

革新的がん医療実用化研究事業

課題管理番号:23ck0106771h0002

がんの本態解明から革新的な医療実用化に向けた一貫したマネジメントスキームの確立研究

特許出願からみたがん研究における異分野

融合の傾向

2024年5月16日提出版

本報告書は、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）・革新的がん医療
実用化研究事業『がんの本態解明から革新的な医療実用化に向けた一貫したマネジメ
ントスキームの確立研究』（研究代表者：濱田哲暢・国立がん研究センター）の一環
として実施した解析結果を取りまとめたものである。本報告書にかかる解析と執筆
は、関矢聡（国立がん研究センター）と小川俊夫（摂南大学／国立がん研究センタ
ー）が担当した。

本報告書に関するお問い合わせは、国立がん研究センター革新的がん研究支援室の
ウェブサイト「お問い合わせ」ページ（<https://portal.jcrp-prim0.jp/contact/>）よりお
願います。

目次

1	本報告書の要旨	1
1.1	背景・目的	1
1.2	方法	1
1.3	結果	2
2	方法	3
2.1	データ抽出	4
2.1.1	Dimensions®とDimensions®収載の特許出願データ	4
2.1.2	Dimensions®からの特許出願データ抽出	4
2.2	データ解析	5
2.2.1	FoR分類について	5
2.2.2	出願数、優先日および引用比について	5
2.2.3	本研究における異分野融合	6
2.2.4	解析手法	7
3	結果	8
3.1	データ抽出	8
3.2	特許出願数の年次推移	9
3.3	引用比（年次推移）	10
3.4	異分野融合群・非異分野融合群の国別出願件数及び引用比	11
3.5	異分野融合群の特許出願数の国別・年次推移	12
3.5.1	異分野融合群：全体の傾向	12
3.5.2	異分野融合群：農学	13
3.5.3	異分野融合群：化学	14
3.5.4	異分野融合群：工学	15
3.5.5	異分野融合群：情報・計算科学	16

3.5.6 異分野融合群：物理学	17
3.5.7 異分野融合群：その他理系	18
3.5.8 異分野融合群：その他文系	19
3.6 非異分野融合群の国別・年次推移	20
3.6.1 非異分野融合群：全体	20
3.6.2 非異分野融合群：生物科学	21
3.6.3 非異分野融合群：健康科学	22
3.6.4 非異分野融合群：生物医学・臨床科学/がん研究分野のみ	23
3.6.5 非異分野融合群：生物医学・臨床科学/ がん研究分野+他の FoR32 の研究分野	24
4 考察	25
4.1 全体の考察	25
4.2 国別の考察	25
4.3 調査の限界	26
4.4 今後の展望	26
5 参考文献	28

1 本報告書の要旨

1.1 背景・目的

本報告書は、令和4（2022）年度革新的がん医療実用化研究事業（以下、「革新がん」）一次公募採択研究開発課題「がんの本態解明から革新的な医療実用化に向けた一貫したマネジメントスキームの確立研究」の令和5（2023）年度の成果の一部として取りまとめた。現在、がん研究領域において、分野の枠を超えた挑戦的で意欲的な研究者間の連携が必要であると認識されている。また、AMEDの方針として、研究開発の進展のために分野間連携が推奨されている。本報告書の目的は、世界のがん研究領域における異分野融合の過去の傾向を、特許出願の視点から巨視的に把握するための、基礎的情報の提供である。

1.2 方法

一般的に、異なる研究分野間の連携は、新たなイノベーションを産み出す。その成果の一つとして、特許出願が実施されている。そこで、がん分野における異分野融合の実態と傾向を明らかにすることを目的として、特許出願の視点から以下の点について分析を実施した。

1. 過去30年間のがん研究について、Dimensions®に収載の特許出願データより、異なる研究分野が融合した特許出願を抽出した。
2. 異なる研究分野の融合については、Dimensionsの各項目に付加されたFoR（Fields of Research）分類を用いて推定した。
3. 抽出した特許出願について、経年（10年毎）及び権利人の国別（日本/米国/欧州/中国/その他）の出願数および引用比の推移について分析した。

1.3 結果

1. 本研究では、FoR2 桁分類を用いて「がん研究における異分野融合の特許」を推定し、異分野融合と非異分野融合について、特許出願時期や国別の比較分析を実施した。がん関連の特許出願件数のうち、異分野融合と推定されたものは 181,193 件中 22,250 件 (12.2%) であった。

2. 異分野融合群・非異分野融合群の国別特許出願件数割合を見ると、米国、日本、および欧州が概ね 10%前後の割合であるのに対し、中国では 17.4%と異分野融合群の特許出願の割合が高かった。

3. 抽出した特許出願について、経年（10 年毎）及び権利人の国別の出願数および引用比の推移の調査結果は以下であった。

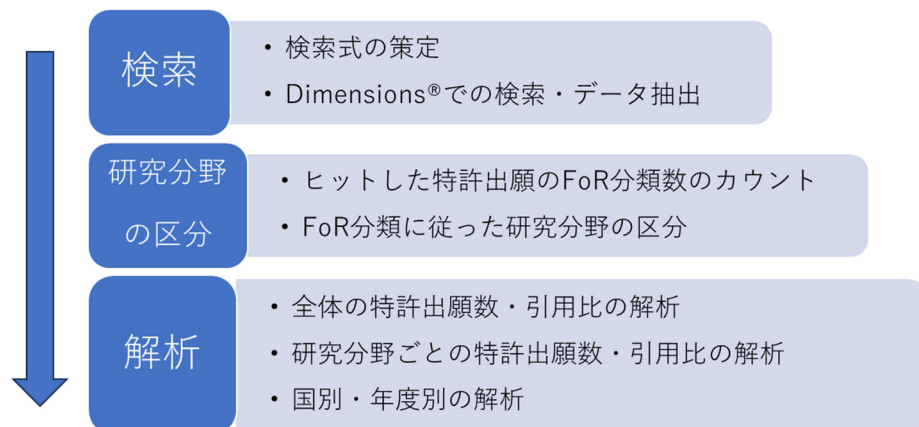
- ✓ 米国のがん研究分野における異分野融合に関連する特許出願数は、いずれの研究分野でも 1991-2000 年より増加していた。また、いずれの研究分野においても他国と比べて高い引用比を維持していること、及び解析期間全体（1991-2020 年）で引用比の低下が著しい研究分野はなかった。
- ✓ 日本のがん研究分野における異分野融合に関連する特許出願数は、全体としては小幅ではあるが増加の傾向にあった。また、経年的に異分野融合群の引用比が低下しており、特に 1991-2000 年に優位であった「化学」、「工学」、及び「物理学」の引用比の低下が著しかった。
- ✓ 欧州のがん研究分野における異分野融合に関連する特許出願数は、全体としては 1991-2000 年より増加していた。一方で経年的に異分野融合群の引用比が低下しており、特に 1991-2000 年に優位であった「工学」の引用比の低下が著しかった。
- ✓ 中国のがん研究分野における異分野融合に関連する特許出願数は、いずれの研究分野においても特許出願数が 2001-2010 年から増加の傾向であった。また、いずれの研究分野においても 2001-2010 年から高い引用比を維持していた。

2 方法

本調査は、以下の方法で実施した。

- 過去 30 年間のがん研究について、Dimensions®に収載の特許出願データより、異なる研究分野が融合した特許出願を抽出した。
- 異なる研究分野の融合については、Dimensions の各項目に付加された FoR (Fields of Research) 分類を用いて推定した。
 - ✓ 抽出した FoR3211 (がん研究分野) が付記された特許出願において、他の FoR が付記されている項目を抽出し、FoR3211 単独の項目は、非異分野融合群として区分した。
 - ✓ 欧州特許庁 (EPO) の加盟国 (欧州特許条約の締約国) 及びスイス、オーストリアについては、「欧州」として集計した。
 - ✓ 1 つの特許の権利が複数の国の共有となっている場合は、等分して集計した (例：1 つの特許出願が米国と日本の共同出願である場合は、米国：0.5、日本：0.5 で集計)
- 抽出した特許出願について、経年 (10 年毎) 及び権利人の国別 (日本/米国/欧州/中国/その他) および引用比の推移を解析した。

図 1：調査の実施要領



2.1 データ抽出

2.1.1 Dimensions®と Dimensions®掲載の特許出願データ

Dimensions®に掲載のグローバルの特許出願データには、世界各国の特許出願データが72,382,267件（2024年4月現在）搭載されている。搭載されている特許出願は本研究の解析対象開始年である1991年の795,348件から年々増加しており、2020年は3,039,748件であった。

また、Dimensions®に掲載のグローバルの特許出願データには、通常の特許出願に付与される技術分類（IPC（世界共通）、CPC（米国・欧州）、FI分類（日本のみ）、Fターム（日本のみ）等）に加えて、FoR分類、CSO分類などの分類が、Dimensions実装時に機械学習により自動的に付与されている。これらの分類のうち、本解析では学術分類であるFoR分類（後述）を使用した。

2.1.2 Dimensions®からの特許出願データ抽出

Dimensions®からの特許出願データの抽出は、以下の表1の検索式より行った。なお、特許出願の重複を避けるためPCT出願は対象外とし、FoR（後述）を含む特許出願を確実に抽出するため、FoR3211（がん研究分野）を必須の検索条件とした。

表1 検索式

検索式
対象：Title AND Abstract
期間：優先日（1991-2020年）
対象出願：PCT出願を除く各国の出願
FoR:3211 Oncology and Carcinogenesis
Freetext: cancer OR tumor OR <u>tumour</u> OR leukemia OR myeloma OR lymphoma OR sarcoma OR neoplasm
出願状況：出願（Application）
データ抽出日：2023年2月7日

2.2 データ解析

2.2.1 FoR 分類について

FoR (Fields of Research) 分類は、オーストラリアとニュージーランドで行われる研究および実験開発 (R&D) の測定と分析で使用するために開発された分類の一つであり、OECD 基準に準拠する分類である¹⁾。

FoR は階層的な分類であり、Division (最も広いレベル:2桁の数字で表示)、Group (4桁の数字で表示)、Field (最も細かいレベル:6桁の数字で表示) の3つのレベルが含まれる。このうち、Dimensions®に掲載の特許出願データには Division 及び Field が付与されており、本調査においては日本における研究分野の分類に最も近いと考えられる Division (FoR2桁) を使用した。

2.2.2 出願数、優先日および引用比について

一般的に異なる研究分野間の連携は、新たなイノベーションを産み出す。その成果の一つとして、特許出願が実施されているため、本調査においては特許出願数を指標として集計した。また、時期的な基準としては、その特許出願に係る発明がいつ発明されたかを反映している優先日 (Priority Date) を用いた。

また、特許の引用を見ることで、発明に使われた知識がどう伝播していくのかを理解することが出来る。特許や論文の引用分析においては、過去 (時間軸で後方) に公開済みの文献を引用する場合は「後方引用 (backward citation)」、将来 (時間軸で前方) に後続の文献によって引用されている場合は「前方引用 (forward citation)」と呼ばれる。

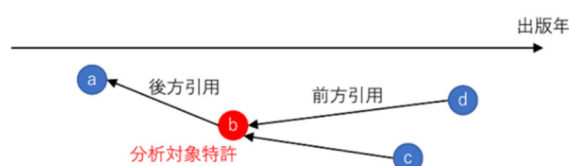
Hall et al. (2005)²⁾ や Kogan et al. (2017)³⁾ などは、特許の価値を科学的な価値とビジネス的な価値の二つに分けて論じている。特許の前方引用の数は、後にどれだけ多くの新たな特許に影響を与えたかということであるため、科学的な価値を判断する良い指標である。したがって、ある会社の研究開発能力は、前方引用の数で重み付けした特許数で測ることが出来る。

Dimension の特許データには前方引用の件数が紐づけられているので、これを利用して研究分野ごとの影響力の検出を試みた。具体的には、Dimension に掲載のグローバルの特許出願データには、特許審査の際にその特許出願が引用された回数、すなわち引用数が集

計されており、これを出願数で割った引用比を、本解析において研究分野ごとの影響力を示す指標として集計した。

図2 特許引用による知識の伝播

(特許引用分析入門：優れた特許とは何か？ - Advanced Technology Lab (recruit.co.jp)⁴⁾より引用)



2.2.3 本研究における異分野融合

異分野融合群を、「がん研究に医学領域以外の分野が融合した項目」と仮定した。FoR2 桁分類のうち医学領域は FoR31 (Biological Sciences; 生物科学)、32 (Biomedical and Clinical Sciences; 生物医学・臨床科学)、42 (Health Sciences; 健康科学) であることから FoR3211 に加えて FoR31、32、42 以外が付記された項目を異分野融合群として抽出し、FoR3211 のみ、あるいは FoR3211 に FoR31、32、42 のみが付記された項目は非異分野融合群に加えた。抽出した異分野融合群において、付記された FoR2 桁分類の特許出願件数が少ない項目については、「その他理系」と「その他文系」として集約した。

以下表 2 に区分の結果を示す。大別して、異分野融合群は 7 つの研究分野に区分され、非異分野融合群は 4 つの研究分野に区分された。

表 2 研究分野の区分の結果

群	研究分野	FoR2桁分類	出願数	
異分野融合群	農学	30 Agricultural, Veterinary and Food Sciences (農学)	1,171	
	化学	34 Chemical Sciences (化学)	14,094	
	工学	40 Engineering (工学)	1,686	
	情報・計算科学	46 Information and Computing Sciences (情報・計算科学)	1,217	
	物理学	51 Physical Sciences (物理学)	2,712	
	その他理系		33 Built Environment and Design (建築学)	30
			37 Earth Sciences (地球科学)	59
			41 Environmental Sciences (環境科学)	271
			49 Mathematical Sciences (数学)	428
			35 Commerce, Management, Tourism and Services (経営学)	5
	その他文系		36 Creative Arts and Writing (芸術学)	51
			38 Economics (経済学)	10
			39 Education (教育学)	1
			43 History, Heritage and Archaeology (歴史学)	27
			44 Human Society (社会学)	5
			47 Language, Communication and Culture (言語学)	7
			48 Law and Legal Studies (法学)	406
			50 Philosophy and Religious Studies (宗教・哲学)	43
			52 Psychology (心理学)	27
非異分野融合群		生物科学	31 Biological Sciences (生物科学)	25,361
	健康科学	42 Health Sciences (健康科学)	10,767	
	生物医学・臨床科学 (FoR3211:がん研究分野のみ)		81,156	
	生物医学・臨床科学 (がん研究分野+他のFoR32の研究分野)	32 Biomedical and Clinical Sciences (生物医学・臨床科学)	42,902	

2.2.4 解析手法

研究分野ごとの集計に当たっては、抽出した FoR3211（がん研究分野）が付記された特許出願において、他の FoR が付記されている項目を抽出した。その後、表 2 に基づいて異分野融合群および非異分野融合群に区分した上で、表 2 の研究分野ごとに集計した。

欧州諸国については、個々の国別に集計すると煩雑になるため、欧州各国への特許出願手続きを一括して行う行政機関である欧州特許庁（EPO）の加盟国（欧州特許条約の締約国）38 か国に、スイスおよびオーストリアを加えた地域を「欧州」として、まとめて集計した。

1 つの特許出願が複数の国の共有となっている場合は、出願数及びその特許出願の引用数は等分して集計した。例えば、1 つの特許出願が米国と日本の共同出願である場合は、米国：0.5、日本：0.5 で集計した。また、上記の特許出願の引用数が 5 である場合は、米国：2.5、日本：2.5 で集計した。

3 結果

3.1 データ抽出

Dimensions®から抽出した集計結果を表3に示す。がん関連の特許として抽出した181,193件に付与されているFoR2桁分類について、がん関連に加えて医学系分野以外のFoR2桁分類が記載されている「異分野融合群」の特許出願数は22,250件であり、全体の12.2%と少なかった。異分野融合群の中で特許出願が最も多かったのは化学(14,094件)で、以下物理学(2,712件)、工学(1,686件)が続いていた。また、異分野融合群の引用比(3.38)は、非異分野融合群の引用比(2.66)より高い傾向が見られた。異分野融合群の中で、引用比が最も高かったのは物理学(7.05)で、工学(4.27)、情報・計算科学(4.18)が続いていた。

表3 がん関連特許の特許出願数及び引用比

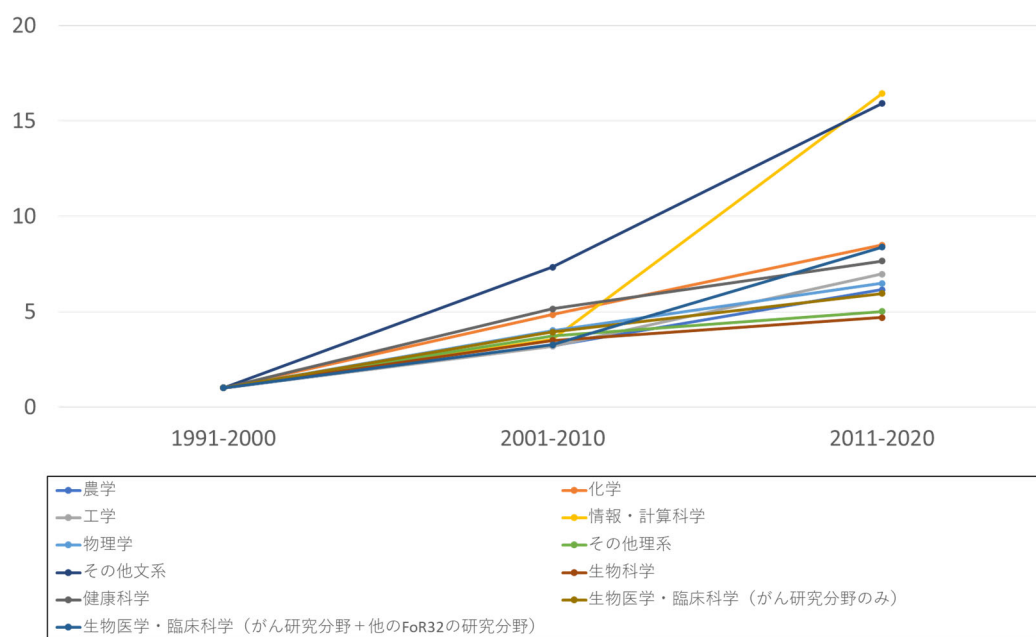
群	研究分野	出願総数	引用総数	引用比 (引用総数/出願総数)
異分野融合群	農学	1,171	2,678	2.29
	化学	14,094	37,763	2.68
	工学	1,686	7,193	4.27
	情報・計算科学	1,217	5,084	4.18
	物理学	2,712	19,123	7.05
	その他理系	788	2,350	2.98
	その他文系	582	944	1.62
非異分野融合群	生物化学	25,361	63,757	2.51
	健康科学	10,767	28,224	2.62
	生物医学・臨床科学 (がん研究分野のみ)	81,156	218,937	2.70
	生物医学・臨床科学 (がん研究分野+他のFoR32の研究分野)	42,902	115,656	2.70
全体		181,193	498,114	2.75
	異分野融合群の割合(%)	12.20	14.98	3.38
	非異分野融合群の割合(%)	87.80	85.02	2.66

3.2 特許出願数の年次推移

1991-2000 年に出願された特許出願数を 1 とした場合の出願比で、経年的な推移を見た結果を図 3 に示す。特許出願数の年次比は、いずれの研究分野でも経年的に増加傾向であった。2001-2010 年の年次比のトップ 3 ははその他文系 (7.33)、化学 (4.85)、物理学 (4.01) であったが、2011-2020 年の年次比のトップ 3 は情報・計算科学 (16.43)、その他文系 (15.92)、化学 (8.49) と、情報・計算科学の伸び率が著しい結果となった。

また、2001-2010 年から 2011-2020 年にかけて年次比が増加していた異分野融合群のトップ 3 は、情報・計算科学 (3.55→16.43 : 12.88 増加)、その他文系 (7.33→15.92 : 8.58 増加)、工学 (3.19→6.97 : 3.78 増加) であった。

図 3 特許出願数 (年次比)



年次	農学	化学	工学	情報・計算科学	物理学	その他理系	その他文系	生物科学	健康科学	生物医学・臨床科学 (がん研究分野のみ)	生物医学・臨床科学 (がん研究分野+他のFoR32の研究分野)
1991-2000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2001-2010	3.21	4.85	3.19	3.55	4.01	3.72	7.33	3.49	5.15	3.94	3.27
2011-2020	6.15	8.49	6.97	16.43	6.48	5.01	15.92	4.70	7.66	5.96	8.39

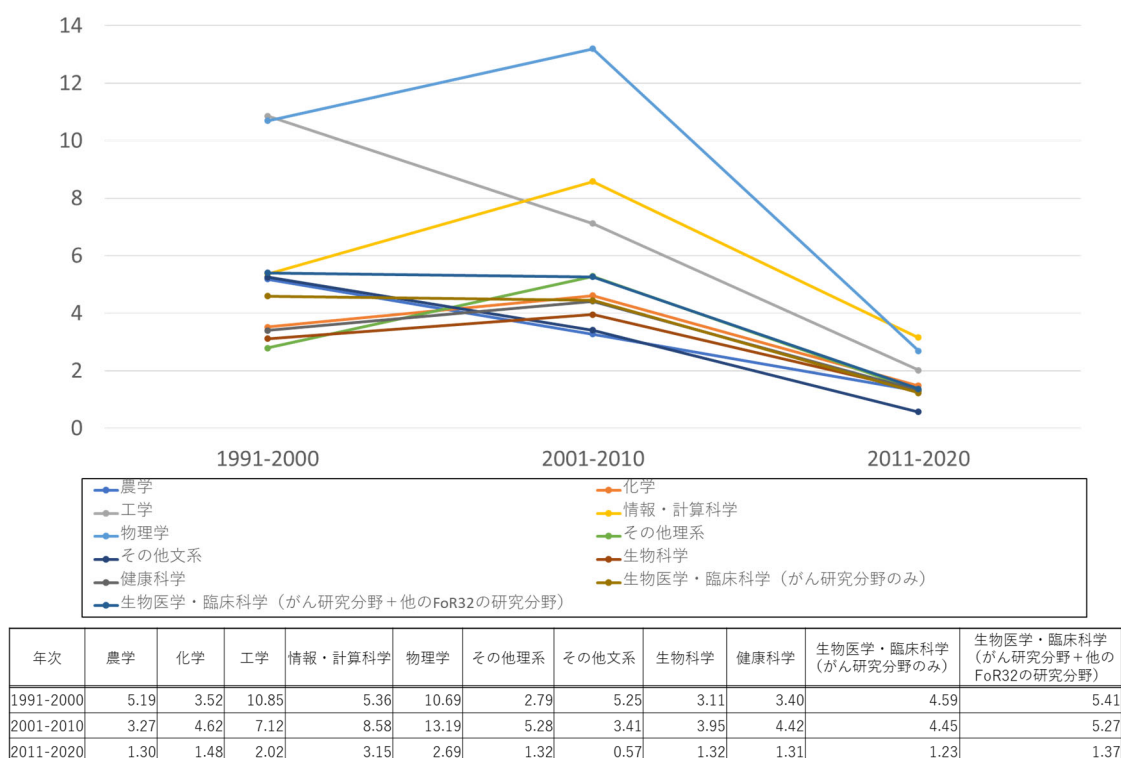
3.3 引用比（年次推移）

引用比の年次推移については、全体的に 2001-2010 年の特許出願の引用比が高い傾向が見られた（図 4 参照）。1991-2000 年の引用比トップ 3 は工学（10.85）、物理学（10.69）、情報・計算科学（5.36）、であったが、2001-2010 年の引用比トップ 3 は物理学（13.19）、情報・計算科学（8.58）、工学（7.12）であった。

また、1991-2000 年から 2001-2010 年にかけて引用比が増加していた異分野融合群は、化学（3.52→4.62）、情報・計算科学（5.36→8.58）、物理学（10.69→13.19）、その他理系（2.79→5.28）であり、1991-2000 年から 2001-2010 年にかけて引用比が減少していた異分野融合群は、農学（5.19→3.27）、工学（10.85→7.12）、その他文系（5.25→3.41）であった。

なお、2011-2020 年の特許出願の引用比は 2001-2010 年よりも低い数値となった。これは、特許の審査では過去に出願された特許出願を引用するため、最近の出願である 2011-2020 年の特許出願の引用比が低くなるためと考えられた。

図 4 引用比（年次推移）



3.4 異分野融合群・非異分野融合群の国別出願件数及び引用比

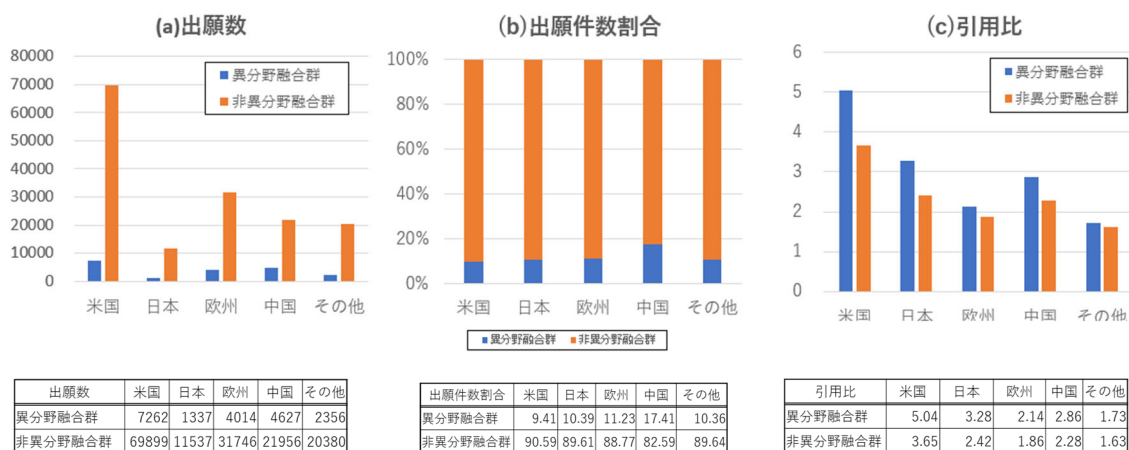
1991-2020年度の異分野融合群・非異分野融合群の国別出願数、出願件数割合、引用比の集計結果を図5に示す（国別出願件数：図5a、出願件数割合：図5b、及び引用比：図5c）。

異分野融合群の出願数は、米国が最も多く（7,262件）、中国（4,627件）、欧州（4,014件）の順であった（図5a）。非異分野融合群の出願数は、米国が最も多く（69,899件）、欧州（31,746件）、中国（21,956件）の順であった（図5a）。

各国の全出願件数中の異分野融合群の割合は、中国で異分野融合群の特許出願の割合が高い（17.41%）一方で、他の国・地域は概ね10%前後の割合（米国：9.41%、日本：10.39%、欧州：11.23%、その他10.36%）であった（図5b）。

また、各国・地域ともに異分野融合群の引用比が、非異分野融合群の引用比よりも高い傾向が見られた（図5c）。

図5 異分野融合群・非異分野融合群の国別件数及び引用比



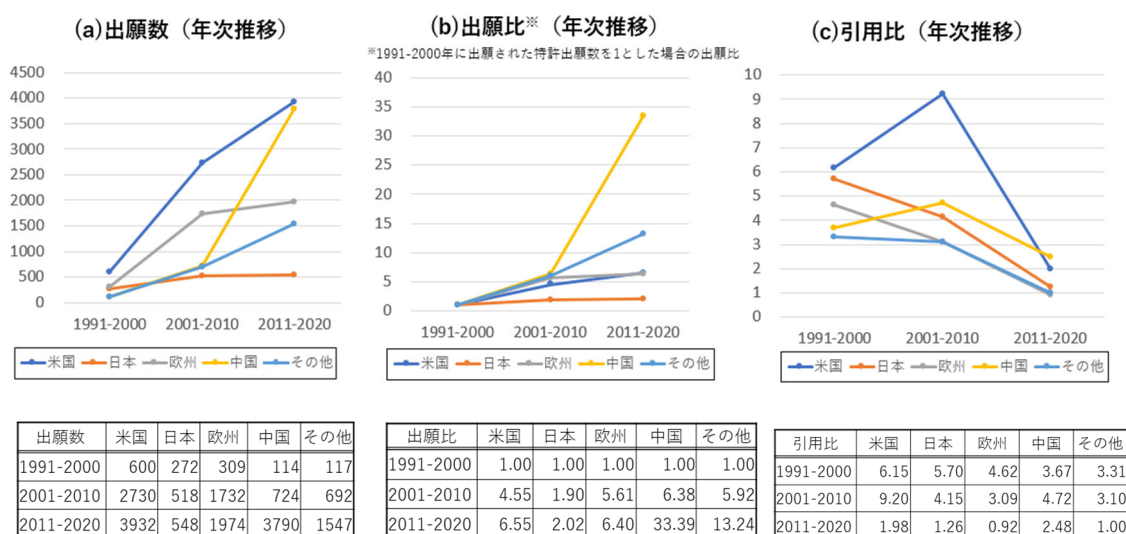
3.5 異分野融合群の特許出願数の国別・年次推移

3.5.1 異分野融合群：全体の傾向

異分野融合群全体の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移を図6に示す（出願数：図6a、出願比：図6b、引用比：図6c）。異分野融合群の出願数は、グローバル全体では経年的に増加の傾向が見られた一方で、日本は微増に留まっていた（図6a、6b）。また、異分野融合群の出願数は、米国が経年的にトップであったが、中国の増加が著しく、2011-2020年の出願数については欧州を抜き、米国と中国はほぼ同数であった（図6a）。

異分野融合群の引用比は、1991-2000年、および2001-2010年は米国がトップであった（それぞれ6.15および9.20）が、中国が2011-2020年よりトップ（2.48）となっていた。また、日本および欧州の引用比は経年的に減少していた（図6c）。

図6 異分野融合群の国別件数及び引用比（全体）



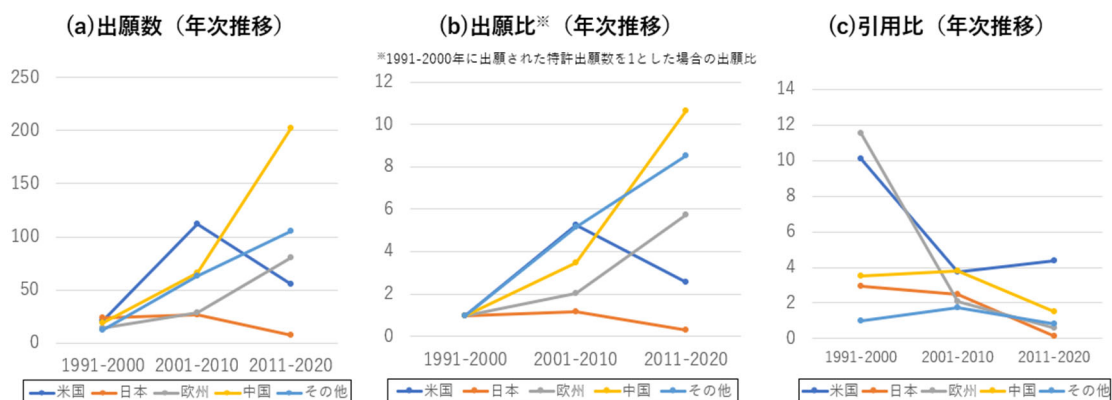
3.5.2 異分野融合群：農学

異分野融合群・農学の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図7に示す（出願数：図7a、出願比：図7b、引用比：図7c）。

米国の出願数は1991-2000年から2001-2010年にかけて増加していたが、2001-2010年から2011-2020年にかけては減少していた。ただし、2011-2020年の出願数は1991-2000年よりも増加しているため、全体的には増加傾向にあった（図7a, 7b）。日本の出願数は1991-2000年から2001-2010年にかけてはほぼ横ばいで、2001-2010年から2011-2020年にかけては減少していた（図7a, 7b）。中国や欧州の出願数は、経年的に増加していた。特に中国は、2011-2020年は出願数がトップとなっていた（図7a, 7b）。

引用比については、1991-2000年は欧州がトップ（11.50）であったが、2001-2010年は中国がトップ（3.73）であり、2011-2020年は米国がトップ（4.35）であった。

図7 異分野融合群の国別件数及び引用比（農学）



出願数	米国	日本	欧州	中国	その他
1991-2000	21.33	23.33	14	19	12.33
2001-2010	112	27	28.5	66	63.5
2011-2020	55	7.5	80.5	202	105

出願比	米国	日本	欧州	中国	その他
1991-2000	1	1	1	1	1
2001-2010	5.25	1.16	2.04	3.47	5.15
2011-2020	2.58	0.32	5.75	10.63	8.52

引用比	米国	日本	欧州	中国	その他
1991-2000	10.08	2.91	11.50	3.53	0.97
2001-2010	3.73	2.48	2.09	3.77	1.75
2011-2020	4.35	0.13	0.58	1.52	0.84

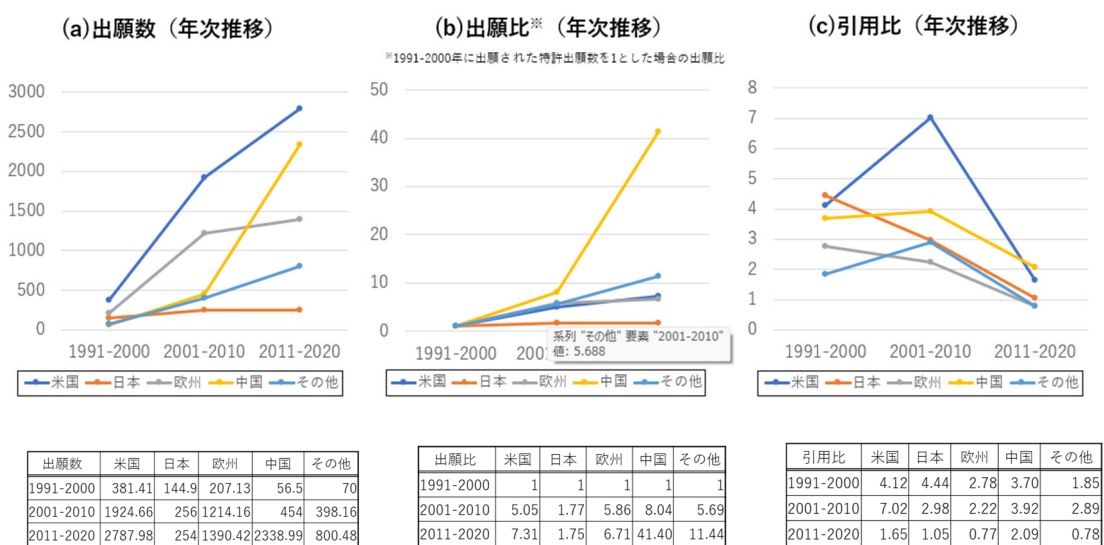
3.5.3 異分野融合群：化学

異分野融合群・化学の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図8に示す（出願数：図8a、出願比：図8b、引用比：図8c）。

米国の出願数は、他の国・地域と比べて出願数が多い状態を維持し、また経年的にもかなり増加していた（図8a, 8b）。日本の出願数は1991-2000年から2001-2010年にかけて増加していたが、2001-2010年から2011-2020年にかけてはほぼ横ばいであった（図8a, 8b）。中国、その他、欧州の出願数は、経年的に増加していた。特に出願数は中国の伸びが2011-2020年にかけて著しかった（図8a, 8b）。

引用比については、1991-2000年は日本がトップ（4.44）であったが、2001-2010年は米国がトップ（7.02）であり、2011-2020年は中国がトップ（2.09）であった。

図8 異分野融合群の国別件数及び引用比（化学）



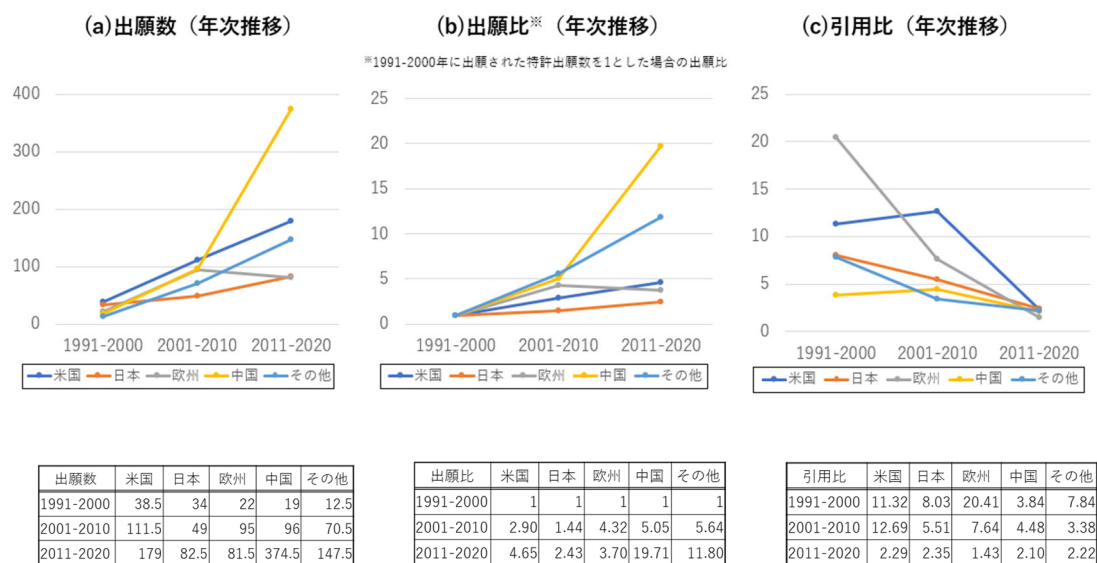
3.5.4 異分野融合群：工学

異分野融合群・工学の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図9に示す（出願数：図9a、出願比：図9b、引用比：図9c）。

米国の出願数は、経年的に増加しており、また2001-2010年まではトップであったが、2011-2020年は中国に抜かれていた（図9a, 9b）。日本の出願数は経年的に増加しており、特に2001-2010年から2011-2020年にかけては約2倍の増加率であった（図9a, 9b）。中国や欧州の出願数は、経年的に増加していた。特に出願数は中国の伸びが2011-2020年にかけて著しかった（図9a, 9b）。

引用比については、1991-2000年は欧州がトップ（20.41）であったが、2001-2010年には米国がトップ（12.69）であり、2011-2020年は日本がトップ（2.35）であった。また、欧州の引用比が経年的に低下（1991-2000年：20.41→2001-2010年：7.64→2011-2020年：1.43）していたのが特徴的であった（図9c）。

図9 異分野融合群の国別件数及び引用比（工学）



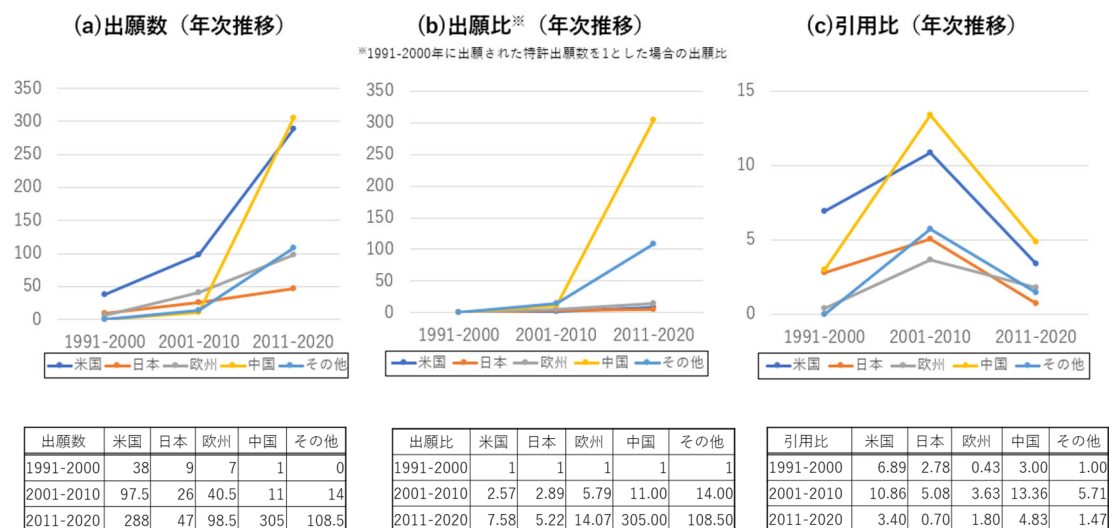
3.5.5 異分野融合群：情報・計算科学

異分野融合群・情報・計算科学の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図10に示す（出願数：図10a、出願比：図10b、引用比：図10c）。

米国の出願数は、1991-2000年および2001-2010年はトップであり、経年的にもかなり増加していたが、2011-2020年は中国に抜かれていた（図10a, 10b）。中国の出願数は経年的に増加しており、特に2011-2020年にかけての出願数の伸びが著しく、2011-2020年は米国を抜いてトップとなっていた（図10a, 10b）。日本や欧州の出願数は経年的に増加していたが、他の国・地域と比較して低い増加率であった（図10a, 10b）。

引用比については、1991-2000年は米国がトップ（4.44）であったが、2001-2010年および2011-2020年は中国がトップ（それぞれ2.09）であった。情報・計算科学の特許出願においては、2011-2020年より中国が出願数・引用比ともにトップとなっているのが特徴的であった。

図10 異分野融合群の国別件数及び引用比（情報・計算科学）



3.5.6 異分野融合群：物理学

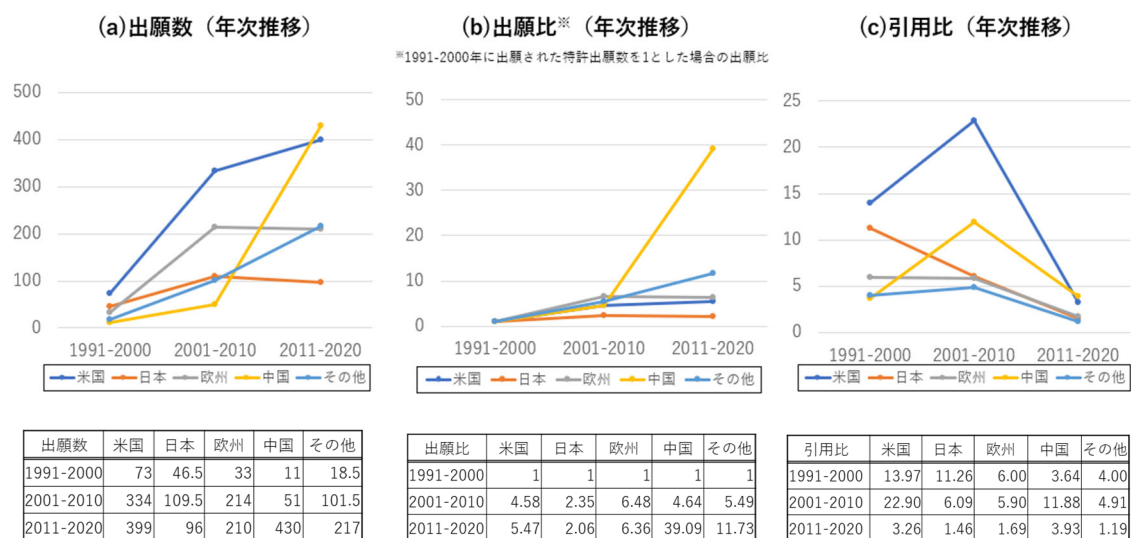
異分野融合群・物理学の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図11に示す（出願数：図11a、出願比：図11b、引用比：図11c）。

米国の出願数は、経年的に増加しており、また2001-2010年まではトップであったが、2011-2020年は中国に抜かれていた（図11a, 11b）。中国の出願数は経年的に増加しており、特に2011-2020年にかけての出願数の伸びが著しく、2011-2020年は米国を抜いてトップとなっていた（図11a, 11b）。日本および欧州の出願数は1991-2000年から2001-2010年にかけては増加していたが2001-2010年から2011-2020年にかけては微減であった（図11a, 11b）。

引用比については、1991-2000年および2001-2010年は米国がトップ（それぞれ13.97および22.90）であり、2011-2020年は中国がトップ（3.93）であった。

物理学の特許出願においては、2011-2020年より中国が出願数・引用比ともにトップとなっているのが特徴的であった（図11c）。

図11 異分野融合群の国別件数及び引用比（物理学）



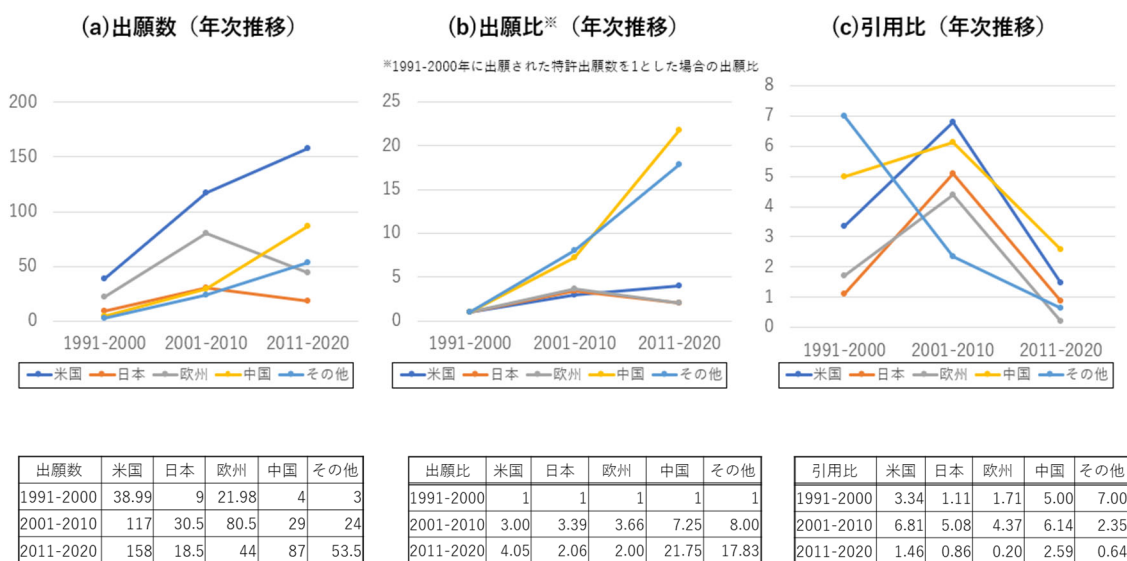
3.5.7 異分野融合群：その他理系

異分野融合群・その他理系の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図12に示す（出願数：図12a、出願比：図12b、引用比：図12c）。

米国の出願数は、最も出願数が多い状態を維持し、また経年的にもかなり増加していた（図12a, 12b）。日本および欧州の出願数は1991-2000年から2001-2010年にかけて増加していたが、2001-2010年から2011-2020年にかけては減少していた。ただし、2011-2020年の出願数は1991-2000年よりも増加しているため、全体的には増加傾向にあった（図12a, 12b）。中国の出願数は経年的に増加しており、特に2001-2010年から2011-2020年にかけての増加率が著しかった（図12a, 12b）。

引用比については、2001-2010年は米国がトップ（6.81）であり、2011-2020年は中国がトップ（2.59）であった。

図12 異分野融合群の国別件数及び引用比（その他理系）



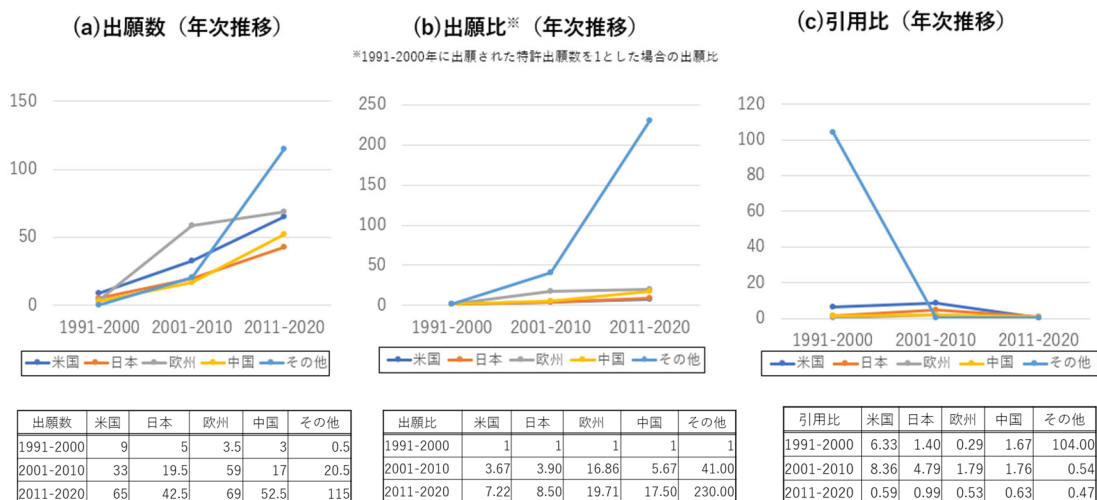
3.5.8 異分野融合群：その他文系

異分野融合群・その他文系の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図13に示す（出願数：図13a、出願比：図13b、引用比：図13c）。

米国、日本、欧州、中国の出願数は、いずれも経年的に増加していた（図13a, 13b）。その他の出願数は1991-2000年より急激に伸びており、2011-2020年はトップであった。これについては、2011-2020年に韓国より法学分野（FoR分類48：Law and Legal Studies）の特許出願が85件あったことが影響していると考えられる（図13a, 13b）。

引用比については、1991-2000年はそのほかが高（104.00）であったが、2001-2010年は米国が高（8.36）であり、2011-2020年は日本が高（0.99）であった（図13c）。なお、その他の1991-2000年の引用比が高い理由としては、引用数が104あったリポソーム内包ビンカアルカロイド組成物に関する出願が、歴史学分野（FoR分類43：History, Heritage and Archaeology）に分類されていたことによるものであった。

図13 異分野融合群の国別件数及び引用比（その他文系）



3.6 非異分野融合群の国別・年次推移

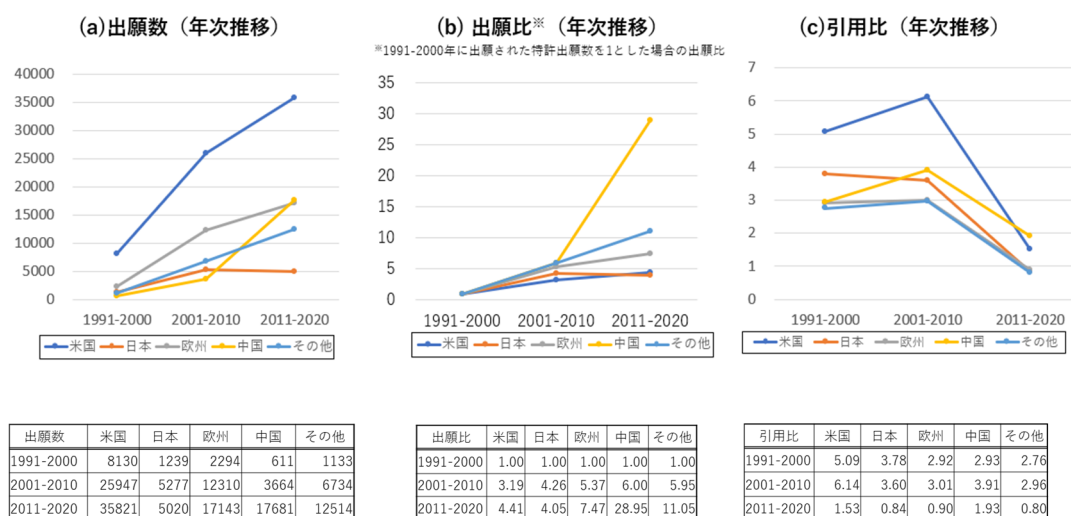
3.6.1 非異分野融合群：全体

非異分野融合群全体の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図 14 に示す（出願数：図 14a、出願比：図 14b、引用比：図 14c）。

非異分野融合群の出願数は、グローバル全体では経年的に増加の傾向が見られた一方で、日本は微減に留まっていた（図 14a, 14b）。また、非異分野融合群の出願数は、米国の出願数は、最も出願数が多い状態を維持し、また経年的にもかなり増加していた（図 14a）。

非異分野融合群の引用比は、1991-2000 年、および 2001-2010 年は米国がトップであった（それぞれ 5.09 および 6.14）が、中国が 2011-2020 年よりトップ（1.93）となっていた。また、日本の引用比は経年的に減少していた（図 14c）。

図 14 非異分野融合群の国別件数及び引用比（全体）



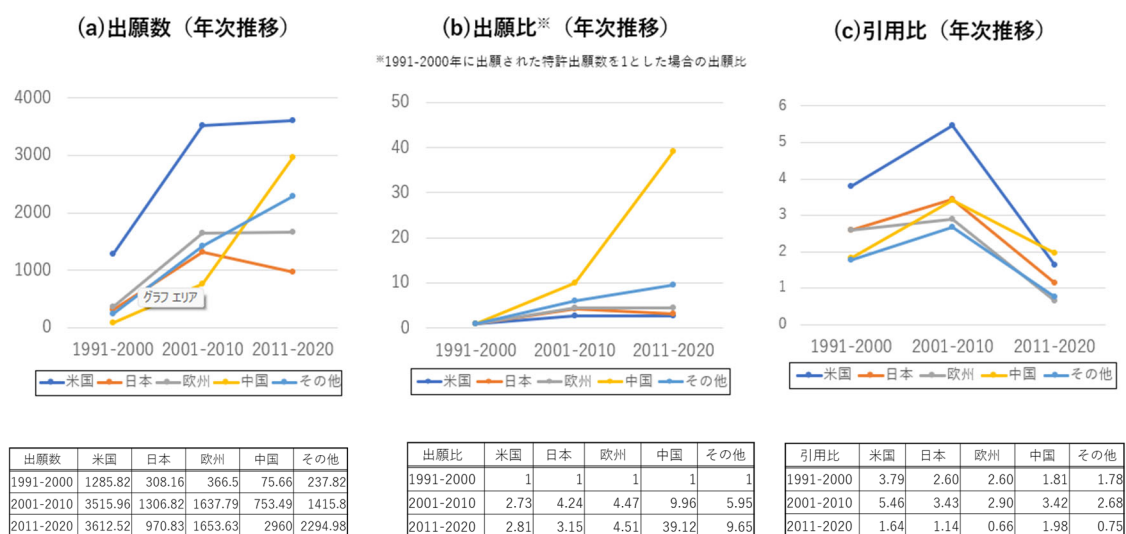
3.6.2 非異分野融合群：生物科学

非異分野融合群・生物科学の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図15に示す（出願数：図15a、出願比：図15b、引用比：図15c）。

米国の出願数は、最も出願数が多い状態を維持し、また経年的にも増加していた（図15a, 15b）。日本の出願数は1991-2000年から2001-2010年にかけて増加していたが、2001-2010年から2011-2020年にかけては減少していた。ただし、2011-2020年の出願数は1991-2000年よりも増加しているため、全体的には増加傾向にあった（図15a, 15b）。欧州や中国の出願数は、経年的に増加していた。特に出願数は中国の伸びが2011-2020年にかけて著しかった（図15a, 15b）。

引用比については、1991-2000年および2001-2010年は米国がトップ（それぞれ3.79および5.46）であり、2011-2020年は中国がトップ（1.98）であった。

図15 非異分野融合群の国別件数及び引用比（生物科学）



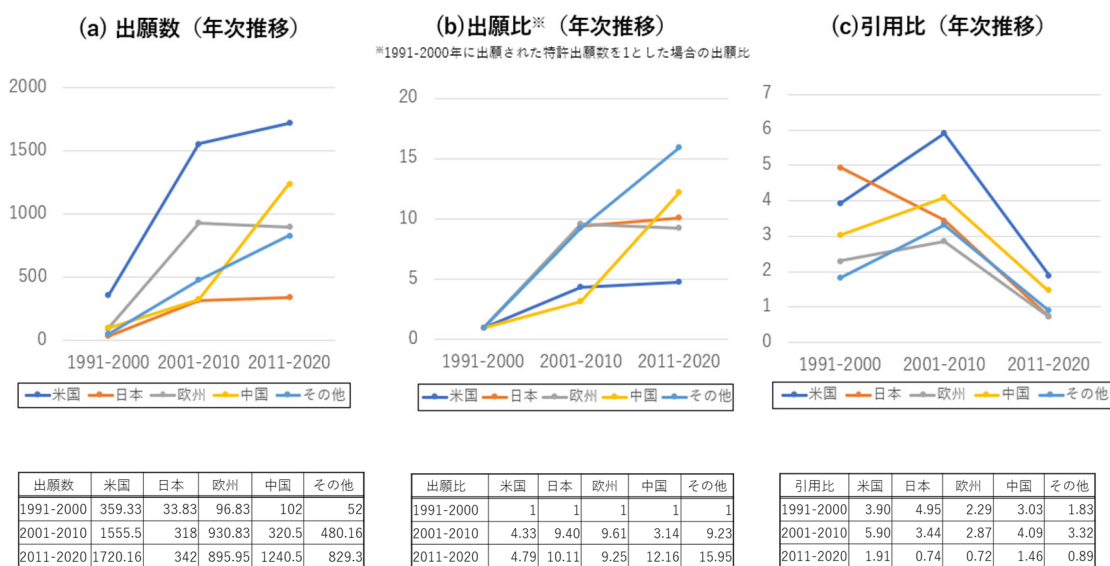
3.6.3 非異分野融合群：健康科学

非異分野融合群・健康科学の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図16に示す（出願数：図16a、出願比：図16b、引用比：図16c）。

米国の出願数は、最も出願数が多い状態を維持し、また経年的にも増加していた（図16a, 16b）。欧州の出願数は1991-2000年から2001-2010年にかけて増加していたが、2001-2010年から2011-2020年にかけては減少していた。ただし、2011-2020年の出願数は1991-2000年よりも増加しているため、全体的には増加傾向にあった（図16a, 16b）。日本や中国の出願数は、経年的に増加していた。特に出願数は中国の伸びが2011-2020年にかけて著しかった（図16a, 16b）。

引用比については、1991-2000年は日本がトップ（4.95）、2001-2010年および2011-2020は米国がトップ（それぞれ5.90および1.91）であった。

図16 非異分野融合群の国別件数及び引用比（健康科学）



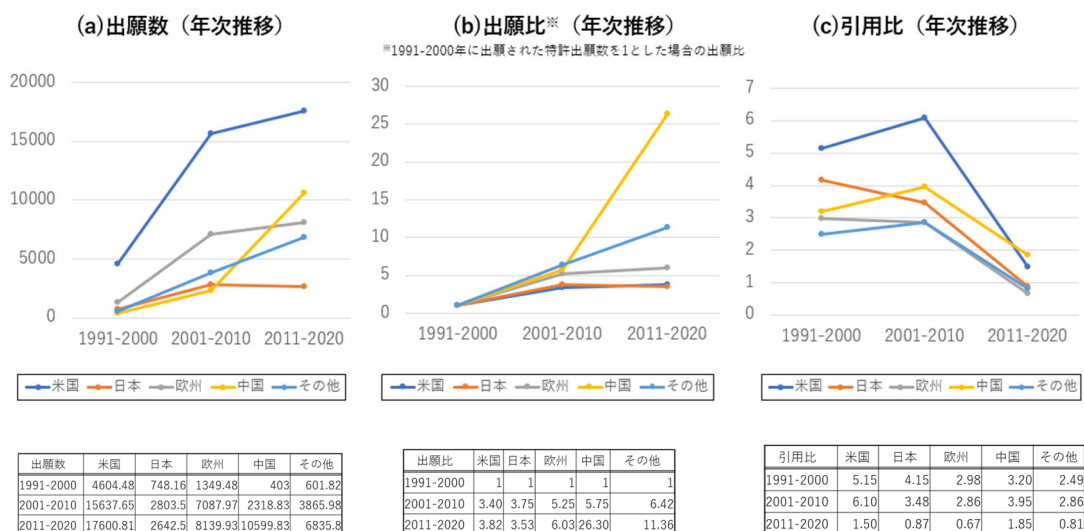
3.6.4 非異分野融合群：生物医学・臨床科学/がん研究分野のみ

非異分野融合群・生物医学・臨床科学/がん研究分野のみの出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図 17 に示す（出願数：図 17a、出願比：図 17b、引用比：図 17c）。

米国の出願数は、最も出願数が多い状態を維持し、また経年的にも増加していた（図 17a, 17b）。日本の出願数は 1991-2000 年から 2001-2010 年にかけて増加していたが、2001-2010 年から 2011-2020 年にかけては減少していた。ただし、2011-2020 年の出願数は 1991-2000 年よりも増加しているため、全体的には増加傾向にあった（図 17a, 17b）。中国や欧州の出願数は、経年的に増加していた。特に出願数は中国の伸びが 2011-2020 年にかけて著しかった（図 17a, 17b）。

引用比については、1991-2000 年および 2001-2010 年は米国がトップ（それぞれ 5.15 および 6.10）、および 2011-2020 は中国がトップ（1.85）であった。

図 17：非異分野融合群の国別件数及び引用比（生物医学・臨床科学/がん研究分野のみ）



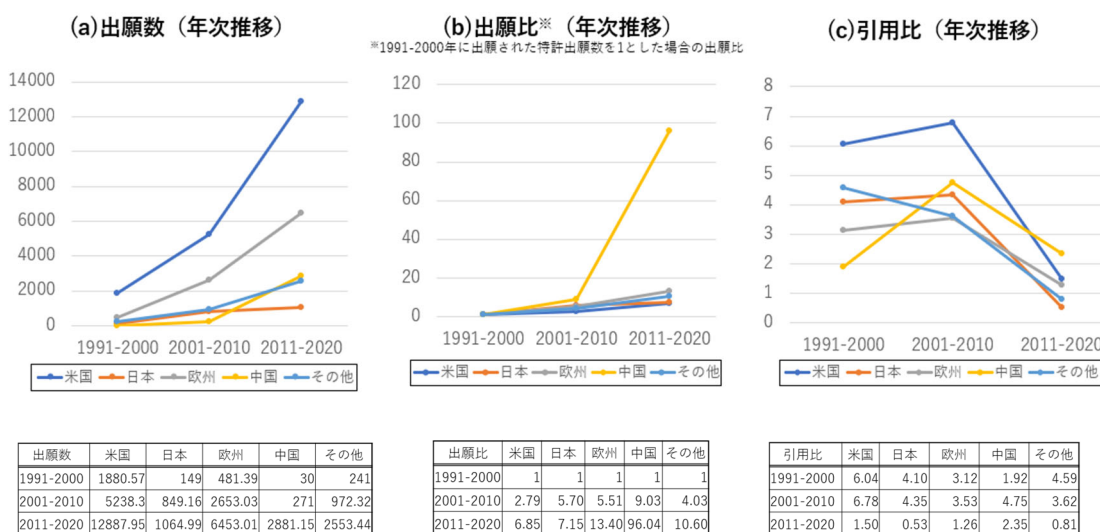
3.6.5 非異分野融合群：生物医学・臨床科学/ がん研究分野+他の FoR32 の研究分野

生物医学・臨床科学/ がん研究分野+他の FoR32 の研究分野の出願数、出願比、引用比の国別・年次推移の解析結果を図 18 に示す（出願数：図 18a、出願比：図 18b、引用比：図 18c）。

米国の出願数は、最も出願数が多い状態を維持し、また経年的にも増加していた（図 18a, 18b）。日本、中国、欧州の出願数は、経年的に増加していた。特に出願数は中国の伸びが 2011-2020 年にかけて著しかった一方で、日本の出願数の伸びは他国と比べて鈍かった（図 18a, 18b）。

引用比については、1991-2000 年および 2001-2010 年は米国がトップ（それぞれ 6.04 および 6.78）、および 2011-2020 は中国がトップ（2.35）であった。

図 18 非異分野融合群の国別件数及び引用比（生物医学・臨床科学/がん研究分野のみ）



4 考察

4.1 全体の考察

がん関連の特許出願を異分野融合群と非異分野融合群とに分け、さらに出願数及び引用比を国別・年次推移・研究分野別の観点から解析した結果から、各国・各地域の異分野融合の特徴を明らかにすることができた。異分野融合群と非異分野融合群の引用比を比較すると、異分野融合群の引用比の方が高い傾向が見られたことから、異分野融合群の特許の方がより注目度が高い可能性が示唆された。

4.2 国別の考察

特許出願の観点から見た場合、世界的にはがん研究における異分野融合の取り組みは年を追うごとに活発になっていることが示唆された。

米国のがん研究分野における異分野融合に関連する特許出願数は、いずれの研究分野でも 1991-2000 年より増加していた。また、いずれの研究分野においても他国と比べて高い引用比を維持していること、及び解析期間全体（1991-2020 年）で引用比の低下が著しい研究分野はないことから、米国は全般的にがん研究分野における異分野融合の取り組みは継続的に高い状態を維持していると考えられる。

中国のがん研究分野における異分野融合に関連する特許出願数は、いずれの研究分野においても特許出願数が 2001-2010 年から増加の傾向であった。また、いずれの研究分野においても 2001-2010 年から高い引用比を維持していることから、中国は全般的にがん研究分野における異分野融合の取り組みは 2001-2010 年から高まってきていると考えられる。特に、中国の「情報・計算科学」についてはニューラルネットワークに基づくがんリスク評価分析システムや画像診断システムなどの特許出願数が著しく伸びており、がん研究と情報・計算科学分野との異分野融合に注力していると考えられる。

欧州のがん研究分野における異分野融合に関連する特許出願数は、全体としては 1991-2000 年より増加していた。一方で経年的に異分野融合群の引用比が低下しており、特に 1991-2000 年に優位であった「工学」の引用比の低下が著しかった。

一方で、日本のがん研究分野における異分野融合に関連する特許出願数は、全体としては小幅ではあるが増加の傾向にあった。また、経年的に異分野融合群の引用比が低下しており、特に 1991-2000 年に優位であった「化学」、「工学」、及び「物理学」の引用比の低下が著しかったため、日本は世界的な傾向とは逆に、がん研究における異分野融合の取

り組みは低調で、他の国・地域に比べてがん研究における異分野融合への取り組みが不足していると考えられる。このような低調が発生した原因については今回の解析では正確には追跡できなかったが、がん研究分野における研究費の削減および若手研究者の減少なども一因としてあるのではないかと考える。

4.3 調査の限界

Dimensions®の特許出願データに付与されている FoR 分類は、特許出願書類中のテキストより機械学習により自動的に付与されている関係上、一定の確率でエラーが発生していると考えられた。例としてその他文系の出願における引用数が高かった出願（図 13c）に関しては、記載内容を確認したところ、リポソーム内包ビンカアルカロイド組成物に関する出願で、FoR 分類では歴史学（43 History, Heritage and Archaeology）に分類されていたことから、調査時時点（2023 年 2 月）での機械学習による FoR 分類の課題である。現時点ではこのような誤分類が起こった正確な原因は不明であるが、教師データの拡充、アルゴリズムの継続的な改善により、このような誤分類は今後改善していくものと考えられる。

4.4 今後の展望

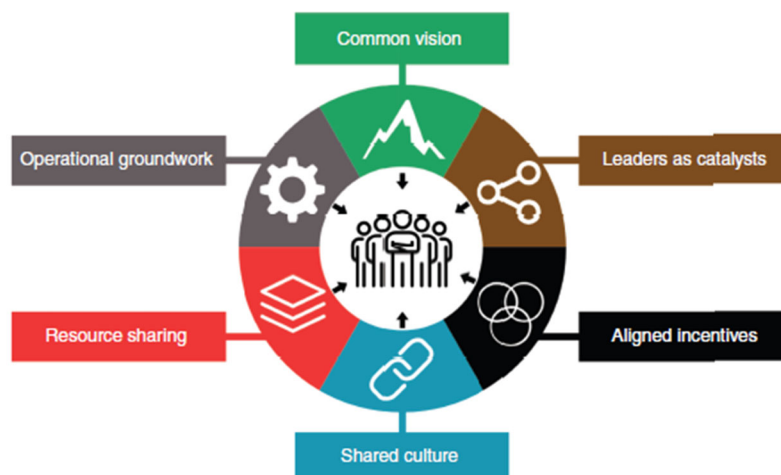
今回の調査で「がん研究における異分野融合」をテーマに、Dimensions®に搭載されている特許出願のデータから、学術分類による解析ができることが示された。今後、本調査で確立した解析手法を特許出願について継続的に行うことにより、より最新の異分野融合の動向等を明らかにすることができると考える。また、特許出願については、公式の技術分類である IPC（国際特許分類）が各出願ごとに必ず付与されているので、今回確立した調査方法で学術分野と技術分類との相関性について解析することによって、新たな知見を得ることができる可能性がある。

さらに、Dimensions®に搭載されている学術論文のデータにも FoR 分類は付与されているので、今後は「学術論文から見たがん研究における異分野融合の傾向」も、本調査と同様の解析手法を用いることによって見出すことができると考える。

Boehm et al.(2024)⁵⁾ は、“Hallmarks of Cancer”⁶⁾を参考にした、がん研究における抜本的な共同研究（Radical collaboration）を提唱している。ここでは、米国および海外で進行中の「次世代」がんチーム研究を支える必須の 6 つの要素として、共通のビジョン（Common vision）、触媒としてのリーダー（Leaders as catalysis）、調整されたインセンティブ（Aligned incentives）、文化の共有（Shared culture）、リソースの共有

(Resource sharing)、運用上の基盤強化 (Operational groundwork) が提案されている (図 19)。

図 19 がん研究における抜本的な共同研究 (Radical collaboration) の概念図⁵⁾



上記の概念については、がん研究における異分野融合を推進する際にも当然適用されると考える。その際、がん研究分野における学术论文ないし特許出願の情報を本調査の手法により解析して、がん研究における異分野融合についての抽象的かつ全体を俯瞰することができる情報を提供することにより、主に図 19 中の Common vision を形成する際に貢献できると考える。

今後のがん研究分野における異分野融合の展望については、今回調査したいずれの研究分野でもグローバル全体では異分野融合群の特許出願数は継続的に増加している (3.2 参照)、がん研究分野と他の研究分野との異分野融合は継続的に行われていくと考えるが、わけてもゲノム解析のデータ、画像データ、臨床データ等を解析する際に AI が必要とされてくることから、グローバル全体では情報・計算科学分野との連携を中心に進むと考えられる (3.1, 3.2, 3.3 及び 3.5.5 参照)。

以上

5 参考文献

- 1) <https://www.abs.gov.au/statistics/classifications/australian-and-new-zealand-standard-research-classification-anzsrc/latest-release>
- 2) Hall, Bronwyn H, Adam Jaffe, and Manuel Trajtenberg, “Market value and patent citations,” RAND Journal of economics, 2005, pp. 16–38.
- 3) Kogan, Leonid, Dimitris Papanikolaou, Amit Seru, and Noah Stoffman, “Technological Innovation, Resource Allocation, and Growth,” The Quarterly Journal of Economics, May 2017, 132 (2), 665–712.
- 4) <https://atl.recruit.co.jp/blog/5228/>
- 5) Jesse S. Boehm and Tyler Jacks, “Radical Collaboration: Reimagining Cancer Team Science,” Cancer Discov. 2024;14:563–568.
- 6) Hanahan D, “Hallmarks of Cancer: New Dimensions” Cancer Discov. 2022;12 (1): 31–46.