

令和元年度 大分野別出願動向調査
(化学分野)

ニーズ即応型技術動向調査

ーレドックスフロー電池ー

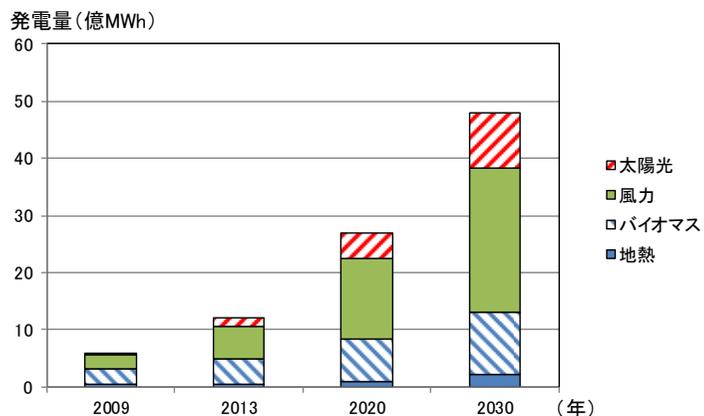
目次

1. 技術概要 P. 2
2. 市場・政策動向 P. 4
3. 検索式、検索条件及び各技術区分の説明 . . P. 5
4. 出願人国籍・地域別出願件数推移・比率 . . P. 7
5. 出願人国籍・地域別出願・登録件数収支 . . P. 8
6. 出願人別出願件数ランキング P. 9
7. 技術区分別出願件数推移・比率 P. 10
8. 論文動向 P. 12

1. 技術概要 (1)

風力や太陽光を利用する再生可能エネルギーの発電は、今後急増すると予想されている。その出力は天候に左右されるため、系統連系での再生可能エネルギーの普及には、出力変動を吸収して安定供給を可能にする電力貯蔵技術を確立することが重要である。系統安定化のための大規模電力貯蔵用として期待されているレドックスフロー (RF) 電池は、1970年代に原理が発表されて以来、活発な開発が進められており一部で実用化されている。

＜世界の再生可能エネルギー
発電量の推移予測＞



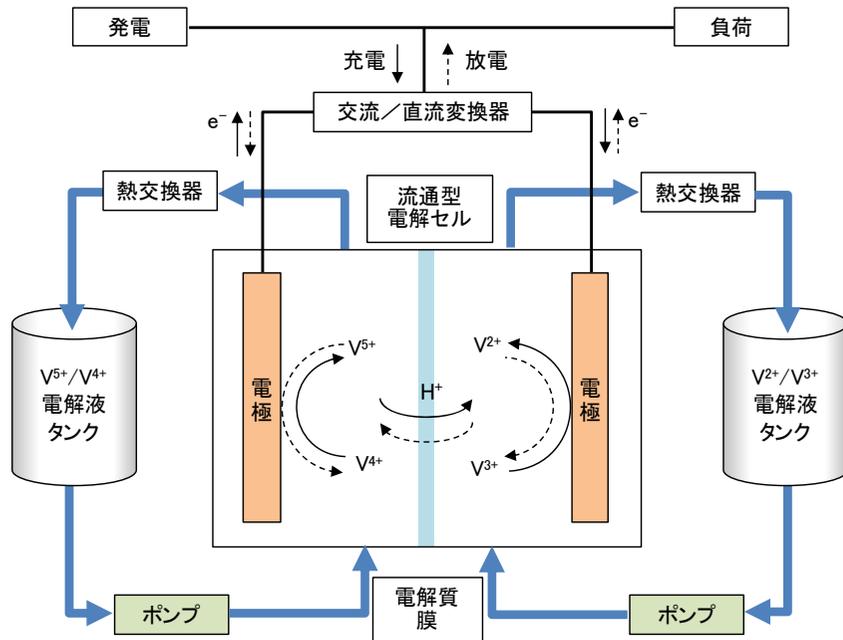
出典：World Energy Outlook (IEA) より三菱ケミカルリサーチにて作成
(<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019> (2019年6月))

＜代表的な電力貯蔵電池＞

電池種類	V系RF電池	NAS電池	Liイオン電池	ニッケル水素電池
活物質(正極/負極)	Vイオン/Vイオン	硫黄/ナトリウム	Liイオン含有金属酸化物/炭素	オキシ水酸化Ni/水素吸蔵合金
理論エネルギー密度(Wh/kg)		100	392~585	225
開路電圧/セル(V)		1.4	3.6~3.8	1.2
動作温度(°C)	室温	約300	室温	室温
主な補機	循環ポンプ	ヒーター	特になし	特になし
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 安全 出力/容量の独立設計 充電状態の計測容易 長寿命 	<ul style="list-style-type: none"> 電力貯蔵用として最も実績多 高温作動型 	<ul style="list-style-type: none"> 小型電池としては、実績多 	<ul style="list-style-type: none"> 小型電池としては、実績多

1. 技術概要 (2)

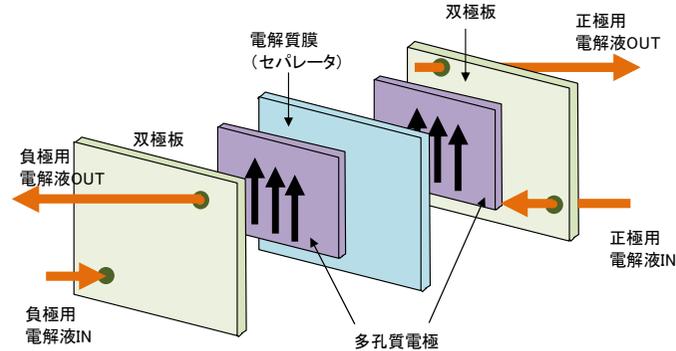
<V系RF電池の構造と動作原理>



RF電池は、還元と酸化の電気化学を用いたフロー電池で、外部から活物質を電極に供給する。

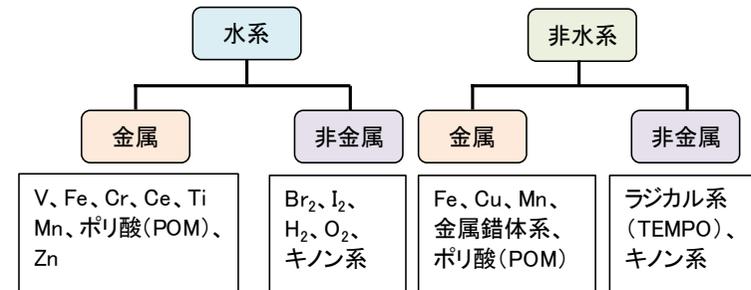
実用段階に至った系としては、鉄 ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$) -クロム ($\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^{2+}$) 系、バナジウム ($\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ 、 $\text{V}^{5+}/\text{V}^{4+}$) 系などが知られている。

<RF電池の単セルの構造例>



RF電池本体は、実用的な高電圧を得るため、単セルが直列積層されたセルスタックから構成されている。

<電解液の分類と代表的な活物質の候補>

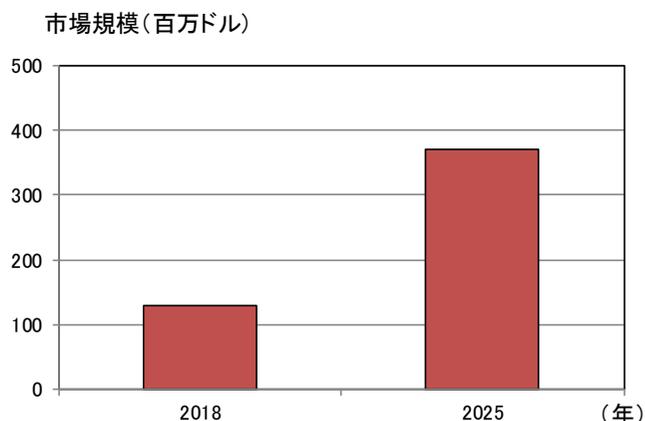


出典：重松敏夫等、電気化学および工業物理化学、85(3)、p142(2017)を参考に三菱ケミカルリサーチで作成

今後の世界的な需要に応えるために、有機化合物を含めて安価かつ安定に供給され、起電力の高い活物質の開発が行われている。

2. 市場、政策動向

＜RF電池の世界市場規模推移予測＞ ＜国内外のRF電池に関する代表的プロジェクト＞



出典：
<https://www.qyresearch.com/index/detail/958473/global-redox-flow-battery-market>

RF電池の世界市場規模予測は、今後約14.3%の年平均成長率で拡大し、2025年には3億7,000万ドルの市場になると予想している。

地域	組織、スポンサー	プロジェクト名	主要開発メンバー	期間、補助金など
日本	経済産業省、エネルギー庁	大型蓄電システム緊急実証事業	住友電工、北海道電力	2012～2018年
	経済産業省	平成24年度次世代エネルギー・社会システム実証事業、横浜スマートシティプロジェクト	横浜市、東芝、住友電工	2012～2014年
	NEDO	新エネルギーベンチャー技術革新事業(フェーズB)	LEシステム、北海道大学	2015～2015年
	NEDO	安全低コスト大規模蓄電システム技術開発	日立製作所、三菱重工、日本電気、東芝、川崎重工など	2011～2015年 63億1千万
	NEDO	革新型蓄電池先端科学基礎研究	京都大学(小久見善八)他	2009～2015年 34.2億円(2015年)
米国	DOE、ARPA-E	OPEN2012	Harvard大学	2013～2017年 4.3百万ドル
	DOE、ARPA-E	OPEN2012	South California大学	2013～2018年 2.7百万ドル
	DOE、ARPA-E	GRIDS	ITN Energy Systems	2012～2015年 1.7百万ドル
	DOE、ARPA-E	GRIDS	Energy Storage Systems(ESS)	2012～2017年 2.8百万ドル
欧州	Horizon2020	ELECTROPOM	Glasgow大学(イギリス)	2018～2019年 0.15百万ユーロ
	Horizon2020	Energykeeper	Lithuaniam Energy Institute(スペイン)等	2017～2019年 4百万ユーロ
	Horizon2020	FlowCamp	Frumhofer Institute for Chemical Technology(ドイツ)	2017～2021年 3.8百万ユーロ
	Horizon2020	MFreeB	IMDEA(スペイン)	2017～2022年 2百万ユーロ

米国では、DOEが大規模な予算支援を実施しており、基礎研究からシステム開発に至るまで広範に開発を進めている。欧州はHorizon2020を通して次世代電池技術開発プロジェクトに資金援助している。

3. 検索式、検索条件、及び各技術区分の説明 (1)

<特許文献検索式 (使用DB : DWPI、検索日 : 2019/07/30) >

	件数	検索式	技術範囲
L1	2,182	IC=(H01M000818) AND ALLD=((REDOX ADJ FLOW) OR (REDOX ADJ BATTER*) OR (FLOW ADJ BATTER*)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	レドックスフロー電池 (IPC)
L2	745	FIC=(H01M000818) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	レドックスフロー電池 (FI)
L3	1,456	ACP=(H01M0008188) AND ALLD=((REDOX ADJ FLOW) OR (REDOX ADJ BATTER*) OR (FLOW ADJ BATTER*)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	レドックスフロー電池 (CPC)
L4	2,071	ACP=(Y02E0060528) AND ALLD=((REDOX ADJ FLOW) OR (REDOX ADJ BATTER*) OR (FLOW ADJ BATTER*)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	レドックスフロー電池 (CPC)
L5	2,553	1 OR 2 OR 3 OR 4:	合計
L6	4,547,712	CKF=(JP same (A or B or B2 or B1 or X or W)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	出願先国 : 日本
L7	4,650,046	CC=(US) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	出願先国 : 米国
L8	2,095,920	CC=(EP OR BE OR CH OR CZ OR DK OR FI OR GB OR HU OR IE OR IT OR LU OR NL OR NO OR PT OR RO OR SE OR SK) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	出願先国 : 欧州
L9	901,986	CKF=(DE same (A or A1 or A5 or A8 or A9 or B or B3 or B4 or B8 or B9 or C or C1 or C2 or C5 or C8 or C9 or T or T5 or T2 or T8 or T9 or T0 or E or G)) and DPRY>=(2003) and DPRY<=(2017) :	出願先国 : 欧州
L10	479,621	CKF=((FR same (A or A1 or A2 or B1 or B2 or E or M)) OR (AT same (A or A1 or A2 or A4 or B or B1 or B2)) OR (ES same (A or A1 or A2 or A6 or B or B1 or B2 or T1 or T3 or T4 or T5 or T7 or T8 or T9)) OR (PL same (A1 or A3 or B1 or B3)) OR (TR same (A or T3 or T4))) and DPRY>=(2003) and DPRY<=(2017) :	出願先国 : 欧州
L11	2,838,970	8 OR 9 OR 10:	出願先国 : 欧州
L12	7,830,476	CKF=(CN same (A or B or C)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	出願先国 : 中国
L13	2,294,160	CKF=(KR same (A or B1 or B)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	出願先国 : 韓国
L14	658,997	CKF=(TW same (A or B1)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	出願先国 : 台湾
L15	2,655,034	CC=(WO) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	出願先国 : PCT
L16	17,140,416	6 OR 7 OR 8 OR 9 OR 10 OR 11 OR 12 OR 13 OR 14 OR 15:	日米欧中韓台
L17	2,390	5 AND 16:	母集合
L18	2,017,354	ALLD=((SOLID ADJ ELECTROLYTE) OR (POLYMER ADJ ELECTROLYTE) OR SEPARATOR OR (POLYMER ADJ MEMBRANE) OR (ELECTROLYTE ADJ MEMBRANE)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	①電解質膜 (セパレータ)
L19	731	17 AND 18:	①電解質膜 (セパレータ)
L20	6,864	ALLD=(CATHOLYTE OR (CATHODE ADJ ELECTROLYTE) OR (POSITIVE ADJ ELECTROLYTE) OR ANOLYTE OR (ANODE ADJ ELECTROLYTE) OR (NEGATIVE ADJ ELECTROLYTE)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	②電解液 (活物質)
L21	565	17 AND 20:	②電解液 (活物質)
L22	4,374	(IC=(H01M00080202) OR ALLD=(BIPOLAR ADJ PLATE)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	③双極板
L23	208	17 AND 22:	③双極板
L24	2,580,768	(IC=(H01M00080273) OR ALLD=(FRAME)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	④枠体
L25	324	17 AND 24:	④枠体
L26	136,735	(IC=(H01M000804) OR ALLD=((METHOD NEAR OPERATING) OR (METHOD NEAR OPERATION*)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	⑤運転方法
L27	512	17 AND 26:	⑤運転方法
L28	337,388	(IC=(H01M000824) OR ALLD=(STACK*)) AND DPRY>=(2003) AND DPRY<=(2017) :	⑥スタック
L29	569	17 AND 28:	⑥スタック

全体集合

技術区分

3. 検索式、検索条件、及び各技術区分の説明 (2)

IPC

- H01M 8/00 燃料電池；その製造
- H01M 8/0202 ・ ・ 集電体；セパレータ，例．双極性セパレータ；インタコネクタ
- H01M 8/0273 ・ ・ ・ フレームの形態で封止または支持する手段
- H01M 8/04 ・ 補助的な装置，例．圧力制御のためのもの，または流体循環のためのもの
- H01M 8/18 ・ 再生形燃料電池，例．レドックスフロー電池または二次燃料電池
- H01M 8/24 ・ 燃料電池の集合化，例．燃料電池の積層

<論文検索式 (使用DB : Scopus、検索日 : 2019/07/25) >

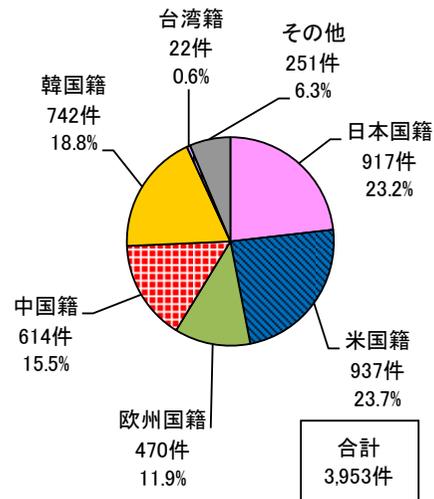
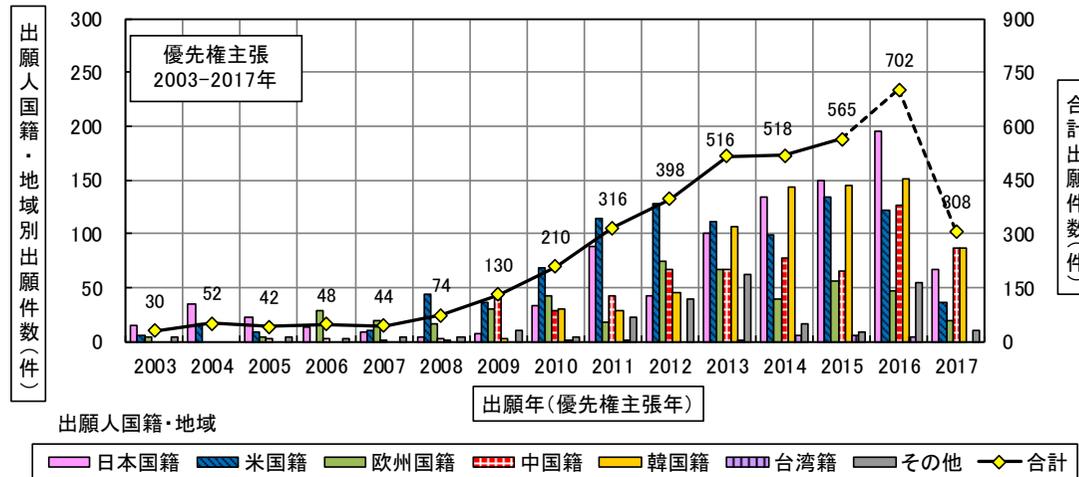
	件数	検索式	技術範囲
L1	2,692	TITLE-ABS-KEY("REDOX FLOW" OR "REDOX BATTER*" OR "FLOW BATTER*") AND PUBYEAR > 2002 AND PUBYEAR < 2019	出版年 : 2003-2018

文献タイプ : article, Conference Paperに限定
 言語 : 英語、日本語に限定
 出版物タイプ : Journals、Conference Proceedingsに限定

<技術区分>

①電解質膜 (セパレータ)
②電解液 (活物質)
③双極板
④枠体
⑤運転方法
⑥スタック

4. 出願人国籍・地域別出願推移・比率



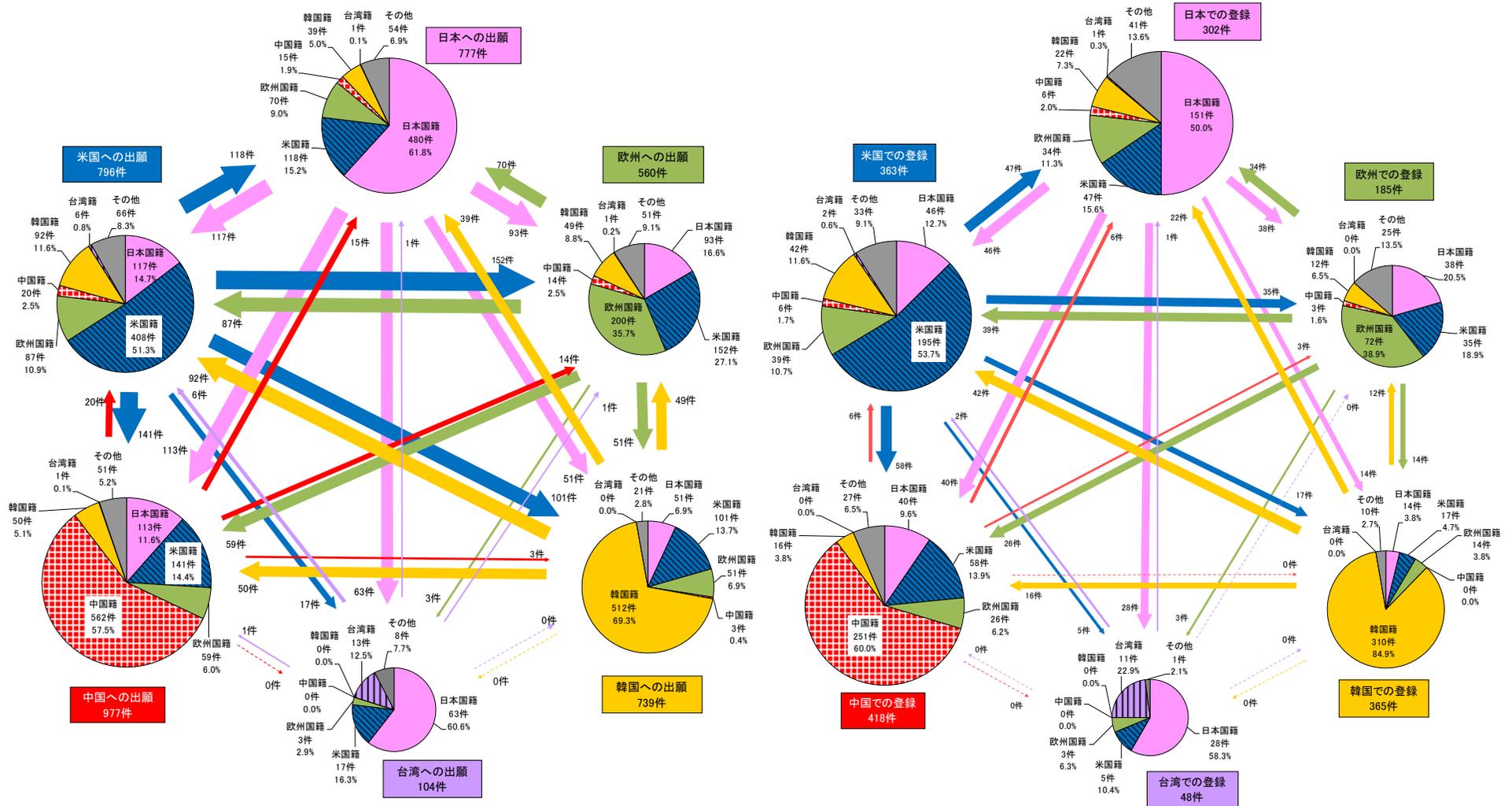
全体として出願件数は増加傾向にある。米国籍からの出願件数が1位であるが、僅差で日本国籍からの出願が続いている。近年、日中韓からの出願が目立っている。

注) 2016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出願データを反映していない可能性がある。

5. 出願人国籍・地域別出願・登録収支

<特許出願件数収支>

<特許登録件数収支>



日本は、出願件数、登録件数収支とも中国、台湾に対して支出が圧倒的に多いが、米欧韓に対しては収支が接近しており収入の方が多いケースもある。

6. 出願人別出願件数ランキング

＜出願人別出願件数上位ランキング＞ ＜出願先国（地域）別一出願人別出願件数上位ランキング＞

順位	出願人	出願件数
1	住友電気工業	188
2	中国科学院大連化学物理研究所(中国)	102
3	ロッテケミカル(韓国)	83
4	LG化学(韓国)	78
5	大連融科儲能技術発展(中国)	60
6	関西電力	54
7	韓国エネルギー技術研究院(韓国)	47
8	ロッキード・マーチン・エネルギー(米国)	45
9	OCI(韓国)	39
10	ユナイテッド・テクノロジーズ(米国)	35

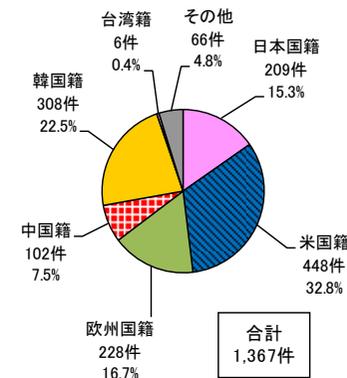
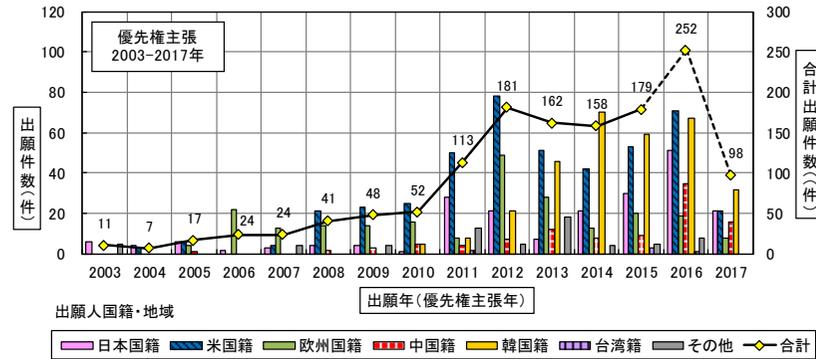
- ・ 出願件数ランキングは、住友電気工業が1位で次いで中国科学院、ロッテケミカルと続いている。1位と2位以降の出願件数差が大きい。
- ・ 住友電気工業は、日本以外の地域にも積極的に出願している。

日本への出願			米国への出願			欧州への出願		
順位	出願人	出願件数	順位	出願人	出願件数	順位	出願人	出願件数
1	住友電気工業	168	1	住友電気工業	64	1	住友電気工業	57
2	関西電力	54	2	ロッキード・マーチン・エネルギー(米国)	45	2	ロッキード・マーチン・エネルギー(米国)	29
3	ロッキード・マーチン・エネルギー(米国)	27	3	ユナイテッド・テクノロジーズ(米国)	35	3	ユナイテッド・テクノロジーズ(米国)	29
4	パナソニック	26	4	LG化学(韓国)	24	4	LG化学(韓国)	24
5	ユナイテッド・テクノロジーズ(米国)	25	5	パッテル メモリアル インスティテュート(米国)	22	5	ACALエネルギー(イギリス)	21

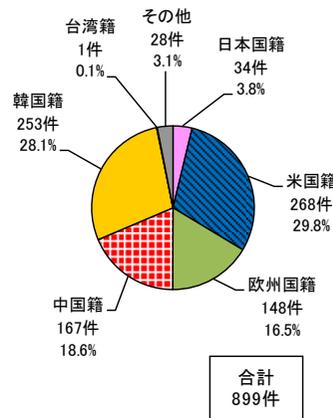
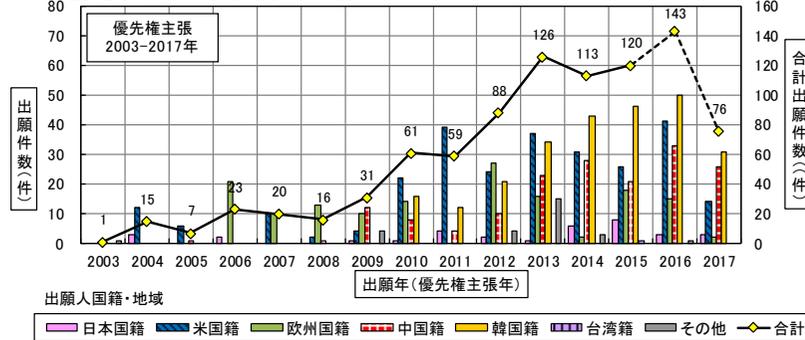
中国への出願			韓国への出願			台湾への出願		
順位	出願人	出願件数	順位	出願人	出願件数	順位	出願人	出願件数
1	中国科学院大連化学物理研究所(中国)	102	1	ロッテケミカル(韓国)	82	1	住友電気工業	58
2	住友電気工業	70	2	LG化学(韓国)	76	2	VRBパワーシステムズ(カナダ)	6
3	大連融科儲能技術発展(中国)	57	3	韓国エネルギー技術研究院(韓国)	47	3	INST NUCLEAR ENERGY RES ATOMIC ENERGY CO(台湾)	5
4	ロッキード・マーチン・エネルギー(米国)	31	4	住友電気工業	43	4	ギャラキシー	4
5	中国東方電気集団	27	5	OCI(韓国)	39	4	昭和電工	4
						4	プリムスパワー(米国)	4

7. 技術区分別出願件数推移・比率 (1)

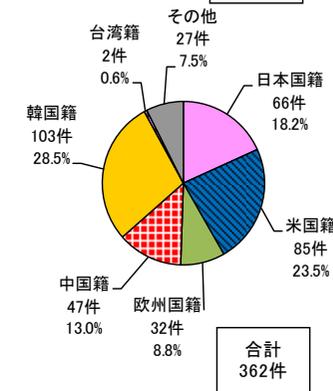
<電解質 (セパレータ)>



<電解液 (活物質)>



<双極板>



・電解質膜 (セパレータ)、電解液 (活物質)、双極板の出願件数は何れも増加傾向にある。

・電解質膜 (セパレータ) は、米国からの出願が多いが、日韓からの出願も増加している。

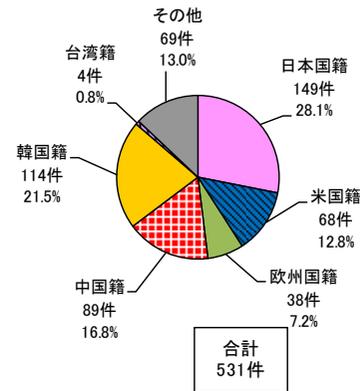
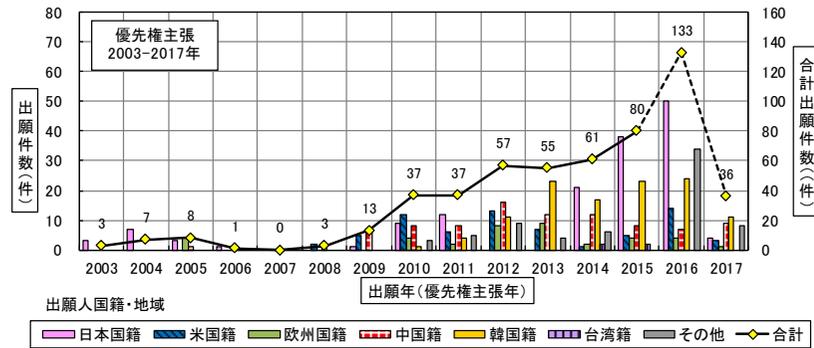
・電解液 (活物質) は、米国からの出願が多いが近年、中韓からの出願が目立っている。

・双極板は、韓国からの出願が多く、近年は日米からの出願も増加している。

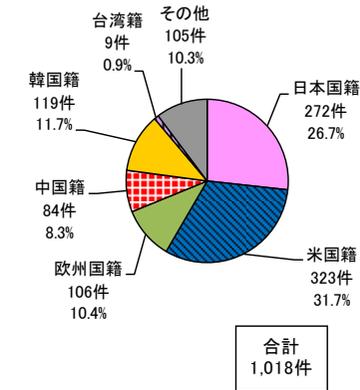
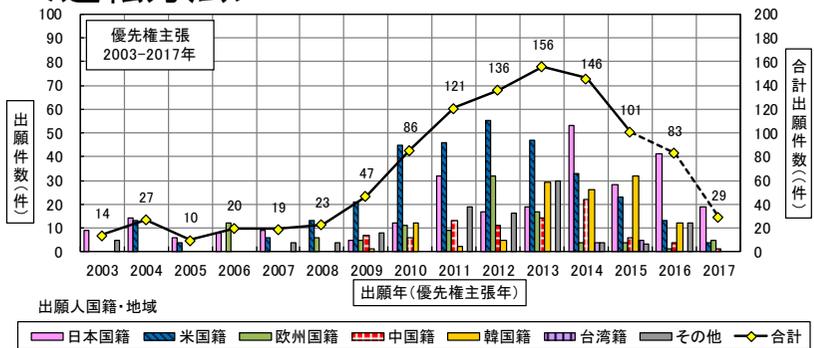
注) 2016年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

7. 技術区分別出願件数推移・比率 (2)

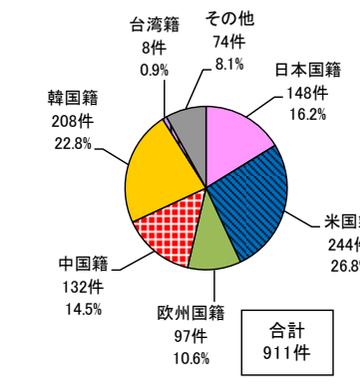
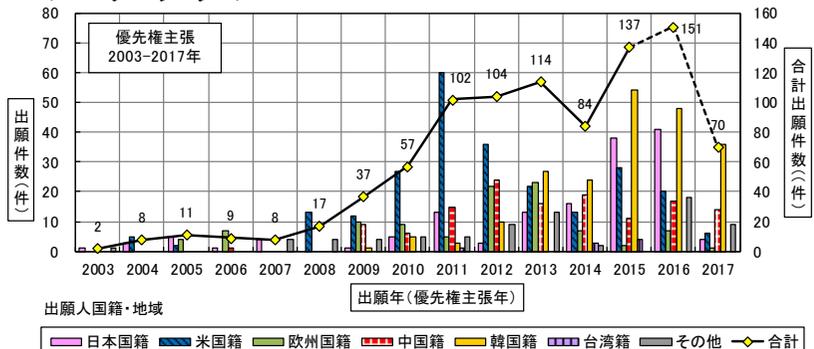
< 枠体 >



< 運転方法 >



< スタック >



・ 枠体及びスタックの出願件数は増加傾向にある。運転方法は2013年をピークに減少傾向を示している。

・ 枠体は、日本の出願が多いが韓国からの出願も目立っている。

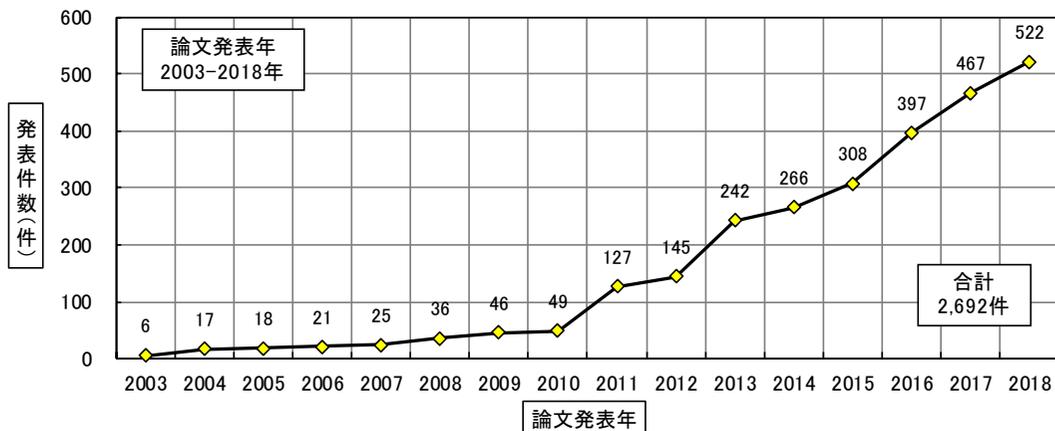
・ 運転方法は、米国からの出願が多いが近年、日本からの出願が増加している。

・ スタックは、米国からの出願が多いが、近年は日韓からの出願が増加している。

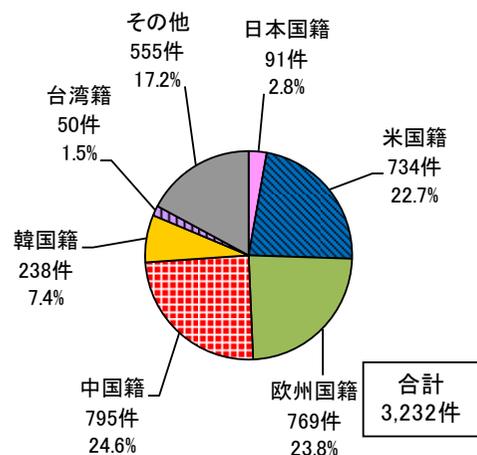
注) 2016年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

8. 論文動向

<論文発表件数推移>



<研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数比率>



2010年代以降論文発表件数は急増している。
米欧中からの論文発表件数が、全体の70%程度を占める。
日本からの発表は低調である。

注) 一つの論文に所属機関国籍(地域)が二つ以上あるとき、それぞれでカウントしているため、合計件数は論文発表件数推移の合計より多くなっている。