

4.1.N5 物質と機能の設計・制御

4.1.N5.01 量子マテリアル

領域の定義

量子マテリアルは、量子状態を制御することで新たな量子力学的機能を発現する物質・材料・構造である。グラフェンや遷移金属カルコゲナイドなどの2次元物質（原子層物質）や、Kitaev模型に代表される量子スピン液体、トポロジカル絶縁体をはじめとするトポロジカル量子物質、ナノチューブやリボン状構造の1次元材料、自己集合分子などの0次元材料も含む。ムーアの法則の限界を克服する次世代半導体の実現や、センシング及びエネルギー変換・貯蔵への応用のため、シリコンを凌駕する電荷移動度を持つ2次元物質や、非磁性の欠陥や不純物に対して電子が堅牢な輸送特性を持つトポロジカル物質が注目されている。また、2次元物質の単層シートを特定のツイスト角度で積層することによって新奇物性を開拓する研究が大きな流れになっている。

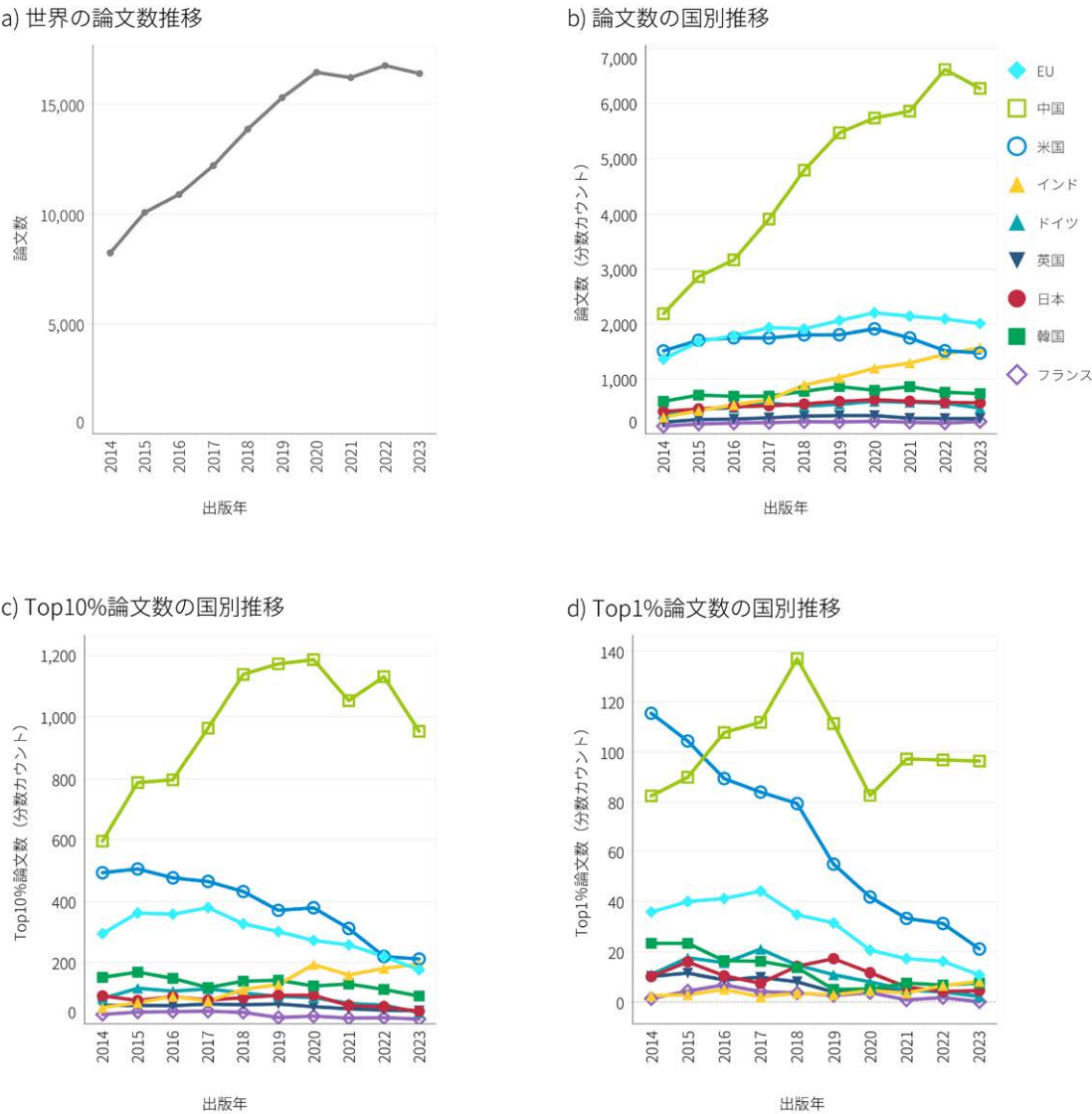
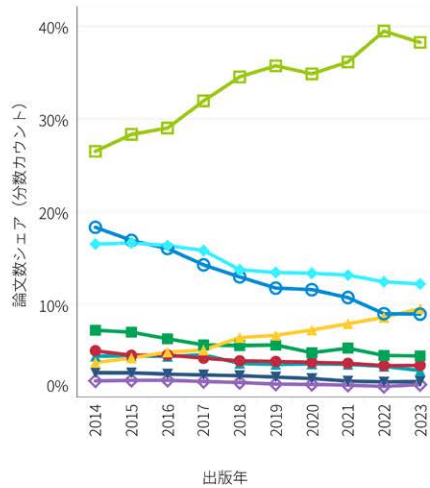
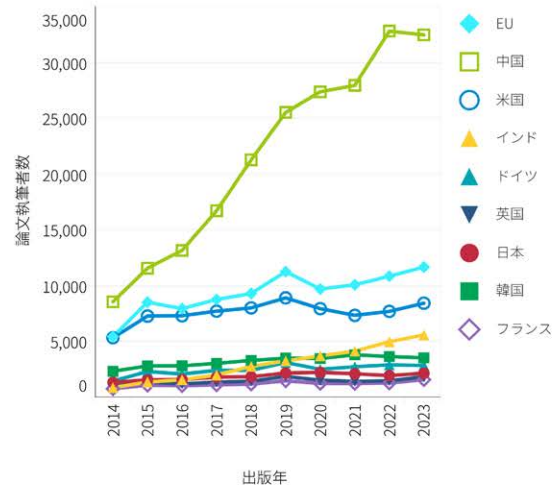


図 4.1-N5.01-1 量子マテリアル領域における論文数の動向①

a) 論文数シェアの国別推移



b) 論文執筆者数の国別推移



c) 各国間共著論文数と共著率

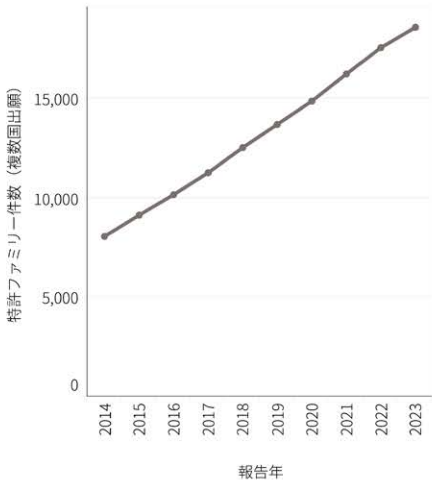
	米国	日本	中国	韓国	英国	ロシア	フランス	ドイツ	インド	イラン
米国	1,561 18.2%	1,561 6.1%	5,657 22.0%	1,532 6.0%	1,058 4.1%	550 2.1%	755 2.9%	1,816 7.1%	787 3.1%	242 0.9%
日本	1,561 18.2%	1,561 6.1%	1,254 14.6%	432 5.0%	465 5.4%	391 4.6%	341 4.0%	742 8.6%	287 3.3%	19 0.2%
中国	5,657 10.5%	1,254 2.3%	5,657 22.0%	1,532 6.0%	1,058 4.1%	550 2.1%	755 2.9%	1,816 7.1%	787 3.1%	242 0.9%
韓国	1,532 10.5%	432 2.3%	1,532 6.0%	1,532 6.0%	1,058 4.1%	550 2.1%	755 2.9%	1,816 7.1%	787 3.1%	242 0.9%
英国	1,058 12.6%	465 8.9%	1,374 7.9%	249 2.9%	1,058 4.1%	550 2.1%	755 2.9%	1,816 7.1%	787 3.1%	242 0.9%
ロシア	550 12.6%	391 8.9%	347 7.9%	129 2.9%	252 5.8%	250 5.7%	250 5.7%	725 16.6%	87 2.0%	45 1.0%
フランス	755 18.0%	341 8.1%	443 10.6%	134 3.2%	434 10.4%	250 6.0%	250 6.0%	687 16.4%	138 3.3%	51 1.2%
ドイツ	1,816 19.3%	742 7.9%	1,317 14.0%	302 3.2%	827 8.8%	725 7.7%	687 7.3%	687 7.3%	352 3.7%	146 1.5%
インド	787 7.0%	287 2.6%	340 3.0%	648 5.8%	293 2.6%	87 0.8%	138 1.2%	352 3.1%	71 0.6%	71 0.6%
イラン	242 5.8%	19 0.5%	144 3.4%	92 2.2%	81 1.9%	45 1.1%	51 1.2%	146 3.5%	71 1.7%	71 1.7%

d) 論文数上位機関

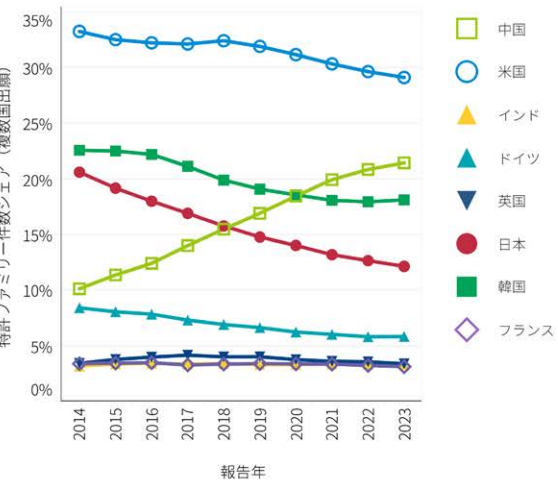
機関	所在国	論文数	Top10%論文数	Top1%論文数
University of Chinese Academy of Sciences	China	3,286	778	108
Tsinghua University	China	2,349	710	130
Peking University	China	2,132	535	82
Nanjing University	China	2,014	475	76
University of Science and Technology of China	China	1,917	512	72
The University of Tokyo	Japan	1,730	420	67
National Institute for Materials Science	Japan	1,688	483	128
Institute of Physics Chinese Academy of Sciences	China	1,670	395	79
Zhejiang University	China	1,526	425	55
Fudan University	China	1,484	367	57

図4.1-N5.01-2 量子マテリアル領域における論文数の動向②

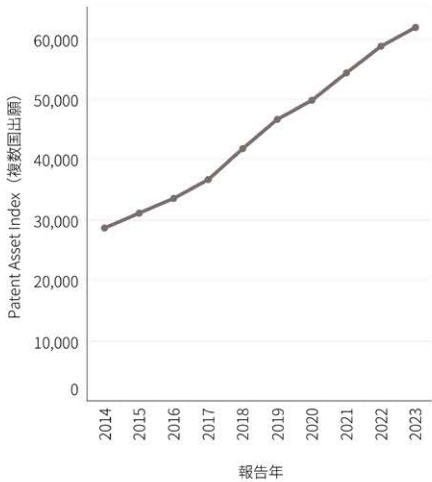
a) 世界の特許ファミリー件数推移



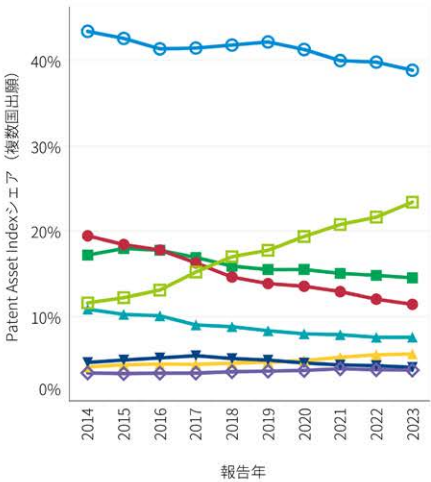
b) 特許ファミリー件数シェアの国別推移



c) 世界のPatent Asset Index推移



d) Patent Asset Indexシェアの国別推移



e) Patent Asset Index上位オーナー

オーナー	特許ファミリー件数	Patent Asset Index
Samsung	1,324	3,339
ASM International	243	3,233
Chinese Academy of Sciences	2,411	2,661
TSMC	983	2,395
Lam Research	304	1,990
Global Graphene	242	1,610
Merck KGaA	173	1,444
Applied Materials	378	1,432
CATL	207	1,099
Micron Technology	365	864
TDK	283	766
BOE	419	714
Tokyo Electron	255	707
SMIC	1,110	701
Harvard	42	699

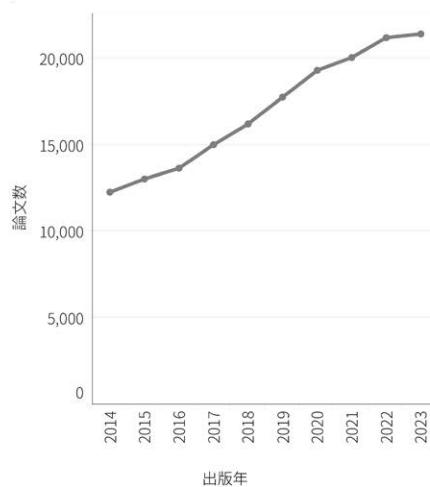
図4.1-N5.01-3 量子マテリアル領域における特許ファミリー件数の動向

4.1.N5.02 分子制御技術

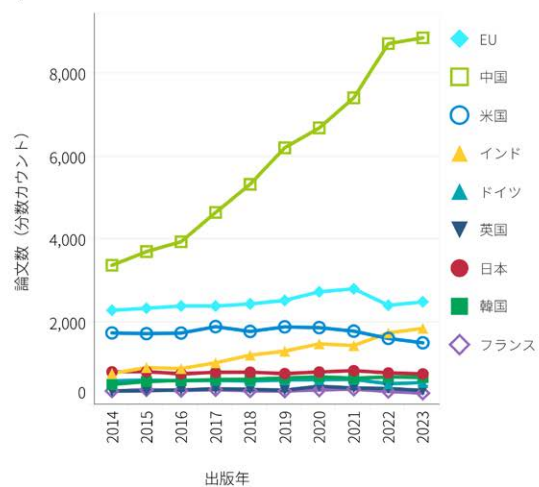
領域の定義

分子を設計・合成する技術、および分子集合体・構造体を制御する技術に関する研究開発領域である。最近ではカーボンニュートラル実現のため、収率やエネルギー効率を向上させる有機合成・触媒技術や、使用後のリサイクルを考慮した分子設計、バイオ由来原料への転換など重要性が高まっている。また、機能発現のために分子配向や相分離を制御する技術や、人工知能を活用した反応経路探索や合成プロセス自律的最適化技術も注目される。

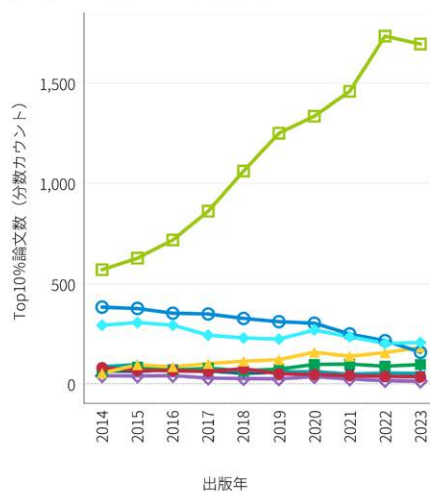
a) 世界の論文数推移



b) 論文数の国別推移



c) Top10%論文数の国別推移



d) Top1%論文数の国別推移

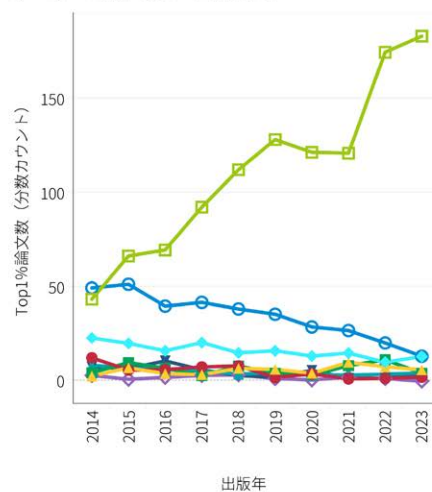
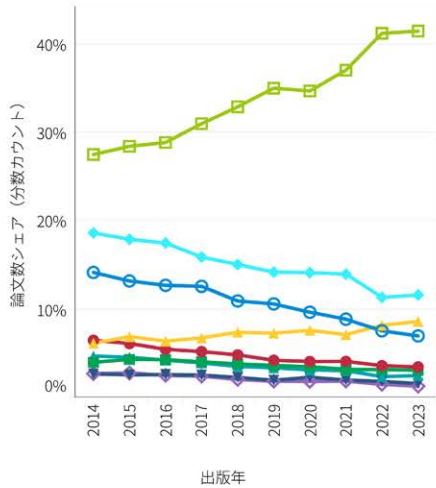


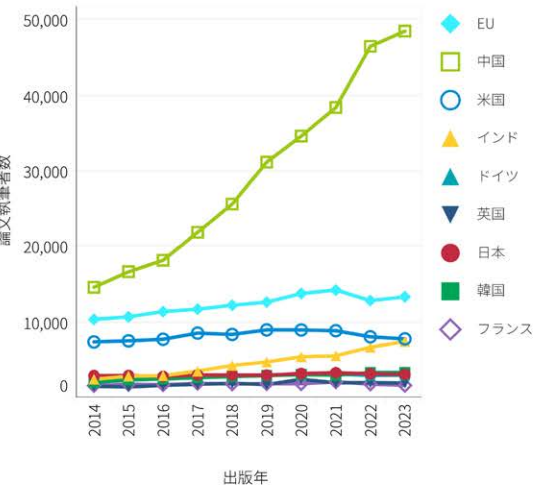
図4.1-N5.02-1

分子制御技術領域における論文数の動向①

a) 論文数シェアの国別推移



b) 論文執筆者数の国別推移



c) 各国間共著論文数と共著率

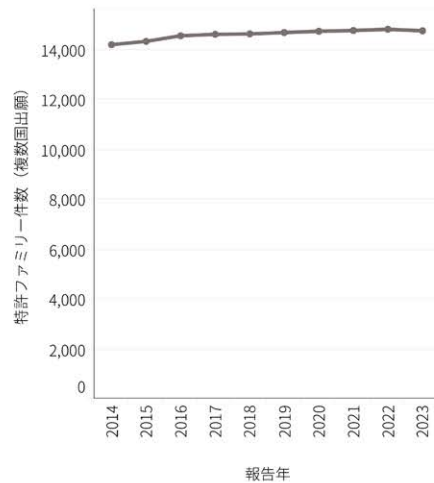
	米国	日本	中国	韓国	英国	ロシア	フランス	ドイツ	インド	イラン
米国	／	561 2.3%	4,676 19.2%	927 3.8%	875 3.6%	205 0.8%	549 2.3%	969 4.0%	634 2.6%	254 1.0%
日本	561 5.7%	／	999 10.2%	264 2.7%	197 2.0%	66 0.7%	237 2.4%	274 2.8%	258 2.6%	36 0.4%
中国	4,676 7.2%	999 1.5%	／	739 1.1%	1,168 1.8%	235 0.4%	455 0.7%	1,088 1.7%	341 0.5%	225 0.3%
韓国	927 11.7%	264 3.3%	739 9.3%	／	133 1.7%	38 0.5%	66 0.8%	144 1.8%	563 7.1%	94 1.2%
英国	875 12.9%	197 2.9%	1,168 17.2%	133 2.0%	／	103 1.5%	342 5.0%	586 8.6%	268 3.9%	55 0.8%
ロシア	205 4.1%	66 1.3%	235 4.7%	38 0.8%	103 2.1%	／	194 3.9%	289 5.8%	142 2.8%	68 1.4%
フランス	549 9.4%	237 4.1%	455 7.8%	66 1.1%	342 5.9%	194 3.3%	／	574 9.9%	153 2.6%	57 1.0%
ドイツ	969 10.6%	274 3.0%	1,088 11.9%	144 1.6%	586 6.4%	289 3.2%	574 6.3%	／	266 2.9%	136 1.5%
インド	634 4.4%	258 1.8%	341 2.3%	563 3.9%	268 1.8%	142 1.0%	153 1.1%	266 1.8%	／	99 0.7%
イラン	254 3.6%	36 0.5%	225 3.2%	94 1.3%	55 0.8%	68 1.0%	57 0.8%	136 1.9%	99 1.4%	／

d) 論文数上位機関

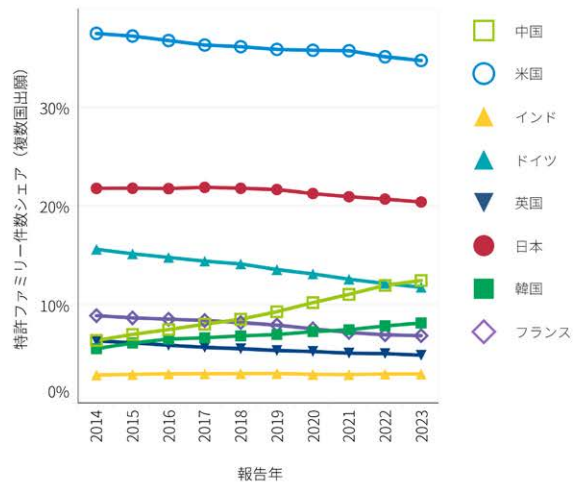
機関	所在国	論文数	Top10%論文数	Top1%論文数
University of Chinese Academy of Sciences	China	3,448	856	102
University of Science and Technology of China	China	1,897	526	87
South China University of Technology	China	1,887	487	57
Tianjin University	China	1,722	420	56
Jilin University	China	1,686	370	47
Zhejiang University	China	1,686	418	52
Institute of Chemistry Chinese Academy of Sciences	China	1,669	452	79
Tsinghua University	China	1,651	472	83
Beijing National Laboratory for Molecular Sciences	China	1,595	433	72
Sichuan University	China	1,568	329	35

図 4.1-N5.02-2 分子制御技術領域における論文数の動向②

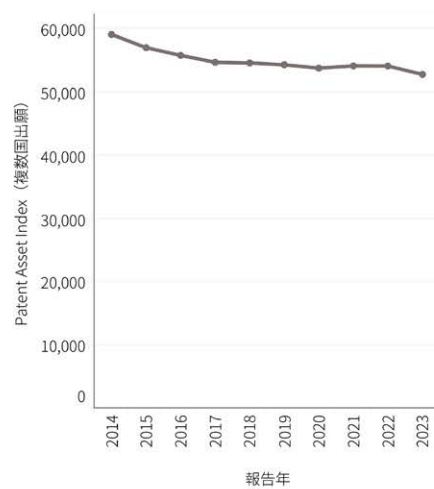
a) 世界の特許ファミリー件数推移



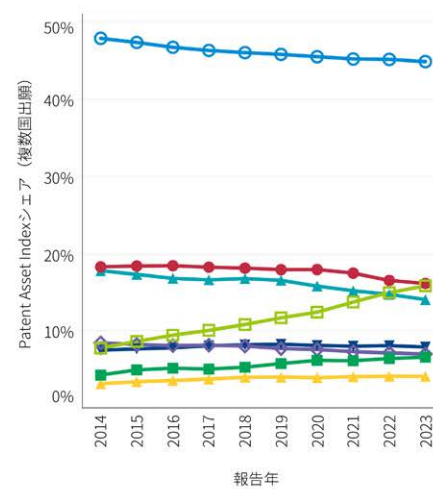
b) 特許ファミリー件数シェアの国別推移



c) 世界のPatent Asset Index推移



d) Patent Asset Indexシェアの国別推移



e) Patent Asset Index上位オーナー

オーナー	特許ファミリー件数	Patent Asset Index
BASF	374	1,841
Dow Inc	323	1,353
Chinese Academy of Sciences	1,349	1,346
Sinopec Group	1,151	1,104
LG Chem	430	1,092
Merck KGaA	151	947
Johnson Matthey	81	747
Chevron	266	729
Government of Saudi Arabia	167	592
Exxon Mobil	214	578
Nissan Chemical	122	434
3M	130	432
Evonik	100	387
IFPEN	109	382
Arkema	125	381

図 4.1-N5.02-3 分子制御技術領域における特許ファミリー件数の動向

4.1.N5.03 分子性材料

領域の定義

有機分子やポリマーなど分子を構成成分とする材料に関する研究開発領域である。分子自身が内在的に有する性質と分子間相互作用の組み合わせにより、多様な構造と物性を発現することができ、力学的強度の発現・維持や電子的機能、物質の輸送・移動制御、生物機能の補助など、その応用分野は多岐に渡る。分子内にヘテロ原子や金属原子を含む材料や、有機分子と金属イオンから構成される構造体も分子材料と考えることができる。最近注目されるトピックスとしては、有機エレクトロニクス材料、半導体レジスト材料、PFAS代替材料、金属-有機構造体(MOF/PCP)や共有結合性有機構造体(COF)などを挙げるができる。

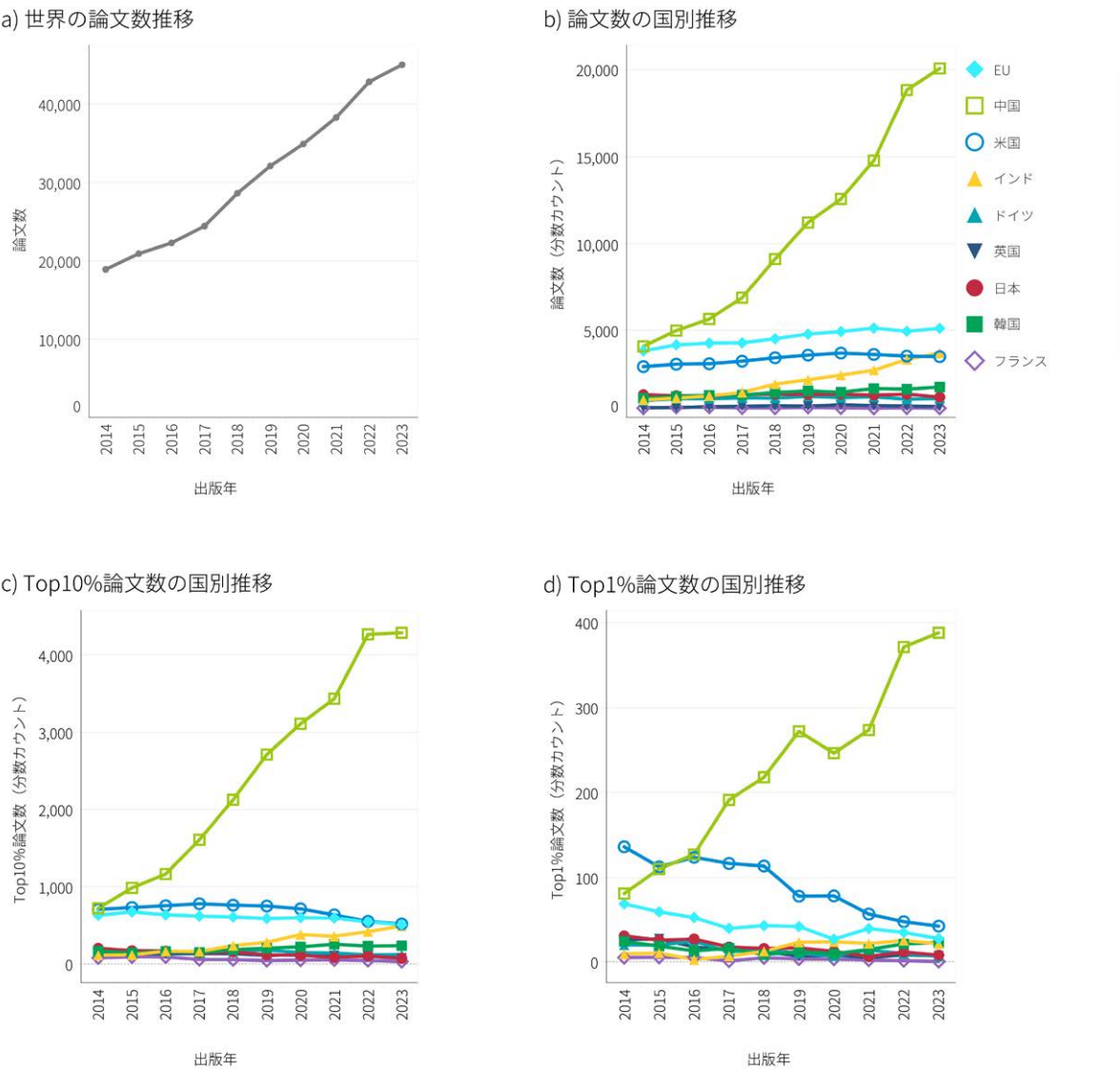
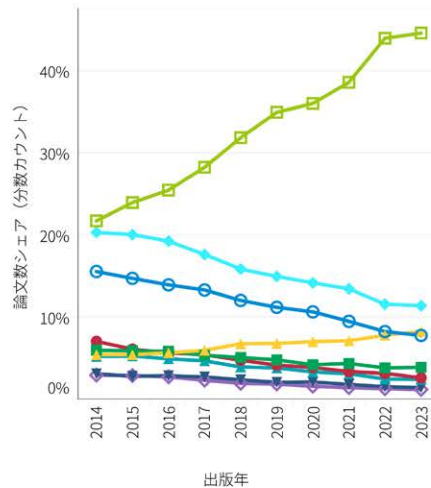
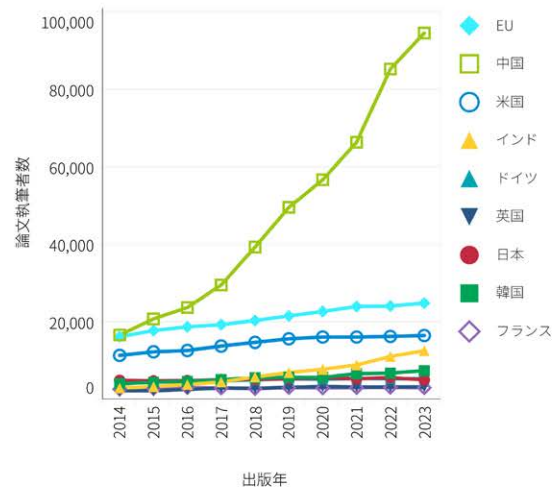


図4.1-N5.03-1 分子性材料領域における論文数の動向①

a) 論文数シェアの国別推移



b) 論文執筆者数の国別推移



c) 各国間共著論文数と共著率

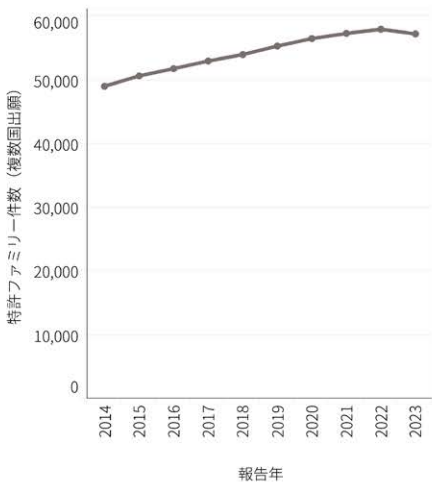
	米国	日本	中国	韓国	英国	ロシア	フランス	ドイツ	インド	イタリア
米国	＼	1,149 2.5%	8,204 17.5%	1,948 4.2%	1,739 3.7%	377 0.8%	1,060 2.3%	1,814 3.9%	1,034 2.2%	786 1.7%
日本	1,149 6.7%	＼	1,890 11.0%	593 3.5%	452 2.6%	115 0.7%	392 2.3%	564 3.3%	454 2.7%	163 1.0%
中国	8,204 6.8%	1,890 1.6%	＼	1,332 1.1%	2,132 1.8%	485 0.4%	800 0.7%	1,638 1.4%	752 0.6%	350 0.3%
韓国	1,948 10.6%	593 3.2%	1,332 7.2%	＼	419 2.3%	142 0.8%	209 1.1%	292 1.6%	1,214 6.6%	115 0.6%
英国	1,739 13.8%	452 3.6%	2,132 17.0%	419 3.3%	＼	221 1.8%	682 5.4%	1,358 10.8%	545 4.3%	647 5.2%
ロシア	377 4.4%	115 1.4%	485 5.7%	142 1.7%	221 2.6%	＼	314 3.7%	530 6.3%	178 2.1%	229 2.7%
フランス	1,060 10.3%	392 3.8%	800 7.8%	209 2.0%	682 6.7%	314 3.1%	＼	976 9.5%	238 2.3%	658 6.4%
ドイツ	1,814 10.5%	564 3.3%	1,638 9.5%	292 1.7%	1,358 7.9%	530 3.1%	976 5.7%	＼	449 2.6%	792 4.6%
インド	1,034 4.1%	454 1.8%	752 3.0%	1,214 4.8%	545 2.2%	178 0.7%	238 0.9%	449 1.8%	＼	193 0.8%
イタリア	786 9.6%	163 2.0%	350 4.3%	115 1.4%	647 7.9%	229 2.8%	658 8.0%	792 9.7%	193 2.4%	＼

d) 論文数上位機関

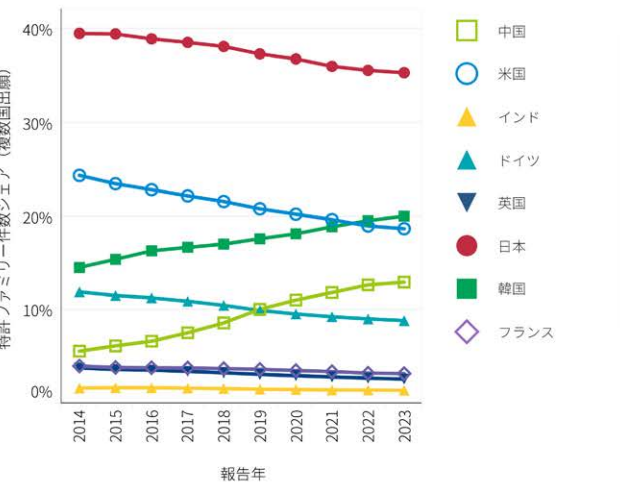
機関	所在国	論文数	Top10%論文数	Top1%論文数
University of Chinese Academy of Sciences	China	6,131	1,590	177
Jilin University	China	3,265	832	71
South China University of Technology	China	3,057	863	96
Zhejiang University	China	2,891	846	97
Tianjin University	China	2,889	765	97
Nanjing University	China	2,873	850	110
Tsinghua University	China	2,749	750	119
University of Science and Technology of China	China	2,644	922	175
Peking University	China	2,472	700	121
Soochow University	China	2,315	672	94

図 4.1-N5.03-2 分子性材料領域における論文数の動向②

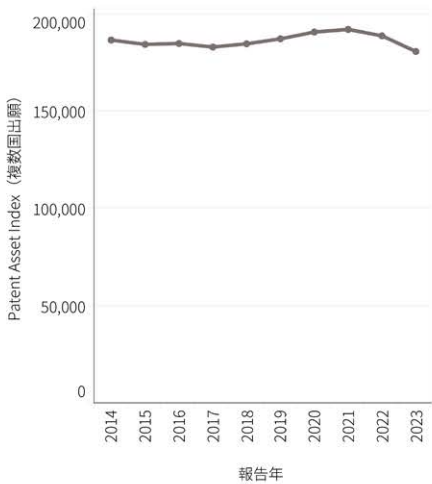
a) 世界の特許ファミリー件数推移



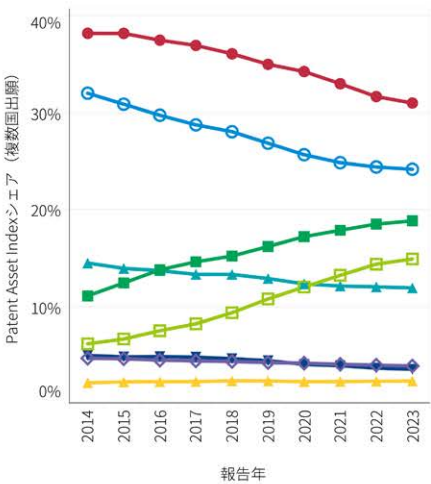
b) 特許ファミリー件数シェアの国別推移



c) 世界のPatent Asset Index推移



d) Patent Asset Indexシェアの国別推移



e) Patent Asset Index上位オーナー

オーナー	特許ファミリー件数	Patent Asset Index
Samsung	5,814	16,130
LG Display	3,224	7,327
Merck KGaA	984	5,240
Universal Display	1,075	5,211
Shin-Etsu	1,721	4,742
Semiconductor Energy Lab	1,119	4,468
BOE	1,837	4,155
Dow Inc	1,043	4,003
LG Chem	1,796	3,901
Fujifilm	1,636	3,002
TCL	1,862	2,961
Chinese Academy of Sciences	2,835	2,861
BASF	811	2,740
DuPont	780	2,131
Nissan Chemical	781	2,036

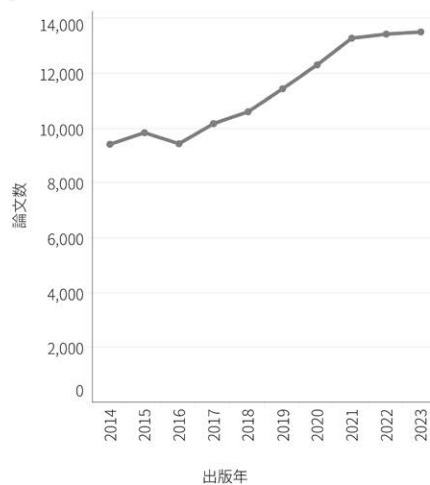
図 4.1-N5.03-3 分子性材料領域における特許ファミリー件数の動向

4.1.N5.04 生物由来材料システム

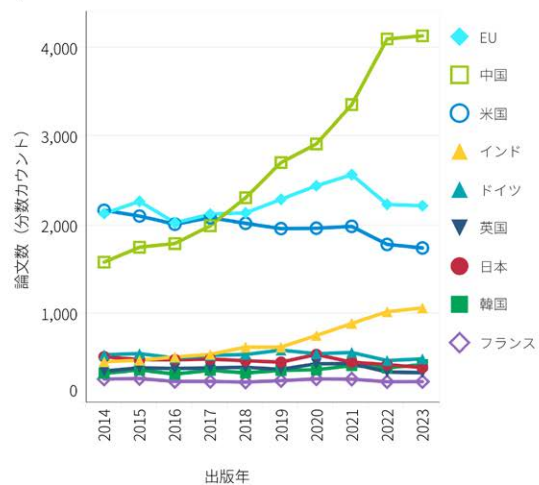
領域の定義

生体由来の物質を改変したり、人工的な物質と組み合わせたりすることで、生体由来物質の性質や機能を活かした機能性材料システムの創出を目指す研究開発領域である。生体由来の物質としては、核酸、ペプチド、タンパク質といった生体高分子から、それらが組み合わさった分子デバイスや、システム化された分子ロボットや人工細胞、さらに生きた細胞自体や細胞集団までが含まれる。これらを材料上に固定化、材料内に埋包、あるいは材料と組み合わせて3次元的な構造を構築するなどにより、生体物質または人工物質だけでは実現できない新たな機能を持った材料システムを創出する。

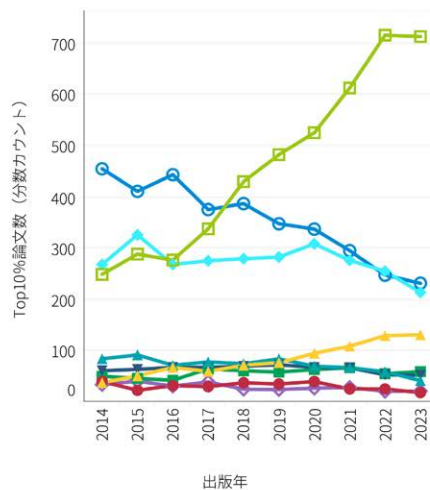
a) 世界の論文数推移



b) 論文数の国別推移



c) Top10%論文数の国別推移



d) Top1%論文数の国別推移

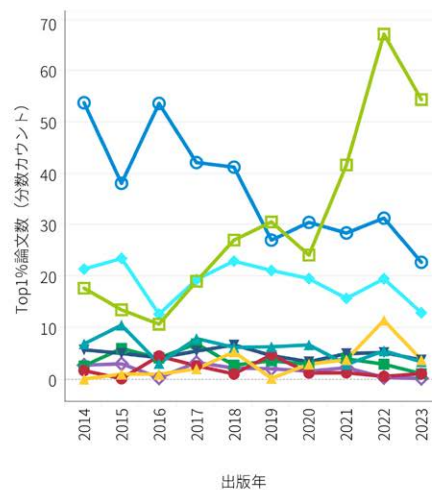
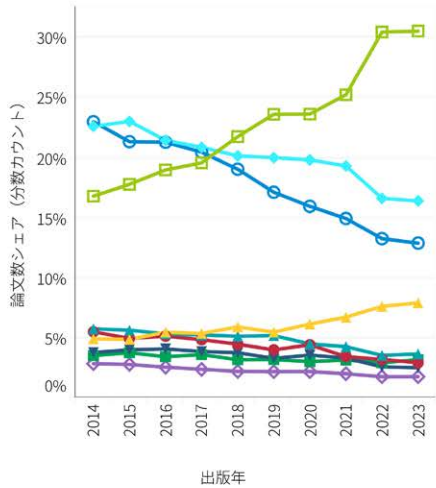
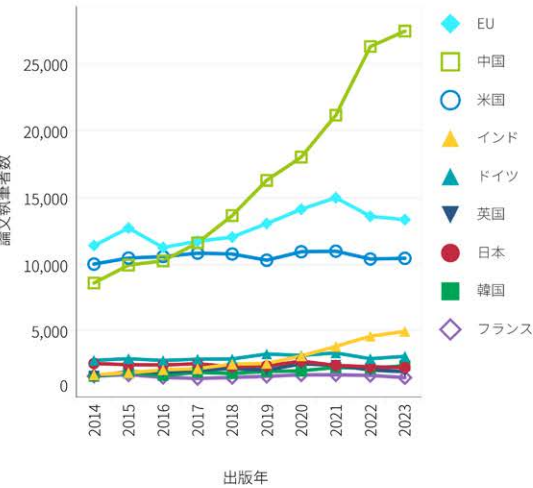


図4.1-N5.04-1 生物由来材料システム領域における論文数の動向①

a) 論文数シェアの国別推移



b) 論文執筆者数の国別推移



c) 各国間共著論文数と共著率

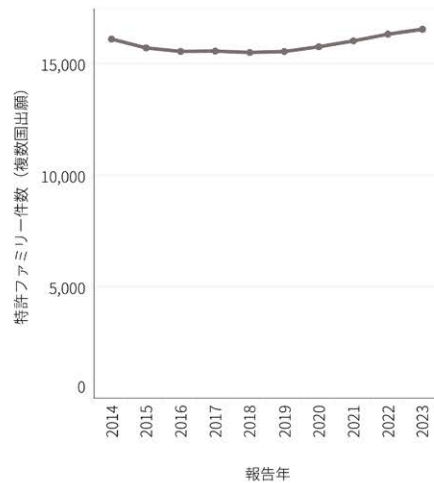
	米国	日本	中国	韓国	英国	フランス	ドイツ	スペイン	インド	イタリア
米国	—	645 2.4%	3,140 11.9%	746 2.8%	1,174 4.5%	658 2.5%	1,164 4.4%	467 1.8%	595 2.3%	629 2.4%
日本	645 10.9%	—	364 6.2%	108 1.8%	174 2.9%	152 2.6%	196 3.3%	50 0.8%	102 1.7%	70 1.2%
中国	3,140 10.5%	364 1.2%	—	278 0.9%	668 2.2%	215 0.7%	518 1.7%	124 0.4%	219 0.7%	156 0.5%
韓国	746 15.9%	108 2.3%	278 5.9%	—	124 2.6%	43 0.9%	97 2.1%	24 0.5%	282 6.0%	36 0.8%
英国	1,174 17.6%	174 2.6%	668 10.0%	124 1.9%	—	363 5.4%	675 10.1%	364 5.4%	204 3.1%	428 6.4%
フランス	658 15.9%	152 3.7%	215 5.2%	43 1.0%	363 8.8%	—	508 12.2%	238 5.7%	66 1.6%	293 7.1%
ドイツ	1,164 14.3%	196 2.4%	518 6.4%	97 1.2%	675 8.3%	508 6.3%	—	360 4.4%	152 1.9%	369 4.5%
スペイン	467 12.5%	50 1.3%	124 3.3%	24 0.6%	364 9.8%	238 6.4%	360 9.7%	—	55 1.5%	309 8.3%
インド	595 7.3%	102 1.2%	219 2.7%	282 3.4%	204 2.5%	66 0.8%	152 1.9%	55 0.7%	—	89 1.1%
イタリア	629 13.9%	70 1.6%	156 3.5%	36 0.8%	428 9.5%	293 6.5%	369 8.2%	309 6.8%	89 2.0%	—

d) 論文数上位機関

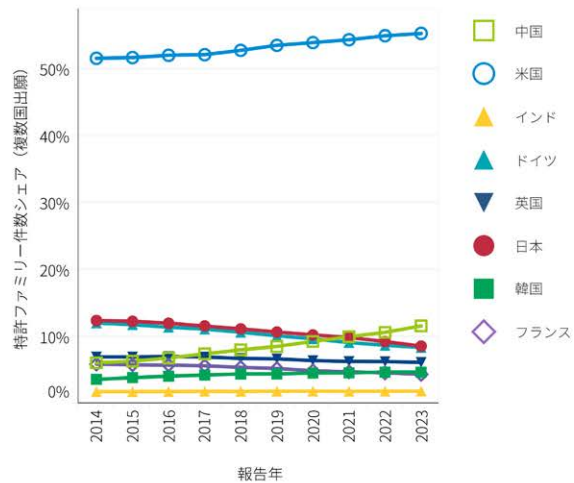
機関	所在国	論文数	Top10%論文数	Top1%論文数
University of Chinese Academy of Sciences	China	1,366	291	32
Sichuan University	China	991	216	17
Harvard Medical School	United States	936	292	56
Shanghai Jiao Tong University	China	918	220	15
Zhejiang University	China	884	212	21
Consiglio Nazionale delle Ricerche	Italy	827	89	10
Massachusetts Institute of Technology	United States	817	278	48
The University of Tokyo	Japan	795	89	6
Consejo Superior de Investigaciones Científicas	Spain	765	110	6
Inserm	France	731	112	12

図 4.1-N5.04-2 生物由来材料システム領域における論文数の動向②

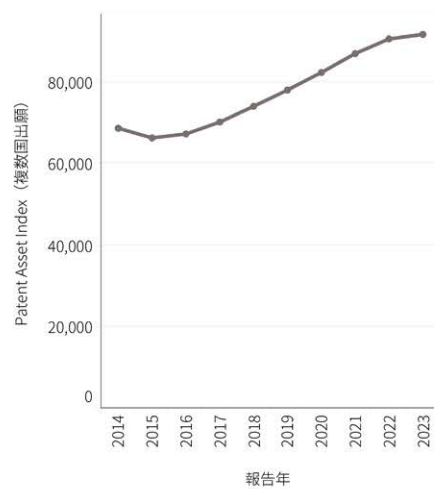
a) 世界の特許ファミリー件数推移



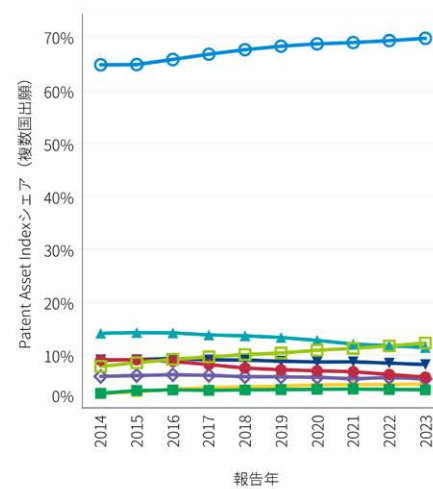
b) 特許ファミリー件数シェアの国別推移



c) 世界のPatent Asset Index推移



d) Patent Asset Indexシェアの国別推移



e) Patent Asset Index上位オーナー

オーナー	特許ファミリー件数	Patent Asset Index
Roche	304	3,998
MIT	256	3,492
Harvard	216	3,196
Broad Institute	114	2,815
Bristol-Myers Squibb	154	2,705
University of Pennsylvania	111	1,776
University of California	349	1,483
Sanofi	116	1,429
Novartis	82	1,373
Regeneron	81	1,317
10x Genomics	38	1,156
Illumina	97	1,003
Novonosis	89	982
Pfizer	76	976
Thermo Fisher	153	852

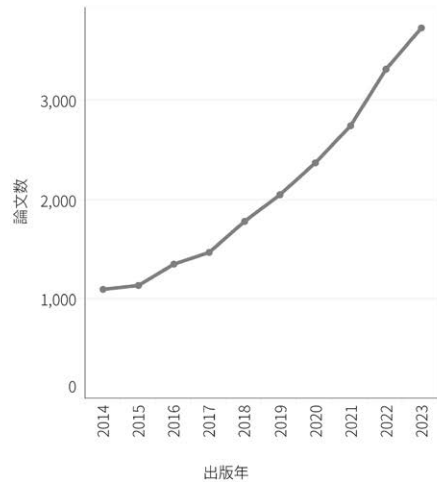
図 4.1-N5.04-3 生物由来材料システム領域における特許ファミリー件数の動向

4.1.N5.05 材料循環

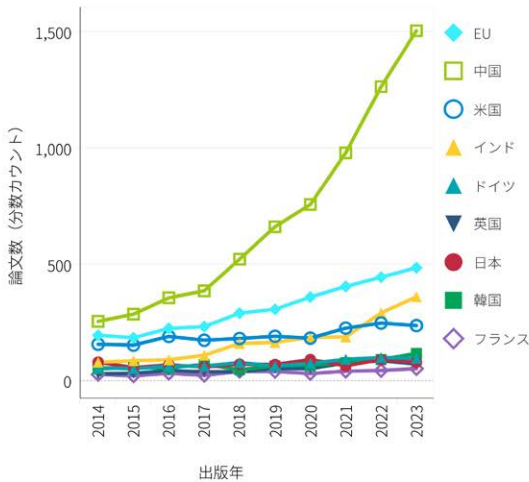
領域の定義

希少元素を含む材料や、製造・廃棄時に環境負荷の高い材料からなる廃棄物を、新たな材料製造の原料とすることでトータルのエネルギー消費や有害物排出を押さえ、循環型社会の実現に貢献する。

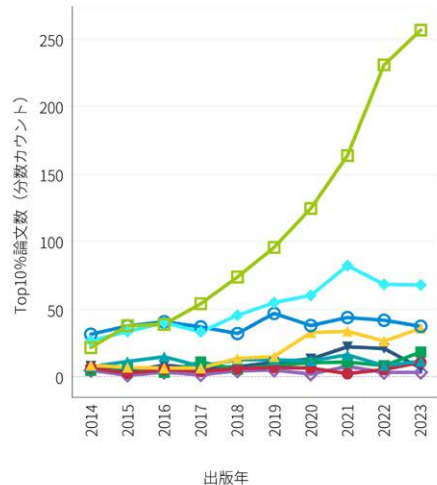
a) 世界の論文数推移



b) 論文数の国別推移



c) Top10%論文数の国別推移



d) Top1%論文数の国別推移

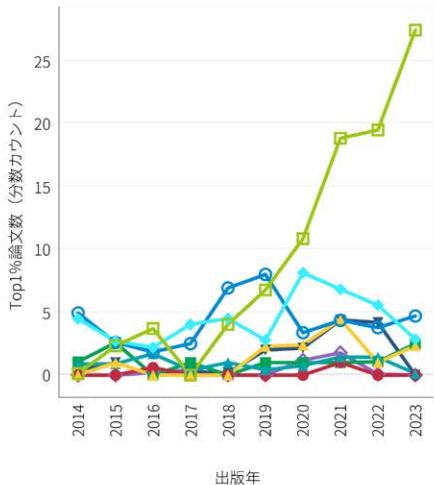
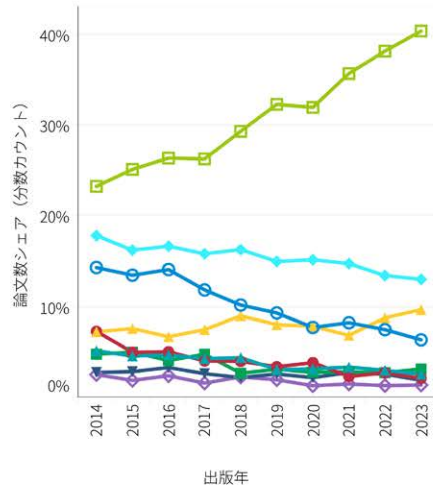
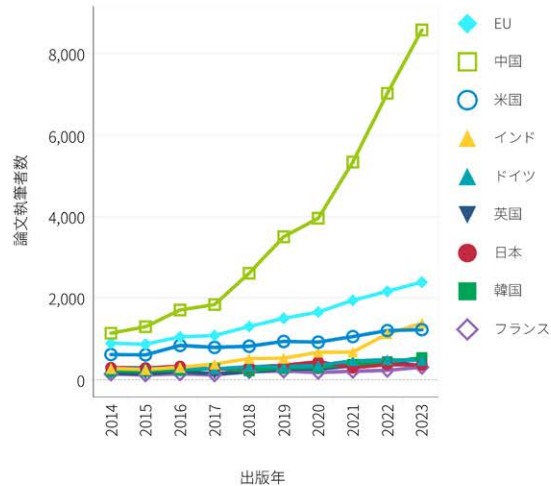


図 4.1-N5.05-1 材料循環領域における論文数の動向①

a) 論文数シェアの国別推移



b) 論文執筆者数の国別推移



c) 各国間共著論文数と共著率

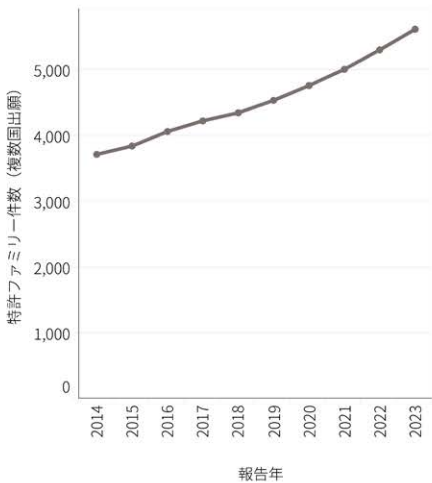
	米国	日本	中国	韓国	英国	フランス	ドイツ	オーストラリア	インド	イタリア
米国	—	37 1.4%	379 14.7%	83 3.2%	75 2.9%	35 1.4%	67 2.6%	56 2.2%	58 2.2%	42 1.6%
日本	37 4.3%	—	65 7.6%	16 1.9%	12 1.4%	12 1.4%	4 0.5%	19 2.2%	6 0.7%	2 0.2%
中国	379 5.0%	65 0.9%	—	40 0.5%	203 2.7%	38 0.5%	66 0.9%	167 2.2%	38 0.5%	20 0.3%
韓国	83 9.9%	16 1.9%	40 4.8%	—	9 1.1%	5 0.6%	8 1.0%	15 1.8%	43 5.1%	7 0.8%
英国	75 8.5%	12 1.4%	203 23.0%	9 1.0%	—	21 2.4%	44 5.0%	41 4.6%	33 3.7%	33 3.7%
フランス	35 6.2%	12 2.1%	38 6.7%	5 0.9%	21 3.7%	—	37 6.5%	7 1.2%	5 0.9%	29 5.1%
ドイツ	67 6.6%	4 0.4%	66 6.5%	8 0.8%	44 4.3%	37 3.6%	—	21 2.1%	12 1.2%	35 3.4%
オーストラリア	56 9.5%	19 3.2%	167 28.4%	15 2.6%	41 7.0%	7 1.2%	21 3.6%	—	25 4.3%	4 0.7%
インド	58 3.0%	6 0.3%	38 2.0%	43 2.2%	33 1.7%	5 0.3%	12 0.6%	25 1.3%	—	9 0.5%
イタリア	42 6.8%	2 0.3%	20 3.3%	7 1.1%	33 5.4%	29 4.7%	35 5.7%	4 0.7%	9 1.5%	—

d) 論文数上位機関

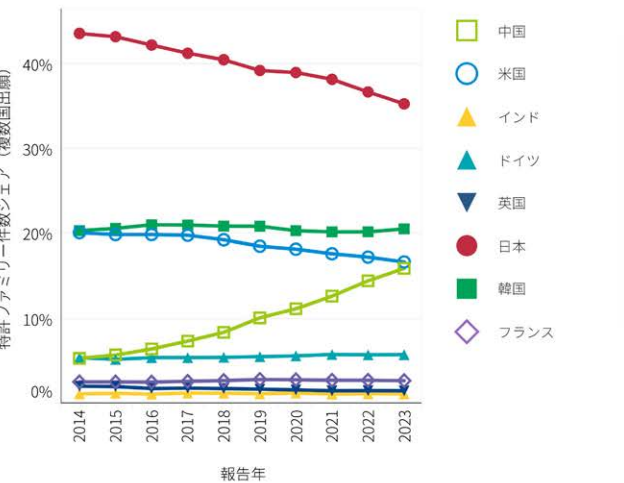
機関	所在国	論文数	Top10%論文数	Top1%論文数
Tsinghua University	China	321	99	15
University of Chinese Academy of Sciences	China	248	64	4
Harbin Institute of Technology	China	213	48	2
Beijing Institute of Technology	China	197	63	9
Huazhong University of Science and Technology	China	183	43	1
Southeast University	China	161	29	4
Central South University	China	159	38	9
Zhejiang University	China	155	37	2
Xi'an Jiaotong University	China	143	20	4
South China University of Technology	China	142	18	2

図 4.1-N5.05-2 材料循環領域における論文数の動向②

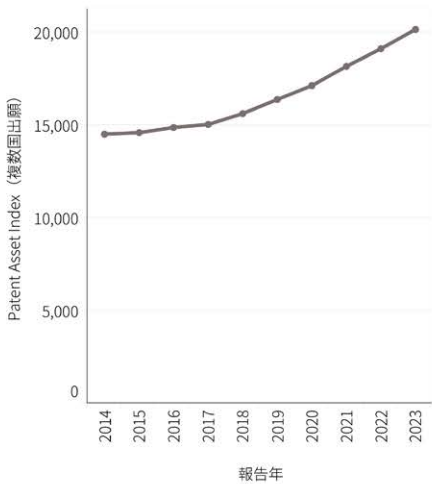
a) 世界の特許ファミリー件数推移



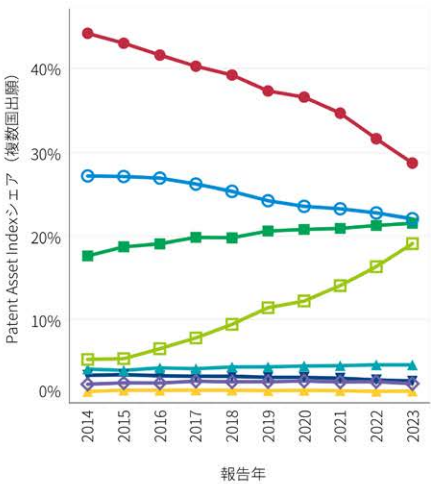
b) 特許ファミリー件数シェアの国別推移



c) 世界のPatent Asset Index推移



d) Patent Asset Indexシェアの国別推移



e) Patent Asset Index上位オーナー

オーナー	特許ファミリー件数	Patent Asset Index
LG Chem	565	1,962
CATL	219	1,023
Samsung SDI	400	1,015
Toyota Motor	329	788
Panasonic	158	404
Bosch	153	398
Oppo	33	372
BYD Company	109	343
Fujifilm	78	280
Hyundai Motor	121	277
Samsung	93	252
Ford	67	239
Nissan Motor	76	224
Huawei	49	186
Mojo Mobility	1	169

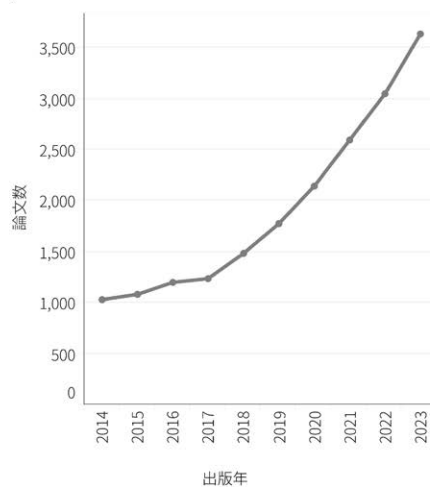
図4.1-N5.05-3 材料循環領域における特許ファミリー件数の動向

4.1.N5.06 元素戦略・希少元素代替技術

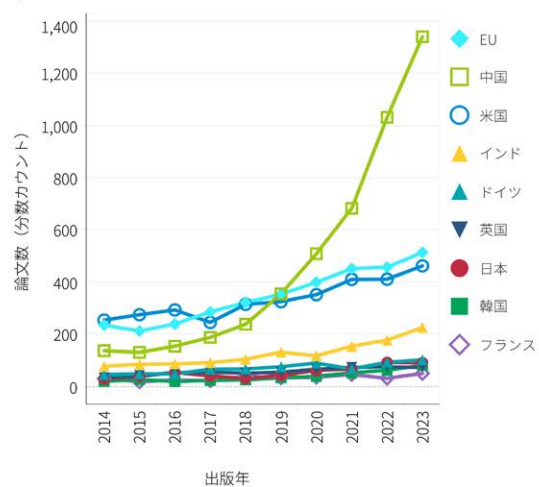
領域の定義

物質・材料の特性・機能を決める特定元素の役割を理解し有効活用することで、物質・材料の特性・機能の発現機構を明らかにし、有害元素や海外依存度の高い希少元素に依存することなく高い機能を持った物質・材料を開発する研究開発領域である。最近では、単一性能の向上だけではなく複数機能の同時実現のために、複数の元素を用いることによる材料の多元素化やハイエントロピー化、準安定相などの多種多様な安定相（準安定相も含む広義の意味）の設計技術の重要性が高まっている。

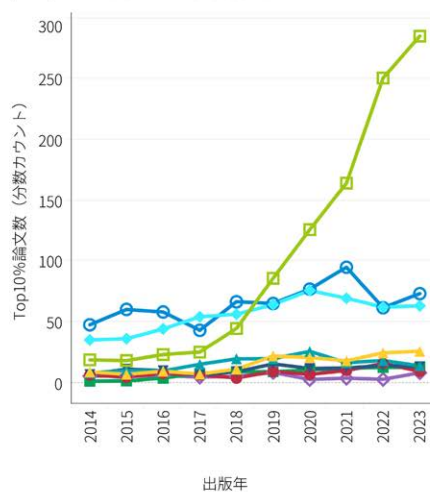
a) 世界の論文数推移



b) 論文数の国別推移



c) Top10%論文数の国別推移



d) Top1%論文数の国別推移

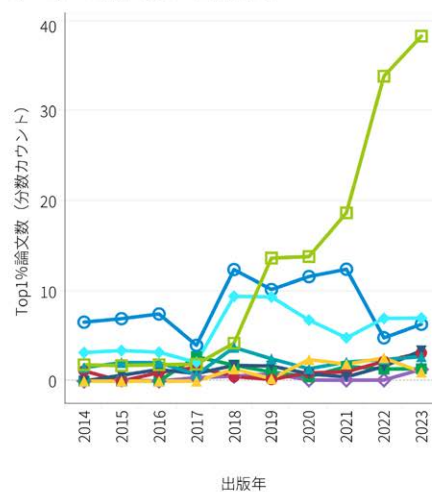
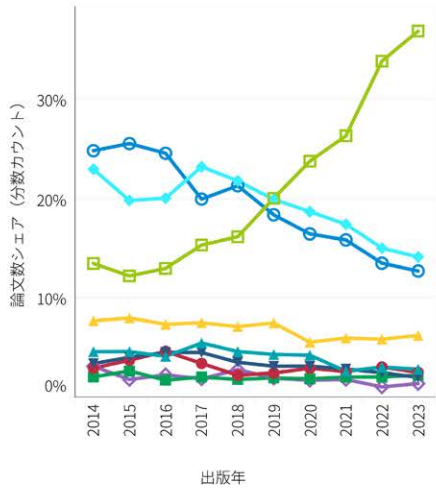
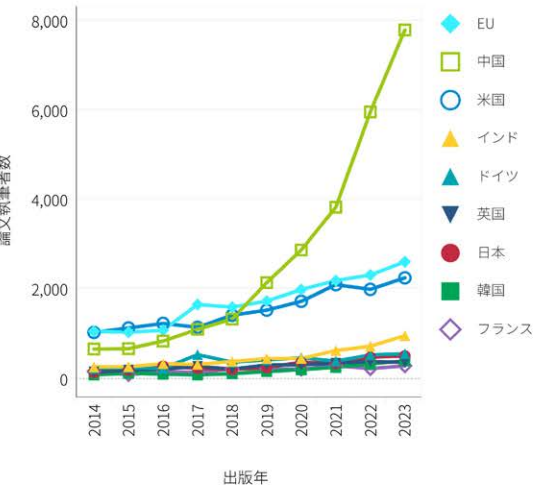


図4.1-N5.06-1 元素戦略・希少元素代替技術領域における論文数の動向①

a) 論文数シェアの国別推移



b) 論文執筆者数の国別推移



c) 各国間共著論文数と共著率

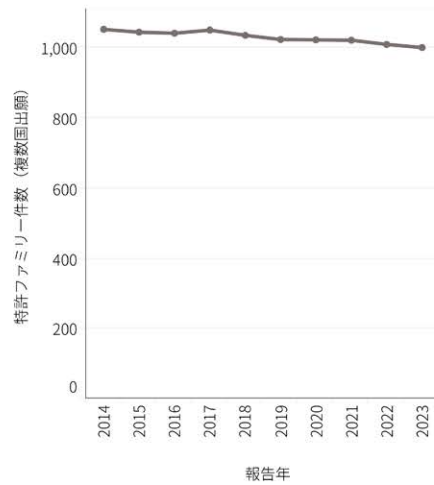
	米国	日本	中国	英国	ロシア	フランス	ドイツ	オーストラリア	インド	イタリア
米国	＼	89	520	182	53	90	185	127	99	69
	＼	2.1%	12.0%	4.2%	1.2%	2.1%	4.3%	2.9%	2.3%	1.6%
日本	89	＼	124	21	23	37	41	36	25	13
	11.0%	＼	15.3%	2.6%	2.8%	4.6%	5.1%	4.4%	3.1%	1.6%
中国	520	124	＼	149	60	54	115	170	36	27
	9.6%	2.3%	＼	2.8%	1.1%	1.0%	2.1%	3.1%	0.7%	0.5%
英国	182	21	149	＼	21	58	90	69	41	64
	17.3%	2.0%	14.2%	＼	2.0%	5.5%	8.6%	6.6%	3.9%	6.1%
ロシア	53	23	60	21	＼	25	48	26	15	11
	7.0%	3.0%	7.9%	2.8%	＼	3.3%	6.4%	3.4%	2.0%	1.5%
フランス	90	37	54	58	25	＼	86	27	16	45
	14.4%	5.9%	8.6%	9.3%	4.0%	＼	13.7%	4.3%	2.6%	7.2%
ドイツ	185	41	115	90	48	86	＼	36	37	54
	15.9%	3.5%	9.9%	7.7%	4.1%	7.4%	＼	3.1%	3.2%	4.6%
オーストラリア	127	36	170	69	26	27	36	＼	30	13
	16.2%	4.6%	21.7%	8.8%	3.3%	3.5%	4.6%	＼	3.8%	1.7%
インド	99	25	36	41	15	16	37	30	＼	12
	6.8%	1.7%	2.5%	2.8%	1.0%	1.1%	2.5%	2.0%	＼	0.8%
イタリア	69	13	27	64	11	45	54	13	12	＼
	10.1%	1.9%	3.9%	9.4%	1.6%	6.6%	7.9%	1.9%	1.8%	＼

d) 論文数上位機関

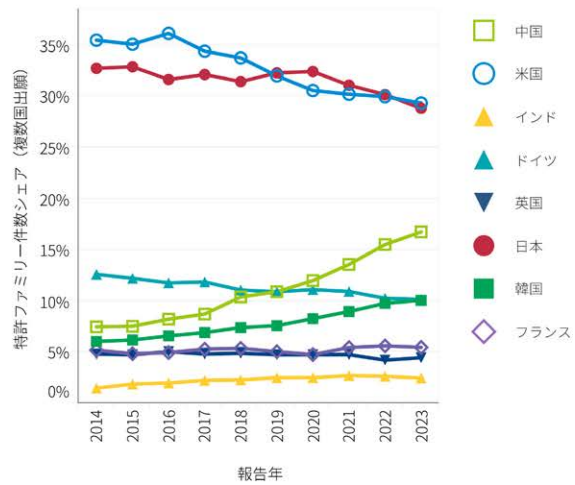
機関	所在国	論文数	Top10%論文数	Top1%論文数
University of Chinese Academy of Sciences	China	297	76	8
University of Science and Technology Beijing	China	237	78	18
The University of Tennessee, Knoxville	United States	228	108	29
Oak Ridge National Laboratory	United States	214	90	23
Tickle College of Engineering, University of Tennessee, Knoxville	United States	195	91	26
Central South University	China	177	51	6
Tsinghua University	China	161	59	9
Harbin Institute of Technology	China	159	49	6
Dalian University of Technology	China	146	42	6
Northwestern Polytechnical University	China	141	41	5

図 4.1-N5.06-2 元素戦略・希少元素代替技術領域における論文数の動向②

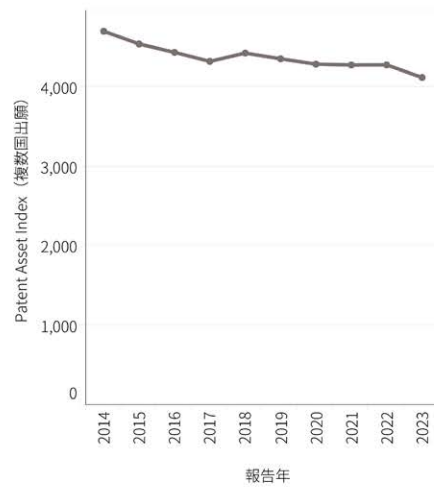
a) 世界の特許ファミリー件数推移



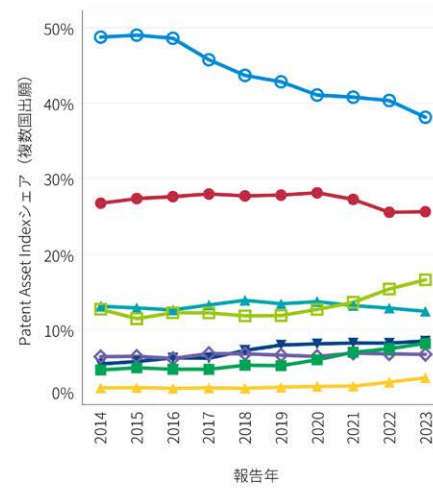
b) 特許ファミリー件数シェアの国別推移



c) 世界のPatent Asset Index推移



d) Patent Asset Indexシェアの国別推移



e) Patent Asset Index上位オーナー

オーナー	特許ファミリー件数	Patent Asset Index
この研究開発領域では表示されません。		

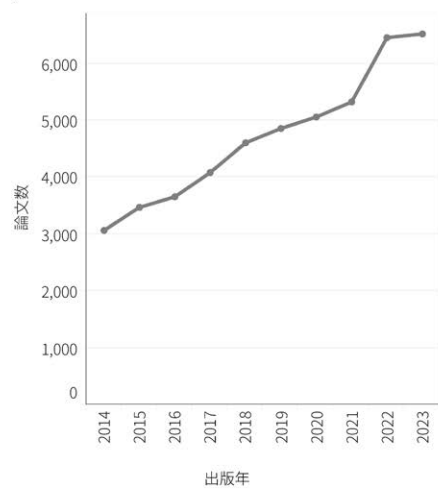
図 4.1-N5.06-3 元素戦略・希少元素代替技術領域における特許ファミリー件数の動向

4.1.N5.07 フォノンエンジニアリング

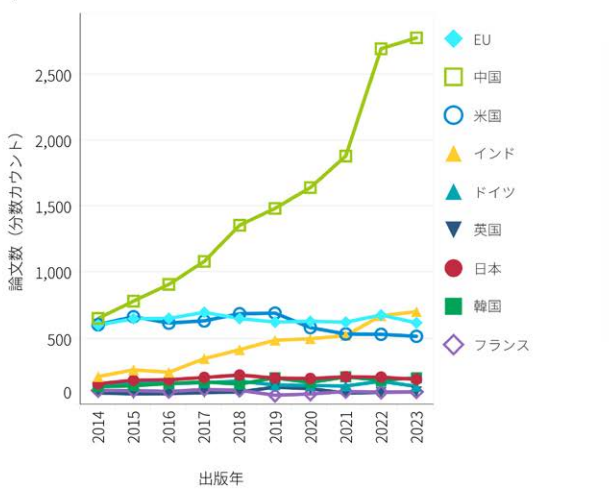
領域の定義

ナノスケールの微小空間、微小時間でのフォノンおよび熱の振る舞いを理解し制御することにより、熱の高効率な利用や、デバイスのさらなる高性能化・高機能化を実現する。熱計測、フォノン輸送の理論・シミュレーション、材料・構造作製によるフォノン輸送制御、フォノンと電子/フォトン/スピンなどとの相互作用やハイブリッド量子系の統一的理解と制御、高度な熱伝導制御による蓄熱/放熱/断熱材料、熱スイッチ、熱ダイオードや高性能熱電変換素子などの革新的な材料・デバイス技術、などの研究開発課題がある。

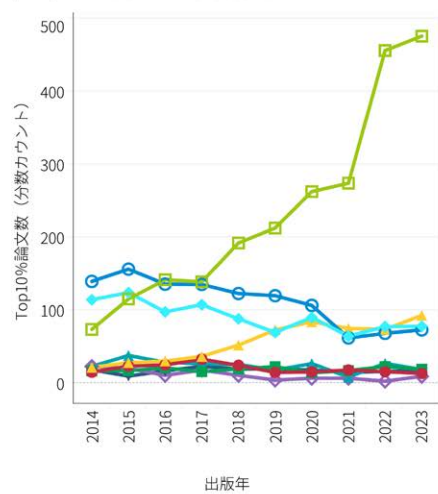
a) 世界の論文数推移



b) 論文数の国別推移



c) Top10%論文数の国別推移



d) Top1%論文数の国別推移

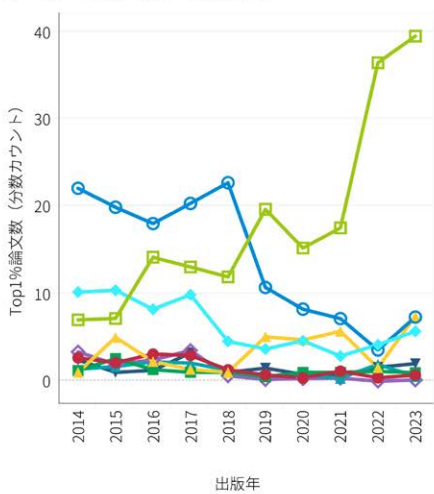
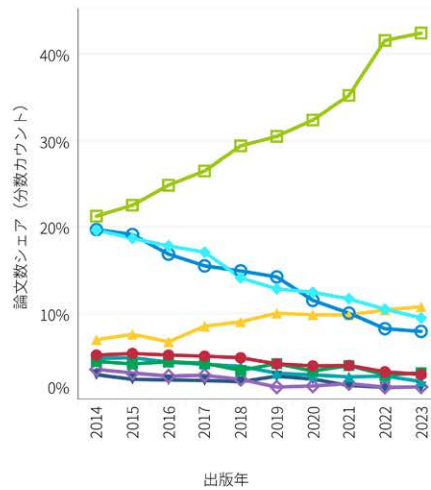
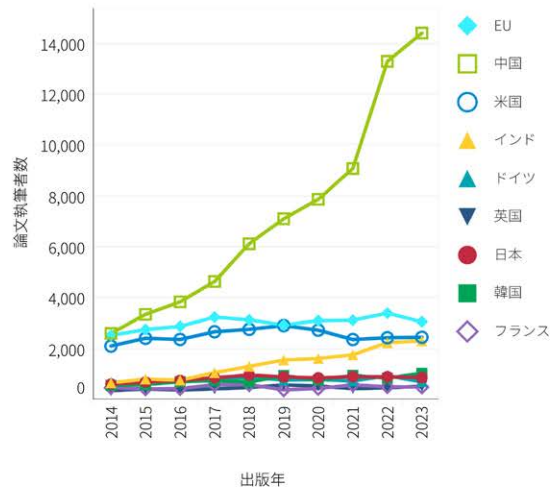


図4.1-N5.07-1 フォノンエンジニアリング領域における論文数の動向①

a) 論文数シェアの国別推移



b) 論文執筆者数の国別推移



c) 各国間共著論文数と共著率

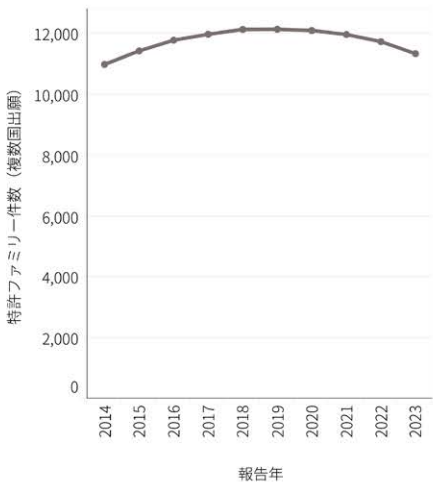
	米国	日本	中国	韓国	英国	フランス	ドイツ	サウジアラビア	インド	イラン
米国	＼	258 3.1%	1,695 20.1%	323 3.8%	248 2.9%	238 2.8%	405 4.8%	95 1.1%	221 2.6%	90 1.1%
日本	258 9.4%	＼	429 15.7%	92 3.4%	68 2.5%	114 4.2%	119 4.3%	34 1.2%	104 3.8%	4 0.1%
中国	1,695 9.7%	429 2.5%	＼	151 0.9%	410 2.4%	166 1.0%	386 2.2%	236 1.4%	142 0.8%	92 0.5%
韓国	323 14.7%	92 4.2%	151 6.9%	＼	35 1.6%	12 0.5%	57 2.6%	60 2.7%	89 4.0%	30 1.4%
英国	248 13.0%	68 3.6%	410 21.5%	35 1.8%	＼	110 5.8%	147 7.7%	62 3.3%	127 6.7%	37 1.9%
フランス	238 13.8%	114 6.6%	166 9.6%	12 0.7%	110 6.4%	＼	184 10.6%	27 1.6%	53 3.1%	23 1.3%
ドイツ	405 15.8%	119 4.6%	386 15.0%	57 2.2%	147 5.7%	184 7.2%	＼	29 1.1%	73 2.8%	33 1.3%
サウジアラビア	95 6.8%	34 2.4%	236 16.9%	60 4.3%	62 4.4%	27 1.9%	29 2.1%	＼	207 14.8%	37 2.7%
インド	221 4.4%	104 2.1%	142 2.8%	89 1.8%	127 2.5%	53 1.0%	73 1.4%	207 4.1%	＼	25 0.5%
イラン	90 6.8%	4 0.3%	92 6.9%	30 2.3%	37 2.8%	23 1.7%	33 2.5%	37 2.8%	25 1.9%	＼

d) 論文数上位機関

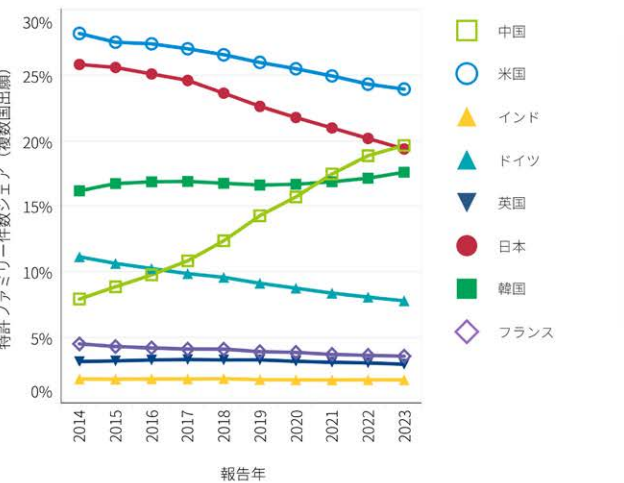
機関	所在国	論文数	Top10%論文数	Top1%論文数
Tsinghua University	China	914	196	27
University of Chinese Academy of Sciences	China	794	167	19
Xi'an Jiaotong University	China	638	115	8
Huazhong University of Science and Technology	China	605	120	9
Harbin Institute of Technology	China	592	119	2
The University of Tokyo	Japan	508	80	5
Shanghai Jiao Tong University	China	473	82	8
University of Science and Technology of China	China	443	112	12
Tongji University	China	398	133	18
Tohoku University	Japan	386	65	5

図4.1-N5.07-2 フォノンエンジニアリング領域における論文数の動向②

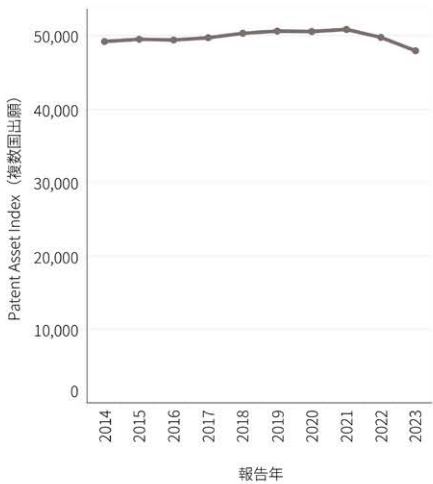
a) 世界の特許ファミリー件数推移



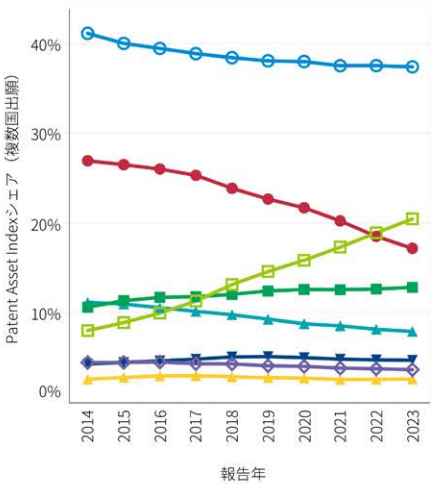
b) 特許ファミリー件数シェアの国別推移



c) 世界のPatent Asset Index推移



d) Patent Asset Indexシェアの国別推移



e) Patent Asset Index上位オーナー

オーナー	特許ファミリー件数	Patent Asset Index
Chinese Academy of Sciences	1,759	2,156
Samsung	399	1,309
LG Chem	316	1,168
Tsinghua University (China)	352	542
Strong Force Innovation	6	511
Global Graphene	61	417
Xi'an Jiaotong University	392	411
Central South University	288	393
South China University of Technology	294	379
Toray	111	368
Foxconn	196	357
Zhejiang University	306	350
Shin-Etsu	66	317
Harbin Institute of Technology	368	314
Philip Morris	13	313

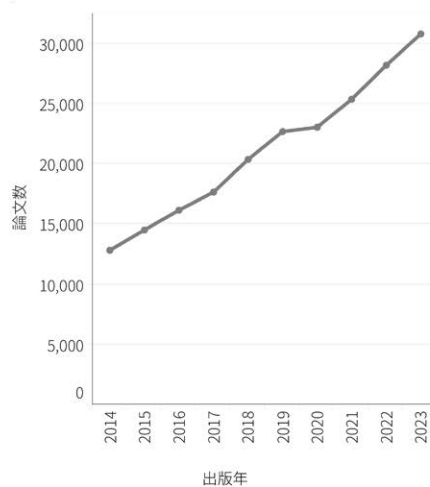
図4.1-N5.07-3 フォノンエンジニアリング領域における特許ファミリー件数の動向

4.1.N5.08 センシングデバイス・融合技術

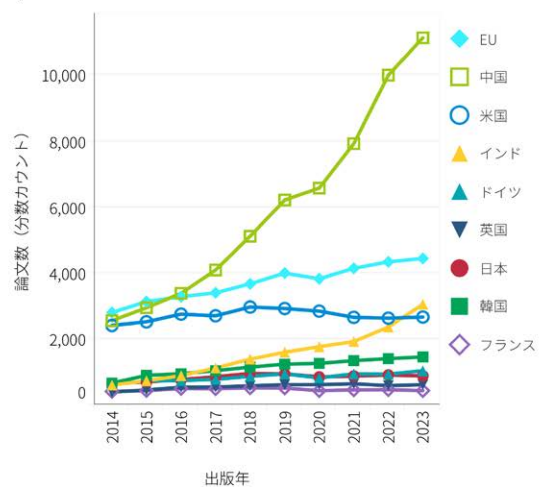
領域の定義

健康で便利に暮らせ安心・安全なスマート社会の実現に必要なInternet of Things (IoT)、自動運転、スマートロボット、ヘルスケアなどに向けた高性能・高機能なセンシングデバイス、センサ融合技術の研究開発を行う。MEMSセンサや化学センサ、光学センサ、量子センサなどセンシングデバイスの高感度化、高信頼化、低消費電力化、小型軽量化、低コスト化、MEMSプロセス技術の高度化、複数のセンサの融合、データ圧縮・AI処理機能、エネルギーハーベスティング、プリンテッドエレクトロニクス技術などの研究開発課題がある。

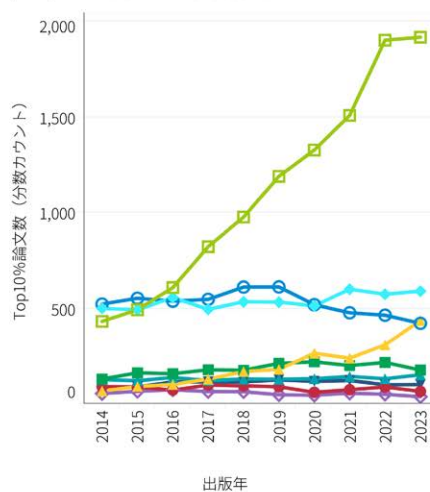
a) 世界の論文数推移



b) 論文数の国別推移



c) Top10%論文数の国別推移



d) Top1%論文数の国別推移

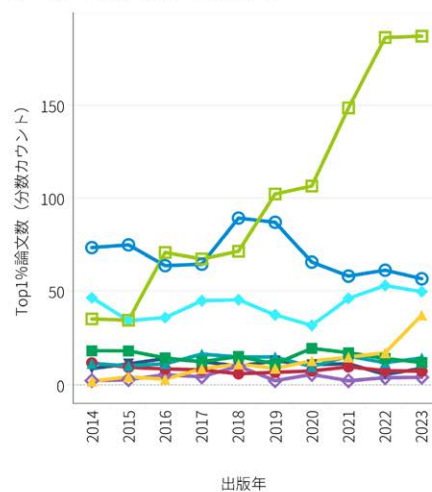
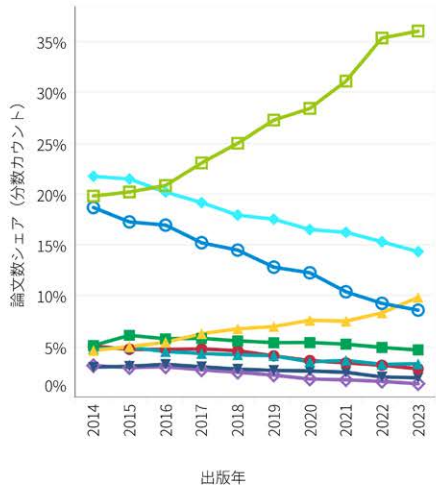
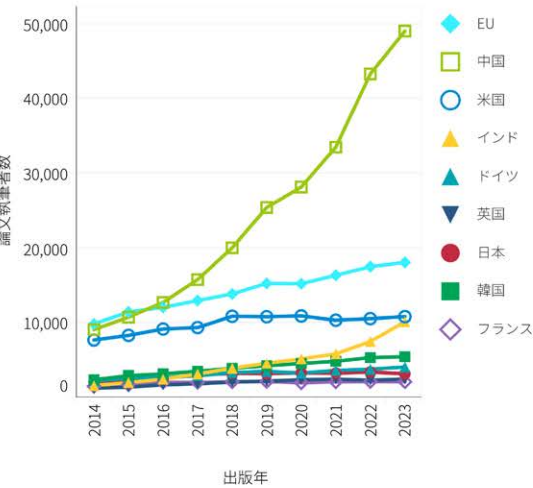


図 4.1-N5.08-1 センシングデバイス・融合技術領域における論文数の動向①

a) 論文数シェアの国別推移



b) 論文執筆者数の国別推移



c) 各国間共著論文数と共著率

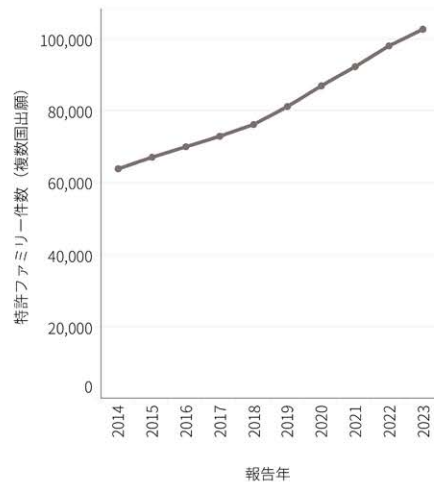
	米国	日本	中国	韓国	英国	フランス	ドイツ	カナダ	インド	イタリア
米国	—	574 1.6%	5,225 14.7%	1,370 3.9%	1,158 3.3%	678 1.9%	986 2.8%	917 2.6%	659 1.9%	724 2.0%
日本	574 5.7%	—	765 7.6%	221 2.2%	197 2.0%	174 1.7%	203 2.0%	79 0.8%	181 1.8%	80 0.8%
中国	5,225 7.8%	765 1.1%	—	682 1.0%	1,831 2.7%	459 0.7%	782 1.2%	1,053 1.6%	384 0.6%	274 0.4%
韓国	1,370 10.1%	221 1.6%	682 5.0%	—	216 1.6%	97 0.7%	126 0.9%	155 1.1%	719 5.3%	60 0.4%
英国	1,158 12.1%	197 2.1%	1,831 19.1%	216 2.3%	—	450 4.7%	644 6.7%	222 2.3%	349 3.6%	512 5.3%
フランス	678 9.7%	174 2.5%	459 6.6%	97 1.4%	450 6.5%	—	491 7.0%	231 3.3%	116 1.7%	385 5.5%
ドイツ	986 8.5%	203 1.8%	782 6.8%	126 1.1%	644 5.6%	491 4.3%	—	195 1.7%	164 1.4%	562 4.9%
カナダ	917 14.3%	79 1.2%	1,053 16.5%	155 2.4%	222 3.5%	231 3.6%	195 3.0%	—	135 2.1%	105 1.6%
インド	659 3.8%	181 1.0%	384 2.2%	719 4.1%	349 2.0%	116 0.7%	164 0.9%	135 0.8%	—	127 0.7%
イタリア	724 9.3%	80 1.0%	274 3.5%	60 0.8%	512 6.6%	385 5.0%	562 7.2%	105 1.4%	127 1.6%	—

d) 論文数上位機関

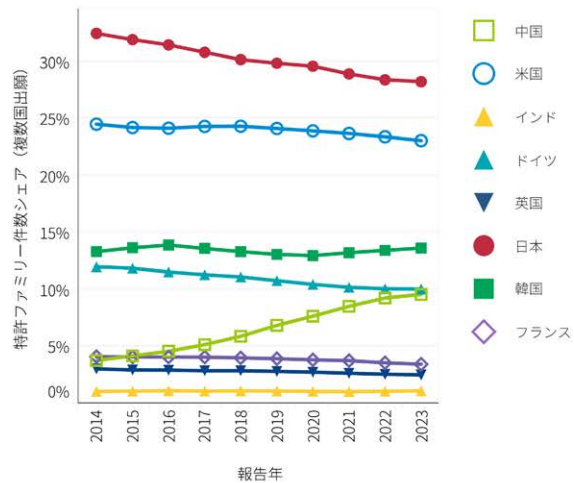
機関	所在国	論文数	Top10%論文数	Top1%論文数
University of Chinese Academy of Sciences	China	3,289	762	97
Tsinghua University	China	2,259	580	93
Zhejiang University	China	1,853	485	61
Harbin Institute of Technology	China	1,724	340	34
Georgia Institute of Technology	United States	1,690	723	146
Wuhan University	China	1,612	304	23
Shanghai Jiao Tong University	China	1,551	380	53
Jilin University	China	1,479	460	36
University of Science and Technology of China	China	1,469	278	27
Huazhong University of Science and Technology	China	1,450	385	35

図4.1-N5.08-2 センシングデバイス・融合技術領域における論文数の動向②

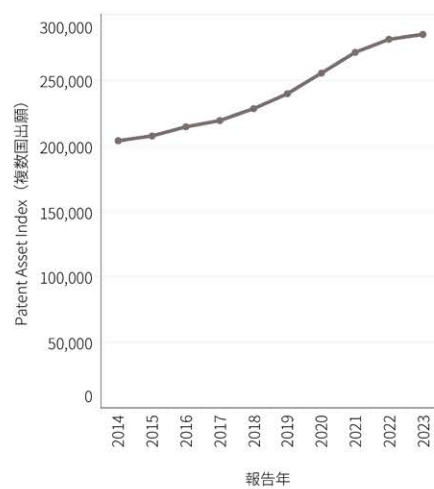
a) 世界の特許ファミリー件数推移



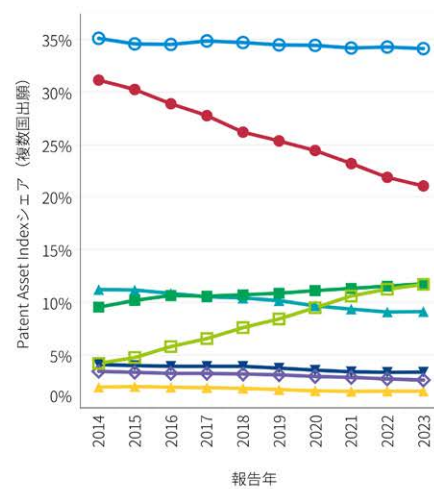
b) 特許ファミリー件数シェアの国別推移



c) 世界のPatent Asset Index推移



d) Patent Asset Indexシェアの国別推移



e) Patent Asset Index上位オーナー

オーナー	特許ファミリー件数	Patent Asset Index
Samsung	5,939	14,841
Sony	5,086	14,221
Canon	6,547	7,348
Apple	1,111	4,477
Bosch	3,289	3,670
TSMC	1,529	3,633
Alphabet	979	3,627
Honeywell	813	3,504
Largan Precision	528	3,439
Qualcomm	830	3,389
Fujifilm	1,973	3,244
Panasonic	1,707	3,132
Huawei	882	2,971
LG Electronics	1,202	2,956
Will Semiconductor	1,195	2,848

図4.1-N5.08-3 センシングデバイス・融合技術領域における特許ファミリー件数の動向