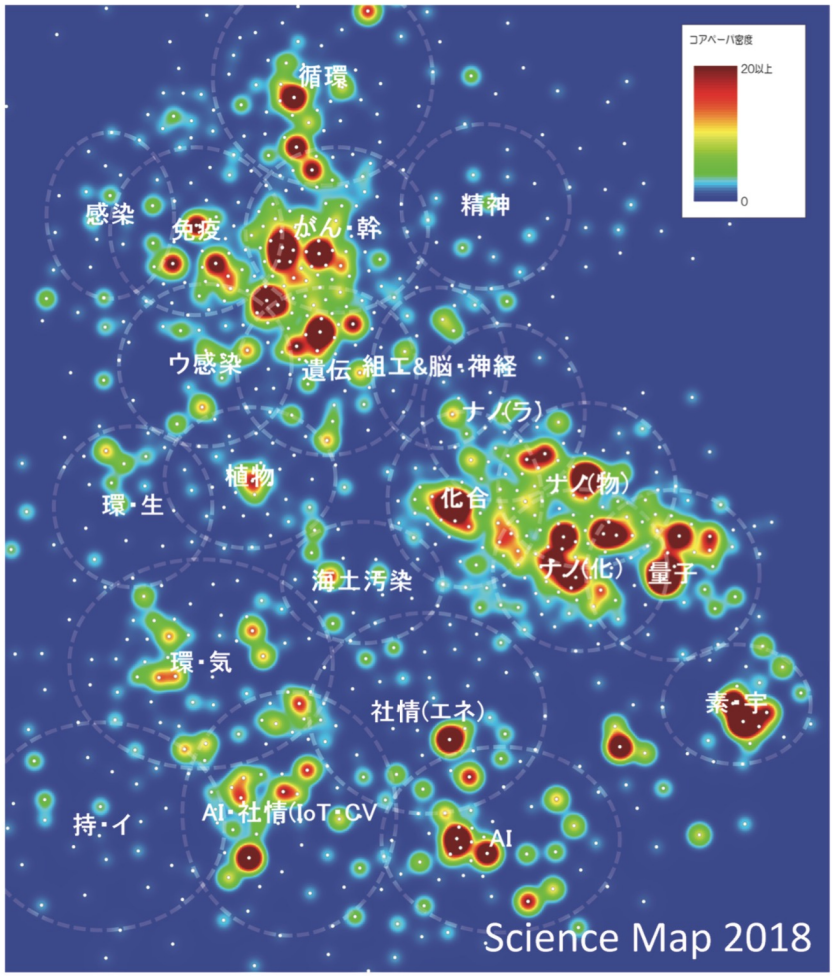
サイエンスマップを活用した京都大学の研究活動モニタリング - 研究の多様性の観点から -

京都大学 学術研究支援室（KURA）
橋爪　寛、岡﨑 麻紀子、渡邉 吉康

京都大学

サイエンスマップ

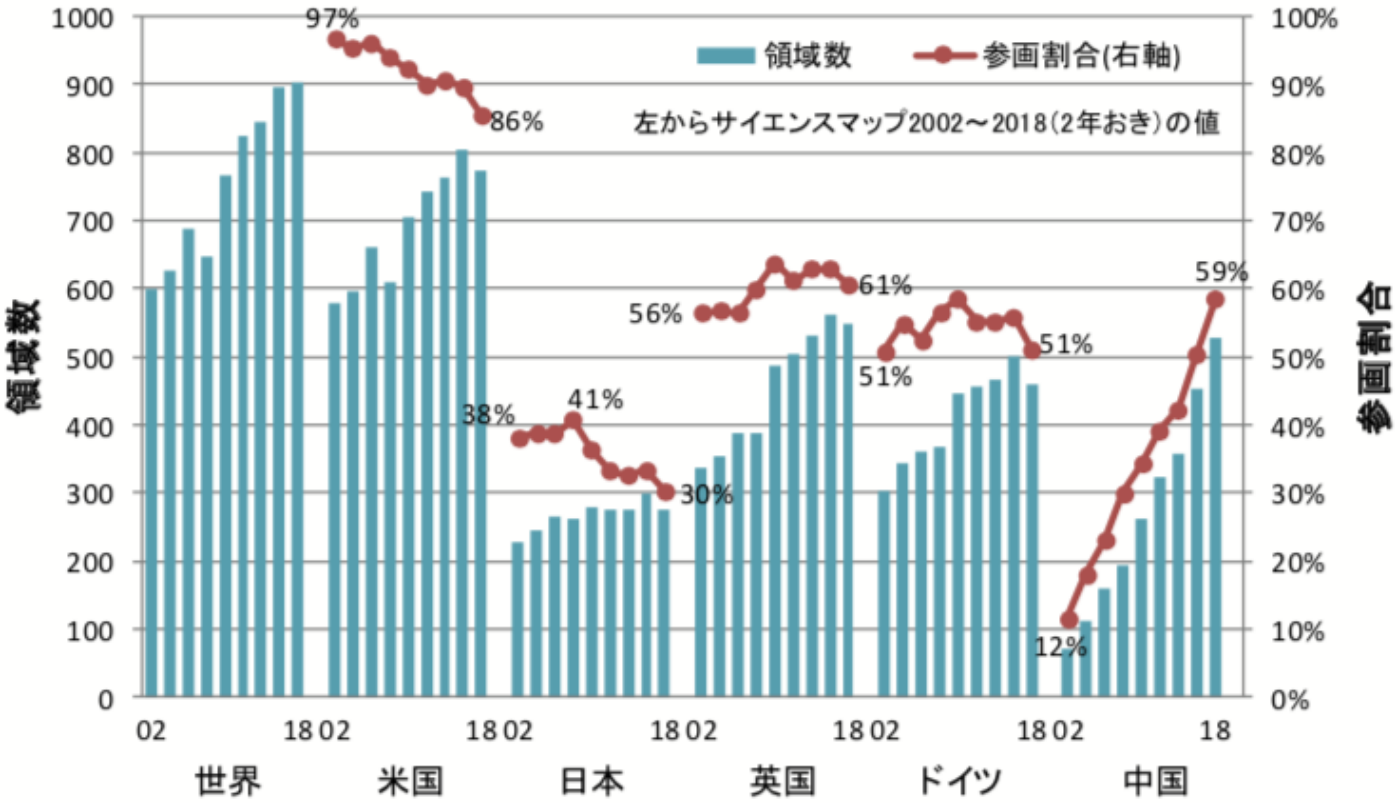
- 科学技術・学術政策研究所（NISTEP）が、学術論文の引用関係に基づいて、定量的・客観的に作成している世界の研究領域の俯瞰図。
- 2002年から隔年で公開。
- 直近の6年間の各分野における**Top1%被引用論文**（コアペーパー）を対象に、共引用関係を用いて論文をグループ化し、**研究領域**（およそ900領域）を作成。
- 論文データベースは クラリベイト社の Web of Science。



（出典）NISTEP REPORT No. 187
サイエンスマップ2018―論文データベース分析(2013-2018 年)による 注目される研究領域の動向調査―

世界における研究領域と国別の参画数（NISTEP分析）

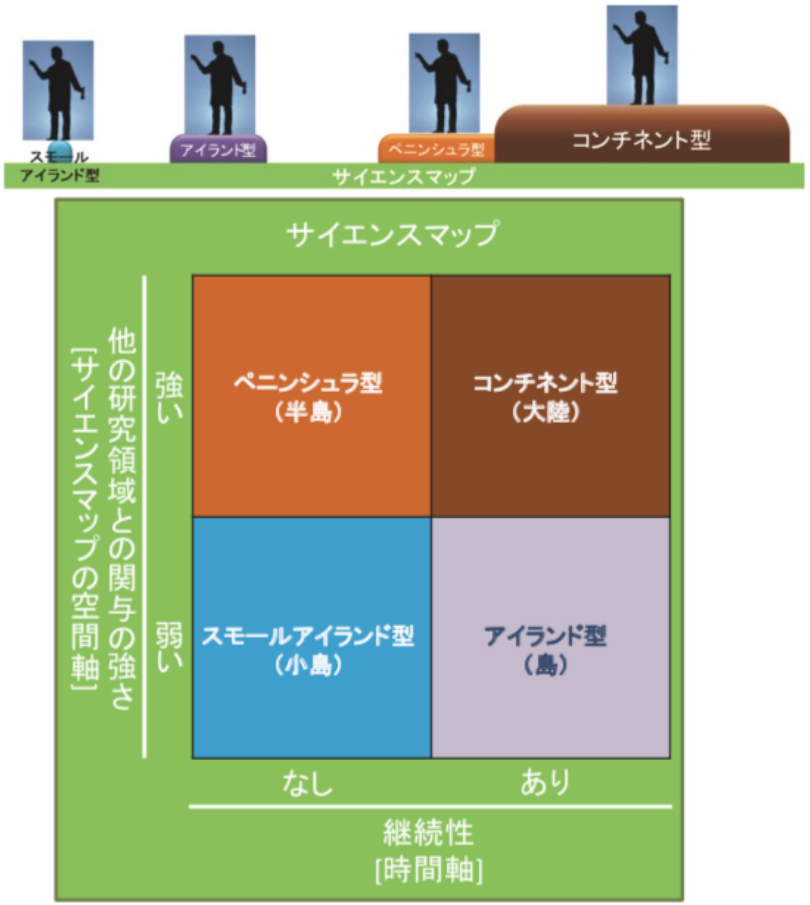
- この20年間で、世界の研究領域の数は拡大。
- 米国をはじめとする主要国は、それら研究領域の参画数を伸ばしてきた。
- 特に中国からの参画数の伸びは著しい。
- そのような中、日本からの参画数は伸び悩む。



（出典）NISTEP REPORT No. 187
サイエンスマップ2018―論文データベース分析(2013-2018 年)による 注目される研究領域の動向調査―

サイエンスマップにおける研究領域の４類型

- 科学技術・学術政策の議論における「基礎研究の多様性」「選択と集中」といった論点に対する定量的なエビデンスのひとつとして導入された。
- 研究領域における継続性と他の研究領域との関与の強さの違いに着目。

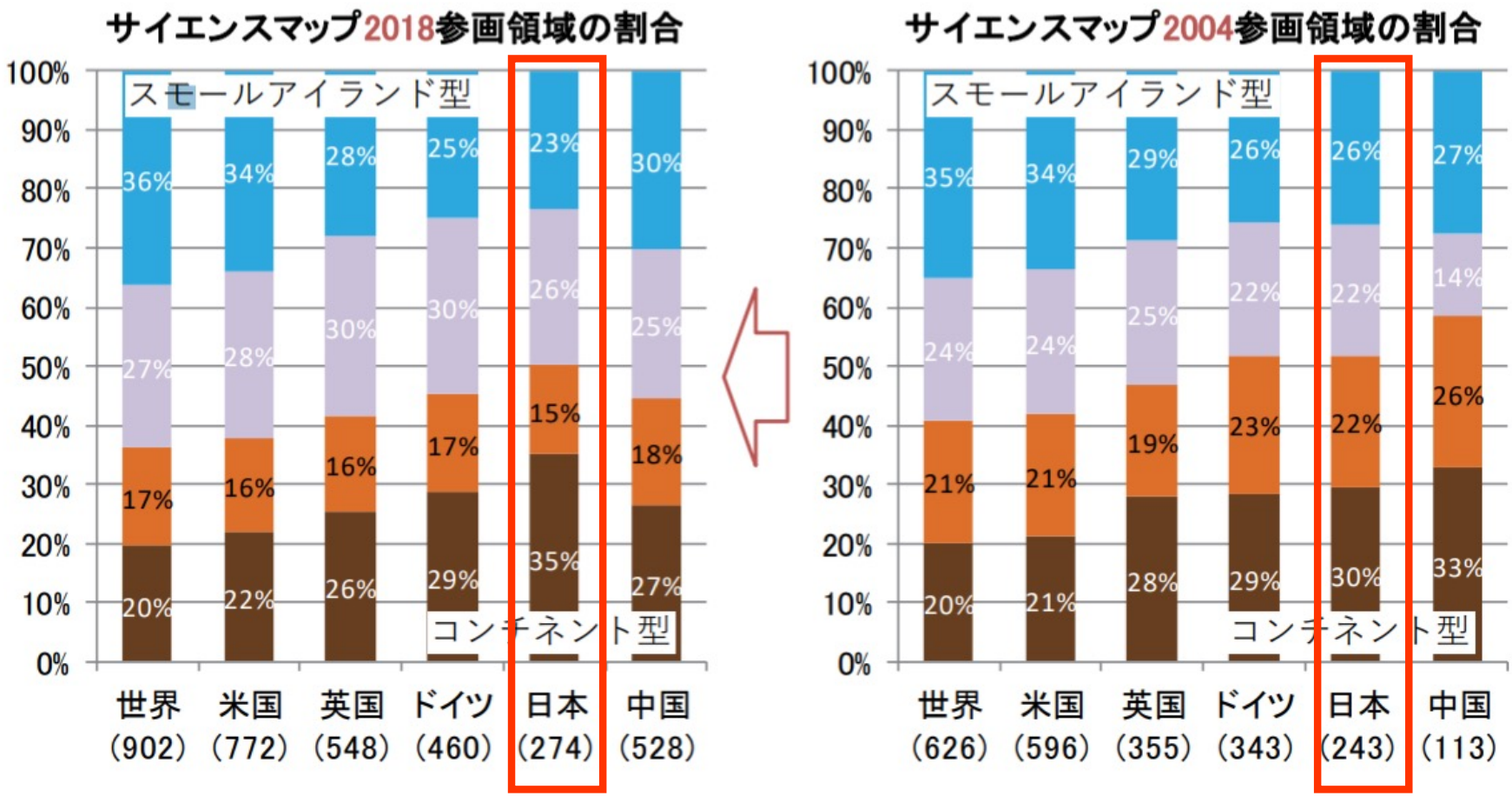


スモール アイランド型	• 小規模領域 • **もっとも領域数が多い(世界で全体の4割)** • **入れ替わりが活発（6割は次に検出されない）** • 3割弱がアイランド型へ移行 • 1割弱がコンチネント型へ移行 • **研究の多様性**（将来大きくなる可能性のある領域を含む）
アイランド型	• 中規模領域 • 領域数は領域全数の約2割 • 入れ替わり中程度（5割弱は次に検出されない） • 4割弱がアイランド型で継続 • 1割弱がコンチネント型へ移行
ペニンシュラ型	• 中規模領域 • 領域数は領域全数の約2割 • 1割強がアイランド型へ移行 • 5割弱がコンチネントへ移行
コンチネント型	• 大規模領域 • 領域数は領域全数の約2割 • 2割弱がアイランド型へ移行 • 6割がコンチネント型で継続

（出典）NISTEP REPORT No. 187
サイエンスマップ2018―論文データベース分析(2013-2018 年)による 注目される研究領域の動向調査―

日本における研究領域４類型の割合の変化（NISTEP分析）

- 日本は、SM2004では世界の4類型バランスに比べてスモールアイランド型研究領域の割合が少なく、コンチネント型研究領域の割合が多かった。
- SM2018では、日本のスモールアイランド型研究領域の割合がさらに減り、コンチネント型研究領域の割合が増えた（世界のそれらのバランスはそれほど変化していない）。



NISTEP REPORT No. 187
サイエンスマップ2018―論文データベース分析(2013-2018 年)による 注目される研究領域の動向調査―

今回の調査の狙い

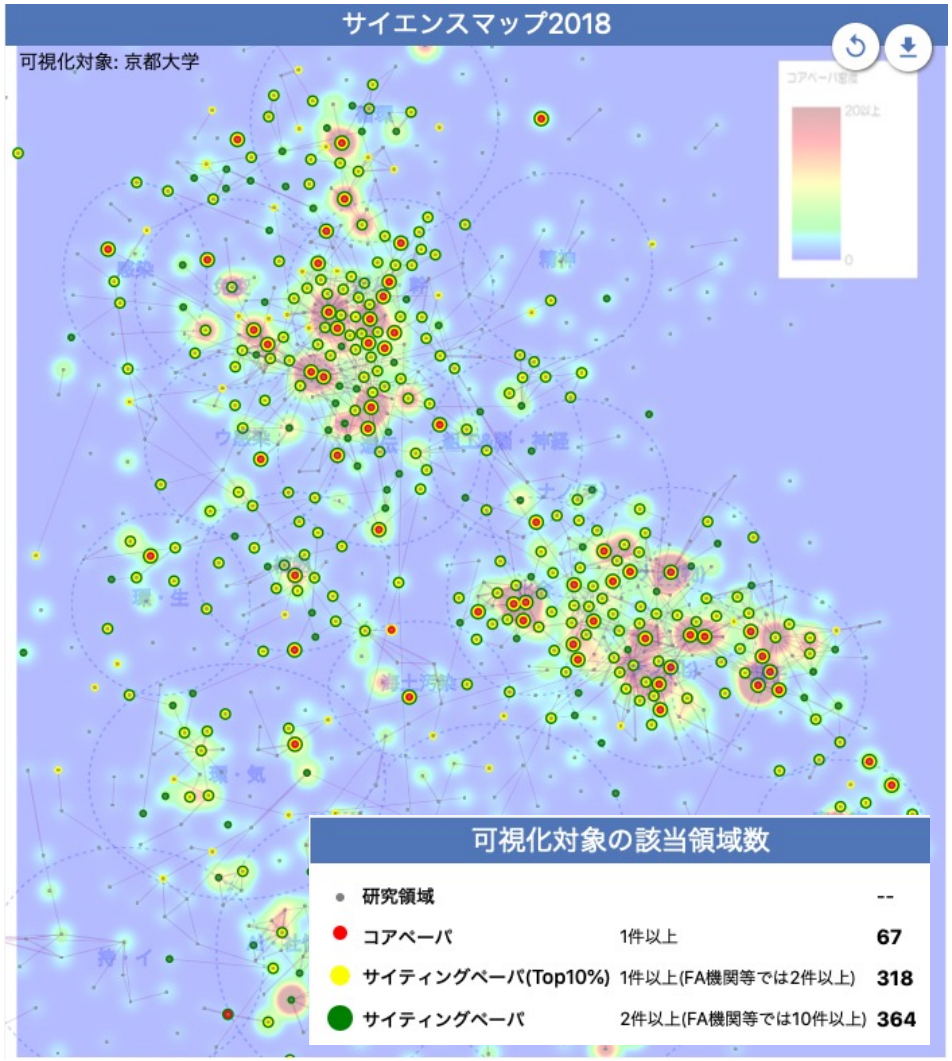
- 京都大学は、創立以来築いてきた自由の学風のもと、基本理念として「研究の自由と自主を基礎に、高い倫理性を備えた研究活動により、世界的に卓越した知の創造を行う」こと、また「総合大学として、基礎研究と応用研究、文科系と理科系の研究の多様な発展と統合をはかる」ことを掲げており 、**研究の多様性**は本学の独自性のひとつとして捉えられる。
- ここでは、本学の研究力モニタリングの一環として、サイエンスマップ上の研究領域への参画状況、特に**研究の多様性の観点から**、スモールアイランド型の研究領域に注目して国内他大学とともに眺め、本校の特徴を考察してみることとした。

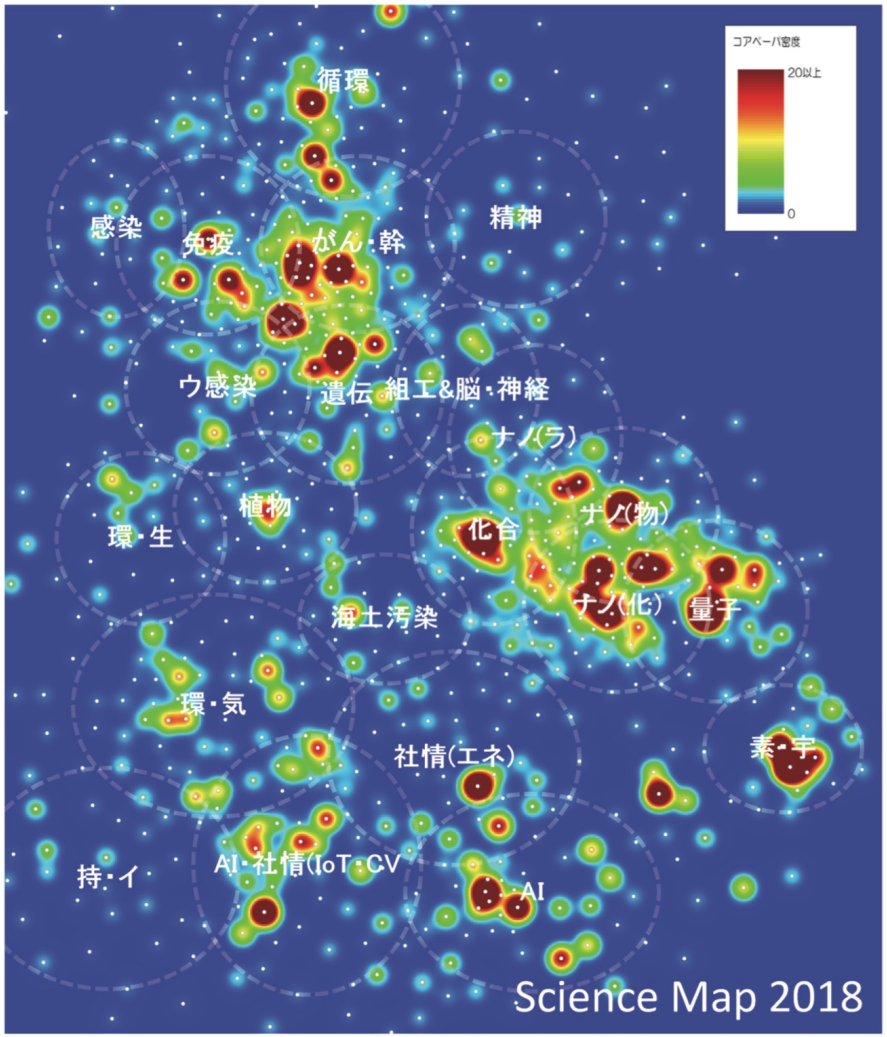
大学機関毎の参画研究領域の可視化

京都大学の例：

左下図の● は、京大所属の共著者を含むコアペーパーが１本以上ある研究領域

＝京都大学が参画している研究領域





（出典）サイエンスマップ2018 （ウェブ版）（https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/ScienceMapWebEdition2018.html）

京都大学

今回使用したデータ

NISTEPのWEBサイト*から、以下４つのサイエンスマップ の Appendix_2（研究領域詳細シート）および Appendix_6（機関毎のアクセッション番号リスト）のデータをダウンロード：

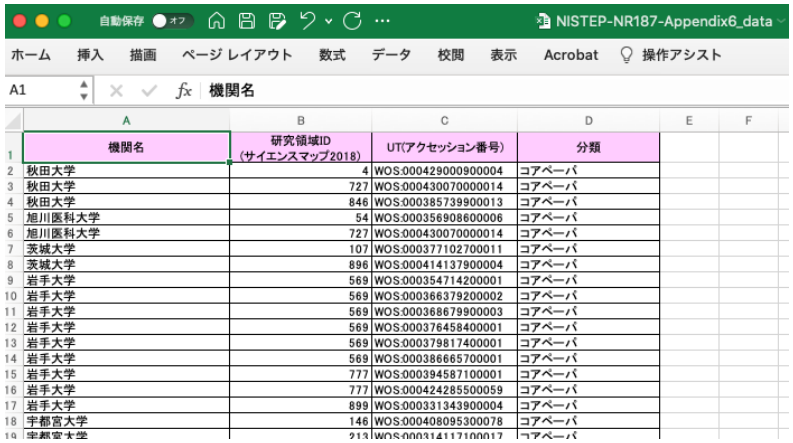
- **サイエンスマップ 2010 & 2012**
- **サイエンスマップ 2014**
- **サイエンスマップ 2016**
- **サイエンスマップ 2018**

Appendix_6における分析対象大学（ここでは旧七帝大）の各論文リスト（コアペーパ）に、Appendix_2 の研究領域情報を研究領域IDで突合させた。

Appendix 2: 研究領域詳細シート

研究領域ID	研究領域の特徴語_最大上位30	22分野分類	コアペーパ 数	国際共著率	平均出版年	Sci-GEO研究領域型	日本シェア（整数）
1	大域的存在;均質ノイマン境界条件;滑面境界;ロジスティック源;初期データ;初期境界値問題;走化性システム;古典解;有界領域;非線形拡散;一様有界性;単一大域古典解;大域有界性;大域解;大域古典解;弱解;大域弱解;非負初期データ;走化性モデル;漸近的挙動;引力反発走化性システム;オメガリミットセット	数学	49	24.5%	2014.8	アイランド型	10.2%
2	スペクトル半径;非負テンソル;均一なハイパーグラフ;正定値;上界;Z固有値;縮約テンソル;数値例;テンソル相補性問題;十分条件;対称テンソル;均一ハイパーグラフ;H固有値;Mテンソル;符号なしラプラシアンテンソル;ラプラシアンテンソル;最大H固有値;Hテンソル;Perron−Frobenius定理;構造テンソル;下限;数値実験;偶数次実対称テンソル;k−様ハイパーグラフ;Zスペクトル半径;多項式最適化;スペクトル理論;一般テンソル;半正定値;チェック可能な十分条件	数学	19	26.3%	2014.1	アイランド型	0.0%
3	機械的性質;引張強度;走査型電子顕微鏡;X線回折;負の誘電率;相乗効果;電気伝導度;フーリエ変換赤外分光法;X線光電子分光法;酸化グラフェン;カーボンナノチューブ;ポリマー複合体;多層カーボンナノチューブ;水溶液;熱安定性;実用的用途;熱的性質;透過型電子顕微鏡;ビニルアルコール;六価クロム;偏析構造;ポリマーマトリクス;誘電損失;パーコレーション閾値;有望な機補;誘電特性;導電性ポリマー複合体	化学	46	93.5%	2017.7	スモールアイランド型	0.0%
4	慢性骨髄性白血病;チロシンキナーゼ阻害剤;慢性期;慢性骨髄性白血病患者;主要分子応答;Bcr−Abl融合タンパク質;分子応答;細胞遺伝学的完全寛解;深い分子遺伝学的奏効;チロシンキナーゼ阻害剤療法;無治療寛解;CML−CP(慢性骨髄性白血病);国際スケール;イマチニブメシル酸塩;分子モニタリング;慢性期慢性骨髄性白血病;第一選択治療;イマチニブ療法;臨床試験;有害事象;治療を受けた患者;最適応答;追跡期間中央値;早い分子遺伝学的奏効	臨床医学	24	66.7%	2015.8	アイランド型	16.7%
5	レム睡眠行動障害;レビー小体;急速眼球運動;パーキンソン病;睡眠行動障害;レム睡眠;パーキンソン病患者;特発性レム睡眠行動障害;多系統萎縮症;神経変性疾患;睡眠障害;前駆期;非運動症状;突発性睡眠行動異常症患者;パーキンソン病前駆状態;レム期睡眠行動異常症患者;軽度認識障害;ビデオ睡眠ポリグラフ;自律神経障害;健常対照群;αシヌクレイン病	神経科学・行動学	5	20.0%	2014.0	スモールアイランド型	20.0%
6	鳥インフルエンザH7N9ウイルス;インフルエンザウイルスヒトへの感染;鳥インフルエンザウイルスH7N9感染;生きた家畜市場;パンデミック可能性;ウイルス感染;H9N2ウイルスヒト症例;野鳥;H7N9インフルエンザウイルス;公衆衛生;高病原性鳥インフルエンザH7N9インフルエンザ;中国東部;H5N1インフルエンザウイルス;鳥由来インフルエンザ;ノイラミニダーゼ阻害剤;インフルエンザの大流行;H7N9ウイルス感染;内部遺伝子;ウイルス分離株;H9N2鳥インフルエンザウイルス;インフルエンザウイルス感染;人口;浙江省;家畜類	学際的・分野融合的領域	17	35.3%	2013.8	アイランド型	11.8%
7	ハロゲン結合;水素結合;相互作用エネルギー;σホール;結晶構造;非共有相互作用;カルコゲン結合;固体状態;量子論;ハロゲン結合相互作用;自然結合軌道;電子密度;静電ポテンシャル;ルイス塩基;分子静電ポテンシャル;電荷移動;ハロゲン原子;テトレル結合;孤立電子対;結合エネルギー;エネルギー分解;分子間相互作用;ハロゲン結合ドナー;プニコゲン結合;第一原理計算;結晶工学;協同効果	化学	16	50.0%	2014.6	アイランド型	0.0%
8	ホストゲスト相互作用;自己組織化;ホストゲスト錯体;超分子化学;包接錯体;水溶液;超分子ポリマー;ゲスト分子;制御放出;プロトン核磁気共鳴;固体状態;分子認識;ホストゲスト化学;動的光散乱法;水溶性ピラー[5]アレーン;水素結合;水性媒体;透過型電子顕微鏡;ホストゲスト認識;水溶性ピラー[6]アレーン;会合定数;ドラッグデリバリー;外部刺激;Pillar[5]arene;潜在的応用;超分子ペシクル;静電相互作用;βシクロデキストリン	化学	18	27.8%	2015.4	コンチネント型	22.2%
9	非直交多元接続;停電確率;電力割当;基地局(BS);逐次干渉除去;閉形式表現;直交多元接続;スペクトル効率;非直交多元接続システム;総和レート;システム性能;複数ユーザ;非直交多元接続スキーム;最適化問題;停電性能;Sparse Code Multiple Access(SCMA);送信電力;エネルギー効率;資源配分;無線ネット	計算機科学	33	60.6%	2015.9	ペニンシュラ型	3.0%

Appendix 6: 日本の個別大学等及び国立研究開発法人の UT（アクセッション番号）リスト



機関名	研究領域ID（サイエンスマップ2018）	UT(アクセッション番号)	分類
秋田大学	4	WOS:000429000900004	コアペーパ
秋田大学	727	WOS:000430070000014	コアペーパ
秋田大学	846	WOS:000385739900013	コアペーパ
旭川医科大学	54	WOS:000356908600006	コアペーパ
旭川医科大学	727	WOS:000430070000014	コアペーパ
茨城大学	107	WOS:000377102700011	コアペーパ
茨城大学	896	WOS:000414137900004	コアペーパ
岩手大学	569	WOS:000354714200001	コアペーパ
岩手大学	569	WOS:000366379200002	コアペーパ
岩手大学	569	WOS:000368679900003	コアペーパ
岩手大学	569	WOS:000376458400001	コアペーパ
岩手大学	569	WOS:000379817400001	コアペーパ
岩手大学	569	WOS:000386665700001	コアペーパ
岩手大学	777	WOS:000394587100001	コアペーパ
岩手大学	777	WOS:000424285500059	コアペーパ
岩手大学	899	WOS:000331343900004	コアペーパ
宇都宮大学	146	WOS:000408095300078	コアペーパ
宇都宮大学	213	WOS:000314117100017	コアペーパ

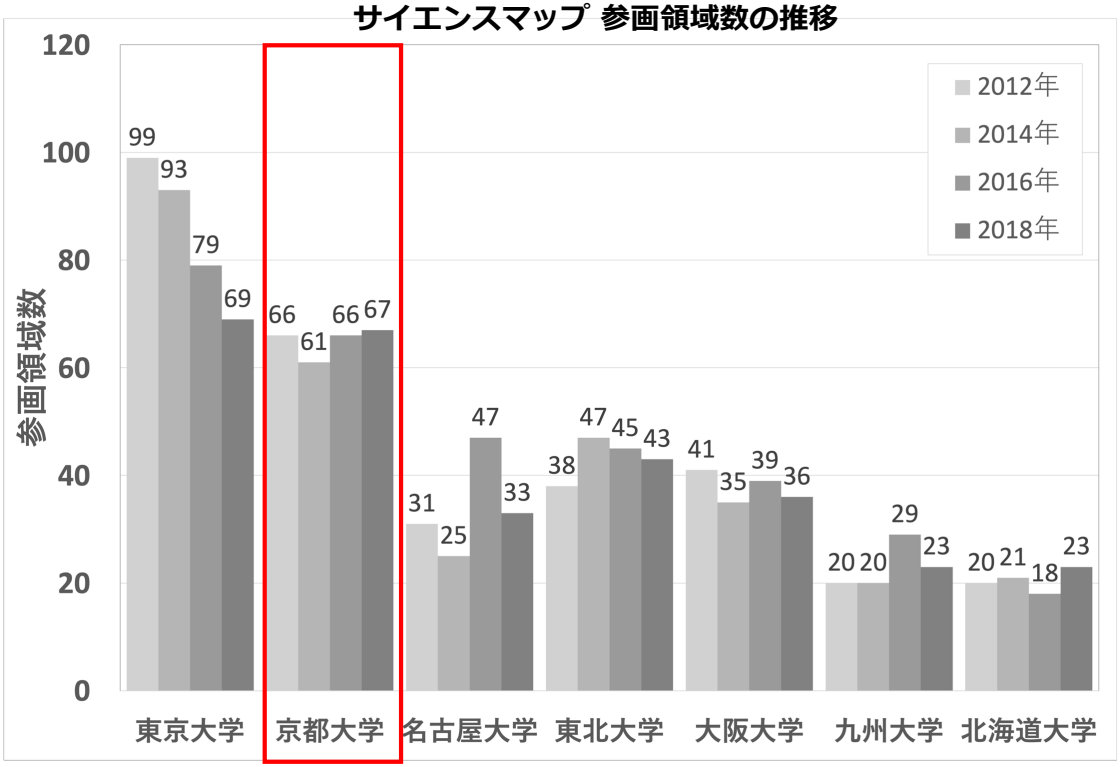
KYOTO UNIVERSITY

京都大学

* NISTEP サイエンスマップ のWEBサイト：https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-indicators-and-scientometrics/sciencemap

国内他大学とともに見る京都大学の参画研究領域数の推移

京都大学の参画研究領域数は他大学と比較して高く、かつ一定傾向にある。



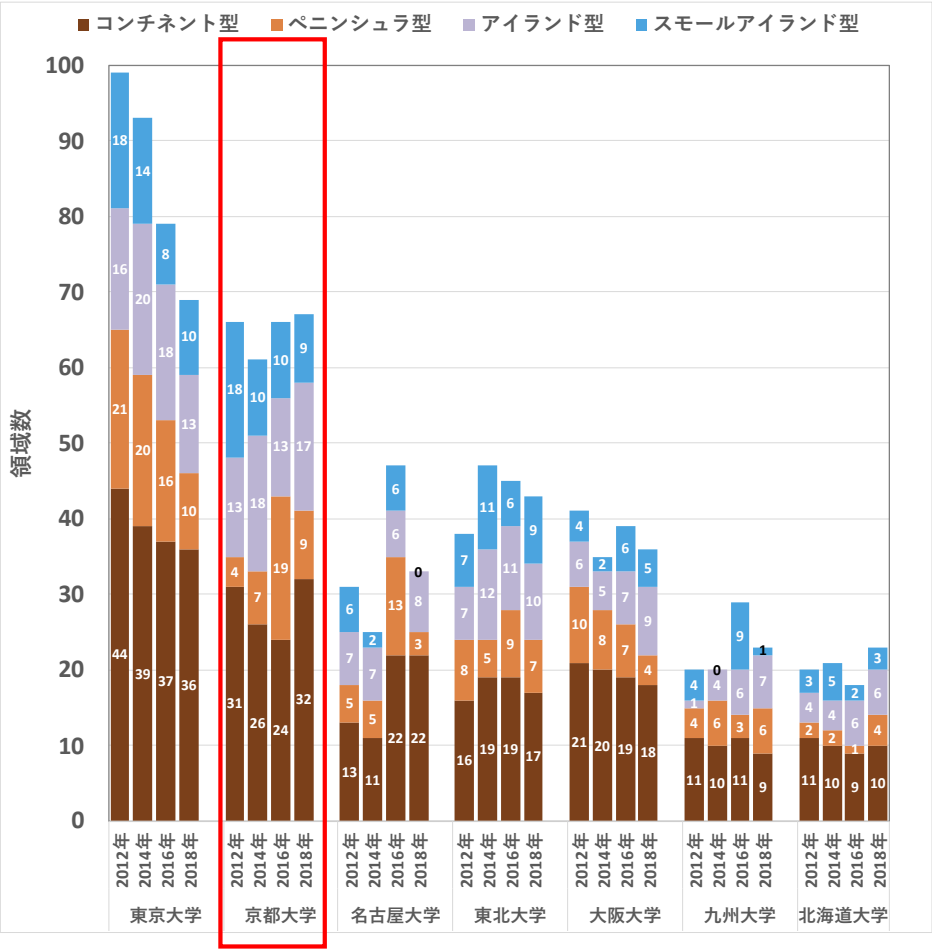
→　本学が国際的に注目を集める研究領域に幅広く参画し続けていることを示唆

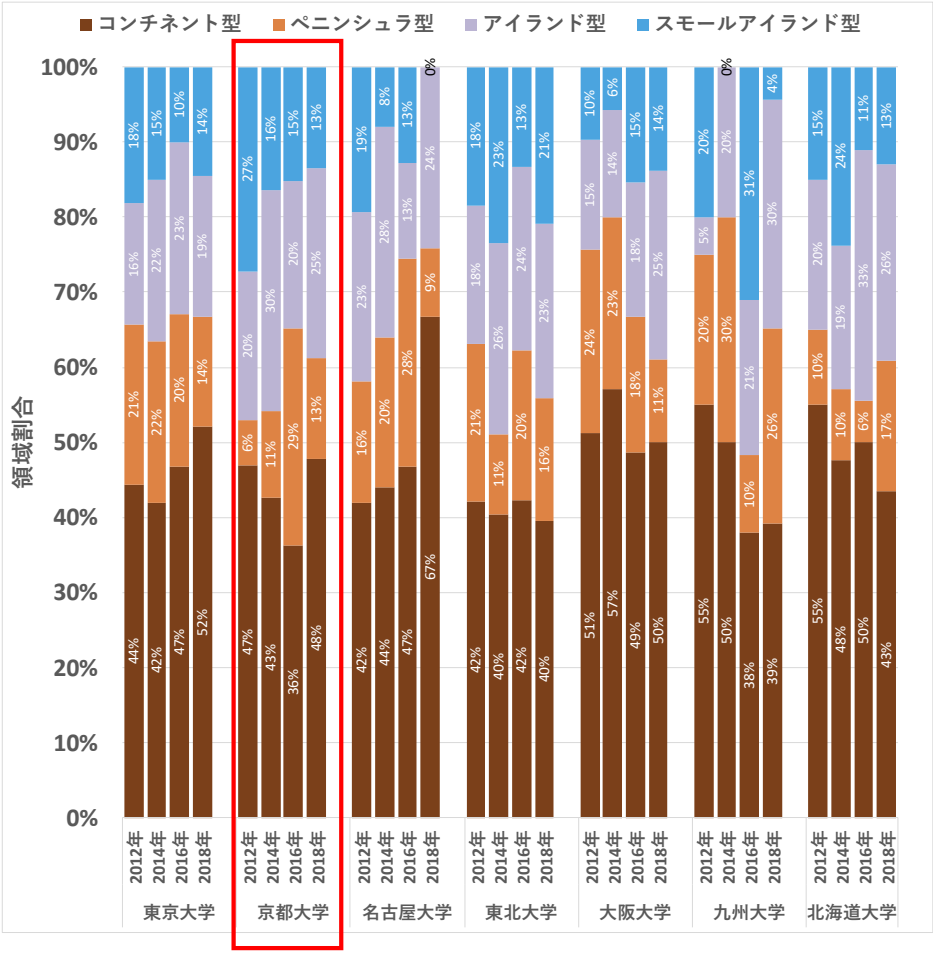
京都大学

（出典）文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2010＆2012 (NISTEP REPORT No.159、2014年7月), サイエンスマップ2014 (NISTEP REPORT No.169, 2016年9月), サイエンスマップ2016 (NISTEP REPORT No.178, 2018年10月), サイエンスマップ2018 (NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月)（いずれも元データ：クラリベイト社 Web of Science）をもとに京都大学学術研究支援室が加工・作成。

国内他大学ともに見る京都大学の研究領域4類型別の推移

- 京都大学は、より規模が大きい東京大学と同等の数のスモールアイランド型研究領域へ参画。
- 毎年の変動はあるものの、本学のスモールアイランド型研究領域の割合は比較的高い傾向にある。



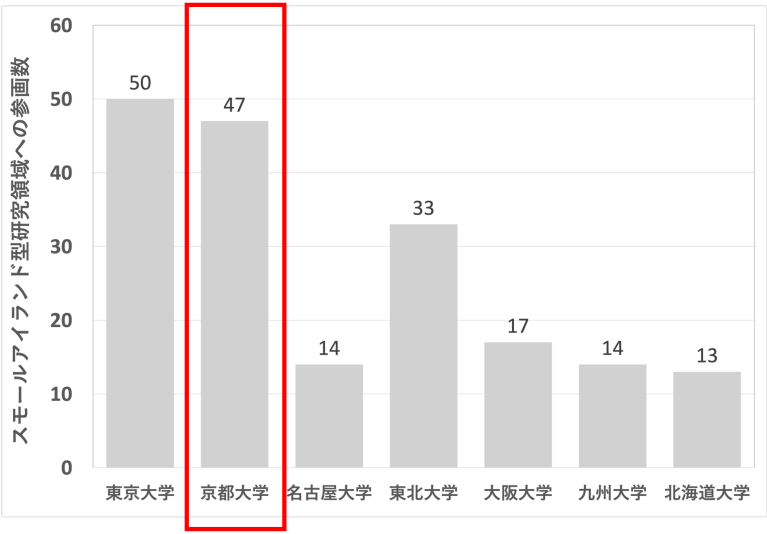


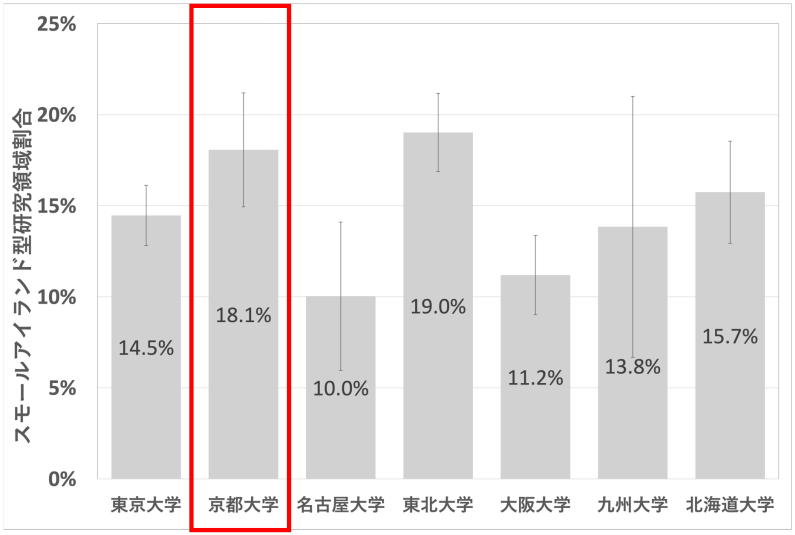
（出典）文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2010＆2012 (NISTEP REPORT No.159、2014年7月), サイエンスマップ2014 (NISTEP REPORT No.169, 2016年9月), サイエンスマップ2016 (NISTEP REPORT No.178, 2018年10月), サイエンスマップ2018 (NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月)（いずれも元データ：クラリベイト社 Web of Science）をもとに京都大学学術研究支援室が加工・作成。

スモールアイランド型研究領域の参画数と割合

- 参画研究領域の総数(左)を見ると、京都大学は、東京大学についで多い。
- 参画研究領域総数に対するスモールアイランド型の研究領域の割合(右）については、京都大学や東北大学が高いといった特徴も見える。

サイエンスマップ 2012, 2014, 2016, 2018 における
スモールアイランド型領域への参画数合計（左）と参画割合の平均（右）





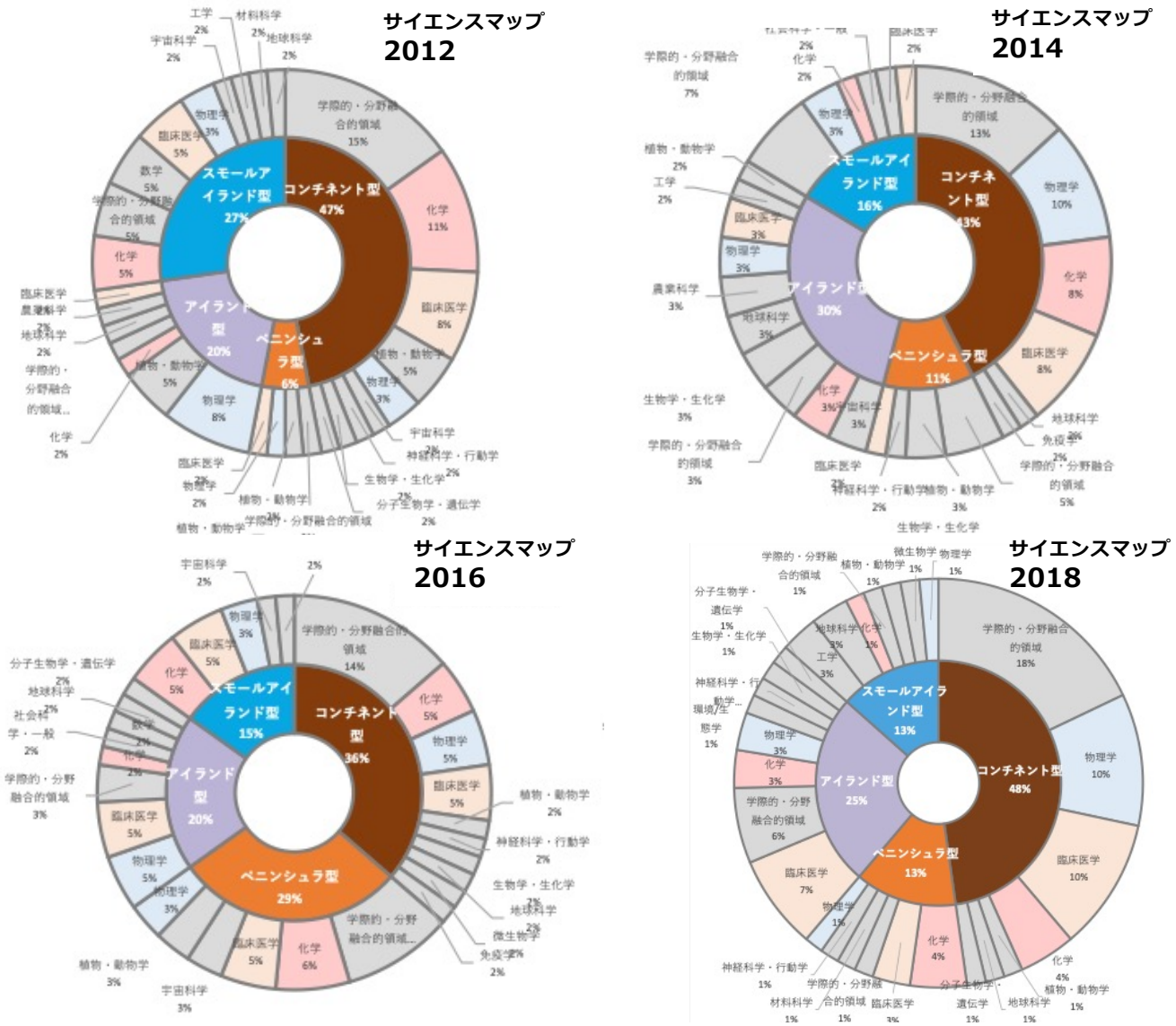
エラーバーは標準誤差を示す

→ スモールアイランド型領域は、定義上、前回のサイエンスマップ上に存在しなかった領域であり、国際的に新たに注目されるようになった研究領域と言える。そのような新たな研究領域への参画が多いという今回の結果は、京都大学の研究の多様性が現れたものと考えられる。

（出典）文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2010＆2012 (NISTEP REPORT No.159、2014年7月), サイエンスマップ2014 (NISTEP REPORT No.169, 2016年9月), サイエンスマップ2016 (NISTEP REPORT No.178, 2018年10月), サイエンスマップ2018 (NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月)（いずれも元データ：クラリベイト社 Web of Science）をもとに京都大学学術研究支援室が加工・作成。

分析例）京都大学の各研究領域タイプに見られる分野

京都大学の**スモールアイランド型研究領域**に特に多く見られる分野は、**化学 物理学（臨床医学）**



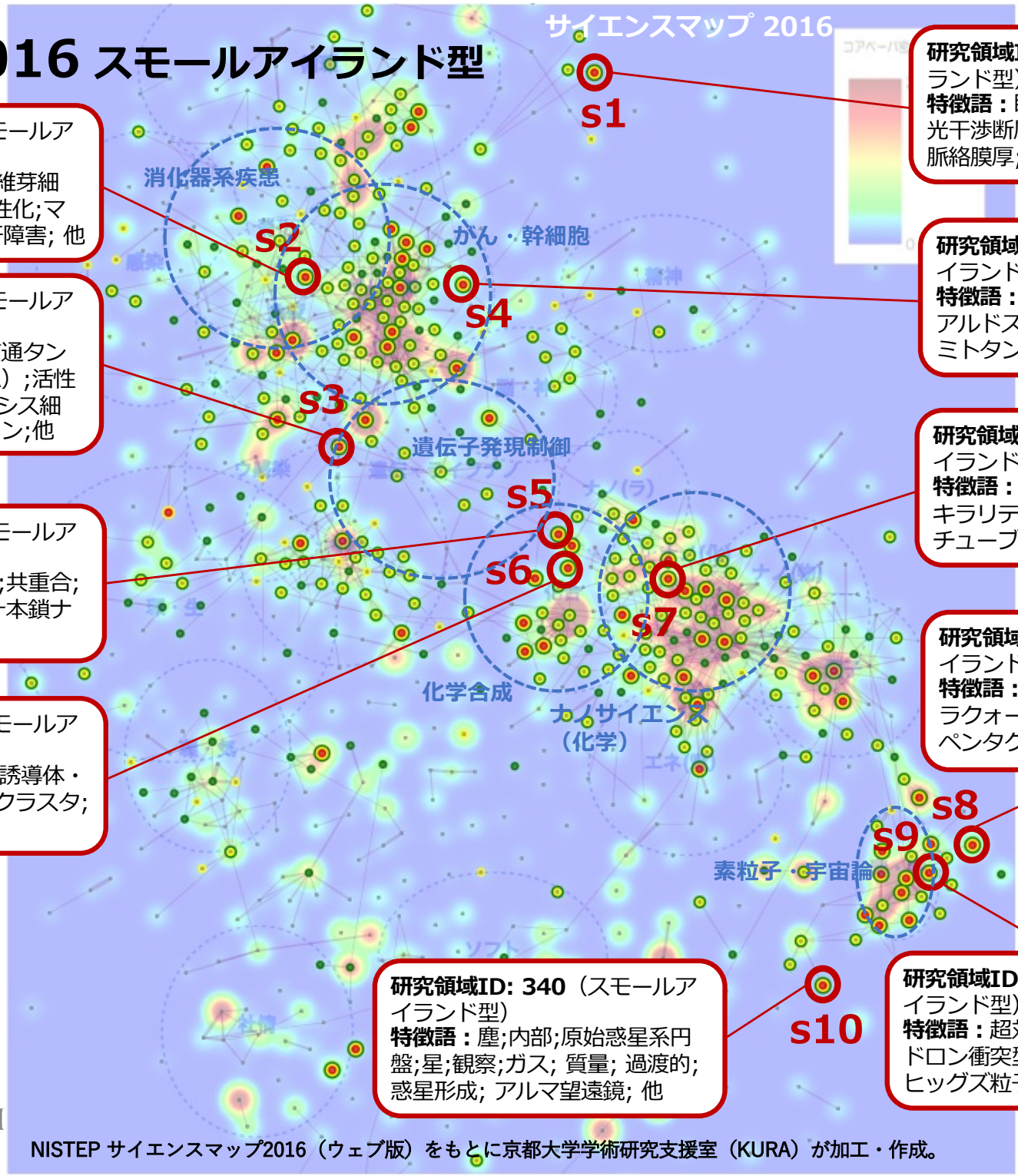
（出典）文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2010＆2012 (NISTEP REPORT No.159、2014年7月), サイエンスマップ2014 (NISTEP REPORT No.169, 2016年9月), サイエンスマップ2016 (NISTEP REPORT No.178, 2018年10月), サイエンスマップ2018 (NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月)（いずれも元データ：クラリベイト社 Web of Science）をもとに京都大学学術研究支援室が加工・作成。

分析例）京都大学が参画しているスモールアイランド型領域の研究内容を整理 (SM2016)

	22分野分類	研究領域ID	研究領域の特徴語	領域内コアペーパ数	うち京都大のコアペーパ数	京都大シェア(%)
1	宇宙科学	340	塵;内部;原始惑星系円盤;星;観察;ガス;質量;過渡的;惑星形成;アルマ望遠鏡	9	1	11.1%
2	化学	154	o-カルボラン;誘導体・導関数;ケージ;ホウ素クラスタ;リガンド;アニオン;ホウ素中性子捕獲療法;含有;調合;合成・構成	11	1	9.1%
3	化学	507	シクロパラフェニレン;キラリティー;単層カーボンナノチューブ;触媒;直径;合成・構成;大環状分子;ナノリング;フラーレン;リング	9	2	22.2%
4	化学	800	配列;モノマー;共重合;ラジカル;合成・構成;アセンブリ;一本鎖ナノ粒子;一本鎖;制御された;遮断	9	2	22.2%
5	生物学・生化学	444	チャネル;膜貫通タンパク質16A(TMEM16A);活性化;リン脂質;アポトーシス細胞;ホスファチジルセリン;細胞;スクランブラー;アノクタミン1;アポトーシス	4	2	50.0%
6	物理学	158	状態;中間子;減衰;質量;テトラクォーク;チャームクォーク;重い;ペンタクォーク;エキゾチック;量子力学	35	1	2.9%
7	物理学	887	超対称性;質量;大型ハドロン衝突型加速器(LHC);ヒッグス粒子;検索・探索;標準モデル;TeV;暗黒物質;最小超対称性標準模型(MSSM);グルイーノ(素粒子)	5	3	60.0%
8	臨床医学	31	眼;網膜;脈絡膜厚;黄斑性の;SD光干渉断層法(SD-OCT);中心窩脈絡膜厚;患者;深部;健康;加齢性黄斑変性症	7	1	14.3%
9	臨床医学	157	肝星細胞;筋線維芽細胞;肝線維症;線維性;活性化;マウス;マクロファージ;肝障害;肝臓;肝線維化	6	1	16.7%
10	臨床医学	780	副腎皮質がん;突然変異;アルドステロン;腎上体;腺腫;KCNJ5;患者;ミトタン;コルチゾール;アルドステロン産生腺腫	21	1	4.8%

（出典）文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2010＆2012 (NISTEP REPORT No.159、2014年7月), サイエンスマップ2014 (NISTEP REPORT No.169, 2016年9月), サイエンスマップ2016 (NISTEP REPORT No.178, 2018年10月), サイエンスマップ2018 (NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月)（いずれも元データ：クラリベイト社 Web of Science）をもとに京都大学学術研究支援室が加工・作成。

京都大学 2016 スモールアイランド型



研究領域ID: 31（スモールアイランド型）
特徴語：眼;網膜;脈絡膜厚;SD光干渉断層法(SD-OCT);中心窩脈絡膜厚;加齢性黄斑変性症; 他

研究領域ID: 157（スモールアイランド型）
特徴語：肝星細胞;筋線維芽細胞;肝線維症;線維性;活性化;マウス;マクロファージ;肝障害; 他

研究領域ID: 780（スモールアイランド型）
特徴語：副腎皮質がん;突然変異;アルドステロン;腺腫;KCNJ5;ミトタン;コルチゾール; 他

研究領域ID: 444（スモールアイランド型）
特徴語：チャネル; 膜貫通タンパク質16A（TMEM16A）;活性化; リン脂質; アポトーシス細胞; ホスファチジルセリン;他

研究領域ID: 507（スモールアイランド型）
特徴語：シクロパラフェニレン;キラリティ;単層カーボンナノチューブ;触媒;フラーレン 他

研究領域ID: 800（スモールアイランド型）
特徴語：配列;モノマー;共重合;ラジカル;アセンブリ;一本鎖ナノ粒子; 巨大分子; 他

研究領域ID: 158（スモールアイランド型）
特徴語：中間子;減衰;質量;テトラクォーク;チャームクォーク;ペンタクォーク;量子色力学; 他

研究領域ID: 154（スモールアイランド型）
特徴語：o-カルボラン;誘導体・導関数;ケージ; ホウ素クラスタ;リガンド;アニオン; 他

研究領域群

共通の特徴語を持つ研究領域の集まり

研究領域ID: 340（スモールアイランド型）
特徴語：塵;内部;原始惑星系円盤;星;観察;ガス; 質量; 過渡的;惑星形成; アルマ望遠鏡; 他

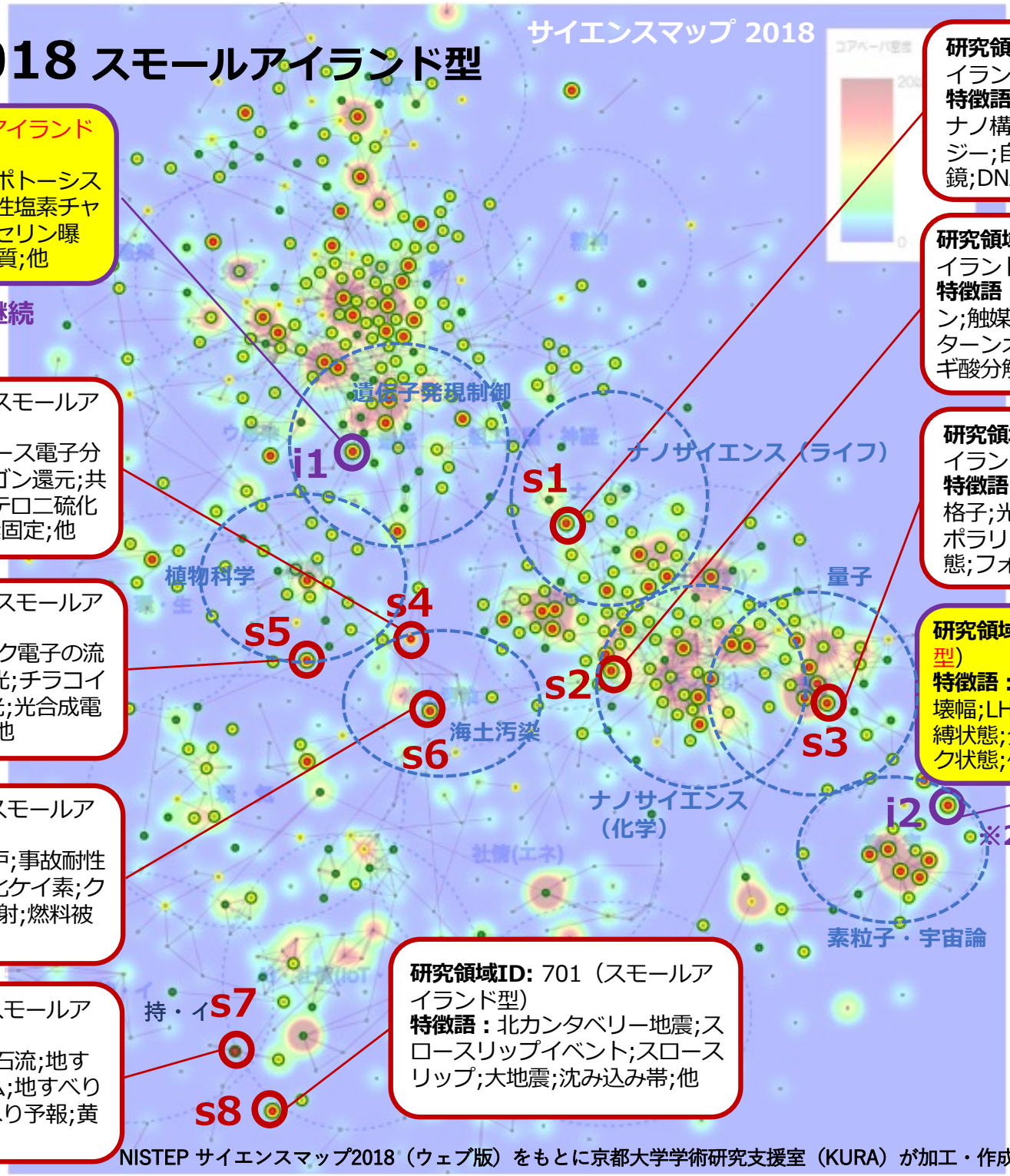
研究領域ID: 887（スモールアイランド型）
特徴語：超対称性;質量;大型ハドロン衝突型加速器（LHC）;ヒッグズ粒子;標準モデル; 他

京都大学

KYOTO UNI

NISTEP サイエンスマップ2016（ウェブ版）をもとに京都大学学術研究支援室（KURA）が加工・作成。

京都大学 2018 スモールアイランド型



研究領域ID: 617（アイランド型）
特徴語：原形質膜;アポトーシス細胞;カルシウム依存性塩素チャネル;ホスファチジルセリン曝露;TMEM16タンパク質;他

※2016のs3が継続

研究領域ID: 544（スモールアイランド型）
特徴語：フラビンベース電子分岐;電子分岐;発エルゴン還元;共通祖先;分子水素;ヘテロ二硫化還元酵素;二酸化炭素固定;他

研究領域ID: 439（スモールアイランド型）
特徴語：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;他

研究領域ID: 388（スモールアイランド型）
特徴語：軽水型原子炉;事故耐性燃料;FeCrAl合金;炭化ケイ素;クラッド材料;中性子照射;燃料被覆管;機械的性質;他

研究領域ID: 644（スモールアイランド型）
特徴語：降雨閾値;土石流;地すべり早期警報システム;地すべり目録;先行水分;地すべり予報;黄土地すべり;他

研究領域ID: 701（スモールアイランド型）
特徴語：北カンタベリー地震;スロースリップイベント;スロースリップ;大地震;沈み込み帯;他

研究領域ID: 841（スモールアイランド型）
特徴語：DNAオリガミ法;DNAナノ構造;DNAナノテクノロジー;自己組織化;超解像顕微鏡;DNAオリガミ構造;他

研究領域ID: 379（スモールアイランド型）
特徴語：ギ酸;アンモニアボラン;触媒活性;水素発生;室温;ターンオーバー頻度;水素製造;ギ酸分解;触媒性能;他

研究領域ID: 255（スモールアイランド型）
特徴語：フラットバンド;リーブ格子;光格子;カゴメ格子;励起子ポラリトン;コンパクトな局在状態;フォトニック格子;他

研究領域ID: 317（アイランド型）
特徴語：QCD和則; 量子数; 崩壊幅;LHCbコラボレーション;束縛状態;分子状態; ペンタクォーク状態;他

※2016のs8が継続

NISTEP サイエンスマップ2018（ウェブ版）をもとに京都大学学術研究支援室（KURA）が加工・作成。

京都大学

サイエンスマップ を用いて機関の研究力を分析する際に留意すべき点

- サイエンスマップの対象は、Top1%被引用論文であり、**機関の研究活動の全体を捉えているわけではない**。今回検討した研究多様性は、あくまで Top1%論文という大学の研究活動の一部を対象としたものであることに留意する必要がある。
- サイエンスマップや４タイプの研究領域は、国レベル（あるいは機関）の全体像をマクロな観点で見るものなので、客観的かつ定量的な視点を提供してくれるが、より**ミクロな観点で個々の研究領域を見る際には注意が必要**であろう（大学の本質的な関与の有無、研究内容として適切にクラスターが作られているか、等）。
- 参画研究領域数の減少(増加)が研究力の低下(向上) を直接的に意味する訳ではない。例えば、Top1%論文の総数が一定で変わらなかったとしても、特定の研究領域により集中（分散）して参画すれば、参画研究領域数は減少（増加）する。
つまり、**参画数の増減の解釈は個々の機関の考え方や戦略によって異なる**。

京都大学

まとめ

1. サイエンスマップ を用いて、特に研究の多様性の観点から、スモールアイランド型の研究領域に着目して、他大学とともに本学の特徴を考察した。
   - 京都大学は、旧七帝大の中でスモールアイランド型の研究領域への参画数が比較的多くかつ割合も高い傾向にあった。→ 京都大学の研究の独自性や多様性の現れ
2. 京都大学が参画するスモールアイランド型領域を、NISTEPのサイエンスマップ2016および2018（ウェブ版）上に重ねて表示し俯瞰した。
   - サイエンスマップ 2016では、主にナノサイエンス、医学（がん、消化器系疾患、遺伝子）、素粒子・宇宙論等の研究領域群のスモールアイランド型領域に参画。
   - サイエンスマップ 2018では、新たに植物科学や量子科学研究領域群のスモールアイランド型領域にも参画。
   - サイエンスマップ 2016において本学が参画したスモールアイランド型領域のうち、２つの領域（遺伝子、素粒子・宇宙論）が、サイエンスマップ 2018でも継続しており、本学も引き続き参画。
3. 今後は、本学が参画しているスモールアイランド型研究領域がその後どのように進展していくかをフォローアップするとともに、本学の特徴である独自性の高い、いわゆる尖った研究を生み出す素地を調査し、それをさらに強化するための施策の検討に役立てたいと考えている。

出典）

本発表では、以下の科学技術・学術政策研究所（NISTEP）の報告書を参照するとともに、
報告書のAppendixとして公開されているデータ（元データは、クラリベイト Web of Science）
をもとに、京都大学学術研究支援室（KURA）で加工・作成した図を用いた：

- 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ 2010&2012, NISTEP REPORT No. 159, 2014年7月
- 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ 2016, NISTEP REPORT No. 178, 2018年10月
- 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ 2014, NISTEP REPORT No. 169, 2016年9月
- 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ 2018, NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月