

**研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析**  
ーロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域を対象としてー

2011年8月

文部科学省 科学技術政策研究所

科学技術動向研究センター

古川貴雄 白川展之 奥和田久美

Quantitative Analysis on International Mobility of Researchers

Based on Author Information

— Robotics, Computer Vision and Electron Devices Research Domains as Subjects —

August 2011

Takao FURUKAWA, Nobuyuki SHIRAKAWA and Kumi OKUWADA

Science and Technology Foresight Center

National Institute of Science and Technology Policy(NISTEP)

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology(MEXT)

JAPAN

本報告書の引用を行う際には、出典を明記願います。

# 研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析

— ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域を対象として —

文部科学省 科学技術政策研究所 科学技術動向研究センター

古川 貴雄 白川 展之 奥和田 久美

## 要旨

論文に記載された著者情報から、研究者の国際流動性の実態を定量的に把握し、国別と領域別の特徴を見出した。ロボティクス、コンピュータビジョン、電子デバイス領域の代表的な論文誌の著者情報により、各領域それぞれ約 2,300 名の研究者について所属組織と博士、修士、学士取得組織を抽出し、研究者の国際流動性を記述するデータを作成し、これを解析した。その結果、各領域に共通して、世界各国から米国に研究者が流入し、中国から多くの研究者が国外に流出する大きな流れが明らかになった。日本はロボティクスと電子デバイス領域の研究者が数多いが、国際流動性は各国に比べてかなり低い。特に、電子デバイス領域においては、研究者数が米国に次いで多いにもかかわらず、研究者数に比して論文数が少なく、大学も企業も海外からの研究者を受け入れていない。また、ロボティクス領域の主要大学を比較すると、日本の大学は国内の組織間流動性も低い傾向にある。

Quantitative Analysis on International Mobility of Researchers

Based on Author Information

— Robotics, Computer Vision, and Electron Devices Research Domains as Subjects —

Takao FURUKAWA, Nobuyuki SHIRAKAWA and Kumi OKUWADA

Science and Technology Foresight Center

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

## Abstract

Actual situations of international mobility of researchers are quantitatively investigated from author information described in scientific articles, that finds out characteristics of countries and research domains. Based on the author information obtained from representative journals in the domains of robotics, computer vision, and electron devices research, we extracted affiliations and institutions awarding doctorate, master's, and bachelor's degrees of approximately 2,300 researchers for each domain, created a data set that describes international mobility of researchers, and analyzed it. As a result, it clarifies the large streams of inflows from countries around the world to the United States and outflows from China to abroad, which are observed in common with the domains. Despite the large number of researchers in the domains of robotics and electron devices in Japan, the international mobility is considerably low compared with other countries. In spite of that Japan has the next largest number of researchers to the United States in electron devices domain, the number of papers is small compared with the number of researchers, and both universities and firms receive few researchers from abroad. Furthermore, comparison among major universities in robotics domain shows the tendency that domestic inter-institutional mobility is low in the universities in Japan.

# 研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析

— ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域を対象として —

## 概要

研究開発のグローバル化に伴う国際的な人材獲得競争の激化を背景に、科学技術人材の国際流動性は規模を拡大しながら複雑に変化していると推測される。また、科学技術人材の国際流動性は、知識移転やイノベーション促進に果たす効果が明らかになりつつあることから、注目が高まっている。しかし、研究者の国際流動性の実態が統計的に示された例は、これまでほとんど見られない。

本調査研究では、特定の研究領域における研究者の国際流動性を定量的に評価するために、論文に記載された著者の所属組織と博士、修士、学士取得組織を収集し、教育段階における国際的な移動を解析した。なお、職歴から得られる研究者の国際的な移動は解析の対象としていない。

ここでは、ロボティクス、コンピュータビジョン、電子デバイス領域の3領域を対象とし、それぞれの代表的な論文誌(表1)を取り上げ、論文の著者情報を、2009年から遡って、各領域の研究者数が約2,300名となるように抽出した。3つの領域合計で約7,000名の研究者について、国際流動性を調査した。

3領域を比較することにより、研究者の国際流動性に関して、領域間に共通する特徴と領域に依存する特徴が、それぞれ浮かび上がった。その結果、論文数や共著解析のみでは得られない、世界各国の研究者の流れや日本の研究者や組織の特異性が明らかになった。

なお、ロボティクス領域は産業利用から民生利用の拡大が期待される重要な次世代産業と位置付けられ、日本の研究水準は世界的にも高く評価されている。また、コンピュータビジョン領域は、日本でも文字認識を始めとして研究の歴史が長く、産業面では、設備投資が小さくて済むことから、研究成果を基にしたベンチャー企業の実設が多いという特徴がある。一方、電子デバイス領域は、世界的な主要産業の一つであるエレクトロニクス産業を支える基礎的な研究が主体であり、日本を始めとして東アジア各国が強いとされる領域である。

表1 調査データの概要(論文別に重複する著者をまとめてカウントして研究者数を求めている。)

領域	論文誌	期間	論文数	著者数	研究者数
ロボティクス	IEEE Transactions on Robotics	2004-2009	493	1,487	1,157
	Robotics and Autonomous Systems	2004-2009	540	1,672	1,382
	論文誌2誌の合計		1,033	3,159	2,441
コンピュータビジョン	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	1997-2009	1,294	3,437	2,361
電子デバイス	IEEE Transactions on Electron Devices	2008/09-2009/12	584	2,919	2,251

## 1. 上位各国の論文と研究者の領域別特徴

表1に含まれる論文の第1著者の所属組織を国別に分類した結果を図1に示す。

- 3領域すべてにおいて、論文も研究者も米国が最も多い。特にコンピュータビジョン領域で米国の存在感が高い。

- 米国以外では、以下の国の存在感が高い。  
 ロボティクス領域                      日本、スペイン、ドイツ  
 コンピュータビジョン領域      英国、フランス  
 電子デバイス領域                      台湾、日本、韓国、中国

ロボティクスおよびコンピュータビジョン領域は、論文も研究者も欧米先進国と日本に集中する傾向が見られるが、電子デバイス領域は米国と東アジアに二極化している。

- 日本はロボティクスと電子デバイスの領域において研究者が多いが、著者あたりの論文数は少ない。

日本は、ロボティクスと電子デバイスの領域において研究者が多いが、他国と比較して論文比率よりも研究者比率が高く、著者あたりの論文数は少ないことを意味する。これは、共著者数の多い論文が多く、さらに多くの論文を発表している著者が少ないことに因る。一方、コンピュータビジョンの領域では、日本の存在感は高くない。

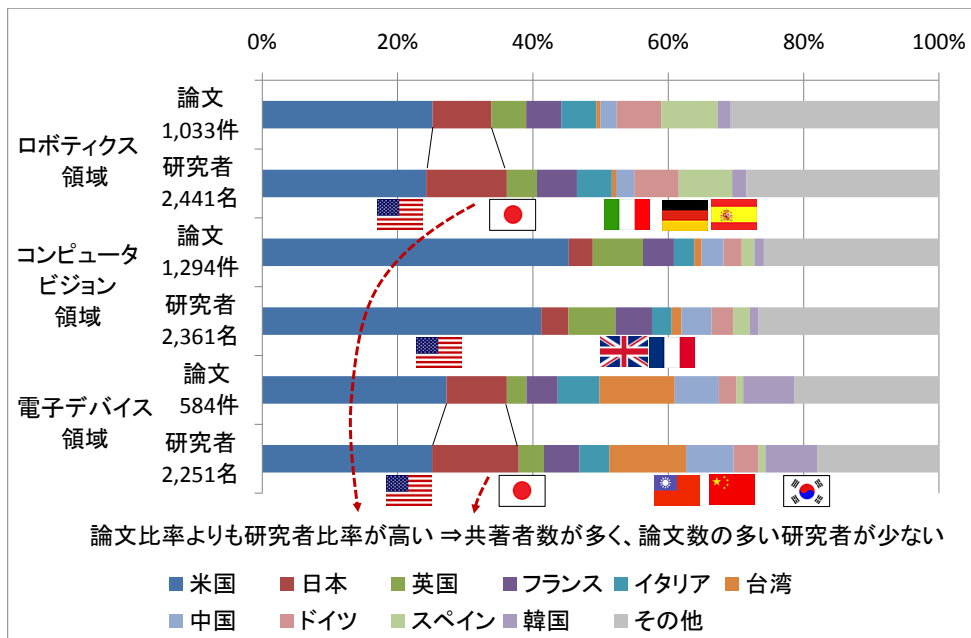
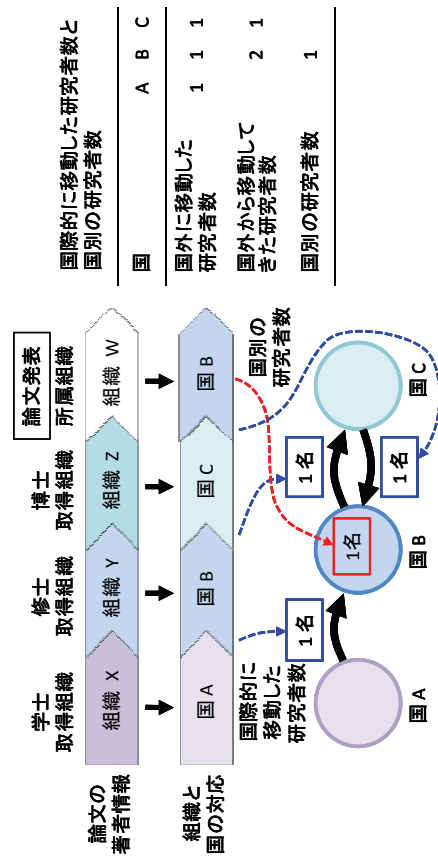


図 1 国別と領域別の論文比率と研究者比率

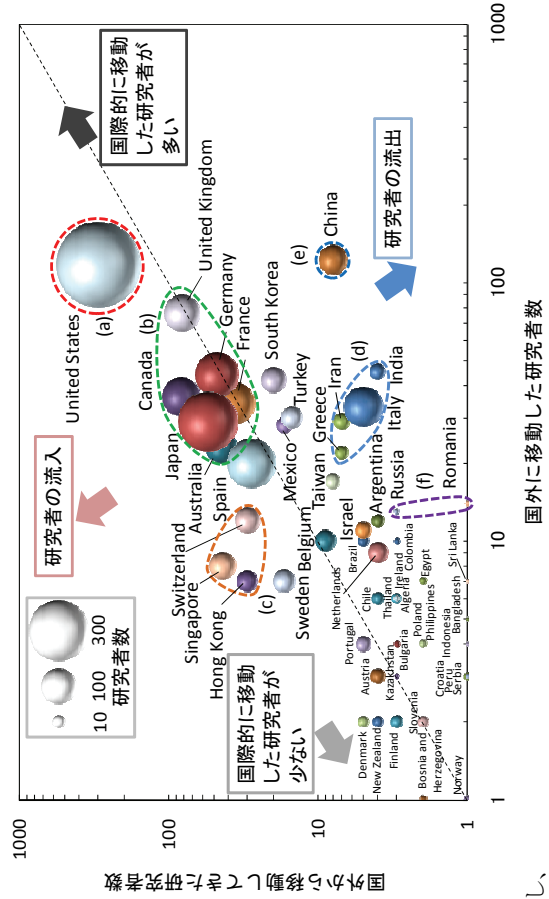
## 2. 各国の国際流動性

### 流出入の特徴

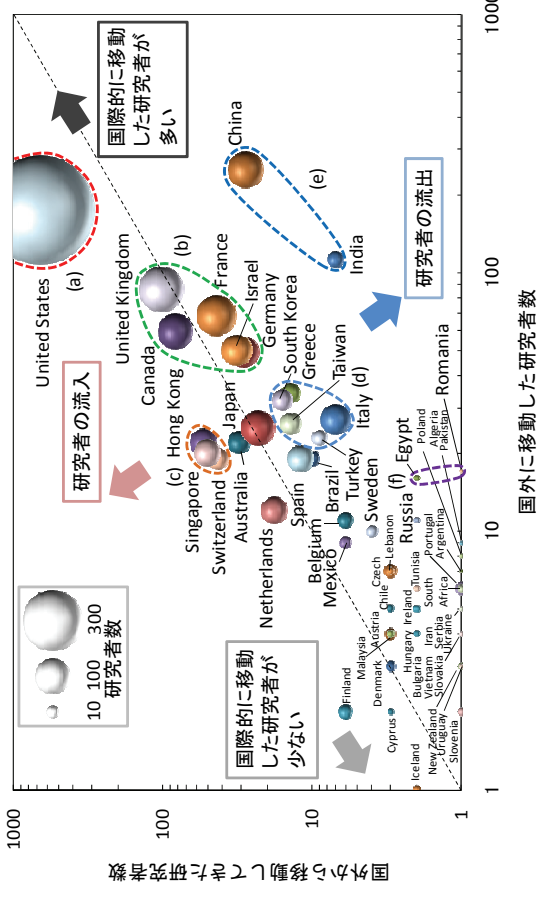
各領域約 2,300 名の研究者について図 2(a) の算出方法により得られた、国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係を図 2(b) ~ (d) に示す。国際流動性の国別の特徴を分類した結果が表 2 であり、そのなかで特に特徴的な国々を以下に示す。



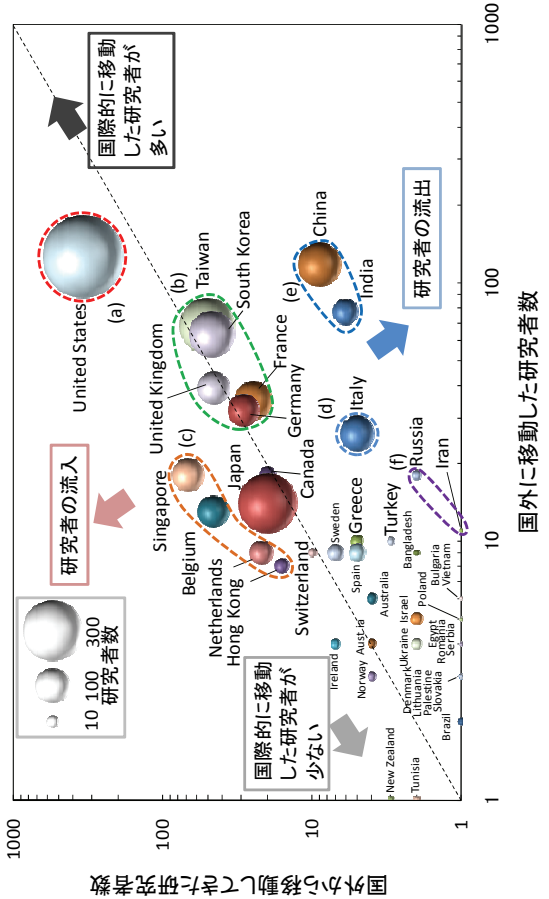
(a) 著者情報を用いた国際的に移動する研究者数と国別研究者数の算出方法  
 (論文著者の学士、修士、博士取得組織と論文発表時の所属組織を国別に分類し、国外に移動した研究者数と、国外から移動してきた研究者数を求める。2国間を往復する場合には、往路と復路を個別にカウントする。)



(b) ロボティクス領域における国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係



(c) コンピュータビジョン領域における国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係  
 図2 国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係 (各領域それぞれ約2,300名の研究者から得られた結果である。対数表示の0を避けるため研究者数は1名加算した値で表示している。)



(d) エレクトロニクス領域における国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係

表 2 国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係から得られる傾向

3 領域共通の傾向

↑  
国内の研究者が多い  
↓  
↑  
国内の研究者がそれほど多くはない  
↓

特徴	代表的な国 (地域)	国内の研究者数	国外に移動した研究者数	国外から移動してきた研究者数
(a) 国内の研究者が極めて多く、国外から流入する研究者が特に多い。	米国	500 ~	250 ~	100 ~
(b) 国内の研究者が多く、研究者の流入出は比較的大きいが、流入傾向にあるか均衡している。	英国 フランス ドイツ	75 ~ 300	20 ~ 85	20 ~ 105
(c) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国内に流入する研究者が多い。	シンガポール 香港	15 ~ 90	5 ~ 25	15 ~ 70
(d) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が多い。	イタリア	10 ~ 130	15 ~ 45	~ 15
(e) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が極めて多い。	中国	20 ~ 160	75 ~ 120	~ 30
(f) 国内に殆ど研究者が存在せず、国外に流出する研究者が多い。	領域により異なる	~ 10	10 ~ 15	~ 5

領域別の傾向

特徴	領域	代表的な国 (地域)
(a) 国内の研究者が極めて多く、国外から流入する研究者が特に多い。	ロボティクス	米国
	コンピュータビジョン	米国
	電子デバイス	米国
(b) 国内の研究者が多く、研究者の流入出は比較的大きいが、流入傾向にあるか均衡している。	ロボティクス	英国、フランス、ドイツ、日本、カナダ、オーストラリア
	コンピュータビジョン	英国、フランス、ドイツ、イスラエル
	電子デバイス	英国、フランス、ドイツ、台湾、韓国
(c) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国内に流入する研究者が多い。	ロボティクス	シンガポール、香港、スイス
	コンピュータビジョン	シンガポール、香港、スイス
	電子デバイス	シンガポール、香港、ベルギー、オランダ
(d) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が多い。	ロボティクス	イタリア、インド、ギリシア、イラン
	コンピュータビジョン	イタリア、ギリシア、韓国、台湾、トルコ
	電子デバイス	イタリア
(e) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が極めて多い。	ロボティクス	中国
	コンピュータビジョン	中国、インド
	電子デバイス	中国、インド
(f) 国内に殆ど研究者が存在せず、国外に流出する研究者が多い。	ロボティクス	ルーマニア、ロシア
	コンピュータビジョン	ルーマニア、エジプト
	電子デバイス	ロシア、イラン

図 2(b) ~ (d) から得られる特徴を以下に示す。

- 国外から研究者の流入する米国と国外に研究者の流出する中国  
米国は国外から流入する研究者が最も多い上に国内の研究者数が多い。中国は国外に流出する研究者が最も多い。特にコンピュータビジョン領域では、この流動傾向によって、他 2 領域の 2 倍の人材が流動している。
- 欧米先進国は流出より流入が多いが、例外としてイタリアは流出型  
この 3 領域では、米国、英国、フランス、ドイツなどの欧米先進国は 流出より流入が多い。しかし、イタリアは例外的に、国外に研究者が流出する傾向がある。
- 流入研究者で研究を進めるシンガポールと香港  
シンガポールと香港は、流入型の代表的な国 (地域) であり、国内の研究者数あたりの流入者比率は、欧米先進国よりも高い。

- 特に電子デバイス領域において国際流動が非常に盛んな台湾と韓国  
台湾と韓国は、特に電子デバイス領域で国内の研究者数が多く、しかも国際流動も盛んである。ただし、他2領域では流出型である。
- 研究者数によらず、国際流動性が低い日本  
日本は、研究者数の多い領域でも少ない領域でも、国際流動性が低い。特に電子デバイス領域では、米国に次いで研究者が多いにもかかわらず、国際的に移動した研究者は台湾、韓国、英国、フランス、ドイツよりも少ない。

#### 移動パターンの特徴

国際的な移動パターンの例(図3)から分かる国別の特徴を以下に示す。

- 国際流動の中心である米国  
3領域とも、世界各国から米国に研究者が移動し、また、米国から世界各国に研究者が移動し、米国は国際流動の中心となっている。ただし、流出する研究者よりも流入する研究者が多いため、結果的に研究者数は米国に集中している。
- 世界各地の研究者を受け入れる英国とカナダ  
英国とカナダは、世界各地の研究者を受け入れている代表的な国である。特に、カナダはロボティクス領域、英国はコンピュータビジョン領域で、世界中から研究者の受け入れが顕著である。これに対し、特定の国や地域から研究者を受け入れる国(地域)の代表は、シンガポールと香港である。
- 米国との間の双方向移動量が目立つ韓国と台湾  
韓国と台湾は、米国との間を双方向に移動する研究者が多く、特に電子デバイス領域で顕著である。このほか、ロボティクス領域ではカナダ、コンピュータビジョン領域ではイスラエルにも、米国との双方向移動が目立つ。



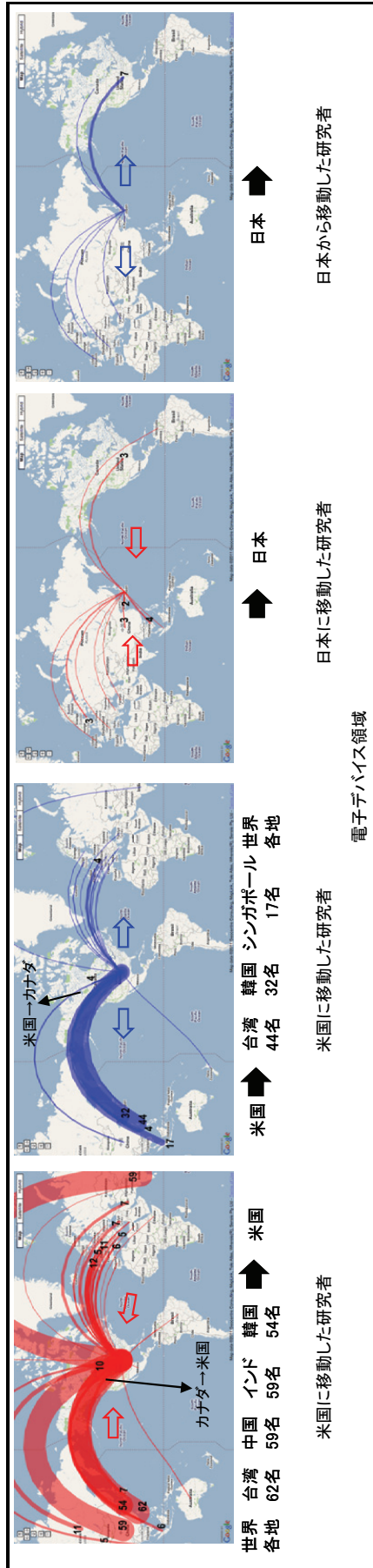
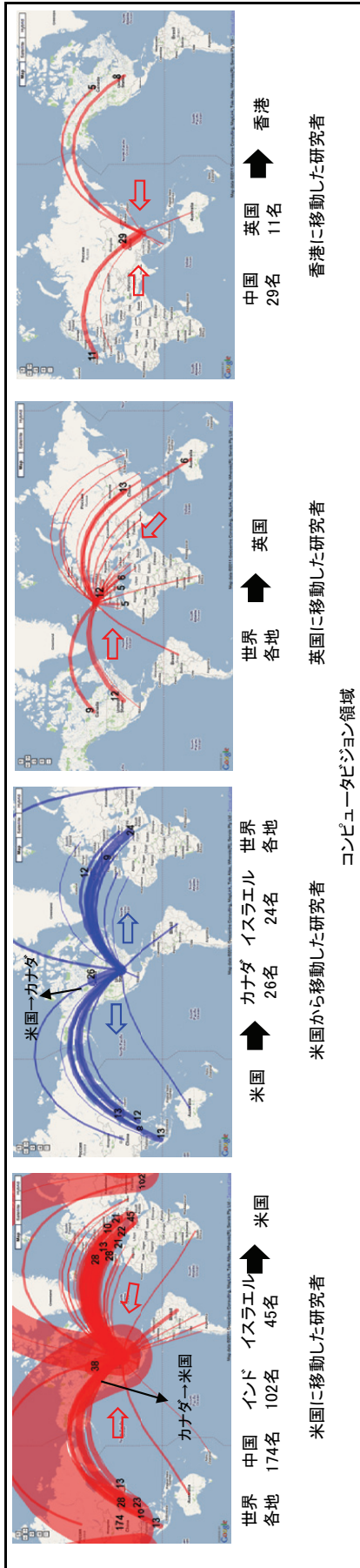
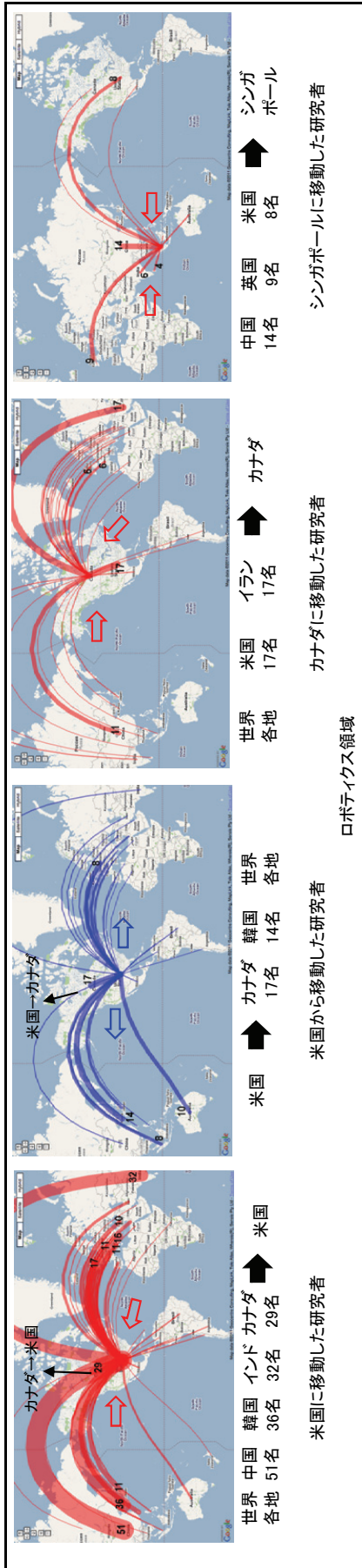


図3 各領域における研究者の移動パターン(流入を赤、流出を青で表示し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合は数値を示している。)

### 3. 各組織の国際流動性

#### 受け入れ型組織と供給型組織

各領域約 2,300 名の研究者について図 4(a) の算出方法で得られた、組織別の研究者数と国際流動の特徴を図 4(b) ~ (d) に示した。受け入れ型・供給型の代表的な組織を表 3 にまとめる。

表 3 国際的に移動した研究者数と組織別の研究者数の関係から得られる傾向

#### 3 領域共通の傾向

特徴	代表的な国 (地域) と組織
国外から多くの研究者を受け入れる代表的な組織	米国の大学、シンガポールの大学
国外に多くの研究者を供給する代表的な組織	中国の大学

#### 領域別の傾向

特徴	領域	代表的な国 (地域) と組織
国外から多くの研究者を受け入れる代表的な組織	ロボティクス	米国の大学、シンガポールの大学
	コンピュータビジョン	米国の大学、シンガポールの大学、英国の大学、香港の大学、米国の企業
	電子デバイス	米国の大学、シンガポールの大学、ベルギーの国際研究機関
国外に多くの研究者を供給する代表的な組織	ロボティクス	中国の大学、韓国の大学、イランの大学、ギリシアの大学、米国の大学、英国の大学、日本の大学
	コンピュータビジョン	中国の大学、中国の研究機関、イスラエルの大学
	電子デバイス	中国の大学、韓国の大学、台湾の大学

#### 領域別の代表組織とその特徴

##### ● ロボティクス領域

- 大学は研究者の受け入れと供給の両方を同時に行っている

代表的な組織は受け入れと供給を同時に数多く行っており、その典型例はマサチューセッツ工科大学 (MIT) である。他の 2 領域では受け入れ組織と供給する組織はほとんど分かれており、MIT も他の 2 領域では受け入れ型である。

- 東京大学に所属する研究者数が最も多いが、移動はしていない

東京大学に所属する研究者は世界で最も多いが、研究者数に対して国際的な移動は少ない。因果関係は不明であるが、東京大学の論文数は MIT より少ない。

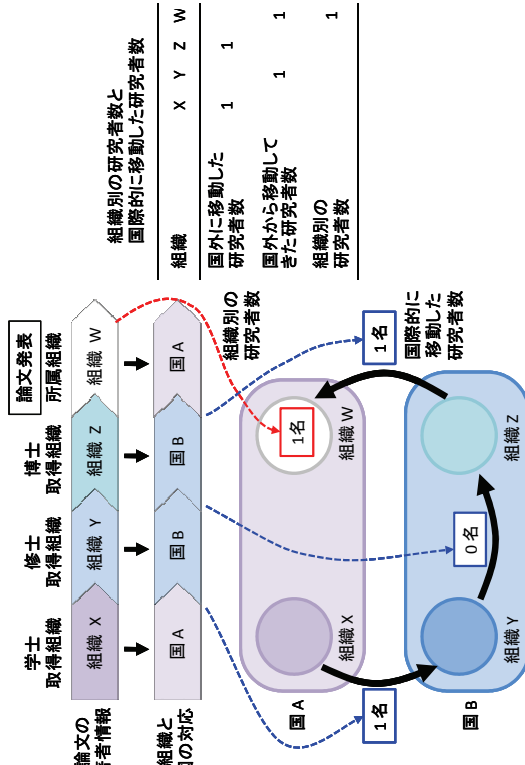
##### ● コンピュータビジョン領域

- 中国の組織が世界に多くの研究者を供給している

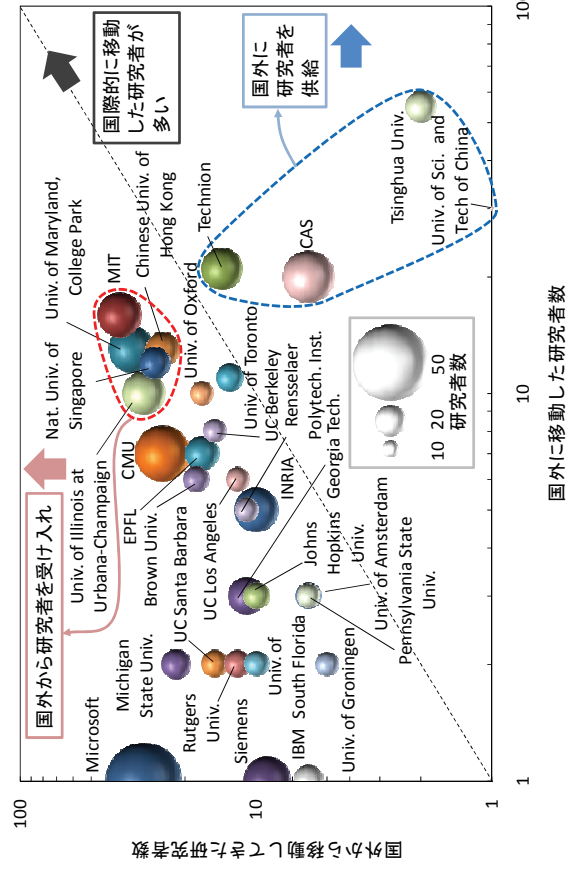
中国の各組織は世界に人材供給しているが、その中でも特に清華大学から中国外に移動した研究者が多い。中国科学院も比較的多くを国外に供給しているが、それでもなお中国科学院に所属する研究者数は多い。

- 米国を中心とした大学および企業が国外の研究者を受け入れている

米国、英国、シンガポール、香港の大学の受け入れが目立つほか、企業では特にマイクロソフト社が国外で教育を受けた研究者を数多く受け入れている。

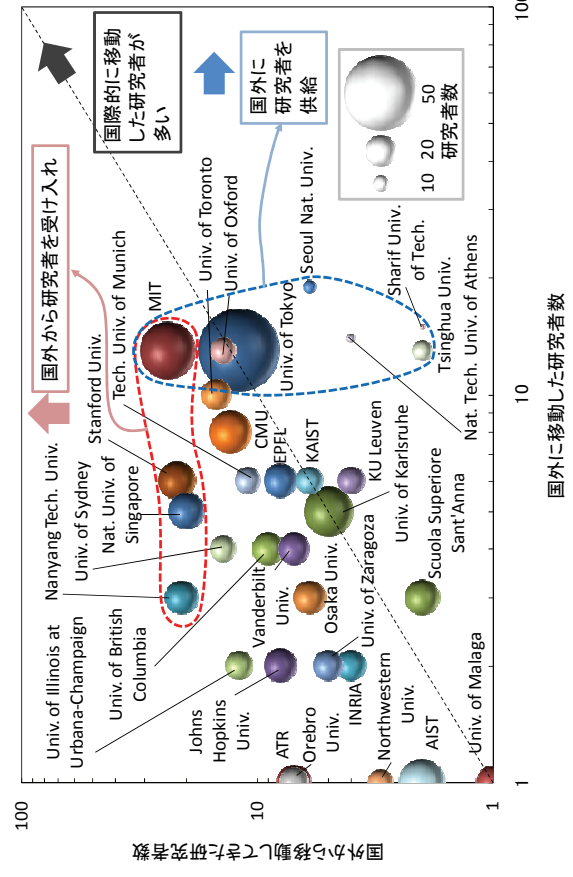


(a) 著者情報を用いた国際的に移動する研究者数と組織別研究者数の算出方法 (論文著者の学士、修士、博士取得組織と論文発表時の所属組織を国別に分類し、国外に移動した研究者数と、国外から移動してきた研究者数を求める。組織間を移動しても、同じ国内であれば国際的に移動した研究者にはカウントしない。)

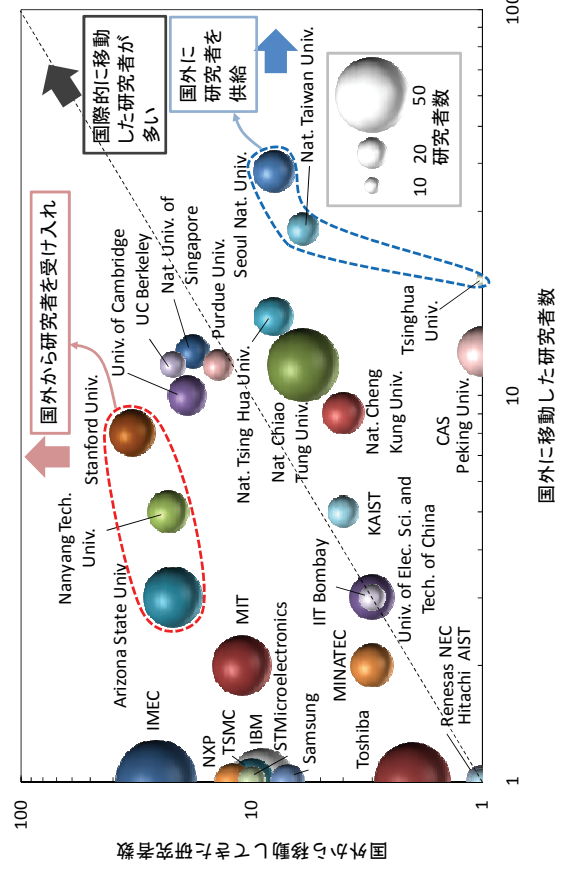


(c) コンピュータビジョン領域における国際的に移動した研究者数と組織別研究者数の関係 (所属する研究者数が15名以上または国外に移動した研究者数が20名以上の組織)

図4 国際的に移動した研究者数と組織別の研究者数の関係 (各領域それぞれ約2,300名の研究者から得られた結果である。対数表示の0を避けるため研究者数は1名加算した値で表示している。)



(b) ロボティクス領域における国際的に移動した研究者数と組織別研究者数の関係 (所属する研究者数が16名以上または国外に移動した研究者数が13名以上の組織)



(d) 電子デバイス領域における国際的に移動した研究者数と組織別研究者数の関係 (所属する研究者数が16名以上または国外に移動した研究者数が19名以上の組織)

- 電子デバイス領域

- 大学以外にも国際研究機関や各国企業が多く研究者を有している

電子デバイス領域では、多くの研究者を有する主要な組織として、大学以外にも、IMEC などの国際研究機関や各国の企業などが挙げられるという点が、他 2 領域とは大きく異なる。

- 国外から研究者を受け入れる米国、欧州、韓国、台湾などの企業

欧州の NXP 社、STMicroelectronics 社、台湾の TSMC 社、米国の IBM 社、韓国の Samsung 社などが、国外から多くの研究者を受け入れている。

- 日本の主要な研究組織である企業は、海外人材を受け入れていない

日本の企業には多くの研究者が所属しているが、国外で教育を受けた研究者を殆ど受け入れていない。研究者の比較的多い大学<sup>1</sup>もあるが、日本の大学の国際流動性も低い。日本では、国内で大学から企業に人材供給されているのみである。

博士、修士、学士取得過程の移動パターン

ロボティクス領域の主要大学の例

例として、ロボティクス領域の研究者数において主要大学と言える MIT と東京大学に所属する研究者について、各研究者の博士、修士、学士取得組織を国別に分類した結果を図 5 に示す。

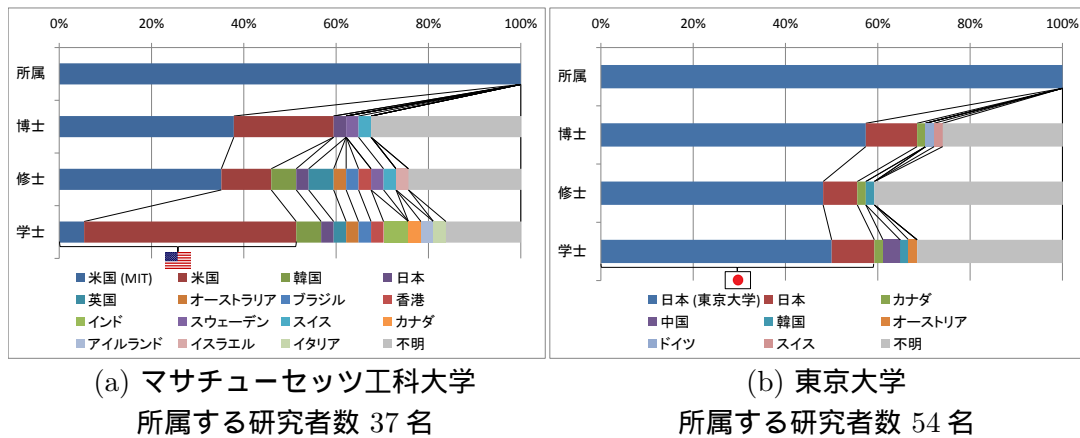


図 5 ロボティクス領域における主要大学に所属する研究者の博士、修士、学士取得国 (自組織については区別して表示している。)

- MIT に所属する研究者は国際流動型、東京大学に所属する研究者は固定型

MIT に所属する研究者には同校の学部卒業生が極めて少なく、米国外の大学を卒業し、米国外の修士課程を修了した研究者が多い。一方、東京大学大学院は同校学部卒業生が半数を占め、海外だけでなく日本国内の他大学出身者も少ない。

<sup>1</sup>電子デバイス領域では、東京大学に 12 名の研究者が所属し、大阪大学と東北大学にそれぞれ 8 名の研究者が所属している。

流動型大学で代表的なソウル国立大学と固定型大学で代表的な東京大学について、学士取得者のその後の所属組織を国別に分類した結果を図6に示す。

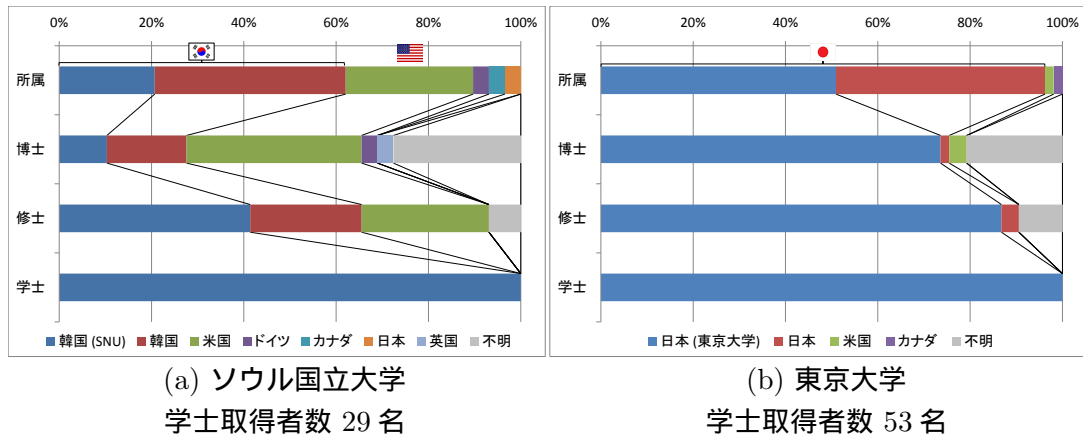


図6 ロボティクス領域における主要大学の学士取得者の所属組織と博士、修士取得国(自組織については区別して表示している。)

- 大学院に移る過程で海外へ出るソウル国立大学、国内で移動する東京大学

ソウル国立大学の学士取得者は米国の大学院に進学する者が多く、約40%の研究者がその後も米国など国外の組織に所属している。これに対し、東京大学の学士取得者は半数は同校の大学院研究者として残留し、その後も日本国内の組織に所属している。

#### 4. 総じて

本研究により、各領域に共通して、世界各国から米国に研究者が流入し、中国から多くの研究者が国外に流出する大きな流れが明らかになった。日本はロボティクスと電子デバイス領域の研究者は数多いが、国際流動性は各国に比べてかなり低い。例えば、電子デバイス領域においては、研究者数が米国に次いで多いにもかかわらず、研究者の数に比して論文数が少なく、大学も企業も海外からの研究者を受け入れていない。また、ロボティクス領域の主要大学を比較すると、日本の大学は国内の組織間流動性も低い傾向にある。このような日本の流動性の低さは、研究内容の固定化・世界のトレンドとの乖離など懸念される状況を助長する要因になりかねないと考えられる。

# 目次

第1章	調査の目的と手法	1
1.1	調査の背景	1
1.2	調査の目的	1
1.3	調査手法	3
1.3.1	論文の著者情報	3
1.3.2	研究者データと著者データ	3
1.3.3	国、組織別の研究者数と国際的に移動する研究者数	5
第2章	ロボティクス領域	7
2.1	調査データ	7
2.1.1	論文誌	7
2.1.2	論文数、著者数、研究者数	8
2.1.3	研究者と論文数の関係	8
2.1.4	論文数と著者数の推移	9
2.1.5	共著論文と国際共著	9
2.1.6	共著者数の推移	11
2.1.7	学士、修士、博士の取得組織と取得年	11
2.2	国別分析	12
2.2.1	論文数	12
2.2.2	研究者数	13
2.2.3	研究者と論文数の関係	14
2.2.4	共著者数	14
2.2.5	国際共著ネットワーク	19
2.2.6	論文数、研究者数と博士、修士、学士取得者数の関係	19
2.2.7	国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係	23
2.2.8	国際的に移動した研究者数の国別研究者数による規格化	23
2.2.9	研究者の国際的な移動パターン	26
2.2.10	国別に分類した研究者の博士、修士、学士取得国	30
2.3	組織別分析	35
2.3.1	所属組織と博士、修士、博士取得組織の地理的な分布	35
2.3.2	論文数	35
2.3.3	研究者	36
2.3.4	博士取得者数	36
2.3.5	修士取得者数	41
2.3.6	学士取得者数	42
2.3.7	国際的に移動した研究者数と組織別研究者数の関係	44
2.3.8	国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化	45
2.3.9	研究者の国際的な移動	46

2.3.10	博士取得者の国際的な移動	47
2.3.11	修士取得者の国際的な移動	49
2.3.12	学士取得者の国際的な移動	50
<b>第3章</b>	<b>コンピュータビジョン領域</b>	<b>53</b>
3.1	調査データ	53
3.1.1	論文誌	53
3.1.2	論文数、著者数、研究者数	54
3.1.3	研究者と論文数の関係	54
3.1.4	論文数と著者数の推移	54
3.1.5	共著論文と国際共著	54
3.1.6	学士、修士、博士の取得組織と取得年	55
3.2	国別分析	56
3.2.1	論文数	56
3.2.2	研究者数と著者数	56
3.2.3	研究者と論文数の関係	57
3.2.4	共著者数	59
3.2.5	国際共著ネットワーク	59
3.2.6	論文数、研究者数と博士、修士、学士取得者数の関係	61
3.2.7	国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係	65
3.2.8	国際的に移動した研究者数の国別研究者数による規格化	66
3.2.9	研究者の国際的な移動パターン	68
3.2.10	国別に分類した研究者の博士、修士、学士取得国	72
3.3	組織別分析	76
3.3.1	所属組織と博士、修士、博士取得組織の地理的な分布	76
3.3.2	論文数	76
3.3.3	研究者数	78
3.3.4	博士取得者数	78
3.3.5	修士取得者数	81
3.3.6	学士取得者数	81
3.3.7	国際的に移動した研究者数と組織別研究者数の関係	84
3.3.8	国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化	85
3.3.9	研究者の国際的な移動	86
3.3.10	博士取得者の国際的な移動	87
3.3.11	修士取得者の国際的な移動	89
3.3.12	学士取得者の国際的な移動	90
<b>第4章</b>	<b>電子デバイス領域</b>	<b>93</b>
4.1	調査データ	93
4.1.1	論文誌	93
4.1.2	論文数、著者数、研究者数	93
4.1.3	研究者と論文数の関係	94
4.1.4	論文数と著者数の推移	94
4.1.5	共著論文と国際共著	94
4.1.6	学士、修士、博士の取得組織と取得年	95
4.2	国別分析	96

4.2.1	論文数	96
4.2.2	研究者数と著者数	97
4.2.3	研究者と論文数の関係	97
4.2.4	共著者数	99
4.2.5	国際共著ネットワーク	101
4.2.6	論文数、研究者数と博士、修士、学士取得者数の関係	101
4.2.7	国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係	105
4.2.8	国際的に移動した研究者数の国別研究者数による規格化	106
4.2.9	研究者の国際的な移動パターン	108
4.2.10	国別に分類した研究者の博士、修士、学士取得国	112
4.3	組織別分析	116
4.3.1	所属組織と博士、修士、博士取得組織の地理的な分布	116
4.3.2	論文数	116
4.3.3	研究者数	118
4.3.4	博士取得者数	118
4.3.5	修士取得者数	121
4.3.6	学士取得者数	121
4.3.7	国際的に移動した研究者数と組織別研究者数の関係	124
4.3.8	国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化	125
4.3.9	研究者の国際的な移動	126
4.3.10	博士取得者の国際的な移動	127
4.3.11	修士取得者の国際的な移動	128
4.3.12	学士取得者の国際的な移動	130
<b>第5章</b>	<b>研究領域間の比較</b>	<b>132</b>
5.1	調査データ	132
5.1.1	論文数、著者数、研究者数	132
5.1.2	研究者数と論文数の関係	132
5.1.3	共著者数	133
5.1.4	国際共著	134
5.1.5	学士、修士、博士取得年	134
5.1.6	論文数、研究者数と博士、修士、学士取得者数の関係	135
<b>第6章</b>	<b>研究者の国際流動性</b>	<b>138</b>
6.1	研究者の国際流動性に関する国別の特徴	138
6.1.1	国別の研究者数と国際流動性の関係	138
6.1.2	研究者の国際移動パターンにおける国別の特徴	142
6.2	研究者の国際流動性に関する組織別の特徴	145
6.2.1	組織別の研究者数と国際流動性の関係	145
6.2.2	国際流動性に見る主要大学の特徴	149
6.3	総じて	152



# 第1章 調査の目的と手法

## 1.1 調査の背景

先進国を中心にした高齢化社会の進展による労働生産人口の減少に伴い、高度人材の国際流動性は、人口統計学、労働経済学、移民問題など様々な観点から論じられている。発展途上国から先進国への高度人材の移民に代表される頭脳流出については、古くから研究されてきた [1]。ニュージーランドにおける事例研究 [2] は、頭脳流出は発展途上国に限られた問題ではなく、先進国も含めた世界的に共通する課題であることを示している。

高度人材の国際流動性は知識移転において重要な役割を果たすことが示唆されされている [3]。例えば、米国内で高等教育を受けた中国・インド出身の起業家に関する事例研究は、高度人材の国際的な移動が、研究者・技術者、起業家、投資家を結ぶネットワークを構築し、発展途上国と先進国の両方に利益をもたらすことを明らかにした [4, 5]。

経済発展を支えるイノベーションを促進する高度科学技術人材の確保は、世界各国の政策課題とされている。国内だけで短期間に高度科学技術人材を育成するのは容易ではないため、海外で教育を受けた高度人材を積極的に受け入れることも、高度科学技術人材の確保するための方策の一つとなっている。そこで、高度人材に対する優遇政策 [6] や、海外から帰国する研究者や起業家に対する積極的な支援が行われている [7]。

人材の国際流動性については、経済開発協力機構 (OECD) が移民 [8]、高度人材 [9]、留学生 [10] の統計データを報告している。また、米国科学財団 (NSF) は、米国内の大学に所属する留学生に関する詳細な統計を報告している [11]。これらの報告では、専攻分野別の留学生数についても言及し [9, 11]、先進国における科学技術は高度人材の移民や留学生によって支えられていることを示唆している。

高度人材の中でも研究者に注目した国際流動性の研究も行われている。米国科学アカデミー、米国技術アカデミーの会員を中心に、米国外の出身者、あるいは、米国外で教育を受けた研究者など 4,500 名以上の研究者を対象とした調査が報告されている [12]。この調査から、ライフサイエンスと物理学の研究者の場合、米国外で博士を取得している研究者が多いことと、研究領域によって研究者の国際流動性が異なることが示された。また、著名な会議の参加者から血圧上昇物質に関する業績のある研究者を抽出し、文献情報と組み合わせることで国際流動性を検討した例も報告されている [13]。これらの調査では、業績の顕著な研究者を対象とするため年齢層が高くなり、博士研究員や大学院生など国際流動性が高いと想定される若手研究者が調査データに含まれないという問題がある。また、流動性が高いと考えられる博士取得者のキャリアパスについては、日本国内における調査が行われている [14]。しかし、特定の研究領域に注目した研究者の国際流動性については定量的な解析はこれまでに行われていない。

## 1.2 調査の目的

高度人材の国際流動性は、図 1.1 のようにマクロな側面とミクロな側面に分けて考えることができる。

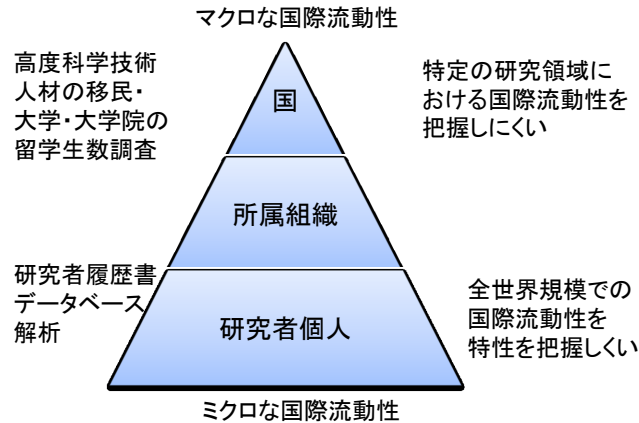


図 1.1 研究者の流動性を把握する手法の分類とその課題

国際流動性のマクロな側面を把握する手法として、高度人材の移民や大学や大学院に在籍する留学生数など国を単位とした人材の流動性調査が挙げられる。大学院に在籍する留学生を専攻分野別に分類した調査報告もあるが [9, 11]、理工系分野の区分が国によって大きく異なるといった問題もあり、国際比較が容易ではない。例えば、NSF の報告 [11] では、経済学は理工系の一分野として分類されているが、日本では、経済学を理工系分野に分類することは一般的ではない。また、専攻分野などの分類区分が広く、国際流動性が異なると想定される研究領域別に研究者の特性を把握するのは容易でないという問題がある。

一方、国際流動性のミクロな側面を把握する手法に、個別研究者へのアンケート調査 [15] や、研究者の移動を把握するために研究者の経歴を調査がある。近年では公募研究費の申請や審査のために研究者データベースの導入が進み、これらのデータベースに登録された研究者情報を用いた研究も行われている [16, 17]。研究者データベースを用いた研究では、フランスの研究機関に在籍する研究者 [18]、米国エネルギー省の支援を受けた研究者 [19]、スペインの大学に在籍していた研究者 [20, 21]、中国の研究機関に所属する研究者 [22]、スウェーデン国内の研究助成金を受けた研究者 [23]、日本の国立大学に所属する研究者 [24] についての調査結果が報告されている。いずれも特定の国を中心に活動する研究者に限定され、全世界規模の研究者流動性については、これまでに詳細な研究事例が報告されていない。

ここでは、図 1.1 に示す、国、所属機関、研究者個人の各階層に注目し、研究者の国際流動性を定量的に把握するために、文献の著者情報から得られる学歴を中心とした解析を行う。データ解析については NISTEP Discussion Paper No. 61 [25] で検討した手法を基本的に用いる。研究者の国際流動性は研究領域間で異なると考えられるため、ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイスの研究領域について、個々の研究者に関する国際流動性データに基づく国別及び組織別の解析を行う。これらの解析結果から、各研究領域における研究者の国際流動性と、国際流動性に関する研究領域間の特徴を定量的に分析し、その特徴を明らかにする。

選択した 3 つの研究領域には次の特徴がある。ロボティクス領域は産業利用から民生利用の拡大が期待される重要な次世代産業と位置付けられ、世界的にも日本の研究水準が高く評価されている。コンピュータビジョン領域は、日本でも文字認識を始めとして研究の歴史も長く、産業面では設備投資が小さくて済むことから研究成果を基にベンチャー企業が設立されることが多いという特徴がある。電子デバイス領域は、日本だけでなく世界的

な主要産業の一つであるエレクトロニクス産業を支える研究を含む。

## 1.3 調査手法

### 1.3.1 論文の著者情報

米国電気電子技術者協会 (Institute of Electrical and Electronic Engineers: IEEE) から出版されている論文誌では、以下のような著者情報を論文の末尾に記載していることが多い<sup>1</sup>。

Avinash Jain received the BTech degree in electrical engineering from Indian Institute of Technology, Bombay in 1997 and the MS degree from the University of Illinois, Urbana-Champaign in 1999. Since August of 1999, he has been working as a system engineer at QUALCOMM Inc., where he is working on design and development of the cdma2000 reverse link. He is currently also a PhD student at the University of California, San Diego with research interest towards wireless and communication networks.

下線部の記述から、論文の著者が学士、修士及び博士の学位を取得した組織と取得年を読み取ることができる。さらに、論文が発行された 2002 年時点の所属組織を合わせて表 1.1 に示す著者情報を得る。この例では、著者情報には PhD student と記載されているため、大学院博士課程には在籍するが博士の学位は未取得である。そこで、表 1.1 の博士取得組織は N/A<sup>2</sup>と表記している。

組織の名称については、同一組織であっても表記している言語や略称が異なることがあるため、基本的には英文表記の組織名に合わせて修正した。また、組織名が変更されている場合にも、同一組織の場合には統一することにした。

複数の組織から学位を取得している場合、例えば、異なった大学院から専攻分野の異なる修士を取得しているような場合には、最初に修士を取得した組織をデータに登録した。

表 1.1 著者情報データの例

氏名	Avinash Jain		
所属組織	QUALCOMM Inc.	Unites States	2002
博士取得組織	N/A	N/A	N/A
修士取得組織	University of Illinois, Urbana-Champaign	United States	1999
学士取得組織	Indian Institute of Technology, Bombay	India	1997

### 1.3.2 研究者データと著者データ

論文の著者情報から表 1.1 のようなデータを収集して解析する場合、図 1.2 のように、同一研究者の論文が 2 件以上含まれる場合を考慮する必要がある。

研究者データでは、複数の論文を発表している同一研究者を 1 名の研究者データにまとめなければならない。この場合、同一研究者が複数の論文を発表して著者情報が論文別に

<sup>1</sup>IEEE から出版されている論文誌であっても経歴に関する著者情報を記載しない場合もある。また、論文誌に掲載される論文が Regular Papers と Short Papers に分かれる場合には、著者情報が記載されるのは Regular Papers に限られる

<sup>2</sup>Not Available の略

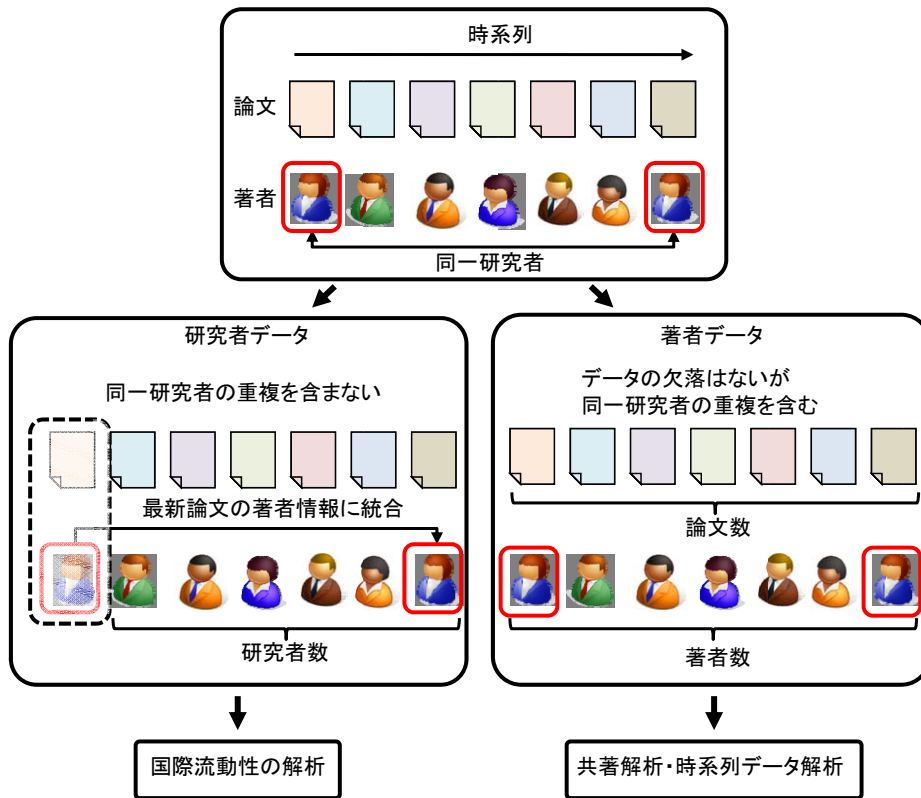


図 1.2 研究者データと著者データを用いた解析

得られるため、過去の論文から得られた著者情報を最新の論文の著者情報に統合する。また、ある研究者が他の組織に移動して異なった組織から論文を発表している場合には、最新の論文に記載されている著者情報をデータに登録する。このような研究者データの場合、同一研究者の重複がないためデータサイズは研究者数に等しい。国・組織間を移動する研究者数のカウントなど国際流動性の分析を行う場合には、同一研究者の重複するデータを用いることは不適切であるため、このような研究者データを用いる。

著者データでは、同一研究者が複数の論文を発表していても論文別に著者情報をデータに登録する。著者データの場合、同一研究者であっても論文別にデータに登録するため、データサイズは著者数に等しい。共著論文解析や論文数や著者数の推移など時系列データの解析には、同一研究者の欠落を含む研究者データでは不適切であるため、著者データを用いる。

### 1.3.3 国、組織別の研究者数と国際的に移動する研究者数

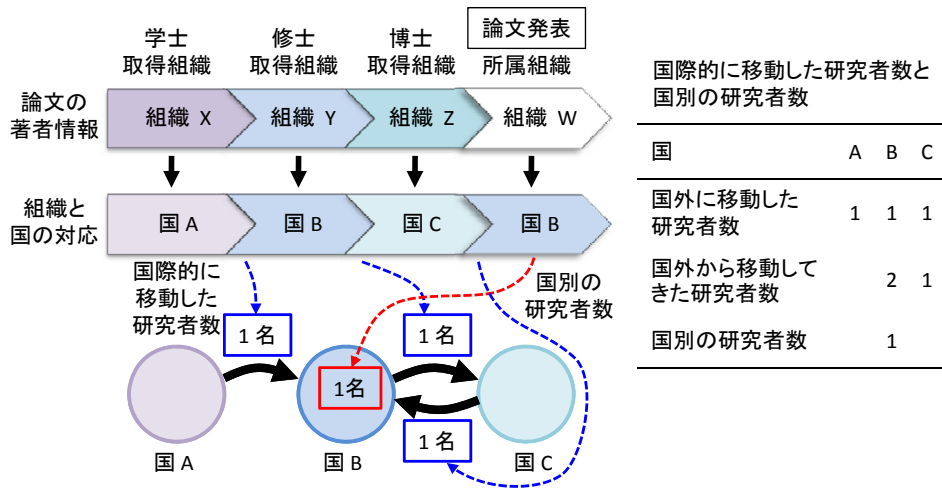


図 1.3 国別の研究者数と国際的に移動する研究者数の算出

国別の研究者数と国際的に移動する研究者数の算出方法を図 1.3 に示す。論文の著者情報から得られた、研究者の学士、修士及び博士取得組織と所属組織を X、Y、Z、W する。ここで、組織 X、Y、Z、W がそれぞれ国 A、B、C、B に含まれる場合を考える。研究者が組織 X から組織 Y に移動した場合、国 A から国 B に移動するため、国 A には国外に移動した研究者とカウントし、国 B には国外から移動してきた研究者としてカウントする。同様に、組織 Y から組織 Z に移動する場合、国 B から国 C に移動するため、国 B には国外に移動した研究者とカウントし、国 C には国外から移動してきた研究者としてカウントする。さらに、組織 Z から組織 W に移動する場合、国 C から国 B に戻るため、国 C には国外に移動した研究者とカウントし、国 B には国外から移動してきた研究者として再びカウントする。国別の研究者数については、最終的に論文を発表した組織 W の含まれる国 B の研究者とカウントする。

次に組織別の研究者数と国際的に移動する研究者数の算出方法を図 1.4 に示す。論文の著者情報から得られた、研究者の学士、修士及び博士取得組織と所属組織を X、Y、Z、W とする。ここで、組織 X、Y、Z、W がそれぞれ 国 A、B、B、A に含まれる場合を考える。研究者が組織 X から組織 Y に移動する場合、国 A から国 B に移動するため、組織 X には国外に移動した研究者とカウントし、組織 Y には国外から移動してきた研究者としてカウントする。組織 Y から組織 Z に移動する場合、国 B 内の組織間移動であるため、組織 Y と組織 Z のいずれも国際的に移動した研究者とカウントしない。また、研究者が組織 Z から組織 W に移動する場合、国 B から国 A に戻るため、組織 Z には国外に移動した研究者とカウントし、組織 W には国外から移動してきた研究者とカウントする。組織別の研究者数については、論文を発表した組織 W の研究者とカウントする。

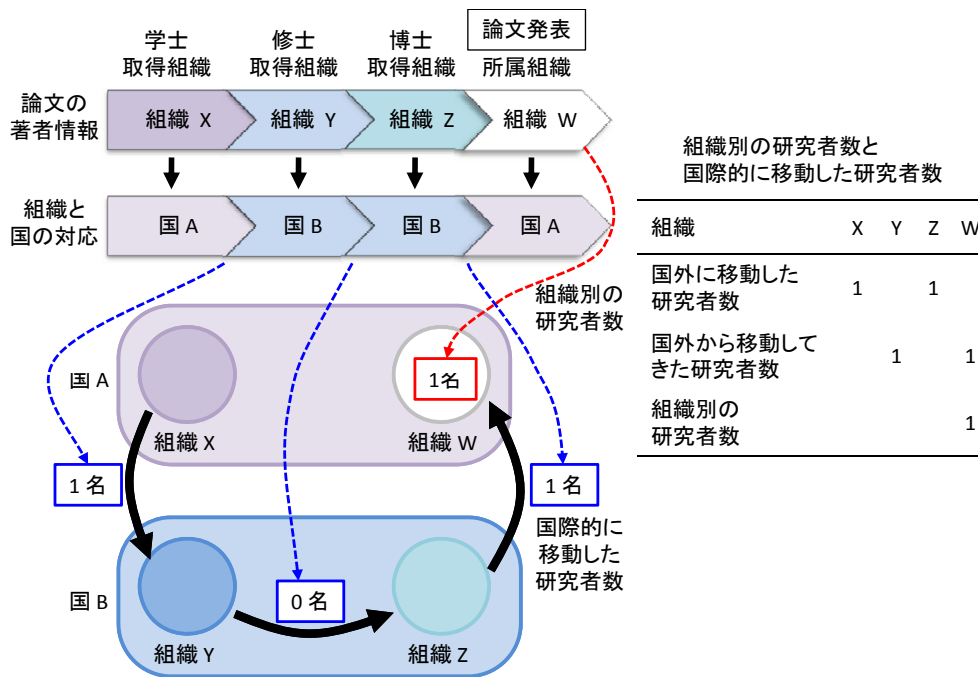


図 1.4 組織別の研究者数と国際的に移動する研究者数の算出

## 第2章 ロボティクス領域

産業用ロボットの研究開発は 1960 年代から進められ、製造業を中心にした経済発展に大きく寄与してきた。近年では、医療・福祉や災害救助などの分野でもロボットの導入が進みつつあり、今後も様々な産業におけるロボット利用の拡大に伴い経済への波及効果が期待されている。このような背景から、米国、欧州、韓国、日本などロボティクス研究を重要な研究領域と位置付けている国も多い。

### 2.1 調査データ

#### 2.1.1 論文誌

ロボティクス領域において、著者情報を記載する論文誌の中で、論文数が多く安定し、データ解析に適した以下の論文誌を調査対象とした。

(1) IEEE Transactions on Robotics (IEEE-TRO)

IEEE Robotics Society が刊行している論文誌であり、2004 年の第 4 号から現在の IEEE Transactions on Robotics として年間に 6 冊発行されている。1985～1988 年には IEEE Journal of Robotics and Automation、1989～2004 年には IEEE Transactions on Robotics and Automation として刊行され、この研究領域では歴史の長い論文誌である。なお、IEEE Robotics and Automation は、2004 年からロボティクス研究を中心とした IEEE Transactions on Robotics (IEEE-TRO) と、制御系の研究を中心とした IEEE Transactions on Automation Science and Engineering(IEEE-TASE) の 2 誌に分かれている。

(2) Robotics and Autonomous Systems (IAS-RAS)

Intelligent Autonomous Systems Society が主催し、エルゼビア社が発行している論文誌である。2006 年以降は年間に 12 冊発行されている。1985～1987 年には Robotics という名称の論文誌として刊行され、1988 年から、論文誌の名称が現在の Robotics and Autonomous Systems に変更された。ロボティクス研究領域では歴史の長い論文誌の一つと言える。

以下では、これら論文誌の表記を簡略化して IEEE-TRO、IAS-RAS と表す。

ロボティクス領域の論文誌について、2005 年のインパクトファクタを調査した結果 [26] を表 2.1 に示す。2005 年のインパクトファクタは IEEE-TRO が最も高く、IAS-RAS は 4 番目に高い値である。Autonomous Robot は 1994 年創刊の比較的新しい論文誌である。International Journal of Robotics は 1982 年の創刊で歴史も長いですが、論文には所属以外の著者情報が記述されていない。

表 2.1 ロボティクス領域における論文誌のインパクトファクタ (2005) [26]

順位	論文誌名	インパクトファクタ
1	IEEE Transactions on Robotics	1.49
2	Autonomous Robots	1.25
3	International Journal of Robotics Research	1.13
4	Robotics and Autonomous Systems	0.77
5	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	0.64
6	Robotica	0.49
7	IEEE Robotics and Automation Magazine	0.45
8	Advanced Robotics	0.35
9	Journal of Robotics Systems	0.32
10	Journal of Intelligent and Robotic Systems	0.22

### 2.1.2 論文数、著者数、研究者数

2004～2009年にIEEE-TROとIAS-RASに掲載された論文数、著者数、研究者数を表2.2にまとめる<sup>1</sup>。論文数は、IEEE-TROが493件、IAS-RASが540件、合計1,033件である。論文別にカウントした著者数は、IEEE-TROが1,487名、IAS-RASが1,672名、合計3,159名である。同一研究者を1名としてカウントした研究者数はIEEE-TROが1,157名、IAS-RASが1,382名、IEEE-TROとIAS-RASを合わせて2,441名である<sup>2</sup>。IAS-RASの論文数と著者数はIEEE-TROよりも約10%多く、IAS-RASの研究者数はIEEE-TROよりも約20%多いデータとなっている。

著者数に対する研究者数の比率は、IEEE-TROが77.9%、IAS-RASが82.7%、IEEE-TROとIAS-RASを合わせて80.4%である。従って、IEEE-TROとIAS-RASを合わせた総著者の約20%は、同一研究者を論文別に重複してカウントしたデータである。また、著者数に対する研究者数の比率はIAS-RASよりもIEEE-TROが低いいため、著者データにおける研究者の重複はIEEE-TROの方が多。

表 2.2 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 に掲載された論文数、著者数、研究者数 (著者数は論文別に著者をカウントしているため同一研究者の重複を含む)

	IEEE-TRO	IAS-RAS	IEEE-TRO IAS-RAS
論文数	493	540	1,033
著者数	1,487	1,672	3,159
研究者数	1,157	1,382	2,441
研究者数/著者数 [%]	77.9	82.7	80.4

### 2.1.3 研究者と論文数の関係

表 2.3 には、IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における研究者と論文数の関係を示す。調査データに1件の論文が含まれる研究者がIEEE-TROでは81.3%、IAS-RASでは86.0%、IEEE-TRO、IAS-RAS合わせて82.7%を占める。調査データに複数の論文が

<sup>1</sup>2004年の第1号から第3号についてはIEEE Transactions on Robotics and Automationに掲載された論文をIEEE Transactions on Roboticsに掲載された論文としてデータを登録した。

<sup>2</sup>IEEE-TRO、IAS-RASの両方に論文が掲載されている著者が含まれるため、IEEE-TRO 1,157名とIAS-RAS 1,382名を加算した2,539名にはならない。



含まれる研究者がIEEE-TRO では 18.7%、IAS-RAS では 14.0%、IEEE-TRO、IAS-RAS 合わせて 17.3% を占める。調査データに複数の論文が含まれる研究者の比率は、IAS-RAS よりも IEEE-TRO が高い。

調査した IEEE-TRO、IAS-RAS 論文データでは、同一研究者による最多論文数はそれぞれ 9 件、12 件であった。なお、IEEE-TRO と IAS-RAS 論文を合わせても、同一研究者による最多論文数は 12 件である。

表 2.3 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における研究者と論文数の関係

		論文数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12
IEEE-TRO	研究者数		942	148	45	12	6	1	3	0	1	0
	研究者数比率 [%]		81.3	12.8	3.9	1.0	0.5	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0
IAS-RAS	研究者数		1,187	140	31	13	6	3	0	0	0	1
	研究者数比率 [%]		86.0	10.2	2.2	0.9	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1
IEEE-TRO、 IAS-RAS	研究者数		2,019	270	81	37	14	11	5	1	2	1
	研究者数比率 [%]		82.7	11.1	3.3	1.5	0.6	0.5	0.2	0.0	0.1	0.0

#### 2.1.4 論文数と著者数の推移

図 2.1 には 2004～2009 年の IEEE-TRO と IAS-RAS に掲載された論文数と著者数の推移を示す。論文数と著者数に僅かな変動はあるものの全体としては増加傾向にあり、2004 年と 2009 年を比較すると論文数は 1.39 倍、著者数は 1.43 倍に増えている。

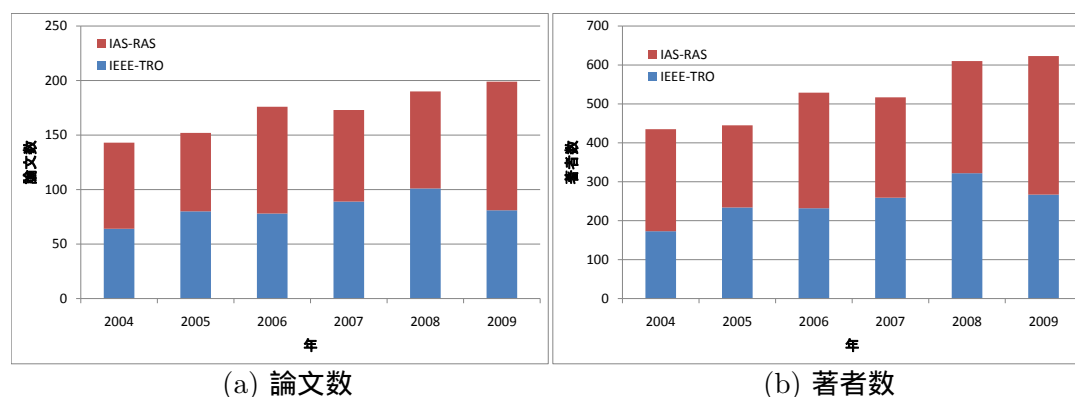


図 2.1 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 に掲載された論文数と著者数の推移

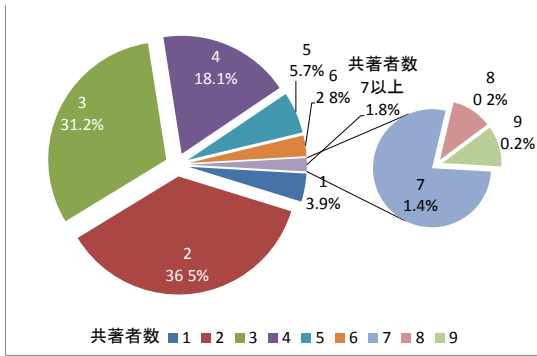
#### 2.1.5 共著論文と国際共著

図 2.2 には、IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における共著者数比率と国際共著論文比率を示す。IEEE-TRO の場合、4 名以下の共著論文が 89.7% を占め、共著者数 2 名の論文が 36.6% と最も多く、比率の高い順に共著者数 3 名の論文が 31.2%、共著者数が 4 名の論文が 18.1% を占めている。調査データの IEEE-TRO 論文における国際共著論文比率は 23.3% である。

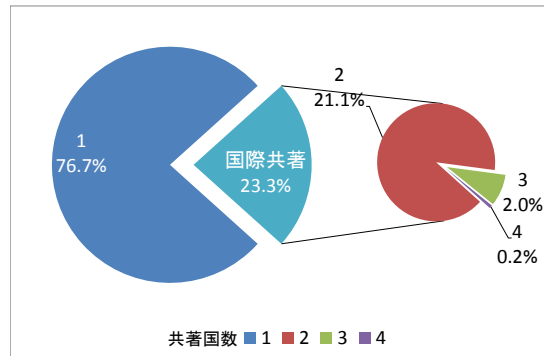
IAS-RAS の場合、4 名以下の共著論文が 85.8% を占め、共著者数 2 名の論文が 33.1% と最も多く、比率の高い順に共著者数 3 名の論文が 25.9%、共著者数が 4 名の論文 18.3% を占めている。調査データの IAS-RAS 論文における国際共著論文比率は 21.0% であり、

IEEE-TRO 論文における国際共著論文比率よりも 2.3% 低い。単著論文の比率は、IEEE-TRO の 3.9% に対して IAS-RAS では 8.5% と高い。また、IAS-RAS には共著者数が 11 名を越える論文も含まれている。国際共著論文については、いずれの論文誌も最多 4ヶ国の国際共著であった。

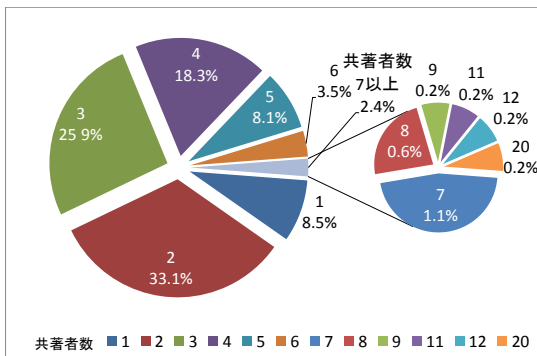
IEEE-TRO と IAS-RAS を合わせた論文データでは、4 名以下の共著論文が全体の 87.8% を占め、共著者数 2 名の論文が 34.8% と最も多く、比率の高い順に共著者数 3 名の論文が 28.5%、共著者数が 4 名の論文が 18.2% を占めている。また、共著論文のうち国際共著論文が 22.1% を占める。



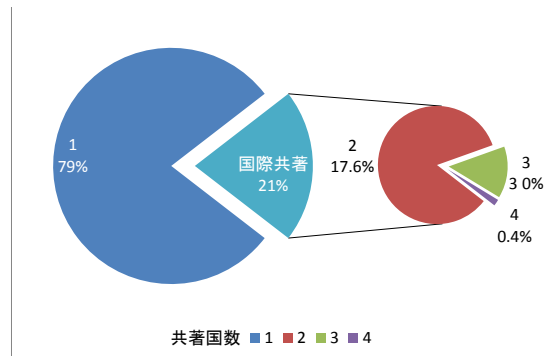
(a) IEEE-TRO 共著者数比率



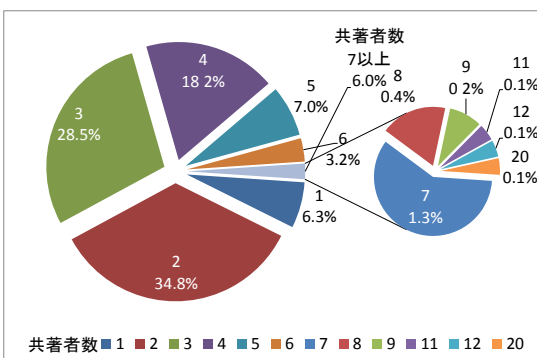
(b) IEEE-TRO 国際共著論文比率



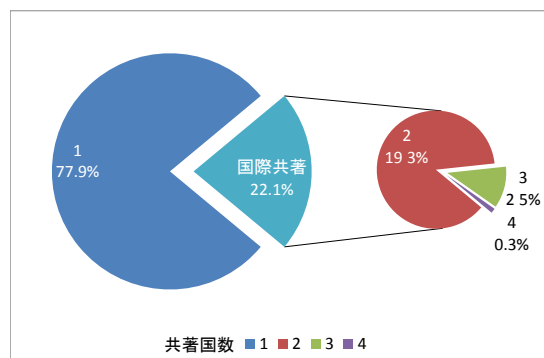
(c) IAS-RAS 共著者数比率



(d) IAS-RAS 国際共著論文比率



(e) IEEE-TRO、IAS-RAS 共著者数比率



(f) IEEE-TRO、IAS-RAS 国際共著論文比率

図 2.2 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文の共著者数比率と国際共著論文比率

### 2.1.6 共著者数の推移

図 2.3 には、IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における共著者数の推移を示す。図 2.3(a) の IEEE-TRO 論文における共著者数の推移、図 2.3(b) の IAS-RAS 論文における共著者数の推移を見ても、年間論文数に変動が大きいいため明確な傾向は把握しにくい。しかし、図 2.3(c) の IEEE-TRO と IAS-RAS を合わせた論文について共著者の推移を見ると、単著論文と共著者数 2 名の論文については一定の比率で推移しているが、共著者が 3~5 名の論文は増加傾向にあることが読み取れる。

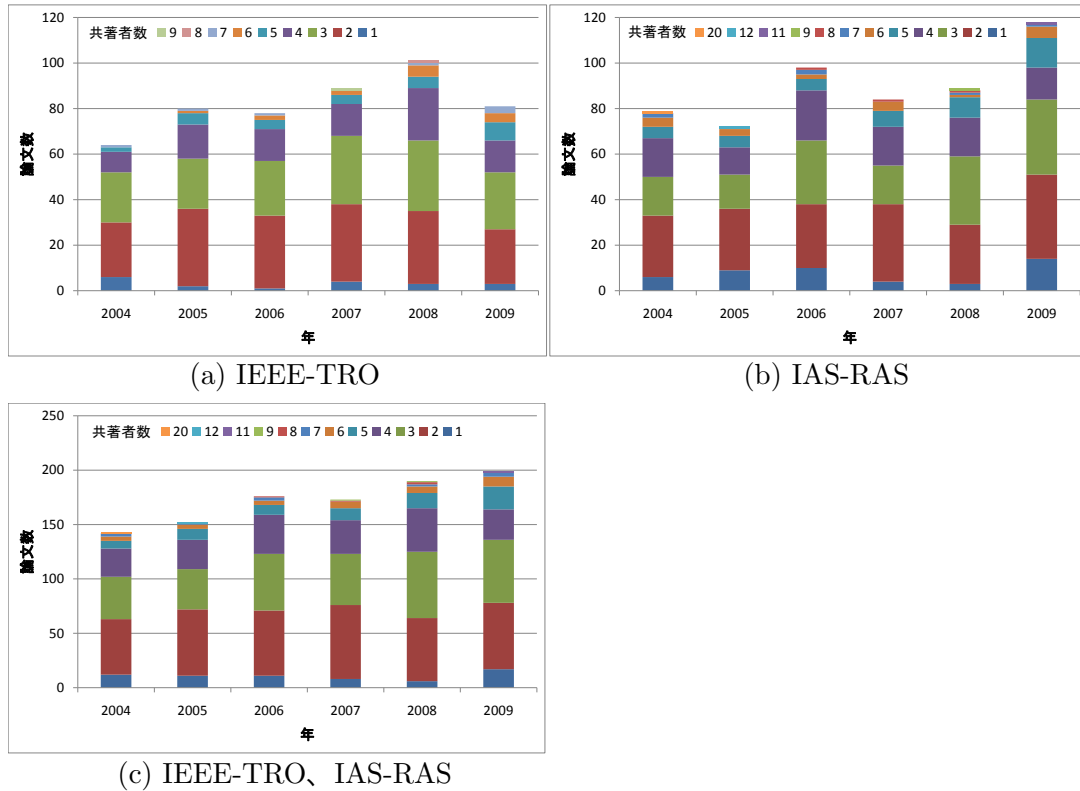


図 2.3 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における共著者数の推移

### 2.1.7 学士、修士、博士の取得組織と取得年

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文の著者情報から博士、修士、学士の取得組織と取得年が得られた研究者数を表 2.4 に示す。調査した IEEE-TRO 論文データの場合、学士、修士、博士取得組織の得られた研究者が 76.8%、62.0%、70.8%を占め、これらの取得組織に加えて学士、修士、博士取得年の得られた研究者が 68.4%、54.2%、64.7%を占める。調査した IAS-RAS 論文データの場合、学士、修士、博士取得組織の得られた研究者が 59.8%、48.0%、60.1%を占め、これらの取得組織に加えて学士、修士、博士取得年の得られた研究者が 47.9%、37.6%、47.3%を占める。著者情報に学士、修士、博士の取得組織と取得年を記載している研究者の比率は IAS-RAS よりも IEEE-TRO が高い結果となった。IEEE-TRO と IAS-RAS を合わせると、学士、修士、博士取得組織の得られた研究者が 67.3%、53.8%、64.0%を占め、これら取得組織に加えて学士、修士、博士取得年の得られた研究者が 56.8%、44.5%、54.3%を占める。結果として、学士と博士の取得組織につ

表 2.4 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から博士、修士、学士の取得組織と取得年の得られた研究者数

			学士	修士	博士
IEEE-TRO	取得組織	研究者数	889	718	820
		比率 [%]	76.8	62.0	70.8
	取得年	研究者数	792	628	749
		比率 [%]	68.4	54.2	64.7
IAS-RAS	取得組織	研究者数	826	663	830
		比率 [%]	59.8	48.0	60.1
	取得年	研究者数	662	520	653
		比率 [%]	47.9	37.6	47.3
IEEE-TRO、 IAS-RAS	取得組織	研究者数	1,644	1,316	1,563
		比率 [%]	67.3	53.8	64.0
	取得年	研究者数	1,389	1,087	1,327
		比率 [%]	56.8	44.5	54.3

いては研究者の 60%以上、学士と博士の取得年については研究者の 50%以上のデータを得ることができた。修士の取得組織と取得年については、それぞれ研究者の 50%、40%以上のデータが得られている。

図 2.4 に IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた研究者の学士、修士、博士取得年分布を示す。図 2.4(a) の IEEE-TRO と図 2.4(b) の IAS-RAS の結果を比較すると、グラフの傾向に大きな差異は見られない。ただし、学士、修士取得年の得られた IAS-RAS の研究者数が少ないため、図 2.4(b) のグラフの高さは図 2.4(a) のグラフよりも低くなっている。図 2.4(c) の IEEE-TRO、IAS-RAS を合わせた研究者データの場合、学士取得年は 2000 ~ 2001 年にピークが見られ、博士取得年は 2002 ~ 2004 年にピークが見られる。修士取得年のピークも 2000 ~ 2005 年にかけて存在はするが、学士、博士取得年と比較すると鋭いピークではない。

調査したデータは 2004 ~ 2009 年の 6 年間に発表された論文であるが、研究者の学士、修士、博士取得年は 1950 年代から 2000 年代まで分布しているため、幅広い年齢層の研究者が調査データに含まれていることがわかる。

## 2.2 国別分析

### 2.2.1 論文数

図 2.5 には、第 1 著者の所属組織を用いて論文を国別に分類し、論文数の多い順に上位 30ヶ国をまとめた。図 2.5 では国別の論文数を IEEE-TRO と IAS-RAS に区別した結果を表示している。論文数は米国が最も多く、論文数全体の 25.2%を占める。米国に次いで、日本が 8.7%、スペインが 8.3%、ドイツが 6.6%、フランスが 5.2%、イタリアが 5.1%、英国が 5.1% の論文数を占める。これら欧米先進国と日本に続いて、中国、シンガポール、韓国、香港、イスラエル、インドからの論文数が多い結果となっている。

IEEE-TRO、IAS-RAS の論文誌別比率を見ると、米国に分類した論文では、IEEE-TRO 論文比率が 75.4 %を越えている。スペイン、ドイツ、英国に分類した論文では IAS-RAS 論文の比率が高く、英国の場合、IAS-RAS 論文が 90.6%を占めている。スペイン、ドイツでは IAS-RAS 論文がそれぞれ 65.1%、77.9%を占めている。日本の場合、IAS-RAS 論文は 55.5%を占め、IEEE-TRO 論文比率と大きな差は見られない。

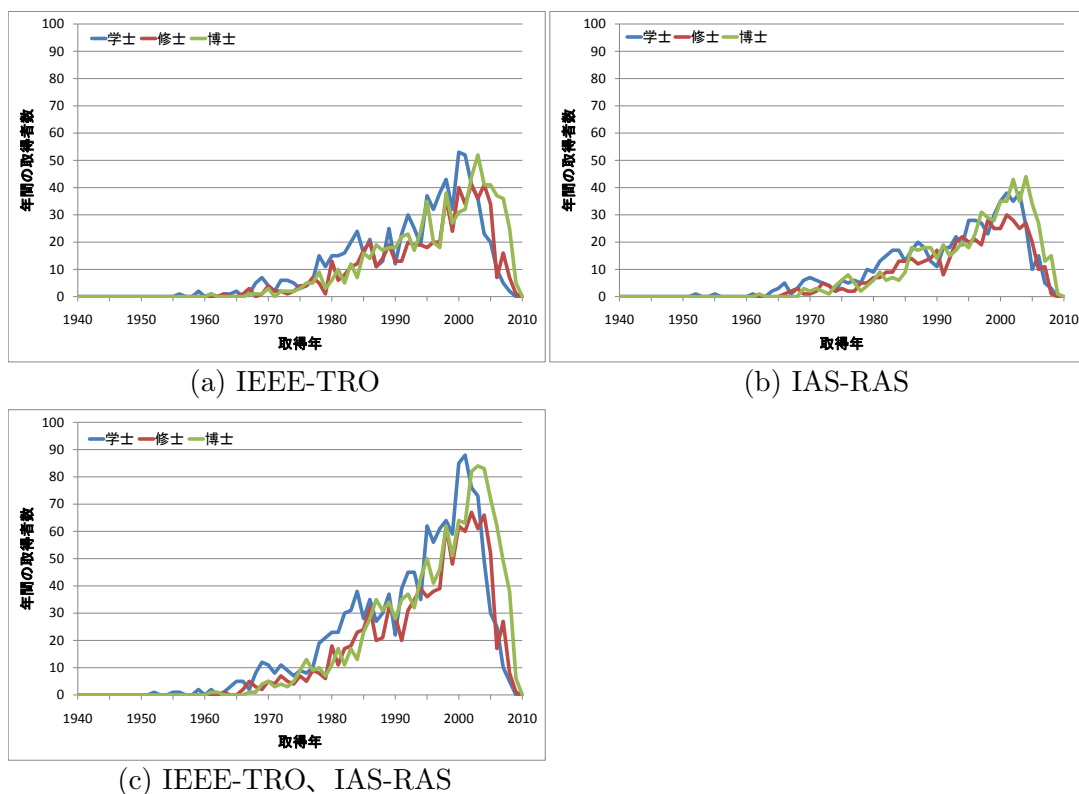


図 2.4 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた研究者の学士、修士、博士取得年分布

米国の場合に、IEEE-TRO 論文比率が高い理由として、IEEE が米国を中心とした組織であるためと考えられる。一方、欧州の場合に IAS-RAS 論文比率が高い理由として、IAS はこれまで欧州に事務局が設置されるなど、欧州を中心とした組織であるためと考えられる。

## 2.2.2 研究者数

所属組織から各研究者を国別に分類し、研究者数、著者数の多い順に上位 30ヶ国をまとめた結果を図 2.6 に示す。研究数は米国が最も多く、研究者比率は全体の 24.1% を占める。米国に次いで日本が 11.9%、スペインが 8.1%、ドイツが 6.6%、フランスが 5.9%、イタリアが 5.2%、カナダが 4.8% の研究者比率となっている。

論文誌別の研究者数を見ると、米国の場合、IEEE-TRO が 75.4% を占め、スペインとドイツの場合、IAS-RAS がそれぞれ 65.1%、77.9% を占めている。英国の場合、IAS-RAS が 90.6% を占め、日本の場合、IAS-RAS が 51.1% を占めている。

著者数も米国が最も多く、研究者比率は全体の 24.3% を占める。米国に次いで日本が 11.8%、スペインが 8.9%、ドイツが 6.4%、フランスが 5.8%、イタリアが 5.3%、警告が 4.7% の著者比率となっている。

論文誌別の著者数を見ると、米国の場合、IEEE-TRO が 74.5% を占め、スペインとドイツの場合、IAS-RAS がそれぞれ 67.4%、76.1% を占めている。英国の場合、IAS-RAS が 89.1% を占め、日本の場合、IAS-RAS が 54.1% を占めている。

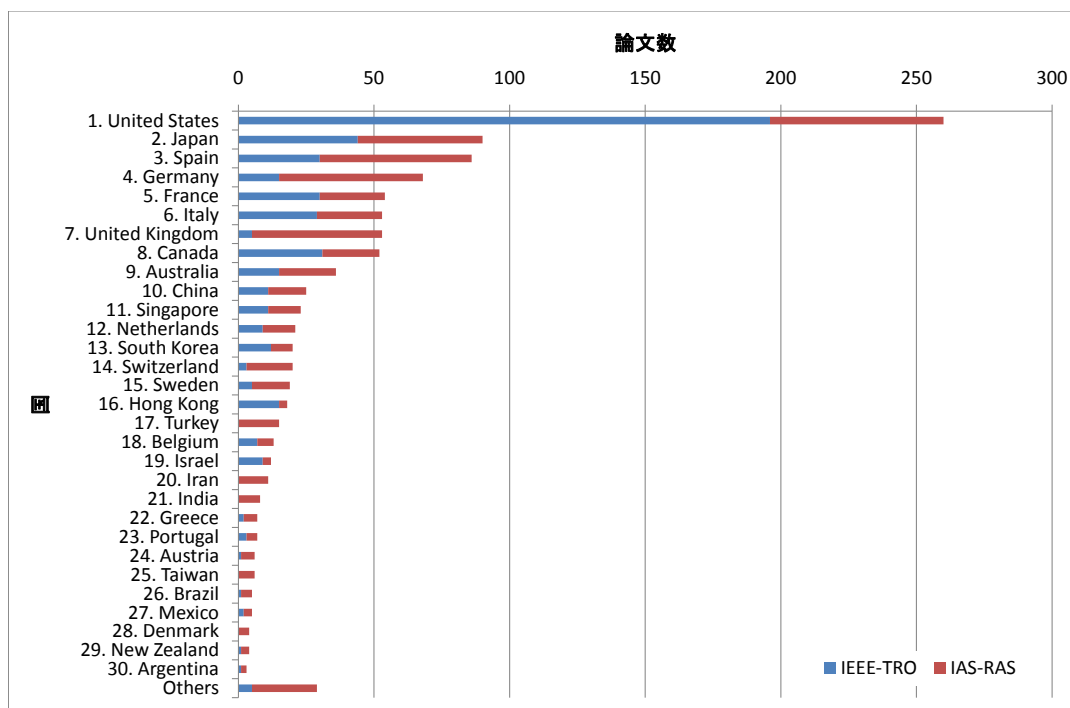


図 2.5 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 に掲載された国別論文数 (第 1 著者の所属組織から論文を国別に分類している。)

日本とスペインを比較すると、論文数はそれぞれ 90 件と 86 件でほぼ同数であるが、研究者数についてはそれぞれ 301 名と 206 名と差が見られる。

### 2.2.3 研究者と論文数の関係

ロボティクス研究の主要 12ヶ国について、IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における国別の研究者と論文数の関係をまとめた結果を表 2.5 に示す。調査データに論文が多く含まれる研究者は著名研究者と考えられる。、米国、日本、スペイン、ドイツ、フランス、カナダの組織にこのような研究者が多く所属していることがわかる。

一方、調査データに含まれる論文数が少ない研究者の多くは、大学院生などの若手研究者と考えられる。調査データに 1 件だけの論文が含まれる研究者の比率は、中国、韓国、英国、日本が高く、反対に香港、スペイン、米国は低い。米国の場合、2~3 件の論文が調査データに含まれる研究者の比率が高い。

日本とスペインを比較すると、2 件以上の論文が調査データに含まれる研究者に大きな差異はないが、1 件の論文のみが含まれる研究者数は日本が多く、比率も高いことがわかる。

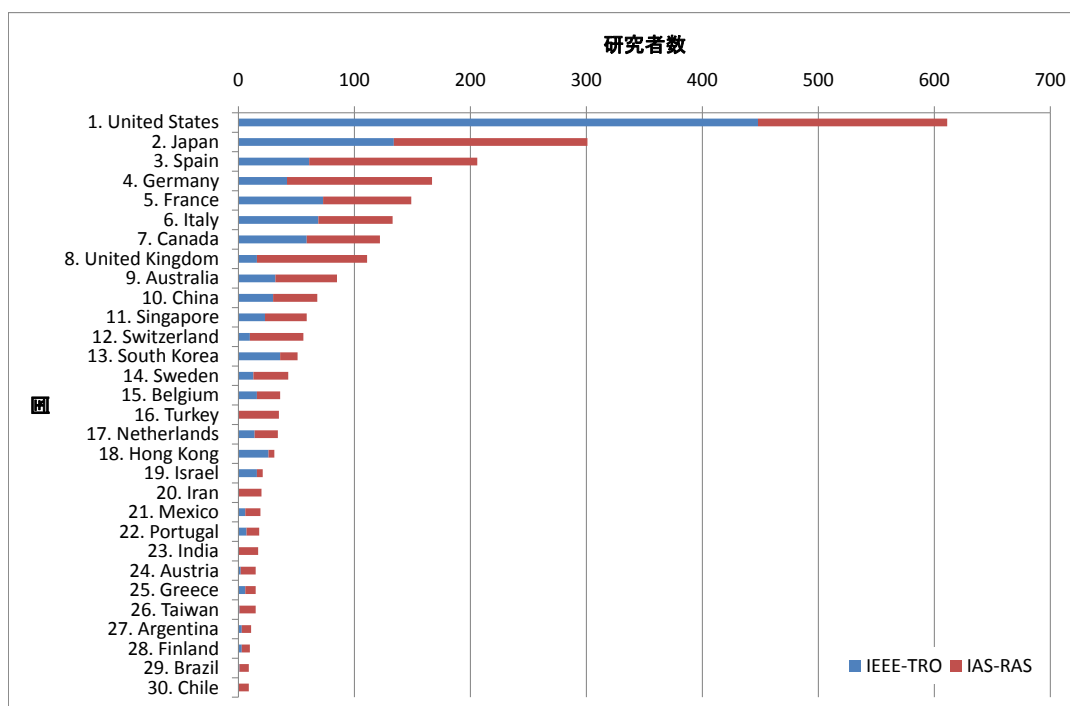
### 2.2.4 共著者数

国別の共著者数と論文数の関係を図 2.7 に示す。米国の論文数が多いため、図 2.7(a) のみ異なったスケールで論文数を表示している。米国、ドイツ、英国、カナダ、オーストラリア、中国、韓国、香港では共著者数が 2 名の論文が最も多く、米国では共著者数が 2 名の論文が特に多い。日本、スペインは共著者数が 3 名の論文が最も多いが、共著者数が 2 名の論文もほぼ同数となっている。

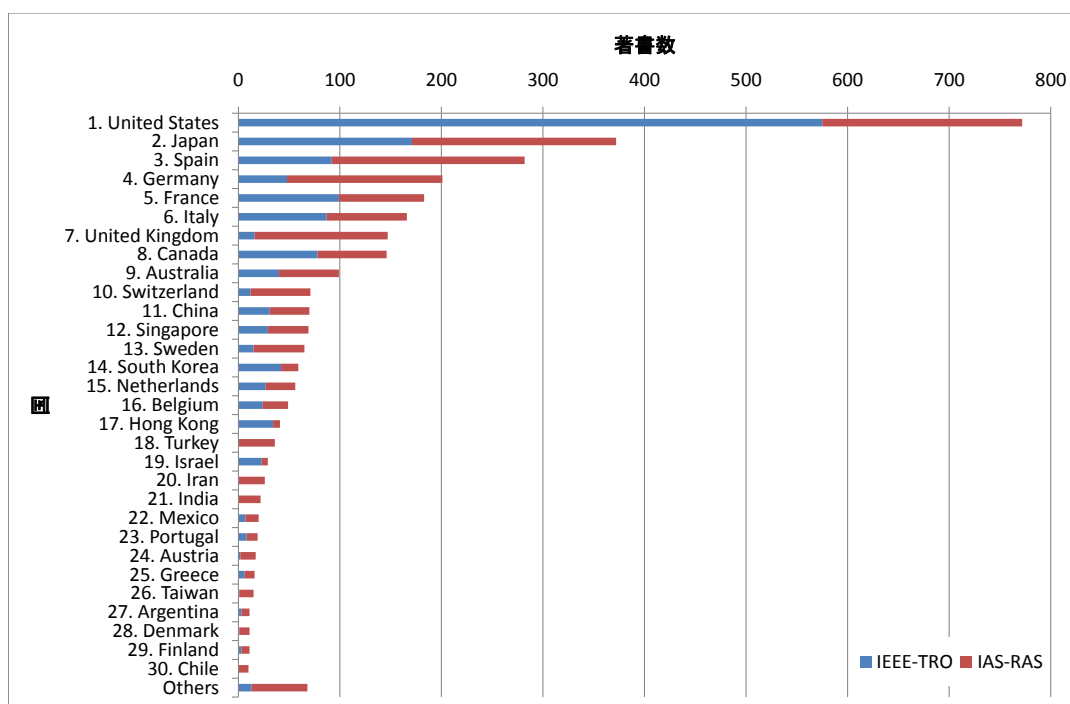
表 2.5 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における国別の研究者と論文数の関係

	論文数	1	2	3	4	5	6	7	9	12
米国	研究者数	475	72	33	7	2	2	1		
	比率 [%]	80.2	12.2	5.6	1.2	0.3	0.3	0.2		
日本	研究者数	243	31	7	4	4		1		
	比率 [%]	83.8	10.7	2.4	1.4	1.4		0.3		
スペイン	研究者数	150	22	8	5	1	5		1	
	比率 [%]	78.1	11.5	4.2	2.6	0.5	2.6		0.5	
ドイツ	研究者数	140	11	6	5			1		
	比率 [%]	85.9	6.7	3.7	3.1			0.6		
フランス	研究者数	118	19	3	2				1	
	比率 [%]	82.5	13.3	2.1	1.4				0.7	
英国	研究者数	96	10	2		1	1			1
	比率 [%]	86.5	9.0	1.8		0.9	0.9			0.9
カナダ	研究者数	96	16	3				1		
	比率 [%]	82.8	13.8	2.6				0.9		
オーストラリア	研究者数	63	9	3	1	1				
	比率 [%]	81.8	11.7	3.9	1.3	1.3				
中国	研究者数	63	4							
	比率 [%]	94.0	6.0							
シンガポール	研究者数	43	6	3	1					
	比率 [%]	81.1	11.3	5.7	1.9					
韓国	研究者数	44	5		1					
	比率 [%]	88.0	10.0		2.0					
香港	研究者数	22	7	1						
	比率 [%]	73.3	23.3	3.3						

論文数のほぼ等しい日本とスペインを比較すると、日本の場合、共著者数が5名以上の論文数が多いことがわかる。さらに、日本の論文には共著者数が11名、20名の論文も含まれ、スペインの論文よりも日本の論文は共著者数が多い傾向がある。



(a) 研究者数



(b) 著者数

図 2.6 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文の国別研究数 (所属組織から研究者と著者を国別に分類している。)



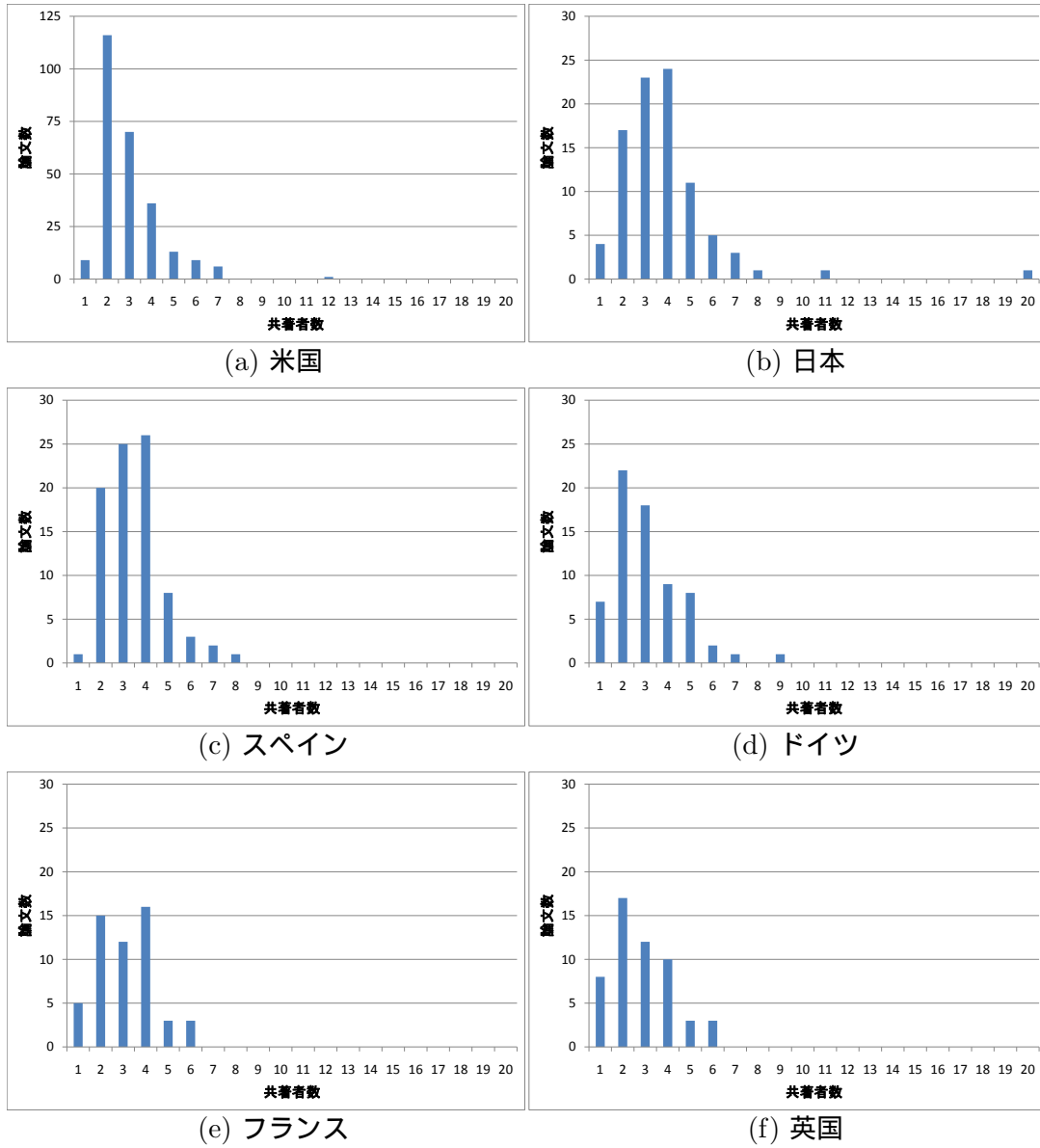


図 2.7 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 に掲載された論文の共著者数分布

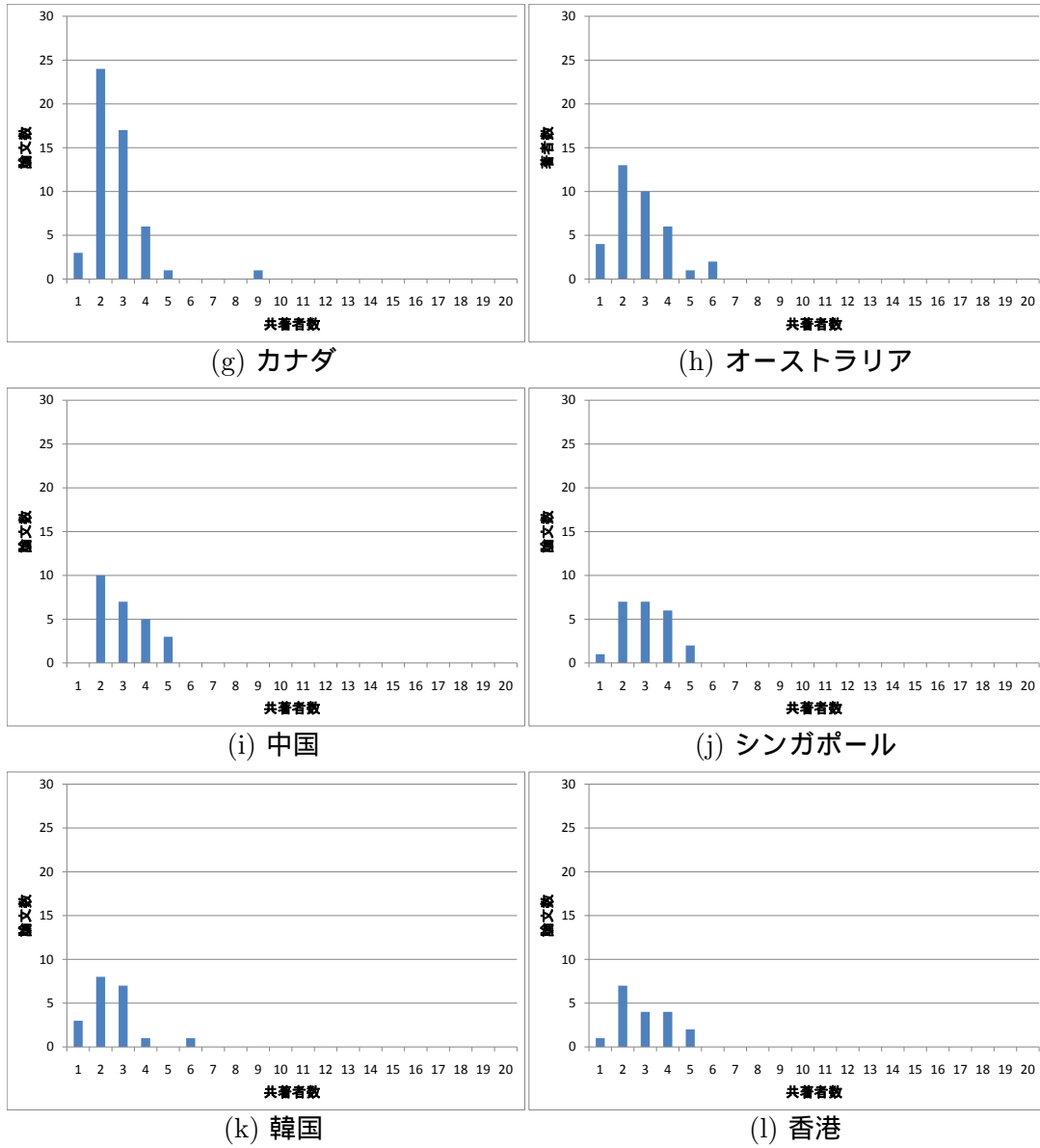


図 2.7 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 に掲載された論文の共著者数分布

## 2.2.5 国際共著ネットワーク

図 2.8 には所属組織を用いて著者を国別に分類した結果から得られた国際共著関係を表すネットワークを示す。著者が異なる国の組織に所属する場合、これらの国を接続する辺を生成し、各論文について生成される国際共著のネットワークを重ね合わせた結果を表示している。複数の共著者が同一国の組織に所属する場合、国単位に著者データをまとめて自己ループを生成しないようにしている。辺の数が多いほど、接続された頂点に対応する国の間で国際共著が多いことを示す。

論文数、著者数の最も多い米国の場合、図 2.8(a) の米国を含む 28ヶ国により国際共著ネットワークが構成されている。特に、イタリア、カナダとの国際共著が多く、次いで日本、スペイン、英国、ドイツ、スペイン、イスラエルとの国際共著が多いことがわかる。

図 2.8(b) に示す日本の場合、日本を含む 22ヶ国の国際共著ネットワークを構成し、米国、イタリア、カナダとの国際共著が多い。図 2.8(c) に示すスペインの場合、スペインを含む 14ヶ国の国際共著ネットワークを構成し、英国、米国、スウェーデンとの国際共著が比較的多い。論文数がほぼ等しい日本とスペインを比較すると、スペインでは国際共著が少ないことがわかる。

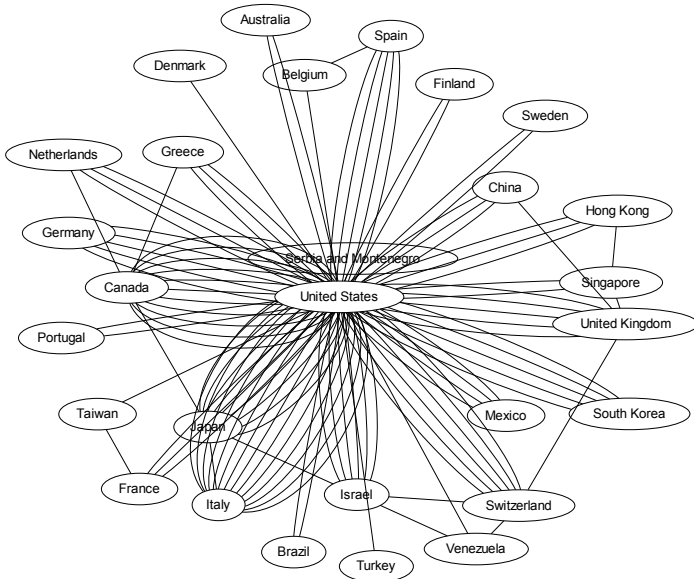
図 2.8(d) に示すドイツの場合、ドイツを含む 18ヶ国の国際共著ネットワークを構成し、スウェーデン、米国、英国との国際共著が多くなっている。図 2.8(e) に示すフランスの場合、フランスを含む 19ヶ国の国際共著ネットワークを構成し、中国、米国、オーストラリアとの国際共著が比較的多いが、特定の国と密接な関係は見られない。図 2.8(f) に示す英国の場合、英国を含む 19ヶ国の国際共著ネットワークを構成し、スペイン、米国、ドイツ、スウェーデンとの国際共著が多い結果となっている。フランスと英国の国際共著ネットワークは、いずれも 19ヶ国から構成されているが、共著関係に対応する辺の数はフランスの 37 に対して英国は 48 と多い。

図 2.8(g) に示すカナダの場合、カナダを含む 16ヶ国の国際共著ネットワークを構成し、米国との国際共著が多いことがわかる。図 2.8(h)、(i) に示すオーストラリアとシンガポールの場合、それぞれ 11ヶ国、10ヶ国の国際共著ネットワークを構成しているが、特定の国との国際共著が多いという傾向は見られない。図 2.8(j) に示す中国の場合、8ヶ国の国際共著ネットワークを構成し、香港との共著論文が最も多く、フランス、米国、英国との国際共著も存在している。図 2.8(k) に示す香港の場合、9ヶ国の国際共著ネットワークを構成し、中国との共著論文が多いことがわかる。図 2.8(l) に示す韓国の場合、5ヶ国の国際共著ネットワークを構成し、米国との国際共著が比較的多い結果となっている。

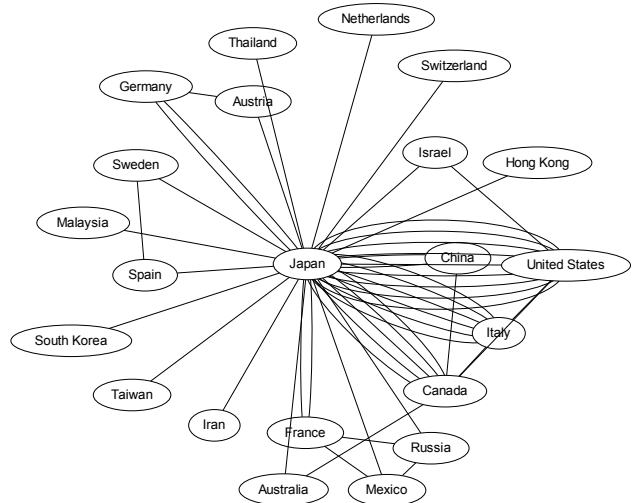
## 2.2.6 論文数、研究者数と博士、修士、学士取得者数の関係

図 2.9 には、IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた国別の論文、研究者と博士、修士、学士取得者の比率を示す。第 1 著者の所属組織により論文を国別に分類し、各研究者の所属組織と得られた博士、修士、学士取得組織を国別に分類した結果である。論文数の上位 10ヶ国については、論文、研究者と博士、修士、学士取得者の比率を示し、その他の国については Others にまとめて表示している。

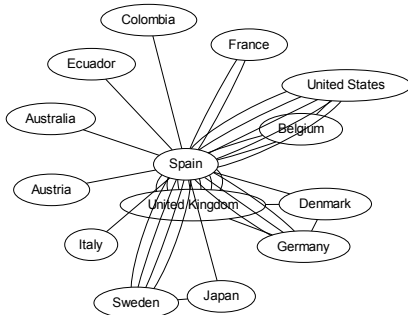
博士、修士、学士取得組織が論文の著者情報から得られない場合には N/A と表記した。N/A は博士、修士、学士取得者の 35.9%、46.1%、32.6% を占める。博士取得組織の N/A は、大学院博士課程に在籍する学生で学位を未取得の場合と、大学学部を卒業、あるいは、大学院修士課程を修了して就職している研究者に相当する。博士、修士取得者の場合、最終的に取得した学位のみを著者情報に記述する場合も少なくなく、学士取得組織が省略さ



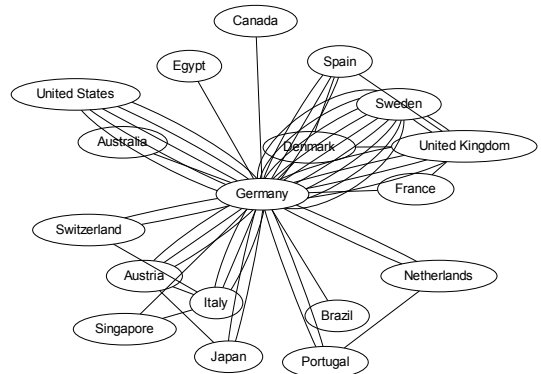
(a) 米国 (頂点の数 28、辺の数 117)



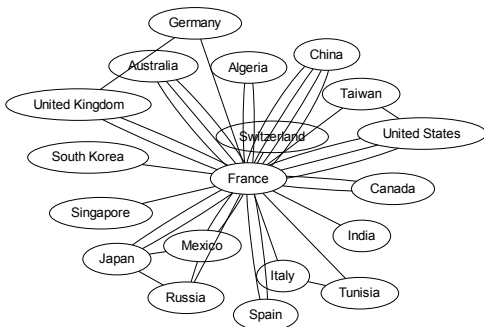
(b) 日本 (頂点の数 22、辺の数 52)



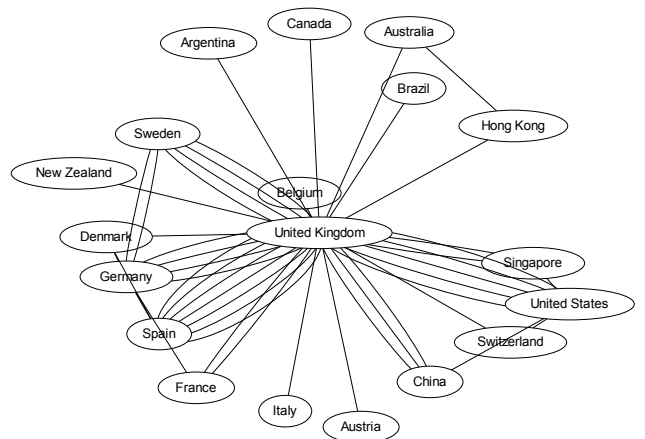
(c) スペイン (頂点の数 14、辺の数 35)



(d) ドイツ (頂点の数 18、辺の数 53)

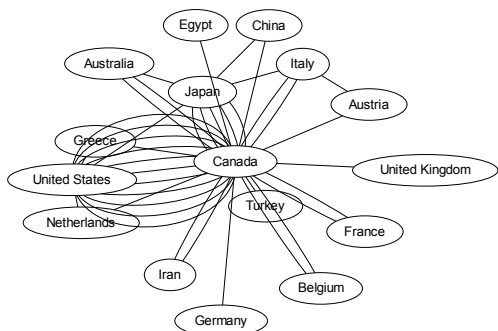


(e) フランス (頂点の数 19、辺の数 37)

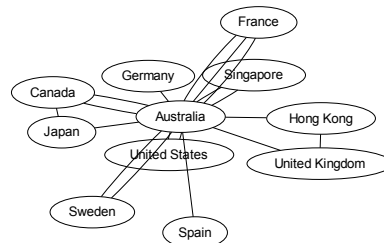


(f) 英国 (頂点の数 19、辺の数 48)

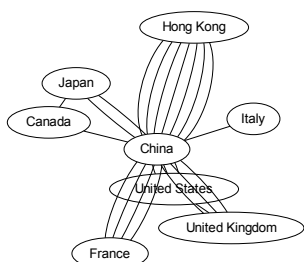
図 2.8 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 に掲載された国際共著論文から生成した国際共著ネットワーク (著者が異なる国の組織に所属する場合に、これらの国を接続する辺を生成し、各論文について生成される国際共著のネットワークを重ね合わせて表示している。)



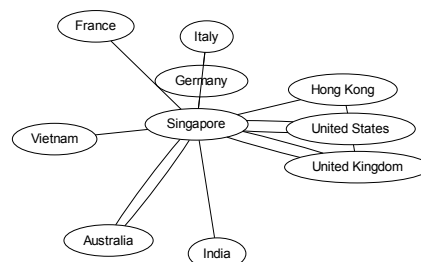
(g) カナダ (頂点の数 16、辺の数 41)



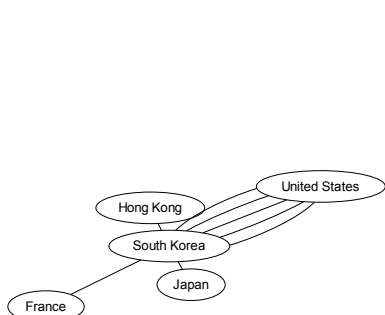
(h) オーストラリア (頂点の数 11、辺の数 18)



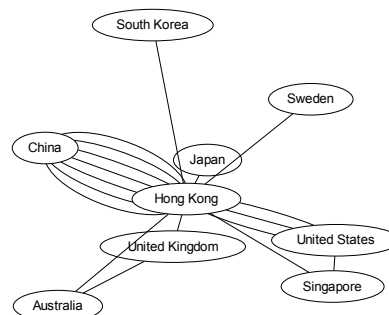
(i) 中国 (頂点の数 8、辺の数 23)



(j) シンガポール (頂点の数 10、辺の数 15)



(k) 韓国 (頂点の数 5、辺の数 8)



(l) 香港 (頂点の数 9、辺の数 18)

図 2.8 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 に掲載された国際共著論文から生成した国際共著ネットワーク (著者が異なる国の組織に所属する場合に、これらの国を接続する辺を生成し、各論文について生成される国際共著のネットワークを重ね合わせて表示している。)

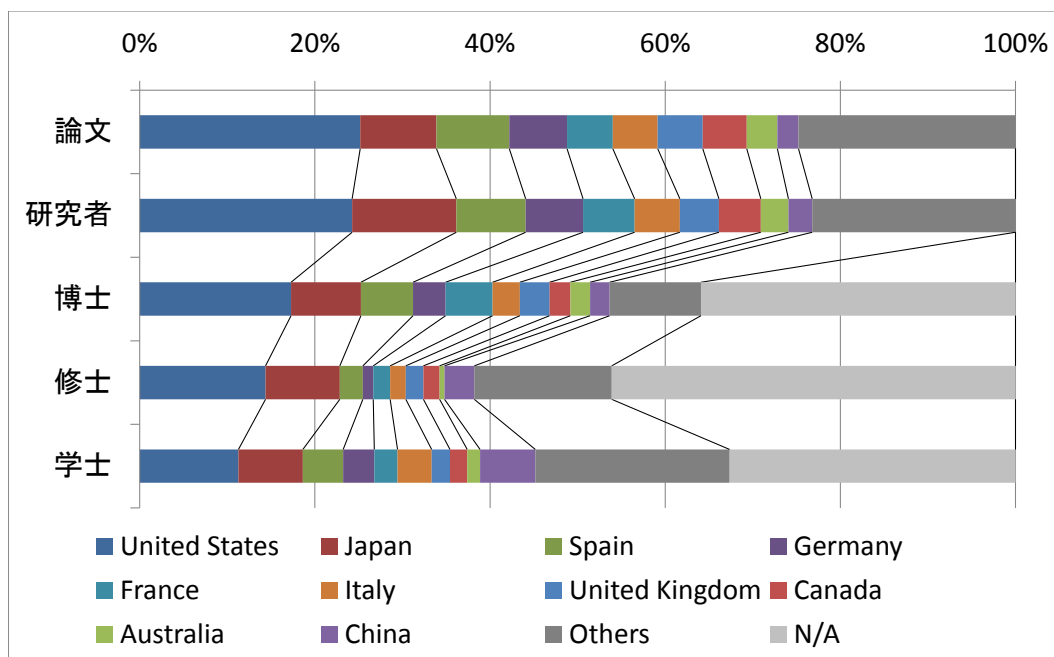


図 2.9 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における国別の論文、研究者と博士、修士、学士取得者の比率 (第 1 著者の所属組織によって論文を国別に分類し、その他は研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織から国別に分類している。)

れることもある。しかし、論文著者が大学を卒業していないとは考えにくいいため、学士取得者の N/A は、著者情報に学士取得組織を記述していない場合に相当する。修士取得者の N/A は、大学院修士課程に在籍して学位を未取得の場合、あるいは、大学卒業後に就職している場合が考えられる。

図 2.9 を見ると、米国の場合、論文、研究者比率は 25.2%、24.2% と高いが、博士、修士、学士取得者の比率は 17.3%、14.4%、11.4% と下がっている。学士取得組織の得られない N/A の比率を考慮しても、米国の研究者比率 24.2% に対し、米国の学士取得者比率は 11.4% と低い。この結果は、米国外の大学を卒業して、米国の大学院に留学、あるいは、米国内の企業等に所属する研究者が少なくないことを示唆している。

日本の場合、論文、研究者の比率は 8.3%、11.9%、博士、修士、学士取得者の比率は 8.0%、8.5%、7.4% であり、論文比率に対して、研究者と修士取得者の比率が高いという特徴がある。スペインの場合、論文、研究者の比率は 8.3%、7.9%、博士、修士、学士取得者の比率は 5.9%、2.6%、4.6% である。論文数のほぼ等しい日本と比較すると、スペインの研究者比率と博士、修士、学士取得者比率は低い。

中国の場合、論文、研究者の比率は 2.4%、2.7%、博士、修士、学士取得者の比率は 2.2%、3.4%、6.3% である。中国の組織に所属する研究者の比率は低い、学士取得者比率は高いことから、研究者が中国外に流出していると考えられる。。その他、研究者比率に対してフランスでは博士取得者の比率が高く、イタリアでは研究者比率に対して学士取得者の比率が高い結果となっている。

### 2.2.7 国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から求めた国別の研究者数と国際的に移動した研究者数の関係を図 2.10 に示す。国別の研究者数球の大きさに反映し、国外から移動してきた研究者数と国外に移動した研究者数の対数をグラフの横軸と縦軸に示す。ただし、対数表示における 0 を避けるため、研究者数に 1 名加算した値を用いている。ここでは、国内外に移動した研究者数、または、国内の組織に所属する研究者数が 3 名以上の国を表示している。

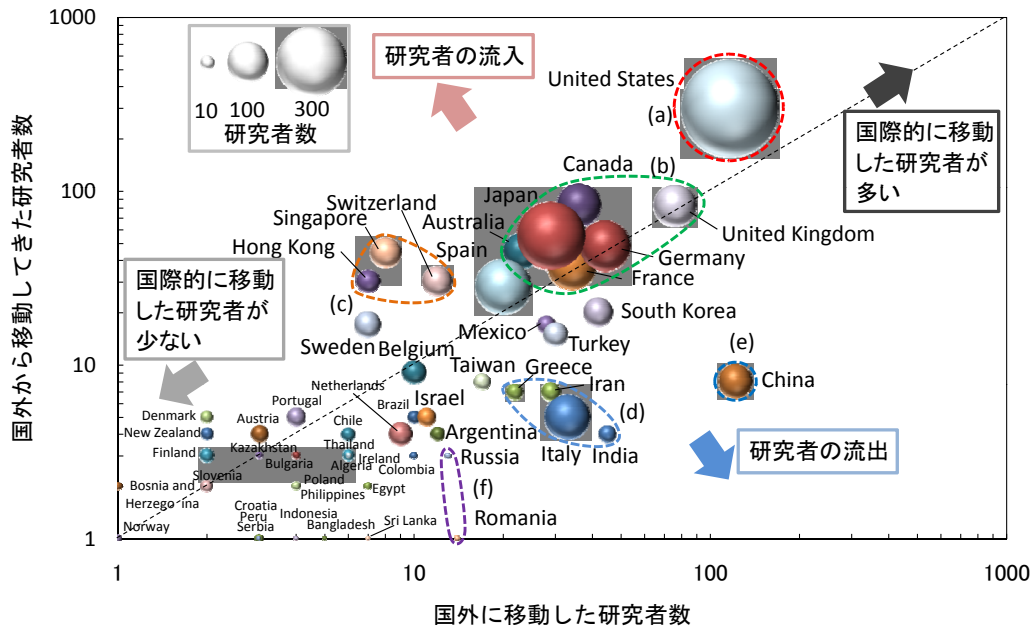


図 2.10 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係 (対数表示の 0 を回避するため、横軸と縦軸の研究者数には 1 名加算した値を用いている。)

右上の領域は国内に移動した研究者と国外に移動した研究者が多く、左下の領域は国外から移動してきた研究者と国外に移動した研究者が少ない。また、左上の領域は国外に移動した研究者に対して国外から移動してきた研究者が多く、研究者が国内に流入する傾向を示す。右下の領域は国外に移動した研究者に対して国外から移動してきた研究者が少なく、研究者が国外に流出する傾向を示す。

図 2.10 から抽出される特徴的なグループを表 2.6 にまとめる。日本とスペインは国内の研究者が多いにもかかわらず、国際的に移動する研究者が少ない。また、イタリアは国内の研究者数は少なくないが、国外に移動する研究者が多いことがわかる。

### 2.2.8 国際的に移動した研究者数の国別研究者数による規格化

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた国別の研究者数が 10 名以上の国について、国外に移動した研究者数と国外から移動してきた研究者数を国別研究者数で規格化した値を図 2.11 に示す。ヒストグラムの赤い領域が多いほど、国内の研究者に対して国外から移動してきた研究者が多く、ヒストグラムの青い領域が多いほど、国内の研究

表 2.6 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係から得られる特徴のあるグループ

特徴と国	国内の論文研究者数	国外に移動した研究者数	国内に移動した研究者数
(a) 国内の研究者が極めて多く、研究者の流入出も多いが、特に流入する研究者が多い。 米国	500 ~	250 ~	100 ~
(b) 国内の研究者が多く、研究者の流入出は流入傾向、または、均衡している。 英国、フランス、ドイツ、カナダ、日本、オーストラリア	75 ~ 300	20 ~ 75	35 ~ 85
(c) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国内に流入する研究者が多い。 シンガポール、スイス、香港	30 ~ 55	5 ~ 15	25 ~ 45
(d) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が多い。 イタリア、ギリシア、インド、イラン	10 ~ 130	20 ~ 45	~ 10
(e) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が極めて多い。 中国	~ 70	100 ~	~ 10
(f) 国内に殆ど研究者が存在せず、国外に流出する研究者が多い。 ルーマニア、ロシア	~ 1	10 ~ 15	~ 5

者に対して国外に移動した研究者が多いことを意味する。なお、図 2.11 では国外に移動した研究者数は負の値として扱っている。

国外から移動してきた研究者には、国外の大学を卒業して大学院に留学し、さらに国外の他組織に移動して論文を発表した研究者も含まれる。この場合、国外から移動してきた研究者としてカウントされるが、国内に所属する研究者としてはカウントされない(1.3.3の図 1.3 参照)。そのため、所属する研究者数で規格化した値が1を越えることもある。

国外から移動してきた研究者数について規格化した値を見ると、米国よりも、香港、メキシコ、シンガポール、英国、カナダ、オーストラリア、スイスが高くなっている。これらの国では、国外から研究者が流入する傾向が顕著であると言える。一方、日本とスペインは国内の研究者数が多いため、規格化した値は中国やインドよりも小さくなり、国外から研究者が流入しにくい傾向である。

国外に移動した研究者数について規格化した値を見ると、国内の研究者数が少ないインドが突出した値となっている。インドだけでなく、中国、ギリシア、イランから国外に研究者が流出する傾向が顕著である。



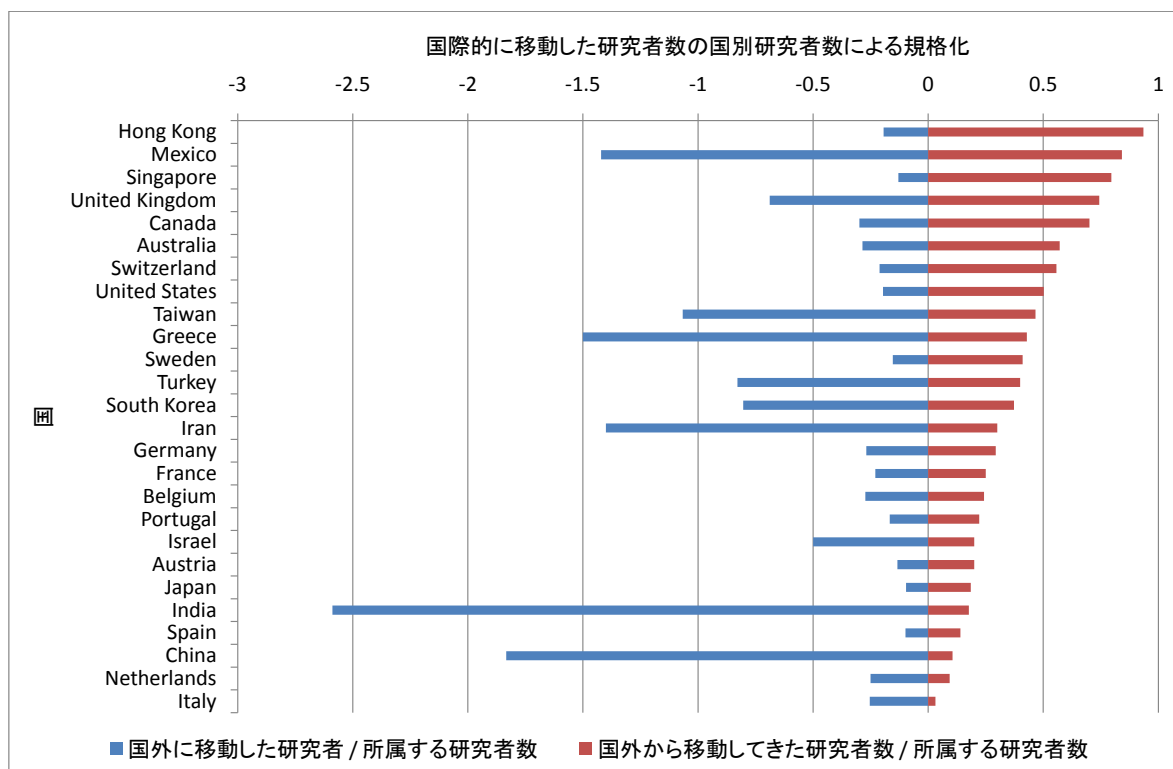


図 2.11 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数の国別研究者数による規格化 (国別研究者数が 10 名以上の国を表示している。)

## 2.2.9 研究者の国際的な移動パターン

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織から求めた、研究者の国際的な移動を図 2.12 にまとめる。地図上の曲線は研究者の国際的な移動を表し、他国からの流入は赤い曲線で示し、他国への流出は青い曲線で示している。曲線の太さが移動人数を表し、移動人数が多い場合には数値を表記した。

図 2.12(a)、(b) に示す米国の場合、中国から 51 名、韓国から 36 名、インドから 32 名、カナダから 29 名、英国から 17 名、ギリシアから 16 名、ドイツ、イタリア、日本から各 11 名、トルコから 10 名の研究者が米国に移動している。反対に、米国からカナダに 17 名、韓国に 14 名、オーストラリアに 10 名、ドイツとシンガポールに各 8 名の研究者が移動している。多くの研究者が世界各国から米国に移動し、さらに、米国から世界各国に移動していることがわかる。ただし、米国に流入する研究者数が米国から流出する研究者数を上回る。

図 2.12(c)、(d) に示す日本の場合、中国から 17 名、米国から 7 名、バングラデシュ、カナダ、ドイツ、ロシア、韓国から各 3 名の研究者が日本に移動している。日本から米国に 11 名、香港に 4 名、カナダ、中国、ドイツ、シンガポールに各 2 名の研究者が移動している。中国から日本に研究者が流入し、日本から米国に研究者が流出する傾向が読み取れる。

図 2.12(e)、(f) に示すスペインの場合、コロンビアから 7 名、アルゼンチンから 4 名、フランス、メキシコ、英国から各 3 名の研究者がスペインに移動している。スペインから米国に 7 名、フランスに 3 名、アルゼンチン、スイスと英国に各 2 名の研究者が移動している。この結果から、スペインには南米スペイン語圏から流入する研究者が比較的多いことがわかる。

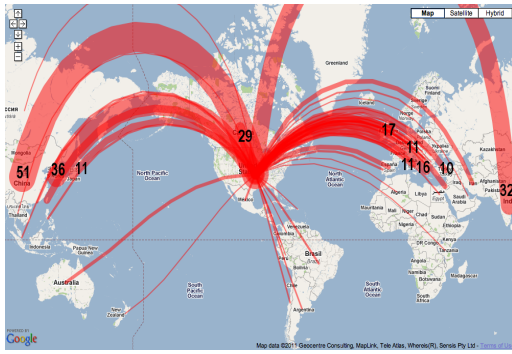
図 2.12(g)、(h) に示すドイツの場合、米国から 8 名、イタリア、ルーマニアから各 5 名、英国から 3 名の研究者がドイツに移動している。ドイツから米国に 11 名、英国に 6 名、スイスに 5 名の研究者が移動している。スペインと比較して、ドイツの場合には、より多くの国との研究者の流入出が見られ、その中でもドイツ-米国間の流入出が多い。

図 2.12(i)、(j) に示すフランスの場合、メキシコから 13 名、アルジェリア、ルーマニア、スペイン、英国から各 3 名の研究者がフランスに移動している。フランスから英国とメキシコに各 8 名、カナダに 6 名、米国に 5 名の研究者が移動している。フランス-メキシコ間を移動する研究者が多い結果となった。

図 2.12(k)、(l) に示す英国の場合、トルコから 11 名、中国から 10 名、フランスから 8 名、ドイツと米国から各 6 名の研究者が英国に移動している。英国から米国に 17 名、オーストラリア、シンガポールに各 9 名、トルコに 7 名、カナダに 6 名の研究者が移動している。米国ほど人数は多くないが、英国の場合にも、英国を中心にした研究者の流入出が見られる。英国-トルコ間の研究者移動、中国から英国への研究者移動、英国から米国、オーストラリア、シンガポールへの研究者移動が顕著である。

図 2.12(m)、(n) に示すカナダの場合、イラン、米国から各 17 名、中国から 11 名、フランスと英国から各 6 名の研究者がカナダに移動している。カナダから米国に 19 名、オーストラリア、日本に各 3 名の研究者が移動している。カナダの場合にも、米国、英国と同様に世界各国から研究者が流入していることがわかる。カナダ-米国間の研究者移動とカナダからイラン、中国への研究者移動が顕著である。

図 2.12(o)、(p) に示すオーストラリアの場合、米国から 10 名、英国から 9 名、中国から 7 名、カナダ、インドとトルコから各 3 名の研究者がオーストラリアに移動している。オーストラリアから米国に 5 名、シンガポール、英国に 3 名の研究者が移動している。オース



(a) 米国への移動



(b) 米国からの移動



(c) 日本への移動



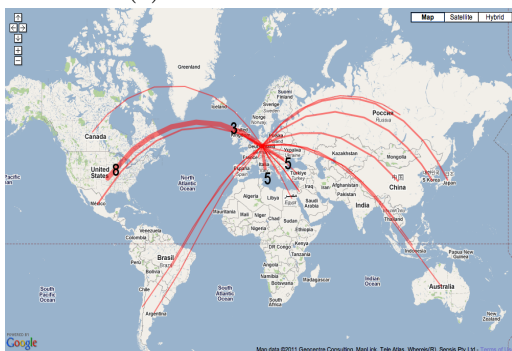
(d) 日本からの移動



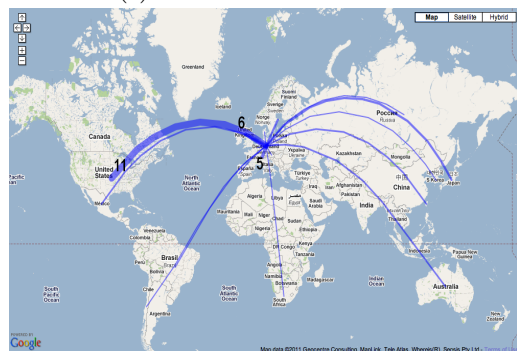
(e) スペインへの移動



(f) スペインからの移動



(g) ドイツへの移動



(h) ドイツからの移動

図 2.12 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)



(i) フランスへの移動



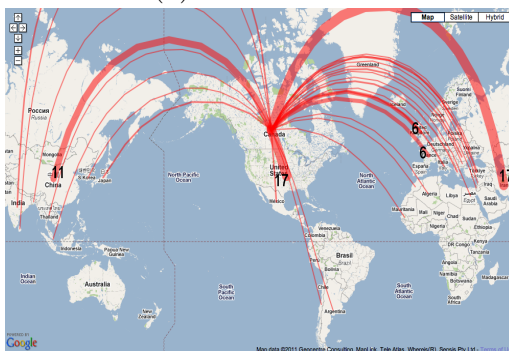
(j) フランスからの移動



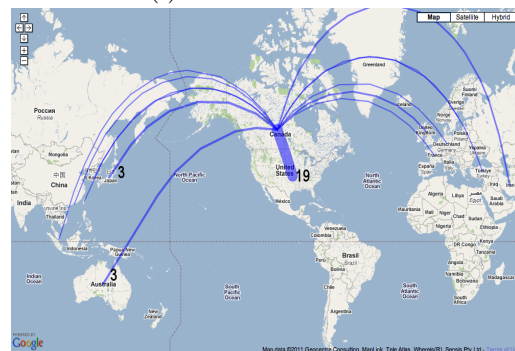
(k) 英国への移動



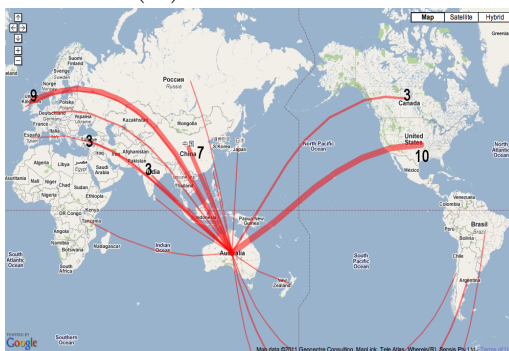
(l) 英国からの移動



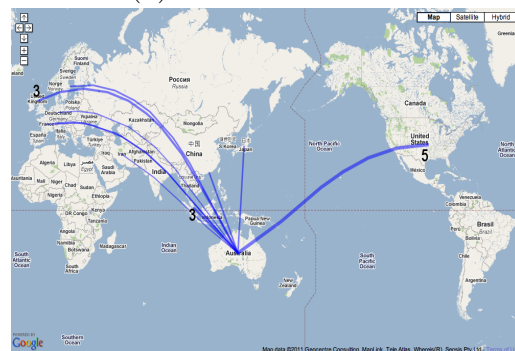
(m) カナダへの移動



(n) カナダからの移動



(o) オーストラリアへの移動

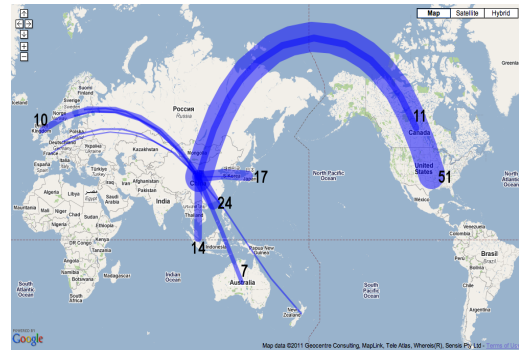


(p) オーストラリアからの移動

図 2.12 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)



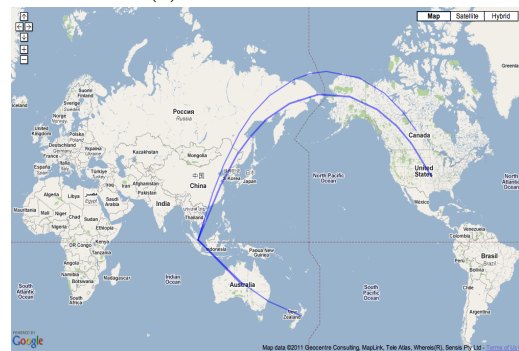
(q) 中国への移動



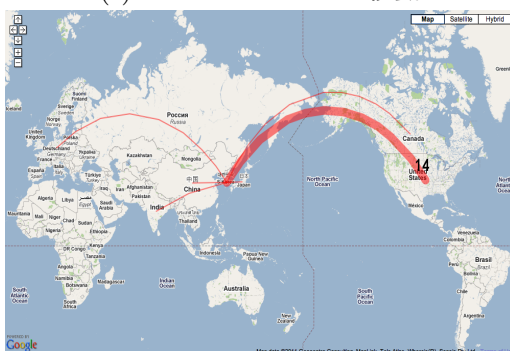
(r) 中国からの移動



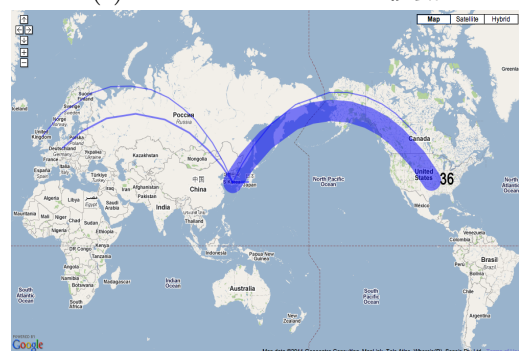
(s) シンガポールへの移動



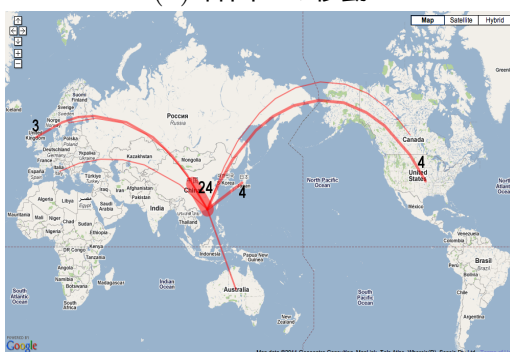
(t) シンガポールからの移動



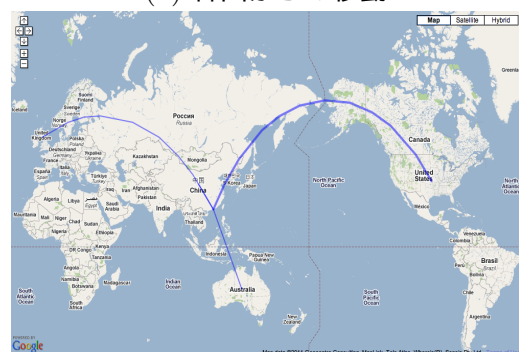
(u) 韓国への移動



(v) 韓国からの移動



(w) 香港への移動



(x) 香港からの移動

図 2.12 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)

トラリアにも多くの国から研究者が移動しており、特に、米国、英国、中国からオーストラリアへの移動が顕著である。

図 2.12(q)、(r) に示す中国の場合、他国から中国に移動した研究者数は少ない。一方、中国から米国に 51 名、香港に 24 名、日本に 17 名、シンガポールに 14 名、カナダに 11 名、英国に 10 名、オーストラリアに 7 名の研究者が移動している。この結果は、多くの研究者が中国から米国を中心に供給されていることを示している。欧米先進国だけでなく中国から香港、日本、シンガポールに移動した研究者が多い点も特徴と言える。

図 2.12(s)、(t) に示すシンガポールの場合、中国から 14 名、英国から 9 名、米国から 8 名、インドから 6 名、スリランカから 4 名の研究者がシンガポールに移動している。人数はそれほど多くはないが、シンガポールに研究者が流入する傾向は顕著である。

図 2.12(u)、(v) に示す韓国の場合、米国から 14 名の研究者が韓国に移動し、韓国から 36 名の研究者が米国に移動している。このように、韓国-米国間では研究者の双方向移動が顕著である。

図 2.12(w)、(x) に示す香港の場合、中国から 24 名、日本、米国から各 4 名、英国から 3 名の研究者が香港に移動している。中国から香港に移動した研究者が特に多いことを示している。

## 2.2.10 国別に分類した研究者の博士、修士、学士取得国

所属組織を用いて国別に分類した各研究者について博士、修士、学士取得国を調べた結果を図 2.13 にまとめる。図 2.13 では、博士、修士、学士取得者数の多い 10ヶ国を個別に示し、その他の国は Others にまとめて示す。論文の著者情報から博士、修士、学士の取得組織が得られない場合には N/A と表記した。

米国の組織に所属する研究者 772 名の場合 (図 2.13(a))、米国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は 60%、52%、42%を占め、米国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は 10%、17%、36%を占める。米国を除く修士取得国は中国が 3%、韓国が 2%を占め、学士取得国は中国が 7%、インドが 5%、韓国が 4%、ギリシアが 3%を占める。米国の場合、博士、修士、学士取得組織が得られない研究者は 31%、31%、23%を占める。

日本の組織に所属する研究者 372 名の場合 (図 2.13(b))、日本国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は 66%、68%、64%を占め、日本国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は 6%、5%、9%を占める。日本国外の学士取得国の比率は中国が 3%と比較的高い。米国と比較すると、日本の場合には国内の組織から修士、学士を取得する比率が高いことがわかる。日本の場合、博士、修士、学士取得組織が得られない研究者は 28%、27%、27%を占める。

スペインの組織に所属する研究者 282 名の場合 (図 2.13(c))、スペイン国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は 75%、31%、56%を占め、スペイン国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は 1%、10%、5%を占める。スペイン国内の組織から博士を取得した研究者の比率が高いことがわかる。スペインの場合、博士、修士、学士取得組織が得られない研究者は 24%、60%、39%を占め、修士取得組織が得られない研究者が特に多い。

ドイツの組織に所属する研究者 201 名の場合 (図 2.13(d))、ドイツ国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は 42%、17%、49%を占め、ドイツ国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は 10%、10%、13%を占める。ドイツの場合、博士、修士、学

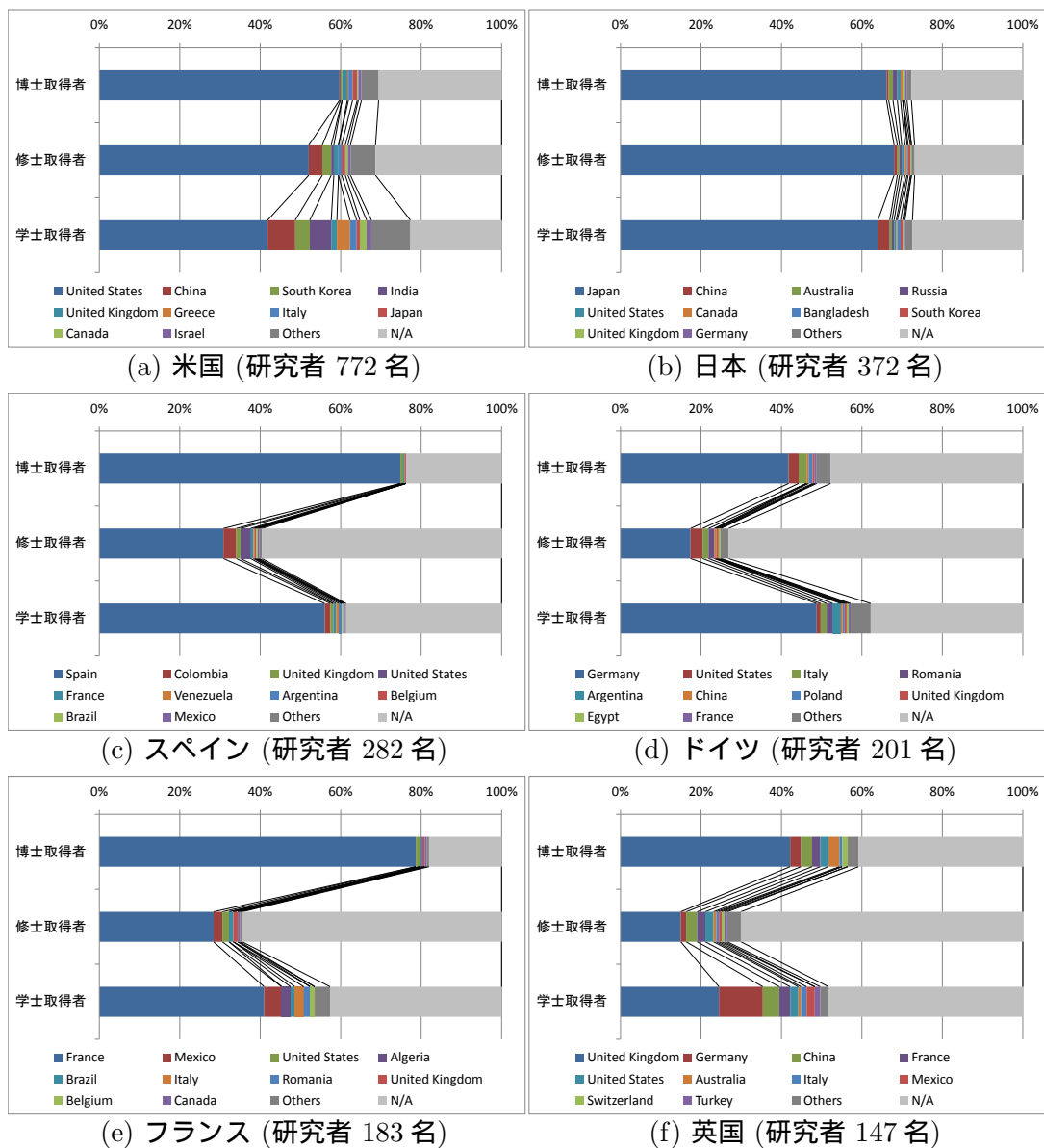


図 2.13 国別に分類した IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文の研究者が博士、修士、学士を取得した国の比率 (第 1 著者の所属組織によって論文を国別に分類している。)

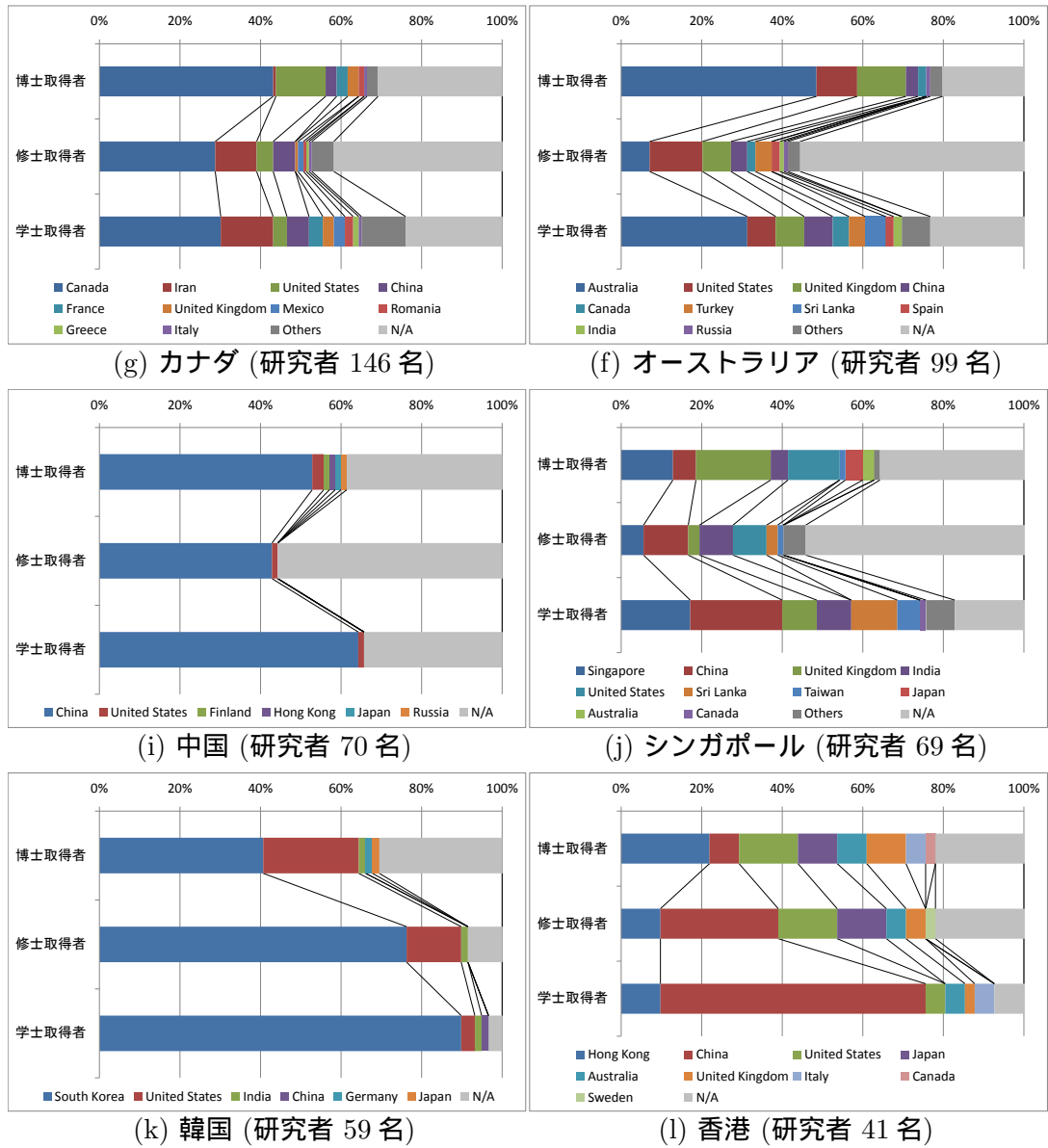


図 2.13 国別に分類した IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文の研究者が博士、修士、学士を取得した国の比率 (第 1 著者の所属組織によって論文を国別に分類している。)



士取得組織が得られない研究者は48%、73%、38%を占め、スペインと同様に修士取得組織が得られない研究者が多い。

フランスの組織に所属する研究者 183 名の場合 (図 2.13(e))、フランス国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は79%、28%、41%を占め、フランス国内の組織から博士を取得した研究者の比率が極めて高いことがわかる。一方、フランス国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は3%、7%、16%を占め、フランス国外の組織から学士を取得した研究者が比較的多いことがわかる。フランスの場合、博士、修士、学士取得組織が得られない研究者は18%、65%、43%を占め、スペイン、ドイツと同様に修士取得組織が得られない研究者が多い。しかし、博士取得組織の得られない研究者は少ない。

英国の組織に所属する研究者 147 名の場合 (図 2.13(f))、英国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は42%、15%、25%を占め、英国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は17%、15%、27%を占める。博士、修士、学士取得国は英国外の比率が比較的高く、英国を除く学士取得国はドイツが11%、中国が4%を占めている。英国の場合、博士、修士、学士取得組織が得られない研究者は41%、70%、48%を占め、スペイン、ドイツ、フランスと同様に修士取得組織の得られない研究者が多い。

スペイン、ドイツ、フランス、英国については、修士取得国の得られない研究者の比率が高い点が共通している。これら欧州4ヶ国を比較すると、スペイン、フランスでは、自国での博士取得者の比率が高く、英国、フランスでは他国での学士取得者の比率が高いことがわかる。

カナダの組織に所属する研究者 146 名の場合 (図 2.13(g))、カナダ国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は43%、29%、30%を占め、カナダ国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は26%、30%、46%を占める。修士、学士を取得した組織についてはカナダ国内よりもカナダ国外の比率が高い。カナダを除く博士取得国は米国が12%を占め、修士取得国はイランが10%、中国が6%、米国が4%を占め、学士取得国はイランが13%、中国が5%を占める。カナダの場合、博士、修士、学士取得組織が得られない研究者は31%、42%、23%を占める。

オーストラリアの組織に所属する研究者 99 名の場合 (図 2.13(h))、オーストラリア国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は49%、7%、31%を占め、オーストラリア国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は31%、37%、46%を占める。オーストラリアを除く博士取得国は英国が12%、米国が10%を占め、修士取得国は米国が13%、英国が7%を占め、学士取得国は米国、英国、中国が各7%を占めている。オーストラリアの場合、博士、修士、学士取得組織が得られない研究者は20%、56%、23%を占める。

中国の組織に所属する研究者 70 名の場合 (図 2.13(i))、中国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は53%、43%、64%を占める。博士、修士、学士取得組織が得られない研究者の比率が39%、56%、34%であることを考慮すると、中国内で博士、修士、学士を取得した研究者の比率が極めて高いことがわかる。

シンガポールの組織に所属する研究者 70 名の場合 (図 2.13(j))、シンガポール国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は13%、6%、17%を占め、シンガポール国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は52%、42%、67%を占める。他国と比較してシンガポール国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者の比率が高いことがわかる。シンガポールを除く博士取得国は英国が19%、米国が13%を占め、修士取得国は中国が12%、米国が9%、インドが9%を占め、学士取得国は中国が23%、スリランカが12%、英国、インドが各9%を占める。シンガポールの場合、博士、修士、学士取得組織が得られない研究者は36%、57%、17%を占める。

韓国の組織に所属する研究者 59 名の場合 (図 2.13(k))、韓国内の組織から博士、修士、

学士を取得した研究者は41%、76%、90%を占め、韓国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は29%、15%、7%を占める。米国の組織から博士、修士を取得とした研究者の比率が24%、14%と高い。博士、修士、学士取得組織が得られない研究者の比率は31%、9%、3%であり、韓国の場合、修士、学士取得組織の得られた研究者比率が高いという特徴がある。

香港の組織に所属する研究者41名の場合(図2.13(1))、香港の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は22%、10%、10%を占め、香港以外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者は56%、68%、83%を占める。シンガポールと同様に、香港以外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者の比率が高い。香港を除く博士取得国は米国が15%、英国、日本が各10%を占め、修士取得国は中国が29%、米国が15%、日本が12%を占め、学士取得国は中国が65%を占める。中国の大学を卒業した研究者がシンガポールに多く移動していることわかる。香港の場合、博士、修士、学士取得組織が得られない研究者は22%、22%、7%を占める。

米国、カナダ、オーストラリア、シンガポール、香港は、国外出身の研究者比率が高いという点が共通している。この結果から、これらの国ではロボティクス領域の研究人材を国外に依存していることが推察される。

## 2.3 組織別分析

### 2.3.1 所属組織と博士、修士、博士取得組織の地理的な分布

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた所属組織と博士、修士、博士取得組織の地理的な分布を図 2.14 に示す。各組織は赤い点で表し、各組織に所属する研究者数を濃淡で表示している。

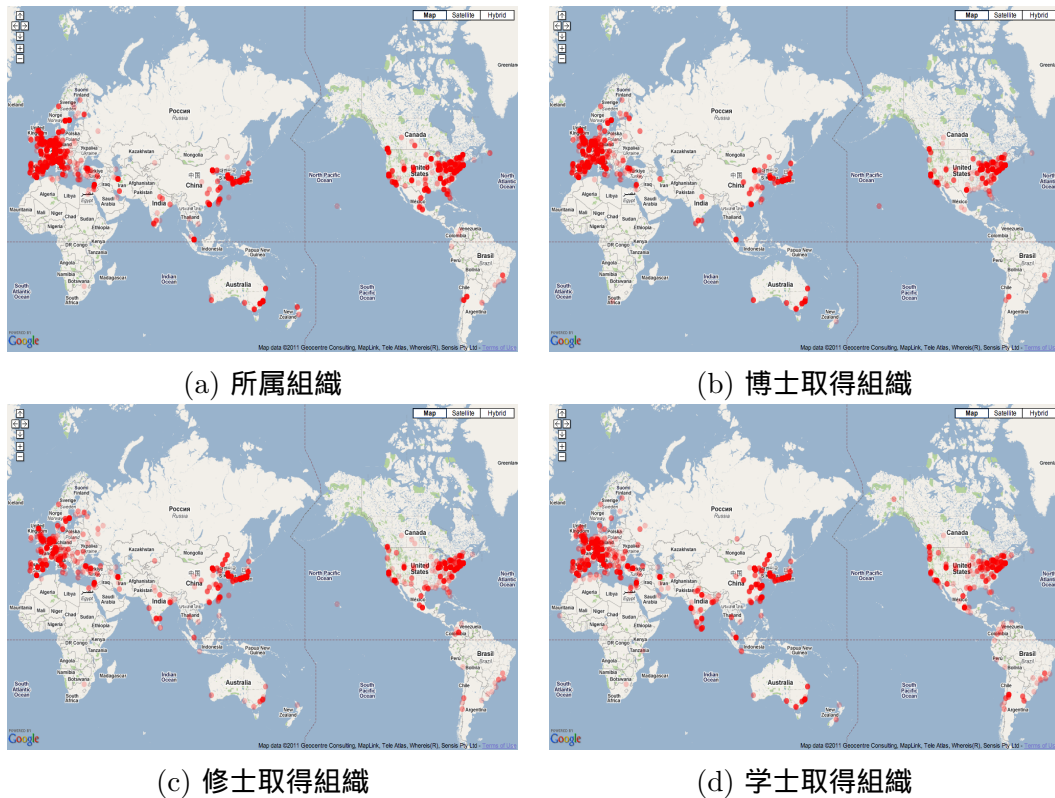


図 2.14 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた所属組織と博士、修士、学士取得組織の地理的な分布

全体の傾向としては所属組織と博士、修士、学士取得組織が欧州、米国、東アジア地域に集中している。図 2.14(a) の所属組織と図 2.14(b) の博士取得組織を比較すると、インドと南米では、博士取得組織に対して所属組織が広く分布していることがわかる。これとは反対に、中国では所属組織よりも博士取得組織が広く分布している。修士取得組織の場合(図 2.14(c))、所属組織と博士取得組織では見られない組織が東欧からロシア西部、インド、南米で分布している。学士取得組織の場合(図 2.14(d))、所属組織や博士、修士取得組織と比較してアフリカ北部と南米により多くの組織が分布していることがわかる。

### 2.3.2 論文数

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 に掲載された論文を第 1 著者の所属組織により分類し、論文数が 5 件以上の組織と国を表 2.7 にまとめる。全体としては、国別論文数の多い米国、日本、スペインの研究大学や研究機関が多く含まれる傾向が見られる。米国の場合、

大学からの論文が多いが、日本の場合、大学だけでなく研究機関の AIST<sup>3</sup>と ATR<sup>4</sup>の論文が多いという特徴がある。スペインの場合にも、研究機関の Institut de Robòtica i Informàtica Industrial<sup>5</sup>、Industrial Automation Institute<sup>6</sup>からの論文が多い。その他、研究機関ではフランス INRIA<sup>7</sup>からの論文も多い。

論文がそれほど多くない国の組織では、スウェーデンの Orebro University、スイスの Swiss Federal Institute of Technology Lausanne、シンガポールの Nanyang Technological University と National University of Singapore の論文が多いことがわかる。

### 2.3.3 研究者

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文について所属組織別に研究者数と著者数を求め、研究者数が 11 名以上の組織を表 2.8 にまとめた。研究者数に対して著者数が多いほど、同一研究者が多くの論文を発表していることを示す。

全体としては、著者数の多い組織が論文数の多い組織に対応していることがわかる。日本の University of Tokyo が研究者数 54 名、著者数 75 名と最も多く、論文数が最も多い Massachusetts Institute of Technology の研究者数 37 名、著者数 47 名と比較しても際立っている。欧米先進国と日本、シンガポール、中国の組織に所属する研究者数が多い傾向だが、中には、研究者数が 11 名のトルコ Sakarya University も含まれている。

研究者数の多い組織はロボティクス研究拠点と形成していると考えられる。研究者数に対して著者数の多い組織では、同一研究者が多くの論文を発表しているため、生産性の高い研究者が所属していると考えられる。このような組織としては、研究者数 19 名に対して著者数が 42 名のスペイン University of Zaragoza、研究者数 18 名に対して著者数が 35 名のスウェーデン Orebro University、研究者数 13 名に対して著者数が 28 名のスペイン Polytechnic University of Catalonia などが挙げられる。

### 2.3.4 博士取得者数

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた組織別の博士取得者数が 8 名以上の組織、国、博士取得者数、論文別博士取得者数を表 2.9 にまとめる。論文別博士取得者数は論文別に博士取得者数をカウントした結果であり、同一研究者が多くの論文を発表している場合に、博士取得者数に対して論文別博士取得者数が多くなる。

全体としては、研究者数の多い組織から、教育機能をもたない研究機関を除いた研究大学が多く含まれている。日本の University of Tokyo は博士取得者数が 72 名と最も多く、2 番目に博士取得者が多い米国 Massachusetts Institute of Technology の 40 名よりも 32 名も多い。University of Tokyo の研究者数 54 名は、博士取得者数 72 名よりも少ないことから、University of Tokyo の博士取得者が他の組織に移動していると考えられる。このことから、研究者数に対して博士取得者数の多い組織では、研究者を育成し、他の研究機関に研究者を供給する組織として機能していると推察される。また、表 2.8 の研究者数

<sup>3</sup>AIST は (独) 産業技術総合研究所 Advanced Industrial Science and Technology の略称である

<sup>4</sup>ATR は (株) 国際電気通信岸技術研究所 Advanced Telecommunications Research Institute International の略称である。ATR は株式会社であるが、ここでは研究機関として扱う。

<sup>5</sup>Institut de Robòtica i Informàtica Industrial は Technical University of Catalonia と Spanish Council for Scientific Research の共同研究センターである (<http://www.iri.upc.edu/>)。

<sup>6</sup>Institut de Robòtica i Informàtica Industrial は Spanish Council for Scientific Research 内の組織である (<http://www.iai.csic.es/>)。

<sup>7</sup>INRIA は Institut National de Recherche en Informatique et Technologies du Numérique の略称である。

が 11 名以上の組織には含まれていないが、博士取得者数が 26 名の Tokyo Institute of Technology についても同様に他組織に研究者を供給していると考えられる。

シンガポールの National University of Singapore、Nanyang Technological University の場合には、研究者数は多いが博士取得者数は多くはない。このように研究者数に対して博士取得者数の多い組織の場合には、他の組織から博士を取得した研究者が多く移動してきていると考えられる。

表 2.7 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 に掲載された組織別の論文数 (第 1 著者の所属組織によって分類している。)

順位	組織	国	論文数
1	Massachusetts Institute of Technology	United States	21
2	University of Tokyo	Japan	18
3	University of Zaragoza	Spain	14
4	INRIA	France	13
5	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	12
6	Carnegie Mellon University	United States	11
	Orebro University	Sweden	11
	Swiss Federal Institute of Technology Lausanne	Switzerland	11
9	Nanyang Technological University	Singapore	10
	Stanford University	United States	10
	University of Karlsruhe	Germany	10
12	AIST	Japan	9
	National University of Singapore	Singapore	9
	Osaka University	Japan	9
	Polytechnic University of Catalonia	Spain	9
	University of Essex	United Kingdom	9
	University of Malaga	Spain	9
18	ATR	Japan	8
	Cornell University	United States	8
	Nara Institute of Science and Technology	Japan	8
	University of Oxford	United Kingdom	8
	Vanderbilt University	United States	8
23	Johns Hopkins University	United States	7
	Northwestern University	United States	7
	Technion, Israel Institute of Technology	Israel	7
	University of Amsterdam	Netherlands	7
	University of Michigan	United States	7
	University of Southern California	United States	7
29	City University of Hong Kong	Hong Kong	6
	Free University of Brussels	Belgium	6
	Institut de Robotica i Informatica Industrial	Spain	6
	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	6
	Peking University	China	6
	Technical University of Munich	Germany	6
	University of Bologna	Italy	6
	University of British Columbia	Canada	6
	University of Delaware	United States	6
	University of Minnesota	United States	6
	University of Sydney	Australia	6
40	Australian National University	Australia	5
	Delft University of Technology	Netherlands	5
	Industrial Automation Institute	Spain	5
	National Institute of Standards and Technology	United States	5
	Scuola Superiore Sant'Anna	Italy	5
	University of California, Los Angeles	United States	5
	University of Freiburg	Germany	5
	University of Padua	Italy	5
	University of Rome	Italy	5
	University of Technology, Sydney	Australia	5
	University of Tubingen	Germany	5
	University of Wales	United Kingdom	5

表 2.8 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文における組織別の研究者数と著者数

順位	組織	国	研究者数	著者数
1	University of Tokyo	Japan	54	76
2	Massachusetts Institute of Technology	United States	37	47
3	University of Karlsruhe	Germany	32	37
4	AIST	Japan	30	34
5	Carnegie Mellon University	United States	27	31
6	Stanford University	United States	24	31
7	National University of Singapore	Singapore	23	29
8	ATR	Japan	22	36
	Scuola Superiore Sant'Anna	Italy	22	33
10	University of Malaga	Spain	21	36
	Osaka University	Japan	21	34
	Swiss Federal Institute of Technology Lausanne	Switzerland	21	32
	Johns Hopkins University	United States	21	27
	Nanyang Technological University	Singapore	21	27
15	University of British Columbia	Canada	20	25
	Vanderbilt University	United States	20	25
17	University of Zaragoza	Spain	19	42
	INRIA	France	19	26
	University of Toronto	Canada	19	20
	Orebro University	Sweden	18	35
	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	18	26
22	Catholic University of Leuven	Belgium	17	25
	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	17	18
24	Northwestern University	United States	16	21
	University of Oxford	United Kingdom	16	21
	University of Sydney	Australia	16	21
	Technical University of Munich	Germany	16	19
28	University of Pennsylvania	United States	15	22
29	Nara Institute of Science and Technology	Japan	14	23
	University of Rome	Italy	14	19
	University of Delaware	United States	14	18
	CNRS	France	14	14
33	Polytechnic University of Catalonia	Spain	13	28
34	Swiss Federal Institute of Technology Zurich	Switzerland	12	20
	Cornell University	United States	12	19
	Free University of Brussels	Belgium	12	18
	McGill University	Canada	12	17
	University Carlos III of Madrid	Spain	12	16
	Polytechnic University of Madrid	Spain	12	14
	Tsinghua University	China	12	13
	Peking University	China	12	12
	University of Alcalá	Spain	12	12
	University of Zurich	Switzerland	12	12
44	Royal Institute of Technology	Sweden	11	20
	Purdue University	United States	11	13
	University of Paris VI	France	11	12
	Sakarya University	Turkey	11	11

表 2.9 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた組織別の博士取得者数

順位	組織	国	博士 取得者数	論文別博士 取得者数
1	University of Tokyo	Japan	72	98
2	Massachusetts Institute of Technology	United States	40	49
3	Stanford University	United States	33	49
4	Carnegie Mellon University	United States	29	44
5	Tokyo Institute of Technology	Japan	26	31
6	Polytechnic University of Madrid	Spain	21	28
7	University of Pennsylvania	United States	19	29
8	University of California, Berkeley	United States	18	31
9	California Institute of Technology	United States	17	27
	University of Toronto	Canada	17	21
11	Osaka University	Japan	16	28
	University of Oxford	United Kingdom	16	22
	Institut National Polytechnique de Grenoble	France	16	20
14	Catholic University of Leuven	Belgium	15	22
15	Polytechnic University of Catalonia	Spain	14	35
	Nagoya University	Japan	14	18
	University of Sydney	Australia	14	17
18	McGill University	Canada	13	23
	University of Michigan	United States	13	19
20	University of Zaragoza	Spain	12	31
	Kyoto University	Japan	12	29
	University of Bonn	Germany	12	21
	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	12	16
	University of Paris VI	France	12	16
	University of Maryland, College Park	United States	12	12
26	University of Southern California	United States	11	24
	University of Malaga	Spain	11	21
	University of Bologna	Italy	11	17
	Technical University of Munich	Germany	11	16
	University of Karlsruhe	Germany	11	13
31	Harvard University	United States	10	14
	Scuola Superiore Sant'Anna	Italy	10	12
33	University of Rennes I	France	9	21
	Purdue University	United States	9	16
	Swiss Federal Institute of Technology Zurich	Switzerland	9	14
	Johns Hopkins University	United States	9	13
	Georgia Institute of Technology	United States	9	10
	Tsinghua University	China	9	10
	University of Nantes	France	9	10
40	University of Edinburgh	United Kingdom	8	29
	Royal Institute of Technology	Sweden	8	17
	Yale University	United States	8	14
	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	8	13
	University of Texas at Austin	United States	8	12
	Rensselaer Polytechnic Institute	United States	8	10
	Complutense University of Madrid	Spain	8	9
	University of British Columbia	Canada	8	9



### 2.3.5 修士取得者数

表 2.10 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた組織別の修士取得者数

順位	組織	国	修士 取得者数	論文別修士 取得者数
1	University of Tokyo	Japan	58	74
2	Massachusetts Institute of Technology	United States	38	53
3	Osaka University	Japan	24	30
4	Tokyo Institute of Technology	Japan	22	27
5	Stanford University	United States	21	28
6	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	16	24
7	Carnegie Mellon University	United States	15	21
8	Seoul National University	South Korea	14	15
9	University of Pennsylvania	United States	13	19
	Sharif University of Technology	Iran	13	17
	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	13	16
12	Kyoto University	Japan	12	28
	University of Michigan	United States	12	18
	University of Pisa	Italy	12	18
	Johns Hopkins University	United States	12	17
	University of California, Berkeley	United States	12	17
	Tsinghua University	China	12	15
18	Swiss Federal Institute of Technology Lausanne	Switzerland	11	18
	Catholic University of Leuven	Belgium	11	17
	Nagoya University	Japan	11	15
21	University of Malaga	Spain	10	23
	University of Zaragoza	Spain	10	19
	Technion, Israel Institute of Technology	Israel	10	13
	Nara Institute of Science and Technology	Japan	10	12
	Waseda University	Japan	10	11
26	Royal Institute of Technology	Sweden	9	16
	Polytechnic University of Madrid	Spain	9	10
28	University of Southern California	United States	8	21
	Rensselaer Polytechnic Institute	United States	8	17
	Ohio State University	United States	8	15
	Tohoku University	Japan	8	10
	Polytechnic University of Valencia	Spain	8	9
	Brigham Young University	United States	8	8
	National Polytechnic Institute	Mexico	8	8
	Zhejiang University	China	8	8
36	Harvard University	United States	7	10
	Pohang University of Science and Technology	South Korea	7	10
	Swiss Federal Institute of Technology Zurich	Switzerland	7	10
	Hiroshima University	Japan	7	9
	Georgia Institute of Technology	United States	7	8
	Peking University	China	7	8
	University of British Columbia	Canada	7	7
	University of Toronto	Canada	7	7

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた組織別の修士取得者数が7名以上の組織、国、修士取得者数、論文別修士取得者数を表 2.10 にまとめる。論文別修士取得者数は論文別に修士取得者数をカウントした結果であり、同一研究者が多くの論文を発表している場合に、修士取得者数に対して論文別修士取得者数が多くなる。

表 2.10 から米国を中心に日本、韓国、中国の組織で修士取得者数の多いことがわかる。修士取得者数の多い組織は、自大学や他大学の大学院に博士課程の学生や、企業に研究者を供給していると考えられる。韓国の Seoul National University、イランの Sharif University

of Technology は修士取得者数が比較的多い組織だが、研究者数と博士取得者数が多くはないため、自組織よりも他組織に人材を供給していると考えられる。なお、欧州の組織に所属する研究者の場合、著者情報に修士取得組織を記載していない研究者も多く、この点については留意する必要がある。

### 2.3.6 学士取得者数

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた組織別の学士取得者数が7名以上の組織、国、学士取得者数、論文別学士取得者数を表 2.11 にまとめる。論文別学士取得者数は論文別に学士取得者数をカウントした結果であり、同一研究者が多くの論文を発表している場合に、学士取得者数に対して論文別学士取得者数が多くなる。

日本の University of Tokyo と Osaka University、韓国の Seoul National University、米国の Massachusetts Institute of Technology、イランの Sharif University of Technology、中国の Tsinghua University の学士取得者が多い。University of Tokyo の学士取得者数は53名と最も多く、2番目に学士取得者数の多い29名の Seoul National University と比較しても際立っている。博士や修士取得者数と比較すると、中国の組織で学士取得者数が多く、トルコの Middle East Technical University、ギリシアの National Technical University of Athens、アルゼンチンの National University of San Juan などの組織でも学士取得者が多いことがわかる。

表 2.11 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた組織別の学士取得者数

順位	組織	国	学士 取得者数	論文別学士 取得者数
1	University of Tokyo	Japan	53	70
2	Seoul National University	South Korea	29	37
3	Osaka University	Japan	20	27
	Massachusetts Institute of Technology	United States	20	22
5	Sharif University of Technology	Iran	19	25
	Tsinghua University	China	19	22
7	Polytechnic University of Madrid	Spain	18	22
	University of Pisa	Italy	18	21
9	Kyoto University	Japan	17	35
	Middle East Technical University	Turkey	15	19
11	Technion, Israel Institute of Technology	Israel	14	21
	University of Karlsruhe	Germany	14	17
13	National Technical University of Athens	Greece	13	22
	University of Toronto	Canada	13	19
	Tokyo Institute of Technology	Japan	13	15
16	Catholic University of Leuven	Belgium	12	21
	Complutense University of Madrid	Spain	12	19
	University of Rome	Italy	12	13
19	Technical University of Munich	Germany	11	26
	Nagoya University	Japan	11	14
	National University of San Juan	Argentina	11	11
	Zhejiang University	China	11	11
23	University of Padua	Italy	10	24
	University of Bologna	Italy	10	15
	University of Michigan	United States	10	13
	Harbin Institute of Technology	China	10	12
	Carnegie Mellon University	United States	10	11
	Waseda University	Japan	10	11
29	Polytechnic University of Catalonia	Spain	9	27
	University of California, Los Angeles	United States	9	14
	Peking University	China	9	11
	Brigham Young University	United States	9	9
33	University of Oxford	United Kingdom	8	13
	Polytechnic University of Milan	Italy	8	12
	Shanghai Jiao Tong University	China	8	10
	Swiss Federal Institute of Technology Zurich	Switzerland	8	10
	Johns Hopkins University	United States	8	9
	Technical University of Istanbul	Turkey	8	8
	University of Cambridge	United Kingdom	8	8
	University of Science and Technology of China	China	8	8
41	University of Bonn	Germany	7	12
	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	7	10
	University of British Columbia	Canada	7	9
	University of Malaga	Spain	7	9
	National University of Singapore	Singapore	7	8
	Cornell University	United States	7	7

### 2.3.7 国際的に移動した研究者数と組織別研究者数の関係

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から求めた組織別の研究数と国際的に移動した研究者数の関係を図 2.10 に示す。組織別の研究者数を球の大きさに反映し、国外から移動してきた研究者数と国外に移動した研究者数の対数をグラフの横軸と縦軸に対応させている。ただし、対数表示における 0 を避けるため、研究者数に 1 名加算した値を用いている。図 2.10 には研究者数が 16 名以上または国外に移動した研究者数が 13 名以上の組織を表示した。

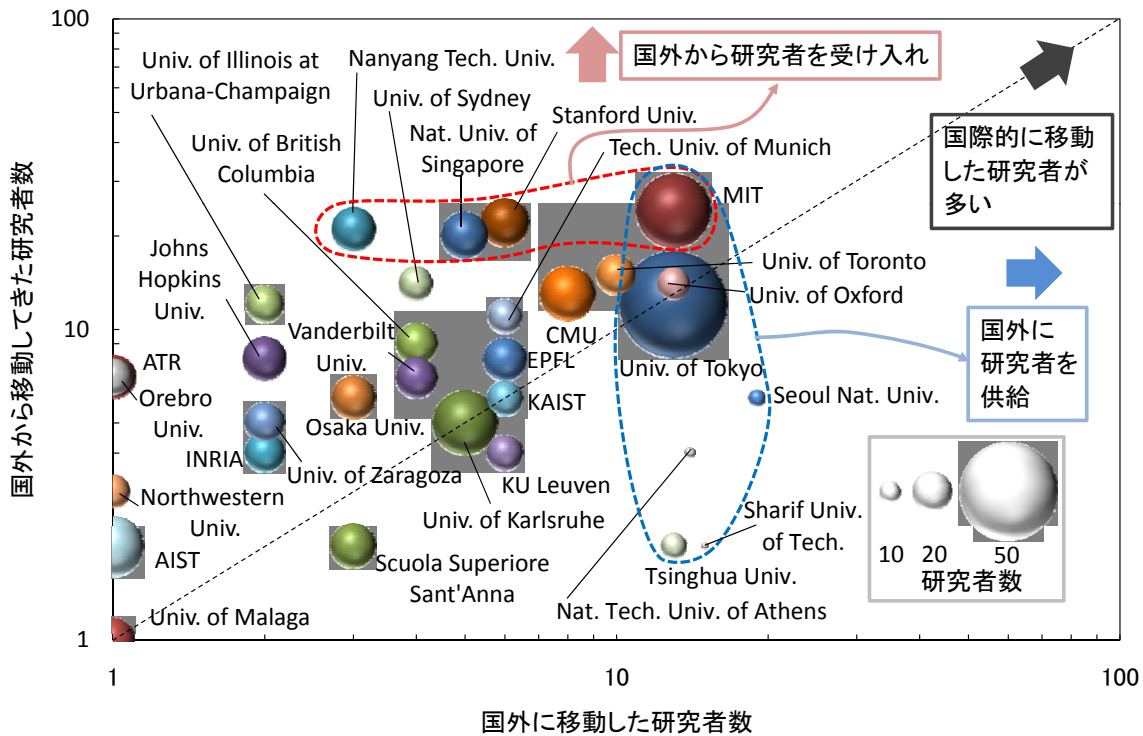


図 2.15 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得た国際的に移動した研究者数と組織別の研究者数の関係 (所属する研究者数が 16 名以上または国外に移動した研究者数が 13 名以上の組織を表示している。対数表示の 0 を回避するため、横軸と縦軸の研究者数には 1 名加算した値を用いている。)

グラフ右上に表示される組織では国外から移動してきた研究者と国外に移動した研究者が多く、グラフ左下に表示される組織では国外から移動してきた研究者と国外に移動した研究者が少ない。グラフ上方に表示される組織は国外から研究者を受け入れる傾向を示し、グラフ右側に表示される組織は国外に研究者を供給する傾向を示す。グラフ左端に表示される組織からは国外に移動した研究者が存在しない。

国外から多くの研究者を受け入れる組織として、米国の Massachusetts Institute of Technology (MIT)、Stanford University、シンガポールの National University of Singapore、Nanyang Technological University が挙げられる。一方、国外に供給する組織として、米国の MIT、英国の University of Oxford、カナダの University of Toronto、日本の University of Tokyo が挙げられる。

### 2.3.8 国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた組織別の研究者数が 16 名以上の組織について、国外に移動した研究者数と国外から移動してきた研究者数を組織別の研究者数で規格化した値をを図 2.16 に示す。ヒストグラムの赤い領域が多いほど、所属する研究者に対して国外から移動してきた研究者が多く、ヒストグラムの青い領域が多いほど、所属する研究者に対して国外に移動した研究者が多いことを意味する。なお、図 2.16 では国外に移動した研究者数は負の値として扱っている。

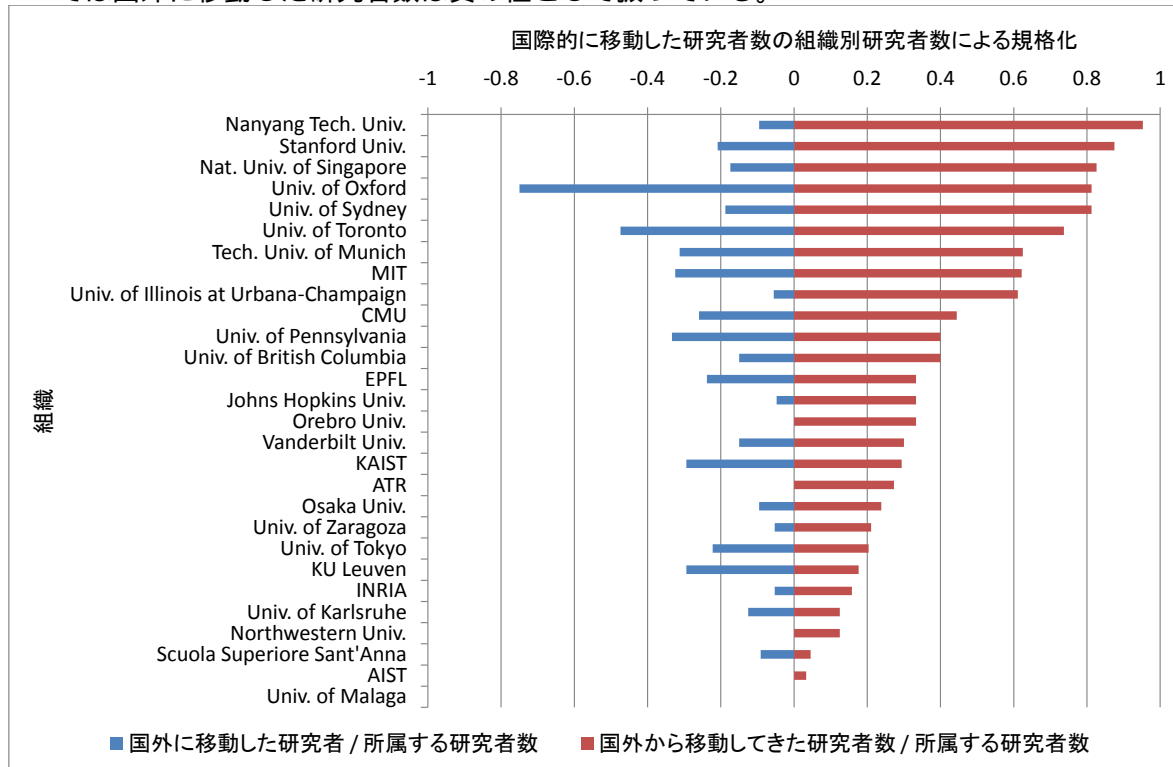


図 2.16 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化 (所属する研究者数が 16 名以上の組織を表示している。)

国外から移動してきた研究者には、国外の大学を卒業して大学院に留学し、さらに国外の他組織に移動して論文を発表した研究者も含まれる。この場合、国外から移動してきた研究者としてカウントされるが、組織に所属する研究者としてはカウントされない (1.3.3 の図 1.4 参照)。そのため、組織に所属する研究者数で規格化した値が 1 を越えることもある。

国外から移動してきた研究者数を規格化した値を見ると、シンガポールの Nanyang Technological University、National University of Singapore、米国の Stanford University、英国の University of Oxford、オーストラリアの University of Sydney が高いことがわかる。国際的に移動する研究者数は多くても、組織に所属する研究者数の多い University of Tokyo の値は小さい結果となっている。

国外に移動した研究者数を規格化した値を見ると、University of Oxford と University of Toronto が顕著である。これらの組織では国外から移動してきた研究者数も多いことから、国際的な研究者流動におけるハブとして機能していることが推察される。

### 2.3.9 研究者の国際的な移動

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた代表的な組織に所属する研究者について、博士、修士、学士取得国を調べた結果を図 2.17 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

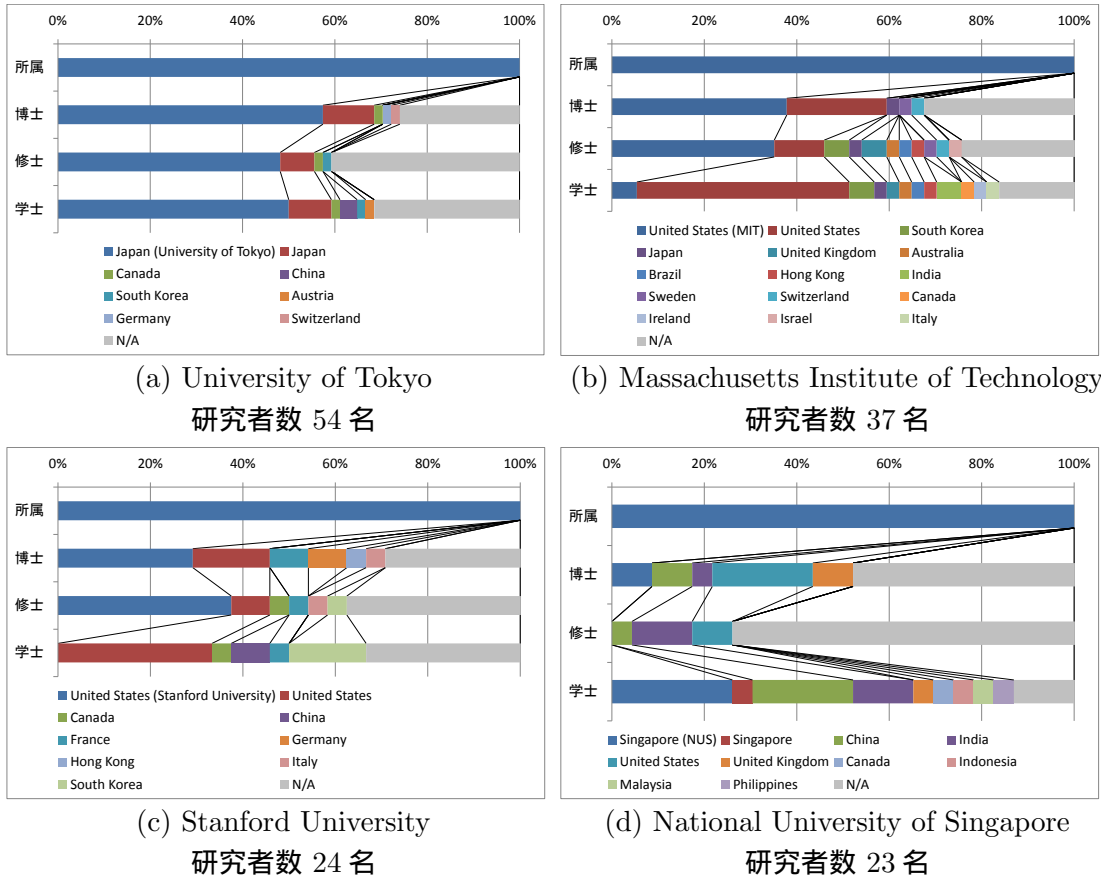


図 2.17 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた研究者の所属組織別博士、修士、学士取得国 (同一組織内の移動は区別している。)

University of Tokyo に所属する研究者 54 名の場合 (図 2.17(a))、日本国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 70%、56%、60% を占める。University of Tokyo から博士、修士、学士を取得した研究者が 60%、48%、50% を占め、日本国内の他組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 11%、7%、9% を占める。日本国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 6%、4%、9% を占める。博士、修士、学士の取得組織の得られない University of Tokyo の研究者が 24%、41%、32% を占める。

Massachusetts Institute of Technology (MIT) に所属する研究者 37 名の場合 (図 2.17(b))、米国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 59%、46%、51% を占める。MIT から博士、修士、学士を取得した研究者が 38%、35%、5% を占め、米国内の他組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 22%、11%、46% を占める。MIT で学士を取得した研究者の比率は低く、米国の他大学を卒業した研究者が MIT に多く移動していることがわかる。米国外で博士、修士、学士を取得した研究者が 8%、46%、51% を占めることから、米国外の組織から修士、学士を取得した研究者も MIT に多く移動していることもわかる。博士、修士、学士の取得組織の得られない MIT の研究者が 32%、24%、16% を占める。

Stanford University に所属する研究者 24 名の場合 (図 2.17(c))、米国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 46%、46%、33%を占める。Stanford University から博士、修士を取得した研究者が 29%、38%を占め、米国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 25%、17%、33%を占める。Stanford University に所属する研究者はすべて他大学を卒業し、博士取得国はフランス、ドイツが各 8%、学士取得国は韓国が 17%、中国が 8%を占めている。博士、修士、学士の取得組織が得られない Stanford University の研究者は 25%、17%、33%を占める。

National University of Singapore (NUS) に所属する研究者 23 名の場合 (図 2.17(d))、シンガポール国内の組織から博士、学士を取得した研究者が 9%、30%を占める。NUS から博士、学士を取得した研究者が 9%、26%を占め、シンガポール国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 43%、26%、57%を占める。博士取得国は米国が 22%、英国、中国が各 9%、学士取得国は中国が 22%、インドが 13%を占めている。博士、修士、学士の取得組織が得られない NUS の研究者が 43%、26%、57%を占める。

### 2.3.10 博士取得者の国際的な移動

図 2.18 には、IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた代表的な組織から博士を取得した研究者について、所属組織と修士、学士取得国を調べた結果をまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

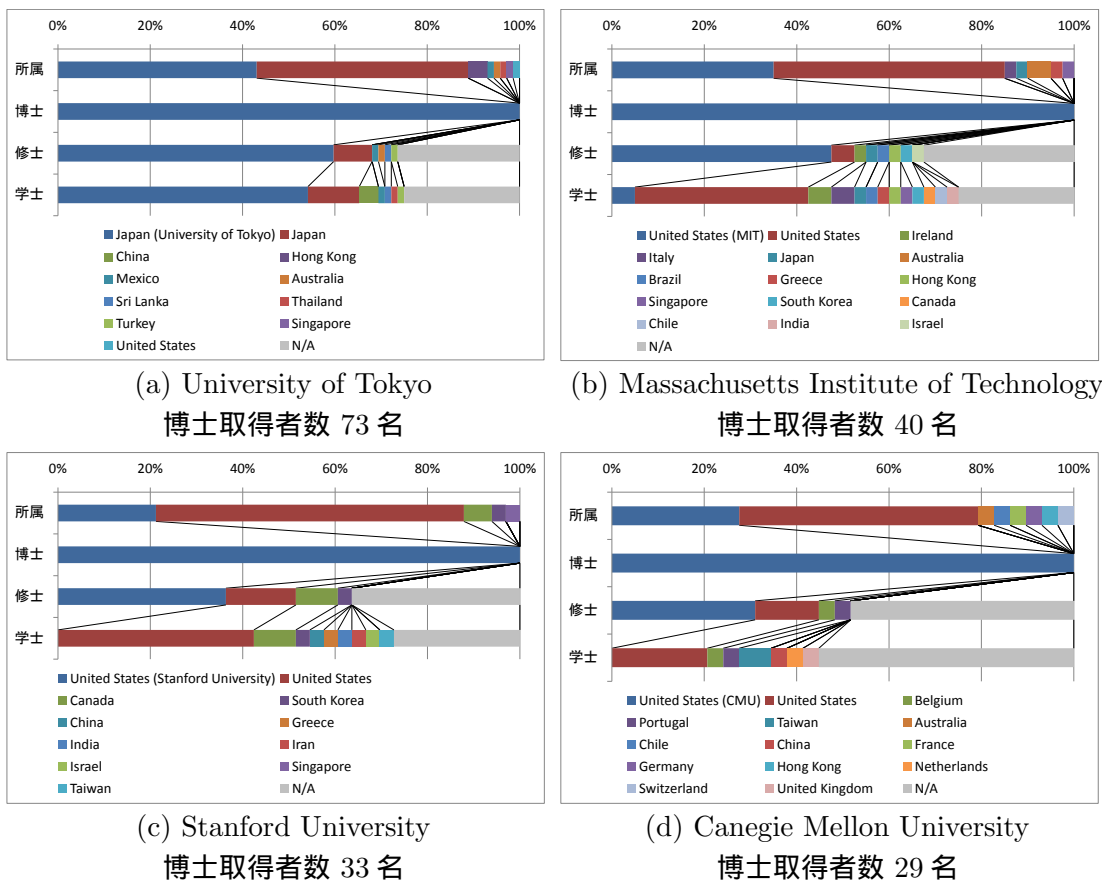


図 2.18 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた博士取得者の所属組織別博士、修士、学士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

University of Tokyo の博士取得者 73 名の場合 (図 2.18(a)), 44%が博士取得後も University of Tokyo に所属し<sup>8</sup>、45%が日本国内の他組織に移動している。日本国外の組織に移動した博士取得者の比率は 11%と少ないことから、University of Tokyo は自組織を含めた日本国内の組織を中心に研究者を供給している組織とみなすことができる。日本国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 67%、66%を占める。University of Tokyo から修士、学士を取得した博士取得者が 59%、55%を占め、日本国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が 8%、11%を占める。日本国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 5%、10%を占める。修士、学士取得組織の得られない University of Tokyo の博士取得者が 27%、25%を占める。

Massachusetts Institute of Technology (MIT) の博士取得者 40 名の場合 (図 2.18(b)), 35%が博士取得後も MIT に所属し、50%が米国内の他組織に移動している。米国外の組織に移動した博士取得者の比率は 15%と少ないことから、MIT は米国内の組織を中心に研究者を供給する組織とみなすことができる。米国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 53%、43%を占める。MIT から修士、学士を取得した博士取得者が 48%、5%を占め、米国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が 5%、38%を占める。米国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 15%、33%を占める。MIT は米国内外の他大学から多くの大学院生を受け入れていることがわかる。修士、学士取得組織の得られない MIT の博士取得者が 33%、25%を占める。

Stanford University から博士取得者 33 名の場合 (図 2.18(c)), 21%が博士取得後も Stanford University に所属し、67%が米国内の他組織に移動している。米国外の組織に移動した博士取得者の比率は 12%と少ないことから、Stanford University も米国内の組織を中心に研究者を供給する組織とみなすことができる。米国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 52%、42%を占める。Stanford University から修士を取得した博士取得者が 36%を占めるが、博士取得者に Stanford University の学部出身者は含まれていない。米国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が 15%、42%を占め、米国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 12%、30%を占める。Stanford University も米国内外の他大学から多くの大学院生を受け入れていることがわかる。修士、学士取得組織の得られない Stanford University の博士取得者が 36%、27%を占める。

Carnegie Mellon University(CMU) から博士取得者 33 名の場合 (図 2.18(d)), 28%が博士取得後も CMU に所属し、52%が米国内の他組織に移動している。米国外の組織に移動した博士取得者が 21%を占める。米国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 45%、21%を占める。CMU から修士を取得した博士取得者が 31%を占めるが、博士取得者に CMU の学部出身者は含まれていない。米国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が 14%、21%を占め、米国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 7%、23%を占める。修士、学士取得組織の得られない CMU の博士取得者は 48%、55%を占める。

これら 4 組織を見ると、自国を中心に研究者を供給する組織である点は共通している。しかし学士取得者の構成を見ると、日本の University of Tokyo の場合には半数以上を自組織の学部出身者が占めているが、米国の大学では、自組織の学部出身者が極めて少ないことがわかる。

<sup>8</sup>博士取得後に同一組織に所属する研究者の場合、他組織に移動してから、再度、同一組織に戻る場合も含まれる。



### 2.3.11 修士取得者の国際的な移動

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた代表的な組織から修士を取得した研究者について、所属組織と博士、学士取得国を調べた結果を図 2.19 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

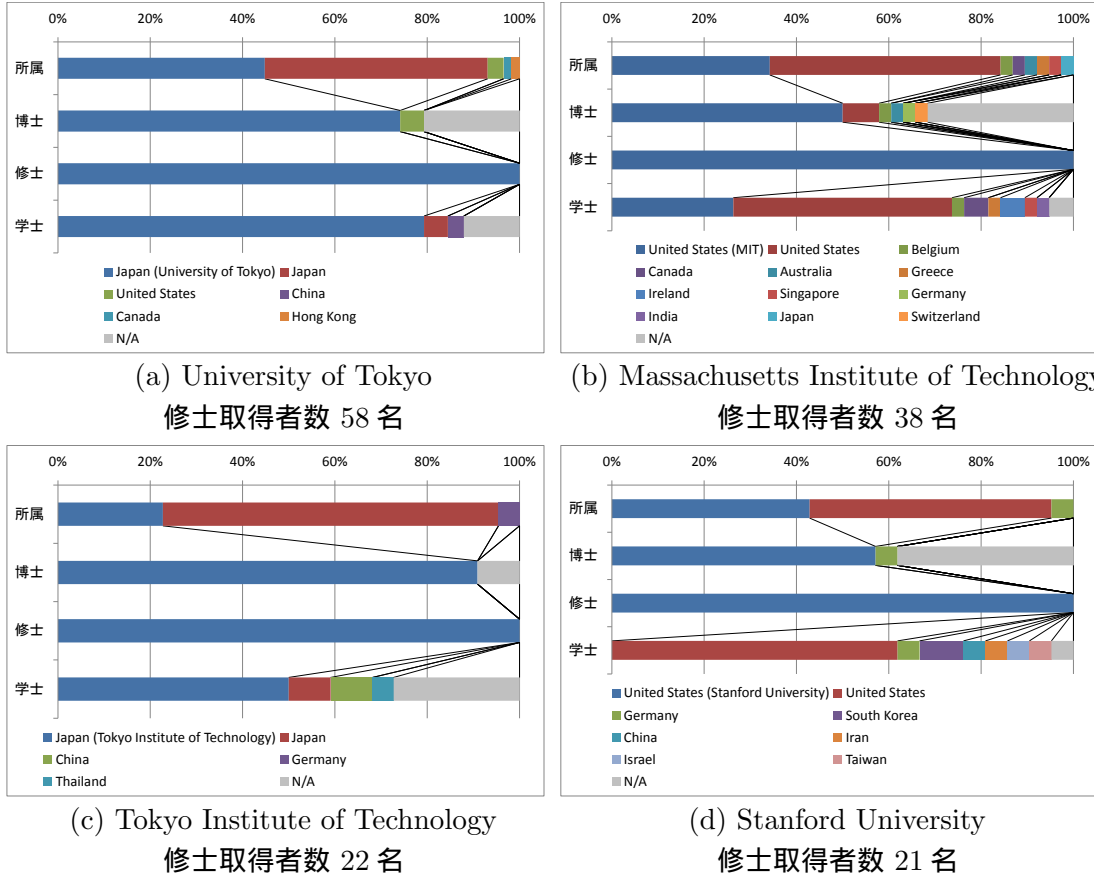


図 2.19 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた学士取得組織別の所属組織と博士、学士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

University of Tokyo の修士取得者 58 名の場合 (図 2.19(a))、93%が日本国内の組織に所属し、45%が University of Tokyo、48%が日本国内の他組織、7%が日本国外の組織に所属している。日本国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者が 74%、84%を占める。University of Tokyo から博士、学士を取得した修士取得者が 74%、79%を占め、日本国内の他組織から学士を取得した修士取得者が 5%を占める。日本国外の博士取得国は米国が 5%、中国が 3%を占める。博士、学士取得組織の得られない University of Tokyo の修士取得者が 21%、12%を占める。University of Tokyo の修士取得者は、自大学の学部出身者が多く、さらに自組織の大学院博士課程への進学も多いという特徴がある。

Massachusetts Institute of Technology (MIT) の修士取得者 38 名の場合 (図 2.19(b))、84%が米国内の組織に所属し、34%が MIT、50%が米国内の他組織、16%が米国外の組織に所属している。米国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者が 58%、74%を占める。MIT から博士、学士を取得した修士取得者が 50%、26%を占め、米国内の他組織から博士、学士を取得した修士取得者が 8%、47%を占める。米国外の組織から博士、学士を取得した修士取得者が 11%、21%を占める。博士、学士取得組織の得られない MIT の修

士取得者が21%、12%を占める。University of Tokyo と比較すると MIT の修士取得者の場合、他組織の出身者が多いことがわかる。

Tokyo Institute of Technology の修士取得者 22 名の場合 (図 2.19(c))、95%が日本国内の組織に所属し、23%が Tokyo Institute of Technology、73%が日本国内の他組織、5%がドイツの組織に所属している。日本国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者が91%、59%を占める。Tokyo Institute of Technology から博士、学士を取得した修士取得者が91%、50%を占め、日本国内の他組織から学士を取得した修士取得者が9%を占める。日本国外では、中国、タイの組織から学士を取得した修士取得者が9%、5%を占める。博士、学士取得組織の得られない Tokyo Institute of Technology の 修士取得者が9%、27%を占める。University of Tokyo と比較して Tokyo Institute of Technology の場合には、自組織に所属する修士取得者の比率が低く、日本国内の他組織に研究者を供給する傾向が強い。

Stanford University の修士取得者 21 名の場合 (図 2.19(d))、95%が米国内の組織に所属し、43%が Stanford University、52%が米国内の他組織、5%がドイツの組織に所属している。米国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者が57%、62%を占める。Stanford University から博士を取得した修士取得者が57%を占めるが、Stanford University の修士取得者に自大学の学部出身者は含まれない。米国外の組織から博士、学士を取得した修士取得者が5%、33%を占める。博士、学士取得組織の得られない Stanford University の修士取得者が38%、5%を占める。

自国内の組織に研究者を供給する傾向が強い点はこれらの大学に共通している。しかし、米国の MIT、Stanford University の場合、他大学の学部出身者が多く大学院修士課程に在籍しているという特徴がある。

### 2.3.12 学士取得者の国際的な移動

IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた代表的な組織から学士を取得した研究者について、所属組織と博士、修士取得国を調べた結果を図 2.20 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

University of Tokyo の学士取得者 53 名の場合 (図 2.20(a))、日本国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が91%、77%を占める。University of Tokyo から修士、博士を取得した学士取得者が87%、75%を占め、日本国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が4%、2%を占める。日本国外の組織から博士を取得した学士取得者が4%を占める。University of Tokyo の学士取得者の96%が日本国内の組織に所属し、51%が University of Tokyo、45%が日本国内の他組織に所属している。日本国外の組織に所属する学士取得者は4%と少ない。修士、博士取得組織の得られない University of Tokyo の 学士取得者が9%、19%を占める。

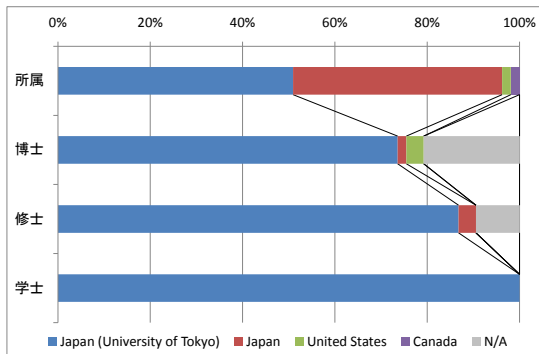
Seoul National University (SNU) の学士取得者 29 名の場合 (図 2.20(b))、韓国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が66%、28%を占める。Seoul National University から修士、博士を取得した学士取得者が41%、10%を占め、韓国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が24%、17%を占める。韓国外の組織から修士、博士を取得した学士取得者が28%、45%を占める。SNU の学士取得者の62%が韓国内の組織に所属し、21%が SNU、41%が韓国内の他組織に所属している。SNU の学士取得者の38%が韓国外の組織に所属し、28%が米国の組織に所属している。米国の組織から修士、博士を取得した学士取得者が28%、38%を示める。修士、博士取得組織の得られない SNU の学士取得者が7%、28%を占める。

Osaka University の学士取得者 20 名の場合 (図 2.20(c))、日本国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 85%、45%を占める。Osaka University から修士、博士を取得した学士取得者が 75%、35%を占め、日本国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者がそれぞれ 10%を占める。日本国外の組織から博士を取得した学士取得者が 5%を占める。Osaka University の学士取得者の場合、すべて日本国内の組織に所属し 50%が Osaka University に所属し、50%が日本国内の他組織に所属している。修士、博士取得組織の得られない Osaka University の学士取得者が 15%、50% を占める。

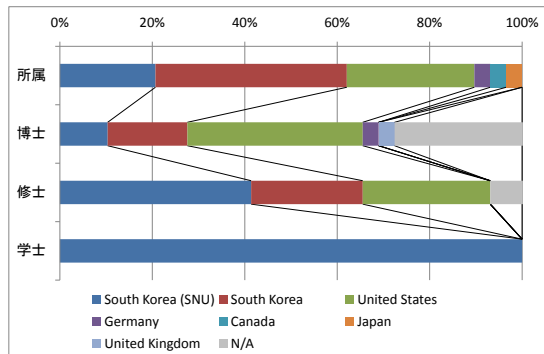
Sharif University of Technology の学士取得者 19 名の場合 (図 2.20(d))、イラン国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 79%、16%を占める。Sharif University of Technology から修士、博士を取得した学士取得者が 53%、11%を占め、イラン国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が 26%、5%を占める。イラン国外の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 21%、53%を占め、37%がカナダの組織から博士を取得している。Sharif University of Technology の学士取得者の 32%がイラン国内の他組織、68%がイラン国外の組織に所属している。Sharif University of Technology の学士取得者の 47%がカナダ、11%が米国の組織に所属している。博士取得組織の得られない Sharif University of Technology の学士取得者が 32%を占める。

Tsinghua University の学士取得者 19 名の場合 (図 2.20(e))、中国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 58%、37%を占める。Tsinghua University から修士、博士を取得した学士取得者が 47%、32%を占め、中国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が 11%、5%を占める。中国外の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 16%、11%を占める。Tsinghua University の学士取得者の 26%が Tsinghua University に、16%が中国内の他組織に、58%が中国外の組織に所属している。Tsinghua University の学士取得者の 37%が米国、11%がシンガポール、それぞれ 5%が香港と日本の組織に所属している。修士、博士取得組織の得られない Tsinghua University の 学士取得者は 26%、53%を占める。

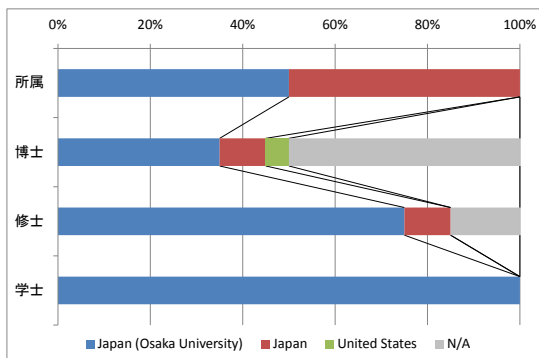
日本の University of Tokyo、Osaka University の場合、自大学の大学に進学する学士取得者が多いという特徴がある。韓国 Seoul National University の場合、米国の大学院に進学し、米国の組織に所属する学士取得者が多い。中国 Tsinghua University の場合、米国の大学院に進学する学士取得者は多くないが、米国の組織に所属する学士取得者が多い。イラン Sharif University of Technology の場合、米国よりもカナダの大学院博士課程に進学する学士取得者、カナダの組織に所属する学士取得者が多いという特徴がある。



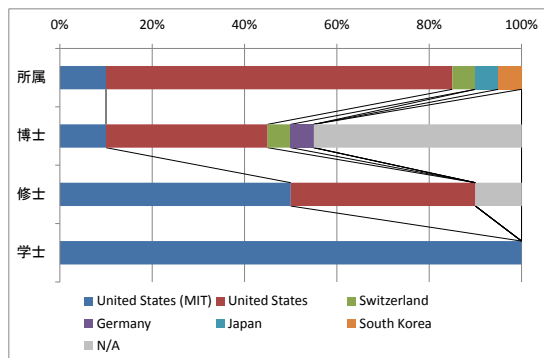
(a) University of Tokyo  
学士取得者数 53 名



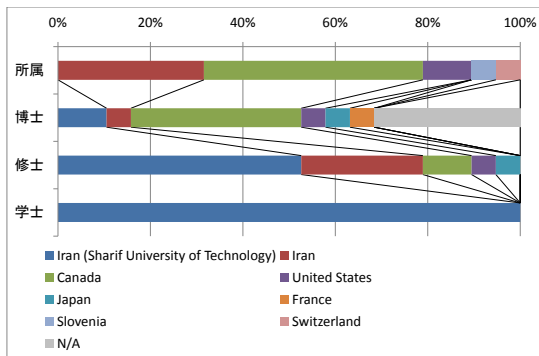
(b) Seoul National University  
学士取得者数 29 名



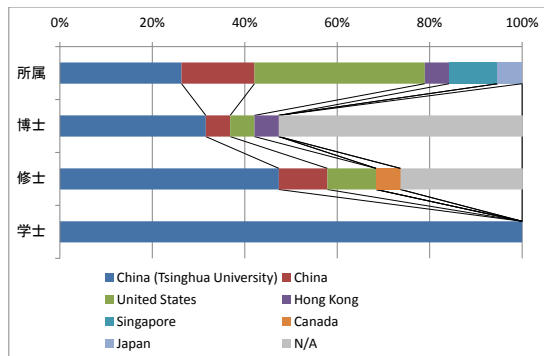
(c) Osaka University  
学士取得者数 20 名



(d) Massachusetts Institute of Technology  
学士取得者数 20 名



(e) Sharif University of Technology  
学士取得者数 19 名



(f) Tsinghua University  
学士取得者数 19 名

図 2.20 IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文から得られた学士取得組織別の所属組織と博士、修士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

## 第3章 コンピュータビジョン領域

コンピュータビジョンには文字認識、パターン認識、画像認識、人工知能に関連した研究が含まれる。この研究領域の特徴として、高エネルギー物理学のような他の研究領域で必要とされる大型研究施設や特殊な実験装置がなくても研究を進めることができ、研究への参入障壁が低い点が挙げられる。特に、1990年代中期以降のコンピュータや映像機器の低価格化により、研究に必ずしも多額の研究費が必要とされなくなっている。さらに、研究用の文字データや顔画像データなどもインターネット上で公開されているため、研究に必要なデータも比較的容易に収集できる。そのため、研究費の規模によって研究水準が左右されにくい研究領域と言える。日本でも文字認識を始めとして研究の歴史も長く、産業面では設備投資が小さくて済むことから研究成果を基にベンチャー企業が設立されることが多いという特徴もある。

### 3.1 調査データ

#### 3.1.1 論文誌

調査対象とするコンピュータビジョン領域の論文誌として、1979年に創刊され、計算機科学の領域では歴史が長く、1989年以降は年間12冊に発行されている以下の論文誌を選択した。

IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence

以下、この論文誌を IEEE-TPAMI と表記する。

コンピュータビジョン領域の論文誌について、2005年のインパクトファクタを調査した結果 [27] を表 3.1 に示す。2005年のインパクトファクタは IEEE-TPAMI が最も高く、この研究領域における研究者の情報を得るための論文誌として IEEE-TPAMI は適切と考えられる。

表 3.1 コンピュータビジョン領域における論文誌のインパクトファクタ (2005)[27]

順位	論文誌名	インパクトファクタ
1	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	3.810
2	IEEE Transactions on Image Processing	2.428
3	IEEE Pattern Recognition	2.158
4	IEEE Transactions on Multimedia	1.597
5	Computer Vision and Image Understanding	1.468
6	IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	1.457
7	Image and Vision Computing	1.383
8	Pattern Recognition Letters	1.138
9	IEEE Transactions on Speech and Audio Processing	1.008

### 3.1.2 論文数、著者数、研究者数

1997～2009年のIEEE-TPAMIに掲載された論文数、著者数、研究者数<sup>1</sup>を表3.2にまとめる。論文数は1,294件あり、論文別に研究者をカウントした著者数は3,437名、同一研究者をまとめてカウントした研究者数は2,361名である。著者数に対する研究者数の比率が68.7%であることから、著者データの31.3%は同一研究者を論文別に重複してカウントしていることになる。

表 3.2 IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載された論文数、著者数、研究者数 (著者数は論文別に研究者をカウントしているため同一研究者の重複を含む。)

論文数	1,294
著者数	3,437
研究者数	2,361
研究者数/著者数 [%]	68.7

### 3.1.3 研究者と論文数の関係

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における研究者と論文数の関係を表3.3に示す。調査データに1件の論文が含まれる研究者が77.2%を占め、複数の論文が含まれる研究者が24.8%を占める。1名の研究者による最多論文数は27件である。

表 3.3 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における研究者と論文数の関係

論文数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	27
研究者数	1,823	304	118	47	34	14	6	4	2	2	3	1	2	1
比率 [%]	77.2	12.9	5.0	2.0	1.4	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0

### 3.1.4 論文数と著者数の推移

1997～2009年のIEEE-TPAMIに掲載された論文数と著者数の推移を図3.1に示す。論文数と著者数に変動は見られるが全体としては増加傾向にあり、1997年と2009年を比較すると論文数は2.04倍、著者数は3.05倍に増えている。

### 3.1.5 共著論文と国際共著

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における共著者数比率と国際共著論文比率を図3.2に示す。4名以下の共著論文が94.5%を占め、共著者数2名の論文が42.5%と最も多く、比率の高い順に共著者数3名の論文が30.0%、共著者数が4名の論文が12.9%を占める。単著論文は9.1%を占めている。国際共著論文は26.7%を占め、最多4ヶ国の論文も含まれるが、その殆どは2ヶ国の国際共著である。

図3.3には、IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における共著者数の推移を示す。単著論文と共著者数2名の論文については一定の比率で推移しているが、共著者3～5名の論文が増加傾向にあることが読み取れる。

<sup>1</sup>著者情報が記載されていない Short papers は含めていない

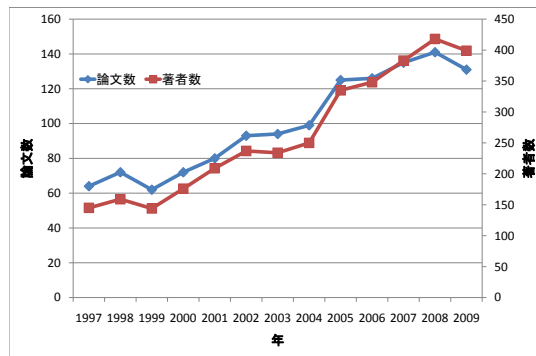


図 3.1 IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載された論文数と著者数の推移

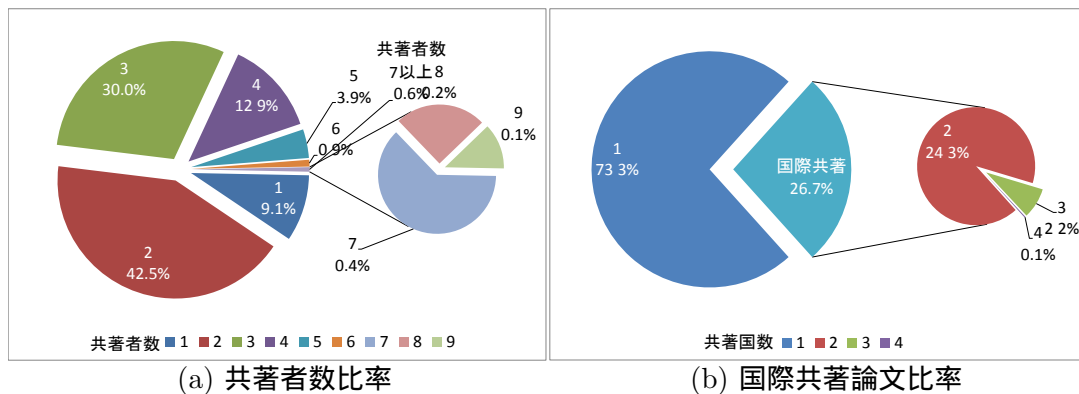


図 3.2 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文の共著者数比率と国際共著論文比率

### 3.1.6 学士、修士、博士の取得組織と取得年

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文の著者情報から博士、修士、学士の取得組織と取得年が得られた研究者数を表 3.4 に示す。学士、修士、博士取得組織の得られた研究者が 69.6%、59.0%、73.9%を占め、学士、修士、博士取得年の得られた研究者は 59.3%、51.2%、65.2%を占める。学士の取得組織と取得年よりも博士の取得組織と取得年の得られた研究者が多いという特徴がある。

表 3.4 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文の著者情報から博士、修士、学士の取得組織と取得年の得られた研究者数

		学士	修士	博士
取得組織	研究者数	1,643	1,392	1,744
	比率 [%]	69.6	59.0	73.9
取得年	研究者数	1,399	1,210	1,540
	比率 [%]	59.3	51.2	65.2

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた研究者の学士、修士、博士取得年分布を図 3.4 に示す。研究者の博士、修士、学士取得年は 1940 年代から 2009 年まで分布し、1990 年代まで増加傾向にある。学士取得年は 1995 年にピークがあり、1992~2001 年に学士を取得した研究者が多く含まれる。修士取得年は 1996 年と 2000 年にピークがあり、1995~2003 年に修士を取得した研究者が多く含まれる。博士取得年は 2000 年にピークが

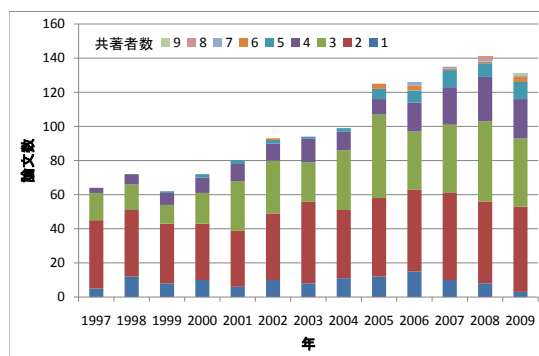


図 3.3 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における共著者数の推移

見られる。

調査したデータは 1997～2009 年の 13 年間に発表された論文であるが、研究者の学士、修士、博士取得年は 1940 年代から 2000 年代まで分布しているため、幅広い年齢層の者が含まれていることがわかる。

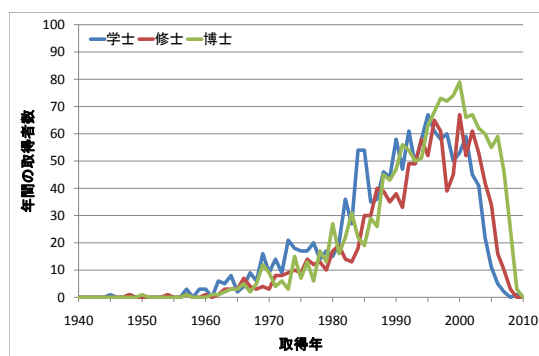


図 3.4 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた研究者の学士、修士、博士取得年分布

## 3.2 国別分析

### 3.2.1 論文数

第 1 著者の所属組織を用いて論文を国別に分類し、論文数の多い順に上位 30ヶ国を図 3.5 にまとめる。図 3.5 では論文の発行年別に区別して表示している。論文数は米国が最も多く、全体の 45.3%を占める。米国に次いで英国が 7.4%、フランスが 4.6%、イスラエルが 4.6%、カナダが 3.9%、日本が 3.6%の論文数を占めている。これらの欧米先進国と日本に続いて、中国、イタリア、香港、ドイツ、オランダからの論文数が多い。図 3.5 から米国と英国は論文数が増加傾向にあることが読み取れる。

### 3.2.2 研究者数と著者数

所属組織から各研究者を国別に分類し、研究者数、著者数の多い順に上位 30ヶ国をまとめた結果を図 3.6 に示す。研究者数は米国が最も多く、全体の 40.6%を占める。米国に次



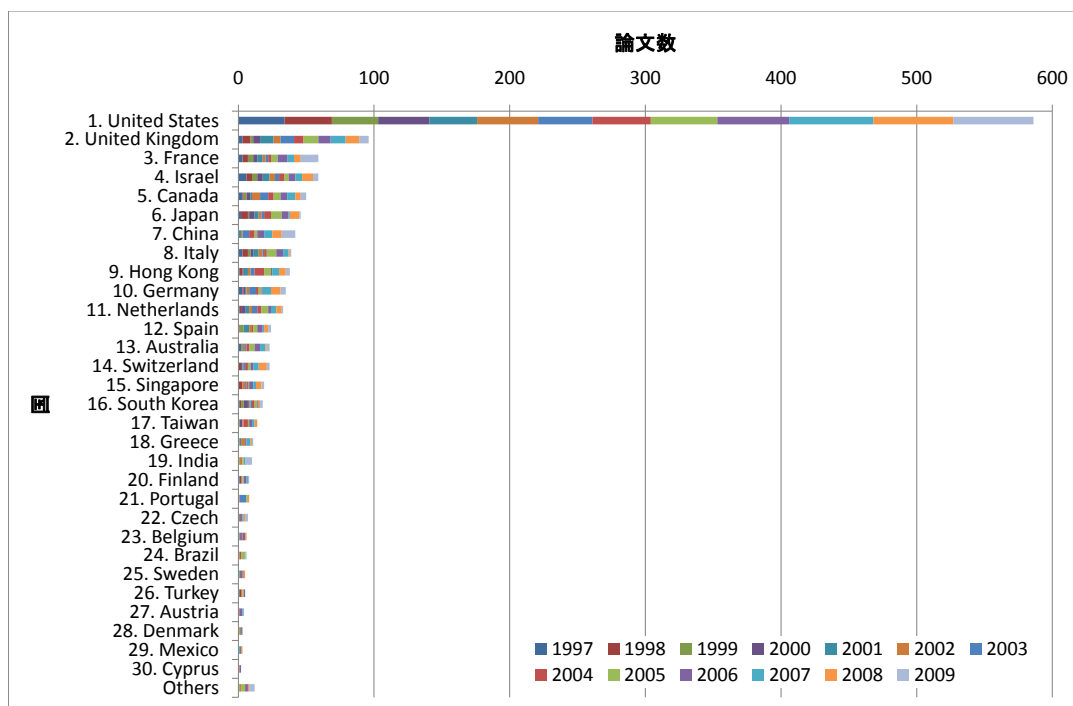


図 3.5 IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載された国別論文数 (第 1 著者の所属組織から論文を国別に分類)

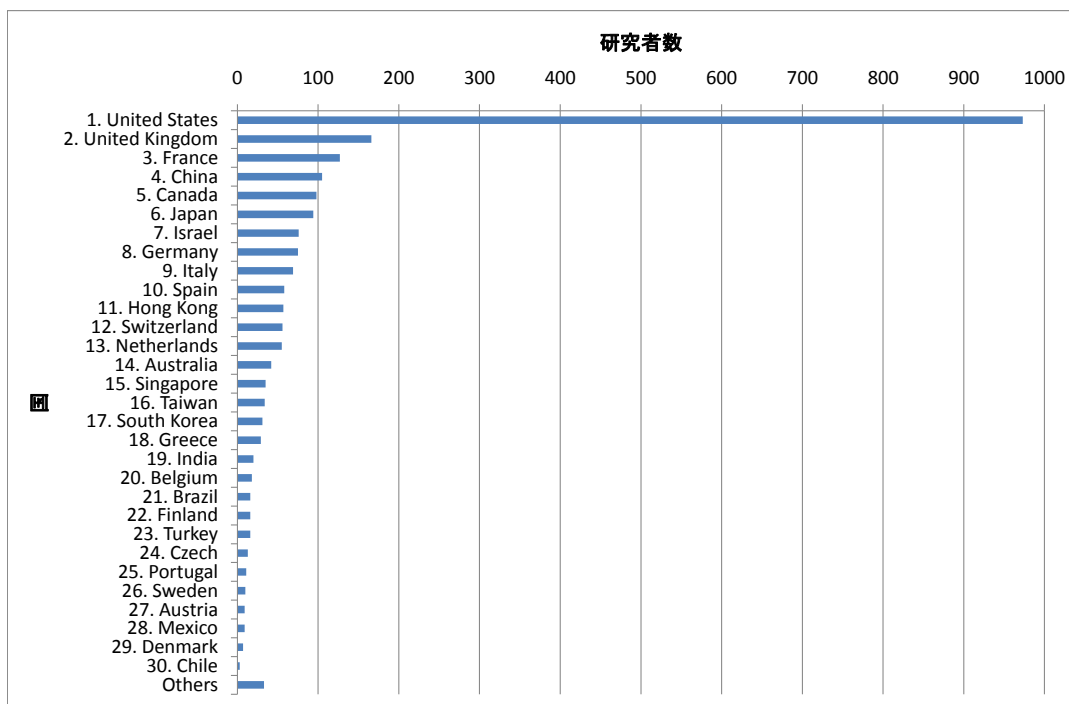
いで英国が 6.9%、フランスが 5.3%、中国が 4.4%、カナダが 4.1%、日本が 3.9%、イスラエルが 3.2%、ドイツが 3.1% の研究者を占める。

著者数も米国が最も多く、全体の 44.0% を占める。米国に次いで英国が 7.3%、フランスが 4.6%、イスラエルが 4.3%、中国が 4.0%、カナダが 3.9%、日本が 3.4%、イタリアが 2.9% の著者を占める。著者数は論文別にカウントしているため、研究数に対して著者数が多い国には、発表している論文の多い研究者が含まれることを示す。研究者比率よりも著者比率の高い米国、英国、イスラエルではこの傾向が顕著と言える。

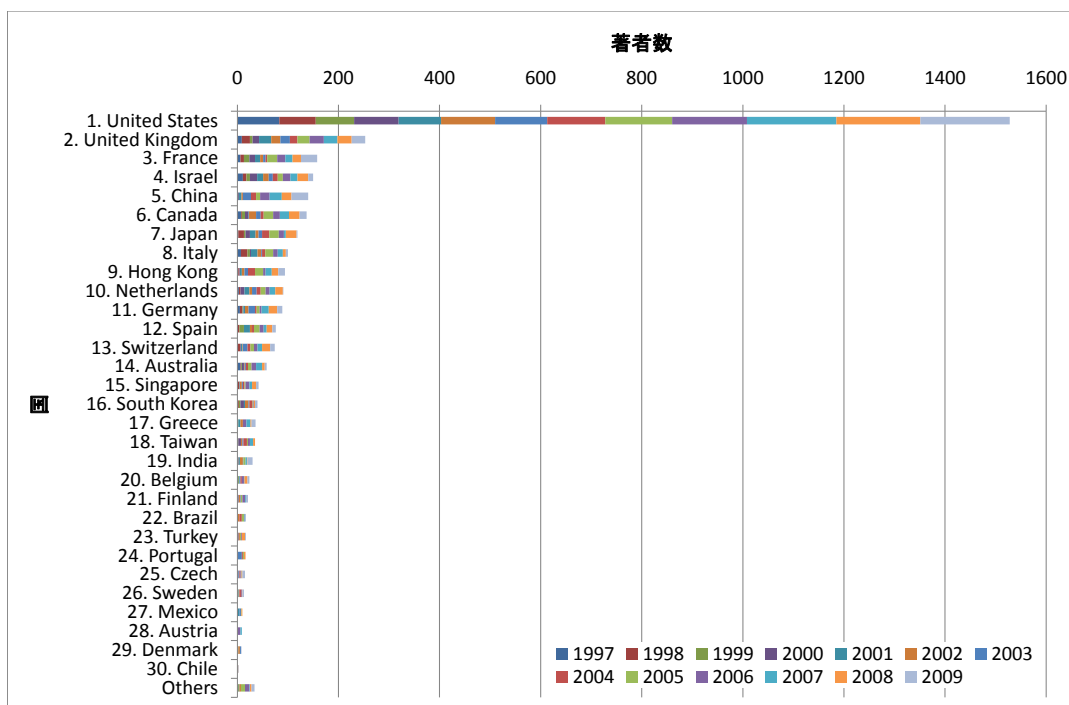
### 3.2.3 研究者と論文数の関係

コンピュータビジョン研究の主要 12ヶ国について、IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における国別の研究者と論文数の関係をまとめた結果を表 3.5 に示す。調査データに論文が多く含まれる研究者は有力研究者であると考えられる。米国、英国、日本、イスラエル、香港の組織にこのような研究者が多く所属していることがわかる。イスラエルの場合、調査データに複数の論文が含まれる研究者の比率が 47.5% と高い。この結果は、イスラエルには他国と比較して生産性の高い研究者が多いことを示唆している。

一方、調査データに含まれる論文数が少ない研究者の多くは、大学院生など若手研究者と考えられる。調査データに 1 件だけの論文が含まれる研究者の比率はドイツ、日本、シンガポール、フランス、中国で高く、これらの国の組織に若手研究者が多く所属していると推察される。



(a) 研究者数



(b) 著者数

図 3.6 IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載論文における国別の研究者数と著者数 (所属組織から研究者と著者を国別に分類している。)

表 3.5 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における国別の同一研究者による論文数と研究者数の関係

	論文数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	27
米国	研究者数	720	129	49	33	17	8	2	4	2		2	1	2	1
	比率 [%]	74.2	13.3	5.1	3.4	1.8	0.8	0.2	0.4	0.2		0.2	0.1	0.2	0.1
英国	研究者数	124	21	8	3	3	1	1			2				
	比率 [%]	76.1	12.9	4.9	1.8	1.8	0.6	0.6			1.2				
フランス	研究者数	104	18	3	1	1	1								
	比率 [%]	81.3	14.1	2.3	0.8	0.8	0.8								
中国	研究者数	86	13	4	1	2									
	比率 [%]	81.1	12.3	3.8	0.9	1.9									
カナダ	研究者数	74	12	8	1	1									
	比率 [%]	77.1	12.5	8.3	1.0	1.0									
日本	研究者数	83	10	2		1						1			
	比率 [%]	85.6	10.3	2.1		1.0						1.0			
ドイツ	研究者数	67	8	2	1										
	比率 [%]	85.9	10.3	2.6	1.3										
イスラエル	研究者数	42	19	12	2	2	2	1							
	比率 [%]	52.5	23.8	15.0	2.5	2.5	2.5	1.3							
香港	研究者数	43	6	2		1	1	1							
	比率 [%]	79.6	11.1	3.7		1.9	1.9	1.9							
スペイン	研究者数	47	4	7											
	比率 [%]	81.0	6.9	12.1											
スイス	研究者数	42	7	3	1										
	比率 [%]	79.2	13.2	5.7	1.9										
シンガポール	研究者数	29	3	3											
	比率 [%]	82.9	8.6	8.6											

### 3.2.4 共著者数

国別の共著者数と論文数の関係を図 3.7 に示す。米国の論文数が多いため、図 3.7(a) のみ異なったスケールで論文数を表示している。米国、英国、フランス、カナダ、イスラエルでは共著者数が 2 名の論文が最も多い。日本、香港では、共著者数が 2 名の論文と 3 名の論文が同数となっている。全体としては、米国、英国、フランス、カナダ、イスラエルでは共著者数が少なく、中国、日本、ドイツ、香港、スペイン、スイス、シンガポールでは共著者数が多い傾向がある。

### 3.2.5 国際共著ネットワーク

図 3.8 には所属組織を用いて著者を国別に分類した結果から得られた国際共著関係を表すネットワークを示す。著者が異なる国の組織に所属する場合に、これらの国を接続する辺を生成し、各論文について生成される国際共著のネットワークを重ね合わせた結果を表示している。複数の共著者が同じ国の組織に所属する場合には、国単位に著者データをまとめて自己ループを生成しないようにしている。辺の数が多いほど、接続された頂点に対応する国の間で国際共著が多いことを示す。

論文数、著者数が最も多い米国の場合、図 3.8(a) の米国を含めた 28ヶ国から国際共著ネットワークが構成されている。カナダ、イスラエル、フランス、中国、英国との国際共著が多く、次いで日本、スイス、ドイツ、シンガポールとの国際共著が多いことがわかる。

図 3.8(b) に示す英国の場合、英国を含む 22ヶ国の国際共著ネットワークが構成されている。このネットワークでは米国、日本、フランス、カナダとの国際共著が多い。図 3.8(c) に示すフランスの場合、フランスを含む 16ヶ国の国際共著ネットワークが構成されている。米国、スペイン、英国との国際共著が多いが、米国、英国と比較して国際共著関係のある国は少ない。図 3.8(d) に示す中国の場合、中国を含む 11ヶ国の国際共著ネットワー

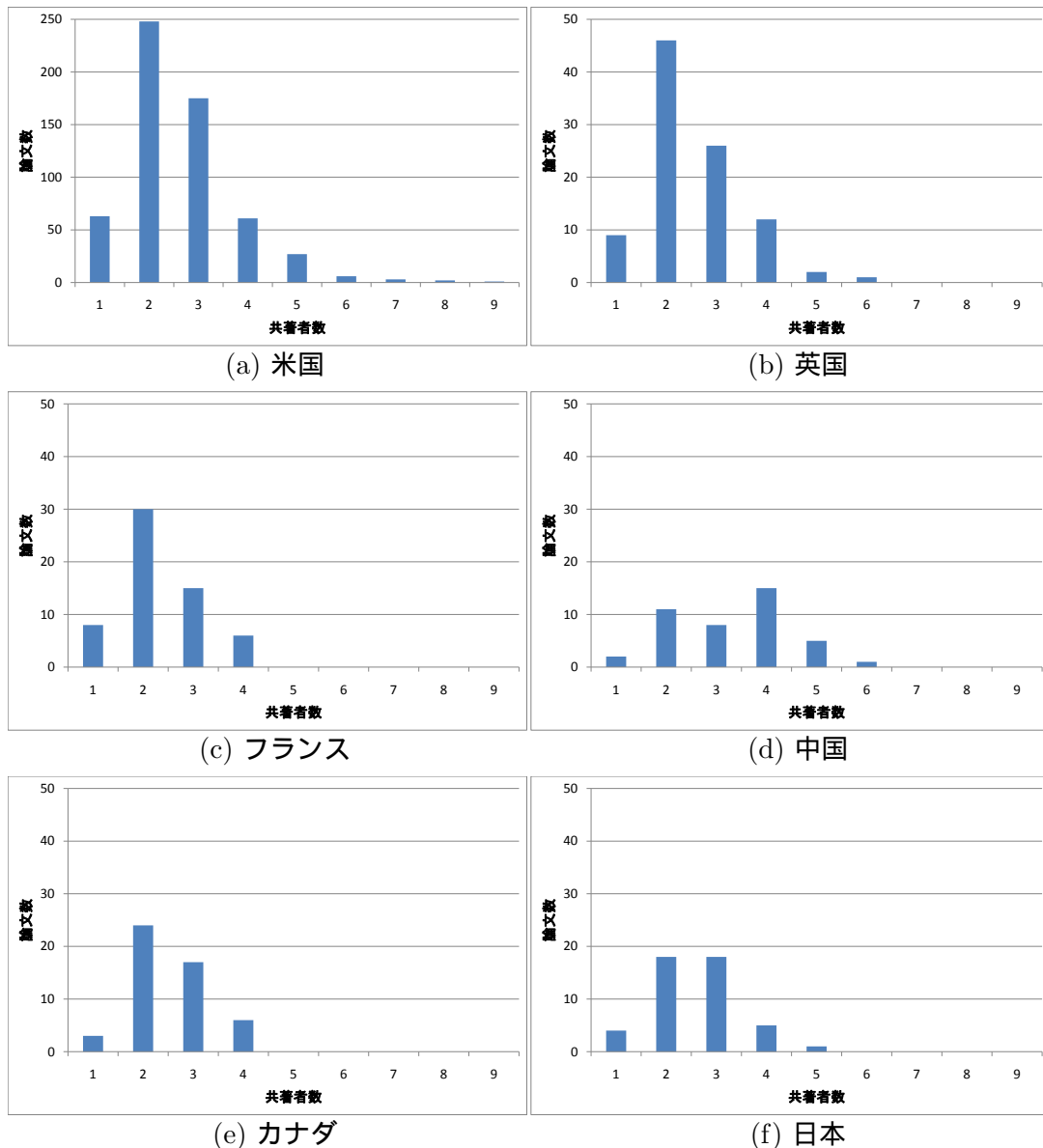


図 3.7 IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載された論文の共著者数分布

クを構成している。中国も国際共著関係のある国は少ないが、米国、香港との国際共著が比較的多い。図 3.8(e) に示すカナダの場合、カナダを含む 15ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。ネットワークから米国との国際共著が多いことがわかる。図 3.8(f) に示す日本の場合、日本を含む 6ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。英国、米国との国際共著も数件あるが、他国と比較して国際共著は少ない。

図 3.8(g) に示すドイツの場合、ドイツを含む 19ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。ネットワークから米国、スイスとの国際共著が多いことがわかる。図 3.8(h) に示すイスラエルの場合、イスラエルを含む 4ヶ国の国際共著ネットワークを構成しているが、その殆どが米国との国際共著である。図 3.8(i) に示す香港の場合、香港を含む 8ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。ネットワークから中国、米国との国際共著が多いことがわかる。図 3.8(j) に示すスペインの場合、スペインを含む 12ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。フランスとの国際共著が比較的多いが、特定の国との密接な関係

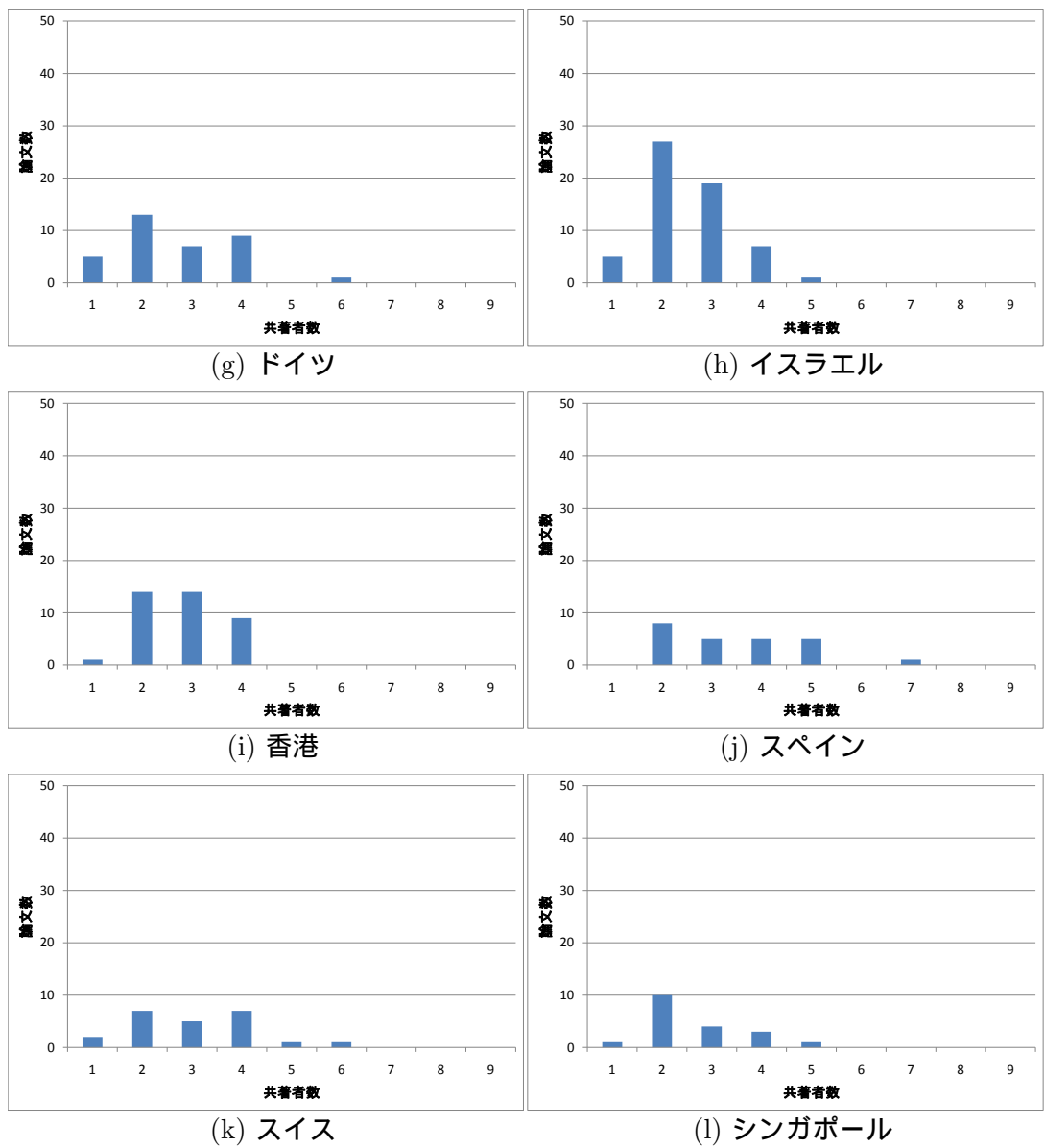
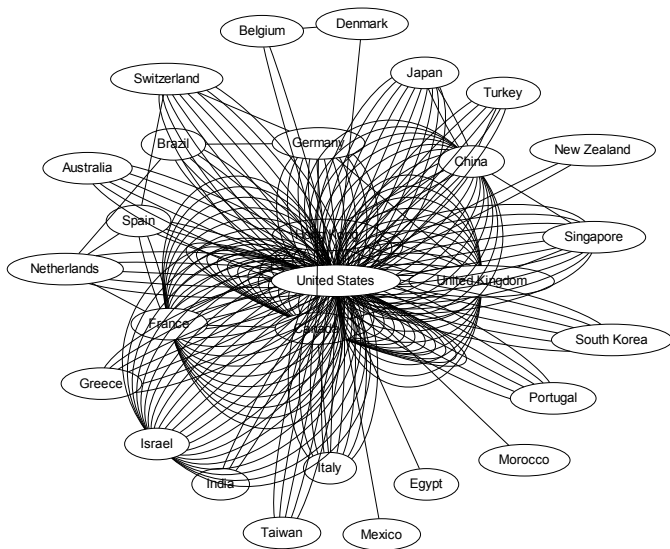


図 3.7 IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載された論文の共著者数分布

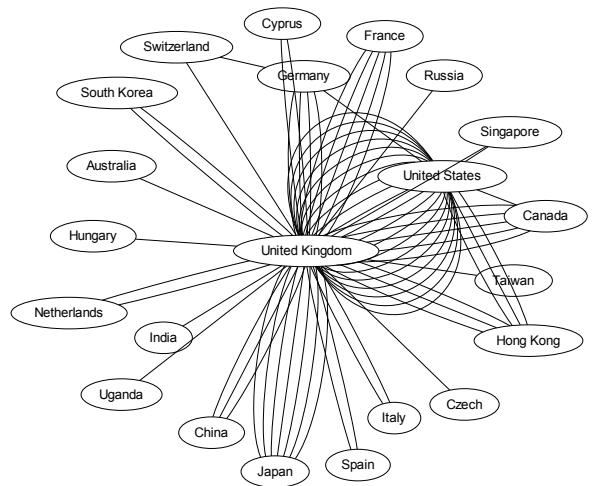
は見られない。図 3.8(k) に示すスイスの場合、スイスを含む 7ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。ネットワークから米国、ドイツとの国際共著が多いことがわかる。図 3.8(l) に示すシンガポールの場合、シンガポールを含む 8ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。ネットワークから米国との国際共著が多いことがわかる。

### 3.2.6 論文数、研究者数と博士、修士、学士取得者数の関係

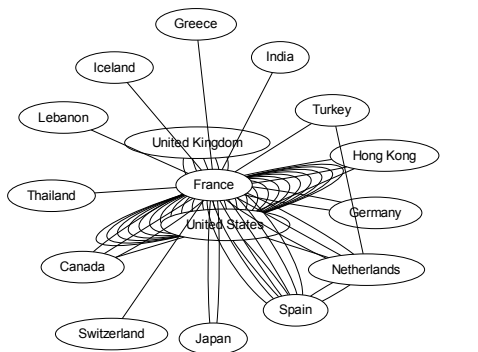
IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた国別の論文、研究者と博士、修士、学士取得者の比率を図 3.9 に示す。第 1 著者の所属組織により論文を国別に分類し、各研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織を国別に分類した結果である。論文数の多い上位 10ヶ国については、論文、研究者と博士、修士、学士取得者数の比率を示し、その他の国については Others にまとめて表示している。



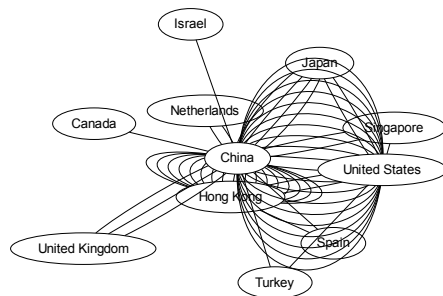
(a) 米国 (頂点の数 28、辺の数 262)



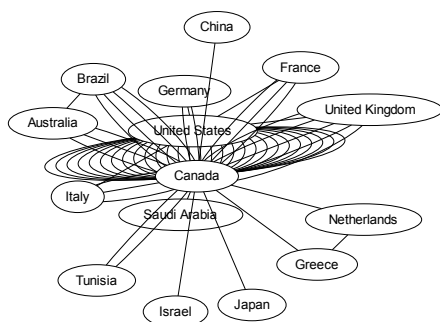
(b) 英国 (頂点の数 22、辺の数 78)



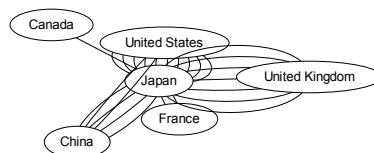
(c) フランス (頂点の数 16、辺の数 62)



(d) 中国 (頂点の数 11、辺の数 59)

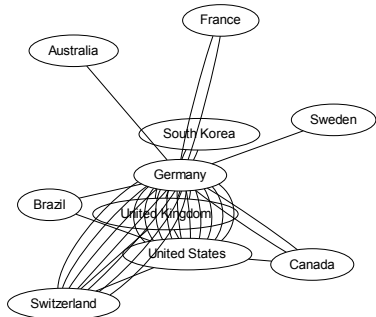


(e) カナダ (頂点の数 15、辺の数 62)

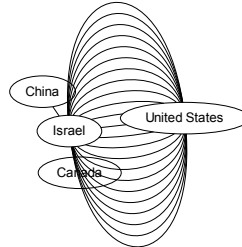


(f) 日本 (頂点の数 6、辺の数 26)

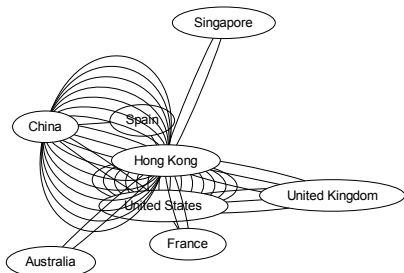
図 3.8 IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載された国際共著論文から生成した国際共著ネットワーク (著者が異なる国の組織に所属する場合に、これらの国を接続する辺を生成し、各論文について生成される国際共著のネットワークを重ね合わせて表示している。)



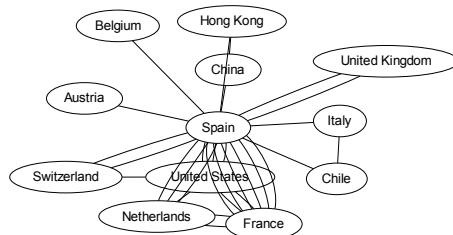
(g) ドイツ (頂点の数 19、辺の数 35)



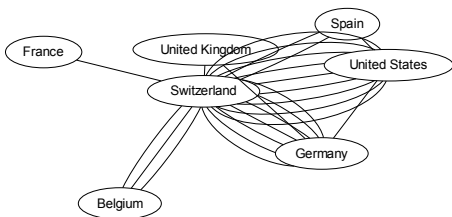
(h) イスラエル (頂点の数 4、辺の数 25)



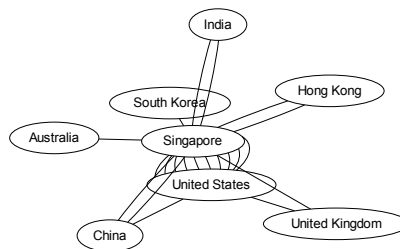
(i) 香港 (頂点の数 8、辺の数 48)



(j) スペイン (頂点の数 12、辺の数 30)



(k) スイス (頂点の数 7、辺の数 26)



(l) シンガポール (頂点の数 8、辺の数 21)

図 3.8 IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載された国際共著論文から生成した国際共 (著者が異なる国の組織に所属する場合に、これらの国を接続する辺を生成し、各論文について生成される国際共著のネットワークを重ね合わせて表示している。)

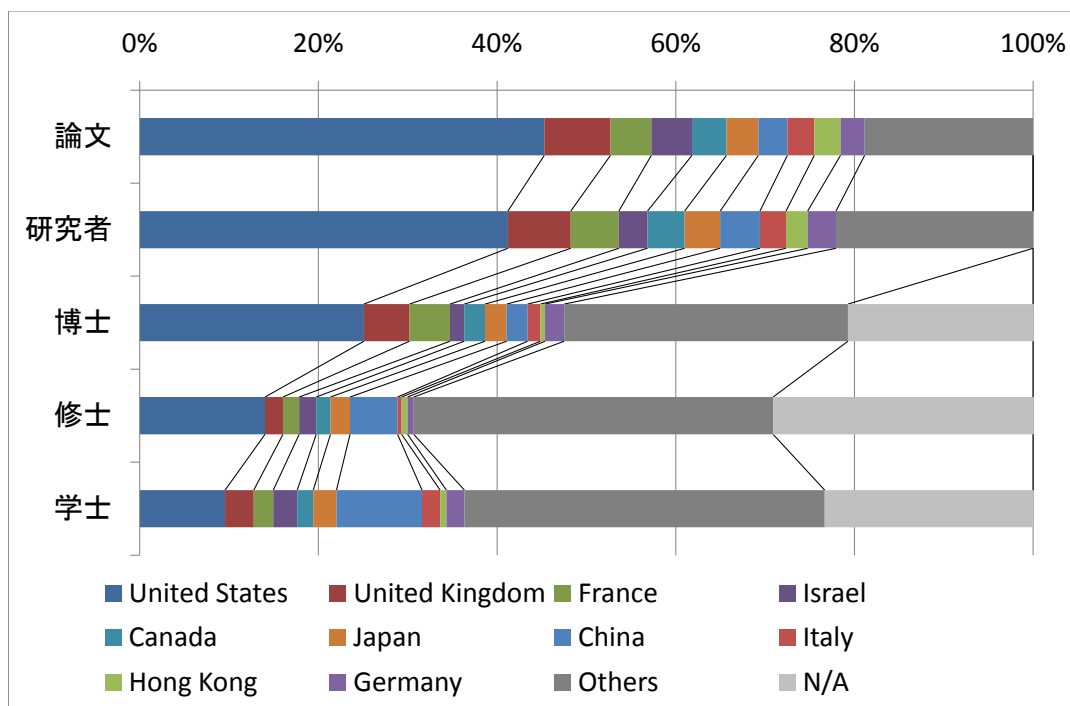


図 3.9 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における国別の論文、研究者と博士、修士、学士取得者の比率 (第 1 著者の所属組織によって論文を国別に分類し、その他は各著者の所属組織と博士、修士、学士取得組織から国別に分類している。)

博士、修士、学士の取得組織が論文の著者情報から得られない場合には N/A と表記した。N/A は博士、修士、学士取得者の、それぞれ 26.1%、41.0%、30.4% を占める。博士取得組織の N/A は、大学院博士課程に在籍する学生が学位を未取得の場合と、大学学部を卒業、あるいは、大学院修士課程を修了して就職している研究者に相当する。博士、修士取得者の場合、最終的に取得した学位のみを著者情報に記述する場合も少なくなく、学士取得組織が省略されることもある。しかし、研究者が大学を卒業していないとは考えにくいいため、学士取得者の N/A は著者情報に学士取得組織を記述しない場合に相当する。修士取得者の N/A は、大学院修士課程に在籍して学位を未取得な場合、あるいは、大学卒業後に就職している場合が考えられる。

図 3.9 を見ると、米国の場合、論文、研究者の比率は 45.3%、41.2% と高いが、博士、修士、学士取得者の比率は 31.6%、19.8%、12.5% と下がっている。学士取得組織が得られない N/A の比率を考慮しても、米国の研究者比率は 41.2% であるのに対して、米国の学士取得者比率は 12.5% と低い。この結果は、米国外の大学を卒業後に米国の大学院に留学、または、米国内の企業等に所属している研究者が多いことを示唆している。

英国の場合、論文、研究者の比率は 7.4%、7.0%、博士、修士、学士取得者の比率は 6.4%、2.8%、4.2% である。フランスの場合、論文、研究者の比率は 4.6%、5.4%、博士、修士、学士取得者の比率は 5.7%、2.5%、2.8% である。イスラエルの場合、論文、研究者の比率は 4.6%、3.2%、博士、修士、学士取得者数の比率は 2.0%、2.7%、3.5% である。論文数のほぼ等しいフランスとイスラエルを比較すると、研究者数、博士取得者数はフランスが多く、学士取得者数はイスラエルが多い。

カナダの場合、論文、研究者の比率は 3.9%、4.2%、博士、修士、学士取得者の比率は 2.9%、2.2%、2.3% である。日本の場合、論文、研究者の比率は 3.6%、4.0%、博士、修士、学士取得者の比率は 3.0%、3.1%、3.4% である。中国の場合、論文、研究者の比率は 3.2%、



4.4%、博士、修士、学士取得者の比率は3.0%、7.5%、12.5%である。他国と比較すると、中国は論文比率に対して修士、学士取得者比率が高く、特に学士取得者は全体の12.5%を占め、米国に匹敵していることがわかる。また、インドの学士取得者数は全体の4.7%を占め、中国、米国に次いで多い。

### 3.2.7 国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から求めた国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係を図 3.10 に示す。国別の研究者数を球の大きさに反映し、国外から移動してきた研究者数と国外に移動した研究者数の対数をグラフの横軸と縦軸に示す。ただし、対数表示における 0 を避けるため、研究者数に 1 名加算した値を用いている。ここでは、国内外に移動した研究者数、または、国内の組織に所属する研究者数が 3 名以上の国を表示している。

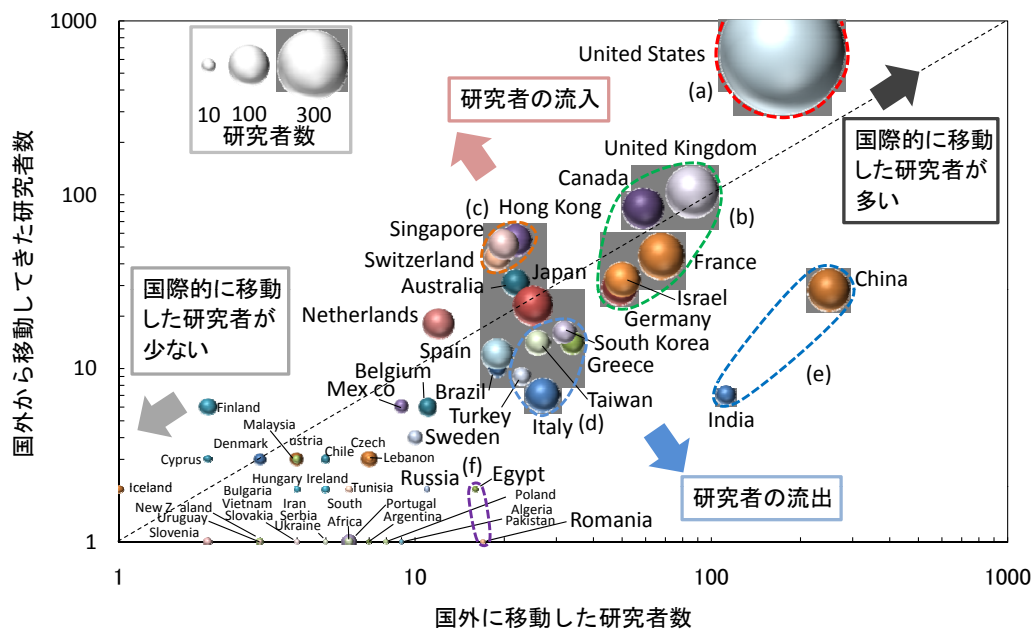


図 3.10 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係 (対数表示の 0 を回避するため、横軸と縦軸の研究者数には 1 名加算した値を用いている。)

右上の領域は国内に移動した研究者と国外に移動した研究者が多く、左下の領域は国外から移動してきた研究者と国外に移動した研究者が少ない。また、左上の領域は国外に移動した研究者に対して国外から移動してきた研究者が多く、研究者が国内に流入する傾向を示す。右下の領域は国外に移動した研究者に対して国外から移動してきた研究者が少なく、研究者が国外に流出する傾向を示す。

図 3.10 から抽出される特徴的なグループを表 3.6 にまとめる。米国に多くの研究者が国外から流入し、中国から多くの研究者が国外に流出していることがわかる。また、イスラエルの研究者数が多いという特徴がある。

表 3.6 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係から得られる特徴のあるグループ

特徴と国	国内の論文研究者数	国外に移動した研究者数	国内に移動した研究者数
(a) 国内の研究者が極めて多く、研究者の流入出も多いが、特に流入する研究者が多い。 米国	950 ~	650 ~	170 ~
(b) 国内の研究者が多く、研究者の流入出は流入傾向、または、均衡している。 英国、カナダ、フランス、ドイツ、イスラエル	75 ~ 165	45 ~ 85	25 ~ 105
(c) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国内に流入する研究者が多い。 シンガポール、スイス、香港	35 ~ 60	15 ~ 25	40 ~ 55
(d) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が多い。 イタリア、韓国、トルコ	15 ~ 70	15 ~ 35	~ 15
(e) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が極めて多い。 中国、インド	20 ~ 105	100 ~	~ 30
(f) 国内に殆ど研究者が存在せず、国外に流出する研究者が多い。 ルーマニア、エジプト	~ 1	15 ~	~ 1

### 3.2.8 国際的に移動した研究者数の国別研究者数による規格化

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた国別の研究者数が 10 名以上の国について、国外に移動した研究者数と国外から移動してきた研究者数を国別の研究者数で規格化した値を図 3.11 に示す。ヒストグラムの赤い領域が多いほど、国内の研究者に対して国外から移動してきた研究者が多く、ヒストグラムの青い領域が多いほど、国内の研究者に対して国外に移動した研究者が多いことを意味する。なお、図 3.11 では国外に移動した研究者数は負の値として扱っている。

国外から移動してきた研究者には、国外の大学を卒業して大学院に留学し、さらに国外の他組織に移動して論文を発表した研究者も含まれる。この場合、国外から移動してきた研究者としてカウントされるが、国内に所属する研究者としてはカウントされない(1.3.3 の図 1.3 参照)。そのため、所属する研究者数で規格化した値が 1 を越えることがある。

国外から移動してきた研究者数について規格化した値を見ると、米国よりも、シンガポール、香港、スイス、カナダ、オーストラリアが高くなっている。これらの国では、国外から研究者が流入する傾向が顕著であると言える。

国外に移動した研究者数について規格化した値を見ると、国内の研究者数が少ないインドが突出した値となっている。インドだけでなく、中国、トルコ、ギリシア、トルコから国外に研究者が流出する傾向が顕著である。

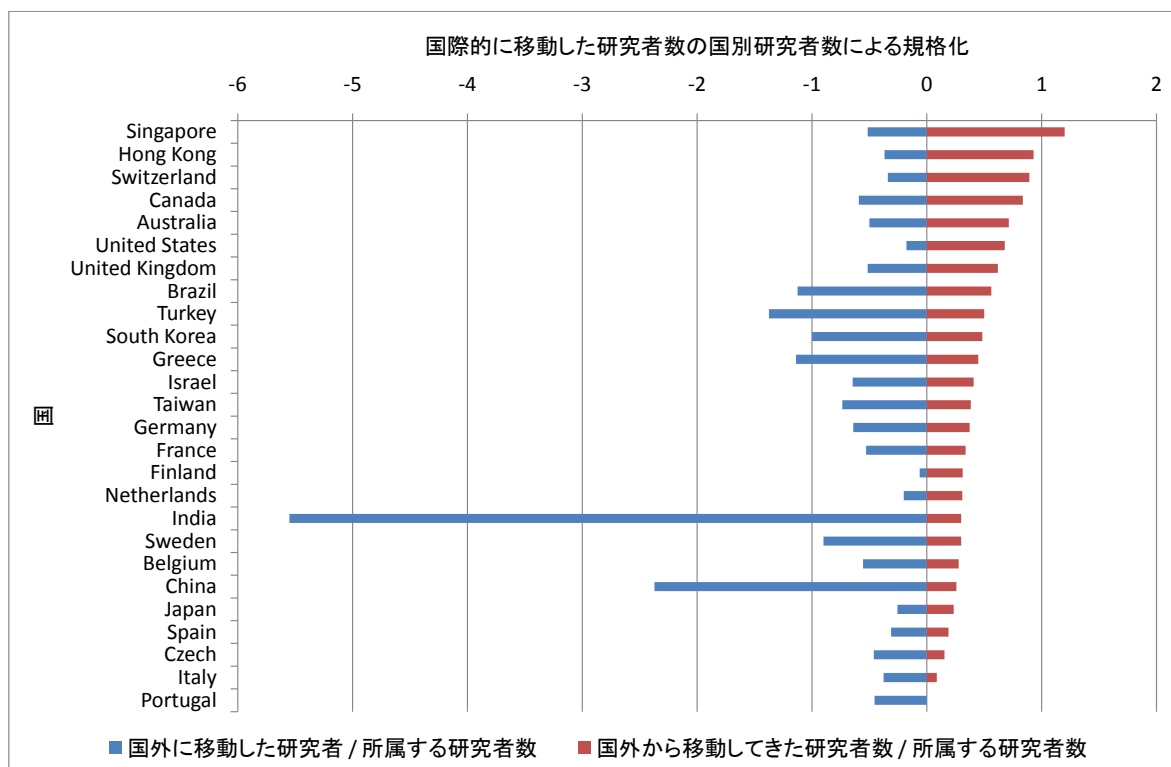


図 3.11 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数の国別の研究者数による規格化 (国別研究者数が 10 名以上の国を表示している。)

### 3.2.9 研究者の国際的な移動パターン

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織から求めた、研究者の国際的な移動を 3.12 に示す。地図上の曲線は研究者の国際的な移動を表し、他国からの流入は赤い曲線で示し、他国への流出は青い曲線で示している。曲線の太さが移動人数を表し、移動人数が多い場合には数値を表記した。

図 3.12(a)、(b) に示す米国の場合、中国から 174 名、インドから 102 名、イスラエルから 45 名、カナダから 38 名、フランス、韓国、英国から各 28 名、台湾から 23 名、ギリシアから 22 名、イタリア、トルコから各 21 名、ドイツ、日本、シンガポールから各 13 名、香港、ルーマニアから各 10 名の研究者が米国に移動している。特に、中国、インドから米国に移動した研究者が多い。米国からカナダに 26 名、イスラエルに 24 名、シンガポール、韓国に各 13 名、台湾、英国に各 12 名、スイスに 9 名、香港に 8 名の研究者が移動している。世界各国から研究者が米国に移動し、さらに、米国から世界各国に移動していることがわかる。ただし、米国に流入する研究者数が米国から流出する研究者数を上回る。

図 3.12(c)、(d) に示す英国の場合、中国から 13 名、米国から 12 名、ドイツから 10 名、カナダから 9 名、オーストラリア、ギリシアから各 6 名、イタリア、スペインから 5 名の研究者が英国に移動している。英国から米国に 27 名、香港に 11 名、オーストラリアに 9 名、カナダに 7 名、ギリシアに 5 名、ドイツ、スイスに各 4 名の研究者が移動している。

図 3.12(e)、(f) に示すフランスの場合、スペインから 5 名、アルジェリア、中国、ギリシアから各 4 名の研究者がフランスに移動している。フランスから米国に 27 名、スイスに 13 名、カナダに 6 名、英国に 4 名の研究者が移動している。フランスから米国に移動した研究者が比較的多い結果となっている。

図 3.12(g)、(h) に示す中国の場合、日本、米国から各 4 名、香港、英国から各 3 名の研究者が中国に移動している。中国から米国に 174 名、香港に 29 名、シンガポールに 20 名、英国に 13 名、カナダに 12 名、日本に 11 名、オーストラリアに 6 名の研究者が移動している。中国から米国に流出する研究者数が極めて多いことがわかる。

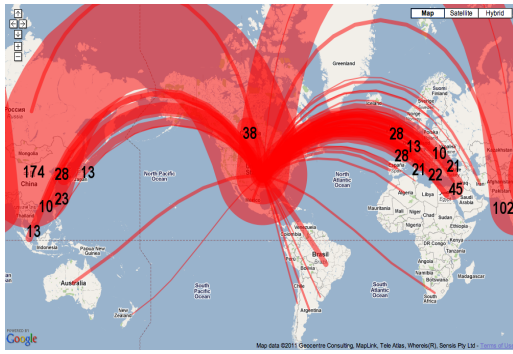
図 3.12(i)、(j) に示すカナダの場合、米国から 26 名、中国から 12 名、英国から 7 名、フランスから 6 名、アルジェリア、エジプトから各 5 名、チュニジアから 4 名の研究者がカナダに移動している。カナダから米国に 38 名、英国に 9 名、香港に 5 名、シンガポールに 3 名の著者が移動している。カナダ-米国間では双方向の研究者移動が見られるが、カナダから米国に移動する研究者数が上回る。

図 3.12(k)、(l) に示す日本の場合、中国から 11 名、米国から 4 名の研究者が日本に移動している。日本から米国に 13 名、中国に 4 名の研究者が移動している。中国から日本に移動する研究者と日本から米国に移動する研究者が比較的多い。

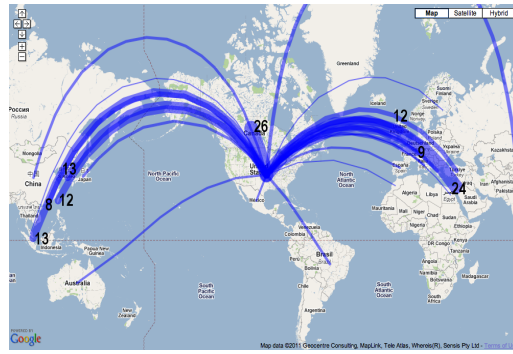
図 3.12(m)、(n) に示すドイツの場合、スイス、米国から各 7 名、英国から 4 名の研究者がドイツに移動している。ドイツから米国に 17 名、スイス、英国に各 10 名、オーストラリア、スウェーデンに各 3 名の研究者が移動している。ドイツから米国に移動する研究者が比較的多い。

図 3.12(o)、(p) に示すイスラエルの場合、米国からイスラエルに 24 名の研究者が移動、イスラエルから米国に 45 名の研究者が移動している。イスラエル-米国間で双方向に移動する研究者が見られるが、流入は均衡しておらず、イスラエルから米国に流出する傾向が強い。

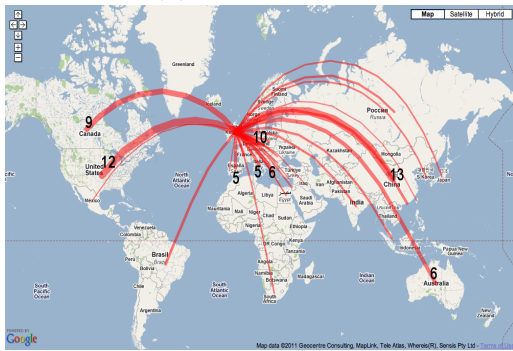
図 3.12(q)、(r) に示す香港の場合、中国から 29 名、英国から 11 名、米国から 8 名、カナダから 5 名の研究者が香港に移動している。香港から米国に 10 名、英国に 4 名、中国、シンガポールに各 3 名の研究者が移動している。中国から香港に移動する研究者が特に多



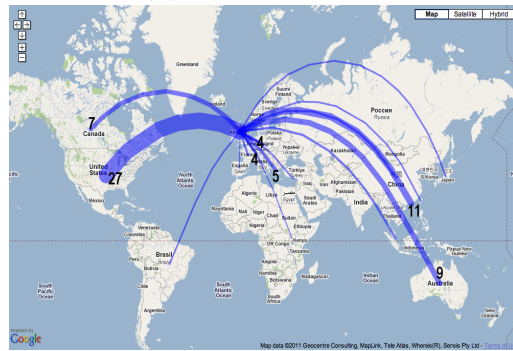
(a) 米国への移動



(b) 米国からの移動



(c) 英国への移動



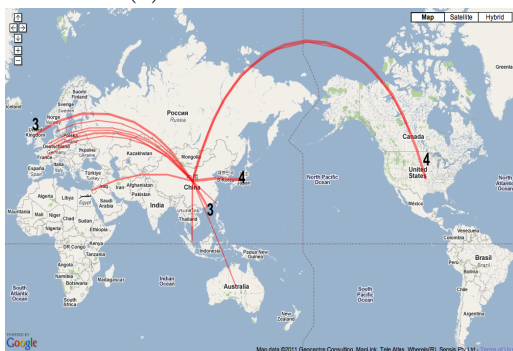
(d) 英国からの移動



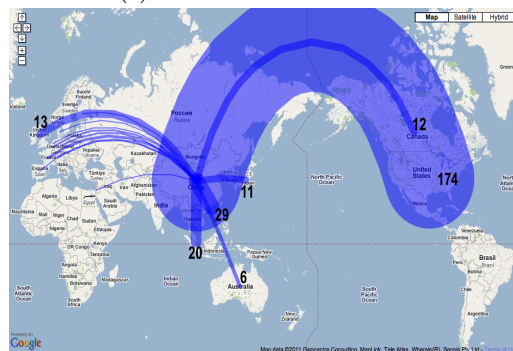
(e) フランスへの移動



(f) フランスからの移動

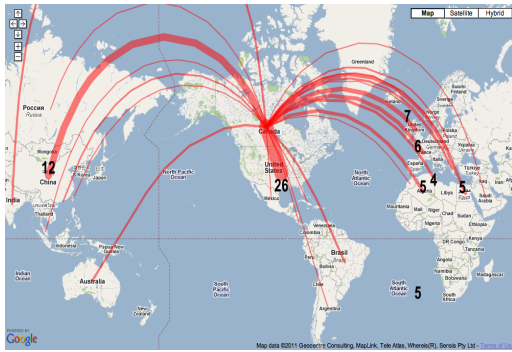


(g) 中国への移動



(h) 中国からの移動

図 3.12 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)



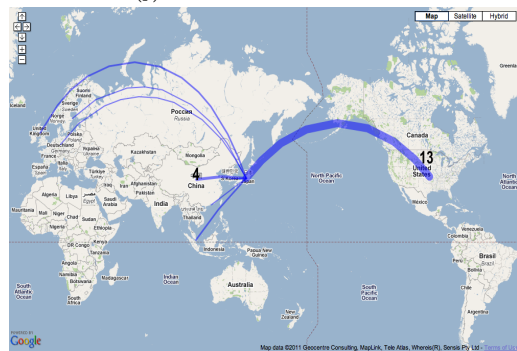
(i) カナダへの移動



(j) カナダからの移動



(k) 日本への移動



(l) 日本からの移動



(m) ドイツへの移動



(n) ドイツからの移動



(o) イスラエルへの移動



(p) イスラエルからの移動

図 3.12 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)



(q) 香港への移動



(r) 香港からの移動



(s) スペインへの移動



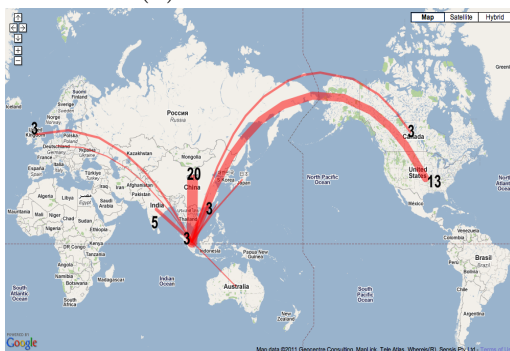
(t) スペインからの移動



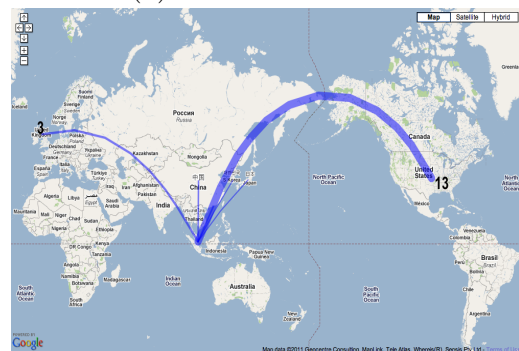
(u) スイスへの移動



(v) スイスからの移動



(w) シンガポールへの移動



(x) シンガポールからの移動

図 3.12 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)

いことわかる。

図 3.12(s)、(t) に示すスペインの場合、米国に 6 名、フランス、英国に各 5 名、スイスに 4 名の研究者がスペインから移動している。

図 3.12(u)、(v) に示すスイスの場合、フランスから 13 名、ドイツから 10 名、米国から 9 名、スペイン、英国から各 4 名の研究者がスイスに移動している。スイスからは米国に 8 名、ドイツに 7 名の研究者が移動している。

図 3.12(w)、(x) に示すシンガポールの場合、中国から 20 名、米国から 13 名、インドから 5 名、カナダ、香港、マレーシア、英国から各 3 名の研究者がシンガポールに移動している。シンガポールから米国に 13 名、英国に 3 名の研究者が移動している。中国からシンガポールへの研究者流入が多く、シンガポール-米国間で研究者の流入出が均衡する結果となった。

### 3.2.10 国別に分類した研究者の博士、修士、学士取得国

所属組織を用いて国別に分類した各研究者について博士、修士、学士を取得国を調べて整理した結果を図 3.13 にまとめる。図には、博士、修士、学士取得者数の多い 10ヶ国を個別に示し、その他の国は Others にまとめている。論文の著者情報から博士、修士、学士の取得組織が得られない研究者は N/A と表記した。

米国の組織に所属する研究者 1,528 名の場合 (図 3.13(a))、米国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 64%、43%、26% を占め、米国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 16%、21%、49% を占める。米国を除く修士取得国は中国が 8% を占め、学士取得国は中国が 15%、インドが 12% を占める。米国の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 20%、36%、25% を占める。

英国の組織に所属する研究者 253 名の場合 (図 3.13(b))、英国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 63%、17%、50% を占め、英国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 18%、20%、23% を占める。英国を除く博士取得国はカナダが 4%、米国が 3% を占め、修士取得国は米国が 6% を占め、学士取得国は中国が 4%、ギリシアが 3% を占める。英国の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 19%、63%、26% を占める。

フランスの組織に所属する研究者 158 名の場合 (図 3.13(c))、フランス国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 73%、28%、37% を占め、フランス国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 9%、10%、8% を占める。フランスの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 17%、62%、54% を占める。

イスラエルの組織に所属する研究者 150 名の場合 (図 3.13(d))、イスラエル国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 47%、66%、83% を占め、イスラエル国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 30%、9%、4% を占める。イスラエルを除く博士、修士取得国は米国が 28%、7% を占める。イスラエルの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 23%、25%、13% を占める。

中国の組織に所属する研究者 140 名の場合 (図 3.13(e))、中国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 31%、42%、74% を占め、中国内の組織から学士を取得した研究者の比率が極めて高いことがわかる。中国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 30%、10%、6% を占める。中国を除く博士取得国は米国が 9%、英国が 6%、日本が 4%、デンマークが 3%、ドイツ、香港の各 2% を占める。中国の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 39%、48%、20% を占める。



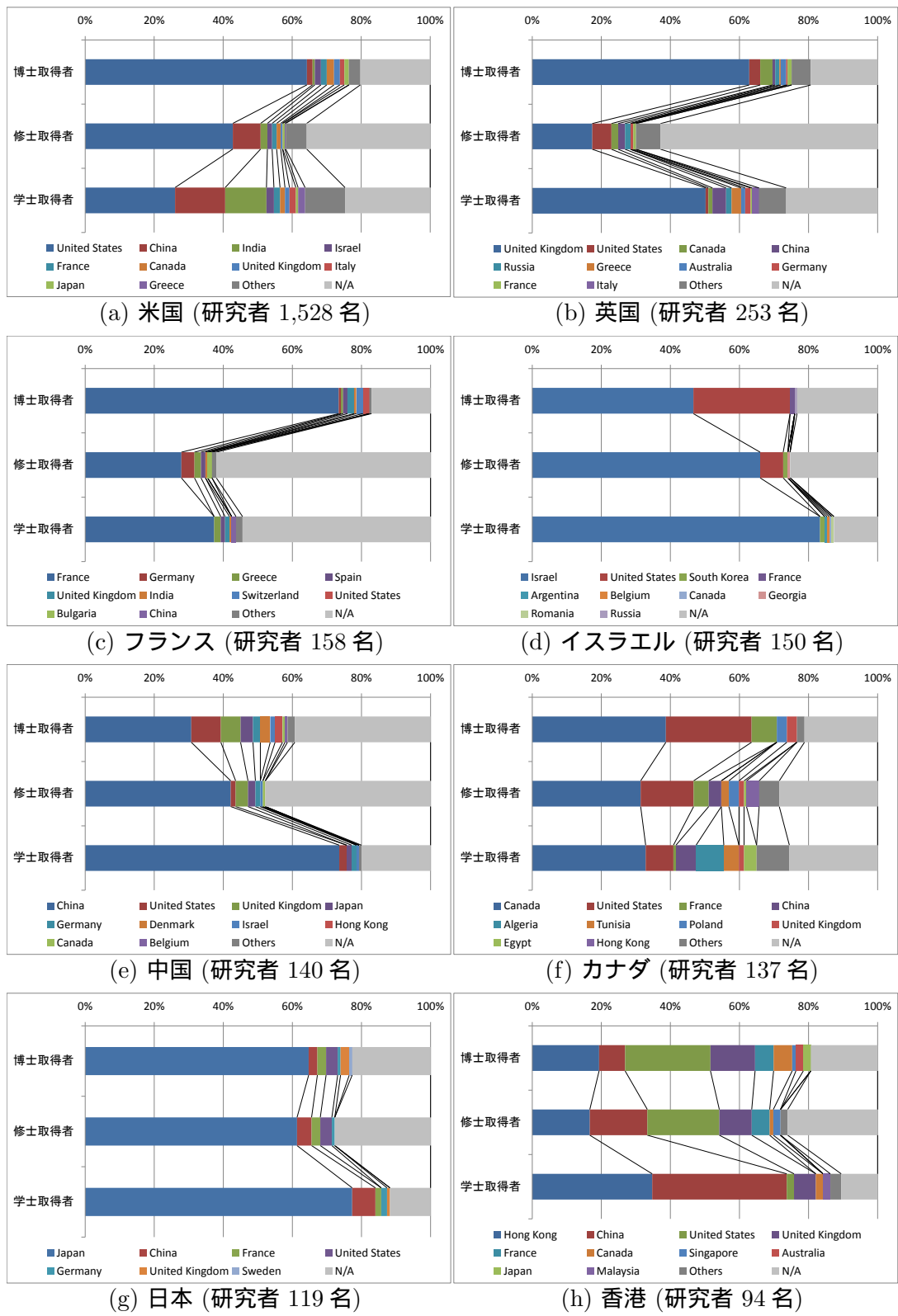


図 3.13 国別に分類した IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文の研究者が博士、修士、学士を取得した国の比率 (第 1 著者の所属組織によって論文を国別に分類している。)

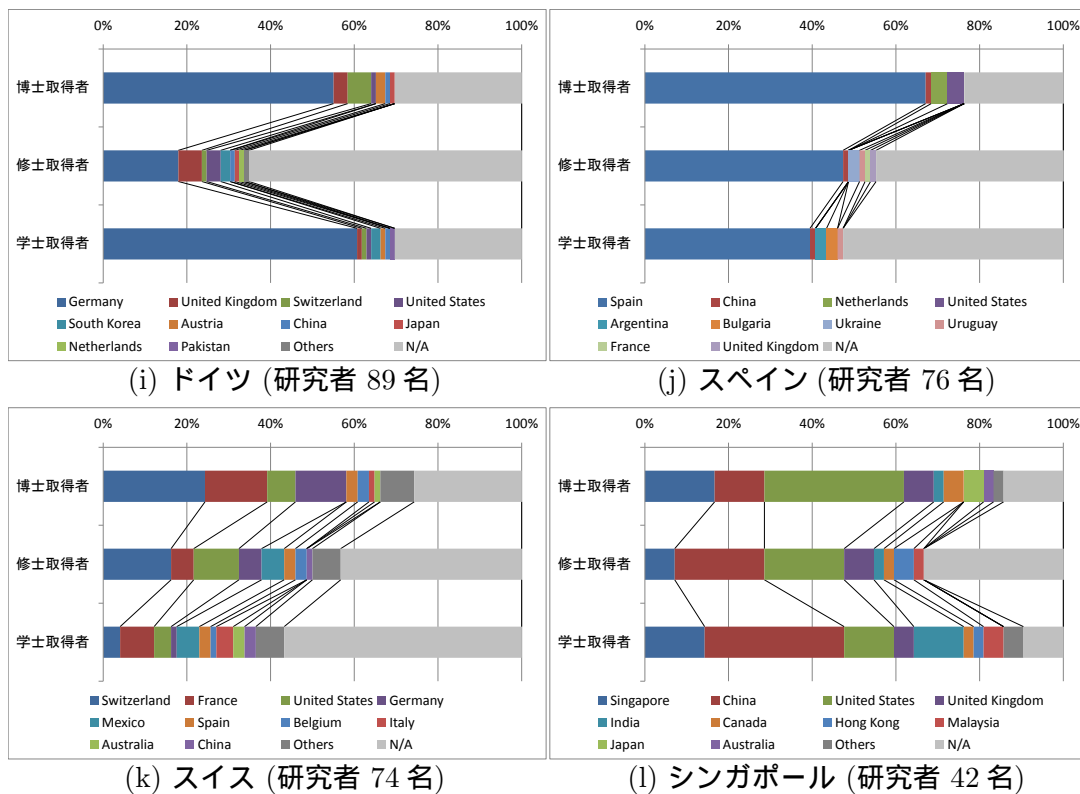


図 3.13 国別に分類した IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文の研究者が博士、修士、学士を取得した国の比率 (第 1 著者の所属組織によって論文を国別に分類している。)

カナダの組織に所属する研究者 137 名の場合、(図 3.13(f)) カナダ国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 39%、31%、33%を占め、カナダ国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 40%、40%、41%を占める。カナダ国内よりもカナダ国外から博士、修士、学士を取得している比率が高い。カナダを除く博士取得国は米国が 25%、フランスが 7%、英国、ポーランドが各 3%を占め、修士取得国は米国が 15%、フランス、中国、香港が各 4%、ポーランドが 3%を占め、学士取得国は米国、アルジェリアが各 8%、中国が各 6%、チュニジア、エジプトが各 4%を占める。カナダの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 21%、28%、26%を占める。

日本の組織に所属する研究者 119 名の場合 (図 3.13(g))、日本国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 65%、61%、77%を占める。日本国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 13%、11%、11%を占める。日本を除く博士取得国は中国、フランス、米国、英国が各 3%を占め、修士取得国は中国が 4%、フランス、米国が各 3%を占め、学士取得国は中国が 7%、フランス、ドイツが各 3%を占める。日本の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 23%、28%、12%を占める。

香港の組織に所属する研究者 94 名の場合 (図 3.13(h))、香港の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 19%、17%、35%を占め、香港以外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 61%、59%、55%を占める。香港を除く博士取得国は米国が 24%、英国が 13%、中国が 7%、フランス、カナダが各 5%を占め、修士取得国は米国が 21%、中国が 17%、英国が 10%、フランスが 5%を占め、学士取得国は中国が 39%、英国が 6%を占める。香港の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 19%、27%、11%を占める。

ドイツの組織に所属する研究者 89 名の場合 (図 3.13(i))、ドイツ国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 55%、18%、61%を占め、ドイツ国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 15%、17%、9%を占める。ドイツを除く博士取得国はスイスが 6%、英国が 6%を占め、修士取得国は英国が 6%、米国が 3%を占める。ドイツの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 30%、65%、30%を占める。

スペインの組織に所属する研究者 76 名の場合 (図 3.13(j))、スペイン国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 67%、47%、39% を占め、スペイン国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 9%、8%、8% を占める。スペインを除く博士取得国はオランダ、米国が各 4 %を占め、修士取得国はウクライナが 3%を占め、学士取得国はアルゼンチン、ブラジルが各 3%を占める。スペインの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 24%、45%、52%を占める。

スイスの組織に所属する研究者 74 名の場合 (図 3.13(k))、スイス国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 24%、16%、4%を占め、スイス国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 50%、41%、39%を占める。スイス国内よりもスイス国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者の比率が高いことがわかる。スイスを除く博士取得国はフランスが 15%、ドイツが 12%、米国が 7%、スペイン、ベルギーが各 3%を占め、修士取得国は米国が 11%、フランス、ドイツ、メキシコが各 5%、スペイン、ベルギーが各 3% を占め、学士取得国は、フランスが 8%、メキシコが 5%、米国、イタリアが各 4%、オーストラリア、中国が各 3%を占める。スイスの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 26%、43%、57%を占める。

シンガポールの組織に所属する研究者 42 名の場合 (図 3.13(l))、シンガポールの組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 17%、7%、14% を占め、シンガポール国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 69%、60%、76% を占める。シンガポール国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者の比率が極めて高い。シンガポールを除く博士取得国が米国が 33%、中国が 12%、英国が 7%、カナダ、日本が各 5%を占め、修士取得国は中国が 21%、米国が 19%、英国が 7%、香港が 5%を占め、学士取得国は中国が 33%、米国、インドが各 12%、英国、マレーシアが 5%を占める。シンガポールの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 14%、33%、10%を占める。

米国、カナダ、香港、スイス、シンガポールでは、国外出身の研究者比率が高いという点が共通している。この結果から、これらの国ではコンピュータビジョン領域の研究人材を国外に依存していることが推察される。

### 3.3 組織別分析

#### 3.3.1 所属組織と博士、修士、博士取得組織の地理的な分布

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた所属組織と博士、修士、博士取得組織の地理的な分布を図 3.14 に示す。各組織は赤い点で表し、各組織に所属する研究者数の多さを濃淡で表示している。

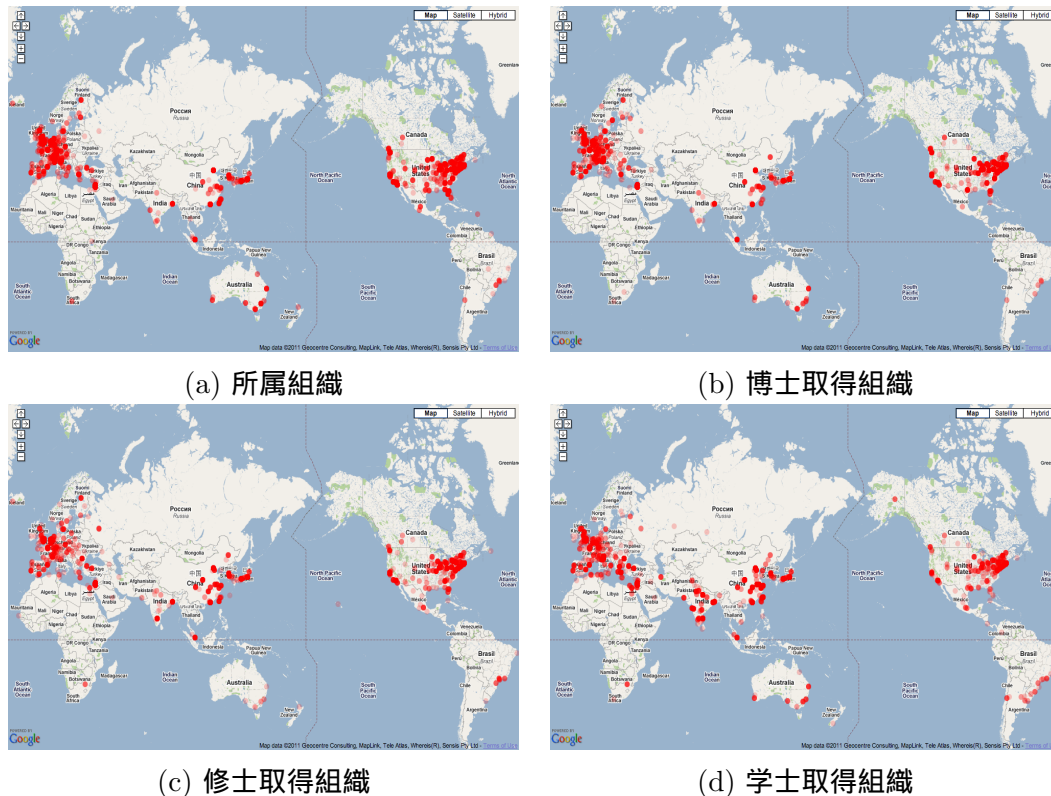


図 3.14 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた所属組織と博士、修士、学士取得組織の地理的な分布

全体の傾向としては所属組織と博士、修士、学士取得組織が米国、欧州、東アジア地域に集中していることがわかる。図 3.14(a) の所属組織と図 3.14(b) の博士取得組織の分布は類似しているが、南米では博士取得組織よりも所属組織が多く分布している。図 3.14(c) の修士取得組織では、所属組織と博士取得組織では見られない組織が東欧、インド、中国に分布している。一方、オーストラリアでは、所属組織、博士取得組織よりも修士取得組織が少なくなっている。図 3.14(d) から、所属組織及び博士、修士取得組織と比較してアフリカ北部、インド、南米に多くの学士取得組織が分布していることがわかる。

#### 3.3.2 論文数

IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載された論文を第 1 著者の所属組織により分類し、論文数が 6 件以上となる組織と国を表 3.7 にまとめる。企業については、組織名が研究所や関連会社などに別れていることもあるが、ここでは、企業織名を統一して扱う。例えば、Microsoft の場合には、研究所の Microsoft Research が米国、英国、中国、インドなどに

表 3.7 IEEE-TPAMI 1997-2009 に掲載された組織別の論文数 (第 1 著者の所属組織によって分類している。)

順位	組織	国	論文数
1	Siemens	United States	23
2	Carnegie Mellon University	United States	22
3	Microsoft	United States	21
4	Massachusetts Institute of Technology	United States	20
5	University of Maryland, College Park	United States	18
6	Technion, Israel Institute of Technology	Israel	17
7	IBM	United States	16
	Michigan State University	United States	16
	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	16
10	Chinese University of Hong Kong	Hong Kong	14
11	Chinese Academy of Sciences	China	12
	Georgia Institute of Technology	United States	12
	Hong Kong University of Science and Technology	Hong Kong	12
	Rutgers University	United States	12
15	Hebrew University of Jerusalem	Israel	11
	INRIA	France	11
	Swiss Federal Institute of Technology Lausanne	Switzerland	11
	Weizmann Institute of Science	Israel	11
19	Columbia University	United States	10
	University of Groningen	Netherlands	10
21	Johns Hopkins University	United States	9
	National University of Singapore	Singapore	9
	Ohio State University	United States	9
	Rensselaer Polytechnic Institute	United States	9
	State University of New York at Buffalo	United States	9
	University of Cambridge	United Kingdom	9
	University of Toronto	Canada	9
	Yale University	United States	9
29	GE	United States	8
	Nanyang Technological University	Singapore	8
	Sarnoff Corporation	United States	8
	University of Amsterdam	Netherlands	8
	University of California, Los Angeles	United States	8
	University of Oxford	United Kingdom	8
	University of Southern California	United States	8
36	Australian National University	Australia	7
	Google Inc	United States	7
	Pennsylvania State University	United States	7
	Tsinghua University	China	7
	University of California, Berkeley	United States	7
	University of Central Florida	United States	7
	University of Chicago	United States	7
	University of South Florida	United States	7
	University of Surrey	United Kingdom	7
	University of Tokyo	Japan	7
	University of York	United Kingdom	7
46	Brown University	United States	6
	Catholic University of Leuven	Belgium	6
	Duke University	United States	6
	Instituto Superior Tecnico	Portugal	6
	Purdue University	United States	6
	University of Bologna	Italy	6
	University of California, San Diego	United States	6
	University of California, Santa Barbara	United States	6
	University of Florence	Italy	6

設立され、研究所以外にも各国に現地法人があるがこれらの組織をまとめて Microsoft とする。

米国の研究大学、企業の Siemens、Microsoft、IBM、Sarnoff Corporation<sup>2</sup>、Lucent Technologies Inc.<sup>3</sup>、GE、Google Inc.、イスラエルの Technion, Israel Institute of Technology、Hebrew University of Jerusalem、Weizmann Institute of Science、中国の Chinese Academy of Sciences、フランスの INRIA<sup>4</sup>からの論文が多いことがわかる。

論文がそれほど多くはない国の組織では、香港の Hong Kong University of Science and Technology、オランダの University of Groningen、University of Amsterdam、スイスの Swiss Federal Institute of Technology Lausanne、シンガポールの Nanyang Technological University、National University of Singapore、ポルトガルの Instituto Superior Técnicoからの論文が多いことがわかる。

### 3.3.3 研究者数

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文について所属組織別に研究者数と著者数を求め、研究者数が 10 名以上になる組織を表 3.8 にまとめた。研究者数に対して著者数が多いほど、同一研究者が多くの論文を発表していることを示す。

研究者数と著者数が最も多い組織は Microsoft であるが、米国だけでなく、英国の Microsoft Research Cambridge、中国の Microsoft Research Asia など米国以外の Microsoft の研究所、現地法人に所属する研究者も含めた値である。米国の Carnegie Mellon University の場合、研究者と著者数も論文数と同じく 2 番目に多い結果となっている。中国の Chinese Academy of Sciences の場合には、他組織と比較すると論文数に対して研究者数と著者数が多いことがわかる。

研究者数に対して著者数が多く、同一研究者が多くの論文を発表している組織としては、米国の Michigan State University、University of California, Los Angeles、香港の Hong Kong University of Science and Technology、イスラエルの Weizmann Institute of Science が挙げられる。

### 3.3.4 博士取得者数

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた組織別の博士取得者数が 9 名以上の組織、国、博士取得者数、総博士取得者数を表 3.9 にまとめる。論文別博士取得者数は論文別に博士取得者数をカウントした結果であり、同一研究者が多くの論文を発表している場合に、博士取得者数に対して論文別博士取得者数が多くなる。

全体としては、研究者数の多い組織から、企業と教育機能をもたない研究機関を除いた研究大学が多い含まれる傾向がある。これら博士取得者数の多い組織は研究者を育成する機能を果たしていると考えられる。

米国の Massachusetts Institute of Technology は最も博士取得者と論文別博士取得者数が多く、それぞれ 76 名、124 名である。2 番目に博士取得者が多い米国 University of Maryland, College Park の 38 名と比較しても、博士取得数が多いことがわかる。博士取得者が 2 番目に多い University of Maryland, College Park の場合には、論文別博士取得

<sup>2</sup>Sarnoff Corporation は旧 RCA 研究所であり、現在は SRI International の関連会社である。

<sup>3</sup>Lucent Technologies Inc. は旧 AT&T Technologies であり、2006 年にフランスの Alcatel SA と統合され Alcatel-Lucent に社名変更されている。

<sup>4</sup>Institut National de Recherche en Informatique et Automatique の略称である。

表 3.8 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文における組織別の研究者数と著者数

順位	組織	国	研究者数	著者数
1	Microsoft	United States	49	85
2	Carnegie Mellon University	United States	35	64
3	Chinese Academy of Sciences	China	33	43
4	Siemens	United States	30	43
5	University of Maryland, College Park	United States	29	56
6	Massachusetts Institute of Technology	United States	28	45
	INRIA	France	28	44
8	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	27	47
9	Technion, Israel Institute of Technology	Israel	26	42
10	Georgia Institute of Technology	United States	23	34
11	Chinese University of Hong Kong	Hong Kong	21	34
	Swiss Federal Institute of Technology Lausanne	Switzerland	21	26
13	IBM	United States	19	25
	National University of Singapore	Singapore	19	23
	Tsinghua University	China	19	21
16	Michigan State University	United States	18	52
17	University of Toronto	Canada	17	24
18	Rutgers University	United States	16	33
	University of Amsterdam	Netherlands	16	29
	Brown University	United States	16	24
	Johns Hopkins University	United States	16	23
	University of California, Santa Barbara	United States	16	21
23	University of South Florida	United States	15	26
24	University of California, Los Angeles	United States	14	33
	University of Oxford	United Kingdom	14	26
	University of Groningen	Netherlands	14	25
	Rensselaer Polytechnic Institute	United States	14	23
	Pennsylvania State University	United States	14	22
	University of California, Berkeley	United States	14	22
30	University of California, San Diego	United States	13	26
31	Hong Kong University of Science and Technology	Hong Kong	12	31
	Catholic University of Leuven	Belgium	12	18
	Tel Aviv University	Israel	12	17
	University of Washington	United States	12	14
	Imperial College London	United Kingdom	12	12
36	University of Southern California	United States	11	32
	Weizmann Institute of Science	Israel	11	30
	University of Cambridge	United Kingdom	11	24
	Boston University	United States	11	23
	Yale University	United States	11	23
	State University of New York at Buffalo	United States	11	21
	University of Florida	United States	11	18
	University of Florence	Italy	11	17
	Purdue University	United States	11	15
	National Technical University of Athens	Greece	11	14
	Nanyang Technological University	Singapore	11	13
	National Cheng Kung University	Taiwan	11	12
48	Heriot-Watt University	United Kingdom	10	13
	Autonomous University of Barcelona	Spain	10	12
	GE	United States	10	12
	University of Minnesota	United States	10	12

表 3.9 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた組織別の博士取得者数

順位	組織	国	博士 取得者数	論文別博士 取得者数
1	Massachusetts Institute of Technology	United States	76	124
2	University of Maryland, College Park	United States	38	77
3	Carnegie Mellon University	United States	35	60
	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	35	51
5	University of Oxford	United Kingdom	29	56
	University of Tokyo	Japan	29	48
7	Stanford University	United States	26	55
8	University of California, Berkeley	United States	25	35
9	University of Southern California	United States	22	56
10	Michigan State University	United States	19	21
	University of Paris VI	France	19	21
12	Cornell University	United States	18	36
13	University of Cambridge	United Kingdom	17	35
	Purdue University	United States	17	28
	Brown University	United States	17	21
16	Harvard University	United States	16	36
	University of Paris XI	France	16	26
	California Institute of Technology	United States	16	23
	University of Amsterdam	Netherlands	16	21
20	Hebrew University of Jerusalem	Israel	15	35
	University of Washington	United States	15	24
22	University of Toronto	Canada	14	34
	Technion, Israel Institute of Technology	Israel	14	32
	University of Pennsylvania	United States	14	26
	Princeton University	United States	14	17
	Swiss Federal Institute of Technology Lausanne	Switzerland	14	16
	Yale University	United States	14	15
28	State University of New York at Buffalo	United States	13	23
	University of Edinburgh	United Kingdom	13	21
	Georgia Institute of Technology	United States	13	14
31	Ohio State University	United States	12	46
	University of Massachusetts	United States	12	26
	Columbia University	United States	12	22
	Institut National Polytechnique de Grenoble	France	12	19
	Washington University in St. Louis	United States	12	18
	University of London	United Kingdom	12	17
	Imperial College London	United Kingdom	12	16
38	University of Texas at Austin	United States	11	19
	University of California, Los Angeles	United States	11	15
	University of Rennes I	France	11	14
	Rensselaer Polytechnic Institute	United States	11	11
42	Catholic University of Leuven	Belgium	10	19
	Weizmann Institute of Science	Israel	10	16
	Rutgers University	United States	10	14
	INRIA	France	10	13
46	Delft University of Technology	Netherlands	9	16
	Duke University	United States	9	16
	University of Valencia	Spain	9	15
	University of Wisconsin-Madison	United States	9	13
	Chinese Academy of Sciences	China	9	12
	National Technical University of Athens	Greece	9	11
	Osaka University	Japan	9	11
	Tsinghua University	China	9	11
	University of Florida	United States	9	11



者数が博士取得者数の約 2 倍の 77 名と多く、多くの論文を発表している生産性の高い研究者が所属していると考えられる。

米国の Stanford University、フランスの University of Paris VI、University of Paris XI などの大学では、研究者数に対して博士取得者数が多いことから、これらの組織では研究者を育成し、他組織に研究者を供給する機能を果たしていると考えられる。

### 3.3.5 修士取得者数

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた組織別の修士取得者数が 7 名以上の組織、国、修士取得者数、論文別修士取得者数を表 3.10 にまとめる。論文別修士取得者数は論文別に修士取得者数をカウントした結果であり、同一研究者が多くの論文を発表している場合に、修士取得者数に対して総修士取得者数が多くなる。

米国を中心に、中国、イスラエル、日本の組織の修士取得者数が多い。さらに、アジアのインド、韓国、台湾、香港や欧州のルーマニア、トルコの組織も含まれている。修士取得者数の多い組織は、自大学や他大学の大学院に博士課程の学生や、企業に研究者を供給していると考えられる。中国の Tsinghua University、日本の University of Tokyo などは修士取得者数が比較的多いが、研究者数と博士取得者数は多くはないため、他組織に人材を供給する組織とみなすことができる。

### 3.3.6 学士取得者数

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた組織別の学士取得者数が 7 名以上の組織、国、学士取得者数、論文別総学士取得者数を表 3.11 にまとめる。論文別学士取得者数は論文別に学士取得者数をカウントした結果であり、同一研究者が多くの論文を発表している場合に、学士取得者数に対して論文別学士取得者数が多くなる。

米国以外では、中国とインドの組織が多く含まれ、ギリシア、韓国、台湾、トルコなどの国からも複数の組織が含まれている。中国の Tsinghua University、University of Science and Technology of China、イスラエルの Technion, Israel Insitute of Technology、Hebrew University of Jerusalem の学士取得者が多い。特に Tsinghua University の学士取得者 61 名は、2 番目の University of Science and Technology of China 38 名と比較しても際立っている。

インドの Indian Institute of Technology Kanpur (IIT Kanpur) では、学士取得者 12 名に対して論文別学士取得者が 57 名と多く、発表している論文数の多い研究者が IIT Kanpur を卒業していることを示す。

表 3.10 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた組織別の修士取得者数

順位	組織	国	修士 取得者数	論文別修士 取得者数
1	Massachusetts Institute of Technology	United States	48	79
2	Tsinghua University	China	40	56
3	Technion, Israel Institute of Technology	Israel	24	37
	Chinese Academy of Sciences	China	24	29
5	University of Tokyo	Japan	23	31
6	Stanford University	United States	21	42
7	University of Maryland, College Park	United States	19	53
	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	19	23
9	Hebrew University of Jerusalem	Israel	14	38
	Weizmann Institute of Science	Israel	14	26
	Georgia Institute of Technology	United States	14	15
12	Delft University of Technology	Netherlands	13	24
	McGill University	Canada	13	20
	Imperial College London	United Kingdom	13	18
15	University of Southern California	United States	12	37
	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	12	18
17	Indian Institute of Science Bangalore	India	11	24
	Cornell University	United States	11	21
	Catholic University of Leuven	Belgium	11	19
	University of Toronto	Canada	11	16
	Xi'an Jiaotong University	China	11	13
	National Cheng Kung University	Taiwan	11	12
	Rensselaer Polytechnic Institute	United States	11	11
24	Tel Aviv University	Israel	10	19
	University of Cambridge	United Kingdom	10	13
	Chinese University of Hong Kong	Hong Kong	10	12
	Peking University	China	10	11
	University of California, Santa Barbara	United States	10	11
29	Washington University in St. Louis	United States	9	15
	University of California, Berkeley	United States	9	14
	Johns Hopkins University	United States	9	13
	Carnegie Mellon University	United States	9	12
	Brown University	United States	9	11
	Kyoto University	Japan	9	11
	Michigan State University	United States	9	10
	Zhejiang University	China	9	10
37	University of Pennsylvania	United States	8	21
	Columbia University	United States	8	13
	University of Wisconsin-Madison	United States	8	13
	National University of Singapore	Singapore	8	11
	University of Paris VI	France	8	11
	Osaka University	Japan	8	10
43	Politehnica University of Bucharest	Romania	7	14
	Purdue University	United States	7	11
	Shanghai Jiao Tong University	China	7	10
	University of Massachusetts	United States	7	10
	University of Washington	United States	7	10
	Swiss Federal Institute of Technology Lausanne	Switzerland	7	9
	Bogazici University	Turkey	7	8
	University of Science and Technology of China	China	7	8
	Middle East Technical University	Turkey	7	7

表 3.11 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた組織別の学士取得者数

順位	組織	国	学士 取得者数	論文別学士 取得者数
1	Tsinghua University	China	61	77
2	University of Science and Technology of China	China	38	66
3	Technion, Israel Institute of Technology	Israel	30	46
4	Hebrew University of Jerusalem	Israel	26	64
5	Massachusetts Institute of Technology	United States	24	41
6	University of Cambridge	United Kingdom	21	49
	University of Tokyo	Japan	21	30
	Zhejiang University	China	21	29
9	National Technical University of Athens	Greece	20	32
	Peking University	China	20	25
11	Xi'an Jiaotong University	China	17	24
12	Seoul National University	South Korea	16	24
13	McGill University	Canada	15	22
14	Tel Aviv University	Israel	14	32
	University of Oxford	United Kingdom	14	21
16	University of Padua	Italy	13	28
	Kyoto University	Japan	13	25
	Ecole Polytechnique	France	13	16
	National Taiwan University	Taiwan	13	16
20	Indian Institute of Technology Kanpur	India	12	57
21	Chinese University of Hong Kong	Hong Kong	11	26
	Indian Institute of Technology Kharagpur	India	11	26
	California Institute of Technology	United States	11	16
	Nanjing University	China	11	15
25	Princeton University	United States	10	20
	Harvard University	United States	10	11
	Indian Institute of Technology Bombay	India	10	11
28	TELECOM ParisTech	France	9	25
	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	9	12
	Shanghai Jiao Tong University	China	9	10
	University of Karlsruhe	Germany	9	10
32	University of Bonn	Germany	8	15
	Indian Institute of Technology Madras	India	8	14
	Birla Institute of Technology and Science	India	8	13
	University of Manchester	United Kingdom	8	13
	National Chiao Tung University	Taiwan	8	9
	Indian Institute of Technology Delhi	India	8	8
38	Aristotle University of Thessaloniki	Greece	7	14
	University of Florence	Italy	7	14
	Cornell University	United States	7	12
	Carnegie Mellon University	United States	7	10
	University of California, Berkeley	United States	7	10
	Middle East Technical University	Turkey	7	9
	Osaka University	Japan	7	9
	Polytechnic University of Catalonia	Spain	7	9
	Bogazici University	Turkey	7	8
	Yonsei University	South Korea	7	8
	Nankai University	China	7	7
	Tianjin University	China	7	7
	Tohoku University	Japan	7	7

### 3.3.7 国際的に移動した研究者数と組織別研究者数の関係

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から求めた組織別の研究者数と国際的に移動した研究者数の関係を図 3.10 に示す。組織別の研究者数を球の大きさに反映し、国外から移動してきた研究者数と国外に移動した研究者数の対数をグラフの横軸と縦軸に対応させている。ただし、対数表示における 0 を避けるため、研究者数に 1 名加算した値を用いている。図 3.10 には研究者数が 15 名以上の組織を表示している。

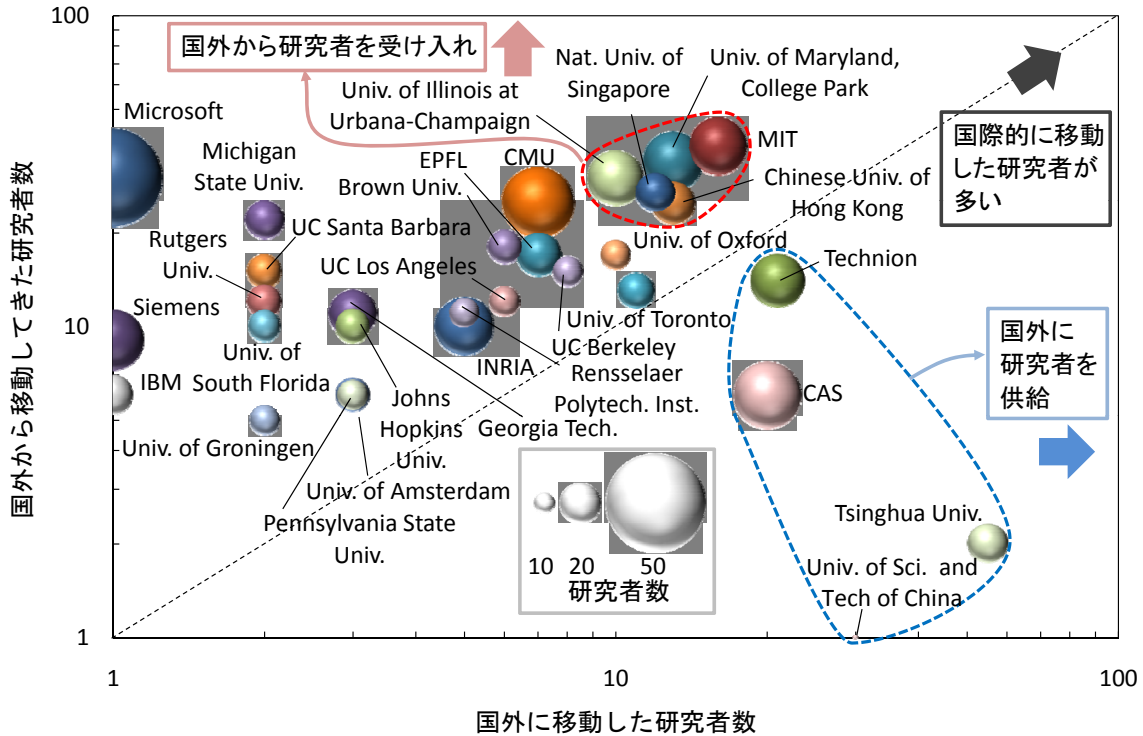


図 3.15 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得た国際的に移動した研究者数と組織別の研究者数の関係 (所属する研究者数が 15 名以上または国外に移動した研究者数が 20 名以上の組織を表示している。対数表示の 0 を回避するため、横軸と縦軸の研究者数には 1 名加算した値を用いている。)

グラフ右上に表示される組織では国外から移動してきた研究者と国外に移動した研究者が多く、グラフ左下に表示される組織では国外から移動してきた研究者と国外に移動した研究者が少ない。グラフ上方に表示される組織は国外から研究者を受け入れる傾向を示し、グラフ右側に表示される組織は国外に研究者を供給する傾向を示す。グラフ左端に表示される組織からは国外に移動した研究者が存在しない。

国外から多くの研究者を受け入れる組織として、米国の Massachusetts Institute of Technology (MIT)、University of Maryland, College Park、University of Illinois at Urbana-Champaign、シンガポールの National University of Singapore、香港の Chinese University of Hong Kong が挙げられる。一方、国外に研究者を供給する組織として、中国の Tsinghua University、イスラエルの Technion, Israel Institute of Technology、中国の Chinese Academy of Sciences が挙げられる。また、Microsoft などの企業は国外から多くの研究者を受け入れていることがわかる。

### 3.3.8 国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた組織別の研究者数が 15 名以上の組織について、国外に移動した研究者数と国外から移動してきた研究者数を組織別の研究者数で規格化した値を図 3.16 に示す。ヒストグラムの赤い領域が多いほど、所属する研究者に対して国外から移動してきた研究者が多く、ヒストグラムの青い領域が多いほど、所属する研究者に対して国外に移動した研究者が多いことを意味する。なお、図 3.16 では国外に移動した研究者数は負の値として扱っている。

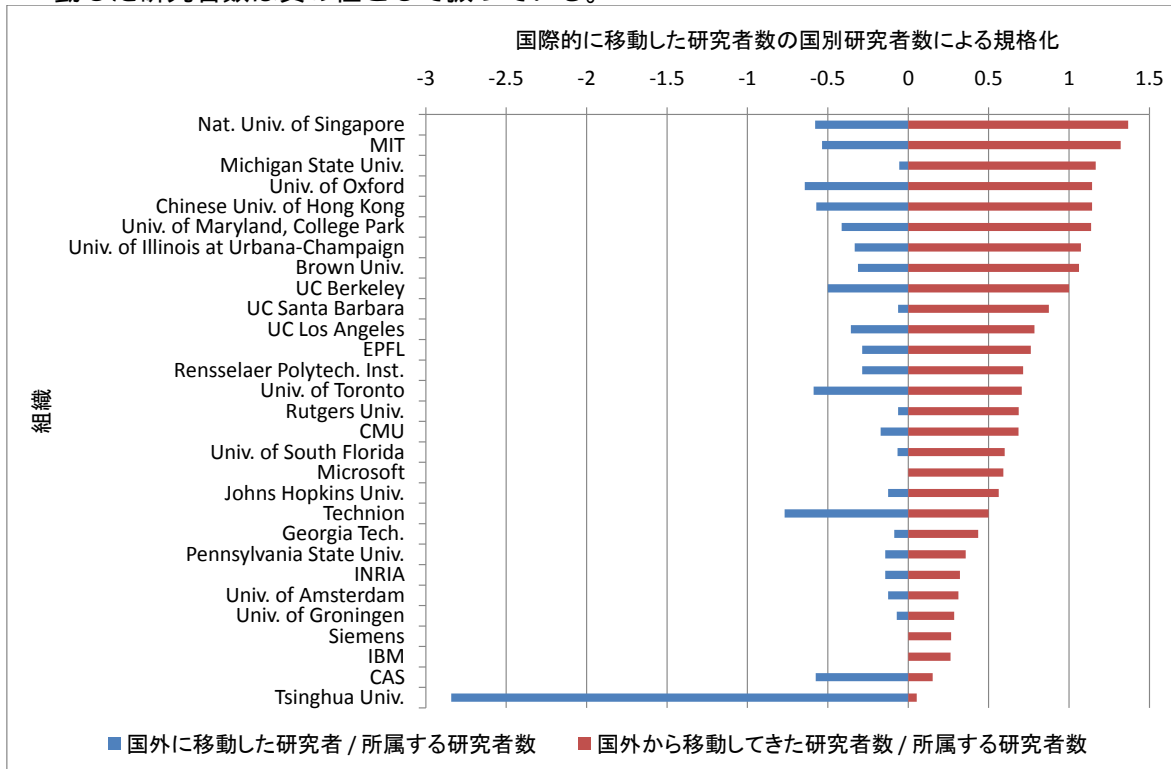


図 3.16 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化 (所属する研究者数が 15 名以上の組織を表示している。)

国外から移動してきた研究者には、国外の大学を卒業して大学院に留学し、さらに国外の他組織に移動して論文を発表した研究者も含まれる。この場合、国外から移動してきた研究者としてカウントされるが、組織に所属する研究者としてはカウントされない (1.3.3 の図 1.4 参照)。そのため、組織に所属する研究者数で規格化した値が 1 を越えることもある。

国外から移動してきた研究者数を規格化した値を見ると、シンガポールの National University of Singapore、米国の Massachusetts Institute of Technology、Michigan State University、英国の University of Oxford、香港の Chinese University of Hong Kong が高いことがわかる。国際的に移動する研究者数は多くても、組織に所属する研究者数の多い Microsoft や Carnegie Mellon University の値は小さい結果となっている。

国外に移動した研究者数を規格化した値を見ると、中国の Tsinghua University が突出した値となっている。また、国外に移動した研究者数を規格化した値が 0 に近い Michigan State University に代表される組織では、国外から移動してきた留学生が国内の他組織に移動していることが多く、研究者の国際的な流入出については超過傾向を示す。

### 3.3.9 研究者の国際的な移動

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた代表的な組織に所属する研究者について、博士、修士、学士取得国を調べた結果を図 3.17 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

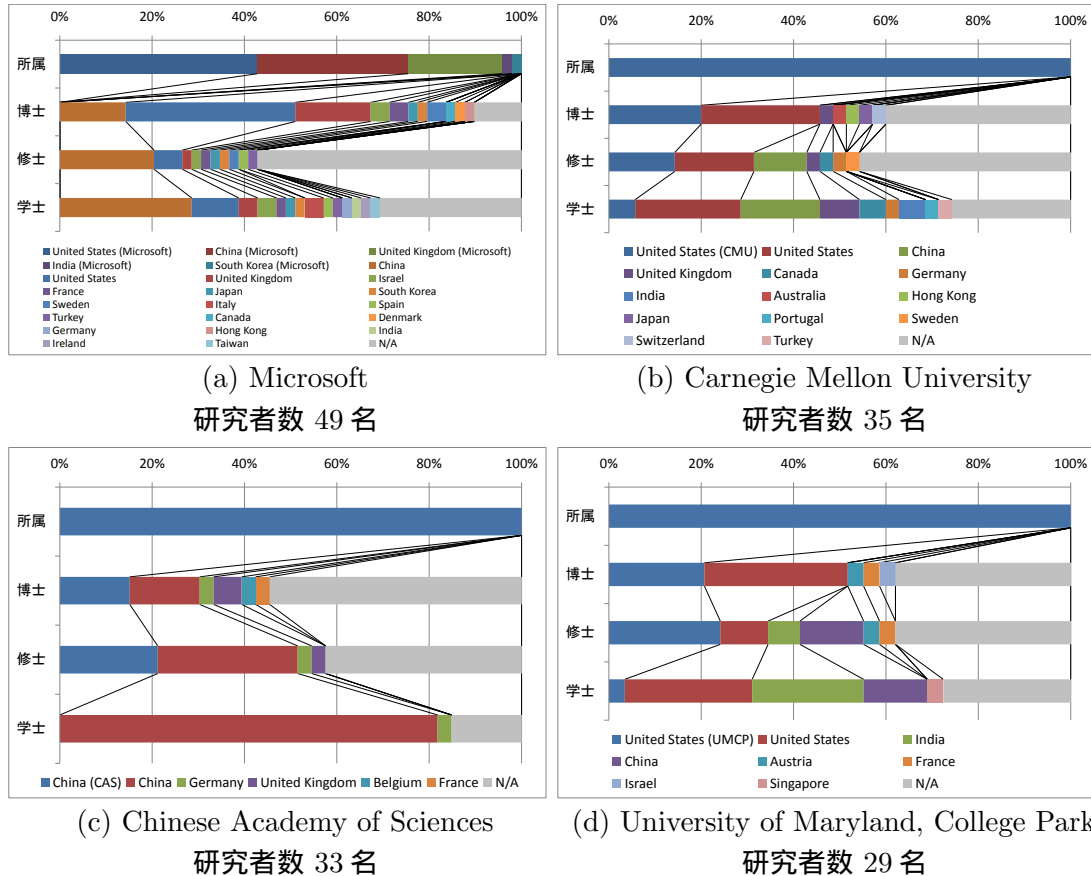


図 3.17 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた研究者の所属組織別博士、修士、学士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

Microsoft の場合 (図 3.17(a))、米国、中国、英国に研究拠点が存在し、所属する研究者 49 名は、米国が 42%、中国が 32%、英国が 22%、インド、韓国が各 2% を占める。博士取得国は米国が 36%、英国が 16%、中国が 14%、スウェーデンが 6%、イスラエル、フランスが各 4%、日本、韓国、カナダ、デンマーク、香港が各 2% を占める。修士取得国は中国が 20%、米国が 6%、英国、イスラエル、フランス、スウェーデン、日本、韓国、スペイン、トルコが各 2% を占める。学士取得国は中国が 28%、米国が 10%、英国、イスラエル、ドイツが各 4%、フランス、日本、韓国、スペイン、トルコ、インド、アイルランド、台湾が各 2% を占める。博士、修士、学士の取得組織の得られない Microsoft の研究者が 10%、58%、30% を占める。この結果から、Microsoft には世界各地の組織から研究者が移動していることがわかる。

Carnegie Mellon University (CMU) に所属する研究者 35 名の場合 (図 3.17(b))、米国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 46%、31%、29% を占める。CMU から博士、修士、学士を取得した研究者が 20%、14%、6% を占め、米国内の他組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 26%、17%、23% を占める。CMU に所属する研究者

に CMU の学部出身者は少ない。米国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 14%、23%、46%を占め、米国外の大学を卒業した研究者が特に多い。修士取得国は中国が 11%を占め、学士取得国は中国が 17%、英国が 9%、カナダが 6%を占める。博士、修士、学士の取得組織の得られない CMU の研究者が 40%、46%、26%を占める。

Chinese Academy of Sciences (CAS) に所属する研究者 33 名の場合 (図 3.17(c))、中国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 30%、52%、82%を占める。CAS から博士、修士を取得した研究者が 15%、21%を占め、中国内の他組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 15%、30%、82%を占める。CAS の場合、学部学生に対する教育が行われないため中国の大学を卒業した研究者が CAS に移動している。中国外で博士、修士、学士を取得した研究者が 15%、6%、3%を占める。博士、修士、学士の取得組織の得られない CAS の研究者が 40%、46%、26%を占める。

University of Maryland, College Park (UMCP) に所属する研究者 29 名の場合 (図 3.17(d))、米国内の組織で博士、修士、学士を取得した研究者が 51%、34%、31%を占める。UMCP から博士、修士、学士を取得した研究者が 21%、24%、3%を占め、米国内の他組織で博士、修士、学士を取得した研究者が 31%、10%、28%を占める。CMU と同様に自大学の学部出身者が少ないことがわかる。米国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 10%、28%、41%を占め、米国外の大学を卒業した研究者が特に多い。米国外の修士取得国は中国が 14%、インドが 7%を占め、米国外の学士取得国はインドが 24%、中国が 14%を占める。博士、修士、学士の取得組織の得られない UMCP の研究者が 38%、38%、28%を占める。

### 3.3.10 博士取得者の国際的な移動

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた代表的な組織から博士を取得した研究者について、所属組織と修士、学士取得国を調べた結果を図 3.18 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

Massachusetts Institute of Technology (MIT) の博士取得者 76 名の場合 (図 3.18(a))、12%が MIT、71%が米国内の他組織に所属している。17%が米国外の組織に所属し、移動先はイスラエルが 7%、スペイン、香港が各 3%を占める。米国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 51%、46%を占める。MIT から修士、学士を取得した博士取得者は 42%、9%を占め、米国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が 9%、37%を占める。米国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 7%、29%を占める。米国外の学士取得国はイスラエルが 7%、スペイン、中国が各 4%、ポルトガル、台湾が各 3%を占める。修士、学士取得組織の得られない MIT の博士取得者が 42%、24%を占める。

University of Maryland, College Park (UMCP) の博士取得者 38 名の場合 (図 3.18(b))、16%が UMPC、55%が米国内の他組織に所属している。27 %が米国外の組織に所属し、移動先はイスラエルが 11%、カナダが 5%、インド、シンガポール、フランス、ドイツ、香港が各 3%を占める。米国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 45%、21%を占める。UMCP から修士、学士を取得した博士取得者が 37%、11%を占め、米国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が 8%、11%を占めている。米国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 29%、58%を占める。米国外の修士取得国はイスラエル、中国、インド、シンガポールが各 5%を占め、米国外の学士取得国は中国が 18%、インドが 16%、イスラエルが 11%を占めている。修士、学士取得組織の得られない UMPC の博士取得者が 26%、21%を占める。

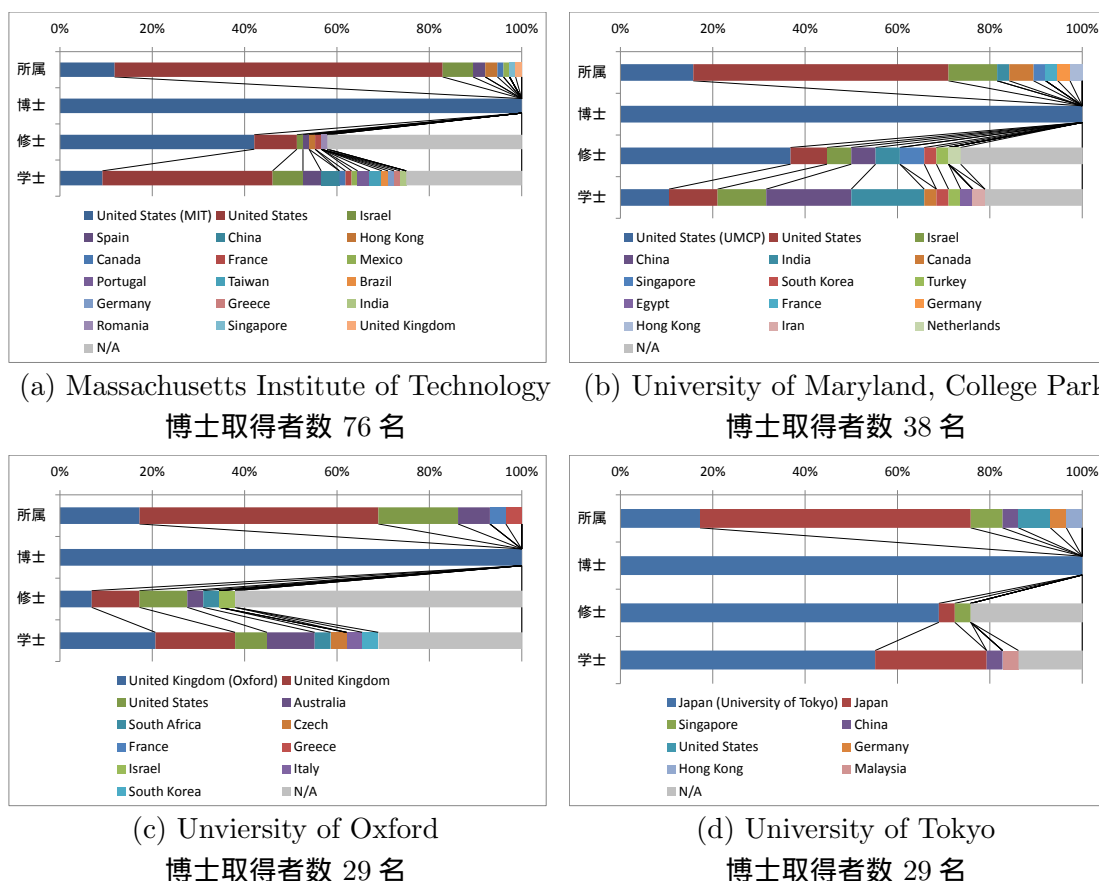


図 3.18 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた博士取得者の所属組織別博士、修士、学士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

University of Oxford の博士取得者 29 名の場合 (図 3.18(c))、17%が University of Oxford、52%が英国内の他組織に所属している。31 %が英国外の組織に所属し、移動先は米国が 17%、オーストラリアが 7%、フランス、ギリシアが各 3%を占める。英国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 17%、38%を占める。University of Oxford から修士、学士を取得した博士取得者が 7%、21%を占め、英国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が 10%、17%を占めている。英国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者は 21%、38%を占める。英国外の修士取得国は米国が 10%を占め、英国外の学士取得国はオーストラリアが 10%、米国が 7%を占めている。修士、学士取得組織の得られない University of Oxford の博士取得者が 62%、31%を占める。

University of Tokyo の博士取得者 29 名の場合 (図 3.18(d))、17%が University of Tokyo、59%が日本国内の他組織に所属している。24 %は 日本国外の組織に所属し、移動先は米国、シンガポールが各 7%を占める。日本国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 72%、79%を占める。University of Tokyo から修士、学士を取得した博士取得者が 69%、55%を占め、日本国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が 3%、24%を占めている。日本国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 3%、7%を占める。図 3.18 に示す博士取得者の多い組織の中では、自大学の学部出身者の比率が高いという特徴がある。修士、学士取得組織の得られない University of Tokyo の博士取得者が 24%、14%を占める。



### 3.3.11 修士取得者の国際的な移動

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた代表的な組織から修士を取得した研究者について、所属組織と博士、学士取得国を調べた結果を図 3.19 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

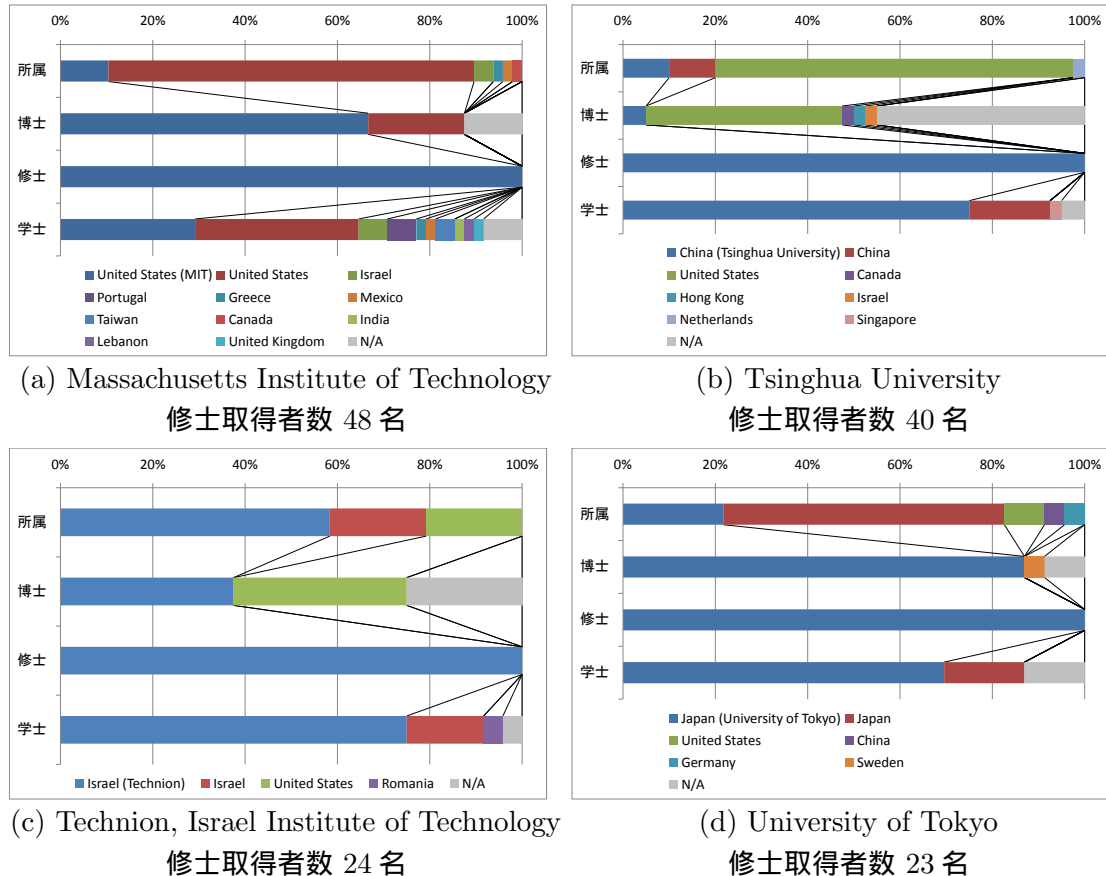


図 3.19 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた修士取得組織別の所属組織と博士、学士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

Massachusetts Institute of Technology (MIT) の修士取得者 48 名の場合 (図 3.19(a))、90%が米国内の組織に所属し、11%が MIT、79%が米国内の他組織、10%が米国外の組織に所属している。米国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者が 88%、65%を占める。MIT から博士、学士を取得した修士取得者が 67%、29%を占め、米国内の他組織から博士、学士を取得した修士取得者が 21%、35%を占める。米国外の組織から学士を取得した修士取得者が 27%を占める。博士、学士取得組織の得られない MIT の修士取得者が 13%、8%を占める。

Tsinghua University の修士取得者 40 名の場合 (図 3.19(b))、20%が中国内の組織に所属し、10%が Tsinghua University、10%が中国内の他組織、80%が中国外の組織に所属している。中国外では 78%の修士取得者が米国の組織に所属している。中国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者が 5%、93%を占める。Tsinghua University から博士、学士を取得した修士取得者が 5%、75%を占め、中国内の他組織から学士を取得した修士取得者が 18%を占める。中国外ではシンガポールの組織から学士を取得した修士取得者が 3%を占める。博士、学士取得組織の得られない Tsinghua University の修士取得者が

45%、5%を占める。

Technion, Israel Institute of Technology (Technion) の修士取得者 24 名の場合 (図 3.19(c))、79%がイスラエル国内の組織に所属し、58%が Technion、21%がイスラエル国内の他組織に所属している。イスラエル国外では 21%の修士取得者が米国の組織に所属している。Technion の修士取得者の 38%が Technion から博士を取得し、38%が米国の組織から博士を取得している。Technion の修士取得者の 92%がイスラエル国内の組織から学士を取得し、75%が Technion、17%がイスラエル国内の他組織からから学士を取得している。修士取得者の 17%がイスラエル国外の組織から学士を取得している。博士、学士取得組織の得られない Technion の修士取得者が 25%、4%を占める。

University of Tokyo の修士取得者 20 名の場合 (図 3.19(d))、83%が日本国内の組織に所属し、22%が University of Tokyo、61%が日本国内の他組織、17%が日本国外の組織に所属している。日本国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者はそれぞれ 87%を占め、博士すべて University of Tokyo から取得している。University of Tokyo の修士取得者のは 70%が University of Tokyo から学士を取得し、17%が日本国内の他組織から学士を取得している。博士、学士取得組織が得られない University of Tokyo の修士取得者は 9%、13%を占める。

### 3.3.12 学士取得者の国際的な移動

IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた代表的な組織から学士を取得した著者について、所属組織と博士、修士取得国を調べた結果を図 3.20 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

Tsinghua University の学士取得者 61 名の場合 (図 3.20(a))、中国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 7%、54% を占める。Tsinghua University から修士、博士を取得した学士取得者が 49%、5%を占め、中国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が 5%、2%を占めている。中国外の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 18%、43%を占める。Tsinghua University の学士取得者の 33%が中国内の組織に所属し、20%が Tsinghua University、13%が中国内の他組織、67%が中国外の組織に所属している。中国外の移動先は、米国が 62%、香港、オランダ、英国が各 2%を占めている。修士、博士取得組織の得られない Tsinghua University の学士取得者が 28%、51%を占める。

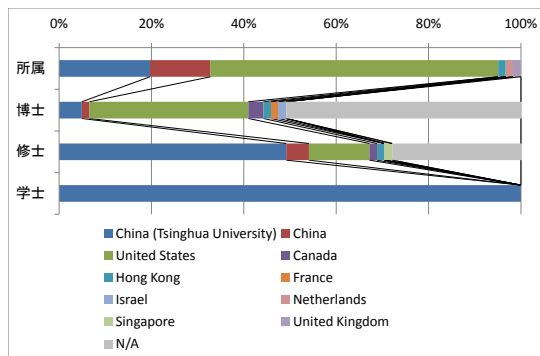
Technion, Israel Institute of Technology (Technion) の学士取得者 30 名の場合 (図 3.20(b))、イスラエル国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 73%、33%を占める。Technion から修士、博士を取得した学士取得者が 60%、23%を占め、イスラエル国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が 13%、10%を占めている。米国の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 13%、43%を占める。Technion の学士取得者の 77%がイスラエル国内の組織の所属し、53%が Technion、23%がイスラエル国内の他組織、23%が米国の組織に所属している。修士、博士取得組織の得られない Technion の学士取得者が 13%、23%を占める。

MIT の学士取得者 24 名の場合 (図 3.20(c))、米国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 75%、75%を占める。MIT から修士、博士を取得した学士取得者が 58%、29%を占め、米国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が 17%、46%を占めている。MIT の学士取得者の 92%が米国内の他組織に所属し、各 4%がドイツ、シンガポールの組織に所属している。修士、博士取得組織の得られない MIT の学士取得者が 25%、25%を占める。

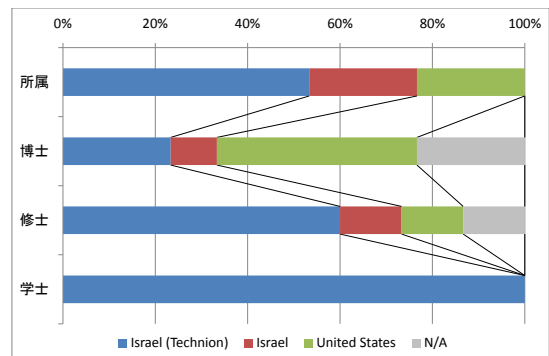
University of Cambridge の学士取得者 21 名の場合 (図 3.20(d))、英国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 43%、67%を占める。University of Cambridge から修士、博士を取得した学士取得者が 24%、29%を占め、英国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が 19%、38%を占めている。英国外の組織から修士、博士を取得した学士取得者は各 14%を占める。University of Cambridge の学士取得者の 57%が英国内の組織に所属し、24%が University of Cambridge、33%が英国内の他組織に所属している。University of Cambridge の学士取得者の 43%が英国外の組織に所属し、米国の組織に 29%、カナダ、日本、ウガンダの組織に各 5%が所属している。修士、博士取得組織の得られない University of Cambridge の学士取得者が 43%、57%を占める。

University of Tokyo の学士取得者 21 名の場合 (図 3.20(e))、日本国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者がそれぞれ 76%を占め、すべて University of Tokyo から取得している。日本国外の組織から修士、博士を取得した学士取得者がそれぞれ 5%を占める。University of Tokyo の学士取得者の 81%が日本国内の組織に所属し、19%が University of Tokyo、62%が日本国内の他組織に所属している。University of Tokyo の学士取得者の 14%が米国、5%が中国の組織に所属している。修士、博士取得組織の得られない University of Tokyo の学士取得者がそれぞれ 19%を占める。

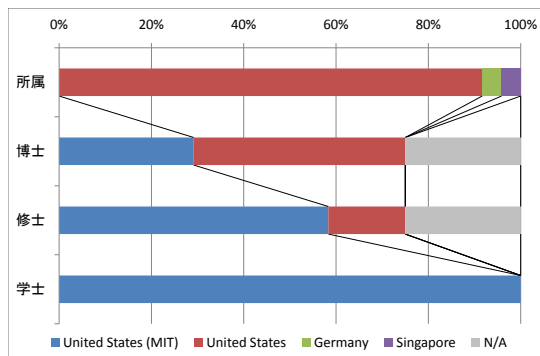
Indian Institute of Technology (IIT) の場合には、Kanpur 校、Bombay 校等に組織を分けてカウントしている。個別にカウントした場合には人数が多くても 10 名程度と少ないため、ここでは、傾向を把握するために、すべて IIT にまとめてカウントした結果を示す。IIT の学士取得者 54 名の場合 (図 3.20(f))、インド国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 11%、4% を占める。IIT から修士、博士を取得した学士取得者が 6%、2%を占め、インド国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者も 6%、2%を占める。インド国外の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 52%、65%を占める。IIT の学士取得者の 11%がインド国内の組織に所属し、7% が IIT、4%がインド国内の他組織に所属している。IIT の学士取得者の 80%が米国の組織、6%がシンガポールの組織各 2%がカナダ、フランスの組織に所属している。修士、博士取得組織の得られない IIT の学士取得者はそれぞれ 37%、31%を占める。



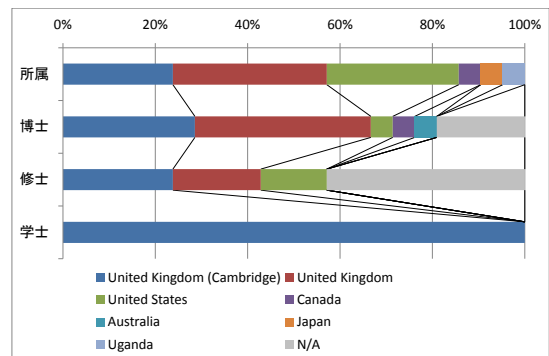
(a) Tsinghua University  
学士取得者数 61 名



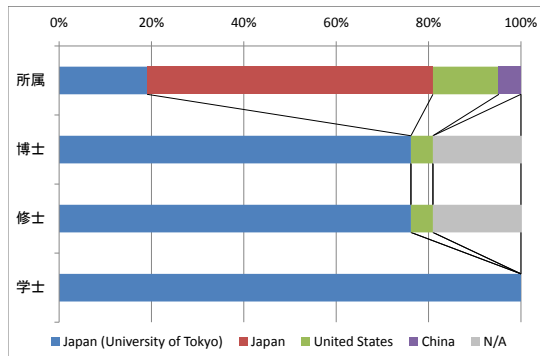
(b) Technion, Israel Institute of Technology  
学士取得者数 30 名



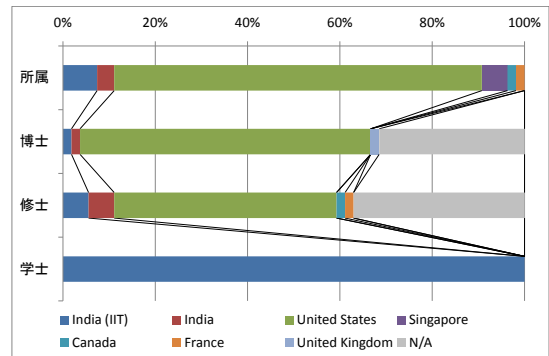
(c) Massachusetts Institute of Technology  
学士取得者数 24 名



(d) University of Cambridge  
学士取得者数 21 名



(e) University of Tokyo  
学士取得者数 19 名



(f) Indian Institute of Technology  
学士取得者数 54 名

図 3.20 IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文から得られた学士取得組織別の所属組織と博士、修士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

## 第4章 電子デバイス領域

電子デバイスはダイオード・トランジスタなど半導体素子から半導体集積回路の集積度の向上など、1950年代以降に急速な進歩をとげ、米国、欧州、日本、韓国、台湾における主要産業の一つとなっている。特に、1980年代以降はPCを始めとするデジタル機器の普及により、産業規模が拡大している。近年では、学際的なナノテクノロジー研究の一領域としても位置付けられ、高効率太陽電池や有機エレクトロニクスなど次世代技術の発展が期待されている。

### 4.1 調査データ

#### 4.1.1 論文誌

調査対象とする電子デバイス領域の論文誌として、1963年から発行され、歴史が長く、1964年以降は年間12冊に発行されている以下の論文誌を選択した。

IEEE Transactions on Electron Devices

なお、この論文誌は、1955～1962年にはIRE Transactions on Electron Devices、1954年にはIRE Professional Group on Electron Devicesの名称で発行されている。以下、この論文誌をIEEE-TEDと表記する。

電子デバイス領域の論文誌における2009年のインパクトファクタ[28]を表4.1に示す。これらの論文誌の中ではIEEE-TEDのインパクトファクタが最も高く、この研究領域における研究者の情報を得るための論文誌としてIEEE-TEDは適切と考えられる。

表 4.1 電子デバイス領域における論文誌のインパクトファクタ (2009) [28]

順位	論文誌名	インパクトファクタ
1	IEEE Transactions on Electron Devices	2.445
2	Journal of Solid State Chemistry	2.340
3	Journal of Electronic Materials	1.428
4	IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility	1.294
5	IEEE Transactions on Electron Packaging Manufacturing	1.160

#### 4.1.2 論文数、著者数、研究者数

2008/09～2009/12にIEEE-TEDに掲載された論文数、著者数、研究者数を表4.2にまとめる。論文数は584件である。論文別に研究者をカウントした著者数は2,919名、同一研究者をまとめてカウントした研究者数は2,252名である。著者数に対する研究者数の比率は77.1%であり、著者データの22.9%は同一研究者を論文別に重複してカウントしていることになる。

表 4.2 IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された論文数、著者数、研究者数 (著者数は論文別に研究者をカウントしているため同一研究者の重複を含む。)

論文数	584
著者数	2,919
研究者数	2,251
研究者数/著者数 [%]	77.1

#### 4.1.3 研究者と論文数の関係

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文における研究者と論文数の関係を表 4.3 に示す。調査データに 1 件の論文が含まれる研究者が 81.0% を占め、複数の論文が含まれる研究者が 29.0% を占める。1 名の研究者による最多論文数は 10 件である。

表 4.3 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文における研究者と論文数の関係

論文数	1	2	3	4	5	6	7	8	10
研究者数	1,822	286	90	32	11	3	4	2	1
比率 [%]	81.0	12.7	4.0	1.4	0.5	0.1	0.2	0.1	0.0

#### 4.1.4 論文数と著者数の推移

IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された論文数と著者数の推移を図 4.1 に示す。年単位ではなく、月単位の論文数をカウントした結果であるため変動が大きく、論文数と著者数の変化に関する傾向は読み取れない。

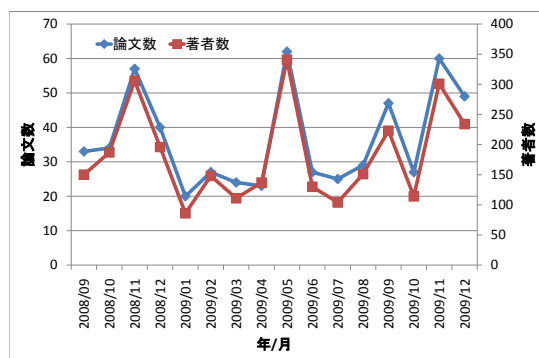


図 4.1 IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された論文数と著者数の推移

#### 4.1.5 共著論文と国際共著

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文における共著者数比率と国際共著論文比率を図 4.2 に示す。8 名以下の共著論文が 89.1% を占め、共著者数 3 名の論文が 18.9% と最も多く、比率の高い順に共著者数 4 名の論文が 16.4%、共著者数 2 名の論文が 14.3%、共著者

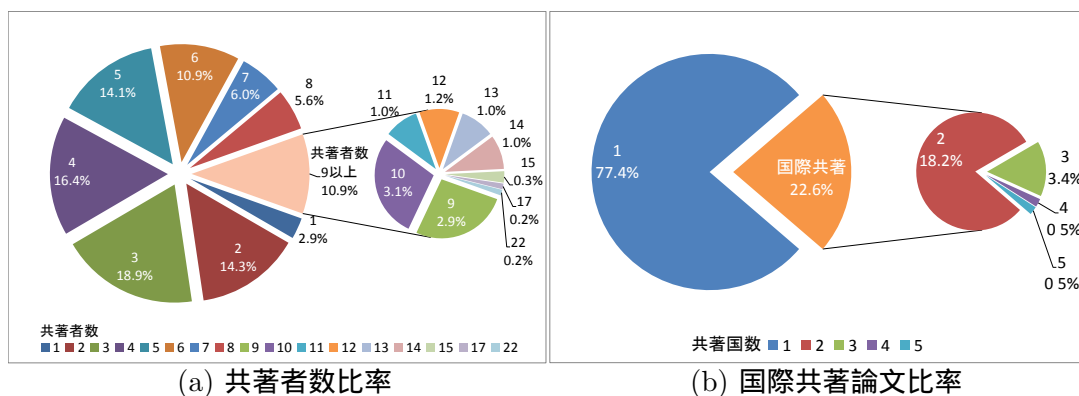


図 4.2 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文の共著者数比率と国際共著論文比率

数 5 名の論文が 14.1%、共著者数 6 名の論文が 10.9%、共著者数 7 名の論文が 6.0%、共著者数 8 名の論文が 5.6% を占める。単著論文の比率は 2.9% を占めている。国際共著論文は 22.6% を占め、最多 5ヶ国の論文も含まれるが、その殆どは 2~3ヶ国の国際共著である。

#### 4.1.6 学士、修士、博士の取得組織と取得年

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文の著者情報から博士、修士、学士の取得組織と取得年が得られた著書数を表 4.4 に示す。学士、修士、博士取得組織の得られた研究者が 64.7%、60.1%、54.3% を占め、学士、修士、博士取得年の得られた研究者が 58.8%、53.9%、48.1% を占める。取得組織と取得年の得られた研究者の比率が学士、修士、博士の順に低くなっている。

表 4.4 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文の著者情報から博士、修士、学士の取得組織と取得年が得られた著書数

		学士	修士	博士
取得組織	研究者数	1,455	1,353	1,222
	比率 [%]	64.7	60.1	54.3
取得年	研究者数	1,324	1,212	1,083
	比率 [%]	58.8	53.9	48.1

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた研究者の学士、修士、博士取得年分布を図 4.3 に示す。博士、修士、学士を取得した研究者の取得年は 1950 年代から 2009 年まで分布し、2000 年代まで増加傾向にある。学士取得年は 2004 年に鋭いピークがあり、2003~2006 年に学士を取得した研究者が多く含まれている。修士取得年は 2003~2007 年にピークがあり、2001~2008 年に修士を取得した研究者が多く含まれる。博士取得年のピークも 2003~2008 年にかけて存在はするが、学士、修士取得年と比較すると明確なピークはない。

調査したデータは 2008/09-2009/12 の 16ヶ月間に発表された論文であるが、研究者の学士、修士、博士取得年は 1950 年代から 2000 年代まで分布しているため、幅広い年齢層の研究者が含まれていることがわかる。

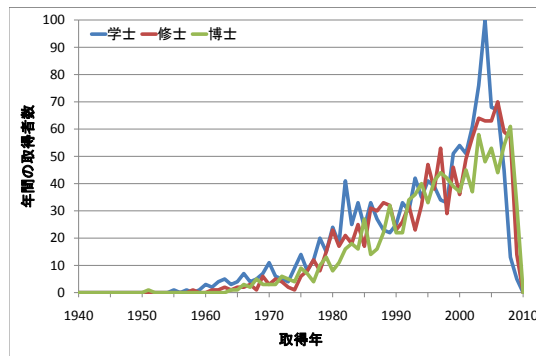


図 4.3 IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載論文から得られた研究者の学士、修士、博士取得年分布

## 4.2 国別分析

### 4.2.1 論文数

第 1 著者の所属組織を用いて論文を国別に分類し、論文の数の多い順に上位 30ヶ国を図 4.4 にまとめる。図 4.4 では論文の発行年別に区別して表示している。論文数は米国が最も多く、全体の 27.2%を占める。米国に次いで台湾が 11.1%、日本が 8.9%、韓国が 7.5%、中国が 6.5%、イタリアが 6.2%の論文数を占めている。これら、米国と東アジアの国に続いて、シンガポール、フランス、インド、ベルギー、英国、ドイツからの論文数が多い。この結果から、電子デバイス領域研究の主要地域は米国と東アジアに二極化していることが推察される。

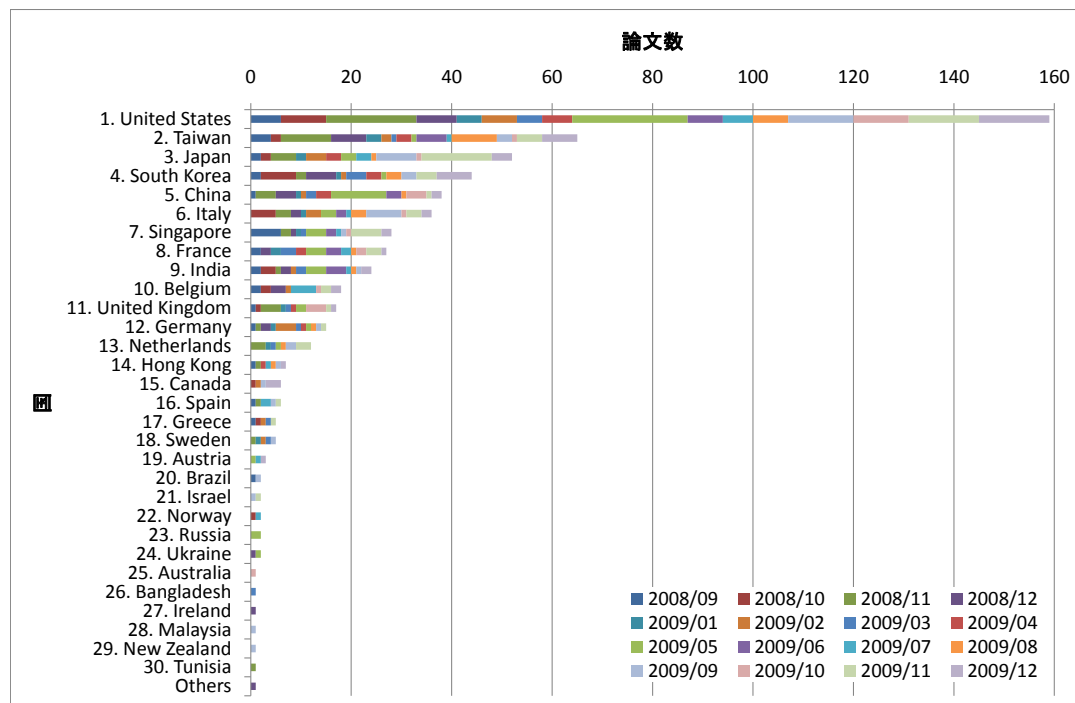


図 4.4 IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された国別論文数 (第 1 著者の所属組織から論文を国別に分類)



#### 4.2.2 研究者数と著者数

所属組織から各研究者を国別に分類し、研究者数、著者数の多い順に上位 30ヶ国をまとめた結果を図 4.5 に示す。研究者数は米国が最も多く、全体の 25.0%を占める。米国に次いで日本が 12.7%、台湾が 11.6%、韓国が 7.9%、中国が 7.0%、フランスが 5.2%、イタリアが 4.4%、シンガポールが 4.0%、英国が 4.0% の研究者を占める。

著者数も米国が最も多く、全体の 23.5%を占める。米国に次いで日本が 11.4%、台湾が 10.5%、中国が 7.9%、韓国が 7.9%、フランスが 5.7%、イタリアが 5.4%、シンガポールが 5.1%、ベルギーが 4.8% の著者数を占める。著者数は論文別にカウントしているため、研究者数に対して著者数が多い国では、発表している論文件数の多い研究者が含まれていることを示す。研究者比率よりも著者比率の高い、イタリアとシンガポールではこの傾向が顕著と言える。

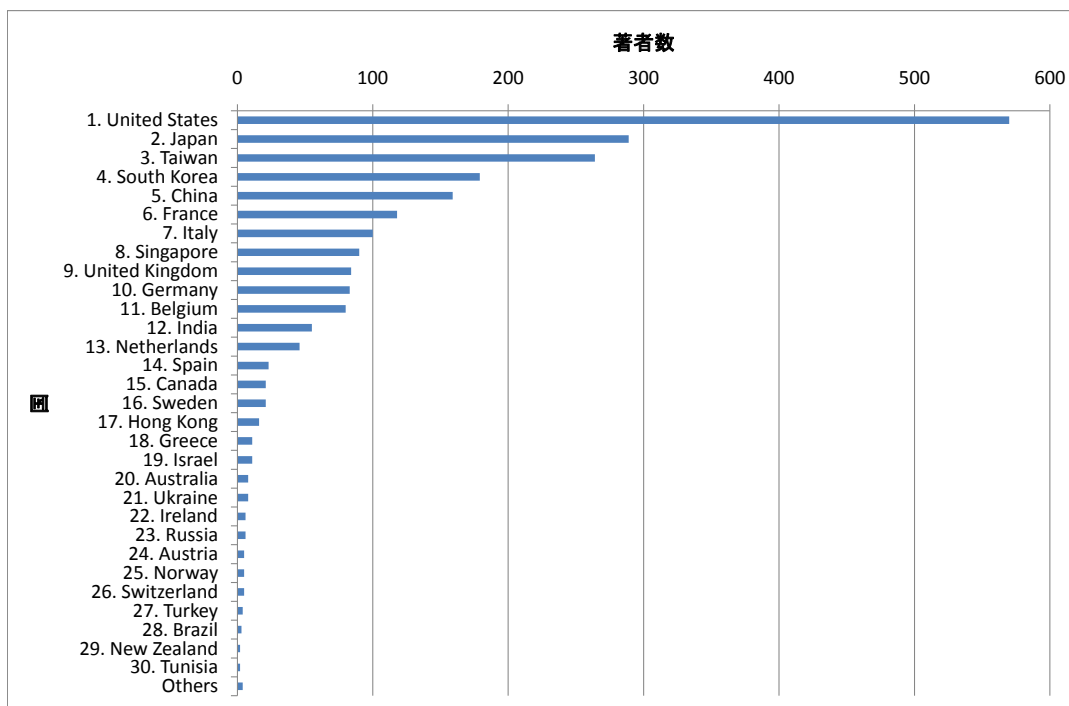
#### 4.2.3 研究者と論文数の関係

電子デバイス研究の主要 12ヶ国について、IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文における国別の研究者と論文数の関係をまとめた結果を表 4.5 に示す。調査データに論文が多く含まれる研究者は著名研究者であると考えられる。米国、韓国、イタリア、シンガポール、ベルギーの組織にこのような研究者が多く所属していることがわかる。

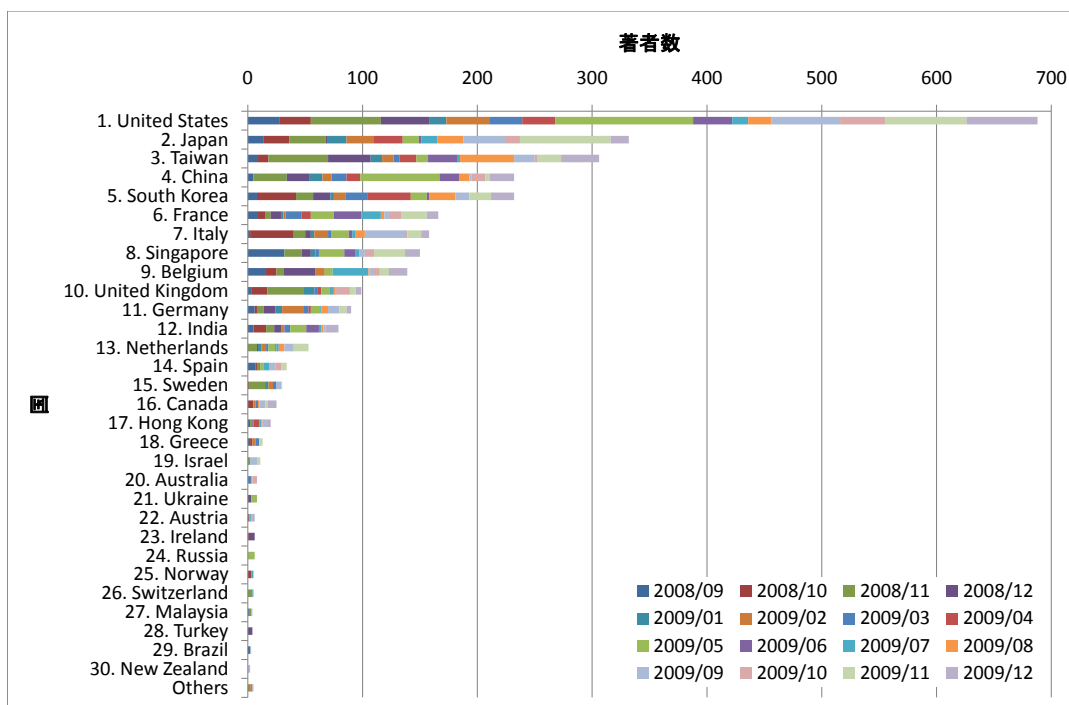
一方、調査データに含まれる論文数が少ない研究者の多くは、大学院生など若手研究者と考えられる。調査データに 1 件だけの論文含まれる研究者の比率は、ドイツ、日本、米国、台湾、英国で高く、これらの国の組織に若手研究者が多く所属していると推察される。

表 4.5 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文における国別の同一研究者による論文数と研究者数の関係

	論文数	1	2	3	4	5	6	7	8	10
米国	研究者数	487	57	18	2	2		1		1
	比率 [%]	85.7	10.0	3.2	0.4	0.4		0.2		0.2
日本	研究者数	250	34	1	1		1			
	比率 [%]	87.1	11.8	0.3	0.3	0.0	0.3			
台湾	研究者数	217	30	5	1	2				
	比率 [%]	85.1	11.8	2.0	0.4	0.8				
韓国	研究者数	139	18	3	6	2		1	1	
	比率 [%]	81.8	10.6	1.8	3.5	1.2		0.6	0.6	
中国	研究者数	107	27	18	2	1				
	比率 [%]	69.0	17.4	11.6	1.3	0.6				
フランス	研究者数	88	17	9	3	1				
	比率 [%]	74.6	14.4	7.6	2.5	0.8				
イタリア	研究者数	62	26	8	2	1		1		
	比率 [%]	62.0	26.0	8.0	2.0	1.0		1.0		
シンガポール	研究者数	54	17	7	5	1	1		1	
	比率 [%]	62.8	19.8	8.1	5.8	1.2	1.2		1.2	
ベルギー	研究者数	49	14	7	5	1	1	1		
	比率 [%]	62.8	17.9	9.0	6.4	1.3	1.3	1.3		
英国	研究者数	72	11	1	1					
	比率 [%]	84.7	12.9	1.2	1.2					
ドイツ	研究者数	77	5	1						
	比率 [%]	92.8	6.0	1.2						
インド	研究者数	41	5	5	3					
	比率 [%]	75.9	9.3	9.3	5.6					



(a) 研究者数



(b) 著者数

図 4.5 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文における国別の研究者数と著者数 (所属組織から研究者と著者を国別に分類している。)

#### 4.2.4 共著者数

国別の共著者数と論文数の関係を図 4.6 に示す。米国の論文数が多いため、図 4.6(a) のみ異なったスケールで論文数を表示している。全体として共著者数が 2~6 名の論文が多い点は各国に共通している。台湾、ドイツは、共著数が 10 名を越える論文が含まれないが、他の国では共著数が 10 名を越える論文が数件含まれている。共著者が 2~3 名の研究から、件数は少なくなるものの共著数が 10 名を越えるグループによる研究が行われていることがわかる。

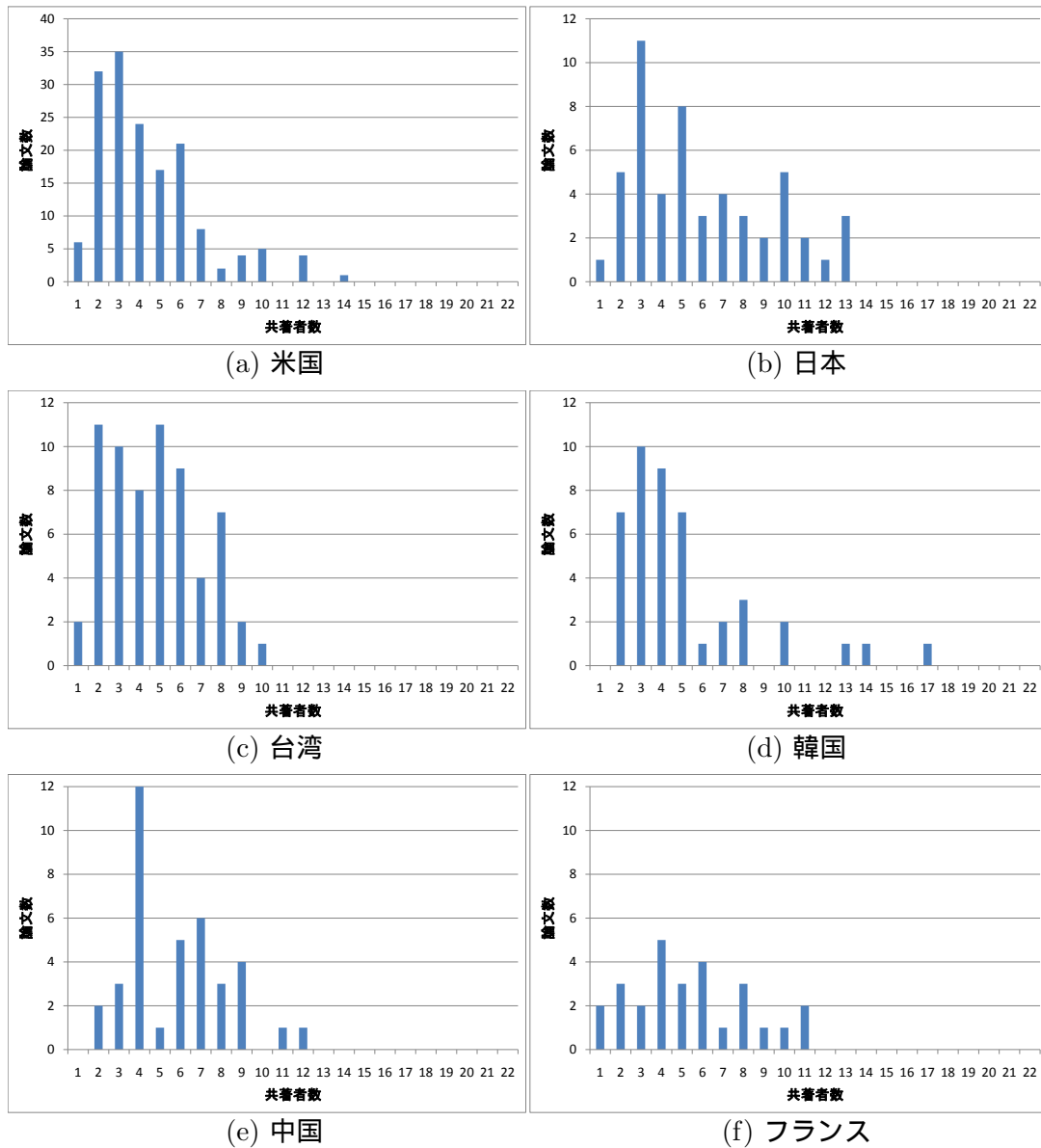


図 4.6 IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された論文の共著者数分布

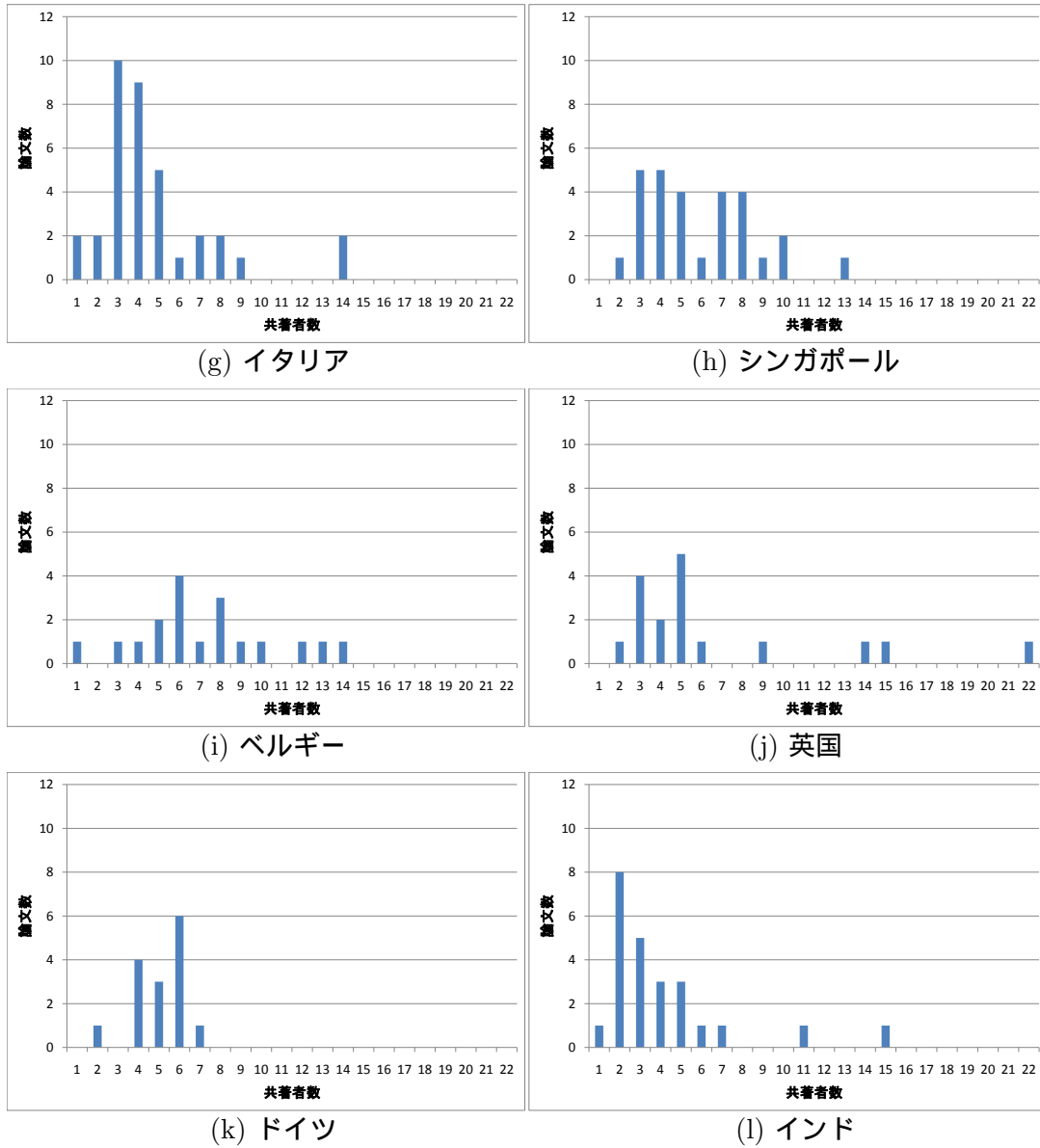


図 4.6 IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された論文の共著者数分布

#### 4.2.5 国際共著ネットワーク

図 4.7 には所属組織を用いて著者を国別に分類した結果から得られた国際共著関係を表すネットワークを示す。著者が異なる国の組織に所属する場合に、これらの国を接続する辺を生成し、各論文について生成される国際共著のネットワークを重ね合わせた結果を表示している。複数の共著者が同じ国の組織に所属する場合には、国単位に著者データをまとめて自己ループを生成しないようにしている。辺の数が多いほど、接続された頂点に対応する国の間で国際共著が多いことを示す。

論文数、著者数が最も多い米国の場合、図 4.7(a) のように米国を含めた 27ヶ国から国際共著ネットワークが構成されている。日本、韓国との国際共著が特に多く、台湾、インド、イタリア、ドイツ、中国、オランダ、ベルギーとの国際共著も多いことがわかる。

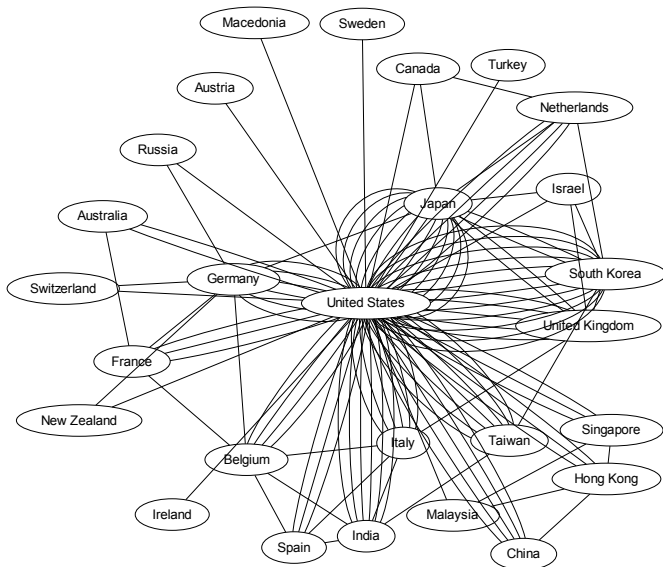
図 4.7(b) に示す日本の場合、日本を含む 12ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。米国との国際共著が多いが、英国、韓国との国際共著も複数存在する。図 4.7(c) に示す台湾の場合、台湾を含む 5ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。米国との国際共著が複数含まれるが、論文数の近い日本と比較すると国際共著は少ない。図 4.7(d) に示す韓国の場合、韓国を含む 10ヶ国の国際共著ネットワークを構成する。米国との国際共著が最も多く、次にシンガポールとの国際共著が多い。図 4.7(e) に示す中国の場合、中国を含む 5ヶ国の国際共著ネットワークを構成する。香港との国際共著が多く、シンガポール、米国、韓国との国際共著も見られるが、多くの国との国際共著があるわけではない。図 4.7(f) に示すフランスの場合、フランスを含む 16ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。ベルギーとの国際共著は比較的多いが、特定の国との国際共著が多いという傾向は見られない。

図 4.7(g) に示すイタリアの場合、イタリアを含む 11ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。米国との国際共著が比較的多いことがわかる。図 4.7(h) に示すシンガポールの場合、シンガポールを含む 8ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。このネットワークにはシンガポールと中国、香港、韓国、マレーシアとの国際共著が含まれる。図 4.7(i) に示すベルギーの場合、ベルギーを含む 13ヶ国のネットワークを構成している。フランス、ドイツ、スペインとの国際共著が比較的多いが、特定の国と国際共著が多いといった特徴は見られない。図 4.7(j) に示す英国の場合、英国を含む 11ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。米国との国際共著が比較的多く、日本、フランス、スペインとの国際共著も含まれるが、他の欧州先進国と比較すると国際共著は少ない。図 4.7(k) に示すドイツの場合、ドイツを含む 16ヶ国の国際共著ネットワークを構成している。米国、フランス、ベルギーとの国際論文が比較的多くなっている。図 4.7(l) に示すインドの場合、インドを含む 8ヶ国の国際共著ネットワークを構成する。ネットワークでは米国との国際共著が比較的多いが、多くの国との国際共著があるわけではない。

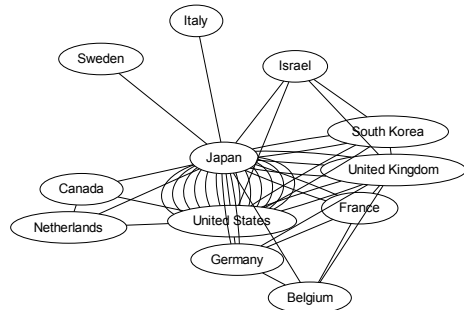
#### 4.2.6 論文数、研究者数と博士、修士、学士取得者数の関係

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた国別の論文、研究者と博士、修士、学士取得者の比率を図 4.8 に示す。第 1 著者の所属組織により論文を国別に分類し、各研究者の所属組織と得られた博士、修士、学士取得組織を国別に分類した結果である。論文数の多い上位 10ヶ国については、それぞれ、論文、研究者と博士、修士、学士取得者数の比率を示し、その他の国については Others にまとめて表示している。

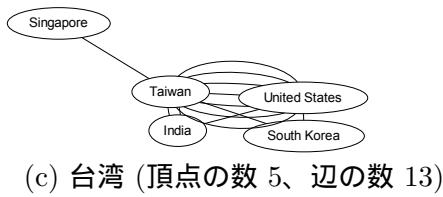
博士、修士、学士取得組織が論文の著者情報から得られない場合には N/A と表記した。N/A は博士、修士、学士取得者のそれぞれ 45.6%、39.9%、35.1% を占める。博士取得



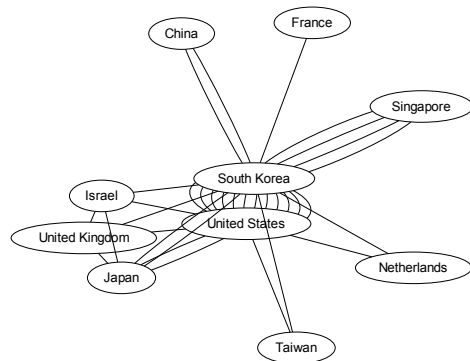
(a) 米国 (頂点の数 27、辺の数 126)



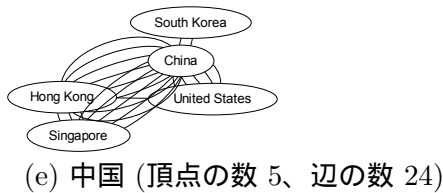
(b) 日本 (頂点の数 12、辺の数 46)



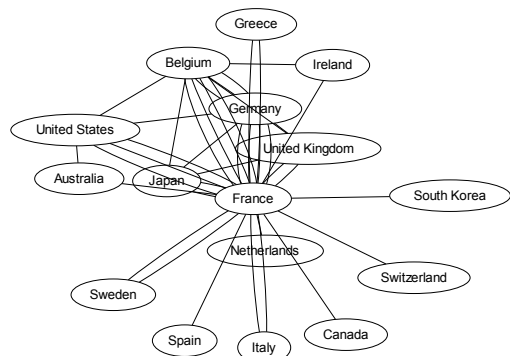
(c) 台湾 (頂点の数 5、辺の数 13)



(d) 韓国 (頂点の数 10、辺の数 34)

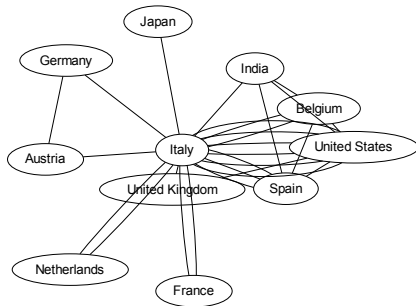


(e) 中国 (頂点の数 5、辺の数 24)

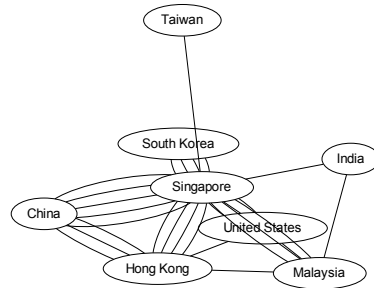


(f) フランス (頂点の数 16、辺の数 40)

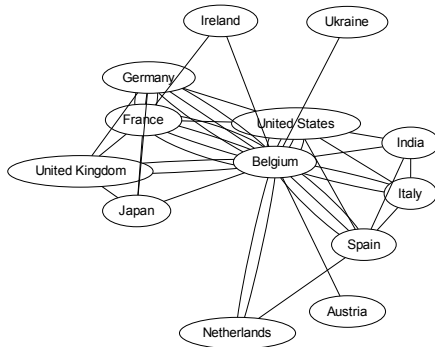
図 4.7 IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された国際共著論文から生成した国際共著ネットワーク (著者が異なる国の組織に所属する場合に、これらの国を接続する辺を生成し、各論文について生成される国際共著のネットワークを重ね合わせて表示している。)



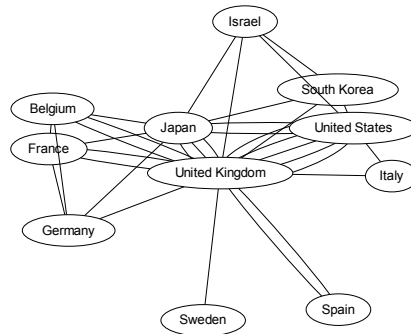
(g) イタリア (頂点の数 11、辺の数 28)



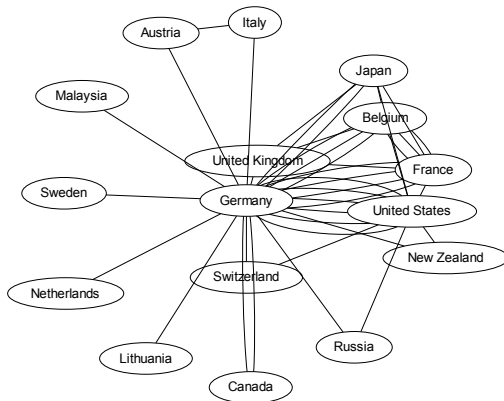
(h) シンガポール (頂点の数 8、辺の数 28)



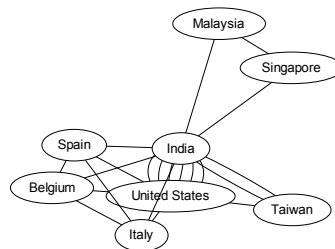
(i) ベルギー (頂点の数 13、辺の数 48)



(j) 英国 (頂点の数 11、辺の数 33)



(k) ドイツ (頂点の数 16、辺の数 42)



(l) インド (頂点の数 8、辺の数 21)

図 4.7 IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された国際共著論文から生成した国際共著ネットワーク (著者が異なる国の組織に所属する場合に、これらの国を接続する辺を生成し、各論文について生成される国際共著のネットワークを重ね合わせて表示している。)

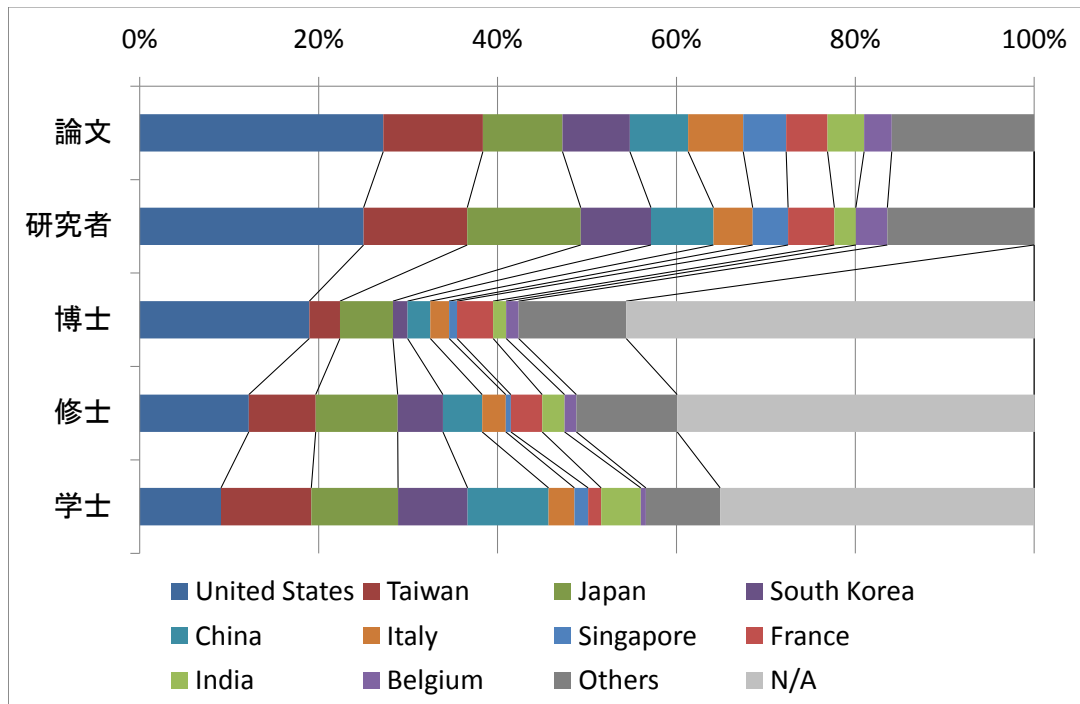


図 4.8 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文における国別の論文、研究者と博士、修士、学士取得者の比率 (第 1 著者の所属組織によって論文を国別に分類し、その他は各研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織から国別に分類している。)

組織の N/A は、大学院博士課程に在籍する学生が学位を未取得の場合と、大学学部を卒業、あるいは、大学院修士課程を修了して就職している研究者に相当する。博士、修士取得者の場合、最終的に取得した学位のみを著者情報に記述する場合も少なくなく、学士取得組織が省略されることもある。しかし、研究者が大学を卒業していないとは考えにくいので、学士取得者の N/A は著者情報に学士取得組織を記述しない場合に相当する。修士取得者の N/A は、大学院修士課程に在籍して学位を未取得な場合、あるいは、大学卒業後に就職している場合が考えられる。

図 4.8 を見ると、米国の場合、論文、研究者の比率は 27.2%、25.0% と高いが、博士、修士、学士取得者数の比率は 19.0%、12.2%、9.1% と下がっている。学士取得組織が得られない N/A の比率を考慮しても、米国の研究者比率が 27.2% であるのに対して、米国の学士取得者の比率が 9.1% と低い。この結果は、米国外の大学を卒業後に米国の大学院に留学、または、米国内の企業等に所属している研究者が少なくないことを示唆している。

台湾の場合、論文、研究者の比率は 11.1%、11.6%、博士、修士、学士取得者の比率は 3.4%、7.5%、10.1% であり、米国とは反対に学士、修士、博士取得者の順に比率が高い。日本の場合、論文、研究者の比率は 8.9%、12.7%、博士、修士、学士取得者の比率は 5.9%、9.2%、9.7% である。日本の論文数は台湾よりも少ないが、日本の研究者数は台湾よりも多い結果となっている。韓国の場合、論文、研究者の比率は 7.5%、7.9%、博士、修士、学士取得者の比率は 1.6%、5.0%、7.8% である。韓国も台湾と同様に、学士、修士、博士取得者の順に比率が高い。中国の場合、論文、研究者の比率は 6.5%、7.0%、博士、修士、学士取得者の比率は 2.5%、4.4%、9.0% である。

イタリアの場合、論文、研究者の比率は 6.2%、4.4%、博士、修士、学士取得者の比率は 2.1%、2.6%、2.9% である。シンガポールの場合、論文、研究者の比率は 4.8%、4.0%、博士、修士、学士取得者の比率は 0.9%、0.6%、1.5% である。シンガポールの場合、研究



者の比率に対して博士、修士取得者数の比率が低い。フランスの場合、論文、研究者の比率は4.6%、5.2%、博士、修士、学士取得者数の比率は4.0%、3.5%、1.4%である。インドの場合、論文、研究者の比率は4.1%、2.4%、博士、修士、学士取得者数の比率は1.4%、1.3%、4.4%である。ベルギーの場合、論文、研究者数の比率は3.1%、3.5%、博士、修士、学士取得者数の比率は1.4%、1.3%、0.6%である。

米国、フランス、ベルギーでは、博士、修士、学士取得者の順に比率が高く、台湾、日本、韓国、中国、インドでは、反対に学士、修士、博士取得者の順に比率が高くなっている。研究者の国際流動性を考慮すると、台湾、日本、韓国、中国、インドなどの大学を卒業し、米国、フランス、ベルギーなどの大学院に留学する場合が考えられる。ただし、台湾、日本、韓国、中国、インドなどの大学を卒業し、これらの国の大学院修士、博士課程に在籍中、あるいは企業に就職してから論文を発表している場合も考えられる。

#### 4.2.7 国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から求めた国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係を図 4.9 に示す。国別に研究者数を球の大きさに反映し、国外から移動してきた研究者数と国外に移動した研究者数の対数をグラフの横軸と縦軸に対応させている。ただし、対数表示における 0 を避けるため、研究者数に 1 名加算した値を用いている。国内外に移動した研究者数、または、国内の組織に所属する研究者数が 3 名以上の国を表示している。

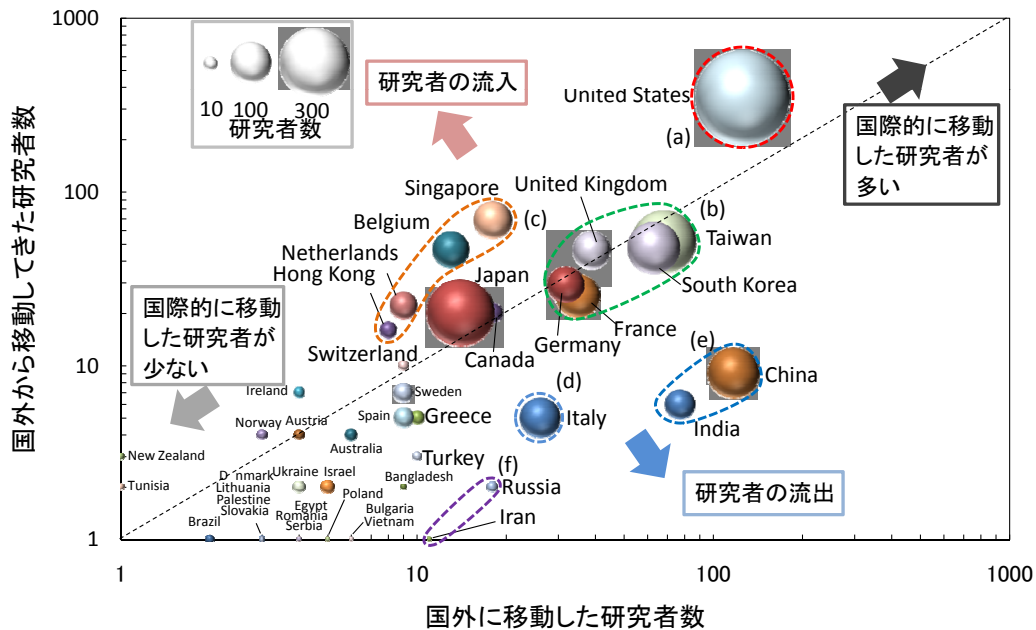


図 4.9 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係 (対数表示の 0 を回避するため、横軸と縦軸の研究者数には 1 名加算した値を用いている。)

右上の領域は国内に移動した研究者と国外に移動した研究者が多く、左下の領域は国外から移動してきた研究者と国外に移動した研究者が少ない。また、左上の領域は国外に移動した研究者に対して国外から移動してきた研究者が多く、研究者が国内に流入する傾向

を示す。右下の領域は国外に移動した研究者に対して国外から移動してきた研究者が少なく、研究者が国外に流出する傾向を示す。

図 4.9 から抽出される特徴的なグループを表 4.6 にまとめる。研究者の多い台湾、韓国、中国はいずれも国際的に移動する研究者が多く、中国から流出する研究者が多いことがわかる。また、日本は国内に研究者が多いにもかかわらず国際的に移動する研究者が極めて少ない。

表 4.6 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数と国別研究者数の関係から得られる特徴のあるグループ

特徴と国	国内の論文研究者数	国外に移動した研究者数	国内に移動した研究者数
(a) 国内の研究者が極めて多く、研究者の流入出も多いが、特に流入する研究者が多い。 米国	565 ~	125 ~	345 ~
(b) 国内の研究者が多く、研究者の流入出は流入傾向、または、均衡している。 台湾、韓国、フランス、ドイツ	80 ~ 255	30 ~ 70	20 ~ 50
(c) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国内に流入する研究者が多い。 オランダ、ベルギー、シンガポール、香港	15 ~ 90	5 ~ 20	15 ~ 70
(d) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が多い。 イタリア	100	25 ~	~ 5
(e) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が極めて多い。 中国、インド	55 ~ 160	75 ~	~ 10
(f) 国内に殆ど研究者が存在せず、国外に流出する研究者が多い。 ロシア、イラン	~ 10	10 ~	~ 1

#### 4.2.8 国際的に移動した研究者数の国別研究者数による規格化

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた国別の研究者数が 10 名以上の国について、国外に移動した研究者数と国外から移動してきた研究者数を国別の研究者数で規格化した値を図 4.10 に示す。ヒストグラムの赤い領域が多いほど、国内の研究者に対して国外から移動してきた研究者が多く、ヒストグラムの青い領域が多いほど、国内の研究者に対して国外に移動した研究者が多いことを意味する。なお、図では国外に移動した研究者数は負の値として扱っている。

国外から移動してきた研究者には、国外の大学を卒業して大学院に留学し、さらに国外の他組織に移動して論文を発表した研究者も含まれる。この場合、国外から移動してきた研究者としてカウントされるが、国内に所属する研究者としてはカウントされない(1.3.3 の図 1.3 参照)。そのため、所属する研究者数で規格化した値が 1 を越えることもある。

国外から移動してきた研究者数について規格化した値を見ると、米国よりも、香港、カナダ、シンガポールが高くなっている。これらの国では、国外から研究者が流入する傾向が顕著であると言える。一方、日本は国内の研究者数が多いが、規格化した値はインドよりも小さく、中国やイタリアに近い水準となっている。

国外に移動した研究者数について規格化した値を見ると、国内の研究者数が少ないインドが突出した値となっている。インドだけでなく、中国、ギリシア、カナダ、中国からは研究者が国外に流出する傾向が顕著である。

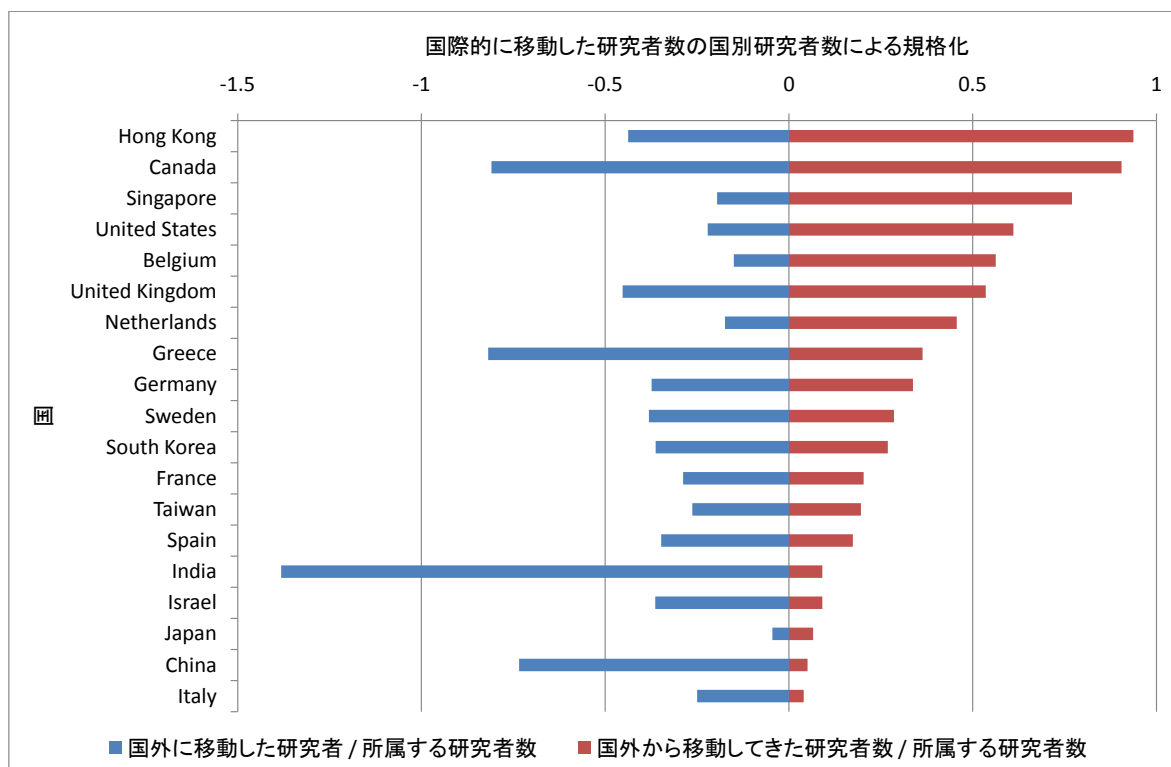


図 4.10 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた国別研究者数による国際的に移動した研究者数の規格化 (国別研究者数が 10 名以上の国を表示している。)

#### 4.2.9 研究者の国際的な移動パターン

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文における研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織から求めた、研究者の国際的な移動を図 4.11 にまとめる。地図上の曲線は研究者の国際的な移動を表し、他国からの流入は赤い曲線で示し、他国への流出は青い曲線で示している。曲線の太さが移動人数を表し、移動人数が多い場合には数値を表記した。

図 4.11(a)、(b) に示す米国の場合、台湾から 62 名、中国、インドから 各 59 名、韓国から 54 名、英国から 12 名、ドイツ、ロシアから 各 11 名、カナダから 10 名、イラン、日本、トルコから 各 7 名、イタリア、シンガポールから 各 6 名、バングラデシュ、ベルギー、ギリシアから 各 5 名の研究者が米国に移動している。米国から台湾に 44 名、韓国に 32 名、シンガポールに 17 名、カナダ、ドイツ、香港に 各 4 名の研究者が移動している。世界各国から研究者が米国に移動し、さらに、米国から世界各国に移動していることがわかる。ただし、米国に流入する研究者数が米国から流出する研究者数を上回る。

図 4.11(c)、(d) に示す日本の場合、ベトナムから 4 名、中国、スウェーデン、米国から 各 3 名、韓国から 2 名の研究者が日本に移動している。日本から米国に 7 名の研究者が移動している。研究者数が多いにもかかわらず、日本を中心とした研究者の流入出は極めて低い水準にある。

図 4.11(e)、(f) に示す台湾の場合、米国から 44 名、インドから 3 名、シンガポールから 2 名の研究者が台湾に移動している。台湾から米国に 62 名、シンガポール、英国に 各 3 名の研究者が移動している。台湾-米国間では双方向の研究者移動が見られるが、台湾から米国への移動人数が多い。

図 4.11(g)、(h) に示す韓国の場合、米国から 32 名、中国から 6 名、英国から 3 名、インド、シンガポールから 各 2 名の研究者が韓国に移動している。韓国から米国に 54 名、英国に 3 名、日本、シンガポールに 各 2 名の研究者が移動している。韓国についても台湾と同様に、韓国-米国間で双方向の研究者移動が見られるが、韓国から米国への移動人数が多い。

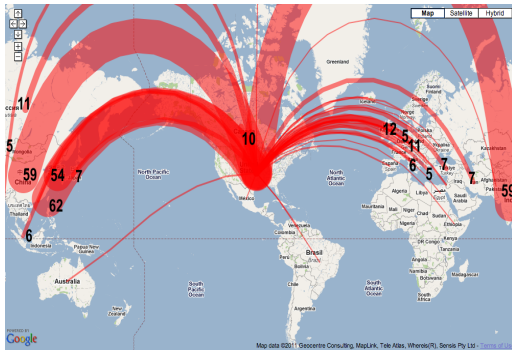
図 4.11(i)、(j) に示す中国の場合、米国から 3 名、シンガポールから 2 名の研究者が中国に移動している。中国から米国に 59 名、シンガポールに 32 名、香港に 9 名、英国に 8 名、韓国に 6 名、ドイツ、日本に 各 2 名の研究者が移動している。中国から米国、シンガポールへの研究者移動が顕著である。

図 4.11(k)、(l) に示すフランスの場合、イタリアから 4 名、ドイツから 3 名、カナダ、中国、ギリシアから 各 2 名の著者がフランスに移動している。フランスからベルギーに 14 名、カナダ、英国に 各 4 名、オランダ、米国に 各 2 名の研究者が移動している。フランスからベルギーへの研究者移動が比較的多いことがわかる。

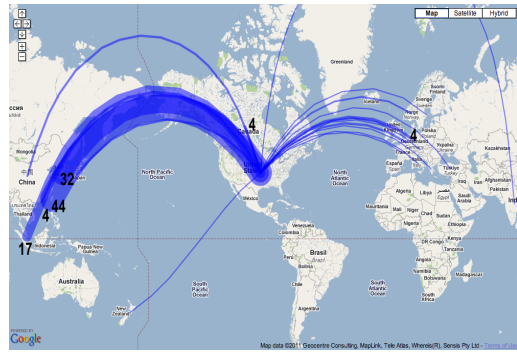
図 4.11(m)、(n) に示すイタリアの場合、他国からイタリアに移動した研究者は少ない。イタリアからオランダに 7 名、米国に 6 名、ベルギーに 5 名、フランスに 4 名、ドイツ、英国に 各 2 名が移動している。イタリアからは欧州各国と米国に研究者が流出する傾向がある。

図 4.11(o)、(p) に示すシンガポールの場合、中国から 32 名、米国から 17 名、英国から 5 名、インドから 4 名、オーストラリア、香港、台湾から 各 3 名の研究者がシンガポールに移動している。シンガポールから米国に 6 名、英国に 3 名、中国、韓国、台湾に 各 2 名の研究者が移動している。シンガポールの場合、他国への研究者流出よりも他国からの研究者流入が顕著である。

図 4.11(q)、(r) に示すベルギーの場合、フランスから 14 名、ドイツから 6 名、イタリアから 5 名、オランダ、英国から 各 4 名、スイス、米国から 各 3 名、ポーランド、スвей



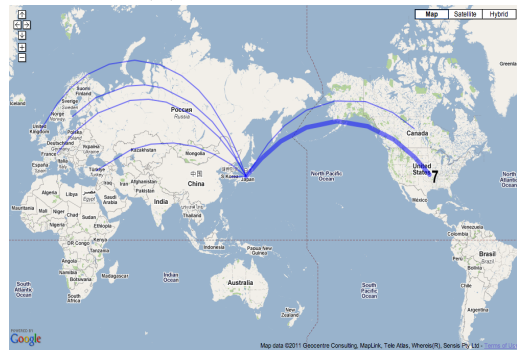
(a) 米国への移動



(b) 米国からの移動



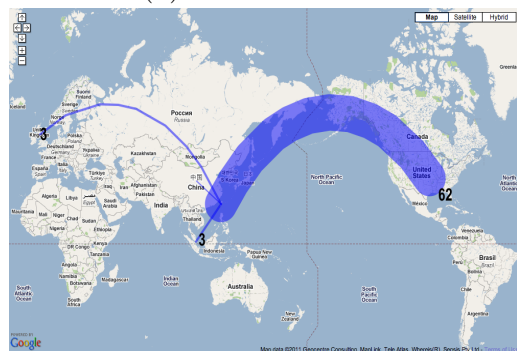
(c) 日本への移動



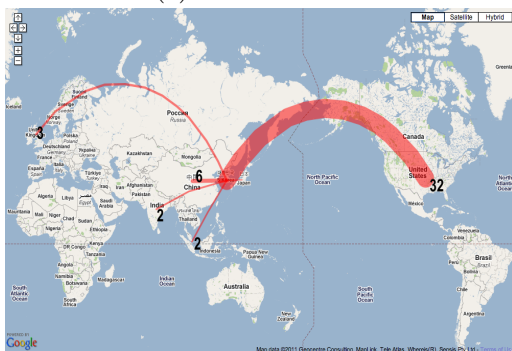
(d) 日本からの移動



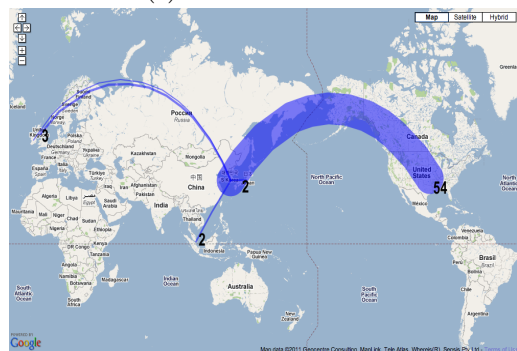
(e) 台湾への移動



(f) 台湾からの移動



(g) 韓国への移動

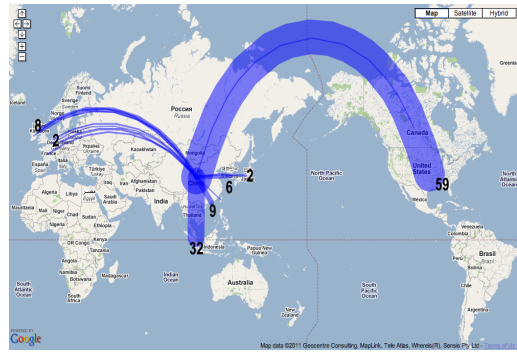


(h) 韓国からの移動

図 4.11 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)



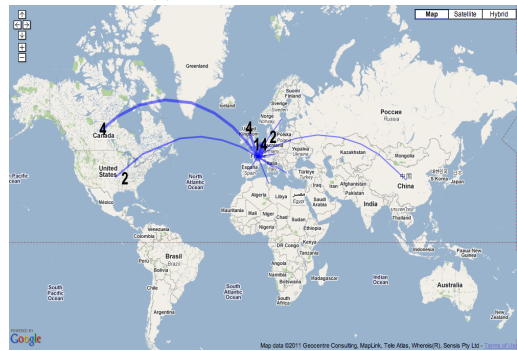
(i) 中国への移動



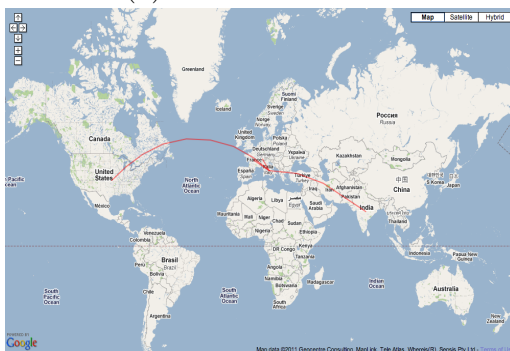
(j) 中国からの移動



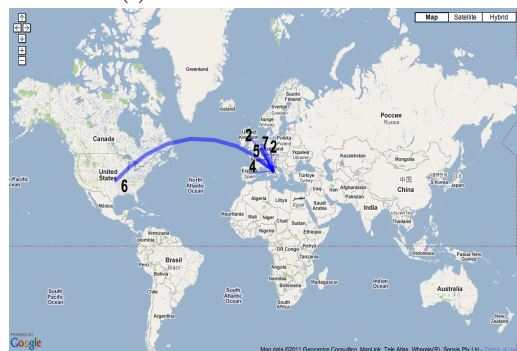
(k) フランスへの移動



(l) フランスからの移動



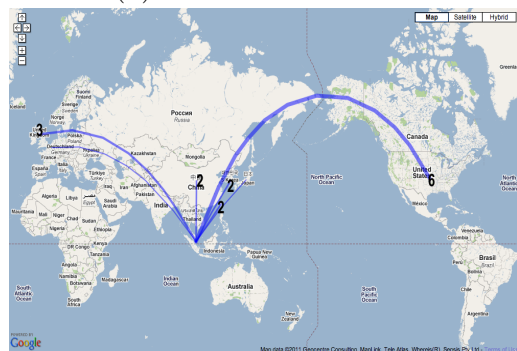
(m) イタリアへの移動



(n) イタリアからの移動

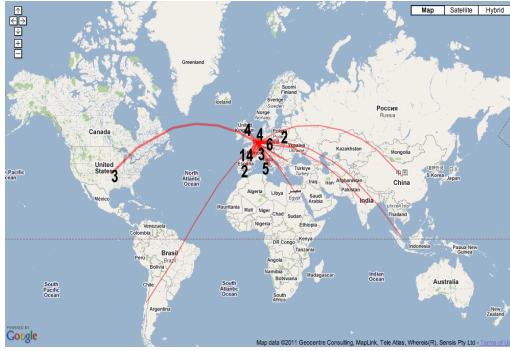


(o) シンガポールへの移動



(p) シンガポールからの移動

図 4.11 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)



(q) ベルギーへの移動



(r) ベルギーからの移動



(s) 英国への移動



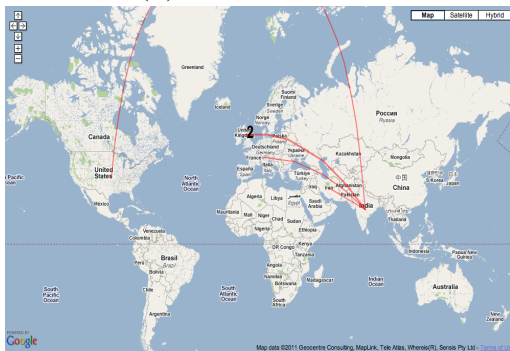
(t) 英国からの移動



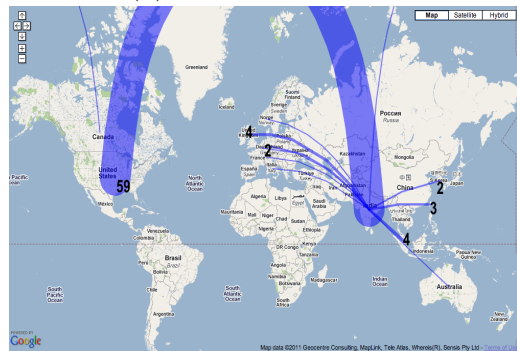
(u) ドイツへの移動



(v) ドイツからの移動



(w) インドへの移動



(x) インドからの移動

図 4.11 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)

ンから各2名の研究者が移動している。ベルギーから米国に5名、アイルランドに3名、オランダに2名の研究者が移動している。欧州各国からベルギーに流入する研究者が多いことがわかる。

図4.11(s)、(t)に示す英国の場合、中国から8名、フランス、インドから各4名、シンガポール、韓国、台湾から各3名、カナダ、ギリシア、イタリア、ルーマニア、スロヴァキア、米国から各2名の著者が英国に移動している。英国から米国に12名、シンガポールに5名、ベルギーに4名、カナダ、オランダ、韓国に3名、香港、インドに各2名の研究者が移動している。人数はそれほど多くはないが、英国を中心とした研究者の流入出が見られる。

図4.11(u)、(v)に示すドイツの場合、米国から4名、中国から3名、インド、イタリア、リトアニア、ロシア、スペイン、スイスから各2名の研究者がドイツに移動している。ドイツから米国に11名、ベルギーに6名、スイスに4名、フランスに3名、スペインに2名の研究者が移動している。

図4.11(w)、(x)に示すインドの場合、英国から2名の研究者がインドに移動している。インドから米国に59名、シンガポール、英国に各4名、台湾に3名、ドイツ、韓国に各2名の研究者が移動している。インドから米国に移動した研究者が多いことがわかる。

#### 4.2.10 国別に分類した研究者の博士、修士、学士取得国

所属組織を用いて国別に分類した各研究者について博士、修士、学士を取得国を調べて国別に整理した結果を図4.11に示す。図4.11では、博士、修士、学士取得者数の多い10ヶ国を個別に示し、その他の国はOthersにまとめて示す。論文の著者情報から博士、修士、学士の取得組織が得られない研究者はN/Aと表記した。

米国の組織に所属する研究者688名の場合(図4.11(a))、米国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が55%、41%、35%を占め、米国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が10%、19%、48%を占める。米国を除く修士取得国は中国が4%を占め、学士取得国は中国が10%、インドが9%、韓国、台湾が各4%を占める。米国の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が33%、42%、27%を占める。

日本の組織に所属する研究者332名の場合(図4.11(b))、日本国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が48%、72%、73%を占め、日本国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が2%、4%、3%を占める。日本の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が51%、24%、23%を占める。

台湾の組織に所属する研究者306名の場合(図4.11(c))、台湾国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が31%、60%、77%を占め、台湾国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が22%、8%、1%を占める。台湾を除く博士取得国は米国が20%を占め、修士取得国は米国が8%を占める。台湾の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が48%、32%、23%を占める。

韓国の組織に所属する研究者232名の場合(図4.11(d))、韓国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が17%、63%、87%を占め、韓国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が25%、6%、4%を占める。韓国を除く博士取得国は米国が20%を占め、修士取得国は米国が4%を占め、学士取得国は中国が3%を占める。台湾の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が58%、31%、9%を占める。

中国の組織に所属する研究者232名の場合(図4.11(e))、中国国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が36%、31%、63%を占め、中国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が6%、2%、1%を占める。中国を除く博士取得国は米国が3%、シンガ



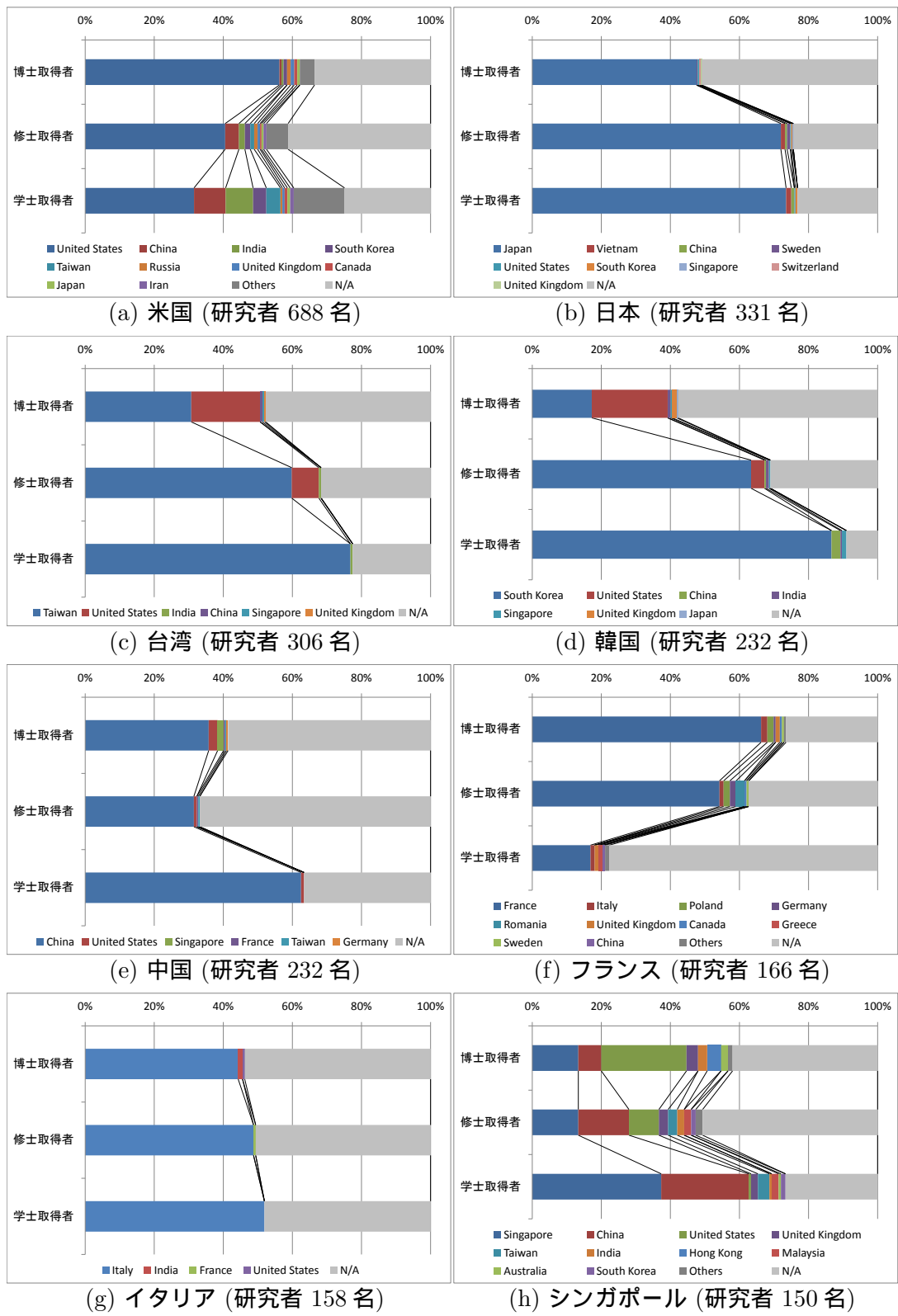


図 4.12 国別に分類した IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文の研究者が博士、修士、学士を取得した国の比率 (第 1 著者の所属組織によって論文を国別に分類している。)

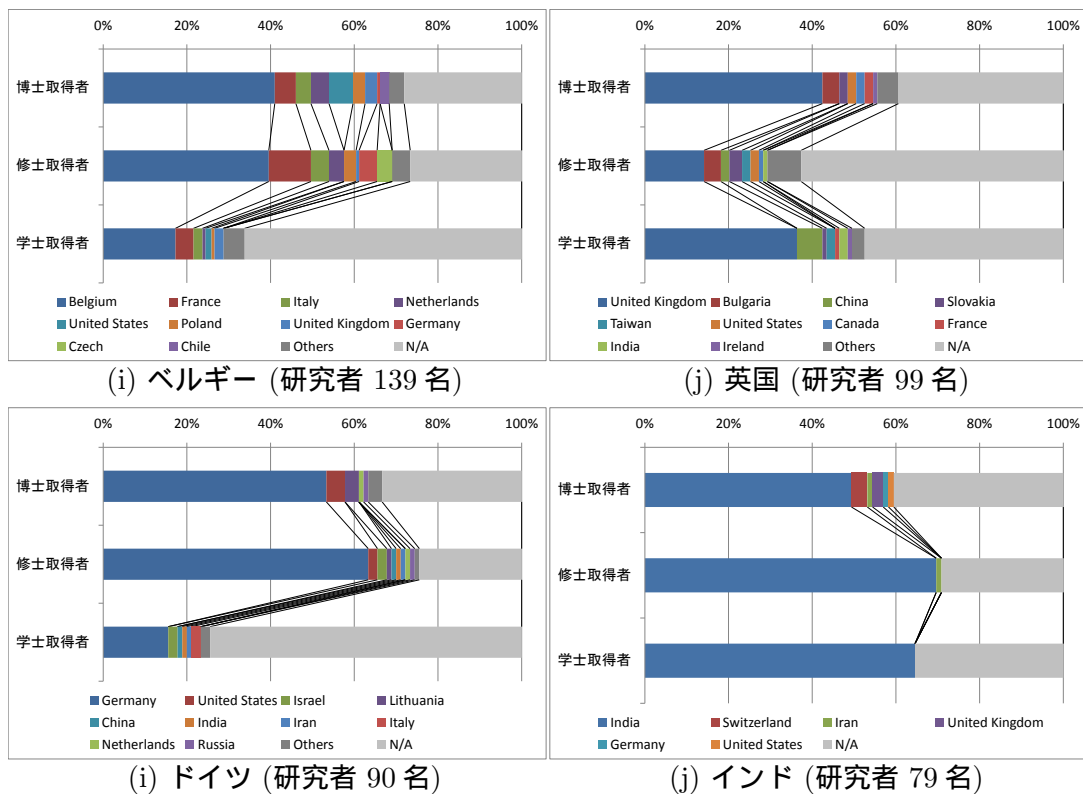


図 4.12 国別に分類した IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文の研究者が博士、修士、学士を取得した国 (第 1 著者の所属組織によって論文を国別に分類している。)

ポールが 2% を占め、修士、学士取得国は米国が各 1% を占める。中国の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 59%、67%、37% を占める。

フランスの組織に所属する研究者 166 名の場合 (図 4.11(f))、フランス国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 66%、54%、17% を占め、フランス国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 7%、8%、5% を占める。フランスを除く博士取得国はイタリア、ポーランドが各 2% を占め、修士取得国はポーランド、ドイツ、ルーマニアが各 2% を占める。フランスの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 27%、37%、78% を占める。

イタリアの組織に所属する研究者 158 名の場合 (図 4.11(g))、イタリア国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 44%、49%、52% を占め、イタリア国外の組織から博士、修士を取得した研究者が 2%、1% を占める。イタリアを除く博士取得国に米国、インドが含まれ、修士取得国にフランスが含まれるがそれぞれ比率は低い。イタリアの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 54%、51%、48% を占める。

シンガポールの組織に所属する研究者 150 名の場合 (図 4.11(h))、シンガポール国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 13%、13%、37% を占め、シンガポール国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 45%、36%、36% を占める。国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者の比率は低い、他国の組織から博士、修士、学士を取得した研究者の比率は高いという特徴がある。シンガポールを除く博士取得国は米国が 25%、中国が 7%、香港が 4%、英国、インドが各 3%、オーストラリアが 2% を占め、修士取得国は中国が 15%、米国が 9%、英国、台湾が各 3%、インド、マレーシアが 2% を占める。シンガポールの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 45%、

36%、36%を占める。

ベルギーの組織に所属する研究者 139 名の場合 (図 4.11(i))、ベルギー国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 41%、40%、17%を占め、ベルギー国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 31%、34%、17%を占める。ベルギー国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者の比率は他国と比較して低い。ベルギーを除く博士取得国は米国が 6%、フランスが 5%、イタリア、オランダが各 4%、ポーランド、英国が各 3%、チリが 2%を占め、修士取得国はフランスが 10%、イタリア、オランダ、ドイツ、チェコが各 4%、ポーランドが 3%、英国が 1%を占め、学士取得国はフランスが 4%、イタリア、英国が各 2%、オランダ、米国、ポーランドが各 1%を占める。ベルギーの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 28%、27%、66%を占める。

英国の組織に所属する研究者 99 名の場合 (図 4.11(j))、英国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 42%、14%、36%を占め、英国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 18%、23%、16%を占める。英国を除く博士取得国はブルガリアが 4%、スロヴァキア、米国、カナダ、フランスが各 2%、修士取得国はブルガリアが 4%、スロヴァキアが 3%、中国、台湾、米国が各 2%、学士取得国は中国が 6%、台湾、インドが各 2%を占める。英国の場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者は 39%、63%、47%を占める。

ドイツの組織に所属する研究者 90 名の場合 (図 4.11(k))、ドイツ国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 53%、63%、16%を占め、ドイツ国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 13%、12%、10%を占める。ドイツを除く博士取得国は米国が 4%、リトアニアが 3%を占め、修士取得国は米国、イスラエルが各 2%を占め、学士取得国はイスラエル、イタリアが各 2%を占める。ドイツの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 33%、24%、74%を占める。

インドの組織に所属する研究者 79 名の場合 (図 4.11(l))、インド国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 49%、70%、65%を占め、インド国外の組織から博士、修士を取得した研究者が 10%、1%を占める。インドを除く博士取得国はスイスが 4%、英国が 3%を占める。インドの場合、博士、修士、学士取得国の得られない研究者が 41%、29%、35%を占める。

## 4.3 組織別分析

### 4.3.1 所属組織と博士、修士、博士取得組織の地理的な分布

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた所属組織と博士、修士、博士取得組織の地理的な分布を図 4.13 に示す。各組織は赤い点で表し、各組織に所属する研究者数の多さを濃淡で表示している。

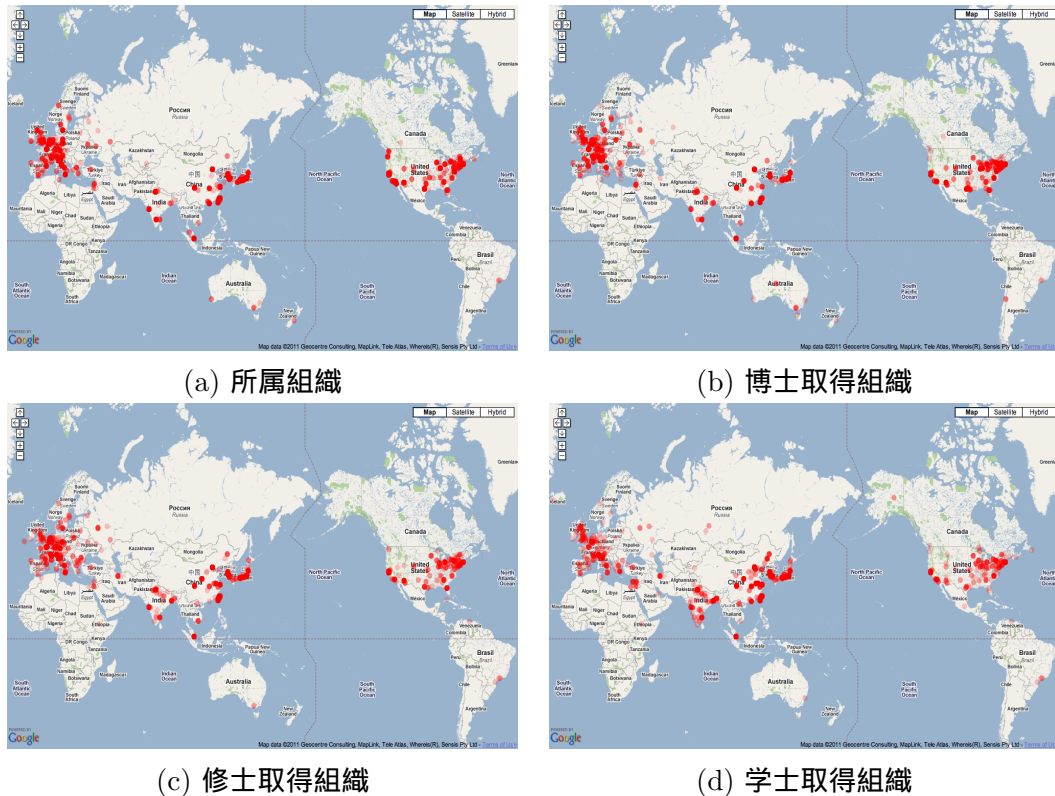


図 4.13 IEEE-TED 2008/09-2009/12 から得られた所属組織と博士、修士、学士取得組織の地理的な分布

全体の傾向としては所属組織と博士、修士、学士取得組織が米国、欧州、東アジア、インドに組織が集中している。図 4.13(a) の所属組織と図 4.13(b) の博士取得組織の分布には類似した傾向が見られる。図 4.13(c) から所属組織と博士取得組織には見られない修士取得組織がインド、中国に分布していることがわかる。所属組織と博士、修士取得組織と比較して図 4.13(d) の学士取得組織の場合、より多くの組織がインド、中国に分布している。

### 4.3.2 論文数

IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された論文を第 1 著者の所属組織により分類し、論文数が 4 件以上となる組織と国を表 4.7 にまとめる。企業については、組織名が研究所や関連会社などに別れていることもあるが、ここでは企業名を統一して扱う。多国籍企業の場合には、本社の所在地によって国を決めている。

全体としては、米国、台湾、ベルギー、韓国、中国、日本、シンガポールの組織から多くの論文が発表されていることがわかる。論文数は台湾の National Chiao Tung University の 19 件が最も多く、台湾の組織では National Cheng Kung University、National Tsing

表 4.7 IEEE-TED 2008/09-2009/12 に掲載された組織別の論文数 (第 1 著者の所属組織によって分類している。)

順位	組織	国	論文数
1	National Chiao Tung University	Taiwan	19
2	Stanford University	United States	15
3	IMEC	Belgium	12
4	Arizona State University	United States	11
	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	11
	National University of Singapore	Singapore	11
	Purdue University	United States	11
8	IBM	United States	10
	University of California, Berkeley	United States	10
10	National Cheng Kung University	Taiwan	9
11	Chinese Academy of Sciences	China	8
	MINATEC	France	8
	Massachusetts Institute of Technology	United States	8
	Nanyang Technological University	Singapore	8
	Peking University	China	8
	Toshiba	Japan	8
17	CNRS	France	7
	IUNET	Italy	7
	National Tsing Hua University	Taiwan	7
20	Indian Institute of Technology Bombay	India	6
	Seoul National University	South Korea	6
	University of Electronic Science and Technology of China	China	6
23	Delft University of Technology	Netherlands	5
	Polytechnic University of Milan	Italy	5
	Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited	Taiwan	5
	US Navy	United States	5
	University of Michigan	United States	5
28	Agency for Science, Technology and Research	Singapore	4
	Chang Gung University	Taiwan	4
	Hitachi	Japan	4
	Kyungpook National University	South Korea	4
	Microwave Tube Research and Development Centre	India	4
	NXP	Netherlands	4
	National Taiwan University	Taiwan	4
	Samsung	South Korea	4
	University of Bologna	Italy	4
	University of California, Santa Barbara	United States	4
	University of Cambridge	United Kingdom	4
	University of Glasgow	United Kingdom	4
	Yonsei University	South Korea	4

Hua University、Chang Gung University、National Taiwan University といった大学、企業の Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited (TSMC) も含まれている。

米国の組織では、大学の Stanford University、Arizona State University、Purdue University など研究大学、企業の IBM、軍の US Navy が含まれている。ベルギーの IMEC<sup>1</sup>、フランスの MINATEC<sup>2</sup>、イタリアの大学間ネットワーク IUNET<sup>3</sup> などの欧州の共同研究組織が含まれていることが電子デバイス領域の特徴である。

韓国の組織では、大学の Korea Advanced Institute of Science and Technology、Seoul National University、Kyungpook National University、企業の Samsung が含まれる。中国の組織では、Chinese Academy of Sciences、Peking University、University of Electronic Science and Technology of China が含まれる。日本の組織では、企業の Toshiba、Hitachi が含まれている。シンガポールの組織では、National University of Singapore、Nanyang Technological University、Agency for Science が含まれている。

#### 4.3.3 研究者数

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文について所属組織別に研究者数と著者数を求め、研究者数 10 名以上になる組織を表 4.8 にまとめる。著者は論文別に著者をカウントした結果である。研究者数に対して著者数が多いほど、同一研究者が多くの論文を発表していることを示す。

研究者数はベルギーの IMEC が 54 名で最も多く、次いで日本の Toshiba が 51 名、台湾の National Chiao Tung University (NCTU) が 48 名である。著者数は IMEC が 101 名、Toshiba が 52 名、NCTU が 71 名である。IMEC の場合、著者数が研究者数の約 2 倍になっているため、研究者当たり平均 2 件の論文が調査データに含まれることになる。

組織別の論文数と比較すると、Toshiba、IBM、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited(TSMC)、NXP、Samsung、Renesas Technology Corporation、NEC、Hitachi、STMicroelectronics、Sony など企業に所属する研究者数が相対的に多いことがわかる。

研究者数に対して著者数が多く、同一研究者が多くの論文を発表している組織としては、ベルギーの IMEC、中国の University of Electronic Science and Technology of China、フランスの MINATEC、シンガポールの National University of Singapore、韓国の Korea Advanced Institute of Science and Technology、スイスの STMicroelectronics、米国の University of California, Berkeley などが挙げられる。

#### 4.3.4 博士取得者数

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた組織別の博士取得者数が 6 名以上の組織、国、博士取得者数、総博士取得者数を表 4.9 にまとめる。論文別博士取得者数は論文別に博士取得者数をカウントした結果であり、同一研究者が多くの論文を発表している場合に、博士取得者数に対して論文別博士取得者数が多くなる。

<sup>1</sup>Interuniversity Microelectronics Centre

<sup>2</sup>Micro and Nanotechnology Innovation Centre

<sup>3</sup>Italian Universities Nano-Electronics Team

表 4.8 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文における組織別の研究者数と著者数

順位	組織	国	研究者数	著者数
1	IMEC	Belgium	54	101
2	Toshiba	Japan	51	52
3	National Chiao Tung University	Taiwan	48	71
4	IBM	United States	43	47
5	Arizona State University	United States	39	47
	Massachusetts Institute of Technology	United States	39	43
7	Peking University	China	32	51
	Chinese Academy of Sciences	China	32	39
9	Stanford University	United States	30	42
10	University of Electronic Science and Technology of China	China	29	52
	Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited	Taiwan	29	36
12	MINATEC	France	28	50
13	Nanyang Technological University	Singapore	27	45
	National Cheng Kung University	Taiwan	27	35
	Seoul National University	South Korea	27	33
16	University of Cambridge	United Kingdom	25	31
	National Tsing Hua University	Taiwan	25	28
18	NXP	Netherlands	23	30
19	Samsung	South Korea	22	22
20	National University of Singapore	Singapore	21	42
	Renesas Technology Corporation	Japan	21	21
22	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	20	52
	NEC	Japan	20	25
	Hitachi	Japan	20	21
	National Taiwan University	Taiwan	20	21
26	Purdue University	United States	19	31
27	STMicroelectronics	Switzerland	18	33
28	University of California, Berkeley	United States	16	29
	Indian Institute of Technology Bombay	India	16	21
	AIST	Japan	16	16
31	Chang Gung University	Taiwan	15	16
	French Atomic Energy Commission	France	15	15
33	US Navy	United States	14	23
	Agency for Science, Technology and Research	Singapore	14	21
35	Institute of Microelectronics, Singapore	Singapore	13	24
	Sony	Japan	13	22
	United Microelectronic Corporation	Taiwan	13	15
38	University of Glasgow	United Kingdom	12	17
	University of Tokyo	Japan	12	16
	Intel	United States	12	13
	DALSA	United States	12	12
42	Ferdinand-Braun-Institut	Germany	11	14
	Gwangju Institute of Science and Technology	South Korea	11	13
	Polytechnic University of Milan	Italy	11	13
	Pennsylvania State University	United States	11	11
46	Texas Instruments	United States	10	14
	Georgia Institute of Technology	United States	10	13
	University of Texas at Austin	United States	10	11
	Applied Materials Inc	United States	10	10
	Chungnam National University	South Korea	10	10
	National Institute of Standards and Technology	United States	10	10
	Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc.	Japan	10	10

表 4.9 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた組織別の博士取得者数

順位	組織	国	博士 取得者数	論文別博士 取得者数
1	Stanford University	United States	39	57
2	University of Tokyo	Japan	33	40
3	National Chiao Tung University	Taiwan	32	43
4	University of California, Berkeley	United States	30	69
5	Catholic University of Leuven	Belgium	24	50
6	Purdue University	United States	20	32
	Arizona State University	United States	20	24
	Seoul National University	South Korea	20	24
	University of Michigan	United States	20	24
10	University of Cambridge	United Kingdom	19	22
11	National Cheng Kung University	Taiwan	18	21
	University of Texas at Austin	United States	18	20
13	Osaka University	Japan	17	18
14	Institut National Polytechnique de Grenoble	France	15	25
	Cornell University	United States	15	19
	University of Paris XI	France	15	18
17	Tohoku University	Japan	14	21
	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States	14	19
	Massachusetts Institute of Technology	United States	14	17
	North Carolina State University	United States	14	17
	Tokyo Institute of Technology	Japan	14	17
	University of Maryland, College Park	United States	14	17
23	National University of Singapore	Singapore	12	19
	Chinese Academy of Sciences	China	12	15
25	University of Electronic Science and Technology of China	China	11	26
	National Taiwan University	Taiwan	11	14
	Waseda University	Japan	11	11
28	INSA	France	10	16
	University of Lille	France	10	14
	University of Stuttgart	Germany	10	11
31	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	9	14
	University of Florida	United States	9	14
33	Polytechnic University of Milan	Italy	8	20
	Kyoto University	Japan	8	12
	Rensselaer Polytechnic Institute	United States	8	11
	National Tsing Hua University	Taiwan	8	10
	University of California, Los Angeles	United States	8	10
	Harvard University	United States	8	8
39	Tsinghua University	China	7	10
	University of Arizona	United States	7	7
41	University of Bologna	Italy	6	15
	Lehigh University	United States	6	10
	Nanyang Technological University	Singapore	6	10
44	Eindhoven University of Technology	Netherlands	6	8
	Lund University	Sweden	6	8
	Georgia Institute of Technology	United States	6	7
	RWTH Aachen University	Germany	6	7
	Technical University of Munich	Germany	6	6



全体としては、研究者数の多い組織から、企業と教育機能をもたない研究機関を除いた研究大学の博士取得者数が多く、特に米国の研究大学が多いことがわかる。これら博士取得者数の多い組織は研究者を育成する機能を果たしていると考えられる。

米国 Stanford University の博士取得者数が 39 名と最も多い。次いで、日本の University of Tokyo 34 名、台湾の National Chiao Tung University 33 名、米国の University of California, Berkeley 30 名、ベルギーの Catholic University of Leuven 24 名が博士取得者数の多い組織として挙げられる。

博士取得者数に対して論文別博士取得者の多い、University of California, Berkeley、Catholic University of Leuven、University of Electronic Science and Technology of China などの組織から博士を取得した研究者者が多くの論文を発表している。

#### 4.3.5 修士取得者数

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた組織別の修士取得者数が 6 名以上の組織、国、修士取得者数、論文別修士取得者数を表 4.10 にまとめる。論文別修士取得者数は論文別に修士取得者数をカウントした結果であり、同一研究者が多くの論文を発表している場合に、修士取得者数に対して論文別修士取得者数が多くなる。

博士取得者数の多い組織と比較すると、修士取得者数の多い組織には、台湾、日本、韓国、中国、インド、イタリアの組織が多く含まれていることがわかる。台湾の National Chiao Tung University の修士取得者数が 51 名と最も多い。次いで日本の University of Tokyo 42 名、韓国の Seoul National University 39 名、米国の Stanford University 34 名、台湾の National Tsing Hua University 33 名が修士取得者数の多い組織として挙げられる。修士取得者数の多い組織は、大学院博士課程、あるいは、企業に研究者を供給する組織とみなすことができる。

#### 4.3.6 学士取得者数

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた組織別の学士取得者数が 7 名以上の組織、国、学士取得者数、総学士取得者数を表 4.11 にまとめる。論文別学士取得者数は論文別に学士取得者数をカウントした結果である。同一研究者が多くの論文を発表している場合に、学士取得者数に対して論文別学士取得者数が多くなる。

学士取得者の多い組織には、韓国、日本、台湾、中国、インドの組織が含まれている。韓国 Seoul National University の学士取得者数が 63 名で最も多い。次いで、日本の University of Tokyo 46 名、台湾の National Cheng Kung University 41 名、National Chiao Tung University 40 名、National Taiwan University 39 名が学士取得者数の多い組織として挙げられる。また、論文数、研究者数、博士、修士取得者数の多い組織には含まれていないトルコの Middle East Technical University、イスラエルの Technion, Israel Institute of Technology、イランの University of Tehran も含まれている。

表 4.10 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた組織別の修士取得者数

順位	組織	国	修士 取得者数	論文別修士 取得者数
1	National Chiao Tung University	Taiwan	51	66
2	University of Tokyo	Japan	42	51
3	Seoul National University	South Korea	39	56
4	Stanford University	United States	34	49
5	National Tsing Hua University	Taiwan	33	40
6	National Cheng Kung University	Taiwan	27	32
7	Tokyo Institute of Technology	Japan	24	31
8	University of California, Berkeley	United States	23	34
9	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	20	45
	Tohoku University	Japan	20	24
	Osaka University	Japan	20	22
	Waseda University	Japan	20	20
13	Catholic University of Leuven	Belgium	19	40
14	Kyoto University	Japan	17	21
15	INSA	France	16	20
16	National Taiwan University	Taiwan	15	18
17	Arizona State University	United States	14	14
18	University of Michigan	United States	13	15
19	Institut National Polytechnique de Grenoble	France	12	19
20	Technical University of Munich	Germany	11	11
21	National University of Singapore	Singapore	10	19
	Yonsei University	South Korea	10	16
	Massachusetts Institute of Technology	United States	10	11
24	University of Florida	United States	9	13
	Indian Institute of Technology Bombay	India	9	12
	Chinese Academy of Sciences	China	9	11
	Shanghai Jiao Tong University	China	9	11
	University of Naples Federico II	Italy	9	11
	National Central University	Taiwan	9	9
30	Polytechnic University of Milan	Italy	8	21
	University of Catania	Italy	8	15
	Peking University	China	8	12
	Tsinghua University	China	8	10
	University of Delhi	India	8	9
	Chang Gung University	Taiwan	8	8
	Chemnitz University of Technology	Germany	8	8
	University of Texas at Austin	United States	8	8
38	University of Electronic Science and Technology of China	China	7	14
	Cornell University	United States	7	9
	Nagoya University	Japan	7	9
	University of Calcutta	India	7	9
	University of Stuttgart	Germany	7	8
	Delft University of Technology	Netherlands	7	7
	University of Cambridge	United Kingdom	7	7
45	Indian Institute of Technology Madras	United States	6	8
	Keio University	Japan	6	8
	Lund University	Sweden	6	8
	Chungbuk National University	South Korea	6	7
	Fudan University	China	6	7
	Georgia Institute of Technology	United States	6	7
	Gwangju Institute of Science and Technology	South Korea	6	7
	RWTH Aachen University	Germany	6	7
	Xi'an Jiaotong University	China	6	7

表 4.11 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた組織別の学士取得者数

順位	組織	国	学士 取得者数	論文別学士 取得者数
1	Seoul National University	South Korea	63	84
2	University of Tokyo	Japan	46	56
3	National Cheng Kung University	Taiwan	41	50
4	National Chiao Tung University	Taiwan	40	56
5	National Taiwan University	Taiwan	39	52
6	National Tsing Hua University	Taiwan	32	39
7	Tsinghua University	China	27	38
8	Peking University	China	26	38
9	National University of Singapore	Singapore	22	44
10	Kyoto University	Japan	20	24
11	Waseda University	Japan	19	20
12	Osaka University	Japan	17	19
13	Tohoku University	Japan	16	17
14	Yonsei University	South Korea	15	23
15	Polytechnic University of Milan	Italy	14	21
	Kyungpook National University	South Korea	14	16
17	Korea University	South Korea	13	19
	University of Electronic Science and Technology of China	China	13	19
	University of California, Berkeley	United States	13	15
20	Nanjing University	China	12	22
21	Nanyang Technological University	Singapore	11	18
	Korea Advanced Institute of Science and Technology	South Korea	11	17
	Tokyo Institute of Technology	Japan	11	12
24	Massachusetts Institute of Technology	United States	9	13
	Shanghai Jiao Tong University	China	9	9
26	Catholic University of Leuven	Belgium	8	17
	University of Bologna	Italy	8	16
	University of Science and Technology of China	China	8	12
	Chungnam National University	South Korea	8	10
	Keio University	Japan	8	10
	National Central University	Taiwan	8	10
	Indian Institute of Technology Madras	United States	8	9
	North Carolina State University	United States	8	9
	University of Delhi	India	8	9
	Chung Yuan Christian University	Taiwan	8	8
	Indian Institute of Technology	India	8	8
	University of Naples Federico II	Italy	8	8
38	Jilin University	China	7	11
	University of Calcutta	India	7	11
	Xi'an Jiaotong University	China	7	9
	Feng Chia University	Taiwan	7	8
	National Institute of Technology India	India	7	8
	University of California, Los Angeles	United States	7	7
	University of Wisconsin-Madison	United States	7	7
45	Nagoya University	Japan	6	8
	Southeast University	China	6	8
	University of Michigan	United States	6	8
	Chungbuk National University	South Korea	6	7
	Middle East Technical University	Turkey	6	7
	Technion, Israel Institute of Technology	Israel	6	6
	University of Tehran	Iran	6	6
	Zhejiang University	China	6	6

#### 4.3.7 国際的に移動した研究者数と組織別研究者数の関係

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から求めた組織別の研究者数と国際的に移動した研究者数の関係を図 4.9 に示す。組織別の研究者数を球の大きさに反映し、国外から移動してきた研究者数と国外に移動した研究者数の対数をグラフの横軸と縦軸に対応させている。ただし、対数表示における 0 を避けるため、研究者数に 1 名加算した値を用いている。図 4.9 には所属する研究者数が 16 名以上または国外に移動した研究者数が 19 名以上の組織を表示している。

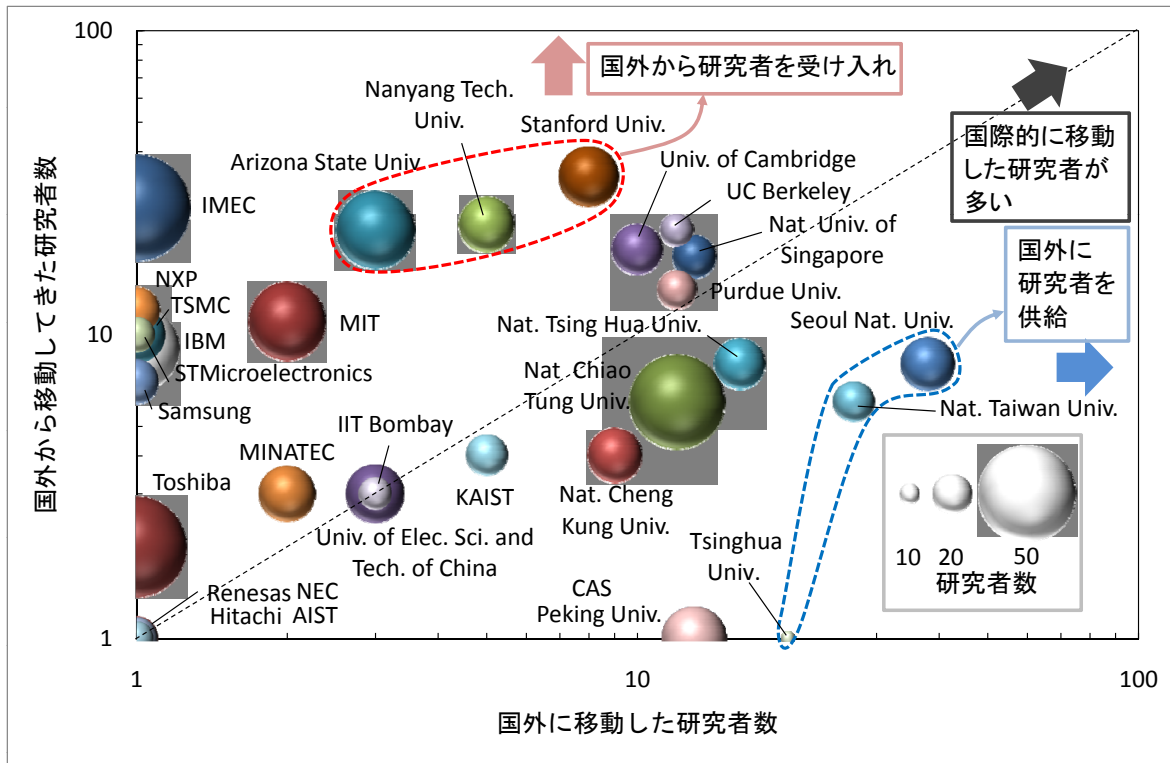


図 4.14 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者と組織別の研究者数の関係 (所属する研究者数が 16 名以上または国外に移動した研究者数が 19 名以上の組織を表示している。対数表示の 0 を回避するため、横軸と縦軸の研究者数には 1 名加算した値を用いている。)

グラフ右上に表示される組織では国外から移動してきた研究者と国外に移動した研究者が多く、グラフ左下に表示される組織では国外から移動してきた研究者と国外に移動した研究者が少ない。グラフ上方に表示される組織は国外から研究者を受け入れる傾向を示し、グラフ右側に表示される組織は国外に研究者を供給する傾向を示す。グラフ左端に表示される組織からは国外に移動した研究者が存在しない。

国外から多くの研究者を受け入れる組織として、米国の Stanford University、Arizona State University、シンガポールの Nanyang Technological University が挙げられる。一方、国外に供給する組織として、韓国の Seoul National University、台湾の National Taiwan University が挙げられる。また、共同研究組織の IMEC、IBM などの企業は国外から多くの研究者を受け入れていることがわかる。

#### 4.3.8 国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化

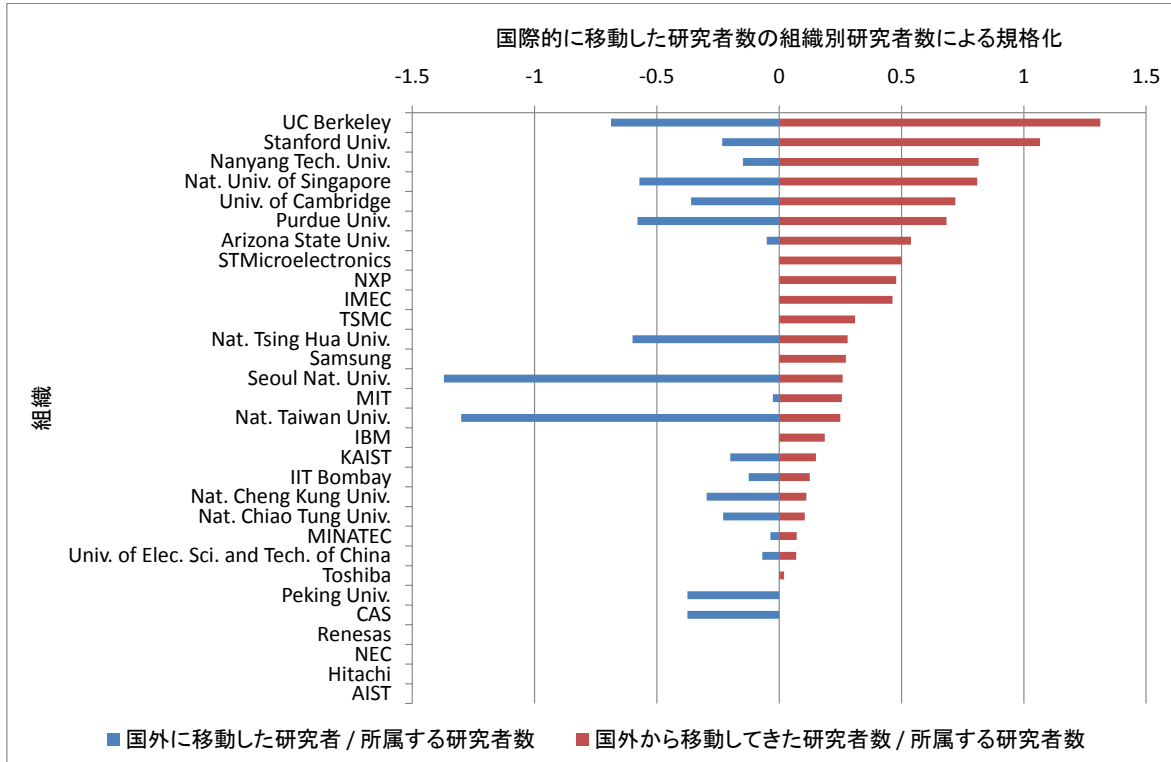


図 4.15 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた組織別の研究者数が 16 名以上の組織について、国外に移動した研究者数と国外から移動してきた研究者数を組織別の研究者数で規格化した値を図 4.15 に示す。ヒストグラムの赤い領域が多いほど、所属する研究者に対して国外から移動してきた研究者が多く、ヒストグラムの青い領域が多いほど、所属する研究者に対して国外に移動した研究者が多いことを意味する。なお、国外に移動した研究者数は負の値として扱っている。

国外から移動してきた研究者には、国外の大学を卒業して大学院に留学し、さらに国外の他組織に移動して論文を発表した研究者も含まれる。この場合、国外から移動してきた研究者としてカウントされるが、組織に所属する研究者としてはカウントされない(1.3.3 の図 1.4 参照)。そのため、組織に所属する研究者数で規格化した値が 1 を越えることがある。

国外から移動してきた研究者数を規格化した値を見ると、米国の University of California, Berkely、Stanford University、シンガポールの Nanyang Technological University、National University of Singapore が高いことがわかる。国際的に移動する研究者数は多くても、組織に所属する研究者数の多い IMEC は比較的小さな値となっている。

国外に移動した研究者数を規格化した値を見ると、韓国の Seoul National University と台湾の National Taiwan University が突出した値となっている。米国の University of California, Berkely、Purdue University、台湾の National Tsing Hua University、シンガポールの Nanyang Technological University がこれに次ぐ水準である。

### 4.3.9 研究者の国際的な移動

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた代表的な組織に所属する研究者ついて、博士、修士、学士取得国を調べた結果を図 4.3.9 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

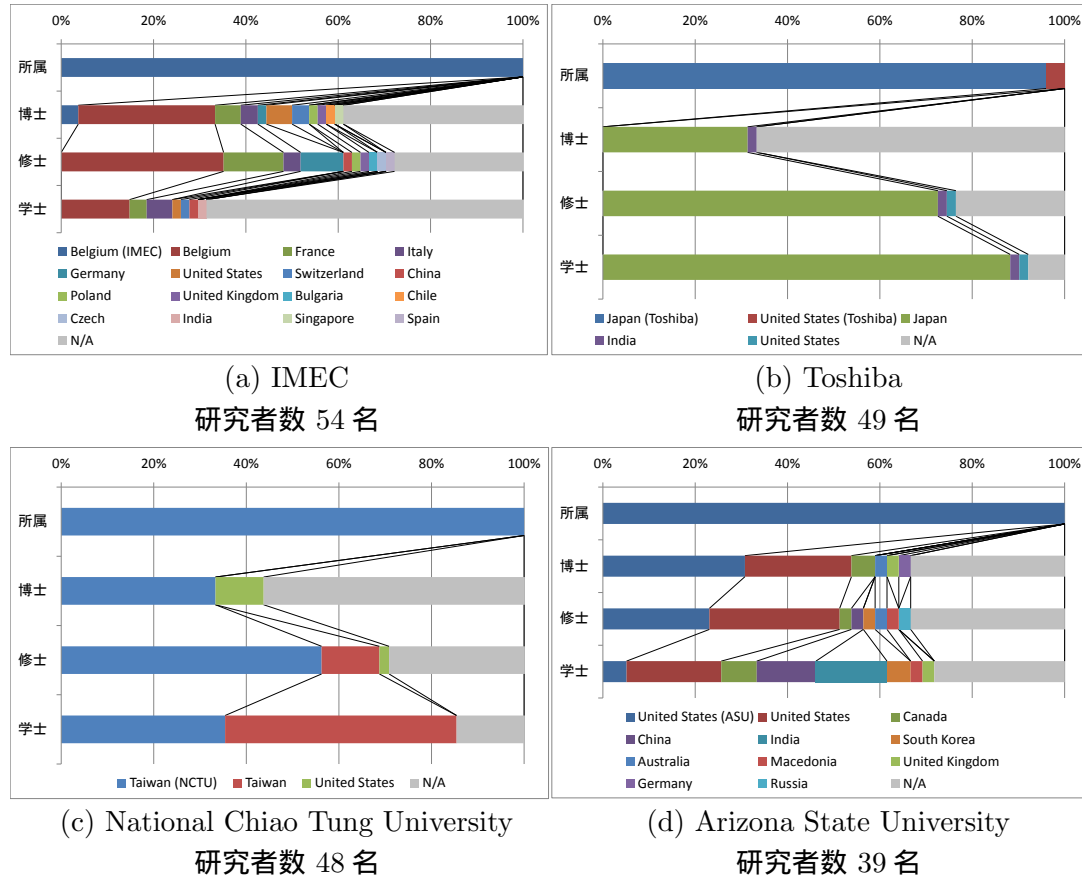


図 4.16 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた研究者の所属組織別博士、修士、学士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

ベルギーの国際研究機関である IMEC に所属する研究者 54 名の場合 (図 4.3.9(a))、ベルギー国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 34%、35%、15%を占める。IMEC から博士を取得した研究者は 4%を占め、ベルギー国内の他組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 30%、35%、15%を占める。ベルギー国外の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 28%、37%、17%を占め、ベルギー国内よりもベルギー国外の修士取得者が多いことがわかる。ベルギーを除く博士取得国はフランス、米国が各 6%、スイスが 4%、ドイツ、ポーランド、英国、チリ、シンガポールが各 2%を占め、修士取得国はフランスが 13%、ドイツが 9%、イタリアが 4%、中国、ポーランド、英国、ブルガリア、チェコ、スペインが各 2%を占め、学士取得国はイタリアが 6%、フランスが 4%、米国、スイス、中国、インドが各 2%を占める。博士、修士、学士取得組織の得られない IMEC の研究者が 39%、28%、69%を占める。

Toshiba に所属する研究者 49 名の場合 (図 4.3.9(b))、日本国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が 33%、76%、92%を占め、その殆どが日本の大学を卒業した研究者である。日本国外では、インドの組織から博士、修士、学士を取得した研究者が各 2%を

占め、米国の組織から修士、学士を取得した研究者が各2%を占める。博士、修士、学士取得組織の得られない Toshiba の研究者が2%、4%、4%を占める。

National Chiao Tung University (NCTU) に所属する研究者48名の場合(図4.3.9(c))、台湾国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が33%、69%、85%を占め、NCTU から博士、修士、学士を取得した研究者が33%、56%、35%を占める。米国の組織から博士、修士を取得した研究者が10%、2%を占める。博士、修士、学士取得組織の得られない NCTU の研究者が56%、29%、15%を占める。

Arizona State University (ASU) に所属する研究者39名の場合(図4.3.9(d))、米国内の組織から博士、修士、学士を取得した研究者が54%、51%、26%を占める。ASU から博士、修士、学士を取得した研究者が31%、23%、5%を占め、米国内の他組織から博士、修士、学士を取得した研究者が23%、28%、21%を占める。米国外で博士、修士、学士を取得した研究者は13%、15%、46%を占め、米国内よりも米国外の学士取得者が多い。米国を除く博士取得国はカナダが5%、オーストラリア、英国、ドイツが各3%、修士取得国はカナダ、中国、韓国、オーストラリア、マケドニア、ロシアが各3%、学士取得国はインドが15%、中国が13%、カナダが8%、韓国が5%、マケドニア、英国が各3%を占める。インド、中国の大学出身者がASUに移動していることがわかる。博士、修士、学士取得組織の得られないASUの研究者が33%、33%、28%を占める。

#### 4.3.10 博士取得者の国際的な移動

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた代表的な組織から博士を取得した研究者について、所属組織と修士、学士取得国を調べた結果を図4.17にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

Stanford University の博士取得者39名の場合(図4.17(a))、21%がStanford University、61%が米国内の他組織、18%が米国外の組織に所属している。移動先は韓国が5%、カナダ、台湾、トルコ、香港が各3%を占める。米国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が54%、38%を占める。Stanford University から修士、学士を取得した博士取得者が49%、3%を占め、米国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が5%、36%を占めている。米国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が13%、46%を占める。修士取得国は米国の比率が高いが、学士取得国は米国外の比率が高い。米国を除く修士取得国は韓国が5%、中国、イラン、英国が各3%、学士取得国はインドが8%、韓国、カナダ、中国、台湾、ギリシアが各5%、イラン、英国、ベルギー、スペインが各3%を占める。修士、学士取得組織の得られないStanford University の博士取得者が33%、15%を占める。

University of Tokyo の博士取得者34名の場合(図4.17(b))、26%がUniversity of Tokyo、68%が日本国内の他組織、6%が米国の組織に所属している。日本国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が71%、76%を占める。University of Tokyo から修士、学士を取得した博士取得者が68%、62%を占め、日本国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が3%、15%を占めている。日本国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が6%、3%を占める。日本を除く修士取得国は米国、中国が各3%、学士取得国は中国が3%を占めている。修士、学士取得組織の得られないUniversity of Tokyo の博士取得者が24%、21%を占める。

National Chiao Tung University(NCTU) の博士取得者33名の場合(図4.17(c))、48%がNCTU、48%が台湾国内の他組織、3%が台湾国外の組織に所属している。台湾国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が58%、79%を占める。NCTU から修士、学士を取

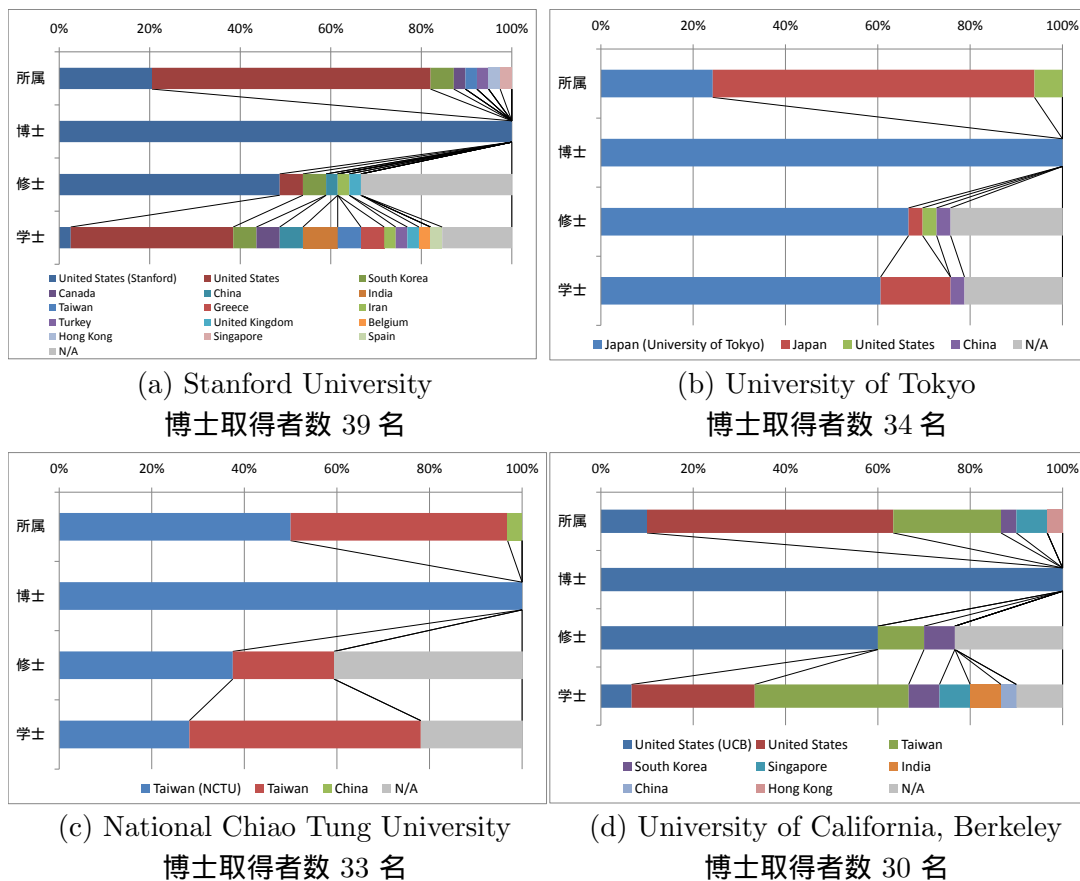


図 4.17 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた博士取得者の所属組織別博士、修士、学士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

得した博士取得後者が 36%、30%を占め、台湾国内の他組織から修士、学士を取得した博士取得者が 21%、48%を占める。台湾国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者は含まれていない。修士、学士取得組織の得られない NCTU の博士取得者が 42%、21%である。

University of California, Berkely (UCB) の博士取得者 30 名の場合 (図 4.17(d))、10%が UCB、53%が米国内の他組織、37%が米国外の組織に所属している。米国外の移動先は台湾が 23%、シンガポールが 7%、韓国、香港が各 3%を占める。米国内の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 60%、33%を占める。UCB から修士、学士を取得した博士取得者が 60%、7%を占め、米国外の組織から修士、学士を取得した博士取得者が 17%、57%を占めている。米国を除く修士取得国は台湾が 10%、韓国が 7%、学士取得国は台湾が 33%、韓国、シンガポール、インドが各 7%、中国が 3%を占める。修士、学士取得組織の得られない UCB の博士取得者が 23%、10%を占める。

#### 4.3.11 修士取得者の国際的な移動

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた代表的な組織の修士取得者について、所属組織と博士、学士取得国を調べた結果を図 4.18 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

National Chiao Tung University (NCTU) の修士取得者 51 名の場合 (図 4.18(a))、94%が



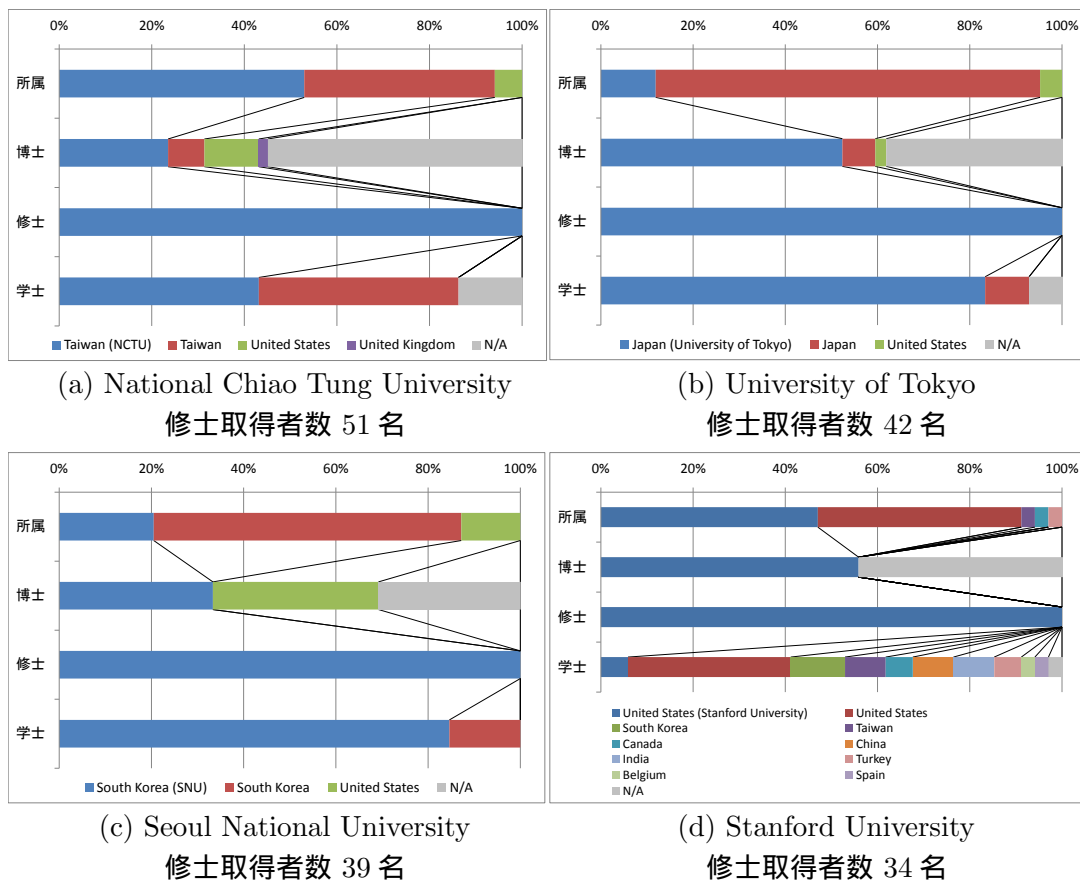


図 4.18 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた修士取得組織別の所属組織と博士、学士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

台湾国内の組織に所属し、53%が NCTU、41%が台湾国内の他組織、6%が米国の組織に所属している。台湾国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者が 31%、86%を占める。NCTU から博士、学士を取得した修士取得者が 24%、43%を占め、台湾国内の他組織から博士を取得した修士取得者が 8%を占めるている。米国の組織から博士を取得した修士取得者が 12%を占める。博士、学士取得組織の得られない NCTU の修士取得者が 55%、14%を占める。

University of Tokyo の修士取得者 42 名の場合 (図 4.18(b))、95%が日本国内の組織に所属し、12%が University of Tokyo、83%が日本国内の他組織、5%が米国の組織に所属している。日本国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者が 60%、93%を占める。University of Tokyo から博士、学士を取得した修士取得者が 52%、83%を占め、日本国内の他組織から博士、学士を取得した修士取得者が 7%、10%を占めている。米国の組織から博士を取得した修士取得者が 2%を占める。博士、学士取得組織の得られない University of Tokyo の修士取得者が 38%、7%を占める。

Seoul National University (SNU) の修士取得者 39 名の場合 (図 4.18(c))、87%が韓国内の組織に所属し、21%が SNU、67%が韓国内の他組織、13%が米国の組織に所属している。韓国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者が 33%、85%を占め、韓国内ではすべて SNU から博士を取得している。SNU から学士を取得した修士取得者が 85%を占める。韓国外では米国の組織から博士を取得した修士取得者が 36%を占めている。博士取得組織の得られない SNU の修士取得者が 31%を占める。

Stanford University の修士取得者 34 名の場合 (図 4.18(d))、91%が米国内の組織に所属し、47%が Stanford University、44%が米国内の他組織、9%が米国外の組織に所属している。米国内の組織から博士、学士を取得した修士取得者はが 56%、41%を占め、米国内ではすべて Stanford University から博士を取得している。Stanford University の修士取得者の 6% が Stanford University、35%が米国内の他組織、56%が米国外の組織から学士を取得している。博士、学士取得組織の得られない Stanford University の修士取得者が 44%、3%を占める。

#### 4.3.12 学士取得者の国際的な移動

IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた代表的な組織の学士取得者について、所属組織と博士、修士取得国を調べた結果を図 4.19 にまとめる。同一組織内の移動は区別して表示している。

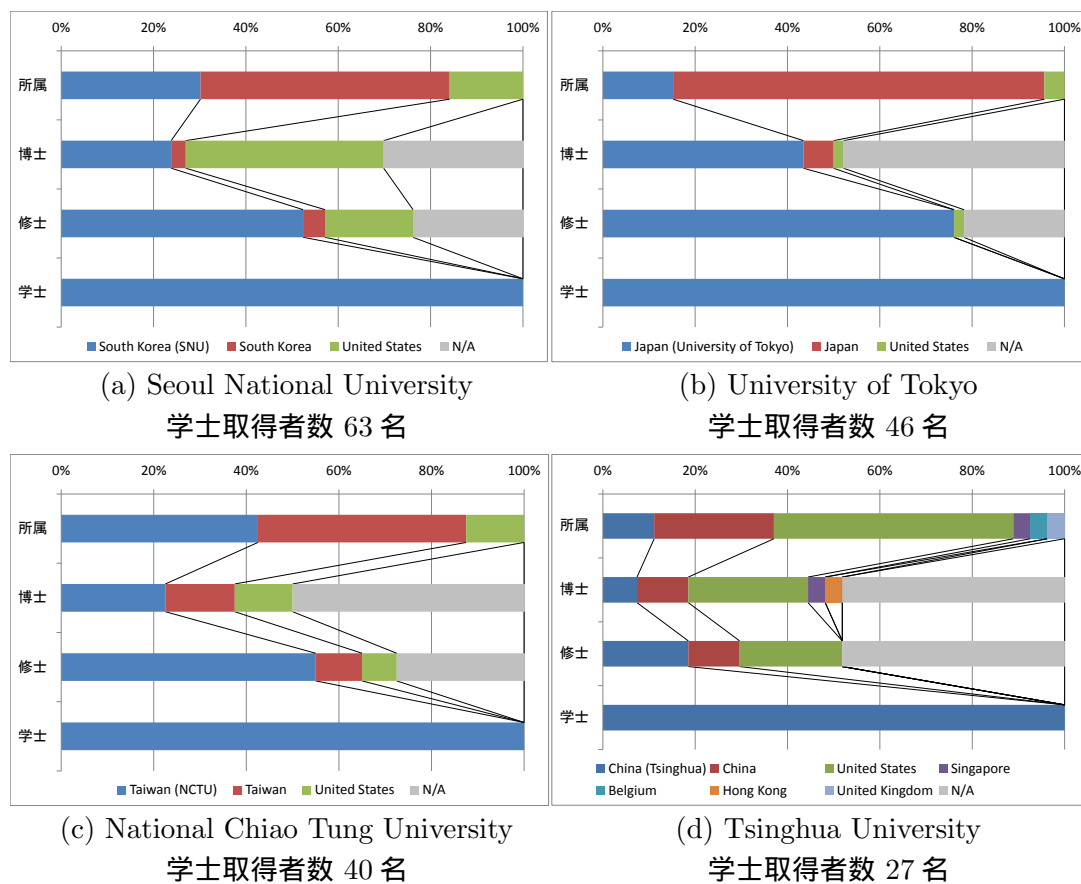


図 4.19 IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた学士取得組織別の所属組織と博士、修士取得国 (同一組織内の移動は区別して表示している。)

Seoul National University (SNU) の学士取得者 63 名の場合 (図 4.19(a))、韓国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 57%、27%を占める。SNU から修士、博士を取得した学士取得者が 52%、24%を占め、韓国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が 5%、3%を占める。韓国外では米国の組織から修士、博士を取得した学士取得者が 19%、43% を占める。SNU の学士取得者の 30%が SNU に所属し、54%が韓国内の他

組織、16%は米国の組織に所属している。修士、博士取得国の得られないSNUの学士取得者が24%、30%を占める。

University of Tokyoの学士取得者46名の場合(図4.19(b))、日本国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が78%、52%を占める。University of Tokyoから修士、博士を取得した学士取得者が76%、43%を占め、日本国内の他組織から博士を取得した学士取得者が7%を占めている。日本国外では米国の組織から修士、博士を取得した学士取得者が各2%を占める。University of Tokyoの学士取得者の15%がUniversity of Tokyo、80%が日本国内の他組織に所属している。University of Tokyoの学士取得者の4%が米国の組織に所属している。修士、博士取得国の得られないUniversity of Tokyoの学士取得者が22%、48%を占める。

National Chiao Tung University (NCTU)の学士取得者40名の場合(図4.19(c))、台湾国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が65%、40%を占める。NCTUから修士、博士を取得した学士取得者が55%、25%を占め、台湾国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が10%、15%を占めている。台湾国外の米国組織から修士、博士を取得した学士取得者が8%、13%を占める。NCTUの学士取得者の43%がNCTU、45%が台湾国内の他組織、13%が米国の組織に所属している。修士、博士取得国の得られないNCTUの学士取得者が28%、48%を占める。

Tsinghua Universityの学士取得者27名の場合(図4.19(c))、中国内の組織から修士、博士を取得した学士取得者が30%、19%を占める。Tsinghua Universityから修士、博士を取得した学士取得者が19%、7%を占め、中国内の他組織から修士、博士を取得した学士取得者が11%、11%を占める。中国外の組織から修士、博士を取得した学士取得者が22%、33%を占める。中国を除く修士取得国は米国が22%を占め、博士取得国は米国が26%、シンガポール、香港が各4%を占めている。Tsinghua Universityの学士取得者の11%がTsinghua University、26%が中国内の他組織に所属している。Tsinghua Universityの学士取得者の63%が中国外の組織に所属し、52%が米国の組織、各4%がシンガポール、米国、英国に所属している。修士、博士取得国の得られないTsinghua Universityの学士取得者がそれぞれ48%を占める。

## 第5章 研究領域間の比較

### 5.1 調査データ

#### 5.1.1 論文数、著者数、研究者数

調査したロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域の論文数、研究者数、著者数を図5.1に示す。ここで、ロボティクス領域はIEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009掲載論文、コンピュータビジョン領域はIEEE-TPAMI 1997-2009掲載論文、電子デバイス領域はIEEE-TED 2008/09-2009/12掲載論文から得られた結果である。

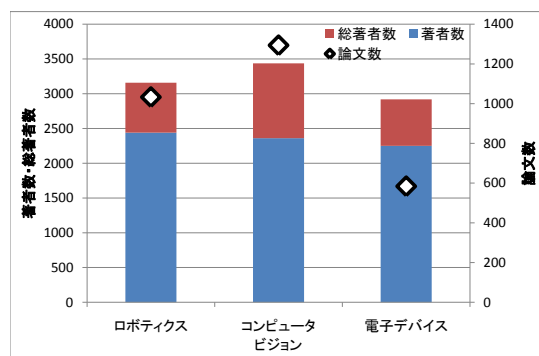


図 5.1 調査したロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域の論文数、研究者数、著者数 (ロボティクス領域は IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文、コンピュータビジョン領域は IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文、電子デバイス領域は IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた結果である。)

著者数はコンピュータビジョン、ロボティクス、電子デバイス領域の順に多く、研究者数もほぼ同じ結果となっている。論文数は、コンピュータビジョン、ロボティクス、電子デバイス領域の順に多い。研究者数がほぼ等しいにもかかわらず、電子デバイス領域の論文数はコンピュータビジョン、ロボティクス領域の論文数よりも少ない。

#### 5.1.2 研究者数と論文数の関係

ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域について調査論文データに含まれる研究者の発表した論文数と研究者比率の関係を図5.2に示す。ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域で、調査した論文データに1件の論文が含まれる研究者が83%、77%、81%を占め、調査した論文データの中に複数の論文が含まれる研究者が17%、23%、19%を占める。

ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域について調査した論文が発行された期間は、72ヶ月(6年間)、156ヶ月(13年間)、16ヶ月と異なる。発行期間が長いほど、同一研究者の別論文が掲載される機会が多くなる。調査データに複数の論文が含ま

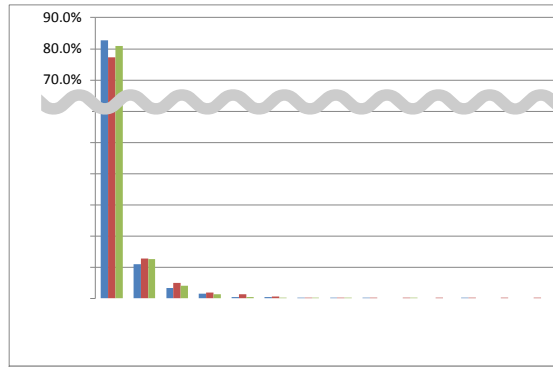


図 5.2 ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域について調査論文データに含まれる研究者の論文数と研究者比率 (ロボティクス領域は IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文、コンピュータビジョン領域は IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文、電子デバイス領域は IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた結果である。)

れる研究者の比率が 23%と最も高いコンピュータビジョン領域は、調査した論文の発行期間が 13 年間の最も長いことに一致する。しかし、調査した論文の発行期間が最も短い電子デバイス領域では、ロボティクス領域よりも調査データに 2~3 件の論文が含まれる研究者比率が高い。

### 5.1.3 共著者数

図 5.3 に論文の共著者数と論文比率の関係を研究領域別にまとめる。ロボティクス、コンピュータビジョン領域の論文では、共著者が 2 名の論文比率が最も高く、共著者数が増えるに従い論文比率が減少している。コンピュータビジョン領域の論文は、ロボティクス領域の論文よりも単著、または、共著者が 2~3 名の論文比率は高いが、共著者が 4 名以上の論文比率は低くなっている。電子デバイス領域の論文は共著数が 3 名の論文比率が最も高く、ロボティクス、コンピュータビジョン領域の論文よりも、共著者 5 名以上の論文比率は高い。さらに、電子デバイス領域の論文は共著者数 14 名の論文まで一定比率で含まれるという特徴がある。

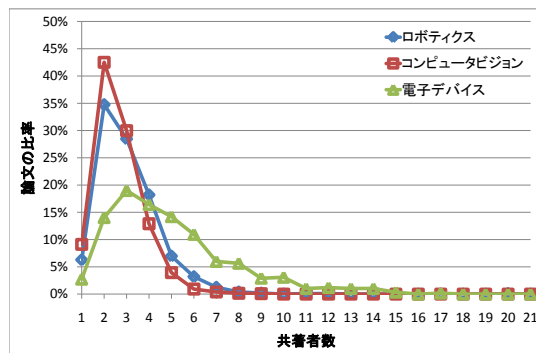


図 5.3 ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域の論文における共著者数と論文比率 (ロボティクス領域は IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文、コンピュータビジョン領域は IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文、電子デバイス領域は IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた結果である。)

#### 5.1.4 国際共著

各研究領域の国際共著論文比率と共著国数の関係を図 5.4 に示す。ロボティクス、コンピュータビジョン、電子デバイス領域の論文に国際共著論文はそれぞれ 228 件、345 件、132 件含まれ、調査した論文の 22%、27%、23% を占める。国際共著の最多国数は、ロボティクス、コンピュータビジョン領域の 4 ヶ国に対し、電子デバイス領域は 5 ヶ国と多く、図 5.3 に示す共著者数分布の差異を反映した結果と言える。

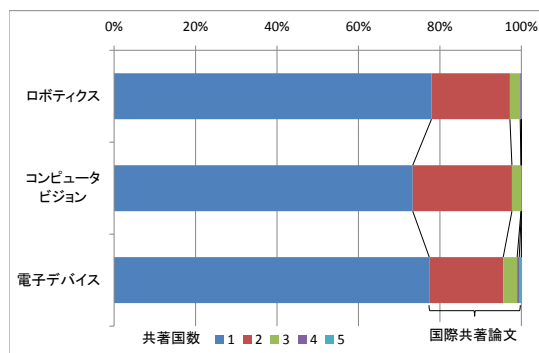


図 5.4 ロボティクス、コンピュータビジョン、電子デバイス領域の論文における国際共著論文比率と共著国数 (ロボティクス領域は IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文、コンピュータビジョン領域は IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文、電子デバイス領域は IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた結果である。)

共著者数の多い傾向を示す電子デバイス領域よりも、共著者数の少ない傾向を示すコンピュータビジョン領域で国際共著論文比率が高くなっている。また、ロボティクス、電子デバイス領域の論文では共著者数分布が異なるが、国際共著論文比率はほぼ等しい。ロボティクス、コンピュータビジョン、電子デバイス領域において、共著者数の分布と国際共著論文比率との間には明確な関係は見られない。

#### 5.1.5 学士、修士、博士取得年

調査したロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域の研究者について、著者情報から学士、修士、博士取得年が得られた研究者数とその比率を表 5.1 に示す。各研究領域について学士、修士、博士取得年が得られた研究者数はすべて 1,000 名以上となり、調査データのほぼ半数の研究者について学士、修士、博士取得年を把握することができた。

ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域の論文から得られた研究者の学士、修士、博士取得年の分布を図 5.5 に示す。図 5.5(a) の学士取得年の分布を見ると、コンピュータビジョン領域では 1940 年代、ロボティクス、電子デバイス領域では 1950 年代から学士取得者が存在し、1960 年前後から年間の学士取得取得者数が増え、1990～2000 年代に最大となっている。年間の学士取得者数の最大値は、ロボティクス領域では 2001 年の 88 名、コンピュータビジョン領域では 1995 年の 67 名、電子デバイス領域は 2004 年の 100 名である。ピークの広がり、コンピュータビジョン、ロボティクス、電子デバイス領域の順に大きく、調査した各領域の論文発行期間の長さに対応している。調査論文の発行期間は、コンピュータビジョン領域が 1997～2009 年の 156 ヶ月、ロボティクス領域が 2004～2009 年の 72 ヶ月、電子デバイス領域が 2008/09-2009/12 の 16 ヶ月である。

表 5.1 ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域で得られた研究者数とその比率 (ロボティクス領域は IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文、コンピュータビジョン領域は IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文、電子デバイス領域は IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた結果である。)

領域		学士	修士	博士
ロボティクス	研究者数	1,389	1,087	1,327
	比率 [%]	56.8	44.5	54.3
コンピュータビジョン	研究者数	1,399	1,210	1,540
	比率 [%]	59.3	51.2	65.2
電子デバイス	研究者数	1,324	1,212	1,083
	比率 [%]	58.8	53.9	48.1

図 5.5(b) の修士取得年の分布を見ると、コンピュータビジョン領域では 1940 年代、電子デバイス領域では 1950 年代、ロボティクス領域では 1960 年代から修士取得者が存在する。1960 年以降に年間の修士取得者数が増え、1990～2000 年代に最大となっている。年間修士取得者数のピークは、コンピュータビジョン領域が 1994～2003 年、ロボティクス領域が 1997～2004 年、電子デバイス領域が 2003～2006 年に見られ、調査論文の発行期間に対応することがわかる。

図 5.5(c) の修士取得年の分布を見ると、コンピュータビジョン、電子デバイス領域では 1950 年代、ロボティクス領域では 1960 年代から修士取得者が存在し、1960 年以降に博士取得者数が増え、1990 年代後半から 2000 年代に最大となっている。年間博士取得者数のピークは、コンピュータビジョン領域が 1997～2000 年、ロボティクス領域が 2002～2004 年、電子デバイス領域が 2003～2008 年に見られ、調査した論文の発行期間に対応することがわかる。

### 5.1.6 論文数、研究者数と博士、修士、学士取得者数の関係

各領域における論文数の多い上位 10ヶ国の論文と研究者の比率を図 5.6 に示す。各領域で米国の論文数と研究者が最も多い点は共通しているが、論文と研究者の比率はコンピュータビジョン領域が高い。米国を除くと、ロボティクス領域では日本、スペイン、ドイツ、コンピュータビジョン領域では英国、フランス、電子デバイス領域では台湾、日本、韓国、中国の論文と研究者の比率が高い。

米国の場合、各領域で研究者比率に対して論文比率が高く、米国に論文生産性の高い研究者が多いことと、共著者数の少ない論文の多いことが影響している。日本の場合、ロボティクス、電子デバイス領域で論文比率に対して研究者比率が高く、日本に論文生産性の高い研究者が少ないこと、共著者数の多い論文が日本では多いことが影響している。

各領域における学士取得者の多い上位 10ヶ国の研究者と博士、修士、学士取得者の比率を図 5.7 に示す。米国の場合、研究者から博士、修士、学士取得者に順に比率が低下する点が各領域に共通している。修士取得者を除くと、英国とフランスにも同様の傾向が見られる。中国、インド、韓国、台湾の場合、博士、修士、学士取得者に順に比率が増加する点が各領域に共通している。

博士取得者の比率はコンピュータビジョン、ロボティクス、電子デバイス領域の順に高い。ロボティクス、コンピュータビジョン領域の場合、博士取得者比率と研究者比率の関

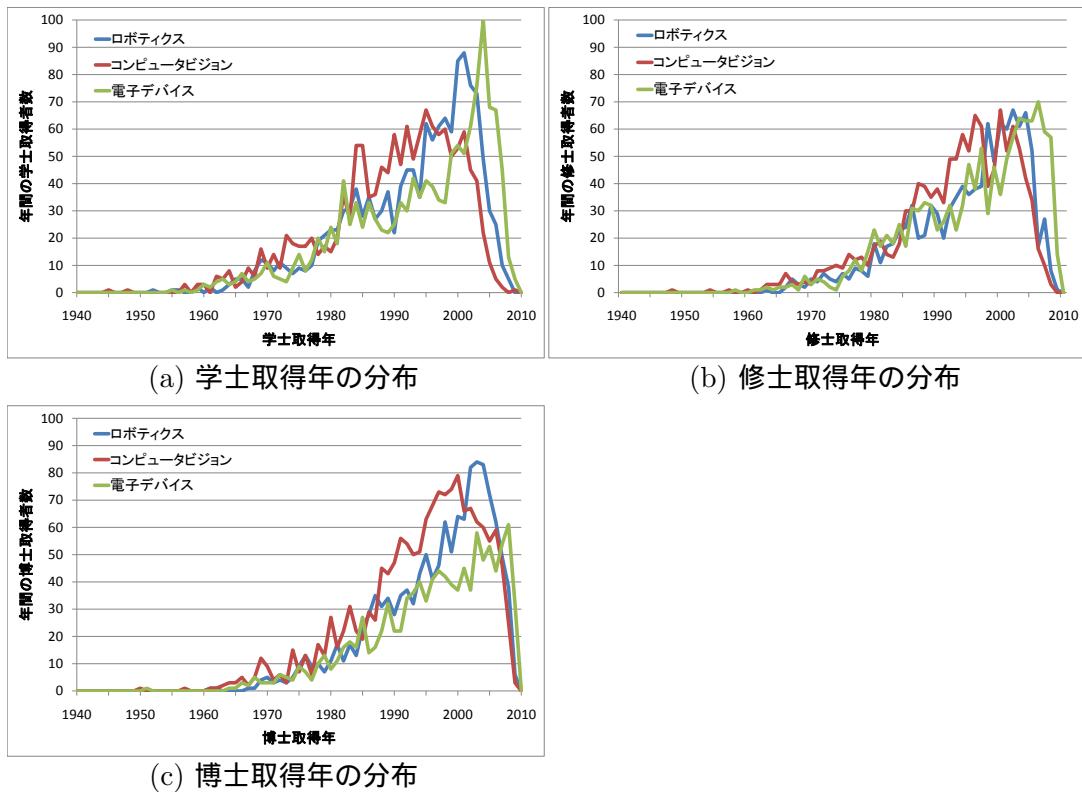


図 5.5 ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域の論文から得られた研究者の学士、修士、博士取得年 (ロボティクス領域は IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文、コンピュータビジョン領域は IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文、電子デバイス領域は IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた結果である。)

係は類似している。電子デバイス領域の場合、台湾、韓国、中国の研究者比率は高いが、これらの国の博士取得者比率が必ずしも高くはない。博士取得者比率の低い電子デバイス領域の場合、博士取得者ではない研究者も多い。この理由として、電子デバイス領域ではロボティクス、コンピュータビジョン領域と比較して、大学学部卒業または大学院修士課程修了後に企業に就職している研究者が多いことが考えられる。



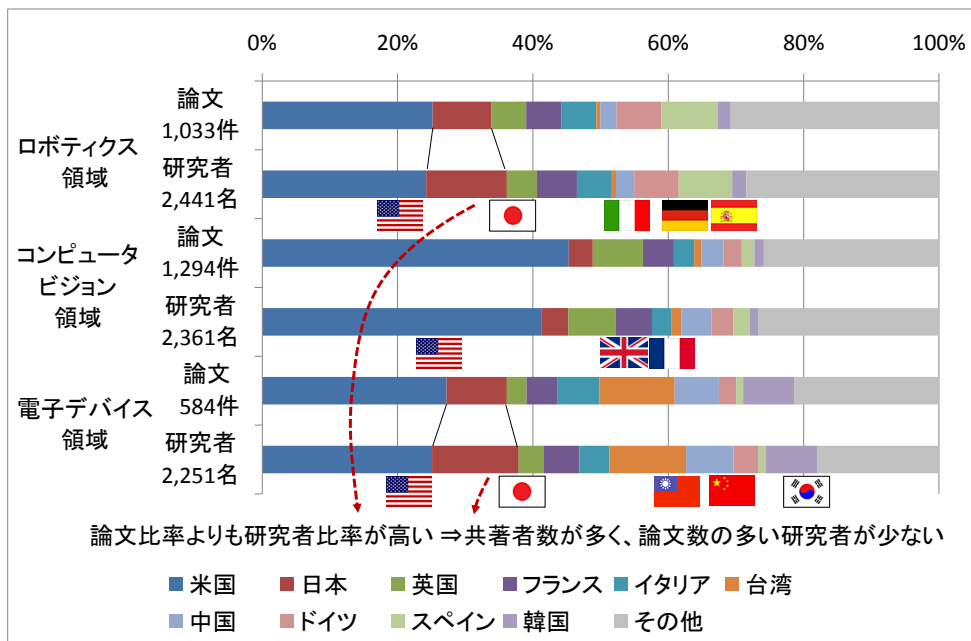


図 5.6 国別の論文と研究者の比率 (ロボティクス領域は IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文、コンピュータビジョン領域は IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文、電子デバイス領域は IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた結果である。)

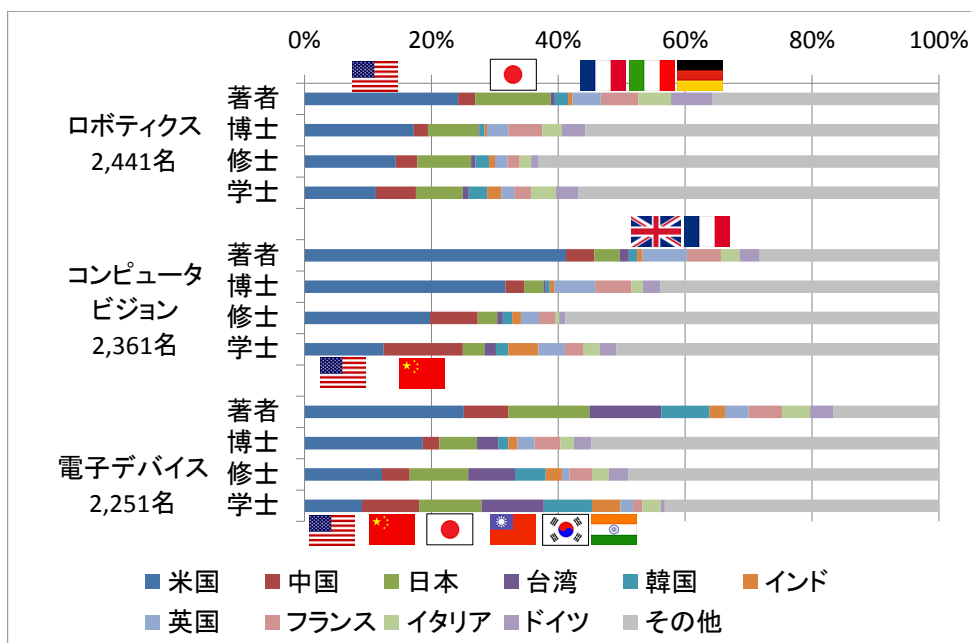


図 5.7 国別の研究者と博士、修士、学士取得者の比率 (ロボティクス領域は IEEE-TRO、IAS-RAS 2004-2009 掲載論文、コンピュータビジョン領域は IEEE-TPAMI 1997-2009 掲載論文、電子デバイス領域は IEEE-TED 2008/09-2009/12 掲載論文から得られた結果である。)

## 第6章 研究者の国際流動性

### 6.1 研究者の国際流動性に関する国別の特徴

#### 6.1.1 国別の研究者数と国際流動性の関係

国別の研究者数と国際的に移動した研究者数の関係を図 6.1 に示し、この関係を 6 種類に分類した結果を表 6.1 と表 6.2 にまとめる。

表 6.1 国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係から得られる 3 領域共通の傾向

特徴	代表的な国 (地域)	国内の研究 者数	国外に移動 した研究者 数	国外から移 動してきた 研究者数
(a) 国内の研究者が極めて多く、国外から流入する研究者が特に多い。	米国	500 ~	250 ~	100 ~
(b) 国内の研究者が多く、研究者の流入出は比較的大きいが、流入傾向にあるか均衡している。	英国 フランス ドイツ	75 ~ 300	20 ~ 85	20 ~ 105
(c) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国内に流入する研究者が多い。	シンガポール 香港	15 ~ 90	5 ~ 25	15 ~ 70
(d) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が多い。	イタリア	10 ~ 130	15 ~ 45	~ 15
(e) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が極めて多い。	中国	20 ~ 160	75 ~ 120	~ 30
(f) 国内に殆ど研究者が存在せず、国外に流出する研究者が多い。	領域により異なる	~ 10	10 ~ 15	~ 5

図 6.1 から得られる特徴を以下に示す。

- 国外から研究者の流入する米国と国外に研究者の流出する中国  
米国は国外から流入する研究者が多い上に国内の研究者数が多く、中国は国外に流出する研究者が極めて多い。コンピュータビジョン領域では、米国に 650 名の研究者が流入し、中国から 250 名の研究者が流出しており、これは他の領域の 2 倍に相当する。
- 欧米先進国の中で唯一研究者が国外に流出するイタリア  
イタリアは国内から流入する研究者よりも、国外に流出する研究者が多く、国外に研究者が流出する傾向がある。米国、英国、フランス、ドイツなど欧米先進国は、国外に研究者が流出する傾向はない。
- 国内の研究者数は少ないが国外から流入する研究者の多いシンガポールと香港  
シンガポールと香港は、国外から研究者が流入する傾向が強く、国内に流入した研究者数を国内の研究者数で規格化した値は欧米先進国よりも高い。

表 6.2 国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係から得られる領域別の傾向

特徴	領域	代表的な国 (地域)
(a) 国内の研究者が極めて多く、国外から流入する研究者が特に多い。	ロボティクス	米国
	コンピュータビジョン	米国
	電子デバイス	米国
(b) 国内の研究者が多く、研究者の流入出は比較的大きいが、流入傾向にあるか均衡している。	ロボティクス	英国、フランス、ドイツ、日本、カナダ、オーストラリア
	コンピュータビジョン	英国、フランス、ドイツ、イスラエル
	電子デバイス	英国、フランス、ドイツ、台湾、韓国
(c) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国内に流入する研究者が多い。	ロボティクス	シンガポール、香港、スイス
	コンピュータビジョン	シンガポール、香港、スイス
	電子デバイス	シンガポール、香港、ベルギー、オランダ
(d) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が多い。	ロボティクス	イタリア、インド、ギリシア、イラン
	コンピュータビジョン	イタリア、ギリシア、韓国、台湾、トルコ
	電子デバイス	イタリア
(e) 国内の研究者数はそれほど多くはなく、国外に流出する研究者が極めて多い。	ロボティクス	中国
	コンピュータビジョン	中国、インド
	電子デバイス	中国、インド
(f) 国内に殆ど研究者が存在せず、国外に流出する研究者が多い。	ロボティクス	ルーマニア、ロシア
	コンピュータビジョン	ルーマニア、エジプト
	電子デバイス	ロシア、イラン

- 国際的に移動した研究者が電子デバイス領域において多い台湾と韓国

電子デバイス領域では、台湾と韓国は、国際的に移動した研究者が英国、フランス、ドイツより多い上に国内の研究者数も多い。しかし、ロボティクス、コンピュータビジョン領域では、台湾と韓国は国外に研究者が流出する傾向がある。

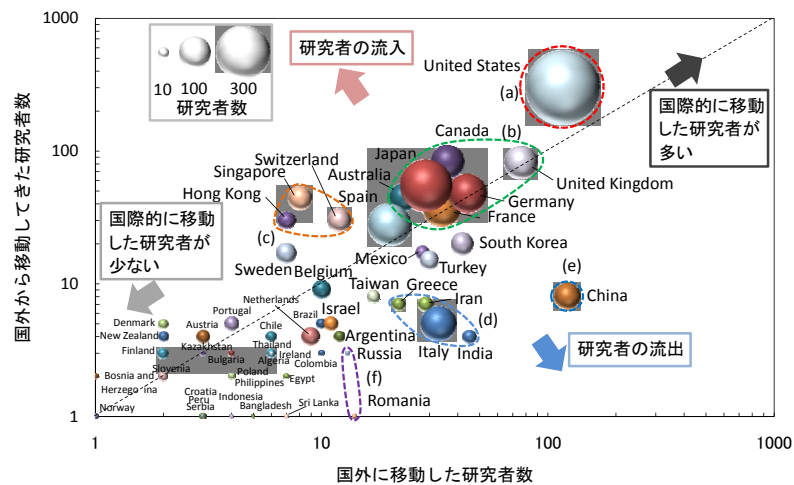
- 国際的に移動した研究者数は少ないが国内の研究者数の多い日本

ロボティクス領域では、国際的に移動した研究者はフランス、ドイツと同じ水準にあるが、国内の研究者はこれらの国よりも多い。コンピュータビジョン領域では、国際的に移動した研究者数はフランス、ドイツよりも少ない。電子デバイス領域では、米国に次いで研究者が多いにもかかわらず、国際的に移動した研究者は台湾、韓国、英国、フランス、ドイツよりも少ない。

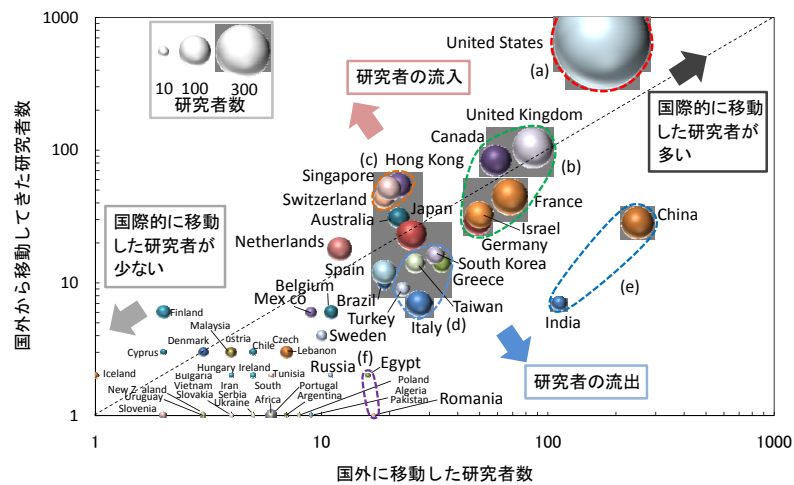
国際的に移動した研究者数を国別の研究者数で規格化した値を図 6.2 に示す。なお、国外への移動については負の値で表示している。米国よりも国外から移動してきた研究者数を規格化した値が大きい国を以下にまとめる。

- 領域共通 シンガポール、香港、カナダ
- ロボティクス領域 メキシコ、英国、オーストラリア、スイス
- コンピュータビジョン領域 スイス、オーストラリア

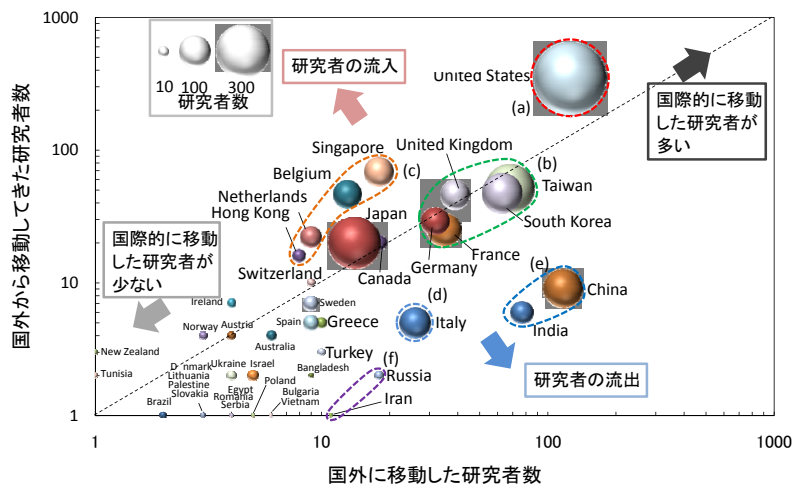
領域共通のカナダとロボティクス領域のメキシコについては、国外に移動した研究者が多く、研究者が国外から流入する傾向にあるとは言えない。国外に移動した研究者数を規格化した値については、いずれの領域でもインドが突出していることがわかる。国内の研究者が少ない場合に、規格化の効果が大きくなるという問題があるものの、日本は研究者の国際流動性が低いことがわかる。



(a) ロボティクス領域

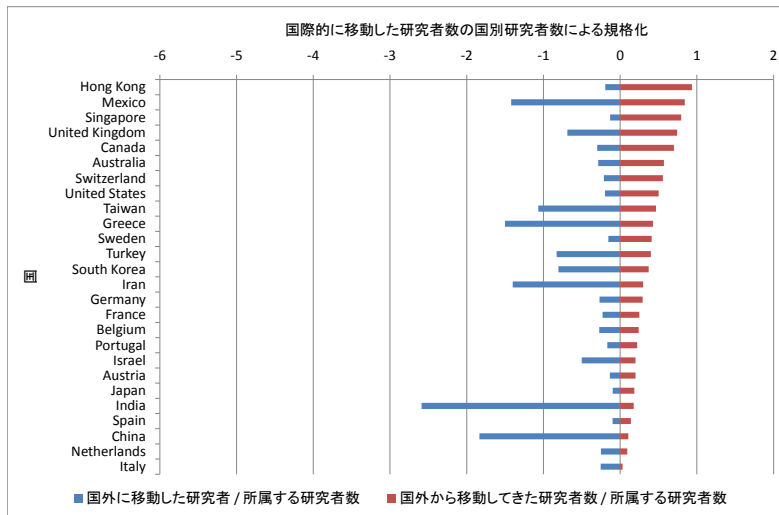


(b) コンピュータビジョン領域

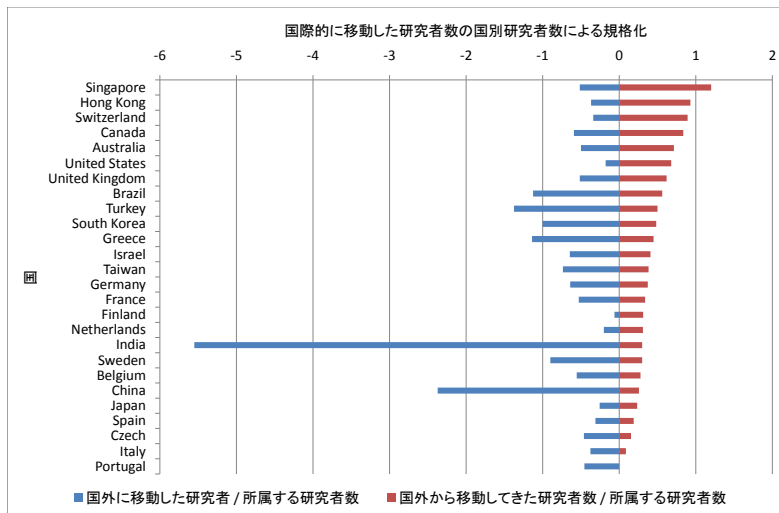


(c) 電子デバイス領域

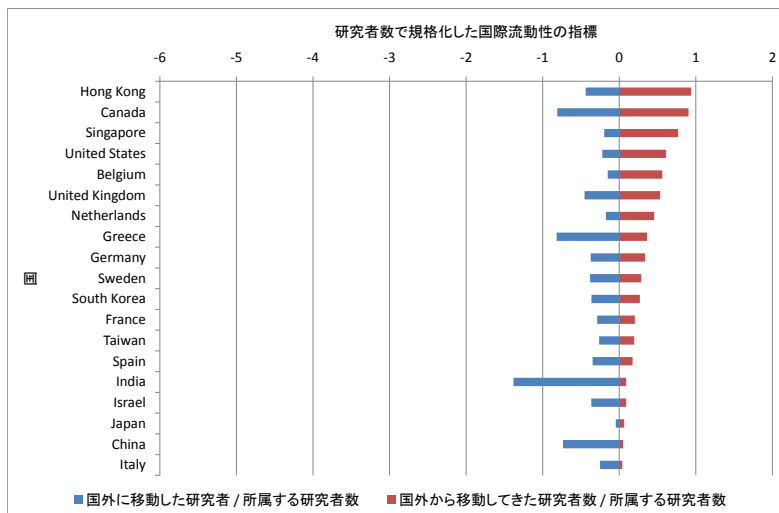
図 6.1 国際的に移動した研究者数と国別の研究者数の関係 (対数表示の 0 を回避するため、横軸と縦軸の研究者数には 1 名加算した値を用いている。)



(a) ロボティクス領域



(b) コンピュータビジョン領域



(c) 電子デバイス領域

図 6.2 国際的に移動した研究者数の国別研究者数による規格化 (国別研究者数が 10 名上の国を表示している。)

## 6.1.2 研究者の国際移動パターンにおける国別の特徴

図 6.3 ~ 6.5 に示す研究者の国際移動パターンから読み取れる国別の特徴を以下に示す。

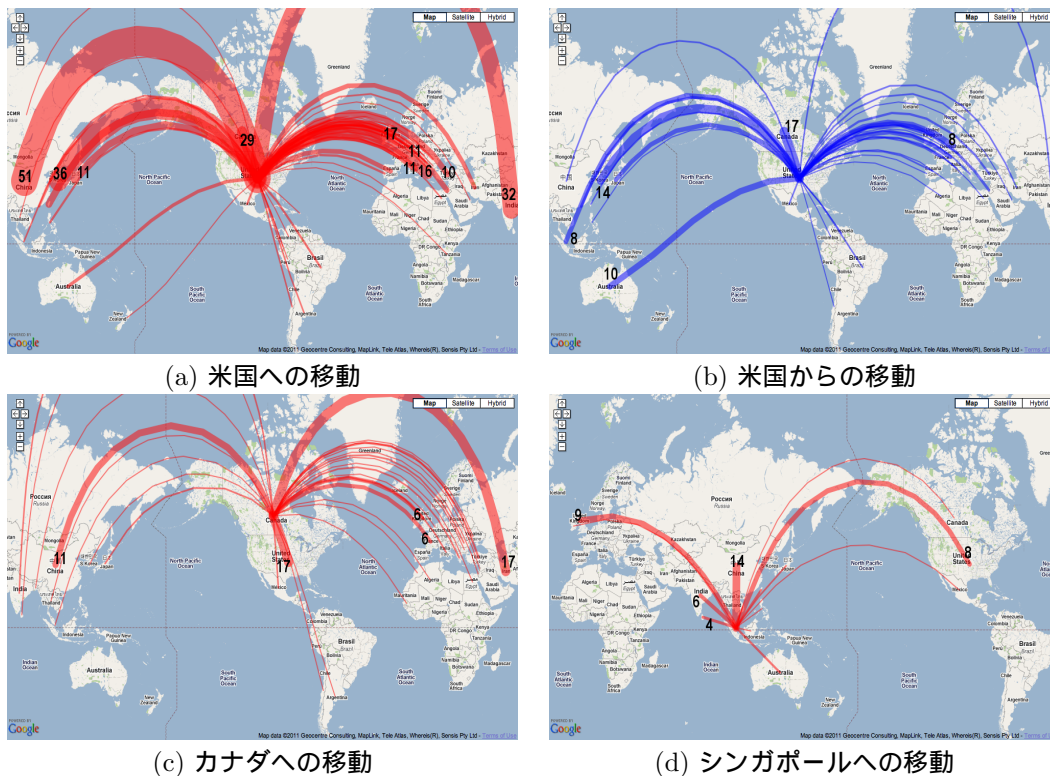


図 6.3 ロボティクス領域における代表的な研究者の国際的な移動（流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。）

調査データから得られた研究者の国際的な移動パターンの一例を図 6.3 ~ 6.5 にまとめ、その特徴を以下に示す。

- 研究者の流れの中心となる米国  
世界各国から米国に研究者が移動し、また、米国から世界各国に研究者が移動している。ただし、米国から流出する研究者よりも米国に流入する研究者が多く、研究者が米国に集中する傾向がある。
- 米国との間を双方向に移動する研究者の多い韓国と台湾  
韓国、台湾は米国との間を双方向に移動する研究者が電子デバイス領域で特に多い。ロボティクス領域におけるカナダと韓国、コンピュータビジョン領域におけるイスラエルにも米国との間で双方向に移動する研究者が多い。
- 世界各地の研究者を受け入れる英国とカナダ  
英国とカナダは世界各地の研究者を受け入れており、カナダはロボティクス領域、英国はコンピュータビジョン領域で顕著である。また、ロボティクス領域でカナダはイランから移動した研究者が米国よりも多いという特徴がある。

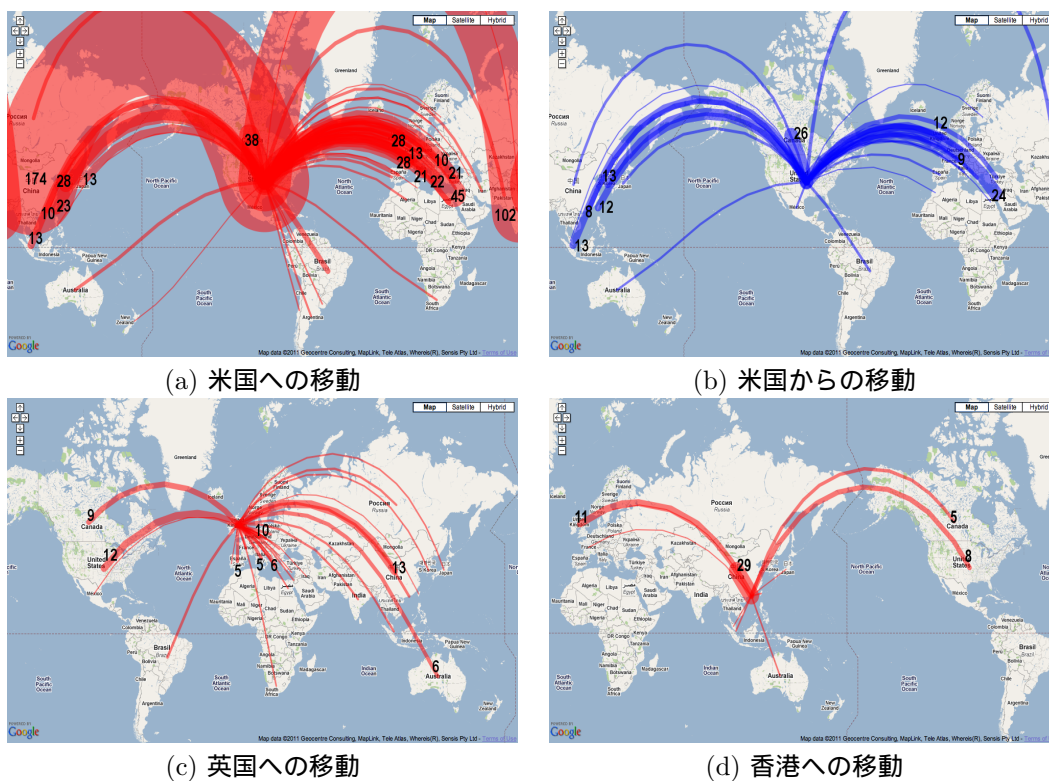
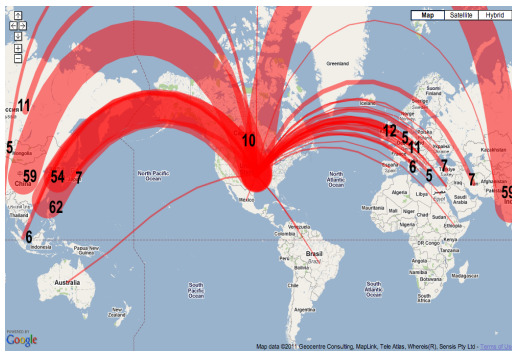
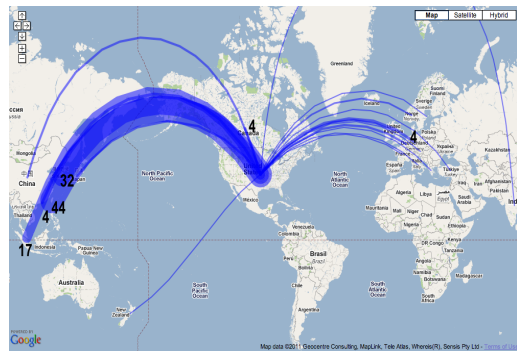


図 6.4 コンピュータビジョン領域における代表的な研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)

- 特定の国や地域から研究者が流入するシンガポールと香港  
 ロボティクス領域では、英国、米国、中国、南アジアからシンガポールに移動した研究者が多い。コンピュータビジョン領域では、英国、米国、カナダから香港に移動する研究者も見られ、特に中国から香港に移動した研究者が多い。
- 国際的に移動する研究者は少ないが国内に研究者の多い日本  
 電子デバイス領域において、日本は国際的に移動する研究者が台湾や韓国と比較して極めて少ないが、国内の研究者は米国の次に多い。



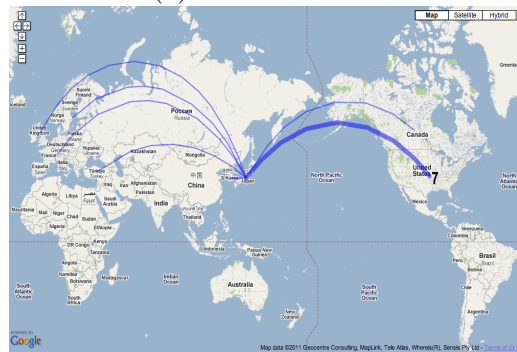
(a) 米国への移動



(b) 米国からの移動



(c) 日本への移動



(d) 日本からの移動

図 6.5 電子デバイス領域における代表的な研究者の国際的な移動 (流入出を赤と青の線で区別し、移動人数を線の太さに反映している。移動人数が多い場合には数値を記入している。)



## 6.2 研究者の国際流動性に関する組織別の特徴

### 6.2.1 組織別の研究者数と国際流動性の関係

図 6.6 に示す組織別の研究者数と国際的に移動した研究者数の関係から得られる特徴を以下に示す。

- 国外から多くの研究者を受け入れる代表的な組織
  - 領域共通 米国、シンガポールの大学
  - ロボティクス領域 領域共通と同じ
  - コンピュータビジョン領域 英国、香港の大学、米国の企業
  - 電子デバイス領域 ベルギーの国際研究機関

シンガポールの大学における研究者受入れは米国の大学に匹敵することがわかる。

- 国外に多くの研究者を供給する代表的な組織
  - 領域共通 中国の大学
  - ロボティクス領域 韓国、イラン、ギリシア、米国、英国、日本の大学
  - コンピュータビジョン領域 中国の研究機関、イスラエルの大学
  - 電子デバイス領域 韓国、台湾の大学

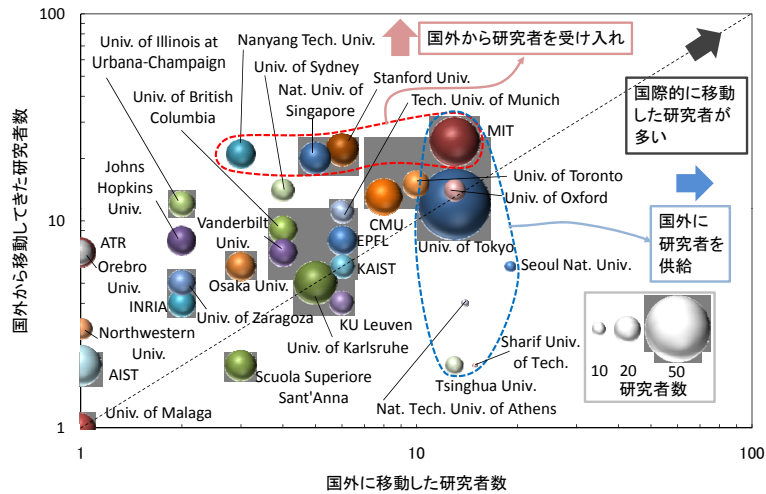
東アジアの組織から国外に多くの研究者が供給される傾向がある。

領域別には以下の特徴がある。

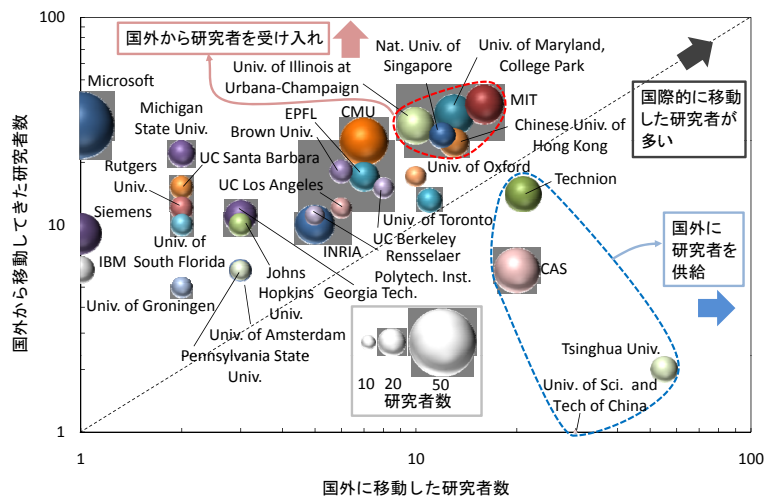
- ロボティクス領域
  - 研究者を供給する組織と受け入れる組織の重複  
Massachusetts Institute of Technology のように、国外から研究者を受け入れるだけでなく、国外に多くの研究者を供給する組織もあり、コンピュータビジョン、電子デバイス領域のように研究者を供給する組織と受け入れる組織が明確に分かれていない。
  - 国外に移動した研究者の多い組織が存在しない  
コンピュータビジョン領域の Tsinghua University、電子デバイス領域の Seoul National University からは、それぞれ 54 名、37 名の研究者が国外の組織に移動しているが、ロボティクス領域で国外に移動した研究者が最も多い組織は Seoul National University の 18 名である。
- コンピュータビジョン領域
  - 国外に多くの研究者が供給する中国の組織  
特に Tsinghua University から国外に移動した研究者が多い。Chinese Academy of Sciences も比較的多くの研究者が国外に供給しているが、所属する研究者も多いことがわかる。
  - 国外の研究者を受け入れる組織に企業が含まれる  
米国、英国、シンガポール、香港の大学に加えて、企業の Microsoft が国外の研究者を多く受け入れている。
- 電子デバイス領域

- 台湾の大学、ベルギーの国際共同研究機関、各国の企業が代表的な研究組織 National Chiao Tung University など台湾の大学、ベルギーの IMEC、Toshiba や IBM などの企業が電子デバイス領域では主要な研究組織である点が、ロボティクス、コンピュータビジョン領域を大きく異なる。
- 国外から研究者を受け入れる米国、欧州、韓国、台湾の企業  
欧州の NXP、STMicroelectronics、台湾の TSMC、米国の IBM、韓国の Samsung は国外から研究者を受け入れているのに対して、日本の企業の場合には、国外の研究者が殆ど受け入れられていない。
- 主要な研究組織として企業が多く含まれる日本  
日本の場合、Toshiba に 51 名、NEC、Hitachi、Renesas には 20 名以上の研究者が所属している。大学では University of Tokyo に 12 名、Osaka University と Tohoku University にそれぞれ 8 名の研究者が所属している。

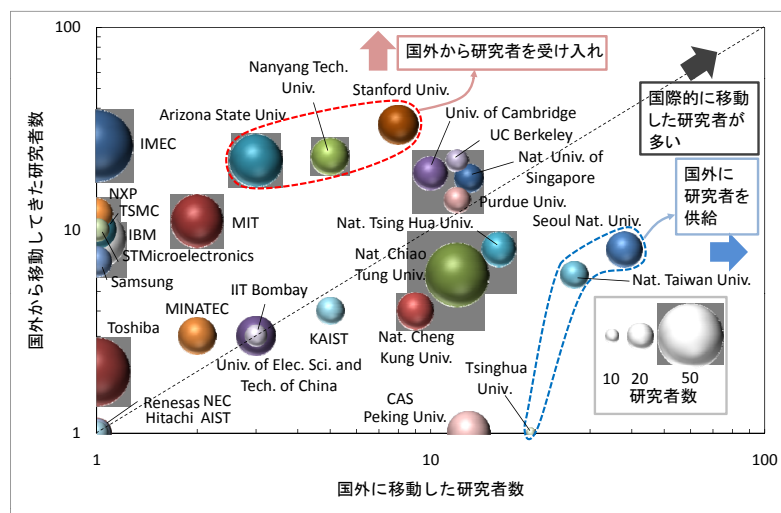
国際的に移動した移動した研究者数を国別の研究者数で規格化した値を図 6.7 に示す。なお、国外への移動については負の値で表示している。規格化した値についても、シンガポールの National University of Singapore、Nanyang Technological University が、米国の Massachusetts Institute of Technology、Stanford University、University of California, Berkely 等にいずれの領域でも近い結果となっている。ロボティクス領域の University Tokyo の場合、国際的に移動する研究者数は多いものの、所属する研究者数で規格化された値を見ると国際流動性が高いとは言えない。



(a) ロボティクス領域 (所属する研究数が16名以上または国外に移動した研究者数が13名以上の組織を表示している。)

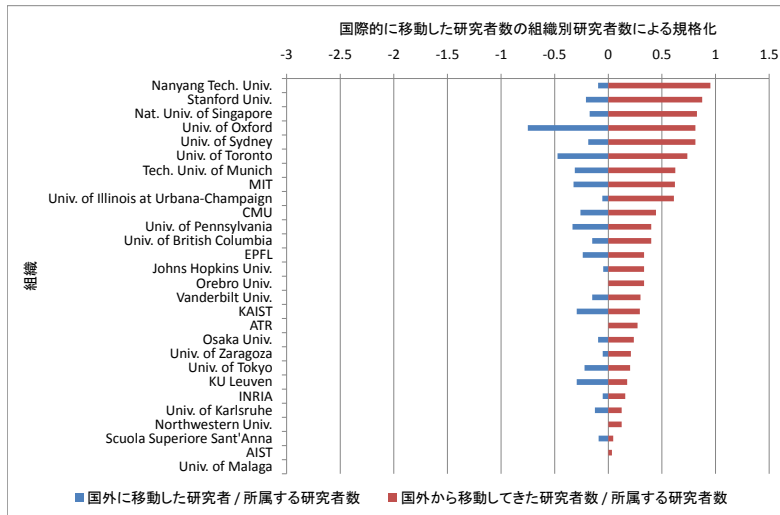


(b) コンピュータビジョン領域 (所属する研究数が15名以上または国外に移動した研究者数が20名以上の組織を表示している。)

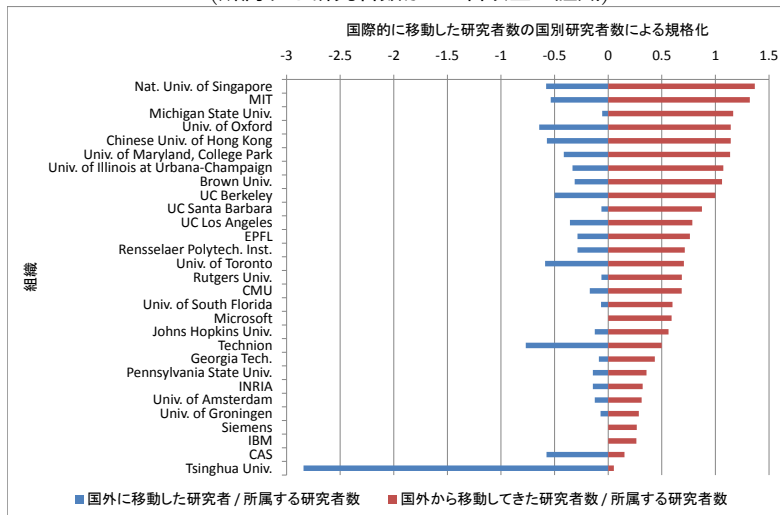


(c) 電子デバイス領域 (所属する研究数が16名以上または国外に移動した研究者数が19名以上の組織を表示している。)

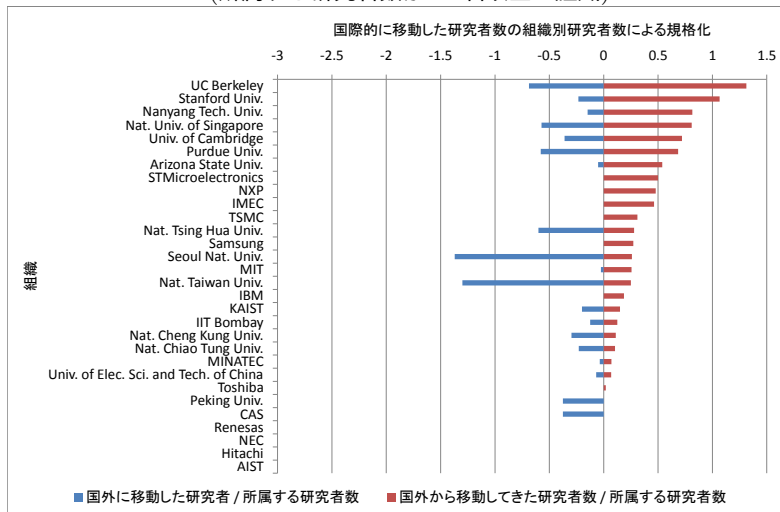
図 6.6 組織別の研究者数と国際的に移動した研究者数の関係 (対数表示の0を回避するため、横軸と縦軸の研究者数には1名加算した値を用いている。)



(a) ロボティクス領域  
(所属する研究者数が 16 名以上の組織)



(b) コンピュータビジョン領域  
(所属する研究者数が 15 名以上の組織)



(c) 電子デバイス領域  
(所属する研究者数が 16 名以上の組織)

図 6.7 国際的に移動した研究者数の組織別研究者数による規格化

## 6.2.2 国際流動性に見る主要大学の特徴

代表的な組織における研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織の関係を図 6.8～6.10 に示し、その特徴を以下にまとめる。

- 国外から研究者の流入する米国の大学

Massachusetts Institute of Technology (MIT) に所属するロボティクス研究者 (図 6.8(a)) と Carnegie Mellon University に所属するコンピュータビジョン研究者 (図 6.9(a))、Arizona State University に所属する電子デバイス研究者 (図 6.10(a)) を見ると、国内外の他大学出身者が多いことがわかる。いずれの大学も、自大学の学部出身者が 10%にも満たず、組織間の流動性が極めて高いことを示している。CMU では米国外で教育を受けた研究者が半数以上を占め、特に中国で教育を受けた研究者が多いことがわかる。

- 国外に研究者を供給する中国と韓国の大学

Seoul National University (SNU) を卒業したロボティクス研究者の場合 (図 6.8(c))、米国の大学院から博士、修士を取得する比率が高く、韓国外の組織に所属する研究者も約 40%を占める。Tsinghua University を卒業したコンピュータビジョン研究者の場合 (図 6.9(b))、米国の大学院で博士を取得する比率が高く、60%の研究者が米国の組織に所属している。SNU を卒業した電子デバイス研究者の場合 (図 6.10(c))、米国の大学院に進学する比率が高く、40%以上が米国の組織から博士を取得している。

- 研究者の国際流動性が低い台湾の大学

National Chiao Tung University (NCTU) に所属する電子デバイス研究者の場合 (図 6.10(b))、半数は台湾の他大学出身者であり、NCTC 出身者は 35%に留まる。NCTU を卒業した電子デバイス研究者の場合 (図 6.10(d))、87%が台湾国内の組織に所属し、13%が米国の組織に所属している。研究者の国際流動性が高くはないが、国内の組織間流動性は高いと言える。

- 研究者の国際流動性だけでなく国内の流動性も低い日本の大学

University of Tokyo に所属するロボティクス研究者の場合 (図 6.8(b))、半数は自大学の卒業生であり、国内外の他大学出身者の比率も低い。University of Tokyo を卒業したロボティクス研究者の半数が自大学に所属している。日本の場合、国際流動性が低だけでなく国内の組織間における流動性も低いと言える。

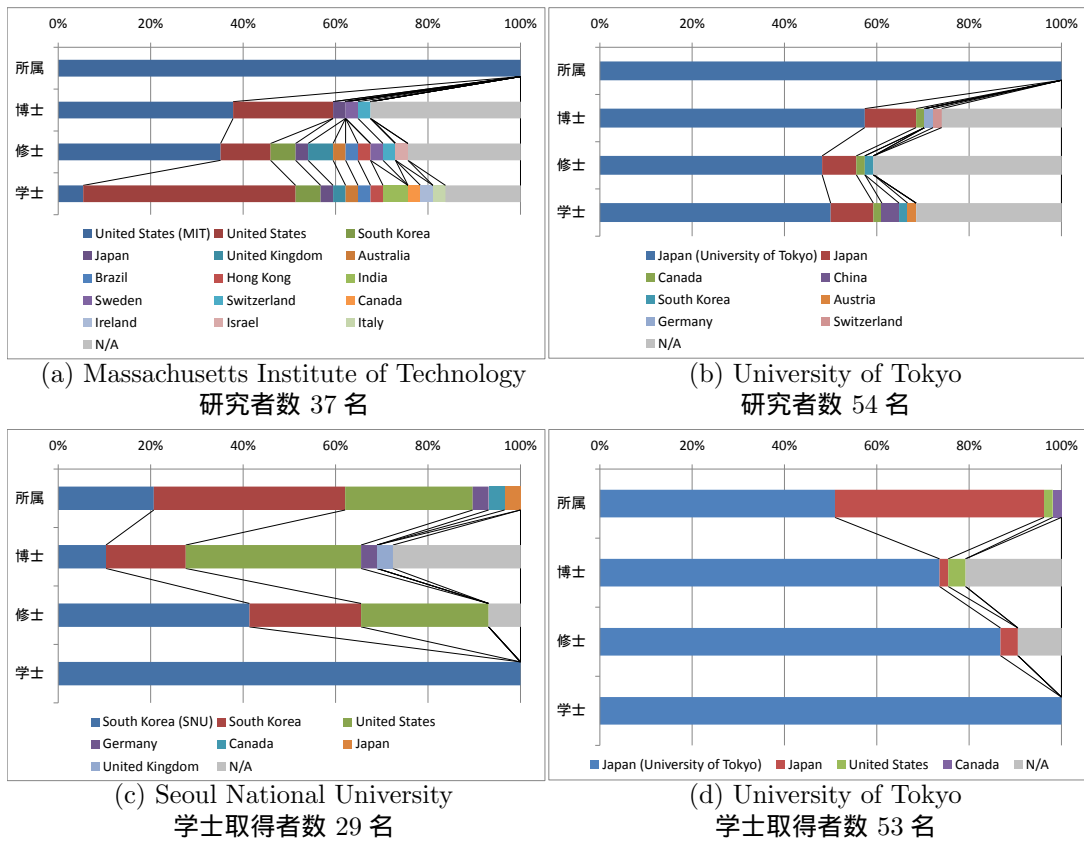


図 6.8 ロボティクス領域の代表的な組織における研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織の関係 (所属組織と博士、修士、学士取得組織を国別に分類している。)

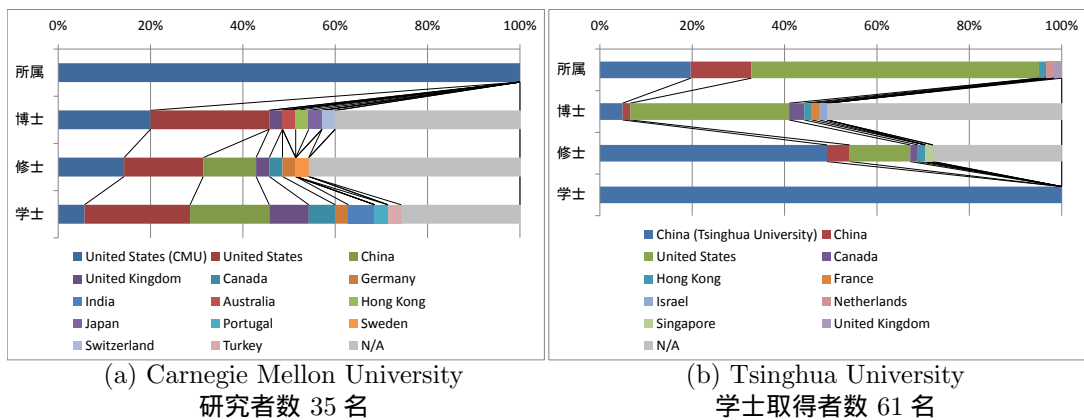


図 6.9 コンピュータビジョン領域の代表的な組織における研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織の関係 (所属組織と博士、修士、学士取得組織を国別に分類している。)

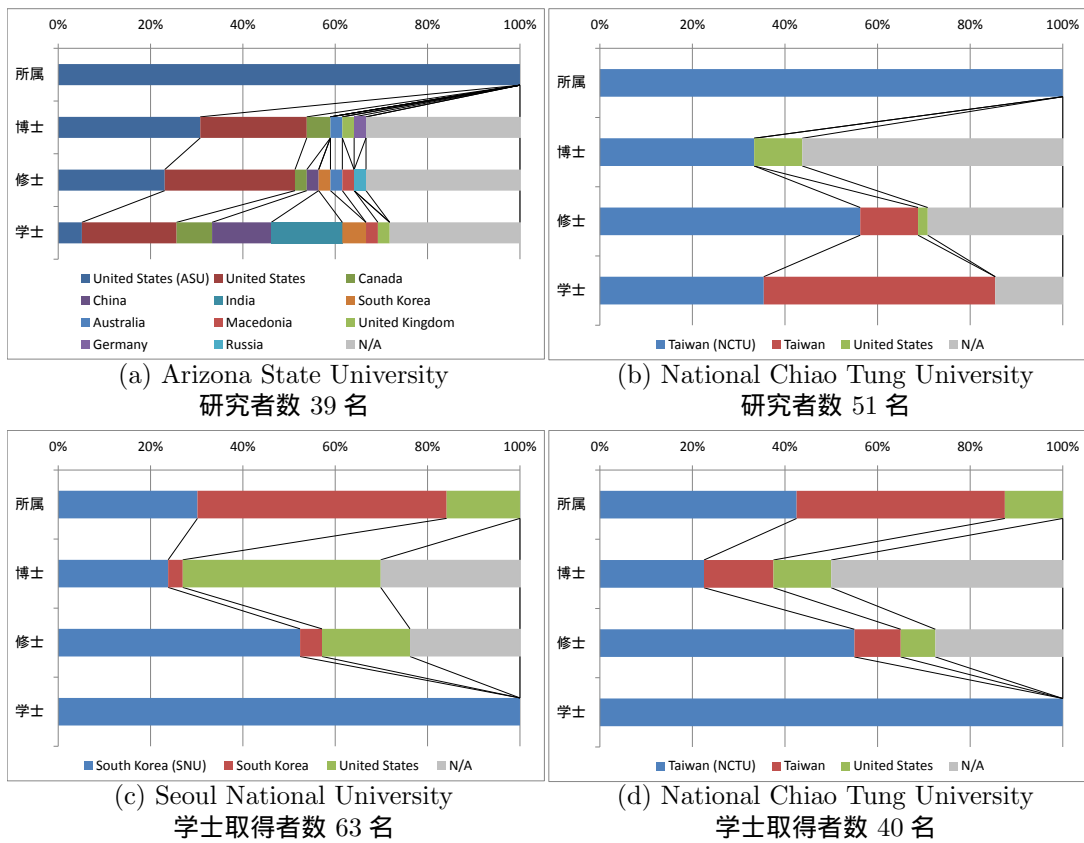


図 6.10 電子デバイス領域の代表的な組織における研究者の所属組織と博士、修士、学士取得組織の関係 (所属組織と博士、修士、学士取得組織を国別に分類している。)

### 6.3 総じて

本研究により、各領域に共通して、世界各国から米国に研究者が流入し、中国から多くの研究者が国外に流出する大きな流れが明らかになった。日本はロボティクスと電子デバイス領域の研究者は数多いが、国際流動性は各国に比べてかなり低い。例えば、電子デバイス領域においては、研究者数が米国に次いで多いにもかかわらず、研究者の数に比して論文数が少なく、大学も企業も海外からの研究者を受け入れていない。また、ロボティクス領域の主要大学を比較すると、日本の大学は国内の組織間流動性も低い傾向にある。このような日本の流動性の低さは、研究内容の固定化・世界のトレンドとの乖離など懸念される日本の状況を助長する要因になりかねないと考えられる。



## 参考文献

- [1] Caglar Özden and Maurice Schiff. *International Migration Remittances & the Brain Drain*. The World Bank and Palgrave Macmillan, New York, 2004.
- [2] Sally Davenport. Panic and Panacea: brain drain and science and technology. *Research Policy*, Vol. 33, No. 4, pp. 617–630, 2004.
- [3] Annamária Inzelt. The inflow of highly skilled workers into Hungary: A by-product of FDI. *Journal of Technology Transfer*, Vol. 33, No. 4, pp. 411–438, 2004.
- [4] Anna Lee Saxenian. Brain circulation: How high skill immigration makes everyone better off. *The Brookings Review*, Vol. 20, No. 1, pp. 28–31, 2002.
- [5] Anna Lee Saxenian. From brain drain to brain circulation: Transnational communities and regional upgrading in India and China. *Studies in Comparative International Development*, Vol. 40, No. 2, pp. 35–61, 2005.
- [6] Sami Mahroum. The International Policies of Brain Gain. *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 17, No. 2, pp. 219–230, 2005.
- [7] (独) 科学技術振興機構研究開発戦略センター. 科学技術・イノベーション動向報告 中国・台湾編 (2008年度版). 海外調査報告書 CRDS-FY-2008-OR-10. (独) 科学技術振興機構研究開発戦略センター, 2009.
- [8] OECD. *International Migration Outlook SOPEMI 2010*. OECD Publishing, 2010.
- [9] OECD. *The Global Competition for Talent: Mobility of the Highly Skilled*. OECD Publishing, Paris, 2008.
- [10] OECD. *Education at a Glance 2009: OCED Indicators*. OECD Publishing, Paris, 2009.
- [11] National Science Board. *Science and Engineering Indicators 2010*. National Science Foundation, 2010.
- [12] Paula E. Stephan and Sharon G. Levin. Exceptional contributions to US science by the foreign-born and foreign-educated. *Population Research and Policy Review*, Vol. 20, pp. 59–79, 2001.
- [13] G. Laudel. Studying the brain drain: Can bibliometric method help? *Scientometrics*, Vol. 57, No. 2, pp. 215–237, 2003.
- [14] 梶岩晶, 三須敏幸, 茶山秀一. 我が国における博士課程修了者の国際流動性. NISTEP Report No. 184. 科学技術政策研究所, 2010.

- [15] 加藤真紀, 茶山秀一. 大学院進学時における高等教育機関間の学生移動 大規模研究型大学で学ぶ理工系修士学生の移動機会と課題 . NISTEP Report No. 174. 科学技術政策研究所, 2010.
- [16] M. Gaughan and B. Bozeman. Using curriculum vitae to compare some impacts of NSF research grants with research center funding. *Research Evaluation*, Vol. 11, No. 1, pp. 17–26, 2002.
- [17] Carolina Cañibano and Barry Bozeman. Curriculum Vitae method in science policy and research evaluation: the state-of-the-art. *Research Evaluation*, Vol. 18, No. 2, pp. 86–94, 2009.
- [18] V. Mangematin. PhD job market: professional trajectories and incentives during the PhD. *Research Policy*, Vol. 29, pp. 741–756, 2000.
- [19] James S. Dietz and Barry Bozemann. Academic careers, patents, and productivity: industry experience as scientific and technical human capital. *Research Policy*, Vol. 34, pp. 349–367, 2005.
- [20] Carolina Cañibano, Javier Otamendi, and Inés Andújar. Measuring and assessing researcher mobility from CV analysis: The case of the ramón y Cajal Programme in Spain. *Research Evaluation*, Vol. 17, No. 1, pp. 17–31, 2008.
- [21] Daniela De Filippo, Elías Sannz Casado, and Isabel Gómez. Quantitative and qualitative approaches to the study of mobility and scientific performance of a Spanish university. *Research Evaluation*, Vol. 18, No. 3, pp. 191–200, 2009.
- [22] Koen Jonkers and Robert Tijssen. Chinese researchers returning home: Impacts of international mobility on research collaboration and scientific productivity. *Scientometrics*, Vol. 77, No. 2, pp. 309–333, 2008.
- [23] Uld Sandström. Combining curriculum vitae and bibliometric analysis: mobility, gender, and research performance. *Research Evaluation*, Vol. 18, No. 2, pp. 135–142, 2009.
- [24] 細坪護拳. 国立大学教授へのキャリアパス 国立大学間移動と昇格の実態に関する分析 . NISTEP Discussion Paper No. 60. 科学技術政策研究所, 2010.
- [25] 古川貴雄, 白川展之. 著者経歴を用いた研究者の国際流動性評価 — コンピュータビジョン領域における事例研究 —. Discussion Paper No. 61. 科学技術政策研究所, 2010.
- [26] SCI-BYTES. What’s New in Research March 25, 2007, Journal Ranked by Impact: Robotics. [http://in-cites.com/research/2007/march\\_26\\_2007-1.html](http://in-cites.com/research/2007/march_26_2007-1.html), 2007.
- [27] Stéphane Brès. Journaux et conférences ciblés par l’équipe imagine. <http://liris.cnrs.fr/imagine/journaux.shtml>, 2007.
- [28] BioxBio.com. Sci journal impact factor. <http://liris.cnrs.fr/imagine/journaux.shtml>, 2007.

## 本調査に係る調査実施体制及び参加者一覧

本調査は文部科学省科学技術政策研究所が設計・実施した。

(調査設計・実施)

文部科学省 科学技術政策研究所

古川 貴雄 科学技術動向研究センター 上席研究官

白川 展之 科学技術動向研究センター 上席研究官

奥和田 久美 科学技術動向研究センター センター長

# 研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析

— ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域を対象として —

本報告書に対する問い合わせ先

文部科学省 科学技術政策研究所  
科学技術動向研究センター

〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関3丁目2-2  
(中央合同庁舎第7号館東館16階)

TEL: 03-3581-0605 FAX: 03-3503-3996  
Email: [stfc@nistep.go.jp](mailto:stfc@nistep.go.jp)

本報告の複製、転載、引用を行う際には、出典を明記ください。