

我が国における国際的産官学連携の構造分析

Structure of International and Intersectoral Research Cooperation

山下 泰弘（科学技術振興事業団）

西澤 正己（国立情報学研究所）

孫 媛（国立情報学研究所）

小林 信一（筑波大学）

1. はじめに

今日では、知識は必ずしも自前の組織内で生産しなければならないものではなく、グローバルな知識生産のネットワークの中で、動的な連携により生産し、あるいは仕入れることが可能である。個々の研究者や研究機関ではストックできる知識に限りがあるが、外部知識を巧みに取り込むことにより、組織内では生まれなかった新たな知識が生産し得る。科学技術研究が社会への貢献を求められる中で、研究者は自分の属する学界にストックされた知識のみでは問題解決に対処できなくなり、動的な連携による知識生産を模索し始めている。いわゆるモード2への移行である（M. ギボンズ他 1994）。このような状況において、従来知識生産の中心にあった大学以外のセクタの研究機能が注目され、異なるセクタ間の連携が推進されている。ここ20年間でセクタ間連携は著しく拡大しており、1981年には23%に過ぎなかった我が国企業論文に占める大学との共著論文比率は、1996年には46%まで増加している（柿沼、ペクター 1999）。

このようなセクタを超えた連携は、一国に留まるものではない。必要とあれば、欧米やアジア諸国等で当該学問分野の研究を得意とする機関や研究者との連携を行うことも、今日では珍しくはない。従来より、加速器研究や宇宙線物理学など特定の大型機材・施設に依存した研究において、国際共同研究は盛んに行われてきたが、それは多くの場合同じ行動原理を共有する仲間内の連携であり、したがって同一のセクタ内の連携が多かった。今日盛んに行われている国際共同研究では、このような従来型のものも含まれるが、行動原理を異にするセクタ間の戦略的連携の台頭がかつてない規模になっている。

今後の知識生産の在り方を構想し、科学技術政策決定を行う上では、今日極めて複雑化した国際・産官学連携の実態や構造、メカニズムを把握しておく必要がある。国内の連携については温ら（温、石橋、小林 1997）や柿沼ら（柿沼、ペクター 1999）により定量的分析がなされてきたが、我が国と諸外国の連携、特にセクタ間連携については、これまで包括的な調査がなされてこなかった。我が国において研究成果についての統計としては、3年に1度発行される「科学技術指標」があるが、この中においても国際連携やセクタ間連携は取り上げられていないのが実情である。本研究では、我が国の国際研究ネットワークの実態と、その形成過程について、ビブリオメトリック分析により包括的かつ定量的な把握を試みる。

本稿は大きく分けて2つの部分からなる。前半では、我が国を含む国際研究ネットワーク全般について、学問分野やマクロな地域、国を単位とした実態と形成過程を分析する。後半では、我が国と諸外国との国際連携のうち、特にフランスについて取り上げ、両国のセクタを単位とした連携の実態、研究ネットワークの形成過程を分析する。英語中心の科学技術コミュニケーションにおいて、非英語圏諸国は常に周辺的な存在であり、英米と比べてある種のハンディキャップを負っていることは否めない。科学技術大国でありながら英語国ではない、日仏両国間の研究交流の実態を探ることは、大国－周辺国間連携とは異なる、より対等な連携のあり方についての知見を得る上で有用である。

2. National Citation Report for Japan (NCR-J)

本研究では、ISI社のNational Citation Report for Japan (以下NCR-J)の1997年版を使用する。NCR-JはISI社の3つの引用索引データベース (Science Citation Index、Social Science Citation Index、Art & Humanities Citation Index) から著者の所属に日本が含まれるデータのみを抽出し、統計用に加工したものである。1997年版は1981年から1997年6月までの16年半の間にISI社の上記3データベースに入力された853,323件の論文データからなる。論文の発行年とデータベース入力年には若干に異なりがあり、本データには発行年ベースでは1979年からのデータが若干含まれる。本研究では、経時変化を追う際には発行年をベースとし、1期(1981-1985)、2期(1986-1990)、3期(1991-1995)の3期に分けて分析を行う。

NCR-Jでは、原著論文のみではなく多くの種類の文献を収録している。本研究では、それらのうちArticle、Letter、Note、Reviewの4文献種を研究論文と見なし、分析対象とする。元データでは、100強の学問分野分類が与えられているが、分析するには細かすぎるので、表1に示す通り、ISI社のNational Science Indicator(Standard版)で使用されている25分野(無指定を含め26分野)に統合して使用する。また、国名については、便宜上、分析対象期間(1981-1997)に統合・分裂した国については、すべて1国に統合して集計する。従って、東西ドイツはドイツに、旧ソ連に含まれていた各国はソ連として集計する。海外領土については、すべて「宗主国」に含めている。ただし香港と台湾については独立した国と見なす。

なお、NCR-Jは、元となった3つのデータベースとはいくつかの点で異なっている。それら相違点の中でも、著者についての情報が16人、機関についての情報が15機関で切られてしまっている点は、本研究のような共著分析では、多数の研究者が関与する論文において正確な著者数や機関数、国数等を知ることができないことになり、問題である。この点については、ISI社に改善を期待したい。

3. 我が国の国際研究ネットワーク

本章では、我が国を含む国際研究ネットワークの実態と形成過程を分析する。国際研究ネッ

トワークの実態分析においては、特に学問分野ごとの特性の違いに着目し、それを生み出す要因について考察する。

3. 1 我が国の国際研究ネットワークの状況

NCR-Jに収録されている1981年から1997年までの我が国の研究論文は696,106件であり、そのうち国際共著論文は69,597件(10.0%)を占めている(表1)。これを時系列に沿って見ると、我が国の国際共著論文数、我が国の全研究論文の中に占める国際共著論文の比率(国際共著率)は年々増加する傾向にあることが分かる(図1)。一方、1研究論文当たりの連携国数の分布を見ると、ほとんどが1カ国との連携であるが、2カ国以上との連携比率が徐々に増加している(図2)。したがって、我が国はより広範な国との連携により実施される研究プロジェクトによりウェイトを置くようになりつつあることがわかる。

表1 各学問分野の国際共著論文数と国際共著率

(単位: 件、括弧内は%)

学問分野		国際共著論文数 (シェア, 国際共著比率)	学問分野		国際共著論文数 (シェア, 国際共著比率)
全体		69,597 (100.0, 10.0)	生命系	Microbiology	2,295 (3.3, 11.3)
数物系	Astrophysics	1,963 (2.8, 42.4)		Molecular Biology & Genetics	3,226 (4.6, 18.0)
	Chemistry	8,443 (12.1, 6.5)		Neurosciences	2,945 (4.2, 12.8)
	Computer Science	671 (1.0, 9.7)		Pharmacology	1,996 (2.9, 7.8)
	Engineering	4,397 (6.3, 7.8)		Plant & Animal Sciences	3,862 (5.5, 10.2)
	Geoscience	1,842 (2.6, 23.0)	人社会系	Art & Humanities	87 (0.1, 5.2)
	Materials Science	2,565 (3.7, 7.7)		Economics & Business	492 (0.7, 29.1)
	Mathematics	1,120 (1.6, 15.5)		Education	34 (0.0, 28.6)
	Physics	11,636 (16.7, 12.5)		Law	21 (0.0, 28.4)
生命系	Agricultural Science	1,918 (2.8, 7.1)		Psychology / Psychiatry	539 (0.8, 13.4)
	Biology & Biochemistry	8,553 (12.3, 10.7)		Social Sciences, General	442 (0.6, 16.2)
	Clinical Medicine	11,218 (16.1, 9.7)	Multidisciplinary		698 (1.0, 13.2)
	Ecology / Environment	648 (0.9, 12.1)	Not Specified		43 (0.1, 5.9)
	Immunology	1,958 (2.8, 19.6)			

図1 我が国の国際共著論文数と国際共著率の推移

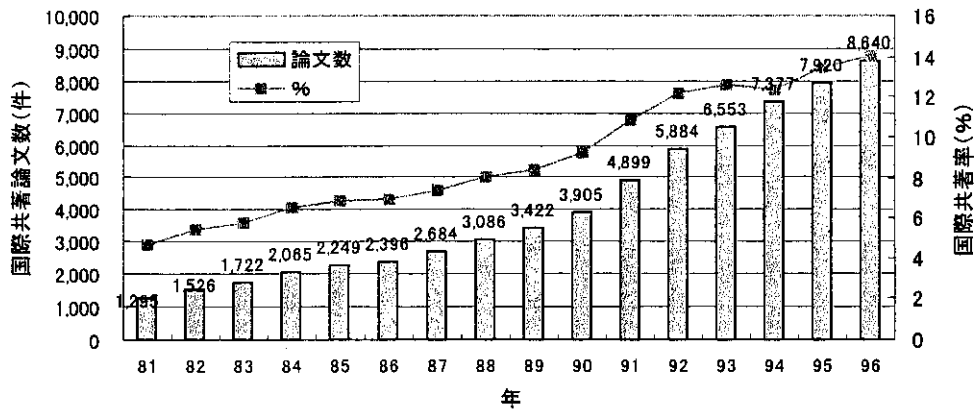
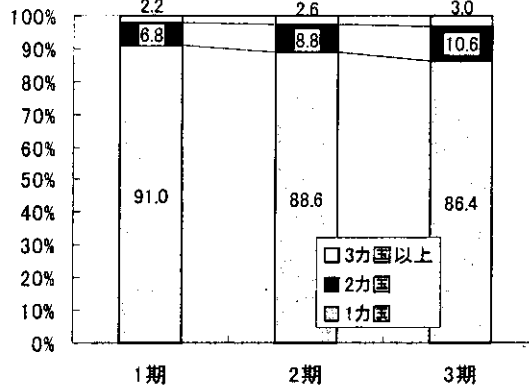


図2 我が国の国際共著論文1件当たり連携
国数分布の推移



3. 2 各学問分野における国際研究ネットワークの実態

学問分野別に見ると、国際共著論文数については、Physics (11,636 件)、Clinical Medicine (11,218 件)、Biology & Biochemistry (8,553 件)、Chemistry (8,443 件) の順に多い。国際共著比率について見ると、Astrophysics (42.4%)、Economics & Business (29.1%)、Geoscience (23.0%) に高く、いずれも 20% 以上となっている。Chemistry は発行される論文数自体が多いため国際共著論文数でも上位に入っているが、国際共著率は 6.5% と全体の平均を下回っており、全体的に見ると国際連携が盛んな部類ではない。ほとんどの学問分野において国際共著比率は増加傾向にあるが、特に Astrophysics においては、96 年に 58.2% と過半数に達しており、研究活動において国際連携が前提となっていると言えよう。

ここで、各学問分野の国際共著率に着目し、それを規定する要因について考察しよう。ただし、人社系各分野については、論文数が少ないため、ここでは考察対象から外したい。

(1) 数物系学問分野

数物系においては、Astrophysics や、Geoscience、Physics、Mathematics など物理・数学系分野では国際共著率が高く、Materials Sciences や Chemistry 等物質・材料系では低い（図 3(a)）。これは、前者がどちらかというと理論中心で連携に際して人の派遣のみで済むのに対し、後者は実際にモノを扱うため、機材や材料、薬品等の移動がボトルネックとなることにもよろう。Astrophysics や Geoscience については、研究の資金規模が極めて大きくなりがちであるため、国際連携が必要とされているという点も国際共著率の増大に大きく影響していると考えられる。

(2) 生命系学問分野

生命系においては、Immunology や Molecular Biology & Genetics 等基礎医学系学問分野で国際共著率が高く、現場型の実学である Clinical Medicine、Pharmacology、Agricultural Sciences では国際共著率が低い（図 3(b)）。基礎医学系学問分野は、研究設備があれば場所を選ばず研究ができるのに対して、臨床系・現場系学問分野は、患者や圃場をどこでも確保できないことが影響しているものと考えられる。

図3(a) 各学問分野の国際共著率(数物系)

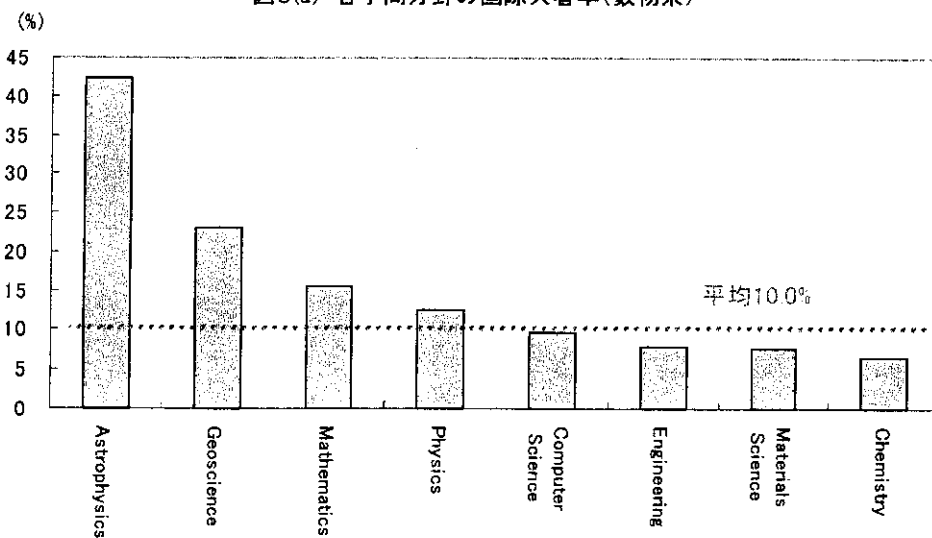
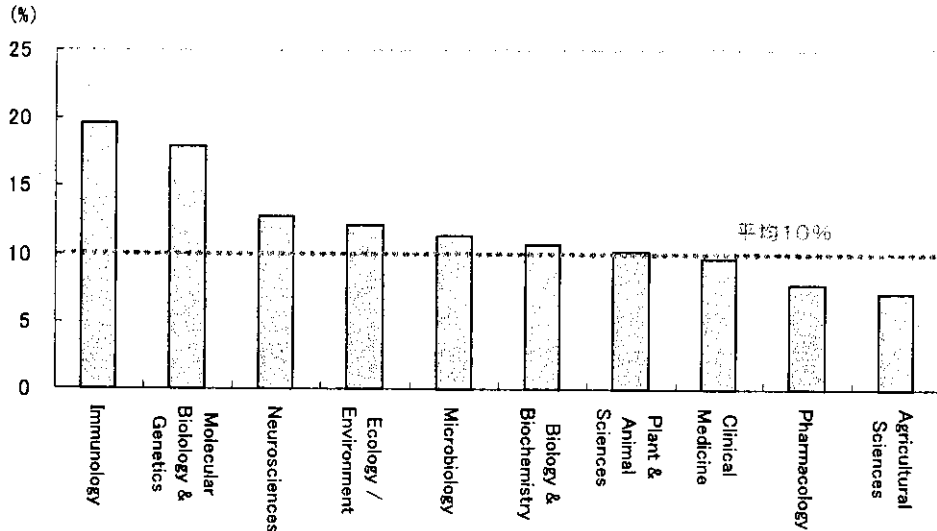


図3(b) 各学問分野の国際共著率(生命系)



3. 2 我が国の主要な連携先

我が国の連携先を国レベルで見ると、件数をもっとも多いのは米国で論文数 35,242 件と国際共著論文全体の 50.6%を占め、次いでドイツ（論文数 5,917 件、シェア 8.5%）、英国（同 5,506 件、7.9%）、カナダ（同 4,184 件、6.0%）、フランス（同 3,380 件、4.9%）、中国（3,374 件、4.8%）の順である（表 2）。米国が圧倒的なシェアを占めているが、第 1 期の 56.1%から第 3 期の 49.7%と徐々にシェアを下けている。同様に第 2 位のドイツも第 1 期の 9.5%から第 3 期の 8.1%までシェアを下げ、一方、3 位の英国は、第 1 期の 7.0%から第 3 期には 8.1%とシェアを上げ論文数 2,624 件でドイツ（2,637 件）を抜いて 2 位になっている。また、中国と韓国が各期を通してシェアを上げており、日本との間に密な研究ネットワークが形成されつつあることが分かる。一方同じアジアでも、インドと台湾は各期を通じて論文数は増加しているものの、シェアを下けている。

次に、各学問分野における連携対象国を見てみよう（表 3）。以下では全体と数物系、生命系各学問分野における、連携対象国上位 10 カ国について分析を行う。なお、表中で、総合順位よりも 3 以上順位が上がっている国についてはボールドで、3 位以上順位が下がっている国については斜体で示してある。

表2 我が国の連携先上位10カ国の推移

順位	全体 (69,597 件)	1 期 (1981-1985、8,857 件)	2 期 (1986-1990、15,493 件)	3 期 (1991-1995、32,633 件)
1	米国 (35,252 件, 50.6%)	米国 (4,971 件, 56.1%)	米国 (8,172 件, 52.7%)	米国 (16,223 件, 49.7%)
2	ドイツ (5,917 件, 8.5%)	ドイツ (843 件, 9.5%)	ドイツ (1,375 件, 8.9%)	英国 (2,646 件, 8.1%)
3	英国 (5,506 件, 7.9%)	英国 (621 件, 7.0%)	英国 (1,114 件, 7.2%)	ドイツ (2,637 件, 8.1%)
4	カナダ (4,184 件, 6.0%)	カナダ (547 件, 6.2%)	カナダ (962 件, 6.2%)	カナダ (1,899 件, 5.8%)
5	フランス (3,380 件, 4.9%)	フランス (378 件, 4.3%)	フランス (796 件, 5.1%)	中国 (1,676 件, 5.1%)
6	中国 (3,374 件, 4.8%)	中国 (216 件, 2.4%)	中国 (711 件, 4.6%)	フランス (1,589 件, 4.9%)
7	豪国 (1,964 件, 2.8%)	インド (209 件, 2.4%)	豪国 (375 件, 2.4%)	韓国 (977 件, 3.0%)
8	韓国 (1,870 件, 2.7%)	台湾 (203 件, 2.3%)	オランダ (333 件, 2.1%)	豪国 (952 件, 2.9%)
9	イタリア (1,642 件, 2.4%)	スイス (177 件, 2.0%)	イタリア (330 件, 2.1%)	イタリア (851 件, 2.6%)
10	スウェーデン (1,559 件, 2.2%)	豪国 (170 件, 1.9%)	スイス (325 件, 2.1%)	旧ソ連 (764 件, 2.3%)

数物系について見ると（表 3(a)-(h)）、前節の分析において国際共著率が特に高かった Astrophysics は、アジア・オセアニア諸国が少なく 6 位にオーストラリア、8 位に中国が入っているのみで、韓国は 15 位と 10 位に入っていない。2 番目に国際共著率が高い Geoscience については、次章で分析対象とするフランスが 2 位、ニュージーランドが 8 位に入っているが、概して国土の広い国が上位に入っている。一方、国際共著率の低い Chemistry について見ると、中国が 2 位、韓国が 7 位、インドが 8 位、台湾が 9 位とアジア諸国が多くなる。同様に国際共著率の低い Materials Science では、中国が 2 位、韓国が 4 位、オーストラリアが 8 位とやはりかなり上位を占めている。

生命系学問分野については、やはり国際共著率が高い Immunology、Molecular Biology & Genetics、Neurosciences ではアジア・オセアニア諸国が少なく、欧米諸国が主体となっており、一方国際共著率の低い Agricultural Sciences、Pharmacology、Plant & Animal Sciences などではアジア・オセアニア諸国が上位に入っている（表 3(i)-(r)）。Clinical Medicine は国際共著率が低いにもかかわらず、アジア・オセアニア諸国の比率が低いが、国内連携で賄えない知識を先進諸国に求める傾向があると考えられる。

表3 我が国の連携先上位10カ国（数物系及び生命系）

(a) Astrophysics

順位	国名	件数	総合順位
	総計	1,963	
1	米国	1,214	1
2	英国	312	3
3	ドイツ	247	2
4	フランス	153	5
5	オランダ	106	11
6	豪国	84	7
7	カナダ	83	4
8	中国	62	6
9	イタリア	52	9
10	旧ソ連	50	13

(b) Chemistry

順位	国名	件数	総合順位
	総計	8,443	
1	米国	3,154	1
2	中国	741	6
3	ドイツ	723	2
4	英国	590	3
5	カナダ	512	4
6	フランス	323	5
7	韓国	319	8
8	インド	296	14
9	台湾	234	15
10	旧ソ連	191	13

(c) Engineering

順位	国名	件数	総合順位
	総計	4,398	
1	米国	2,139	1
2	中国	368	6
3	カナダ	331	4
4	ドイツ	272	2
5	英国	269	3
6	韓国	199	8
7	フランス	140	5
8	豪国	105	7
9	インド	99	14
10	イタリア	86	9

(d) Computer Science

順位	国名	件数	総合順位
	総計	671	
1	米国	393	1
2	カナダ	85	4
3	英国	32	3
4	ドイツ	29	2
5	中国	21	6
6	韓国	21	8
6	豪国	21	7
8	フランス	19	5
9	シンガポール	13	9
10	スウェーデン	10	10
10	オランダ	10	11
10	ニュージーランド	10	26

(e) Geosciences

順位	国名	件数	総合順位
	総計	1,842	
1	米国	938	1
2	フランス	205	5
3	カナダ	195	4
4	豪国	155	7
5	英国	145	3
6	ドイツ	130	2
7	中国	95	6
8	ニュージーランド	78	26
9	旧ソ連	69	13
10	インド	59	14

(f) Materials Science

順位	国名	件数	総合順位
	総計	2,565	
1	米国	986	1
2	中国	287	6
3	カナダ	191	4
4	韓国	186	8
4	英国	186	3
6	ドイツ	165	2
7	フランス	86	5
8	豪国	67	7
9	スウェーデン	55	10
10	イタリア	52	9

(g) Mathematics

順位	国名	件数	総合順位
	総計	1,120	
1	米国	445	1
2	ドイツ	150	2
3	フランス	115	5
4	カナダ	88	4
5	英国	70	3
6	イタリア	37	9
7	中国	36	6
8	韓国	35	8
9	オランダ	33	11
10	台湾	27	7

(h) Physics

順位	国名	件数	総合順位
	総計	11,636	
1	米国	5,026	1
2	ドイツ	1,543	2
3	英国	1,065	3
4	フランス	776	5
5	カナダ	657	4
6	旧ソ連	650	13
7	中国	638	6
8	イタリア	495	9
9	韓国	418	8
10	スイス	393	12

(i) Agricultural Sciences

順位	国名	件数	総合順位
	総計	1,918	
1	米国	552	1
2	中国	219	6
3	インド	104	14
4	タイ	103	18
5	ドイツ	102	2
6	英国	102	3
7	韓国	88	8
8	フィリピン	87	29
9	カナダ	85	4
10	台湾	76	15

(j) Biology & Biochemistry

順位	国名	件数	総合順位
	総計	8,553	
1	米国	5,175	1
2	ドイツ	658	2
3	英国	627	3
4	カナダ	429	4
5	フランス	384	5
6	豪国	231	7
7	スウェーデン	184	10
8	中国	163	6
9	韓国	163	8
10	オランダ	162	11

(k) Clinical Medicine

順位	国名	件数	総合順位
	総計	11,218	
1	米国	7,062	1
2	英国	851	3
3	ドイツ	756	2
4	カナダ	521	4
5	スウェーデン	417	10
6	中国	356	6
7	フランス	332	5
8	豪国	285	7
9	オランダ	278	11
10	イタリア	275	9

(l) Ecology / Environment

順位	国名	件数	総合順位
	総計	648	
1	米国	264	1
2	カナダ	68	4
3	中国	32	6
4	英国	31	3
5	INDIA	26	14
6	豪国	23	7
6	ドイツ	23	2
6	オランダ	23	11
9	デンマーク	22	20
9	フランス	22	5

(m) Immunology

順位	国名	件数	総合順位
	総計	1,958	
1	米国	1,321	1
2	ドイツ	180	2
3	英国	127	3
4	フランス	94	5
5	スイス	82	12
6	カナダ	69	4
7	スウェーデン	66	10
8	オランダ	61	11
9	豪国	56	7
10	タイ	34	18

(n) Microbiology

順位	国名	件数	総合順位
	総計	2,295	
1	米国	1,119	1
2	ドイツ	196	2
3	英国	177	3
4	フランス	90	5
5	タイ	86	18
6	中国	83	6
7	BELGIUM	76	16
8	カナダ	67	4
9	豪国	58	7
9	オランダ	58	11

(o) Molecular Biology & Genetics

順位	国名	件数	総合順位
	総計	3,226	
1	米国	1,985	1
2	英国	353	3
3	ドイツ	305	2
4	フランス	231	5
5	カナダ	203	4
6	オランダ	101	11
7	豪国	98	7
8	スイス	92	12
9	イタリア	76	9
10	スウェーデン	68	10

(p) Neurosciences

順位	国名	件数	総合順位
	総計	2,945	
1	米国	1,656	1
2	英国	281	3
3	カナダ	279	4
4	ドイツ	195	2
5	フランス	146	5
6	スウェーデン	138	10
7	スイス	80	12
8	イタリア	73	9
9	中国	65	6
10	オランダ	50	11

(q) Pharmacology

順位	国名	件数	総合順位
	総計	1,996	
1	米国	955	1
2	中国	168	6
3	英国	126	3
4	ドイツ	103	2
5	台湾	99	15
6	カナダ	93	4
7	韓国	73	8
8	フランス	60	5
9	スウェーデン	47	10
10	イタリア	46	9

(r) Plant & Animal Sciences

順位	国名	件数	総合順位
	総計	3,862	
1	米国	1,314	1
2	ドイツ	270	2
3	カナダ	245	4
4	中国	243	6
5	豪国	219	7
6	英国	218	3
7	タイ	136	18
8	台湾	127	15
9	フランス	123	5
10	韓国	119	8

3.3 地域間連携の状況

我が国の連携先をよりマクロな地域レベルで見ると、北米が55.5%と最も多く、次いで欧州(32.4%)、アジア・オセアニア(18.2%)、旧ソ連(1.9%)、中南米(1.6%)、アフリカ(1.2%)の順である(表4)。北米地域はシェアは大きいが相対的に低下傾向にあり、第1期に61.5%であったシェアが第3期には54.3%まで低下している。一方、欧州、旧ソ連、アジア・オセアニアの各地域はシェアを伸ばす傾向にある。特に旧ソ連地域は、件数こそ少ないものの、第3期の伸びが著しく、第1期と比較して14倍以上の件数の我が国との共著論文を発行している。

複数地域との連携については、日本-北米-欧州間連携が最も多く、我が国の国際共著論文全体の6.1%を占め、次いで日本-北米-アジア・オセアニア(2.2%)、日本-欧州-アジア・オセアニア(1.4%)、日本-欧州-旧ソ連間連携(0.5%)の順となっている(表5)。これらの連携は、年を追って我が国の国際共著論文全体に対する比率が増加傾向にある。特に日本-北米-欧州間連携は、北米および欧州との共著論文に対する比率も増加傾向にあり、強まる傾向にある。しかしながら、日本-北米-アジア・オセアニア、日本-欧州-アジア・オセアニア間共著論文数がアジア・オセアニア諸国との共著論文数に占める比率については、必ずしも増加傾向にはなく、特に日本-北米-アジア・オセアニア間共著論文については僅かながら比率が下がっている。我が国の国際研究ネットワークは、世界の複数地域にまたがるより広大なものになりつつあるが、アジア・オセアニア諸国については、欧米とのネットワークに十分組み込まれていない状況にある。

表4 我が国の世界各地域との共著論文数

(単位：件、括弧内は%)

地域	全体	1期 (1981-1985)	2期 (1986-1990)	3期 (1991-1995)
全体	69,597 (100.0)	8,857 (100.0)	15,493 (100.0)	32,633 (100.0)
北米	38,594 (55.5)	5,443 (61.5)	8,972 (57.9)	17,715 (54.3)
欧州	22,526 (32.4)	2,570 (29.0)	4,924 (31.8)	10,724 (32.9)
アジア・オセアニア	12,673 (18.2)	1,270 (14.3)	2,584 (16.7)	6,119 (18.8)
旧ソ連	1,347 (1.9)	54 (0.6)	99 (0.6)	764 (2.3)
中南米	1,092 (1.6)	135 (1.5)	202 (1.3)	539 (1.7)
アフリカ	823 (1.2)	79 (0.9)	180 (1.2)	379 (1.2)

表5 我が国の国際共著論文における地域間連携比率

(単位：%)

(1) 全体

	北米	欧州	旧ソ連	アジア・オセアニア	中南米	アフリカ
北米	55.5					
欧州	6.1	32.4				
旧ソ連	0.3	0.5	1.9			
アジア・オセアニア	2.2	1.4	0.1	18.2		
中南米	0.4	0.3	0.0	0.1	1.6	
アフリカ	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	1.2

(2) 第1期(1981-1985)

	北米	欧州	旧ソ連	アジア・オセアニア	中南米	アフリカ
北米	61.5					
欧州	4.7	29.0				
旧ソ連	0.2	0.2	0.6			
アジア・オセアニア	1.8	1.0	0.1	14.3		
中南米	0.3	0.2	0.0	0.2	1.5	
アフリカ	0.3	0.2	0.0	0.1	0.0	0.9

(3) 第2期(1986-1990)

	北米	欧州	旧ソ連	アジア・オセアニア	中南米	アフリカ
北米	57.9					
欧州	5.7	31.8				
旧ソ連	0.2	0.3	0.6			
アジア・オセアニア	2.0	1.3	0.1	16.7		
中南米	0.3	0.2	0.0	0.1	1.3	
アフリカ	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	1.2

(4) 第3期(1991-1995)

	北米	欧州	旧ソ連	アジア・オセアニア	中南米	アフリカ
北米	54.3					
欧州	6.3	32.9				
旧ソ連	0.3	0.6	2.3			
アジア・オセアニア	2.2	1.3	0.1	18.8		
中南米	0.4	0.3	0.0	0.1	1.7	
アフリカ	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	1.2

注：対角成分は総論文数に対する各地域論文の比率

4. 日仏共同研究の実態

3章において、我が国と諸外国間に構成された研究ネットワークについて、マクロな実態分析を行った。しかしながら、今日の知識生産における連携は、「国」単位のみで捉えるのみでは十分ではない。国内における産官学連携がごく当たり前のように行われるようになった今、我が国の研究機関が、国内のセクタ間連携では満足できない機能を諸外国の異セクタとの連携で補うことも珍しくない。したがって、今日の国際連携は、「国」のみではなく、よりミクロな「セクタ」単位でも把握されなければ不十分である。また、国際連携が国内連携と相補的關係にあると考えるならば、国際連携のみならず、国内のセクタ間連携についても同時に分析する必要がある。本章では、このような観点から、我が国の国内外セクタ間連携の実態と研究ネットワーク形成過程を分析する。分析対象としては、我が国の第5位の連携先国であり、我が国と同様非英語圏科学技術大国であるフランスを取り上げる。フランスは、異なるセクタによる研究ユニットが数多く設置されているなど、セクタ間の連携が盛んであり、国内・国外セクタ間連携を分析する上で好適な要件を備えている。

本章の分析に先立ち、NCR-Jのうち日仏共著論文に関わるデータについては、日本及びフラ

ンス機関にセクタ分類を付与する。セクタ分類は、日本側については、大学、政府（国公立試験研究機関、特殊法人）、企業、その他（病院等、不明）の4分類、フランス側については、大学（大学、EPST）、政府（EPIC、公益法人）、企業、官学（大学セクタと政府セクタの共同ユニット）、その他（病院等、不明）の5分類を使用する。

4. 1 学問分野別・セクタ別の傾向

日仏各セクタのシェアは、大学セクタが日仏両国とも80%程度と大半である点は共通であるが、日本は企業セクタの比率が9.5%と高く、一方フランスは政府セクタの比率が17.5%と高い（表6）。学問分野別で見ると、Physics（論文数776件、日仏共著論文に占めるシェア23.0%）、Biology & Biochemistry（同384件、11.4%）、Clinical Medicine（同332件、9.8%）の順に多い。特に、Physicsは、国際共著論文全体に占めるシェアが16.7%であるのに対し、日仏共著論文においては23.0%と極めてシェアが高い。同様に、Astrophysics（日仏共著論文におけるシェア4.5%、全体におけるシェア2.8%）、Geoscience（同6.1%、2.6%）、Mathematics（同3.4%、1.6%）、Molecular Biology & Genetics（同6.8%、4.6%）等は、論文数自体は大きくないが、国際共著論文におけるシェアよりも日仏共著論文において大きなシェアを占めている。相対的に数学・物理関係の分野のシェアが大きく、化学や生命科学関係の学問分野のシェアが低い傾向が見られる。

数物系及び生命系各学問分野における各セクタの寄与状況は以下の通りである。

（1）数物系学問分野

日本側においては、Mathematics、Astrophysics、Geoscience、Physicsの順で大学の比率が高い。これらはいずれも前章において国際共著率が高かった学問分野である。逆に、企業セクタについては、Computer Science（36.8%）、Materials Science（29.1%）、Engineering（15.7%）の順にシェアが大きいが、これらはいずれも国際共著率が低い。

一方、フランス側については、数物系では大学セクタのシェアが概して大きく、Computer Science（57.9%）、Engineering（62.9%）以外は80%超で全体の平均を上回っている。政府セクタについては、Engineering（27.1%）、Geoscience（26.3%）、Computer Science（26.3%）、Physics（22.6%）の順にシェアが大きいが、特にGeoscienceはこの他に官学セクタのシェアが6.8%あるため、政府セクタの寄与はさらに大きくなる。企業セクタについては、Computer Science（15.8%）、Materials Science（12.8%）、Engineering（7.9%）の順にシェアが大きく、日本側と同様の傾向を示している。

（2）生命系学問分野

日本側においては、Ecology / Environment（95.5%）、Biology & Biochemistry（84.1%）、Neurosciences（81.5%）の順で大学セクタのシェアが大きいが、この他はいずれも全体の平均を下回っている。政府セクタのシェアについては、Plant & Animal Sciences（19.5%）、

Molecular Biology & Genetics (19.0%)、Immunology (16.6%) の順に大きい。概して政府セクタのシェアが大きく、全体の平均を下回るのは、Pharmacology (8.3%)、Microbiology (12.2%)、Biology & Biochemistry (12.8%) の3分野のみである。企業セクタについては、Microbiology (18.9%)、Pharmacology (18.3%)、Immunology (13.8%)、Ecology / Environment (13.6%) の順にシェアが大きい。

フランス側においては、Neurosciences (92.5%)、Ecology / Environment (86.4%)、Plant & Animal Sciences (86.2%)、Agricultural Science (80.6%) の順に大学のシェアが高いが、それ以外は全体の平均を下回り、日本側と同様に大学の比率が数物系と比して低くなっている。政府セクタについては、Microbiology (28.9%)、Molecular Biology & Genetics (26.8%)、Immunology (26.6%) の順でシェアが大きい。これら3分野は官学セクタのシェアも大きく、基礎医学系分野においてフランス政府機関との連携が重視されていることが伺われる。企業セクタについては、Pharmacology (11.7%)、Ecology / Environment (9.1%)、Clinical Medicine (6.9%)、Agricultural Science (6.5%) の順でシェアが大きい。フランス側は Clinical Medicine において「その他」セクタのシェアが41.9%と非常に大きい。これは病院との連携が多いことによる。

4. 3 セクタ間連携および第三国との連携の状況

両国各セクタの論文数シェアについては、両国とも大学セクタの寄与が大きく、それぞれ80.9%、77.8% (官学セクタを含めると80.6%) を占める (表7)。日本においては、企業セクタの関与が多く、フランスの3.2%に対して9.5%となっている。一方政府セクタについては、日本の13.3%に対しフランスが17.5%と多い。フランス側については、さらに官学共同によるユニットによる論文が全体の4.3%のシェアを占めており、それを加えると21.1%とこの差はより大きくなる。概して、日本は産官学がある程度バランスを取って研究活動を行っているのに対し、フランスは相対的に企業の研究機能が弱く、官学中心の研究体制になっていると考えられる。

各セクタの論文数シェアを時系列に沿って見ると、両国における大学セクタの論文数シェアは減少傾向にある (表6(b)-(d) の対角成分を参照)。フランス側においては、官学セクタの比率が増加しているが、それを大学セクタに含めても緩やかな減少傾向となる。論文生産における大学の優位は明らかであるが、20年前のような独占状態では決していない。日仏連携による知識生産において、両国の産官セクタが重要な役割を担いつつあると言えよう。

次に、各セクタの連携状況を見ると、当然のことながら両国において大半を占める大学間の連携が多く、全体の65.0%を占めている。これは日仏共著論文における日本の大学論文の80.4%、フランスの大学論文の83.6%に相当する。次いで日本の大学とフランス政府間連携 (13.0%)、日本の政府とフランスの大学間連携 (9.0%) の順である。また、第三国との連携の比率も高く、全体の42.6%を占めている。特にフランスの政府、官学セクタは第三国との連携の比率が高く、それぞれのセクタの論文数に対して51.8%、54.1%と過半数を占めている。

表6 日仏連携における各学問分野の論文数及び各セクタの論文数シェア

学問分野	論文数 (シェア(%))	日本側各セクタのシェア (%)				フランス側各セクタのシェア (%)				
		大学	政府	企業	その他	大学	政府	企業	官学	その他
全体	3,380 (100.0)	80.9	13.3	9.5	5.5	77.8	17.5	3.2	4.3	8.7
数物系	Astrophysics	153 (4.5)	85.6	5.2	0.7	13.7	82.4	20.9	0.7	3.3
	Chemistry	323 (9.6)	81.4	10.2	11.5	1.9	92.0	7.1	2.2	1.2
	Computer Science	19 (0.6)	57.9	0.0	36.8	10.5	57.9	26.3	15.8	0.0
	Engineering	140 (4.1)	64.3	19.3	15.7	10.0	62.9	27.1	7.9	0.0
	Geoscience	205 (6.1)	84.9	21.5	1.5	7.8	86.3	26.3	1.5	6.8
	Materials Science	86 (2.5)	50.0	22.1	29.1	5.8	83.7	7.0	12.8	0.0
	Mathematics	115 (3.4)	100.0	0.0	0.0	0.0	99.1	0.9	0.0	0.0
	Physics	776 (23.0)	83.1	11.9	8.4	2.3	81.3	22.6	1.4	4.9
生命科学系	Agricultural Science	31 (0.9)	80.6	16.1	3.2	16.1	80.6	6.5	6.5	0.0
	Biology & Biochemistry	384 (11.4)	84.1	12.8	12.0	3.6	75.3	18.8	4.2	3.4
	Clinical Medicine	332 (9.8)	76.8	16.6	8.1	10.5	59.6	12.3	6.9	3.0
	Ecology / Environment	22 (0.7)	95.5	13.6	13.6	0.0	86.4	9.1	9.1	0.0
	Immunology	94 (2.8)	76.6	16.0	13.8	7.4	54.3	26.6	4.3	21.3
	Microbiology	90 (2.7)	72.2	12.2	18.9	7.8	56.7	28.9	2.2	11.1
	Molecular Biology & Genetics	231 (6.8)	76.6	19.0	12.1	7.4	62.3	26.8	3.5	9.1
	Neurosciences	146 (4.3)	81.5	13.7	11.6	5.5	92.5	0.7	1.4	2.1
	Pharmacology	60 (1.8)	70.0	8.3	18.3	6.7	61.7	3.3	11.7	8.3
	Plant & Animal Sciences	123 (3.6)	78.9	19.5	4.9	8.1	86.2	15.4	0.8	0.8
人文社会科学系	Art & Humanities	1 (0.0)	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
	Economics & Business	9 (0.3)	88.9	0.0	11.1	0.0	88.9	0.0	0.0	11.1
	Education	0 (0.0)	-	-	-	-	-	-	-	-
	Law	0 (0.0)	-	-	-	-	-	-	-	-
	Psychology / Psychiatry	11 (0.3)	81.8	18.2	0.0	0.0	100.0	0.0	9.1	0.0
	Social Sciences, General	8 (0.2)	75.0	12.5	12.5	0.0	75.0	12.5	0.0	12.5
Multidisciplinary		59 (1.7)	74.6	30.5	5.1	15.3	89.8	23.7	0.0	0.0
Not Specified		3 (0.1)	100.0	0.0	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0

各期について見ると、大学間連携の比率が第1期の72.0%から第3期の62.4%まで落ち込んでおり、逆に日本の政府とフランスの大学の共著比率が7.4%から9.4%まで増加している。国内のセクタ間連携については、日仏両国とも必ずしも単調増加ではないが、概して密になる傾向にある。日仏間のセクタ間連携についても、やはり密になる傾向が見られる。たとえば、大学セクタの論文数シェアが減少傾向を示しているにも関わらず、日本の政府セクタ及び企業セクタとフランスの大学セクタとの連携による論文数シェアは増加傾向を示している。また、第三国との共著論文の割合が第1期の29.6%から第3期の45.0%まで大幅に増加している。この傾向はいずれのセクタについても当てはまり、日仏各セクタと第三国との共著論文の比率はいずれも増加している。つまり、日仏連携においては、単一機関同士ないし単一セクタ同士によるグループ間の連携から、国内セクタ間連携を背景とした多国間国際連携によりウェイトが移りつつあると言えよう。

連携先第三国を国別に見ると、米国（791件、第三国連携論文の55.0%）、英国（同324件、

表7 日仏各セクタの連携状況

(単位: %)

(a) 全体

セクタ	日本				フランス					第三国
	大学	政府	企業	他	大学	政府	企業	官学	他	
日本	大学	80.9								
	政府	3.8	13.3							
	企業	2.7	0.5	9.5						
	他	2.1	0.7	0.2	5.5					
フランス	大学	65.0	9.0	6.3	3.9	77.8				
	政府	13.0	4.0	1.7	1.5	5.5	17.5			
	企業	1.7	0.2	1.4	0.2	0.8	0.1	3.2		
	官学	3.5	0.5	0.4	0.2	1.4	0.7	0.0	4.3	
	他	6.6	1.6	0.7	1.0	2.7	0.9	0.2	0.3	8.7
第三国	34.6	5.7	3.3	2.8	31.0	9.1	1.6	2.3	5.1	42.6

(b) 第1期(1981-1985)

セクタ	日本				フランス					第三国
	大学	政府	企業	他	大学	政府	企業	官学	他	
日本	大学	87.6								
	政府	2.4	9.3							
	企業	2.4	0.3	5.6						
	その他	1.3	0.3	0.0	4.0					
フランス	大学	72.0	7.4	4.0	2.6	81.2				
	政府	12.7	2.6	1.1	1.1	3.7	15.9			
	企業	1.1	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	1.9		
	官学	0.8	0.0	0.3	0.3	0.0	0.5	0.0	1.3	
	他	5.3	0.5	0.0	0.5	1.6	0.0	0.0	0.0	5.6
第三国	25.4	3.7	1.1	2.1	22.5	6.1	0.3	0.5	2.1	29.6

(c) 第2期(1985-1990)

セクタ	日本				フランス					第三国
	大学	政府	企業	他	大学	政府	企業	官学	他	
日本	大学	81.9								
	政府	3.9	13.2							
	企業	1.6	0.3	8.5						
	他	1.9	1.1	0.3	4.3					
フランス	大学	66.7	8.3	5.2	2.9	77.4				
	政府	13.6	5.2	1.6	2.4	6.0	19.6			
	企業	0.8	0.1	1.8	0.0	0.8	0.0	2.4		
	官学	2.9	0.5	0.3	0.1	1.5	0.8	0.0	3.3	
	他	6.4	1.8	0.6	0.8	2.6	0.4	0.0	0.1	8.7
第三国	29.9	4.9	2.6	1.5	24.7	9.5	1.0	1.6	4.8	35.3

(d) 第3期(1991-1995)

セクタ	日本				フランス					第三国
	大学	政府	企業	他	大学	政府	企業	官学	他	
日本	大学	79.2								
	政府	4.2	14.2							
	企業	3.1	0.6	11.6						
	他	1.9	0.6	0.1	5.2					
フランス	大学	62.4	9.4	7.4	3.7	76.3				
	政府	12.8	3.8	2.4	1.3	5.4	17.2			
	企業	2.3	0.3	1.5	0.4	0.9	0.1	4.1		
	官学	4.5	0.7	0.6	0.1	1.8	0.8	0.0	5.5	
	他	6.5	1.8	1.1	1.1	2.6	1.1	0.3	0.3	8.9
第三国	38.1	6.0	4.2	2.8	32.5	9.4	2.0	2.9	5.3	45.0

注: 対角成分は各セクタの全論文数の比率

22.5%)、ドイツ(同 300 件、20.8%)、イタリア(同 192 件、13.3%)、カナダ(同 172 件、12.0%)の順に多い。前章で扱った我が国の国際共著論文全体と比べると、イタリア、オランダ、スイスの順位が上がり、中国(14 位)と韓国(29 位)の順位が大きく下がっている(表 8)。第 1 期から第 3 期まである程度順位の入替わりはあるものの、上位 10 カ国はほとんど欧米諸国となっている。日仏共同研究においてフランスと地理的に近い国が連携対象として重視され、日本と地理的に近いアジア諸国との連携が比較的手薄になっていることが伺われる。これは、近隣の科学技術大国と地続きのフランスと、地理的に孤立した島国である日本の条件の違いによるものであろう。IT の発達による地理的問題はかなり解決されてきているとは言え、近隣諸国との連携から我が国が得るものは大きい。東アジアにおける知的クラスター形成へ我が国の貢献が期待されている状況において(総合研究開発機構 2001)、我が国が欧米諸国との間に形成してきた研究ネットワークにアジア・オセアニア諸国をも取り込み、よりグローバルな知識生産ネットワーク構築を進めていくべきではなかろうか。

表 8 日仏連携における連携先第 3 国（上位 10 カ国の論文数）

順位	全体 (1,439 件)	1 期 (112 件)	2 期 (281 件)	3 期 (715 件)
1	米国 (791 件, 55.0%)	米国 (77 件, 68.6%)	米国 (164 件, 58.4%)	米国 (375 件, 52.4%)
2	英国 (324 件, 22.5%)	英国、ドイツ (26 件, 23.2%)	英国 (74 件, 26.3%)	ドイツ (149 件, 20.8%)
3	ドイツ (300 件, 20.8%)		イタリア (60 件, 21.4%)	英国 (147 件, 20.6%)
4	イタリア (192 件, 13.3%)	カナダ (16 件, 14.3%)	ドイツ (52 件, 18.5%)	イタリア (84 件, 11.7%)
5	カナダ (172 件, 12.0%)	イタリア (12 件, 10.7%)	カナダ (35 件, 12.5%)	カナダ (79 件, 11.0%)
6	スイス (112 件, 7.8%)	スイス (11 件, 9.8%)	スイス (22 件, 7.8%)	オランダ (60 件, 8.4%)
7	オランダ (111 件, 7.7%)	オランダ (7 件, 6.2%)	オランダ (21 件, 7.5%)	スイス、ベルギー (47 件, 6.6%)
8	旧ソ連、ベルギー (88 件, 6.1%)	ベルギー、豪国、イスラエル (6 件, 5.4%)	ベルギー (14 件, 5.0%)	
9			スウェーデン (13 件, 4.6%)	旧ソ連 (46 件, 6.4%)
10	スウェーデン (78 件, 4.7%)		中国 (12 件, 4.3%)	スウェーデン (36 件, 5.0%)

5. まとめ

本研究では、我が国と諸外国との国際研究ネットワークの状況をビブリオメトリック分析し、以下の知見を得た。

- (1) 我が国の国際共同研究の連携先国としてはアメリカが圧倒的に多いが、その論文数シェアは減少傾向にあり、その他の国との連携が増加している。連携形態も 2 国間連携から多国間連携へとウェイトが移行しつつある。
- (2) 学問分野の性質による連携のあり方が異なる。基礎的・理論的学問分野では、欧米との連携が主体で、国際連携が盛んである。一方、応用的・物質的学問分野では、アジア諸国との連携が相対的に多く、国際連携はあまり多くない。
- (3) 米－欧－アジア・オセアニア間により密な研究ネットワークが形成されつつある。
- (4) 日仏連携において、大学間連携が大部分を占めているが、そのシェアは明らかに減少しており、代わって異セクタとの連携が増加するなど、連携のあり方はより多様になりつつある。
- (5) 日仏連携において、日仏両国とも、国内のセクタ間連携を背景とした形態が増加している。
- (6) 日仏連携において、第三国を含む論文シェアが増加傾向にある。連携先の第三国は欧米諸国が中心であり、アジア・オセアニア諸国の関与は少ない。これは日本が欧米の研究ネットワークに参入する形で連携していることによる。今後は、アジア諸国とより密な研究ネットワークを形成する必要がある。

我が国の学術研究における国際連携の形態は、アメリカ－辺陲の単純な 2 国間連携から、より多様な国を取り込んだ複雑な連携へと変化しつつある。また、知識生産に関与するセクタも、今では大学のみではなく、政府や企業等多様化している。本研究では、特にフランスを取り上げたが、おそらく他国との連携についても同様の傾向が見出されよう。まさに、解決すべき問

題の性質に合わせて世界中の多様なセクタから連携相手を選択する時代になったと言えよう。しかしながら、未だ連携の主体は欧米とのものであり、近隣諸国との連携をより深めていく必要がある。我が国の知識生産活動において、今後アジア諸国のプレゼンスが増加することは疑いのないことであり、現在欧米諸国との間に確立している研究ネットワークにアジア諸国を組み込むことにより、より多様な知識生産が可能になるはずである。

付記

本稿は、2001年10月に筆者らが研究・技術計画学会において報告した内容を加筆・修正したものである。世界各地域との共著論文数及び地域間連携のデータの誤りを修正したことを特記したい。

参考文献

- M. ギボンス 編著（小林信一監訳）「現代社会と知の創造 モード論とは何か」、筑摩書房、1997
- 学術政策研究会「主要国における学術研究体制に関する調査研究」、文部省委託調査研究報告書、1997
- 柿沼澄男、K. ベクター「日本企業と大学の共同研究 ー大学研究への依存ー」、学術情報センター紀要第11号、pp197-205、1999
- 温江、石橋敬久、小林信一「産学連携を中心とするイノベーション・システムの変容 ～『新しい知識生産』をめぐる～」、研究・技術計画学会第12回年次学術大会講演要旨集、pp138-143、1997
- 総合研究開発機構「東アジアにおける知的クラスター創出に関する研究」、NIRA 研究報告書、2001
- 山下泰弘、西澤正己、小林信一「日本を含む国際研究ネットワーク生成についてのビブリオメトリック分析」、研究・技術計画学会第16回年次学術大会講演要旨集、pp383-386、2001