤務している。したがって、大学など他の企業から移動し新会社を設立してから、研究開発を行い新会社の技術的な基盤を築いたことを示唆していると考えられる。

図11の度数分布(棒グラフ)による日米比較が示唆しているのは、米国でも既存大企業の発明を活用する形の新企業設立(多くの場合、企業がスポンサーであるスピニアウト・スピノフ)は全体の3割程度と重要ではあるが、新規企業設立につながる発明の過半は新規設立企業内あるいは大学で行われていることが分かる。他方で日本では、大学発明が新規企業設立に活用されることが希であり、また発明者が既存組織を離職してスタートアップ企業を興すことも希であり、このために、大企業からのスピノフやスピニアウトが全体の約6割と、発明を新企業で利用するメカニズムの中心となっている。

図 11 日米の技術型スタートアップのシーズの度数分布と各組織の発明のスタートアップ率



注) 日米の最も右のカテゴリ(「全体」)には不明も含む。

7. 発明者の組織間移動とその効果

7.1 発明者の組織間移動の機能

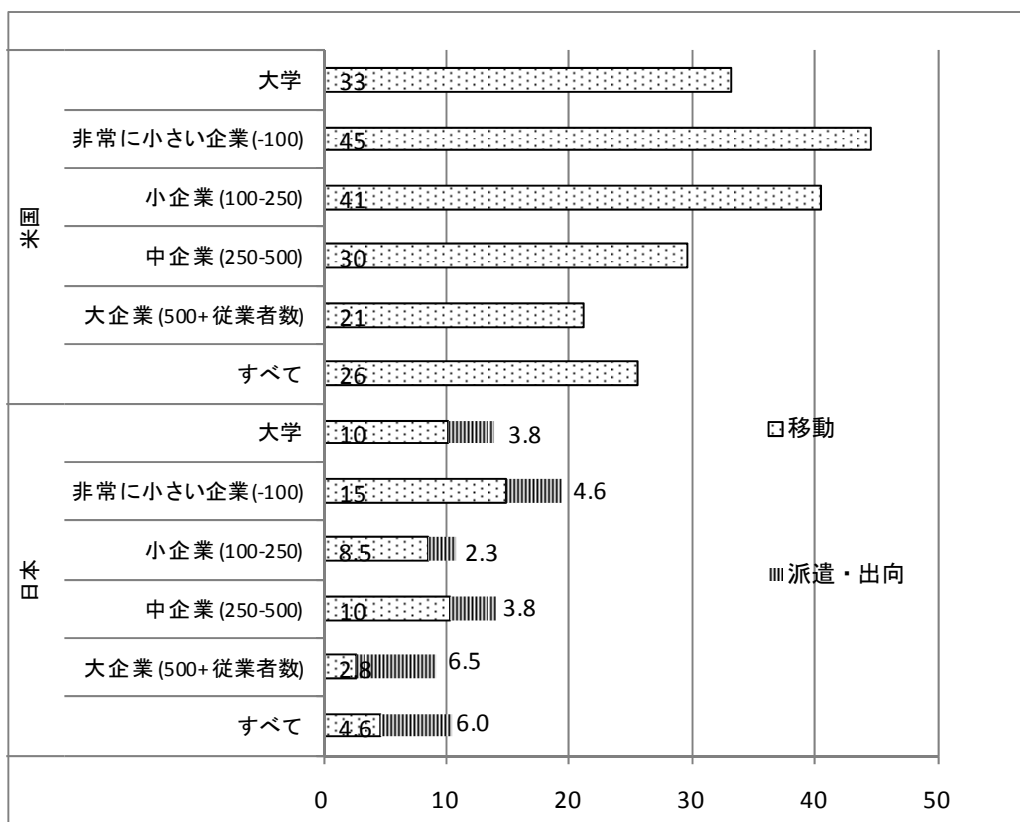
発明者の組織間の移動は、各組織において必要とされる人的な資源のタイプと人材とのミスマッチを縮小させると共に、組織間で人に体化された知識(文献になっていないノウハウなど)を移転させる重要な仕組みである。バイオテクノロジーなどの先端的な研究領域では、大学から企業への研究者の移動(企業への所属の変化)、あるいは部分的な移動(共同研究を含む企業との様々な連携)が、先端技術の商業化に非常に重要であったと指摘されている(Zucker, Darby and Torero [2002], Zucker and Darby [2006])。また、スピノフに伴うエンジニアの産業内の移動が、自動車産業、半導体産業など産業の創生期の発展において、企業参入と産業集積の非常に重要なメカニズムとして機能してきたことも指摘されている(Klepper [2009])。労働移動によって活発な起業がなさ

れることがシリコンバレーのモデルの基本的な駆動力である(Saxenian[1994])。更に、クレッパーとトムプソン(Klepper [2007])によれば、スピノフの多くには経営上の意見の相違が原因としてあり、当該産業全体として不確実性の中で探索機会を拡大する仕組みとしても重要であることが示唆されている。

7.2 日米の発明者の移動の実態：所属組織別のモビリティの水準と主要な移動経路

このように移動性(モビリティ)は米国のイノベーション過程で重要な機能を果たしていると考えられるが、日米の発明者の差に注目してその実態を把握するために、発明者サーベイでは、当該発明前の5年以内に大学他企業等での常勤経験があるかどうかを尋ねている。図12に見るように、米国では約4分の1(26%)の発明者が過去5年間に移動している。他方で日本では派遣・出向を含めても11%であり、その6割弱が派遣・出向である。雇用主の変化を含む組織間移動では日本は米国の5分の1と著しく低い。日本では発明者の組織間移動の仕組みとしては、派遣・出向の方が雇用主の変化を含む組織間移動よりも重要である。

図12 発明者の所属組織別のモビリティの水準(当該発明前の5年以内に移動した頻度)



企業規模別に比較を行うと、日米共に企業規模が小さいほど移動性は高い。小さな企業の方が一般に成長率が高く、そのために必要な人材を企業内で育成していくことが困難であることを反映していると考えられる。特にスタートアップ企業では、外部から人材を採用するしか他に方法は無い。米国の最も小規模な企業群では、45%もの発明者が最近の5年間に企業に加わっている。日本でも同じ最小規模の企業群では、外部組織から移動してきた発明者の割合は15%とかなり高い(派遣出向を含めると約20%)が、それでも大きな差があるのは、米国ではスタートアップが多いこと、また小企業の成長率が高いことを反映していると考えられる。大学所属の研究者でも、米国の研究者の33%が移動しており、日本の10%と比較して3倍モビリティが高い。

発明者サーベイでは、移動以前の組織の類型を尋ねているので、主要な移動経路を明らかにすることも可能である(但し、日本の調査では他組織での経験が当該発明にとって重要な役割を果たした場合のみである)。組織間の移動の源泉としては、大学や国立研究機関など産業界以外の研究組織、同一産業内の他企業(日米とも競争企業を含むが、主として非競争企業)、サプライヤー・ユーザー、他の産業に分けることが出来る。米国(日本)のそれぞれのシェアは、大学等が29%(35%)、同一産業内が46%(24%)、サプライヤー・ユーザーが6%(15%)、その他の産業が19%(26%)となっている。日米共に企業が移動する発明者の主たる源泉であるが、発明者全体としては大半が産業に属していることを考慮すると、大学等の組織が企業への発明者の源泉として、両方の国で非常に重要な役割を果たしていることが分かる。米国では同一産業内の企業からの移動の割合は非常に大きく、組織間移動者全体の約半分を占める。米国では産業内スピノフが重要だということというクレッパーのスピノフについての研究ともこの結果は一致する。サプライヤー・ユーザー、他の産業を合計して全体の4分の1である。日本では産業内移動は比率にして米国の半分程度であり、サプライヤー・ユーザー及び他の産業が発明者の供給源として重要になっている。

7.3 発明者の組織間移動の効果

発明者の組織間の移動は、スタートアップと密接な関係がある。大学や公的研究の発明をベースにスタートアップがされる場合に、兼業のケースを含めて、大学等の研究者がスタートアップに直接関与することがしばしば重要である。また、産業内のスタートアップは、産業内の技術者の組織間移動が前提である。現実には、各技術分野においてどの程度労働移動が活発であるかは、その分野のスタートアップの程度と正の相関がある。産業分野別に見ると、米国で組織間移動の率が最も高いのは、ハイテク分野である。最も高い4分野はバイオテクノロジー(44%)、半導体部品(42%)、医療機器(41%)、コンピューター・ソフトウェア(37%)である。この4技術分野では、約4割の発明者が発明以前の5年間に他の組織から移動している。また、これらの分野では、スタートアップによる発明の利用率が、20%、8%、17%、6%とばらつきはあるが、特にバイオ医薬系では

高くなっている。ハイテク分野における人に体化されたノウハウの重要性、また高い不確実性の中における探索の重要性などを示唆している。しかしながら日本では、こうした分野でも組織間の移動率(派遣・出向を除く)は、それぞれ 5.8%、4.2%、7.9%、3.3%と他の分野(全体の平均が4.6%)とあまり変わらず、米国の10分の1と低い水準にある。

また、組織間の発明者の移動の効果について、日本のサーベイでは、他組織での経験が当該発明に重要であったかどうかとその理由を尋ねている。他組織に雇用されていた方の62%、他組織に派遣・出向されていた方の56%が、それは当該発明にとって重要な役割を持っていたと評価している(長岡・塚田[2007])。その理由としては3極出願特許で企業所属の発明者の場合、「研究の企画あるいは実施に重要な先端的な知識等の習得」が最も多く63%、「当該発明に重要な具体的な技術シーズを獲得することが出来た」が42%、「当該発明へのニーズを把握することが出来た」が24%、「二つの組織の間の共同研究が行いやすくなった」5%となっている(重複回答あり)。発明の需要サイドよりはシーズの獲得を含めて供給サイドで技術開発力の強化につながったとするケースが多い。また他組織での経験が有用であった場合の組織として、大学が27%と最も多いが圧倒的ではなく、産業内の他の企業、サプライヤー、ユーザーなど企業の場合も多い。3極出願と非3極出願で基本的な特徴の差は無い。

8. まとめと政策的な含意

最初に以上の分析結果を簡単に要約しよう。まず、発明者サーベイの母集団となっている3極出願特許全体を比較した。これによると、産業分野の研究者数で米国は日本の約2.4倍であるが、日米の出願件数はほぼ等しい。構造を見ると、発明においてサイエンスの重要性が高い技術分野において、米国からの出願特許件数が相対的に多い。以下の日米比較は基本的に、こうした技術出願の差を調整して行っている。

日米の発明者サーベイによると、両国の研究開発プロセスは多くの点で共通しているが、日米の構造的な差も同時に浮き彫りとなった。まず、研究開発の担い手である発明者の基本的なプロフィールを比較すると、日米とも大きな企業(従業員数が500人を超える企業)に大半の発明者が所属しており、また大学に所属している発明者のシェアは3%未満と少ない。他方で、日本の発明者は、大学を卒業していない技術者でも発明の重要な担い手となっていると同時に、米国と比較して博士号を取得している割合が少なく(米国が45%、日本が13%で約半分が論文博士と推計される)、平均年齢は若い。また従業員数が100人以下の小さい企業に所属している割合が日本では大幅に小さい(米国が12%であり、日本が4.7%)。

日米の発明者の発明への動機は非常によく似ており、いずれも金銭的な報酬の重要性は低く、「チャレンジングな技術課題を解決すること自体への興味」が最も重要である。個人の名声・評判の重要性が米国の発明者の方が高い。年間の一人当たり発明件数は若

千日本の方が高く、特許出願性向は日本の方が3割程度高い。

次に、企業の研究開発のポートフォリオでは、日米とも既存事業の強化を目的とするプロジェクトのシェアが最も大きく、また、そのシェアは中規模企業で最も大きい。これは、企業の研究開発の収益性の決定において既存の補完資産が重要であると共に、大企業においては事業成熟化等によって補完資産の重要性が低下することを示唆する。既存事業の強化を目的とするプロジェクトのシェアが、日本では米国より大幅に大きく、逆に企業の技術基盤の強化を目的としたプロジェクトのシェアにおいて、日本は大幅に低い。

「既存事業強化」に比べて「新規事業の立ち上げ」及び「技術基盤の強化」のためのプロジェクトでは、研究開発におけるサイエンスの基盤が重要であり(研究の着想において科学技術文献が非常に重要であり、また博士号を持つ発明者が参加している)、同時に、研究開発努力に対する成果の不確実性がより高い。「既存事業強化」においても着想にサイエンスが重要であり、博士号を取得している発明者が参加している研究開発のパフォーマンスは高い。博士号(論文博士を含めて)を持っている発明者の方がサイエンスの吸収能力は高く、それ以外の発明者との差は研究開発の経験によって縮小しない。したがって、米国では発明者の多くが博士号取得者であることが、日米の研究開発ポートフォリオの差の重要な原因となっていると考えられる。他方で、政府資金、ベンチャー・キャピタル・エンジェル資金は米国ではより重要であるが(米国が合計で8.6%、日本が合計で2.6%)、このような研究開発ポートフォリオの日米差を直接は説明しない。

外部組織との研究における協力という点では、日本企業の研究開発は米国企業並みにオープンであり、また、両国ともサプライヤー企業、ユーザーとの垂直連携の重要性が高いこと、大学との連携は比較的少ないことを含め、連携構造もよく似ている。企業が既存事業から距離が遠い探索的研究開発を志向すればするほど(新規事業の立ち上げあるいは技術基盤の強化)、外部組織との協力関係の構築の頻度は拡大し、またその範囲も取引関係や競争関係にない企業や大学などの研究機関へと拡大しており、このような研究では異なる分野の知識の融合が重要であることが示唆された。加えて、外部組織の発明者との共同は、研究労力の拡大をコントロールしても、研究開発のパフォーマンスを改善する。

このような企業がスポンサーする協力に加えて、異なる組織に所属する発明者の新しい組み合わせをもたらすというより広い意味での協力では、人材移動が重要であり、これは以下で見るように、米国の方が圧倒的に高い。また、研究開発における外国の人材の活用という面でも日本の水準は非常に低い。

研究開発の成果が利用される経路として出願企業による社内実施(その製品あるいは製造において利用)、他企業へのライセンス、そして新会社設立(社内あるいは独立ベンチャー企業)の三つがあるが、いずれかの経路で商業化されている特許の割合は、日米共に約6割であった。しかし、自社実施における独占的な割合(自社実施のみの割合)

は、日本では約 6 割であるのに対して米国では約 8 割となっており、米国企業の方が排他的に発明を利用している。また、発明者による新会社(スタートアップ)設立によって特許が商業化されている頻度は米国が約 7%であるが、日本は 4%弱である。日本では大企業からのスピノフが発明による新会社設立の約 6 割を占めるが、米国ではそれは 3 割であり、小企業や大学がシーズの源泉として重要である。米国の大学発明の 35%がスタートアップに利用されている。

米国では発明者の約 4 分の 1 が過去 5 年の間に組織間を移動(雇用主の変化を含む)しており、日本ではそのような移動で米国の 5 分の 1 と著しく低い。日本では発明者の組織間移動の仕組みとしては、派遣・出向の方がより重要である。米国では、バイオ、医療機器、半導体、ソフトウェア分野において、発明者の流動性が高く、ハイテク分野における人に体化されたノウハウの重要性、また不確実性が高い研究分野における探索機会の重要性などを示唆している。米国では同一産業内の他企業(主として非競争企業)が多いのが特徴である。派遣・出向を含め、組織間移動を経験した日本の発明者の多くが、その経験は発明に重要な役割を果たしたという認識を持っている。

以上の分析を踏まえて、今後の政策への含意を検討してみたい。

最初に、日本の発明者の裾野の広さを維持すると共に、発明者のサイエンス吸収能力を高めていくことが重要である。それは、日本企業の研究開発のポートフォリオを高度化し、また個々の研究開発プロジェクトのパフォーマンスを高める効果を持つ。博士号取得者が産業界で活躍できるような環境作り(企業内における多様なキャリアの提供など)、人材育成も射程に含む産学連携の強化などが重要であろう。

特許件数のシェアにおいては日米の大学研究者の差は無いが、スタートアップ等商業化につながる程度に差が大きい。大学や国立研究機関では、フロンティア分野の研究成果を高め質の高い先駆的な発明を生み出すと共に、そのスタートアップ等による商業化に必要な場合に有効な質の高い特許を獲得していくことが重要であろう。

日本産業の研究開発は既存事業の強化に大きく集中しており、不確実性はあっても企業成長の長期的源泉となる技術基盤の強化のための研究開発を強化していくことが重要であろう。外部組織との研究開発における連携の頻度では日米に大きな差はないが、探索的な研究では、大学そして関連産業以外の企業との外部連携を効果的に進めることが重要となる。

企業及び大学における先駆的で不確実性が高い研究開発においては、補完的な資産を新たに構築し、また不確実性に対処していくために特許保護の重要性は高まり、そうした発明を有効に保護していくことも重要である。不確実性が高くまた波及効果が大きい研究開発を政府が支援していくこと、また不確実性が高い分野の事業化資金をベンチャー・キャピタル等多様化することも重要である。

大学から産業界への人材の移動と産业内の人材移動の両方がハイテク分野において特に重要であると考えられる。日本的な雇用制度の下では派遣出向制度が重要な役割を

果たしうると考えられるが、それ以外の移動も円滑化し、またスタートアップの強化も重要であろう。日本ではハイテク・スタートアップ拡大への多くの施策が講じられてきたが、現時点ではハイテク・スタートアップ企業の不足とそのためインフラが未整備であることによる悪循環から脱出できていないと考えられる。起業家、ベンチャー・キャピタル等によるリスク資本の供給、その出口としての上場市場は相互に補完的な関係があるが、全体として起業システムとして機能するには、これらの間の好循環を形成していくことが重要である。

日米共に発明の動機として金銭的な報酬は重要ではなく、米国でも発明者への強力な実績報酬は利用されていないことを示唆している。金銭的な報酬の在り方は、主として、個別発明への誘因としてではなく、発明者になる誘因の観点から検討すべきであり、そのためには、キャリアの選択の自由度、昇進等を含めた処遇の仕組みを検討することが効率的であろう。

参考文献

- 長岡貞男、塚田尚稔、2007年、「発明者から見た日本のイノベーション過程：RIETI 発明者サーベイの結果概要」、経済産業研究所ディスカッションペーパーシリーズ 07-J-046
- Chesbrough, Henry. [2003]. *Open Innovation*. Boston: Harvard Business School
- Clark, K.B., Chew, W.B., Fujimoto, T. [1987], "Product development in the world auto industry", *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 3 No.0, pp.729-71.
- Cohen, W., Goto, A., Nagata, A., Nelson, R., and Walsh, J. [2002] "R&D Spillovers, Patents and The Incentives to Innovate in Japan and the United States". *Research Policy* 31, 1349-1367.
- Cohen W.M. [2010], "Fifty Years of Empirical Studies of Innovative Activity and Performance" in (*Economics of Innovation*, Volume 1, edited by Hall Bronwyn H. and Nathan Rosenberg, North-Holland), pp 129-213.
- Cohen W. M. & S. Klepper [1996], "Firm Size and the Nature of Innovation within Industries: The Case of Process and Product R&D," *Review of Economics and Statistics*, May, 232-243.
- Giuri, P., Mariani M. et al [2007], "Inventors and invention processes in Europe: Results from the PatVal-EU survey," *Research Policy* 36, 1107-1127.
- Hagedoorn John, Albert N. Link and Nicholas S. Vonotras, [2000] "Research partnerships", *Research Policy* 29, 567-586.
- Klette T. Jakob and Samuel Kortum [2004], "Innovating firms and aggregate innovation," *Journal of Political Economy*, vil. 112, no.5 ,986-1018.
- Klepper, S. [2007], "Disagreements, spinoffs, and the evolution of Detroit as the capital of the U.S. automobile industry". *Management Science*, **53**: 616-631.
- Klepper S. [2009], "Spinoffs: A review and synthesis," *European Management Review* **6**, 159-171.
- Klepper S. [1996], "Entry, exit, growth and innovation over the product life cycle," *American Economic Review*, Vol. 86, pp. 562-583.
- Klepper, S. and K. L. Simons, [2000], "The Making of an Oligopoly: Firm Survival and Technological Change in the Evolution of the U.S. Tire Industry," *The Journal of Political Economy*, Vol. 108, 728-760.

- Kortum, S. and Lerner, J. [2000] "Assessing the Contribution of Venture Capital to Innovation," *RAND Journal of Economics*, Vol. 31, pp. 674-692.
- Nagaoka, Sadao, Kazuyuki Motohashi and Akira Goto [2010], "Patent Statistics as an Innovation Indicator" , in Hall, Bronwyn H. and Nathan Rosenberg, eds., *Handbook of the Economics of Innovation*, Vol. 2, Oxford: Elsevier Science & Technology , 1083-1127.
- Nagaoka Sadao and John P. Walsh [2009a], "The R&D process in the US and Japan: Major findings from the RIETI-Georgia Tech inventor survey," RIETI Discussion Papers, 09-E-010.
- Nagaoka Sadao and John P. Walsh [2009b], "Commercialization and other uses of patents in Japan and the US: Major findings from the RIETI-Georgia Tech inventor survey," RIETI Discussion Papers, 09-E-011.
- Ordover, J. [1991] "A patent system for both diffusion and exclusion" . *Journal of Economic Perspectives* 5[1], 43-60.
- Saxenian, A. [1994]. Regional Advantage : Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Scherer F.M. and D. Harhoff [2000], " Technology policy for a world of skew-distributed outcomes," *Research Policy*, 29, 559-566.
- Walsh John and Sadao Nagaoka [2009a], "How "open" is innovation in the US and Japan? :evidence from the RIETI-Georgia Tech inventor survey," RIETI Discussion Papers, 09-E-022.
- Walsh P. John and Sadao Nagaoka [2009b], "Who Invents?: Findings from the US-Japan Inventor Survey," RIETI Discussion Papers Series, 09-E-034.
- Wessner W. Charles [2009], "Government programs to encourage innovation by startups and SMEs: the Role of innovation awards," in in Nagaoka, Sadao, Masayuki Kondo, Kenneth Flamm, and Charles Wessner, eds., *21st Century Innovation Systems for Japan and the United States: Lessons from a Decade of Change: Report of a Symposium*, Washington, D.C. : The National Academies Press.
- Zucker, L. G., M. R. Darby and M. Torero [2002]. "Labor Mobility from Academe to Commerce," *Journal of Labor Economics*, 2002, vol. 20, no. 3, 629-660.
- Zucker, Lynne G., and Michael R. Darby, [2006], "Movement of Start Scientists and Engineers and High-Tech Firm Entry," NBER Working Paper, No. 12712, Cambridge, Massachusetts.