

戦略的創造研究推進事業の戦略目標策定における サイエンスマップ等のデータ活用例の紹介

2017年1月25日

齊藤 卓也

研究振興局 基礎研

ERATO

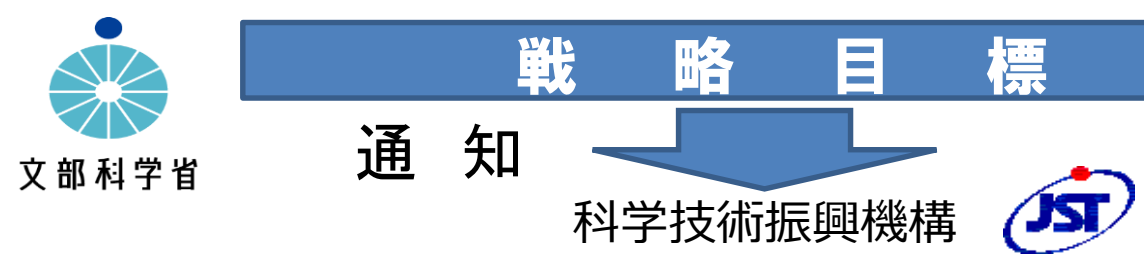
CREST

さかひ
PRESTO

戦略的創造研究推進事業（新技術シーズ創出）

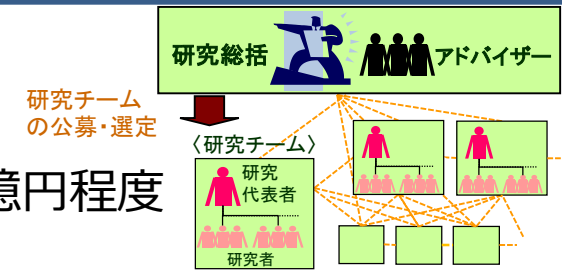
平成29年度予算案 : 458億円
(平成28年度予算額 : 467億円)
※運営費交付金中の推計額

- 文部科学省がトップダウンで「戦略目標」を定め、科学技術振興機構(JST)に通知
- JSTが「戦略目標」を踏まえ、公募する研究領域・研究総括を設定
- 大学等の研究者から提案を募り、組織・分野の枠を超えた時限的な研究体制(バーチャル・ネットワーク型研究所)を構築して、イノベーション指向の戦略的な基礎研究を推進



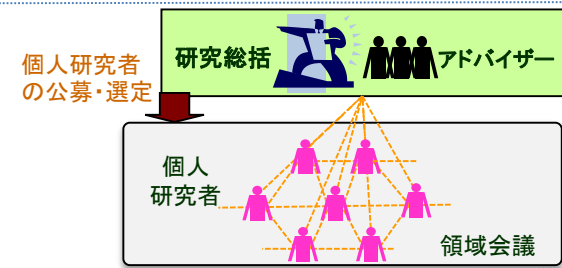
【CREST】

インパクトの大きなシーズを創出するためのチーム型研究。
研究期間：5年半 研究費：1チーム当たり 総額1億5千万～5億円程度



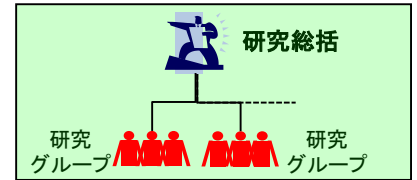
【さがけ】

未来のイノベーションの芽を育む個人型研究。
研究期間 3年半 研究費：1人あたり総額 3～4千万円程度



【ERATO】

独創的な研究を、卓越したリーダー（研究総括）のもとに展開。
研究期間：5年間 研究費：総額12億円程度を上限



本事業の成果① ～科学的にも社会・経済的にも優れた成果～

○世界的に大きなインパクトを与える我が国発の成果を多数創出

(「Science」誌が発表する各年の科学10大成果において、日本人が貢献した成果のうちの多くが本事業によるもの)

過去10年の日本人が貢献した成果の一覧 (計18件のうち、9件(赤字)が本事業が貢献した成果)

- 2016年 ○類人猿が他者の心を読む能力を持つことを証明
○マウスのiPS細胞から培養で卵子を作製[斎藤通紀/さきがけ-CREST-ERATO]
- 2014年 ○脳のように情報を処理するチップの開発、○光で記憶を置き換える実験
- 2013年 ○新たなゲノム編集ツールの開発、○ミニ臓器の作製に成功、○宇宙粒子加速器の発見
○腸内細菌の健康への役割[原英二/CREST、大谷直子/さきがけ]
- 2012年 ○ヒッグス粒子の発見、○幹細胞から卵子を作製 [斎藤通紀/ERATO、林克彦/さきがけ]
- 2011年 ○光合成タンパク質の結晶構造解析 [沈建仁、梅名泰史/さきがけ]、○小惑星の色と組成に関する謎の解明(はやぶさの成果)
- 2009年 ○劣悪環境に応答する植物ホルモンの応答経路解明 [石濱泰/さきがけ]
- 2008年 ○細胞の初期化 [山中伸弥/CREST]、○新しい高温超伝導体 [細野秀雄/ERATO-SORST]
- 2007年 ○ヒトiPS細胞の樹立 [山中伸弥/CREST]、○宇宙線の起源に関する成果、○量子スピンホール効果 [永長直人/CREST]

○我が国のトップレベル研究者を多数輩出

(出典: J S T調べ)

(自然科学系でノーベル賞受賞有力候補と目されるトムソン・ロイター引用栄誉賞において日本人受賞者23名中、12名(うち1名は史上初の2回受賞)が本事業で大きく飛躍した研究者)

2002-2016の日本人受賞者一覧 ○: 本事業の研究者

分野	名前	トピック
<化学>	新海 征治	ナノスケールの機械製造およびマイクロエレクトロニクスの大幅な発展を約束する、分子自己集合に関する先駆的研究
<医学・生理学>	西塚 泰美	2つの基礎的生化学プロセスを明らかにした細胞シグナル伝達に関する画期的貢献
<物理学>	中村 修二	窒化ガリウムを基盤とした半導体を用いた、青色レーザーおよび青、緑、白色発光ダイオード(LED)の発明 --データ保存技術、すなわち発光デバイスにおける偉大な躍進に対して
<物理学>	十倉 好紀	超伝導化合物の発見を含む、強相関電子酸化物に関する傑出した研究、および巨大磁気抵抗現象に関する研究 新しいマルチフェロイック物質に関する先駆的研究
<物理学>	中沢 正隆	世界中で高速光ファイバー通信ネットワークに革命をもたらしたエルビウム添加ファイバー増幅器 (EDFA) の開発に対して
<物理学>	飯島 澄男	物理、化学分野の革命を起こすきっかけとなったカーボンナノチューブの先駆的な研究に対して
<物理学>	戸塚 洋二	ニュートリノ振動および質量の発見における指導的役割に対して
<医学・生理学>	審良 静男	トール様受容体と先天免疫の研究
<医学・生理学>	小川 誠二	fMRI(磁気共鳴機能画像法)の基本原理の発見
<医学・生理学>	山中 伸弥	人工多能性幹細胞 (iPS細胞) の開発
<化学>	北川 進	多孔性金属-有機骨格の合成法および機能化学の開拓、およびその水素とメタンなどの気体の貯蔵、精製、分離などへの応用
<物理学>	大野 英男	希薄磁性半導体における強磁性の特性と制御に関する研究
<医学・生理学>	竹市 雅俊	細胞接着分子カドヘリンの発見
<化学>	藤嶋 昭	本多・藤嶋効果(酸化チタンの光触媒反応)の発見
<化学>	春田 正毅	金の触媒作用の独自の基盤的発見
<医学・生理学>	大隅 良典	オートファジーの分子メカニズムおよび生理学的機能の解明
<医学・生理学>	水島 昇	オートファジーの分子メカニズムおよび生理学的機能の解明
<物理学>	細野 秀雄	鉄系超伝導体の発見
<医学・生理学>	森 和俊	小胞体内の変性タンパク質の検出と修復によるメカニズムを独自に発見
<医学・生理学>	坂口 志文	制御性T細胞と転写因子Foxp3の特性と機能に関する独創的な発見
<医学・生理学>	本庶 佑	プログラム細胞死1 (PD-1) およびその経路の解明により、がん免疫療法の発展に貢献
<化学>	前田 浩	がん治療における高分子薬物の血管透過性・滞留性充進 (EPR) 効果の発見
<化学>	松村 保広	がん治療における高分子薬物の血管透過性・滞留性充進 (EPR) 効果の発見

(出典: トムソン・ロイター社ホームページ)

本事業の成果② ～科学的にも社会・経済的にも優れた成果～

- 世界に先駆けたヒトiPS細胞の樹立やIGZO液晶ディスプレイとして製品化された成果などの顕著な業績や、質の高い論文の生産性の高さなど、優れた成果を創出。

論文指標

- TOP10%論文、TOP1%論文の割合は、それぞれ約24%、約3%と高水準であり、質の高い成果を創出。
- 世界三大科学誌とされる「Nature」、「Science」、「Cell」誌に投稿された国内論文のうち、2割程度が本事業によるもの。

(出典：JST調べ)

社会・経済に波及効果をもたらした顕著な業績例

ライフイノベーション

再生医療や創薬の発展に期待

iPS細胞を樹立



山中 伸弥 (京都大学 iPS細胞研究所 所長/教授)

CREST 免疫難病・感染症等の先進医療技術「真に臨床応用できる多能性幹細胞の樹立」研究総括(H15-20)

山中iPS細胞特別プロジェクト 研究総括 (H20-24)

iPS細胞研究中核拠点 再生医療用iPS細胞ストック開発拠点 拠点長 (H25-) ※

※当事業は、2015年4月1日より、国立研究開発法人 日本医療研究開発機構に移管されました

ナノテクノロジー・材料

透明な酸化物の半導体IGZO-TFTが引き起こす

ディスプレイ革命



細野 秀雄 (東京工業大学 応用セラミックス研究所 教授/元素戦略研究センター長)

ERATO 「細野透明電子活性プロジェクト」総括責任者 (H11-16)

SORST 「透明酸化物のナノ構造を活用した機能開拓と応用展開」研究代表者 (H16-22)

ACCEL 「エレクトライドの物質科学と応用展開」研究代表者 (H25-30)

出典：JST成果集 <http://www.jst.go.jp/seika/index.html>

戦略目標等の策定プロセス

STEP1: 基礎研究を始めとした研究動向の俯瞰

国内動向の俯瞰

- 科研費等の競争的資金による成果等を網羅的に参照できるデータベースを構築。
- データ分析により、研究活動の盛衰や新たな研究概念の登場などの我が国における研究動向を把握。

世界動向の俯瞰

- サイエンスマップを活用しつつ、研究論文の共引用関係又は直接引用関係を分析し、世界における研究動向及びその中での我が国の参画状況等を把握。

STEP2: 知の糾合による注目すべき研究動向の特定

- 最新の研究動向に関して知見を有する組織・研究者に対する意見聴取を実施。
- 意見聴取で得られた結果を踏まえて、研究動向の注目度、発展可能性等の観点から検討し、注目すべき研究動向を特定。

STEP3: 科学的な価値と社会経済的な価値の創造が両立可能な戦略目標等の決定

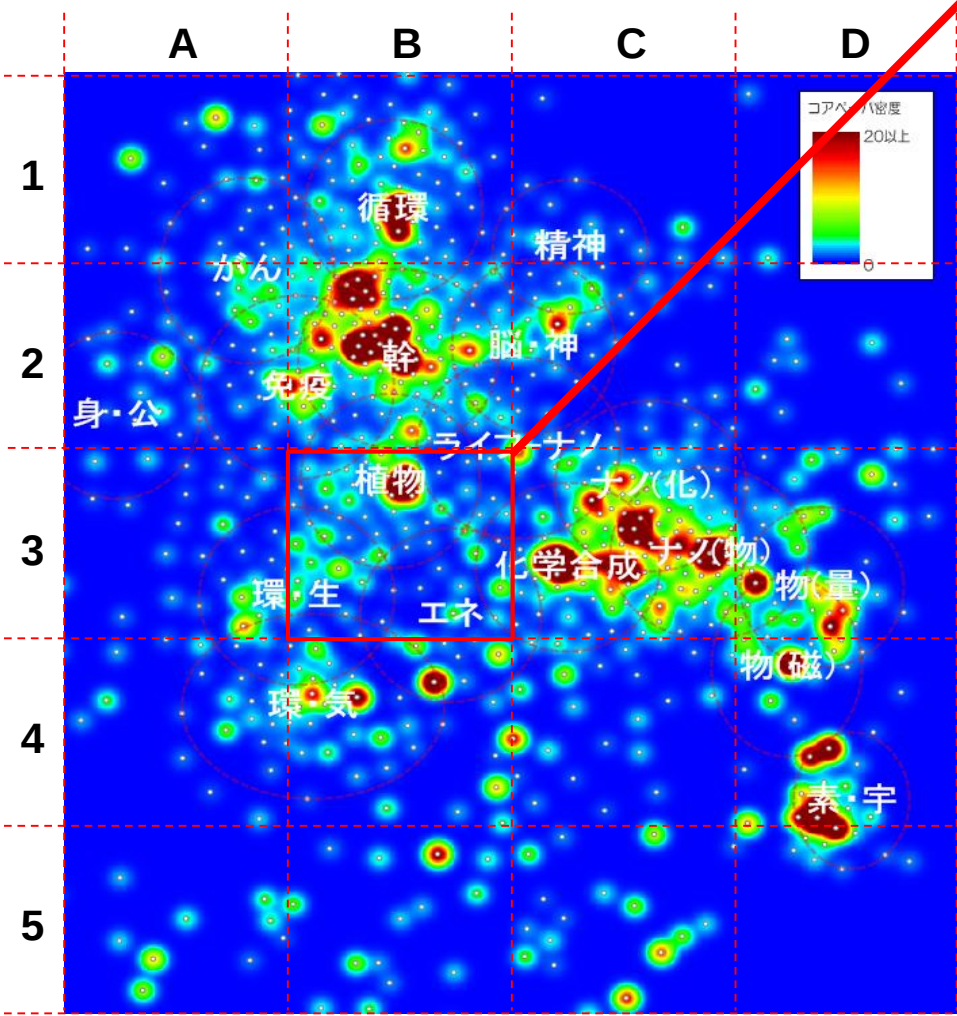
- 研究者と産業界などの識者との対話から、注目すべき研究動向に関する研究の進展等による社会・経済の展望等を検討するワークショップ等を開催。
- 科学的知見の革新性や社会・経済に与える影響の大きさ、広さ等の観点から検討を行い、研究者による根本原理の追求と社会経済的な価値の創造が両立可能な戦略目標等を決定。

STEP1：基礎研究を始めとした研究動向の俯瞰

○サイエンスマップ2012に示された研究領域の相関図を活用し、TOP1%論文数の多い研究領域や日本シェアの高い研究領域について、科研費DB上の情報も含めて分析。

【分析イメージ】

Science Map 2012



○赤枠内におけるコアペーパー数の多い領域例

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	サイティングペーパー数 (Top10%)	サイティングペーパー数	コア日本シェア (分数)	サイティング日本シェア (Top10%) (分数)	国際共著率	Sci-Geo研究領域型
701	植物成長, 転写因子, 細胞壁, 遺伝子発現, 野生型	植物・動物学	262	2762	7220	10.9%	8.5%	44%	コンチネント型

【研究領域に関係する科研費の研究実績報告書等】

研究代表者名：榎原 均（独立行政法人理化学研究所・生産機能研究グループ・グループディレクター（2011年当時））
研究課題名：種子発芽物におけるシスセアチンの代謝システムと生理機能の解明
研究種目：基盤研究(B)、研究分野：植物分子生物・生理学
研究概要：
(1)Zの配糖化酵素ZOGT遺伝子の特異付けと過剰発現体の解析
イネのサイトカイニン-グルコシル化酵素、Os4g0556400、Os4g0556500、Os4g0556600の過剰発現体の表現型を詳しく解析した結果、Os4g0556400、Os4g0556500過剰発現株では冠根数が減少、地上部の半硬化化、老化が顕著などの共通する表現型が観察された。過剰発現体の独立したラインを用いてマイクロアレイ解析を行い、過剰発現体において発現レベルが変化した遺伝子の全体的な把握を試みたが、この表現型を説明する注目の遺伝子は見いだせなかった。
(2)イネにおけるサイトカイニン誘導性遺伝子発現へのシスセアチンの影響の検討
イネのサイトカイニン誘導性遺伝子として知られるType-A OsRR遺伝子のトランスセアチンとシスセアチンの濃度依存性を調べたところ、OsRR1、OsRR2、OsRR9/10などで同程度の濃度による発現誘導効果がみられた。さらに根の伸長阻害を指標にトランスセアチンとシスセアチンの作用濃度の違いを調べたところ、10nMという低濃度でシスセアチンがトランスセアチンと同程度に種子根の伸長を阻害することが明らかとなった。シロイヌナズナではこのような阻害がみられず、少なくともイネではシスセアチンが活性型サイトカイニンとして機能していることが示された。
(3)Zの配糖化酵素ZOGTの芳香族型サイトカイニンを基にした生物学的な意味づけの検討
イネの種子体内にトボリンなどの芳香族型サイトカイニンがどの程度存在するかについて解析をすすめたが、いかなる解析においても芳香族型のサイトカイニンはイネ体内に検出されなかった。よって、なぜZOGTが芳香族型サイトカイニンに高い反応性を示すかという問いについては解決できなかった。

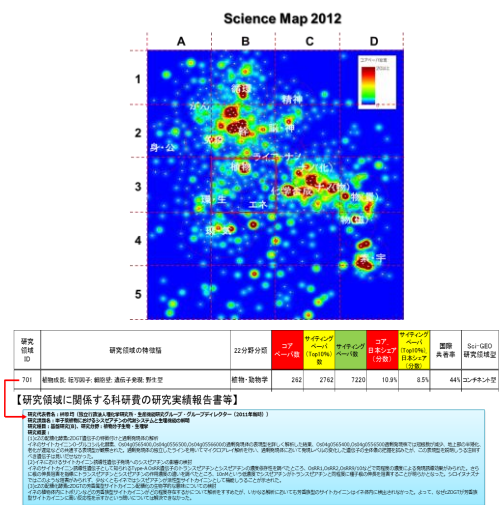
○ 科研費の研究課題情報(2008-2013)を対象として、新規特徴語及び近年出現頻度が増加している特徴語を抽出

分野	生物学	分科	基礎生物学					
特徴語		出現する課題の数						検定結果
		2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	
タキフグ属					2		2	p < 0.05
継代飼育					5	2		p < 0.01
花形態					3	3	1	p < 0.01
通し回遊魚					2	1	1	p < 0.05
処理空間						4		p < 0.05
トランスクリプトーム			2	2	6	11	10	p < 0.01
次世代シーケンサー		2	5	9	25	39	30	p < 0.01
昆虫学		1		1	3	5	2	p < 0.05
河川生態系		1	1	1	3	7	1	p < 0.05
チトクロームcオキシダーゼサブユニットI		1	2	2	6	6	4	p < 0.05
ITS領域		2	2	3	4	8	7	p < 0.05
概日時計		3	4	4	8	9	10	p < 0.05
遺伝的種分化		5	4	4	17	7	6	p < 0.05
分科の中での総課題数		478	490	497	588	579	551	

STEP2：知の糾合による注目すべき研究動向の特定

○ 最新の研究動向に関して知見を有する組織・研究者に対し、アンケートを実施。

<STEP1で作成した分析資料>



専門家にアンケート

【専門家ネットワークからの回答例】

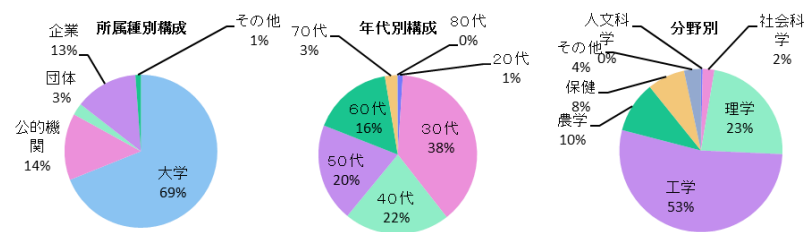
研究動向		サイエンスマップ2012において関係する研究領域						
動向名	概要	ID	特徴語	22分野分類	コアペーパー数	サイティン グ ペーパー数	コア、 日本シェ ア	Sci-Geo 研究領域
植物研究におけるゲ ノム情報と表現型 データの統合	これまで日本のゲノム研究及びゲノムワイド研究は医療関係に特化しており、植物分野では個別課題研究や国外との連携による成果に限られてきた。今後国内の環境変化に伴う影響は我々人類はもとより、植物（農産物）においても例外ではなく、これまで経験したことの内容な病虫害や自然災害の被害を受ける恐れがある。これらの問題を事前に察知し、適応できる植物の開発やそれに関連する基礎研究を国家レベルで推進することが非常に重要と考える。その点において、医療における基礎研究同様に、植物においてもゲノム情報と表現型データを網羅的に収集し、データ統合を図ることが将来的にも国内植物研究や農学研究における基盤の作成には重要である。	271	ゲノムワイド関連：一塩基多型；遺伝的変異；正の選択；人口	分子生物学・遺伝学	8	1125	0.0%	コンチネン ト型
		514	ゲノムワイド関連：一塩基多型；ゲノムワイド関連解析；複雑な形質；遺伝的構造	学際的・分 野融合的 領域	6	139	0.0%	ペニンシュ ラ型
		724	ゲノムワイド関連：遺伝子発現；Expression-QTL解析；一塩基多型；遺伝的変異	分子生物学・遺伝学	7	1227	0.0%	コンチネン ト型
		800	ゲノム配列；全ゲノム塩基配列；ドラフト・ゲノム配列；基準株、～をコードするタンパク質	学際的・分 野融合的 領域	14	2134	0.1%	ペニンシュ ラ型
		75	セイウアブラナ；全ゲノム重複；遺伝子を複製する；遺伝子発現；Brassica rapa(植物)	植物・動物学	6	329	0.0%	アイランド 型
		267	シロイヌナズナ；自然変異；表現型変異；ゲノムワイド関連；遺伝的変異	植物・動物学	5	88	0.0%	ペニンシュ ラ型
		640	ブドウ(Vitis vinifera L.)；ゲノム配列；転写因子；遺伝子ファミリー；植物ゲノム	植物・動物学	18	1948	5.6%	コンチネン ト型
		645	ゲノムの選択；一塩基多型；育種価；量的形質遺伝子座；繁殖プログラム	農業科学	43	1054	0.0%	コンチネン ト型

⇒「注目すべき研究動向」に関する1,000件を超えるアンケート結果を収集

分野	生物学	分科	基礎生物学					
特徴語	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	検定結果	
タキツグ属			2	2	2	2	p < 0.05	
種代飼育			5	2	2	2	p < 0.01	
花形質			3	3	1	1	p < 0.01	
減し原産地			2	1	1	1	p < 0.05	
地理空間				4			p < 0.05	
トランスクリプトーム	2	2	2	6	11	10	p < 0.01	
次世代シーケンサー	2	5	9	25	39	30	p < 0.01	
応用学	1	1	1	3	5	2	p < 0.05	
河川生態系	1	1	1	3	7	1	p < 0.05	
ナノクロームセンサーサブユニット	1	2	2	6	6	4	p < 0.05	
ITS領域	2	2	3	4	8	7	p < 0.05	
電位統計	3	4	4	8	9	10	p < 0.05	
遺伝的種分化	5	4	4	17	7	6	p < 0.05	
分科中での総経路数	478	490	497	588	578	551		

- JST研究開発戦略センター(CRDS)
- AMEDの科学技術顧問
- NISTEPの専門家ネットワーク

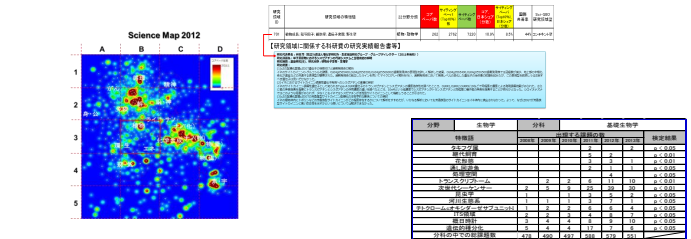
【専門家ネットワーク(約2,000名)の構成】



STEP3：科学的な価値と社会経済的な価値の創造が両立可能な戦略目標等の決定

- 分析資料やアンケートをもとに、「注目すべき研究動向(案)」を作成。
- サイエンスマップにおいて関係する研究領域における論文数及び日本シェア割合から、「世界スコア」・「日本スコア」や「コアペーパー増加率」を付与した上で、「注目すべき研究動向」を決定。
- 産業界・学術界の識者によるワークショップを開催。科学的な価値と社会経済的な価値の両面から作りこみ、戦略目標を決定。

＜STEP1・2の分析資料及びアンケート＞



【専門家ネットワークからの回答例】

[illegible]

「注目すべき
研究動向
(案)」を作成

「世界スコア」・「日本スコア」や「コアペーパー増加率」を付与

研究動向		スコア		コアペーパー		
動向名	概要	世界	日本	論文数	増加率	
材料研究を始めとする最先端研究における計測技術と高度情報処理の融合	放射光や中性子を用いた大型の研究施設等による材料の高度な構造解析は、日本の研究力を支える大きな強みである。しかし、各研究者あたりの大型研究施設のリソースは限られており、また、これらのデータから有意な情報を読み解く手法は研究者の経験に頼るところが多く、物質・材料研究への計測技術の貢献は限定的であるのが現状である。現在、例えば、イメージ画像や中性子計測・放射光計測・大型計算機による大規模計算などから得られる大量の高次元のシグナル群からの高精度な有益データの抽出や、少ないデータから全体の情報を再現する高度なデータ解析手法（例えばSparse Modelling等）が開拓されつつあり、これらの手法をいち早く計測技術に組み込み材料開発等に実装していくことが国際競争力を向上させるために不可欠である。高度情報処理技術を材料の構造解析技術と融合し、簡易に高精度な分析・解析ができる科学的手法を確立させることにより、例えば、大規模計算や画像処理、大型研究施設を用いた分析・解析がより幅広いユーザーにとって有用となる他、マンタイムの効率化や汎用ロボットの測定機器を用いた高度な構造解析も可能となる。また、同時に他の研究分野における計測技術の発展にも寄与する。	108.8	55.1	53.7	5,545	47.9%

【ワークショップにおける議論の流れの例】

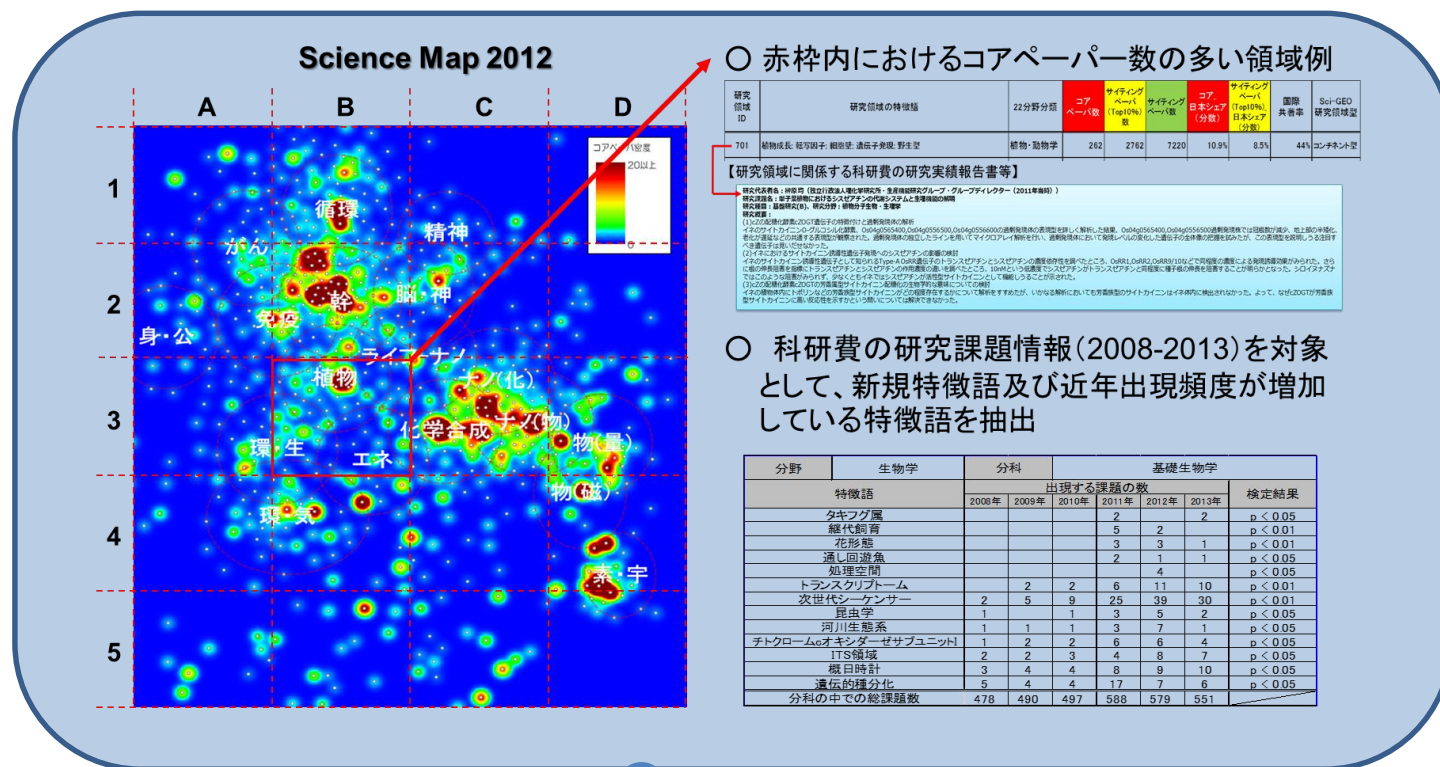
- 1) 学術界・産業界から関連する取組の紹介
- 2) 以下の項目に関して議論
 - ・社会的・経済的に与え得るインパクトや、その結果実現し得る将来の社会像
 - ・特に注目すべき国内外の動向
 - ・将来の社会像具現化等に向けて、現在の研究開発として取り組むべき事

「注目すべき研究動向」について
ワークショップを開催して作りこみ

戦略目標を決定

「戦略目標設定におけるデータ活用」から見えてきた課題

○「どんなデータ分析が必要か」は、政策的な問題設定と表裏一体



論文だけでは測れない研究活動も把握したい！
↓成果が論文に表れにくい分野(情報分野等)は
どんなデータを見ればよい？複数のデータを
どう組み合わせる分析すればよい？

イノベーションにつながる最先端の研究を見出したい！

⇒「過去の研究活動」をあらわすデータ群から「これから取り組むべき研究活動」を見出すにはどんな分析が必要？

「戦略目標設定におけるデータ活用」から見えてきた課題

○ 日々の業務においても、データ分析についての行政的なニーズは大きい

しかし...

- ◆ だれに相談をすればよいのかわからない
- ◆ 1から相談をはじめると多大な労力がかかり、期限に間に合わない
- ◆ 公表されているデータ集は膨大ですべては読み切れず、ほしい情報をピンポイントで得ることが難しい



政策形成の現場で実際に
データを活用していくためには...



- 政策立案者とデータ分析を専門とする研究者が日頃からコミュニケーションをとり、気軽に相談できる関係を作ることが重要
- 様々な角度からデータを分析できる優れたインターフェースが重要