

大学における部局横断型共同研究の活発さを把握する指標の検討

Measuring Cross-departmental Research Collaboration Activity within a University

荒木 将貴[♡] 桂井 麻里衣[◇]
大向 一輝[▲] 武田 英明[★]

Masataka ARAKI Marie KATSURAI
Ikki OHMUKAI Hideaki TAKEDA

大学運営の戦略決定において **Institutional Research (IR)** の重要性が高まっている。しかしながら、組織内の異分野連携構造を反映した動向把握方法は確立されていない。そこで本稿では、組織の構成要素である部局に着目し、部局横断型共同研究の活発さの分析に利用できる指標を検討する。まず、共同研究課題数などの基本的な統計量、共同研究関係のネットワーク指標、多様性指標を比較する。次に、研究課題の学際性を分析する既存のフレームワークを部局横断型共同研究の活発さの分析へ転用する方法を提案する。最後に、12 大学を対象として科学研究費助成事業の研究課題集合を用いた実験を行い、既存指標の問題点と学際性フレームワークの転用の有効性を示す。

University management is increasingly aware of the importance of institutional research (IR) in its strategic decisions; however, methods for measuring trends of research collaboration between disciplines have not been established. In this paper, we focus on the organizational component of departments and propose novel measures for analyzing cross-departmental research collaboration activity. We first provide a comparison among conventional measures: network metrics of collaboration relationships, diversity indices, and basic statistics about the number of collaborations. Interdisciplinary indicators, which were originally designed to analyze academic papers, were then extended to our institutional analysis. We conducted experiments using a set of research projects submitted to the Grants-in-Aid for Scientific Research from 12 Japanese universities. The results show that our measures reveal collaboration tendencies that cannot be captured by conventional measures.

[♡] 非会員 同志社大学理工学研究科
araki@mm.doshisha.ac.jp

[◇] 非会員 同志社大学理工学部情報システムデザイン学科
katsurai@mm.doshisha.ac.jp

[▲] 非会員 国立情報学研究所コンテンツ科学系
i2k@nii.ac.jp

[★] 非会員 国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系
takeda@nii.ac.jp

1. はじめに

組織を対象にデータを収集・分析し、組織の意思決定や財務計画、戦略計画を策定する活動を **Institutional Research (IR)** と呼ぶ。大学組織における IR の導入や、大学での従来の活動を IR と捉え直す動きはアメリカで始まり、近年日本においても注目されている [1]。また、大学等の研究機関において戦略的な研究活動計画を策定する専門職として **University Research Administrator (URA)** がある。これは IR 同様アメリカで発展した概念であり、日本でも平成 23 年度から文部科学省によって「リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備」¹ 事業が実施され、URA の導入が始まった。IR および URA が日本国内において注目される背景として、研究活動の国際競争力向上を大学組織における研究マネジメント改革によって成し遂げようという動きがある。これは、平成 25 年度から文部科学省「研究大学強化促進事業」² が開始されたことにも現れている。

研究力強化に取り組むには、研究力を客観的に評価できる指標を抽出・分析することが必要不可欠である。また大学の IR においても、分析対象のデータを収集するだけでなく、ベンチマーキングや戦略決定に必要な重要業績評価指標や重要活動指標を選択・算出することが求められる。研究活動を評価する既存の指標には、研究大学強化促進事業におけるヒアリング対象機関選定のために用いられた、競争的資金の獲得状況、論文数における被引用上位 10% 論文数の割合、論文数における国際共著論文の割合、産学連携の状況などがある [2]。一方で、論文数などの指標は大学による違いに比べ、分野による違いの影響が大きくなることから大学間の比較に適さないという指摘もある [3]。

具体的な研究力強化方策として、大規模な共同研究、とりわけ異分野知識の融合に基づいた学際研究が推進されている [4]。また、研究活動の学際性を評価するために、学術論文からの多様性指標の算出と分析が行われている [5-7]。こうした取り組みは研究活動が学際的であるか否かの分析にとどまっており、組織内での異分野融合の程度や学際研究を生み出す組織構造に関する分析は行われていない。

そこで本稿では、大学内の異分野連携状況を反映した研究動向を把握するために、類似の専門分野を持つ研究者の人為的な集合である部局に着目する。そして、異なる部局に所属する研究者間で行われる共同研究（以下、部局横断型共同研究）の活発さを把握する指標を検討する。指標の選出にあたっては、簡便な統計量やネットワーク分析における指標、既存の多様性指標を算出し、それぞれの傾向を分析する。さらに、既存の学際性分析のフレームワーク [5] を部局横断の活発さの分析に転用する。

本稿の構成は以下のとおりである。2 章では、本研究の関連研究である学際性の分析手法について紹介する。3 章では、本研究で用いるデータセットの構築方法と詳細について述べる。4 章では、基本的な統計量とネットワーク指標を算出し、既存指標が部局横断型共同研究の活発さを表すかを考察する。5 章では、分野を部局に置き換える形で学際性分析に用いられる多様性指標をデータセットに適用する。その後、学際性分析のフレームワークが部局横断型共同研究の活発さの把握に利用できるか検討する。最後に 6 章では本研究のまとめと今後の課題を述べる。

2. 関連研究

異分野連携の例として学際研究がある。学際研究とは、1 つの成果のために 2 つ以上の専門分野を利用し、アイデアや方法の統合を行うことと定義される [8]。新たな学問分野を構築し大きなインパクトをもたらす可能性を秘めた学際研究を推進するため、国内でも様々な政策的努力がなされている [4]。

また、現状の学際研究の特徴を分析した例が報告されてい

¹http://www.mext.go.jp/a_menu/jinzai/ura/

²http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/sokushinhi/

る [5-7,9]. 文献 [9] では、アメリカ国立科学財団の研究助成情報に含まれるテキストを利用して、学際研究の特徴を捉える試みが報告されている。文献 [5] では、論文の学際性分析フレームワークを提案し、学際性が高いとされるバイオナノサイエンス分野の論文における小規模な実験を行っている。このフレームワークは、研究の学際性評価に分野の多様性指標 (Diversity) と分野間の結合度を表すネットワーク指標 (Coherence) を用いて二次元座標上に分析対象の論文をプロットし、座標上での論文間の相対位置によって各論文の学際性を評価するものである。文献 [6] では、文部科学省の世界トップレベル研究拠点プログラムによって採択された6つの拠点に対し、学際性に関する様々な指標の算出や、文献 [5] のフレームワークの適用によって、学際研究の面からの拠点の比較・分析が行われている。文献 [7] では、生物学で用いられている多様性指標が分野の多様性指標である Diversity を一般化したものと指摘し、この一般化した指標を文献 [5] と同様のデータセットに対して適用することで、生物多様性指標が論文の学際性分析で利用できるかについて議論している。

いずれの取り組みも、比較的学際性が高いと考えられる研究対象を限っている点が課題といえる。また、研究成果は成果を生む組織の構造に影響されると考えられるが、組織構造を考慮した分析は行われていない。本稿では、組織を構成する部局の情報と文献 [5] の学際性分析フレームワークを組み合わせることで、部局横断型共同研究の活発さの把握に取り組む。

3. データセット

組織の部局横断型共同研究を分析するために、科学研究費助成事業データベース KAKEN³ を用いる。KAKEN は、文部科学省および日本学術振興会が交付する科学研究費助成事業により行われた研究課題の情報を、国立情報学研究所の協力によって公開しているデータベースである。科研費は、人文・社会科学から自然科学の基礎から応用までの全分野における研究より採択される、政府系の最大規模の競争的資金である。したがって、KAKEN を用いることは本研究で目的とする部局横断型共同研究の分析に相当だといえる。

KAKEN 上の研究者には、科研費研究者番号が一意に割り当てられており、研究者が携わった研究課題が紐付けられている。研究課題は研究課題番号によって一意に識別され、研究分担者、研究課題名、研究期間、研究キーワードなどの情報が研究課題とともに登録されている。また、採択課題には年度ごとに研究実績報告書の提出が義務付けられており、最新の報告文が研究概要としてデータベースに登録される。また、研究課題が採択された時点の研究者の所属機関、所属部局、職位も登録される。

対象とする大学組織には、積極的に科研費を申請し十分なデータが得られると考えられる、平成 28 年度科学研究費助成事業の配分において採択件数上位の国立大学および私立大学の各 5 大学、計 10 大学を選んだ。また、考察が容易になるよう著者らの所属である同志社大学および総合研究大学院大学 (総研大) を加え、合計 12 大学を対象機関とした。

データセットの構築は次の手順で行った。まず、研究者リゾルバー⁴で各大学名をクエリとして大学所属の研究者を検索し、研究者の科研費研究者番号および部局名を取得して研究者リストとした。ただし総研大の研究者は、所属が研究所に分散してしまい「総合研究大学院大学」のクエリで取得できないため、直接総研大より 2015 年度の研究者リストを入手した。研究者リゾルバーで得られる所属は、KAKEN における最新の課題に記載された所属を利用しているため、現在も同じ所属とは限らない。所属の変更をできる限り反映するために、研究者自身が自分の研究情報を登録できるウェブサイト researchmap⁵を利用した。具体的には、

表 1: データセットの 12 大学の情報.

大学	研究者数	部局数	部局人数 の平均	研究課題数	共同研究課題数	
					異部局間	全体
東京大学	4753	71	104.01	11692	875	2800
京都大学	3641	70	77.43	9525	643	2484
大阪大学	3426	59	86.69	8279	477	2361
東北大学	3218	61	84.90	7998	798	2389
九州大学	2586	65	64.32	6067	705	1701
慶應義塾大学	1795	32	102.16	3696	151	772
早稲田大学	1442	47	46.45	2895	191	484
日本大学	1355	25	100.44	2189	75	505
立命館大学	825	30	38.30	1713	138	305
順天堂大学	585	5	219.60	1008	20	285
総合研究大学院大学	966	20	54.50	2791	95	528
同志社大学	438	26	22.58	935	41	138

researchmap の更新日が研究者リゾルバーの所属更新年より新しい研究者のうち、研究者リゾルバーと researchmap に登録された所属が異なる者を、研究者リストより除外した。その後、研究者リストの研究者番号をクエリとして、KAKEN より各研究者の研究課題情報を取得した。取得した研究課題のうち、2006~2015 年の 10 年間に採択された課題を本研究の分析対象とした。

部局横断型共同研究を分析するためには、正確な部局情報が必要となる。しかし、KAKEN 上の所属に記載される部局名は粒度が不揃いであったり、表記ゆれ、誤字などが含まれる。したがって、部局情報ができるときぎ学部・研究科単位になるようヒューリスティックを導入し正規化した。そして、所属情報が登録されていない者や所属人数 1 名のみ部局に所属する者をデータセットから除外した。また、研究者は複数の大学や部局に同時に所属することも考えられる。しかし、KAKEN では 1 課題につき分担者の 1 所属のみが記載されるため、研究者に対して複数の所属情報を取得することは困難である。よって、本研究では研究者の所属部局は単一と仮定する。

以上の手順により構築したデータセットの詳細を表 1 に示す。

4. 統計量とネットワーク指標の比較

本章では、データセットの各大学に対して共同研究関係の基本的な統計量とネットワーク指標を算出し、これらの指標によって部局横断型共同研究の活発さが把握できるか検討する。

4.1 ネットワーク指標

研究者をノード、共同研究関係をエッジとする共同研究ネットワークを、文献 [10] と同様の手法で大学ごとに構築する。このネットワークが密であるほど組織全体で共同研究は活発だといえる。本稿では、ネットワーク全体を評価できる代表的な 4 つのネットワーク指標を以下のように算出する。

ネットワーク密度 (density) : エッジ数を全ノード間のペア数で除した値であり、次式で算出される。

$$\text{Density} = \frac{2m}{n(n-1)}. \quad (1)$$

ただし、 n はノード数、 m はエッジ数を表す。

推移性 (transitivity, global clustering coefficient)

: トライアド (3 つのノード間に 2 つ以上のエッジがあるもの) のうち、トライアングル (3 つのノード間全てにエッジがあるもの) である割合で、次式で定義される。

$$\text{Transitivity} = 3 \times \frac{\#\text{triangles}}{\#\text{triads}}. \quad (2)$$

平均クラスタ係数 (average clustering coefficient, local clustering coefficient) : クラスタ係数とは、あ

³<https://kaken.nii.ac.jp/>

⁴<http://rns.nii.ac.jp/>

⁵<http://researchmap.jp/>

表 2: 12 大学の統計量およびネットワーク指標の一覧。大学の並びはノード数の降順。数値は小数第 3 位まで表示している。数値の背景色は、行ごとに標準化した値に比例するよう着色しており、値が高ければ赤色、低ければ青色が濃くなる。

	東京大学	京都大学	大阪大学	東北大学	九州大学	慶應義塾大学	早稲田大学	日本大学	総研大	立命館大学	順天堂大学	同志社大学
ノード数	4753.000	3641.000	3426.000	3218.000	2586.000	1795.000	1442.000	1355.000	966.000	825.000	585.000	438.000
ノード数 (孤立ノード除外)	3089.000	2519.000	2307.000	2305.000	1736.000	991.000	725.000	770.000	658.000	469.000	356.000	213.000
エッジ数	7475.000	5375.000	4969.000	4845.000	3738.000	1805.000	1386.000	1227.000	1161.000	1307.000	602.000	319.000
次数 平均	3.145	2.952	2.901	3.011	2.891	2.011	1.922	1.811	2.404	3.168	2.058	1.457
次数 中央値	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
次数 標準偏差	4.765	3.814	3.845	3.874	4.038	3.016	3.476	2.367	2.829	5.138	2.702	2.567
ネットワーク密度	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.004	0.003
ネットワーク密度 (孤立ノード除外)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.005	0.004	0.005	0.012	0.010	0.014
推移性	0.554	0.496	0.544	0.448	0.481	0.579	0.681	0.615	0.605	0.722	0.623	0.751
平均クラスタ係数	0.040	0.043	0.025	0.038	0.036	0.035	0.059	0.058	0.056	0.081	0.051	0.055
平均クラスタ係数 (孤立ノード除外)	0.061	0.062	0.036	0.053	0.054	0.064	0.117	0.103	0.082	0.143	0.084	0.113
平均経路長 (サブグラフ平均)	7.169	6.210	5.981	5.516	5.761	2.845	3.161	2.499	3.954	3.656	2.276	1.718
サブグラフ数	305.000	259.000	239.000	226.000	195.000	143.000	130.000	149.000	99.000	59.000	61.000	58.000
サブグラフ平均ノード数	10.128	9.726	9.653	10.199	8.903	6.930	5.577	5.168	6.646	7.949	5.836	3.672
サブグラフ平均エッジ数	24.508	20.753	20.791	21.438	19.169	12.622	10.662	8.235	11.727	22.153	9.869	5.500
部局数	71.000	70.000	59.000	61.000	65.000	32.000	47.000	25.000	20.000	30.000	5.000	26.000
部局あたりの研究者数 平均	104.014	77.429	86.695	84.902	64.323	102.156	46.447	100.440	54.500	38.300	219.600	22.577
部局あたりの研究者数 中央値	11.000	15.000	12.000	13.000	6.000	7.000	5.000	29.000	56.000	14.000	25.000	14.000
部局あたりの研究者数 標準偏差	287.470	194.491	230.764	171.807	140.217	356.750	119.517	131.969	30.507	49.352	385.900	23.266
研究者数	4753.000	3641.000	3426.000	3218.000	2586.000	1795.000	1442.000	1355.000	966.000	825.000	585.000	438.000
研究者あたりの研究課題数 平均	3.560	3.834	3.717	3.841	3.610	2.836	2.609	2.311	3.806	2.807	2.583	2.646
研究者あたりの研究課題数 中央値	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000	3.000	2.000	2.000	2.000
研究者あたりの研究課題数 標準偏差	2.923	3.148	3.195	3.233	3.230	2.507	2.090	1.832	2.763	2.179	2.565	1.878
研究者あたりの共同研究課題数 平均	1.690	1.900	1.989	2.098	1.922	1.207	0.937	1.069	1.464	1.101	1.347	0.826
研究者あたりの共同研究課題数 中央値	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000
研究者あたりの共同研究課題数 標準偏差	2.174	2.308	2.703	2.680	2.722	1.833	1.385	1.424	1.547	1.411	1.987	1.105
研究者あたりの部局横断型共同研究課題数 平均	0.587	0.569	0.470	0.829	0.946	0.271	0.413	0.171	0.321	0.578	0.126	0.297
研究者あたりの部局横断型共同研究課題数 中央値	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
研究者あたりの部局横断型共同研究課題数 標準偏差	1.177	1.189	1.065	1.688	2.240	0.784	0.915	0.567	0.741	1.013	0.483	0.647
共同研究した研究者数	3089.000	2519.000	2307.000	2305.000	1736.000	991.000	725.000	770.000	658.000	469.000	356.000	213.000
部局横断型共同研究した研究者数	1485.000	1108.000	878.000	1220.000	950.000	297.000	355.000	168.000	206.000	288.000	54.000	95.000
研究課題数	11692.000	9525.000	8279.000	7998.000	6067.000	3696.000	2895.000	2189.000	2791.000	1713.000	1008.000	935.000
共同研究課題数	2800.000	2484.000	2361.000	2389.000	1701.000	772.000	484.000	505.000	528.000	305.000	285.000	138.000
部局横断型共同研究課題数	875.000	643.000	477.000	798.000	705.000	151.000	191.000	75.000	95.000	138.000	20.000	41.000
共同研究課題数 / 研究課題数	0.239	0.261	0.285	0.299	0.280	0.209	0.167	0.231	0.189	0.178	0.283	0.148
部局横断型共同研究課題数 / 研究課題数	0.075	0.068	0.058	0.100	0.116	0.041	0.066	0.034	0.034	0.081	0.020	0.044
部局横断型共同研究課題数 / 共同研究課題数	0.312	0.259	0.202	0.334	0.414	0.196	0.395	0.149	0.180	0.452	0.070	0.297

るノード u に隣接するノード集合でのネットワーク密度である。そして、クラスタ係数 c_u を全ノードに対して算出し、平均したものが平均クラスタ係数である。

$$c_u = \begin{cases} \frac{2T(u)}{\deg(u)(\deg(u)-1)} & (\text{no weight}) \\ \frac{1}{\deg(u)(\deg(u)-1)} \sum_{v,w} (\hat{w}_{uv}\hat{w}_{uw}\hat{w}_{vw})^{1/3} & (\text{weighted}), \end{cases}$$

$$\text{AverageClusteringCoefficient} = \frac{1}{n} \sum_{u \in V} c_u. \quad (3)$$

ただし、 V は全ノード集合、 $T(u)$ はノード u を含むトライアングルの数、 $\deg(u)$ は u の次数、 v, w は u に隣接するノード、 \hat{w}_{uv} はノード u, v 間のエッジ重みをネットワーク上の重みの最大値で除したものを表す。本稿ではエッジ重みに、接続する 2 ノード間の共同研究回数を用いる。

平均経路長 (average shortest path length) : 平均経路長は、全ノード間の最短距離の平均値である。これは他の 3 つの指標とは異なり、値が大きいかほどネットワークが拡散していることを表す。

$$\text{AverageShortestPathLength} = \sum_{u,v \in V} \frac{d(u,v)}{n(n-1)}. \quad (4)$$

ただし、 $d(u,v)$ はノード u, v 間の最短距離を表す。また、ノード間の距離は経路するエッジ数などで定義できる。連結でないネット

ワークに対しては、連結なサブグラフごとに平均経路長を算出し、それらの平均を指標とする。

これらのネットワーク指標によって、研究者の連携構造から学内の共同研究の活発さを把握できると考えられる。しかし、ノードに紐付いた部局情報は考慮されていないため、共同研究における部局横断関係に関しては直接評価できない。

4.2 算出結果

データセットの 12 大学に対する基本的な統計量およびネットワーク指標の値を表 2 に示す。ノード数、研究者数や部局数といった組織の規模を表す量と、研究課題数などの研究活動の規模を表す量は基本的に比例している。一方、研究者一人あたりの研究課題数は、特に総研大が人数規模での順位より高いなど、大学によって研究活動の特徴が異なることがわかる。統計量とは逆に、ネットワーク指標は私立大学が高い値を示している。特に、孤立ノードを除外して算出したネットワーク密度と推移性では同志社大学が最も高い。これは、ネットワーク指標がノード数の影響を大きく受け、ノード数の異なるネットワーク間での意味のある比較を困難にしていることを示唆する。

部局横断型共同研究の活発さは、「部局横断型共同研究課題数/共同研究課題数」や「研究者あたりの部局横断型共同研究数」に現れると予想できる。しかし、大学ごとの部局数の違い、部局横断型共同研究が特定の 2 部局のみで行われているのか様々な部局で行われているかの違いを考慮できない。これらのことから、基本的な統計量やネットワーク指標のみによって部局横断型共同研究の活発さを分析することは困難だと考えられる。

5. 多様性指標と学際性分析フレームワークに基づく部局横断型共同研究の分析

本章では、文献 [5] の学際性分析フレームワークが部局横断型共同研究の分析に応用可能か議論し、多様性指標を参考に部局横断型共同研究を評価する指標を提案する。そして、データセットを用いた実験により手法の有効性を評価する。

5.1 文献 [5] の応用可能性の議論

文献 [5] では、分野の多様性指標 (Diversity) と分野間の結合度を表すネットワーク指標 (Coherence) の 2 軸を用いて研究の学際性を分析する。この手法を部局横断型共同研究の活発さ分析に用いるために、Diversity と Coherence となる指標を選択する。Coherence には従来、4 章で述べたネットワーク指標が用いられていた。しかし、ノード数の影響が大きい指標は本研究の目的にそぐわない。また、ネットワーク指標のみではノードのラベルを考慮できず、共同研究が部局横断であるか否かを考慮できない。したがって、Coherence として共同研究の活発さと部局横断型共同研究の多さを表す 2 つの指標を用いることで、一軸では不足する情報を補う。具体的には、表 2 に示した「次数 平均」(以下、平均次数) と「部局横断型共同研究数/共同研究数」(以下、部局横断型共同研究割合) を採用する。

分野の多様性を表す Diversity には、Shannon Entropy, Simpson Diversity, Rao-Stirling Index が提案されている [5]。これらのうち最も考慮する要素が多い多様性指標 Rao-Stirling Index は、分野の数 (Variety)、分野の分布 (Balance)、分野間の違い (Disparity) の 3 要素で多様性を表す [11]。多様性指標を部局横断型共同研究の多様性の評価に用いるには、「分野」を「部局横断の共同研究」と置き換えて算出することが考えられる。しかし、研究活動の指標ではない部局数が評価に大きな影響を与えることは好ましくない。また、部局横断型共同研究の量を評価するだけでは、特定の部局間における共同研究の集中を考慮できず、部局横断の多様性を評価できない。したがって、Diversity は Shannon Entropy を参考に、部局間の共同研究の分布が均一であることと、部局横断型共同研究が研究内容の類似度が低い部局間で行われていることを評価できる指標を新たに提案する。

提案する指標は、正規化エントロピーをもとに定義する。まず、部局横断型共同研究数に関する正規化エントロピーは次式で表される。

$$\text{NormalizedEntropy} = - \frac{\sum_{i,j} p_{ij} \log p_{ij}}{\log \sum_{i,j} S(p_{ij})},$$

$$p_{ij} = \frac{N_{ij}}{\sum_{k,l} N_{kl}}, \quad (5)$$

$$S(x) = \begin{cases} 0 & (x = 0) \\ 1 & (\text{otherwise}) \end{cases}.$$

ここで、 i, j はある組織における二つの部局、 N_{ij} は部局 i, j 間の共同研究数を表す。研究分野が類似する部局間に比べて、大きく異なる分野を扱う部局間での共同研究は困難だと考えられる。この部局横断の困難さを考慮するために、Rao-Stirling Index の Disparity の概念を参考に、部局間の研究内容の異なりによってエントロピーの式を重み付けする。

$$\text{ModifiedEntropy} = - \frac{1}{c} \frac{\sum_{i,j} d_{ij} p_{ij} \log p_{ij}}{\log \sum_{i,j} S(p_{ij})}. \quad (6)$$

ここで、 d_{ij} は部局 i, j 間の研究内容に基づく距離を表す。 c は重み付きエントロピーの正規化係数を表すが、 d_{ij} は組織間で比較可能な重みとしなければならない。したがって $c = 1$ とし、組織内での重みの正規化は行わない。

部局間の研究内容に基づく距離は、KAKEN の研究課題ごとに登録されている研究課題名、研究キーワード、研究成果報告文のテ

表 3: 指標の大小の意味。なお、ここでの共同研究とは、過去 10 年間の科研費採択課題における、組織内の分担関係のみを指すことに注意されたい。

	平均次数	部局横断型共同研究割合	重み付けされた正規化エントロピー
小	組織内の共同研究が活発でない。	部局横断の取り組みが少ない。	部局横断の共同研究が一部の部局間のみで行われている。
大	組織内の共同研究が活発である。	部局横断の取り組みが多い。	部局横断の共同研究が様々な部局間で均一に行われている。

キスト情報を用いて算出する。まず、テキスト情報と確率的トピックモデル [12] を用いて研究者特徴ベクトルの算出を行う [13]。ただし、部局横断型共同研究課題は除外して算出することで、部局ごとの特徴が得られるようにする。したがって、部局横断型共同研究のみを行っていた研究者は除外され、その結果研究者が一人以下になった部局も今後の計算から除外される。次に、部局特徴ベクトルを部局に所属する研究者の特徴ベクトルを平均によって算出する。そして、部局特徴ベクトル間のコサイン距離を部局間の研究内容の違いとして定義する。

以上より、本研究の分析フレームワークで用いる指標は次の 3 つとなる。

- i) 平均次数
- ii) 部局横断型共同研究割合
- iii) 重み付けされた正規化エントロピー (Modified Entropy)

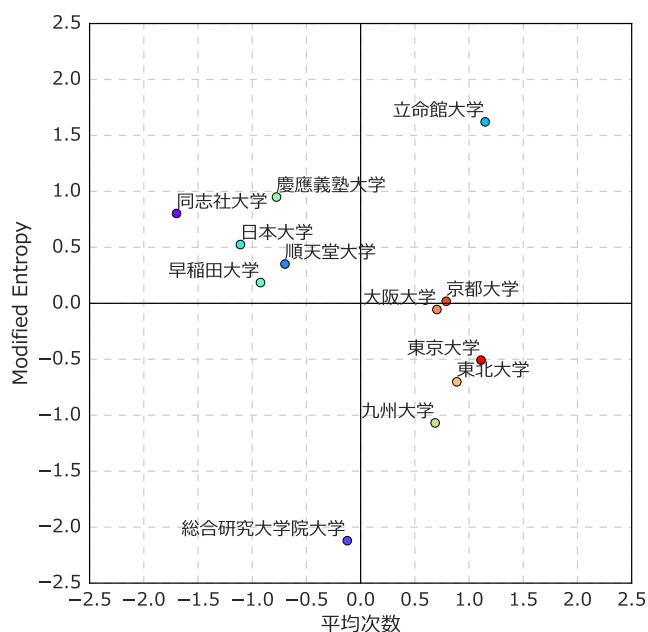
指標の大小が意味することを表 3 にまとめる。

5.2 実験

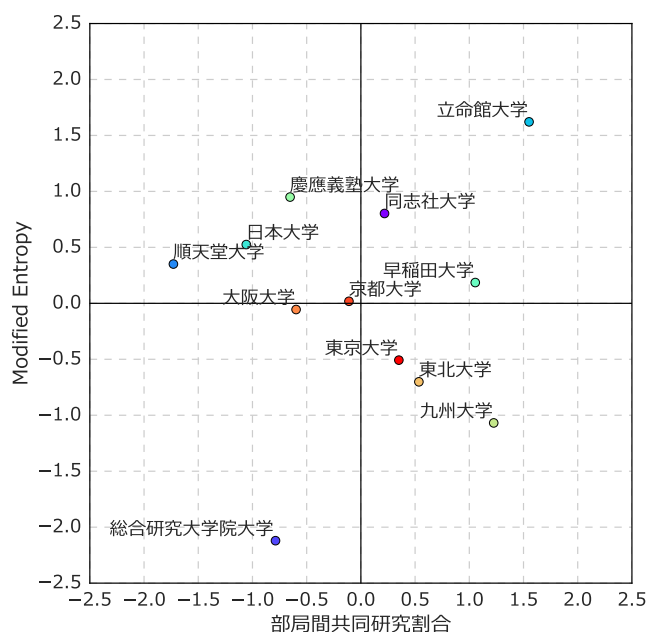
学際性分析フレームワークでのプロットによる分析を参考に、3 つの指標による大学のプロットを行った。データセットの 12 大学をプロットした結果を図 1 に示す。ただし、12 大学を相対的に評価するため、それぞれの値から平均を引き、標準偏差で割ることで標準化した。図 1 よりいずれの軸においても相関が見られないため、独立した 3 つの軸を設定できたといえる。図 1(a) では立命館大学を除いた私立大学が第 2 象限、国立大学が第 4 象限に近く分布している。このことから、国立大学は共同研究が活発だが特定部局間での共同研究が多い傾向があり、私立大学にはその逆の傾向があると考えられる。総研大は Modified Entropy の値が特に低く、図 1(b)、図 1(b) の両方で他大学とは離れた位置にある。これは総研大がいくつかの研究所からなり、多くの研究所は互いに地理的に離れているため共同研究を行う際の障害になっていると考えられる。立命館大学はいずれの指標においても最も高い値を示した。部局横断型共同研究においては、12 大学のうち立命館大学が最も活発であると考えられる。一方で、立命館大学は部局あたりの研究者数が他大学に比べ少ないという特徴がある。大学ごとに部局の制定基準は異なるため、部局の粒度は指標に影響を与える可能性があり、精査する必要があると考えられる。以上の結果から、学際性分析のフレームワークから導出した提案手法は、大学における部局横断型共同研究の活発さを部局の特徴を捉えて分析できるといえる。

6. まとめと今後の課題

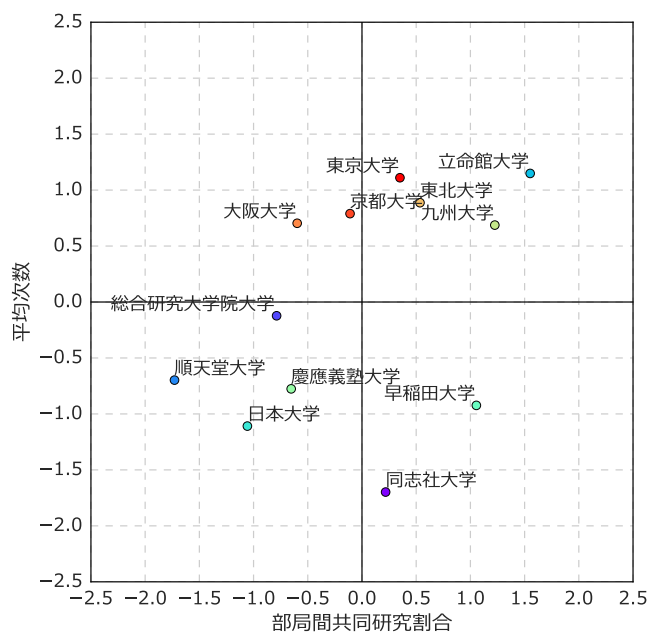
本研究では、部局横断型共同研究の活発さを把握するための指標を基本的な統計量、ネットワーク指標、多様性指標から検討した。平成 28 年度科研費採択件数の上位組織を国立大学と私立大学から 5 大学ずつ選択し、著者らの所属大学を加えた 12 大学を対象に、KAKEN の研究課題を用いて指標を算出した。算出結果から単一の既存指標では部局横断型共同研究の活発さを評価することは困難であることが明らかになった。分野間の結合度を表す Coherence、分野の多様性を表す Diversity の二軸から学際性を分



(a) 平均次数-Modified Entropy.



(b) 部局横断型共同研究割合-Modified Entropy.



(c) 部局横断型共同研究割合-平均次数.

図 1: 平均次数, 部局横断型共同研究割合, 重み付けされた正規化エントロピーによる 12 大学のプロット. いずれの軸も標準化後の値を示す.

析するフレームワークによる, 部局横断型共同研究の分析可能性を検討した. **Coherence** に相当するものとして共同研究の活発さと部局横断型共同研究の多さを表す 2 つの指標を選択し, **Diversity** には多様性指標を参考にエントロピーによる部局横断型共同研究の多様性を表す指標を提案した. これら 3 つの指標を用いて各大

学をプロットし, 部局横断型共同研究の活発さを分析した.

本研究では 12 大学のみを対象としたため, 国内の大学一般の傾向を反映した分析は行えなかった. 対象とする組織を増やせば, クラスターリング等によって組織を類型化し分析できると考えられる. 本手法の実用性に関しては, **URA** 等の組織研究の専門家によ

る評価も必要である。また、本研究は大学組織のみを対象に評価したが、今後は研究者、部局、大学それぞれのレベルでの部局横断型共同研究の活発さの統一的な評価も検討する。

[文献]

- [1] 小林 雅之, 山田 礼子. 大学の IR : 意思決定支援のための情報収集と分析. 慶應義塾大学出版会, 2016.
- [2] 研究大学強化促進事業審査委員会. “研究大学強化促進事業におけるヒアリング対象機関選定のための指標”. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/afieldfile/2013/06/03/1333816_03_2_2.pdf, 2013. Last accessed: 10/20/2017.
- [3] 林 隆之, “大学の機能別分化・強化と評価指標の課題”, 研究技術計画, 29(1), pp.18–30, 2014.
- [4] 安西 智宏, 仙石 慎太郎, “政策と研究の連携を目指して研究開発現場との連携のあり方”, 研究技術計画, 27(3), pp.210–225, 2013.
- [5] I. Rafols and M. Meyer, “Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience”, *Scientometrics*, 82(2), pp.263–287, 2010.
- [6] A. Avila-Robinson, N. Shichijo, and S. Sengoku, “Managing discrepancies in evaluation methods for interdisciplinary research programme: The case of WPI in Japan”, *Proceedings of PICMET '14: Infrastructure and Service Integration*, pp.2605–2615, 2014.
- [7] A. M. Mugabushaka, A. Kyriakou, and T. Papazoglou, “Bibliometric indicators of interdisciplinarity: the potential of the Leinster-Cobbold diversity indices to study disciplinary diversity”, *Scientometrics*, 107(2), pp.593–607, 2016.
- [8] National Academy of Sciences, National Academy of Engineering & Institute of Medicine. *Facilitating Interdisciplinary Research*. The National Academies Press, 2004.
- [9] L. G. Nichols, “A topic model approach to measuring interdisciplinarity at the National Science Foundation”, *Scientometrics*, 100(3), pp.741–754, 2014.
- [10] 荒木 将貴, 桂井 麻里衣, 大向 一輝, 武田 英明, “研究成果データベースを用いた異分野の共同研究者の推薦”, 第 8 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2016), E1–3, 2016.
- [11] A. Stirling, “A general framework for analysing diversity in science, technology and society”, *Journal of the Royal Society Interface*, 4(15), pp.707–719, 2007.
- [12] D. M. Blei, A. Y. Ng, and M. I. Jordan, “Latent Dirichlet Allocation”, *Journal of Machine Learning Research*, 3, pp.993–1022, 2012.
- [13] M. Araki, M. Katsurai, I. Ohmukai, and H. Takeda, “Interdisciplinary Collaborator Recommendation Based on Research Content Similarity”, *IEICE Transactions on Information and Systems*, E100–D(4), pp.785–792, 2017.

荒木 将貴 Masataka ARAKI

2016 年同志社大学理工学部卒業。同志社大学大学院理工学研究科博士前期課程在学中。

桂井 麻里衣 Marie KATSURAI

同志社大学理工学部情報システムデザイン学科助教。2014 年北海道大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了，博士（情報科学）。マルチメディア検索，学術情報マイニング等の研究に従事。

大向 一輝 Ikki OHMUKAI

国立情報学研究所コンテンツ科学系准教授。総合研究大学院大学複合科学研究科情報学専攻准教授。2005 年総合研究大学院大学

複合科学研究科博士課程修了，博士（情報学）。セマンティックウェブやソーシャルメディア，オープンデータに関する研究，学術情報サービス CiNii の開発に携わる。株式会社グルコース取締役。情報処理学会，人工知能学会各会員。

武田 英明 Hideaki TAKEDA

国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系教授。総合研究大学院大学複合科学研究科情報学専攻教授。1991 年東京大学工学系研究科博士課程修了，博士（工学）。ノルウェー工科大学，奈良先端科学技術大学院大学を経て現職。知識共有，Web 情報学，設計学等の研究に従事。特定非営利活動法人 リンクト・オープン・データ・イニシアティブ理事長。情報処理学会，電子情報通信学会，精密工学会，AAAI 各会員。