

# ニーズ即応型技術動向調査

## 「固体高分子形燃料電池」

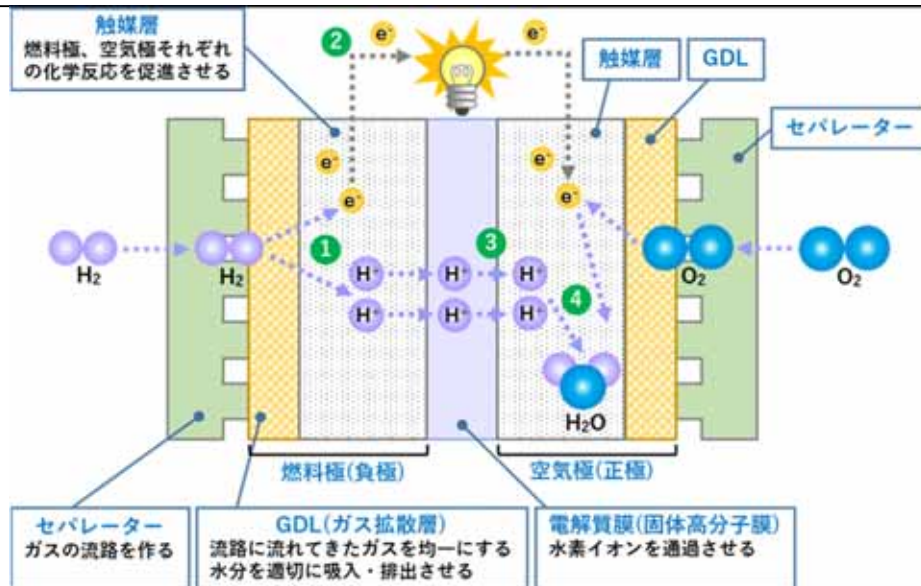
(令和元年度機動的ミクロ調査)

令和2年3月

特許庁

# 1 . 技術概要

- 燃料電池の中で、固体高分子形燃料電池(PEFC/DMFC)が近年注目されている。触媒に白金を使用するため、コストに課題があるものの、短時間での起動・停止が可能であること、出力密度が高く小型・軽量であること等から乗用車(FCV)をはじめとして用途が多岐に渡り、他の方式と比べて市場規模も格段に大きい。
- 2019年3月に水素・燃料電池戦略協議会により策定された「水素・燃料電池戦略ロードマップ」において、モビリティ分野での利用及び燃料電池利活用(家庭用燃料電池)が重要項目として取り上げられている。
- 本調査では、NEDO「燃料電池・水素技術開発ロードマップ」(2017年12月20日改訂)における2040年頃の本格普及へ向けた「究極目標」(現在のガソリン車と同等の性能・コストを燃料電池で達成するための水準)に係る技術開発目標のうち、コスト低減に資する技術課題の一つの「高温作動化」に着目し、固体高分子形燃料電池において、作動温度を高める(約80~180 )ための技術を対象としている。(以下、「高温作動化技術」という。)



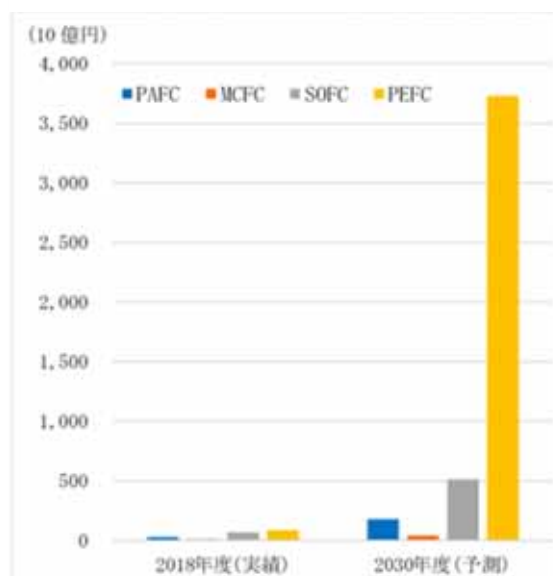
PEFCの内部はセパレーター、GDL(ガス拡散層)、触媒層、電解質膜(固体高分子膜)に分かれており、GDLと触媒層が燃料極(負極)及び空気極(正極)を構成している。



出所：大阪ガス(株) HPを基に作成

## 2 . 市場動向

- 燃料電池の種類別世界市場：2018年度(実績)では、固体高分子形燃料電池(PEFC)が最も多く、約870億円の市場規模で、燃料電池市場全体の40%以上を占める。  
2030年度(予測)では、PEFCの市場規模は爆発的に拡大し、3兆7,000億円以上になり、燃料電池市場全体の80%以上を占めるようになる。
- PEFCの分野別世界市場：2018年(実績)では、駆動用燃料電池(駆動体/移動体の電源として、フォークリフト、バス、商用車・トラック、鉄道・船舶等に利用される。ただし、FCVは除く)が一番大きく、約400億円で全体の40%以上を占める。次いでFCV(燃料電池車)と家庭用燃料電池が約200億円となっている。  
2030年度(予測)では、FCV用が大きく伸長し、約1兆9,000億円の市場規模になり、全体の半分以上を占めるようになる。



出所：(株)富士経済「2019年版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」(2019年)を基に作成



出所：(株)富士経済「2019年版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」(2019年)を基に作成

### 3 . 政策動向

- 2014年～2019年にかけて、経済産業省及び新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)により、燃料電池に関わる計画やロードマップ等が繰り返し策定・公表された。共通する数値目標として、例えば2030年までに80万台の燃料電池自動車の普及等が挙げられている。
- 現在、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は、「固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発」(2015-2019年度)のプロジェクトにおいて、燃料電池の性能の更なる高度化(2025年以降の実用化)を目指す「普及拡大化基盤技術開発」、生産性の大幅な向上(2020年以降の実用化)を目指す「プロセス実用化技術開発」を行っている。
- 米国では、エネルギー省(DOE)が水素及び燃料電池関連技術の研究開発を主導し、非白金/低白金族元素の触媒(PGM-free/low PGM catalyst)開発等が行われている。
- 欧州、中国、韓国でもそれぞれ大型プロジェクトが推進されている。

国内機関の状況(各機関のホームページ等を基に作成)

管轄機関	政策・プロジェクト名	時期、予算
NEDO	「固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発」事業	2015～2019年度 141.69億円
JSPS	【科研費】固体高分子形燃料電池の高性能化に資する触媒層内マルチスケール物質輸送現象の解明(東北大学)等、30テーマ	2016～2022年度 3.1億円
JST	【CREST】ナノハイブリッド材料創製に基づくクリーンアルコール合成システムのデザインと構築(九州大学)	2015～2020年度
	【A-STEP】イオン伝導性配位高分子を電解質に用いた燃料電池の研究開発(京都大学、(株)デンソー)	2015～2019年度

海外機関の状況(海外機関のホームページに掲載の資料を基に作成)

国・地域	管轄機関	政策・プロジェクト名	時期、予算
米国	DOE	“Hydrogen and Fuel Cell Technologies” の中に非白金/低白金族元素の触媒開発が含まれる	FY2019:1.2億ドル FY2020:1.5億ドル FY2021:4,200万ドル(要求)
欧州	EU	【FCH2JU】燃料電池・水素の技術開発 の中に高温対応PEFCの開発が含まれる	2014～2020年 :13.3億ユーロ
ドイツ	NOW	【NIP】水素・燃料電池の技術開発、商業化支援	【BMVI】:2019年までに 2.5億ユーロ 【BMW i】:2,500万ユーロ/年
中国	国務院	「中国製造2025」の省エネ・新エネルギー自動車開発に燃料電池車の開発が含まれる	2015～2020年
	科学技術部	「再生可能エネルギーと水素技術」の中にPEFCの膜電極の開発が含まれる	【プロジェクト全体】 2018～2022年:4.38億元
韓国	科学技術情報通信部	「温室効果ガスの削減」の中に燃料電池の開発が含まれる	2020～2024年 2020年:29.76億ウォン

# 4 - (1) . 母集団検索式、検索条件、各温度別検索式

## ■ 調査期間

特許文献 2008年～2017年（優先権主張ベース）非特許文献 2008年～2019年（発行年ベース）

## ■ 使用DB

特許文献 Japio-GPG/FX、PatentSQUARE 非特許文献 Web of Science

## ■ 特許文献の母集団および技術区分の検索式

### 特許文献の母集団の検索式

式番号	概要	検索式	件数
1	関連するIPC分類	((IC:H01M8/10*)) AND ((PRD:[20080101 TO 20171231] OR PD:[20080101 TO 20171231]) NOT PRD:[* TO 20071231]) AND (CC:CN OR CC:EP OR CC:JP OR CC:KR OR CC:US OR CC:WO OR CC:DE OR CC:FR OR (CC:GB AND (KI:A)) OR CC:TW)	40,154

- 高温化作動技術を抽出すべく、上記母集団から以下の各作動温度の記載のある文献および、具体的な作動温度の記載はないが高温動作の記載のある文献の抽出を行った。
- これにより、抽出された1,753件の文献の内容を全件確認し、高温作動化技術に係る467件（公報件数）の文献を抽出した。
- そして、その高温対応をどの部材の工夫によって達成しているかに着目し、技術区分としてMEA、電解質膜、触媒、セパレータ、その他に分類した。
- 作動温度  
80、90、100、110、120、130、140、150、160、170、180

### 高温動作及び各温度の検索式

式番号	概要	検索式	件数
2	動作温度、定格温度	((AB_F:"動作 温度"~20 OR AB_F:"動作 高温"~20 OR AB_F:"動作 温度"~20 OR AB_F:"動作 高温"~20 OR AB_F:"定格 温度"~20 OR AB_F:"定格 高温"~20) OR ((CL_F:"動作 温度"~20 OR CL_F:"動作 高温"~20 OR CL_F:"動作 温度"~20 OR CL_F:"動作 高温"~20 OR CL_F:"定格 温度"~20 OR CL_F:"定格 高温"~20) OR ((AB_F:"operate temperature"~20 OR AB_F:"operation temperature"~20 OR AB_F:"rate temperature"~20 OR AB_F:"rating temperature"~20) OR ((CL_F:"operate temperature"~20 OR CL_F:"operation temperature"~20 OR CL_F:"rate temperature"~20 OR CL_F:"rating temperature"~20) OR ((TI_F:"動作 温度"~20 OR TI_F:"動作 高温"~20 OR TI_F:"動作 温度"~20 OR TI_F:"動作 高温"~20 OR TI_F:"定格 温度"~20 OR TI_F:"定格 高温"~20) OR ((TI_F:"operate temperature"~20 OR TI_F:"operation temperature"~20 OR TI_F:"rate temperature"~20 OR TI_F:"rating temperature"~20)	2,396
3	80℃	((((AB:作動) OR (AB:動作) OR (AB:定格)) AND (((AB:80度) OR (AB:80℃) OR (AB:80°) OR (AB:8 0 度) OR (AB:8 0 °) OR (AB:8 0 °) OR (AB:80C) OR (AB:8 0 C))) OR (((CL:作動) OR (CL:動作) OR (CL:定格)) AND ((CL:80度) OR (CL:80℃) OR (CL:80°) OR (CL:8 0 度) OR (CL:8 0 °) OR (CL:80C) OR (CL:8 0 C))) OR (((AB:operate) OR (AB:operation) OR (AB:rate) OR (AB:rating)) AND ((AB:80_degree) OR (AB:80degree) OR (AB:80°C) OR (AB:80C)) OR (((CL:operate) OR (CL:operation) OR (CL:rate) OR (CL:rating)) AND ((CL:80_degree) OR (CL:80degree) OR (CL:80℃) OR (CL:80C))) NOT (((AB:180 OR AB:280 OR AB:380 OR AB:480 OR AB:580 OR AB:680 OR AB:780 OR AB:880 OR AB:980 OR AB:試験 OR AB:テスト OR AB:接角度 OR AB:角度 OR AB:angle) OR (CL:180 OR CL:280 OR CL:380 OR CL:480 OR CL:580 OR CL:680 OR CL:780 OR CL:880 OR CL:980 OR CL:試験 OR CL:テスト OR CL:接角度 OR CL:角度 OR CL:angle) OR (TI_F:180 OR TI_F:280 OR TI_F:380 OR TI_F:480 OR TI_F:580 OR TI_F:680 OR TI_F:780 OR TI_F:880 OR TI_F:980 OR TI_F:試験 OR TI_F:テスト OR TI_F:接角度 OR TI_F:角度 OR TI_F:angle) OR (TI_F:angle))	117
4	90℃	((((AB:作動) OR (AB:動作) OR (AB:定格)) AND (((AB:90度) OR (AB:90℃) OR (AB:90°) OR (AB:9 0 度) OR (AB:9 0 °) OR (AB:9 0 °) OR (AB:90C) OR (AB:9 0 C))) OR (((CL:作動) OR (CL:動作) OR (CL:定格)) AND ((CL:90度) OR (CL:90℃) OR (CL:90°) OR (CL:9 0 度) OR (CL:9 0 °) OR (CL:90C) OR (CL:9 0 C))) OR (((AB:operate) OR (AB:operation) OR (AB:rate) OR (AB:rating)) AND ((AB:90_degree) OR (AB:90degree) OR (AB:90°C) OR (AB:90C)) OR (((CL:operate) OR (CL:operation) OR (CL:rate) OR (CL:rating)) AND ((CL:90_degree) OR (CL:90degree) OR (CL:90℃) OR (CL:90C))) NOT (((AB:190 OR AB:290 OR AB:390 OR AB:490 OR AB:590 OR AB:690 OR AB:790 OR AB:890 OR AB:990 OR AB:試験 OR AB:テスト OR AB:angle OR AB:接角度 OR AB:角度 OR AB:angle) OR (CL:190 OR CL:290 OR CL:390 OR CL:490 OR CL:590 OR CL:690 OR CL:790 OR CL:890 OR CL:990 OR CL:試験 OR CL:テスト OR CL:angle OR CL:接角度 OR CL:角度 OR CL:angle) OR (TI_F:190 OR TI_F:290 OR TI_F:390 OR TI_F:490 OR TI_F:590 OR TI_F:690 OR TI_F:790 OR TI_F:890 OR TI_F:990 OR TI_F:試験 OR TI_F:テスト OR TI_F:angle OR TI_F:接角度 OR TI_F:角度 OR TI_F:angle))	49
5	100℃	((((AB:作動) OR (AB:動作) OR (AB:定格)) AND (((AB:100度) OR (AB:100℃) OR (AB:100°) OR (AB:1 0 0 度) OR (AB:1 0 0 °) OR (AB:1 0 0 °) OR (AB:100C) OR (AB:1 0 0 C))) OR (((CL:作動) OR (CL:動作) OR (CL:定格)) AND ((CL:100度) OR (CL:100℃) OR (CL:100°) OR (CL:1 0 0 度) OR (CL:1 0 0 °) OR (CL:100C) OR (CL:1 0 0 C))) OR (((AB:operate) OR (AB:operation) OR (AB:rate) OR (AB:rating)) AND ((AB:100_degree) OR (AB:100degree) OR (AB:100°C) OR (AB:100C)) OR (((CL:operate) OR (CL:operation) OR (CL:rate) OR (CL:rating)) AND ((CL:100_degree) OR (CL:100degree) OR (CL:100℃) OR (CL:100C))) NOT (((AB:1100 OR AB:2100 OR AB:3100 OR AB:4100 OR AB:5100 OR AB:6100 OR AB:7100 OR AB:8100 OR AB:9100 OR AB:試験 OR AB:テスト OR AB:angle OR AB:接角度 OR AB:角度 OR AB:angle) OR (CL:1100 OR CL:2100 OR CL:3100 OR CL:4100 OR CL:5100 OR CL:6100 OR CL:7100 OR CL:8100 OR CL:9100 OR CL:試験 OR CL:テスト OR CL:angle OR CL:接角度 OR CL:角度 OR CL:angle) OR (TI_F:1100 OR TI_F:2100 OR TI_F:3100 OR TI_F:4100 OR TI_F:5100 OR TI_F:6100 OR TI_F:7100 OR TI_F:8100 OR TI_F:9100 OR TI_F:試験 OR TI_F:テスト OR TI_F:angle OR TI_F:接角度 OR TI_F:角度 OR TI_F:angle))	180

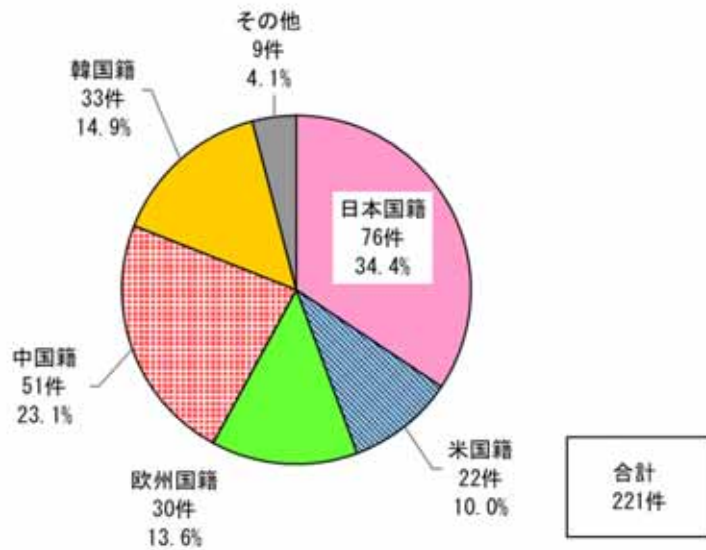




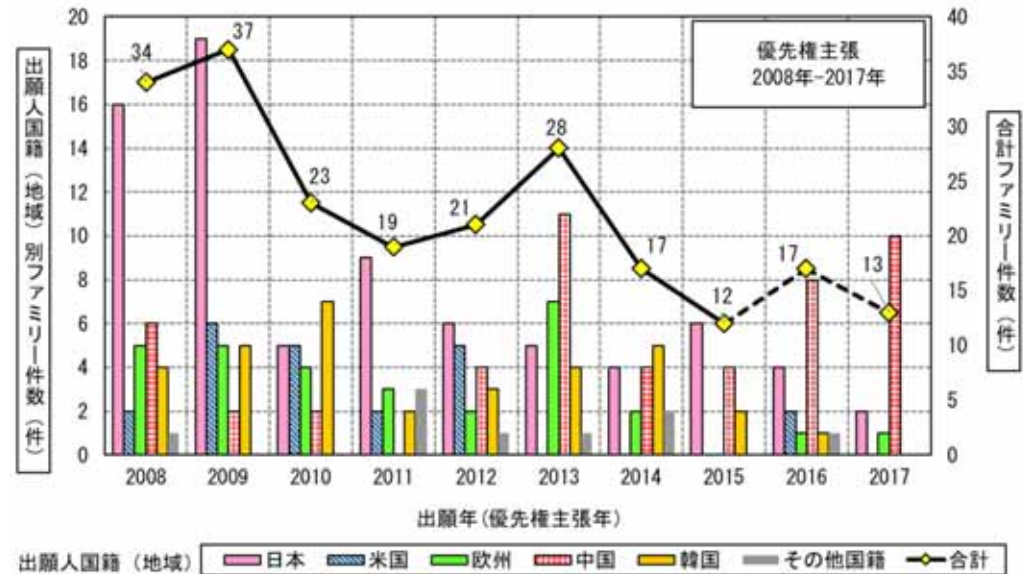
## 5 . 特許出願動向 - 全体動向（出願人国籍（地域）別件数推移及び件数比率） -

- 日本国籍が34.4%と最多、次いで中国籍23.1%、韓国籍が14.9%の順である。
- 欧州国籍、米国籍、日本国籍いずれも減少傾向を示しているが、中国籍のみは近年の伸びを示している。

（出願人国籍別ファミリー件数及びファミリー件数比率）  
出願年（優先権主張年）2008年-2017年



出願人国籍（地域）別ファミリー件数推移

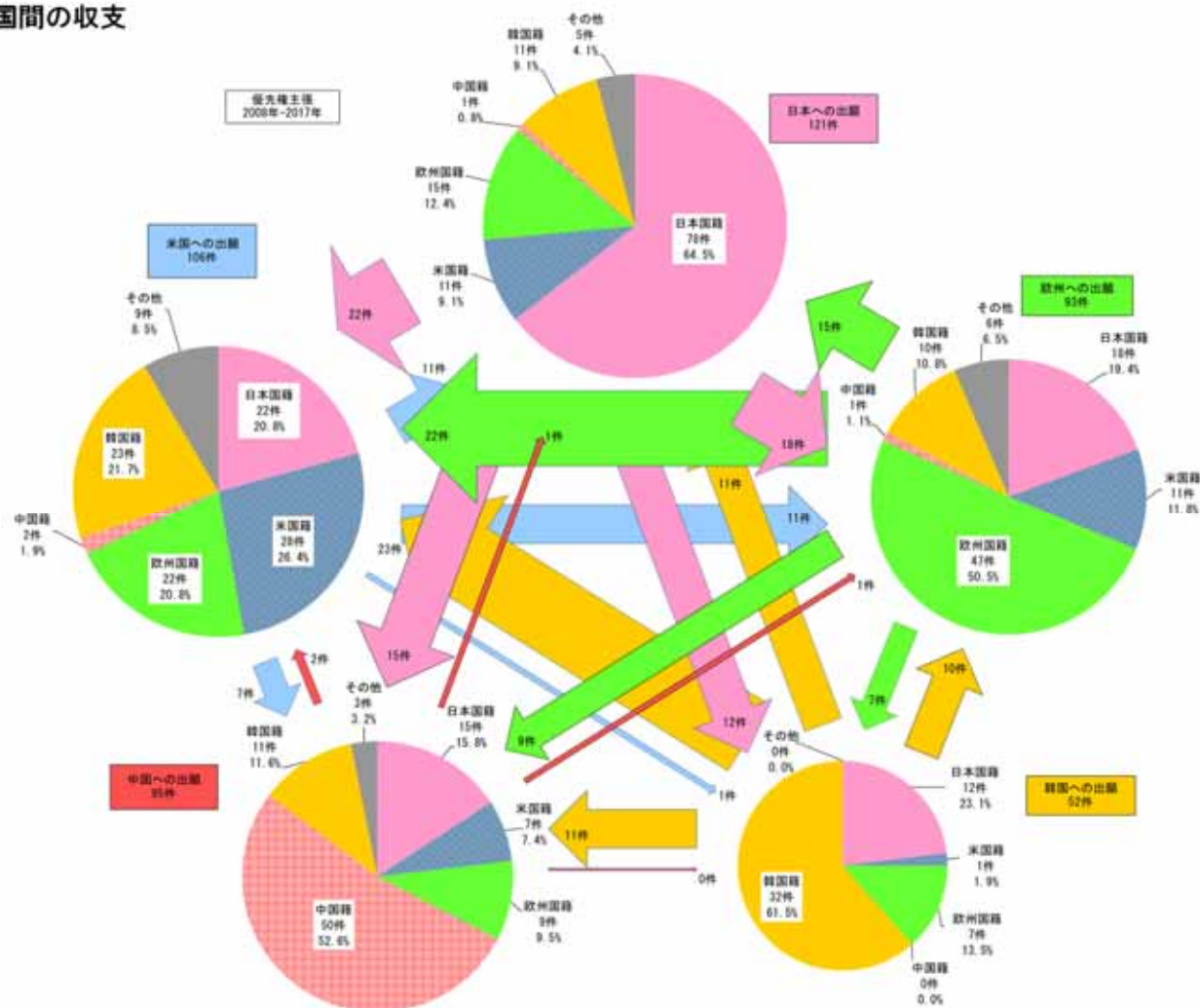


注）2016年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願を反映していない可能性がある。

## 6 . 特許出願動向 — 全体動向（出願件数収支）—

- 日本は件数も多く、各国（地域）との間での収支もいずれもプラスである。
- 中国は出願件数は多いが、各国（地域）との収支はいずれもマイナスである。
- 韓国は日本を除く各国（地域）との間で収支がプラスである。

出願件数の各国間の収支





## 7 . 特許出願動向 – 全体動向（出願人別出願件数ランキング） –

- 出願人別ファミリー件数トップ10（11）では日本、中国が3者、欧州と韓国が2者と拮抗している。
- 日本・米国・欧州・韓国への出願トップ5に中国籍は入っていない。
- 米国・欧州・中国・韓国への出願トップ5のそれぞれに日本国籍が入っている。

出願人別ファミリー件数ランキング（全体）  
出願年（優先権主張年）2008年-2017年

順位	出願人	ファミリー数
1	トヨタ自動車株式会社	10
2	A G C株式会社	8
3	ビーエーエスエフ（ドイツ）	6
3	コミサリヤアレネルジアトミクエウエネルギーアルタナティブ（フランス）	6
3	成都新柯力化工科技有限公司（中国）	6
6	三星電子株式会社（韓国）	5
7	韓国エネルギー技術研究院（韓国）	4
7	カウンスルオブサイエンティフィックアンドインダストリアルリサーチ（インド）	4
7	上海大学（中国）	4
7	パナソニックIPマネジメント株式会社	4
7	复旦大学（中国）	4

出願先国（地域）別] 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		
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	トヨタ自動車株式会社	25	1	トヨタ自動車株式会社	11
2	ビーエーエスエフ（ドイツ）	23	2	A G C株式会社	8
2	コミサリヤアレネルジアトミクエウエネルギーアルタナティブ（フランス）	23	3	パナソニックIPマネジメント株式会社	5
4	A G C株式会社	22	4	エルジー・ケム・リミテッド（韓国）	4
4	エルジー・ケム・リミテッド（韓国）	22	4	トレナージコーポレーション（米国）	4

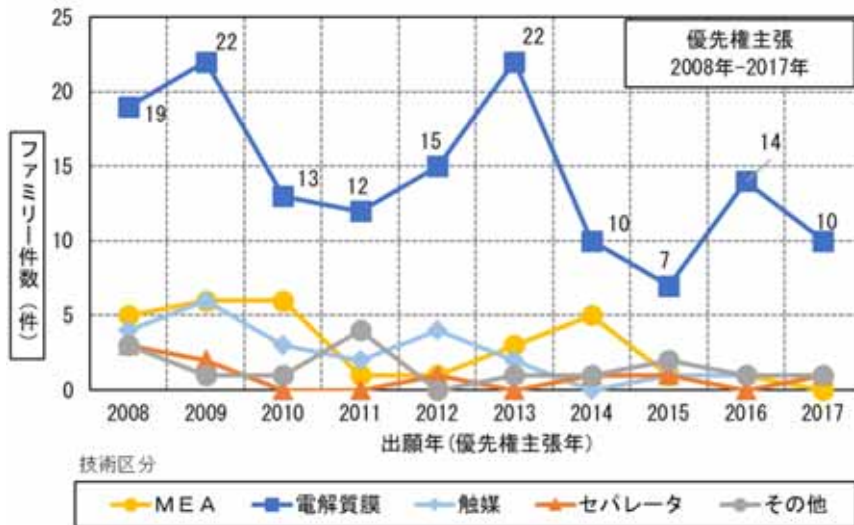
米国への出願			欧州への出願		
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	ビーエーエスエフ（ドイツ）	7	1	コミサリヤアレネルジアトミクエウエネルギーアルタナティブ（フランス）	14
2	三星電子株式会社（韓国）	6	2	エルコマックスゲゼルシャフトミットベシュレンクテルハフツング（ドイツ）	7
3	トレナージコーポレーション（米国）	5	2	ビーエーエスエフ（ドイツ）	7
4	A G C株式会社	4	4	カウンスルオブサイエンティフィックアンドインダストリアルリサーチ（インド）	5
4	カウンスルオブサイエンティフィックアンドインダストリアルリサーチ（インド）	4	5	トヨタ自動車株式会社	4
4	エルジー・ケム・リミテッド（韓国）	4	5	エルジー・ケム・リミテッド（韓国）	4
4	コミサリヤアレネルジアトミクエウエネルギーアルタナティブ（フランス）	4	5	A G C株式会社	4

中国への出願			韓国への出願		
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	成都新柯力化工科技有限公司（中国）	6	1	エルジー・ケム・リミテッド（韓国）	6
2	A G C株式会社	4	2	韓国エネルギー技術研究院（韓国）	4
2	上海大学（中国）	4	2	トヨタ自動車株式会社	4
2	エルジー・ケム・リミテッド（韓国）	4	4	三星電子株式会社（韓国）	3
2	复旦大学（中国）	4	4	韓国科学技術研究院（韓国）	3
			4	インダストリーユニバーシティコーポレーションファウンデーションハンヤンユニバーシティ（韓国）	3
			4	ビーエーエスエフ（ドイツ）	3

## 8 . 特許出願動向 — 技術区分別動向 —

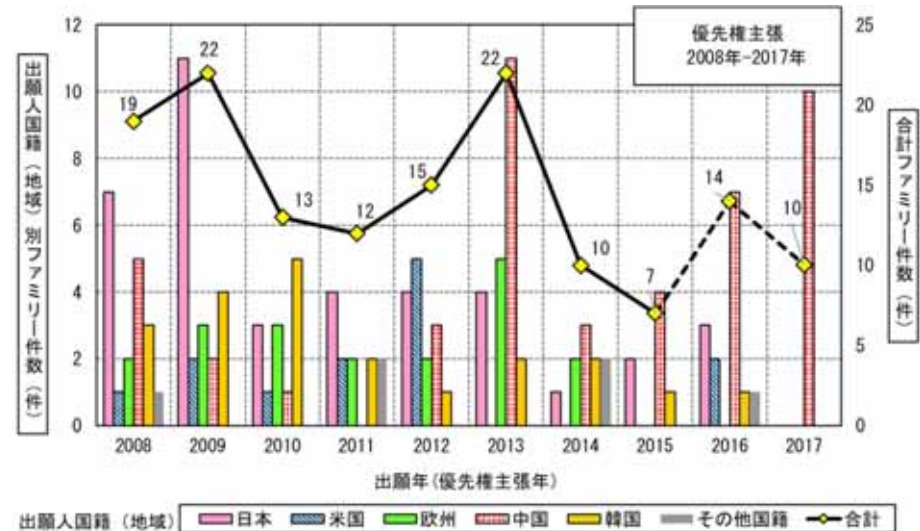
- 技術区分別では「電解質膜」の件数が多いが、件数は減少傾向である。
- その他の技術区分も近年の伸びは認められない。
- 「電解質膜」では中国籍が件数を増加させているのに対し、それ以外の国（地域）はほぼ減少傾向である。

技術区分別ファミリー件数推移



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。

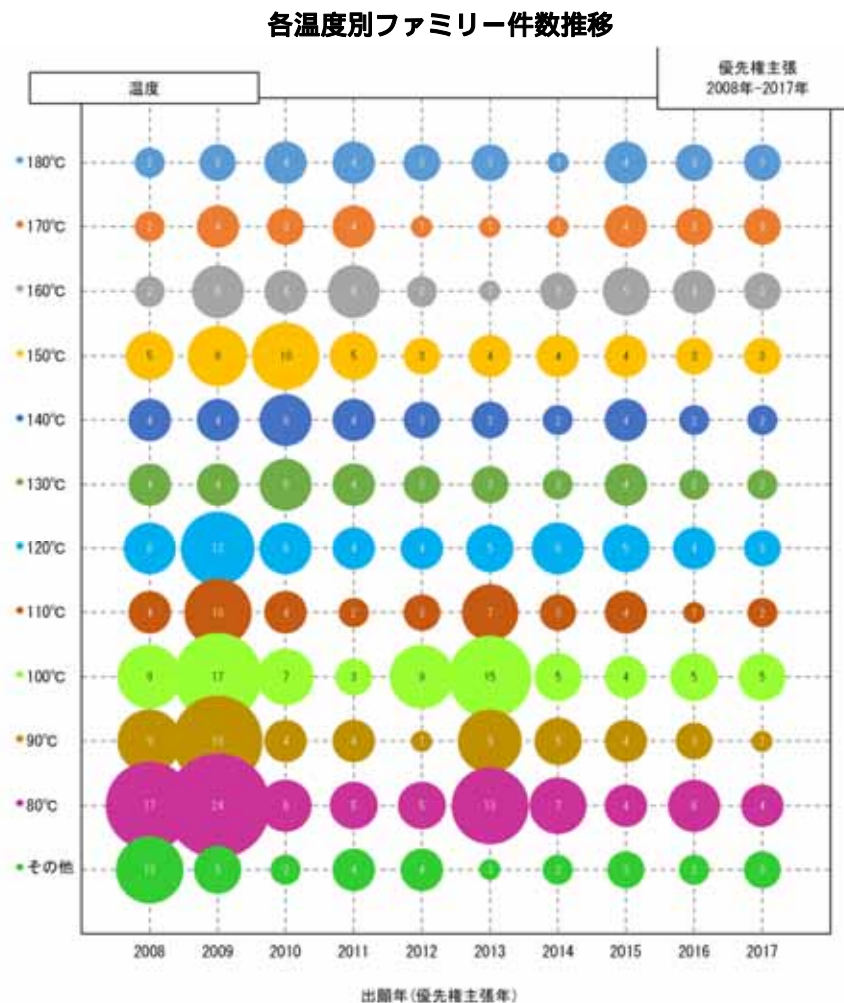
出願人国籍(地域)別「電解質膜」のファミリー件数推移



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。

## 9 . 特許出願動向 — 温度の件数推移 —

- 各温度の件数推移をみると、2010年頃までは～100 までの件数が多かったが、近年はより高い温度に係る出願も出てきている。

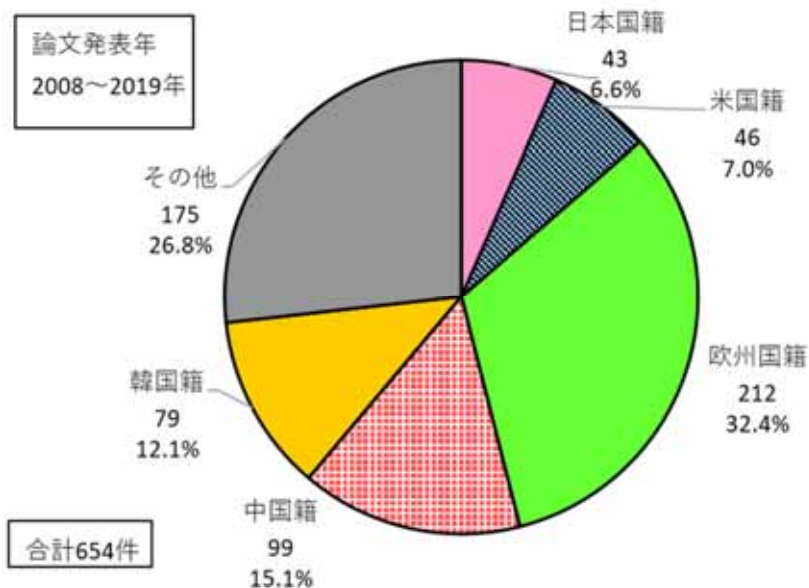


注) 2016年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願データを反映していない可能性がある。

# 10 . 論文動向

- 欧州国籍の発表件数が全体の32.4%を占めており、中国籍が15.1%、韓国籍が12.1%と続いている。日本国籍は6.6%であり、特許件数と比べて比率が低い。
- 論文発表件数はほぼ横ばいの状況である。

研究者所属機関国籍（地域）別論文発表件数比率



論文発表件数推移



注) 2018年以降はデータベース収録の遅れ等で、全論文件数を反映していない可能性がある。