

第6章 国際標準を獲得できる研究開発力の構築を目指して

長岡 貞男

1. はじめに

国際標準が現在注目されている原因は、マイクロソフト、グーグル、アップル、インテル、フェイスブックなど世界のIT業界をけん引している企業の成功は、世界標準となる製品、サービスを供給することに成功していることにある。翻って日本の企業は、半導体産業の低迷、ソニーや任天堂の苦戦に見られるように、近年では国際標準となるような製品の開発に成功していない。したがって、国際標準の獲得が希求されているが、成功した米国企業の例が如実に示すように、ある企業が国際標準を獲得できるかどうかにおいて、最も基本的な点はそれを獲得できるような優れた研究開発を行っているかどうかである。すなわち、世界各国の市場拡大に貢献することができるような優れた技術を開発できる能力が重要である。

標準が重要な産業では、ネットワーク外部性が機能する。すなわち、ある企業のインストール・ベース（製品を利用している顧客）の拡大が、その企業の競争力を高め、さらなる顧客の拡大をもたらす。このような場合、市場には複数均衡があり得、このため先行者優位性の発揮が重要である。つまり、候補となる技術が複数あった場合に（技術Aの方が技術Bより優れているとする）、仮に劣った技術Bが採用された場合も、一度市場で普及すると技術Aに標準を変えることは非常に困難になる。したがって、どの標準が実際に普及するかにおいては、標準の普及努力を早期に開始できるかどうか、ユーザーをどれだけ集めることができるか、また補完的な技術を如何に獲得できるか、後方互換性があるかどうかなどの要因が重要である。したがって、グローバルな市場を視野に入れた優れた研究開発の成果があってもそれは十分条件ではない。しかし、国際標準を獲得できるかどうかにおいてファンダメンタルな問題は、日本産業が国際競争力のある研究開発を行い、その成果として国際標準への良いシーズを持っているかどうかである。例えば、ソニーや任天堂は、ネットワーク外部性が重要な産業での競争の経験を豊富にっており、成功した経験を持っている。

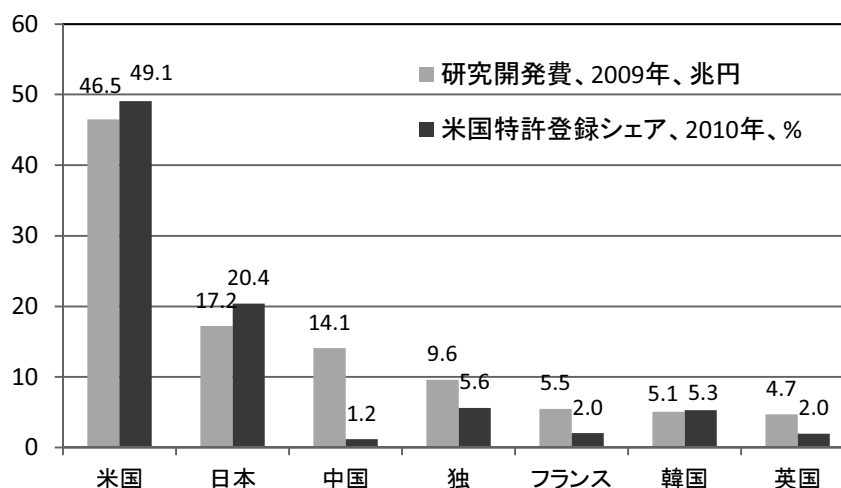
本稿では、日本産業の研究開発の競争力を検証し、国際標準を獲得できるような研究開発の在り方について検討する。

2. 日本の研究開発の競争力

日本の研究開発について最初に概観をし、問題点を整理したい。最初に日本の研究開発の規模を図1に示している。支出規模は購買力平価ベースで示されており、その額が大きい国を順番に並べている。また、この図には、これらの国について、米国特許登録における出願人国籍シェアを示している。研究開発の規模では日本は米国に次ぐ世界第二位であるが、注目すべき点として、中国の研究開発規模が日本に匹敵するような水準になっている。研究開発の支出規模からいうと、中国の研究開発の支出規模は、ドイツとかフランスよりもはるかに大きい。国際学術誌における論文数はこのような支出レベルと相関が高く、中国の学者が海外の国際学術誌に出している論文の数やその被引用回数は日本の学者とほぼ同じ状況になっている。

ただ、企業の技術力ではまだかなり差があり、この点は特許のデータがよく示している。中国のシェアは1.2%であり、韓国のシェア5.3%と比較しても著しく小さい（フランスや英国の水準の2%には近くなっている）。中国の研究開発支出の多くが政府支出に依存しており、中国の企業自体が研究開発をして世界で特許を取っているという状況ではない。

図1 研究開発支出における世界の上位7カ国（購買力平価、2009年）と米国における特許登録シェア（2010年）



注) データ出典：研究開発費は科学技術要覧（2011年、文部科学省）、特許は米国特許庁

企業の研究開発能力を直接評価する観点からの資料が表1である。これは世界の研究開発支出上位1000企業の各国分布を示している。上位1000企業の中で339社が米国企業、その次は199社が日本企業である。75社がドイツであり、50社がフランス、英国であり、

台湾が35社であるのに対して、中国は16社である。したがって、中国と先進諸国では研究開発型の企業の成長においては、まだかなり差がある。

表1 世界の研究開発支出上位1000企業の各国分布(2009年、企業数の多い上位20カ国)

順位	国名	企業数	各国企業のシェア (各国毎の企業計/1000社合計)			各国企業
			売上げシェア	研究開発投資 シェア	市場価値	売上高研究開 発比率平均
	Country	企業数	Net Sales、%	R&D Investment、%	MV、%	R&D/Sales
1	米国	339	25%	34%	37%	5%
2	日本	199	20%	22%	11%	4.0%
3	独	75	10%	11%	5.3%	3.8%
4	フランス	50	7.8%	6.1%	5.6%	2.8%
5	英国	50	9.2%	4.4%	11%	1.7%
6	台湾	35	1.8%	1.3%	1.5%	2.7%
7	スイス	30	2.3%	4.5%	4.1%	7.1%
8	韓国	23	3.5%	2.6%	2.2%	2.7%
9	スウェーデン	18	1.3%	1.5%	1.4%	4.1%
10	オランダ	17	1.7%	2.3%	1.0%	4.8%
11	中国	16	4.0%	1.3%	3.8%	1.2%
12	イタリア	15	2.8%	1.5%	1.8%	1.9%
13	デンマーク	14	0.4%	0.8%	0.6%	6.5%
14	インド	12	0.5%	0.3%	1.1%	2.4%
15	スペイン	12	1.7%	0.7%	1.8%	1.4%
16	ベルギー	10	0.6%	0.5%	0.9%	2.9%
17	カナダ	10	0.6%	0.6%	0.5%	3.5%
18	オーストラリア	8	0.5%	0.5%	1.5%	3.8%
19	フィンランド	8	0.6%	1.4%	0.4%	8.1%
20	アイルランド	7	0.4%	0.3%	0.5%	3.0%

データ出典：“The 2010 Industrial R&D Investment Scoreboard”, European Commission。 R&D Investmentのシェアは世界の研究開発費上位1000企業の研究開発費合計に占める割合

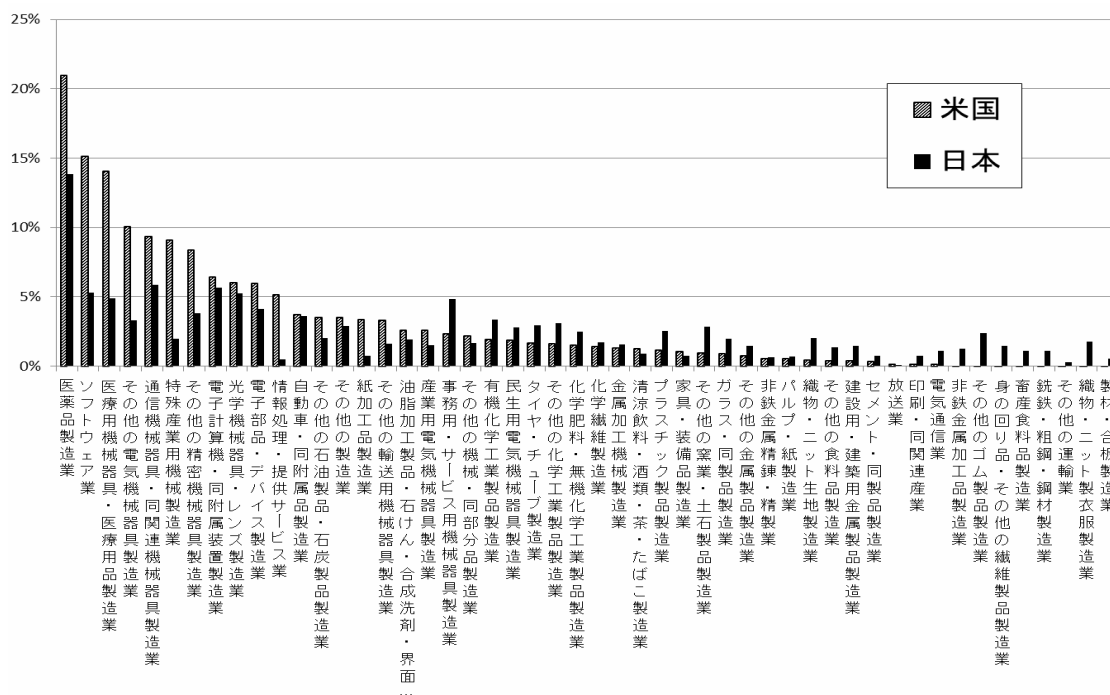
研究開発投資の多い日米企業を比較すると、研究開発集約度、つまり売上げに占める研究開発投資の割合が、米国企業の方がかなり高い(4%対5%)ことがわかる。売上げシェアでは、日本企業と米国企業がそれぞれ20%対25%であるのが、研究開発投資のシェアでは22%対34%であり、後者の方が日米の差が大きい。また、企業時価で比較すると、日米企業は11%対37%であり、差は更に拡大する。これらの差は、米国企業の方が質の高い研究開発を行っており、収益性も高いことを示唆する。以下でその理由をより詳しく述べよう。

日米企業とも大半の研究開発投資を企業が自ら負担しているので、ある企業の研究開発集約度が高いということは、売上げと比較して大きい研究開発投資を回収できるだけ、収益性(1円の販売が平均してもたらず利益)が高く、また企業の成長性が高いということ

である。このような企業の収益性や成長性は、その企業が作っている製品がどの程度革新的で、差別化能力があるかどうかで決まる。したがって、ある企業が高い水準の研究開発集約度を長期間維持できるということは、優れた研究開発ができる能力があるということである。既に指摘した日米企業の時価の差もこのような理解を支持している。なお、中国企業の売上高研究開発比率は1.2%と、米国企業の4分の1であり、かなり差がある。

図2は、日米の上場企業（連結ベース）のデータを利用して、産業別に研究開発集約度の日米比較をしたものである。医薬品やソフトウェアなど、日米ともに研究開発支出が高い産業では、米国企業の研究開発集約度が日本の企業と比べて倍以上に高い。日本の研究開発の特徴としては、あまり研究開発集約度が高くない産業分野で米国企業以上に水準が高い点にある。先端的な分野における日米企業のイノベーション能力の差があることを端的に示している。

図2 上場企業の研究開発集約度の日米比較（産業別、2006年）



出典) 金榮愨、長岡貞男、2012、「日米上場企業の連結ベースでの多角化データベースの構築と基本的な知見」、一橋大学イノベーション研究センター ワーキングペーパー2012-No.2

次の表2は、約30の技術分野で、日米それぞれの3極出願特許（日本と欧州特許庁に出願され、また米国で登録された特許）における技術分野別シェアを示すと共に、各技術分野におけるサイエンスの重要性の程度を示している。優先権主張年が2000年から2005年である¹。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。サイエンスの重要性は各分野の発明の着想における科学技術文献の重要性の高さによって3つのレベルでの評価をしている（H、M、L）。例えば有機化合物、医薬、医療機器、バイオテクノロジーなどの分野はサイエンスの重要性が高い分野であり、こういった分野の特許シェアが米国では日本よりも高くなっている。

全体としては、日米において研究開発能力には相当差があるのが現状だと言える。

表2 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、優先権主張年が2000年から2005年）

		日本	米国	日本	米国	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
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		

出典 長岡貞男、2011、「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」、『生産性とイノベーション・システム』（藤田 昌久・長岡 貞男 編著）、日本評論社

2. 日米の研究開発におけるサイエンスの吸収能力

日米の研究開発パフォーマンスの差の原因が何かということになる。本節では、日米企業がサイエンスの成果をどの程度活用して研究開発を行っているかについての比較分析を行う。日米では発明者の教育水準におけるかなりの差がある。次の表3は、経済産業研究

所で行った日米の発明者のサーベイによって比較したものであるが、米国の場合は、発明者のうち45%がドクターを持っているのに対して、日本は12~13%である。またその半分がいわゆる論文ドクターであり、企業に入ってから博士論文を完了して提出された方が約半分を占める。科学技術文献を活用した発明をする確率は、学歴によって大きく異なるので、このような学歴の差は日米企業のサイエンス吸収能力の差の重要な要因の1つだと考えられる。学歴差に加えて、もう1つの重要な日米の差は、100人以下の企業に発明者が属している場合が、米国では12%であるのに対して、日本では4.7%と小さいということである。

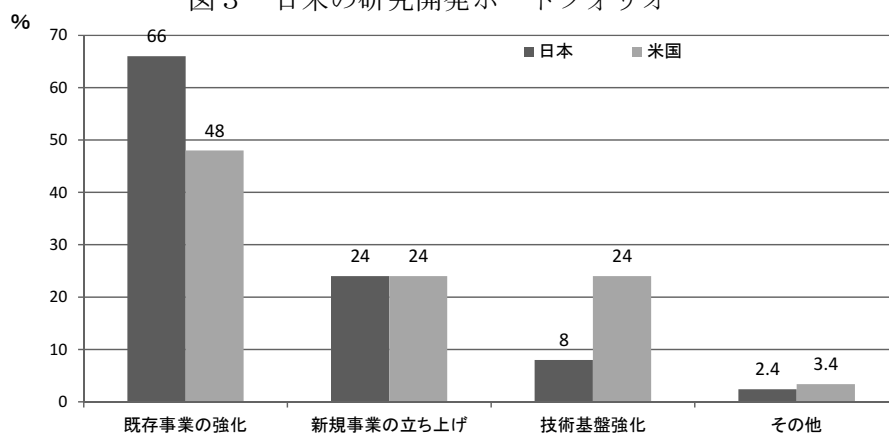
表3 日米の発明者のプロフィール（3極出願特許、技術分野の差を調整）

		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

出典 長岡貞男、2011、「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」、『生産性とイノベーション・システム』（藤田 昌久・長岡貞男 編著）、日本評論社

博士号を持っている発明者の割合が異なることは、研究開発のポートフォリオに影響があると考えられる。研究開発の目的を、企業が持っている既存事業の競争力強化のための研究開発か、それとも新しい事業を立ち上げるのか、それとも当面の事業とは関係ないけれども、新しいシーズを強化（企業の技術基盤の強化）していくのか、この3つで大きく分けた場合、図3に示すように、日米の大きな違いは日本の企業は米国と比べて既存事業の競争力強化の割合が非常に高く、それに対して米国は基盤技術強化の割合が高い。研究開発の各目的毎に、ドクターの人がどのぐらいの頻度で発明者であるか、また科学技術文献がどのぐらい重要かを調べると、図4に示すように、既存事業の競争力強化と比較して企業の技術基盤を強化する探索的な研究開発分野では、日米ともドクターの割合は高く、また科学技術文献の重要性も高い。

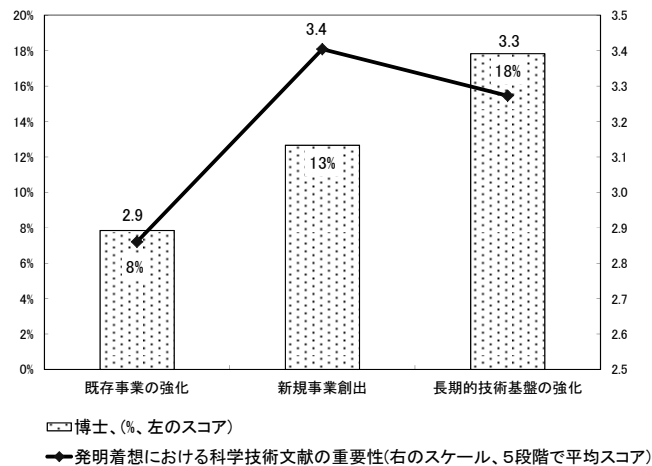
図3 日米の研究開発ポートフォリオ



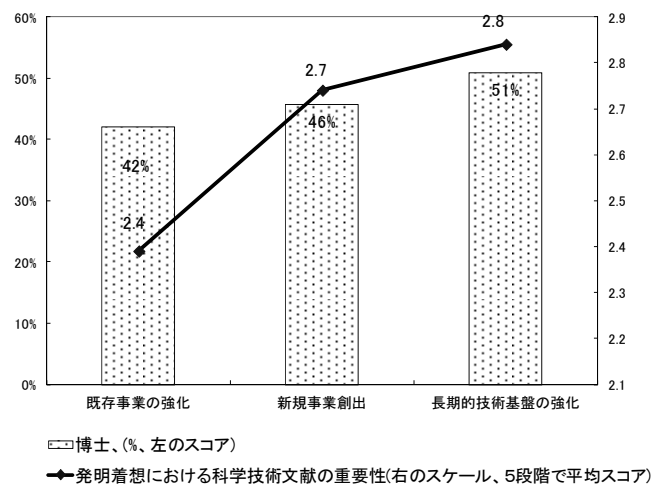
出典 長岡貞男、2011、「日米のイノベーション過程：日米発明者サーベイからの知見」、『生産性とイノベーション・システム』（藤田 昌久・長岡 貞男 編著）、日本評論社

図4 研究開発に利用される能力と知識源（研究開発目的別）

(1) 日本



(2) 米国



出典 長岡貞男、2011、「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」、『生産性とイノベーション・システム』（藤田 昌久・長岡 貞男 編著）、日本評論社

発明の着想源として、日本の発明者の場合は既存の特許文献が重要だという人が非常に多く、アメリカは逆に科学技術文献の方が重要と考えている場合が多い。科学技術文献の方がよりシーズに近い。特許文献を見て研究をするということは、すでに誰かが先行的に技術開発をしているということであり、研究開発としては、新規性とか、進歩性は限られている面があると考えられる。学歴別に研究開発の先行文献として何が重要かを調べてみると、日米とも高学歴な人ほど科学技術論文を先行文献としている場合が多く、学歴の差がこのような差の原因の1つとなっていると考えられる。

3. 研究開発の国際的な展開

研究開発投資からの企業収益は、研究開発投資の成果を活用できる市場の大きさと規定されるので、国内のみならず海外市場への供給も組み込んだ研究開発と事業戦略を追求する企業が世界的な競争優位に立つ。研究開発のシーズは科学的な研究から生まれることが多いが、それを育てることができるかどうか、またそのスピードは、シーズを活用できる市場の大きさに依存する。日本企業は、技術の新しい用途を見出し、技術を育てることを日本市場で巧みに行ってきた経験があるが、これをグローバルに展開することの重要性が高まっている。加えて、研究開発において国際的な研究資源を活用していくことも重要である。研究開発に必要な能力は多様であり、海外の研究開発の人材を活用することで、多様な能力や技能の組み合わせが可能となる。これは先端技術の分野ではそれが非常に重要であるとともに、海外市場での新しい用途を発見し、研究開発に取り込む過程でも、当該国の技術者の参加が非常に重要である。以下では、研究開発の国際的な展開を、国際共同発明と国際的事業展開に着目して、日米独等の比較分析をする。

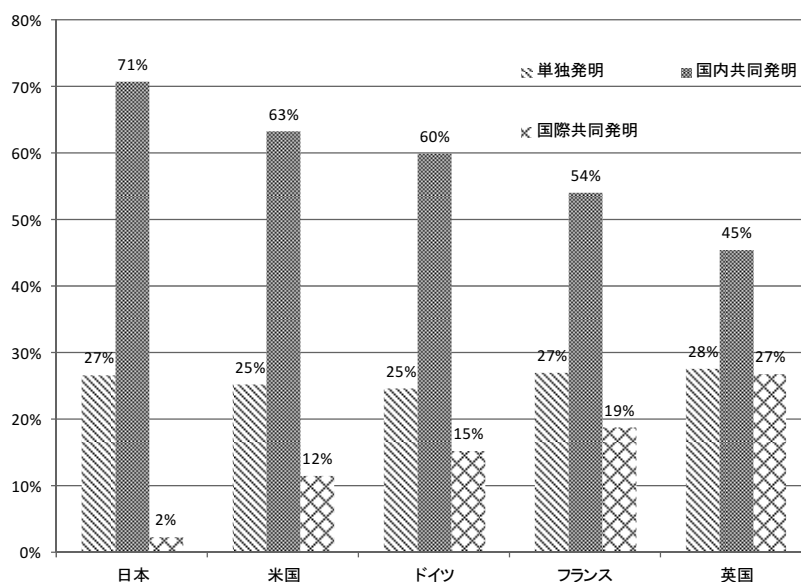
3. 1 国際共同発明

各国毎の国際的な共同発明の割合を見るために、2000-2005年の3極出願特許について上記の主要5カ国に関する発明者の構造を図5に示した。単独の発明者による発明、国内の共同発明、そして国際共同発明に分けている。発明者と出願人の情報は3極出願特許ファミリーの中で一番出願日の古い特許から獲得している。各国の発明者による単独発明はいずれの国でも4分の1程度を占めているのみであり、発明の約4分の3は複数の発明者による共同発明である。そして各国とも国内の発明者による共同発明が最も多いが、そのシェアは日本の71%が最も高く、英国の45%が最も低い。残りの共同発明が国際共同発明である。国際共同発明の割合は英国が27%、米、ドイツ、フランスで10~20%であるのに対して、日本では2%を占めるに過ぎない。日本企業による研究開発に投入される人的資

源が国内のみに偏っていることがわかる。

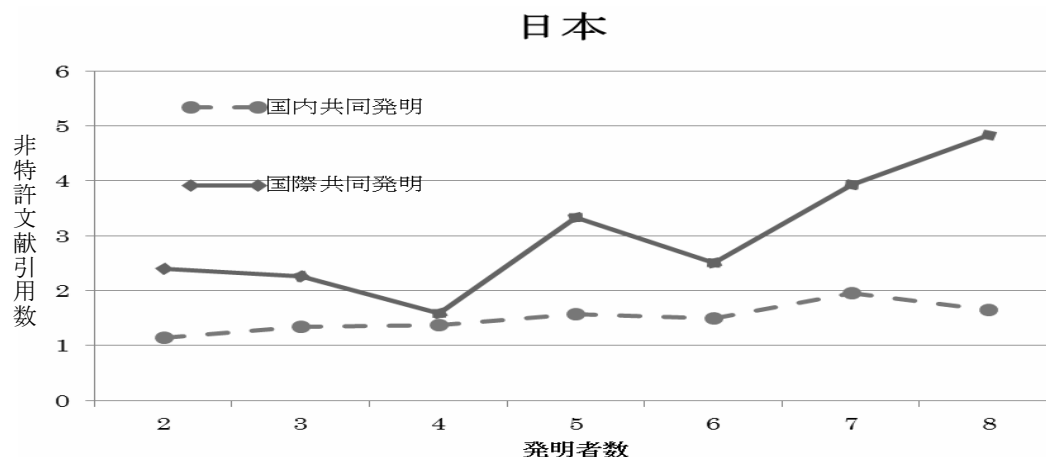
日本を除く4カ国において国際共同研究の比率は80年代から90年代にかけていずれの国でも2~3倍に増加しており、90年代から2000年以降にかけても米国、ドイツ、フランス、英国では4割ほど増加しているのに対して、日本ではほとんど増加がみられない(Nagaoka and Tsuakda (2011)を参照)²。米国はどうして日本と比べて、はるかに国際共同発明が多いかの原因であるが、1つは移民が非常に多いということである。米国の発明者の中で、米国で生まれている人は7割となっている。外国からシリコンバレー等に移った人たちが活躍しており、また彼らは国際的なネットワークを持っている。

図5 国際共同発明の割合 (2000-2005年)



次の図6では、国際共同研究が知識吸収にもたらす効果を見るために、発明者に外国人を含む場合とそうでない場合で、発明者の数をコントロールした上での特許当たりの非特許文献引用数の水準を示している。科学技術文献など非特許文献の引用数は、当該発明に利用した科学的な知識あるいは技術的な知識の量を示す指標として使うことが可能である。米国の発明者・米国企業の引用行動は他国の発明者・企業と比べて大きく異なる点を考慮して、サンプルから米国の特許を削除すると共に、米国との共同発明・共同出願のデータも削除した。発明者数が増加すると、予想されるように、非特許文献引用数は増加する。加えて、外国の発明者が存在する場合に、非特許文献引用数の水準は有意に高い。このように国際共同研究は、研究開発に利用される知識の幅を拡大することを示唆している。

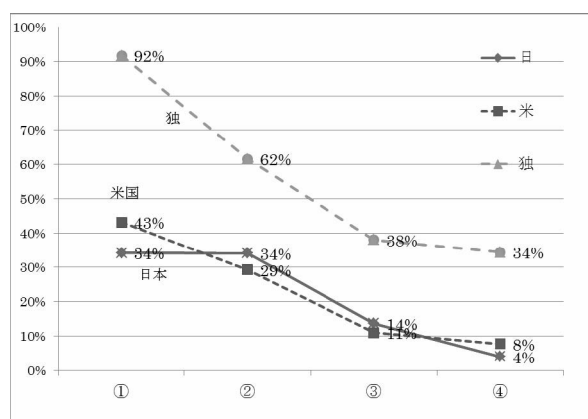
図6 特許当たりの非特許文献引用数（縦軸）と国際共同発明（日本）



3.2 国際的な事業展開

最後に日本企業には高度にグローバル志向である企業も存在するが、次に見るように平均的には米国企業や独企業と比較して国内販売の比率が高い。図7は、OECDのSTAN Databaseを利用して、日米独の製造業各部門の研究開発集約度と輸出比率の関係を分析している。OECDは研究開発集約度の水準によって、製造業を4つに分類している：①「ハイテクノロジー製造業」、②「ミディアムからハイテクノロジーの製造業」、③「ミディアムからローテクノロジーの製造業」、④「ローテクノロジーの製造業」である。図7は日米独製造業について、この4つの産業分類毎の輸出比率の水準を示している。データの利用可能性によって2007年か2008年のデータである。

図7 日米独製造業の研究開発集約度の水準毎の輸出比率（%、2007年か2008年）



注：①「ハイテクノロジー製造業」、②「ミディアムからハイテクノロジーの製造業」、③「ミディアムからローテクノロジーの製造業」、④「ローテクノロジーの製造業」

データ出典：OECD、STAN Database

これによると、日米独各国で研究開発集約度が最も高い製造業群で最も輸出比率が高く、研究開発集約度が低下すると輸出比率は大きく低下することが分かる。独の製造業の場合、①「ハイテクノロジー製造業」の輸出比率は90%強であるが、④「ローテクノロジーの製造業」では30%強に低下する。日米の製造業では、①「ハイテクノロジー製造業」の輸出比率は30%強から40%強であるが、④「ローテクノロジーの製造業」では10%未満である。このような関係は、研究開発集約度が高い産業では海外市場への展開がより重要であることを示している。研究開発の成果は知識であり、そのグローバル展開からの追加利益は大きく、グローバル展開への誘因が高いからである。なお、輸出比率が高い産業では直接投資による現地生産の比率も高い傾向があり、現地生産を入れても同様な傾向がある。

もう1つ注目すべき点は、国内市場の大きさからして、日本の製造業の輸出比率は低いということである。国内市場が大きい国の方が輸出比率は低くなるので、日本の製造業の輸出比率は、米国と独の中間の水準であることが理論的に予想される。しかし、日本の製造業の輸出比率は独より低いのみならず、米国の製造業とほぼ同じ水準であり、特にハイテクノロジー製造業では米国よりも低いのが現状である。このように国際展開の水準が低いことは、日本の技術の「国際標準化」を含めて、日本のハイテクノロジー産業の成長に大きな制約となる可能性がある。

4. 終わりに

日本発の技術が国際標準になるためには、当該技術自体が優れたものであり、また世界的な市場での応用可能性があることが必要である。逆に、こうしたファンダメンタルにおいて良い技術であれば、世界的な市場で普及していく可能性は高い。もちろん、国際的なデジュール標準機関等（ITU、ISO など）で日本の技術の提案力を高めることなども重要であるが、こうした機関の最近の標準化の動向は、民間標準で普及した標準を公的標準にする、あるいは複数の標準を公的な標準として認めてその後の選択は市場競争に委ねる方向となっており、世界市場で支持を得られる優れた技術の開発力が重要である。

日本産業の研究開発は世界的に見ると米国産業に次ぐ規模と水準(売上高研究開発比率)となっているが、日米の間でかなり大きな質的差が残っている。その1つの差はサイエンスの吸収能力である。企業のサイエンスの吸収能力をより高めることが重要である。現在オーバードクターが問題になっていることが示すように、博士課程進学者の数を増やす供給面の政策は明らかに問題に直面しているが、企業の基礎研究への支援等による企業のサイエンスの吸収能力の強化、産学連携の強化、技術スタートアップの強化などが重要な課題であろう。

また、市場、知識と人材を世界に求めることも重要である。研究開発投資からの企業収益は、研究開発投資の成果を活用できる市場の大きさと規定されるので、国内のみならず海外市場への供給も組み込んだ研究開発と事業戦略を追求する企業が世界的な競争優位に立つ。研究開発において国際的な研究資源を活用していくことも重要である。研究開発に必要な能力は多様であり、海外の研究開発の人材を活用することで、多様な能力や技能の組み合わせが可能となる。これは先端技術の分野ではそれが非常に重要であるとともに、海外市場での新しい用途を発見し、研究開発に取り込む過程でも、当該国の技術者の参加が非常に重要である。

こうした観点からの競争力のある研究開発を行うことが、国際標準を獲得していく上で非常に重要である。

－ 注 －

¹ 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。

² Nagaoka Sadao and Naotoshi Tsukada, 2011, “Assessing the effects of international research collaboration on invention process: Some evidence from triadic patent data”, forthcoming IIR working paper.