

3.1.N3 ICT・エレクトロニクス応用

3.1.N3.1 革新半導体デバイス

領域の定義

従来のCMOSの限界性能を超える新動作原理のデバイスを開発し、超高速・超低消費電力でデータ処理する集積システムの実現をめざす研究開発領域である。材料として従来の半導体だけでなく、二次元材料、磁性材料、強誘電材料などの様々な材料が組み合わせたデバイスや、新奇なデバイス構造から得られる新たな機能を利用したデバイスが含まれる。また、量子ビットの読み出し・制御を行うための、極低温（4 K）での集積回路動作が可能なクライオCMOS技術も含まれる。さらには、システムレベルでの機能向上のための、IGZOなどの酸化物半導体やGaNをチップ上に混載する技術、あるいはチップレット集積も取り上げる。研究開発課題はデバイスレベルからシステムレベルあるいはアーキテクチャレベルまで多階層に及んでいる。

ポイント

- ・ 領域全体の論文数は10年で3倍のペースで増加している。その増加の大部分が中国の論文数増加によっている。欧州、米国、日本は、その影響で、そのシェアを減少させた。（図3.1-N3.1-1、図3.1-N3.1-2 a））
- ・ 過去10年間の論文数変化率はインドと中国が同程度の高水準にあり、特にインドは近年の論文数変化率が調査対象国中で最も高くなっている（図3.1-N3.1-2 b））。
- ・ Top1%論文数・Top10%論文数は中国が大きく増大するなか、インド、韓国、欧州、日本も微増している。米国は、2018年頃をピークに近年では減少している。（図3.1-N3.1-2 c）、d））
- ・ 論文の企業共著率は欧米、日本、韓国で高いが、中国、インドで低い（図3.1-N3.1-2 f））。
- ・ 中国はすべての調査対象国について、国際共著相手国の3位以内に入っている（図3.1-N3.1-3 a））。
- ・ 特許ファミリー件数は、領域全体で10年で1.5倍ペースで増加している。中国がシェアを伸ばす分、過去シェア1位、2位を占めた米国、日本のシェアが減少している。（図3.1-N3.1-4 a）、b））
- ・ 特許ファミリー件数のシェアおよびPatent Asset Indexのシェアともに、日本は2022年時点で中国、米国に次ぐ3位を維持している（図3.1-N3.1-4 b）、d））。

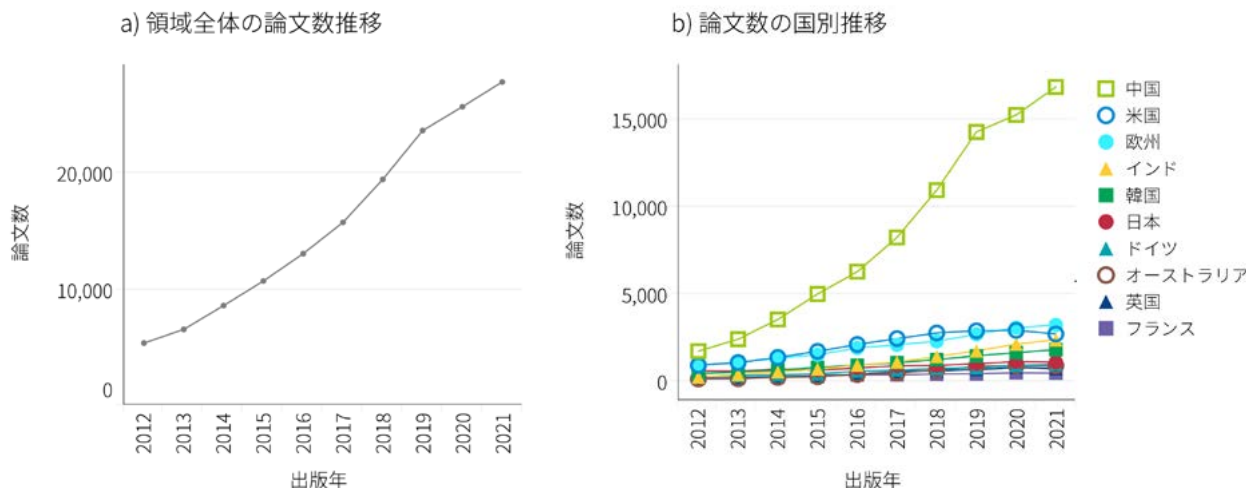


図3.1-N3.1-1 革新半導体デバイス領域における論文数の動向①

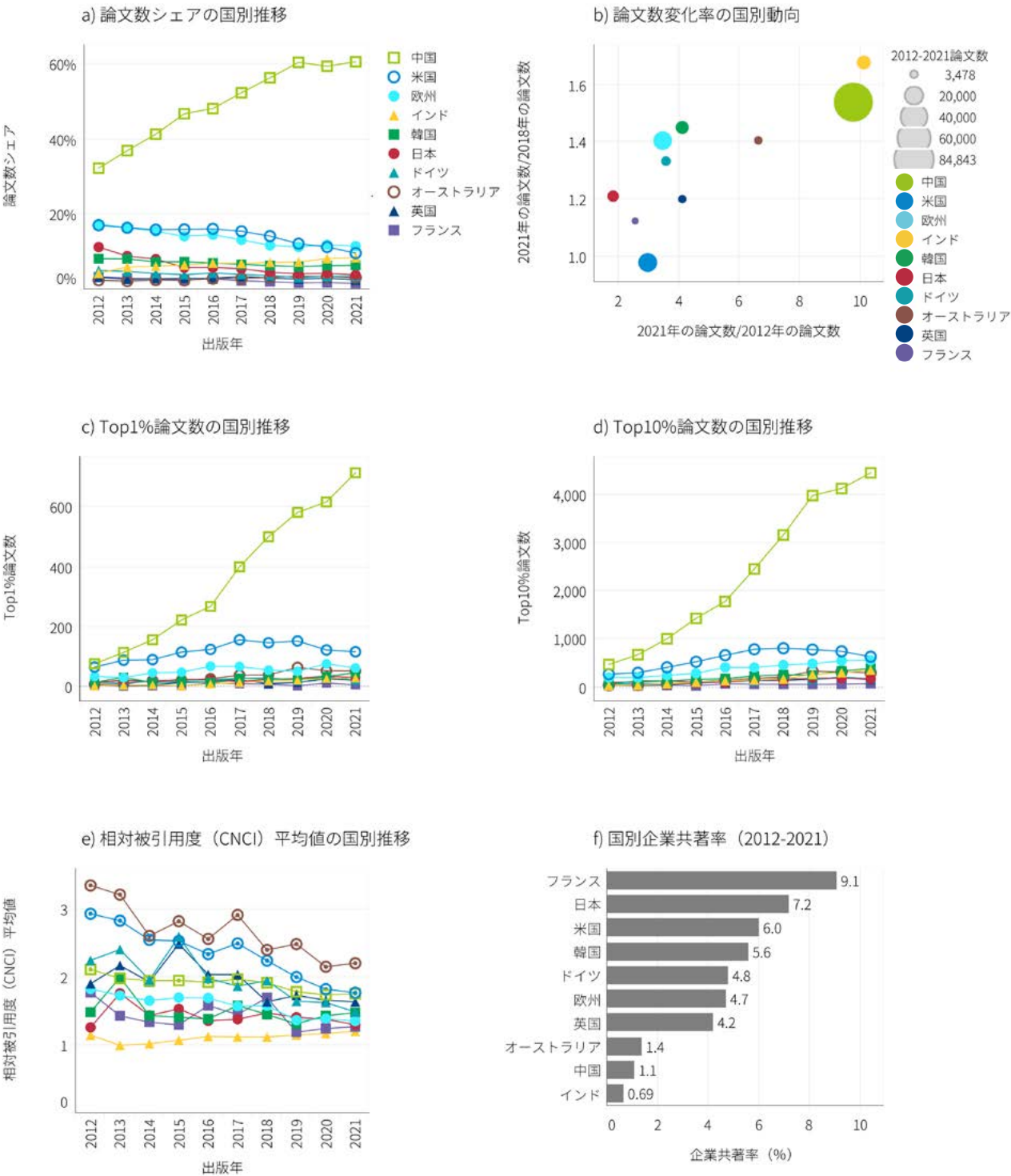


図3.1-N3.1-2 革新半導体デバイス領域における論文数の動向②

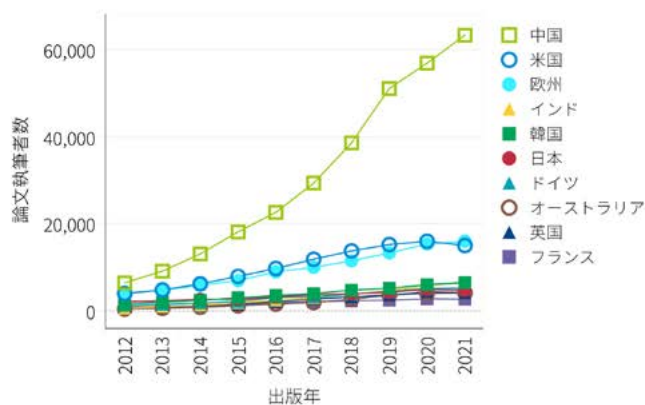
a) 各国間の共著率（2012-2021）

(%)	中国	米国	インド	韓国	日本	ドイツ	オーストラリア	英国	台湾	フランス	カナダ	論文数 (件)
中国	\	7.6	0.42	1.1	1.9	1.4	3.4	1.7	0.7	0.48	0.86	85,497
米国	31	\	2.7	5.5	3.5	4	2.2	3.3	1.9	2.2	1.9	21,002
インド	3.1	4.9	\	6.4	2.6	1.8	1.8	1.8	2.2	0.89	0.7	11,607
韓国	8.8	11	7	\	3.1	1.8	2.2	2.1	1.1	0.78	0.89	10,586
日本	19	8.8	3.7	3.9	\	3.8	3.9	3.2	2.1	2.3	0.61	8,337
ドイツ	19	14	3.4	3.1	5.3	\	2.8	7.4	1.5	6.5	1.6	6,043
オーストラリア	59	9.2	4.2	4.8	6.6	3.4	\	3.5	1.4	0.99	1.1	4,935
英国	31	15	4.5	4.8	5.7	9.5	3.7	\	1.8	5.1	1.4	4,702
台湾	13	8.6	5.8	2.5	4	2	1.5	1.9	\	0.58	0.53	4,491
フランス	12	13	3	2.4	5.5	11	1.4	6.9	0.75	\	2.1	3,479
カナダ	32	18	3.6	4.1	2.3	4.3	2.4	2.9	1.1	3.3	\	2,271

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
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	1	3,761	194	1,159
University of Science & Technology of China, CAS	中国	2	2,845	227	1,049
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	フランス	3	2,526	62	429
Tsinghua University	中国	4	2,463	162	792
Nanyang Technological University	シンガポール	5	2,132	244	878
Tianjin University	中国	6	2,048	122	672
Zhejiang University	中国	7	1,889	94	591
Nanjing University	中国	8	1,862	92	531
Jilin University	中国	9	1,792	73	521
Huazhong University of Science & Technology	中国	10	1,776	99	571
National Institute for Materials Science	日本	25	1,366	93	417

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）

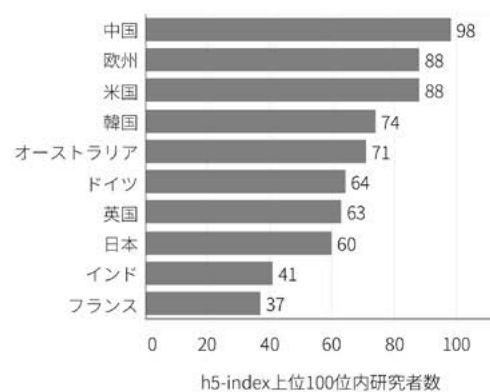


図 3.1-N3.1-3 革新半導体デバイス領域における論文数の動向③

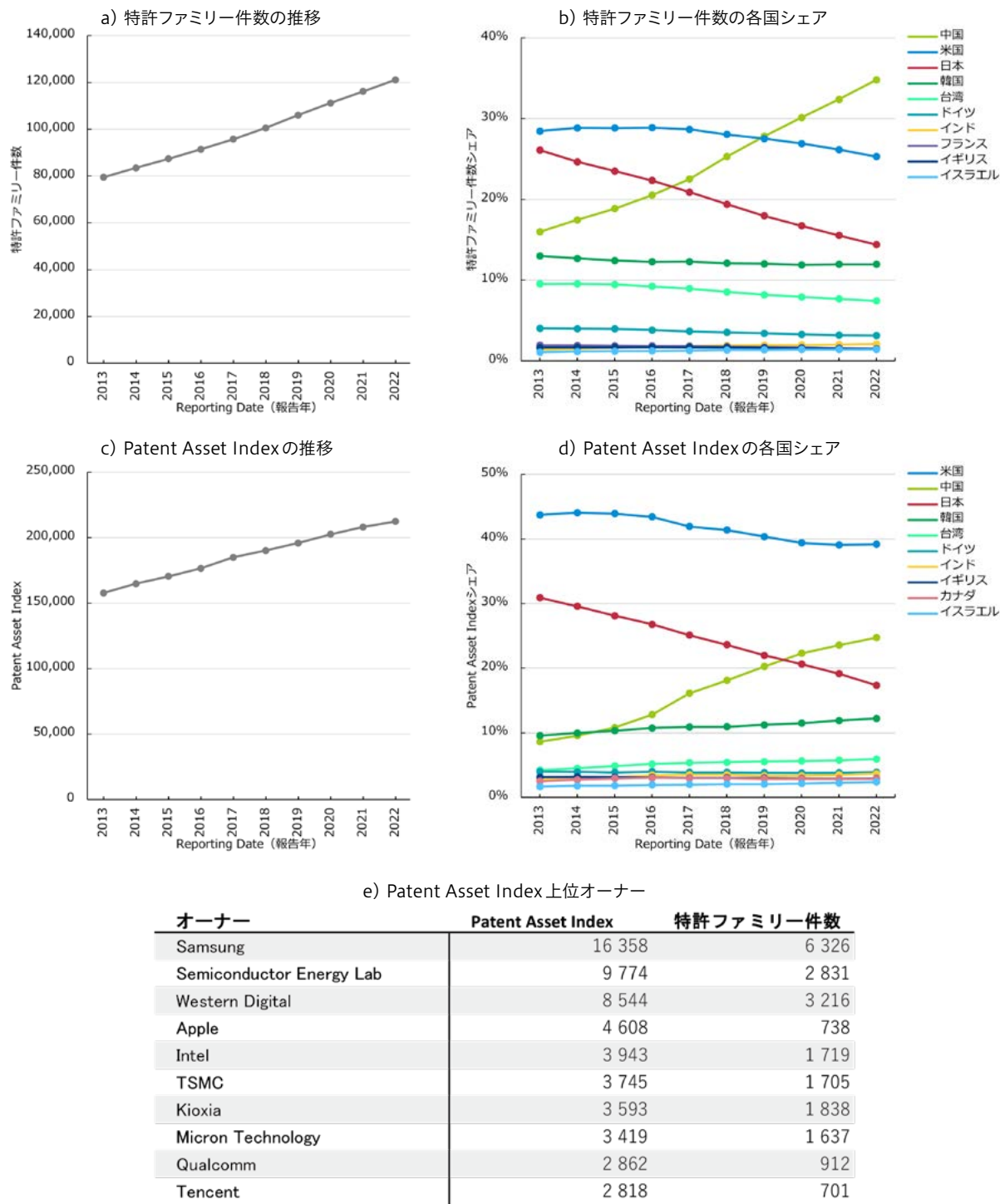


図 3.1-N3.1-4 革新半導体デバイス領域における特許数の動向

3.1.N3.2 脳型コンピューティングデバイス

領域の定義

人間の脳の情報処理を模倣した回路、そこに利用する革新的な材料・デバイスの基盤技術の開発により、人間のように高度な判断や予測、制御などを超低消費電力で行うことができるAIアクセラレータ・チップを実現する。脳の低次機能（ニューロン・シナプス、神経回路）および高次機能（脳組織、脳全体）を模倣した情報処理アルゴリズム、ニューロモルフィックやリザバーコンピューティングなどの新回路アーキテクチャ、スパイクニューロン素子、不揮発性メモリ、メモリスタ、新機能材料などの研究開発課題がある。

ポイント

- 論文数は2015年頃より世界各国・地域で急激に増加し、研究開発が活発になっている。特に欧米中の論文数が多い。（図3.1-N3.2-1 b））
- 欧米の論文数シェアは減少し、日本はほぼ一定の割合で、中国や韓国のシェアが増加している（図3.1-N3.2-2 a））。
- Top1%論文数・Top10%論文数は欧米中が多く、中韓が近年顕著に増加している（図3.1-N3.2-2 c）、d））。
- 韓国、米国、日本は論文の企業共著率が高い（図3.1-N3.2-2 f））。
- 各国とも米国、中国との共著率が高い（図3.1-N3.2-3 a））。
- 論文数上位機関の半数は米国にある（図3.1-N3.2-3 b））。
- 領域全体の特許ファミリー件数は2017年頃より急激に増加しており、製品化・実用化に向けた開発が活発になっている。特許ファミリー件数のシェアでは、10年間で米国が低下し、日本はほぼ一定で、中国や韓国が増加している。（図3.1-N3.2-4 a）、b））
- Patent Asset Indexトップ3のオーナーは韓国（サムソン：半導体）、米国（IBM：コンピュータ）、中国（ファーウェイ：通信）の企業である（図3.1-N3.2-4 e））。

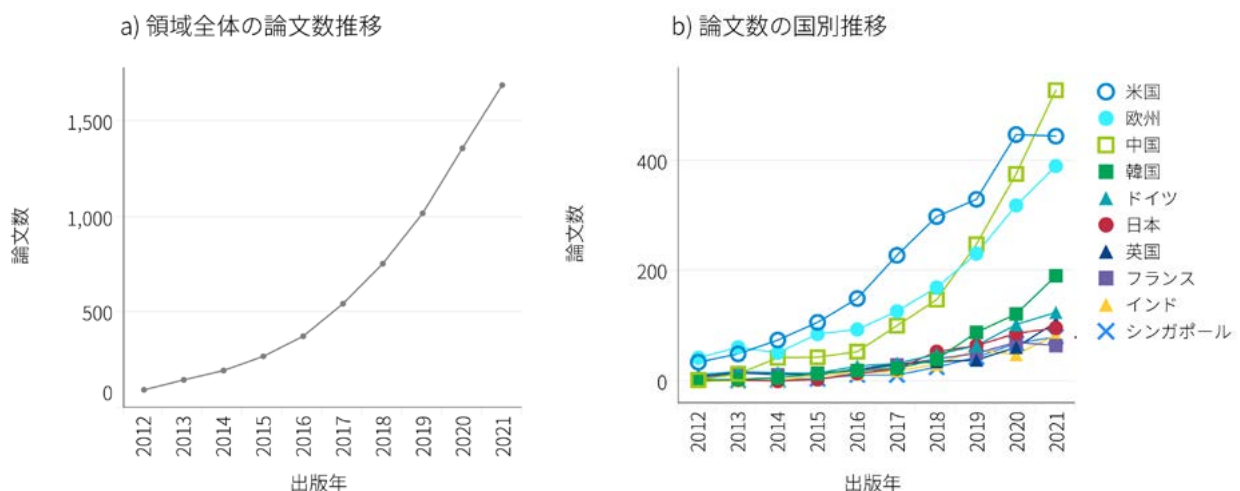


図3.1-N3.2-1 脳型コンピューティングデバイス領域における論文数の動向①

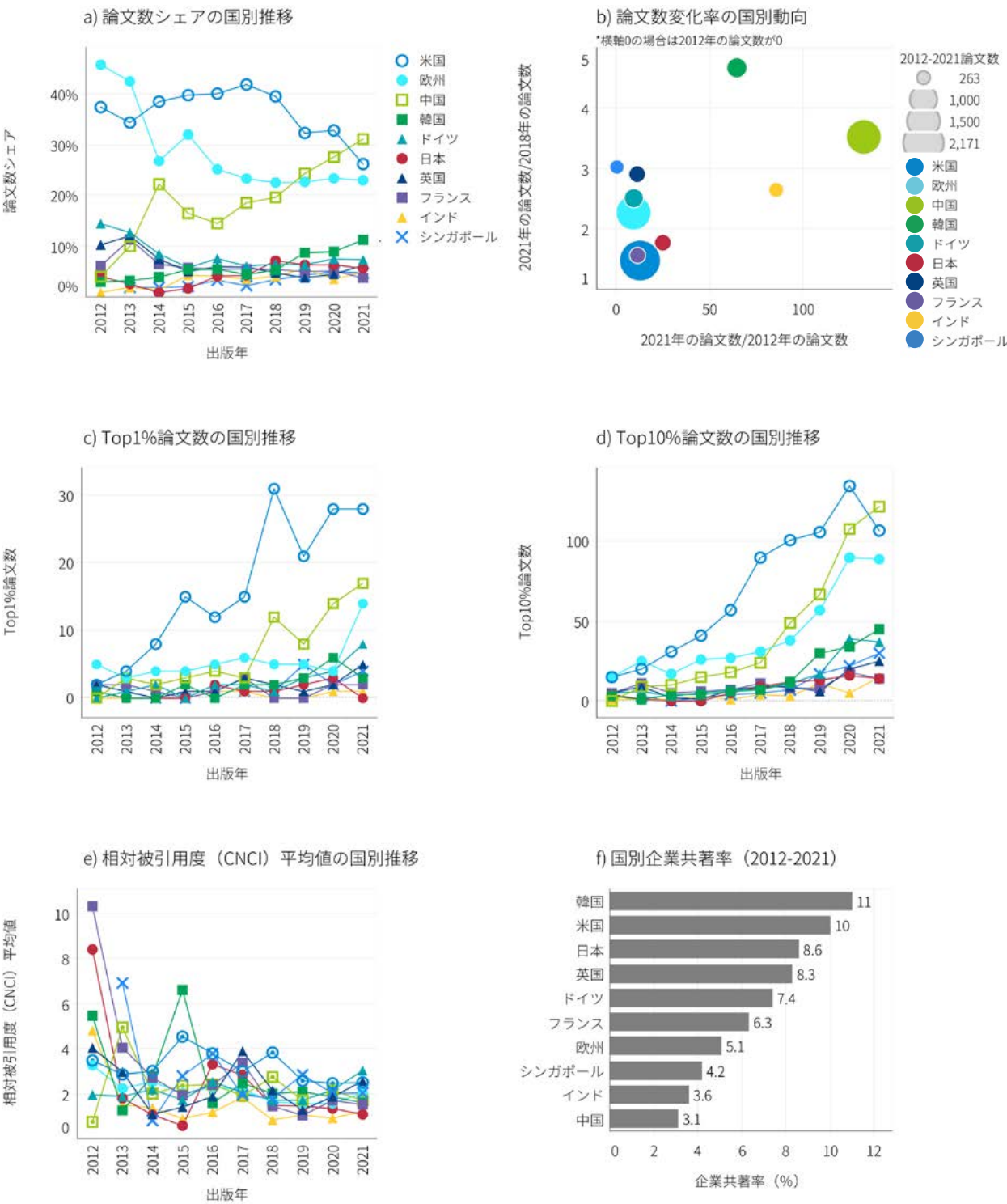


図3.1-N3.2-2 脳型コンピューティングデバイス領域における論文数の動向②

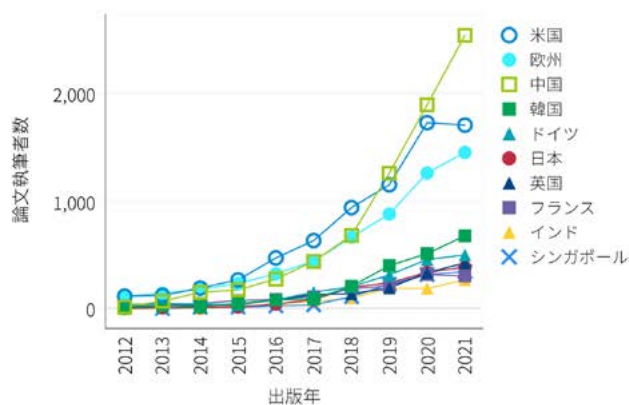
a) 各国間の共著率（2012-2021）

(%)	米国	中国	韓国	ドイツ	日本	英国	フランス	インド	オーストラリア	カナダ	論文数 (件)
米国	\	12	4.4	3.9	2.4	2.5	2.5	1.5	1.4	1.2	2,172
中国	16	\	1.9	2	1.4	3.8	1.6	0.25	2.3	1.6	1,593
韓国	18	5.7	\	2.1	1.7	1.7	0.96	3.3	1.2	0.19	523
ドイツ	18	6.7	2.3	\	1.5	10	6.1	2.1	1.1	1.7	475
日本	14	6.4	2.5	1.9	\	3.3	6.4	1.4	1.9	0.83	362
英国	15	17	2.5	14	3.3	\	4.7	1.4	1.4	3.6	361
フランス	16	7.4	1.5	8.6	6.8	5.1	\	1.5	0.59	3.6	336
インド	11	1.4	6.1	3.6	1.8	1.8	1.8	\	1.4	1.8	280
オーストラリア	23	28	4.5	3.8	5.3	3.8	1.5	3	\	1.5	132
カナダ	24	24	0.91	7.3	2.7	12	11	4.5	1.8	\	110

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	210	10	58
Tsinghua University	中国	2	168	14	68
Georgia Institute of Technology	米国	3	152	14	52
International Business Machines (IBM)	米国	4	145	20	63
Purdue University	米国	5	138	10	50
Purdue University West Lafayette Campus	米国	6	137	10	50
Peking University	中国	7	128	9	33
Nanyang Technological University	シンガポール	8	124	9	39
Universite Paris Saclay	フランス	9	123	8	41
Huazhong University of Science & Technology	中国	10	110	2	32
University of Tokyo	日本	13	102	1	20

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）

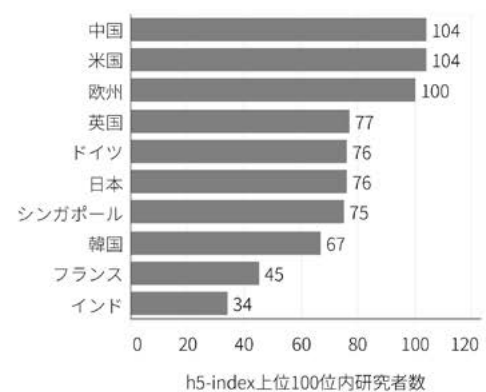


図 3.1-N3.2-3 脳型コンピューティングデバイス領域における論文数の動向③

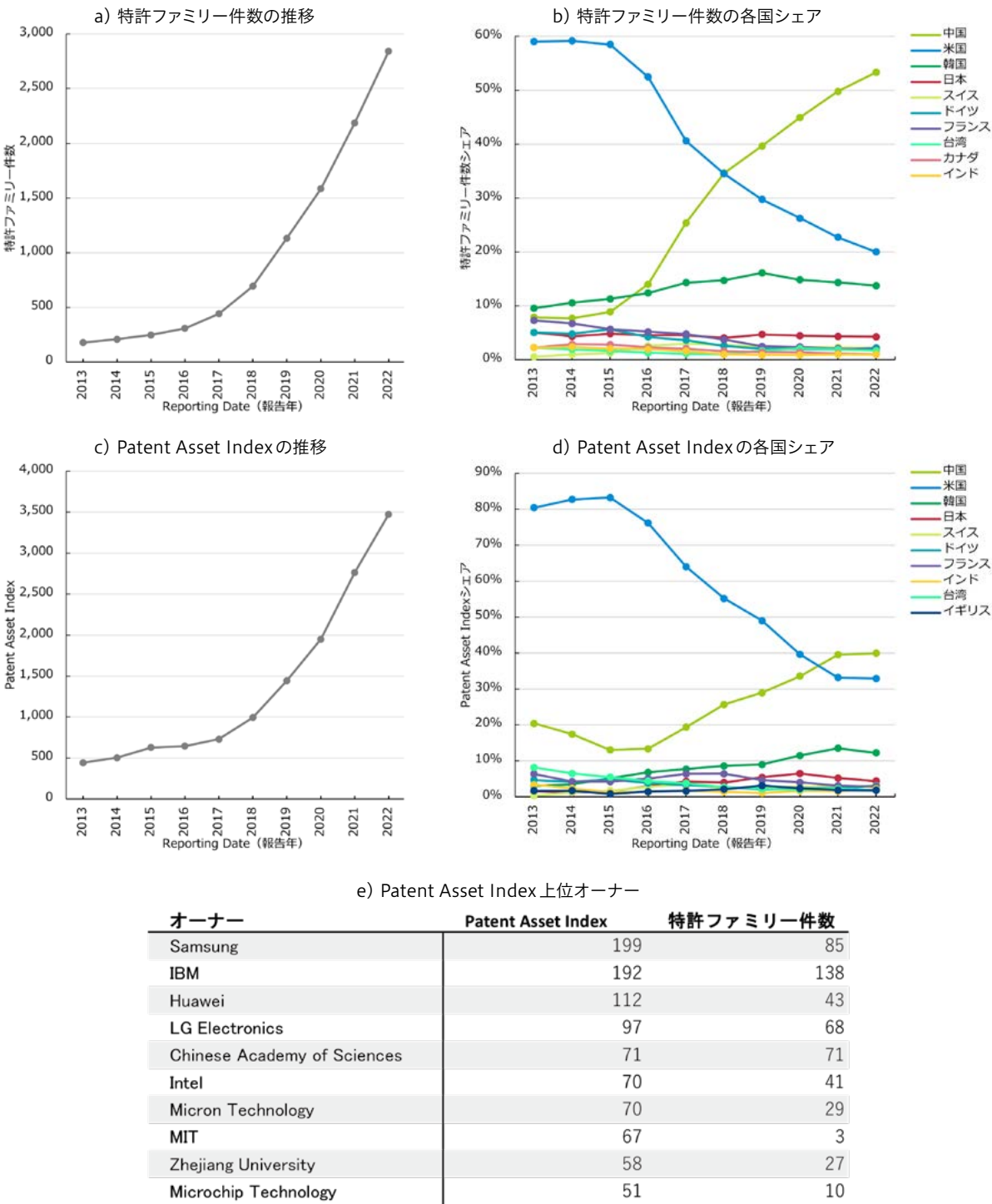


図 3.1-N3.2-4 脳型コンピューティングデバイス領域における特許数の動向

3.1.N3.3 フォトニクス材料・デバイス・集積技術

領域の定義

光の多様な現象・機能を利用して高性能/高機能な光学材料や光デバイスを創出し、エレクトロニクス技術との融合と様々なデバイスの集積により、新たな機能を有するチップ・モジュール・装置を実現する。光の技術は通信、情報処理、医療・バイオ、加工、分析・計測、映像、照明、発電などの幅広い応用分野への適用が期待されており、光の多様な波長や物理現象の利用、用いる材料の高品質化、デバイスの高性能化・小型化・低消費電力化・高信頼化、異種材料・多様なデバイスのヘテロ集積による高機能化、計測における高感度化・高分解能化・高精度化などの研究開発課題がある。

ポイント

- ・ 領域全体の論文数は毎年増加しているが、日米欧の増加は少なく、中国が急速に増加している（図 3.1-N3.3-1）。
- ・ 日米欧の論文数シェアは減少し、中国やインドのシェアが増加し最近の伸び率も大きい（図 3.1-N3.3-2 a)、b)）。
- ・ 中国は、Top1% 論文数・Top10% 論文数でも欧米を追い越した（図 3.1-N3.3-2 c)、d)）。
- ・ 論文の企業共著率は欧州（フランス、ドイツ）、日本、米国が多い（図 3.1-N3.3-2 f)）。
- ・ 多くの国で共著率のトップは米国だが、中国と共著率が高い国（英国、オーストラリア）もある（図 3.1-N3.3-3 a)）。
- ・ 中国の論文執筆者数が大きく増加しており、他国との差が大きくなっている（図 3.1-N3.3-3 c)）。
- ・ 領域全体の特許ファミリー件数は単調に増加しているが、日本の特許の占める割合が急激に低下しており、一方で中国が急激に増加し、特許シェアで中国が日本を逆転した（図 3.1-N3.3-4 a)、b)）。
- ・ Patent Asset Index トップ3のオーナーは韓国（サムソン：半導体）、米国（アップル：情報端末・クラウドサービス、アルファベット：クラウドサービス）の企業であり、光デバイス・システムメーカー側ではなくユーザー側の企業が目立つ（図 3.1-N3.3-4 e)）。

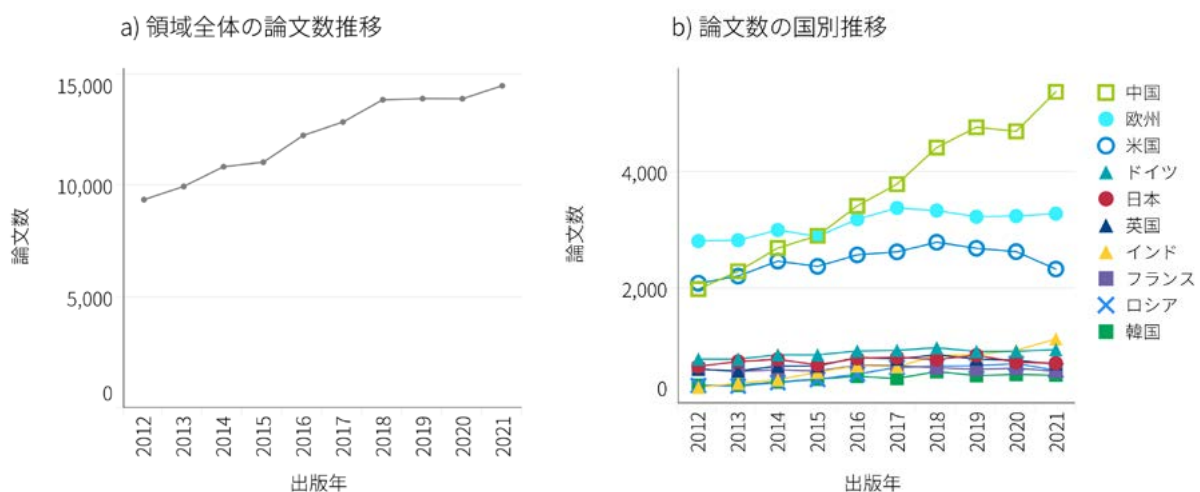


図 3.1-N3.3-1 フォトニクス材料・デバイス・集積技術領域における論文数の動向①

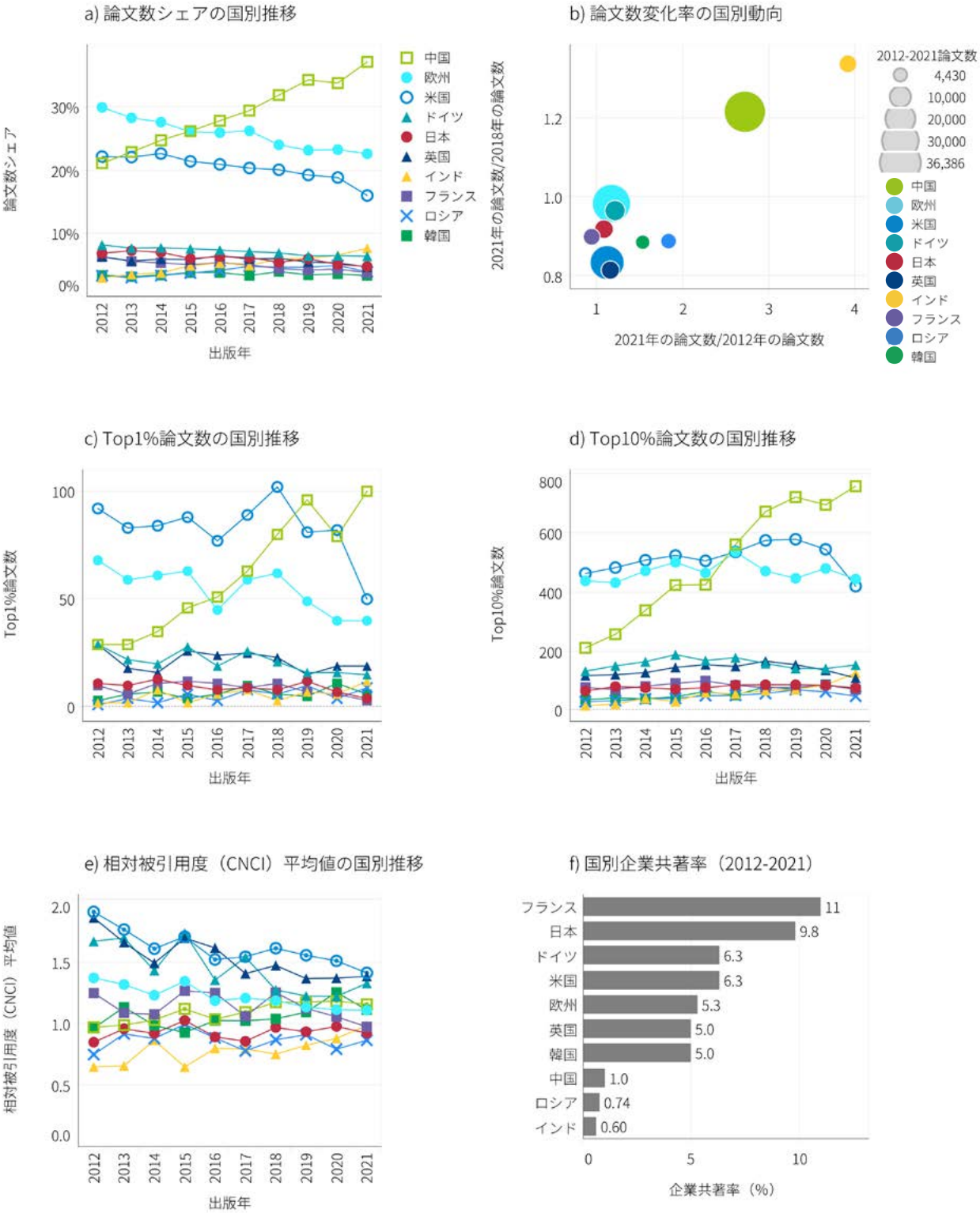


図 3.1-N3.3-2 フォトニクス材料・デバイス・集積技術領域における論文数の動向②

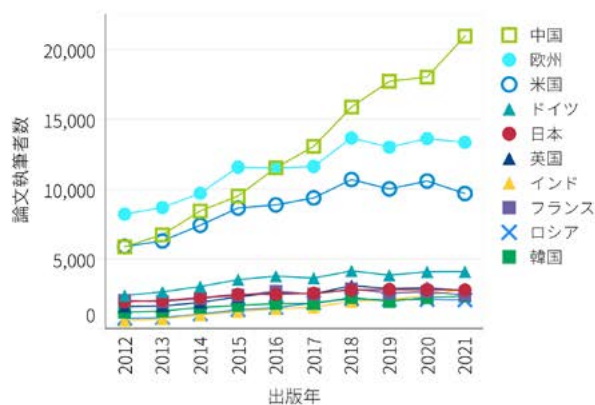
a) 各国間の共著率（2012-2021）

(%)	中国	米国	ドイツ	日本	英国	インド	フランス	韓国	カナダ	オーストラリア	論文数 (件)
中国	\	9.3	1.8	1.4	3.3	0.34	1	0.71	1.5	2.1	37,110
米国	14	\	5	2.6	3.8	1.2	2.9	3.1	2.8	2	24,771
ドイツ	7.7	14	\	3.1	10	1.2	6.5	1.6	2.3	3.9	8,815
日本	7.1	8.7	3.6	\	3.3	0.96	2.7	1.7	1.4	2.6	7,459
英国	17	13	13	3.5	\	2.1	7.2	1.8	3.1	4.9	7,122
インド	1.9	4.3	1.6	1.1	2.3	\	1	1.8	0.84	1.1	6,656
フランス	6.3	12	9.5	3.3	8.5	1.1	\	1.1	3.5	2.6	6,056
韓国	6	17	3.2	2.9	2.8	2.7	1.5	\	0.95	1.3	4,430
カナダ	13	16	4.7	2.4	5.3	1.3	5	1	\	3.3	4,200
オーストラリア	21	13	9.4	5.3	9.5	2	4.3	1.6	3.8	\	3,680

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	4,221	61	608
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	2	1,699	25	277
Nanyang Technological University	シンガポール	3	1,512	58	371
Huazhong University of Science & Technology	中国	4	1,445	21	200
Zhejiang University	中国	5	1,439	39	281
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	米国	6	1,414	82	444
Universite Paris Saclay	フランス	7	1,305	19	184
Helmholtz Association	ドイツ	8	1,211	37	242
Shenzhen University	中国	9	1,148	60	270
Max Planck Society	ドイツ	10	1,142	48	272
University of Tokyo	日本	28	846	14	91

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）

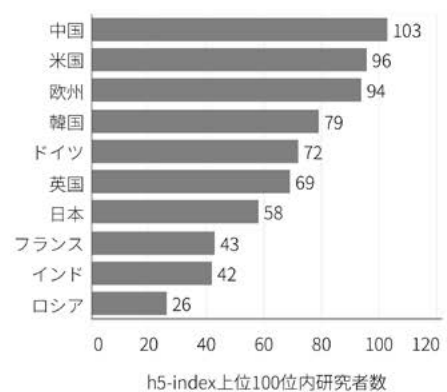


図 3.1-N3.3-3 フォトニクス材料・デバイス・集積技術領域における論文数の動向③

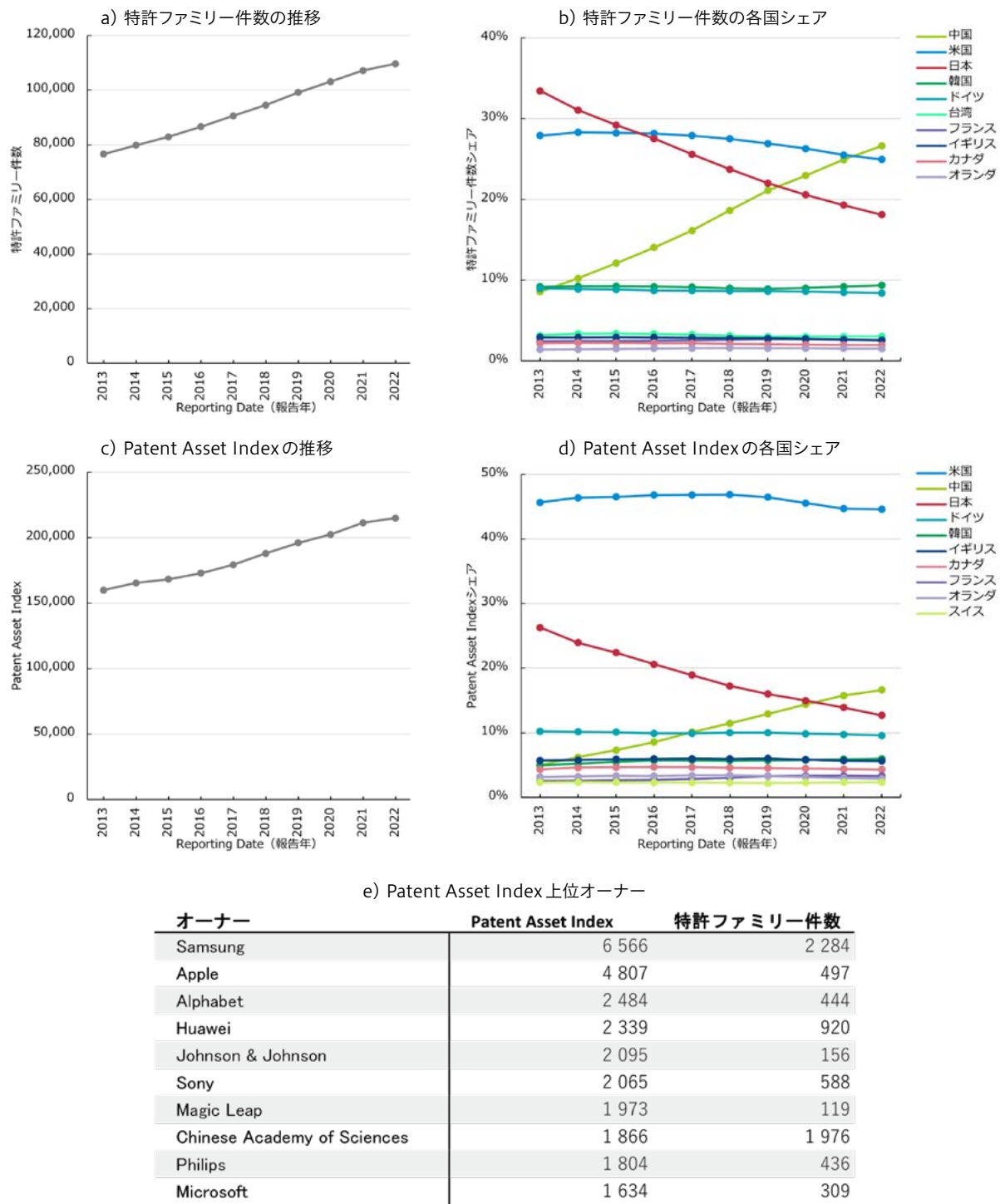


図 3.1-N3.3-4 フォトニクス材料・デバイス・集積技術領域における特許数の動向

3.1.N3.4 IoTセンシングデバイス

領域の定義

MEMSセンサを代表とする高性能・高機能なセンシングデバイスの研究開発により、健康で便利に暮らせ安心・安全なスマート社会の基盤となるInternet of Things（IoT）を実現する。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、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。

ポイント

- ・ 領域全体の論文数は毎年増加しており、日米欧も増加しているが、中国の増加率が高く2017年以降トップになって他国を引き離している（図3.1-N3.4-1）。
- ・ 日米欧の論文数シェアは減少し、中国やインドのシェアが増加し最近の伸び率も大きい（図3.1-N3.4-2 a）、b））。
- ・ 中国が2018年頃からTop1%論文数・Top10%論文数でもトップになり、注目される論文数で欧米など他国を引き離している（図3.1-N3.4-2 c）、d））。
- ・ 論文の企業共著率では日本がトップであり、欧州（フランス、ドイツ）、米国が続く（図3.1-N3.4-2 f））。
- ・ 多くの国で共著率のトップは米国だが、中国と共著率が高い国（日本、オーストラリア）もある（図3.1-N3.4-3 a））。
- ・ 中国の論文執筆者数が大きく増加しており、他国との差が大きくなっている（図3.1-N3.4-3 c））。
- ・ 領域全体の特許ファミリー件数は増加傾向にあるが、2013年時点ではシェアトップだった日本の割合が急速に低下し、2020年に中国に逆転され、さらに差が開いている（図3.1-N3.4-4 a）、b））。
- ・ Patent Asset Indexトップ3のオーナーは日本（ソニー：イメージセンサ／カメラ）、韓国（サムソン：イメージセンサ／半導体）、日本（キャノン：イメージセンサ／カメラ）の企業であり、IoTセンサの特許ではイメージセンサの割合が多いと考えられる（図3.1-N3.4-4 e））。

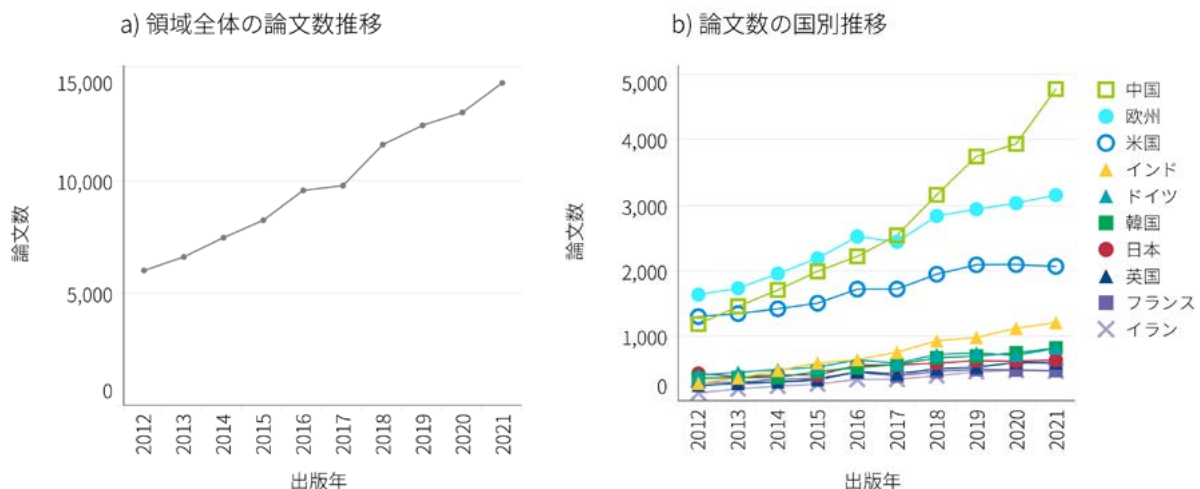


図3.1-N3.4-1 IoTセンシングデバイス領域における論文数の動向①

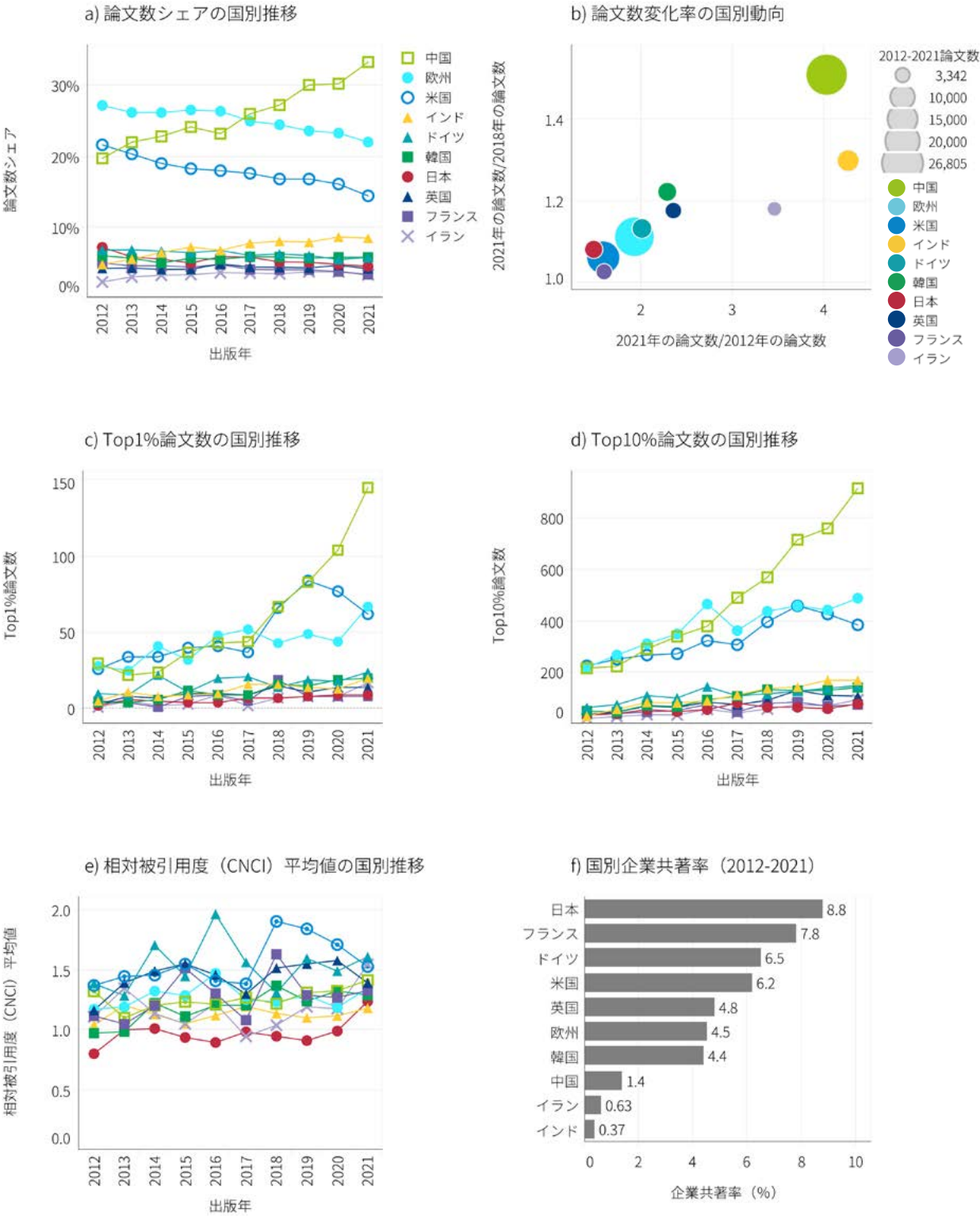


図 3.1-N3.4-2 IoT センシングデバイス領域における論文数の動向②

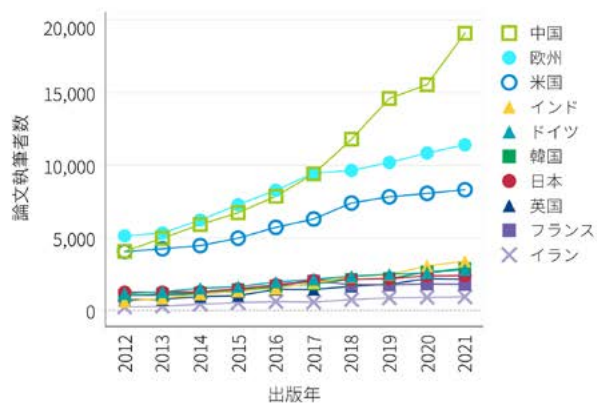
a) 各国間の共著率（2012-2021）

(%)	中国	米国	インド	ドイツ	韓国	日本	英国	フランス	カナダ	オーストラリア	論文数 (件)
中国	\	7.4	0.72	1.4	0.97	1.4	1.9	0.8	1.7	1.5	27,273
米国	12	\	1.7	4.1	3	1.9	3.8	2.9	3.3	1.9	17,269
インド	2.7	4	\	1.2	5.3	1.5	1.9	0.95	0.69	1.3	7,387
ドイツ	6.2	11	1.4	\	1.2	1.9	6.3	6	2.2	2.3	6,118
韓国	4.7	9.2	7	1.3	\	2.1	1.2	0.8	0.62	1.4	5,606
日本	7	6.2	2.1	2.2	2.2	\	1.8	1.9	1.1	1.6	5,239
英国	12	15	3.2	8.9	1.5	2.2	\	7.5	3	4.5	4,287
フランス	5.3	12	1.7	9	1.1	2.5	7.9	\	3.6	2.3	4,069
カナダ	14	17	1.6	4.2	1.1	1.7	3.9	4.4	\	2	3,269
オーストラリア	17	13	3.8	5.7	3.1	3.4	7.7	3.7	2.6	\	2,515

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	2,293	33	316
National Aeronautics & Space Administration (NASA)	米国	2	1,761	43	342
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	3	1,320	22	208
Helmholtz Association	ドイツ	4	1,232	30	221
Wuhan University	中国	5	995	21	188
Jilin University	中国	6	936	32	309
NASA Goddard Space Flight Center	米国	7	818	27	200
Islamic Azad University	イラン	8	695	18	126
Universite Paris Saclay	フランス	9	674	9	73
Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) - India	インド	10	665	8	98
University of Tokyo	日本	14	611	9	72

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）

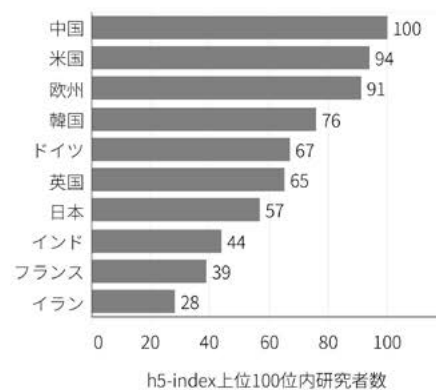


図3.1-N3.4-3

IoT センシングデバイス領域における論文数の動向③

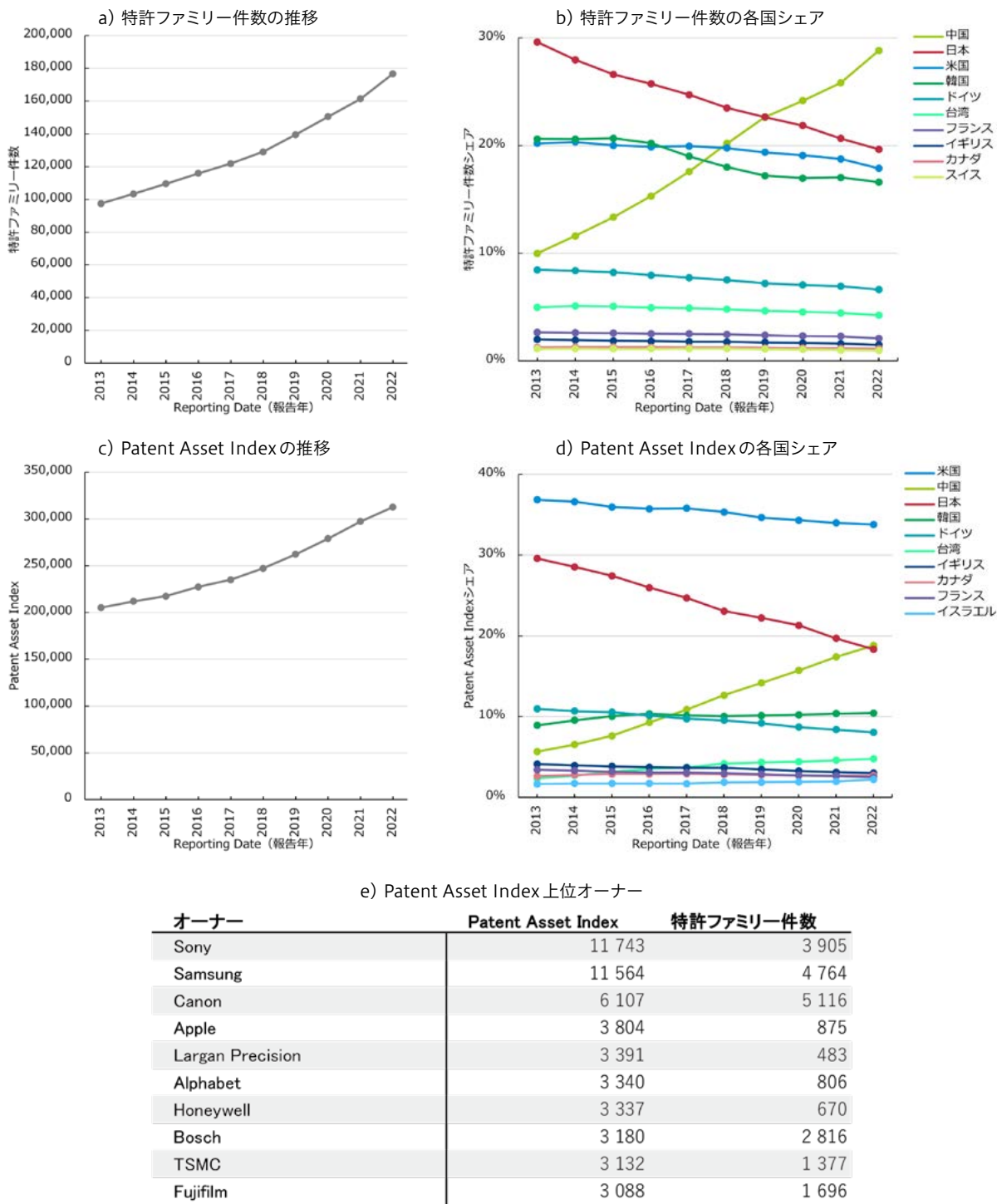


図3.1-N3.4-4 IoTセンシングデバイス領域における特許数の動向

3.1.N3.5 量子コンピューティング・通信

領域の定義

電子や光子などの量子性を積極的に活用して、古典系では実現できない情報処理やセキュア通信を実現するための研究開発領域である。超伝導量子ビットを筆頭に冷却イオンなど様々な物理系で研究開発が進められている量子コンピュータでは、量子ビット数の大幅な増加、エラー訂正技術及び古典コンピュータとのハイブリット化、などの研究開発課題がある。また、冷却原子系やイオン系で開発が進む量子シミュレータでは、量子多体状態のプロープなどの研究開発課題がある。実装に向けた開発が急速に進んでいる量子暗号、将来に向けた基礎研究の段階にある量子中継・量子ネットワークでは、伝送距離延伸、伝送損失の低減及び通信速度向上などの研究開発課題がある。

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。米国は他の調査対象国と比較して2018年以降の論文数の増加が著しい。（図3.1-N3.5-1、図3.1-N3.5-2 b））
- ・ 日本のTop1%論文数・Top10%論文数は他の調査対象国と比較して低い水準にある（図3.1-N3.5-2 c）、d））。
- ・ 日本の企業共著率（16%）は他の調査対象国よりは突出して高い（図3.1-N3.5-2 f））。
- ・ 論文執筆者数は、各調査対象国において増加傾向にある（図3.1-N3.5-3 c））。
- ・ h5-index上位100位以内の研究者数で日本は4位であり、一定のプレゼンスを示している（図3.1-N3.5-3-d））。
- ・ 特許ファミリー件数およびPatent Asset Indexのシェアは、中国の上昇と日本の低下が顕著である。（図3.1-N3.5-4 b）、d））

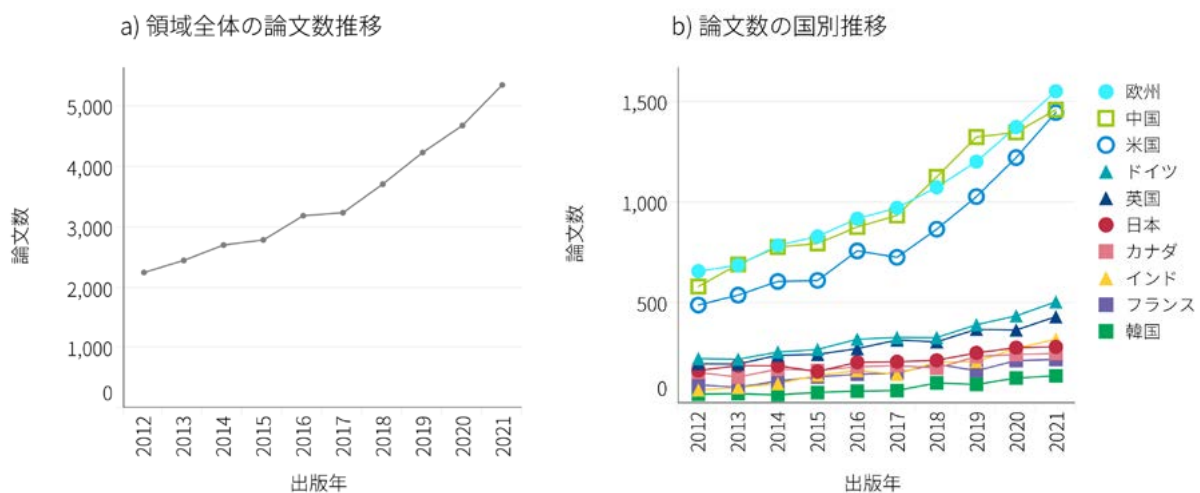


図3.1-N3.5-1 量子コンピューティング・通信領域における論文数の動向①

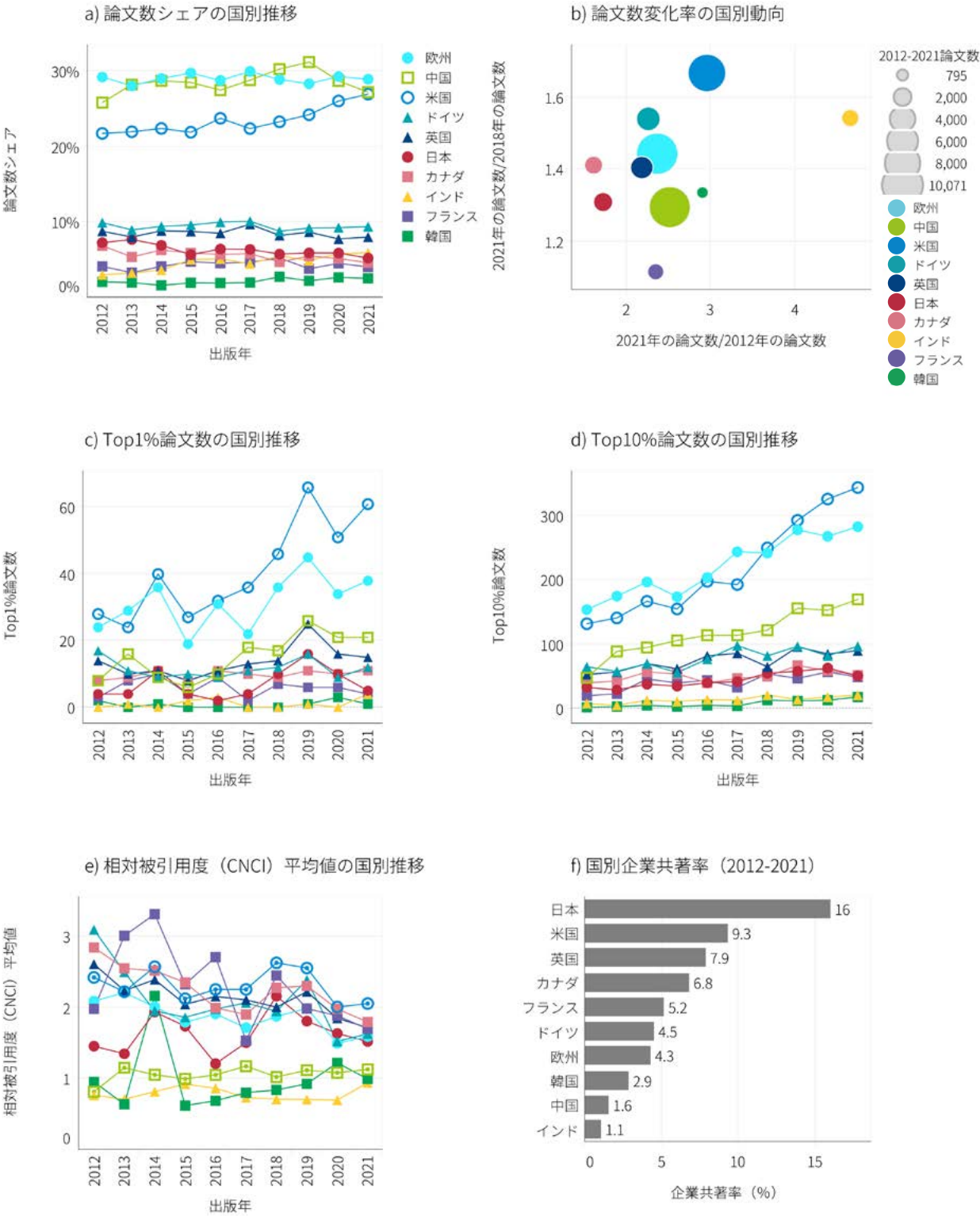


図 3.1-N3.5-2 量子コンピューティング・通信領域における論文数の動向②

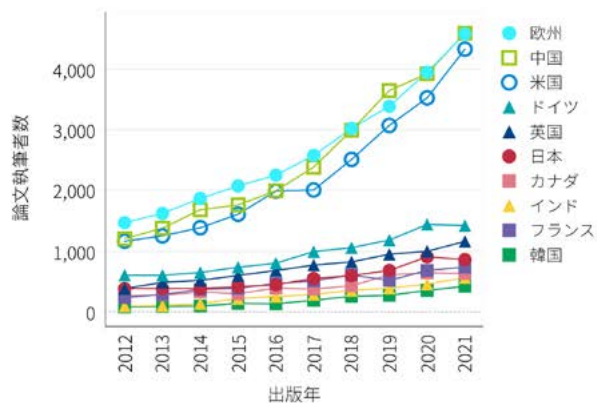
a) 各国間の共著率（2012-2021）

(%)	中国	米国	ドイツ	英国	日本	カナダ	インド	フランス	オーストラリア	韓国	論文数 (件)
中国	\	9	3	3.3	2.7	2.9	0.43	0.79	2.9	0.66	10,068
米国	11	\	6.6	6.2	5.1	7.1	1.5	3.4	4.6	1.2	8,314
ドイツ	9.1	17	\	11	5.7	5.3	2	6.1	4.1	1	3,290
英国	11	17	13	\	5.9	7	1.6	6.4	6.4	1.9	2,959
日本	13	20	8.7	8	\	4.8	1.5	3.4	5.2	2.7	2,154
カナダ	15	31	9.1	11	5.4	\	1.9	3	7.6	1.1	1,909
インド	2.5	7.3	3.8	2.8	1.9	2.2	\	1.4	1.5	1.2	1,724
フランス	5.2	19	13	12	4.9	3.8	1.6	\	3.9	0.66	1,520
オーストラリア	20	26	9.2	13	7.7	9.9	1.8	4	\	1.5	1,464
韓国	8.3	13	4.3	6.9	7.3	2.6	2.5	1.3	2.8	\	795

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
University of Science & Technology of China, CAS	中国	1	1,327	57	265
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	フランス	2	1,089	40	302
CAS Center for Excellence in Quantum Information & Quantum Physics	中国	3	845	25	159
Max Planck Society	ドイツ	4	679	35	205
National University of Singapore	シンガポール	5	666	18	136
Tsinghua University	中国	6	659	39	170
University of Waterloo	カナダ	7	631	27	171
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	米国	8	617	50	216
Beijing University of Posts & Telecommunications	中国	9	521	6	68
National Institute of Standards & Technology (NIST) - USA	米国	10	519	30	182
University of Tokyo	日本	15	391	19	96

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）

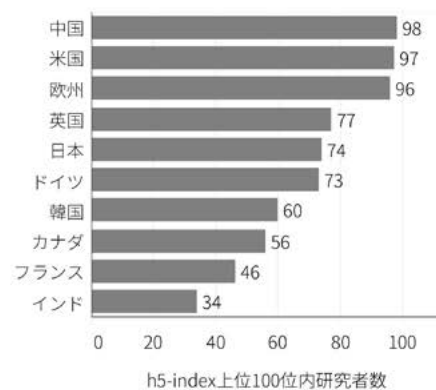


図 3.1-N3.5-3 量子コンピューティング・通信領域における論文数の動向③

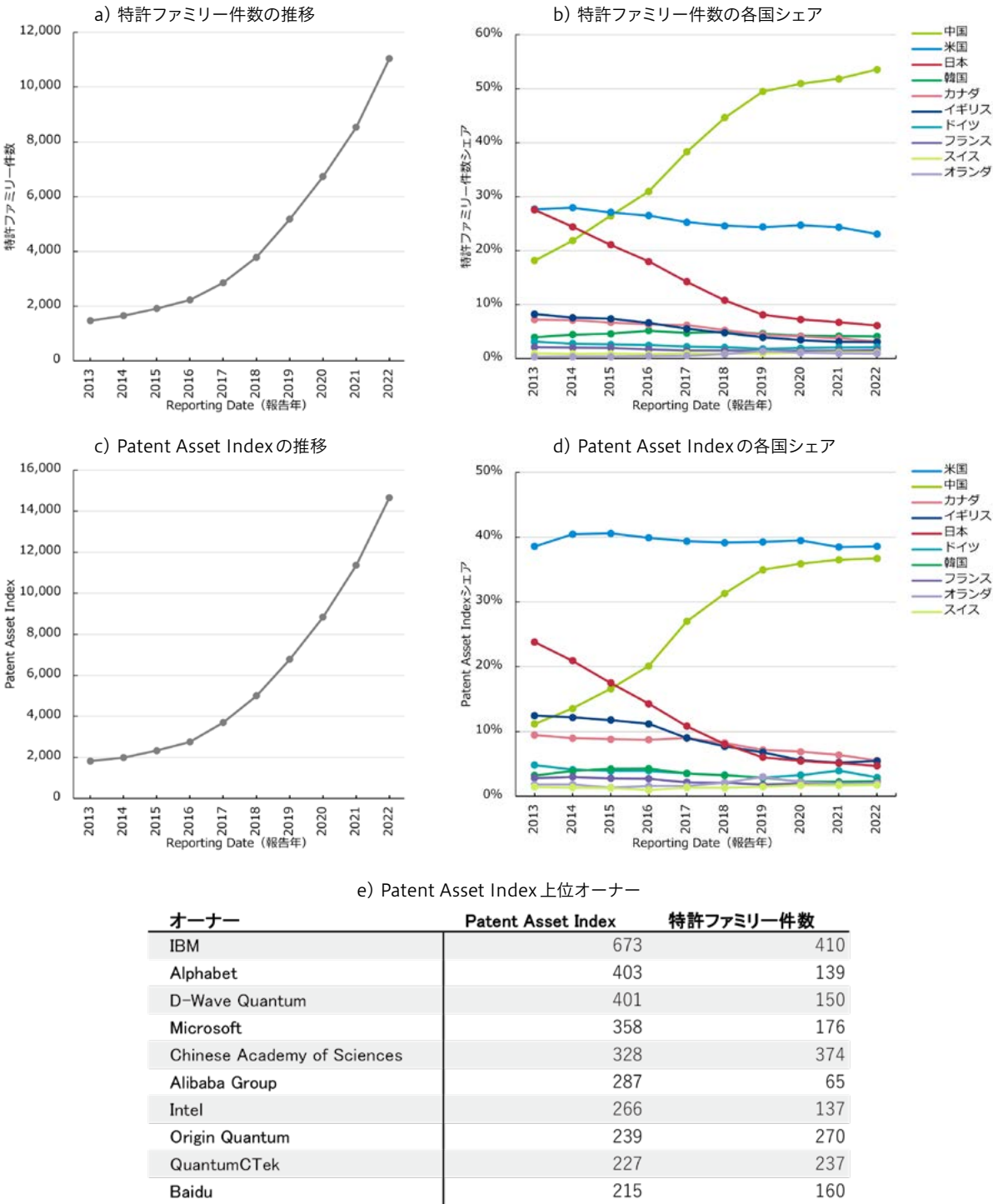


図 3.1-N3.5-4 量子コンピューティング・通信領域における特許数の動向

3.1.N3.6 スピントロニクス

領域の定義

固体中の電子が持つ電荷とスピンの両方を工学的に応用する分野であり、電荷の自由度のみに基づく従来のエレクトロニクスでは実現できなかった機能や性能を持つデバイス実現をめざす研究開発領域である。ハードディスクの大容量化、不揮発性メモリの実現など、私たちの生活の中ですでに使われている技術もあるなか、最近では電子スピンを用いた熱電変換や人工知能の研究において、さらには量子効果の制御などにおいて新しい展開をみせている。高度にスピン偏極した材料の開発、スピン状態の制御といった研究開発課題がある。

ポイント

- ・ 領域全体の論文数は増加しており、中国とインドの増加が特に顕著である（図 3.1-N3.6-1、図 3.1-N3.6-2 b））。
- ・ 日本の論文数シェアは低下傾向だが、2021 年時点で 3 位を維持している（図 3.1-N3.6-2 a））。
- ・ Top1% 論文数・Top10% 論文数は、中国、米国、が多く、日本、ドイツおよびフランスがそれに続く位置に付けている（図 3.1-N3.6-2-c）、d））。
- ・ 論文数上位機関では、2 位に東北大学、5 位に東京大学が入っている（図 3.1-N3.6-3-b））。
- ・ h5-index 上位 100 位以内の研究者数で日本は 6 位であり、一定のプレゼンスを示している（図 3.1-N3.6-3 d））。
- ・ 論文執筆者数は、日本を含め各調査対象国がともに増加傾向を維持している（図 3.1-N3.6-3 c））。
- ・ 特許ファミリー件数のシェアおよび Patent Asset Index のシェアは、中国の上昇と日本の低下が顕著である（図 3.1-N3.6-4 b）、d））。

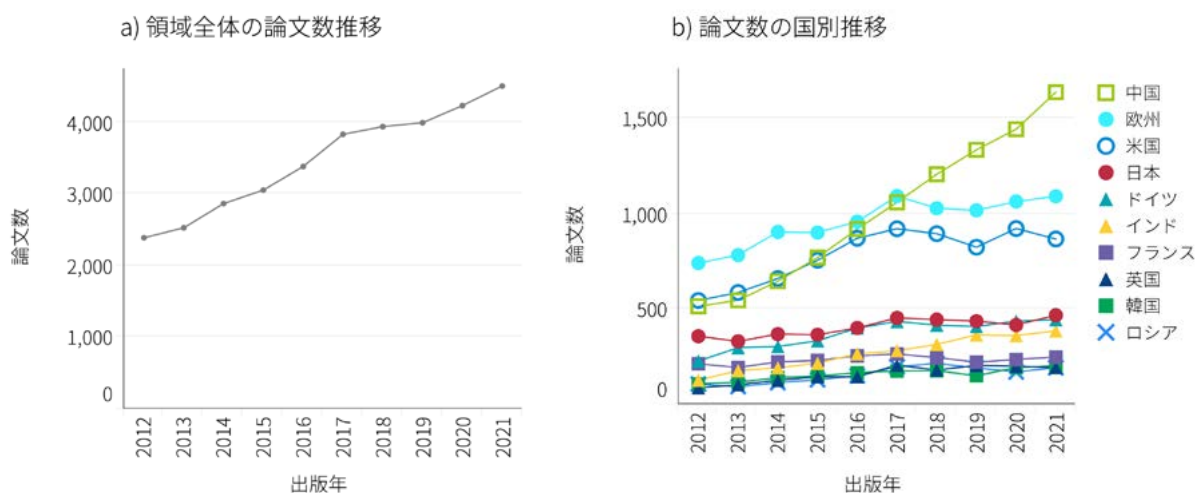


図 3.1-N3.6-1 スピントロニクス領域における論文数の動向①

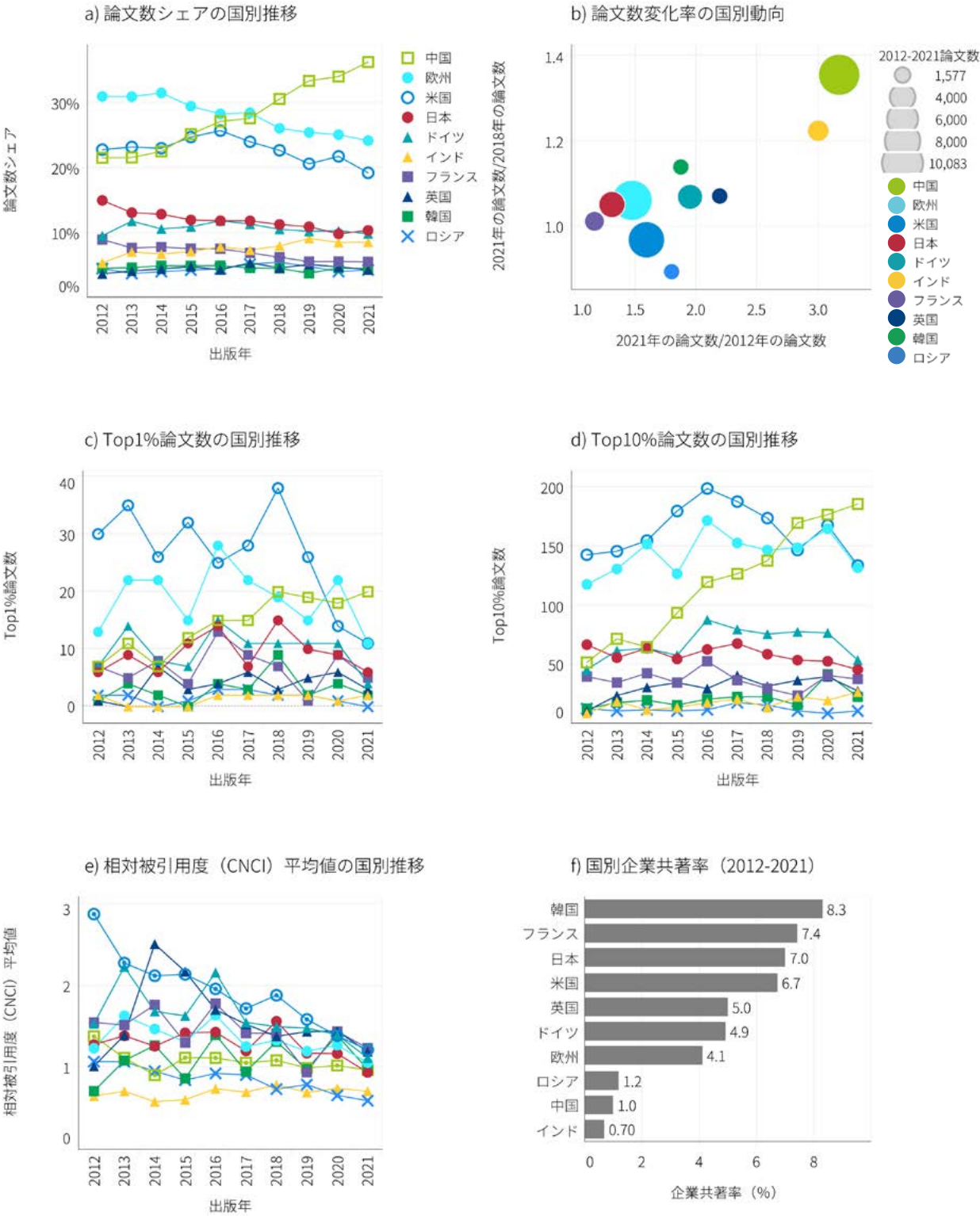


図 3.1-N3.6-2 スピントロニクス領域における論文数の動向②

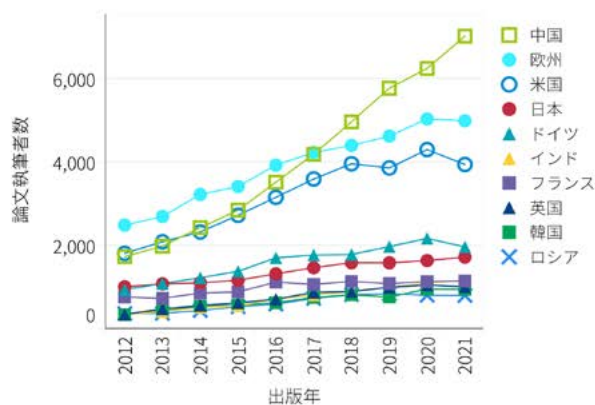
a) 各国間の共著率（2012-2021）

(%)	中国	米国	日本	ドイツ	インド	フランス	英国	韓国	カナダ	オーストラリア	論文数 (件)
中国	\	15	3.6	4.3	0.64	2.7	2.7	1.4	1.5	2.3	10,239
米国	19	\	4.7	9.4	2.9	4.2	4.5	4.2	2.3	1.3	7,858
日本	9.1	9.2	\	7.9	2.2	4.7	4.6	3.9	0.71	1.4	4,056
ドイツ	12	20	8.7	\	2.7	10	9.1	2.7	1.5	2	3,717
インド	2.4	8.4	3.3	3.7	\	1.8	2	4	0.63	0.74	2,702
フランス	12	14	8.1	16	2.1	\	6.7	1.5	1.1	1.1	2,346
英国	17	22	12	21	3.4	9.7	\	3.1	1.6	2.4	1,608
韓国	9	20	9.8	6.4	6.8	2.1	3.1	\	1.1	0.56	1,595
カナダ	27	31	4.9	9.5	2.9	4.3	4.4	2.9	\	1	588
オーストラリア	45	19	11	14	3.9	4.9	7.6	1.8	1.2	\	513

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	60	317
Tohoku University	日本	2	1,168	31	215
Helmholtz Association	ドイツ	3	842	21	163
Universite Paris Saclay	フランス	4	815	36	174
University of Tokyo	日本	5	763	27	156
Max Planck Society	ドイツ	6	755	42	207
Institute of Physics, CAS	中国	7	716	21	145
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	8	656	21	108
Universite Grenoble Alpes (UGA)	フランス	9	632	22	100
CEA	フランス	10	627	25	109

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）

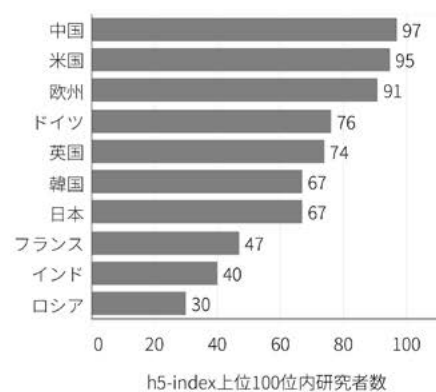


図 3.1-N3.6-3 スピントロニクス領域における論文数の動向③

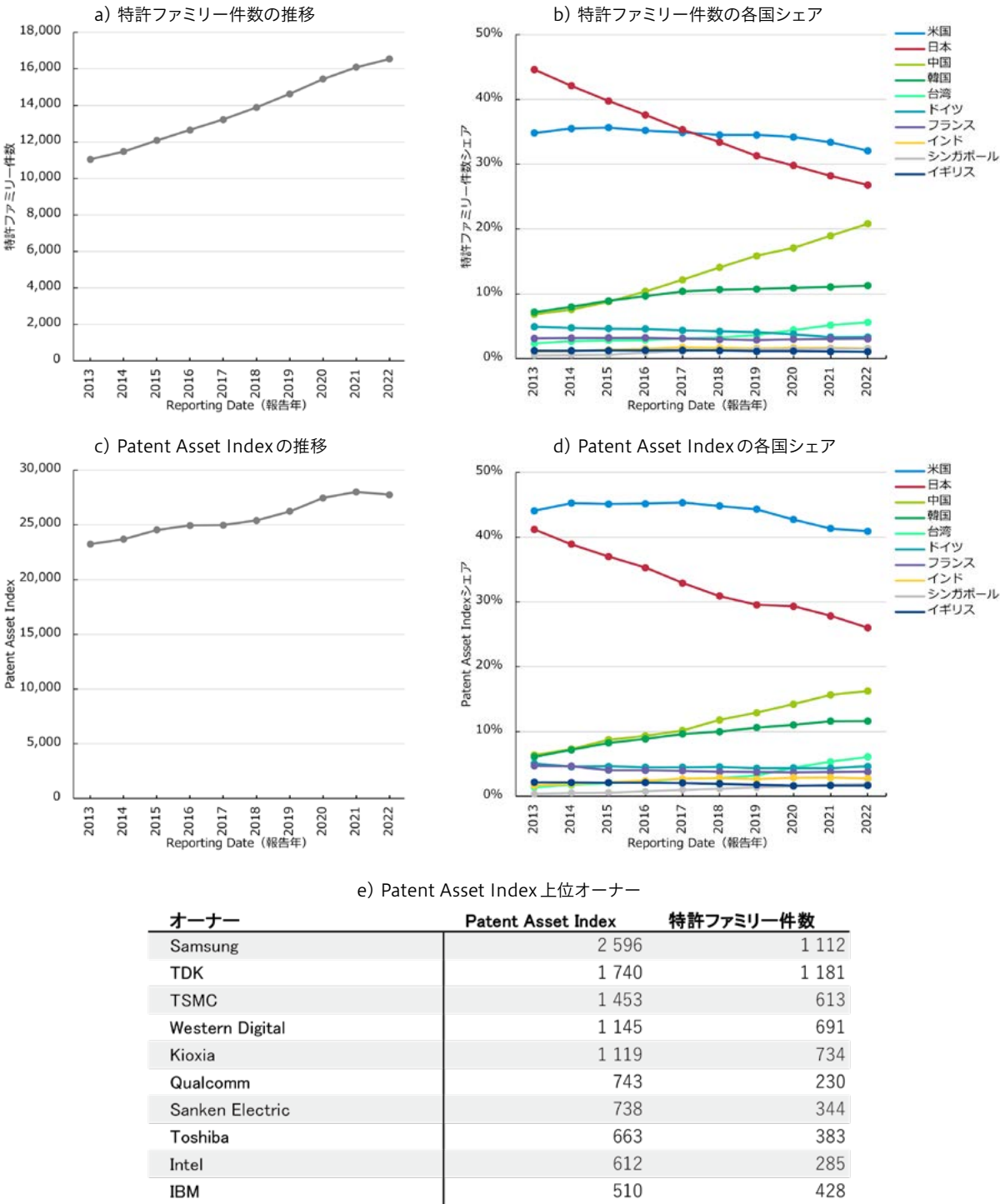


図 3.1-N3.6-4 スピントロニクス領域における特許数の動向