

3.1.N ナノテクノロジー・材料

3.1.N1 環境・エネルギー応用

3.1.N1.1 蓄電池

領域の定義

電気エネルギーを化学エネルギーに変換・貯蔵するデバイスである蓄電池を対象とする。モビリティ、グリッドなど拡大する用途に応じて、容量、エネルギー密度、充放電速度などに関して様々な材料やデバイスの開発課題が存在する。先端リチウムイオン電池のほか、次世代電池候補であるリチウム金属負極電池、リチウム空気電池、リチウム全固体電池、ナトリウム電池などがある。また、高い安全性の実現等の観点から研究開発がさかんな全固体電池に関する研究を抽出したデータも掲載する。なお環境・エネルギー分野の「E2.1 蓄エネルギー技術」で関連した調査を行っている。

ポイント

[蓄電池全体]

- ・ 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。日本の論文数も増加傾向にあるが、その増加率は他国と比較して小さい。(図 3.1-N1.1-1, 図 3.1-N1.1-2 a)、b))
- ・ 特許ファミリー件数および Patent Asset Index のシェアは、それぞれ 2016 年および 2019 年まで日本が世界 1 位であったが、近年中国に逆転されている (図 3.1-N1.1-4 b)、d))。
- ・ Patent Asset Index 上位オーナーの世界トップ 10 に日本の企業が 4 社ランクインしている (トヨタ、パナソニック、村田製作所、TDK) (図 3.1-N1.1-4 e))。

[全固体電池]

- ・ 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。日本の論文数も増加傾向にあるが、その増加率は他国と比較して小さい (図 3.1-N1.1-5、図 3.1-N1.1-6 a)、b))。
- ・ 日本は論文の企業共著率が高く、調査対象国中で 1 位である。また、その数値は蓄電池全体よりも高い (図 3.1-N1.1-6 f))。
- ・ 特許ファミリー件数のシェアおよび Patent Asset Index のシェアは、日本が世界 1 位であるが、近年そのシェアが減少しつつある (図 3.1-N1.1-7 b)、d))。
- ・ Patent Asset Index 上位オーナーの世界トップ 10 に日本の企業が 5 社ランクインしている (トヨタ、パナソニック、村田製作所、フジフィルム、京セラ) (図 3.1-N1.1-7 e))。

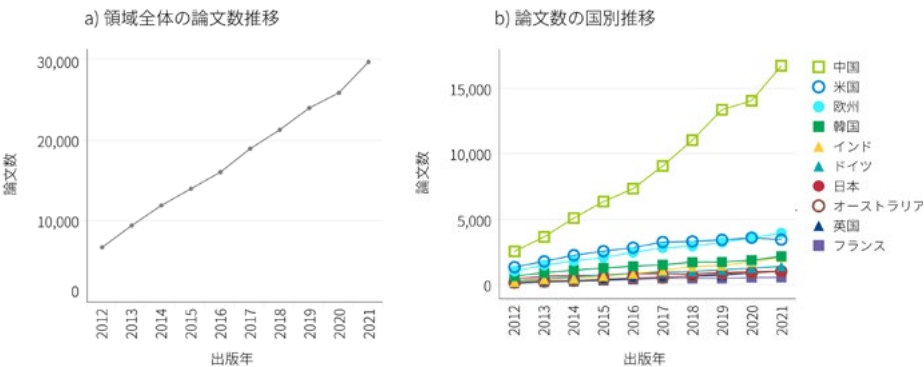


図 3.1-N1.1-1 蓄電池領域における論文数の動向①

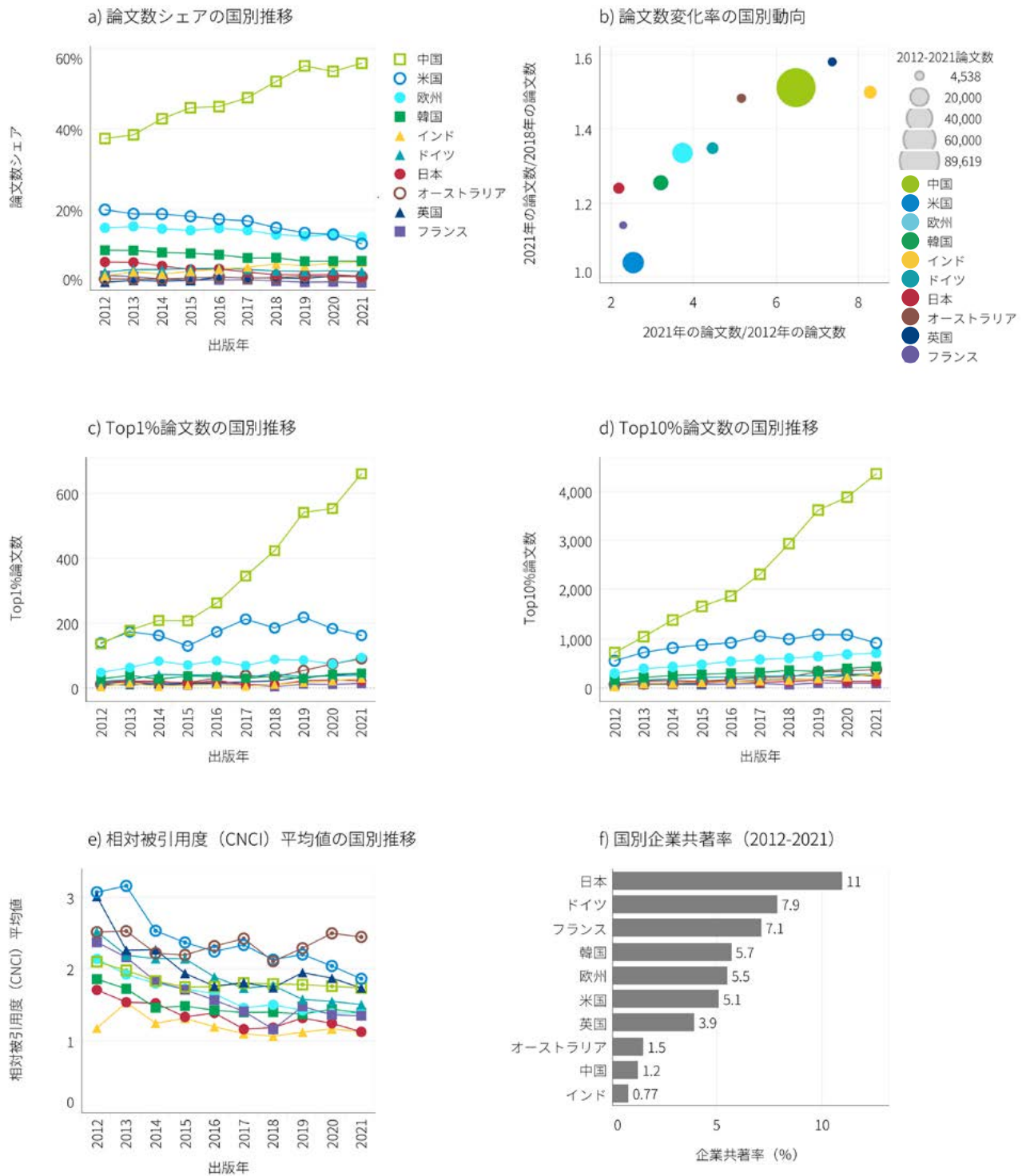


図3.1-N1.1-2

蓄電池領域における論文数の動向②

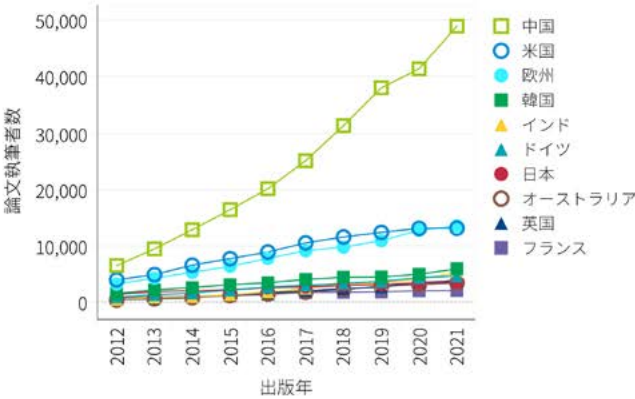
a)各国間の共著率（2012-2021）

(%)	中国	米国	韓国	インド	ドイツ	日本	オーストラリア	英国	カナダ	フランス	論文数 (件)
中国	\	8.8	1.1	0.32	1.5	1.5	3.6	1.8	1.4	0.39	90,512
米国	28	\	5.7	1.5	2.6	1.6	1.7	2.5	2.6	1.5	28,188
韓国	6.6	11	\	6.9	1.7	2.3	2.5	1.6	0.74	0.39	14,767
インド	2.7	4	9.5	\	1.5	2	2.2	1.6	0.84	1	10,745
ドイツ	14	7.9	2.7	1.7	\	1.6	1.9	4.8	1.7	4.1	9,140
日本	16	5.5	4.1	2.6	1.8	\	4.1	1.7	0.79	1.2	8,377
オーストラリア	53	7.7	6.2	3.9	2.9	5.7	\	3.3	1.1	1.1	6,015
英国	29	12	4.3	2.9	7.8	2.4	3.5	\	2.2	4.6	5,675
カナダ	29	16	2.4	2	3.4	1.5	1.4	2.8	\	6.2	4,558
フランス	7.8	9	1.3	2.4	8.3	2.1	1.5	5.7	6.2	\	4,539

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	3,645	196	1,280
Tsinghua University	中国	2	3,593	349	1,406
Central South University	中国	3	3,504	142	918
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	フランス	4	3,029	104	608
Helmholtz Association	ドイツ	5	2,842	94	667
University of Science & Technology of China, CAS	中国	6	2,706	196	1,091
Harbin Institute of Technology	中国	7	2,424	91	631
Beijing Institute of Technology	中国	8	2,171	180	840
Nanyang Technological University	シンガポール	9	2,076	232	946
Zhejiang University	中国	10	1,986	100	632
Kyoto University	日本	47	1,073	30	190

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）

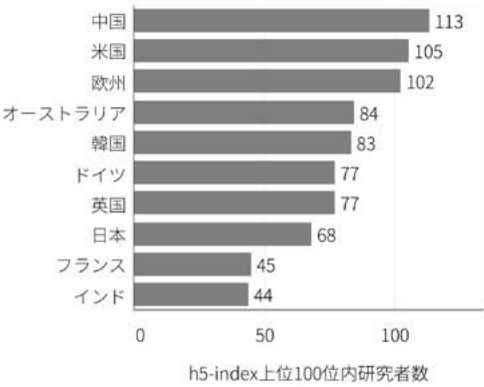


図 3.1-N1.1-3 蓄電池領域における論文数の動向③

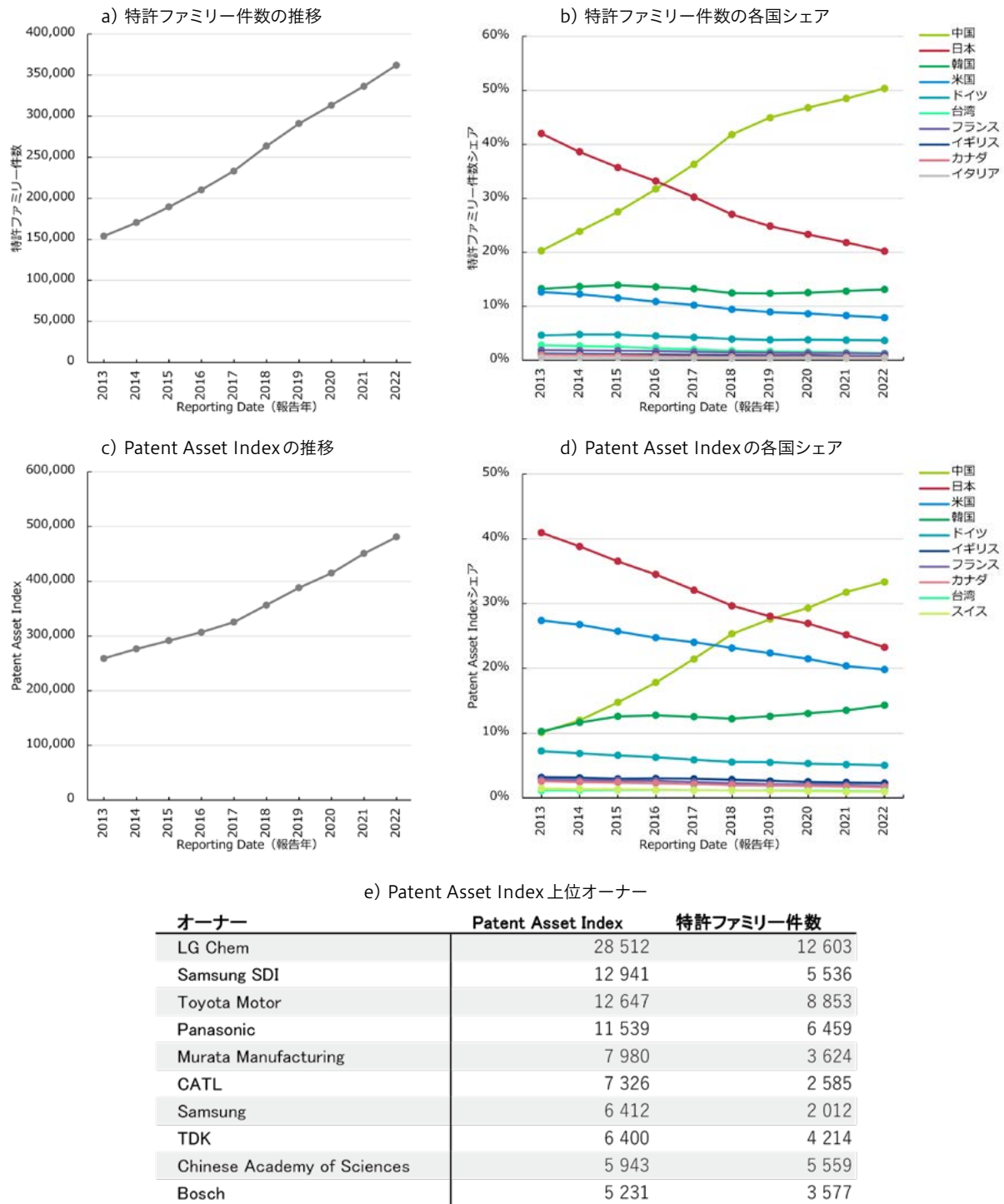


図 3.1-N1.1-4

蓄電池領域における特許数の動向

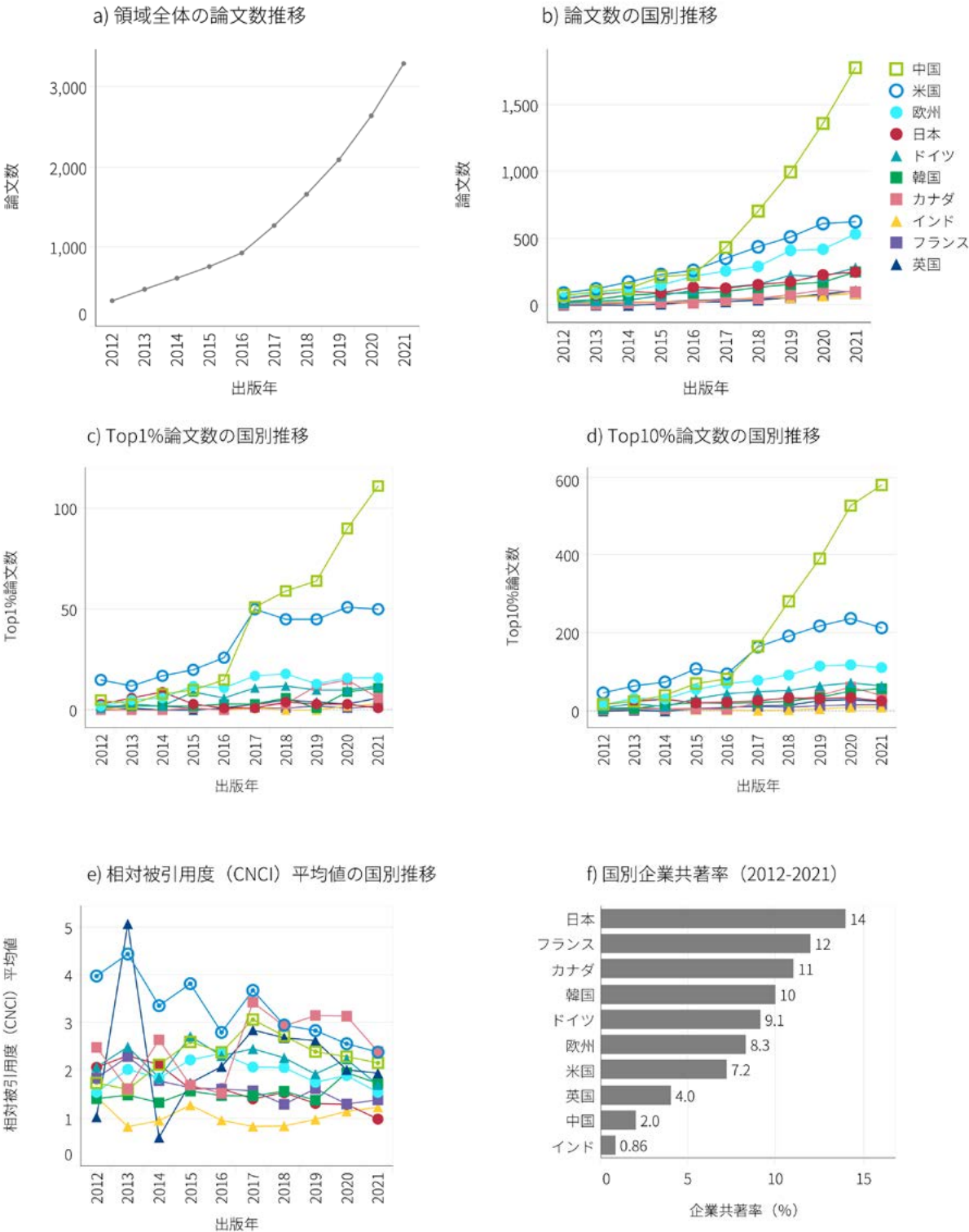


図3.1-N1.1-5 全固体電池に関する論文数の動向

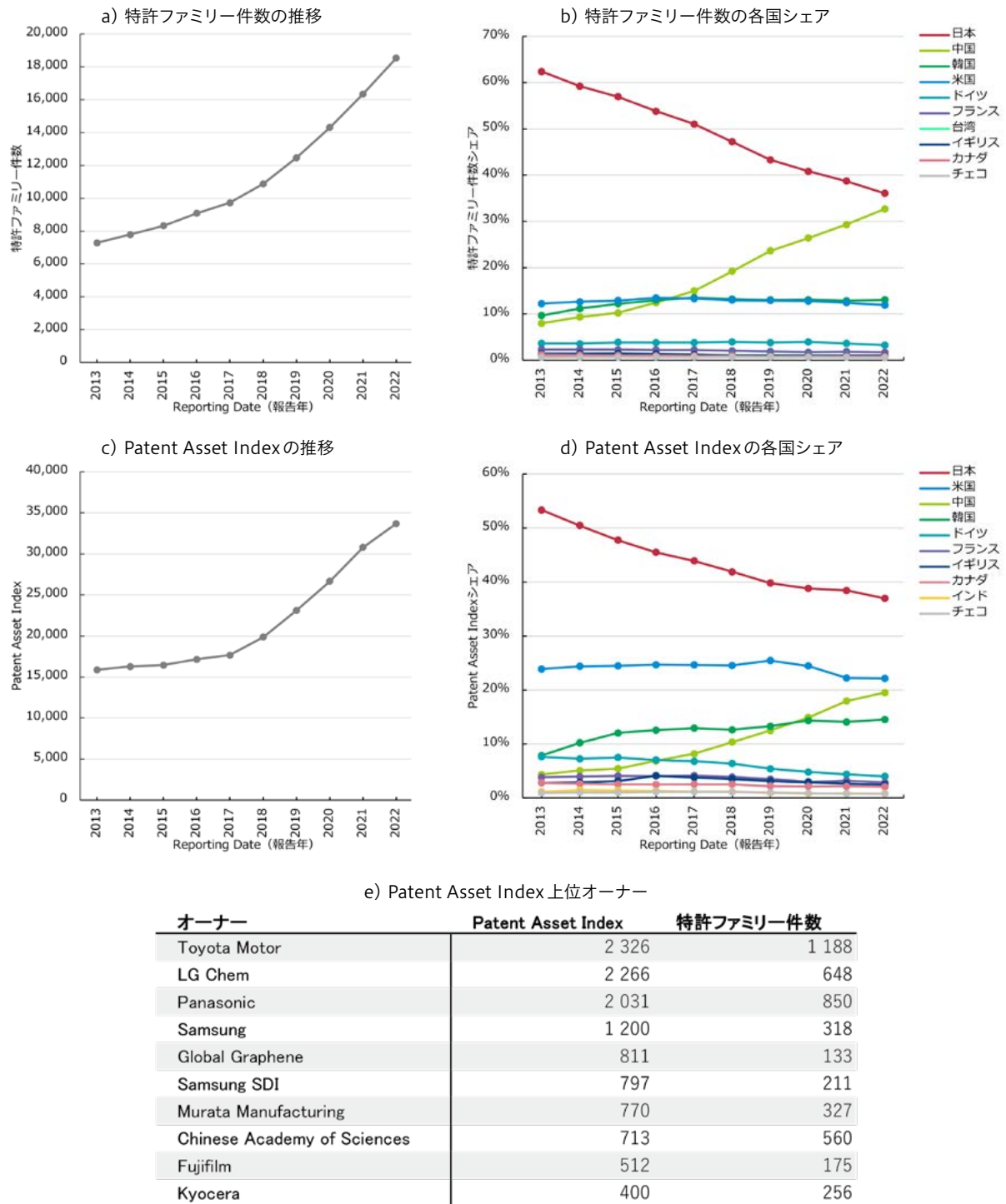


図 3.1-N1.1-6 全固体電池に関する特許数の動向

3.1.N1.2 分離技術

領域の定義

分離技術とは、混合物から目的成分を取り出す、または不要物を取り除く技術に関する研究開発領域である。化学プロセスにおいて目的成分を低環境負荷・低エネルギーで取り出す技術、火力発電所や工場などから生じるCO₂の分離、グリーン水素の分離・精製、海水の淡水化や排水からの有用物回収、鉱物資源や都市鉱山からの目的金属の分離、医療用途（人工透析、酸素濃縮）など幅広い産業の基盤となっている技術である。環境保全、資源循環型社会の実現のためにも重要な技術である。

ポイント

- ・ 領域全体および各国の論文数は増加している。特に中国の伸びが著しく、日本・米国などの論文数シェアは低下してきている。（図3.1-N1.2-1、図3.1-N1.2-2 a））
- ・ 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-N1.2-2 c）、d））。日本の相対被引用度（CNCI）は2017年以降調査対象国中最下位である一方、企業共著率は6.6%と1位である（図3.1-N1.2-2 e）、f））。
- ・ 日本で論文数1位の研究機関（世界で28位）は京都大学である（図3.1-N1.2-3 b））。
- ・ 領域全体の特許ファミリー件数およびPatent Asset Indexは増加傾向にあるが、中国の急増に伴い各国のシェアは低下傾向にある。日本の特許ファミリー件数は2012年時点では1位であったが、年々シェアは低下しているものの2022年時点でも2位である。Patent Asset Indexのシェアは、2022年では、米国（1位）、中国（2位）が非常に接近しており、近々順位が逆転することが予想される。（図3.1-N1.2-4 a） - d））

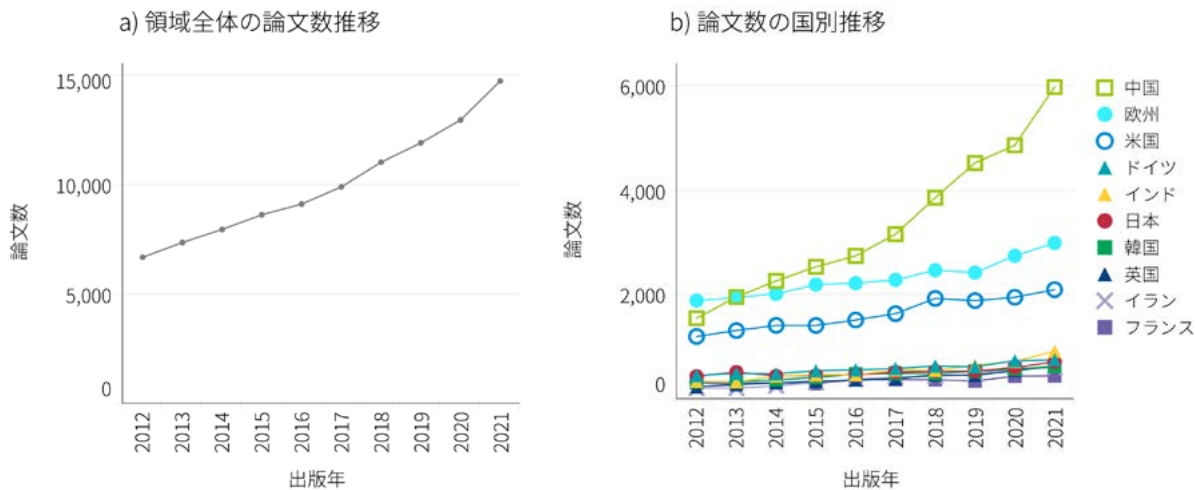


図3.1-N1.2-1 分離技術領域における論文数の動向①

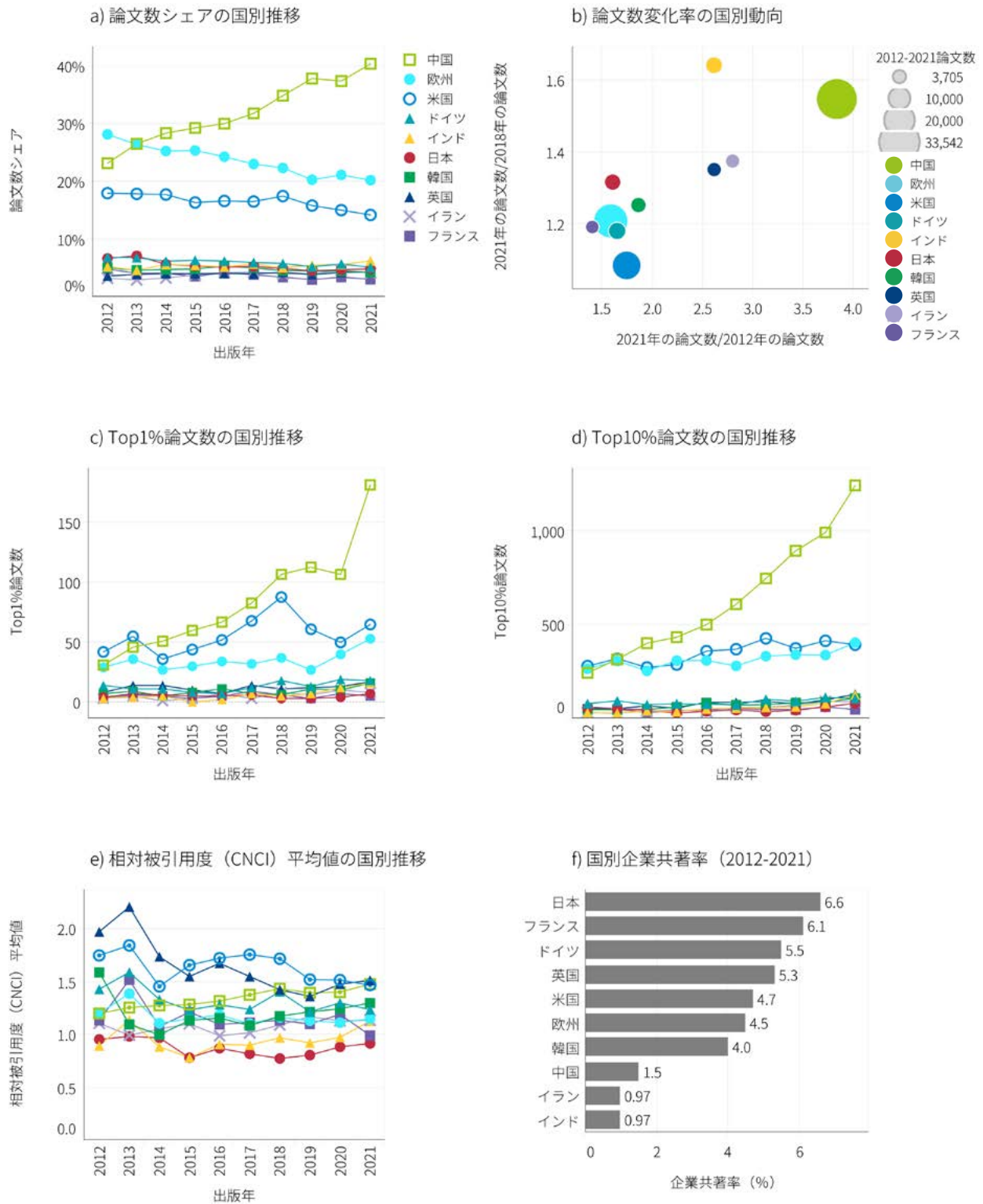


図3.1-N1.2-2 分離技術領域における論文数の動向②

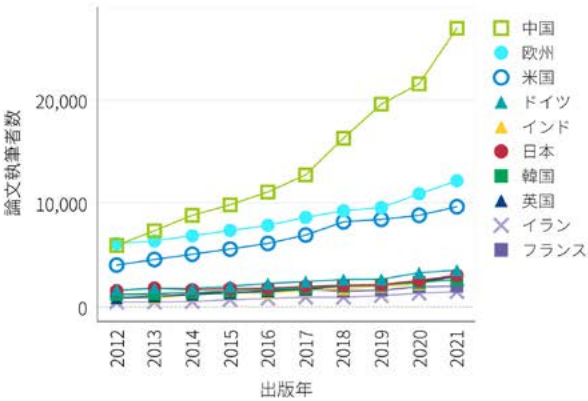
a)各国間の共著率（2012-2021）

(%)	中国	米国	ドイツ	インド	日本	韓国	英国	フランス	オーストラリア	カナダ	論文数 (件)
中国	\	7.7	1.4	0.32	1.7	0.91	1.5	0.65	2.7	1.3	33,794
米国	16	\	3.7	1.7	2.2	3.2	3.1	2.4	2	2.5	16,478
ドイツ	7.7	10	\	2.3	2.3	1.5	6.8	5.8	2.3	1.9	5,990
インド	1.9	5.1	2.5	\	1.3	3	1.8	1.5	1.6	1.3	5,578
日本	10	6.7	2.6	1.3	\	2.2	2.2	2.2	2.4	0.82	5,353
韓国	6.5	11	1.9	3.5	2.5	\	2.1	0.92	4.3	0.88	4,775
英国	12	12	9.8	2.5	2.8	2.4	\	5.6	4.8	2	4,147
フランス	5.9	11	9.4	2.2	3.2	1.2	6.2	\	2.1	2.2	3,706
オーストラリア	26	9.9	4.1	2.7	3.8	6	5.9	2.2	\	1.7	3,393
カナダ	16	15	4.1	2.6	1.6	1.5	3	3	2.1	\	2,728

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	2,418	38	351
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	2	1,785	49	366
Zhejiang University	中国	3	1,310	44	313
Helmholtz Association	ドイツ	4	1,116	28	172
Tianjin University	中国	5	1,068	37	260
Tsinghua University	中国	6	1,036	31	243
Max Planck Society	ドイツ	7	877	49	201
CNRS - Institute of Chemistry (INC)	フランス	8	806	6	104
South China University of Technology	中国	9	793	33	193
Sichuan University	中国	10	790	15	124
Kyoto University	日本	28	530	9	77

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）

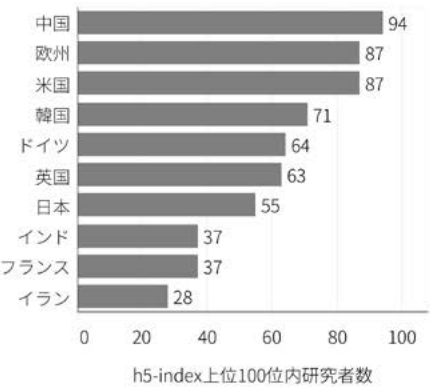


図 3.1-N1.2-3 分離技術領域における論文数の動向③

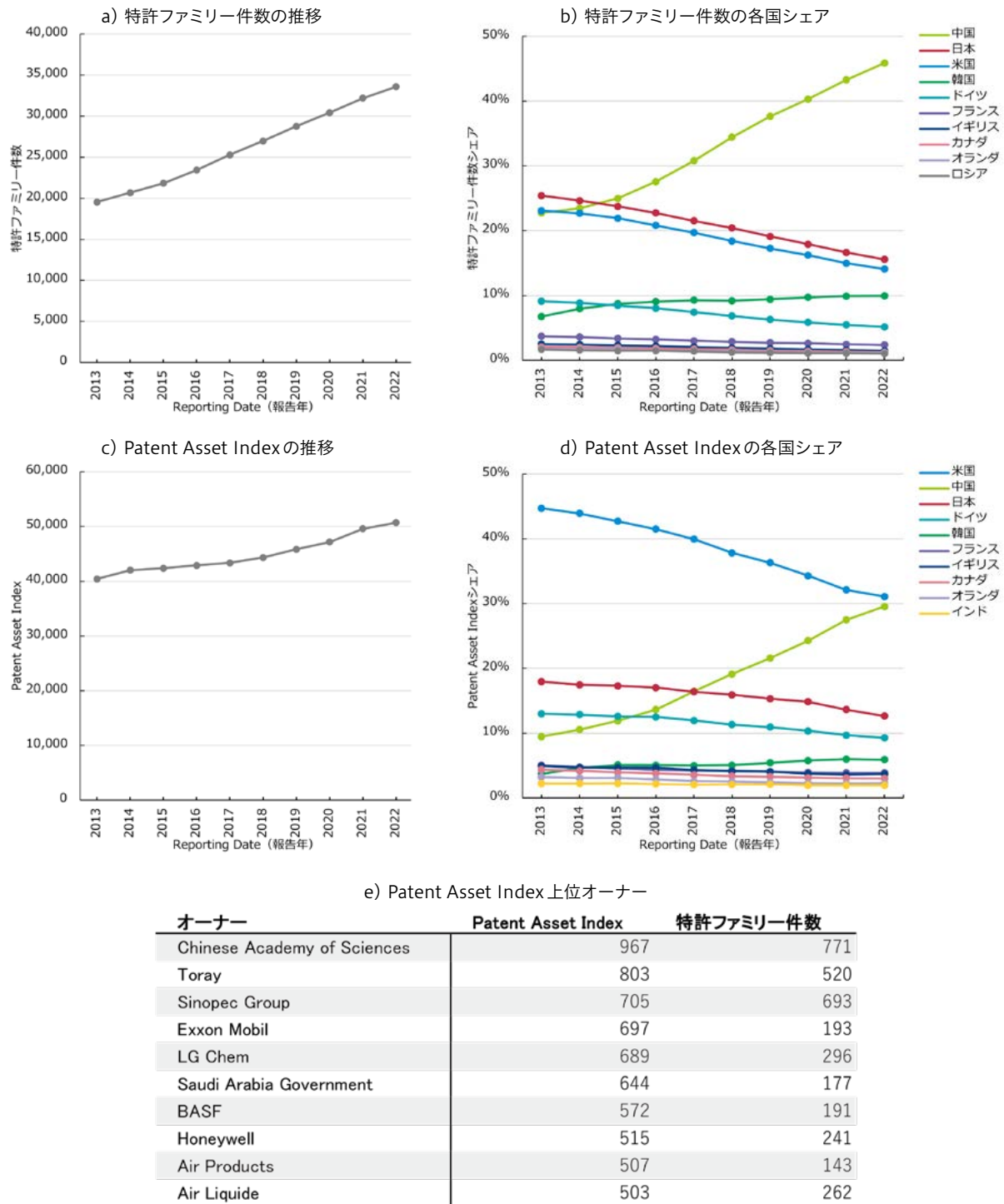


図 3.1-N1.2-4 分離技術領域における特許数の動向

3.1.N1.3 次世代太陽電池

領域の定義

太陽光エネルギーを高効率かつ低コストで直接電気エネルギーに変換するデバイスの材料開発に関する研究開発領域である。全世界的なカーボンニュートラルに向けて、大規模普及が進むシリコン系太陽電池の高性能デバイス化技術や移動体やビルなどの従来導入が困難だった用途への次世代材料の研究開発課題があげられる。また、今後大量に廃棄される太陽電池セルのリサイクル技術も重要な研究開発課題である。

なお環境・エネルギー分野の「E1.3 太陽光発電」で関連した調査を行っている。

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。日本の論文数はほぼ横ばいであるが、近年微減の傾向である。(図 3.1-N1.3-1)
- ・ 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-N1.3-2 c)、d)、e))。
- ・ 日本は論文の企業共著率が高く、調査対象国中で 1 位である (図 3.1-N1.3-2 f))。
- ・ h5-index 上位 100 位以内の研究者数で日本は 7 位であり、一定の存在感が認められる (図 3.1-N1.3-3 d))。
- ・ 特許ファミリー件数および Patent Asset Index のシェアは、中国が顕著な増加を示している。日本は 2022 年時点で、特許ファミリー件数および Patent Asset Index のシェアともに世界 3 位である。(図 3.1-N2.1-4 b)、d))

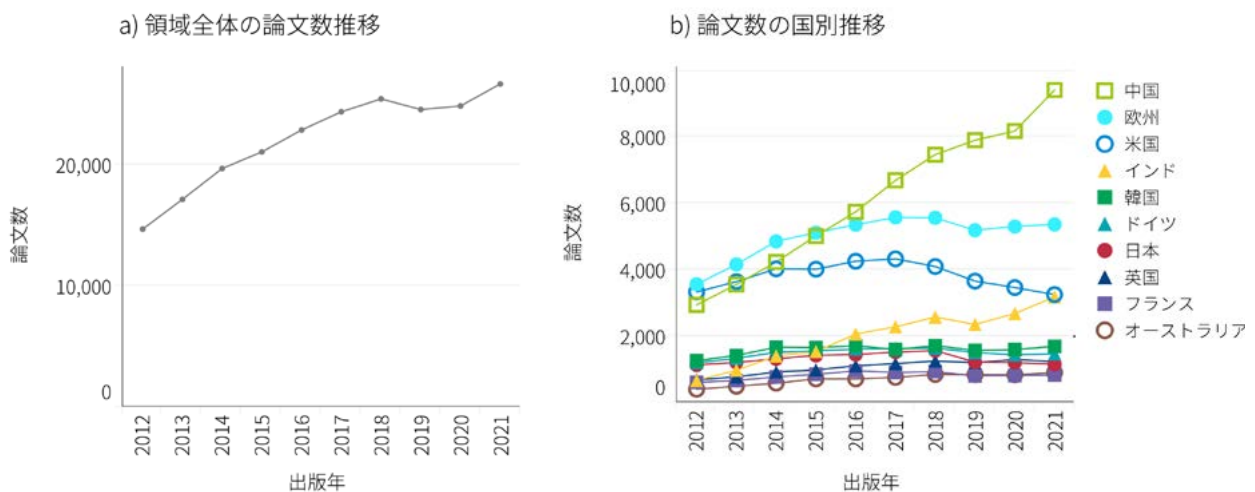


図 3.1-N1.3-1 次世代太陽電池領域における論文数の動向①

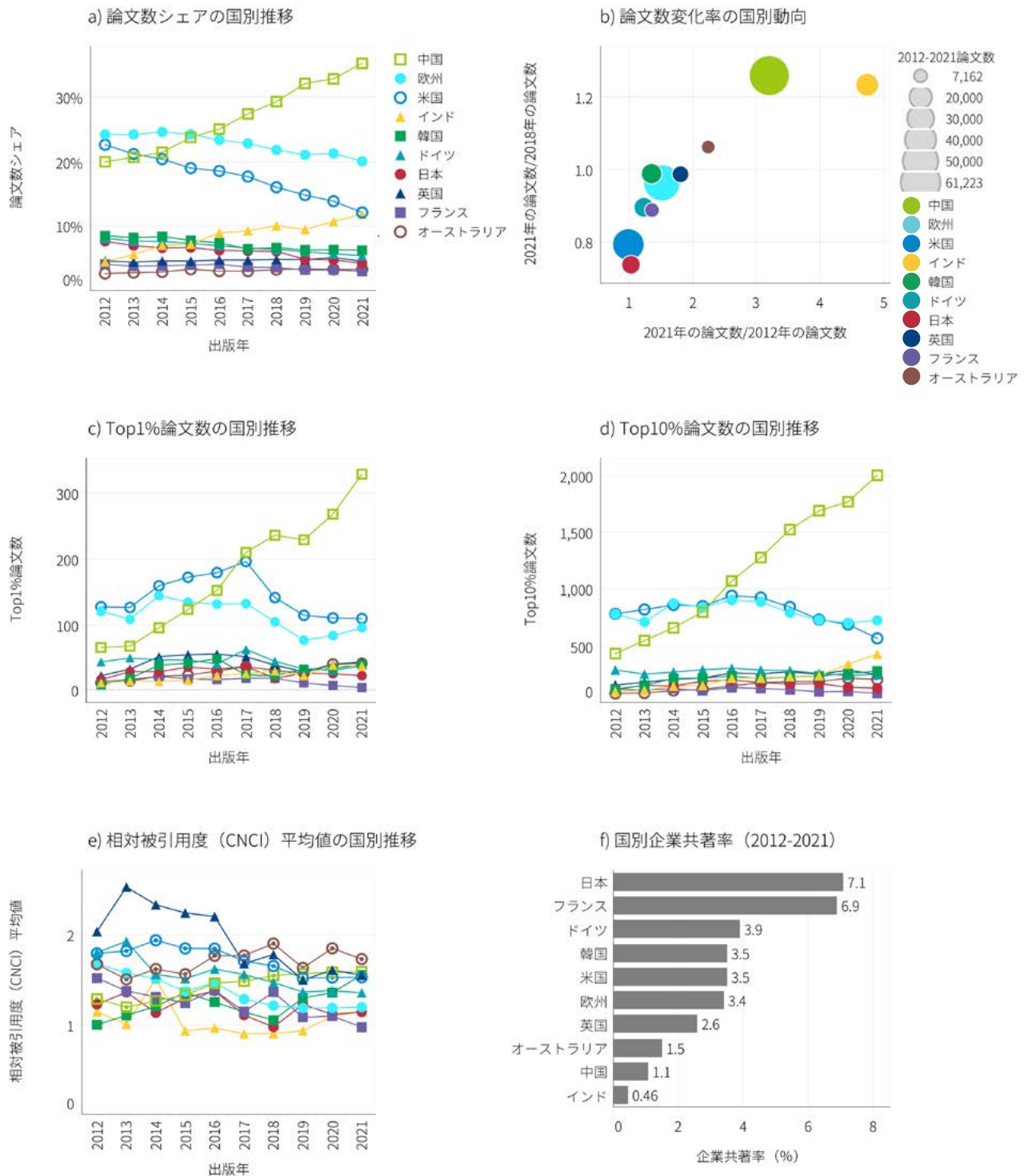


図3.1-N1.3-2 次世代太陽電池領域における論文数の動向②

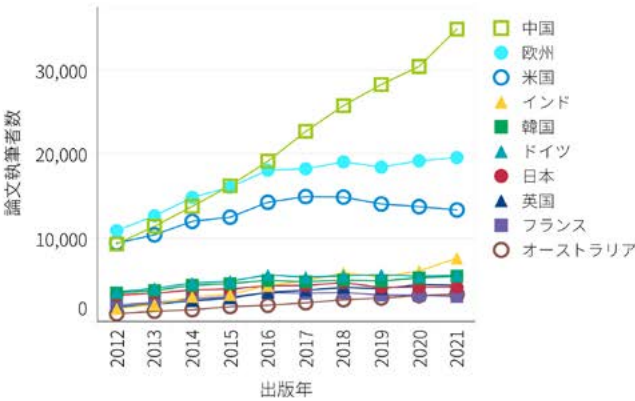
a)各国間の共著率（2012-2021）

(%)	中国	米国	インド	韓国	ドイツ	日本	英国	フランス	オーストラリア	カナダ	論文数 (件)
中国	\	9.9	0.67	1.4	1.9	2.5	2.6	0.72	3.1	1.2	62,313
米国	16	\	2.3	4.4	5.3	2.8	4.8	3.1	2.4	2.3	38,148
インド	2.1	4.5	\	4.7	1.4	1.8	2.6	0.83	1.4	0.74	19,802
韓国	5.6	10	5.8	\	1.8	3	2.4	0.6	1.2	0.81	15,945
ドイツ	7.9	14	1.8	1.9	\	3.2	8.4	6.2	3.3	1.9	14,961
日本	12	8.1	2.7	3.5	3.6	\	2.8	2.8	2.2	0.83	13,262
英国	15	17	4.8	3.6	12	3.5	\	6.2	5.3	2.4	10,700
フランス	5.5	15	2	1.2	11	4.6	8.1	\	2.4	3.2	8,207
オーストラリア	27	13	3.9	2.7	7	4.1	7.9	2.8	\	1.6	7,162
カナダ	16	18	3.1	2.7	5.9	2.3	5.2	5.6	2.3	\	4,788

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	5,620	103	786
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	2	3,898	154	913
Helmholtz Association	ドイツ	3	3,553	96	611
National Renewable Energy Laboratory - USA	米国	4	2,222	142	585
Institute of Chemistry, CAS	中国	5	2,036	164	648
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne	スイス	6	2,023	159	705
Soochow University - China	中国	7	1,951	100	571
University of New South Wales Sydney	オーストラリア	8	1,838	75	391
South China University of Technology	中国	9	1,829	97	489
Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) - India	インド	10	1,743	14	161
University of Tokyo	日本	15	1,600	50	265

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）

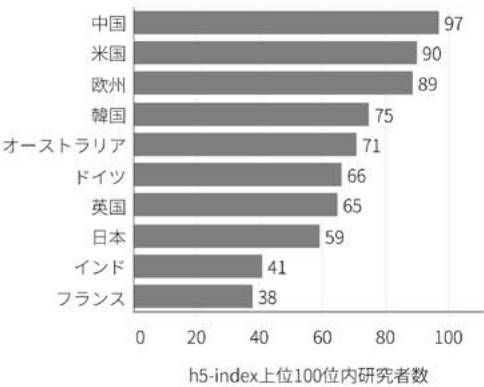


図3.1-N1.3-3 次世代太陽電池領域における論文数の動向③

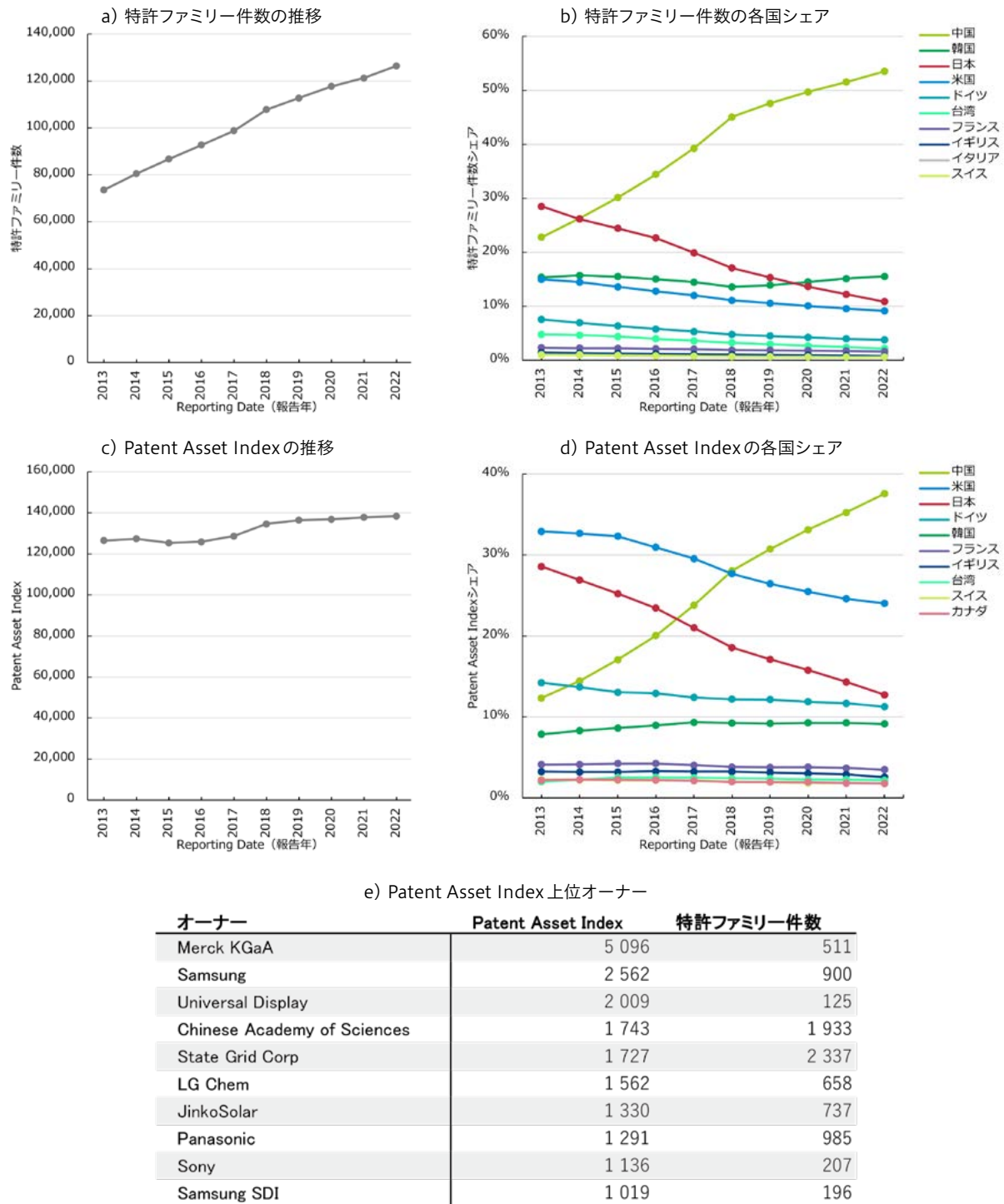


図 3.1-N1.3-4 次世代太陽電池領域における特許数の動向

3.1.N1.4 電解・燃料電池

領域の定義

再生可能エネルギーを中長期かつ大規模に変換・貯蔵・利用することを可能にするデバイスである電解・燃料電池に関する研究開発領域である。再生可能エネルギーを駆動力として、水素・アンモニア・有機ハイドライドなどのエネルギーキャリアや、CO₂を原料として燃料や化成品を合成・利用するための触媒開発、電気化学プロセス、人工光合成技術などの研究開発課題がある。なお環境・エネルギー分野の「E2.2 水素・アンモニア」で関連した調査を行っている。

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。日本の論文数はほぼ横ばいであるが、近年微減の傾向である（図3.1-N1.4-1）。
- ・ 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-N1.4-2 c）、d）、e））。
- ・ 日本は論文の企業共著率が高く、調査対象国中1位（9.9%）である（図3.1-N1.4-2 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-N1.4-3 d））。
- ・ 特許ファミリー件数およびPatent Asset Indexのシェアは、2010年代後半まで日本が世界1位であったが、前者は2020年、後者は2021年に中国に逆転されている（図3.1-N1.4-4 b）、d））。
- ・ Patent Asset Index 上位オーナーの世界トップ10に日本の企業が3社ランクインしている（トヨタ、パナソニック、日産自動車）（図3.1-N1.4-4 e））。
- ・ 電解領域はすべての国で論文数が増加している。一方で、燃料電池領域では中国・インド以外は横ばいか微減の傾向にある（図3.1-N1.4-5）。

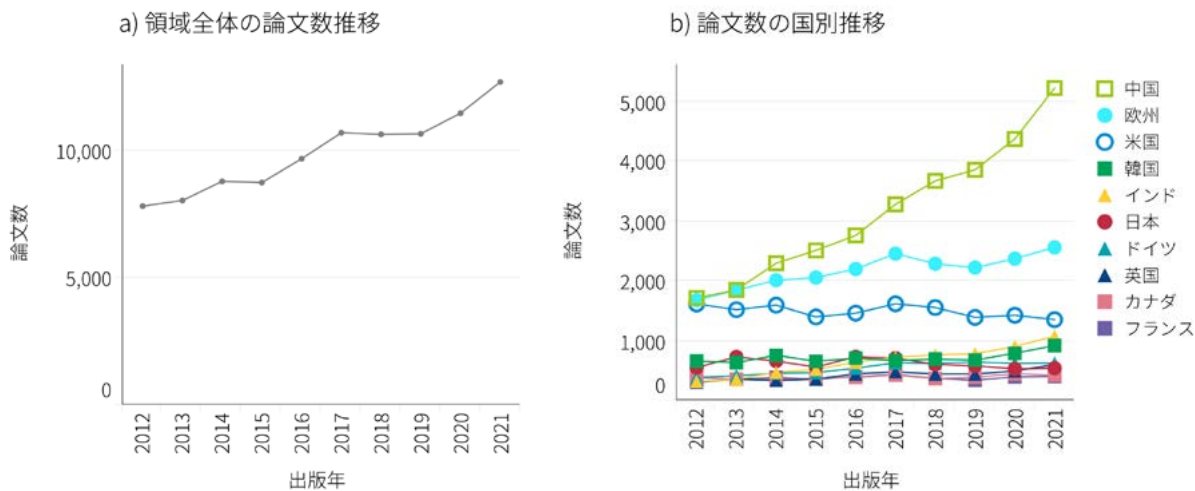


図3.1-N1.4-1 電解・燃料電池領域における論文数の動向①

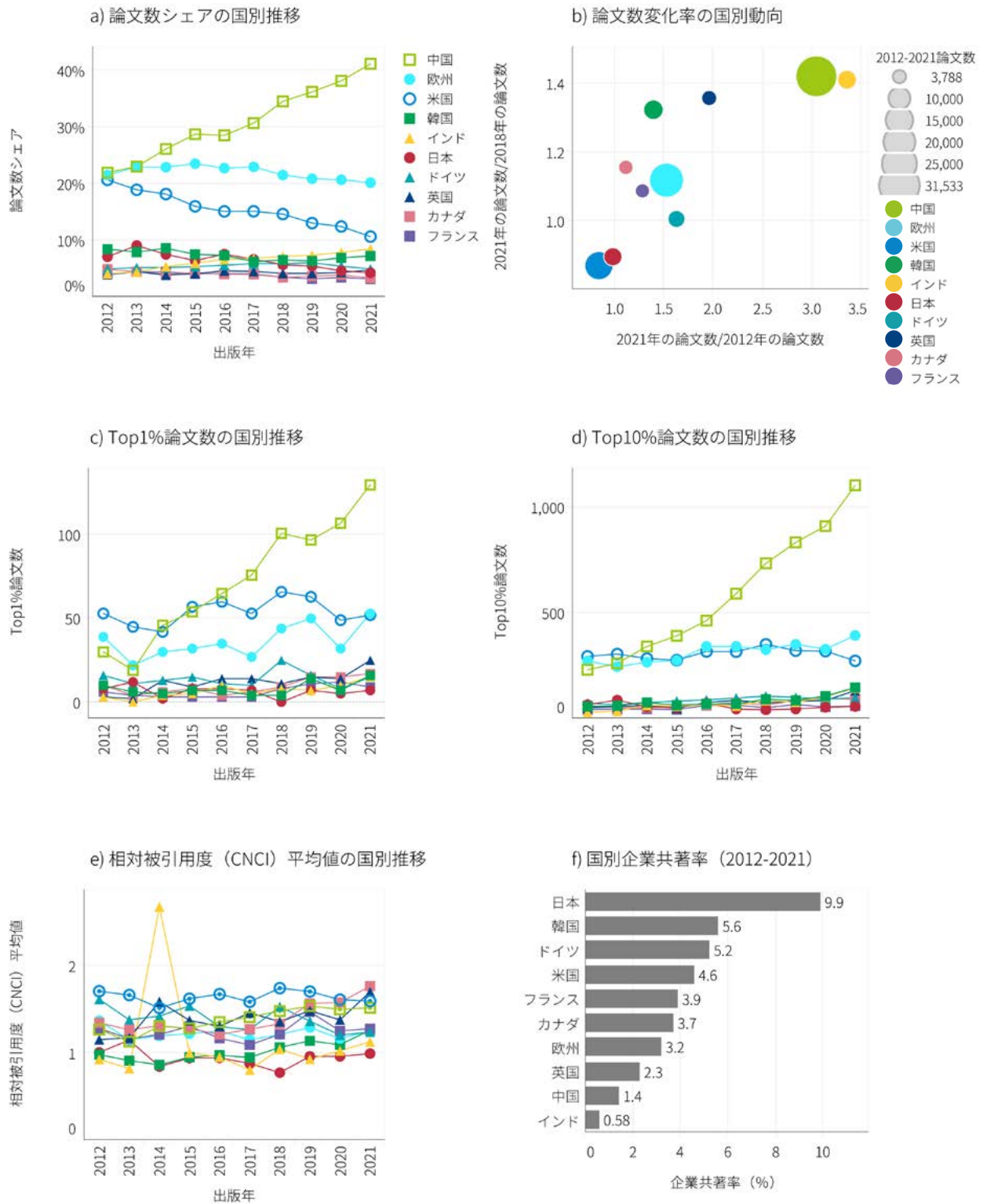


図3.1-N1.4-2 電解・燃料電池領域における論文数の動向②

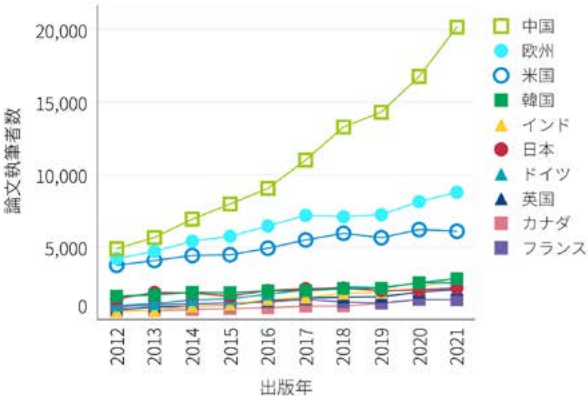
a)各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	中国	米国	韓国	インド	日本	ドイツ	英国	カナダ	フランス	オーストラリア	論文数 (件)
中国	\	9.3	1.2	0.52	1.9	1.3	2.6	2	0.9	3.2	31,893
米国	20	\	4.5	1.7	2.3	2.6	2.5	2.9	1.5	1.1	14,955
韓国	5.4	9.4	\	4.3	2.5	1.5	2.1	1	0.42	1.1	7,191
インド	2.5	3.8	4.7	\	1.9	1.3	2.1	1.4	0.9	1.6	6,586
日本	10	5.4	2.9	2	\	1.5	1.8	1.1	0.9	1.8	6,230
ドイツ	7.6	7	2	1.5	1.7	\	3.9	2.7	4.7	0.95	5,444
英国	20	8.5	3.5	3.2	2.7	4.9	\	2.2	3.5	2.7	4,307
カナダ	16	11	1.9	2.3	1.8	3.8	2.4	\	3.7	0.94	3,935
フランス	7.6	5.8	0.79	1.6	1.5	6.7	4	3.8	\	0.58	3,789
オーストラリア	43	7.1	3.4	4.5	4.9	2.3	5.1	1.6	0.95	\	2,313

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	2,489	43	356
Helmholtz Association	ドイツ	2	1,809	26	241
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	3	1,359	44	312
Tsinghua University	中国	4	1,339	53	288
Harbin Institute of Technology	中国	5	1,259	23	227
University of Science & Technology of China, CAS	中国	6	1,140	77	299
Tianjin University	中国	7	1,013	30	271
Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) - India	インド	8	973	12	127
South China University of Technology	中国	9	897	14	169
Research Center Jülich	ドイツ	10	840	16	113
Kyushu University	日本	17	716	5	76

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)

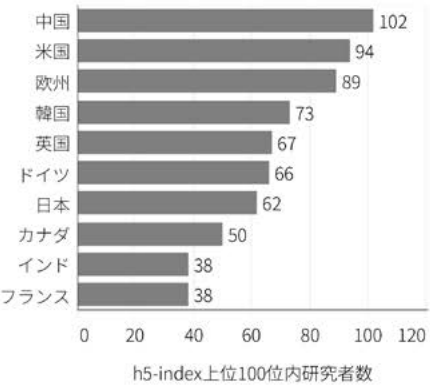


図3.1-N1.4-3 電解・燃料電池領域における論文数の動向③

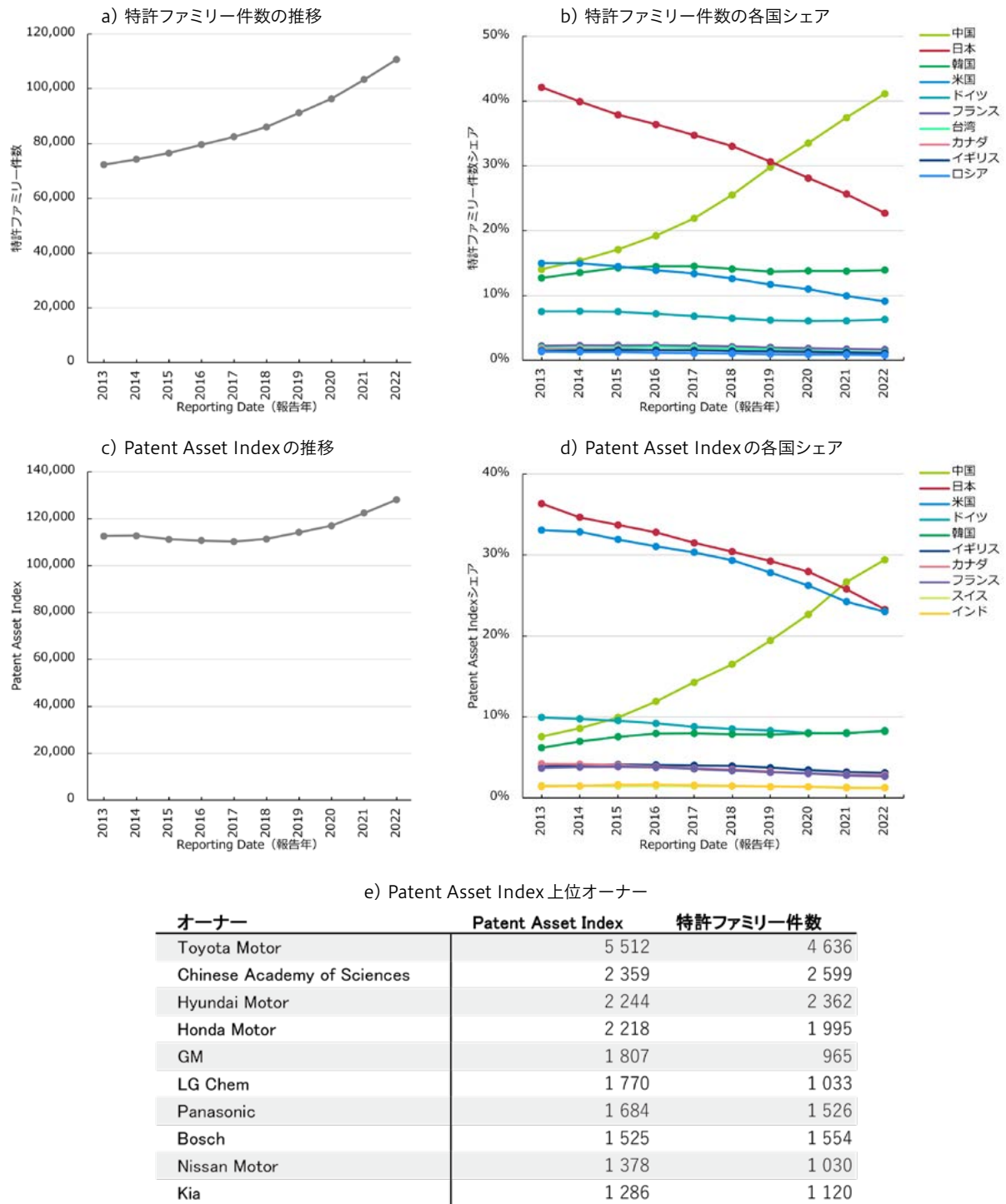
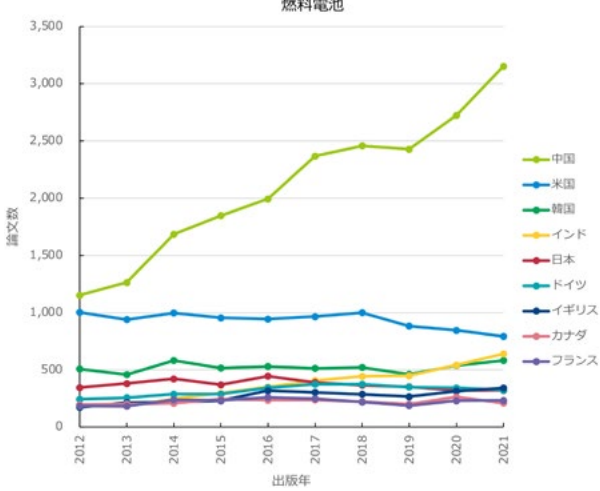
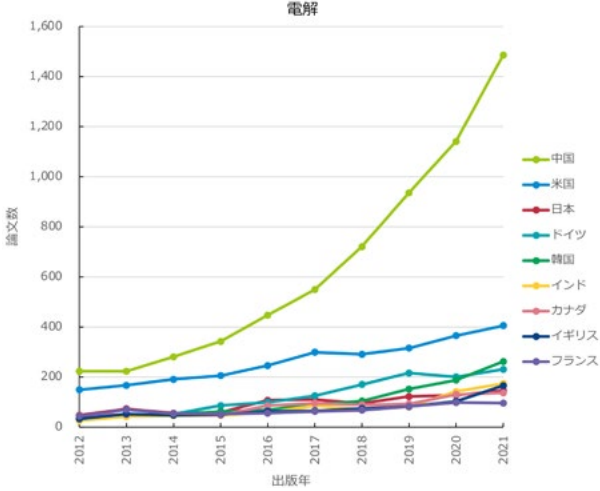
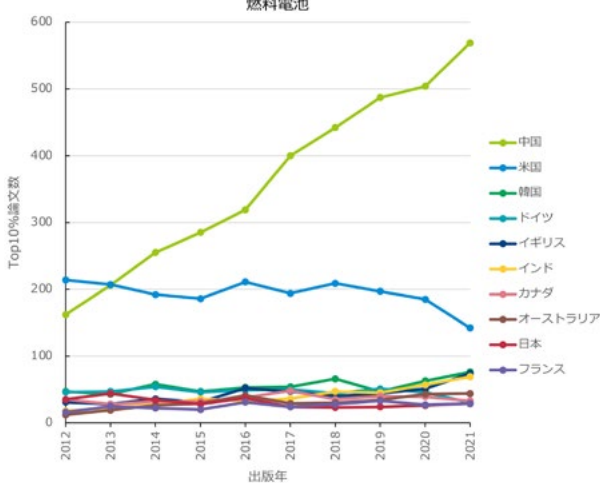
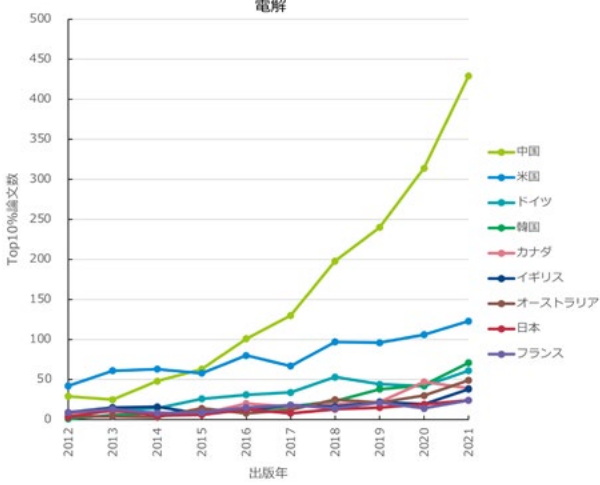


図 3.1-N1.4-4 電解・燃料電池領域における特許数の動向

a) 論文数の国別推移



b) Top10%論文数の国別推移



c) Top1%論文数の国別推移

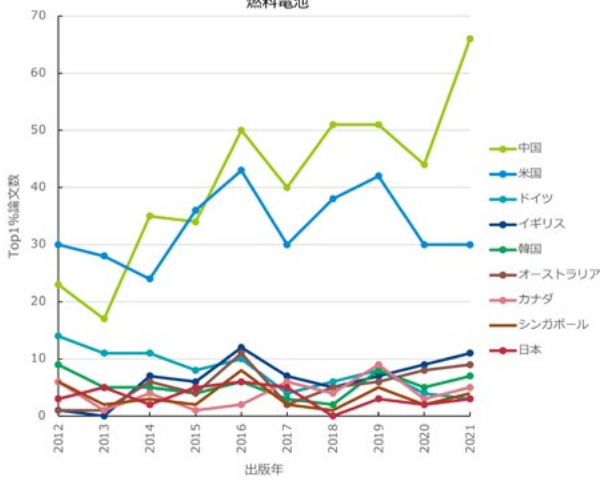
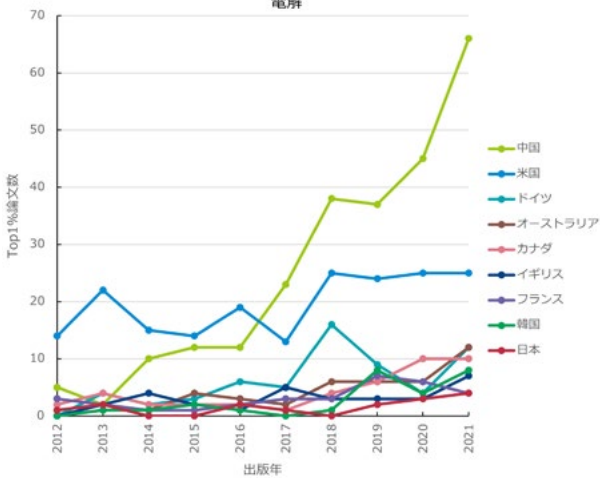


図 3.1-N1.4-5 電解関連・燃料電池関連個別の論文動向

3
アウトプットの分析
(研究開発領域別)