

第111回 ライフサイエンス委員会	資料1
令和6年1月16日	

第111回 ライフサイエンス委員会 2024年1月16日@online

ライフサイエンス研究の挑戦： -日本の研究力向上の鍵となる多様性の力-

東北大学大学院 生命科学研究科

京都大学大学院 薬学研究科 教授 倉永英里奈

研究力の向上にむけて

なぜ、日本の研究力低下がクローズアップされたか？

NEWS | 25 October 2023

Japanese research is no longer world class – here's why

Despite a strong workforce, Japan's research continues to slide down the indicators of quality.

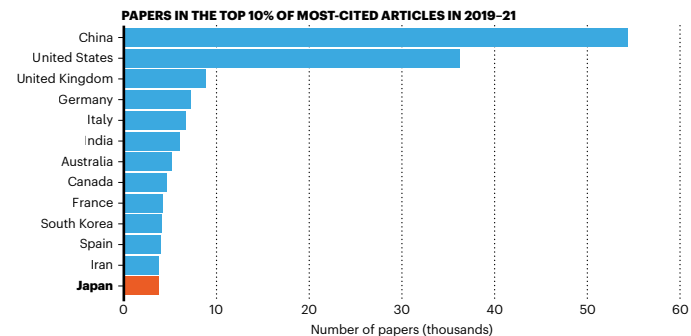
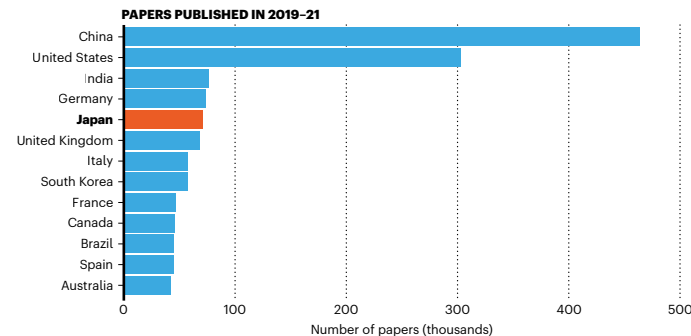
By Anna Ikarashi



A government report suggests that Japanese researchers are not producing as much world-class research as other countries such as the United States or China. Credit: Makiko Tanigawa/Getty

SLIPPING DOWN

Although Japan was ranked fifth globally in terms of output of scientific papers in 2019-21, it ranked 13th on measures of quality output.



☆Natureの記事

- ・ top10%論文数の順位が下位
- ・ 論文総数の割合が低下

目標：

- ・ top10%論文を増やす
- ・ 論文総数を増やす

解決策？：

- ・ top10%論文を“増やせる”研究領域／研究者に予算
- ・ 論文総数を“増やせる”以下同文

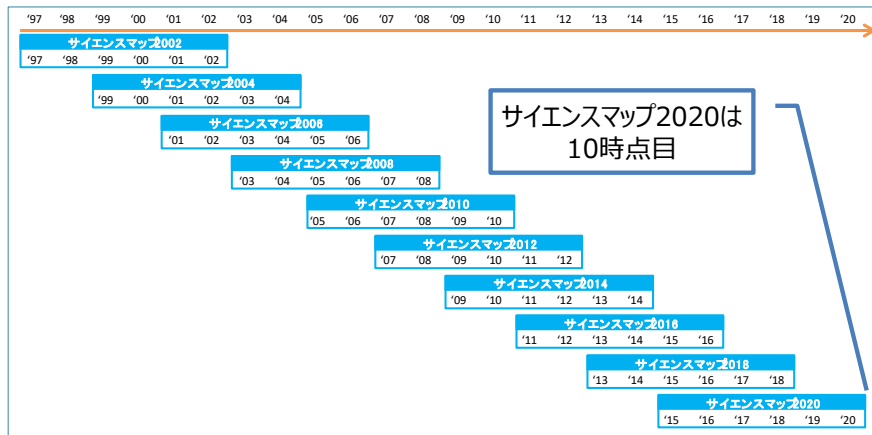
→“選択と集中”で良いか？

研究領域の分析 –サイエンスマップ–

概要図表 1 サイエンスマップ 2020 の全体像

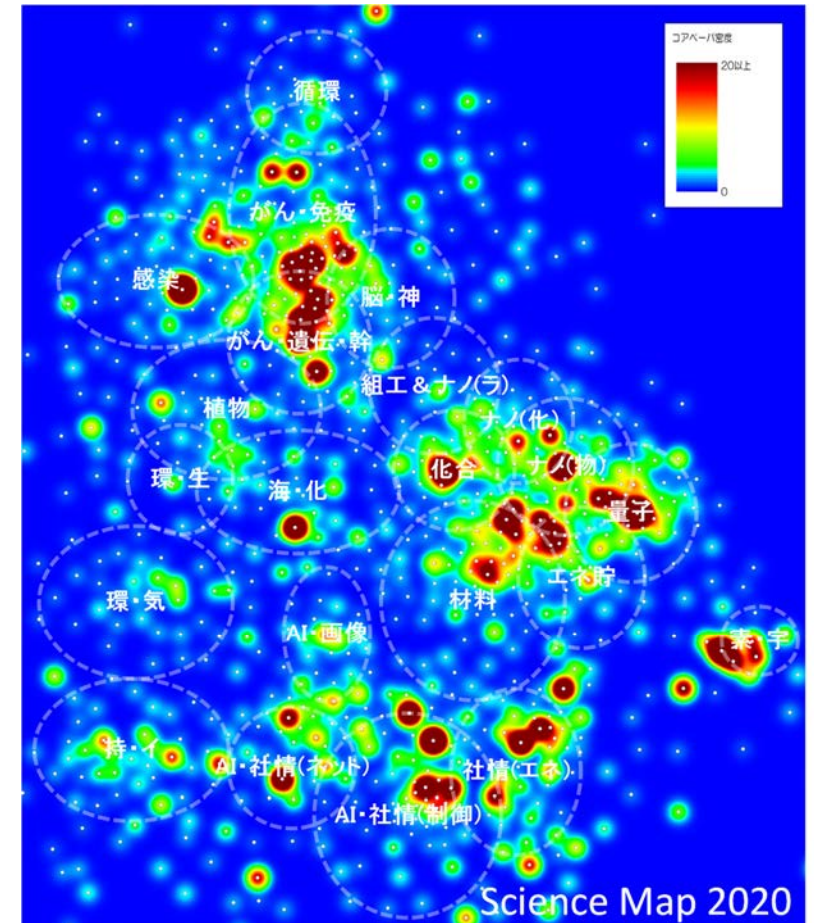
サイエンスマップ

- ・ 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。



- ・ 各調査年を含めた6年間の各分野におけるTop1%被引用論文（core paper）を対象に、共引用関係を用いてグループ化、研究領域を作成
- ・ 論文databaseはクラリベイト社のWeb of Science

世界的に注目を集めている研究領域：919領域が抽出→



(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2020, NISTEP REPORT No.196

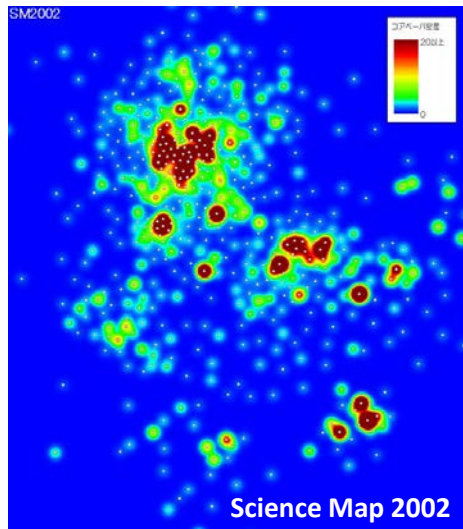


拡大を続ける科学研究

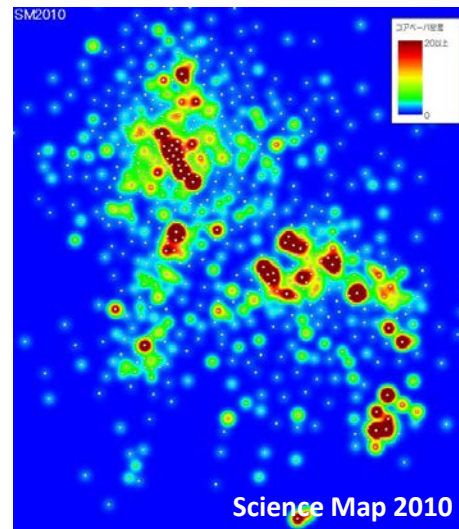
- 研究領域数はサイエンスマップ2002から2020にかけて**54%増加**。
 - ◆ 世界における論文数の増加、中国などの新たなプレーヤの参画による研究者コミュニティの拡大、新たな研究領域の出現、既存の研究領域の分裂等の複合的な要因。

日本は**283領域**

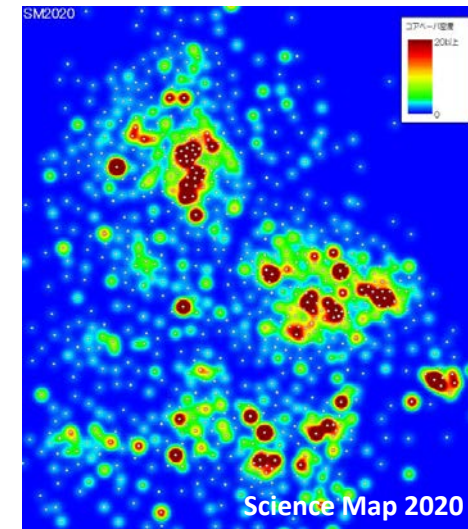
598領域



765領域



919領域

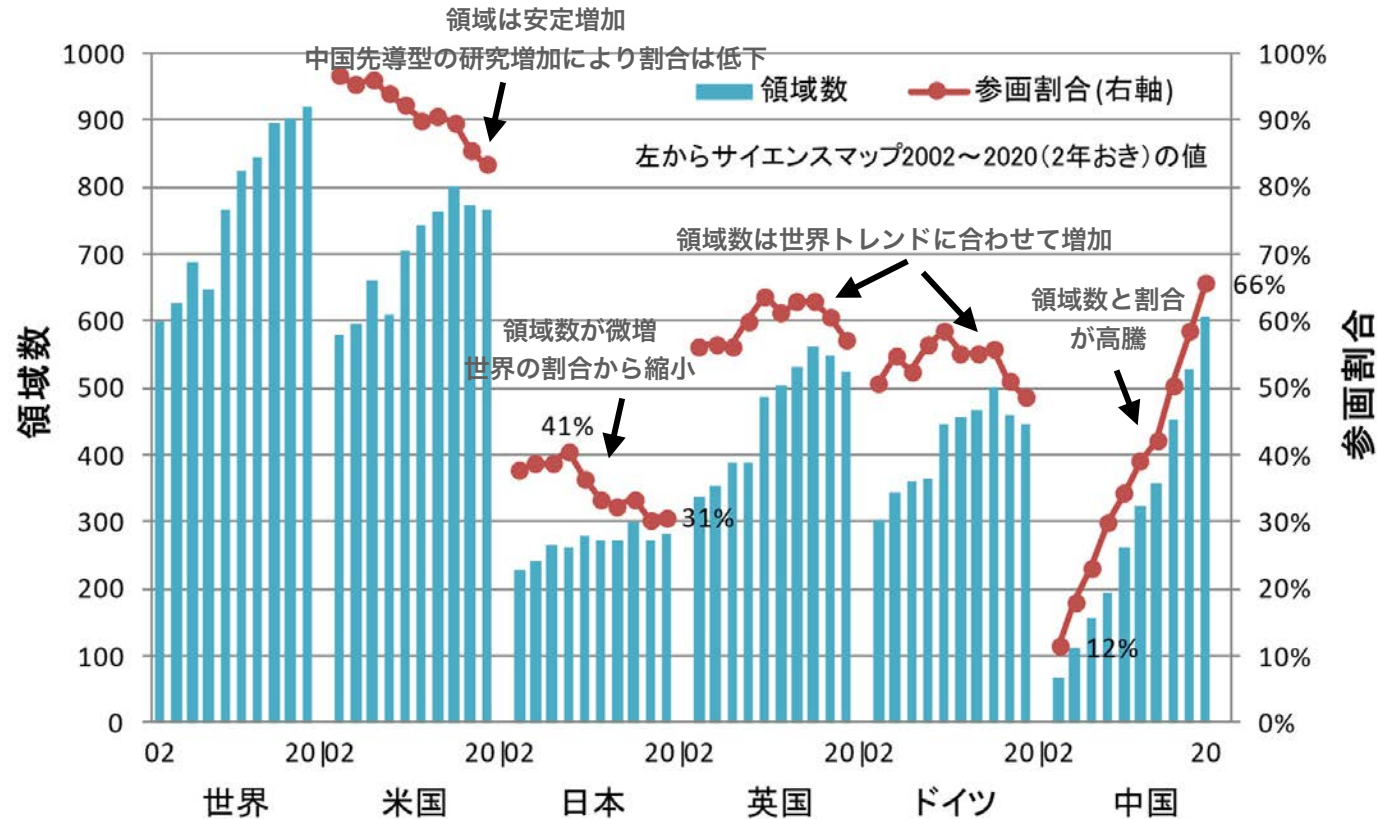


注: 白丸は研究領域の位置を示している。

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, 2021年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化 (ScienceMap visualizer) を実施。

top1%論文への参画 研究領域数の推移と比較

概要図表 12 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



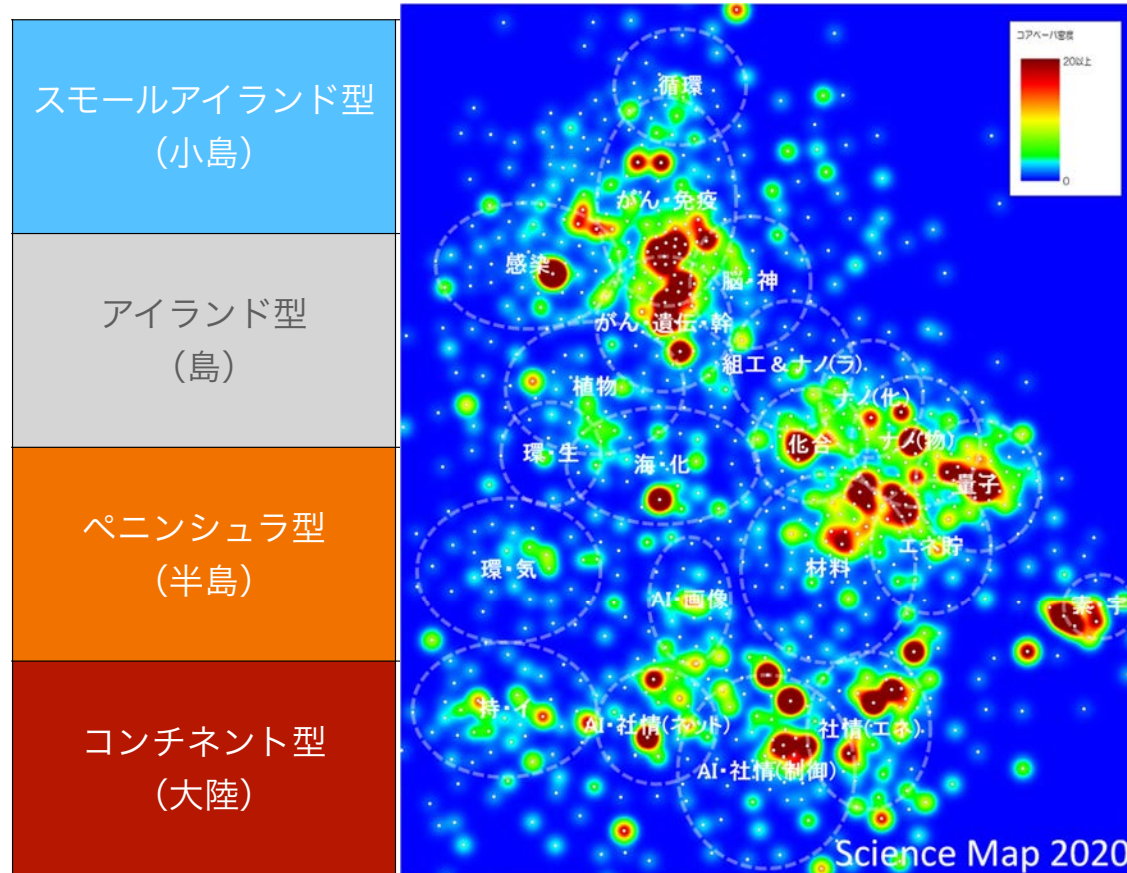
データ: 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2021 年末バージョン)をもとに集計・分析を実施。

(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2020, NISTEP REPORT No.196の解説資料

他国ではなぜ増えている? どんな研究領域が増えている?

サイエンスマップから研究領域を分類する “Sci-GEOチャート”

概要図表 1 サイエンスマップ 2020 の全体像

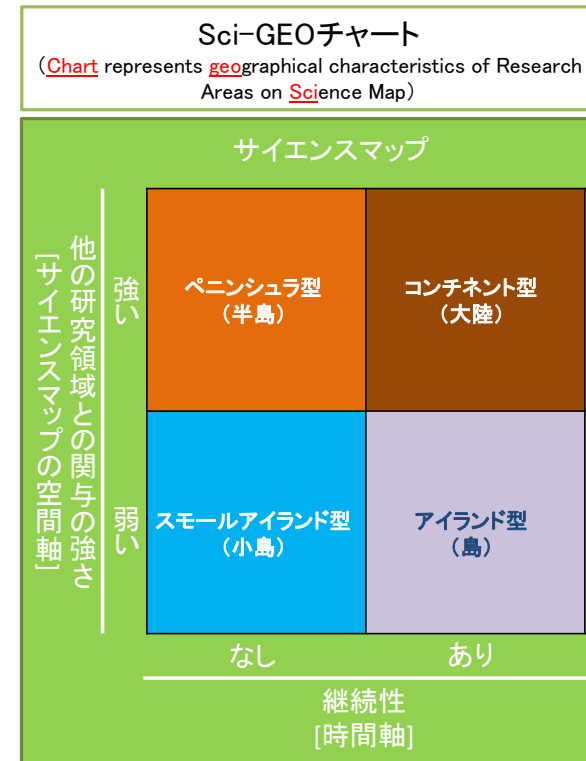


(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2020, NISTEP REPORT No.196

サイエスマップから研究領域を分類する “Sci-GEOチャート”

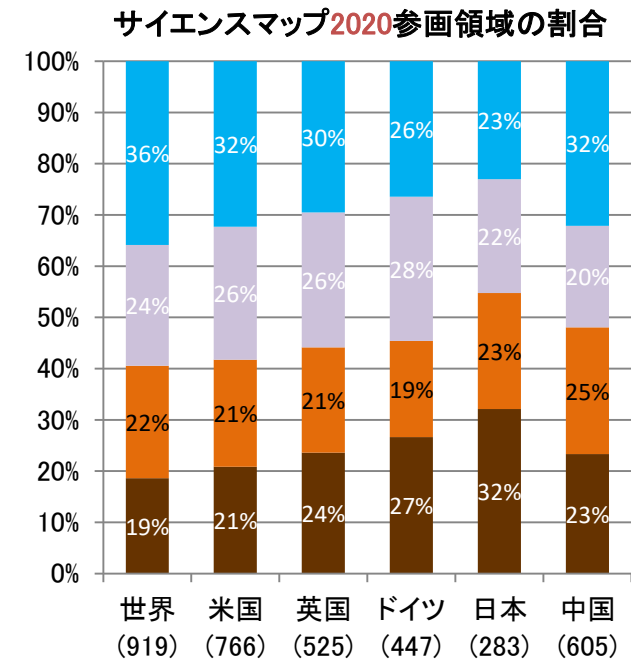
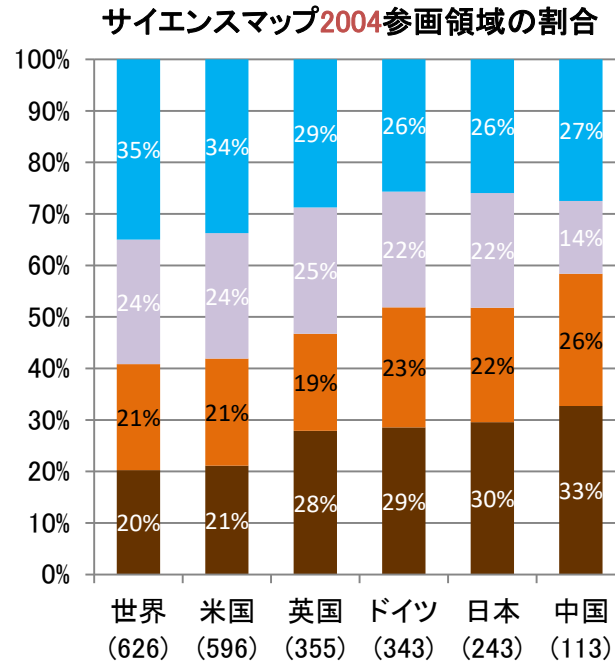
概要図表 18 Sci-GEO チャートによる研究領域の分類

スモールアイランド型 (小島)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小規模領域 ・ 最も領域数が多い (全体の約4割) ・ 入れ替わりが活発 (短期間) ・ 3割がアイランド型へ移行 ・ 1割がコンチネント型へ移行
アイランド型 (島)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中規模領域 ・ 領域数は全体の約2割 ・ 入れ替わりが中程度 ・ 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
ペニンシュラ型 (半島)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中規模領域 ・ 領域数は全体の約2割 ・ 入れ替わりが中程度 ・ 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
コンチネント型 (大陸)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大規模領域 ・ 領域数は全体の約2割 ・ 入れ替わりが小規模 ・ 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



(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエスマップ2020, NISTEP REPORT No.196

“Sci-GEOチャート” 世界と各国の参画研究領域を比較



(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2020, NISTEP REPORT No.196

スモールアイランド型の研究推移

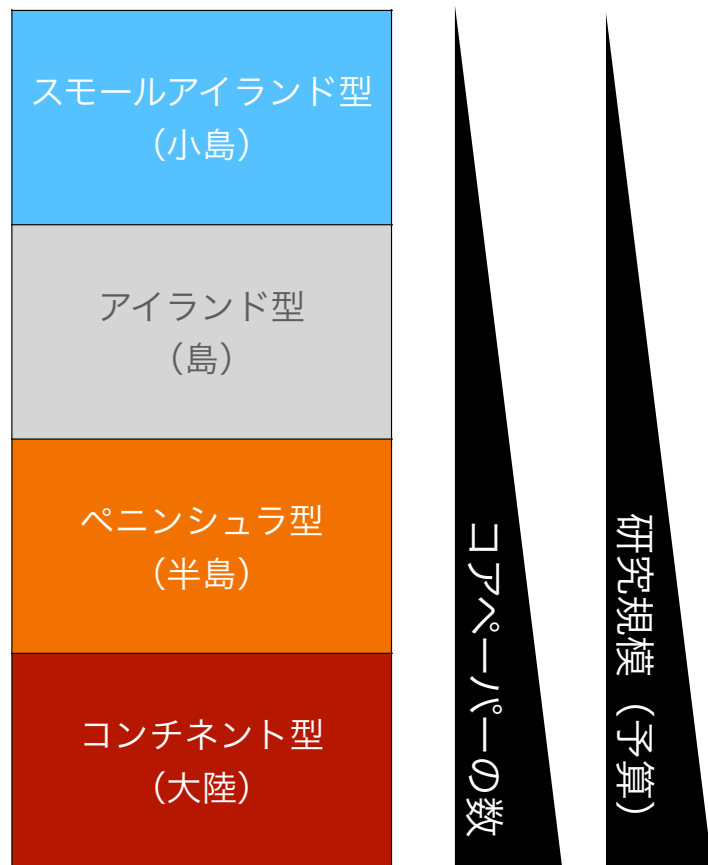
世界: 35% → 36%
 米国: 34% → 32%
 英国: 29% → 30%
 ドイツ: 26% → 26%
 中国: 27% → 32%
 日本: 26% → 23%

コンチネント型の研究推移

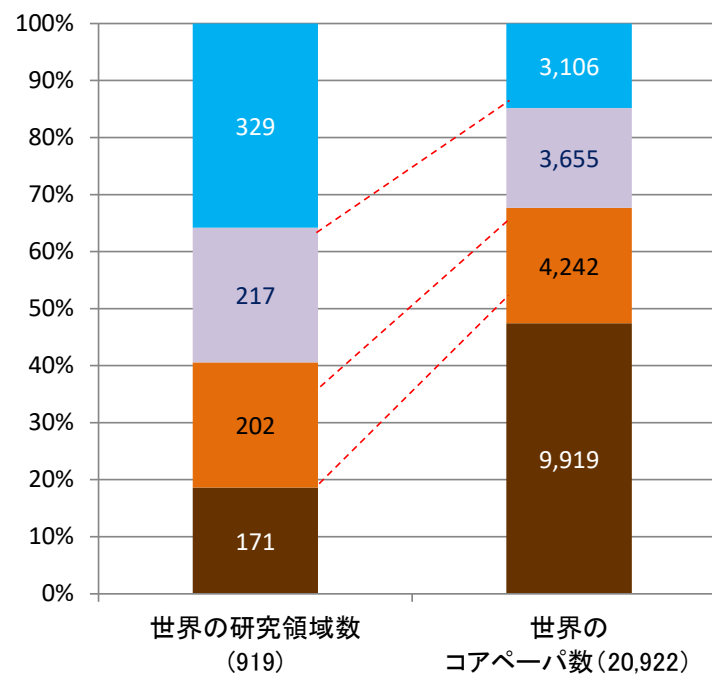
世界: 20% → 19%
 米国: 21% → 21%
 英国: 28% → 24%
 ドイツ: 29% → 27%
 中国: 33% → 23%
 日本: 30% → 32%

研究領域数の増加と
スモールアイランド型
の増加に相関あり

コンチネント型研究領域のメリット



- ・研究力の存在感が現れるのはコアペーパー数の多い「コンチネント型」
- ・研究参画人数（共著人数）、国際共同研究、記載グラント数が多い傾向



(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2020, NISTEP REPORT No.196

スモールアイランド型研究領域の重要性



コアペーパーの数

研究規模 (予算)

研究領域の数

研究の多様性

・新しい研究領域はここから始まり、その中から大型研究へ移行するものが出てくる

- ・「コンチネント型」の「種」は「スモールアイランド型」に多い、
個人型・挑戦型・探索型・萌芽型の研究領域
- ・スモールアイランド型の研究領域は、研究開発の源泉
- ・研究力の増強を下支えする「多様性研究」
- ・「多様性」の成長が、研究力向上の突破口となりうる

どうやって? そもそも一番むずかしい

将来大きくなる可能性のある領域を見つけ出し、

いかにサポートするか?

いかに多様性を確保するか?

ex) JST創発、JSPS基盤研究、若手研究etc

(出典) 学術の動向 2022.11 「サイエンスマップから見た日本の研究の多様性」 伊神正貫

ところで・・・

「持続可能な発展のための国際基礎科学年」

(The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development)

2022年6月30日～2023年6月30日：2021年12月2日の国連総会で決議

- ・ 持続可能な発展のため、基礎科学の重要性を再認識するように呼びかけるもの
- ・ 基礎科学の重要性を改めて考えるシンポジウムが各国で開催
- ・ 日本では日本学術会議がサポートして57のイベントが開催された



https://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/iybssd_s/index.html

基礎研究の重要性

「基礎研究」とは、研究の性格に基づく観点によるものであり、
「個別具体的な応用、用途を直接的な目標とすることなく、仮説や理論を形成するため又は現象や観察可能な事実に関して新しい知識を得るために行われる理論的又は実験的研究」である。

第1部 基礎研究による知の蓄積と展開～我が国の研究力向上を目指して～

第1章 新たな知を発見する基礎研究

第1部「基礎研究による知の蓄積と展開」の第1章として、過去にノーベル賞を受賞した我が国を代表する研究者の言葉を振り返りつつ、基礎研究の持つ本質とその重要性について触れるとともに、基礎研究を支える基盤的な力の現状分析（論文数、研究資金、研究人材、研究環境等）を行う。

第1節 基礎研究の重要性

基礎研究は主に「真理の探究」、「基本原理の解明」や「新たな知の発見、創出や蓄積」などを志向する研究活動である。それは誰も足を踏み入れたことのない知のフロンティアを開拓する営みであり、研究者たちは絶えず独創的なアイデアや手法を考案し、試行錯誤を繰り返しながら、少しずつ未知を既知へと変えていく。このため、研究領域によって研究期間などの状況は大きく異なる¹ものの、基礎研究は目に見える成果が現れるまで長い時間を要したり、その成果がどのような役に立つのが直ちに分からなかったりすることが多い。しかしながら、その結果として解明・創出された「真理」、「基本原理」や「新たな知」は、科学的に大きな価値があることはもち

令和元年科学技術白書

「基礎研究による知の蓄積と展開～我が国の研究力向上を目指して」



本底佑氏
提供：京都大学



梶田隆章氏
提供：東京大学



大隅良典氏
提供：東京工業大学



田中耕一氏
提供：(株)島津製作所

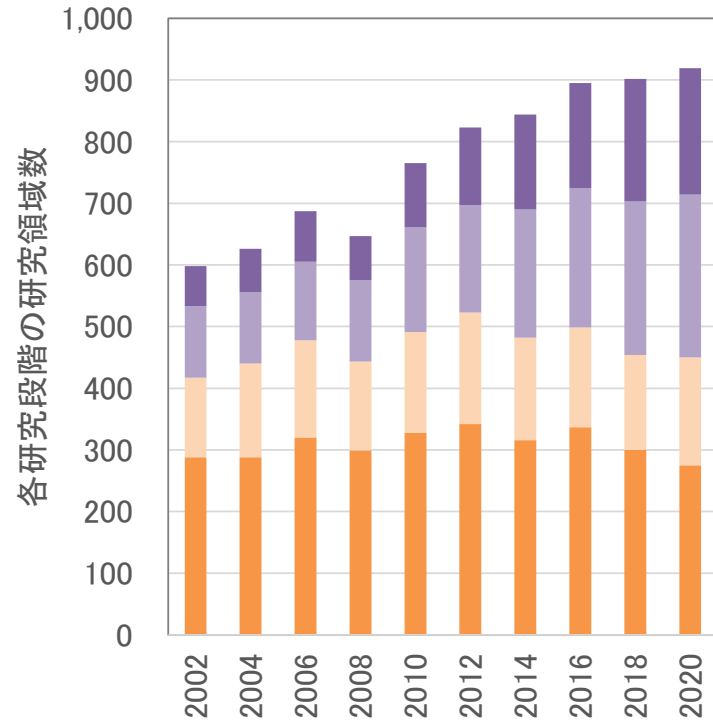


それでは、日本の研究力向上に、基礎研究は重要か？

研究の多様性確保における 基礎研究の立ち位置

概要図表21

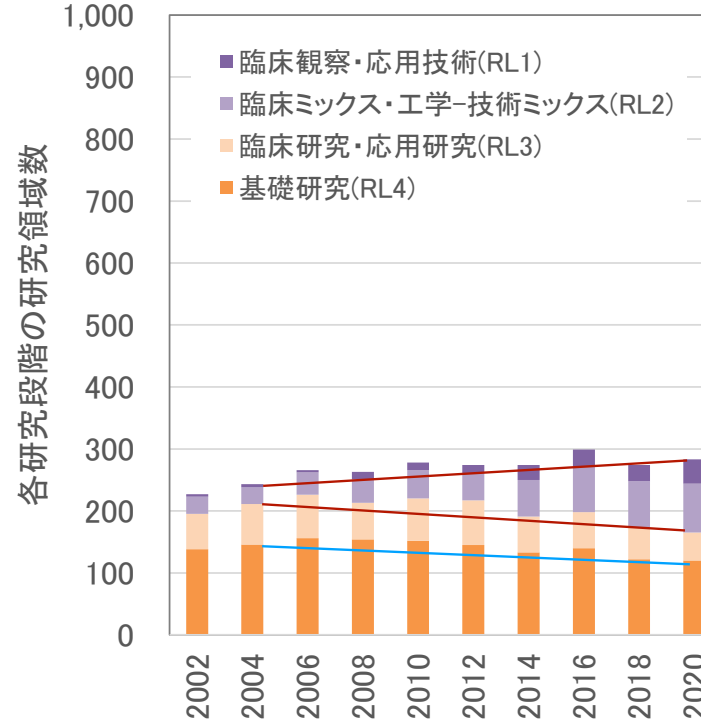
サイエンスマップ2002から2020の各研究段階の研究領域数（全世界）



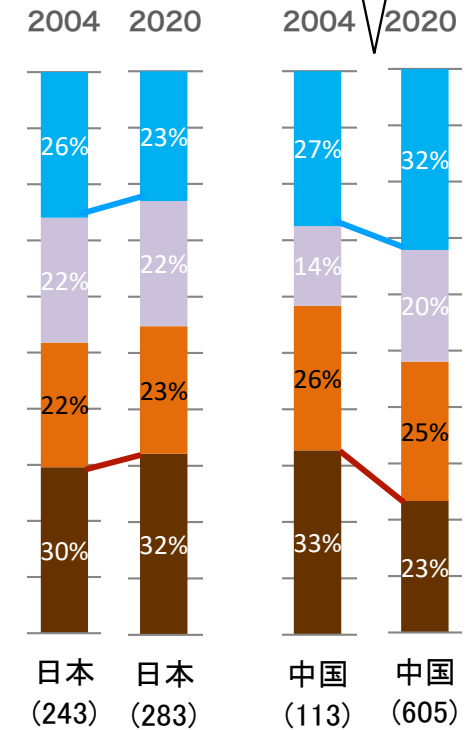
- 臨床観察・応用技術(RL1)
- 臨床ミックス・工学-技術ミックス(RL2)
- 臨床研究・応用研究(RL3)
- 基礎研究(RL4)

概要図表22

サイエンスマップ2002から2020の各研究段階の研究領域数（日本）



・研究領域数の増加
= スモールアイランド型研究の増加



基礎研究：挑戦的・探索的・萌芽的・戦略目標のない スモールアイランド型（に多い）
研究の多様性の源泉＝スモールアイランド型の研究領域：将来的な科学技術の発展の源

（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2020, NISTEP REPORT No.196

（出典）学術の動向 2022.11 「サイエンスマップから見た日本の研究の多様性」 伊神正貴

推し基礎研究：多様性は ∞ 発生生物学、細胞生物学、分子生物学

生物はどうやって作られるか？

一つの細胞が身体を形作るしくみは？
(発生生物学、細胞生物学)

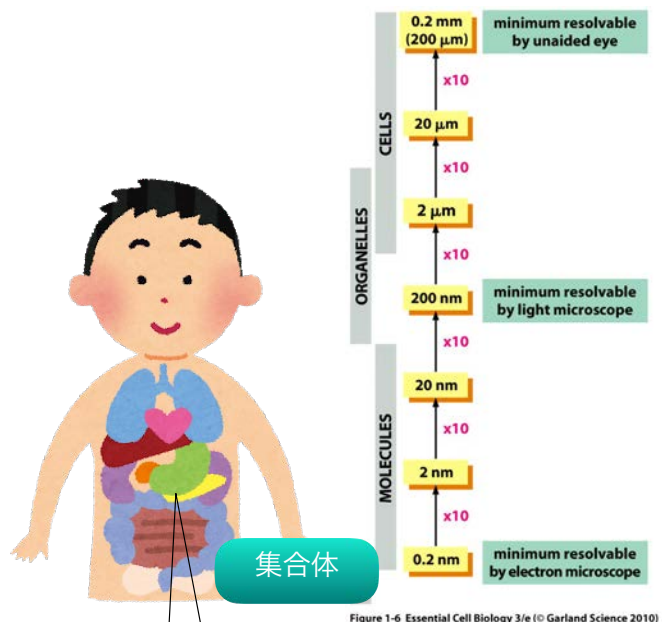
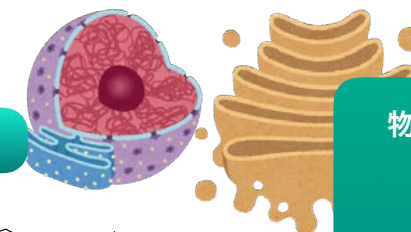
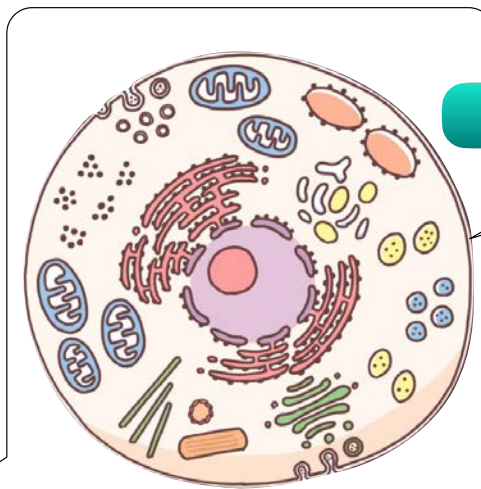
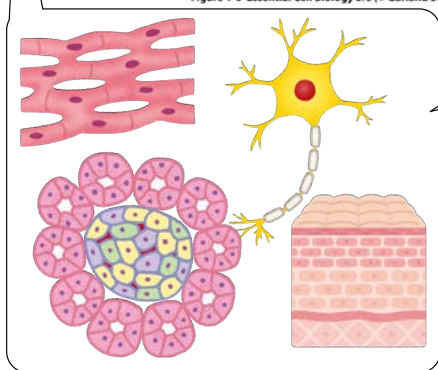


Figure 1-6 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)



物質構造（物理・化学）
だけでなく

- ゲノムにコードされた形づくりのレシピ/情報
- エピゲノムにコード/編集された情報



さらに…細胞はどうやってつくられているか？
(細胞生物学、分子生物学、生物物理学 etc)

Principle of minimum potential energy
= 生命体の形をつくる原理（プロセスとしての動態を生み出す原理） & 機能との連携

もうひとつ、**現状**から考察 —研究力向上のために—

調査資料-333

研究室パネル調査定常報告 2022:

- 1) 研究室・研究グループの研究力にかかわる指標群の提案
- 2) 研究室・研究グループの特性と注目度の高い論文の産出との関係

2023年12月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術予測・政策基盤調査研究センター
伊神 正貴 山下 泉 村上 昭義

「研究活動把握データベースを用いた研究活動の実態把握(研究室パネル調査)」を実施
2542名が有効回答

具体的には、以下の3条件を満たす研究者を本調査の調査対象者として設定した。

- 1 **自然科学系の論文**における国内シェアが0.05%以上の**184大学**
- 2 **理学、工学、農学、保健(医学)、保健(歯薬学等)**の部局に所属する者
- 3 職位が**助教以上**の教員

研究室パネル調査では、大学の教員を対象に、研究室・研究グループの環境やマネジメント、研究開発費やアウトプットの状況について時系列でデータを収集・分析することで、以下項目の実現を目指している。調査結果については、科学技術・学術政策立案に資するデータとして活用するとともに、日本の研究環境の改善・充実に役立てることを想定している。

- ・ 研究室・研究グループを単位としたデータセットの構築
- ・ 研究活動におけるインプットからアウトプットの創出プロセスの解明
- ・ 我が国の研究力向上に向けた政策的インプリケーション、インセンティブ設計の提示
- ・ 新型コロナウイルス感染症の前後における研究スタイルの変化の追跡

(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, 研究室パネル調査定常報告2022

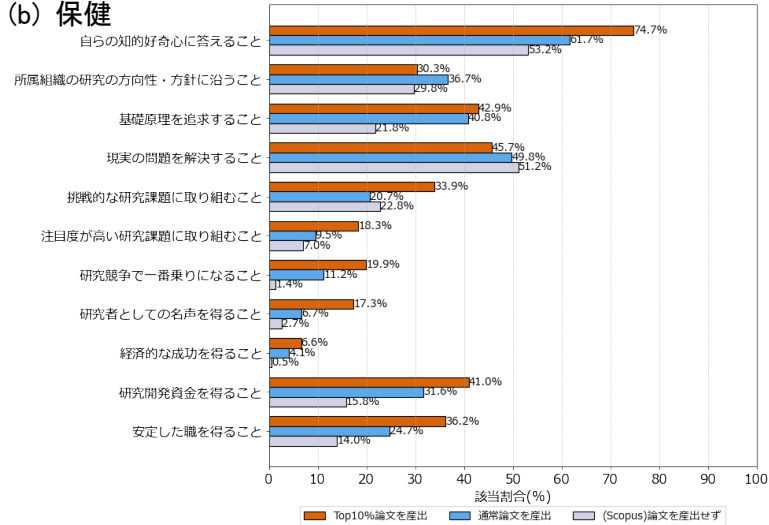
研究の多様性の源泉は「個人の知的好奇心」

(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, 研究室パネル調査定常報告2022

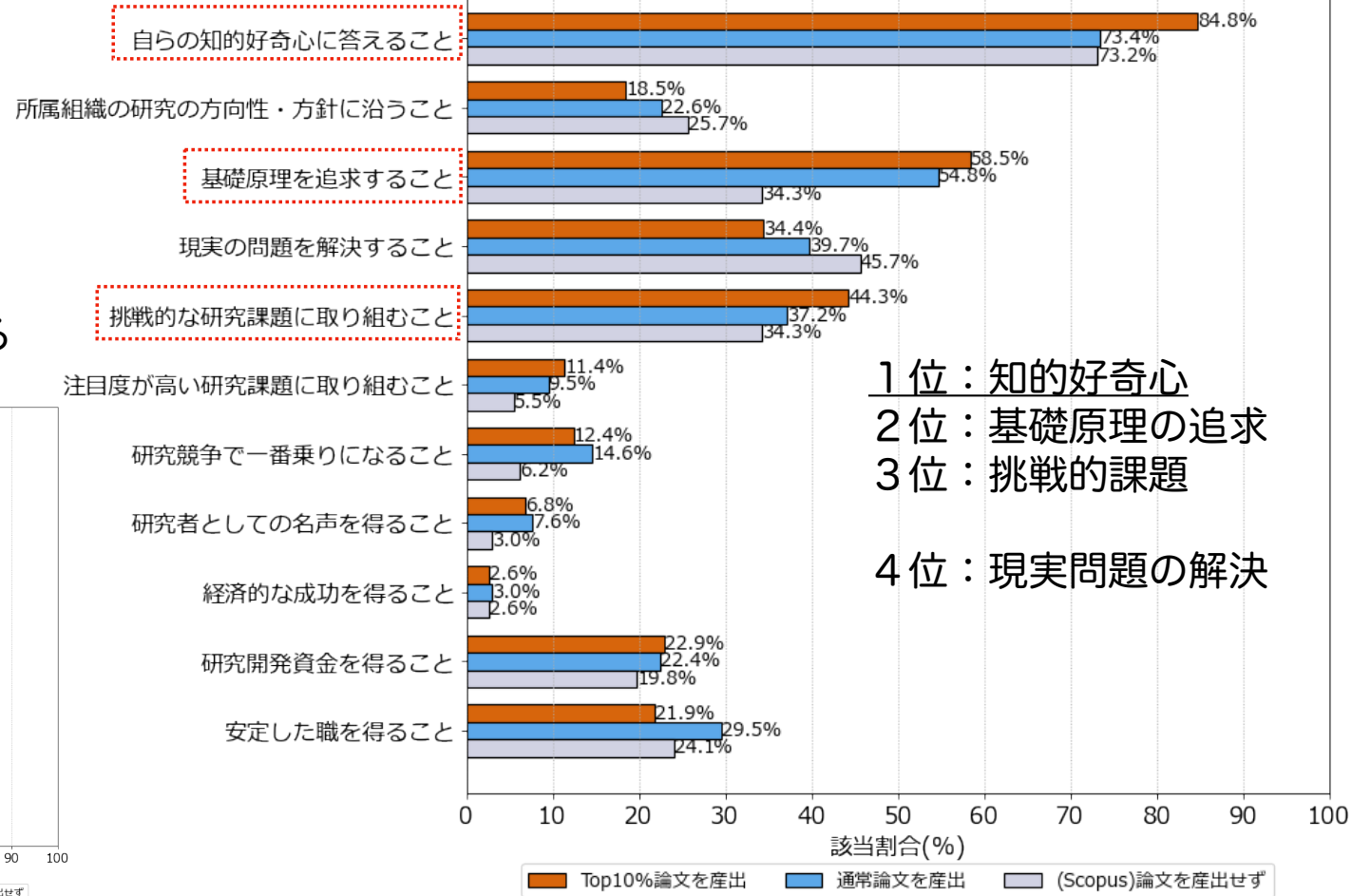
医学系も
「自らの知的好奇心」がトップ
「現実問題の解決」が2位
3位が「基礎原理の追求」

グラフの形状は基礎系と似ている

(b) 保健



(a) 理工農



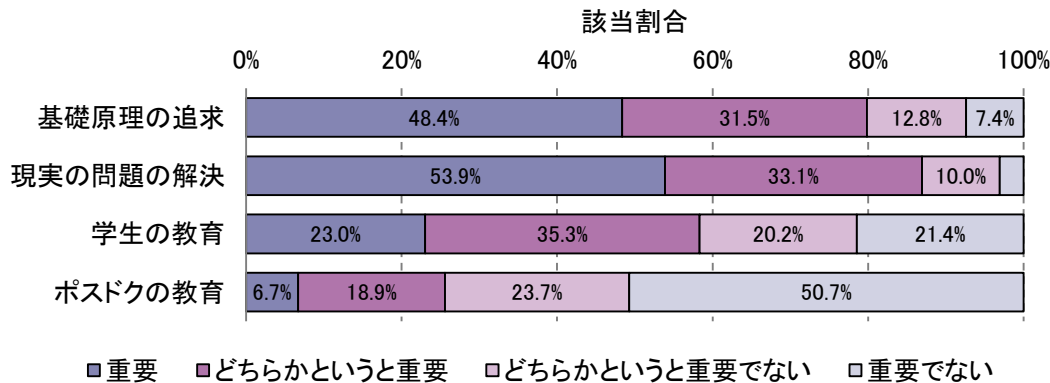
概要図表 12 教員の研究目的と Top10%論文産出の関係

- 1位：知的好奇心
- 2位：基礎原理の追求
- 3位：挑戦的課題
- 4位：現実問題の解決

研究プロジェクトの目的とスタンス—現状調査—

概要図表 47 研究プロジェクトの目的(全分野)

(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, 研究室パネル調査定常報告2022



研究のモチベーション (重要度)

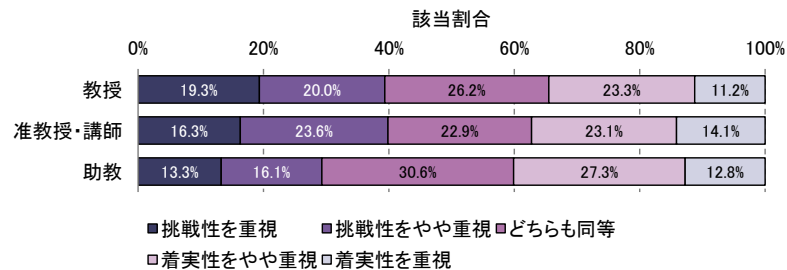
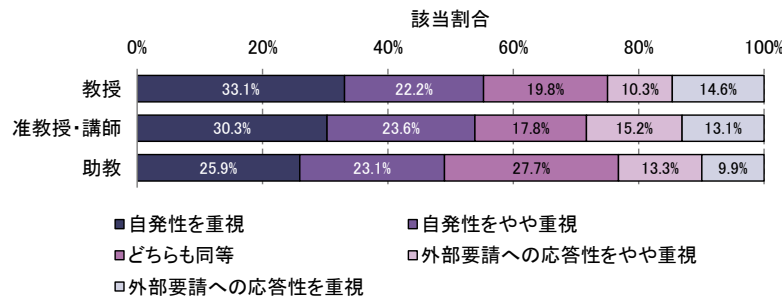
- 基礎原理の追求 (基礎) 79.9%
- 現実問題の解決 (応用・臨床) 87%
- 学生の教育 58.3%
- ポスドクの教育 25.6%

概要図表 51 研究プロジェクトのスタンス(職位別)

(a) 自発性

(b) 挑戦性

	挑戦性	着実性
教授	39.3%	34.5%
助教	29.4%	40.1%




独立PI (プロジェクトリーダー) を増やす近年の政策
 スモールアイランド型: プロジェクトの数だけ多様性ポテンシャル

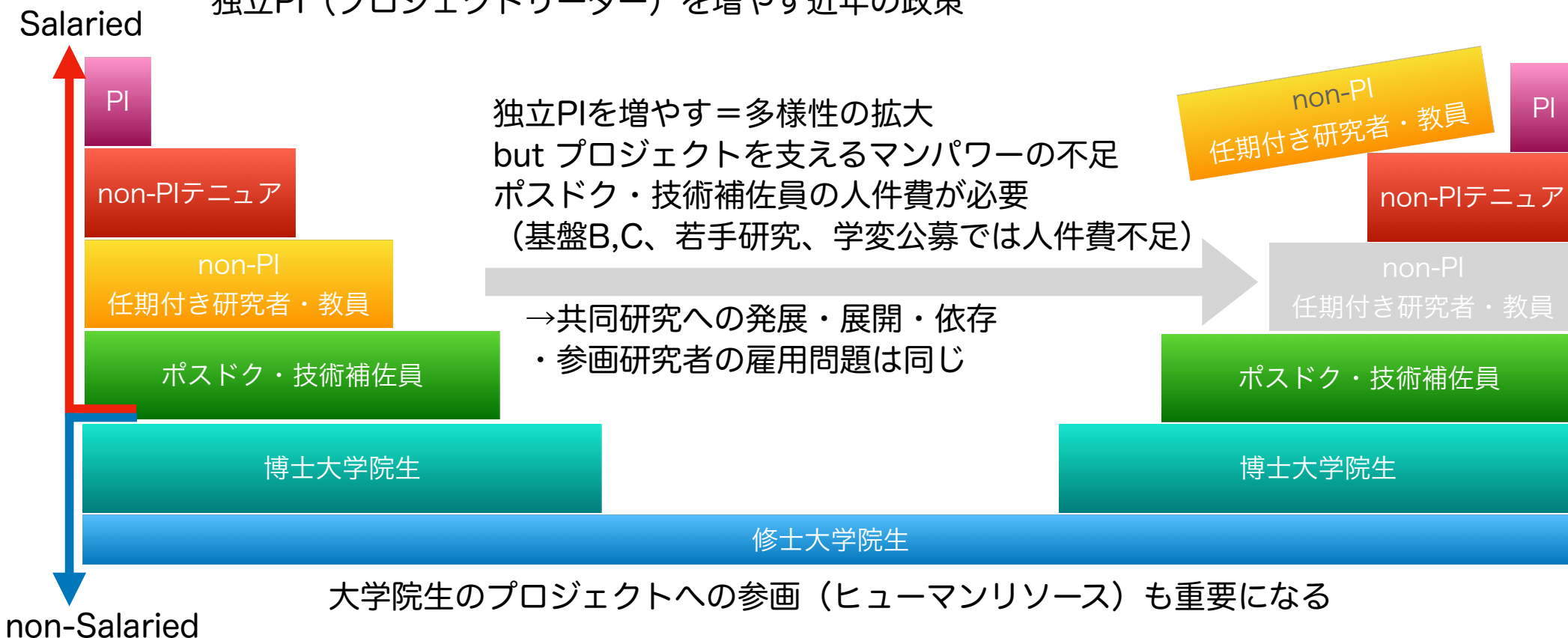


ただし、研究の多様性を支えるのは“人”

人口減少の中でどうやってマンパワーを保持するか？

スモールアイランド型：プロジェクトの数だけ多様性ポテンシャル 

独立PI（プロジェクトリーダー）を増やす近年の政策

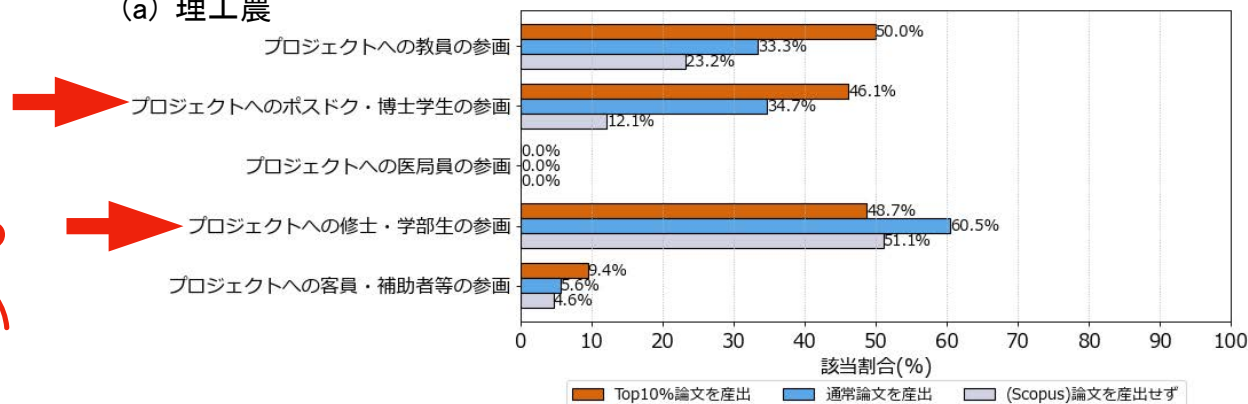


研究の多様性を支えているのは“人財”

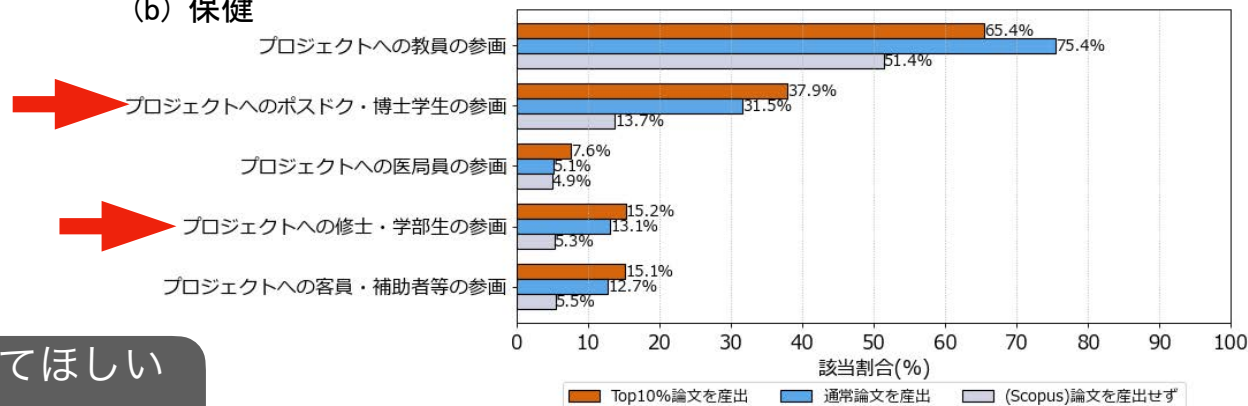
人口減少の中でどうやってマンパワーを保持するか？

概要図表 14 研究プロジェクトに参加したメンバーの構成とTop10%論文産出の関係

(a) 理工農



(b) 保健



(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, 研究室パネル調査定常報告2022

実際

(特に基礎系の) 研究室における
学生の貢献は (かなり) 大きい



大学院生のプロジェクトへの参画
(人材育成&ヒューマンリソース)

問題点：年齢、ライフイベント、
将来への不安
経済的不安定、
高額の学費、など

☆解決してほしい
重要課題

修士→博士→研究者へのハードル（お金と雇用）

修士学生 進学<就職の理由

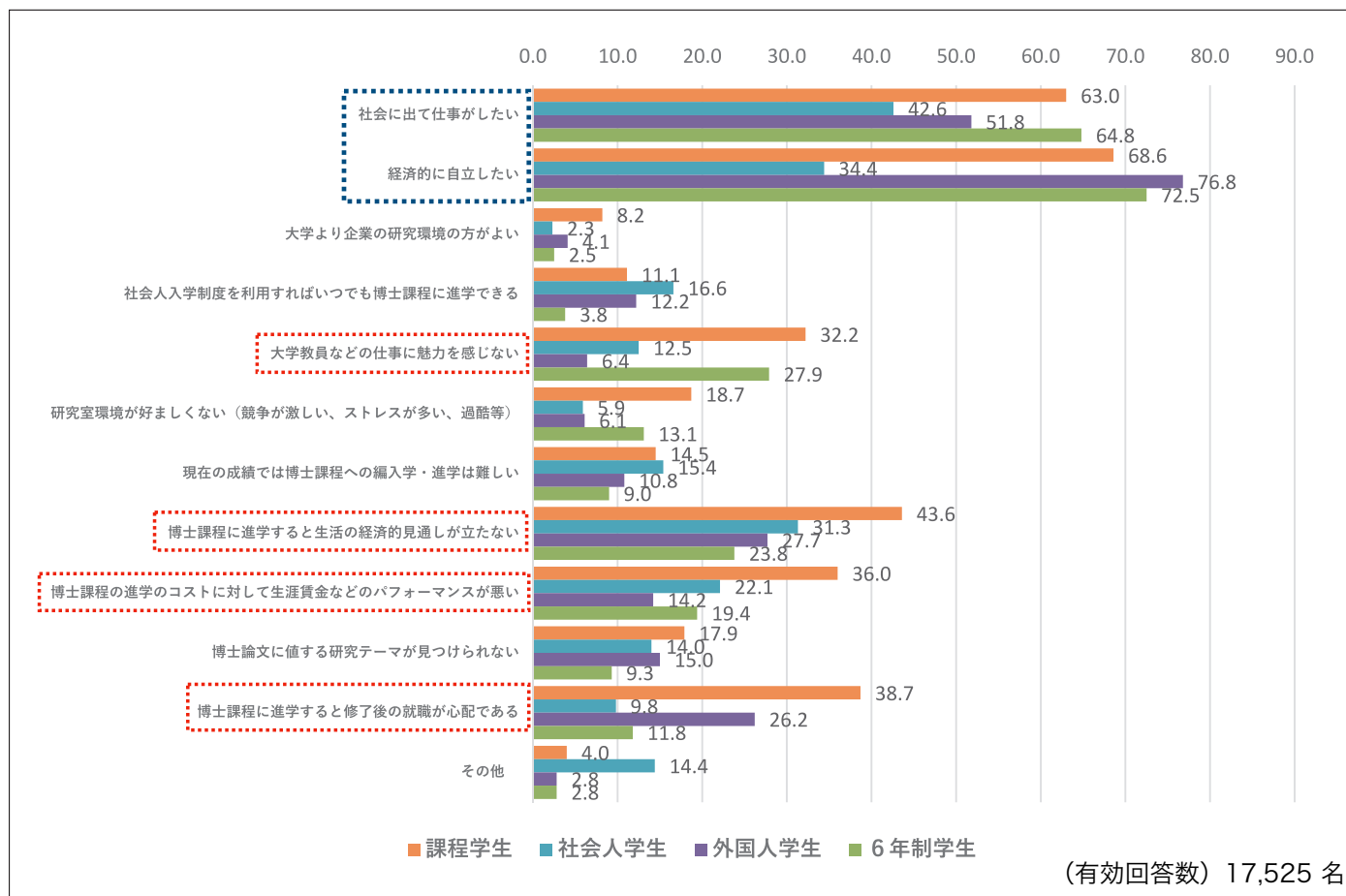
- ・ 社会に出て仕事がしたい（63%）
- ・ 経済的自立（68.6%）
- ・ 生活の経済的不安（43.6%）
- ・ 就職が心配（38.7%）
- ・ コスパが悪い（36%）
- ・ アカデミア職の魅力がない（32.2%）



どのような条件が必要か？

- ・ 経済的支援（50%以上）
- 海外の大学院と同等程度の処遇（研究者としての雇用や学費免除）

図表5 博士課程進学ではなく就職を選んだ理由



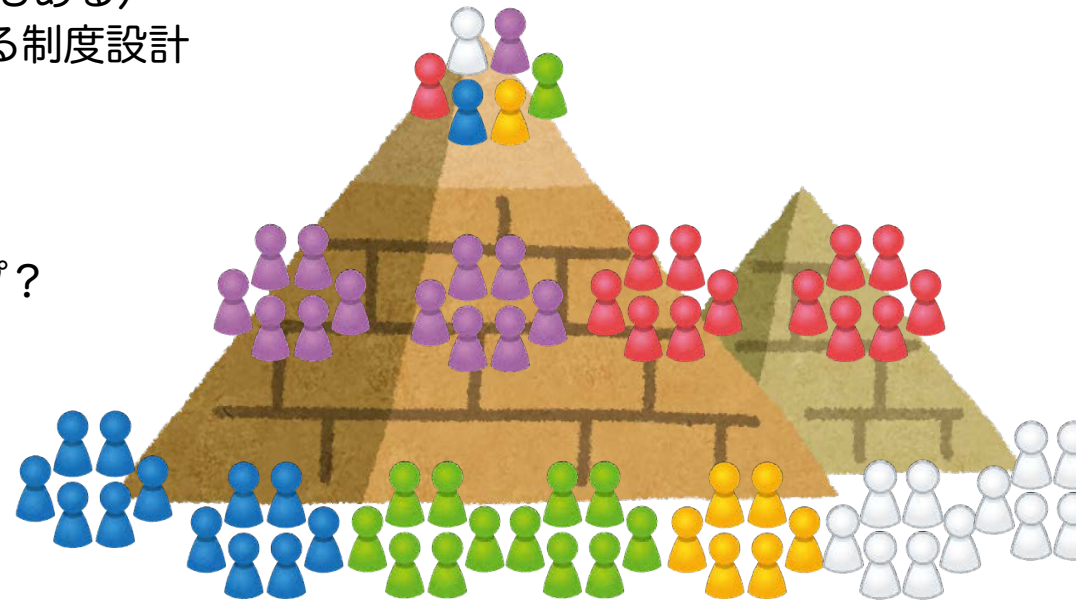
(出典) 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, STI Horizon 2023 vol9, no2

修士課程在籍者を起点とした追跡調査 (JM-Pro) からみる大学院生への学生支援のあり方

研究力の向上に向けて -まとめと私見-

- 研究の多様性の確保：将来的な**研究力向上**・科学技術発展の源
- 多様性の宝庫「**基礎研究**」：挑戦的・探索的・萌芽的・自発的スモールアイランド型（に多い）
- スモールアイランド型：5-6割は継続しない
「失敗してもいい研究への投資」（投資には失敗も成功もある）
4割成功（中型大型への移行）すれば十分持続性はある制度設計
- 100-500万規模の研究費が高コスパ：
ボトムアップ型研究費の拡充、
ノーガード（匿名や忖度なしの審査重要）
AIによる審査・評価もあり？評価によりステップアップ？
- マンパワーとしての人財育成
大学院生のプロジェクト参画（修士からが重要）
大学運営費 増額：大学院無償化を達成
ノンバイアスの予算で重点的に 教育と投資
(リスク細分型の分散投資、網羅的であること大事)

研究の多様性＝人財の多様性



結論：持続可能な研究力維持・向上のためには、研究の多様性が重要。

研究の多様性を下支えする「基礎研究」「人財（大学院生）」へのご支援を！！