

令和7年度
特許出願技術動向調査報告書

—核融合発電—

令和8年3月

特 許 庁

巻頭言

近年、世界的な脱炭素化の潮流は加速している。各国は2050年カーボンニュートラルの達成に向け、研究開発とその成果の社会実装を検討している。そのうちの 하나가核融合によるエネルギー供給（フュージョンエネルギー）である。2025年現在、核融合によるエネルギー供給技術は実現されておらず、実用化を目指しての研究開発が進行中である。

核融合に関する研究開発の代表例の一つがITERである。ITERは核融合を平和利用するための国際協力事業として提唱され、日本や米国、欧州を始めとした7極にてその計画が進められている。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いる。日本においては、2023年4月にフュージョンエネルギー・イノベーション戦略が策定され、2025年6月にはこれが改定された。また、同年11月に開催された日本成長戦略会議においては重点投資対象17分野が選定され、その中にもフュージョンエネルギーが含まれている。

一方で民間での研究開発に目を移すと、エネルギープラントに向けた技術統合を担う企業やそのような企業に要素技術を提供する企業以外にも、核融合発電を目指すスタートアップが世界中で多数設立されている。その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、核融合発電の実現に向けて大きな期待が寄せられている。このように、核融合に関する研究は国際競争の側面が徐々に強くなってきている。

このような背景から、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、各国・地域の研究開発動向を把握すべく市場環境調査、特許出願動向調査、研究開発動向調査の3つの観点から調査を実施した。研究開発動向調査は論文発表を対象とした調査である。

市場環境調査では核融合発電を取り巻く環境を各国・地域の政策を含めて調査した。先に述べたようにフュージョンエネルギー・イノベーション戦略の改定や重点投資対象としての選定など、核融合発電を取り巻く環境はこの1年で大きな進展を見せた。これらを含め、ITERの状況や産業構造、スタートアップの状況を整理した。

特許出願動向調査ならびに研究開発動向調査においては、核融合発電の方式ごとに必要となる構成要素に注目し、どの要素技術に対してどの国・地域からの特許出願ならびに論文発表があるのか、という視点で整理を行なった。

本調査は技術区分ごとの件数を比較するという巨視的な調査であり、個別の特許出願あるいは論文の内容を詳細に分析したものではない。しかし、この巨視的な結果からは今後の日本にとって必要な事項が示唆されたものとする。この調査結果が核融合発電における研究開発の方向性を検討する上での一助となることを望む。

目 次

要約

第1章 調査概要.....	1
第1節 調査対象と目的.....	1
第2節 核融合技術の概要.....	1
第3節 調査対象範囲と技術説明.....	3
第2章 市場環境調査.....	7
第1節 核融合発電の市場規模と各国・地域の政策.....	7
第2節 核融合発電の開発動向.....	12
第3節 核融合発電に係る主なプレーヤーと産業構造.....	23
第3章 特許出願動向調査.....	30
第1節 調査対象・調査方法・技術区分.....	30
第2節 使用したデータベース.....	33
第3節 全体動向調査.....	34
第4節 技術区分別動向調査.....	35
第4章 研究開発動向調査.....	38
第1節 調査対象・調査方法・技術区分.....	38
第2節 使用したデータベース.....	38
第3節 全体動向調査.....	39
第4節 技術区分別動向調査.....	39
第5章 総合分析.....	41
第1節 市場環境調査.....	41
第2節 特許出願動向調査結果.....	42
第3節 技術区分別調査結果.....	44
第4節 注目出願人の特許出願動向調査.....	81
第5節 出願人ランキング及び研究者所属機関ランキング.....	83
第6節 動向の整理と今後の展望.....	86
第7節 調査結果からの示唆.....	88

要 約

第1章 調査概要

第1節 調査対象と目的

特許情報から技術全体を俯瞰し、経済情報・産業情報を踏まえた技術開発の進展状況・方向性を把握することは、特許庁における審査体制の構築や的確かつ効率的な審査等のための基礎資料の整備、産業政策、科学技術政策の基礎資料の整備をする上で必要である。

また、今後、我が国の産業が持続的に発展していくためには、新規事業の創出が不可欠であり、そのためには、企業や大学・公的研究機関等の技術開発、知財戦略策定を支援していく必要がある。特許情報はこれら企業等の研究開発動向、知財戦略の表れであり、技術開発、知財戦略の方向性を決定していく上でも重要なものである。

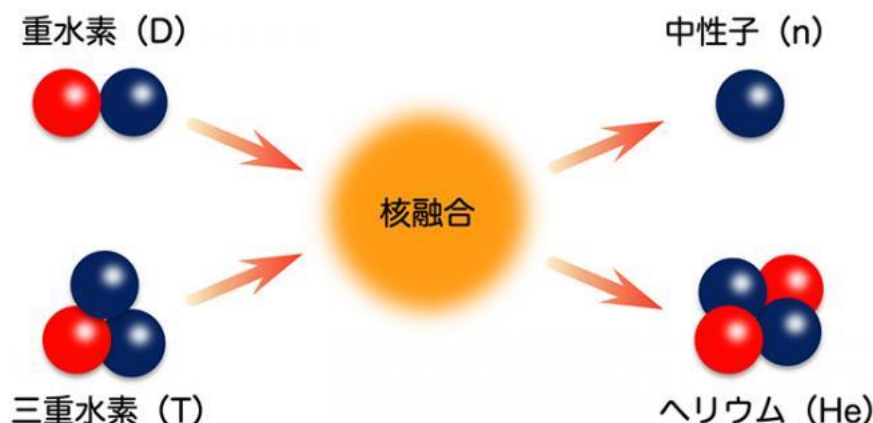
内閣府は2022年9月「イノベーション政策強化推進のための有識者会議「核融合戦略」」を設置し、核融合戦略の策定に向けた検討を開始している。さらに2023年4月には「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を策定し、2025年6月には一層具体的な内容を盛り込む改定を行っている。また、アメリカやイギリスにおいても産業化を目標とした国家戦略が策定されており、社会的注目度が非常に高い。

このような背景のもと、核融合発電に関する技術革新の状況、技術競争力の状況、今後の展望等について検討する必要がある。

第2節 核融合技術の概要

核融合は2つの軽い核種が融合し、より重い核種になる原子核の反応のことである。核融合において、比較的反応が容易であると考えられているものは、重水素（デュートリウム）と三重水素（以下、トリチウムという）を融合させる反応である。この反応においては、新たにヘリウムが生成され、中性子が1つ分離される。核融合発電では、この反応によって生じるエネルギーを電力エネルギーに変換して利用することを目指している。この反応のイメージを図1-2-1に示す。

図1-2-1 重水素と三重水素での核融合反応



(出典：国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 誰でも分かる核融合のしくみ¹)

¹ <https://www.qst.go.jp/site/jt60/4930.html>

この反応を発生させるためには、重水素とトリチウムを1億℃程度の温度にする必要があると考えられている。このとき、重水素とトリチウムは『プラズマ』と呼ばれる状態になる。プラズマとは、原子核と原子核周囲の電子が分離される状態である。核融合を継続的に達成するためには、このプラズマを閉じ込めて保持する必要がある。その閉じ込めのための主な方法として、磁場閉じ込め方式と慣性閉じ込め方式がある。これらの方式の概要について、図 1-1-2 に示すとともに、以下にその説明を記載する。

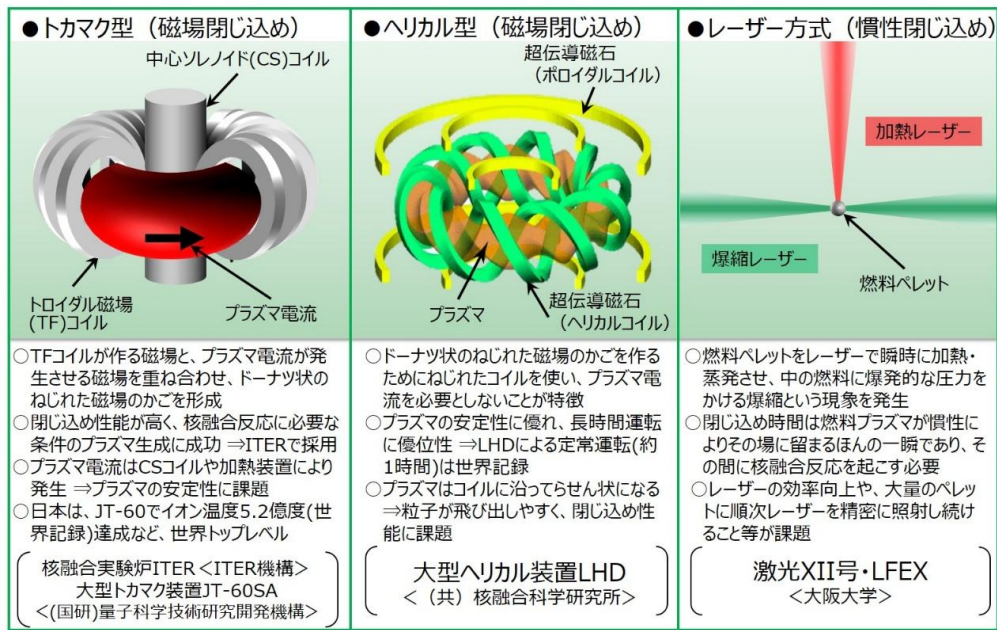
磁場閉じ込め方式は磁場を生成しプラズマを閉じ込める方式である。磁場閉じ込め型の主要な方式であるトカマク型とヘリカル型の二つを紹介する。

トカマク型はコイルが作る磁場とプラズマ電流から生じる磁場を重ね合わせることで、ドーナツ状の磁場を生成する方式である。断面がD型であるトロイダル磁場コイルを円環状に配置することで磁場を発生させる。この磁場とプラズマ電流を流すことで発生する磁場とが重ね合わされ、ドーナツ状のねじれた磁場のかごが形成され、プラズマの閉じ込めが行われる。プラズマ電流を流すためには、中心ソレノイドコイルによる電磁誘導や粒子ビームあるいは電磁波ビームで電流を駆動する必要がある。このとき、プラズマ電流が突然停止する現象を克服することが課題である。

ヘリカル型はプラズマ電流が不要となる方式である。ヘリカルは『らせん』を意味する語であり、磁場のかごを形成するために捻れた形状のコイルを利用する。しばしば不安定になるプラズマ電流ではなく、精密に設計された超伝導マグネットの電流で磁場を発生させることによって安定したプラズマが達成される。しかし、複雑な形状を持つプラズマにおいて十分に高い閉じ込め性能を得ることが課題である。

慣性閉じ込め方式とは、強力なレーザー光などを小さなペレット状の固体燃料に照射することで爆縮を起こし、瞬間的に高温・高密度状態を生み出して核融合を起こそうとする方式である。この実現のためには、数百倍の密度まで爆縮すること、これを駆動する高出力のレーザーを高効率かつ高繰り返し運転すること、発生するエネルギーに耐える光学系の開発が課題である。

図 1-2-2 核融合の 3 つの方式

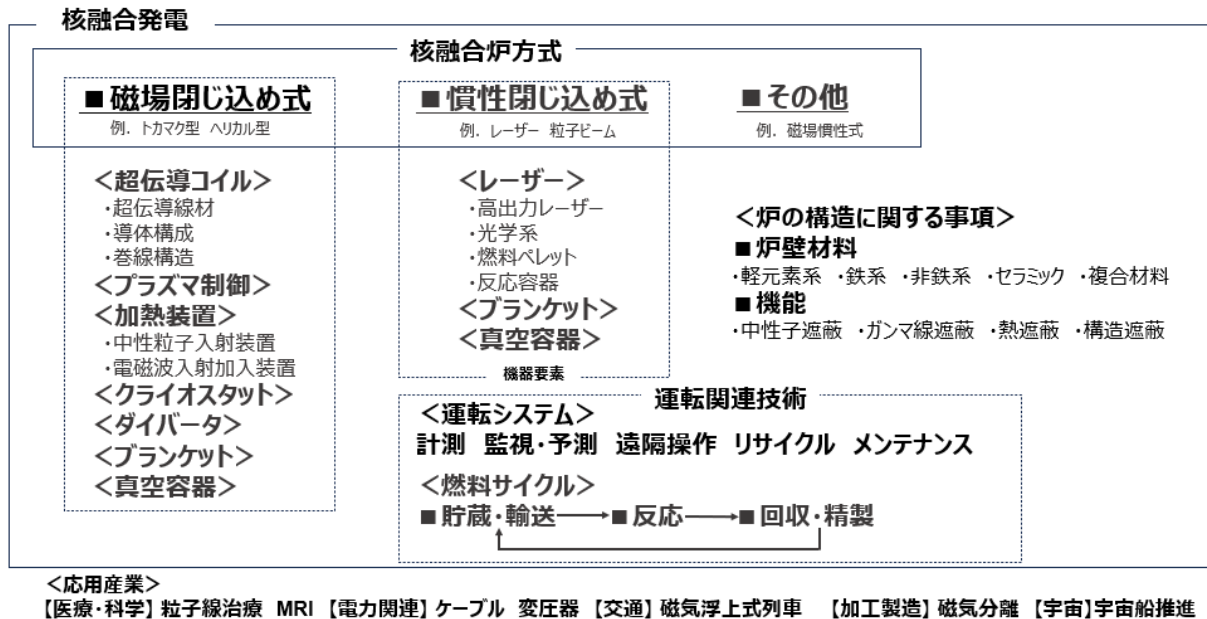


(出典：文部科学省²⁾)

第 3 節 調査対象範囲と技術説明

本調査の調査対象範囲を示す技術俯瞰図を図 1-3-1 に示す。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要素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。さらに、核融合発電に用いられる技術は他の産業にも応用可能であるとの観点から、応用産業の例も挙げている。

図 1-3-1 技術俯瞰図



² https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/iter/019.htm

1. 超伝導コイル

超伝導は極低温で電気抵抗がゼロになる現象である。この現象を利用すると、コイルには非常に大きな電流を流すことができ、その結果として非常に強力な磁場を作ることが可能である。超伝導コイルは磁場閉じ込めに必要な高磁場のトロイダル磁場、ポロイダル磁場を生成する。現在では低温超伝導材料としてニオブスズが実用化されている。ニオブスズはセラミックスであり、コイル形状に巻回してから焼成する。低温超伝導では、冷凍装置を駆動するために大量のヘリウムを必要とすることが課題であり、将来的に高温超伝導材料を採用することも検討されている。その他、絶縁体や電磁力に耐えるための支持構造などの技術開発も必要である。

2. プラズマ

核融合を起こすためには気体を加熱し、1億℃もの高温状態にする必要がある。このような高温では、気体の原子はイオンと電子に分離したプラズマと呼ばれる状態になる。プラズマの中では粒子が電気を帯びているため、磁場によってその動きを制御することができる。

核融合反応を連続的に発生させるためには、高温のプラズマを生成し、プラズマの位置、形状、温度・密度の分布などをリアルタイムで制御して、安定な閉じ込めを維持する必要がある。トカマク型においてはプラズマ電流を流す必要があり、その電流制御も必要である。プラズマ電流が突発的に消失するディスラプションと呼ばれるプラズマの不安定性を克服することが技術課題である。プラズマの加熱や閉じ込めを最適化することで核融合の性能向上を図る実験やシミュレーションによる研究開発も進められている。

また、核融合反応が発生すると、プラズマ中にヘリウムが生成される。これを炉外へ排出し、新しい燃料と置換するための物質・エネルギー循環に関する知見を深めることも課題である。

3. 加熱装置

プラズマを1億℃にまで加熱するために必要な装置である。主な方式として中性粒子入射装置、電磁波入射加熱装置がある。中性粒子入射装置はイオンを加速し中性化した後、プラズマに高速で入射して衝突によりエネルギーを与える装置である。電磁波入射加熱装置は高周波電磁波をプラズマに照射し、電子やイオンを共鳴加熱する装置である。

4. クライオスタット

クライオスタットは超伝導コイルや関連機器を極低温に保持するための断熱容器である。真空断熱性能の確保のための真空容器の構造や、外部からの熱輻射を遮断するためのシールド構造について技術開発が進められている。

5. ダイバータ

ダイバータは炉心のプラズマから流出する熱と粒子を受け止める機器である。極めて高い熱負荷に耐えうる材料を使用し、高効率で冷却できる設計が必要である。現在ではタングステン候補材として開発が進められている。液体金属によるダイバータの研究開発も進められている。

6. ブランケット

核融合で発生する高エネルギーの中性子を吸収して熱エネルギーに変換すると同時に遮蔽するとともに、リチウムの核反応によってトリチウムを生成する役割を担う。核融合炉の燃料の一つであるトリチウムは、自然界にほとんど存在しない元素であり、ブランケットでリチウムから生産しながら炉心で核燃焼させるという燃料サイクルが構想されている。このトリチウム増殖の効率を高めるためには、高温の熱源を利用することが有効であることから、水の代わりに液体金属で熱を取り出す案も研究されている。ただし、磁場の中で液体金属を循環させること、他の材料との高温下での共存性などに課題がある。

7. 真空容器

プラズマの閉じ込めには真空が必要であり、それを維持する役割を担う。また、真空容器はトリチウムを閉じ込めるという役割も担っている。前述のダイバータやブランケットは真空容器内に設置されており、真空容器はこれら機器を支持している。

8. 慣性閉じ込め方式

慣性閉じ込め方式では、燃料ペレット（重水素とトリチウムの同位体を含む小さな球体）に高出力のパルスレーザー光を当て、爆縮によって固体密度の数百倍の密度にまで圧縮する必要がある。爆縮の過程は不安定性との競争であり、エネルギー源として成立するまでの密度はまだ得られていない。さらに、1秒間に10回ほどの繰り返しによる間欠的な核燃焼を行う必要があり、爆縮を駆動する高出力パルスレーザーの高繰り返し運転が現在の大きな挑戦である。

レーザー光を照射するための光学系は核燃焼で発生する高エネルギー中性子に暴露されるため、その耐性をいかに実現するかということも大きな課題である。

9. 炉全体

核融合炉では、核融合反応によって生まれる高エネルギー中性子によって主な出力を獲得する。中性子が炉壁等に衝突すると、原子核反応が起きる。核融合発電のプラントには、放射線を遮蔽することとともに、放射性廃棄物となる副生成物の生成を最小限に抑えることが求められる。安全性、強度、耐久性、経済性、サプライチェーンの安定性といった多面的な要件を満足する適切な材料の選定と開発が必要である。炉壁材料としては炭素系材料に代表される軽元素系、低放射化フェライト・マルテンサイト鋼に代表される鉄系金属、タングステンやモリブデンといった非鉄金属、セラミックスや金属とセラミックスの複合材に大別される。

10. 運転システム

核融合炉を運転するために、炉心プラズマを始めとした核融合発電プラントを構成する諸装置の状態を計測し、運転状態の安定性・正常性・効率性を診断し最適な制御を実施する技術を開発する必要がある。システムの複雑性と同時に極めて高い安全性が求められていることから、AI及びデータ駆動科学の手法を応用した運転システムの開発が活発化している。

1 1. 燃料サイクル

核融合炉を運転するためには核融合反応を発生させるための燃料が必要である。燃料となる重水素、トリチウムはともに水素の同位体であるが、トリチウムは放射性同位体であり、厳密な管理技術が求められる。また、トリチウムは自然界に存在しないため、核融合反応で発生する中性子を利用しながら、燃料としての消費量に見合った生産を行う燃料サイクルを確立する必要がある。このために前述のブランケットが中心的な役割を担う。

1 2. 応用産業

核融合発電のためには、多岐にわたる極限的な技術が必要である。それらを核融合発電という単独目的のために開発し産業化するのではなく、他の分野での応用と関連付けや多面的展開の可能性を探りつつ協創的な研究開発を目指すことが望まれる。

具体的には、プラズマの加熱装置や材料試験用の中性子源には粒子加速器と共通の技術（例、高周波技術や高電圧技術など）が必要であり、分野連携しつつ要素技術のイノベーションを進展させることが期待される。高エネルギーのイオンビームは、がん治療用途やアスタチンなどの放射性同位体の生成用途など、医療分野において応用が期待されている。

超伝導マグネットの技術は核磁気共鳴画像法（MRI）に使われる強磁場装置の革新や送電網や電力機器の高効率化にも貢献できる可能性がある。超伝導マグネットによる磁気浮上式列車の研究はリニア中央新幹線として社会実装が近づいている。その他、高磁場の制御技術は鉱物や金属の選別、生成に応用可能である。

核融合では1億℃程度の高温のプラズマを必要とするが、数万℃以下の低温のプラズマも様々な技術分野において応用されている。半導体チップの回路パターン形成にはプラズマによるドライエッチングが利用されている。プラズマ加熱用の粒子ビームは宇宙推進用のイオンエンジンとしても活用できる。イオンエンジンはキセノンなどの推進剤をイオン化し、電場で加速して噴射することで推力を得る技術であり、化学推進に比べて比推力が高く、燃料効率がよいことから、長期ミッションを行う宇宙探査機への搭載が検討されている。

第2章 市場環境調査

第1節 核融合発電の市場規模と各国・地域の政策

2025年現在、核融合発電による電力供給は実現していない。しかし、核融合発電実施に向けた研究開発、技術開発の過程で必要な機器等が製造されていること、近年多数のスタートアップ企業が設立されていることから、産業としては一定の経済活動が認められる。

IAEA(国際原子力機関、International Atomic Energy Agency)が公表している IAEA WORLD FUSION OUTLOOK 2025³によれば、世界の核融合エネルギー分野における民間からの累積投資額は、100億米ドルを突破した。そして、同報告書によれば、投資主体の多様化が報告されている。初期の投資は主にベンチャーキャピタルによって主導されていたが、現在では政府系ファンド、大手企業、そしてエネルギー分野のエンドユーザー(例えば、テクノロジー企業)へとその裾野が大きく広がっている。

マサチューセッツ工科大学が公表した The role of fusion energy in a decarbonized electricity system⁴によれば、核融合エネルギーは数兆ドル規模の潜在的な社会的価値があると評価されている。世界の電力システムにおける総発電量における核融合発電が占める割合は、核融合発電の想定コストによって変動するものと評価されている。2035年に核融合発電が商用化されると仮定し、1.5°Cの気候安定化シナリオ⁵に基づいた核融合発電による発電量に基づいた予測が行われている。ベースケースにおいては、核融合発電による発電量は2035年には2TWh、2050年には375TWhに達するものと予測されている。この場合、2050年の発電コストは\$8,000/kWであり、2100年時点における核融合発電の発電量は約25,000TWh、総発電量における核融合発電の割合は約27%と見積もられている。低コストケースである発電\$2,800/kWのコストの場合、2100年時点における核融合発電の発電量は約42,500TWh、総発電量における核融合発電の割合は約50%、高コストケースである\$11,300/kWのコストの場合、総発電量は約8,500TWh、総発電量における核融合発電の割合は10%未満と見積もられている。このような背景の中、各国・地域でも核融合に関する政策が策定され実行されている。

1. 日本

従来、日本における核融合に関する専門的な議論は、文部科学省に設置されている核融合科学技術委員会にて実施されてきた。この委員会では技術的ロードマップを中心に議論されてきた。一方で、エネルギー確保の観点や知の基盤強化等の観点から、第5次エネルギー基本計画や、統合イノベーション戦略2022においてその重要性が述べられている。そうした背景もあり、第6期科学技術・イノベーション基本計画において、省エネルギー、再生可能エネルギー、原子力、核融合等に関する必要な研究開発や実証、国際協力を進めるとされた。この基本計画を受けて、2022年9月には統合イノベーション戦略推進会議にイノベーション政策強化推進のための有識者会議「核融合戦略」が設置

³ https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/p15935-25-02871E_WF025_web_Dec2025.pdf

⁴

https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2024/09/MITEI_FusionReport_091124_final_COMPLETE-REPORT_fordistribution.pdf

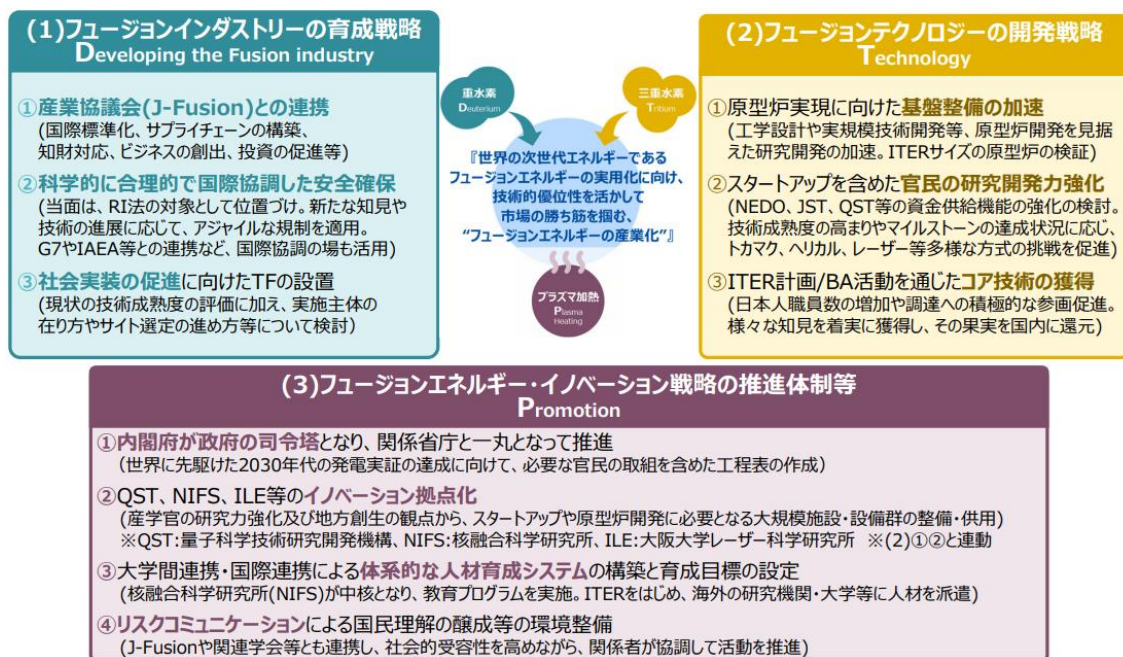
⁵ 2015年の国連気候変動会議(COP21)において、産業革命前と比べて気温上昇を2°Cよりかなり低く、できれば1.5°Cに抑えることが目標に掲げられた。

され、核融合戦略についての議論が開始された。

有識者会議での議を経て、2023年4月に内閣府は『フュージョンエネルギー・イノベーション戦略⁶』を策定した。この戦略ではフュージョンインダストリーの育成戦略、フュージョンテクノロジーの開発戦略、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略の推進体制等が三つの柱となっており、内閣府、外務省、文部科学省、経済産業省、環境省が連携して推進されることとなっている。フュージョンインダストリーの育成戦略に応える動向の一つとして、J-Fusion（一般社団法人フュージョンエネルギー産業協議会）が設立された。また、2023年12月には第70回総合科学技術・イノベーション会議において、ムーンショット型研究開発制度に目標10「2050年までに、フュージョンエネルギーの多面的な活用により、地球環境と調和し、資源制約から解放された活力ある社会を実現」が追加された。

他方、世界各国も国策として核融合開発に取り組む意思表明を行い、大規模投資を実施することによって自国への技術や人材の囲い込みを強めている。内閣府の有識者会議は、世界的に急速に進みつつある研究開発体制強化の動向を鑑みつつ、日本において必要な具体的施策及び法制度についての検討を行い、2025年6月には『フュージョンエネルギー・イノベーション戦略』を改定した。先に述べた三つの柱を基軸としつつ、フュージョン産業エコシステムの構築に向けた基本戦略を示している。この概要を図2-1-1に示す。

図 2-1-1 フュージョンエネルギー・イノベーション戦略（2025年6月改定）の概要



（出典：内閣府 科学技術・イノベーション フュージョンエネルギー・イノベーション戦略（核融合戦略）⁷）

⁶ 核分裂（fission）と核融合（fusion）を区別するため、海外では fusion の語が使われていること、日本の戦略を国際的に発信する際に英語表記との整合性を取ることから、核融合をフュージョンと呼称することの経緯がある。

⁷ https://www8.cao.go.jp/cstp/fusion/fusion_senryakugaiyo.pdf

また、2025年3月、有識者会議は『フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方』を決定した。フュージョンエネルギーの社会的受容性を高めながら実用化を進めていくために必要な考え方を、安全確保の原則、科学的・合理的なアプローチ、安全確保の枠組みに係る早期の検討、国際協調の場の活用という四つの観点から整理している。この概要を図2-1-2に示す。

図2-1-2 フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方骨子

<p>(1)安全確保の原則</p> <ul style="list-style-type: none"> ○一般公衆及び従事者の放射線障害の防止。 ○通常運転時及び事故時における人々と環境への放射線リスクを評価・管理。 	<p>(2)科学的・合理的なアプローチ</p> <ul style="list-style-type: none"> ○研究開発段階であるため、新たな知見や技術の進展に応じて、追加的に必要な取組をデザインするアジャイル(機敏)な規制を検討すべき。 ○グレーデッドアプローチ(具体的なリスクの大きさに応じた規制)の適用。
<p>(3)安全確保の枠組みに係る早期の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ○各国において多様な炉型の研究開発や安全規制の検討が進展。 ○設計初期の段階から事業者が安全確保に取り組むことが重要。 ○サイト選定、建設、運転のための許認可手続を含め、明確な規制・安全確保の体系の早期検討が不可欠。 	<p>(4)国際協調の場の活用</p> <ul style="list-style-type: none"> ○G7やIAEA等との連携を図る等、国際協調の場を活用。 ○ITER計画やBA(幅広いアプローチ)活動等の国際協力で得られる安全確保に関する知見を最大限に活用。

(出典：内閣府 科学技術・イノベーション フュージョンエネルギーの実現に向けた安全確保の基本的な考え方について⁸⁾)

2. 米国

2024年6月、米国エネルギー省は Fusion Energy Strategy 2024 を発表した⁹⁾。これは2022年に掲げられた Bold Decadal Vision for Commercial Fusion Energy に基づいている。2030年代に民間部門主導で、商業的に関連性の高いフュージョンパイロットプラントの稼働を実証することを目指している。その後、2040年代を通じて商業展開のスケールアップを図る計画である。

この戦略の柱の一つは商業的に関連するフュージョンパイロットプラントを実現するための科学技術ギャップを解消することである。これを推進する取組が米国エネルギー省科学局の核融合エネルギー科学プログラムである。競争力のある核融合発電産業を育成するために、公的機関、学术界、民間セクターにわたる研究開発を調整する。そのために、国立研究所、大学、民間企業を含む多様な主体が、商業炉に必要な科学技術ギャップを埋めるための協調的な研究を行う枠組みが提供されている。

3. 欧州

欧州連合(EU)の核融合戦略は EUROfusion が主導している¹⁰⁾。これは欧州域内の核融合研究を推進するコンソーシアムである。その目的は商用核融合発電の実現に向け、European Research Roadmap に沿って、ITER(第2章第2節を参照)の準備を進めるとともに、ITERの次の世代となる EU-DEMO (European Demonstration Power Plant) の実現を目指している。EU-DEMOは300~500MWの正味電力供給やオンサイトでのトリチウム増殖と閉ループ、遠隔保守や安全規制適合を満たす設計要件となっており、2022年に概念設計フェーズが開始された。2050年頃の初号機運転開始を目標としている。

⁸⁾ <https://www8.cao.go.jp/cstp/fusion/sanko.pdf>

⁹⁾ <https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-06/fusion-energy-strategy-2024.pdf>

¹⁰⁾ <https://euro-fusion.org/>

ロードマップについて、短期的には ITER の建設準備を行いつつ、EU-DEMO の概念設計を行うこととしている。また、核融合炉の材料を試験するための国際的な科学研究プログラムである IFMIF-DONES の推進、ドイツにある Wendelstein 7-X の科学的活用が計画されている。中期的には ITER の初期運用、IFMIF-DONES の初期活用、EU-DEMO のエンジニアリング設計、材料や機器の量産技術開発が計画されている。そして、長期的には EU-DEMO の建設と運転を通じて、商用化可能な程度の成熟度を目指す。

4. 英国

英国は 2020 年 1 月 31 日に欧州連合から離脱した。その後は核融合に関する独自の戦略を構築している。主要プロジェクトとして、標準的なトカマク方式よりも小型化、高効率化が期待される球状トカマク方式である STEP (Spherical Tokamak for Energy Production) が挙げられる¹¹。英国原子力公社の子会社である英国産業核融合ソリューションズが STEP の建設を支援する¹²。2025 年 11 月現在、エンジニアリングパートナー及び建設パートナーの最終入札が締め切れ、2026 年初頭には優先パートナーが発表、STEP へと組み込まれる。STEP には、25 億ポンドの公的資金が投じられている。

規制面では、2023 年に成立した Energy Act 2023 により、核融合研究施設は核分裂炉に求められる原子力サイトライセンスの対象にはしないことが法制化された。これにより、英国は迅速で柔軟なリスクベースの規制枠組みを採用し、民間投資を呼び込む環境を整備している。

5. ドイツ

ドイツの連邦教育研究省は 2023 年 6 月に Fusion Research Position Paper を発表した。この文書は、核融合研究に関する国家戦略を再構築し、最初の核融合発電所実現への道筋をつけるための基盤である。この文書を受けて、2024 年 3 月には Fusion 2040 プログラムが開始された。これは資金供給のためのプログラムであり、2028 年までに 3.7 億ユーロを投じる方針を打ち出し、2030 年代前半までに必要コンポーネントと基盤技術を開発し、2040 年代の核融合発電所設置を目指している。

6. フランス

フランスでは原子力・代替エネルギー庁が核融合戦略の進捗を担っている。南部のカダラッシュに ITER を誘致し、インフラ整備や技術支援などを行っている。また、EUROfusion の主要国であり、EUROfusion と ITER という二つの大きな枠組みを主体的に推進していく立場にある。

2021 年 10 月に発表された France 2030 計画において、核融合は長期的な脱炭素戦略の中核技術と位置付けられている¹³ ¹⁴。しかし、核融合の商業化は 2030 年までには期待

¹¹ <https://www.gov.uk/government/news/fusion-energy-powers-uks-industrial-strategy>

¹² <https://www.ukindustrialfusionssolutions.co.uk/news>

¹³ フランス政府の発表として以下のような情報がある。

<https://www.info.gouv.fr/grand-dossier/france-2030-en/understanding-france-2030>

<https://www.economie.gouv.fr/france-2030>

¹⁴ 例えば、以下のようなリリース、報道がある。

<https://www.iea.org/policies/14279-france-2030-investment-plan>

されておらず、短期的な二酸化炭素削減には直接寄与しないと明言されている。当面の方向性としては、超伝導磁石の大幅な進展を目指すとしており、核融合を含む次世代エネルギー技術の国際競争力を強化するとされている。

7. 中国

中国は2003年にITER計画への正式参加を決定した。2006年発表の国家中長期科学技術発展計画綱要（2006-2020年）において、核融合が重大特定プロジェクトに指定された。同じく、2006年には核融合研究施設のEAST(Experimental Advanced Superconducting Tokamak)が完成し、長時間プラズマ維持の実験が開始された。

これ以降、ITERへの協力を進めるとともに、中国国内における独自の核融合研究を進めていく姿勢が示されるようになった。2011年には2,000名の核融合専門家育成計画を開始し、人材の厚みを確保する姿勢を打ち出した。2016年に発表された第13次5カ年計画ではCFETR(China Fusion Engineering Test Reactor)の設計が正式に承認された。CFETRはプラズマの持続的な運転や核融合反応から得たエネルギーを電力として取り出す技術の実証を目的としている。さらに2021年に発表された第14次5カ年計画では核融合をフロンティアテクノロジーに指定した。その他にも、CFETRの建設に先立ち、重水素-トリチウム運転(D-T運転)を行うBEST(Boron-based Experimental Superconducting Tokamak)の建設が2023年に開始された。

8. 韓国

韓国では核融合エネルギー開発促進法に基づいて、国家核融合研究開発基本計画を策定した。2024年7月には核融合エネルギー実現加速化戦略(案)が審議され¹⁵、2040年代に商業発電所の建設と運営を実現する目標が掲げられ、その前段階として2030年代に実用技術開発とシステム最適化を目指すこととされた。

また、韓国は1.2兆ウォンの新規事業計画を推進している。ITERや自国にあるプラズマ実験施設であるKSTARに関わった経験を活かして、官民連携による核融合エネルギーエコシステムの構築を目指している。ITERへの貢献を通じて基盤技術を獲得しつつ、国内実験施設であるKSTARを用いて核心技術の戦略的独立性を高めることを目指しているものと思われる。

9. ロシア

ロシアでは国営の原子力企業であるロスアトムが中心となり、原子力利用に関する技術・科学研究開発総合プログラムの一環として核融合技術開発が推進されている¹⁶。こ

<https://www.oilandgaspeople.com/news/story/france-unveils-ambitious-investment-plan-in-nuclear-fusion--natural-hydrogen--and-clean-energy-technologies>

¹⁵ 例えば、次のような報道がある。

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/07/58b7bcacc70a9beb.html>

<https://www.fusionindustryassociation.org/south-korea-announces-krw-1-2-trillion-to-prioritize-fusion-commercialization/>

¹⁶ 例えば、次のような報道あるいは記事がある。

<https://www.neimagazine.com/news/russia-completes-preliminary-design-for-fusion-reactor/>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10512-024-01098-4>

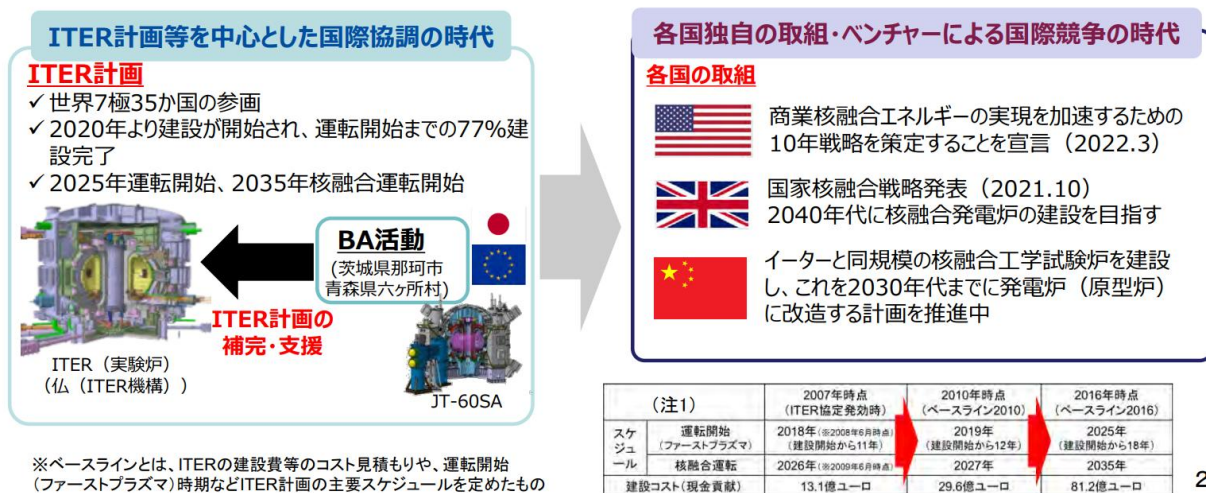
れによれば、長パルス運転、強磁場、高温超伝導コイルを特徴とする TRT の予備設計が 2024 年に完了した。将来の核融合炉や核融合-核分裂ハイブリッド炉の基盤技術を確立することを目指している。

2020 年に Energy Strategy of the Russian Federation in the Period until 2035 が承認された。この戦略は、エネルギー資源の抽出から利用までのコスト効率とエネルギー効率の抜本的な向上、生態学的及び事故安全性の確保、そして安全な原子力発電所を含む新技術の開発を目標としている。この中には核融合は明示されていないが、技術革新分野の一環として研究が継続されている。

第 2 節 核融合発電の開発動向

前述のイノベーション政策強化推進のための有識者会議「核融合戦略」において文部科学省から提出された資料には、『国際協調（ITER 計画）から国際競争（各国戦略）へ』との見出しが躍っている。これを図 2-2-1 に示す。そこで、この節においては核融合発電の開発動向として ITER 計画と各国での取組に示す。

図 2-2-1 国際協調から国際競争へ



(出典：第 2 回イノベーション政策強化推進のための有識者会議「核融合戦略」資料 2¹⁷)

1. ITER 計画

ITER は核融合が成立することを実証するために実施されている国際協力に基づくプロジェクトである。米国と旧ソ連による 1985 年のレーガン・ゴルバチョフ合意で提案され、1988 年に日本と欧州を加えた 4 極体制で発足した。ITER ではトカマク方式の核融合炉を建設、実証を行い、これによって得られる成果やノウハウを活用して、発電実証を行うための原型炉開発へとつなげていく。その目標は 50 万 kW の核融合出力を長時間にわたって実現し、核融合エネルギーが科学的あるいは技術的に実現可能であることを実証することである。また、燃料となるトリチウムの生産が可能となるブランケットを並行して開発する。

¹⁷ <https://www8.cao.go.jp/cstp/fusion/2kai/siryu2.pdf>

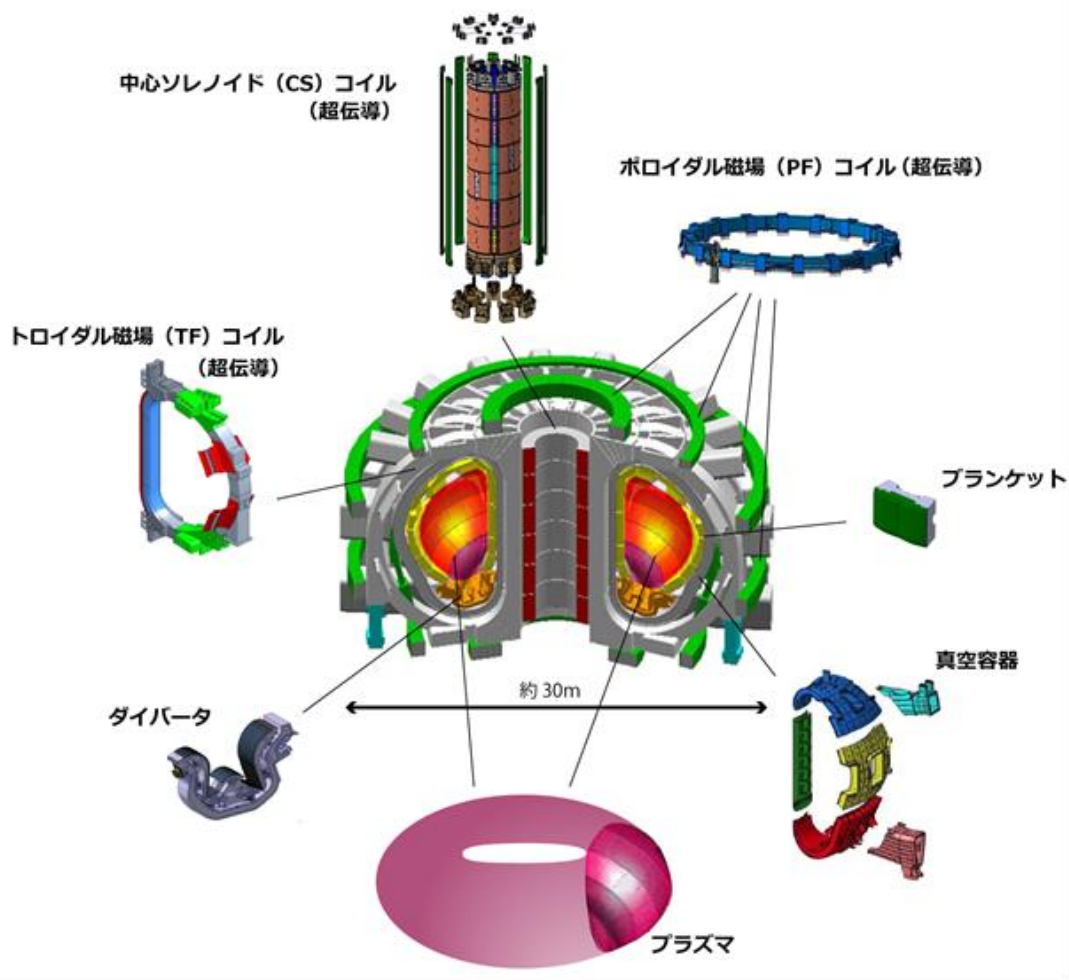
2026年1月現在、このプロジェクトは日本、米国、欧州連合、中国、韓国、ロシア、インドの7極、合計34か国の協力により成り立っている。2006年11月、参加7極はイーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定¹⁸への署名を行った。2007年10月にこの協定が発効し、ITER機構が正式に設立された。

2024年6月に開催された第34回ITER理事会において、新たな基本計画案が発表された。この新たな基本計画案では、当初の計画よりも高い完成度でダイバータ、ブランケット遮蔽ブロック、その他の主要な部品やシステムを最初の運用段階に向けて設置し、科学的な利用を堅実な形で開始することが優先されている。2034年の研究運転の開始段階では、水素やヘリウムプラズマにて調整を行い、その後、重水素-重水素プラズマの運転へ移行し、最終的には、完全な磁気エネルギーとプラズマ電流での長パルス運転が実現するものとされている。完全な磁気エネルギーの達成は2036年に実現する目標とされ、重水素-トリチウム運転（D-T運転）は2039年に開始する目標とされている。

ITER建設に必要な機器・装置については、加盟各極によって分担され、各極において指定された国内機関を通じてITERに納入される。日本の国内機関は国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（QST）である。従って、日本が担当する機器・装置はQSTの監督の下で設計・製造が行われ、ITERへ納入される。ITERで建設される核融合炉のイメージ図を図2-2-2に示す。また、表2-2-1及び表2-2-2にITERにおける加盟各極の調達分担を示す。また、表2-2-3に日本が担当する機器・装置の進捗を示す。これら表にはEUの調達分担も示しているが、英国はEUを脱退しており、2025年12月現在、ITERへは加盟していない。

¹⁸ 外務省 条約 イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定（略称：イーター国際核融合エネルギー機構設立協定）
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/pdfs/shomei_19.pdf

図 2-2-2 ITER 装置のイメージ



(出典：量子科学技術研究開発機構¹⁹)

¹⁹ QST 核融合実験炉 ITER ITER の本体 https://www.fusion.qst.go.jp/ITER/iter/page1_7.html

表 2-2-1 ITER における加盟各極の調達分担・炉本体主要部

機器装置	(部品ごとの) 担当国・地域
中心ソレノイドコイル	導体：日本 巻線：アメリカ
トロイダル磁場コイル	導体：日本、米国、中国、韓国、ロシア 巻線：日本、EU 構造物：日本 巻線と構造物の一体化：日本、EU
ポロイダル磁場コイル	EU、中国、ロシア
計測装置	日本、米国、EU、中国、韓国、ロシア、インド
IC 高周波加熱装置 (IC は Ion Cyclotron の意)	アンテナ：EU 導波管：アメリカ 電源：インド
EC 高周波加熱装置 (EC は Electron Cyclotron の意)	上部ポートランチャ：EU 水平ポートランチャ：日本 導波管：米国 ジャイロトロン：日本、EU、ロシア、インド 電源：EU、インド
中性粒子入射加熱装置	組立・試験：EU ビーム源：日本、EU ビームライン機器：日本、EU 圧力容器：日本、EU 補正コイル：EU NB 電源：日本、EU 計測 NB 電源：インド
クライオスタット	インド
ダイバータ	内側ターゲット：EU 外側ターゲット：日本 ドーム：ロシア 対向機器試験：ロシア 全体組立：EU
ブランケット	第一壁：米国、EU、中国、韓国、ロシア 遮蔽体：米国、EU、中国、韓国、ロシア リミタ：米国 モジュール接続：ロシア
真空容器	容器本体：EU、韓国 中性子遮蔽：中国 ポート：韓国、ロシア

(出典：量子科学技術研究開発機構 核融合実験炉 ITER ITER 参加極国内機関²⁰の記載を基にトヨタテクニカルディベロップメント株式会社が作成)

表 2-2-2 ITER における加盟各極の調達分担・その他機器関連

機器装置	(部品ごとの) 担当国・地域
パルス電源及び定常電源	米国、EU、中国、韓国、ロシア
冷凍系	プラント設備：EU 配管系：インド
遠隔保守機器	ブランケット保守：日本
水冷却系機器	真空容器系：米国 ブランケット系：米国 ダイバータ系：米国 除熱系機器：インド
真空排気・燃料供給機器	クライオポンプ：EU 粗引きポンプ：米国 リーク検出：EU 標準機器：米国 ペレット入射：米国 ガス入射：インド
トリチウムプラント設備	精製系：米国 貯蔵供給系：韓国 同位体分離系：EU 空気浄化系：日本 水処理系：EU

(出典：量子科学技術研究開発機構 核融合実験炉 ITER ITER 参加極国内機関の記載を基にトヨタテクニカルディベロップメント株式会社が作成)

²⁰ https://www.fusion.qst.go.jp/ITER/more/page5_1.html

表 2-2-3 日本が担当する機器・装置の進捗状況

機器装置	日本担当機器とその数量・割合	進捗状況 ²¹
中心ソレノイド	導体 33 導体 (25%)	全量製作完了 (2015 年)
トロイダル磁場コイル	導体 33 導体 (25%)	全量製作完了 (2015 年)
プラズマ計測装置	以下の 5 つの計測装置 ・マイクロフィッションチェンバー ・周辺トムソン散乱計測装置 ・ポロイダル偏光計 ・ダイバータ不純物モニター ・ダイバータ赤外サーモグラフィ	最終設計 55%達成 機器製作 22%達成
	下部ポート統合機器	初期設計完了
EC 高周波加熱装置	ジャイロトロン 8 機 (33%)	全機製作完了 (2021 年)
	追加ジャイロトロン 20 機	契約手続完了
	高周波加熱ランチャー 50%	最終設計 95%達成
中性粒子入射加熱装置	1 MV 電源高電圧部 3 基 (100%)	最終設計 89%達成
	高電圧ブッシング 3 基 (100%)	最終設計 73%達成
	加速器 1 基 (100%)	最終設計 80%達成
ダイバータ	外側ターゲット 58 基 (100%)	機器製作 7%達成
ブランケット遠隔保守機器	ブランケット遠隔保守システム、ツール類 100%	最終設計 70%達成
トリチウムプラント	トリチウム除去系 50%	最終設計 55%達成

(出典：核融合実験炉 ITER JADA の調達機器と進捗状況²²ならびにパンフレット「ITER 持続可能なエネルギーの探求 2025 年 6 月発行」²³に基づき、トヨタテクニカルディベロップメント株式会社が作成)

先述した協定の第十条に知的財産に関する規定がある。これによれば、この協定に基づき生み出され、又は用いられる知的財産は、情報及び知的財産に関する附属書の規定にて取り扱ふとされている。附属書第四条の加盟者、国内機関又は団体が生み出し、又は用いる知的財産によれば、「この協定の実施の過程において保護の対象となる事項を生み出す場合、関係法令に従って、いかなる国においても知的財産についてのすべての権利、権限及び利益を取得する権利を有する」とされている。さらに、「この協定の実施の過程において知的財産を生み出す場合には、公的な支援を得た核融合の研究開発に関する計画のため、平等及び無差別の原則に基づき、生み出された知的財産の取り消し不能な、非排他的な、かつ、無償の実施権を他の加盟者及びイーター機構に許諾する」とされている。このことから、ITER において採用されている技術に関しては、特許権の取得は可能であるものの、無償実施権の許諾が必要となる場合があると考えられる。

²¹ 2025 年 6 月現在の情報。

²² https://www.fusion.qst.go.jp/ITER/jada/page2_3.html

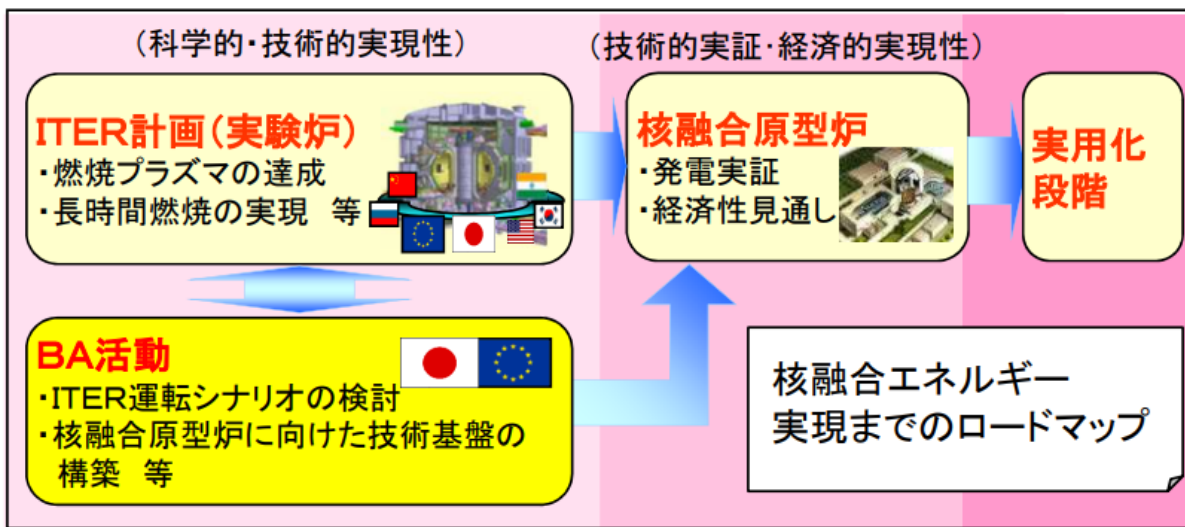
²³ 2025 年 11 月 19 日から 11 月 21 日に開催された第 13 回スマートエネルギーWEEK 関西において同時開催された一核融合発電ワールドにおける QST ブースの配布物 (開催場所：インテックス大阪)。

2. 日本で行われている公的な取組

日本では核融合研究の黎明期にあたる 1959 年に、原子力委員会核融合専門部会（部長は湯川秀樹博士）が『核融合反応の研究の進め方について』を答申した。そこでは、今後の研究方針、柔軟性を持った研究体制として、二つの計画を並列して実施することが提案された。多様な案から可能性を探求する基礎重視の研究（A 計画）と、諸外国との競争を重んじる研究（B 計画）が並走する体制である。この基本的な構想に従い、大学等で行われる学術研究の中核機関として名古屋大学にプラズマ研究所が置かれた。これが現在の自然科学研究機構核融合科学研究所に発展している。一方、日本原子力研究所には核融合研究員会が置かれて B 計画が推進され、後述する現在の JT-60SA に発展している。

ITER 発足以降、日本はプロジェクト推進の中核的な役割を果たしてきた。ITER 計画を補完あるいは支援するプロジェクトとして『幅広いアプローチ（Broader Approach、BA 活動と呼称）』を日本と欧州で進める協定が 2007 年に発効し、日本原子力研究開発機構が国内機関として指定された。2016 年には同機構の量子ビーム部門の一部及び核融合研究部門が放射線医学総合研究所に統合されることで QST が設立されており、2025 年現在は QST が BA 活動を担っている。BA 活動の位置付けを図 2-2-3 に示す。

図 2-2-3 BA 活動の位置付け



(出典：文部科学省 ITER 計画・幅広いアプローチ活動の概要²⁴)

BA 活動では日本国内に研究拠点が設置され、研究活動が行われている。青森県六ヶ所村にある国際核融合エネルギー研究センターにおいては、核融合原型炉²⁵に向けた総合的取組として、核融合原型炉の概念設計や技術検討、シミュレーション研究、ITER 等の遠隔実験解析に関する研究開発を実施している。

これらの研究開発についての概要を以下に記す。概念設計や技術検討において、ブラ

²⁴ https://www.mext.go.jp/content/20220112-mext_kaisen-000019860_1.pdf

²⁵ 核融合原型炉の概念設計と研究開発を担う組織として設置された原型炉設計合同特別チームの説明によれば、原型炉とは ITER の成果に基づいて次に建設される施設である。原型炉が工学的、経済的観点から成功することによって実用化に向けた準備が整う。

ンケット材料の研究開発が進められている。具体的には、トリチウムを増殖する材料や、炉内の過酷な条件に耐える構造材料の研究開発等が行われている。シミュレーション研究においては、核融合研究のスーパーコンピューターによって ITER 計画や原型炉開発及び他の BA 事業を支援するシミュレーション研究が進められている。遠隔実験解析においては、ITER サイトに隣接するフランスの実験装置 WEST（概要は後述）を用いての遠隔実験が行われている。

青森県六ヶ所村では核融合中性子源用原型加速器の建設と実証も進められている。核融合原型炉に必要な高強度材料の開発を行う施設の設計・建設に係る知見を獲得するため、高性能加速器の製作プロセス開発や性能実証が実施されている。

また、BA 活動に基づいて、茨城県那珂市に JT-60SA が建設された（2013 年 1 月建設開始、2020 年 4 月に完成）。その目的は ITER の支援と補完、人材育成である。ITER と同じ形でのプラズマ運転を行い、その成果を ITER へ反映させることで ITER の支援を行う。また、高出力の核融合炉を実現するため、高い圧力のプラズマは 100 秒程度維持する運転方法の確立を目指して、ITER の補完研究を行う。そして、この施設を利用した研究開発を通じて、核融合研究開発を主導できる研究者や技術者を育成する。2023 年 10 月にはプラズマの生成に成功した。

JT-60SA 以外にも日本には公的な核融合研究施設が多数存在する。IAEA の Fusion Facility Database によれば、世界には 179 の核融合研究施設が存在する（2026 年 1 月 20 日現在の情報）。これについて、各国に存在する核融合研究施設数を表 2-2-4 に示す。表中の括弧内にはこの施設数のうち、計画中であるものの数を示した。

核融合科学研究所には大型のヘリカル方式の施設である LHD が設置された。核融合科学研究所は核融合プラズマの学理とその応用の研究の推進のため、全国の大学の共同利用機関として設置された研究機関である。共同研究の実施機関は全 165 機関である。また、個別の大学・研究機関等と個別の学術協定を結び、それぞれの機関の得意とする研究分野との連携による新たな学術研究領域の開拓を進めている。

筑波大学プラズマ研究センターには世界最大のミラー型装置である GAMMA10/PDX 設置がされている。トカマク型とは異なり、直線状の磁場容器の両端に電位の壁（蓋）を作ることによってプラズマを閉じ込める方式である。その直線的な構造を活かし、核融合炉の技術的課題の一つであるダイバータの研究が行われている。

Heliotron J は京都大学 エネルギー理工学研究所に設置されているヘリオトロン方式の施設である。ヘリオトロン磁場と呼ばれる外部コイルだけでプラズマを閉じ込める磁場を作ることから、定常運転に強いという利点がある。複雑なねじれ磁場を最適化することによって、閉じ込め性能をどこまで高められるかという観点から研究が行われている。

レーザー方式の代表的な施設が大阪大学レーザー科学研究所の激光 VII 号である。高速点火方式など、より効率的に点火するための世界最先端の研究を実施している。また、超高圧・高密度の高エネルギー密度科学の研究拠点でもある。この研究成果を活用し、Ex-Fusion というスタートアップが設立されている。

QUEST は九州大学に設置される球状トカマク方式による実験施設である。球状トカマク方式は通常のトカマク方式よりも中心の穴が小さい形状であり、これによって小さな磁場で効率よくプラズマを保持できることから、装置の小型化に適しているとされる。

長時間運転と、液体金属等の材料の研究を行なっている。電磁波を用いた非誘導電流駆動により、2時間を超えるプラズマ保持記録を所持している。その他にも東京大学や名古屋大学、京都工芸繊維大学等にも核融合研究施設が設置されている。また、科研費データベースの情報²⁶によると、これら以外にも核融合に関する研究を実施している大学が見られる。例えば、東北大学には工学研究科量子エネルギー工学専攻の中に核融合プラズマ学分野の研究室が設置されている。また、東京科学大学では液体金属ブランケットの研究が、富山大学ではトリチウムの研究がそれぞれ行われている。

表 2-2-4 各国の核融合研究施設数

国	トカマク		ヘリカル		レーザー		その他		合計	
	実験施設	核融合炉	実験施設	核融合炉	実験施設	核融合炉	実験施設	核融合炉	実験施設	核融合炉
日本	12(1)	2(2)	4(1)	1(1)	2	0	7	0	25	3
米国	7	1(1)	11(4)	3(3)	7(4)	2(2)	19(6)	5(5)	44	11
英国	3(1)	2(2)	0	0	1	1(1)	1(1)	0	5	3
ドイツ	1	0	3(1)	2(2)	0	1(1)	0	0	4	3
フランス	2	0	1(1)	0	1	1(1)	1	0	5	1
イタリア	2	0	0	0	0	0	2	0	4	0
スウェーデン	0	0	0	0	0	0	3(1)	1(1)	3	1
中国	9(2)	1(1)	1	0	0	0	2	0	12	1
韓国	2	1(1)	0	0	0	0	0	0	2	1
ロシア	9(2)	1(1)	0	0	0	0	6(2)	0	15	1

(出典：IAEA Fusion Portal The Fusion Facility Database²⁷の記載に基づきトヨタテクニカルディベロップメント株式会社が作成²⁸)

3. その他の国・地域で行われている公的な取組

表 2-2-4 に集計されている施設に関して、各国・地域の代表的な施設を示す。米国に存在する 55 施設のうち、公的施設は 20 施設である。また、55 施設のうち、実験施設が 43 施設、核融合炉が 10 施設である。トカマク方式の核融合炉として 1 施設、ヘリカル方式の核融合炉として 3 施設、レーザー方式の核融合炉として 1 施設、その他の核融合炉として 5 施設が計上されているが、2026 年 1 月現在、いずれも計画中であり、稼働はしていない模様である。また、これらの 10 の核融合炉の全てが企業の所有を始めとした私的施設である。実験施設として設置されている 43 施設のうち、公的施設は 20 施設、私的施設は 23 施設である。

米国の特徴としては、核融合研究施設が大学に設置されている場合が多いことである。例えば、ウィスコンシン大学マディソン校に 5 施設、コロンビア大学に 3 施設が設置されており、その他にもオーバーン大学、ハンプトン大学、イリノイ大学、ネバダ大学、ロチェスター大学に 1 施設が設置されている。大学以外の研究機関においては、プリンストンプラズマ物理研究所に 3 施設、ローレンス・リバモア国立研究所に 1 施設、サン

²⁶ <https://kaken.nii.ac.jp/ja/index/> 小区分 14020:核融合学関連に区分される研究テーマから抽出

²⁷ <https://nucleus.iaea.org/sites/fusionportal/Pages/FusDIS.aspx> なお、Design が Exp とされている施設を実験施設、Plant とされている施設を核融合炉として表記した。以降の核融合研究施設数の集計データも同サイトから取得しており、注釈にて URL を表示することは省略する。

²⁸ 欧州については 4 施設以上の国を取り上げた。国名の順番は第 3 章特許出願技術動向調査における調査対象国の順列に準じたものとした。

ディア国立研究所に1施設が設置されている。

欧州の研究コンソーシアムである EUROfusion が運用していた JET は 2023 年に運転を終了した。これはイギリスに設置されたトカマク方式の実験装置であり、1983 年から運転が開始された。世界初の重水素とトリチウムを燃料とした核融合運転を実現し、この知見が ITER にも活用されている。

英国には公的な実験施設が1施設、公的な核融合炉が1施設存在する。公的な実験施設は政府機関である英国原子力公社が管轄する MAST-U である。これはカラム核融合エネルギーセンターに設置された球状トカマク方式の実験施設である。プラズマからの熱や粒子の処理を効率的に行うためのダイバータを設計し、特に、プラズマ周辺領域の物理的な知見を収集している。公的な核融合炉は STEP である。これは英国原子力公社の球状トカマク型核融合炉である。2025 年現在では計画中であり、今後、詳細設計やサイト選定が進められ、建設開始は 2030 年代になると見込まれている。目的は核融合エネルギーを商用発電に利用するための実証炉の建設であり、2050 年頃までに電力供給を目指している。

ドイツには公的な実験施設が3施設存在する。公的な核融合炉は計画中也含まれない。公的な実験施設はマックス・プランクプラズマ物理研究所に設置されている ASDEX と Wendelstein 7-X、シュツットガルト大学に設置されている TJ-K である。ASDEX はトカマク方式、Wendelstein 7-X と TJ-K はヘリカル方式である。2025 年 5 月、Wendelstein 7-X は長時間放電での三重点世界記録を 43 秒持続した。マックス・プランクプラズマ物理研究所はトカマク方式とヘリカル方式の二つの実験施設を有している研究所ということになる。

フランスには公的な実験施設が4施設存在する。公的な核融合炉は計画中也含まれない。この4施設のうち、1つは ITER である。その他の公的な実験施設は原子力・代替エネルギー庁が管轄する WEST と LMJ、エコール・ポリテクニクに設置されている ToriX である。WEST はトカマク方式の実験施設であり、LMJ はレーザー方式の実験施設である。原子力・代替エネルギー庁は方式の異なる二つの核融合実験施設を持ち、核融合の研究開発を進めることで、EUROfusion のロードマップに沿う活動を行なっている。ToriX はトーラス方式の実験施設である。

中国には公的な実験施設が6施設存在し、うち1施設が核融合炉である。この核融合炉はトカマク方式の CFETR であり、2025 年現在では計画中である。2040 年代に建設、運転開始を目指している。

その他には中国科学院プラズマ物理研究所に設置されているトカマク方式の施設である EAST、華中科技大学に設置されているトカマク方式の施設である J-TEXT、西南交通大学に設置されているヘリカル方式の CFQS、西南物理研究院に設置されているトカマク方式の HL-3、中国科学技術大学に設置されている逆磁場ピンチ方式の KTX がある。西南交通大学のヘリカル方式の施設である CFQS は現在建設中である。これらの中で特筆すべき成果を上げている実験施設は EAST である。EAST は 2007 年から研究運用が開始された歴史ある施設であり、世界初の超伝導コイルを用いたプラズマ実験施設である。2025 年には 1066 秒のプラズマ継続運転に成功している。

韓国には公的な実験施設が3施設存在し、うち1施設が核融合炉である。この核融合炉は韓国核融合エネルギー研究院のトカマク方式の K-DEMO であり、2025 年現在では計

画中である。2040年代に建設、運転開始を目指している。実験施設としては、韓国核融合エネルギー研究院に設置されているトカマク方式の KSTAR、ソウル大学に設置される球状トカマク方式の VEST がある。KSTAR は ITER や ITER の次の段階として建設される原型炉向けのプラズマ運転シナリオ開発を目標としている。2024年2月には1億℃のプラズマを48秒間維持することに成功している。

ロシアには公的な実験施設が16施設存在し、うち1施設が核融合炉である。この核融合炉はロシアコンソーシアムのトカマク方式の DEMO-RF である。2040年代に建設、運転開始を目指している。実験施設に目を移すと、一つの研究拠点に複数の施設が設置されている点の特徴である。バドカー核物理学研究所に磁気ミラー方式の実験施設が6施設、ヨッフエ物理学技術研究所にトカマク方式の施設が4施設（うち2施設は球状トカマク方式）、トロイツク革新・核融合研究所にトカマク方式の施設が2施設（うち1施設は計画中）設置されている。その他にはクルチャトフ研究所にトカマク方式の施設が1施設、国立研究原子力大学 MEPhI にトカマク方式の施設が1施設、サンクトペテルブルグ大学に球状トカマク方式の施設が1施設設置されている。

4. 主な動向に関する情報整理

各国・地域における核融合発電に関する主な動向に関して、政策や核融合研究施設の観点から年表として整理した。これを表 2-2-5 に示す。

表 2-2-5 核融合に関する主な動向

時期	主な動向
1959年	原子力委員会核融合専門部会 「核融合反応の研究の進め方について」 答申
1983年	D-T運転を行うJETの運用開始（欧州・英国）
1985年	JT-60の運用開始（日本）
1988年	ITERが日本、米国、欧州、旧ソ連の4極体制によって発足 2026年1月現在、中国、韓国、インドを加えた7極34か国の協力により成立
1998年	LHDの運用開始（日本）
1991年	JT-60Uの運用開始（日本） 2008年に運用を終了し、後継のJT60SAへ
2005年	ITER建設地がフランスのカダラッシュに決定
2006年	EASTの運用開始（中国）
2013年	JT-60SAの建設開始
2015年	W7-Xの運用開始（欧州・ドイツ）
2020年	HL-3の運用開始（中国）
2023年	フュージョンエネルギー・イノベーション戦略策定（日本） JT-60SAの運用開始（日本） BESTの建設開始（中国）
2025年	フュージョンエネルギー・イノベーション戦略改定（日本）

第3節 核融合発電に係る主なプレイヤーと産業構造

先に紹介した ITER の機器調達を例に、核融合炉の機器・装置に関連するプレイヤーを挙げるとともに、その産業構造を示す。また、近年では核融合発電に関連するスタートアップが国内外で誕生している。これらの企業のいくつかは個別の電力売買契約を結ぶなど、商用化に向けた動きが見られる。

1. 日本の主なプレイヤーと産業構造

QST のホームページに記載されている ITER 調達機器の設計あるいは製作に携わる企業を表 2-3-1 に示す。また、ムーンショット目標 10 の研究開発構想に記載されている ITER 調達機器に関連する企業を表 2-3-2 に示す。

表 2-3-1 ITER 調達機器関連企業その 1

企業名	実施例（主な担当要素・設備）
愛知産業	遠隔保守機器（溶接ツール）
アライドマテリアル	ダイバータ外側ターゲットのタングステンモノブロック
有沢製作所	超伝導トロイダル磁場コイルの極低温耐放射線電気絶縁材料
大阪冶金興業	ダイバータ外側ターゲットのプラズマ対向ユニット材料
菊地製作所	ダイバータ外側垂直ターゲット用ピン及びねじりテープ
キャノン電子管デバイス	ジャイロトロン（高周波加熱装置用電子管）
金属技研	ダイバータカセット ダイバータ外側ターゲットのプラズマ対向ユニット材料 金属接合技術の提供
弘電社	導体巻線（超伝導コイル関連）
神戸製鋼所	超伝導トロイダル磁場コイルの極低温高強度溶接材料
ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー	トロイダル磁場コイル・中心ソレノイド用の高性能Nb3Sn素線・燃線の製作
城南	遠隔保守機器軌道部周辺の検証試験装置
昌立工業	超伝導トロイダル磁場コイルの極低温耐放射線絶縁材料
シルド	超伝導トロイダル磁場コイルのカバープレート
スギノマシン	真空炉第一壁遠隔保守ツール類
双日マシナリー	トロイダル磁場コイル構造物 ITERブランケット内の遮蔽ブロック用遠隔保守及び組立ツール
大同特殊鋼	ダイバータ外側ターゲットの構成部品である特殊ステンレス鋼（XM-19）
千代田検査工業	超伝導トロイダル磁場コイルの政策における試験検査
東京電子	ジャイロトロン補機のうち、アノード電源及びボディ電源と高速スイッチから構成されるAPS/BPS電源
東鋳商事	ブランケットの遠隔保守装置に用いる溶接装置の製作及び評価試験
東芝エネルギーシステムズ	ITERトロイダル磁場コイルおよびその構造物 ブランケット遠隔保守装置 中性子計測システム
トヤマ	ジャイロトロン用準光学整合器 ITERのダイバータ不純物モニタの製作 赤外サーモグラフィ計測装置設計検討
日鉄エンジニアリング	トロイダル磁場コイル導体 中心ソレノイド
日本製鋼所M&E	超伝導トロイダル磁場コイルの極低温高強度構造材料
ノーケン	ジャイロトロン制御装置
光製作所	機械加工
日立製作所	中性粒子入射加熱装置(NBI)用超高電圧電源 ダイバータ外側高耐久タングステンターゲット
古河電気工業	超伝導構体を構成するCS素線、CS燃線
マイナビEdge	ブランケット遠隔保守システム、プラズマ計測機器などの機械設計
三菱重工業	トロイダル磁場コイル巻線部および巻線部を収納する構造物 導体を収納するラジアルプレート及び巻線部と構造物との一体化作業
三菱電機	トロイダル磁場コイル巻線
大和合金	ダイバータ外側ターゲットの銅パイプ
ロジスティード東日本	超伝導トロイダル磁場コイルの輸送
ワコー技研	遠隔保守装置に用いるサーボモータおよびサーボドライバ

（出典：量子科学技術研究開発機構 ITER 調達機器の設計・製作～連携企業の紹介～²⁹やその他各種情報を基にトヨタテクニカルディベロップメント株式会社が作成）

²⁹ https://www.fusion.qst.go.jp/ITER/iter/page1_40.html

表 2-3-2 ITER 調達機器関連企業その 2

機器装置	協力企業
トロイダル磁場コイル	三菱重工業 三菱電機 東芝エネルギーシステムズ 日鉄エンジニアリング JASTEC 日立金属ネオマテリアル
中心ソレノイドコイル	日鉄エンジニアリング JASTEC 古河電気工業 日立金属ネオマテリアル
プラズマ計測装置	東芝 三菱重工業 トヤマ 岡崎製作所 清原光学
高周波加熱装置	キヤノン電子管デバイス 東京電子
中性粒子入射加熱装置	日立製作所 京セラ
ブランケット遠隔保守機器	東芝 エーテック スギノマシン 愛知産業
ダイバータ外側ターゲット	金属技研 アライドマテリアル 大和合金
トリチウムプラント	日揮

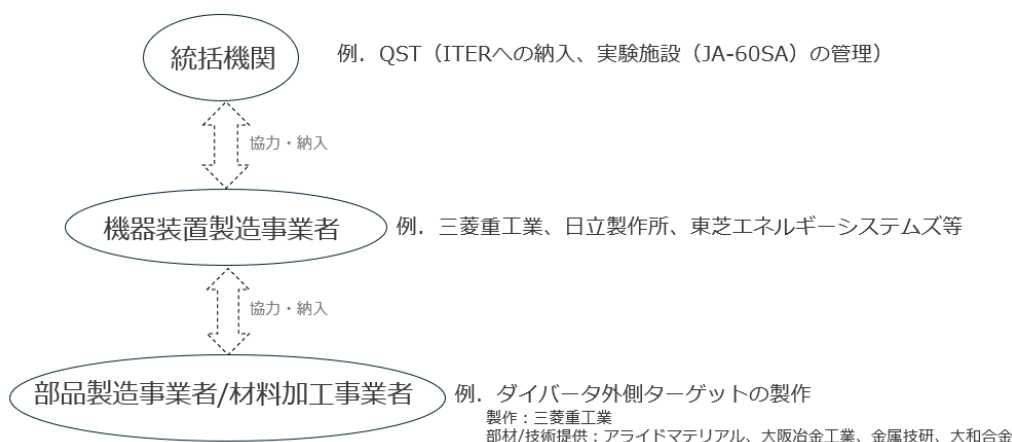
(出典：文部科学省 ムーンショット目標 10 研究開発構想³⁰を基にトヨタテクニカルディベロップメント株式会社が作成)

前節 ITER 計画にて述べたように、ITER への納入に関しては、QST が国内機関として責任を持つ。QST は国内の企業へと機器装置を発注する。また、QST は JT-60SA を保有して

³⁰ https://www.mext.go.jp/content/20240306_mxt_kaisen_000034467_01.pdf

おり、自ら施設を構築、管理する立場でもある。同様に、核融合研究施設を持つ団体や、これから核融合炉を製造しようとするスタートアップ企業も同様に別の企業へ機器装置を発注することになる。ITERを始めとして、核融合炉は多くの部材から構成されること、タングステンなど高融点で加工には困難性が伴う材料が用いられることなどの理由から、機器装置を製造する企業のみでの対応が難しい。そのため、一つの機器装置を製造するために複数の企業が協力する必要がある。つまり、最終製品を製造する企業に対して、その製品に必要な部品や材料を納入する企業が存在する構図が存在する。また、製品の設計を専門に請け負うエンジニアリング企業や、試験装置などを製造する企業、試験検査を担当する企業や完成した部品や材料あるいは製品の輸送を担当する企業も存在する。また、実際に核融合反応を発生させるために必要な燃料を輸送や保管についても専門の知見が必要であり、ここにも複数の企業が関わることとなる。これらの関係を理解するためのイメージ図を図 2-2-3 に示す。

図 2-3-1 核融合における産業構造のイメージ



サービスビジネス：設計・試験・保守管理等のエンジニアリングサービス、製品輸送、燃料保管等

(出典：各種情報を基にトヨタテクニカルディベロップメント株式会社が作成)

産業構造に関する具体例を示す。日本が調達を担当するダイバータ外側ターゲットは三菱重工業が製作を担当しており、2025年10月2日に実機初号機の製作を完了したと発表された³¹。ダイバータには耐熱性が要求されるため、タングステンが用いられる。しかし、タングステンは難削材であり、その加工には高精度の加工技術が求められる。

そのため、この製作は三菱重工業だけでなく、複数の企業の協力が必要となった。タングステンモノブロックはアライドマテリアルが、プラズマ対向ユニット材料は大阪冶金興業、金属技研が、銅パイプは大和合金の技術あるいは製品が提供された。このように、最終的な機器装置を製作する企業はその製造能力を活かし機器装置を製作するとともに、この機器装置に必要な部品や材料を高精度で製造することが可能な企業が自身の

³¹ 三菱重工業株式会社プレスリリース 南フランス・核融合実験炉イーター向けダイバータ外側垂直ターゲット 実機初号機が完成 未来のエネルギー源への道を切り開く、核融合炉の重要部品の量産化を着実に推進 <https://www.qst.go.jp/site/press/20251002.html>

製造能力を活かして部品や材料を製造し、納入することとなる。

2. 日本のプレイヤー（スタートアップ）

日本には核融合発電の実現を目指したスタートアップが存在する。また、核融合発電を実施するためには燃料供給が必要となるが、この技術を社会実装する目的で QST からスピノフしたスタートアップも存在する。これらの企業の概要を以下に記す。

(1) 京都フュージョンリアリング

京都フュージョンリアリングは京都大学からのスピノアウト企業である。炉を動かすために不可欠な機器装置の開発・販売を行っている。米国や英国の企業や研究機関からすでに受注を獲得している。2022 年には世界初となる核融合発電試験プラント「UNITY」の建設を発表した。また、2024 年にはフュージョンエネルギー発電実証プロジェクトである FAST のプロジェクトリーダーを務めることが発表された。

(2) Helical Fusion

Helical Fusion は核融合科学研究所の技術をベースにして設立されたスタートアップ企業である。ヘリカル方式による商用炉開発を目指している。2030 年代に独自の実験装置 Helix HARUKA での実証を目指している。2025 年 12 月には愛知県名古屋市に本社を置くアオキスーパーと日本初の核融合電力売買契約を締結した。

(3) Ex-Fusion

Ex-Fusion は大阪大学レーザー科学研究所の成果をベースとしたスタートアップ企業である。核融合開発で培った光制御技術をレーザー加工や宇宙デブリ除去など、早期に収益化可能な多分野へ応用することも目指している。

(4) LiSTie

LiSTie は QST の研究成果を社会実装するために設立された企業である。QST で開発された革新的なりチウム回収技術である LiSMIC(Lithium Super-selective Membrane Ionic Conductor) を事業の核としている。これは特殊なセラミックス膜（イオン伝導体）を使い、使用済み電池の溶解液や塩湖水などのリチウムを含む液体からリチウムイオンを回収する技術である。回収されたリチウムは純度が高く、従来の精製法に比べて、薬剤の使用量を抑え、エネルギー消費も削減できる。コンテナ型のリチウム回収装置である LiSMIC ユニットの開発を進めており、どこでも手軽にリチウム精製ができる仕組みを構築しようとしている。

電気自動車の導入など、カーボンニュートラルに伴う電動化が社会の各所で進む中、リチウムイオン電池の需要増加による資源不足が懸念されており、核融合発電以外への産業の応用可能性もある。2025 年 5 月には、QST が自らの認定ベンチャーである LiSTie に対し、直接出資を行うことを発表した。これは QST が研究成果の社会実装を強力に後押することを示唆している。

(5) MiRESSO

MiRESSO も LiSTie と同じく、QST の研究成果を社会実装するために設立された企業であり、2023 年 5 月に設立された。核融合炉の実現に不可欠ながら、供給が極めて限定的で高価な希少金属であるベリリウムの精製技術を持っている。

核融合発電の燃料となるトリチウムを自給自足するため、ブランケットに中性子増倍材を設置する。ベリリウムはその候補であるが、ベリリウムの精製には 2,000℃近い超高温での処理が必要となる。同社は従来よりも圧倒的に低い温度となる数百℃程度での処理にて効率的にベリリウムを精錬する技術を保有している。

2025 年 12 月現在、青森県八戸市にベリリウム試験プラント BETA (Beryllium Testing Plant in Aomori) を整備中であり、2027 年度中の本格生産開始を目指している。

3. 日本以外の主なプレイヤー

日本以外にも核融合発電の実現を目指したスタートアップが存在する。これらの企業の中には個別の売電契約を締結する企業も現れており、商用化を睨んだ動きが見られる。ここでは代表的なスタートアップを取り上げる。

(1) 米国

代表的なスタートアップ企業として、Commonwealth Fusion Systems、Helion Energy、TAE Technologies の 3 社を取り上げる。うち前 2 社は個別企業との間に電力売買契約を締結した。このことから、民間による核融合発電の商用展開はベースロード電源を担うというよりも、ローカルでの個別用途に展開することが予定されているものと推測される。

Commonwealth Fusion Systems は 2018 年にマサチューセッツ工科大学からスピニアウトしたスタートアップ企業である。トカマク方式の研究開発を進めている。高温超伝導マグネットに強みを有しており、2021 年には 20 テスラという磁場を発生させるマグネットの試験に成功した。2025 年現在、マサチューセッツ州に SPARC という実験炉を建設中である。2025 年 6 月にグーグルとの間に電力売買契約を締結した。バージニア州リッチモンド郊外に発電所を建設予定である。

Helion Energy は 2013 年にワシントン大学の物理学者らによって設立された企業である。磁場反転配位方式による発電を目指している。これは蒸気タービンを利用するのではなく、プラズマの膨張や収縮によって生じる磁場の変化から直接電力を取り出す方式である。2023 年にはマイクロソフトとの間に電力売買契約を締結している。2028 年までに少なくとも 50MW の電力を供給することとなっている。2025 年現在、ワシントン州で Polaris という炉を建設中である。核融合発電由来の電力の売買契約はこれが世界で初めて締結されたものである。

TAE Technologies は 1998 年に設立されたスタートアップであり、核融合発電のスタートアップとしては非常に長い歴史を有している。カリフォルニア大学アーバイン校の教授によって設立された。Helion Energy と同じく、磁場反転配位方式による発電を目指しているが、水素とホウ素を燃料に利用することを目標としている。水素とホウ素による核融合においては中性子が発生しないため、炉が放射化しないという利点がある。まずは 2030 年代初頭までに重水素とトリチウムを利用した発電実証を行った後、水素と

ホウ素を利用する核融合へと移行するロードマップを描いている。

(2) 欧州

前述の京都フュージョニアリングと FAST を進めるトカマクエナジーは 2009 年に設立された英国の企業である。球状トカマク方式を採用し、2022 年には民間企業として初めてプラズマ温度 1 億°C を達成した。2030 年代初頭の商用化を目指しており、現在、米国エネルギー省の支援も受けて次世代実証機である ST80-HTS を開発している。また、高温超伝導の開発も進めており、2024 年には TE Magnetics という部門を立ち上げ、核融合分野以外への外販も進めている。

Proxima Fusion は 2023 年 4 月に設立された。マックス・プランクプラズマ物理学研究所からのスピンアウト企業である。スーパーコンピューターを用いた最適化により、最も安定して稼働する商用炉の実現を目指している。2031 年に Alpha を稼働させ、2030 年代後半に欧州初の商用核融合発電所をグリッドに接続する計画を立てている。

(3) 中国

ENN Science and Technology Development は中国の民間エネルギー企業である ENN Group の研究部門である。中国で初めて商用核融合に参入した民間企業である。多角的なアプローチによる核融合発電の実現を目指しており、球状トカマク方式である EXL-50/50U を建設中である。また、米国の TAE と同様に、中性子が発生しない水素とホウ素による核融合の研究開発も進めている。そのための磁場反転配位装置である EHL-2 も運用している。

第3章 特許出願動向調査

第1節 調査対象・調査方法・技術区分

1. 調査期間

2000～2023年（優先権主張年ベース）

2. 調査対象文献

PCT（特許協力条約）に基づく国際出願（以降、「PCT出願」とする。）日本、米国、欧州、中国、韓国、ロシアへの特許出願及び登録特許

3. 調査対象国・地域（出願先国・地域）

日本、米国、欧州、中国、韓国、ロシア

4. 解析対象

解析の対象とした出願人国・地域は日本、米国、欧州、中国、韓国、ロシアであり、それ以外は「その他」とした。出願人国籍・地域を「欧州籍」とする国は、以下に示すEPC（欧州特許条約）加盟国38カ国である。また、出願先として「欧州」とするのは、EPC加盟国のうち以下に示すOrbit Intelligence収録国である36カ国と欧州特許庁（EPO）である。

【「欧州籍」とするEPC加盟38ヶ国】

アイスランド、アイルランド、アルバニア、イギリス、イタリア、エストニア、オーストリア、オランダ、キプロス、ギリシア、クロアチア、サンマリノ、スイス、スウェーデン、スペイン、スロバキア、スロベニア、セルビア、チェコ、デンマーク、ドイツ、トルコ、ノルウェー、ハンガリー、フィンランド、フランス、ブルガリア、ベルギー、ポーランド、ポルトガル、マケドニア旧ユーゴスラビア、マルタ、モナコ、ラトビア、リトアニア、リヒテンシュタイン、ルーマニア、ルクセンブルク

【「欧州への出願先国・地域」となるEPC加盟国36カ国】

アイスランド、アイルランド、イギリス、イタリア、エストニア、オーストリア、オランダ、ギリシア、クロアチア、キプロス、サンマリノ、スイス、スウェーデン、スロバキア、スロベニア、セルビア、スペイン、チェコ、デンマーク、ドイツ、トルコ、ノルウェー、ハンガリー、フィンランド、フランス、ブルガリア、ベルギー、ポーランド、ポルトガル、マルタ、モナコ、モンテネグロ、ルクセンブルグ、ルーマニア、ラトビア、リトアニア

5. 技術区分

本テーマにおける調査対象技術は第1章調査概要でも示した通り、核融合発電を主な対象とした。本調査は特許文献に記載された内容を以下の表3-1-1に示す技術区分表に基づいて判別し、その結果を集計した。

表 3-1-1 技術区分表

【核融合方式】

大分類	中分類	定義
磁場閉じ込め方式	トカマク型	ドーナツ型容器でトロイダル磁場とポロイダル磁場を組み合わせたもの（球状トカマク含む）
	ヘリカル型	シンプルな螺旋コイルでねじれた磁場を作るもの
	その他	上記以外の磁場閉じ込め方式（例：（FRC（磁場反転配位）、RFP（逆転磁場ピンチ）、ミラー、Zピンチ 等）
慣性閉じ込め方式	レーザー慣性核融合	燃料ペレットに強力レーザー光を照射し、爆縮させて核融合を起こすもの
	粒子ビーム慣性核融合	燃料ペレットにイオンビームなどを照射し、爆縮させて核融合を起こすもの
其他方式	—	上記以外であり、方式に関する明確な記載があるもの（例：ミュオン、凝縮系）
方式不明	—	要約請求項からは方式の特定が困難であるもの（方式が記載あるいは示唆されないもの）

【機器構成】

大分類	中分類	定義
マグネット	超伝導線材	銅酸化物系が利用されているもの
	導体構成	導体を冷却媒体にて冷却する際に強制的に流体にさらすもの
	巻線構造/製造	巻線の製造について記載されているもの（例：製造方法など）
プラズマ	加熱	プラズマ加熱に関するもの
	電流駆動	電流駆動に関するもの
	制御	電流分布に関する制御技術
	シミュレーション	プラズマのシミュレーションに関するもの（例：デジタルツイン）
	その他	上位以外のプラズマに関するもの
加熱装置	中性粒子入射装置	プラズマまたはガスから高エネルギーのイオンを生成することに関するもの
	電磁波入射加熱装置	電子のサイクロトロンに近い周波数のマイクロ波を照射し、電子を加熱する技術
	その他	上記以外の加熱装置に関するもの
クライオスタット	断熱真空容器	外部からの熱侵入を防ぐ真空容器構造や材質に関するもの
	輻射シールド	外部からの熱輻射を遮断するためのシールドの構造や材質に関するもの
	断熱支持	熱伝導を抑制するための部品支持に関するもの

大分類	中分類	定義
	その他	上位以外のクライオスタットに関するもの
ダイバータ	固体	ダイバータについての特徴が記載されているもの・固体（例：コンクリート、金属板など）
	液体	ダイバータについての特徴が記載されているもの・液体（例：水・液体金属など）
ブランケット	固体	ブランケットについての特徴が記載されているもの・固体（例：コンクリート、金属板など）
	液体	ブランケットについての特徴が記載されているもの・液体（例：水・液体金属など）
真空容器	—	真空容器についての特徴が記載されているもの
レーザー	高出力レーザー	燃料ペレットを爆縮・加熱するために用いられるレーザーに関するもの
	レーザー光学系	レーザーのエネルギーを増幅するための光学系に関するもの
	燃料ペレット	燃料ペレットを製造する技術
	反応容器	容器の構造に関するもの
炉全体	機能	機能に関するもの（例、中性子の減速、放射線吸収、熱放射遮断など）
	炉壁材料	炉壁材料に関するもの（例、軽元素、鉄系金属、非鉄系金属、セラミックなど）
触媒	—	核融合炉内で用いられる触媒に関するもの（例：トリチウムの回収、排出物の処理といった工程における反応促進）
発電システム	—	発電システムに関する技術
燃料システム	—	燃料システムに関する技術

【運転システム】

大分類	中分類	定義
計測	—	燃料システムに関する技術
監視、予測	—	核融合炉の状態を計測するための技術
遠隔操作	—	核融合発電関連の各種装置についての監視や状態予測を行う技術
制御	制御方法	核融合炉の遠隔操作に関する技術
	制御対象	制御対象が明確に記載された技術（例、プラズマの閉じ込め、位置・形状、核融合反応の維持、流量や圧力容器など）
リサイクル	リチウム	リチウムのリサイクルに関する技術
	ベリリウム	ベリリウムのリサイクルに関する技術
メンテナンス	現地	現地で実施するメンテナンス技術

大分類	中分類	定義
	遠隔	遠隔で実施するメンテナンス技術
	その他	上記以外のメンテナンス技術（例．メンテナンス技術を習得する学習装置など）
廃炉（デコミッションング）	—	廃炉に関する技術

【燃料サイクル】

大分類	中分類	定義
燃料貯蔵、輸送	—	燃料の貯蔵や輸送に関する技術
トリチウム増殖	—	核融合炉内でトリチウムを増殖することに関する技術（例：DT 反応）
トリチウムサイクル	—	トリチウムの生成、回収、再利用、廃棄に関する技術
中性子	—	核融合反応で発生する中性子の利用や遮蔽などに関する技術
同位体	—	重水素、三重水素などの同位体に分離や生成、管理に関する技術
その他	—	上記以外の燃料サイクルに関する技術（例：DHe3, p-B)

第2節 使用したデータベース

日本国内特許文献、日本国外特許文献ともに Questel 社が提供する特許検索データベース Orbit Intelligence で検索を行った。特許検索式を表 3-2-1 に示す。検索を実施したのは 2025 年 9 月 3 日である。各国での公開からその情報がデータベースへ収録されるまでには、発行国からのデータ提供や、当該データを入手したデータベース会社のデータベース収録作業によるタイムラグを考慮する必要がある。また、PCT 出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可能性がある。従って、本調査報告における 2022 年及び 2023 年の出願のデータは真の数値より少ない可能性があることに留意されたい。

表 3-2-1 特許検索式

観点	式
ア 核融合炉技術全般	(G21B+)/FI OR (G21B+)/IPC/CPC
イ 磁場閉じ込め式核融合発電炉用コイルに用いられる超伝導線材	((H01B12/+)/FI OR (H01B-012+)/IPC/CPC) AND (fusion+ 2D (nuclear OR energy))/TI/AB/TX
ウ 核融合炉に用いられる遮蔽技術	((G21F+)/FI OR (G21F+)/IPC/CPC) AND (fusion+)/TI/AB/TX
エ その他核融合炉	((H05H1/+)/FI OR (H05H-001+)/IPC/CPC) AND (fusion+ 2D (nuclear OR energy))/TI/AB/TX
オ 核融合炉加熱のための粒子線発生装置	((H05H+ NOT H05H1+)/FI OR (H05H+ NOT H05H-001+)/IPC/CPC) AND (fusion+ 2D (nuclear OR energy))/TI/AB/TX
カ 核融合炉加熱のためのマイクロ波発生装置	((H01J23/+ OR H01J25+)/FI OR (H01J-023/+ OR H01J-025+)/IPC/CPC) AND (fusion+ 2D (nuclear OR energy))/TI/AB/TX
キ 耐熱性、耐放射線特性等を備えた鉄系金属のうち、核融合炉材料に適したもの	((C21D+)/FI OR (C21D+)/IPC/CPC) AND (fusion+ 2D (nuclear OR energy))/TI/AB/TX
ク 耐熱性、耐放射線特性等を備えた非鉄金属材料のうち、核融合炉材料に適したもの	((C22B+ OR C22C+ OR C22F+)/FI OR (C22B+ OR C22C+ OR C22F+)/IPC/CPC) AND (fusion+ 2D (nuclear OR energy))/TI/AB/TX
ケ 耐熱性、耐放射線特性等を備えたセラミックのうち、核融合炉材料に適したもの	((C04B35+)/FI OR (C04B-035+)/IPC/CPC) AND (fusion+ 2D (nuclear OR energy))/TI/AB/TX
核融合炉方式（キーワード）	(fusion and (tokamak or helical or stellarator or magnetiz+_target+ or inertial+_laser+))/TI/AB
全体	(1 OR 2 OR 3 OR 4 OR 5 OR 6 OR 7 OR 8 OR 9 OR 10) AND EPRD>=2000 AND EPRD<=2023

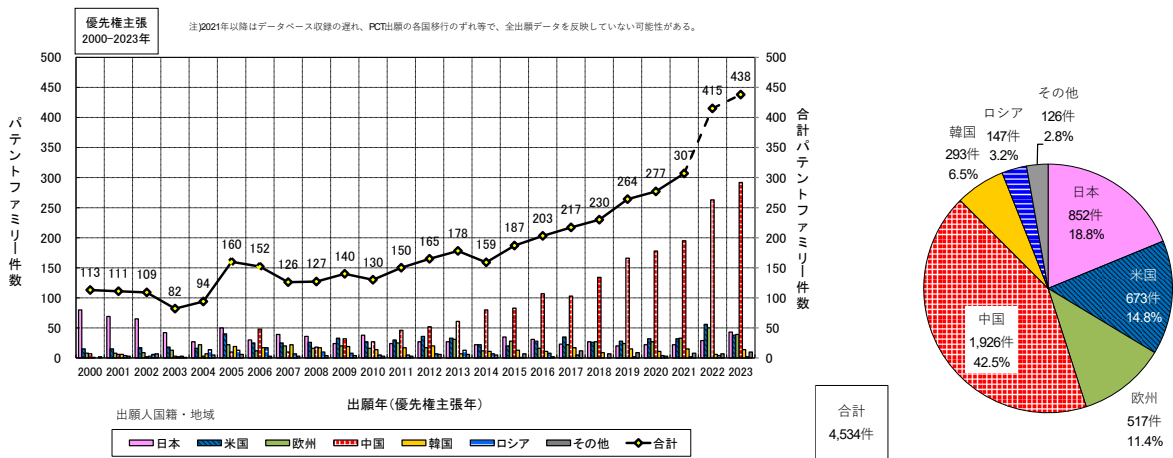
第 3 節 全体動向調査

本調査で設定した技術区分表に当てはまる特許について、図 3-3-1 に出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びファミリー件数推移を、図 3-3-2 に出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数推移及び国際パテントファミリー件数比率を示す。国際パテントファミリーは 2 カ国・地域以上への出願が行われているパテントファミリーである。

図 3-3-1 を見ると、折れ線グラフの合計パテントファミリー件数は増加傾向である。棒グラフのパテントファミリー件数については、2000 年から 2005 年までは日本の件数が多いが、2011 年以降は中国からの出願が急増している。一方で図 3-3-2 を見ると、2022 年までは日本、米国、欧州の件数が多く、2023 年には中国の件数が最多となった。第 1 節のパテントファミリーほど中国の急激な増加はみられないものの、2019 年頃から徐々に増加の兆しがあることが見て取れる。中国は総件数で見ても、国際パテントファミリーは多くない。このことから、中国の出願人は中国内での特許出願は実施しているものの、積極的に中国外へ特許出願する姿勢は見せていないことがわかる。

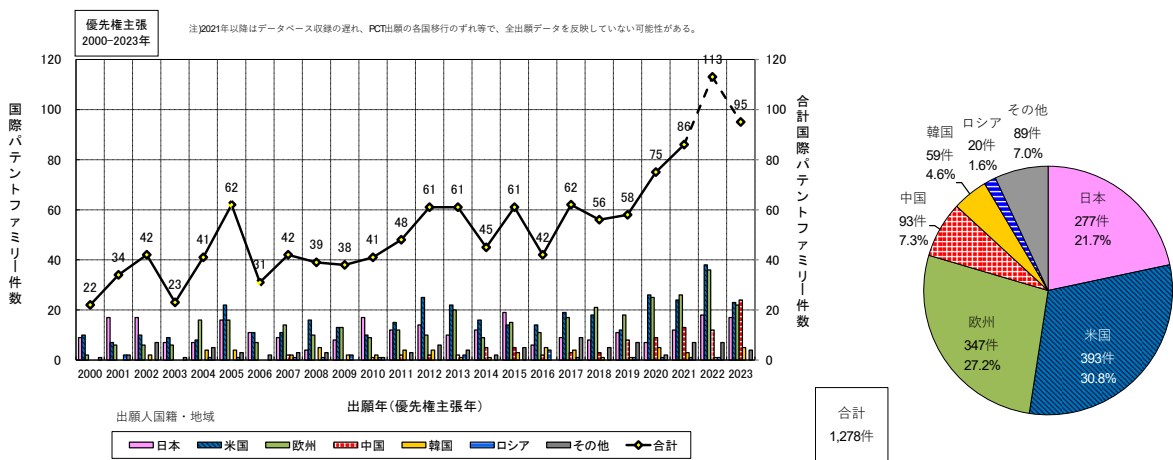
日本の国際パテントファミリー件数比率は約 21%であり、近年 2020～2023 年にかけては出願件数の増加傾向も見られる。2008 年に一時的な落ち込みが見られる。

図 3-3-1 出願人国籍・地域別 Patent ファミリー件数推移及びファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 3-3-2 出願人国籍・地域別 国際 Patent ファミリー件数推移及び国際 Patent ファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

第 4 節 技術区分別動向調査

図 3-4-1 に技術区分 (機器構成) 別一出願人国籍・地域別 Patent ファミリー件数を示す。また、図 3-4-2 に技術区分 (機器構成) 別一出願人国籍・地域別 国際 Patent ファミリー件数を示す。図 3-4-1 を見ると、マグネット、プラズマ、真空容器、触媒、発電システム以外の技術区分においては中国出願人のファミリー件数が最も多い。一方、図 3-4-2 を見ると、前節にも示したように中国出願人の国際 Patent ファミリーが少なく、中国以外での影響力は大きくないものと推測される。

図 3-4-1 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

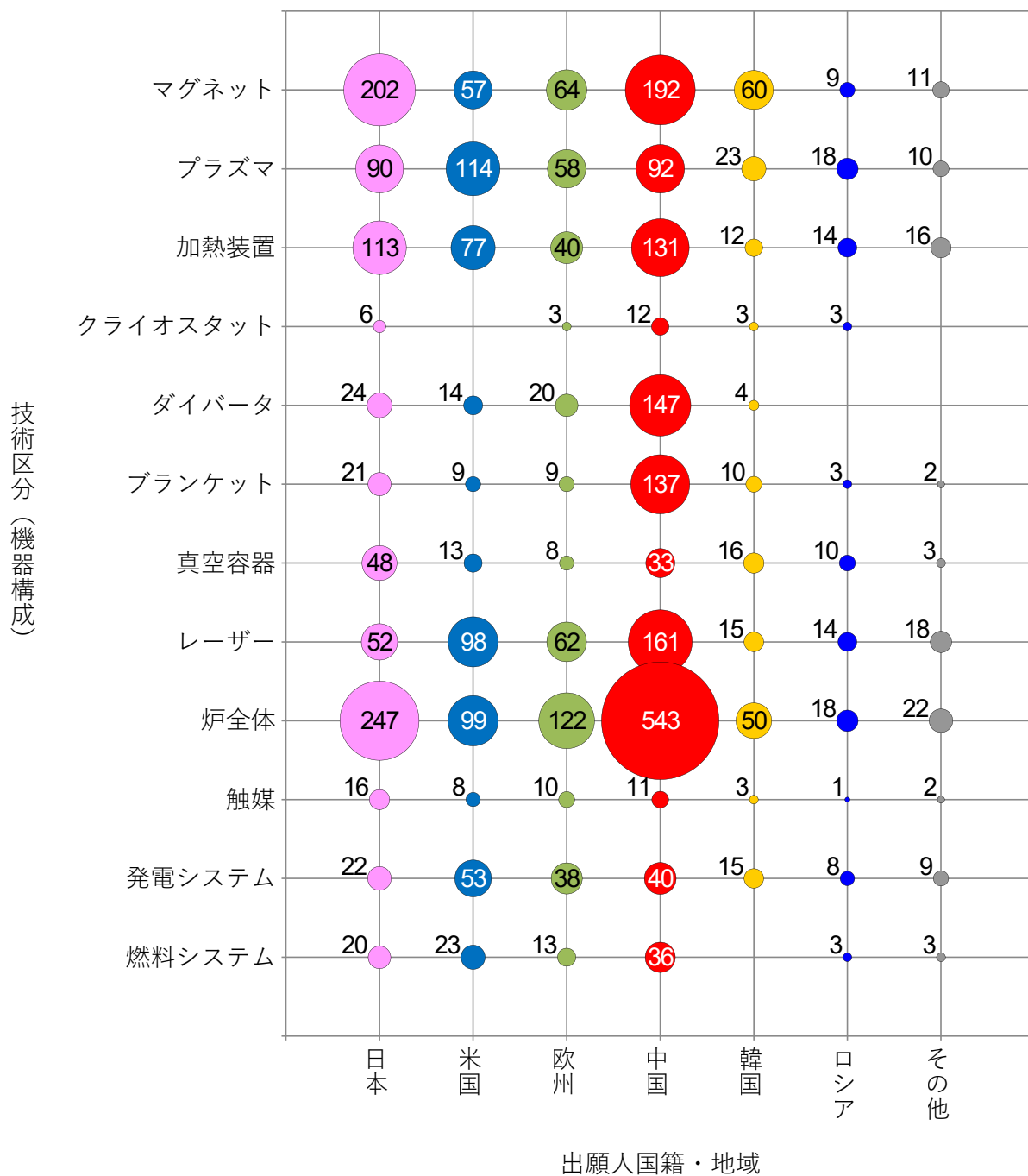
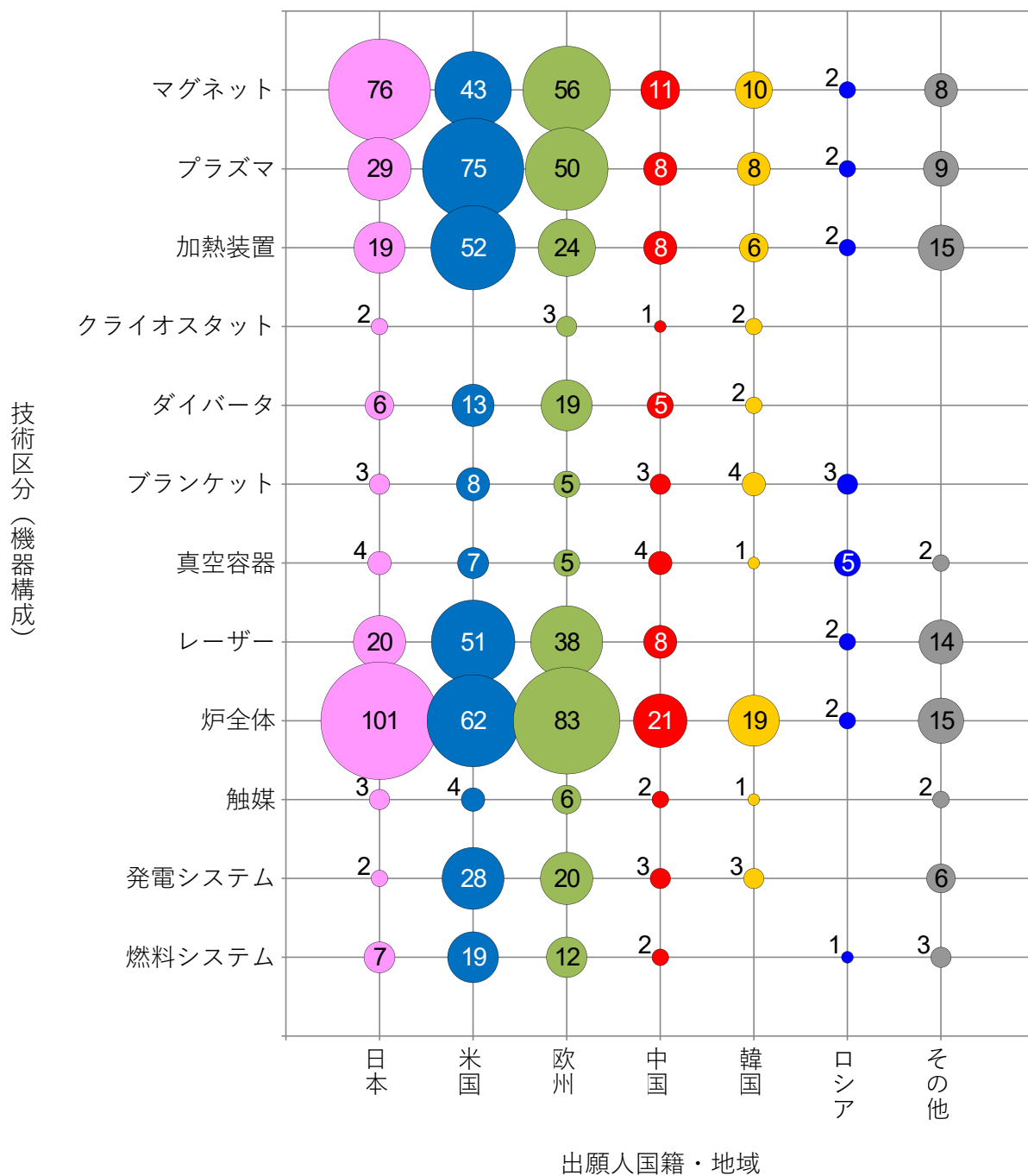


図 3-4-2 技術区分（機器構成）別一出願人国籍・地域別国際ファミリー件数



第4章 研究開発動向調査

第1節 調査対象・調査方法・技術区分

1. 調査期間と調査対象文献

2000～2024年（論文発表年）

2. 調査対象文献と調査対象国・地域

日本及び外国における学術雑誌や専門誌で発表された論文を対象に、筆頭著者の所属する機関の国籍を日本、米国、欧州、中国、韓国、ロシアの6ヶ国・地域に分類した。これらの国・地域以外は「その他」とした。研究者所属機関国籍・地域を「欧州籍」とする国及び使用する技術区分は第3部特許出願動向調査と同一である。

第2節 使用したデータベース

論文・学会誌調査のデータベースは Elsevier 社の Scopus³²を用いた。論文検索式を表4-1-1に示す。

このデータベースを選定した理由は次の二点である。一点目は世界最大級の抄録・引用文献データベースであり、論文発表の動向について国際比較を行う上で最適と考えられることである。Scopusの収録論文は、独立した Content Selection and Advisory Board (CSAB) が7,000を超える世界の出版社のコンテンツの中から審査・選定の上で収録されている。そのため、調査対象となった論文はいずれも一定の品質を確保していると考えられる。

二点目は被引用回数のデータを有していることである。論文の質を表す指標の一つとして一般的に利用されている被引用回数データを用いることで、注目論文の選定を行うことができる。

表 4-1-1 論文検索式

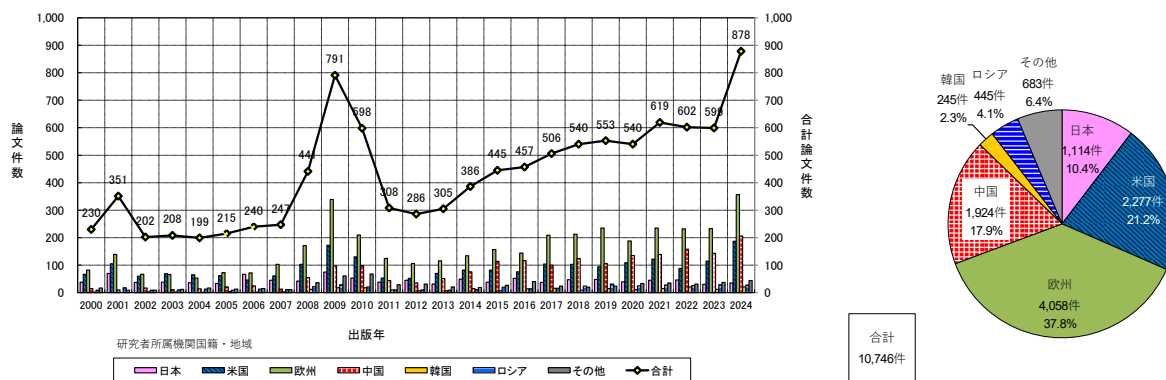
式
(KEY (fusion) AND TITLE-ABS-KEY (tokamak OR helical OR stellarator OR superconductive OR superconducting OR "radiation shielding" OR gyrotron OR "radiation resistance")) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j") OR LIMIT-TO (SRCTYPE , "p")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar"))
TITLE-ABS-KEY ("Fusion Energy" OR "fusion power plants" OR "fusion power plant" OR "internal fusion" OR "Magnetized Target Fusion" OR "inertially fusion" OR "inertially confined fusion" OR "laser fusion" OR "Fusion Material " OR "Fusion Materials " AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j") OR LIMIT-TO (SRCTYPE , "p")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar"))

³² Scopus は Elsevir B. V. の登録商標

第3節 全体動向調査

本調査で設定した技術区分表に当てはまる論文について、図 4-3-1 に研究者所属機関国籍・地域別論文件数推移及び論文件数比率を示す。2008 年から 2010 年にかけて論文発表が盛んに行われていた。2011 年には論文発表件数が減少したが、移行は右肩上がりでの増加傾向が確認できる。研究者所属機関国籍・地域別では、欧州からの論文が最も多くなっている。次いで、米国、中国、日本となっている。中国は 2015 年以降 2017 年を除いて欧州に次ぐ規模の論文発表を行なっている。これは、中国が他国・地域に追いつくために研究開発を活発化させた可能性が考えられる。

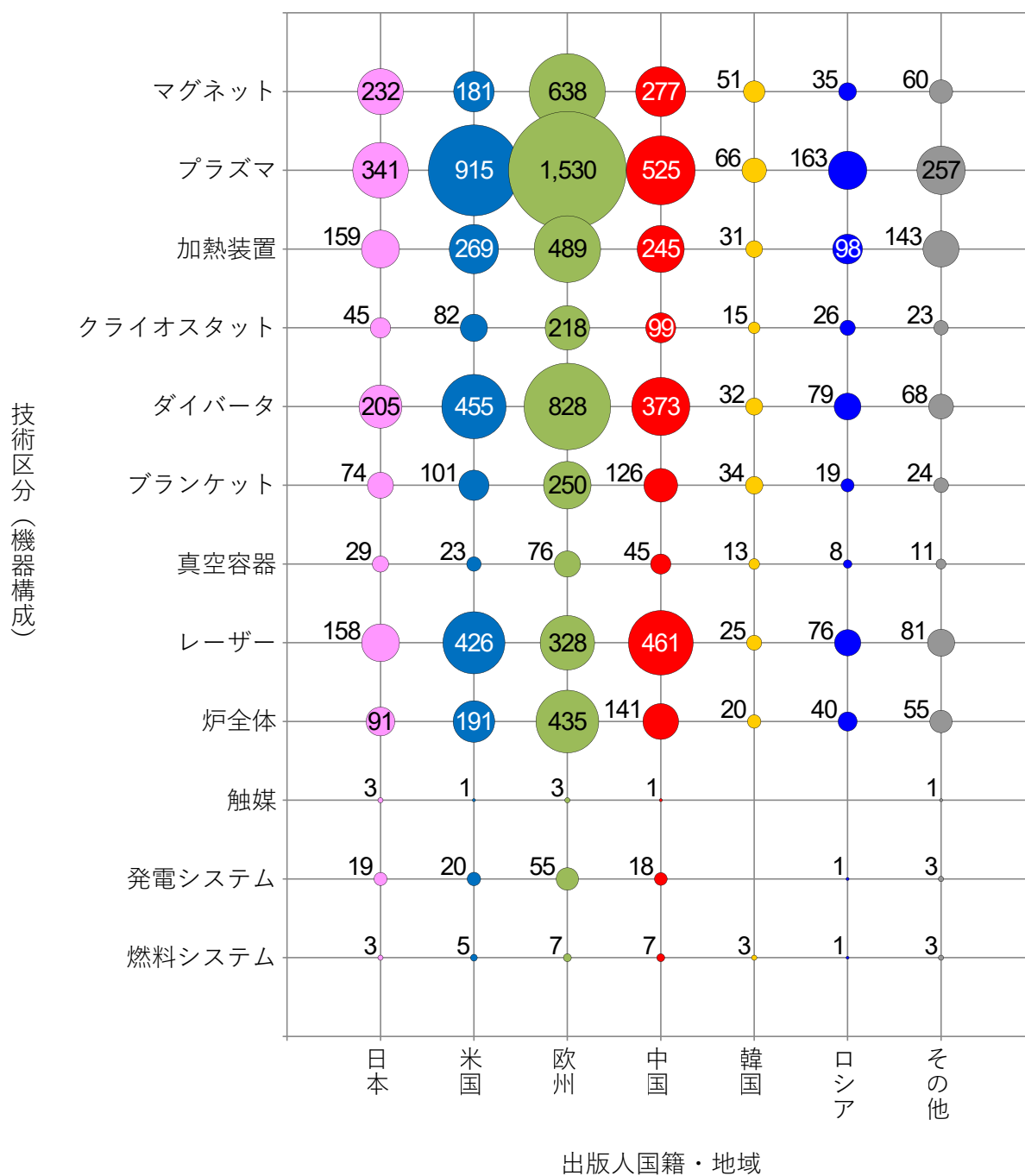
図 4-3-1 研究者所属機関国籍・地域別論文件数推移及び論文件数比率



第4節 技術区分別動向調査

図 4-4-1 に技術区分（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。レーザーを除いて欧州の論文発表件数が最も多い。レーザーは中国の論文発表が最も多く、次いで米国、欧州となっている。技術区分（運転システム）別においては、全ての技術区分において欧州の論文発表が最も多い。メンテナンスは欧州で唯一 100 件以上の論文発表が見られる。レーザーを除き、いずれの技術区分においても欧州の研究機関からの論文件数が最も多い。

図 4-4-1 技術区分（機器構成）別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数



第5章 総合分析

第1節 市場環境調査

市場環境調査において述べた事項のうち、今後の示唆として重要な事項を再度振り返る。

1. 市場規模

2025年現在、核融合発電による電力供給は実現していないものの、世界の核融合エネルギー分野における民間からの累積投資額は100億米ドルを突破したとの報告もある。これはスタートアップの台頭とともに研究開発の加速が顕著となっていることを表している。

また、マサチューセッツ工科大学の分析によれば³³、初期の核融合発電の導入は米国と欧州で先行して進み、今世紀後半にはインドでの核融合発電の導入が進むものと予測されている。

2. ITER計画

核融合発電を推進するために、世界の7極の協力の下でITER計画が遂行されている。ITERにおける調達分担においては、日本は中心ソレノイドコイル、トロイダル磁場コイル、計測装置、EC高周波加熱装置、中性粒子入射加熱装置、ダイバータといった主要な機器の調達に関わっている。このことから、日本は核融合発電に関する機器の製造能力を幅広く有しており、日本は核融合発電を達成するための技術力が総合的に高いことが示唆される。

ITERはこれまでの活動において、プラズマの生成、維持及び加熱に関連する部分の完成を目指してきた。プラズマを維持した後、2030年代後半以降にD-T運転が予定されている。この段階ではブランケット技術や燃料となるトリチウムに関連する技術が必要不可欠なものとなってくると考えられる。

また、ITER協定の知的財産に関する規定によれば、ITERにおいて採用されている技術に関しては、特許権の取得は可能であるものの、無償実施権の許諾が必要となる場合があると考えられる。

3. 各国の核融合研究施設

ITER計画とは別に、各国・地域において独自の核融合に関する戦略が策定されるとともに、核融合発電のための研究施設が建設、運用されている。IAEAの情報によれば、最も多くの実験施設を持つ国は米国である。米国は私的な実験施設が公的な実験施設と同等程度に多いことが特徴である。公的な実験施設を20有しているのに対し、私的な実験施設を24も有している。米国では民間投資も多く、スタートアップの参入も活発である。これらの中には、個別の電力売買契約を締結するスタートアップも登場している。これらのことは、米国が事業と研究開発の両輪で核融合発電の研究開発を進めていることを示唆している。

一方で、日本は米国に次ぐ数の核融合研究施設を有している。このことから、日本は核融合発電の研究開発における環境面で有利な立場にあるものと考えられる。これらの施設

³³ 第2章第1節と同等の情報源である。

https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2024/09/MITEI_FusionReport_091124_final_COMPLETE-REPORT_fordistribution.pdf

に携わるプレイヤーの中には従来の重電系企業や、それら企業に機器あるいは部材を納入する企業群に加え、新たな担い手として核融合発電に特化したスタートアップが加わっている。こうした背景は 2025 年 6 月に改定されたフュージョンエネルギー・イノベーション戦略を推進する上で大きな役割を果たすと考えられる。同戦略では、産業育成や技術開発を推進するとともに、QST などをイノベーション拠点にすることや、核融合科学研究所を中核とした教育プログラムによって体系的な人材育成システムを構築することが謳われている。

欧州に目を移すと、EU から離脱し、ITER にも正式参加となっていない英国は私的な実験施設の数が多く、ドイツやフランスは公的な実験施設が多い。英国にはトカマクエナジーのような核融合発電の実現を目指し、核融合炉の開発を手掛けるスタートアップがあり、同社は核融合分野以外の外販も進めるなど、事業を軌道に乗せようとする姿勢が見られる。

中国に目を移すと、中国科学院プラズマ物理研究所に設置されている EAST はプラズマ継続運転に成功している。

4. 総括

市場環境調査の結果を総合すると、以下の事項が示される。

核融合発電技術への投資は増加しており、本格的な実現に向けて政府系ファンド、大企業をはじめとする多様な主体が期待を寄せている。

日本は核融合発電の実現に必要な技術を幅広く有しており、核融合研究施設の設置も米国を除く他国に比べて進んでいることから、現有の技術力や資産を活用することで、核融合発電の実現に向け、世界をリードできる可能性がある。

米国は事業と研究の両輪で研究開発が進められており、欧州は公的な研究が中心であるものの、英国は企業の動きが比較的活発である。また、中国は中国科学院プラズマ物理研究所を中心に大きな研究成果を収めている。

第 2 節 特許出願動向調査結果

核融合発電に関する技術について、各国・地域の特許出願の特色を振り返る。図 5-1-1 に出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を、図 5-1-2 に出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数推移及び国際パテントファミリー件数比率を示す。

米国、欧州に着目すると、パテントファミリー件数に対する国際パテントファミリー件数の比率が高いことがわかる。これは、米国、欧州が国際出願に積極的である姿勢を示している。この両者の出願動向は概ね類似している。2010 年から 2018 年にかけては日本と同程度の規模を維持しつつ、2019 年以降は他国に先行して増加に転じている様子が見られる。

日本は 2000 年から 2005 年にかけて、最多の出願を行っていた。その後はこの時期に比べれば減少傾向ではあるものの、一定規模の出願を継続している。また、国際パテントファミリー件数比率も約 21%と比較的高く、近年 2020~2023 年にかけては出願件数の増加傾向も見られる。パテントファミリーでは 2009 年に、国際パテントファミリーでは 2008 年に一時的な落ち込みが見られる。

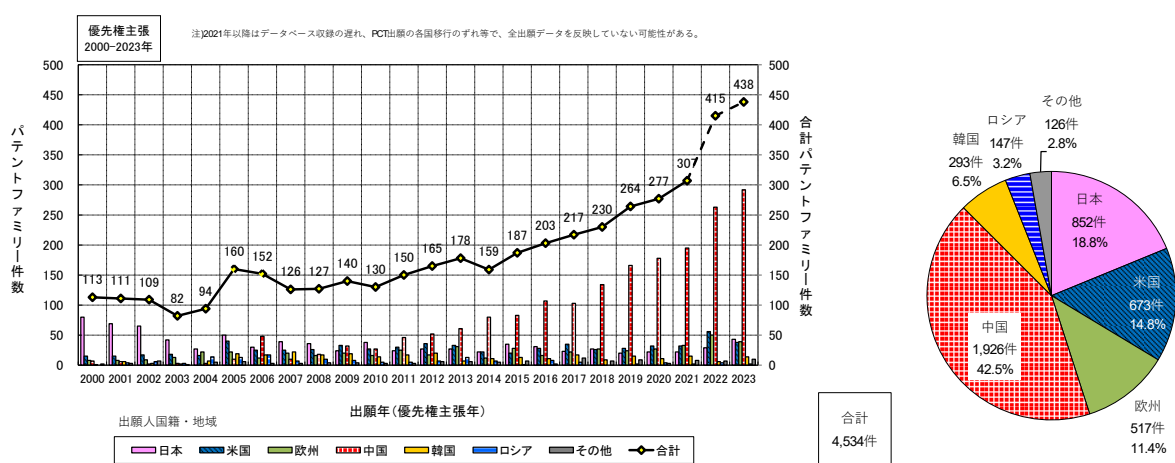
中国は 2010 年以降、一貫してパテントファミリー件数を増加させており、2023 年時点

では他国の5~6倍の規模に達している。他方で国際 Patent ファミリー件数は2017年頃まで少数に留まっており、出願の多くが中国国内のみの出願となっている。2018年以降は国際 Patent ファミリーについても増加傾向が見られる。

韓国及びロシアはいずれも出願件数・国際出願件数ともに他国・地域に比べて低い水準であり、近年に着目した場合の増加傾向などの特筆すべき傾向はみられない。

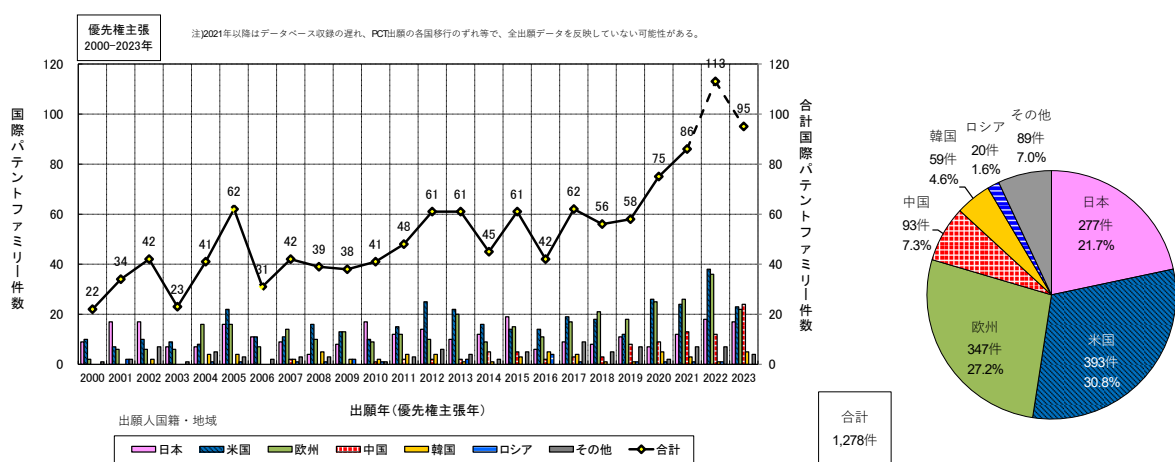
これらのことから、日本、米国、欧州は長期間にわたり核融合発電に係る研究開発を行うとともに、自国・地域以外への出願に対する意識も持っているものと考えられる。また、中国は日本、米国、欧州の後を追う形で急速に出願件数を増加させているとともに、近年では中国以外への出願にも意識が向けられている様子が見られる。

図 5-2-1 出願人国籍・地域別 Patent ファミリー件数推移及び Patent ファミリー件数比率



注) 2022年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-2-2 出願人国籍・地域別国際ファミリー件数推移及び国際 Patent ファミリー件数比率



注) 2022年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

第3節 技術区分別調査結果

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図 5-1-3 に示す。

日本は全ての技術区分にわたり広く出願を行っており、他国・地域と比較すると「マグネット」「プラズマ」「加熱装置」「真空容器」「炉全体」「触媒」に関する出願が多い。技術的な裾野の広さを示すとともに、核融合炉の要素技術、特に核融合発電の研究開発の初期に必要なプラズマの発生に関して特に強みを持つと言える。

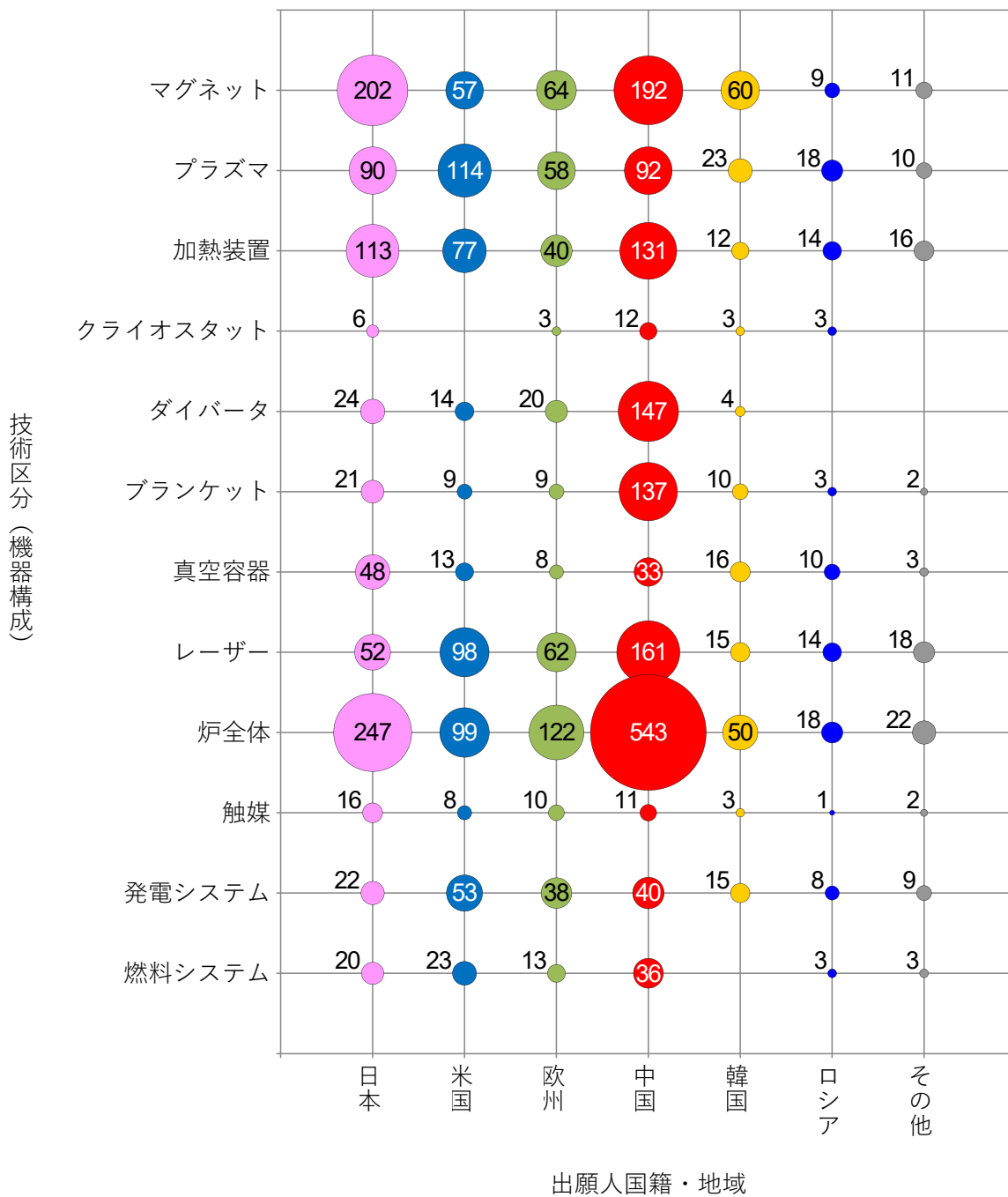
米国は「プラズマ」「レーザー」「発電システム」「燃料システム」に関する出願が比較的多い。核融合発電のシステム構築に関連する技術を積極的に特許出願するとともに、他国・地域に比べてレーザー方式の核融合に注力している点が特徴と言える。

欧州は日本と同様に幅広い技術区分で出願を行っている。中でも、「マグネット」「炉全体」に関する出願が多い。日本との違いとして、全体のパテントファミリー件数に占める「発電システム」の割合が高い点が挙げられる。

中国は近年の出願件数増加の影響から全体的に件数規模が大きく、とりわけ「炉全体」の出願が多い。また、他国・地域では件数が少ない「ダイバータ」「ブランケット」にも積極的に出願している点が特徴と言える。

韓国は「マグネット」「炉全体」の出願が比較的多いものの、全体的に出願の規模は大きくない。

図 5-3-1 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



技術区分（運転システム）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図 5-3-2 に示す。

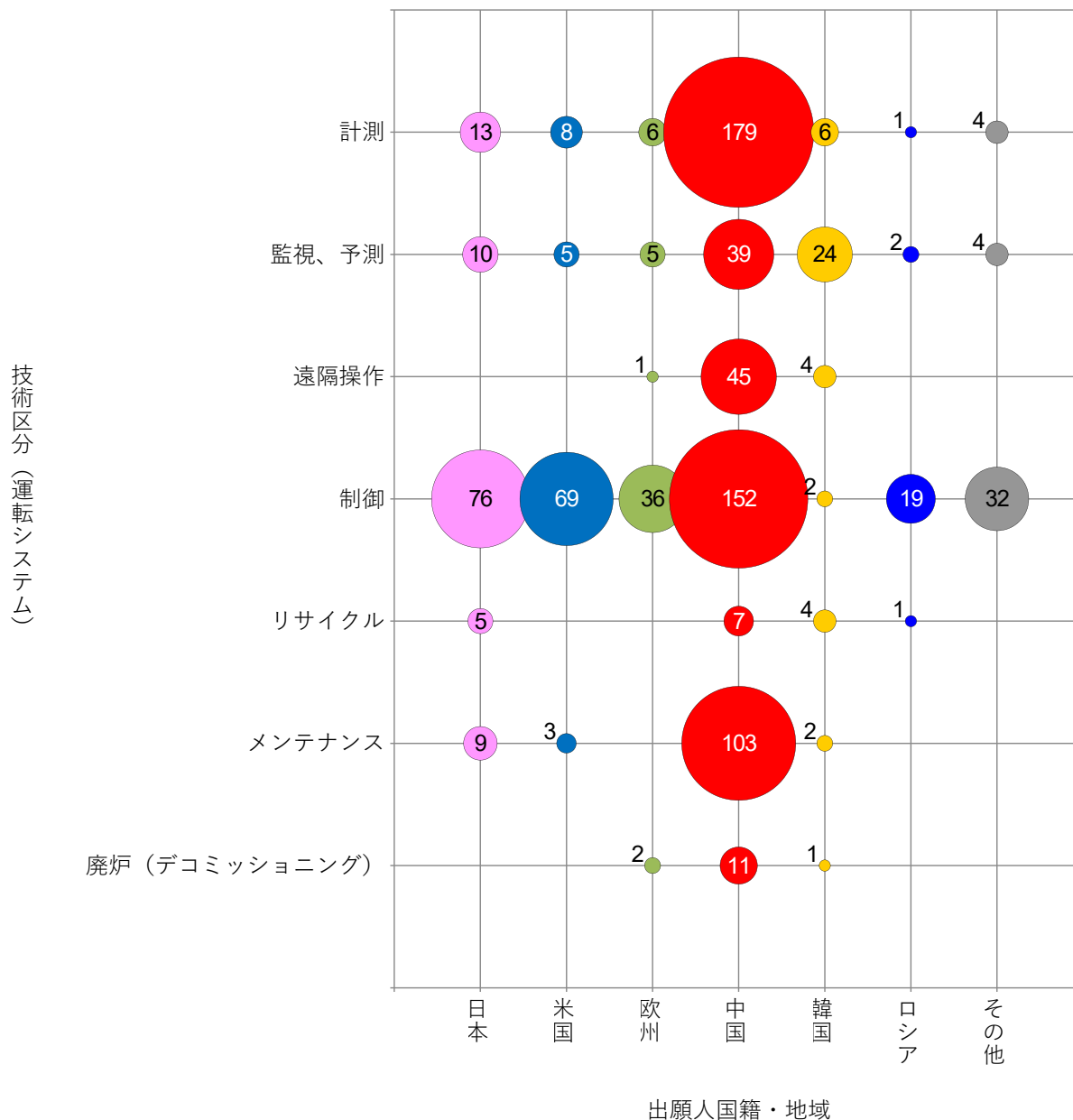
米国と欧州はいずれも「制御」に関する出願が最も多く、「計測」「監視・予測」への小規模な出願がこれに続く。このことから、両者の傾向は類似していると言える。

日本は米国、欧州と近い傾向を有するが、それに加えて「リサイクル」「メンテナンス」への出願も行っている。運転後の維持管理を含めた研究開発に取り組んでいる点が特徴と言える。

中国は「計測」「制御」「メンテナンス」で特に出願が多く、さらに「遠隔操作」への出願も精力的に行っている。

韓国は他国・地域と異なり、「制御」への出願がほとんど見られず、「監視、予測」へと注力している様子が見られる。

図 5-3-2 技術区分（運転システム）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数



技術区分（燃料サイクル）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図 5-3-3 に示す。

米国と欧州はいずれも「中性子」「同位体」への出願件数が多く、米国は「中性子」、欧州は「同位体」にやや比重を置く傾向が見られる。

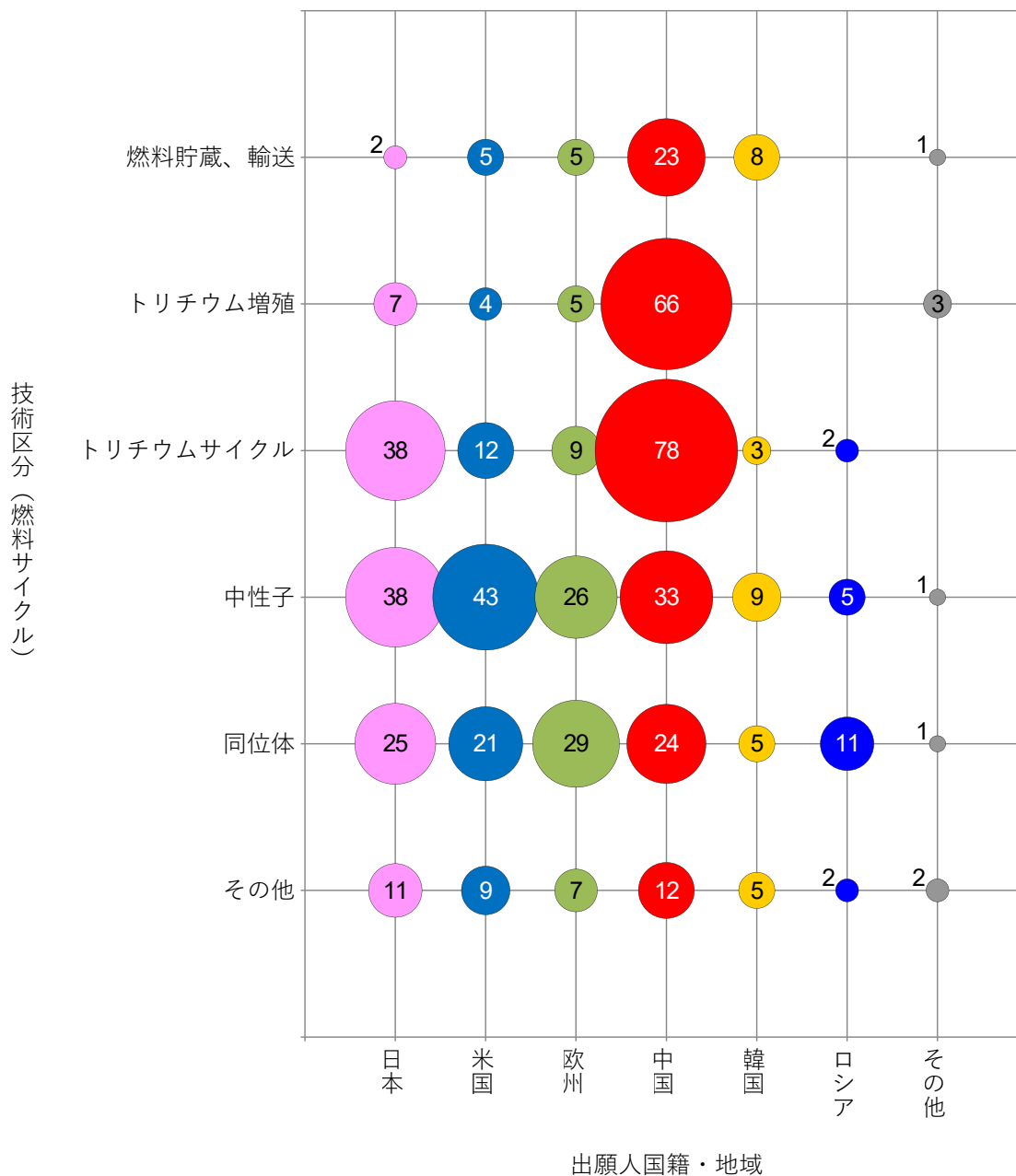
日本は欧米と同様に「中性子」「同位体」への出願が多い。これに加え、「トリチウムサイクル」への出願件数が特に多い点の特徴である。

中国は全ての技術区分に出願が見られ、「燃料貯蔵、輸送」「トリチウム増殖」といった他国・地域の出願が少ない技術区分にも積極的に出願している。

韓国は「燃料貯蔵・輸送」への出願件数が比較的多いが、その他の区分は件数が少なく、

全体的な出願も多くない。

図 5-3-3 技術区分（燃料サイクル）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数



次いで、これらの技術区分の中から代表的な技術区分について、論文発表の状況も加味しながら検討を行った。

1. マグネット

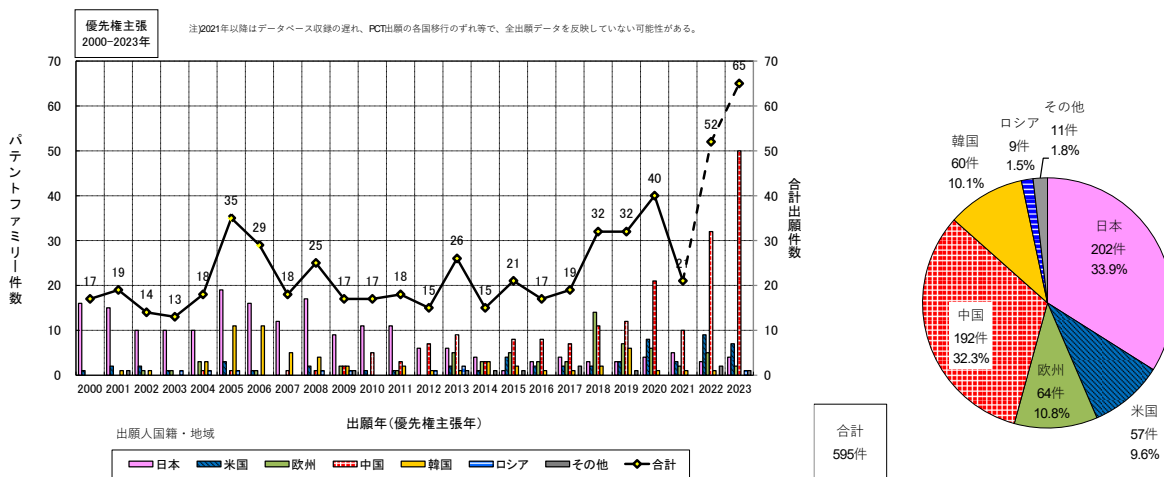
技術区分（マグネット）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数年次推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-4 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率を図 5-3-5 に示す。

日本の出願が 33.9%で最多である。次いで中国の出願が多い。日本は調査対象期間前半に多くの出願を行ない、中国は調査対象期間後半の出願が多い。論文に関しては欧州

からの論文発表が最多である。次いで、中国、日本となっている。中国の論文発表件数は調査対象期間後半に伸びている。

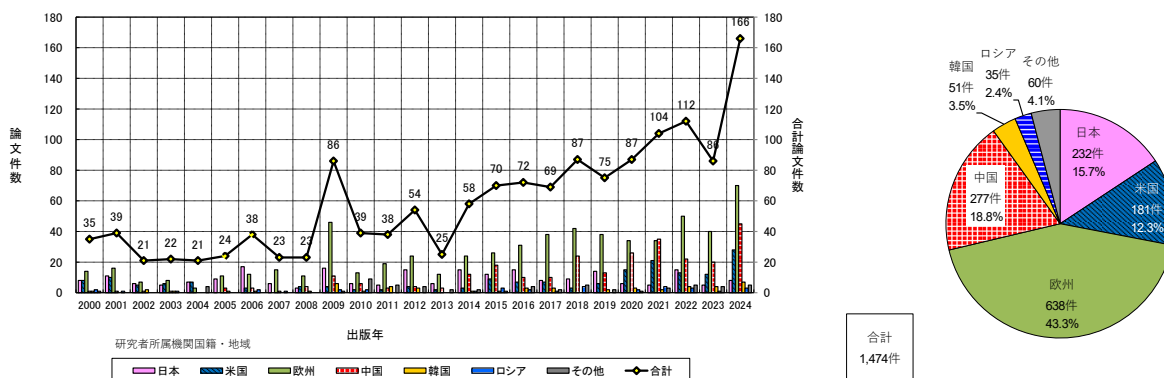
これらのことから、マグネットの研究開発では日本、欧州が先行していたものの、中国がこれに追いつこうとしている様子がうかがえる。

図 5-3-4 技術区分（マグネット）別—出願人国籍・地域別パテントファミリー件数年次推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-5 技術区分（マグネット）別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率



各国・地域の研究開発の特性を明らかにするため、各国・地域のファミリー件数比率及び論文発表件数比率をプロットした散布図を作成した。同図 5-3-6 は、横軸をファミリー比率³⁴、縦軸を論文比率としており、また、基準線として x-y 座標と考えたときの 45 度線 (y=x) に相当する線を示した。基準線は 特許と論文のプレゼンスが均衡している

³⁴ 散布図表記では特許比率とした。これは直感的に特許と論文を比較していることをわかりやすくするためである。

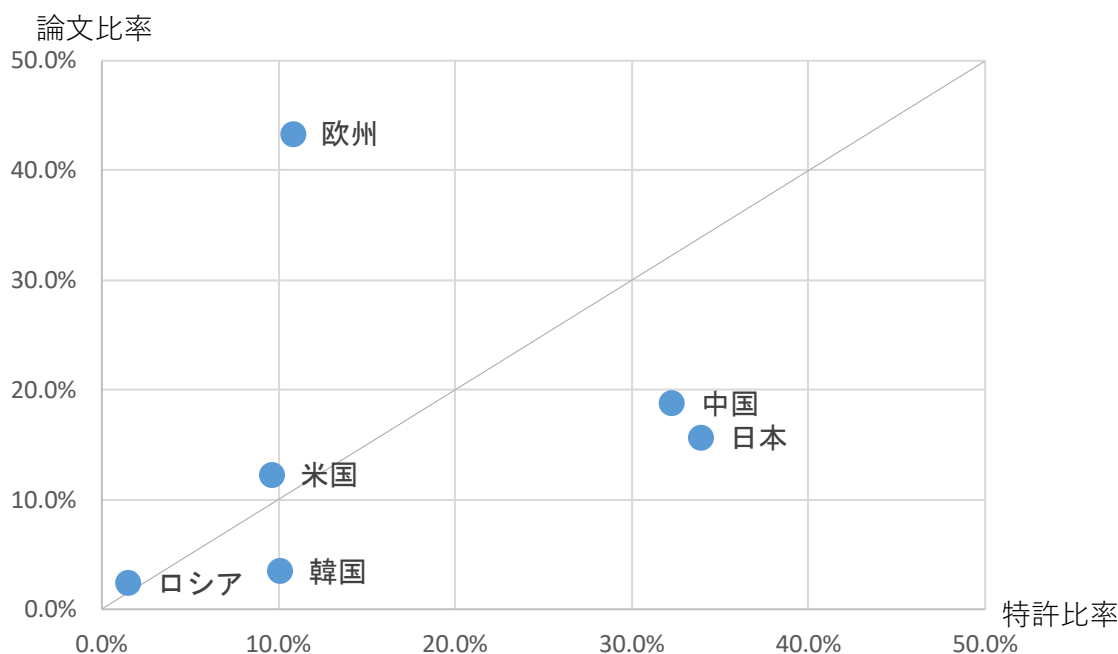
状態を示し、この線より上方に位置する場合は「学術的な研究開発重視」、下方に位置する場合は「産業応用重視」の傾向を有することが示唆される。また、基準線に沿って右上に位置する場合は、産業応用と学術研究の両面で優位性を有していると言える。

図 5-3-6 を見ると、日本は特許比率が高く、基準線よりも下方にあることから、マグネットにおいては産業応用を重視する立場にあると言える。中国も同様に産業応用を重視する立場である。

一方で欧州は論文比率が非常に高く、基準線よりも上方に位置することから、欧州では学術的な研究開発がより強く推し進められ、その存在感を発揮しているものと考えられる。米国は基準線近くに位置しており、産業応用と学術的な研究開発をバランスよく推進している様子うかがえる。韓国は産業応用寄り、ロシアは学術的な研究開発寄りである。

これらを整理すると、マグネットにおける特許・論文の評価は日本、欧州、中国が高く、日本と中国は産業応用寄り、欧州は学術的な研究開発寄りの立場であると言える。

図 5-3-6 技術区分（マグネット）における特許比率－論文比率



2. プラズマ

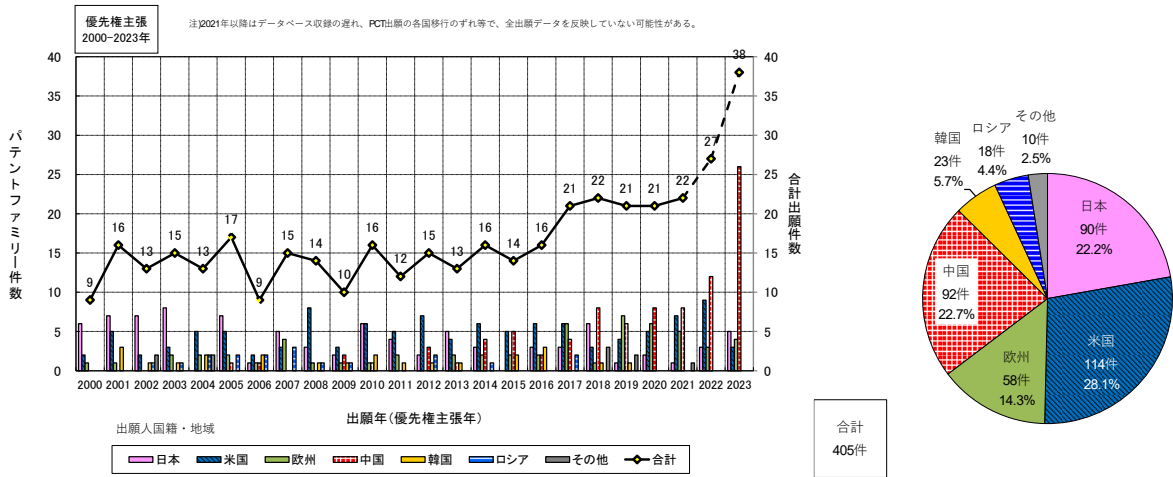
技術区分（プラズマ）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数年次推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-7 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率を図 5-3-8 に示す。

調査対象期間前半に日本の出願が多い。調査対象期間後半に中国の出願が増加している。調査対象期間を通じ、米国の出願が最多で、次いで、中国、日本となっている。論文に関しては、調査対象期間前半では 2009 年に論文件数のピークが形成されている。欧州の論文発表件数が最多であり、次いで米国である。2017 年以降、中国からの論文発表の増加傾向が見られる。

これらのことから、プラズマの研究開発では、日本や米国、欧州が先行していたもの

の、中国がこれに追いつこうとする姿勢が見られる。

図 5-3-7 技術区分（プラズマ）別—出願人国籍・地域別—パテントファミリー件数年次推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-8 技術区分（プラズマ）別研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率

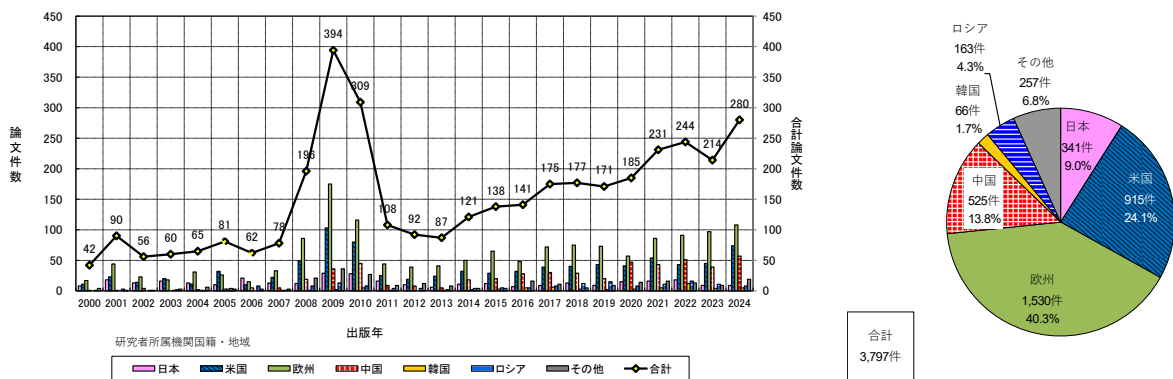
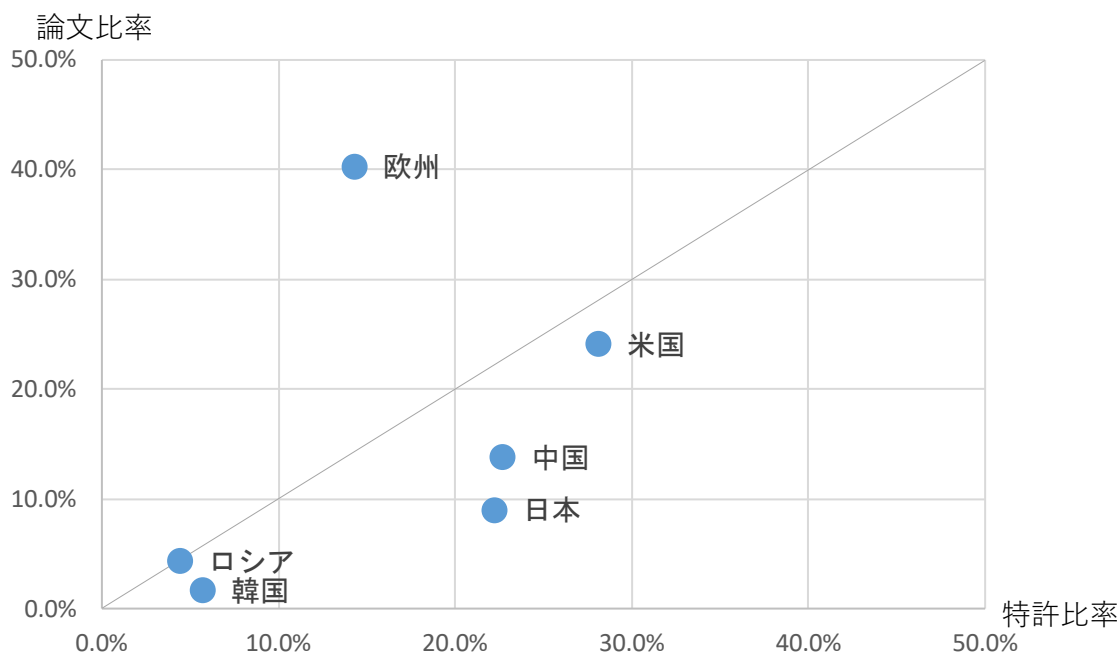


図 5-3-9 に示す技術区分（プラズマ）における特許比率—論文比率を見ると、日本は特許比率が高く、基準線よりも下方にある。このことから、日本はプラズマにおいては産業応用を重視する立場にあると言える。中国、米国も同様に産業応用を重視する立場である。

一方で欧州は論文比率が非常に高く、基準線よりも上方に位置する。このことから、欧州では学術的な研究開発がより強く推し進められ、その存在感を發揮しているものと考えられる。韓国は産業応用寄り、ロシアは基準線近くに位置しており、産業応用と学術的な研究開発をバランスよく推進している様子が見える。

これらを整理すると、プラズマにおける特許・論文から見た評価としては、米国、欧州が高く、米国は産業応用寄り、欧州は学術的な研究開発寄りの立場であると言える。

図 5-3-9 技術区分（プラズマ）における特許比率－論文比率



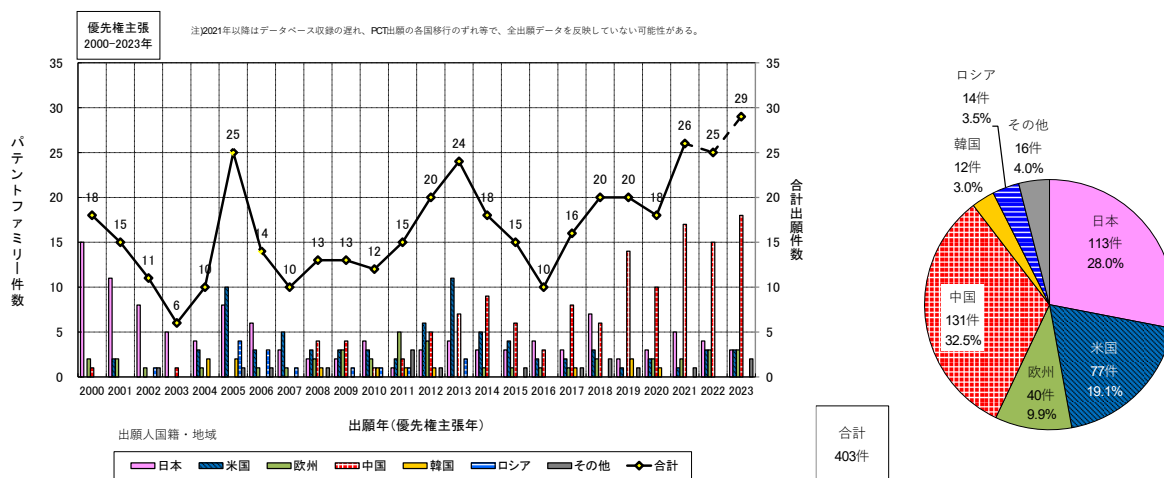
3. 加熱装置

技術区分（加熱装置）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数年次推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-10 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率を図 5-3-11 に示す。

調査対象期間前半においては日本の出願、論文発表が多く行われていた。調査対象期間後半においては中国の出願、論文発表が増加している。論文発表では欧州、米国の論文発表件数が多い。

これらのことから、加熱装置の研究開発では、日本や米国、欧州が先行していたものの、中国がこれに追いつこうとしていると考えられる。

図 5-3-10 技術区分（加熱装置）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数年次推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-11 技術区分（加熱装置）別研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率

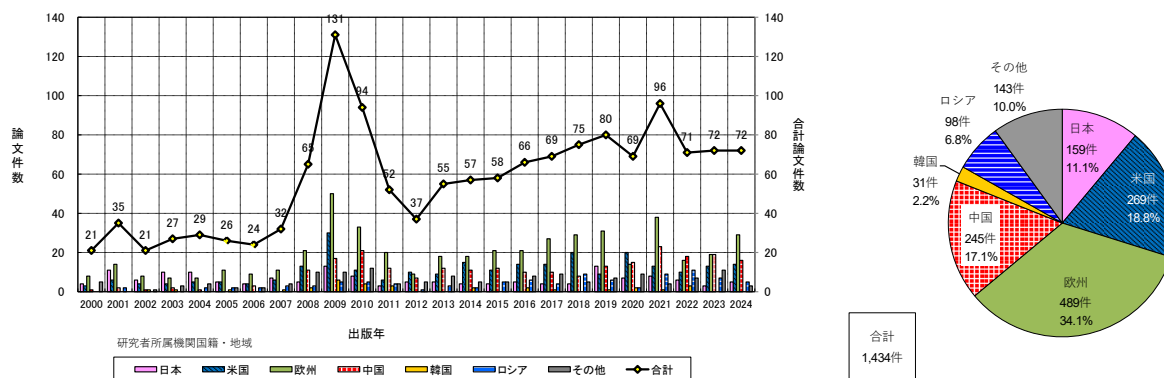
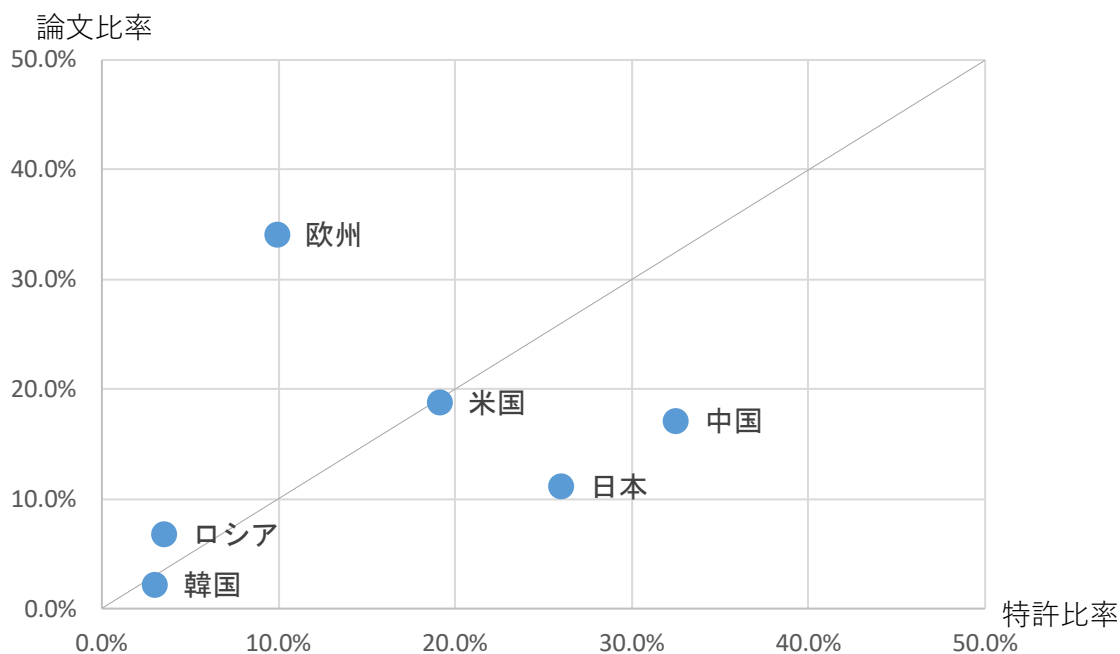


図 5-3-12 に示す技術区分（加熱装置）における特許比率—論文比率を見ると、日本は特許比率が高く、基準線よりも下方にある。このことから、日本は加熱装置においては産業応用を重視する立場にあると言える。中国も同様に産業応用を重視する立場である。

一方で欧州は論文比率が非常に高く、基準線よりも上方に位置する。このことから、欧州では学術的な研究開発がより強く推し進められ、その存在感を發揮しているものと考えられる。米国、韓国は基準線近くに位置しており、産業応用と学術的な研究開発をバランスよく推進している様子が見える。ロシアはやや学術的な研究開発寄りの立場である。

これらを整理すると、加熱装置における特許・論文から見た評価としては、日本、欧州、中国が高く、日本、中国は産業応用寄り、欧州は学術的な研究開発寄りの立場であると言える。

図 5-3-12 技術区分（加熱装置）における特許比率－論文比率



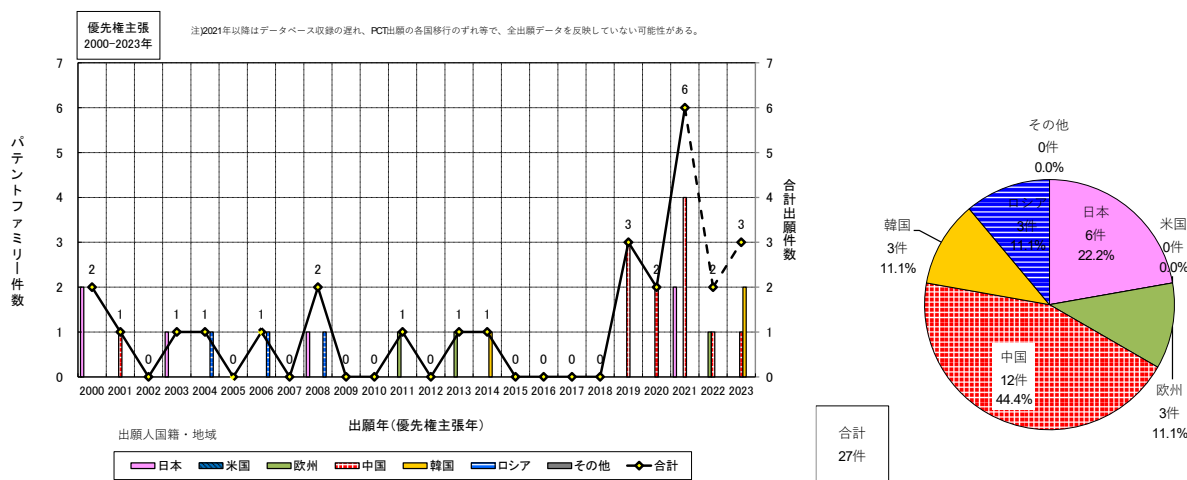
4. クライオスタット

技術区分（クライオスタット）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数年次推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-13 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び件数比率を図 5-3-14 に示す。

特許出願は他の技術区分に比べて少数である。2009 年に欧州の論文発表件数が突出して多くなっている。2015 年には米国、中国が欧州に並ぶほどの論文発表を行なっている。調査対象期間後半においては、欧州の論文発表件数が毎年 1 位である。

これらのことから、核融合装置用途のクライオスタットに関する研究開発においては特許出願に至るような成果は多くないものの、その研究自体は特に欧州で盛んに行われている様子が見えてくる。

図 5-3-13 技術区分（クライオスタット）別—出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-14 技術区分（クライオスタット）別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率

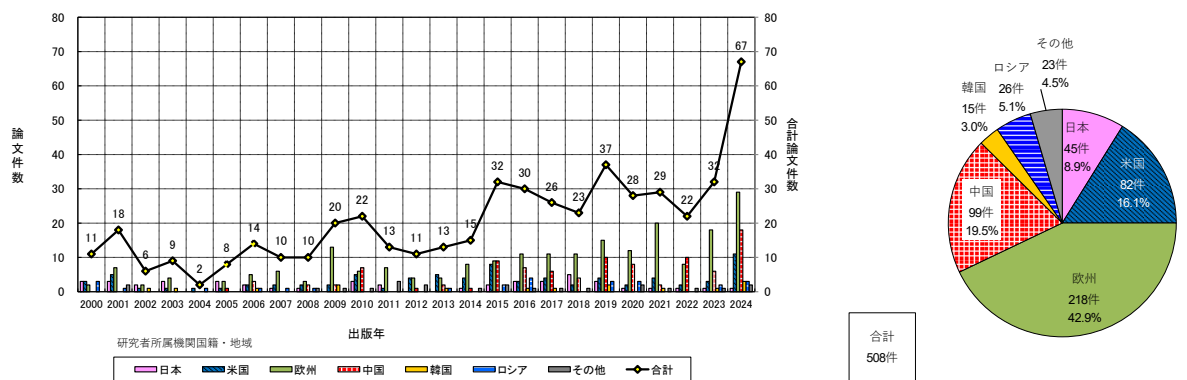
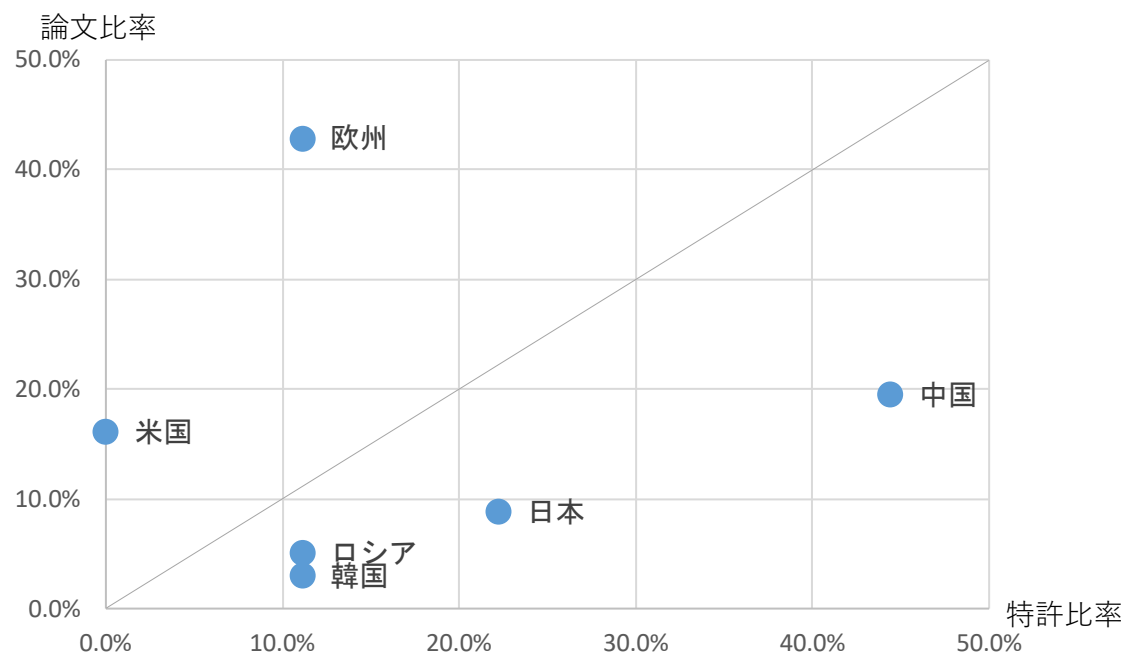


図 5-3-15 に示す技術区分(クライオスタット)における特許比率—論文比率を見ると、日本は特許比率が高く、基準線よりも下方にある。このことから、日本はクライオスタットにおいては産業応用を重視する立場にあると言える。中国も同様に産業応用を重視する立場である。ロシアや韓国も比率は少ないものの、同様の立場である。

一方で欧州は論文比率が非常に高く、基準線よりも上方に位置する。このことから、欧州では学術的な研究開発がより強く推し進められ、その存在感を發揮しているものと考えられる。米国は特許比率が非常に小さく、学術的な研究開発寄りの姿勢が明確である。

これらを整理すると、クライオスタットにおける特許・論文から見た評価としては、欧州、中国が高く、欧州は学術研究、中国は産業応用を重視していると言える。

図 5-3-15 技術区分（クライオスタット）における特許比率－論文比率



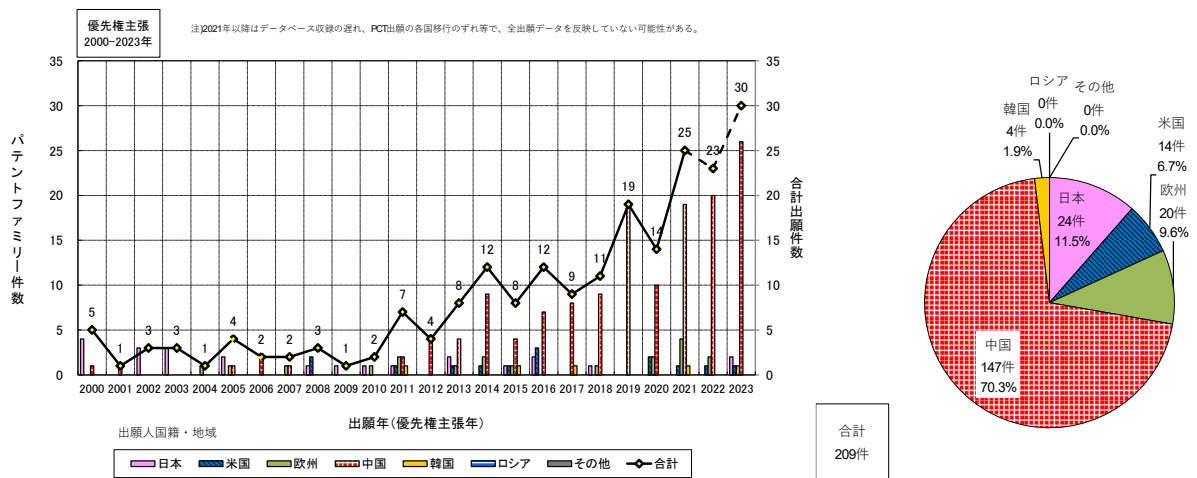
5. ダイバータ

技術区分（ダイバータ）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-16 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率を図 5-3-17 に示す。

クライオスタットと同様、出願件数は少ないものの、調査対象期間後半において中国の出願が急増している。調査対象期間を通じて中国の出願が圧倒的に多い。論文に目を移すと、調査対象期間前半においては、2001 年、2009 年にピークが見られる。2011 年には論文発表件数が大きく減少したが、以降は右肩上がりで増加傾向となっている。欧州からの論文発表が多い一方、直近 5 年に注目すると、中国の論文発表件数が欧州に次ぐ規模となっている。

ダイバータは核融合反応の不純物となるヘリウムを排出する機能を持ち、これが核融合反応を持続させるために重要な機能となる。中国の EAST は 2025 年に 1066 秒のプラズマ継続運転に成功していることもあり、中国は核融合発電の実現に向け、この点に着目した研究開発に力を入れている可能性がある。

図 5-3-16 技術区分（ダイバータ）別—出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-17 技術区分（ダイバータ）別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率

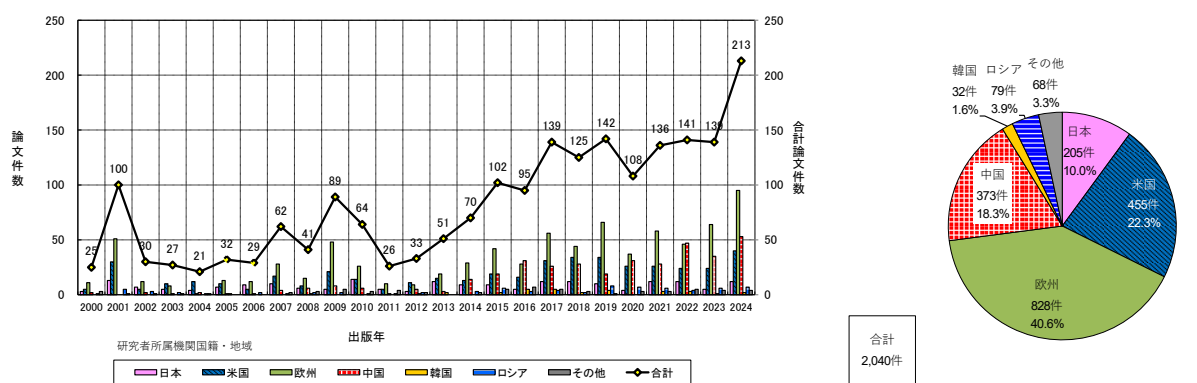


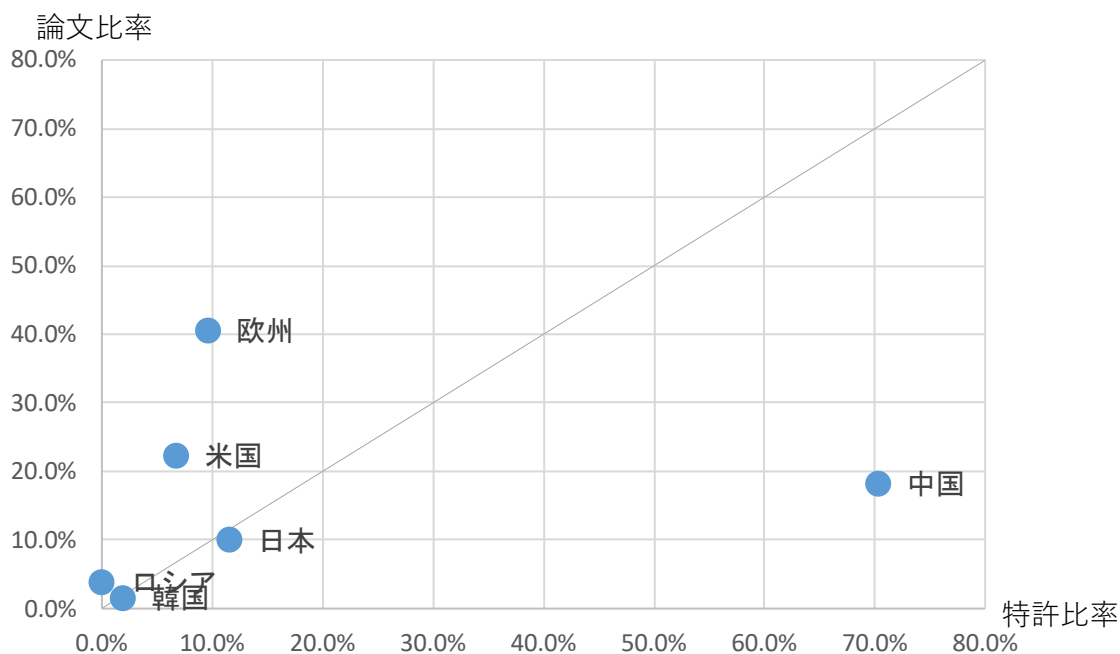
図 5-3-18 に示す技術区分（ダイバータ）における特許比率—論文比率を見ると、日本は基準線近くに位置していることから、産業応用と学術的な研究開発をバランスよく推進している様子がうかがえる。

産業応用寄りの立場が顕著な国は中国であり、特許比率が非常に高い。産業への応用を進める姿勢が非常に強いものであることが示唆されている。

また、欧州は論文比率が非常に高く、基準線よりも上方に位置する。このことから、欧州では学術的な研究開発がより強く推し進められ、その存在感を發揮しているものと考えられる。米国も同様に学術的な研究開発寄りの姿勢を示している。

これらを整理すると、ダイバータにおける特許・論文から見た評価としては、欧州、中国が高く、欧州は学術研究、中国は産業応用を重視していると言える。

図 5-3-18 技術区分（ダイバータ）における特許比率－論文比率



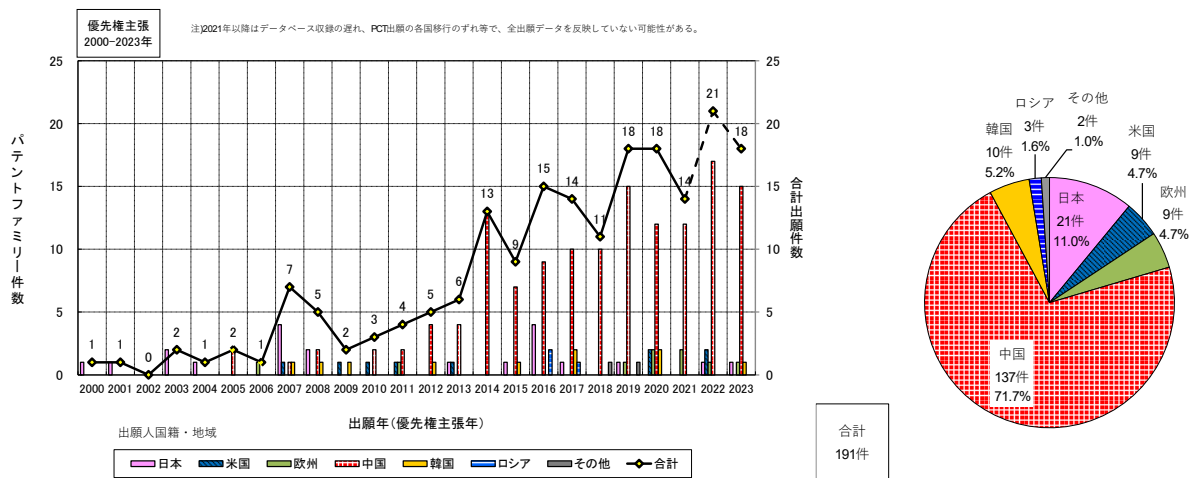
6. ブランケット

技術区分（ブランケット）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-19 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率を図 5-3-20 に示す。

ダイバータと同様、出願件数は少ないものの、調査対象期間後半において中国の出願が急増している。調査対象期間を通じて中国の出願が圧倒的に多い。2011 年から 2013 年に 10 件程度の論文発表件数であったが、2014 年以降は 25 件以上の論文発表がある。2019 年には中国の論文発表件数が欧州と同等程度の件数となった。

これらのことから、中国は実用的な研究開発を行いつつ、その成果を論文としても発表するような研究開発の体制を整えている可能性がある。

図 5-3-19 技術区分（ブランケット）別—出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-20 技術区分（ブランケット）別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数及び論文発表件数比率

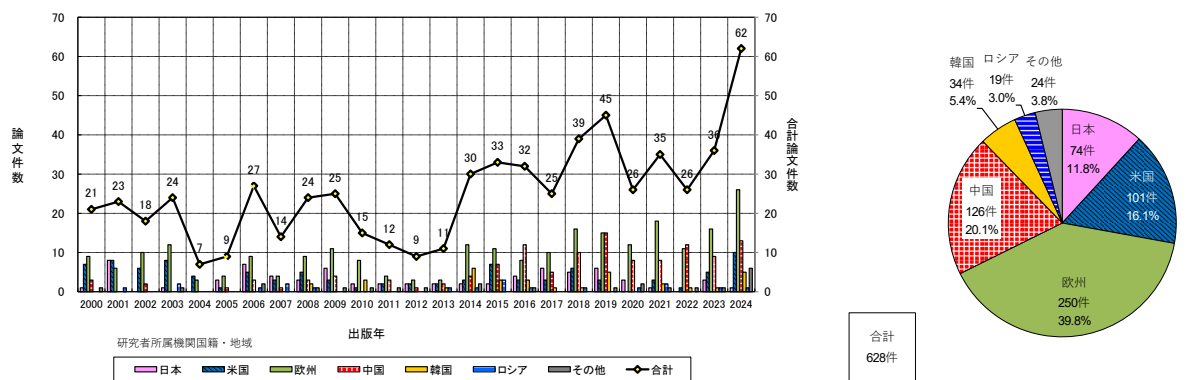


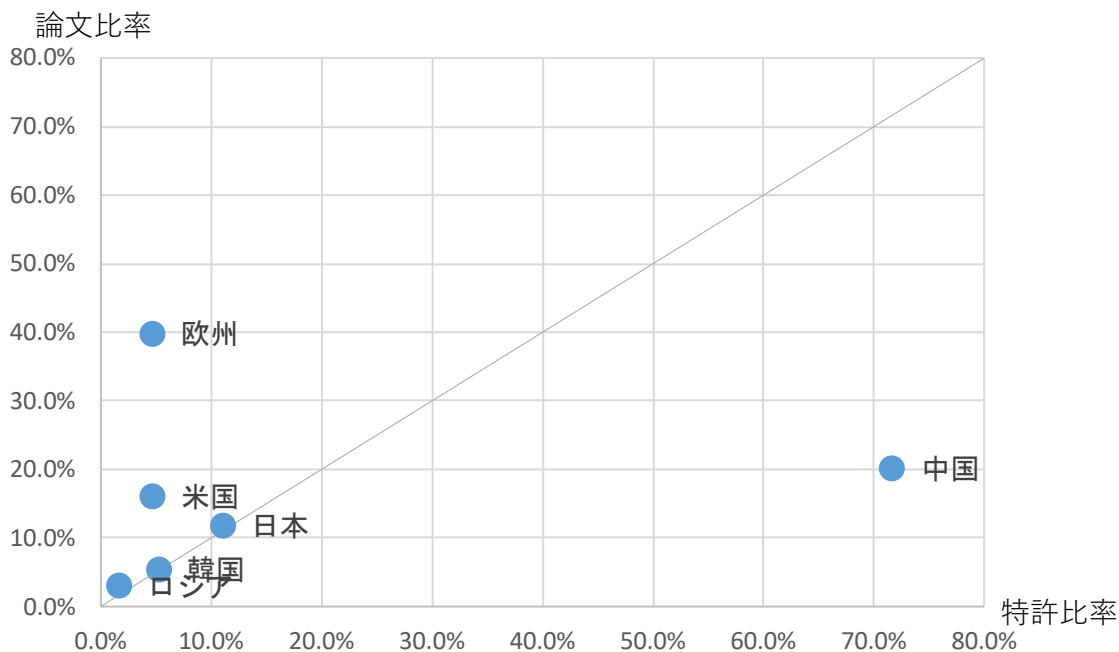
図 5-3-21 に示す技術区分（ブランケット）における特許比率—論文比率を見ると、日本は基準線近くに位置している。このことから、日本は産業応用と学術的な研究開発をバランスよく推進している様子が見える。

産業応用寄りの立場が顕著な国は中国であり、特許比率が非常に高い。産業への応用を進める姿勢が非常に強いものであることが示唆されている。

欧州は論文比率が非常に高く、基準線よりも上方に位置する。このことから、欧州では学術的な研究開発がより強く推し進められ、その存在感を発揮しているものと考えられる。米国も同様に学術的な研究開発寄りの姿勢を示している。韓国、ロシアは比率が小さいものの、基準線近くに位置している。

これらを整理すると、ブランケットにおける特許・論文から見た評価としては、欧州、中国が高いと言える。

図 5-3-21 技術区分（ブランクett）における特許比率－論文比率



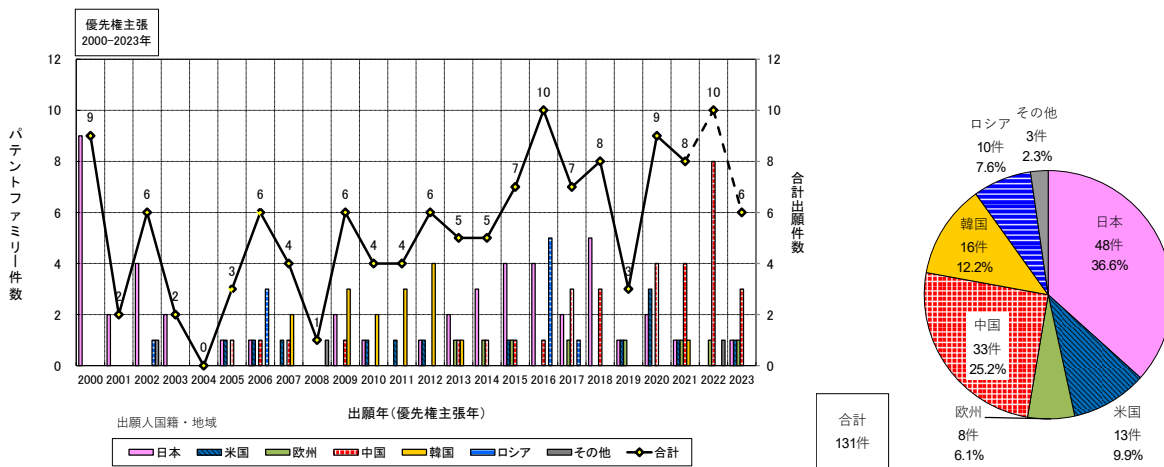
7. 真空容器

技術区分（真空容器）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-1-24 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-1-25 に示す。

パテントファミリー件数を見ると、多い年でも 10 件であり、合計も 131 件とそれほど多くはない。日本が全体の 36.6%で最多である。

欧州の論文発表件数が最多であり、次いで中国、日本となっている。

図 5-3-22 技術区分（真空容器）別－出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-23 技術区分（真空容器）別—研究者所属機関国籍・地域別論文件数推移及び論文発表件数比率

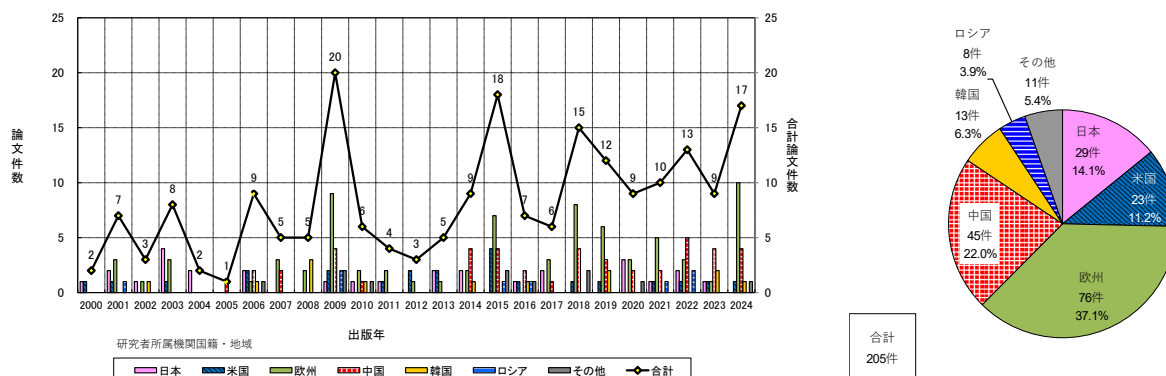


図 5-3-24 に示す技術区分（真空容器）における特許比率—論文比率を見ると、日本は最も特許比率が高く、産業応用寄りの立場にあることがわかる。

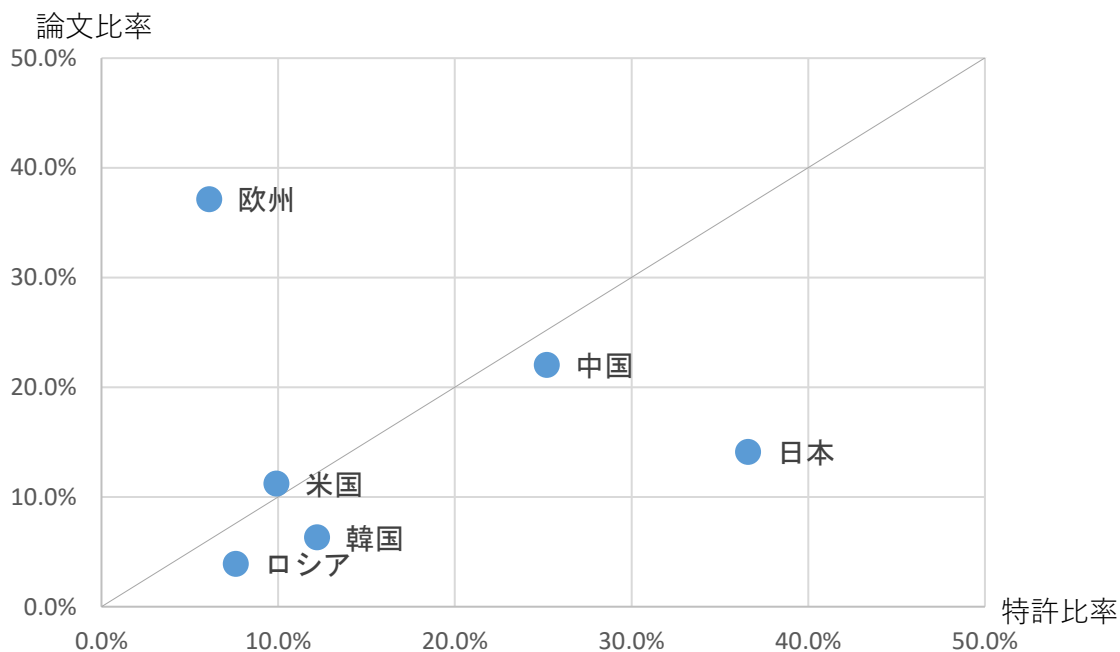
中国は基準線近くに位置しており、特許比率、論文比率ともに 20%を超えている。産業応用と学術的な研究開発をバランスよく推進し、その成果を積極的に特許出願や論文発表に結び付けている様子が見える。

米国も中国と同様に産業応用と学術的な研究開発のバランスがよいが、特許比率、論文比率ともに 10%程度であり、その成果を特許出願や論文発表に結びつける姿勢は相対的に強くない立場にある。欧州は学術的な研究開発を重視する姿勢が強い。

韓国とロシアは基準線の下方に位置しており、産業応用寄りの立場である。

これらを整理すると、真空容器における特許・論文から見た評価としては、日本、欧州、中国が高く、日本が産業応用寄りの、欧州が学術的な研究開発寄りの側面が強い。

図 5-3-24 技術区分（真空容器）における特許比率－論文比率



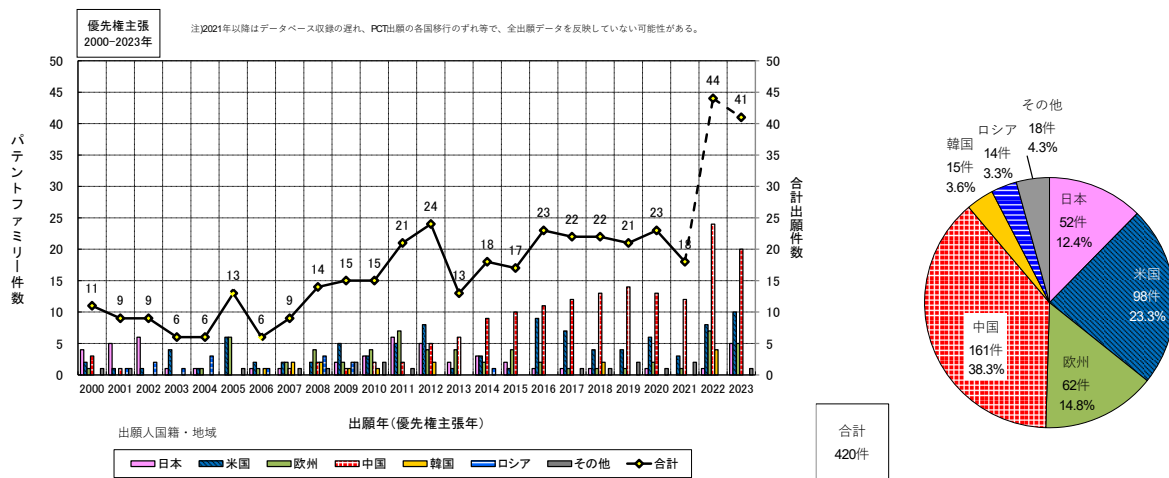
8. レーザー

技術区分（レーザー）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-25 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-26 に示す。

2012 年に出願件数が 20 件を超え、その後は年 20 件以下の件数となるものの、2016 年には再び 20 件を超え、2022 年には 40 件を超えた。中国、米国の出願が多い。論文も同様に、中国の論文発表件数が最多であり、次いで米国となっている。調査対象期間前半においては米国の論文発表が多く、調査対象期間後半においては中国の論文発表が多い。

これらのことから、レーザーにおいては、先行する米国を中国が追いかけるという様子が見られる。

図 5-3-25 技術区分（レーザー）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-26 技術区分（レーザー）別一研究者所属機関国籍・地域別論文件数推移及び論文件数比率

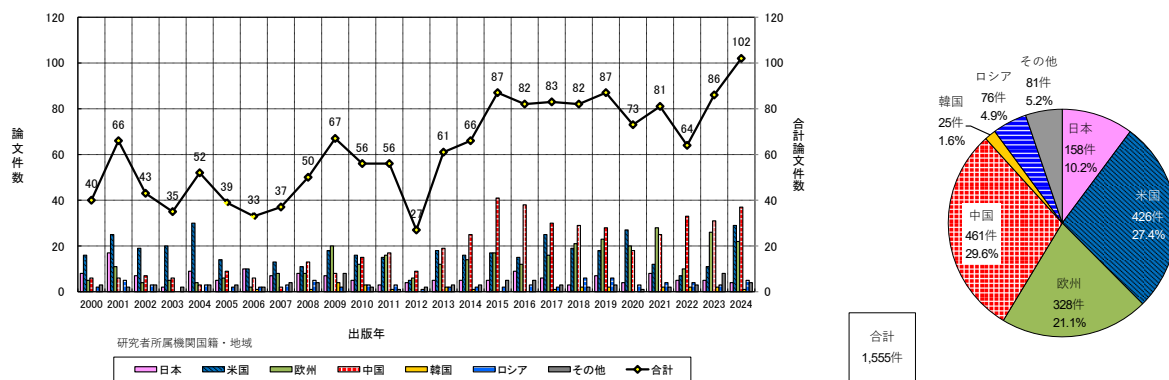


図 5-3-27 に示す技術区分（レーザー）における特許比率－論文比率を見ると、日本は基準線の下方であるものの、基準線の近くに位置していることから、産業応用と学術的な研究開発をバランスよく推進している様子がうかがえる。

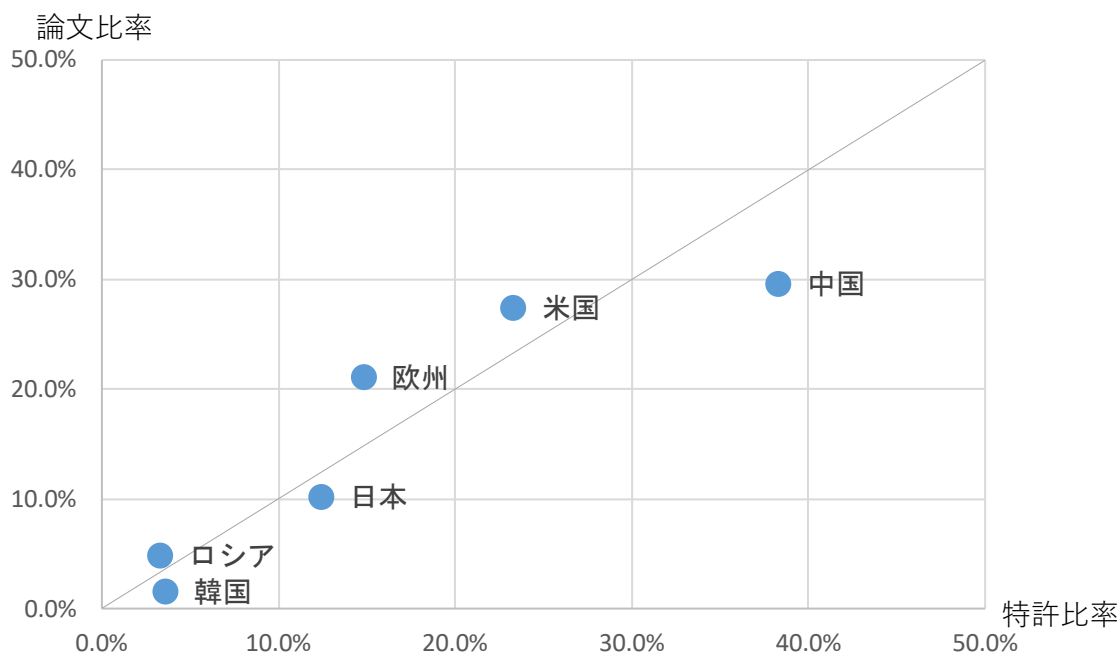
米国、欧州は基準線の上方に位置している。欧州はレーザーにおける論文比率はこれより前に登場した技術区分よりも相対的に低いこともあるが、他の技術区分に比べて基準線により近い位置となっている。

産業応用寄りの立場が強い国は中国である。論文比率も高い。学術的な研究開発も進めつつ、産業への応用を進める姿勢も強いものであることが示唆されている。

韓国は基準線の下方に、ロシアは基準線の上方に位置している。

これらを整理すると、レーザーにおける特許・論文から見た評価としては、米国、中国が高く、中国は産業応用寄りの側面が強い。

図 5-3-27 技術区分（レーザー）における特許比率－論文比率



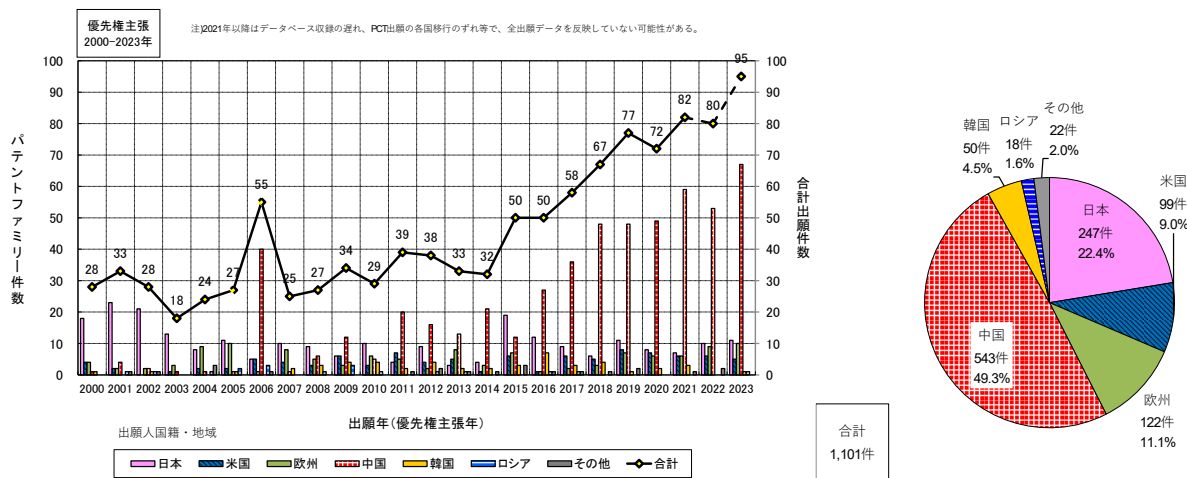
9. 炉全体

技術区分（炉全体）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-28 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率を図 5-3-29 に示す。

調査期間前半に日本の出願が見られるが、調査対象期間後半においては中国の出願が急増している。調査期間全体を通じてみても、中国の出願が約半数を占めている。論文に目を移すと、欧州の論文発表件数が全体の約 45%を占めている。2020 年以降を見ると、米国、中国の論文発表件数が増加している。

欧州が研究開発をリードし、それを米国、中国が追いかけている様子が見えてくる。

図 5-3-28 技術区分（炉全体）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-29 技術区分（炉全体）別一研究者所属機関国籍・地域別論文件数推移及び論文発表件数比率

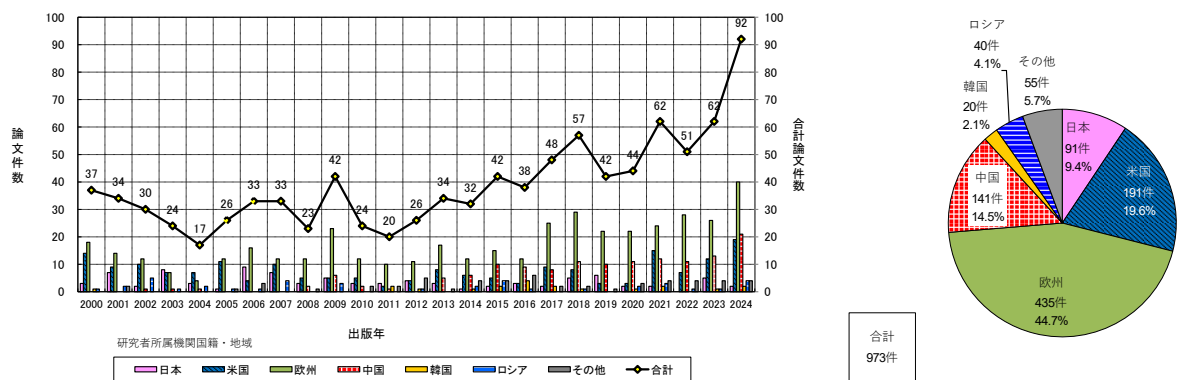
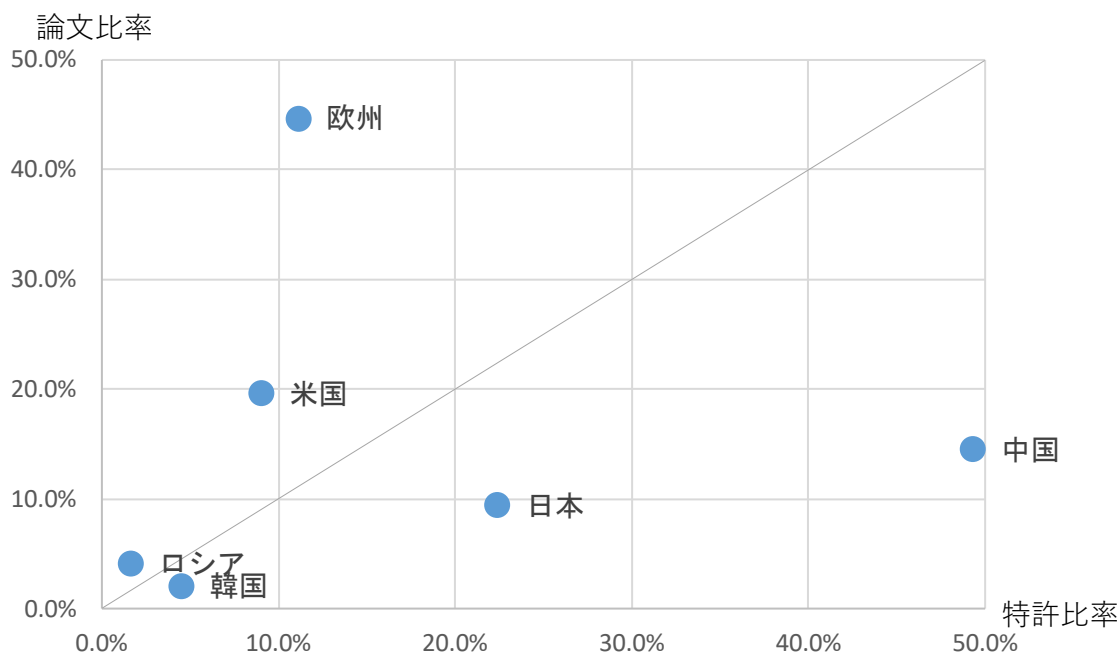


図 5-3-30 に示す技術区分（炉全体）における特許比率－論文比率を見ると、日本は特許比率が高く、基準線よりも下方にあることから、産業応用を重視する立場にあると言える。中国も同様に産業応用を重視する立場である。

一方で欧州は論文比率が非常に高く、基準線よりも上方に位置する。このことから、欧州では学術的な研究開発がより強く推し進められ、その存在感を發揮しているものと考えられる。米国も基準線よりも上方に位置しており、学術的な研究開発の側面が強いと言える。韓国は基準線よりも下方に、ロシアは基準線よりも上方に位置している。

これらを整理すると、炉全体における特許・論文から見た評価としては、中国が高く、日本、欧州がそれに次ぐ形である。中国は産業応用寄りであり、日本は米国、欧州に比べると、産業寄りの立場にある。欧州は学術的な研究開発寄りの立場であると言える。

図 5-3-30 技術区分（炉全体）における特許比率－論文比率

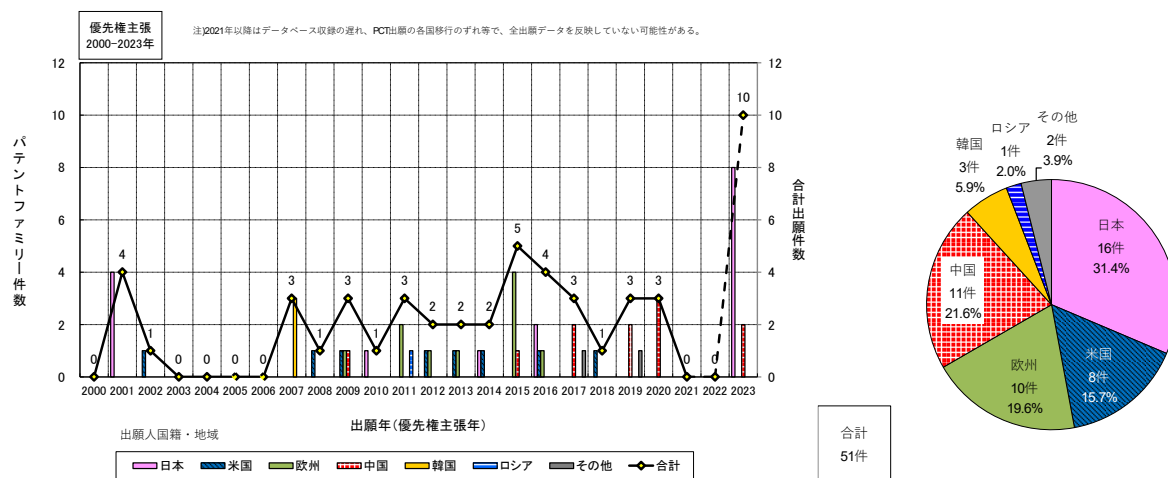


10. 触媒

技術区分（触媒）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-31 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率を図 5-3-32 に示す。

出願、論文ともに少数に留まる。出願を見ると、日本が最多である。論文に目を移すと、日本は欧州に次ぐ発表件数がある。日本の研究開発活動は他国・地域に比べて同等あるいはそれ以上に実施されているものと考えられる。

図 5-3-31 技術区分（触媒）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-32 技術区分（触媒）別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率

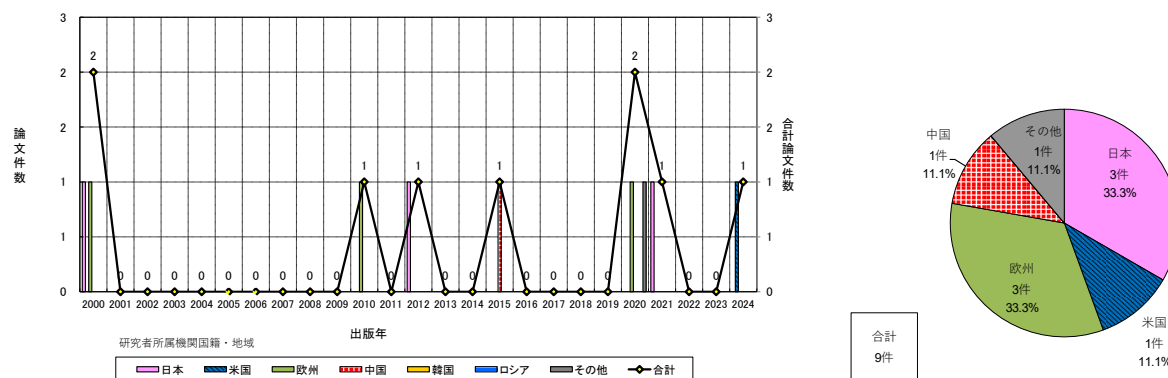
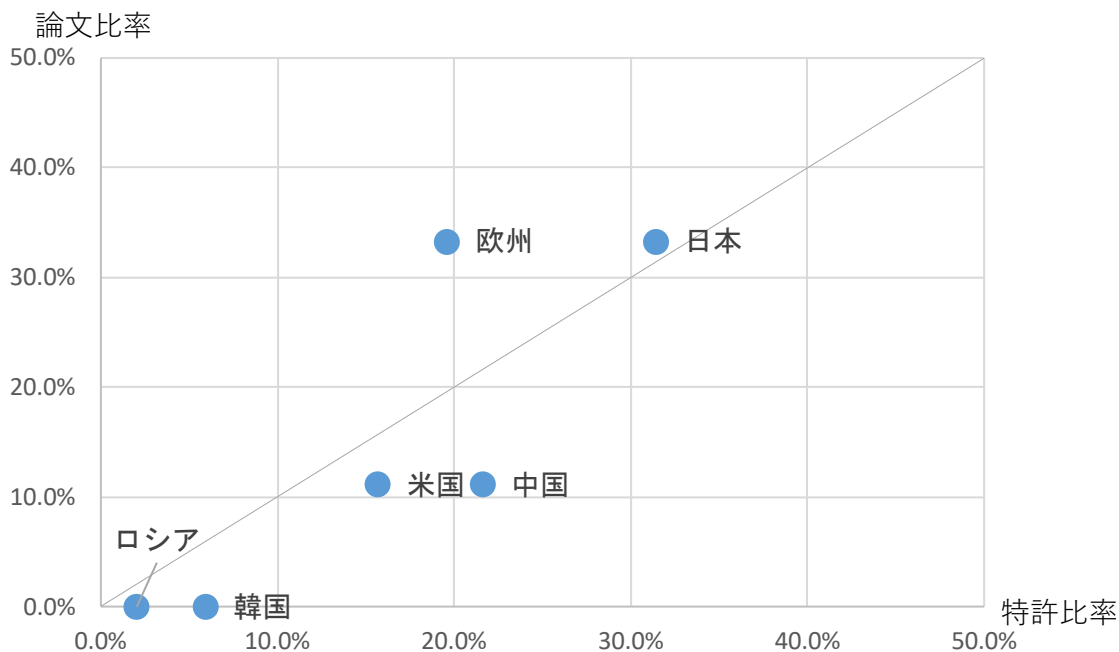


図 5-3-33 に示す技術区分（触媒）における特許比率－論文比率を見ると、日本は論文比率が高く、基準線よりもやや上方にあるが、基準線に近い位置である。日本は触媒において、産業応用と学術的な研究開発をバランスよく推進している様子がうかがえる。

欧州は日本と同様に基準線よりも上方に位置する。米国と中国は基準線よりも下方に位置しており、産業応用の側面が強い。

これらを整理すると、触媒における特許・論文から見た評価としては、日本が高く、産業応用と学術的な研究開発の両面で優位性があると言える。

図 5-3-33 技術区分（触媒）における特許比率－論文比率

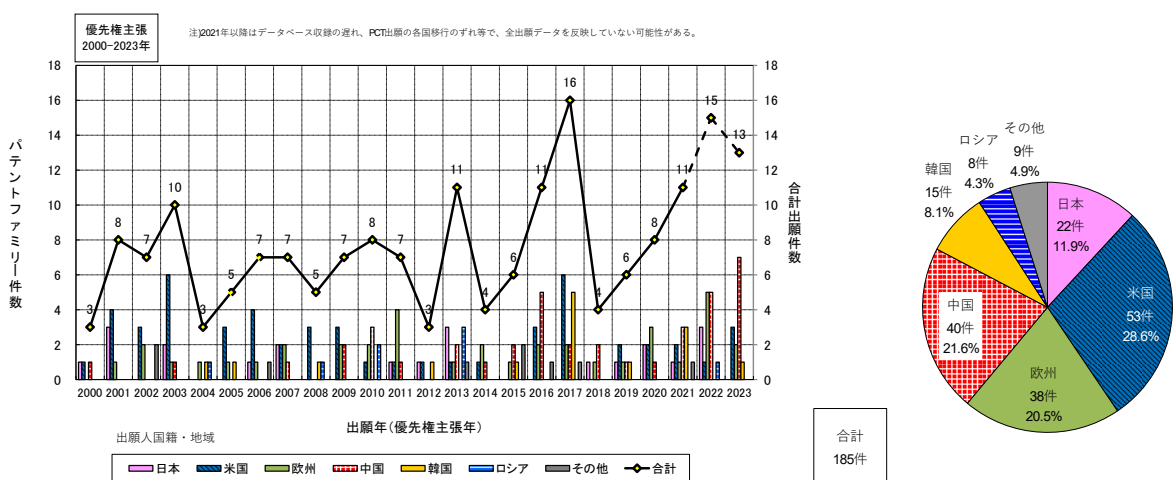


1 1. 発電システム

技術区分（発電システム）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-34 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率を図 5-3-35 に示す。

調査対象期間を通じて米国の出願が多く、次いで中国、欧州が続く。論文に目を移すと、欧州の論文発表件数が約半数を占める。

図 5-3-34 技術区分（発電システム）別－出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-35 技術区分（発電システム）別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率

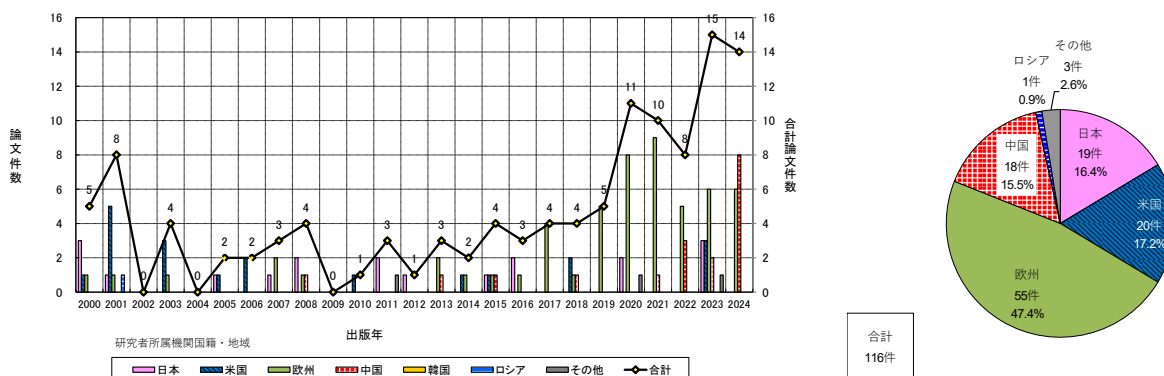
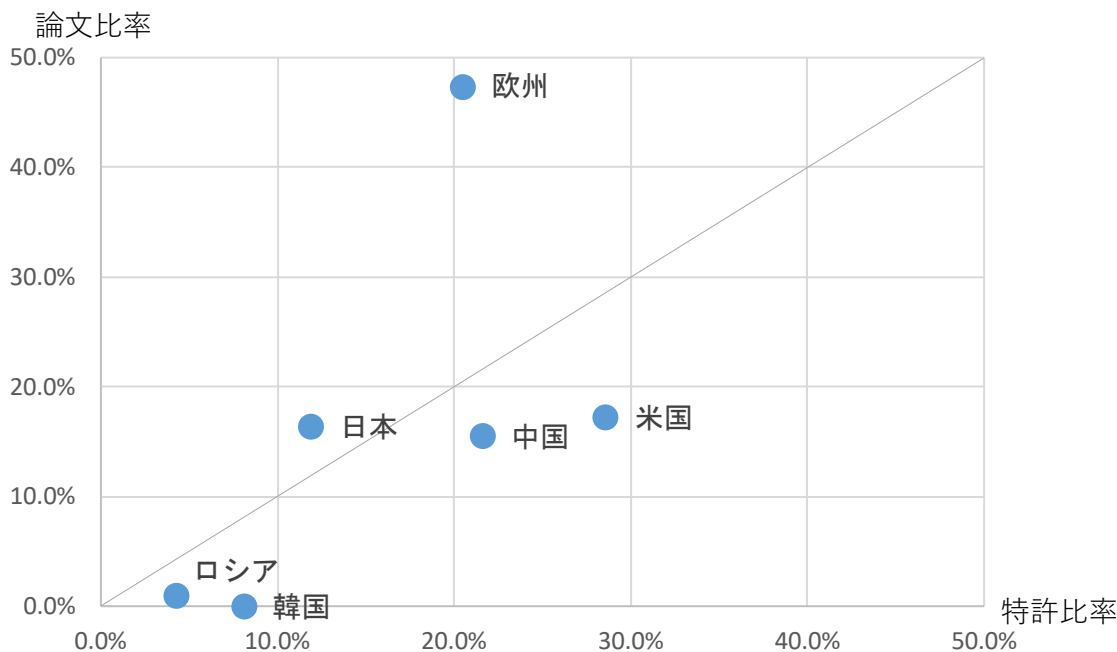


図 5-3-36 に示す技術区分（発電システム）における特許比率—論文比率を見ると、日本は論文比率が高く、基準線よりもやや上方にある。日本は触媒において、学術的な研究開発の推進にやや注力している様子が見える。

欧州は日本と同様に基準線よりも上方に位置する。基準線からの乖離が非常に大きく、学術的な研究開発の推進が非常に強力であることが示唆される。米国と中国は基準線よりも下方に位置しており、産業応用の側面が強い。韓国とロシアは論文比率が非常に低く、学術的な研究開発はそれほど進められていない様子が見える。

これらを整理すると、発電システムにおける特許・論文から見た評価としては、米国、欧州、中国が高く、米国、中国は産業応用寄り、欧州は学術的な研究開発寄りの立場であると言える。

図 5-3-36 技術区分（発電システム）における特許比率—論文比率

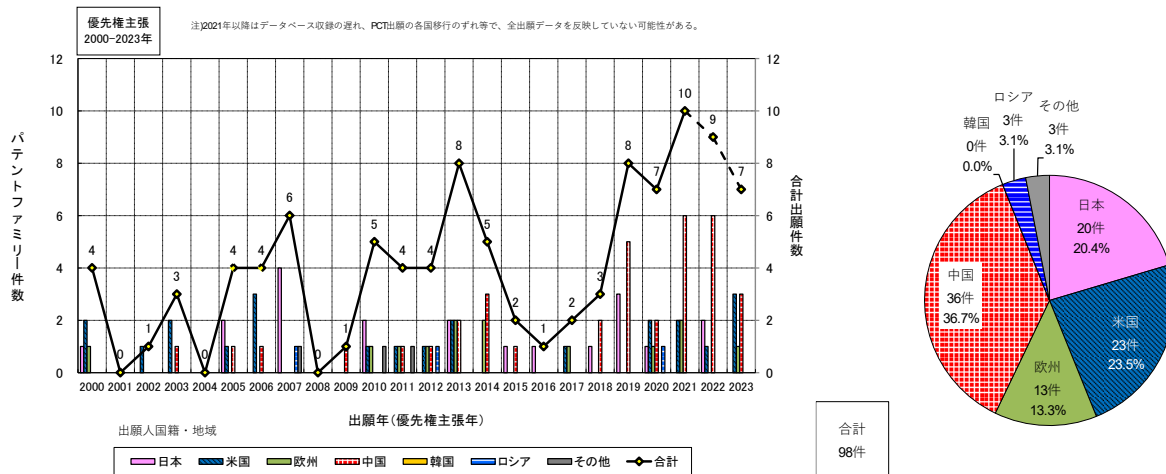


1.2. 燃料システム

技術区分（燃料システム）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-37 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率を図 5-3-38 に示す。

調査対象期間を通じて、中国の出願が最多である。論文発表は少数に留まる。

図 5-3-37 技術区分（燃料システム）別—出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-38 技術区分（燃料システム）別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率

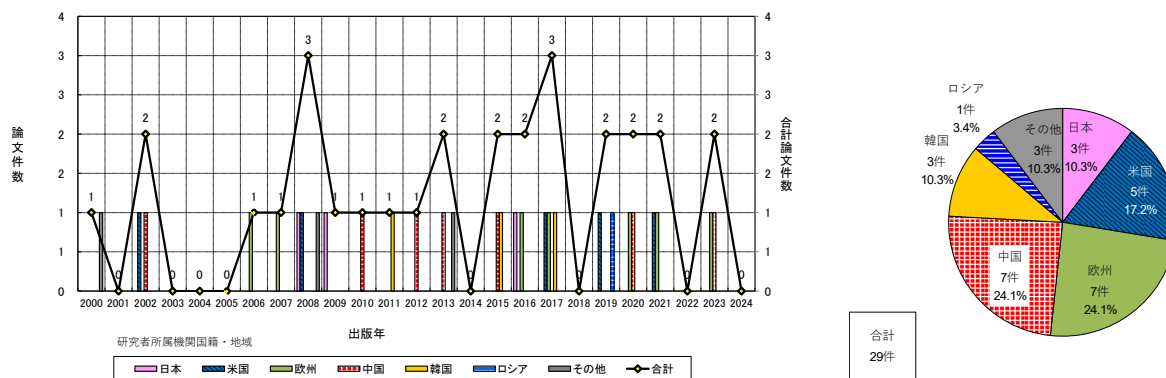


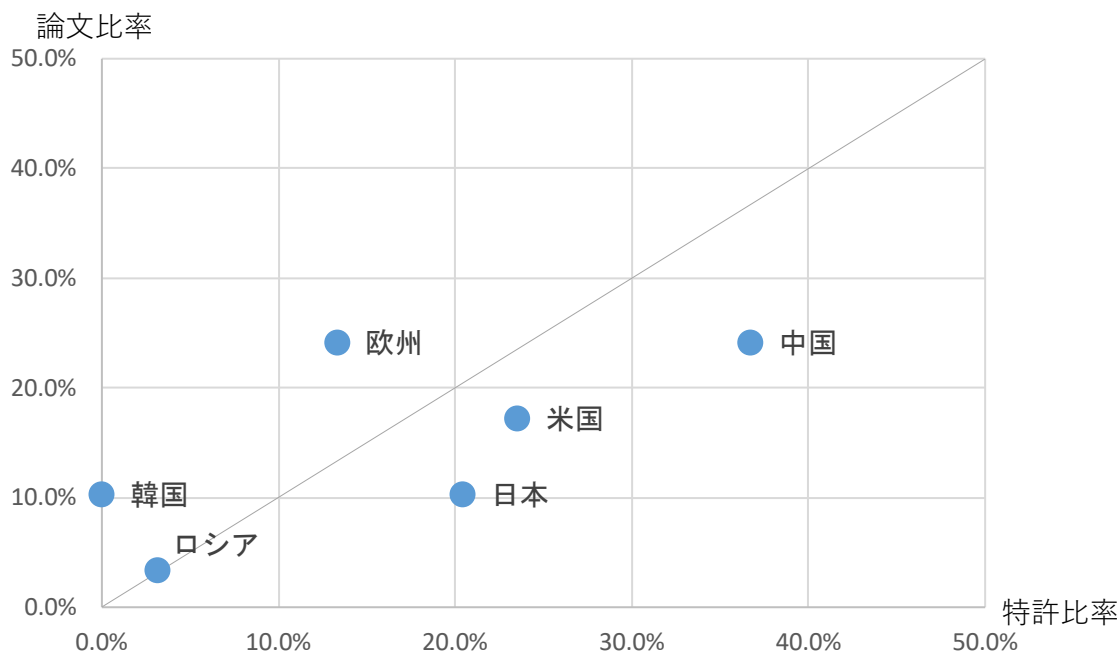
図 5-3-39 に示す技術区分（燃料システム）における特許比率—論文比率を見ると、日本は基準線よりも下方にある。日本は燃料システムにおいて、産業応用を重視する立場にあると言える。米国、中国も同様に産業応用を重視する立場である。中国は日本、米国より比率が高く、より産業応用を重視していると言える。

欧州は基準線よりも上方に位置する。学術的な研究開発が推進されている。駐豪は欧州と同等の比率であり、学術的な研究開発も推進されている。韓国においては学術的な

研究開発が行われている一方、産業応用は重視されていない。ロシアは基準線近くに位置しており、学術的な研究開発と産業応用の研究開発がバランスよく進められている様子がうかがえる。

これらを整理すると、燃料システムにおける特許・論文から見た評価としては、中国が高いと言える。

図 5-3-39 技術区分（燃料システム）における特許比率－論文比率

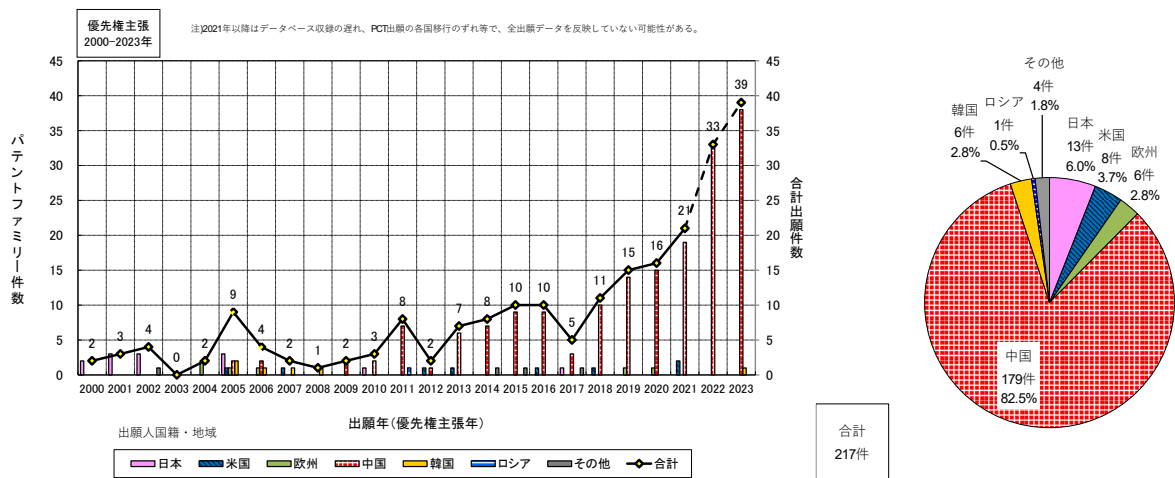


1 3. 計測

技術区分（計測）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-40 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率を図 5-3-41 に示す。

中国からの出願が圧倒的に多い。論文は欧州の論文発表件数が最も多い。

図 5-3-40 技術区分（計測）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-41 技術区分（計測）別研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率

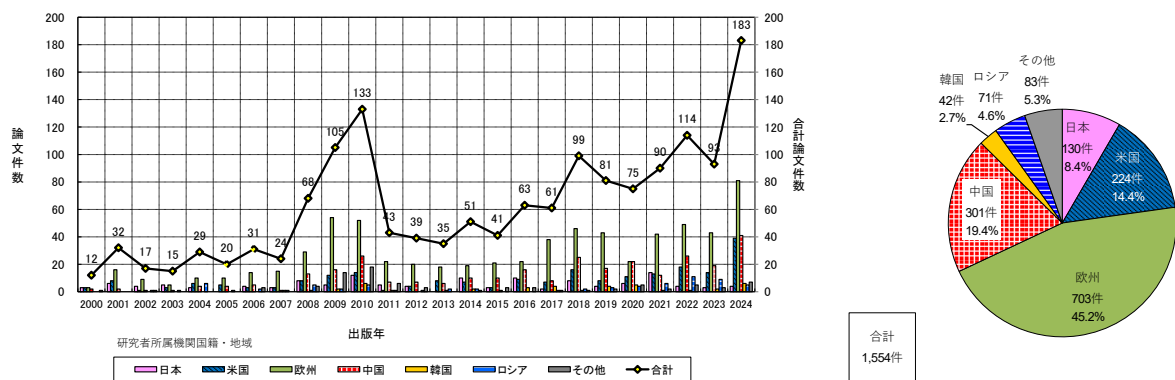
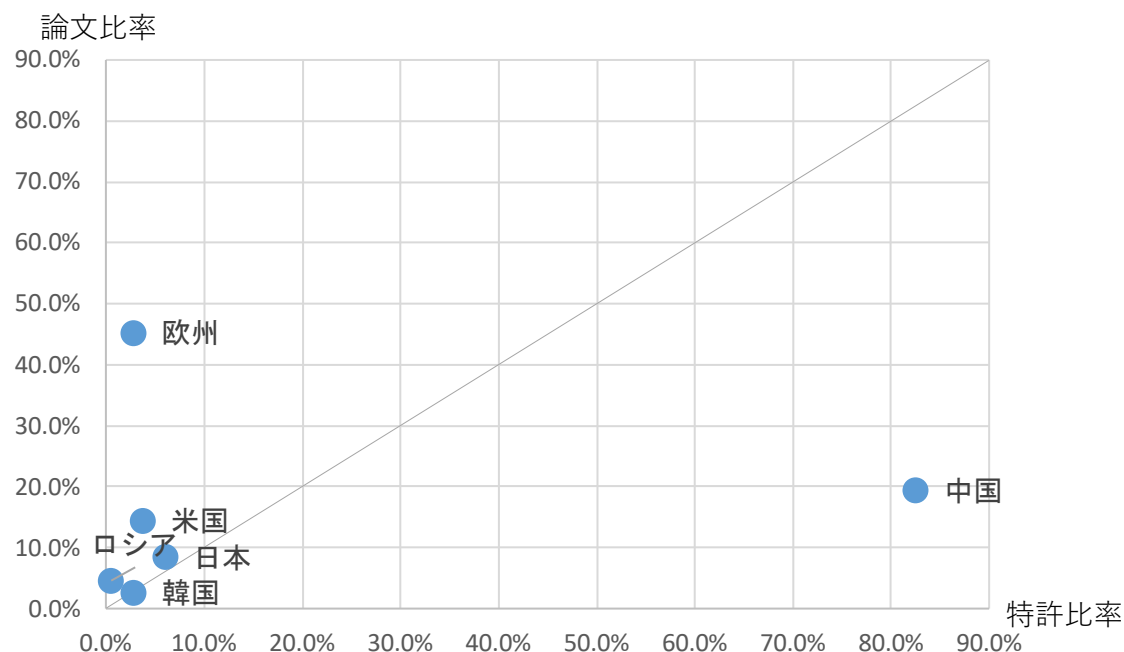


図 5-3-42 に示す技術区分（計測）における特許比率－論文比率を見ると、日本は基準線よりも上方にある。同様に米国、欧州、ロシアも基準線よりも上方にある。これらの国あるいは地域は特許比率が非常に小さい。現状では学術的な研究開発の推進を中心に進めているものと考えられる。

一方で中国は特許比率が非常に高い。このことから、中国では産業応用の側面を重視する姿勢が非常に強いことが示唆される。韓国は基準線近くにある。

これらを整理すると、計測における特許・論文から見た評価としては、欧州と中国が高く、欧州は学術研究、中国は産業応用を重視していると言える。

図 5-3-42 技術区分（計測）における特許比率－論文比率

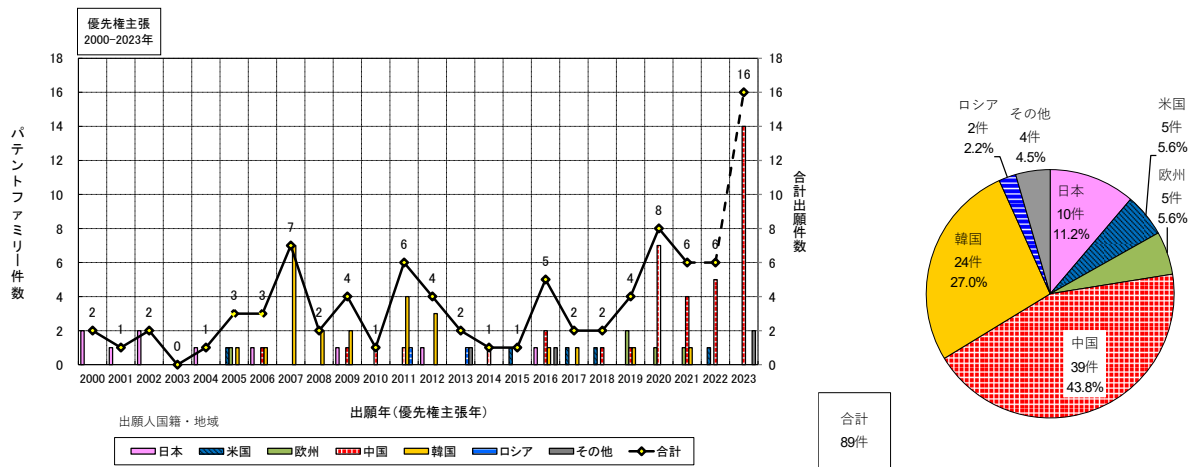


1 4. 監視、予測

技術区分（監視、予測）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-43 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率を図 5-3-44 に示す。

特許を見ると、2022 年まで合計件数は一桁台で推移していたが、2023 年には中国の件数の急増に伴い初めて 10 件を超える件数となった。調査期間前半に日本の出願が多く、2004 年までは日本の出願のみであった。調査期間後半に中国の出願が増加した。調査期間を通じて、中国の出願が最も多く、次いで日本である。論文に目を移すと、欧州の論文発表件数が最多である。

図 5-3-43 技術区分（監視、予測）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-44 技術区分（監視、予測）別研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率

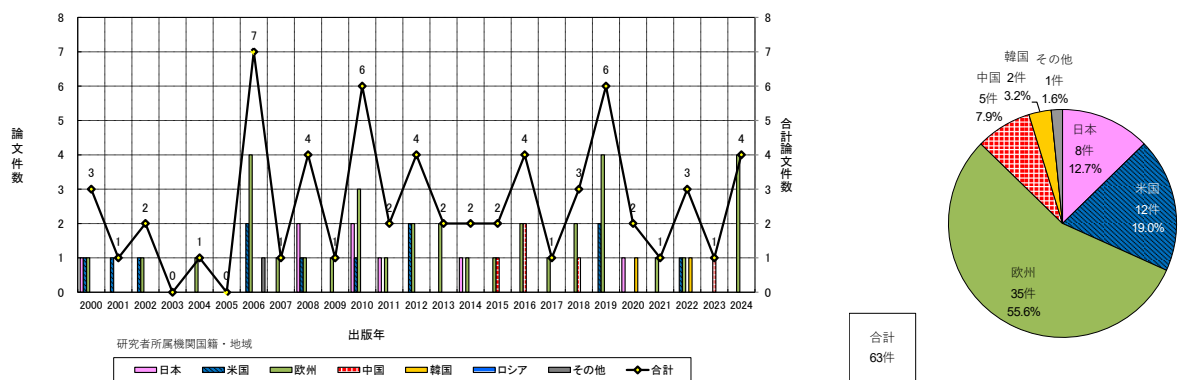
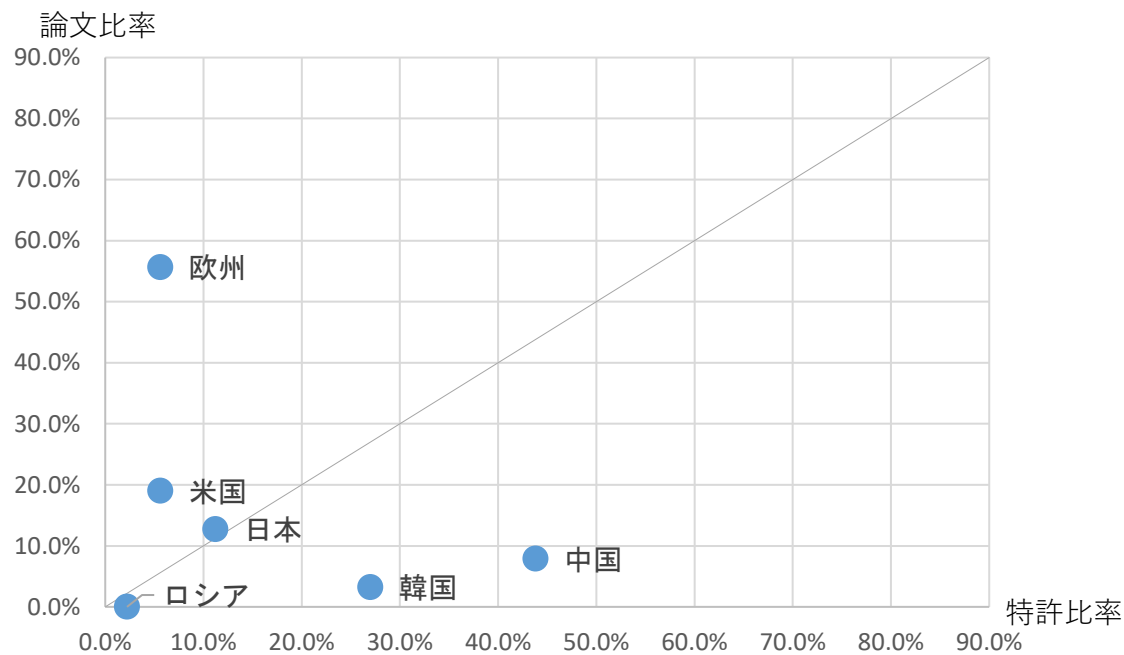


図 5-3-45 に示す技術区分（監視、予測）における特許比率—論文比率を見ると、日本は特許比率、論文比率ともに 10%超であり、基準線に近い位置にある。産業応用と学術的な研究開発の両面をバランスよく推進している様子がうかがえる。一方で、中国、韓国は基準線の下方に位置し、特許比率が日本よりも高い。中国、韓国では産業応用の側面を重視する姿勢が他の国・地域に比べて相対的に強いことが示唆される。

米国、欧州は基準線よりも上方に位置している。特に欧州は基準線からの乖離が大きい。学術的な研究開発を推進する姿勢が非常に強いことがうかがえる。

これらを整理すると、監視、予測においては、日本が産業応用と学術的な研究開発の両面をバランスよく推進している一方、欧州は学術的な研究開発の、中国や韓国が産業応用寄りの姿勢を見せていると言える。

図 5-3-45 技術区分（監視、予測）における特許比率－論文比率

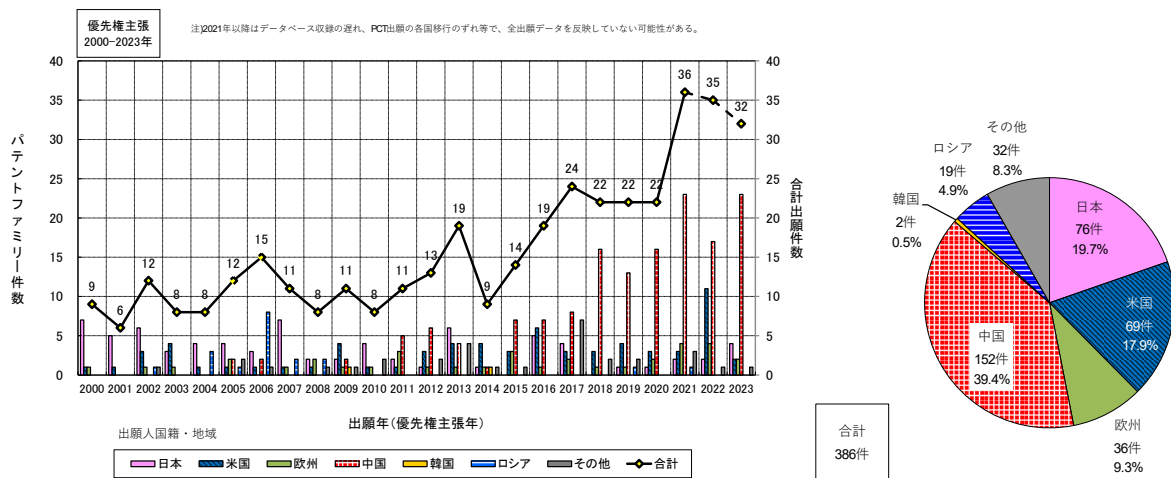


1 5 . 制御

技術区分（制御）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-46 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率を図 5-3-47 に示す。

調査期間前半に日本の出願が多く、調査期間後半に中国の出願が多い。調査期間を通じて、中国の出願が最も多く、次いで日本である。論文に目を移すと、欧州の論文発表件数が最多である。

図 5-3-46 技術区分（制御）別－出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-47 技術区分（制御）別研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率

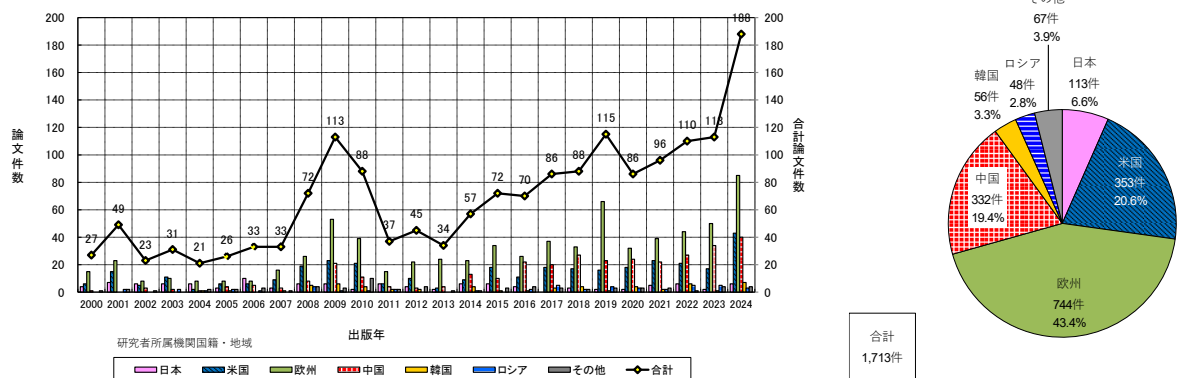


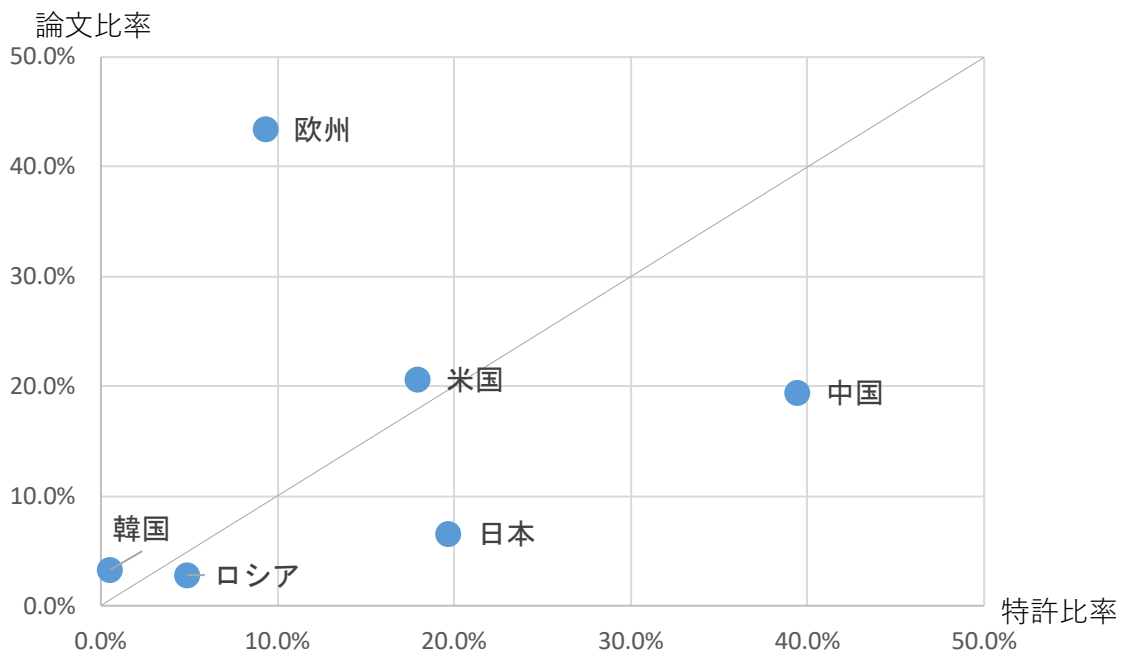
図 5-3-48 に示す技術区分（制御）における特許比率－論文比率を見ると、日本は基準線よりも下方にあり、産業応用の側面を重視する姿勢が見られる。同様に中国も基準線よりも下方に位置している。中国でも産業応用の側面を重視する姿勢が強いことが示唆される。

米国、欧州は基準線よりも上方に位置している。特に欧州は基準線からの乖離が大きい。学術的な研究開発を推進する姿勢が非常に強いことがうかがえる。

韓国は基準線よりも上方に、ロシアは基準線よりも下方に位置している。

これらを整理すると、制御における特許・論文から見た評価としては、欧州、中国が高く、欧州は学術研究、中国は産業応用を重視していると言える。

図 5-3-48 技術区分（制御）における特許比率－論文比率

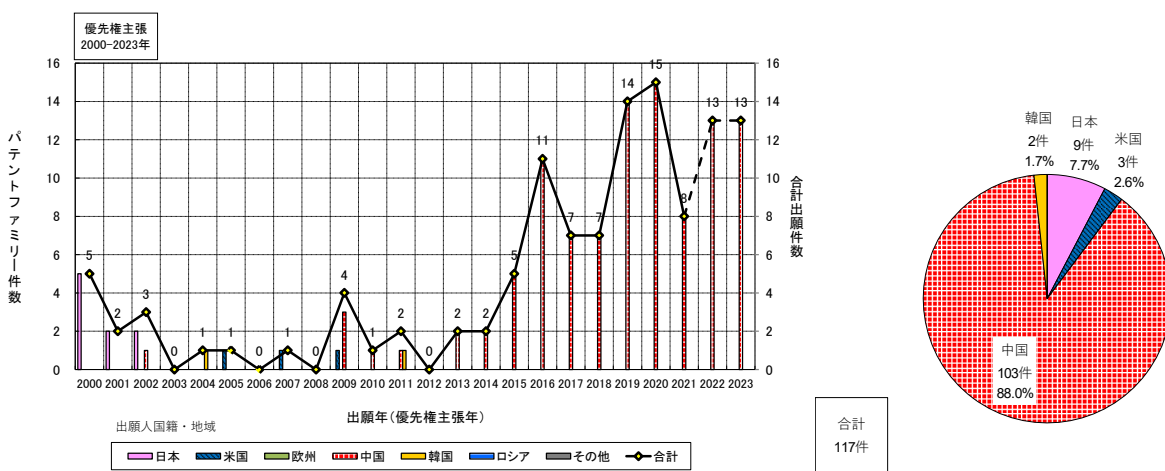


16. メンテナンス

技術区分（メンテナンス）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-49 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率を図 5-3-50 に示す。

2015 年以降にパテントファミリーの合計件数が増加しているが、この期間では中国の出願が増加しているのに対して、他の国・地域からの出願は見られない。論文については、欧州が過半数を占める。

図 5-3-49 技術区分（メンテナンス）別出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-50 技術区分（メンテナンス）別研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率

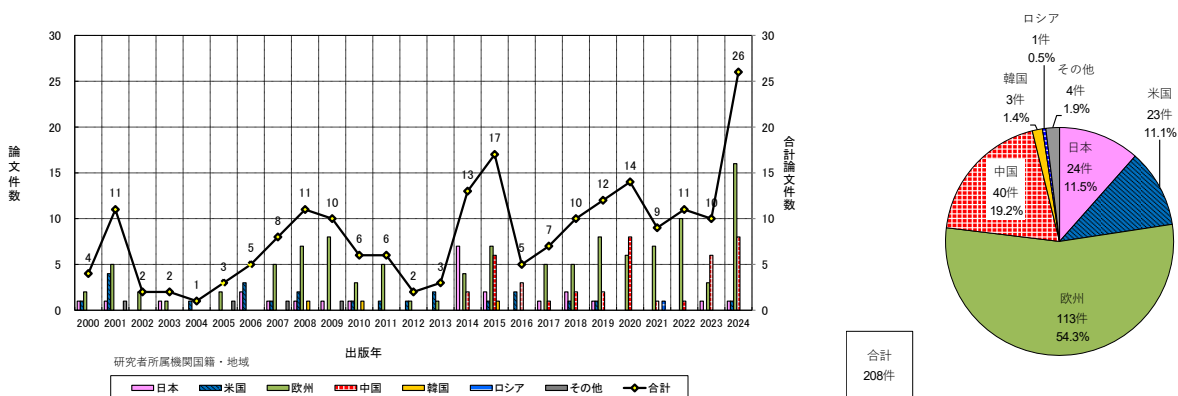


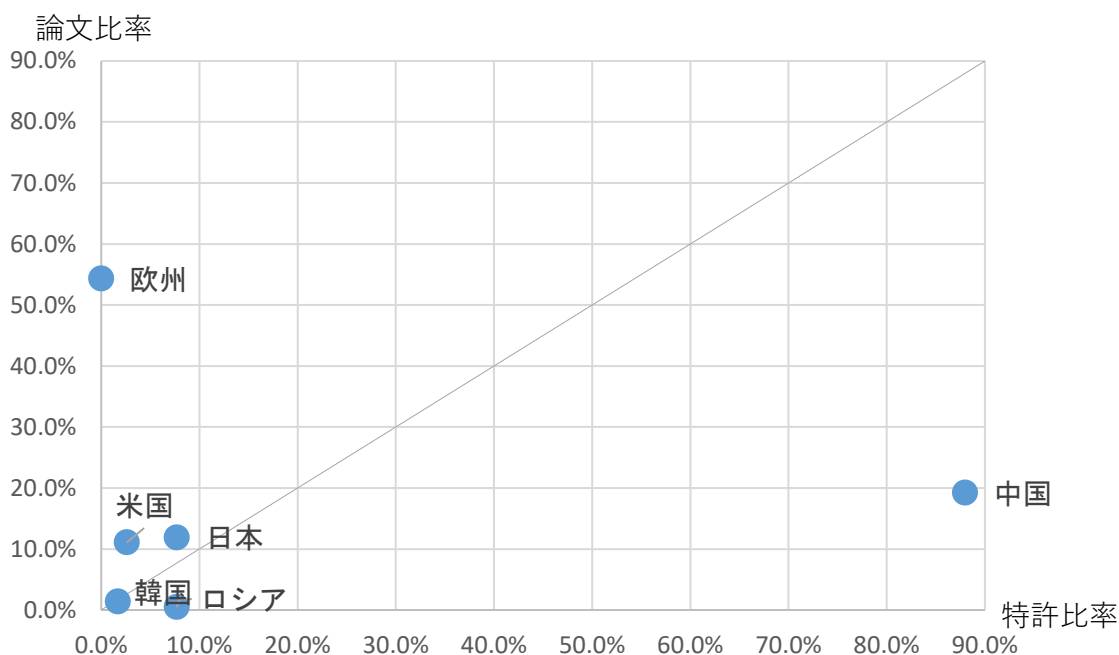
図 5-3-51 に示す技術区分（メンテナンス）における特許比率—論文比率を見ると、中国の特許比率が突出している。中国の論文比率は 20%弱であり、欧州を除けば最も高い値である。産業応用寄りの姿勢が非常に強いとはいえ、学術的な研究開発も推進している様子がうかがえる。

日本、米国、欧州は基準線よりも上方に位置している。これらの中では日本は特許比率が最も高い。日本は学術的な研究開発を推進しつつ、産業応用を見据えた活動を推進してきた様子がうかがえる。欧州は特許出願が見られないことから、研究開発成果を産業応用へ結び付けられていない様子がうかがえる。

韓国、ロシアは基準線の下方に位置する。学術的な研究開発よりも産業応用の側面を重視している様子がうかがえる。

これらを整理すると、メンテナンスにおける特許・論文から見た評価としては、欧州、中国が高く、欧州は学術研究、中国は産業応用を重視していると言える。

図 5-3-51 技術区分（メンテナンス）における特許比率－論文比率



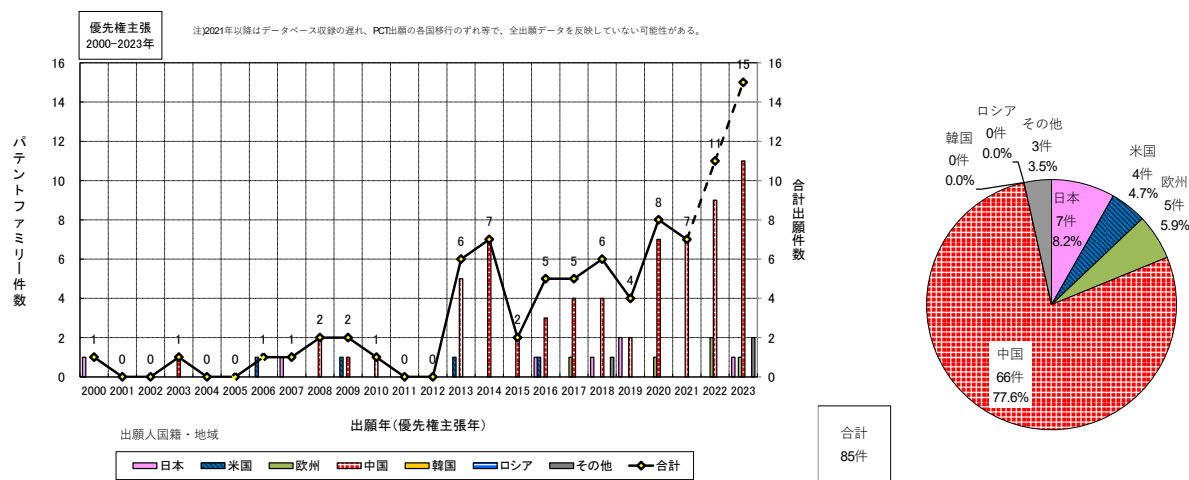
1 7. トリチウム増殖

技術区分（トリチウム増殖）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-52 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率を図 5-3-53 に示す。

中国の出願が最多であり、75%超を占めている。次いで、日本の出願が多い。ほとんどの年で欧州の論文発表件数が最多である。

ITER の例にあるように、プラズマの生成や維持、加熱に関連する研究開発が最初のフェーズとして実施される。これが完成した後に D-T 運転、つまりトリチウムに関連する技術が実用化に向けて本格的に研究対象となるものと考えられる。こうしたことから、現状では研究開発が他の技術区分に比べて活発ではない、それを支えるプレイヤーがまだ十分な数に達していないといったことが考えられる。

図 5-3-52 技術区分（トリチウム増殖）別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-53 技術区分（トリチウム増殖）別研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率

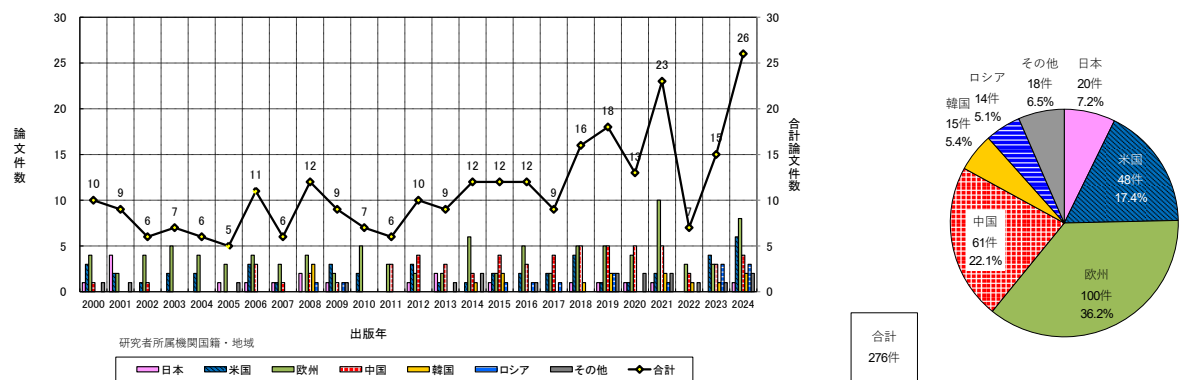


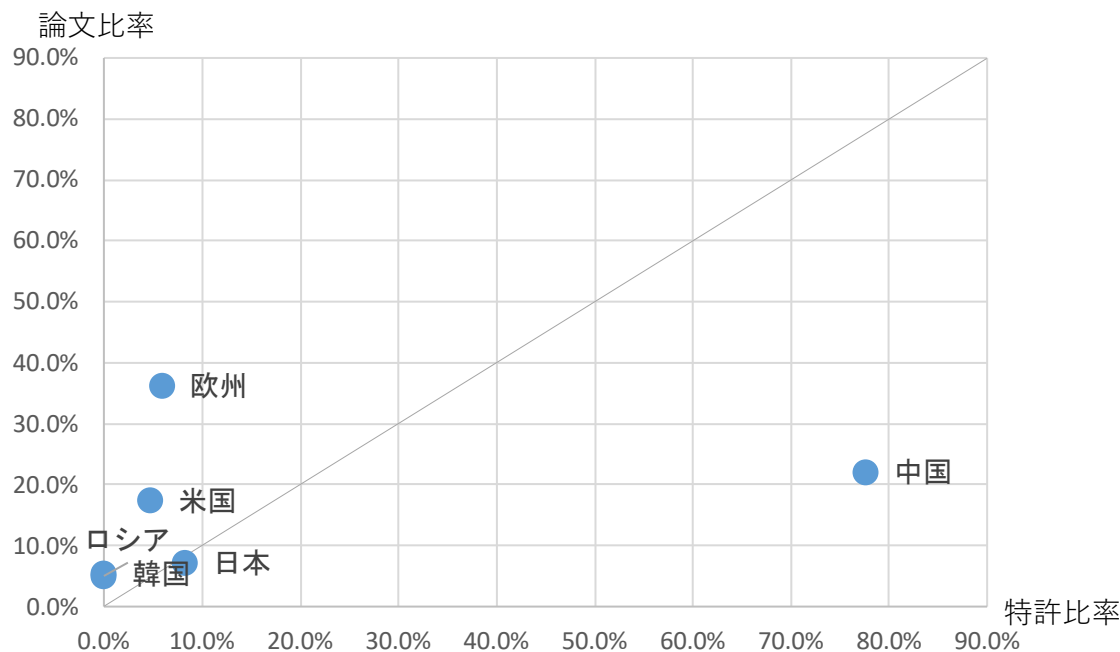
図 5-3-54 に示す技術区分（トリチウム増殖）における特許比率—論文比率を見ると、日本は基準線に近い位置にある。米国、欧州は基準線よりも上方にある。これらの国あるいは地域は特許比率が非常に小さい。現状では学術的な研究開発の推進を中心に進めているものと考えられる。

一方で中国は特許比率が非常に高い。このことから、中国では産業応用の側面を重視する姿勢が非常に強いことが示唆される。

韓国とロシアは特許比率がゼロであることから、ほぼ同じ位置に存在している。

これらを整理すると、トリチウム増殖における特許・論文から見た評価としては、欧州、中国が高く、欧州は学術研究、中国は産業応用を重視していると言える。

図 5-3-54 技術区分（トリチウム増殖）における特許比率－論文比率

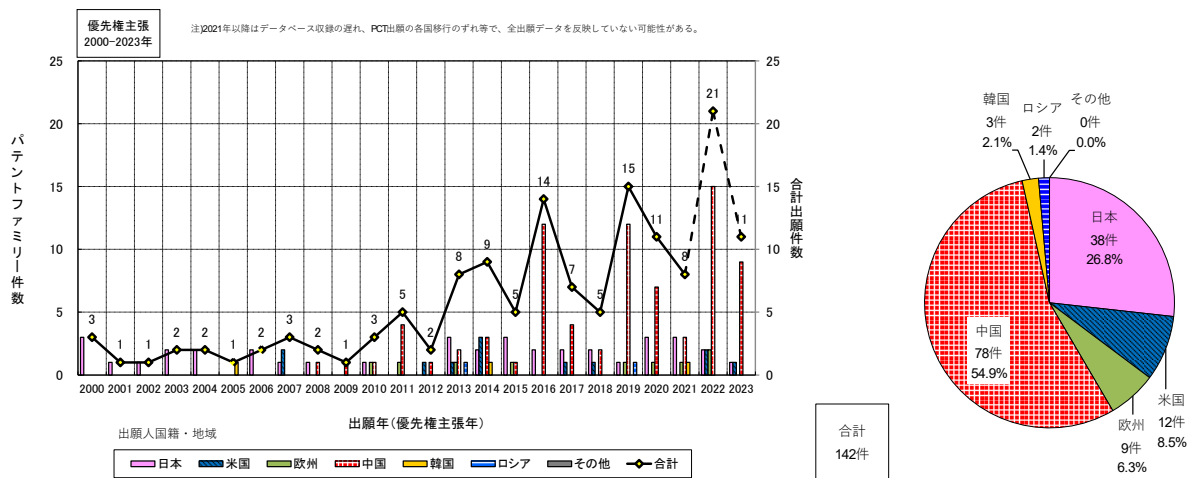


18. トリチウムサイクル

技術区分（トリチウムサイクル）の出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 5-3-55 に、研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率を図 5-3-56 に示す。

中国の出願が最多であり、次いで日本の出願が多い。論文発表に目を移すと、ほとんどの年で欧州の論文発表件数が最多である。欧州の研究開発に中国が追いつこうとしている様子がうかがえる。また、日本も一定の研究開発を進めているものと考えられる。

図 5-3-55 技術区分（トリチウムサイクル）別－出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-3-56 技術区分（トリチウムサイクル）別研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移及び論文発表件数比率

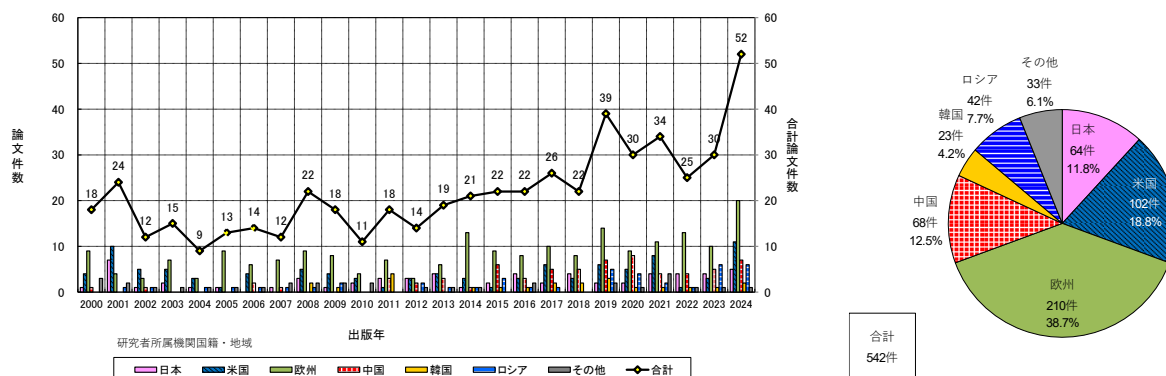


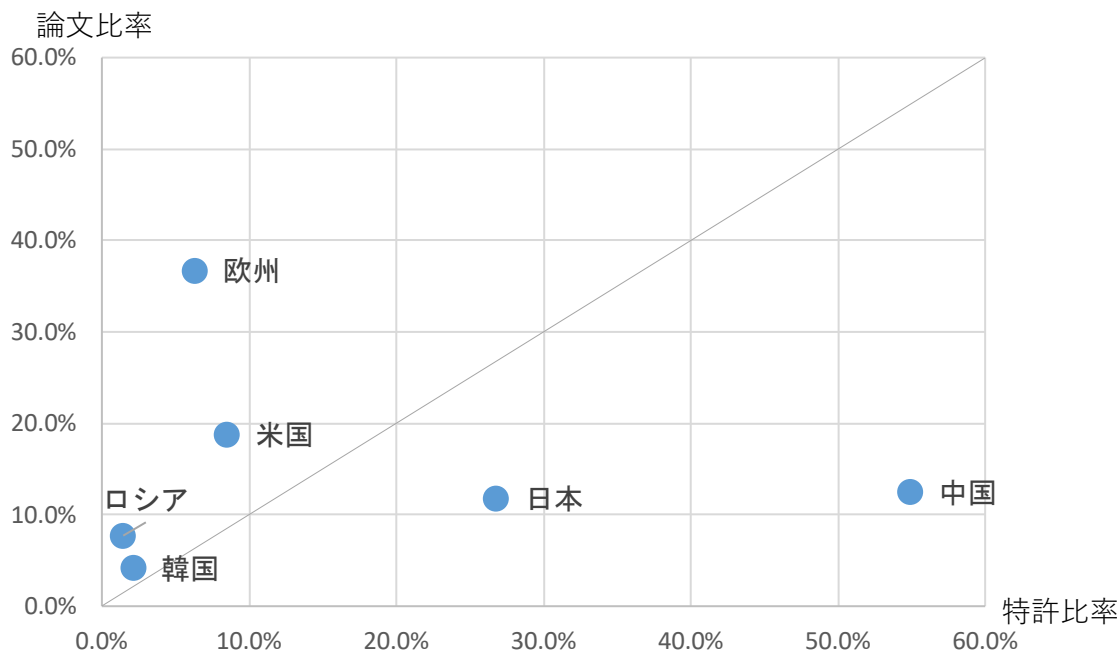
図 5-3-57 に示す技術区分（トリチウムサイクル）における特許比率－論文比率を見ると、日本は基準線よりも下方にある。産業応用の側面を重視しているものと考えられる。同様に中国も基準線よりも下方に位置している。特許比率が非常に高いことから、産業応用の側面を重視する姿勢が非常に強いことが示唆される。

米国、欧州は基準線よりも上方にある。学術的な研究開発の推進を中心に進めているものと考えられる。

韓国とロシアも基準線よりも上方に位置している。

これらを整理すると、トリチウムサイクルにおける特許・論文から見た評価としては、欧州、中国が最も高い。欧州は学術研究、中国は産業応用を重視している。日本は特許比率の面で中国には劣るものの、産業応用寄りの立場であると言える。

図 5-3-57 技術区分（トリチウムサイクル）における特許比率－論文比率



第4節 注目出願人の特許出願動向調査

本調査においては、注目出願人を選定してその特許出願動向を整理した。図 5-4-1 に注目出願人別ファミリー件数推移を示す。

日本の出願人は調査対象期間に前半に比較的多くの特許出願をしている。調査対象期間後半はそれよりも件数は少ないが、調査期間全体を通じて特許出願活動を行っている傾向が見られる。

調査対象期間後半には米国のスタートアップである COMMONWEALTH FUSION SYSTEMS や TAE Technologies、英国のスタートアップであるトカマクエナジーといった企業の特許出願が多くなる。COMMONWEALTH FUSION SYSTEMS は個別の売買契約を締結している。この特許出願はこのような商業利用に必要な技術群であることが示唆される。同様に HELION ENERGY も個別の売買契約を締結しているものの、特許出願は確認されなかった。研究開発に対して商業面での取り組みが先行している可能性、あるいは知財活動におけるオープン&クローズ戦略³⁵の一環で出願を行っていない可能性が考えられる。

また、調査対象期間後半には中国科学院合肥物質科学研究院の特許出願が活発化している。一方で、論文を多数発表している中国科学院プラズマ物理研究所からは特許出願がほとんど行われていない。

これらの出願人の中で、近年の出願が多いトカマクエナジーと中国科学院合肥物質科学研究院に着目する。トカマクエナジーの技術区分（機器構成）別パテントファミリー件数年次推移を図 5-4-2 に、中国科学院合肥物質科学研究院の技術区分（機器構成）別パテントファミリー件数年次推移を図 5-4-3 に示す。

トカマクエナジーは核融合炉に関する技術を広く特許出願している。このことから、トカマクエナジーは核融合炉全般について積極的に特許出願を行う戦略を採用しているものと考えられる。

技術区分別に見ると、特にマグネット、プラズマの特許出願が多い。特に 2020 年まではこれらの出願が中心である。2021 年以降はこれらの出願は減少している。一方で、2020 年以降はダイバータの出願を毎年実施している。ダイバータに関してはそれ以前にも 10 件を超える出願を行っている年もあるが、2020 年以降は継続的な出願が行われていることから、トカマクエナジー内部での研究開発のテーマとしての注目度が高まっているといった理由が考えられる。

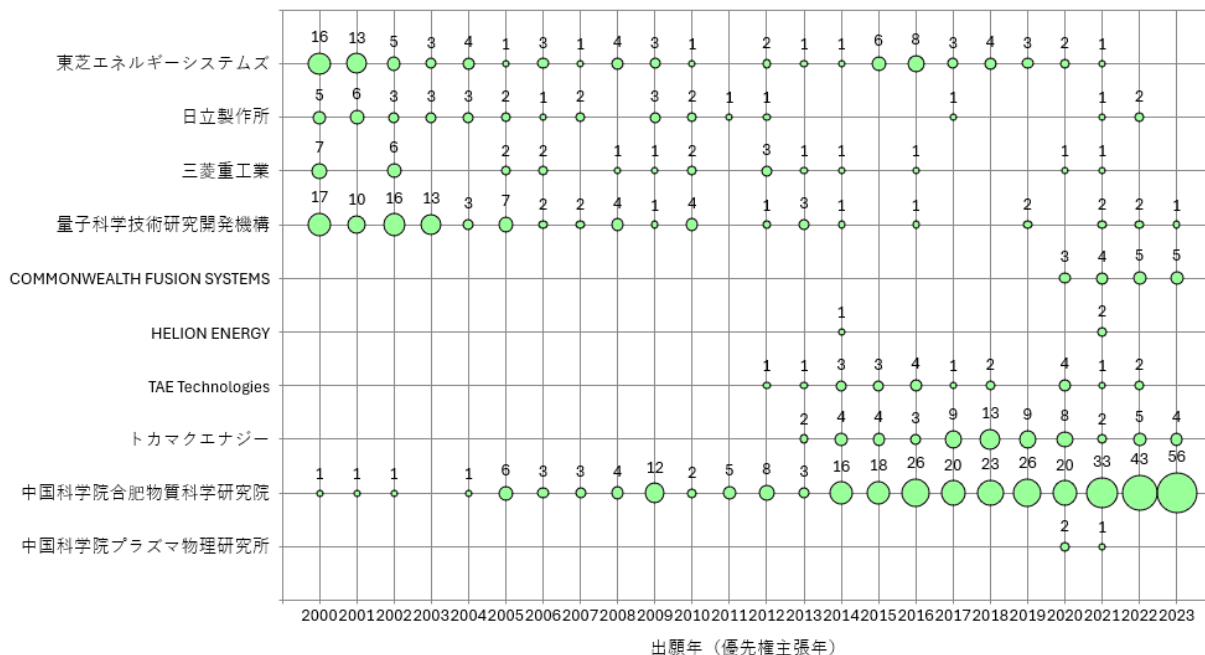
本調査は 2023 年までの出願を対象としているが、トカマクエナジーの名義で欧州特許庁または英国特許庁に出願された 2024 年以降の出願を見ると、5 件の特許出願が確認された³⁶。これらは真空容器、プラズマ制御、ブランケット、燃料サイクル、磁場生成に関連するものであり、核融合炉全般について特許出願を行う姿勢は維持されているものと考えられる。

中国科学院合肥物質科学研究院は多くの技術分野で継続的な特許出願を行っている。トカマクエナジーと比較して、ダイバータやブランケットの特許出願の割合が高いことが特徴的である。

³⁵ インターフェースや企画など、共通基盤については公開を進めることで市場を公開するとともに、中核技術や制御ロジックなど、競合に模倣化されると差別化ができなくなる技術領域に関しては特許公開のデメリットを鑑みた上で、秘匿する場合がある。

³⁶ データベースは Shareresearch を利用し、2026 年 2 月 12 日に確認した。

図 5-4-1 注目出願人別ファミリー件数推移



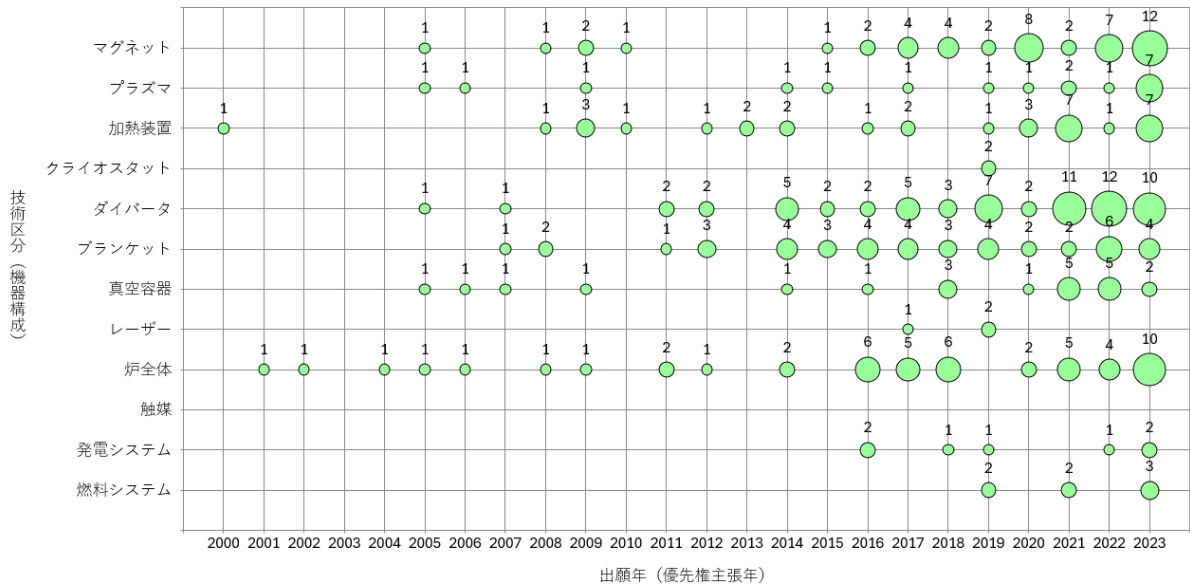
注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-4-2 出願人：トカマクエナジーの技術区分（機器構成）別パテントファミリー件数年次推移



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

図 5-4-3 出願人：中国科学院合肥物質科学研究所の技術区分（機器構成）別パテントファミリー一件数年次推移



注) 2022 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

第 5 節 出願人ランキング及び研究者所属機関ランキング

表 5-5-1 にパテントファミリー上位出願人ランキングを、表 5-5-2 に国際パテントファミリー上位出願人ランキングを示す。

パテントファミリー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所」と「中国南西物理研究所」の出願が多く、これら研究機関が研究の中心であると見られる。一方で、国際パテントファミリー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所」以外は上位に入らない。

パテントファミリー上位出願人ランキングにおいて中国を除いて見ると、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 位までには日本の企業 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言える。また、国際パテントファミリー件数のランキングでは 20 出願人中 7 者を日本が占める。

米国の国際パテントファミリー件数ランキングを見ると、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。これらのことから、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。

韓国は全体の出願件数は大きくないものの、「韓国基礎科学研究所」「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 5-5-1 パテントファミリー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
8	寧波大学	中国	大学	42
8	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
13	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
17	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 5-5-2 国際パテントファミリー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	FUSE ENERGY TECHNOLOGY	米国	企業	11
12	パナソニック	日本	企業	11
14	GENERAL FUSION	その他	企業	10
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
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

表 5-5-3 に論文発表上位研究者所属機関ランキングを示す。中国科学院プラズマ物理研究所の論文発表件数が最多である。次いで、マックス・プランクプラズマ物理研究所、核融合科学研究所と続く。トップ20において、日本の研究者所属機関は2機関しかない一方、米国6機関、欧州6機関がランクインしている。

表 5-5-3 論文発表上位研究者所属機関ランキング

順位	研究者所属機関	国籍	属性	件数
1	中国科学院プラズマ物理研究所	中国	研究機関	575
2	マックス・プランクプラズマ物理研究所	欧州	研究機関	490
3	核融合科学研究所	日本	研究機関	345
4	ローレンス・リバモア国立研究所	米国	研究機関	298
5	CEAカダラッシュ研究センター	欧州	研究機関	241
6	プリンストン・プラズマ物理研究所	米国	研究機関	236
7	量子科学技術研究開発機構	日本	研究機関	232
8	カールスルーエ工科大学	欧州	大学	218
9	中国工程物理研究院	中国	研究機関	216
10	GENERAL ATOMICS	米国	企業	208
11	カリフォルニア大学	米国	大学	168
12	カラム科学センター	欧州	研究機関	147
13	スイス連邦工科大学	欧州	大学	144
14	中国西南物理研究所	中国	研究機関	138
15	プラズマ科学・核融合センター (MIT)	米国	大学	134
16	クルチャトフ研究所	ロシア	研究機関	127
17	オークリッジ国立研究所	米国	研究機関	125
18	ユーリッヒ研究センター	欧州	研究機関	122
19	中国科学技術大学	中国	大学	120
20	韓国核融合エネルギー研究所	韓国	研究機関	113

第6節 動向の整理と今後の展望

以上の情報を整理し、現状の分析と今後の展望を以下に述べる。

1. 現状の分析

核融合発電の実現と産業化に向けた動きは各国で活発化している。国際的には ITER 計画が進展しており、国際協力の下で核融合発電の実現に向けた研究開発が行われている。民間投資も盛んに行われており、一部スタートアップでは民間企業と個別の電力売買契約を締結する事例も見られる。

日本は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。ITER へも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、日本国内に核融合の実験施設を数多く有しており、研究開発を進める基盤が整備されていると言える。

日本の研究開発の様子を見ると、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。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数の技術区分にわたって行っていること、特許出願を積極的に行う研究機関、民間企

業がありプレイヤーの層が比較的厚いこと、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ことといった特徴がある。

これらのことから、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言える。

他国の状況を見ると、米国は民間による核融合発電の研究開発が活発である様子である。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ことがその根拠として挙げられる。一方で、特許と論文の両面の評価から、学術的な研究開発を進める姿勢も見えている。事業と研究開発の両輪での体制があるものと考えられる。

欧州に目を向けると、英国のトカマクエナジーがパテント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くことが明らかとなった。また、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。それとともに、欧州は論文発表が多く、学術的な研究開発が活発である。これらのことから、欧州全体を見ると、産業応用を意識した研究開発が進められるとともに、学術的な研究開発も並行して行われる構造が備わっている。

中国は近年特許出願を増加させている。パテント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。ファミリー上位出願人ランキングを見ると、中国の特許出願を多く実施している出願人の大半は大学・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言える。一方で、国際パテントファミリーではその数は日本、米国、欧州を下回る数となり、国際パテントファミリー上位出願人ランキングにも1つの出願人のみがランクインする形である。中国内での核融合発電に関する研究開発活動は活発であり、特許出願も活発であるものの、中国外での事業を見据えた活動は現時点では顕著と言えない。

2. 今後の展望

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いる。核融合発電における総合的な技術力とこれを支える産業基盤の存在、核融合発電の研究開発を推進する実験施設の所有状況から、この戦略を推進していくための十分な能力を有するものと考えられる。

引き続きこれらの基盤的能力を活かした研究開発が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見られる。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・地域に比べて多いが、その総数は必ずしも多いと言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見られる。

また、この戦略を推進するためには、戦略の中にも言及されている通り、核融合科学研究所などの拠点を中心とした人材育成が重要である。国内に多くの核融合実験施設がある一方で、欧州や米国と絶対数を比較すると、論文発表における学術的な研究開発の成果を発信する力が高くないことが明らかになった。今後、学術的な研究開発をイノベーション

に繋げるために、オリジナリティを発揮できる優秀な研究者を育成することが必要である。

米国には核融合発電のための実験施設数が世界最多である。公的施設、私的施設ともに20以上の施設がある。多くの特許出願を行ってきた研究機関や大学が存在するとともに、民間スタートアップへの投資が盛んに行われ、多くの特許出願を行っている企業も確認された。これらのことから、事業と研究開発の両輪で核融合発電の研究開発が推進されているものと考えられ、実際に電力売買契約を締結することを発表した企業が複数存在することも確認された。

英国を除く欧州は学術的な研究開発で先行している。欧州域内には多くの研究機関があり、それら研究機関が互いに連携しやすい環境もあり、今後も学術的な研究開発では主導権を握っていく可能性がある。さらに、将来的にこの成果を産業応用のために活用するような動きがあれば、核融合発電の事業面での主導権を握ることに近づくこととなるため、今後の動きには注視が必要である。英国のトカマクエナジーは多くの特許出願を行っていること、核融合分野以外の外販も進めるなど、事業を軌道に乗せようとする姿勢が見られる。核融合発電の実用化までの過程においても、核融合発電に利用される技術を応用して事業を進展させることは、別のスタートアップの経営戦略のベンチマークとなる可能性がある。

中国は核融合発電に係る特許出願を急速な勢いで行っているものの、その多くが中国内の出願に留まる。論文発表件数も増加しており、近年の EAST や CFETR に関連する成果が発表されているものと見られる。現時点では国際的な知見を吸収しつつ、自国の実験施設による研究成果を特許出願ならびに論文発表しており、特に中国内で技術を保護することに主眼が置かれているものと考えられる。さらに、ダイバータやブランケット、トリチウム関連技術において特許出願を他国・地域に先んじて行っていることから、核融合発電の完成に向けて研究開発の進捗を高めているものと見られる。今後、中国が自国で技術を完成させ、それらが輸出あるいは標準化にふさわしいものであった場合、中国外への特許出願が増加する可能性がある。そのため、中国の国際特許ファミリーの推移には今後も注目することが望ましい。

第7節 調査結果からの示唆

【示唆1】

日本は、核融合発電の実現に向け、既存の技術基盤や多数の実験施設を有することから生じる優位性を活かしつつ、戦略的な研究開発と知的財産の構築を通じて国際競争力をさらに強化することが望ましい。

日本はこれまで蓄積してきた幅広い技術力と実験施設を最大限活用し、核融合発電に必要な要素全般にわたる開発を着実に進めることが望ましい。ITER 計画で培った各種機器の設計、製造技術を国内産業の強みとして伸ばしつつ、現状では関連する特許出願が少ない技術区分にも目配りする必要がある。具体的には、今後、核融合炉の商用化に向けた動きが進展するに当たり、重要となると考えられるブランケット、トリチウム、遠隔保守といった技術に関し、知財ポートフォリオの構築、強化を検討することが国際競争力の強化につながる可能性がある。

また、国際競争力の強化のためには、核融合発電の研究開発を担うための人材育成が必要であり、さらに強化を図ることも望ましい。

【示唆2】

動向に応じて適切な対応が取れるように、欧州及び中国等の他国の研究開発・特許動向を継続的に注視することが重要である。

日本から生まれる技術が事業化の過程で不利にならないためには、他国・地域の出願動向を把握することが重要である。特に欧州、中国は動向が変化した場合に大きな影響を与える可能性がある。

欧州は学術的な研究開発で先行し、特許出願は多くないことが示された。しかし、学術的な研究開発成果が豊富であるということは、これらを事業に活用するための潜在的価値も高いと言える。そのため、欧州からの特許出願についてはその推移も含め、今後継続的に着目することが望ましい。

中国の特許出願は本調査時点では中国内に留まるものがほとんどであるが、中国の研究開発体制は規模が大きいのみならず、競争原理を強く意識したものであることが注目される。中国が技術の輸出に踏み切る場合、中国外への特許出願が増加する可能性がある。そのため、中国の国際パテントファミリーの推移には今後も注目することが望ましい。

令和7年度特許出願技術動向調査－核融合発電－
アドバイザーボード名簿

(敬称略、所属・役職等は令和8年1月現在)

委員長

吉田 善章 東京大学大学院 数理科学研究科 特任教授

委員

木戸 修一 株式会社日立製作所 原子力ビジネスユニット
原子力事業統括本部 担当本部長

服部 健一 ヘリシティ X 代表

花田 磨砂也 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
那珂フュージョン科学技術研究所 所長

藤岡 慎介 大阪大学 レーザー科学研究所 教授

特許庁オブザーバ

古田 敦浩 特許庁 審査第一部 応用物理 審査監理官

廣田 健介 特許庁 審査第一部 応用物理 主任上席審査官

後藤 慎平 特許庁 審査第一部 応用物理 上席審査官

藤本 加代子 特許庁 審査第一部 応用物理 審査官

大門 清 特許庁 審査第一部 応用物理 審査官

坂上 大貴 特許庁 審査第一部 応用物理 審査官

中尾 太郎 特許庁 審査第一部 応用物理 審査官

浅見 一喜 特許庁 審査第一部 応用物理 審査官

富吉 希彩良 特許庁 審査第一部 応用物理 審査官補

本村 眞也 特許庁 審査第一部 審査調査室 主査

藤田 健 特許庁 審査第一部 審査調査室 副査

岩本 太一 特許庁 審査第一部 審査調査室 副査 (前任)

中村 俊之 特許庁 総務部 企画調査課 知財動向班 知財動向班長

馬場 亮人 特許庁 総務部 企画調査課 知財動向班 知財動向班長 (前任)

温井 脩市 特許庁 総務部 企画調査課 知財動向班 技術動向係長

井上 瞳 特許庁 総務部 企画調査課 知財動向班 技術動向係員

松田 恭典 特許庁 総務部 企画調査課 知財動向班 工業所有権調査員

特許庁外オブザーバ

馬場 大輔 内閣府 科学技術イノベーション推進事務局
文部科学省研究開発局研究開発
戦略官 (核融合・原子力国際協力) 付 参事官/戦略官

内野 隆 内閣府 科学技術イノベーション推進事務局
文部科学省研究開発局研究開発
戦略官 (核融合・原子力国際協力) 付 参事官補佐/課長補佐

太田 雅之	内閣府 科学技術イノベーション推進事務局	行政実務研修員
谷 正彦	内閣府 科学技術イノベーション推進事務局	科学技術上席フェロー
杉山 一慶	外務省 軍縮不拡散・科学部国際科学協力室	主査
緒方 僚輝	文部科学省 研究開発局研究開発戦略官 (核融合・原子力国際協力) 付専門職	
小野 康平	文部科学省 研究開発局研究開発戦略官 (核融合・原子力国際協力) 付 ITER 係長	
扇谷 美紀	文部科学省 研究開発局研究開発戦略官 (核融合・原子力国際協力) 付係員	
梶谷 秀樹	文部科学省 研究開発局研究開発戦略官 (核融合・原子力国際協力) 付行政調査員	
湯本 正樹	経済産業省 イノベーション・環境局イノベーション政策課 研究開発専門職	
多田 克行	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部原子力政策課 原子力技術室長	
瀧桐 基皓	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部原子力政策課	課長補佐
堀井 雄太	資源エネルギー庁 電力・ガス事業部原子力政策課	係長
藤本 辰雄	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 イノベーション戦略センター マテリアルユニット	参事
林 隼矢	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 イノベーション戦略センター マテリアルユニット	研究員
藤原 淳史	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 イノベーション戦略センター デジタルユニット 上席技術アナリスト	
原 重樹	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 イノベーション戦略センター サステナブルエネルギーユニット ユニット長	
福富 広幸	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 イノベーション戦略センター サステナブルエネルギーユニット 主査	
根角 昌伸	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオ・材料部	主査
植松 義尊	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオ・材料部	主査
川島 啓介	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオ・材料部	主査
愛知 且英	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオ・材料部	主査
杉 信一郎	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオ・材料部	主査
佐久間 渉	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構	

田中 拓磨	バイオ・材料部 主任 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオ・材料部 主任
片山 慶則	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 航空・宇宙部 主査
平野 潤也	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 航空・宇宙部 主査
山本 研吾	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 航空・宇宙部 主査
上坂 真	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 再生可能エネルギー部 統括課長

○本調査の実施と報告書の作成に当たっては、本調査のために設置された上記委員から構成される委員会の助言を活用した。

非 売 品
禁無断転載

令和7年度
特許出願技術動向調査報告書
－核融合発電－

発 行 令和8年3月

発行者 特 許 庁
〒100-8915 東京都千代田区霞が関3-4-3
電 話 03-3581-1101 (代表)

請負先 トヨタテクニカルディベロップメント株式会社

乱丁、落丁がございましたら、上記までご連絡下さい。