

### 3.1.N2 バイオ・医療応用

#### 3.1.N2.1 人工生体組織・機能性バイオ材料

##### 領域の定義

生体および生体構成成分（組織、細胞、体液、核酸、タンパク質など）と相互作用して利用される材料およびその構築物を追究する研究開発領域である。医療応用では、損傷組織を修復・代替するための再建外科材料や人工臓器、再生医療材料、バイオ接着剤、そして治療の補助や治癒の促進をする材料、細胞の培養基材などが対象となる。さらに、食用培養肉の製造、ならびに生体由来物質や生細胞を人工材料とハイブリッドした新機能材料も含む。応用ニーズの多様化・高度化に伴い、生体機能再現技術の高度化、材料-生体間相互作用の体系的理解や精密制御、材料の多機能化などが求められる。

##### ポイント

- ・ 領域全体の論文数は増加しており、そのうち中国の増加が特に顕著である。日本の論文数は横ばいで、変化率としては他の調査対象国を下回る状況にある。（図3.1-N2.1-1、図3.1-N2.1-2 b）
- ・ 日本のTop1%論文数、Top10%論文数及び相対被引用度（CNCI）は他の調査対象国と比較して低い水準にある（図3.1-N2.1-2 c）、d）、e））。
- ・ 論文の企業共著率では日本が調査対象国中で1位（4.3%）である。（図3.1-N2.1-2 f））
- ・ h5-index上位100位以内の研究者数で日本は6位であり、一定の存在感が認められる（図3.1-N2.1-3 d））。
- ・ 特許ファミリー件数のシェアおよびPatent Asset Indexのシェアは、中国が顕著な増加を示す一方、日本は特許ファミリー件数で韓国に、Patnet Asset Indexでドイツに抜かれ、2022年時点でも世界4位である（図3.1-N2.1-4 b）、d））。

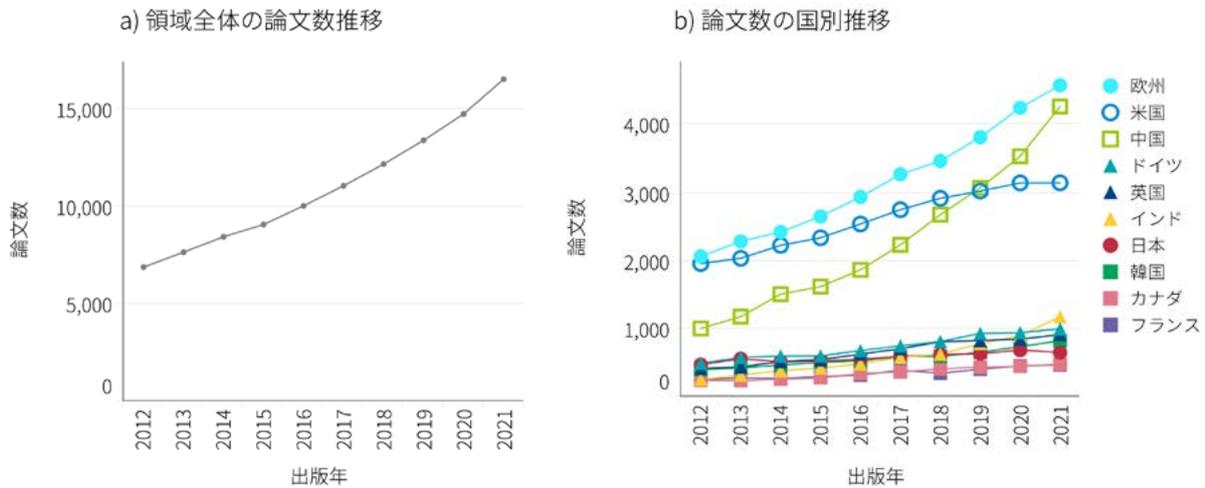


図3.1-N2.1-1 人工生体組織・機能性バイオ材料領域における論文数の動向①

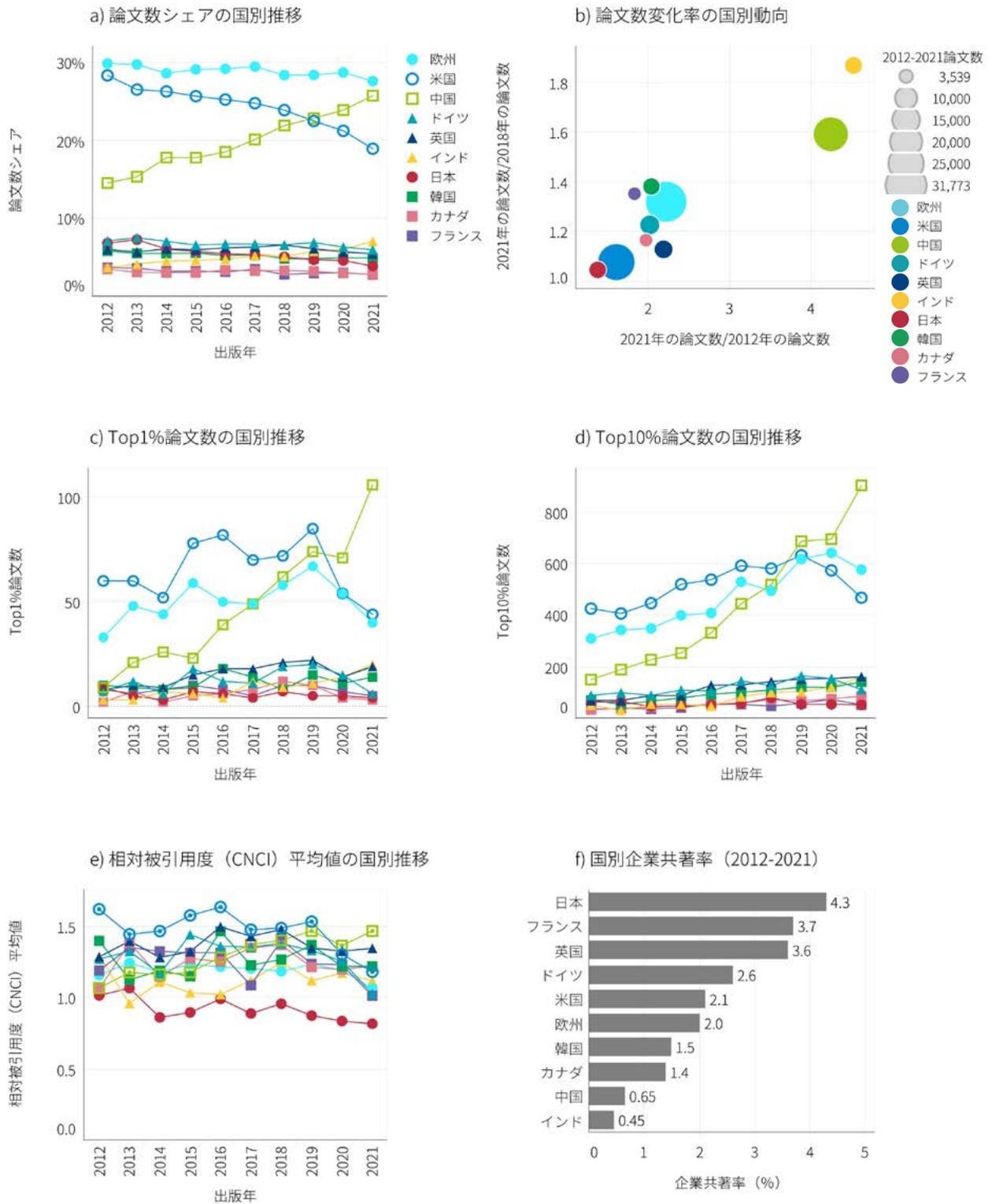


図3.1-N2.1-2 人工生体組織・機能性バイオ材料領域における論文数の動向②

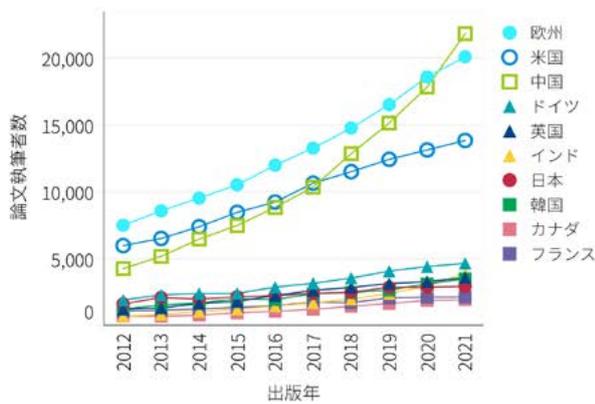
a) 各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	米国	中国	ドイツ	英国	インド	日本	韓国	カナダ	フランス	オーストラリア	論文数 (件)
米国	\	11	3.3	3.7	1.7	2	3.4	2.3	1.5	1.6	26,118
中国	13	\	2	2.8	0.76	1.9	1.4	1.6	0.69	2.6	23,450
ドイツ	12	6.4	\	6.7	1.3	1.7	1	2	3.6	3.6	7,432
英国	14	9.9	7.4	\	2.1	1.8	2.4	1.8	3.9	4.4	6,699
インド	7.4	3	1.6	2.3	\	1.8	4.3	1.2	1.1	1.7	5,980
日本	9.1	7.5	2.2	2.1	1.8	\	2.6	1	1.7	1.6	5,862
韓国	16	5.6	1.3	2.8	4.4	2.6	\	1.2	0.8	1.5	5,781
カナダ	17	11	4.1	3.4	1.9	1.7	1.9	\	3.5	1.7	3,550
フランス	11	4.6	7.5	7.4	1.9	2.8	1.3	3.5	\	2.1	3,539
オーストラリア	12	18	7.8	8.6	2.9	2.7	2.4	1.7	2.2	\	3,460

b) 論文数上位機関 (世界上位10機関+日本1位機関、2012-2021)

研究機関	国	ランク	論文数	Top1%論文数	Top10%論文数
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	フランス	1	1,901	38	266
Harvard University	米国	2	1,708	117	547
Shanghai Jiao Tong University	中国	3	1,575	52	452
Sichuan University	中国	4	1,407	27	260
Zhejiang University	中国	5	1,049	19	226
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	米国	6	967	73	336
National University of Singapore	シンガポール	7	936	26	248
Helmholtz Association	ドイツ	8	903	9	140
University College London	英国	9	880	10	161
Tsinghua University	中国	10	844	29	178
University of Tokyo	日本	31	590	11	62

c) 論文執筆者数の国別推移



d) h5-index上位100位内研究者数 (2017-2021)

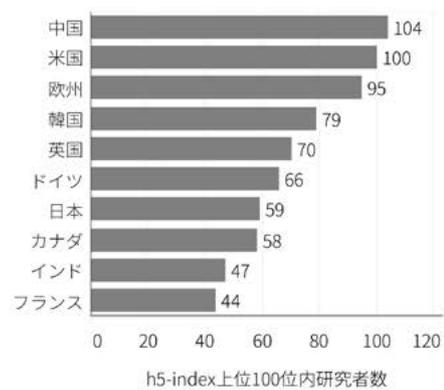


図 3.1-N2.1-3 人工生体組織・機能性バイオ材料領域における論文数の動向③

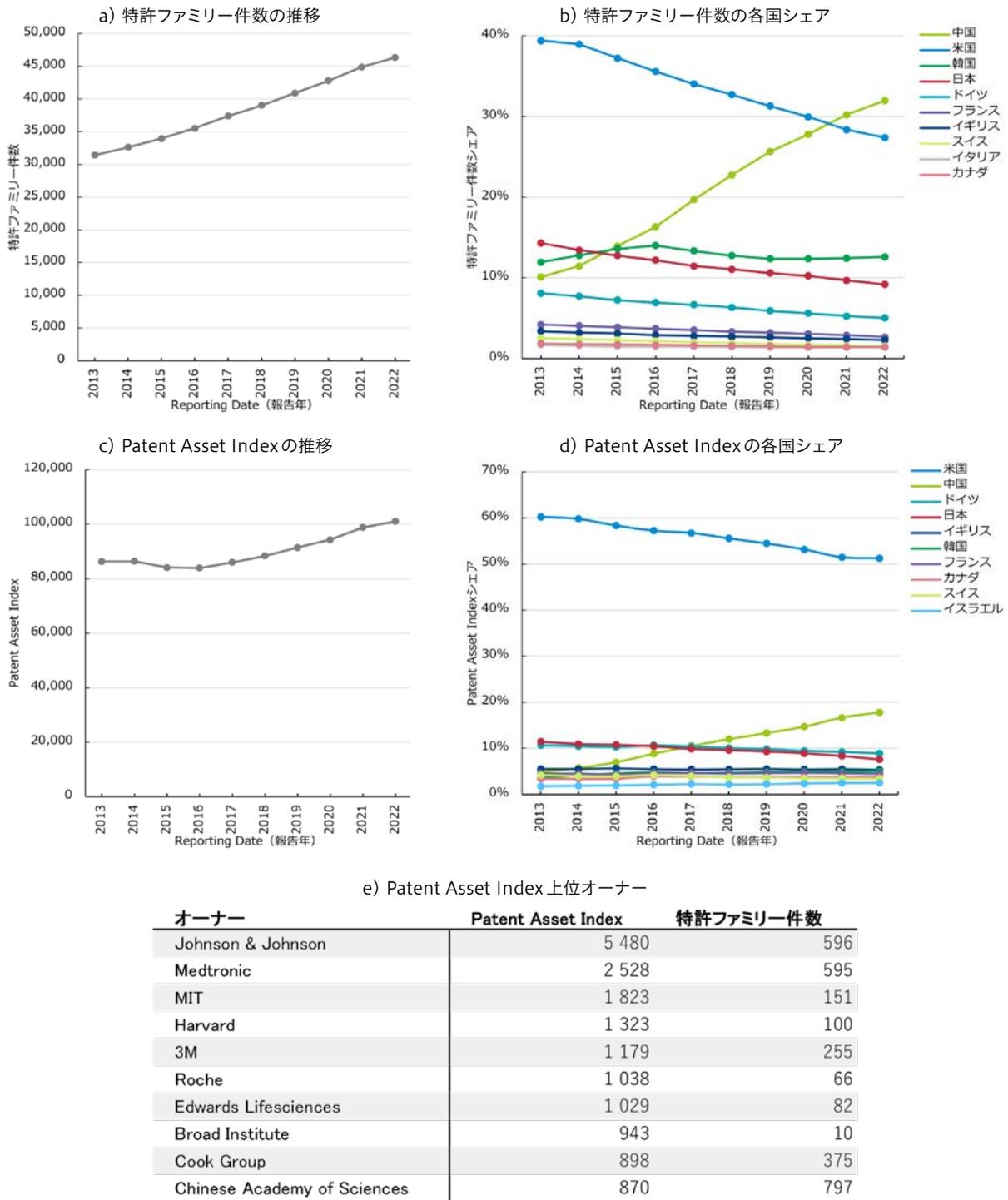


図 3.1-N2.1-4 人工生体組織・機能性バイオ材料領域における特許数の動向

3  
アウトプットの分析  
(研究開発領域別)

### 3.1.N2.2 生体関連ナノ・分子システム

#### 領域の定義

生体に応用される機能性ナノ粒子の創出や、多様な人工分子をシステムとして統合する方法論の確立を目指す研究開発領域である。そして、これらナノ・分子システムを利用した生命現象の解明および新たな医療・農芸技術の確立も目標となる。医療応用では、mRNA内包ナノ粒子に代表されるナノ医薬、高精度医療に資するセンサやプローブ（造影剤）、診断と治療を一体的に行うナノセラノスティクスなどの研究開発が進められている。農芸応用では、ナノ農薬・ナノ肥料の開発が検討されている。また分子ロボティクス分野では、多様な分子デバイス群を人工細胞（リポソーム）内に統合する技術の発展、ならびにそれらの医療などへの応用開拓が期待される。

#### ポイント

- ・ 領域全体の論文数は増加しており、そのうち中国やインドの増加が特に顕著である。日本の論文数は横ばいで、相対的には他の調査対象国に追い抜かれている状況にある。(図3.1-N2.2-1)
- ・ 日本のTop1%論文数、Top10%論文数及び相対被引用度（CNCI）は他の調査対象国と比較して低い水準にある（図3.1-N2.2-2 c)、d)、e)）。
- ・ 論文執筆者数について、他の調査対象国が増加しているのに対し、日本は伸び悩んでいる（図3.1-N2.2-3 c)）。
- ・ 日本の特許ファミリー件数のシェアおよびPatent Asset Indexのシェアは、ともに過去10年間低下傾向にある（図3.1-N2.2-4 b)、d)）。

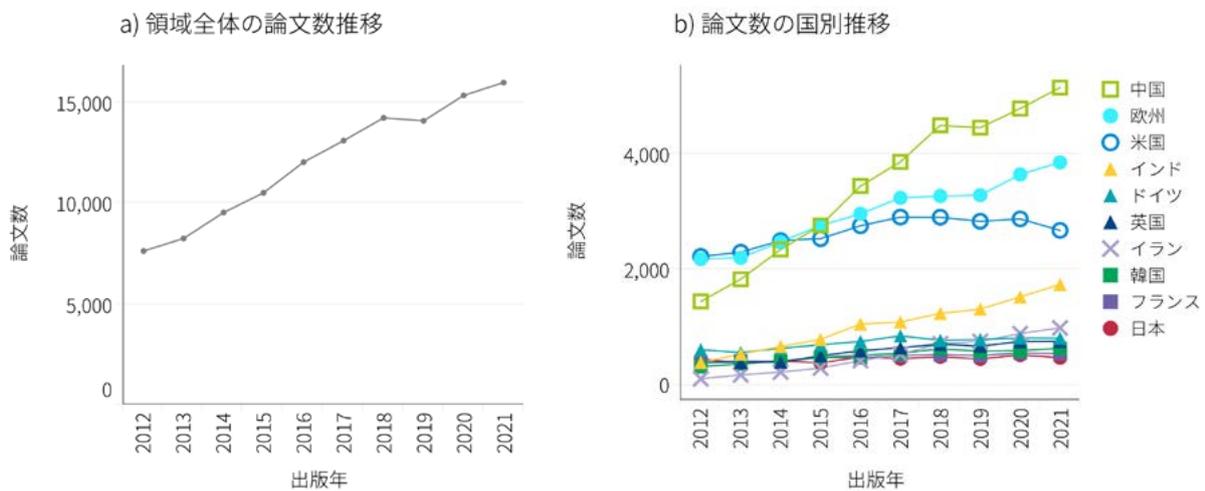


図3.1-N2.2-1 生体関連ナノ・分子システム領域における論文数の動向①

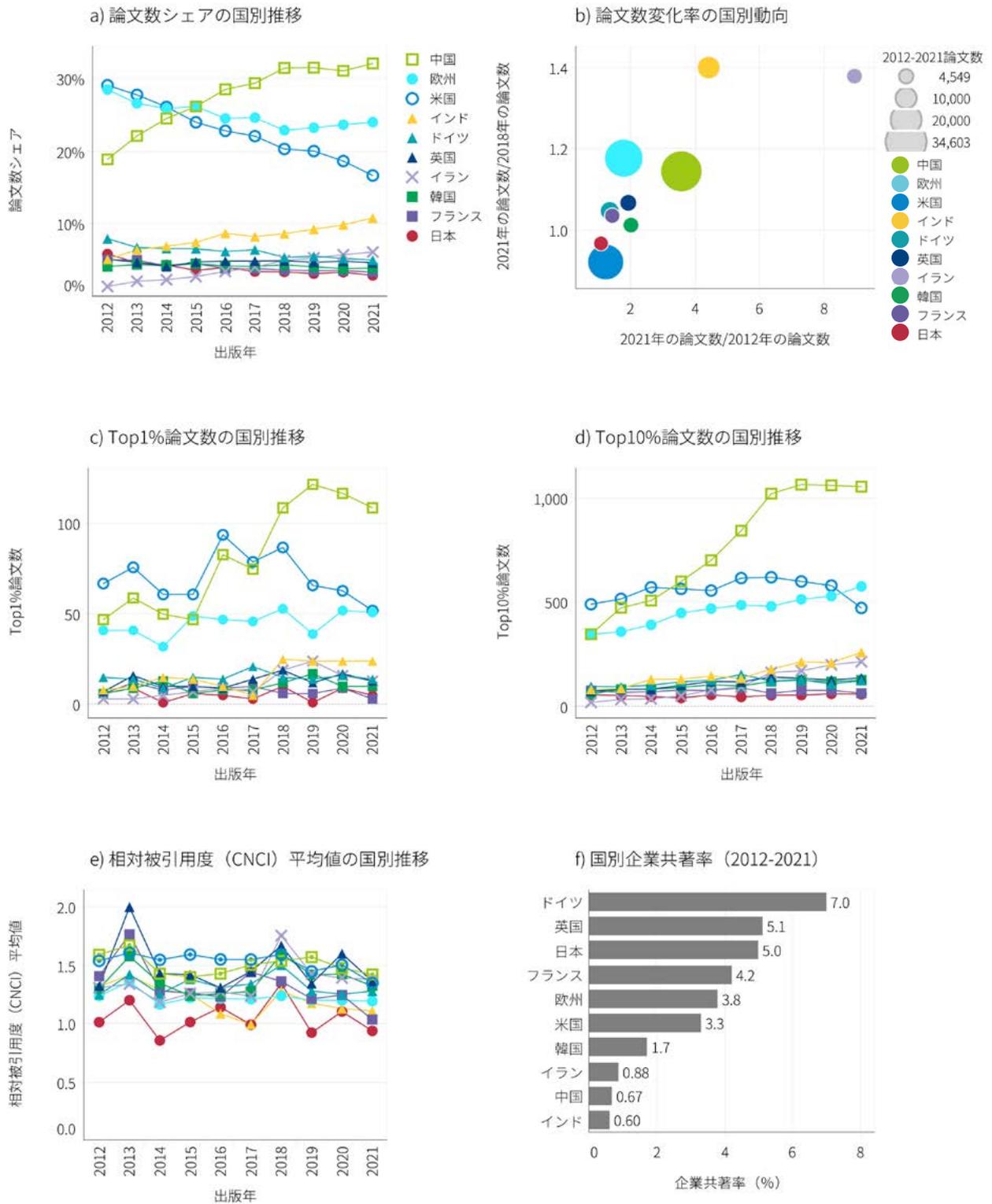


図 3.1-N2.2-2 生体関連ナノ・分子システム領域における論文数の動向②

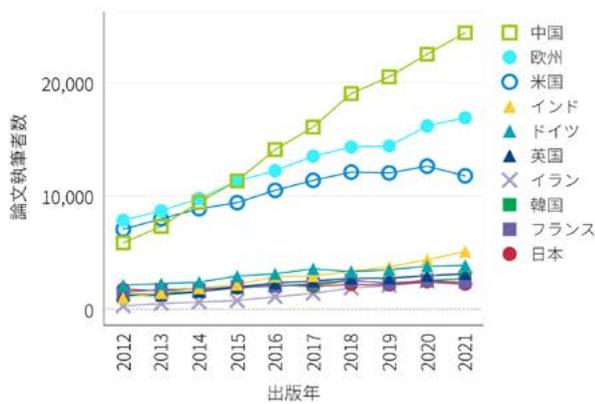
a) 各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	中国	米国	インド	ドイツ	英国	韓国	フランス	日本	カナダ	オーストラリア	論文数 (件)
中国	\	12	0.65	1.4	1.7	0.93	0.67	0.83	1.2	1.8	34,944
米国	16	\	3.1	3.7	3.2	3.2	2	1.7	2.7	1.6	26,540
インド	2.2	7.8	\	1.4	2	3	0.83	0.93	1.1	2.2	10,382
ドイツ	6.5	14	2	\	7.2	1	6.5	1.8	2.5	2.2	7,328
英国	10	15	3.6	9	\	1.4	5.3	1.7	2.8	5.1	5,848
韓国	6.4	17	6.2	1.5	1.6	\	0.94	2.4	1.3	1.5	5,111
フランス	4.8	11	1.8	9.8	6.4	0.99	\	2.5	2.8	1.8	4,838
日本	6.4	9.7	2.1	2.9	2.2	2.7	2.7	\	1.5	2.1	4,549
カナダ	12	20	3.2	5.4	4.6	1.9	3.9	1.9	\	2.6	3,466
オーストラリア	19	13	7.1	5	9.1	2.4	2.7	2.9	2.7	\	3,296

b) 論文数上位機関 (世界上位10機関+日本1位機関、2012-2021)

研究機関	国	ランク	論文数	Top1%論文数	Top10%論文数
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	フランス	1	3,201	44	485
Harvard University	米国	2	1,848	98	572
Shanghai Jiao Tong University	中国	3	1,697	51	431
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	3	1,697	65	513
Sichuan University	中国	5	1,589	64	421
Fudan University	中国	6	1,511	55	444
Zhejiang University	中国	7	1,327	46	340
CNRS - Institute of Chemistry (INC)	フランス	8	1,263	18	183
Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale (Inserm)	フランス	9	1,201	23	211
Harvard Medical School	米国	10	1,121	63	365
University of Tokyo	日本	62	509	15	94

c) 論文執筆者数の国別推移



d) h5-index上位100位内研究者数 (2017-2021)

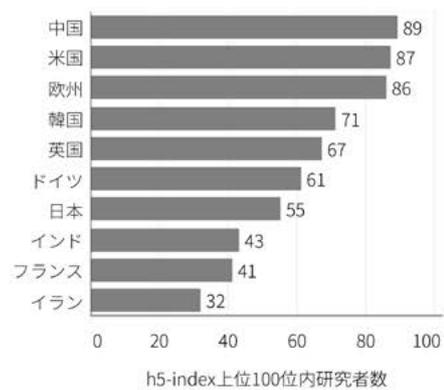


図 3.1-N2.2-3 生体関連ナノ・分子システム領域における論文数の動向③

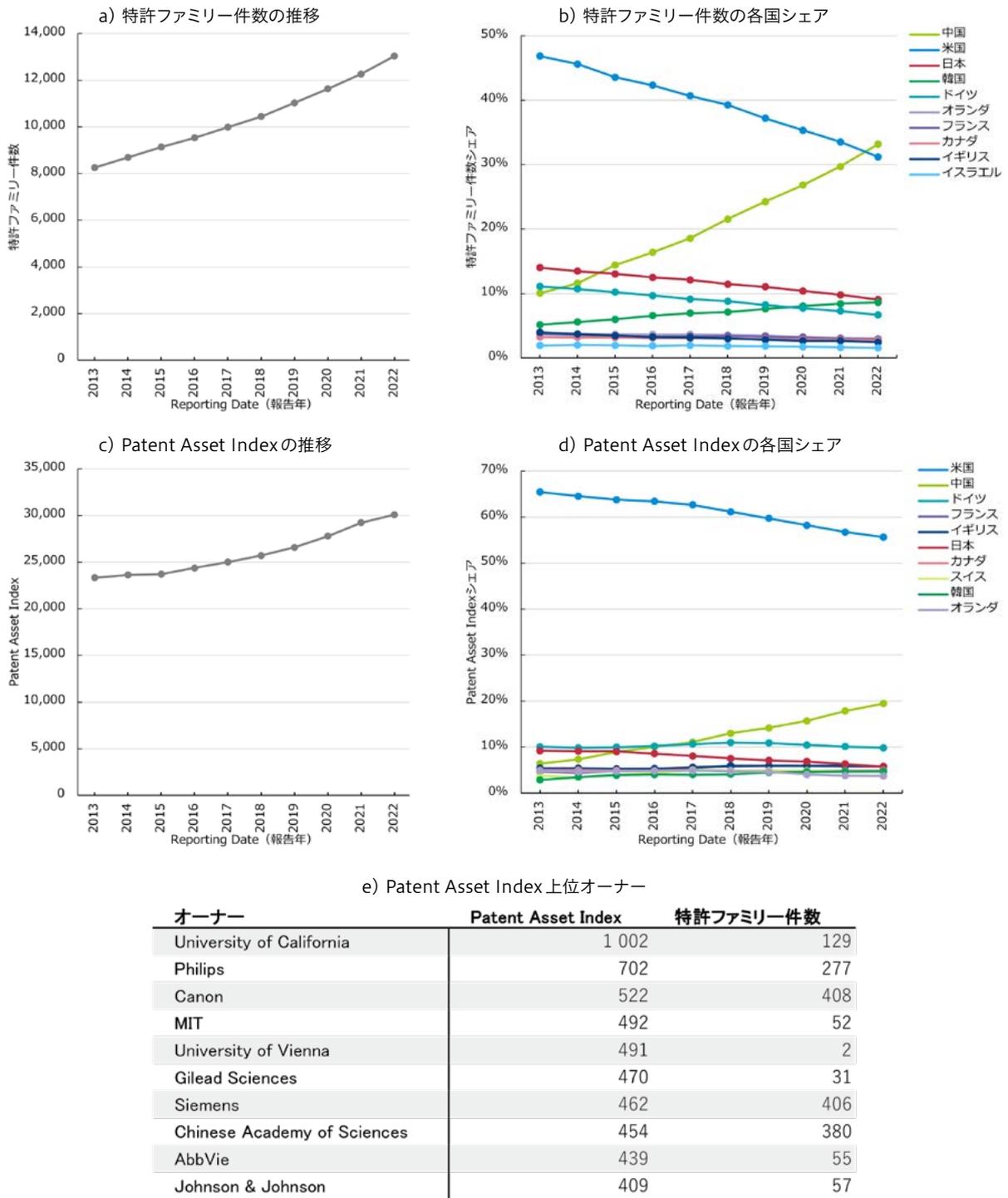


図3.1-N2.2-4 生体関連ナノ・分子システム領域における特許数の動向

### 3.1.N2.3 バイオセンシング

#### 領域の定義

生体由来の物質や信号を検出・分析する技術開発に基づき、生命科学研究や医療・ヘルスケアのための計測・診断デバイスの創出を目指す研究開発領域である。核酸やバイオマーカーとなる小分子、病原体、薬物、さらには生体の物理的応答などが分析対象となり得る。新規な検出原理の創出のみならず、微量試料から対象物質を分離する技術、検出の高速化・高感度化・高集積化・マルチモーダル化、Organ-on-a-Chip技術によるヒト臓器の再現、デバイスのウェアラブル化、非接触・遠隔診断技術などの研究が進められている。センシング素子やデバイスの設計に加え、データ解析や生体由来物質や細胞の扱いなども重要となるため、幅広い分野の連携が求められる。

#### ポイント

- ・ 領域全体および各調査対象国の論文数は増加している。しかし、日本の論文数変化率は他の調査対象国よりも相対的に低い。(図3.1-N2.3-1、図3.1-N2.3-2 b))
- ・ 日本のTop1%論文数、Top10%論文数及び相対被引用度(CNCI)は他の調査対象国と比較して低い水準にある(図3.1-N2.3-2 c)、d)、e))。
- ・ 各国で米国を相手とする共著率が特に高い(図3.1-N2.3-3 a))。
- ・ 論文数上位機関は欧米および中国の機関が占めるが、日本からは東京大学が16位に位置付けている(図3.1-N2.3-3 b))。
- ・ 論文執筆者数は、日本を含め各調査対象国で増加傾向を維持している(図3.1-N2.3-3 c))。
- ・ 日本の特許ファミリー件数のシェアおよびPatent Asset Indexのシェアは、ともに過去10年間低下傾向にある(図3.1-N2.3-4 b)、d))。

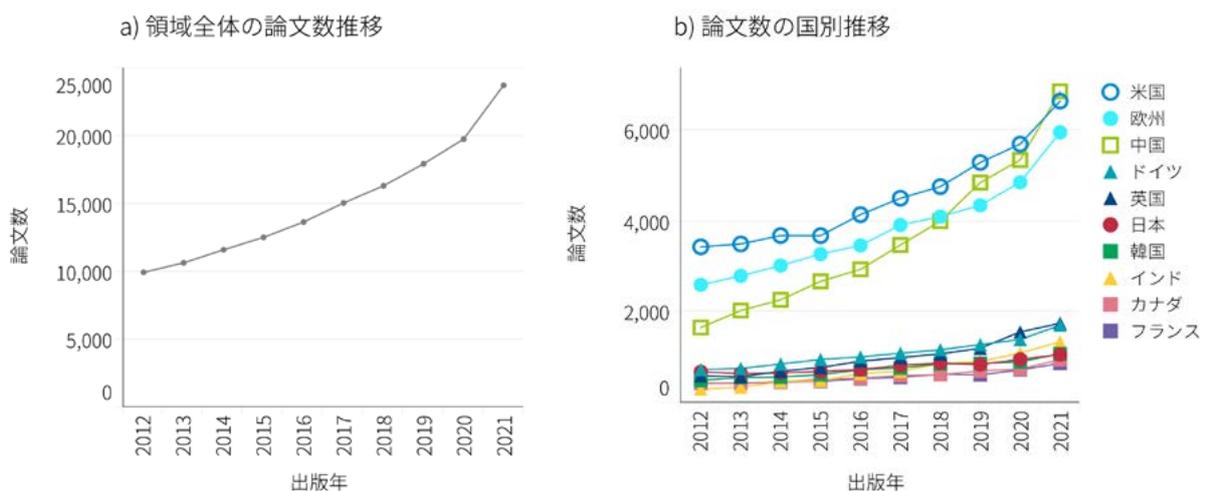


図3.1-N2.3-1 バイオセンシング領域における論文数の動向①

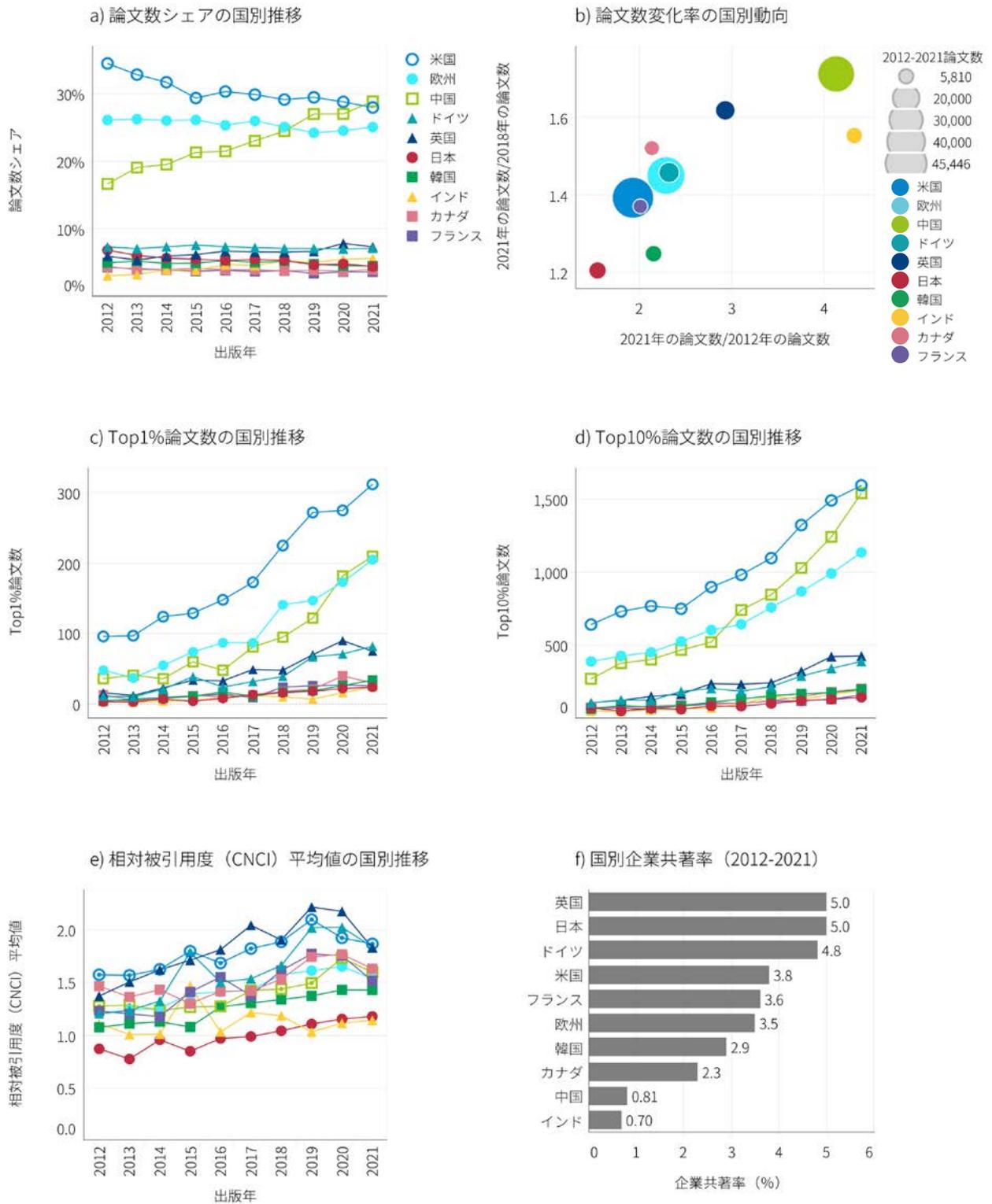


図 3.1-N2.3-2 バイオセンシング領域における論文数の動向②

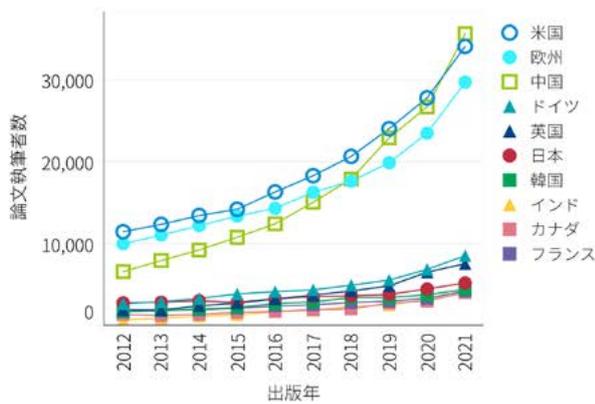
a) 各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	米国	中国	ドイツ	英国	日本	韓国	インド	カナダ	フランス	オーストラリア	論文数 (件)
米国	\	11	4.5	4.9	2.2	3.2	1.5	2.9	2.1	1.8	45,495
中国	13	\	1.5	2.5	1.5	1	0.55	1.9	0.9	1.9	37,061
ドイツ	19	5.1	\	11	2.3	1.1	1.1	2.8	5.4	2.6	11,049
英国	22	9.1	12	\	3	1.3	2	3.4	5.6	5.3	10,249
日本	12	6.8	3.1	3.8	\	2.3	1.4	1.5	2.6	2.2	8,065
韓国	19	5.1	1.6	1.7	2.5	\	3.7	1	0.84	0.96	7,535
インド	9.1	2.8	1.7	2.8	1.5	3.8	\	1.1	1.3	1.7	7,239
カナダ	22	11	5.1	5.7	1.9	1.3	1.3	\	3.4	2.4	6,097
フランス	16	5.7	10	9.9	3.6	1.1	1.7	3.6	\	2.3	5,815
オーストラリア	18	15	6.2	12	3.7	1.6	2.7	3.1	2.9	\	4,640

b) 論文数上位機関 (世界上位10機関+日本1位機関、2012-2021)

研究機関	国	ランク	論文数	Top1%論文数	Top10%論文数
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	フランス	1	3,799	96	649
Harvard University	米国	2	3,623	437	1,464
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	米国	3	2,139	271	888
Harvard Medical School	米国	4	2,131	284	886
Helmholtz Association	ドイツ	5	1,984	116	500
Stanford University	米国	6	1,937	172	656
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	7	1,797	68	416
Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale (Inserm)	フランス	8	1,564	76	370
National Institutes of Health (NIH) - USA	米国	9	1,476	90	448
Howard Hughes Medical Institute	米国	10	1,411	244	746
University of Tokyo	日本	16	1,222	20	174

c) 論文執筆者数の国別推移



d) h5-index上位100位内研究者数 (2017-2021)

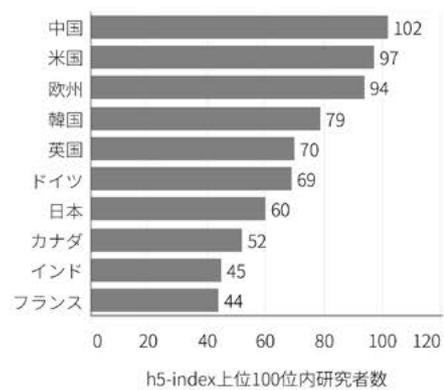


図 3.1-N2.3-3 バイオセンシング領域における論文数の動向③

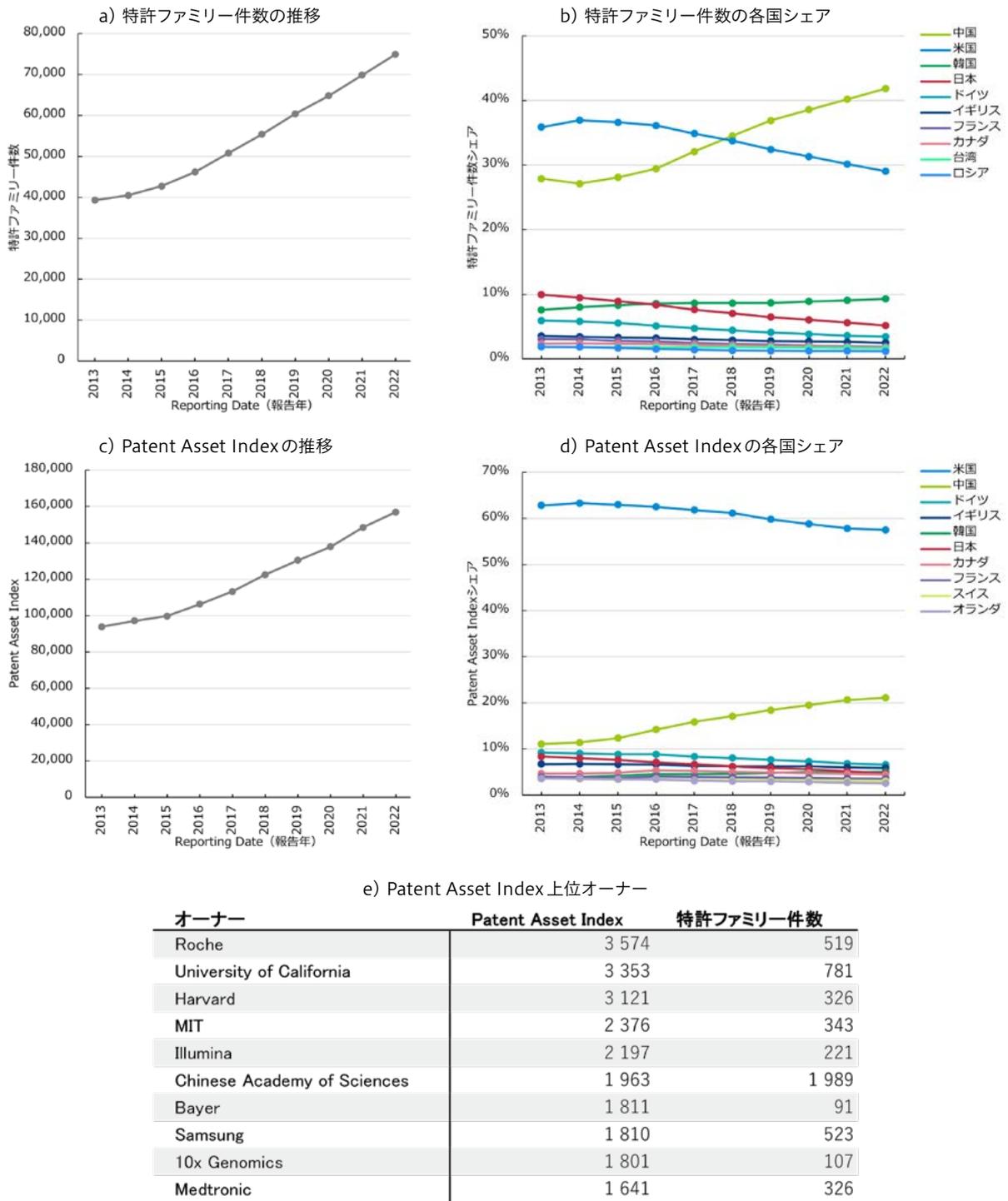


図 3.1-N2.3-4 バイオセンシング領域における特許数の動向

### 3.1.N2.4 生体イメージング

#### 領域の定義

生命現象の理解を目的として、生体内の情報を画像として取得する手法を追究する研究開発領域である。生体を構成する物質（生体組織、細胞、細胞内オルガネラ、核酸・タンパク質・糖・脂質などの高分子、代謝物、イオン等）の分布や形態、数を時空間的に可視化する。さらに、物質間相互作用や、生体内局所の温度、物理的力なども観察対象となり得る。種々の物理・光学現象、装置設計、プローブ設計、画像処理、機械学習によるデータ解析など、多岐にわたる要素技術開発から成る学際的技術であるため、生命科学のみならず幅広い分野の連携が求められる。

#### ポイント

- ・ 領域全体および各調査対象国の論文数は増加している。日本は他の調査対象国に拮抗する論文数増加を示しており、相対的なプレゼンスを維持している状態にある。（図3.1-N2.4-1、図3.1-N2.4-2 b）
- ・ Top1%論文数・Top10%論文数は、中国、米国、ドイツ、英国が多く、日本はそれに続く位置に付けている（図3.1-N2.4-2 c）、d）。
- ・ 論文の企業共著率では日本が調査対象国中で1位（6.2%）である（図3.1-N2.4-2 f）。
- ・ 論文数上位機関は欧米および中国の機関が中心であり、日本からは東京大学が19位に入っている（図3.1-N2.4-3 b）。
- ・ 論文執筆者数は、日本を含む調査対象国において継続的な増加傾向にある（図3.1-N2.4-3 c）。
- ・ 日本の特許ファミリー件数のシェアおよび Patent Asset Index のシェアは、過去10年間低下傾向にあるが、2022年時点でもとも世界3位の位置を維持している（図3.1-N2.4-4 b）、d）。

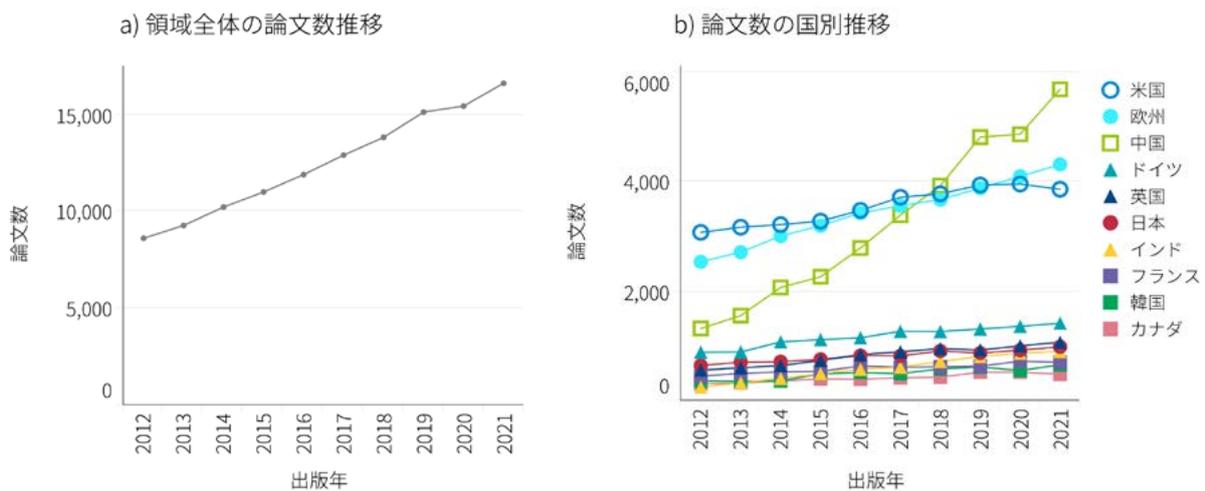


図3.1-N2.4-1 生体イメージング領域における論文数の動向①

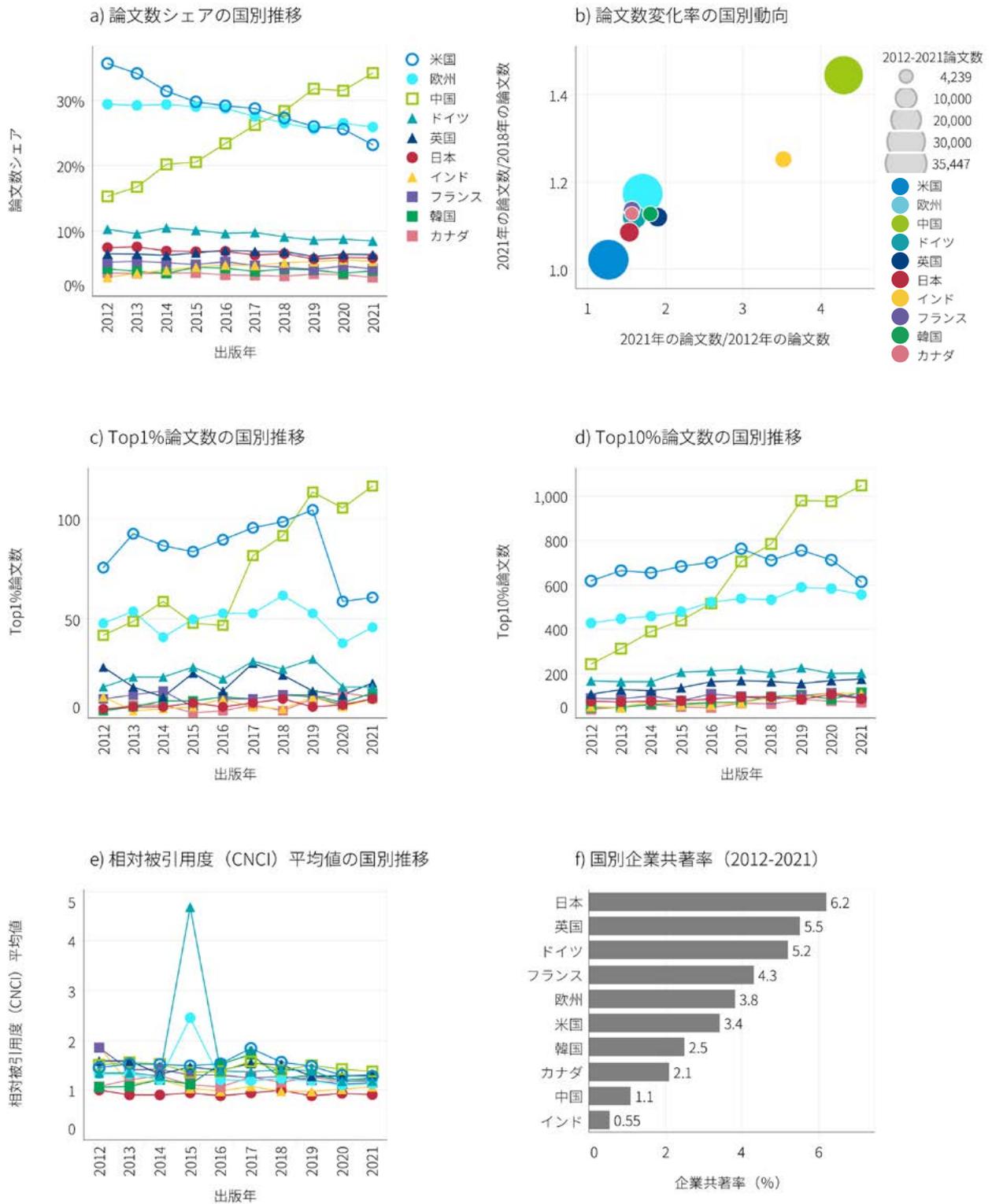


図3.1-N2.4-2 生体イメージング領域における論文数の動向②

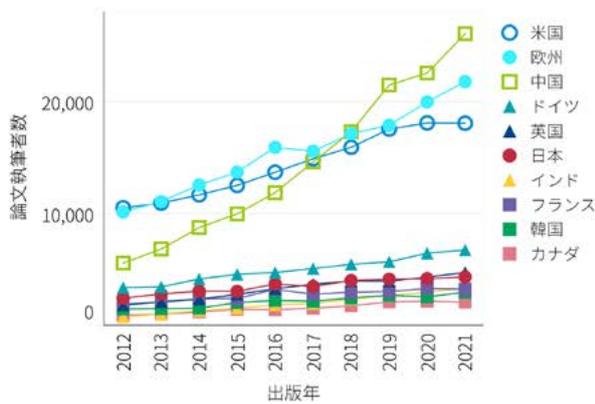
a) 各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	米国	中国	ドイツ	英国	日本	インド	フランス	韓国	カナダ	オーストラリア	論文数 (件)
米国	\	12	5.2	4.2	2.8	1.4	2.5	2.6	2.8	1.7	35,468
中国	13	\	1.5	2.2	1.4	0.47	0.76	1	1.3	1.9	33,277
ドイツ	16	4.3	\	8.9	2.5	1.1	6.3	0.74	2.3	2.9	11,793
英国	18	8.6	13	\	2.7	1.5	6.2	1.2	2.4	4.3	8,292
日本	12	5.6	3.5	2.7	\	1.1	2.5	1.9	1.5	1.7	8,216
インド	8	2.6	2.1	2	1.5	\	1.4	3.5	0.8	1.2	6,040
フランス	15	4.2	12	8.5	3.4	1.4	\	0.7	3.3	2	6,010
韓国	18	6.8	1.7	2	3.1	4.2	0.83	\	1.1	0.79	5,062
カナダ	23	9.9	6.3	4.7	3	1.1	4.7	1.3	\	2.4	4,242
オーストラリア	17	18	10	10	4.1	2.2	3.5	1.2	2.9	\	3,450

b) 論文数上位機関 (世界上位10機関+日本1位機関、2012-2021)

研究機関	国	ランク	論文数	Top1%論文数	Top10%論文数
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	フランス	1	3,903	62	606
Harvard University	米国	2	2,247	101	652
Helmholtz Association	ドイツ	3	2,188	47	424
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	4	1,769	64	390
Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale (Inserm)	フランス	5	1,687	34	321
Stanford University	米国	6	1,656	106	566
Max Planck Society	ドイツ	7	1,481	50	364
Harvard Medical School	米国	8	1,381	53	384
National Institutes of Health (NIH) - USA	米国	9	1,218	55	374
University College London	英国	10	1,207	51	293
University of Tokyo	日本	19	982	20	163

c) 論文執筆者数の国別推移



d) h5-index上位100位内研究者数 (2017-2021)

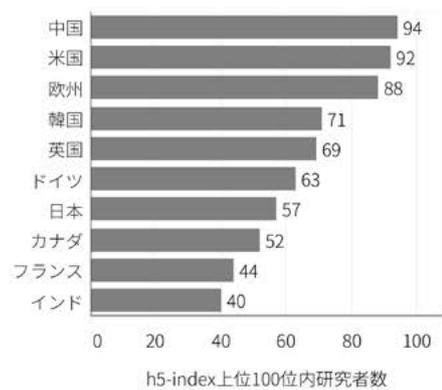
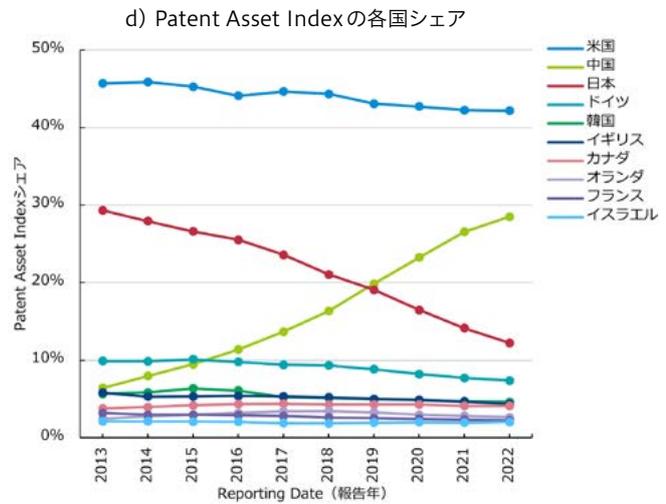
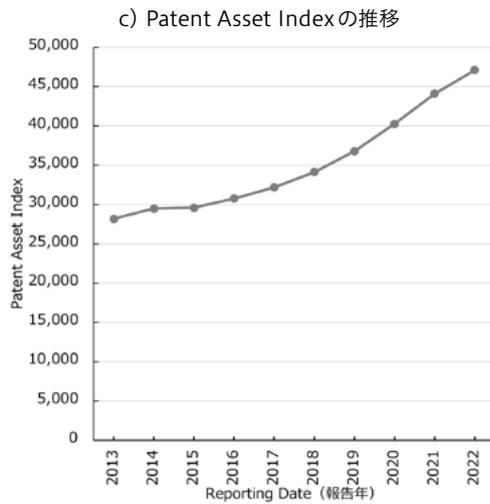
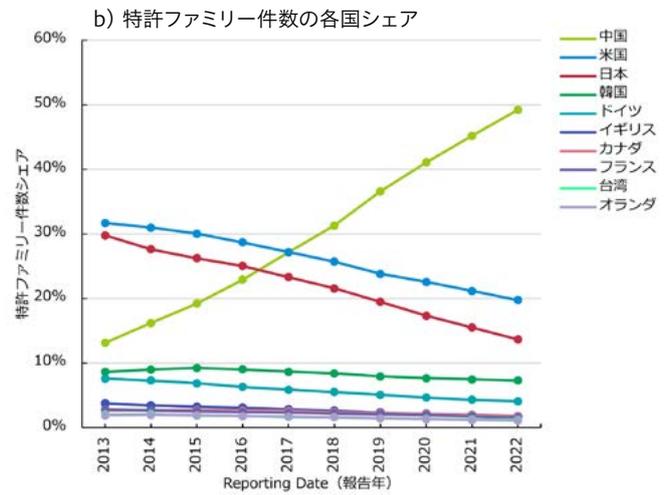
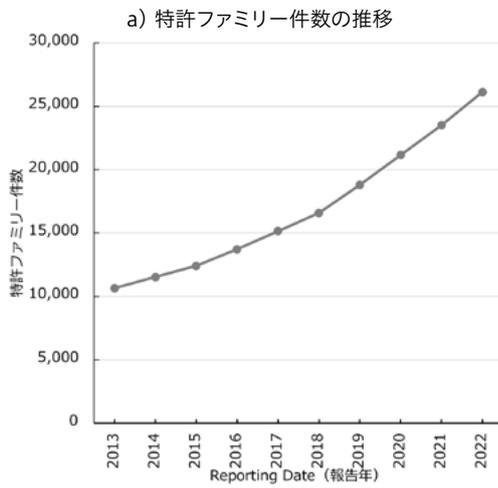


図 3.1-N2.4-3 生体イメージング領域における論文数の動向③



e) Patent Asset Index 上位オーナー

オーナー	Patent Asset Index	特許ファミリー件数
Chinese Academy of Sciences	1 284	1 315
Samsung	832	322
Fujifilm	680	417
Canon	670	488
Johnson & Johnson	650	97
Philips	648	176
University of California	639	197
Stanford University	607	130
Illumina	473	40
Sony	468	204

図 3.1-N2.4-4 生体イメージング領域における特許数の動向