

令和7年度特許出願技術動向調査

—核融合発電—

Patent Trends in Fusion Power Generation



特許庁 総務部企画調査課 知財インテリジェンス班

中村 俊之

平成26年4月特許庁入庁（審査第三部）。環境化学、無機化学、生命工学にて審査業務、情報技術統括室、福島ロボットテストフィールド、調査室での業務、米国コネチカット大学への留学等の経験を経て、令和7年7月より現職

1 特許出願技術動向調査について

特許出願は公報として広く一般に公開される。特許の公開情報は、企業・大学等における研究開発の成果に係る技術情報や権利情報である。これらの特許情報から、先端技術分野等の特許出願状況や研究開発の方向性を分析することで、企業、大学等における今後の研究開発の方向性を決定する指針となる。そこで、特許庁では、社会的に注目されている技術分野等から技術テーマを選定して、平成11年度から「特許出願技術動向調査」と題して特許出願の分析を毎年行っている。

令和7年度は、4の技術テーマを選定し調査を行っており、本稿ではその中から、昨今注目度が高い「核融合発電」（フュージョンエネルギー発電）についての調査の概要を述べる。

2 本調査の調査結果

2.1 概要

近年、世界では脱炭素化が加速し、各国は2050年カーボンニュートラルに向け、研究開発とその成果の社会実装を進めている。脱炭素化に向けた技術の一つとして、核融合によるエネルギー（フュージョンエネルギー）供給があるが、2025年時点ではまだ実用化に至っておらず、開発が継続されている。

核融合に関する代表的な国際プロジェクトであるITERは、日本・米国・欧州など7極が参加し推進されている。また、ITER以外にも世界各国において核融合

に関する研究開発が進められており、日本においてもフュージョンエネルギー・イノベーション戦略といった戦略の策定や重点投資分野への選定が進んでいる。

民間においてもスタートアップを含めた企業活動が活発化しており、中には、大規模なエネルギーを必要とする情報産業の特定企業と、核融合発電によるエネルギー供給に関する契約を締結するスタートアップ企業が現れるなど、期待が高まっている。このように核融合開発は国際競争の色彩を強めている。

このような背景から、本調査は、日本の勝ち筋を掴むために企業・政府機関が取り組むべき課題を整理するための一助となることを目的として、特許出願や論文発表の動向を調査した。

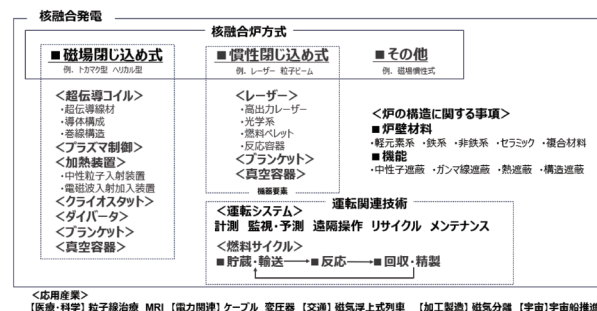


図1 技術俯瞰図

図1に本調査における調査対象範囲を表す技術俯瞰図を示す。この技術俯瞰図では、前述の核融合の方式に基づきそれぞれの方式で必要となる機器を機器構成として挙げた。また、炉の構造として共通して必要となる炉壁材料や機能、運転システムや燃料サイクルといった炉の運転に関連する技術も必要である。

2.2 特許出願動向

図2に調査対象期間（出願年（優先権主張年）2000～2023年）における、出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移を示す。これによれば、調査対象期間前半は日本の出願が多いものの、調査対象期間後半は中国の出願が急激に増加している。調査対象期間の全パテントファミリー件数は4,534件であり、うち中国のパテントファミリー件数は1,926件（42.5%）、日本のパテントファミリー件数は852件（18.8%）であった。

図3に出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数推移を示す。調査対象期間の全国際パテントファミリー件数は1,278件であるところ、中国の国際パテントファミリー件数は、パテントファミリー件数に比して全体的に顕著に低く、調査対象期間全体で93件（7.3%）である。このことから、中国の出願人は中国以外の国への特許出願を積極的に実施しない傾向にあると認められる。日本の国際パテントファミリー件数は277件（21.7%）であった。

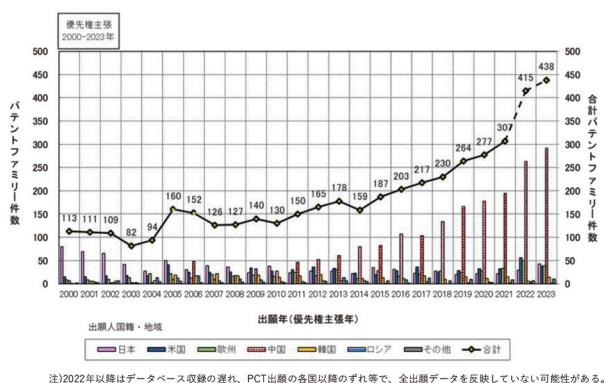


図2 出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移

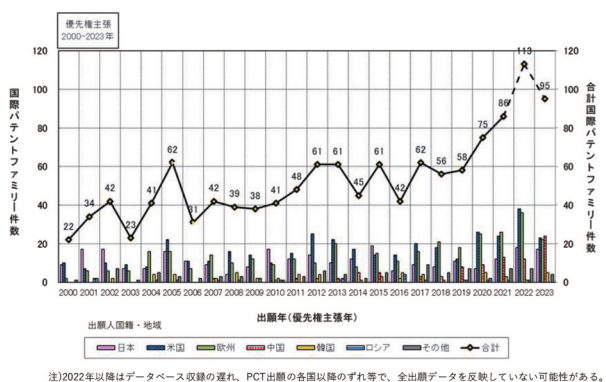


図3 出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数推移

図4に調査対象期間全体の技術区分（機器構成）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を示す。これによれば、日本はマグネット、加熱装置、真空容器、

炉全体の特許出願が比較的多い。中国はダイバータ、ブランケットの特許出願が比較的多い。

図5に調査対象期間全体の技術区分（機器構成）別一出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数を示す。これによれば、日本はマグネット、炉全体について日本以外への出願活動が活発に行われていることがわかる。一方、中国は炉全体を除き10件以下となっており、中国国外への特許出願は積極的ではない様子が示唆される。

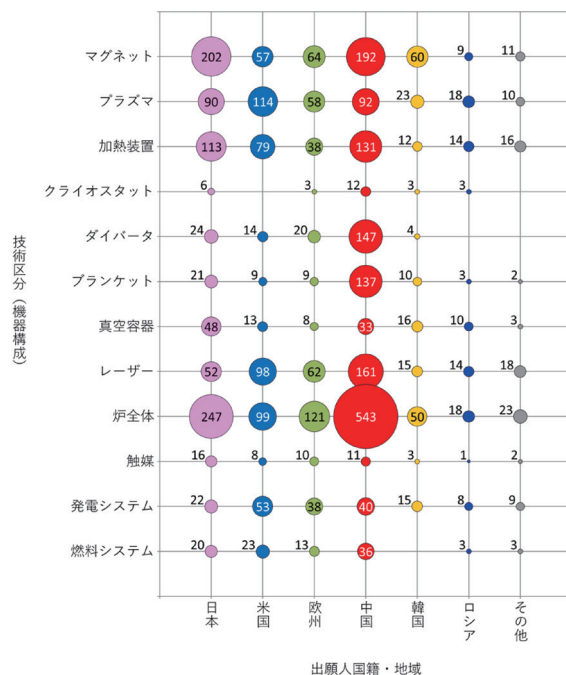


図4 技術区分（機器構成）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数

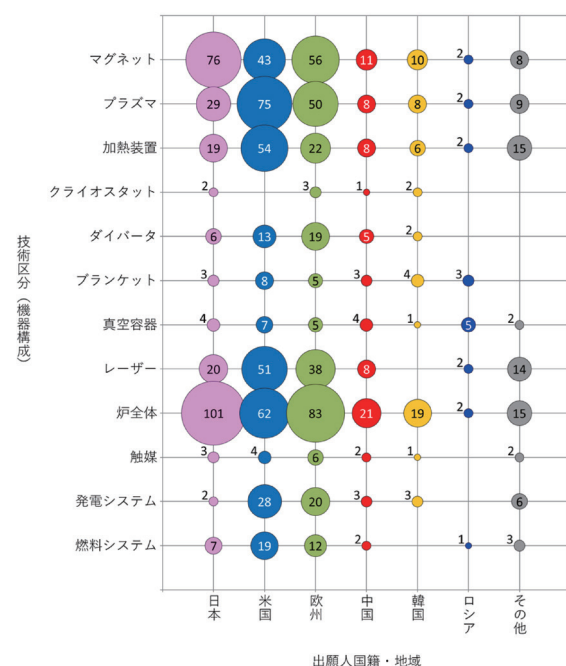


図5 技術区分（機器構成）別一出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数

2.3 研究開発動向

図6に本調査に関する研究者所属機関国籍・地域別の論文発表件数推移を示す。2018年以降、中国からの論文発表が米国を上回った。調査期間全体としては、欧州からの論文発表が4,058件(37.8%)で最も多く、次いで米国2,277件(21.2%)、中国1,924件(17.9%)、日本1,114件(10.4%)となった。

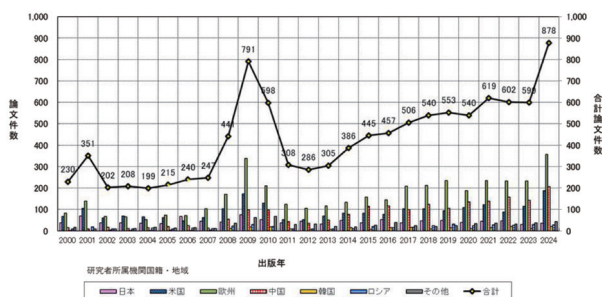


図6 研究者所属機関国籍別論文発表件数年次推移

図7に技術区分(機器構成)別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数を示す。これによれば、レーザーを除く技術区分において、欧州からの論文発表が最多である。レーザーに関しては中国、米国が欧州を上回っている。

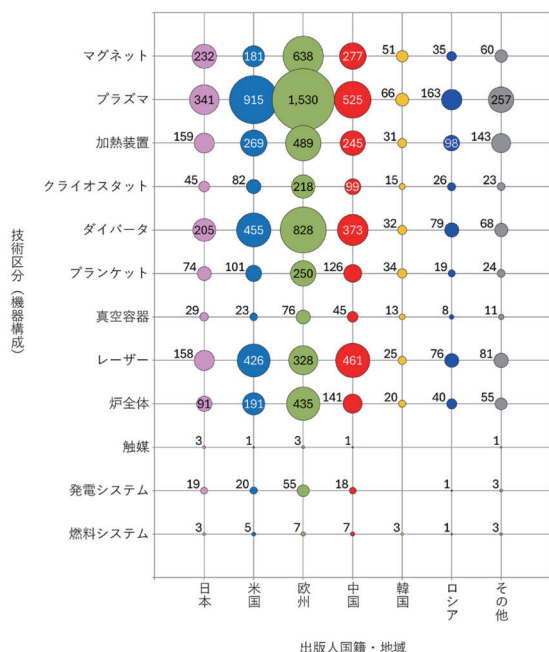


図7 技術区分(機器構成)別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数

2.4 出願人ランキング及び研究者所属機関ランキング

表1にパテントファミリー件数上位出願人ランキングを示す。パテントファミリー件数上位出願人ランキン

グでは、中国国籍出願人が多数を占め、その多くが大学・研究機関である。これは、中国が国主導で核融合に関する研究開発を推進していることの表れと考えられる。特に「中国科学院合肥物質科学研究院」と「中国西南物理研究所」の出願が多く、これらの研究機関が研究の中心であると見られる。

また、中国を除くと、日本の「量子科学技術研究開発機構」が研究機関として最も上位に位置する。さらに上位20者には日本の企業4社が含まれる。研究機関と民間企業が並行して特許出願を行っており、プレイヤーの層の厚みが比較的高い構造であるといえる。

表1 パテントファミリー件数上位出願人ランキング

順位	出願人	国籍	属性	件数
1	中国科学院合肥物質科学研究院	中国	研究機関	331
2	中国西南物理研究所	中国	研究機関	157
3	量子科学技術研究開発機構	日本	研究機関	92
4	東芝エネルギーシステムズ	日本	企業	85
5	韓国基礎科学支援研究院 (KBSI)	韓国	研究機関	65
6	トカマクエナジー	欧州	企業	63
7	中国工程物理研究院	中国	研究機関	62
8	神戸製鋼所	日本	企業	42
9	寧波大学	中国	大学	42
10	韓国原子力研究院	韓国	研究機関	42
11	ローレンス・リバモア国立研究所	米国	研究機関	41
12	北京科技大学	中国	大学	37
13	日立製作所	日本	企業	36
14	合肥工業大学	中国	大学	36
15	大連理工大学	中国	大学	34
16	LASER FUSION RESEARCH CENTER CHINA ACADEMY OF ENGINEERING PHYSICS	中国	研究機関	33
17	三菱重工業	日本	企業	29
18	ハルビン工業大学	中国	大学	29
19	XIAN JIAOTONG UNIVERSITY	中国	大学	26
20	CHINA SHENHUA ENERGY	中国	企業	25

表2に国際パテントファミリー件数上位出願人ランキングを示す。国際パテントファミリー件数上位出願人ランキングでは「中国科学院合肥物質科学研究院」以外の中国国籍出願人は上位に入らない。一方、国際パテントファミリー件数のランキングでは上位20者のうちの7者を日本が占める。

また、米国について見ると、研究機関、大学、企業が合計6者ランクインしている。研究機関1、大学1、企業4という内訳である。欧州では英国の「トカマクエナジー」が欧州出願人の中で最も多く、研究機関として「フランス原子力・代替エネルギー庁」「イギリス原子力庁」も上位に入る。これらから、英国、フランスでの研究開発が盛んであることがうかがえる。韓国は全体的に出願件数は大きくないものの、「韓国基礎科学支援研究院」「韓国原子力研究院」がランクインしており、公的研究機関による研究開発が中心であることがうかがえる。

表2 国際特許ファミリー件数上位出願人ランキング

順位	出願人	国籍	属性	件数
1	トカマクエナジー	欧州	企業	60
2	ローレンス・リバモア国立研究所	米国	研究機関	29
3	量子科学技術研究開発機構	日本	研究機関	21
3	TAE Technologies	米国	企業	21
5	フランス原子力・代替エネルギー庁	欧州	研究機関	20
6	中国科学院合肥物質科学研究院	中国	研究機関	19
7	日本製鉄	日本	企業	17
8	COMMONWEALTH FUSION SYSTEMS	米国	企業	16
9	東芝エネルギーシステムズ	日本	企業	14
10	日立製作所	日本	企業	12
10	神戸製鋼所	日本	企業	12
12	パナソニック	日本	企業	11
12	FUSE ENERGY TECHNOLOGY	米国	企業	11
14	マサチューセッツ工科大学	米国	大学	10
14	FIRST LIGHT FUSION	欧州	企業	10
14	GENERAL FUSION	その他	企業	10
17	イギリス原子力庁	欧州	研究機関	9
17	ALPHA RING	その他	企業	9
19	物質・材料研究機構	日本	研究機関	8
19	HALLIBURTON ENERGY SERVICES	米国	企業	8

2.5 まとめ

日本は、ITER に数多くの技術貢献をしており、核融合炉の主要な機器についての設計・製造能力を有している。また、日本国内にも核融合の実験施設を数多く有している。

そして、日本の研究開発の状況を見ると、2000 年以降、しばらくの間は他国・地域よりも多くの特許出願を実施しており、特にマグネットに関してはその傾向が顕著に出ている。また、論文発表も継続的に行われている。特許と論文の両面から見ると、産業応用を意識した特許出願を多くの技術区分にわたって行っている他、特許出願を積極的に行う研究機関や民間企業がありプレイヤーの層が比較的厚く、特許出願のみならず論文発表も一定規模で継続的に行われているといった特徴がある。

以上から、日本は核融合発電に関する幅広い技術を網羅する、厚みのある技術基盤を有しているといえ、核融合発電の研究において優位性を持っているものと考えられる。

また、他国の状況を見ると、米国内の核融合実験施設は私的施設が公的な実験施設と同等程度に多いことや、個別の電力売買契約を締結するスタートアップが登場している等、米国は民間による核融合発電の研究開発が活発であるとみられる。

欧州においても、英国のスタートアップ企業であるトカマクエナジーが特許ファミリー上位出願人ランキングでトップであり、英国内の核融合実験施設は私的施設の方が多いことが明らかとなった。一方、欧州ではフランス原子力・代替エネルギー庁やイギリス原子力庁といった公的研究機関も特許出願を積極的に行っていることに加え、論文発表が多く、学術的な研究開発が活発であるといった特徴がある。

そして、中国は近年特許出願を増加させており、特許ファミリー件数は今回の調査対象国・地域の中で最多である。他方で、ファミリー上位出願人ランキングの大半は大学・研究機関であり、企業による出願は限定的である。これは中国における核融合発電の研究開発が国家主導で推進されていることを示すものといえる。また、国際特許ファミリー件数は日本、米国、欧州を下回る数であり、国際特許ファミリー上位出願人ランキングも1つの出願人がランクインするのみであることから、中国国外での事業を見据えた活動は現時点では顕著といえない。

日本はフュージョンエネルギー・イノベーション戦略を策定し、これを推進していくことを宣言しており、上述したような厚みのある技術基盤を活かした研究開発が引き続き継続されることによって、核融合発電の実現に近づいていくものとみられる。核融合発電を実現するための国際協力である ITER の例を見ると、まずはプラズマの挙動を確認することが中核的な課題であるが、2030 年代後半の D-T 運転を見据えると、今後はトリチウムの増殖を行うブランケット、トリチウム分離などのプラント技術、炉システムの保守・運転技術の注目度が高まると考えられる。現状、これらについては、特許出願の面では中国の出願件数が他国・地域に比べて多いものの、その総数は必ずしも多いとはいえないことを考えると、研究開発は今後本格化していくものと考えられる。

3 結び

本稿では、令和7年度に調査を実施したテーマの中から、「核融合発電」の調査結果を紹介した。

特許出願技術動向調査の要約版は特許庁ウェブサイトに掲載されており、報告書については国立国会図書館、特許庁図書館で閲覧可能である。

(<https://www.jpo.go.jp/resources/report/gidouhoukoku/tokkyo/index.html>)

我が国の企業・大学等が、研究開発戦略策定の際、特許出願技術動向調査の調査結果を有効に活用することで、効率的な技術開発を進め、結果として我が国の国際競争力強化につながれば幸甚である。