

研究技術開発体制の国際的再編成 ：IBM 社の米国特許分析を中心として

林 倬 史

目 次

1. 研究課題と分析方法
 - 1.1 研究課題
 - 1.2 分析方法
2. 米国特許取得企業の産業別内訳と主要企業の変遷
3. IBM 社の特許技術転換プロセスと研究開発の国際的ネットワーク化の特質
 - 3.1 IBM 社の特許技術転換プロセス
 - 3.2 研究開発の国際的ネットワーク化の特質
4. IBM 社の特許技術でみた技術開発の国際化
5. IBM 社の特許技術でみた技術開発体制の国際的再編成
 - 5.1 海外 IBM 社の技術開発上の位置
 - 5.2 海外 IBM 社の単独特許件数で見た技術開発能力の推移
6. まとめ

キーワード：研究開発（技術開発）能力の国際的分散化，IBM 社，科学技術論文，米国特許，国際的研究開発（技術開発）体制，クラウド・オープン，ソフトウェア

1. 研究課題と分析方法

1.1 研究課題

事業活動の国際的展開のみならず、デジタル技術をベースとする情報通信技術の発展と産業への応用は、従来の産業・事業の壁を取り崩し、そして国境の壁を超えた産業間・事業間の融合と新たな事業の創造を促進しうる技術的基盤

を創出してきた。こうして新たな産業・事業の台頭に対応しうる新規技術開発をめぐる国際的競争環境のもとでは、自社内の技術開発資源による、1社単独の「closed (閉鎖系)」(以下、クローズド)な技術開発システムだけではタイムリーに成果を出していくことには限界が生じて来ることになる。このことは、換言すれば、自社外の技術開発資源を国際的に活用していく、より「open (開放系)」(以下、オープン)で国際的なイノベーション・システムへの転換が不可避となってきたことを意味する (Chesbrough,H.: 2003, 徳田・立本・小川: 2011)。

そして本号 (林・中山: 2018b) で検証されているように、研究・技術開発能力の国際的 (地理的) 分散化がここ40-50年のタイムスパンにおいて進展してきた。このことは、逆説的に研究開発能力の国際的 (地理的) 分散化と技術基盤の変容に戦略的に適合してきた企業群や産業の所属する諸国への研究・技術開発能力の強化と集中化をも同時に進行させうることに留意する必要がある。

他方, Patel,P. (1997), Patel,P., and Pavitt,K. (1998) が1980-1990年にかけての分析から指摘していたように、依然として米国多国籍企業は研究開発を本国で集中的に行っているのだろうか。さらに、主要多国籍企業は研究開発の規模や範囲の経済性、国際的調整コストや知的財産権の保護の違い、そして本国特有のイノベーション・システム等々の諸要因によって本国を中心とした研究開発へのバイアスが維持されるのだろうか (Belederbos,R., Ieten,B, and Suzuki,S. (2013)。

ここでの最大の研究上の関心の一つは、こうした疑問点に留意しながら、マクロ的研究技術開発力の国際的分散化の推移を踏まえうえて、ミクロ的レベル (個別企業レベル) での研究技術開発の国際化と集中化との進行を検証することにある。

本論文では、こうした研究技術開発能力の国際的分散化、および技術基盤の変容の流れの中で、1993年以降、米国特許取得件数において25年以上にわたってトップの位置を占めてきた代表的技術集約型多国籍企業のひとつである米国IBM社の事例から、同社の研究開発体制の国際化とその再編過程の実態分析

から上記の研究課題を検討していく。同社の国際的研究開発体制と特許との関連に関しては、すでに林 (1989, 1992, 1996, 2002), Hayashi (2004, 2006) 等において検討してきた。今回は、2000年代以降の新たな推移を吟味することによって、上記の研究課題を検討する。

1.2 分析方法

技術開発力の動向を国際的に比較する場合には、開発した新規技術の排他的使用権を制度的に保障する特許件数の動向を分析する手法がよく用いられる。特に、主要な技術開発力を有する多国籍企業本社所在地と大規模市場を有する米国における特許発明者国籍を吟味する手法が有効と言える。そこで、本論文では、IBM社が米国特許庁に出願・受理された後に公開された米国特許数のうち、米国IBMと海外IBM各社の特許発明件数比率とそれら発明者国籍別特許数を吟味していく。本論文で用いる米国特許のデータは米国特許庁(USPTO)の公開データ、およびIBM社の米国特許データはUSPATFULL(STN)¹⁾からの検索に依拠している。さらに、補足的データとして用いている、同社所属研究者(技術者)が著者として記載されている2015年発行の科学技術論文に関しては、INSPEC²⁾および補完的にJDERAM JSTPlusの検索に依拠している。

2. 米国特許取得企業の産業別内訳と主要企業の変遷

まずはじめに、1990年代以前の米国特許取得主要企業と、2000年代以降の同主要企業とがどのような企業で構成されているのかを確認してみよう。1970年、1980年、1990年にそれぞれ上位5位以内を構成してきたいわゆる常連の主要企業は、GE(米:1970年1位,1980年1位,1990年5位)、日立(日:1990年1位)、AT&T(米:1970年2位,1980年5位)、BAYER(ドイツ:1980年2位)、東芝(日:1990年2位)、IBM(米:1970年3位)、E.I.デュボン(米:1970年4位)、三菱電機(日:1990年4位)、ウェスティングハウス(米:1970年5位)、

RCA (米:1980年4位), キヤノン (日:1990年3位), 米国政府 [海軍] (米:1980年3位) であった。これら企業の当時の主要事業は, 重電機器, 電話交換機, 化学・医薬, 大型 (汎用) コンピュータ, 家電, 複写機等, 軍事等の製造業部門を中核として構成されており, 特許申請技術も医薬・化学 (米国特許分類:514), 液晶・磁性材その他金属素材 (同分類:428), 測定・検査 (同分類:73), 内燃機関 (同分類:123), 放射線化学 (同分類:430), 等の分野で占められていた。

それに対して, 2000年, 2010年, 2015年に米国特許取得上位5位をそれぞれ占めている企業群は, IBM (2000年, 2010年, 2015年:1位), 三星電子 (4位, 2位, 2位), キヤノン (3位, 4位, 2位), Qualcomm (2015年4位), マイクロソフト (2010年3位), google (2015年4位), パナソニック (2010年5位), NEC (2000年2位), Lucent Technologies³⁾(2000年5位) の9社であり, 主用特許技術分野も, 半導体素子 (同分類:257), 多重通信システム・情報通信 (同分類:370, 455), コンピュータグラフィック・ディスプレイ・システム (同分類:345), 医薬生化学 (同分類:514) で構成されている。

さらに留意する必要がある点は, IBM, Google, MICROSOFT を始めとする上位企業による特許申請技術分野は, 米国特許技術分類の [700] から [726] に至るデジタル・データ・プロセッシングおよびプロセッシング・システム等のソフトウェア分野となっている。これら分野の中には, AI (人工知能:706) 関連分野も含まれる。この AI 分野における2015年の米国特許認可件数でみると, 企業別順位上位3社は IBM (109件), Google (53件), および MICROSOFT (36件) となっている⁴⁾。

そこでこうしたソフトウェア関連技術分野によって構成されている特許分野 [700] ~ [726] の特許数が全特許数に占める割合がどのように推移してきたのかをみてみよう。図1は, 1995年の同分野特許数から2015年までの推移を5年ごとに示したものである。

同図に示されているように, 1995年以前には10%以下であった同比率は, 情報通信技術とコンピュータ技術の進歩とともに高まり, 2015年現在, 20%台

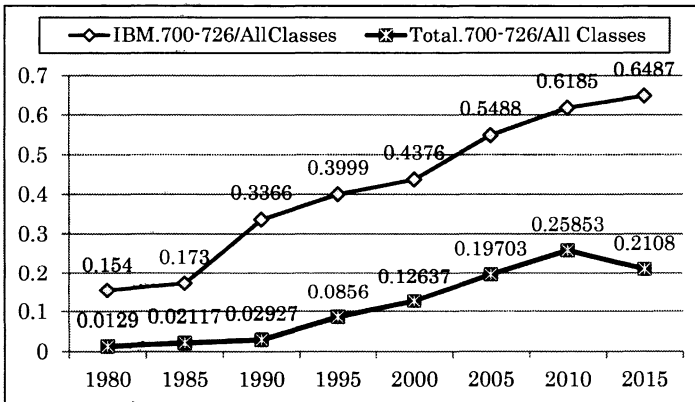


図1 米国におけるソフトウェア技術による特許数のシェア
(米国全特許に占める比率・IBM社の特許件数に占める比率)

出所：USTPO データベースより作成

注(1)：米国特許分類項目「700」～「726」がソフトウェア技術分野の特許。2014年の米国特許合計数は300,677件のうち、「700-726」分野に該当する特許数は81,317件となっている。2015年は暫定数値で0.2108(約21%)となっている

注(2)：特許分類364 (Electrical Computers & Data Processing Systems), 371 (Error Detection & Fault Detection/Recovery), 395 (Information Processing System Organization) は2000年以降、700番台に移行。

の水準に至っている。

こうした上位企業とそれら企業の事業構造の変遷を、競争優位の源泉としての米国特許技術の側面から吟味してみると、明らかに、素材や加工技術等の機械工学系を中心とするハードウェア技術を軸とする技術分野から、次第に、情報通信、半導体と回路設計、およびデータ・プロセッシングやプロセッシング・システムをはじめとするソフトウェア技術を軸とする技術分野への技術構造の変化が見いだされる⁵⁾。こうした技術的構造変化と前号で検討してきた研究・技術開発力の国際的分散化の流れの中で、1993年以降一貫して米国特許件数において最上位の位置を占め続けてきた米国IBM社の戦略技術の変容プロセスを同社の研究開発体制から確認してみよう。

3. IBM 社の特許技術転換プロセスと研究開発の国際的ネットワーク化の特質

3.1 IBM 社の特許技術転換プロセス

米国産業全体の [700-726] を中心としたソフトウェア特許技術が全体の約 15% に達した時点が 2003 年であった。それに対して、IBM 社の特許技術からみた同社の同比率は、図 2 に示されているように、すでにその 20 年以上前の 1980 年であったことになる。同時に、半導体製造技術 (437/438 : Semiconductor Device Manufacturing Process) は、依然同社の特許件数において、707, 709, 711 に次いで 4 番目の項目別順位に位置しており、2015 年の同項目企業別順位では、TSMC (台湾 : 412 件) についで 2 番目に多い⁶⁾。

したがってソフトウェア技術への全面的戦略転換ではなく、半導体の微細加工技術を中心としたハードウェア技術の研究技術開発にも依然力点が置かれていることを意味する。つぎに、同社がそうした戦略的技術転換プロセスにおいて新規技術の発明をどのような研究開発体制によって可能としてきたのかを吟味してみる。

3.2 IBM 社の研究開発の国際的ネットワーク化とその特質

まずはじめに、同社が新規技術の開発プロセスの上流に位置する探索型の基礎研究の分野の研究開発をどのような体制で戦略的に遂行してきたのかを検討していく。ここでは、同社の研究開発分野における戦略的対応を、公刊された研究論文の著者所属機関国籍を吟味することによって検討してみる⁷⁾。ここでは特に、公刊された研究論文に代表される探索型の基礎研究の分野が、同社の研究開発拠点のみならず内外の大学その他研究機関とどのような共同研究開発体制の下で行われているのかを吟味していく。

IBM 社所属の研究者が著者として記載されている 2015 年公刊の科学技術論文⁸⁾ (米英オランダ発行に限定) から研究開発体制をみると、同年に公刊された同社所属研究者が著者として記載されている所属機関数は重複も含めて合計

415件である。そのうち、IBM 所属研究者の所属機関国籍は、米国を中心に合計25か国に及ぶ⁹⁾。そしてこれら IBM 所属の研究者との共同研究に参加した同社以外の他機関(大学、研究所、他企業)研究者(著者)の所属機関国籍数は米国を含めて50か国に及んでいる。そして、共著者の所属機関数を含む重複研究機関数は総計1,502件であった。したがって、IBM 所属の研究者・技術者が著者となっている所属研究機関(415件)で割ると、1件当たり、7.62の共同研究機関数が存在することになる。そのうち、米国 IBM 社の研究者(著者)所属機関数は233件であるが、これら米国 IBM 所属研究者の所属機関は、同社のワトソン研究所、アルマデン研究所等を中心に、さらに同社以外の米国の40以上の主要大学¹⁰⁾をはじめとする研究機関¹¹⁾のみならず、海外 IBM 研究機関、および海外研究機関との共同研究のネットワークのもとで研究開発活動を行っている。

海外 IBM 社所属研究者の論文が最も多く見出された研究機関数(重複カウント)は、スイス IBM の40件であるが¹²⁾、これらは、ETH Zurich(チューリッヒ工科大学)およびEPFL(スイス連邦工科大学ローザンヌ校)をはじめとするスイス国内の研究機関のみならず、ドイツ、イギリス、米国との研究機関との国際的な共同研究を主流としている。続いて、インド IBM 名による論文発表機関件数が25件となっており、同国のIIT(インド工科大学)、およびIISc(インド理科大学院)のみならず米国 IBM およびドイツ、イギリスをはじめとする海外研究機関との共同研究が多くを占める。こうした海外 IBM 社所属の研究者による研究論文のなかでも興味深い点は、中国 IBM 社所属研究者の論文発表機関数(17件:香港の1件を含む)が海外 IBM 社研究機関数としては、国籍別にスイス、インド、アイルランドに次いで4番目の順¹³⁾であるが、同社との共同研究に参加している中国の大学機関数は、精華大学、北京大学をはじめとする30以上の大学に及び、海外の大学数としては最も多い点である¹⁴⁾。以上見てきたように、IBM 社の科学技術研究は、研究開発能力の地理的分散化とともに、内外の研究開発能力を有する研究機関との国際的な共同ネットワークのもとで強化されてきたといえる¹⁵⁾。

これら公刊論文は著作権さえ尊重すればあくまで引用は自由であり、その意

味で「オープン」な性格を有する。しかしながら、こうした同社と内外の研究機関との共同研究の財源は大なり小なり同社からの研究資金提供に依存しており、したがってどのような形で成果を公表するかは同社の意向に大きく左右されることになる。言い換えれば、内外の研究機関との共同研究も「オープン」な性質と同時に、研究成果に関しては「クローズド」な性格を有していることになる。

4. IBM 社の特許技術でみた技術開発の国際化

つぎに、探索型の基盤研究よりも事業化に近いプロセスで要求されてくる技術開発能力を特許技術の視点から検討してみよう。表4は、同社が1980年から2015年にかけて米国特許庁に申請、受理された特許数を発明者所属機関国籍(以下、発明者国籍)によって分類し、公開年ごとにその比率を示したものである。

1980年には同社の米国特許数のうち、米国発明者国籍のみによる特許件数¹⁶⁾が全体の89.5%、そして海外(米国以外)国籍発明者が参加していた特許数が残りの10.5%であった。この海外国籍発明者が関係していた10.5%の特許数のうち、海外単独機関発明¹⁷⁾による特許数が全体の10.3%、そして残りの0.5%が米国発明者と海外発明者との共同発明特許であった。同社の米国特許件数のうち、米国IBM社単独発明を中心とする米国籍単独発明件数の比率は、以降、着実に低下し、2015年には64.1%水準にまで至っている。

逆に、海外IBM所属研究者の発明による特許数比率は、1980年の10.5%から2015年の35.9%にまで高まってきている。その際特に留意すべき点は、同表最下欄(7)に示されている同社の米国特許申請書に記載されていた米国を含む発明者国籍数が、1980年の7か国から次第に増加し、2015年には57か国にまで増大している点である。このことは、前節でみてきた、IBM所属研究者・技術者が著者となっている論文に共著者として参加している著者所属機関国籍数(50か国)にも近似していることになる。さらに、本号(林・中山:2018a)

表1 IBM 社の特許取得（公開件数）と研究開発の国際化（発明者所属機関国籍比率）

		1980年	1990年	2000年	2005年	2010年	2015年
1 =(2+3)	米国特許件数	399 (100.0)	649 (100.0)	2958 (100.0)	6852 (100.0)	7704 (100.0)	10411 (100.0)
2	米国単独 :(2)/(1)	357 89.5%	545 84.0%	2492 84.3%	5534 80.8%	5550 72.0%	6671 64.1%
3 =(4+5+6)	海外との共同 :(3)/(1)	10.5%	16.0%	15.7%	19.2%	28.0%	35.9%
4	(海外単独) :(4)/(1)	10.3%	12.5%	9.5%	12.0%	17.2%	19.0%
5	(米国と海外との共同) :(5)/(1)	0.5%	2.6%	5.2%	7.0%	10.9%	16.3%
6	(海外と海外との共同) :(6)/(1)	0%	0.9%	0.9%	1.6%	1.7%	3.9%
7	海外 IBM 単独発明国籍数	5	8	12	18	24	26
8	特許発明参加国籍数 (米国を含む)	7	11	25	32	38	57

出所：USPATFULL 検索より作成

注：「4：海外単独発明」，「5：米国籍・海外国籍共同発明」，および「6：海外国籍＋海外国籍」の合計は39.2%となり，「(米国籍と) 海外との共同：3」の35.9%よりも多くなるが，これは国籍が3つ以上の共同発明が重複カウントされていることによる。たとえば，米国籍1名・ドイツ籍1名・イスラエル籍1名の3名による共同発明特許1件があった場合，「米国＋ドイツ」1件，「米国＋イスラエル」1件，「ドイツ＋イスラエル」1件とカウントされている。したがって，この場合には，「米国と海外との共同発明：(5)」が2件，「海外と海外との共同発明：(6)」が1件にカウントされることになる。こうした重複カウント特許件数は約340件前後になると思われる。

表2に示されているように，2015年の米国特許数で20件以上の認可数を示している発明者所属機関国籍数は57か国であったが，米国 IBM による同年の米国特許発明者所属機関国籍数（表1 [8]）も同様に57か国となっている。こうした同社の国際的研究開発活動の推移をアウトプットの側面から見ると，研究（技術）開発能力の国際的（地理的）分散化傾向の高まりとほぼ一致している。換言すれば，IBM 社は，研究開発・技術開発能力の国際的分散化に，企業内

国際技術開発体制を中心に内外他機関との共同研究開発体制を強化することによって優れた頭脳を取り込み、同社の技術開発能力を高めてきたことになる。

5. IBM 社の特許技術でみた技術開発体制の国際的再編成

前項では、技術開発能力の国際的（地理的）分散化に伴って、IBM 社が探索型の研究開発のみならず、特許技術の開発（発明）体制の国際化も進展させてきたことを検討してきた。そこでつぎに、同社が海外のどこの研究開発拠点を強化してきたのかについて吟味してみよう。

5.1 海外 IBM 社の技術開発上の位置

表 1 に示されていたように、米国特許件数に占める海外 IBM 社が発明に関与した比率（IBM USA 本社と海外 IBM 社との共同発明、および海外 IBM 単独発明による米国特許公開特許件数の合計比率）は、1980年の10.5%から2015年の35.9%へと高まってきた。それでは、2015年の海外 IBM 社が発明に関与した米国特許件数を国籍別に確認してみる。表 2 は、表 1 の 3（4+5+6）の2015年数値を海外 IBM 社別の特許件数で順位付けしたものである。

2015年現在の米国特許件数でみた、海外 IBM 社の技術開発上の貢献はインド IBM が850件で最も大きく、次いでイスラエル IBM 社、そしてドイツ IBM 社が上位 3 社を占めている。

つぎに上記の海外 IBM 社による1980年以降、2015年に至る米国特許件数比率の推移をみてみよう（図 2 参照）。同図に示されているように、当初はイギリス、フランス、ドイツ各海外 IBM が中心的役割を果たしていたのに対して、1990年代以降2000年なかばごろまで、日本 IBM が突出した位置を占め、そして2000年代の半ば以降、特に2015年にはインド IBM（22.7%）が日本 IBM に替わってもっとも重要な位置を占めるに至っている。

さらに、イスラエル IBM（13.0%）と中国 IBM（8.4%）が急速に海外 IBM のなかで、研究技術開発上の役割を向上させてきている。またドイツとカナダ

表2 海外 IBM 社米国特許公開件数別順位 (2015年：単位件数・%)

	海外 IBM	N	%
1	IBM India	850	20.72
2	IBM Israel	485	11.82
3	IBM Germany	401	9.78
4	IBM Canada	353	8.61
5	IBM China	313	7.63
6	IBM Japan	303	7.39
7	IBM UK	256	6.24
8	IBM Switzerland	244	5.95
9	IBM Ireland	170	4.14
10	IBM Australia	157	3.83
11	IBM France	135	3.29
12	IBM Italy	85	2.07
13	IBM Brazil	57	1.39
14	IBM Taiwan	46	1.12
15	IBM Singapore	33	0.80
16	IBM Egypt	25	0.61
17	others	124	3.02
18	Total (57国籍)	4102	100.0

出所：USPATFULL 検索より作成

注：海外 IBM 社の各米国特許件数には、海外単独発明特許件数、米国 IBM との共同発明特許件数、および海外 IBM どうしの共同発明特許件数の合計件数を示している（表1の3[4+5+6]）。20件以下10件以上は、ポーランド14件、メキシコ、デンマーク、ハンガリーが各13件、韓国が12件、オランダとスワージーランドが各10件となっている。他国籍間の共同発明の場合は、それぞれの国籍にカウントされているため、合計件数は重複件数で示されている。

が海外 IBM の中でも重要な共同研究開発パートナーとしての位置を占め続けている。他方、日本 IBM は2000年半ば以降急速に国際的な共同開発の拠点としての役割を後退させてきており、2015年には第6位となっている。以上の諸点から、IBM 社の国際的研究開発体制における海外 IBM 社それぞれの戦略的ポジションは固定的ではなく、むしろ大きく変容を示しながら移動している。

その際、重要な点は、こうした IBM 社による米国特許発明に単独・共同を問わず発明者として参加した海外 IBM 社所属発明者国籍数が、1980年の7か

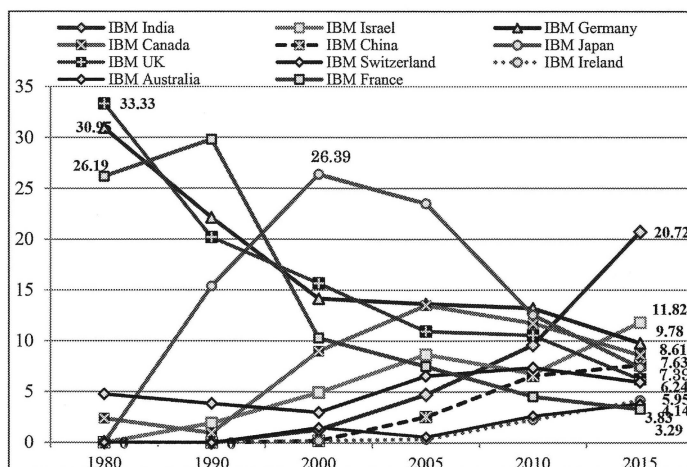


図2 海外IBM社による米国特許件数比率 1

出所：USPATFULL 検索より作成

注：(1) 図2の海外IBM社米国特許件数比率には、単独および共同発明を含む。表1の3 [4+5+6] に占める主な海外IBMがそれぞれ占める比率。

(2) 各比率の分母は、表1の脚注に注記されている重複カウントを含まない数値であるために、1-2%前後高く表示されている。

国から2015年の53か国に増加してきた点にある。換言すれば、IBM社の国際的研究開発体制は、単にそれぞれのポジション上の位置が変わっただけではなく、量的にも強化されてきたことを意味する。

5.2 海外IBM社の単独特許件数で見た技術開発能力の推移

さらに、海外IBM社の技術開発能力を吟味するために、海外IBM社所属の研究者・技術者だけによって発明された単独特許件数を検討してみる。海外IBM社単独特許件数による米国特許件数がIBM社米国特許件数全体に占める割合は、1980年の10.3%から上昇傾向を辿り、2015年には19.0%にまで至っている(表4の[4]参照)。そしてこれら海外IBM社単独特許件数の国籍数は、1980年の5か国から2015年の26か国に及んでいる(表1の[7]参照)。こうした海外IBM社単独特許件数発明者国籍別内訳は、1980年にはイギリスIBM社(14

表3 海外 IBM 社単独発明による米国特許件数別順位
(2015年公開特許件数10件以上) (単位: 件数・%)

	海外 IBM	N	%
1	IBM India	371	18.73
2	IBM Israel	311	15.70
3	IBM Japan	227	11.46
4	IBM Germany	186	9.39
5	IBM Canada	163	8.23
6	IBM China	155	7.82
7	IBM UK	142	7.17
8	IBM Switzerland	104	5.25
9	IBM Australia	75	3.79
10	IBM Italy	61	3.08
11	IBM France	51	2.57
12	IBM Ireland	35	1.77
13	IBM Brazil	29	1.46
14	IBM Taiwan	26	1.31
15	IBM Egypt	12	0.61
16	others	33	1.67
17	Total (26国籍)	1981	100.0

出所: USPATFULL 検索より作成

注: 以下, IBM ポーランドが9件, IBM シンガポール7件, IBM フィンランド3件, IBM スウェーデンと IBM メキシコがそれぞれ2件, 以下, 1件はアルゼンチン, オーストリー, デンマーク, 韓国, オランダ, UAEとなっている。

件), ドイツ IBM 社 (13件), フランス IBM 社 (11件), スイス IBM 社 (2件), スウェーデン IBM 社 (1件)であった。それに対して, 2015年の同単独発明国籍特許件数別順位 (10件以上) は表3の通りである。

2015年現在の, 海外 IBM 単独発明による米国特許件数の国籍別順位をみると, インド IBM 社, イスラエル IBM 社が1位と2位である点は, 表2と同様であるが, 日本 IBM がドイツ IBM に替わって第3位となっている。この観点からは, 日本 IBM は IBM 社全体の技術開発戦略において独自の役割を担っているとみえる。

つぎに海外 IBM 社単独による米国特許件数に占める各海外 IBM の同特許件数比率の推移をみると, 図3に示されているように, 1980年以降1990年ごろま

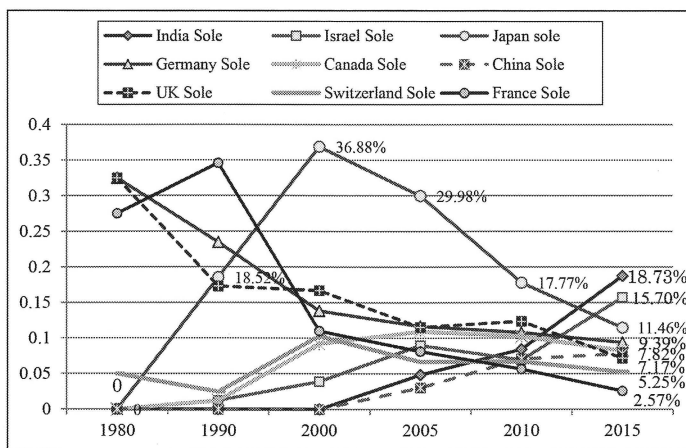


図3 海外 IBM 社による米国特許件数比率 2

出所：USPATFULL 検索より作成

注：図3の海外 IBM 社米国特許件数比率は、海外 IBM 単独発明合計件数に占める各海外 IBM 単独発明件数のみの比率。

ではフランス、イギリス、ドイツ各 IBM が単独発明件数においても突出した位置を占めていたのに対して、日本 IBM が海外 IBM の中でも単独発明件数を急速に増加させ、2010年頃までは最も重要な位置を占め続けてきた。

日本 IBM の単独発明の比率も、2000年以降低下傾向を辿ってきているが、単独発明に関しては2015年現在11.6%で三番目の位置を占めている。海外 IBM 単独発明に関しても、2010年以降は、インド、イスラエルがそれぞれ18.7%と15.7%で1位と2位を占め、研究技術開発拠点としての基軸的役割を独自に担っていると言える。

ドイツ、カナダ、イギリスも海外 IBM の研究技術開発面での重要な役割を依然維持している¹⁸⁾。他方、中国 IBM も傾向的は研究開発上の役割を高めてきてはいるが、単独発明に関しては全体の6位にとどまっております、IBM 本社のグローバルな技術開発戦略における位置づけはインドに比してより低くなっている。

以上の海外 IBM 社単独発明による米国特許の推移からは、表2・図2同様、

表4 米国特許分類 [700-726] の海外発明米国特許件数 (認可ベース) 推移

	1995	2000	2005	2010	2012	2015
JPN	222	423	521	1190	1492	1102
INDIA	0	1	34	220	345	697
GERMANY	14	43	77	445	425	518
ISRAEL	11	34	68	165	365	497
CHINA	0	0	10	146	255	479
CANADA	6	56	79	384	446	478
KOREA	2	26	61	234	318	417
UK	23	60	102	223	336	362

出所：USTPO データベースより作成

海外 IBM 社それぞれの戦略的ポジションの移動を伴いながら、単独発明海外 IBM 社数も1980年の5か国から2015年の26か国へと増加してきたことを確認しうる。

さらに、表4は、米国特許分類 [700-726] のデータ・プロセッシングやプロセッシング・システムをはじめとするソフトウェア技術を中心とする技術分野における、海外国籍別発明米国特許件数の推移を示している。

同表に示されているように、インド、イスラエル発明の特許件数が急増している背景には、表2、表3に示されていた IBM 社のインドおよびイスラエルの研究開発拠点による発明特許件数が重要な役割を果たしていることが想定されうる¹⁹⁾。

以上、IBM 社が米国特許取得数において1993年以降2017年現在に至るまでの25年間にわたって、企業別ランキングでトップの位置を占めてきた背景には、同社の国際的な研究開発体制の編成プロセスにも重要な要因があることを同社の特許技術発明者国籍の視点から見てきた。そこでは特に、同社の技術開発体制が技術体系の変容との関連において国際的に再編成されながら強化されてきたことを検討してきた。

それでは、こうした研究開発の国際的体制を、特許技術の発明の視点から吟味した場合には、どの程度「クローズド」でどの程度「オープン」になされて

いるのだろうか。「研究課題」の箇所ですべてのように、現在の国際的な市場と競争環境の下では、1社単独による「クローズド」な技術開発体制のもとでは戦略的対応はもはや困難な状況となってきている。

本論文の図表で示した、同社の国際的な研究開発体制は、たしかに米国の研究開発拠点を中心軸としながらも、海外の同社研究開発拠点のみならず、海外の大学を中心とする現地研究機関とのネットワークも巧みに活用した「オープン」な研究開発体制へと転換して来たようにも見える。しかしながら、同社の米国特許出願人名義は「IBM」単独によるものが大部分であり、他機関との共同出願は極めて例外的にしか見いだされない²⁰⁾。したがって、同社の米国特許で見る限り、その特許技術の開発（発明）は、他機関との「オープン」な国際的な共同研究のネットワークによって生み出されたものであったとしても、その成果は知的財産権の側面から見ると、あくまで同社名義で保有されており、開発技術の使用の仕方に関しては「クローズド」な性格を有していることになる。

6. まとめ

企業が事業環境の国際化にともなって、新製品・新事業の創出の基盤にある技術開発力を国際的に高めていくためには、本国拠点の技術開発力の強化と同時に、研究・技術開発資源のグローバルな活用化を図らざるをえない。両者の関係は矛盾しあうと同時に相互依存的関係でもある。もし、海外の研究開発資源に過度に依存する傾向が高まれば、本国の研究・技術開発力が空洞化してくる危険性を有してくる。逆に、海外の研究・技術開発資源を有効に活用してその成果を本国拠点にフィードバックするシステムが構築できれば、本国の研究・技術開発力はさらに強化されることになる。このことは言い換えれば、研究開発能力の国際的（地理的）分散化と一部企業・産業・国への特許化された発明技術の排他的使用権の集中化が同時並行的に進行していく可能性を意味する。そして事実、こうした両者の関係性は、米国IBM社の科学技術論文と米国特許の分析においても見出されたように、両者は相互に補完しあいながら進

展してきたともいえる。

以下、上記の視点を本章で検証してきた IBM 社のケース分析結果からまとめてみよう。表1に示されていたように、同社の米国籍発明者だけの米国特許取得数比率は着実に低下傾向をたどってきており、逆に海外国籍研究者・技術者が関係した特許の比率は着実に増加傾向を辿ってきた。それではこうした傾向は同社の米国本国拠点における研究・技術開発能力の低下や停滞を意味しているのだろうか。その際留意すべき点は、同社の米国特許取得数のうち、海外単独および海外との共同発明が増加傾向を示してきたのみならず、米国単独発明特許数も、絶対数として増加傾向を示してきた点にある。このことは、同社が、科学技術論文での事例で見えてきたように、海外 IBM と現地の研究機関との共同研究のネットワークを取り込んだグローバルな研究開発ネットワークを構築しながら、研究開発・技術開発能力の国際的分散化傾向（林・中山：2018a）を企業内国際研究開発体制に組み込むことによって研究・技術開発能力を強化してきたことを意味する。同時にこうした多国籍企業による R&D 体制の国際化は、海外 IBM 拠点の発明者国籍数の増大にみられるように、他方で研究技術開発能力の国際的分散化を促進する要因にもなってきたと言える。こうした米国特許発明件数において25年間にわたって最上位の位置を占め続けてきた IBM 社の研究開発体制の分析からは、Patel,P. (1997), Patel,P., and Pavitt,K. (1998) が、米系技術集約的大企業、特に代表的技術集約型多国籍企業としての IBM 社に関しては基本的に研究開発活動の大部分を本国で集中的に行っているとの指摘は妥当しないことになる。

むしろ本論文では、こうしたマクロ的研究技術開発力の国際的分散化と、ミクロ的（個別企業レベル）研究技術開発力の強化・集中化が同時並行的に進行してきたことを米国 IBM 社の事例からみてきた。

また、特許技術は、開発技術の排他的使用権を制度的に保証し、それによって事業を他社に先行して優位に展開しうる競争優位の源泉としての要素を有している。したがって、特許を本社名義で取得することは、本社が当該特許技術をいつどのように戦略的に活用するのかを主導的に意思決定しうる制度的権利を

確保することになる。換言すれば、研究・技術開発の上流段階にある長期に及ぶ探索的研究に関しては、国内外の研究機関と「オープン」な研究開発システムのもとで内外の優秀な頭脳を活用し、他方、特許技術の開発成果（発明）に関しては、基本的には「クローズド」な体制で臨んでいることになる²¹⁾。

21世紀型の新たな事業は、多様な産業分野が競合すると同時に融合し合って構成される「ビジネス生態系」を特質としている。このことは、研究開発・技術開発から事業化に至るいわゆる「死の谷」を超えるプロセスにおいて、「オープン」と「クローズド」なシステムとを戦略的に適用させながら、多様な形態の戦略的提携のネットワークを活用することによって新規事業への転換が追及されてくることを意味する。本論文では、研究技術開発力の国際的分散化の流れの中で、こうした事業化段階前段の研究・技術開発プロセスにおける「クローズド」と「オープン」の戦略的意味と対応を、IBM社の国際的研究・技術開発体制の事例からみてきた。

したがって、今後に残されている重要な課題として、こうした米国IBM社の研究技術開発活動の国際化が他の米国を含む多国籍企業にどの程度適応されるのか²²⁾、そして事業化段階において求められてくる外部R&D資源の活用側面、特にM&Aを含む多様な戦略的提携の視点から検証した場合、国際化の程度がどの程度進展しているのか等の諸点が残されている。

[注]

- 1) 当データベースのURLは、<http://support.cas.org/products/stn/uspatfull-anavist>
- 2) 本号、林・中山論文の脚注(5)を参照のこと。
- 3) 旧AT&T Technologies社が1996年に独立してLucent Technologies社として創設。2006年にフランスのAlcatel社と統合してAlcatel-Lucent社に、そして2016年にNOKIA(フィンランド)に吸収されている。
- 4) 2015年の米国AI特許認可件数(918件)の21.6%(2015年)がこれら上位3社によって占められている。なお、同年の米国AI特許認可件数のうち、米国発明が636件(69.3%)、海外発明が282件(30.7%)の構成比となっている。これら

海外発明特許件数を国籍別にみると、日本 (48件)、イスラエル (38件)、ドイツ (30件)、イギリス (26件)、インド (25件)、韓国 (18件)、カナダ (16件)、中国 (14件)、オーストラリア (10件)、以上が2015年同特許認可件数10件以上の海外国籍順となっている。

- 5) ハードウェアからソフトウェア技術への技術体系の変化と技術連関に関しては、西山 (1997)、菰田 (1997)、林 (1997) において分析を試みている。
- 6) 三番目は三星電子の240件。
- 7) INSPEC および JDREAM の JSTPlus ファイルより検索。
- 8) INSPEC および JDREAM の JSTPlus 検索。
- 9) 著者の IBM 所属機関件数10件以上の各国 IBM は、米国 IBM が233件、中国 IBM (香港を含む) が17件、スイス IBM が40件、インド IBM が25件、以下、アイルランドが19件、オーストラリアが14件となっている。なお、日本 IBM は5件となっている。以下、IBM 所属機関国籍数は、上記7か国以外に、イスラエル (9件)、イギリス (8件)、フランス (4件)、イタリア (3件)、ドイツ (2件)、台湾 (2件)、シンガポール (2件)、ケニヤ (2件)、以下、1件、韓国、ロシア、エジプト、オランダ、ニュージーランド、南アフリカ、ハンガリー、以上合計25か国となっている。
- 10) 同社との共同研究機関数 (2015年) が10件以上となっている米国の大学機関は、カリフォルニア大 (23件)、カーネギーメロン大 (14件)、コロンビア大 (13件)、イリノイ大 (11件)、テキサス大 (10件) の5大学となっている。
- 11) アルゴンヌ国立研究所や軍等の政府系研究機関、および AT&T 研究所、インテル、マイクロソフト等の民間機関の研究者も含まれている。
- 12) この40件の所属研究機関はすべて、同社スイス基礎研究所 (IBM Res. Gmbh, Zurich Res. Lad) である。
- 13) 香港の6件を入れると、IBM 中国の発表機関数は125件になり、米国について全体の2番目目となる。
- 14) こうした米国 IBM 社による共同研究のネットワークは必ずしも国内の研究機関とだけではなく海外 IBM の研究機関および海外 IBM 以外の大学をはじめとする研究機関との国際的な共同研究のネットワーク体制の下で行われている。同様に海外 IBM 社の研究体制も同国内の研究機関を中心としながらも域内の多様な研究機関との共同研究のもとでなされている。この傾向は特に、ヨーロッパの IBM 社のケースで一般的となっている。
- 15) これについては、林 (1999, 38-39)、Hayashi (2004, 85-112)、および Hayashi (2006, 271-298) でも分析されている。
- 16) 米国発明による特許の大部分は、事実上、米国 IBM 社所属研究者によるものと判断しうる。
- 17) 海外単独発明者国籍 (より正確には、海外単独発明機関国籍) による特許は、

事実上、海外 IBM 社所属研究者による発明特許といえる。海外 IBM 社単独発明による2015年の米国認可特許数順位は、インド、イスラエル、日本、ドイツ、カナダ、中国、イギリス、スイス（以上、100件以上）の順となっている。

- 18) IBM 社の中央研究所は、T.J.Watson, Almaden, Austin の米国各研究所を中心として、スイス (Zurich : 19561年設立) イスラエル (Haifa : 1972年)、日本 (東京 : 1982年)、中国 (北京 : 1995年、上海 : 2008年)、インド (Delhi : 1998年、Bangalore : 1998年)、ブラジル (San Paulo : 2010年、Rio De Janeiro : 2010年)、オーストラリア (Melbourne : 2011年)、アイルランド (Damastown : 2011年)、アフリカ (Kenya : 2013年、South Africa : 2015年) にそれぞれ設立されている。それに対して、イギリス IBM やカナダ IBM、フランス IBM の研究開発センターは、米国特許件数から見ても高い研究開発能力を示しているが、これら研究開発拠点の研究開発活動の多くは、IBM 本国の直接的な研究開発方針のもとで中央研究所予算によって賄われているのではなく、これら各国 IBM 社独自の研究開発予算によって賄われている。したがって、イギリス、カナダ、フランス等の中央研究所に属さない IBM 研究開発拠点は、ある程度の独自性をもった研究開発方針のもとで研究開発活動を行いうるものと思われる。
- 19) 表 4 の700-726分類の国籍別最多発明特許件数は日本であるが、これは日立、ソニー、キャノンをはじめとする日本企業によって多くを占められている。また、ドイツの場合も、SAP, Infineon, Siemens 社をはじめとするドイツ企業、さらに中国発明の米国特許も、HUAWEI, ZTE、等の中国企業による発明が多く見出される。他方、インドやイスラエルの場合は、表 3 と表 4 との比較からも想定しうるように、これら国籍の米国特許の多くは、IBM 社両国 R&D 拠点が大きく発明に関与している。
- 20) IBM 社の2015年の米国特許出願人をみると、共同出願の事例は、100件に1件みられるかどうかの割合であり、したがってほぼ1%ということになる。これらの共同出願の事例は、「Global Foundries 社」との共同出願によるケースが最も多い。同社は元来 IBM 社からスピンアウトして設立された経緯があり、IBM 社との共同開発もその意味では「クローズド」であるともいえる。
- 21) ただし、林・中山 (2018a) でも見てきたように、民間企業の研究者 (技術者) は学会等々で論文発表して技術内容を公開する前に、企業サイドから特許申請して当該技術の排他的使用権を確保することを要請される傾向にある。
- 22) 米国の場合には、海外から多数の留学生が自然科学系の学位 (博士号) を取得したのちに、同国に滞在する傾向がある。例えば、2005年に科学技術系の学位取得した31,600名のうちの70% が10年後の2015年に引き続き滞在 (居住) していた。たとえば、中国系学位取得者10,700名のうちの90%、インド系の3,500名のうちの85%、韓国系3,000名の56% が10年後も滞在中関連業務に従事していた (NSF, S&E Indicators 2018)。こうした留学ビザ (J-1) からいわゆる科学技術

系の High Skilled Workers に発行される H1-B ビザ数は、2000年以降、毎年10万～20万件になっている。

こうした米国国内の研究・技術開発職務に従事する研究技術開発者のうち、どれだけが外国籍なのか、そして米系多国籍企業本国に所属する研究技術開発者のどれだけが外国籍なのかについては資料収集中であり不明である。しかしながら、2000年頃には、シリコンバレーの高度技術者の3分の1以上がアジア系を中心とする外国籍であることは著名である (Saxenian, A.: 2005)。このことは、米国企業が研究開発人材の活用を海外で行う必要性を薄めることをも意味する。

参考文献

- Archibugi, D., and Michie, J. (1997), "The globalization of technology: a new taxonomy" in Archibugi, D., and Michie, J. (eds), *Technology, Globalization and Economic Performance*, Cambridge, Cambridge University Press, 172-197.
- Asakawa, K. and Westny, D. (2013), "Evolutionary Perspectives on the Internationalisation of R&D in Japanese Multinational Corporations", *Asian Business & Management*, 12 (1), 115-141.
- Badaracco, Jr., J. (1991), *The Knowledge Link*, Boston, Harvard Business School Press.
中村元一・黒田哲彦訳『知識の連鎖』ダイヤモンド社。
- Belderbos, R., Lete, B. and Suzuki, S. (2013), "How global is R&D? Firm-level determinants of home-country bias in R&D", *Journal of International Business Studies*, 44, 765-786.
- Cantwell, J. (1995), "The globalization of technology: What remains of the product cycle model? *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1), 155-174.
- Cantwell, J., and Mudambi, R. (2005), "MNE competence-creating subsidiary mandates", *Strategic Management Journal*, 26 (12), 1109-1128.
- Carlson, B. (2006), "Internationalization of innovation systems: A survey of the literature", *Research Policy*, 35 (1), 56-67.
- Chesbrough, H. (2003), *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Boston, Harvard Business School Press.
- Fagerberg, J., Mowery, D., and Nelson, R. (eds.) (2005), *The Oxford Handbook of Innovation*, NY, Oxford University Press.
- Freeman, C., and Hagedoorn, J. (1995), "Convergence and Divergence in the Internationalization of Technology", in Hagedoorn, J. (ed.) (1995), *Technical Change and the World Economy*, Vermont, Edward Elgar, 34-57.

- Frost, T. and Zhou, C. (2005), "R&D co-practice and 'reverse' knowledge integration in multinational firms", *Journal of International Business Studies*, 36 (6), 676-687.
- Hayashi, T. and Serapio, M. (2006), "Cross-Border Linkages in Research and Development: Evidence from 22 US, Asian and European MNCs", *Asian Business & Management*, 5, 271-298.
- Hayashi, T. (2004), "Globalization and Networking of R&D Activities by 19 Electronics MNCs", in Serapio, M. and Hayashi, T. (eds), *Internationalization of Research and Development and the Emergence of Global R&D Networks*, Oxford, Elsevier, 85-112.
- Huggins, R., Demirbag, M. & Ratcheva, V.I., (2007), "Global Knowledge and R&D Foreign Direct Investment Flows: Recent Patterns in Asia Pacific, Europe, and North America", *International Review of Applied Economics*, 21 (3), 437-451.
- Iguchi, C. ((2011), "Globalisation of R&D by TNC subsidiaries: The case of South-East Asian countries", *Asian Business & Management*, 11 (1), 79-100.
- Jaffe, A., and Trajtenberg, M. (eds.) (2002), *Patents, Citations, and Innovations: A Window on the Knowledge Economy*, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, MIT.
- Jaffe, A., Trajtenberg, M., and Henderson, R. (1993), "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations", *Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), 577-598.
- Kotabe, M., et al. (2007), "Determinants of cross-national knowledge transfer and its effect on firm innovation", *Journal of International Business Studies*, 38, 259-282.
- Medcof, J. (2001), "Resource-based strategy and managerial power in networks of internationally dispersed technology units", *Strategic Management Journal*, 22 (11), 999-1012.
- Narula, R. (2003), *Globalization & Technology: Interdependence, Innovation Systems and Industrial Policy*, Oxford, Polity Press.
- Patel, P. (1997), "Localised production of technology for global markets", in Archibugi, D., and Michie, J. (eds), *Technology, Globalization and Economic Performance*, Cambridge, Cambridge University Press, 198-214.
- Patel, P., and Pavitt, K. (1998), "Uneven Technological Accumulation among Advanced Countries", in Dosi, G., Teece, D.J., and Chytry, J. (eds.), *Technology, Organization, and Competitiveness*, NY., Oxford University Press, 289-317.
- Roberts, E. (2001), "Benchmarking Global Strategic Management of Technology", *Research Technology Management*, 44 (2), 2536.

- Roach, M. and Cohen, W. (2013). "Lens or Prism? Patent Citations as a Means of Knowledge Flows from Public Research", *Management Science*, 59 (2), 504-525.
- Rosenbloom, R. and Spencer, W. (eds) (1996), *Engines of Innovation*, Boston Harvard Business School Press, 西村吉雄訳『中央研究所時代の終焉』, 日経BP社, 1998年。
- Saxenian, A. (2006), *The New Argonauts: Regional Advantage in a Global Economy*, Cambridge, Harvard University Press.
- Saxenian, A. (2005). "From brain drain to brain circulation: Transnational Communities and Regional Upgrading in India and China, *Studies in Comparative International Development*, 42 (2), 35-61.
- Saxenian, A. (1996), *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge, Harvard University Press.
- Song, J., Asakawa, K., and Chu, Y. (2011). "What determines knowledge sourcing from host locations of overseas R&D operations? A study of global R&D activities of Japanese multinationals, *Research Policy*, 40 (3), 380-390.
- Sorenson, O. and Fleming, L. (2004). "Science and the diffusion of knowledge", *Research Policy*, 33, 1615-1634.
- United Nations (2005), *World Investment Report: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D*, NY., UN.
- Vernon, R. (1979). "The Product Cycle Hypothesis in a New International Environment", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 41 (4), 255-267.
- Wang, Y. and Li-Ying, J. (2014). "How do the BRIC Countries Play Their Roles in the Global Innovation Area? A Study Based on USPTO Patents During 1990-2009", *Scientometrics*, 98, 106-183.
- 浅川和宏 (2011) 『グローバル R&D マネジメント』慶應義塾大学出版会。
- 林 倬史・中山 厚穂 (2018b) 「研究・技術開発能力の国際的分散化：科学技術論文と米国特許動向の分析を中心に」『経営論叢』8 (1)。
- 林 倬史 (2002) 「企業間競争のグローバル化と特許戦略-知識資本主義時代の競争優位」『組織科学』35 (3), 4-14。
- 林 倬史 (2001) 「研究開発国際化論の系譜」, 『創価経営論集』, 26 (1), 63-76。
- 林 倬史 (1999) 「競争のグローバル化と技術戦略の重要性」, 野口祐・林倬史・夏目啓二編著『競争と協調の技術戦略』(第1章), ミネルバ書房。
- 林 倬史 (1998) 「研究開発のグローバル化とネットワーク化」野口宏・貫隆夫・須藤春夫編著『電子情報ネットワークと産業社会』(第6章) 中央経済社。
- 林 倬史 (1997) 「米国技術体系の変化と技術連関」 「アメリカにおける技術連関のメカニズム」, 菰田文男・西山賢一・林倬史著『技術パラダイムの経済学』(第5章,

[論文] 研究技術開発体制の国際的再編成（林）

第6章), 多賀出版。

林 倬史 (1989) 『多国籍企業と知的所有権』 森山書店。

岩田 智 (2007) 『グローバル・イノベーションのマネジメント』 中央経済社。

岩田 智 (1994) 『研究開発のグローバル化』 文眞堂。

菰田文雄 (1997) 「ハード・ソフト連関の再編・高度化と量子工学」, 菰田文男・西山賢一・林倬史著『技術パラダイムの経済学』(第4章), 多賀出版。

西山賢一 (1997) 「技術連関表の統計的解析」, 菰田文男・西山賢一・林倬史著『技術パラダイムの経済学』(第1章), 多賀出版。

徳田昭雄・立本博文・小川紘一編著 (2011) 『オープン・イノベーション・システム』 晃洋書房。

本研究は、科研費基盤 (B) (課題番号: 15H03384, 代表: 浅川和宏) の成果の一部である。

“Reorganization of International R&D Systems: Focusing on the Case of IBM Corporation”.

Takabumi Hayashi