

我が国の研究組織における
組織とチームの分野多様性のマッピングと現状把握

Disciplinary diversity mappings and analysis of
research organizations and teams in Japan

2022年8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
三浦 崇寛 松本 久仁子

本 DISCUSSION PAPER は、所内での討論に用いるとともに、関係の方々からの御意見を頂くことを目的に作成したものである。

また、本 DISCUSSION PAPER の内容は、執筆者の見解に基づいてまとめられたものであり、必ずしも機関の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

The DISCUSSION PAPER series is published for discussion within the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) as well as receiving comments from the community.

It should be noticed that the opinions in this DISCUSSION PAPER are the sole responsibility of the authors and do not necessarily reflect the official views of NISTEP.

【執筆者】

三浦 崇寛

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 リサーチアシスタント
[全般についての分析実施及び報告書執筆]

松本 久仁子

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 主任研究員
[分析方針・報告書構成の検討および報告書確認]

【Authors】

MIURA Takahiro

Research Assistant, Center for Science and Technology Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

MATSUMOTO Kuniko

Senior Research Fellow, Center for Science and Technology Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

本報告書の引用を行う際には、以下を参考に出典を明記願います。
Please specify reference as the following example when citing this paper.

三浦 崇寛・松本 久仁子(2022)「我が国の研究組織における組織とチームの分野多様性のマッピングと現状把握」, *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.212, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.

DOI: <https://doi.org/10.15108/dp212>

MIURA Takahiro and MATSUMOTO Kuniko (2022) “Disciplinary diversity mappings and analysis of research organizations and teams in Japan,” *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.212, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.

DOI: <https://doi.org/10.15108/dp212>

我が国の研究組織における組織とチームの分野多様性のマッピングと現状把握

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
三浦 崇寛, 松本 久仁子

要旨

世界規模の感染症をはじめとした複雑かつ高度な専門知を必要とする課題が増える昨今、異分野の研究者同士が協働するチームサイエンスへの期待が高まっている。我が国の科学技術政策においても多様な知が集う『総合知』が推進される一方で、現在の異分野研究者チームがどのような組織で作られているのか、特に異分野の研究者が集まっている組織に所属する研究者が、実際に異分野研究者チームに参画しているかどうかは未解明である。

本研究では、我が国の 188 の研究組織を対象として、組織に所属する研究者の分野多様性と、研究者が参画するチームの分野多様性の関係を分析した。加えて、各組織の部局分類・学問領域といった環境要因によって組織・チームの分野多様性の大きさと相関関係にどのような違いがあるか比較を行った。

その結果、多くの部局分類・学問領域において組織とチームの分野多様性には正の相関が観測され、異分野の研究者が多く集まる組織に所属する研究者は、個人でも異分野の研究者が所属するチームに参画していることが明らかとなった。また環境要因の影響としては、どの学問領域でも附置研等や大学共同利用機関等と比べて大学部局に異分野の研究者が多く在籍していたのに対し、各個人が参画する研究チームの分野多様性においては、工学領域では附置研等・大学部局で高く、理学領域では附置研等・大学共同利用機関等で高いという違いが見られた。これらの結果から、組織に異分野の研究者が在籍することと各個人が異分野研究者チームに参画することは一定の関係があると考えられること、その評価は組織の環境要因を揃えた上で行う必要があることが示唆された。

Disciplinary diversity mappings and analysis of research organizations and teams in Japan

MIURA Takahiro and MATSUMOTO Kuniko

Center for Science and Technology Foresight and Indicators, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

ABSTRACT

Team science for interdisciplinary research has been more critical to solve complex problems which require wide expertise combinations, such as a global pandemic. As for the Japanese science policy strategy, “Convergence of Knowledge” is one of the aims to achieve within the next five years and cross-disciplinary organizations have been an effective strategy. However, it is unresolved whether researchers affiliated with cross-disciplinary organizations join cross-disciplinary teams.

In this research, we compared the correlation between interdisciplinarity among researchers and their own interdisciplinarity in research teams for 188 organizations in Japan. Moreover, we examined any differences in the level or correlation of disciplinary diversity depending on environmental factors such as sector and research specialization.

As a result, the disciplinary diversity of researchers in the organization was positively correlated with the disciplinary diversity of the teams of researchers in the organization under most environmental factors. This suggests that affiliation with an organization with high disciplinary diversity is positively related to affiliation with a team with high disciplinary diversity. Notably, university departments were more organizationally diverse than attached research institutes, inter-university research institutes and national research and development agencies, while the disciplinary diversity of teams differed by sector depending on what the organization specializes in.

These results indicate a certain relationship between the presence of researchers from different disciplines in an organization and the formation of an interdisciplinary research team. The evaluation of this relationship should be based on the alignment of the environmental factors of the organization.

目次

概要	i
<本編>	
第1章 イントロダクション	3
1.1 研究背景	3
1.1.1 研究活動におけるチームの分野多様性に対する重要性の高まり	3
1.1.2 分野多様性に関連する科学技術政策の取組み	3
1.1.3 組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係に関する研究の必要性	4
1.2 研究目的	5
第2章 関連研究	6
2.1 Team Science	6
2.2 分野多様性の計測方法とその効果の分析	6
2.3 組織の分野多様性の分析	7
第3章 分析手法	8
3.1 分野多様性指標	8
3.1.1 先行研究で用いられる分野多様性指標	8
3.1.2 本研究で用いる分野多様性指標	8
3.2 分野多様性の計測方法	9
3.2.1 組織・チーム、研究者、論文の分野同定方法	9
3.2.2 研究者個人の分野多様性と、研究者間の差による分野多様性	11
3.2.3 本研究で用いる分野多様性指標の算定方法	12
3.3 組織とチームの分野多様性のマッピング分析	14
3.4 分野多様性に影響を与える可能性のある組織の環境要因	14
第4章 分析データ	16
4.1 分析対象組織の条件	16
4.2 分析対象論文の選定	16
4.3 分析対象研究者・分析対象チームの選定	16
4.4 各研究者・チームの組織所属情報の取得	16
4.5 分析対象組織の選定	17
4.6 分析対象組織の部局分類の取得	19
4.7 分析対象組織の学問領域の取得	19
第5章 分析結果	20
5.1 組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係性の分析	20
5.1.1 日本の全研究組織における組織とチームの分野多様性の関係	20
5.1.2 部局分類別の組織とチームの分野多様性の関係	22
5.1.3 学問領域別の組織とチームの分野多様性の関係	24
5.1.4 部局分類×学問領域別の組織とチームの分野多様性の関係	26
5.2 日本の研究組織における組織とチームの分野多様性の現状	29
5.2.1 附置研等	29
5.2.2 大学部局	32
5.2.3 大学共同利用機関等	40
第6章 考察	42
6.1 組織の分野多様性に影響を与えると考えられる要因と特徴的な組織	42
6.1.1 組織の分野多様性に及ぼす部局分類の影響	42
6.1.2 組織の分野多様性に及ぼす学問領域の影響	42

6.2 チームの分野多様性に影響を与えると考えられる要因と特徴的な組織	43
6.2.1 チームの分野多様性に及ぼす部局分類の影響	43
6.2.2 チームの分野多様性に及ぼす学問領域の影響	44
6.3 組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係	44
6.3.1 組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係	44
6.3.2 組織とチームの分野多様性の関係性に影響を与える研究組織の環境要因	45
6.4 組織の分野多様性とチームの分野多様性が特徴的な組織	45
6.4.1 組織の分野多様性が特徴的な組織	45
6.4.2 チームの分野多様性が特徴的な組織	47
6.4.3 組織とチームの分野多様性の相関から外れる組織	47
第7章 結論	50
【謝辞】	52
【参考文献】	52
【参考資料1】 実験補足資料	57
【参考資料2】 DIV*の基本的性質	58
【参考資料3】 論文分野別の組織とチームの分野多様性の関係	62

概要

1. はじめに

1.1. 背景

一人の研究者が単独で研究課題に取り組む時代から、より多くの研究者がチームに参画して課題解決を目指す時代になりつつあることが、大規模な書誌文献解析から示されているⁱ。特に、世界規模の感染症への対応のような複雑かつ高度な専門知を必要とする課題が増えている昨今においては、分野の異なる複数の研究者が協働して研究を進めることの必要性が指摘されており、異なる分野の研究者が集まるチーム(以下、異分野研究者チームと呼ぶ)の重要性はますます大きくなっているⁱⁱ。我が国の科学技術政策においても、第6期科学技術・イノベーション基本計画等で、多様な知が集う『総合知』活用が指摘されており、異分野研究者チームによる研究への期待が高まっている。

異分野研究者チームの形成を促進するためのアプローチとして大きく2種類が考えられる。1つは異分野研究者チームにより実施される分野融合的研究プロジェクトを支援するアプローチ、もう1つは異分野の研究者を集めた研究組織の形成により分野多様性を高めるアプローチである。後者のアプローチは、組織内の異分野研究者間の交流を通じて異分野研究者チームへの参画の促進を期待したものであり、日本の世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)やアメリカのICTS(Institute of Clinical and Translational Sciences)などの実装が進められている^{iii,iv}。しかし、このような分野融合を目的とした研究組織に所属する研究者が、実際に異分野研究者チームに参画しているかという効果の検証は発展途上である。また、これまで我が国においても異分野連携・融合を目的とした各種の施策が講じられているが、その前提となる日本の研究組織や研究チームの分野多様性の現状は十分に明らかにされていない。

1.2. 目的

先に述べた背景を踏まえて、本研究では、①研究組織の分野多様性と研究チームの分野多様性の関係性の把握および②日本の研究組織における組織・研究チームの分野多様性の現状把握を目的とした初期的な分析を試みる。具体的には、組織に所属する研究者の分野構成から定義される研究組織の分野多様性と、組織に所属する研究者が参画する研究チームの分野多様性の2軸からなる4象限のマトリクス上に、日本の研究組織をプロットしたマッピング分析を試みる。当分析を通じ、分野多様性の高い組織(異分野の研究者が集まる組織)に所属する研究者は異分野研究者チームに参画しているのか、その傾向が研究組織の部局分類・学問領域などの環境要因に依存するのかを明らかにする。また、日本の各研究組織について組織・研究チームの分野多様性における相対的な位置づけを可視化する。

ⁱ Fortunato, S. et al. Science of science. *Science*, 2018, vol. 359, no. 6379, eaao0185.

ⁱⁱ Why interdisciplinary research matters, *Nature*, 2015, vol. 525, no. 7569, p. 305-305.

ⁱⁱⁱ 「令和2年度世界トップレベル研究拠点プログラム フォローアップ結果」 https://www.jsps.go.jp/english/e-toplevel/data/08_followup/FY2020/FY2020_Follow_up_Report_E.pdf (accessed Sep. 2, 2021).

^{iv} Dhand, A. et al. Academic cross-pollination: The role of disciplinary affiliation in research collaboration. *Plos One*, 2016, vol. 11, no. 1, e0145916.

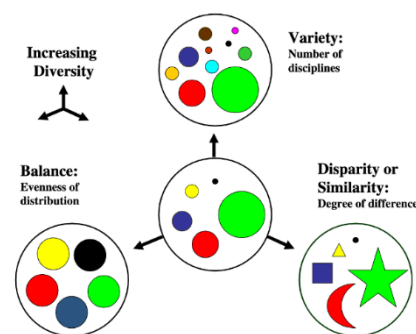
2. 分析方法

2.1. 分野多様性を測る指標

分野多様性を測る指標は数多く存在しており、最も一般的な計測方法としては、variety(いくつの分野で構成されるか)、balance(どれくらいの比率で構成されるか)、disparity(どれくらい異なる分野で構成されるか)の3つの次元を用いた方法がある(概要図1)。それぞれの次元は独立ではなく互いに関係を持つため、総合的な多様性を計測するために3つを統合した多様性指標が、これまでに複数提案されている^{v,vi}。

本研究では、組織やチームの研究分野が多岐にわたることを踏まえ、多くの分野から構成される分野多様性の計測に適したDIV*を採用する^{vii}。DIV*の算定式は以下のように表せる。なお、分野*i, j*間の距離^{viii}を*d_{ij}*、多様性を計測する分野リスト^{ix}を*c*、分野リストのユニークな要素数を*n_c*とする。また、Gini(*c*)は分野リストのジニ係数(0-1 正規化済)を表し、*c*の頻度分布を昇順にソートした頻度リスト*y_i*を用いた以下の式で求められる。

概要図 1 多様性の3つの次元



$$DIV^* = n_c \cdot (1 - Gini(c)) \cdot \sum_{i,j,i \neq j} \frac{d_{ij}}{n_c \cdot (n_c - 1)}$$
$$Gini(c) = \left(\frac{2 \sum i y_i}{n \sum y_i} - \frac{n+1}{n} \right) * \frac{n}{n-1}$$

DIV*は分野リストに含まれる分野の絶対数*n_c*(= variety)、均等度(1 - Gini(*c*))(= balance)、相違度 $\sum_{i,j,i \neq j} \frac{d_{ij}}{n_c \cdot (n_c - 1)}$ (= disparity)の積として表され、それぞれの値が大きいほど高くなる指標になっている^x。なお留意点として、DIV*は異なる度合いの高い多くの分野が均等に含まれているほど値が高くなる指標のため、特定の分野同士をピンポイントで融合させるような組織やチームの値はあまり高くない。本研究で捉える分野多様性は、1つの組織やチームの中にどれだけ異なる種類の知識が含まれているかをスカラー値で表したものであることに留意されたい。

2.2. 組織・チームの分野多様性の計測方法

本研究では、2016年時点で各組織・チームに所属する研究者が2011-2015年の5年間に発表した論文の引用論文の分野から、組織とチームの分野多様性を定義する。引用論文を用いることで、各研究者が扱う研究分野を広く捉えられるだけでなく、研究者の論文数が少なくとも十分なデータ数が確保できる。

^v Wang, J. et al. Interdisciplinarity and Impact: Distinct effects of variety, balance, and disparity. Plos One, 2015, vol. 10, no. 5, e0127298.

^{vi} Rafols, I. and Meyer, M. Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience. Scientometrics, 2010, vol. 82, no. 2, p. 263-28.

^{vii} Rousseau, R. On the Leydesdorff-Wagner-Bornmann proposal for diversity measurement. J Informetr, 2019, vol. 13, no. 3, p. 906-907.

^{viii} 2つの分野が類似した分野を引用しているほど距離が近いと判断する。詳細については、本編3.2.3(1)を参照のこと。

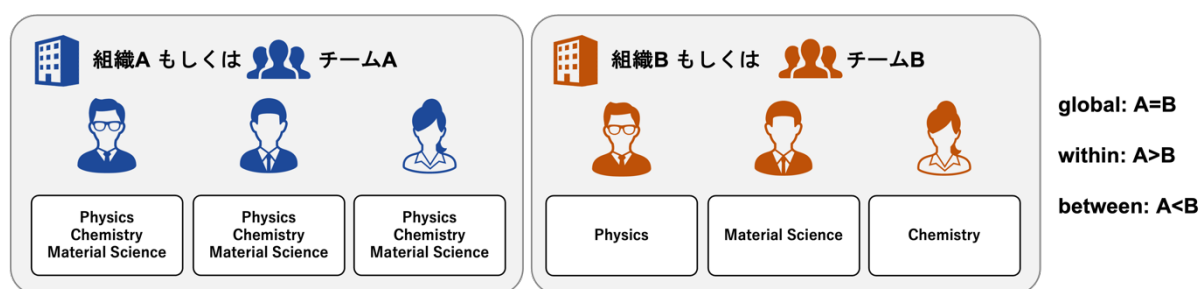
^{ix} 分野リストの詳細については、本編3.2.1(3)を参照のこと。

^x 当指標の詳細については、本編の3.1.2を参照のこと。

引用論文の分野リストを作るには、引用論文がどの分野に該当するかを同定する必要がある。本研究では Scopus に付与されている All Science Journal Classification(ASJC)を分野ラベルとして用いたが、ASJC はジャーナル単位かつ 1 つのジャーナルに複数が付与されるため、論文の分野を表すには精度が良くないと考えられる。そこで本研究では、各引用論文のさらに 1 ステップ先の引用をたどり、引用論文の ASJC とその引用先の ASJC の情報から引用論文の分野を 1 つに同定し、引用論文の分野リストとすることで、各組織・チーム・研究者が引用する分野を取得した。

組織・チームの分野多様性を所属する研究者の分野多様性で測るとき、以下に述べる 2 つの多様性タイプをどのように取り扱うかの検討が必要である(概要図 2)。一つは、研究者一人一人の分野多様性は高いが各研究者間の分野の違いは小さい場合(概要図 2, 組織・チーム A)、もう一つは、個々の研究者の分野多様性は低いそれぞれの研究者の分野の重複は少ない場合(概要図 2, 組織・チーム B)である。本研究では、異なる分野の研究者が集まることで実現される組織とチームの分野多様性について分析するため、組織・チーム B のような場合に分野多様性の高い組織・チームと評価することができるよう、研究者間の差によって生ずる分野多様性(between index)の計測を試みる。

概要図 2 組織・チームの多様性に関する 2 つの多様性タイプの概念図



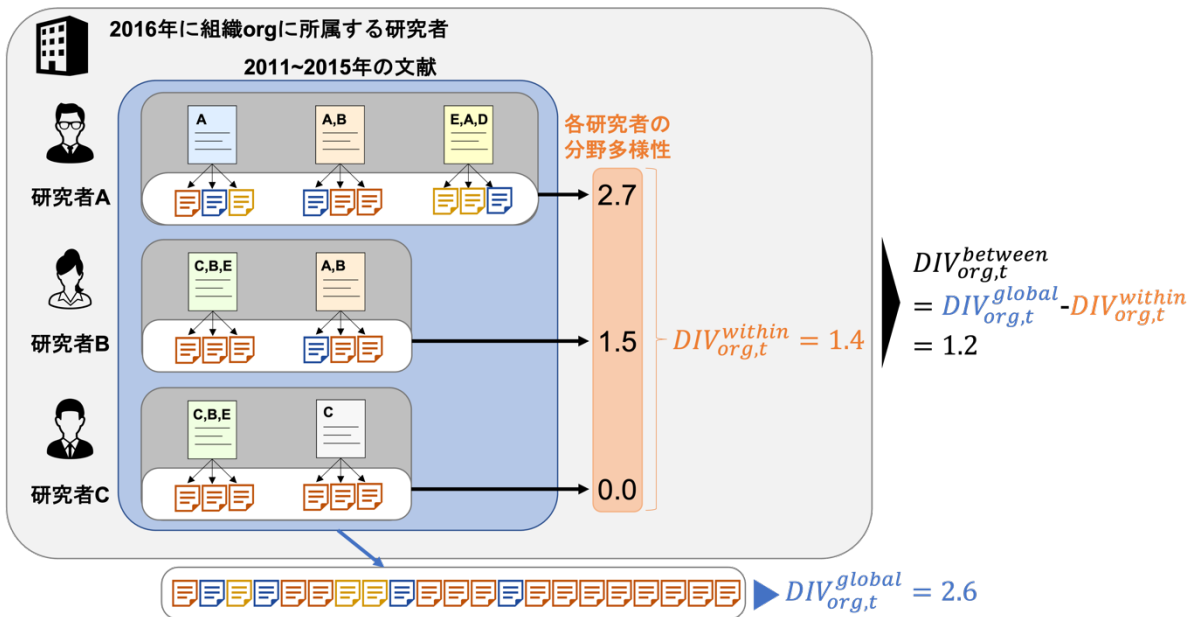
DIV^* を用いた between index の算出手法は未だ確立されてない。そのため本研究では、別の指標について研究者間の分野多様性を計測した先行研究^{xi)}を DIV^* へ拡張適用することで、組織・チームごとに、研究者間の差によって生ずる分野多様性を計測した。概要図 3 は、2016 年時点で組織 org に所属する研究者のデータを用いた、研究者間の差により生ずる分野多様性 $DIV^*_{org,2016}^{between}$ を求める本手法の一例を示したものである。 $DIV^*_{org,2016}^{global}$ は組織に所属する 3 人の研究者が引用する分野リストを結合したものに対して DIV^* を計算することで、組織が全体でカバーしている分野多様性として 2.6 を得る。 $DIV^*_{org,2016}^{within}$ は組織に所属する各研究者の引用論文の分野リストに対して DIV^* を計算し、その平均を取ることで 1.4 を得る。その差分が組織に所属する研究者間の分野の差による分野多様性 $DIV^*_{org,2016}^{between}$ であり、概要図 3 の場合は $2.6-1.4=1.2$ となる。本研究では、2016 年時点における組織とチームの分野多様性を計測する。

各組織におけるチームの分野多様性は、チームのうち 1 人でもその組織に所属する研究者がいれば該当組織に所属するチームであるとカウントする整数カウント法を用い、所属するチームの $DIV^*_{team}^{between}$ の平均を取ることで算出した。本研究では、2011 年から 2015 年までの間に論文^{xii)}を 2 本以上投稿した研究者 2 名以上で構成されるユニークな共著セットを一つのチームとした。例えば、{研究者 A, 研究者 B}と{研究者 A, 研究者 B, 研究者 C}は、ともに同じ研究者 A, B が含まれているが、研究者 C の有無が異なるため、それぞれ別のチームであるとカウントする。

^{xi)} Cassi, L. et al., How to evaluate the degree of interdisciplinarity of an institution?. Scientometrics, 2014, vol. 101, no. 3, p. 1871-1895.

^{xii)} 本研究において論文とは、学術雑誌またはプロシーディングに掲載された原著論文及び会議論文を指す。

概要図 3 組織の分野多様性 $DIV_{org,t}^{*between}$ の算出方法



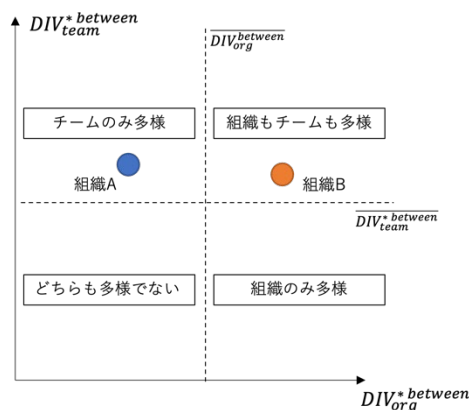
(注) 同じ色の論文は同じ分野の論文を表す。図は t=2016 の場合を示している。

2.3. 組織・チームの分野多様性のマッピング分析

各組織、チームの分野多様性の値を算出後、横軸に各組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)を、縦軸に各組織のチームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)を取り、マッピング分析を行った。

まず、組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)とチームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)の関係性を分析するため、日本の研究組織の部局分類別、学問領域別のマッピングを行い、両者の相関から、異分野の研究者が多く集まる組織に所属する研究者が異分野研究者チームに参画しているかどうかを検証した。次に、日本の研究組織の分野多様性に関する現状を把握するため、組織の分野多様性とチームの分野多様性を、その平均値を境に分割した4象限のマトリクスにプロットすることで、それぞれの分析区分にどのような研究組織が位置付けられているのかを可視化し、その特徴を分析した(概要図 4)。

概要図 4 マッピングのイメージ図



2.4. 分析対象データ

本研究では、一定以上の論文数・研究者数・チーム数^{xiii}のある全 188 組織を分析対象組織とした。各組織に所属する研究者数は、2020 年 10 月に抽出された Scopus バルクデータと Scopus-NISTEP 大学・公的機関名辞書対応テーブル(ver.2018.1.1)を用いて各研究者の所属組織と発表論文を同定することによって算定した。なお、本分析の対象となる研究者は 2011-2015 年に 2 本以上論文発表のある者とする。

概要表 1 に分析対象組織数の部局分類・学問領域別内訳を示す。なお、各組織の部局分類および学問領域のデータは、NISTEP 大学・公的機関名辞書(ver.2021.1)の組織種別^{xiv}と令和元年科学技術研究調査の学問別区分データ(2018 年度末時点)から取得している。

概要表 1 分析対象組織数の部局分類・学問領域別内訳

部局分類・学問領域	工学	理学	保健	農学	病院	その他	部局分類合計
附置研等	18	13	1	0	4	7	43
大学部局	44	26	28	12	0	12	122
大学共同利用機関等	3	15	5	0	0	0	23
学問領域合計	65	54	34	12	4	19	188

^{xiii} 具体的には、2014 年から 2016 年の各組織の論文数・研究者数・チーム数の平均を算出し、論文平均 100 本以上、研究者平均 100 人以上、チーム平均 50 チーム以上を満たす組織を対象とした。なお、本研究では NISTEP 大学・公的機関名辞書(ver.2021.1)を組織の名寄せに用いるため、特に大学・公的研究機関のみを対象として分析を行っている。

^{xiv} 本研究における組織種別は、NISTEP 大学・公的機関名辞書(ver.2021.1)の以下の大学下部組織種別に対応する。
 附置研等: 研究所、研究所(拠点)、全学組織、全学組織(拠点)、病院
 大学部局: 学部、学部・大学院総合、大学院、教員組織
 大学共同利用機関等: 大学共同利用機関、国立研究開発法人等

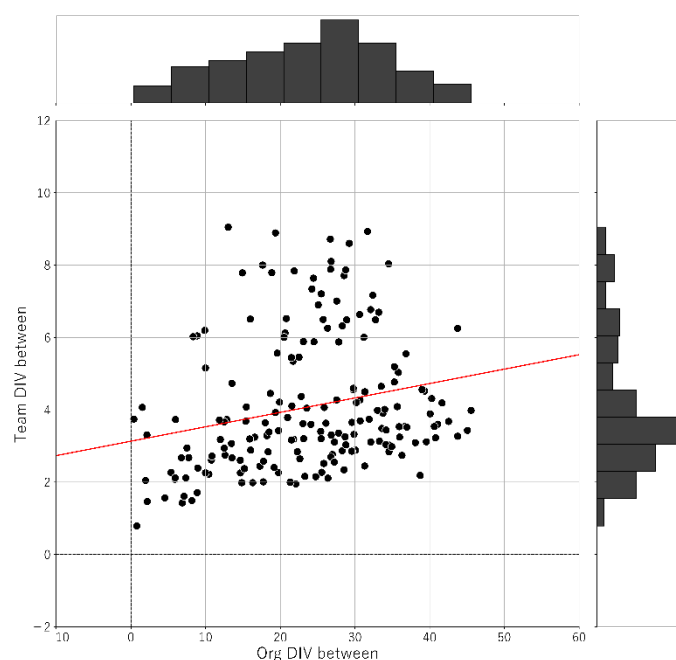
3. 結果

3.1. 組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係性

(1) 全分析対象による分析結果

概要図 5 に分析対象 188 組織のマッピング結果、概要表 2 に組織の分野多様性とチームの分野多様性の基礎統計量を示す。 $DIV_{org}^{* between}$ は裾が広い正規分布 ($p=0.04 > 0.01$ in Shapiro-Wilk test) をしており、平均的な分野多様性の組織を中心としてほぼ同じ分野の研究者が集まる組織から異分野の研究者が集まる組織まで幅広く分布していることがわかる。一方で、 $DIV_{team}^{* between}$ は単峰の正規分布ではなく、3~4 をピークとするブロックと、6~7 を中心とするブロックに分かれていた ($p=0.00 < 0.01$ in Shapiro-Wilk test)。このことから、日本の研究組織は、分野の近い研究者からなるチームに参画する研究者が多い組織と異分野の研究者からなるチームに参画する研究者が多い組織の 2 パターンに大別できると考えられる。また、組織とチームの分野多様性の関係を見ると、相関係数は 0.23 であり弱い正の相関が見られた。

概要図 5 分析対象 188 組織の $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ のマッピング結果



概要表 2 分析対象 188 組織の $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ の基礎統計量

	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$
平均値	23.62[22.86,24.39]	4.07[3.94,4.21]
標準偏差	10.49	1.84
中央値	24.62	3.54
最大値	45.55	9.05
最小値	0.39	0.79
観測数	188	188
回帰係数	0.04[0.02,0.06]	
相関係数	0.23[0.09,0.36]	
R^2	0.05	

(注) []内は 95%信頼区間を表す。

(2) 部局分類・学問領域別の分析結果

本分析では、部局分類と学問領域という2つの組織の属性が、組織とチームの分野多様性および両者の関係に影響を与える可能性があるのか(環境要因となり得るのか)を検証するため、部局分類、学問領域、部局分類×学問領域の区分ごとの比較分析を試みた。本概要では、部局分類×学問領域のクロス分析の結果を記載する^{xv}。当クロス分析では、全ての部局分類の組織を含む学問領域である「工学」「理学」「保健」の3つの学問領域を対象とした。

概要図 6、概要表 3～概要表 5 は3つの学問領域について、部局分類別のマッピングと近似直線・基礎統計量・回帰係数・相関係数を示したものである。組織の分野多様性とチームの分野多様性の相関係数を見ると、サンプル数が10組織以上存在する区分の中で、「理学附置研等」を除く全ての区分^{xvi}において、相関係数0.46-0.81で表される中程度の正の相関が観測された。このことから、本研究の1つ目の目的である組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係については、「理学附置研等」を除いて、分野多様性が高い組織に所属する研究者は分野多様性の高いチームに参画する傾向にあることが明らかとなった。また、組織とチームの分野多様性の間の相関について、学問領域を揃えた時の部局分類による違いおよび部局分類を揃えた時の学問領域による違いを比較した。その結果、「工学附置研等」「理学大学共同利用機関等」が比較的強い相関を持っていたものの、それ以外に関してはどの部局分類・学問領域間でも有意な差は見られなかった。

さらに、学問領域を揃えた時の、部局分類による組織やチームの分野多様性の平均値の違いを見ると、どの学問領域でも組織の分野多様性は「大学部局」において極めて高かった。他方で、チームの分野多様性は学問領域によって傾向に違いが見られた。具体的には、「工学」におけるチームの分野多様性は「工学大学部局」「工学附置研等」が「工学大学共同利用機関等」より有意に高かったのに対して、理学におけるチームの分野多様性は「理学大学共同利用機関等」が最も高く、これに「理学附置研等」「理学大学部局」が続いていた。なお、「保健」では部局分類間でチームの分野多様性に有意な差は見られなかった。

また、部局分類を揃えた時の、学問領域による組織やチームの分野多様性の平均値の違いを見ると、サンプル数が1である「保健附置研等」を除けば、全ての部局分類において「工学」研究組織の分野多様性が高くなっていた。うちサンプル数が10以上の区分である「附置研等」「大学部局」では、この差が有意に観測された。一方、「理学」「保健」について組織の分野多様性を比較すると、「大学部局」において「保健大学部局」よりも「理学大学部局」の方が低かったが、それ以外の部局分類に関しては有意差が確認されなかった。チームの分野多様性については、全ての部局分類において、「保健」分野で極めて高い値が観測された。「理学」と「工学」の差は部局分類によって異なり、「附置研等」では有意差はなく、「大学部局」では「工学大学部局」が有意に高く、「大学共同利用機関等」では「理学大学共同利用機関等」が有意に高かった。

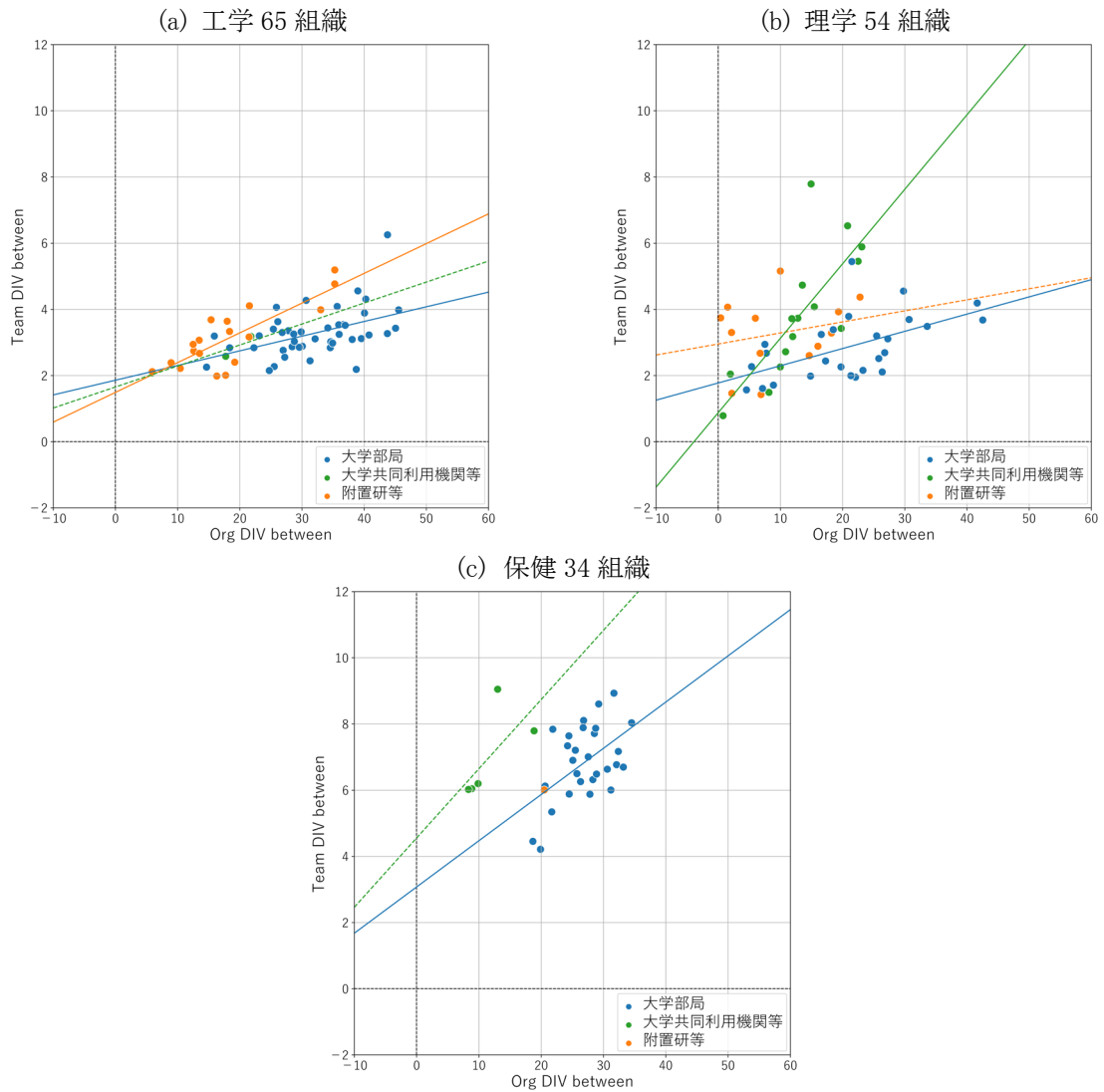
以上から、組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係については、多くの区分において、分野多様性の高い組織に所属する研究者は分野多様性の高いチームに参画している傾向が見られた。特に「工学附置研等」「理学大学共同利用機関等」の相関が強かったものの、概ねどの部局分類間・学問領域間でも相関係数に統計的有意差は確認できなかった。また、組織の分野多様性は、どの学問領域においても「大学部局」が高くなる傾向があり、どの部局分類においても「工学」が高くなる傾向が見られたことから、当該組織群には異なる分野の研究者が所属していると考えられる。他方で、チームの分野多様性については、全ての部局分類において「保健」が高くなっていたものの、「工学」では「工学大学共同利用機関等」より「工学大学部局」「工学附置研等」の方が、「理学」では「理学大学部局」より「理学附置研

^{xv} 部局分類、学問領域ごとの比較分析の結果については、本編 5.1.2、5.1.3を参照のこと。

^{xvi} 「工学附置研等」「工学大学部局」「理学大学部局」「理学大学共同利用機関等」「保健大学部局」の5つ。

等」「理学大学共同利用機関等」の方が高くなっており、学問領域によってどの部局分類に所属する研究者が異分野研究者チームに参加しているかが異なっていた。

概要図 6 部局分類 × 学問領域別の $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ のマッピングと近似直線



(注) サンプル数が 10 より少ない区分と相関が有意でない区分の回帰直線は参考のため点線で表示。

概要表 3 工学 65 組織における部局分類別 $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ の基礎統計量と相関

	工学					
	附置研等		大学部局		大学共同利用機関等	
	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$
平均値	18.27 [16.26,20.29]	3.13 [2.91,3.36]	32.02 [30.89,33.16]	3.28 [3.17,3.39]	15.14 [10.37,19.91]	2.61 [2.29,2.93]
標準偏差	8.55	0.94	7.51	0.72	8.26	0.55
観測数	18		44		3	
回帰係数	0.09[0.06,0.12]		0.04[0.02,0.07]		0.06[-0.21,0.34]	
相関係数	0.81[0.56,0.93]		0.46[0.19,0.67]		0.95[-1.00,1.00]	
R ²	0.66		0.21		0.90	

(注) []内は 95%信頼区間を表す。

概要表 4 理学 54 組織における部局分類別 $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ の基礎統計量と相関

	理学					
	附置研等		大学部局		大学共同利用機関等	
	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$
平均値	9.76 [7.64,11.87]	3.28 [2.98,3.58]	21.05 [19.02,23.07]	2.87 [2.68,3.06]	13.23 [11.51,14.94]	3.85 [3.35,4.36]
標準偏差	7.63	1.08	10.32	0.97	6.65	1.94
観測数	13		26		15	
回帰係数	0.03[-0.06,0.12]		0.05[0.02,0.09]		0.23[0.11,0.34]	
相関係数	0.24[-0.36,0.70]		0.55[0.21,0.77]		0.77[0.43,0.92]	
R ²	0.06		0.31		0.59	

(注) []内は 95%信頼区間を表す。

概要表 5 保健 34 組織における部局分類別 $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ の基礎統計量と相関

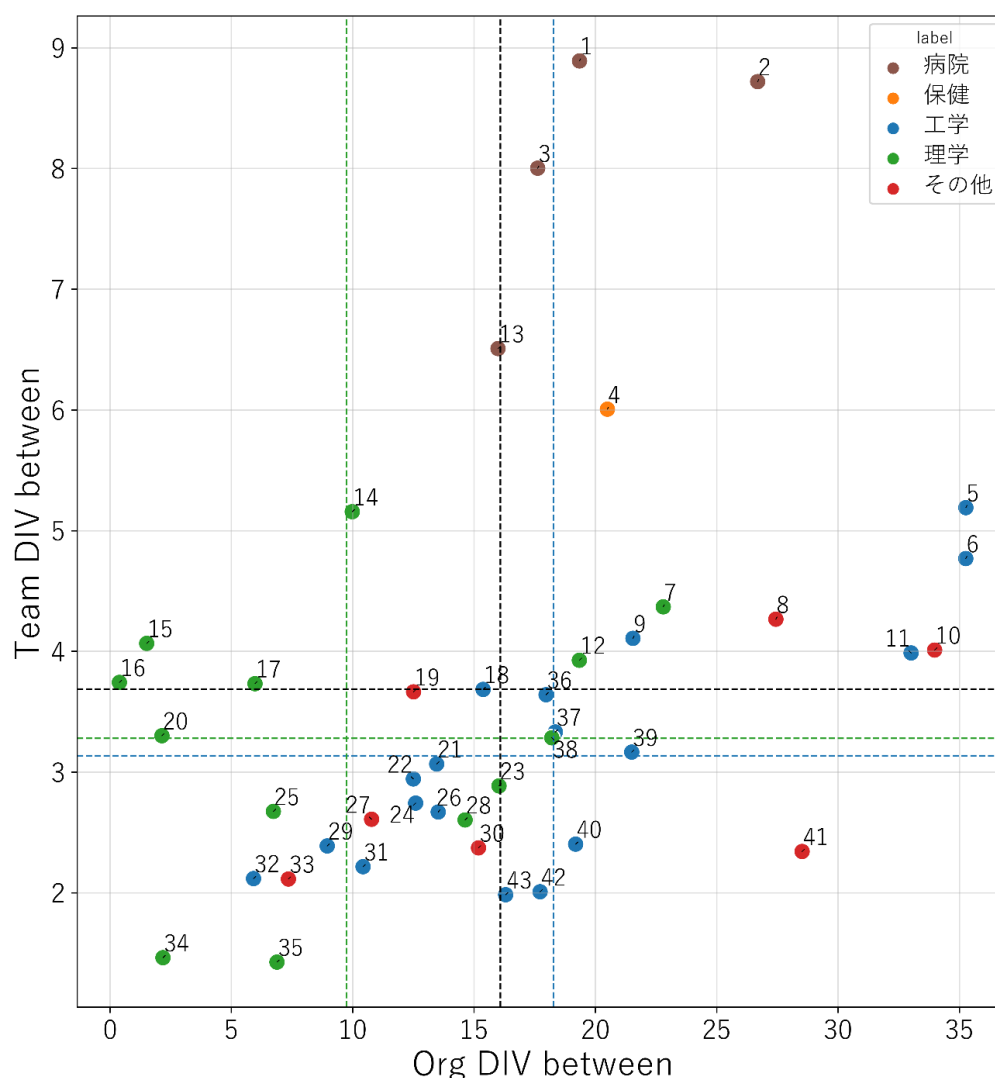
	保健					
	附置研等		大学部局		大学共同利用機関等	
	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$
平均値	20.50 [-]	6.01 [-]	27.03 [26.25,27.81]	6.85 [6.64,7.06]	11.79 [9.85,13.74]	7.02 [6.41,7.63]
標準偏差	-	-	4.14	1.13	4.35	1.35
観測数	1		28		5	
回帰係数	-		0.14[0.05,0.23]		0.21[-0.21,0.63]	
相関係数	-		0.51[0.17,0.74]		0.67[-0.51,0.98]	
R ²	-		0.26		0.45	

(注) []内は 95%信頼区間を表す。

3.2. 日本の研究組織における組織とチームの分野多様性の現状

日本の研究組織の分野多様性の現状を把握するため、各部局分類・学問領域別のマッピング結果から、個別組織がどのような多様性を持っているか、より詳細に分析を行なった。本概要では、「附置研等」の結果を例として記載する^{xvii}。

概要図 7 附置研等 43 組織の学問領域別マッピング



(注) 黒点線は「附置研等」の平均値、青・緑の点線はそれぞれ「工学附置研等」「理学附置研等」の平均値を表す。

概要図 7 に「附置研等」43 組織を学問領域で色分けしたマッピング結果を示す^{xviii}。東北大学流体科学研究所(5)・東京大学生産技術研究所(6)・神戸大学自然科学系先端融合研究環(10)・東京大学先端科学技術研究センター(11)^{xix}の 4 組織は組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)が特に高く、異分野の研究者が多く在籍していることが伺えた。また、この 4 組織はチームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)も「附置研等」全体の平均(黒点線)以上であることから、所属する研究者が異分野研究者チームに参画する傾向にあ

^{xvii} 大学部局と大学共同利用機関等についてのマッピング結果は、本編の 5.2.2 および 5.2.3 に記載している。

^{xviii} 各組織名は、本編 表 10 を参照のこと。

^{xix} 組織名後の番号は概要図 7、本編表 10 での組織番号を表す。

り、組織においてもチームにおいても分野多様性の高い研究組織であると言える。また、専門性が高い組織を組みやすい学問領域である「理学」研究組織でも、京都大学高等研究院(7)・東京工業大学地球生命研究所(12)・京都大学化学研究所(38)の3組織において、「附置研等」全体の平均以上の $DIV_{org}^{*between}$ が観測された。これらの研究組織は「理学」研究組織の中でも特に組織の分野多様性が高い研究組織であり、さまざまな分野の研究者が在籍している。

他方で、同分野の研究者が多く在籍する(組織の分野多様性 $DIV_{org}^{*between}$ が低い)組織は東京大学宇宙線研究所(15)・名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構(16)・大阪大学核物理研究センター(20)・東京大学国際高等研究所(34)らであり、とりわけ宇宙科学・素粒子物理学に関する研究組織が該当していた。宇宙科学・素粒子物理学を研究対象とする研究組織には、他の研究組織と比較して同じ分野の研究者が集まりやすい傾向にあることが伺える。

チームの分野多様性が顕著な研究組織を見ると、4つの大学附属病院及び大阪大学免疫学フロンティア研究センター(IFReC)(4)のように、生命科学系の研究組織においてチームの分野多様性が特に高かった。「大学部局」「大学共同利用機関等」でも類似の傾向が見えており、生命科学系の研究組織の特徴が見えている可能性がある。

組織とチームの分野多様性の関係については、「附置研等」の多くの研究組織が第1・第3象限にマッピングされており、組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)とチームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)の間に正の相関があることが確認された。一方で数は少ないが一定数の組織が第2・第4組織にもマッピングされた。

同部局分類・同学問領域の研究組織と比較して、チームの分野多様性が高く組織の分野多様性が低い研究組織(第2象限)としては、東京大学宇宙線研究所(15)・名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構(16)・東京大学地震研究所(17)・北海道大学電子科学研究所(18)・大阪大学核物理研究センター(20)・静岡大学電子工学研究所(36)が挙げられる。これらの研究組織は分野の近い研究者から構成されることにより特定領域に強みを持ちつつも、異分野研究者チームに参画しやすいことから、組織外の研究者と協働することでチームの分野多様性を高めることができていると考えられる。

同部局分類・同学問領域の研究組織と比較して、組織の分野多様性が高くチームの分野多様性が低い研究組織(第4象限)としては、東京大学大気海洋研究所(23)・北海道大学低温科学研究所(28)・名古屋大学未来材料・システム研究所(40)が挙げられる^{xx}。これらの研究組織がなぜ第4象限に位置するかを考察するため、各組織の設立目的や理念を調査したところ、異分野融合に言及する研究組織が多くみられた。このことから異分野融合に取り組む研究組織の中には、組織に異なる分野の研究者が在籍しているものの、所属する研究者が必ずしも異分野の研究者によるチームに参画していないような組織も存在することが伺えた。

^{xx} 学問領域が異なるため単純な比較が難しいが、京都大学学際融合教育研究推進センター(41、その他)も他の附置研等と比較して第4象限に位置する組織と考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係性の分析、及び日本の研究組織の分野多様性に関する現状の把握を目的として、日本の研究組織を対象に、組織の分野多様性および組織に所属する研究者が参画する研究チームの分野多様性を計測し、マッピングを試みた。

その結果、研究組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)と研究チームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)の間には、いずれの部局分類・学問領域においても概ね弱～中程度の正の相関があることが確認され、異分野の研究者から構成される組織に所属する研究者は、異分野の研究者からなるチームに参画している傾向があることが示された。その相関の強さは、特に「工学附置研等」「理学大学共同利用機関等」でやや強い傾向があったものの、部局分類・学問領域による統計的有意差は概ね見られなかった。他方で、組織の分野多様性およびチームの分野多様性の平均値については、部局分類間・学問領域間で統計的有意差が確認された。これは、部局分類および学問領域が組織の分野多様性やチームの分野多様性の大きさに影響を与える環境要因の 1 つであることが伺える。そのため、組織やチームの分野多様性の大小関係を評価する際には、同部局分類・同学問領域の中で比較する必要があると考えられる。

さらに、組織に所属する研究者の分野多様性とその組織に所属する研究者が参画するチームの分野多様性の 2 軸から構成される 4 象限のマトリクス上に日本の研究組織をマッピングしてみると、多くの研究組織は組織とチームの分野多様性が正に相関する第 1 象限と第 3 象限に位置することがわかった。その一方で、正の相関から外れる特徴的な組織群も特定することができた。さらに、これらの組織が正の相関から外れる要因を分析することで、部局分類や学問領域の他に各分野多様性に影響を与える諸所の要因の特定が期待される。

最後に、本手法の限界と方向性について述べる。1 つ目に、本分析は組織とチームの分野多様性を研究者が引用する論文から定義される分野の違い(知識源となる分野の違い)を用いて計測しているため、各組織・チームから発表されている論文に着目した計測方法を採用することで異なる面が見えてくることが予想される。異分野研究者チームが組まれることと、そこから生まれる研究成果が分野融合的であることは必ずしも等価ではないため、これらの関係についてはさらなる検証が必要である。2 つ目に、本研究は組織の分野多様性とチームの分野多様性の相関を分析しているものの、因果関係を明らかにする分析にまでは至っていない。そのため、異分野の研究者が多く在籍する組織に所属することで異分野研究者チームに参画するようになるのか、異分野研究者チームに参画するような研究者がいる組織には様々な分野から研究者が集まるのか、その因果の有無や方向については議論できていないため、今後さらなる検証が必要である。3 つ目に、本研究は 2016 年時点の日本の研究組織を対象に分析を行なっているため、国際比較と通時的分析を通じて、今回検証された組織とチームの分野多様性の関係が国・地域や時代によらず普遍的なものであるかどうかを検証していくことも必要である。本研究では、2 つの要因(部局分類・学問領域)が組織とチームの分野多様性に影響を与えている可能性が示唆されたが、異なる科学技術政策を実施する国・地域では当然その傾向も変わると考えられる。さらに、日本の組織だけでも時間と共に傾向が変化することが予想されるため、政策立案に活用する際にはより詳細な分析が必要となる。4 つ目に、今回の分析に用いた分野は Scopus 側で付与した 334 の分野であり、分野の粒度としては粗い可能性がある。分野の専門分化が進んでいる中では、より詳細で粒度の揃った分野間での異分野融合の理解が必要となる。本研究をきっかけとして、異分野の研究者が協働するための環境形成について議論が深まることを期待する。

本編

第1章 イントロダクション

1.1 研究背景

1.1.1 研究活動におけるチームの分野多様性に対する重要性の高まり

Web データの普及により 2000 年以降発展した大規模な書誌文献解析によって、研究者が知を生み出すプロセスを客観的かつ定量的に明らかにする試みが増え盛んにおこなわれている。その中で近年特に注目されているのが、研究者の論文に対する貢献方法の個から協働への移行である。ここ 40 年間で論文あたりの著者数は増加傾向にあることから[1]、かつてのニュートンやアインシュタインのように一人の天才研究者が独力で研究課題に取り組む時代から、より多くの研究者がチームに参画して課題の解決を目指す時代へと変化してきていると言える。複数人による研究は Team Science というトピックの下で科学計量学・計算社会科学・ネットワーク科学などの分野で議論されており、文献解析・シミュレーションなどの手法を通じてそのメカニズムの解明が進んでいる[2]。その研究成果によれば、Team Science への移行は自然科学や工学の中で実験が大規模化している分野だけでなく、数学や社会科学など理論研究が中心の分野にも及んでいる。そのため、どの分野においても研究者間の協力は次世代の研究に欠かせない要素となっていると言える[3]。また、国際共著によるチームという観点で見ると、他国と積極的に協力関係を築く国では被引用数の高い論文が出やすいことが知られている[4]。しかし、先進国各国に対して日本では、論文数や被引用数 Top10%論文数の伸びを支えている国際共著論文の伸び率が低いことが指摘されている[5]。日本が国際的な科学コミュニティの中で影響力を持つためにも、個から協働に科学が移り変わりつつある現状を把握し、我が国の科学技術政策に活かすことが重要である。

Team Science の中でも議論されているトピックは数多くあり、研究チームの規模によって異なるタイプの研究が行われやすいこと[6]や時間変化に伴うチーム形成プロセスのモデル化[7]などさまざまな観点から効果的なチームを作る方法が議論されている。その中で研究チームの多様性は、チームの成果に影響を与える代表的な要因の一つとされている[8]。一般に研究チームの多様性は分野多様性といった学問的背景によるものだけでなく、民族・年齢・性別・組織など社会的背景によるものであっても論文の被引用数に正の影響があり、チームの多様性と論文のインパクトには正の相関がある[9]。その背景には異なるバックグラウンドを持った研究者同士が議論することで、特定のリサーチクエスチョンをより視野の広い卓越したリサーチクエスチョンに昇華する効果があるのではないかと考察されている[9]。一方で異分野の研究者は、それぞれの研究者が指向する目的や手続きが異なるためコミュニケーションが難しく、異分野の研究者をただ協業させるだけでは個別の分野の知見の羅列になってしまうことも指摘されており (Fake Interdisciplinarity[10])、解くべき課題と状況に合わせてどのようにチームの多様性のバランスをコントロールするか注目されている。

1.1.2 分野多様性に関連する科学技術政策の取組み

特に近年は世界規模の感染症や地球温暖化・エネルギー問題など複雑かつ高度な専門知を必要とする課題が多くなっており、自然科学者と人文・社会学者が分野融合的に協力して取り組むべき研究課題が増えている[11]。また、第 6 期科学技術・イノベーション基本計画においても、文理を超えた協働がもたらす総合知により、人間や社会の総合的理解と課題解決に資する研究を推進していくことが重要であると述べられている[12]。このように、異分野の研究者によって形成されるチーム(以下、異分野研究者チーム)のもたらす成果には、近年特に期待が寄せられている。

先行研究によれば、異分野研究者チームによる論文は平均して被引用数が高くなりやすい一方で、非常に遠い分野の研究者が集まるチームによる論文は引用が遅れて増えやすい傾向を持つなど、専門の近い研究者同士のチームによる論文と比較する際に注意して評価する必要がある[13]。もしチームの分

野多様性が高い研究を、同分野の専門家同士による研究と同じように数年単位のプロジェクトによる成果で評価すれば、なかなか結果が現れない研究チームとして過小評価されるおそれがある。また、ただ分野多様性が高いかどうかを議論するのではなく、具体的にどのような分野間のチームにおいて分野多様性が重要であるかも分析されている。例えば、イタリアの大学に所属する研究者を対象にした研究では、主とする専門分野が地球科学である教授が発表する論文は、共著する研究者の専門分野が異なるときに被引用数や発表先ジャーナルのインパクトファクターが低いのに対して、主とする専門分野が地球科学以外である教授が発表する論文では、共著する研究者の専門分野が異なるときに被引用数や発表ジャーナルのインパクトファクターが高い傾向が報告されている[13]。このように、異分野研究者チームによる論文のインパクトがどのような状況において高くなるかは、評価対象期間や分野などの要因にも影響を受けるため、これらの要因の適切な理解は今後異分野研究者チームを正しく評価する上で必要になると考えられる。

異分野研究者チームに関して、特に政策では異なる分野の研究者による異分野融合が注目される傾向がある。例えば、2021年度の科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業においては『総合知』で築くポストコロナ社会の技術基盤の戦略目標が策定されており、分野を超えた研究者の協働による問題解決の促進を目指している¹。また、2021年度から内閣府総合科学技術・イノベーション会議にて議論されている「総合知」の基本的考え方及び戦略的な推進方策でも、研究者の専門を活かした分野融合が重要であり、専門知そのものの深掘り・広がり推進するために専門知間の交流・融合・連携を進める必要があると指摘されている²。このように科学技術政策においては、異分野の研究者によるチームを異分野融合の要として支援する方針を進めている。

1.1.3 組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係に関する研究の必要性

異分野研究者チームを作るための政策的方法の1つとして、異分野研究者チームによる分野融合的研究プロジェクトの支援がある。例えば、JSTの戦略的創造研究推進事業では分野融合的な研究に対する支援策を強化している³。

一方で、分野融合的研究に特化した拠点を作ることで異なる分野の研究者間の交流を加速させるアプローチも各国で行われている。日本では2007年より「融合領域の創出」をミッションの一つに掲げて世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)を開始した。現在13組織に拡大しているWPIはそれぞれの専門とする分野において革新的な成果を生み出す拠点となっており、例えば、Kavli IPMUでは数学と宇宙・素粒子物理学の融合による先端研究に加えて、天文学のX線専門技術をがん細胞のイメージングに向けた技術開発に応用するなどの成果を収めている⁴。また、分野融合は医学や生物学において基礎研究と臨床研究の橋渡しを行うTranslational Researchの文脈においても注目されている。アメリカではTranslational Researchを推進するファンドによって立ち上げられたICTS(Institute of Clinical and Translational Sciences)において、組織内にいる研究者が分野融合的な論文執筆やグラント申請をしやすくなるなどの効果が現れている[14]。

¹ 研究推進の際に見据えるべき将来の社会像として、『分野を超えた研究者の協働が一般化することで「総合知」の創出・活用が進み、社会課題の解決が促進される社会』が挙げられている。 https://www.mext.go.jp/content/20210312-mxt_kiso-000013144_8.pdf (accessed Oct. 10, 2021)

² 『「総合知」の戦略的な推進方策』参照 https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/yusikisha/20220210/siryo1_print.pdf (accessed May.18, 2022)

³ 「令和4年度の戦略的創造研究推進事業の戦略目標等の決定について」参照 https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/2021/mext_00100.html (accessed Jul. 26, 2022)

⁴ 「令和2年度世界トップレベル研究拠点プログラム フォローアップ結果」参照 https://www.jsps.go.jp/english/e-toplevel/data/08_followup/FY2020/FY2020_Follow_up_Report_E.pdf (accessed Sep. 2, 2021).

このように分野融合的研究に特化した拠点の整備は、組織内の異分野研究者間の交流を通じて、異分野研究者チームへの参画の促進を期待したものである。しかし、このような分野融合を目的とした研究組織に所属する研究者が、実際に異分野研究者チームに参画しているかという効果の検証は発展途上である。単純な仮定では様々な分野の研究者が集まる組織(これを異分野研究者組織と呼ぶ)ほど、所属する研究者は異分野研究者チームに参画しやすいと考えられる。しかし、研究者は個人的交友関係や学会など組織外の研究者とも繋がりを持ちうるため、研究者の分野多様性が低い組織でも学外の研究者とチームを組んでいるようなケースも考えられる。また逆に、多様な研究者が所属する異分野研究者組織であっても、組織内が縦割りされていて異分野研究者チームが形成されにくい可能性も考えられる。これまでの研究では、分野融合的な論文に着目して、それがどのようなチームから生まれているかというアウトプットを基準とした分析は行われてきているものの[15]、異分野研究者組織に所属する研究者が異分野研究者チームに参画しているかどうかの関係は明らかにされていない。そのため、現在の異分野研究者チームがどのような組織で作られているか、組織の分野多様性とチームの分野多様性は相関関係を持つのかを明らかにすることが求められる。

また、第6期科学技術・イノベーション基本計画にて総合知活用の現状認識の重要性が指摘されているものの[12]、日本の研究組織や研究チームの分野多様性の現状はまだ十分に明らかにされていない。これまで我が国においても、総合知の活用に向けた分野融合の重要性の高まりから異分野連携・融合を目的とした各種関連政策が講じられていることを踏まえ、現在の日本の各研究組織の分野多様性の相対的な位置付けを明らかにすることが求められる。

1.2 研究目的

本研究では研究組織の分野多様性とその研究組織に所属する研究者が参画する研究チームの分野多様性の関係性を明らかにするための試行的分析として、日本の研究組織を対象に、組織および組織に所属する研究者が参画する研究チームの分野多様性を計測し、マッピングを試みる。なお、本研究で定める組織とチームについては4.3,4.5で述べる。

本研究の目的は2つある。1つ目に、組織の分野多様性と組織に所属する研究者が参画する研究チームの分野多様性の関係性の分析である。異分野の研究者が集まる組織に所属する研究者は異分野研究者チームに参画しているのか、また研究組織の部局分類・学問領域などの環境要因によってその傾向が異なるのかを明らかにする。2つ目に、日本の研究組織の分野多様性に関する現状の把握である。代表的な日本の研究組織に対して組織の分野多様性とチームの分野多様性のマッピングを行うことで、各研究組織の分野多様性における相対的な位置づけを可視化し、特徴的な組織について考察を行う。

本研究では、研究者個人の分野多様性と研究者間の分野多様性を区別して把握することで、研究者間の分野多様性に起因する組織とチームの分野多様性の計測を試みている。これにより、学際研究を行っているような研究者個人の分野多様性の影響を除き、異分野同士の研究者の繋がりを定量化することを可能にしている。

本報告書の構成は次のとおりである。まず、第2章で関連研究をレビューする。第3章では本研究で用いる組織・チームの分野多様性計測手法を説明し、第4章では今回分析対象とするデータについて述べる。第5章では部局分類・学問領域ごとに研究組織のマッピングを行った結果を説明し、第6章では実験結果に対する考察と特徴的な組織の事例について述べる。最後に第7章では本研究の結論を述べる。

第2章 関連研究

2.1 Team Science

研究においてチームによる協働が活発になっている背景には、大きく実験設備の巨大化と研究者の専門特化の 2 つの要因があるとされている[16]。実験設備で代表的なのは、CERN などで行われている素粒子物理学の実験である。その粒子加速器 LHC は研究を行う上で欠かすことができない設備だが、少数の研究者で用意することは困難であり何十もの国・地域⁵から 1 万人以上の研究者が集まって実験が行われている。こうした分野ではチームによる研究は不可欠なものである。もう一つの要因である研究者の専門特化とは、時間が経つにつれて研究者が参照しなければならない研究の量は単調に増加していくという「知識の重荷(Burden of knowledge)」によって引き起こされるもので、各研究者が新しい知見をもたらすためにより狭い領域に特化せざるを得ないという状況により起こる現象であるとされる。これは、知識の蛸壺化としても知られている[17]。研究者の専門特化が進むなか、分野の壁を超えた研究を行うためにはチームを組むことが欠かせなくなっている。

チームによる研究は個人による研究とは異なる性質を持つことが多い。例えば、個人の能力とチームの成果の関係を調べた研究では、実施するタスクの独立性が高い場合は個人の能力の上昇に合わせて成果は上がっていくが、タスクが複雑な場合は能力の高い個人を集めても成果は向上しないことが指摘されており[18]、どのようにチームを組むことが成果に影響するかはタスクに応じて異なると考えられている。また、チームの人数も創出する研究成果の特徴に影響を与えていることが知られている。小規模なチームほど分野の中で既に議論されていた問題を革新的な方法で解決するような研究を行う一方で、大規模なチームではそれぞれの分野で注目されているトピック同士を組み合わせることで確実に科学を前進させる漸進的な研究を行いやすく、両者の作用によって科学コミュニティは成長している[6][19]。またチーム内のメンバー構成に関しては、共著メンバーを固定することなく新しい研究者とチームを組むことや、キャリアの初期から名のある研究者と共著することが被引用数の高い論文の発表に繋がりがやすいことが分かっている[20][21][22]。

チームの分野多様性に関しては、分野多様性の高いチームから生まれる研究成果がどのような特性を持つかという観点から議論されている。一般に分野を横断することはより広い観点から研究課題を捉えなおすことに繋がるため、より本質的で重要な研究を生み出す力があるとされ、被引用数が高い論文の割合が多くなるなどの影響がある[9]。一方で、学際的な学術誌に発表しているチームであってもチームの分野多様性が低いこともあれば[15]、チームの分野多様性が高かったとしても表面的に融合しているだけで論文にはその分野多様性が反映されない“Fake Interdisciplinarity”という現象もあり[10]、チームの分野多様性と論文の分野多様性は必ずしも正の相関があるとは限らない。そのため分野融合をより適切に捉えるための計量手法の開発が進められている。

2.2 分野多様性の計測方法とその効果の分析

多様性という概念はそもそも曖昧で、研究者の間でも意見が分かれており、Ground Truth と呼べるような指標や計測手法はまだ確立されていない。そのため、似たようなものを計測していると考えられる指標でも相反するような結果が導き出されるほか、異なるデータセットを使うことで結果が有意でなくなるような現象も多く報告されており、多様性の計測によって導き出される結果の解釈には注意を要する[23][24]。

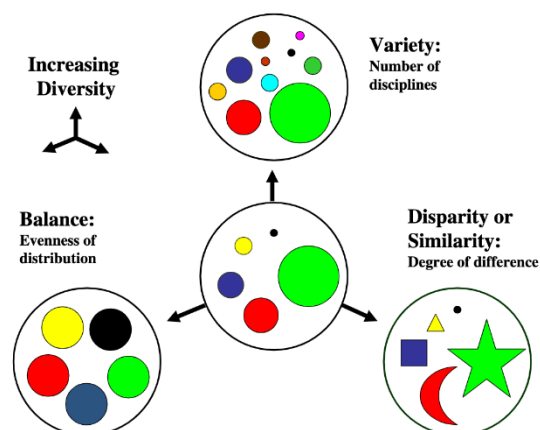
ある対象(研究者個人、組織など)の分野多様性を測る指標は数多く存在する。その中で最も一般的な計測方法は、variety(いくつの分野で構成されるか)、balance(どれくらいの比率で構成されるか)、

⁵ 様々な読み手がいることを考慮し、「国・地域」の表記としている。

disparity(どれくらい異なる分野で構成されるか)の3つの次元を用いた方法である(図1参照)。例えば、varietyとdisparityが高い論文は短期的には過小評価されやすく長期的な被引用数には正の影響がある一方、balanceは長期的に負の影響があることが知られている[25][26][27]。なお、分野多様性のように解釈が変容する指標においては、定義を明確に定めて演繹的に適用するよりも、指標によって起こる解釈の違いに目を向けてコンセンサスを形成することが重要であるという指摘も出てきており、これら3つの次元を使った分野多様性の表現が必ず正しいとは限らない[28]。

このように多様性の計測自体にも更に理解を深めるべき点はあるが、多様性に関わる多くの論文で言及されていて確度が高くなりつつある結果の一つが、分野多様性と研究のインパクトの正の相関である。論文単位では、論文の分野多様性は研究の新しい組み合わせとオーバーラップする部分があり[29]、分野融合的な研究を行うことは知識の新しい組み合わせへの挑戦と捉えることができる。そして新しい組み合わせは研究の失敗率を上げるものの大きなブレイクスルーを起こしやすくするため、研究における多様性は知識のフロンティアに挑む科学者にとって良い影響が大きいとされている[30]。それに伴って時代と共に学際的な研究は科学技術全般で増加傾向にあり、多様な分野を引用し多様な分野に引用されるような論文が増えているだけでなく[31]、特許においても複数の分野の組み合わせによる発明が増えている[32]。

図1 多様性の3つの次元[25]



2.3 組織の分野多様性の分析

これまでの研究では、学際的な研究を増やすためにどのようなチームを組むことが効果的かという点から研究されることが多く、研究者が所属する組織という観点からの分野多様性の分析は事例・内容ともに限定的である。Cassiらは研究組織の分野多様性を、所属研究者個人の分野多様性と研究者間の分野多様性に分解することで、フランスの組織について分野多様性の分析を行っている[33]。またZhangらは組織の分野多様性を測る上でどの多様性指標が優れているかを比較し、いくつかの多様性指標があまりメジャーでない専攻を持つだけで組織を多様であると判断してしまう欠点を指摘している[34]。いずれの分析についても、組織から投稿される論文を対象に組織の分野多様性を定量化している点が共通している。しかし、組織に所属する研究者に着目して、それらの研究者が異分野研究者チームにどれくらい参画しているかといった中身の分析には至っていない。

第3章 分析手法

3.1 分野多様性指標

3.1.1 先行研究で用いられる分野多様性指標

2.2 で述べたように、ある対象の分野多様性は variety, balance, disparity の 3 つの次元に着目して算出されることが一般的である。それぞれの次元は独立ではなく、互いに関係を持つので、総合的な多様性を計測するために 3 つの次元を統合した多様性指標に関心が向けられてきた[25][35]。

3 つの次元の統合によって算出される理想的な多様性指標(True Diversity)に求められる条件は少なくとも 10 個指摘されている⁶。そのすべてを満たす指標はまだ存在していないものの、これまで多くの指標が提案されてきた。最初に提案された指標は Rao-Stirling index[35]である。disparity で重みづけた variety と balance の複合値の総和として多様性が定義され、より多くの遠い分野同士が均等に含まれるほど高くなる指標である。一方で、Rao-Stirling index は variety, disparity が一定の時に balance の増加に対して単調増加するという制約を満たさないことから、3 つの次元の増減と多様性指標の増減が一致する指標(DIV)が提案されている[36]。しかし、このDIVも空集合の分野を追加したときに指標の値が変わってしまうため、理想的な多様性指標の条件の一部を満たさない。そこで、空の分野の追加に対してロバストな指標(DIV*)が新たに提案されている[37]。現状では、異なる制約を満たす多数の指標が提案されており、絶対的な指標は存在しないものの、分野多様性の研究では、その目的に応じて適した指標が用いられている[23][33][34]。

上に挙げた各指標の算定式は、以下の(1)-(3)のように表せる。ここで、分野*i, j*間の距離⁷を d_{ij} 、多様性を計測する分野リスト⁸を c 、 c におけるユニークな要素数(分野数)を n_c 、サンプル全体のユニークな要素数を N 、分野*i*が分野リスト c に占める比率を $p_{c,i}$ とする。 $Gini(c)$ は c のジニ係数(0-1 正規化済)を表し、 c におけるユニークな要素を頻度の昇順にソートした頻度リスト y_i を用いて(4)式で求められる。

$$RaoStirling = \sum_{i,j,i \neq j} d_{ij} \cdot p_{c,i} \cdot p_{c,j} \quad (1)$$

$$DIV = \frac{n_c}{N} \cdot (1 - Gini(c)) \cdot \sum_{i,j,i \neq j} \frac{d_{ij}}{n_c \cdot (n_c - 1)} \quad (2)$$

$$DIV^* = n_c \cdot (1 - Gini(c)) \cdot \sum_{i,j,i \neq j} \frac{d_{ij}}{n_c \cdot (n_c - 1)} \quad (3)$$

$$Gini(c) = \left(\frac{2 \sum y_i}{n \sum y_i} - \frac{n+1}{n} \right) * \frac{n}{n-1} \quad (4)$$

3.1.2 本研究で用いる分野多様性指標

本研究では、組織やチームのように多くの分野を含む対象の多様性の計測に適していると考えられるDIV*を採用する。Rao-Stirling index はDIV, DIV*と比べて variety, balance, disparity との相関が低く結果の解釈が難しいうえに、variety, balance を反映する $p_{c,i} \cdot p_{c,j}$ が disparity である d_{ij} によって重みづけられているため、全体の中で頻度が少なく d_{ij} が高くなりやすい分野(これを稀少分野と呼ぶ)を含むものの

⁶ 例えば、「Variety が 1 の時、多様性指標の値は 0 となる(Scaling of variety)」、「Balance と Disparity が一定の時、多様性指標の値は Variety に対して単調増加する(Monotonicity of variety)」などがある[35]。

⁷ 2 つの分野が類似した分野を引用しているほど距離が近いと判断する。詳細については、3.2.3(1)を参照のこと。

⁸ 分野リストの詳細については 3.2.1(3)を参照のこと。

多様性を高く評価する傾向にある[34]。この特徴から、組織のように非常に多くの分野を含むが構成分野同士の繋がりが強いとは限らない対象の分野多様性を評価する際には、稀少分野に取り組む組織やチームの分野多様性が過大評価される可能性がある。

DIV , DIV^* は上記の課題に対応するように variety, balance, disparity を個別に計算することで結果の解釈性を上げられるうえ、稀少分野が入った場合でも安定した指標であるためカバーする分野の広い対象の多様性を計測するために適した指標であると考えられる。この 2 つの指標のうち、 DIV は 3.1.1 で述べたように variety である n_c を全体の分野 N で正規化しており、空の新たな分野が追加された時に値が変わってしまうという問題がある。そのため、今回は DIV^* を用いて分野多様性を計測する。

なお留意点として、 DIV^* は異なる度合いの高い多くの分野が均等に含まれているほど値が高くなる指標のため、特定の分野同士をピンポイントで融合させるような組織やチームの値はあまり高くない。本研究で捉える分野多様性は、1 つの組織やチームの中にどれだけ異なる種類の知識が含まれているかをスカラー値で表したものであることに留意されたい。

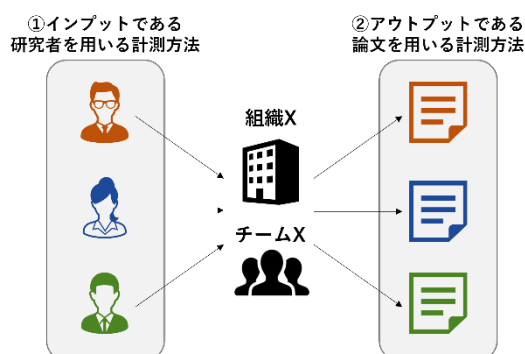
3.2 分野多様性の計測方法

3.2.1 組織・チーム、研究者、論文の分野同定方法

(1) 組織・チームの分野同定方法

組織・チームの分野を特定する際、組織・チームの研究活動のインプット情報を用いる方法とアウトプット情報を用いる方法の 2 種類が存在する(図 2)。インプット情報を用いる場合、当該組織・チームを構成する研究者の分野多様性から組織・チームの分野多様性を計算する方法が一般的である。例えば、ある組織に所属する全研究者が実験物理学の専門であれば、その組織の分野多様性は低いとみなされる。逆に、各研究者の専門が同一でない場合は組織の分野多様性は高いとみなされる。一方、アウトプット情報を用いる場合、その組織・チームから発表された論文から組織・チームの分野多様性を計算する方法などが挙げられる。本研究では、分野多様性の観点から研究拠点の形成に資する知見を提供するため、組織マネジメントによってコントロールがしやすいインプットである研究者の分野情報を用いて分野多様性を計測する。

図 2 組織・チームの 2 通りの多様性計測方法



(2) 研究者の分野同定方法

本研究では、研究者の分野を特定するにあたって、各研究者が発表した論文が引用している文献の分野情報を用いる。研究者が発表した論文の分野情報を用いると、大半の研究者の論文数は数本程度のため[38]、研究者の研究領域が十分に反映されないことが懸念される。それに対し、研究者が発表した論文の引用文献を用いることで、各研究者が扱う研究分野を広く捉えられるだけでなく、研究者の論文数が少なくとも十分なデータ数が確保できるため有効であると考えられる。

(3) 論文の分野同定方法

研究者の論文の引用文献から研究者の分野を同定するには、各引用文献の分野を定める必要がある。Web of Science や Scopus などの大規模な文献データベースを用いた先行研究においては、Web of Science の場合は Subject Category、Scopus の場合は All Science Journal Classification(ASJC)と呼ばれるジャーナル単位に付与されたラベルが論文の分野として利用されている[39]。しかし、研究者と組織の

分野多様性をジャーナル単位の分野ラベルから同定する際には、ジャーナルの分野からどのように論文の分野を特定するかが問題となる。以下、具体例として Scopus の ASJC を用いた場合を用いて説明する。ASJC は全部で 334 の小分野を持ち、1 つの雑誌に対して一般に複数個付与されるが、もし雑誌の ASJC をそのまま論文の分野として使用した場合、ASJC が多く付与されやすい総合的な雑誌で論文を発表する研究者・研究組織・研究チームの分野多様性が過剰評価されやすくなることが懸念される。そこで本研究では、各論文が引用する文献情報を用いて、対象論文の ASJC とその引用文献の ASJC の情報から対象論文の分野を 1 つに同定する手法を用いる。その概念図を図 3 に示す。

ある研究者 X が対象期間(図 3 の場合 2011 年～2015 年)に 3 本の論文を発表し、それぞれの論文が 3 本ずつ異なる論文を引用していると仮定する。研究者 X の 2016 年時点における分野多様性は研究者 X が対象期間に引用した 9 本の論文(これを研究者 X の分野算出論文と呼ぶ)の分野から算出する。このとき、各分野算出論文の分野を一意に同定するために、さらにその引用論文の ASJC を用いることで分野同定を行う(以下、引用論文とは分野算出論文の引用論文を指す)。具体的には、分野算出論文のジャーナルの ASJC を分野候補として、分野候補の中で引用論文の ASJC のうち最頻出の ASJC を対象論文の分野であると定める(図 3 右上の分野同定方法参照)。例えば、ある分野算出論文 A が物理学を含む複数の ASJC が付与された雑誌の論文である時、A が他の物理学系の専門誌を多く引用している場合には A は物理学の論文であるとみなす。一方、ある分野算出論文 B が物理学の ASJC のみを持つ専門誌にて発表されているとき、異なる ASJC を持つ雑誌の論文を多数引用していたとしても B は物理学の論文であるとみなす。これは、いくつかの分野にわたる総合的な雑誌の論文であっても特定の分野の専門誌の論文を多く引用しているならば、その論文は専門誌の分野に関する論文であるという仮定と、総合的な雑誌の論文を多く引用する論文であっても、専門誌で発表されたならばその論文は専門誌の分野に関する論文であるという仮定に基づいている。分野算出論文の掲載ジャーナルが不明の場合は、引用論文の ASJC リストからランダムに 1 つを抽出する。また、引用論文データが不完全な場合には、分野算出論文の掲載ジャーナルの ASJC からランダムに 1 つを抽出する。引用文献より分野算出論文が掲載されたジャーナルの分野情報を優先する理由は、査読プロセスにおいて研究スコープの確認が行われていると考えられるためである。例えば、物理学のジャーナルの論文が生物学・遺伝学のジャーナルのみを引用していたとしても、物理学のジャーナルに掲載されたということから、その査読プロセスにおいて物理学の論文とみなされたと判断される。本研究では 2016 年時点の研究者・組織・チームの分野多様性を計測するために 2011-2015 年の論文分野を用いる。各論文が分野同定方法のどのパターンにより同定されたかを示したものを【参考資料 1】実験補足資料に掲載している。

上記の方法により、各分野算出論文の分野が一意に定まるため、各研究者の 2016 年時点における分野は、分野算出論文の ASJC を結合したリストとして得られる。これを分野リストと呼ぶ。この論文の分野情報を用いて研究者・組織・チームの分野多様性、及び disparity の算出に用いる分野間距離を算出する。分野多様性算出に用いる分野リストの長さは、2011-2015 年に発表された論文の引用文献数に等しくなり、ジャーナルによって異なる ASJC リストの長さのばらつきの影響を排除できる。

図 3 分野算出論文の分野同定方法と研究者の分野リストの作成方法

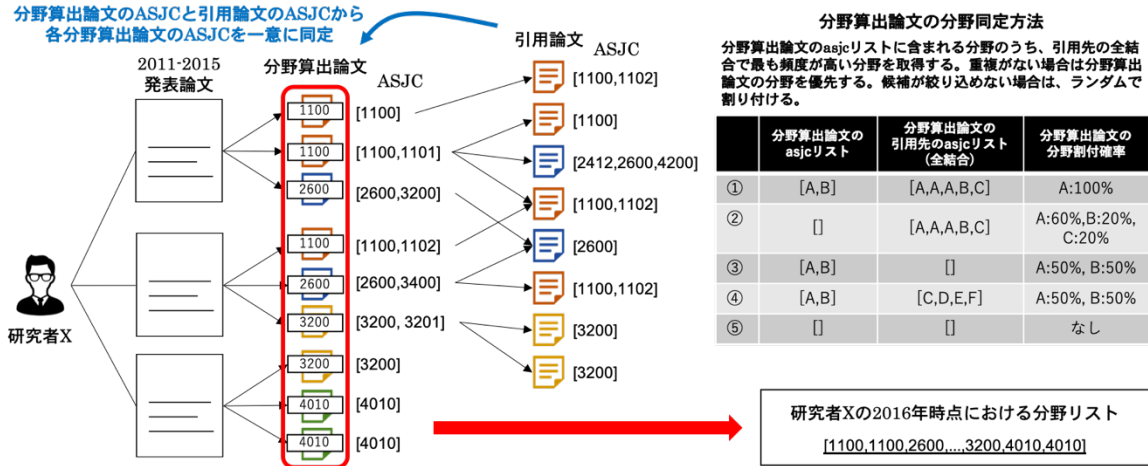


図 3 の例では、分野リスト $c=[1100,1100,2600,1100,2600,3200,3200,3200,4010,4010]$ となる。仮に $d_{1100,2600}=0.3$ $d_{1100,3200}=0.8$ $d_{1100,4010}=0.9$ $d_{2600,3200}=0.7$ $d_{2600,4010}=0.6$ $d_{3200,4010}=0.4$ であるとすると、この研究者の多様性は $\text{variety} = 4$, $\text{balance} = 1 - \text{Gini}(c) = 0.889$, $\text{disparity} = (1/(4 \times 3))(0.3+0.8+0.9+0.7+0.6+0.4) \times 2 = 0.616$ と計算でき、研究者 X の 2016 年時点の DIV^* は $4 \times 0.889 \times 0.616 = 2.19$ となる。

3.2.2 研究者個人の分野多様性と、研究者間の差による分野多様性

組織・チームのようなグループの分野多様性を、その構成要素である研究者の分野情報に基づいて測る場合、次に述べるような 2 つの異なるパターンをどのように取り扱うかを検討する必要がある(図 4)。一つは研究者一人一人が学際的な研究に取り組んでおり、各研究者間の分野の違いが小さい場合(図 4、組織・チーム A)、もう一つは、各研究者は限られた専門領域で研究しているがそれぞれの研究者の分野の重複は少ない場合(図 4、組織・チーム B)である。このように構成要素自体が多様性を持つようなグループ間の多様性の違いは、グループ全体の多様性(global index)を、個々の要素自身が持つ多様性の平均(within index)と要素間の差により生ずる多様性 (between index)に分解することで、適切に比較することができる[33]。組織・チーム A も組織・チーム B もカバーしている領域は同じなので global index は同じだが、within index は組織・チーム A が高く、between index は組織・チーム B が高いと言える。本研究では、異なる分野の専門家が集まることによる組織とチームの分野多様性の関係について分析するため、特に研究者間の差により生ずる多様性(between index)に着目して分析を行う。

図 4 組織・チームの多様性に関する 3 つの多様性タイプの概念図



3.2.3 本研究で用いる分野多様性指標の算定方法

(1) 組織の分野多様性指標

これまでの先行研究において DIV^* を用いて between index を算出する手法は確立されていない。そのため、Rao-Stirling index を使って global index, within index, between index を算出した先行研究[33]を DIV^* にも拡張して適用することを試みた。組織 org の t 年における分野多様性 $DIV_{org,t}^{* \text{ between}}$ は t 年に組織 org に所属する研究者 $a_i \in \mathcal{A}_{org,t}$ が $(t-5) \sim (t-1)$ 年に発表した論文 $\mathcal{P}_{a_i(t-5,t-1)}$ の reference の分野リストを単純連結したリスト $c_{org,t} = \{reference(p_i) | \forall a_i \in \mathcal{A}_{org,t}, \forall p_i \in \mathcal{P}_{a_i(t-5,t-1)}\}$ によって(6)~(9)式により算出する。なお、研究者の分野多様性の計測期間は直近の 5 年間としている。その理由は、経験の長い研究者の場合はキャリアを通じて分野の変更をする可能性が高く、多様性が高く評価されやすくなると考えられることを踏まえ、直近で取り組んでいる分野のみをその研究者の所属分野とするためである。また、学生を指導する立場にある研究者は筆頭著者以外での貢献が増え、学生の取り組む研究の内容やその数に応じて、分野多様性が高くなる可能性がある。しかし、多様な学生を指導している場合であっても、指導者である当該研究者にも知見が溜まっていると考えられるので、本研究では著者順による補正は行わない。

$$DIV_{org,t}^{* \text{ global}} = DIV_{c_{org,t}}^* = n_{c_{org,t}} * [1 - Gini(c_{org,t})] * \left[\sum_{i,j,i \neq j}^{n_{c_{org,t}}} d_{i,j,t} / \{n_{c_{org,t}} * (n_{c_{org,t}} - 1)\} \right] \quad (6)$$

$$d_{i,j,t} = \cos(A_{i,t}, A_{j,t}) = \frac{A_{i,t} \cdot A_{j,t}}{|A_{i,t}| |A_{j,t}|} \quad (7)$$

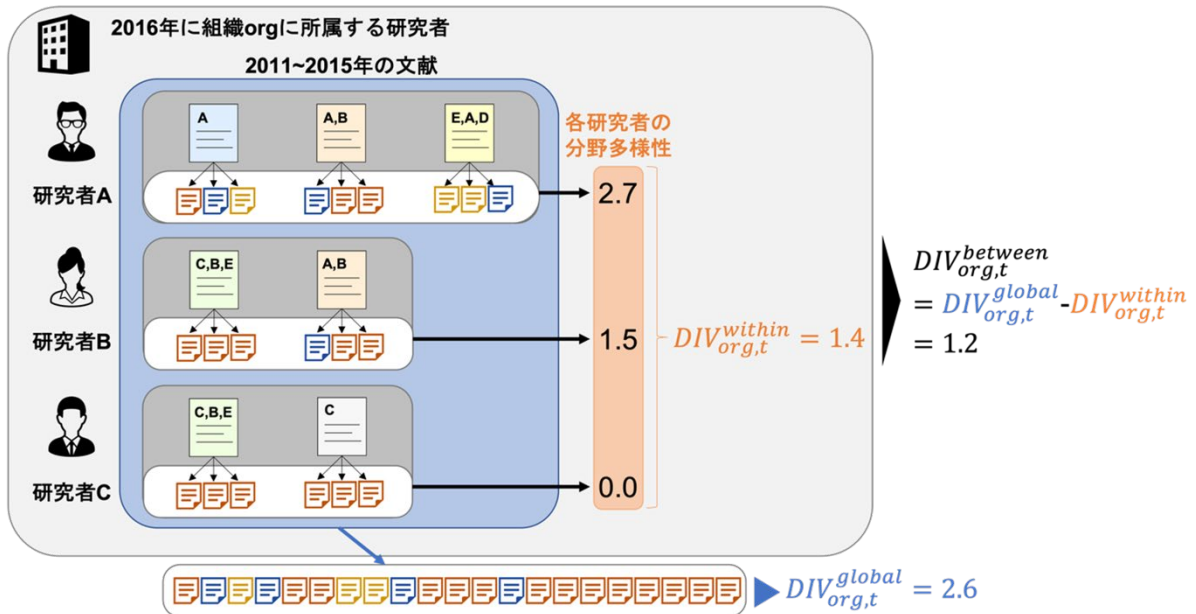
$$DIV_{org,t}^{* \text{ within}} = \frac{1}{|\mathcal{A}_{org,t}|} \sum_{a_i \in \mathcal{A}_{org,t}} DIV_{c_{a_i,t}}^{* \text{ global}} \quad (8)$$

$$DIV_{org,t}^{* \text{ between}} = DIV_{org,t}^{* \text{ global}} - DIV_{org,t}^{* \text{ within}} \quad (9)$$

$d_{i,j,t}$ は 3.2.1(3) で定めた各論文の一意な分野に基づく分野間距離を示し、各分野の $(t-5) \sim (t-1)$ 年における分野間引用行列 $A_{i,t}$ の \cos 類似度を用いて(7)式のように求める[25]。なお、分野間距離の算出に用いる引用期間は直近 5 年とする。その理由は、分析時点の状況を把握するにあたり、分析時点以外のデータの影響をできるだけ排除するためである。各論文の引用ピークが 3 年前後であり[40]、5 年あれば現時点の分野関係を十分に見ることができると考えられる。なお、 $d_{i,j,t}$ を求める際、引用元の文献は、本やレビューは除き、原著論文・会議抄録など新しい発見に関するものみに絞って引用行列を作成している。これは、本やレビューは包括的な内容が多いため、それらによって引用される文献同士は混ざり合っているというよりは並列的に列挙されている可能性が高いと考えられるためである。(8)式にある各著者の分野多様性 $DIV_{c_{a_i,t}}^{* \text{ global}}$ は、(6)式において参照する reference リスト $c_{org,t}$ を、著者 a_i の 5 年内発表論文 $\mathcal{P}_{a_i(t-5,t-1)}$ の reference リストの結合 $c_{a_i,t}$ に変えることで求める。例えば、組織 X に所属する研究者 A,B が共著して、分野算出論文の分野が $[x, x, y, z]$ となる論文を発表していた場合、研究者 A,B それぞれの reference リスト $c_{a_i,t}$ には $[x, x, y, z]$ を追加し、組織 X の reference リスト $c_{org,t}$ には共著研究者数に応じて重複して $[x, x, x, x, y, y, z, z]$ を追加する。本研究では試行的分析として $t=2016$ とし、2016 年時点において各組織に所属する研究者から算出される、組織とチームの分野多様性を計測する。図 5 は今回の手法によって組織の between index を求める手法の一例を示したものである。組織 X に研究者 A,B,C の 3 人が 2016 年時点に在籍していたとする。それぞれの研究者は 2011 年から 2015 年の間に論文をそれぞれ 3 本、2 本、2 本発表し、そのうち組織内の共著として A と B の共著論文、B と C の共著論文が 1 本ずつあるとする。この時、 $DIV_{org,2016}^{* \text{ within}}$ は各研究者の DIV^* の平均を取って 1.4、 $DIV_{org,2016}^{* \text{ global}}$ は 3 人の研究者の分野リストを結合したものに対して DIV^* を計算することで 2.6 を得たとすると、この組織の研究者間の差により生ずる分野多様性 $DIV_{org,2016}^{* \text{ between}}$ は両者の差分と定義し、1.2 となる。留意点として、所属する研究者

が引用した全論文の分野多様性を表す global index と所属する各研究者の分野多様性の平均である within index の差分を、研究者間の差により生ずる分野多様性を表す between index と定義する妥当性については、今後検証が必要である。そこで、本研究における多様性指標を Rao-Stirling index に変えた場合と DIV^* の場合の組織の分野多様性の相関を比較することで指標の妥当性についても検証している（【参考資料 2】 DIV^* の基本的性質 参照）。

図 5 組織の分野多様性 $DIV_{org,t}^{*between}$ の算出方法



(注) 同じ色の論文は同じ分野の論文を表す。図は $t=2016$ の場合を示している。

(2) チームの分野多様性指標

チームの場合も組織の場合と同様に、研究者間の差により生ずる分野多様性 $DIV_{team,t}^{*between}$ は、チーム全体でカバーする領域である $DIV_{team,t}^{*global}$ とチームを構成する各研究者の分野多様性の平均である $DIV_{team,t}^{*within}$ の差分として、チームごとに算定される。本研究では、各組織で形成されるチームの分野多様性を計測するために、チームのうち1人でもその組織に所属する研究者がいれば当該組織に所属するチームであるとカウントする整数カウント法を用い、その $DIV_{team,t}^{*between}$ の平均を取ることで組織に所属する研究者が参画するチームの分野多様性を算出する。各チームの分野多様性を組織同様(10)~(12)式から求めた後、(13)式を用いて、 t 年に組織 org に属するチーム群を $\mathcal{T}_{org,t}$ とした時の各組織のチームの分野多様性の平均値を $DIV_{team,t}^{*between}$ とする。図 6 に算出方法の概要を示す。 $DIV_{team,t}^{*between}$ が高い組織ほど、所属する研究者が異分野研究者チームに参画している組織となる。

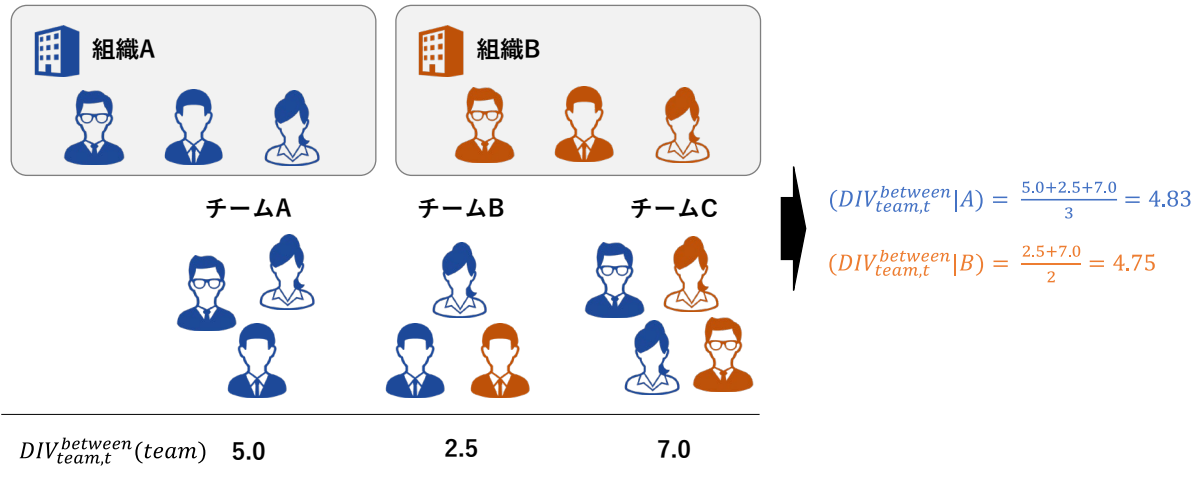
$$DIV_{team,t}^{*global} = DIV_{c_{team,t}}^* = n_{c_{team,t}} * [1 - Gini(c_{team,t})] * \left[\sum_{i,j,i \neq j}^{n_{c_{team,t}}} d_{i,j,t} / \{n_{c_{team,t}} * (n_{c_{team,t}} - 1)\} \right] \quad (10)$$

$$DIV_{team,t}^{*within} = \frac{1}{|\mathcal{A}_{team,t}|} \sum_{a_i \in \mathcal{A}_{team,t}} DIV_{c_{a_i,t}}^* \quad (11)$$

$$DIV_{team,t}^{*between}(team) := DIV_{team,t}^{*global} - DIV_{team,t}^{*within} \quad (12)$$

$$DIV_{team,t}^{*between} = \frac{1}{|\mathcal{T}_{org,t}|} \sum_{team \in \mathcal{T}_{org,t}} DIV_{team,t}^{*between}(team) \quad (13)$$

図 6 各組織のチームの分野多様性 $DIV_{team,t}^{*between}$ の算出方法

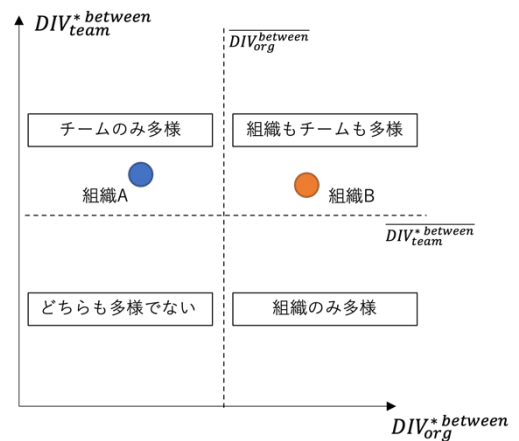


3.3 組織とチームの分野多様性のマッピング分析

各組織、チームの分野多様性の値を算出後、横軸に各組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)を、縦軸に各組織のチームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)を取り、マッピング分析を行う。

まず、組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係性を分析するため、日本の研究組織を部局分類別、学問領域別、論文分野別にマッピングする。そして $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の相関係数、及び単回帰分析を行った時の回帰係数の大きさから、異分野の研究者が多く集まる組織に所属する研究者が異分野研究者チームに参画しているかどうかを検証する。また、それぞれの分析区分において、組織とチームの分野多様性の相関が強いもしくは弱いと考えられる特徴的な区分を特定し、考察を加える。次に、日本の研究組織の分野多様性に関する現状を把握するため、各組織のマッピング結果を通じて、各研究組織における組織とチームの分野多様性の相対的位置付けを明らかにする。具体的には、次節で述べる分析区分ごとに図 7 のように縦軸と横軸の平均値を境とした時の 4 象限に分割してマトリクスにプロットすることで、それぞれの分析区分にどのような研究組織が位置付けられているのかを可視化する。また、通常とは異なる特徴的な研究組織があれば深掘分析を行い、分野多様性に関する考察を加える。

図 7 マッピングのイメージ図



3.4 分野多様性に影響を与える可能性のある組織の環境要因

組織とチームの分野多様性のマッピングを行うにあたり、研究組織は各組織に固有の特徴の他に多くの環境要因を持つため、その環境要因が分野多様性の大小に影響する可能性がある。分野多様性に影響を与える環境要因がある場合、その環境要因の影響を取り除いて、組織とチームの分野多様性の関係を分析しなければ、組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係性が環境要因に起因するものか否か判断することが難しくなってしまう。本研究では、部局分類と学問領域を組織とチームの分野多様性の

関係に影響を与える可能性のある環境要因⁹とし、各環境要因の条件を揃えてマッピングすることによって、組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係性を分析する。以下に各マッピングによって比較する点を説明する。

(1) 部局分類

研究は一部の限られた研究組織によって行われるものではなく、高等教育機関・国立研究所・民間研究所など様々な部局分類で行われており、それぞれの部局分類の活動目的は異なる。例えば、大学などの部局は構成員が研究活動を通じた学術的貢献だけでなく、講義・研究指導による学生の教育活動を通じた社会貢献を行う公共的役割も持っている。このことから、研究活動を主とする研究所と比較して、教育活動の観点から幅広い研究領域の研究者で構成される組織運営が求められる必要性が高いと考えられる。そのため、部局分類を揃えたマッピングを行うことにより、役割を一にする組織同士で組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係を分析する。

(2) 学問領域

研究の貢献目的は、各組織が指向する学問領域によって異なる。例えば、理学分野に属する組織は主に自然科学の領域で自然法則・物質の原理を解明する学術的貢献を目的とすることが多いとされる¹⁰。一方、工学分野に属する組織は理学的知識を基礎として公共のために有用な事物を構築することを目的とされる¹¹。この目的の違いによって、一般に理学組織と工学組織では研究による最終成果物が異なり、分野多様性が求められる必要性も異なってくると考えられる。そのため、学問領域を揃えたマッピングを行うことにより、研究の貢献目的を一にする組織同士で組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係を分析する。

⁹ 各組織に所属する研究者が主に専門とする論文分野を環境要因とした場合の分析結果を【参考資料3】論文分野別の組織とチームの分野多様性の関係に示す。

¹⁰ 文部科学省「理学分野のミッションの再定義結果」参照
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/houjin/1346506.htm (accessed Apr. 03, 2022)

¹¹ 「工学における教育プログラムに関する検討委員会, 8 大学工学部を中心とした工学における教育プログラムに関する検討, 1998」参照 <https://www.eng.hokudai.ac.jp/jeep/08-10/pdf/pamph01.pdf> (accessed May. 18, 2022)

第4章 分析データ

4.1 分析対象組織の条件

本研究では論文数・研究者数・チーム数が一定以上の組織を対象として分析を行う。具体的には、2014年から2016年の各組織の論文数・研究者数・チーム数の平均を算出し、論文平均100本以上、研究者平均100人以上、チーム平均50チーム以上を満たす組織を対象とする。分析対象組織の特定手順は以下の通りで、まず各組織の論文数・研究者数・チーム数を求め、その後組織階層を統一した名寄せを行うことで特定する。

4.2 分析対象論文の選定

本研究では、日本の組織に所属する研究者による論文投稿を取得するために Scopus-NISTEP 大学・公的機関名辞書対応テーブル(ver2018.1.1)(以下、元テーブル)を用い、各論文のより詳細な情報を取得するために2020年10月に抽出された Scopus バルクデータ(以下、バルクデータ)を用いて分析対象論文を選定する。元テーブルには1996年から2016年に発表された2,354,146件の論文に紐づく4,811,445件のレコード(著者所属機関が”jpn”のもの)が含まれている。そのレコードのうち、以下の4つの条件を満たすレコードを分析対象とする。

- ① 元テーブルの論文 ID(eid)がバルクデータに存在する(eid 変更が起きていない)
- ② 元テーブルの”機関名辞書 ID”が空欄でない(機関名辞書に存在する組織である)
- ③ 元テーブルの組織 ID (Scopus_affiliation_id) がバルクデータの対応する論文の組織 ID(affiliation_id)に含まれる(研究者と論文を紐づけるための affiliation_id の変更が起きていない)
- ④ 文書が論文条件(sourcetype が article, proceedings のうち doctype が journal, conference proceedings)を満たす

対象となるデータ数は、全部で 3,555,376 レコード、1,905,806 論文である。以下、このデータをマスターデータとする。

4.3 分析対象研究者・分析対象チームの選定

本研究では、Scopus が提供している名寄せ済みの著者 ID(authid)を用いて、研究者の名寄せを行う。この時、論文数の少ない学生などを多く含む組織が過剰に分野多様性の高い組織として抽出されるのを防ぐために、バルクデータにおいて2011年から2015年までの間に2本以上論文発表のある者のみ分析対象の研究者とする。なお、この条件に用いる「論文」の定義は4.2に示した4つの条件のうち④を満たしているものとし、元テーブル(特に②)との対応を考慮しない。これは、元テーブルは日本の組織に所属している著者情報しか存在しないため、海外の研究組織で論文を発表した研究者が日本に移動した場合に論文数の少ない研究者と判断されることを防ぐためである。バルクデータに含まれる全33,432,468の研究者(著者ID)のうち、条件に当てはまる研究者(著者ID)は5,594,987人で全体の16.7%であった。

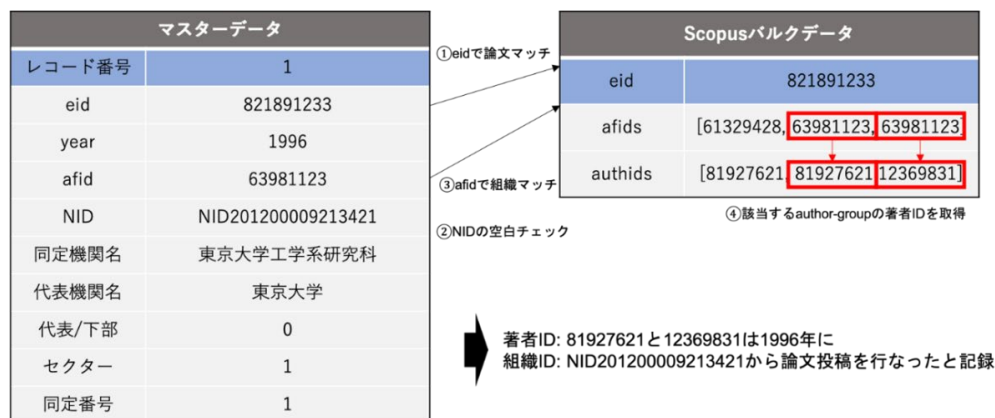
チームの定義に関して、上記で定義される研究者2名以上で構成されるユニークな共著セットを1つのチームとみなす。例えば、{研究者A, 研究者B}と{研究者A, 研究者B, 研究者C}は、ともに同じ研究者A, Bが含まれているが、研究者Cの有無が異なるため、それぞれ別のチームとしてカウントする。

4.4 各研究者・チームの組織所属情報の取得

マスターデータとバルクデータを用いて、各研究者・チームが2014年、2015年、2016年時点でどこに所属していたかを取得する。図8にマスターデータとバルクデータから著者の論文発表時の所属組織を

特定する方法を示す。まず、マスターデータの eid(日本機関の論文)と一致する論文のうち、今回用いる組織 ID であるマスターデータの NID が存在する論文をバルクデータから取得する。次に、マスターデータからわかる Scopus の所属組織 ID(afid)をバルクデータの組織 ID と対応づけて、バルクデータから対象機関に属する著者 ID を抽出する。図 8 では、1996 年において著者 ID “81927621”と “12369831”の 2 名が組織 ID “NID201200009213421”に所属していたと判断することができる。これにより、各組織の分野多様性と組織に所属する研究者が参画するチームの分野多様性を計測することが可能になる。

図 8 研究者の組織所属取得方法概念図



4.5 分析対象組織の選定

各論文では機関名辞書 ID によって研究者の所属が一意に定まるが、論文に記載されている組織名は大学名や大学の下部組織など異なる粒度の名称になっているケースがある。そこで本研究では NISTEP 大学・公的機関名辞書(ver.2021.1)(以下、機関名辞書)を用いて以下の手順により分析対象を最上位階層から 1 つ下の組織階層(大学部局レベル)に統一する。処理の流れを図 9 に示す。

- ① マスターデータのうち 2014～2016 年に公開された論文データを利用して、機関名辞書に存在する NID ごとに各年の論文数・研究者数・チーム数を整数カウントで算出する。
- ② 機関名辞書において組織階層が 1 のものを削除して、各組織の組織階層が 2 以下のレコードを取得する¹²。この時、組織のセクター分類が国立大学・公立大学・私立大学・国立研究開発法人等¹³・大学共同利用機関に該当しないものは削除している。
- ③ 全ての組織情報を組織階層が 2 の組織に統一して、論文数などの総和を求める。2014-2016 年の間に組織の統合、廃止、名称変更があった場合は、2016 年時点における継承組織に統合する¹⁴。
- ④ 名寄せの際に、同一組織の異なる階層の組織で同じ研究者を重複してカウントする可能性があるため、統合後の各組織の研究者・研究チームについて著者 ID をユニークなものに限定する¹⁵。
- ⑤ 最後に 2014 年から 2016 年の各組織(部局レベル)の論文数・研究者数・チーム数の平均を算出し、論文平均 100 本以上、研究者平均 100 人以上、チーム平均 50 チーム以上を満たす 189 組織が算出された。これらを目視で確認し、組織実体のない国立研究開発法人科学技術振興機構戦略的創造事業推進機構を除いた 188 組織を分析対象組織とした。

¹² なお、機関名辞書において大学で下部組織が網羅的に整備されているのは 33 大学に限られている。

¹³ 国立研究開発法人等には独立行政法人、特殊法人、認可法人を含む。

¹⁴ 名寄せパターンは参考表 2 参照のこと。

¹⁵ 例えば、ある研究者が「東京大学国際高等研究所」と「東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構」の両方から同じ年に 1 本ずつ論文を発表した時、名寄せ後に 1 人の研究者がダブルカウントされる。その場合は authid を用いて重複を削除してユニークな研究者数、チーム数を算出している。

抽出された 188 組織に関して、組織あたりチーム数・組織あたり研究者数・組織あたり論文数・研究者あたり論文数・研究者あたり組織数・研究者あたりチーム数・チームサイズの分布を図 10～図 16 に示す。各組織のチーム数・研究者数・論文数は右に裾が長い分布をしており、多くの組織が閾値周辺に集まり、ごく一部規模が大きい組織が存在する。各研究者の論文数・所属組織数・所属チーム数は論文数が極端に多い研究者や多くの組織・チームに所属する研究者の存在によって指標が歪むことが懸念されるため確認したが、指標に影響を与えうる研究者は稀少であった¹⁶。そのため、特定の研究者の影響によって組織の分野多様性が著しく左右される可能性は低いと考えられる。また、チームサイズは 3 人をピークとする凸型の分布をしており、20 人を超える非常に大きなチームも 1000 チームほど存在した。

図 9 分析対象組織抽出までの処理の流れ

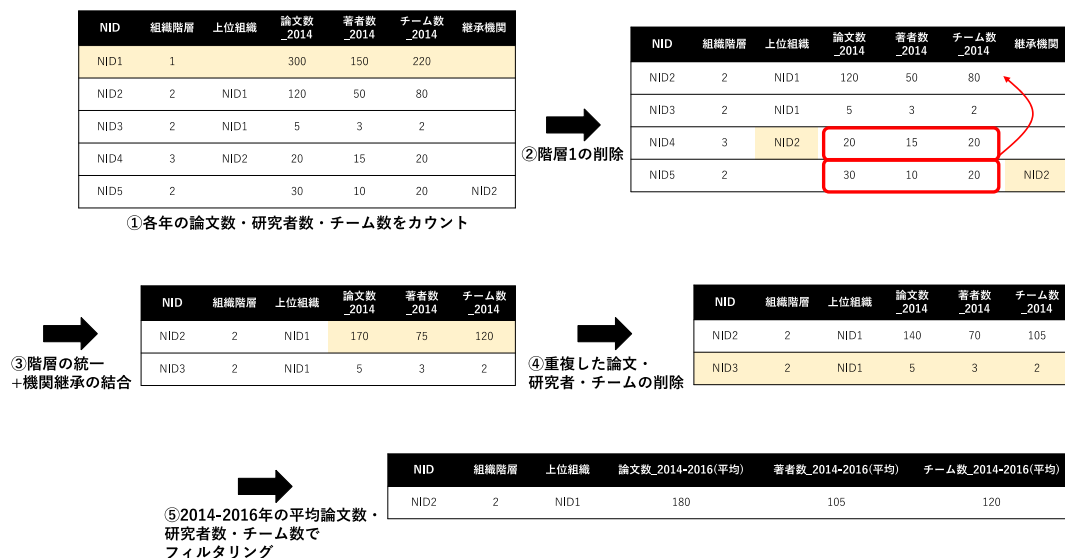


図 10 対象 188 組織の 2016 年チーム数

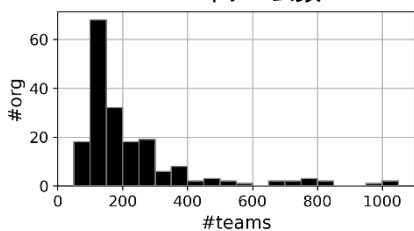


図 11 対象 188 組織の 2016 年所属研究者数

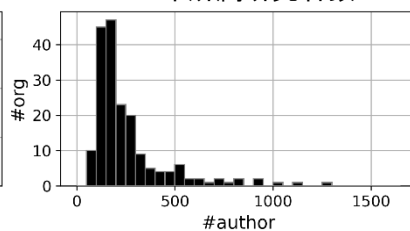


図 12 各組織の 2011-2015 発表論文数

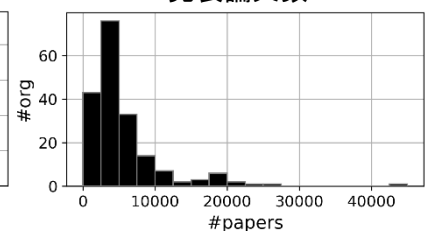


図 13 各研究者の 2011-2015 発表論文数

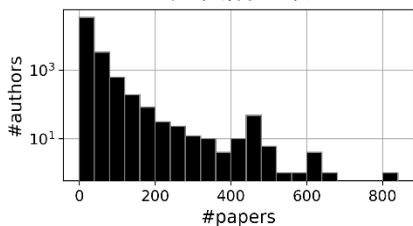


図 14 対象 188 組織の研究者が 2016 年に属する組織数

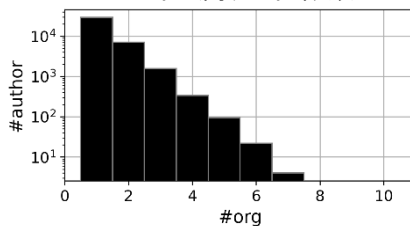
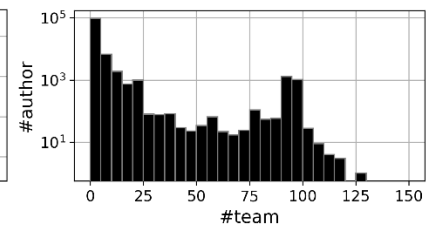
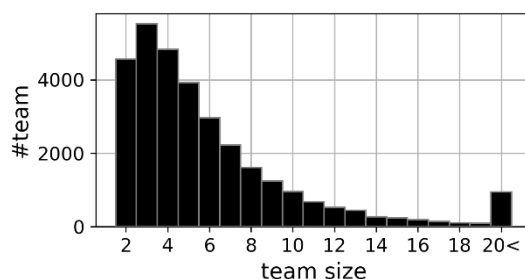


図 15 対象 188 組織の研究者が



¹⁶ 論文数 200 以上の研究者は全 37872 人中 152 人でほぼすべて高エネルギー物理学研究者であった。また、研究者あたり最大所属組織数は全 188 組織中 7 組織であり、特定の研究者が多く組織に在籍することによる組織の多様性への影響は低いと考えられる。

図 16 対象 188 組織の研究者が属する
チームサイズ(20 人以上は丸め)



4.6 分析対象組織の部局分類の取得

本研究では機関名辞書を組織の名寄せに用いるため、特に大学・公的研究機関のみを対象として分析を行った。本研究の分析対象となる研究組織は、その設置目的に着目すると、大きく 3 つの部局分類に分けられる。1 つ目は研究活動を主な目的とする附置研等に相当する機関、2 つ目は研究活動と教育活動の両方を担う大学部局、3 つ目はその他の目的の異なる研究組織(全国の研究者に共同利用の場を提供する大学共同利用機関法人・基盤的研究成果の普及と活用促進を目的とした国立研究開発法人)である。本分析では、マスターデータの”大学下部組織種別”の情報を用いて、分析対象となる 188 組織を以下の基準で 3 つの部局分類に分割した。

- ① 附置研等: 研究所 or 研究所(拠点) or 全学組織 or 全学組織(拠点) or 病院
- ② 大学部局: 学部 or 学部・大学院統合 or 大学院 or 教員組織
- ③ 大学共同利用機関等: 大学共同利用機関 or 国立研究開発法人等

4.7 分析対象組織の学問領域の取得

本研究では、学問領域のデータとして、令和元年科学技術研究調査の学問別区分の回答データ(2018 年度末時点)を用いる。当区分のデータをもとに、各組織に「工学」「理学」「保健」「農学」「病院」「その他」の 6 つのラベルのうち、いずれかを付与する。国立研究開発法人等および一部の大学共同利用機関(自然科学研究機構)については、組織階層が 1 にあたる階層の組織が調査対象となっており、分析対象である組織階層が 2 の組織の学問別区分を同定できないため、本分析では上位組織の学問別区分を当該組織の学問領域とした。科学技術研究調査内の「その他」、「その他の人文・社会科学」の 2 つのカテゴリと令和元年の科学技術研究調査に組織情報が掲載されていない組織について、本分析では「その他」と 1 つにまとめる。

その結果、表 1 に示す 188 組織の部局分類・学問領域が取得された。

表 1 部局分類・学問領域別のデータ数

部局分類・学問領域	工学	理学	保健	農学	病院	その他	部局分類合計
附置研等	18	13	1	0	4	7	43
大学部局	44	26	28	12	0	12	122
大学共同利用機関等	3	15	5	0	0	0	23
学問領域合計	65	54	34	12	4	19	188

第5章 分析結果

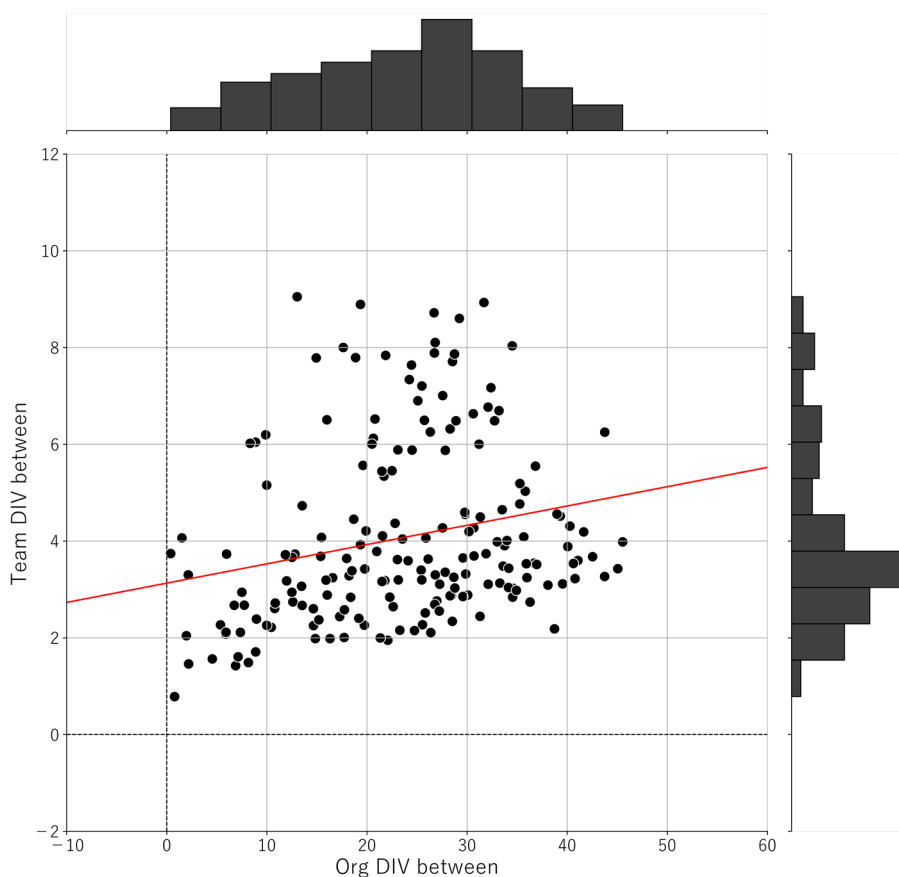
5.1 組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係性の分析

本節では本研究の 1 つ目の目的である組織の分野多様性とその組織に所属する研究者が参画するチームの分野多様性の関係を明らかにするため、分析対象の 188 組織全体の組織の分野多様性 ($DIV_{org}^{*between}$)とチームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)の関係性、及び部局分類・学問領域別に分けた時の $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の関係性を分析した結果を示す。

5.1.1 日本の全研究組織における組織とチームの分野多様性の関係

図 17 に 188 組織の $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の分布付き散布図、表 2 にその基礎統計量を示す。 $DIV_{org}^{*between}$ は裾が広い正規分布($p=0.04 > 0.01$ in Shapiro-Wilk test)をしており、平均的な分野多様性の組織を中心として、ほぼ同じ分野の研究者が集まる組織から異分野の研究者が集まる組織まで幅広く分布していることがわかる。一方で、 $DIV_{team}^{*between}$ は単峰の正規分布ではなく($p=0.00 < 0.01$ in Shapiro-Wilk test)、3~4 をピークとするブロックと、6~7 を中心とするブロックに分かれていた¹⁷。このことから、日本の研究組織は、分野の近い研究者からなるチームに参画する研究者が多い組織と異分野の研究者からなるチームに参画する研究者が多い組織の 2 パターンに大別できると考えられる。

図 17 分析対象 188 組織の $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ のマッピング結果



¹⁷ 縦軸のヒストグラムから、6~7 のピークは二峰性ほどの大きさではないものの 3~4 をピークとする正規分布を仮定した際の外れ値として数が多いため、3~4 のピークと 6~7 のピークには異なるダイナミクスがあると考えられる。

組織とチームの分野多様性の関係を見ると、 $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の相関係数は 0.23 であり、弱い正の相関が示された。なお、 R^2 値は 0.05 と低く、組織の分野多様性だけでチームの分野多様性を推定するための十分な情報を持っているとは言えなかった。

表 2 分析対象 188 組織の $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の基礎統計量

	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$
平均値	23.62[22.86,24.39]	4.07[3.94,4.21]
標準偏差	10.49	1.84
中央値	24.62	3.54
最大値	45.55	9.05
最小値	0.39	0.79
観測数	188	188
回帰係数	0.04[0.02,0.06]	
相関係数	0.23[0.09,0.36]	
R^2	0.05	

(注)[]内は 95%信頼区間を表す。

5.1.2 部局分類別の組織とチームの分野多様性の関係

図 18 に対象 188 組織の部局分類別マッピング結果を、表 3 に各部局分類における $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の基礎統計量を示す。組織の分野多様性 ($DIV_{org}^{*between}$) を見ると、「大学部局」は $DIV_{org}^{*between}$ の平均値が 28.25 と他の 2 つの部局分類と比較して 1 標準偏差以上高く、組織に異分野の研究者が在籍しやすいことが伺える。「附置研等」と「大学共同利用機関等」の比較では、「附置研等」の方が少し高い組織の分野多様性を持っていた。

チームの分野多様性 ($DIV_{team}^{*between}$) については、「大学部局」と「大学共同利用機関等」の間には統計的な有意差が見られなかった。しかし、「附置研等」の $DIV_{team}^{*between}$ の平均値は、他の 2 つの部局分類と比較して低い傾向にあり、「附置研等」に所属する研究者はより領域の近い研究者によるチームに参加していることが伺えた。

以上から、「大学部局」は異なる分野の研究者から構成される多様性の高い組織である一方で、所属する研究者が参加する研究チームの分野多様性は「大学共同利用機関等」と変わらないことが伺える。また、「附置研等」に所属する研究者は他の 2 つの部局分類と比較して分野の近い研究者同士の研究チームに参加しやすい傾向にあることが示唆された。そして、「大学共同利用機関等」は組織の分野多様性が 3 つの部局分類の中で最も低いのにに対してチームの分野多様性は最も高くなっていた。

図 18 部局分類別マッピング

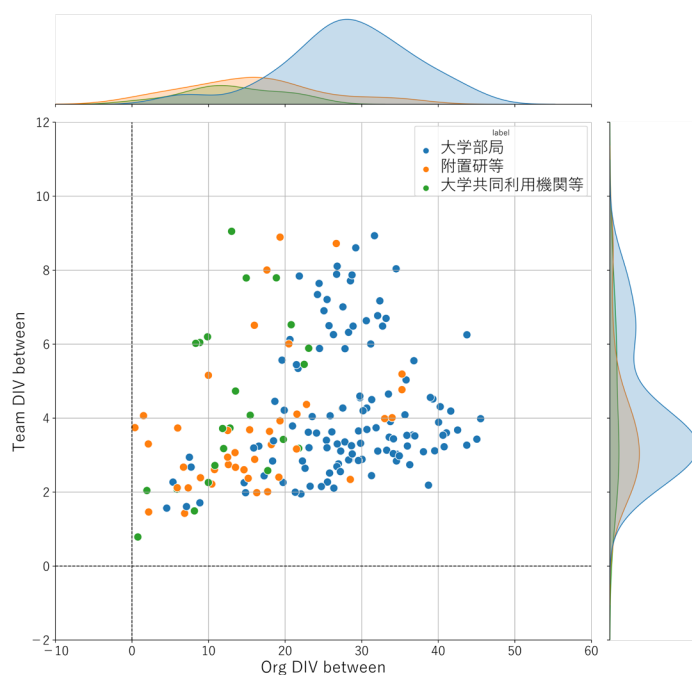


表 3 分析対象 188 組織の部局分類別 $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の基礎統計量

	附置研等		大学部局		大学共同利用機関等	
	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$
平均値	16.09 [14.71,17.46]	3.69 [3.42,3.95]	28.25 [27.48,29.02]	4.15 [3.99,4.31]	13.16 [11.87,14.46]	4.38 [3.92,4.84]
標準偏差	9.02	1.75	8.49	1.79	6.23	2.23
中央値	15.99	3.30	28.48	3.54	12.81	3.73
最大値	35.27	8.89	45.55	8.93	23.09	9.05
最小値	0.39	1.42	4.54	1.57	0.77	0.79
観測数	43		122		23	

(注) []内は 95%信頼区間を表す。

図 19 部局分類別の $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ のマッピングと近似直線

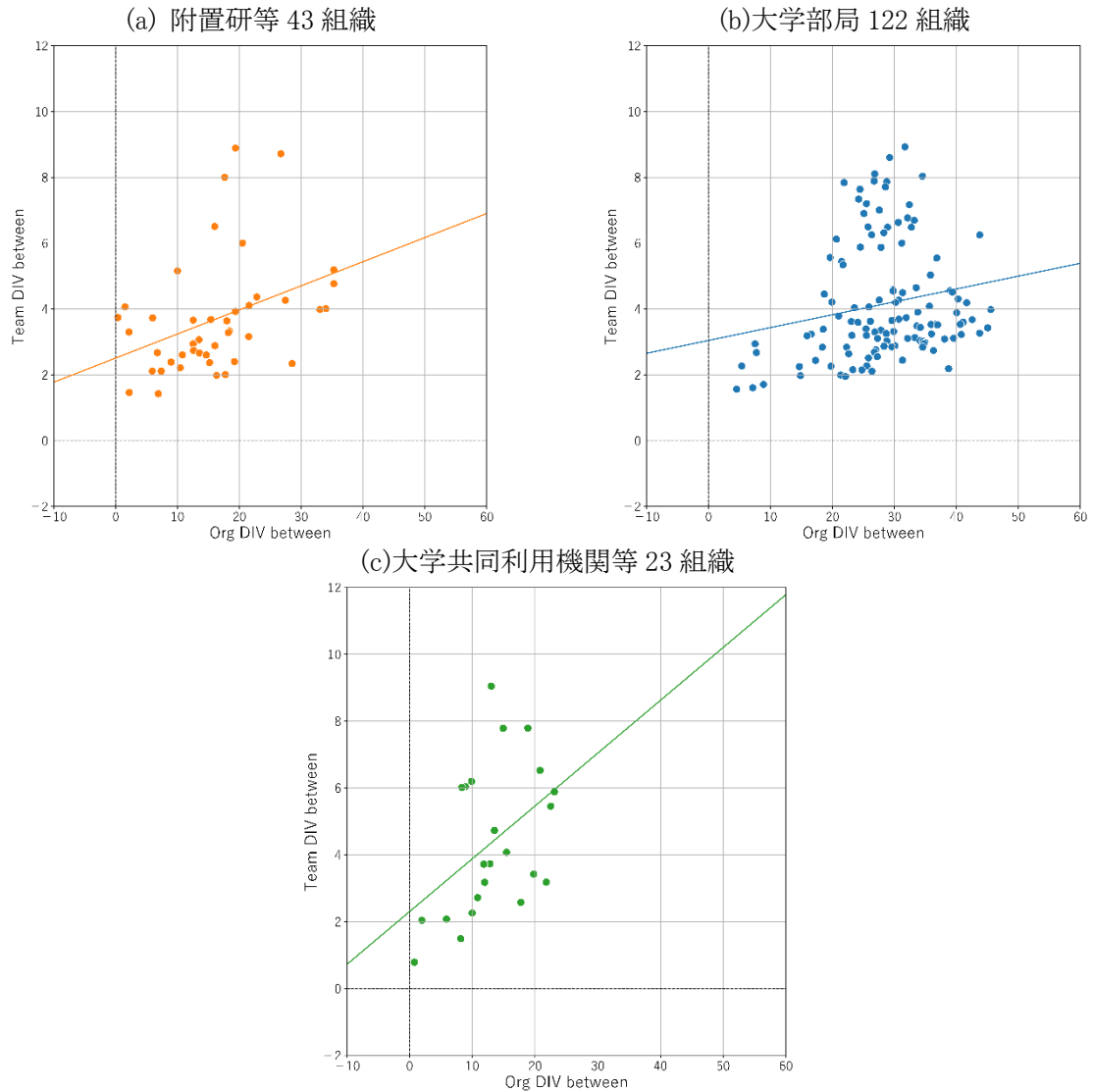


表 4 分析対象 188 組織の部局分類別 $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の相関

	附置研等	大学部局	大学共同利用機関等
回帰係数	0.07[0.02,0.13]	0.04[0.00,0.08]	0.16[0.01,0.30]
相関係数	0.38[0.09,0.61]	0.19[0.01,0.35]	0.44[0.04,0.72]
R^2	0.14	0.03	0.20

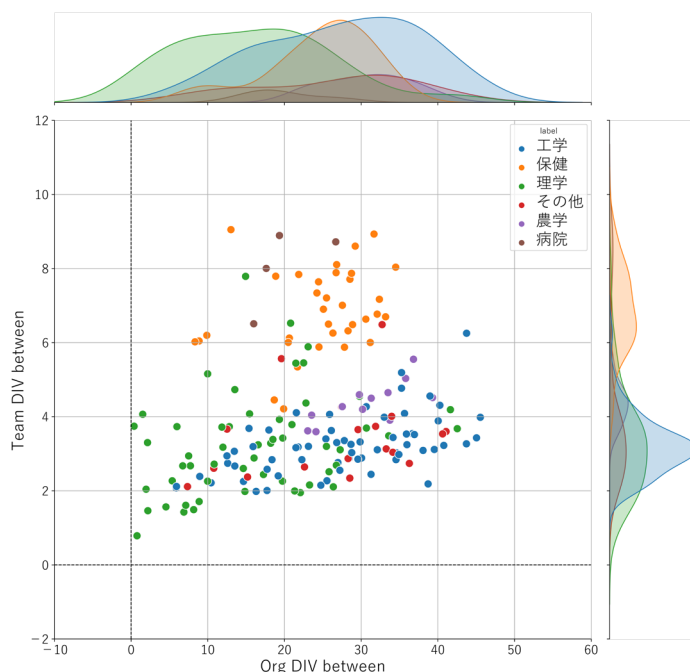
(注) []内は 95%信頼区間を表す。

図 19、表 4 より組織とチームの分野多様性の関係を見ると、3 つの部局分類全てにおいて $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の間には弱い統計的有意な正の関係があることが観測された。このことから、異分野研究者組織に所属する研究者は異分野研究者チームに参画する傾向にあることが伺える。一方で部局分類間の違いを比較すると、回帰係数・相関係数ともに統計的に有意な差は確認できなかった。また、3 つの部局分類に共通して、近似直線から上に大きく外れる組織群($DIV_{team}^{*between}$ の値が 6 以上)の存在が確認された。

5.1.3 学問領域別の組織とチームの分野多様性の関係

図 20 に対象 188 組織の学問領域別マッピング結果を、表 5 に各学問領域における $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の基礎統計量を示す。サンプル数の少ない「病院」と異なる分野が混合している「その他」を除くと、組織の分野多様性 ($DIV_{org}^{*between}$) の平均値は「農学」「工学」「保健」の順に高く、他の学問領域と比べて異分野の研究者が多く在籍している研究組織が多いことが伺えた。一方、「理学」は組織の分野多様性が低くなっており、専門領域の近い研究者が多く在籍している傾向が観測された。 $DIV_{org}^{*between}$ の標準偏差に着目すると、「工学」「理学」の標準偏差は「保健」「農学」と比較して高く、「工学」「理学」の研究組織には組織内の分野多様性が高い組織も低い組織も混在していることが伺えた。

図 20 学問領域別マッピング



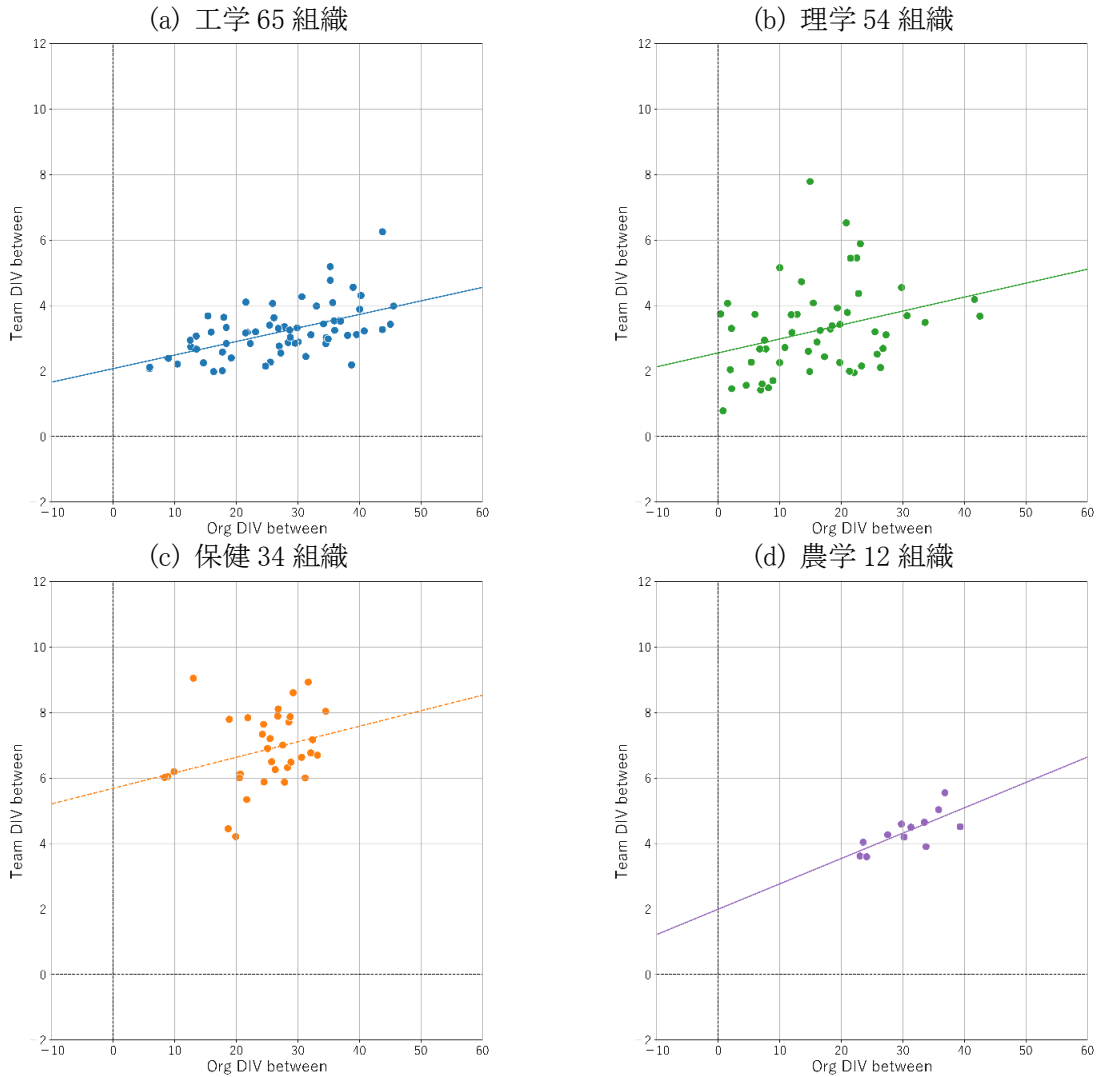
チームの分野多様性 ($DIV_{team}^{*between}$) に関しては、分野の中でのばらつき (標準偏差) よりも平均値の違いによる差がより顕著に観測された。「保健」「病院」の $DIV_{team}^{*between}$ は他の分野と比較して 2 標準偏差近く高く、異なる分野の研究者が集まる研究チームに参画していることが示唆された。次いで「農学」が高く、「工学」と「理学」の間には有意な差は認められなかった。特に「工学」研究組織と「理学」研究組織を比較したときに、組織の分野多様性は「工学」研究組織が大きく上回るのに対してチームの分野多様性は同程度であった。

表 5 分析対象 188 組織の学問領域別 $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の基礎統計量

	工学		理学		保健		農学	
	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$
平均値	27.44	3.21	16.16	3.24	24.59	6.85	30.73	4.37
	[26.17,28.71]	[3.11,3.31]	[14.80,17.51]	[3.05,3.43]	[23.43,25.77]	[6.65,7.04]	[29.17,32.28]	[4.21,4.54]
標準偏差	10.23	0.79	9.97	1.37	6.83	1.14	5.39	0.57
中央値	28.42	3.16	15.74	3.19	26.03	6.73	30.75	4.39
最大値	45.55	6.25	42.54	7.79	34.51	9.05	39.31	5.55
最小値	5.89	1.98	0.39	0.79	8.33	4.21	20.04	3.60
観測数	65		54		34		12	
	病院		その他					
	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$				
平均値	19.92	8.03	26.36	3.39				
	[17.56,22.28]	[7.49,8.57]	[24.01,28.71]	[3.12,3.65]				
標準偏差	4.72	1.09	10.25	1.15				
中央値	18.49	8.36	28.52	3.13				
最大値	26.69	8.89	41.08	6.49				
最小値	15.99	6.51	7.35	1.98				
観測数	4		19					

(注) []内は 95%信頼区間を表す。

図 21 学問領域別の $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ のマッピングと近似直線



(注) 相関が有意でない区分の回帰直線は参考のため点線で表示。

表 6 分析対象 188 組織の学問領域別 $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ の相関

	工学	理学	保健	農学
回帰係数	0.04[0.02,0.06]	0.04[0.01,0.08]	0.05[-0.01,0.10]	0.08[0.03,0.13]
相関係数	0.54[0.34,0.69]	0.31[0.05,0.53]	0.28[-0.06,0.57]	0.74[0.28,0.92]
R ²	0.29	0.10	0.08	0.54

(注) []内は 95%信頼区間を表す。病院はサンプル数が 5 以下、その他・科調統計なしは複数のカテゴリが混ざったラベルのため相関分析を行わない。

次に組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係性を分析する。図 21、表 6 にサンプル数が 10 以上の 4 つの学問領域について近似直線とその回帰係数、相関係数を示した。その結果、4 つの学問領域全てにおいて弱～中程度の正の相関が観測され、うち「保健」を除く 3 つの学問領域では統計的有意性も確認された。一方で学問領域間の違いを比較すると、相関係数・回帰係数ともに信頼区間が重複しあっており、学問領域によって統計的に有意な差は見られなかった。

5.1.4 部局分類×学問領域別の組織とチームの分野多様性の関係

5.1.2, 5.1.3 において、「保健」を除く各部局分類・学問領域で組織とチームの分野多様性の間に有意な正の相関が観測されたものの、これらの結果だけでは、本当に部局分類による相関なのか・学問領域による相関なのか十分に検討できない。なぜならば、学問領域によって組織の部局分類分布が異なっており、部局分類と学問領域が互いに関係を持っていることが考えられるためである。例えば、「理学」研究組織に占める「大学部局」の割合は 48%であるが、「工学」研究組織に占める「大学部局」の割合は 68%であり、「理学」や「工学」における相関にはこの部局分類の違いが影響している可能性がある。

そのため、さらに部局分類と学問領域の両方を揃えた組織群ごとに組織とチームの分野多様性のマッピングを行うことで、各部局分類・学問領域における相関関係の有意性、および部局分類間・学問領域間の違いについて分析を行った。対象とする組織群は全ての部局分類において組織が存在する学問領域である「工学」「理学」「保健」の 3 つの学問領域とした(表 1 参照)。

図 22 および表 7～表 9 は 3 つの学問領域について、部局分類別のマッピングと近似直線・それぞれの基礎統計量・回帰係数・相関係数を示したものである。まず、組織の分野多様性とチームの分野多様性の相関係数を見ると、サンプルが 10 組織以上存在する区分の中で「理学附置研等」を除く全ての区分(「工学附置研等」「工学大学部局」「理学大学部局」「理学大学共同利用機関等」「保健大学部局」)において、相関係数 0.46-0.81 で表される中程度の正の相関が観測された。これらの決定係数は低いもので 0.21(工学大学部局)、高いもので 0.66(工学附置研等)であり、チームの分野多様性のばらつきの半分弱を組織の分野多様性から説明することができていた。このことから、本研究の 1 つ目の目的である組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係については、「理学附置研等」を除いて、分野多様性が高い組織に所属する研究者は分野多様性の高いチームに参画する傾向にあることが示された。

学問領域を揃えた時の部局分類による組織とチームの分野多様性の間の関係の強さの違い、および部局分類を揃えた時の学問領域による関係の強さの違いを比較すると、「工学大学部局」及び「理学附置研等」と比較した時の「工学附置研等」、「理学附置研等」と比較した時の「理学大学共同利用機関等」は有意に強い相関であったものの、それ以外に関してはどの部局分類間・学問領域間でも有意な差は見られなかった。

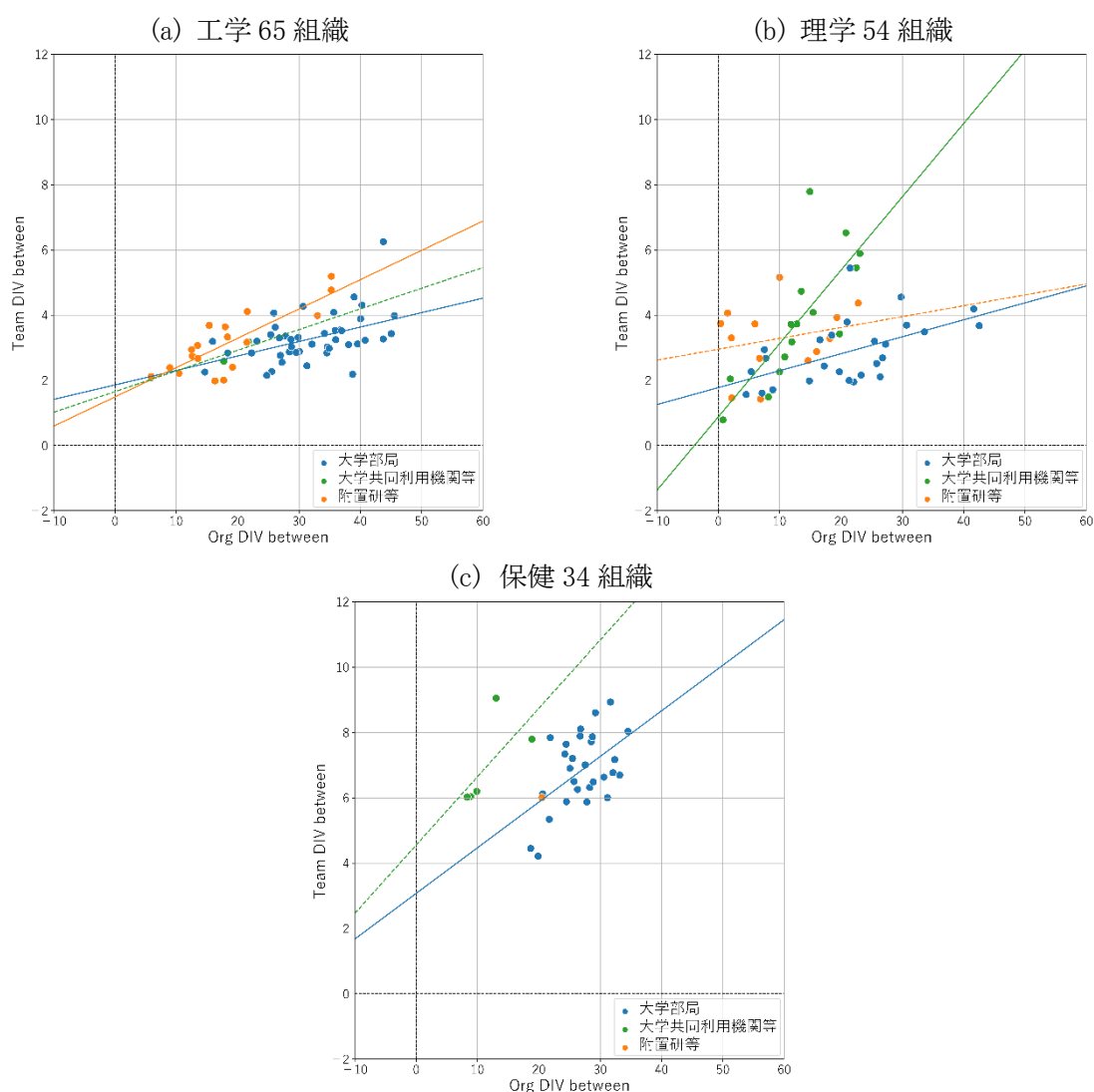
さらに、学問領域を揃えた時の部局分類による組織やチームの分野多様性の平均値の違いを見ると、組織の分野多様性は 5.1.2 の結果と同様、どの学問領域でも「大学部局」の値が高いが、チームの分野多様性は学問領域によって傾向に違いが見られた。「工学」の組織におけるチームの分野多様性は、「工学大学部局」と「工学附置研等」の間で有意差はなく、その両方が「工学大学共同利用機関等」より有意に高くなっていった。一方、「理学」の組織では、「理学大学部局」が「理学大学共同利用機関等」「理学附置研等」よりもチームの分野多様性が低くなっていた。つまり、「附置研等」「大学共同利用機関等」と比較した時の「大学部局」のチームの分野多様性について、「工学大学部局」は異分野研究者チームに参画しやすく、「理学大学部局」はより専門に近い研究チームに参画しやすくなっていた。また、保健領域では「保健大学部局」と「保健大学共同利用機関等」のチームの分野多様性に有意差は見られなかった。

部局分類を揃えた時の学問領域による組織やチームの分野多様性の平均値の違いを見ると、サンプル数が 1 のみである「保健附置研等」を除けば、全ての部局分類において「工学」研究組織における組織の分野多様性が高くなっていた。うちサンプル数が 10 以上の区分である「附置研等」と「大学部局」では、この差が有意に観測された。一方、「理学」と「保健」の研究組織における組織の分野多様性の差は部局分類によって異なる傾向にあった。「大学部局」においては「理学大学部局」が「保健大学部局」よりも組織の分野多様性が低かったが、それ以外の部局分類に関しては有意差が確認されなかった。加えてチームの分野多様性の違いに着目すると、全ての部局分類において 5.1.3 の結果同様、「保健」で極めて

高いチームの分野多様性が観測された。「理学」と「工学」のチームの分野多様性の差は部局分類によって異なり、「理学附置研等」と「工学附置研等」では有意差はなく、「理学大学部局」と「工学大学部局」では工学が有意に高く、「理学大学共同利用機関等」と「工学大学共同利用機関等」では理学が有意に高かった。

以上から、組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係については、多くの区分において、分野多様性の高い組織に所属する研究者は分野多様性の高いチームに参画している傾向が見られた。両者の相関の強さの違いは、特に「工学附置研等」「理学大学共同利用機関等」の相関が強かったものの、概ねどの部局分類間・学問領域間でも統計的な有意差は確認できなかった。また、組織の分野多様性は、どの学問領域においても「大学部局」の方が「附置研等」「大学共同利用機関等」よりも高くなる傾向があり、どの部局分類においても「理学」「保健」よりも「工学」の方が高くなる傾向が見られた。一方、チームの分野多様性については、全ての部局分類において「保健」が高くなっていったものの、「工学」では「工学大学共同利用機関等」より「工学大学部局」「工学附置研等」の方が、「理学」では「理学大学部局」より「理学附置研等」「理学大学共同利用機関等」の方が高くなっていった。

図 22 部局分類×学問領域別の $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ のマッピングと近似直線



(注) サンプル数が 10 より少ない区分と相関が有意でない区分の回帰直線は参考のため点線で表示。

表 7 工学 65 組織における部局分類別 $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ の基礎統計量と相関

	工学					
	附置研等		大学部局		大学共同利用機関等	
	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$
平均値	18.27 [16.26,20.29]	3.13 [2.91,3.36]	32.02 [30.89,33.16]	3.28 [3.17,3.39]	15.14 [10.37,19.91]	2.61 [2.29,2.93]
標準偏差	8.55	0.94	7.51	0.72	8.26	0.55
観測数	18		44		3	
回帰係数	0.09[0.06,0.12]		0.04[0.02,0.07]		0.06[-0.21,0.34]	
相関係数	0.81[0.56,0.93]		0.46[0.19,0.67]		0.95[-1.00,1.00]	
R ²	0.66		0.21		0.90	

(注) []内は 95%信頼区間を表す。

表 8 理学 54 組織における部局分類別 $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ の基礎統計量と相関

	理学					
	附置研等		大学部局		大学共同利用機関等	
	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$
平均値	9.76 [7.64,11.87]	3.28 [2.98,3.58]	21.05 [19.02,23.07]	2.87 [2.68,3.06]	13.23 [11.51,14.94]	3.85 [3.35,4.36]
標準偏差	7.63	1.08	10.32	0.97	6.65	1.94
観測数	13		26		15	
回帰係数	0.03[-0.06,0.12]		0.05[0.02,0.09]		0.23[0.11,0.34]	
相関係数	0.24[-0.36,0.70]		0.55[0.21,0.77]		0.77[0.43,0.92]	
R ²	0.06		0.31		0.59	

(注) []内は 95%信頼区間を表す。

表 9 保健 34 組織における部局分類別 $DIV_{org}^{* between}$ と $DIV_{team}^{* between}$ の基礎統計量と相関

	保健					
	附置研等		大学部局		大学共同利用機関等	
	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$	$DIV_{org}^{* between}$	$DIV_{team}^{* between}$
平均値	20.50 [-]	6.01 [-]	27.03 [26.25,27.81]	6.85 [6.64,7.06]	11.79 [9.85,13.74]	7.02 [6.41,7.63]
標準偏差	-	-	4.14	1.13	4.35	1.35
観測数	1		28		5	
回帰係数	-		0.14[0.05,0.23]		0.21[-0.21,0.63]	
相関係数	-		0.51[0.17,0.74]		0.67[-0.51,0.98]	
R ²	-		0.26		0.45	

(注) []内は 95%信頼区間を表す。

5.2 日本の研究組織における組織とチームの分野多様性の現状

本節では、特に本研究の2つ目の目的にあたる日本の研究組織の分野多様性の現状把握のために、各部署分類・学問領域別のマッピング結果から、日本の各研究組織がどのような分野多様性を持っているかをより詳細に分析する。各組織を比較する際の目安として、各部署分類×学問領域における組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)とチームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)の平均値を境とした4象限のマトリクスを作成し、各象限にどのような組織が該当するかを俯瞰することで、日本の研究組織の分野多様性の状況および特徴的な組織を分析する。

5.2.1 附置研等

図23に「附置研等」43組織の学問領域で色分けしたマッピング結果を、表10にマッピングされた組織名を示す。「工学附置研等」と「理学附置研等」については5.1.4のクロス分析を踏まえて、学問領域別の組織・チームの分野多様性の平均値も示している。

特徴的な組織として、東北大学流体科学研究所(5)・東京大学生産技術研究所(6)・神戸大学自然科学系先端融合研究環(10)・東京大学先端科学技術研究センター(11)の4組織は組織の多様性($DIV_{org}^{*between}$)が特に高く、異分野の研究者が多く在籍していることが伺えた¹⁸。また、この4組織はチームの分野多様性も「附置研等」全体の平均以上であることから、所属する研究者が異分野研究者チームに参画する傾向にあり、組織においてもチームにおいても分野多様性が高い研究組織であると言える。また、専門性の高い組織・チームを組みやすい学問領域である「理学」研究組織でも、京都大学高等研究院(7)・東京工業大学地球生命研究所(12)・京都大学化学研究所(38)の3組織において、「附置研等」全体の平均以上の $DIV_{org}^{*between}$ が観測された。これらの研究組織は「理学」研究組織の中でも特に組織の分野多様性が高い研究組織であり、さまざまな分野の研究者が在籍していると考えられる。他方で、同背景の専門を持つ研究者が多く在籍する(組織の分野多様性 $DIV_{org}^{*between}$ が低い)組織は東京大学宇宙線研究所(15)・名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構(16)・大阪大学核物理研究センター(20)・東京大学国際高等研究所(34)らであり、とりわけ宇宙科学・素粒子物理学に関する研究組織がマッピングされた。これらの分野を専門とする研究組織は、他の領域と比較して分野背景の近い研究者が集まる研究チームに参画しやすい研究者が所属する傾向にあることが示唆された。

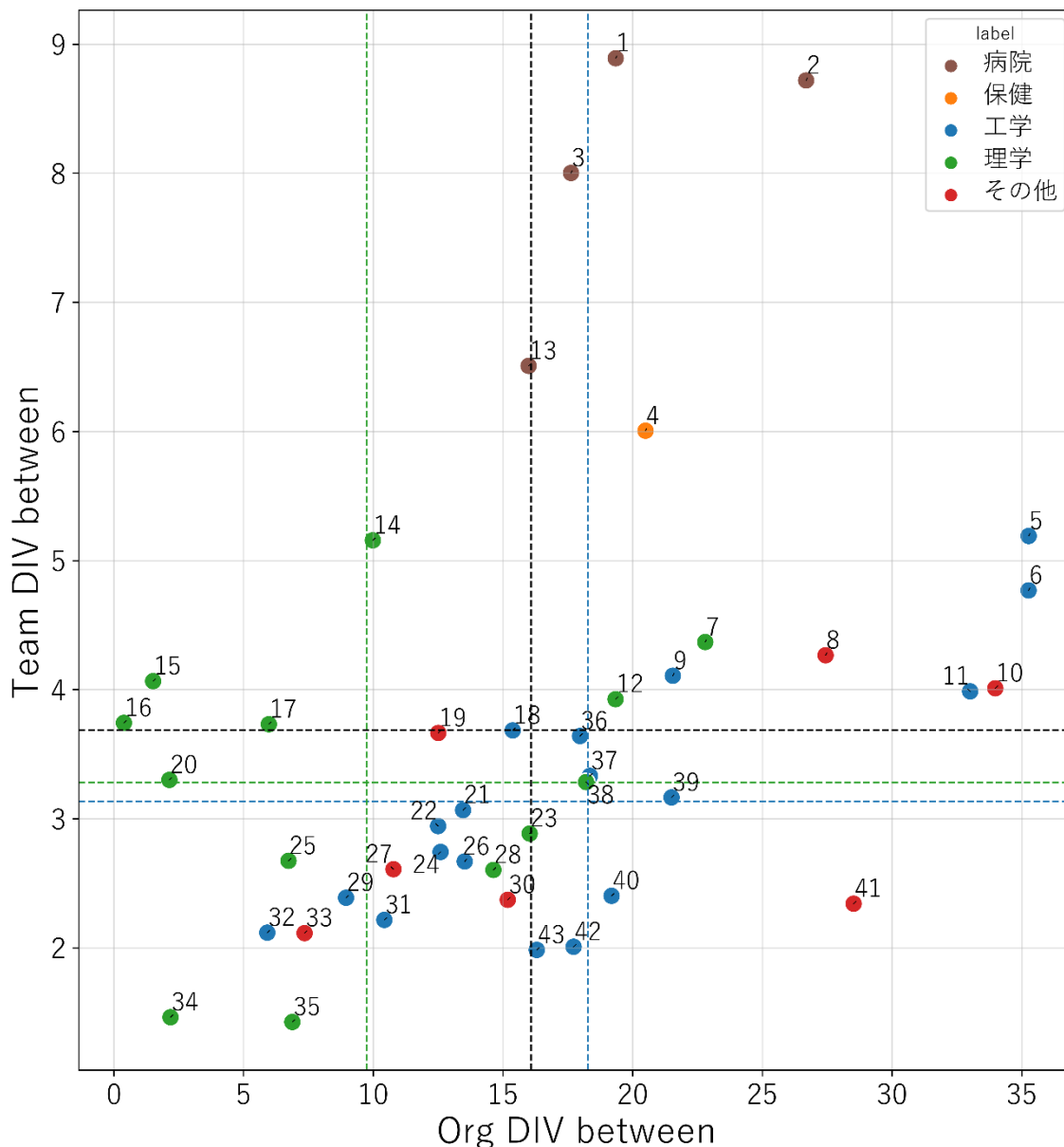
チームの分野多様性が顕著な研究組織を見ると、「附置研等」の中でも「病院」「保健附置研等」に該当する4つの大学病院(1, 2, 3, 13)と大阪大学免疫学フロンティア研究センター(4)は、「工学附置研等」や「理学附置研等」と比較してチームの分野多様性が高い傾向にあることが観測された。チームの分野多様性が低い傾向にある「工学附置研等」「理学附置研等」の中でも、「工学附置研等」では東北大学流体科学研究所(5)・東京大学生産技術研究所(6)、「理学附置研等」では大阪大学蛋白質研究所(14)は特にチームの分野多様性が高かった。他方で同背景の専門を持つ研究者によるチームに参画している(チームの分野多様性 $DIV_{team}^{*between}$ が低い)組織には、「工学附置研等」では東北大学金属材料研究所(31)・大阪大学レーザーエネルギー学研究センター(32)・京都大学エネルギー理工学研究所(42)・東北大学電気通信研究所(43)、「理学附置研等」では東京大学国際高等研究所(34)・東京大学物性研究所(35)が見られた。これらの組織は、他の「附置研等」と比較して、より特定の専門領域に特化した研究チームに参画する研究者が多いことが示唆された。

「附置研等」全体として $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ には正の相関があり、第1象限と第3象限に多くの組織がマッピングされた。第2象限には5組織、第4象限には8組織が該当した。このうち、同学問領域

¹⁸ 組織名後の番号は図23、表10での組織番号を表す。以降の節に関しても、節内の図表の番号を組織名の後に付する。

内の平均線を用いた場合でも第 2 象限に位置した組織は、「理学附置研等」の東京大学宇宙線研究所(15)・名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構(16)・東京大学地震研究所(17)の 3 組織であった。一方で「附置研等」の平均線でも第 4 象限であり、同学問領域の平均線でも第 4 象限であったのは「工学附置研等」の名古屋大学未来材料・システム研究所(40)と「その他附置研等」の京都大学学際融合教育研究推進センター(41)の 2 組織であった¹⁹。これら 5 つの組織は特に「附置研等」の中でも組織とチームの相関から外れる組織であると考えられる。このような、相関の傾向から外れる組織の考察は 6.4.3 に記述する。

図 23 附置研等 43 組織の学問領域別マッピング



(注) 黒点線は「附置研等」全体の平均値、青・緑の点線はそれぞれ「工学附置研等」「理学附置研等」の平均値を表す。

¹⁹ 京都大学学際融合教育研究推進センターは学問領域が異なるため他の附置研等との単純な比較が難しいが、とりわけ組織の多様性が高くチームの多様性が低い組織として第 4 象限に位置付けている。

表 10 図 23 の各象限にマッピングされた 43 組織の一覧

<p>第 2 象限</p> <p>13 広島大学病院(病院)</p> <p>14 大阪大学蛋白質研究所(理学)</p> <p>15 東京大学宇宙線研究所(理学)</p> <p>16 名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構(理学)</p> <p>17 東京大学地震研究所(理学)</p>	<p>第 1 象限</p> <p>1 九州大学病院(病院)</p> <p>2 東北大学病院(病院)</p> <p>3 北海道大学病院(病院)</p> <p>4 大阪大学免疫学フロンティア研究センター(保健)</p> <p>5 東北大学流体科学研究所(工学)</p> <p>6 東京大学生産技術研究所(工学)</p> <p>7 京都大学高等研究院²⁰(理学)</p> <p>8 東京理科大学研究推進機構(その他)</p> <p>9 京都大学原子炉実験所(工学)</p> <p>10 神戸大学自然科学系先端融合研究環(その他)</p> <p>11 東京大学先端科学技術研究センター(工学)</p> <p>12 東京工業大学地球生命研究所(理学)</p>
<p>第 3 象限</p> <p>18 北海道大学電子科学研究所(工学)</p> <p>19 東京工業大学資源化学研究所(その他)</p> <p>20 大阪大学核物理研究センター(理学)</p> <p>21 九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所(工学)</p> <p>22 九州大学先端物質化学研究所(工学)</p> <p>23 東京大学大気海洋研究所(理学)</p> <p>24 東北大学多元物質科学研究所(工学)</p> <p>25 名古屋大学宇宙地球環境研究所(理学)</p> <p>26 京都大学防災研究所(工学)</p> <p>27 東北大学原子分子材料科学高等研究機構(その他)</p> <p>28 北海道大学低温科学研究所(理学)</p> <p>29 大阪大学接合科学研究所(工学)</p> <p>30 東京工業大学精密工学研究所(その他)</p> <p>31 東北大学金属材料研究所(工学)</p> <p>32 大阪大学レーザーエネルギー学研究中心(工学)</p> <p>33 東京工業大学応用セラミックス研究所(その他)</p> <p>34 東京大学国際高等研究所²¹(理学)</p> <p>35 東京大学物性研究所(理学)</p>	<p>第 4 象限</p> <p>36 静岡大学電子工学研究所(工学)</p> <p>37 大阪大学産業科学研究所(工学)</p> <p>38 京都大学化学研究所(理学)</p> <p>39 東北大学未来科学技術共同研究センター(工学)</p> <p>40 名古屋大学未来材料・システム研究所(工学)</p> <p>41 京都大学学際融合教育研究推進センター(その他)</p> <p>42 京都大学エネルギー理工学研究所(工学)</p> <p>43 東北大学電気通信研究所(工学)</p>

(注) 各象限は「附置研等」全体の平均線に拠る。

²⁰ ヒト生物学高等研究拠点、物質-細胞統合システム拠点を含む。

²¹ カブリ数物連携宇宙研究機構、サステイナビリティ学連携研究機構、ニューロインテリジェンス国際研究機構、数物連携宇宙研究機構を含む。

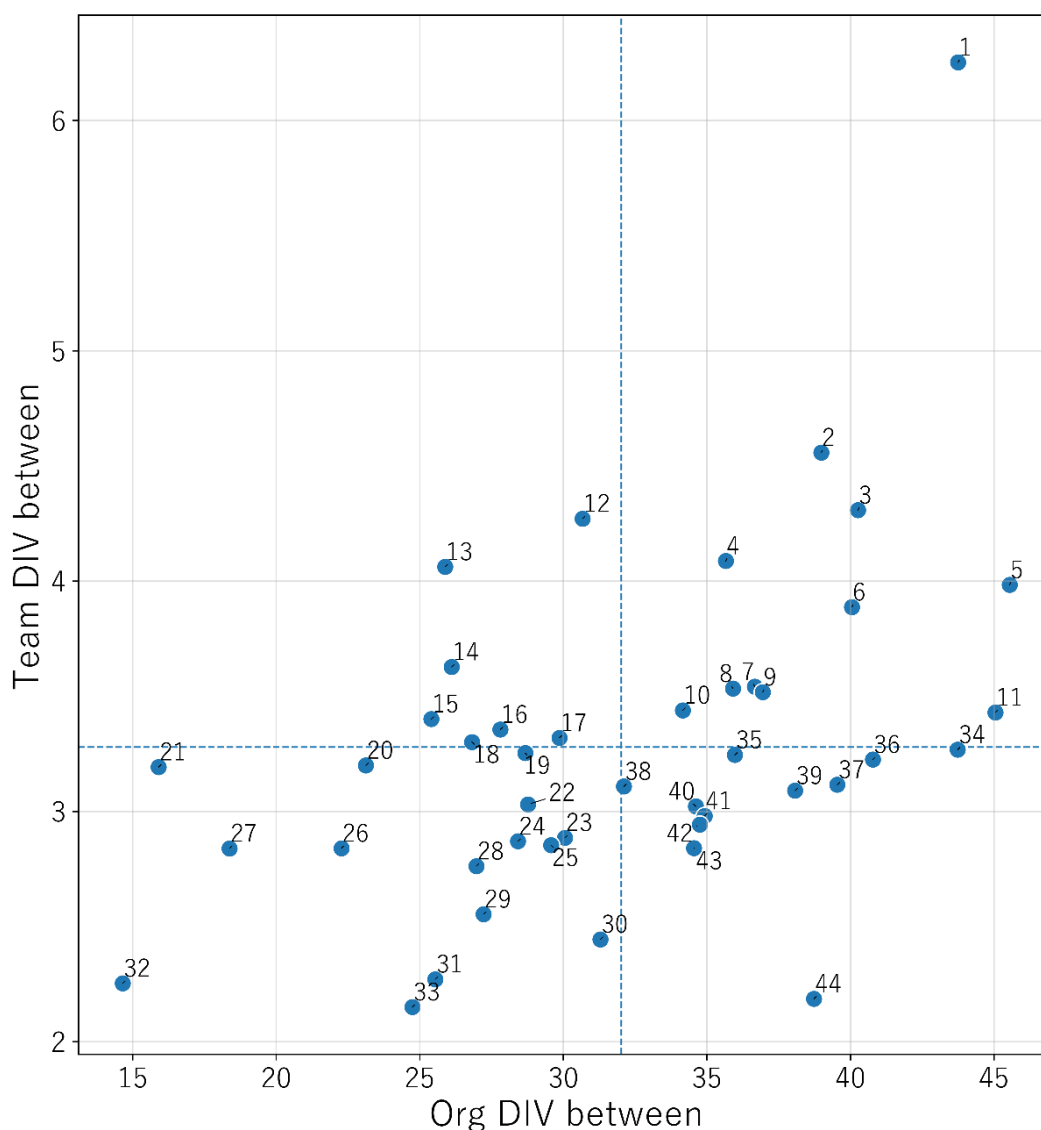
5.2.2 大学部局

「大学部局」は特に組織数が多いため、学問領域ごとにマッピング結果を示す。

① 工学大学部局

図 24 に「工学大学部局」のマッピング結果を示す。全 44 組織のうち、11 組織は第 1 象限、7 組織は第 2 象限、15 組織は第 3 象限、11 組織は第 4 象限にマッピングされた。特徴的な組織は、 $DIV_{org}^{*between}$ 、 $DIV_{team}^{*between}$ ともに高い東北大学医工学研究科(1)であり、これは「工学大学部局」の中で唯一医学の名称を含む部局であった。最も $DIV_{org}^{*between}$ が低い信州大学工学部(32)であっても「附置研等全体」の組織の分野多様性の平均値(16.05)と同程度であり、「工学大学部局」は異分野の研究者が多く在籍している組織であることが伺えた。また、組織の分野多様性とチームの分野多様性の相関から外れた組織を見ると、東北大学環境科学研究科(12)・群馬大学理工学府(13)はチームの分野多様性が高く、日本大学理工学府(44)は組織の分野多様性が高かった。

図 24 工学大学部局 44 組織のマッピング



(注) 点線は「工学大学部局」の平均値を表す。

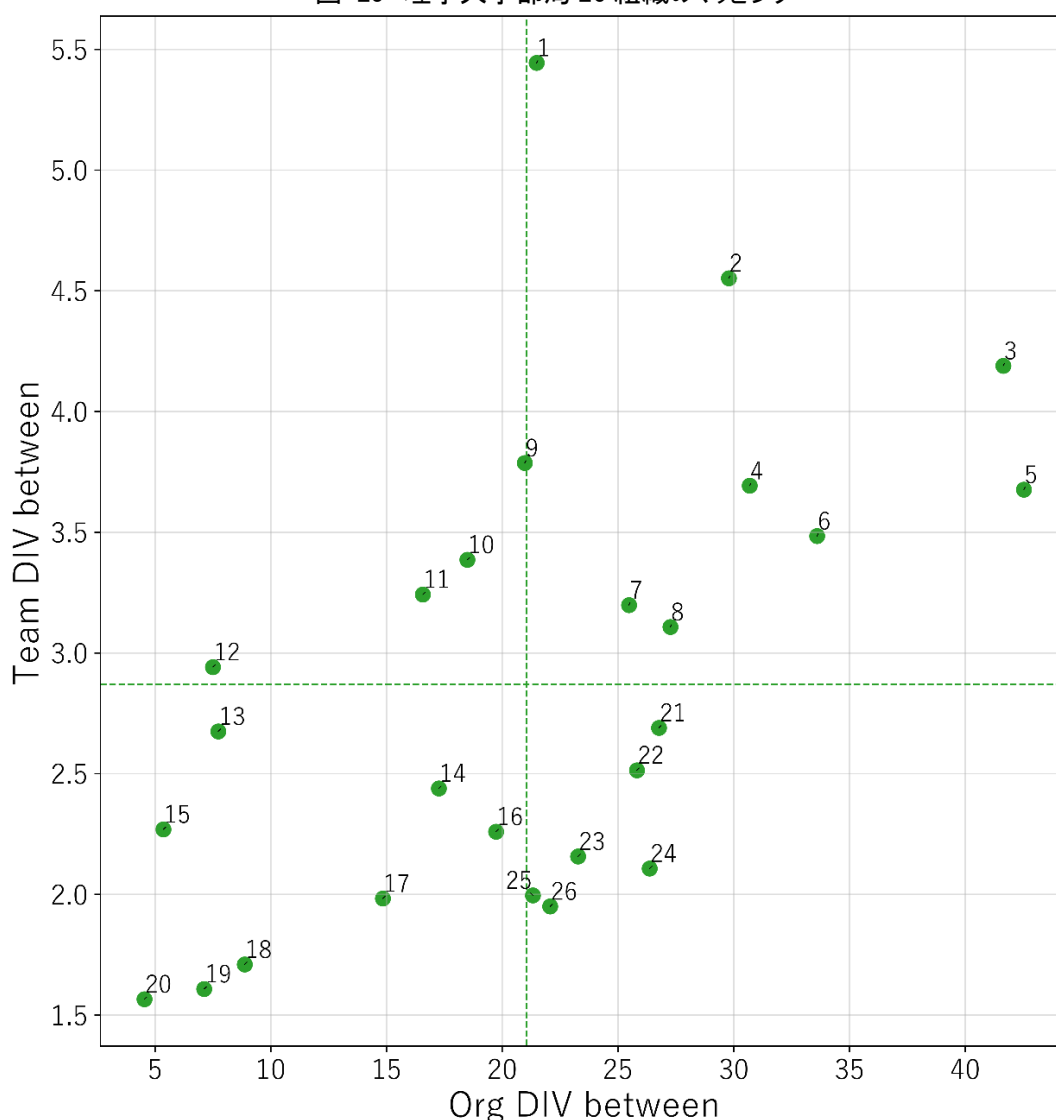
表 11 図 24 の各象限にマッピングされた 44 組織の一覧

<p>第 2 象限</p> <p>12 東北大学環境科学研究科</p> <p>13 群馬大学理工学府</p> <p>14 名古屋大学工学研究科</p> <p>15 大阪大学基礎工学研究科</p> <p>16 大阪大学工学研究科</p> <p>17 神戸大学工学研究科</p> <p>18 神戸大学システム情報学研究科</p>	<p>第 1 象限</p> <p>1 東北大学医工学研究科</p> <p>2 東海大学工学研究科</p> <p>3 東京大学情報理工学系研究科</p> <p>4 千葉大学工学研究科</p> <p>5 筑波大学システム情報工学研究科</p> <p>6 早稲田大学理工学術院</p> <p>7 東京大学工学系研究科</p> <p>8 北海道大学工学研究院</p> <p>9 東京農工大学工学府</p> <p>10 東京工業大学情報理工学研究科</p> <p>11 京都大学情報学研究科</p>
<p>第 3 象限</p> <p>19 九州大学工学研究院</p> <p>20 九州大学工学府</p> <p>21 広島大学先端物質科学研究科</p> <p>22 大阪市立大学工学研究科</p> <p>23 京都大学工学研究科</p> <p>24 北海道大学工学院</p> <p>25 北海道大学情報科学研究科</p> <p>26 京都大学エネルギー科学研究科</p> <p>27 九州大学総合理工学府</p> <p>28 大阪府立大学工学研究科</p> <p>29 九州大学システム情報科学府</p> <p>30 新潟大学工学部</p> <p>31 大阪大学情報科学研究科</p> <p>32 信州大学工学部</p> <p>33 長崎大学工学研究科</p>	<p>第 4 象限</p> <p>34 金沢大学理工研究域</p> <p>35 東京理科大学理工学部</p> <p>36 東北大学情報科学研究科</p> <p>37 広島大学工学研究科</p> <p>38 新潟大学自然科学研究科</p> <p>39 名古屋大学情報科学研究科</p> <p>40 慶應義塾大学理工学部</p> <p>41 岐阜大学工学部</p> <p>42 東北大学工学研究科</p> <p>43 慶應義塾大学理工学研究科</p> <p>44 日本大学理工学部</p>

② 理学大学部局

図 25 に「理学大学部局」のマッピング結果を示す。全 26 組織のうち、8 組織は第 1 象限、4 組織は第 2 象限、8 組織は第 3 象限、6 組織は第 4 象限にマッピングされた。「工学」と比較して「理学」は組織・チームの分野多様性が低く、組織・チームともに分野多様性の高い傾向にある「大学部局」であっても同分野の研究者が集まる傾向にあった。特に第 2、第 3 象限でも左側に位置する神戸大学理学研究科(12)・名古屋大学理学研究科(13)・大阪大学理学研究科(15)・岡山大学理学部(18)・九州大学理学府(19)・筑波大学数理物質系(20)は「理学大学部局」ながらも「理学附置研等」の研究組織と同程度の $DIV_{org}^{*between}$ であり、分野の近い研究者が集まっている研究組織であることが伺える。逆に、東京大学新領域創成科学研究科(3)・熊本大学自然科学研究科(5)は分析対象全体の中でもトップ 10 組織に入るほど $DIV_{org}^{*between}$ が高く、「理学大学部局」の中でも高い $DIV_{team}^{*between}$ の組織であることから、他の「理学」研究組織と比較して、特に異分野の研究者が組織・チームに集まっている組織であることが伺える。また、東京工業大学生命理工学研究科(1)はとりわけチームの分野多様性が他の「理学大学部局」より高くなっており、所属する研究者が異分野研究者チームに参画しやすい傾向にあることが伺えた。

図 25 理学大学部局 26 組織のマッピング



(注) 点線は「理学大学部局」の平均値を表す。

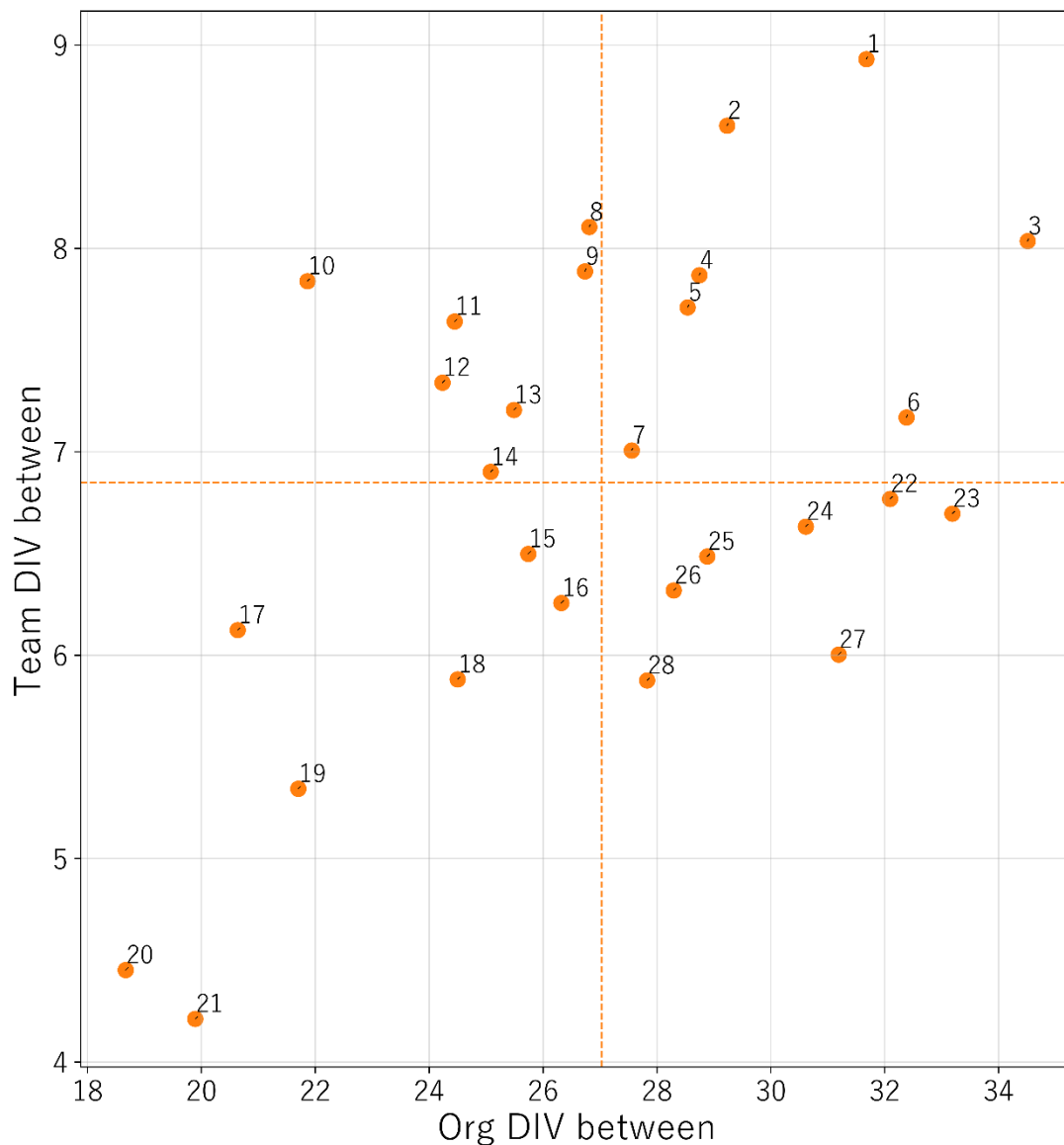
表 12 図 25 の各象限にマッピングされた 26 組織の一覧

<p>第 2 象限</p> <p>9 千葉大学理学研究科</p> <p>10 東北大学生命科学研究科</p> <p>11 筑波大学数理物質科学研究科</p> <p>12 神戸大学理学研究科</p>	<p>第 1 象限</p> <p>1 東京工業大学生命理工学研究科</p> <p>2 大阪大学生命機能研究科</p> <p>3 東京大学新領域創成科学研究科</p> <p>4 名古屋大学環境学研究科</p> <p>5 熊本大学自然科学研究科</p> <p>6 岡山大学自然科学研究科</p> <p>7 北海道大学環境科学院</p> <p>8 広島大学理学研究科</p>
<p>第 3 象限</p> <p>13 名古屋大学理学研究科</p> <p>14 東京大学理学系研究科</p> <p>15 大阪大学理学研究科</p> <p>16 東京理科大学理学部第一部</p> <p>17 大阪市立大学理学研究科</p> <p>18 岡山大学理学部</p> <p>19 九州大学理学府</p> <p>20 筑波大学数理物質系</p>	<p>第 4 象限</p> <p>21 北海道大学理学研究院</p> <p>22 九州大学理学研究院</p> <p>23 大阪府立大学理学系研究科</p> <p>24 北海道大学理学院</p> <p>25 東北大学理学研究科</p> <p>26 京都大学理学研究科</p>

③ 保健大学部局

図 26 に「保健大学部局」のマッピング結果を示す。全 28 組織のうち、全ての象限に 7 組織ずつマッピングされた。特徴的な組織として、東京大学薬学系研究科(20)と千葉大学薬学研究院(21)は、組織とチームの分野多様性の値がともに低く、多様性の高い組織・チームを組みやすい「保健」の研究組織の中でも組織・チームともに特定領域に集中した研究を行う傾向にあることが示唆された。それに対して歯学系組織(東北大学歯学研究科(1)、大阪大学歯学研究科(3)など)は総じて組織・チームともに分野多様性が高く、異分野の研究者が多く集まる組織であり、かつ所属する研究者が異分野研究者チームに参画しやすいことが伺えた。また「保健」で唯一大学部局以外の研究組織(附置研等)である大阪大学免疫学フロンティア研究センター(IFReC)は($DIV_{org}^{*between}$, $DIV_{team}^{*between}$) = (20.50, 6.01)であり、「附置研等」の中では組織・チームとも分野多様性が高い第 1 象限に属するが(図 23)、「保健大学部局」と比較すると第 3 象限に位置し、組織・チームともに専門的な研究者が集まる組織であると言える。

図 26 保健系大学部局 28 組織のマッピング



(注) 点線は「保健大学部局」の平均値を表す。

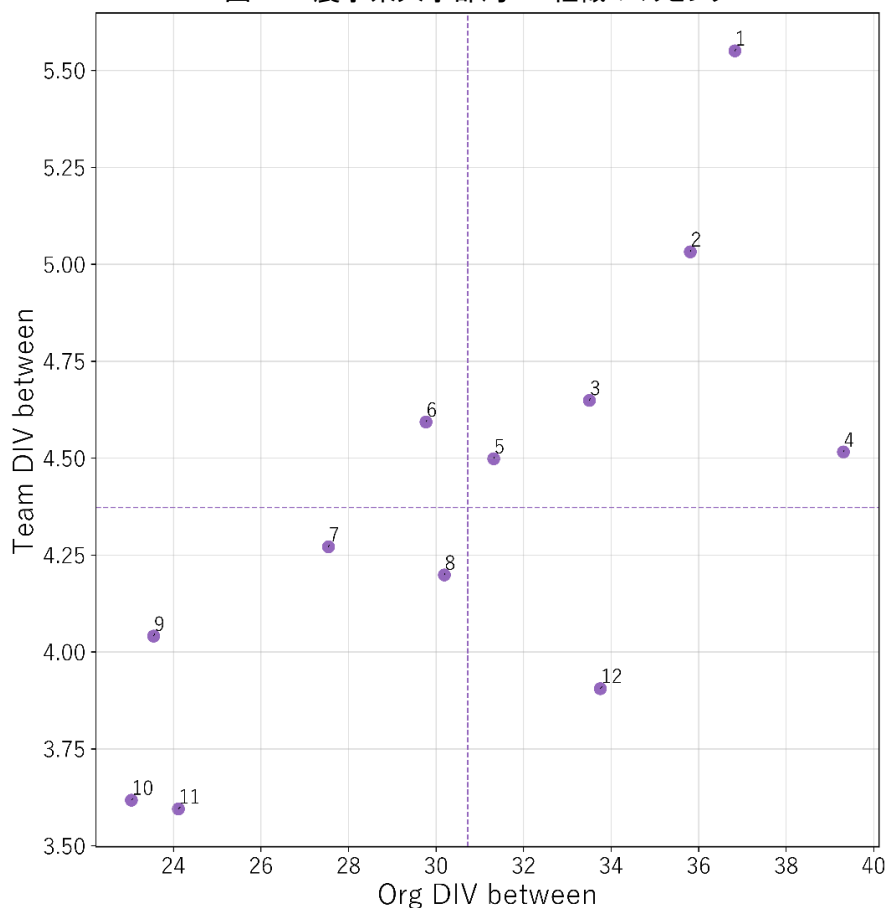
表 13 図 26 の各象限にマッピングされた 28 組織の一覧

<p>第 2 象限</p> <p>8 東海大学医学研究科</p> <p>9 東京大学医学部</p> <p>10 九州大学医学系学府</p> <p>11 名古屋大学医学部</p> <p>12 京都大学医学部</p> <p>13 東北大学医学部</p> <p>14 信州大学医学部</p>	<p>第 1 象限</p> <p>1 東北大学歯学研究科</p> <p>2 東北大学医学系研究科</p> <p>3 大阪大学歯学研究科</p> <p>4 筑波大学医学医療系</p> <p>5 大阪大学医学系研究科</p> <p>6 京都大学医学研究科</p> <p>7 慶應義塾大学医学部</p>
<p>第 3 象限</p> <p>15 広島大学医歯薬保健学研究科</p> <p>16 千葉大学医学研究院</p> <p>17 千葉大学医学部</p> <p>18 大阪大学薬学研究科</p> <p>19 京都大学薬学研究科</p> <p>20 東京大学薬学系研究科</p> <p>21 千葉大学薬学研究院</p>	<p>第 4 象限</p> <p>22 東京大学医学系研究科</p> <p>23 長崎大学医歯薬学総合研究科</p> <p>24 東京医科歯科大学医歯学総合研究科</p> <p>25 富山大学医学薬学研究部</p> <p>26 徳島大学医歯薬学研究部</p> <p>27 日本大学医学部</p> <p>28 東北大学薬学研究科</p>

④ 農学大学部局

図 27 に「農学大学部局」のマッピング結果を示す。全 12 組織のうち、5 組織は第 1 象限、1 組織は第 2 象限、5 組織は第 3 象限、1 組織は第 4 象限にマッピングされた。第 2 象限、第 4 象限にそれぞれ 1 組織しか該当せず、「農学」領域は組織の分野多様性とチームの分野多様性の相関が強い傾向にある学問領域であることが示唆された。特に日本大学生物資源科学部(1)、九州大学農学研究院(2)、筑波大学生命環境科学研究科(4)は組織・チームの分野多様性が高かった。

図 27 農学系大学部局 12 組織のマッピング



(注) 点線は「保健大学部局」の平均値を表す。

表 14 図 27 の各象限にマッピングされた 12 組織の一覧

第 2 象限 6 大阪府立大学生命環境科学研究科	第 1 象限 1 日本大学生物資源科学部 2 九州大学農学研究院 3 東京大学農学生命科学研究科 4 筑波大学生命環境科学研究科 5 東北大学農学研究院科
第 3 象限 7 岡山大学環境生命科学研究科 8 筑波大学生命環境系 9 名古屋大学生命農学研究科 10 神戸大学農学研究科 11 北海道大学農学院	第 4 象限 12 京都大学農学研究科

⑤ その他大学部局

図 28 に「その他大学部局」のマッピング結果を示す。本区分は性質の異なる学問領域を「その他」として分類しているため、図 28 内の相対的な位置に意味はないことに留意されたい。富山大学理工学研究部(1)、徳島大学ソシオテクノサイエンス研究部(2)は全組織の中でも組織の分野多様性が高い傾向にある組織であった。また、東京工業大学理工学研究科(12)は、比較的チームの分野多様性が低く、分野背景の近い研究者が集まるチームに参画しやすい研究者が多い組織であると言える。

図 28 その他大学部局 12 組織のマッピング

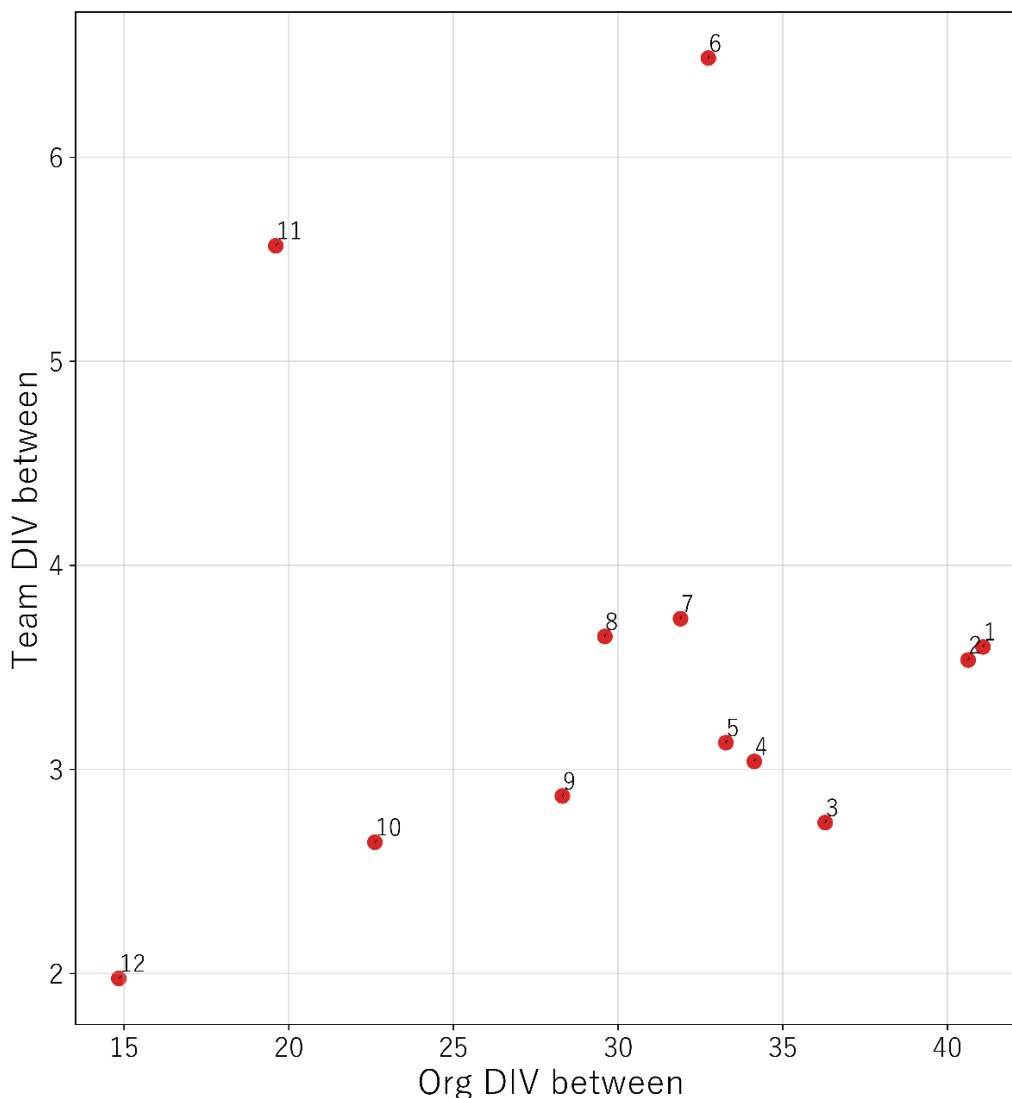


表 15 図 28 にマッピングされた 12 組織の一覧

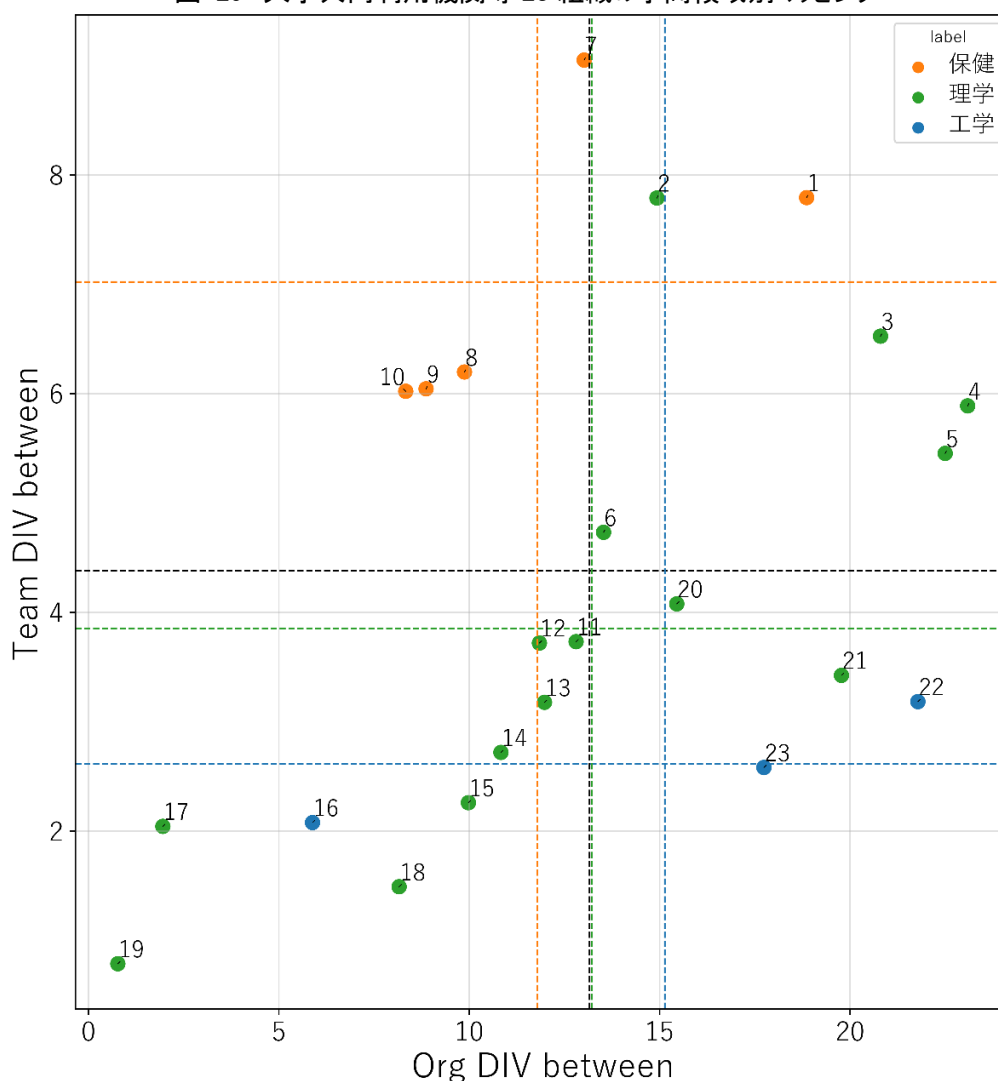
1 富山大学理工学研究部	7 東京工業大学総合理工学研究科
2 徳島大学ソシオテクノサイエンス研究部	8 広島大学生物圏科学研究科
3 金沢大学自然科学研究科	9 京都大学人間・環境学研究科
4 富山大学理工学教育部	10 千葉大学融合科学研究科
5 東京大学総合文化研究科	11 熊本大学生命科学研究部
6 筑波大学人間総合科学研究科	12 東京工業大学理工学研究科

5.2.3 大学共同利用機関等

図 29 に「大学共同利用機関等」のマッピング結果を示す。全 23 組織のうち、部局分類の平均線においては第 1 象限に 6 組織、第 2, 4 象限に 4 組織ずつ、第 3 象限に 9 組織がマッピングされた。国立がん研究センターに所属する 3 つの部局(8, 9, 10)は、「大学共同利用機関等」全体の平均では第 2 象限に位置するが、部局分類×学問領域においては第 3 象限に位置した。つまり、「大学共同利用機関等」内の比較ではこれらの組織に所属する研究者が参画するチームの分野多様性が高いように見えるが、学問領域の環境要因を考慮すれば、むしろ分野背景の似た研究者同士で研究を行っている組織であることが示唆された。

特徴的な組織には、部局分類内平均との比較でも部局分類×学問領域内の比較でも第 4 象限に位置する組織として、理化学研究所計算科学研究機構(21, 理学)と産業技術総合研究所計量標準総合センター(23, 工学)が挙げられる。これらの組織には様々な分野の研究者がいる中で、所属する研究者は分野の近い研究者同士のチームに参画する傾向にあることが伺えた。

図 29 大学共同利用機関等 23 組織の学問領域別マッピング



(注) 黒の点線は「大学共同利用機関等」全体の平均値、青・緑・黄色の点線はそれぞれ「工学大学共同利用機関等」「理学大学共同利用機関等」「保健大学共同利用機関等」の平均値を表す。

表 16 図 29 の各象限にマッピングされた 23 組織の一覧

<p>第 2 象限</p> <p>7 独立行政法人国立病院機構大阪医療センター(保健)</p> <p>8 国立研究開発法人国立がん研究センター中央病院(保健)</p> <p>9 国立研究開発法人国立がん研究センター研究所(保健)</p> <p>10 国立研究開発法人国立がん研究センター東病院(保健)</p>	<p>第 1 象限</p> <p>1 国立研究開発法人国立成育医療研究センター研究所(保健)</p> <p>2 国立研究開発法人理化学研究所統合生命医科学研究センター(理学)</p> <p>3 国立研究開発法人理化学研究所ライフサイエンス技術基盤研究センター(理学)</p> <p>4 生理学研究所(理学)</p> <p>5 国立研究開発法人理化学研究所脳科学総合研究センター(理学)</p> <p>6 国立遺伝学研究所(理学)</p>
<p>第 3 象限</p> <p>11 国立研究開発法人理化学研究所放射光科学総合研究センター(理学)</p> <p>12 基礎生物学研究所(理学)</p> <p>13 物質構造科学研究所(理学)</p> <p>14 国立極地研究所(理学)</p> <p>15 分子科学研究所(理学)</p> <p>16 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所(工学)</p> <p>17 核融合科学研究所(理学)</p> <p>18 国立研究開発法人理化学研究所創発物性科学センター(理学)</p> <p>19 国立天文台(理学)</p>	<p>第 4 象限</p> <p>20 国立研究開発法人理化学研究所環境資源科学センター(理学)</p> <p>21 国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構(理学)</p> <p>22 国立情報学研究所(工学)</p> <p>23 国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター(工学)</p>

(注) 各象限は「大学共同利用機関等」全体の平均線に拠る。

第6章 考察

6.1 組織の分野多様性に影響を与えると考えられる要因と特徴的な組織

本節では、研究組織の特性と組織の分野多様性 ($DIV_{org}^{*between}$) の関係に絞って、5.1, 5.2 を踏まえた考察を行う。

6.1.1 組織の分野多様性に及ぼす部局分類の影響

「大学部局」は他の2つの部局分類(附置研等、大学共同利用機関等)と比較して $DIV_{org}^{*between}$ の平均値が高かったことから、「大学部局」の組織の分野多様性は高く、組織に多くの分野の研究者が在籍していることが示唆された。また、学問領域ごとに部局分類間の組織の分野多様性の違いを比較した場合でも、「大学部局」は統計的に有意に組織の分野多様性が高いことが確認されたことから、各学問領域に共通して見られる傾向であることが示唆された。

各部局分類の役割を整理すると、附置研究所は大学の基本組織である学部及び研究科に並ぶ組織として位置付けられながら、大学の特色や個性を打ち出す独立した研究組織として特定の研究領域に特化して、あるいは新たな研究領域の開拓を目指して長期的に研究を進める組織である²²。大学共同利用機関は個別の大学の枠を超え大規模な施設設備等を共同で利用し効果的な共同研究を進める組織²³、国立研究開発法人(特に文部科学省が主に所管する法人)は研究基盤・研究データの維持提供と飛躍ある研究・異分野融合研究への挑戦の2つの機能を持つミッションに基づいた研究開発を行う組織²⁴とされている。それに対して、大学部局は学術研究の拠点としてだけでなく、高等教育機関としての公共的役割も持つ組織であり、人材育成と学術研究の両面においての役割が必要とされている²⁵。つまり、他の2つの部局分類と比較して、「大学部局」は特に教育活動の役割を有する点が特徴的な部局分類である。よって、「大学部局」は関連する分野に関して網羅的に教育活動を行う必要があることから、組織運営において所属する研究者の分野多様性を確保しようとするインセンティブが強く働く傾向にあると考えられる。一方、「附置研等」や「大学共同利用研究機関等」は、組織の目的の中心が研究活動の推進であり、所属する研究者の分野多様性を確保しようとするインセンティブが必ずしも働くわけではないと推察される。

以上より、「大学部局」の組織の分野多様性がとりわけ高いという本結果から、組織の目的に教育活動を含むかどうか組織の分野多様性に影響を与える要因になっている可能性が考えられる。

6.1.2 組織の分野多様性に及ぼす学問領域の影響

各学問領域の $DIV_{org}^{*between}$ の平均値を比較すると、「農学」「工学」「保健」「理学」の順に高く、学問領域によって組織の分野多様性に統計的に有意な違いが見られた。また、部局分類ごとに学問領域間の組織の分野多様性を比較した場合でも、「工学」が「理学」「保健」と比べて有意に組織の分野多様性が高

²² 文部科学省「科学技術・学術審議会 学術分科会『新たな国立大学法人制度における附置研究所及び研究施設の在り方について』」参照 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/attach/1331853.htm (accessed Mar. 22, 2022)

²³ 文部科学省「科学技術・学術審議会 学術分科会 学術研究推進部会 資料」参照 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/008/siryu/attach/1342676.htm (accessed Mar. 22, 2022)

²⁴ 「国立研究開発法人に求められる機能に関する調査」参照 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/kokurituken/gijyoku/_icsFiles/afieldfile/2019/05/23/1417001_05.pdf (accessed Mar. 22, 2022)

²⁵ 文部科学省「中央教育審議会『我が国の高等教育の将来像』」参照 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/attach/1335595.htm (accessed Jun. 07, 2022)

いことが確認された²⁶。このことから、特に「工学」「農学」の組織では、「理学」「保健」の組織と比較して組織に異なる分野の研究者が所属する傾向にあることが示唆された。なお、「理学」「保健」の組織の分野多様性の高さは部局分類によって違いが見られ、「大学部局」内では「保健大学部局」>「理学大学部局」、「大学共同利用機関等」内では「理学大学共同利用機関等」>「保健大学共同利用機関等」となっていた²⁷。

当結果について、各学問領域が指向する研究の性格の点から考察する²⁸。令和3年度の科学技術研究調査に用いられる定義に拠れば²⁹、研究の性格は自然界に存在する科学的な事実を発見・立証する基礎研究、知られている科学的事実を目的とする用途の役に立つかどうか調べる応用研究、目的の用途に利用できることが確認できた科学的な事実を活用し、付加的な知識を創出して実社会で実際に利用可能な形にする開発研究に分けられる。このとき、一般に理学領域の研究組織は自然法則の記述・理解を通じた自然科学の知識の発展を目指す基礎研究的指向を持つのに対し、工学・農学領域の研究組織は自然科学や人文社会科学の知見を応用する応用研究的指向を持つ傾向にある可能性が考えられる。本結果は、基礎研究よりも応用研究に取り組む組織の方が異分野の研究者から構成される組織であることが伺え、学問領域の基礎研究・応用研究の指向が組織に所属する研究者の分野多様性に影響を与えていることが考えられる。

6.2 チームの分野多様性に影響を与えると考えられる要因と特徴的な組織

本節では研究組織の特性とチームの分野多様性($DIV_{team}^{* \text{ between}}$)の関係に絞って、5.1, 5.2 を踏まえた考察を行う。

6.2.1 チームの分野多様性に及ぼす部局分類の影響

部局分類ごとにチームの分野多様性の平均値を比較すると、全体としては「大学部局」「大学共同利用機関等」の分野多様性が高かったものの、学問領域によってその傾向は異なっており、部局分類が一貫してチームの分野多様性に及ぼす影響は確認されなかった。「大学部局」「大学共同利用機関等」においてチームの分野多様性が高いことは、表 7～表 9 の中で特に $DIV_{team}^{* \text{ between}}$ の高い「理学大学共同利用機関等」「保健大学部局」「保健大学共同利用機関等」が含まれることによるものと考えられる。

学問領域によってチームの分野多様性に及ぼす部局分類の影響が異なる中でも、特に「附置研等」「大学共同利用機関等」と比較した時の「大学部局」の位置付けは、「工学」では高く、「理学」では低く、「保健」ではあまり差が見られなかった。「大学部局」の組織の分野多様性が一貫して高いのに対して、学問領域によって「大学部局」のチームの分野多様性の高さが異なることについては、今後の更なる要因分析が必要であると考えられる。例えば、部局分類の違いによる組織内の分野融合に係るチームマネジメントの違い、「大学部局」と「附置研等」「大学共同利用機関等」が取り組む研究トピックの方向性(基礎研究、応用研究といった学問領域の指向)の違いによる影響などの分析が考えられる。

²⁶ 農学は大学部局しか存在しないため、大学部局のみ比較すると組織の分野多様性は工学大学部局と同程度である(表 5)

²⁷ 保健附置研等はサンプル数が1のみのため、除外している。

²⁸ なお、学問領域と研究の性格は必ずしも1対1対応するものではないため、一般論であることに留意されたい。

²⁹ 「令和3年度科学技術研究調査 調査票記入上の注意」参照

6.2.2 チームの分野多様性に及ぼす学問領域の影響

各学問領域の $DIV_{team}^{*between}$ の平均値を比較すると、「保健」「病院」が他の分野の2倍程度高くなっており、研究者が異分野の研究者から構成される研究チームに参画しやすいことが伺えた。図 17 に示した $DIV_{team}^{*between}$ の分布が二峰性であるのも、「保健」「病院」の組織が他学問領域とは異なるチームの分野多様性が要因であった。これらの学問領域には、医学・薬学・歯学系大学部局と大学附属病院及び大阪大学免疫学フロンティア研究センター(IFReC)が含まれていた。

また、「工学」と「理学」のチームの分野多様性の違いを部局分類ごとに比較すると、「工学附置研等」と「理学附置研等」に差はなく、「工学大学部局」は「理学大学部局」より高く、「工学大学共同利用機関等」は「理学大学共同利用機関等」より低かった。当結果からも、「工学」と「理学」で各部局分類の位置付けが異なることが示されていると考えられる。

特に「工学附置研等」は「理学附置研等」と比較して組織の分野多様性が高かったのに対して、チームの分野多様性はあまり高くない。これは「工学附置研等」の組織に様々な分野の研究者はいるものの、研究チームは近い分野同士で組まれていることを示唆している。分野多様性の高い研究チームを組むための方策として、「工学附置研等」では特に組織内に既にある分野多様性を活用することが有効であることが示唆された。逆に「理学附置研等」は、組織の分野多様性は低いもののチームの分野多様性は工学分野と同程度であるため、「工学附置研等」と比較して組織内の分野多様性の活用がある程度なされていることが考えられる。

6.3 組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係

本節ではこれまでの結果と考察を踏まえ、本研究の主目的である組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係に対する考察を述べる。

6.3.1 組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係

分析対象全体、部局分類別、学問領域別、部局分類×学問領域別に組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)とチームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)の関係を分析した結果、概ね全ての結果において正の相関が確認された。決定係数は全体として低く、組織の分野多様性からチームの分野多様性を説明するには情報が欠けているものの、分野多様性の高い組織に所属する研究者が参画する研究チームの分野多様性は高い傾向にあることが明らかになった。

なお、正の相関が確認できなかった区分は、「保健」と「理学附置研等」の区分であった。「保健」領域において相関が見られなかった点については、「大学部局」と「附置研等」「大学共同利用機関等」の傾向の違いの影響が考えられる。「保健大学部局」に絞ってみると、0.51の相関が見られている(表 9 参照)。また、図 22(c)を見ると、「大学部局」は正の相関があるのに対して、「大学共同利用機関等」は組織の分野多様性が低くチームの分野多様性が高いことが確認できる。つまり、「大学部局」で正の相関があったとしても、部局分類を区別せず「保健」全体でみると、「附置研等」「大学共同利用機関等」の相関の影響を受け、組織とチームの相関関係が見られなかったと考えられる。

また、「理学附置研等」で相関が見られなかったことから、日本における「理学附置研等」が組織・チームの分野多様性に関して組織ごとに異なる方策を持っており、必ずしも異分野の研究者が集まる組織に所属する研究者が分野多様性の高いチームに参画しているわけではないことが示唆された。「工学附置研等」では 0.81 の強い相関が見られたことや、「大学部局」と比較した時にチームの分野多様性の大小関係が「理学」と「工学」で異なることから、日本の附置研等は工学と理学では異なる特徴を持っていることが示唆された。

本研究では組織とチームの分野多様性の関係において正の相関があることを明らかにしたが、この相関を説明する因果関係について、3つの可能性が考えられる。1つ目は、研究者が分野多様性の高い組織に所属すると、その研究者が参画するチームの分野多様性が高くなるという可能性である。この可能性については、アメリカの分野融合的組織における先行研究[14]でも指摘されており、日本の研究組織においても当てはまる可能性が考えられる。2つ目は逆の因果関係であり、ある組織の研究者が参画する研究チームの分野多様性が高いことで、組織の分野多様性が高くなるという可能性である。一例として、研究チームのネットワークを介して、異分野の研究者の自組織への集積がなされるというメカニズムが考えられる。3つ目は、組織とチームの分野多様性の両方に寄与する共通要因が存在する可能性である。例えば同じ学問領域の中でも特に異分野融合との親和性が高いトピックを中心とする研究を行う組織が存在する可能性が考えられる。わが国において、これまで異分野融合を促進するため、組織の分野多様性を高める政策がいくつか進められてきたことも踏まえると、このように組織が先かチームが先か、もしくはどちらにも効果的な共通要因が存在するかは分野融合的な課題解決を目標とする政策実行の上で重要な観点であると考えられ、今後の因果関係の検証が望まれる。

6.3.2 組織とチームの分野多様性の関係性に影響を与える研究組織の環境要因

部局分類・学問領域の区分によって、組織とチームの分野多様性指標の間の関係を示す近似直線の傾き(回帰係数)と相関係数について検証したところ、「工学大学部局」と比較した「工学附置研等」や、「理学大学部局」「理学附置研等」と比較した「理学大学共同利用機関」では統計的に有意な差が見られたものの、それ以外の区分の間では有意な差は見られなかった。このことから、部局分類・学問領域が組織とチームの分野多様性の関係の強さに大きく影響を与えるものではないと考えられる。

6.1, 6.2 で議論したように、部局分類や学問領域といった環境要因は、組織の分野多様性やチームの分野多様性の値には影響を与えていたが、両者の関係性の強さには影響を与えておらず、どの環境においても同じように組織の分野多様性とチームの分野多様性が正の相関を持っていることが示唆された。

本結果は、現在の日本の研究組織においては部局分類や学問領域といった環境要因に依らず、異分野の研究者が集まる組織に所属する研究者は、異分野の研究者から構成されるチームに参画していることを示していると考えられる。第6期科学技術・イノベーション基本計画にて、『社会的価値を生み出す人文・社会科学の「知」と自然科学の「知」の融合による「総合知」』が指摘されていることを踏まえると[12]、これら異分野研究者チームから作り出されるアウトプットが、真に基本計画が目指す「総合知」と言える知識融合になっているかどうかという、インプットとアウトプットの関係性の研究が次に望まれる。これを明らかにすることで、研究組織マネジメントと総合知の活用を繋ぎ、科学技術政策の有効性に対する議論を進めることが期待される。

6.4 組織の分野多様性とチームの分野多様性が特徴的な組織

本節では、5.2 のマッピングを基に、組織の分野多様性 ($DIV_{org}^{*between}$) とチームの分野多様性 ($DIV_{team}^{*between}$) が特徴的な組織についてより細かな観察を行うことで、部局分類・学問領域の他に組織とチームの分野多様性に影響を与える環境要因について考察を加える³⁰。

6.4.1 組織の分野多様性が特徴的な組織

「附置研等」の中でも特に組織の分野多様性の高い「工学附置研等」に着目すると、東北大学流体科

³⁰ なお、紙面の関係上一部の区分のみに対する考察となるため、その他の区分については追加の検証が必要であることに留意が必要である。

学研究所・東京大学生産技術研究所・東京大学先端科学技術研究センターの 3 組織の $DIV_{org}^{*between}$ の値は 30 以上となっており、特に組織の分野多様性が高いことが確認された（「工学附置研等」全体の平均値：18.27）。これらの研究組織において組織の分野多様性が高い要因を探るため、組織の分野多様性が特に低く同分野の研究者が集まる「工学附置研等」³¹との研究組織の組織図の違いに着目し、比較検証を試みた。すると、組織の分野多様性の高い組織群は研究部門の中に人文・社会系部門、またはそれに類する研究領域を保有していることが確認された。例えば、東北大学流体科学研究所は人文・社会系研究部門自体はないものの、2016 年に開始した第 3 期中期計画³²では「環境・エネルギー」「人・物質マルチスケールモビリティ」「健康・福祉・医療」という流体科学との新しい組み合わせを目指す 3 研究クラスターを軸として新しい研究領域の開拓を目指している。一方、組織の分野多様性が低く同分野の研究者が集まる「工学附置研等」についてみると、例えば大阪大学接合科学研究所では、「接合科学共同利用・共同研究拠点」³³の目的から特定の専門領域の中でフロンティアの開拓を目指している。このことを踏まえると、研究組織の軸となる分野に深く根ざした研究領域の開拓を目指す組織は、特定の分野の研究者を集めていることが推察される。

このことから、「工学附置研等」の中でも人文・社会系部門またはそれに類する研究領域を持つ組織で組織の分野多様性が高くなりやすいことが伺える。第 6 期科学技術・イノベーション基本計画で議論されている『社会的価値を生み出す人文・社会科学の「知」と自然科学の「知」の融合による「総合知』』と関連して、人文・社会科学と自然科学の領域を両方持つ組織は、組織内研究者との協働による総合知活用の可能性が高くなることが期待される。

特定の分野に深く根ざした研究者を集めているという点から、組織の分野多様性が低い組織に着目すると、もともと組織の分野多様性の低い「理学附置研等」の中で最も共通のバックグラウンドの研究者を集めている組織は宇宙物理学を対象とする組織群である。東京大学宇宙線研究所・名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構・東京大学国際高等研究所(Kavli IPMU)らは組織の分野多様性が全研究組織の中でも低く、所属する各研究者の基礎的背景が重なっていることがデータから示唆された³⁴。対して、「理学附置研等」の中でも組織の分野多様性が高い組織は、京都大学高等研究院・東京工業大学地球生命研究所・京都大学化学研究所であり、これらの組織は生物・化学等を中心とした研究組織であった。このことから、他の研究領域と比較して、素粒子・宇宙物理学を対象とした研究を行う組織はバックグラウンドが近い研究者が集まる傾向が強く、生物・化学を対象とした研究を行う組織はバックグラウンドが異なる研究者の集まる傾向が強い可能性が考えられる。生物・化学を対象とした理学組織は組織の分野多様性が高く、宇宙物理学を対象とした理学組織は組織の分野多様性が低い傾向は、大学部局・大学共同利用機関等についても似た傾向が観測された。

³¹ 比較対象とした組織は、大阪大学接合科学研究所と東北大学金属科学研究所。なお、2016 年時点の組織図を確認できなかった組織は、東京大学先端科学技術研究センターと大阪大学レーザーエネルギー学研究センターの 2 組織。

³² 「平成 28 年度東北大学流体科学研究所 研究活動報」 P3
https://www.ifs.tohoku.ac.jp/archives/annual/annual_report-H28.pdf accessed Mar. 22, 2022)

³³ 大阪大学接合科学研究所 HP <http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/about/enkaku.html> (accessed Mar. 29, 2022)

³⁴ Kavli IPMU は宇宙物理学の中では分野融合的であるとされている。宇宙物理系の附置研 3 組織(東京大学宇宙線研究所・名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構・東京大学国際高等研究所)で組織・チームの分野多様性を比較すると、東京大学国際高等研究所は、組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)は最も高かったが、チームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)は最も低かった。チームの分野多様性の低さは、 $DIV_{team}^{*global}$ が低いことに起因しており、さらに基を辿ると $Variety_{team}^{*global}$ が東京大学宇宙線研究所・名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構の半分程度であることが影響している。つまり、Kavli IPMU の研究者が所属するチームの研究者は、2011-2015 年までの間に特定領域に集中して論文を引用する研究者であり、チーム全体としてカバーする分野が限られていると計測されている。また、東京大学国際高等研究所のチームは 3 組織の中で $Balance_{team}^{*global}$ が最も高く、 $Disparity_{team}^{*global}$ が最も低いいため、ASJC では異なる分野の中でも近い領域に特化した研究者同士が均等に協働しているチームを形成していると考えられる。

これらから、工学では人文科学の研究領域との繋がり、理学は生物・化学・宇宙といった研究領域との繋がりが部局分類と学問領域以外に考慮すべき特徴であると考えられる。

6.4.2 チームの分野多様性が特徴的な組織

本項では、特に「附置研等」について考察を行う。5.2 のマッピングの中でチームの分野多様性が相対的に高かった組織(表 17)をみると、「保健」「農学」と関連する生命科学系の研究を扱う組織が多く見られた。「保健」「農学」領域においてチームの分野多様性が高くなりやすいことを考慮すると、当結果から、工学や理学の組織であったとしても生命科学系の研究であるかどうかチームの分野多様性の大きさに強く影響しているのではないかと考察される。ただし、東北大学流体科学研究所は他の工学附置研等と比較して生命科学系の研究を行っているとは考えにくいいため、他の要因があるのか追加の検証が必要である。

表 17 同部局分類・学問領域の組織と比較して特にチームの分野多様性が低い組織・高い組織

	チームの分野多様性が 同部局分類・学問領域の中で 特に低い組織	チームの分野多様性が 同部局分類・学問領域の中で 特に高い組織
附置研等	東京大学国際高等研究所(理学) 東京大学物性研究所(理学) 京都大学エネルギー理工学研究所(工学) 東北大学電気通信研究所(工学)	大阪大学蛋白質研究所(理学) 東北大学流体科学研究所(工学) 東京大学生産技術研究所(工学)
大学部局	長崎大学工学研究科(工学) 筑波大学数理物質系(理学) 千葉大学薬学研究院(保健) 北海道大学農学院(農学)	東北大学医工学研究科(工学) 東京工業大学生命理工学研究科(理学) 東北大学歯学研究科(保健) 日本大学生物資源科学部(農学)
大学共同利用機関等	国立天文台(理学) 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所(工学)	国立研究開発法人理化学研究所統合生命医科学研究センター(理学) 独立行政法人国立病院機構大阪医療センター(保健)

逆に5.2でチームの分野多様性が低い組織をみると、「理学」「工学」の組織が多く見られた。特に、「理学附置研等」「理学大学共同利用機関等」では素粒子・宇宙物理学の研究を扱う研究組織が多く見られた(表 17)。素粒子・宇宙物理学の研究組織では、組織の分野多様性でも低くなる傾向が確認されていることを踏まえると、宇宙物理学の研究を扱う組織では、他の「理学」組織よりも分野の近い研究者が組織にもチームにも集まっていると考えられる。この傾向が日本だけの特徴なのか、海外と比較した時にどう異なるかは検証が必要である。また、チームの分野多様性が高い組織についてはそれぞれに組織に共通する組織マネジメント手法があるのか、もしくは異分野研究者チームに参画する研究者を集める傾向があるのかなど、今後の研究が期待される。

6.4.3 組織とチームの分野多様性の相関から外れる組織

ここでは、組織の分野多様性は低いチームの分野多様性が高い組織(5.2 マッピング図の第2象限)、組織の分野多様性は高いチームの分野多様性が低い組織(5.2 マッピング図の第4象限)について、特徴的な組織をみていく。

(1) 組織の分野多様性は低いがチームの分野多様性が高い組織(マッピング図の第2象限)

同部局分類・同学問領域で比較したマッピングにおいて第2象限に位置する組織は、所属する研究者の専門性が近い組織でありながらも、所属する研究者が異分野研究者チームに参画しやすい組織と捉えられる。例えば、「附置研等」では東京大学宇宙線研究所(理学)・名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構(理学)・東京大学地震研究所(理学)・大阪大学核物理研究センター(理学)・北海道大学電子科学研究所(工学)・静岡大学電子工学研究所(工学)が挙げられる³⁵。これらの組織は、組織自体としては専門領域の近い研究者から構成されることにより、特定領域に強みを持ちつつも、組織外の異分野研究者と研究をすることでチームの分野多様性を高めていると考えられる。なぜ他の同学問領域の附置研等と比較して相関から外れる箇所にあるのかは、組織に所属する研究者の共著関係や組織マネジメントなどの関係から改めて検証する必要がある。また、これらの組織に所属する研究者がどのようなチーム形成をしているかについても詳細に見ていく必要がある。

(2) 組織の分野多様性は高いがチームの分野多様性が低い組織(マッピング図の第4象限)

同部局分類・同学問領域で比較したマッピングにおいて第4象限に位置する組織は、多くの異分野研究者が在籍する組織でありながらも、所属する研究者が専門領域の近い研究者同士の研究チームに参画しやすい組織と捉えられる。「附置研等」では東京大学大気海洋研究所(理学)・北海道大学低温科学研究所(理学)・名古屋大学未来材料・システム研究所(工学)、「大学共同利用機関等」では国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構(理学)・国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター(工学)が挙げられる。

また、学問領域が異なるため他組織との単純な比較は難しいが、京都大学学際融合教育研究推進センター(その他)も、高い組織の分野多様性と低いチームの分野多様性を持つ附置研究所であった。京都大学学際融合教育研究推進センターは組織のミッションとして細分化した学問の融合を掲げており、全学的・部局横断的な取り組みを進める組織である。京都大学学際融合教育研究推進センターのチームの分野多様性が低い理由として、この学際研究指向が挙げられると考える。学際研究を行う組織の分野多様性が極めて高いチームにおいては、チームを組んでから研究成果が公開されるまでに長期間を要すると考えられる。そのため、本研究の分析時点ではチームとしての成果が生まれておらず、その結果としてチームの分野多様性が低いと判断されている可能性が考えられる。異分野融合を行う研究は通常の研究と比較して注目されるまでに時間がかかることから、長期間を要する研究に取り組む異分野研究者チームの分野多様性計測は今回の手法の課題として挙げられる。

また、 $DIV_{org}^{*between}$ の高い「附置研等」が研究組織の理念として人文・社会科学への取り組みをはじめとした異分野融合研究を目的としていたことを受けて、「附置研等」「大学共同利用機関等」において同部局分類・同学問領域の平均と比較した時に第4象限に位置する組織、つまり組織として異分野研究者が集まっている組織でありながら異分野研究者チームに参画する研究者が多くない組織について、その設立目的・理念を調査した³⁶。その結果、全6組織中4組織が異分野融合に言及し、3組織が産業との連携を挙げていた。産学連携を目的とした研究組織では特定の産業へ研究成果を活用していく研究が行

³⁵ 大学部局については数が多いため省略する。大学共同利用機関等では、第2象限に位置する組織は存在しなかった。

³⁶ 東京大学大気海洋研究所 <https://www.aori.u-tokyo.ac.jp/about/>
北海道大学低温科学研究所 <http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/syochou.html>
名古屋大学未来材料・システム研究所 <https://www.imass.nagoya-u.ac.jp/about>
京都大学学際融合教育研究推進センター <http://www.cpier.kyoto-u.ac.jp/about/>
理化学研究所計算科学研究機構 <https://aics.riken.jp/jp/overview/aboutus/concept.html>
産業技術総合研究所計量標準総合センター <https://unit.aist.go.jp/nmij/info/> (Accessed in May 19, 2022)

われやすいと考えられるが、当該結果を踏まえるとそのことが必ずしも研究チームの分野多様性に繋がるわけではないことが伺えた。なお、これらの組織においては、例えば他の組織と比べて産学連携が多いなど、分野とは異なる側面において多様性が実現されている可能性もある。

表 18 第 4 象限に位置する附置研等・大学共同利用機関等の設立目的・理念における異分野融合・産学連携への言及の有無

第 4 象限の組織名	タイプ	文言
東京大学大気海洋研究所(理学・附置研等)	異分野融合	なし
	産学連携	なし
北海道大学低温科学研究所(理学・附置研等)	異分野融合	既存の学問分野にとらわれない斬新な研究を先導し、分野横断型の共同研究プロジェクトを推進するとともに…
	産学連携	なし
名古屋大学未来材料・システム研究所(工学・附置研等)	異分野融合	本研究所は名古屋大学における最大規模の部局横断型融合研究推進組織であり…
	産学連携	このような幅広い領域を俯瞰した一貫研究は、あらゆる産業分野に重要な技術を提供します…
京都大学学際融合教育研究推進センター(その他・附置研等)	異分野融合	研究者が専門を越えて研鑽できる学問本来の土壌作りを目的とし…
	産学連携	なし
国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構(理学・大学共同利用機関等)	異分野融合	計算機科学分野と計算科学分野の連携・融合させた研究を行う国際的な研究拠点を形成し…
	産学連携	先端的研究の下、産学協同の支援、産学連携の促進…
国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター(工学・大学共同利用機関等)	異分野融合	なし
	産学連携	計量標準の整備は計測技術の研究開発とともに、NMIJの重要なミッションであり、産業技術の基盤として大きな発展が望まれる分野です…

第7章 結論

本研究では、組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係性の分析、及び日本の研究組織の分野多様性に関する現状の把握を目的として、日本の研究組織を対象に、組織の分野多様性および組織に所属する研究者が参画する研究チームの分野多様性を計測し、マッピングを試みた。特に、学際研究を行っているような研究者個人の分野多様性の影響を除いた研究者間の分野多様性を捉えるため、組織に所属する研究者間の差により生ずる分野多様性の値($DIV_{org}^{*between}$)と、チームに所属する研究者間の差により生ずる分野多様性をその組織に所属する研究者が参画する研究チームについて算出した値($DIV_{team}^{*between}$)を指標として用いた。そして、異分野の研究者が集まる組織に所属する研究者が参画するチームは異分野の研究者から構成されているのか、また各組織の部局分類・学問領域によってその傾向にどのような違いがあるのかを分析した。

その結果、研究組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)と研究チームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)の間には、いずれの部局分類・学問領域においても概ね弱～中程度の正の相関があることが確認され、異分野の研究者から構成される組織に所属する研究者は、異分野の研究者からなるチームに参画している傾向があることが示された。この相関の強さについては、ほとんどの部局分類・学問領域間において統計的な有意差が見られなかった。一方で、組織の分野多様性の平均値とチームの分野多様性の平均値については、部局分類間・学問領域間で統計的有意差が確認された。組織の分野多様性については、部局分類では「大学部局」、学問領域では「工学」「農学」の組織において、研究組織の分野多様性の平均値が高くなっており、異なる分野の研究者が在籍する組織が多いことが伺える。チームの分野多様性については、学問領域ごとにどの部局分類に所属する研究者が異分野研究者チームに参画しやすいかが異なっており、「工学」組織では「工学大学部局」「工学附置研等」を中心に、「理学」組織では「理学大学共同利用機関等」「理学附置研等」を中心に、研究者が異分野研究者チームに参画しやすい傾向があることが示唆された。また、「保健」領域を中心とした生命科学系の研究は、他の学問領域よりもチームの分野多様性が高くなりやすい傾向にあった。以上から、部局分類および学問領域が組織の分野多様性やチームの分野多様性の大きさに影響を与える環境要因の1つであることが伺える。そのため、それぞれの分野多様性の大小関係を評価する際には、同部局分類・同学問領域の中で比較する必要があると考えられる。

以上の結果を踏まえると、研究組織の分野多様性や研究チームの分野多様性に関するより効果的な施策の立案・推進を検討するにあたって、部局分類や学問領域ごとの組織や研究チームの分野多様性の傾向を考慮していくことが重要であると考えられる。例えば、「理学」組織において異分野研究者チームを推進したい場合には、現時点で理学は他の学問領域と比較して組織内に異分野研究者が少ない傾向にあるため、新たに異分野研究者が多く在籍する組織を作る、もしくは組織外の研究者と共同研究を行う枠組みを整備することを検討する余地があると考えられる。また、大学部局は附置研究所等や大学共同利用機関等と比較して所属する研究者の分野多様性が高いため、異分野研究者チームの形成を促進する場合には、組織内の交流をより活発にする施策を打つことが有効であると考えられる。

最後に本分析の課題と今後の方向性を記載する。今回の分析は試行的分析のため、今後さらに検証していく必要のある点がいくつか挙げられる。1つ目に、本分析は組織とチームの分野多様性を研究者同士の分野の違いから定義しているが、異分野の研究者チームが組まれることと、そこから生まれる研究成果が分野融合的であることは必ずしも等価ではないため、各組織の論文に着目した計測方法を採用することで異なる面を見ていく必要があると考えられる。2つ目に、本研究は組織の分野多様性とチームの分野多様性の相関を分析しているものの、因果関係を明らかにする分析にまでは至っていない。そのため、異分野の研究者が多く在籍する組織に所属することで異分野研究者チームに参画するようになるのか、異分野研究者チームに参画するような研究者がいる組織に様々な分野から研究者が集うのか、その因果の有無や方向については十分に議論できていない。この因果関係の検証のためには、例えば時系列情

報を取り入れて、分野多様性の高い組織に移動してきた研究者が参画するチームの傾向が変わるのか確認することが考えられる。3つ目に、本研究は2016年時点の日本の研究組織を対象に分析を行なっている。そのため、国際比較と通時的分析を通じて、今回検証された組織とチームの分野多様性の関係が国・地域や時代によらず普遍的なものかどうかを検証していくことも必要である。本研究では、2つの要因(部局分類・学問領域)が組織とチームの分野多様性に影響を与えている可能性が示唆されたが、異なる科学技術政策を実施する国・地域では当然その傾向も変わると考えられる。さらに、日本の組織だけでも時間と共に傾向が変化することが予想されるため、政策立案に活用する際にはより詳細な分析が必要であると考えられる。4つ目に、今回の分析に用いた分野はScopus側で付与した334の分野であり、全ての学術領域を理解するには粒度の粗い可能性がある。昨今の分野の専門分化が進んでいる背景を踏まえると、より詳細で粒度の揃った分野間での異分野融合の理解が必要となる。そのため、例えば、論文引用ネットワークのクラスタリングによって得られる学術空間上の分野[41]や自然言語モデルによってグルーピングされた分野など異なる分野ラベルを用いた分析を行う方向性が考えられる。本研究をきっかけとして、異分野の研究者が協働するための環境形成について議論が深まることを期待する。

【謝辞】

本報告書をまとめるに際して、科学技術・学術政策研究所の伊神正貫氏、同小野寺夏生氏から多くのご助言を頂いたことに深く感謝する。

【参考文献】

- [1] Dong, Y. et al. A century of science. Proc 23rd Acm Sigkdd Int Conf Knowl Discov Data Min, 2017, p. 1437–1446, <https://doi.org/10.1145/3097983.3098016>.
- [2] Fortunato, S. et al. Science of science. Science, 2018, vol. 359, no. 6379, eaao0185, <https://doi.org/10.1126/science.aao0185>.
- [3] Wuchty, S. et al. The increasing dominance of teams in production of knowledge. Science, 2007, vol. 316, no. 5827, p. 1036–1039, <https://doi.org/10.1126/science.1136099>.
- [4] Wagner, C. S. and Jonkers, K. Open countries have strong science. Nature, 2017, vol. 550, no. 7674, p. 32–33, <https://doi.org/10.1038/550032a>.
- [5] 西川 開, 黒木 優太郎, 伊神 正貫. 科学研究のベンチマーキング 2021. NISTEP RESEARCH MATERIAL, No. 312, 文部科学省科学技術・学術政策研究所. <http://doi.org/10.15108/rm312>.
- [6] Wu, L. et al. Large teams develop and small teams disrupt science and technology. Nature, 2019, vol. 566, no. 7744, p. 378–382, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-0941-9>.
- [7] Palla, G. et al. Quantifying social group evolution. Nature, 2007, vol. 446, no. 7136, p. 664–667, <https://doi.org/10.1038/nature05670>.
- [8] Hall, K. L. et al. Strategies for team science success. Handbook of Evidence-Based Principles for Cross-Disciplinary Science and Practical Lessons Learned from Health Researchers, 2019, p. 21–46, https://doi.org/10.1007/978-3-030-20992-6_2.
- [9] Powell, K. These labs are remarkably diverse — here’s why they’re winning at science. Nature, 2018, vol. 558, no. 7708, p. 19–22, <https://doi.org/10.1038/d41586-018-05316-5>.
- [10] Dai, L. “What are fake interdisciplinary collaborations and why do they occur?”. <https://www.natureindex.com/news-blog/what-are-fake-interdisciplinary-collaborations-and-why-do-they-occur> (accessed Aug. 12, 2021).
- [11] Why interdisciplinary research matters, Nature, 2015, vol. 525, no. 7569, p. 305–305, <https://doi.org/10.1038/525305a>.
- [12] 文部科学省. 第6期科学技術・イノベーション基本計画. <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf> (accessed May.18, 2022)
- [13] Abramo, G. et al. Do interdisciplinary research teams deliver higher gains to science?. Scientometrics, 2017, vol. 111, no. 1, p. 317–336, <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2253-x>.
- [14] Dhand, A. et al. Academic cross-pollination: The role of disciplinary affiliation in research collaboration. Plos One, 2016, vol. 11, no. 1, e0145916, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145916>.
- [15] Abramo, G. et al. Authorship analysis of specialized vs diversified research output. J Informetr, 2019, vol. 13, no. 2, p. 564–573, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2019.03.004>.
- [16] Wang, D. and Barabasi, A. L. The Science of science. Cambridge University Press, 2021.
- [17] Jones, B. F. The burden of knowledge and the ‘Death of the Renaissance Man’: Is innovation getting harder?. Rev Econ Stud, 2009, vol. 76, no. 1, p. 283–317, <https://doi.org/10.1111/j.1467-937x.2008.00531.x>.

- [18] Swaab, R. I. et al. The Too-much-talent effect: Team interdependence determines when more talent is too much or not enough. *Psychol Sci*, 2014, vol. 25, no. 8, p. 1581–1591, <https://doi.org/10.1177/0956797614537280>.
- [19] Lin, Y. et al. New directions in science emerge from disconnection and discord. *J Informetr*, 2022, vol. 16, no. 1, 101234, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101234>.
- [20] Zeng, A. et al., Fresh teams are associated with original and multidisciplinary research. *Nat Hum Behav*, 2021, vol. 5, p. 1314–1322, <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01084-x>.
- [21] Guimerà, R. et al. Team assembly mechanisms determine collaboration network structure and team performance. *Science*, 2005, vol. 308, no. 5722, p. 697–702, <https://doi.org/10.1126/science.1106340>.
- [22] Li, W. et al. Early coauthorship with top scientists predicts success in academic careers. *Nat Commun*, 2019, vol. 10, no. 1, p. 5170, <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13130-4>.
- [23] Wang, Q. et al. Consistency and validity of interdisciplinarity measures. *Quantitative Sci Stud*, 2020, vol. 1, no. 1, p. 239–263, https://doi.org/10.1162/qss_a_00011.
- [24] Sugimoto, C. R. and Weingart, S. The kaleidoscope of disciplinarity. *J Doc*, 2015, vol. 71, no. 4, p. 775–794, <https://doi.org/10.1108/jd-06-2014-0082>.
- [25] Rafols, I. and Meyer, M. Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience. *Scientometrics*, 2010, vol. 82, no. 2, p. 263–287, <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0041-y>.
- [26] Wang, J. et al. Interdisciplinarity and Impact: Distinct effects of variety, balance, and disparity. *Plos One*, 2015, vol. 10, no. 5, e0127298, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127298>.
- [27] Chen, S. et al. Interdisciplinarity and impact: the effects of the citation time window. *Scientometrics*, 2022, vol. 127, no. 5, p. 2621–2642, <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04338-1>.
- [28] Marres, N. and Rijke, S. de. From indicators to indicating interdisciplinarity: A participatory mapping methodology for research communities in-the-making. *Quantitative Science Studies*, 2020, vol. 1, no. 3, p.1041–1055. https://doi.org/10.1162/qss_a_00062.
- [29] Fontana, M. et al. New and atypical combinations: An assessment of novelty and interdisciplinarity. *Res Policy*, 2020, vol. 49, no. 7, 104063, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104063>.
- [30] Uzzi, B. et al. Atypical combinations and scientific impact. *Science*, 2013, vol. 342, no. 6157, p. 468–472, <https://doi.org/10.1126/science.1240474>.
- [31] Gates, A. J. et al. Nature’s reach: narrow work has broad impact, *Nature*, 2019, vol. 575, no. 7781, p. 32–34, <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03308-7>.
- [32] Youn, H. et al. Invention as a combinatorial process: evidence from US patents. *J Roy Soc Interface*, 2015, vol. 12, no. 106, 20150272, <https://doi.org/10.1098/rsif.2015.0272>.
- [33] Cassi, L. et al., How to evaluate the degree of interdisciplinarity of an institution?. *Scientometrics*, 2014, vol. 101, no. 3, p. 1871–1895, <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1280-0>.
- [34] Zhang, L. and Leydesdorff, L. The scientometric measurement of interdisciplinarity and diversity in research portfolios of chinese universities, *SSRN Electron J*, 2021, <https://doi.org/10.2139/ssrn.3798519>.
- [35] Stirling, A. A general framework for analysing diversity in science, technology and society. *J Roy Soc Interface*, 2007, vol. 4, no. 15, p. 707–719, <https://doi.org/10.1098/rsif.2007.0213>.
- [36] Leydesdorff, L. et al. Interdisciplinarity as diversity in citation patterns among journals: Rao–Stirling diversity, relative variety, and the Gini coefficient. *J Informetr*, 2019, vol. 13, no. 1, p.

- 255–269, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.12.006>.
- [37] Rousseau, R. On the Leydesdorff–Wagner–Bornmann proposal for diversity measurement. *J Informetr*, 2019, vol. 13, no. 3, p. 906–907, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2019.03.015>.
- [38] Shockley, W. On the statistics of individual variations of productivity in research laboratories. *Proc Ire*, 1957, vol. 45, no. 3, p. 279–290, <https://doi.org/10.1109/jrproc.1957.278364>.
- [39] Wang, Q. and Waltman, L. Large-scale analysis of the accuracy of the journal classification systems of Web of Science and Scopus. *J Informetr*, 2016, vol. 10, no.2, p.347–364, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.02.003>.
- [40] Wang, D. et al. Quantifying long-term scientific impact. *Science*, 2013, vol. 342, no. 6154, p. 127–132, <https://doi.org/10.1126/science.1237825>.
- [41] Boyack, K. W. and Klavans, R. Creation of a highly detailed, dynamic, global model and map of science. *J Assoc Inf Sci Technol*, 2014, vol. 65, no. 4, p. 670–685, <https://doi.org/10.1002/asi.22990>.

參考資料

【参考資料 1】 実験補足資料

2011～2015 年の分野同定フラグ

今回多様性算出に利用した、マスターデータに含まれる 2011-2015 年の分野算出論文: 502,951 件

- ① 発表先・引用先どちらにも ASJC が含まれ、重複が存在する: 409,047 件(81.3%)
- ② 引用先のみ ASJC が含まれ、ランダムに抽出: 36 件(0.0%)
- ③ 発表先のみ ASJC が含まれ、ランダムに抽出: 18,894 件(3.8%)
- ④ 発表先・引用先どちらにも ASJC が含まれ、重複がないため発表先から抽出: 74,973 件(14.9%)
- ⑤ 発表先・引用先どちらにも ASJC が含まれない場合: 1 件(0.0%)

参考 表 1 引用を用いた各論文の分野同定手法 5 パターン

分野算出論文の asjc リストに含まれる分野のうち、引用先の全結合で最も頻度が高い分野を取得する。重複がない場合は分野算出論文の分野を優先する。候補が絞り込めない場合は、ランダムで割り付ける。

	分野算出論文の asjc リスト	分野算出論文の引用先の asjc リスト (全結合)	分野算出論文の分野割付確率
①	[A,B]	[A,A,A,B,C]	A
②	[]	[A,A,A,B,C]	A:60%,B:20%,C:20%
③	[A,B]	[]	A:50%, B:50%
④	[A,B]	[C,D,E,F]	A:50%, B:50%
⑤	[]	[]	なし

組織名寄せのパターン

組織の名寄せに使用した情報は以下の 5 つである。

- ① 階層 (2 or 3 以下)
- ② 直上位機関 (NID)
- ③ 現状の状況 (空白 or 廃止・変更・統合)
- ④ 移行年 (空白 or 2015 年以前 or 2016 年以降)
- ⑤ 継承先組織 (空白 or 継承先 NID)

例えば、以下のようなデータの場合は 2014 年に NID4 は統合されて NID3 への継承が起きたと考えられるので、NID4 としてカウントされた論文数や研究者数は継承先の NID3 の上位機関にあたる NID2 として計算する。NID5 も同様に 2017 年に廃止されているが、2016 年時点では組織として存在しているので、NID5 のままでカウントを行う。

参考 表 2 組織名寄せの一例、NID2,3,4 は NID2 として結合され、NID5 は NID5 のまま計算する

NID	組織階層	直上位機関	現状	移行年	継承先組織	名寄せ後 NID
NID2	2	NID1				NID2
NID3	3	NID2				NID2
NID4	3	NID2	統合	2014/11/01	NID3	NID2
NID5	2	NID2	廃止	2017/09/01	NID3	NID5

【参考資料 2】 DIV*の基本的性質

本章では今回計測したDIV*が正しく組織の分野多様性を計測できているかを検証するために考えられるバイアスについて議論を行い、DIV*を組織・チームの分野多様性評価に用いる妥当性を明らかにする。新しい指標を用いて多様性を計測するためには、提案手法が正しく組織の分野多様性を計測できているかの妥当性を明らかにする必要がある。そこで特に多様性と混合されやすく、今回の研究で省きたい2つのバイアスに絞って妥当性の検証を行う。1つはサイズのバイアスである。DIV*は(4)式上 variety と強く相関することが予想されるが、variety は1つでも新しい分野を含む度に増加するので単純に研究者数や引用論文数が多くなることでDIV*の増加に繋がる恐れがある。今回はサイズではなく組織の特徴として分野多様性が際立っている組織に着目したいため、サイズに関する指標とDIV*の関係を調査し指標の妥当性を示す。2つ目は分野のバイアスである。分野によって引用文献数も研究文化も異なるため、単純にDIV*を計測しただけでは組織やチームのDIV*の大小がある分野を含むかどうかにより左右されることになりかねない。そこで各組織・チーム・研究者の分野を一意に求め、それぞれのDIV*の分布を調べることで、分野のバイアスがどの程度存在するかを検証する。

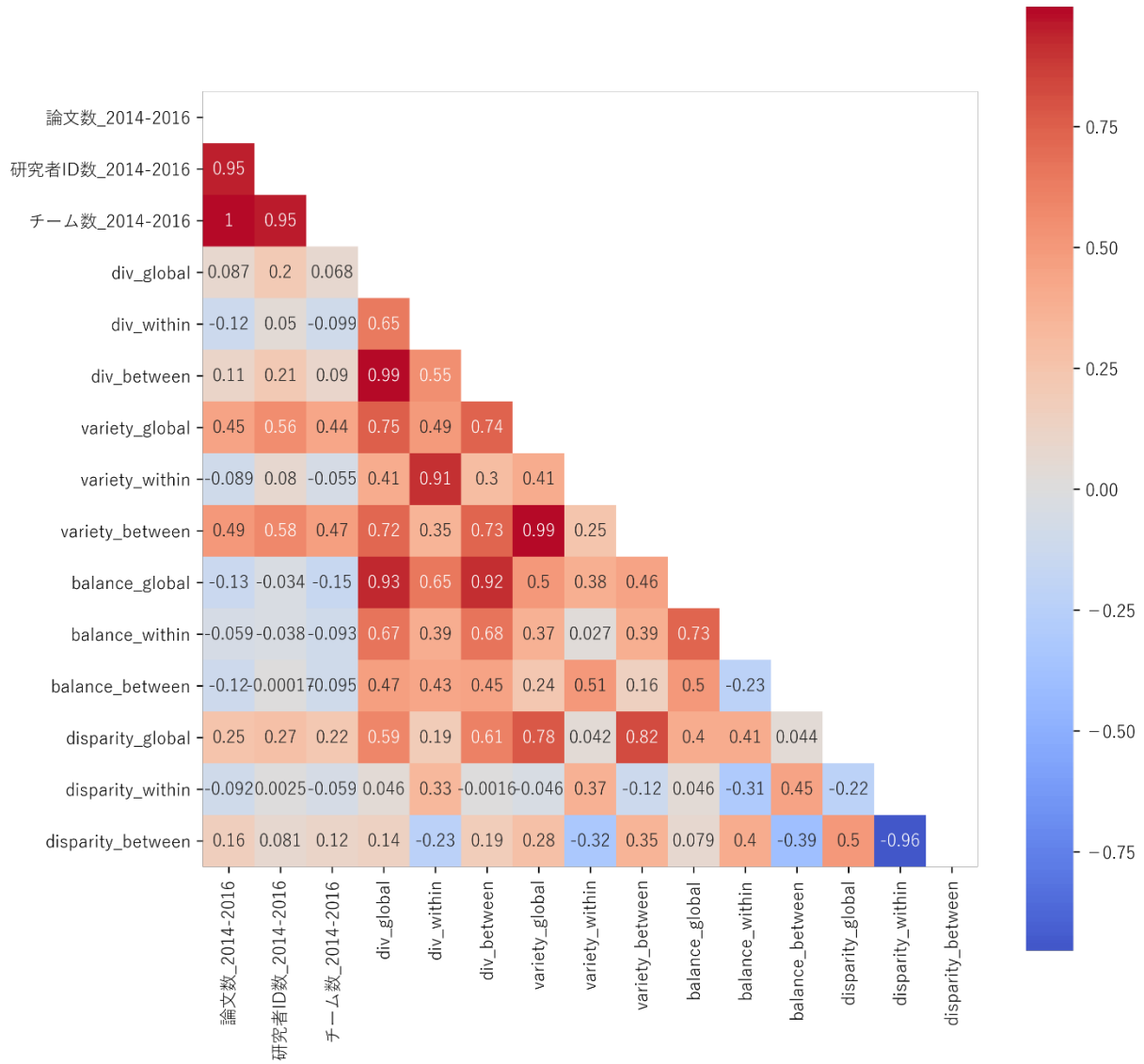
組織サイズ・既存指標との関係

本編 3.2.2 で議論した、global index, within index, between index の3つの多様性タイプについてDIV*の特性を明らかにするために、分析対象 188 組織に関して、DIV*と組織サイズ(論文数・研究者 ID 数・チーム数)、variety, balance, disparity の相関係数を取得したものが参考 図 1 である。まず1つ目にDIV*はいずれのタイプの分野多様性でも組織サイズ指標とほぼ相関しないため、大きな組織を多様だと判断する典型的な誤謬は犯していないことがわかる。組織サイズはVariety^{global}、Disparity^{global}と弱い正の相関を持つものの、Balance^{global}とは非常に弱い負の相関があるため 3 つの掛け合わせであるDIV*^{global}はサイズに左右されずに多様性を計測できていると考えられる。

また多様性タイプ間でDIV*を比較すると、DIV*^{global}_{org}とDIV*^{within}_{org}は正の相関がやや強い程度(0.65)であるのに対しDIV*^{global}_{org}とDIV*^{between}_{org}の相関は0.99 とほぼ一致している。これは各組織に所属する研究者の引用文献の分野多様性は、研究者個人に依るものよりも異なる分野の研究者が在籍していることに起因していることを意味しており、大学部局のような組織では1つの研究科に異なる分野の研究者が多く在籍していることから明らかな結果である。また、DIV*^{within}_{org}とDIV*^{between}_{org}の間には中程度の正の相関が存在する(r=0.55、参考図 2)。これは異分野の研究者が集まる組織にはカバー範囲の広い研究者が集まりやすいことを意味しており、異分野研究者組織を作ることによって研究者個人のカバーする範囲を広げられるのではないかと仮説が立てられる。ただし因果関係の向きは不明であるため、もともとカバー領域の広がった研究者が異分野の研究者が集まる組織に所属しやすいことも考えられる。

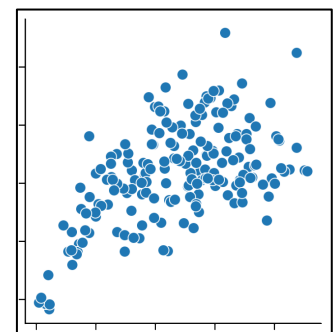
次にDIV*で3つの多様性タイプを測る際に between index を global index と within index の差分と定義した妥当性を検証するために、先行研究で数理的に性質が示されている Rao-Stirling の3多様性タイプ[33]との相関を比較したものが参考 図 3 である。それぞれDIV*と Rao-Stirling は中程度の正の相関を示しており、DIV*による global index と within index への分解の妥当性を保証している。DIV*^{between}も0.603の正の相関があり、RaoStirling^{between}と概ね同じものを示している。一方で、global index や within index と比べてR²が小さくばらつきも激しくなっているのは、Rao-Stirling が disparity を重視する指標であるのに対し、DIV*は variety, balance, disparity をフラットに計測する指標であることに由来すると考えられる[34]。

参考 図 1 組織サイズと各種組織の分野多様性指標の相関係数行列

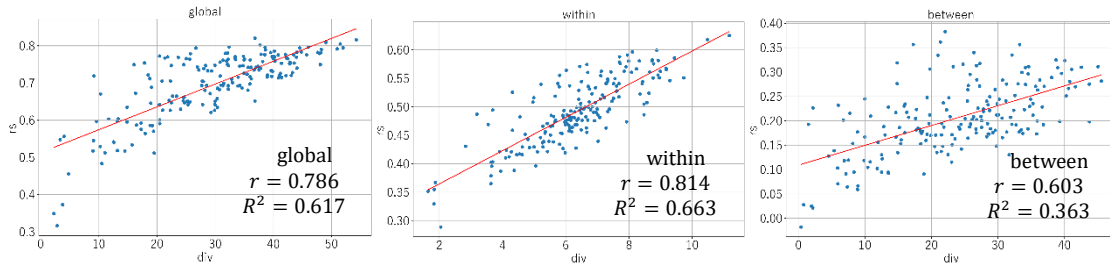


$RaoStirling^{between}$ が高い組織ほど通常ではほとんど交わらない異分野の研究者が集まる組織を、 $DIV^{*between}$ が高い組織ほど近い分野でも多くの領域をカバーする組織になっていることが予想される。実際にそれぞれの場合について近似式から最も残差が大きい組織を見ると、 $RaoStirling$ が高い組織は「大学部局」の理学系研究科が多かった。これは特に理学系研究科において、非常に専門度の高い取り組みを行っている異なる度合いの高い分野の研究室が一つの組織に集められていることを示唆している。一方で DIV^{*} が高い組織には、近い分野の研究者が多く集まる素粒子物理系の研究組織が出ていた。このことから、 $RaoStirling$ と DIV^{*} という指標の違いによって、遠い分野との分野融合を評価しやすいか、近い分野でも多くの領域をカバーする分野融合を評価しやすいかの傾向の差はあるものの、global indexとwithin indexの差分としてbetween indexを定義することに関しては一定の妥当性が得られた。

参考図2 $DIV^{*within}$ (横軸)と $DIV^{*between}$ (縦軸)の相関



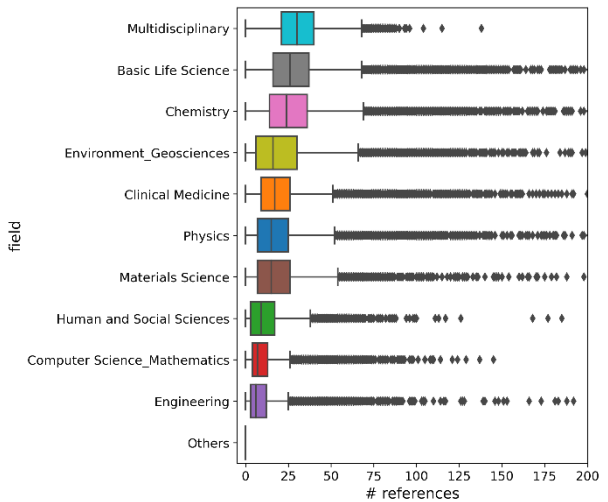
参考 図 3 DIV^* による多様性(横軸)と Rao-Stirling による多様性(縦軸)の比較



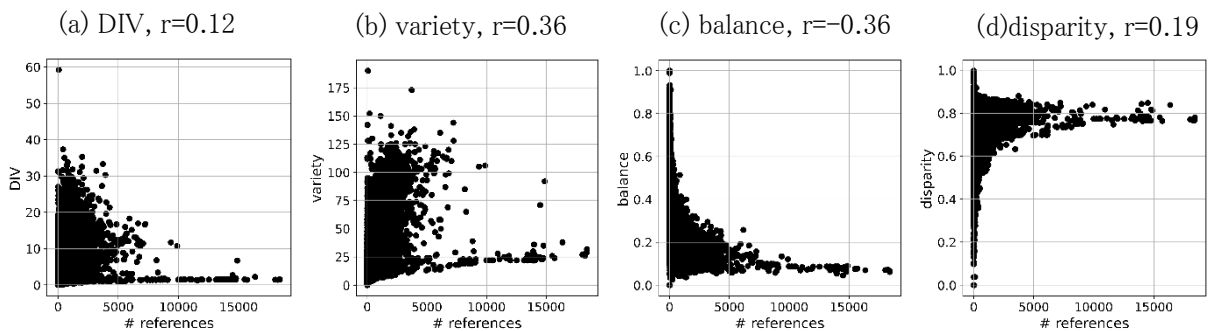
要素数との関係

前項で DIV^* は組織のサイズではないものを測れていることを明らかにしたが、同様に DIV^* が単純な要素数によって影響を受けるかを分析する。分野によって論文が引用する文献数は異なるため、より多くの論文を引用する方が DIV^* が高くなってしまいうならば、多様性を計測できているとは言えない。実際、各論文の分野ごとに平均引用文献数を求めたものが参考 図 4 である。Multidisciplinary や Basic Life Science は平均 30 前後の論文を引用しているのに対して、Engineering や Computer Science Mathematics では 10 前後しか引用していないため、要素数が DIV^* に有意に効いているとすれば妥当な指標とは考えづらい。そこで、 DIV^* , variety, balance, disparity について global タイプの各多様性と DIV^* に用いた要素数を比較した結果、 DIV^* は要素数が増えても影響を受けないことが明らかとなった(参考 図 5、参考 図 6)。variety は 1 つでも要素に含まれる分野数のため要素数と正の相関を示し、balance は研究組織の性質上全ての分野に満遍なく研究者を配分することは少ないため要素数と負の相関を示した。そして、その複合である DIV^* は要素数と相関がなく、論文の引用数が多い研究者や組織を過度に高く評価していないことがわかった。これらの結果から、 DIV^* はサイズや要素数ではなく正しく分野の構成比を計測している指標であると考えられる。

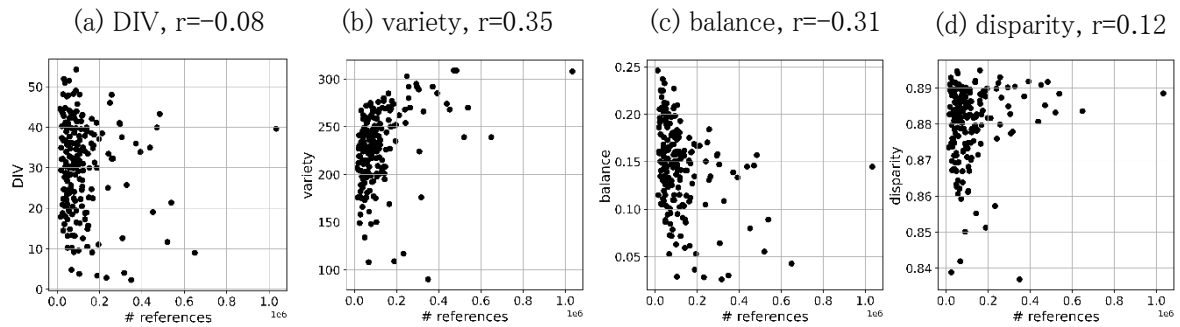
参考 図 4 2011-2015 年論文について
分野ごとの引用文献数



参考 図 5 対象 188 組織に属する研究者 38311 人の引用文献数と多様性指標の分布



参考 図 6 対象 188 組織の引用文献数と多様性指標(global)の分布



DIV*と構成要素の変動係数

DIV*は3つの分野多様性指標の積で計算されるためDIV*の変動は3つの指標のいずれかの変動を意味するが、指標により変動の幅が異なるためDIV*の増分への寄与度は異なることが予想される。そこで分析対象188組織について、DIV*とその3つの構成要素の変動係数(標準偏差/平均値)を比較した。その結果が参考表3である。これを見ると、varietyやbalanceに対してdisparityの寄与が小さくなっていた。つまり、組織・チームのDIV*の変化の多くはvarietyとbalanceの変化によってもたらされていた。組織によるdisparityの違いが大きくないことから、まったく前例のない分野同士を組み合わせるような組織・チームはあまり多くないこと、また、ほとんどの組織・チームではメジャーな分野の融合はカバーされていることが示唆された。

参考 表 3 分析対象 188 組織の各指標の変動係数

	変動係数		変動係数
$DIV_{org}^{* global}$	0.385	$DIV_{team}^{* global}$	0.315
$Variety_{org}^{global}$	0.172	$Variety_{team}^{global}$	0.336
$Balance_{org}^{global}$	0.313	$Balance_{team}^{global}$	0.215
$Disparity_{org}^{global}$	0.012	$Disparity_{team}^{global}$	0.030

【参考資料 3】 論文分野別の組織とチームの分野多様性の関係

本章では、部局分類別・学問領域別のマッピングに加えて、各組織に所属する研究者が主とする論文分野別のマッピングを行うことによって、研究分野を揃えた時の組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係を分析する。

一般に研究組織はそれぞれ得意とする分野が存在することが一般的であるが、分野によってどの程度多様性の高い研究が行われるかは分野の特徴・慣習によって異なる。例えば数学や物理学など基礎理論が確立している学問は高度な専門知識を共有していることを前提とした専門家同士の組織・チーム形成が行われやすい一方で、医学・薬学や工学は現実の複雑な課題を解くために分野多様性の高い組織・チームを形成しやすいことが予想される。また今回多様性指標に用いるDIV*は引用論文の分野リストの多様性から算出するが、引用する論文の数と同じでも分野ラベルの粒度によって値が変化する。そのため、ある大分野 A では粒度の粗い分野ラベルが付与され、別の大分野 B では粒度の細かい分野ラベルが付与されていた場合、大分野 B を専門とする組織は大分野 A を専門とする組織より多様性が高く計測されやすく、分野多様性の比較にはならない。そのため組織が主とする論文分野を揃えたマッピングを行うことにより、分野背景が一樣でありかつ分野の粒度がそろった組織同士で組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係を分析する。

分析対象組織の論文分野取得

同じ学問領域の研究組織であっても主領域とする論文分野は異なる。例えば「工学」組織では化学を中心とする工学組織もあれば、生命科学を中心とする工学組織もある。そこで本研究では、所属する研究者が引用する論文の分野を用いて各組織が所属する分野を一つに定める。具体的には、バルクデータにおける 334 の ASJC を NISTEP の“科学研究のベンチマーキング”[5]を参考に 10 分野(Basic Life Science, Chemistry, Clinical Medicine, Computer Science & Mathematics, Engineering, Environment & Geoscience, Human & Social Sciences, Materials Science, Multidisciplinary, Physics)に対応させた後に、2016 年時点で当該組織に在籍するメンバーが 2011-2015 に引用した全文献の中で最も引用した分野をその組織が主領域とする論文分野と定義する。

参考表 4 に分析対象 188 組織の論文分野別データ数を示す。Human & Social Science と Multidisciplinary に属する組織は見られなかった。これは、Scopus に収録されている論文誌に当該ラベルを含むものが少ないことが要因だと考えられる⁵⁷。

参考表 4 論文分野別のデータ数

分野	Basic Life Science	Chemistry	Clinical Medicine	Computer Science & Mathematics	Engineering	
組織数	45	35	32	7	2	
分野	Environment & Geoscience	Human & Social Science	Materials Science	Multidisciplinary	Physics	合計
組織数	8	0	1	0	58	188

⁵⁷ 参考表 5 より、Human and Social Sciences, Multidisciplinary の文献はそれぞれ分析対象論文全体の 2.3%, 1.4% である。

各論文分野のDIV*の特徴

DIV*は分野の区切り方に依存するため、ASJC を用いた場合と他の分野区分を用いた場合で多様性の値が変化する。そのため ASJC が特定の分野のみを細かく分割していた場合、その分野における多様性を過大評価する恐れがある。そこで 3.2.1(3)で定めた論文分野ごとに、論文のDIV*, variety, balance, disparity の平均を比較し、各論文分野の論文の特徴を把握した上で、各組織における組織の分野多様性・チームの分野多様性について分析を行う。

4.2 におけるマスターデータに含まれる論文のうち今回の分析対象である 2011-2015 に発表された論文を取得し、それぞれの論文において 3.2.1(3)で一意に定めた ASJC を 10 分野に割り振り直し、分野ごとに引用文献の分野多様性指標を算出したものが参考 表 5 である。

DIV*の高い論文分野を見ると、Multidisciplinary 論文のDIV*は Physics と Engineering の 1 標準偏差より外にあり、Basic Life Science も分野としてDIV*の値が高い傾向にある。このことは Physics や Engineering と比較して Multidisciplinary や Basic Life Science が多様性の高い研究を行いやすいと考えることも可能だが、今回は ASJC の 334 分類のみを使って評価しているため論文分野の粒度が異なることに起因する可能性があり、論文分野をまたいで横比較することは注意を要する。そこで本参考資料では、各組織を 10 分野に割り当てたグループごとに多様性指標を比較することで、「同論文分野の他のチーム・組織と比べて多様性が高いか」を計算した。

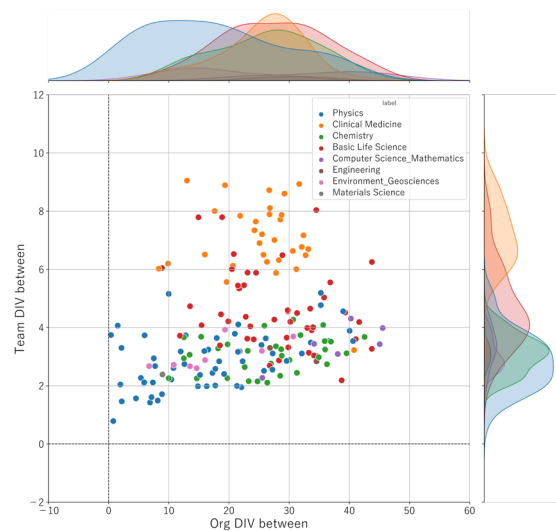
参考 表 5 2011-2015 に発表された論文の 10 分野別多様性指標平均と標準偏差

論文分野	論文数	ASJC 数	DIV*	Variety	Balance	Disparity
Basic Life Science	89743	56	3.29±2.04	9.62±4.71	0.52±0.17	0.62±0.15
Chemistry	42216	17	2.89±1.86	8.81±4.34	0.52±0.18	0.59±0.14
Clinical Medicine	96970	105	2.31±1.86	6.33±4.33	0.48±0.23	0.64±0.22
Computer Science Mathematics	51693	28	1.76±1.67	4.59±3.29	0.58±0.30	0.47±0.27
Engineering	76027	17	1.58±1.60	4.04±3.33	0.51±0.33	0.47±0.29
Environment Geosciences	31720	33	2.36±2.05	6.22±4.61	0.48±0.27	0.61±0.27
Human and Social Sciences	11432	57	1.79±1.94	4.67±3.97	0.47±0.32	0.50±0.31
Materials Science	29878	9	2.60±1.92	7.28±4.67	0.57±0.23	0.54±0.20
Multidisciplinary	7247	1	3.41±2.16	10.17±4.79	0.52±0.15	0.61±0.14
Physics	66024	11	1.82±1.47	5.47±3.37	0.53±0.23	0.53±0.21

論文分野別の組織の分野多様性とチームの分野多様性のマッピング結果

参考図7は対象188組織の論文分野別マッピング結果を、参考表6は各論文分野における $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の基礎統計量を示す。サンプル数が5以下のEngineeringとMaterials Scienceを除くと、組織の分野多様性($DIV_{org}^{*between}$)においてはComputer Science & Mathematicsの平均値が高く、Environment & Geoscience, Physicsは平均値が低い傾向にあった。一方、チームの分野多様性($DIV_{team}^{*between}$)においてはBasic Life ScienceとClinical Medicineが多様性の高いチームを組む傾向がある反面、Physicsは $DIV_{team}^{*between}$ が低く、同じ分野の専門家同士が集まるチームに参画する傾向があった。以上のことから、異分野研究者が集まる組織が多い分野と、異分野研究者が集まるチームが多い分野は異なるものの、Physicsを専門とする組織は、所属する研究者もそこで形成されるチームも、分野の近い研究者同士であることが伺えた。

参考図7 論文分野別マッピング



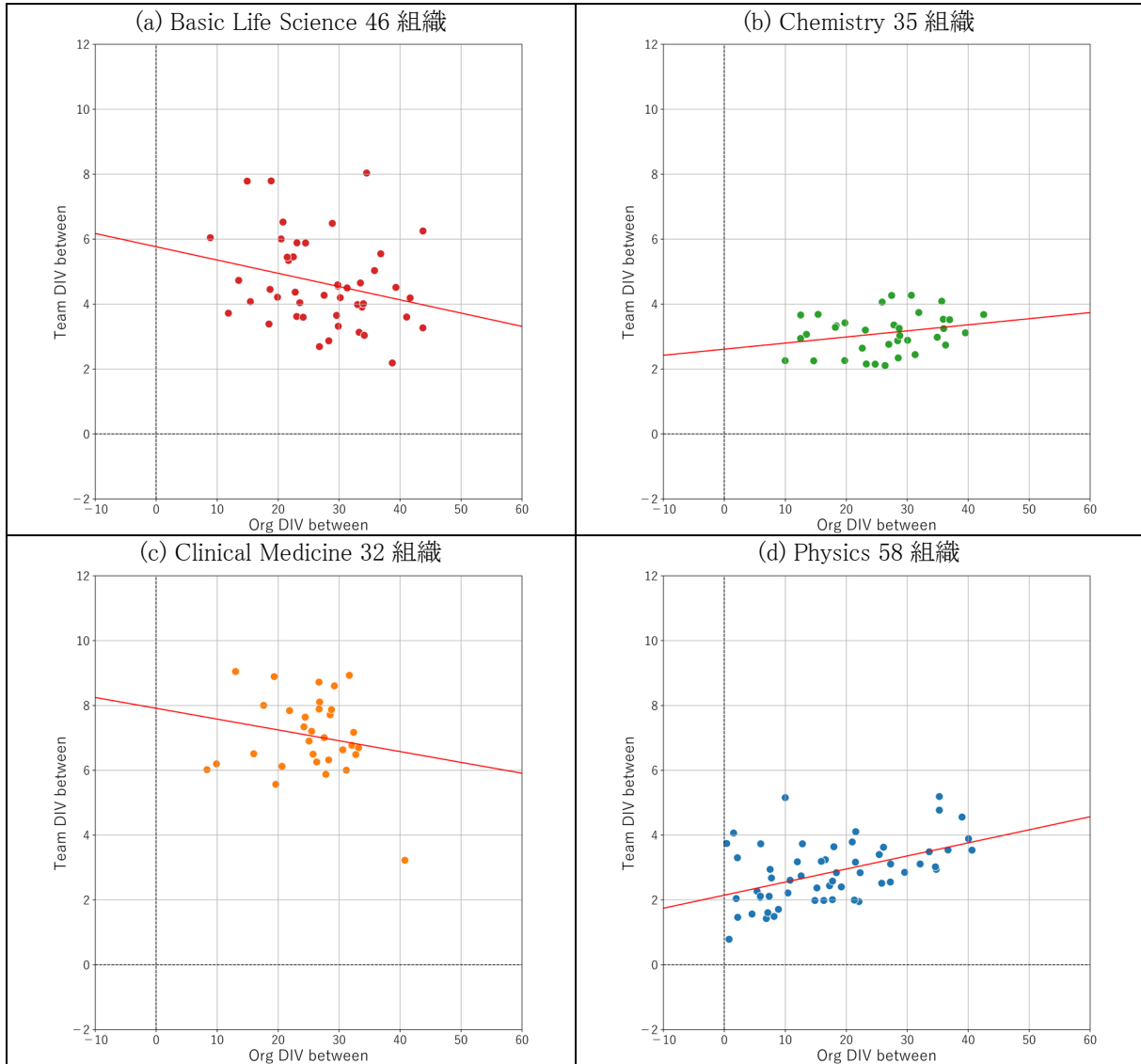
参考表6 分析対象188組織の論文分野別 $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の基礎統計量

	Basic Life Science		Chemistry		Clinical Medicine		Computer Science & Mathematics	
	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$
平均値	27.51 [26.21,28.80]	4.64 [4.44,4.84]	26.26 [24.83,27.68]	3.10 [3.00,3.21]	25.39 [24.15,26.65]	7.06 [6.85,7.28]	35.78 [32.29,39.26]	3.39 [3.14,3.63]
標準偏差	8.69	1.36	8.46	0.62	7.07	1.21	9.22	0.66
中央値	28.31	4.37	27.44	3.12	26.71	6.95	38.08	3.43
最大値	43.76	8.04	42.54	4.27	40.78	9.05	45.55	4.31
最小値	8.87	2.19	9.98	2.11	8.33	3.22	21.78	2.27
観測数	45		35		32		7	

	Engineering		Environment & Geosciences		Materials Science		Physics	
	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$	$DIV_{org}^{*between}$	$DIV_{team}^{*between}$
平均値	30.69 [26.82,34.55]	3.07 [2.84,3.30]	17.16 [14.40,19.92]	3.05 [2.86,3.23]	8.95 [-]	2.39 [-]	17.48 [15.98,18.88]	2.85 [2.73,2.98]
標準偏差	5.47	0.33	7.81	0.51	-	-	11.40	0.95
中央値	30.69	3.07	15.33	2.80	8.95	2.39	16.44	2.84
最大値	34.55	3.30	30.69	3.93	8.95	2.39	40.63	5.19
最小値	26.82	2.84	6.73	2.60	8.95	2.39	0.39	0.79
観測数	2		8		1		58	

※[]内は95%信頼区間を表す

参考 図 8 論文分野別の $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ のマッピングと近似直線



参考 表 7 分析対象 188 組織の論文分野別 $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の相関
(Engineering, Materials Science はサンプル数が 5 以下のため相関分析を行わない)

	Basic Life Science	Chemistry	Clinical Medicine	Computer Science & Mathematics
回帰係数	-0.04[-0.09,0.01]	0.02[-0.01,0.04]	-0.03[-0.10,0.03]	0.05[-0.01,0.11]
相関係数	-0.26[-0.51,0.04]	0.25[-0.09,0.54]	-0.19[-0.51,0.17]	0.66[-0.19,0.94]
R^2	0.07	0.07	0.04	0.43

	Engineering	Environment & Geosciences	Materials Science	Physics
回帰係数	-	0.05[0.00,0.09]	-	0.04[0.02,0.06]
相関係数	-	0.74[0.07,0.95]	-	0.48[0.26,0.66]
R^2	-	0.54	-	0.23

※[]内は 95%信頼区間を表す。

また組織とチームの分野多様性の関係に着目すると、サンプル数の少ない Engineering と Materials Science を除くと、統計的に有意に正の相関があったのは Environment & Geosciences と Physics の 2 つだけであり、その他の論文分野で相関は確認されなかった。このことから、所属する研究者の論文によって定められる組織の論文分野を揃えた組織では組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係は認められなかった。

考察

研究組織が主とする論文分野と組織の分野多様性

各論文分野の $DIV_{org}^{*between}$ の平均値を比較すると、Computer Science & Mathematics を主領域とする組織で高く、Environment & Geoscience, Physics を主領域とする組織で低い傾向にあることが本結果から示された。このことから、組織が主とする論文分野は組織の分野多様性に影響を与えていることが示唆された。

この傾向が、各論文分野の ASJC の粒度に因る結果なのか、ASJC の粒度は関係なく、研究の特性として異分野の研究者が組織に集まりやすいのかを検証するために、参考表 5 の各論文の分野別 DIV^* と $DIV_{org}^{*between}$ を比較した。各論文の DIV^* の傾向では組織の分野多様性が高い Computer Science & Mathematics の論文の DIV^* は他の論文分野より低く、1 論文あたりの引用している論文分野領域は狭かった。つまり Computer Science & Mathematics を主領域とする組織は、各個人の研究者は特定の領域に特化した論文を発表しているものの、所属する研究者同士では特化領域の重複が少ないため、組織の分野多様性が高くなっていると考えられる。一方で Physics は、論文の分野多様性では Computer Science & Mathematics と同程度に DIV^* が低い傾向にあるのに対し、組織の分野多様性も低いことから、Physics の組織では特に特定の領域に特化して研究者が集まり、当該領域の知識に強く立脚した研究を行うような組織が形成されていることが示唆される。また Physics 同様に組織に同分野の研究者が集まる Environment & Geoscience は、論文の分野多様性では Physics よりも高い傾向にあることから、Environment & Geoscience の研究組織には分野背景の似た研究者が在籍しているものの、論文としてのアウトプットは他の分野と同程度に分野多様性があることが示唆された。以上から、論文の分野多様性と組織の分野多様性の間には一貫した傾向は見られず、分野によって独立した値を取ると考えられ、論文分野による組織の分野多様性の相違が、論文自体の分野多様性の影響を受けている可能性は低いと考えられる。

研究組織が主とする論文分野とチームの分野多様性

各論文分野の $DIV_{team}^{*between}$ の平均値を比較すると、Clinical Medicine を主領域とする組織のチームの分野多様性が著しく高く、所属する研究者が異分野研究者チームに多く参画していることが分かった。これは 6.2.2 でも議論した「保健」「病院」のチームの分野多様性が高いことと共通の原因であると考えられ、Clinical Medicine の研究チームに特異的な傾向であると考えられる。

これが ASJC の粒度に起因するのか、それとも ASJC の粒度は関係なく、研究の特性として異分野の研究者がチームを組むのかを検証するために、参考表 5 の Clinical Medicine の ASJC 数と組織・チームの分野多様性の傾向を確認した。Clinical Medicine は 105 の小分野を持つ論文分野であり、公衆衛生や救命医療といった臨床に向けた応用分野だけでなく、肝臓学や腎臓病といった身体の部位ごとに細かく ASJC が分けられているものの、Clinical Medicine の論文の DIV^* を確認すると、他の論文分野と比較して DIV^* や構成する 3 つの多様性に有意な差はなかった。もし ASJC の粒度が細かすぎることによって起因するならば、論文の DIV^* も高くなるはずである。このことから、Clinical Medicine のチームの分野多様性が高いことは ASJC の粒度ではなく、研究の特性として異分野の研究者から構成されるチームに参画していることに起因することが示唆された。

次にチームの分野多様性の高い Basic Life Science についても参考表 5 との比較を行うと、Basic Life Science は Multidisciplinary に次いで論文分野の多様性が高く、必然的に他の分野の研究者の助力を借りる必要性が他の論文分野よりも高いことが予想される。つまり、Basic Life Science を主領域とする研究組織に所属する研究者が参画する研究チームは、他の分野の研究者を巻き込みやすい文化的土壌が他の論文分野よりも構築されている可能性が考えられる。

逆に研究チームが近いバックグラウンドの研究者で構成されているのは、サンプル数の少ない Materials Science を除くと Physics を主領域とする組織であった。これは組織の分野多様性と同様の傾向であり、Physics が異なる分野との多様性よりも自分分野の専門領域を深く掘り下げる基礎研究的指向をもつことが背景にあると考えられる。以上のように、組織が主とする論文分野はチームの分野多様性に影響を与えていることが示唆された。

組織の分野多様性とチームの分野多様性の関係に及ぼす論文分野の影響

各論文分野の $DIV_{org}^{*between}$ と $DIV_{team}^{*between}$ の相関を比較すると、Environment & Geoscience と Physics 以外では有意な相関は見られなかった。部局分類と学問領域では確認された相関が、論文分野では見られなかったことから、同じ論文分野を主領域とする組織であったとしても、部局分類や学問領域の影響によって組織の分野多様性がチームの分野多様性と必ずしも結びつかないことが示唆された。ただし、本研究では 2016 年時点に所属する研究者が 2011 年から 2015 年の間に最も引用した論文分野の数で各組織に分野を割り付けているため、本来組織が持つ複合的な分野ポートフォリオは考慮されていないことに留意する必要がある。

その中でも Environment & Geoscience は相関係数 0.74、Physics は相関係数 0.48 の中程度の正の相関を持っていた。他の論文分野では見られない相関が、なぜ 2 つの論文分野で確認されるのか、今後検証が必要な内容であると考えている。

DISCUSSION PAPER No.212

我が国の研究組織における組織とチームの分野多様性のマッピングと現状把握

2022年8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
三浦 崇寛, 松本 久仁子

〒100-0013 東京都千代田区霞が関3-2-2 中央合同庁舎第7号館 東館16階
TEL: 03-6733-4910 FAX: 03-3503-3996

Disciplinary diversity mappings and analysis of research organizations and teams in Japan

August 2022

MIURA Takahiro and MATSUMOTO Kuniko

Center for Science and Technology Foresight and Indicators,
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP),
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan

<https://doi.org/10.15108/dp212>



<https://www.nistep.go.jp>