

リチウムイオン電池

—平成21年度特許出願 技術動向調査の紹介—

特許審査第三部審査調査室
赤樫 祐樹

1. はじめに

リチウムイオン電池は1990年代に上市され、現在、携帯電話やモバイル機器を中心に広く用いられている電池である。また、自動車の分野においては今後エンジン自動車からハイブリッド車や電気自動車への転換が進展すると予想されており、リチウムイオン電池はそのキーデバイスとして重要性を増してくると予想されている。

リチウムイオン電池は水系の蓄電池に比べて高容量である一方、高負荷特性の面では水系蓄電池に劣り、動力用には不向きだといわれてきた。しかしながら近年、容量の増大化とともに、高負荷特性の向上、さらなる安全性確保の研究も進んできており、大きな注目を集めている。このような背景から、平成21年度特許出願技術動向調査のテーマとして、「リチウムイオン電池」を選択し、特許の出願動向、研究開発動向等の調査を実施した。

2. リチウムイオン電池の構造

リチウムイオン電池は電解質中のリチウムイオンが電気

抄録

リチウムイオン電池は1990年代に上市され、現在、携帯電話やモバイル機器を中心に広く用いられている電池である。また、自動車の分野においては今後エンジン自動車からハイブリッド車や電気自動車への転換が進展すると予想されており、リチウムイオン電池はそのキーデバイスとして重要性を増してくると予想されている。このような背景から、平成21年度特許出願技術動向調査のテーマとして「リチウムイオン電池」を選択し、特許の出願動向、研究開発動向等の調査を実施した。特許出願件数においては多くの国で我が国が優位であったが、近年、中国勢や韓国勢に追い上げられている。また、論文発表件数についても、現状日本勢と海外勢は拮抗しているが、近年の中国勢の伸びは著しい。リチウムイオン電池の分野では、今後国際競争がより一層激化することが予測されており、市場のシェアアップにつながる特許を戦略的に出願することが望まれる。

伝導を担う二次電池である。リチウムイオン電池は正極、負極、電解質（電解液）、セパレータ等の電池材料から構成されており、電池の組み立て、さらに電池システムの組み立てによってリチウムイオン電池パッケージが作製される。代表的なリチウムイオン電池では、正極の活物質にリチウム金属酸化物、正極の集電体にアルミ箔、負極の活物質に炭素材料、負極の集電体に銅箔、セパレータにポリオレフィンの微多孔膜、電解質としてカーボネート系の有機溶剤にリチウム塩を溶解させたものが使用されている。また、活物質のバインダーとしてポリフッ化ビニリデン（PVDF）やスチレンブタジエンゴム（SBR）などが使用され、導電助剤として活性炭や黒鉛微粉、炭素繊維等が使用されている。

本調査の調査対象範囲は、正極、負極、電解質、セパレータ等の主要な電池材料及びその製造方法などである。リチウムイオン電池に関する技術俯瞰図を図1に示す。内側の点線で囲った部分が、今回の調査対象範囲である。

3. 特許出願動向

今回の調査では、日本、米国、欧州、中国及び韓国に出

応用産業
(用途)

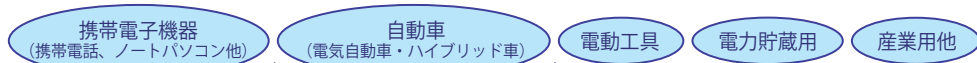


図1 リチウムイオン電池の技術俯瞰図

願された特許を対象とした。また、期間としては出願年(優先権主張のあるものは優先日)が1998年から2007年である特許を対象とした。なお、2006年以降はデータベース収録等の遅れ、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。

(1) 出願人国籍別出願動向

リチウムイオン電池に関する日米欧中韓への特許出願件数の比率及び推移を出願人国籍別で見ると、図2、図3のようになる。

比率については、日本国籍出願が66.1%と3分の2近くを占めている。次いで韓国籍出願が13.8%、米国籍出願が8.0%となっている。年次推移については、日米欧中韓への出願件数の合計は約2600件から3000件強の間で推移している。いずれの年次においても日本国籍出願が最も多いことが特徴的であるが、韓国籍出願件数は2000年頃から、

中国籍出願件数は2005年頃から増加傾向にある。

そして、中国への出願については中国籍出願件数が、韓国への出願については韓国籍出願件数が伸びてきている。図4、5に中国への出願、韓国への出願の年次推移を示す。

中国への出願件数は、1998年の99件から2005年の555件まで一貫して増加している。出願人国籍別では、日本国籍出願が42.1%で最も多く、次いで中国籍出願が33.5%、韓国籍出願が12.3%となっているが、近年中国籍出願の出願件数の伸びが大きく、2002年に日本国籍に次いで2位となって以降、年々増加しており、2006年には日本国籍より多くなっている。韓国への出願件数は、1998年から2000年まで増加し、2001年には減少したものの、その後2005年まで増加している。出願人国籍別では韓国籍出願が47.3%で最も多く、増加の傾向にある。次いで日本国籍出願が40.4%となっており、日本国籍と韓国籍の2者で88%近くを占めている。年次別に見ても日本国籍出願と韓国籍出願がほぼ拮抗している。

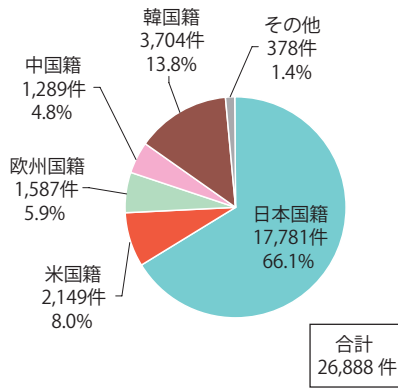


図2 日米欧中韓への特許出願件数の比率

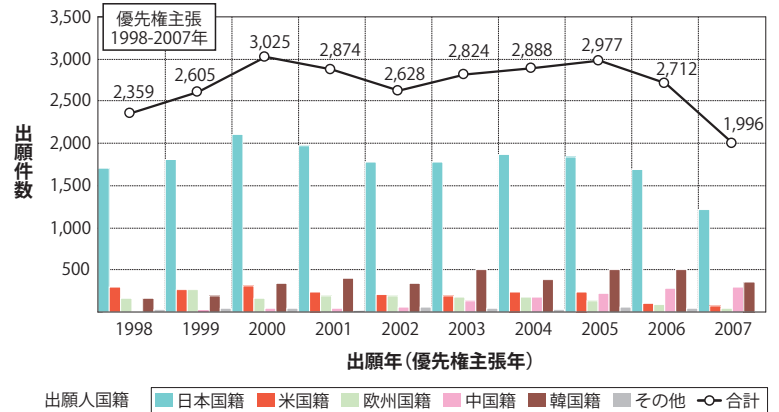


図3 日米欧中韓への特許出願件数の推移

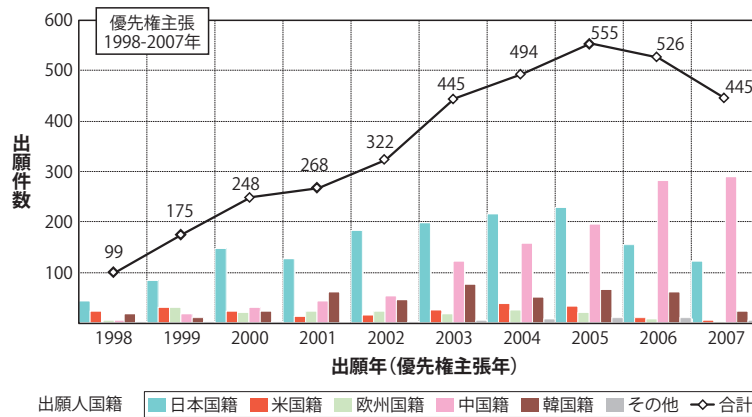


図4 出願人国籍別出願件数推移(中国への出願)

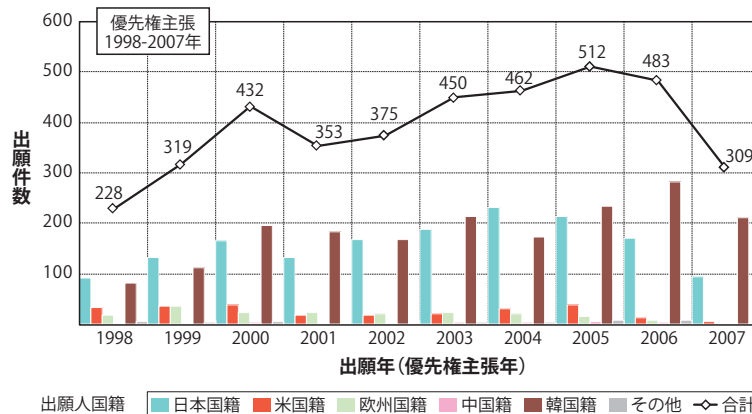


図5 出願人国籍別出願件数推移(韓国への出願)

注：2006年以降はデータベース収録等の遅れ、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。

(2) 特許出願件数収支

日本、米国、欧州、中国及び韓国への出願における、出願先国別の出願人国籍別出願件数収支を図6に示す。日本国籍出願人から米欧中韓への出願件数は、いずれも米欧中韓国籍出願人から日本への出願件数より多くなっている。日欧中韓国籍出願人は、自国以外ではいずれも米国への出

願件数が最も多い。各国とも米国市場に注目していると考えられる。米国籍出願人は、自国以外では欧州への出願が最も多い。中国籍出願人は比較的外国への出願が少なく、日米欧韓への出願件数はいずれも、日米欧韓国籍出願人から中国への出願件数より少ない。韓国籍出願人の米欧中への出願件数はいずれも、米欧中国籍出願人から韓国への出願件数より多い。

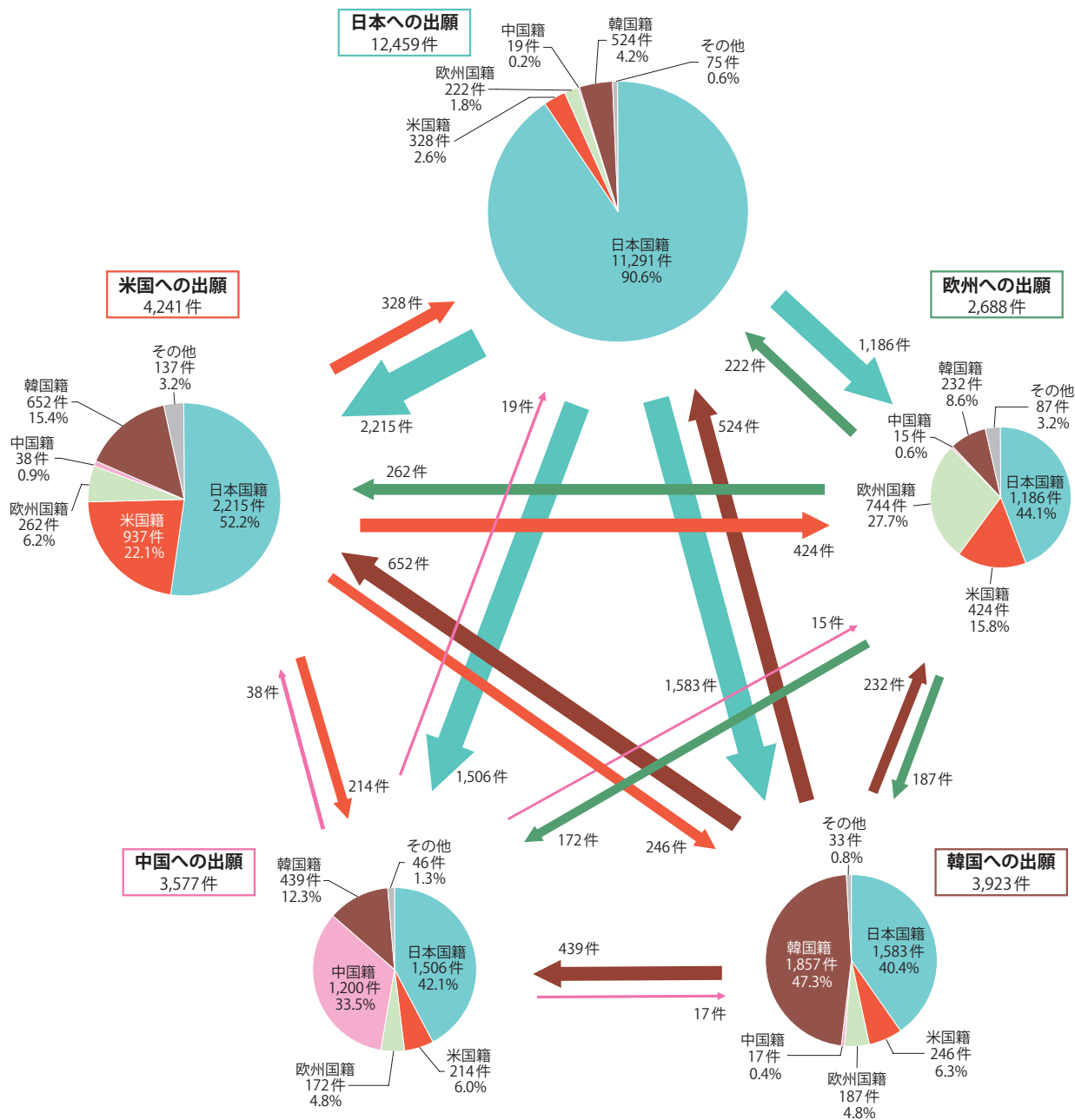


図6 出願先国別出願人国籍別出願件数収支 (日米欧中韓への出願)

(3) 技術区分別動向

日米欧中韓への出願における出願人国籍別の、技術区分別出願件数を図7に示す。どの技術区分においても日本国籍出願人の出願件数が多い。正極、負極、リチウム塩（支

持塩）などの技術区分において、出願傾向に特段の国籍別の特徴は見られない。用途別では、出願人国籍にかかわらず携帯機器用が多い。自動車が携帯機器用に次いで多く出願されている。

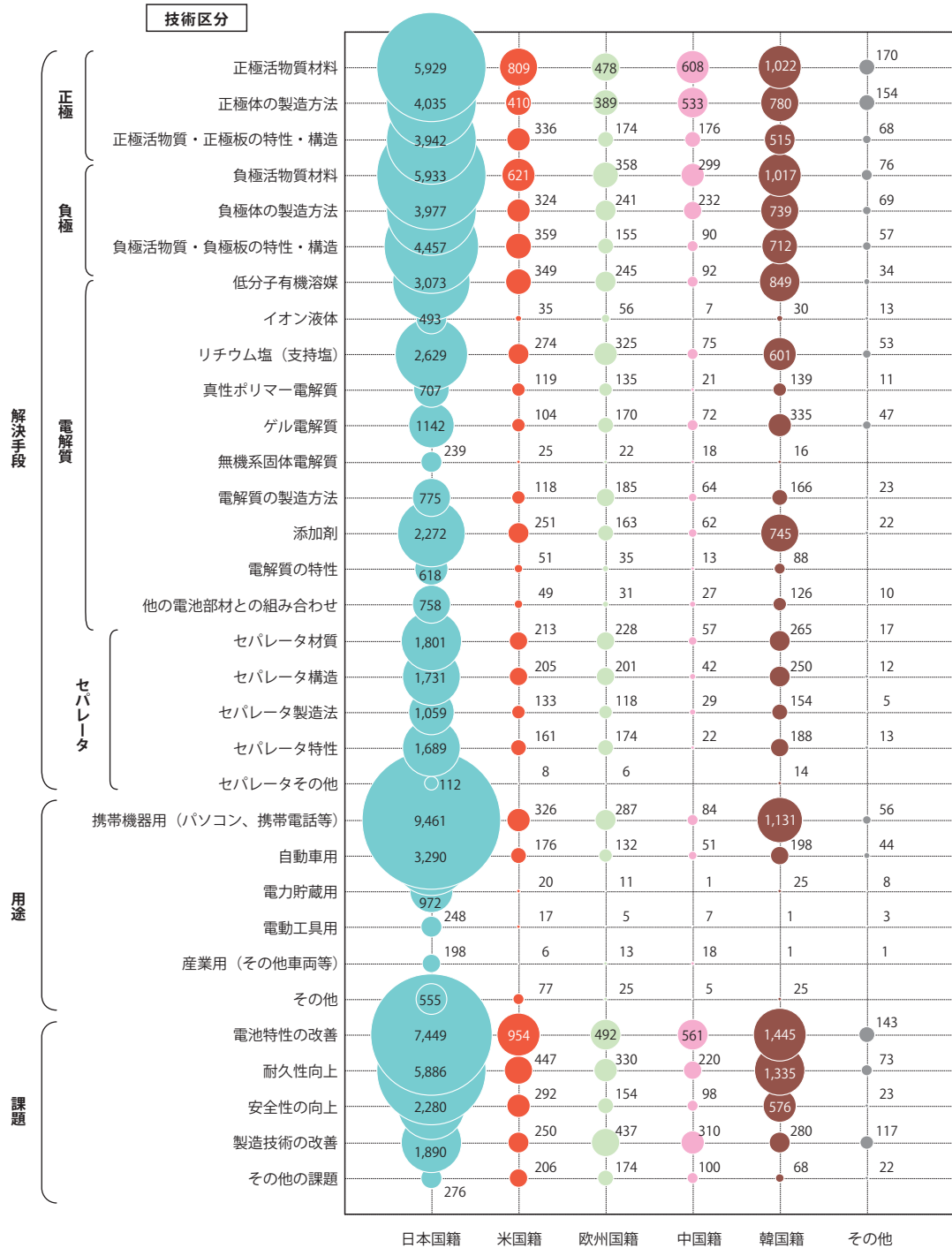


図7 技術区分一出願人国籍別出願件数（日米欧中韓への出願）

(4) 出願人別動向

出願先国別の出願人別出願件数ランキングを、表1に示す。

日本と韓国の企業が多く上位にランキングされている。

日本、欧州、中国への出願の1位はパナソニックであり、米国と韓国への出願の1位は三星SDIである。その他、ソニーと三洋電機、LG化学が各国で上位に入っている。日本への出願は、7位に三星SDIが入っている他は日本国籍の出願人で占められている。

表1 出願人別出願件数上位ランキング(日米欧中韓への出願)

日本への出願			米国への出願			欧州への出願			中国への出願			韓国への出願		
順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数
1	パナソニック	1,144	1	三星SDI(韓国)	415	1	パナソニック	176	1	パナソニック	295	1	三星SDI(韓国)	815
2	ソニー	1,129	2	パナソニック	375	2	ソニー	145	2	三星SDI(韓国)	274	2	LG化学(韓国)	375
3	三洋電機	880	3	ソニー	328	3	LG化学(韓国)	107	3	ソニー	249	3	パナソニック	301
4	GSユアサコーポレーション	692	4	三洋電機	312	4	三星SDI(韓国)	91	4	三洋電機	178	4	ソニー	245
5	三菱化学	616	5	LG化学(韓国)	120	5	メルクパテント(ドイツ)	78	5	ビーワイディー(中国)	177	5	三洋電機	189
6	日立マクセル	421	6	東芝	92	6	三洋電機	69	6	LG化学(韓国)	116	6	韓国科学技術研究院(韓国)	101
7	三星SDI(韓国)	354	7	グレイトバッチ(米国)	77	7	コミッサリアタネルジーアトミック(フランス)	63	7	深せん市比克電池(中国)	77	7	チェイルインダストリー(韓国)	85
8	東芝	309	8	バレンステクノロジー(米国)	76	8	グレイトバッチ(米国)	59	8	三菱化学	57	8	東芝	54
9	トヨタ自動車	235	9	三菱化学	73	9	スリーエム(米国)	55	8	復旦大学(中国)	57	9	三菱化学	52
10	日産自動車	218	10	スリーエム(米国)	60	10	三菱化学	51	10	東芝	55	10	韓国電気研究所(韓国)	44
												10	宇部興産	44

4. 研究開発動向

リチウムイオン電池に関する論文発表動向から見た研究開発動向について、論文データベース(JSTPlus)を用いて検索し調査を行った。対象とした論文の範囲は、1998年～2008年に発行された論文誌に掲載されたものとした。なお、論文発表動向を国際的に比較する際には、リチウムイオン電池に関する論文を掲載した論文誌の中から、国際的な主要論文誌と認められるもの46誌を選定し、当該国際的な主要論文誌に限定した論文発表動向について検討を行った。

(1) 研究者所属機関国籍別動向

国際的な主要論文誌についての、リチウムイオン電池に関する論文の研究者所属機関国籍別の発表件数比率と推移を図8、図9に示す。

国際的主要誌への論文発表件数は、1998年の409件から、2007年の1020件へと約2.5倍に増加している。1998年から2008年に発行された論文件数比率は、日本国籍が21.7%で最も多く、次いで欧州国籍が19.3%、米国籍の17.9%となっている。年次推移については、近年、中国籍の論文が増加しており、2006年以降は中国籍の論文が最も多くなっている。日米欧中韓以外の国籍では、台湾、カ

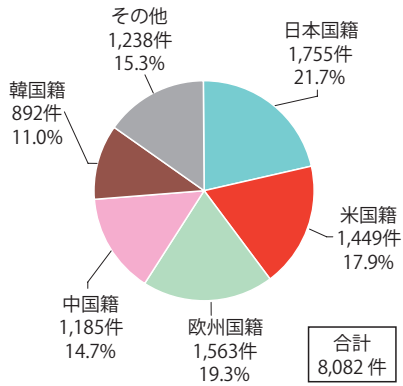


図8 研究者所属機関国籍別の件数比率

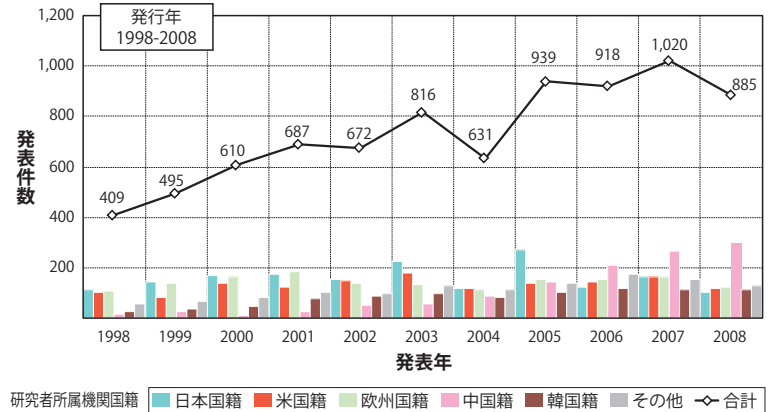


図9 研究者所属機関国籍別の件数推移

ナダ、オーストリア及びインドから多くの論文が発表されている。

(2) 研究者所属機関別動向調査

リチウムイオン電池に関する研究者所属機関別の論文発表件数上位ランキングを、表2に示す。全論文誌で最も多く論文を発表しているのは、産業技術総合研究所である。

次いで京都大学が2位、中国科学院(中国)が3位となっている。上位10機関は、日本の研究機関が5機関、中国と韓国が2機関ずつ、米国が1機関となっており、上位に日中韓が多い。11位から20位では、欧州の研究機関が4機関、日本と米国が2機関ずつ、韓国とカナダが1機関ずつとなっている。上位は大学と大学以外の研究機関で占められているが、企業では、17位のGSユアサコーポレーションの発表件数が最も多い。

表2 研究者所属機関別発表件数上位ランキング(全論文誌)

順位	研究者所属機関名(国籍)	発表件数	順位	研究者所属機関名(国籍)	発表件数
1	産業技術総合研究所	368	16	カリフォルニア大学(米国)	139
2	京都大学	280	17	GSユアサコーポレーション	134
3	中国科学院(中国)	267	17	ローレンスバークレイ研究所(米国)	134
4	東京工業大学	255	19	ローマ大学(イタリア)	133
5	アルゴンヌ国立研究所(米国)	241	19	東京理科大学	133
6	ハンヤン(韓陽)大学(韓国)	210	21	シンガポール国立大学(シンガポール)	131
7	九州大学	169	21	清華大学(中国)	131
8	佐賀大学	168	23	岩手大学	130
9	復旦大学(中国)	158	24	ウーロンゴン大学(オーストラリア)	121
10	ソウル大学(韓国)	157	24	マサチューセッツ工科大学(米国)	121
11	ダルハウジー大学(カナダ)	152	26	武漢大学(中国)	119
12	CNRS(フランス)	148	26	韓国科学技術研究院(韓国)	119
13	ピカルディー・ジュール・ベルヌ大学(フランス)	142	28	パール・イラン大学(イスラエル)	118
13	韓国科学技術院(韓国)	142	29	ピエール&マリー・キュリー大学(フランス)	117
15	コルドバ大学(スペイン)	141	30	東北大学	113

5. 提言

今回、リチウムイオン電池に関する特許出願動向等を中心に、特許出願については出願年（優先権主張のあるものは優先日）が1998年から2007年、論文については発行年が1998年から2008年のものを対象として調査を行った。調査結果に基づき、我が国におけるリチウムイオン電池の特許出願に関する課題とその対応について、以下の提言を行う。

提言1 市場シェアアップに結びつく戦略的特許出願の実施

我が国のリチウムイオン電池メーカーは、市場シェアの面で中国、韓国に追い上げられている。一方、特許出願件数において、これまで多くの国で我が国が優位であったが、近年、例えば、中国への出願においては中国からの出願件数と日本からの出願件数の逆転が予想される。電池メーカー及び電池関連メーカーは、今後、技術開発力をより一層強化するとともに、市場のシェアアップに結びつけることができるように戦略的に特許出願することが望まれる。

リチウムイオン電池市場は現在、携帯電話やノートパソコン等の携帯機器用の小型電池市場を主体として、厳しいビジネス競争が行われている。小型電池市場において、1991年の発売以来、日本勢が市場をほぼ占有してきたが、近年、韓国、中国勢に追い上げられて市場シェアを落としている。

この間の特許出願状況や、論文発表件数について見てみると、韓国、中国勢、特に、中国勢はこの数年間事業化を念頭においたリチウムイオン電池の技術開発を強化しており、特許出願件数及び論文発表件数が急増している。

一方、リチウムイオン電池の正極、負極、電解質、セパレータ等に関して、日米欧中韓への出願を合わせると、日本勢は海外勢に比べて特許出願件数においては優位性を維持しているといえる。

リチウムイオン電池は今後、ハイブリッド車（HV）や電気自動車（EV）に本格的に採用されることで、市場が急激に拡大すると予想されており、市場参入を目指すメーカーが急増し、国際競争がより一層激化することが予想される。したがって、我が国の電池メーカー及び電池関連メーカー

は、小型電池市場での経験を活かして、今後の厳しい国際競争に打ち勝つために、技術開発力をより一層強化することが必要である。

また、特許出願においても、電極活物質など物質に関する特許出願を重視するとともに、製法特許についても戦略的に出願するなど、現時点での特許面での優位性を維持しつつ、今後市場のシェアアップに結びつけることができるような特許を戦略的に出願することが期待される。

提言2 海外への積極的な特許出願の実施

今後、成長が期待されている自動車用リチウムイオン電池は海外勢（米欧中韓）との激しい国際競争が予想される。リチウムイオン電池産業は自動車産業と同様にグローバル化が求められる産業である。我が国の電池メーカー及び自動車メーカーは今後、従来以上に積極的に海外へ特許出願することが望まれる。

今後、自動車用途をはじめ、電力貯蔵用途などがリチウムイオン電池市場を牽引して、市場が大幅に拡大することが期待される。例えば、米国では、現在、オバマ政権がグリーンニューディール政策を強力に推進しており、その一環として、米国内で自動車用リチウムイオン電池を生産する企業に対し、自動車用リチウムイオン電池の設備投資に対する資金支援プログラムを展開している。

上記のようにリチウムイオン電池産業が将来有望であると予想される結果、多数のメーカーが自動車用リチウムイオン電池へ参入し、我が国の電池メーカーや自動車メーカーはリチウムイオン電池市場において、今後海外勢（米欧中韓）との激しい国際競争に巻き込まれることが予想される。自動車産業はグローバル産業であるため、自動車用リチウムイオン電池は、今後海外での生産及び販売がより一層加速することが予想される。我が国の電池メーカー及び自動車メーカーは、今後の激しい国際競争に打ち勝つために、グローバルな視野を持って、自動車用リチウムイオン電池の事業戦略を展開することが重要である。

知的財産面での対応策としては、海外への特許出願をより一層積極的に行うことが望まれる。また、製造方法などの特許出願は、ノウハウの流出を招くとの意見もあるが、技術流出は避けられないとの指摘もあり、製造方法であっても、ノウハウとして保護するものと特許出願するものとを、より戦略的に区別して管理すべきである。

提言3 大学・研究機関における特許出願の重視

リチウムイオン電池の基礎研究において、我が国は欧米に対して優位にあるとは言えず、近年においては中国、韓国にも追いつけられている。我が国の大学・研究機関は今後リチウムイオン電池を中心に、ポストリチウムイオン電池を視野に入れた蓄電池の基礎研究をより強化するとともに、新規活物質材料や電池構造など基礎研究の成果が基本的特許の出願に結びつくように努めることが望まれる。

特許出願件数と論文発表件数を日米欧中韓で比較すると、特許出願では日本国籍出願人が米国籍、欧州国籍、中国国籍、韓国籍の各出願人に対して出願件数の面で優位にある(図2を参照)。

一方、調査時点の論文発表件数では日本勢は海外勢(米欧中韓)に対してほぼ拮抗している。さらには、中国の研究者による最近の論文発表件数の伸びを見ると、日本勢はすでに中国勢に追い抜かれているのではないかと推察される(図8,図9を参照)。

さらに、日米欧中韓の各国への特許出願件数に占める大学・研究機関の特許出願件数の比率を比較すると、日本は約2%で、米国(約15%)、欧州(約15%)、中国(約45%)、韓国(約14%)に比べて大幅に少ない。また、中国勢(544件)、韓国勢(255件)と比較して、日本の大学・研究機関(187件)は特許出願件数でも劣勢にある。

上記のように、リチウムイオン電池の基礎研究において、我が国が海外勢に比べて相対的に優位にあるとは言えない。

今後、中国の大学・研究機関での基礎研究が、電池メーカーの技術に結びつくことで、中国からの特許出願が増加することも予測される。また、米国では、大学・研究機関が開発した基礎研究の成果をベンチャー企業等が実用化することが多いといわれている。我が国の大学・研究機関は、次世代リチウムイオン電池の開発等、リチウムイオン電池を中心にポストリチウムイオン電池も視野に入れた蓄電池の基礎研究を強化することが望まれる。

リチウムイオン電池は関連する電池材料が多様であり、今後も基礎研究に基づいた基本的な特許が出願される余地が多く残されており、基本的な特許の出願に努めることが望まれる。また、例えば、リチウムイオン電池の性能評価手段、実験環境の整備などにおいて、より一層の産学官連携を行うことや、新規電極活物質や電池構造など基礎研究

の成果が実用化に活かされるように、研究成果を論文発表するとともに、基本的な特許を出願することが期待される。

6. おわりに

今回の調査で明らかになったように、特許出願件数においては多くの国で我が国が優位であるが、近年、中国勢や韓国勢に追いつけられている。また、論文発表件数についても、現状日本勢と海外勢(米欧中韓)は拮抗しているが、近年の中国勢の伸びは著しい。リチウムイオン電池の分野では、今後国際競争がより一層激化することが予想されている。激しい競争の中で、市場のシェアアップに結びつけることができるような特許を戦略的に出願することが望まれる。

【参考文献】

平成21年度特許出願技術動向調査報告書 リチウムイオン電池

profile

赤塚 祐樹(あかがし ゆうき)

平成16年4月 特許庁入庁(特許審査第三部環境化学)
平成22年1月より現職