

Title	学際研究における二つの研究方法についての分析：個人の学際研究と協業の学際研究
Author(s)	藤田，正典；奥戸，嵩登；寺野，隆雄；長根，裕美
Citation	年次学術大会講演要旨集，35：507-512
Issue Date	2020-10-31
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17326
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

学際研究における二つの研究方法についての分析 — 個人の学際研究と協業の学際研究 —

○藤田 正典 (政策研究大学院大学), 奥戸 嵩登 (総合研究大学院大学),
寺野 隆雄 (千葉商科大学), 長根 裕美 (千葉大学)

要旨

本稿では、学際研究における二つの研究方法、すなわち、研究者が個人で学際研究する方法と複数研究者が協業で学際研究する方法についての測定手法を提案する。また、この手法により、日本学術振興会が提供する科研費（基盤研究 A）における学際研究の特徴を、研究分野ごとに分析した結果、(1)複数研究者が協業で学際研究する頻度が、個人で学際研究する頻度より高いこと、(2)分野ごとの学際研究の頻度、および学際研究の分野と分野の組み合わせの頻度は分野によって異なり、特に、主分野または副分野が総合系である学際研究の頻度が多いこと、(3)学際研究の主分野と副分野の関係は非対称的であり、特に、ほとんどの場合で、理工系が他の分野との学際研究を主導していること、が分かった。本提案手法は、分野間の学際性とその組織性を定量的に測定できる手法として、科学技術政策決定者や技術経営戦略決定者の意思決定に有益であろう。

キーワード

学際性、組織性、協業研究、科研費、ネットワーク分析

1. はじめに

科学の発展とイノベーションの実現に向け、一つの研究分野の知識を深化・蓄積することは重要な課題である。一方で、様々な分野で知識を探索したり異なる分野の知識を結合したりして新たな知識を創発することも重要な課題である。March (1991)は、組織学習の二つのタイプ、すなわち、既存の知識を深化・活用し漸進する「Exploitation」と既存の知識に捕らわれず新しい知識を探索する「Exploration」のバランスをとることが重要であること、そして組織は既に獲得した知識の活用には偏りがちで新しい知識の探索を怠りがちになることを示した[1]。

科学技術が高度化・複雑化するなかで、組織的研究の必要性が高まっており、特に新たな科学技術領域、取り分け研究分野の横断・融合領域での知識の探索・創造は重要な課題であろう。文部科学省の「科研費改革の実施方針」においても、学術研究への要請として「挑戦性」「総合性」「融合性」「国際性」を挙げており、「総合性」として「多様性の重視」と「細分化された知の俯瞰」が、「融合性」として「異分野の研究者の連携・協働」による「新たな学問分野の創造」が必要としている[2]。

学際研究とはいくつかの異なる学問分野に跨った研究であり、研究者個人が異なる複数分野に跨って研究する方法と、異なる分野を専門とする複数研究者が協業により学際活動を行う方法の二つが考えられる。前者の場合、研究者個人の学際研究の負荷は高いが、他の研究者とのコミュニケーションコストはない。一方、後者の場合は、研究者個人は専門分野に特化し学際研究の負担は低い、協業研究者間のコミュニケーションコストは高いであろう。ところが、どちらの方法が望ましいのか、また、研究分野により望ましい研究方法に差異があるのか、などについて十分に明らかになっていない。

本稿では、学際研究における二つの方法、すなわち、研究者個人による学際研究と複数研究者の協業による学際研究を測定するための方法を提案する。また、この二つの研究方法の観点から、日本学術振興会 (JSPS) が提供する科研費プロジェクトを、国立情報学研究所 (NII) が構築したデータベースである KAKEN を用いて測定し、学際研究の特徴について研究分野ごとに分析・考察する。

2. 関連研究

知識を創造し蓄積するための活動である研究において、研究者個人の能力とともに、研究組織の能力は重要である。知識は、個人と組織の中で創造・蓄積されて、これが次の個人や組織に継承される。これらの研究には、論文などの形式知を参照しつつ研究者個人が知識を創造・蓄積する「個人研究」と、組織的研究の中で暗黙知も交換し知識を創造・蓄積する「協業研究」が考えられよう。

研究活動においては、取り分け、組織的活動および組織の中におけるリーダーは重要であるとされる。Crane は、科学知識の成長には関連分野の共同研究集団が影響し合うことを明らかにした上で、これらの集団のネットワークを「見えざる大学 (invisible university)」と呼び、科学知識の成長には研究者間の交流や共同研究集団におけるリーダーシップが重要な影響を与えること、そしてリーダーを通じてアイデアが伝播することを説いている[3]。さらに、Allen は、高度な技術的能力を持つとともに、組織の内外の研究者との接触頻度が高く、外部情報を組織内部に翻訳し伝達する仲介者を、コミュニケーションの中核を担う「ゲートキーパー」と呼び、その存在が研究開発の成果を向上させるとした[4]。

科学計量学や計量書誌学においても、組織的研究については、既に多くの研究が行われている。例えば、Newman (2004) は、生物学、物理学、数学の3分野の論文による共著ネットワークの構造分析を行い、論文あたりの著者数は、研究様式によって異なり、理論的な研究手法を主体とする分野（数学等）よりも、実験的な研究手法を主体とする分野（生物学、物理学等）の方が多傾向にあることを示した。また、物理学では研究者同士で綿密なネットワーク上の共著関係を構築する傾向にあり、生物学では影響力のある研究者を中心とした放射状の共著関係を構築する傾向があることを述べている[5]。

さらに、いくつかの異なる学問分野に跨った学際研究には、組織的研究の観点から、研究者個人が異なる複数分野に跨って研究する方法と、異なる分野を専門とする複数研究者が協業により学際活動を行う方法の二つがある。ところが、研究者が学際研究を実施するにあたり、研究者は二つの研究方法のどちらを採用すべきか、また、組織のマネジメントは、どのような研究組織を構築すべきか、さらに、分野が異なることにより学際研究の方法や研究組織も異なるのか、などの課題については、十分に明らかになっていない。

本稿では、研究者個人による学際研究と複数研究者の協業による学際研究を測定するための方法を提案する。また、JSPS が提供する科研費プロジェクトを、学際研究の二つの研究方法の観点から測定し、科研費における学際研究の特徴について研究分野ごとに分析する。

3. 分析手法

3.1. 個人の学際ネットワーク (IIDN) と協業の学際ネットワーク (CIDN)

前述のとおり、学際研究には、研究者個人が異なる複数分野に跨って学際研究と、異なる分野を専門とする複数研究者が協業により行う学際研究の二つの方法がある。これらは研究分野をノードとした二つのタイプのネットワークとして、図 1 のように表現することができる。図 1 において、ノードである「MF」および「SF」は主研究分野および副研究分野を示し、「a」、「b」、「c」などは個別の研究分野を示す。また、エッジの「Researcher」や「Research Project」はノードが研究者や研究プロジェクトで繋がっていることを示す。図 1(a) は、研究者個人による学際性に注目し、研究分野をノード、研究者をエッジとした学際ネットワークで、これを、Individual Inter-disciplinary Network (IIDN) と呼ぶこととする。図 1(a) において、MF(a) はある研究者の主研究分野をノードとして示し、SF(b) はその研究者の主分野以外の分野（副分野）をノードとして示す。さらに MF(a) と SF(b) はその研究者をエッジとして繋がれている。一方、図 1(b) は、複数の専門分野の研究者の協業プロジェクトによる学際性に注目し、研究分野をノード、研究プロジェクトをエッジとした学際ネットワークで、これを、Collaborative Inter-disciplinary Network (CIDN) と呼ぶこととする。図 1(b) において、MF(a) はある研究者の主研究分野をノードとして示し、MF(b) はその研究者の科研費プロジェクトの共同研究者の主研究分野をノードとして示す。さらに MF(a) と MF(b) はその科研費プロジェクトをエッジとして繋がれている。

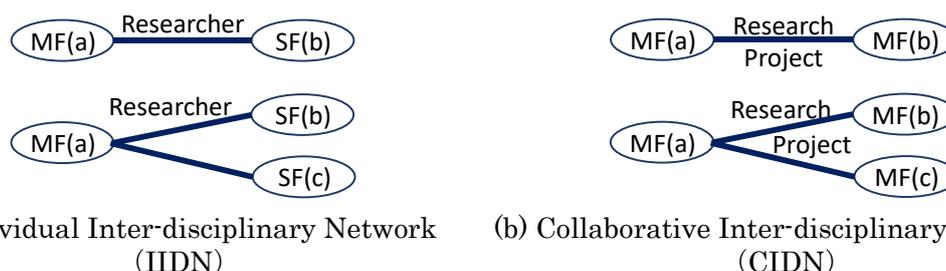


図 1 個人の学際研究ネットワーク (IIDN) と協業の学際ネットワーク (CIDN)

本稿では、科研費プログラムにおいて、上記の FV, IIDN, および CIDN を算出する。本稿における主研究分野の決定方法は、3.3 節で説明する。

3.2. 分析対象データベース

本稿では、JSPS が提供する科研費に関して NII が構築したデータベース KAKEN を分析対象とする。科研費には、研究種目として、特別推進研究、新学術領域研究、基盤研究、若手研究、国際共同研究加速基金、などがあり、また、審査区分として、人文・社会系、理工系、生物系、総合系、複合領域系、などがある。KAKEN はこれら全ての研究種目や審査区分に関して、研究課題、代表研究者、共同研究者、研究費、成果（論文等）等の情報を保有している。

本稿での分析対象は「基盤研究 A」で、その期間は「2008 年度から 2017 年度まで」の 10 年間とする。

表 1 に分析対象の審査区分を示す。なお、審査区分は実質的に分野区分を示しているため、以降、審査区分を「分野区分」と読み替える。また、複合領域系は 2013 年度より総合系に変更されたが、本稿では両系を同じ区分とみなし、以降、両系を合わせて「総合系」とする。

3.3. 分析のステップ

分析のステップを以下に示す。

(1) 研究者の主研究分野 (Main Field : MF) の決定

KAKEN において、基盤研究 A の 2008 年度から 2017 年度までの 10 年間（全期間）で、各研究者が獲得した科研費プロジェクト数が最大の分野区分（もし最大の分野区分が複数ある場合、当該分野区分の科研費の獲得額の合計が最大となっている分野区分）を算出し、これを各研究者の主研究分野 (Main Field of Researcher : MF (研究者)) とする。

(2) 研究者ごとおよび MF ごとの学際度 (Field Variety : FV) の算出

年度ごとおよび全期間で、各研究者が獲得した科研費の分野区分の数を算出し、各研究者の学際度 (Field Variety of Researcher : FV (研究者)) とする。さらに、年度ごとおよび全期間で、MF ごとに FV (研究者) の平均を算出し、MF ごとの学際度 (Field Variety of MF : FV (MF)) とする。

(3) MF ごとの学際研究ネットワーク (IIDN) と協業の学際研究ネットワーク (CIDN) の算出

年度ごとおよび全期間で、3.1 節で述べた IIDN, すなわち、研究者個人が主研究分野以外の分野の研究を行ったプロジェクトの数、および CIDN, すなわち、研究者が自分の主研究分野以外の分野を主研究分野とする他の研究者と協業研究を行ったプロジェクトの数を算出する。さらに、年度ごとおよび全期間で、MF ごとに、IIDN および CIDN の平均を算出する。

(4) 学際研究の特徴量 (FV, IIDN, CIDN) の分析

MF ごとに、FV, IIDN および CIDN の時間推移を分析する。

4. 分析結果

4.1. 学際性 (FV) の特徴

本稿で分析した 2008 年度から 2017 年度までに基盤研究 A を獲得した研究者数は 24,022 名であった。

表 2 に FV ごとの研究者数と比率を示す。

表 2 より、研究者の約 94% が単一分野で、約 6% が 2 分野で科研費を獲得しており、3 分野以上科研費を獲得しているのは 1% 未満であることが分かる。

表 1 基盤研究 A の研究分野

分野区分	分野
総合	情報学, 環境学, 複合領域
総合・新領域	総合領域 (情報学, 等), 複合新領域 (環境学, 等)
人文社会	人文学, 社会学, 等
理工	数物系科学, 化学, 工学, 等
生物	生物学, 農学, 医学, 薬学, 等

表 2 2008 年度から 2017 年度までの基盤研究 A の学際度ごとの研究者

FV	研究者	
	人数	比率
1	22,518	93.7%
2	1,459	6.1%
3	44	0.2%
4	1	0.0%
Total	24,022	100.0%

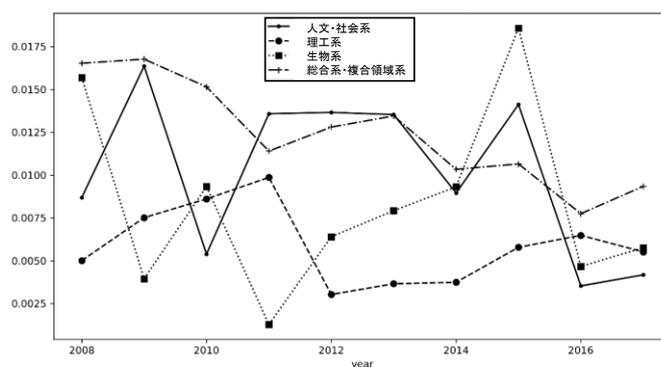


図 2 基盤研究 A における主研究分野ごとの学際度の時間推移

基盤研究 A における学際度の時間推移を図 2 に示す。図 2 において、垂直軸の値は FV (MF) から 1 を差し引いたものである。図 2 より、学際度は分野により異なることが分かる。また、科学技術が高度化・複雑化するなか、学際度は時間とともに上昇することを事前には想定したが、分析結果はむしろその逆で、特に総合系においては学際度が低下傾向であることが分かる。

4.2. IIDN と CIDN の特徴

基盤研究 A における主研究分野ごとの IIDN と CIDN の時間推移を表 3 に示す。表 3 の各列の名前で研究分野が二つ記載されているが、第一行目が主分野 (MF)，第二行目が MF 以外の研究分野，すなわち副分野 (SF) を示している。また、基盤研究 A における主分野ごとの全期間の IIDN と CIDN の主分野と副分野の関係を図 3 に示す。図 3 において、矢印は主分野から副分野の方向を示し、矢印の太さは、学際研究の頻度を示す。表 3 および図 3 より、以下のことが分かる。

- (1) IIDN と CIDN を比較すると、CIDN (2,158) が IIDN (1,739) より高い。また、二つの分野の組み合わせの頻度は IIDN と CIDN においてほぼ相似形であり、ほぼすべての分野の組み合わせにおいて CIDN の頻度が高いが、理工が主分野で総合が副分野の場合のみ IIDN の頻度が高い。
- (2) 分野に関して、分野ごとの学際研究の頻度、および分野と分野の組み合わせごとの学際研究の頻度は、分野によって異なる。例えば、IIDN と CIDN のいずれにおいても、主分野または副分野が総合系である学際研究の頻度が多いが、総合系以外の分野間の学際研究の頻度は低い。
- (3) 最後に、主分野と副分野の関係は非対称的である。具体的には、IIDN、CIDN とともに、ほとんどの場合で、理工系が主分野で他の分野が副分野になった場合の方が他の分野が主分野になり理工系が副分野になった場合より学際研究の頻度が高く、理工系が他の分野との学際研究を主導している。さらに、ほとんどの場合で、理工系、生物系、人文系、総合系の順で、学際研究を主導している。ただし、CIDN では、総合系が理工系または生物系との学際研究を主導している。

表 3 基盤研究 A における研究分野ごとの IIDN と CIDN の推移

(a) IIDN の場合														(b) CIDN の場合													
MF	総合			人社			理工			生物			合計	MF	総合			人社			理工			生物			合計
SF	人社	理工	生物	総合	理工	生物	総合	人社	生物	総合	人社	理工	合計	SF	人社	理工	生物	総合	理工	生物	総合	人社	生物	総合	人社	理工	合計
2008	16	18	17	30	2	4	17	2	5	21	6	5	143	2008	38	18	24	27	2	0	19	2	3	13	14	6	166
2009	15	19	9	54	2	5	37	5	2	21	5	0	174	2009	48	41	23	33	2	5	27	6	2	12	4	0	203
2010	19	14	15	19	1	3	25	1	5	25	2	3	132	2010	31	36	29	27	1	3	19	1	4	23	2	3	179
2011	18	19	18	79	2	2	29	5	0	18	5	1	196	2011	43	49	28	86	2	11	22	6	0	16	2	0	265
2012	19	22	22	37	3	5	25	2	3	20	4	2	164	2012	48	41	23	22	5	3	28	2	4	24	24	3	227
2013	39	22	23	34	5	4	33	7	2	23	6	3	201	2013	20	32	32	62	11	3	19	9	4	23	17	3	235
2014	29	26	22	34	3	4	35	4	3	29	3	7	199	2014	48	32	47	21	3	2	37	5	7	25	9	3	239
2015	17	38	22	40	1	4	29	0	6	21	8	4	190	2015	26	31	22	42	0	14	31	2	8	28	6	7	217
2016	47	16	22	23	1	1	42	1	8	19	6	6	192	2016	44	50	20	60	1	0	31	1	9	26	8	9	259
2017	27	20	17	20	3	5	25	4	7	17	1	2	148	2017	21	45	10	27	3	3	20	4	6	24	1	4	168
合計	246	214	187	370	23	37	297	31	41	214	46	33	1,739	合計	367	375	258	407	30	44	253	38	47	214	87	38	2,158

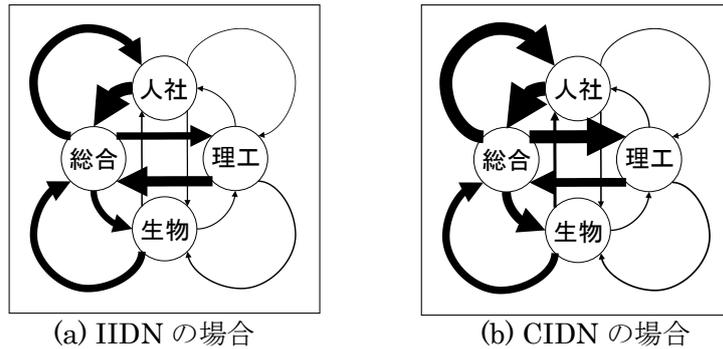


図 3 基盤研究 A における研究分野と学際性 (矢印は主分野から副分野への方向を示す)

5. 考察

5.1. 研究活動の学際性と組織性

科学の発展とイノベーションの実現に向け、前述の通り、March (1991)は、既存の知識を深化・活用し漸進する「Exploitation」と、既存の知識に捕らわれず新しい知識を探索する「Exploration」のバランスは重要であるとした[1]. 科学者の Newton は、科学技術の進歩に関して、「巨人の肩の上に立つ (Standing on the Shoulder of Giants.)」というメタファーを用いて、新たな発見は先人の積み重ねた発見に基づいていること、そして科学の進歩は多数の研究者たちの研究活動の上に構築されるものであるとした[6]. 過去の知識の上に新しい知識を積み重ね、専門化してゆくことを、本稿では「知識蓄積」と呼ぶこととする. 一方、経済学者である Schumpeter は、イノベーションに関して、経済発展には「新結合」(Neue Kombination = New Combination)が必要であるとした[7]. 様々な知識を組み合わせ、学際化し、新しい知識を創造することを、本稿では「知識結合」と呼ぶこととする.

研究活動の方向性を、これまで述べた二つの観点、すなわち、専門化・深化・知識蓄積、および学際化・探索・知識結合の観点から、図 4 に示す. また、専門化か学際化かの二つの観点からなる学際性の軸と、個人的か組織的かの二つの観点からなる組織性の軸を持つ平面上に、本稿で分析した 4 つの分野を位置づけたものを図 5 に示す. なお、図 5 においては、学際性の軸では、各分野の IIDN と CIDN の和に基づいて各分野を位置づけ、組織性の軸では、CIDN から IIDN を引いた差に基づいて各分野を位置づけている. 図 5 より、今回分析対象とした科研費の 4 つの分野に関して、総合系の研究者は学際性が特に高く、また協業による学際研究の頻度が高いこと、理工系や生物系は学際性が低く、また研究者個人での学際研究の頻度が高いこと、人社系は、総合系と理工系および生物系の間位置すること、が分かる. 近年、社会科学と自然科学を横断的に研究・教育するリベラルアーツの重要性が高まっており、人社系は、更なる学際化が望まれよう. 本稿で提案する測定手法は、科学技術が高度化・複雑化するなか、分野間の学際性とその組織性を定量的に測定できる手法として有益であろう.

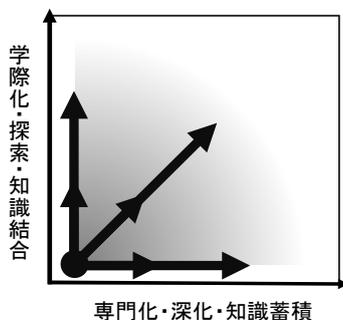


図 4 専門化・深化・知識蓄積と学際化・探索・知識結合

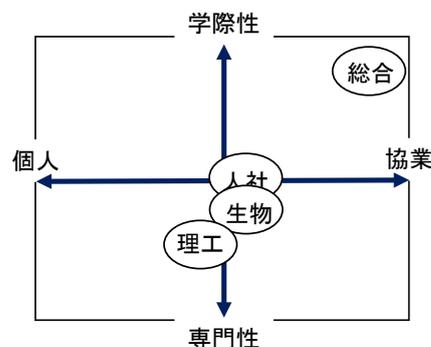


図 5 基盤研究 A における研究分野の学際性と組織性

5.2. 創発領域の発見によるイノベーションの推進

4.1 節で、筆者らは学際性の時間推移を分析した。その目的の一つは、学際性の成長する分野を分析することにより創発領域の発見を試みようとしたものであった。前述の「科研費改革の実施方針」においては、学術研究への要請として「総合性」「融合性」とともに「挑戦性」を第一に挙げており[2]、学際性の時間推移の分析はこの「挑戦性」に対応する試みであった。分析の結果、研究分野ごとの学際性の特徴は異なることが分かったが、学際性が成長する領域について特定することはできなかった。科学技術が高度化・複雑化するなか、学際性は時間推移とともに上昇することを事前に想定したが、科研費プロジェクトの分析結果はむしろその逆で、総合系領域においては学際性が低下傾向であり、本稿の分析で学際性の時間推移の分析による創発領域の発見に至ることはできなかった。

科学技術政策や技術経営戦略においては、エビデンスに基づく政策や戦略の策定が望まれている[8]。本稿では、提案手法により、科研費プロジェクトを、

表 1 に示す総合系、人社系、理工系、生物系の 4 つの大区分の分野で分析した。今後さらに細かく区分された分野を分析することで、より精緻な分析結果を得ることができよう。文部科学省の「科研費改革の実施方針」では分野区分の見直しが行われることになっており[2]、今後、この見直し後の分野区分に基づき学際領域の時間推移を測定することで、新たに創発される学術領域や事業領域の予測を目指す予定である。

6. まとめ

本稿では、学際研究における二つの研究方法、すなわち、研究者個人により学際研究する方法と複数研究者の協業により学際研究する方法を測定するための手法を提案した。また、この手法により日本学術振興会が提供する研究補助金である科研費に関するデータベースを用いて、学際研究を二つの研究方法の観点から測定し、科研費における学際研究の特徴について研究分野ごとに分析した。

分析の結果、(1)複数研究者が協業で学際研究する頻度が、個人で学際研究する頻度より高いこと、(2)分野ごとの学際研究の頻度、および学際研究の分野と分野の組み合わせの頻度は分野によって異なり、特に、主分野または副分野が総合系である学際研究の頻度が多いこと、(3)学際研究の主分野と副分野の関係は非対称的であり、特に、ほとんどの場合で、理工系が他の分野との学際研究を主導していること、が分かった。また、学際性は時間推移とともに上昇することを事前に想定したが、科研費プロジェクトの分析結果はむしろその逆で、総合系においては学際性が低下傾向であった。

近年、科学技術が高度化・複雑化し、学際や協業による研究の必要性が高まっており、本稿で提案する測定手法は、分野間の学際性とその組織性を定量的に測定できる手法として、有益であろう。

今後、さらに細分化された分野間の学際領域の時間推移を測定し分析することで、新しく創発される学術領域や事業領域の予測を目指す予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (18H00840) の助成を受けたものである。本研究においては、政策研究大学院大学の隅蔵教授の協力を得た。感謝申し上げます。

参考文献

- [1] James G. March, Exploration and Exploitation in Organizational Learning, Organization Science, 2 (1), 71-87, 1991.
- [2] 文部科学省, 科研費改革の実施方針(最終改定 平成 29 年 1 月 27 日), 2017.
- [3] D. Crane, Invisible Colleges, The University of Chicago, 1972.
- [4] Thomas J. Allen, Managing the Flow of Technology, MIT Press, 1979.
- [5] Mark E. J. Newman, Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration, Proceedings of the National Academy of Sciences, 101(suppl. 1), 5200-5205, 2004.
- [6] H. W. Turnbull, ed., The Correspondence of Isaac Newton: 1661-1675, 1, Published for the Royal Society at the University Press, 1959.
- [7] J. A. Schumpeter, Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung, 1926.
- [8] 閣議決定, 平成 30 年度予算編成の基本方針(平成 29 年 12 月 8 日), 2017.