

3 | アウトプットの分析 (研究開発領域別)

3.1 研究開発領域別の分析

本章では、CRDSが俯瞰対象としている4分野（環境・エネルギー分野、システム・情報科学技術分野、ナノテクノロジー・材料分野、ライフサイエンス・臨床医学分野）の計142の研究開発領域それぞれの論文動向および特許動向を掲載している。各分野は、それぞれ複数の俯瞰区分で構成され、各俯瞰区分の下に研究開発領域が分類される階層構造となっている。各研究開発領域を一意に識別できるIDとして、分野・俯瞰区分・研究開発領域の階層構造に基づいた領域番号を各研究開発領域に設定した。各分野の俯瞰区分、研究開発領域及び領域番号は表3.1-1～3.1-4の通りである。分析結果は、研究開発領域単位にまとめられており、研究開発領域の背景や扱うトピックの範囲を示した「領域の定義」、分析データから読み取れる傾向を記載した「ポイント」、そして全研究開発領域で共通の分析項目のデータ、の3つの要素で構成されている(図3.1-1)。原則として、全研究開発領域で共通の構成となっているが、一部の研究開発領域については、領域固有の状況を深掘りするために独自の分析データ1ページが追加されている。分析結果の図中で提示される分析項目は表3.1-5の通りである。

表3.1-1 環境・エネルギー分野の領域一覧

区分番号	俯瞰区分名	領域番号	研究開発領域
E1	電力のゼロエミ化・安定化	E1.1	火力発電
		E1.2	原子力発電
		E1.3	太陽光発電
		E1.4	風力発電
		E1.5	バイオマス発電・利用
		E1.6	水力発電・海洋発電
		E1.7	地熱発電・利用
		E1.8	太陽熱発電・利用
		E1.9	CO ₂ 回収・貯留 (CCS)
E2	産業・運輸部門のゼロエミ化・炭素循環利用	E2.1	蓄エネルギー技術
		E2.2	水素・アンモニア
		E2.3	CO ₂ 利用
		E2.4	産業熱利用
E3	業務・家庭部門のゼロエミ化・低温熱利用	E3.1	地域・建物エネルギー利用
E4	大気中CO ₂ 除去	E4.1	ネガティブエミッション技術
E5	エネルギーシステム統合化	E5.1	エネルギーマネジメントシステム
		E5.2	エネルギーシステム・技術評価
E6	地球システム観測・予測	E6.1	気候変動観測
		E6.2	気候変動予測
		E6.3	水循環 (水資源・水防災)
		E6.4	生態系・生物多様性の観測・評価・予測
E7	人と自然の調和	E7.1	社会-生態システムの評価・予測
		E7.2	農林水産業における気候変動影響評価・適応
		E7.3	都市環境サステナビリティ
		E7.4	環境リスク学的感染症防御
E8	持続可能な資源利用	E8.1	水利用・水処理
		E8.2	持続可能な大気環境
		E8.3	持続可能な土壌環境
		E8.4	リサイクル
		E8.5	ライフサイクル管理 (設計・評価・運用)
		E8.6	環境分析・化学物質リスク評価

表3.1-2 システム・情報科学技術分野の領域一覧

区分番号	俯瞰区分名	領域番号	研究開発領域名
S1	人工知能・ビッグデータ	S1.1	知覚・運動系のAI技術
		S1.2	言語・知識系のAI技術
		S1.3	エージェント技術
		S1.4	AIソフトウェア工学
		S1.5	人・AI協働と意思決定支援
		S1.6	AI・データ駆動型問題解決
		S1.7	計算脳科学
		S1.8	認知発達ロボティクス
		S1.9	社会におけるAI
S2	ロボティクス	S2.1	制御
		S2.2	生物規範型ロボティクス
		S2.3	マニピュレーション
		S2.4	移動（地上）
		S2.5	Human Robot Interaction
		S2.6	自律分散システム
		S2.7	産業用ロボット
		S2.8	サービスロボット
		S2.9	災害対応ロボット
		S2.10	インフラ保守ロボット
		S2.11	農林水産ロボット
S3	社会システム科学	S3.1	デジタル変革
		S3.2	サービスサイエンス
		S3.3	社会システムアーキテクチャー
		S3.4	メカニズムデザイン
		S3.5	計算社会科学
S4	セキュリティ・トラスト	S4.1	IoTシステムのセキュリティー
		S4.2	サイバーセキュリティー
		S4.3	データ・コンテンツのセキュリティー
		S4.4	人・社会とセキュリティー
		S4.5	システムのデジタルトラスト
		S4.6	データ・コンテンツのデジタルトラスト
		S4.7	社会におけるトラスト
S5	コンピューティングアーキテクチャー	S5.1	計算方式
		S5.2	プロセッサアーキテクチャー
		S5.3	量子コンピューティング
		S5.4	データ処理基盤
		S5.5	IoTアーキテクチャー
		S5.6	デジタル社会基盤
S6	通信・ネットワーク	S6.1	光通信
		S6.2	無線・モバイル通信
		S6.3	量子通信
		S6.4	ネットワーク運用
		S6.5	ネットワークコンピューティング
		S6.6	将来ネットワークアーキテクチャー
		S6.7	ネットワークサービス実現技術
		S6.8	ネットワーク科学
S7	数理科学	S7.1	数理モデリング
		S7.2	数値解析・データ解析
		S7.3	因果推論
		S7.4	意思決定と最適化の数理
		S7.5	計算理論
		S7.6	システム設計の数理

表 3.1-3 ナノテクノロジー・材料分野の領域一覧

区分番号	俯瞰区分名	領域番号	研究開発領域名
N1	環境・エネルギー応用	N1.1	蓄電池
		N1.2	分離技術
		N1.3	次世代太陽電池
		N1.4	電解・燃料電池
N2	バイオ・医療応用	N2.1	人工生体組織・機能性バイオ材料
		N2.2	生体関連ナノ・分子システム
		N2.3	バイオセンシング
		N2.4	生体イメージング
N3	ICT・エレクトロニクス応用	N3.1	革新半導体デバイス
		N3.2	脳型コンピューティングデバイス
		N3.3	フォトニクス材料・デバイス・集積技術
		N3.4	IoTセンシングデバイス
		N3.5	量子コンピューティング・通信
		N3.6	スピントロニクス
N4	社会インフラ・モビリティ応用	N4.1	金属系構造材料
		N4.2	複合材料
		N4.3	ナノ力学制御技術
		N4.4	パワー半導体材料・デバイス
		N4.5	磁石・磁性材料
N5	物質と機能の設計・制御	N5.1	分子技術
		N5.2	次世代元素戦略
		N5.3	データ駆動型物質・材料開発
		N5.4	フォノンエンジニアリング
		N5.5	量子マテリアル
		N5.6	有機無機ハイブリッド材料
N6	共通基盤科学技術	N6.1	微細加工・三次元集積
		N6.2	ナノ・オペランド計測
		N6.3	物質・材料シミュレーション
N7	共通支援策	N7.1	ナノテク・新奇マテリアルの ELSI/ RRI/ 国際標準

表 3.1-4 ライフサイエンス・臨床医学分野の領域一覧

区分番号	俯瞰区分名	領域番号	研究開発領域名
L1	健康・医療	L1.1	低・中分子創薬
		L1.2	高分子創薬 (抗体)
		L1.3	AI 創薬
		L1.4	幹細胞治療 (再生医療)
		L1.5	遺伝子治療 (in vivo 遺伝子治療 / ex vivo 遺伝子治療)
		L1.6	ゲノム治療
		L1.7	バイオマーカー・リキッドバイオプシー
		L1.8	AI 診断・予防
		L1.9	感染症
		L1.10	がん
		L1.11	脳・神経
		L1.12	免疫・炎症
		L1.13	生体時計・睡眠
		L1.14	老化
		L1.15	臓器連関
L2	農業・生物生産	L2.1	微生物ものづくり
		L2.2	植物ものづくり
		L2.3	農業エンジニアリング
		L2.4	植物生殖
		L2.5	植物栄養
L3	基礎基盤	L3.1	遺伝子発現機構
		L3.2	細胞外微粒子・細胞外小胞
		L3.3	マイクロバイオーム
		L3.4	構造解析 (生体高分子・代謝産物)
		L3.5	光学イメージング
		L3.6	一細胞オミクス・空間オミクス
		L3.7	ゲノム編集・エピゲノム編集
		L3.8	オプトバイオロジー
		L3.9	ケミカルバイオロジー
		L3.10	タンパク質設計

3
アウトプットの分析
(研究開発領域別)

3.1.A0.0 領域名

領域の定義
 サンプル：本領域は、石油・石炭・天然ガス（LNG）・重油などの燃料の炭素削減エネルギーを電力に変換する火力発電に関する研究開発動向を含む領域である。今後も依然として重要な役割を果たすと考えられる天然ガス火力発電と石炭火力発電のほか、カーボンニュートラルなバイオマス火力発電、カーボンフリー燃料として注目が高まる水素、アンモニア火力発電等の二次燃料に係る研究開発動向も主な対象とする。脱炭素化に向けた発電に関するより新しい科学技術動向も含める。

ポイント

- ・サンプル：本領域は論文、特許動向ともにナノテク・材料分野において成長率が高い研究領域である。
- ・サンプル：論文動向に関しては、日本は論文数が増加しておらず、相対的な存在感が低下している。
- ・サンプル：特許動向に関しては、日本は世界トップクラスの出願数を維持している。

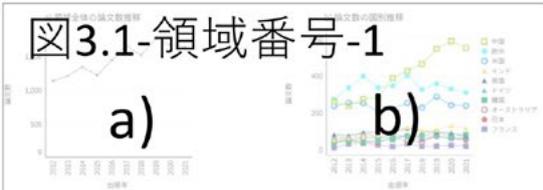


図3.1-A0.0-1 ◎◎領域における論文数の動向

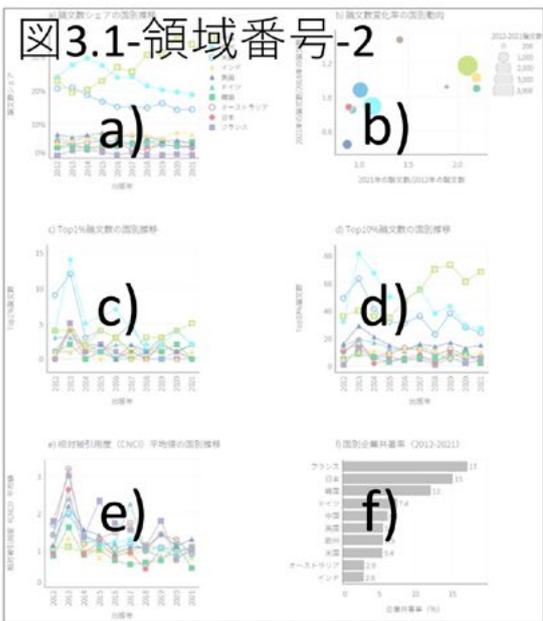
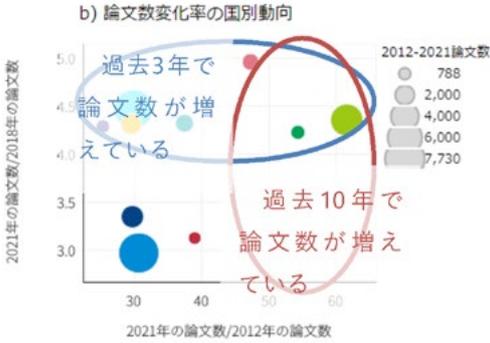


図3.1-A0.0-2 ◎◎領域における論文動向



表 3.1-5 研究開発領域別の分析項目

対応する図 (図番号末尾_図内記号)	図タイトル	分析項目の詳細
1_a)	領域全体の論文数推移	当該領域の総論文数の出版年推移。
1_b)	論文数の国別推移	国別の当該領域の総論文数の出版年推移。
2_a)	論文数シェアの国別推移	領域全体の論文数に対する各国の論文数のシェア (%) の推移。当該領域の各出版年の国別総論文数を当該領域全体の論文数で割った値の推移である。
2_b)	論文数変化率の国別動向	<p>横軸は2021年の論文数を2012年の論文数で割った値で、過去10年（長期）の変化率を表す。一方、縦軸は、2021年の論文数を2018年の論文数で割った値で、直近の過去3年（短期）の変化率を表す。バブルサイズは2021年の国別論文数に比例する。したがって、グラフの軸右側にバブルがある国は相対的に長期的に論文数が大きく増加しており、グラフのY軸上側にバブルがある国は相対的に直近の短期間で論文数が急増していることを示す。</p> 
2_c)	Top1%論文数の国別推移	ドキュメントタイプ、出版年、Web of Science 分野が同じ論文集合の中で、被引用数が上位1%に含まれる論文の件数を国別にカウント。
2_d)	Top10%論文数の国別推移	ドキュメントタイプ、出版年、Web of Science 分野が同じ論文集合の中で、被引用数が上位10%に含まれる論文の件数を国別にカウント。
2_e)	相対被引用度 (CNCI) 平均値の国別推移	各論文の相対被引用度 ¹ (Category Normalized Citation Impact, CNCI) の国別平均値の年次推移。CNCIとは、対象論文の被引用数をその論文と分野・出版年が同じ論文集合全体の1論文あたりの平均被引用数で割った値。CNCIが1より大きければ対象論文が平均より多く被引用数されたと言える。ここでは、示すのは国ごとの平均値であり、同様に1より大であれば当該国の論文が全体として平均以上の引用を得ていると言える。
2_f)	国別企業共著率 (2012-2021年)	<p>国別に、2012-2021年に出版された論文のうち企業共著論文が占める割合 (%) を出版年ごとに算出し、各年の割合の平均を集計。</p> <p>※企業共著：論文著者に2つ以上の機関名²を持ち、一つの組織が企業 (corporate) である論文。複数企業による共著も含まれる。単一企業 (論文に著者所属機関が複数記載されている場合でも Web of Science 上で名寄せされた機関名が1つしかない場合も含む) による論文は、企業共著には含めない。</p>
3_a)	各国間の共著率	横軸の国の発表論文に対する縦軸の国との共著論文の割合 (%)。共著相手国の上位三カ国については色分けされている (1位: 水色、2位: 黄色、3位: ピンク)。
3_b)	論文数上位機関 (世界上位10機関+日本1位)	2012-2021年の出版論文数上位10機関。日本の機関が上位10機関に含まれない場合は、日本国内1位の機関も掲載する。

1 相対被引用度の定義は下記ページに記述されている。
<https://incites.help.clarivate.com/Content/Indicators-Handbook/ih-normalized-indicators.htm?Highlight=Category%20Normalized%20Citation%20Impact%20> (2024年2月2日アクセス)

2 Web of Scienceのデータベースの中で名寄せされ、機関タイプが割り振られている機関を指す。

3_c)	論文執筆者数の国別推移	Web of Scienceにおいて収録論文の著者に付与されているID (Web of Science Researcher ID) の異なり数を、研究領域・著者所属機関の所在国・出版年別に集計した。したがって、同年に複数の論文を執筆している著者は、同一の著者IDが付与されている限り、1名としてカウントされている。
3_d)	h5-index上位百位以内の研究者数	当該領域におけるh5-index上位100位以内の研究者の国別研究者数。 h5-indexは、5年間において被引用数h回以上の論文がh本あるときのその最大値で定義される ³ 。研究者、研究機関、ジャーナル等が発表した論文の量と質の両面を評価する指標である。本調査では、2017～2021年の5年間に出版された論文の著者を対象としてh5-indexを算出している。 なお、同順位の研究者が多い場合、h5-index上位百位以内の研究者数は100名以上になる場合がある(例えば90位が30人いた場合は、上位100位以内の総数が120人になる)。また、h5-index上位研究者は複数国に所属をもっている場合が多く、その場合はそれぞれの国に1人ずつ計上される。これらの理由から、本調査では、多くの場合において100人を大きく超過する研究者がh5-index上位百位以内の研究者として集計されている。
4_a)	特許ファミリー件数の推移	横軸の各年の12/31時点での生存特許ファミリー ⁴ 件数の推移(出願数の推移ではないことに注意されたい)。
4_b)	特許ファミリー件数の各国シェア	特許ファミリー件数の発明国別シェア(%)の年次推移。
4_c)	Patent Asset Indexの推移	各年の12/31時点での生存特許ファミリーにおけるPatent Asset Indexの推移。Patent Asset Indexとは、PatentSightで提供される、企業等の特許ポートフォリオの価値指標である ⁵ 。特許ポートフォリオのPatent Asset Indexは、ポートフォリオ内の各特許ファミリーについて公開後の経過年、技術分野、特許庁ごとの引用傾向等で重み付けした被引用数(Technology Relevance)と、国民総所得と権利化される割合から算出される出願先の国の市場規模ウェイト(Market Coverage)の積により個別特許ファミリーの競争カインパクト(Competitive Impact)を算出し、その和を取ることで算出される。
4_d)	Patent Asset Indexの各国シェア	Patent Asset Indexの発明国別シェア(%)の年次推移。
4_e)	Patent Asset Index上位オーナー	保有する特許ポートフォリオのPatent Asset Indexの値が高いオーナーを10位まで掲載する。
論文データ共通	—	<ul style="list-style-type: none"> 論文は、当該国の所属機関の著者が1名以上含まれる場合に、当該国で1報としてカウントする。複数の国による論文・特許は各当該国でそれぞれ1件とカウントする。 論文分析においては、日本、米国、ドイツ、英国、フランス、欧州(EUの現加盟国27カ国を対象とする。ドイツ・フランスも含む)、中国、韓国を、全分野共通の分析対象国・地域とする。さらに、各領域固有の調査対象国として、前述の対象国・地域を除いたときに、各領域の論文数が上位2位までに入る国も対象に含める(ただし、「3_a)各国間共著率」を除く)。なお、論文数集計においては、欧州域内での複数国による共著の場合でも、欧州としては1報としてカウントする。
特許データ共通	—	<ul style="list-style-type: none"> 特許ファミリー件数は、当該国を居住地とする発明者が1名以上含まれる場合に、当該国で1件としてカウントする。複数国の発明者による特許は、各当該国にそれぞれ1件を割り当てる。 特許の集計対象国は、論文分析のように共通の調査対象国を設定する形は採らず、各研究開発領域における各指標の上位10か国とする。

3
アウトプットの分析
(研究開発領域別)

3 <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/hyouka/haihu141/siry03-2.pdf> (2023年12月25日アクセス)

4 生存特許ファミリーとは、出願中または登録後の特許ファミリーから無効となったものを除外した特許ファミリー。

5 Patent Asset Indexの定義については下記ページ並びに論文で説明されている。
<https://support.lexisnexisip.com/hc/ja/articles/20145181030163-Patent-Asset-Index-%E3%81%A8%E3%81%AF-%E6%89%8B%E6%B3%95> (2024年2月2日アクセス)
 Holger, E, & Omland, N. (2011). The Patent Asset Index – A new approach to benchmark patent portfolios. *World Patent Information*, 33(1), 34-41. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2010.08.008>