



政策研究大学院大学
NATIONAL GRADUATE INSTITUTE
FOR POLICY STUDIES

政策研究大学院大学 科学技術イノベーション政策研究センター ワーキングペーパー (SciREX-WP)
National Graduate Institute for Policy Studies, Science for RE-Designing Science,
Technology and Innovation Policy Center (SciREX Center) Working Paper

[SciREX-WP-2020-#03]

Science Landscape を用いた研究動向把握の試行:

SciLandViewerの開発を通じた共進化の事例

A mining of research trends through Science Landscape:

The case of co-evolution through the development of SciLandViewer

2020/08

Tatsuo Sasaki (National Graduate Institute for Policy Studies)

佐々木達郎(政策研究大学院大学 専門職)



SciREX Center
WORKING PAPER

政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センター (SciREX センター)
ワーキングペーパー SciREXWP-2020-#03

政策研究大学院大学
科学技術イノベーション政策研究センター (SciREX センター)
ワーキングペーパー SciREX-WP-2020-#03

[SciREX-WP-2020-#03]

Science Landscape を用いた研究動向把握の試行：
SciLandViewerの開発を通じた共進化の事例
A mining of research trends through Science Landscape：
The case of co-evolution through the development of SciLandViewer

2020年8月

佐々木達郎
政策研究大学院大学SciREXセンター 専門職

※. 本ワーキングペーパーの著作権は、著者もしくは政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センターに帰属しています。本ワーキングペーパーに含まれる情報を、個人利用の範囲を超えて転載、またはコピーを行う場合には、政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センターによる事前の承諾が必要となりますので、以下までご連絡ください。

【連絡先】政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センター

TEL: 03-6439-6329 / E-Mail: scirex-center@grips.ac.jp

目次

Abstract	4
エグゼクティブサマリー	4
1. イントロダクション	5
2. SciLand Viewerの機能	7
2.1. Science Landscapeの可視化機能	7
条件検索機能 (国、機関、キーワード単位)	8
RF情報付加機能	9
画像ダウンロード機能	10
RF・RI情報ダウンロード機能	10
2.2. SciLandViewerの開発プロセス	11
開発の経緯	11
SciLandViewer の構築	11
3. 分析例	14
研究対象別分析例	14
国別分析例	16
研究機関別分析例	17
4. まとめ	18
謝辞	19
参考文献	20
付録	21
グラフィエン	21
リチウム	22
太陽電池	23
遺伝子	24
ナノ	25
早稲田大学	33
慶應義塾大学	34
東京大学	35
京都大学	36
九州大学	37
東京工業大学	38
名古屋大学	39
東北大学	40
山形大学	41
産業技術総合研究所	42
理化学研究所	43
物質・材料研究機構	44
科学技術振興機構	45

Abstract

Researchers and policymakers have an interest in interdisciplinary research. Evidence of the degree of interdisciplinary integration is needed to test the effects of policy interventions

We developed a tool to display the Science Landscape proposed in the literature [Okamura19].

This tool displays information on the degree of interdisciplinary integration and the impact calculated on the number of citations, like a topographic map. Because it allows us to capture time-series changes, the impact of public research programs on the integration of disciplines can be analyzed. As an example, we will discuss the degree of convergence of research fields related to "solar cells", "graphene", and "quantum", Comparison of Japan and China, and visualization of the research areas of NIMS and RIKEN.

エグゼクティブサマリー

複数の異なる研究領域が融合して新たな知識を創造する「分野融合研究」には、研究者および政策担当者の関心が集まっている。分野融合の成果や政策介入効果を検証するためには、分野融合の度合いを示すエビデンスが必要となる。

そこで、我々は文献(Okamura, 2019)で提案されたScience LandscapeをWebブラウザ上で表示するツールSciLand Viewerを開発した。SciLand Viewerは研究領域の分野融合度合いと、被引用数から算出されるインパクトの情報を地形図のように表示するツールである。分野の融合度合いやインパクトの時系列変化を地形として容易に捉えることが可能であり、例えば国および年別の分野融合度合い様相の違いや、公的研究プログラムをはじめとする競争的資金が分野融合に及ぼす影響を分析する際などに活用できる。本報では事例として「太陽電池」「グラフェン」「量子」に関する研究分野の融合度合いの推移、日本と中国の比較、物質材料研究機構(NIMS)と理化学研究所の研究領域の可視化を行った。

1. イントロダクション

複数の異なる研究領域が融合して新たな知識を創造する「分野融合研究」に、研究者および政策担当者の関心が集まっている。一方、分野融合することが個別の研究分野と比較してどのような効果をもたらすかについては十分に明らかにされていない。分野融合の成果や政策介入効果を検証するためにも、分野融合の度合いを示すエビデンスが必要となる。

研究領域の融合度合いの可視化については、学術論文の書誌データを用いて分野間ネットワークを用いた試みなどがなされている。しかし、政策効果を検証するエビデンスとして用いるためには、分野融合度合いの経年変化を観察して融合のダイナミクスを分析する必要がある。

Science Landscape (Okamura, 2019) は、この研究領域の融合度を組織別・期間別に比較できるような形で可視化する仕組みである。Science Landscapeを理解するために、まず、リサーチ・フロント (Research Front: RF)、リサーチ・インパクト (Research Impact: RI)、分野融合度 (Delta) の3つについて簡単に説明する。

リサーチ・フロント (RF) とは共引用ネットワークで結びついた論文クラスターである。「同時に引用されることの多い2つの論文は関係性が強い」というコンセプトで論文をクラスタリングすることで、複数の研究論文からなるRFが構成される。SciLand viewerでは被引用数トップ1%論文 (コア・ペーパー) をクラスタリングすることでRFを作成している。

リサーチ・インパクト (RI) とはRFを構成するコア・ペーパーの被引用数と、分野毎の論文の平均的被引用数の比の自然対数を取った値である。

分野融合度 (Delta) とはRFを構成する全く異なる分野の数を示している。全く融合していない場合は1.0となり、異なる分野が融合すると高い値となる。

つまり、Science Landscapeはリサーチフロントごとのリサーチ・インパクトと、分野融合度を地形図のように表示するものといえる。

一種の引用期待値の差であるRIと、分野の融合具合であるDeltaによって、RFの高さ (高さは面積にも比例する) と位置が定まるため、RFを構成するコア・ペーパー数の多寡には引きずられず、2012年時点と2016年時点など、異なる時点のデータであっても同じ軸で比較ができる、といった特徴を有する。また、一般に公開されているNISTEPのサイエンスマップデータ¹のみでも作成できる。定期的に公開されるオープンなデータを用い、また、異なる時点や国、機関を同一の軸で評価できる、すなわち時系列的な変化を容易に把握できる、というScience Landscapeの特徴は政策への活用などを考えたときに好ましい。ただし、(Okamura, 2019)では実装方法と、いくつかの分析結果が示されるにとどまっており、手法の実装まではされていない。政策への活用を考えると、文脈に応じて様々な分析が必要になるため、年や国、機関だけでなく、RFのキーワードなども含めた様々な軸で、容易にScience Landscapeを得られることが望ましい。そこで、政策研究大学院大学SciREXセンターではこれらの課題に対応し、行政官をはじめ、政策のための科学関係者等がScience Landscapeを用いた分析を手軽に実施で

¹ <https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-indicators-and-scientometrics/sciencemap>

きるよう、Science Landscapeの実装であるSciLandViewerを開発した。また、SciLandViewerを用いた分析も試行した。

本報ではこれら、Science Landscapeの利用方法、Science Landscapeを用いた分析例、行政と研究者の共進化事例としてのSciLandViewerの開発事例、の3点について述べる。

2. SciLand Viewerの機能

本章ではScience Landscapeが示す情報について、実践的な立場で解説を行う。計算方法や表示内容の詳細については文献(Okamura, 2019;小柴, 2020)を参照されたい。

2.1. Science Landscapeの可視化機能

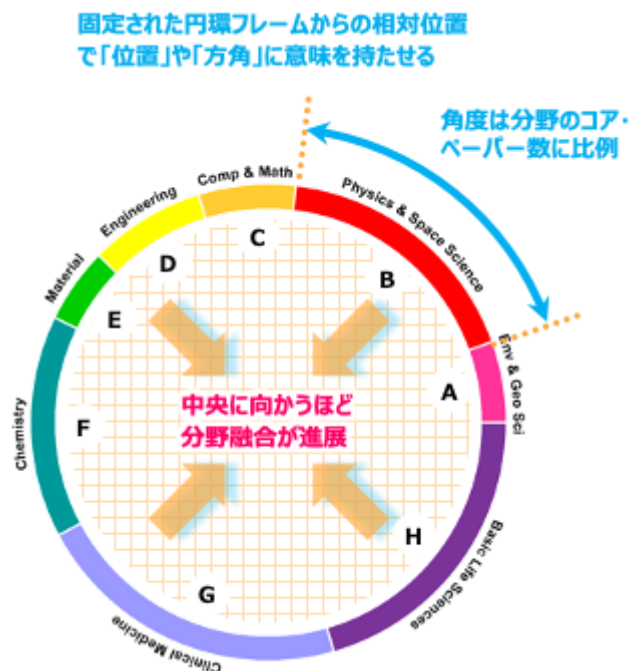


図 1 Science Landscape フレーム 出典：(岡村, 2020)

SciLand Viewerは図1に示す円環フレーム上にRFを表示するツールである。

円環フレームの円周上には論文の分野を配置しており、Clarivate社Web of Scienceの論文誌22分野分類の中から、自然科学分野を環境・地球科学、物理学、計算機科学・数学、工学、材料科学、化学、臨床医学、基礎生命科学の8分野に統合している。円周上の角度は分野のコア・ペーパー数に比例している。RFが特定の1分野からのみ構成されている場合は、その分野の円弧の中心に近い位置に表示される。一方で複数の分野から構成されているRFは融合度合いに応じて円の中央に近くなり、複数の分野の中間付近に表示される。RFが円環内の位置から、どのような学術分野で構成されているか、どのような分野が融合して出来た領域かを理解することができる。

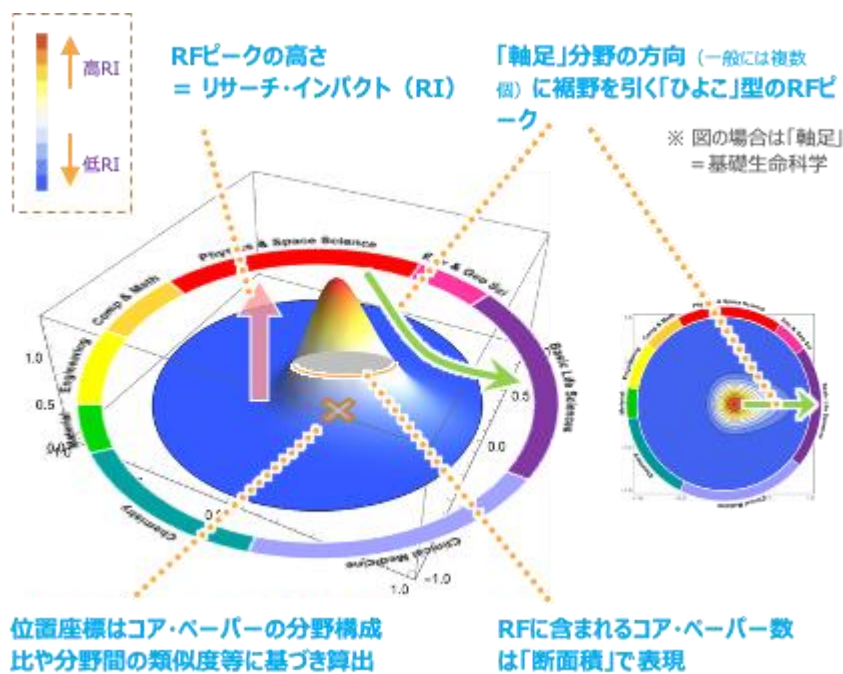


図 2 Science Landscape 表示パラメータ 出典：(岡村, 2020)

RFの表示方法を図2に示す。円環フレーム内の位置座標は、RFを構成するコア・ペーパーの分野構成比および分野間の類似度に基づいて算出される。RFのピークの高さは2次元表示では等高線とヒートマップとして示され、リサーチ・インパクトが高いと赤、低いと青で表示されている。これによって論文の被引用数に基づくインパクトがどの程度強いかを山の高さとして見ることができる。

RFは位置座標と高さのみだけではなく、山の裾野のような形状を示している。これはRFが裾野の方向にある研究分野に強く影響を受けていることを意味している。これによって、RFがどの分野の影響を強く受けながら融合されているかを把握することができる。

条件検索機能 (国、機関、キーワード単位)



図 3 SciLand Viewer 条件設定画面

可視化を行う条件を設定する。期間は「2012年」「2014年」「2016年」の3つの時期を選択する。それぞれ「2012年」が2007年～2012年、「2014年」は2009年～2014年、「2016年」が2011年～2016年の期間の論文データからRFが作成されている。

地域は「国指定無し」「日本」「米国」「ドイツ」「英国」「フランス」「韓国」「中国」から選択する。選択した国の研究機関が出版したコア・ペーパーが含まれるRFを表示する。

表示条件は「指定年全体表示」「Keywordで指定」「組織名で指定」から設定可能である。「指定年全体表示」はその期間・その国で出版されたコア・ペーパーが含まれるRFを全て表示する。「Keywordで指定」はKeywordが特徴語に含まれるRFを表示する。「組織名で指定」は「日本」においてのみ利用可能であるが、大学や研究機関名で絞り込むことが可能である。

「Keywordで指定」を行う場合、このKeywordは自然科学の学術論文の中に登場するKeywordであるため、一般的な名称等を入力しても自分の想定したRFを検索できない可能性が高い。まずは「指定年全体表示」でRFを多く表示させ、RFのリストから特徴語にどのようなものがあるかを事前に把握して、ヒットするKeywordを選択することが望ましい。

RF情報付加機能

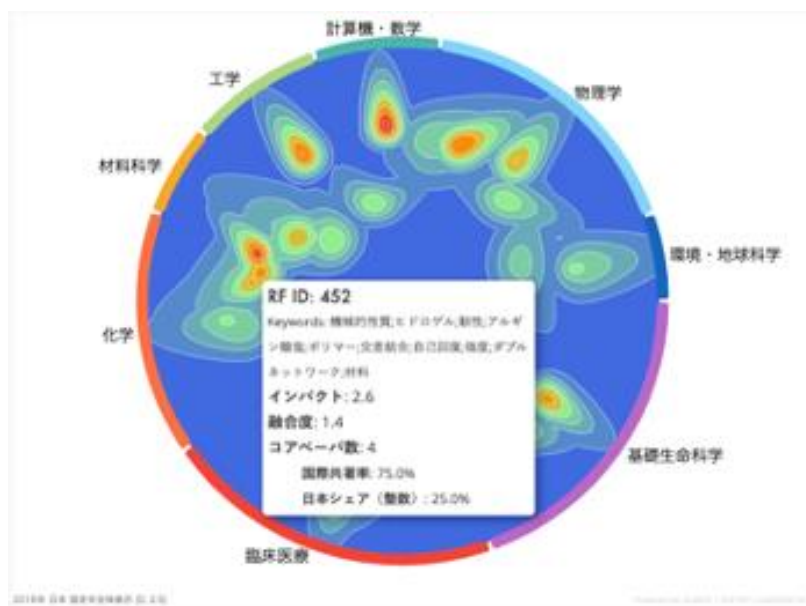


図 4 SciLand Viewer RF詳細表示

RFの表示をONにすると、RFの重心の位置に赤丸が表示される。この赤丸にマウスを合わせるとRFの情報（ID、特徴語、リサーチ・インパクト、コア・ペーパー数、国際共著率、日本シェア）が表示される。

RF ID	インパクト	融合度	X	Y	コアペーパー数	国際共著率	日本シェア(整数)	特徴語
839	2.77	1.00	-0.86	-2.66	8	0.50	0.25	肺腺がん;非小細胞肺がん;上皮成長因子受容体変異;患者;サブタイプ;結節;細胞がん;未分化リンパ腫キナーゼ;切除された;国際肺癌学会
441	2.67	1.00	-0.86	-2.66	5	0.40	0.20	血管内超音波診断;病変;プラーク;患者;冠動脈;アテローム性動脈硬化;急性冠症候群;アテローム硬化性の;薄板膜線維性粥腫;血管造影検査
452	2.62	1.40	-2.39	0.67	4	0.75	0.25	機械的性質;ヒドロゲル;靱性;アルギン酸塩;ポリマー;交差結合;自己回復;強度;ダブルネットワーク;材料
218	2.56	1.00	-0.28	2.79	4	0.25	0.25	Machine to Machine(M2M);ネットワーク;スマートグリッド;無線;エネルギー;Machine to Machine(M2M)通信;パワー;モノのインターネット(IoT);手法;解決法
431	2.44	1.25	1.40	-2.19	7	0.57	0.14	突然変異;肝細胞がん;遺伝子;シークエンシング;胃がん;発現がん;肝臓;クロマチンリモデリング因子 ARID1A;体細胞
883	2.36	1.16	0.76	2.56	11	0.73	0.36	二層グラフェン;六方晶窒化ホウ素;ヘテロ構造;ディラック;スタック;バンド;基板・基底;ねじれた;層間;ファンデルワールス

図 5 SciLand Viewer RFリスト

表示されているRFのリストがページ下部に一覧となっている。RF毎にID、リサーチ・インパクト、融合度、X座標、Y座標、コア・ペーパー数、国際共著率、日本シェア、特徴語が表示されており、それぞれ昇順・降順でソート可能である。

なお、X座標・Y座標は円の中心を(0, 0)として記載されている。

画像ダウンロード機能

「PNG DL」のボタンを押すことで、現在表示されているマップをPNG画像ファイルとしてダウンロードすることができる。なお、表示条件とヒートマップの最小値・最大値は画像の中に記載されている。

RF・RI情報ダウンロード機能

「Excel」のボタンを押すことで、現在表示されているRFの一覧をExcelファイルとしてダウンロードすることができる。Excelファイルには表示条件を自動で記入する機能は搭載されていない点には留意されたい。

2.2 SciLandViewerの開発プロセス

すでに述べたとおり、SciLandViewer は行政と研究者の共進化を促すツールとして開発したが、そのために SciLandViewer の開発自体も行政と研究者とで共創的に構築した。

開発の経緯

SciREXセンターではリエゾン・オフィサーを通じ、Science Landscape の構想初期からその情報について把握しており、手法の有用性と実装の必要性について把握していた。

こうした問題意識の元、手法の有用性や今後の展開、さらに実装の可能性を探るため、2020年1月30日に Science Landscape に関するセミナーを企画した。

このセミナーを通じて、実装を構築可能なSciREXの関係者の協力を得ることができ、SciLandViewer の開発に着手した。

SciLandViewer の構築

開発手法の選定

Science Landscape の有用性は認められていたものの、様々な用途での活用が可能であるため、利用者としての活用の具体的イメージをすべては網羅できなかった。また、様々な要求について技術的な実装可能性・容易性やコンフリクトなども不明で、仕様書を書いて構築する一般的な開発スタイルを採用することは困難であることが予想された。

幸い今回は委託での開発ではなく、SciREXの関係者によって開発を試みるため、予算の手当が一切不要で、仕様書なども不要である。そこでアジャイル型の開発スタイルを採用した。

一般に、仕様書を書いて発注する開発の多くはウォーターフォール型と呼ばれる開発スタイルで、あらかじめ成果物に必要な機能などの要求・仕様を明らかにし、それに基づいて開発スケジュールを組み、粛々と開発を進める。達成すべき項目が明らかであるので、予定に対してどの程度進んでいるか・遅れているか、などもある程度明確に把握でき、マネジメントが容易で、仕様によっては並列開発も可能になることから大規模開発等には適した手法である。

これに対して（広義の）アジャイル型は、はじめからすべての要求・仕様を明らかにして開発するのではなく、より細かい単位で少しずつ、その代わりに迅速に開発を進めるような手法と言える。これにより、例えば、可視化の機能のみができた段階で使用してみて、別の機能を追加するか、可視化機能をさらに修正するか検討する、といったことが可能になる。フルセットではないにしても、実際に開発物を触ってみる事ができるため、利用者としては具体的なイメージを得ることが容易で、暗黙的な利用ニーズを言語化しやすくなるメリットがある。ただし、あらかじめ要求・仕様が分からないため、開発側はどの程度のリソースを用意しておけば良いか不明である。場合によっては要望に応じてある機能を実装して見た結果、やはりその機能は不要であると判断されて一部の開発が無駄になる場合も存在する。このように不確実性

に伴う負荷が大きく、予算や納期が決まった中でのアジャイル開発にはウォーターフォール型以上に適切なプロジェクトマネジメントが要求される。従って、一般にアジャイル開発の開発費用は高くなりがちである。今回はすでに述べたとおり、開発を内製化できたため予算制約が軽減されたことから、柔軟に内容を修正していくことが可能なアジャイル型の開発スタイルを採用した。

開発

開発は Science Landscape の計算部分実装から行った。ここでは、将来的なユーザ向けの説明資料も念頭に、英語と数式で書かれた Science Landscape の論文を、日本語でビジュアルに説明する資料を作成させ、SciREXセンターで確認の上、具体的な実装を行った。

実装に関しては、後述する内容等を勘案して基本的に Javascript を用いた開発を指示した。

まず Science Landscape は行列計算を多分に含むため、Python などの言語では計算効率が悪い。また、インストールして利用するタイプのアプリケーションでは手間であるので、SciLandViewer はブラウザ上で動くWebアプリケーションの形が望ましい。Webアプリケーションの場合、計算部分をサーバで行えば言語については比較的自由度は上がる。しかし、先に述べた計算効率や、将来的にブラウザを通じて利用者側の端末上で計算をさせる可能性も考慮し、計算部分もJavascriptベースで開発することにした²

その後、初版としてブラウザを通じてRFの情報を与えると、Science Landscape を可視化して表示する簡易可視版を作成した。可視化機能は D3.js を使い、計算自体もJavascriptで行っている。この初版ではブラウザを用いているものの、すべての計算が利用者側端末上で完結しており、サーバ側ではRFの情報を一切持たない形で構築した。代わりに、例えば2012年の Science Landscape 全体について、RF情報のアップロードから可視化完了まで約3分かかり、レスポンスが悪かった。

この初版を複数のテストユーザに展開し、背景のヒートマップに関する色調整をはじめ、検索機能等に関する要望など、複数の要求を受け付けた。その後、機能の追加とともに徐々にテストユーザも増やしながら、公開版までこうしたプロセスを複数回実行した。

これらのテストユーザは当初から複数の行政官が関与した。単純な機能検証にとどまらず、行政プロセス内での実利用を念頭に、画面上での説明文章の文言や、本レポートに記載した試行分析を通じた機能変更など、実際的な利活用のための様々な検討を行った。それらのフィードバックを受け、技術的な実装容易性と実用上の優先度をすりあわせながら開発を行った。

² 後日、実際にPython版 (numpy などを用い行列計算をある程度最適化したもの) も作成し、速度比較を試してみた。2012年の全体を計算するに当たって、Javascript版では3分程度で完了するが、Python版では1時間経っても計算が完了せず打ち切った。

最終的には各RFの Science Landscape をあらかじめ計算してDBに登録し、指定された条件に応じて、それらを合成して返却することでレスポンスを向上させ、出力結果の画像やデータをダウンロードする機能を追加するなどを実施した。

今後の方向性

今回の開発で、SciLandViewer として必要十分な機能はある程度開発できた。一方で、今後のメンテナンス性などについては検討の余地もある。

現時点において SciLandViewer の著作権については MITライセンス³ を採用しているため、計算部分を含め SciLandViewer のソースコードをオープンにして、有志に任せる方法もあるが、その場合でもある程度整理された状態であることが望ましい。

最もコストのかかる要求・仕様の洗い出しがほとんど完了した状態であると捉えると、現状の SciLandViewer と同等の機能を持つシステムの開発とドキュメント整理を委託し、その上でソースコードをオープン化して、メンテナンス性や発展可能性を検討することが望ましいと考えられる。

³ 無保証であるかわりに著作権表示さえすれば、商用含め自由な利用を認めるようなライセンス。 [https://
opensource.org/licenses/mit-license.php](https://opensource.org/licenses/mit-license.php)

3. 分析例

本章ではSciLand Viewerを用いた分析例を示す。他の分析事例については(佐々木, 2020)を参照されたい。

研究対象別分析例

「国指定無し」「Keywordで指定」で研究対象名をKeywordに設定して、Keywordを特徴語を含むRFを抽出した。

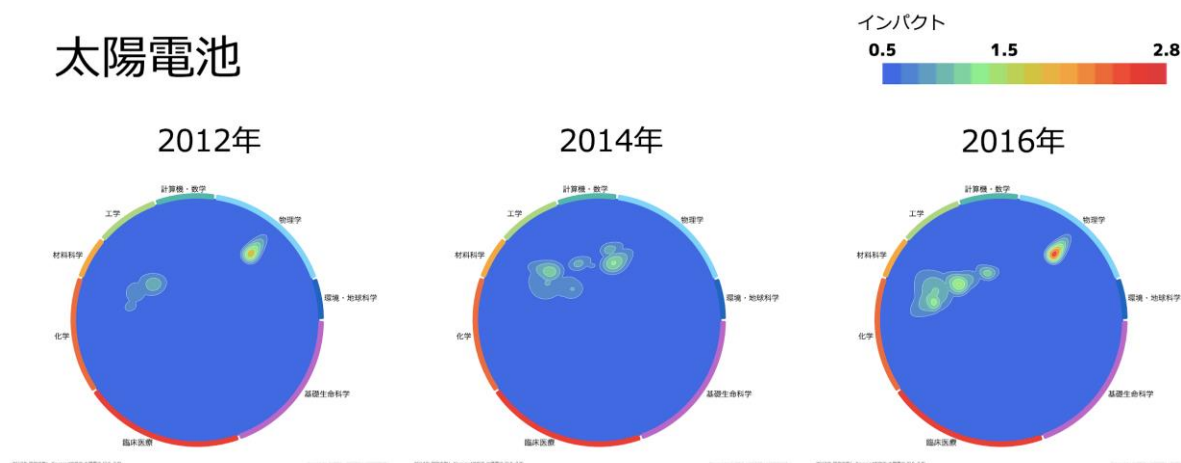


図 6 SciLand Viewerデータ例：太陽電池

太陽電池に関する研究において、「2012年」では化学・材料科学の融合から有機薄膜太陽電池や色素増感などの新規材料太陽電池が登場する一方で、物理学ではプラズモン研究のRFのインパクトが高くなっていった。「2014年」になると化学・材料科学・物理学におよぶ融合が進み、ナノワイヤ太陽電池などの新規構造太陽電池が登場した。「2016年」ではナノ構造に関する研究は物理学単独に戻った。化学と材料科学の融合した状態は継続しているが、多結晶化合物やヘテロ構造など内容は変化している。

グラフェン

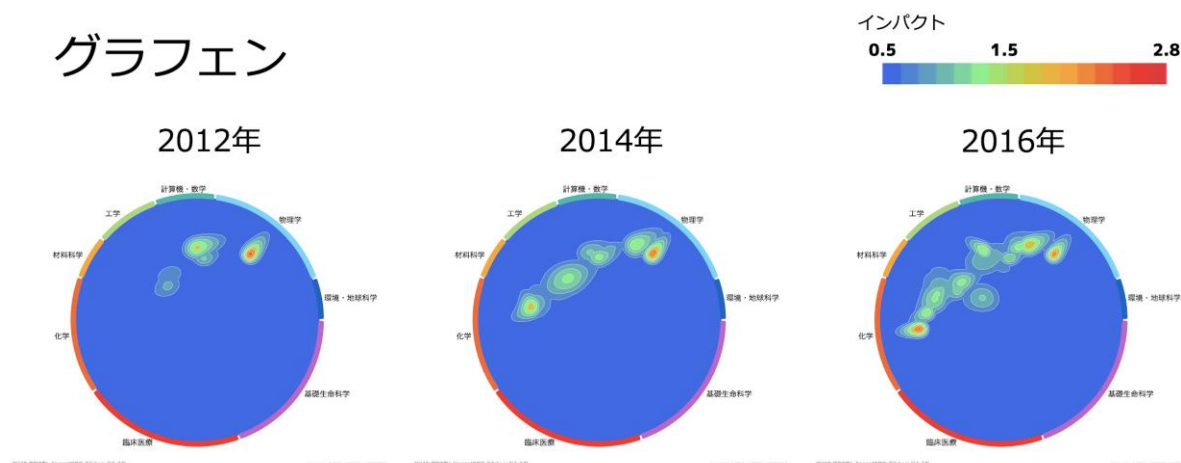


図 7 SciLand Viewerデータ例：グラフェン

グラフェンは単一元素でモデルを作りやすいため、物理学から研究が進んだと思われる。

「2014年」以降は化学・材料科学との融合が進み、「2016年」では工学も含めて融合が加速している。基礎研究から材料としての応用まで幅広く研究が進んでいると見られる。

量子

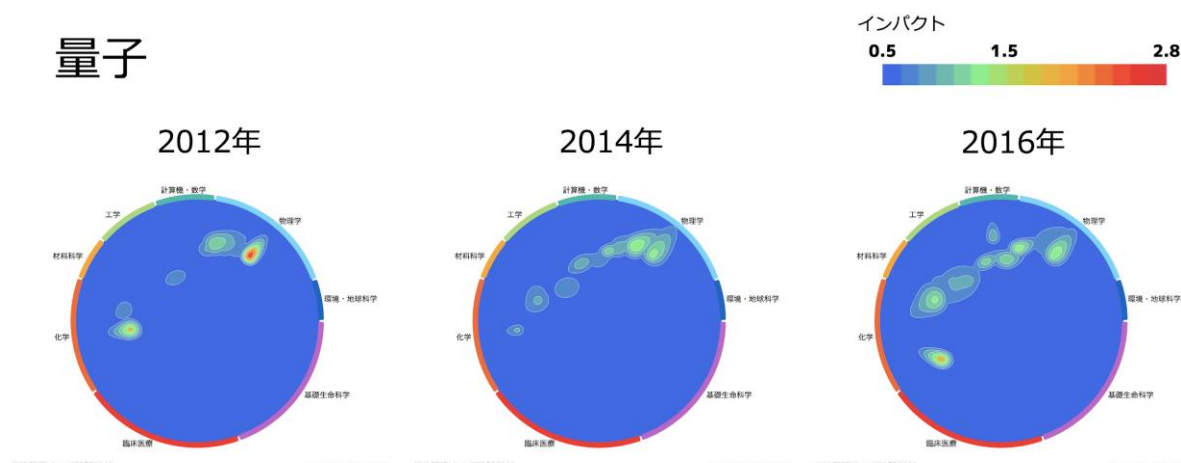


図 8 SciLand Viewerデータ例：量子

量子をキーワードに含む研究において、「2012年」は物理学でフォトニック結晶やコアシェル構造の微粒子で量子ドットのRFが形成されていた。「2014年」も物理学分野において、グラフェンでの量子ホール効果や量子ドットのRFが形成されている。「2016年」も引き続き物理学で量子ドットの研究が盛んな一方、材料科学との融合によって量子ドットを用いた太陽電池のRFが形成された。

国別分析例

国を指定して「指定年全体表示」で指定した国の研究機関がコア・ペーパー著者に含まれるRFを抽出した。

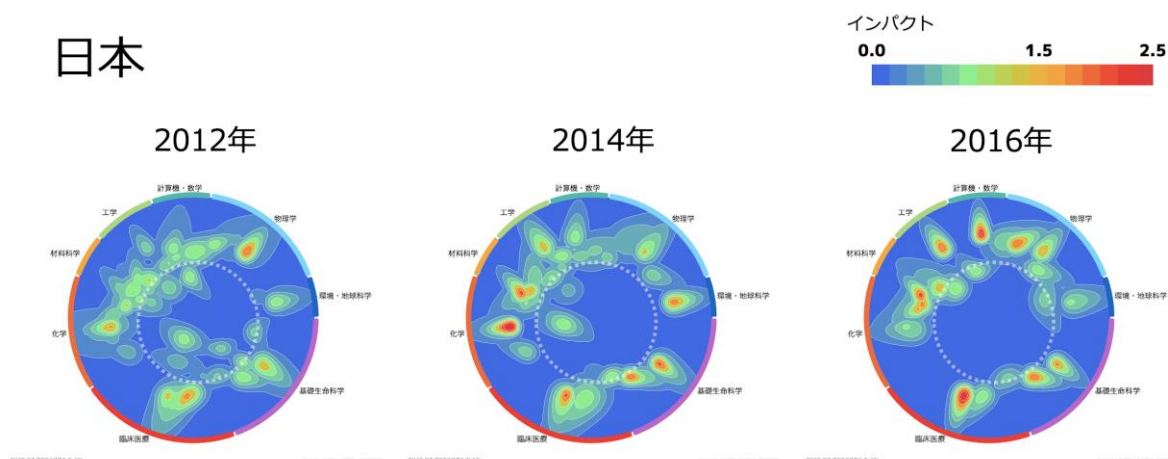


図 9 SciLand Viewerデータ例：日本

図内の白点線円は融合度合いの参考として円環の半分の半径で追記したものである。

日本では「2012年」はカーボンナノチューブ、「2014年」はセルロースとリチウムイオン電池関連のRFは分野融合度が高い。「2016年」になるとインパクトの大きなRFが出来ているが、各分野の単独テーマが多い傾向がある。

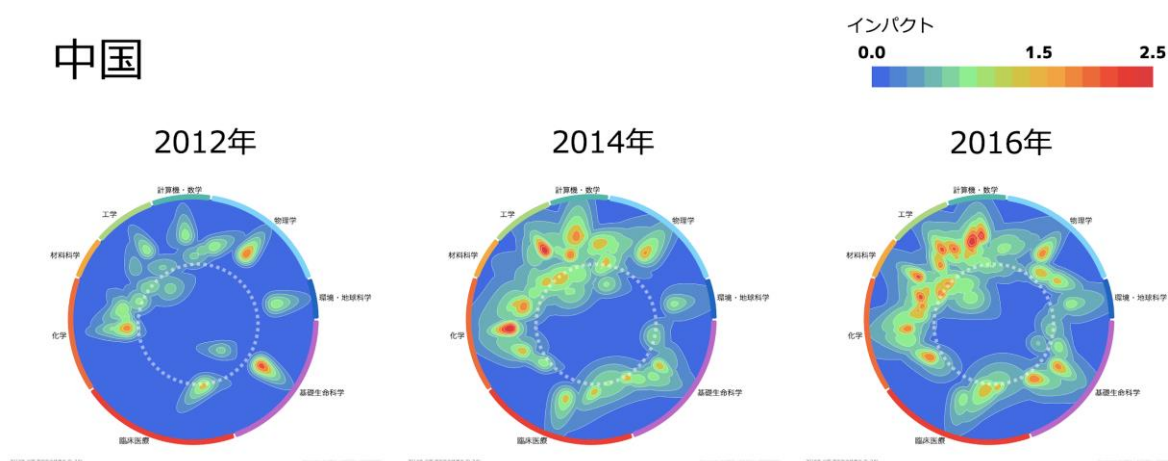


図 10 SciLand Viewerデータ例：中国

図内の白点線円は融合度合いの参考として円環の半分の半径で追記したものである。

「2012年」から「2016年」にかけて中国が貢献するRFが急増している様子が確認できる。「2012年」はイオン性液体、「2014年」と「2016年」ではリチウムイオン電池・燃料電池に関連するRFの融合度が高くなっていた。

研究機関別分析例

「日本」「組織名で指定」で国内研究機関を指定して、コア・ペーパーの著者に含まれるRFを抽出した。なお、組織名で指定できるのは日本の研究機関のみとなっている。

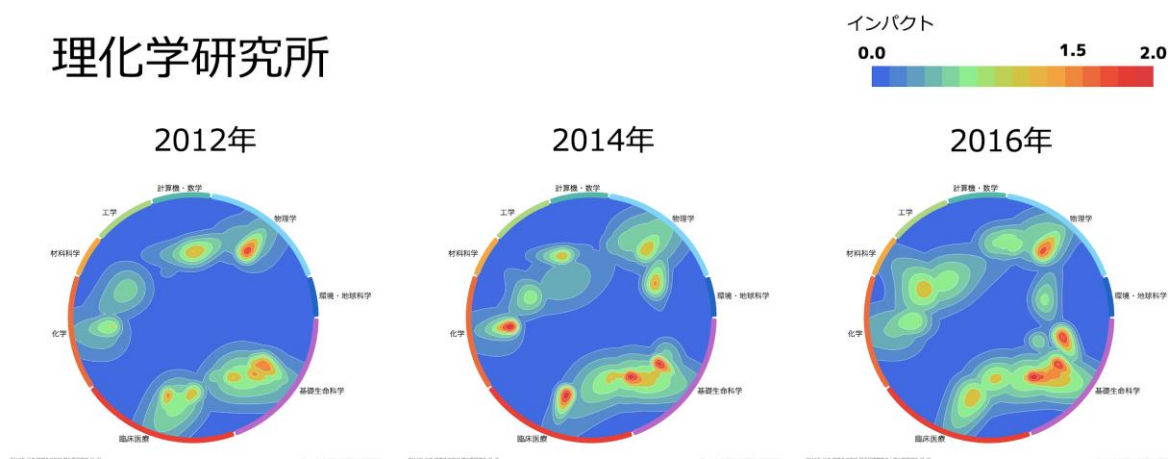


図 11 SciLand Viewerデータ例：理化学研究所

理化学研究所では物理学において宇宙物理学と加速器のRFが安定して存在している。タンパク質の構造解析などX線自由電子レーザー-SACLA関連のRFが基礎生命科学と物理学の融合分野として存在している。

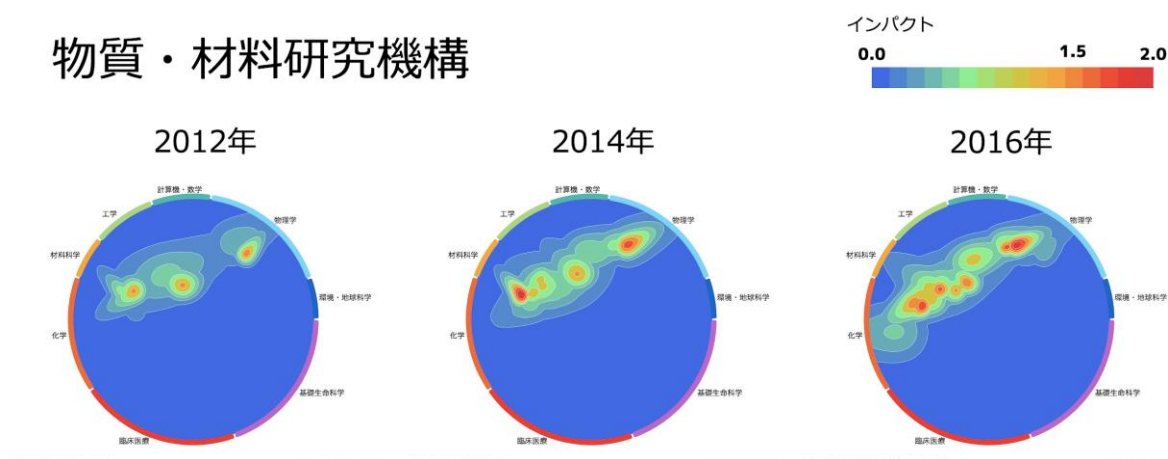


図 12 SciLand Viewerデータ例：物質・材料研究機構

物質・材料研究機構では化学・材料科学・物理学にまたがる融合領域が常に存在しており、「2012年」から「2016年」に掛けてインパクトの大きなRFが形成されている。グラフェン・ReRAM・リチウム電池関連研究のRFが継続して存在している。

4. まとめ

Science Landscapeは共引用ネットワークでコア・ペーパー（トップ1%論文）をクラスタリングして構成されたリサーチ・フロント（RF）について、分野融合度を位置座標で、被引用度から算出されるリサーチ・インパクトを高さとして、地形図のように表示するツールである。山がどこにあるか、どのくらいの高さがあるか、稜線はどの方向に向いているかという地形図の中に情報を組み込んでいるため、直感的にRFの特徴を掴むことができる。

SciLand Viewerは異なる期間のデータを共通の円環フレームで表示することで、時系列変化を捉えることが可能となっている。世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI研究拠点)などの公的プログラム参加機関やCREST・さきがけなど競争的資金を獲得した研究者が所属する機関に着目し、分野の融合度やリサーチ・インパクトに着目して効果を分析することも可能である。

SciREX事業で開発したツールとしてWebで公開しているため、是非分析に利用して頂きたい。

謝辞

本稿の執筆に際し、政策のための科学リエゾン・オフィサーである岡村圭祐氏および、文部科学省長澤幸祐氏にご助言を賜った。また、SciLandViewerの開発はGRIPS SciREXセンタープログラム・コンサルタント/NISTEP小柴等氏の多大なる貢献によって実現された。GRIPS SciREXセンター専門職岡村麻子氏・鈴木和泉氏他行政・大学等様々な所属の方々にテストユーザとして参加いただいた。記して感謝申し上げる。

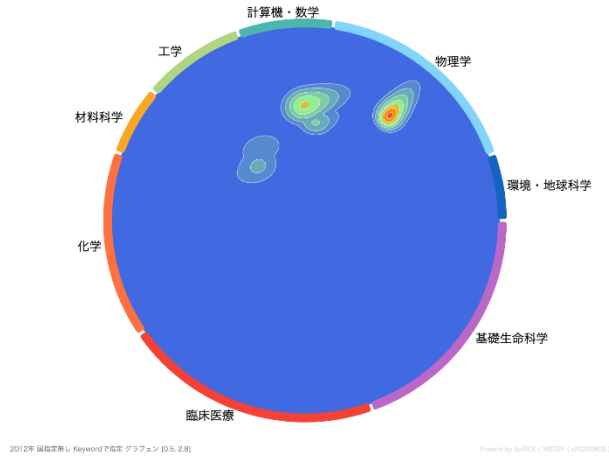
参考文献

- Okamura, K. (2019). Interdisciplinarity revisited: evidence for research impact and dynamism. *Palgrave Communications*, 5(1), 1-9.
- 岡村圭祐. (2020). 2020年1月30日第30回SciREXセミナー「分野融合」政策の科学と可視化講演資料.
- 小柴等. (2020). Science Landscape 数式の解説https://devgru.nistep.go.jp/scilandview/img/sciLand_method.pdf
- 佐々木達郎. (2020). SciLand Viewer活用事例 研究対象・国・組織別の分野融合度合いの可視化<https://devgru.nistep.go.jp/scilandview/img/useage20200619.pdf>

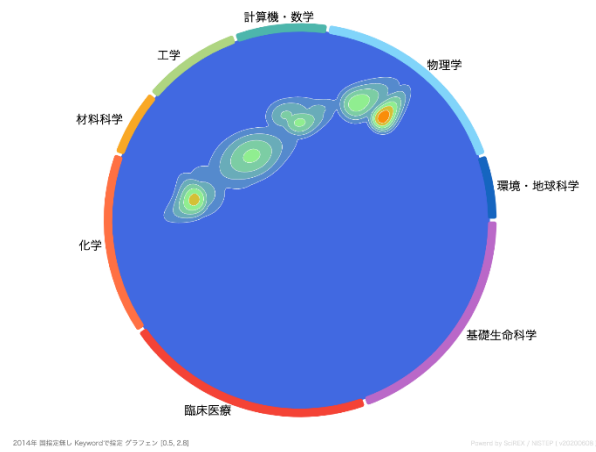
付録

グラフエン

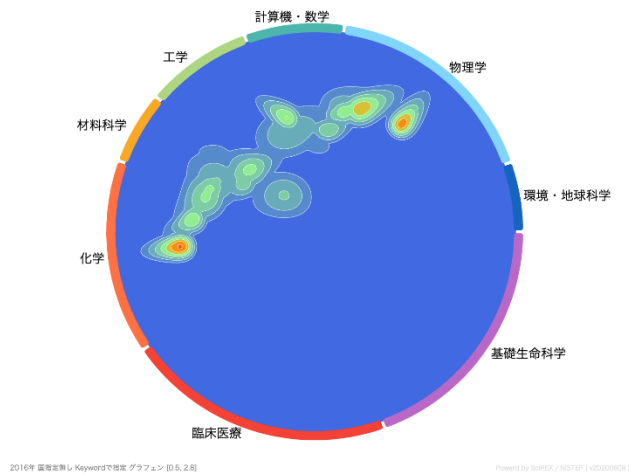
2012年



2014年

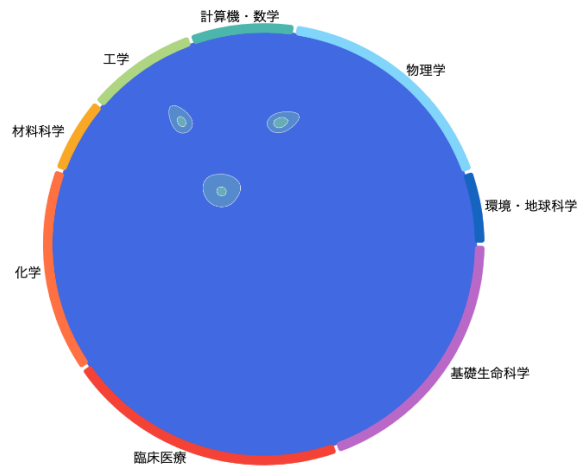


2016年



リチウム

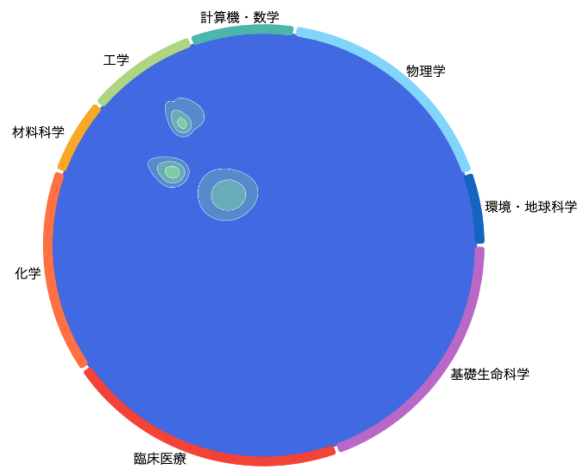
2012年



2012年 国指定無し Keywordで指定 リチウム [0.5, 2.8]

Powered by SciREX / NISTEP (v0300060)

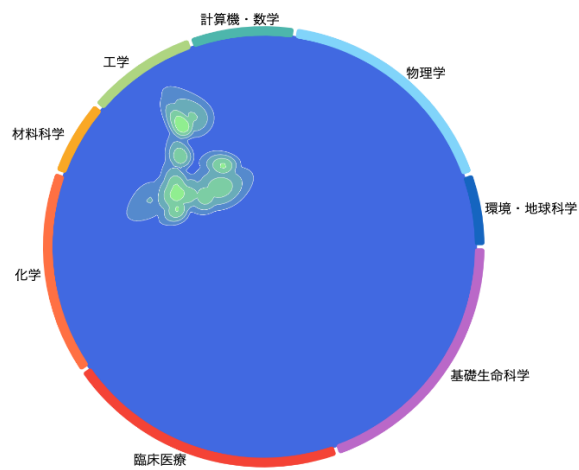
2014年



2014年 国指定無し Keywordで指定 リチウム [0.5, 2.8]

Powered by SciREX / NISTEP (v0300060)

2016年

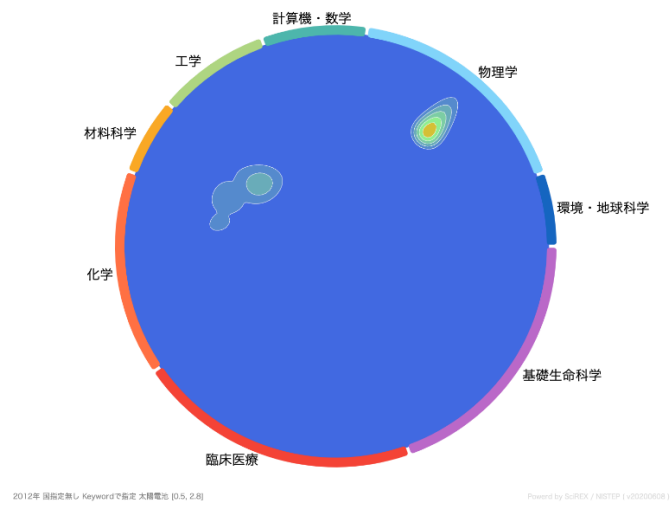


2016年 国指定無し Keywordで指定 リチウム [0.5, 2.8]

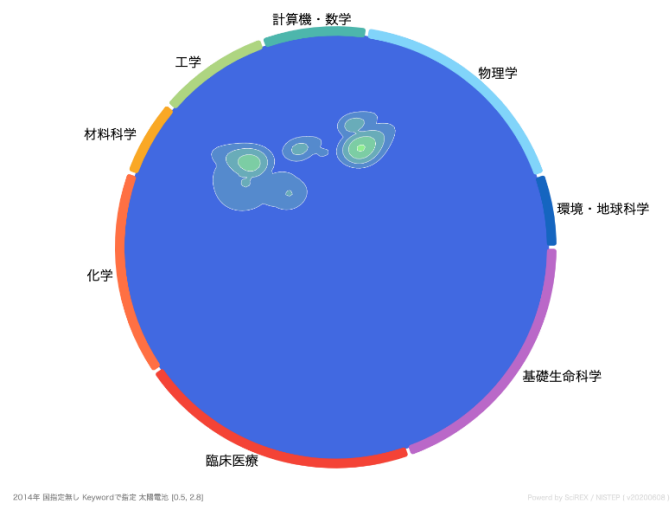
Powered by SciREX / NISTEP (v0300060)

太陽電池

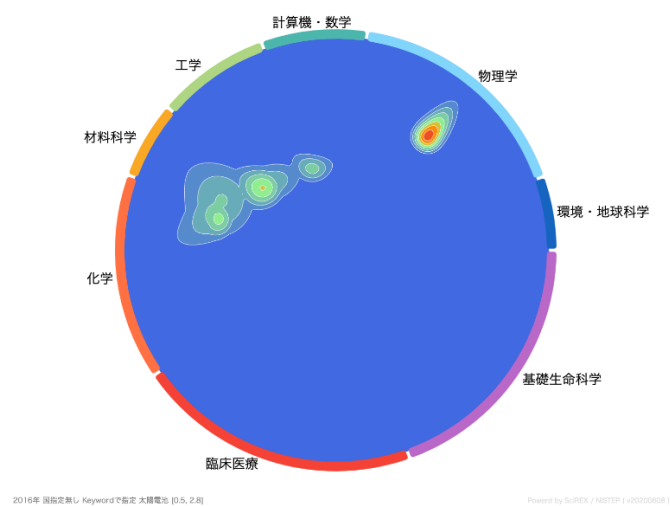
2012年



2014年

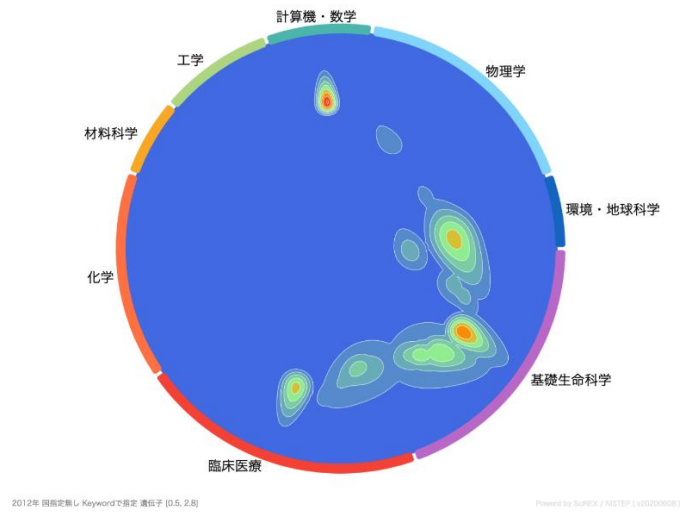


2016年

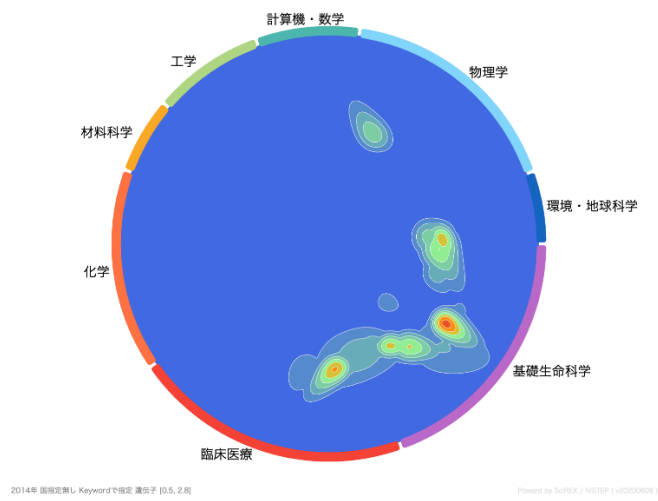


遺伝子

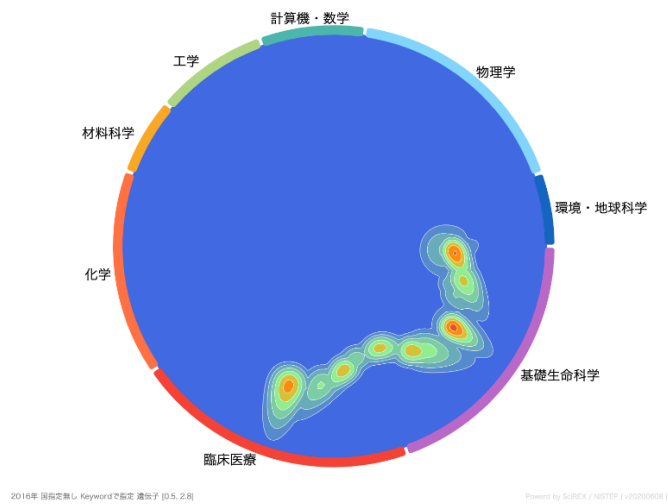
2012年



2014年

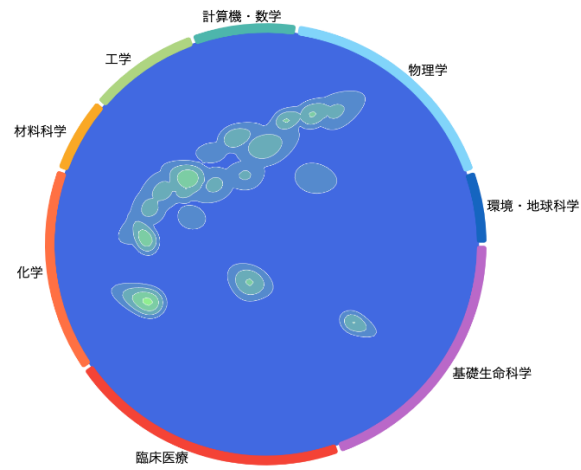


2016年



ナノ

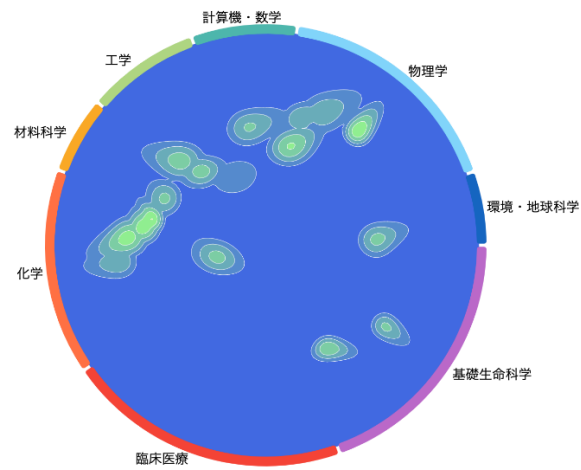
2012年



2012年 国指定無し Keywordで指定 ナノ [0.5, 2.8]

Powered by SciREX / NISTEP (v03000004)

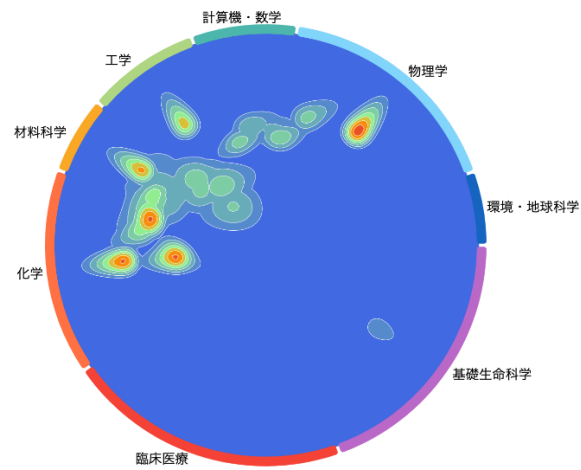
2014年



2014年 国指定無し Keywordで指定 ナノ [0.5, 2.8]

Powered by SciREX / NISTEP (v03000004)

2016年

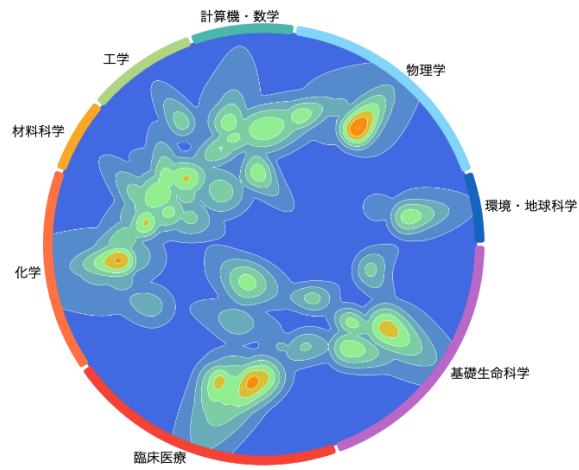


2016年 国指定無し Keywordで指定 ナノ [0.5, 2.8]

Powered by SciREX / NISTEP (v03000004)

日本

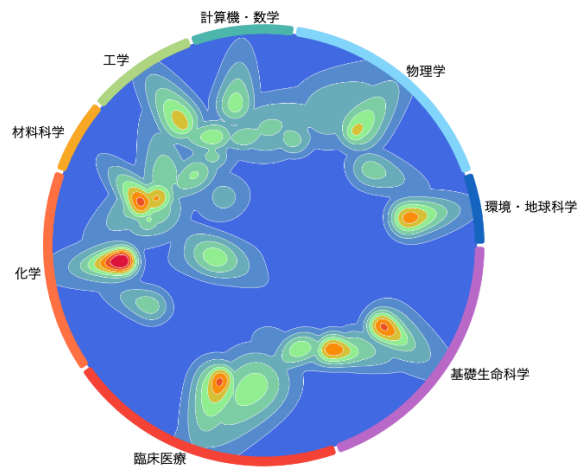
2012年



2012年 日本 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v03030606)

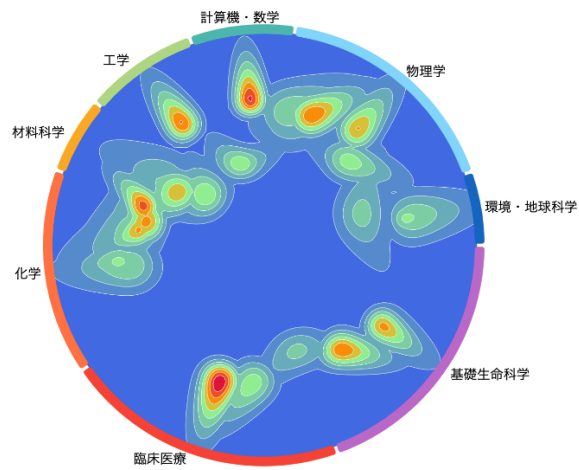
2014年



2014年 日本 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v03030606)

2016年

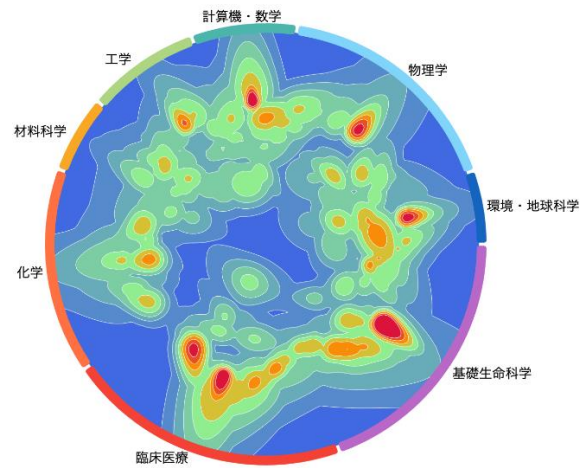


2016年 日本 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v03030606)

米国

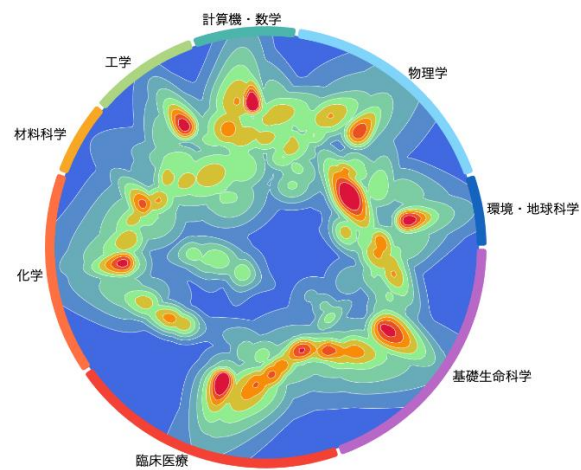
2012年



2012年 米国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v20200604)

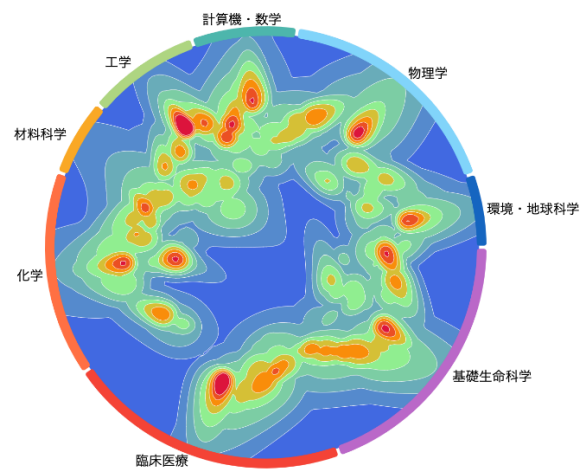
2014年



2014年 米国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v20200604)

2016年

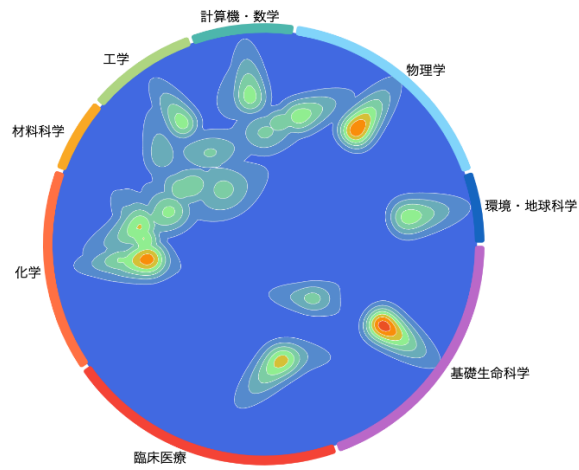


2016年 米国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v20200604)

中国

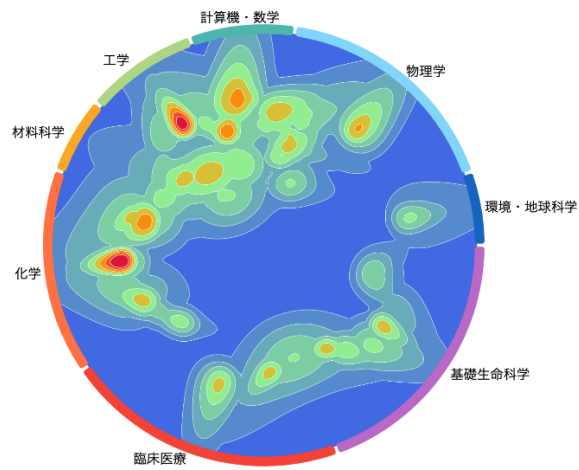
2012年



2012年 中国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NESTEP (v03030606)

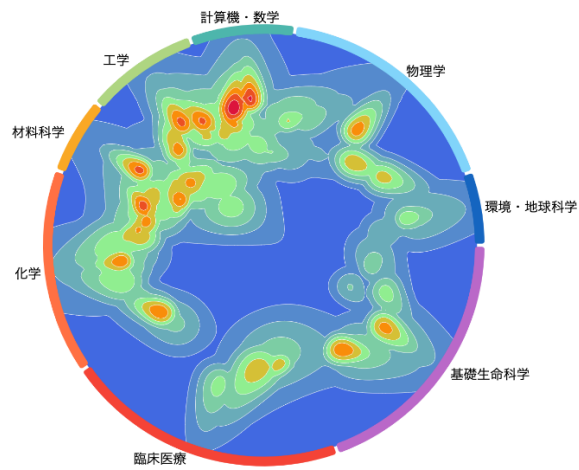
2014年



2014年 中国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NESTEP (v03030606)

2016年

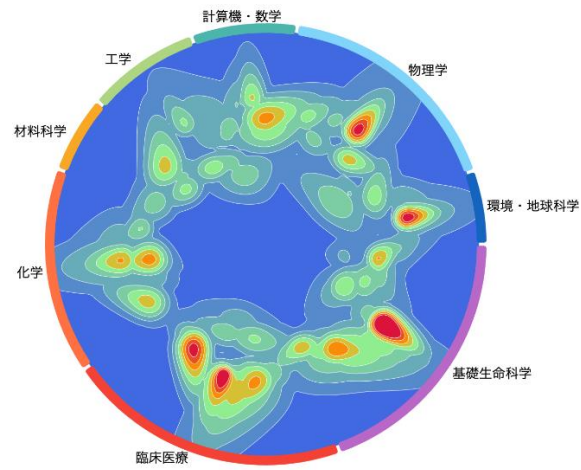


2016年 中国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NESTEP (v03030606)

ドイツ

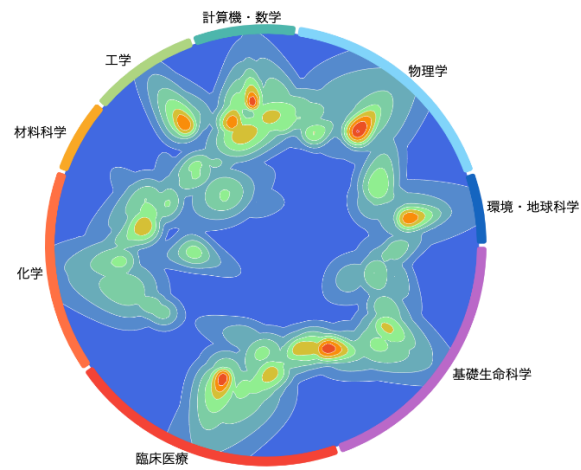
2012年



2012年 ドイツ 固定年全体表示 [0, 2.5]

Powered by SciREX / NESTEP (v03020604)

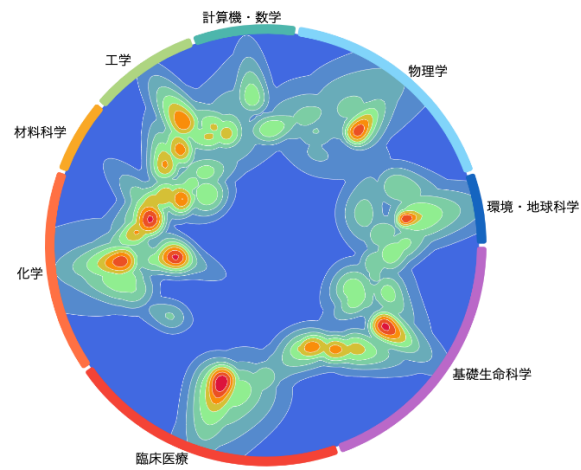
2014年



2014年 ドイツ 固定年全体表示 [0, 2.5]

Powered by SciREX / NESTEP (v03020604)

2016年

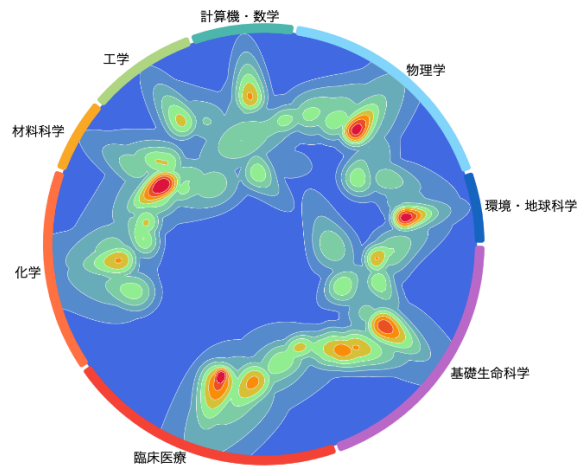


2016年 ドイツ 固定年全体表示 [0, 2.5]

Powered by SciREX / NESTEP (v03020604)

英国

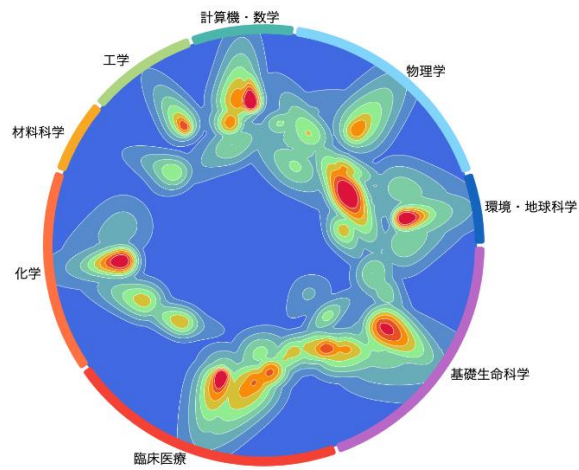
2012年



2012年 英国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NESTEP (v03030606)

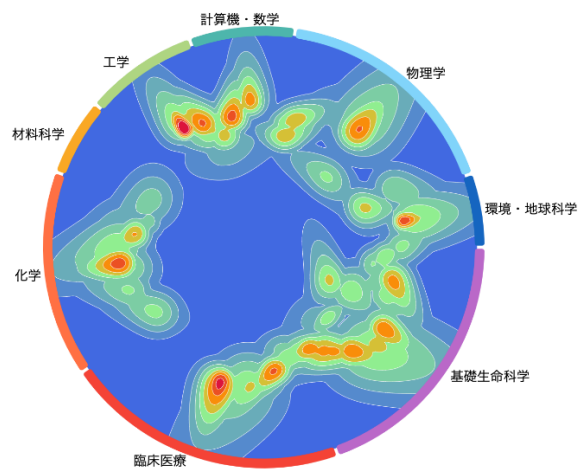
2014年



2014年 英国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NESTEP (v03030606)

2016年

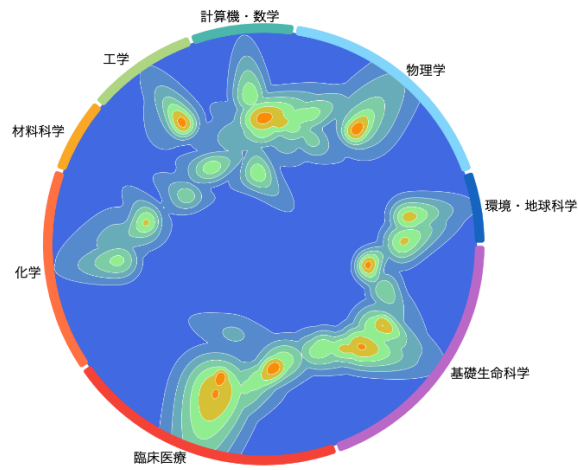


2016年 英国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NESTEP (v03030606)

フランス

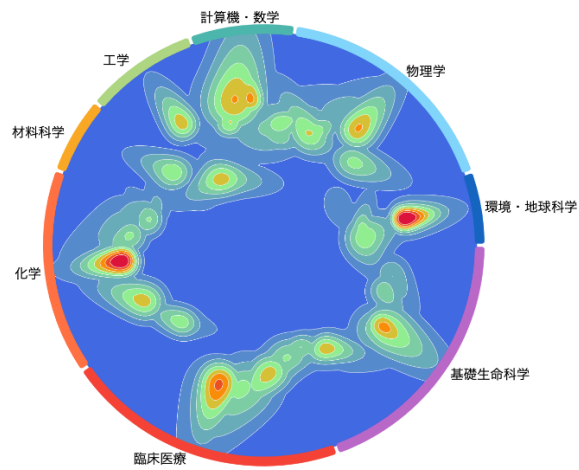
2012年



2012年 フランス 指定単体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v03020606)

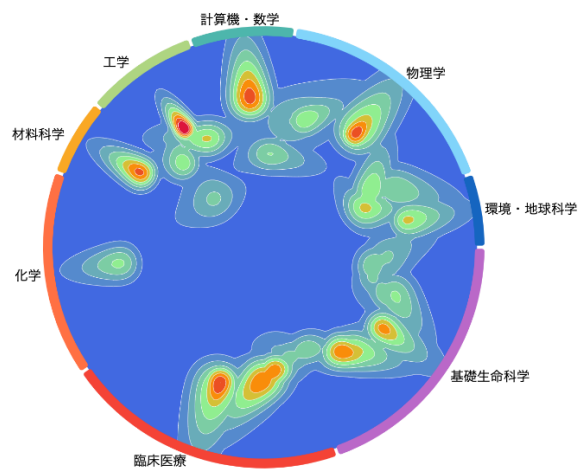
2014年



2014年 フランス 指定単体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v03020606)

2016年

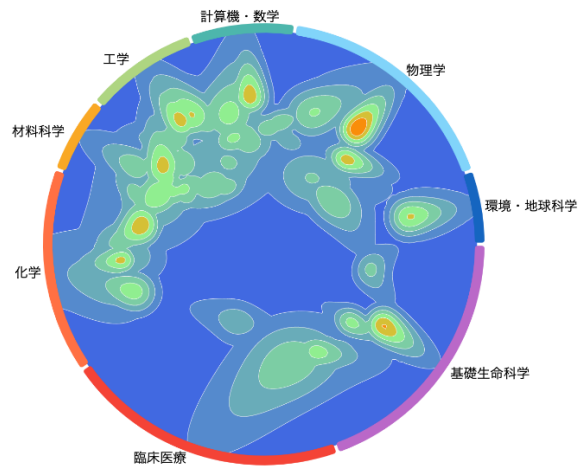


2016年 フランス 指定単体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v03020606)

韓国

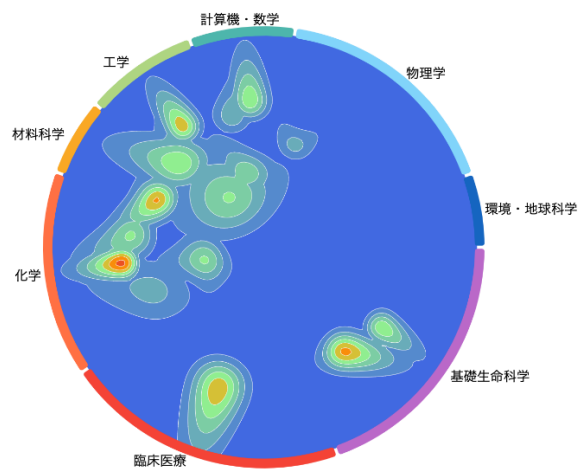
2012年



2012年 韓国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v03030606)

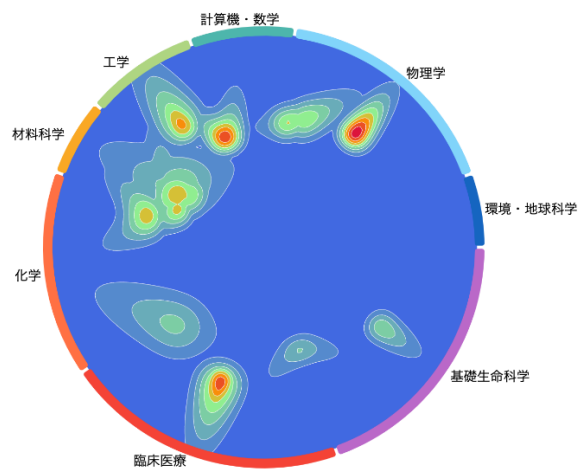
2014年



2014年 韓国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v03030606)

2016年

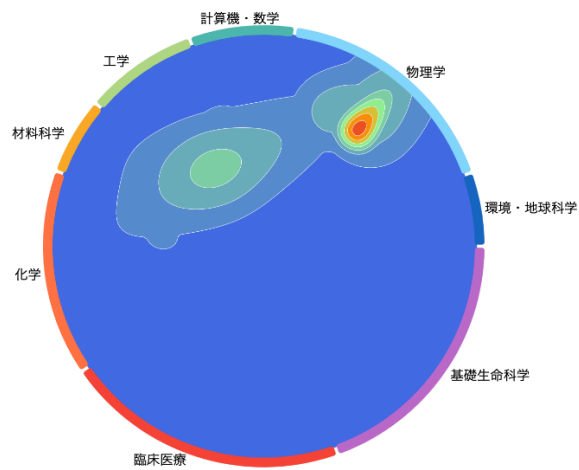


2016年 韓国 協定年全体表示 (0, 2.5)

Powered by SciREX / NISTEP (v03030606)

早稲田大学

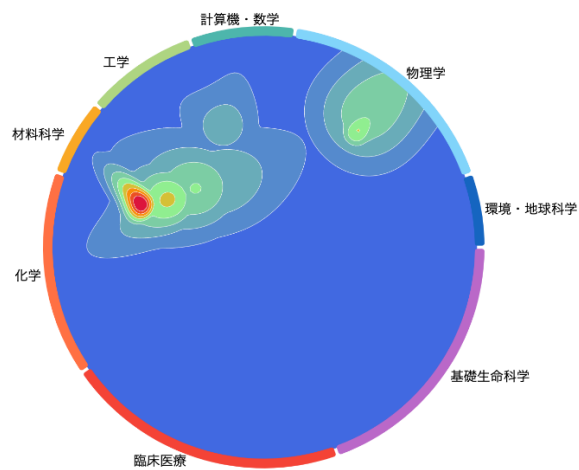
2012年



2012年 日本 国籍名で指定 早稲田大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v03000008)

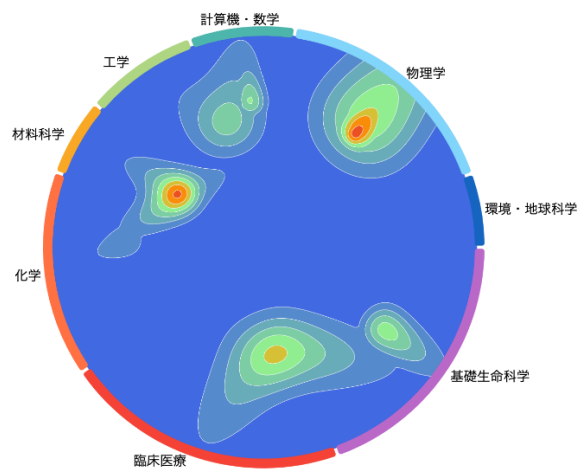
2014年



2014年 日本 国籍名で指定 早稲田大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v03000008)

2016年

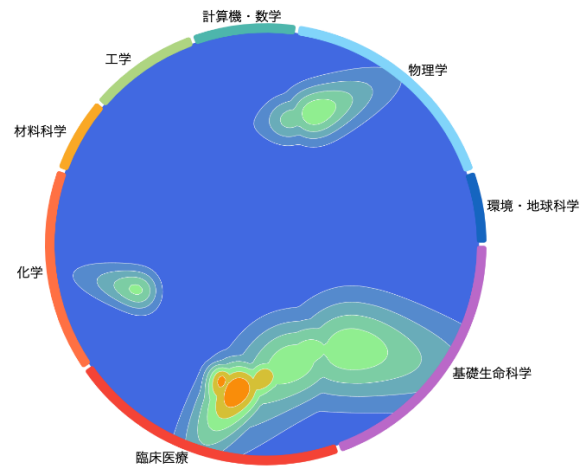


2016年 日本 国籍名で指定 早稲田大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v03000008)

慶應義塾大学

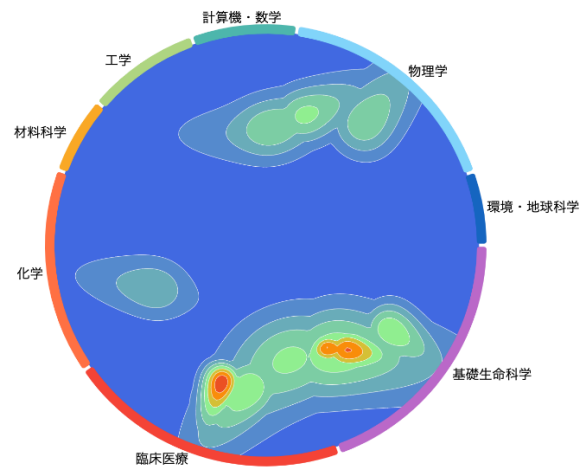
2012年



2012年 日本 国籍名で指定 慶應義塾大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00200606)

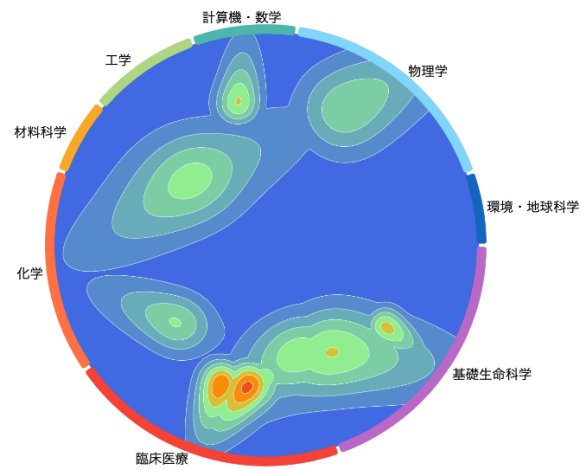
2014年



2014年 日本 国籍名で指定 慶應義塾大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00200606)

2016年

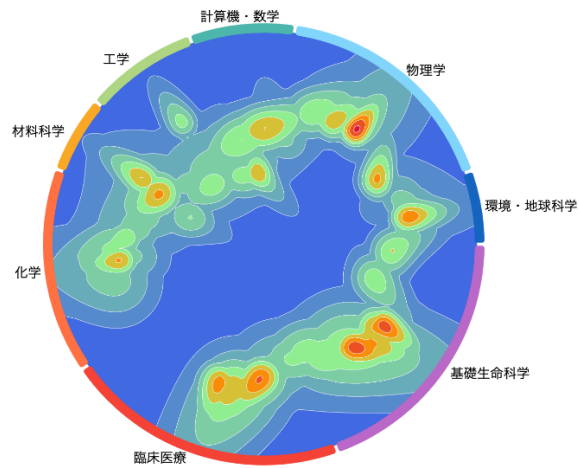


2016年 日本 国籍名で指定 慶應義塾大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00200606)

東京大学

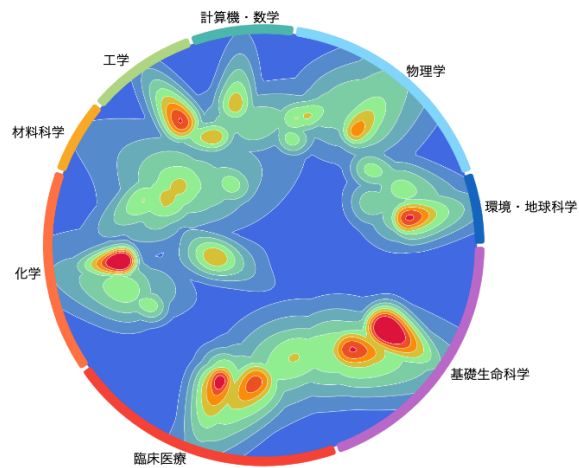
2012年



2012年 日本 国籍名で指定 東京大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00000618)

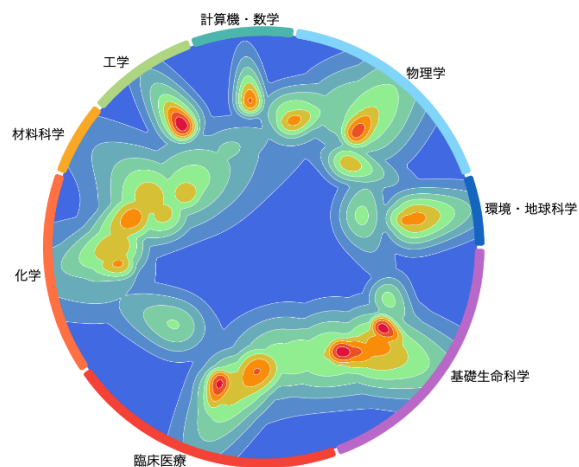
2014年



2014年 日本 国籍名で指定 東京大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00000618)

2016年

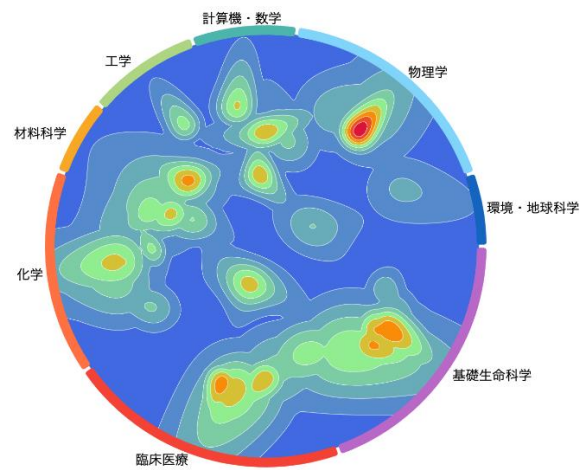


2016年 日本 国籍名で指定 東京大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00000618)

京都大学

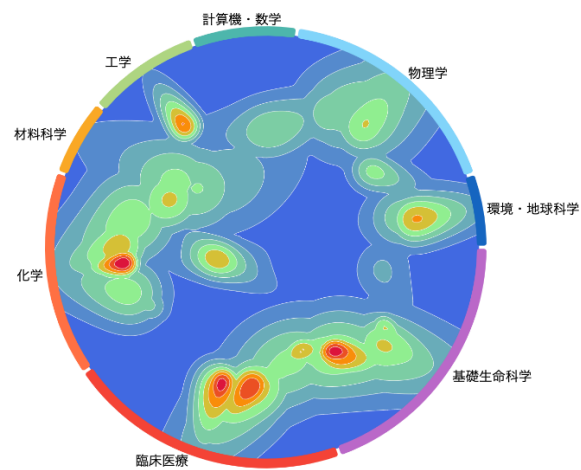
2012年



2012年 日本 国籍名で指定 京都大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v02000618)

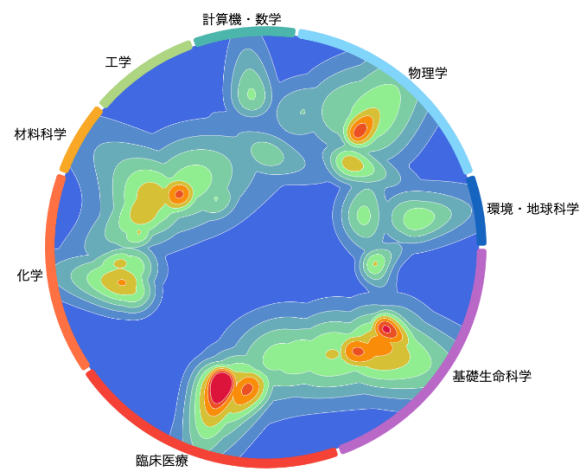
2014年



2014年 日本 国籍名で指定 京都大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v02000618)

2016年

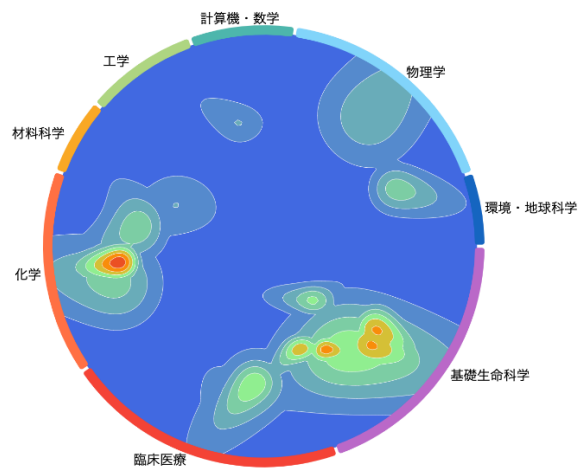


2016年 日本 国籍名で指定 京都大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v02000618)

九州大学

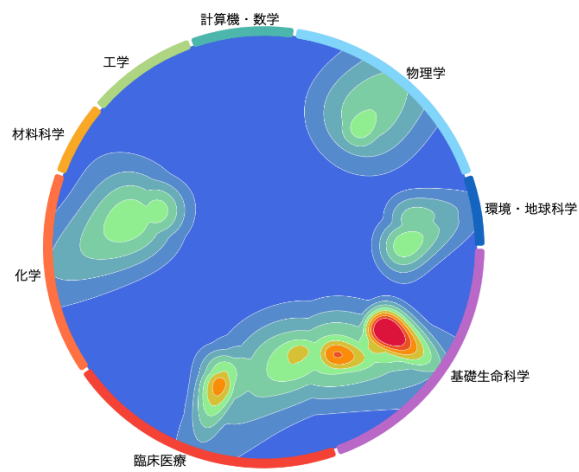
2012年



2012年 日本 韓国名で指定 九州大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00200606)

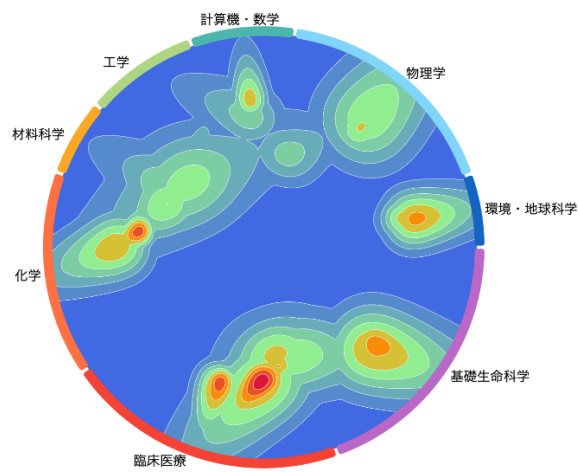
2014年



2014年 日本 韓国名で指定 九州大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00200606)

2016年

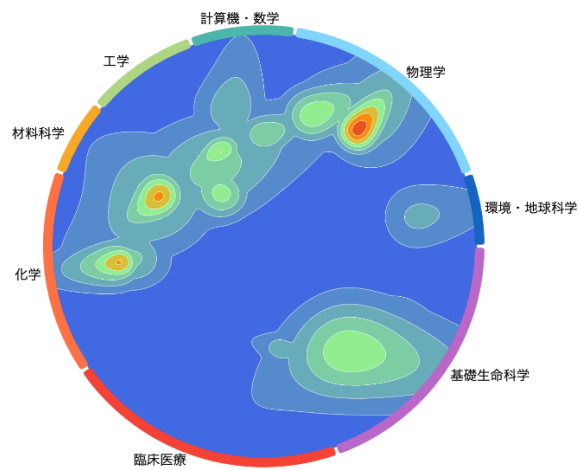


2016年 日本 韓国名で指定 九州大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00200606)

東京工業大学

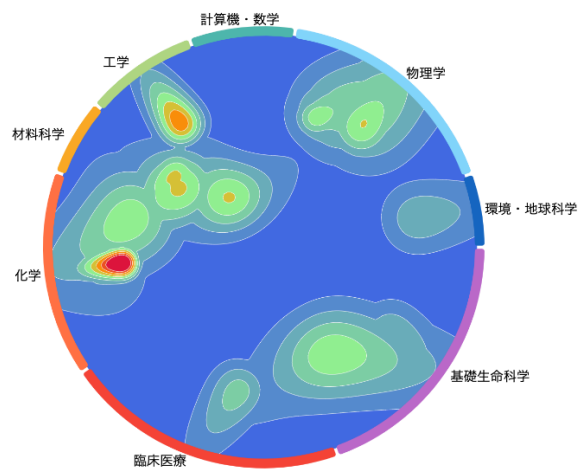
2012年



2012年 日本 国籍名で指定 東京工業大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00200606)

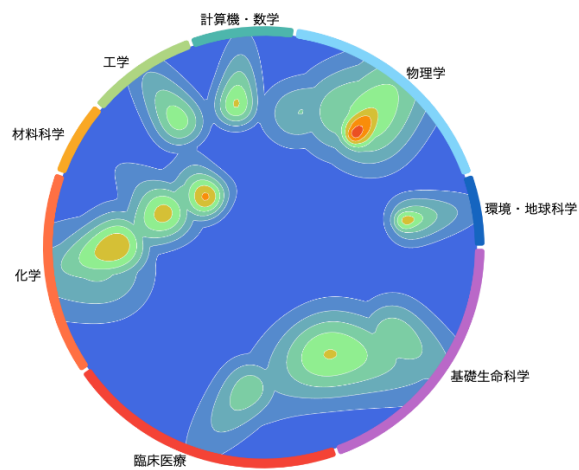
2014年



2014年 日本 国籍名で指定 東京工業大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00200606)

2016年

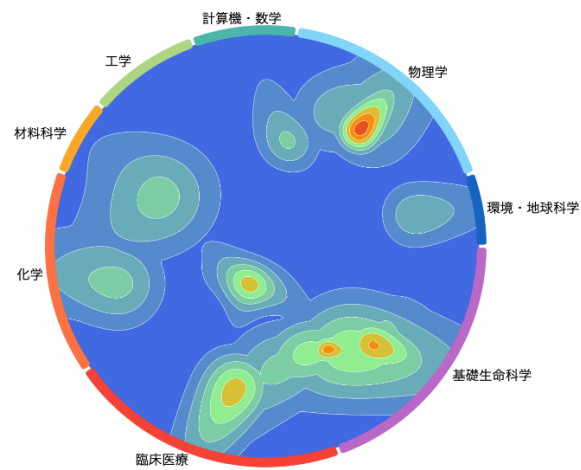


2016年 日本 国籍名で指定 東京工業大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v00200606)

名古屋大学

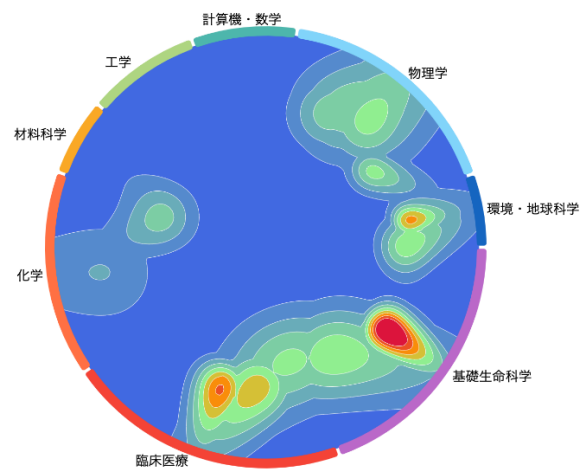
2012年



2012年 日本 国籍名で指定 名古屋大学 (0, 2)

Powered by SciREX / NISTEP (v00000608)

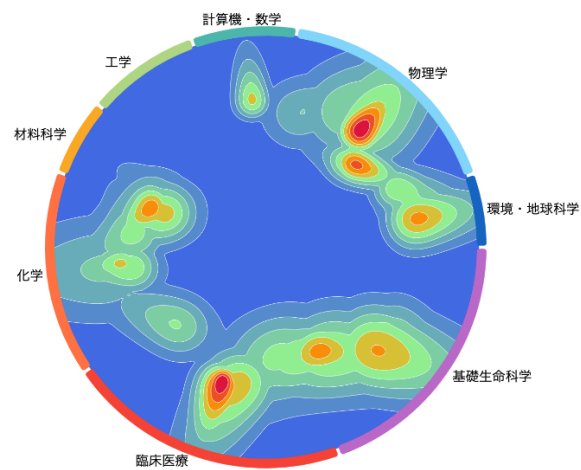
2014年



2014年 日本 国籍名で指定 名古屋大学 (0, 2)

Powered by SciREX / NISTEP (v00000608)

2016年

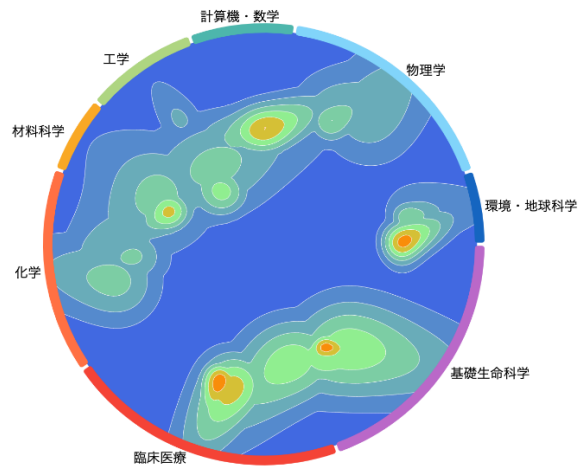


2016年 日本 国籍名で指定 名古屋大学 (0, 2)

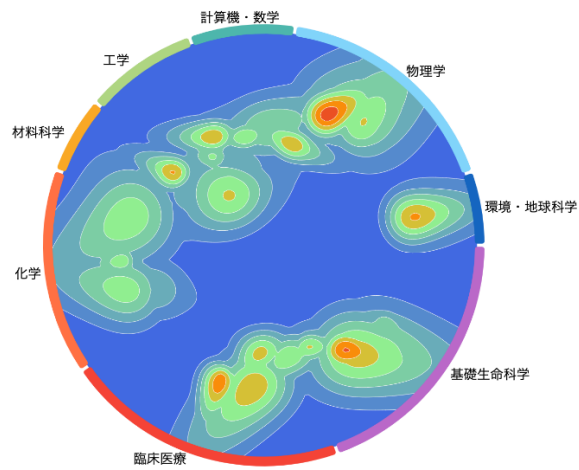
Powered by SciREX / NISTEP (v00000608)

東北大学

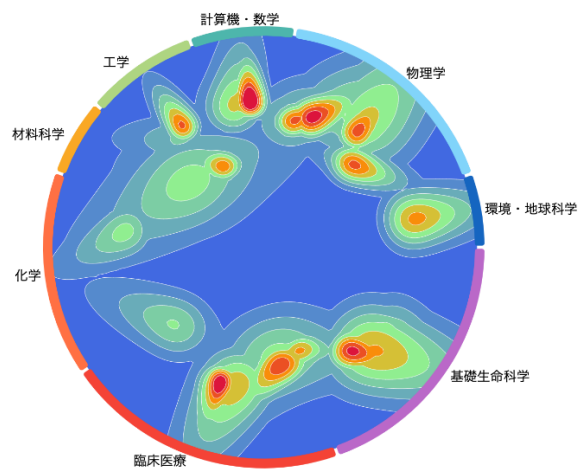
2012年



2014年

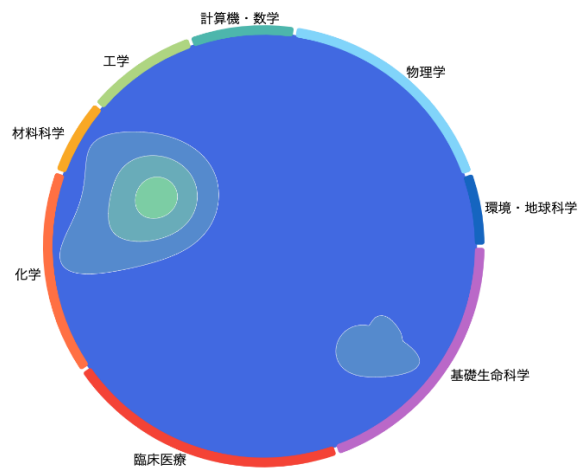


2016年



山形大学

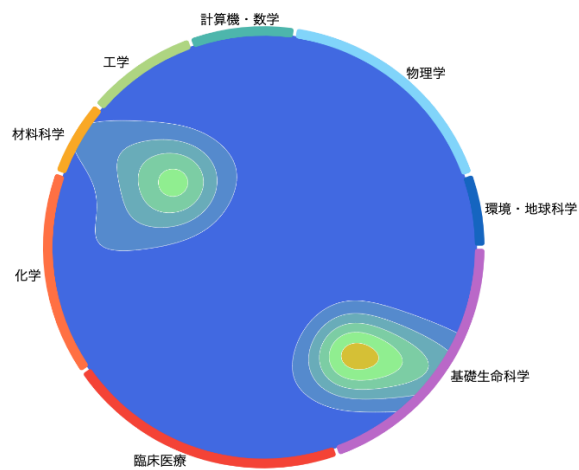
2012年



2012年 日本 国籍名で指定 山形大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v0000018)

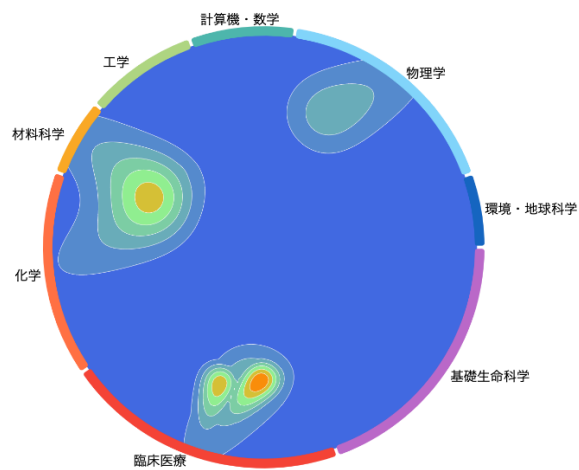
2014年



2014年 日本 国籍名で指定 山形大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v0000018)

2016年

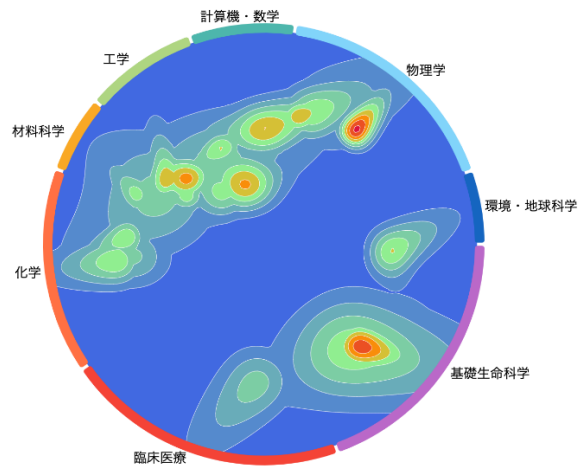


2016年 日本 国籍名で指定 山形大学 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v0000018)

産業技術総合研究所

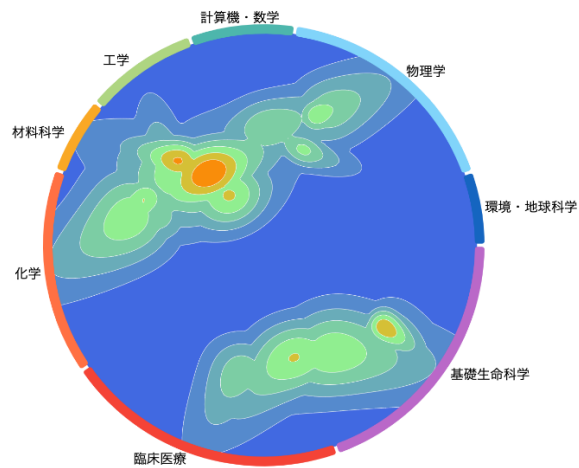
2012年



2012年 日本 韓国名で指定 産業技術総合研究所 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v05020608)

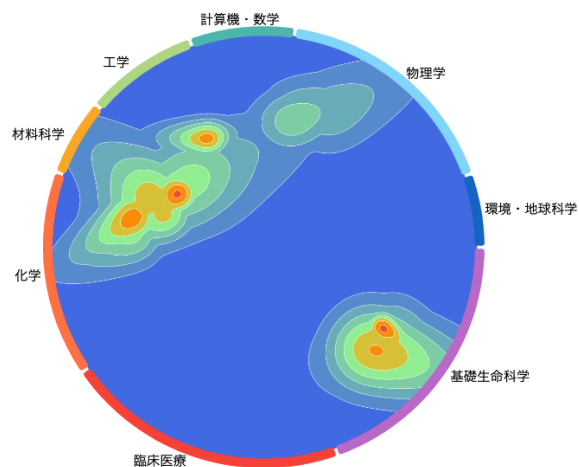
2014年



2014年 日本 韓国名で指定 産業技術総合研究所 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v05020608)

2016年

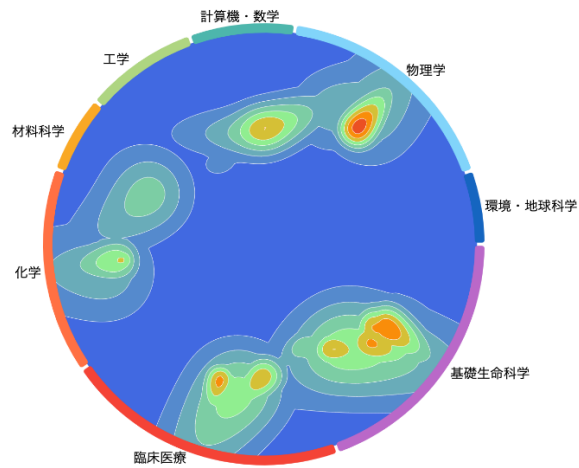


2016年 日本 韓国名で指定 国立研究開発法人産業技術総合研究所 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v05020608)

理化学研究所

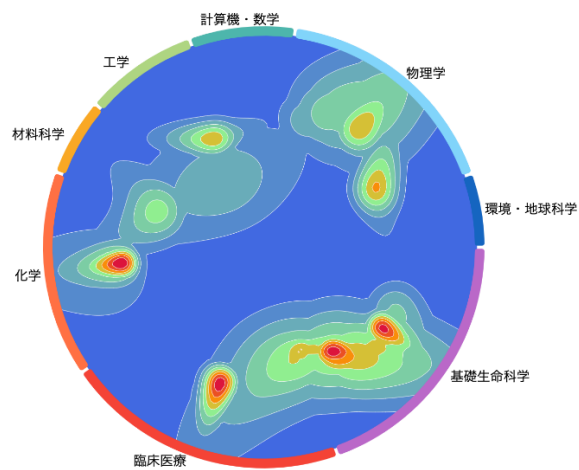
2012年



2012年 日本 国籍名で指定 理化学研究所 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v03030608)

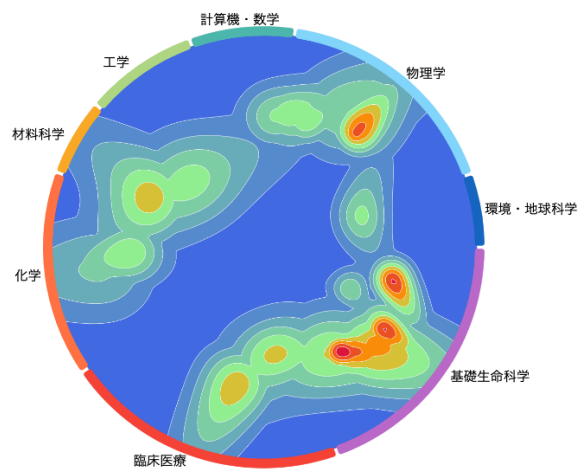
2014年



2014年 日本 国籍名で指定 理化学研究所 [0, 2]

Powered by SciREX / NISTEP (v03030608)

2016年

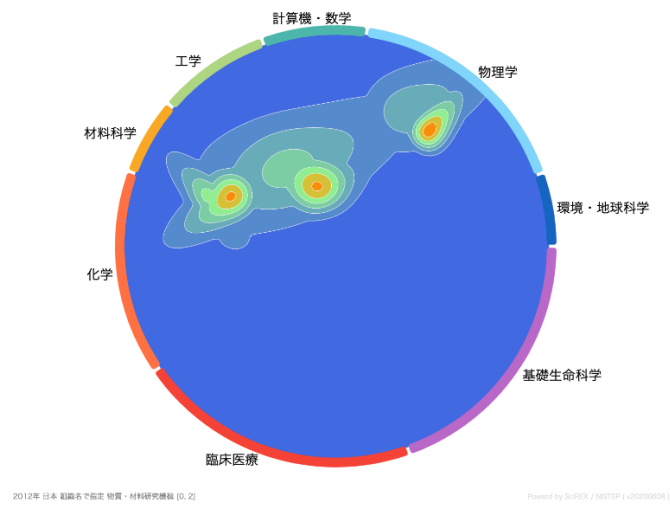


2016年 日本 国籍名で指定 国立研究開発法人理化学研究所 [0, 2]

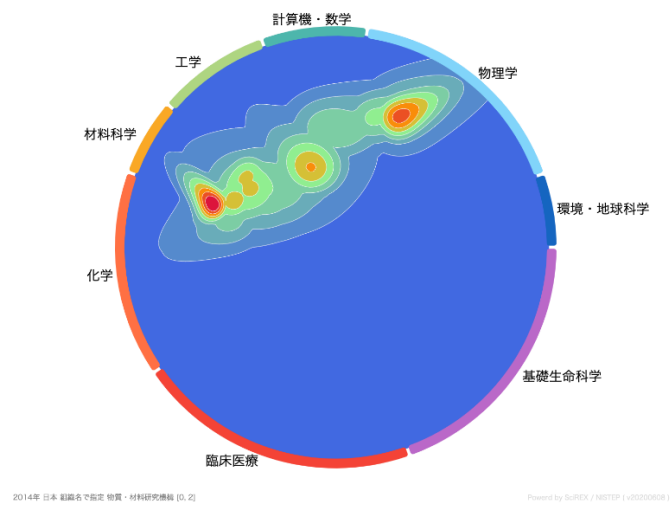
Powered by SciREX / NISTEP (v03030608)

物質・材料研究機構

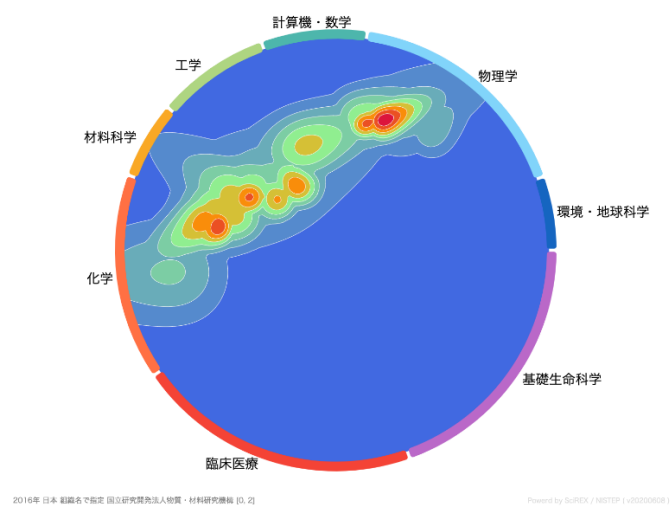
2012年



2014年

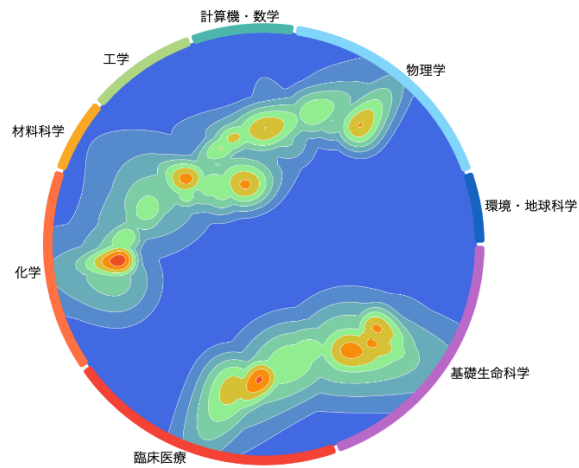


2016年



科学技術振興機構

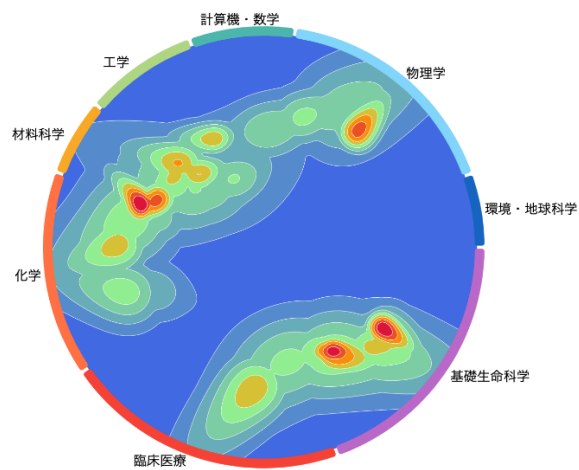
2012年



2012年 日本 総額名で指定 科学技術振興機構 (0, 2)

Powered by SciREX / NISTEP (v02020608)

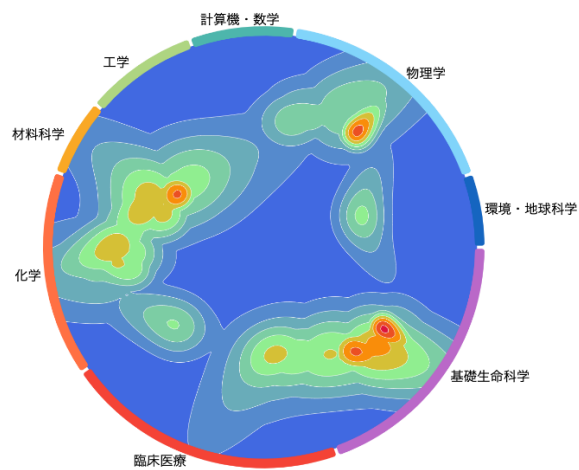
2014年



2014年 日本 総額名で指定 科学技術振興機構 (0, 2)

Powered by SciREX / NISTEP (v02020618)

2016年



2016年 日本 総額名で指定 国立研究開発法人科学技術振興機構 (0, 2)

Powered by SciREX / NISTEP (v02020618)



SciREX Center



GRIPS

政策研究大学院大学

NATIONAL GRADUATE INSTITUTE
FOR POLICY STUDIES

科学技術イノベーション政策研究センター

Science for RE-Designing Science, Technology and Innovation Policy Center (SciREX Center)

〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1 / Tel 03-6439-6329 / Fax 03-6439-6260

7-22-1 Roppongi, Minato-Ku, Tokyo 106-8677 JAPAN

Tel +81-(0)3-6439-6329 / Fax +81-(0)3-6439-6260