

ニーズ即応型技術動向調査

「AI関係技術—演繹と帰納の融合—」

(令和3年度機動的ミクロ調査 概要版)

令和3年12月

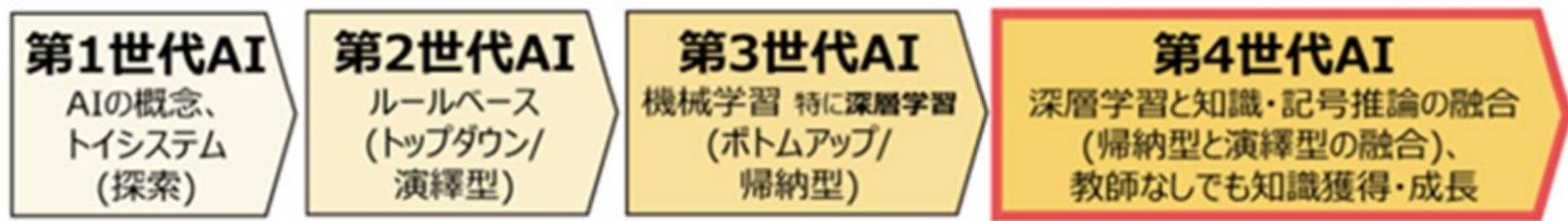
特許庁

1-(1). 技術概要

AIのこれまでの発展経緯

- 第1次ブーム（1950年代後半から1960年代：第1世代AI）：トイシステムのAI
- 第2次ブーム（1980年代：第2世代AI）：人手で辞書・ルールを構築・活用するルールベースのAI
- 第3次ブーム（2000年代から現在：第3世代AI）：大量データからルールやモデルを構築して活用する機械学習に基づくAI
- 近時、第4世代AIともいべき次世代のAIとして、第2次ブームの演繹型AIと第3次ブームの帰納型AIを融合するものが検討されており、これを「AI関係技術（演繹と帰納の融合）」と呼び、調査を行った。

図1-1-1 AIの発展系列



出所：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（CRDS）
戦略プロポーザル「第4世代AIの研究開発」—深層学習と知識・記号推論の融合—（2019年）エグゼクティブサマリー
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2019/SP/CRDS-FY2019-SP-08.pdf>

1-(2). 技術概要 —AI関係技術（演繹と帰納の融合）—

現在の深層学習（第3世代AI）の限界

- 学習に大量の教師データや計算資源が必要であること
- 学習範囲外の状況に弱く、実世界状況への臨機応変な対応ができないこと
- パターン処理は強いが、意味理解・説明等の高次処理はできていないこと等

第3世代AIは知覚・運動系、帰納型を起点とした即応的なAIという面が強く、上記限界を克服するには、熟考的な面も必要になる。この熟考的な面は言語・論理系、演繹型の記号処理が備えるものであり、第3世代AIに第2世代AIの性質を融合する方向となる。



「AI関係技術（演繹と帰納の融合）」の主な類型

類型1：疎な組み合わせ

- ・従来型の演繹的なプログラミングで作られたシステムの枠内で、機械学習による探索やスコアリングの最適化を行うもの（例：機械翻訳システム）
- ・機械学習モジュールの振る舞いを演繹的に検証するもの（例：安全性を確保するという目的等で使われているSafe Learning）

類型2：深層学習への知識の組み込み

- ・深層学習に知識を組み込むというもの（例：深層学習の Deep Tensor にナレッジグラフを組み合わせて、その間の対応をうまくとれるようにすることで解釈性を向上させる。）

類型3：シミュレーションと帰納的手法の組み合わせ

- ・演繹的なアプローチであるシミュレーションに、観測データに対する統計分析・機械学習等の帰納的手法を組み合わせるもの。仮想世界のシミュレーションと現実世界の観測データを結びつけることで、現象の予測や解釈の精度を高める。

出所：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（CRDS）

戦略プロポーザル「第4世代AIの研究開発」—深層学習と知識・記号推論の融合—（2019年）（2019年）p27-31、付録2. 国内外の状況
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2019/SP/CRDS-FY2019-SP-08.pdf>

2. 市場動向

- 「AI関係技術（演繹と帰納の融合）」を含むAIシステムに係る国内市場は、2020年～2025年の年間平均成長率（CAGR：Compound Annual Growth Rate）は25.5%で推移し、2025年には4,909億8,100万円になると予測されている¹。（国内調査会社 IDC Japan）
また、AI関連領域の主要8市場（画像認識、音声認識、音声合成、テキスト・マイニング／ナレッジ活用、翻訳、検索／探索、時系列データ分析、機械学習プラットフォーム）は、2020～2025年度のCAGRは18.7%となり、2025年度には1,200億円に達すると予測されている²。（国内調査会社 アイ・ティ・アール（ITR））

1：IDC JapanのHP

<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prJPJ47728821>（アクセス：2021年9月15日）

2：ITRのHP

<https://www.itr.co.jp/report/marketview/M21001600.html>（アクセス：2021年9月15日）

- 「AI関係技術（演繹と帰納の融合）」を含むAIの世界市場について海外の調査会社などによるデータを下表にまとめた。

調査会社	達成時期	予測額（米ドル）	CAGR（%）	発表年月
MarketsandMarkets（米）	2026年	3,096億	39.7	2021年5月
IDC（米）	2024年	5,543億	17.5	2021年2月
Grandviewresearch（米）	2028年	9,977億7,000万	40.2	2021年6月
Fortune Business Insights（米）	2028年	3,603億6,000万	33.6	2021年9月
Facts and Factors（米）	2026年	2,996億4,000万	35.6	2021年6月

※出所：各社HPの公開情報を基に調査会社が作成。

3. 政策動向

- 内閣府は、2021年6月に統合イノベーション戦略推進会議決定として「AI戦略2021」を策定した。その中で、中核基盤研究開発の項目として、「AIとシミュレーションの融合的な研究開発の推進」がある。
- 経済産業省は、産業技術総合研究所の「人工知能研究センター」(AIRC)において、各種の基礎研究を社会実装につなげるための研究開発を実施。また、「産総研-NEC 人工知能連携研究室」で、シミュレーションとAIが融合した技術を基本原理から産業応用まで一貫して開発。
- 文部科学省は、令和2年度戦略目標「信頼されるAI」において、「人間中心のAI社会原則」に基づいた「信頼される高品質なAI」の創出に向けた達成目標を掲げ、その中で「演繹と帰納の融合」に関連した研究開発を推進している。
- AI関係技術(演繹と帰納の融合)に関する日本、米国、欧州の主な政策の例を下表に示す。

国内機関 AI関係技術(演繹と帰納の融合)に関する主な政策の例(日本)の状況

海外機関 AI関係技術(演繹と帰納の融合)の関連技術の主な政策の例(各国)

管轄機関	政策・プロジェクト名、ニュースリリース等	時期、予算
内閣府	【AI戦略2021】「AIとシミュレーションの融合的な研究開発の推進」	2021年6月
	「AIステアリング・コミッティー」の開催	2019年10月(第1回)～隔月開催予定
	「人工知能研究開発ネットワーク」の設立	2019年12月
経済産業省	「次世代脳型人工知能やデータ・知識融合型人工知能の大規模目的研究」など(AIRC、データ知識融合研究チーム)	2021年度継続中
	「産総研-NEC 人工知能連携研究室」を設立	2016年6月
文部科学省	「信頼されるAI」	2020年3月
	「深層学習(即応的AI)」と「知識・記号推論(熟考的AI)」の融合による研究開発	2021～2024年度
	「人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト」(AIPセンター)	2021年度約40億円
NEDO	①「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」、②「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」、③「容易に構築・導入できるAI技術の開発」	①2018～2022年度 ②2020～2024年度 ③2020～2024年度
	「人工知能(AI)技術分野における大局的な研究開発のアクションプラン」	2021年6月
JST	【CREST】「信頼されるAIシステムを支える基盤技術」(国立情報学研究所、コンテンツ科学研究系)	2020年度～
	【さきがけ】「信頼されるAIの基盤技術」(北海道大学、大学院情報科学研究院)	2020年度～
	【ACT-X】「AI活用で挑む学問の革新と創成」(東京大学、大学院情報理工学系研究科)	2020年度～
JSPS 出所: 各機関の情	【科学研究費助成事業】「物理的演繹モデルと帰納的深層学習の融合によるしなやかな画像理解」(京都大学、情報学研究科)、「生成的帰納演繹循環アプローチによる心の科学の新しい探求パラダイムの開拓」(名古屋大学、情報科学研究科)を基に作成	2015～2026年度プロジェクト全体: 1億5,600万円

国・地域	管轄機関	政策・プロジェクト名、ニュースリリース等	時期、予算
米国	NIST	“Machine Learning in Network Modeling and Simulation” 等、5テーマ ¹⁾	2021年度進行中
欧州	欧州委員会	「信頼できるAIのための倫理ガイドライン」 「人工知能に関する統一の取れたルールを定めかつ特定の法律を改正するための規則案」	2019年4月 2021年4月
	EU	【HORIZON 2020】“Realistic and Informative simulations with machine learning” “Predicting Energy Release in fault Systems: Integrating simulations, machine learning, Observations”、 “Personalized intracranial aneurysm rupture prognosis using simulation-based 4D Flow MRI and machine learning” 等、107テーマ ²⁾	2018～2027年: 37.463 万ユーロ

1: 米国国立標準技術研究所(NIST)のHP
<https://www.nist.gov/laboratories/projects-programs>
 (アクセス: 2021年8月21日)

2: 欧州委員会のHP
<https://wayback.archive-it.org/12090/2020122721227/https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0206>
 (アクセス: 2021年11月10日)

3: EU Open Data PortalのHP
<https://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/cordish2020projects>
 (アクセス: 2021年8月21日)

4. 調査内容

- 調査対象：AI関係技術（演繹と帰納の融合）
- 出願先国(地域)：日本、米国、欧州、中国、韓国、カナダ、PCT
- 調査期間：
 - 特許文献：2013年～2019年（優先権主張年ベース）
 - 非特許文献 2012年～2021年（発行年ベース）
- 使用DB：
 - 特許文献 Derwent Innovation
（検索日 母集団検索式：2021年10月11日 技術区分検索式：2021年11月11日）
 - 非特許文献 Scopus（検索日：2021年10月16日）
- 調査方法：AI関係技術（演繹と帰納の融合）に関する特許出願を抽出するため、国際特許分類及びキーワードを用いて帰納手段と演繹手段のそれぞれの検索式を作成し、両者を掛け合わせることで、母集団を抽出した。また、検索式を用いて母集団をさらに技術区分ごとに区分けした。
- 技術区分：対象とするAI関係技術（演繹と帰納の融合）の技術区分

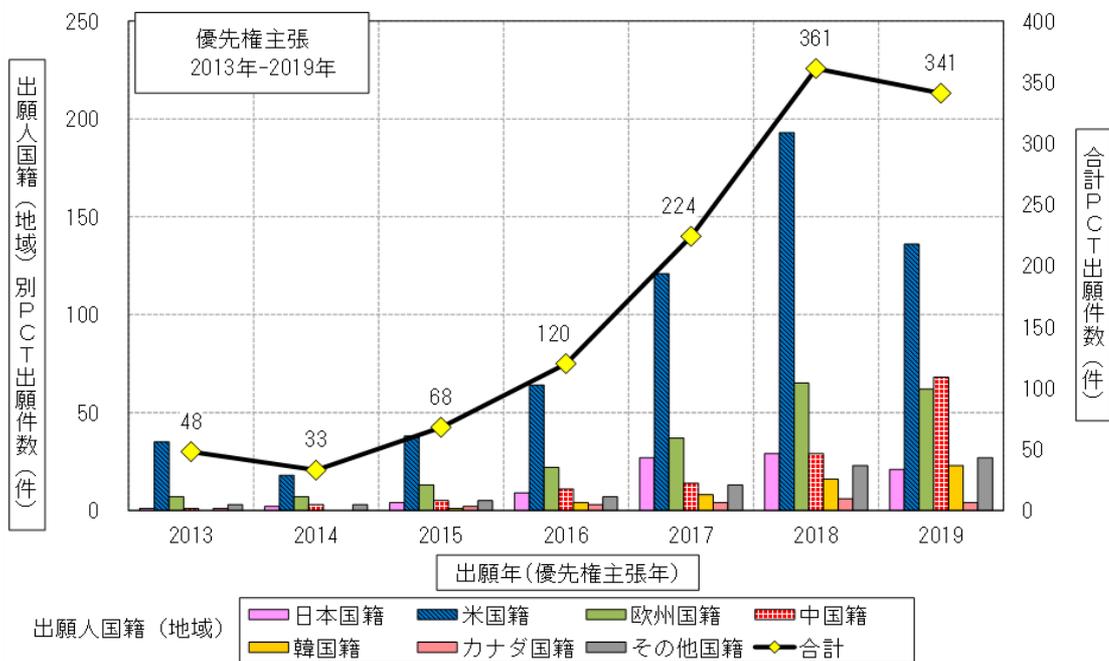
大区分	中区分	小区分
1.「帰納手段関係技術」	(1) モデルの種類	(1) -1 「ニューラルネットワークモデル」
		(1) -2 「遺伝的モデル」
	(2) 機械学習手法	(2) -1 「教師あり学習」
		(2) -2 「その他の機械学習手法、または機械学習の手法が不明のもの」
2.「演繹手段関係技術」	(1) シミュレーションを用いるもの	(1) -1 「エージェントシミュレーション」
		(1) -2 「連続型シミュレーション」
		(1) -3 「その他のシミュレーション、またはシミュレーションの手法が不明のもの」
	(2) 知識ベースモデル	(2) -1 「エキスパートシステム」
		(2) -2 「ファジー論理」
		(2) -3 「その他の知識ベースモデル、または知識ベースモデルの手法が不明のもの」

大区分	中区分	小区分
3.「適用分野」		(1) 「ものづくり」
		(2) 「生活・都市」
		(3) 「モビリティ」
		(4) 「教育」
		(5) 「医療・健康」
		(6) 「その他の適用分野、または適用分野が不明のもの」

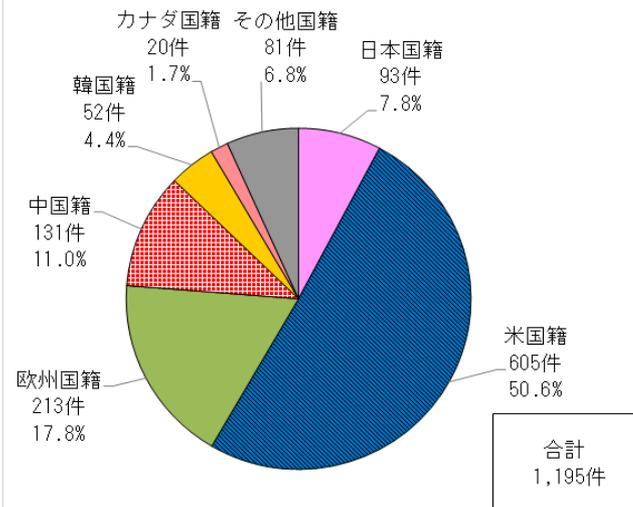
5-(1). 特許出願動向 — 全体動向(出願人国籍別PCT出願件数及び件数比率)—

- PCT出願件数は全体として増加傾向にある(2017年/2013年で、4.7倍)。
- 米国籍出願人が1位で50.6%と半数を超え、それに欧州国籍出願人(17.8%)、中国籍出願人(11.0%)、日本国籍出願人(7.8%)と続く。

出願人国籍(地域)別PCT出願件数推移



出願人国籍(地域)別PCT出願比率
出願年(優先権主張年) 2013年-2019年

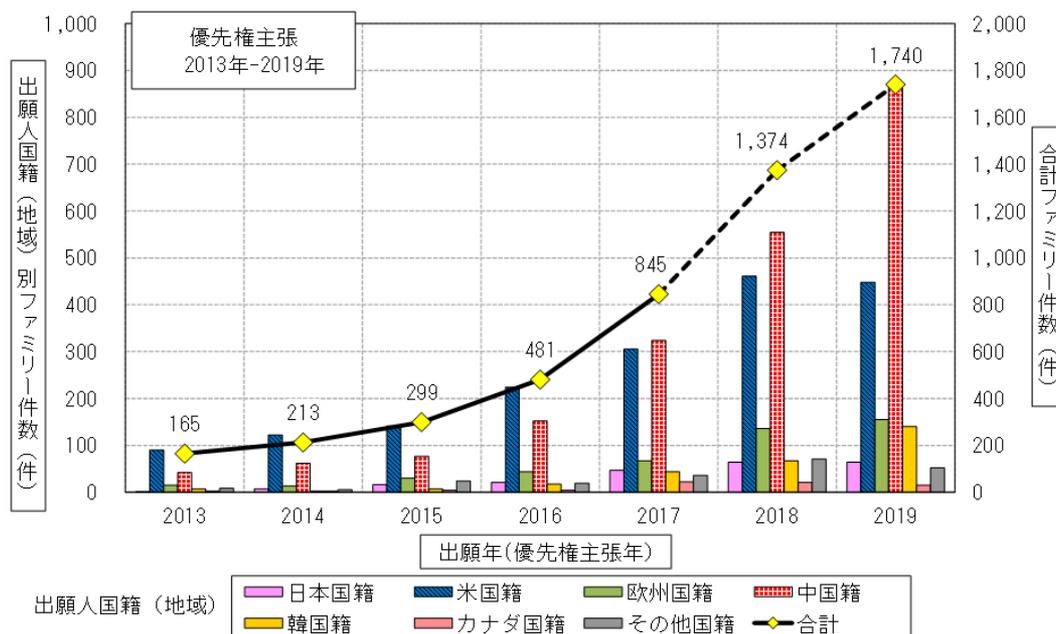


注) 2018年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願を反映していない可能性がある。

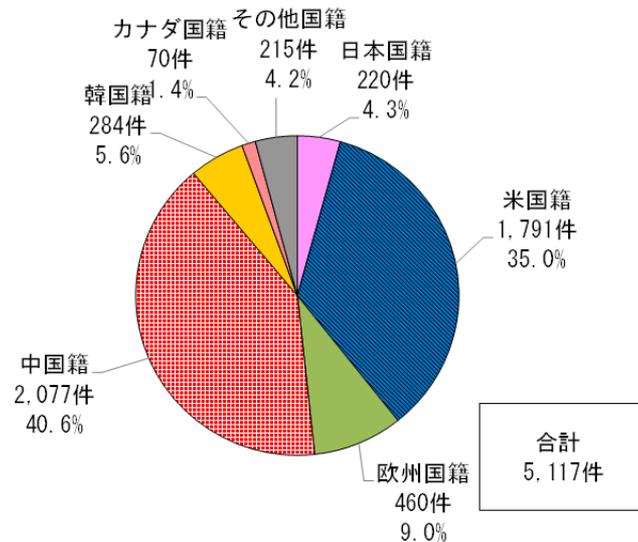
5-(2). 特許出願動向 —全体動向(出願人国籍別ファミリー一件数及び件数比率)—

- ファミリー出願件数は、全体として増加傾向にある（2017年/2013年で、5.1倍）。
- 出願人国籍（地域）別ファミリー出願件数では、中国籍出願人による出願が規模・伸びともに顕著（ファミリー一件数：40.6%で1位、2017年/2013年で7.7倍）である。それに米国籍35.0%（2位）が続き、出願の規模で中国籍に肉薄している。それに、欧州国籍9.0%（3位）、韓国籍5.6%（4位）、日本国籍4.3%（5位）、カナダ国籍1.4%（6位）と続く。

出願人国籍（地域）別ファミリー一件数推移



出願人国籍別ファミリー一件数比率
出願年（優先権主張年）2013年-2019年

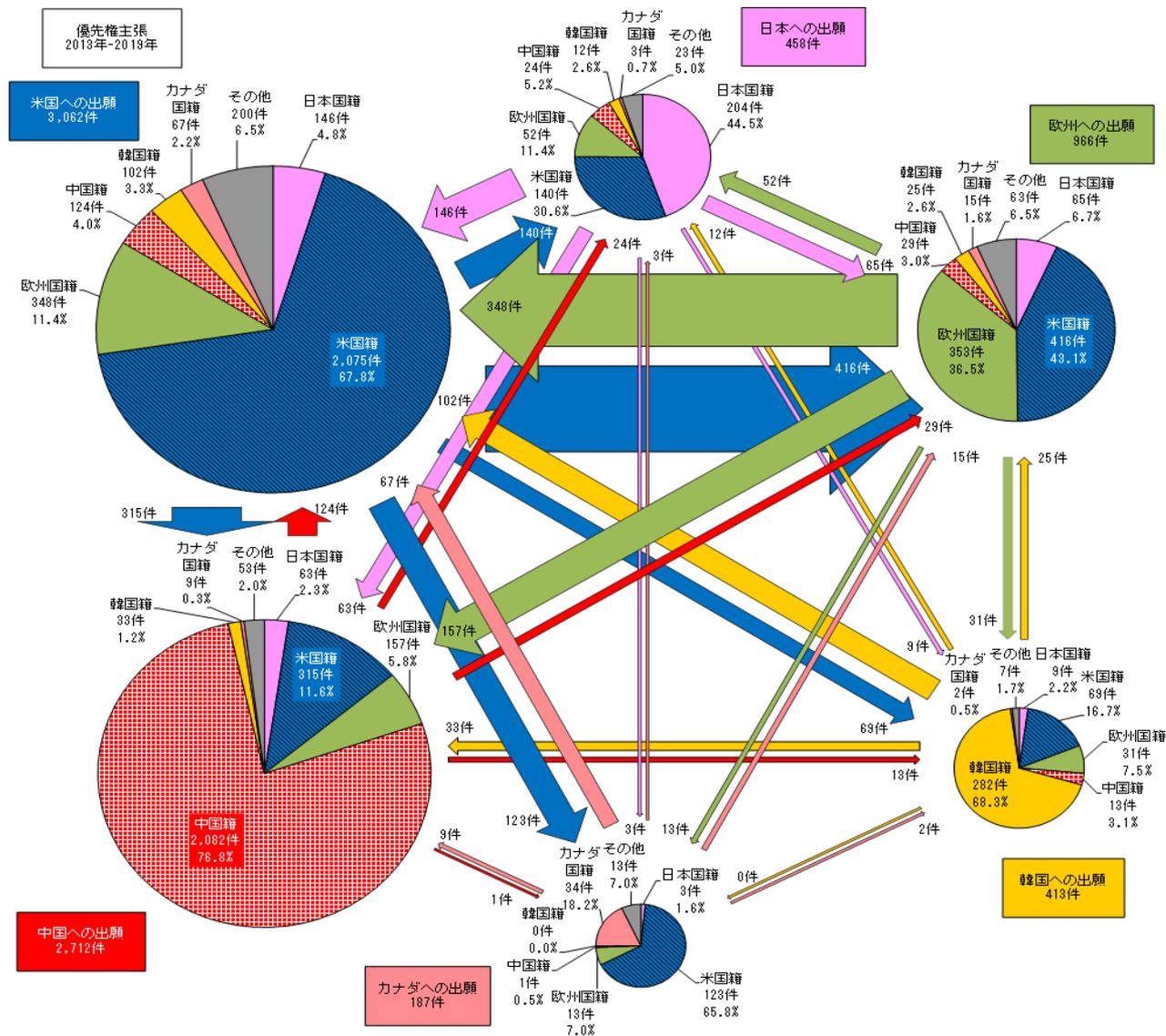


注) 2018年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願を反映していない可能性がある。

6. 特許出願動向 — 全体動向（出願件数収支） —

■ 他国（地域）への特許出願は、米国籍、欧州国籍、日本国籍、韓国籍の順に多い。中国から他国（地域）への出願は少ない。

出願件数の
各国間の収支



7. 特許出願動向ー 全体動向（出願人別出願件数ランキング）（1/2）ー

- 出願人別ファミリー一件数の上位ランキングでは、中国籍出願人が最も多く上位20位（21者）中9者、米国籍出願人が6者、欧州国籍出願人が3者、日本国籍出願人が1者、韓国籍出願人が1者、カナダ国籍出願人が1者、と続く。
- 出願先国（地域）別出願人別出願件数上位ランキングでは、米国籍出願人及び欧州籍出願人が存在感を示している。日本国籍出願人、韓国籍出願人及び中国籍出願人は、自国への出願でランキングの多くを占める。
- 日本国籍企業としては、日本への特許出願件数上位ランキング2位の富士通株式会社が日米欧中韓カナダへの出願で8位にライクインしている。

出願人別ファミリー一件数ランキング（全体）
出願年（優先権主張年）2013年-2019年

順位	出願人	ファミリー数
1	IBM (米国)	267
2	マイクロソフト (米国)	67
3	シーメンス (ドイツ)	54
4	アクセンチュア (アイルランド)	46
5	サムスン電子 (韓国)	37
6	浙江大学 (中国)	36
7	清华大学 (中国)	35
8	天津大学 (中国)	34
9	ゼネラル・エレクトリック (米国)	33
10	北京航空航天大学 (中国)	31
11	东南大学 (中国)	29
12	ストロングフォースティエクスポートフォリオ2018 (米国)	28
12	シーメンスヘルスケア (ドイツ)	28
12	DISTECH CONTROLS (カナダ)	28
15	インテル (米国)	26
15	电子科技大学 (中国)	26
17	西安交通大学 (中国)	25
17	国家电网公司 (中国)	25
19	日本電気株式会社	23
20	グーグル (米国)	22
20	华南理工大学 (中国)	22

出願先国（地域）別出願人別出願件数上位ランキング
出願年（優先権主張年）2013年-2019年

日米欧中韓カナダへの出願			日本への出願		
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	IBM (米国)	318	1	日本電気株式会社	20
2	ストロングフォースアイオーティポートフォリオ2018 (米国)	201	2	富士通株式会社	19
3	マイクロソフト (米国)	113	3	オリンパス株式会社	13
3	シーメンス (ドイツ)	113	4	株式会社日立製作所	12
5	サムスン電子 (韓国)	98	4	IBM (米国)	12
6	シーメンスヘルスケア (ドイツ)	76	6	ファナック株式会社	11
7	アクセンチュア (アイルランド)	68	7	株式会社京瓷	10
8	富士通株式会社	60	8	ニューロ (米国)	9
8	ゼネラル・エレクトリック (米国)	60	9	日本電信電話株式会社	8
8	コーニンクレッカフィリップス (オランダ)	60	9	コーニンクレッカフィリップス (オランダ)	8

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	IBM (米国)	266	1	シーメンス (ドイツ)	46
2	ストロングフォースアイオーティポートフォリオ2018 (米国)	189	2	マイクロソフト (米国)	26
3	マイクロソフト (米国)	68	3	フォードグローバルテクノロジーズ (米国)	23
4	アクセンチュア (アイルランド)	46	4	シーメンスヘルスケア (ドイツ)	22
5	サムスン電子 (韓国)	33	5	コーニンクレッカフィリップス (オランダ)	20
6	ゼネラル・エレクトリック (米国)	31	6	ハリバートン・ランドマーク (米国)	19
6	シーメンスヘルスケア (ドイツ)	31	7	ローベルトボツシュ (ドイツ)	17
8	シーメンス (ドイツ)	29	8	インテル (米国)	16
9	DISTECH CONTROLS (カナダ)	28	9	トルニエ (米国)	15
10	ストロングフォースティエクスポートフォリオ2018 (米国)	27	9	IBM (米国)	15

7. 特許出願動向ー 全体動向（出願人別出願件数ランキング）（2/2）ー

- 出願人別ファミリー件数の上位ランキングでは、中国籍出願人が最も多く上位20位（21者）中9者、米国籍出願人が6者、欧州国籍出願人が3者、日本国籍出願人が1者、韓国籍出願人が1者、カナダ国籍出願人が1者、と続く。
- 出願先国（地域）別出願人別出願件数上位ランキングでは、米国籍出願人及び欧州籍出願人が存在感を示している。日本国籍出願人、韓国籍出願人及び中国籍出願人は、自国への出願でランキングの多くを占める。
- 日本国籍企業としては、日本への特許出願件数上位ランキング2位の富士通株式会社が日米欧中韓カナダへの出願で8位にライクインしている。

出願先国（地域）別出願人別出願件数上位ランキング
出願年（優先権主張年）2013年-2019年

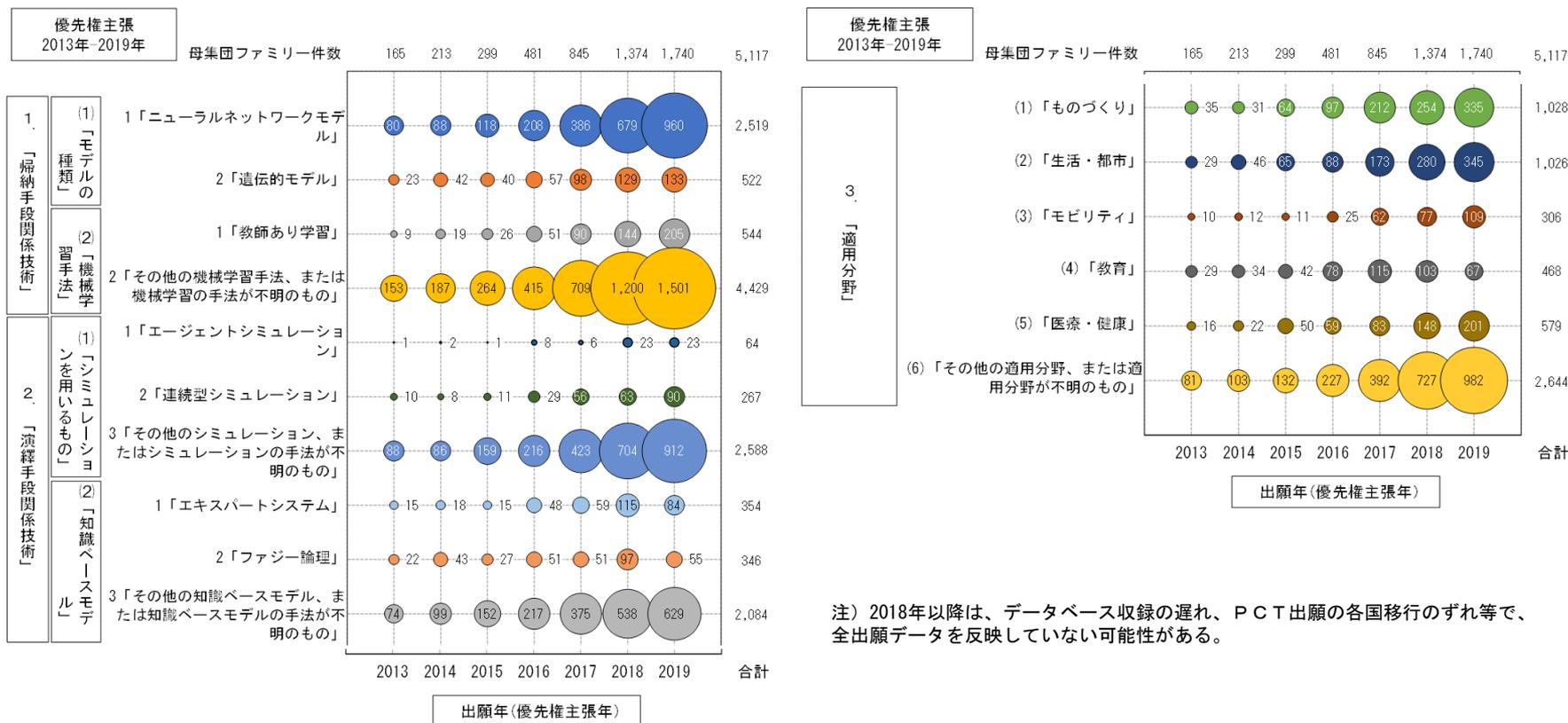
中国への出願			韓国への出願		
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	浙江大学（中国）	36	1	サムスン電子（韓国）	30
2	清華大学（中国）	35	2	HUTON（韓国）	23
3	天津大学（中国）	34	3	韓国電子通信研究院（韓国）	19
4	北京航空航天大学（中国）	31	4	ザイナプス（韓国）	18
5	東南大学（中国）	29	5	K A I S T（韓国）	11
6	電子科技大学（中国）	26	6	エーエスエムエル（オランダ）	9
7	IBM（米国）	25	7	エルジーエレクトロニクス（韓国）	8
7	シーメンス（ドイツ）	25	8	シーメンス（ドイツ）	7
7	西安交通大学（中国）	25	8	ヨンセイ大学（韓国）	7
10	国家电网公司（中国）	24	10	コリアエレクトロニクステクノロジインスティテュート（韓国）	5

カナダへの出願					
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	DISTECH CONTROLS（カナダ）	14	8	シーメンスインダストリー（米国）	2
2	ニューロ（米国）	9	8	HASAN S K（米国）	2
3	RELIQUEST（米国）	7	8	セールスフォースドットコム（米国）	2
4	ハリバートン・ランドマーク（米国）	6	8	ABL IP HOLDING（米国）	2
5	ナントミクス（米国）	3	8	ミシガン大学（米国）	2
5	リジェネロン・ファーマシューティカルズ（米国）	3	8	ハネウェル・インターナショナル（米国）	2
5	アクセンチュア（アイルランド）	3	8	アマゾンテクノロジー（米国）	2
8	インテュート（米国）	2	8	ストロングフォースティエクスポートフォリオ2018（米国）	2
8	ゼネラル・エレクトリック（米国）	2	8	シーメンス（ドイツ）	2
8	エーアイダイナミクス（米国）	2	8	シュルンベルジェ・カナダ（カナダ）	2
8	デックスコム（米国）	2	8	アルバータ大学（カナダ）	2
8	ガーバーテクノロジー（米国）	2	8	APPLIED BRAIN RESEARCH（カナダ）	2
8	ストロングフォースアイオーティポートフォリオ2016（米国）	2	8	ロイヤルバンクオブカナダ（カナダ）	2
8	セレブラスシステムズ（米国）	2	8	サウジアラビアンオイル（サウジアラビア）	2
8	EQUIS GLOBAL HOLDINGS（米国）	2			

8-(1). 特許出願動向 — 技術区分別ファミリー一件数推移(全体俯瞰図)—

- 技術区分別ファミリー一件数推移としては、どの技術区分においても総じて増加傾向である。
- 特に、「ニューラルネットワークモデル」、「その他の機械学習手法、または機械学習の手法が不明のもの」、「その他のシミュレーション、またはシミュレーションの手法が不明のもの」、「その他の知識ベースモデル、または知識ベースモデルの手法が不明のもの」、「その他の適用分野、または適用分野が不明のもの」は、件数も多く伸びも顕著である。

技術区分別ファミリー一件数推移 (全体俯瞰図)

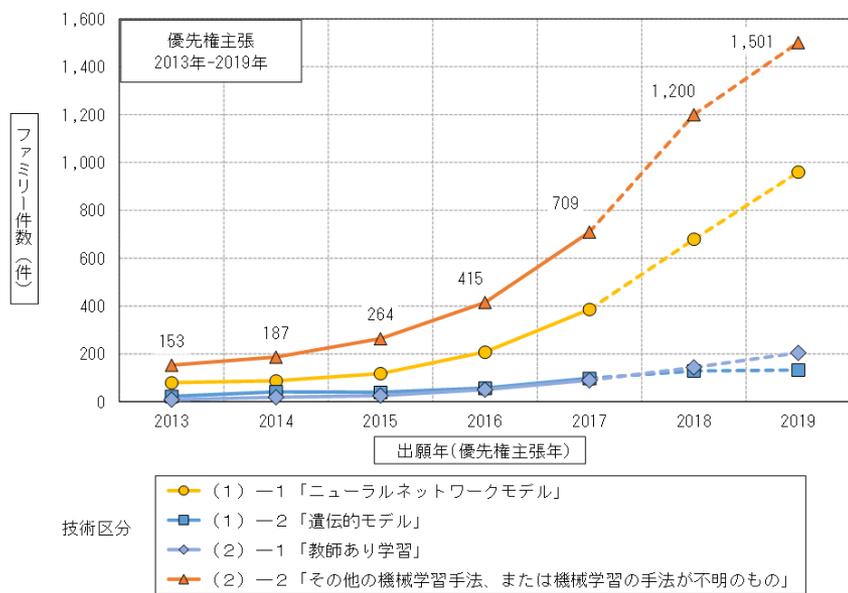


注) 2018年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願データを反映していない可能性がある。

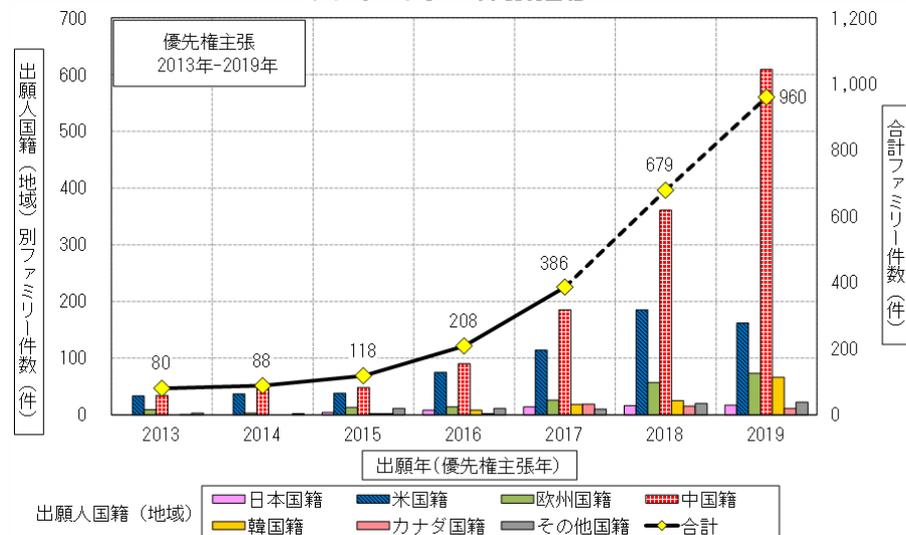
8-(2). 特許出願動向 — 技術区分別動向（帰納手段関係技術） —

- 「帰納手段関係技術」別のファミリー件数（2013年～2019年の合計）は、「その他の機械学習手法、または機械学習の手法が不明のもの」、「ニューラルネットワークモデル」の順に多く、いずれも増加傾向にある。「教師あり学習」、「遺伝的モデル」の件数は少ないものの、微増傾向にある。
- 「ニューラルネットワークモデル」のファミリー件数では、中国、米国、欧州の順に多く、2015年以降の中国の伸びが顕著である。

「帰納手段関係技術」各技術区分別ファミリー件数推移



出願人国籍別 ニューラルネットワークモデルのファミリー件数推移



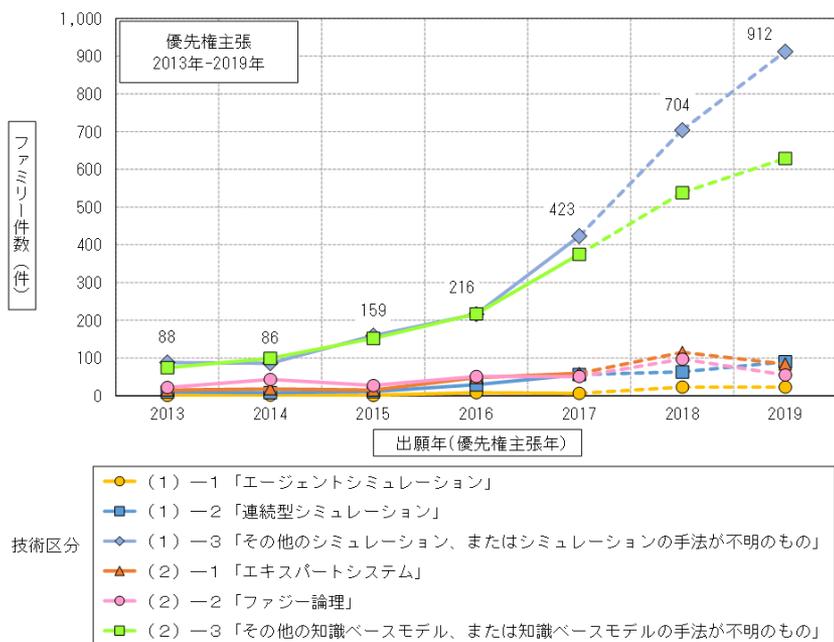
注) 2018年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願データを反映していない可能性がある。

注) 2018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。

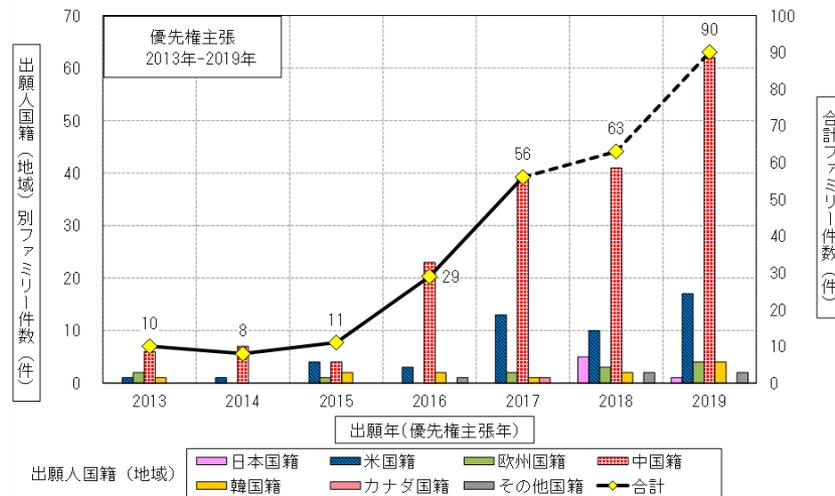
8-(3). 特許出願動向 — 技術区分別動向（演繹手段関係技術） —

- 「演繹手段関係技術」別のファミリー件数(2013~2019年の合計)は、「その他のシミュレーション、またはシミュレーションの手法が不明のもの」、「その他の知識ベースモデル、または知識ベースモデルの手法が不明のもの」の順に多く、いずれも増加傾向にある。「連続型シミュレーション」及び「エキスパートシステム」は件数規模は小さいが近年伸びている。
- 「連続型シミュレーション」のファミリー件数は、中国が比率70%弱と圧倒的であり、2015年以降の伸びが顕著である。

演繹手段関係技術別ファミリー件数推移



出願人国籍別 連続型シミュレーションのファミリー件数推移



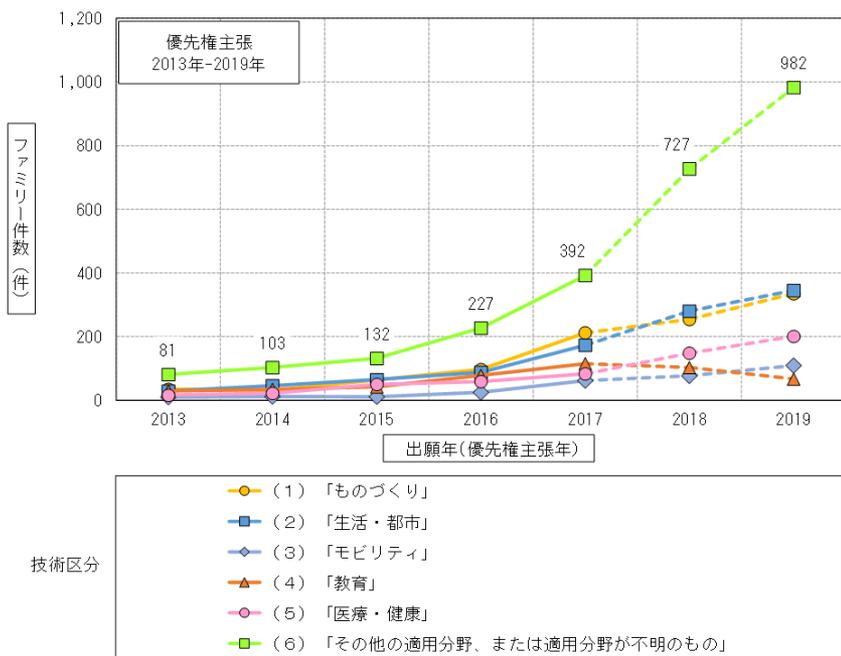
注) 2018年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願データを反映していない可能性がある。

注) 2018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。

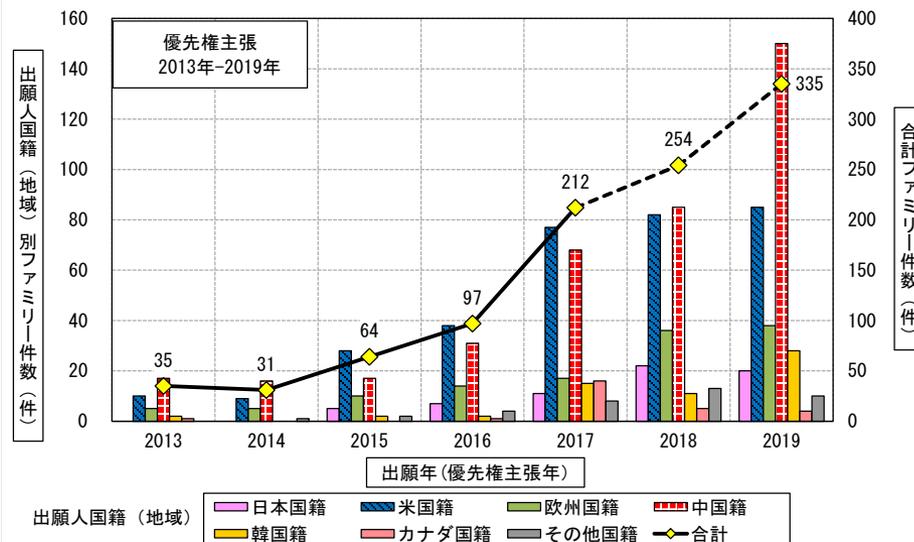
8-(4). 特許出願動向 — 技術区分別動向（適用分野） —

- 「適用分野」別のファミリー件数（2013～2019年の合計）は、「その他の適用分野、または適用分野が不明のもの」を除くと、「ものづくり」、「生活・都市」、「医療・健康」、「教育」、「モビリティ」の順に多い。2017年/2013年では、いずれの分野も伸びている。
- 「ものづくり」のファミリー件数（2013～2019年の合計）は、中国、米国、欧州、日本の順に多い。2015年以降の中国の伸びが顕著であり、2018年に中国が米国を抜いた。

適用分野別 ファミリー件数推移



出願人国籍別 適用分野：ものづくり
のファミリー件数推移



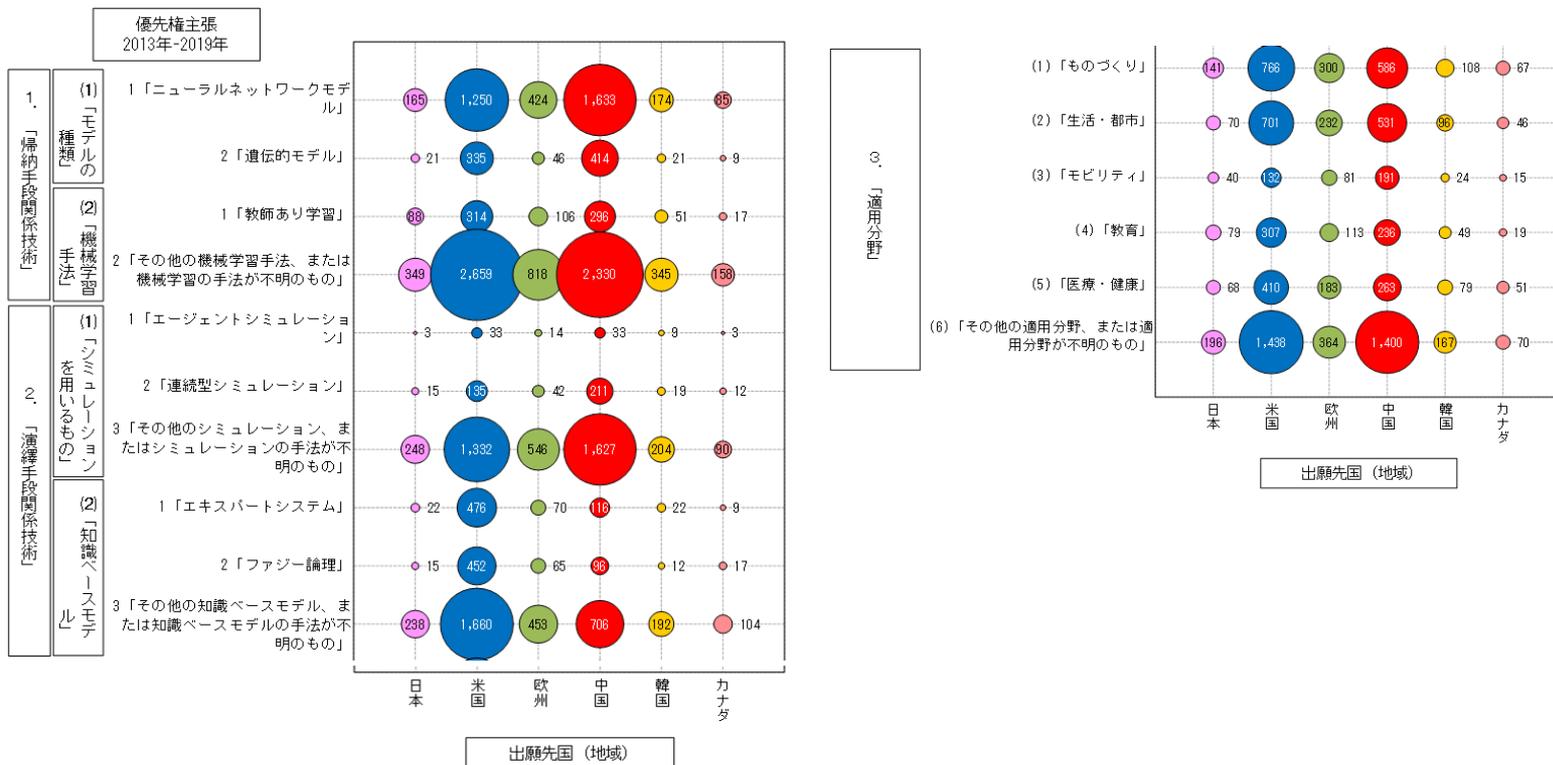
注) 2018年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願データを反映していない可能性がある。

注) 2018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-(5). 特許出願動向 — 技術区分別一出願先国（地域）別出願件数 —

- 技術区分別一出願先国（地域）別出願件数では、「帰納手段関係技術」の技術区分は、総じて、米国への出願と中国への出願が拮抗しており、次いで欧州への出願が多い。
- 「演繹手段関係技術」の技術区分は、「シミュレーションを用いるもの」では、中国優位、「知識ベースモデル」では、米国優位である。
- 「適用分野」の技術区分は、「モビリティ」は中国への出願が一番多いが、それ以外は、米国優位であり、次いで中国への出願が多い。

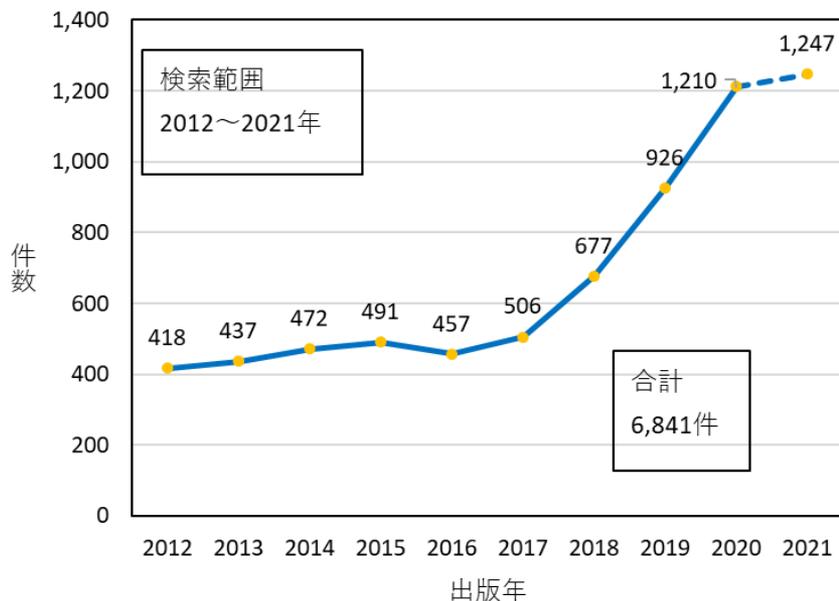
出願先国（地域）別一技術区分別出願件数



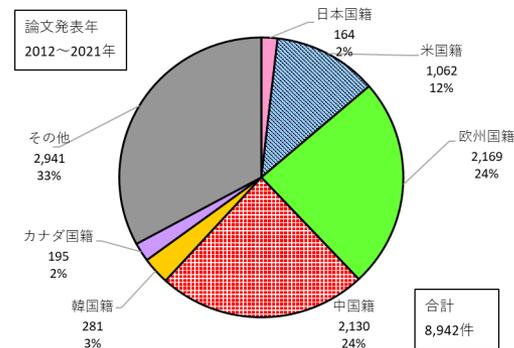
9-(1). 論文動向 —論文発表件数推移—

- 論文発表件数は、2017年まではほぼ横ばいであったが、その後継続して増加傾向である（2020年/2017年で、約2.4倍）。
- 研究者所属機関国籍（地域）別の論文発表件数では、欧州（24%）と中国（24%）が拮抗しており、これに米国（12%）と続き、韓国（3%）、カナダ（2%）、日本（2%）が占める割合は小さい。
- 論文発表件数推移では、2012年以降欧州国籍と中国籍がほぼ同レベルであったが、近年（2018年以降）、欧州国籍がトップで推移しており、米国籍も増えてきている。

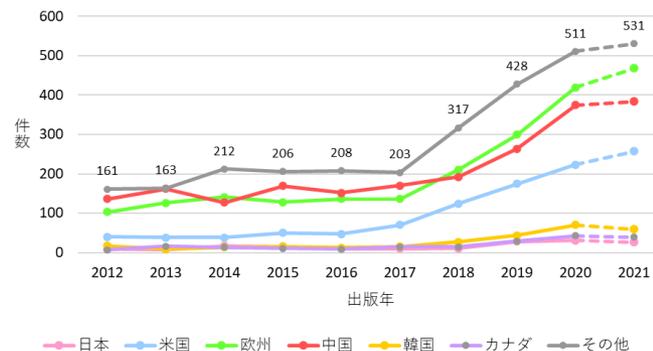
論文発表合計件数推移



研究者所属機関国籍（地域）別論文発表件数比率



国籍（地域）別 論文発表件数推移



9-(2). 論文動向 —論文別・筆頭研究者別被引用回数上位—

- 論文別被引用回数上位10件では、研究者所属機関国籍（地域）別にみると、欧州国籍が4件、米国籍の論文が3件であり、米国籍の論文は1位、2位を占めている。
- 筆頭研究者別被引用回数上位10者では、研究者所属機関国籍（地域）別にみると、欧州国籍が4件、米国籍の論文が2件であり、米国籍の論文は1位、2位を占めている

論文別被引用回数上位10件（論文発表年：2012年～2021年）

順位	筆頭者	所属機関（所属機関国籍）	タイトル	出版年	被引用数
1	Raissi M.	ブラウン大学（米国）	Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations	2019	780
2	Van De Burgt Y.	スタンフォード大学（米国）	A non-volatile organic electrochemical device as a low-voltage artificial synapse for neuromorphic computing	2017	624
3	Echard B.	クレルモン大学（フランス）	A combined Importance Sampling and Kriging reliability method for small failure probabilities with time-demanding numerical models	2013	310
4	Taormina R.	香港理工大（中国）	Artificial neural network simulation of hourly groundwater levels in a coastal aquifer system of the Venice lagoon	2012	287
5	Mac T.T.	ゲント大学（ベルギー）	Heuristic approaches in robot path planning: A survey	2016	267
6	Deringer V.L.	ケンブリッジ大学（英国）	Machine learning based interatomic potential for amorphous carbon	2017	249
7	Chicca E.	ビーレフェルト大学（ドイツ）	Neuromorphic electronic circuits for building autonomous cognitive systems	2014	233
8	Lee H.	スタンフォード大学（米国）	Deterministic Coreference Resolution Based on Entity-Centric, Precision-Ranked Rules	2013	232
9	Ahmadi M.A.	Petroleum University of Technology（イラン）	Evolving artificial neural network and imperialist competitive algorithm for prediction oil flow rate of the reservoir	2013	207
10	Liu Z.	モナシュ大学（オーストラリア）	Bus stop-skipping scheme with random travel time	2013	192

筆頭研究者別被引用回数上位10者（論文発表年：2012年～2021年）

順位	筆頭者	所属機関 （所属機関国籍）	被引用数 集計
1	Raissi M.	ブラウン大学（米国）	780
2	Van De Burgt Y.	スタンフォード大学（米国）	624
3	Ahmadi M.A.	Petroleum University of Technology（イラン）	460
4	Artrith N.	ルール大学ボーフム（ドイツ）	395
5	Echard B.	クレルモン大学（フランス）	310
6	Deringer V.L.	ケンブリッジ大学（英国）	292
7	Taormina R.	香港理工大（中国）	287
8	Mac T.T.	ゲント大学（ベルギー）	267
9	Tian G.	華中科技大学（中国）	262
10	Liu Z.	モナシュ大学（オーストラリア）	249

（注）被引用数集計は、被引用回数上位2,000位までの論文を対象に、筆頭研究者毎に各論文の被引用回数を合計して集計している。