
令和7年度簡易型技術動向調査
ブレイン・マシン・インターフェース (BMI)

令和8年2月

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 · · · · · · · · · · P. 6
- 4. 特許出願動向 · · · · · · · · · · P. 8
- 5. 論文動向 · · · · · · · · · · P. 18

1. 技術概要

— 調査対象技術 —

- ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) とは、脳の活動情報を入出力情報として、外部機器等を制御・活用するインターフェース技術や装置の総称である。
- BMI技術は、脳との接続方式として、頭蓋骨を開頭して脳と接続する侵襲式と頭蓋骨を開頭せずに脳と接続する非侵襲式に大別される。さらに、侵襲式には脳に直接電極を埋め込む方法と硬膜下など比較的安全な場所に電極を設置する方法（部分的侵襲式）がある。

技術分類	技術方式	技術概要
侵襲式	Deep brain stimulation (DBS)	深部脳刺激療法 (DBS) は、脳の奥深くにある特定の領域 (核といわれる部位) に刺激電極を挿入し、前胸部に埋め込んだパルス発生器からの電気信号で刺激を行うことで、不随意運動症 (パーキンソン病、本態性振戦、ジストニア) を治療する技術である。
	Cochlear implant	人工内耳は、手術で耳の奥に埋め込む部分と耳内に埋め込んだ部分へマイクで拾った音を送る体外部で構成され、蝸牛の代わりにマイクで拾った音を音声処理して電気信号に変換し、送信コイルを介して耳介後ろに埋め込んだ受信器に送られる。電気信号は蝸牛の中に埋め込んだ電極へ送られ、電極が直接聴神経を刺激し、音声情報が脳へ送られ、音として認識される。
	Artificial retina	眼球に始まり大脳皮質視野覚に至る視覚神経のいずれかの部位を電気刺激することにより視覚を再建するシステムの総称が人工視覚である。人工網膜 (Artificial retina) は人工視覚の一方式であり、網膜刺激型の人工視覚である。網膜刺激型は、網膜上刺激電極によるもの、網膜下刺激電極によるもの及び脈絡膜上刺激電極によるものがある。
部分侵襲式	Electrocorticography (ECoG)	硬膜下の皮質表面に留置する平板電極を用いて脳波を計測する方式がECoGである。本方式は脳の表面に、直接電極を設置して脳活動を計測するもので、脳に電極を刺すものよりも低侵襲な方式である。頭皮から脳波を計測する非侵襲タイプよりも高い空間分解能と信号強度を得られる。
	Endovascular	脳波信号を検出する電極を血管内治療に用いるステントのようなデバイスに組み込んで脳の適切な位置に留置する方式である。電極はケーブルで鎖骨下の皮下ポケットに埋め込まれた送受信ユニットに血管経由で接続され、計測情報無線で体外のテレメトリ受信装置に送られる。
非侵襲式	Electroencephalography (EEG)	頭皮上に設置した複数の電極により脳波を計測する方式で、計測した脳波データを解析して医療等に応用するものである。頭皮上の脳波の記録は、脳内の神経活動による電位変化の記録である。
	Functional magnetic resonance imaging (fMRI)	機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) は、脳の血流の変化に基づいて神経活動を間接的に測定可能な、非侵襲的手法である。fMRIで測定する神経活動は、局所脳血流量の増加に伴う信号値の変化であり、計測したデータを解析して、医療等に応用するものである。
	Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS)	機能的近赤外分光分析法 (fNIRS) は、頭皮上から近赤外光を脳内に照射し、大脳皮質の脳表の血流状態を計測することで脳の機能を捉える方式で、計測データを解析して、医療等に応用する。
	Positron emission tomography (PET)	ポジトロン断層法 (PET) は、放射性同位元素で標識した物質を生体内に投与し、その物質の体内での挙動を画像化する方式で、脳機能の測定に利用し、測定データを解析して、医療等に応用する。
	Magnetoencephalography (MEG)	脳磁図 (MEG) は、非常に高感度な磁力計を用いて脳内で自然に発生する電流による生成磁場を記録し、脳の活動をマッピングする神経画像技術である。

1. 技術概要 — 技術区分 —

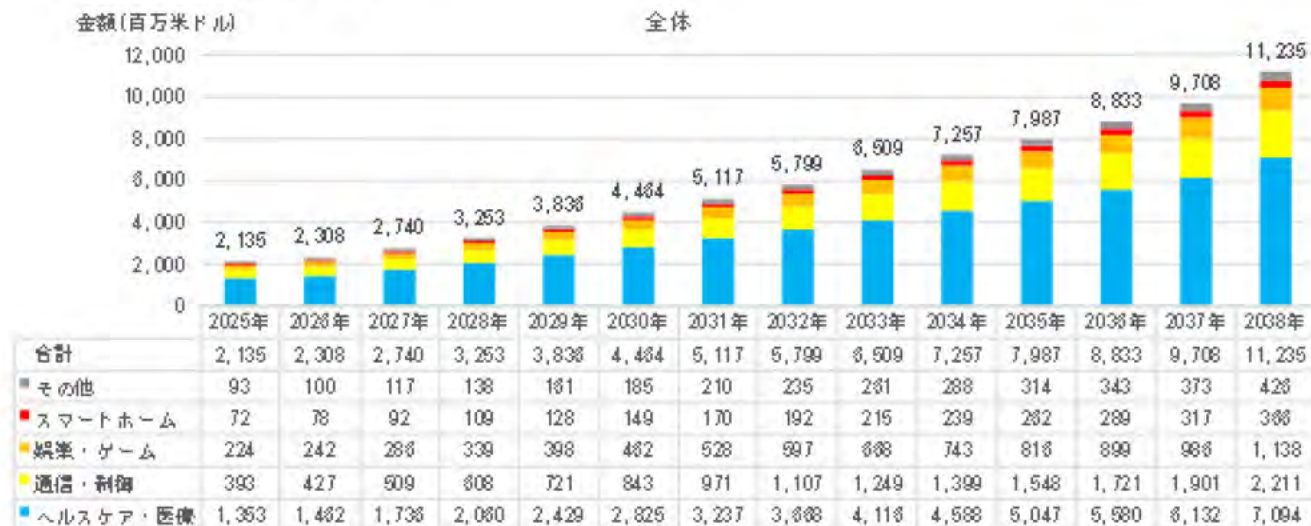
■ 大分類：「要素技術」「用途」「課題」の3つの観点を設定。

大分類		中分類		技術内容（例）	
1	要素技術	1	信号の計測・取得技術	1	磁場（fMRI, MEG/脳磁計）
				2	近赤外線（fNIRS）
				3	電場（EEG/脳波計）
				4	電極・プローブ（ECoG, Microelectrode Arrays）
		2	信号処理・デコーディング技術	1	前処理（ノイズ除去・信号抽出）
				2	特徴抽出・デコーディング（AI/機械学習）
		3	外部デバイス制御・フィードバック制御技術	1	デバイス制御（ロボットアーム、PC・スマホ、家電）
				2	フィードバック制御（視覚、聴覚、触覚フィードバック）
		4	信号の入力・脳刺激技術	1	人工内耳
				2	人工網膜
				3	脳刺激（DBS, tDCS, TMS）
		2	用途	1	医療・ヘルスケア
2	産業			機器制御・遠隔操作	
3	エンターテインメント・教育			ゲーム、XR、スポーツ	
4	軍事・防衛			—	
3	課題	1	信号検出・解読の精度向上	個人差適合	
		2	刺激精度向上	—	
		3	処理高速化	処理遅延低減	
		4	小型化・軽量化	—	
		5	安全性向上	長期安定性	

2. 市場・政策動向 —市場動向—

- BMIの市場規模は2025年度時点で2,135百万米ドルと推定され、エンドユーザ別では、「ヘルスケア・医療」が63.4%と最も大きく、次いで「通信・制御」18.4%、「娯楽・ゲーム」10.5%、「スマートホーム」3.4%という状況である。
- BMIを臨床現場で利用可能な医療機器として実用化するには、臨床ニーズの把握、設計・試作、非臨床試験、薬事承認に至る複雑なプロセスが必要である。
- 市場ライフサイクルの観点では、BMI業界は成長初期又は黎明期にあると考えられ、今後の成長は、技術革新競争の加速度の他、各国の規制当局による承認プロセス、社会的な受容度などにも左右されると考えられる。

BMI市場のエンドユーザ別規模推移



2. 市場・政策動向 —政策動向—

【日本】

- 最新の研究開発情報として2025年7月2日付けで、科学技術振興機構(JST)から経済安全保障重要技術育成プログラム(K Program)の2024年度第2回の募集における「脳波等を活用した高精度ブレインテックに関する先端技術」の個別研究型の研究開発構想において採択された研究開発課題が公表された。

【海外】

- 米国：BRAINイニシアチブの下、国立衛生研究所(NIH)、国防高等研究計画局(DARPA)、食品医薬品局(FDA)といった国家機関を中心に脳機能の解明や治療方法等の研究が進められている。
- 欧州：EUの「Human Brain Project(HBP)」は、ICTを基盤とした脳研究の新たなモデルのための技術的基盤を築き、データと知識の統合、脳に似たコンピューティング技術の実現を目指すとしている。
- 中国：2021年9月に発足したChina Brain Projectは、認知機能の神経メカニズムを探求し、脳に着想を得た知能技術の開発と脳疾患の診断・治療の促進を目指すとしている。
- 韓国：「脳研究革新2030」では、脳科学分野が世界最高水準に対し平均約77%程度の技術水準であるとした上で、大型フラグシップ事業を通じた競争力の確保、世界初のオリジナル技術獲得に向けた研究開発の革新を目指すとしている。

3. 検索式・検索条件

—特許文献—

- 調査期間：2017年～2023年（優先権主張年）
- 特許文献データベース：Derwent Innovation
- 調査対象の出願先国・地域：日本、米国、欧州、中国、韓国、インド
- 検索日：2025年10月21日

母集団検索式

```
((IC=(G06F3/01*) and CTB=(((monitor* or record* or extract* or detect* or analy* or measur*) near (brain) near (activit* or signal*)) or ((monitor* or record* or extract* or detect* or analy* or measur*) near (brain) near (information or wave* or data or state* or value)))) or (IC=(A61B5/0476* or A61B5/245* or A61B5/291* or A61B5/31* or A61B5/369*) and CTB=((computer or machine or robot* or prosthe*) near10 (interfac* or interact*)) or (CTB=("artificial retina" or "artificial retinas" or "artificial vision" or "bionic eye" or "bionic eyes" or "cochlea implant" or "cochlea implants" or "cochlea prosthesis" or "sensory prosthesis") or CTB=((brain or neur* or nerv*) near (computer or machine or robot* or prosthe*) near (interfac* or interact*)) or CTB=((brain or neur* or nerv*) near (control*) near (prosthe*)) or CTB=(neurotherapy or "neuro therapy" or neurofeedback or "neuro feedback" or neurobiofeedback or "neural modulation" or neuroprosthe*)) or CTB=(fNIR* or fMRI or Electro-corticogram))
```

3. 検索式・検索条件

— 論文文献 —

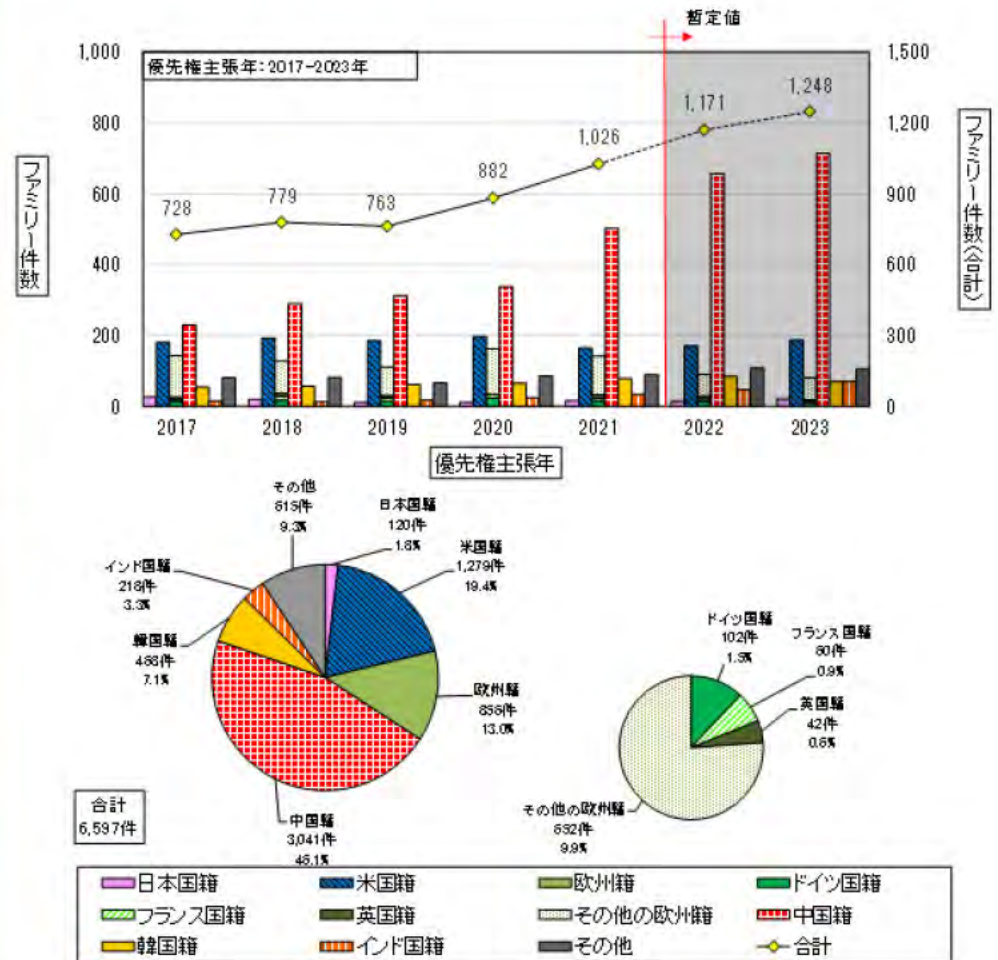
- 調査期間：2017年～2024年（発表年）
- 論文データベース：Web of Science及びConference Proceedings
- 検索日：2025年10月31日

1	キーワード	ALL=((“artificial retina” or “artificial retinas” or “artificial vision” or “bionic eye” or “bionic eyes” or “cochlear implant” or “cochlear implants” or “cochlear prosthesis” or “sensory prosthesis”) or ((brain or neur* or nerv*) near5 (computer or machine or robot* or prosthe*) near5 (interfac* or interact*)) or ((brain or neur* or nerv*) near5 (control*) near5 (prosthe*)) or (neurotherapy or “neuro therapy” or neurofeedback or “neuro feedback” or neurobiofeedback or “neural modulation” or neuroprosthe*) or ((brain) near10 (fNIR* or fMRI or Electrocorticogram)))
2	標準化ジャーナル主題分類	SSC=(“COMPUTER SCIENCE” OR “ENGINEERING” OR “HEALTH CARE SCIENCES SERVICES” OR “INSTRUMENTS INSTRUMENTATION” OR “LIFE SCIENCES BIOMEDICINE OTHER TOPICS” OR “NEUROSCIENCES NEUROLOGY” OR “PHYSICS” OR “PSYCHIATRY” OR “REHABILITATION” OR “ROBOTICS” OR “SCIENCE TECHNOLOGY OTHER TOPICS” OR “TELECOMMUNICATIONS”)
3	調査年	TF>=(2017) AND TF<=(2024)
4	母集団	1 and 2 and 3

4. 特許出願動向

－出願人国籍・地域別パテントファミリー一件数年次推移－

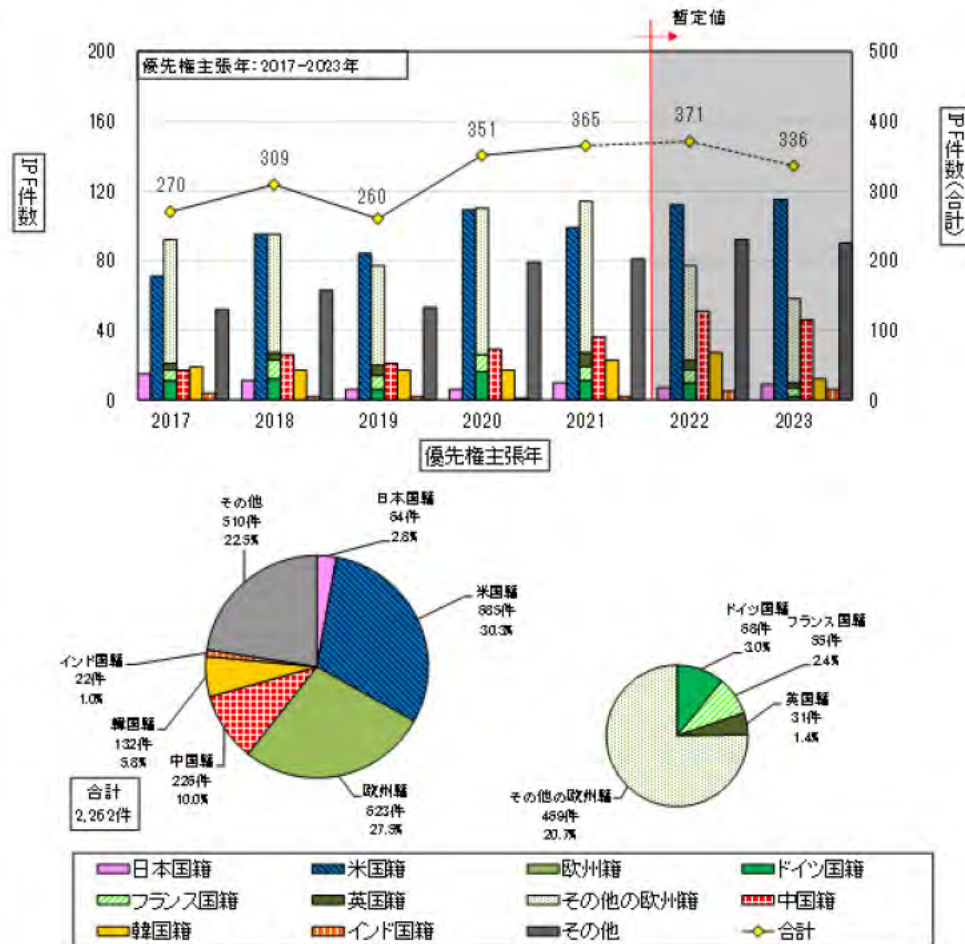
- パテントファミリー一件数（優先権主張年2017年～2023年）は6,597件。内訳は日本国籍が120件、米国籍が1,279件、欧州籍が856件、中国籍が3,041件、韓国籍が468件、インド国籍が218件、その他が615件。
- 全体の年次推移は増加傾向。中国籍の件数は増加傾向で、米国籍、日本国籍、欧州籍、韓国籍及びインド国籍の件数はほぼ横ばい傾向。
- 中国籍の件数比率は46.1%と最も高いが、「令和6年度特許出願動向調査－マクロ調査－報告書（要約）」の第2章第1節によると、全分野での中国籍の件数比率は64.7%であり、本技術分野における中国籍の件数は多いとは言えない。



4. 特許出願動向

－出願人国籍・地域別国際パテントファミリー一件数年次推移－

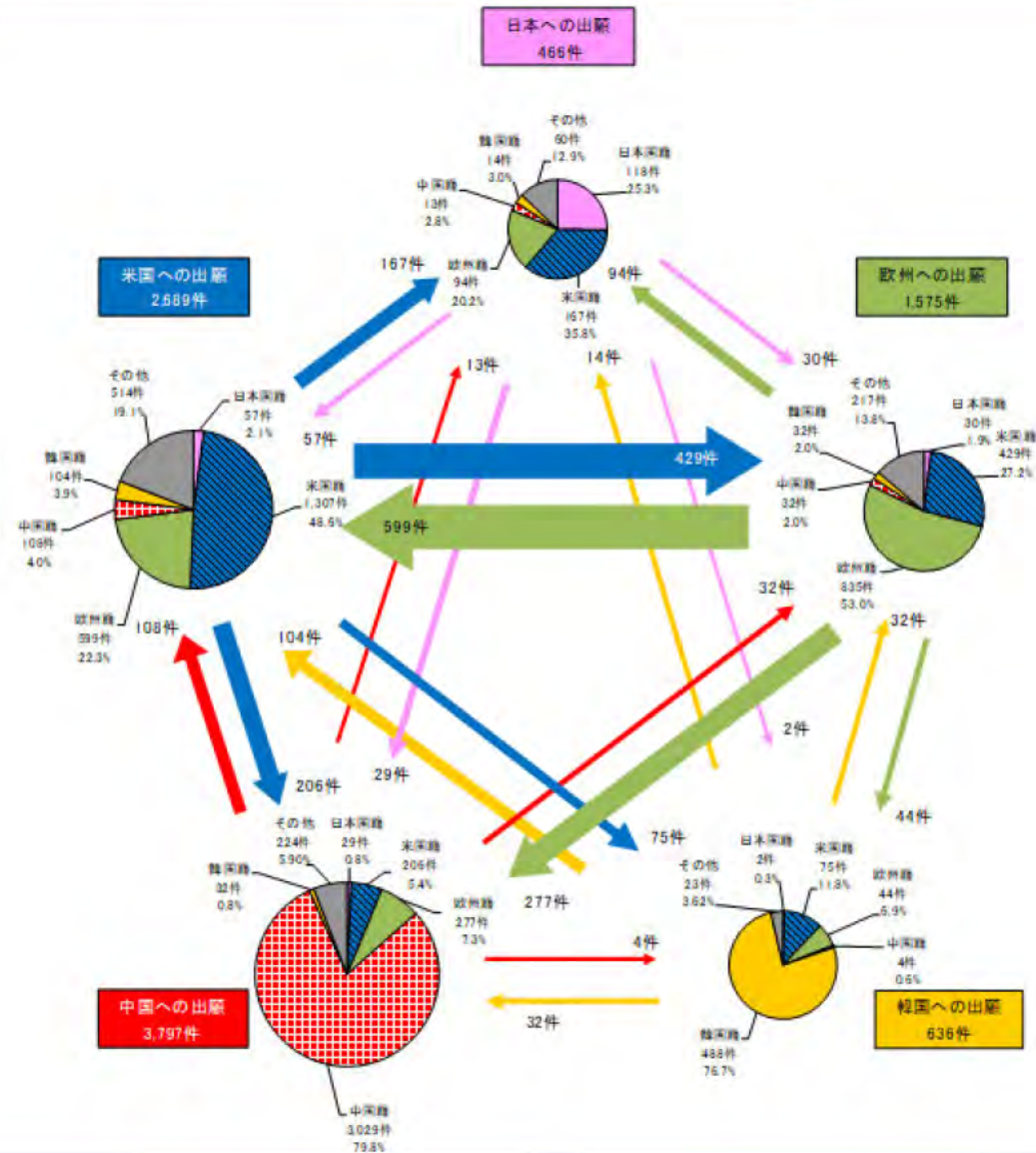
- 国際パテントファミリー一件数（優先権主張年2017年～2023年）は2,262件。内訳は日本国籍が64件、米国籍が685件、欧州籍が623件、中国籍が226件、韓国籍が132件、インド国籍が22件、その他が510件。
- 全体の年次推移は優先権主張年2019年まで横ばい傾向で、2020年に増加したが、その後は横ばい傾向。中国籍はやや増加傾向を示しているが、他の出願人国籍・地域ではおおむね横ばい傾向。
- 日本国籍のIPF件数比率は2.8%であるが、「令和6年度特許出願動向調査－マクロ調査－報告書（要約）」5の第2章 第1節によると、全分野での日本国籍出願人のIPF件数比率は21.5%であり、これと比べると、本技術分野における日本国籍のIPF件数は少ない。



4. 特許出願動向

一日米欧中韩の出願件数収支図

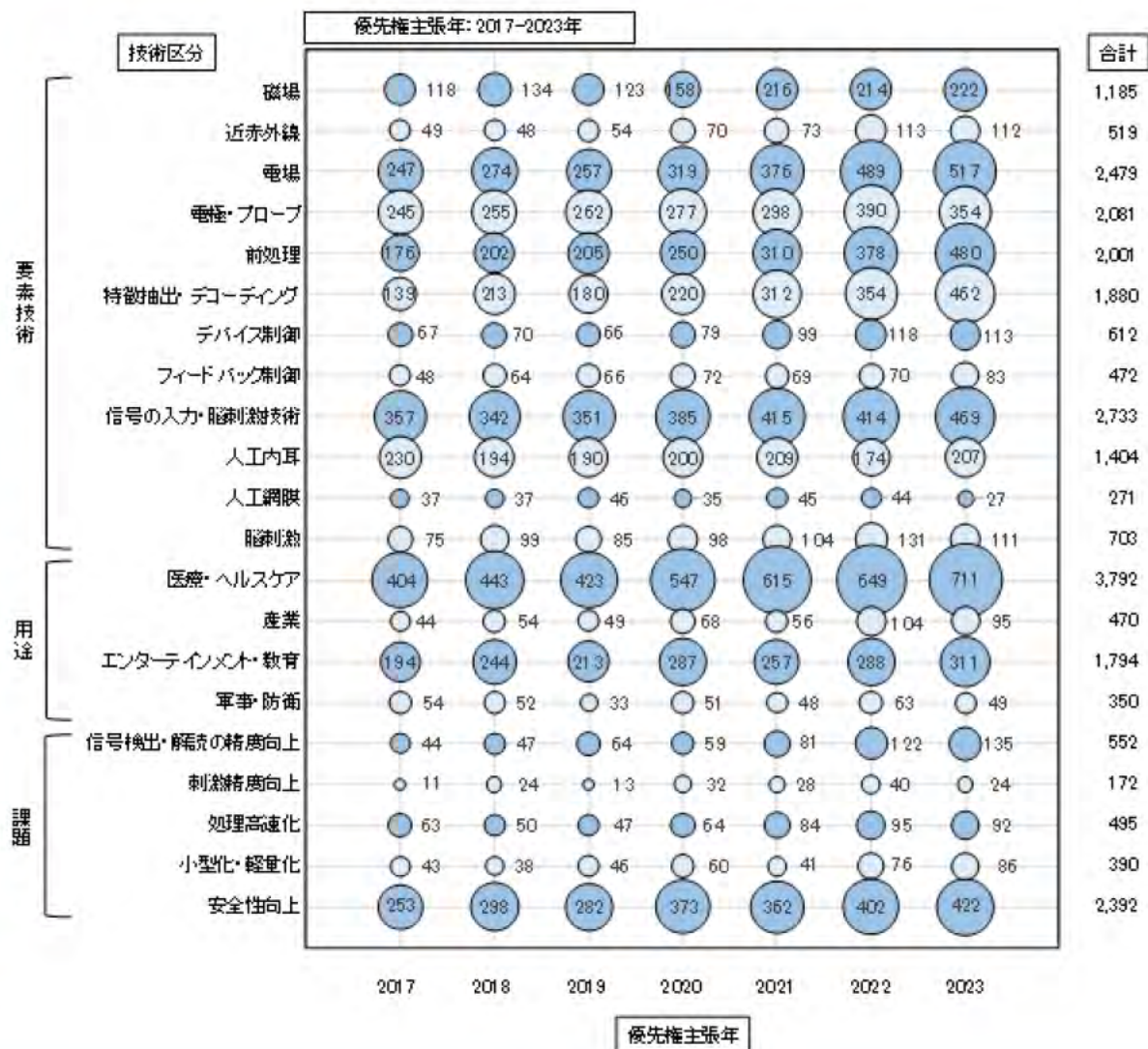
- 日本国籍出願人は米国へ57件、欧州に30件、中国へ29件出願しており、米国籍出願人は日本へ167件、欧州籍出願人は日本へ94件、中国籍出願人は日本へ13件の出願を行っている。
- 米国籍出願人は欧州へ429件出願しており、欧州籍出願人も米国へ599件出願している。
- 中国籍出願人は自国への出願が多く、8割弱となっている。



4. 特許出願動向

－技術区分別パテントファミリー一件数年次推移－

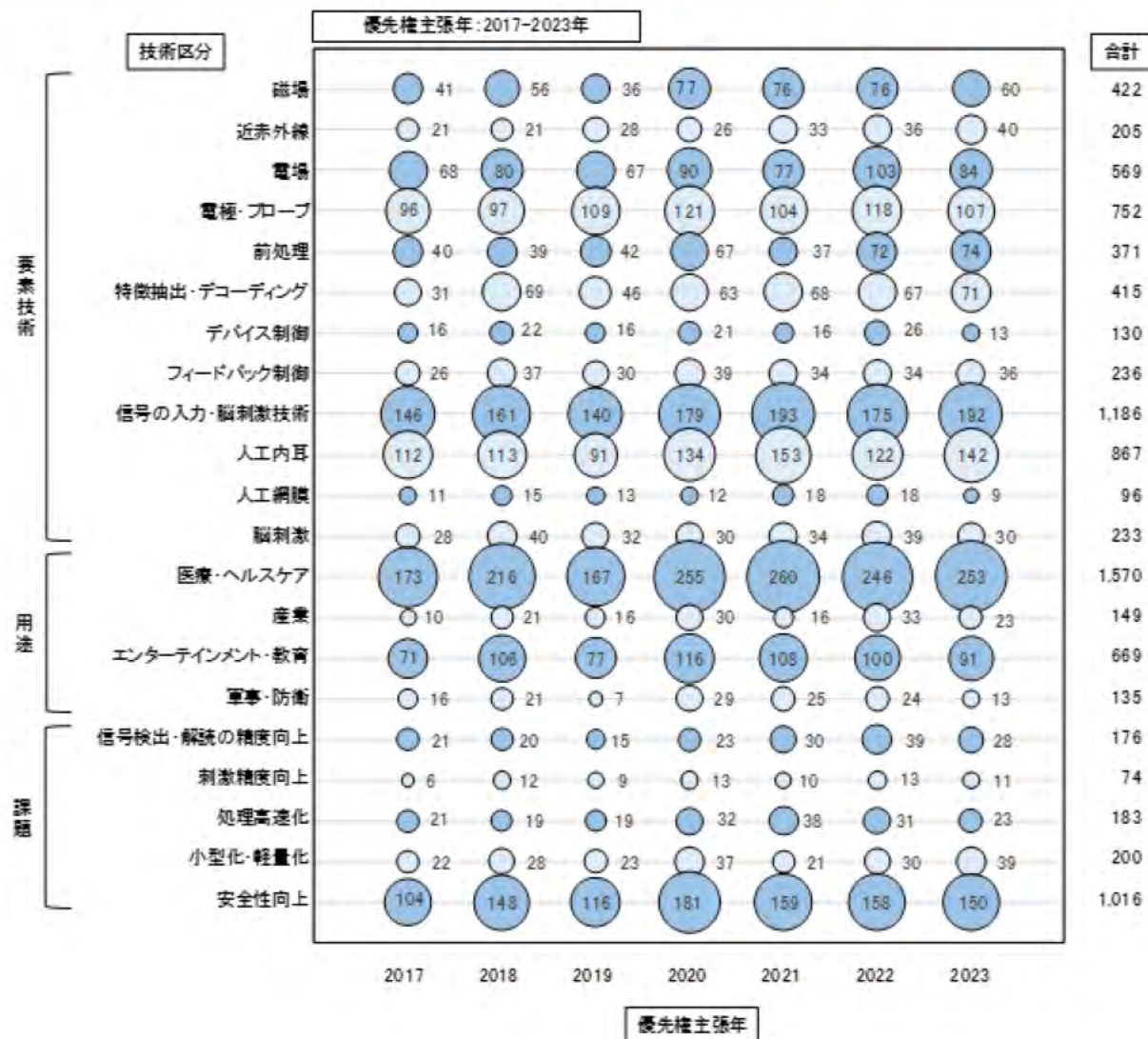
- 要素技術では、「信号の入力・脳刺激技術」の件数が最も多く、「近赤外線」の増加率が高い。
- 用途では、「医療・ヘルスケア」の件数が最も多く、「産業」の増加率が高い。
- 課題では、「安全性向上」の件数が最も多く、「刺激精度向上」の増加率が高い。



4. 特許出願動向

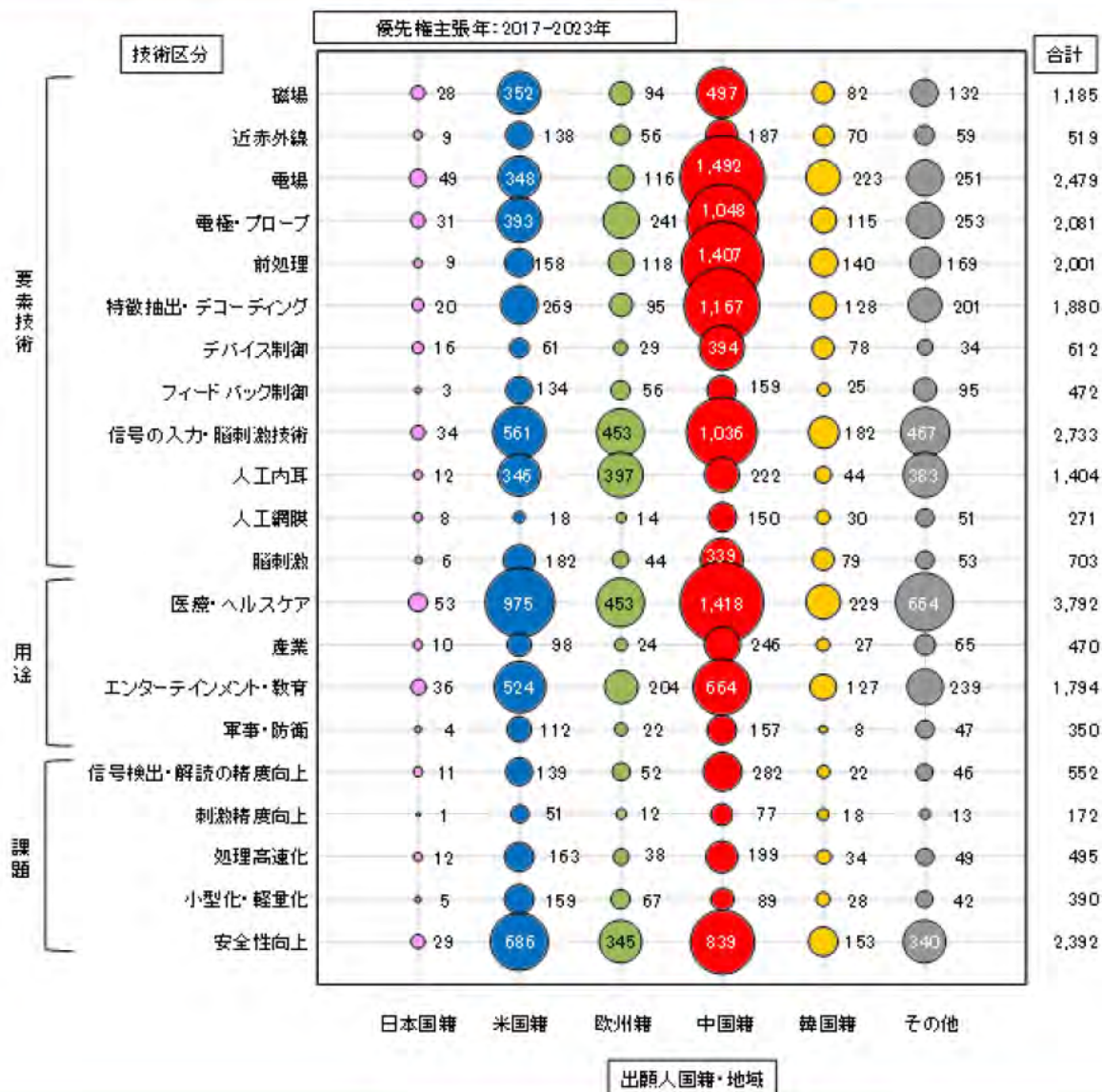
—技術区分別国際パテントファミリー一件数年次推移—

- 要素技術では、「信号の入力・脳刺激技術」の件数が最も多く、「磁場」の増加率が高い。
- 用途では、「医療・ヘルスケア」の件数が最も多く、「軍事・防衛」の増加率が高い。
- 課題では、「安全性向上」の件数が最も多く、「処理高速化」の増加率が高い。



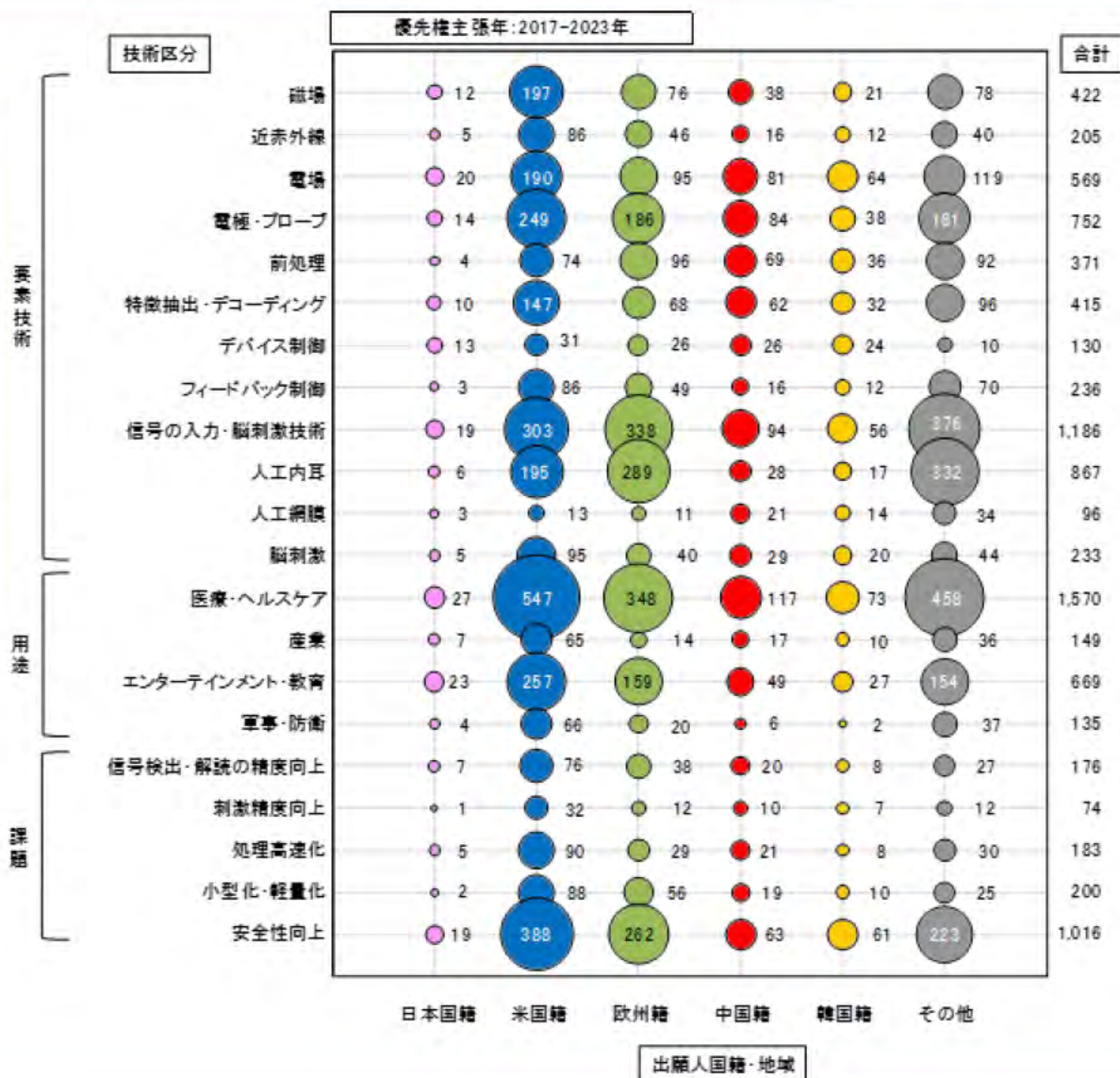
4. 特許出願動向 —技術区分別出願人国籍・地域別パテントファミリー件数—

■ 「人工内耳」は欧州籍のパテントファミリー件数が最も多く、「小型化・軽量化」は米国籍の件数が最も多く、それ以外の区分は中国籍の件数が最も多い。



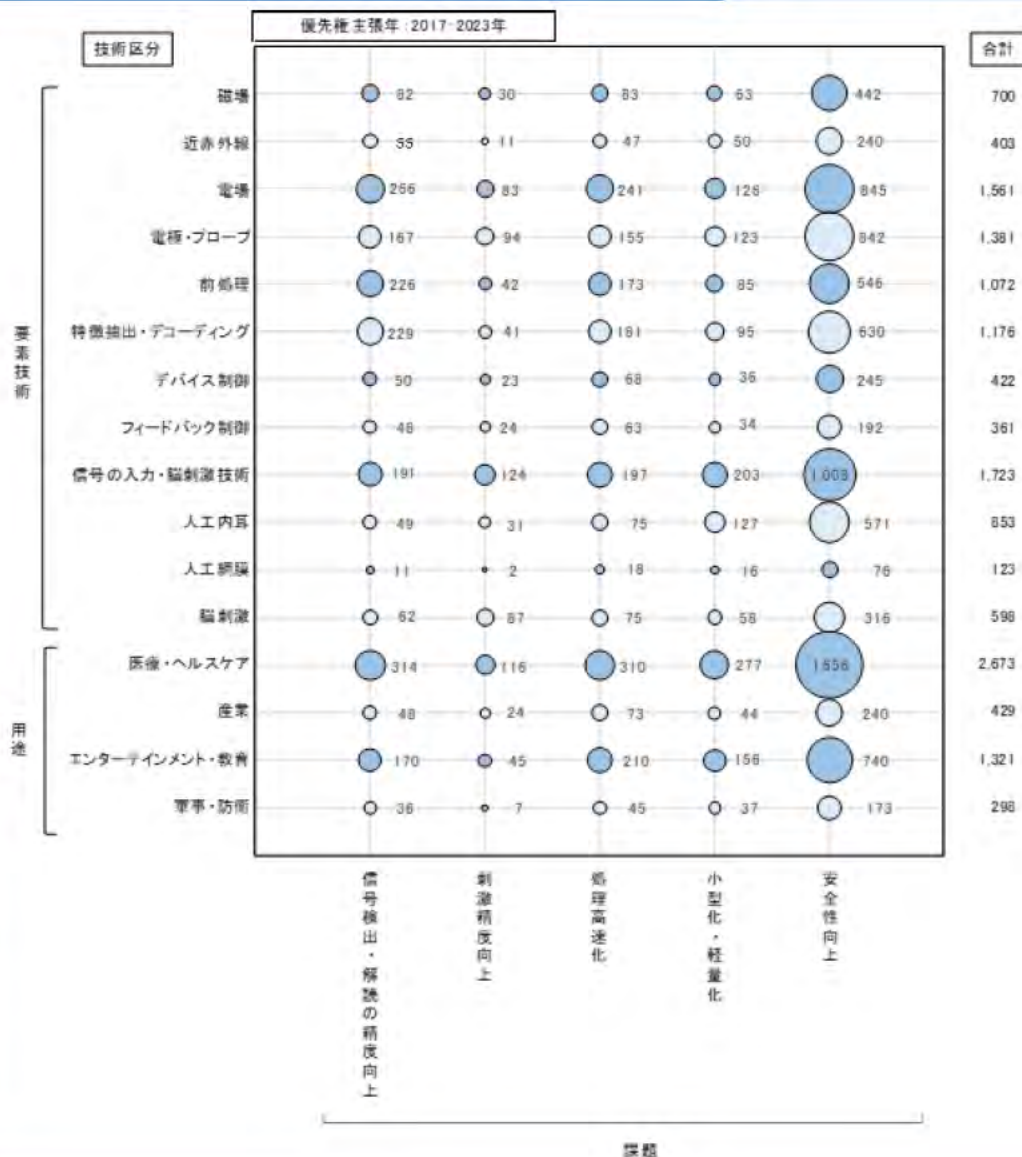
4. 特許出願動向 —技術区分別出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数—

■ 「前処理」「信号の入力・脳刺激技術」「人工内耳」区分は欧州籍の件数が最も多く、「人工網膜」は中国籍の件数が最も多く、それ以外の区分は米国籍の件数が最も多い。



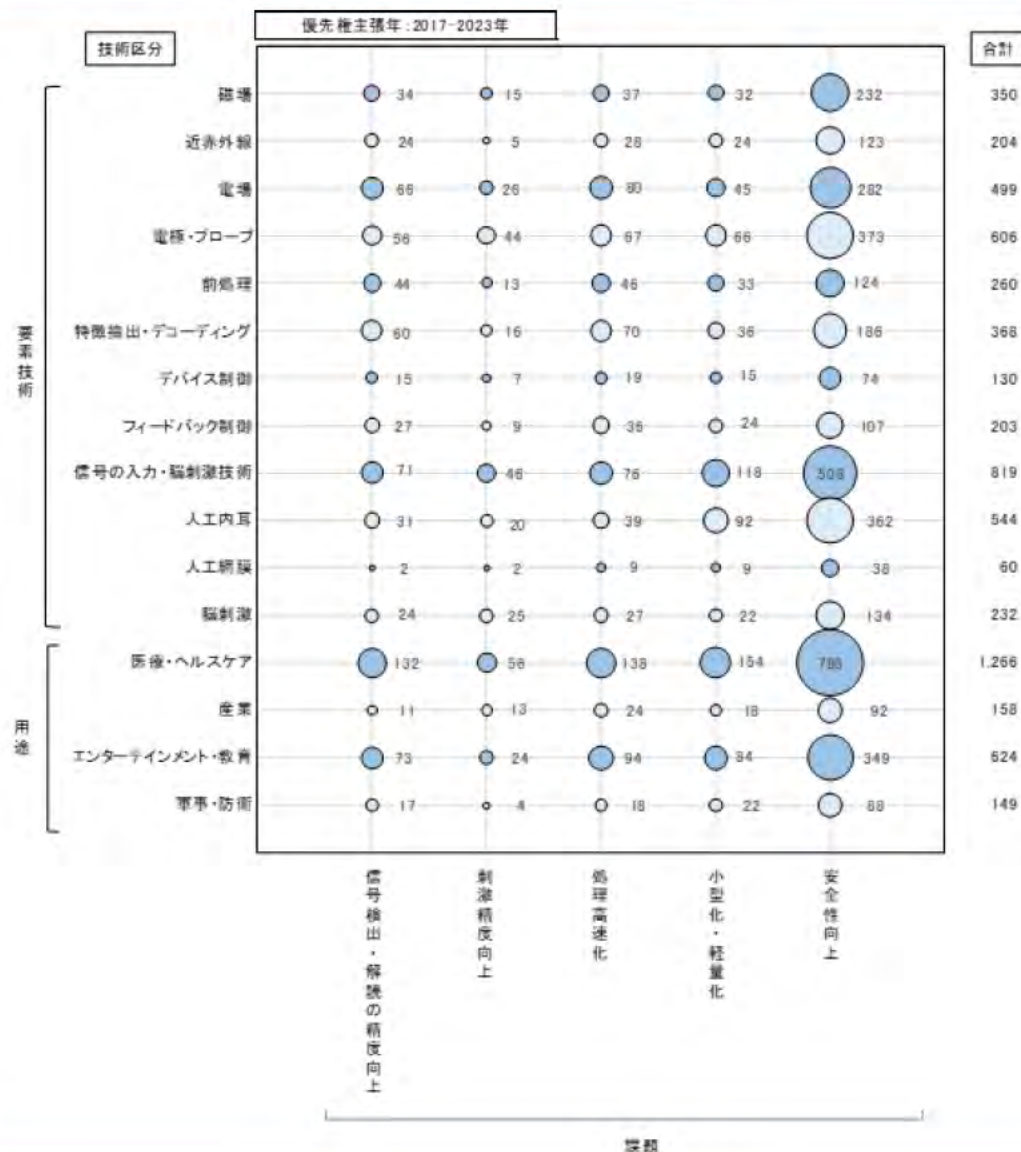
4. 特許出願動向 –パテントファミリー件数クロス分析–

- 大区分「要素技術」「用途」と「課題」をパテントファミリー件数でクロス分析した結果を示す。
- 「医療・ヘルスケア」×「安全性向上」区分が1,656件と最も多く、次いで「信号の入力・脳刺激技術」×「安全性向上」区分が1,723件と最も多く、次いで「信号の入力・脳刺激技術」×「安全性向上」区分が多い。
- 大区分「要素技術」の中では「信号の入力・脳刺激技術」×「安全性向上」区分が、大区分「用途」の中では「医療・ヘルスケア」×「安全性向上」区分が最も多い。



4. 特許出願動向 –国際パテントファミリー件数クロス分析–

- 大区分「要素技術」「用途」と「課題」を国際パテントファミリー件数でクロス分析した結果を示す。
- 「医療・ヘルスケア」×「安全性向上」区分が786件と最も多く、次いで「信号の入力・脳刺激技術」×「安全性向上」区分、「電極・プローブ」×「安全性向上」区分の順が多い。
- 大区分「要素技術」の中では「信号の入力・脳刺激技術」×「安全性向上」区分が、大区分「用途」の中では「医療・ヘルスケア」×「安全性向上」区分が最も多い。



4. 特許出願動向 – 件数別上位出願人ランキング–

- パテントファミリー件数の上位者は、1位にコクレア（オーストラリア）、2位にソノヴァ（スイス）、3位にデマント（デンマーク）で、国際パテントファミリー件数では2位と3位が入れ替わっている。
- 日本国籍出願人は、国際パテントファミリー件数で1者、ランクインしている。

パテントファミリー件数上位出願人ランキング

順位	件数	優先権主張年2017-2023年 出願人名		国籍・地域
		英語表記	日本語表記	
1	340	COCHLEAR LIMITED	コクレア	オーストラリア
2	147	SONOVA HOLDINGS AG	ソノヴァ	スイス
3	105	DEMANT AS	デマント	デンマーク
4	98	TIANJIN UNIVERSITY	天津大学	中国
5	89	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	上海交通大学	中国
6	70	STARKEY LABORATORIES INC	スターキーラボラトリーズ	米国
7	66	KOREA UNIVERSITY	高麗大学校	韓国
8	62	XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY	西安交通大学	中国
8	62	ZHEJIANG UNIVERSITY	浙江大學	中国
10	58	SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	华南理工大学	中国
11	57	HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY	杭州電子科技大学	中国
12	53	HI LLC	エイチアイ	米国
12	53	SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY	深圳先進技術研究院	中国
14	46	STANFORD UNIVERSITY	スタンフォード大学	米国
14	46	TSINGHUA UNIVERSITY	清華大学	中国
16	44	UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA	電子科技大学	中国
16	44	SOUTHEAST UNIVERSITY	東南大学	中国
16	43	FUDAN UNIVERSITY	復旦大学	中国
19	38	BEIHANG UNIVERSITY	北京航空航天大学	中国
20	38	ZHEJIANG NUCLEONIC NERVE ELECTRONIC TECHNOLOGY CO LTD	浙江ニューロトロン神経電子技術有限公司	中国

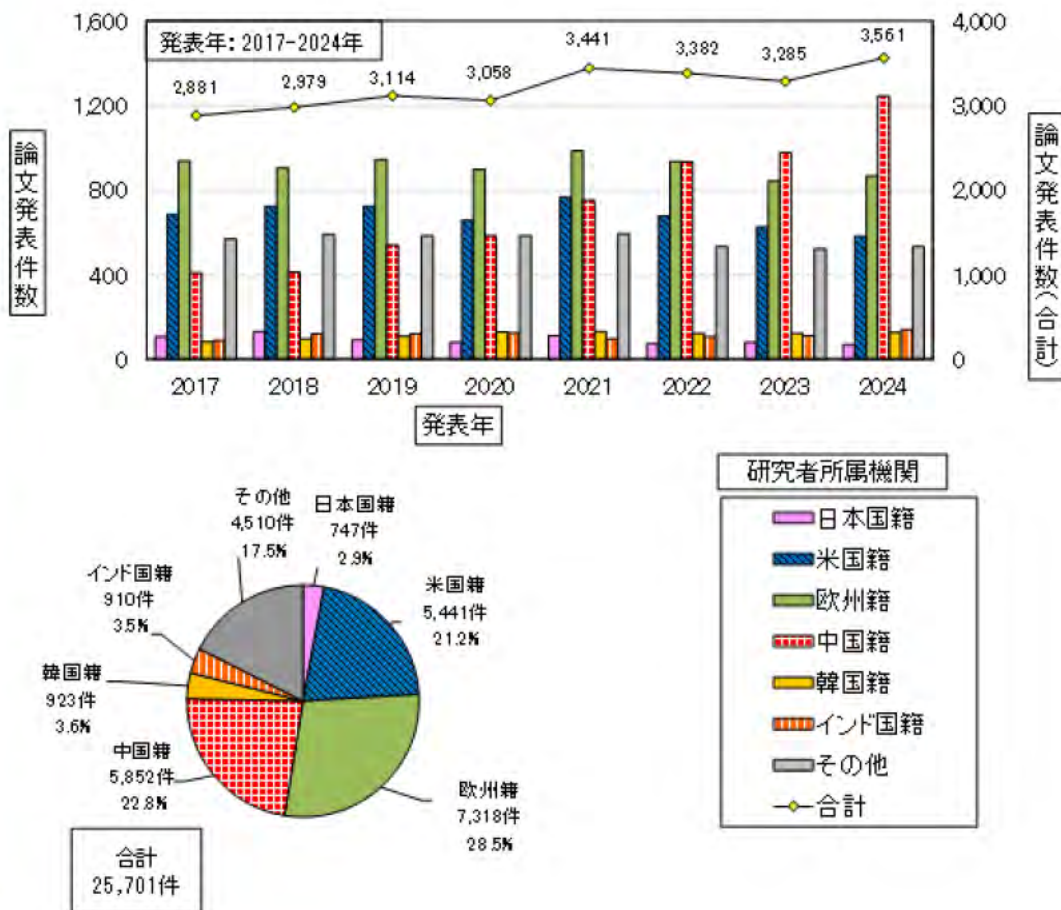
国際パテントファミリー件数上位出願人ランキング

順位	件数	優先権主張年2017-2023年 出願人名		国籍・地域
		英語表記	日本語表記	
1	300	COCHLEAR LIMITED	コクレア	オーストラリア
2	89	DEMANT AS	デマント	デンマーク
2	89	SONOVA HOLDINGS AG	ソノヴァ	スイス
4	35	MED-EL ELEKTROMEDIZINISCHE GERÄTE GMBH	メドエル	オーストリア
5	33	SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY	深圳先進技術研究院	中国
6	32	KONINKLIJKE PHILIPS NV	フィリップス	オランダ
7	31	UNIVERSITY OF CALIFORNIA	カリフォルニア大学	米国
8	30	STARKEY LABORATORIES INC	スターキーラボラトリーズ	米国
9	27	STANFORD UNIVERSITY	スタンフォード大学	米国
10	25	MEDTRONIC PLC	メドトロニック	アイルランド
11	23	HI LLC	エイチアイ	米国
12	20	KOREA UNIVERSITY	高麗大学校	韓国
13	19	SNAP INC	スナップ	米国
13	19	KIA CORPORATION	起亜自動車	韓国
15	16	KOREA ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE	韓国電気通信研究院	韓国
16	15	CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE	フランス国立科学研究センター	フランス
17	14	SONY GROUP CORPORATION	ソニーグループ株式会社	日本
17	14	EPFL ÉCOLE POLYTECH FÉDÉRALE LAUSANNE	ローザンヌ連邦工科大学	スイス
17	14	HYUNDAI MOTOR CORPORATION	現代自動車	韓国
17	14	KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	韓国科学技術院	韓国

5. 論文動向

—研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数年次推移—

- 論文件数（2017～2024年）は25,701件。内訳は日本国籍が747件、米国籍が5,441件、欧州籍が7,318件、中国籍が5,852件、韓国籍が923件、インド国籍が910件。
- 論文発表件数合計の年推移は漸増傾向である。研究者所属機関国籍・地域別では、米国籍はわずかに減少傾向である。中国籍は継続して増加しており、2023年から2024年にかけて大きく件数を伸ばしている。日本国籍、欧州籍、韓国籍及びインド国籍は、ほぼ横ばいである。



5. 論文動向

－論文発表件数上位研究者所属機関ランキング－

- 研究者所属機関の発表件数上位者は、1位がカリフォルニア大学（米国）で、2位に天津大学（中国）、3位に中国科学院（中国）が入っている。ランキング上位21者には、中国籍研究者所属機関が11者、米国籍が6者、欧州籍（ドイツ）、韓国籍、インド国籍及びオーストラリア国籍が1者ずつランクインしており、日本国籍の研究者所属機関のランクインは無かった。
- 日本国籍の研究者所属機関の上位者は、89位タイに大阪大学、144位タイに慶應義塾大学、153位タイに東京大学、190位タイに東北大学、204位タイに東京科学大学となっている。

論文発表年2017-2024年				
順位	件数	研究者所属機関名		国籍・地域
		英語表記	日本語表記	
1	345	UNIV CALIF	カリフォルニア大学	米国
2	248	TIANJIN UNIV	天津大学	中国
3	247	CHINESE ACADEM SCI	中国科学院	中国
4	223	KOREA UNIV	高麗大学	韓国
5	176	SHANGHAI JIAO TONG UNIV	上海交通大学	中国
6	162	ZHEJIANG UNIV	浙江大学	中国
7	156	XI AN JIAO TONG UNIV	西安交通大学	中国
8	146	Tsinghua Univ	清華大学	中国
9	145	UNIV PITTSBURGH	ピッツバーグ大学	米国
10	138	VANDERBILT UNIV	ヴァンダービルト大学	米国
11	134	INDIAN INST TECHNOL	インド工科大学	インド
12	131	STANFORD UNIV	スタンフォード大学	米国
13	127	UNIV TEXAS	テキサス大学	米国
13	127	FUDAN UNIV	復旦大学	中国
13	127	SOUTH CHINA UNIV TECHNOL	華南理工大學	中国
16	117	HANNOVER MED SCH	ハノーバ医科大学	ドイツ
17	115	UNIV ELECT SCI & TECHNOL CHINA	電子科技大學	中国
18	108	SOUTHEAST UNIV	東南大学	中国
18	108	UNIV MELBOURNE	メルボルン大学	オーストラリア
20	102	UNIV SOUTHERN CALIF	南カリフォルニア大学	米国
20	102	BEIHANG UNIV	北京航空航天大学	中国
89位タイ	48	OSAKA UNIV	大阪大学	日本
144位タイ	34	KEIO UNIV	慶應義塾大学	日本
153位タイ	32	UNIV TOKYO	東京大学	日本
190位タイ	27	TOHOKU UNIV	東北大学	日本
204位タイ	26	SCIENCE TOKYO	東京科学大学	日本