

IEEE のカンファレンスと刊行物に関する 総合的分析

—成長・激変する世界の電気電子・情報通信研究と日本—

2011年 6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

白川 展之 古川 貴雄 野村 稔 奥和田 久美

An Extensive Quantitative Analysis of IEEE Publications
— Globalization of Electrical and Electronics Engineering Research —

June 2011

Nobuyuki SHIRAKAWA, Takao FURUKAWA, Minoru NOMURA, 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。

IEEEカンファレンスと刊行物に関する総合的分析 —成長・激変する世界の電気電子・情報通信研究と日本—

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
白川展之、古川貴雄、野村稔、奥和田久美

要 旨

電気電子・情報通信研究の国際的發展を総合的に分析するため、工学系で世界最大の学術出版を行う学協会 IEEE（電気電子技術者協会）の出版物を網羅的に分析した。1980年から2008年にIEEEが出版した定期刊行物とカンファレンス・プロシーディングに掲載の150万件余の文献データをもとに、第一著者の国・地域別文献数の推移から、領域別・国別研究動向を分析した。近年IEEEは、定期刊行物文献数シェアで北米・欧州・東アジアが拮抗する3極構造の国際学会になっている。2002年以降中国開催のカンファレンスが急増し、中国のプロシーディング文献数は2008年に約4万件に達し、米国を抜いて世界一になった。研究領域別では、米国の主導で情報通信関連分野が一貫して伸びている。日本は、世界的に見ると特異な推移を示す。プロシーディング文献数は、順調に伸び、米中に次ぐ頭ひとつ抜けた3位を保つ一方で、定期刊行物文献数は、過去20年間横ばいであり、2008年には6位である。領域別文献数では、電気系が非常に多く情報系が少ないなど偏りが大きく、世界の研究の方向性とは乖離する方向にある。

An Extensive Quantitative Analysis of IEEE Publications — Globalization of Electrical and Electronics Engineering Research —

Nobuyuki SHIRAKAWA, Takao FURUKAWA, Minoru NOMURA, Kumi OKUWADA
Science and Technology Foresight Center,
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

ABSTRACT

This study aims to identify the global expansion of research activities in the fields of electric electronic and information communication. For quantitative and collective bibliometric analyses, we investigated the Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE), the world's largest professional association as well as the largest publisher in engineering. We analyzed IEEE publications for the period from 1980 to 2008 using the metadata from Inspec, of which data consists of more than 355,000 periodical articles and 1,148,000 conference proceeding articles. The number of periodical articles published from 1980 to 2008 increased fourfold. The proportion of periodical articles originating in North America, Europe, and East Asia is well balanced, forming a tripolar structure in IEEE technological activities. More surprisingly, the number of conference proceedings articles has increased more than tenfold since 1988. Especially, the number of conference proceedings articles from China has been increasing dramatically since 2002 and exceeded that from the USA in 2008. Our analyses reveal that IEEE technical and publishing activities have been expanded globally over the past decade with more active international competition.

概 要

1. 背景

日本の科学技術の水準にはさまざまな見方があるが、「日本の科学技術力の強さが産業競争力や成長力につながっていない」、「技術力で勝る日本が事業で負けている」といった議論も聞かれる。こうした議論で最も多く採り上げられるのが、日本の電気電子・情報通信産業の事例である。このような議論の前提として、電気電子・情報通信関連分野における世界と日本の研究活動の実態はどの程度全体像が認識されているだろうか。

こうした問題意識から、科学技術政策研究所では、電気電子・情報通信関係における専門分野の研究動向を俯瞰的に把握するため、当該分野で世界最大の学協会である年間世界の工学系文献の約 1/3 近くを出版する IEEE (“Institute of Electrical and Electronics Engineering, Inc”：電気電子技術者協会) の出版物を対象とした文献調査を継続的に行ってきた。

第 1 報では、過去 20 年間にわたる定期刊行物の国別文献数の推移を分析し、第 2 報では、過去 20 年間の 5 年毎の文献数の推移から、研究領域別の動向変化について分析した。

(※ これまでの調査結果の概要については、本概要に続く参考資料で示す。)

2. 今回調査の分析データ・方法

第 3 報目となる本調査資料では、調査対象と年範囲を拡大し、総合的な分析を加えた。対象の出版物には、カンファレンス・プロシーディング (学術的な国際会議の予稿集) を加え、タイムスパンも約 30 年間に拡大した。

本報告では、IEEE が 1980 年から 2008 年に出版した定期刊行物及びカンファレンス・プロシーディングに掲載された 150 万件余の網羅的な文献データをもとに、文献の第一著者の所属する国・地域別の文献数推移から、研究領域別の動向変化を分析した。さらに、これまでの調査結果を総合して、日本の研究の特徴・特異性についてあらためて論じた。

3. 過去 30 年間の IEEE 出版物に見る世界の研究動向の変化

(1) 時代の変化に合わせて劇的に変化する研究領域別のバランス

これまでの調査結果からは、IEEE は 1990 年代は電子デバイスなど電気・電子系に、2000 年代は情報・通信系の領域に軸足を置く学協会になっている。今回、調査範囲を約 30 年間に拡大して、関連文献数が多いソサエティの研究領域別の変遷を観察した結果、IEEE で最も急激に発展する研究領域は、時代の潮流の変遷に合わせてシフトしてきている様子が明らかになった。

- ① 冷戦時代：1980 年代前半は、核・プラズマ科学ソサエティの文献数が最も多かった。
- ② エレクトロニクス全盛の時代：冷戦終結後 1980 年代後半から 1990 年代初頭には、磁気学や電子デバイスなど電気電子関連のソサエティの文献数が伸び最も多くなった。なお、この時期に IEEE における日本のシェアは最大 2 割近くまで伸びた。
- ③ 情報通信革命の始まり：1990 年代中盤から 2000 年前後は、特にクリントン政権誕生前後からフォトニクス、コンピューター、通信ソサエティ関連の文献数が急成長し始め、最も多くなった。
- ④ ワイヤレス・ネットワークの時代：2002 年以降、ワイヤレス・ネットワーク関連の研究の発展により、コンピューター、通信、信号処理のソサエティが最も急激に文献数を伸ばしている。

(2) IEEE 関連文献における世界の電気電子・情報通信研究の3極構造化

IEEE は過去 30 年間に北米中心の学会から文字どおりの世界的な学会へ変貌し、現在は北米・欧州・東アジアの 3 極構造の学協会になっている。定期刊行物文献数の地域別シェアは、1980 年代初頭は北米が 2/3 を占め、日本・欧州がそれぞれ 15%程度という状況であった。近年は、北米・欧州・東アジアの 3 地域が 30%程度で拮抗している。カンファレンス・プロシーディングでも同様の推移が見られる。

IEEE から世界の電気電子・情報通信関連研究の発展を見ると、1980 年代からおおよそ 5~7 年周期で、①北米が中心の学会の時期から、②日本の世界シェアが 20%近くまで増加する時期、③欧州(英国、イタリア、ドイツ他)や台湾、韓国の研究が活発化し国際化が進む時期、さらに④中国の文献数が驚異的に増加する時期を経て、グローバルな 3 極構造へと進化してきた。

4. IEEE の文献数推移に見られる研究の発展パターン

(1) IEEE の出版物の文献数推移

● 電気電子・情報通信関連研究の発展・多様化を反映した定期刊行物の増加

定期刊行物の出版数は、約 30 年間で約 3 倍の 150 誌、掲載文献数も約 2 万件と約 4 倍に増加した。定期刊行物では、マガジン(レターや専門領域別の技術雑誌)の文献数の割合の増加が目立つ。文献掲載国数も 50 カ国から 100 カ国近くに倍増した。特に中国の文献数が、2002 年以降急伸し、2006 年には日本を抜き米国に次ぐ世界 2 位となった。日本は、米中 2 国に次ぐカナダ、台湾、英国、韓国、イタリアなどと 3 位集団を形成しているが、2008 年は 6 位である。

● 定期刊行物以上の勢いで伸びるカンファレンス・プロシーディング

プロシーディング文献数は、2008 年に約 14 万件と約 30 年間で 10 倍以上となり、2000 年代になってからは定期刊行物以上のペースで増加し続けている。文献を出す国も一貫して増加し、近年は 140 カ国以上に及ぶ。国別文献数では、米国と日本が牽引する形が長く続いてきたが、2000 年代は、中国が国内でのカンファレンス開催数を急増させた影響から文献数が急伸し、2008 年に約 4 万件と米国を抜き世界 1 位となった。

最近では、中国以外の BRICs 諸国(ブラジル、ロシア、インド)やトルコ、イランなどの国が、欧州の主要な国に迫る文献数を示すようになってきていることが注目される。

(2) IEEE における研究の発展パターン

● 研究領域の発展のメルクマールとなる刊行物の誕生・増加

出版物数とその掲載文献数が研究領域の発展のメルクマールになっている。情報通信分野を中心とした新たな研究領域の発展過程を見ると、特定テーマのカンファレンスやワークショップの開催に伴い多くのプロシーディングが刊行され、研究が発展すると定期刊行物では最初に技術雑誌が創刊され、続いてトランザクションなどが誕生し、次第に独立した研究領域として確立されていく。

- 米国以外の国からの貢献の拡大によって発展を続ける IEEE の研究領域別ソサエティも存在

いずれのソサエティの関連文献数も、一貫して増加傾向である。米国の文献数が、カンファレンスと定期刊行物の双方で減少傾向の領域もあるが、米国以外の国からの文献数が増加することにより、研究領域そのものは発展する構造になっている。

- カンファレンスからはじまる新興国の IEEE における研究活動

今後成長が期待される中国以外の BRICs 諸国の文献数推移などからは、カンファレンスへの文献発表を最初の手掛かりに、定期刊行物への文献掲載へ段階的に研究活動が発展していく様子がうかがえる。

(3) 研究領域別の特徴

- 情報系の領域で増加が顕著な技術雑誌と研究トレンド創出への米国の強い影響力

成長が顕著な情報系の領域では、プロシーディングとともに、一般的な論文誌に比べ実用的な概念や技術内容を中心に扱う技術雑誌の文献数が大きく増加している。ここでの米国文献数は他国に比べ現在も圧倒的に多く、米国は新しい研究領域を活性化・主導する影響力を依然として保持している。

- 伝統的に強い研究領域を持つ国々

米国に次ぐ 2 番手の文献数の国を見ると、各国がそれぞれ伝統的に強い研究領域がある。日本の磁気学、フランスの信号処理、イスラエルのコンピューターの基礎原理などがその例である。

5. 日本の文献数推移と領域別の特異な研究トレンド

IEEE の出版物の推移のみで全てを語ることはできないが、日本の電気電子・情報通信関連研究は、文献数の領域別バランスの偏りが大きく、世界の研究の方向性と乖離が進んでいる懸念がある。科学技術でイノベーションを進める観点から、日本の工学系の研究・人材教育について全体の方向性をあらためて考え直す必要がある。

(1) 世界の研究変化・トレンドと乖離が進む日本の研究

[傾向] カンファレンス・定期刊行物の領域別文献数に偏りが大きい

日本は、他国に見られない領域別文献数推移を示している。IEEE で最も伸びている情報通信分野で定期刊行物文献数が少ない。定期刊行物文献数は、超伝導など特定領域に特化する傾向が強い。ただし、カンファレンスの文献数においては、信号処理やソフトウェア関連の一部など情報通信分野でも世界の中でそれなりの存在感を持つ特定の研究領域もある。

[分析] 日本の電気電子・情報通信関連研究は、量的には維持・拡大されているが、研究が多様化する傾向が見られない。この結果、電気電子から情報通信へ、また通信でも光からワイヤレスへなどといった世界の研究の方向性の変化と乖離が拡大する傾向にある。情報分野の研究を中心に、技術雑誌において実用的な新概念を提唱し研究領域を主導するようなトップ級の研究者の数が少ないなどの課題を抱えていることが懸念される。

(2) 製品・システム・応用研究で相対的に弱くなる日本

[傾向] 電子系では各国の追い上げが目立ち、電気系では強い存在感を保つ

日本は、磁気学、電子デバイス、フォトニクスなど IEEE で 1980 年代後半から 1990 年代初頭に中心的な領域だった電気電子系の領域における文献数が一貫して多い。ほとんどの領域では、中国をはじめとする台湾、韓国や欧州諸国の追い上げを受けている。ただ、これら領域の文献数でも、磁気学のように現在も米国と拮抗する程の文献数を維持する領域もある。

[分析] 日本の IEEE 領域別文献数のバランスは 1990 年代から変化がわずかである。その結果、近年は、情報通信分野など世界の成長が著しい領域の研究で、各国に追い越される構図になっている。日本がまだ比較的強みを保つ電子デバイス関連研究でも、基礎原理・技術を追求する研究では文献数が比較的多いのにに対し、集積回路や回路システムといった製品・システム化・応用などの研究になるにつれて文献数は少なくなり、他国に追い上げ、追い越される構造である。

(3) プロシーディングは増加するのに、定期刊行物は伸びない日本の特異な文献数推移

[傾向] カンファレンス・プロシーディングでの研究発表でとどまり、論文掲載につながらない

日本の文献数は、プロシーディングでは順調に伸びている一方、定期刊行物では、1990 年代以降横ばいで推移している。通常の国では、プロシーディングと定期刊行物の文献数は対応して伸びており、日本は特異なトレンドを示している。日本の研究成果は、特に情報通信分野を中心に、IEEE のカンファレンスの発表でとどまり、定期刊行物での掲載論文の伸びにつながらない傾向がある。

[分析] 日本の定期刊行物とカンファレンスの文献数の比率は、1990 年代中盤以降米国と変わらなくなってきた。つまり、研究の途中経過を米国並みに国際的に発表するようになったことを示している。この研究活動の国際展開は、競争的資金の充実により、国際カンファレンスで発表する資金等の制約が緩和された成果とみられる。一方、定期刊行物文献数は伸びておらず、他国に比べると日本の研究が領域別のバランスも含め発展拡大したとはいえない。この現象は、日本企業が研究開発・事業の方針転換を図り定期刊行物の文献数を減らす中で、公的研究資金の充実や大学院の重点化などのシステム改革の影響により、大学がカンファレンス・定期刊行物双方の文献数を増加させたことが重なった結果と考えられる。

6. 今後の課題： 大学・大学院を中心とした日本全体の工学系研究・教育体制の再検討が必須に

日本の定期刊行物文献数は、セクター別のシェアが逆転し、1990 年代初頭は企業が 2/3 を出していたが、2007 年には大学が 2/3 となり、論文生産の主役は既に企業から大学へと移っている。このため、特定の分野に「独特な選択と集中」を示す日本の研究の特徴は、工学系の大学・大学院の研究・教育体制に起因している可能性が高い。

日本の工学研究・教育の体制が、現在のまま推移すれば、世界の科学技術・イノベーションの方向性との乖離がさらに進み、研究とともに育成される科学技術人材についても、産業・社会とのミスマッチが一層拡大すると懸念される。今後の科学技術・イノベーション政策では、人的資源を含めた社会的な資源配分の目標設定とその実現のための具体的調整が課題である。

IEEE関連文献に関するこれまでの調査結果（概要）

既報の調査結果（調査資料 169,176 他）からは、下記のような IEEE における電気電子・情報通信関連領域における世界の研究トレンドの変化や日本の研究の特徴がわかっている。

1) IEEE の定期刊行物文献数に見る世界全体の研究動向

○ 文字どおり「世界の電気・電子学会」となった IEEE

IEEE の論文誌等の定期刊行物数は、過去 20 年ではほぼ倍増し、論文等掲載文献数も同様に増加している。特に 2002 年以降の文献数の伸びが顕著である。IEEE では、1990 年代にグローバル化が進み、近年は国際競争が一層激化している。北米中心の学会から、文字どおり「世界の電気・電子学会」になっている。

○ 「電気電子学会」から「情報通信学会」に軸足をシフトさせた IEEE

IEEE では、過去 20 年間コンピューターソサエティを基軸に文献数が伸びており、現在の主役は、コンピューター、通信、信号処理など情報通信系のソサエティである。IEEE は、1990 年代は電子デバイスなど電気・電子系の領域が中心であったが、近年は情報・通信系の領域中心の学会へと変化した。文献量が多く IEEE で主役となる研究領域には変遷がみられる。

○ 研究の量的拡大と研究内容の多様化が進む電気電子・情報通信関連研究

IEEE 関連の研究は、量的拡大とともに多様化が進んでいる。超伝導、ロボット工学、絶縁・誘電体等のソサエティの文献数は少ないが、増加率は高い。一方、磁気学や電子デバイス、レーザー・光学（現フォトニクス）のソサエティは、相対的に存在感を下げる格好になっている。

2) 国(地域)別の定期刊行物文献数に見る研究動向

○ IEEE で目立つ主要な国・地域別文献数の推移

過去 15 年間、欧州諸国、東アジアを中心にほとんどの国において文献数は順調に伸びている。米国が一貫して首位で存在感があるが、特に、中国は、文献数・シェアとも急伸し、順位でも日本を抜き 2 位となるなどと成長が際立つ。また、カナダをはじめ、台湾、英国、韓国、イタリアといった上位国が文献数を着実に伸ばしている。

○ 主要国・地域の研究領域別の特徴

米国、カナダ、英国は、情報・通信の領域を基軸に、世界のトレンドをリードしている。欧州諸国（イタリア、フランス、ドイツ）は、伝統的に強い領域を持つ。イタリアは信頼性工学や計測技術、フランスは信号処理や核・プラズマ科学、ドイツは EMC（電磁環境適合性）などである。台湾はデバイス、韓国は放送、家電などの領域が特に強い。

○ 中国など新興国の文献数の伸びとその領域別バランス

シンガポール、スペインは、通信などの領域を中心に、急激に文献数を伸ばしている。一方、中国の文献数増加は世界で最も急激であり、しかも領域別には全方位的にバランス良く伸びている。

3) 日本の特徴・特異性

- **定期刊行物における世界の成長トレンドから乖離し、シェアが半減した日本**
日本の電気電子・情報通信関係の研究は、文献数の推移が横ばいであり、世界シェアは1990年代の10%程度から半減し、存在感を大幅に下げている。文献の量・領域でも、世界の成長・トレンドとも乖離している。
- **定期刊行物文献数で、電気電子で強く、情報通信関係で極端に弱い日本**
日本の研究領域別の文献数推移を世界と比較すると、電気電子関係が多く情報関係が極端に少ない。日本は、1990年代から一貫して、特に磁気学などの電気電子系の領域で米国に迫る勢いがあった。日本の強みは主に磁気学や絶縁・誘電体などの電気系の領域である。
- **超伝導などの研究領域に世界からみて独特な「選択と集中」をしている日本**
1990年代以降最も急激に発展した領域のうち、日本は、超伝導やロボット工学などの領域において国際的シェアが高く、結果的に、世界のトレンドとは全く異なる「独特な選択と集中」が起こっている。
- **電気電子系の研究では東アジアの1国となった日本**
電気電子系の領域における世界の研究の量的な中心は、北米から東アジア（日本、中国、台湾、韓国）に移りつつある。日本は、1990年代前半はデバイス、製造技術関連のソサエティを中心に、世界2位と存在感を示していたが、近年は、電気電子系で東アジアの1国となり、その地位を、デバイス等の領域では台湾に、家電では韓国に譲っている。
- **「産」から「学」へ文献生産の主役が変化した日本**
セクター別では文献生産の主役が企業から大学に移っている。電気電子・情報通信分野の日本の研究開発活動は、企業は1990年代後半以降に落ち込み、これを大学及び公的セクターが下支え・代替することで、日本全体での研究開発の活動水準が一定に保たれる構造になっている。
- **発展している一方で、多様性がない日本の大学の研究**
日本が強みのある研究領域には変化がない。大学では、日本が弱い情報通信系やシステム系の領域においても文献数を伸ばしているが、全体的には超伝導など特定領域へ特化する傾向が見られ、研究領域が多様化していく様子がみられない。
- **日本の知だけには頼らずグローバルな研究開発を展開する日本企業**
日本の企業は、セクター別比較では研究開発費を現在も多く支出しているが、事業戦略の転換や研究活動のグローバル展開など戦略的な動きがみられる。日本で文献が少ない情報通信分野の研究を海外での研究活動に求める大手企業グループも出ている。このまま推移すれば、今後日本の研究開発における知の空洞化が進展する懸念がある。

【出典】

- [1] 科学技術政策研究所 調査資料 No.169 『IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の国別概況』
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat169j/idx169j.html>
- [2] 科学技術政策研究所 調査資料 No.176 『 IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の領域別動向 ― 日本と世界のトレンドの差異 ― 』 <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat176j/idx176j.html>
- [3] 科学技術動向 No.115、2010年10月号 日本の電気電子・情報通信分野における研究活動の変化
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt115j/report2.pdf>

目 次

目 次.....	VII
図 表 目 次.....	IX
1. 調査の目的及び本報告書の構成.....	1
1.1 調査の目的.....	1
1.2 IEEE を調査対象とする意義.....	3
1.3 本報告書の構成.....	4
1.4 IEEE 出版物の種類と分析データ.....	5
2. IEEE の出版概況：定期刊行物とプロシーディングの比較.....	7
2.1 過去約30年間（1980～2008年）の出版物の推移.....	7
2.2 IEEE への世界各国（地域）の研究成果の発表状況.....	10
2.3 定期刊行物の動向.....	12
2.3.1 定期刊行物の文献数の国・地域別推移.....	12
2.3.2 北米・欧州・東アジアによる IEEE の3極構造化.....	14
2.4 プロシーディングの動向.....	16
2.4.1 プロシーディングの文献数の国・地域別推移.....	16
2.4.2 国別のカンファレンス開催数の推移.....	18
2.4.3 カンファレンス開催のアジアシフト.....	19
2.5 IEEE の国際化・グローバル化.....	20
2.6 上位6カ国文献数推移の比較分析.....	22
2.6.1 分析方法.....	22
2.6.2 上位6カ国文献種類別文献数推移.....	22
2.7 2章のまとめ.....	30
3. 研究領域の全体動向.....	32
3.1 定期刊行物における研究領域の動向.....	32
3.1.1 定期刊行物における領域別文献数の推移.....	32
3.1.2 主要ソサエティ（情報・通信・信号処理・電子デバイス）の特徴.....	34
3.1.3 米国のトランザクションの文献数推移に象徴される研究領域の動向変化.....	36
3.2 プロシーディング数における領域別動向.....	38
3.3 3章のまとめ.....	40
4. 研究領域別のプロシーディングと定期刊行物との比較分析.....	43
4.1 領域別比較分析の対象.....	43
4.2 情報通信関連領域の比較分析.....	44
4.2.1 コンピューターソサエティ.....	44
4.2.2 通信ソサエティ.....	53
4.2.3 信号処理ソサエティ.....	56

4.3 電気電子系領域の比較分析.....	58
4.3.1 電子デバイス・回路関連の3つのソサエティにおける分析対象.....	58
4.3.2 磁気学ソサエティ.....	64
4.3.3 フォトニクスソサエティ.....	66
4.4 4章のまとめ.....	68
5. まとめ –IEEEの活動に見る世界のトレンドと日本の特徴–.....	71
5.1 文献数推移にみられるIEEEのグローバルトレンド.....	71
5.1.1 IEEEの出版概況.....	71
5.1.2 IEEEのグローバル化.....	72
5.1.3 IEEEにおける研究面での変化.....	73
5.1.4 研究領域別の国別文献数推移の特徴.....	74
5.2 日本のまとめ：日本の電気電子・情報通信研究の現状と特質.....	75
5.2.1 日本の電気電子・情報通信研究領域別の特徴.....	75
5.2.2 大学における工学研究・教育など質の低下が懸念される日本.....	76
5.2.3 領域別文献数で日本が世界と乖離する構造的要因.....	78
5.3 今後の議論：日本の工学系の大学・大学院における研究・教育の体制.....	80
6. おわりに.....	81
7. 参考資料I 分析データとその作成方法.....	85
7.1 分析データの作成.....	85
7.2 IEEEの学会活動と文献データの関係.....	87
7.3 分析データの作成方法・集計.....	89
7.4 作成データの検証と妥当性.....	90
8. 参考資料II ソサエティ別国別文献数推移.....	92

図 表 目 次

図表 1	本調査資料で用いる IEEE の出版物の分類・定義.....	5
図表 2	作成データの概要.....	6
図表 3	IEEE における出版物数の推移 (1980-2008 年)	8
図表 4	文献数と掲載国・地域数.....	11
図表 5	上位 30 国・地域の定期刊行物文献数の推移 (1980-2008 年)	13
図表 6	IEEE の 3 極構造化：文献数シェアの地域別推移(1980-2008 年).....	15
図表 7	プロシーディングの国別文献数推移.....	17
図表 8	国別カンファレンス開催数.....	18
図表 9	世界の地域別カンファレンス開催数.....	19
図表 10	IEEE のグローバル化と国際競争(文献掲載国数とハーフィンダール指数の推移)	21
図表 11	2008 年の上位 6 カ国 (地域) における文献数推移.....	23
図表 12	トランザクション文献数/プロシーディング文献数比の推移.....	25
図表 13	マガジン文献数の推移.....	27
図表 14	マガジン文献数/定期刊行物文献数の比の推移.....	28
図表 15	ソサエティ別定期刊行物関連文献数の推移 (1980-2008 年)	33
図表 16	4 大ソサエティの定期刊行物文献数推移 (1980-2008 年)	35
図表 17	米国の主要なソサエティのトランザクション文献数推移 (1980-2008 年)	37
図表 18	プロシーディング数の推移 (1988~2009 年)	39
図表 19	比較分析の対象ソサエティ.....	43
図表 20	コンピューターソサエティの主なカンファレンスとトランザクション	44
図表 21	コンピューターの基礎・原理及び総論の研究領域の比較.....	46
図表 22	分散処理の研究領域の比較.....	47
図表 23	ソフトウェアエンジニアリングの研究領域の比較.....	49
図表 24	データエンジニアリングの研究領域の比較.....	50
図表 25	画像処理関係の研究領域の比較	51
図表 26	通信ソサエティの 2 つの主要なカンファレンスのプロシーディング.....	54
図表 27	通信ソサエティの主要なトランザクション	55
図表 28	信号処理ソサエティの主要カンファレンスとトランザクション	57
図表 29	電子デバイス・回路関連のソサエティ・カンファレンス・定期刊行物	58
図表 30	電子デバイスソサエティにおける比較	61
図表 31	固体回路ソサエティにおける比較.....	62
図表 32	回路とシステムソサエティにおける比較.....	63
図表 33	磁気学ソサエティの推移.....	65
図表 34	フォトニクス (旧：レーザー・光学) ソサエティにおける比較	67
図表 35	定期刊行物とプロシーディングの文献数推移	76
図表 36	IEEE 関連文献の推移と工学系大学院における教育・研究の関係	77
図表 37	世界と日本の IEEE 文献数推移の構造.....	78
図表 38	IEEE の出版物と今回の分析データ.....	85
図表 39	IEEE の学会活動と出版物の関係についての模式図.....	88
図表 40	作成データと検証結果.....	90
図表 41	ソサエティ別対照表 (カンファレンス・トランザクション等)	92

本 文

1. 調査の目的及び本報告書の構成

1.1 調査の目的

日本の科学技術の水準にはさまざまな見方がある。国際経営開発研究所（IMD：International Institute for Management Development）の2011年版国際競争力ランキングでは、日本は科学的インフラの項目で世界2位にランクされている。一方で、「日本の科学技術力の強さが産業競争力や成長力につながっていない」、「技術力で勝る日本が事業で負けている」といった議論も聞かれる。これらの議論の根拠として最も多く採り上げられるのが、日本の情報通信・電気電子産業における製品の世界シェアなどのデータである。しかし、このような科学技術力の議論の前提のひとつである電気電子・情報通信関連分野における世界と日本の研究活動の全体の変化をどの程度認識できているのだろうか。このような問題意識から、科学技術政策研究所では、2009年以降、電気電子・情報通信関連分野で世界最大の学協会であるIEEE（“The Institute of Electrical and Electronics Engineering, Inc”：電気電子技術者協会）の出版物を対象に文献調査を行ってきた[1][2][3]。

これまでの調査結果[1][2][3]からは、電気電子・情報通信関連領域における世界の研究トレンドの変化や日本の研究の特徴が一定程度分かってきた。一言でいえば、日本の電気電子・情報通信関係の研究は、世界のトレンドと比較すると、非常に特異な状況にある。出版物の変化から、現在の日本を世界と比較すると、日本は電気電子関係が多く情報関係が極端に少ないという特徴がある。具体的には、特に磁気学など電気電子系の領域の文献が伝統的に多く、超伝導やロボット工学などの特定の領域における国際的シェアが高い。しかし、これら領域別文献数のバランスは、現在の世界における研究の成長トレンドとは一致していない。さらに、セクター別では文献生産の担い手の主役が企業から大学に移ったが、主役となった大学では超伝導など特定領域へ特化する傾向がみられ、研究領域が多様化していく様子が見られない。企業は、論文などの文献生産においては主役ではなくなったが、現在でも日本の研究開発支出では多くの割合を占めている。ただ、国際的な企業買収や企業グループを超えた合併などを通じた事業戦略の転換や海外研究所の拡充による研究活動のグローバル展開など、過去にはなかった劇的な変化がみられる。例えば、日本で文献が少ない情報通信分野の研究を海外での研究活動の展開によって補う大手企業グループも出てきている。このため、このまま進展すると、今後の日本で知の空洞化が加速することも懸念される。

第3報となる本稿では、従来からの分析対象であるIEEEの定期刊行物に加え、国際的に行われるシンポジウム等の学術集会（以下、カンファレンスという）の予稿集（以下、プロシーディングという）の文献についても文献分析を行うことで、IEEEが発行する文献に関してより大規模かつ網羅的なデータでの分析結果を示す。特に、定期刊行物における変化とカンファレンスにおける変化を比較し、世界の研究活動のトレンドを把握するとともに、日本のこの分野の研究活動に既報告以外の観点からも特異性が見出されるかどうか検討し、これまでの調査全般も踏まえた総合的な分析を行っていく。

【参考文献】

- [1] 科学技術政策研究所 調査資料 No.169
IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の国別概況
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat169j/idx169j.html>
- [2] 科学技術政策研究所 調査資料 No.176
IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の領域別動向
— 日本と世界のトレンドの差異 —
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat176j/idx176j.html>
- [3] 科学技術動向 No.115、2010年10月号
日本の電気電子・情報通信分野における研究活動の変化
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt115j/report2.pdf>

1.1 IEEE を調査対象とする意義

前報告の再掲になるが、電気電子・情報通信関連分野を中心とした工学系の世界の研究開発活動の状況を網羅的に観察・分析するために、IEEE の文献を調査することは、下記の 3 点から最良と判断している。

(1) 世界最大の学協会としての IEEE

IEEE とは、"The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc." (以下 IEEE という) という電気電子・情報通信に幅広く関連する分野の専門家・技術者のための学協会 (Professional Association) である。IEEE は、1884 年設立のアメリカ電気学会 (The American Institute of Electrical Engineers : AIEE) と 1912 年設立の無線学会 (the Institute of Radio Engineers : IRE) が 1963 年に合併して誕生した学協会であり、125 年以上の歴史を持つ。会員数は、世界各国 160 カ国以上に 375,000 人以上を擁し、世界最大級の学協会といわれている。米国発祥の学協会ではあるが、現在は米国外の会員が 45% を占めている。本部は米国にあり、米国ニューヨーク州政府認可の非営利組織の法人格を持っている。

IEEE は、学会論文誌等の出版物の発行、国際学会の開催、規格の制定・標準化、技術者教育などの多彩な活動を行っている。年間 1000 近い国際学会の開催・約 150 誌の学術誌の発行・1,300 以上の電気通信関連の国際規格の制定 (2009 年末現在) など、関連する多くの研究領域で世界で主導的な役割を担っている。また、技術者の交流・地位向上のための地域別活動なども行っている。このような大きな学協会は他の研究分野でも存在していない。

(2) 工学系で世界最大の学術出版を行う IEEE

IEEE は、こうした学協会としての技術的活動と地域的活動に付随して会員向けの福利厚生サービスや学術出版など各種事業も行う事業体でもある。事業体としての IEEE を見ると、工学系で世界最大の学術出版を行う側面を持つ。現在一年間に世界に流通する論文などの学術文献のうち、工学系の文献は 10% に満たない程度である。IEEE は出版事業者別のシェアでは世界全体の学術出版のうち約 3% を占めている。つまり、IEEE が扱う文献は、工学系学術文献の 1/3 近くを占めていることになる。これには、IEEE が米国光学会 (Optical Society of America (OSA)) など他学会の学術文献の出版を扱っていることも大きく影響している。例えば、IEEE が運営するオンラインの文献データベース IEEE Xplore では、2009 年から米国物理学会 (American Institute of Physics (AIP)) の出版物も扱うようになっている。工学関連の領域で質・量ともにカバーする範囲が非常に広いため、理工学系の学術出版における IEEE が占める割合・影響は非常に大きい。

(3) IEEE の文献の産業へのインパクト

文献数の推移は研究成果の指標のひとつであり、研究開発活動全体を示す指標であると断定はできない。しかし、理工学系の学術出版における IEEE が占める影響は、アカデミックな領域にとどまらない。産業への利用・応用という観点からは、IEEE 関連の文献は、米国特許に最も多く引用されている。このため、産業動向にも大きな影響を与えると同時に、産業動向をよく反映するデータでもある。

1.2 本報告書の構成

本報告書の構成は下記のとおりである。

第1章では、本調査の目的・IEEEの概要・分析対象・データ等について記す。第2章では、1980年から2008年の約30年間のIEEE定期刊行物とカンファレンス・プロシーディング（以下、プロシーディングという）の出版概況を示し、出版事業の拡大と電気電子・情報通信研究の国際的発展という2つの側面から考察する。

続く第3章・第4章では、電気電子・情報通信研究の領域別のトレンドの変遷を示す。第3章では、研究領域別の全体動向を示す。第4章では、IEEEで文献数が多いソサエティに焦点を当て、定期刊行物とプロシーディングの国別文献数の推移を比較対照する。

第5章では、既報の調査資料と今回の調査でわかった世界の研究活動の変化から日本の研究の特異性と課題についてまとめる。

巻末資料には、参考資料Ⅰ（第7章）に分析データの作成方法と利用上の留意点等について記す。参考資料Ⅱ（第8章）では、主要なカンファレンスの国・地域別発表数の推移と、これに対応する定期刊行物の国・地域別文献数の推移をソサエティ毎に一覧できるようにグラフにして示す。

さらに、別冊資料では、これまでの調査で得られた出版物別データの集計結果を示す。

【本報告書の構成】

（本 文）

- 第1章 調査目的及び本報告書の構成
- 第2章 IEEEの出版概況：定期刊行物とプロシーディングの比較
- 第3章 研究領域の全体動向
- 第4章 研究領域別の定期刊行物とプロシーディングの比較分析
- 第5章 まとめ－IEEEの活動に見る世界のトレンドと日本の特徴－
- 第6章 おわりに

（巻末資料）

- 第7章 参考資料Ⅰ 分析データの作成方法他
- 第8章 参考資料Ⅱ ソサエティ別国別文献数推移(主要カンファレンス・トランザクション等)

（別冊資料）

国別文献数集計（主要カンファレンス及び定期刊行物における国・地域別文献数推移）

※ 別冊資料については、科学技術政策研究所ホームページにダウンロード可能なように掲載している。

1.3 IEEE 出版物の種類と分析データ

本調査では、工学系の学術出版の動向と電気電子・情報通信分野の研究活動の国際的な展開を分析するため、過去約 30 年間に IEEE が出版した学術文献のデータをなるべく網羅的に収集して分析を行っている。本調査資料で用いる IEEE に関する用語には、計量書誌学での一般的な用語法や分析の方法と異なる点もあるため、以下では、分析に先立ち IEEE 出版物の分類・定義と分析方法について示す。

図表 1 本調査資料で用いる IEEE の出版物の分類・定義

IEEE出版物	IEEEの区分	刊行物名称	内 訳	文献データ
定期刊行物 Periodicals	IEEEジャーナル Journals	トランザクション Transaction	<u>IEEEの中心的な論文誌</u> 発表したカンファレンス・プロシーディングをもとに論文 化し査読を経て掲載するのがIEEEでの伝統的な研究 の流れ。	ペーパー Paper
		ジャーナル Journal	<u>論文誌</u> 他学会と共同発行の場合が多い。	
	IEEEマガジン Magazines	レター等 Letter	<u>短報中心のもの</u> 会員数が5,000人以上の大きいソサエティで発行して いる場合が多い。	
		技術雑誌 Magazine その他 専門領域の名称等	<u>実用的な概念や具体的な技術内容を中心に扱うもの</u> 誌名にマガジン(Magazine)が付くコンピューター (Computer) 誌のように領域名などを誌名にする学術 誌。特に情報分野では、このタイプのマガジンが多い。 一般的な記事も多く、文献数の2割近くが著者名のク レジットのない(国別の文献数がカウントできない)一般 記事的な文献が占めるケースもみられる。	
カンファレンスプロシーディング Conference Proceedings	—	年ごとに全て 別タイトル	<u>IEEE以外の学会の文献も含み、最も量が多い</u> IEEEが学術出版社として発行したプロシーディング。 IEEEExploreにあるタイトルヒストリーから開催経緯がわ かるようになっている。	カンファレンス ペーパー Conference Paper
その他		(分析対象外)	IEEE規格、書籍・トレーニングコースなど	

本調査の分析対象は、IEEE が出版した国際的に行われる学会・シンポジウム等のカンファレンスにおけるプロシーディング (Conference Proceedings) と定期刊行物 (Periodicals) への掲載文献である。IEEE の出版物は、今回分析対象の 2 種類の出版物以外には、技術標準化で世界に大きな影響を与える IEEE 規格、書籍・トレーニングコースなどもあるが、データ件数では、今回分析対象とした 2 種類の文献で 9 割以上を占める (巻末 参考資料 I 参照)。

本調査における分析は、IEEE のデータベース IEEEExplore の示す IEEE の出版物の区分・出版物名称などの属性に基づく。これは、図表 1 の分類で示したように、IEEE Xplore の電子データ上は、ペーパー (Paper) 又はカンファレンスペーパー (Conference Paper) と、一律に扱われていることによる。このため、通常の文献分析で見られるようなレターや総説、原著といった論文の種別による議論は行っていない。本調査では、上記 IEEE の出版物区分でどのような名称の刊行物への掲載文献かという観点から分類・分析を行っている。

本調査の実施に際しては、定期刊行物（Periodicals）に掲載されたペーパー（Paper）とカンファレンス・プロシーディング（Conference Proceedings）に掲載されたカンファレンスペーパー（Conference Paper）に関して、1980年から2008年にかけての第一著者の所属組織の国・地域別文献数データをそれぞれ作成した。（以下、ペーパー及びカンファレンスペーパーを、単に文献、カンファレンス・プロシーディングを、プロシーディングという）これら作成した2種類のデータの概要は、図表2に示すとおりである。

図表 2 作成データの概要

発行者 Publisher	データ 出版物の種類 (出版物数(冊・誌))	範囲 (集計(年))	文献 (件)	第一著者所属組織の国・地域 (その他内訳等)
IEEE	データ(1) 定期刊行物 Periodicals (延べ 201 誌)	1980～2008 年 (出版年) Published Year	ペーパー (Paper) 355,891 件	延べ 141 国・地域 より (定期刊行物 内訳) トランザクション 114 誌 ジャーナル 18 誌 マガジン 69 誌
	データ(2) カンファレンス プロシーディング Conference Proceedings (延べ 8,706 冊)	1980～2008 年 (カンファレンス開催年) Conference Start Year	カンファレンス ペーパー (Conference Paper) 1,148,164 件	延べ 188 国・地域より (延べ 111 国・地域で開催)

- ここでいう地域には、海外属領等を含む。

今回の定期刊行物に関するデータは、調査する年範囲を拡大することで、質・量ともに確度の高いデータとなった。また、新たに作成したプロシーディングについてもデータの総量では、IEEE Xplore のプロシーディングの文献数の 8 割以上を網羅している。ただし、プロシーディングの文献データについては、年次データの欠損などがまみられる。特に、2007～2008 年の間、1980～1987 年の間などのデータについては、作成に用いたデータベースに起因するデータ欠損が多い。このため、これらデータ欠損に基づくと判断されたトレンドの特異的な変化については、以降の分析では言及していない場合がある。

これらのデータ作成方法と妥当性の検証結果等の詳細については、巻末資料 I に詳細に示した。また、これらデータの集計結果は、関係者で幅広く利用可能なように別冊資料にまとめ、科学技術政策研究所ホームページ内に掲載している。

なお、この分析では、IEEE の発行する定期刊行物とプロシーディングをそれぞれ独立したものとして扱っている。このため、IEEE における論文掲載の標準的なフローを想定すると、トランザクションの掲載論文は、プロシーディングで掲載された論文のうち、一部が国際学会の後に更に査読を経て掲載されることが通例であり、本来同一視すべき文献もあるはずだが、こうした点は考慮されていないことになる。さらに、それぞれのカテゴリーの中では、文献相互の均質性も仮定していることにもなる。なお、すべての IEEE の文献は、規約に基づき出版物別にピアレビューなどの品質保持のため一定のプロセスを経るものとされている。

2. IEEE の出版概況：定期刊行物とプロシーディングの比較

2.1 過去約 30 年間（1980～2008 年）の出版物の推移

本章では、1980 年から 2008 年の約 30 年間の IEEE 定期刊行物とプロシーディングの量的拡大とその質的变化を概観し、IEEE の出版事業の拡大と電気電子・情報通信研究の国際的発展の 2 つの側面から考察する。

図表 3 には、1980 年から 2008 年の IEEE が発行した出版物、すなわち、定期刊行物とプロシーディングの冊数、および、それらに掲載された論文等の文献数の推移を示す。

以降では、IEEE のデータベース IEEE Xplore で全文掲載が保証され、正確な文献データ掲載状況が検証できる最初の年となっている 1988 年を基準に文献数の推移を考える。

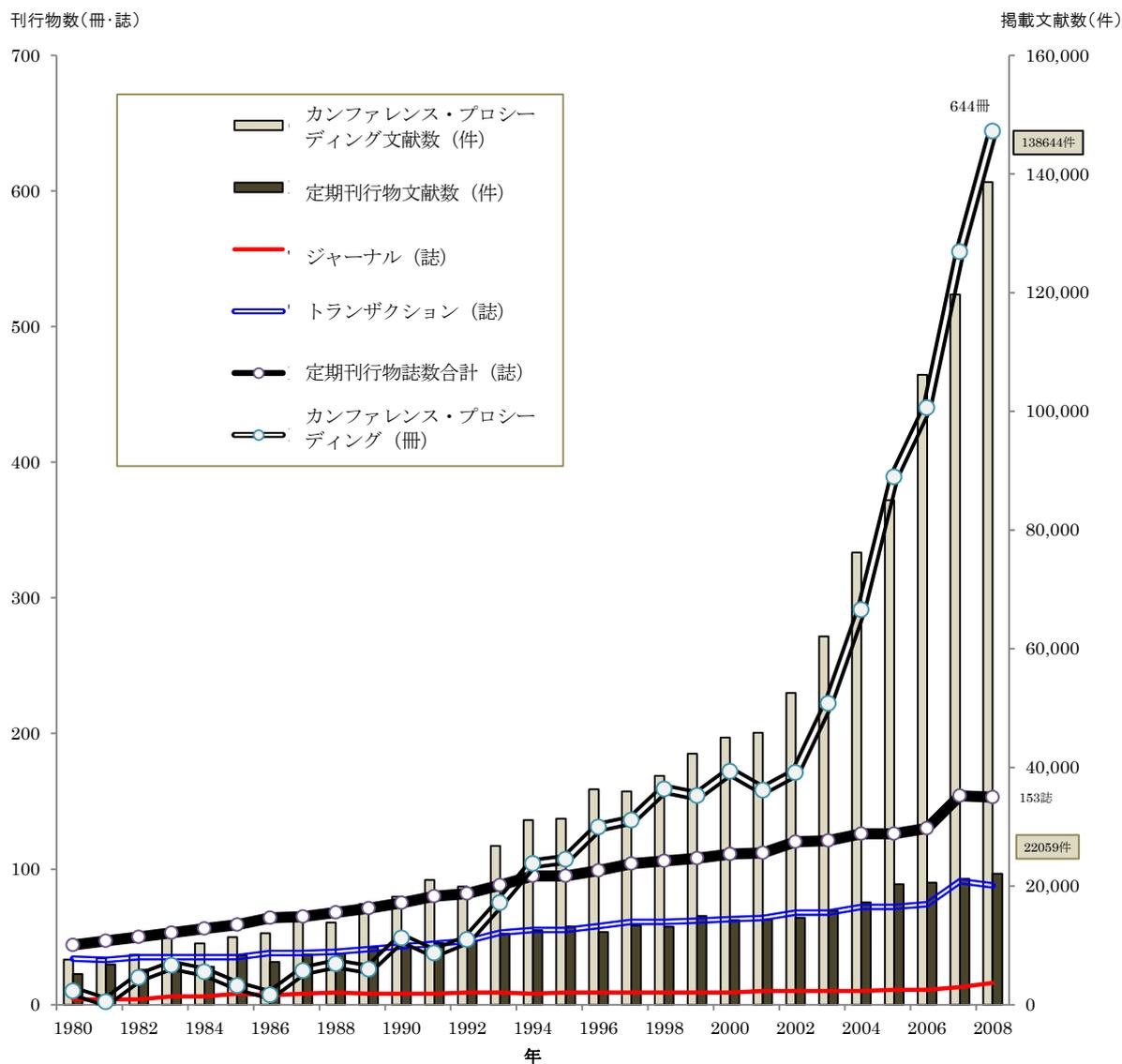
図表 3 ではプロシーディングの冊数・文献数の増加が非常に目立つ。プロシーディングの冊数は、2008 年には 600 を越え、約 30 年間で 7 倍以上に増加している。その掲載文献数は、1988 年の 10,000 件をやや超す程度から、2008 年には約 140,000 件と、10 倍以上に増加している。また、定期刊行物の出版誌数も、50 誌程度から約 150 誌へと約 3 倍に増加した。その掲載文献数も約 5,000 件から約 20,000 件へと約 4 倍に増加している。プロシーディング及び定期刊行物ともに、1992 年以降の 5 年間と 2002 年以降の 5 年間に出版冊数とその掲載文献数が急激に伸びている時期が共通してみられる。

なお、図表 3 のグラフは、データベースの関係で 1988 年以前のプロシーディングについては掲載が保証されていないため、実際よりも急激な伸びに見えている可能性もある。ただし、1988 年以降の経年変化トレンドは、プロシーディングの増加は、定期刊行物のそれよりも常に急激に文献数を伸ばしている。さらに、その増加傾向は 2000 年代に入って特に顕著であり、近年は定期刊行物の変化をより引き離す勢いである。

IEEE の出版活動にとって、主にプロシーディングの冊数・カンファレンス文献数の増加が特に大きく寄与していることがわかる。

図表 3 IEEE における出版物数の推移 (1980-2008 年)

ー 定期刊行物とプロシーディングの比較 ー



一方、科学研究では、研究活動とその成果を論文誌に研究者が公表することとは表裏一体の活動である。論文誌に投稿された論文は、その科学者が属し問題意識を共有するサイエンスコミュニティにとって新たな貢献があるか否かを判断するためにピアレビューにより審査（査読）され、この査読を通過した論文が新たな科学的知見として論文誌に掲載される。これで、はじめて研究成果が社会の公有物として共有され、社会的に研究者個人の貢献が確定する。こうしたプロセスを繰り返すことで、特定のディシプリンや専門分野の科学が社会において発展していくと一般には理解されている。

工学系の学協会である IEEE の場合、その技術的活動 (Technical Activities) のプロセスは、研究者や技術者は、まず研究の途中成果をカンファレンスにおいて発表し、さらにもう一回査読を経て IEEE のトランザクションに掲載されるというのが伝統的な流れになっている。カンファレンスのプロシーディングに掲載された文献のうち、カンファレンス開催後に論文としての体裁を整えられ、再度ピアレビューの査読を通過した文献がトランザクションに掲載される。なお、ひとつのカンファレンスで発表される内容は多岐にわたる場合があり、カンファレンスとトランザクションは必ずしも一対一に対応しているわけではない。

前述の IEEE における研究の標準的なプロセスが維持されていれば、特定の専門領域のカンファレンスにおけるプロシーディング文献数とトランザクションの文献数の関係には一定の対応関係があるはずである。新たな科学的知見としてより認知されるべき成果とは、研究活動の標準的なプロセスのなかでより選別・評価を経たものと捉えられる。このため、特別な要因がない限り、トランザクションの文献数とカンファレンスの国別文献数の推移は、比例していると考えるのが自然であろう。

IEEE が出版するプロシーディングや定期刊行物に掲載される記名入り学術文献については、IEEE の規約により全て等しくピアレビューを経るものとされている。ただし、プロシーディングにおける査読は、カンファレンスによってかなりのばらつきがあると思われる。一般にプロシーディングの査読プロセスは、カンファレンス開催までの期間などから、簡潔なものとなる場合が多い。採択率で見ると、査読プロセスが事実上は機能していないとみられるものから、10%台のカンファレンスまで、実に多種多様である。

また、情報分野におけるソフトウェア研究のように、研究領域によっては技術が日進月歩で進化し、年単位での期間を要する学術誌に査読プロセスを経て掲載することが研究の流れとそぐわなくなってきた研究領域があるともいわれている。

このような様々な想定のもとに、あらためて図表 3 を見ると、プロシーディング及び定期刊行物ともに増加傾向にあり、確かに一定の対応はあるといえるかもしれない。しかし、IEEE におけるプロシーディングの冊数・文献数は 2002 年以降加速度的に伸びている。このトレンドは、IEEE における従来の一般的な研究のプロセスからは、説明できない変化が起きているとも考えられる。

これを簡単に結論付けることは困難であるが、変化の要因には 2 つの側面が考えられる。ひとつは、科学研究に内在する要因によって起きる変化である。IEEE における研究の様式とプロセスが 2000 年代になって研究活動の進化・発展に伴い変化した可能性がある。もうひとつは、工学系の学術文献出版の側面での変化である。世界最大の工学系の学術出版事業を行う IEEE が、2000 年代以降社会環境の変化によって出版の事業展開を変化させた可能性である。

このため、以降の議論では、IEEE における専門領域別の研究活動の側面と学術出版の双方の観点から議論を進めていく。

2.2 IEEE への世界各国（地域）の研究成果の発表状況

図表 4 は、1980 年以降の IEEE の定期刊行物とプロシーディングに文献が掲載された国または地域等（以下、国という）の数の推移を示している。電気電子・情報通信分野における研究は、世界的に拡大傾向にあることがわかる。ここでの結果から、プロシーディングにおける国数と文献数の伸びの方が定期刊行物より急激であることから、IEEE における各国の研究業績の発表は、カンファレンスへの参加が第一段階で、それから研究の進展に応じて定期刊行物への文献掲載へと段階的発展をしていくものと推測できる。

文献掲載国数は、1980 年代初頭には定期刊行物およびプロシーディングともに約 50 カ国程度であった。1990 年末になると両者の文献掲載国数はともに増加を始め、定期刊行物は 90 カ国、プロシーディングは 100 カ国近くにまで増加した。2000 年代に入ると定期刊行物については一旦減少し、その後、90 カ国までに回復した。

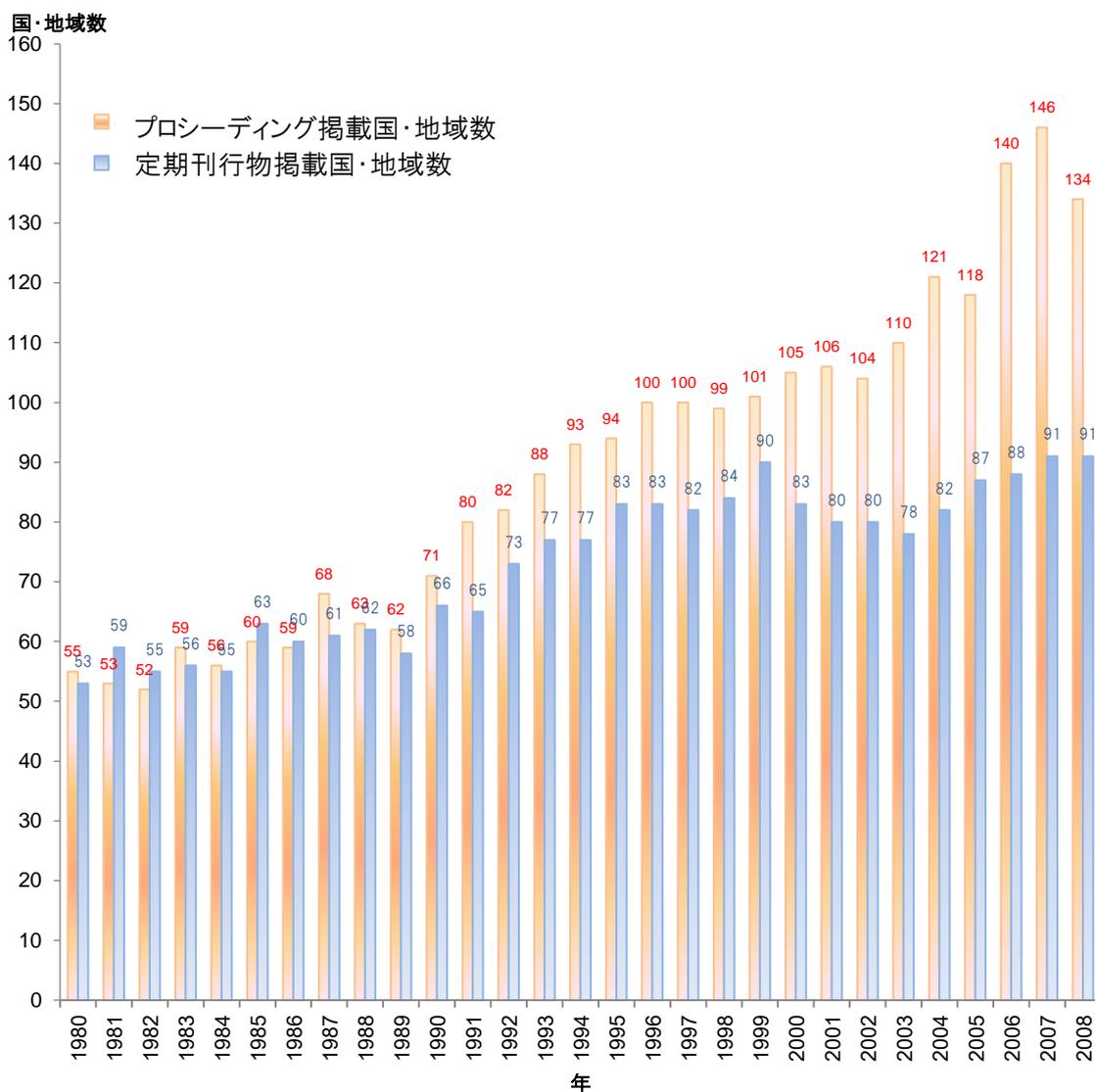
プロシーディングの国数は一貫して上昇を続け、近年では 140 カ国以上からの発表がみられるようになってきている。文献掲載国数の推移でも、定期刊行物よりもプロシーディングにおいて多くの国が研究成果を発表しており、また国数の伸びのペースもプロシーディングの方がより急激である。

1990 年代のプロシーディング・定期刊行物の双方における文献掲載国数の増加要因は、旧ソビエト連邦や旧東欧諸国の再編やその他地域の独立といった外部的要因も影響していると考えられる。

また、定期刊行物の国数が 2000 年前後から一旦減少し再度回復に転じて伸びているが、これには世界の研究費額が影響していることが考えられる。理由は、以前の報告 [2] で判明した情報通信分野の研究が、急激に活発化し始めた時期と一致しているためである。つまり、2000 年前後の時期に IT 不況で研究費が減り各国の研究活動が一旦冷え込んだが、その後に情報通信分野の研究が劇的に活発になった状況を反映した結果と考えられる。情報通信分野の研究は、電気・電子系の実験施設・設備を必要とする研究のように経費がかからないため、資金面での参入障壁が比較的低い。このため、今まで IEEE に研究成果を発表していなかった国は、この比較的参入が容易で世界的にホットな情報通信分野の研究から研究成果を出し始めたものと解釈できる。

いずれにせよ電気電子・情報通信分野における研究は、世界で地域的にも拡大傾向にあることがわかったが、そのトレンド変化は、定期刊行物よりもプロシーディングの方が敏感に値の変化として現れる。このため、プロシーディングの国別文献数動向の変化は、国別の研究動向の変化を捉えるうえでは、より敏感な指標と考えられる。

図表 4 文献数と掲載国・地域数
 — 定期刊行物とプロシーディングの比較 —



- ここでいう掲載国・地域数とは、海外領土等の地域については独立した地域としてカウントしている。集計方法が異なるため、既報の調査資料 169 で示した国・地域数よりも多くなっているなど違いがある。
- 中国に関して、香港特別行政区については 2001 年以降は中国に集計しているものの、マカオについては、独立してカウントしている。

2.3 定期刊行物の動向

2.3.1 定期刊行物の文献数の国・地域別推移

図表 5 は、2008 年における上位 30 カ国（以下上位国という）の 1980 年から 2008 年にかけての IEEE 定期刊行物に掲載の国別文献数の推移を示す。定期刊行物の国別文献数のトレンドは前報告[1][2]でも概観したが、ここでは対象年範囲を前 2 報より約 10 年拡張し、1980 年から 2008 年の約 30 年間にわたる動向変化を示している。

上位国では一時的な減少が見られる場合はあるが、ほとんどの国では、基本的に定期刊行物文献数は増加傾向である。特に 1990 年代からは、一貫して増加傾向にあり、特に 2002 年以降の定期刊行物文献数の急速な伸びが目立つ。

上位国のうち米国は常に首位を占め、文献数で一貫して他国を圧倒する存在である。米国に続いて目立つのは、近年、他国にない勢いで文献数が伸びている中国である。中国の文献数は、2002 年以降、ほぼ幾何級数的に伸びており、2006 年には日本を抜き世界 2 位となった。

多くの国において 2002 年以降文献数の伸びが急になる傾向があるなか、特に、順位が 4～10 位前後の上位国の伸びが目立つ。特にカナダをはじめ、台湾・英国・韓国・イタリアは、文献数を着実に伸ばしており、世界のなかで 3 位集団を形成しつつある。

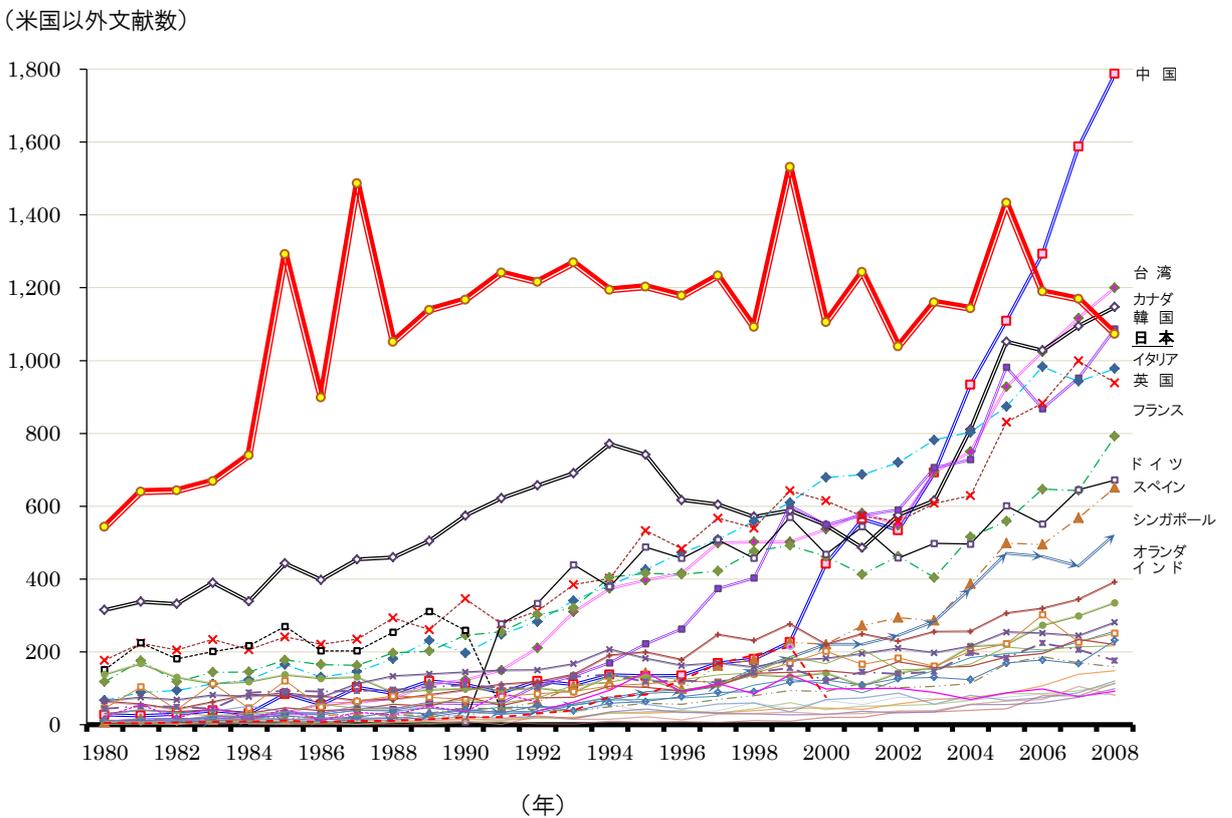
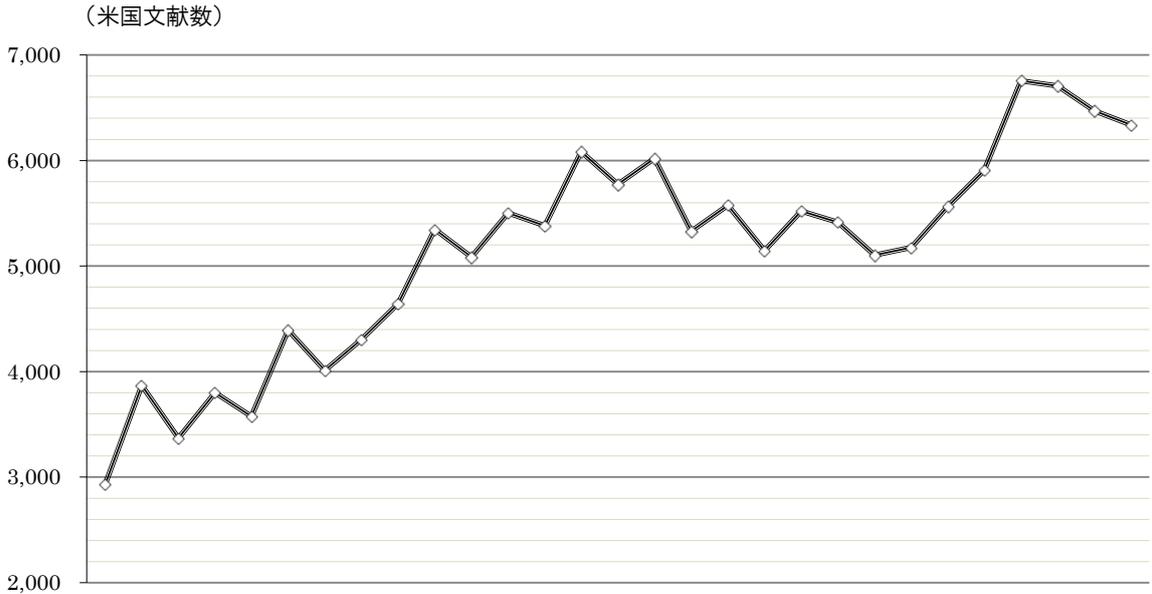
3 位集団に続くのが、10 位前後で活躍が目立つ国の集団である。これは、伝統的に文献数を維持してきたフランスやドイツと、2000 年代に伸びたスペインやシンガポールといった国々である。さらに、15 位から 20 位前後の国々とそれ以降の国々の集団がある。前者は、欧州の EU 加盟国やイスラエルなどが中心で、1990 年代後半から文献数を一貫して伸ばしている国々である。後者は、トルコ・イランなど 2000 年代になって文献数が伸び始めた国々であり、急速に存在感を高めつつある。

特に、2008 年文献数 15 位のインドの文献数推移は特徴的である。インドは、2000 年代になって急速に文献数を伸ばしているが、1980 年代から一貫して文献数を出してきた国である。かつてはフランスやドイツなど欧州の大国と遜色ない状況であった。このため、シェアから考えれば、2000 年代のインドの急速の伸びは、かつてのシェアに回復を遂げる過程にあるとも解釈できる。

日本は、2000 年代前半までは米国に次ぎ各国を頭一つ上回る文献数で、長く 2 位を保ってきた。特に 1980 年代には日米の 2 国が競い合う状況であった。しかし、1999 年と 2005 年に一時的には伸びがみられるが、長期的にみれば 1990 年代以降文献数は横ばい傾向である。この傾向は、他国と差異が際立つ。特に日本は 2008 年には、中国の他、台湾、カナダ、韓国に抜かれて 6 位となっている。前報告の予測どおり大きな 3 位集団のひとつになった。

以上で示した約 30 年間の国別文献数の推移データから、定期刊行物の国別文献数については、前報告で示したトレンドのとおり推移していることが確かめられた。以降では、ここで示した定期刊行物の約 30 年にわたる動向変化を用いて、プロシーディングの国別文献数推移のトレンドと比較しながら IEEE のなかで起きた研究活動の国際的な変化について議論していく。

図表 5 上位 30 国・地域の定期刊行物文献数の推移（1980-2008 年）



2.3.2 北米・欧州・東アジアによる IEEE の 3 極構造化

図表 6 は、国・地域別の定期刊行物文献数を、欧州（欧州連合加盟国（EU27））・北米（米国・カナダ）・東アジア（日本・中国・台湾・韓国・シンガポール¹⁾）に分け、文献数のシェアで推移をまとめた結果である。これらの国・地域は常に世界の 9 割以上の文献数を占め、その他の地域での IEEE における研究活動はまだわずかな状況である。

この年次推移から、東アジアの 5 カ国・地域が世界における存在感を著しく高めていることがわかる。米国のシェアは、かつての 6 割から 3 割以下へと約半分になっている。一方、シンガポールを含めた東アジアはシェアを急激に伸ばし、5 カ国・地域で EU27 全体と同等の水準になっている。

1990 年代初頭の IEEE 文献数の世界のシェアで、日米の 2 国に他の欧州諸国がまとまって入ってくるといった状況から、かつては世界の 2 割に迫る日本のシェアが 5%程度と 4 分の 1 近くに低下し、その代替として中国・台湾・韓国などのシェアが増加している。これにより、世界の定期刊行物の文献数シェアが北米・欧州・東アジアの間で拮抗する 3 極構造に変化してきている。

各国別のシェアの面から見ると、前記した文献数で幾何級数的に伸ばしている中国は、直近の 2008 年でも世界シェアでは 10%に満たない状況であり、世界全体で研究が増加している中では異常な伸びとまではいえない。これと比べると、1980 年代後半に世界の 2 割近くまでシェアを急速に高めた日本は、いかに IEEE 内に与えた変化のインパクトがいかに大きかったかがよくわかる。日本が電気電子関係で強い技術力を持っているという日本社会での一般的な感覚は、この頃の強烈な印象が今なお社会でその残像として強く残っているためかもしれない。

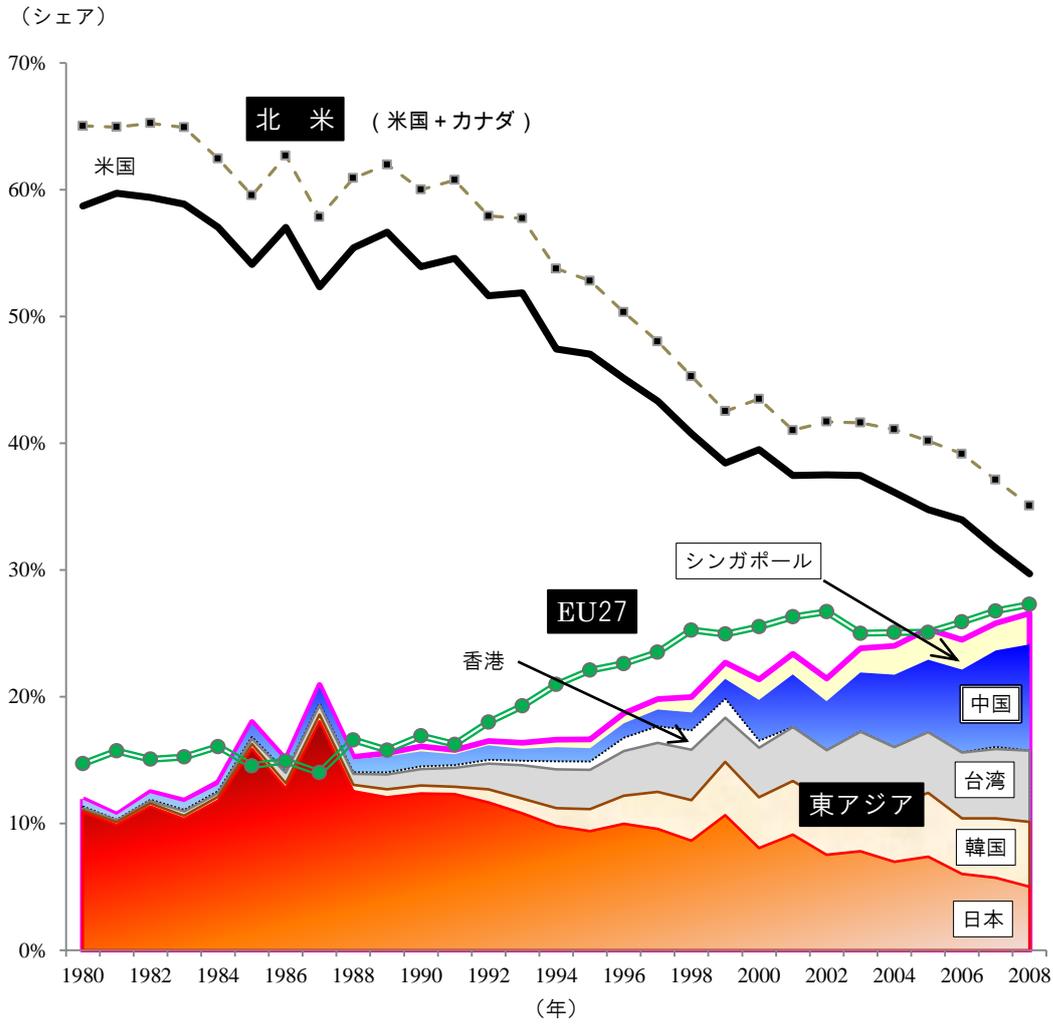
こうした展開状況を文献数シェアの側面から IEEE の国際的な発展を概観すると、以下のような概ね 4 つのフェーズで変化してきているように思われる。年代ごとに段階的に示すと、①米国とカナダだけの北米の学会から、②日米の 2 国を中心に競い合う状況を経て、③欧州（英国・イタリア・ドイツ他）の研究の活発化によって国際化が進み、さらに④中国・台湾・韓国などが加わりグローバルな 3 極構造に発展した、とみなすことができるだろう。

【 IEEE の国際的展開のフェーズ 】

- ①1980 年代前半：北米中心の学会（米国・カナダ）
- ②1980 年代後半：日米 2 国が目立つ時代
- ③1990 年代：急速な国際化の進展（欧州、台湾・韓国の急伸）
- ④2000 年代：香港返還後の中国の急速進展と、東アジア・欧州・北米の 3 極構造化

¹ 地理的には東アジアにはシンガポールは含まれないが、本調査資料では、特に指定なく東アジアという場合、中国・台湾・韓国・日本にシンガポールを加えたものを指すものとする。

図表 6 IEEE の 3 極構造化 : 文献数シェアの地域別推移 (1980-2008 年)



※ EU27 については、現加盟 27 カ国を過去に単純に遡及して集計。

2.4 プロシーディングの動向

2.4.1 プロシーディングの文献数の国・地域別推移

図表 7 は、1980 年から 2008 年の約 30 年間に、IEEE が発行したプロシーディングの国別文献数のうち、上位国の推移を示したものである。全体的に、1990 年代から一貫して増加傾向にあり、特に 2002 年以降に文献数の急速な伸びが見られる。

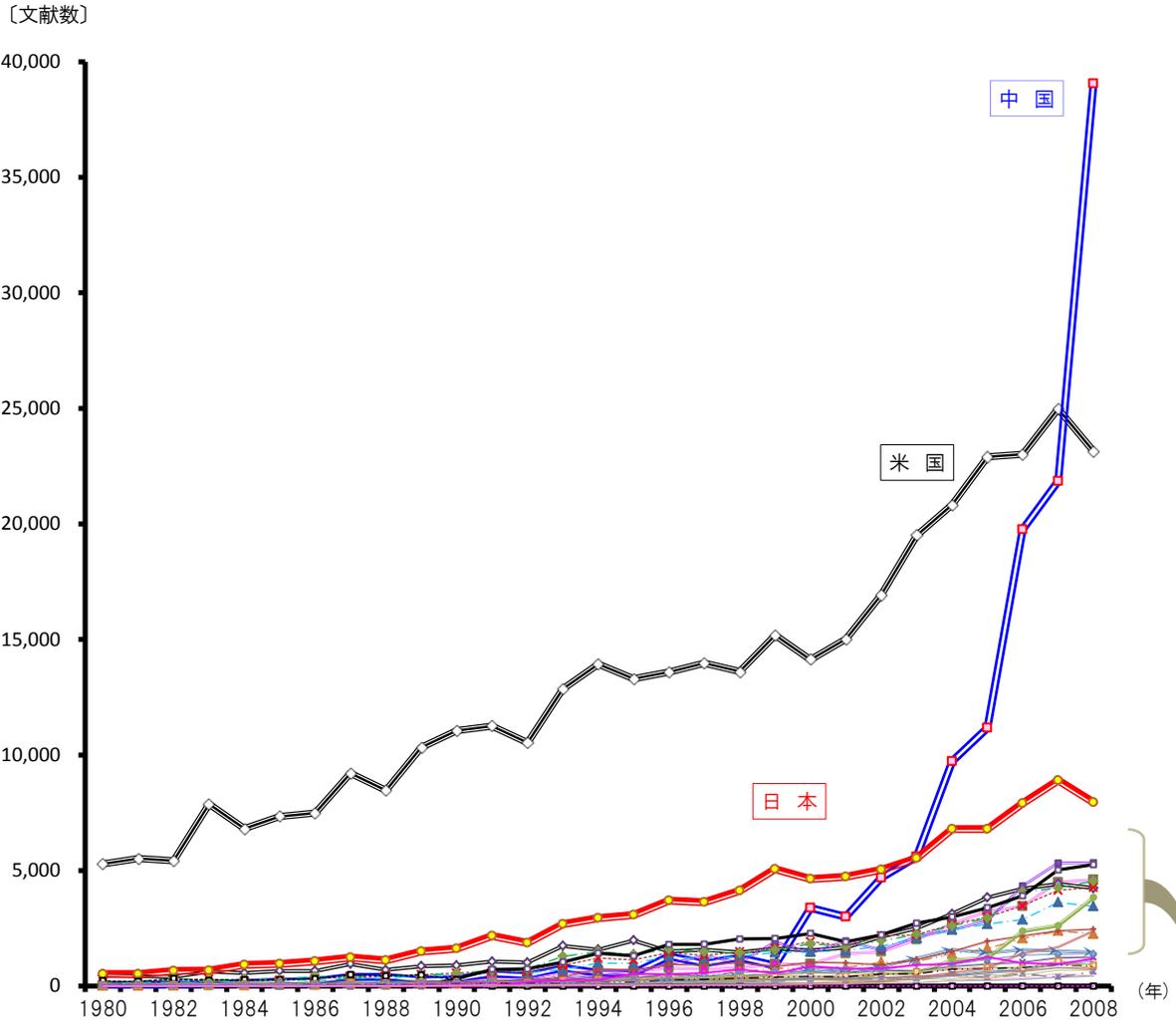
このうち圧倒的に目立つのは、他国にない勢いで伸びた中国である。中国の文献数は、香港の返還後の 2000 年前後からほぼ幾何級数的に伸びている。米国は長く常に首位を占め、一貫して他国を圧倒する存在であったが、2008 年に、中国は米国をも抜いて世界 1 位になっている。中国のこの急激な増加については、その要因も含めて今後しばらく注視する必要があるだろう。

中国の突出した傾向を除けば、各国とも文献数を順調に等しく伸ばす傾向にあるなかで、米国と日本が 1 位と 2 位を維持するという形が 1980 年以降一貫して続いてきた。

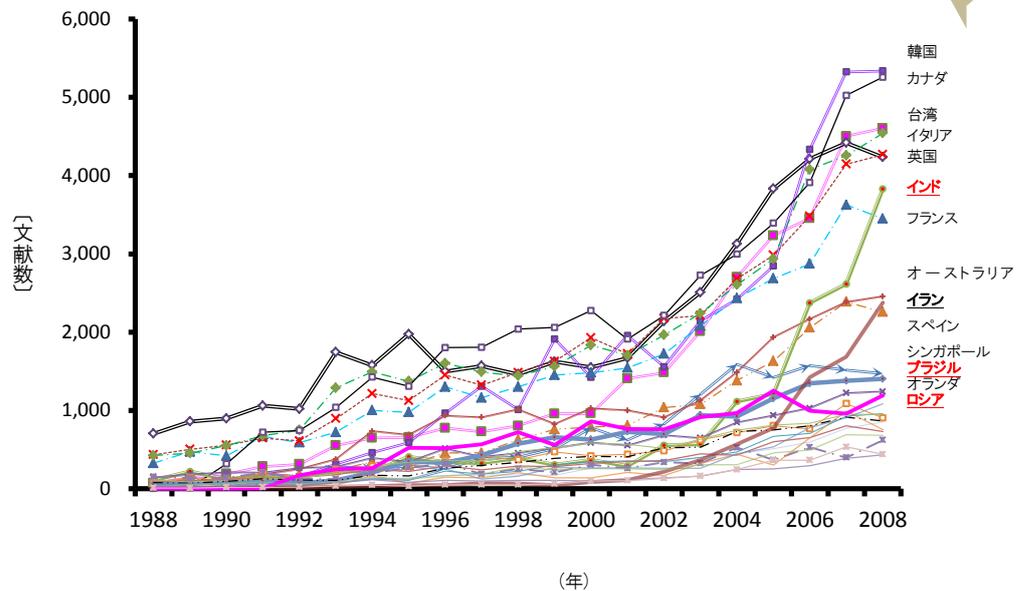
この他図表 7 の下部を見ると、直近では中国以外の BRICs 諸国（ブラジル・ロシア・インド）やイランが、欧州諸国やオーストラリア、シンガポールに迫る文献数を示すようになっていくことが注目される。

2.1 でも示したように、国別文献数動向変化は、定期刊行物よりもプロシーディングにおいて、より敏感に現われる傾向がある。このため、プロシーディングの国別文献数推移をより敏感な変化の指標とみなして今後の変化を予想すると、BRICs 諸国やイランなどの国々が、当然定期刊行物文献数においても今後顕著に文献数を増加させても何の不思議もない。近い将来これら国々が IEEE で中心的な役割を果たす日が来る可能性も考えられる。

図表 7 プロシーディングの国別文献数推移



〔文献数詳細(中国・米国・日本以外)〕 (1988~2008年)

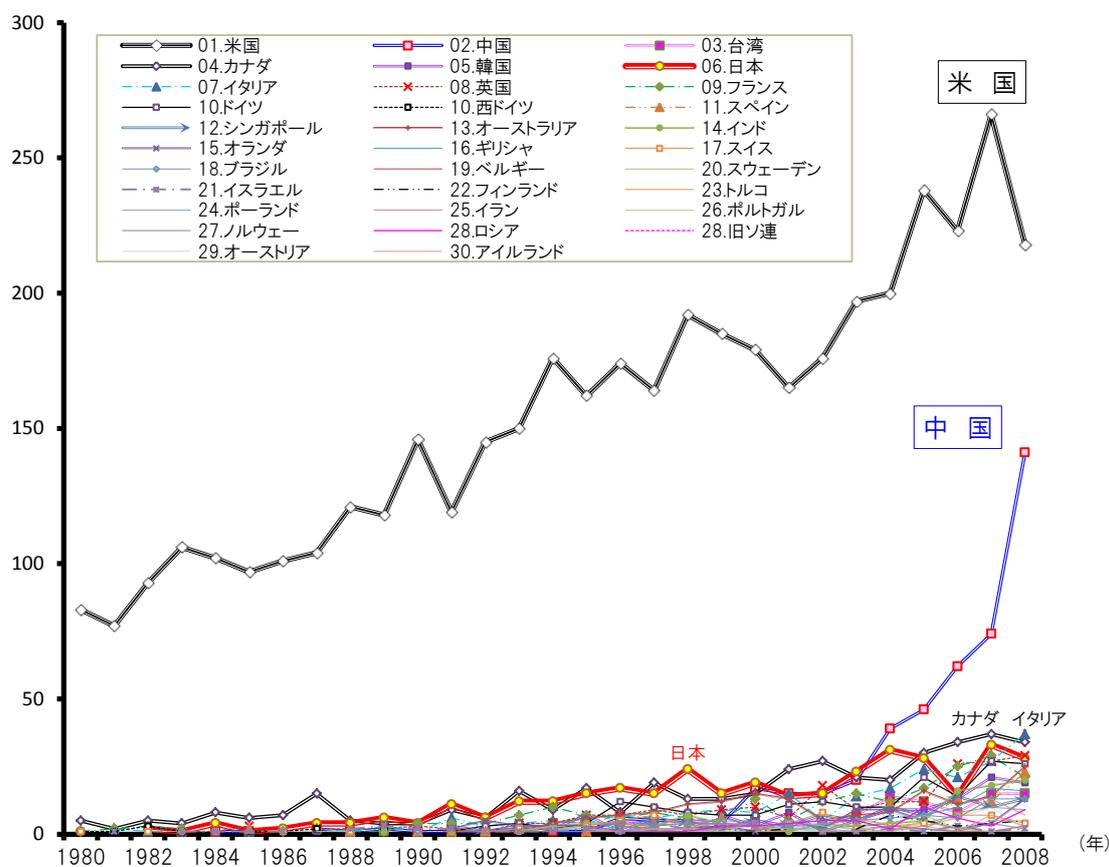


2.4.2 国別のカンファレンス開催数の推移

図表8は、プロシーディングの冊数をカンファレンス開催国別の経年推移で示したものである。この図から、米国でのカンファレンス開催が一貫して増加しており、現在までもIEEEの活動の中心となる地域はあくまで米国であることがわかる。ただ、特に2002年以降に中国で開催されるカンファレンスの数が急速に増加している。図表7の結果と合わせて考えると、中国のプロシーディングの掲載文献数の急激な増加は、中国国内での国際的な学会の開催数の増加によるところが大きいことがうかがえる。つまり、中国における電気電子・情報通信分野の研究活動が、IEEEのプラットフォームを共用することで世界に開かれた形で発展しつつあると推測される。この変化は、かつての日本のように国内で独自の学会が多数生まれて国の中で発展を遂げた推移とは違っているように見える。

一方、国別のカンファレンスのプロシーディング数とその掲載文献数の推移は、IEEEの出版が国際展開を果たした成果という見方も可能である。図表8からは、中国で開催されるカンファレンスのプロシーディングの発行は、IEEEの出版事業全体から見て、すでにマーケットとして明らかに無視できない規模になっている。IEEEの学術出版は、国際的な事業展開に成功してきているとあってよいだろう。

図表8 国別カンファレンス開催数



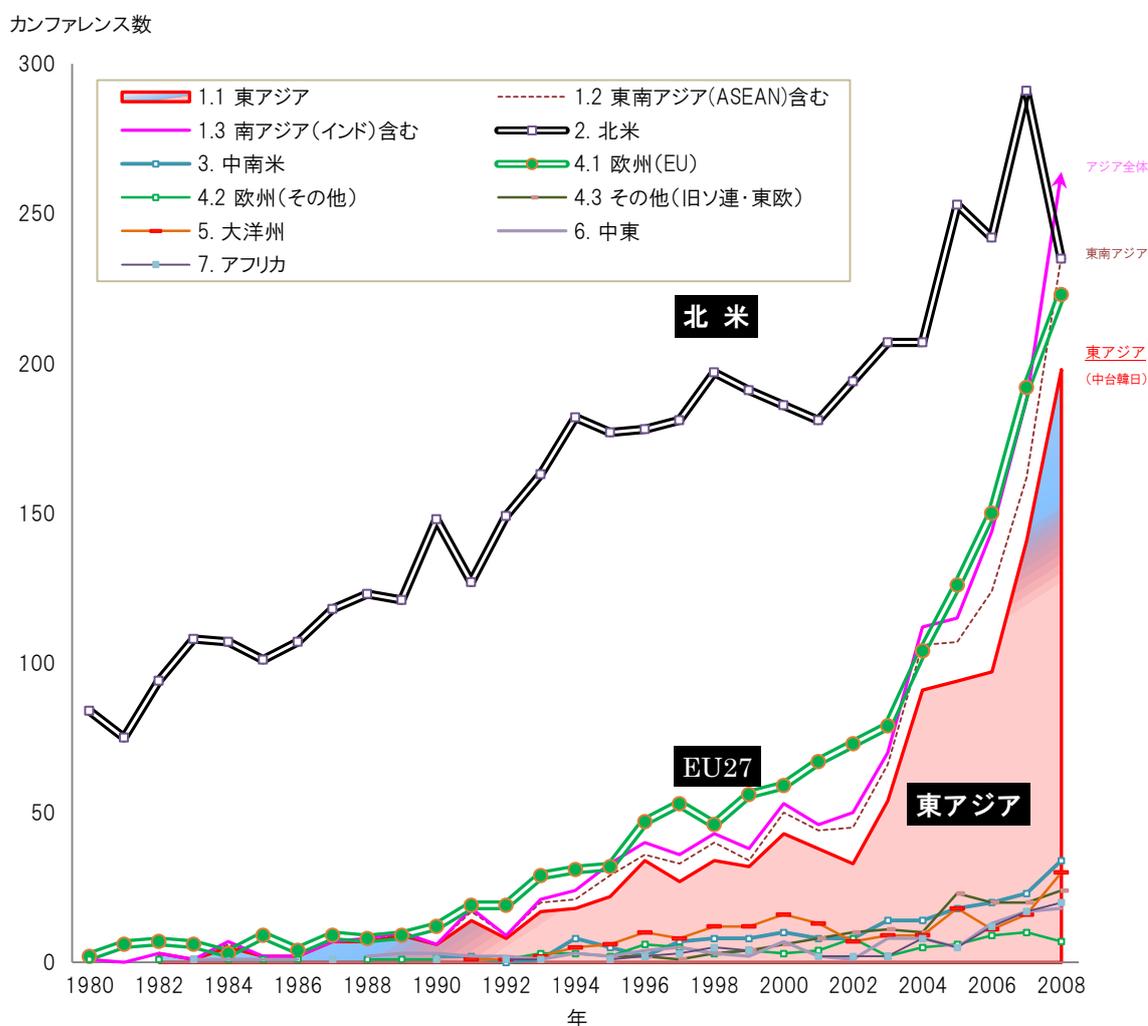
※ プロシーディングの冊数のデータからカンファレンスの開催地・年別に分類。

2.4.3 カンファレンス開催のアジアシフト

図表8の国別カンファレンス開催数を、世界の大きな地域単位でまとめたのが図表9である。欧州（EU27）と東アジア（日本・中国・台湾・韓国・シンガポール）は同様な勢いで伸び、北米（米国・カナダ）に迫っており、カンファレンスにおいても定期刊行物の文献数シェアと同様な3極構造へと変化している。さらに、東アジアに東南アジアやインドを含めたアジア全体（中東地域を除く）を考えると、カンファレンスの開催数の伸びはより急激になっており、2008年にはすでに北米や欧州を上回るようになっている。

これまでのグローバルな地域別カンファレンス開催数の推移から今後の方向性を予想すると、電気電子・情報通信分野の研究活動の量的な中心は、アジア地域へと今後急激なシフトが進むものと思われる。

図表9 世界の地域別カンファレンス開催数



- 東南アジア（ASEAN: 東南アジア諸国連合加盟国、主にシンガポール）及び南アジア（主にインド）におけるカンファレンスの開催数については、東アジアに積み上げたグラフで表記している。

2.5 IEEE の国際化・グローバル化

IEEE における定期刊行物とプロシーディングの各国別文献数のシェアの推移から IEEE における段階的な国際的展開の意味を定量的に考える。このため図表 10 では、市場の寡占・集中度分析で用いられるハーフィンダール・ハーシュマン指数（以降ハーフィンダール指数※という）を定期刊行物とプロシーディングの国別文献数それぞれについて算出した結果について、定期刊行物とプロシーディングの文献掲載国数の変化とともに示している。ハーフィンダール指数は、値が高いほど特定の国が独占的な状況にあることを意味する。多くの文献掲載国数が多くなり、またその文献数が増えシェアを高めるほど、ハーフィンダール指数が低下する。ここからハーフィンダール指数の変化を通じて IEEE が国際化・グローバル化の段階的進展の状況についてみていくことができる。

図表 10 では、ハーフィンダール指数は、定期刊行物及びプロシーディングともにほぼ一貫して低下傾向にあり、北米以外の国からの定期可能物及びプロシーディングへの貢献が年々活発化することで、IEEE における技術的活動は国際的に競争的な環境となってきたことがわかる。このことは、IEEE は北米中心の学会から文字どおり「国際学会」へと変貌を遂げたことを示している。

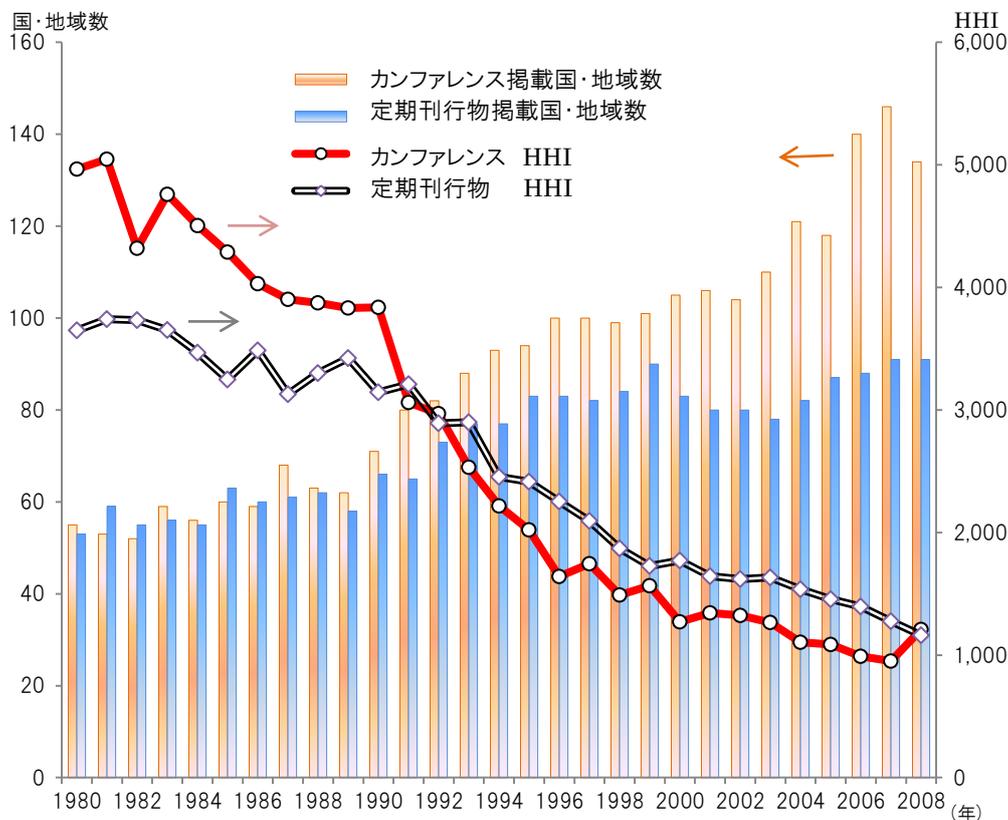
プロシーディングと定期刊行物のハーフィンダール指数の推移を比較すると、1980 年代は、プロシーディングのハーフィンダール指数が定期刊行物のそれを上回っていたが、1990 年代に入ると逆転し、1990 年代はプロシーディングの指数がより急激に低下した。1990 年代末から 2000 年代初頭には、一旦下落のペースが緩み、その後は双方ともに同じようなペースでゆっくり下落が進んでいる。

ハーフィンダール指数の値は、特定の国が文献数シェアを急に高めると上昇するため、そのトレンド線の傾きが一時的に緩くなることがある。ハーフィンダール指数の傾きが変わる大きなトレンド変化は、プロシーディングと定期刊行物のハーフィンダール指数ともに 1990 年前後と 2000 年前後にみられるが、これはそれぞれの時期に大きくシェアを伸ばした特定の国が大きく影響した結果と考えられる。1990 年前後に影響した国とは、日本である。また、2000 年前後に大きく影響した国は、返還後の香港の文献数を加えることで文献数の増加を加速させた中国である。

このプロシーディングと定期刊行物のハーフィンダール指数のトレンド変化を見ると、図表 6 で示した北米中心の学会から北米・欧州・東アジアのグローバルな 3 極構造へと変化した 4 段階の IEEE の構造変化の姿と重なり合ってくる。

また、カンファレンスのハーフィンダール指数の変化は定期刊行物よりもより大きい幅で変動しており、カンファレンスの国別文献数の変化は定期刊行物に比べ、より敏感に変化を反映している。このことから、プロシーディングの国別文献数の推移を見ることが、今後のグローバルな変化の方向性を予想するうえで有効であるといえる。

図表 10 IEEEのグローバル化と国際競争（文献掲載国数とハーフィンダール指数の推移）



※ HHI：ハーフィンダール・ハーシュマン指数 (Herfindahl-Hirschman index)

HHIとは、経済学で元来市場の独占度合いを測る指標の一つであり、計量書誌学でも用いられることがある。市場の参加者が有するシェアを二乗し、それらを加算して算出する。寡占度指数ともいう。0～10,000の値を取り、独占状態に近づくほど数値が上がる。今回は、各国を市場参加者と見て、各国のシェアから指数を算出した。

[算出式]

$$HHI = \{(国1のシェア(\%))^2 + (国2のシェア(\%))^2 + \dots + (国nのシェア(\%))^2\}$$

2.6 上位6カ国文献数推移の比較分析

2.6.1 分析方法

IEEEにおける世界の電気電子・情報通信分野の研究活動の面での変化と日本の特徴について明らかにするため、2008年に日本を上回る定期刊行物の文献数がみられた5カ国・地域と日本の合計6カ国・地域（以降は上位6カ国という）を対象に比較分析していく。

ここでは、IEEEの定義する出版物の区分に従って各国文献数を分類した結果を比較しながら、上位国にみられる共通する特徴と日本の特異性との差異を示すことで、IEEEで起きている変化について考えていく。なお、ここでいうIEEEの出版物の分類の定義とは、これまで示してきた定期刊行物とプロシーディングの区分による文献数推移に、IEEEの定期刊行物について、マガジンとトランザクションにさらに分類した国別文献数の推移である。具体的な分析は、最初に(1)定期刊行物とプロシーディングの国別文献数の関係について、次に(2)トランザクションとプロシーディングの国別文献数の関係、最後に(3)定期刊行物文献数に占めるマガジン文献数の割合という3つの観点から分析していく。

なお、IEEEにおいてトランザクションの掲載文献は、通常プロシーディングに掲載された文献が、カンファレンスの後あらためて査読を経て論文として掲載されるという流れを経た文献である。したがって、カンファレンスで発表しただけの文献よりもトランザクションに掲載された文献の方が、より意義ある質の高い研究成果の文献と仮定できるはずである。

また、IEEEのマガジンとは、実用的な概念や具体的な技術内容を重視する領域別の技術雑誌や短報を掲載するレターといったIEEE出版物である。学会の出版するマガジンでも、領域別の技術雑誌には、特定領域の研究で新たな実用的な概念を提示し、研究の方向性を主導するインパクトがある文献が掲載される場合も多い。そのため、これらがIEEEでの研究トレンドを牽引する役割を担う文献が含まれていることに着目して分析を進めていく。

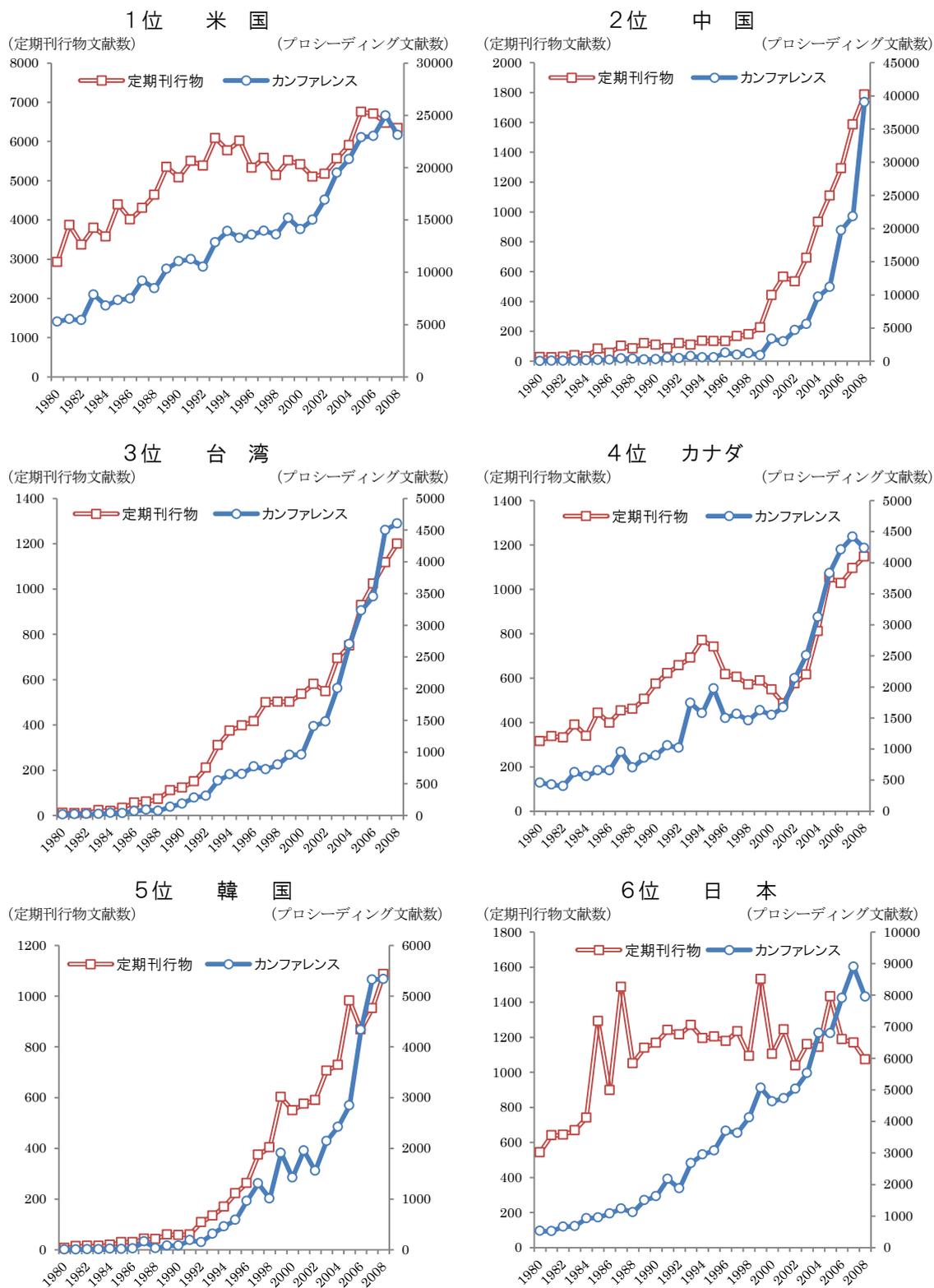
2.6.2 上位6カ国文献種類別文献数推移

(1) 定期刊行物の国別文献数とプロシーディングの国別文献数

図表11は、2008年に日本を上回る定期刊行物文献数がみられた5カ国・地域と日本の6カ国（以降は上位6カ国という）について、それぞれ定期刊行物文献数とプロシーディング文献数の推移を示している。

米国と日本を除くと、定期刊行物の推移とプロシーディング文献数は、長期にわたって概ね比例して増加している。2000年代に急激に文献数を伸ばした中国をはじめ、各国とも同様な推移を示している。米国は、1994年代から2002年にかけて定期刊行物文献数が減少に転じたものの、2002年以降は再び双方が比例して増加している。これに対して日本は、プロシーディングの文献数は順調に増加しているにもかかわらず、定期刊行物文献数が長期にわたって横ばいで伸びがない。このように上位6カ国で長期にわたって定期刊行物文献数とカンファレンス文献数の推移に対応関係が見られないのは日本のみであり、上位6カ国のなかで極めて特異な文献数推移を見せている国といえる。

図表 11 2008 年の上位 6 カ国（地域）における文献数推移



(2) トランザクションとプロシーディングの国別文献数

図表 12 には、上位 6 カ国に関するトランザクションの国別文献数を、ある年のプロシーディングの国別文献数で単純に除した比の値についての経年推移を示している。これら上位国の比の値の経年推移からは、トランザクションに掲載される文献数の割合は、いずれもトランザクションに比べプロシーディングの文献数の増加が急激であるため、程度の差はあるもののいずれの上位 6 カ国も低下傾向であることがわかる。

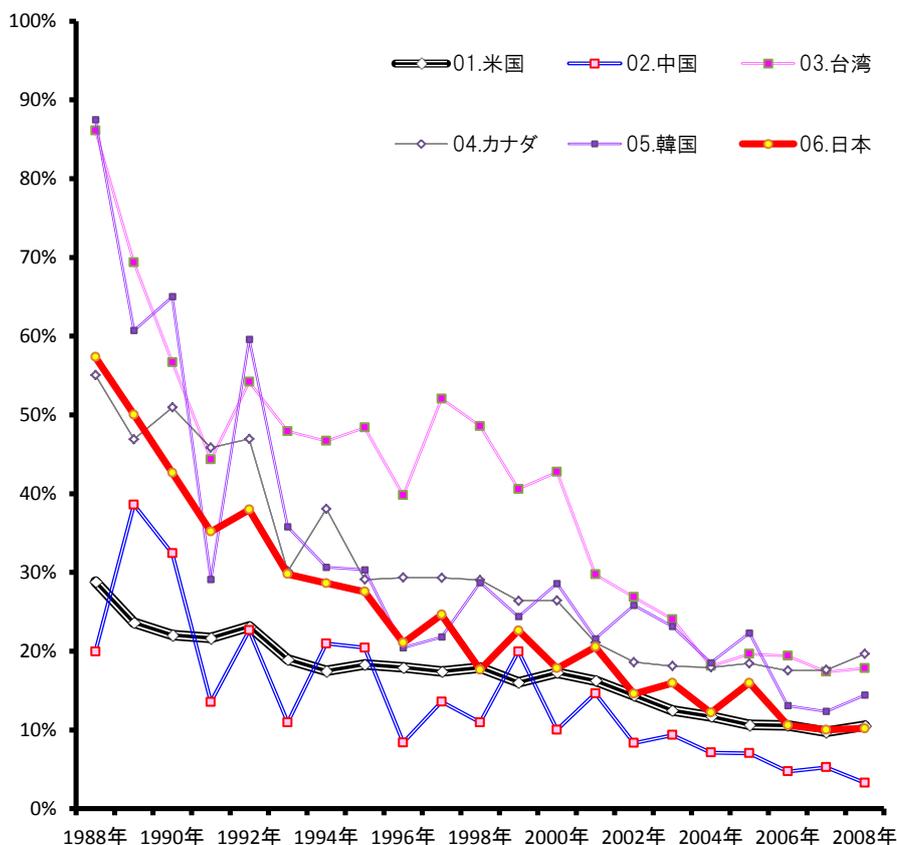
この理由を、学協会としての IEEE の研究活動の変化という側面から考えると、日進月歩の技術進歩で研究開発が活発化するにつれ研究活動のスピードが上がり、研究成果を短期間で公表可能なプロシーディングの文献数が増加したとも考えられる。また、間接的な要因として、グローバル化に伴い人の国際移動が容易になった結果、カンファレンスに参加する垣根が低くなり活動が活性化したとも考えられる。さらに、研究者にとっては、インパクトの高い（採択率の低い）有名カンファレンスでの発表で十分と考えれば、年単位の査読プロセスを経てトランザクションをあらためて出版する意味合いが相対的に薄れてきているという可能性も考えられる。

また、学術情報流通における電子出版化の進展が、プロシーディング文献数の急激な伸びなどに影響しているとも考えられる。

図表 12 で日本について見ると、台湾・韓国・カナダなどは米国よりも常に高い比の値で推移してきたのに対し、日本は米国とほぼ同じ比率に収れんしてきている。日本の変化は、海外で開催されるカンファレンスに参加する障害がなくなってきた結果と好意的な解釈もできる。過去の日本は、研究費の額や執行面の制約があり、カンファレンスには厳選した文献を発表していたものと考えられる。その変化の時期に着目すると、1990 年代後半以降の日本における競争的資金の拡充や国立大学の法人化など、一連の科学技術システム改革の時期に符合している。しかし、これは世界のトレンドに沿った変化であると同時に、研究の質的な側面からは、現在カンファレンスでの発表は盛んになっている一方で、カンファレンスに発表するだけで終わる研究が多くなっているのではないかという否定的な解釈も可能である。仮に、このような伝統的な IEEE における研究スタイルからの逸脱を質の低下とみなすならば、日本は中国に次いで上位国のなかで質が低下したことになる。

一方、IEEE の学術出版事業の側面から国別文献数の推移を考えると、プロシーディングの文献数で米国を抜いて 2008 年に世界一になった中国の影響をどう解釈するかという問題になる。純粋に IEEE の出版事業の観点からみれば、一旦構築した電子出版のプラットフォームは単に出版件数を増加させることでより財政的基盤を強化できるので、出版件数第一で科学的インパクト・内容は、二の次となっているおそれもある。言い換えると、プロシーディングの増加の科学的インパクトは、文献数の絶対量の増加の程度より小さい可能性がある。

図表 12 トランザクション文献数／プロシーディング文献数比の推移



図表 12 から、中国のトランザクションとプロシーディングの文献数の比は、米国以上に値が小さく推移しており、確かにプロシーディングの文献数の割合が特に多い。明らかに 2.4.2 で示したように、これは中国国内での国際カンファレンスの開催数の増加の影響と考えられる。ただし、この中国の変化の解釈は非常に難しい。ここからの情報のみでは、中国で多く開催されるカンファレンスの文献の科学的なインパクトの質が判断できないためである。

ここで確かにいえるのは、中国で開催数が増大しているカンファレンスの文献が質の面で問題があるとする、日本が増加しているカンファレンスの文献の質にも問題があるということである。ここでは、データを省略したが、直近の日本のプロシーディング文献数の 2 割程度は、中国で開催された国際カンファレンスでの発表が占めている。したがって、世界一になった中国のプロシーディングに対して文献の量だけが伸びただけだと批判することは、文献数でプロシーディングだけが伸び、定期刊行物で伸びていない日本の研究の質は、以前より低下していると言うことに等しいことになる。

中国は、プロシーディングと定期刊行物の文献数の関係、トランザクションとプロシーディング文献数の関係は、他国と同様のトレンドで推移している。また、絶対量でも定期刊行物文献数は、他国にない著しい増加傾向にある。このため、トランザクションになる比率が米国より低いとしても、中国の電気電子・情報通信研究のすそ野の拡大という研究面での発展・変化、また 2.3 で示した膨大な中国国内の出版需要を上手に取り込んだ IEEE の出版事業の国際展開の成果という双方の側面が作用した結果と好意的に解釈すべきだろう。

(3) 定期刊行物文献数に占める IEEE マガジン文献数の割合

図表 13 には、IEEE のマガジンについての国別文献数を示す。IEEE のいうマガジンには、実用的な概念や技術内容を重視する技術雑誌と研究成果を短報として迅速に掲載する学術誌が混在している。レター (Letters) という誌名を冠する学術誌 (以下、レター等という) は、多くは研究成果を短報として掲載することを主眼としている。また、誌名にマガジン (Magazine) や専門領域の名前の固有名詞などを誌名とする学術誌は、実用的な概念や技術内容を重視した文献を掲載する技術雑誌である。なお、別冊資料に個別データについて示しているが、情報関連分野では、後者の領域別の技術雑誌が多く、文献数の 2 割近くが著者名のクレジットのない (国別の文献数がカウントできない) 一般的な記事が占めるケースがみられる。

米国は、マガジン全体の文献数で他国に比べ圧倒的な存在感を一貫して示している。プロシーディングでの BRICs 諸国の台頭のような世界的な変化は、マガジンにはまだ現れておらず、また、定期刊行物全体の国別文献数と比べても米国のマガジンにおける存在感は未だ非常に大きい。特徴的なのは、1994 年頃と 2002 年以降の時期に米国の文献数が急激に伸びていることである。これらは次章の領域別分析でも詳しく示すが、それぞれ情報通信の研究が活発化した時期とワイヤレス・ネットワーク関連の研究が活発化した時期と符合する。

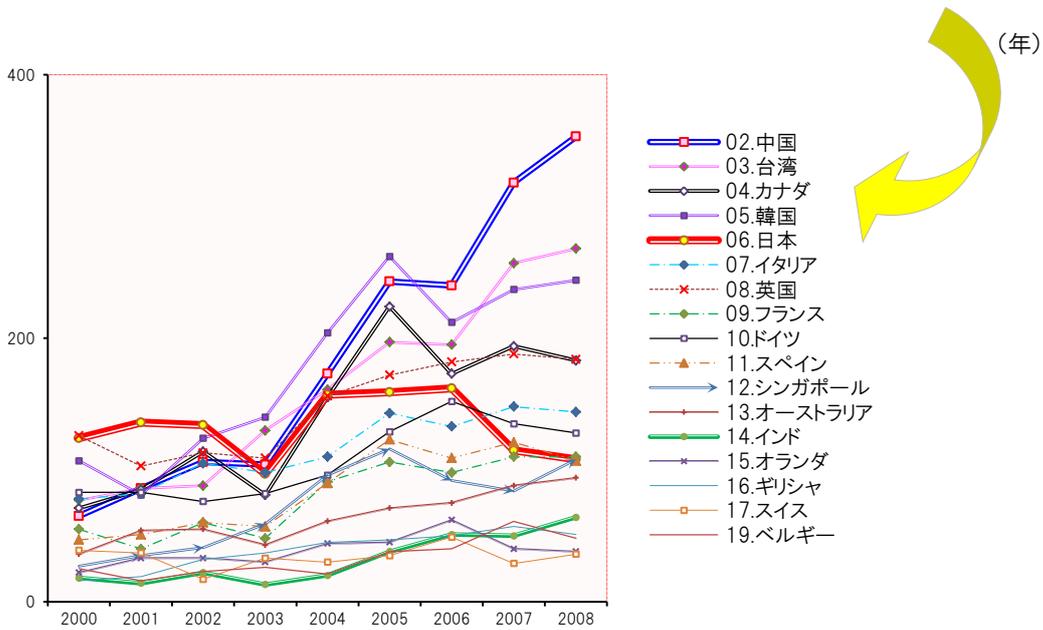
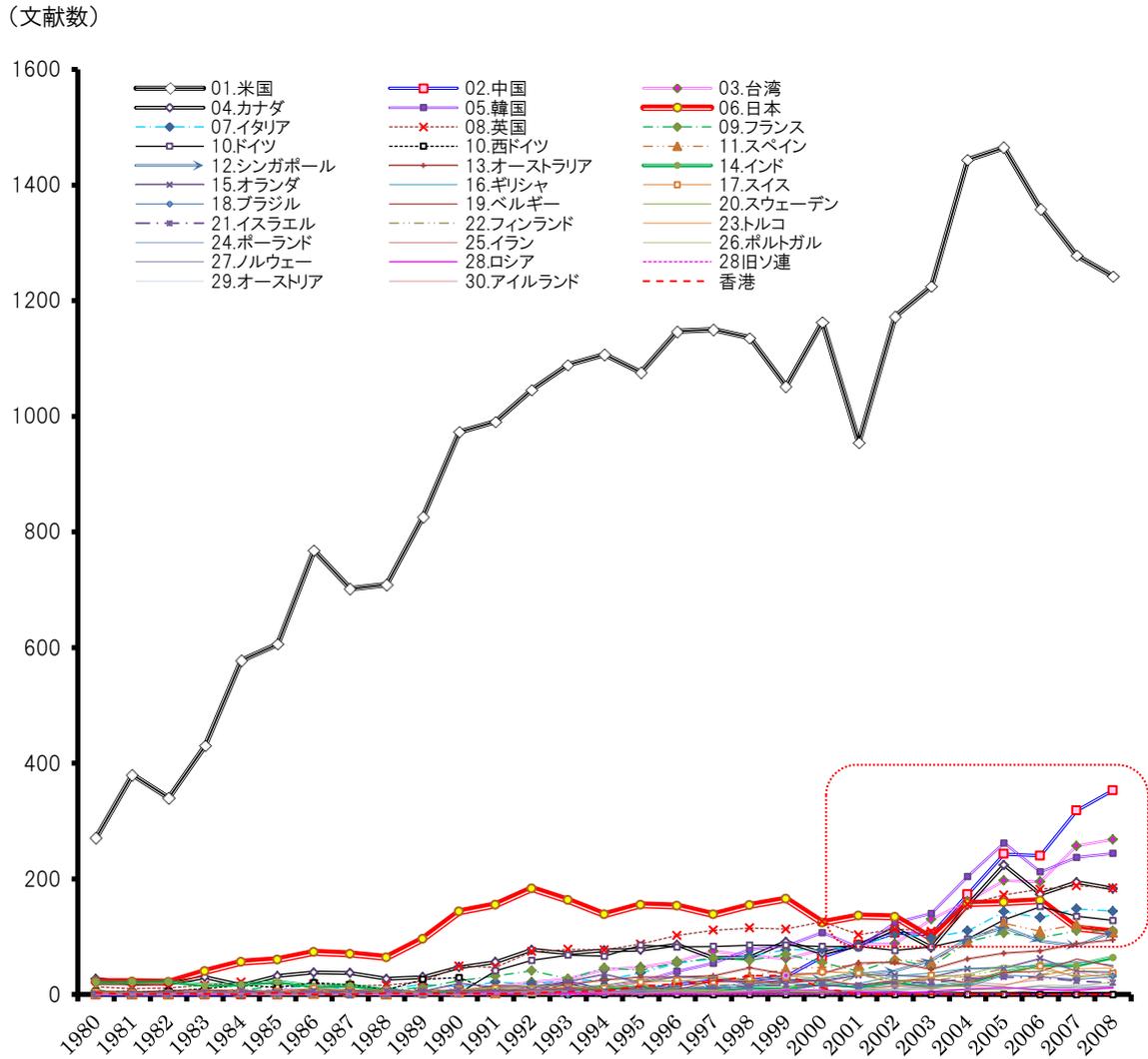
この理由には、領域別技術雑誌に掲載される文献は、新たな実用的な概念など研究領域を主導する啓発的な役割を果たすためと考えられる。事実、情報通信分野では、同じソサエティ内の技術雑誌とトランザクションのインパクトファクターの値を比べると、トランザクションより技術雑誌の方がインパクトファクターが高いことが珍しくない。

また、このことは 1980 年代末から 1990 年代初頭にかけての日本のマガジン文献数の伸びが大きいことも傍証となる。これは、IEEE における日本の研究が電気電子分野を中心に最も世界的にプレゼンスが高かった時期に符合している。日本は、当時の電気電子分野において、技術雑誌の文献でも領域の研究を主導するコンテンツを発信していたと推測される。

このように、定期刊行物全体やプロシーディングの文献数と比べて米国のマガジンにおける存在感の大きさは、米国が新たな研究領域の方向性を打ち出し、世界を巻き込み研究領域全体を活性化させていく力を強く保持していることの裏返しと言ってよい。

一方、IEEE のマガジンには、フルペーパー手前の研究成果を文献として速報・短報として掲載するレター等の定期刊行物がある。情報分野などにおける新しい研究領域の誕生に伴って多数生まれた領域別技術雑誌と比べると、より長い伝統がある。ただ、各国の文献数が特に急激に伸び始めたのは、図表 13 に示すように 2000 年代になってからである。2000 年代に中国・台湾・韓国・カナダ・英国の文献数増加が見られる。個別の出版物毎のデータについては別添データの資料集に示しているが、中国・台湾・韓国の文献数の伸びは、このレター等における文献掲載数の増加が主要因である。この結果、マガジン全体の文献数でも、1 位との差は大きいとはいえ、2006 年以降中国は米国に次ぐ 2 位となっている。

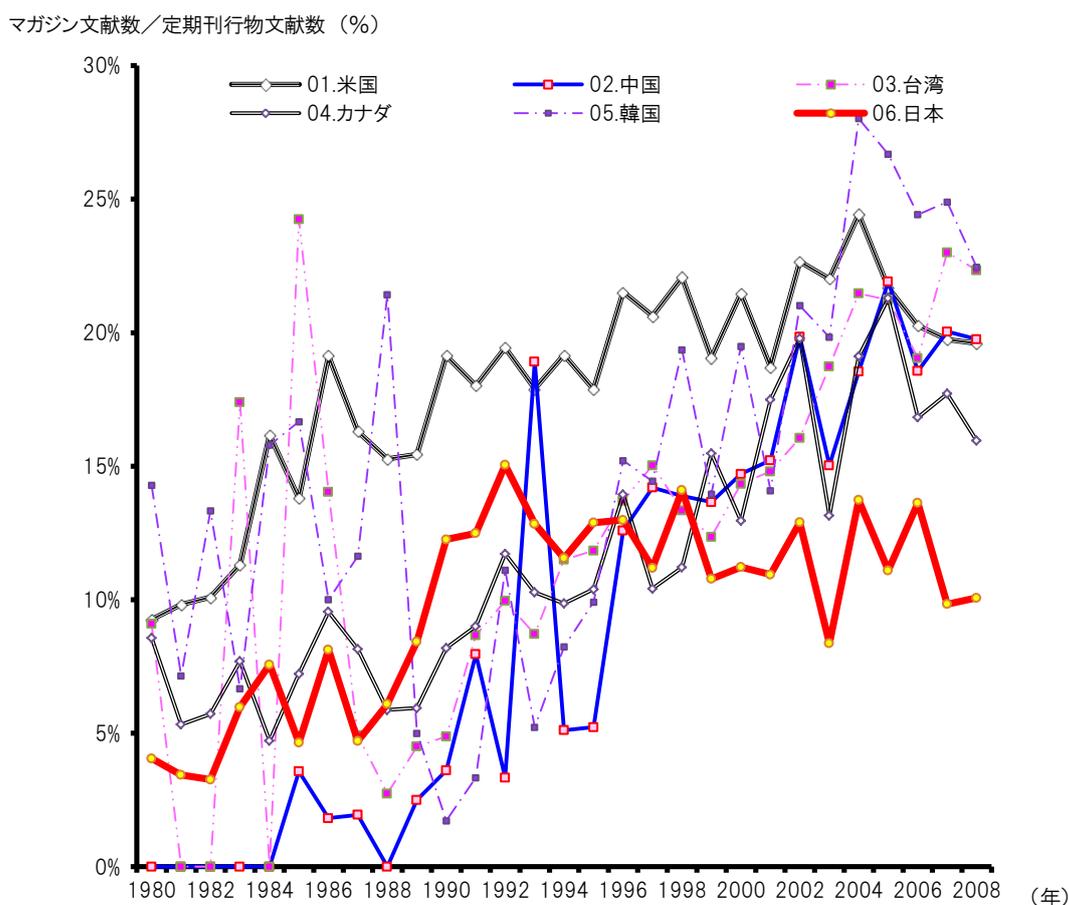
図表 13 マガジン文献数の推移



図表 14 には、IEEE の研究活動にとってのマガジン文献数増加の意味を考えるため、2008 年の上位 6 カ国について、定期刊行物全体の文献数の中で IEEE のマガジン文献数の占める割合を 1980 年から 2008 年の経年推移を示している。日本を除くいずれの国・地域でも、マガジンの文献数の割合は上昇傾向にある。

中国・台湾・韓国については文献数がわずかであった時代には値の変動が大きかったが、近年は一定の文献数が見られるようになり、2000 年代に入って上昇傾向が明確になっている。例えば、韓国のマガジンの比率の上昇は他国に比べて急激であるが、これはレターの文献数が多いことに起因し（文献数の詳細については、別冊資料に示す）、短いサイクルで研究成果を確定させようとしているためと思われる。こうした国による差異は、各国における研究業績の評価が影響している可能性があるが、IEEE における工学系研究のスタイルに何らかの変化があったことを示しているとも考えられる。

図表 14 マガジン文献数／定期刊行物文献数の比の推移



一方、図表 14 で日本の推移を見ると、1990 年代以降の定期刊行物文献数のなかでマガジンの占める割合は 15%程度と横這いで推移しており、他の上位国とは明らかに異なる推移がみられる。

こうした日本特有の現象の原因には、2つの仮説が考えられる。

ひとつは、日本においてはレター等の文献は業績評価が低いために活性化しなかったという仮説である。日本ではプロシーディングの文献数が増加していることから、プロシーディングが相対的に高く評価されることにより、レター等を出す意味はそれほど高まることがなかったという仮説である。

もうひとつ考えられるのは、世界の研究が多様に拡大するなか、研究領域をリードする、あるいは新しく創造する役割を果たす技術雑誌に文献を書く研究者の数が、他の上位国ほど伸びなかったという仮説である。この場合は、より深刻な問題を抱えているといえるだろう。

いずれにせよ、IEEE 全体では定期刊行物のなかでもレターや領域別技術雑誌などの短報や特定の研究領域に関する技術雑誌などのマガジンの占める文献数の割合が相対的に高まっている。

このマガジン文献数の割合が相対的に上昇する現象は、プロシーディング文献数の急増と類似性があると思われる。これら一連の出版物種別の文献数推移は、IEEE における科学者間のコミュニケーションのスタイルの変化を示している。

世界各国におけるプロシーディング文献数の急速な伸びと上位国でのマガジンの文献数比率の上昇からは、日進月歩の技術進歩のなか全般に研究を迅速に展開し、その成果も、概念の実用性や技術内容そのものを重視して素早く公開する動きが強まっていることが見てとれる。技術が日進月歩に発展している情報分野などの研究領域を筆頭に、研究のサイクルが短期化することで、年単位での期間を要して学術誌に掲載することが研究の流れとそぐわなくなっているとも考えられる。

このため、IEEE においては、科学者間のコミュニケーションのスタイルの変化により、学術情報の流通も、年単位ではない速報性と内容の実質性を求める方向へシフトしてきているといえるだろう。

2.7 2章のまとめ

本章では、前2報に対し分析対象にプロシーディングを含め、また対象範囲も約10年拡大することで、1980年から2008年の約30年間にわたる定期刊行物とプロシーディングのIEEEの出版概況を示した。

定期刊行物とカンファレンスの文献数の国際シェアやカンファレンスの開催国の推移からは、IEEEの活動が地理的にほぼ全世界に拡大したといえることができる。このため、前報告で示したトレンドと同様に、文字どおり国際的な学会になっていることが一層明確になった。加えて世界最大の工学系の学術出版を行うIEEEは、自らのブランド力と構築した電子出版の基盤を活用し、中国における研究の発展に伴う膨大な学術出版需要を取り込み、国際的な事業展開に成功していることも明らかになった。

以下では、本章で確認されたIEEEの出版の量的拡大とそのトレンドについて要約して示す。なお、ここで示す変化は、研究領域によっても国別の特徴が異なりうるため、3章及び4章の研究領域別の国別文献数の推移をみた後に、最終章であらためて総合的に考察する。

(1) 出版概況

(a) プロシーディング

プロシーディング掲載文献数は、1988年の1万件超から2008年に約14万件と10倍以上に増加した。プロシーディング掲載国数は一貫して増加し、近年は140カ国以上になっている。

国別文献数は、米国と日本の2国が牽引するという形が1980年代以降長く続いてきたが、香港の返還後の中国は、2000年前後から文献数を急激に伸ばし、2008年には約4万件と米国を抜いて世界1位となった。この要因には、中国国内でのカンファレンスの開催数の急増がある。また、直近では中国以外のBRICs諸国（ブラジル・ロシア・インド）やトルコ・イランなどの新興国が、文献数で欧州の主要な国に迫るようになっていることも注目される。

(b) 定期刊行物

定期刊行物の出版数は、50誌程度から150誌と約3倍になり、掲載文献数も約5千件から約2万件へと約4倍に増加した。文献掲載国数も1980年代初頭の約50カ国程度から一時的な増減を経て100カ国程度にまで増加した。定期刊行物でも、同様に中国の文献数が2002年以降に急激に伸び、2006年に日本を抜き米国に次ぐ世界2位となった。

現在は、米中2国にカナダ・台湾・英国・韓国・イタリアが世界のなかで3位集団を形成しつつある。日本は、2000年代前半までは2位であったが、2008年現在で6位となっている。

(2) 電気電子・情報通信研究の国際的発展とIEEEの3極構造化

(a) IEEEは文字どおりの国際学会となり、北米・欧州・東アジアの3極構造の学会に

IEEEでは、定期刊行物文献数で北米・欧州・東アジアの3地域のシェアがほぼ30%程度で拮抗する状況になっており、3極構造の国際学会になっている。このIEEEの国際的展開に最も影響を与えた国は、1980年代末から1990年代初頭にかけての日本と香港返還以降の2000年代に急速に伸びた中国である。IEEEのグローバル展開は、1980年代から5~7年周期で、①米国とカナダだけの北米中心の学会から、②日本のシェアが20%近くまで増加する時期を経

て、③欧州（英国・イタリア・ドイツ他）や台湾・韓国の研究の活発化によって国際化が進み、さらに④中国が加わり前記したグローバルな3極構造へと発展してきた。

(b) プロシーディングの際立った文献数増加と今後の予想される変化

IEEE の出版活動の成長は、プロシーディングの増加が大きく寄与している。プロシーディングの文献数シェア及びカンファレンスの世界での地域別開催状況からも、北米・欧州・東アジアの3極構造化が進んでいる。プロシーディングのトレンドの変化は定期刊行物に比べより鋭敏に現れる傾向があり、その推移は今後の変化を予測するには有益な指標となる。

(3) 研究面からのトレンド変化

(a) カンファレンスを足がかりに今後成長が予想される BRICs 諸国等の新興国

中国以外の BRICs 諸国など IEEE への研究の発表状況を見ると、カンファレンスへの発表を手掛かりに、定期刊行物への文献掲載へと段階的に研究が発展する様子が見える。

今後も現在の傾向が続けば、欧州諸国や東アジアに続いて、BRICs 諸国やイラン・トルコなどの文献数も増加すると予想される。

(b) 学術情報の流通で内容の実質性や成果発表の速報性を求める「技術雑誌化・短報化」

IEEE では、研究の活発化に伴い成果を素早く公開するという、研究サイクルの短期化の傾向が見られる。上位国の定期刊行物文献数では、実用的な概念や具体的な技術内容を重視する技術雑誌や短期で成果を公表するレター等の IEEE マガジンの占める文献数割合が上昇傾向にある。技術が日進月歩の研究領域では、査読プロセスを経て年単位の期間を要する学術誌への掲載という研究の流れが、現状とそぐわなくなっているという見方もできる。

(4) 日本の状況

(a) シェアを半減させた日本とシェアは下げても強い影響力を保つ米国

米国と日本の文献数シェアは、ともに大幅な低下傾向にある。米国は、専門領域別技術雑誌では依然圧倒的に文献数が多く、新たな研究領域の方向性を打ち出し世界を巻き込み研究領域全体を活発化させていく影響力を保っているが、日本にはそのような状態は見えない。

(b) プロシーディングは伸びているが、定期刊行物は横ばいと特異な文献数推移

日本は他の上位国にない特異な文献数推移を見せている。カンファレンスで発表されるプロシーディングの文献数は世界のトレンドに沿って伸びているが、定期刊行物数が長期にわたり横這いである。また、定期刊行物文献数のなかでマガジンの占める割合が、他の上位国と異なり、1990年代以降15%程度の低い水準で一定で推移している。

(c) 相対的な衰退と質の劣化が懸念される日本の研究

日本の研究は、カンファレンスへの発表の量は拡大傾向であるが、研究領域をリードあるいは新しく創造するような研究者の数が少ないことや、カンファレンスでは熱心に発表するもののその後の論文生産につながらないといった問題を抱えているおそれがある。このため、日本の研究は諸外国と比べて相対的に衰退し、質の面でも劣化が懸念される状況である。

3. 研究領域の全体動向

3.1 定期刊行物における研究領域の動向

3.1.1 定期刊行物における領域別文献数の推移

ここでは、IEEE の各ソサエティをひとつの研究領域とみなして定期刊行物の領域別文献数の推移についての分析を進めていく。

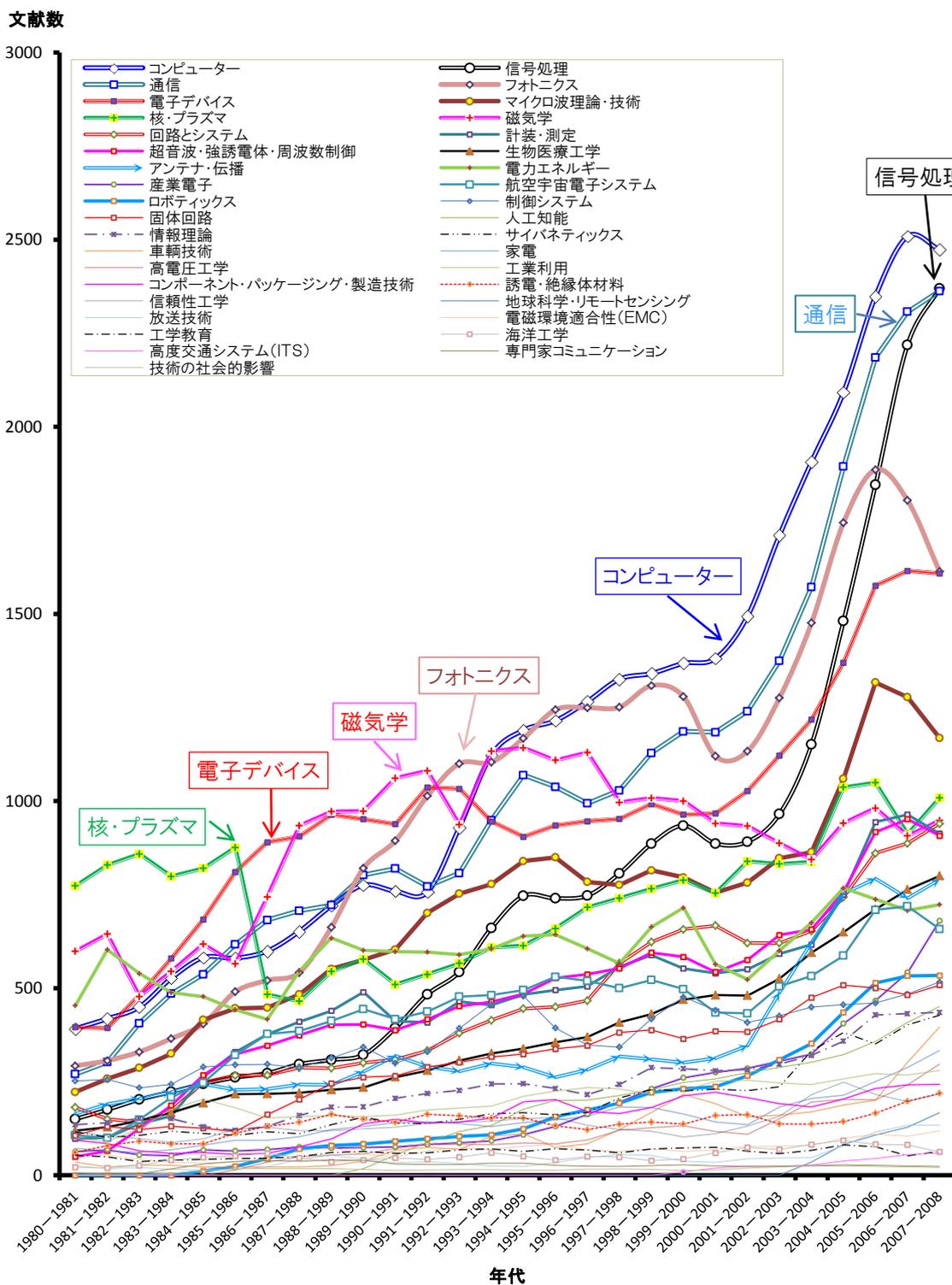
ここでは、IEEEExplore のデータから、定期刊行物を発行しているソサエティを特定し、定期刊行物をソサエティ別に分類し、その合計文献数の推移を示した。なお、このデータによる定期刊行物の分類は、ソサエティ別の文献数を 2009 年現在のスポンサーシップ（発行の費用負担）に基づくものとなっていることから、複数のソサエティにスポンサーシップ（Co-sponsorship）がある出版物の場合は、文献数を重複カウントしている。このため、各ソサエティ毎の文献数の総和は実数より大きくなっている。

図表 15 は、定期刊行物のソサエティ別の文献数を 2 年移動平均のグラフで表したものである。これから IEEE において中心となる研究領域の変遷がよくわかる。IEEE における専門領域別の変化は、要約すると、1990 年代には電気電子分野が中心であったのに対し、2000 年代に入ると情報通信分野を中心として文献数が増えている。今回の調査では 1980 年から 2008 年までの約 30 年に分析範囲を拡大した結果、新たに 1980 年代の動向や至近の年の状況が明らかになった。しかし、既報の調査資料 [2] にまとめた傾向が概ね継続しているといえる。ただ、フォトンクスやマイクロ波理論・技術など一部では、文献数が至近の年では減少している領域もみられる。

IEEE における定期刊行物の量的中心となる研究領域は、時代の技術背景と一致して変遷してきていることがうかがえる。

1980 年代前半の中心的な領域は核・プラズマ科学ソサエティだった。この要因には、1980 年代は IEEE の活動が米国中心であり、かつ冷戦という当時の時代背景があった。冷戦の終結に伴い、量的な中心が、磁気学や電子デバイスなど電気電子関連のソサエティへ移り、エレクトロニクスの時代になった。1990 年代中盤からは、フォトンクス関連やコンピューター・通信関連のソサエティ文献が勢いよく伸びはじめている。また、2002 年以降は、コンピューター・通信・信号処理などの情報通信関連の領域が他を圧倒する勢いで急激に伸びるという推移をたどっている。

図表 15 ソサエティ別定期刊行物関連文献数の推移（1980-2008年）



※ 各ソサエティがスポンサーシップ（発行の費用負担）を持つ定期刊行物への掲載文献数をソサエティ毎にまとめた。なお、ここではテクニカル・カウンシルが発行する関連文献については除いている。

3.1.2 主要ソサエティ（情報・通信・信号処理・電子デバイス）の特徴

図表 16 は、過去 20 年間で最も発展した 4 領域、すなわち、コンピューター（情報）・通信・信号処理・電子デバイスの 4 つの領域の関連文献数の推移を示している。これは、IEEE で関連文献数が最も多い上位 4 ソサエティの関連文献数を、3.1.1 と同じ方法で各ソサエティの発行する定期刊行物を特定し、各ソサエティに関する定期刊行物毎の文献数を積み上げグラフで表現したものである。

コンピューター・通信・信号処理といった情報通信関連分野では、近年になるほどグラフが細かく分岐し、定期刊行物数が増え、ソサエティ全体の文献数も伸びる傾向が顕著になっている。これらの分野では、新たな研究領域が次々と生まれた結果、新しい定期刊行物が刊行され、分野全体の研究が発展している様子が見えてくる。特に、成長が著しいコンピューター・通信・信号処理の 3 ソサエティでは、いずれの領域も 2002 年以降に文献数が急速に伸びている。この直接的な原因は、特にワイヤレス・ネットワーク・マルチメディア関連の定期刊行物が共同発行（Co-sponsorship）であるため、文献数が重複カウントされていることが影響している。こうした定期刊行物のソサエティ同士の共同発行の様子からしても、これら 3 領域は相互に関係しながら、融合的に領域研究を発展させているようにも見える。

一方、電子デバイス・ソサエティでは、伝統のある 2 種類の定期刊行物の文献数の増加によって領域が順調に発展している。ただ、この領域でもレター等の文献数は増加しており、マガジンの果たす役割は大きくなってきているようである。

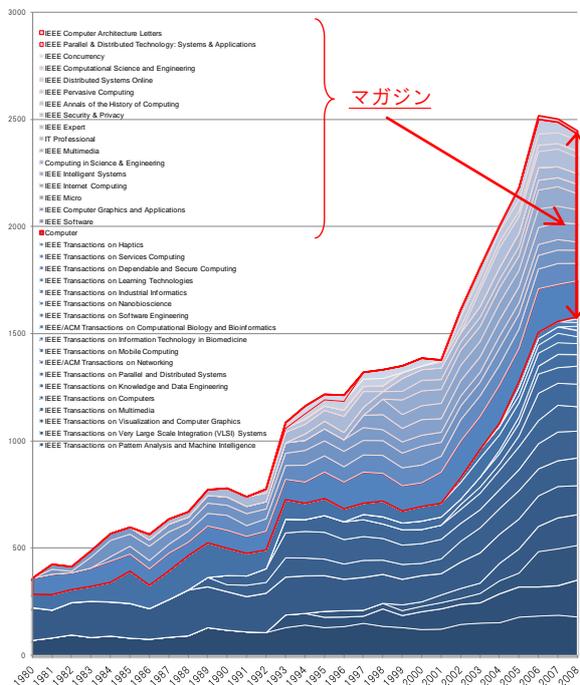
文献数が多い主要ソサエティでは、それぞれの研究分野で独立した学術誌が生まれ、その文献数が増加することが新たな研究領域の誕生・発展のメルクマールになっている。最も特徴的なのは、一番伸びが著しいコンピューター・ソサエティである。ここでは、領域別技術雑誌の文献数が 2000 年代になると他の研究領域に比べ特に多くなり、さらに直近になってジャーナルやトランザクションの出版物数が増加している。

IEEE における情報通信分野の新たな領域の研究の発展は、最初に特定の研究テーマについてのカンファレンスやワークショップが開催され、定期刊行物では、研究領域での実用的な概念や具体的な技術内容などについて情報発信する技術雑誌が先に誕生し、研究領域として認知が進み発展していくにつれて、トランザクションなどが誕生して研究領域として確立されていくというプロセスを経るようである。また、図表 16 に示すように、コンピューター・通信・信号処理といった大きなソサエティ単位の専門領域においては、文献数の総量がかなり増加しており、今後はソサエティの単位で新たな領域に分かれていくことも十分考えられる。

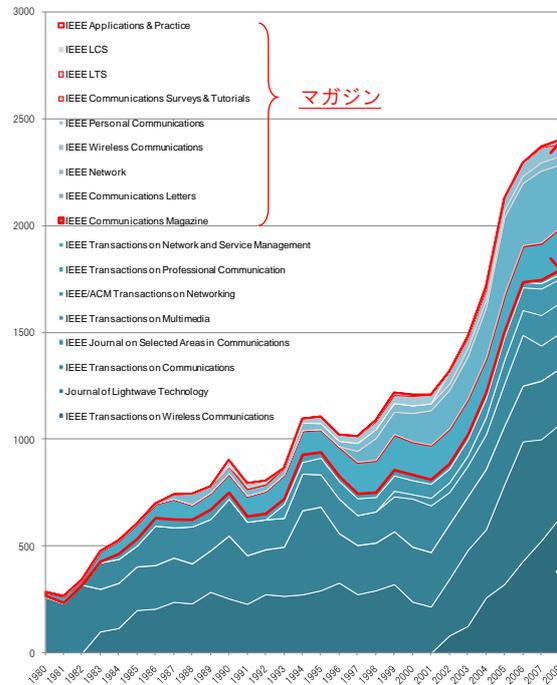
なお、次章に示す研究領域別の分析では、特定の定期刊行物に掲載されている米国の文献数が、個別のトランザクションにおいて文献数を大きく減らしている研究領域がある。これは、研究領域が細分化・派生した結果、新たなトランザクションが生まれたことが影響している場合が多い。こうした場合、図表 16 に示されたように、文献の掲載先が新たに生まれた定期刊行物に移っているものと考えられる。

図表 16 4大ソサエティの定期刊行物文献数推移 (1980-2008年)

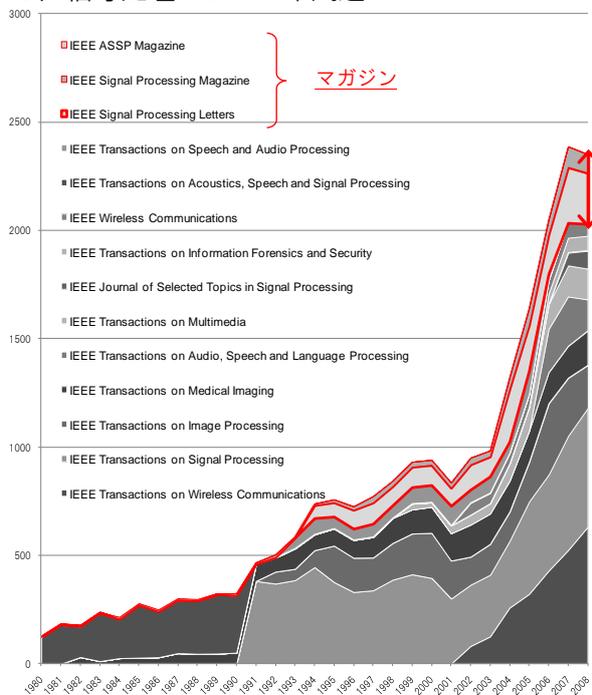
A) コンピューターソサエティ関連



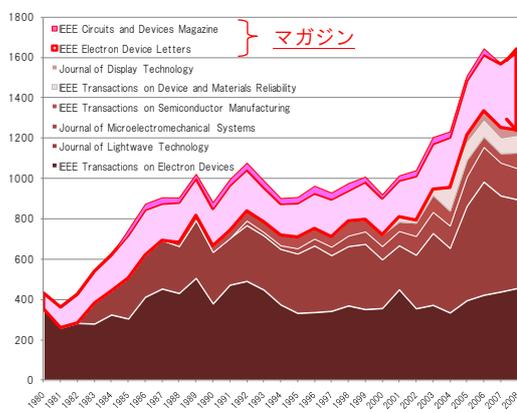
B) 通信ソサエティ関連



C) 信号処理ソサエティ関連



D) 電子デバイスソサエティ関連



3.1.3 米国のトランザクションの文献数推移に象徴される研究領域の動向変化

既に示したように IEEE における領域別の文献数はいずれも一貫して増加傾向である。全体の文献数の推移からみても、各ソサエティレベルでの領域別の研究は、研究領域として成熟してくると、米国以外の国々からの文献数が増加し、それぞれの領域別の文献数は増大し続ける構造になっていると考えられる。このため、IEEE 全体の研究領域の中心の変遷・推移を議論するうえでは、米国の領域別文献数の推移をみていくことが非常に有用である。

図表 17 には、米国のトランザクションの文献数のみをソサエティ別にまとめた推移を示している。これは、米国によるトランザクションの文献データを抽出し、3.1.1 と同様の方法でスポンサーシップ（出版の費用負担）によって分類・集計した結果をもとに、ソサエティ別のトランザクション文献数をとりまとめ、2 年移動平均のグラフでその結果を示したものである。

特に 1980 年代から 2000 年代にかけての約 30 年にわたる米国の領域別文献数を見ると、IEEE における研究領域の流行の変遷がはっきりと現れている。

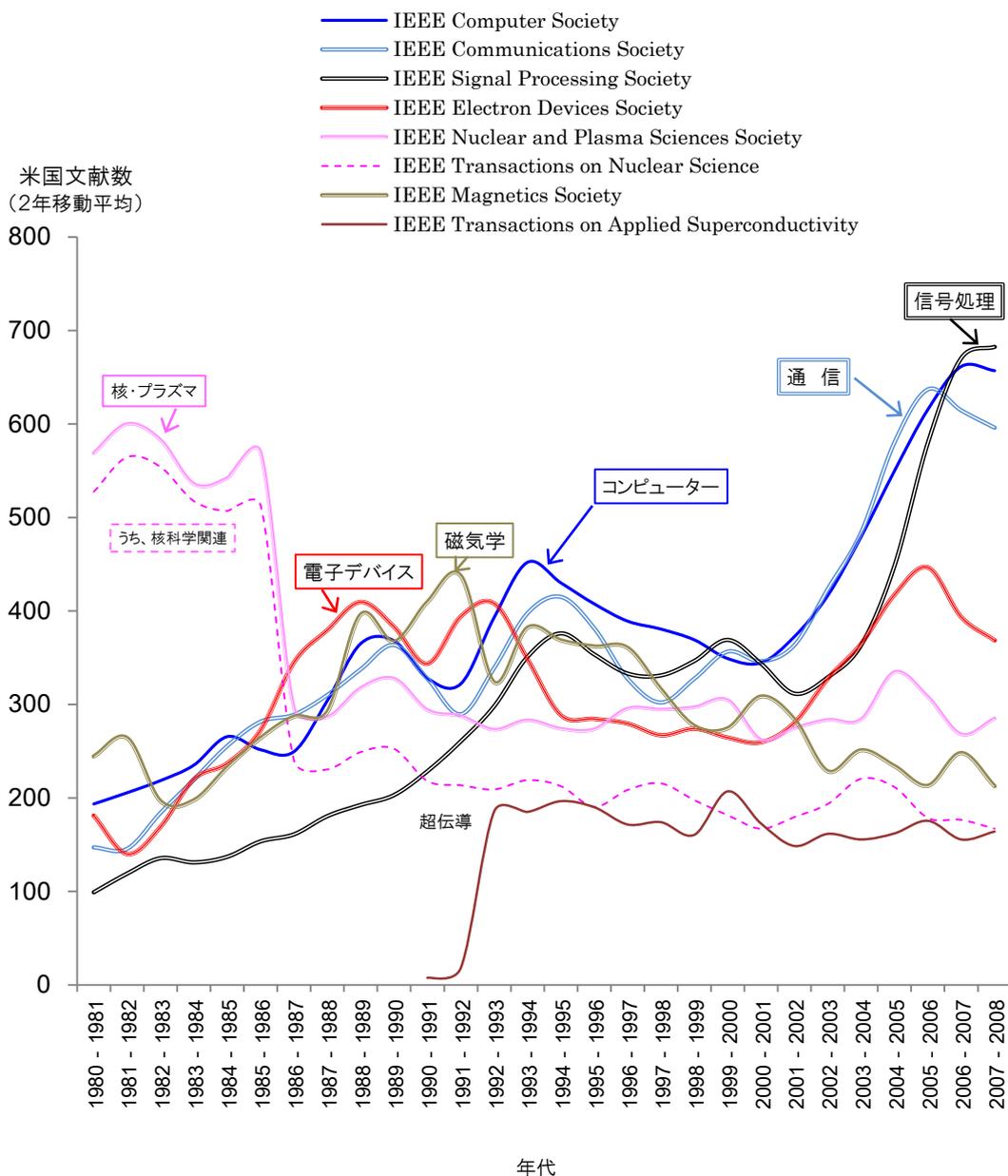
米国では、その時々の方政策的な方向性とトランザクションの文献数の推移とは、かなり対応しているように見える。具体的には、1980 年代前半の冷戦下の米国の文献数は、圧倒的に核物理関係の文献が多かった。その後、1980 年代後半からは磁気学・電子デバイス・フォトンクスといった電気電子系の文献が増加した。1990 年代になると、おそらくは磁気学や電子デバイスの一部が枝分かれする形で、急に超伝導関連の文献が増えた。1990 年代中盤の第一次クリントン政権の時期には、コンピューター・通信関連の文献数が伸びはじめ、さらに 2000 年代になりワイヤレス・ネットワーク通信関連の研究が盛んになると、コンピューター、通信、信号処理に関連する文献数が幾何級数的に伸びている。

このように、冷戦終結に伴う科学研究システムの改革、1990 年代のインターネットの開放などに始まる情報通信革命の進展のなかにおける、電気電子・情報通信分野の発展を、極めて明確に反映するものとなっている。

ここに見られる米国における研究トレンドは、世界の電気電子・情報通信分野におけるトレンドそのものである。これは、米国が世界の電気電子・情報通信分野の研究トレンドを一貫してリードする役割を果たしてきたことを端的に示しているといつてよいだろう。

また、研究成果の量的中心となる研究領域が劇的に変遷している様子からは、国家の人的・資金的な両面での研究資源の配分が、いかに劇的にシフトしたかを物語っているようにも思われる。

図表 17 米国の主要なソサエティのトランザクション文献数推移 (1980-2008 年)



※ IEEE Xplore にある個別出版物の説明にある publisher の欄によって分類を作成。
 ※ ソサエティ別の文献数にはソサエティが参加しているテクニカル・カウンシル関連のトランザクションの文献数は含んでいない。この要因により、既報告の調査資料 [2] の値とは若干異なる。

3.2 プロシーディング数における領域別動向

図表 18 は、IEEE Xplore にある研究領域の分類に基づき、研究領域別のカンファレンスの開催状況について関連するプロシーディング冊数の推移によって示したものである。

IEEE Xplore では、1987 年以前については文献の完全掲載が保証されていないため、ここでは 1998 年から 2009 年までの経年推移を示した。また、複数の研究領域にまたがるカンファレンスは、関連する複数の領域に重複カウントしている。

図表 18 のプロシーディング数にみられる研究領域別の推移と変化は、ソサエティ別の定期刊行物の文献数の推移と変化に比べて比較的単純である。

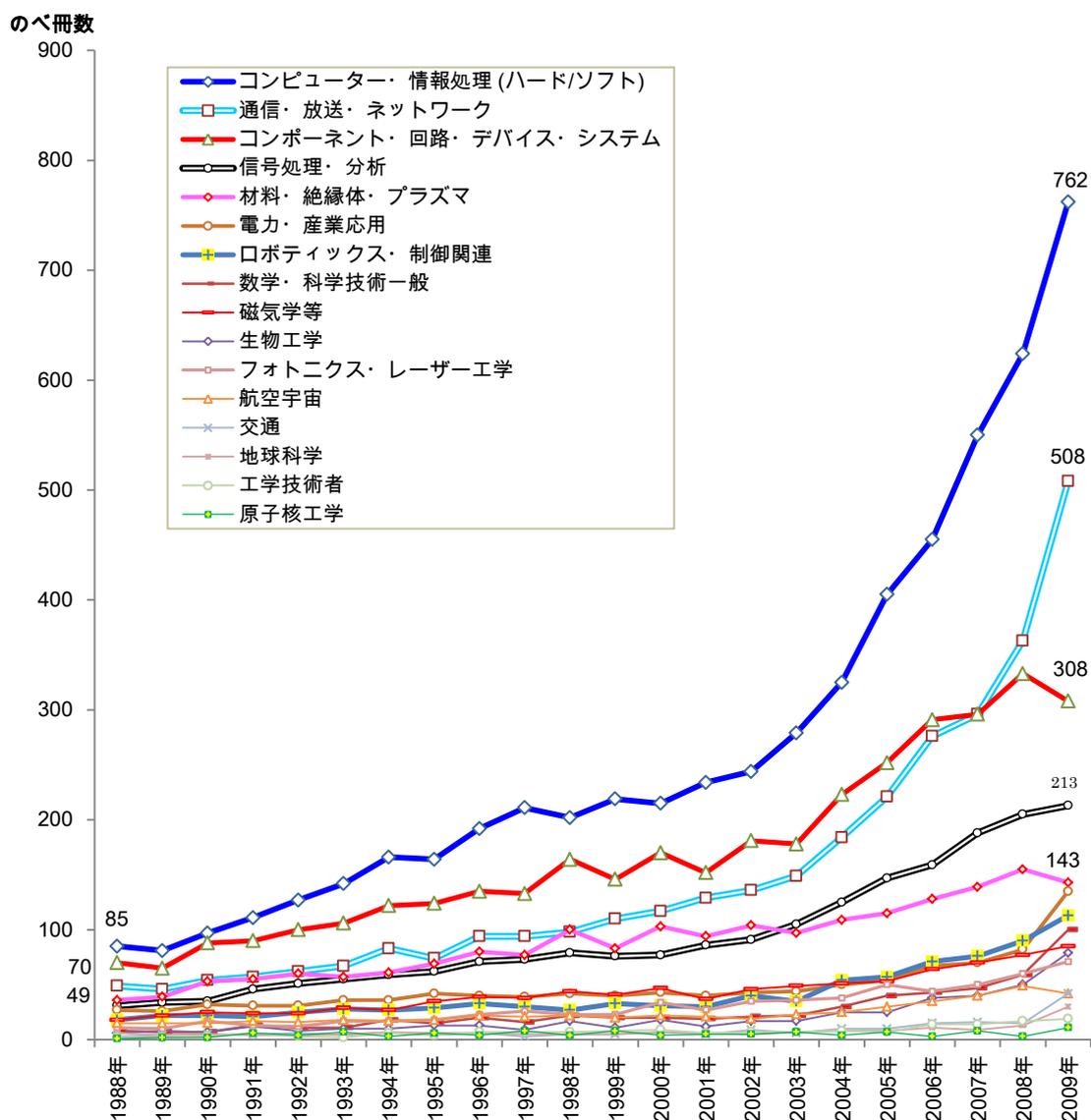
プロシーディング数は、コンピューター・情報処理（ハード／ソフト）の区分と、通信・放送・ネットワークの情報通信関連のプロシーディング数が特に大きく伸びていることが明らかである。1988 年を基準に考えると、前者は、85 冊未満から 762 冊と約 9 倍近く伸び、後者は、49 冊から 508 冊と 10 倍以上に伸びている。

この他、1990 年代から 2000 年代初めには、電子デバイス・回路関連のプロシーディング数が 2 番目に多かったが、2007 年に通信関連が逆転した。また、長い間ほぼ同じ数で 4 番目と 5 番目で推移していた信号処理と材料・絶縁体・プラズマなど材料系の関係も 2003 年にその順番が逆転している。

現在のトレンドを外挿すると、今後は電力関係のプロシーディング数が伸び、材料・絶縁体・プラズマなど材料系のプロシーディング数を上回るようになるものと思われる。

このように、プロシーディング数の研究領域別動向の推移の特徴は、情報通信関係が特に多いことであり、これは定期刊行物の文献数推移のトレンドと共通している。

図表 18 プロシーディング数の推移 (1988~2009年)



(注) IEEE Xplore により作成 (2010年3月末現在)

- 1988年以前の出版物については掲載が保証されていない。
- 複数の領域に関する(共催する)カンファレンスのプロシーディングは、それぞれの領域で重複して計上されている。
- ここでの研究領域の区分については、IEEE Xplore の分類に従っているため、ソサエティ別の分類とは異なる。

3.3 3章のまとめ

本章では、IEEEにおける電気電子・情報通信分野における研究領域の変遷を定期刊行物とプロシーディングの推移でみた。定期刊行物では、IEEEの各ソサエティを研究領域の単位とみなし、領域別の文献数の変化を分析した。プロシーディングでは、IEEE Xploreの研究領域の区分に基づき領域別の変遷を分析した。

この結果、情報通信分野を中心としたすべての研究領域における研究の拡大と、研究領域の量的中心の変遷と研究領域の発展パターンが明らかになった。

(1) 領域別共通トレンド：情報通信関連分野の伸びが顕著

プロシーディング及び定期刊行物に共通する領域別トレンドは、情報通信関連分野が伸びていることである。関連プロシーディング数は、1988年基準で、情報関連分野では、85冊未満から762冊と約9倍近く伸び、通信関連分野では、49冊から508冊と10倍以上伸びている。定期刊行物でも、IEEEの各ソサエティにおける領域別のいずれもが増加傾向にあるが、2002年以降は、情報・通信・信号処理など情報通信関連の領域が相互に関連しながら急激に1.5倍近く伸び、それぞれのソサエティで年間2,000件を越える文献数になっている。

(2) IEEEにおける研究領域の量的中心の変遷

IEEEにおける定期刊行物の量的中心となる研究領域は、時代の技術背景と一致して変遷している。

1980年代から2000年代の約30年にわたる定期刊行物で、トップとなる領域別（ソサエティ別）文献数推移を見ると、IEEEの活動が米国中心であり、冷戦という時代背景があった1980年代前半の中心領域は、核・プラズマ科学ソサエティであった。冷戦の終結に伴い、量的な中心が、磁気学や電子デバイスなど電気電子関連のソサエティへ移り、エレクトロニクスの時代になった。クリントン政権誕生の前後の時期である1990年代中盤からは、フォトニクス関連やコンピューター・通信関連の文献が伸びはじめた。また、2002年以降は、コンピューター・通信・信号処理などの情報通信関連の領域が他を圧倒する勢いで急激に伸びる、といった段階的な推移をたどってきた。

(3) 文献数が多い研究領域の発展パターン

文献数が多い研究領域では、出版物数とその文献数の間に一定のパターンがみられる。研究分野のなかで新しい学術誌が生まれ、その文献数が増加することで新たな研究領域が誕生し発展するという関係になっている。

IEEEにおける新たな領域の研究の発展は、最初に特定の研究テーマについてのカンファレンスやワークショップの開催に伴いプロシーディングが発行され、研究が発展し始めると、定期刊行物では、まず研究領域での実用的な概念や具体的な技術内容などについて情報発信する技術雑誌が誕生し、さらに研究領域として認知が進み発展していくにつれて、トランザクションが誕生して成熟した研究領域として確立されていくというプロセスを経ると考えられる。

例えば、IEEE で最大でありかつ最も発展しているコンピューター・ソサエティでは、領域別技術雑誌の文献数が、2000 年代になると他の研究領域に比べて特に多くなり、さらに直近になってジャーナルやトランザクションの出版物数が増加している。通信ソサエティでも、同様の傾向が見受けられた。ただし、こうした研究のスタイルは、領域によって差がある。

(4) 世界のトレンドをリードする米国

1980 年代から 2000 年代にかけての約 30 年にわたる米国の領域別文献数を見ると、IEEE における研究領域の流行の変遷が明瞭に現れている。この米国における研究トレンドの変遷は、世界の電気電子・情報通信分野におけるトレンドの変遷そのものになっている。

米国のトランザクションでの領域別の文献数の流行と変遷は、国家の人的・資金的面での研究資源の配分がいかにかシフトしているかを示す証左のように思われる。米国の領域別文献数の推移は、米国における科学技術・イノベーション政策の方向性を明確に反映したものといえ、IEEE 全体の研究領域の変遷や今後の我が国における科学技術政策との比較を議論するうえで非常に有用である。

(5) 各研究領域の継続的な発展

米国のトランザクションの領域別文献数推移にみられるように、研究領域の量的中心は、時代とともに明瞭にシフトしている。一方で、IEEE の各ソサエティにおける領域別の文献数は、米国の研究領域のシフトとは関係なく、いずれも増加傾向であり発展を続けている。このため、ソサエティ単位での個別領域の研究は、米国以外の国の研究が活発化し IEEE に投稿するようになることで文献数が補完され、発展を続ける構造になっていると考えられる。

4. 研究領域別のプロシーディングと定期刊行物との比較分析

4.1 領域別比較分析の対象

第2章で示したように、定期刊行物に比べカンファレンスのプロシーディングは、同じようなトレンド変化が、より先行して現れる傾向があることが判明している。そこで第4章では、研究領域別のカンファレンスにおけるプロシーディングと定期刊行物の文献数の推移との関係についてより詳細に比較検討する。具体的には、関連文献数が多いIEEEのソサエティを対象に、各ソサエティの主要カンファレンス（Flagship conference）と定期刊行物（主にトランザクション）の国別文献数推移を比較対照しながら、プロシーディングと定期刊行物の文献数推移の関係や研究領域別の特徴などを明らかにしていく。本章で分析対象とするソサエティは、IEEEにおいて2000年代以降に研究が最も活発化している情報通信系3領域（コンピューター・通信・信号処理）のソサエティと1990年代に主役であった電気電子系3領域（電子デバイス・磁気学・フォトニクス）に関連するソサエティである。

ここで示すカンファレンスと定期刊行物は、スコープがほぼ合致しているものと仮定して分析を行っている。ただし、実際には一部の研究領域では、該当する適当なトランザクションが存在しない場合や、研究内容でカンファレンスとトランザクションのスコープにずれがある場合などがあり、厳密な意味で十分な比較とならない領域もある。また、ソサエティの主要カンファレンスのデータがデータベースの関係で存在しない場合がある。こうした場合は、得られたデータの範囲内で、ソサエティの定期刊行物にカンファレンスの発表が最も多く論文化・掲載されているものを、主要カンファレンスに準ずるカンファレンスとして執筆者側で選んだ。

なお、本章で分析していない他のソサエティの結果に関心がある場合は、巻末資料Ⅱを参照していただきたい。巻末資料Ⅱでは、全てのソサエティに関する主要カンファレンス（もしくはこれに準ずるカンファレンス）と定期刊行物の国別文献数推移のグラフを掲載している。

図表 19 比較分析の対象ソサエティ

2000年代にIEEEにおいて 主役となったソサエティ	1990年代にIEEEにおいて 主役であったソサエティ
情報関連 ○コンピューターソサエティ ・基礎原理及び総論 ・分散処理 ・ソフトウェアエンジニアリング ・データエンジニアリング ・画像認識	電子デバイス・回路関連 ○電子デバイスソサエティ ○固体回路ソサエティ ○回路とシステムソサエティ
通信関連 ○通信ソサエティ	磁気学関連 ○磁気学ソサエティ
信号処理関連 ○信号処理ソサエティ	フォトニクス関連 ○フォトニクスソサエティ (旧レーザー・光学ソサエティ)

4.2 情報通信関連領域の比較分析

4.2.1 コンピューターソサエティ

(1) コンピューターソサエティの分析対象

コンピューターソサエティは 50,000 人を超す会員数がある IEEE で最大のソサエティである。コンピューターソサエティは、コンピューターに関してソフトウェアとハードウェアの双方の幅広い情報分野全体を研究活動の対象にしている。また、米国機械学会（ACM：Association for Computing Machinery）など関連分野の他の有力な学会とも連携して、カンファレンスの開催やトランザクションの発行なども行っている。この結果、1990 年代以降には定期刊行物数・掲載文献数が最も多いソサエティとなっており、前章にも示したように、新たなトランザクションや技術雑誌もここから数多く誕生している。

コンピューターソサエティでは、5 つの研究領域で比較検討を行う。比較分析対象のカンファレンスとトランザクションについて図表 20 に示す。なお、これらはコンピューターソサエティのなかでは比較的歴史のある主要カンファレンスとトランザクションであり、最新の技術動向よりも、経年変化の分析が十分行えると判断されたものについて選んだ。

図表 20 コンピューターソサエティの主なカンファレンスとトランザクション

研究領域	主要なカンファレンス	主要なトランザクション
基礎原理及び総論	FOCS : IEEE Symposium on Foundations of Computer Science	IEEE Transactions on Computers
分散処理	ICPADS : International Conference on Parallel and Distributed Systems	IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems
ソフトウェアエンジニアリング	ICSE : International Conference on Software Engineering	IEEE Transactions on Software Engineering
データエンジニアリング	ICDE : IEEE International Conference on Data Engineering	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering
画像認識	CVPR : IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence

(2) 基礎・原理及び総論の研究領域

図表 21 には、コンピューターソサエティのなかで、コンピューターの原理からアーキテクチャーや OS などについての研究を対象とし、最も伝統があるトランザクションである **IEEE Transactions on Computers** 誌の国別文献数と、これに対応する研究領域のカンファレンスとしてコンピューターの数理的な基礎原理を扱う **Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS)** の国別文献数の推移を示す。

詳細に見ると、カンファレンスでは、イスラエルの存在感が高いことが特徴的である。イスラエルは 2008 年現在で、定期刊行物の文献数における世界順位は 20 位以下でシェアは 2% に満たないが、このような基礎的・数理的な領域などコンピューターに関連する領域では、1980 年代から文献を出し続けている国であり、画像処理の領域や、情報理論関係の文献数も多い（情報理論ソサエティに係る国別文献数の推移については、巻末資料Ⅱに掲載）。

トランザクションでは、米国の文献数が減少しているなか、多くの国が論文を安定的かつ継続的に出しており、米国以外の文献数が増加している。米国以外で特に目立つのは、1990 年代前半まではカナダ、1990 年後半以降継続的な文献を出し続ける台湾である。

全体的に米国の文献数が圧倒的であるが、カンファレンス・トランザクションともに次第に米国の文献数が減少している。これは、1990 年代以降、関連する派生した研究領域が多く生まれ、新たな定期刊行物やカンファレンスができたと考えられる。

(3) 分散処理の研究領域

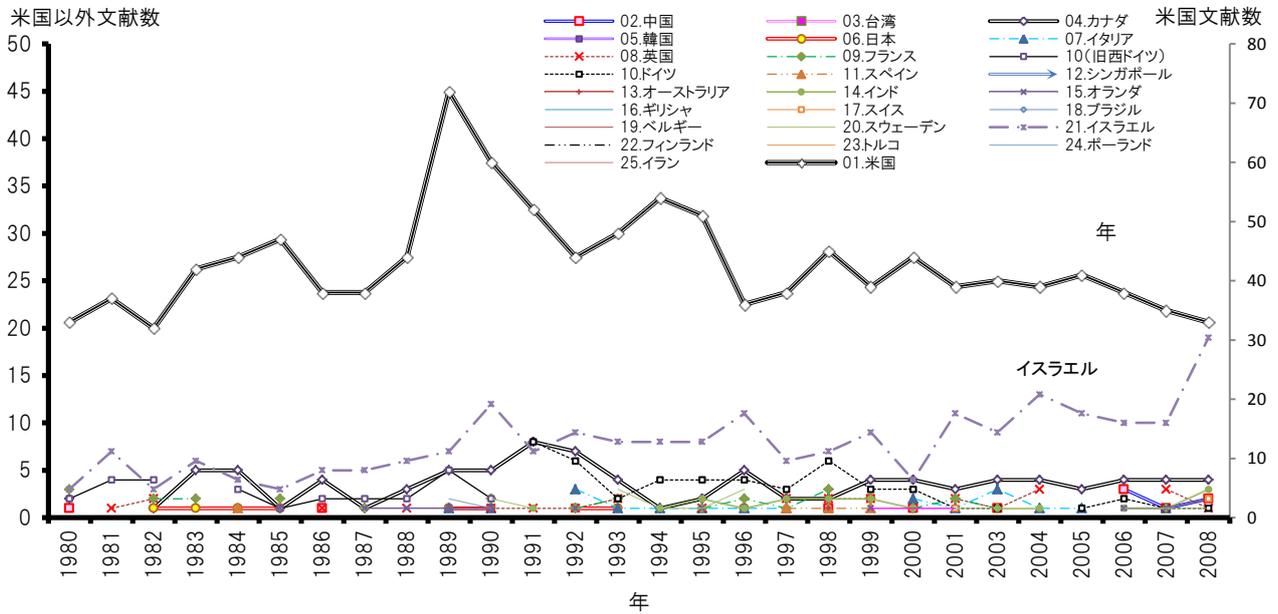
図表 22 には、分散処理に関する主要なカンファレンスのひとつである **International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS)** と、誌名からほぼ等しいスコープを持つと考えられるトランザクションである **IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems** 誌の国別文献数の推移について示す。ICPADS も、コンピューターソサエティにおいて比較的長い歴史があるカンファレンスである。

このカンファレンスでは、日本と台湾・韓国など東アジアの存在感が非常に高く、近年では中国も伸びている。コンピューターソサエティのカンファレンスの中では例外的に、米国以外の国の存在感が目立つ。これは、カンファレンス開催国のプロシーディング文献数が多くなる傾向があることから、東アジアでのカンファレンス開催が非常に多かったことが影響しているものと考えられる。

一方、トランザクションの国別文献数では、米国の文献数が非常に多い。米国のこの傾向は、コンピューターソサエティ全般にほぼ共通する特徴である。東アジアで目立つのは台湾と最近の中国である。しかし、日本はカンファレンスでは目立っているものの、トランザクションの文献数は少ない。日本は、カンファレンスとトランザクションの国別文献数トレンドの推移が異なっており、この状況は米国のトレンドとちょうど逆である。日本には、カンファレンスで発表後、IEEE における論文発表にはつながらない何らかの固有の事情・習慣などがあるのかもしれない。

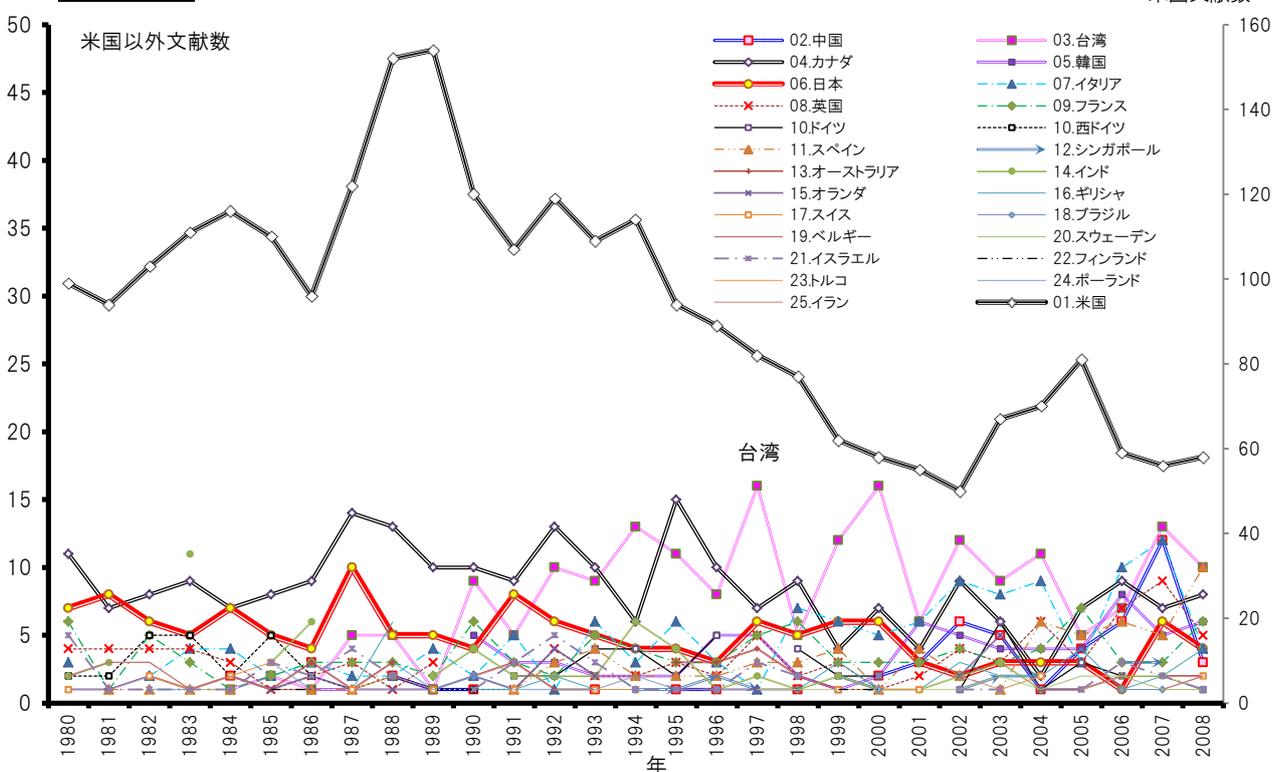
図表 21 コンピューターの基礎・原理及び総論の研究領域の比較

カンファレンス FOCS: Symposium on Foundations of Computer Science



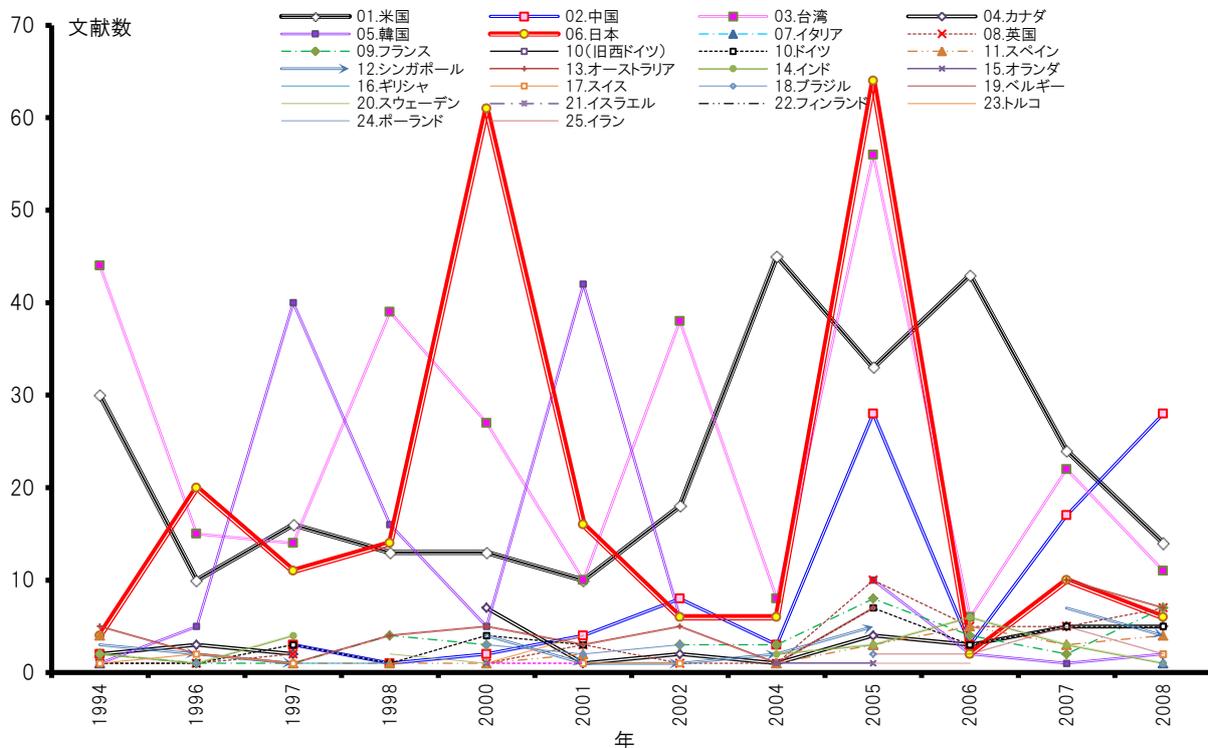
※ 2002年分についてはデータの一部が欠落している。

定期刊行物 IEEE Transactions on Computers

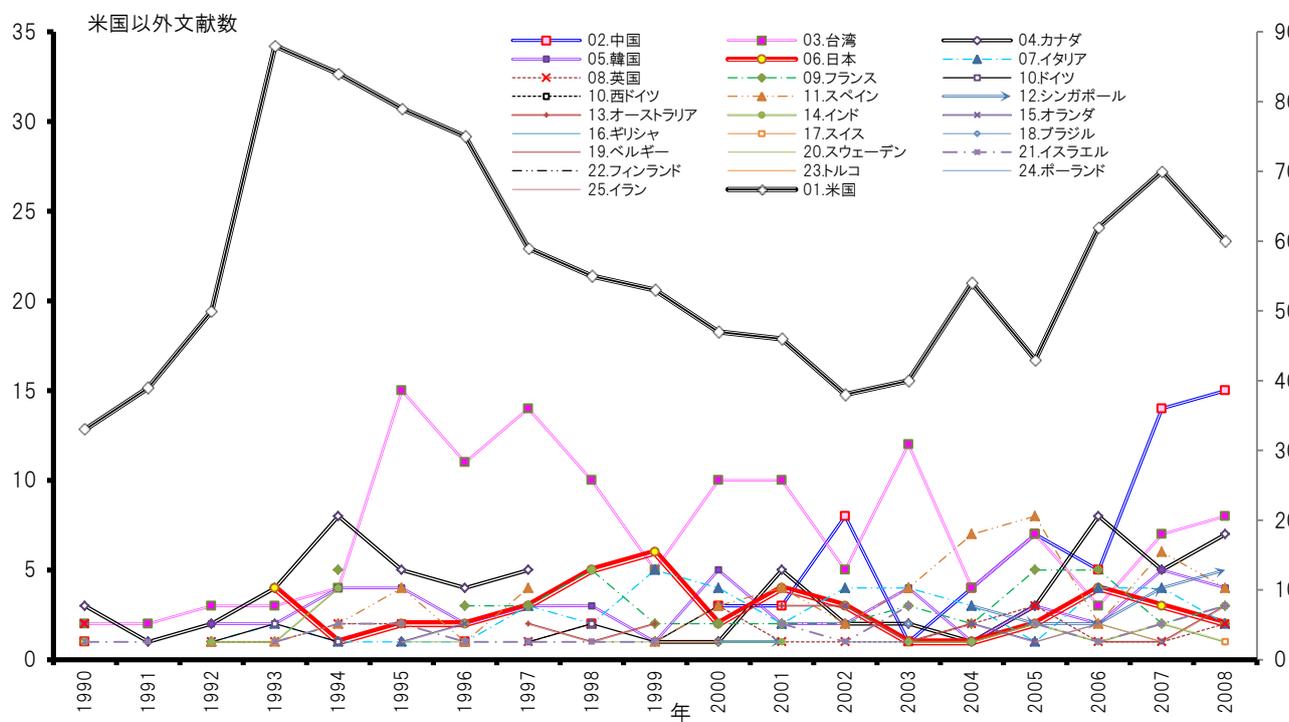


図表 22 分散処理の研究領域の比較

カンファレンス ICPADS: International conference on Parallel and Distributed Systems



定期刊行物 IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems



(4) ソフトウェアエンジニアリングの研究領域

図表 23 に、ソフトウェア関連の International Conference on Software Engineering (ICSE) と、それに対応するスコープを持つと考えられる IEEE Transactions on Software Engineering 誌の国別文献数の推移を示す。

図表 23 から見て、この領域では、カンファレンスとトランザクションのスコープが実際にはかなり異なる可能性がある。

国別の文献数で一番目立つのは、米国の動向である。カンファレンスの文献数が 2000 年代に入ってかなり増加しており、研究領域のなかで新たな研究テーマがカンファレンスを中心に発展してきたことが考えられる。同様な伸びはドイツにも見られる。

一方、トランザクションの文献数は 1990 年代から一貫して減少傾向にあり、この理由としては 1980 年代の研究領域自体が単純に衰退した、あるいは、研究が発展した結果、他の新たな研究領域が派生し、新しい定期刊行物が生まれ文献掲載先が移ったなどが考えられる。

この他、国別ではカンファレンス・トランザクションともにカナダの文献が目立つ。

(5) データエンジニアリングの研究領域

図表 24 に、データエンジニアリングの研究領域の主要カンファレンスである IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE) とこれに対応するトランザクションの IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 誌の国別文献数の推移について示す。

他の研究領域に比べると過去にはそれほど大きな変化がなかったが、ごく最近、米国など数カ国でカンファレンスのプロシーディングが急に増加している。これは、何か特別の要因（カンファレンスに併設で別途ワークショップが開催される等）が生じた可能性もあるが、今後の研究領域の動向が注目される。なお、この領域の研究は、ドイツなどが伝統的に強い。

トランザクションの文献数では、米国のほか、2000 年代の中国と台湾の躍進が目立つ。欧州の国々も伝統的に活躍している。

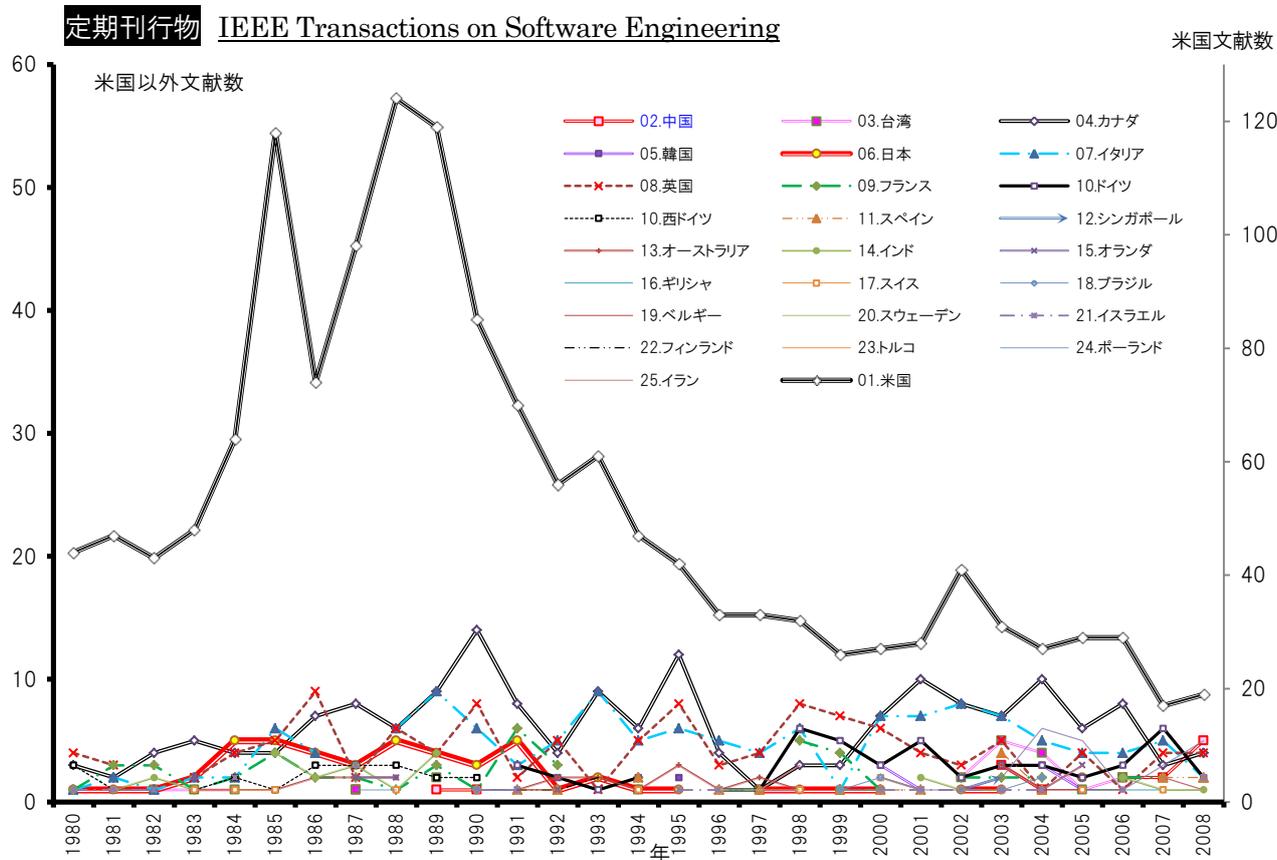
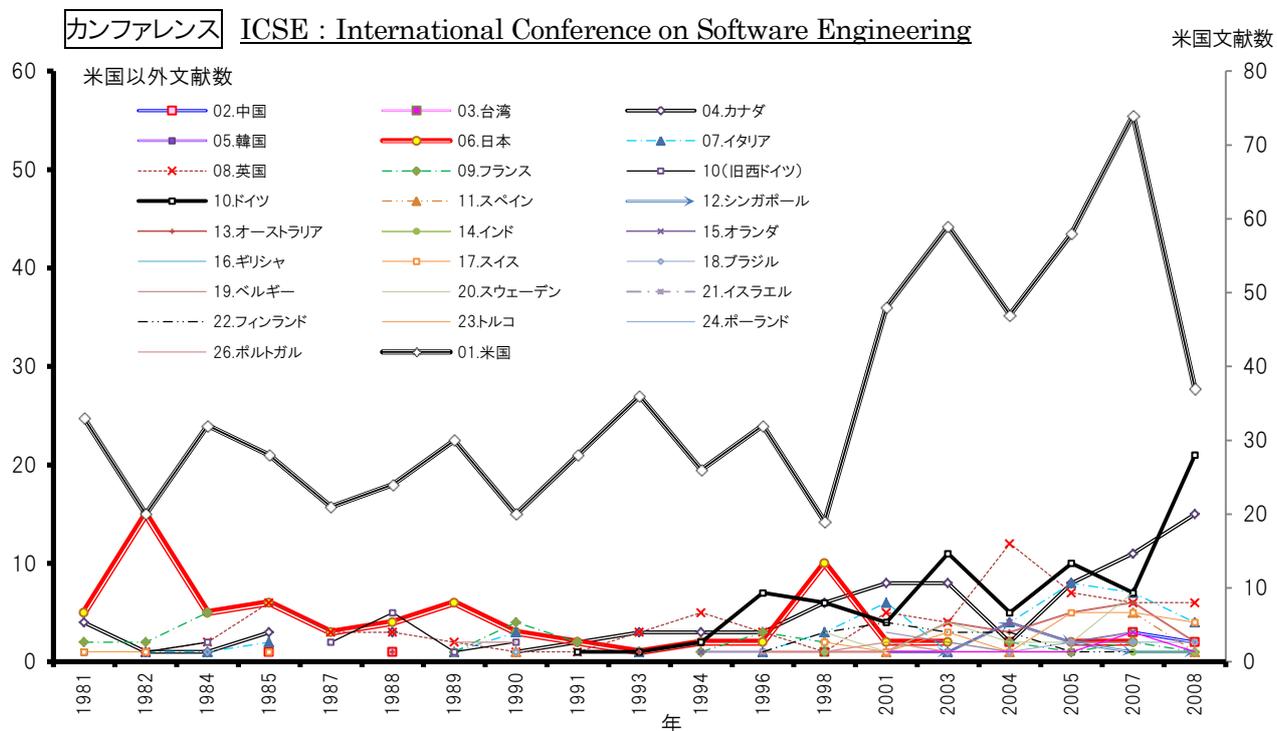
(6) 画像処理関係の研究領域

図表 25 に、画像処理関係の画像分析・認識などに関する領域では、比較的伝統が長いカンファレンスである IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) と、これに対応するトランザクションである IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 誌の国別文献数の推移を示す。このトランザクションは、IEEE コンピューターソサエティのなかで、インパクトファクターが最も高い学術誌のひとつであることが知られている。また、この領域は、元来軍事関連技術の研究が中心の領域だった経緯がある。

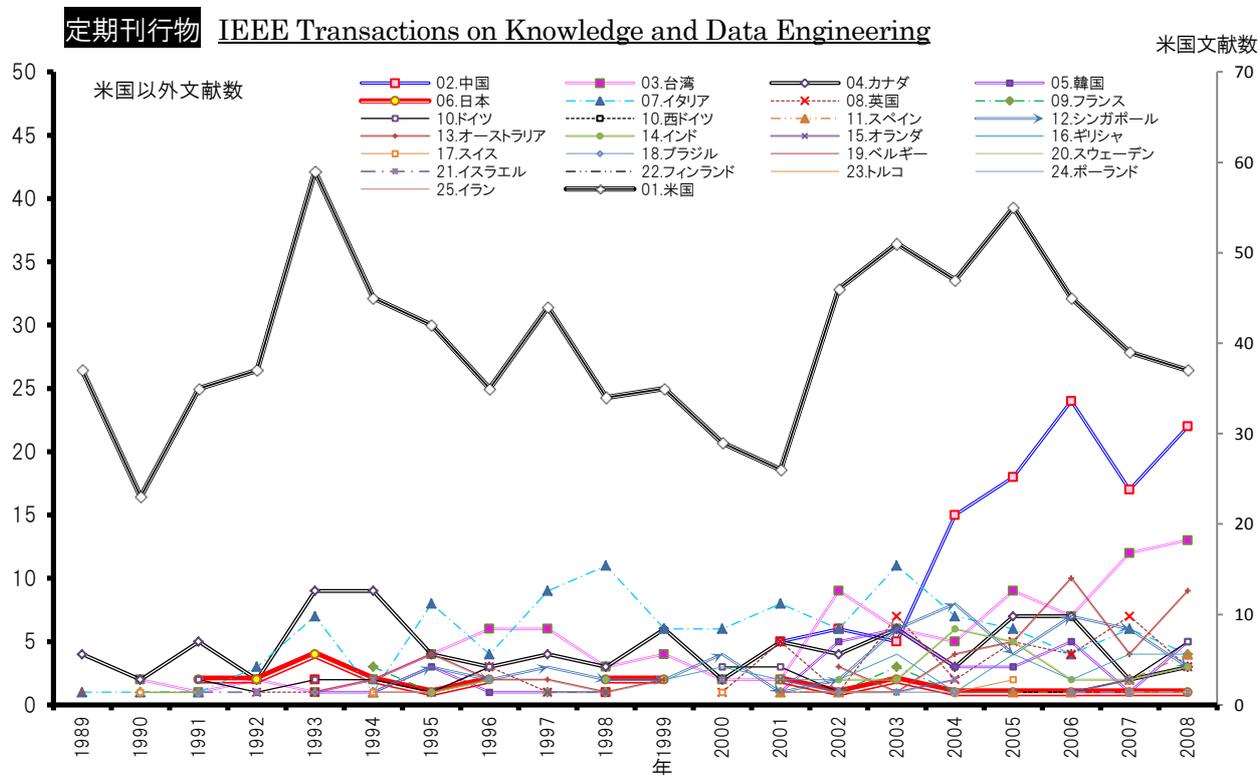
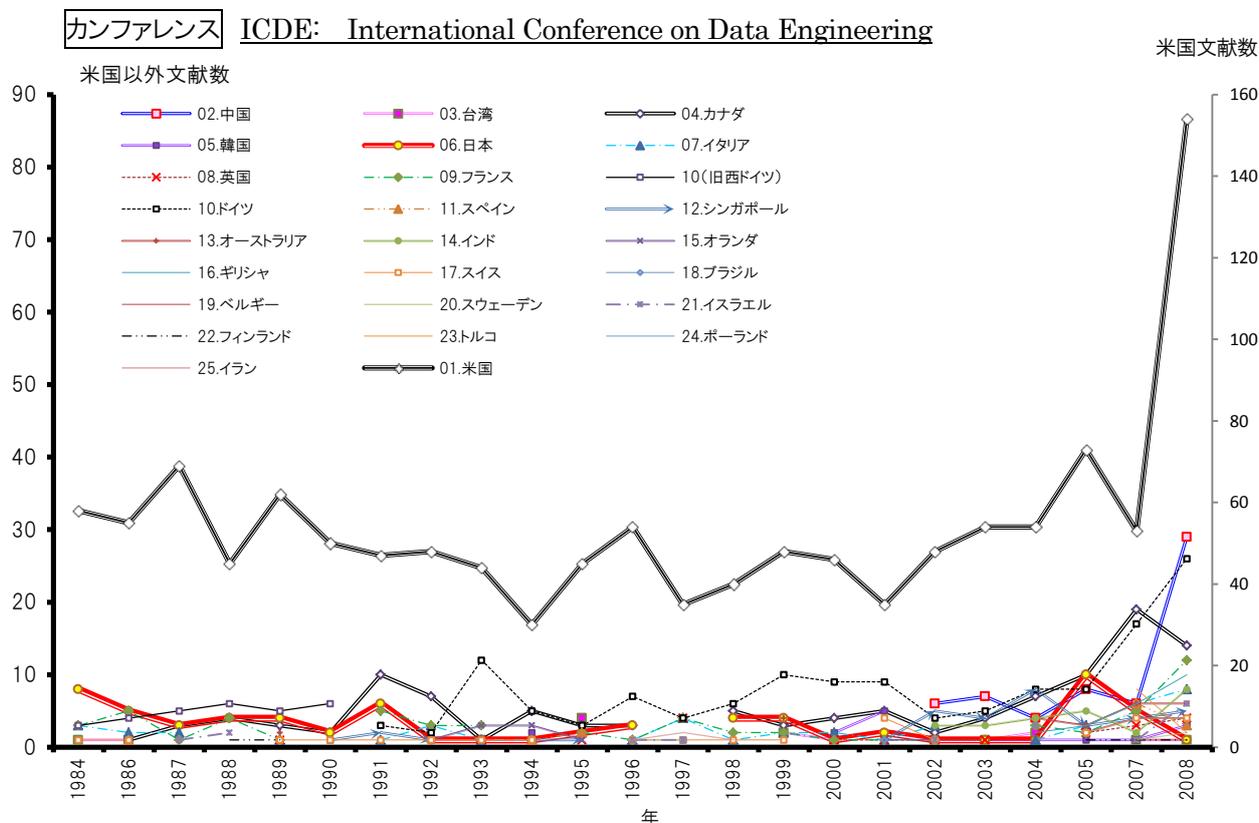
米国を除くと、2000 年代に入ってから中国の伸びが目立つ。トランザクションでは 2000 年代に英国も伸びている。カンファレンス・トランザクションともに、伝統的にイスラエルが比較的強い領域である。

ただし、図表 25 から見て、ここでもカンファレンスとトランザクションの研究対象のスコープがやや異なり、カンファレンスの方がより広いスコープである可能性がある。

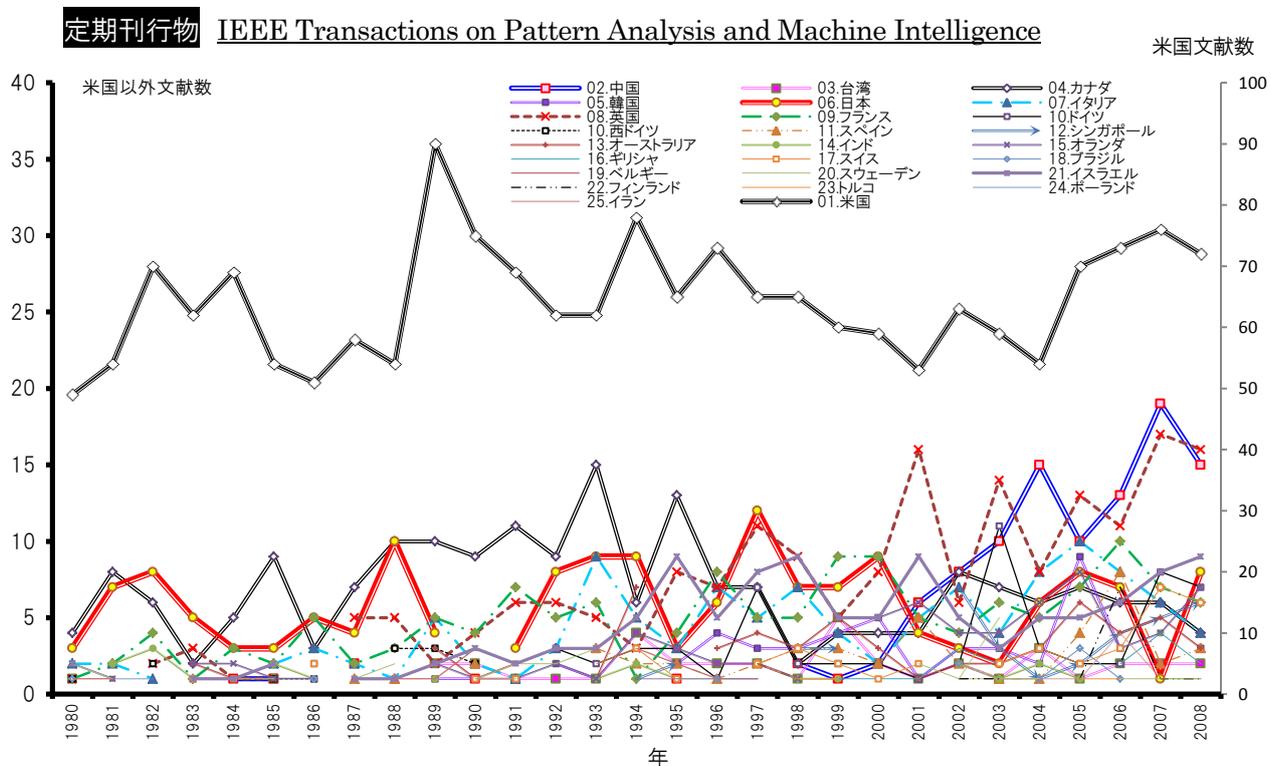
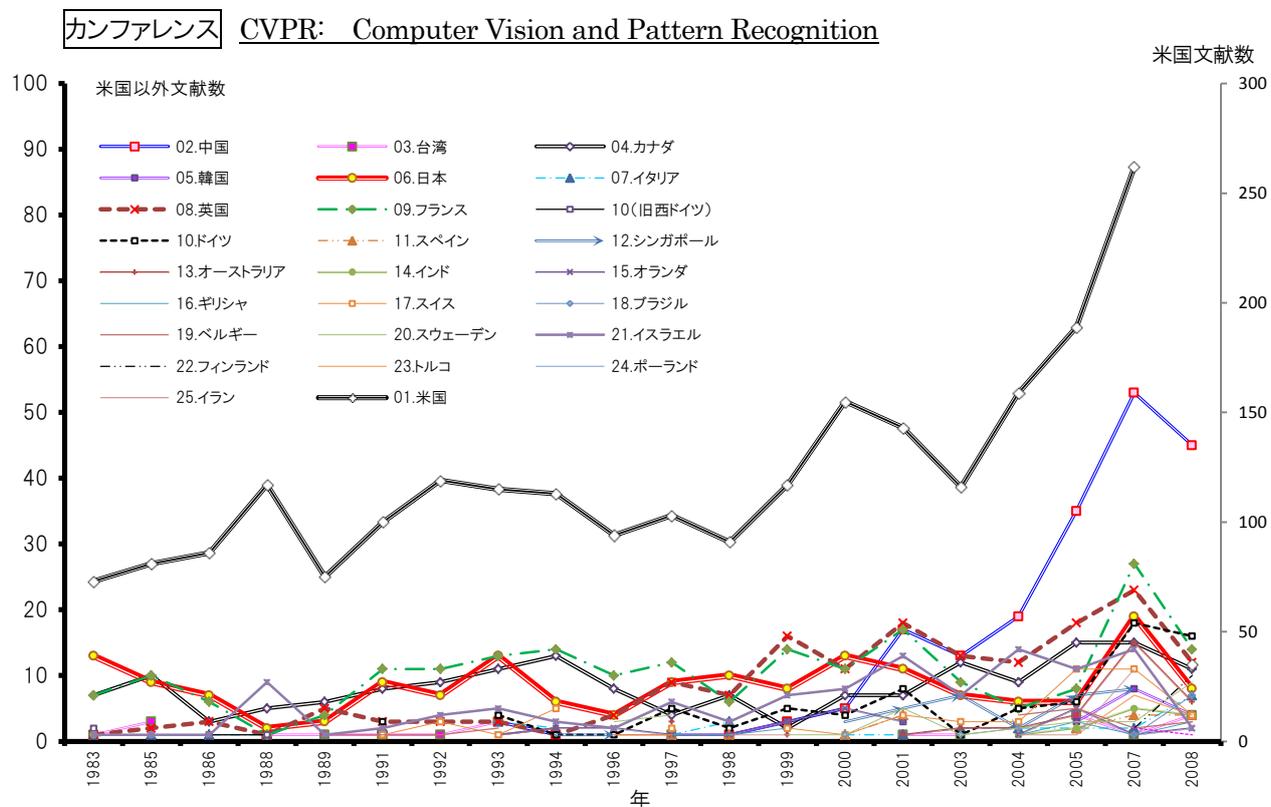
図表 23 ソフトウェアエンジニアリングの研究領域の比較



図表 24 データエンジニアリングの研究領域の比較



図表 25 画像処理関係の研究領域の比較



(7) コンピューターソサエティの全般的な動向

コンピューターソサエティの全般的な特徴は、他の研究領域以上に米国が継続して力を持っていることである。グローバルな研究活動が活発になった現在でも、米国の存在感は圧倒的である。コンピューターの基礎・原理から応用・利用までの周辺領域における新たな技術トピックが米国から提起され、新興領域として開拓が進み、結果として米国が世界のトレンドを主導するという構図が継続しているように見える。

また、文献を多く出す国・地域はまだまだ多くはないものの、文献を出しはじめた国・地域では継続的に一定数の文献が出るという傾向が見られる。

コンピューター・ソサエティは定期刊行物数が最も多く、ハードウェア・ソフトウェアのそれぞれの研究から多くの新たな研究領域が生まれ、カンファレンスや定期刊行物が絶えず誕生してきている。新陳代謝が最も盛んなソサエティである。全般的には、北米の米国・カナダや英国などが研究をリードしている。ただし、トランザクションの範囲で研究領域単位を捉えると、2番手の国は領域によって異なり、各国ごとに伝統的に強い研究領域がある。例えばそれぞれの領域において、基礎原理などではイスラエル、分散処理の日本、データエンジニアリングのドイツなどである。

また、ソサエティ内の研究領域単位で見ると、コンピューターの原理など基礎的な領域では北米が圧倒的に中心となっている状況が続いているが、画像処理やデータ処理などソフトウェア関連の領域では、中国など北米以外からの文献数が増加しつつある。

4.2.2 通信ソサエティ

通信関連の幅広い技術を扱う通信ソサエティにおける伝統のある主要カンファレンス (Flagship Conference) は、IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM) と International Conference on Communications (ICC) である。開催時期が春期と秋期に分かれていて、それぞれ1回ずつ開催されている。これらは非常に大きなカンファレンスのため、様々な技術・研究テーマに関するセッションがあり、それぞれの研究領域に対応した種々のトランザクションに論文が掲載される傾向がある。

図表 26 に、この2つのカンファレンスのプロシーディング数の推移を示すが、両者には本質的な国別文献数のトレンドの違いはさほど見られない。米国の存在感が大きいのが、近年のカナダと中国の伸びが特徴的である。

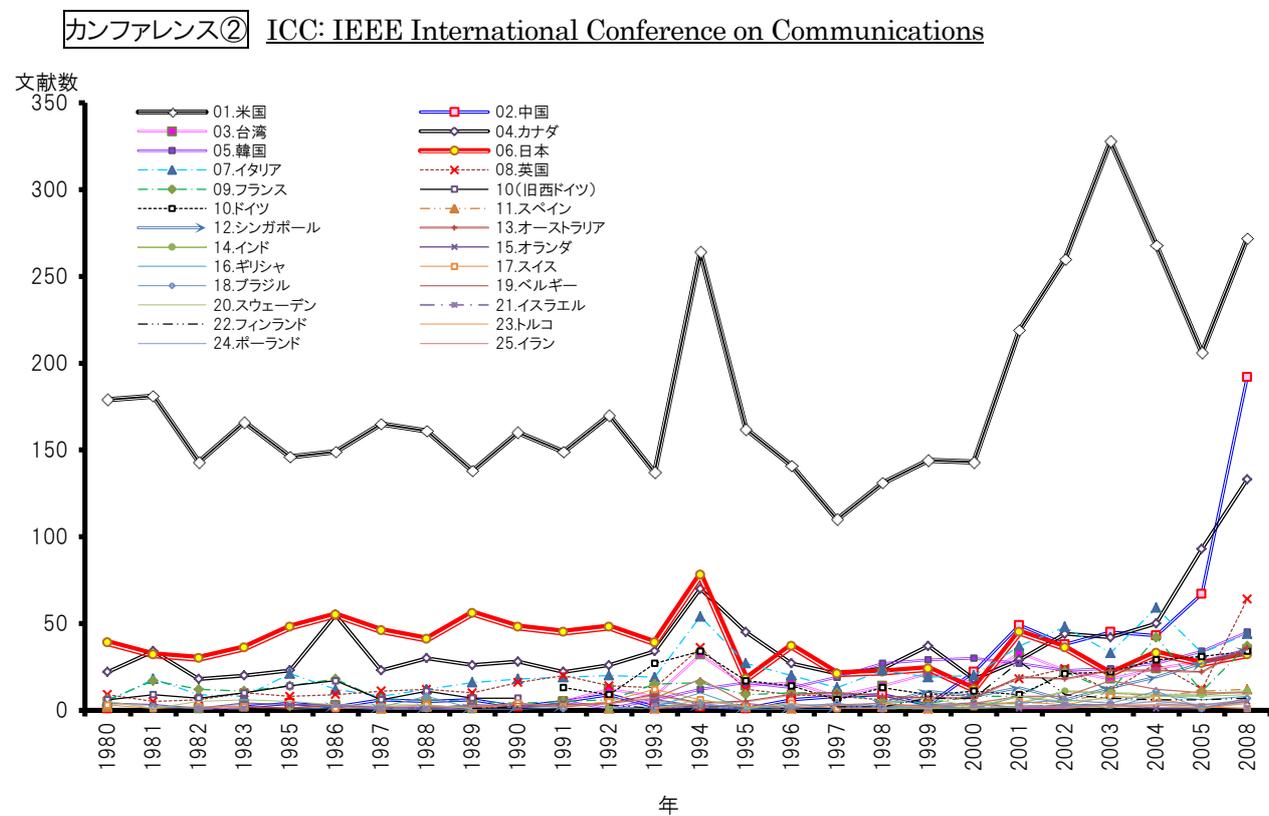
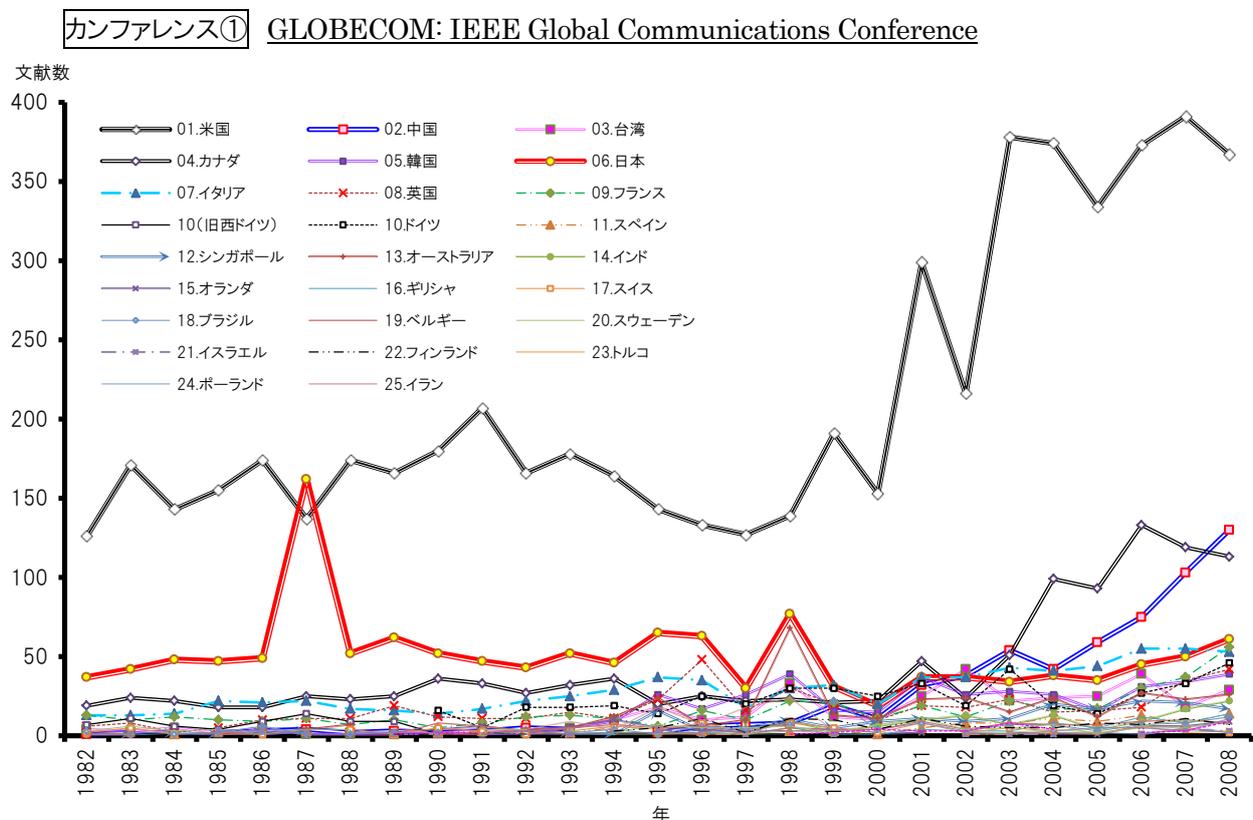
図表 27 は、通信ソサエティの主要な3つのトランザクションの推移を示す。まず、最も伝統があるトランザクションは①IEEE Transactions on Communications 誌である。このトランザクションと2カンファレンスの米国文献数の推移は、非常に特徴的である。1990年代にカンファレンスとトランザクションの双方の文献数が増加したが、その後一旦大幅に減少している。更にその後、2000年前後に再びカンファレンスの文献数が増加に転じるが、トランザクションではあまり増加していない。一方、通信ソサエティで2000年代に入って最も文献数の伸びが見られたトランザクションは、ワイヤレス通信に関する②IEEE Transactions on Wireless Communications 誌と、マルチメディアに関する③IEEE Transactions on Multimedia 誌である。図表 17 に示したように通信ソサエティ関連のトランザクションへの米国文献数は一貫して増加傾向であることから、この2つのトランザクションの伸びが、①IEEE Transactions on Communications 誌の米国文献数の減少分に対応しており、文献掲載先が分散した結果と考えられる。

各国の文献数をみても同様の傾向であり、2000年代の通信関連研究の中心が明確にワイヤレス・ネットワーク関係のテーマに移動しつつある様子がみてとれる。近年ではワイヤレス・ネットワーク技術の発展に伴い、ワイヤレス関係は信号処理ソサエティと共通のトランザクションに論文が掲載される文献が急増している。

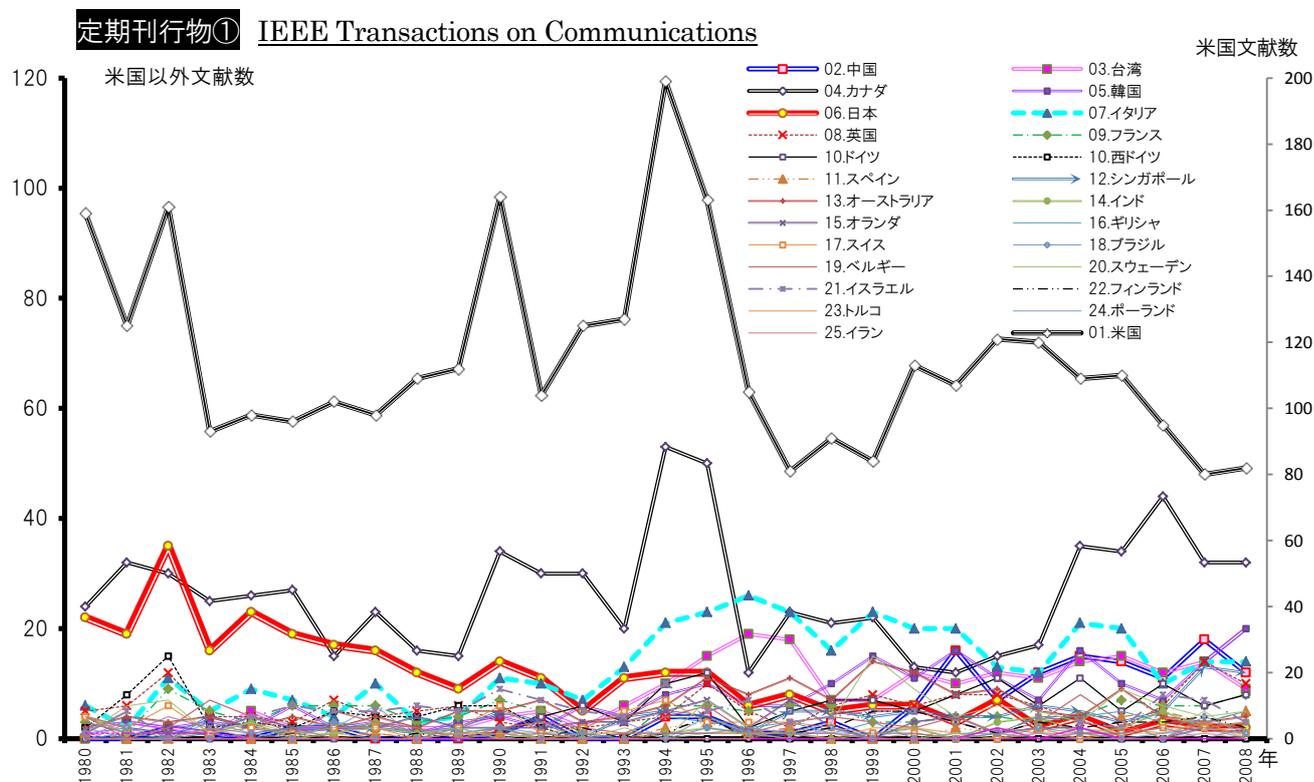
また、マルチメディアでの中国と台湾の近年の伸びが注目される。これらに示される国別の研究動向は非常に明確である。1980年代には米国・カナダ・日本以外の文献はほとんど見られなかったが、1990年代後半から欧州諸国と韓国・台湾の文献数が増加し始め、2000年以降は中国の隆盛が著しい。このトレンドは、定期刊行物全体のトレンドと共通である。

トランザクションでは、日本はかつては米国に次ぐ文献数で推移していたが、2000年代は明らかに減少傾向であり、現時点ではほとんど衰退した状況と言え、これは他国にないトレンドである。定期刊行物全体でも通信関連は最も文献数が伸びている領域であるため、特に通信ソサエティでの伸びの無さが、定期刊行物の総文献数において日本が横這いで推移している主要な原因といえる。特に2000年代に入って、各国で急速に進展したワイヤレス関係のなかで日本は全く存在感を示しておらず、日本の通信関連研究は、文献数で他国に遅れをとったのみならず、研究の方向性自体も世界の研究の趨勢と乖離してしまったのではないかと懸念される。

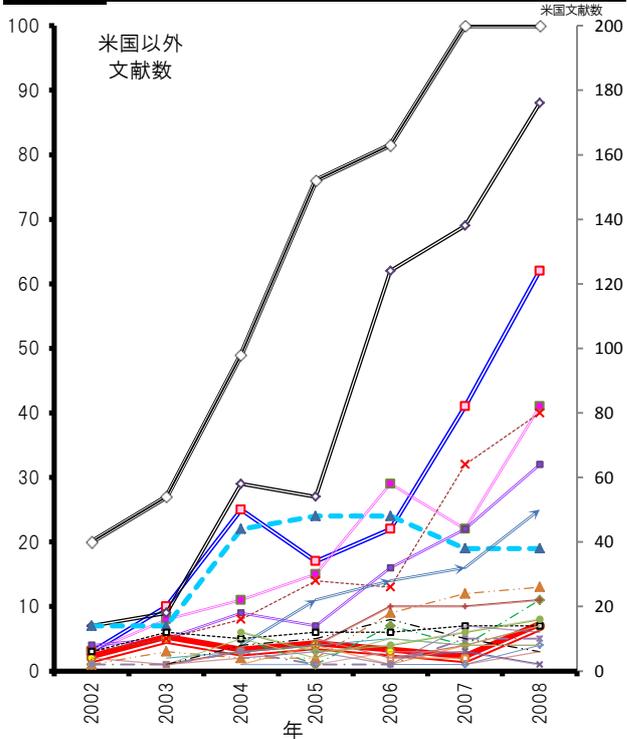
図表 26 通信ソサエティの2つの主要なカンファレンスのプロシーディング



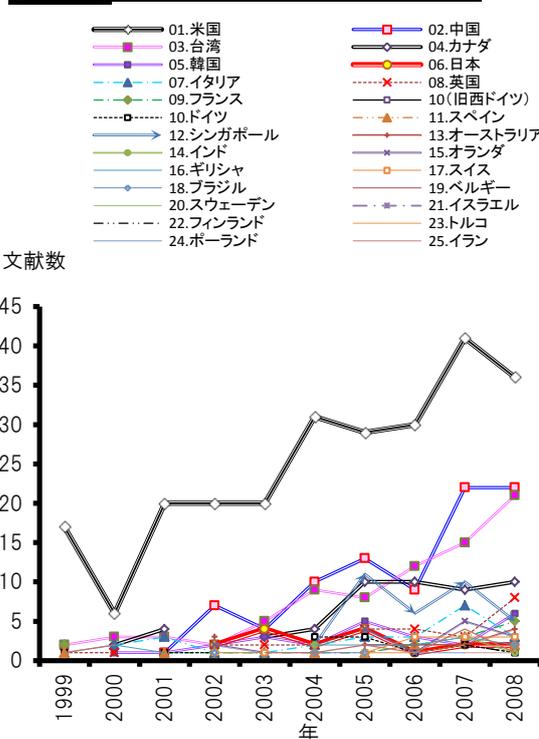
図表 27 通信ソサエティの主要なトランザクション



定期刊行物② IEEE Transactions on Wireless Communication



定期刊行物③ IEEE Transactions on Multimedia



4.2.3 信号処理ソサエティ

信号処理ソサエティは、非常に伝統があるソサエティのひとつであるが、2000年代になってコンピューターや通信関連の領域と関係しながら急速に発展しているソサエティである。図表 28 に、主要カンファレンスとしては、International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)、トランザクションとしては、ソサエティのなかで最も歴史がある IEEE Transactions on Signal Processing 誌（ジャーナル名の変更前の文献も含む）の国別文献数を示す。

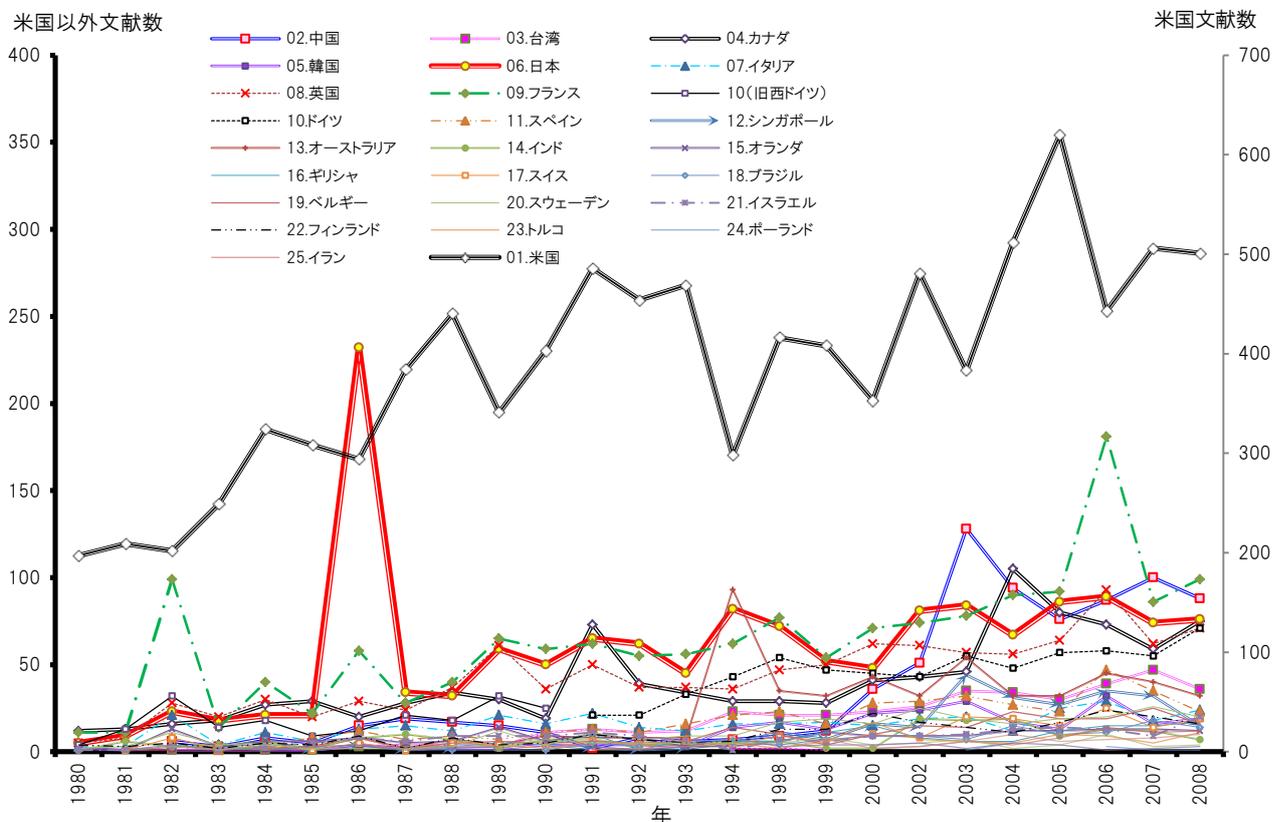
まず、米国のプロシーディング文献数が継続的に伸びている一方で、トランザクションは 1990 年代後半に大きな減少が見られる。これは、この領域から新たな研究領域が派生・分化し、定期刊行物が分岐した結果、米国のカンファレンスでの発表文献が別のトランザクション等にシフトしたものと考えられる。

このソサエティの特徴は、カンファレンスとトランザクションともに、伝統的にフランスが米国に次ぐ 2 位であるということである。この他、中国・カナダ・イタリアの文献数が増加傾向である。

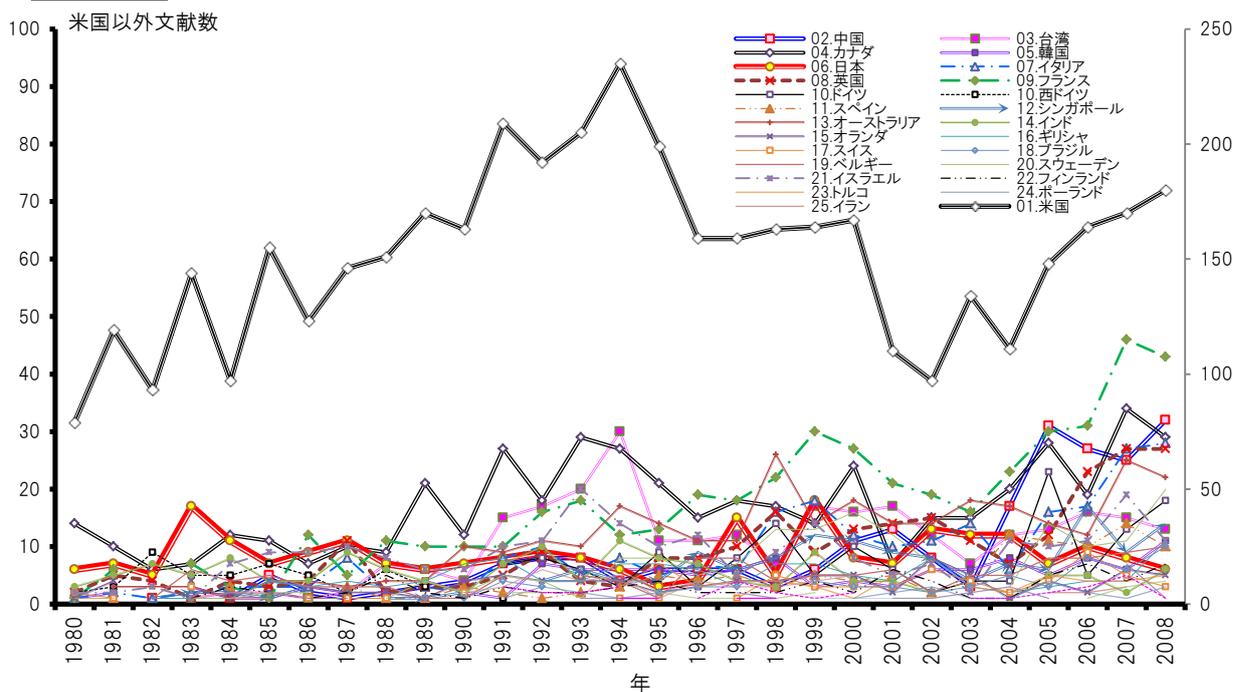
日本は、カンファレンスにおいてはフランスに並ぶ存在感を見せており、開催年によってはフランスを上回ることもあった。しかし、日本のトランザクションでは、カンファレンスに比べると低調であり、文献数は横ばいで推移している。これまでの定期刊行物に関する調査結果からは、日本は一般に情報通信関係分野で文献数が極めて少ないことがわかっているが、このカンファレンスに関しては、米国・フランス以外の国の追い上げも激しいなかで、例外的に文献数を伸ばしている。

図表 28 信号処理ソサエティの主要カンファレンスとトランザクション

カンファレンス ICASSP: International Symposium on Acoustics, Speech, and Signal Processing



定期刊行物 IEEE Transactions on Signal Processing



4.3 電気電子系領域の比較分析

4.3.1 電子デバイス・回路関連の3つのソサエティにおける分析対象

3章で示したように、電子デバイス・回路関連のソサエティは、1980年代から2000年までの約20年間に最も定期刊行物文献数が多く、この時期はIEEEの中心的な研究領域のひとつであった。ここでは、電子デバイス・固体回路・回路とシステムに関連3ソサエティについて、それぞれの主要なカンファレンスと対応する定期刊行物の国別文献数について示す。

図表29には、それぞれ対応するソサエティ・主要なカンファレンス・主要な定期刊行物(トランザクション及びジャーナル)を示している。

電子デバイス・回路関連のソサエティは、大きく3つのソサエティに分かれて活動が行われてきた。これらの3つのソサエティは、先に示したように、ソサエティ全体で5万人を超える会員数を擁し、ハードウェア・ソフトウェア全般をひとつのソサエティで行うコンピューター・ソサエティとは異なり、それぞれ1万人以上の会員数を擁しており、IEEEの中でも中堅規模のソサエティである。これら電子デバイス関連の3ソサエティの活動対象は、電子デバイスソサエティでは、基礎原理、固体回路ソサエティでは、集積回路の実用化・製品化、回路とシステム・ソサエティでは、設計・製造及びシステム化、さらには他の分野への応用利用といった研究が活動のスコープにされている。このため、基礎研究から製品化といったリニアな研究開発のフェーズの研究活動の状況をみていくのにちょうど適している。

図表 29 電子デバイス・回路関連のソサエティ・カンファレンス・定期刊行物

ソサエティ	主要なカンファレンス	主要な定期刊行物
電子デバイス Electron Devices	IEDM: International Electron Devices Meeting	IEEE Transactions on Electron Devices
固体回路 Solid State Circuits	ISSCC: IEEE International Solid-State Circuits Conference	IEEE Journal of Solid-State Circuits
回路とシステム Circuits and Systems	ISCAS: IEEE International Symposium on Circuits and Systems	IEEE Transactions on Circuits and Systems ※

※ 研究領域によって複数の冊子に分冊化されている(詳細は別冊資料を参照)。

(1) 電子デバイスソサエティ

電子デバイスソサエティでは、電子デバイスの原理や基礎的な技術が中心に扱われている。

図表 30 に、電子デバイスソサエティの主要カンファレンスである International Electron Devices Meeting (IEDM) と最も伝統のあるトランザクションである IEEE Transactions on Electron Devices 誌について国別文献数の推移を示す。

まず一般的に、カンファレンスよりトランザクションの文献数が多く、定期刊行物への論文発表に重きが置かれてきたソサエティといえる。

カンファレンスの文献数を見ると、ここでは日本が米国に次いで圧倒的に文献数が多いことが特徴である。これらに韓国・台湾が続く、さらにイタリア・フランスなどが続く形になっている。このソサエティ固有の動きとしては、近年ベルギーの文献数がトップ集団の国々に近づいてきていることも特徴的である。

これに対して、トランザクションの文献数では、米国と日本の文献数はいずれも減少傾向であり、特に米国の減少幅は大きく、また日本も 2008 年には台湾に抜かれて 3 位となっている。カンファレンスと同様に、韓国・ベルギーなどの国々が続く形になっている。

(2) 固体回路ソサエティ

固体回路ソサエティでは、主に集積回路の実用化・製品化の研究が対象とされている。

図表 31 に、集積回路の世界的なカンファレンスである IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC) と、このカンファレンスで発表された論文が多く掲載されている IEEE Journal of Solid-State Circuits 誌の国別文献数の推移について示す。

特に ISSCC は、半導体の研究における国際的なロードマップ (ITRS ; The International Technology Roadmap for Semiconductors) などを作成する際にも参考にされ、電子機器全体の方向性に対するベンチマークの意味でも非常に注目度の高いカンファレンスである。ただし、ISSCC の国別文献数は、残念ながらベースとなったデータベースの採録の関係で 1980 年代中盤と 90 年代の一部についてはデータが欠損となっている。

図表 31 から、いずれの国もジャーナルの文献数とカンファレンスの文献数とほぼ同等で推移している。

固体回路ソサエティでは、カンファレンスとジャーナルの双方の文献数ともに、日本が米国と長期にわたって文献数を競い合ってきた様子がわかる。例えば、カンファレンス (ISSCC) における日米の文献数のトレンドを比較すると、1980 年代、1990 年代後半、2002 年以降などの時期には、日本が伸びる時期には米国が減少し、米国が伸びる時期には日本が減少している。この両国の文献数推移はトレードオフになっているようであり、非常に興味深い推移を見せている。米国では 1990 年代後半以降の電子デバイスソサエティで米国文献数の減少に呼応する形で、固体回路ソサエティが増加しており、米国におけるデバイス研究がシフトしているように感じられる。一方、日本は、2 つのソサエティがほとんど等しく減少傾向で推移している。

この他、カンファレンスでは 2000 年代に入って台湾や韓国が急速に追いついてきており、日本と拮抗するようになってきている。また、ジャーナルでも中国・英国・カナダ等の文献数が増加しており、日本に迫ってきている。

(3) 回路とシステムソサエティ

回路とシステムソサエティは、回路設計や製造などの回路関連技術と、回路理論をシステムへ適用して信号処理に応用を図ることを、活動の主眼に置いているソサエティである。

図表 32 に、このソサエティの主要カンファレンスとして、**IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)** と、これに対応するトランザクションとして **IEEE Transactions on Circuits and Systems** 誌を示した。このトランザクションは領域別に分冊化されており、方向性としては理論面と医療など具体的な応用面で大きく 2 つに分かれた文献が含まれているが、これらを合算したものを示している。

まず、このソサエティは、前述の 2 つのソサエティに比べると、カンファレンスへの発表が非常に盛んである。

また、カンファレンス及びトランザクションともに、1980 年代に日本とカナダが米国に次ぐ文献数を出していたが、1990 年代後半から台湾・中国の文献数が大きく伸びている。

トランザクションの国別文献数推移は、情報通信関連領域の推移と似ており、米国が一貫して圧倒的な存在感を示してきたが、2000 年代になってその独占傾向は下がり、中国・台湾の伸びが顕著になっている。カナダ・韓国・イタリア・シンガポールなどの国々の文献数の伸びの中で、日本は埋没気味になっている。

(4) 電子デバイス・回路関連の 3 つのソサエティの全般的な傾向

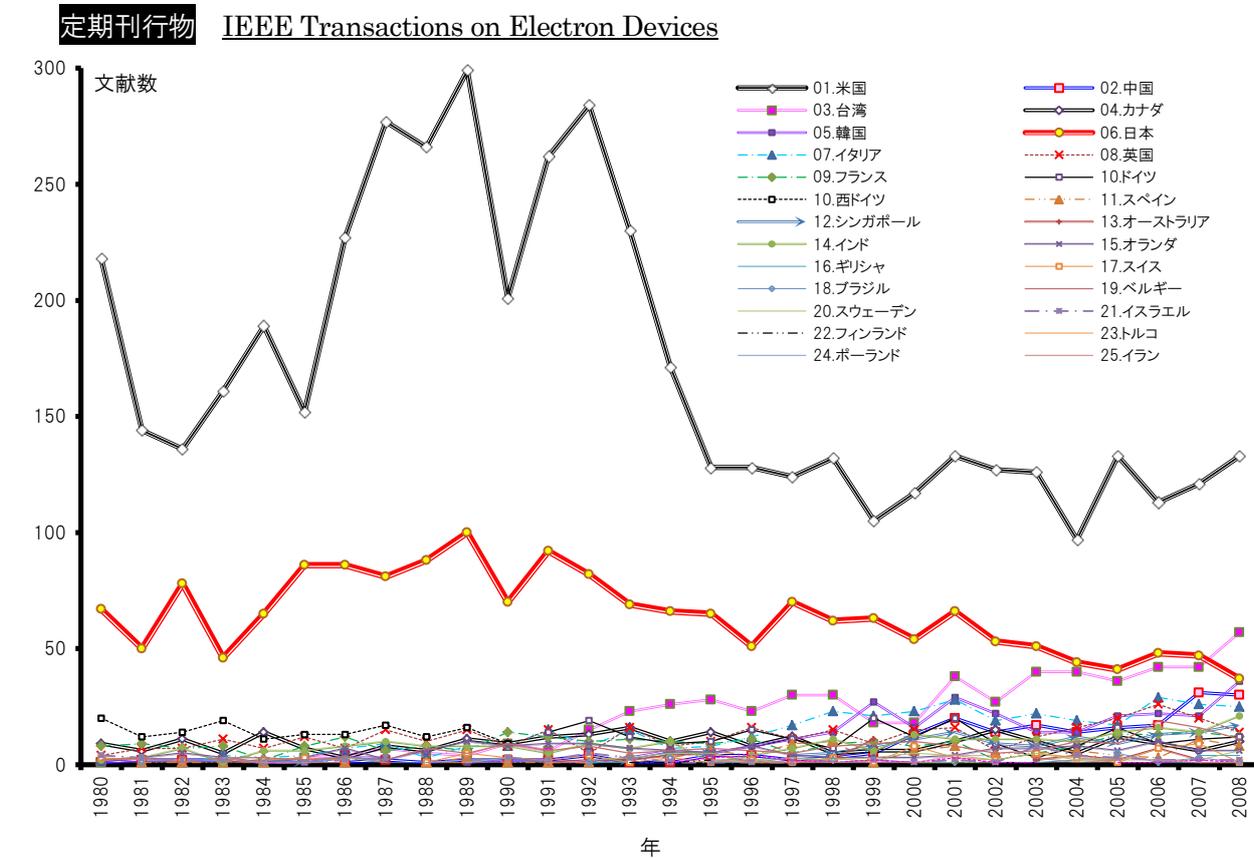
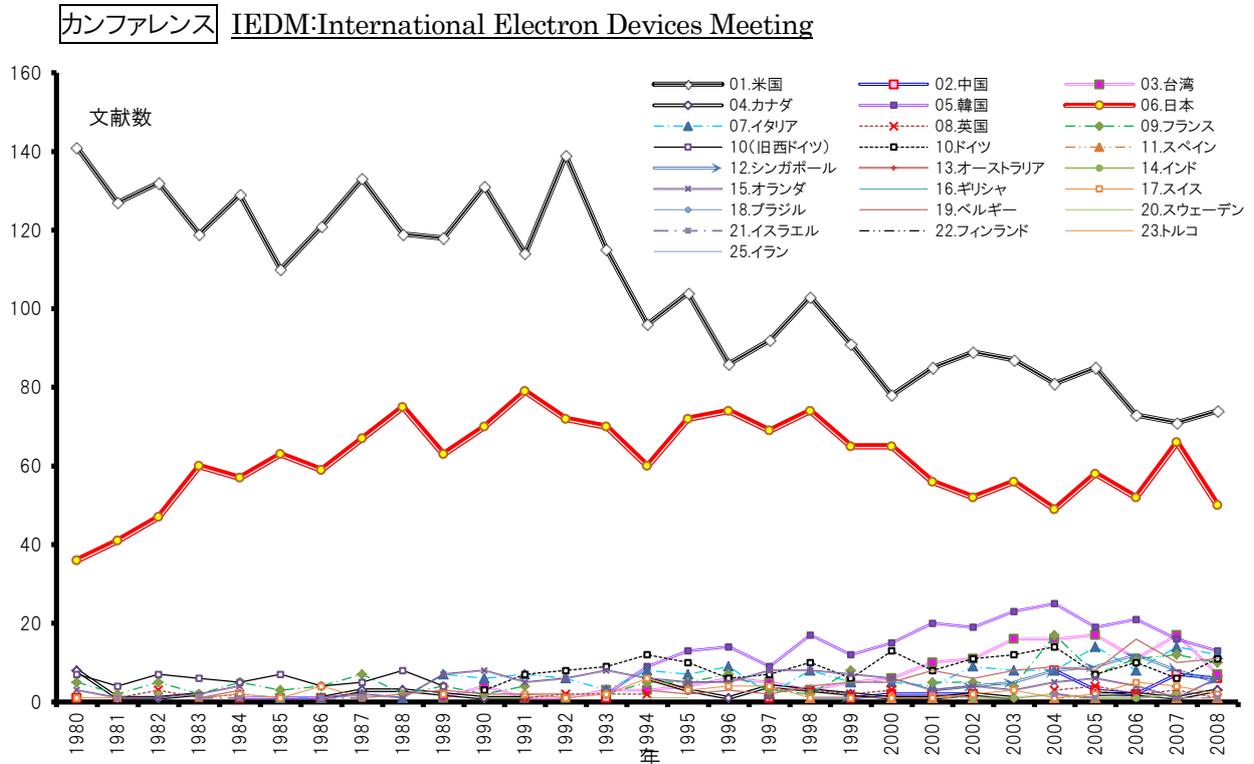
3 つのソサエティ（電子デバイスソサエティ、固体回路ソサエティ、回路とシステムソサエティ）を比べると、まず、多くの国で、全般的に文献数は増加傾向である。

1 位の米国では、電子デバイスソサエティの文献数は、トランザクションとカンファレンスともに減少傾向となり、他の 2 つのソサエティの文献数は増加・堅調に推移しており、米国におけるデバイス研究がこうした領域の研究へとシフトしてきた様子がみてとれる。

長らく 2 位であった日本は違った動向を示している。電子デバイスソサエティのカンファレンスでの文献数では、非常に堅調に推移しており、基礎的な領域においては日本の存在感が維持されている。一方、固体回路と回路とシステムの両ソサエティの定期刊行物・カンファレンスの文献数では日本の存在感が徐々に低下している。これらはまるで、既存の技術パラダイムのなかで基礎原理を追及する “More Moore” の世界の領域では日本の研究が存在感があるのに対し、製品・システム化して応用するなど新たな価値を創出していく “More than Moore” の世界の領域になると日本は各国に追い上げられる構造になっているように見える。さらに、日本は、基礎的な領域においても、カンファレンスでは存在感が維持されているが、定期刊行物では台湾に文献数で抜かれるなど伸び悩みや低迷がみられることも懸念材料である。これらは、日本の科学技術力と産業競争力の全体的な関係を暗示しているようで非常に興味深い動向である。

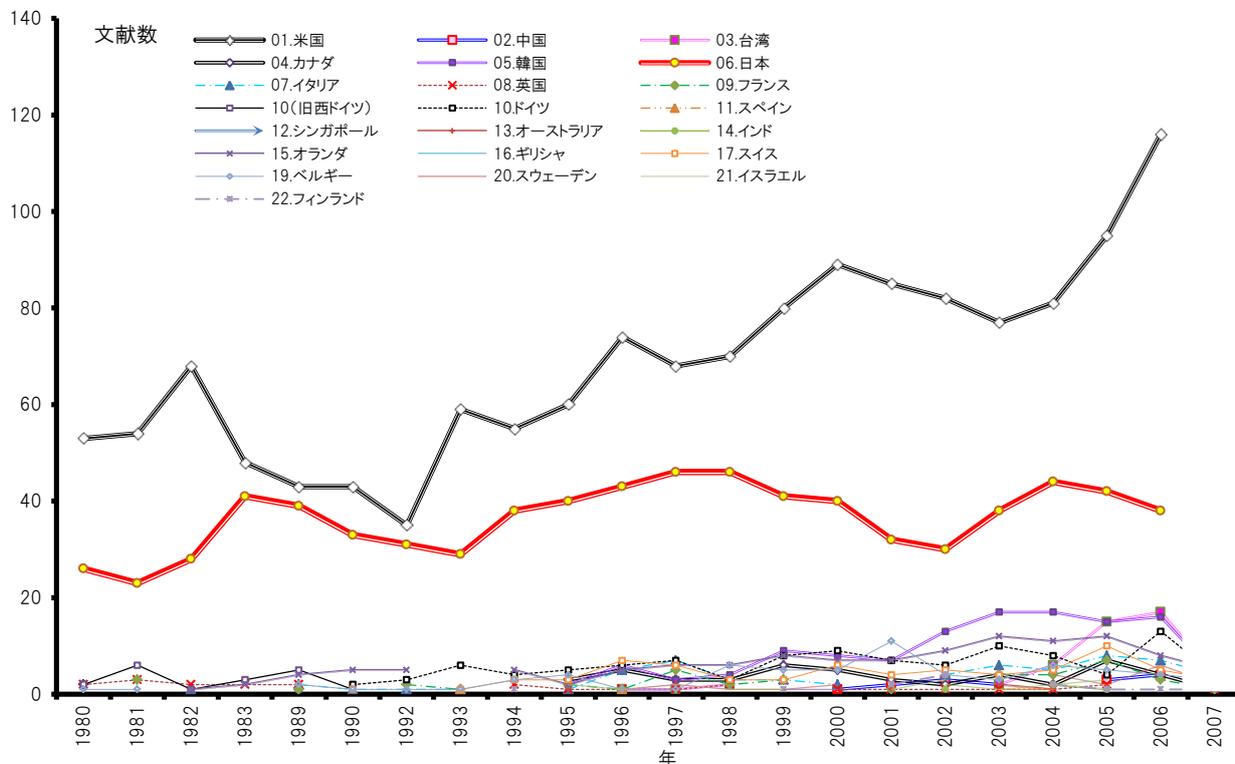
一方、世界全体の動きに目を向けると、デバイス関連全体のカンファレンスと定期刊行物の文献数は、特に台湾や中国の伸びが目立ち、日本を含む東アジアが米国に並ぶ世界の研究の中心になってきている。

図表 30 電子デバイスソサエティにおける比較

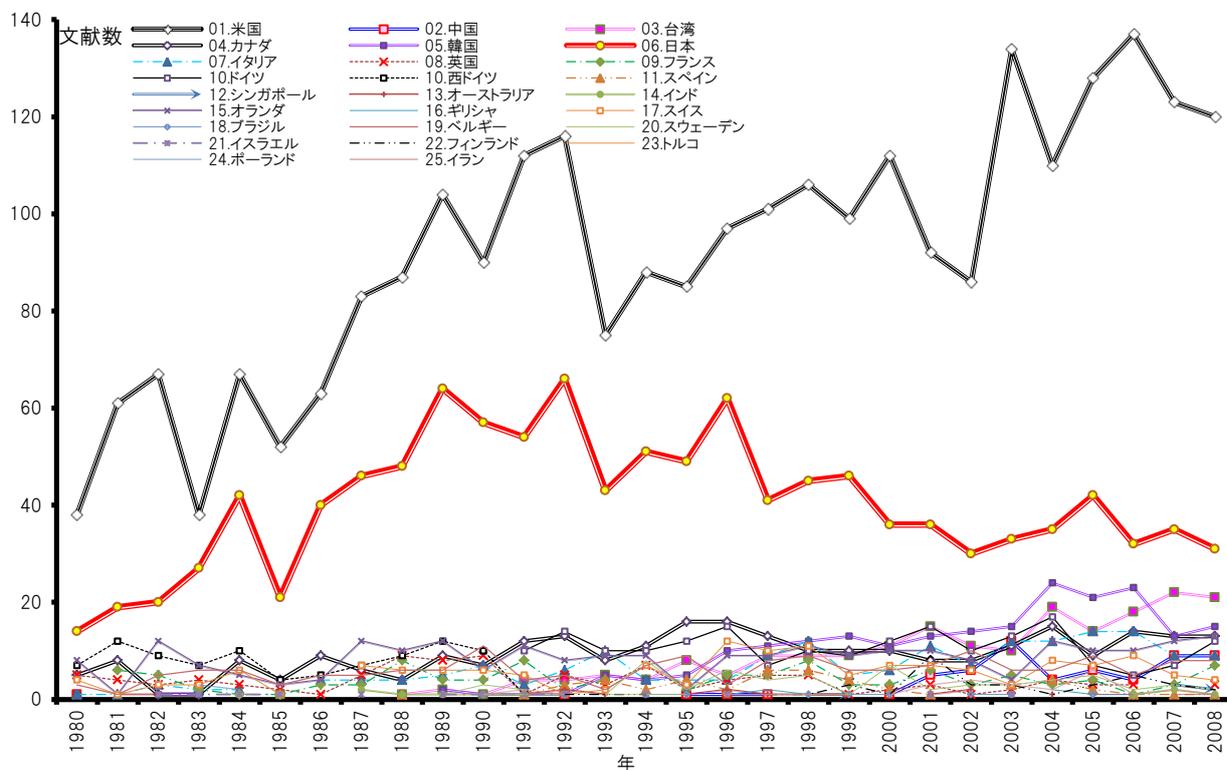


図表 31 固体回路ソサエティにおける比較

カンファレンス ISSCC:International Solid-State Circuits Conference

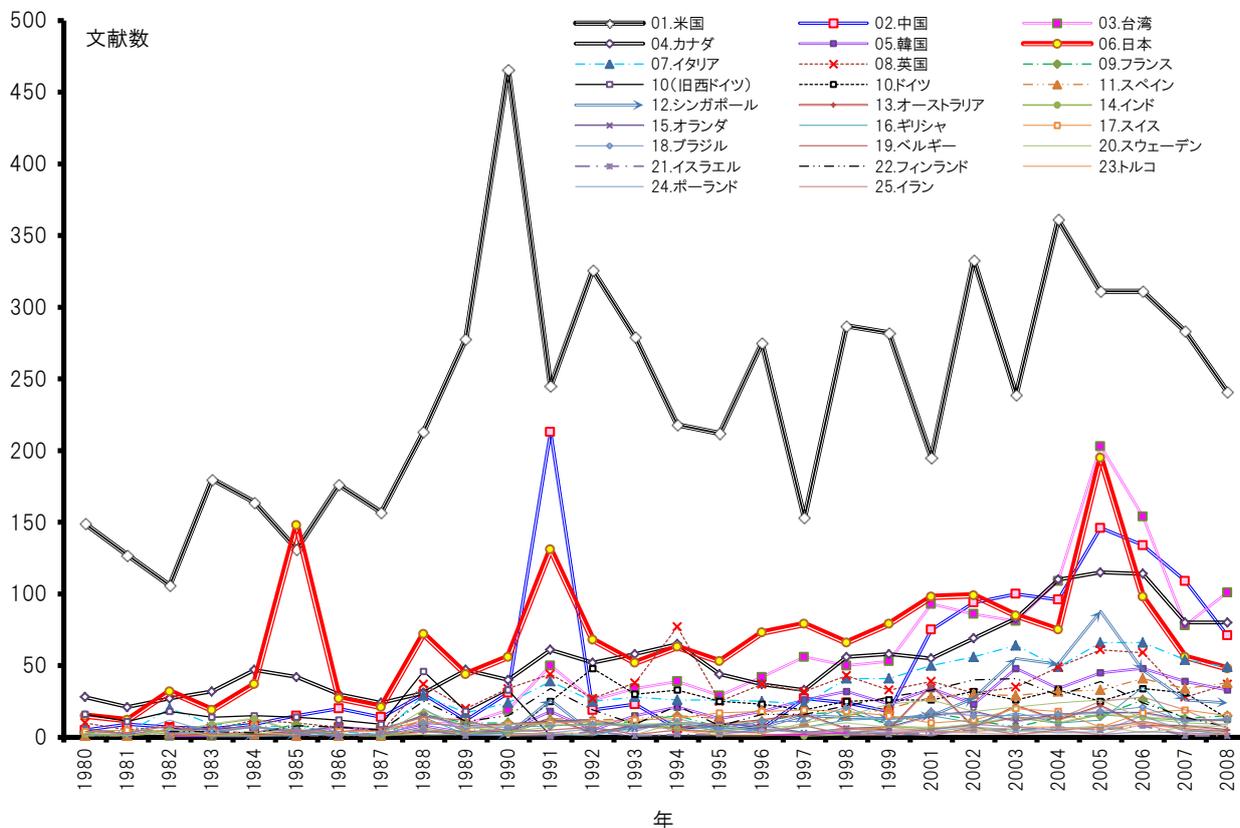


定期刊行物 IEEE Journal of Solid-State Circuits

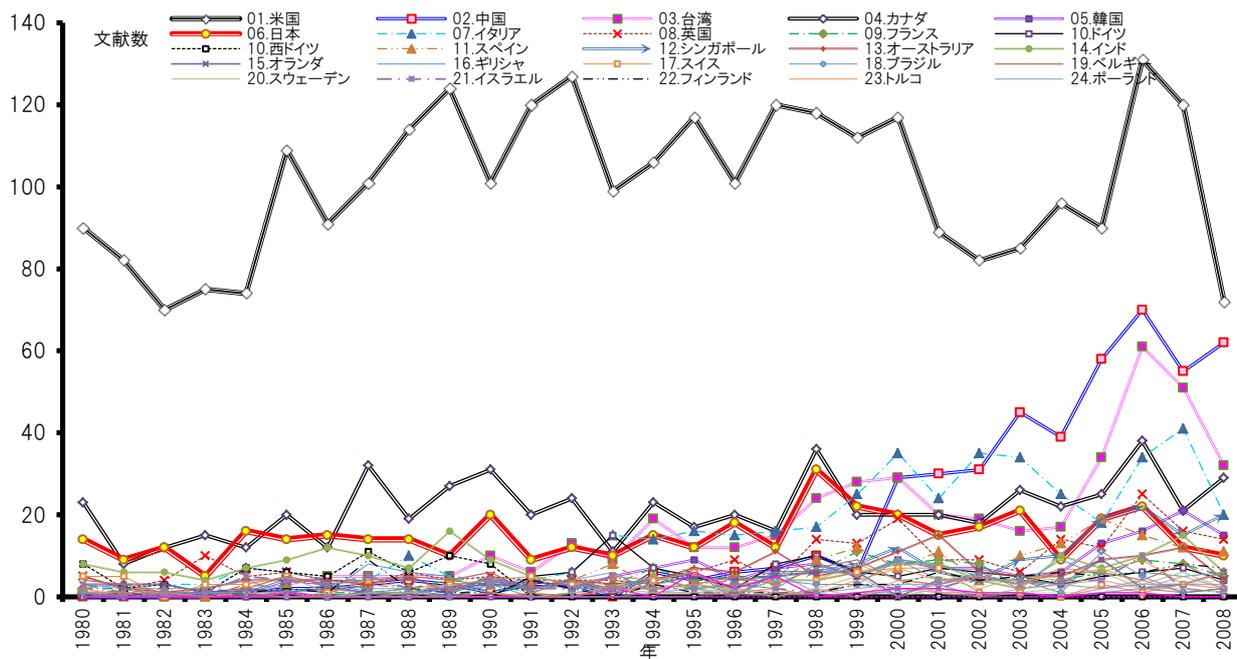


図表 32 回路とシステムソサエティにおける比較

カンファレンス ISCAS:IEEE International Symposium on Circuits and Systems



定期刊行物 IEEE Transactions on Circuits and Systems



4.3.2 磁気学ソサエティ

図表 33 に、磁気学ソサエティの主要カンファレンスとして IEEE International Magnetism Conference (INTERMAG) と、主要トランザクションとして IEEE Transactions on Magnetism の推移を示す。

まず、INTERMAG は歴史あるカンファレンスだが、近年まで INSPEC に採録されていないため、データがなかった。この理由は、おそらく、近年までカンファレンスに発表されたものがそのままトランザクションに掲載されることが一般的であったためと考えられる。その証拠に、近年の 2 つのデータの推移もほぼ一致している。したがって、トランザクションの経緯がこのソサエティの推移そのものと考えられる。

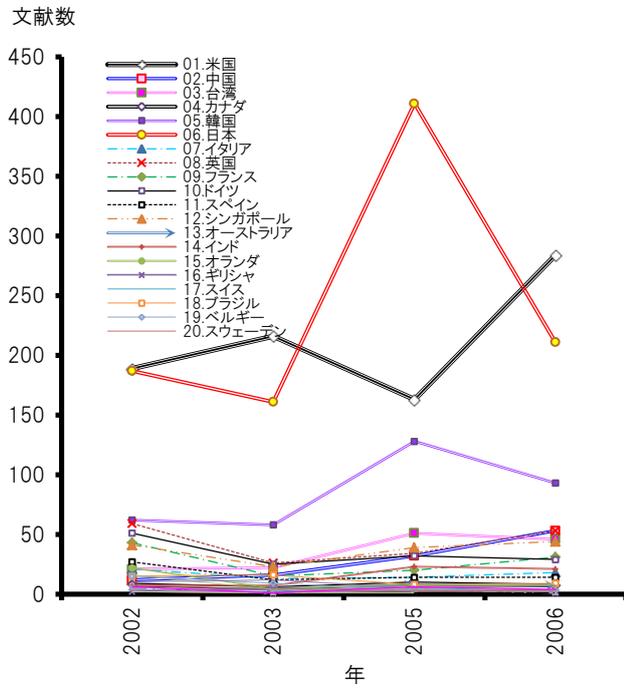
これまで示したように、特定の領域を除いて、IEEE の各ソサエティでは米国の文献数が他国より段違いに多いことが一般的である。しかし、磁気学関連の領域ではそのような圧倒的な米国の優位性が見られず、米国と日本がほとんど同等の研究パフォーマンスを一貫して示してきた。また、それ以外の国との差もさほど大きくはない。

ただ、米国では長期にわたって低迷傾向であるが、日本は横ばいで推移している。1980 年代に中心的な領域であった磁気学の領域では、各国の追い上げがあるものの、過去 30 年間一貫して日本の存在感が維持されている。

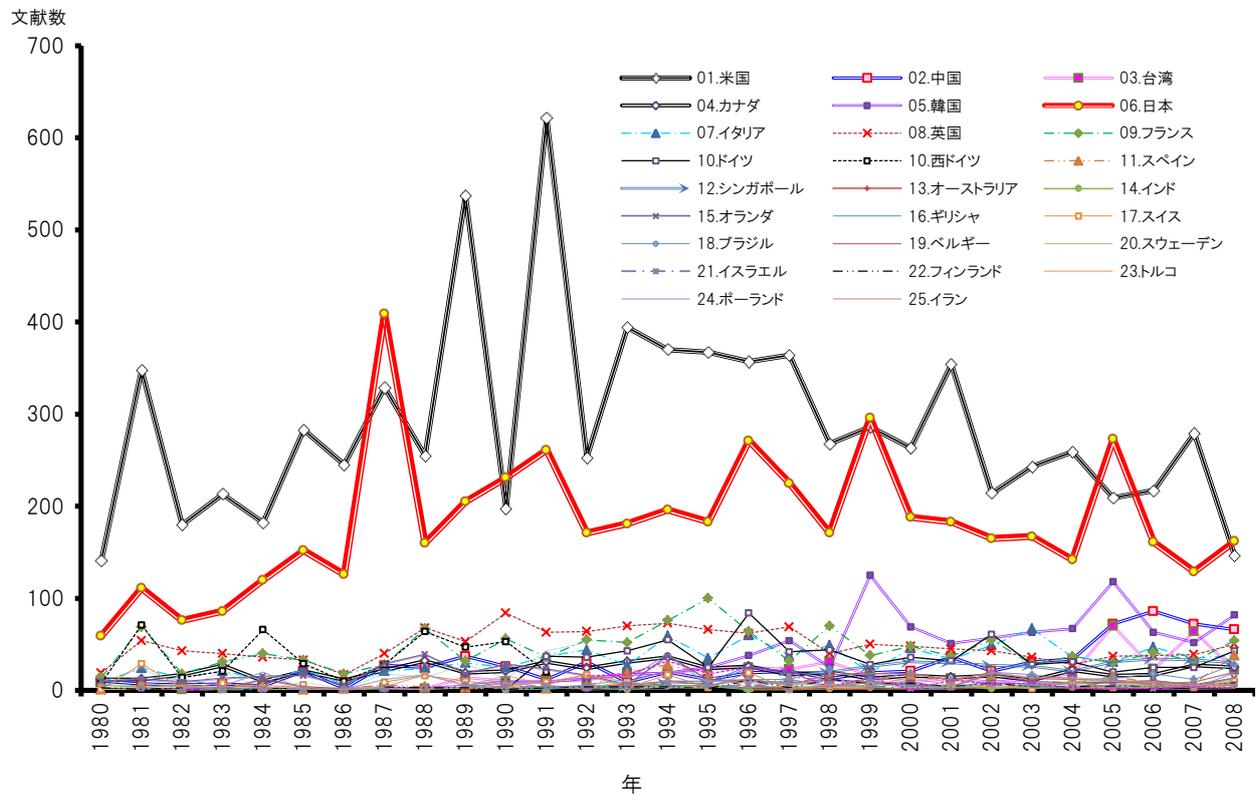
日本に続く国としては、1990 年代からは英国やフランスが一定数の文献を出していたが、1990 年代後半以降は韓国、また、2000 年代には中国の文献数が増加しはじめている。

図表 33 磁気学ソサエティの推移

カンファレンス INTERMAG:IEEE International Magnetism Conference



定期刊行物 IEEE Transactions on Magnetism



4.3.3 フォトニクスソサエティ

フォトニクス関連の領域では、レーザー・光学ソサエティ（旧 LEOS : IEEE Lasers and Electro-Optics Society）が改名し、現在はフォトニクス・ソサエティとなって存続している。

図表 34 に、定期的なカンファレンスとして Annual Meeting of the IEEE Lasers and Electro-Optics Society と、これに対応するジャーナルとして Journal of Lightwave Technology 誌の推移について示す。このジャーナルは、IEEE のフォトニクス・ソサエティが米国光学会（OSA）と共同で発行している。

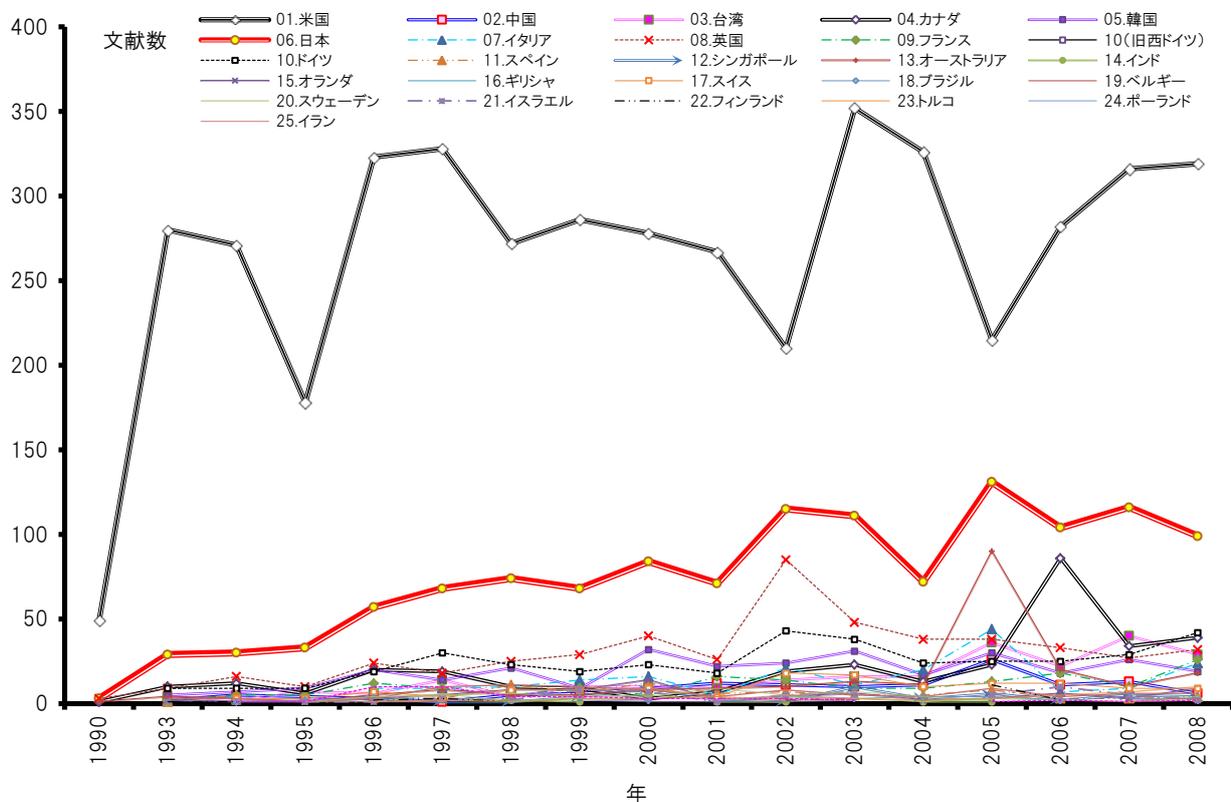
カンファレンスでは、米国が圧倒的な存在感を維持している。各国とも文献数が増加傾向であり、日本も一貫して伸びている。また、カンファレンス開催国となった影響と思われる一時的な伸びが各国に見られる。

ジャーナルでは、1990 年代には低下傾向だった米国の文献数が 2000 年代に急速な伸びを見せ始めているが、これはこの領域で新しい研究テーマでの何らかの大きな進展があった結果と考えられる。その結果、ソサエティの名称変更につながったものとも推測される。近年文献数の伸びてきた国々は、こうしたフォトニクス研究での新たな動きに対応して文献数を伸ばし、研究が活性化しているものと考えられる。

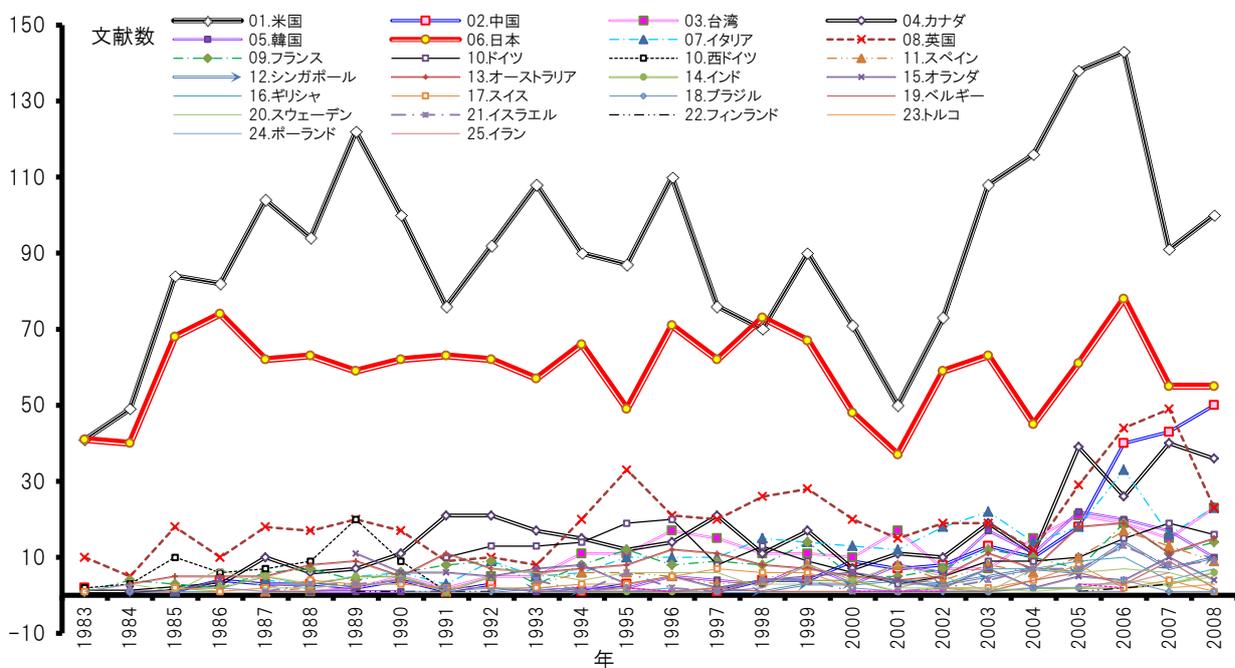
日本も、ジャーナルの文献数は米国に次いで圧倒的に多い状況で推移していた。しかし、日本はカンファレンスでは伸びているものの、ジャーナルは近年伸びが見られず横ばいである。この結果、2000 年代になって米国と日本の差が開き、中国・カナダ・英国などが追いついてきている形になっている。この領域では、上記のような世界の新たな研究の進展に日本の研究内容が対応・変化していないおそれがある。

図表 34 フォトニクス (旧 : レーザー・光学) ソサエティにおける比較

カンファレンス LEOS: Annual Meeting of the IEEE Lasers and Electro-Optics Society



定期刊行物 Journal of Lightwave Technology



4.4 4章のまとめ

IEEEにおいて文献数が多いソサエティを対象に、ソサエティあるいはその中の研究領域別に、主要カンファレンスのプロシーディングと該当する定期刊行物（トランザクションあるいはジャーナル）を選び、国別文献数の推移を比較して示した。具体的には、1990年代にIEEE文献数が多かった電子デバイス関連、磁気学、フォトニクスとの3領域と2000年代に最も文献数が多いコンピューター、通信、信号処理の3領域を対象に国別文献数を対照して示した。

これらの結果、研究領域別の変化を総合すると、以下のような傾向が観察された。

(1) 研究領域別の国別文献数推移の特徴

(a) 伝統的に強い研究領域を持つ国々がある

IEEEの定期刊行物の単位で米国に次ぐ2番手の国の文献数を見ると、日本の磁気学・フォトニクスやフランスの信号処理などのように各国それぞれ伝統的に強い研究領域が存在する。一般に定期刊行物の国別文献数とその対応するカンファレンスの国別文献数の増減推移は、どの領域でも概ね対応して推移している。

(b) カンファレンスでは、開催国の文献数が多く、定期刊行物では米国が多くなる

カンファレンスを開催した国の発表数が増加する傾向がある。このため、プロシーディングの国別文献数が年度単位で極端に増減する場合がある。これに比べて定期刊行物では、米国の占める文献数が多くなる傾向がある。全体的に米国とそれに次ぐ存在だった日本の存在感は、近年著しい伸びを示す中国を筆頭に台湾・韓国や欧州諸国の研究の活発化によって相対的に低下傾向である。

(c) 米国は、成長著しいコンピューター関連の研究全般で圧倒的な存在感を示す

コンピューターソサエティのように2000年代の文献量の伸びが著しい情報通信系のソサエティでは、細かな領域では強い2番手の国がそれぞれ見られるものの、ソサエティ全体では米国の圧倒的な優位が続いている。

(d) 研究領域から新たな専門領域が分岐することで研究活動全体が活発化している

本章で対照したカンファレンスと定期刊行物のうち、カンファレンスにおける米国の文献数が顕著に増加を続ける一方、定期刊行物における米国文献数が、ある時期から極端な減少傾向になる場合がある。これは、3章で示した研究領域から専門領域が分岐して新たな定期刊行物が生まれ文献掲載先がシフトした結果と考えられる。例えば、通信ソサエティの定期刊行物では、2000年代になりワイヤレス通信関連の定期刊行物へ各国の掲載文献数がシフトしており、通信分野内で研究内容の変化・シフトが進んでいる姿が明らかになった。

(e) IEEEの各研究領域は、米国の文献数が減っても、他国の文献数が伸び発展を続ける

米国のカンファレンス及び定期刊行物の双方の文献数が減少傾向であり、研究領域自体が成熟してきているような場合でも、電子デバイスソサエティのように、その他の国の文献数が増加することにより、IEEEにおける個別領域の研究は発展を続ける構造になっている。

(2) 日本の特徴

(a) プロシーディングの文献数は伸びる一方で、定期刊行物の文献数が横ばいな日本

領域別のカンファレンスと定期刊行物の文献数の推移で日本は、他国と異なりプロシーディングと該当する定期刊行物の文献数の推移が対応していない。この傾向は、2000年代伸びている通信分野の研究で顕著で、定期刊行物とプロシーディングは、ほぼ反比例している。

(b) 情報通信関連のカンファレンスでは、文献数が伸びている日本

日本のカンファレンスの文献数は、世界のトレンドにそって伸びている。過去の調査から、日本は現在の IEEE で最も伸びている情報通信分野での定期刊行物の文献数が少ないことが判明していた。情報通信分野のカンファレンスの文献数では、情報分野でも信号処理やソフトウェア関連の一部などの領域で文献数が増加し、世界と競争している研究領域もみられた。IEEE における日本の情報通信分野の研究発表の場は、カンファレンスにシフトしている。

(c) 電気電子系の領域で一貫して文献数が多く、一部で世界的な存在感を保つ日本

1990年代の IEEE で当時の量的中心だった磁気学・電子デバイス・フォトニクスといったソサエティにおける研究では、日本は存在感を一貫して維持している。いずれの領域でも中国をはじめとする台湾・韓国や欧州諸国の追い上げを受けているが、文献数では現在でも磁気学のように米国と拮抗する程の文献数を維持している領域もある。

(3) 領域別文献数推移に見る日本の研究を取り巻く課題

(a) 世界の平均トレンドと異なる文献数推移をみせる日本

日本の研究は、量的には維持・拡大されているといえるが、領域別文献数の推移からは、世界の研究の進化や産業でのイノベーションの方向性と日本全体の研究の進む方向性は乖離する方向にあるように見える。

(b) 産業競争力の低下を反映するような領域別文献数推移

日本の領域別文献数の推移は、日本の科学技術力の高さに比べて産業競争力の低下という状況を端的に象徴しているようにもみえる。特に、下記のような状況は、先行きが懸念される。

① 光からワイヤレス関連研究へという世界的な変化が見られない日本

通信分野では、定期刊行物数で上位国で唯一減少傾向である。通信研究では、各国でワイヤレス関係の研究へのシフトが目立つが、日本はこうした領域の定期刊行物文献数の伸びがない。

② 基礎的な段階の研究が多くシステム化・応用研究では存在感をなくす日本

電子デバイス関連の研究では、基礎的な原理などの領域の研究では、日本の文献数は多く世界でもまだ優位性があるのに、集積回路や回路システムといった実用化・製品化やシステム化・応用の研究になるにつれ、日本の存在感が段々他国に比べて薄くなる状況である。つまり、既存の延長上で基礎原理・技術を追求する研究では存在感があるのに、新しい技術トレンドやイノベーションを追求する研究になると各国に追い上げ、追い超されるという構図になっている。

5. まとめ –IEEE の活動に見る世界のトレンドと日本の特徴–

5.1 文献数推移にみられる IEEE のグローバルトレンド

本章では、今回の調査で明らかになったことと前報告等これまでの調査でわかっていたことをもとに、これらを重ね合わせて世界の電気電子・情報通信研究がどのように変化しているのかについて述べる。そこから日本の電気電子研究の抱える課題について考えていく。

IEEE 関連文献の動向から見る IEEE の発展には、学協会としての IEEE が米国中心の状態からグローバル化を果たした側面と、学術出版事業を行う IEEE が出版活動を活発化させたという2つの側面の変化がある。ここでは、IEEE が出版する文献から見える電気電子・情報通信関連研究の発展と変化を総合的に考えていく。

5.1.1 IEEE の出版概況

IEEE の出版活動の展開から見ると、現在の IEEE は既に欧米はもとより、中国など東アジア無しでは成り立たない状況になっている。

IEEE の発行するプロシーディング及び定期刊行物に共通するトレンドは、情報通信関連分野が共通して伸び続けていることである。また、研究領域が対応している定期刊行物とプロシーディングの文献数の間には、概ね一定の対応関係を持った推移がみられる。

(1) 定期刊行物

定期刊行物の出版物数は、約30年間で約3倍の150誌となり、掲載文献数も約2万件と約4倍に増加した。文献掲載国数も1980年代初頭の50ヶ国程度から一時的な増減を経て100ヶ国近くに倍増した。定期刊行物でも、同様に中国の文献数が2002年以降に急激に伸び、2006年に日本を抜き米国に次ぐ世界2位となった。米中2国にカナダ・台湾・英国・韓国・イタリアが世界のなかで3位集団を形成しつつある。日本は2008年現在で6位になり、既報の調査資料※での予測が裏付けられた。

※ 科学技術政策研究所 調査資料 No.169『IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の国別概況』(pp.14)
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat169j/idx169j.html>

(2) プロシーディング

プロシーディングでは、掲載文献数は2008年に約14万件と1988年の10倍以上に増加し、掲載国数も一貫して増え、近年140ヶ国以上に及んでいる。香港の返還後の中国は、国内でのカンファレンス数の急増もあって文献数を急激に伸ばし2008年に約4万件と米国を抜いて世界1位となった。国別文献数は、米国と日本の2国が牽引するという形が1980年代以降長く続いてきたが、また、直近では中国以外のBRICs諸国(ブラジル・ロシア・インド)やトルコ・イランなどの新興国が、欧州の主要な国に迫る文献数を示すようになっている。

5.1.2 IEEE のグローバル化

(1) IEEE の国際展開と電気電子・情報通信研究の3極構造化

(a) IEEE は北米・欧州・東アジアの3極構造の国際学会に

IEEE のカンファレンスには、2000 年代に入り 140 カ国・地域以上からの発表文献が出ている。現在の電気電子・情報通信関連の研究のネットワークは、ほとんど世界全体に広がり、北米中心の学会から文字どおりの「世界の電気・電子学会」となった。定期刊行物文献数シェアなどからも、北米・欧州・東アジアの3地域のシェアがほぼ 30%程度で拮抗する状況になっており、IEEE は北米・欧州・東アジアの3極構造の国際学会になっている。

(b) IEEE の国際展開に大きな影響を与えた日本と中国

北米が活動の中心だった IEEE が文字どおりの国際学会に変貌する過程で最も大きな影響を与えた国は、日本と中国である。IEEE のグローバルな展開は、1980 年代から 5~7 年周期で、①米国とカナダだけの北米の学会から、②日本がシェアを 2 割近くまで急速に伸ばす状況を経て、③欧州（英国・イタリア・ドイツ他）や台湾・韓国の研究の活発化によって国際化が進み、さらに④中国の文献数が急速に伸びることでグローバルな3極構造へと変化してきた。

(c) 中国以外にも今後の伸びが期待される BRICs 諸国などの新興国

IEEE の出版面での成長は、プロシーディングの増加が大きく寄与している。プロシーディングの文献数シェア及びカンファレンスの世界での地域別開催状況からも、同様の3極構造化が進んでいることがわかった。今後も現在の傾向が続けば、研究の量的重心のアジアへのシフトが一層進み、BRICs 諸国やイラン・トルコなどの文献数も増加すると予想される。

(2) IEEE の出版事業の国際展開と中国

(a) 米国を抜き世界一となった中国のプロシーディング文献数

IEEE の定期刊行物及びカンファレンスのプロシーディングの文献数はともに伸びているが、特に 2000 年以降のプロシーディングの文献数の伸びは驚異的であった。プロシーディング文献数では、2008 年に米国の文献数を中国が抜くという象徴的な出来事が起きている。

(b) 出版事業の国際展開に成功した IEEE

世界最大の工学系の学術出版を行う IEEE は、自らのブランド力と構築した電子出版の基盤を活用し、中国などにおける研究の発展に伴う膨大な学術出版需要を取り込み、国際的な事業展開に成功している。

(c) 全方位的に領域別のバランスも良く急速に発展する中国

中国の定期刊行物の伸びは世界で最も急激で、領域別バランスも全方位的なものであることがわかっている。中国は、プロシーディング文献数でも米国を抜き 2008 年に世界一となっている。これは、他国にない著しい増加だが、あくまで世界の平均的トレンドに沿った伸びである。IEEE に与えたインパクトを世界シェアの面から見ると、1980 年代末から 1990 年代初頭にかけて日本が定期刊行物文献数の増加で見せたインパクトには及ばない。

5.1.3 IEEEにおける研究面での変化

(1) 研究サイクルの短縮と「技術雑誌化・短報化」

IEEE 関連の研究は、量的拡大とともにその応用先などの多様化が進展している。今回は、特に技術が日進月歩の研究領域では、研究の活発化に伴い研究成果を素早く公開する動きが強まっており、研究のスタイルの面からも変化が起きていることがわかった。定期刊行物では、情報分野を中心に実用的な概念や具体的な技術内容を重視して扱う研究領域別の技術雑誌やより短いサイクルで成果を公表できるレター等の IEEE のマガジンの占める文献の割合が増加傾向である。学術情報の流通ではその内容の実用性と速報性を求める「技術雑誌化・短報化」が進んでいる。情報分野などでは研究サイクルが短期化し、年単位での期間を要する学術誌に査読プロセスを経て掲載することが研究の流れにそぐわなくなってきた可能性もある。

(2) 研究領域の発展パターン

文献数が多い研究領域では、出版物数とその文献数の間に一定のパターンがみられる。研究のスタイルは、領域によって差があるものの、独立した学術誌が生まれることが新たな研究領域の誕生・発展のメルクマールになっている。情報通信分野を中心とする新たな領域の研究の発展は、特定の研究テーマについてのカンファレンスなどが開催され、定期刊行物では、研究領域での実用的な概念や具体的な技術内容を重視する技術雑誌が先に誕生し、研究領域として認知が進み発展していくにつれて、トランザクションなどが誕生して成熟した研究領域として確立されていくという制度化のプロセスを経る。

IEEE の各ソサエティにおける領域別の文献数はいずれも増加傾向でありいずれも発展を続けている。米国のカンファレンス及び定期刊行物の双方の文献数が減少傾向であり、研究領域自体が成熟してきているような場合でも、電子デバイスソサエティのように、その他の国の文献数が増加することにより、IEEE における個別領域の研究は発展を続ける構造になっている。

(3) 時代の変化に合わせ変遷する研究領域間のバランス

IEEE は、1990 年代は電子デバイスなど電気・電子系に、2000 年代は情報・通信系の領域に軸足を置く学協会になっている。今回、調査範囲を約 30 年間に拡大して、関連文献数が多いソサエティの研究領域別の変遷を観察したところ、IEEE で最も急激に発展する研究領域は、時代の潮流の変遷に合わせてシフトしてきている様子がわかった。

- ① 冷戦時代：1980 年代前半は、核・プラズマ科学ソサエティの文献数が最も多かった。
- ② エレクトロニクス全盛の時代：冷戦終結後 1980 年代後半から 1990 年代初頭には、磁気学や電子デバイスなど電気電子関連のソサエティの文献数が伸び最も多くなった。なお、この時期に IEEE における日本のシェアは最大 2 割近くまで伸びた。
- ③ 情報通信革命の始まり：1990 年代中盤から 2000 年前後は、クリントン政権誕生前後からフォトニクス、コンピューター、通信ソサエティ関連の文献数が急成長し、最も多くなった。
- ④ ワイヤレス・ネットワークの時代：2002 年以降、ワイヤレス・ネットワーク関連の研究の発展が影響して、コンピューター、通信、信号処理のソサエティが最も急激に文献数を伸ばしている。

5.1.4 研究領域別の国別文献数推移の特徴

今回の調査では、IEEE の定期刊行物の単位で米国に次ぐ2番手の国の文献数を見ると、日本の磁気学・フォトンクスやフランスの信号処理などのように、各国それぞれ伝統的に強い研究領域が存在することがわかった。

以前の調査でも、ソサエティ単位の研究領域別では伝統的に国ごとに伝統的に強い領域があることはある程度判明していた。その結果について本文中では全て示すことができたわけではないが、カンファレンスと定期刊行物の文献数推移を見ると、これら国別文献数の伝統的な傾向は、今回のデータにおいてもあらためて裏付けられた。

なお、研究領域別の分析については、既報の調査資料※において定期刊行物の文献を対象としてソサエティ別のトレンド変化を詳細に分析している。また、カンファレンスと定期刊行物の国別文献数推移については、巻末資料Ⅱでプロシーシングと定期刊行物の国別文献数推移をグラフで比較対照しながらソサエティ別に詳細に示している。

● 各国の特徴

- 米国・カナダ・英国は、コンピューター・通信の領域を基軸に、情報分野を中心に世界のトレンドをリードしている。
- 中国の伸びは、全方位的であり世界の中でも最も領域別の発展バランスも良い。
- 欧州諸国（イタリア・フランス・ドイツ）などは、それぞれ伝統的に強い領域がある。
 - ◇ イタリアは信頼性工学や計測技術
 - ◇ フランスは信号処理や核・プラズマ科学
 - ◇ ドイツは EMC（電磁環境適合性）
 - ◇ 日本は磁気学・フォトンクス・電子デバイス（基礎）、超伝導・ロボットなど
 - ◇ 台湾はデバイス関連
 - ◇ 韓国は放送・家電などの領域が特に強い
 - ◇ イスラエルはコンピューター（基礎）や情報理論など情報関連の数理的な領域

※ 参考文献 [2] 科学技術政策研究所 調査資料 No.176
IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の領域別動向
— 日本と世界のトレンドの差異 —
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat176j/idx176j.html>

5.2 日本のまとめ：日本の電気電子・情報通信研究の現状と特質

ここではまず、今回の調査でわかった日本の電気電子・情報通信関連研究の特徴をまとめる。続いて、電気電子・情報通信研究の文献数推移や領域別研究の構造やその特徴をこれまでの調査結果を総合してその原因を分析する。最後にここから浮かび上がった今後の課題についてまとめる。

5.2.1 日本の電気電子・情報通信研究領域別の特徴

(1) 日本が一貫して強い磁気学等の電気系の領域

日本の IEEE 領域別文献数のバランスは 1990 年代から変化が少ない。日本の強みは一貫して磁気学などの電気系の領域である。1990 年代の IEEE で当時の量的中心だった磁気学・電子デバイス・フォトニクスといったソサエティにおける研究では、日本は存在感を一貫して維持している。中国をはじめとする台湾・韓国や欧州諸国の追い上げを受けているが、現在でも磁気学のように米国と拮抗する程の文献数を維持している領域もみられる。

(2) 基礎的な段階の研究が多く、システム化・応用になると弱くなる日本

「基礎研究が少なく、応用利用研究が多い」と 1980 年代に盛んに喧伝された「基礎研究だだ乗り論」でいわれたような状況は、近年ほとんどみられなくなっている。

日本がまだ比較的強みを保つ電子デバイス関連研究でも、基礎原理・技術を追求する研究では文献数が比較的多いものに対して、集積回路や回路システムといった製品・システム化・応用などの研究になるにつれて文献数が少なくなり、他国に追い上げ、追い越されるという構造になっている。

(3) 信号処理など情報通信分野の一部の研究で伸びが見られた日本

過去の調査から、日本の研究領域別の定期刊行物文献数を世界と比較すると、電気電子関係が多く情報関係が極端に少ないことが特徴であった。しかし、各国の急激な伸びのなかで埋没しがちな感はあるものの、情報通信分野のカンファレンスの文献数は、信号処理などソフトウェア関連の領域では増加している。IEEE における日本の情報通信分野の研究発表は、カンファレンスにシフトしている。

(4) 研究の方向性や質の面で劣化が懸念される日本

日本の電気電子・情報通信分野における研究は、科学研究は拡大基調にはあるが、科学技術でイノベーションを促進しようとする立場からすると不安が残る状況が散見される。

日本の研究は、カンファレンスでは熱心に発表するのにその後の論文生産になぜかつながらない。研究領域をリードあるいは新しく創造するような研究者の数が少ないといった研究面の質の課題を抱えているおそれがある。また、世界の研究のパラダイム変化や産業でのイノベーションの方向性と日本全体の研究の乖離が進んでいるようにもみえる。例えば、日本では、世界的に急成長するワイヤレス通信への研究の伸び・シフトが見られない。

5.2.2 大学における工学研究・教育など質の低下が懸念される日本

日本は、カンファレンスで発表されるプロシーディングの文献数が世界のトレンドに沿って伸びている一方、定期刊行物文献数が長期にわたり横這いであり、他国にない特異な文献数推移を示している。ここでは、日本の電気電子・情報通信研究のスタイルの観点からその特異性と原因を分析する。

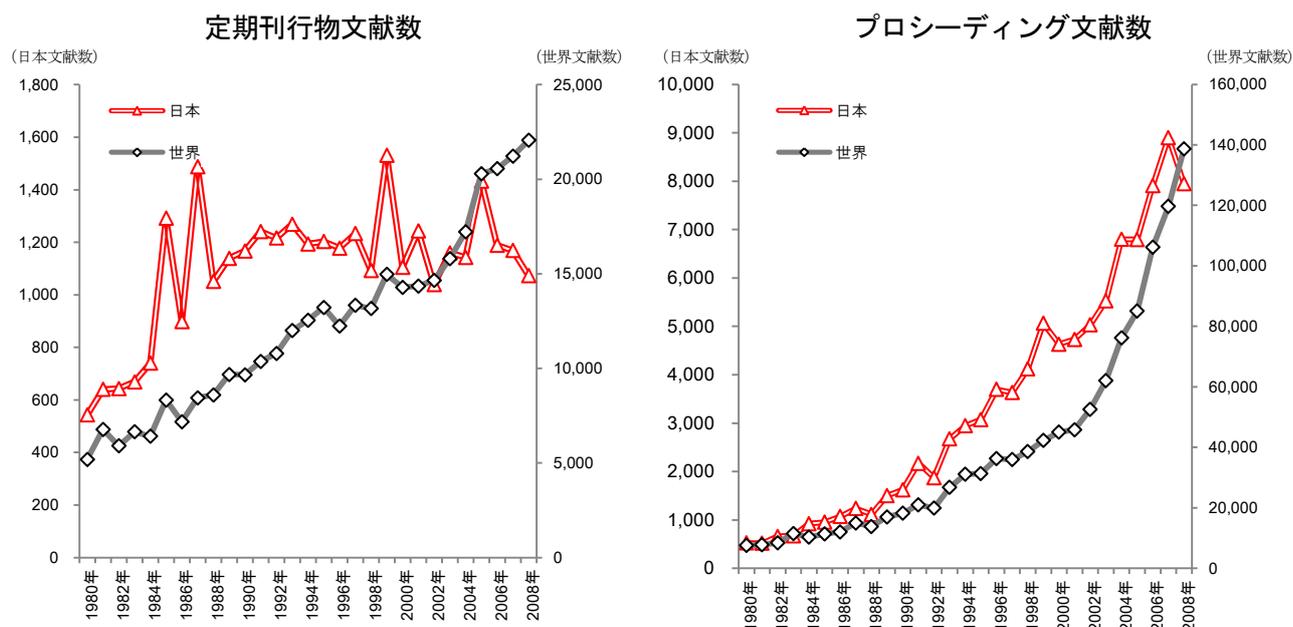
(1) プロシーディングと定期刊行物の文献数に対応関係がみられない日本

前章までに示したように、通常はどの国においても、定期刊行物の文献数の増加とプロシーディングの文献数の伸びにはある程度の比例対応関係があり、プロシーディングの文献数が増加すると定期刊行物の文献数も増加するのが各国の平均的な姿である。

図表 35 に、定期刊行物及びプロシーディング文献数における世界と日本のトレンド変化を比較して示すが、日本は非常に特異な推移を示していることが明らかである。日本は、カンファレンスでは熱心に発表するようになったが、それが論文生産につながらないという傾向が長期間続いている。情報通信分野を中心に日本の研究成果は、カンファレンスの発表でとどまり、IEEE のトランザクションの掲載論文になぜかつながっていない。

日本特有のこの現象を 2 章の図表 12 に示した定期刊行物とプロシーディングの文献数の比率から見ると、日本は 1990 年代中盤以降、米国並みの水準に収斂してきている。このため、何らかの理由で研究の途中経過を米国並みに国際発表するようになったともいえる。しかし、このような状況は世界の科学研究の常識から外れており、日本の研究が他国に比べて発展・拡大しているとは言いにくい。

図表 35 定期刊行物とプロシーディングの文献数推移
—日本と世界のトレンド比較—



(2) 日本特有の文献数推移について考えられる仮説：競争的資金の拡充と大学院教育の影響

これら特異な文献数推移の原因には、工学系の大学・大学院の研究・教育体制が影響しているという仮説も考えられる。実際、セクター別の日本の定期刊行物文献数では、1992年には企業が2/3を出していたが、2007年には大学からが2/3とちょうど逆転し、論文生産の主役は企業から大学へと移っている。このため、大学・大学院における研究・教育体制が影響している可能性は高い。

日本の特異な文献数推移の原因は、日本企業が研究開発・事業の方針転換を図り論文数を減らすなかで、競争的資金の充実と大学院の整備充実（大学院重点化）が重なり合った結果と解釈すると理解しやすい。また、この仮説は、図表36に示すようにこれまでのIEEEに関するこれまでの調査で明らかになった日本の大学に関するデータと整合しているように思われる。

カンファレンスの文献数の増加は、競争的資金の充実により、国際カンファレンスで発表する資金等の制約が緩和された結果、日本の研究活動が国際化したためとみられる。国内では、資金額以外でも執行面でも制度改善が進み、隣の中国ではカンファレンスが多数開催されるなど国際的な研究発表が全般に容易となっている。さらに、研究者には競争的資金の年度毎の実績報告にも、一定期間内に業績を明確化できるカンファレンスの文献は好都合でもある。

大学院教育でも、修了年限内の円滑な学位授与を図る観点からは、一定の期限で業績が確定できるカンファレンスでの発表を教育で積極的に活用するようになったものと考えられる。

ただし、IEEEでの研究活動の伝統的な流れに照らすと、プロシーディングのみが増えて定期刊行物が増えないこの現象は、日本の科学研究全体で見ると、アカデミックな研究サイクルが完結しないまま研究の数だけが増加していることになる。このため、日本の工学系大学・大学院の研究・教育活動は、競争的資金の獲得利用や短期的な成果指向という近視眼的な態度によって弊害や質の低下が起きているのではないかという見方も当然出てくるかもしれない。

図表 36 IEEE 関連文献の推移と工学系大学院における教育・研究の関係

活動	観察されたデータ (IEEEにおける文献数データの推移)	大学	政策の変更	研究者等の個人レベルの 合理的な反応	実際に起きている (と考えられる)こと	課題
大学	<ul style="list-style-type: none"> ○定期刊行物に年5報以上論文を出す日本の大学の数は増加(1992年13大学→2007年34大学)している。(動向誌) ○日本のトップ5大学(東大・東北大・東工大・京大・慶大)を合計しても、シンガポールのトップ2大学(シンガポール国立大・南洋理工大)の文献数には及ばない。(資料176、p87) ○企業からの定期刊行物文献数は過去20年で減少傾向で半減している。(資料169、p32) ○研究成果を短期間で出すことができるプロシーディングの文献数は世界の趨勢に沿って増加(2008年3位)するの、定期刊行物は長期横ばい(2008年6位)、世界に見られない特異な傾向をみせる。(p23,74) ○トランザクションに掲載される日本の最近のプロシーディング文献数のうち、2割近くが中国で行われるカンファレンス(p24)。 ○プロシーディングがトランザクションに掲載された比率で見ると、日本は米国と同等の水準に取れんする傾向にある。第一次科学技術基本計画の1990年代後半から米国との差が縮小し始め、国立大学法人化後の時期にはほぼ米国並みの水準に収束している。(p25) ○マガジンの文献数の比率が日本は一定(15%程度)で推移しており、専門領域別マガジンや短報レターなどのウエイトが他の上位国に比べ低い。(p28) 	<ul style="list-style-type: none"> 教育 大学院拡充 コースドクターへの転換 国立大学の法人化等(システム改革) 研究 競争的資金の拡充 	<ul style="list-style-type: none"> 各地の大学院が拡充整備され、収容定員が増加。 教員の増員や入替え等はない。 論文博士号の取得者は、減少方向に。 大学院教育の実質化を図る。 院生にとって実際問題として、普通に論文を書いていたのでは、修了年限に間に合わない。 資金面・執行面でも制約が緩和される。 研究遂行上の資金制約が緩和。 業績圧力が強まり、過去の蓄積から自分が得意な研究で業績を早く出すべく尽力。 	<ul style="list-style-type: none"> 工学系研究の拠点が分散・多様化した。 諸外国と比べると、卓越した研究拠点がみられない。 企業研究者による論文等は長期的に減少。 一定期間内で修了を目指すため、論文等の要求水準については過去に比べると切り下げられている。 国際カンファレンスには、特に国立大学の教員が学生も含めて発表に行きやすくなっている。 執行面でも制度改革に一定の改善効果。 研究競争や評価が厳しくなり、長期的に新しい研究領域の開拓する余裕がなくなる。 中途半端に時間がかかる短報よりも、フルペーパーでなければ、年度の実績報告にはプロシーディングで十分。 	<p>工学系 教育・大学 研究・大学院 における 歪み</p>	
<p>※ ()内はデータの出典及びその中の頁を示す。</p> <p>{ (資料***、p##)は、科学技術政策研究所 調査資料(番号***pp##頁)を表す。頁番号の表記は、本調査資料の頁を示す。(動向誌)は、『科学技術動向誌』No.115 2010年10月号「日本の電気電子・情報通信分野における研究活動の変化」を表す。</p>						

5.2.3 領域別文献数で日本が世界と乖離する構造的要因

前節で示したカンファレンス文献数と定期刊行物の文献数の関係の特異性の他にも、日本は、他国にない領域別文献数推移を見せている。ここでは、最初に IEEE における日本の領域別文献数推移の変化の構造を示す。さらに、この状況がなぜ発生するのかについて、これまでの調査結果を踏まえ、その原因について大学を中心とした研究体制の面から論じる。

(1) IEEE における日本の研究領域別文献数推移の構造

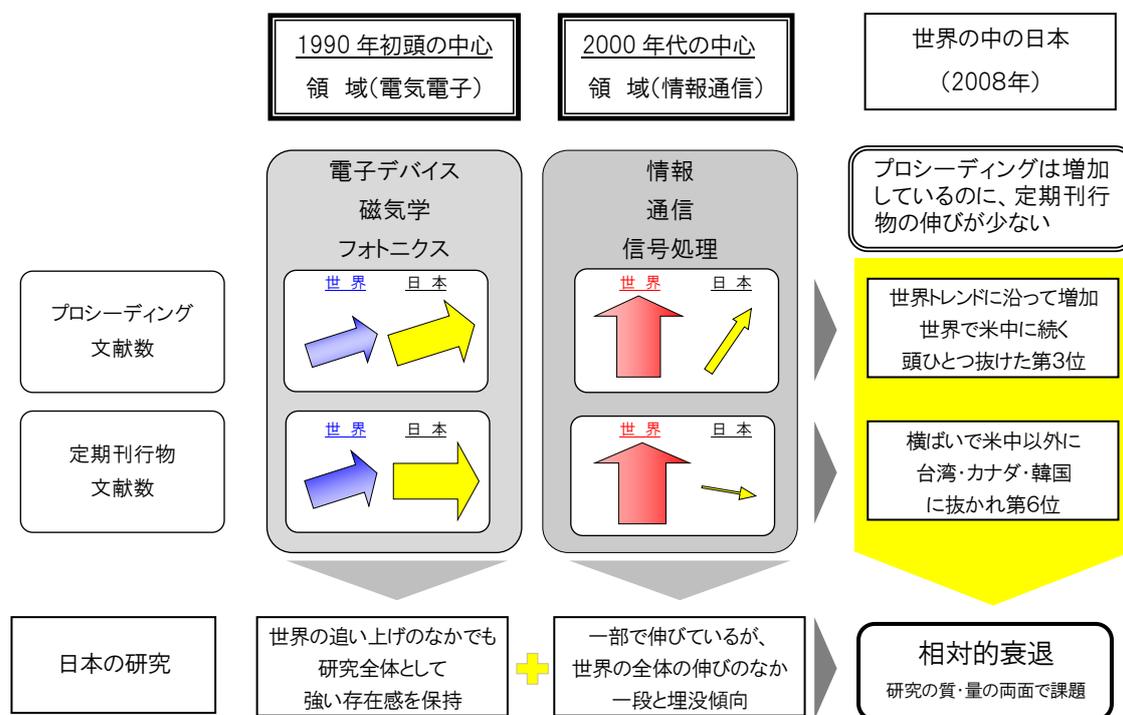
日本の領域別定期刊行物文献数の推移は、一貫して電気電子関連が多く、情報通信関連が少ない。電子デバイス・フォトンクス・磁気学など IEEE で 1990 年代に主役だった領域では、日本は一貫して存在感を示しているのに対し、コンピューター・通信・信号処理など 2000 年代の成長分野では伸びが弱い、もしくは低下傾向である。

一方、カンファレンスの文献数では、信号処理など情報通信分野でも世界の中でそれなりの存在感を持つ特定の研究領域もみられる。

これら定期刊行物の領域別文献数の推移とプロシーディングの領域別文献数の推移から、日本の電気電子・情報通信研究の姿を模式的にまとめると、図表 37 のようになる。

日本の電気電子・情報通信関連研究は、総量では維持・拡大されている。ただし、強みのある研究領域は、電気電子系から変化していない。世界が電気電子から情報通信へ、また通信でも光からワイヤレスへなどといった方向へ変化していく中で、乖離が拡大する構造になっている。これらの結果、日本は、既存の研究パラダイムの延長上の研究では存在感がある一方、イノベーションが活発になった領域の研究では、各国に追い超されるという構図になっている。

図表 37 世界と日本の IEEE 文献数推移の構造



(2) 独特な選択の集中が発生する日本の研究の構造的要因

特定分野の研究に「独特な選択と集中」して世界のトレンドから離れる傾向にある日本の研究は、工学系の大学・大学院の研究・教育体制が影響している可能性が高い。実際、現在日本の論文生産で主役を担うようになった日本の工学系の大学・大学院の観点から、1990年代後半以降の科学技術政策の影響を考えていくと、本調査でみられたIEEEにおける日本の定期刊行物とプロシーディングの領域別文献数推移と非常に整合性がある。実際、セクター別の日本の定期刊行物文献数では、1992年は企業が2/3を出していたものが、2007年には大学から2/3と逆転し、論文生産の主役は企業から大学へとちょうどこの時期に移っている。

日本の独特な選択と集中という研究の状況は、科学技術政策上の政策変更や施策の方向性による研究環境の変化に対して、研究者が個人レベルでの合理的行動をとった結果と考えられる。これが、当初の政策的意図に反する形で現在の技術動向とは関係なく、強みを活かして過去の延長上での研究によるイノベーションを指向しているような姿に見える原因である。現在の領域別文献数の偏りと諸外国との差異は、日本が工学系の大学において抜本的な体制変更を行わないまま、いわば過去の継ぎ接ぎで工学研究を拡充した結果といっても過言ではない。

(a) 定期刊行物から見る選択と集中が起きる構造

定期刊行物の領域別文献数の推移からは、工学系の大学を中心として次のような経過をたどったと考えられる。

各地で大学院が拡充整備され、収容定員の増加が図られたものの、基本は教員定員の大幅な増員も入替えもなかった。企業戦略の転換で事業ドメインから外れた研究を行う企業研究者も、社会のニーズの取り込みを図る大学を利用して大学に移動し、企業での経験を活かした研究を大学で続ける動機があった。競争的資金が拡充された結果、これら日本の過去からの研究人材の蓄積・優位性を活かした研究に注力することが構造的に進みやすい状況があった。

こうしたなかで、それぞれの大学はとりまく政策変化に合理的に反応して研究を拡充した。この結果、日本全体では拠点が分散・多様化したものの、諸外国と比べると卓越した研究拠点がみられない。また、研究者は競争的資金の獲得の面から、過去からの研究の蓄積と人材をもとに科学研究としてのインパクトを最大化する必要があり、主要なアウトプットは既存の蓄積を活かしたイノベーションを指向しがちになった。これらの結果、IEEEの文献数では世界と異なる「独特な選択と集中」を招く強いインセンティブ構造が形成されたなかで、超伝導、絶縁・誘電体やロボットなど1990年代に発展した特定領域の研究が発展したと考えられる。

(b) プロシーディングに短期的な研究成果を求める環境

プロシーディングの文献数の推移からは、次のような経過をたどったと考えられる。

情報通信分野の研究は、成長分野として重点的な資源配分対象とされ、競争的資金のファンディングを受ける。ただ、従来分野に比べ研究者の層などの蓄積が薄いので、成果も他の領域との比較では量的には見劣りしてしまう。これを少しでも補おうと尽力すると、早く研究成果を確定でき、業績としての位置づけも研究領域ではそれなりに認められているプロシーディングの文献に注力することは合理的な行動となる。実際、信号処理などの領域でプロシーディング文献数は増加しており、実際に世界と競争になっている研究領域もある。

5.3 今後の議論： 日本の工学系の大学・大学院における研究・教育の体制

米国における研究領域別の文献数は、時代の変遷に応じて非常に明快にシフトしてきた。一方、日本の領域別文献数推移は、抜本的な科学技術システム及び研究人材を含めた研究資源配分には変化がほとんどないに等しい状況である。これらは、IEEE が米国に本部を置く学会であり、ACM（米国機械学会）など米国内外にも他にも有力な情報通信系の学会がある点を考慮しても、米国が、グローバル化の中で国際シェアを低下させつつも、時代の変化に応じて世界に新たな研究の方向性を示すという意味で依然存在感を示し続ける姿とは対照的である。

特に産業化に近い科学技術の国際競争は、単に制度化された研究分野で研究業績を競うことではなく、研究領域自体を主導・創造し、世界中の参加を得て発展させ、イノベーションを創出するシステム全体での競争になっているといえるのではないだろうか。日本はロボット工学や超伝導や絶縁・誘電体のような得意な領域で、世界各国を呼び込み、世界的にイノベーションを創出していく努力をするか、世界のイノベーションの方向性に照準を合わせ方向転換をしなければ、公的な科学技術投資への信任・正当性が今後揺るぎかねない。

科学技術人材をイノベーションの創出にとって重要視する立場からは、日本の工学研究・教育の体制が、現在のまま推移すれば、世界の科学技術・イノベーションの方向性との乖離がさらに進み、研究とともに育成される科学技術人材についても、産業・社会とのミスマッチが一層拡大すると懸念される。しかし、日本の独特な選択と集中という研究の状況は、アカデミックな研究者の個人レベルでの合理的行動・努力の所産であり、日本が強みを保つ研究領域に政策的に注力した成果でもある。このため、純粋な科学研究上の戦略としては、従前どおり得意領域に特化し積極的に国際分業を進めるという方策も考えられる。ただし、これは同時に電気電子・情報通信分野の研究に他分野との比較で優先的に研究費を配分すべき根拠がなくなりかねないことも意味している。

今後、我が国で若年人口が減少し人材が希少資源となることも考慮すると、実学としての工学系人材育成に関しては、高等教育機関における研究領域間のバランスの調整を真剣に検討する必要があるだろう。既存の研究資源（講座・研究室）を前提にどこを伸ばすかという発想から、社会に求められる人材をどれだけ供給するかを考える視点に転換することが求められる。このため、一義的には大学の自治に属する範疇のことではあるが、日本の国立大学を中心とする工学系の研究体制については、国全体のバランスの観点から考え直していく必要性に今後直面してくるのではないかと。

今後の科学技術・イノベーション政策では、個別研究領域で世界で比較優位にある研究者のポテンシャルと社会で解決を必要とされる課題やそれに応える人材育成などの社会的ニーズとの間で資源配分のバランスをとって具体的にどう調整していくかが問われてくる。日本の科学技術でイノベーションを積極的に起こしていくという科学技術・イノベーション政策を推進していくという立場と採るならば、今後も大学を中心とした研究の振興は不可欠である。このため、科学技術人材を鍵となる資源と見る観点からも、その育成・教育体制を含めて関係者の間で個別的利害を超えて真剣に議論していく必要がある。

6. おわりに

科学技術政策研究所 科学技術動向研究センターでは、2009 年以降、電気電子・情報通信関連分野で世界最大の学協会である IEEE の出版物を対象に文献調査を行ってきた。第 3 回目の調査結果となる本稿では、今までの分析対象にカンファレンスのプロシーディングを含めた大規模かつ網羅的な分析を行った。その結果、世界の研究開発の変化と、日本の研究活動の特異性がより明確になった。

IEEE の刊行物の推移のみで、日本の電気電子・情報通信分野における研究活動のすべてを語ることはできないにしても、世界の中での日本の存在感という意味では、中国を筆頭に諸外国での研究の活発化によって日本は相対的衰退 (relative decline) の傾向にある。さらに、科学技術でイノベーションを進める観点からは、世界の技術変化の方向性とは乖離が進み、研究全体のバランスの偏りも大きく、産業競争力の低下を象徴するような文献数推移を見せている。また、大学における工学研究・教育体制の側面からは、質の劣化も懸念される。

今回の調査資料では、個別の研究領域の各論については、紙数の関係で詳しく論じることができなかったが、より詳細な領域別のカンファレンス状況や個別の定期刊行物の国別文献数の推移については、巻末及び別冊資料に詳細なデータとしてまとめている。これらにより、さらに領域別の議論を行なうことも可能であろう。

世界のなかで日本の電気電子・情報通信関連の研究活動がどのように変化しているか、各専門領域の関係者の間での具体的なデータに基づく冷静な議論が行なわれることとなれば幸いである。

卷末資料

7. 参考資料 I 分析データとその作成方法

7.1 分析データの作成

図表 38 には、IEEE が出版している出版物(Publications)の種類と、本調査の範囲とデータについて一覧で示している。

IEEE の出版物には、論文誌や学術雑誌などの①定期刊行物 (Periodicals : Journals & Magazines)、②カンファレンスのプロシーディング (Conference Proceedings)、③規格 (Standards)、④その他書籍等 (すなわち、書籍、技術サーベイ、教育コース) がある。これら IEEE の出版物の多くは、紙媒体及び電子的に IEEE のウェブベースのデータベースである IEEE Xplore により、一部は無償で閲覧・検索などが可能になっている。

本調査の分析対象は、IEEE が出版した国際的に行われる学会・シンポジウム等のカンファレンスにおけるプロシーディング (Conference Proceedings) と定期刊行物 (Periodicals) への掲載文献である。IEEE の出版物は、今回の分析対象の 2 種類の出版物以外には、世界の技術標準に大きな影響力がある IEEE 規格、書籍・トレーニングコースなどもあるが、下記に示す 2 種類の文献でデータ件数の 9 割以上を占める。

図表 38 IEEE の出版物と今回の分析データ

IEEE出版物	IEEEの区分	文献データ	データベース IEEE Xplore の採録データ数	今回の分析の範囲
定期刊行物 Periodicals	IEEEジャーナル Journals IEEEマガジン Magazines	ペーパー Paper	約570,000件 309誌 (※ 廃刊・誌名変更含)	1980～2008年出版の 定期刊行物の文献をほぼ網羅 (誤差1%未満)する分析
カンファレンスプロシーディングス Conference Proceedings		カンファレンス ペーパー Conference Paper	約1,360,000件	IEEE Xploreに掲載されている IEEE発行のプロシーディングに ついて、文献数ベースでは約8 割をカバーする分析※。
その他				
IEEE規格			約3,100件	—
書籍・トレーニングコースなど			概要のみ 1000件未満	—

※ IEEE Xplore の採録データ数は、2009年3月現在の IEEE 関連の文献を示す。

(図表 1 及び既報告の科学技術政策研究所 調査資料 169 (参考文献 [1])より作成)

■“Inspec®”の概要

Inspec とは、IET (Institution of Engineering and Technology ; 旧 IEE : 英国電気学会) が提供する物理学、電気・電子工学、コンピューター、コンピューター制御、情報工学分野における世界を代表する文献についての索引データベースのひとつで、1,200 万件以上の書誌情報が収録され、毎週更新され続け毎年 40 万件以上のペースで拡充されている。世界中の 4,200 以上の学術雑誌、2,000 以上の学会予稿集等の学術文献が基本的な採録対象であり、重要な書籍、技術報告書、学位定期刊行物も等しく採録対象となっている。

インターネット上のデータベースサービスとともに、以下の出版物により冊子体としても 100 年以上昔から提供されてきた。

- 【冊子体】 Physics Abstracts,
- Electrical & Electronics Abstracts
- Computer & Control Abstracts
- IT Focus

7.2 IEEE の学会活動と文献データの関係

本調査のデータが示している IEEE に関連する学会活動・学術出版活動の関係を模式図にまとめたのが、図表 39 である。

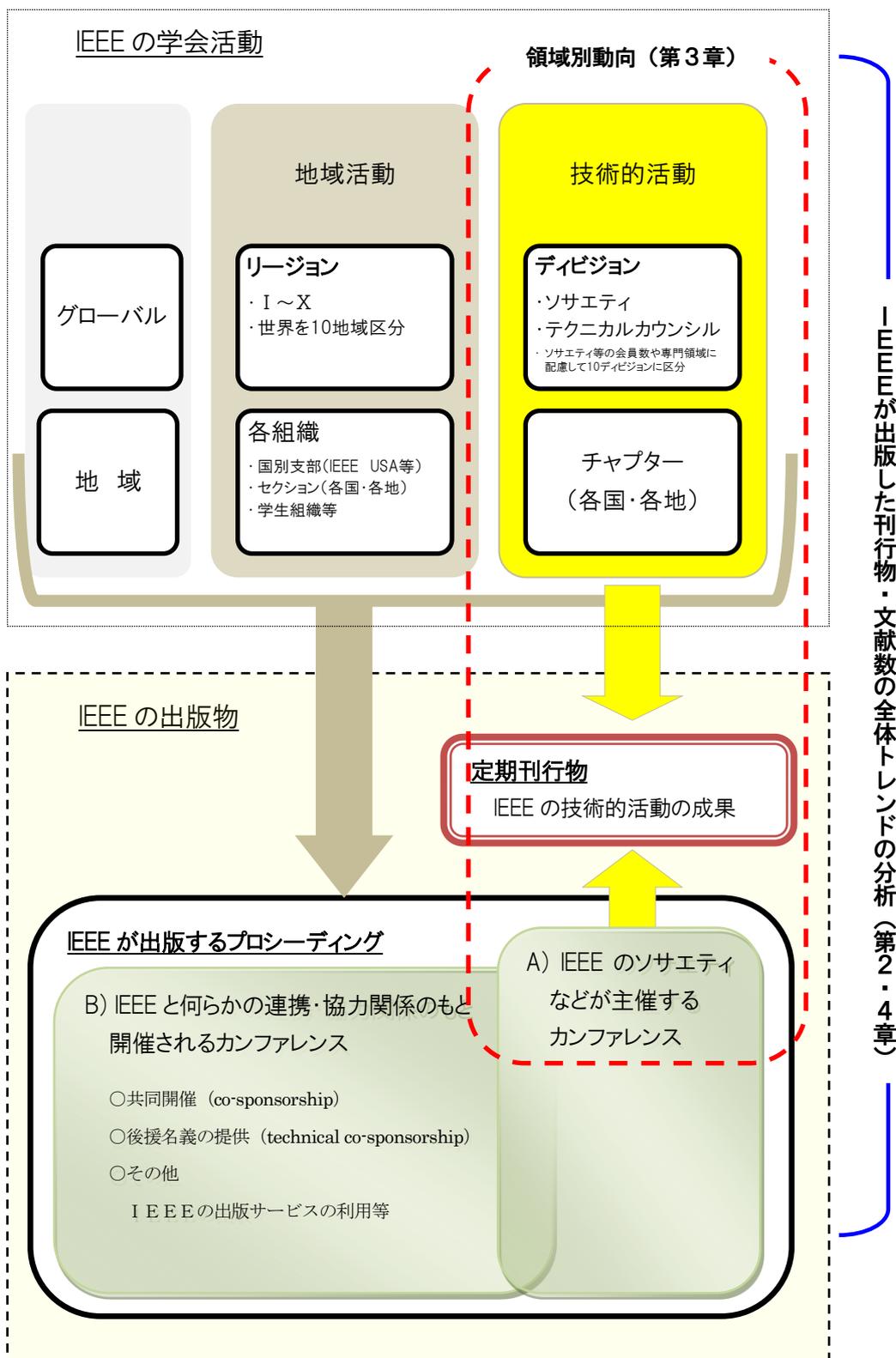
そもそも学協会としての IEEE の活動の範囲は、技術者の地位向上のための活動など通常日本で学会活動といわれる範囲を越えている、これらは会員間のメンバーシップ活動を促進する①地域活動と、技術的関心を追及する②技術的活動に大きく分けられる。そのための組織は、世界レベルでは地域活動については 10 地域（リージョン：Region I～X）に分けられ、そのもとに国単位での支部、329 のセクション（Sections）、その他学生向け組織などがある。国際カンファレンスの開催や学術雑誌の発行など日本でいう学会活動のためには専門領域別の技術的活動には、大きく 10 の部（ディビジョン：Division）に分けられ、専門領域別の 38 のソサエティや複数の学会が幅広い課題に共同で対応するテクニカル・カウンスル（Technical Council）が 9 ある（2009 年末現在）。さらに、地域レベルでのソサエティの活動の組織として、各地にチャプターがある。

これら地域活動・技術的活動のための世界各地にある組織が有機的に連携しながら IEEE の学会活動が世界各地で行われる構造になっている。領域・範囲は、電気工学と通信工学を源流として、コンピューター、電力、電子、航空宇宙、原子力、ライフサイエンスなど電気電子・情報通信分野から派生した幅広い領域・分野に及ぶ。

この他、国単位の支部やリージョンやセクションのなかには、カンファレンス開催に加えて独自に学術雑誌の発行を行っているところもみられる。さらに、各ソサエティなども、自ら主催する国際カンファレンス以外にも費用を分担しての共同開催（co-sponsorship）や後援名義の提供（technical co-sponsorship）を行っており、こうした国際カンファレンスなどのプロシーディングを IEEE から出版した場合は分析対象に含めることにした。

これらを考え合わせると、本調査が分析している文献データの示す意味は、定期刊行物については IEEE におけるソサエティ単位での専門領域別の技術的活動を、カンファレンスについては世界の電気電子・情報通信関連の研究の活動度を幅広く示すと解釈できる。

図表 39 IEEE の学会活動と出版物の関係についての模式図



7.3 分析データの作成方法・集計

IEEE の文献データベースである IEEE Xplore を分析対象に、その特性に着目し、下記に示す手順でデータ作成作業を行った。

IEEE によれば IEEE が発行する文献は、IEEE のデータベースである IEEE Xplore に少なくとも 1988 年以降の文献は完全に掲載されていることが保証されている。また、その IEEE Xplore におけるアブストラクトや被引用データなどは、文献抄録データベースである Inspec を用いていると公表している。なお、Inspec とは、理工系では最も網羅性が高い学術文献データベースのひとつであり、英国の電気系の学会である IET (Institution of Electrical Engineers) が作成している。学術文献の抄録集を起源とするデータベースであり、百年以上の伝統がある。

このため、分析データの作成は、最初に Inspec から IEEE が発行者 (Publisher) となっている 150 万件以上の文献データを抽出し、これを IEEE のデータベース IEEE Xplore で用いられているカテゴリー・属性に従いデータを分類・整理するという手順で作成した。

作成した 2 種類のデータ作成の個別の作業手順については、以下に示すとおりである。

(1) 定期刊行物 (Periodicals) の国・地域別文献数推移

ペーパー (以下、定期刊行物という) に関する国・地域別文献数データについては、タイトル別に国・地域別文献数を発行年で集計し、これをもとにソサエティ毎に分類した。具体的には、IEEE Xplore のタイトル別データに基づき、定期刊行物を発行する IEEE ソサエティを特定し、ソサエティ別の関連文献数を出した。なお、複数のソサエティが共同発行 (Co-Sponsorship) している場合、それぞれのソサエティの文献として重複カウントした。

(2) カンファレンス・プロシーディング (Conference Proceedings) の国・地域別文献数推移

カンファレンスペーパー (以下、カンファレンスという) の国・地域別文献数については、はじめに IEEE とその各ソサエティのホームページの情報をもとに、ソサエティ別の主要カンファレンス (Flagship Conference) (データが見つからない場合は、それに準ずるもの) を選び出した。次に、IEEE Xplore にあるタイトル・ヒストリーに基づき、主要カンファレンスに関するカンファレンス・プロシーディングのデータを対応付ける作業を行い、主要カンファレンス別の国・地域別文献数について開催 (開始) 年で集計した。

7.4 作成データの検証と妥当性

定期刊行物・カンファレンスについて作成した2種類データについて、その妥当性を検証した。(a) 出版物の冊子別のデータについては、IEEE が図書館に向けて提供している OPAC (Online Public Access Catalog) 用のデータと抽出したデータを比較検討した。また、(b) 文献データについては、2010年3月に Inspec から抽出した文献データを、2010年3月末時点の IEEE Xplore に掲載のデータ数と比較し、さらにその対応の正確性を検証している。

本調査で作成したデータの妥当性の評価を要約すると、図表 40 に示すとおりにまとめられるが、これら結果から、概ね意図する分析に耐えうるデータであると判断した。

図表 40 作成データと検証結果

IEEE の出版物 Publications	検証結果		分析データの妥当性
	(a) 出版物の冊子別データ	(b) 文献データ	
検証方法	Inspec 抽出データと IEEE の OPAC 用データとの対照	Inspec 抽出データと IEEE Xplore との対応関係の検証	
定期刊行物 Periodicals	1980～1987年のデータは IEEE の側で完全掲載は保証されていないにもかかわらず、この範囲も含めて、1980年から2008年間の IEEE の定期刊行物の文献のほとんどを網羅している。	抽出したペーパー (Paper) 数と IEEE データ件数でほぼ全て対応していることを確認できた。 国・地域別文献数の対応付けの誤差も最大 1%程度に収まっている。	安定しており、一貫性も高い。かなり信頼できる正確なデータである。特に、問題なく自由に分析を行うことが可能である。
カンファレンス プロシーディング Conference Proceedings	Inspec のデータ作成上の問題により、プロシーディングについては、定期刊行物の精度と網羅性は確認することはできなかった。 主なプロシーディングについては、概ね網羅されているが、特に 1980～1987年に加え 1990年前半の期間に必要なデータに欠損がある。	カンファレンスペーパー (Conference Paper) 数とデータの件数ベースでの比較から、IEEE Xplore に掲載されている文献数の約 8割以上は抽出できている。	分析には、データの欠損等に一定の配慮が必要である。しかし、データ量では、概ね妥当なデータといえる。 ※特に、1980～1987年及び 2007～2008年の間のカンファレンス文献数の解釈などに注意を要する。

なお、以下にデータ作成の経緯とデータベースの特性に由来するデータの欠損等による分析上留意すべき点について示す。

本文での分析に際しては、これら検証結果を踏まえた分析を行った。このため、分析では、大きなトレンドの変化などがみられた場合でも、データベースの特性によるものと考えられる場合には、次頁の点に配慮して、本文中ではあえて言及しないか、もしくは何らかの留保条件を付して言及している。

【※ データの欠損等】

本調査で作成したデータには、主として下記の2つのデータベースに起因するデータの欠損などが生じている。これはデータ作成上の経緯と基盤となっている2つのデータベース IEEE Xplore と Inspec の持つデータの特性と関係に起因するものである。

特に1980～1987年及び2007～2008年にかけての急激なトレンド変化については、データベースの特性に起因している可能性を考慮する必要がある。

(1) Inspec

◇ Inspec では、索引データが完成しデータベースに反映されるまでに概ね2年程度のタイムラグがあるといわれている。このため、至近の索引データになるほど、欠けてしまう傾向がある。今回のデータのダウンロードは、2010年3月現在であったため、特に2008年など直近の年のデータが網羅し切れていない可能性がある。

◇ Inspec では、データの属性を定める電子的なタグ付け (XML タグ) に誤りがある場合が確認された。このため、データの対応付けが十分に行えない場合が想定される。例えば、特定のカンファレンスなどで、ある年のデータのみが突然欠落しているような場合が、こうした例に相当するものと推測される。

◇ Inspec では、特にカンファレンスのデータを中心に、過去に遡るほどデータがないケースが多くなっていく傾向がある。これは、出版が完全に電子化される以前は、発表の全てが必ずしも掲載されていない状態のプロシーディングが出版されていたことなどが影響している。

(2) IEEE Xplore

◇ IEEE Xplore では、1988年以降のIEEE関連文献についてはIEEEにより完全掲載が保証されているが、それより以前の文献については過去に遡及して掲載が現在進展している状況である。このため、1988年以降以前のデータについては、トレンドの推移を見る際には、単にデータベースに掲載されていないという可能性を考慮する必要がある。

8. 参考資料Ⅱ ソサエティ別国別文献数推移

参考資料Ⅱでは、研究領域別にカンファレンスとトランザクションなど定期刊行物の関係を一覧で示すため、主要なカンファレンスとトランザクションの国別文献数の推移を2008年定期刊行物文献数の上位25カ国を対象にソサエティ毎にグラフ化し対照させて示していく。

ここで掲載するカンファレンスについては、ソサエティ単位で最も主要な国際会議を選んだ。また、並べて示すトランザクション等の定期刊行物は、カンファレンスから最も多くの記事が採録されている定期刊行物についてカンファレンスとマッチングさせて選んだ。ただし、ソサエティによっては、トランザクションがない場合やソサエティによっては研究テーマ別にカンファレンスがより細分化されている場合などがみられる。こうした場合には、経年変化がなるべく辿りやすいカンファレンスと定期刊行物を中心に選んだ。

この参考資料で国別文献数推移を示すカンファレンスとトランザクション等の対応については、図表41に示すとおりである。

図表 41 ソサエティ別対照表（カンファレンス・トランザクション等）

No.	Society	ソサエティ
1	IEEE Aerospace and Electronic Systems Society <small>カンファレンス</small> IEEE Aerospace Conference National Aerospace & Electronics Conference (NAECON)	(航空宇宙電子システムソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems
2	IEEE Antennas and Propagation Society <small>カンファレンス</small> IEEE International Symposium on Antennas and Propagation	(アンテナ・伝播ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Antennas and Propagation
3	IEEE Broadcast Technology Society <small>カンファレンス</small> IEEE Broadcast Symposium IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)	(放送技術ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Broadcasting
4	IEEE Circuits and Systems Society <small>カンファレンス</small> IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)	(回路とシステムソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Circuits and Systems
5	IEEE Communications Society <small>カンファレンス</small> IEEE Global Communications Conference IEEE International Conference on Communications IEEE International Conference on Communications	(通信ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Communications IEEE Transactions on Multimedia IEEE Transactions on Wireless Communications
6	IEEE Components, Packaging, and Manufacturing Technology Society <small>カンファレンス</small> Electronic Components and Technology Conference (ECTC) Electronics Packaging Technology Conference (EPTC) Electronic System-Integration Technology Conference (ESTC)	(コンポーネント・パッケージング・製造技術ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology, Part A IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, Part B-Advanced Packaging IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, Part C
7	IEEE Computational Intelligence Society <small>カンファレンス</small> IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE) IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC) International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCD)	(計算機知能ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Fuzzy Systems IEEE Transactions on Evolutionary Computation IEEE Transactions on Neural Networks
8	IEEE Computer Society <small>カンファレンス</small> Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS) International Conference on Data Engineering (ICDE) International Conference on Software Engineering (ISCE) Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC) Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS) Symposium on Applications and the Internet	(コンピューターソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Computers IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering IEEE Transactions on Software Engineering IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems

No.	Society	ソサエティ
9	IEEE Consumer Electronics Society カンファレンス International Conference on Consumer Electronics (ICCE)	(家電ソサエティ) トランザクション等
10	IEEE Control Systems Society カンファレンス IEEE Conference on Decision and Control	(制御システムソサエティ) トランザクション等
11	IEEE Dielectrics and Electrical Insulation Society カンファレンス International Power Modulator & High Voltage Conference (IPMC) International Conf on Dielectric Liquids (ICDL) Electrical Insulation Conference (EIC) Workshop on Accelerated Stress Testing & Reliability (ASTR CFP)	(誘電体・絶縁ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation
12	IEEE Education Society カンファレンス IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)	(工学教育ソサエティ) トランザクション等
13	IEEE Electron Devices Society カンファレンス IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)	(電子デバイスソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Electron Devices
14	IEEE Electromagnetic Compatibility Society カンファレンス IEEE EMC Symposium	(電磁環境適合性(EMC)ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility
15	IEEE Engineering in Medicine and Biology Society カンファレンス Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)	(医療・生物工学ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Biomedical Engineering
16	IEEE Geoscience and Remote Sensing Society カンファレンス IEEE International Geoscience and Remote Sensing Society Symposium (IGRASS)	(地球科学。リモートセンシングソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing
17	IEEE Industrial Electronics Society カンファレンス Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON) International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (EPTA) International Symposium on Industrial Electronics (ISIE) IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT) IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)	(産業電子ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Industrial Electronics
18	IEEE Industry Applications Society カンファレンス Industry Application Society Annual Meeting	(工業利用ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Industry Applications
19	IEEE Information Theory Society カンファレンス International Symposium on Information Theory	(情報理論ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Information Theory
20	IEEE Instrumentation and Measurement Society カンファレンス IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) International Automativ Testing Conference (AUTOTESTCON)	(計装・測定ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement Society
21	IEEE Intelligent Transportation Systems Society カンファレンス IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)	(高度交通システム(ITS)ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems Society Intelligent Transportation Systems
22	IEEE Magnetics Society カンファレンス IEEE International Magnetics Conference (Intermag)	(磁気学ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Magnetics
23	IEEE Microwave Theory and Techniques Society カンファレンス International Microwave Symposium	(マイクロ波理論技術ソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques
24	IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society カンファレンス Particle Accelerator Conference (PAC) International Pulsed Power Conference IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS) Symposium on Fusion Engineering (SOFE) The Nuclear and Space Radiation Effects Conference Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	(核・プラズマソサエティ) トランザクション等 IEEE Transactions on Nuclear Science IEEE Transactions on Plasma Science
25	IEEE Oceanic Engineering Society カンファレンス OCEANS Conference	(海洋工学ソサエティ) トランザクション等 IEEE Journal of Ocean Engineering
26	IEEE Photonics Society カンファレンス Annual Meeting of the IEEE Photonics Society Annual Meeting of the IEEE Lasers & Electro-Optics Society	(フォトニクスソサエティ) トランザクション等 Journal of Lightwave Technology

No.	Society	ソサエティ
27	IEEE Power Electronics Society <small>カンファレンス</small> IEEE Power Electronics Specialists Conference	(高電圧工学ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Power Electronics
28	IEEE Power and Energy Society <small>カンファレンス</small> Power Systems Conference & Exhibition (PSCEx) PES General Meeting	(電力エネルギーソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Power Systems IEEE Transactions on Power Delivery
29	IEEE Product Safety Engineering Society <small>カンファレンス</small> IEEE Symposium on Product Compliance Engineering (ISPCEx)	(製品安全性工学ソサエティ) <small>トランザクション等</small>
30	IEEE Professional Communications Society <small>カンファレンス</small> International Professional Communication Conference (IPCC)	(専門コミュニケーションソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Professional Communications
31	IEEE Reliability Society <small>カンファレンス</small> Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)	(信頼性ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Reliability
32	IEEE Robotics and Automation Society <small>カンファレンス</small> International Conference on Robotics and Automation (ICRA)	(ロボット工学ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Robotics and Automation
33	IEEE Signal Processing Society <small>カンファレンス</small> International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) IEEE Society on Social Implications of Technology <small>カンファレンス</small> International Symposium on Technology and Society (ISTAS)	(信号処理ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Signal Processing (技術の社会的影響ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Technology and Society Magazine
34	IEEE Solid-State Circuits Society <small>カンファレンス</small> International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)	(固体回路ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Journal of Solid-State Circuits
35	IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society <small>カンファレンス</small> IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics	(サイバネティックスソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics
36	IEEE Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control Society <small>カンファレンス</small> IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics IEEE International Ultrasonics Symposium IEEE International Frequency Control Symposium	(超音波・強誘電体・周波数制御ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control
37	IEEE Vehicular Technology Society <small>カンファレンス</small> IEEE Vehicular Technology Conference	(車輻技術ソサエティ) <small>トランザクション等</small> IEEE Transactions on Vehicular Technology

※ ソサエティ・カンファレンス・トランザクション等の具体的な掲載ページについては、87 ページ以降に索引をあらためて設けている。

※ **2008 年定期刊行物文献数上位 25 カ国 (地域)**

01.米国、02.中国 (含：香港)、03.台湾、04.カナダ、05.韓国、06.日本、07.イタリア、08.英国、09.フランス、10.ドイツ (含；旧西ドイツ)、11.スペイン、12.シンガポール、13.オーストラリア、14.インド、15.オランダ、16.ギリシャ、17.スイス、18.ブラジル、19.ベルギー、20.スウェーデン、21.イスラエル、22.フィンランド、23.トルコ、24.ポーランド、25.イラン

(参考資料Ⅱ：次ページ以降に続く)

参考資料Ⅱ グラフ編

(次ページに続く)

索引 (グラフ編)

1.1 IEEE AEROSPACE AND ELECTRIC SYSTEMS SOCIETY (航空宇宙電子システムソサエティ)	100
1.1.1 National Aerospace and Electronics Conference.....	100
1.1.2 IEEE Aerospace Conference	100
1.1.3 IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems	101
1.2 IEEE ANTENNAS AND PROPAGATION (アンテナ・伝播ソサエティ)	102
1.2.1 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation	102
1.2.2 IEEE Transactions on Antennas and Propagation	102
1.3 IEEE BROADCAST TECHNOLOGY SOCIETY (放送技術ソサエティ)	103
1.3.1 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting	103
1.3.2 IEEE Transactions on Broadcasting	103
1.4 IEEE CIRCUITS AND SYSTEMS SOCIETY (回路とシステムソサエティ)	104
1.4.1 IEEE International Symposium on Circuits and Systems	104
1.4.2 IEEE Transactions on Circuits and Systems	104
1.5 IEEE COMMUNICATIONS SOCIETY (通信ソサエティ)	105
1.5.1 IEEE Global Communications Conference	105
1.5.2 IEEE Transactions on Communications.....	105
1.5.3 IEEE International Conference on Communications	106
1.5.4 IEEE Transactions on Multimedia,	106
1.5.5 IEEE Transactions on Wireless Communication.....	107
1.6 IEEE COMPONENTS, PACKAGING AND MANUFACTURING TECHNOLOGY SOCIETY (コンポーネント・ パッケージング・製造技術ソサエティ)	108
1.6.1 Electronic Components and Technology Conference	108
1.6.2 IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies	108
1.6.3 Electronic Packaging Technology Conference.....	109
1.6.4 IEEE Transactions on Advanced Packaging	109
1.6.5 Electronic System-Integration Technology Conference	110
1.6.6 IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing.....	110
1.7 IEEE COMPUTATIONAL INTELLIGENCE SOCIETY (計算機知能ソサエティ)	111
1.7.1 IEEE International Conference on Fuzzy Systems	111
1.7.2 IEEE Transactions on Fuzzy Systems.....	111
1.7.3 IEEE Congress on Evolutionary Computation	112
1.7.4 IEEE Transactions on Evolutionary Computation.....	112
1.7.5 International Joint Conference on Neural Networks	113
1.7.6 IEEE Transactions on Neural Networks	113

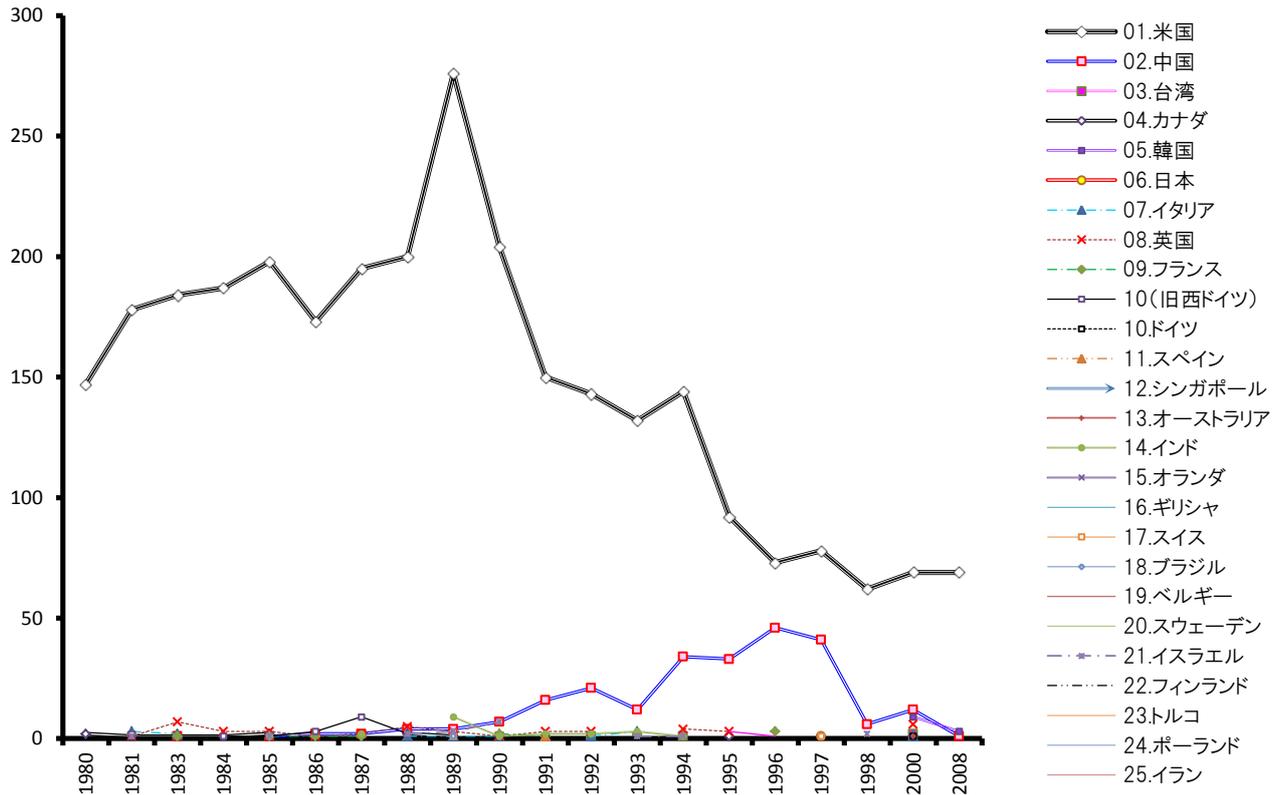
1.8 IEEE COMPUTER SOCIETY (コンピューターソサエティ)	114
1.8.1 Symposium on Foundations of Computer Science	114
1.8.2 IEEE Transactions on Computers	114
1.8.3 International Conference on Data Engineering	115
1.8.4 IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering	115
1.8.5 Annual IEEE Computer Software and Applications Conference	116
1.8.6 International Conference on Software Engineering	117
1.8.7 IEEE Transactions on Software Engineering	117
1.8.8 Computer Vision and Pattern Recognition	118
1.8.9 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	118
1.8.10 International Conference on Parallel and Distributed Systems	119
1.8.11 IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems	119
1.9 IEEE CONSUMER ELECTRONICS SOCIETY (家電ソサエティ)	120
1.9.1 IEEE International Conference on Consumer Electronics	120
1.9.2 IEEE Transactions on Consumer Electronics	120
1.10 IEEE CONTROL SYSTEMS SOCIETY (制御システムソサエティ)	121
1.10.1 IEEE Conference on Decision and Control	121
1.10.2 IEEE Transactions on Control Systems Technology	121
1.11 IEEE DIELECTRICS AND ELECTRICAL INSULATION SOCIETY (誘電体・絶縁ソサエティ)	122
1.11.1 International Power Modulators Symposium and High Voltage Conference	122
1.11.2 International Conference on Dielectric Liquids	122
1.11.3 IEEE Symposium on Electrical Insulation	123
1.11.4 IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation	123
1.12 IEEE ELECTRON DEVICES SOCIETY (電子デバイスソサエティ)	124
1.12.1 International Electron Devices Meeting	124
1.12.2 IEEE Transactions on Electron Devices	124
1.13 IEEE ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY SOCIETY (電磁環境適合性 (EMC) ソサエティ)	125
1.13.1 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility	125
1.13.2 IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility	125
1.14 IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY (医療・生物工学ソサエティ)	126
1.14.1 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society	126
1.14.2 IEEE Transactions on Biomedical Engineering	126
1.15 IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SOCIETY (地球科学、リモートセンシングソサエティ)	127
1.15.1 International Geoscience and Remote Sensing Symposium	127
1.15.2 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	127
1.16 IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY (産業電子ソサエティ)	128
1.16.1 Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	128
1.16.2 IEEE Transactions on Industrial Electronics	128
1.17 IEEE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY (工業利用ソサエティ)	129
1.17.1 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting	129

1.17.2 IEEE Transactions on Industry Applications	129
1.18 IEEE INFORMATION THEORY SOCIETY (情報理論ソサエティ)	130
1.18.1 IEEE International Symposium on Information Theory	130
1.18.2 IEEE Transactions on Information Theory	130
1.19 IEEE INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT SOCIETY (計装・測定ソサエティ)	131
1.19.1 International Automatic Testing Conference	131
1.19.2 IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	131
1.20 IEEE INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS SOCIETY (高度交通システム (ITS)ソサエティ) ..	132
1.20.1 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems	132
1.20.2 IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems Society	132
1.21 IEEE MAGNETICS SOCIETY (磁気学ソサエティ)	133
1.21.1 IEEE International Magnetics Conference	133
1.21.2 IEEE Transactions on Magnetics	133
1.22 IEEE MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES SOCIETY (マイクロ波理論技術ソサエティ)	134
1.22.1 International Microwave Symposium	134
1.22.2 IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques	134
1.23 IEEE NUCLEAR AND PLASMA SCIENCE SOCIETY (核・プラズマソサエティ)	135
1.23.1 IEEE Nuclear Science Symposium	135
1.23.2 IEEE Transactions on Nuclear Science	135
1.23.3 IEEE International Conference on Plasma Science	136
1.23.4 IEEE Transactions on Plasma Science	136
1.24 IEEE OCEANIC ENGINEERING SOCIETY (海洋工学ソサエティ)	137
1.24.1 OCEANS Conference	137
1.24.2 IEEE Journal of Oceanic Engineering	137
1.25 IEEE PHOTONICS SOCIETY (フォトニクスソサエティ)	138
1.25.1 Annual Meeting of the IEEE Lasers and Electro-Optics Society	138
1.25.2 Journal of Lightwave Technology	138
1.26 IEEE POWER ELECTRONICS SOCIETY (高電圧工学ソサエティ)	139
1.26.1 IEEE Power Electronics Specialists Conference	139
1.26.2 IEEE Transactions on Power Electronics	139
1.27 IEEE POWER AND ENERGY SOCIETY (電力エネルギーソサエティ)	140
1.27.1 Power Systems Conference and Exhibition	140
1.27.2 IEEE Transactions on Power Systems	140
1.27.3 Power Engineering Society General Meeting	141
1.27.4 IEEE Transactions on Power Delivery	141
1.28 IEEE PRODUCT SAFETY ENGINEERING SOCIETY (製品安全性工学ソサエティ)	142
1.28.1 IEEE Symposium on Product Compliance Engineering	142
1.29 IEEE PROFESSIONAL COMMUNICATIONS SOCIETY (専門コミュニケーションソサエティ)	143
1.29.1 International Professional Communication Conference	143
1.29.2 IEEE Transactions on Professional Communications	143

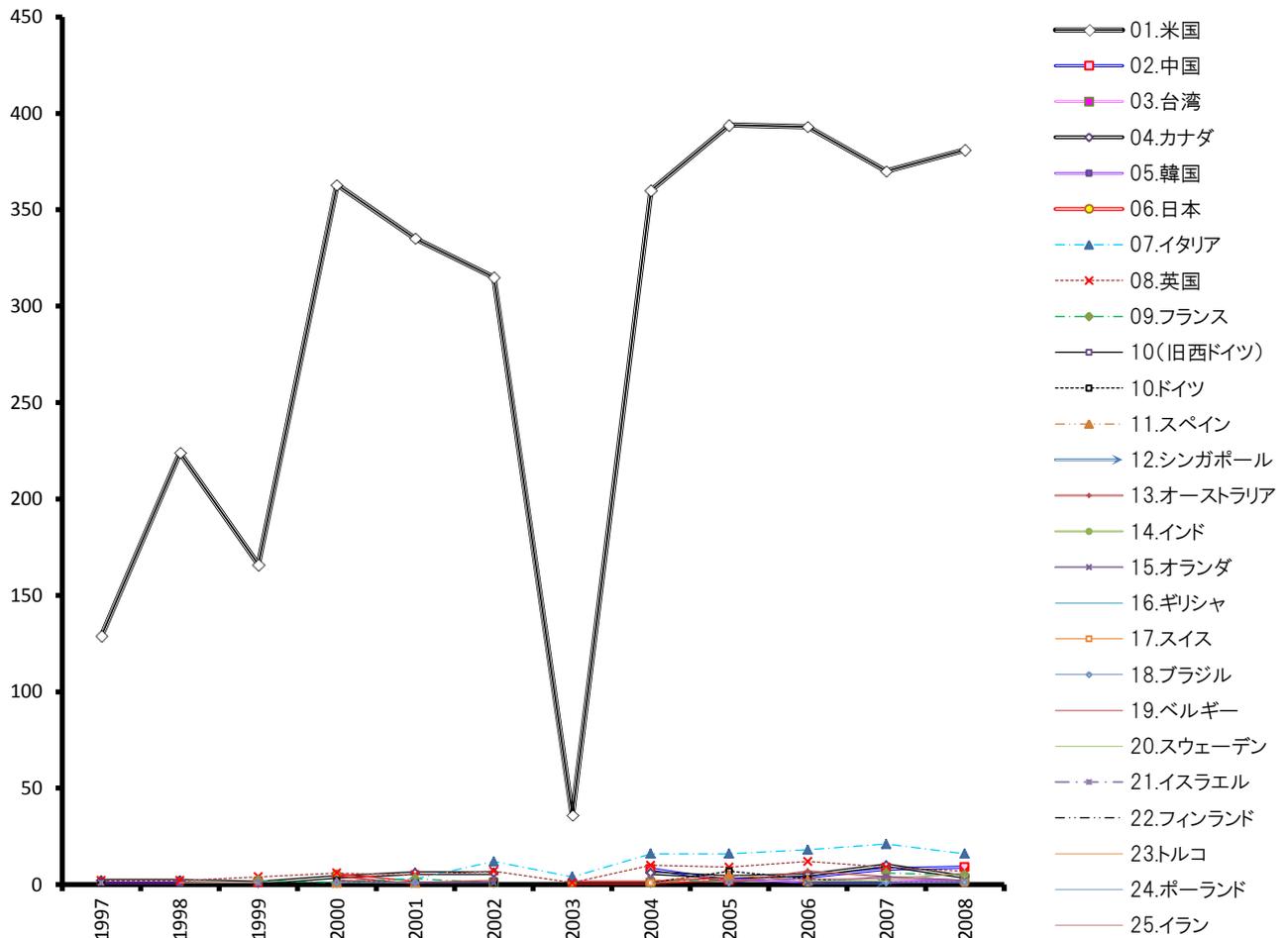
1.30 IEEE RELIABILITY SOCIETY (信頼性ソサエティ)	144
1.30.1 Annual Reliability and Maintainability Symposium	144
1.30.2 IEEE Transactions on Reliability.....	144
1.31 IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION SOCIETY (ロボット工学ソサエティ)	145
1.31.1 International Conference on Robotics and Automation	145
1.31.2 IEEE Transactions on Robotics and Automation	145
1.32 IEEE SIGNAL PROCESSING SOCIETY (信号処理ソサエティ)	146
1.32.1 International Symposium on Acoustics, Speech, and Signal Processing.....	146
1.32.2 IEEE Transactions on Signal Processing	146
1.33 IEEE SOCIETY ON SOCIAL IMPLICATIONS OF TECHNOLOGY (技術の社会的影響ソサエティ)	147
1.33.1 International Symposium on Technology and Society	147
1.33.2 IEEE Technology and Society Magazine	147
1.34 IEEE SOLID-STATE CIRCUITS SOCIETY (固体回路ソサエティ)	148
1.34.1 International Solid-State Circuits Conference.....	148
1.34.2 IEEE Journal of Solid-State Circuits	148
1.35 IEEE SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS SOCIETY (サイバネティックスソサエティ)	149
1.35.1 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics.....	149
1.35.2 IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,	149
1.36 IEEE ULTRASONICS, FERROELECTRICS, AND FREQUENCY CONTROL SOCIETY (超音波・強誘電体・周 波数制御ソサエティ)	150
1.36.1 IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics	150
1.36.2 IEEE International Ultrasonics Symposium	150
1.36.3 IEEE International Frequency Control Symposium	151
1.36.4 IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control.....	151
1.37 IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY SOCIETY (車輛技術ソサエティ)	152
1.37.1 IEEE Vehicular Technology Conference	152
1.37.2 IEEE Transactions on Vehicular Technology	152

1.1 IEEE Aerospace and Electric Systems Society (航空宇宙電子システムソサエティ)

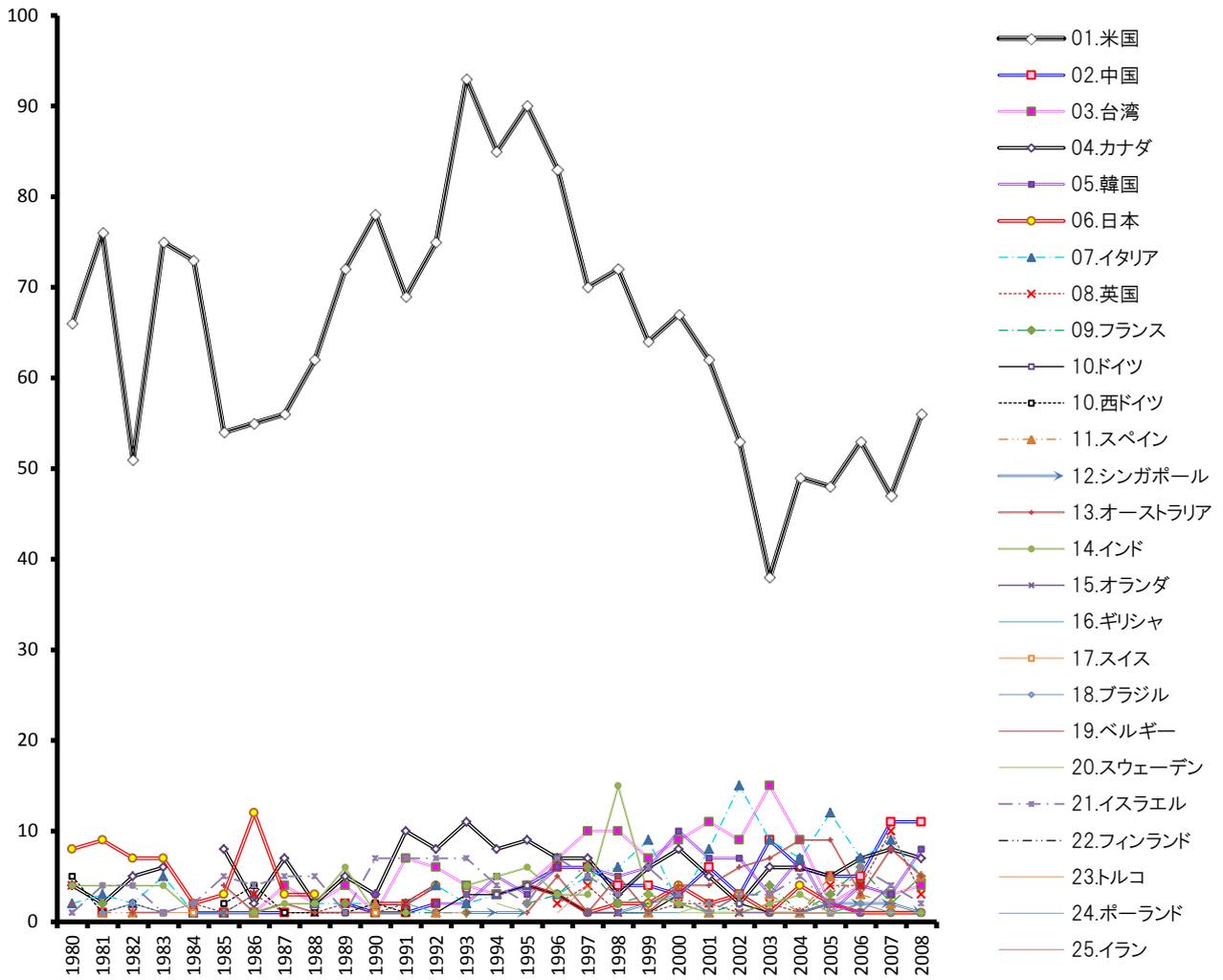
1.1.1 National Aerospace and Electronics Conference



1.1.2 IEEE Aerospace Conference

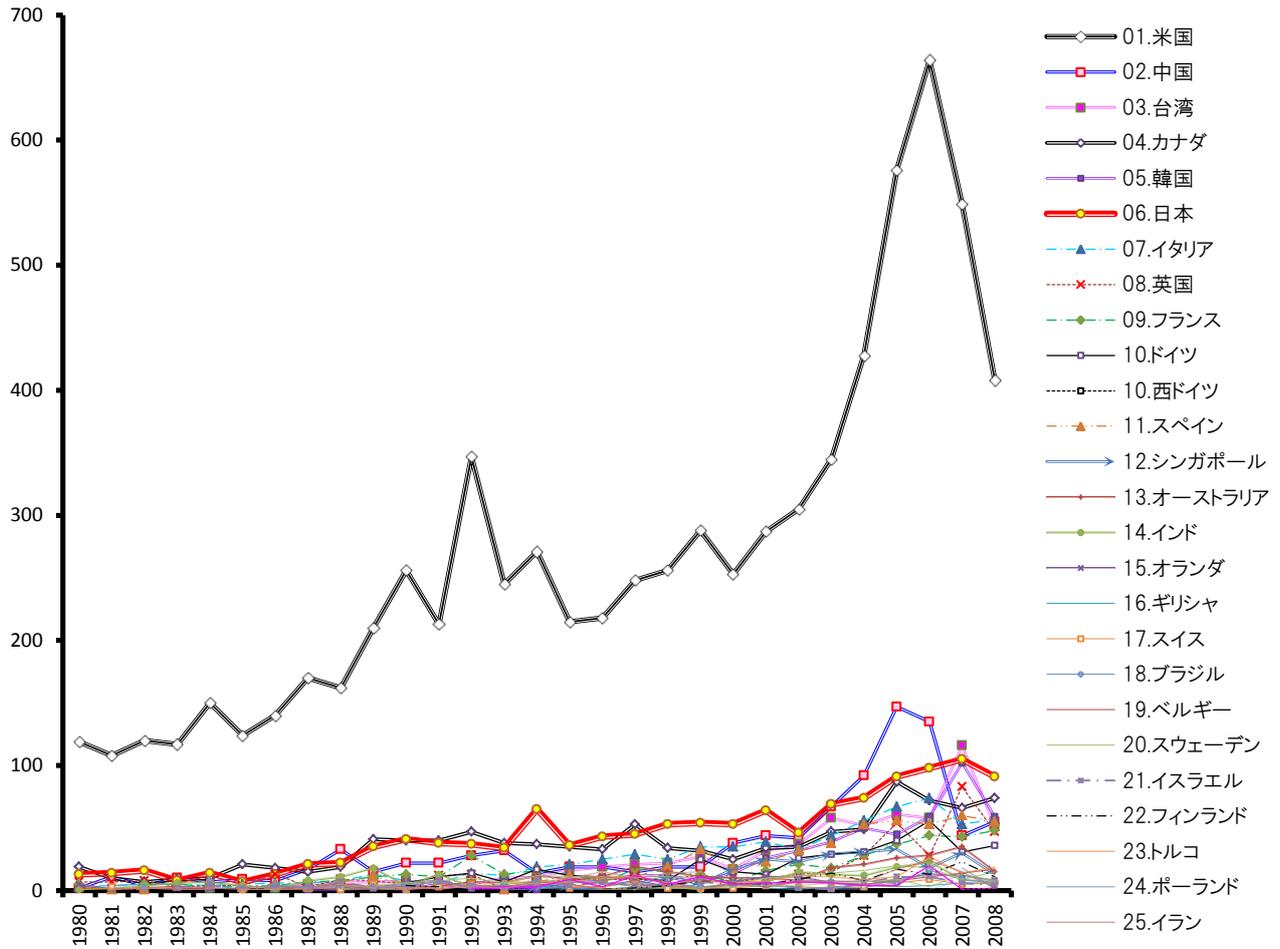


1.1.3 IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems

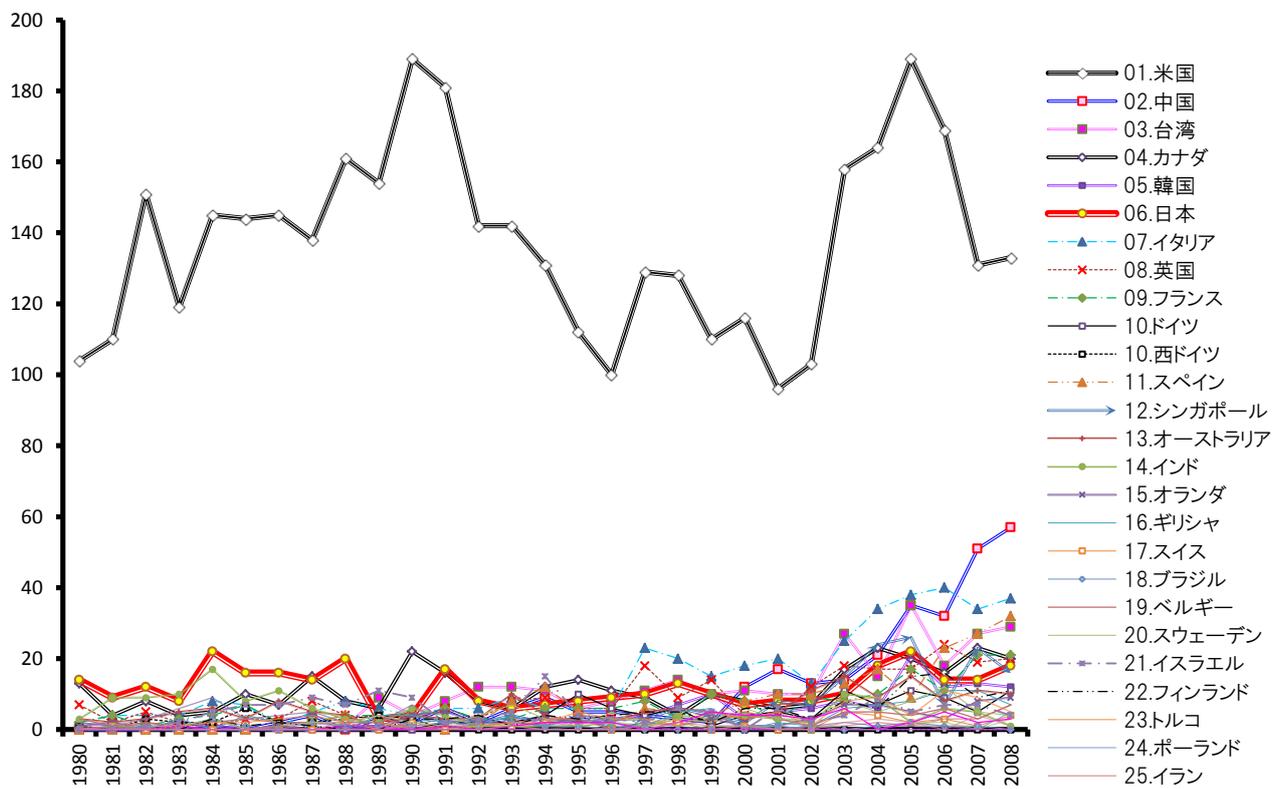


1.2 IEEE Antennas and Propagation (アンテナ・伝播ソサエティ)

1.2.1 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation

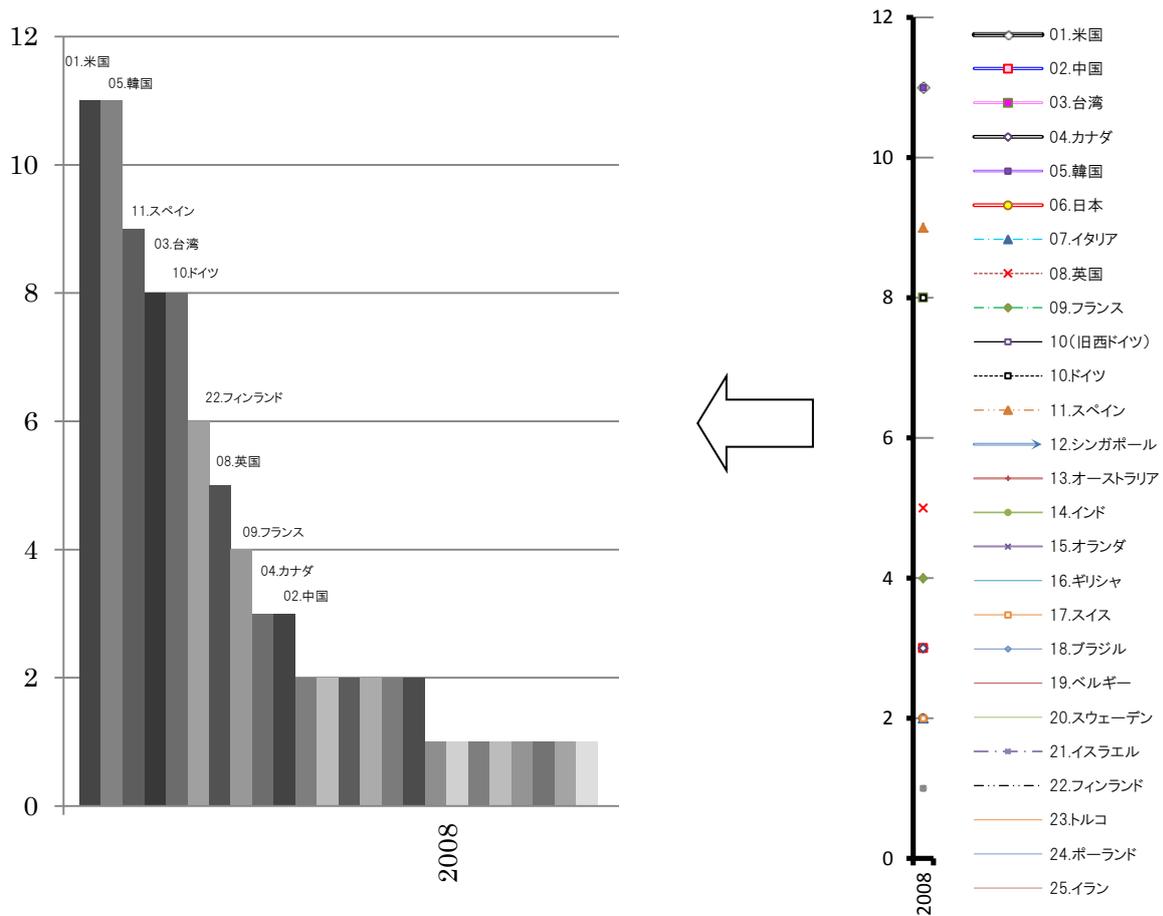


1.2.2 IEEE Transactions on Antennas and Propagation

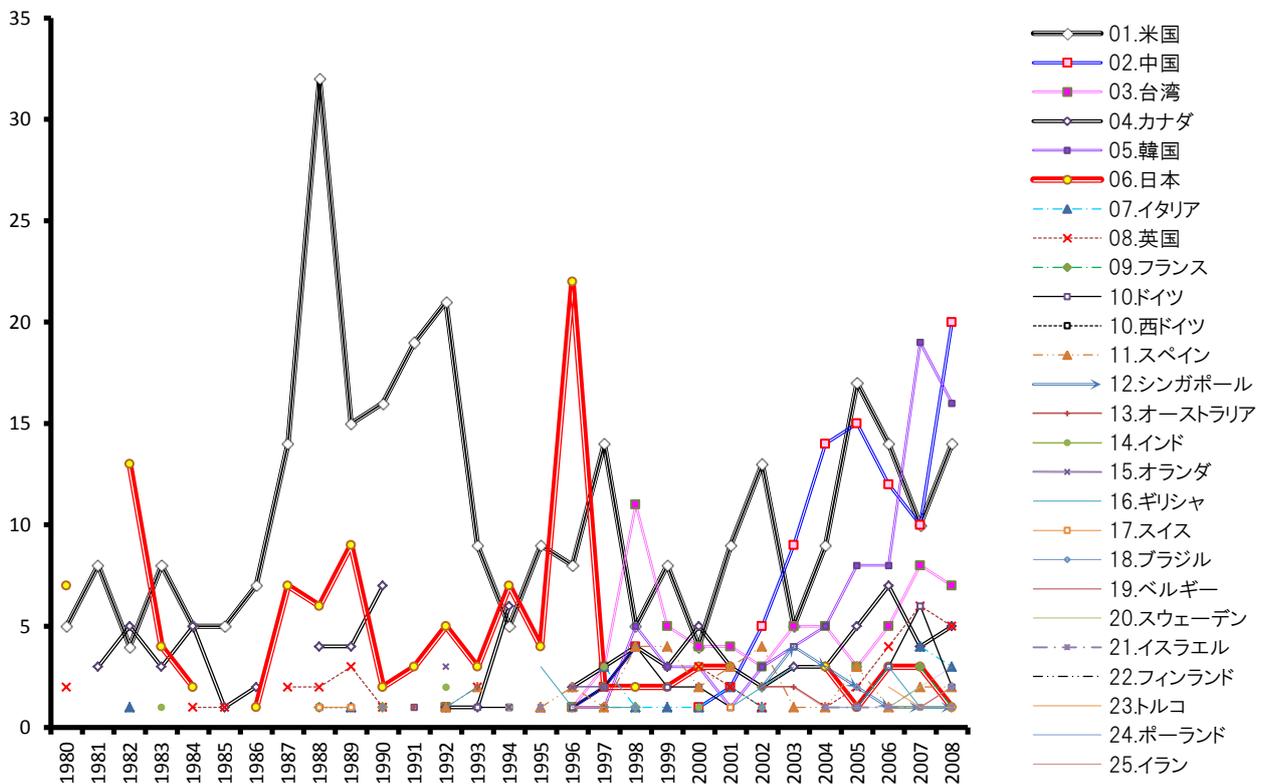


1.3 IEEE Broadcast Technology Society (放送技術ソサエティ)

1.3.1 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting

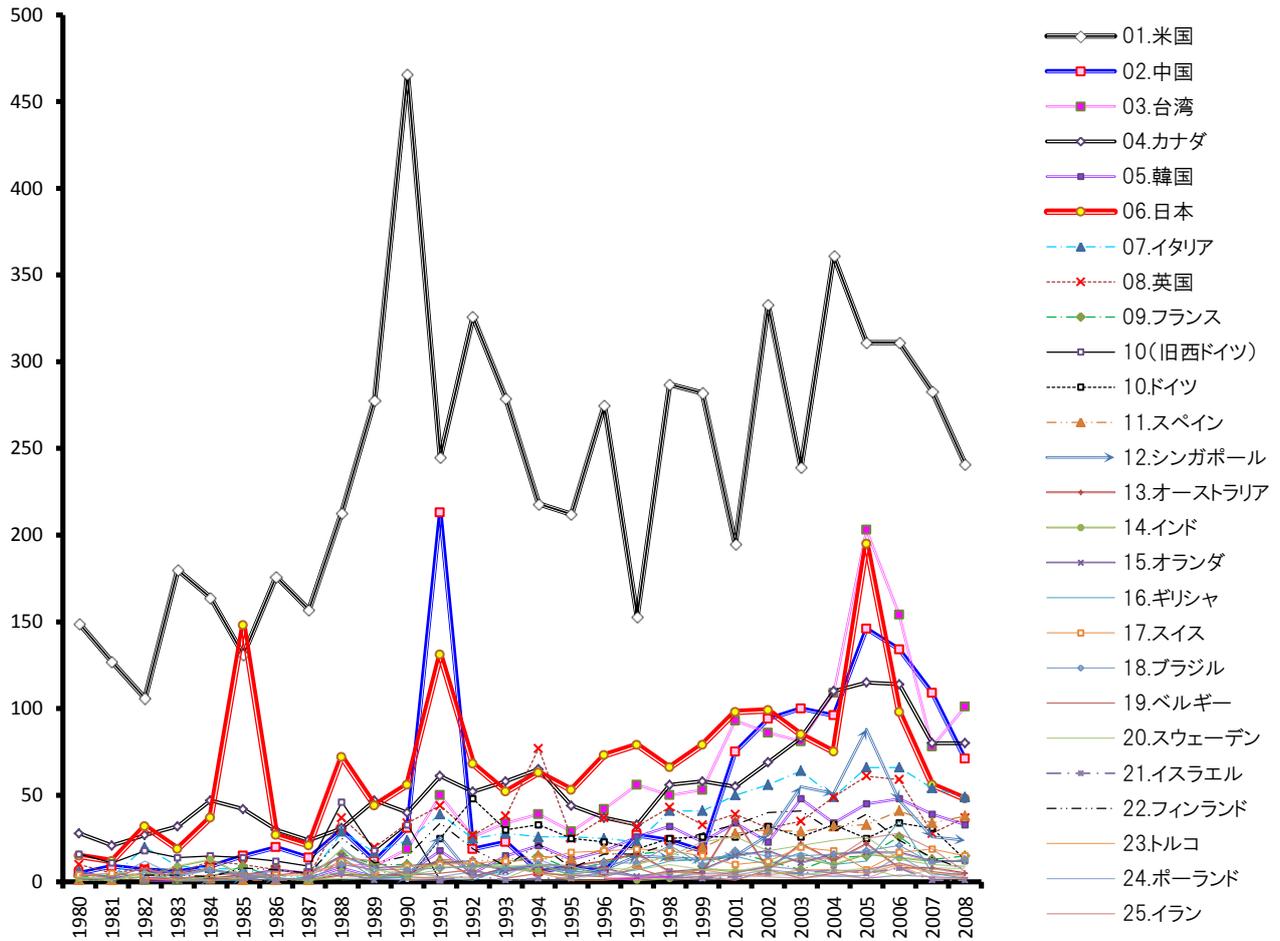


1.3.2 IEEE Transactions on Broadcasting

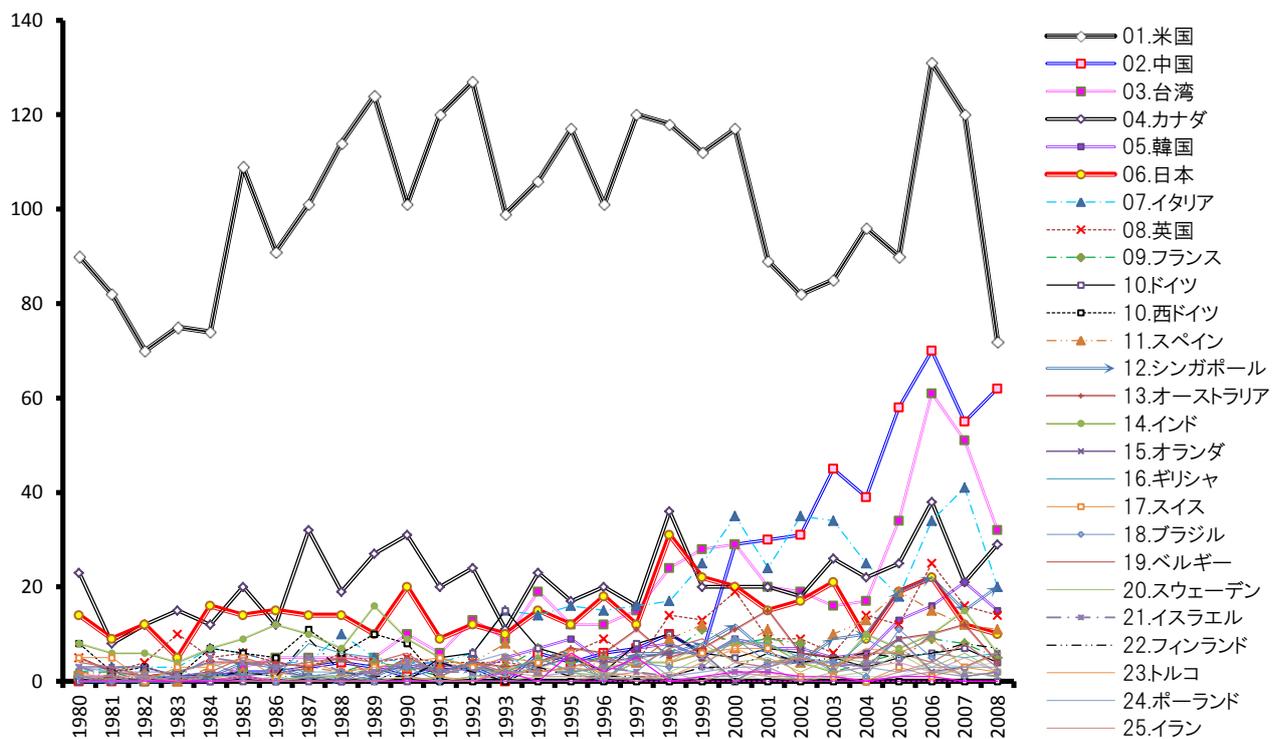


1.4 IEEE Circuits and Systems Society (回路とシステムソサエティ)

1.4.1 IEEE International Symposium on Circuits and Systems



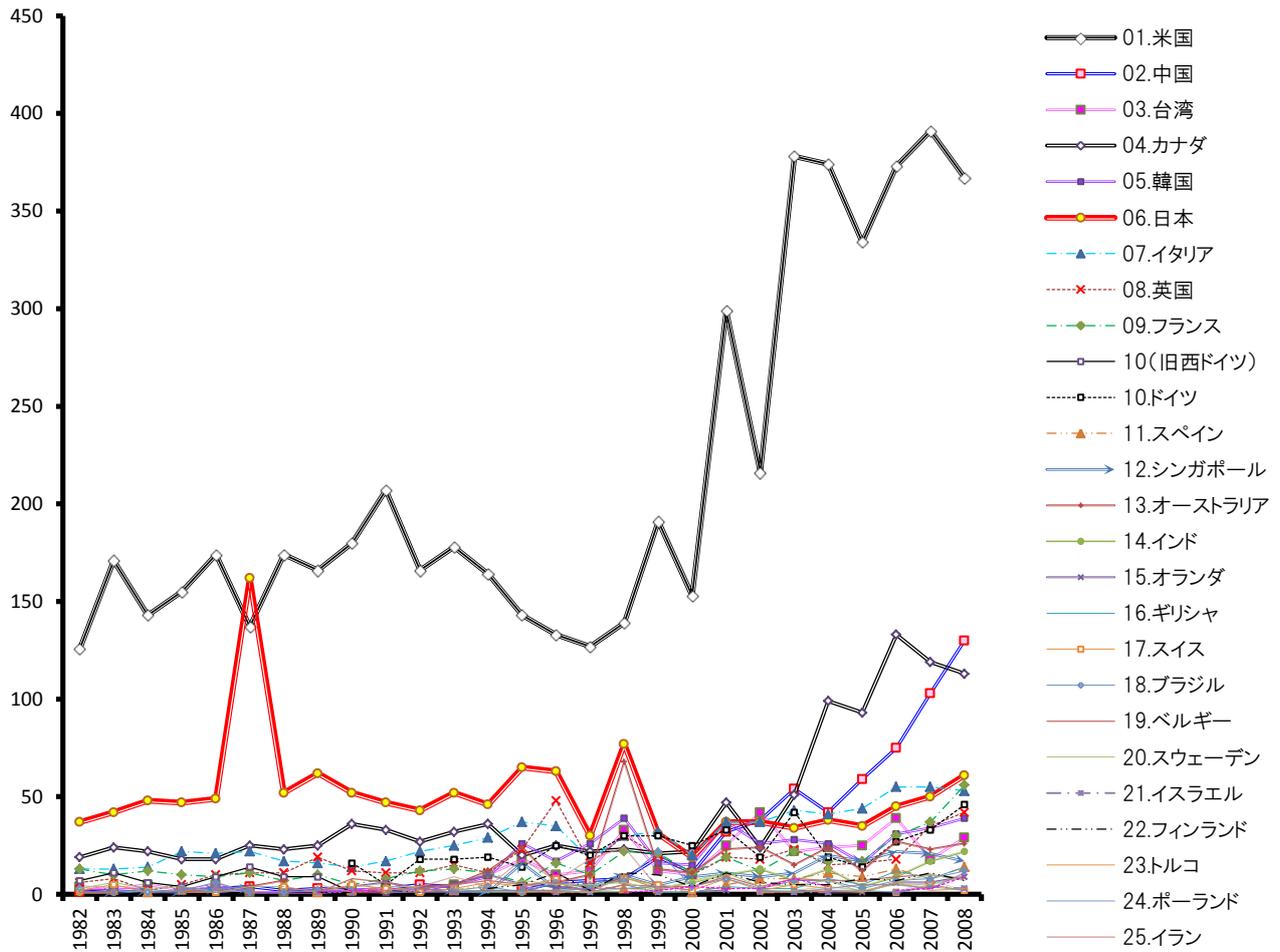
1.4.2 IEEE Transactions on Circuits and Systems



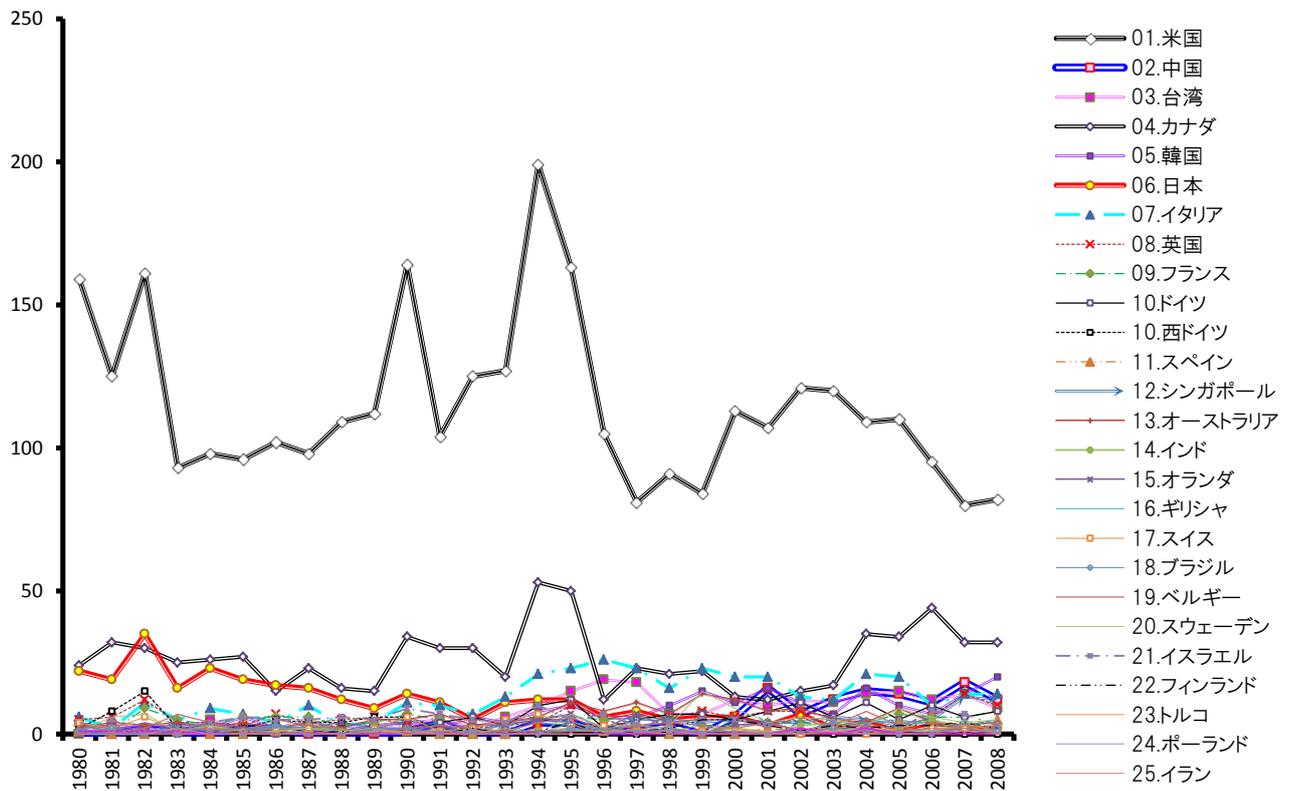
※分冊は全て統合表記している

1.5 IEEE Communications Society (通信ソサエティ)

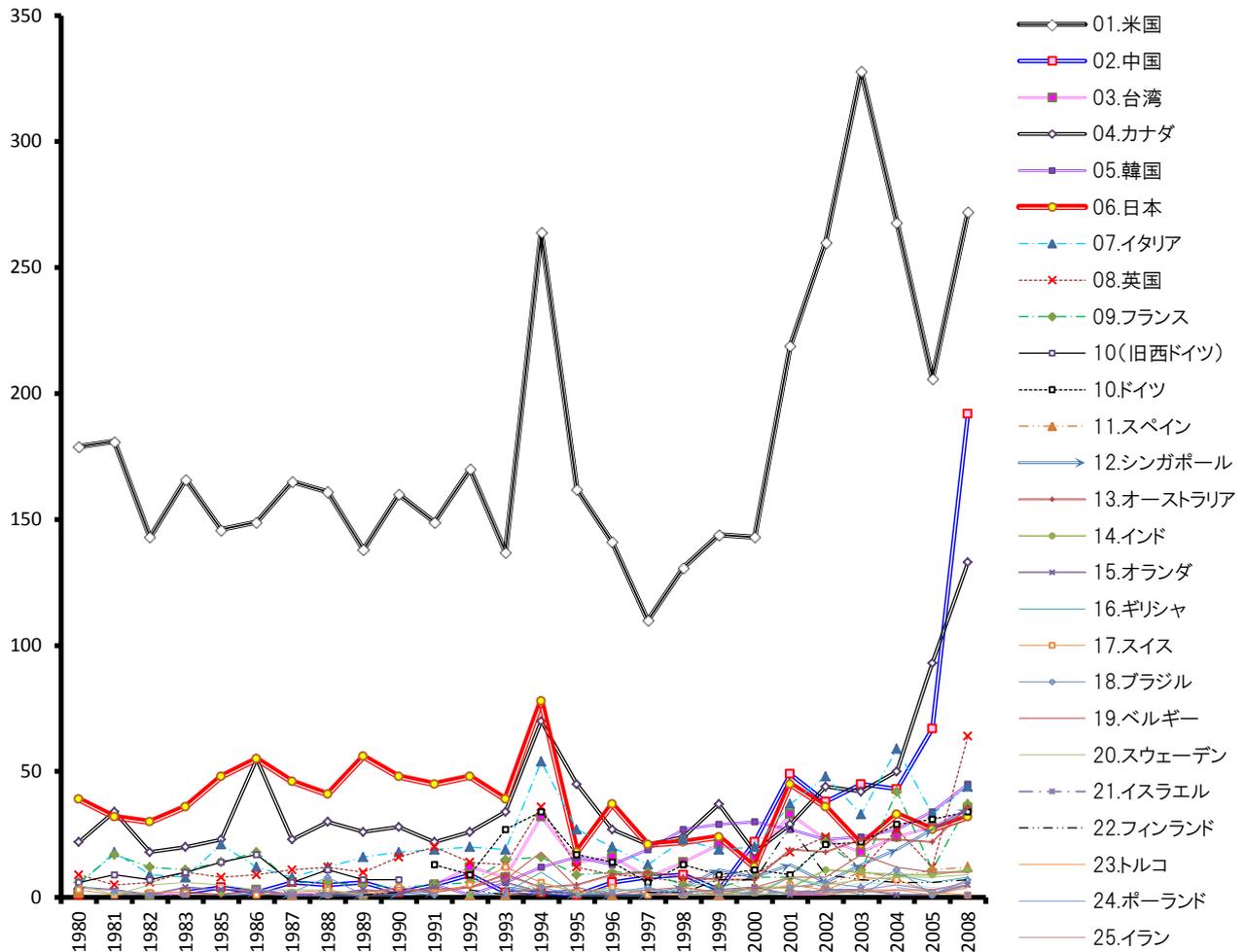
1.5.1 IEEE Global Communications Conference



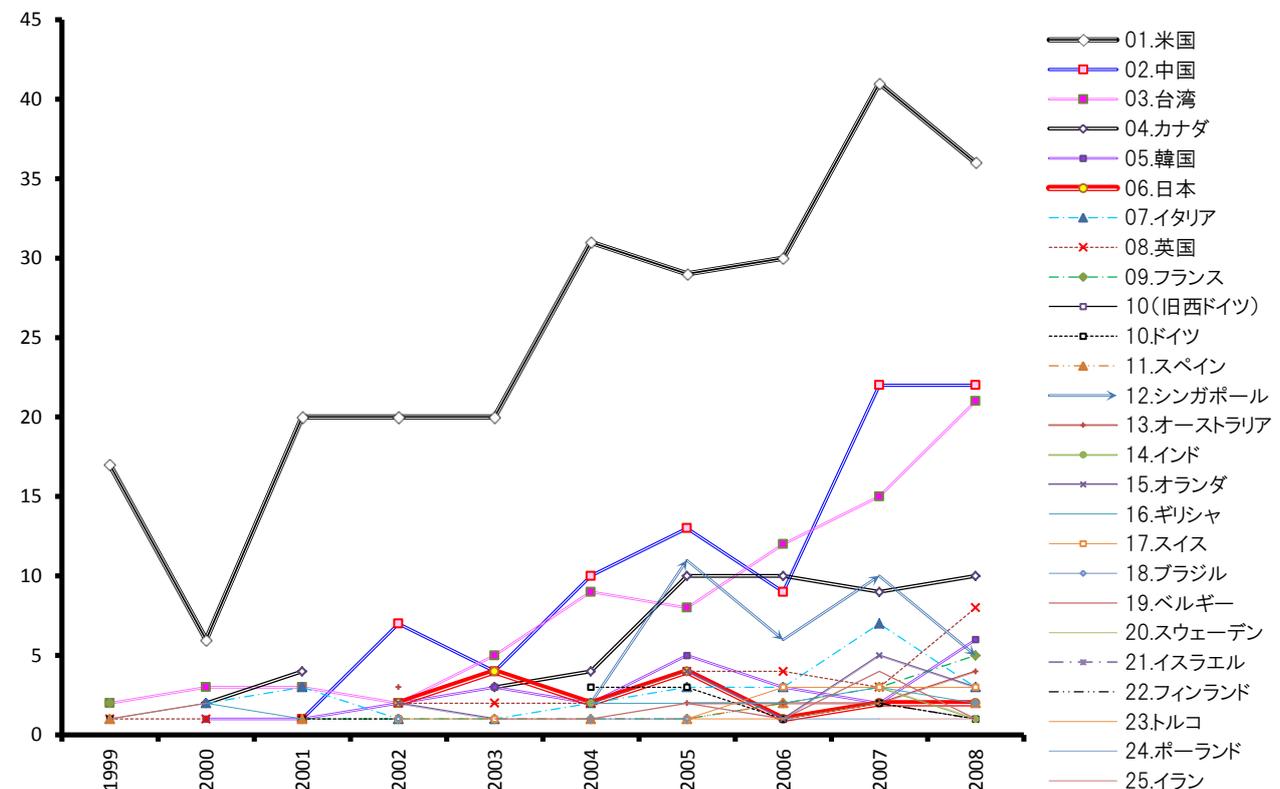
1.5.2 IEEE Transactions on Communications



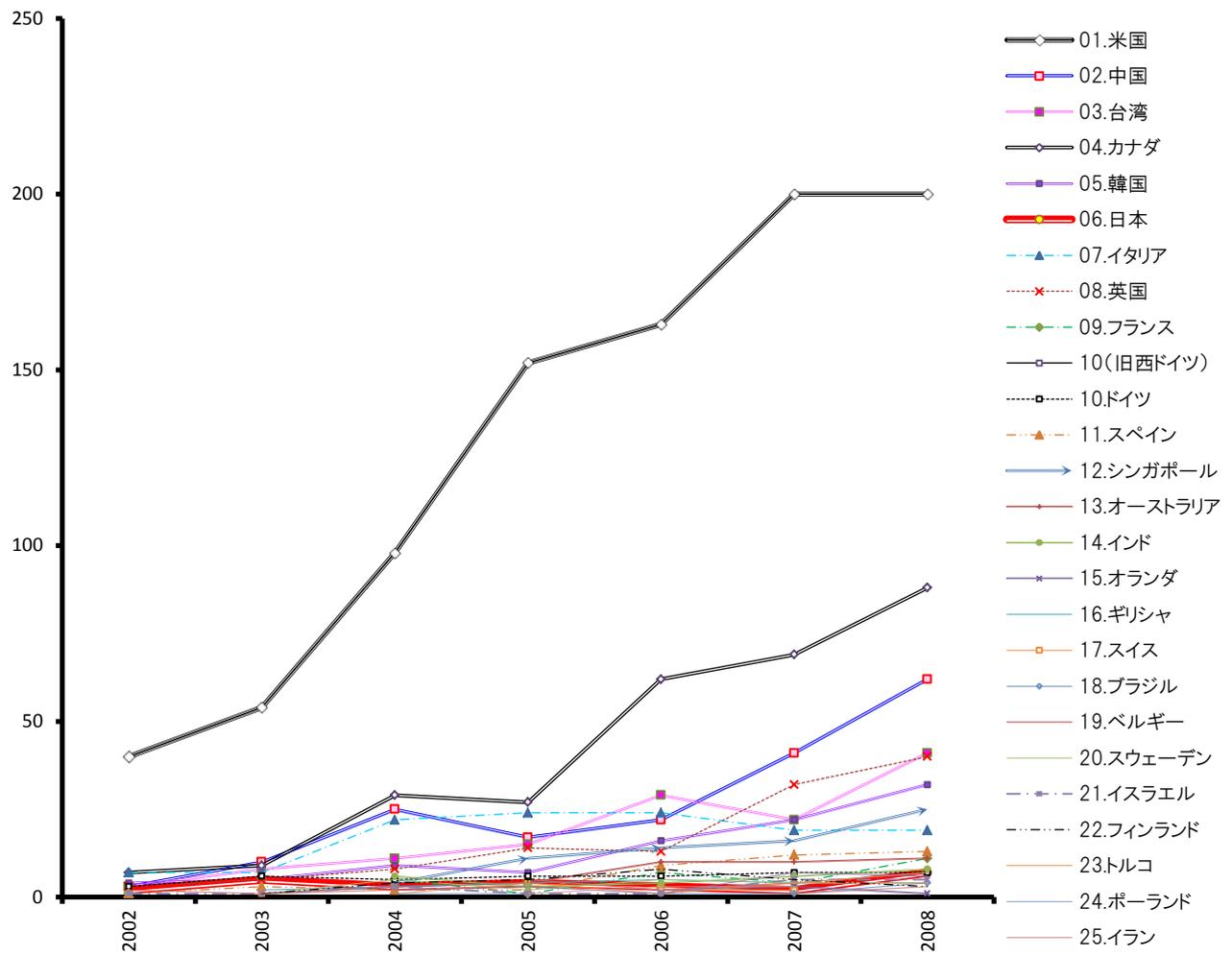
1.5.3 IEEE International Conference on Communications



1.5.4 IEEE Transactions on Multimedia,

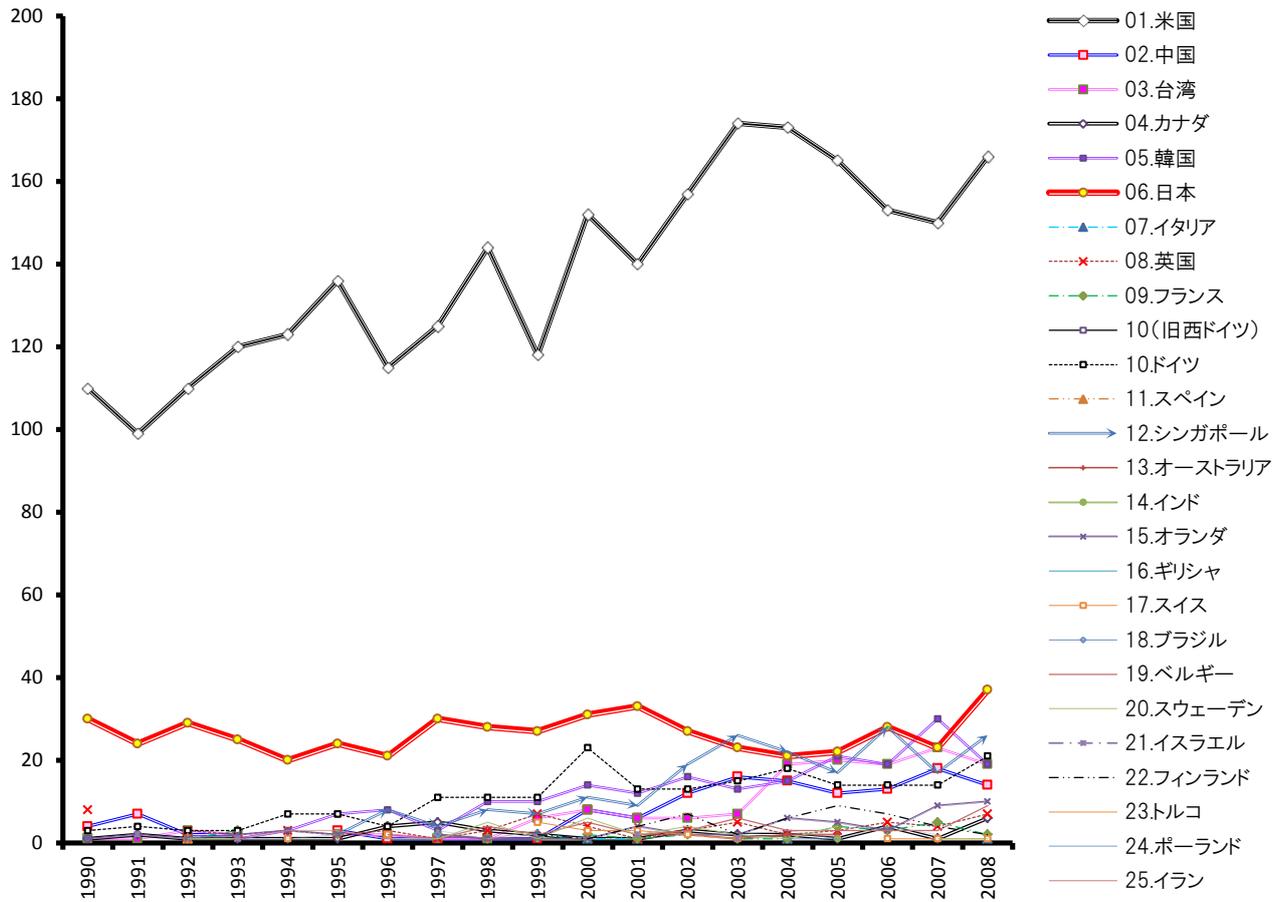


1.5.5 IEEE Transactions on Wireless Communication

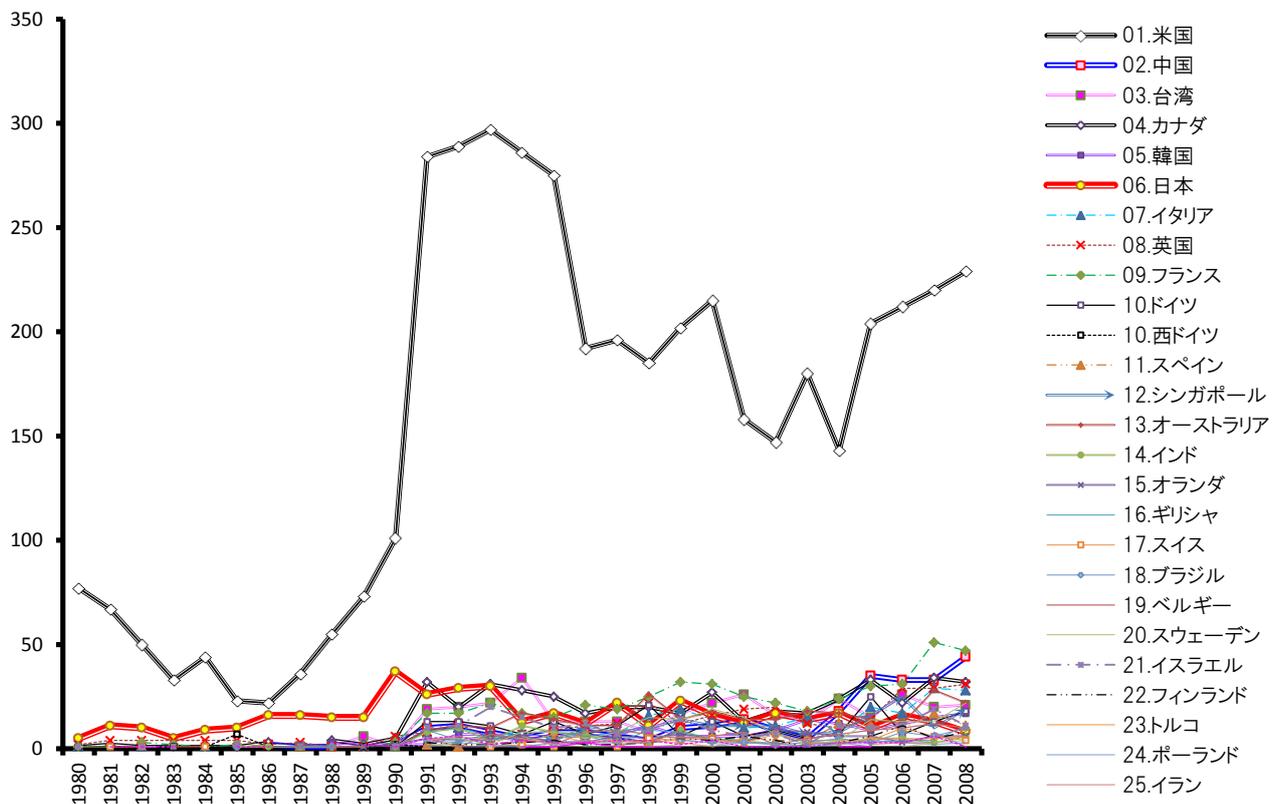


1.6 IEEE Components, Packaging and Manufacturing Technology Society (コンポーネント・パッケージング・製造技術ソサエティ)

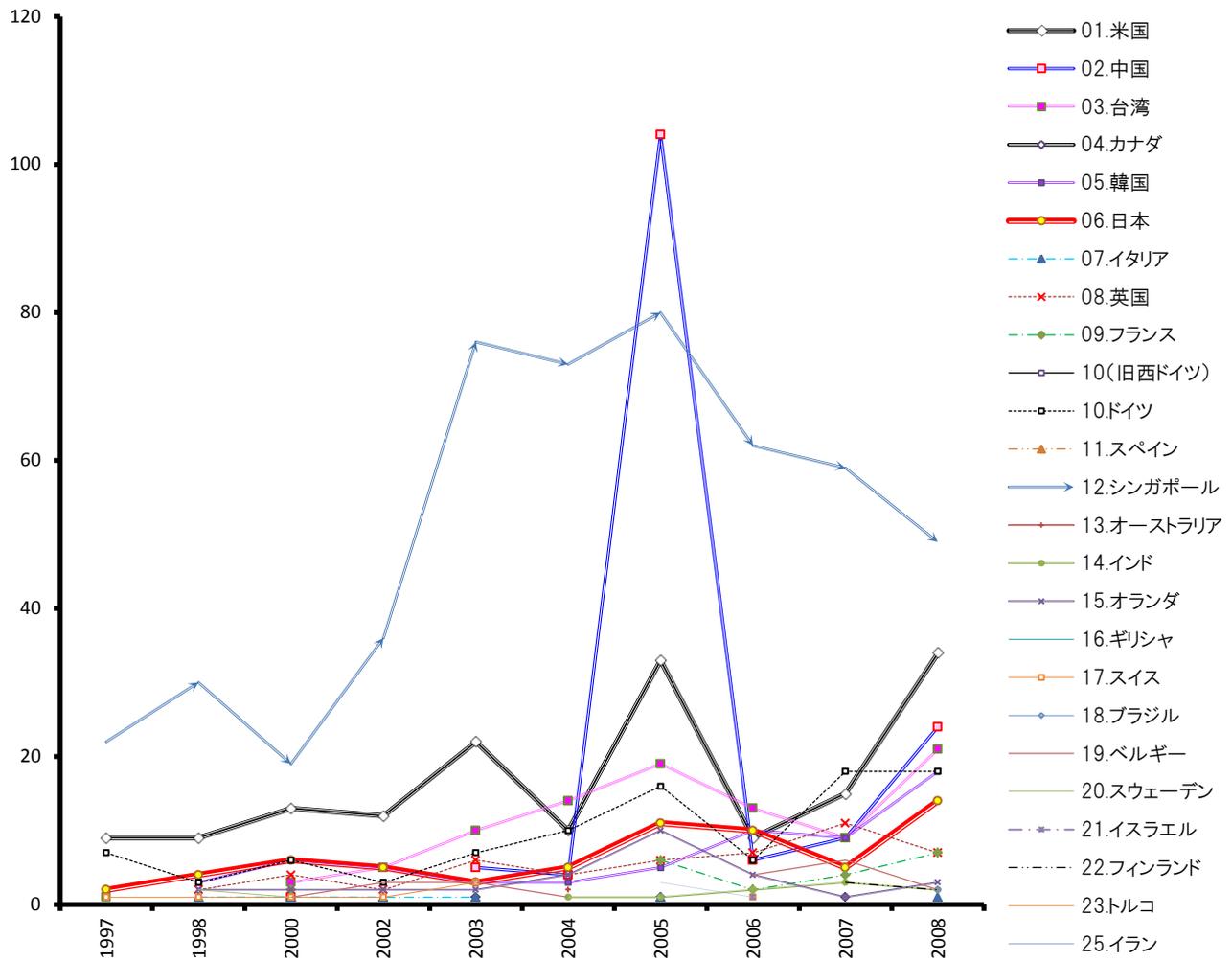
1.6.1 Electronic Components and Technology Conference



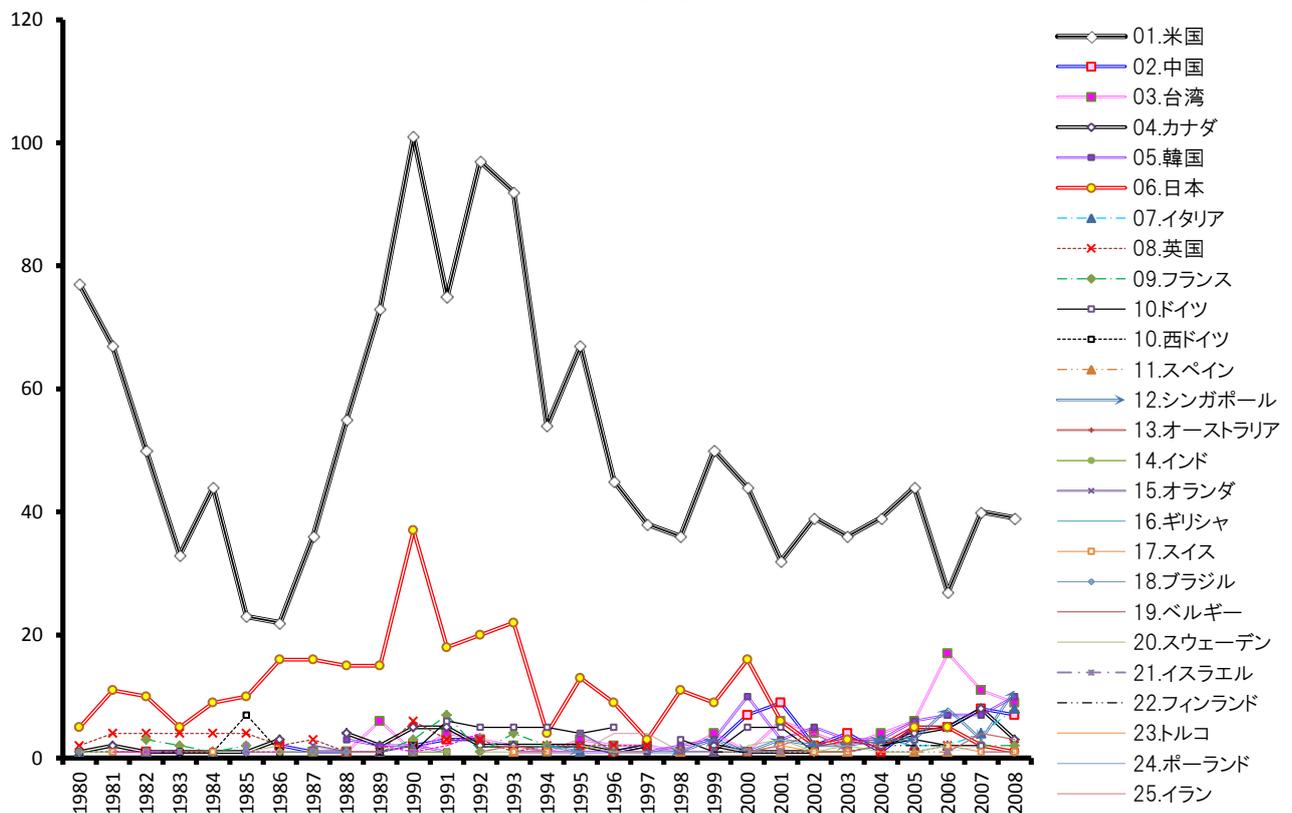
1.6.2 IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies



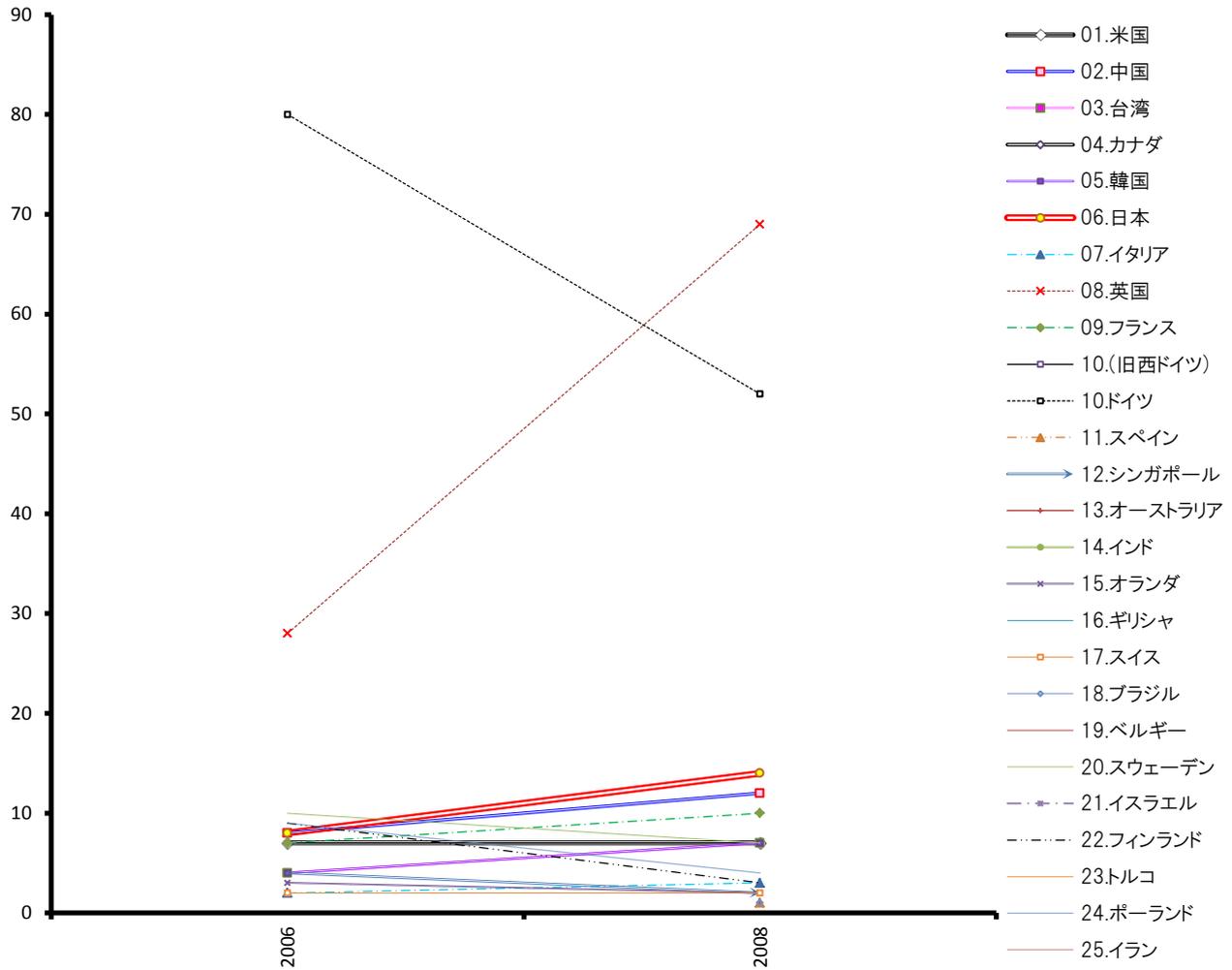
1.6.3 Electronic Packaging Technology Conference



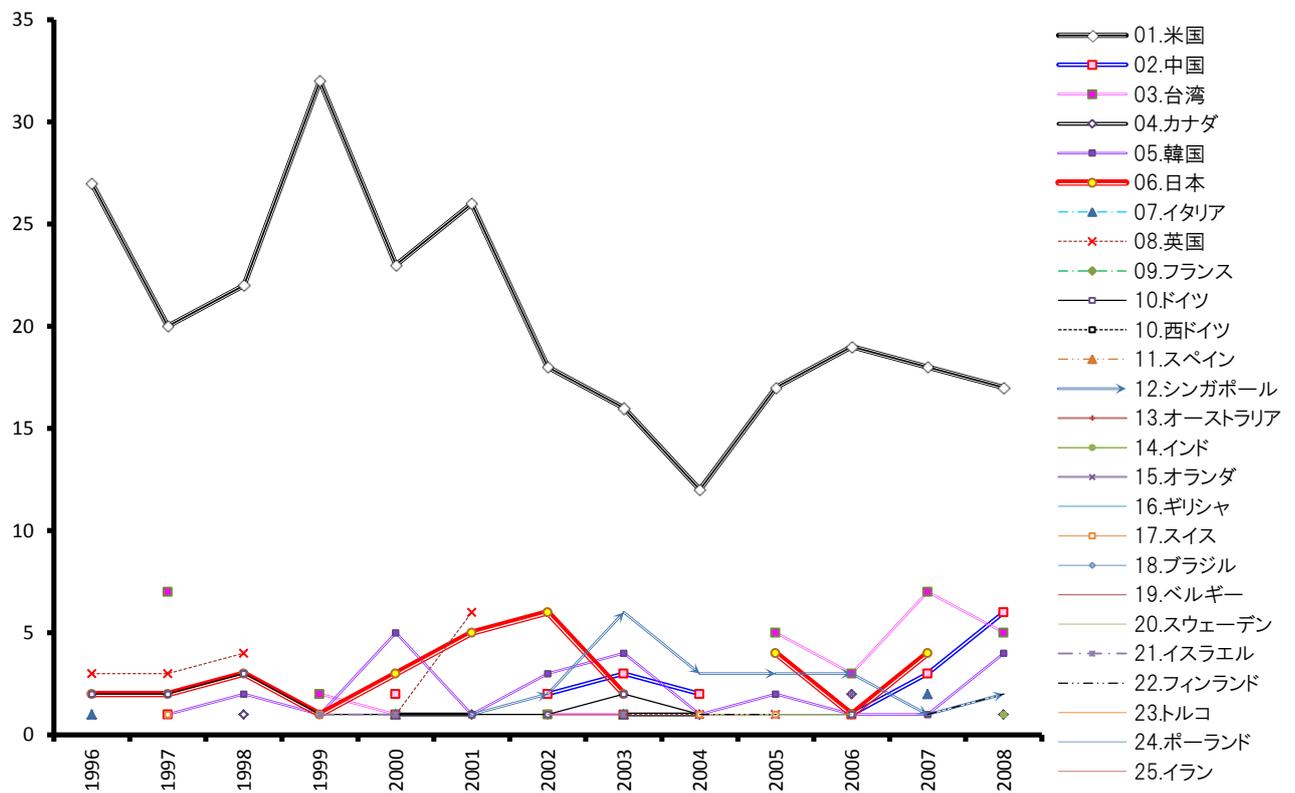
1.6.4 IEEE Transactions on Advanced Packaging



1.6.5 Electronic System-Integration Technology Conference

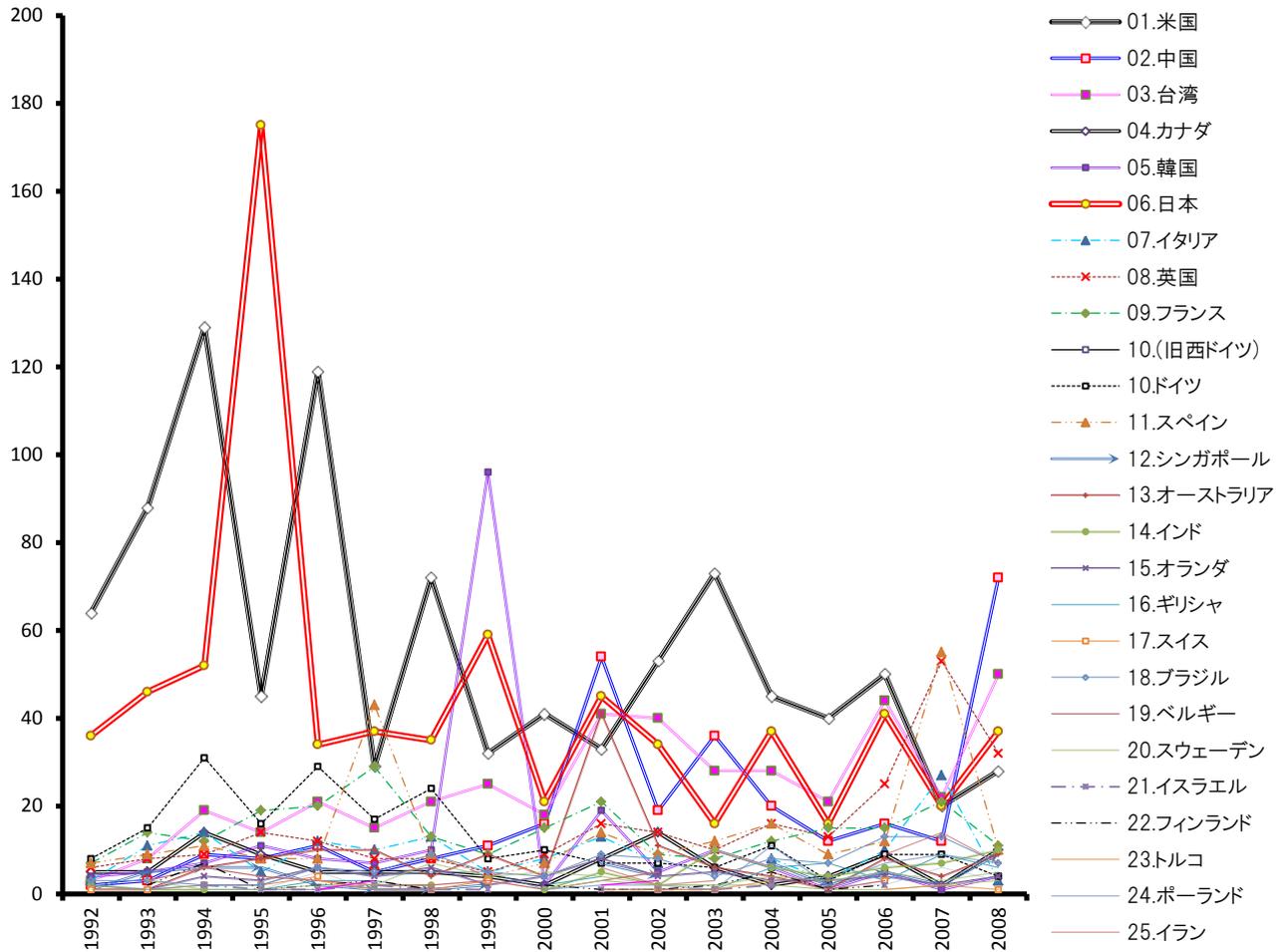


1.6.6 IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing

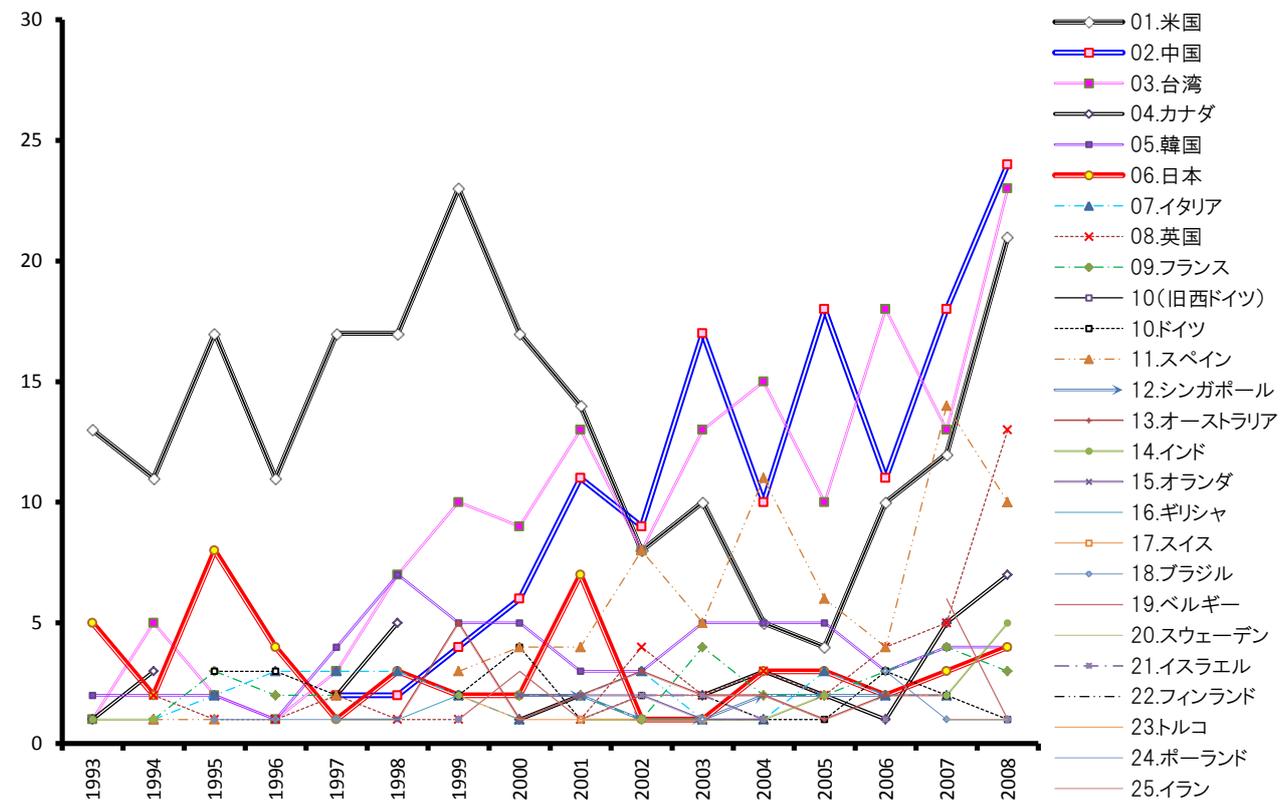


1.7 IEEE Computational Intelligence Society (計算機知能ソサエティ)

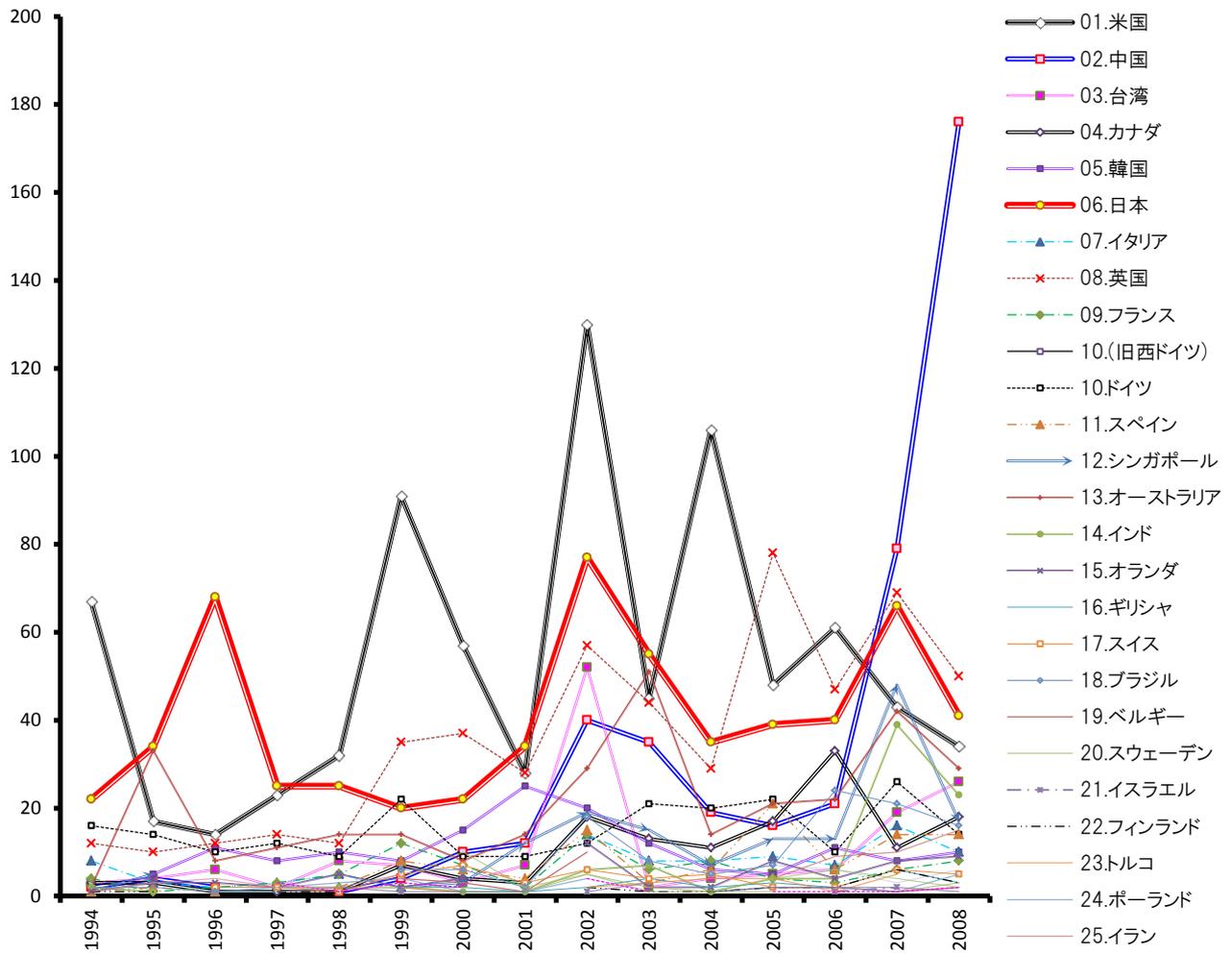
1.7.1 IEEE International Conference on Fuzzy Systems



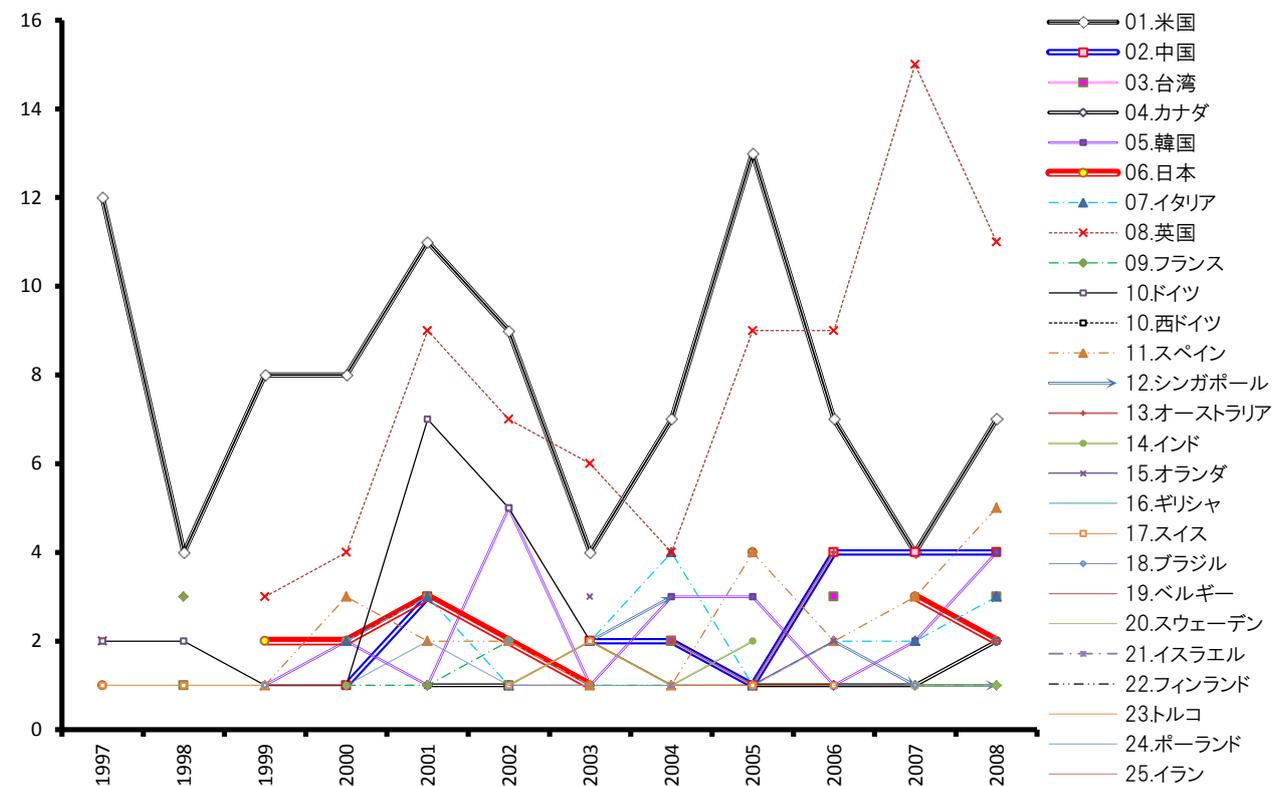
1.7.2 IEEE Transactions on Fuzzy Systems



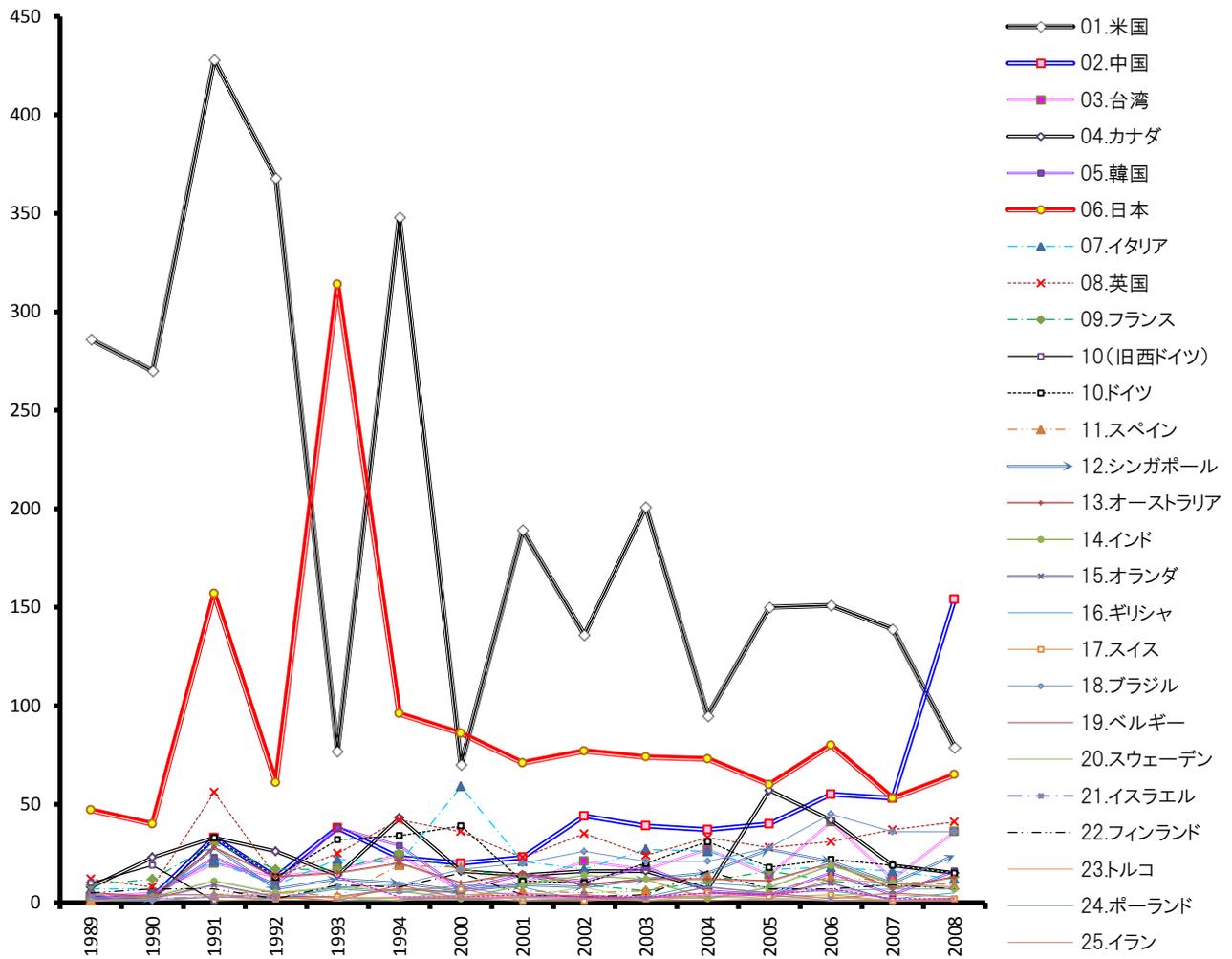
1.7.3 IEEE Congress on Evolutionary Computation



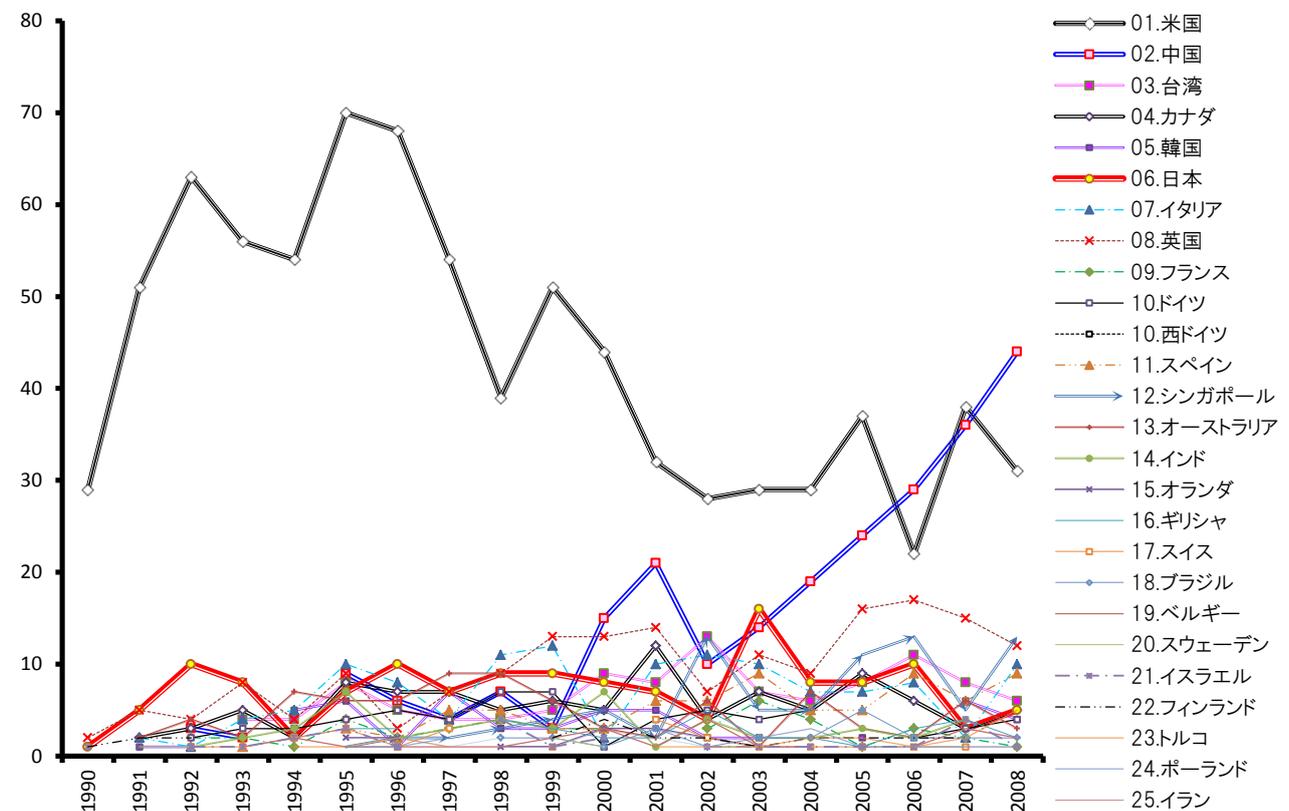
1.7.4 IEEE Transactions on Evolutionary Computation



1.7.5 International Joint Conference on Neural Networks

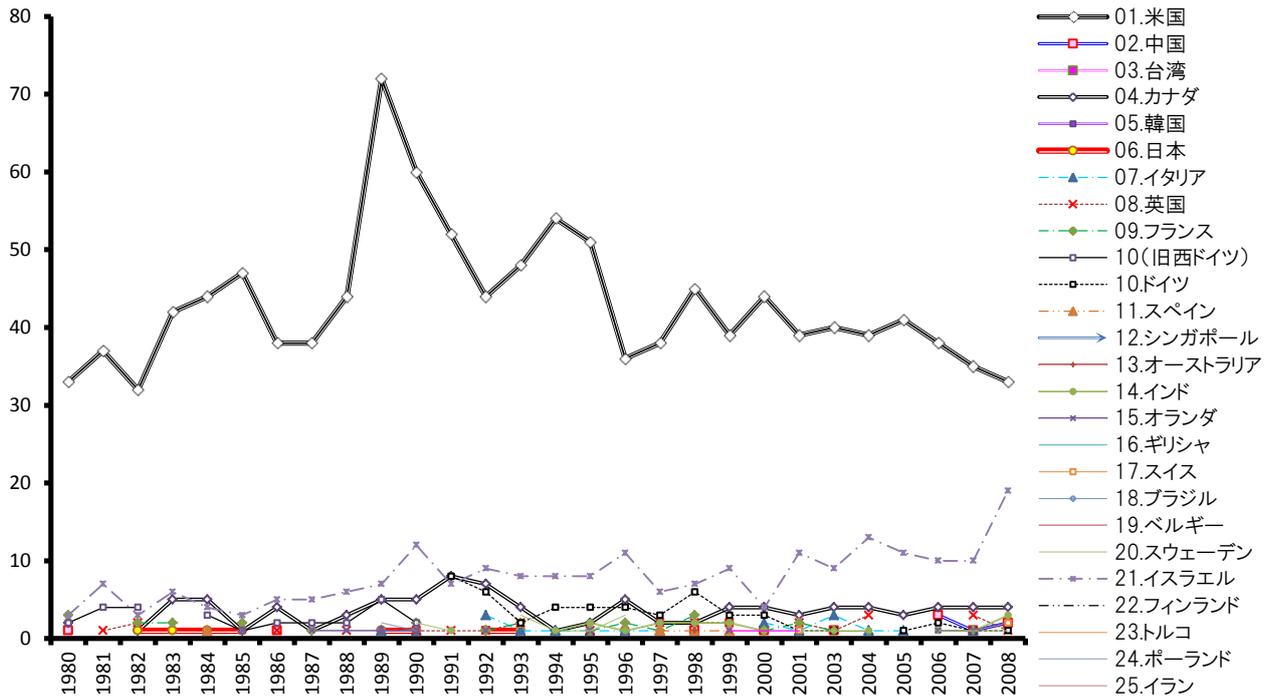


1.7.6 IEEE Transactions on Neural Networks

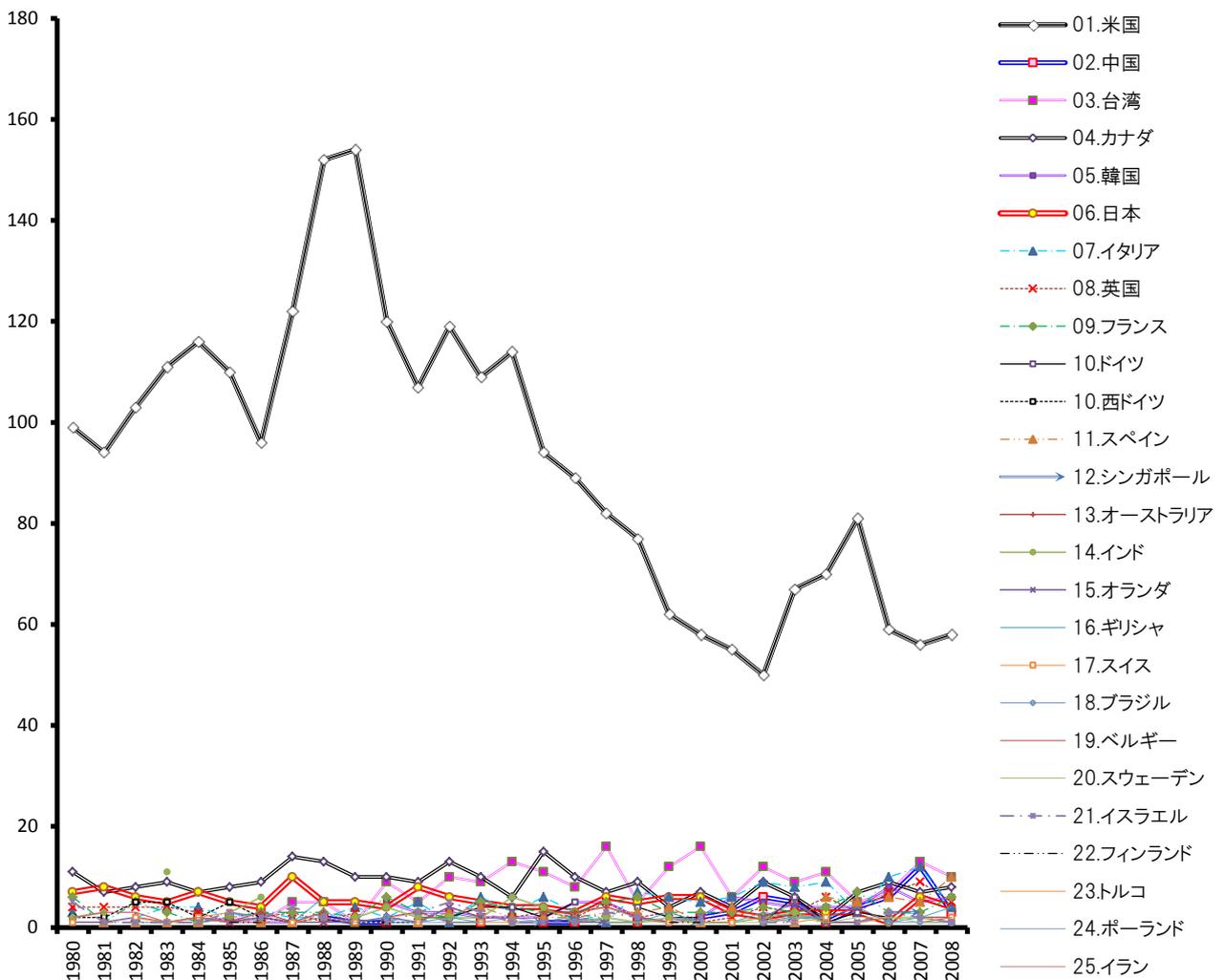


1.8 IEEE Computer Society (コンピューターソサエティ)

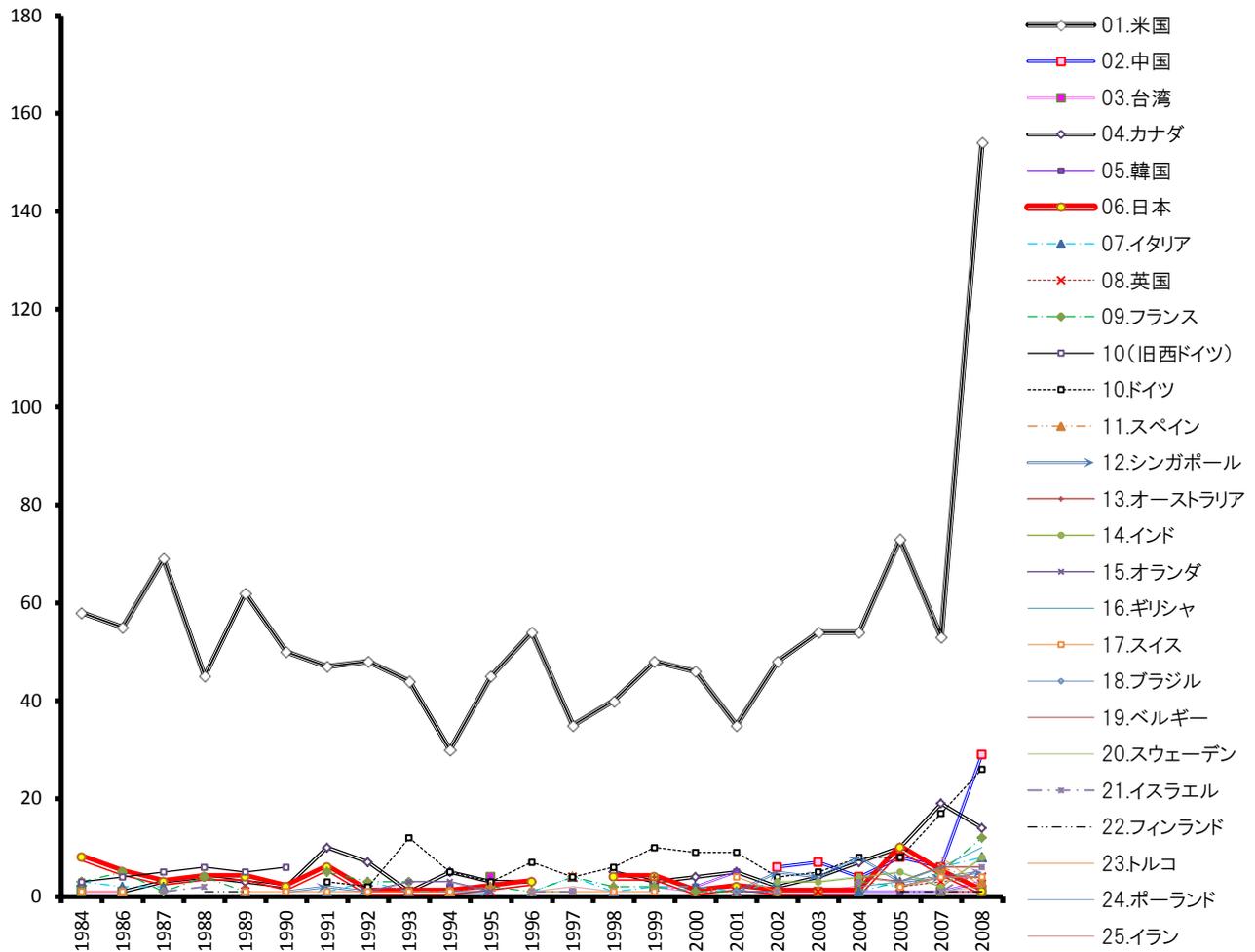
1.8.1 Symposium on Foundations of Computer Science



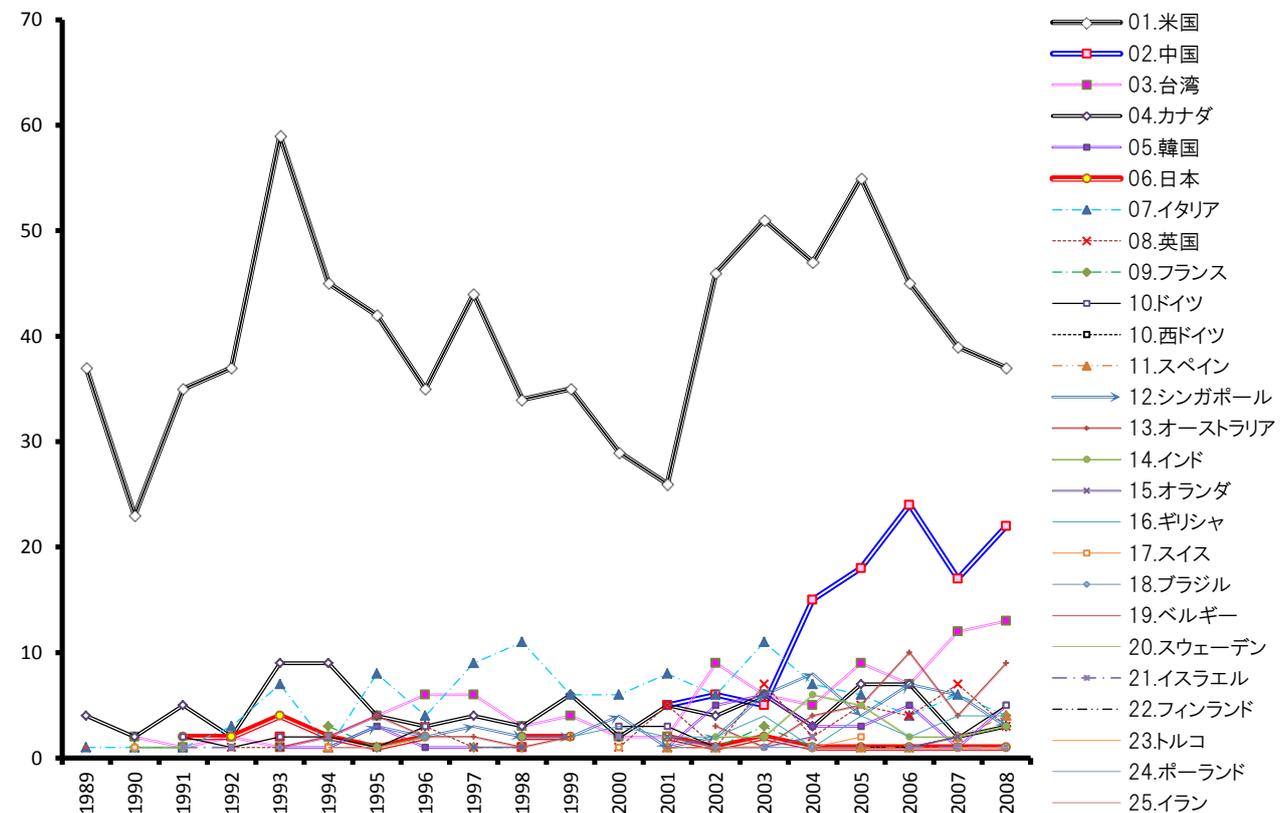
1.8.2 IEEE Transactions on Computers



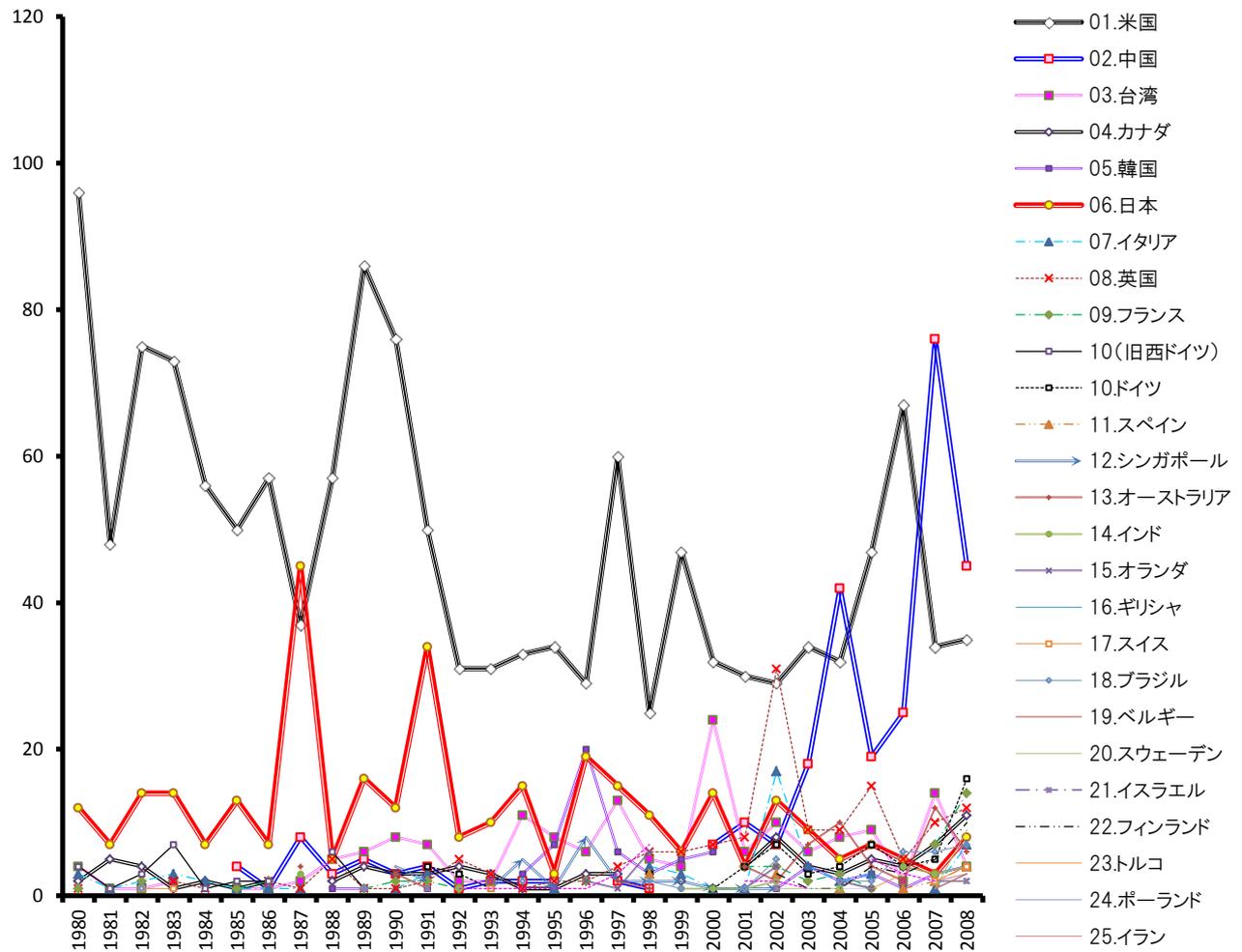
1. 8. 3 International Conference on Data Engineering



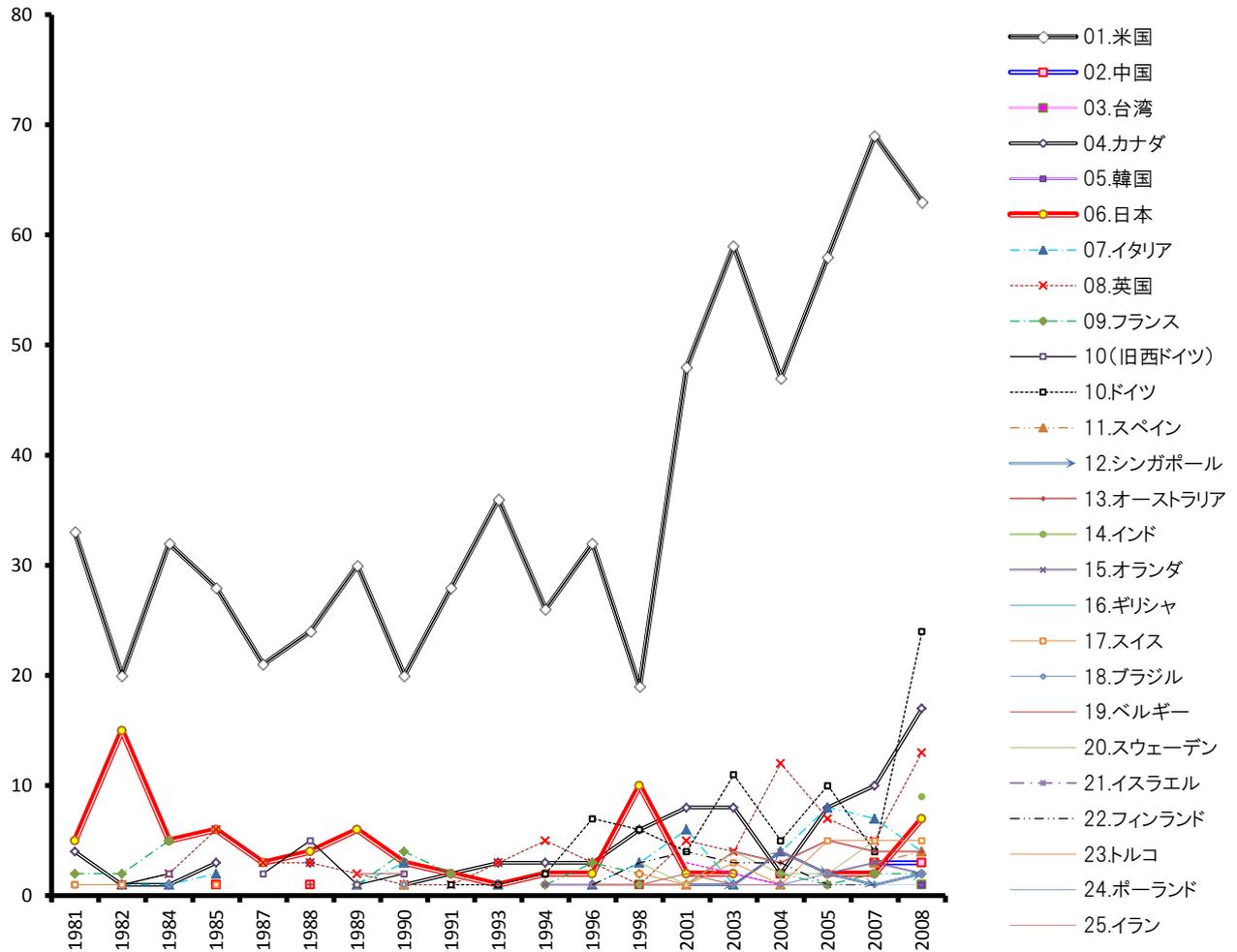
1. 8. 4 IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering



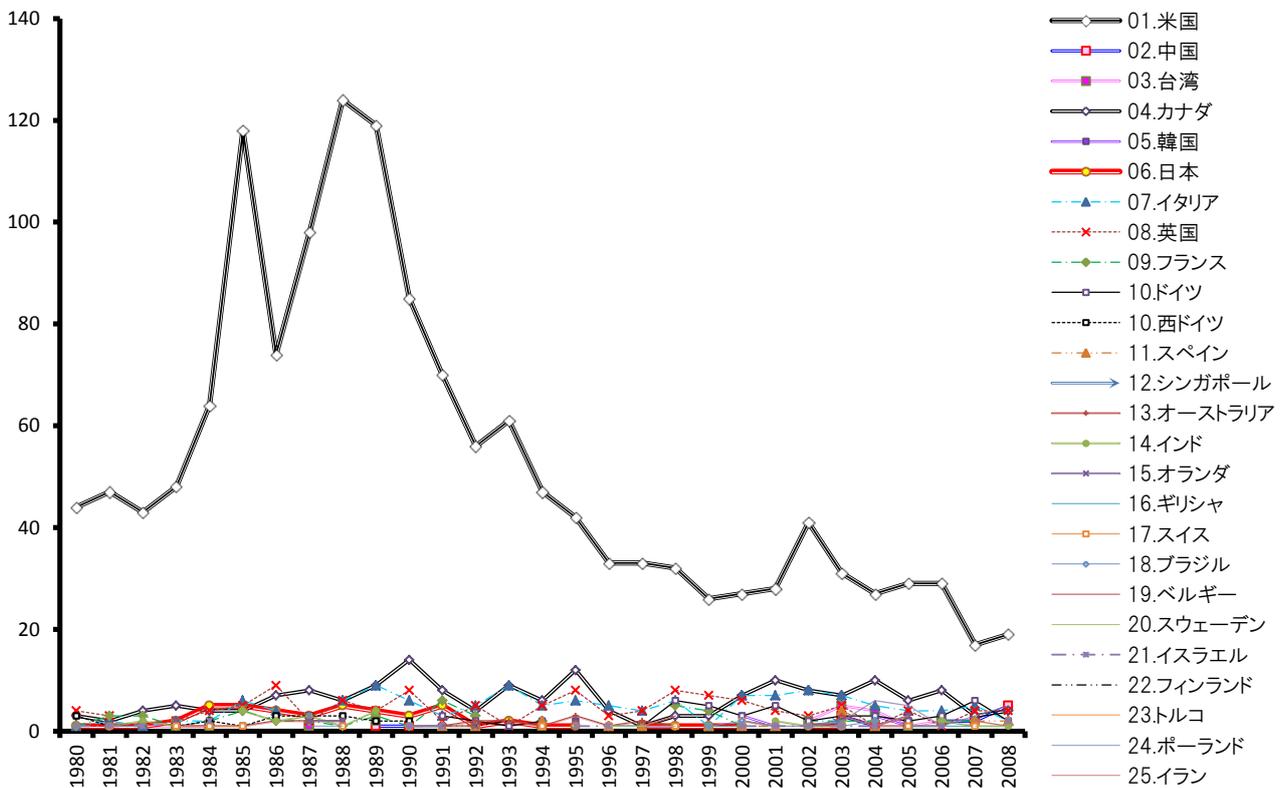
1.8.5 Annual IEEE Computer Software and Applications Conference



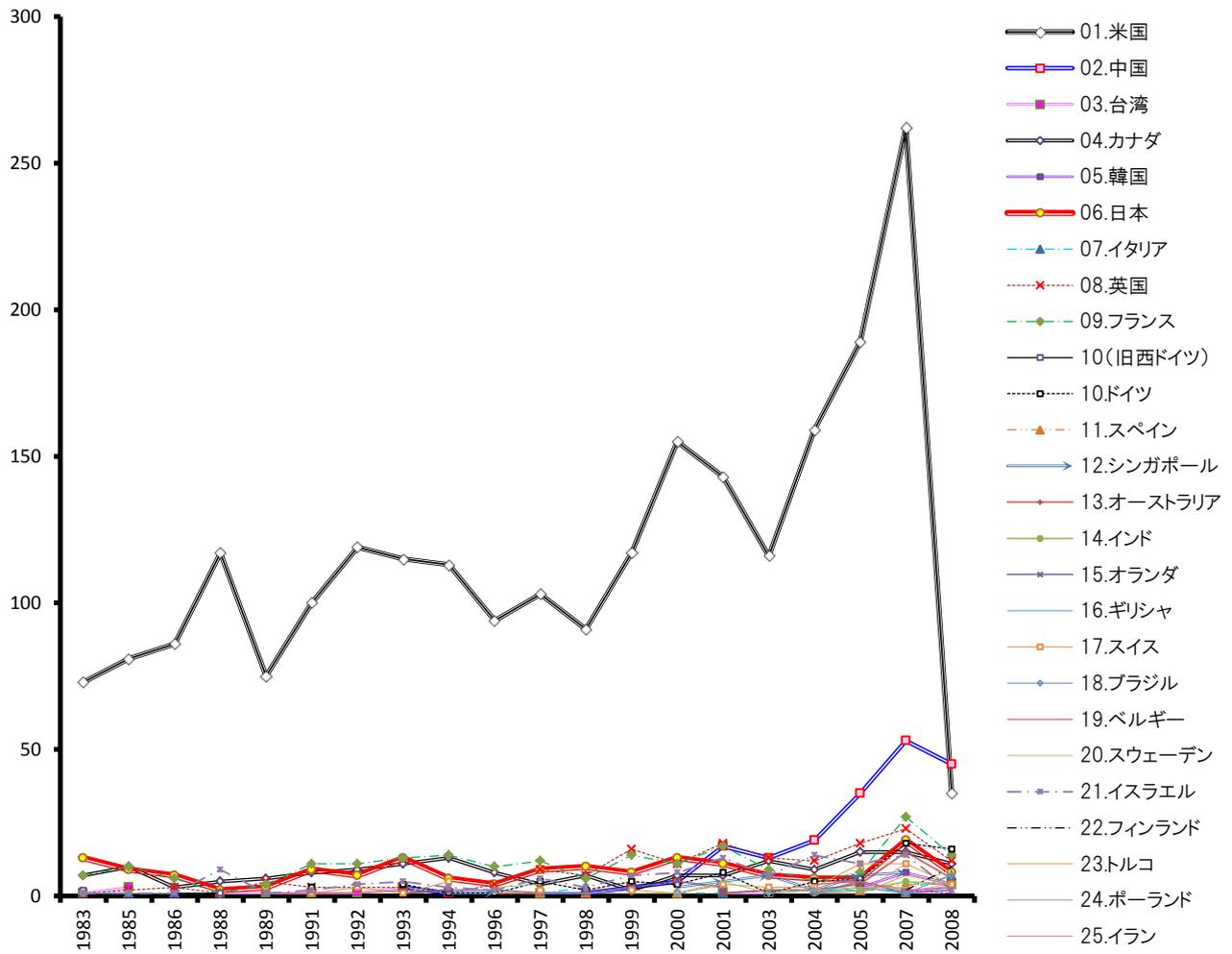
1.8.6 International Conference on Software Engineering



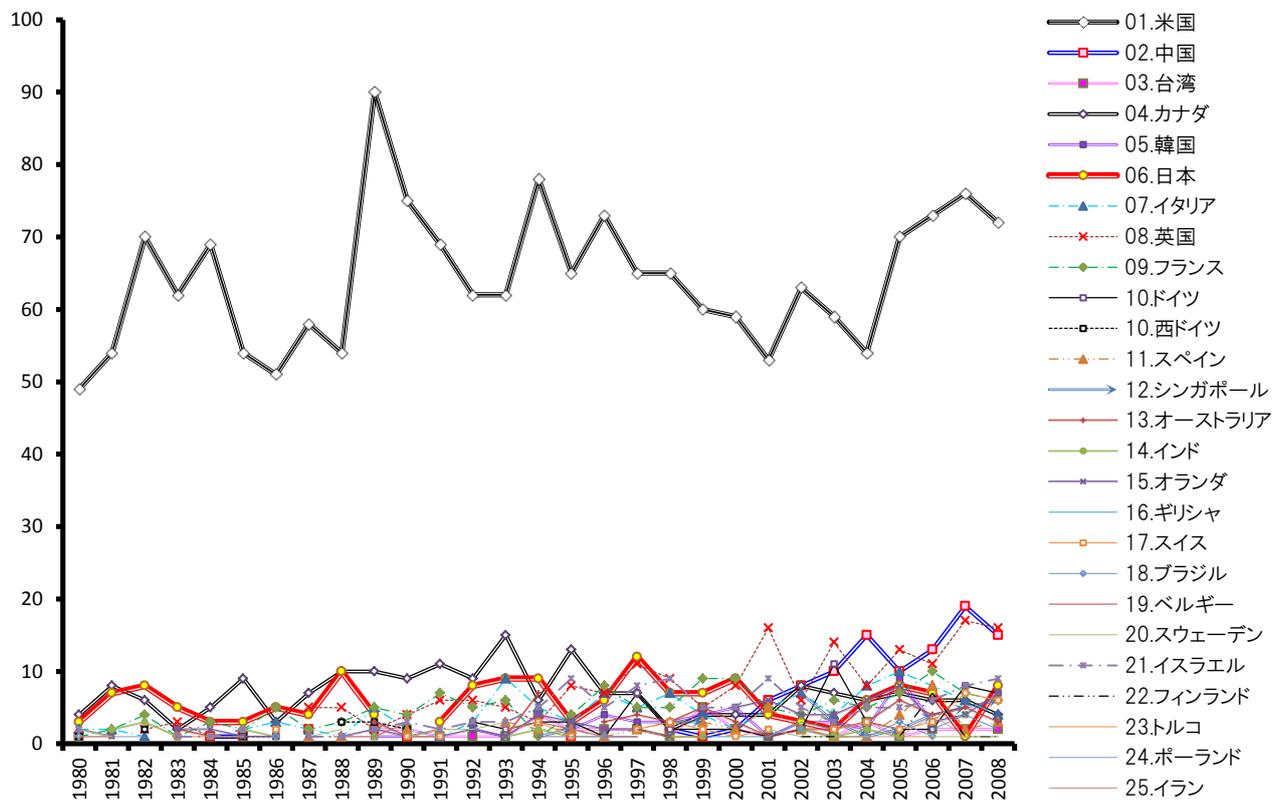
1.8.7 IEEE Transactions on Software Engineering



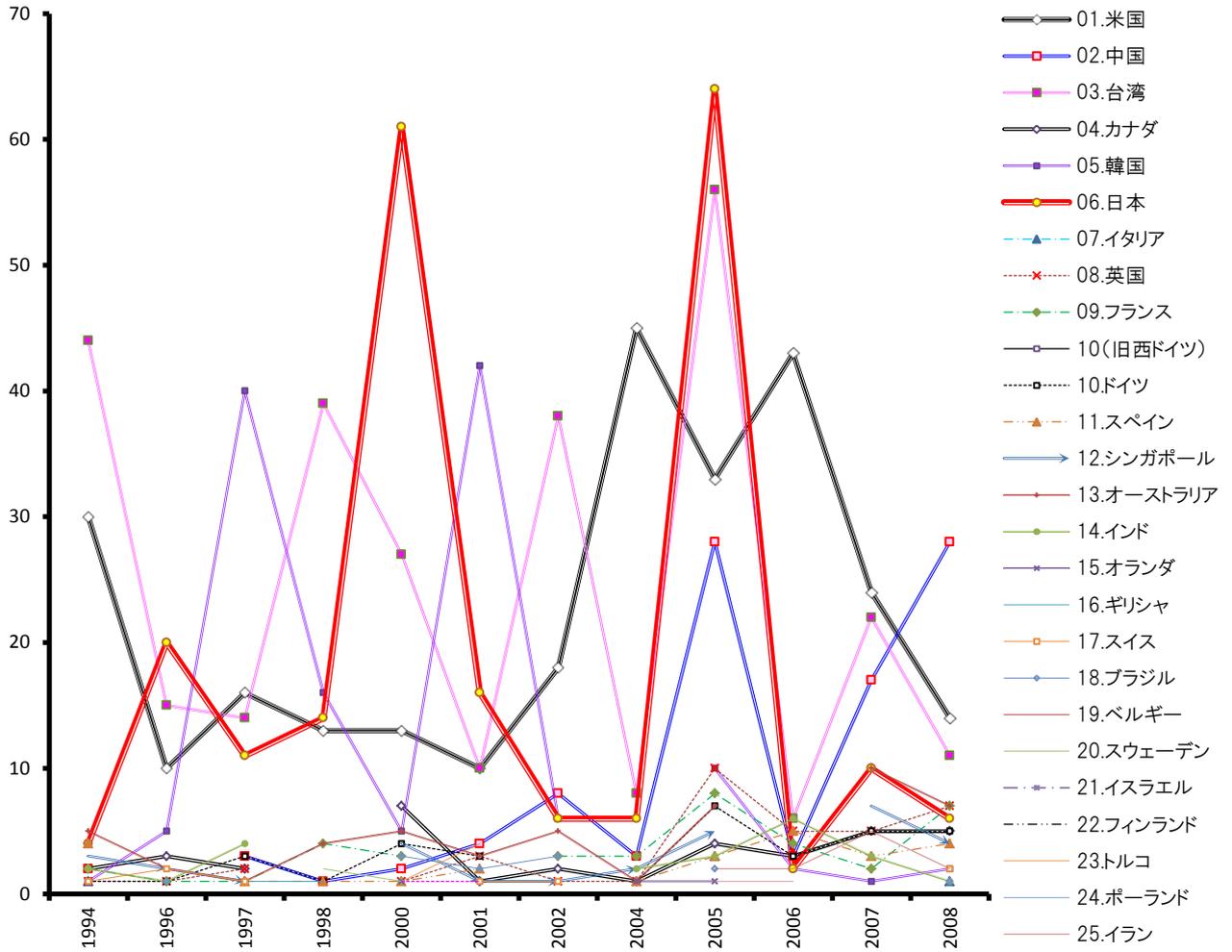
1. 8. 8 Computer Vision and Pattern Recognition



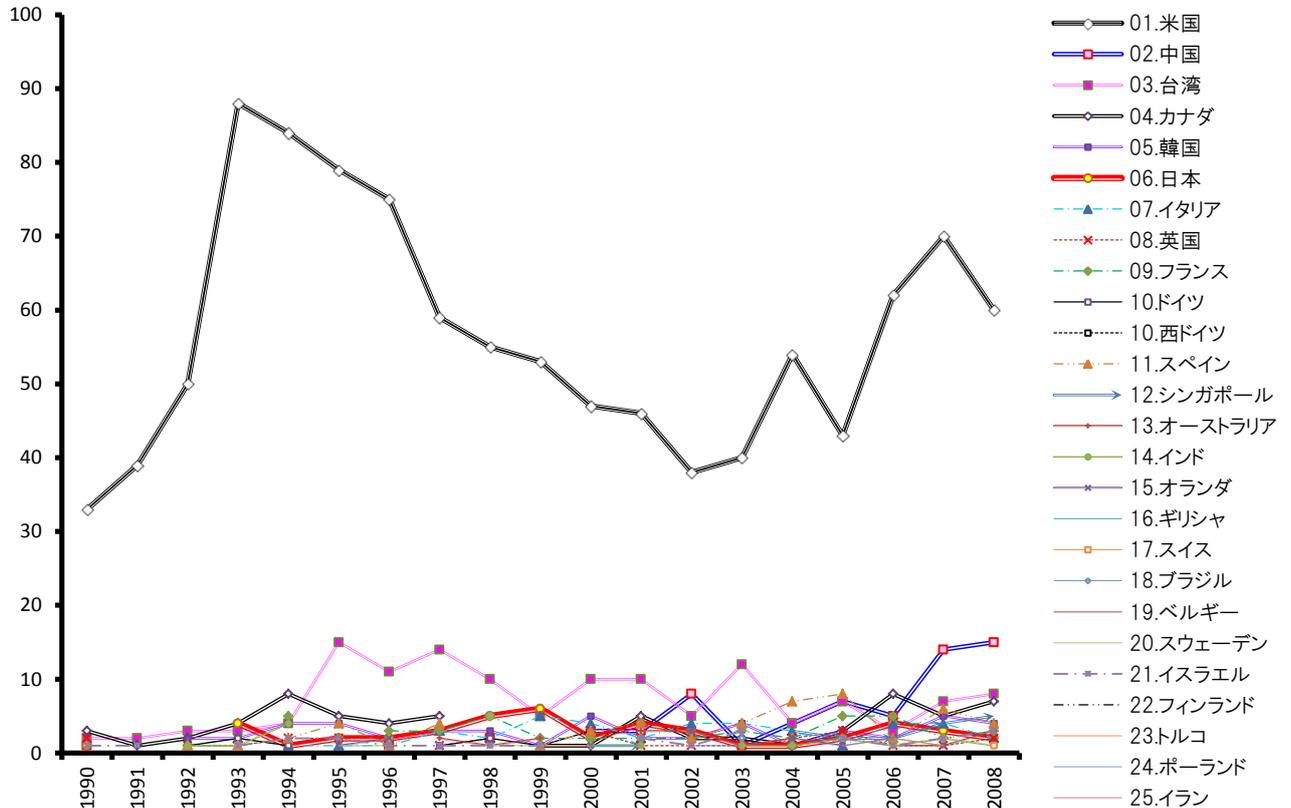
1. 8. 9 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence



1. 8. 10 International Conference on Parallel and Distributed Systems

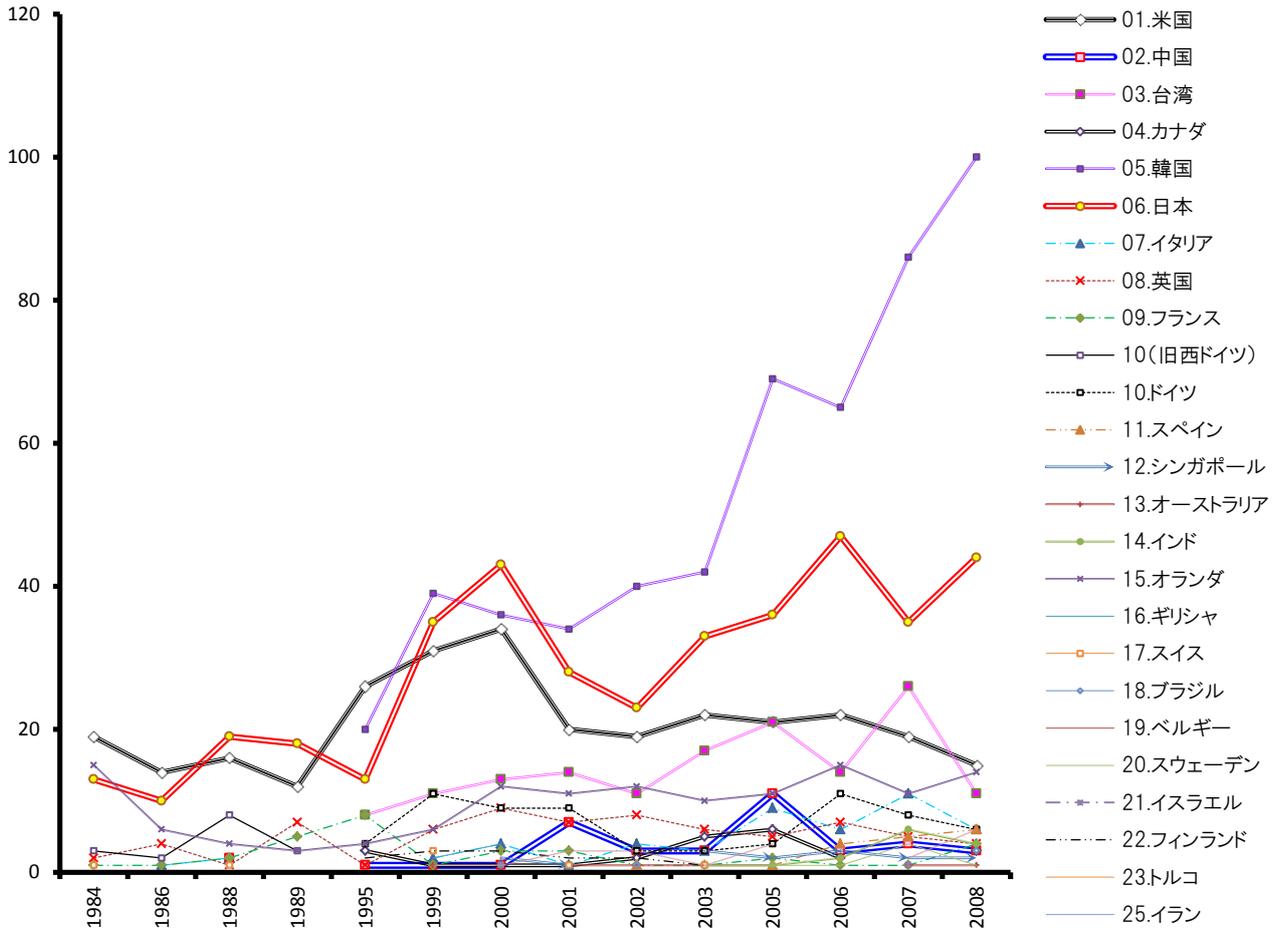


1. 8. 11 IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems

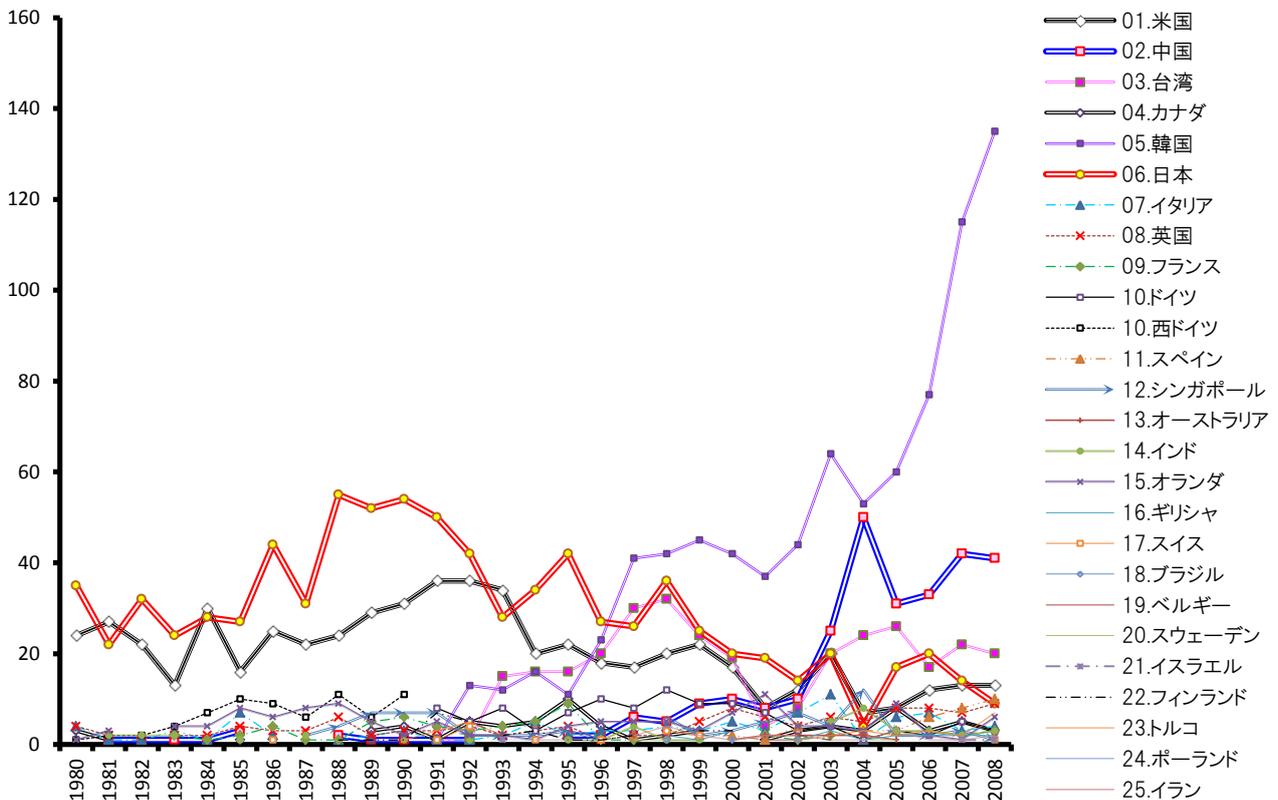


1.9 IEEE Consumer Electronics Society (家電ソサエティ)

1.9.1 IEEE International Conference on Consumer Electronics

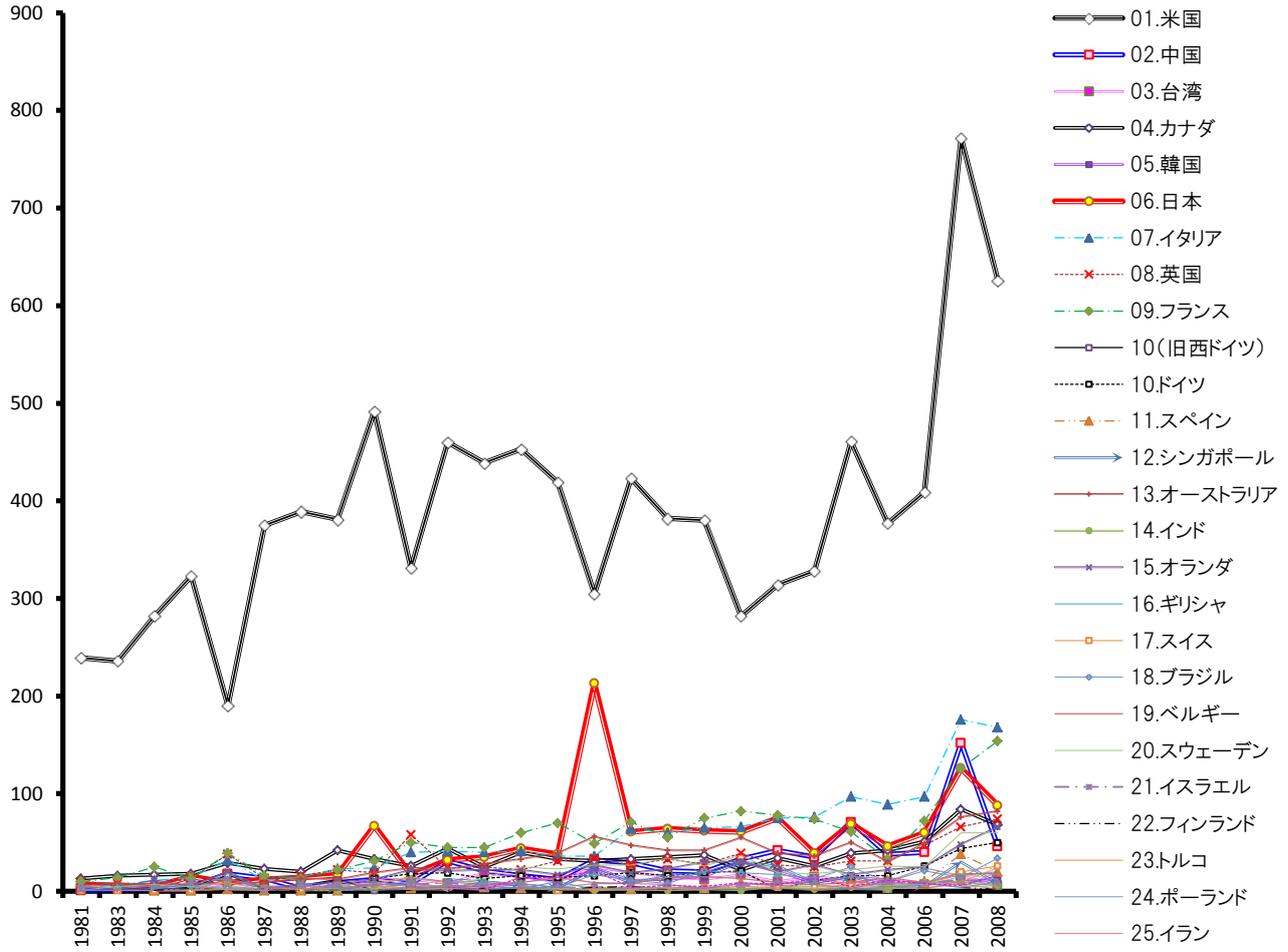


1.9.2 IEEE Transactions on Consumer Electronics

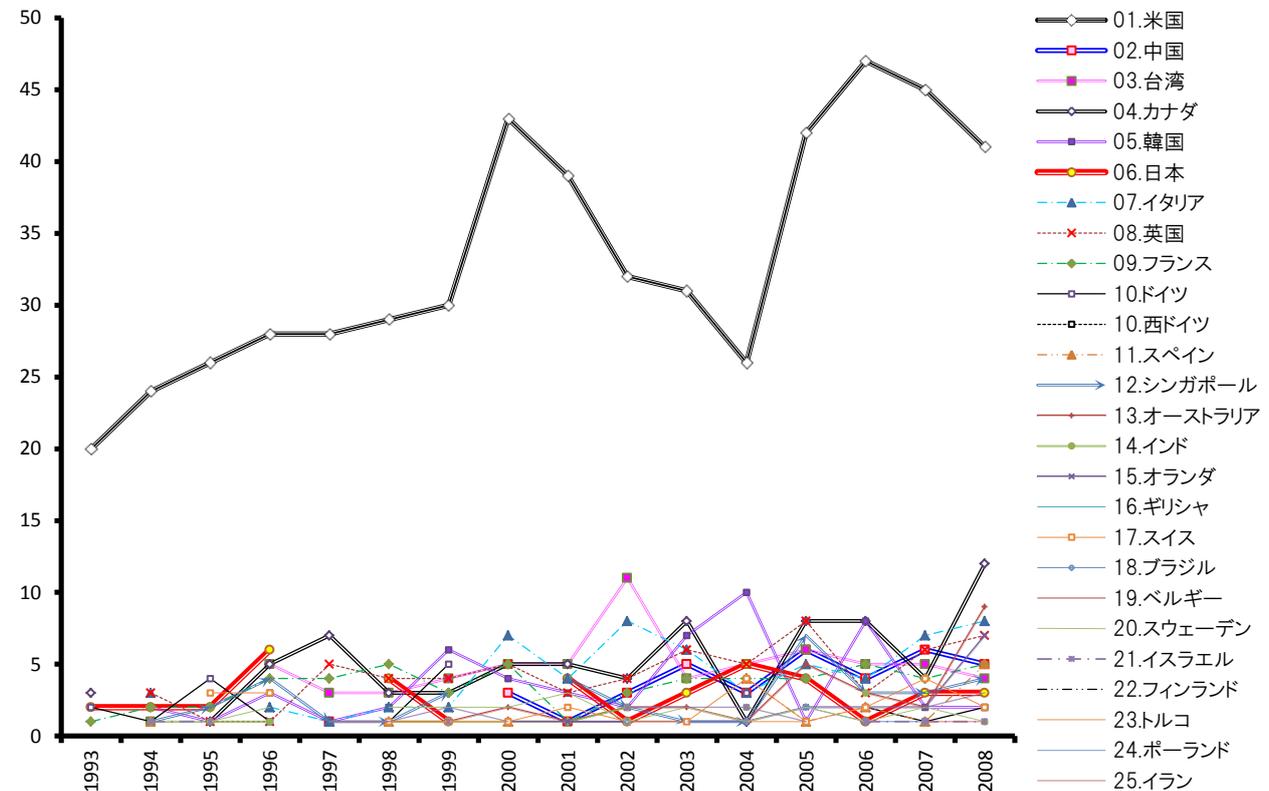


1.10 IEEE Control Systems Society (制御システムソサエティ)

1.10.1 IEEE Conference on Decision and Control

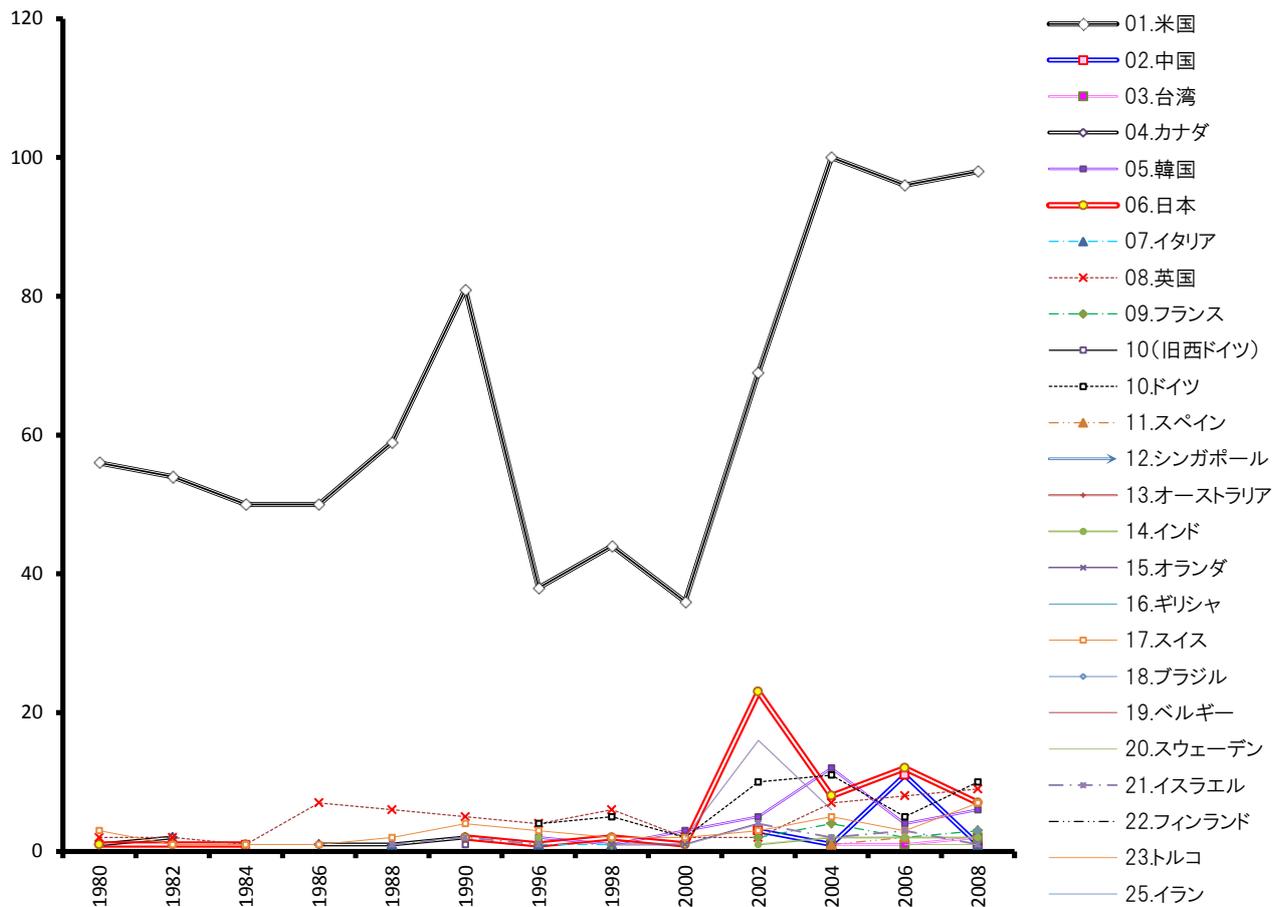


1.10.2 IEEE Transactions on Control Systems Technology

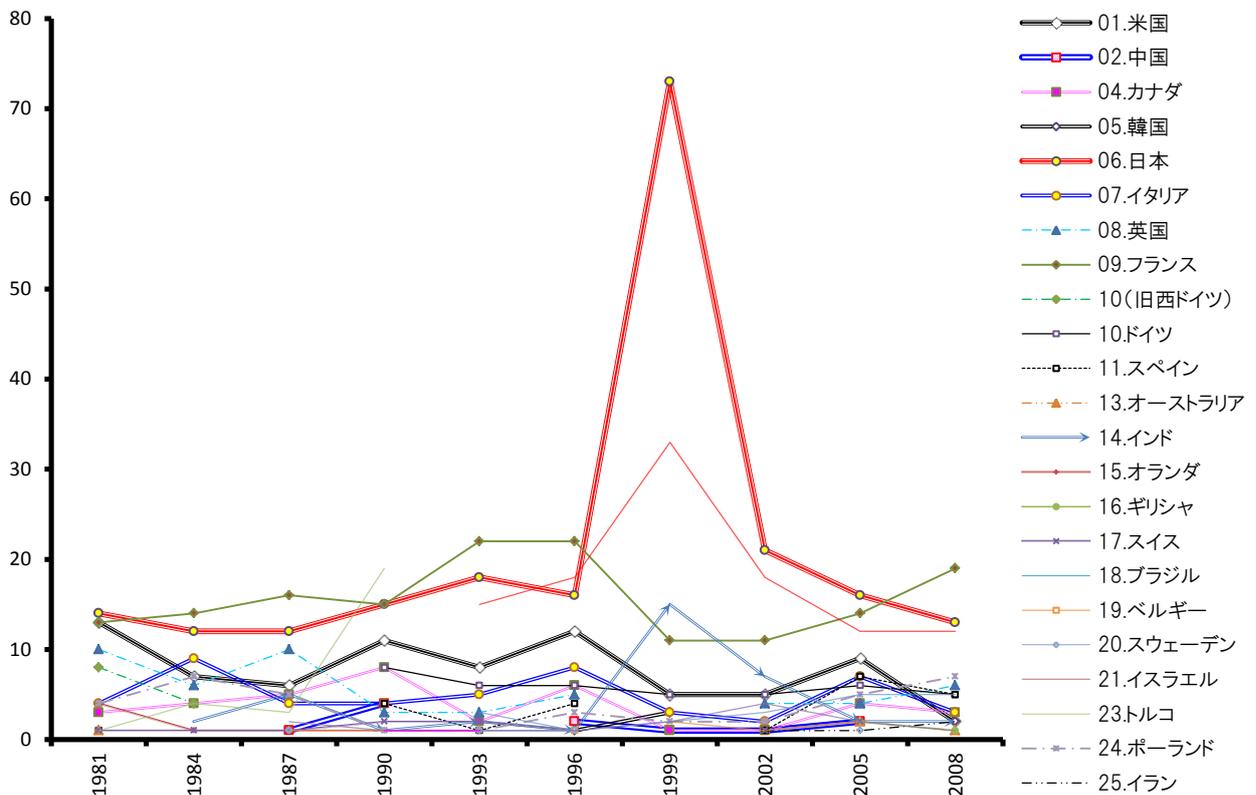


1.11 IEEE Dielectrics and Electrical Insulation Society
 (誘電体・絶縁ソサエティ)

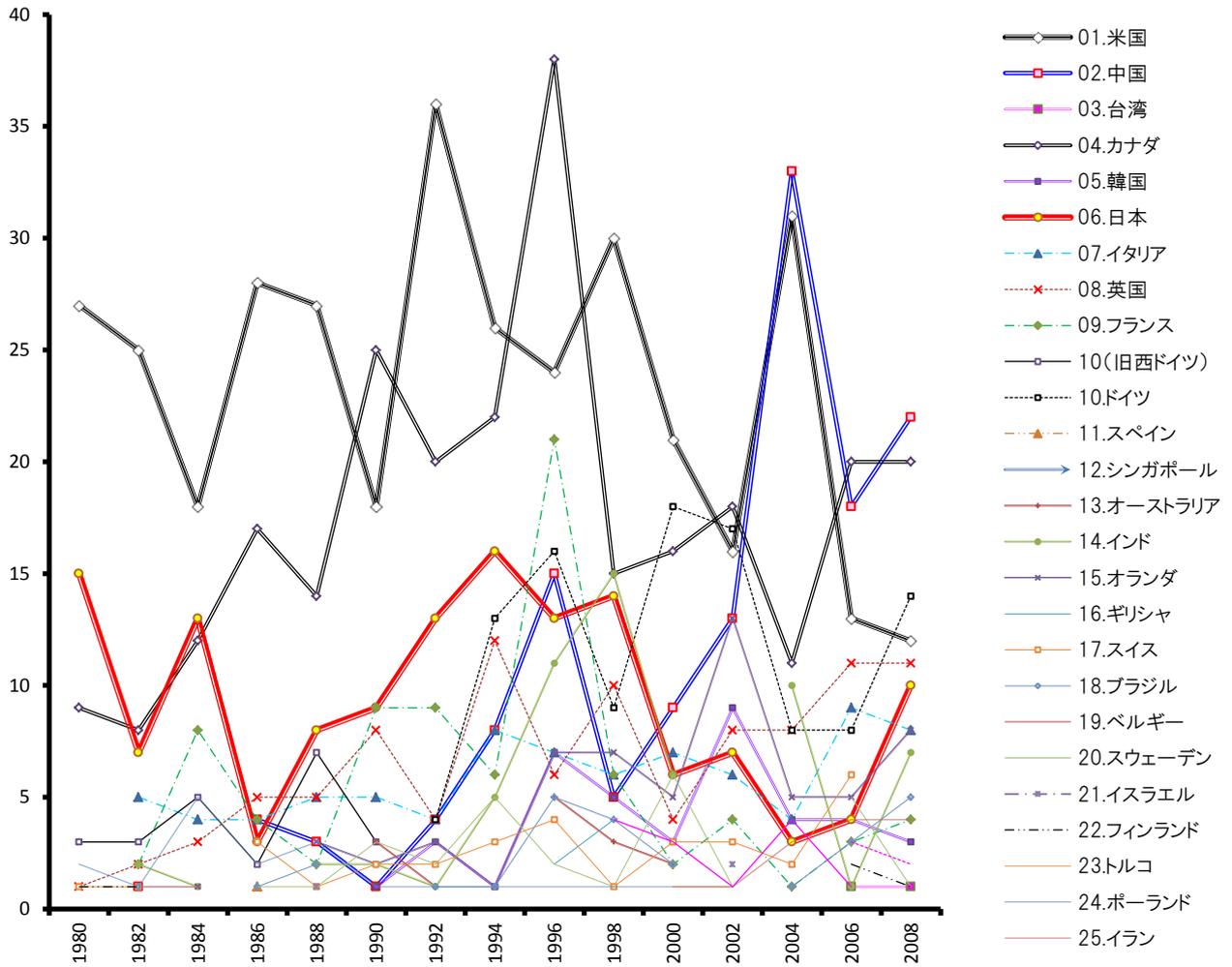
1.11.1 International Power Modulators Symposium and High Voltage Conference



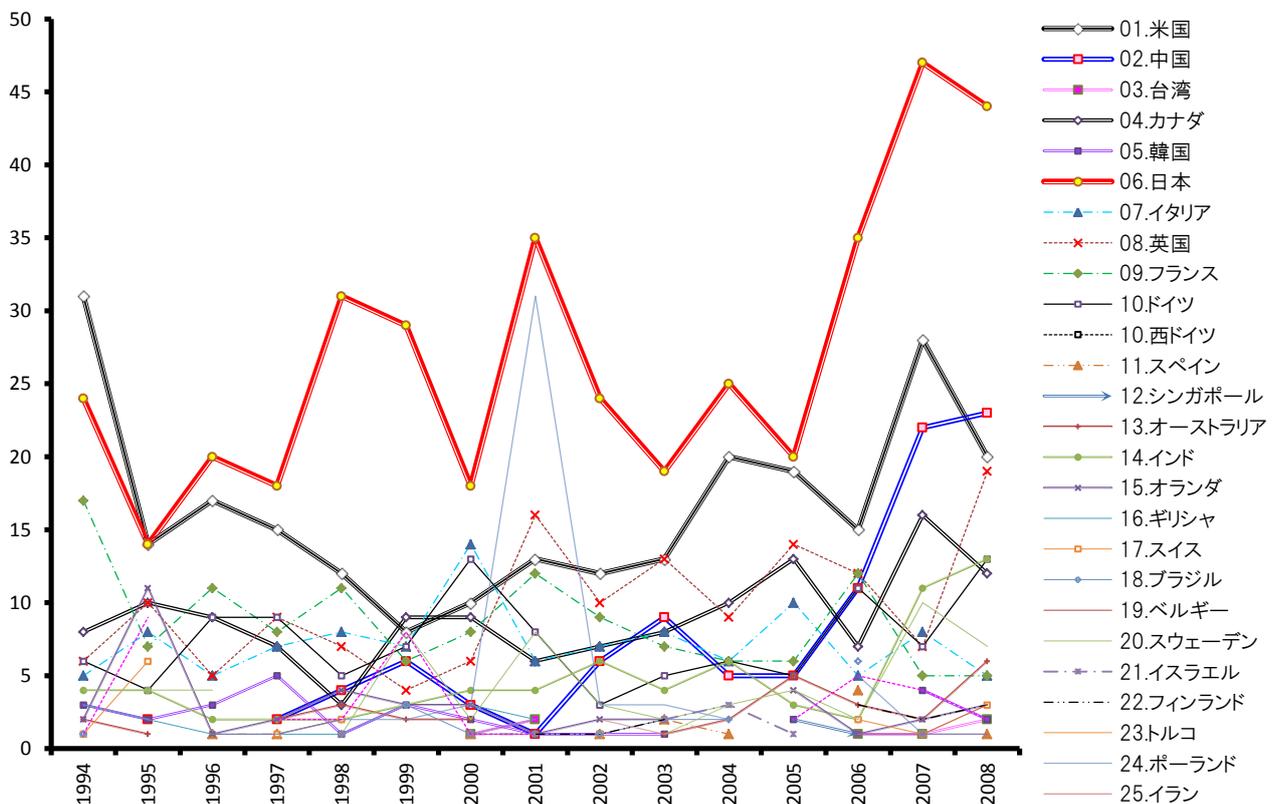
1.11.2 International Conference on Dielectric Liquids



1. 11. 3 IEEE Symposium on Electrical Insulation

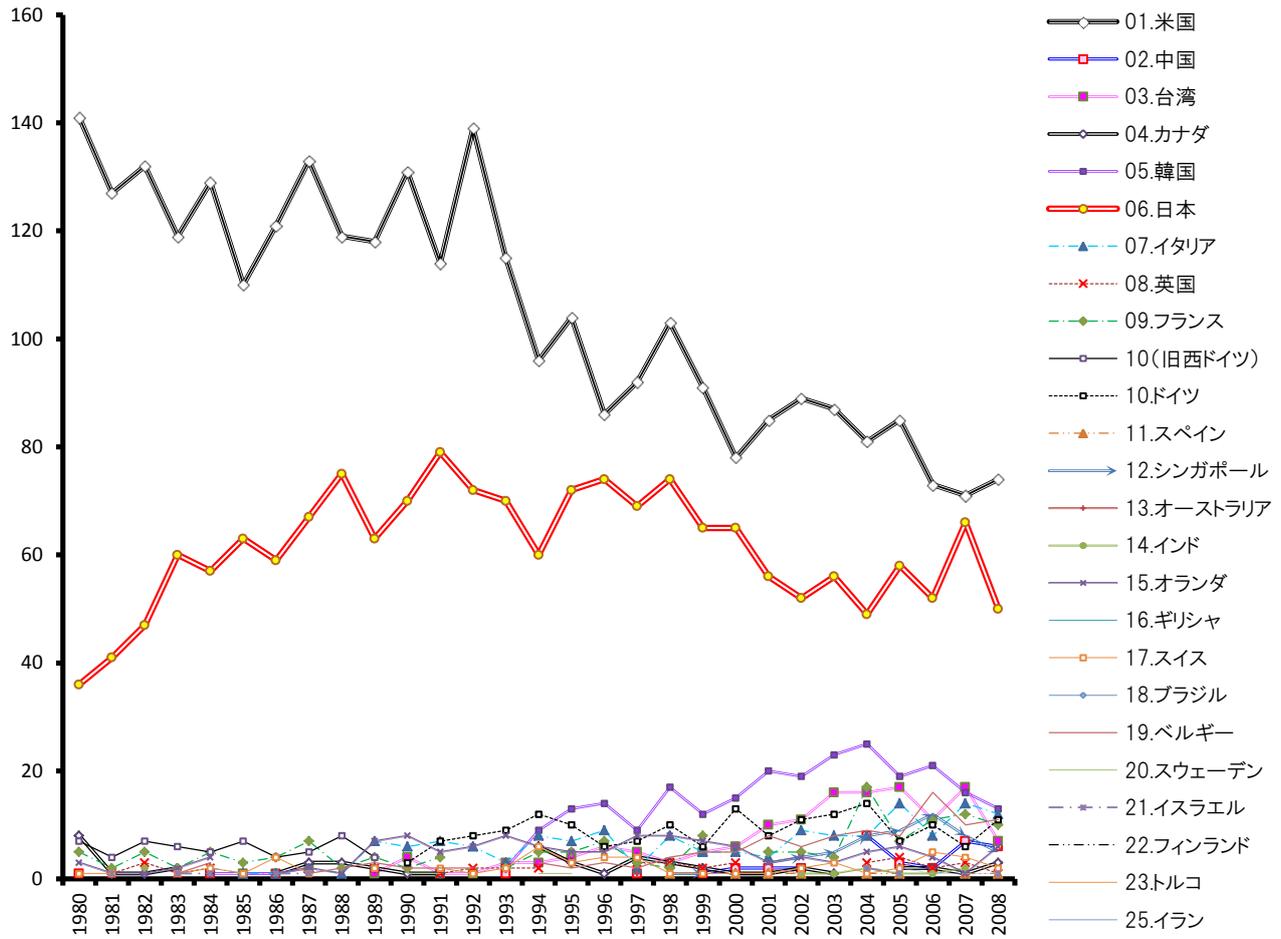


1. 11. 4 IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation

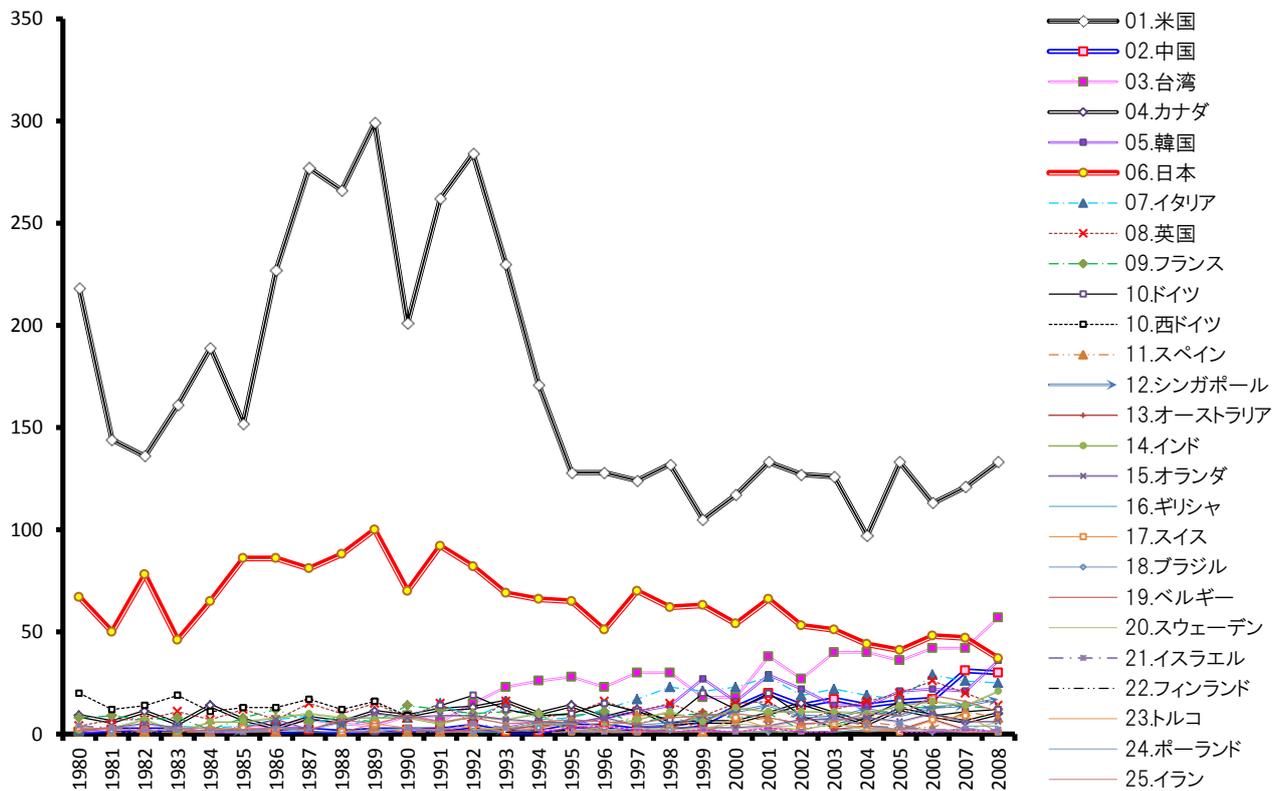


1.12 IEEE Electron Devices Society (電子デバイスソサエティ)

1.12.1 International Electron Devices Meeting



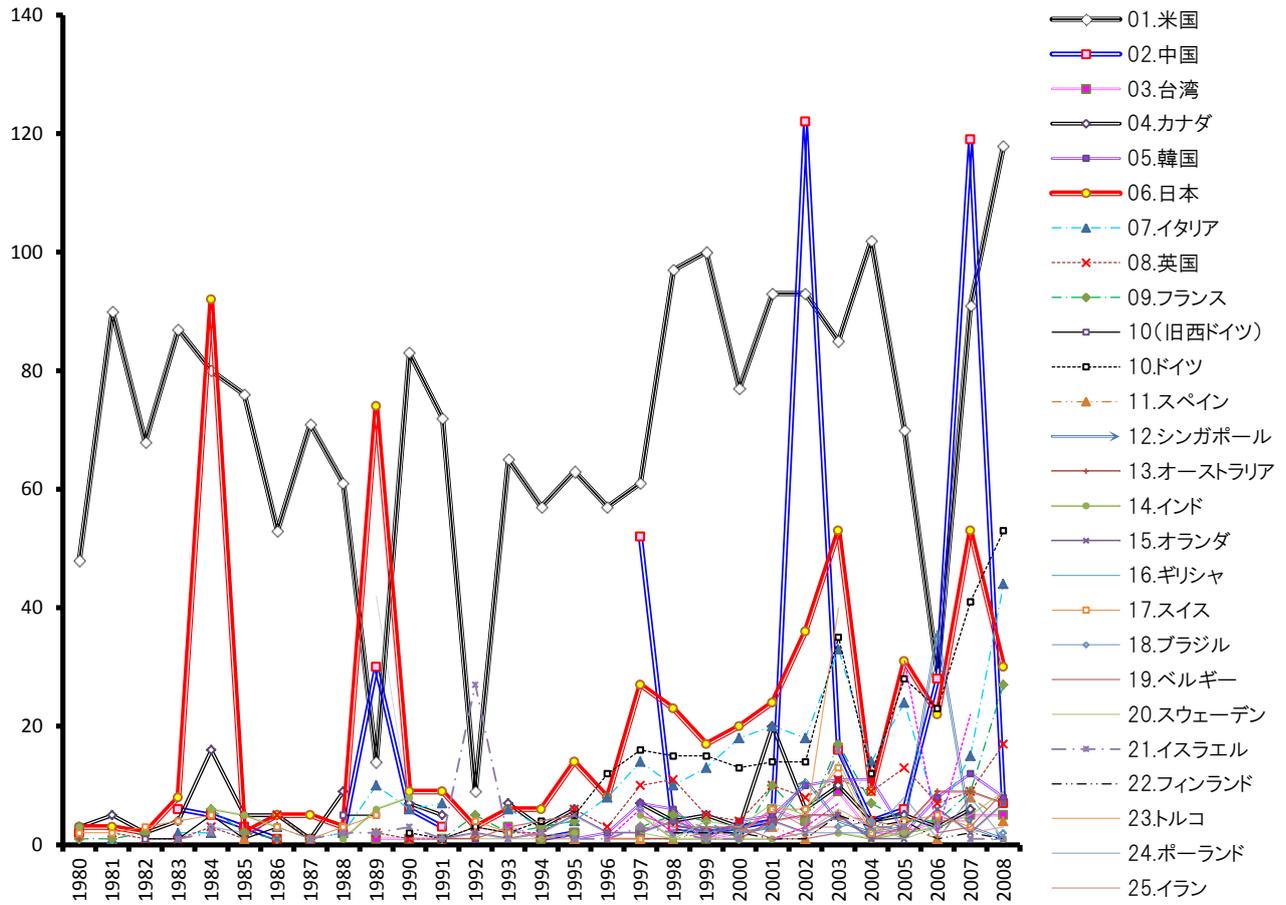
1.12.2 IEEE Transactions on Electron Devices



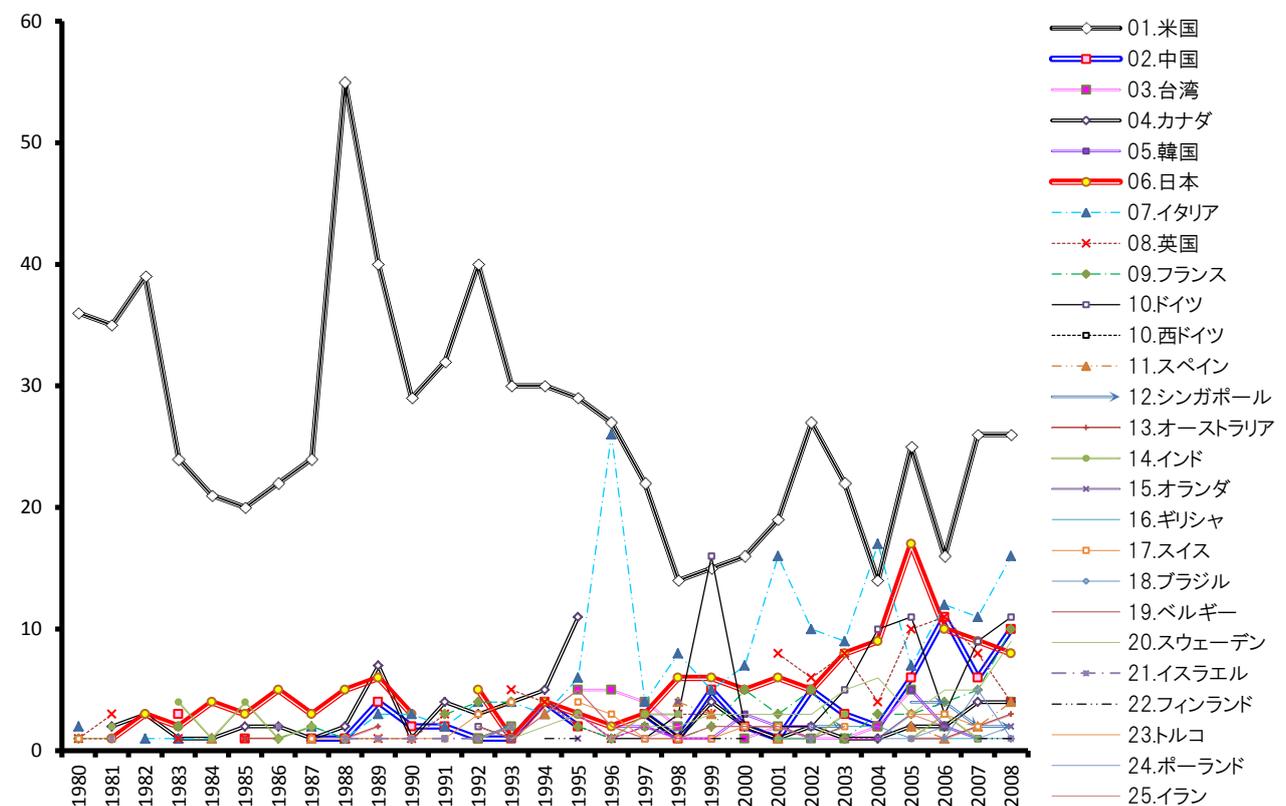
1.13 IEEE Electromagnetic Compatibility Society

(電磁環境適合性 (EMC) ソサエティ)

1.13.1 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility



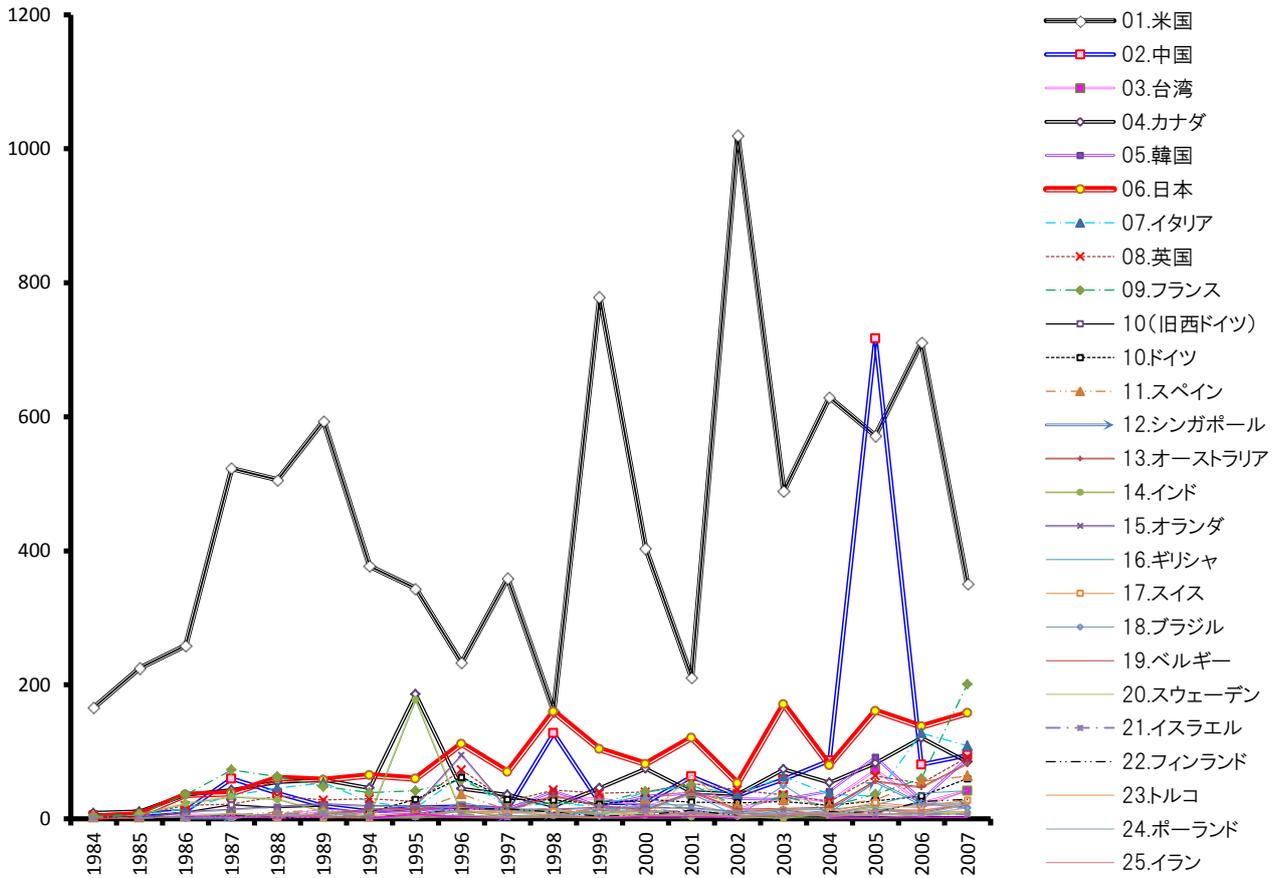
1.13.2 IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility



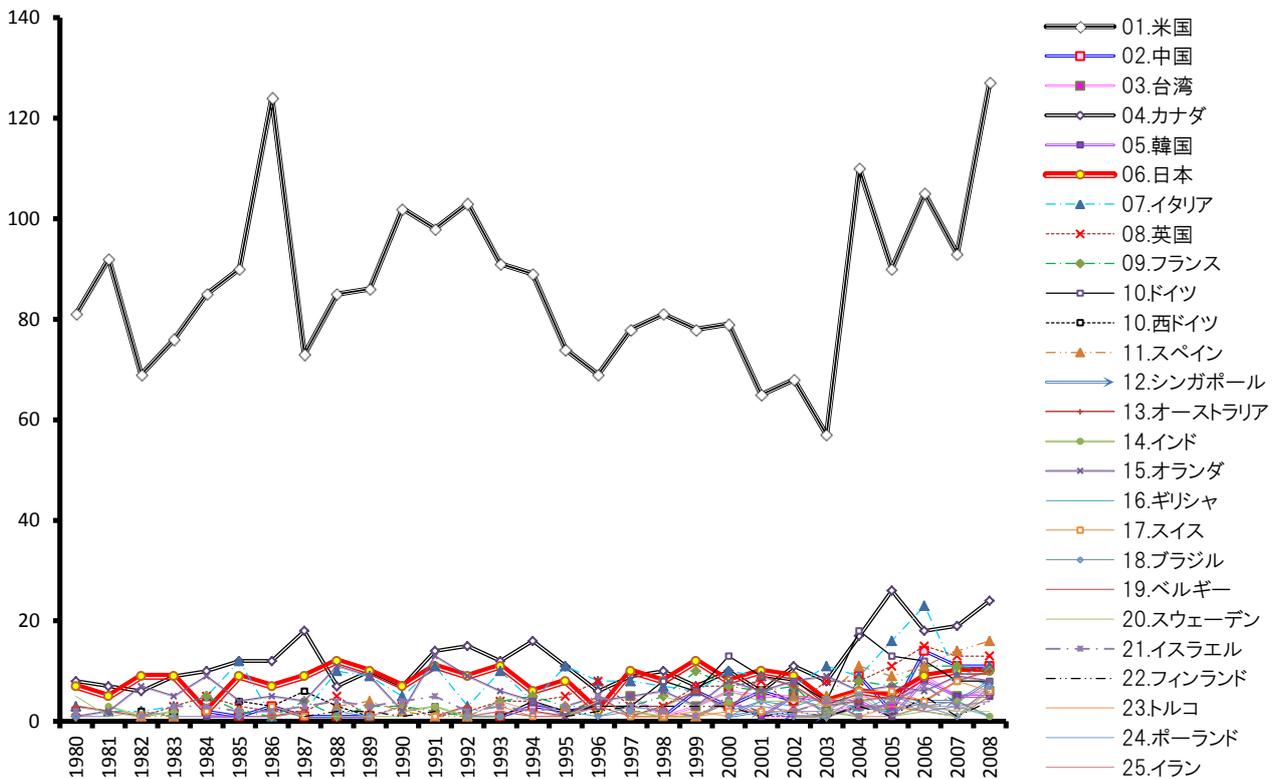
1.14 IEEE Engineering in Medicine and Biology Society

(医療・生物工学ソサエティ)

1.14.1 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society

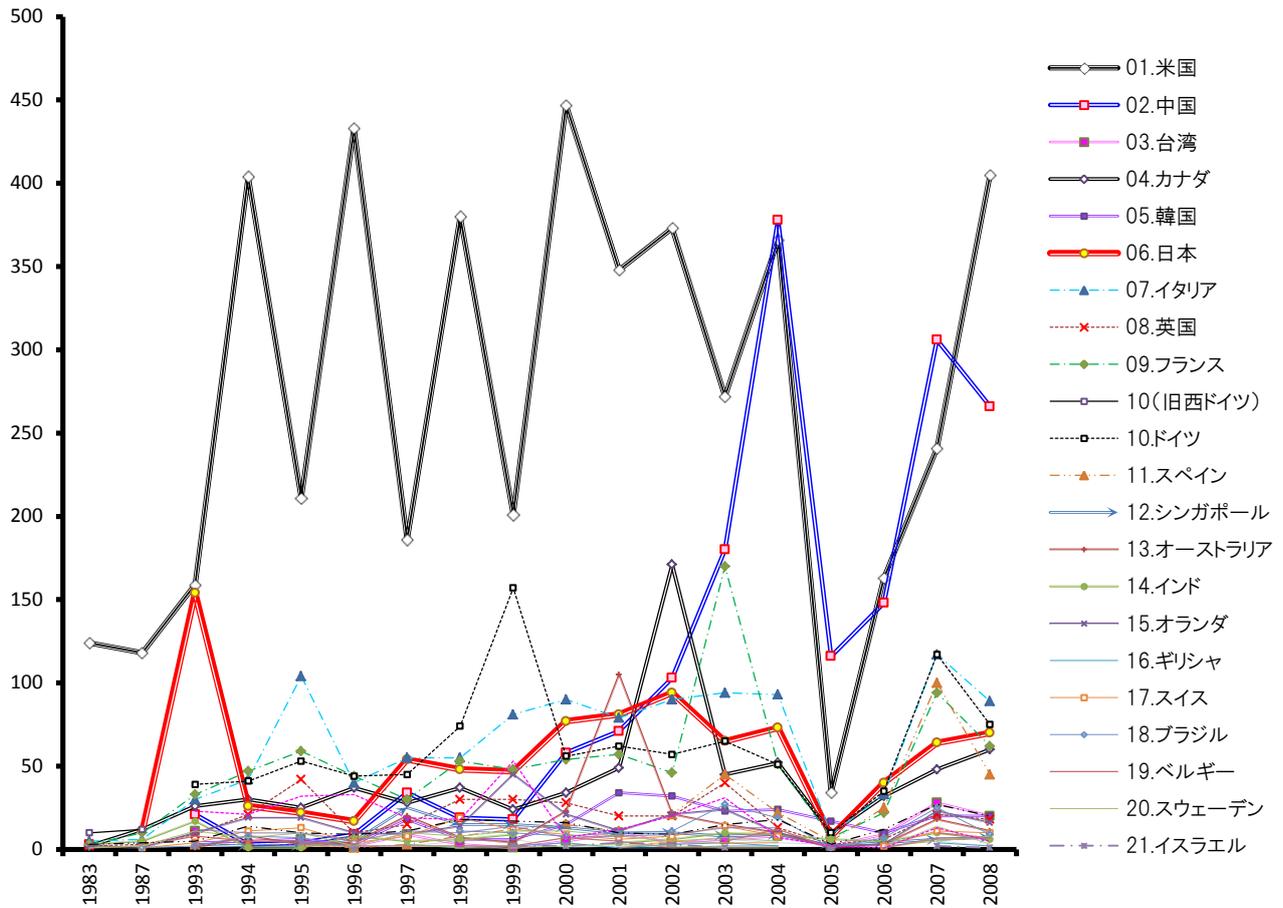


1.14.2 IEEE Transactions on Biomedical Engineering

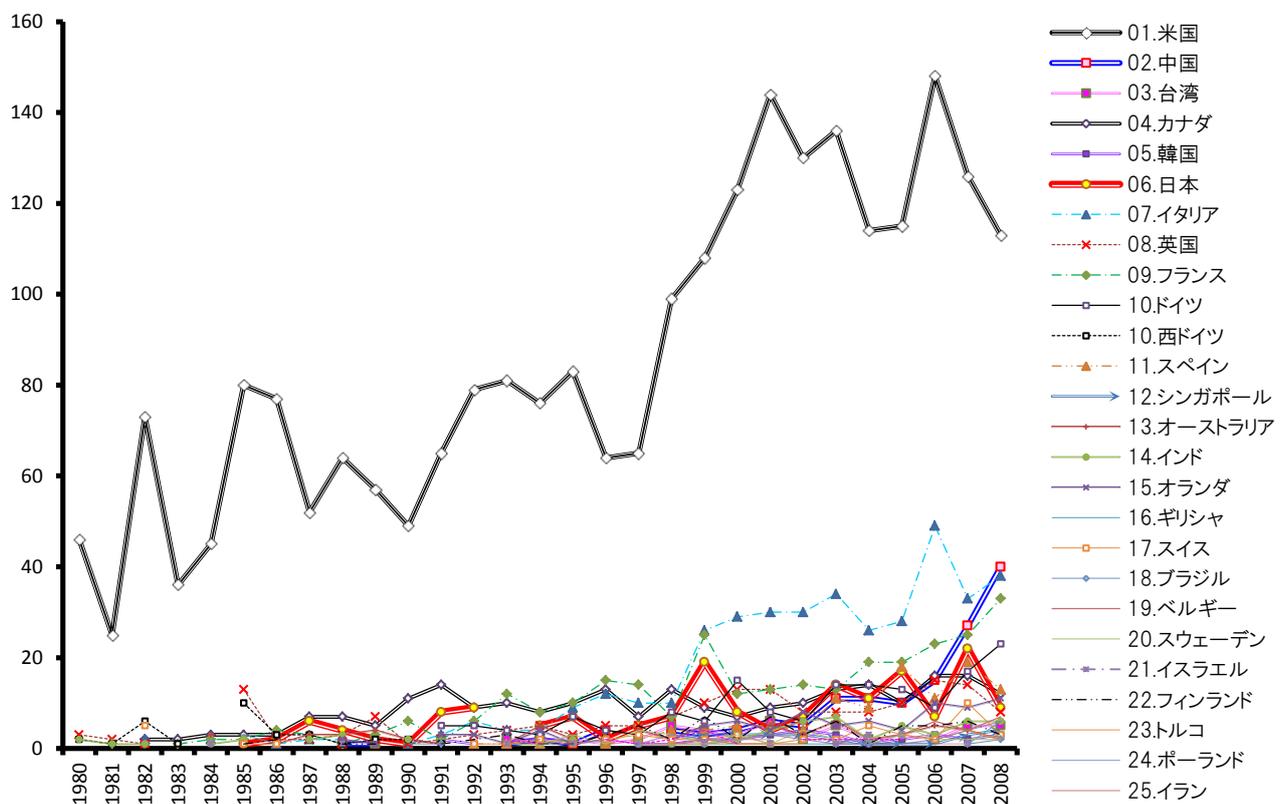


1.15 IEEE Geoscience and Remote Sensing Society (地球科学、リモートセンシングソサエティ)

1.15.1 International Geoscience and Remote Sensing Symposium

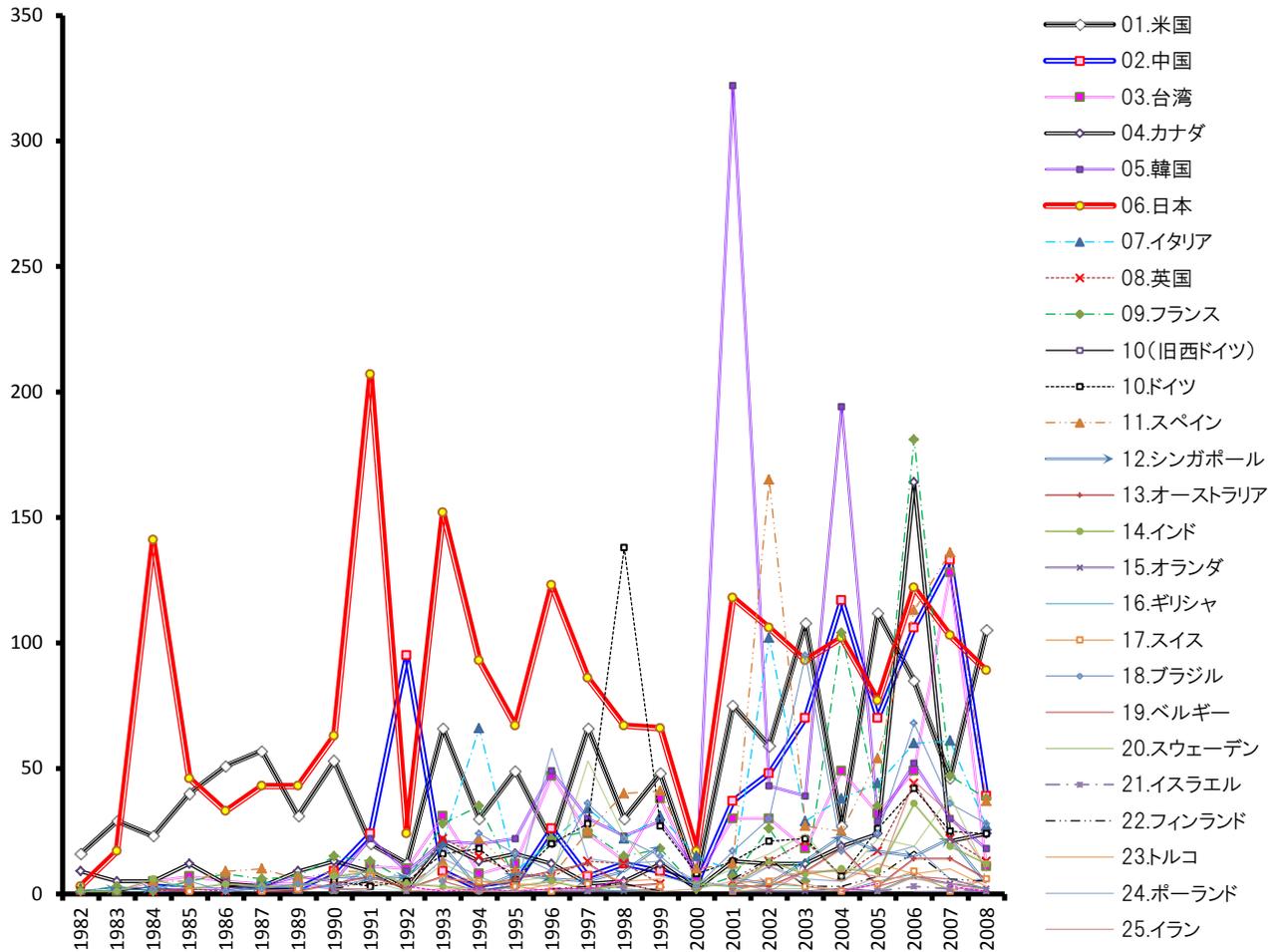


1.15.2 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing

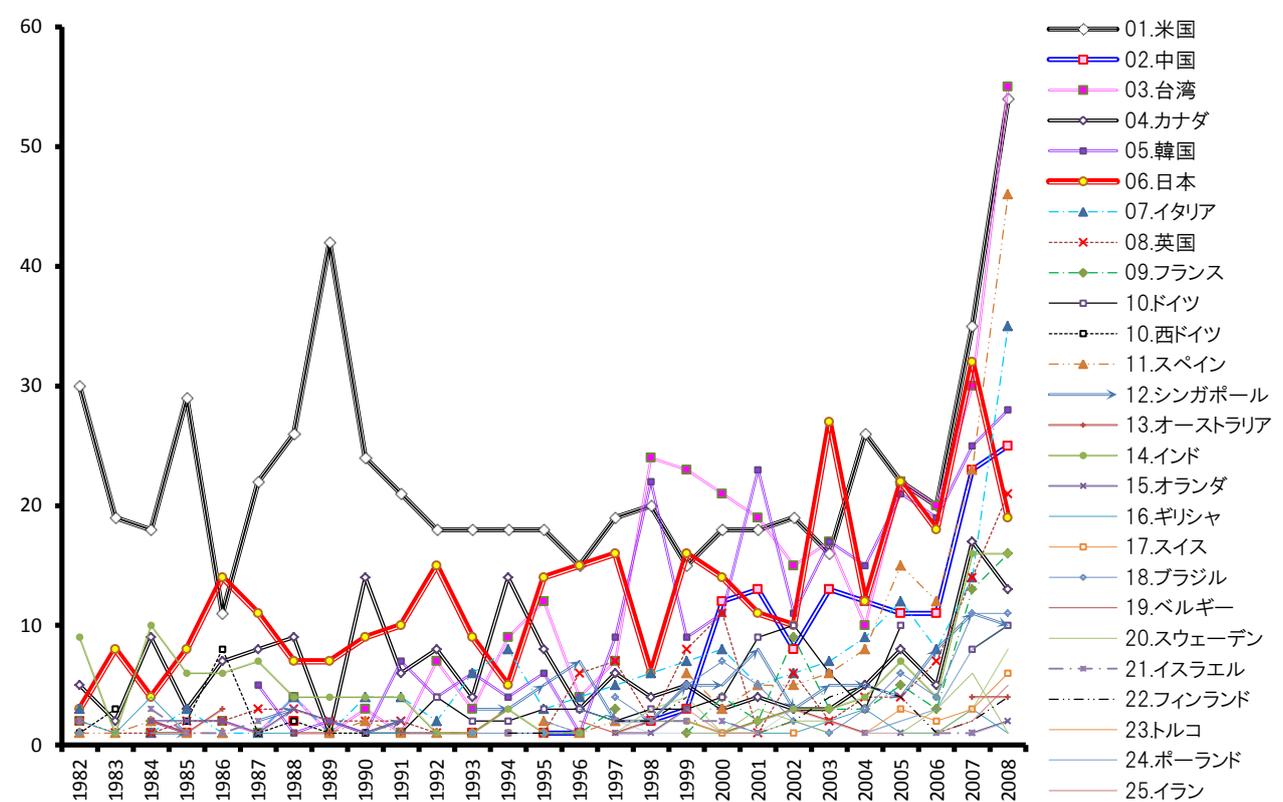


1.16 IEEE Industrial Electronics Society (産業電子ソサエティ)

1.16.1 Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society

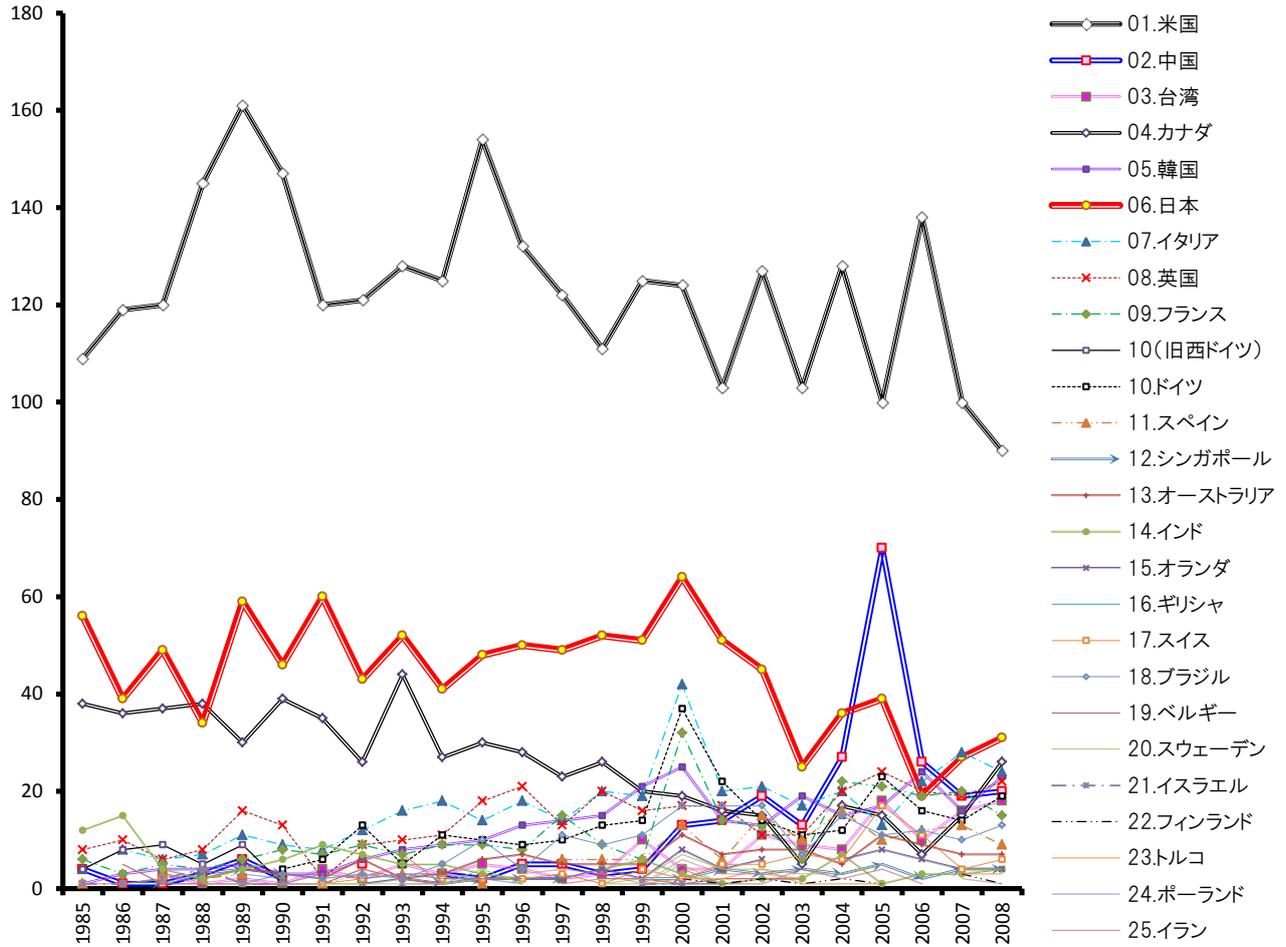


1.16.2 IEEE Transactions on Industrial Electronics

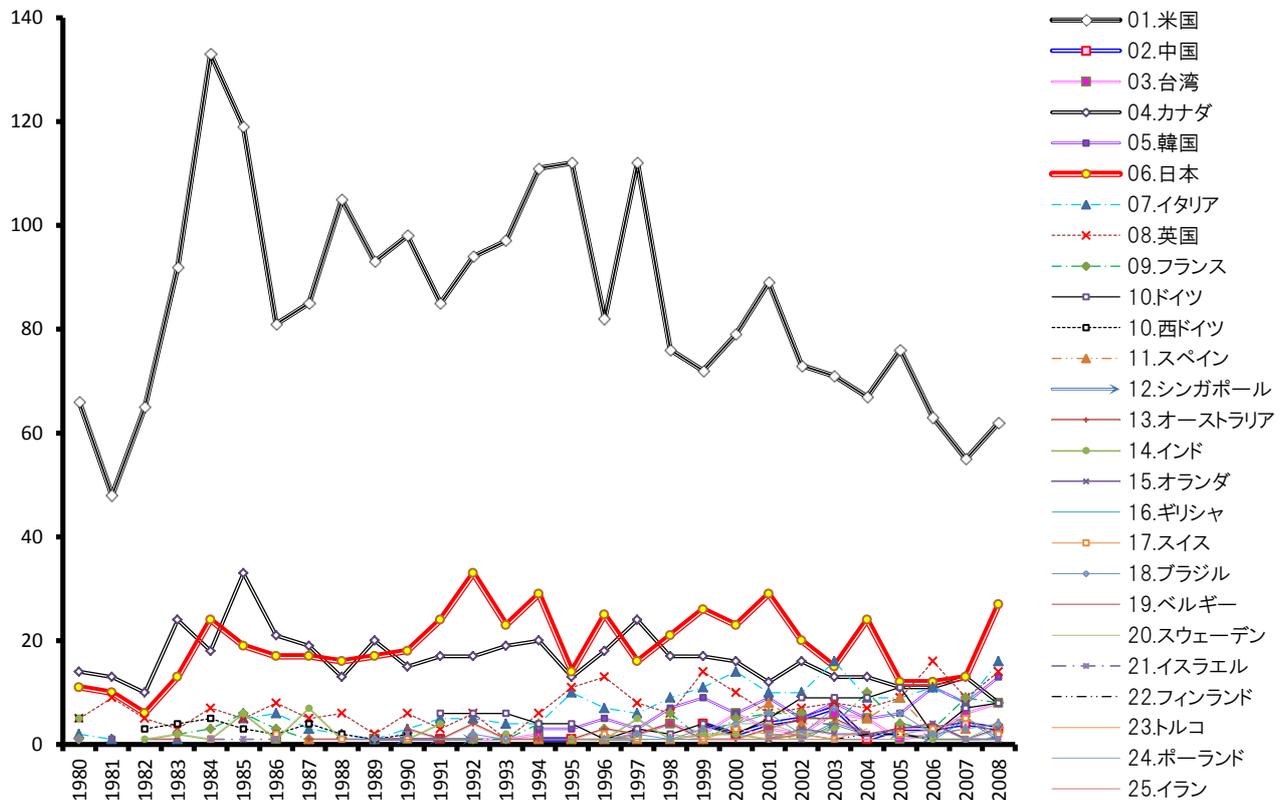


1.17 IEEE Industry Applications Society (工業利用ソサエティ)

1.17.1 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting

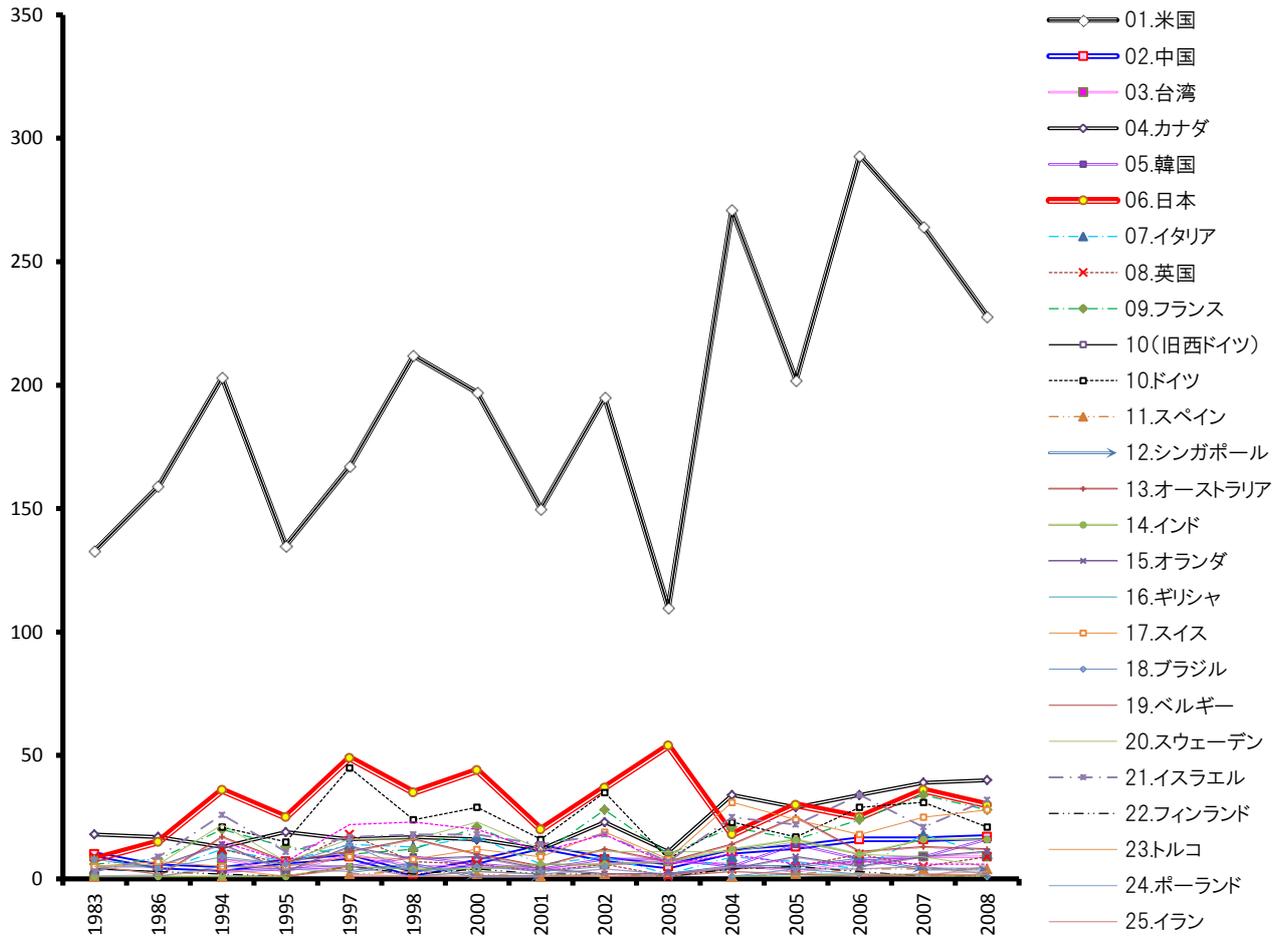


1.17.2 IEEE Transactions on Industry Applications

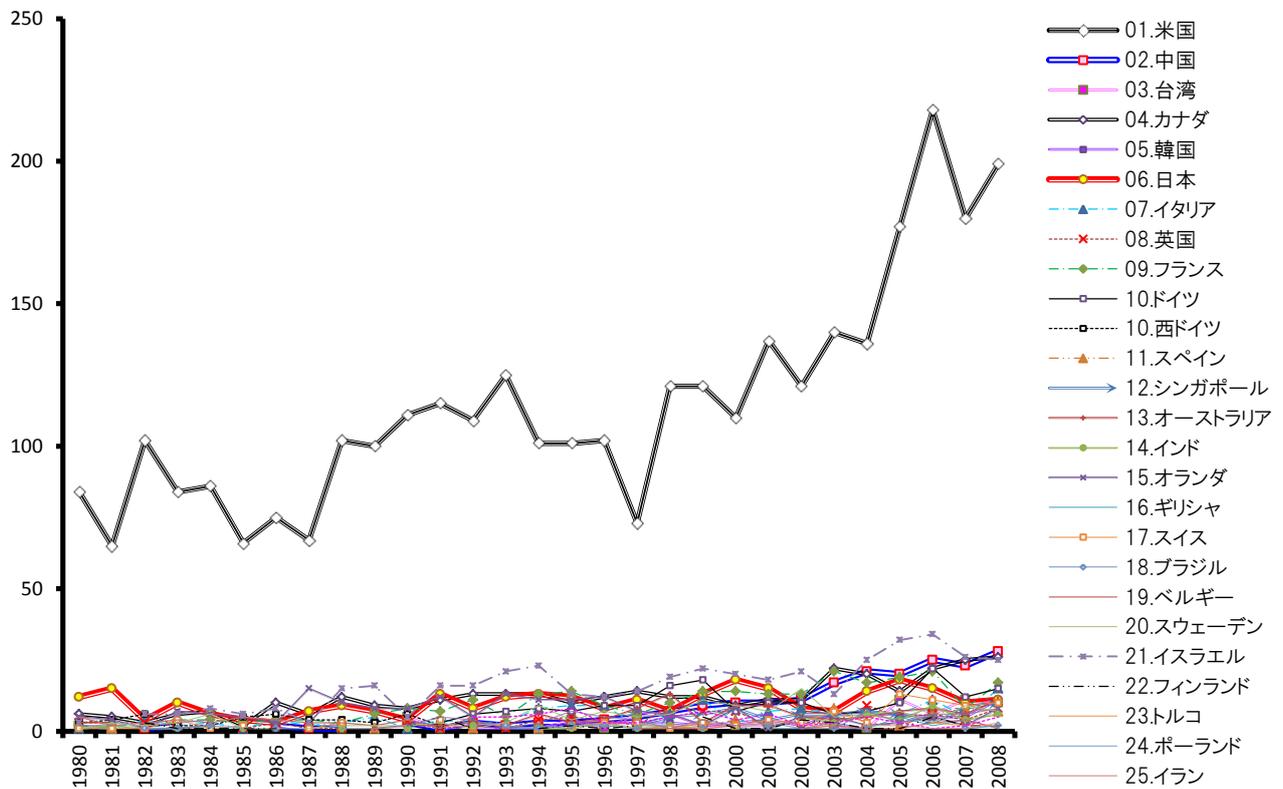


1.18 IEEE Information Theory Society (情報理論ソサエティ)

1.18.1 IEEE International Symposium on Information Theory

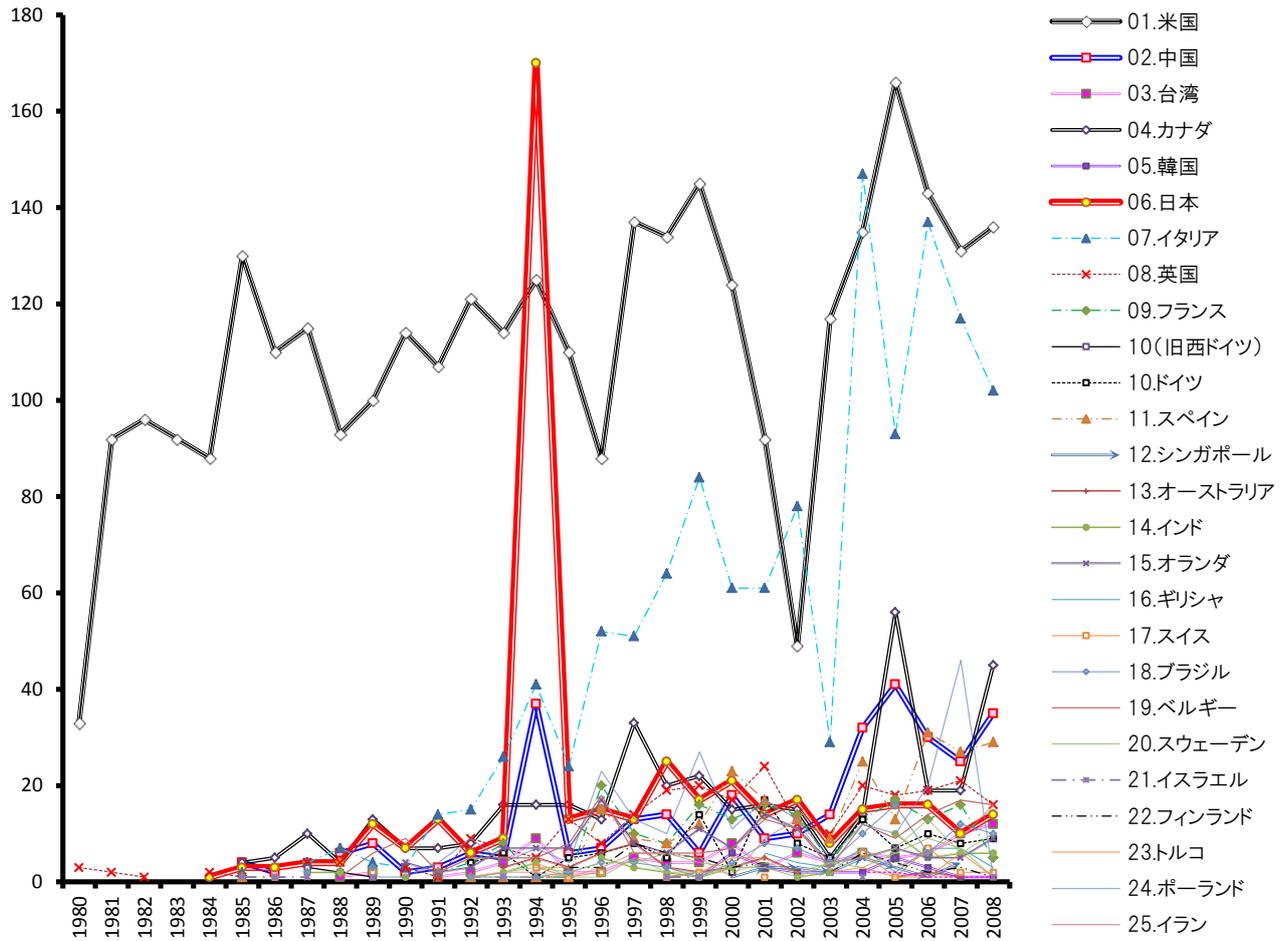


1.18.2 IEEE Transactions on Information Theory

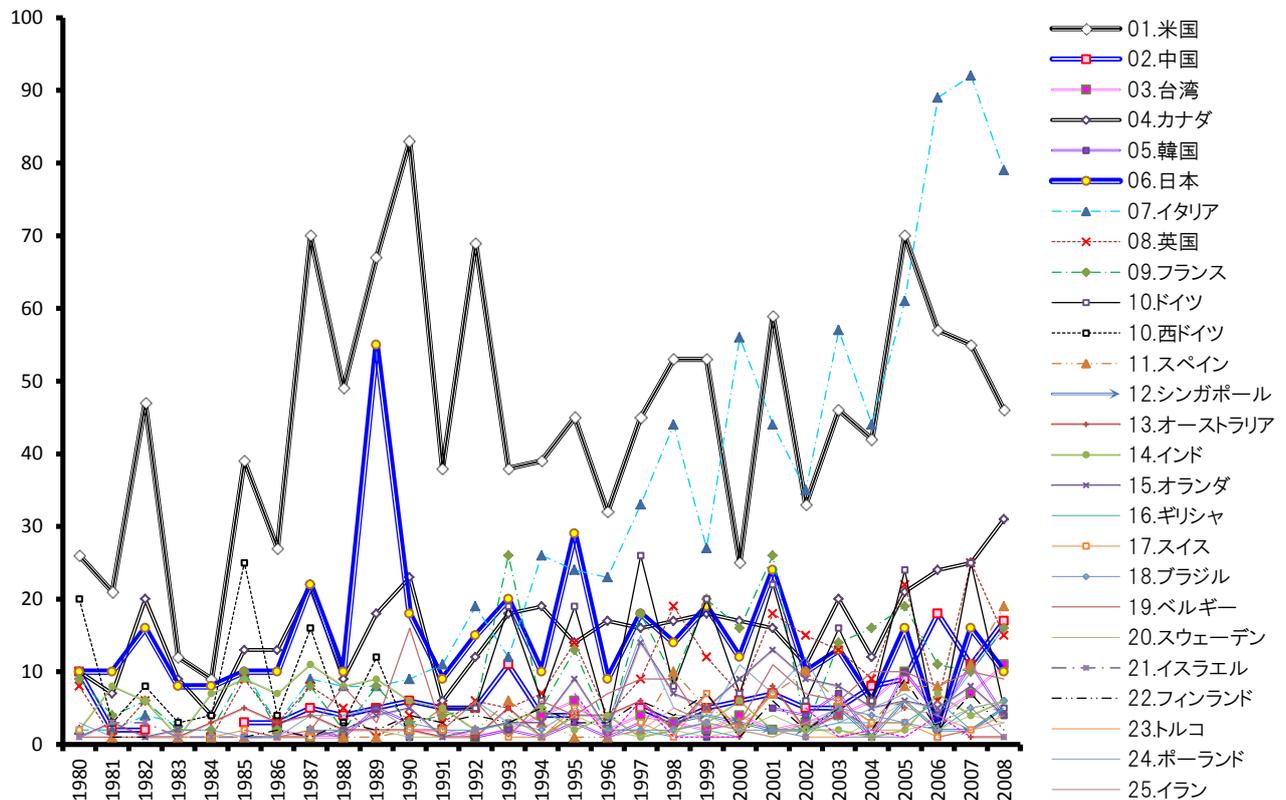


1.19 IEEE Instrumentation and Measurement Society (計装・測定ソサエティ)

1.19.1 International Automatic Testing Conference

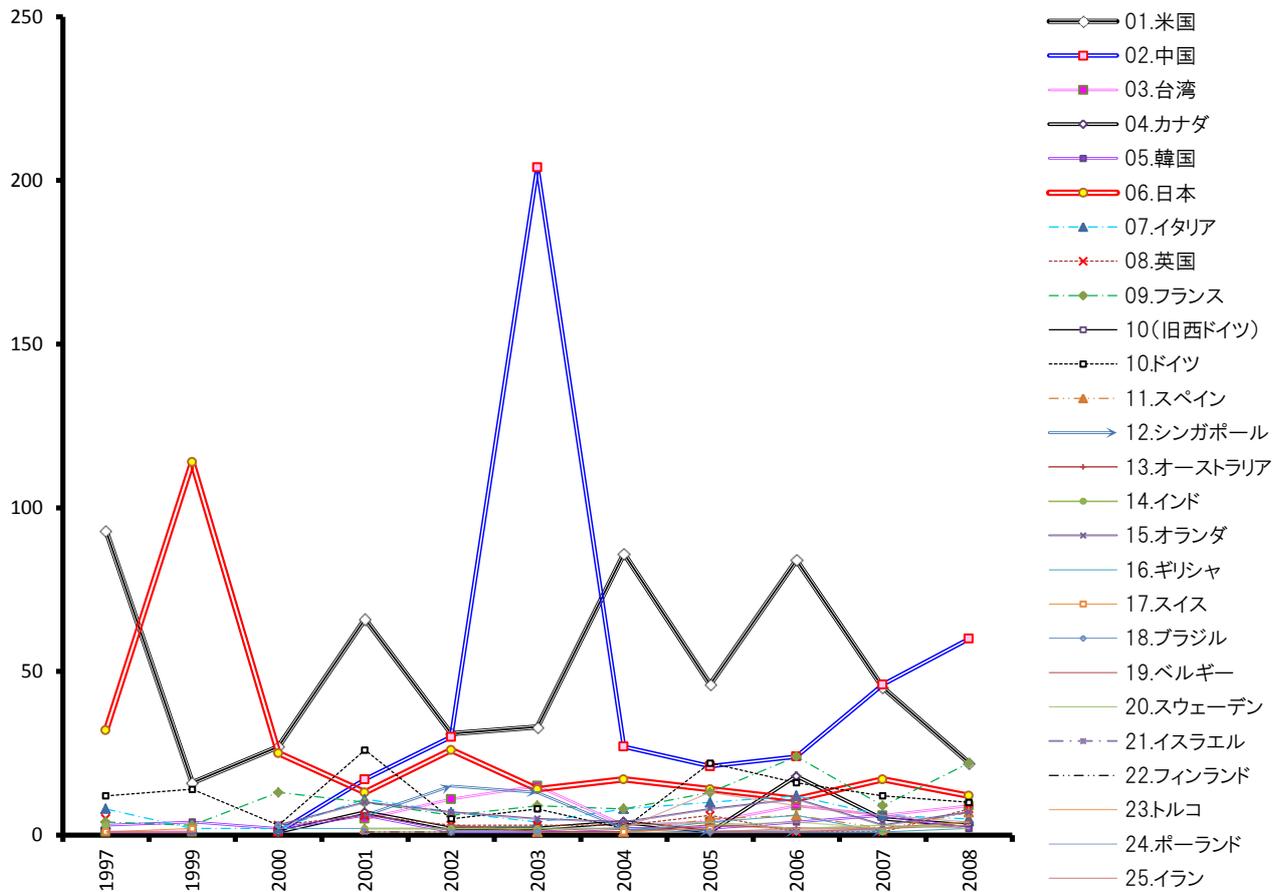


1.19.2 IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement

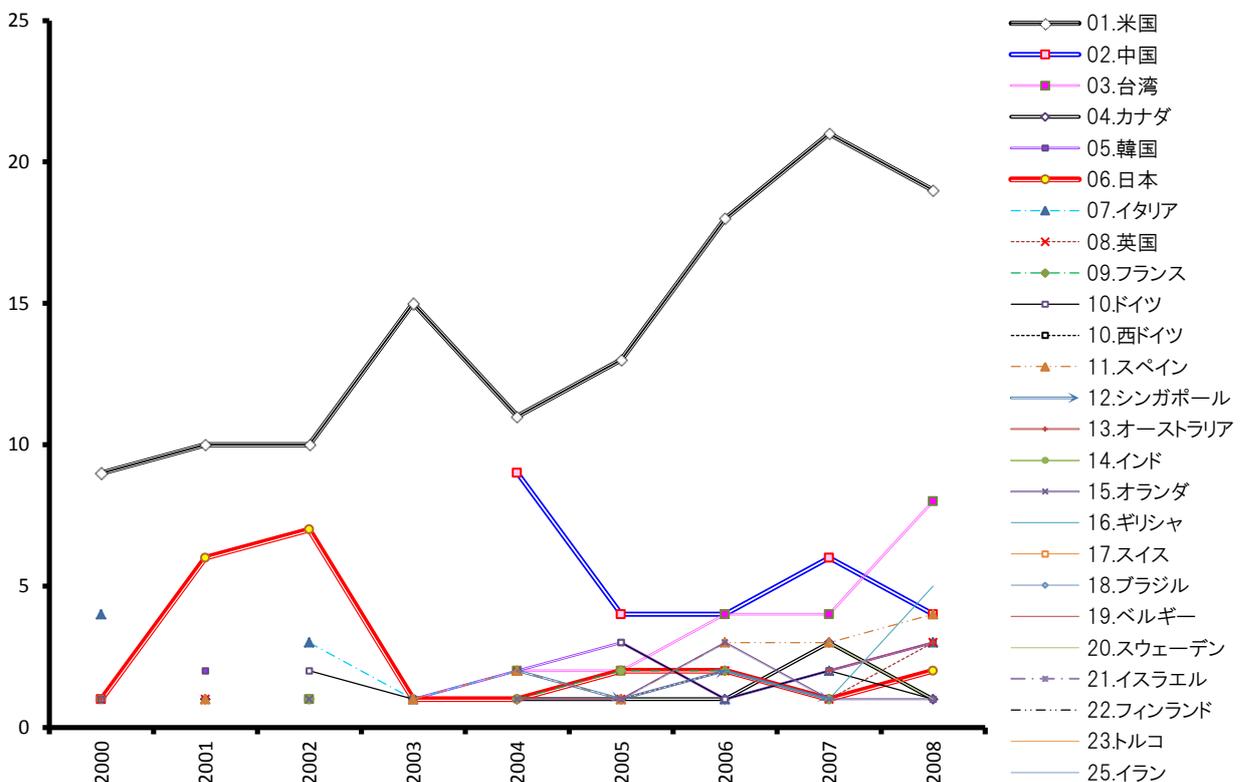


1.20 IEEE Intelligent Transportation Systems Society (高度交通システム (ITS) ソサエティ)

1.20.1 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems

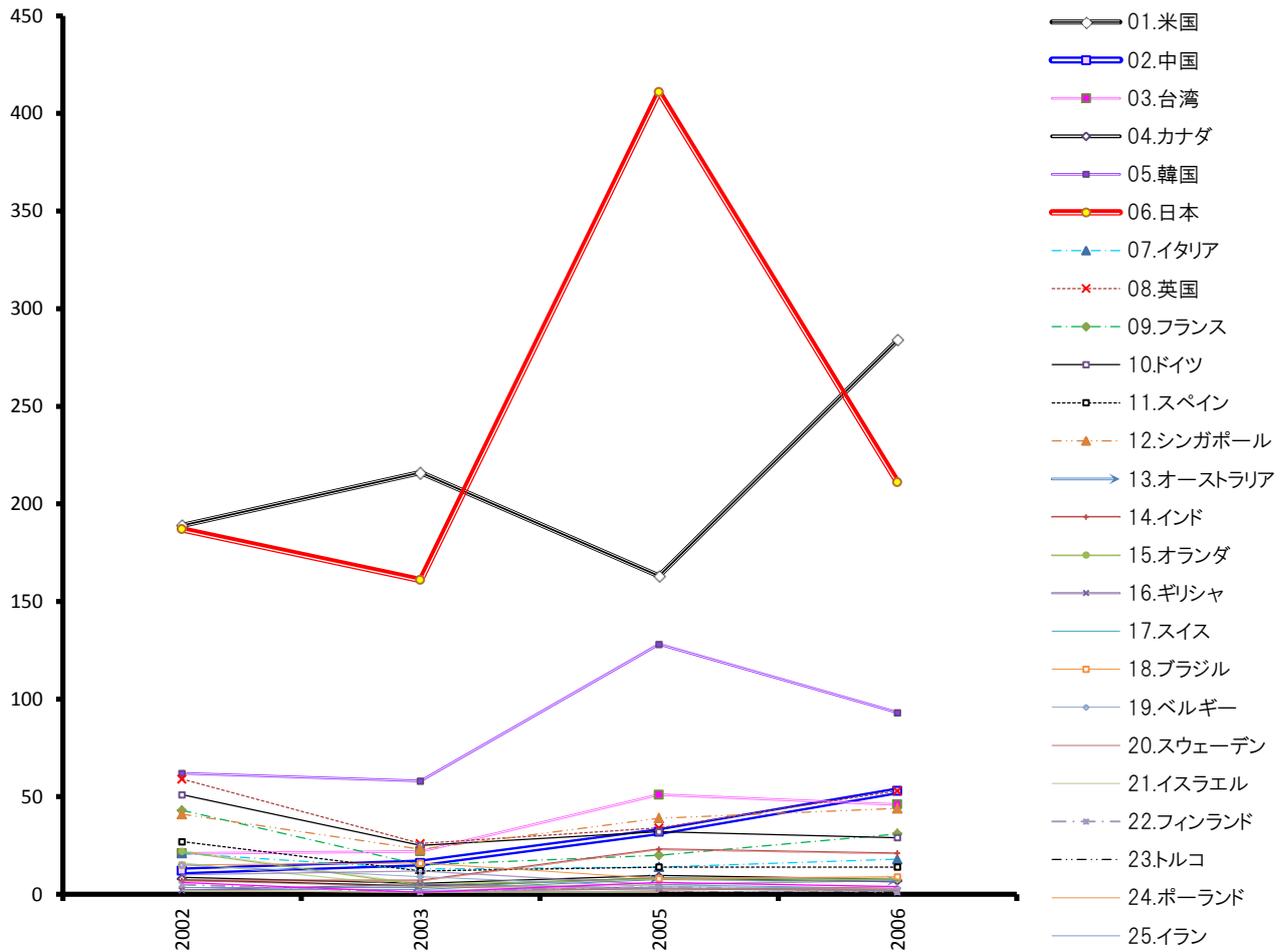


1.20.2 IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems Society

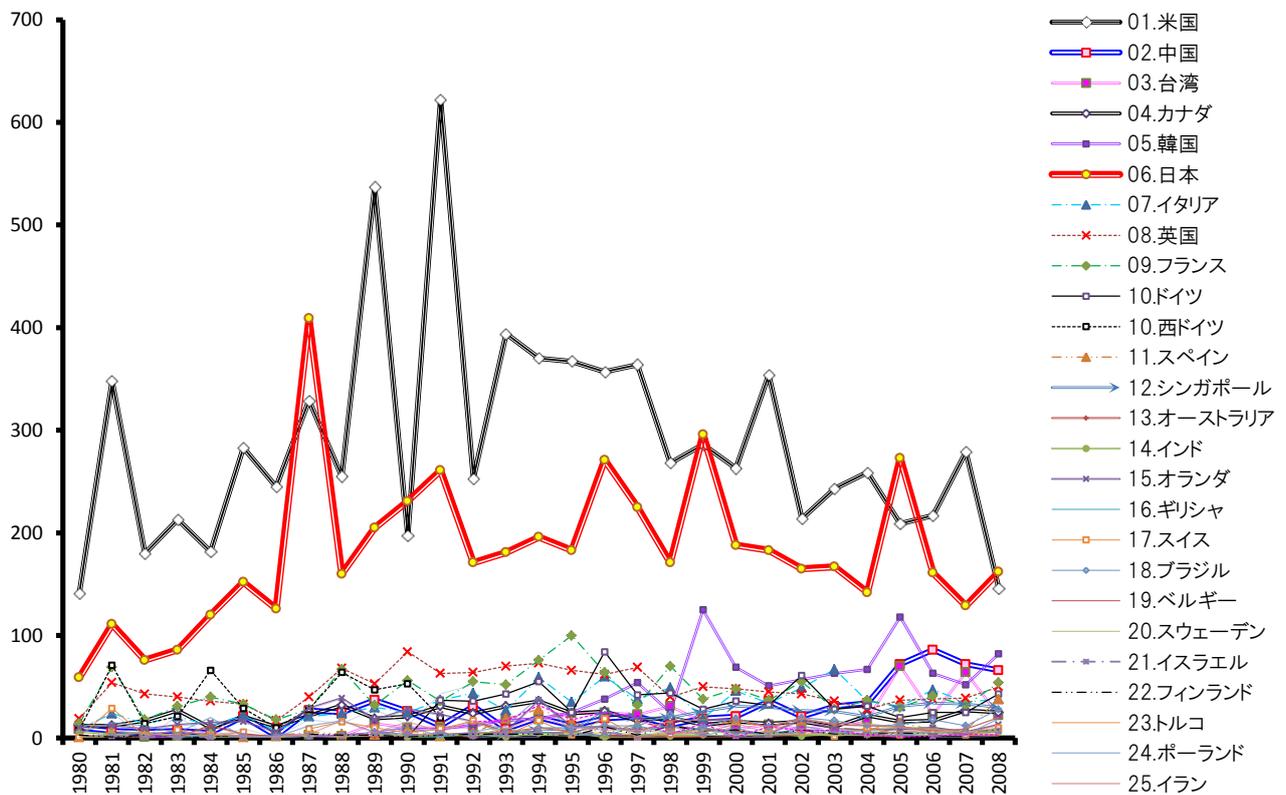


1.21 IEEE Magnetics Society (磁気学ソサエティ)

1.21.1 IEEE International Magnetics Conference



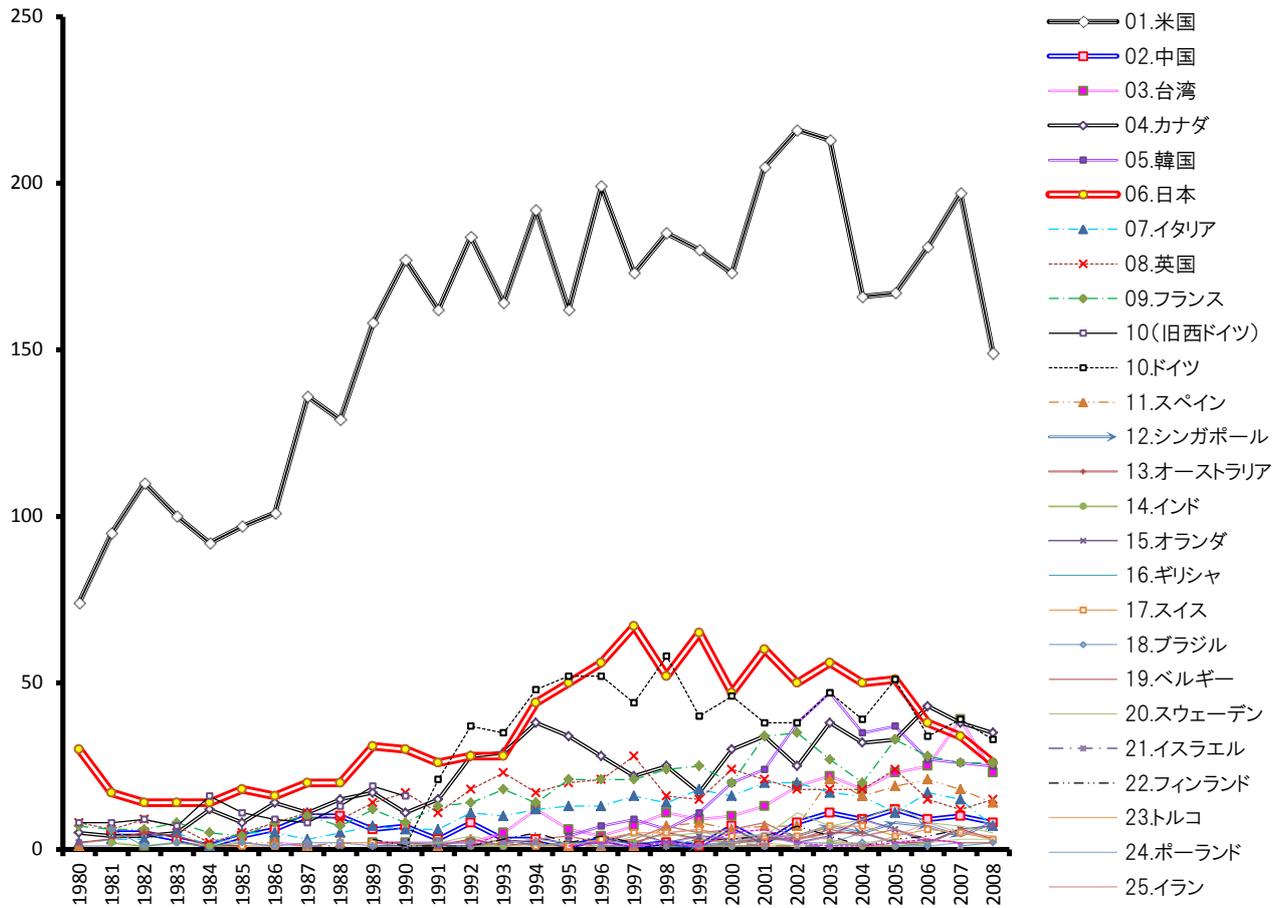
1.21.2 IEEE Transactions on Magnetics



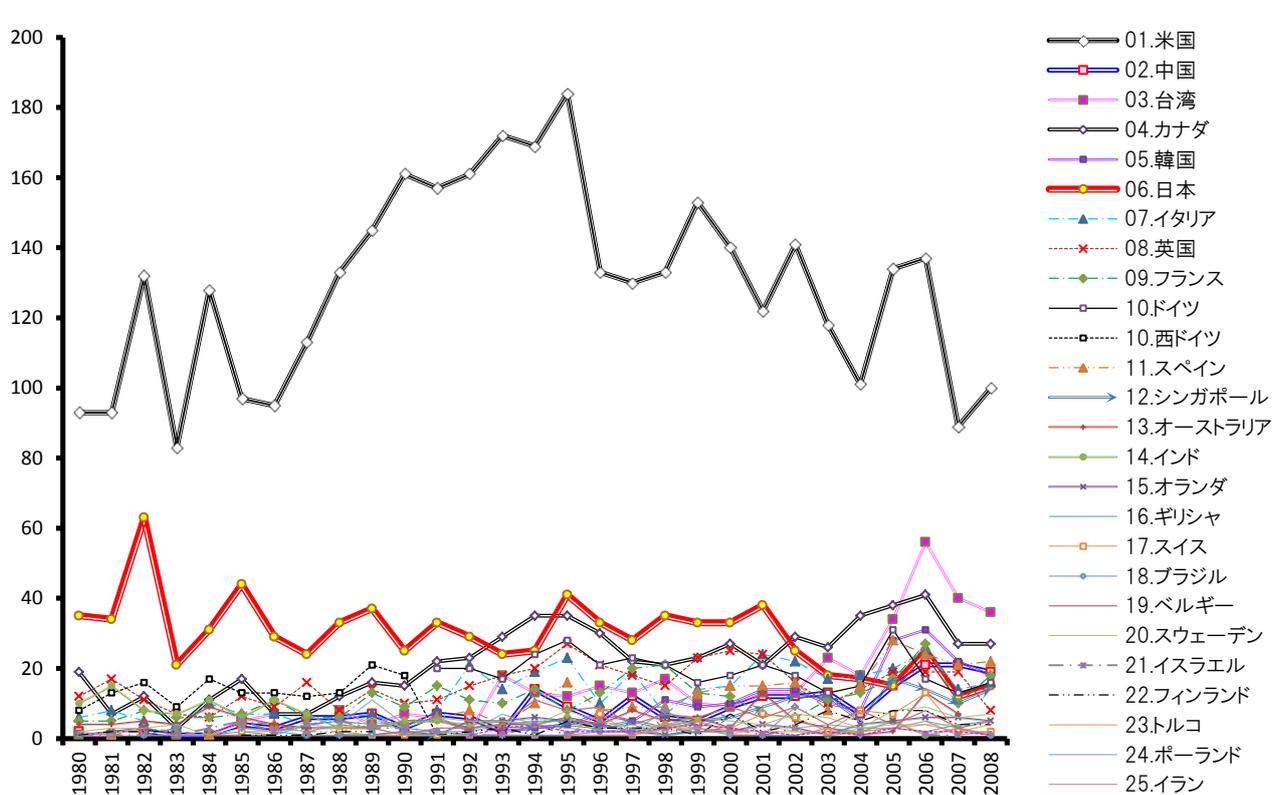
1.22 IEEE Microwave Theory and Techniques Society

(マイクロ波理論技術ソサエティ)

1.22.1 International Microwave Symposium

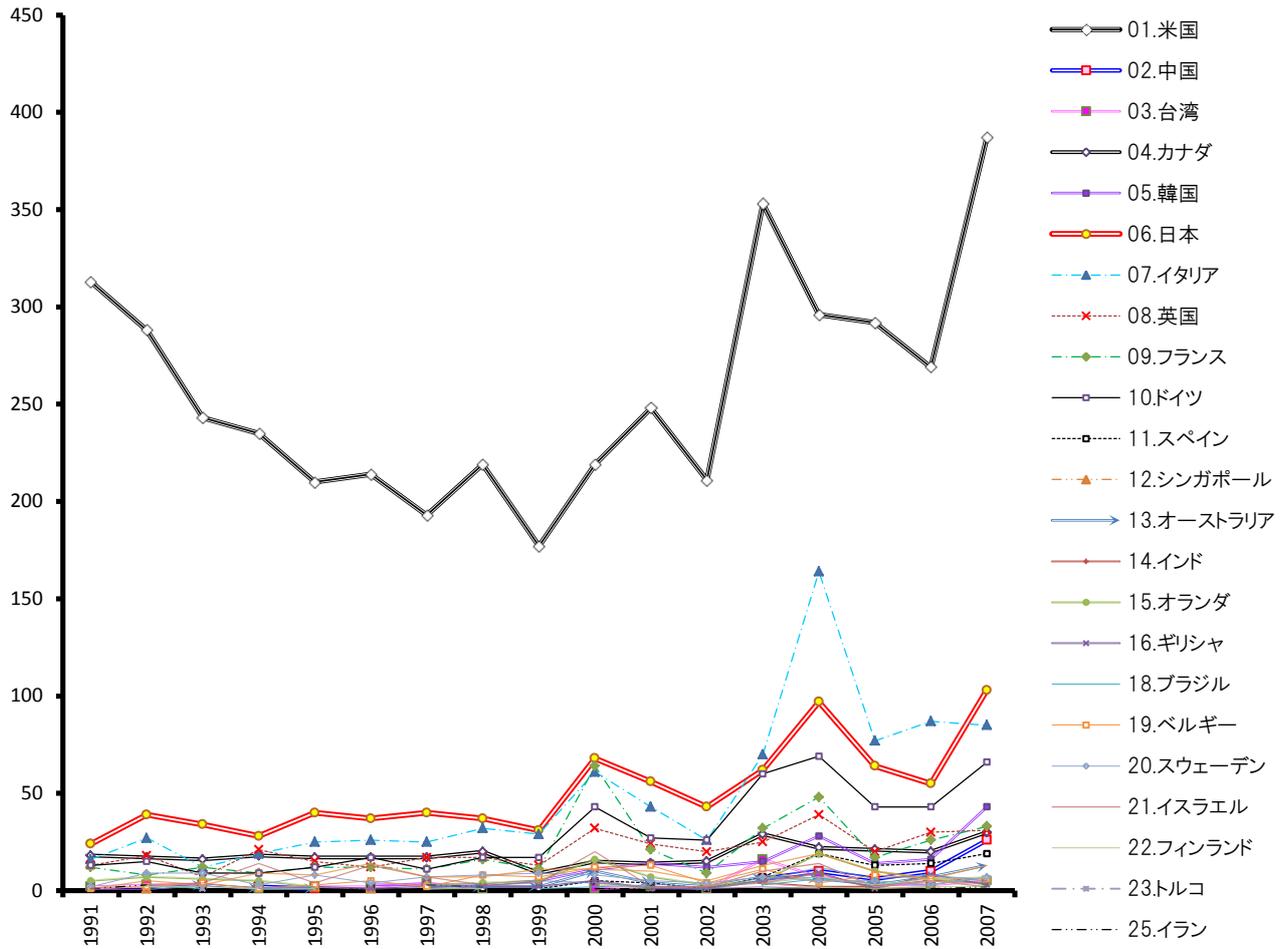


1.22.2 IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques

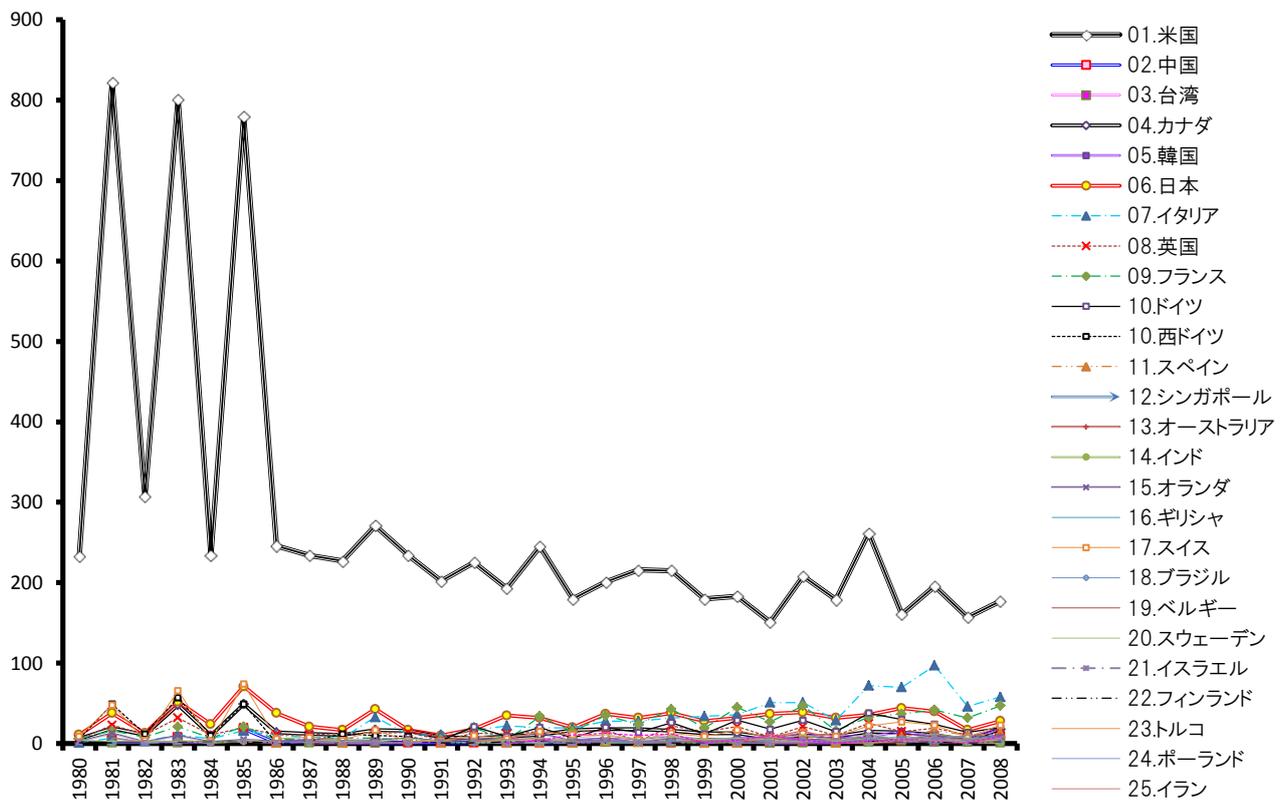


1.23 IEEE Nuclear and Plasma Science Society (核・プラズマソサエティ)

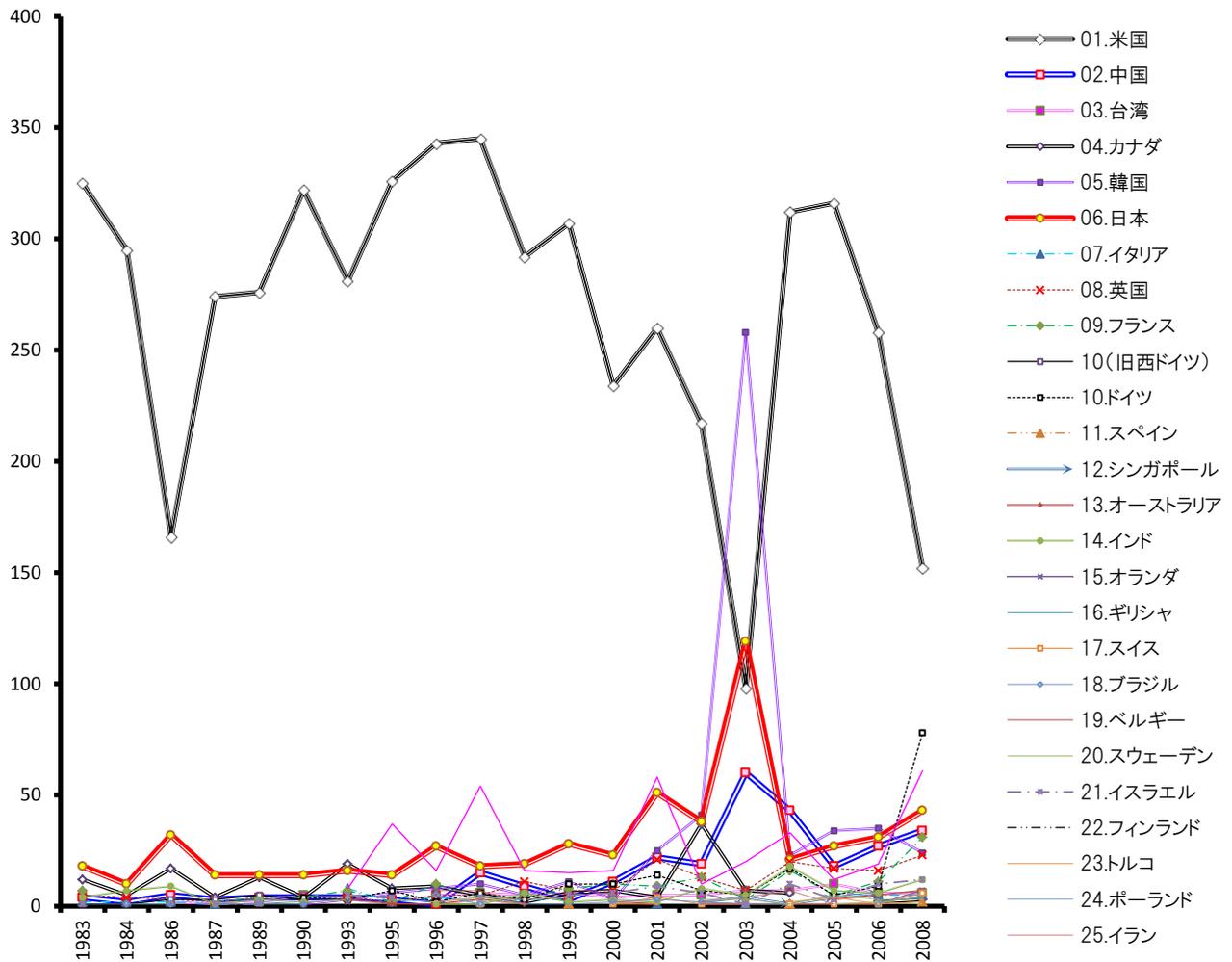
1.23.1 IEEE Nuclear Science Symposium



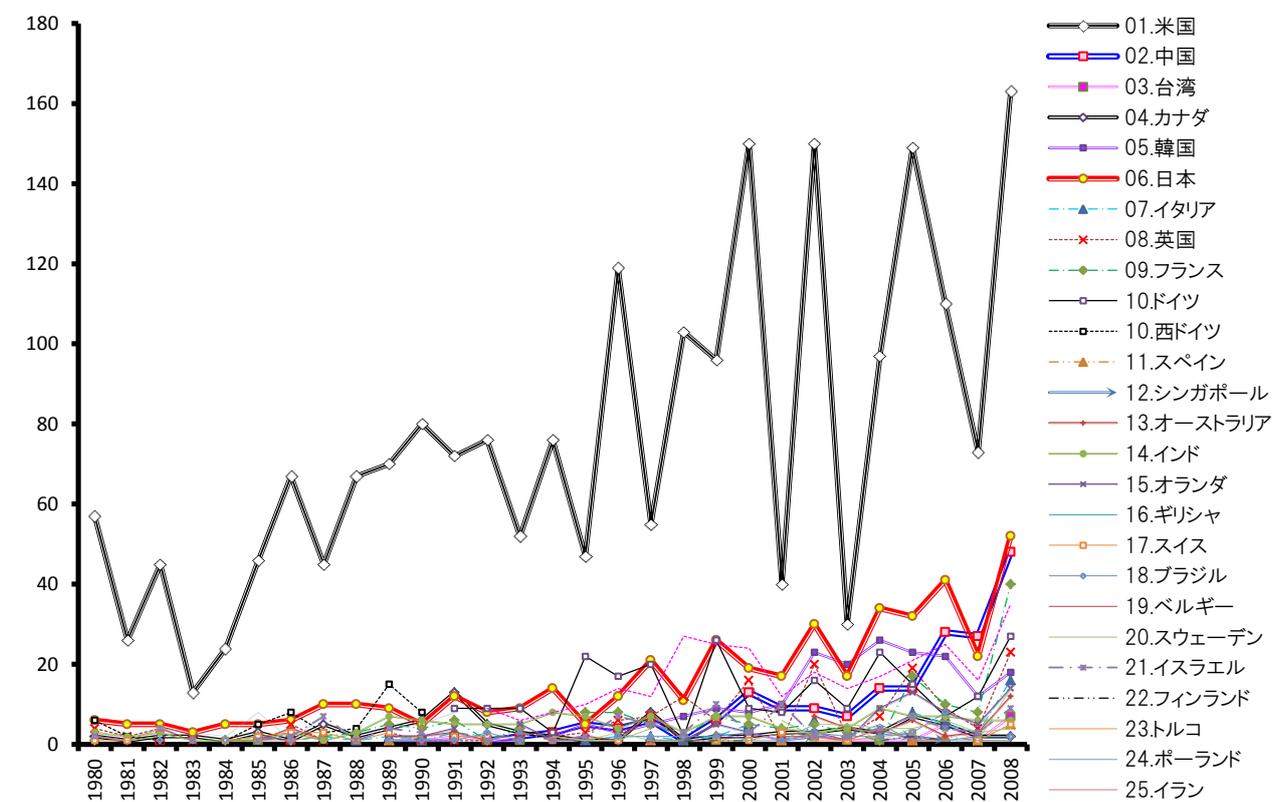
1.23.2 IEEE Transactions on Nuclear Science



1. 23. 3 IEEE International Conference on Plasma Science

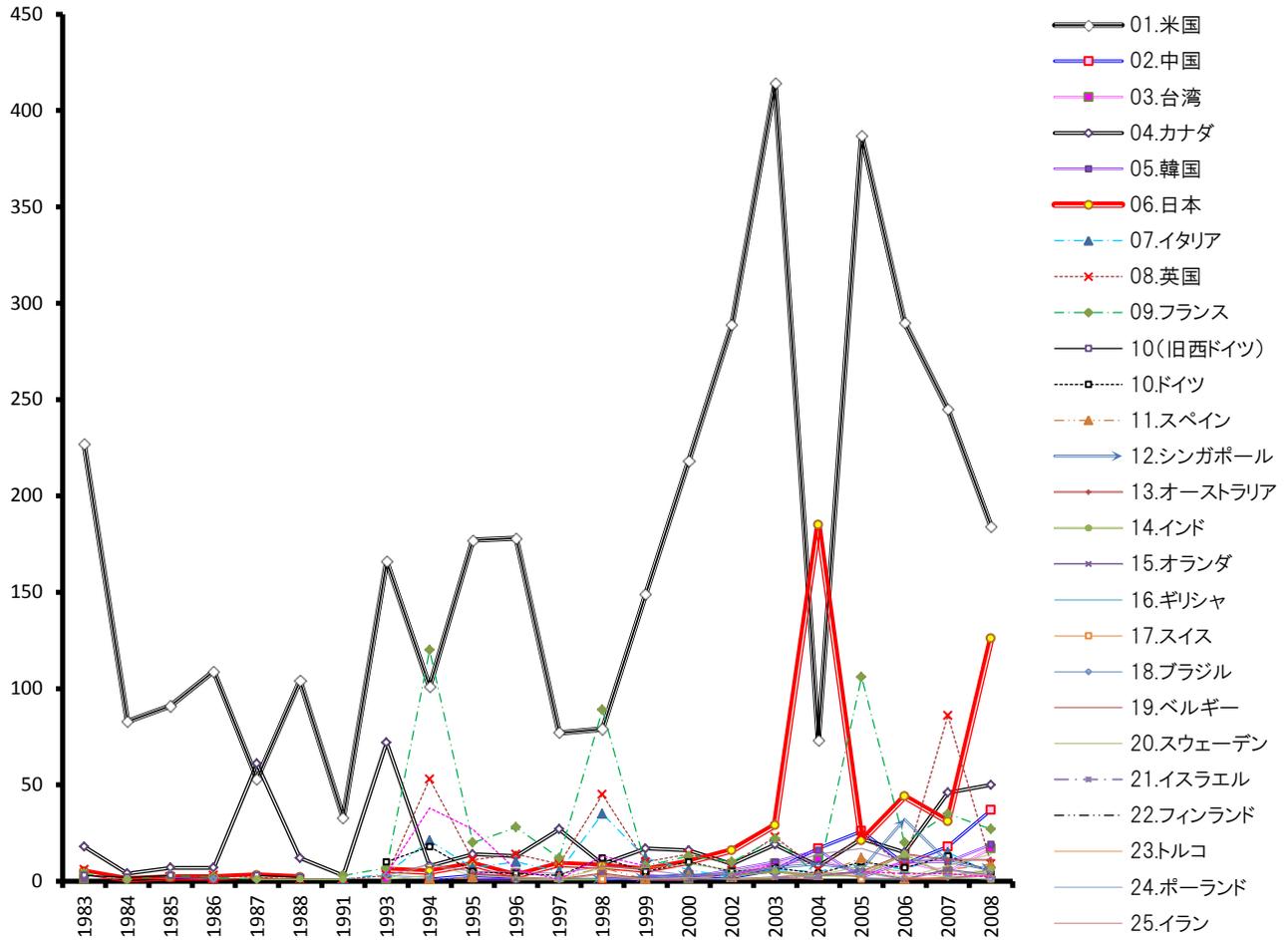


1. 23. 4 IEEE Transactions on Plasma Science

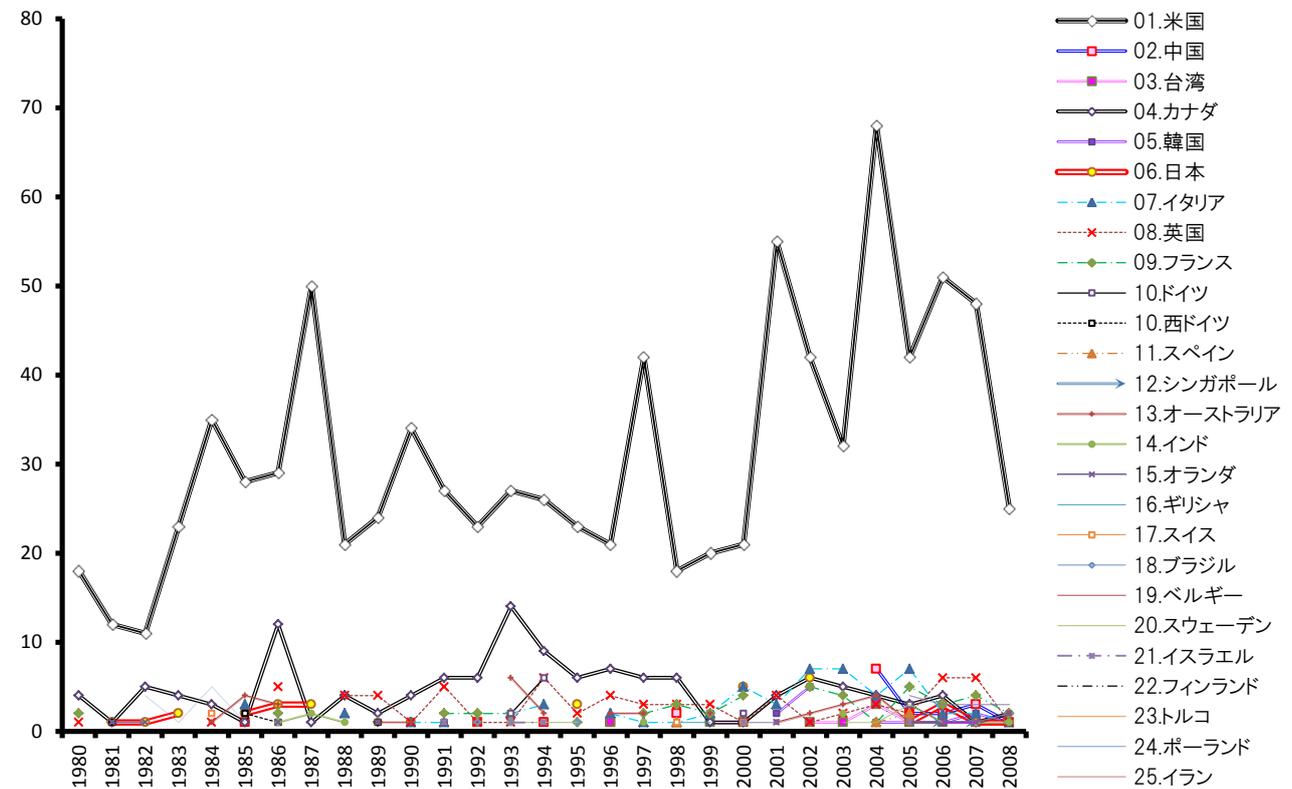


1.24 IEEE Oceanic Engineering Society (海洋工学ソサエティ)

1.24.1 OCEANS Conference

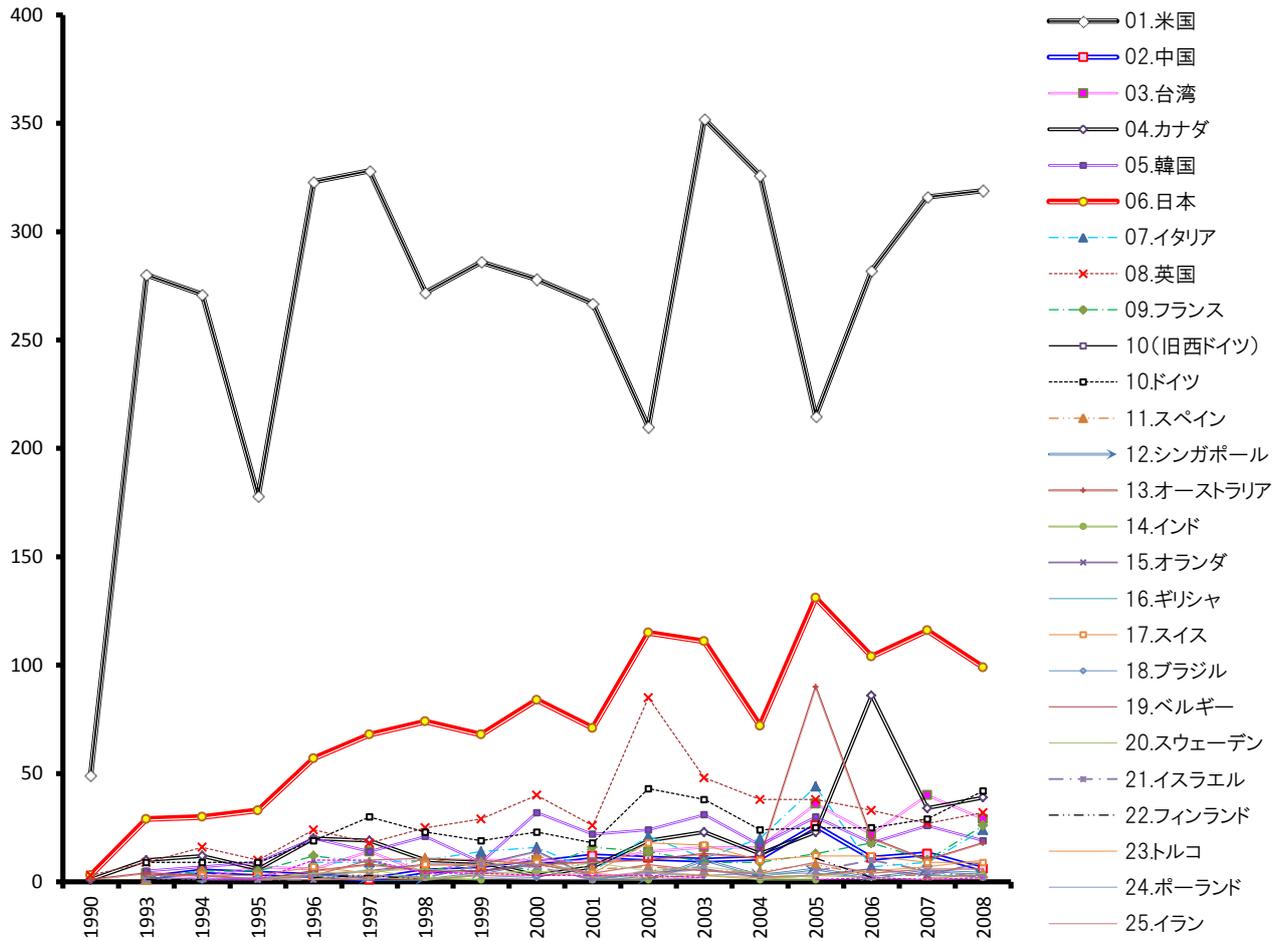


1.24.2 IEEE Journal of Oceanic Engineering

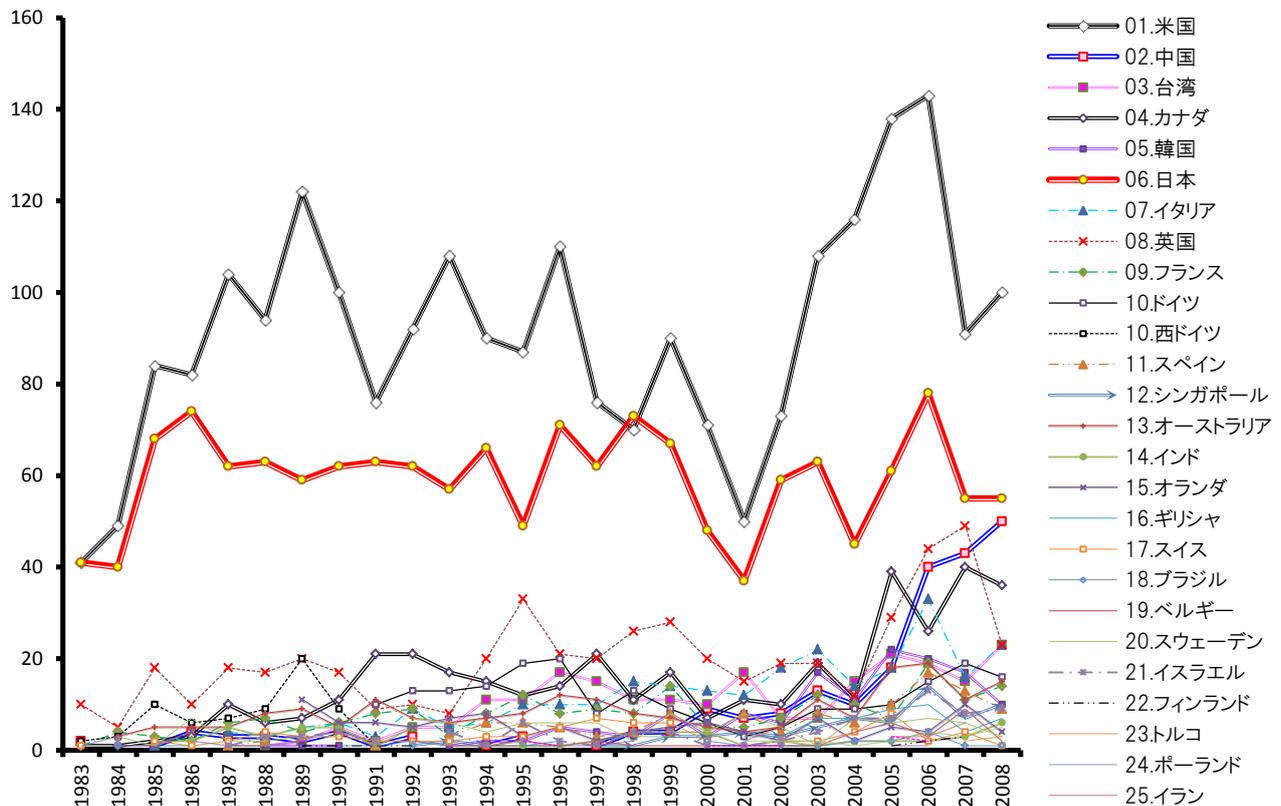


1.25 IEEE Photonics Society (フォトニクスソサエティ)

1.25.1 Annual Meeting of the IEEE Lasers and Electro-Optics Society

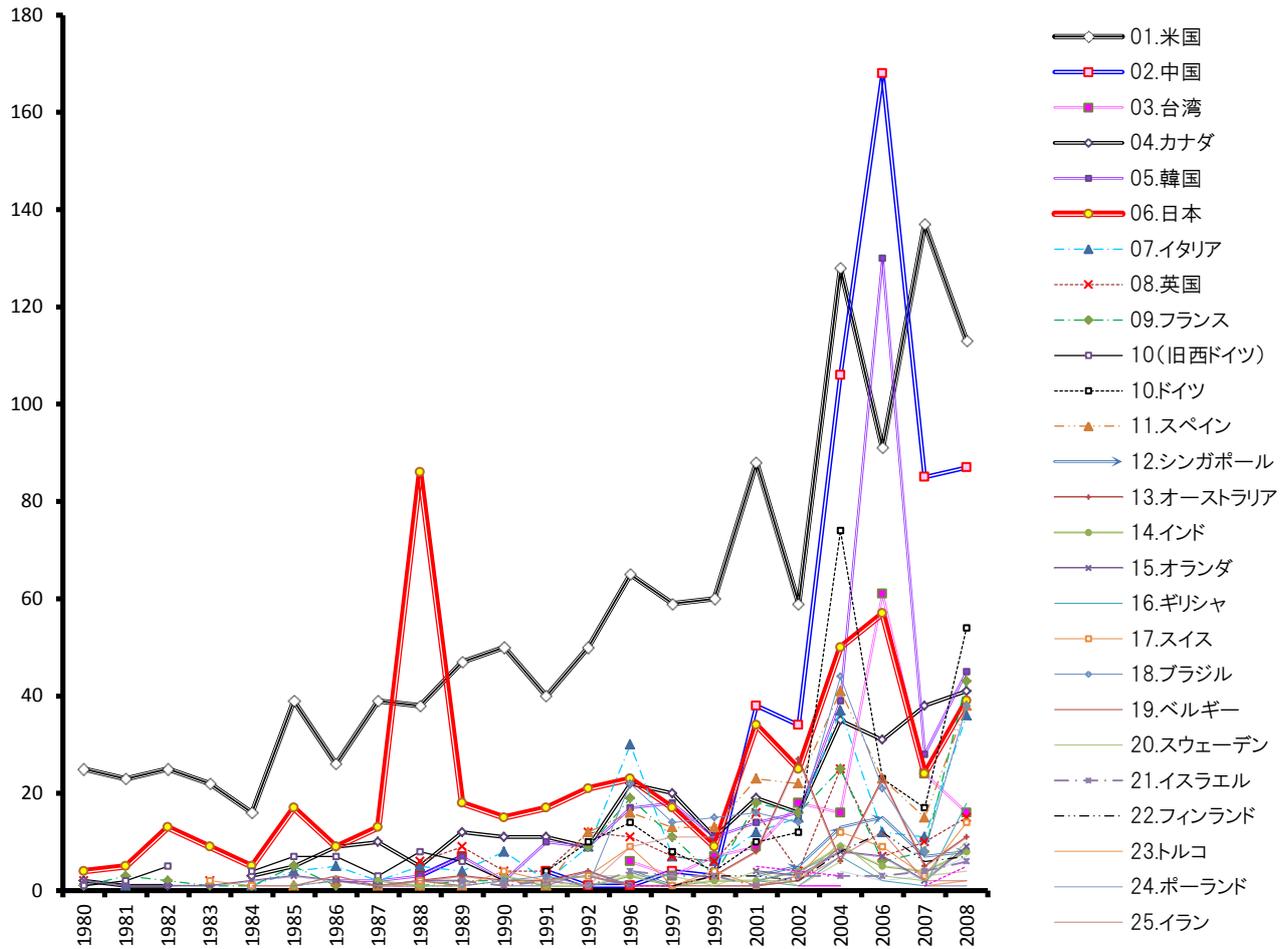


1.25.2 Journal of Lightwave Technology

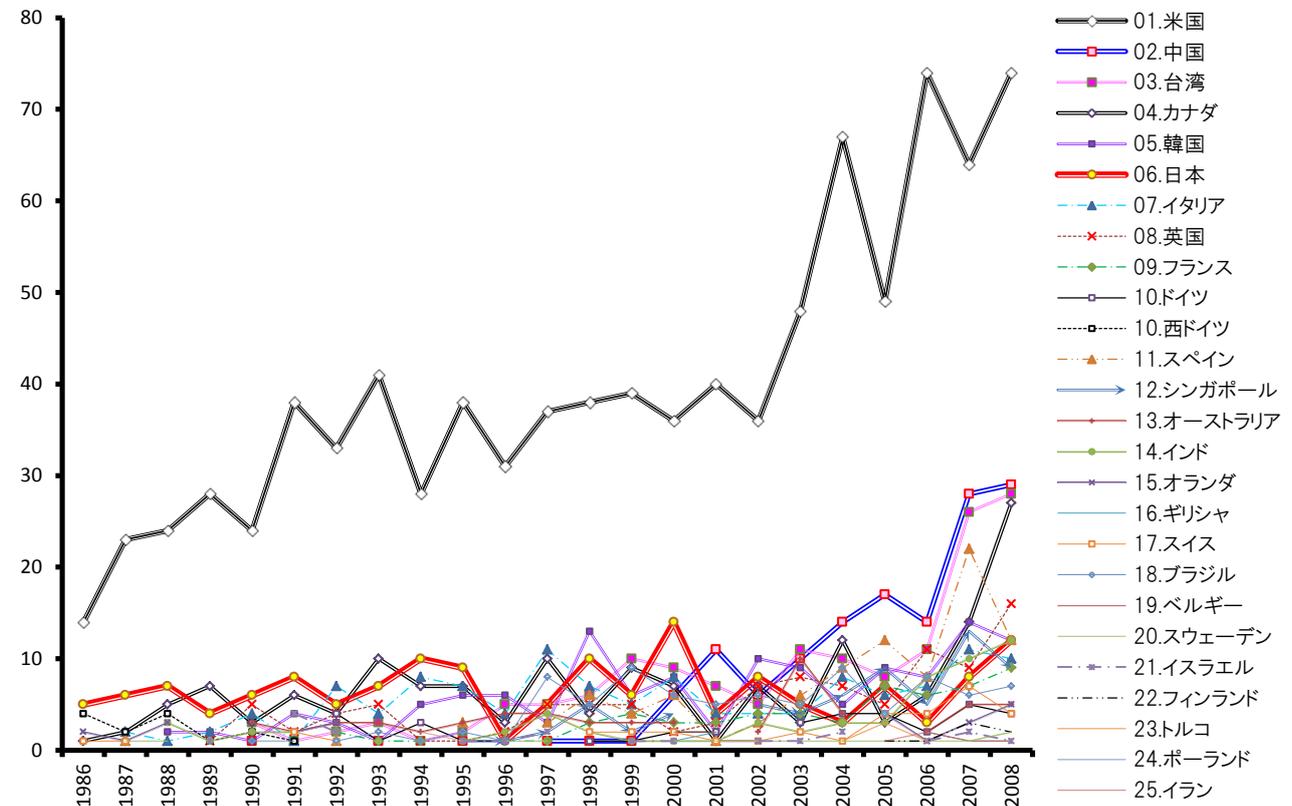


1.26 IEEE Power Electronics Society (高電圧工学ソサエティ)

1.26.1 IEEE Power Electronics Specialists Conference

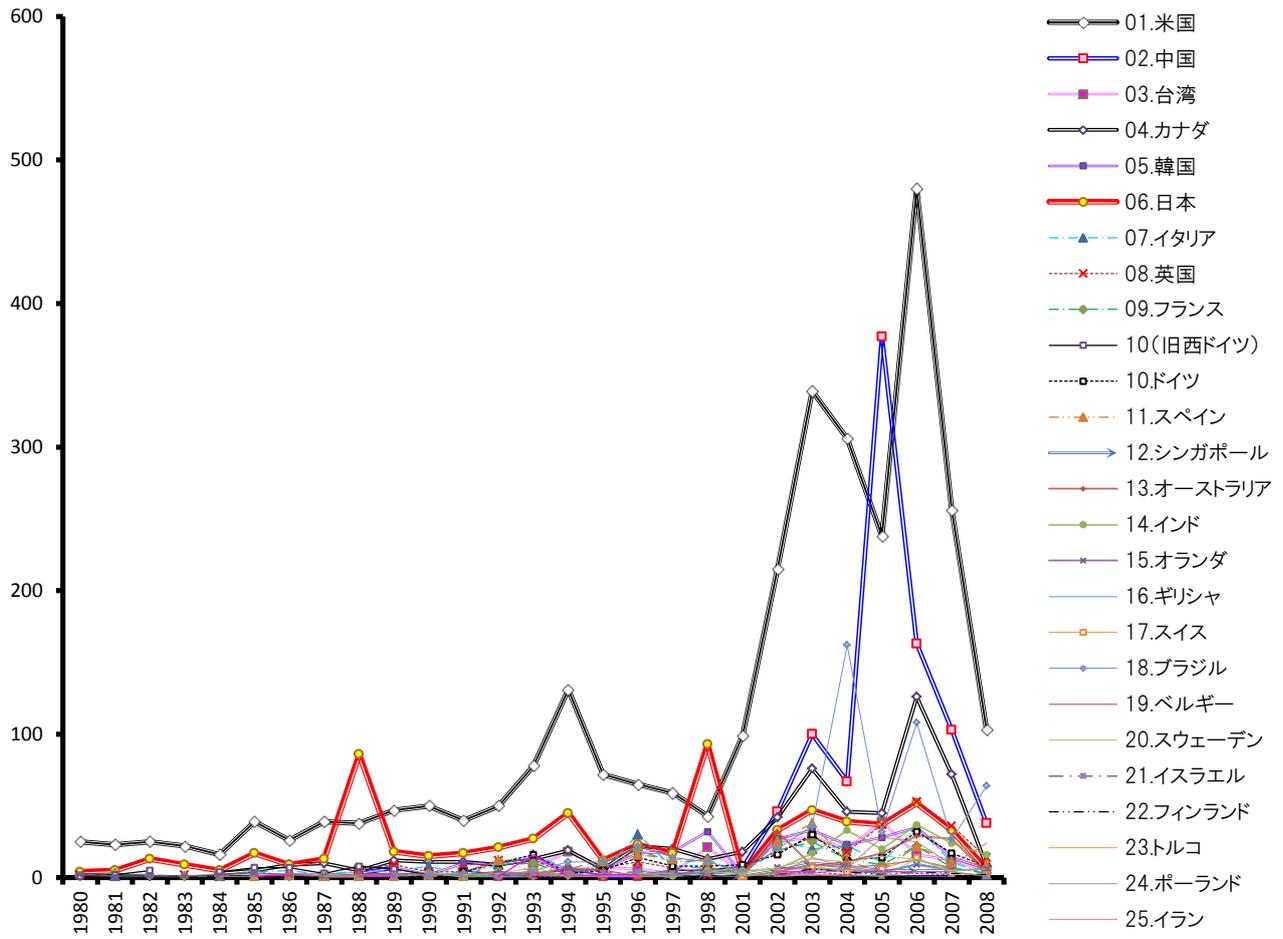


1.26.2 IEEE Transactions on Power Electronics

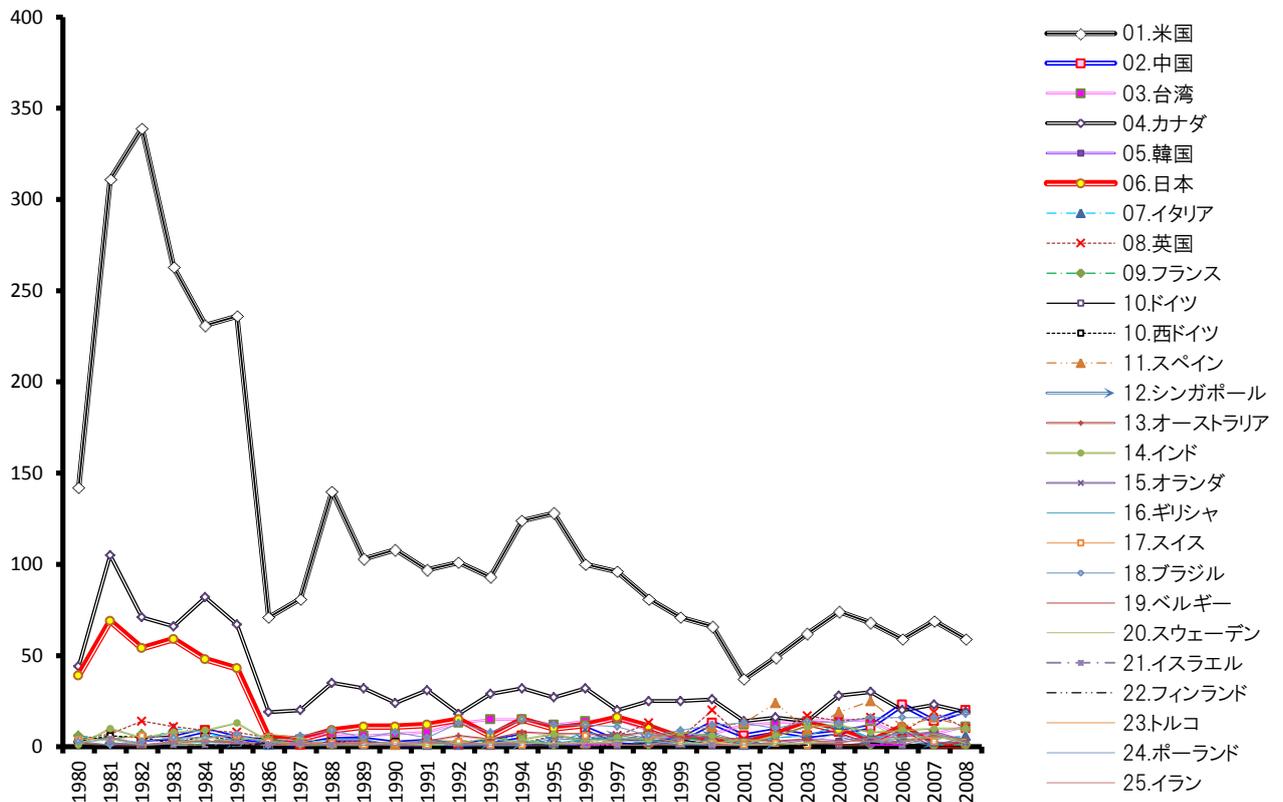


1.27 IEEE Power and Energy Society (電力エネルギーソサエティ)

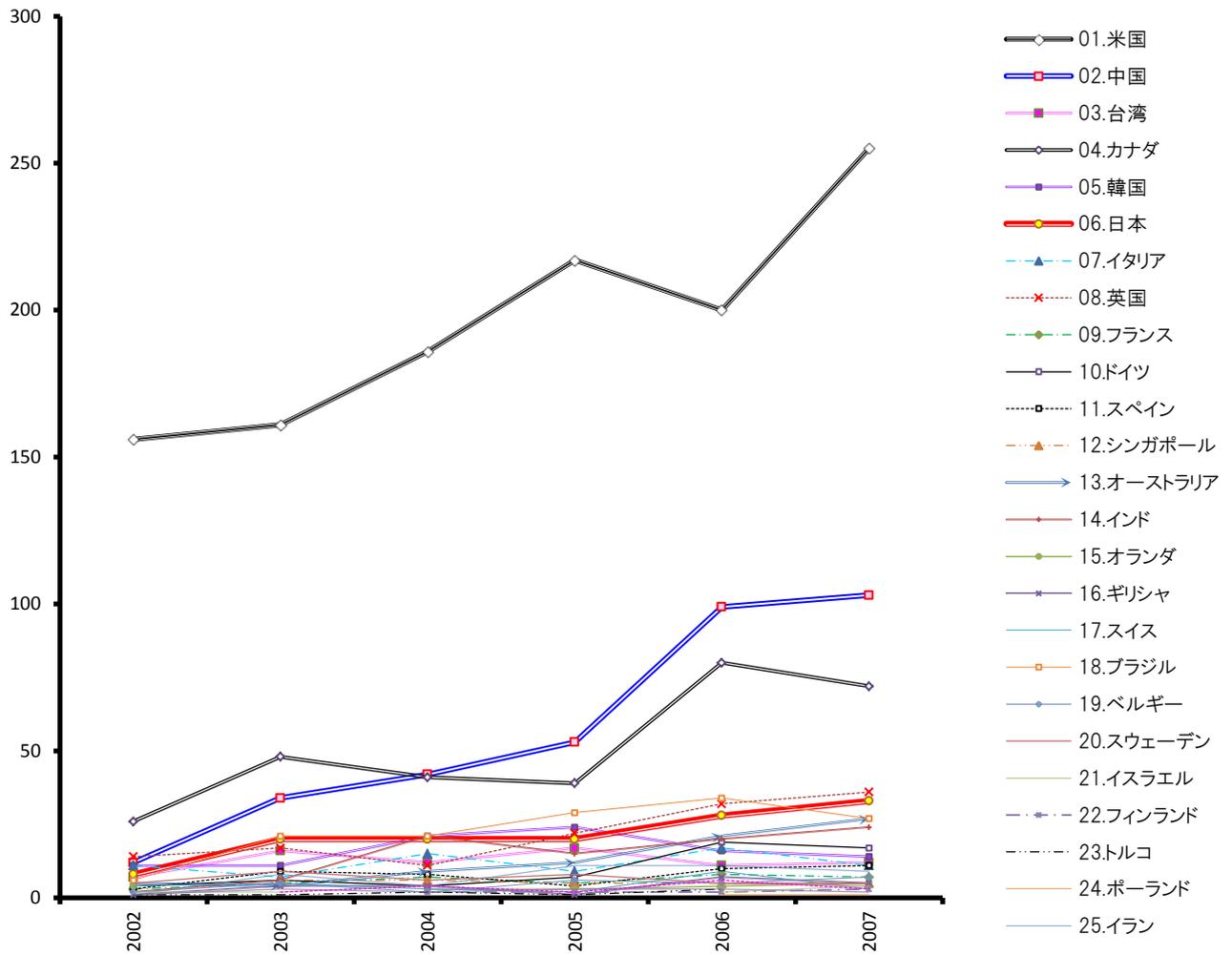
1.27.1 Power Systems Conference and Exhibition



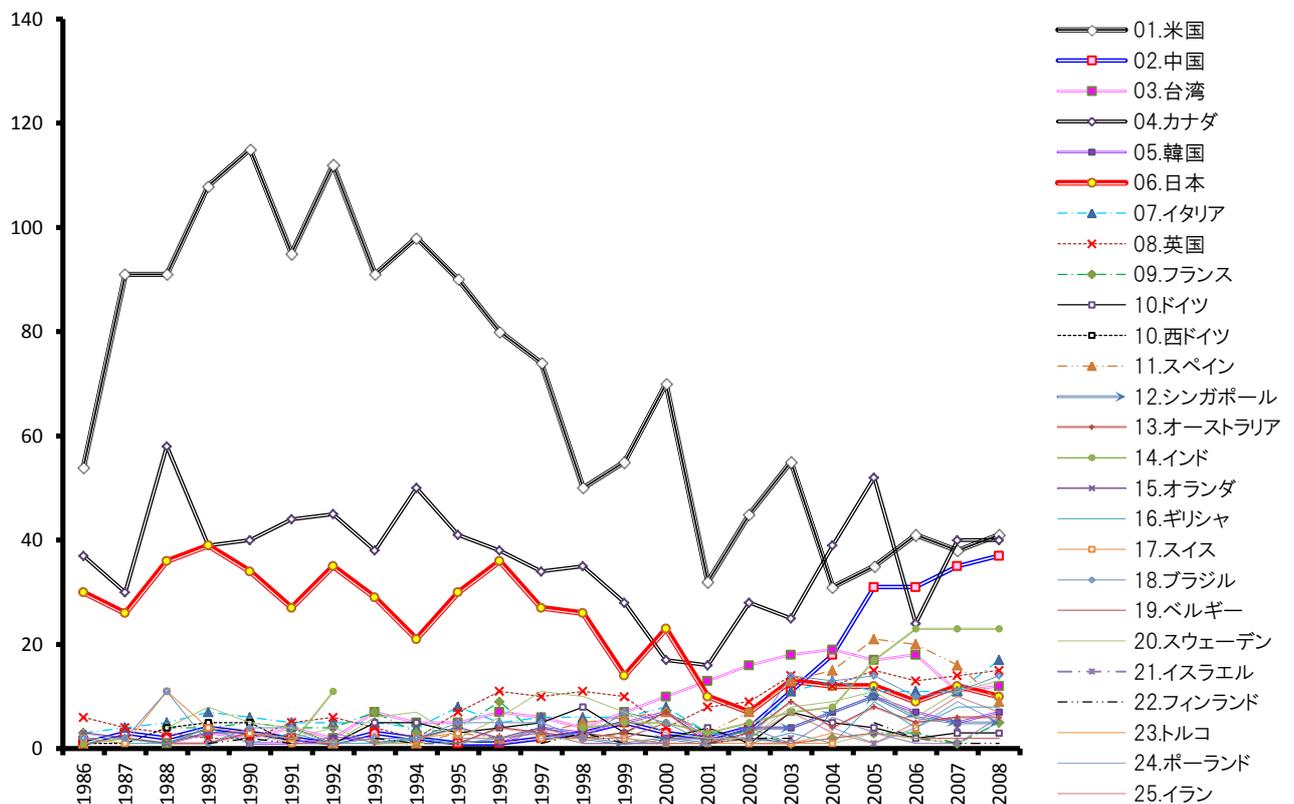
1.27.2 IEEE Transactions on Power Systems



1. 27. 3 Power Engineering Society General Meeting

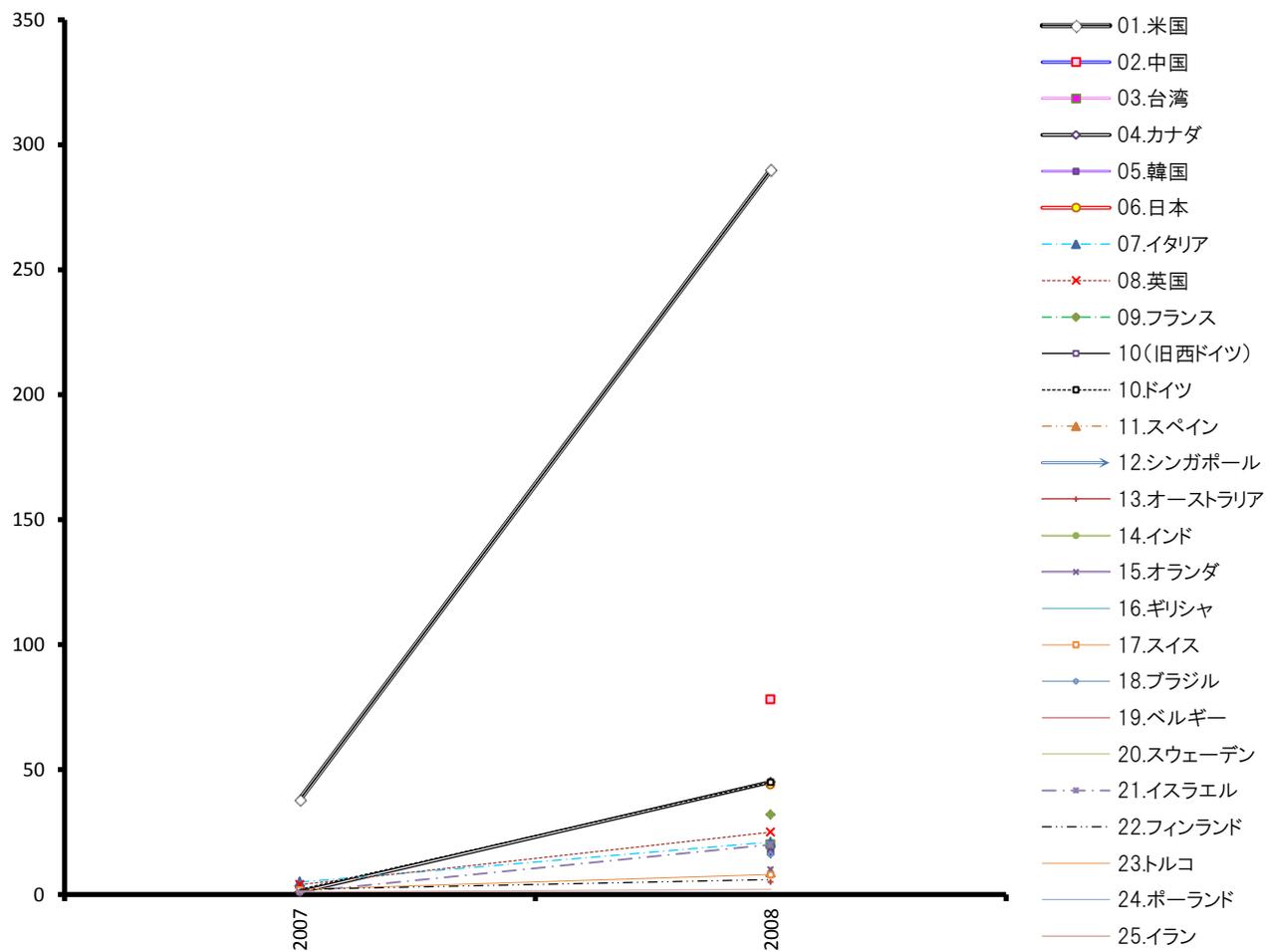


1. 27. 4 IEEE Transactions on Power Delivery



1.28 IEEE Product Safety Engineering Society (製品安全性工学ソサエティ)

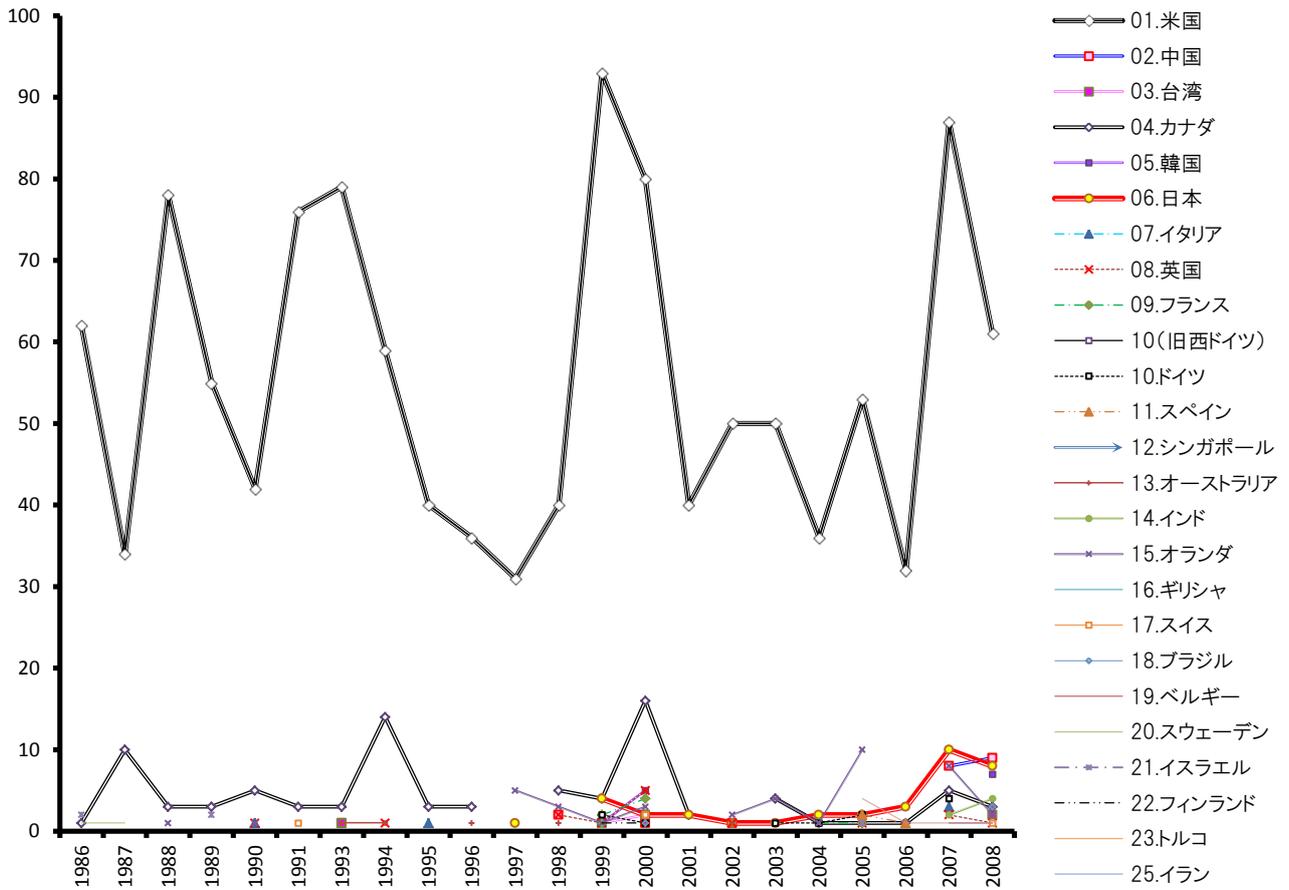
1.28.1 IEEE Symposium on Product Compliance Engineering



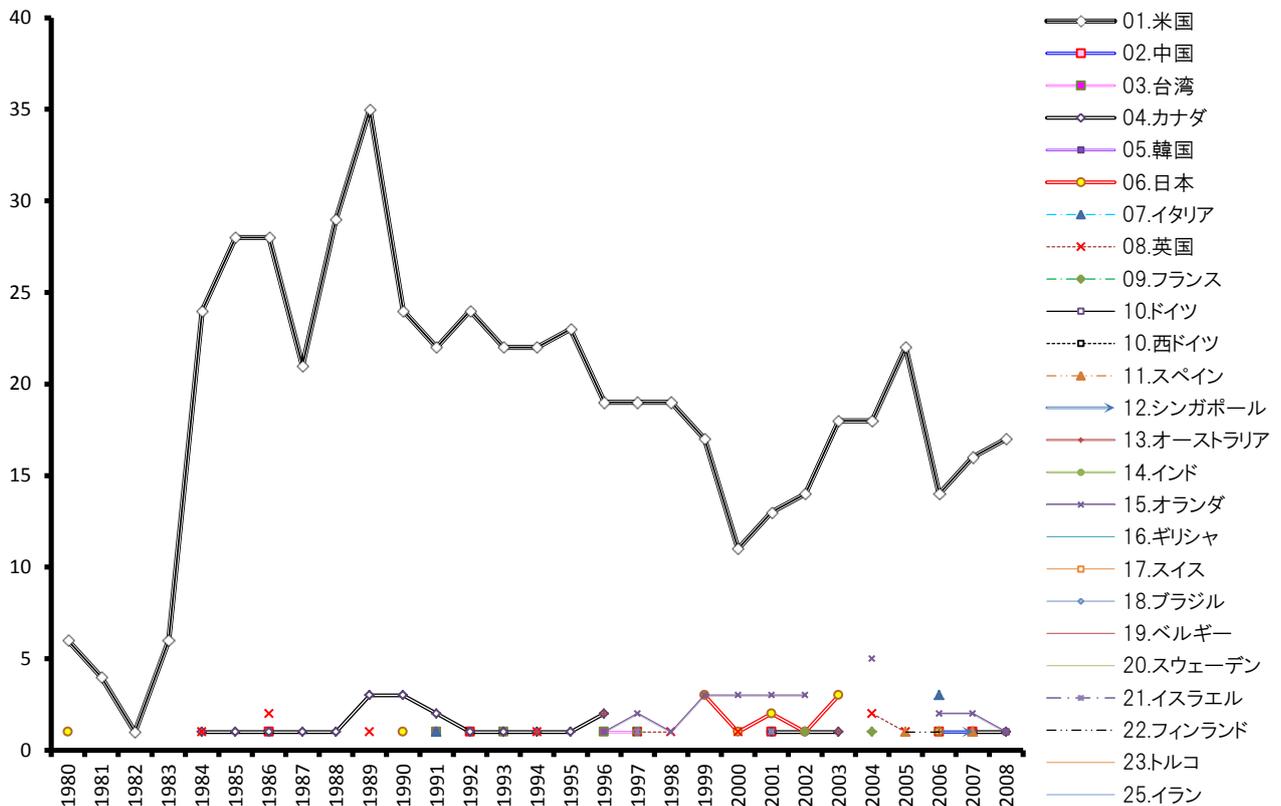
～ 新設ソサエティのため、対応するトランザクションなし ～

1.29 IEEE Professional Communications Society (専門コミュニケーションソサエティ)

1.29.1 International Professional Communication Conference

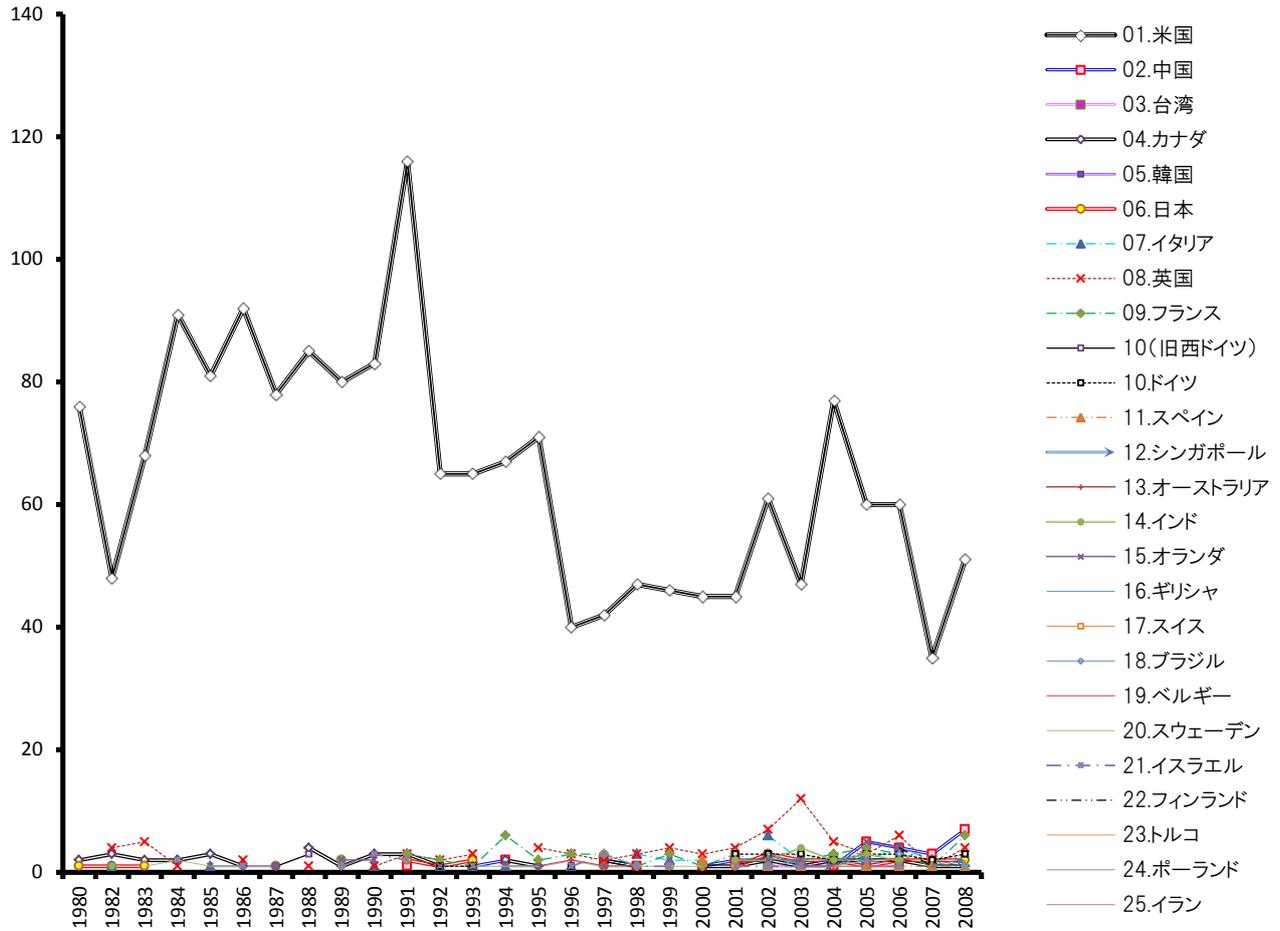


1.29.2 IEEE Transactions on Professional Communications

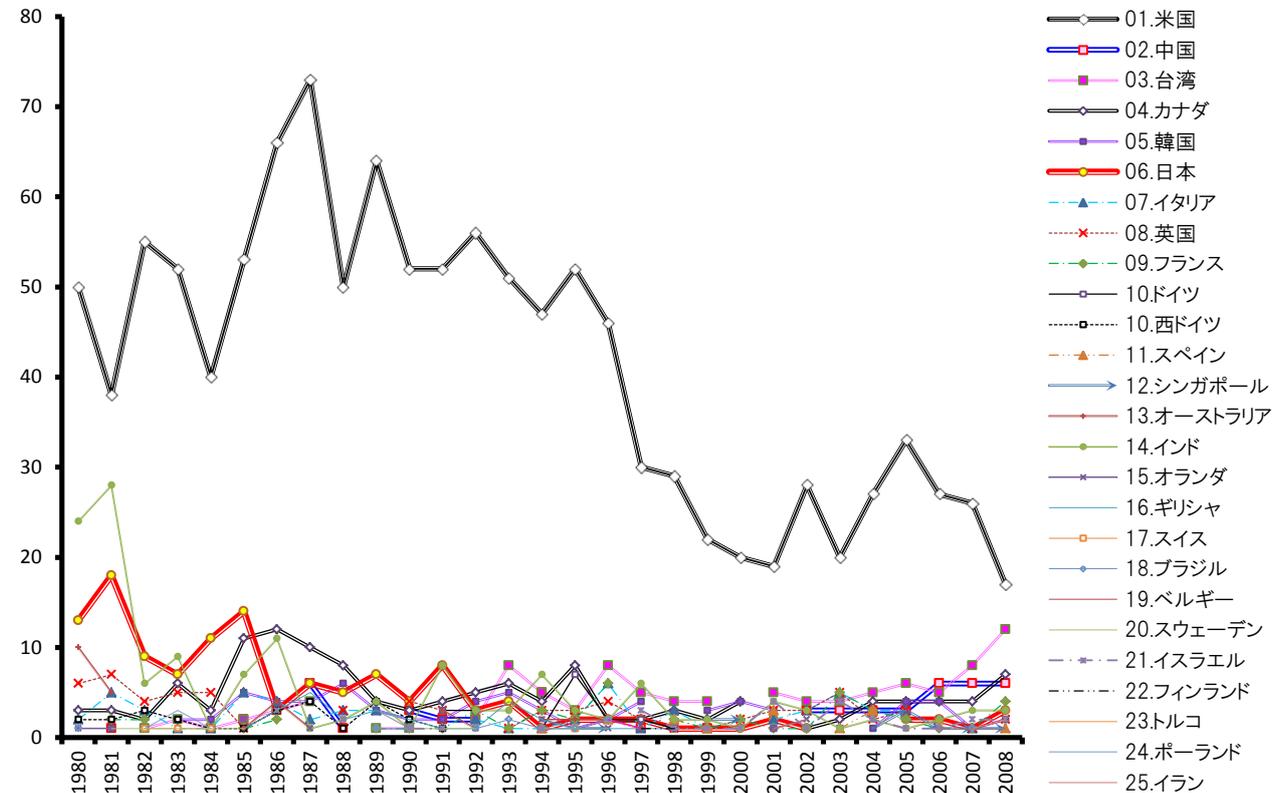


1.30 IEEE Reliability Society (信頼性ソサエティ)

1.30.1 Annual Reliability and Maintainability Symposium

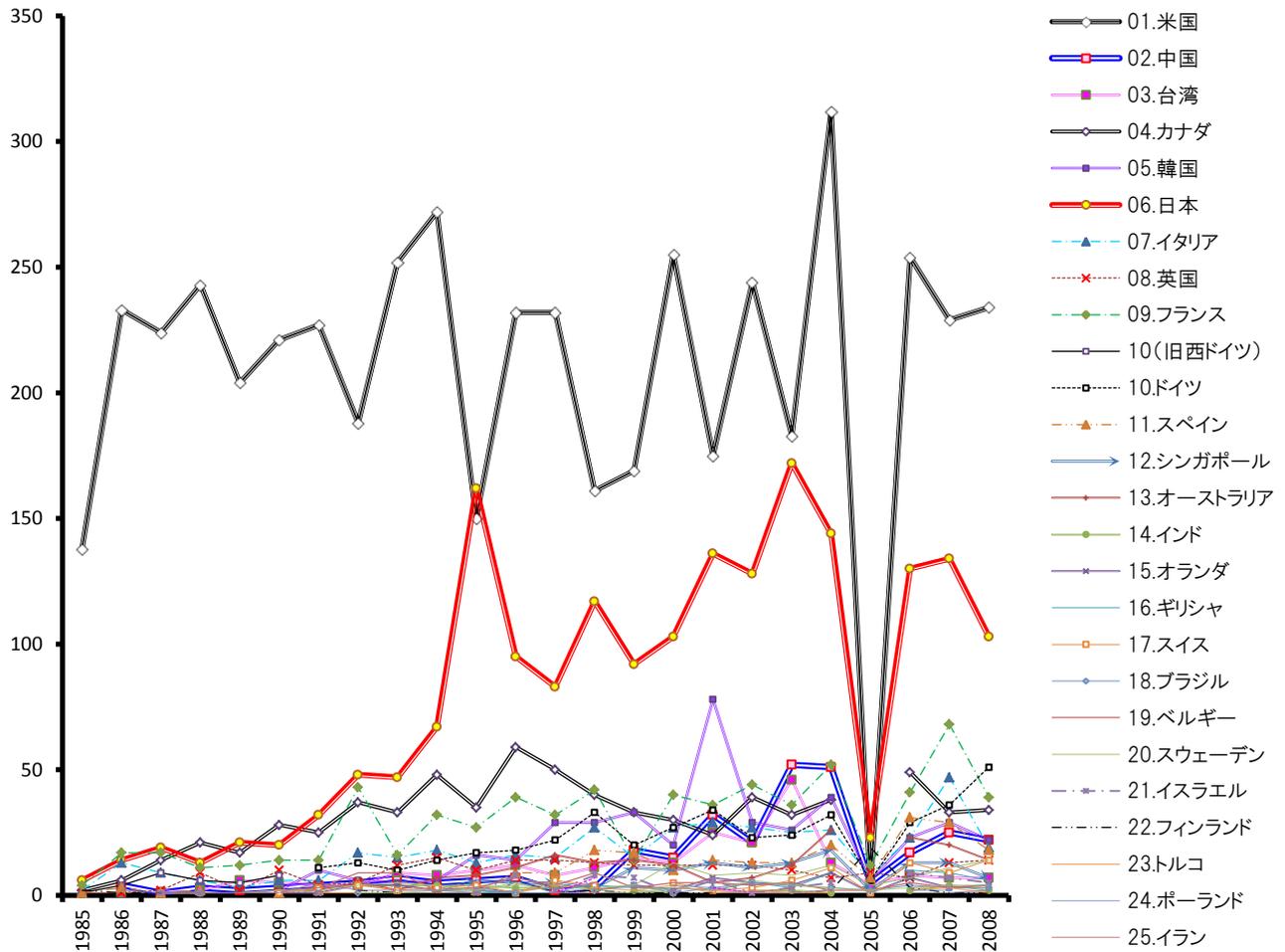


1.30.2 IEEE Transactions on Reliability

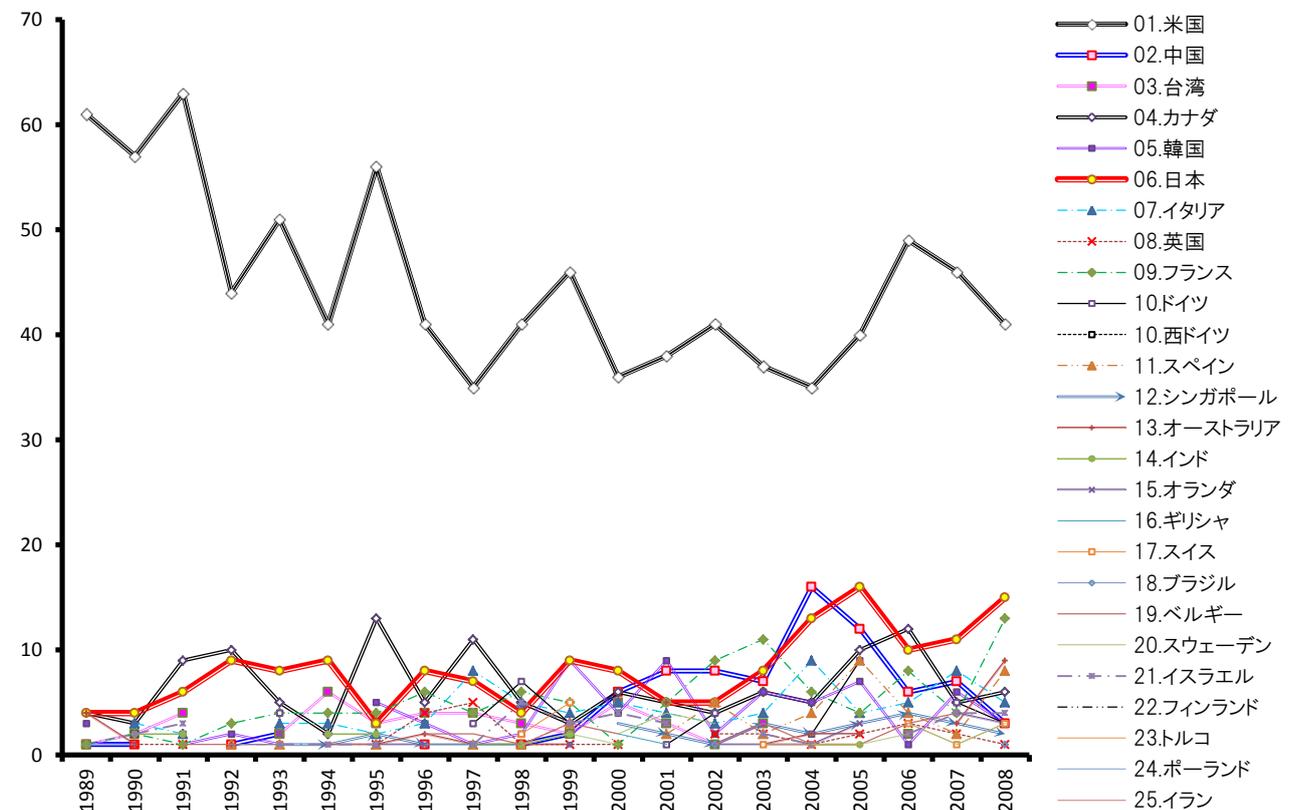


1.31 IEEE Robotics and Automation Society (ロボット工学ソサエティ)

1.31.1 International Conference on Robotics and Automation

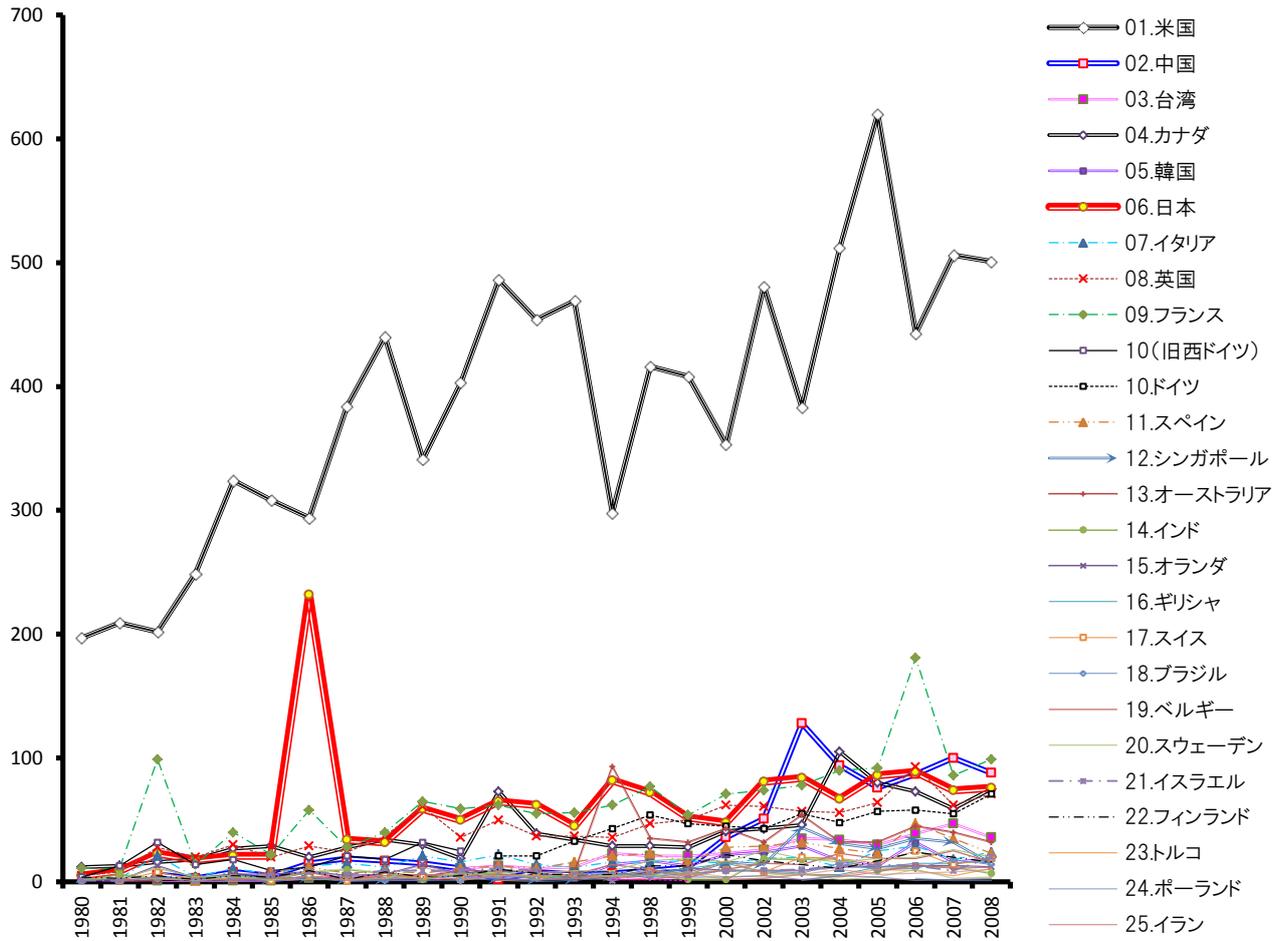


1.31.2 IEEE Transactions on Robotics and Automation

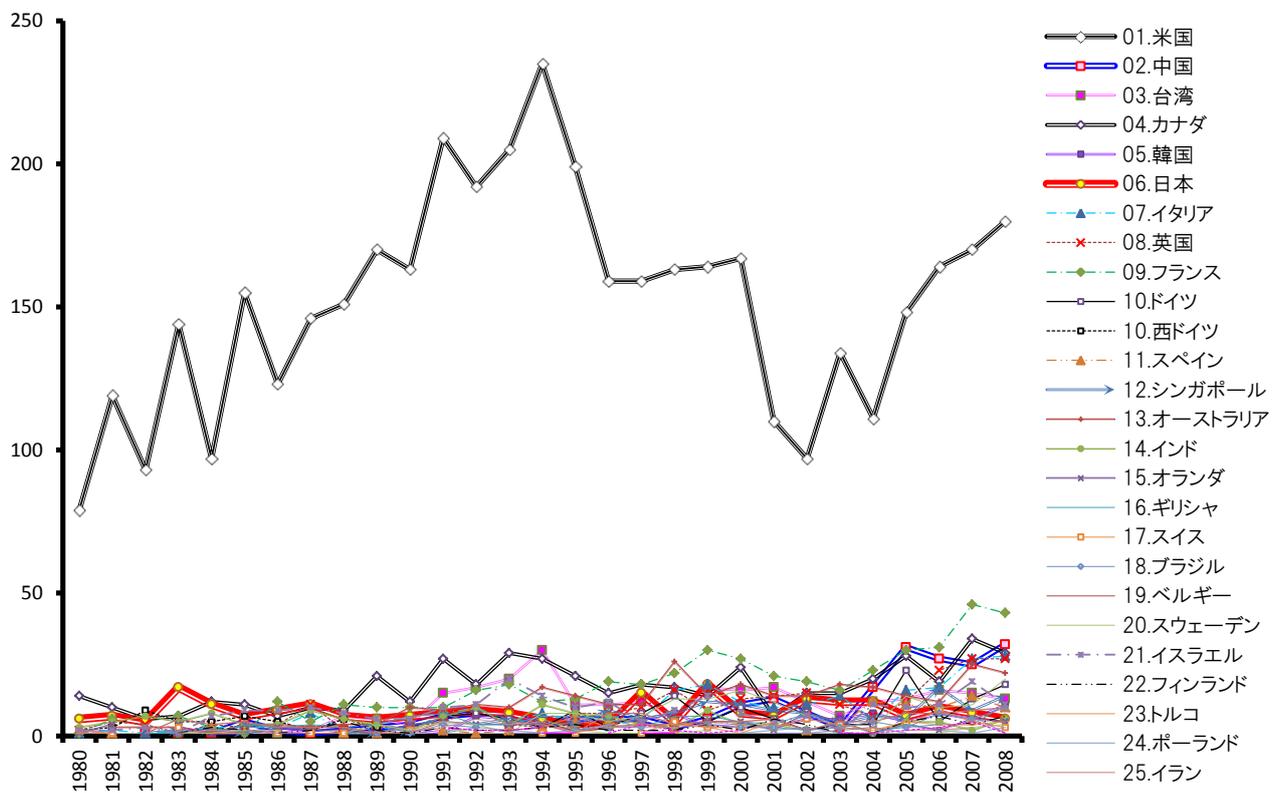


1.32 IEEE Signal Processing Society (信号処理ソサエティ)

1.32.1 International Symposium on Acoustics, Speech, and Signal Processing

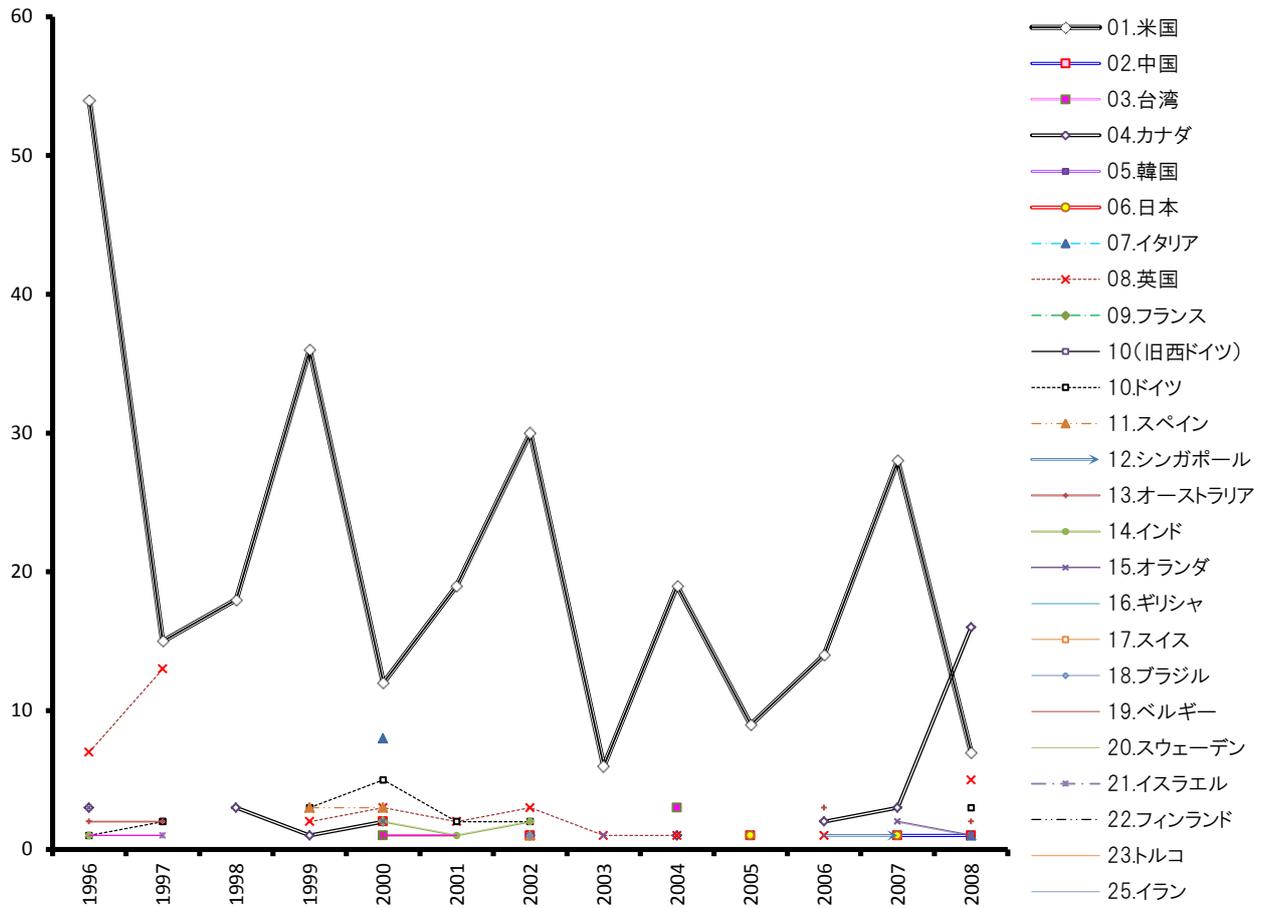


1.32.2 IEEE Transactions on Signal Processing

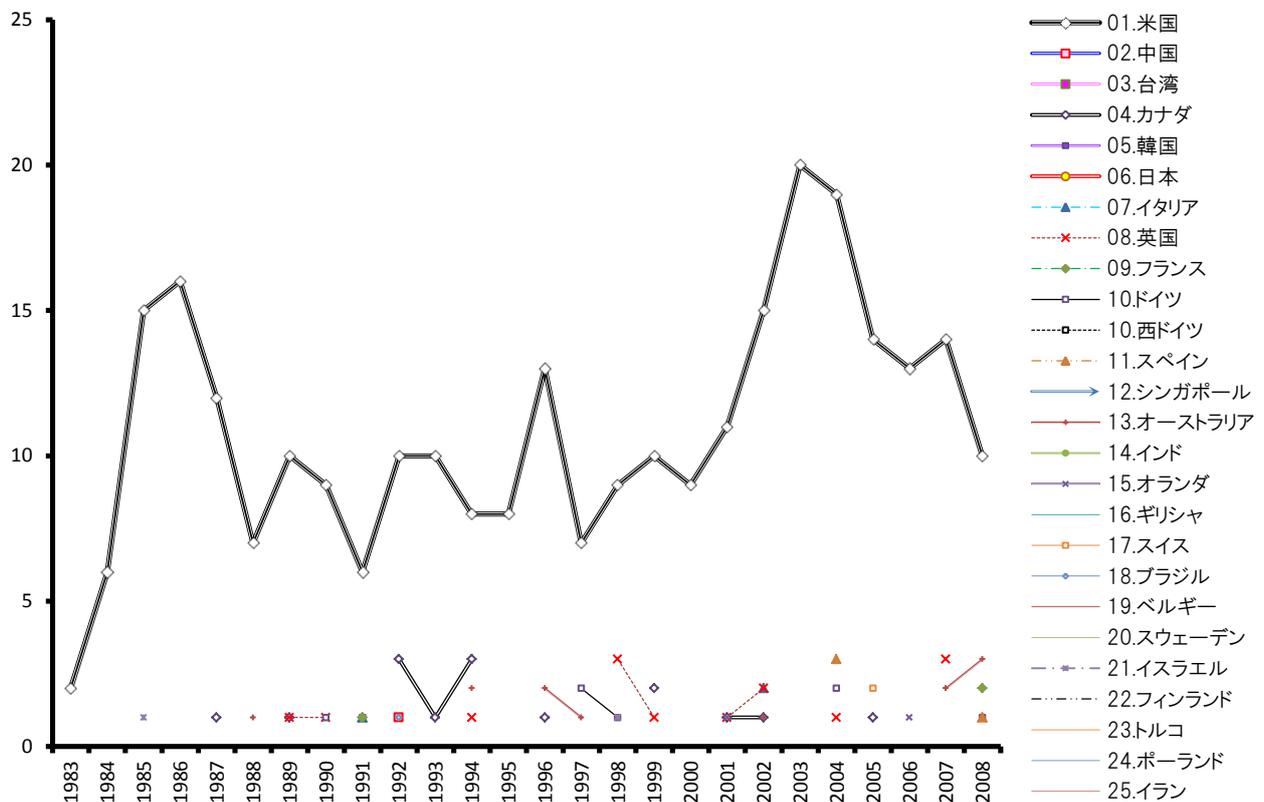


1.33 IEEE Society on Social Implications of Technology (技術の社会的影響ソサエティ)

1.33.1 International Symposium on Technology and Society

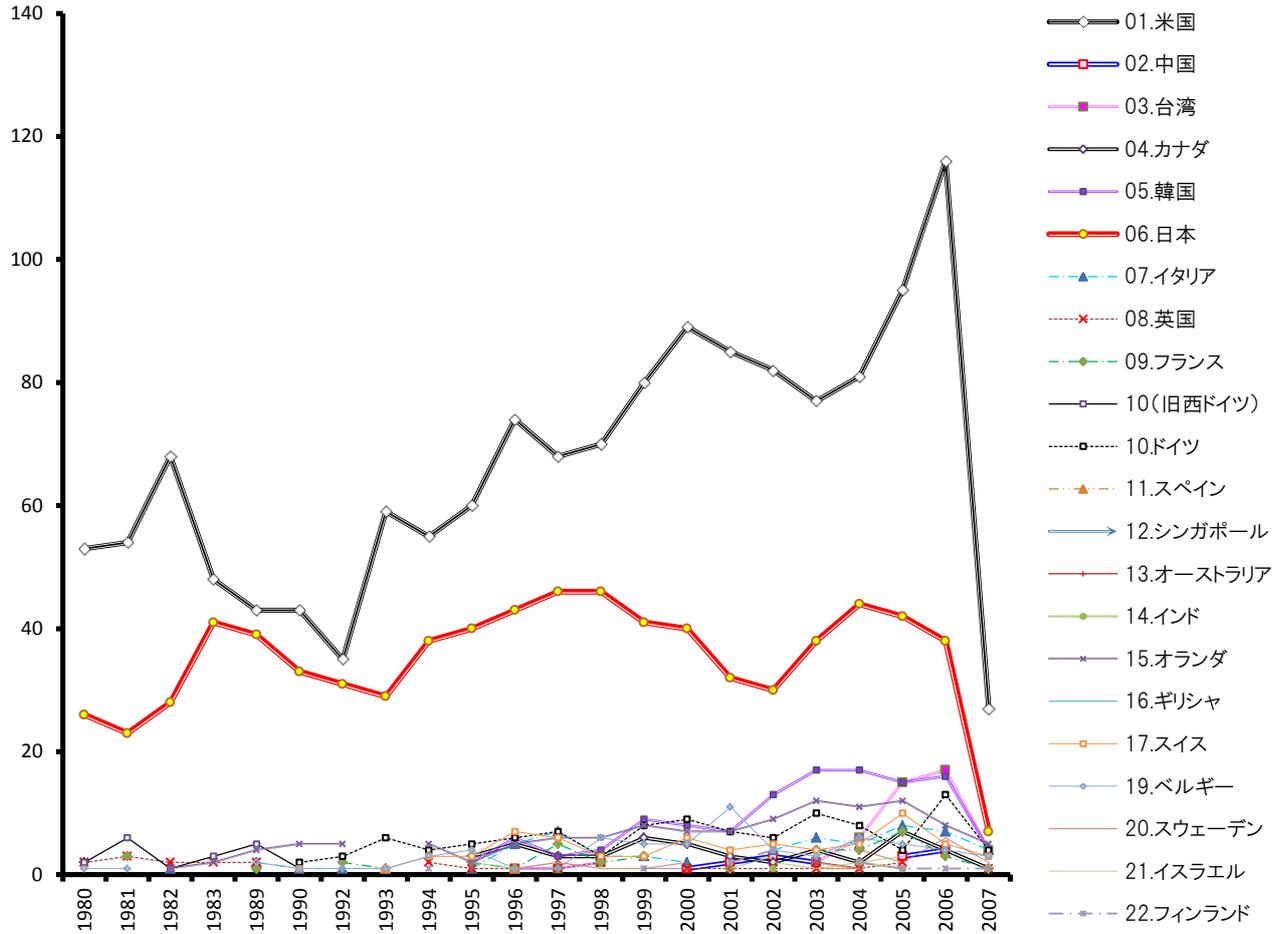


1.33.2 IEEE Technology and Society Magazine

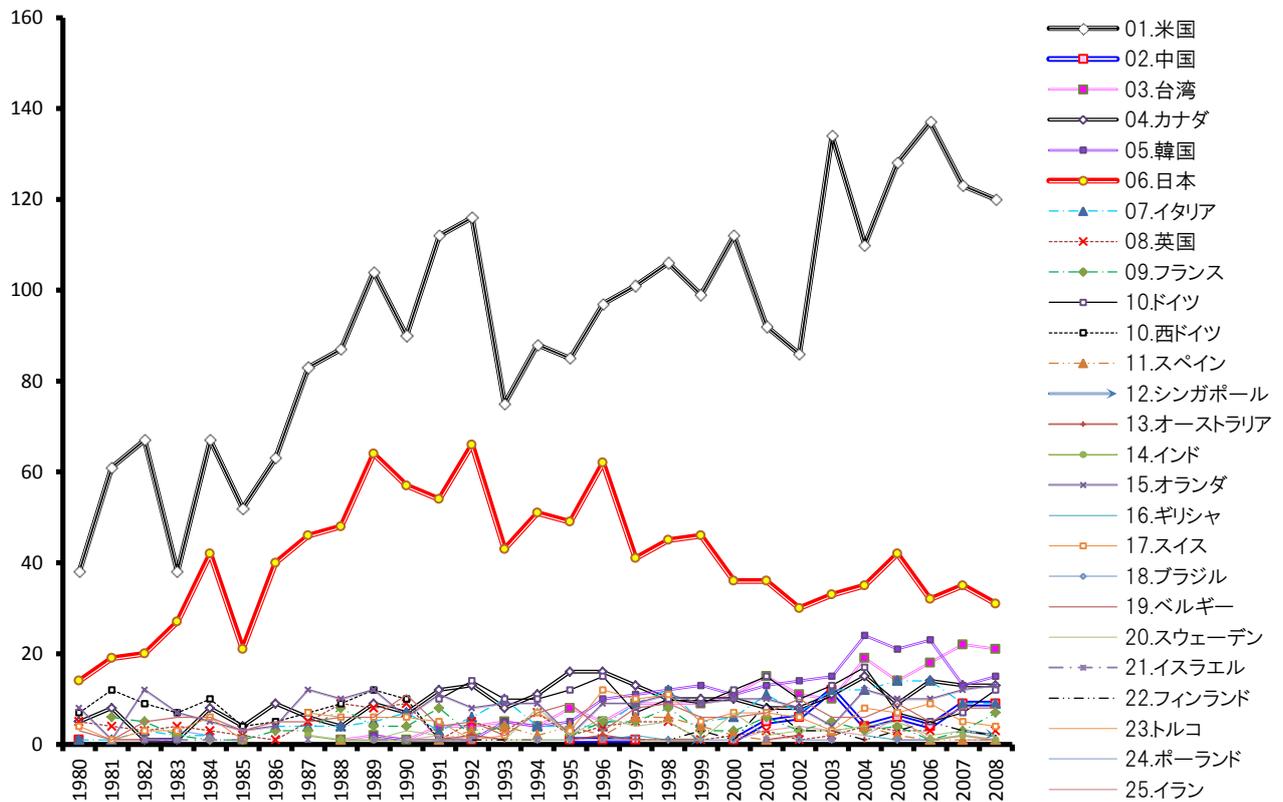


1.34 IEEE Solid-State Circuits Society (固体回路ソサエティ)

1.34.1 International Solid-State Circuits Conference

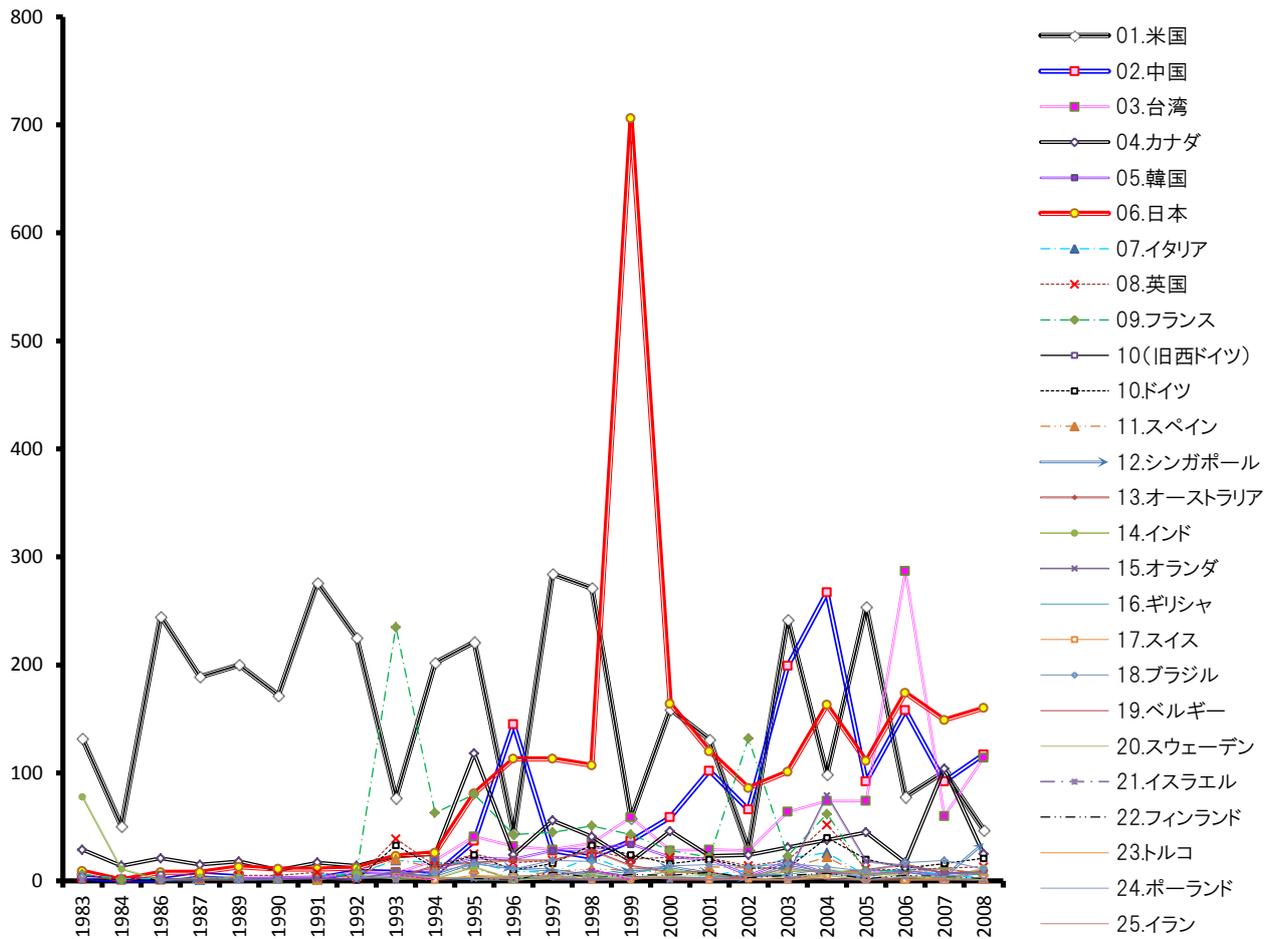


1.34.2 IEEE Journal of Solid-State Circuits

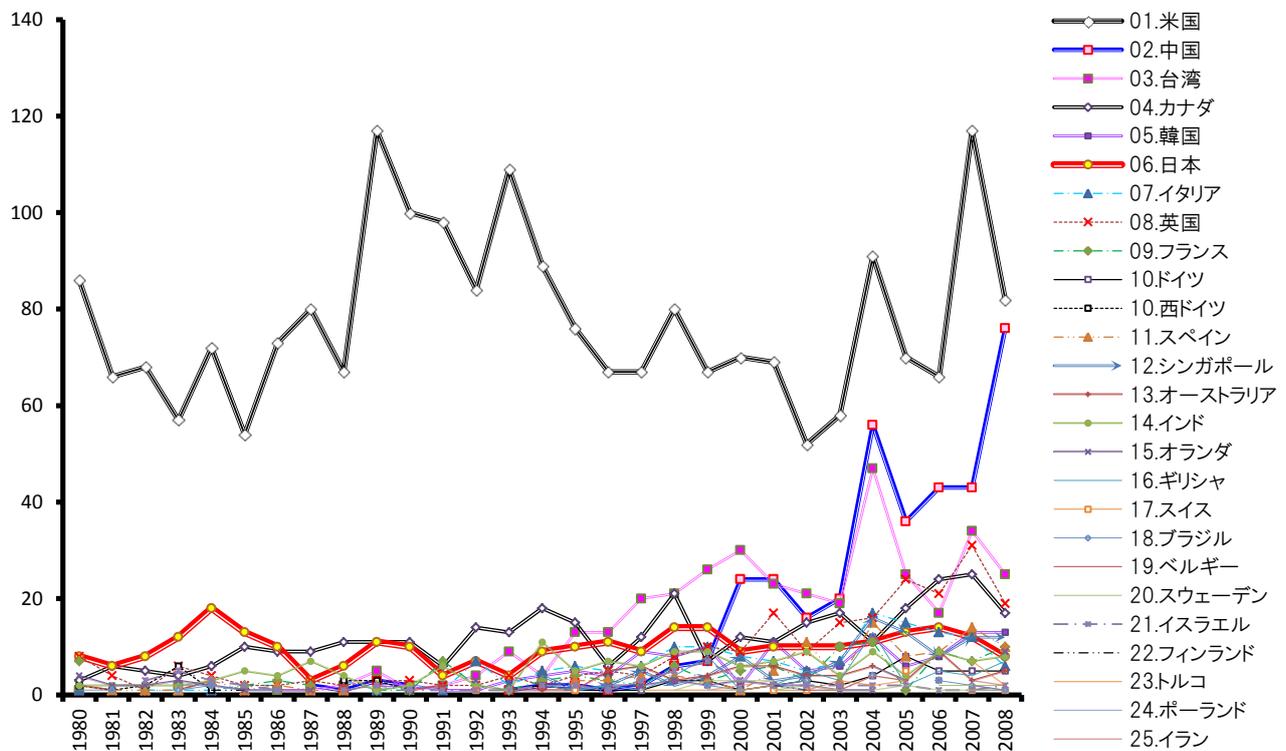


1. 35 IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society (サイバネティックスソサエティ)

1. 35. 1 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics



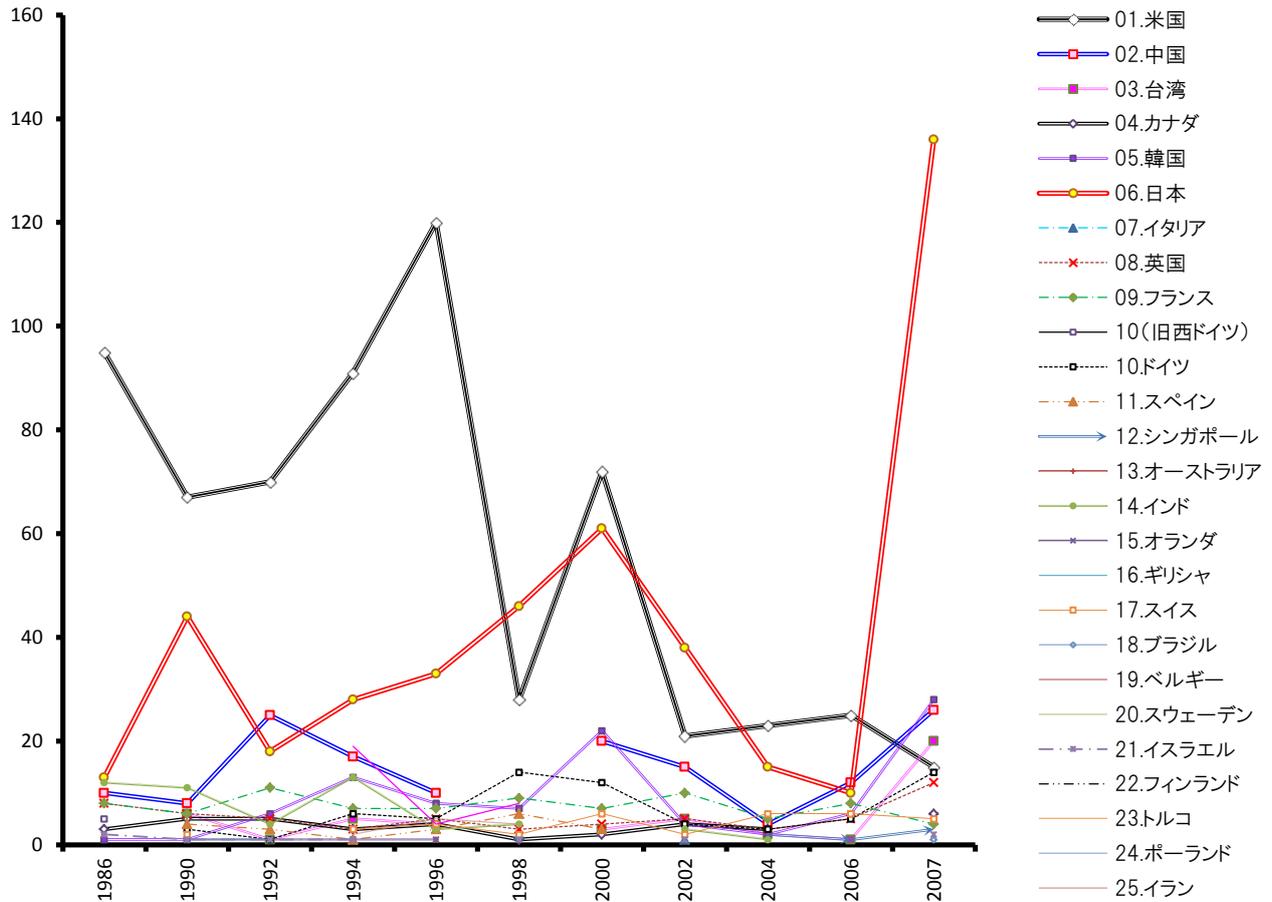
1. 35. 2 IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,



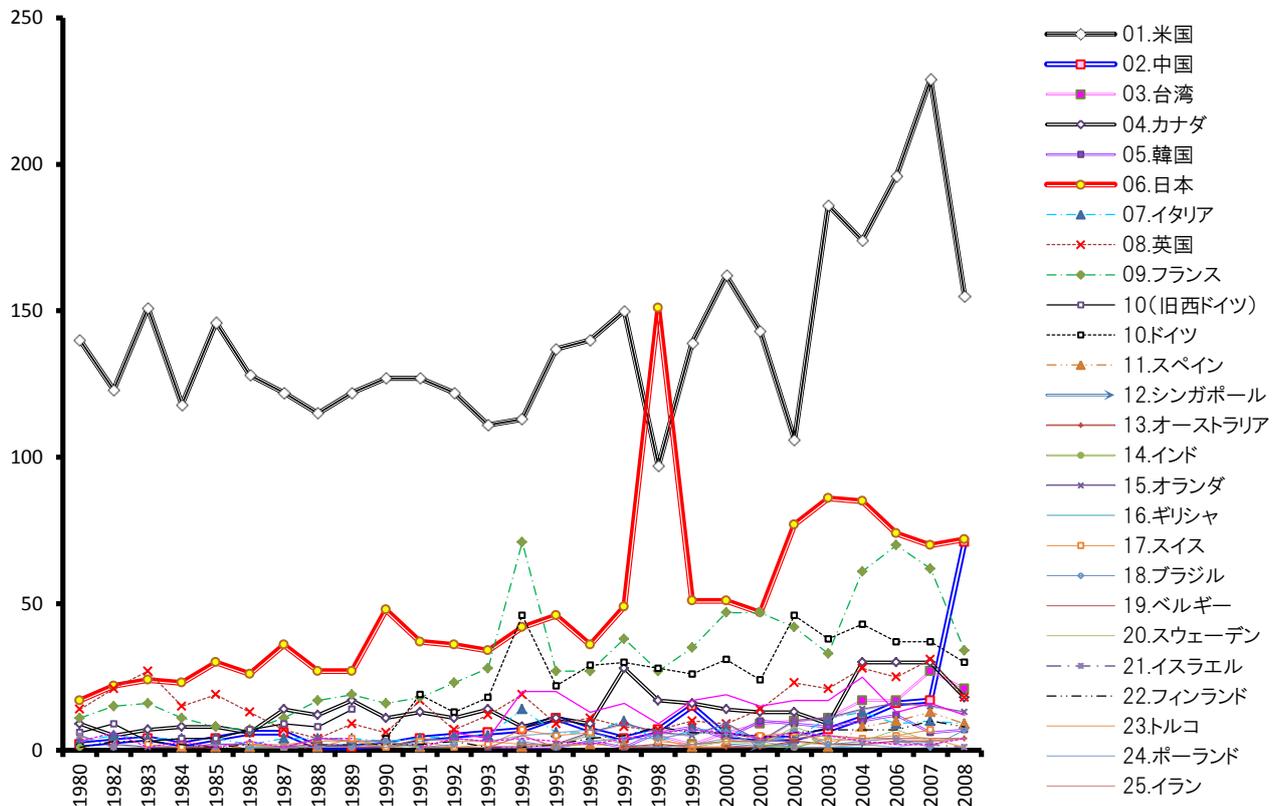
※PartA, B, C を全て統合表記している。

1.36 IEEE Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control Society (超音波・強誘電体・周波数制御ソサエティ)

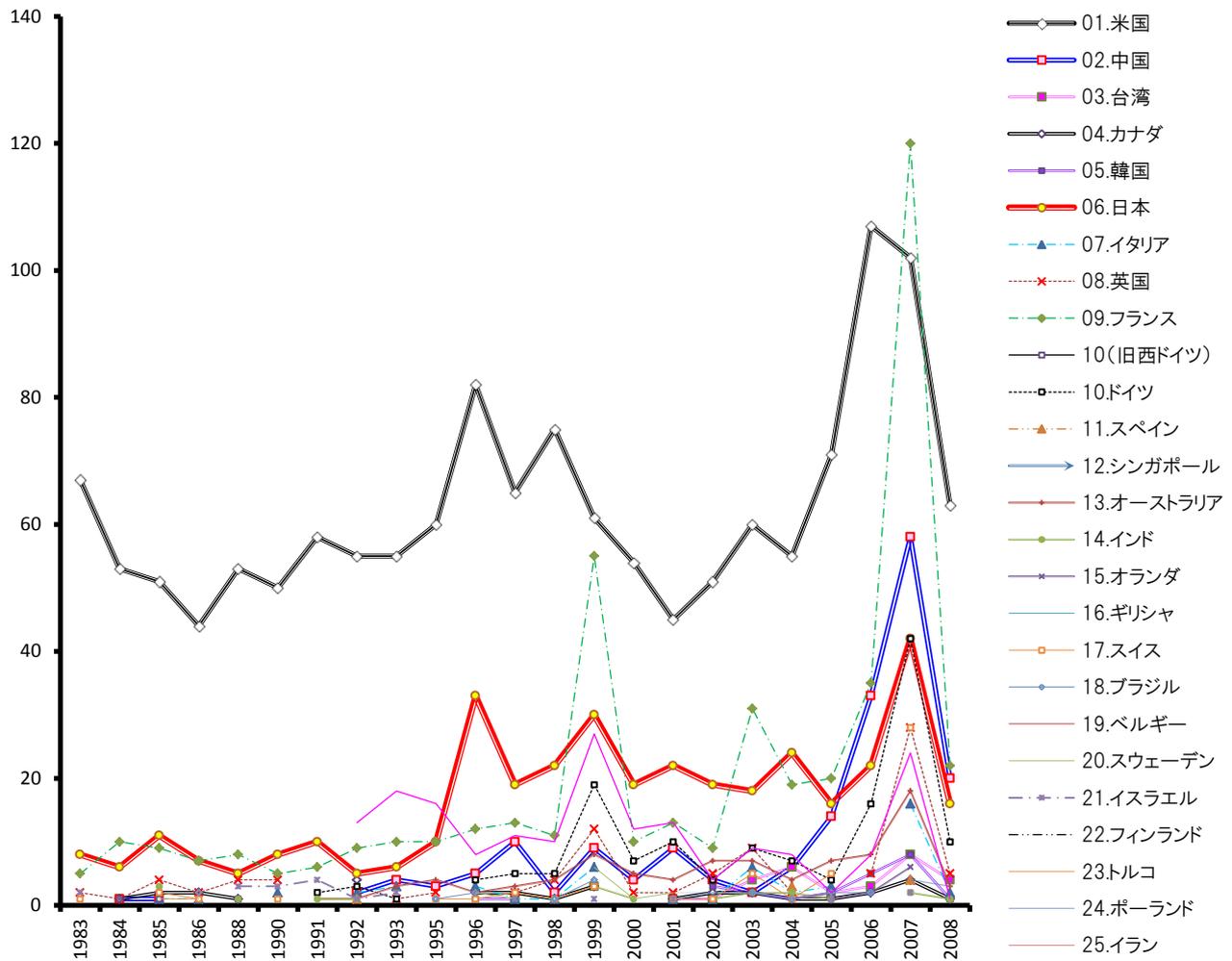
1.36.1 IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics



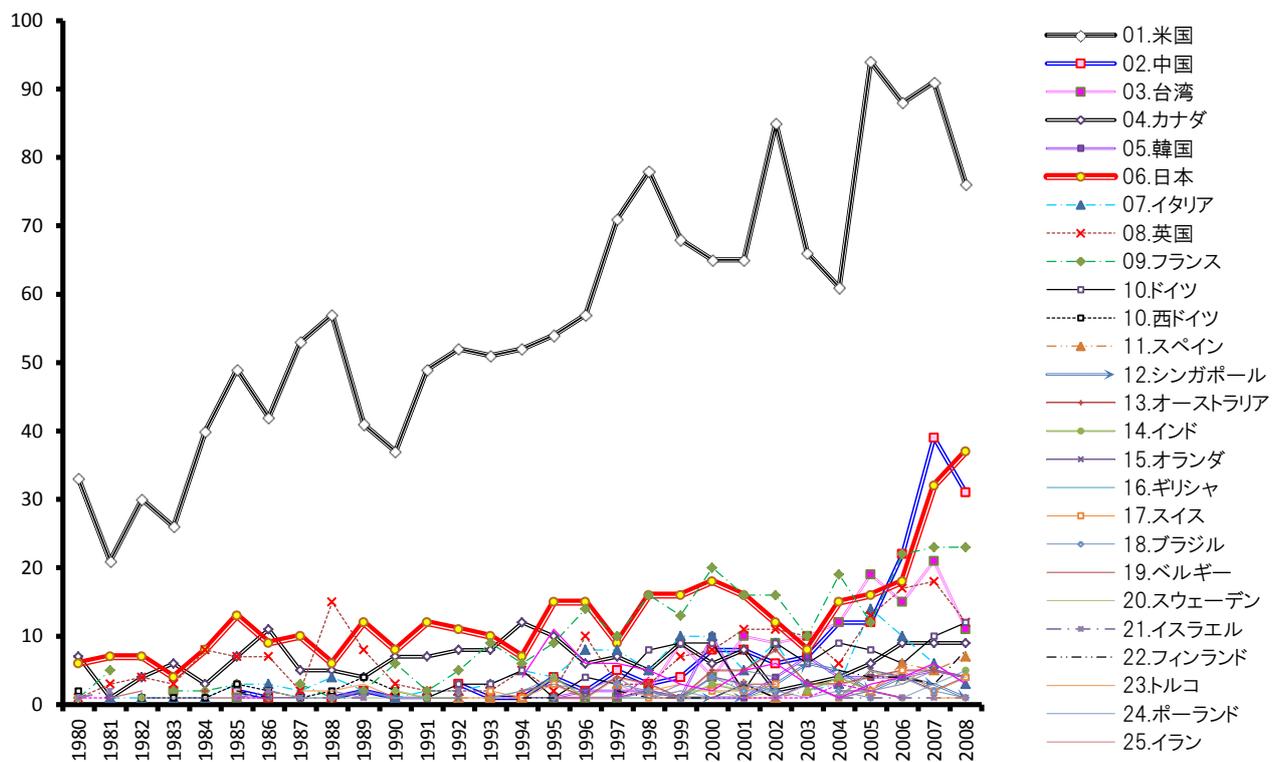
1.36.2 IEEE International Ultrasonics Symposium



1. 36. 3 IEEE International Frequency Control Symposium



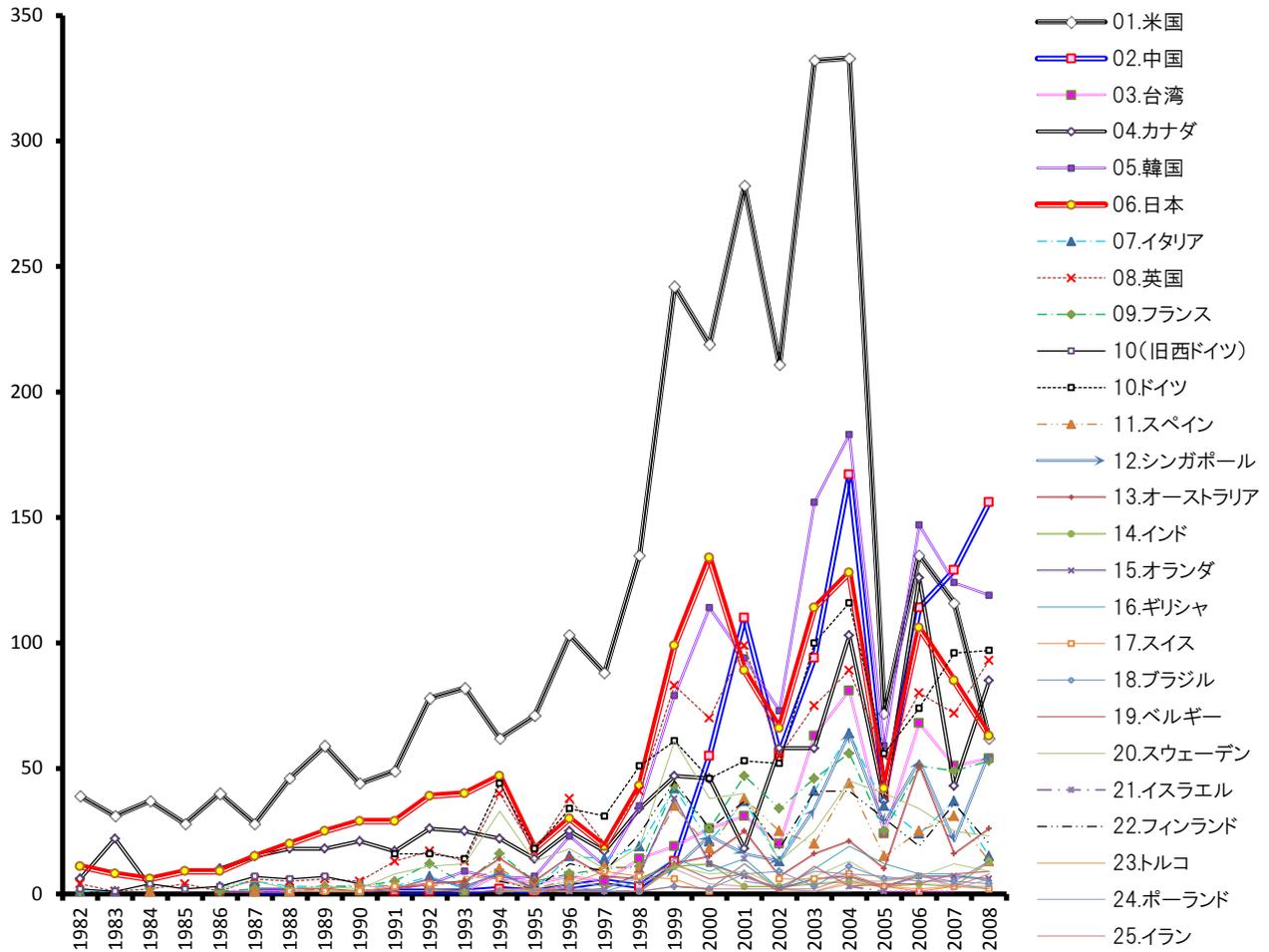
1. 36. 4 IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control



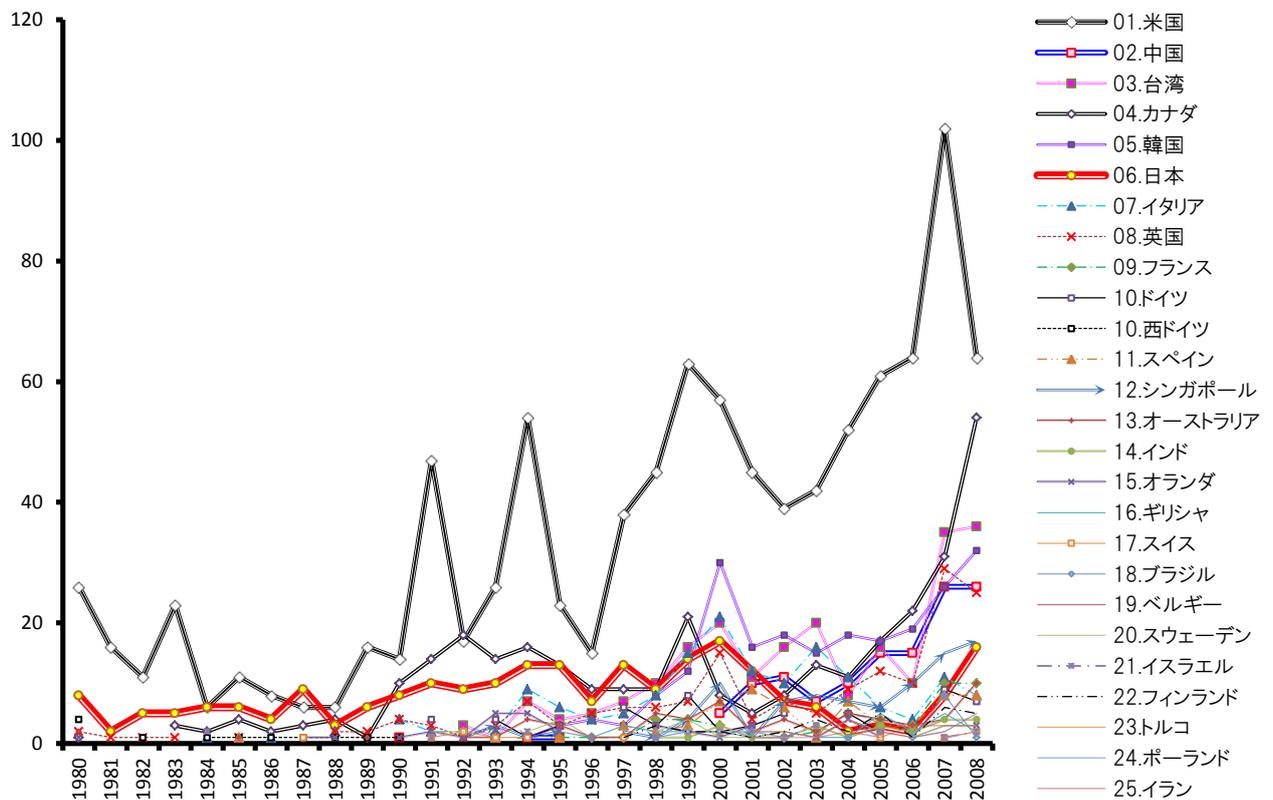
※分冊は統合している

1.37 IEEE Vehicular Technology Society (車輛技術ソサエティ)

1.37.1 IEEE Vehicular Technology Conference



1.37.2 IEEE Transactions on Vehicular Technology



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調査設計・実施した。

(調査設計・実施)

文部科学省 科学技術政策研究所

白川 展之 科学技術動向研究センター 上席研究官

古川 貴雄 科学技術動向研究センター 上席研究官

野村 稔 科学技術動向研究センター 客員研究官

奥和田 久美 科学技術動向研究センター センター長

IEEE のカンファレンスと刊行物に関する 総合的分析

—成長・激変する世界の電気電子・情報通信研究と日本—

本報告書に関する問い合わせ先

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

E-mail: stfc@nistep.go.jp

本報告書の複製、転載、引用を行う際には出典を明記ください。