
サイエンスマップ 2018 の概要

1. サイエンスマップとは？

サイエンスマップとは、科学技術・学術政策研究所において定期的に作成している科学研究の地図である。論文データベースの分析により国際的に注目を集めている研究領域を定量的に抽出し、それらが、互いにどのような位置関係にあるのかを俯瞰図として可視化している。

サイエンスマップは、国際的に注目を集めている研究領域に着目しているのが特徴である。従来の伝統的分野概念である化学、物理学、材料科学などの大きな分類ではなく、新たな研究の視点の出現や具体的な研究コミュニティを、よりシャープに想定できるレベルとなっており、科学研究の動向をモニターするのに適している。

サイエンスマップの作成は、大きく分けて①論文のグループ化による研究領域の俯瞰、②研究領域のマッピングによる可視化、③研究領域の特徴語抽出の3つを経て行なわれる。

サイエンスマップ 2018 では、2013 年から 2018 年までの 6 年間に発行された論文の中で、各年、各分野（臨床医学、植物・動物学、化学、物理学など 22 分野）において被引用数が上位 1% である Top1% 論文（約 9.3 万件）を分析に用いた。これら Top1% 論文に対して、「共引用」を用いたグループ化を 2 段階（論文→リサーチフロント→研究領域）行った。これにより 902 研究領域が得られた。

研究領域を構成している論文（Top1% 論文）を「コアペーパー」と呼ぶ。また、コアペーパーを引用している論文を「サイティングペーパー」、その中でも被引用数の高い論文を「サイティングペーパー（Top10%）」と呼ぶ。コアペーパーは研究領域を先導する論文であり、研究領域を山に例えるならば山頂部分である。サイティングペーパーはコアペーパーをフォローしている論文であるので山の裾野、サイティングペーパー（Top10%）は山の中腹部分と考えることができる。

これまで、当所では隔年でサイエンスマップ 2002 から 2016 までの 8 時点のサイエンスマップを作成してきた。本概要では適時それらも参照し、サイエンスマップ 2018 の分析の内、以下を紹介する。

- 科学研究の潮流と日本の状況
 - ・ サイエンスマップ 2018 にみる科学研究の状況
 - ・ 人工知能が関係している研究領域の動向
 - ・ 社会科学等が関係している研究領域の動向
 - ・ サイエンスマップへの日本及び主要国の参画状況
- Sci-GEO チャートを用いた研究領域の分類と、それを用いた日本の活動状況の理解
 - ・ Sci-GEO チャートを用いた研究領域の分類
 - ・ Sci-GEO チャートを用いてみる日本と主要国の動向
 - ・ Sci-GEO チャートを用いた研究領域の移行の特徴
- サイエンスマップと技術のつながりの分析
- ファunding機関・プログラム等のサイエンスマップ 2018 における出現状況
- サイエンスマップを用いた機関レベルの研究活動状況の把握

2. 科学研究の潮流と日本の状況

(1) サイエンスマップ 2018 にみる科学研究の状況

サイエンスマップ 2018(2013 年から 2018 年)では、国際的に注目を集める研究領域として 902 領域が抽出された。概要図表 1 にサイエンスマップ 2018 を示す。

◇ 拡大を続ける科学研究

サイエンスマップ 2002 から数えて、サイエンスマップ 2018 は 9 時点目となる。サイエンスマップ 2002 では、国際的に注目を集める研究領域として抽出されたのは 598 領域であったが、サイエンスマップ 2018 では 902 領域である。研究領域数はサイエンスマップ 2002 から 2018 にかけて 51%増加した。研究領域数の増加は、世界における論文数の増加、中国などの新たなプレーヤの参画による研究コミュニティの拡大、新たな研究領域の出現、既存の研究領域の分裂等の複合的な要因によるものである。

◇ サイエンスマップ 2018 の全体像

サイエンスマップ 2018 では、902 研究領域それぞれの特徴を表す語(特徴語)の抽出を行った。また、サイエンスマップの大まかな内容を把握しやすいように、共通の特徴語を持つ研究領域の集まり(研究領域群)を定量的に判定し、研究領域群を示すガイドを参考としてマップ上に描いている。

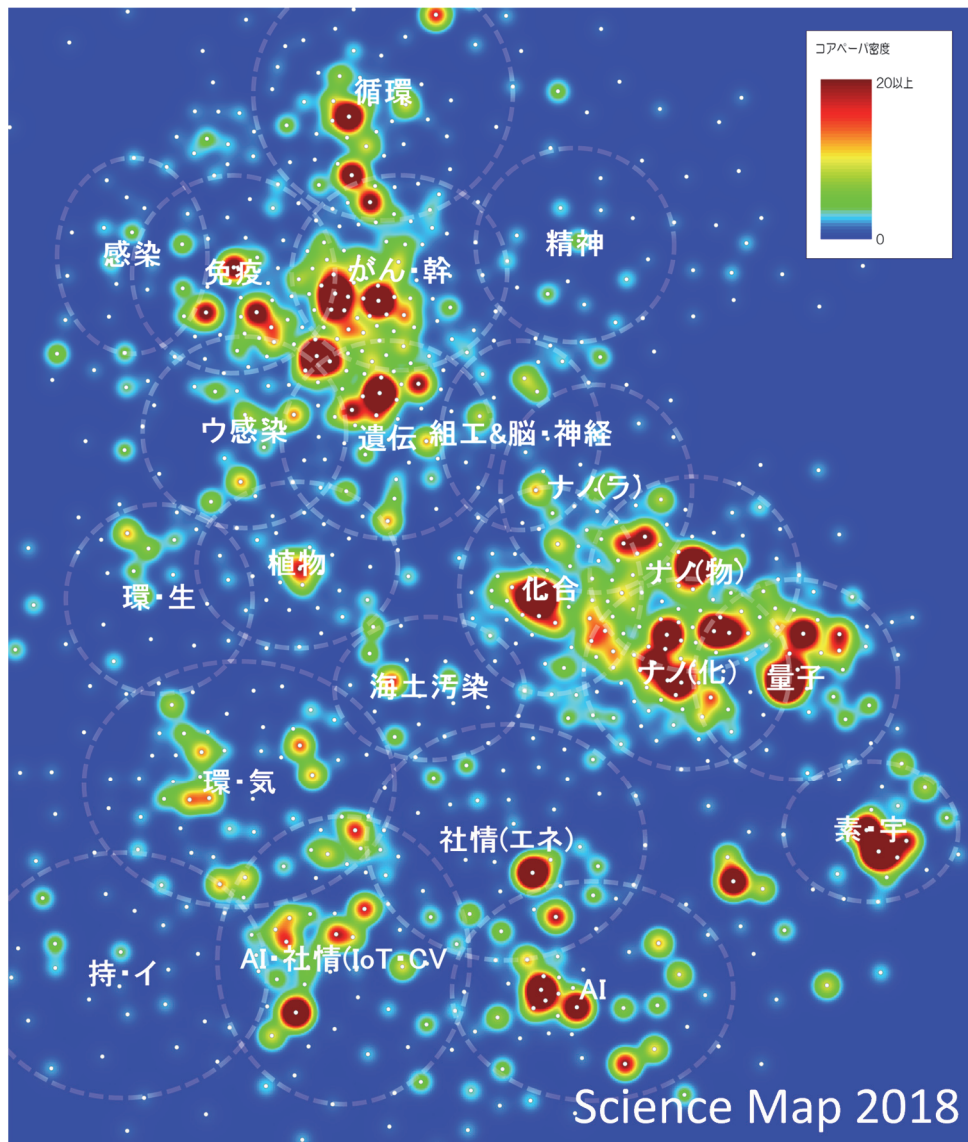
サイエンスマップ(概要図表 1)の左上部分には、生命科学にかかわる研究領域群がみられる。ここには、『循環器系疾患研究』、『感染症研究』、『免疫研究』、『がんゲノム解析・遺伝子治療・幹細胞研究』、『精神疾患研究』、『ウイルス感染症研究』、『遺伝子発現制御研究』、『組織工学&脳・神経研究』、『植物科学研究』といった研究領域群が含まれている。

『植物科学研究』の左下方には、『環境・生態系研究』、『環境・気候変動研究』、『海洋・土壌汚染研究』といった3つの研究領域群が存在している。サイエンスマップの右下部分からみると、『素粒子・宇宙論研究』があり、『量子情報処理・物性研究』、『ナノサイエンス研究(物理学)』、『ナノサイエンス研究(化学)』、『ナノサイエンス研究(ライフサイエンス)』、『化学合成研究』がつづく。ナノサイエンス研究にかかわる研究領域の数が、サイエンスマップ 2002 と比べて大きく増加している。

サイエンスマップ 2018 の下方には、『AI 関連研究』、『AI・社会情報インフラ関連研究(IoT・CV 等)』、『社会情報インフラ関連研究(エネルギー等)』、『持続可能な発展・イノベーション研究』が存在している。

サイエンスマップ上、研究領域群でくくられていない部分にも、研究領域は存在している。研究領域群に入るか、入らないかは、ある研究領域とコンセプトをともにしている研究領域が、一定の密度で存在しているか、いないかの違いである。したがって、研究領域群に含まれない研究領域は、重要ではないということではない。各研究領域に含まれる上位 10 位までの特徴語については、「APPENDIX 2. サイエンスマップ 2018 研究領域詳細シート」に示しているので、研究領域の詳細について知りたい場合は、そちらを参照されたい。

概要図表 1 サイエンスマップ 2018 の全体像



短縮形	研究領域群名	短縮形	研究領域群名
循環	循環器系疾患研究	海土汚染	海洋・土壌汚染研究
感染	感染症研究	化合	化学合成研究
免疫	免疫研究	ナノ(ラ)	ナノサイエンス研究(ライフサイエンス)
がん・幹	がんゲノム解析・遺伝子治療・幹細胞研究	ナノ(物)	ナノサイエンス研究(物理学)
精神	精神疾患研究	ナノ(化)	ナノサイエンス研究(化学)
ウ感染	ウイルス感染症研究	量子	量子情報処理・物性研究
遺伝	遺伝子発現制御研究	素・宇	素粒子・宇宙論研究
組工&脳・神経	組織工学&脳・神経研究	AI	AI関連研究
植物	植物科学研究	AI・社情(IoT・CV等)	AI・社会情報インフラ関連研究(IoT・CV等)
環・生	環境・生態系研究	社情(エネ)	社会情報インフラ関連研究(エネルギー等)
環・気	環境・気候変動研究	持・イ	持続可能な発展・イノベーション研究

注1: 本マップ作成には Force-directed placement アルゴリズムを用いているため、上下左右に意味は無く、相対的な位置関係が意味を持つ。報告書内では、生命科学系が左上、素粒子・宇宙論研究が右下に配置されるマップを示している。

注2: 白丸が研究領域の位置、白色の破線は研究領域群の大きな位置を示している。他研究領域との共引用度が低い一部の研究領域は、マップの中心から外れた位置に存在するため、上記マップには描かれていない。研究領域群を示す白色の破線は研究内容を大まかに捉える時のガイドである。研究領域群に含まれていない研究領域は、類似のコンセプトを持つ研究領域の数が一定数に達していないだけであり、研究領域の重要性を示すものではない。

データ: 科学技術・学術政策研究所がクオリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

◇ 特徴語から把握する科学研究の状況(生命科学にかかわる研究領域群の例)

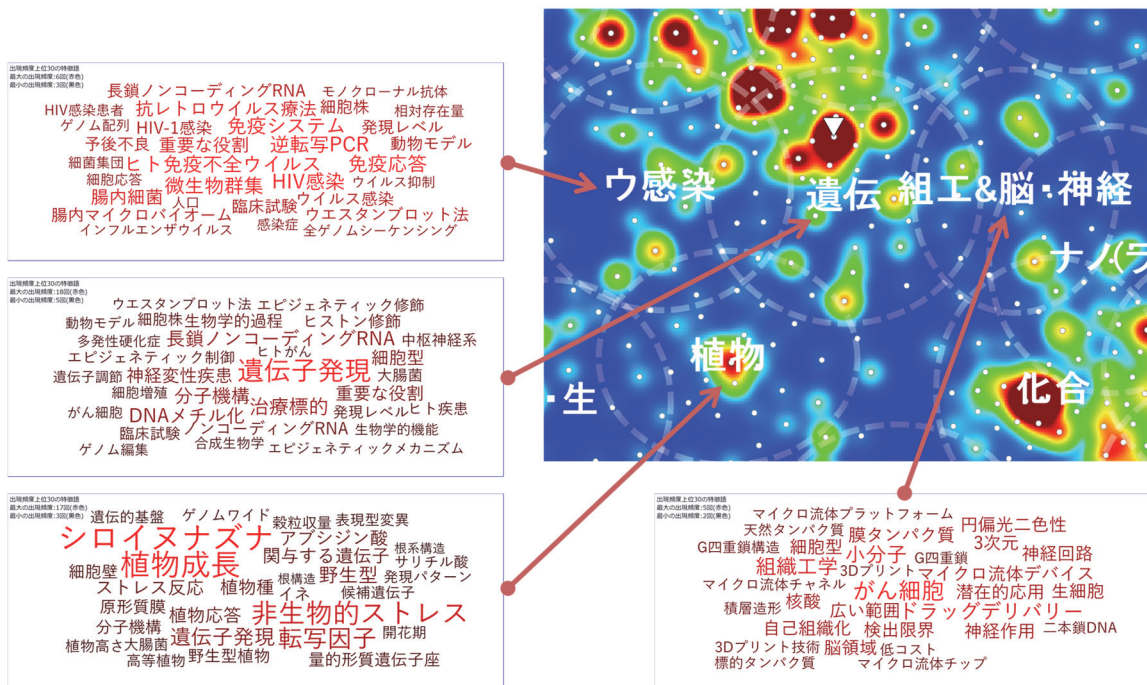
サイエンスマップ 2018 では、研究領域を構成する論文のタイトルやアブストラクト等から、研究領域の内容を示す特徴的な言葉(特徴語)を自動抽出している。ここでは、各研究領域で得られた特徴語を、研究領域群単位で集計することで、生命科学にかかわる研究領域群の状況を見る。

概要図表 2 は、サイエンスマップ 2018 の生命科学にかかわる研究領域群の一部分を拡大したものである。ウイルス感染症研究領域群では「免疫応答」、「免疫システム」、「ヒト免疫不全ウイルス」、「HIV 感染」、「逆転写 PCR」といった特徴語の出現回数が上位を占める。出現回数で上位 30 には入らないが、各種のインフルエンザウイルス、「SARS コロナウイルス」、「MERS コロナウイルス」、「デング熱」、「ジカ熱」、「エボラ出血熱」といった特徴語もここに含まれる。

遺伝子発現制御研究領域群では「遺伝子発現」、「治療標的」、「DNA メチル化」、「長鎖ノンコーディング RNA」、「分子機構」といった特徴語の出現回数が上位を占める。本研究領域群には、2020 年のノーベル化学賞を受賞したゲノム編集の研究領域も含まれている。「ゲノム編集」についての研究領域は、369 件のコアペーパーから構成されている(概要図表 2 中、逆三角形形で示した研究領域)。この研究領域は、免疫研究領域群、がんゲノム解析・遺伝子治療、幹細胞研究領域群の研究領域と共引用関係によるつながりを持っており、「ゲノム編集」が幅広い研究に影響をもたらしていることが分かる。

植物科学研究領域群では「シロイヌナズナ」、「植物成長」、「非生物学的ストレス」、「転写因子」、「遺伝子発現」といった特徴語の出現回数が上位を占める。組織工学&脳・神経研究領域群では「がん細胞」、「ドラッグデリバリー」、「組織工学」、「小分子」、「脳領域」といった特徴語が上位を占めている。組織工学にかかわるものとしては「自己組織化」、「幹細胞」、「骨再生医学」、「構造基盤」、脳・神経にかかわるものとしては「神経回路」、「神経作用」、「脳機能」といった特徴語も見られる。

概要図表 2 生命科学にかかわる研究領域群の例



注 1: 白丸が研究領域の位置、白色の破線は研究領域群の大まかな位置を示している。

注 2: 特徴語のワードクラウド中の文字の大きさは、特徴語の出現頻度に対応している。各ワードクラウドでは出現数上位 30 までの特徴語を示している。なお、文字の大きさは、研究領域群ごとに決定しているため、研究領域群間では文字の大きさを比べることはできない。

データ: 科学技術・学術政策研究所がクオリア社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

社会情報インフラ関連研究領域群では「数値シミュレーション」、「熱伝達」、「流体の流れ」、「熱性能」、「最先端の方法」といった特徴語が上位を占める。これに加えて「電気自動車」、「電池パック」、「太陽熱エネルギー」といった特徴語も含まれている。

持続可能な発展・イノベーション研究領域群は、サイエンスマップ 2018 で初めて出現した研究領域群である。この研究領域群では、「実用的含意」という一般的な言葉に加えて、「構造方程式モデリング」、「政策立案者」、「サプライチェーン」といった特徴語が出現している。また、「再生可能エネルギー」、「気候変動」、「環境パフォーマンス」、「サステナビリティ・トランジション」といった持続可能な発展に関わる特徴語が見られる。また、イノベーションに関わる特徴語としては「共創」、「エコイノベーション」や、上位 30 位には含まれないが「ビジネスモデルイノベーション」、「ホスピタリティ産業」、「デジタルプラットフォーム」といった特徴語も含まれる。

◇ 人工知能が関係している研究領域についての分析

サイエンスマップ調査においては、サイエンスマップ 2016 から AI が関係している研究領域群が見いだされ、サイエンスマップ 2018 でも継続して出現している。ここでは、AI が関係している研究領域の広がりを見るために、サイエンスマップ 2018 において AI に関連する特徴語を含む研究領域の位置を可視化する。

概要図表 4 AI 関連の特徴語

分類	特徴語
深層学習	～型ニューラルネットワーク;スパイクニューラルネットワーク;ゼロ化ニューラルネットワーク;ディープニューラルネットワーク;ニューラルネットワーク;ニューラルネットワークモデル;バックプロパゲーション;ニューラルネットワークモデル;メモリスタニューラルネットワーク;リカレントニューラルネットワーク;慣性系ニューラルネットワーク;慣性系メモリスタベースニューラルネットワーク;慣性系投影ニューラルネットワーク;自動ニューラルネットワーク検索;畳み込みニューラルネットワーク;深層学習;深層学習アプローチ;深層学習アルゴリズム;深層学習モデル;深層学習法;深層強化学習;深層畳み込みニューラルネットワーク;人工ニューラルネットワーク;人工ニューラルネットワークモデル;多層フィードフォワードニューラルネット;投射ニューラルネットワーク;Zhangニューラルネットワーク
エージェントモデル	エージェント・ベース;エージェント・ベースアプローチ;エージェント・ベースストック・フロー整合マクロ経済モデル;エージェント・ベースのマクロ経済モデル;エージェント・ベースモデルの検証;フォロワーエージェント;マクロ経済エージェントベースモデル;マルチエージェントシステム;マルチエージェントネットワーク;リーダーエージェント;近傍エージェント;近隣エージェント;線形マルチエージェントシステム;二次マルチエージェントシステム;非線形マルチエージェントシステム
画像処理	コンピュータビジョン;ハイパースペクトル画像分類;画像レジストレーション;画像回復;画像再構成;画像復元;顔画像;顔画像クラスタリング;元画像;再構成画像
その他の機械学習関連	NSGA2(遺伝的アルゴリズム);オブジェクト指向ベイジアンネットワーク;グループ意思決定;グレンジャー因果;グレンジャー因果性テスト;サポートベクターマシンモデル;サポートベクター回帰;サポートベクトルマシン;スパース近似;スパース配列;スパース表現;スパース表現にもとづく分類;スパース部分空間クラスタリング;ダイナミックベイジアンネットワーク;ディープビリーフネットワーク;データマイニング;パターン認識;ベイジアンネットワーク;ベイジアンネットワークメタアナリシス;ベイズ推定;ベイズのアプローチ;ベイズ法;マルチラベル学習;ラベルなしデータ;ランダムフォレスト;圧縮センシング;遺伝的アルゴリズム;一方向の因果関係;因果効果;因果推論;機械学習;機械学習アルゴリズム;機械学習モデル;機械学習技法;機械学習法;逆ベイズ推定;距離計量学習;強化学習;教師なし学習;教師なし特徴選択;極端学習機械;極端学習機械モデル;近似ベイズ推論;自動検証;人工知能;双方向因果関係;多基準グループ意思決定;多基準意思決定;多基準意思決定技術;多基準意思決定方法;多基準意思決定問題;多属性グループ意思決定;多属性意思決定;転移学習;特徴選択;特徴選択方法;粒子群最適化;粒子群最適化アルゴリズム; GA-ANFIS(適応ニューロファジー推論システム);パラメータ化ファジー関係;ファジーシステム;ファジーシステム性能;ファジーベース評価指数;ファジーモデル;ファジーラフ集合;ファジーラフ集合モデル;ファジーラフ集合理論;ファジー環境;ファジー決定;ファジー決定テーブル;ファジー集合;ファジー集合論的アプローチ;ファジー状態オブザーバ;ファジー推論システム;ファジー論理システム;直観的ファジー環境;直観的ファジー集合;適応ニューロファジー推論(遺伝的アルゴリズム);適応ニューロファジー推論(粒子群最適化);適応ニューロファジー推論(粒子群最適化モデル);適応ニューロファジー推論システム;適応ニューロファジー推論の最適化;躊躇ファジーセット;躊躇ファジー言語用語セット
機械学習の応用	コネクテッド自動運転車技術;スパイクニューロン;スマートマニファクチャリング;センサネットワーク;ソーシャルメディア;ソーシャルメディアのプラットフォーム;ニューロモフィックアプリケーション;ニューロモフィックエンジニア;ニューロモフィックデバイス;ニューロモフィックハードウェア;ビッグデータ;ビッグデータ分析;完全自動運転自動車;完全自動化;顔認識;共有自律自動車;共有自律電気自動車;堅牢な視覚追跡;堅牢な物体追跡;視覚追跡;視覚物体追跡;自動セグメンテーション;自動運転;自動運転自動車;自動運転車;自動運転車両;自動注意補足;自動列車運転;自律自動車;社会ネットワークサイト;車両自動化;親族関係の自動検証;人物照合(Person re-identification);編隊追跡制御

注: サイエンスマップの各研究領域を構成するコアペーパー及びサイティングペーパーのタイトル及びアブストラクト等の分析から抽出された特徴語の中から、深層学習、エージェントモデル、画像診断、その他の機械学習関連(因果推論、サポートベクターマシン、ベイズ統計、パターン認識、ファジー理論等)、機械学習の応用(自動運転、ビッグデータ分析、顔認証等)に関わるものを選択した結果。

データ: 科学技術・学術政策研究所がクワリタイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

概要図表 4 は、ここでの分析に用いた特徴語のリストである。サイエンスマップの各研究領域を構成するコアペーパー及びサイティングペーパーのタイトル及びアブストラクト等の分析から抽出された特徴語の中から、深層学習、エージェントモデル、画像診断、その他の機械学習関連(因果推論、サポートベクターマシン、ベイズ統計、パターン認識、ファジー理論等)、機械学習の応用(自動運転、ビッグデータ分析、顔認証等)に関わるもの

経済モデルへのエージェントモデルの適用」、研究領域 ID501 は「脳活動の分析への AI の適用」、研究領域 ID680 は「CT 画像からのノイズ除去への AI の適用」、研究領域 ID685 は「構造ヘルスマニタリングへの AI の適用」、研究領域 ID725 は「量刑の推定への AI の適用」、研究領域 ID764 は「創薬への AI の適用」、研究領域 ID789 は「物質設計への AI の適用」に対応しており、さまざまな研究領域において AI の活用が進みつつあることが分かる。

概要図表 6 AI を既存の研究に適用したと考えられる研究領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	特徴語から推定される AI の活用状況
238	土地被覆:精度評価:ランドサット時系列:ランドサットデータ:時系列:リモートセンシング:土地被覆変化:面積:分類精度:変化検出:土地被覆マップ:森林被覆:ランドサット画像:ランドサット映像:空間分解能:ランドサットフォレスト:農地:森林撓乱:森林損失:リモートセンシングデータ:衛星画像:参照データ:ランドサットアーカイブ:土地被覆クラス:森林生態系:衛星データ:正規化差植生指数:森林のタイプ:土地被覆分類	衛星画像の解析への AI の適用
254	動的モード分解:Koopmanオペレータ:固有直交分解:動力学系:果動的モード:Koopmanモード:非線形力学:コヒーレント構造:次数低減モデル:非線形力学系:流体の流れ:拡張動的モード分解:基礎動力学:機械学習:Koopmanモード分解:データ駆動型発見:データ駆動型:複雑系:Koopman固有関数:動的モード:直接数値解析:ナビエ-ストークス方程式:フローダイナミクス:円形シリンダ:支配方程式:複合流:モード分解:乱流:高次元:時系列	データ駆動型流体力学
346	ニューロモーフックコンピューティング:スパイクニューラルネットワーク:スパイクタイミング依存可塑性:ニューロモーフックシステム:Paired-Pulse Facilitation:生物学的シナプス:ニューラルネットワーク:ハードウェア実装:メモリスタ素子:短期可塑性:シナプス荷重:人工シナプス:シナプスデバイス:抵抗スイッチング:人間の脳:人工ニューラルネットワーク:長期可塑性:酸素空孔:ニューロモーフックデバイス:ニューロモーフックハードウェア:シナプス可塑性:教師なし学習:ニューロモーフックエンジニア:導電性フィラメント:ニューロモーフックアプリケーション:スパイクニューロン:電力消費:リアルタイム:低電力:ノイマン型	神経細胞を模倣したコンピューティング
391	エージェント・ベース:マクロ経済モデリング:動学的確率的一般均衡モデル:経済危機:景気循環:金融政策:金融システム:中央銀行:エージェント・ベースのマクロ経済モデル:気候変動:エージェント・ベースアプローチ:総需要:マクロ経済への影響:銀行部門:定型化された事実:実体経済:財政の安定:世界的な金融危機:金融市場:ベンチマークモデル:エージェント・ベースモデルの検証:価格挙動:労働分配率:ストックフロー 貫性アプローチ:Stock-flow-fund ecological macroeconomic model:マクロ経済エージェントベースモデル:~により設定された金利:エージェント・ベースストック・フロー整合マクロ経済モデル:金融側	マクロ経済モデルへのエージェントモデルの適用
501	表現類似度:神経表現:多変量パターン:人間の脳:脳活動:物体認識:機能的核磁気共鳴イメージング:視覚野:計算モデル:神経反応:ディープニューラルネットワーク:認知神経科学:物体カテゴリー:脳領域:深層学習:神経作用:深層量込みニューラルネットワーク:視覚物体認識:視覚系:初期視覚野:腹側ストリーム:fMRIデータ:視覚的特徴:表現空間:腹側視覚経路:物体表現:符号化モデル:表現構造:量込みニューラルネットワーク:腹側頭頂皮質	脳活動の分析への AI の適用
680	量込みニューラルネットワーク:深層量込みニューラルネットワーク:深層学習:画像ノイズ除去:Residual Learning:ノイズの多い画像:大規模な実験:最先端の方法:低線量コンピュータ断層撮影:画像品質:ディープニューラルネットワーク:騒音レベル:再構成画像:最先端のノイズ低減方法:クリン画像:ピーク信号対雑音比:ノイズ除去方法:画像再構成:単一画像超解像:深層学習アプローチ:敵対的生成ネットワーク:医用画像:放射線量:ノイズ除去性能:画像超解像:逆問題:アーチファクト抑制:低線量コンピュータ断層撮影画像:コンピュータ断層撮影	CT画像からのノイズ除去への AI の適用
685	量込みニューラルネットワーク:建設現場:き裂検出:深層学習:構造ヘルスマニタリング:損傷検出:Faster R-CNN:深層量込みニューラルネットワーク:コンピュータビジョン:ピクセル解像度:伝統的方法:特徴抽出:時間がかかる:人間による検査:経験的モード分解:き裂検査:コンクリートき裂:無人航空機:構造損傷:隠れ層:視覚センサー:損傷位置:公共インフラ:有望な代替手法:分類正解率:サポートベクトルマシン:手動検査:欠陥検出:土木工学	構造ヘルスマニタリングへの AI の適用
725	刑事司法制度:刑事司法:公判前の拘留:リスクアセスメントの手段:リスクアセスメント:米国:刑事被告人:大量投獄:Misdemeanor justice:保証金:保険数理リスク評価ツール:保釈改革:エビデンスベース文:罪を認める:再犯リスク評価:量刑のガイドライン:差別的効果:機械学習:経験的証拠:人種の格差:予測的妥当性:在監者数の削減:司法の裁量:刑:保険数理リスク評価尺度:仮釈放ヒアリング:保釈金支払	量刑の推定への AI の適用
764	深層学習:機械学習:ディープニューラルネットワーク:量込みニューラルネットワーク:人工知能:創薬:計算方法:深層学習法:ランダムフォレスト-DNA配列:深層学習モデル:機械学習法:転写因子:サポートベクトルマシン:ゲノムワイド関連:ノンコーディング変異体:ヒトゲノム:遺伝子発現:深層学習アプローチ:遺伝的変異:人工ニューラルネットワーク:試験セット:機械学習アルゴリズム:エクソームシーケンシング:計算アプローチ:時間がかかる:大きな数字:定量的構造活性相関:深層量込みニューラルネットワーク:ニューラルネットワーク	創薬への AI の適用
789	機械学習:密度汎関数理論:マルコフ状態モデル:分子力学:分子力学シミュレーション:第一原理計算:結晶構造:材料発見:実験データ:電子構造:密度汎関数理論計算:バンドギャップ:材料科学:分子シミュレーション:集団変数:機械学習モデル:第一原理形成エネルギー:原子論的シミュレーション:電子状態:ポテンシャルエネルギー面:機械学習技法:準安定状態:材料特性:熱力学的安定性:良好な一致:自由エネルギー:自由エネルギー地形:ニューラルネットワーク:タンパク質フォールディング	物質設計への AI の適用

注: サイエンスマップの各研究領域を構成するコアペーパー及びサイティンペーパーのタイトル及びアブストラクト等の分析から抽出された特徴語。「特徴語から推定される AI の活用状況」は、報告書の筆者の解釈に基づく。

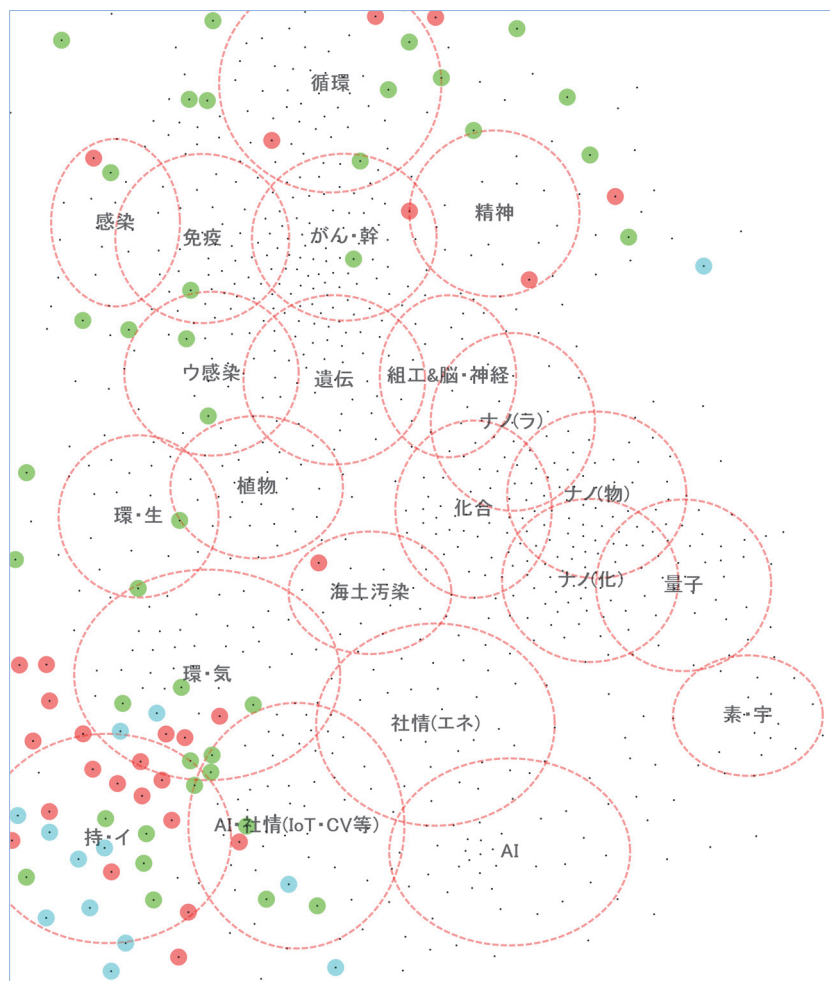
データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

◇ 社会科学等が関係している研究領域の動向

サイエンスマップ 2018 では、持続可能な発展やイノベーションに関係する研究領域が、研究領域群として初めて抽出された。また、サイエンスマップ 2002 とサイエンスマップ 2018 を比べると(本編の図表 28 参照)、社会科学・一般の研究領域は 19 領域から 43 領域へ、経済・経営学の研究領域は 10 領域から 19 領域に増加している。社会科学・一般の研究領域の増加割合については、分野別の研究領域数の増加を見ても 4 番目に大きく、過去 16 年間で大きな増加を見せた。

概要図表 7 に社会科学等が関係している研究領域のサイエンスマップ 2018 上での位置を示した。ここで、赤色は研究領域を構成するコアペーパーの 6 割以上が社会科学・一般に分類される研究領域(43 領域)、空色は研究領域を構成するコアペーパーの 6 割以上が経済・経営学に分類される研究領域(19 領域)、黄緑色は研究領域を構成するコアペーパーに社会科学・一般又は経済・経営学の論文を 10%より多く含む研究領域(47 領域、赤色と空色で示したものを除く)の位置を示している。

概要図表 7 社会科学等が関係している研究領域の位置



注: 赤色: 研究領域を構成するコアペーパーの 6 割以上が社会科学・一般に分類される研究領域(43 領域)、空色: 研究領域を構成するコアペーパーの 6 割以上が経済・経営学に分類される研究領域(19 領域)、黄緑色: 研究領域を構成するコアペーパーに社会科学・一般又は経済・経営学の論文を 10%より多く含む研究領域(47 領域)

データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化 (ScienceMap visualizer) を実施。

社会科学等が関係している研究領域は、持続可能な発展・イノベーション研究領域群に集中している。ここには先に述べたように、「再生可能エネルギー」、「気候変動」、「環境パフォーマンス」、「サステナビリティ・トランジション」といった持続可能な発展に関わる特徴語を含む研究領域や、「共創」、「エコイノベーション」、「ビジ

ネスモデルイノベーション」、「ホスピタリティ産業」、「デジタルプラットフォーム」といったイノベーションや価値創造に関わる特徴語を含む研究領域が含まれる。

社会科学・一般又は経済・経営学の論文を 10%より多く含む研究領域については、「環境・生態系研究領域群」、「環境・気候変動研究領域群」、「AI・社会情報インフラ関連研究領域群」やマップ上方の医療や生命科学に関連する研究領域群やその周辺に見られる。

コアペーパーの6割以上が社会科学・一般に分類される研究領域の例を概要図表 8 に示した。ここでは、コアペーパー数が多い上位 10 の研究領域を示している。コアペーパー数が最も多いのは、電子タバコについての研究領域(研究領域 ID449)であり、これにオルトメトリクスの研究評価への適用についての研究領域(研究領域 ID314)が続いている。他にはシェアリングエコノミーに関連した研究領域(研究領域 ID19、638)、政治的コミュニケーションにおけるソーシャルメディアの利用・影響に関連した研究領域(研究領域 ID628)、シェールガス開発に対する公共認知に関連した研究領域(研究領域 ID96)などが見られている。

コアペーパーの6割以上が経済・経営学に分類される研究領域の例を概要図表 9 に示した。コアペーパー数が最も多いのは、エージェント・ベースのマクロ経済モデルについての研究領域(研究領域 ID391)であり、これにサービスイノベーション、ビジネスモデルイノベーションについての研究領域(研究領域 ID11)が続いている。他にはオンラインによる小売りを対象とした研究領域(研究領域 ID601)、経済政策の不確実性に関連した研究領域(研究領域 ID126)、企業のイノベーションに関連した研究領域(研究領域 ID434)、エコイノベーションに関連した研究領域(研究領域 ID420)などが見られている。

なお、社会科学等が関係している研究領域には、英語で論文が出版されるグローバルなテーマ(持続可能な発展など)、特定の国に特有と思われるテーマ(電子タバコなど)が多い。したがって、サイエンスマップ上で観測される社会科学系の研究領域については範囲が限定的である点に留意が必要である。なお、人文科学は分析の対象となっていない。

概要図表 8 コアペーパーの6割以上が社会科学・一般に分類される研究領域の例

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数
449	電子タバコ;タバコ製品;禁煙;タバコ煙;電子タバコのユーザ;従来のタバコ;電子液体タバコ;電子ニコチン送達システム;現在喫煙者;タバコ	社会科学・一般	83
314	ソーシャルメディア;被引用数;社会科学;代替メトリック;Mendeley読者;Google Scholar;インパクトファクター;研究インパクト;公開論文;Mendeley読者数	社会科学・一般	25
19	シェアリングエコノミー;共同消費;実用的含意;ビジネスモデル;Airbnbリスト;P2P;構造方程式モデリング;シェアリングエコノミープラットフォーム;Airbnbホスト;オンラインプラットフォーム	社会科学・一般	22
64	電気自動車;バッテリー電気自動車;充電ステーション;料金インフラ;ハイブリッド電気自動車;代替燃料車;一充電走行距離;市場占有率;従来の車両;充電需要	社会科学・一般	22
502	エネルギー正義;燃料貧困;エネルギー貧困;エネルギー遷移;エネルギー政策;エネルギーサービス;エネルギーシステム;再生可能エネルギー;エネルギー消費;手続的正当性	社会科学・一般	16
473	能動的推論;予測プロセス;自由エネルギー原理;予測コーディング;生成モデル;自由エネルギーフォーミュレーション;事前信念;認知科学;計算論的神経科学;自由エネルギー	社会科学・一般	12
628	ソーシャルメディア;政治的コミュニケーション;ポピュリスト的な態度;ポピュリスト党;政党;選挙運動;ドナルド・トランプ;ポピュリストのディスコース;ポピュリストのコミュニケーション;ポピュリストのメッセージ	社会科学・一般	12
96	水圧破砕法;シェールガス;公共認識;非在来型石油;米国;国民の支持;天然ガス;非在来型ガス;英国;世論	社会科学・一般	11
476	加熱式たばこ製品;タバコ煙;タバコ熱システム;タバコ製品;タバコ製品;リスク低減たばこ製品候補;リスク低減たばこ製品;潜在的有害成分;フィリップモリス;3R4Fレファレンスタバコ	社会科学・一般	11
638	自転車シェアシステム;自転車シェア;公共自転車;ドックステーション;自転車シェアプログラム;公共自転車システム;ニューヨーク市;公共自転車シェアシステム;自転車ステーション;自転車のインフラストラクチャ	社会科学・一般	11

データ: 科学技術・学術政策研究所がクワリペイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

概要図表 9 コアペーパーの6割以上が経済・経営学に分類される研究領域の例

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数
391	エージェント・ベース;マクロ経済モデリング;動学的確率的一般均衡モデル;経済危機;景気循環;金融政策;金融システム;中央銀行;エージェント・ベースのマクロ経済モデル;気候変動	経済・経営学	15
11	製造業;ビジネスモデル;実用的含意;製品サービスシステム;サービス提供;サービスイノベーション;複数ケース;先進サービス;ビジネスモデルイノベーション;サービス化文献	経済・経営学	13
601	実用的含意;オンラインチャネル;オフラインチャネル;オムニチャネル小売;実店舗;オムニチャネル;オンライン小売業者;小売店;ソーシャルメディア;オンラインストア	経済・経営学	13
31	同族経営企業;同族経営;同族所有;家族の関与;社会情緒的豊かさ;非同族企業;ファミリーメンバー;同族経営研究;起業家志向;同族中小企業	経済・経営学	10
126	経済政策の不確実性;政策の不確実性;不確定性ショック;金融政策;大不況;経済的不確実性;株式市場;景気循環;株式リターン;政治的不確実性	経済・経営学	8
168	実用的含意;ソーシャルメディア;顧客エンゲージメント;共創;消費者エンゲージメント;構造方程式モデリング;オンラインブランドコミュニティ;ブランドコミュニティ;オンラインコミュニティ;ブランドロイヤリティー	経済・経営学	8
434	企業のイノベーション;コーポレート・ガバナンス;株式流動性;アナリストカバレッジ;プラスの影響;イノベーション活動;機関投資家;機関所有;金融市場;特許引用	経済・経営学	8
490	共創;サービスドミナントロジック;サービスイノベーション;実用的含意;サービスエコシステム;サービスシステム;サービスプロバイダ;サービスデザイン;リソース統合;共創プロセス	経済・経営学	7
420	エコイノベーション;環境イノベーション;グリーンイノベーション;中規模企業;エコ・プロダクトのイノベーション;エコ・プロダクト;エコイノベート;プラスの影響;環境規制;環境パフォーマンス	経済・経営学	6
450	労働市場;国際貿易;輸入競争;米国;貿易自由化;地方労働市場;賃金格差;人的資本;職業の二極化;大不況	経済・経営学	6

データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

社会科学・一般又は経済・経営学の論文を10%より多く含む研究領域の例を概要図表 10 に示した。これらの研究領域については、主に自然科学系のコアペーパーから構成されているが、それに加えて社会科学・一般又は経済・経営学のコアペーパーも含まれている。言い換えると、自然科学系と社会科学系の知識が活用されている研究領域であると言える。コアペーパー数が多い上位10の研究領域のうち、6研究領域が環境や生態系に関係した研究領域、3研究領域が医療や予防医療に関係した研究領域となっている。これらの結果は、国際的に注目を浴びている研究領域という観点からみると、環境・生態系、医療・予防医療において、自然科学系と社会科学系の両方の知識が活用されて研究が進展していることを示している。

概要図表 10 社会科学・一般又は経済・経営学のコアペーパーを10%より多く含む研究領域の例

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数
722	現生人類;古代のDNA;~年前;人類の進化;ホモ・サピエンス;解剖学的現代人;遺伝子流動;後期更新世;人口;ヒト属	学際的・分野融合的領域	59
776	二酸化炭素排出量;炭素放出;国際貿易;入出力;経済成長;エネルギー消費;エネルギー強度;構造分解;WIODデータベース;サプライチェーン	学際的・分野融合的領域	59
677	気候変動;作物モデル;パリ協定;代表濃度経路シナリオ;気候変動の影響;作物収量;地球温暖化;統合評価モデル;21世紀;産業革命前のレベル	学際的・分野融合的領域	58
467	経済成長;二酸化炭素排出量;エネルギー消費;環境クズネット曲線;長期;炭素放出;貿易の開放性;パネルデータ;短期;再生可能エネルギー	学際的・分野融合的領域	49
700	ゲノムワイド関連;メンデルランダム化;遺伝的変異;ポディマス指数;一塩基多型;複合形質;因果効果;オッズ比;2型糖尿病;遺伝的関連	学際的・分野融合的領域	26
494	暴露前予防投与;HIV予防;HIV感染;曝露前予防;HIV曝露前予防;HIV獲得;性感染症;ヒト免疫不全ウイルス;HIV感染症の予防;HIV発生率	学際的・分野融合的領域	22
318	医療マリファナ;医療大麻;医療大麻法;米国;慢性の痛み;内因性カンナビノイドシステム;ドラブ症候群;薬用大麻;神経因性疼痛;医療目的	学際的・分野融合的領域	19
710	循環経済;ビジネスモデル;ビジネスモデルイノベーション;持続可能なビジネスモデル;サプライチェーン;環境影響;持続可能なイノベーション;エコイノベーション;製品サービスシステム;環境パフォーマンス	学際的・分野融合的領域	18
712	生態系サービス;文化的生態系サービス;文化的サービス;人間の幸福;トレードオフ;サービスの規制;サービスの提供;保護地域;意思決定者;生態系サービスの研究	環境/生態学	18
309	炭素放出;排出権取引制度;二酸化炭素排出量;カーボンプライス;排出削減量;炭素排出取引;炭素強度;炭素市場;経済成長;政策立案者	学際的・分野融合的領域	14

データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

(2) サイエンスマップにおける米日英独中の参画領域数の推移

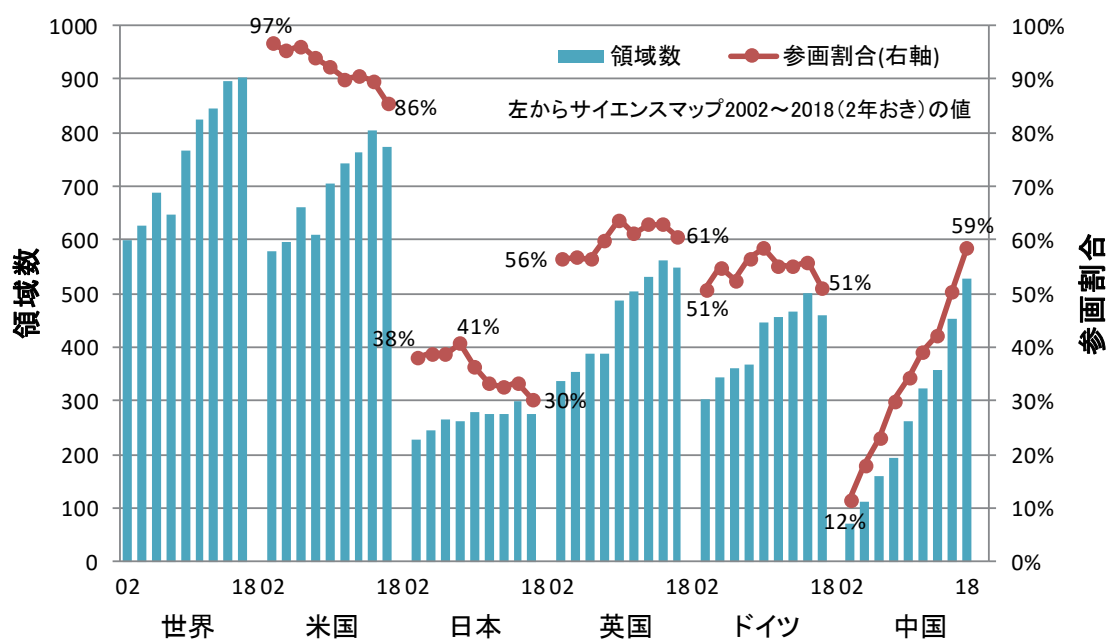
上記のような科学の潮流の中、日本の「存在感」がどのようになっているかをみる。具体的には、サイエンスマップの研究領域に日本がどれだけ参画しているかに注目する(概要図表 11)。

サイエンスマップ 2002 からの時系列変化をみると、日本の参画領域数はサイエンスマップ 2008 以降、伸び悩みがみられていた。その後、サイエンスマップ 2014 から 2016 にかけては、参画領域数が 25 領域の増加を見せたが、サイエンスマップ 2016 から 2018 にかけては 25 領域減少した。サイエンスマップ 2018 における参画領域数は 274 研究領域となっている。

日本の参画割合の時系列変化をみると、サイエンスマップ 2008 では 41%あったが、サイエンスマップ 2014 では 32%へと9ポイント低下した。サイエンスマップ 2016 では 33%となった参画割合は、サイエンスマップ 2018 では再び減少し 30%となっている。英国やドイツの参画割合は 5~6 割となっているが、いずれもサイエンスマップ 2016 から 2018 にかけて参画領域数を減少させている。

中国については、着実に参画領域数及び参画領域割合を増加させている。サイエンスマップ 2002 時点では 12%であった中国の参画割合は、サイエンスマップ 2018 では 59%となっており、約 6 割の研究領域に参画している。

概要図表 11 サイエンスマップにおける米日英独中の参画領域数(コアペーパー)の推移



データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

(3) 日本の存在感の高い研究領域

サイエンスマップ 2018 において、日本の存在感が高い(研究領域を先導するコアペーパーにおける日本のシェアが高い)研究領域をみる(概要図表 12)。ここでは、大規模な研究領域(コアペーパーが51件以上)、中規模な研究領域(コアペーパーが21件~50件)、小規模な研究領域(コアペーパーが20件以下)で日本のシェア(分数カウント)が高い上位10領域を抽出した。

大規模な研究領域において、日本のシェアが一番高いのは有機発光ダイオードに関連した研究領域(研究領域 ID799)であり、これに鉄系超伝導体に関連した研究領域(研究領域 ID215)やグラファイト状窒化炭素に関連した研究領域(研究領域 ID855)が続いている。中規模な研究領域については、日本のシェアが高い研究領域の1番目、2番目が植物に関する研究領域(研究領域 ID565, 213)であり、これに胃がんや非小細胞肺癌を特徴語に含む研究領域(研究領域 ID870)が続いている。比較的小規模な研究領域については、甲状腺がんを特徴語に含む研究領域(研究領域 ID460)や光合成に関連する研究領域(研究領域 ID439)が、上位1、2位を占めている。

概要図表 12 日本のコアペーパーシェアの高い研究領域

(A)大規模な研究領域(コアペーパーが51件以上)で日本のシェアが高い上位10領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数	日本シェア (コア・分数)	サイティングペーパー数	コアペーパー平均出版年	Sci-GEO研究領域型
799	凝集誘起発光;有機発光ダイオード;熱活性化遅延蛍光;固体状態;外部量子効率;光物理的特性;最大外部量子効率;ルメン毎ワット;ホスト物質;励起状態	学際的・分野融合的領域	87	23.1%	5,419	2015.7	コンチネント
215	鉄系超伝導体;フェルミ面;高い転移温度;電荷整列;電荷密度波;超伝導状態;相図;銅酸化物超伝導体;超伝導転移温度;電子構造	物理学	58	15.4%	2,499	2014.7	コンチネント
855	グラファイト状窒化炭素;金属有機構造体;共有結合性有機構造体;トポロジカル絶縁体;ジャロシンスキー・守谷相互作用;スピンホール効果;スピン流;スピン軌道トルク;光触媒活性の向上;潜在的応用	学際的・分野融合的領域	259	12.5%	14,640	2015.5	コンチネント
777	シロイヌナズナ;分子パターン;活性酸素種;アーバスキュラー菌根;原形質膜;植物成長;非生物的ストレス;植物免疫;陸上植物;花粉管	植物・動物学	79	11.1%	2,274	2015.8	コンチネント
674	配向基;良好な収率;優れた収率;結合の活性化;温和な条件;高収率;官能基;広い基質範囲;結合形成;反応の進行	化学	194	9.3%	6,810	2015.5	コンチネント
818	α シヌクレイン;腸内細菌;神経変性疾患;アミロイド β ;タウ病理;レビオン小体;中枢神経系;腸内マイクロバイオーーム;アミロイド線維;多系統萎縮症	神経科学・行動学	111	8.2%	6,125	2015.4	ベニンシュラ
67	結合形成;電気化学的合成;良好な収率;非分割セル;電気化学的酸化;優れた収率;支持電解質;温和な条件;室温;クロスカップリング	化学	51	7.8%	681	2017.3	ベニンシュラ
883	重力波;ブラックホール;中性子星;一般相対性理論;太陽質量;進歩したレーザ干渉計型重力波天文台(advanced LIGO);スカラー場;ガンマ線バースト;光度曲線;暗黒物質	学際的・分野融合的領域	228	7.1%	6,200	2016.5	コンチネント
444	基底状態;量子スピン液体;スピン液体;スピン軌道相互作用;ハニカム格子;カゴメ格子;磁気秩序;相図;強いスピン軌道相互作用; α RuCl ₃	物理学	52	6.3%	1,494	2015.8	ベニンシュラ
708	細胞外小胞;細胞間コミュニケーション;受容細胞;間葉系幹細胞;由来エクソソーム;がん細胞;細胞型;幹細胞;体液;核酸	学際的・分野融合的領域	57	6.0%	3,560	2015.5	ベニンシュラ

(B)中規模な研究領域(コアペーパーが21~50件)で日本のシェアが高い上位10領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数	日本シェア (コア・分数)	サイティングペーパー数	コアペーパー平均出版年	Sci-GEO研究領域型
565	シロイヌナズナ;植物成長;側根;根系構造;根系;根の成長;転写因子;根構造;野生型;アブジン酸	植物・動物学	22	33.1%	887	2014.8	コンチネント
213	植物ホルモン;アブジン酸;シュートの分枝;植物成長;植物構造;イネ;シロイヌナズナ;ストロラクトニンシグナル;腋芽;寄生植物	植物・動物学	28	23.6%	781	2014.5	コンチネント
870	胃がん;進行胃がん;無増悪生存期間;非小細胞肺癌;標的療法;進行した非小細胞肺癌;エプスタイン・バー・ウイルス;臨床試験;奏効率;胃がん患者	臨床医学	26	17.9%	3,285	2015.0	ベニンシュラ
808	長鎖ノンコーディングRNA;発現レベル;逆転写PCR;予後不良;治療標的;胃がん;ウエスタンプロット法;リンパ節転移;大腸がん;細胞増殖	臨床医学	21	14.8%	1,646	2013.9	ベニンシュラ
54	光干渉断層血管撮影;光干渉断層法;血管密度;蛍光眼底血管造影法;中心窩無血管域;糖尿病性病網膜症;深層毛細血管網;健康的な目;脈絡膜新生血管;正常眼	臨床医学	23	14.1%	968	2015.3	アイランド
702	生細胞;硫化水素;蛍光プローブ;検出限界;高選択性;選択的検出;高感度;生体系・生物系;水溶液;一酸化窒素	化学	28	11.2%	2,674	2014.1	アイランド
533	光化学系II;水の酸化;次自由電子レーザ;酸素発生複合体;シリアルフェルト秒結晶構造解析;水分解;水の酸化触媒;ターンオーバー頻度;Mn4CaO5クラスター結合形成	学際的・分野融合的領域	28	10.6%	2,696	2014.3	コンチネント
333	直流マイクログリッド;制御戦略;分散型電源;ドループ制御;アイランド化マイクログリッド;制御方式;無効電力;独立運用モード;再生可能エネルギー源;エネルギー貯蔵システム	工学	34	10.3%	1,284	2015.0	コンチネント
377	金ナノクラスター;金属ナノクラスター;光学的性質;金ナノ粒子;電子構造;密度汎関数理論;金属コア;金原子;チオラート配位子;金クラスター	化学	31	9.7%	1,948	2015.0	アイランド
50	環境DNA;水試料;外来種;環境試料;環境DNAメタバーコーディング;環境DNAサンプル;環境DNA濃度;標的種;DNAバーコーディング;環境DNA検出	環境/生態学	30	9.7%	819	2015.0	アイランド

(C)比較的小規模な研究領域(コアペーパーが 20 件以下)で日本のシェアが高い上位 10 領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数	日本シェア (コア・分数)	サイティングペーパー数	コアペーパー平均出版年	Sci-GEO研究領域型
460	甲状腺がん;甲状腺乳頭微小がん;積極的監視;甲状腺結節;甲状腺全摘術;分化甲状腺がん;甲状腺乳頭がん;遠隔転移;乳頭状微小がん;リンパ節転移	学際的・分野融合的領域	6	66.7%	201	2016.8	スモールアイランド
439	サイクリック電子の流れ;光化学系II;高い光;チラコイド膜;非光化学的消光;光合成電子輸送;光合成装置;変動光;クロロフィル蛍光;炭酸固定	植物・動物学	10	66.0%	246	2016.0	スモールアイランド
890	リチウムビス;水性電解質;リチウムイオン電池;溶媒和構造;エネルギー密度;固体電解質界面;濃厚電解質;水系電解質;イオン導電率;高エネルギー密度	化学	5	60.0%	536	2015.2	ベコンシュラ
462	エッジ計算;透明計算;深層学習;IoTデバイス;エッジサーバ;資源配分;機械学習;IoTアプリケーション;モバイルデバイス;軽量IoTデバイス	計算機科学	4	50.0%	88	2017.0	スモールアイランド
548	ヘリコバクター・ピロリ;ヘリコバクター・ピロリ感染;ピロリ菌感染;除菌率;プロトンポンプ阻害剤;ピロリ菌駆除;ヘリコバクター・ピロリ撲滅;治療する意向;パープロトコール解析;抗生物質耐性	学際的・分野融合的領域	11	42.9%	616	2015.5	アイランド
379	キ酸;アンモニオボラン;触媒活性;水素発生;室温・タンオーバー頻度;水素製造;ギ酸分解;触媒性能;加水分解脱水素	化学	12	40.0%	796	2015.3	スモールアイランド
580	自己組織化;超分子ポリマー;超分子重合;ブロックポリマー;結晶化駆動自己アセンブリ;水素結合;制御長;種結晶成長;ジブロック共重合体;リビング超分子重合	化学	6	38.9%	458	2015.0	スモールアイランド
337	抗うつ効果;大うつ病性障害;治療抵抗性うつ病;迅速な抗うつ効果;強制水泳試験;脳由来神経栄養因子;抗うつ作用;抗うつ応答;N-メチル-D-アスパラギン酸;抗うつ効力	学際的・分野融合的領域	19	36.4%	648	2016.4	アイランド
216	IgG4関連疾患;自己免疫性膵炎;花筵状線維化;閉塞性静脈炎;血清免疫グロブリン;IgG4陽性形質細胞;血清IgG4レベル;免疫グロブリンG;血清免疫グロブリンG4の上昇;ステロイド療法	臨床医学	12	34.8%	587	2015.4	アイランド
838	太陽電池;アモルファスシリコン;結晶シリコン(c-Si);シリコンヘテロ接合太陽電池;開回路電圧;結晶シリコン;曲線因子;変換効率;シリコン太陽電池;コモンモード出力電圧	学際的・分野融合的領域	6	33.3%	869	2014.5	アイランド

注: 論文数シェアの計算には分数カウントを用いた。コアペーパー数及びサイティングペーパー数は世界における数である。Sci-GEO 研究領域型については、概要の「3. Sci-GEO チャートを用いた研究領域の分類と、それを用いた日本の活動状況の理解」を参照。
データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

(4) 中国が先導する研究領域

大規模な研究領域(コアペーパーが 51 件以上)、中規模な研究領域(コアペーパーが 21 件~50 件)、小規模な研究領域(コアペーパーが 20 件以下)で中国のコアペーパーシェア(分数カウント)が高い上位 10 領域を示した(概要図表 13)。

いずれの規模の研究領域についても、中国のシェアは 50%を超えており、多数の「Made in China」の研究領域が形成されていることが分かる。中国論文については、中国からの引用が多いことが、先行研究から示されている。その結果として、これらの研究領域が形成されている面もあると思われるが、別の言い方をすれば自国内で研究領域が形成可能な規模の研究コミュニティ・アクティビティを有しているとも言える。

ここに示した 30 研究領域の中では、学際的・分野融合的領域が 13 領域と一番多く、これに工学、化学の研究領域が続いている。分野や特徴語の傾向をみると、概要図表 12 に示した日本のコアペーパーシェアが高い研究領域と比べて、応用寄りの研究領域が多いようにもみえる。概要図表 14 に示した中国のシェアが 50%を超えている研究領域の位置に注目すると、ナノサイエンス研究領域群に加えて、AI 関連研究領域群、AI・社会情報インフラ関連研究領域群、社会情報インフラ関連研究領域群において、中国のシェアが 50%を超えている研究領域が多い。中国のシェアが 50%を超えている研究領域数は 148 領域であり、これは米国の 229 領域に続く数となっている。

概要図表 13 中国のコアペーパーシェアの高い研究領域

(A)大規模な研究領域(コアペーパーが 51 件以上)で中国のシェアが高い上位 10 領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数	中国シェア (コア・分数)	サイティングペーパー数	コアペーパー平均出版年	Sci-GEO研究領域型
839	最小反射損失;マイクロ波吸収特性;マイクロ波吸収;反射損失;周波数範囲;誘電損失;電磁干渉;最大反射損失;有効吸収帯幅;磁気損失	学際的・分野融合的領域	66	92.4%	2,333	2016.3	コンチネント
319	金ナノロッド;検出限界;金ナノ粒子;超織工学;磁性ナノ粒子;導入効率;遺伝子送達;生物医学的応用;ドラッグデリバリー;遺伝子治療	学際的・分野融合的領域	58	91.9%	1,250	2016.2	スモールアイランド
325	二乗アルゴリズム;パラメータ推定;パラメータ推定問題;補助モデル;情報ベクトル;データフィルタ技術;Hammersteinシステム;非線形システム;入出力データ;確率的勾配アルゴリズム	工学	57	83.5%	489	2016.5	アイランド
751	クラウドコンピューティング;無線センサネットワーク;クラウドサーバ;大規模な実験;クラウドストレージ;暗号化データ;ランダムオラクルモデル;データ所有者;モバイルデバイス;エネルギー消費	計算機科学	83	81.8%	2,704	2016.8	コンチネント
804	十分条件;線形行列不等式;数値例;ニューラルネットワーク;時間変動遅延;非線形システム;シミュレーション例;時間遅延;ファジィシステム;リアプノフ安定性理論	学際的・分野融合的領域	298	76.6%	7,060	2016.0	コンチネント
620	水溶液;イオン強度;Langmuirの単吸着モデル;最大吸着能力;接触時間;バッチ実験;吸着プロセス;吸着容量;酸化グラフェン;効率的除去	学際的・分野融合的領域	56	75.5%	1,870	2016.3	アイランド
884	線形行列不等式;十分条件;数値例;時間変動遅延;数値シミュレーション;正値解;Lyapunov-Krasovskii汎関数;時間遅延;安定基準;積分不等式	数学	197	72.9%	2,547	2016.6	ベニンシュラ
768	無線センサネットワーク;エネルギー消費;クラウドコンピューティング;ネットワーク寿命;車両アドホックネットワーク;センサノード;ビッグデータ;モバイルデバイス;大規模なシミュレーション;エネルギー効率	学際的・分野融合的領域	82	72.0%	774	2017.7	ベニンシュラ
454	ハイパースペクトルイメージング;ハイパースペクトル画像分類;畳み込みニューラルネットワーク;最先端の方法;分類精度;リモートセンシング画像;顕著性マップ;顕著性検出;空間情報;深層学習	学際的・分野融合的領域	78	67.3%	2,325	2016.3	ベニンシュラ
125	環状RNA;ノンコーディングRNA;長鎖ノンコーディングRNA;発現変動circRNA;遺伝子発現;ceRNAs;発現レベル;発現プロファイル;発現変動;遺伝子オントロジー	学際的・分野融合的領域	98	65.7%	2,259	2016.5	ベニンシュラ

(B)中規模な研究領域(コアペーパーが 21~50 件)で中国のシェアが高い上位 10 領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数	中国シェア (コア・分数)	サイティングペーパー数	コアペーパー平均出版年	Sci-GEO研究領域型
461	重金属;汚染土壌;水溶液;吸着容量;光触媒活性;X線回折;有機汚染物質;X線光電子分光法;メチレンブルー;初期濃度	学際的・分野融合的領域	25	100.0%	505	2017.2	スモールアイランド
334	長鎖ノンコーディングRNA;交差検証;計算方法;ヒト疾患;microRNAと疾患の関連;生物学的過程;(K-)分割交差検証;ノンコーディングRNA;microRNAと疾患の関連予測;時間がかかる	学際的・分野融合的領域	23	87.8%	984	2016.4	ベニンシュラ
540	Dempster-Shafer証拠理論;証拠理論;基本確率割当;複雑ネットワーク;故障モード;未解決の問題;組合せ規則;Dempster-Shafer理論;Dempster-Shafer従来方法	学際的・分野融合的領域	46	87.8%	440	2017.1	ベニンシュラ
10	油/水分離;油水分離;水接触角;酸化グラフェン;高い分離効率;有機溶媒;油/水混合物;実用的用途;分離効率;高多孔性	学際的・分野融合的領域	25	86.0%	2,869	2015.5	コンチネント
111	風速予測;予測精度;風速;集合型風力発電所;ハイブリッドモデル;短期風速予測;風力エネルギー;予測モデル;風力;極端学習機械	工学	21	84.1%	221	2017.4	ベニンシュラ
45	プレーン画像;画像暗号化;元画像;カオス画像;暗号化画像;選択平文攻撃;カオス系;鍵画像;画像暗号化アルゴリズム;画像暗号化アルゴリズムベース	工学	28	79.1%	738	2016.3	アイランド
808	長鎖ノンコーディングRNA;発現レベル;逆転写PCR;予後不良;治療標的;胃がん;ウエスタンブロット法;リンパ節転移;大腸がん;細胞増殖	臨床医学	21	78.6%	1,646	2013.9	ベニンシュラ
17	交通流;数値シミュレーション;線形安定性;mKdV方程式;交通渋滞;臨界点;安定条件;格子流体力学モデル;線形安定性理論;線形安定条件	物理学	23	77.5%	351	2016.4	スモールアイランド
161	自由境界;自由境界問題;拡散フロント;拡散速度;拡散消滅二分法;漸近拡散速度;長時間挙動;外未種;拡散フロント;拡散発生	数学	21	73.0%	169	2015.1	スモールアイランド
835	可飽和吸収体;繰返し率;パルス持続時間;変調深度;ポンプ能力;パルスエネルギー;パルス幅;ファイバレーザ;黒リン;可飽和吸収	物理学	39	72.5%	1,772	2014.3	コンチネント

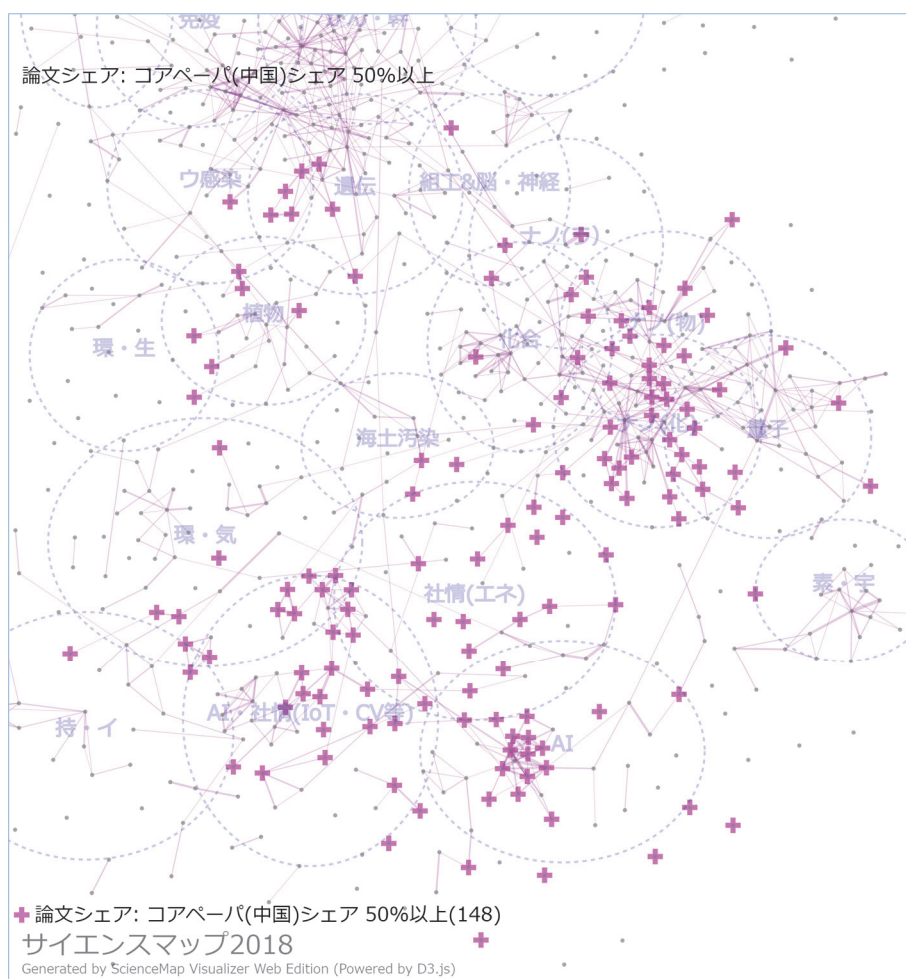
(A)から(C)の注記及び出典

注: 論文数シェアの計算には分数カウントを用いた。コアペーパー数及びサイティングペーパー数は世界における数である。Sci-GEO 研究領域型については、概要の「3. Sci-GEO チャートを用いた研究領域の分類と、それを用いた日本の活動状況の理解」を参照。
 データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

(C)比較的小規模な研究領域(コアペーパーが 20 件以下)で中国のシェアが高い上位 10 領域

研究領域 ID	研究領域の特徴語	22分野分類	コアペーパー数	中国シェア (コア・分数)	サイティングペーパー数	コアペーパー平均出版年	Sci-GEO研究領域型
602	顔認識;次元圧縮;特徴抽出;大規模な実験;最先端のアルゴリズム;訓練サンプル;スパース表現;最先端の方法;コンピュータビジョン;再構成誤差	計算機科学	4	100.0%	150	2016.0	ベニンシュラ
270	ラフ集合論;特徴選択;ラフ集合;縮約抽出;データマイニング;ラフ集合モデル;パターン認識;ファジーラフ集合モデル;ファジーラフ集合;特徴サブセット	学際的・分野融合的領域	4	100.0%	48	2017.8	スモールアイランド
44	水素発生反応;活性部位;酸素発生反応;電流密度;ターフェル勾配;小さなターフェル勾配;効率的な電極触媒;ニッケル発泡体;水分解;水素発生	工学	8	100.0%	163	2016.9	スモールアイランド
94	穀粒収量;粒径;イネ;量的形質遺伝子座;粒長;穀物重量;成長調節因子;粒幅;粒子形状;米収量	植物・動物学	9	100.0%	129	2017.0	スモールアイランド
246	酸素発生反応;電流密度;水分解;水素発生反応;アルカリ溶媒;低過電圧;水電解;金属有機構造体;電極触媒活性;酸素発生反応活性	化学	5	100.0%	99	2017.4	ベニンシュラ
429	光触媒活性;可視光照射;光触媒性能;可視光;光触媒活性の向上;清浄Ag3PO4;光触媒機構;X線回折;光触媒分解;X線光電子分光法	化学	5	100.0%	253	2017.2	ベニンシュラ
563	金属イオン;検出限界;超分子ゲル;自己組織化;金属有機ゲル;水溶液;ゲル化能力;プロトン核磁気共鳴;ゲル形成;肉眼	化学	7	100.0%	546	2015.7	アイランド
402	ピーク熱放出速度;難燃作用;全熱放出;エポキシ樹脂;チャーター層;限界酸素指数;火災安全;熱安定性;発煙抑制;エポキシ樹脂複合体	工学	7	100.0%	86	2017.6	スモールアイランド
527	長鎖ノンコーディングRNA;ルシフェラーゼレポーターアッセイ;RNA免疫沈降;予後不良;細胞株;sponging miR;ウエスタンブロット法;細胞増殖;ceRNAs;上方制御	学際的・分野融合的領域	6	100.0%	85	2017.7	ベニンシュラ
34	可視光照射;光触媒活性;グラファイト状窒化炭素;可視光;光触媒性能;光触媒酸化;X線回折;スーパーオキシドラジカル;表面プラズモン共鳴;その場DRIFT分光法	化学	11	100.0%	148	2017.7	ベニンシュラ

概要図表 14 中国のコアペーパーシェアが 50%を超える研究領域の位置(マップ下部の拡大)



注: コアペーパーシェアが 50%以上の研究領域を赤色のクロスマークで表示した。論文数シェアの計算には分数カウントを用いた。
 データ: 科学技術・学術政策研究所がクオリアイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

(5) 研究領域の影響度(米国と中国の比較)

先に述べたように、コアペーパーシェアが50%を超える研究領域数は、中国は148、米国は229となっている。特に中国については、コアペーパーシェアが50%を超える研究領域数を急激に増加させている。他方で、中国については、中国からの引用が多いことが指摘されており、研究領域の影響度という点では、米国と中国で差がある可能性がある。

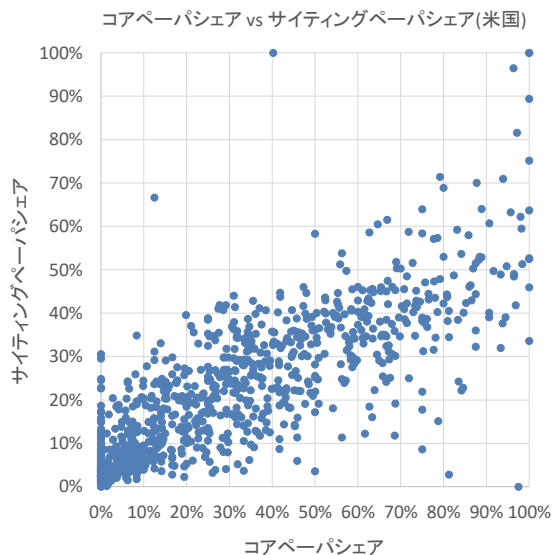
ここでは、コアペーパーシェアとサイティングペーパーシェアの比較、コアペーパーシェアが50%を超える研究領域におけるサイティングペーパーの各国シェアの2つの観点から、中国や米国が先導する研究領域の他国への影響度をみる。

概要図表15は、サイエンスマップ2018で得られた902の研究領域を対象に、中国と米国についてコアペーパーシェアとサイティングペーパーシェアの比較した結果である。コアペーパーシェアが高いとサイティングペーパーシェアも高い傾向が、米国と中国のいずれでも見られる。これは、コアペーパーシェアが高い研究領域においては、それをフォローする裾野の論文においてもそれぞれの国の論文が多いことを意味している。ただし、傾きについては、中国の方が大きく、中国のコアペーパーの方が自国論文に引用される傾向が高い。

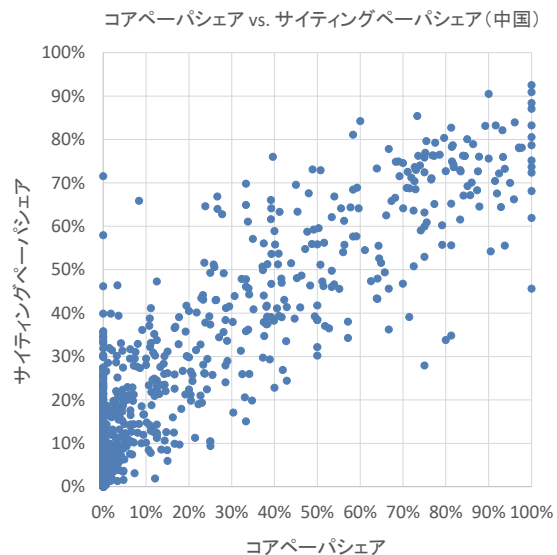
中国や米国が先導する研究領域の他国への影響度を直接的にみるために、両国のコアペーパーシェアが50%を超える研究領域におけるサイティングペーパーの各国シェアを概要図表16に示す。米国のコアペーパーシェアが50%を超える研究領域については、サイティングペーパーシェアの約6割を米国以外の国が占めている。他方で、中国のコアペーパーシェアが50%を超える研究領域については、サイティングペーパーシェアの65%を中国が占めている。

概要図表 15 コアペーパーシェアとサイティングペーパーシェアの比較(中国と米国)

(a) 米国



(b) 中国

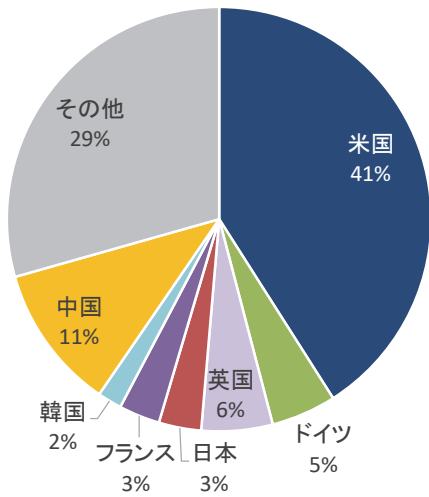


注: 論文数シェアの計算には分数カウントを用いた。

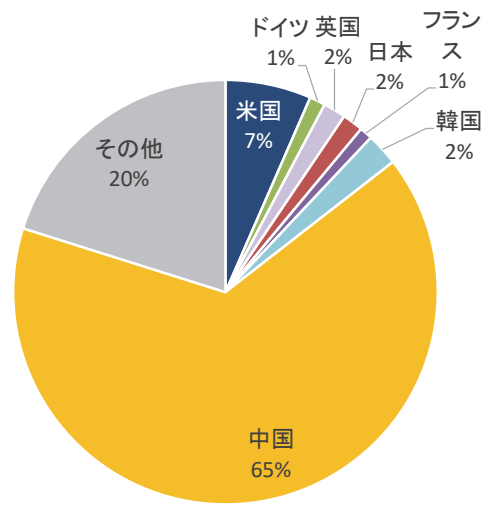
データ: 科学技術・学術政策研究所がクオリア社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

概要図表 16 コアペーパーシェアが50%を超える研究領域におけるサイティングペーパーの各国シェア
(中国と米国)

(a) 米国



(b) 中国



注: コアペーパーシェアが50%を超える研究領域(米国 229、中国 148)のサイティングペーパーにおける各国シェアの平均)。論文数シェアの計算には分数カウントを用いた。

データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

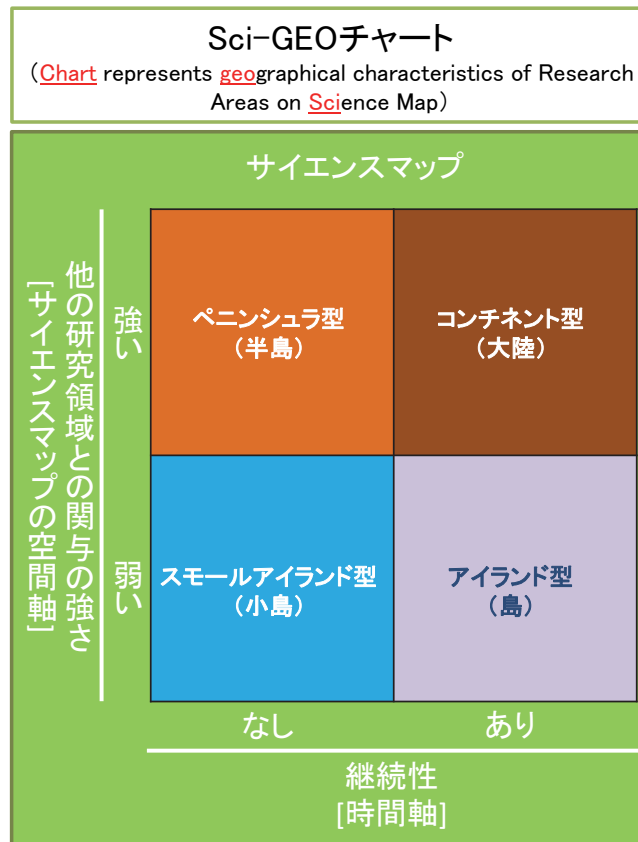
3. Sci-GEO チャートを用いた研究領域の分類と、それを用いた日本の活動状況の理解

(1) Sci-GEO チャートを用いた研究領域の分類

サイエンスマップの時系列変化をみると、研究領域が継続的に存在しており、他の研究領域との関係性も強い「硬い部分」と、常に変化を続けている「柔らかい部分」が存在していることが分かる。この「硬い部分」「柔らかい部分」を分類するために、サイエンスマップ 2010&2012 において、Sci-GEO チャート(Chart represents geographical characteristics of Research Areas on Science Map)という概念を導入した(概要図表 17)。

Sci-GEO チャートでは、研究領域を継続性(時間軸)と他の研究領域との関与の強さ(空間軸)を用いて分類する。具体的には概要図表 17 に示したように、過去のマップとの継続性がある場合、他の研究領域との関与が強い「コンチネント型領域」、他の研究領域との関係が弱い「アイランド型領域」に分類する。また、過去のマップとの継続性がない場合、他の研究領域との関与が強い「ペニンシュラ型領域」、他の研究領域との関与が弱い「スモールアイランド型領域」に分類する。

概要図表 17 Sci-GEO チャートによる研究領域の分類



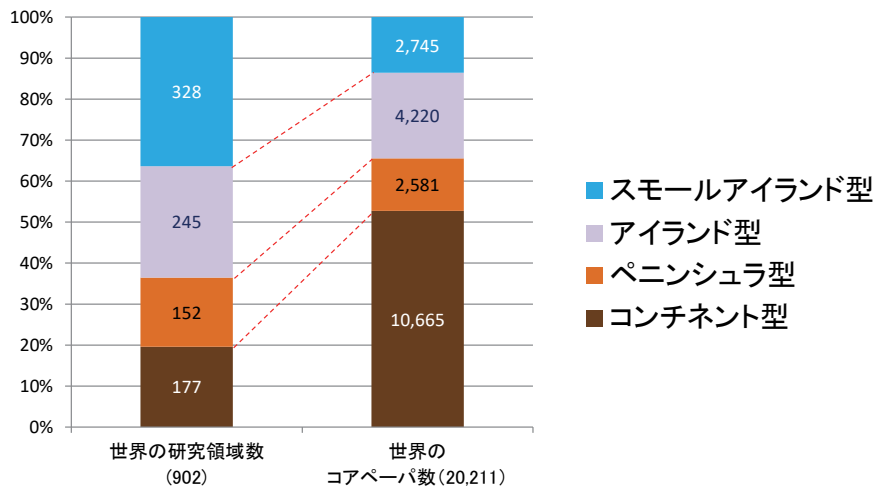
(2) Sci-GEO チャートにみる日本の研究領域タイプのバランス

サイエンスマップ 2018 で得られた国際的に注目を集めている 902 研究領域のなかで、スモールアイランド型領域数は全体の約 4 割、コンチネント型領域数は 20%を占めている(概要図表 18(A))。他方、研究領域の中に含まれるコペーパー数に注目すると、コンチネント型領域に 53%の論文が含まれており、スモールアイランド型領域には 14%の論文が含まれている。

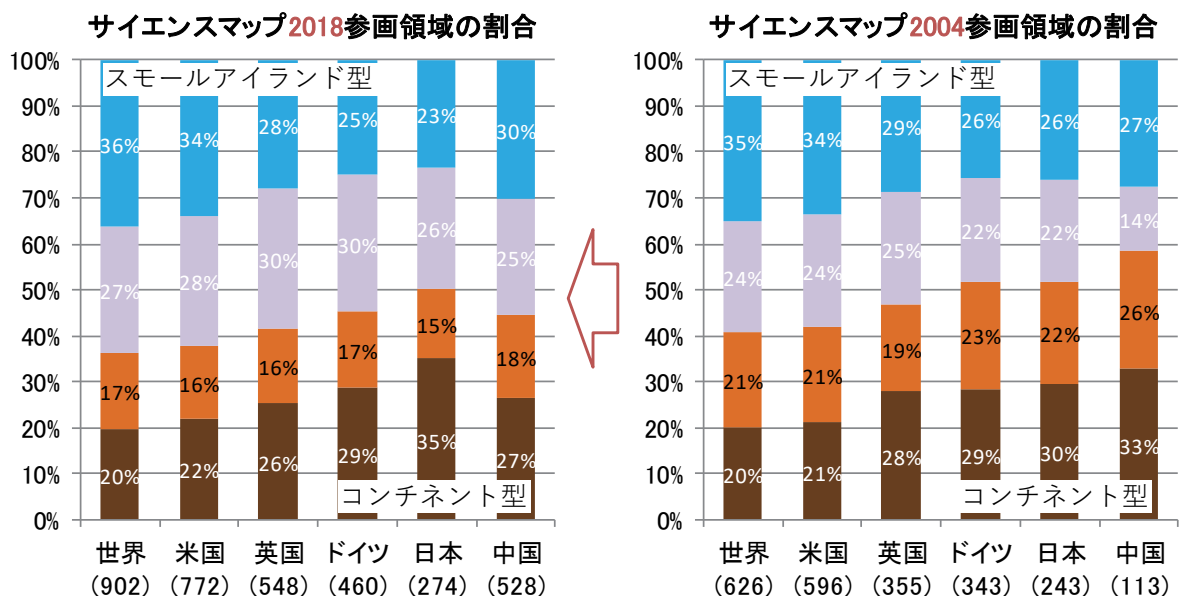
研究領域タイプのバランス(サイエンスマップ 2018)をみると(概要図表 18(B))、日本は、スモールアイランド型が 23%、コンチネント型が 35%であり、世界のバランス(スモールアイランド型 36%、コンチネント型 20%)と違いがある。サイエンスマップ 2004 との比較をみると、サイエンスマップ 2004 時点では日本、英国、ドイツは比較的類似した Sci-GEO チャートによる研究領域タイプのバランスを持っていたことが分かる。英国やドイツではコンチネント型やスモールアイランド型の割合に大きな変化はないが、日本についてはコンチネント型の割合の増加、スモールアイランド型の割合の減少が見られる。

概要図表 18 Sci-GEO チャートを用いてみる世界と主要国の研究活動動向

(A) サイエンスマップ 2018 にみる世界の研究領域数とコペーパー数のウェイト



(B) サイエンスマップ 2018 及び 2004 における主要国の Sci-GEO チャートのバランス



データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

(3) Sci-GEO チャートを用いた研究領域の移行の特徴

Sci-GEO チャートを用いた研究領域タイプ別の特徴をみるため、研究領域のタイプの移行を分析した(概要図表 19)。

まず、スモールアイランド型領域は数が多いことから、研究の多様性を担う役割が大きいことが分かる。また、ここから一定の割合が、アイランド型(3割)やコンチネント型(1割)のような継続性を持って発展する研究領域に移行することを確認した。ただし、6割の領域が次回のサイエスマップでは検出されず、入れ替わりが活発であることが分かる。これらの事実は、スモールアイランド型領域に対する研究推進に際して、2つの観点が必要であることを示唆している。第1に、このような領域が活発に生み出されるような環境を作ることが必要である。第2に、有望なスモールアイランド型領域の継続的な発展を可能とするために、領域に参加する研究コミュニティの拡大を図るような支援が適切なタイミングで求められる。

コンチネント型領域については、6割弱の領域が次回のサイエスマップでもコンチネント型領域として継続している。2割弱の領域はアイランド型へ移行し、3割弱の領域は次回のサイエスマップでは検出されない。全体で7割の領域が継続しており、安定的であることが分かる。コンチネント型領域は、研究領域の継続性の観点からみると、研究推進のターゲットとして他の領域に比べて確実性があると言える。しかし、継続して国際的に注目を集める研究領域では、それに参画する研究者の数も多いと想定されるので、投入するリソースの規模や、他国機関との競争と協調のバランスなどを勘案した推進策が必要である。

概要図表 19 Sci-GEO チャートによる研究領域タイプごとの特徴と推進策を考える際のポイント

<p>ペンシユラ型 (半島)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 中規模領域 ● 領域数は領域全数の約2割 ● 入れ替わりが中程度(4割程度は検出されない) ● 1割がアイランド型へ移行 ● 5割がコンチネント型へ移行 	<p>コンチネント型 (大陸・固い)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 大規模領域 ● 領域数は領域全数の約2割 ● 入れ替わりが小程度(3割弱は検出されない) ● 2割弱がアイランド型へ移行 ● 6割弱がコンチネント型で継続 <p>★いかに世界的な存在感を示すか。</p>
<p>スモールアイランド型 (小島・やわらかい)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 小規模領域 ● 一番領域数が多い ● 入れ替わりが活発(6割は検出されない) ● 3割がアイランド型へ移行[大型化へ] ● 1割がコンチネント型へ移行[大型化へ] <p>■ スモールアイランド型の割合は世界で4割 ⇒ 初めは小さなコミュニティから始まり、その中から大きくなるコミュニティが出てくる(日本の割合は2割)</p> <p>★いかに多様性を確保するか(将来大きくなる可能性のある領域を含んでいる)。</p>	<p>アイランド型 (島)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 中規模領域 ● 領域数は領域全数の約2割 ● 入れ替わりが中程度(5割は検出されない) ● 4割がアイランド型で継続 ● 1割がコンチネント型へ移行 <p>★いかに世界的な存在感を示すか。</p>
<p>★将来大きくなる可能性のある領域を見つけ出し、いかにサポートしていくか。</p>	

注: 図表内の星印部分は、考察部分であり、推進策を考える上でのポイントである。

データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施。

4. サイエンスマップと技術のつながりの分析

(1) パテントファミリーからのコアペーパーとサイティングペーパーへの引用

サイエンスマップにおける技術とのつながりを見るために、パテントファミリー¹からのコアペーパーとサイティングペーパーへの引用を分析した(概要図表 20)。

各年でコアペーパーとサイティングペーパーを比較すると、コアペーパーの方がサイティングペーパーよりもパテントファミリーに引用されたことがある論文の割合が高い。例えば、サイエンスマップ 2002 では、パテントファミリーから引用されている論文の割合は、コアペーパーでは 49.0%であるのに対して、サイティングペーパーでは 20.7%となっている(概要図表 20 のオレンジの矢印)。また、パテントファミリーからの被引用数もコアペーパーとサイティングペーパーで異なる。サイエンスマップ 2002 では、コアペーパーは論文あたり 10.2 回パテントファミリー(2020 年 2 月時点抽出データ)に引用されているが、サイティングペーパーは論文あたり 4.5 回パテントファミリーに引用されている(概要図表 20 の紫色の矢印)。これらの結果は、研究領域を先導する論文(コアペーパー)は、パテントファミリーからも注目を集めていることを示している。

概要図表 20 コアペーパーとサイティングペーパーのパテントファミリーとのつながり

各サイエンスマップを構成する論文の パテントファミリーからの引用の 状況	研究領域数	コアペーパー数	パテントファミリー(PF)から引用され ているコアペーパー		PFからの 平均被引用数
			数	割合	
サイエンスマップ2002	598	15,410	7,548	49.0%	10.2
サイエンスマップ2004	626	15,531	7,338	47.2%	10.1
サイエンスマップ2006	687	15,165	6,971	46.0%	9.6
サイエンスマップ2008	647	15,826	6,542	41.3%	8.3
サイエンスマップ2010	765	17,822	6,460	36.2%	6.7
サイエンスマップ2012	823	18,515	5,602	30.3%	5.4
サイエンスマップ2014	844	18,568	4,304	23.2%	4.3
サイエンスマップ2016	895	19,123	3,060	16.0%	3.6
サイエンスマップ2018	902	20,211	1,570	7.8%	3.1

各サイエンスマップを構成する論文の パテントファミリーからの引用の 状況	研究領域数	サイティングペーパー 数	PFから引用されている サイティングペーパー		PFからの 平均被引用数
			数	割合	
サイエンスマップ2002	598	449,282	93,036	20.7%	4.5
サイエンスマップ2004	626	475,697	93,851	19.7%	4.3
サイエンスマップ2006	687	510,747	89,079	17.4%	4.1
サイエンスマップ2008	647	544,175	79,771	14.7%	3.7
サイエンスマップ2010	765	617,545	72,831	11.8%	3.1
サイエンスマップ2012	823	675,158	58,296	8.6%	2.6
サイエンスマップ2014	844	768,255	39,071	5.1%	2.2
サイエンスマップ2016	895	800,027	21,780	2.7%	2.0
サイエンスマップ2018	902	884,536	8,222	0.9%	1.9

注1: ここではサイエンスマップを構成するコアペーパーとサイティングペーパー(例えばサイエンスマップ 2002 では 1997 年から 2002 年の論文)が、2020 年 2 月時点抽出データでパテントファミリーからどのように引用されているかを分析している。したがって、昔のサイエンスマップを構成する論文ほどパテントファミリーからの被引用数が大きくなるので、異なる時点のサイエンスマップ間の結果の比較はできない。

注2: 出願または登録されたパテントファミリーのみを対象とした。パテントファミリー中の引用が、発明者、審査官のいずれによるものかの区別はしていない。データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。特許データは科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社の Derwent Innovation Index (2020 年 2 月抽出)と欧州特許庁の PATSTAT(2019 年秋バージョン)をもとに集計・分析を実施。

¹ パテントファミリーとは優先権によって直接、間接的に結び付けられた 2 か国以上への特許出願の束である。通常、同じ内容で複数の国に出願された特許は、同一のパテントファミリーに属する。パテントファミリーは、発明者や出願人が居住する国以外での権利化を目指して、2 か国以上に出願されていると考えられ、特許出願の中でも相対的に価値が高い発明と考えられる。

(2) 技術の進展に大きな影響を与えている日本のコアペーパー

サイエンスマップ 2002 からサイエンスマップ 2018 において、特許からの被引用数が上位 5 位に入るコアペーパーを概要図表 22 に示した。パテントファミリーからの被引用数が多い上位 5 のコアペーパーをみると、サイエンスマップ 2006、2008、2010、2012 の上位 5 件(合計 20 件)の中に、日本の機関に所属している著者の論文がのべ 13 件含まれる。

論文のタイトルから、IGZO 系酸化物半導体や iPS 細胞(人工多能性幹細胞)の研究において、日本の論文が科学において研究領域を先導するのに加えて、技術の進展にも大きな影響を与えていることが分かる。サイエンスマップ 2014、2016、2018 では、ゲノム編集にかかわる論文が上位を占めている。サイエンスマップ 2016 の 3 位には、免疫チェックポイントについてのレビュー論文が入っている。

概要図表 21 には、パテントファミリーからコアペーパーへの引用数における主要国の割合を示す。日本のシェアはサイエンスマップ 2006、2008、2010 では約 13~16%を占めている。これは、先に述べたように、これらのサイエンスマップでは、IGZO 系酸化物半導体についてのコアペーパーが、特に数多くパテントファミリーから引用されているためである。

概要図表 21 パテントファミリーからコアペーパーへの引用数における主要国の割合

	日本	米国	ドイツ	フランス	英国	中国	韓国
サイエンスマップ2002	6.9%	74.1%	9.6%	4.1%	8.7%	0.5%	0.3%
サイエンスマップ2004	7.0%	74.4%	11.3%	4.5%	8.8%	0.9%	1.0%
サイエンスマップ2006	13.0%	67.7%	10.1%	4.8%	8.3%	1.6%	1.2%
サイエンスマップ2008	15.7%	65.3%	9.4%	4.9%	8.9%	2.9%	1.4%
サイエンスマップ2010	13.3%	64.8%	10.9%	5.0%	10.0%	3.8%	4.6%
サイエンスマップ2012	8.1%	68.1%	12.0%	6.4%	11.4%	5.3%	6.5%
サイエンスマップ2014	6.6%	72.1%	14.6%	7.9%	12.8%	8.3%	4.1%
サイエンスマップ2016	6.6%	74.5%	13.5%	9.1%	11.8%	10.2%	4.0%
サイエンスマップ2018	6.4%	77.6%	12.6%	8.4%	11.3%	11.3%	4.6%

注： 出願または登録されたパテントファミリーのみを対象とした。パテントファミリー中の引用が、発明者、審査官のいずれによるものかの区別はしていない。
データ： 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。特許データは科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社の Derwent Innovation Index (2020 年 2 月抽出)と欧州特許庁の PATSTAT(2019 年秋バージョン)をもとに集計・分析を実施。

概要図表 22 パテントファミリーからの被引用数が多いコアペーパー(上位5位)

順位	PFからの被引用数	研究領域ID	22分野分類	Sci-GEO 研究領域型	論文タイトル	ジャーナル	出版年	責任著者	所属機関
1	957	531	学際的・分野融合的 領域	-	Molecular classification of cancer: Class discovery and class prediction by gene expression monitoring	SCIENCE	1999	Golub, TR	MIT, 米国
2	786	596	学際的・分野融合的 領域	-	Duplexes of 21-nucleotide RNAs mediate RNA interference in cultured mammalian cells	NATURE	2001	Tuschl, T	マックスプランク生物物理学研究所, ドイツ
3	681	489	学際的・分野融合的 領域	-	Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence	APPLIED PHYSICS LETTERS	1999	Baldo, MA	プリンストン大学, 米国
4	551	489	学際的・分野融合的 領域	-	Highly efficient phosphorescent emission from organic electroluminescent devices	NATURE	1998	Forrest, SR	プリンストン大学, 米国
5	453	596	学際的・分野融合的 領域	-	RNA interference is mediated by 21- and 22-nucleotide RNAs	GENES & DEVELOPMENT	2001	Tuschl, T	マックスプランク生物物理学研究所, ドイツ
1	1504	10	物理学	スモールアイランド型	Hydrogen as a cause of doping in zinc oxide	PHYSICAL REVIEW LETTERS	2000	Van de Walle, CG	フリッツ・ハーバー研究所, ドイツ
2	957	623	学際的・分野融合的 領域	コンチネント型	Molecular classification of cancer: Class discovery and class prediction by gene expression monitoring	SCIENCE	1999	Golub, TR	MIT, 米国
3	681	477	学際的・分野融合的 領域	コンチネント型	Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence	APPLIED PHYSICS LETTERS	1999	Baldo, MA	プリンストン大学, 米国
4	407	623	学際的・分野融合的 領域	コンチネント型	A system for stable expression of short interfering RNAs in mammalian cells	SCIENCE	2002	Agami, R	Netherlands Cancer Institute, オランダ
5	256	623	学際的・分野融合的 領域	コンチネント型	Rational siRNA design for RNA interference	NATURE BIOTECHNOLOGY	2004	Khvorova, A	Dharmacon Inc, 米国
1	1385	110	物理学	ペニンシュラ型	Room-temperature fabrication of transparent flexible thin-film transistors using amorphous oxide semiconductors	NATURE	2004	Hosono, H	東京工業大学, 日本
2	1253	110	物理学	ペニンシュラ型	Thin-film transistor fabricated in single-crystalline transparent oxide semiconductor	SCIENCE	2003	Nomura, K	科学技術振興機構ERATO, 日本
3	1235	110	物理学	ペニンシュラ型	Transparent thin film transistors using ZnO as an active channel layer and their electrical properties	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	2003	Masuda, S	ミノルタ株式会社, 日本
4	453	687	学際的・分野融合的 領域	コンチネント型	RNA interference is mediated by 21-and 22-nucleotide RNAs	GENES & DEVELOPMENT	2001	Tuschl, T	マックスプランク生物物理学研究所, ドイツ
5	407	687	学際的・分野融合的 領域	コンチネント型	A system for stable expression of short interfering RNAs in mammalian cells	SCIENCE	2002	Agami, R	Netherlands Cancer Institute, オランダ
1	1385	20	物理学	アイランド型	Room-temperature fabrication of transparent flexible thin-film transistors using amorphous oxide semiconductors	NATURE	2004	Hosono, H	東京工業大学, 日本
2	1253	20	物理学	アイランド型	Thin-film transistor fabricated in single-crystalline transparent oxide semiconductor	SCIENCE	2003	Nomura, K	科学技術振興機構ERATO, 日本
3	1235	20	物理学	アイランド型	Transparent thin film transistors using ZnO as an active channel layer and their electrical properties	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	2003	Masuda, S	ミノルタ株式会社, 日本
4	1228	20	物理学	アイランド型	Wide-bandgap high-mobility ZnO thin-film transistors produced at room temperature	APPLIED PHYSICS LETTERS	2004	Fortunato, EMC	New University of Lisbon, ポルトガル
5	320	623	臨床医学	コンチネント型	Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors	CELL	2007	Yamanaka, S	京都大学, 日本
1	1209	16	物理学	アイランド型	Amorphous oxide semiconductors for high-performance flexible thin-film transistors	JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS PART 1-REGULAR PAPERS BRIEF COMMUNICATIONS & REVIEW PAPERS	2006	Nomura, K	東京工業大学, 日本
2	1198	606	化学	コンチネント型	Defect energetics in ZnO: A hybrid Hartree-Fock density functional study	PHYSICAL REVIEW B	2008	Osa, F	京都大学, 日本
3	1195	16	物理学	アイランド型	Improvements in the device characteristics of amorphous indium gallium zinc oxide thin-film transistors by Ar plasma treatment	APPLIED PHYSICS LETTERS	2007	Park, JS	サムスンSDI 韓国
4	320	757	学際的・分野融合的 領域	コンチネント型	Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors	CELL	2007	Yamanaka, S	京都大学, 日本
5	295	757	学際的・分野融合的 領域	コンチネント型	Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors	CELL	2006	Yamanaka, S	京都大学, 日本

概要図表 22 パテントファミリーからの被引用数が多いコアペーパー(上位5位)(続き)

順位	特許からの被引用数	研究領域ID	22分野分類	Sci-Geo研究領域型	論文タイトル	ジャーナル	出版年	責任著者	所属機関
1	1187	214	物理学	アイランド型	Electronic transport properties of amorphous indium-gallium-zinc oxide semiconductor upon exposure to water	APPLIED PHYSICS LETTERS	2008	Park, JS	サムスンSDI, 韓国
2	320	770	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors	CELL	2007	Yamanaka, S	京都大学, 日本
3	119	770	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	Generation of induced pluripotent stem cells without Myc from mouse and human fibroblasts	NATURE BIOTECHNOLOGY	2008	Yamanaka, S	京都大学, 日本
4	118	770	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	A Simple Cipher Governs DNA Recognition by TAL Effectors	SCIENCE	Bogdanove, AJ 2009 (corresponding author), Iowa State	アイオワ州立大学, 米国	
5	116	770	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	Induced pluripotent stem cell lines derived from human somatic cells	SCIENCE	2007	Yu, JY	Genome Center of Wisconsin, 米国
1	159	709	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems	SCIENCE	2013	Zhang, F	ブロード研究所, 米国
2	153	709	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	A Programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity	SCIENCE	2012	Doudna, JA	カリフォルニア大学バークレー校, 米国
3	128	709	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	RNA-Guided Human Genome Engineering via Cas9	SCIENCE	2013	Church, GM	ハーバード大学, 米国
4	121	707	工学	スモールアイランド型	Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard	IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY	2012	Han, WJ	嘉泉大学校, 韓国
5	99	709	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	Breaking the Code of DNA Binding Specificity of TAL-Type III Effectors	SCIENCE	2009	Boch, J	Martin Luther University of Halle-Wittenberg, ドイツ
1	159	809	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems	SCIENCE	2013	Zhang, F	ブロード研究所, 米国
2	153	809	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	A Programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity	SCIENCE	2012	Doudna, JA	カリフォルニア大学バークレー校, 米国
3	131	865	臨床医学	コンチナメント型	The blockade of immune checkpoints in cancer immunotherapy	NATURE REVIEWS CANCER	2012	Pardoll, DM	ジョンズ・ホプキンス大学, 米国
4	128	809	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	RNA-Guided Human Genome Engineering via Cas9	SCIENCE	2013	Church, GM	ハーバード大学, 米国
5	75	809	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	One-Step Generation of Mice Carrying Mutations in Multiple Genes by CRISPR/Cas-Mediated Genome Engineering	CELL	2013	Jaenisch, R	ホワイトヘッド研究所, 米国
1	159	869	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems	SCIENCE	2013	Zhang, F	ブロード研究所, 米国
2	128	869	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	RNA-Guided Human Genome Engineering via Cas9	SCIENCE	2013	Church, GM	ハーバード大学, 米国
3	65	869	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	Double Nicking by RNA-Guided CRISPR Cas9 for Enhanced Genome Editing Specificity	CELL	2013	Zhang, F	ブロード研究所, 米国
4	56	869	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	DNA targeting specificity of RNA-guided Cas9 nucleases	NATURE BIOTECHNOLOGY	2013	Zhang, F	ブロード研究所, 米国
5	53	869	学際的・分野融合的領域	コンチナメント型	Repurposing CRISPR as an RNA-Guided Platform for Sequence-Specific Control of Gene Expression	CELL	2013	Qi, LS	カリフォルニア大学サンフランシスコ校, 米国

注 1: 出願または登録されたパテントファミリーのみを対象とした。パテントファミリー中の引用が、発明者、審査官のいずれによるものかの区別はしていない。日本の所属機関がかかわっている論文をオレンジ色のセルで示した。複数回出現している論文は赤字にしている。

注 2: 責任著者の所属機関は、論文に記述されている情報(論文が出版された時点の情報)による。
 データ: 科学技術・学術政策研究所がクリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及びWeb of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。特許データは科学技術・学術政策研究所がクリベイト社の Derwent Innovation Index (2020 年 2 月抽出)と欧州特許庁の PATSTAT(2019 年秋バージョン)をもとに集計・分析を実施。

5. サイエンスマップ 2018 におけるファンディング機関・プログラム等の出現状況

論文の謝辞情報に含まれる、研究資金の情報は、インプットとアウトプットとの関係性を分析する上で、重要な情報である。ここでは、謝辞情報を用いることで、サイエンスマップとファンディング情報をリンクさせた分析を紹介する。

本分析において対象とした7か国・1地域の28ファンディング機関・プログラム等を概要図表 23 に示す。各国における主要なファンディング機関を対象とするとともに、日本については文部科学省、ドイツについては連邦教育研究省、中国については科学技術部も対象とした。また、中国については、謝辞にプログラムや計画が書かれる傾向が高いことから、「国家重点研究開発計画(その前身の 973、876 計画を含む)」(CHN_Key)、「China Postdoctoral Science Fund」(CHN_CPSF)、「千人計画(若手・シニア・海外人材を対象としたものを含む)」(CHN_talent)、「国家科学技術重大プロジェクト」(CHN_major)についても対象とした。

概要図表 23 分析対象とした 28 ファンディング機関・プログラム等

国・地域	ファンディング機関・プログラム等名	略称
日本	日本学術振興会	JPN_JSPS
	文部科学省	JPN_MEXT
	科学技術振興機構	JPN_JST
	日本医療研究開発機構	JPN_AMED
	新エネルギー・産業技術総合開発機構	JPN_NEDO
	農業・食品産業技術総合研究機構	JPN_NARO
米国	国立衛生研究所	USA_NIH
	国立科学財団	USA_NSF
	エネルギー省	USA_DOE
	国防総省	USA_DOD
	米国航空宇宙局	USA_NASA
英国	工学・物理科学研究会議	GBR_EPSRC
	医学研究会議	GBR_MRC
	科学技術施設会議	GBR_STFC
	バイオテクノロジー・生物科学研究会議	GBR_BBSRC
	自然環境研究会議	GBR_NERC
ドイツ	ドイツ研究振興協会	DEU_DFG
	連邦教育研究省	DEU_BMBF
フランス	国立研究機構	FRA_ANR
中国	自然科学基金委員会	CHN_NSFC
	国家重点研究開発計画(その前身の973、876計画を含む)	CHN_key
	中国科学院	CHN_CAS
	China Postdoctoral Science Foundation	CHN_CPSF
	科学技術部	CHN_MOST
	千人計画(若手・シニア・海外)	CHN_talent
	国家科学技術重大プロジェクト	CHN_major
韓国	韓国研究財団	KOR_NRF
欧州	EUの枠組みプログラム(FP7, Horizon 2020を対象)	EU_FP

注： 日本医療研究開発機構(JPN_AMED)については、2015年4月1日に設立されたため、サイエンスマップ 2018 の対象期間の約半分をカバーしている。

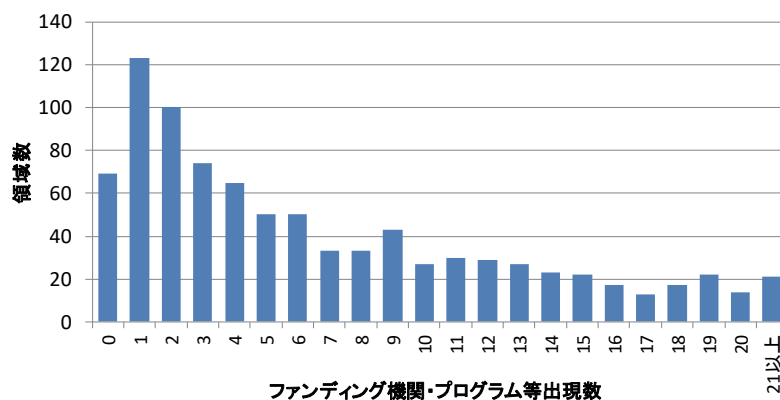
概要図表 24 に 28 ファンディング機関・プログラム等のサイエンスマップ 2018 における出現状況を示した。具体的には、研究領域毎に 28 のファンディング機関・プログラム等のうちいくつが出現しているか(ファンディング機関・プログラム等出現数)を集計した後に、ファンディング機関・プログラム等出現数ごとに、該当する研究

領域数を示した。なお、ここではファンディング機関・プログラム等が支援している研究領域の広がり調べる目的から、研究領域のサイティングペーパーの 10 件以上が、謝辞中で当該ファンディング機関・プログラム等について言及している場合に、当該ファンディング機関・プログラム等は研究領域に出現しているとした。

いずれのファンディング機関・プログラム等も出現していない研究領域の数は 69 研究領域であり、全体の 7.6%を占める。最も数が多いのはファンディング機関・プログラム等出現数が 1 の研究領域であり、123 研究領域数(全体の 13.6%)が該当する。ファンディング機関・プログラム等出現数の増加とともに、該当する領域数は減少傾向にある。ファンディング機関・プログラム等出現数の中央値は 5、平均値は 6.8 である。

概要図表 25 は、ファンディング機関・プログラム等出現数毎に、そこに該当する研究領域の Sci-GEO チャートによる研究領域タイプのバランスを示した結果である。ファンディング機関・プログラム等出現数が少ない研究領域ではスモールアイランド型の研究領域の割合が高く、ファンディング機関・プログラム等出現数が多い研究領域ではコンチネント型の研究領域の割合が高い。コンチネント型領域は、研究領域の継続性の観点からは、研究推進のターゲットとして他の領域に比べて確実性がある点を指摘したが、ファンディング機関・プログラム等の傾向をみると、実際に多くのファンディング機関・プログラム等が関わっている。

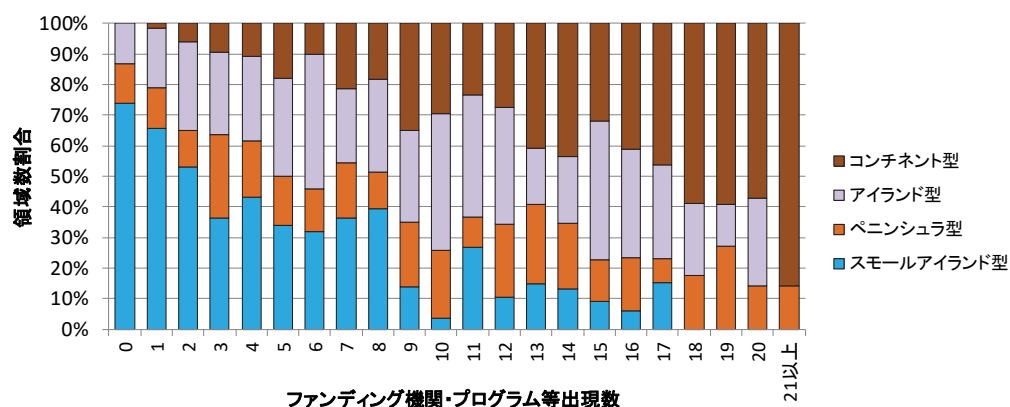
概要図表 24 28 ファンディング機関・プログラム等のサイエスマップ 2018 における出現状況



注 1: 各研究領域のサイティングペーパーの 10 件以上が、謝辞中で当該ファンディング機関・プログラム等について言及している場合に、当該ファンディング機関・プログラム等は研究領域に出現しているとした。

データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

概要図表 25 Sci-GEO チャートによる研究領域タイプのバランス(ファンディング機関・プログラム等出現数毎)



注 1: 各研究領域のサイティングペーパーの 10 件以上が、謝辞中で当該ファンディング機関・プログラム等について言及している場合に、当該ファンディング機関・プログラム等は研究領域に出現しているとした。

データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

ファンディング機関・プログラム等出現数がゼロの研究領域で、スモールアイランド型の研究領域の割合が一番高く、その割合は 74%(51 研究領域)となっている。51 研究領域は、スモールアイランド型に分類される 328 研究領域の 16%に対応しており、スモールアイランド型の研究領域の一定数は、ここで分析対象とした主要なファンディング機関・プログラム等とは異なる資金源を用いて生み出されていることが分かる。

6. サイエンスマップ研究領域情報の詳細の掲載

本調査で得られた情報は機関レベルの分析にも活用できる。そこで、日本の科学技術・政策立案にかかわる方や日本の大学・公的研究機関等におけるマネジメント担当の方に活用してもらうために、サイエンスマップ 2018 の 902 領域それぞれについて、コアペーパー数、主要国シェア、国際共著論文率などの情報を本報告書の付録に掲載した(概要図表 26)。また、サイエンスマップ上に 214 の大学・公的研究機関等の活動状況を可視化したサイエンスマップ活動状況シートも付録及びサイエンスマップ 2018 ウェブ版として公表している。

概要図表 26 サイエンスマップ研究領域情報の詳細の掲載

