

令和5年度  
特許出願技術動向調査報告書（要約）

—全固体電池—

令和6年3月

特 許 庁

## 巻頭言

国際気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が 2018 年に発表した「IPCC1.5°C特別報告書」において、「産業革命以前から続く世界の気温上昇を 1.5 度以内に抑えるためには、二酸化炭素排出量を 2050 年前後には正味ゼロ（カーボンニュートラル）に達する必要がある」とされている。これを受けて、2021 年には経済産業省より「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン戦略」が発表されている。

カーボンニュートラルを達成するための一つ的手段として蓄電池が注目されている。現在、主流の蓄電池としてはリチウムイオン電池が挙げられる。リチウムイオン電池は液体の電解質を使用するものであるが、可燃性の電解液を用いる場合の発火や液漏れといった事象が懸念される。この懸念を解消し、安全性をより向上させる目的で固体電解質を使用する全固体電池の開発が進められている。その他にも全固体電池はリチウムイオン電池に比べて充電時間が短縮されることが期待されている。

蓄電池産業戦略検討官民協議会が 2022 年 8 月に発表した蓄電池産業戦略において、全固体電池に関しては 2030 年頃に本格実用化、2030 年以降も我が国が技術リーダーの地位を維持・確保することが目標として掲げられている。一方で、全固体電池に関しては日本が研究開発をリードしてきたが、近年では各国・地域も研究を強化し、特に中国が猛追している点に言及されている。

このような背景を考慮すると、全固体電池の研究開発状況を明らかにし、日本の置かれた状況を海外勢と対比して把握することは今後も日本が技術リーダーの地位を維持し日本の蓄電池産業を発展させていくことにとっては非常に重要であると考えます。本調査では全固体電池をテーマとした調査を実施した。具体的には、日本・米国・欧州・中国・韓国・カナダ・台湾における研究開発動向について特許出願、論文発表という二つの観点から調査し、市場環境や政策動向を踏まえての考察を行った。本調査の結果、蓄電池産業戦略においても言及されているように、中国が日本を猛追している点が明らかになった。この調査結果が今後の蓄電池産業における研究開発戦略の一助になることを望む。

特許出願技術動向調査－全固体電池－（アドバイザーボード 委員一同）

## 目次

## 要約

第1章	調査概要.....	1
第2章	市場環境調査.....	3
第3章	政策動向調査.....	5
第4章	特許出願動向調査.....	8
第5章	研究開発動向調査.....	51
第6章	提言.....	66



# 要 約

## 第1章 調査概要

### 第1節 調査目的

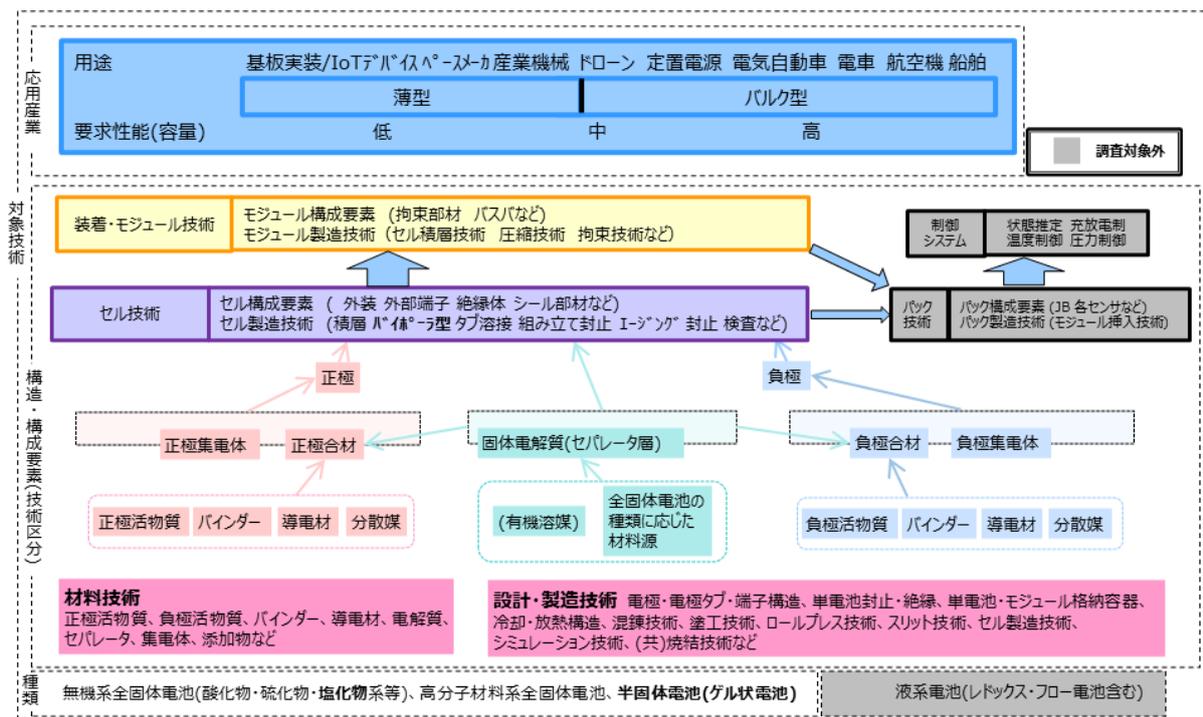
カーボンニュートラルを達成するための一つ的手段として蓄電池が注目されている。現在、主流の蓄電池であるリチウムイオン電池は可燃性の電解液を用いるものであるが、発火や液漏れといった事象が懸念される。安全性をより向上させる目的で固体電解質を使用する全固体電池の開発が進められている。本調査は全固体電池の設計や製造に関する技術について、その特許出願状況や研究開発動向を明らかにし、日本の今後の技術開発や政策の方向性等の検討の材料とするものである。

## 第2節 調査対象範囲

本調査の技術的な調査対象を示した技術俯瞰図を図 1-1-1 に示す。本調査では構造として正極、負極、セパレータ層を含む固体電解質、セル技術、装着・モジュール技術について調査した。また、調査対象となる構造に関する材料技術および設計製造技術についても調査対象とした。また、調査対象となる構造、材料技術、及び設計製造技術に関しては、無機系全固体電池、高分子材料系全固体電池、ゲル状電池等の半固体電池であると明記されているものを調査対象とした。また、調査対象となる技術には応用産業も含まれる。なお、本調査では積層セルは外装内で積層されているものを指し、モジュールは複数個の単セルもしくは積層セルを電氣的に接続したものを指す事に鑑み、積層セルとモジュールは以下のように区別する。積層セルは外装内で積層されているものを指し、モジュールは複数個の単セルもしくは積層セルを電氣的に接続したものを指すことにする。

一方で、保護回路や各種センサ内蔵などを含むパック技術や充放電制御等の制御システム技術は調査対象外である。また、レドックス・フロー電池等の電解質が液系のもののみが記載されているなど、電池の種類として調査対象となる技術が明記されていないものは調査対象外である。

図 1-1 技術俯瞰図



## 第2章 市場環境調査

### 第1節 二次電池全般の市場環境

科学技術分野において欧州最大の応用研究機関であるドイツの Fraunhofer 研究機構が 2022 年 4 月に発行した「Solid-State Battery Roadmap 2035+」にて、2021 年の全固体電池の生産量は、2GWh/年以下と報告している<sup>1</sup>。

このことから、全固体電池は量産化に向けた開発が行われている段階であり、市場がまだ十分に立ち上がっていないと言える。

日本において、車載用リチウムイオン電池の生産容量は、近年増加傾向にあり、2021 年にその他用リチウムイオン電池の約 4 倍の生産容量となった。また、国際再生可能エネルギー機関（International Renewable Energy Agency、以下 IRENA）が 2020 年 4 月に発行した「Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050」の試算によれば、EV 用蓄電池の需要は、2030 年から 2050 年までに約 3 倍に増加し、定置用蓄電池の需要は、約 12 倍に増加すると見込まれている<sup>2</sup>。

これらのことから、蓄電池の需要は年々増加しており、特に自動車向けの需要が大きいと考えられる。

---

<sup>1</sup> [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2022/SSB\\_Roadmap.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2022/SSB_Roadmap.pdf)

<sup>2</sup> [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA\\_GRO\\_Summary\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_GRO_Summary_2020.pdf)

## 第2節 主要各社の開発状況

IoT 機器や電子基板内素子などの小型用途には、酸化物系全固体電池が用いられることが想定され、量産開始もしくは量産一步手前まで開発が進んでいる。TDK が 2020 年 2 月から、FDK が 2020 年 12 月から生産を開始している。2019 年 6 月に量産計画を発表していた村田製作所は、2021 年 11 月にクリアすべき技術課題が残っていることから量産設備の立ち上げが遅れていることを明らかにした<sup>1</sup>。また、太陽誘電は、2019 年 12 月に、2021 年度中に量産を開始する計画を発表していたが、それ以降の発表は確認できていない<sup>2</sup>。

一方、定置用蓄電池や自動車用などの大型用途には、硫化物系全固体電池が用いられることが想定され、硫化物系全固体電池は、水分と反応すると有毒な硫化水素が発生する問題があり、実用化に向けて耐湿性・耐水性の向上や大型化のための課題の解決が必要とされる。トヨタ自動車は、2023 年 10 月に出光興産と EV 用全固体電池の量産化に向けて協業していくことに合意し、2027 年から 2028 年の全固体電池実用化、その後の本格量産を目指すことを明かしている<sup>3</sup>。日産自動車は、2028 年度までに自社開発の全固体電池を搭載した EV の市場投入を目指すことを発表している<sup>4</sup>。また、ドイツのメルセデスベンツは、2026 年までに全固体電池を一部車両へ搭載予定で、ドイツの BMW は、2025 年までに硫化物系全固体電池を搭載した試作車を公表予定で、2030 年までに量産可能な車載用全固体電池の実現を目指している。

これらのことから、酸化物系全固体電池から市場投入され、硫化物系全固体電池の市場化はしばらく先になると考えられる。

---

<sup>1</sup> 村田製作所 2021 年度インフォメーションミーティング Q&A

<https://corporate.murata.com/-/media/corporate/about/newsroom/news/irnews/irnews/2021/1115b/21f-j.ashx>

<sup>2</sup> 太陽誘電 ニュースリリース

<https://www.yuden.co.jp/cms/wp-content/uploads/2019/12/a298a40f9044b7a589f434afa5f133b0.pdf>

<sup>3</sup> トヨタ自動車 ニュースリリース <https://global.toyota.jp/newsroom/corporate/39898897.html>

<sup>4</sup> 日産自動車 ニュースリリース

<https://global.nissannews.com/ja-JP/releases/release-8aef385f4e3efd0619b175c665007f52-220408-01-j>

## 第3章 政策動向調査

### 第1節 日本の政策

2022年8月に経済産業省が「蓄電池産業戦略」を策定し、2030年までに蓄電池・材料の国内製造基盤150GWh/年の確立、600GWh/年のグローバル製造能力の確保、2030年頃に全固体電池の本格実用化、2030年以降も我が国が技術リーダーの地位を維持・確保することを目標に定めた<sup>1</sup>。この産業政策を受けて、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（New Energy and Industrial Technology Development Organization、以下 NEDO）や文部科学省の国立研究開発法人科学技術振興機構（Japan Science and Technology Agency、以下 JST）が蓄電池に関する研究開発プロジェクトを実施している。

NEDO では、2023年度からプロジェクト「次世代全固体蓄電池材料の評価・基盤技術開発（SOLiD-Next）」が発足され、次世代材料の評価基盤技術となる標準電池の開発、および全固体LIB特有の現象・機構を理解しながら材料・設計・プロセスの要素技術を開発し電池性能として実証する実証電池の開発に取り組んでいる。また、「グリーンイノベーション基金事業」が創設され、2022年度から蓄電池に関するグリーンイノベーション基金事業として「次世代蓄電池・次世代モーターの開発」が開始された。研究開発項目に高性能蓄電池・材料の研究開発が含まれており、全固体電池の早期実用化や高性能リチウムイオン電池の材料技術の開発を目標としている<sup>2</sup>。

JST では、温室効果ガス排出の低減を目指した低炭素技術開発に特化した研究プログラム「先端的低炭素化技術開発（Advanced Low Carbon Technology Research and Development Program、以下 ALCA）」が実施されている。2013年度にALCAの特別重点技術領域として、プロジェクト「ALCA次世代蓄電池（ALCA-Specially Promoted Research for Innovative Next Generation Batteries、以下 ALCA-SPRING）」を発足した。全固体電池に関しては、高性能な固体電解質、正負極材料の開発と全固体電池のデバイス化に有用な要素技術の開発により、実用化の加速に貢献することを目標として、硫化物系および酸化物系全固体電池の開発が推進され、2022年度に本プロジェクトは終了した<sup>3</sup>。2023年度には、研究開発プロジェクト「革新的GX技術創出事業（Green technologies of excellence、以下 GteX）」を発足した。全固体電池に関連する研究開発テーマとして「高安全性を実現する電池開発」が挙げられ、硫化物系および酸化物系全固体電池の研究開発が進められている。硫化物系全固体電池については、新物質探索や固体界面設計により高容量正負極を適用した実証用フルセルの作製を目的としている。また、酸化物系全固体電池については、定置用等の中小型用途に向けた焼結型、車載用等の大型用途に向けた非焼結型、次世代に向けた高エネルギー密度の電池開発に取り組み、1万回の充放電を繰り返した後でも初期の60%以上の容量維持率を見通す電池の開発を目的としている<sup>4</sup>。

<sup>1</sup> 蓄電池産業戦略検討官民協議会「蓄電池産業戦略」（2022年8月発行）

[https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/joho/conference/battery\\_strategy/battery\\_saisyu\\_torimatome.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/battery_strategy/battery_saisyu_torimatome.pdf)

<sup>2</sup> NEDO 事業情報 <https://www.nedo.go.jp/content/100945458.pdf>

<sup>3</sup> JST「ALCA-SPRING」ホームページ <https://www.jst.go.jp/alca/alca-spring/>

<sup>4</sup> JST「GteX」ホームページ <https://www.jst.go.jp/gtex/field/storage.html>

## 第2節 海外の政策

米国では、2021年6月に「リチウム電池国家計画」が策定され、国内サプライチェーンの確保、2030年までにEVパックの製造コスト半減、コバルト・ニッケルフリーの実現、90%リサイクル達成などを目標に掲げている<sup>1</sup>。

米国エネルギー省（Department of Energy、以下 DOE）のエネルギー先端研究計画局（Advanced Research Projects Agency-Energy、以下 ARPA-E）や自動車技術局（Vehicle Technologies Office、以下 VTO）などが管轄となって、全固体電池を対象とする研究開発プロジェクトが多数実施されている。DOE の ARPA-E は、2023 年から EV 用バッテリーの開発を目指すプログラム「米国の低炭素生活のための電気自動車（EVs4ALL：Electric Vehicles for American Low-Carbon Living）」を開始した。全固体電池に関しては、高速充電、高エネルギー密度を目指したプロジェクトが推進されている。DOE の VTO は、2019 年からプロジェクト「AVTR (Advanced Vehicle Technologies Research)」を開始し、固体電解質、界面解析、製造プロセス等の全 15 テーマを検討している。また、2021 年からプロジェクト「Li-Bridge」を開始し、全固体電池に関しては全 26 テーマ中 17 テーマの開発プロジェクトが進められている<sup>2</sup>。

欧州では、2017年10月に欧州域内のバリューチェーン創出のために、欧州委員会と欧州投資銀行、EU加盟国の支援の下、「欧州バッテリーアライアンス（EBA：European Battery Alliance）」が設立された。バリューチェーンに関わる研究開発プロジェクトに対して補助金を拠出する取り組みが実施されており、「欧州共通利益に適合する重要プロジェクト（IPCEI：Important Projects of Common European Interest）」が採択され、数年間で60億ユーロが投入される見通しである。2014年から2020年の7年間は、EUが複数のパートナーによる研究・イノベーションプロジェクトを助成する「Horizon 2020」を実施しており、Horizon 2020の公募（Call）であるLC-BAT-1-2019（高性能かつ安全な電気自動車用全固体電池）に基づいた資金提供プロジェクトが幾つか実施されている。また、官民パートナーシップ「欧州グリーンビークル・イニシアティブ（European Green Vehicles Initiative、以下 EGVI）」において、車載用蓄電池の研究開発プロジェクトを数多く実施している。ドイツや英国では、Horizon2020やEGVIとは別に独自の全固体電池を対象とした研究開発プロジェクトを推進している。

中国では、「新型エネルギー貯蔵発展」が策定され、2025年までが商業化初期段階による大規模な発展、2030年までが新型エネルギー貯蔵の全面的な市場発展と位置づけ、技術的な取り組みを強化することを掲げている。キー技術として、固体リチウムイオン電池が挙げられる<sup>3</sup>。第13次5ヶ年計画の一環として、2016年から「国家重点基礎研究計画/新エネルギー車試行特別プロジェクト」が開始された。中国科学院とその傘下の研究所が中心となって、種々の高エネルギー密度電池の研究開発が実施されている。全固体電池に関しては、硫化物系全固体電池と酸化物系全固体電池を中心とした研究開発が推進されている<sup>4</sup>。

<sup>1</sup> DOE「National Blueprint For Lithium Batteries」（2021年6月発行）

[https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-06/FCAB%20National%20Blueprint%20Lithium%20Batteries%200621\\_0.pdf](https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-06/FCAB%20National%20Blueprint%20Lithium%20Batteries%200621_0.pdf)

<sup>2</sup> NEDO 研究評価委員会資料（2022年7月発行）<https://www.nedo.go.jp/content/100953389.pdf>

<sup>3</sup> NEDO「第14次5ヶ年計画実施法案」<https://www.nedo.go.jp/content/100952922.pdf>

<sup>4</sup> NEDO SOLiD-EV事業原簿（2022年7月発行）<https://www.nedo.go.jp/content/100949826.pdf>

韓国では、2021年7月に2030年に二次電池の分野で世界トップを目指す「K-バッテリー発展戦略」が策定された。官民による大規模 R&D の推進、グローバル先導基地構築のためのサプライチェーン構築、二次電池市場拡大のための多様な分野の需要市場の創出を目標に掲げている。全固体電池に関しては、2027年までに商用化することを目指し、必要要素技術開発のために次世代バッテリーパークの設置を準備中であると明かしている。

カナダでは、「Net Zero Accelerator Initiative」が策定され、2050年までに温室効果ガス排出量ネットゼロを達成する目標を掲げ、バッテリーエコシステムとサプライチェーンの構築をサポートするための資金拠出を実施している<sup>1</sup>。

カナダ国立研究評議会（NRC : National Research Council of Canada）が研究開発プログラム「Advanced Clean Energy program Battery energy storage」を実施しており、カナダで産出されるリチウム、コバルトなどを利用した電池用金属の製造加工技術とともに、全固体電池の開発が推進されている<sup>2</sup>。

台湾では、2022年3月に「2050年ネットゼロ排出ロードマップ」が策定され、2050年までのカーボンニュートラルの実現を目指して、4大戦略、2大基礎、これらを補完するための12のキー戦略が示されている。キー戦略として、送電・蓄電システム、輸送機器の電動化とゼロカーボン化といった電池関連の戦略を提示している<sup>3</sup>。

---

<sup>1</sup> Government of Canada プログラム情報

<https://ised-isde.canada.ca/site/strategic-innovation-fund/en/net-zero-accelerator-initiative>

<sup>2</sup> Government of Canada プログラム情報

<https://nrc.canada.ca/en/research-development/research-collaboration/programs/advanced-clean-energy-program-battery-energy-storage>

<sup>3</sup> 国家発展委員会 ロードマップ概要説明

[https://www.ndc.gov.tw/Content\\_List.aspx?n=DEE68AAD8B38BD76](https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=DEE68AAD8B38BD76)

## 第4章 特許出願動向

### 第1節 調査の方法

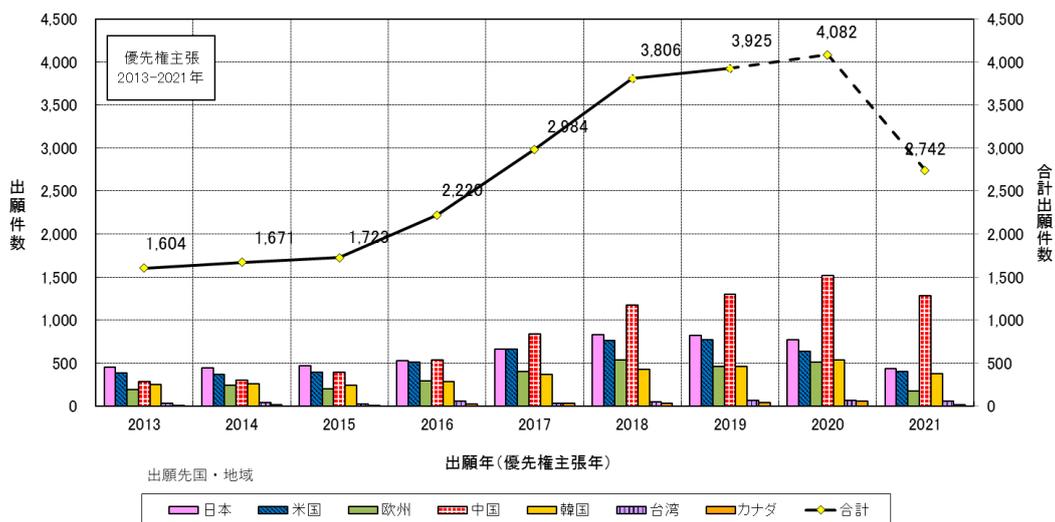
特許情報データベースは、国内外特許文献とも Questel 社が提供する Orbit Intelligence で検索を行った。検索を実施したのは2023年7月25日である。特許文献37,849件（パテントファミリー）を取得し、特許請求の範囲、明細書、図面、要約等の読み込みにより、詳細解析を行った。その結果、本調査の対象となる文献13,402件（パテントファミリー）を抽出した。解析の対象とした出願人国籍・地域は、日本、米国、欧州、中国、韓国、台湾、カナダであり、それ以外は「その他」とした。

### 第2節 全体動向調査

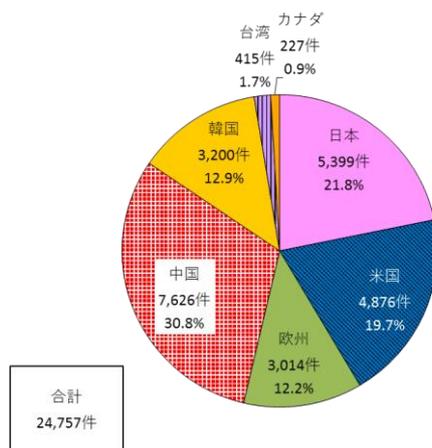
#### 1. 日米欧中韓台加への出願動向

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における日米欧中韓台加への出願先国・地域別出願件数推移及び出願件数比率を図4-1に示す。日米欧中韓台加への出願件数合計は24,757件である。出願先国・地域別の件数比率では、中国への出願が30.8%、日本への出願が21.8%、米国への出願が19.7%、韓国への出願が12.9%、欧州への出願が12.2%、台湾への出願が1.7%、カナダへの出願が0.9%である。合計出願件数の推移は2015年以降増加傾向となっている。個別の出願先国・地域別の出願件数推移はすべて増加傾向であるが、中国への出願件数の増加量が最も大きい。

図4-1 出願先国・地域別出願件数推移及び出願件数比率（日米欧中韓台加への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021年）

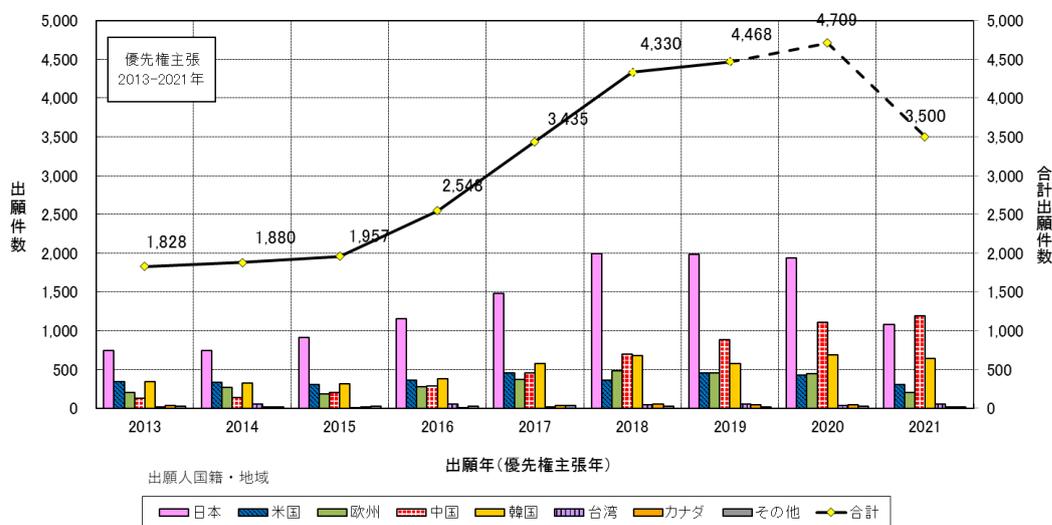


注：2020年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可能性があるため、破線にて示す。

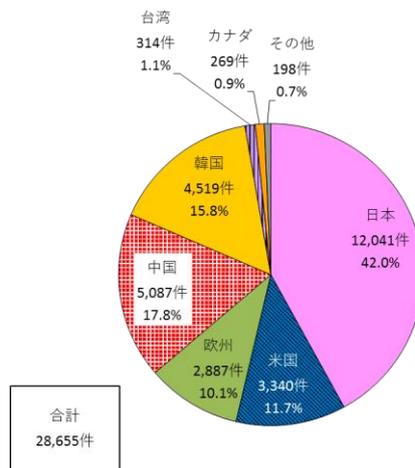


日米欧中韓台加への出願人国籍・地域別出願件数推移及び出願件数比率を図 4-2 に示す。日本国籍が 42.0%、中国籍が 17.8%、韓国籍が 15.8%、米国籍が 11.7%、欧州籍が 10.1%、台湾籍が 1.1%、カナダ籍が 0.9%である。日本国籍の出願件数が多く、増加傾向である。一方で、中国籍の件数は 2018 年以降大きく増加している。米国籍・欧州籍の件数はほぼ横ばい傾向である。

図 4-2 出願人国籍・地域別出願件数推移及び出願件数比率（日米欧中韓台加への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

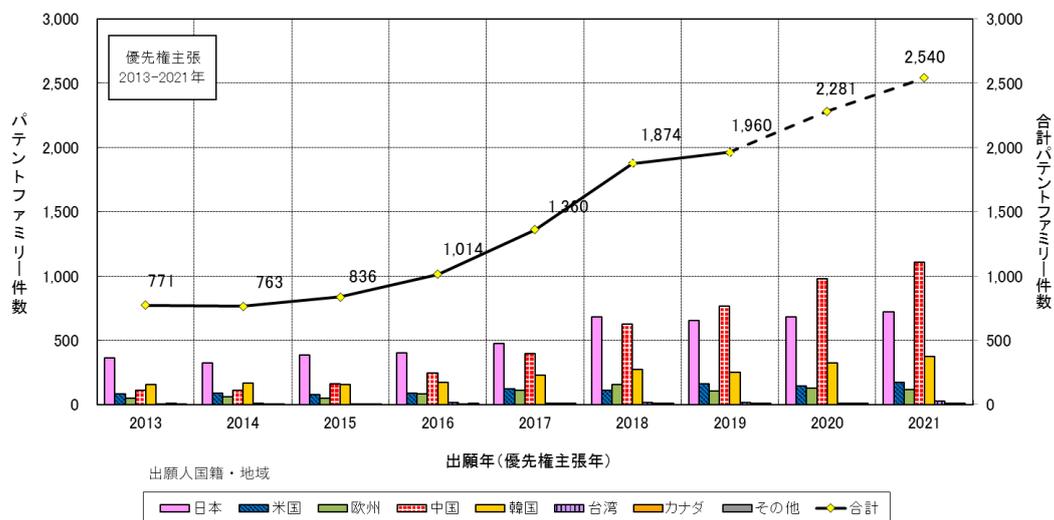


注：2020 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可能性があるため、破線にて示す。

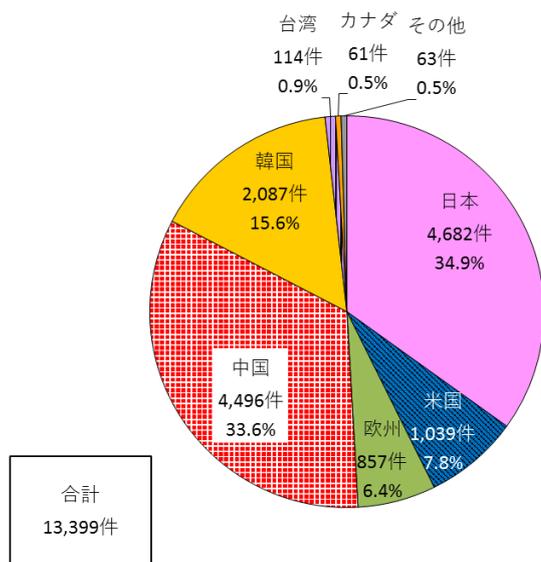


日米欧中韓台加 WO への出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 4-3 に示す。パテントファミリー件数比率を見ると、日本国籍が 34.9%、中国籍が 33.6%、韓国籍が 15.6%、米国籍が 7.8%、欧州籍が 6.4%、台湾籍が 0.9%、カナダ籍が 0.5% である。パテントファミリー件数推移を見ると、2018 年以降、日本国籍の件数はほぼ横ばいである。一方で、中国籍の件数は増加傾向であり、2019 年以降は日本国籍の件数を抜き、中国籍の件数が最も多い。また、参考として、日米欧中韓台加 WO への出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数推移及び国際パテントファミリー件数比率を併せて示す。

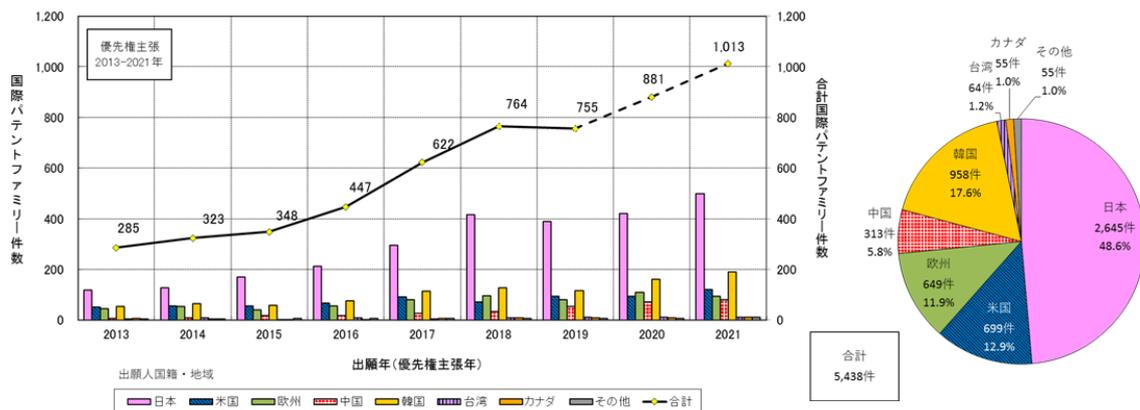
図 4-3 出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



注：2020 年以降はデータベース収録の遅れ、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ため、破線にて示す。

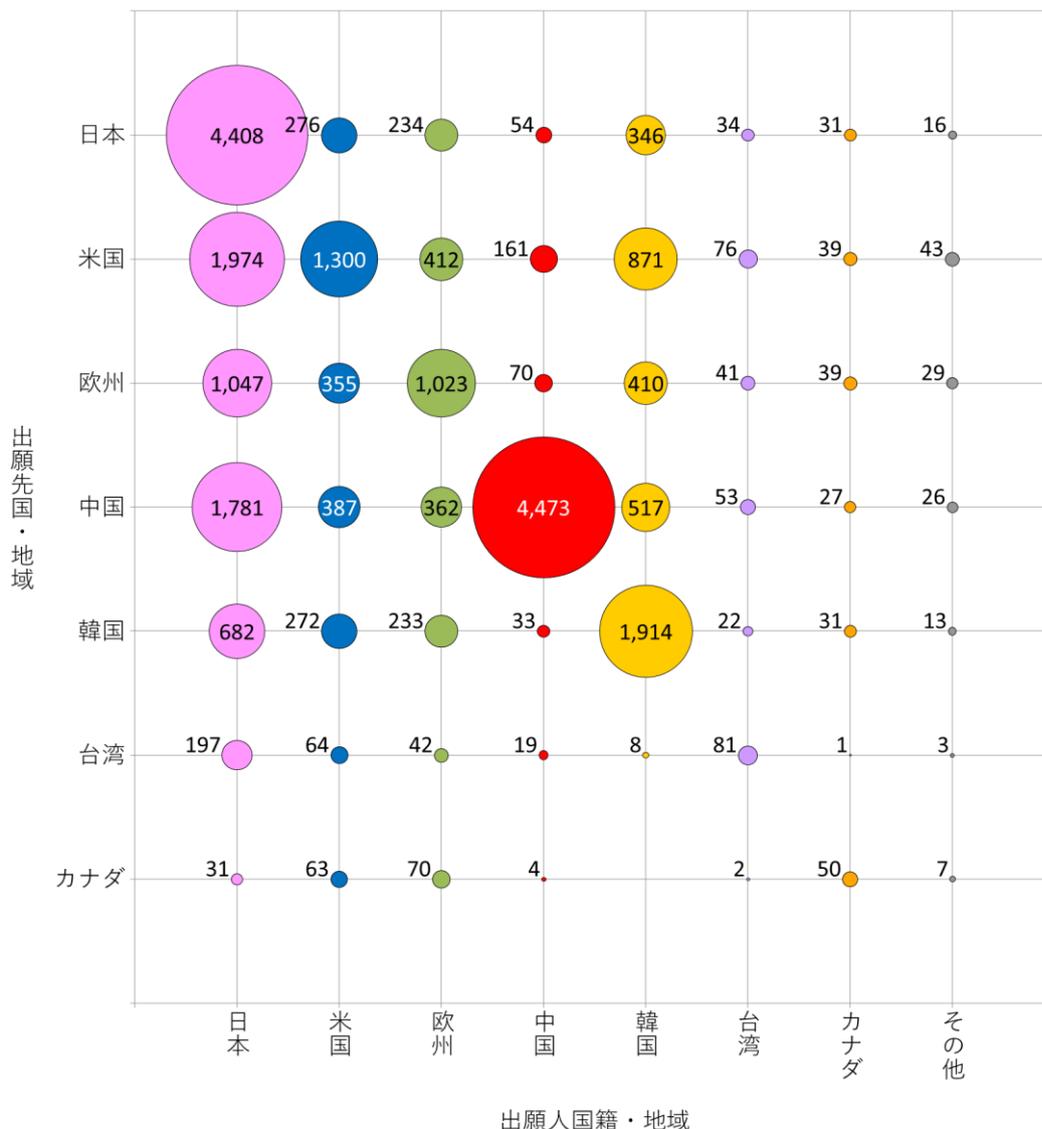


(参考：出願人国籍・地域別国際 Patent ファミリー件数推移及び国際 Patent ファミリー件数比率（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



日米欧中韓台加への出願先国・地域別一出願人国籍・地域別出願件数を図 4-4 に示す。日本国籍の出願をはじめ米国籍、欧州籍、韓国籍の出願は出願先が幅広い地域となっているのに対して、中国籍は自国向けが主であり、中国から他国・地域への出願件数が極めて少ない。

図 4-4 出願先国・地域別一出願人国籍・地域別出願件数（日米欧中韓台加への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



## 2. 出願人別動向

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）に出願された PCT 出願件数 3,898 件を母集合とする PCT 出願件数上位出願人ランキングを表 4-1 に示す。首位のパナソニックが 386 件、LG グループ<sup>1</sup>が 241 件、富士フイルムが 159 件、村田製作所が 152 件、レゾナックが 94 件、TDK が 76 件、ボッシュが 72 件、日本ガイシが 68 件、三井金属鉱業が 63 件、出光興産が 51 件である。上位 10 社で PCT 出願件数全体の 34.9% を占めている。出願人の国籍・地域を見ると、上位 10 位中、日本国籍が 8 社、韓国籍が 1 社、欧州籍が 1 社であり、日本国籍が多い。

<sup>1</sup>LG グループ：LG 化学（韓国）、LG ディスプレイ（韓国）、LG 電子（韓国）、LG エナジーソリューション（韓国）、LG イノテック（韓国）

表 4-1 PCT 出願件数上位出願人ランキング（出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

全体への出願				
順位	出願人	国籍	属性	件数
1	パナソニック	日本	企業	386
2	LGグループ	韓国	企業	241
3	富士フイルム	日本	企業	159
4	村田製作所	日本	企業	152
5	レゾナック	日本	企業	94
6	TDK	日本	企業	76
7	ポッシュ	欧州	企業	72
8	日本ガイシ	日本	企業	68
9	三井金属鉱業	日本	企業	63
10	出光興産	日本	企業	51
11	サムスングループ	韓国	企業	50
12	トヨタ自動車	日本	企業	47
13	日立製作所	日本	企業	46
14	AGC	日本	企業	37
15	クアナムスケープ	米国	企業	35
15	ソルベイ	欧州	企業	35
17	産業技術総合研究所	日本	研究機関	34
18	BASF	欧州	企業	31
18	日本ゼオン	日本	企業	31
20	日本電気硝子	日本	企業	29
20	ダイソン・テクノロジー	欧州	企業	29

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における日米欧中韓台加 WO へ出願されたパテントファミリー件数 13,399 件を母集合とするパテントファミリー件数上位出願人ランキングを表 4-2 に示す。首位のトヨタ自動車は 950 件、2 位のパナソニックは 507 件、以下、サムスングループ<sup>1</sup>485 件、LG グループ 430 件、中国科学院 370 件と上位 5 社・研究機関が 3,121 件を出願し、全体の 20.4%を占めている。出願人の国籍・地域を見ると、上位 20 位中、日本国籍が 13 社、韓国籍が 4 社、中国籍が 2 社・研究機関、欧州が 1 社である。また、参考として、同じ母集団における国際パテントファミリー件数上位出願人ランキングを併せて示す。

<sup>1</sup> サムスングループ：サムスン SDI（韓国）、サムスン電機（韓国）、サムスン電子（韓国）、サムスン電子日本研究所（日本）

表 4-2 パテントファミリー件数上位出願人ランキング（日米欧中韓台 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

全体への出願				
順位	出願人	国籍・地域	属性	件数
1	トヨタ自動車	日本	企業	950
2	パナソニック	日本	企業	507
3	サムスングループ	韓国	企業	485
4	LGグループ	韓国	企業	430
5	中国科学院	中国	研究機関	370
6	現代自動車	韓国	企業	193
7	ポッシュ	欧州	企業	190
8	富士フイルム	日本	企業	189
9	村田製作所	日本	企業	177
10	本田技研工業	日本	企業	138
11	TDK	日本	企業	131
12	レゾナック	日本	企業	130
13	出光興産	日本	企業	127
14	セイコーエプソン	日本	企業	109
15	日産自動車	日本	企業	100
16	北京威蘭新能源科技	中国	企業	97
17	日本ガイシ	日本	企業	94
18	ポスコ	韓国	企業	91
19	古河機械金属	日本	企業	90
20	三井金属鉱業	日本	企業	88

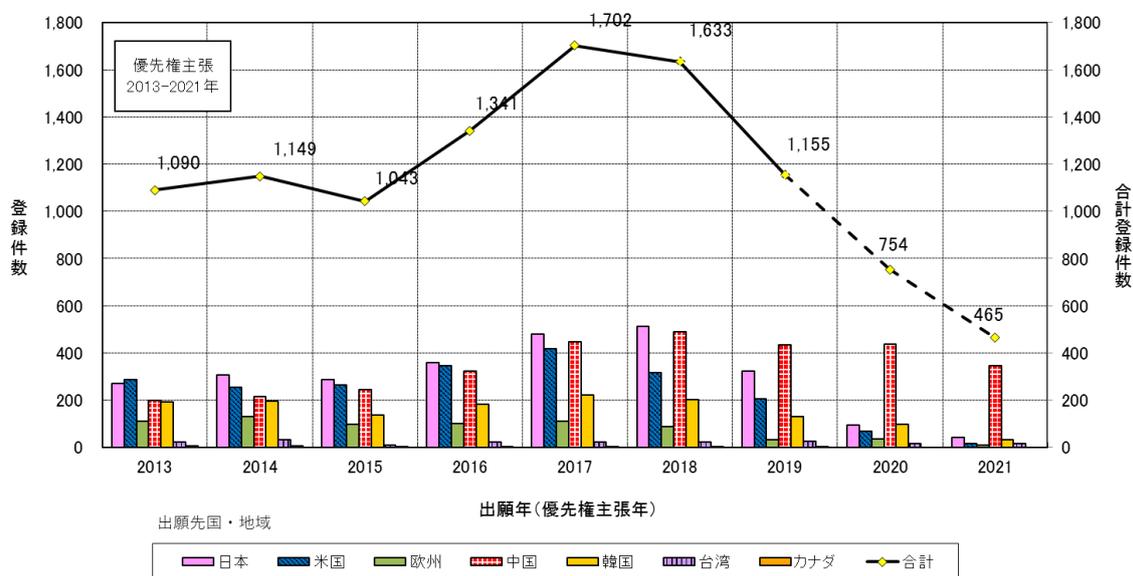
（参考：パテントファミリー件数上位出願人ランキング（日米欧中韓台 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年））

全体への出願				
順位	出願人	国籍・地域	属性	件数
1	パナソニック	日本	企業	475
2	トヨタ自動車	日本	企業	405
3	サムスングループ	韓国	企業	347
4	LGグループ	韓国	企業	244
5	富士フイルム	日本	企業	164
6	村田製作所	日本	企業	154
7	現代自動車	韓国	企業	138
8	本田技研工業	日本	企業	126
9	ポッシュ	欧州	企業	114
10	レゾナック	日本	企業	87
11	TDK	日本	企業	85
12	日本ガイシ	日本	企業	61
12	三井金属鉱業	日本	企業	61
14	出光興産	日本	企業	60
14	セイコーエプソン	日本	企業	60
16	日立製作所	日本	企業	54
17	太陽誘電	日本	企業	47
18	ゼネラルモーターズ	米国	企業	45
19	BASF	欧州	企業	40
20	AGC	日本	企業	36

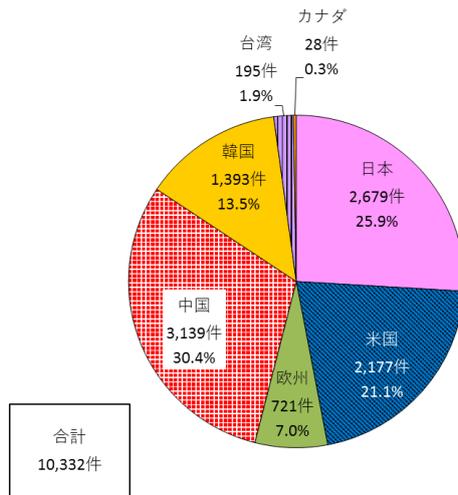
### 3. 日米欧中韓台加での登録動向

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における日米欧中韓台加での出願先国・地域別登録件数推移及び登録件数比率を図4-5に示す。日米欧中韓台加での登録件数合計は10,332件である。出願先国・地域別の内訳は、中国への登録件数比率が30.4%であり、日本への登録件数比率が25.9%、米国への登録件数比率が21.1%、韓国への登録件数比率が13.5%、欧州への登録件数比率が7.0%、台湾への登録件数比率が1.9%、カナダへの登録件数比率が0.3%である。登録件数合計の推移は2015年に一度減少し、2016年から2017年は増加したが、2018年から再び減少傾向である。個別の推移を見ると、日本への登録件数は2018年まで増加し、それ以降は減少傾向である。米国・欧州・韓国への登録件数は登録件数合計の推移と同様に2018年以降は減少傾向である。中国への登録件数は2018年まで増加し、それ以降はほぼ横ばいである。

図4-5 出願先国・地域別登録件数推移及び登録件数比率（日米欧中韓台加での登録、出願年（優先権主張年）：2013～2021年）

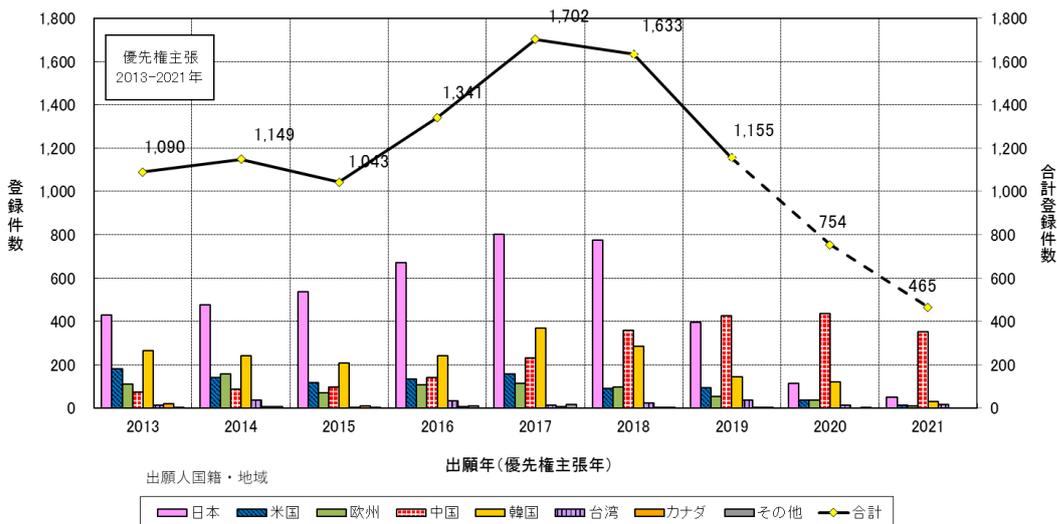


注：2020年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可能性があるため、破線にて示す。

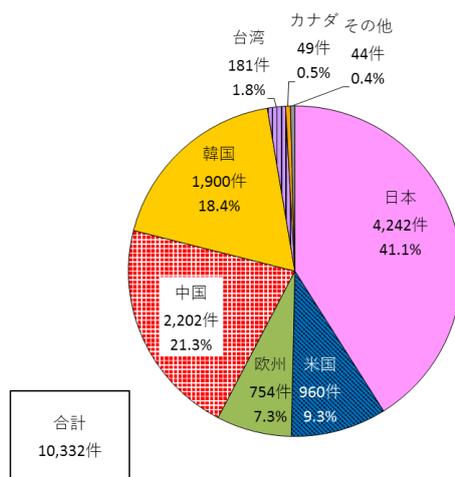


出願人国籍・地域別登録件数推移及び登録件数比率を図 4-6 に示す。出願人国籍・地域の内訳は、日本国籍が 41.1%、中国籍が 21.3%、韓国籍が 18.4%、米国籍が 9.3%、欧州籍が 7.3%、台湾籍が 1.8%、カナダ籍が 0.5%である。個別の推移を見ると、日本国籍の登録件数は 2017 年まで増加し、それ以降は減少傾向である。韓国籍の件数は合計登録件数推移と同様に 2015 年で一度減少し、2016 年から 2017 年まで増加したが、それ以降は減少傾向である。米国籍・欧州籍の件数は、2018 年までほぼ横ばいであり、それ以降は減少傾向である。中国籍の件数は 2018 年まで増加し、それ以降はほぼ横ばいである。

図 4-6 出願人国籍・地域別登録件数推移と登録件数比率（日米欧中韓台加での登録、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

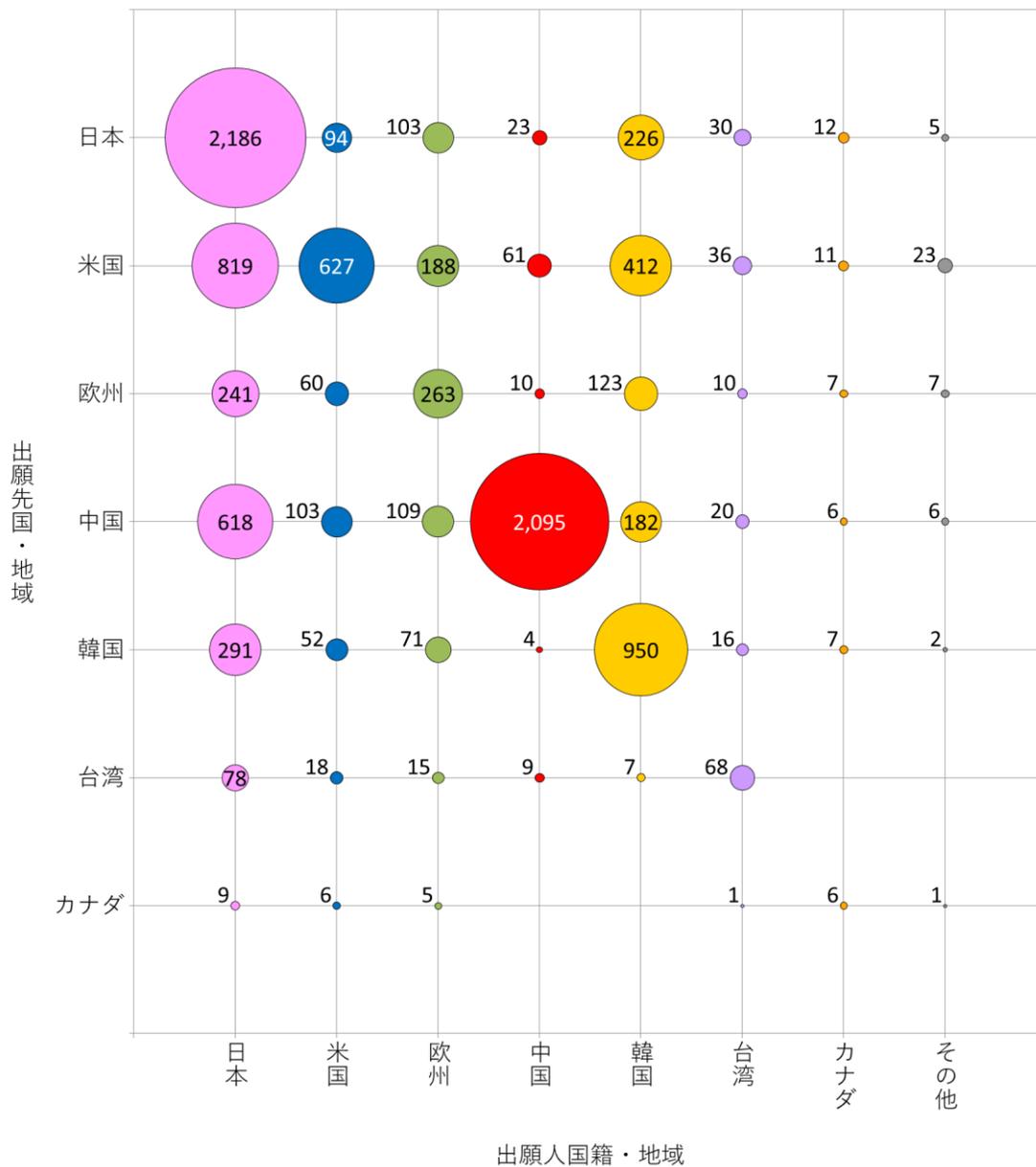


注：2020 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可能性があるため、破線にて示す。



出願先国・地域別一出願人国籍・地域別登録件数を図 4-7 にバブル図で示す。横方向に見ると、いずれの国においても自国からの登録件数（左上から右下への対角線上バブル）が最多である。図 4-4（出願先国・地域別一出願人国籍・地域別出願件数）と比べるとほぼ同じ傾向ではあるが、日本国籍出願人による日本への登録件数が、中国籍出願人による中国への登録件数より多く、登録件数では日本国籍の方が件数優位である。

図 4-7 出願先国・地域別一出願人国籍・地域別登録件数（出願年（優先権主張年）：2013～2021年）



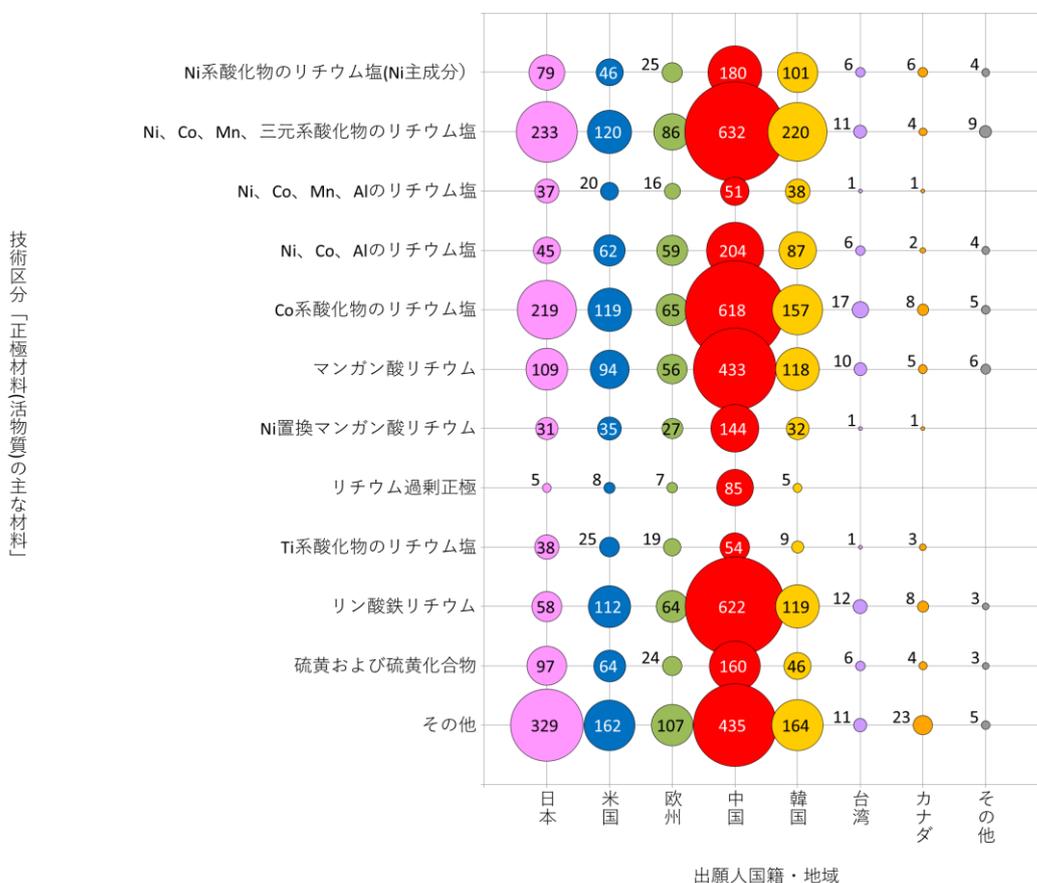
第3節 正極層の特許技術動向分析

1. 正極材料（活物質）の主な材料

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における技術区分「正極材料（活物質）の主な材料」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図4-8に示す。

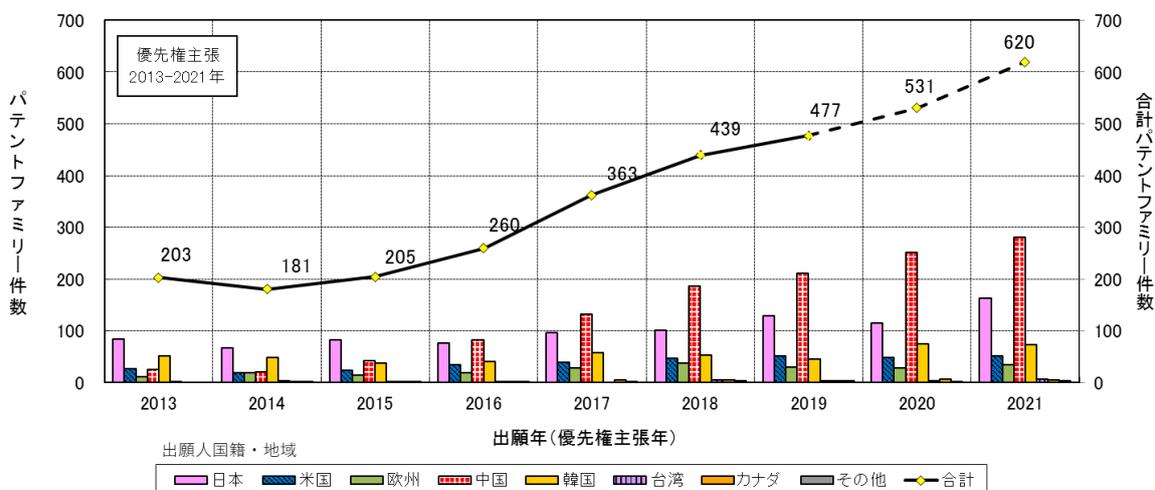
日本国籍については、「Ni、Co、Mn、三元系酸化物のリチウム塩」の件数が特に多く、次に「Co系酸化物のリチウム塩」、「マンガン酸リチウム」の件数が多い。日本国籍以外の出願人国籍・地域については、「Ni、Co、Mn、三元系酸化物のリチウム塩」と「リン酸鉄リチウム」の出願件数が多い。

図4-8 技術区分「正極材料（活物質）の主な材料」一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加WOへの出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021年）



調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における技術区分「正極材料（活物質）の主な材料」についての出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移を図4-9に示す。件数推移を見ると、日本国籍・米国籍・欧州籍・韓国籍・台湾籍・カナダ籍の件数は横ばい傾向である。中国籍の件数は増加傾向である。

図 4-9 出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移（「正極材料（活物質）の主な材料」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



注：2020 年以降はデータベース収録の遅れ、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ため、破線にて示す。

## 2. 出願人別動向

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における技術区分「正極材料（活物質）の主な材料」について、パテントファミリー件数上位出願人ランキングを表 4-3 に示す。首位の中国科学院は 172 件である。2 位のパナソニックとサムスングループが 148 件であり、4 位のトヨタ自動車は 76 件である。上位 20 件中の出願人の国籍・地域を見ると、日本国籍が 9 社、韓国籍が 6 社・機関、中国籍が 5 社・機関・大学、欧州籍が 1 社であり、日本国籍・中国籍・韓国籍の出願人が大半を占めている。

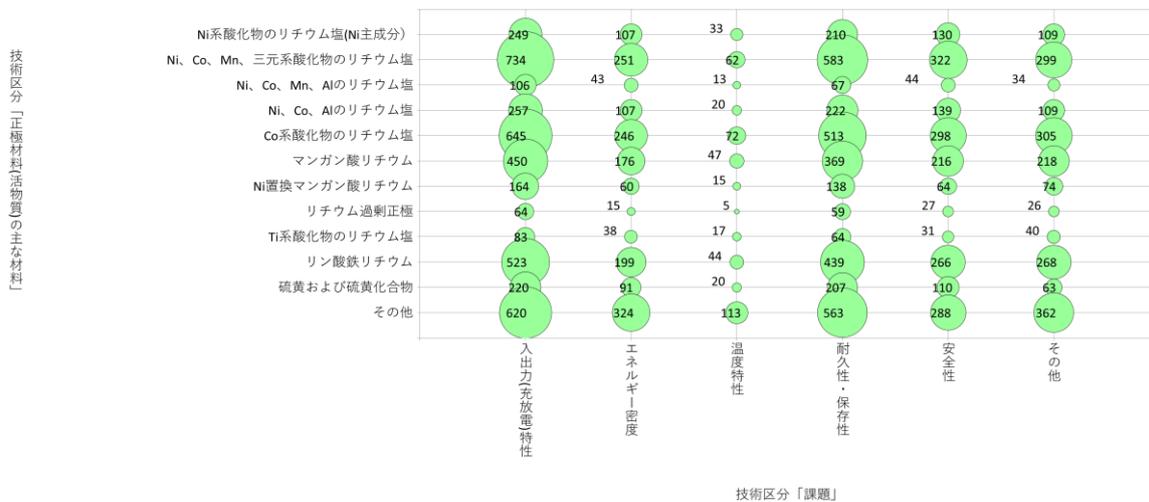
表 4-3 パテントファミリー件数上位出願人ランキング（「正極材料（活物質）の主な材料」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

正極材料(活物質)の主な材料への出願				
順位	出願人	国籍	属性	件数
1	中国科学院	中国	研究機関	172
2	サムスングループ	韓国	企業	148
2	パナソニック	日本	企業	148
4	トヨタ自動車	日本	企業	76
5	LGグループ	韓国	企業	73
6	韓国生産技術研究院	韓国	研究機関	48
7	日本ガイシ	日本	企業	43
8	セイコーエプソン	日本	企業	42
9	ボッシュ	欧州	企業	41
10	中南大学	中国	大学	40
11	ポスコ	韓国	企業	37
12	日産自動車	日本	企業	34
13	レゾナック	日本	企業	33
13	三井金属鉱業	日本	企業	33
15	浙江鋒鋸新能源科技	中国	企業	31
16	本田技研工業	日本	企業	26
17	現代自動車	韓国	企業	25
18	中国電子科技集団	中国	企業	24
19	SKグループ	韓国	企業	23
19	BYD	中国	企業	23
19	村田製作所	日本	企業	23

### 3. 課題分析

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における技術区分「正極材料（活物質）の主な材料」及び技術区分「課題（I11～IXX）」について、技術区分「正極材料（活物質）の主な材料」別－技術区分「課題」別パテントファミリー件数を図 4-10 に示す。ほとんどの正極活物質において、「入出力（充放電）特性」の件数が最も多く、次いで「耐久性・保存性」、「安全性」の件数が多い。

図 4-10 技術区分「正極材料（活物質）の主な材料」別—技術区分「課題」別パテントファミリー一件数（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



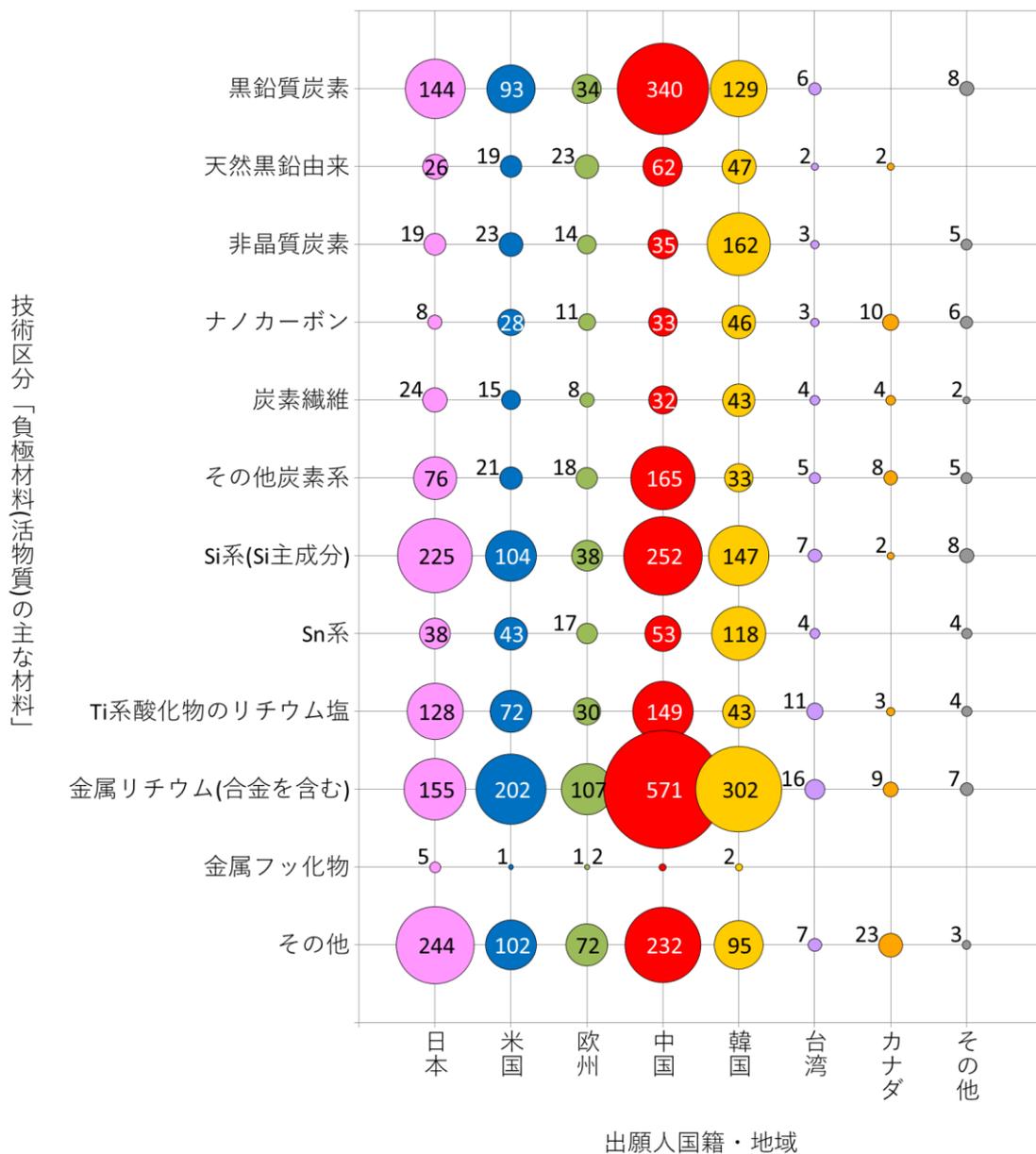
#### 第4節 負極層の特許技術動向分析

##### 1. 負極材料（活物質）の主な材料

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における技術区分「負極材料（活物質）の主な材料」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図4-11に示す。

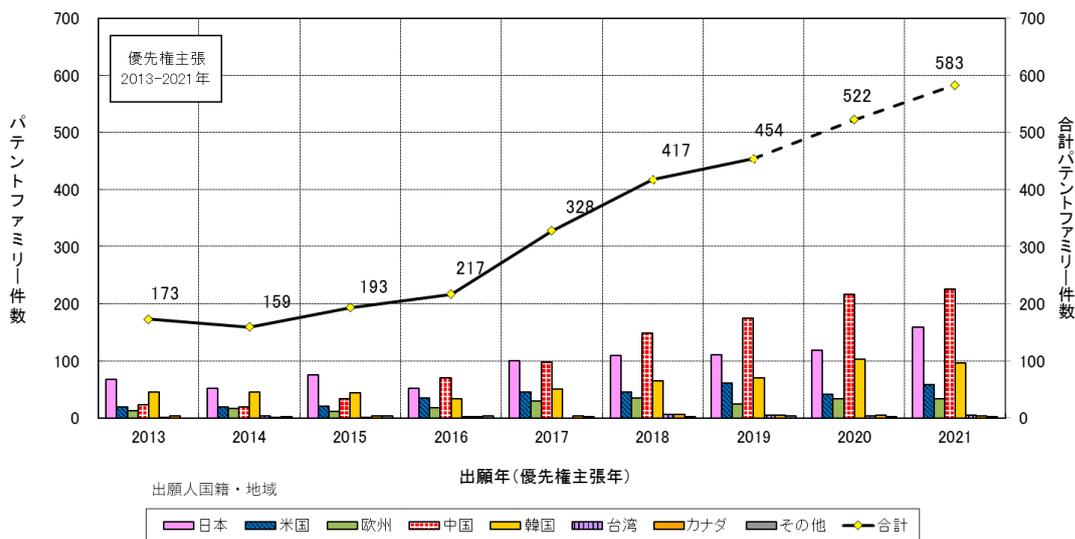
日本国籍は、「その他」を除くと「Si系（Si主成分）」の件数が特に多く、次に「金属リチウム（合金を含む）」、「黒鉛質炭素」が続く。中国籍は「金属リチウム（合金を含む）」の件数が非常に多く、次に「黒鉛質炭素」、「Si系（Si主成分）」の件数が多い。米国籍、欧州籍、韓国籍は似た傾向であるが、韓国籍は「非晶質炭素」の件数が他国・地域に比べて多い。非晶質炭素はサイクル安定性に優れるため韓国はサイクル安定性を目的とした負極開発が進んでいる可能性がある。カナダは炭素系の材料の中でも「ナノカーボン」の比率が大きい。

図 4-11 技術区分「負極材料（活物質）の主な材料」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

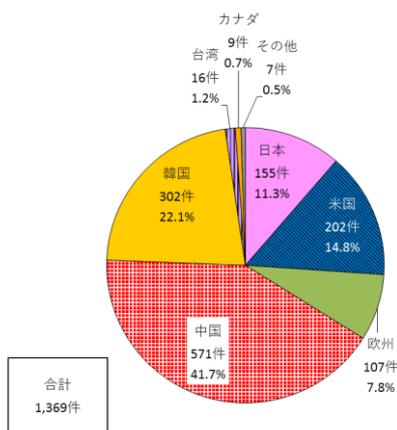


調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における技術区分「負極材料（活物質）の主な材料」について、出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移を図 4-12 に示す。日本国籍、韓国籍の件数は増加傾向である。中国籍の件数は増加傾向であり、2018 年以降の増加量大きい。

図 4-12 出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移（「負極材料（活物質）の主な材料」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



注：2020 年以降はデータベース収録の遅れ、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ため、破線にて示す。



## 2. 出願人別動向

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における技術区分「負極材料（活物質）の主な材料」について、パテントファミリー件数上位出願人ランキングを表 4-4 に示す。サムスングループが 227 件、トヨタ自動車が 186 件、中国科学院が 166 件である。出願人の国籍・地域を見ると、上位 20 位中、日本国籍が 8 社、韓国籍が 5 社・研究機関、中国籍が 5 社・研究機関・大学、欧州籍が 2 社である。

表 4-4 出願人別パテントファミリー件数上位ランキング（「負極材料（活物質）の主な材料」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

負極材料(活物質)の主な材料への出願				
順位	出願人	国籍・地域	属性	件数
1	サムスングループ	韓国	企業	227
2	トヨタ自動車	日本	企業	186
3	中国科学院	中国	研究機関	166
4	パナソニック	日本	企業	83
5	LGグループ	韓国	企業	66
6	ポッシュ	欧州	企業	45
6	韓国生産技術研究院	韓国	研究機関	45
8	レゾナック	日本	企業	43
9	中南大学	中国	大学	37
10	村田製作所	日本	企業	36
11	蔚山科学技術院	韓国	大学	30
12	浙江鋒鋳新能源科技	中国	企業	29
13	セイコーエプソン	日本	企業	28
14	BYD	中国	企業	27
15	本田技研工業	日本	企業	25
15	日本ガイシ	日本	企業	25
17	現代自動車	韓国	企業	24
18	三井金属鉱業	日本	企業	23
18	蜂巢能源科技	中国	企業	23
20	BMW	欧州	企業	21

### 3. 課題分析

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における技術区分「負極材料（活物質）の主な材料」及び技術区分「課題（I11～IXX）」について、技術区分「負極材料（活物質）の主な材料」別—技術区分「課題」別パテントファミリー件数を図 4-13 に示す。ほとんどの負極活物質において「耐久性・保存性」の件数が最も多く、次いで「入出力（充放電）特性」の件数が多い。一方、「黒鉛質炭素」、「Ti 系酸化物のリチウム塩」においては「入出力（充放電）特性」の件数が最も多い。

図 4-13 技術区分「負極材料（活物質）の主な材料」別—技術区分「課題」別パテントファミリー一件数（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

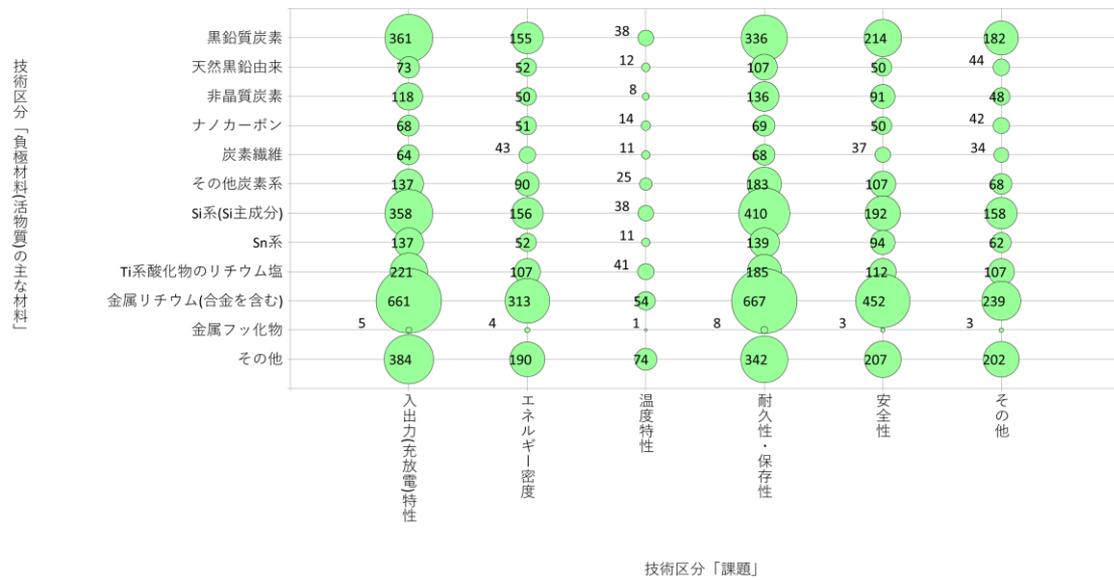
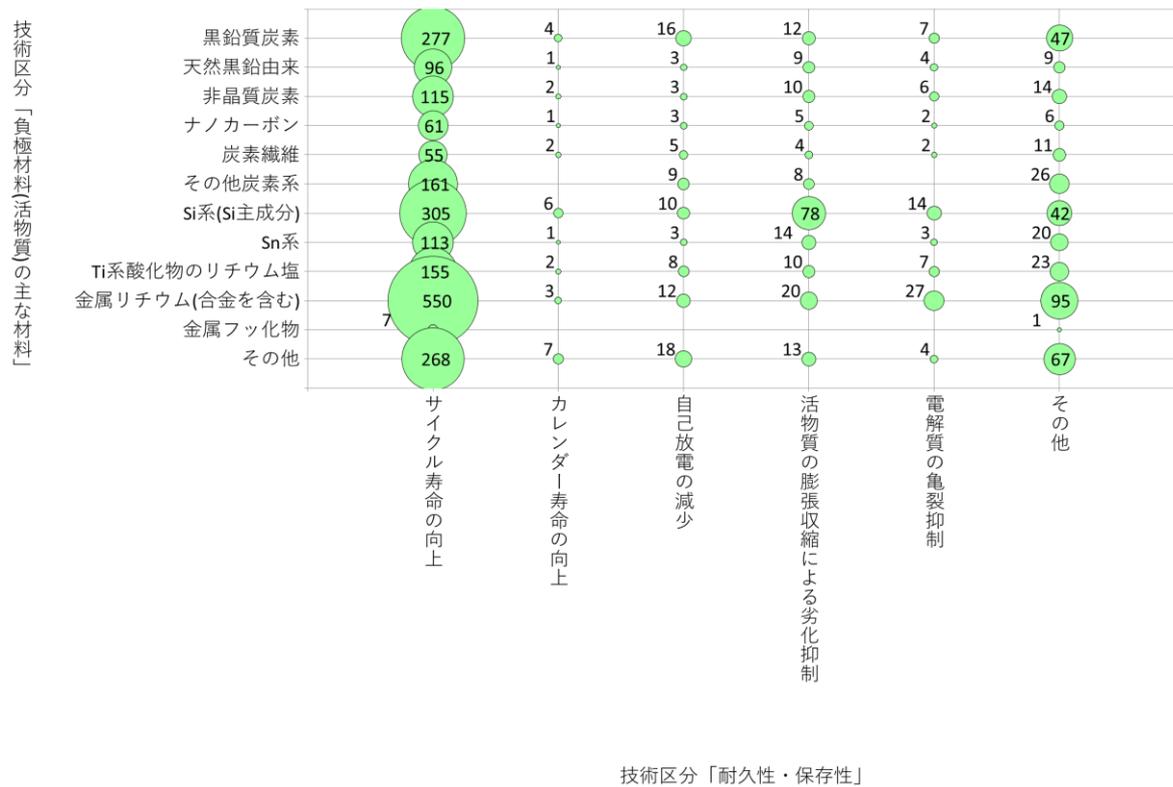


図 4-13 でほとんどの負極活物質において件数が多い「耐久性・保存性」について、技術区分「負極材料（活物質）の主な材料」別—技術区分「耐久性・保存性」別パテントファミリー一件数を図 4-14 に示す。すべての負極活物質において「サイクル寿命の向上」の件数が最も多い。その中でも特に「金属リチウム（合金を含む）」のパテントファミリー一件数が突出して多い。

図 4-14 技術区分「負極材料（活物質）の主な材料」別—技術区分「耐久性・保存性」別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

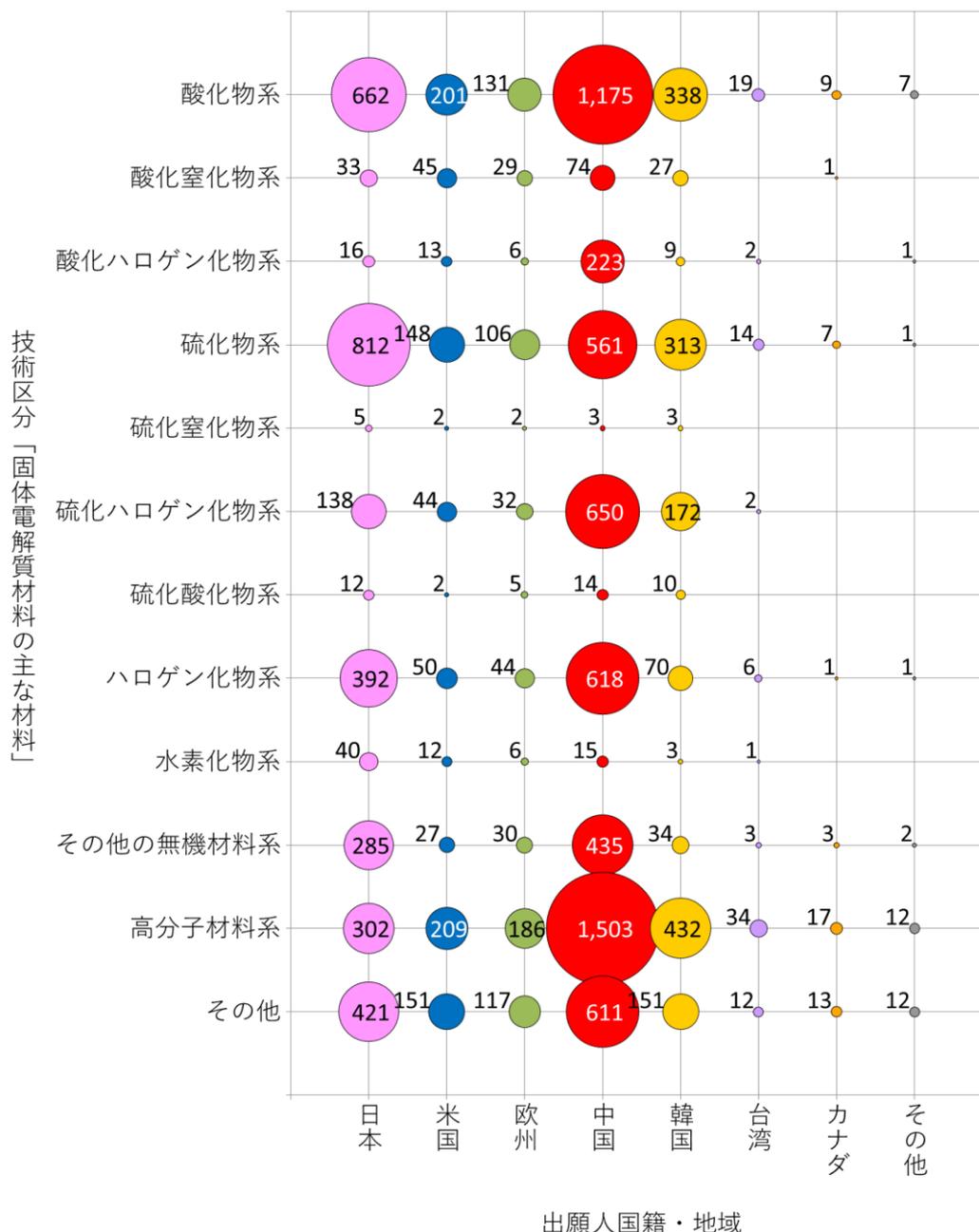


第5節 固体電解質の特許技術動向分析

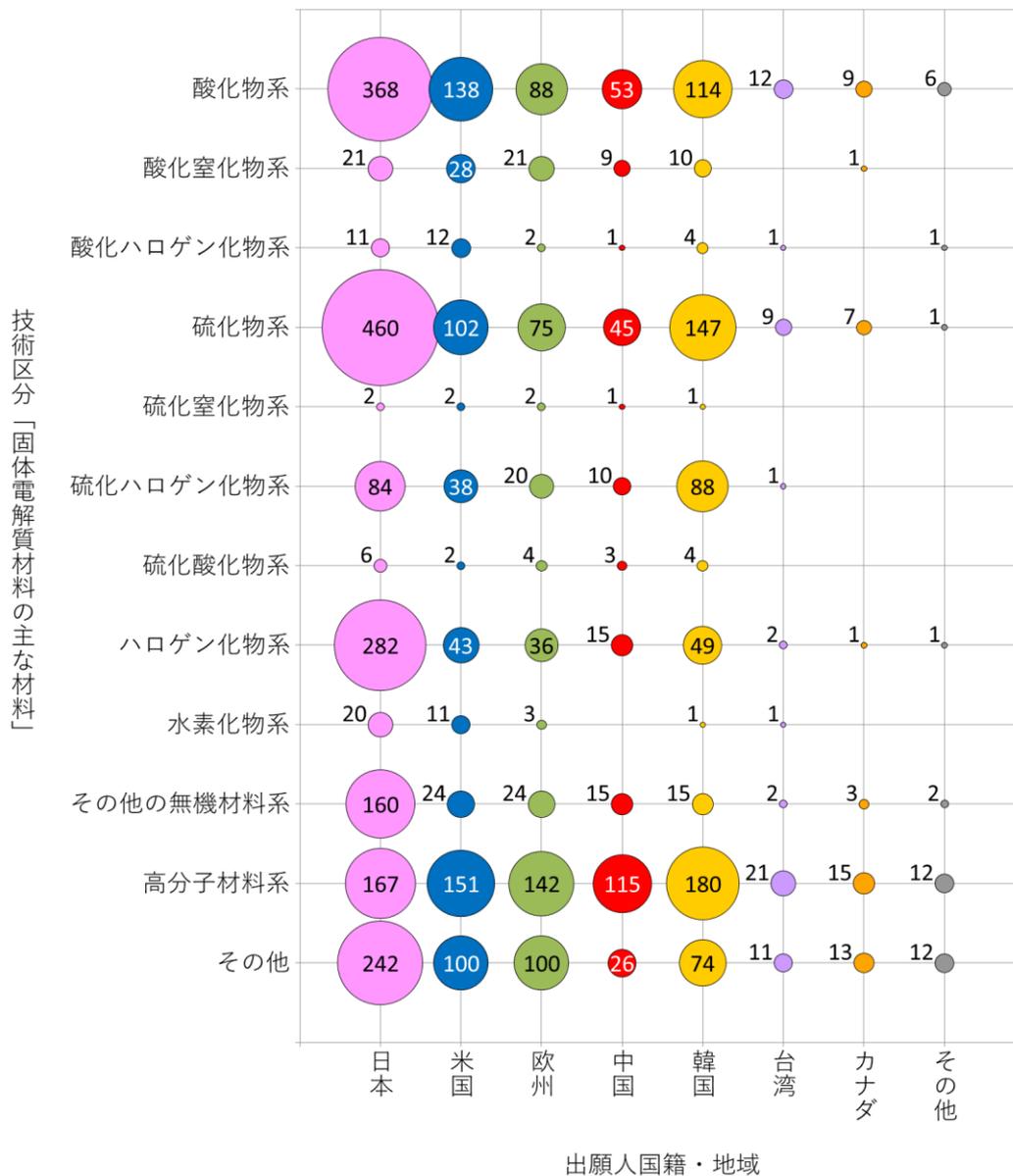
1. 固体電解質の主な材料

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における技術区分「固体電解質材料の主な材料」別一出願人国籍・地域別のパテントファミリー件数を図4-15に示す。「その他」を除くと、日本国籍は、「硫化物系」の件数が最も多く、次に「酸化物系」、「ハロゲン化物系」と続く。中国籍は「高分子材料系」の件数が多く、次に「酸化物系」、「硫化ハロゲン化物系」、「ハロゲン化物系」、「硫化物系」と続く。米国籍・欧州籍・韓国籍は「高分子材料系」の件数が最も多く、次に「酸化物系」、「硫化物系」と続く。また、参考として、同じ技術区分別一出願人国籍・地域別の国際パテントファミリー件数を併せて示す。

図4-15 技術区分「固体電解質材料の主な材料」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加WOへの出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021年）

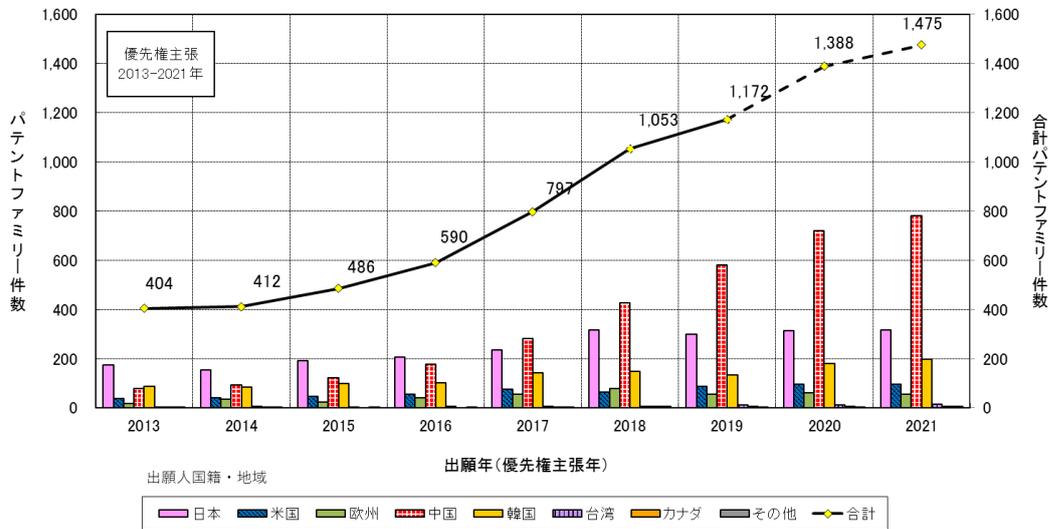


(参考：技術区分「固体電解質材料の主な材料」別一出願人国籍・地域別国際パテントファミリー一件数（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

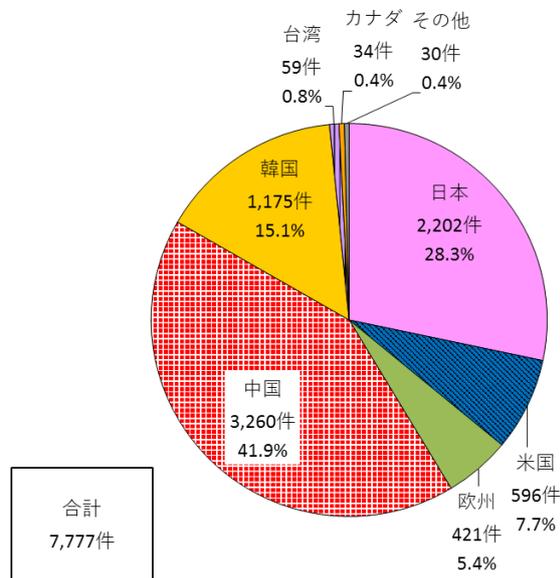


調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における技術区分「固体電解質材料の主な材料」について、出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 4-16 に示す。パテントファミリー件数合計は 7,777 件である。件数比率を見ると、中国籍が 41.9%、日本籍が 28.3%、韓国籍が 15.1%、米国籍が 7.7%、欧州籍が 5.4%、台湾籍が 0.8%、カナダ籍が 0.4%である。件数推移を見ると、2016 年までは日本国籍の件数が最も多かったが、2017 年以降は中国籍の件数が大きく伸びている。また、韓国籍は日本国籍・中国籍に比べると件数が少ないが 2017 年以降の件数は緩やかに増加傾向である。

図 4-16 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(「固体電解質材料の主な材料」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年(優先権主張年): 2013~2021 年)



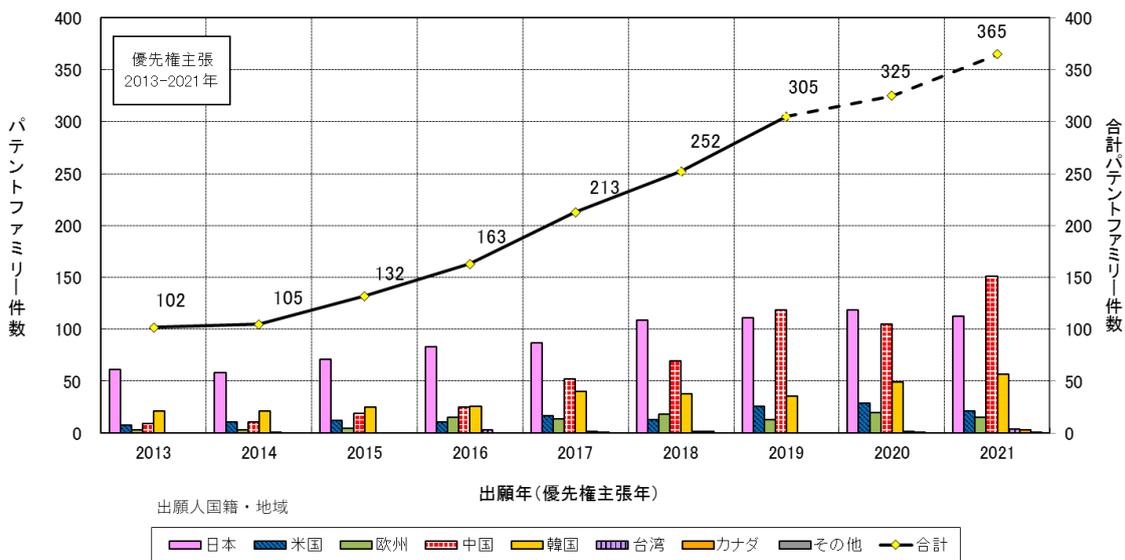
注: 2020 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可能性があるため、破線にて示す。



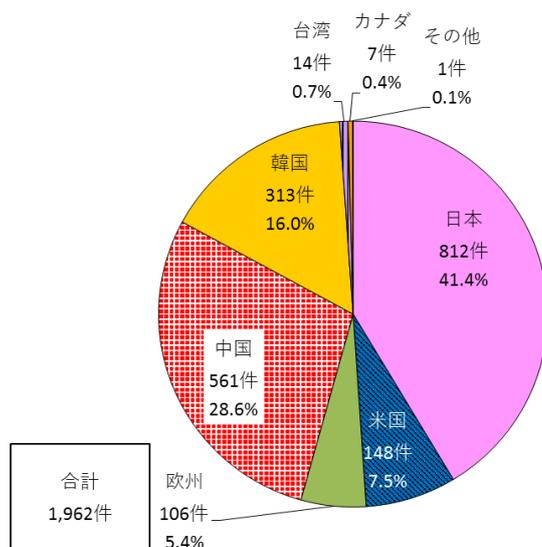
出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を  
 図 4-17～19 に示す。

「硫化物系」(図 4-17) の件数比率を見ると、日本国籍の 41.4% が最も多く、次いで  
 中国籍の 28.6% が続く。件数推移を見ると、日本国籍の件数は 2013 年～2018 年の間緩  
 やかに増加しており、2018 年以降ほぼ横ばいである。一方、中国籍の件数は 2016 年以  
 降大幅な増加傾向であり、2019 年に日本国籍の出願件数に追いついている。

図 4-17 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(「硫  
 化物系」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年(優先権主張年)：2013～2021 年)



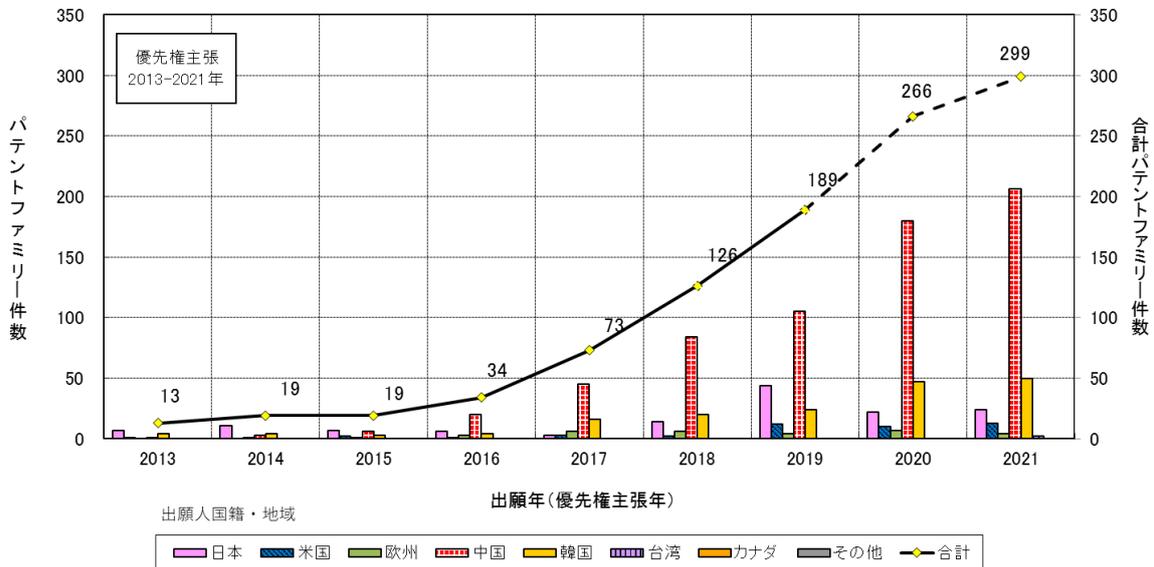
注：2020 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可  
 能性があるため、破線にて示す。



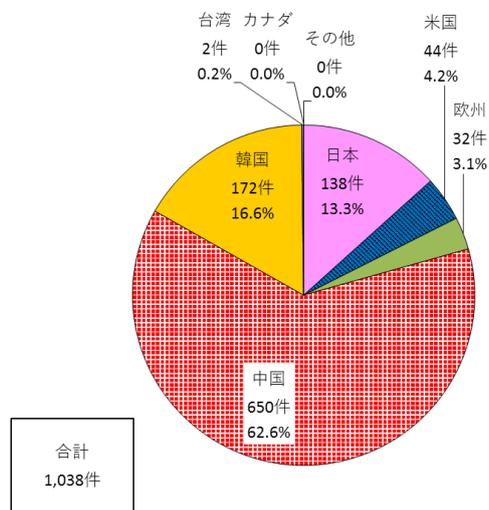
「硫化ハロゲン化物系」(図 4-18) の件数比率を見ると、中国籍が 62.6% と大半を占  
 める。件数推移を見ると、中国籍の件数が 2017 年以降に著しく増加し、合計件数推移

の動向に大きく影響している。韓国籍の件数も 2016 年以降緩やかな増加傾向にある。

図 4-18 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(「硫化ハロゲン化物系」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年(優先権主張年): 2013~2021 年)

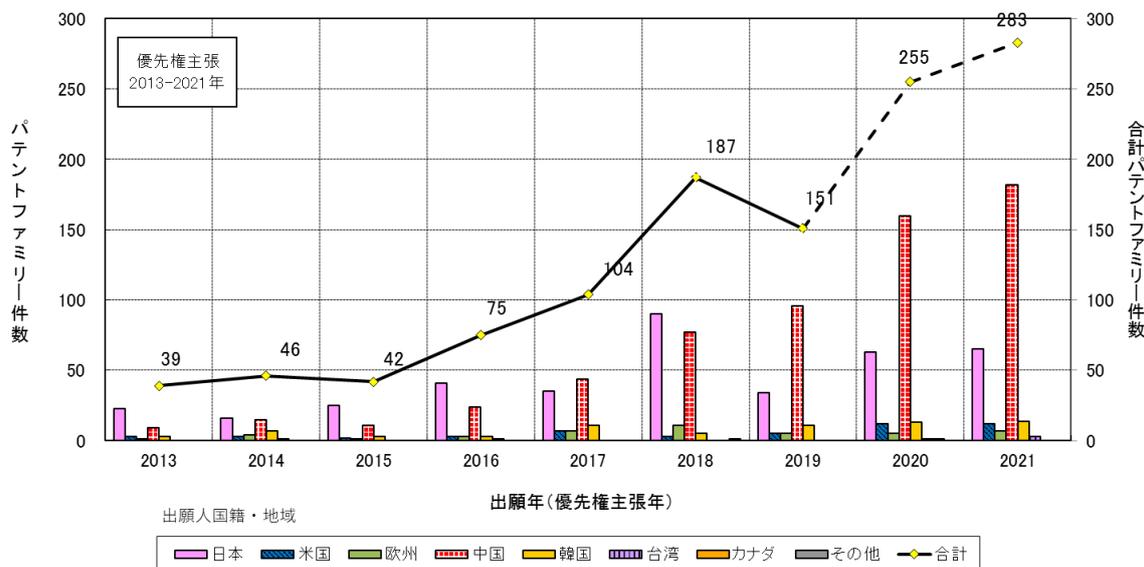


注: 2020 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可能性があるため、破線にて示す。

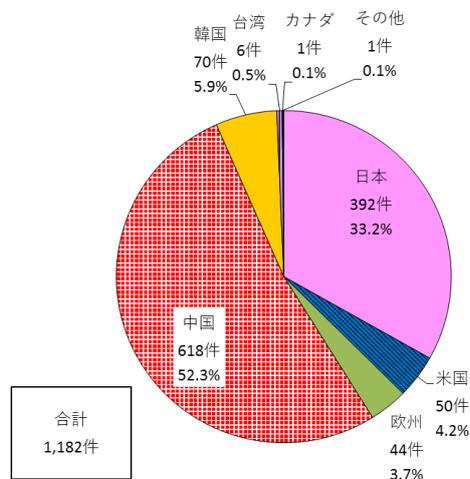


「ハロゲン化物系」(図 4-19) の件数比率を見ると、中国籍の 52.3%が最も多く、次いで日本国籍の 33.2%が続く。件数推移を見ると、中国籍の件数は 2016 年以降大きく増加している。日本国籍の件数は 2018 年にピークに達し、2020 年以降は 1 年当たり 60 件前後で推移しているものの、中国籍の件数と差がある。

図 4-19 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(「ハロゲン化物系」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年(優先権主張年)：2013~2021年)



注：2020年以降はデータベース収録の遅れ、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ため、破線にて示す。



## 2. 出願人別動向

調査対象期間(出願年(優先権主張年)2013~2021年)における技術区分「固体電解質材料の主な材料」について、パテントファミリー件数上位出願人ランキングを表4-5に示す。首位の中国科学院およびサムスングループがそれぞれ312件であり、パナソニックが254件、LGグループが239件、トヨタ自動車が211件と続く。出願人の国籍を見ると、上位20位中、日本国籍が13企業、韓国国籍が3企業・研究機関、中国国籍が4企業・研究機関・大学、欧州国籍が1企業である。

表 4-5 パテントファミリー件数上位出願人ランキング（「固体電解質材料の主な材料」、日米欧  
中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

固体電解質材料の主な材料への出願				
順位	出願人	国籍・地域	属性	件数
1	中国科学院	中国	研究機関	312
1	サムスングループ	韓国	企業	312
3	パナソニック	日本	企業	254
4	LGグループ	韓国	企業	239
5	トヨタ自動車	日本	企業	211
6	富士フイルム	日本	企業	158
7	出光興産	日本	企業	103
8	北京威蘭新能源科技	中国	企業	83
9	レゾナック	日本	企業	81
10	ボッシュ	欧州	企業	79
11	中南大学	中国	大学	65
12	村田製作所	日本	企業	63
12	古河機械金属	日本	企業	63
12	三井金属鉱業	日本	企業	63
15	珠海冠宇電池	中国	企業	61
15	韓国生産技術研究院	韓国	研究機関	61
17	日本ガイシ	日本	企業	52
18	TDK	日本	企業	51
19	AGC	日本	企業	49
20	セイコーエプソン	日本	企業	47
20	日立製作所	日本	企業	47

### 3. 課題分析

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における技術区分「固体電解質材料の主な材料」及び技術区分「課題（I11～IXX）」について、技術区分「固体電解質材料の主な材料」別—技術区分「課題」別のパテントファミリー件数を図 4-20 に示す。「酸化窒化物系」以外の固体電解質材料の主な材料は、「入出力（充放電）特性」のパテントファミリー件数が最も多い。次いで、「その他」、「耐久性・保存性」が続く。

図 4-20 技術区分「固体電解質材料の主な材料」別—技術区分「課題」別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



4. その他の分析

第 2 部の市場環境調査に示したように、硫化物系全固体電池は大型用途に用いられることが想定され、今後実用化が予想される。そのため、このアイテムに関する出願動向を把握する必要があることから、「固体電解質の主な材料」が「硫化物系」であるものに限定し、技術区分「固体電解質の主な材料」×技術区分「電池の種類」別—出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加 WO への出願）を図 4-21 に示す。「全固体電池」のパテントファミリー件数は日本国籍が最も多く、中国籍、韓国籍、米国籍、欧州籍と続く。

図 4-21 技術区分「固体電解質の主な材料」>「硫化物系」×技術区分「電池の種類」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数(日米欧中韓台加 WO への出願、出願年(優先権主張年)：2013～2021 年)

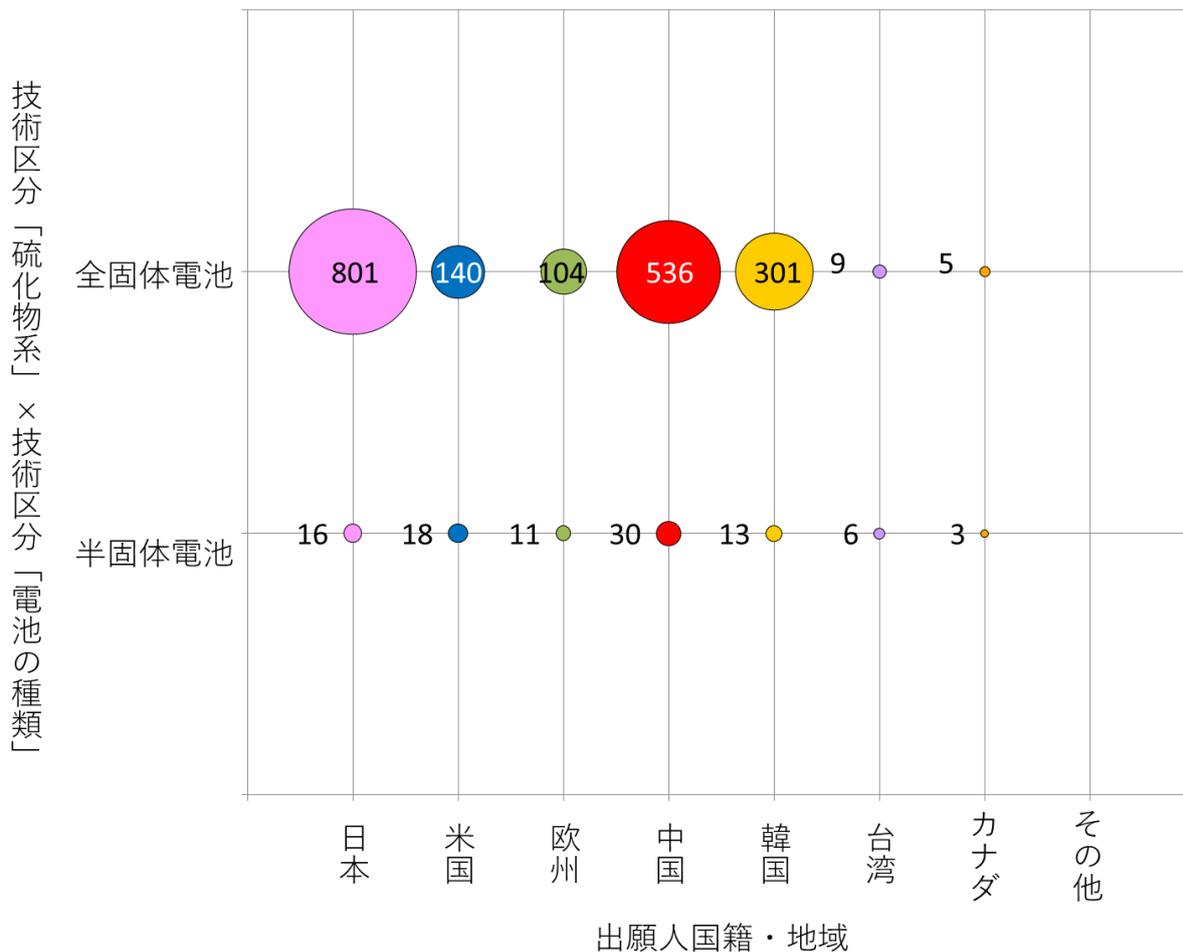
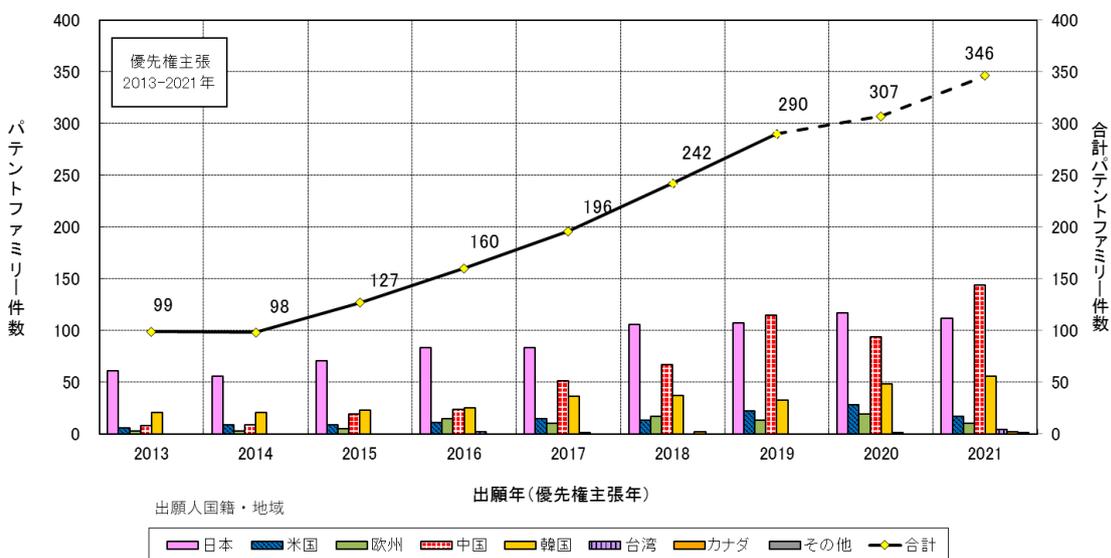
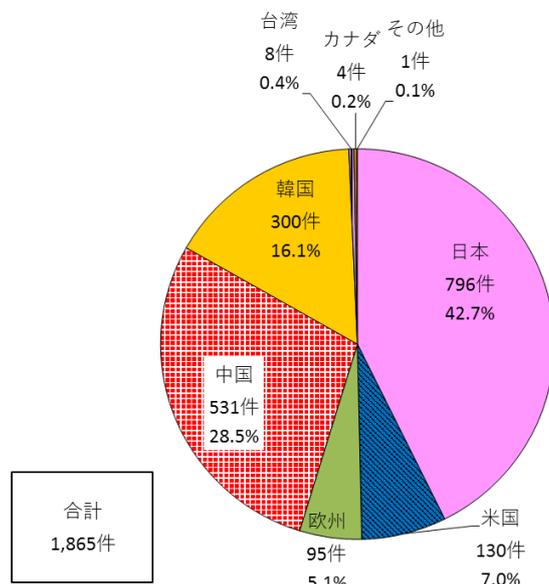


図 4-21 において件数の多かった「全固体電池」について、「固体電解質の主な材料」が「硫化物系」であるものに限定し、出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移及びパテントファミリー件数比率を図 4-22 に示す。パテントファミリー件数比率は日本国籍が 42.7%、中国籍が 28.5%、韓国籍が 16.1%、米国籍が 7.0%、欧州籍が 5.1%である。パテントファミリー件数推移では、2013 年から 2018 年及び 2020 年は日本国籍のパテントファミリー件数が最も多いが、2019 年、2021 年は中国籍のパテントファミリー件数が最も多い。また、2020 年、2021 年は韓国籍のパテントファミリー件数が微増している。

図 4-22 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(「硫化物系」×「全固体電池」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年(優先権主張年):2013~2021年)



注：2020年以降はデータベース収録の遅れ、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ため、破線にて示す。

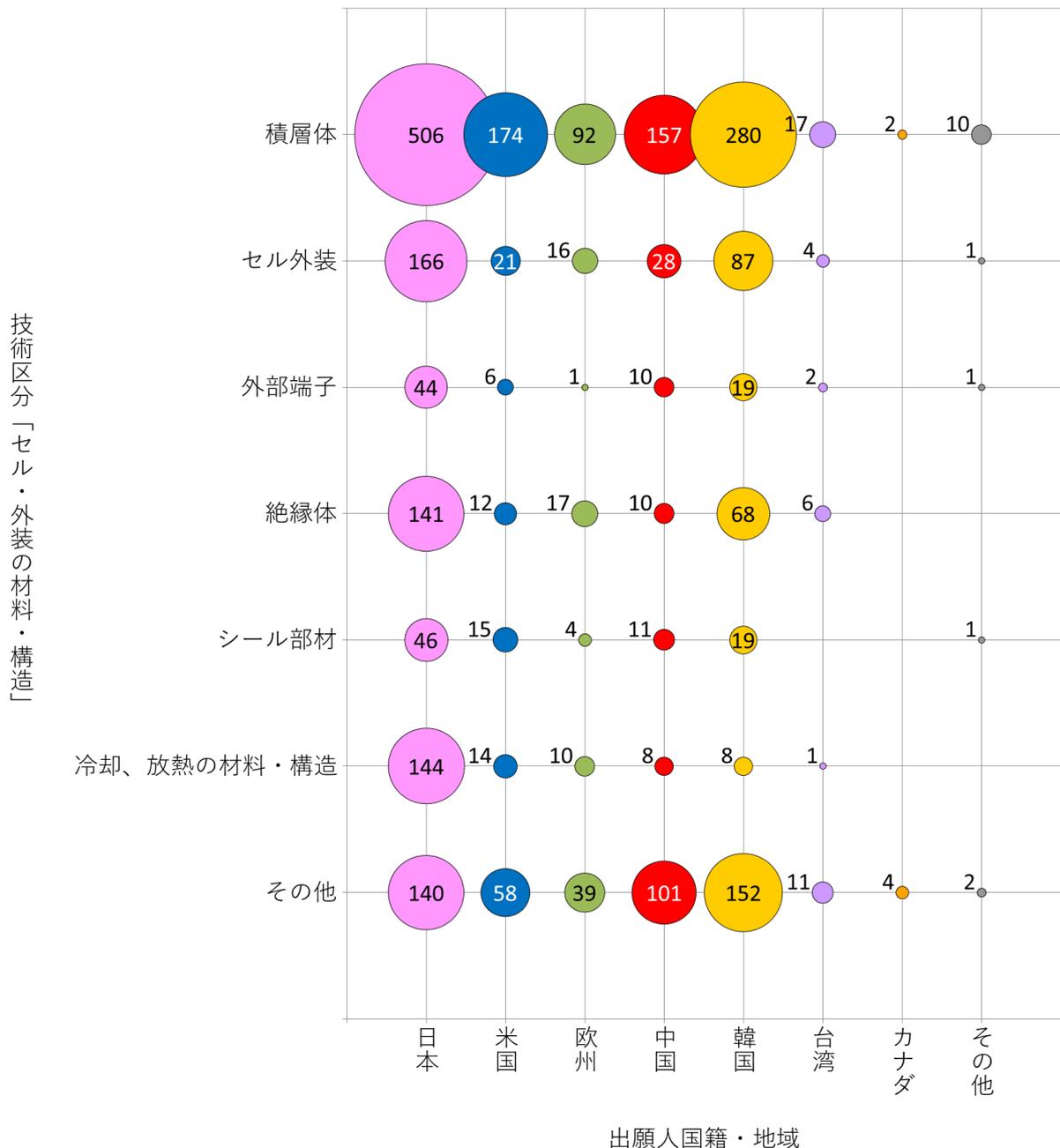


第6節 セル・外装、装着・モジュール、その他の特許技術動向分析

1. セル・外装の特許技術動向分析

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における技術区分「セル・外装の材料・構造（D111～D1X）」について、技術区分「セル・外装の材料・構造」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図4-23に示す。各国籍・地域とも、「その他」を除いて、すべての国籍・地域において、「積層体」の件数が最も多い。日本国籍・韓国籍は、「積層体」に次いで「セル外装」および「絶縁体」の件数が多い。

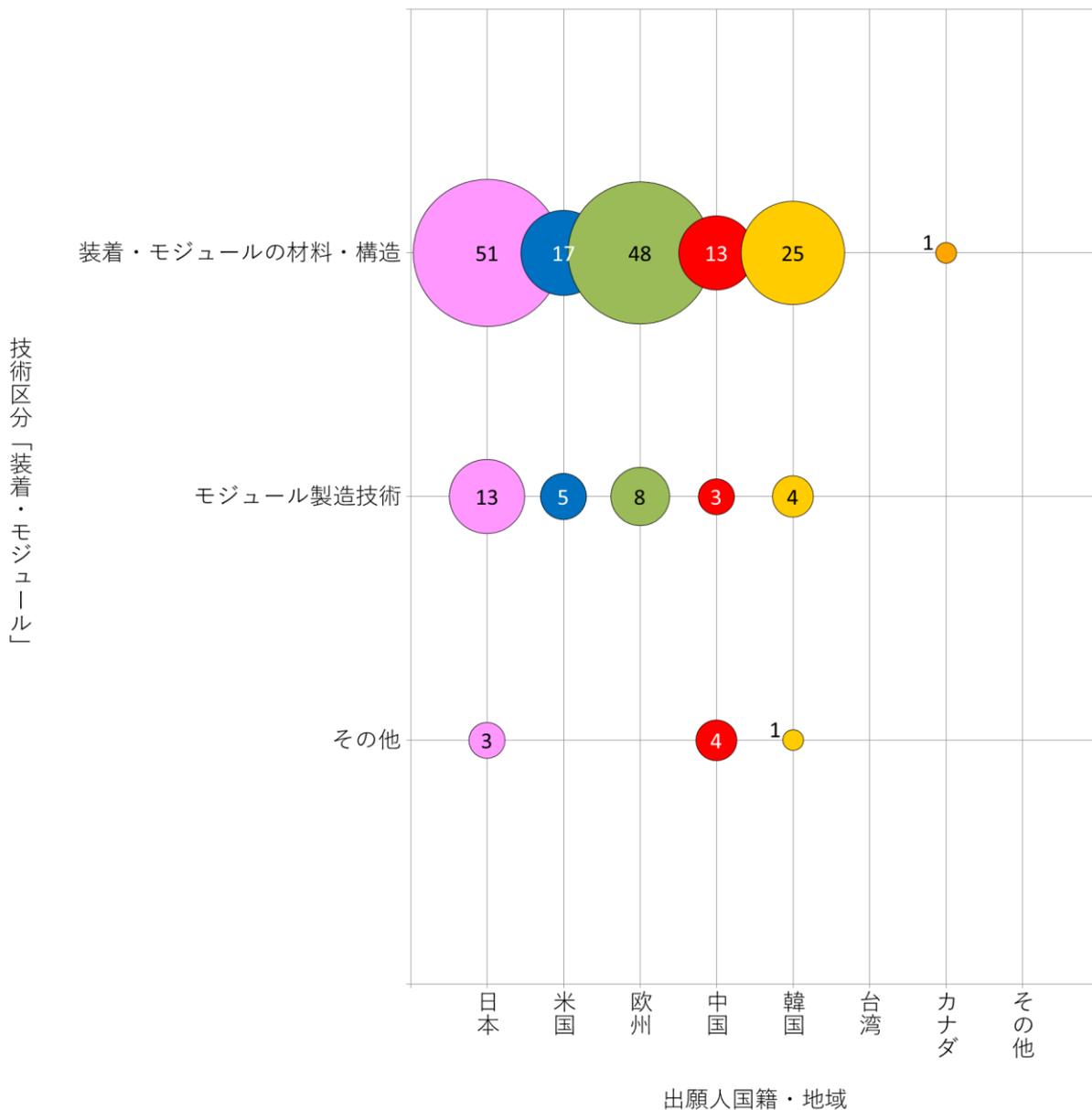
図4-23 技術区分「セル・外装の材料・構造」一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加WOへの出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021年）



2. 装着・モジュールの特許技術動向分析

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における技術区分「装着・モジュール（E11～EX）」について、技術区分「装着・モジュール」別一出願人国籍・地域別のパテントファミリー件数を図 4-24 に示す。どの国籍・地域においても、「装着・モジュールの材料・構造」の件数が最も多い。

図 4-24 技術区分「装着・モジュール」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

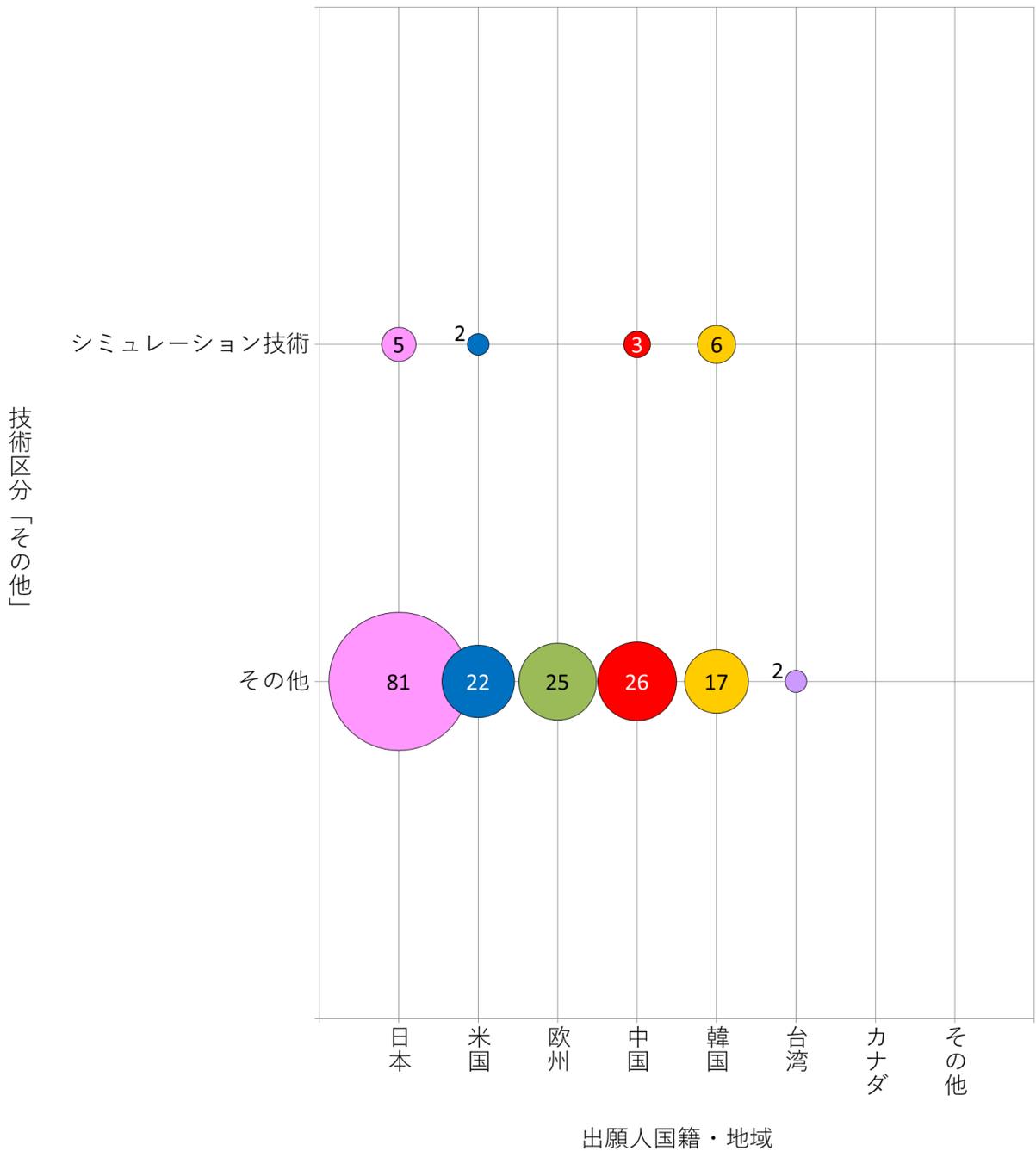


3. その他の特許技術動向分析

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における技術区分「その他（F1,FX）」について、技術区分「その他」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図 4-25 に示す。全体的に「シミュレーション技術」の件数は少ないが、その中で

も韓国籍が最も多い。欧州籍は「シミュレーション技術」に関する出願はない。

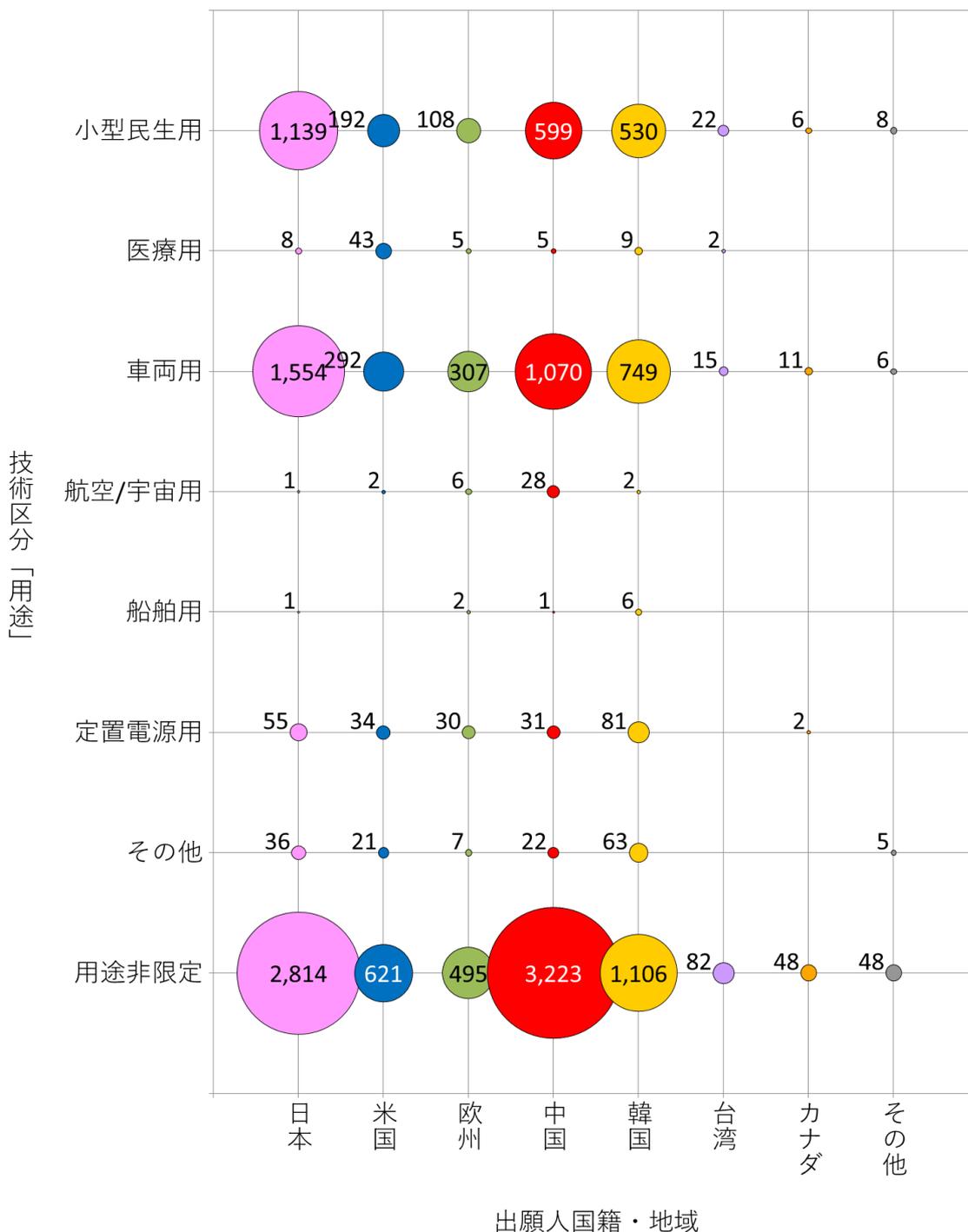
図 4-25 技術区分「その他」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



第7節 用途の特許技術動向分析

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における技術区分「用途（H11～H8）」において、技術区分「用途」別一 出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図4-26に示す。すべての国籍・地域において、用途分野の記載がない、もしくは、用途分野の記載が複数ある「用途非限定」の件数が最も多い。用途を記載しているものの中では、「車両用」と「小型民生用」の件数が多い。

図 4-26 技術区分「用途」別一 出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加WOへの出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021年）

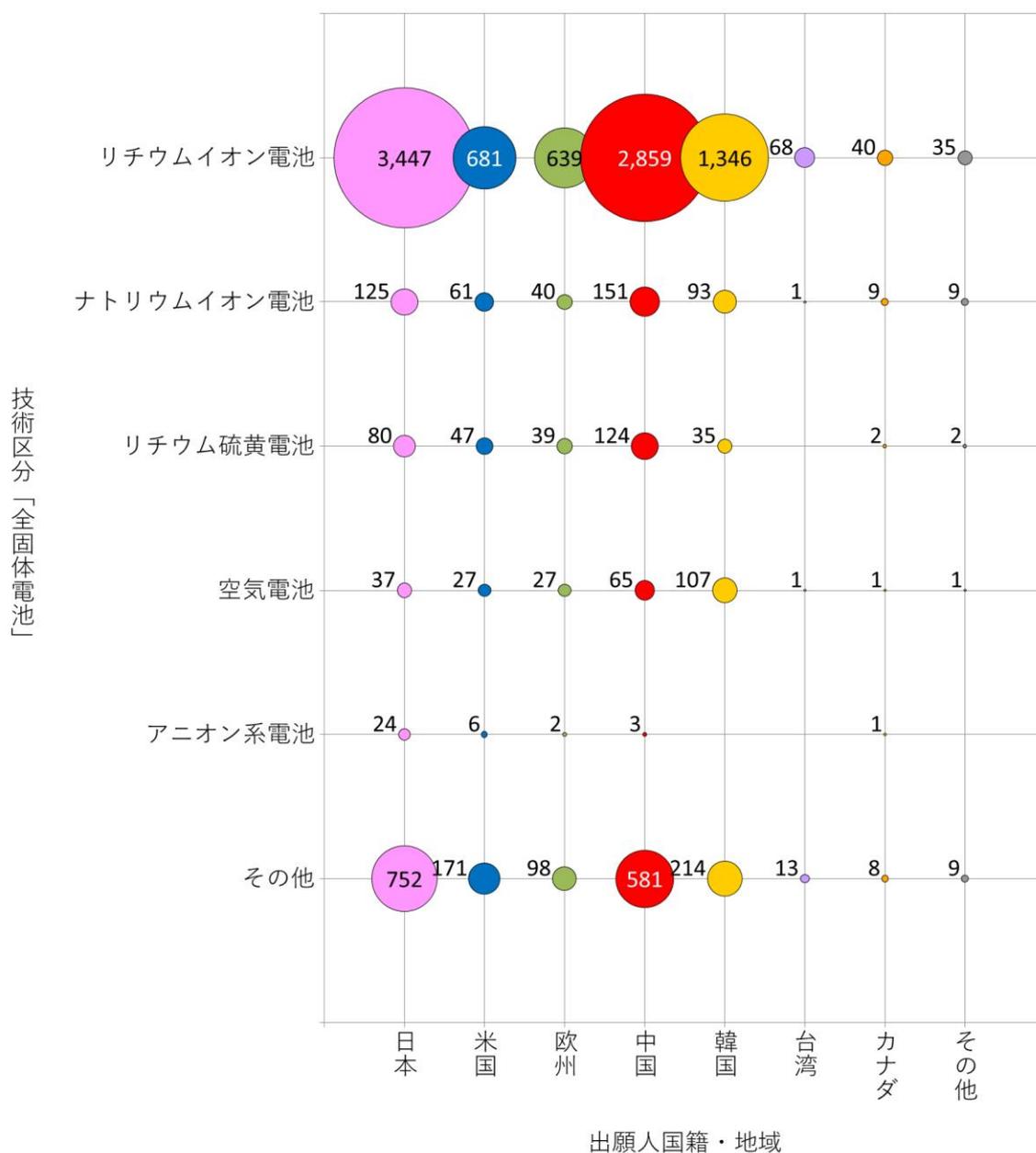


## 第8節 電池の種類の特許技術動向分析

### 1. 全固体電池の特許技術動向分析

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における技術区分「全固体電池」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図4-27に示す。全国籍・地域で「リチウムイオン電池」の件数が他の小区分の件数よりも多い。「リチウムイオン電池」以外では、日本国籍および中国籍については「ナトリウムイオン電池」と「リチウム硫黄電池」の件数が多い。韓国籍については「空気電池」の件数が多い。

図4-27 技術区分「全固体電池」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加WOへの出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021年）

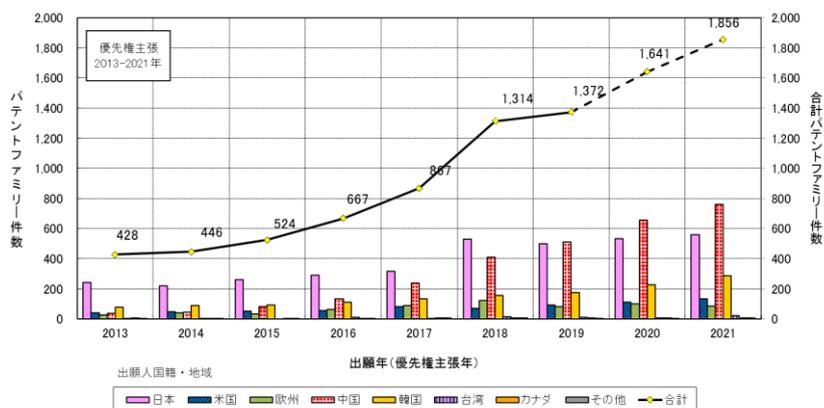


調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における技術区分「全固体電池」>「リチウムイオン電池」について、出願人国籍・地域別パテントファミリー件

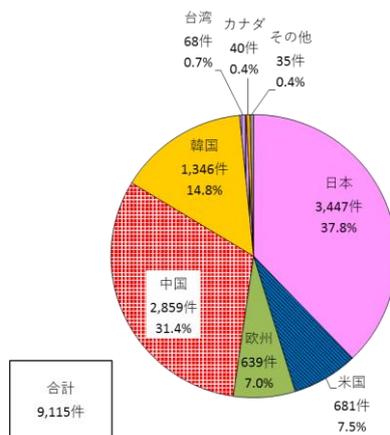
数推移及びパテントファミリー件数を図 4-28 に示す。

「リチウムイオン電池」(図 4-28)では、全体件数 9,115 件であり、日本国籍が 37.8%、中国籍が 31.4%、韓国籍が 14.8%、米国籍が 7.5%、欧州籍が 7.0%である。件数推移では、2018 年までは日本国籍の件数が最も多く、2019 年以降は中国籍の件数が最も多くなっている。韓国籍の件数は日本籍、中国籍の件数と比較すると少ないが、年々増加している。

図 4-28 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(「全固体電池」>「リチウムイオン電池」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年(優先権主張年)：2013～2021 年)



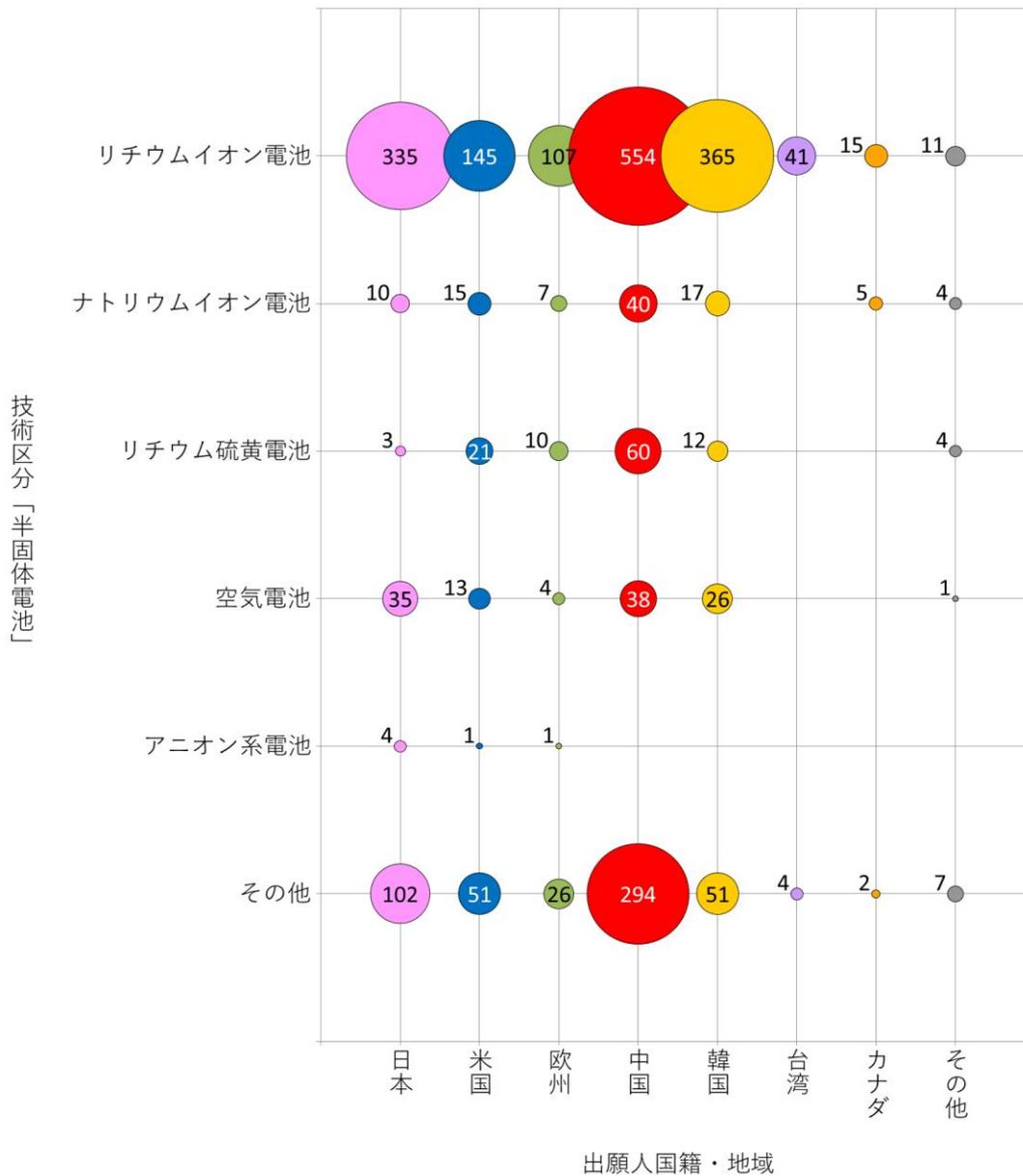
注：2020 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可能性があるため、破線にて示す。



## 2. 半固体電池の特許技術解析

調査対象期間(出願年(優先権主張年)2013～2021 年)における技術区分「半固体電池」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図 4-29 に示す。すべての国籍・地域について「リチウムイオン電池」の件数が他の小区分に比べて多い。「リチウムイオン電池」においては中国籍の件数が最も多く、次に韓国籍、日本国籍、米国籍、欧州籍の順に件数が多い。

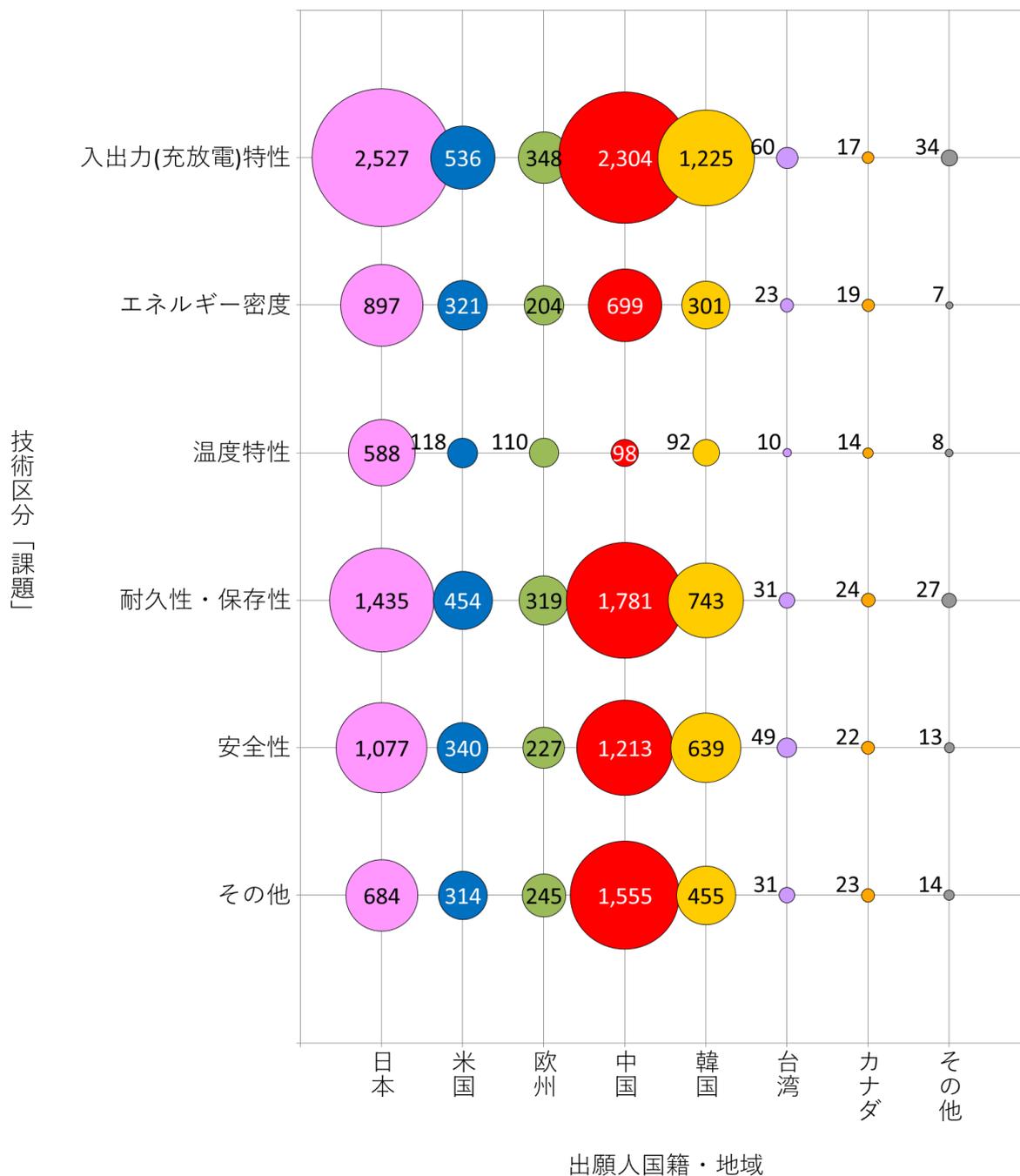
図 4-29 技術区分「半固体電池」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



第9節 課題の特許技術動向分析

調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021年）における技術区分「課題（I11～IXX）」について、技術区分「課題」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数を図4-30に示す。日本国籍・米国籍・欧州籍・中国籍・韓国籍・台湾籍で「入出力（充放電）特性」の件数が多い。次いで、「耐久性・保存性」、「安全性」が続いている。「温度特性」は日本国籍の件数が最も多い。

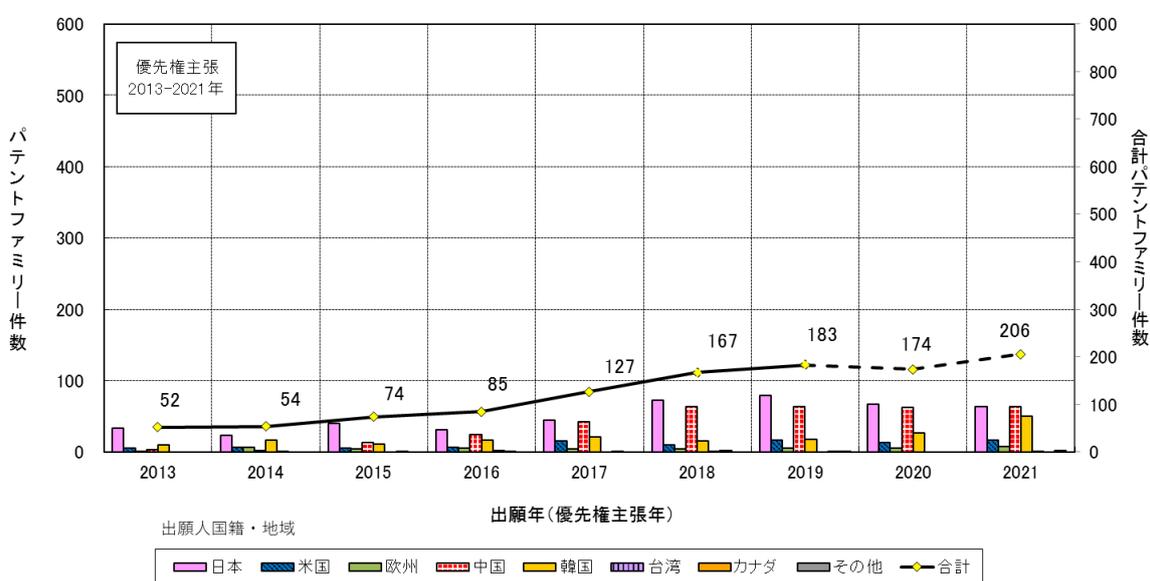
図4-30 技術区分「課題」別一出願人国籍・地域別パテントファミリー件数（日米欧中韓台加WOへの出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021年）



### 第10節 筆頭IPCを用いた特許技術分析

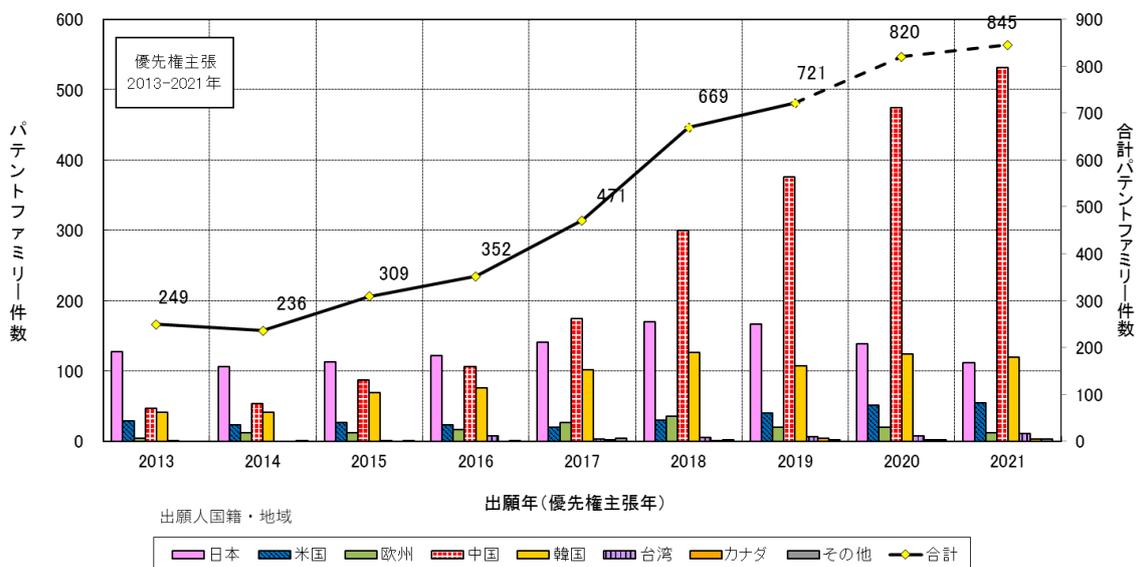
本テーマの調査対象技術に関する筆頭IPCを用いた分析を行った。筆頭IPC「電極活物質の材料」について出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移を図4-31に示し、筆頭IPC「電解質の材料」について出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移を図4-32に示した。図4-31と図4-32の合計パテントファミリー件数を比較すると、筆頭IPC「電解質の材料」の合計パテントファミリー件数は2018年以降大きく増加している。一方で、筆頭IPC「電極活物質の材料」の合計パテントファミリー件数は年々増加しているものの、筆頭IPC「電解質の材料」と比較して増加率が小さい。

図4-31 出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移（筆頭IPC「電極活物質の材料」、日米欧中韓台加WOへの出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021年）



注：2020年以降はデータベース収録の遅れ、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ため、破線にて示す。

図 4-32 出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移（筆頭 IPC 「電解質の材料」、日米欧中韓台加 WO への出願、出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

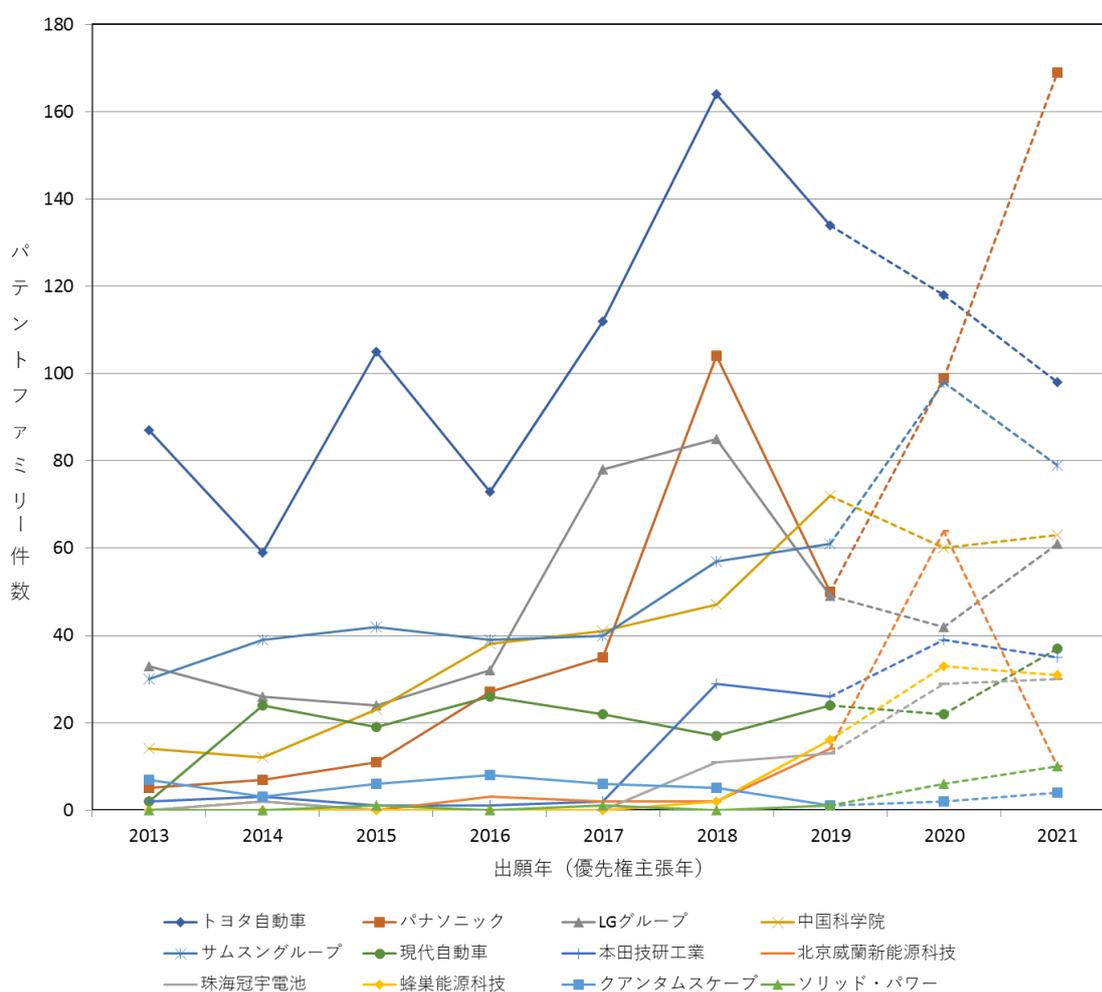


注：2020 年以降はデータベース収録の遅れ、PCT 出願の各国移行のずれ等で全データを反映していない可能性があるため、破線にて示す。

## 第11節 注目出願人別動向

本テーマの調査対象技術に関する出願人のうち、上位出願人ランキングに含まれる出願人や、近年の出願増加率が高い出願人から、12 出願人を注目出願人として確定した。この注目出願人について調査対象期間（出願年（優先権主張年）2013～2021 年）における注目出願人別のパテントファミリー件数推移を図 4-33 に示す。2020 年までトヨタ自動車の件数が最も多い。2019 年からパナソニックの件数が大きく増加し、2021 年では最も多くなっている。中国科学院とサムスングループは年々件数が増加している。また、北京威蘭新能源科技が 2018 年以降の件数が多くなり、2020 年に大きく増加している。

図 4-33 注目出願人別パテントファミリー件数推移（出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）



注：2020 年以降はデータベース収録の遅れ、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ため、破線にて示す。

## 第12節 注目特許の調査

本件調査における注目特許について、下記の観点に基づき抽出を行った。

1. 非自己被引用件数が多い特許
2. 複数国・地域に出願又は登録されている特許
3. 登録となっている特許

表 4-6 に上記観点に基づいて抽出した注目特許の一覧表を示す。ここで、出願年が比較的新しい出願は被引用件数が少ないことを考慮し、全出願に対する被引用件数の上位の出願（No.1～6）に加えて、出願年（優先権主張年）が 2018 年以降の出願で被引用件数が首位の出願（No.7～9）も含めて、注目特許を選定した。

表 4-6 注目特許の一覧表（出願年（優先権主張年）：2013～2021 年）

No.	出願年 (優先権主張年)	被引用公称 数 (非自己)	出願番号	公開番号	登録番号	出願人	国種	発明の名称	国際特許分類(IPC)	パテントファミリーの 出願先国・地域
1	2014	202	2015US-14711504	US2015/0364747	US9917295	アルゴン国立研究所	US	Methods for using atomic layer deposition to produce a film for solid state electrolytes and protective	H01M-004/04 H01M-004/136 H01M-004/1397 H01M-004/58 H01M-010/052 H01M-010/0525 H01M-010/0562 H01M-010/058	US
2	2015	180	2017JP-0562061	JP2018516438	JP6932321	FORGE NANO	US	アノード活物質、カソード活物質及び固体電解質のためのナノ加工コーティング並びにナノ加工コーティングを含む電池の製造方法	H01M-010/0562 H01M-004/13 H01M-004/139 H01M-004/36 H01M-004/40 H01M-010/052	US EP WO CN KR JP AU HK IN CA
3	2013	116	2016JP-0520586	JP201653539	JP6514690	クアタムスケープ	US	L i 二次電池用のカーボン材料	H01M-010/0562 H01B-001/06 H01B-013/00 H01M-010/052	US EP WO CN KR JP
4	2014	81	2014JP-0146174	JP201624874	JP5873533	三井金属鉱業	JP	リチウムイオン電池用硫化物系固体電解質	H01M-010/0562 H01B-001/06 H01B-001/10 H01M-010/0525	US EP WO CN KR JP
5	2013	76	2014JP-0512986	JP2015011937W	JP5957144	三井金属鉱業	JP	リチウムイオン電池用硫化物系固体電解質	H01M-010/0562 H01M-010/0525	US EP WO CN KR JP
6	2015	69	2017JP-0566367	JP2018521173	JP6956641	クアタムスケープ	US	複合電解質	C08L-101/00 C08K-003/32 H01M-010/0562	US EP WO CN KR JP
7	2018	63	2018CN-0092084	CN108232318	CN108232318B	SHAANXI COAL & CHEM	CN	Manufacturing method of all solid state power lithium ion battery	H01M-010/058 H01M-010/0525 H01M-010/0565	CN
8	2019	28	2019CN-0155649	CN109841817		TONGJI UNIVERSITY	CN	Modified lithium-based composite negative material for solid state battery and preparation and application of material	H01M-004/36 H01M-004/04 H01M-004/1395 H01M-004/38 H01M-004/62 H01M-010/0525	CN
9	2020	21	2020CN-0113133	CN111244537		UNIVERSITY SOUTH SCIENCE & TECHNOLOGY CHINA	CN	Composite solid-state electrolyte, solid-state battery and preparation method of solid-state battery	H01M-010/0565 H01M-010/0525	CN
10	2021	7	2021CN-0743420	CN113451543		CHINA AUTOMOTIVE INN	CN	Solid-state lithium ion battery pre-lithiation electrode and preparation method thereof	H01M-004/13 H01M-004/139 H01M-010/0525 H01M-010/42	CN

## 第5章 研究開発動向

### 第1節 調査の方法

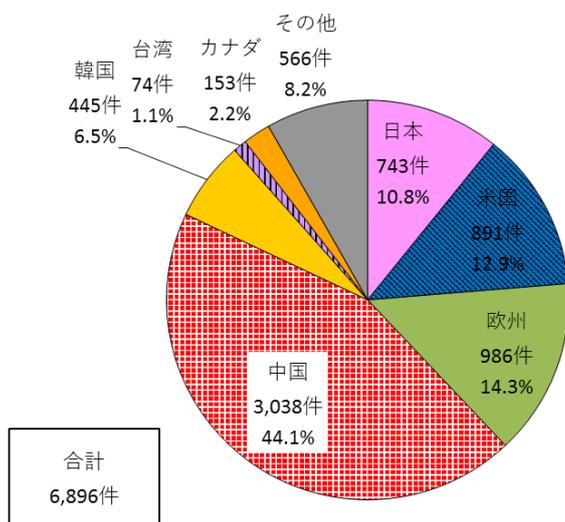
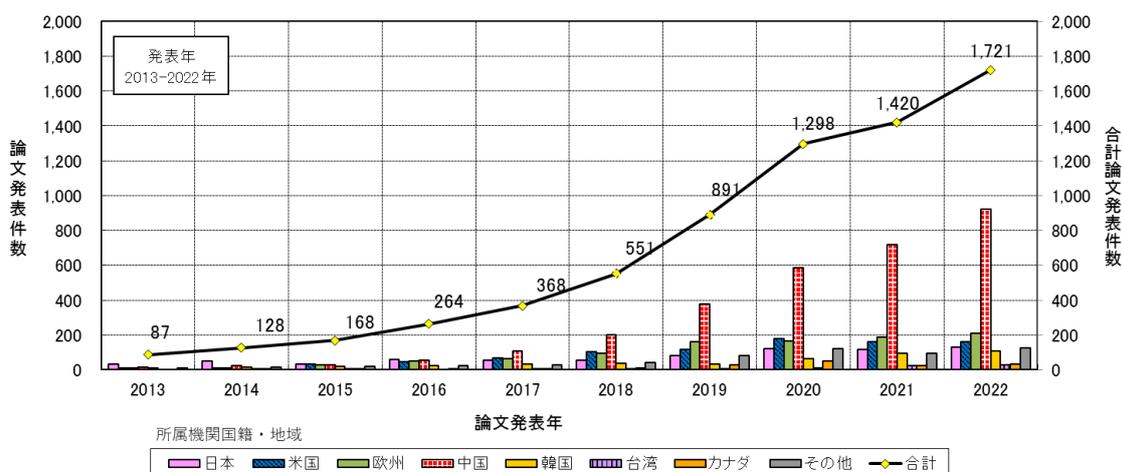
論文・学会誌調査のデータベースは Elsevier 社の Scopus (Elsevier B.V.の登録商標) を用いる。世界最大級の抄録・引用文献データベースであること、及び、被引用回数 of データを有していることから、選定した。対象文献はデータベースの Scopus 上の分類で Article 及び Conference Paper とし、Review や Books (単行本) は除外した。

検索を実施したのは 2023 年 9 月 26 日である。検索結果は 11,362 件となり、これを解析対象文献とした。尚、本調査では、利用したデータベースに収録された論文は全て読み込み対象としてノイズ落としを行う事とし、論文誌の種類による絞り込みは行わないものとする。

## 第2節 全体動向調査

研究者所属機関国籍・地域別の論文発表件数推移と論文発表件数比率を図5-1に示す。件数比率を見ると、中国籍の研究機関からの論文発表件数が44.1%であり、ほぼ半分を占めている。論文発表件数推移では、全体の発表件数は2013年から継続的に増加している。特に2018年以降は、中国籍の研究機関からの発表件数増加に伴い、合計論文発表件数も増加傾向である。

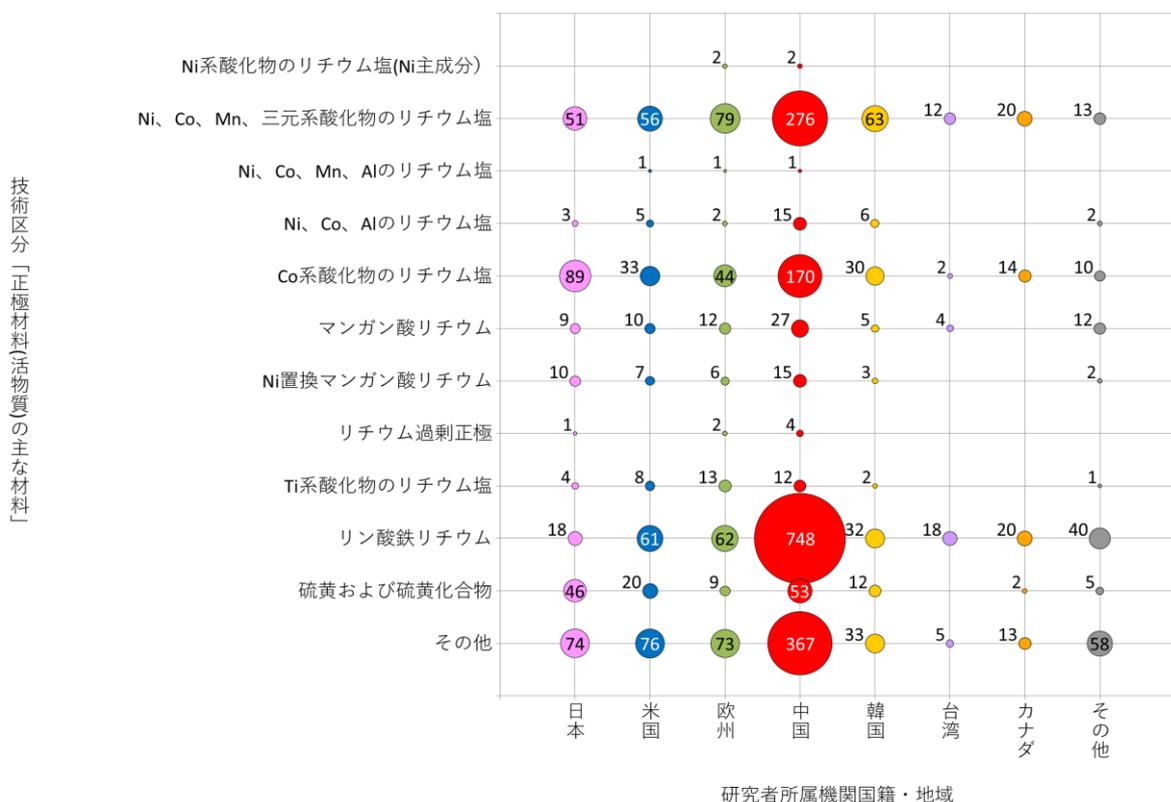
図5-1 研究者所属機関国籍・地域別の論文発表件数推移及び論文発表件数比率（論文発表年：2013～2022年）



### 第3節 正極層の研究開発動向

調査対象期間（発表年 2013～2022 年）における技術区分「正極材料（活物質）の主な材料（A11～A1X）」について、技術区分「正極材料（活物質）の主な材料」別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数を図 5-2 に示す。日本国籍・米国籍・欧州籍・中国籍・韓国籍は「その他」の論文発表件数を除いて「Ni、Co、Mn、三元系酸化物のリチウム塩」と、「Co 系酸化物系のリチウム塩」の件数が多く、特許と同様の傾向である。米国籍・欧州籍・中国籍・韓国籍は「リン酸鉄リチウム」の件数も多く、特に中国籍の件数は他国籍・地域と比較して圧倒的に多い。日本国籍は「硫黄および硫黄化合物」の件数は、他国籍・地域の件数よりも多い。

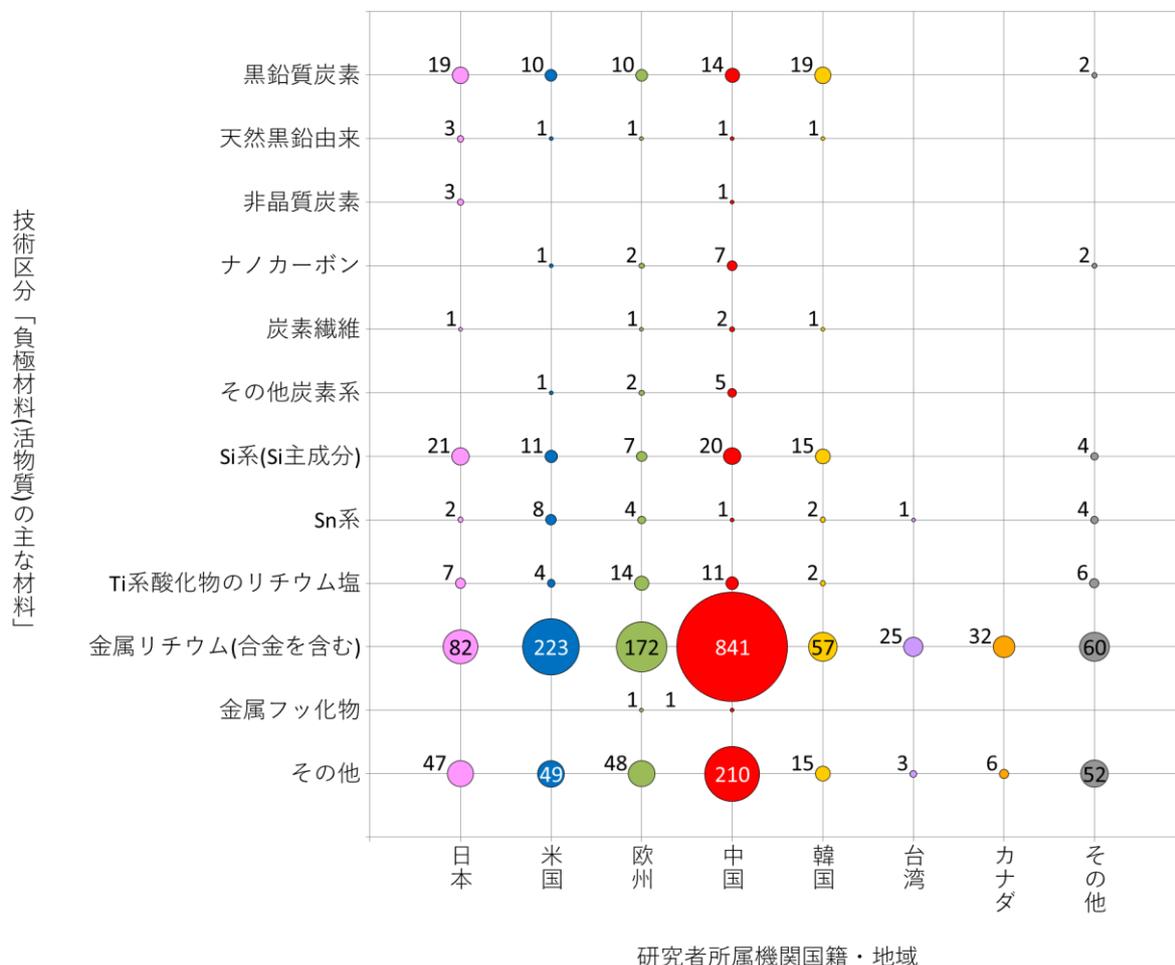
図 5-2 技術区分「正極材料（活物質）の主な材料」別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数（論文発表年：2013～2022 年）



第4節 負極層の研究開発動向

調査対象期間（発表年 2013～2022 年）における技術区分「負極材料（活物質）」の主な材料（B11～B1X）」について、技術区分「負極材料（活物質）」別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数を図 5-3 に示す。どの国籍・地域においても、「金属リチウム（合金を含む）」に関する論文発表件数が多い。特許と比較すると、特許では「金属リチウム（合金を含む）」以外に「黒鉛質炭素」や「Si 系（Si 主成分）」もある程度の件数規模を有するが、論文では「黒鉛質炭素」や「Si 系（Si 主成分）」の件数規模は少ない。

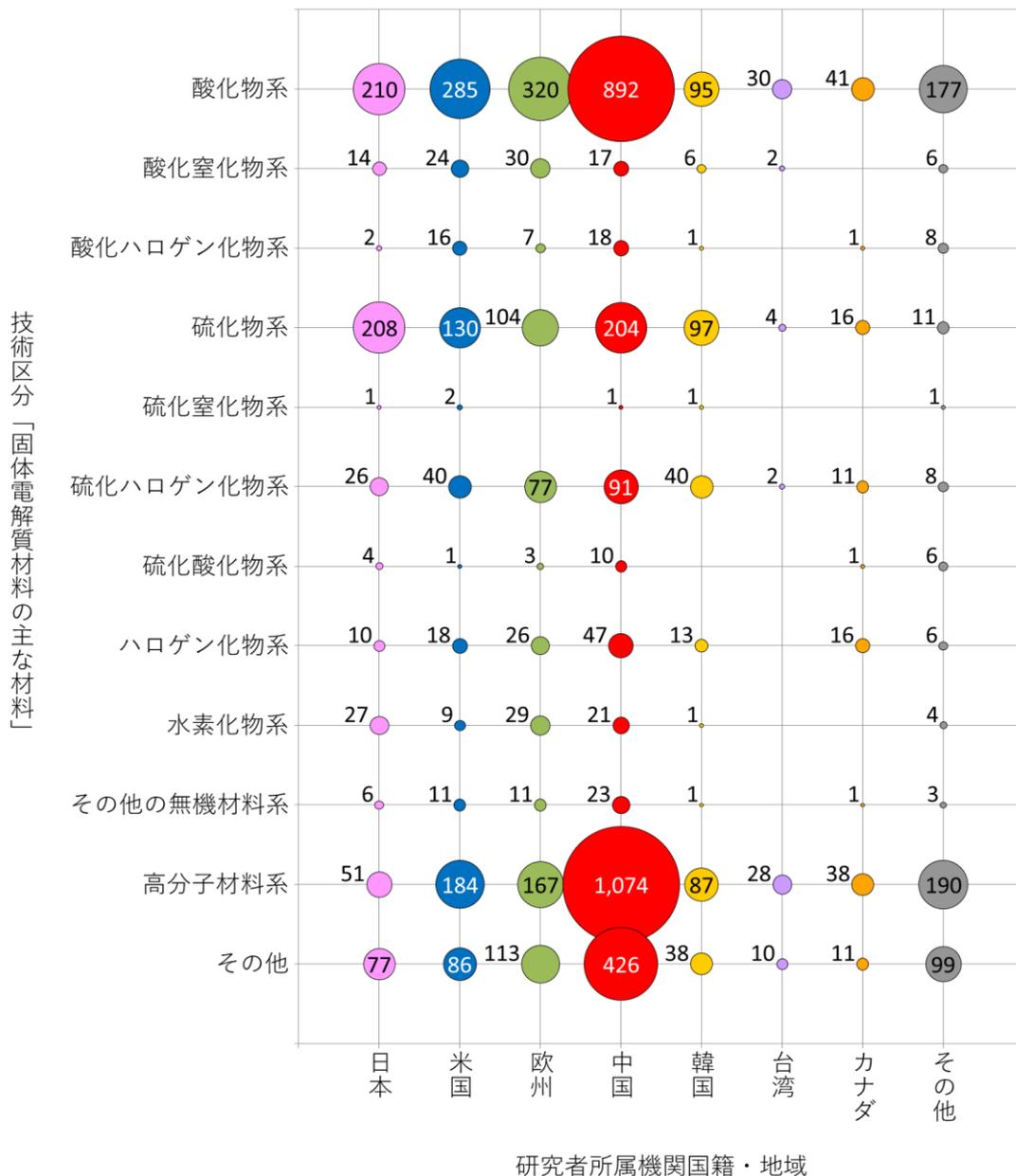
図 5-3 負極材料（活物質）の主な材料の技術区分別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数（論文発表年：2013～2022 年）



第5節 固体電解質の研究開発動向

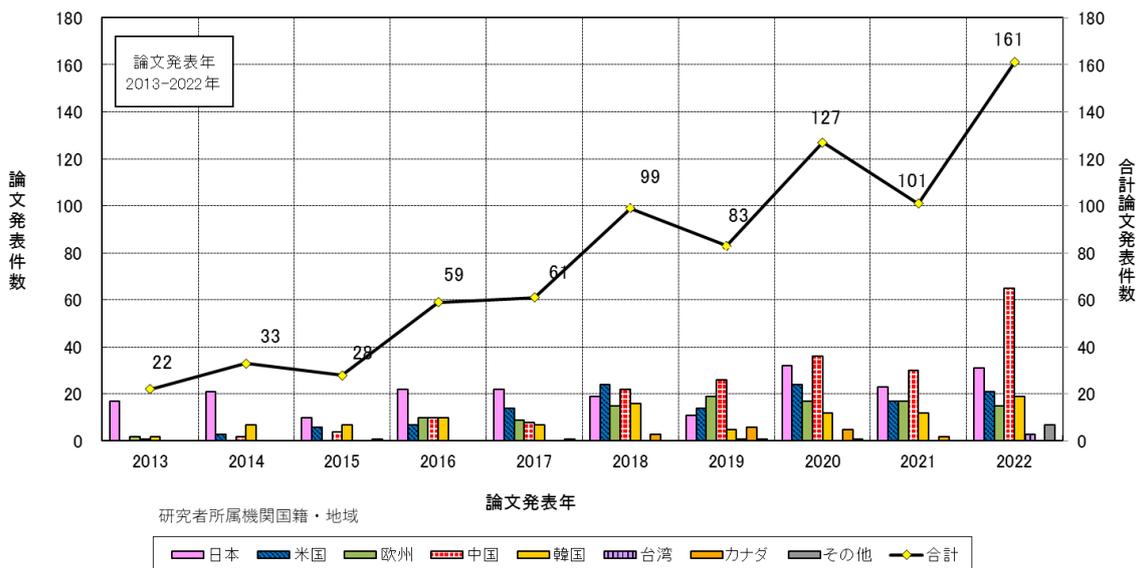
調査対象期間（発表年 2013～2022 年）における技術区分「固体電解質材料の主な材料（C111～C1X）」について、技術区分「固体電解質材料の主な材料」別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数を図 5-4 に示す。「その他」の論文発表件数を除くと、日本国籍は、「酸化物系」と「硫化物系」の件数が突出して多く、次に「高分子材料系」が続く。中国籍は「高分子材料系」の件数が突出して多く、次に「酸化物系」、「硫化物系」が続く。米国籍・欧州籍は「酸化物系」の件数が最も多く、次に「高分子材料系」、「硫化物系」と続く。韓国籍は「硫化物系」、「酸化物系」、「高分子材料系」の件数が 80～90 件台である。

図 5-4 技術区分「固体電解質材料の主な材料」別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数（論文発表年：2013～2022 年）



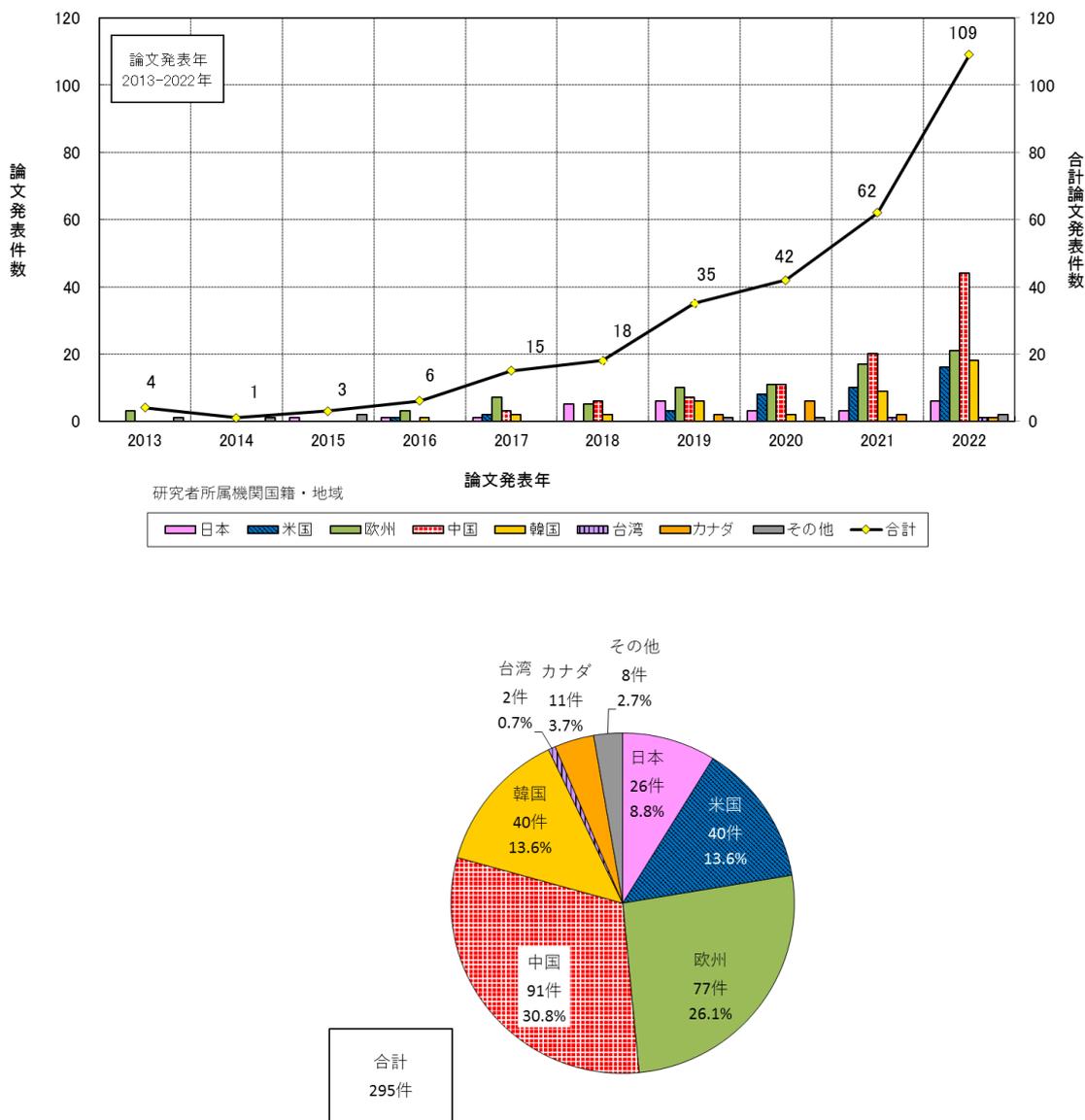
「硫化物系」の研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移（図 5-5）を見ると、日本国籍の論文発表件数は 2013 年以降ほぼ 1 年あたり 20 件～30 件前後で推移している。2022 年では中国籍の論文発表件数が突出して多い。

図 5-5 研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移（「硫化物系」、論文発表年：2013～2022 年）



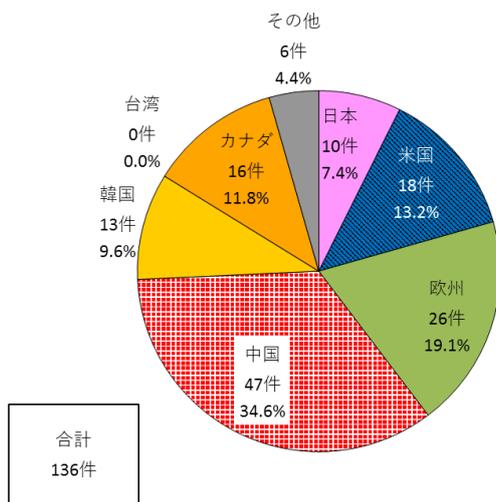
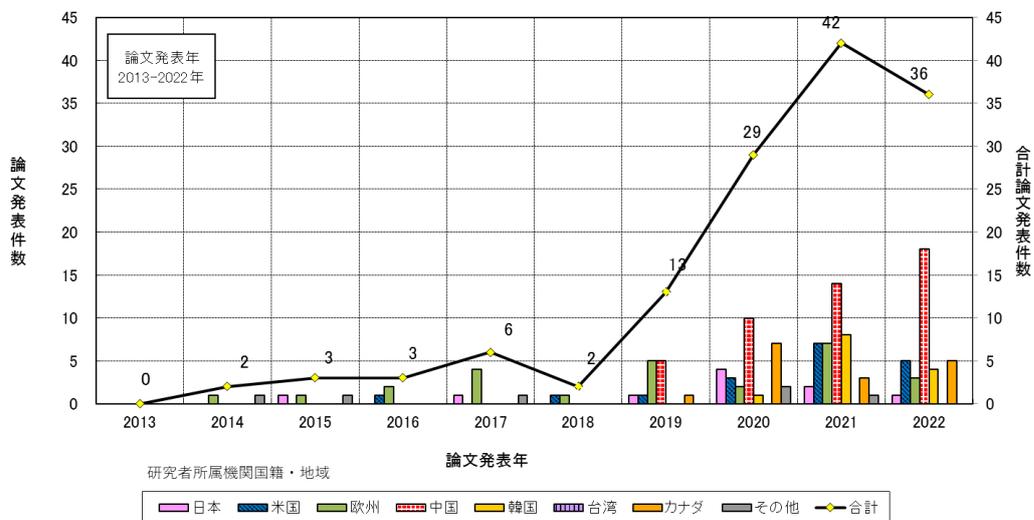
「硫化ハロゲン化物系」（図 5-6）の論文発表件数比率を見ると、中国籍が 30.8%、欧州籍が 26.1%と多い。研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移を見ると、2020 年から 2022 年にかけて米国籍・欧州籍・中国籍・韓国籍の論文発表件数が増加傾向にあり、日本国籍を上回っている。2022 年では中国籍の論文発表件数が突出して多い。

図 5-6 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（「硫化ハロゲン化物系」、論文発表年：2013～2022 年）



「ハロゲン化物系」（図 5-7）の論文発表件数比率を見ると、中国籍が 34.6%、欧州籍が 19.1%と多い。研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移を見ると、2019 年以降に中国籍の論文発表件数が増加している。2021 年と 2022 年は米国籍・欧州籍・中国籍・韓国籍の論文発表件数が日本国籍を上回っている。

図 5-7 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（「ハロゲン化物系」、論文発表年：2013～2022 年）

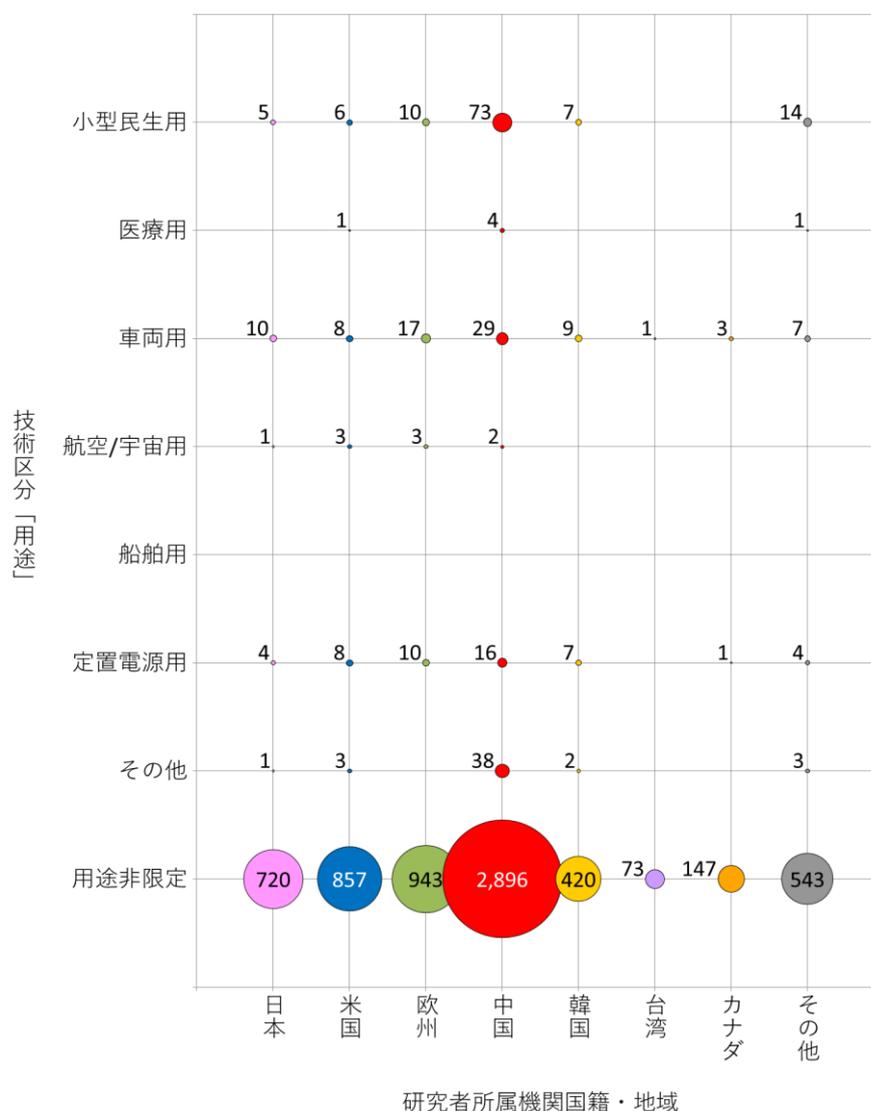


## 第6節 その他の研究開発動向

### 1. 用途の研究者所属機関国籍別論文発表件数

調査対象期間（発表年 2013 年～2022 年）における技術区分「用途（H11～H8）」において、技術区分「用途」別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数を図 5-6-5 に示す。いずれの国籍・地域も用途の記載がない、もしくは、複数の用途が記載されている「用途非限定」の論文発表件数が最も多い。具体的な用途のうち、中国籍は「小型民生用」の論文発表件数が多い。

図 5-8 技術区分「用途」別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数（論文発表年：2013～2022 年）

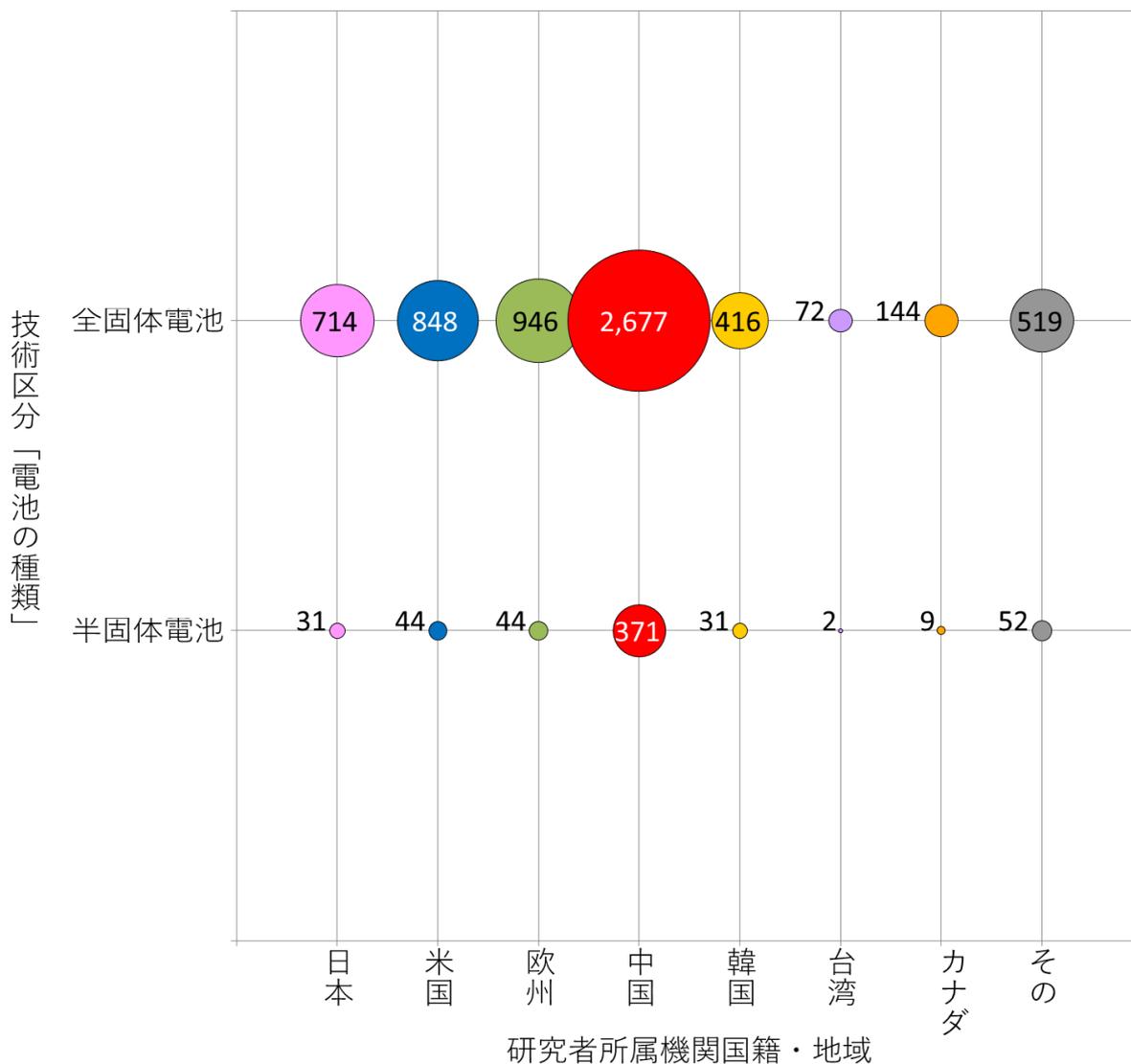


### 2. 電池の種類論文発表件数推移と研究者所属機関国籍別論文発表件数

調査対象期間（発表年 2013 年～2022 年）における技術区分「電池の種類（G11～G2X）」について、技術区分「電池の種類」別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数を図 5-9 に示す。いずれの国籍・地域も「全固体電池」の論文発表件数が多い。「全固

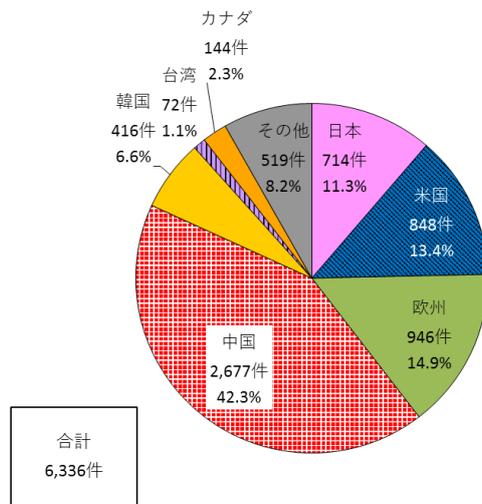
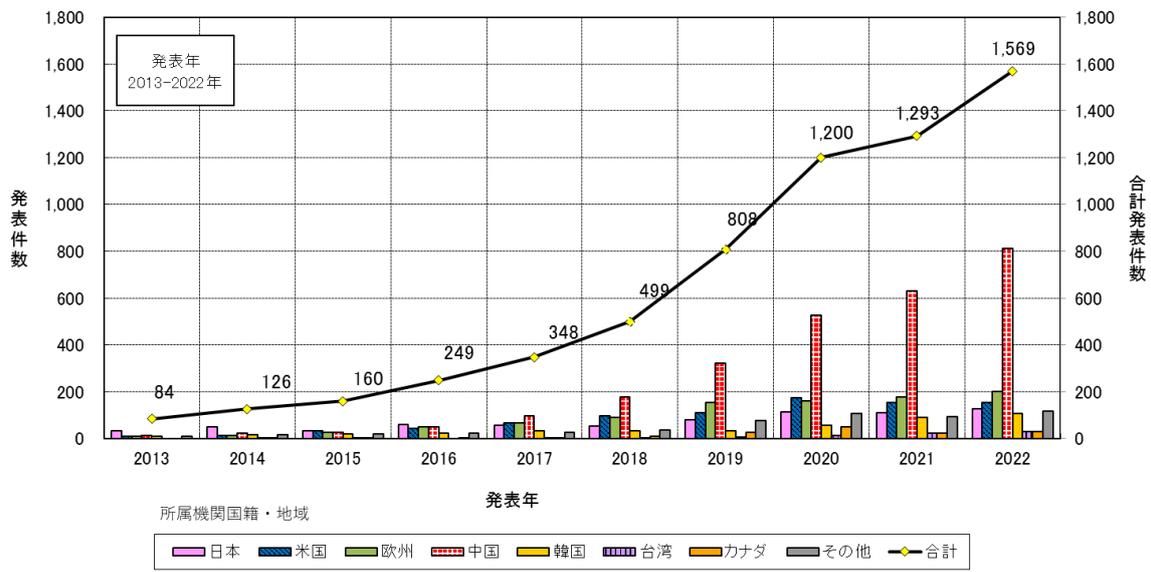
体電池」に着目すると、中国籍の論文発表件数が最も多く、次いで欧州籍、米国籍、日本国籍と続く。また、「半固体電池」においても、中国籍の論文発表件数が最多である。

図 5-9 技術区分「電池の種類」別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数（論文発表年：2013～2022 年）



調査対象期間（発表年 2013～2022 年）における技術区分「全固体電池」について、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 5-10 に示す。中国籍の件数が 2017 年以降急激に伸びている。欧州籍は微増傾向である。

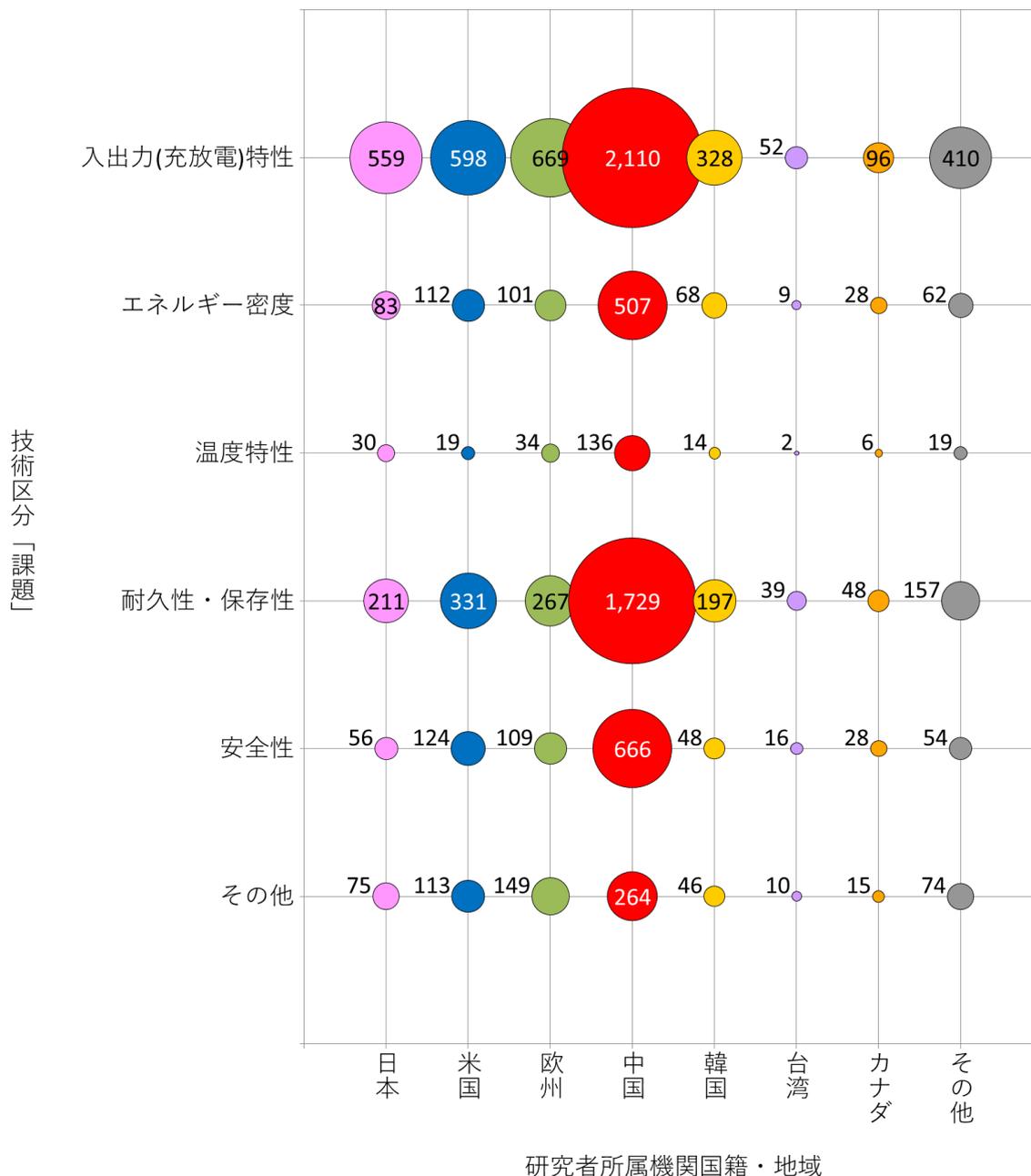
図 5-10 電池の種類（全固体電池）の研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率（論文発表年：2013～2022 年）



### 3. 課題の研究者所属機関国籍別論文発表件数

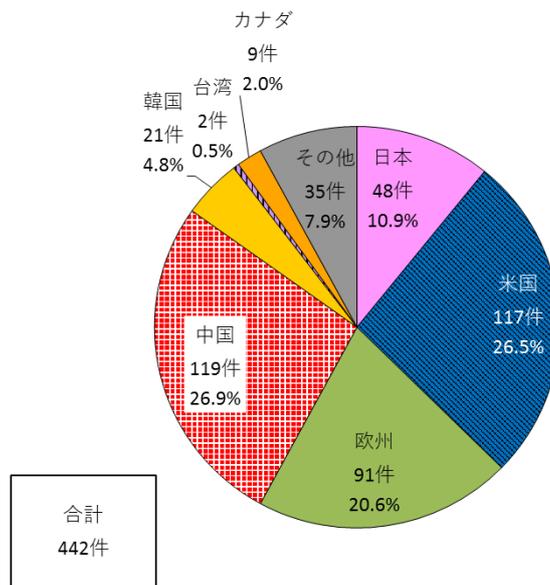
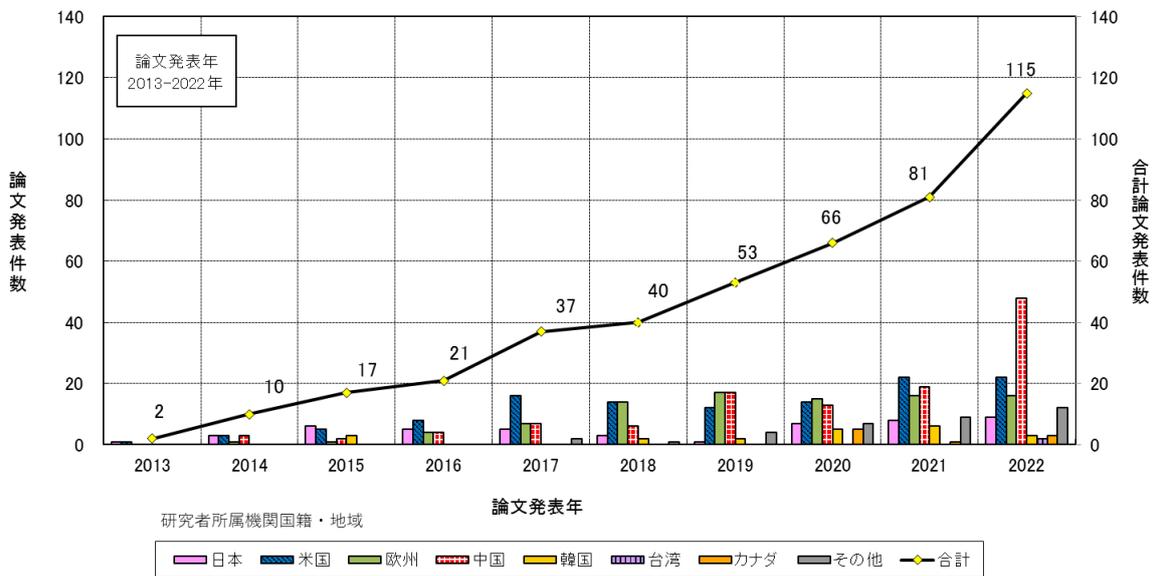
調査対象期間（発表年 2013 年～2022 年）における技術区分「課題（I11～IX）」について、技術区分「課題」別一研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数を図 5-11 に示す。すべての国籍・地域で「入出力（充放電）特性」の件数が多く、次いで、「耐久性・保存性」の件数が多い。

図 5-11 技術区分「課題」別—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数（論文発表年：2013～2022年）



調査対象期間（発表年 2013～2022 年）における技術区分「その他（F1,FX）」の小区分の「シミュレーション技術」について、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 5-12 に示す。「シミュレーション技術」は、合計パテントファミリー件数が 16 件に対し、合計論文発表件数が 442 件と論文発表件数の方が多い。論文発表件数比率を見ると、中国籍が 26.9%、米国籍が 26.5%、中国籍が 20.6%、日本国籍が 10.9%、韓国籍が 4.8%である。また、合計論文発表件数推移を見ると、年々増加傾向である。論文発表件数は、2021 年までは米国籍と欧州籍が拮抗状態だったが、2022 年に中国籍が米国籍、欧州籍に大差を付ける。

図 5-12 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（「シミュレーション技術」、論文発表年：2013～2022年）



## 第7節 研究者所属機関別・研究者別動向調査

調査対象期間（発表年 2013～2022 年）における論文発表件数上位研究者所属機関ランキングを表 5-1 に示す。首位の中国科学院は 359 件であり、2 位以下と差が付いている。研究者所属機関の国籍・地域を見ると、上位 10 位中、中国籍が 6 研究機関、米国籍が 2 研究機関、日本国籍が 1 研究機関、欧州籍が 1 研究機関であり、比較的中国籍の研究機関が多くなっている。

表 5-1 論文発表件数上位研究者所属機関ランキング（論文発表年：2013～2022 年）

順位	研究者所属機関	国籍・地域	件数
1	中国科学院	中国	359
2	大阪公立大学	日本	145
3	清華大学	中国	119
4	華中科技大学	中国	92
5	カリフォルニア大学	米国	85
6	ハルビン工業大学	中国	82
7	浙江大學	中国	78
8	メーランド大学	米国	77
9	ユストゥス・リービヒ大学	欧州	73
9	中南大学	中国	73
11	北京科技大学	中国	72
12	北京理工大学	中国	70
13	東北大学	日本	67
14	ウェスタン・オンタリオ大学	カナダ	66
15	東京工業大学	日本	65
16	漢陽大学校	韓国	58
17	ミシガン大学	米国	54
17	天津大学	中国	54
19	武漢理工大学	中国	53
20	バスク研究技術連合	欧州	50

## 第8節 注目論文の調査

論文の被引用回数は、特許と同様に注目度の目安となる。被引用文献として取り上げられた文献の詳細は、研究においてどのような技術から発展していったのかを示す指標となる。また、本調査では被引用回数に加え、下記2点の内容について確認できる論文も注目すべき論文として抽出した。

- 1) 特に日本国籍の論文発表件数が他の国籍・地域よりも少ない分野である「シミュレーション技術」にはどのような技術があるか。
- 2) 日本国籍の論文発表件数が少ないシミュレーション等の技術で行われる「様々な材料を混合してみても特性が良くなる材料を選択するという、絨毯爆撃のような開発手法」について、具体的にどのような技術が論文として発表されているか。

抽出した注目論文の一覧表を表5-8-1に示す。

表5-8-1 注目論文の一覧表（論文発表年：2013～2022年）

No.	論文発表年	被引用件数	研究者	研究者所属機関	研究者所属機関 国籍・地域	タイトル
1	2016	2,044	Kato Y.; Hori S.; Saito T.; Suzuki K.; Hirayama M.; Mitsui A.; Yonemura M.; Iba H.; Kanno R.	トヨタ自動車、東京工業大学、高エネルギー加速器研究機構	日本	High-power all-solid-state batteries using sulfide superionic conductors
2	2017	1,430	Han X.; Gong Y.; Fu K.; He X.; Hitz G.T.; Dai J.; Pearce A.; Liu B.; Wang H.; Rubloff G.; Mo Y.; Thangadurai V.; Wachsman E.D.; Hu L.	メーランド大学、カルガリー大学	米国、カナダ	Negating interfacial impedance in garnet-based solid-state Li metal batteries
3	2015	1,151	Zhu Y.; He X.; Mo Y.	メーランド大学	米国	Origin of Outstanding Stability in the Lithium Solid Electrolyte Materials: Insights from Thermodynamic Analyses Based on First-Principles Calculations
4	2019	893	Han F.; Westover A.S.; Yue J.; Fan X.; Wang F.; Chi M.; Leonard D.N.; Dudney N.J.; Wang H.; Wang C.	メーランド大学、オークリッジ国立研究所	米国	High electronic conductivity as the origin of lithium dendrite formation within solid electrolytes
5	2020	719	Lee Y.-G.; Fujiki S.; Jung C.; Suzuki N.; Yashiro N.; Omoda R.; Ko D.-S.; Shiratsuchi T.; Sugimoto T.; Ryu S.; Ku J.H.; Watanabe T.; Park Y.; Aihara Y.; Im D.; Han I.T.	サムスングループ	韓国	High-energy long-cycling all-solid-state lithium metal batteries enabled by silver-carbon composite anodes
6	2019	657	Wan J.; Xie J.; Kong X.; Liu Z.; Liu K.; Shi F.; Pei A.; Chen H.; Chen W.; Chen J.; Zhang X.; Zong L.; Wang J.; Chen L.-Q.; Qin J.; Cui Y.	スタンフォード大学、上海科技大学、ペンシルバニア州立大学、SLAC国立加速器研究所	米国、中国	Ultrathin, flexible, solid polymer composite electrolyte enabled with aligned nanoporous host for lithium batteries
7	2022	9	Li S.; Chen Z.; Zhang W.; Li S.; Pan F.	北京大学	中国	High-throughput screening of protective layers to stabilize the electrolyte-anode interface in solid-state Li-metal batteries
8	2022	1	Zhao X.; Duan S.; Zhou B.; Gao Z.; Gates I.D.; Yang W.	華北電力大学、カルガリー大学	中国、カナダ	Rapid Hierarchical Screening for Promising Ternary and Quaternary Inorganic Solid-State Electrolytes

## 第6章 提言

日本の目指すべき方向性に関して検討した結果を、提言1ないし5でまとめた。

**提言1：全固体電池に適した電極活物質材料について技術開発を強化していく必要がある。海外勢との差別化を図るためには、新しい電極活物質材料に関する情報を整理しつつ、海外の動向について注視する必要がある。**

電極活物質材料は電解質材料と同様に全固体電池の性能を決定する重要な要素であり、電池構成要素の中で基本的な要素である。例えば、エネルギー密度の向上を図る場合、液系電池で使われている電極活物質材料を流用するだけでは大きな性能向上が見込めない。そこで全固体電池の性能の大幅な向上に向けて、全固体電池に適した電極活物質材料の技術開発を強化していく必要があると考えられる。

ここで、電極活物質材料と電解質材料について、筆頭IPCを活用して各国の Patent ファミリー件数の推移を確認したところ、電極活物質材料に関する Patent ファミリー件数は、電解質材料のそれに比べて増加率が小さい傾向が見られた。つまり、電極活物質材料の技術開発は、各国・地域いずれにおいても電解質材料に比べて活発でないといえる。

したがって、今後の研究開発において、日本が海外勢との差別化を図るためには、電極活物質材料に着目することが必要と考えられる。すなわち、固体電解質との組み合わせに適した電極活物質材料の技術開発に積極的に取り組みつつ、組成の最適化や複合化といった新たな電極活物質材料の情報をいち早く整理するとともに、海外勢の動向にも注視する必要がある。

**提言2：海外勢が研究開発を強化している「ハロゲン化物系」等の電解質について、市場動向や海外勢の動向等に目配りしつつ、ブレイクスルー技術等の開発情勢の変化を注視する必要がある。**

本調査によれば、固体電解質材料について、日本の特許出願の推移をみると、従来から「酸化物系」や「ハロゲン化物系」に注力していたところ、近年は「硫化物系」に注力している状況であることが分かる。他方で、米国は「酸化物系」および「高分子材料系」の出願に注力している状況であり、中国は「高分子材料系」の出願が圧倒的に多く、次いで「酸化物系」の出願が多い。「ハロゲン化物系」および「硫化ハロゲン化物系」は増加率が特に高いことから、今後も増加していく可能性があると考えられる。

そこで、「ハロゲン化物系」および「硫化ハロゲン化物系」を用いた固体電解質に関する特許出願の推移を見ると、2013年と比べて2021年には出願件数が大きく増加している。具体的には、「ハロゲン化物系」では2018年以降中国からの出願件数が増加しており、「硫化ハロゲン化物系」では2017年以降中国及び韓国からの出願件数が増加している。「ハロゲン化物系」及び「硫化ハロゲン化物系」の固体電解質について、海外での研究開発が近年になり

活発化していることがうかがえる。

論文件数においても同様に、「ハロゲン化物系」及び「硫化ハロゲン化物系」に関する論文は、中国からの発表件数が圧倒的に多く、2020年以降、特に増加している。さらに、欧州及び韓国からの論文発表についても全体に占める割合が大きくなっている。したがって、「ハロゲン化物系」及び「硫化ハロゲン化物系」については中国のみならず、欧州や韓国についてもその研究開発動向を注視する必要がある。

着目すべき技術として、例えば「ハロゲン化物系」であれば、アニオン伝導性や広い電位窓を併せ持つ固体電解質のブレイクスルー技術、「硫化ハロゲン化物系」であれば、日本からの出願が多い「硫化物系」の延長にある技術でもあることから「硫化物系」の固体電解質においても利用可能な技術や「硫化物系」の研究開発の進展に影響を与える技術などに着目する必要がある。

**提言3：潜在的市場規模が大きい全固体電池の技術分野において日本の産業競争力を相対的に向上させるためには、硫化物系固体電解質の技術開発が重要になる。日本は過去からの研究開発成果の蓄積による技術的優位性があるものの、近年の諸外国からの追い上げに対抗するために研究開発を維持、強化する必要がある。**

本調査の市場環境調査にて記述したとおり、日本におけるリチウムイオン電池の需要予測における主力用途はEV用途である。IRENAが2020年に発表した試算によれば、EV用蓄電池の需要は、2030年から2050年までに約3倍に増加する見込みである。この増加分の一部は全固体電池の普及に支えられるものと見込まれる。EV用途の全固体電池は硫化物系の固体電解質が用いられることが現時点では有力視されていることから、今後の実用化に向けて硫化物系固有の課題やEV用途に適した容量を確保するための大型化に関する課題を解決する必要がある。

ここで、特許出願動向を見ると、「固体電解質材料の主な材料」における「硫化物系」の出願件数は、日本からの出願が最も多く、調査対象期間における出願件数の全体に占める比率は、日本42.7%、中国28.5%であり、日本に優位性がある。しかしながら、2019年から2021年に限定すると、中国の出願件数が日本の出願件数を上回っている。日本は研究開発における過去からの成果の蓄積があるものの、近年では中国の研究開発活動が活発になっている。

「硫化物系」に関する論文件数推移を見ると、調査対象期間の早い時期において日本は他国・地域に比べて論文発表件数が多い。日本は「硫化物系」について他国・地域に先んじて研究開発を開始しており、過去からの研究開発成果の蓄積による優位性があるものと考えられる。しかし、2018年以降は他国・地域からの論文発表件数が増加している。米国や欧州からの論文発表件数は日本と同程度の件数で推移しており、2020年以降に注目すると中国からの論文発表件数は他国・地域と比較して大きく増加している。

全固体電池における日本の産業競争力を相対的に向上させるためには、全固体電池の主力用途であるEV向けの硫化物系全固体電池についての研究開発が必要である。日本は硫化物系全固体電池について研究開発成果の蓄積があり技術的優位性があると思われるが、今後も持続的な研究開発が必要である。

**提言 4：日本が全固体電池の実用化に向けて優位に立つためには、「サイクル寿命の向上」という課題に向き合い、研究開発を引き続き推進していく必要がある。**

一般的に電池に用いられる活物質は、充放電によって体積が変動する。この体積変動が要因となって結果的にサイクル寿命が短くなる傾向にあることが指摘されている。

用途が車両用とされる特許出願においてその課題に着目した特許出願動向を見ると、全ての国・地域において、「サイクル寿命の向上」が着目されている。特に、中国、次いで日本は「サイクル寿命の向上」に関する出願が多い。研究開発動向を見ると、「サイクル寿命の向上」に関する論文発表件数は中国が多い。中国は研究開発を進める過程でサイクル寿命の向上という課題に着目しているものと考えられる。

全固体電池を EV に使用する場合、自動車の耐用年数や消費者の自動車買い替えサイクルを考慮した商品性を向上させ産業競争力を強固なものとするためには、「サイクル寿命の向上」という課題に対して十分な検討が必要であるということが示唆される。日本が全固体電池の実用化において優位に立つためには、「サイクル寿命の向上」という課題に向き合い、研究開発を引き続き推進する必要がある。

**提言 5：マテリアルズインフォマティクスの活用による新規材料の探索について、現場で実際の材料を研究する人材と計算機科学による研究を推進する人材との間での連携を深めた研究を強化するとともに、マテリアルズインフォマティクスの活用によって得られた成果の権利保護の在り方について広く議論を深めていく必要がある。**

全固体電池の実用化に向けた研究開発において新規活物質の探索は重要である。その探索手法としてマテリアルズインフォマティクスの考え方を活用することが考えられる。より具体的には、材料科学データベースと AI 技術を組み合わせて過去の実験や論文の解析を通じて材料の分子構造や製造方法を予測、探索することを全固体電池の研究開発にも適用することが考えられる。

マテリアルズインフォマティクスが含まれる技術区分である「シミュレーション技術」に着目して特許出願動向を見ると、その特許ファミリー件数は調査対象期間中わずか 16 件であった。しかし、研究開発動向を見ると論文発表件数は 442 件であった。このうち、タイトルかキーワードに「screening」か「database」が記載されているものは 34 件であった。この 34 件は全てシミュレーションによって新規材料の候補を抽出するマテリアルズインフォマティクスの概念に基づくものであった。これについての論文発表件数を国・地域別に見ると、米国、欧州、中国が多く、日本は少ない状況であった。

このように特許出願と論文発表においては異なる動向となっている。特許出願が論文発表に比べて少ない理由は、マテリアルズインフォマティクス技術そのものについて特許化が困難であることや、現在のマテリアルズインフォマティクスの概念による新規材料を発見する方法に何らかの課題があり、現時点では開発成果に結びついていない点である。

新規物質探索の専門家によると、新規物質探索についてのそのような課題は研究者の間で

は既に認識されているものであり、その対策のための研究開発が進められているとのことである。そうであれば、将来的にはマテリアルズインフォマティクスの考え方に基づいた新規物質探索の研究開発成果が結実し特許出願に結び付く可能性があると考えられる。

全固体電池における産業競争力をさらに向上させるためには、現実の材料を実際に取り扱う研究者とデータベースや AI を組み合わせたマテリアルズインフォマティクスによる研究者の間での連携を強化して新規材料探索を進めることが一つの方法である。さらにマテリアルズインフォマティクス技術の開発によって得られた成果の権利保護の在り方について広く議論を深めていく必要がある。



令和5年度特許出願技術動向調査－全固体電池－  
アドバイザーボード名簿

(敬称略、所属・役職等は令和6年1月現在)

委員長 辰巳 国昭 国立研究開発法人産業技術総合研究所 関西センター 所長  
委員 射場 英紀 トヨタ自動車株式会社 先進技術開発センター  
先端材料技術部 CPE  
菅野 了次 東京工業大学 科学技術創成研究院 特任教授  
高田 和典 国立研究開発法人物質・材料研究機構  
エネルギー・環境材料研究センター  
電池材料分野 固体電池材料グループ グループ長  
林 晃敏 大阪公立大学 大学院工学研究科  
物質化学生命系専攻 応用化学分野 教授

オブザーバ

村守 宏文 特許庁 審査第三部 審査調査室 室長  
長岡 真 特許庁 審査第三部 審査調査室 主査  
青木 太一 特許庁 審査第三部 審査調査室  
井上 能宏 特許庁 審査第三部 金属電気化学 室長  
多田 達也 特許庁 審査第三部 金属電気化学 室長  
村岡 一磨 特許庁 審査第三部 金属電気化学 主任上席審査官  
結城 佐織 特許庁 審査第三部 金属電気化学 前任上席審査官  
式部 玲 特許庁 審査第三部 金属電気化学 審査官  
梅野 太朗 特許庁 審査第三部 金属電気化学 審査官  
井上 莉子 特許庁 審査第三部 化学応用 審査官補  
寺坂 一也 特許庁 審査第三部 金属電気化学 審査官補  
井出 元晴 特許庁 総務部 企画調査課 知財動向班 技術動向係長  
生野 一孝 特許庁 総務部 企画調査課 知財動向班 技術動向係  
笠井 一哲 経済産業省 商務情報政策局 情報産業課 電池産業室  
大川 拓真 経済産業省 商務情報政策局 情報産業課  
磯福 朋之 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課  
土屋 哲男 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 先端テクノロジー戦略室  
二井内 学 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課  
上村 祐也 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課  
野口 知希 経済産業省 産業技術環境局 国際標準課  
水野 紀子 経済産業省 産業技術環境局 国際標準課  
宇治原 慶彦 経済産業省 貿易経済協力局 貿易管理部  
安全保障貿易管理政策課 技術調査室  
團野 克也 経済産業省 製造産業局 素材産業課  
緑川 美桜 経済産業省 製造産業局 自動車課

榎本 啓士	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター サステナブルエネルギーユニット
三代 順也	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター 新領域・融合ユニット
二関 洋子	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター 新領域・融合ユニット
沼澤 修平	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター ナノテクノロジー・材料ユニット
福井 弘行	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター ナノテクノロジー・材料ユニット
眞子 隆志	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター ナノテクノロジー・材料ユニット
真崎 仁詩	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター環境・エネルギーユニット
鈴木 和拓	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター環境・エネルギーユニット
坪井 彩子	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター環境・エネルギーユニット
高野 暁巳	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター環境・エネルギーユニット

○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 5 年度  
特許出願技術動向調査報告書  
－全固体電池－

発 行 令和 6 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。