

3.1.L2 農業・生物生産

3.1.L2.1 微生物ものづくり

領域の定義

微生物が有する代謝機能を利用して特定の物質を生産することに関連する研究開発領域。代謝を構成する素反応の理解、多種多様な素反応の間に存在する相互作用の理解を基礎とし、微生物や生体触媒(酵素)にて低分子から高分子まで様々な有用物質を生産するための各種技術の確立が含まれる。原料としては糖やグリセロールが多く用いられるが、植物由来の多糖類やCO₂を炭素源とするための研究開発も進められている。本領域は再生可能で循環型の社会構築に向けた基盤の一つになると期待されている。

ポイント

- ・ 領域全体の論文数は10年間で約2倍に漸増している (図3.1-L2.1-1 a))。
- ・ 当該領域では欧州の論文数が一貫して最も多く、2021年においても国別1位の中国を僅差で上回る。国別論文数では、中国の増加が顕著であり、2016年以降は米国を抜いて1位となっている。3位のインドも着実に論文数を増やしている。Top10%は2017年、Top1%の論文数は2019年に、中国が国別での首位になり、2021年にはTop10%、Top1%論文数とも欧州をも引き離している。(図3.1-L2.1-1 b)、図3.1-L2.1-2 c)、d))
- ・ 日本の論文数は国別8位と低調であるが、企業との共著が多いのが特徴となっている (図3.1-L2.1-1 b)、図3.1-L2.1-2 f))。
- ・ 中国の特許ファミリー件数のシェアが2019年以降頭打ちしており、全体的に特許ファミリー件数が停滞している。2022年における日本の特許ファミリー件数のシェアは中国、米国、韓国に次いで4位である。Patent Asset Indexのシェアでは米国が首位を維持しており、化学メーカーが上位オーナーを占めている。(図3.1-L2.1-4 a)、b)、d)、e))

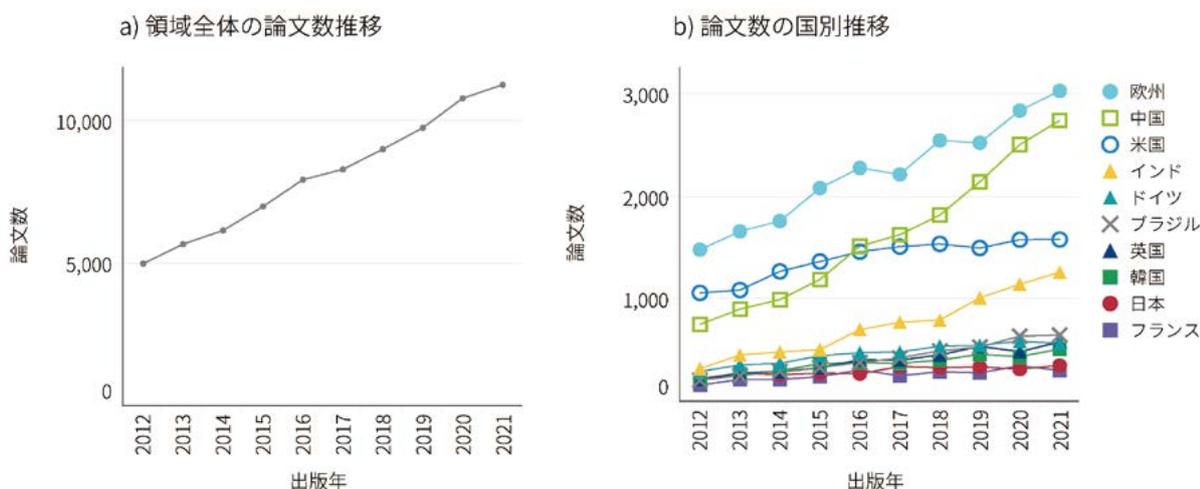


図 3.1-L2.1-1 微生物ものづくり領域における論文数の動向①

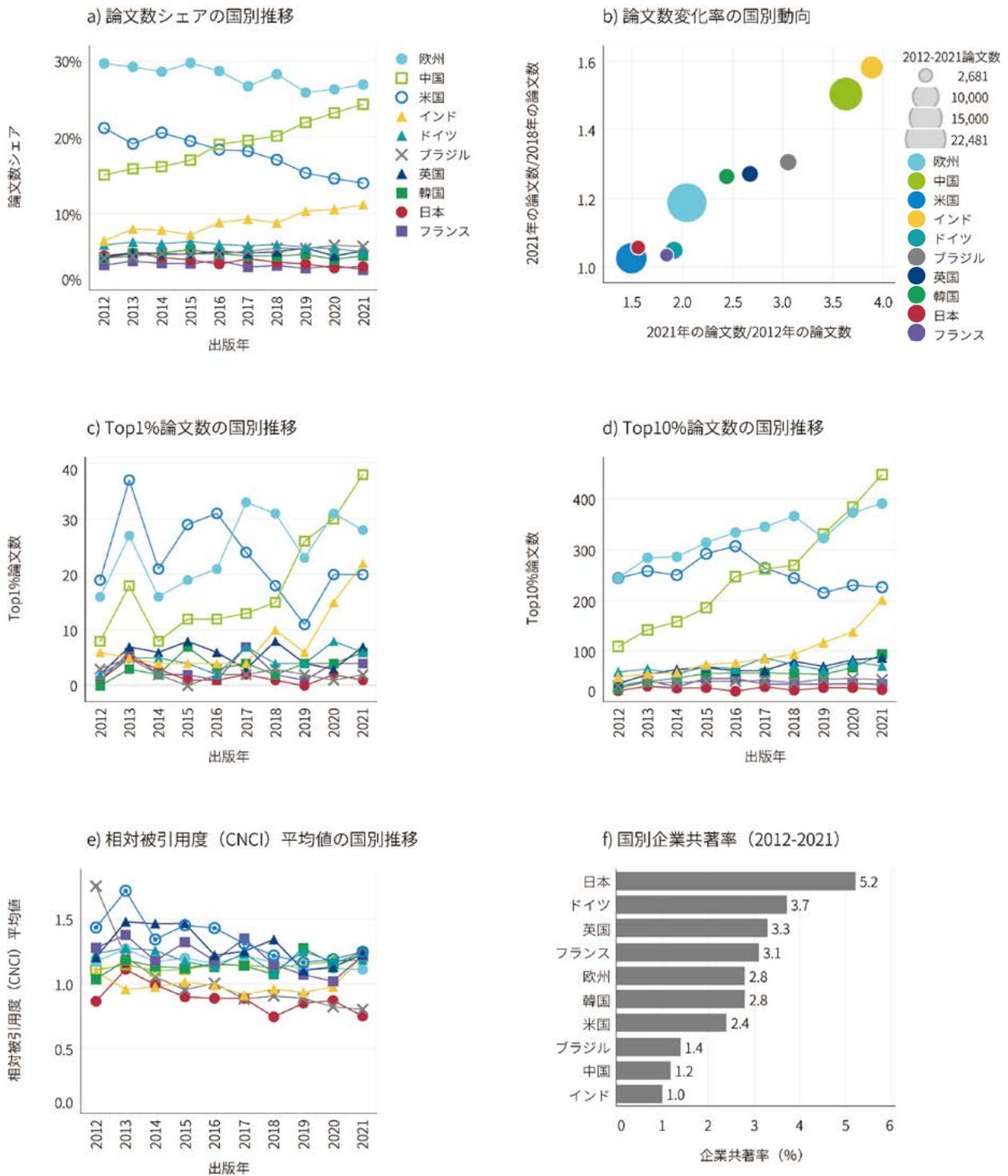


図 3.1-L2.1-2 微生物ものづくり領域における論文数の動向②

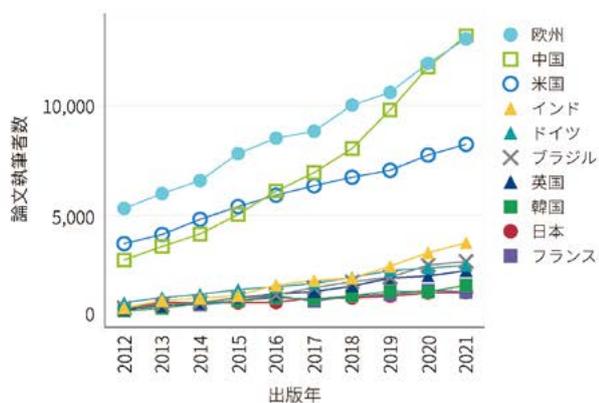
a) 各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	欧州	中国	米国	インド	ドイツ	英国	韓国	日本	フランス	カナダ	論文数 (件)
欧州	\	4.5	7.2	2	6.1	5.4	0.96	0.77	3.7	1.3	16,827
中国	4.6	\	12	1.3	1.4	2.3	1.5	1.7	0.55	1.5	16,471
米国	8.7	14	\	2.4	3.4	3.7	3	1.6	1.6	2.7	14,012
インド	4.5	2.9	4.4	\	0.98	2	4.4	0.61	0.8	0.81	7,513
ドイツ	22	4.9	10	1.6	\	6.4	1.2	1.4	4.2	2.1	4,736
英国	22	9.2	13	3.7	7.5	\	1.2	1.6	5.3	2.1	4,044
韓国	4.3	6.3	11	8.7	1.5	1.3	\	2.3	0.61	0.9	3,783
日本	4.2	9.3	7.2	1.5	2.2	2.1	2.8	\	1.5	0.75	3,053
フランス	23	3.4	8.4	2.2	7.4	8.1	0.86	1.8	\	3.3	2,682
カナダ	9.8	11	17	2.6	4.2	3.6	1.5	0.99	3.8	\	2,317

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	1,354	16	186
Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) - India	インド	2	1,051	13	174
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	3	990	11	172
Universidade de Sao Paulo	ブラジル	4	885	3	92
Jiangnan University	中国	5	855	4	100
Helmholtz Association	ドイツ	6	725	8	109
Tsinghua University	中国	7	565	4	112
University of Illinois Urbana-Champaign	米国	8	546	9	129
United States Department of Agriculture (USDA)	米国	9	535	9	82
Tianjin University	中国	10	534	3	82
University of Tokyo	日本	59	273	3	34

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)

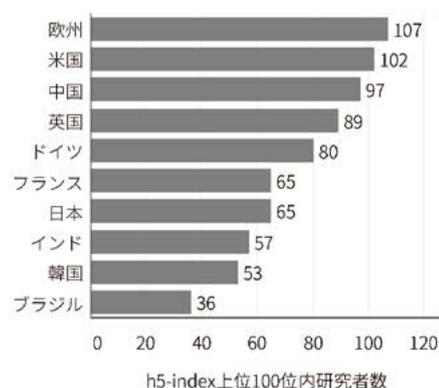


図 3.1-L2.1-3 微生物ものづくり領域における論文数の動向③

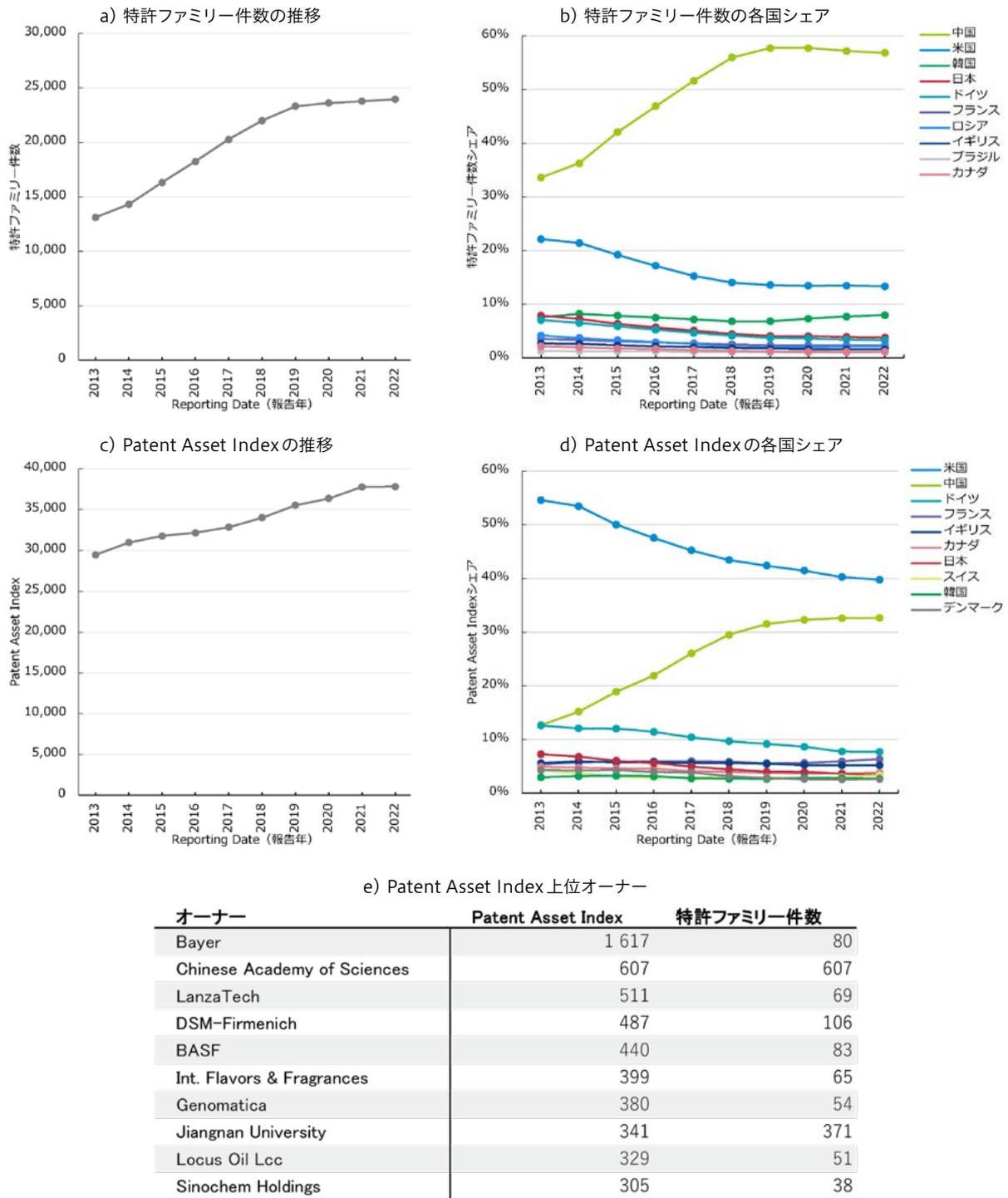


図3.1-L2.1-4 微生物ものづくり領域における特許数の動向

3.1.L2.2 植物ものづくり

領域の定義

人類は古くから様々な植物由来物質を利用してきたが、植物バイオテクノロジーの発展に伴い、植物が生産しない物質を植物で生産するという異種生産のホストとしての利用も拡大してきた。「植物ものづくり」という用語は、一般には植物による物質生産だけでなく、微生物による植物代謝物の生産までを含むこともあるが、本領域では植物、特に陸生植物とその培養物等での物質生産を扱う。本来、植物が生産する物質の高効率利用と、植物が本来は生産しない物質を植物で生産させる異種生産、高効率物質生産を実現するためのバイオテクノロジーが含まれる。

ポイント

- ・ 領域全体の論文数は増加傾向であり、特に欧州で活発に論文が発表されており、米国がそれに続く傾向が続いているが、日本は2012年以降、低迷している (図 3.1-L2.2-1 a)、b))。
- ・ 欧州から発表された論文が安定して高被引用であるが、2017年以降、中国から発表された高被引用論文が急増している (図 3.1-L2.2-2 c)、d))。
- ・ この領域の論文執筆に携わる研究者数は論文数や高被引用論文シェアと相関があり、欧州、中国は米国をはじめとする他の国々を大きく引き離している (図 3.1-L2.2-3 c))。
- ・ 国別特許ファミリー件数では、中国が1位で圧倒的なシェアを占めているが、日本は2位の米国と僅差で3位である (図 3.1-L2.2-4 b))。Patent Asset Index では米国が1位であるが、2015年以降、中国が躍進して2位となり、日本はドイツに次ぐ4位である (図 3.1-L2.2-4 d))。

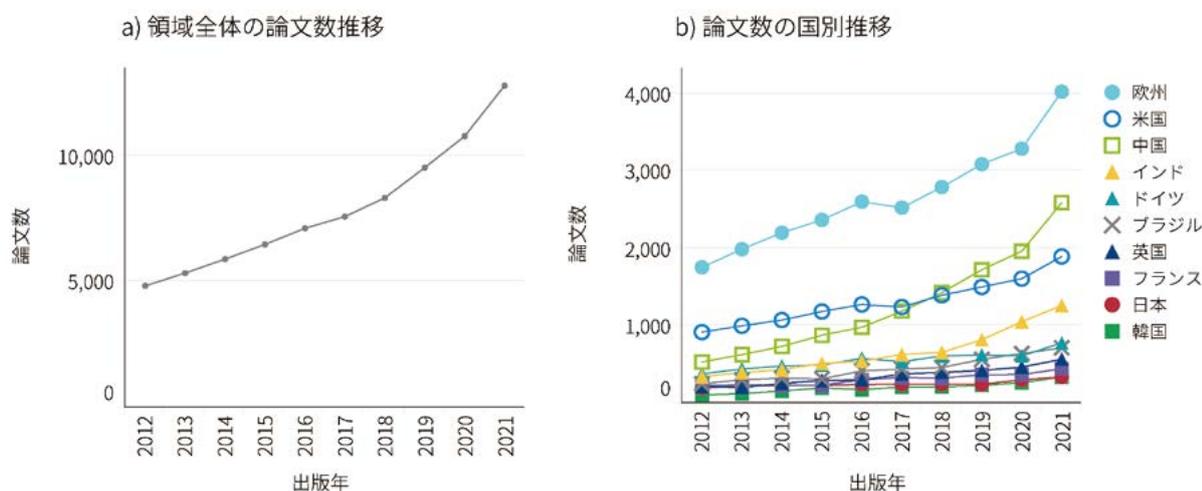


図 3.1-L2.2-1 植物ものづくり領域における論文数の動向①

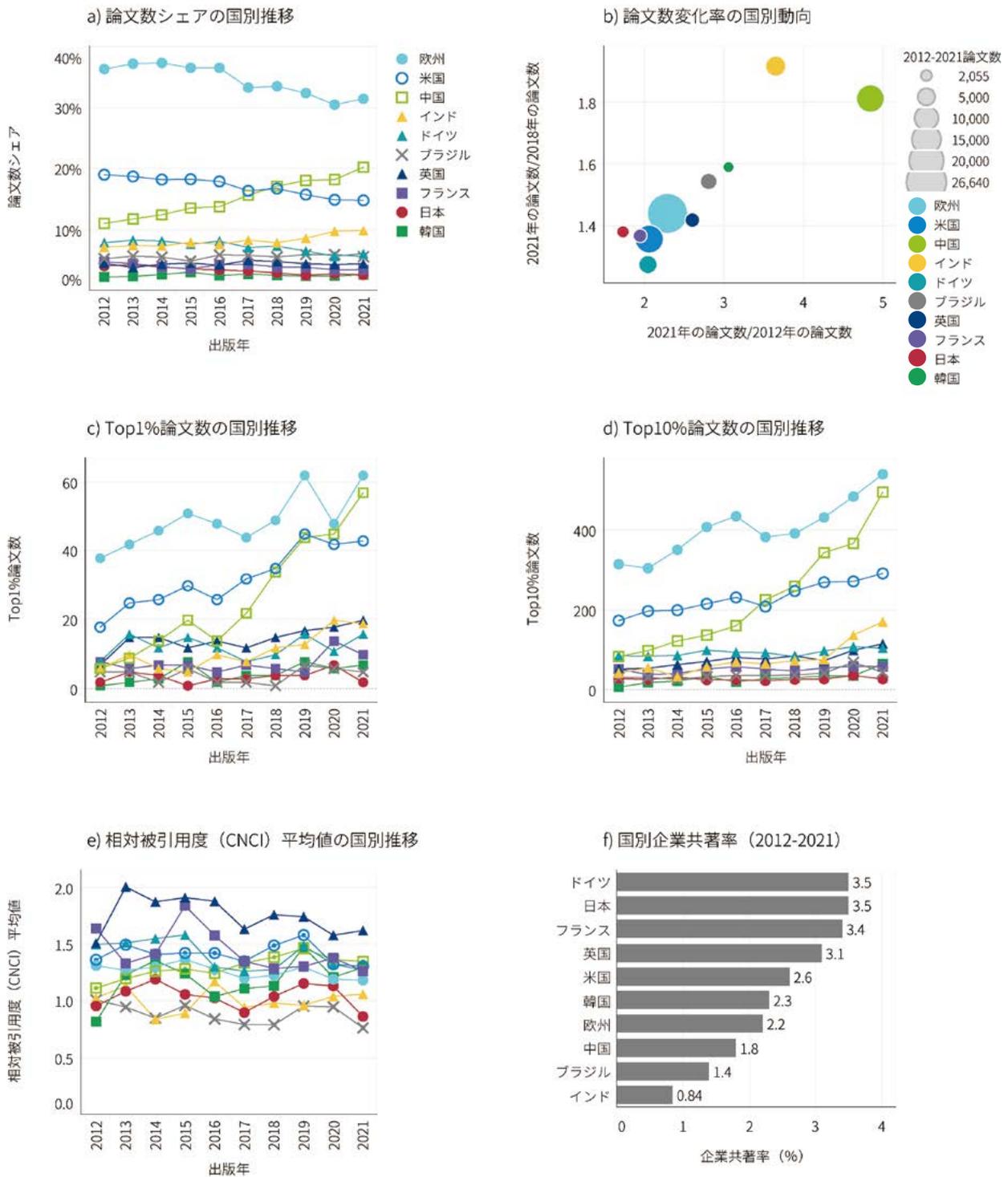


図 3.1-L2.2-2 植物ものづくり領域における論文数の動向②

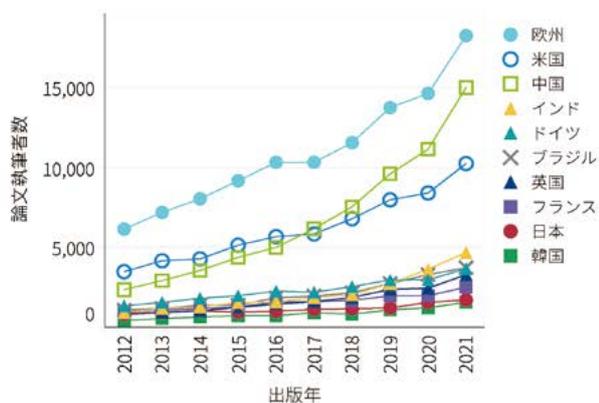
a) 各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	欧州	米国	中国	インド	ドイツ	英国	フランス	カナダ	日本	韓国	論文数 (件)
欧州	\	7.1	3.9	1.5	7	5.4	4.3	1.7	0.92	0.6	20,377
米国	11	\	13	2.7	4.6	4.2	2.7	4	1.6	1.9	13,119
中国	6.3	13	\	1.5	3.1	2.9	1.3	2.7	1.6	1.2	12,814
インド	4.7	5.2	2.9	\	1.5	1.5	0.82	1.2	1.1	2.4	6,682
ドイツ	26	11	7.2	1.8	\	7.6	4.6	2.7	1.9	0.93	5,568
英国	31	15	10	2.8	12	\	7.3	4.2	2.3	0.85	3,541
フランス	28	11	5.2	1.8	8.3	8.3	\	4.7	2	0.39	3,107
カナダ	12	18	12	2.8	5.3	5.2	5.1	\	1.2	1.2	2,864
日本	7.4	8	8.3	2.9	4.2	3.2	2.4	1.3	\	3	2,538
韓国	6	12	7.5	7.9	2.5	1.5	0.58	1.7	3.7	\	2,055

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
United States Department of Agriculture (USDA)	米国	1	1,524	43	256
Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)	フランス	2	1,273	37	238
Universidade de Sao Paulo	ブラジル	3	783	11	97
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	4	768	23	172
Helmholtz Association	ドイツ	5	741	24	148
Chinese Academy of Agricultural Sciences	中国	6	721	14	156
Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) - India	インド	7	709	12	99
Indian Council of Agricultural Research (ICAR)	インド	8	691	13	65
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)	ブラジル	9	520	2	42
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)	アルゼンチン	10	511	7	40
University of Tokyo	日本	63	247	5	33

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)

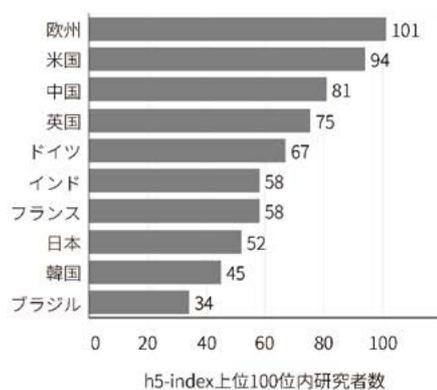
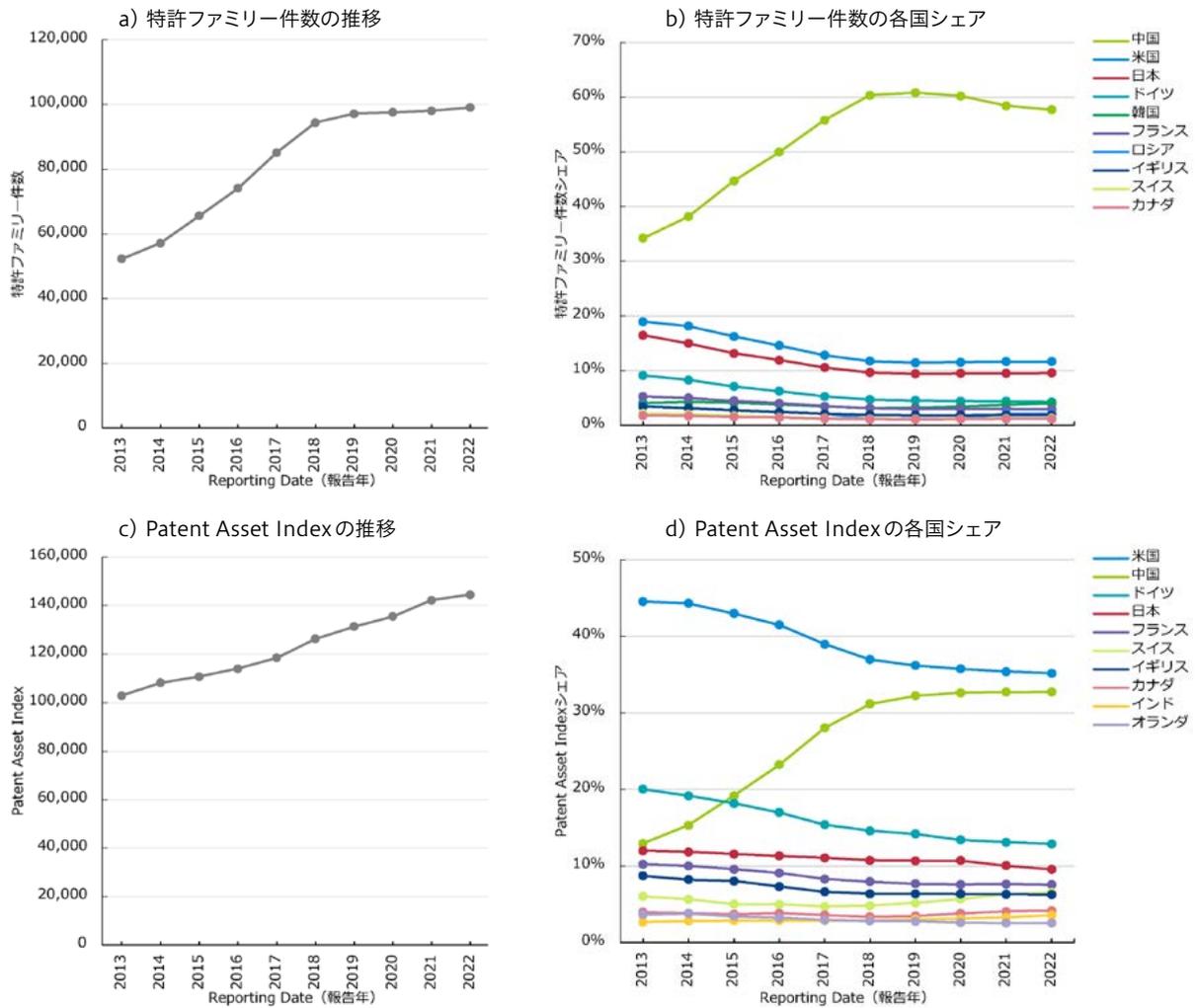


図 3.1-L2.2-3 植物ものづくり領域における論文数の動向③



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
Bayer	8 248	1 383
Sinochem Holdings	7 648	1 430
Corteva	5 125	737
BASF	5 098	956
Sumitomo Chemical	2 270	907
FMC Corporation	1 708	205
Novozymes	1 582	225
Chinese Academy of Sciences	1 433	1 586
Int. Flavors & Fragrances	952	250
DSM-Firmenich	932	202

図3.1-L2.2-4 植物ものづくり領域における特許数の動向

3.1.L2.3 農業エンジニアリング

領域の定義

一時はランニングコストの高さから衰退したかに思われた植物工場関連技術は、近年の気候変動による異常気象の多発、植物によるバイオ医薬品製造などの高付加価値物質生産への注目、都市部マーケットでの製品の浸透、LED光源の普及によるランニングコストの低下など、様々な要因が重なり合うことで、再び高い注目を集めている。本領域には、究極の農業エンジニアリングを活用する、ICT活用型高付加価値志向農業ともいえる植物工場関連技術と、植物工場ならではの多彩な栽培環境を利用した植物の環境応答の研究開発が含まれる。

ポイント

- ・ 領域全体の論文数は2015年以降、増加傾向であり、国別では、2021年において、中国が1位で、欧州全体に僅差で迫っており、次いで米国（2位）、日本（3位）の順となっている。論文数上位機関では、千葉大学が4位につけており、健闘している。（図3.1-L2.3-1 a）、b）、図3.1-L2.3-3 b））
- ・ 2021年における被引用数がトップ10%の論文数は中国、欧州が格段に多いが、日本、米国、英国がそれぞれ僅差でそれに続いている（図3.1-L2.3-2d））。
- ・ この領域の論文執筆に携わる研究者数は論文数や高被引用論文数と相関があり、欧州、中国はほぼ同数で米国やその他の国々を大きく引き離している（図3.1-L2.3-3 c））。
- ・ 国別特許ファミリー件数シェアでは、中国が1位で圧倒的な数を占めているが、日本は2位の米国と僅差で3位である。Patent Asset Indexのシェアでは米国が1位であるが、2015年以降、中国が躍進して2位となり、日本はそれに続く3位である（図3.1-L2.3-4 b）、d））。

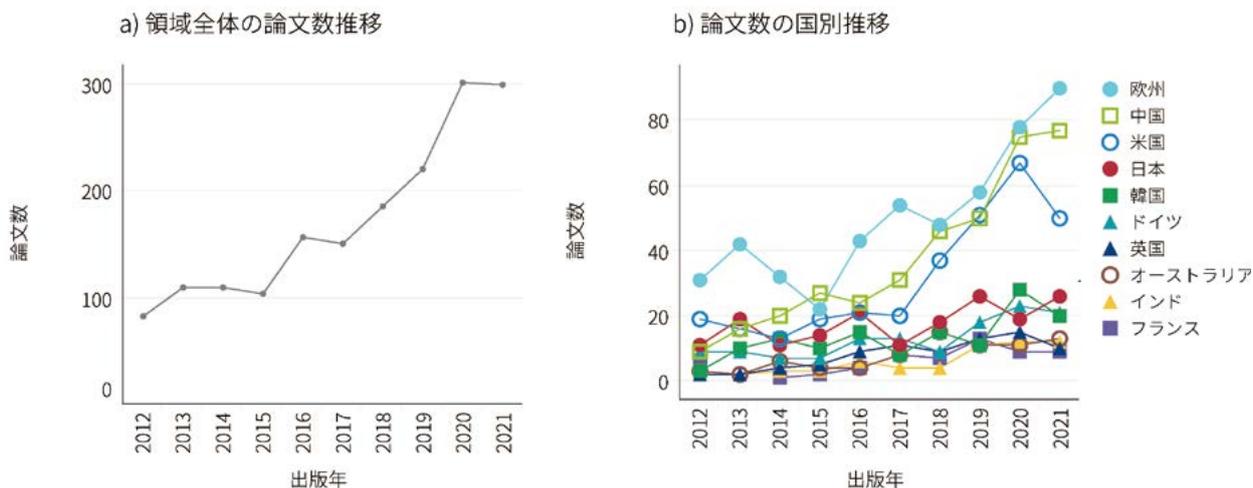


図3.1-L2.3-1 農業エンジニアリング領域における論文数の動向①

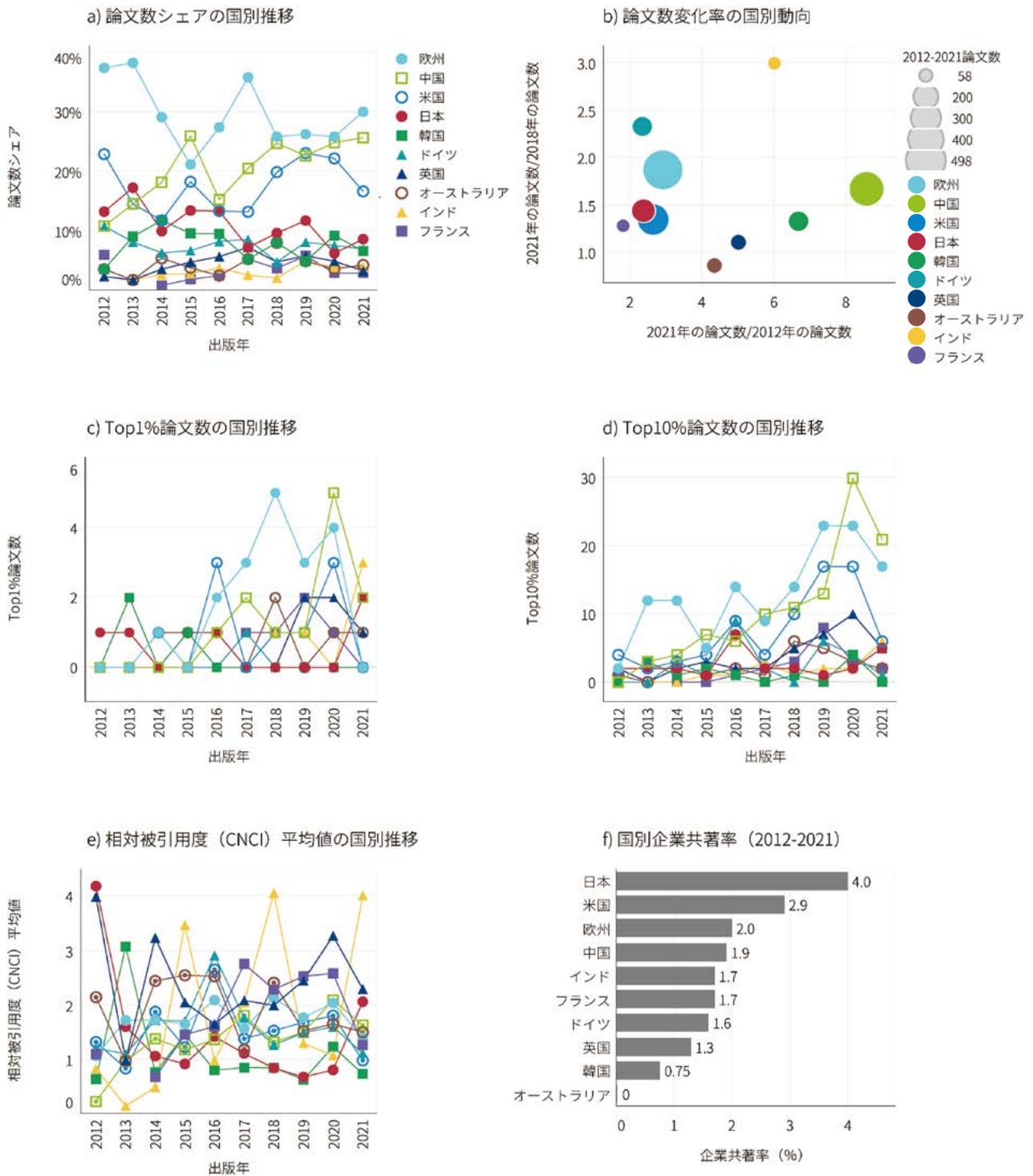


図3.1-L2.3-2 農業エンジニアリング領域における論文数の動向②

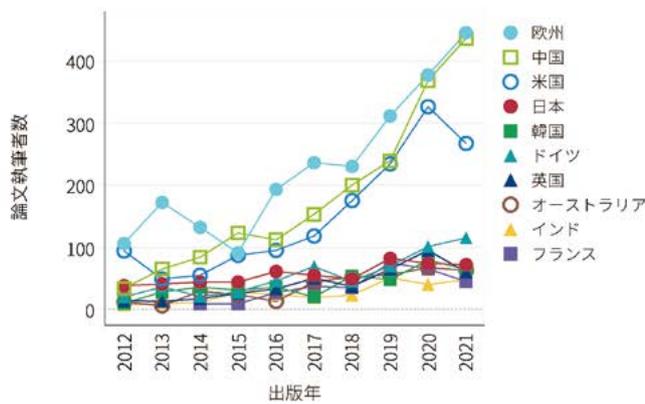
a) 各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	中国	欧州	米国	日本	韓国	ドイツ	英国	インド	フランス	カナダ	論文数 (件)
中国	\	2.9	15	2.1	0.53	2.1	2.7	0.53	0.53	0.53	376
欧州	3.2	\	8.9	0.86	1.2	6.3	4.9	0.29	4	0.86	349
米国	18	9.9	\	2.2	1.6	3.8	3.8	0.96	3.2	2.9	313
日本	4.5	1.7	4	\	2.3	1.1	1.7	1.7	0.57	0	176
韓国	1.5	3	3.8	3	\	0	0.75	2.3	0	0	133
ドイツ	6.2	17	9.3	1.6	0	\	3.1	0	3.9	2.3	129
英国	13	21	15	3.8	1.3	5	\	0	8.8	1.3	80
インド	3.4	1.7	5.1	5.1	5.1	0	0	\	0	0	59
フランス	3.5	24	17	1.7	0	8.6	12	0	\	1.7	58
カナダ	4.5	6.8	20	0	0	6.8	2.3	0	2.3	\	44

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
United States Department of Agriculture (USDA)	米国	1	55	0	11
China Agricultural University	中国	2	53	1	13
Chinese Academy of Agricultural Sciences	中国	3	44	2	11
Chiba University	日本	4	36	2	9
South China Agricultural University	中国	5	32	0	11
Seoul National University (SNU)	韓国	6	27	0	2
Osaka Metropolitan University	日本	7	26	0	0
University of Florida	米国	7	26	0	4
University of Nebraska Lincoln	米国	9	25	1	7
Institute of Environment & Sustainable Development in Agriculture, CAAS	中国	10	24	1	4
Rural Development Administration (RDA), Republic of Korea	韓国	10	24	1	2

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)

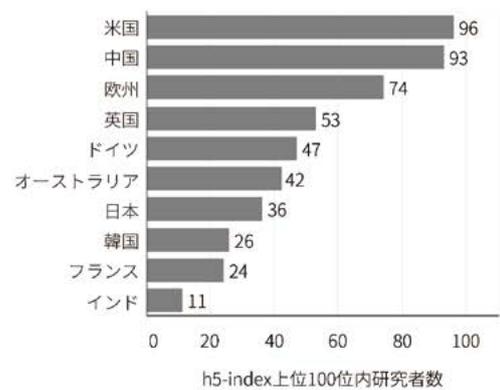


図3.1-L2.3-3 農業エンジニアリング領域における論文数の動向③

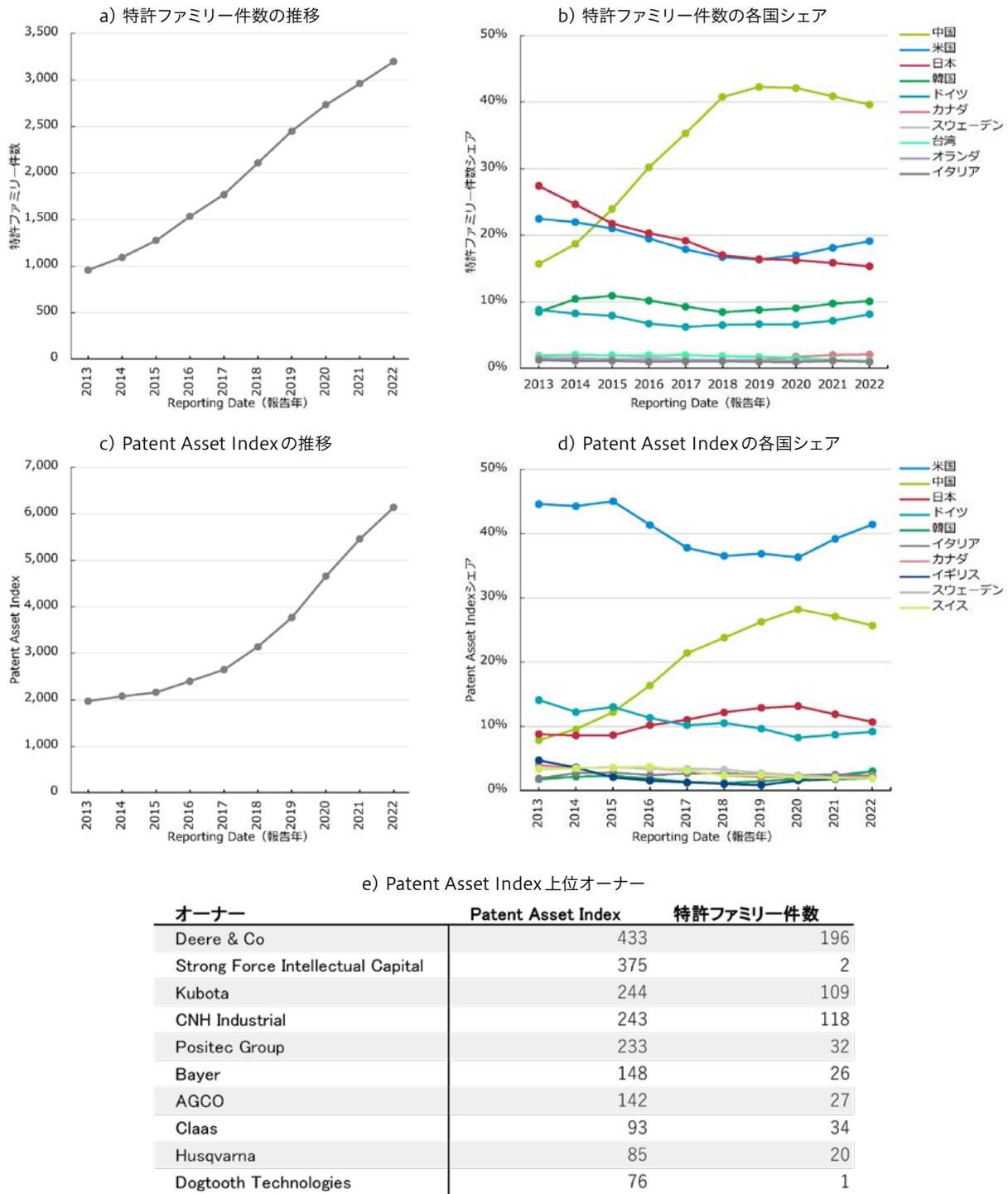


図 3.1-L2.3-4 農業エンジニアリング領域における特許数の動向

3.1.L2.4 植物生殖

領域の定義

藻類やシダ植物、裸子植物や被子植物と、長い進化の歴史を反映した広範な分類体系にわたる植物の生殖様式はきわめて多様であるが、本領域では生殖器官として、いわゆる「花」を用いる被子植物の生殖を中心に扱う。人類が食料として用いる植物の多くは被子植物に分類される。被子植物の生殖進化をモデルケースとした、動物とは対照的な生殖様式の成立要因の探索と、その進化の特異性、及び植物では広範にみられる交配を必要とせず、クローン種子を生産する現象である「アポミクシス」についても扱う。花という特別なユニットを基礎として、都合の良い繁殖システムを自由に往来することのできる「植物の自由度」を駆動してきた進化の様相を紐解き、その進化の理解に基づいた次世代の作物の新しいデザインを行う研究開発領域である。

ポイント

- ・ 領域全体の論文数は2012年以降、漸増しており、国別では中国と米国が僅差で1位、2位を占め、欧州全体に肉薄している。米国（2位）に次いで日本は3位につけている。（図3.1-L2.4-1 a）、b）
- ・ 被引用数がトップ10%の論文シェアは中国、欧州、米国がそれぞれ僅差で上位を占めており、日本の存在感は大きくない（図3.1-L2.4-2 d）。
- ・ この領域の論文執筆に携わる研究者数は論文数や高被引用論文数と相関があり、中国、欧州、米国がその他の国々を大きく引き離している（図3.1-L2.4-3 c）。
- ・ 国別特許ファミリー一件数シェアでは、米国が1位で圧倒的な数を占めており、その他の国は中国や日本を含め低迷している。Patent Asset Indexのシェアについても同様である。（図3.1-L2.4-4 b）、d）

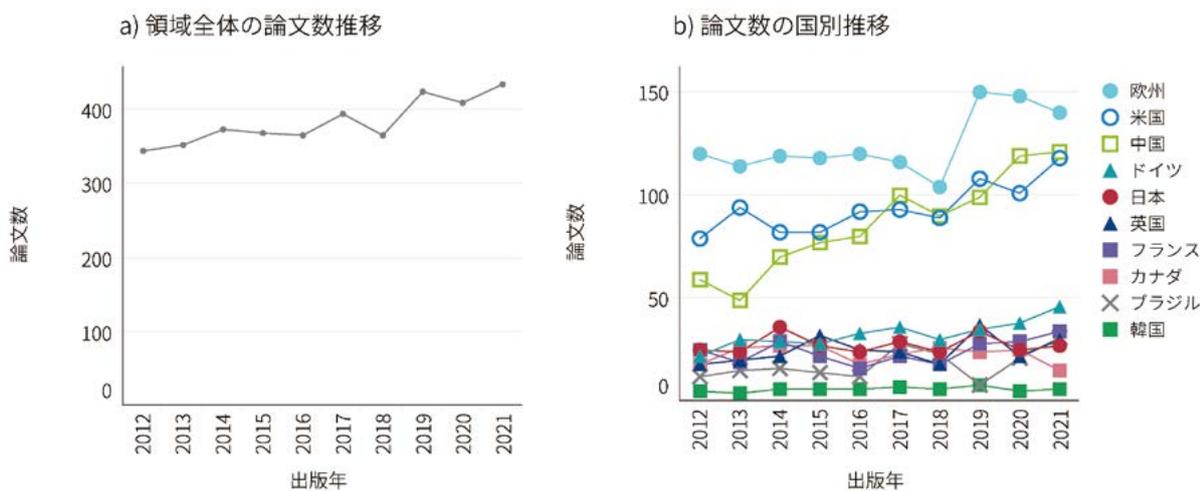


図3.1-L2.4-1 植物生殖領域における論文数の動向①

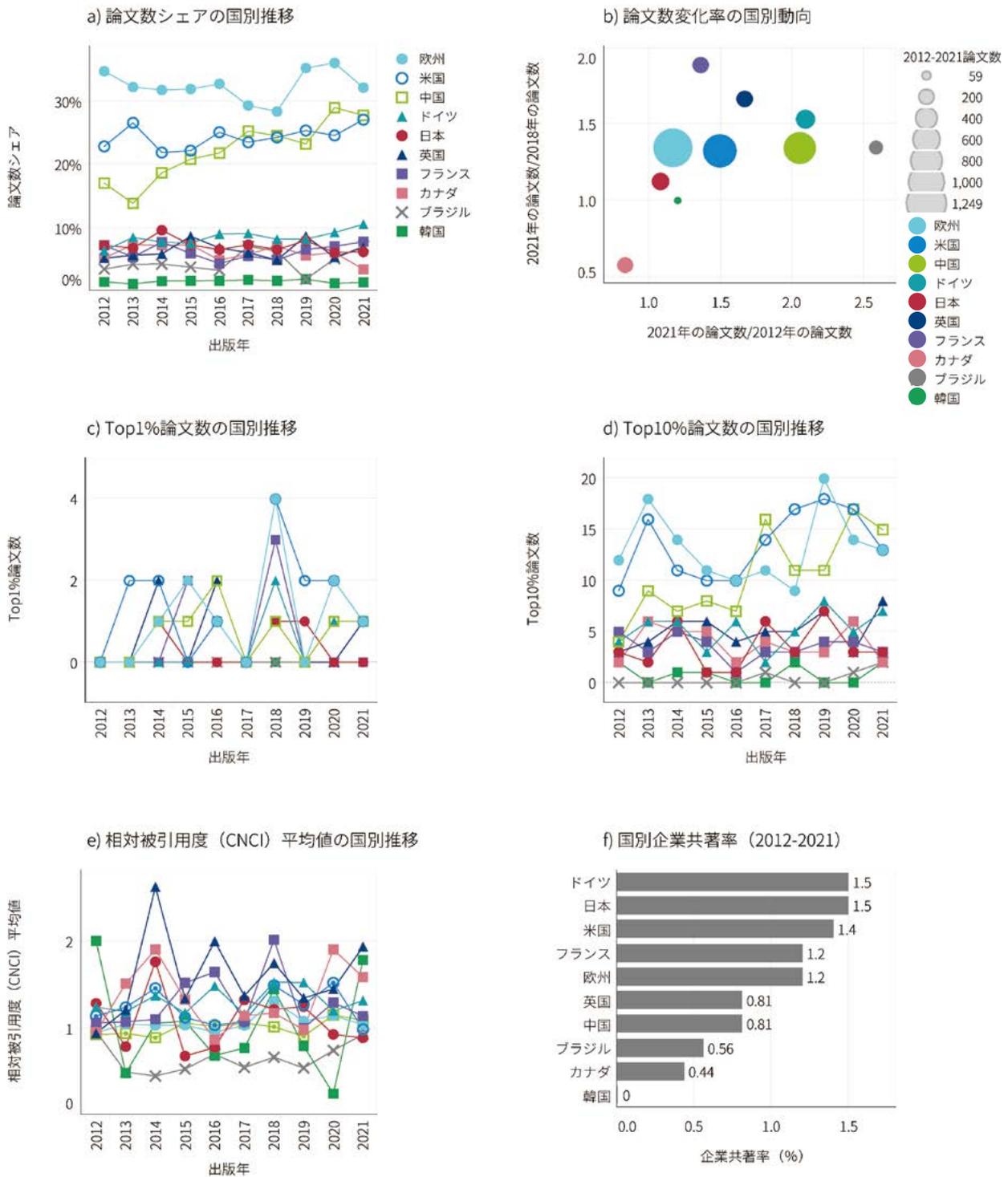


図 3.1-L2.4-2 植物生殖領域における論文数の動向②

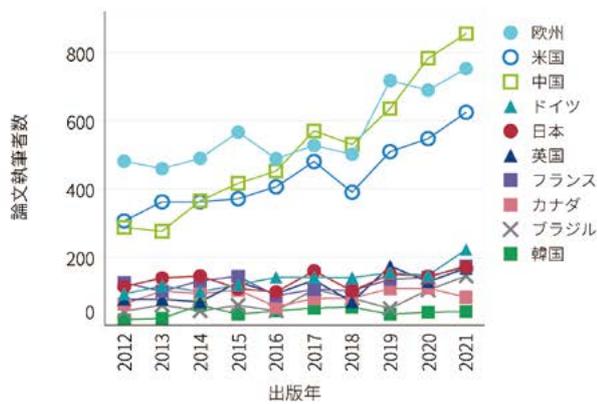
a) 各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	米国	欧州	中国	ドイツ	日本	英国	フランス	カナダ	インド	韓国	論文数 (件)
米国	\	12	14	6.5	3.7	4.6	4.8	6.9	0.85	1.3	938
欧州	13	\	4.4	12	3.1	9.4	9.2	4.2	0.8	0.34	874
中国	16	4.4	\	3.2	1.8	3.3	1.6	2.6	0.46	0.92	870
ドイツ	19	31	8.6	\	4.3	11	9.5	6.7	0.61	0.92	327
日本	13	9.8	5.8	5.1	\	6.2	2.2	2.9	0.73	2.2	275
英国	17	33	12	15	6.9	\	12	7.7	0.4	2	248
フランス	19	33	5.8	13	2.5	12	\	5.8	2.1	0.83	242
カナダ	28	16	10	9.6	3.5	8.3	6.1	\	0.44	0.44	229
インド	5.7	5	2.9	1.4	1.4	0.71	3.6	0.71	\	0	140
韓国	20	5.1	14	5.1	10	8.5	3.4	1.7	0	\	59

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	164	4	22
Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Tecnicas (CONICET)	アルゼンチン	2	75	0	3
United States Department of Agriculture (USDA)	米国	3	74	2	18
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	4	66	2	12
University of California Davis	米国	5	61	3	17
Universite de Montpellier	フランス	6	60	1	11
Chinese Academy of Agricultural Sciences	中国	7	58	0	10
University of Zurich	スイス	7	58	3	16
CNRS - Institute of Ecology & Environment (INEE)	フランス	9	56	1	10
Cornell University	米国	9	56	1	13
Nagoya University	日本	12	50	0	5

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)

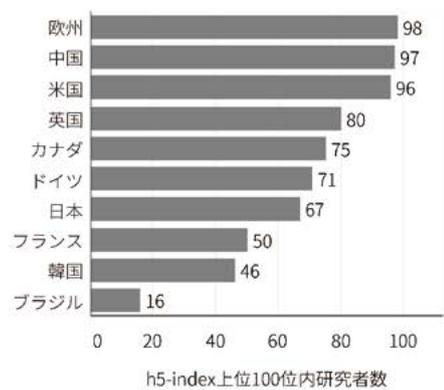


図 3.1-L2.4-3 植物生殖領域における論文数の動向③

3
アウトプットの分析
(研究開発領域別)

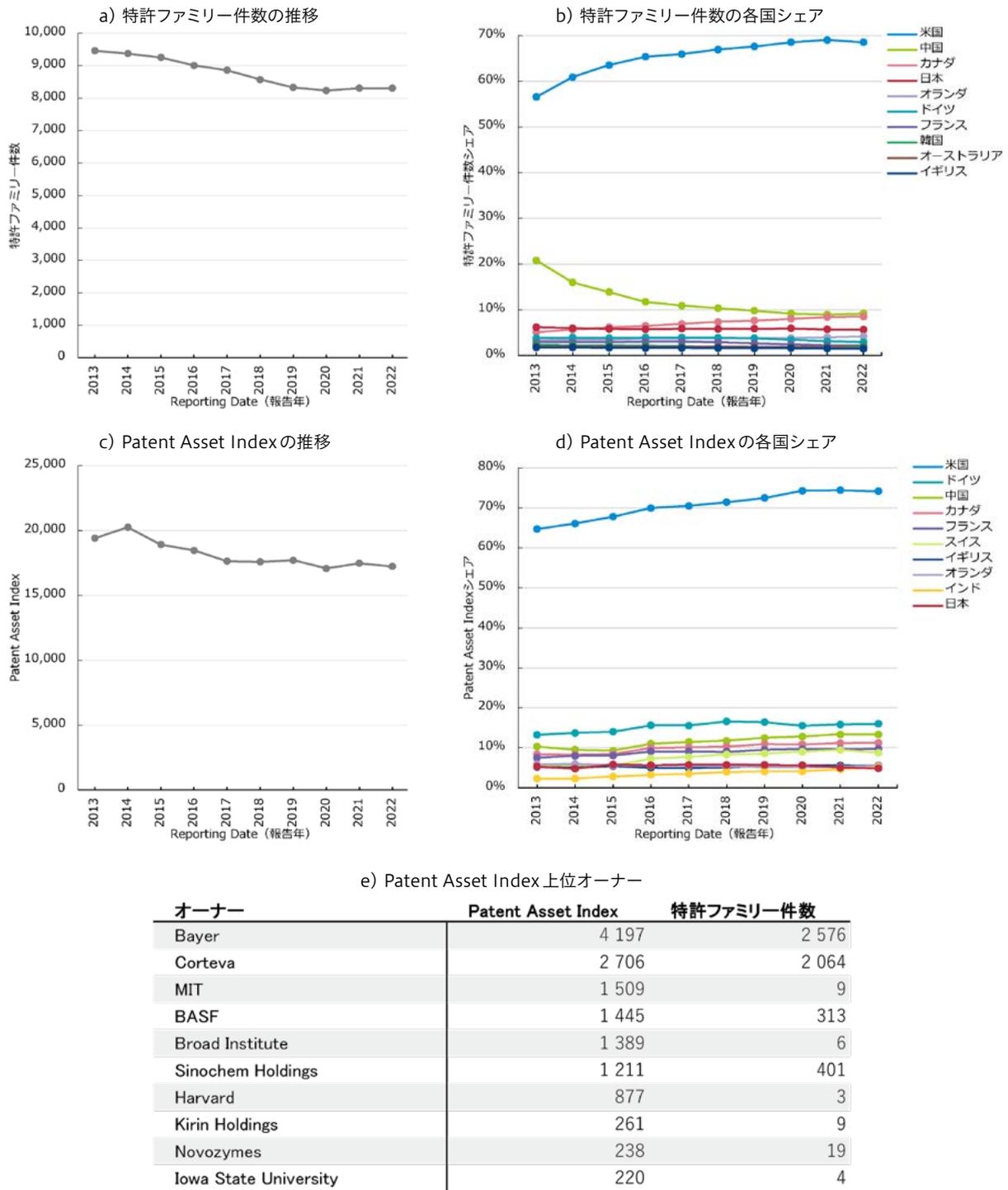


図3.1-L2.4-4 植物生殖領域における特許数の動向

3.1.L2.5 植物栄養

領域の定義

光合成による二酸化炭素の吸収・同化（炭素の獲得）は、植物生産の中心である。また、様々な生体内分子に含まれる元素で、多量必須元素となっている窒素やリンは、植物の光合成機能を直接支えている栄養元素である。本領域には、近年顕著な進展が見られる、生物的硝化抑制作用（Biological Nitrification Inhibition: BNI）を搭載した作物の開発、および植物体内における窒素獲得/リン獲得/光合成活性/成長速度等を調節するシグナル伝達ネットワークが含まれる。これら研究開発は、限られた資源を有効に活用し、持続可能な環境負荷の低い農業を目指す上で、極めて重要であるとされている。

ポイント

- ・ 領域全体の論文数は2015年以降、増加傾向であり、2021年の国別論文数では中国が最多で、欧州、米国に次いで、農業大国であるブラジルが続いている（図3.1-L2.5-1 a)、 b)、図3.1-L2.5-3 a)）。
- ・ 被引用数がトップ10%の論文数は中国が格段に多く、欧州、米国がそれに続いている。論文数上位機関は中国や米国の国研に続き、ブラジルの研究機関がランクインしている。（図3.1-L2.5-2d)、図3.1-L2.5-3b)）
- ・ 国別特許ファミリー件数シェアでは、中国が1位で圧倒的な数を占めているが、Patent Asset Indexのシェアでは米国と中国が2強である（図3.1-L2.5-4 b)、 d)）。

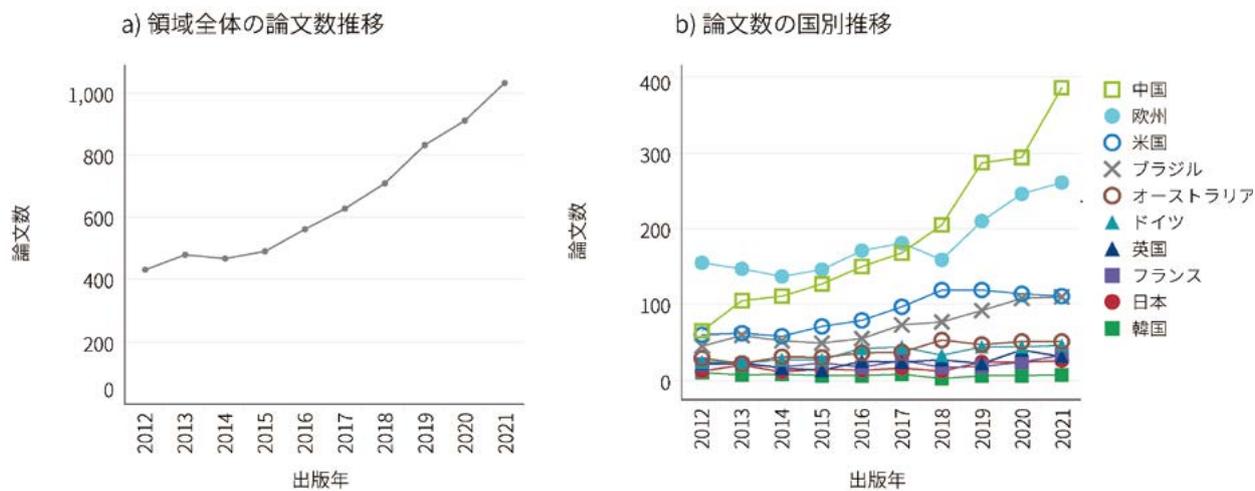


図3.1-L2.5-1 植物栄養領域における論文数の動向①

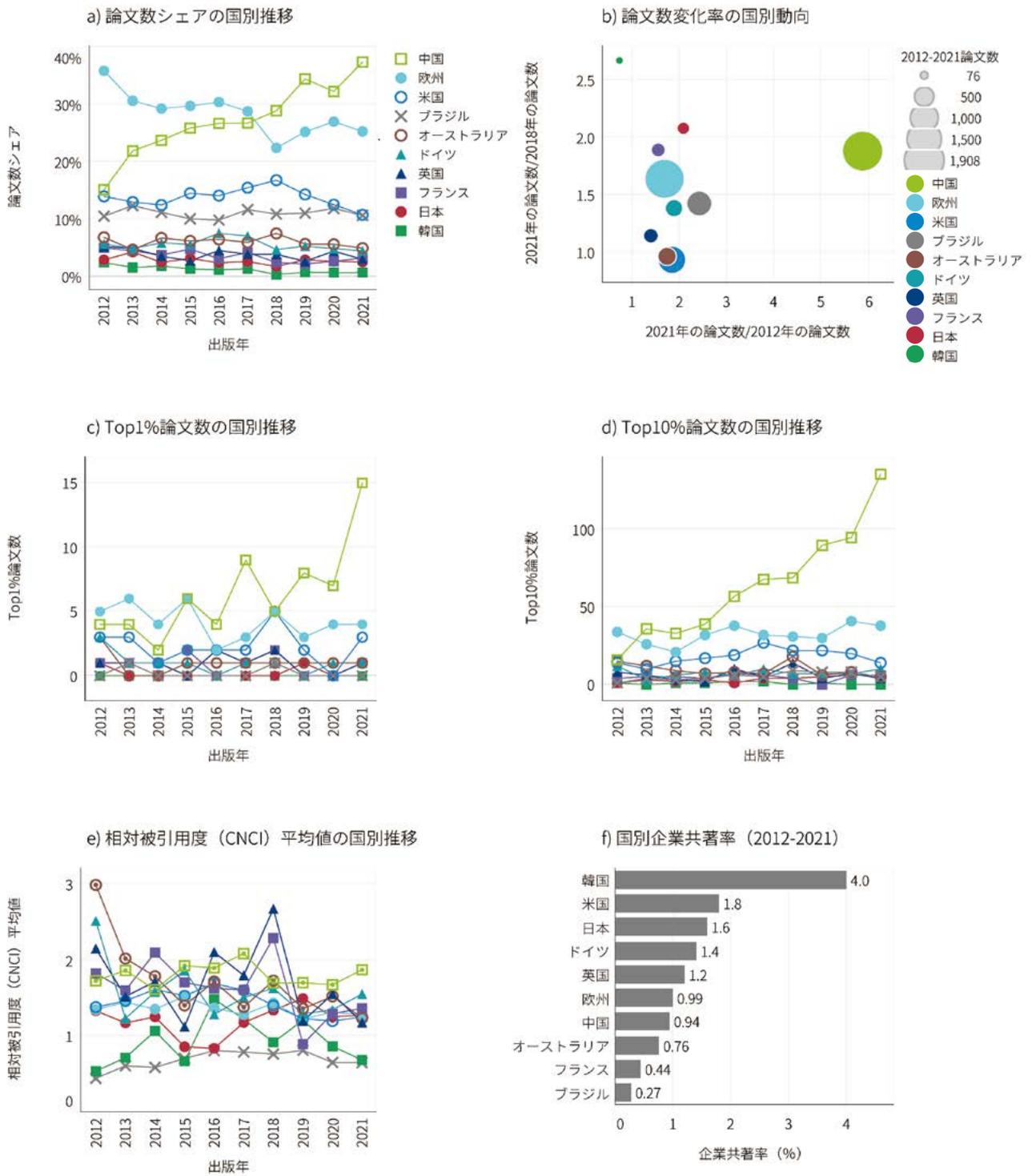


図 3.1-L2.5-2 植物栄養領域における論文数の動向②

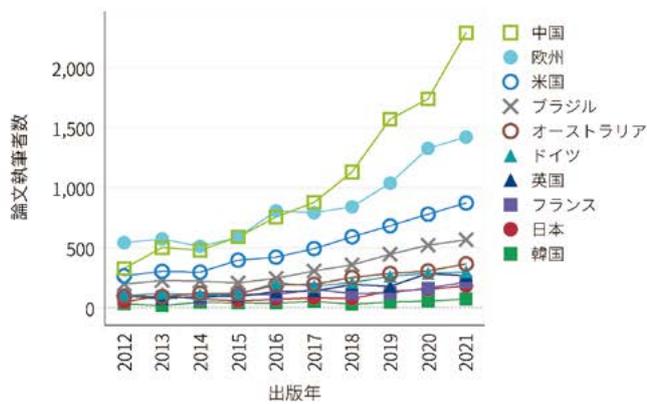
a) 各国間の共著率 (2012-2021)

(%)	中国	欧州	米国	ドイツ	インド	英国	フランス	カナダ	日本	韓国	論文数 (件)
中国	\	4	8.4	2.4	0.63	1.7	0.78	2.5	2.4	0.52	1,916
欧州	5.6	\	5.8	6.6	1.2	5.5	3.3	1.4	0.72	0.22	1,380
米国	18	8.9	\	3.4	2.2	2.3	2.9	3.1	1.4	2.1	900
ドイツ	12	25	8.5	\	1.7	7.4	5.5	1.4	2.8	1.1	364
インド	3.5	5	5.9	1.8	\	2.9	1.5	0.29	2.6	1.2	341
英国	13	30	8.3	11	4	\	8.7	1.6	2.8	0	253
フランス	6.6	20	11	8.8	2.2	9.7	\	4.4	1.8	0	227
カナダ	22	8.7	13	2.3	0.46	1.8	4.6	\	0.92	1.4	218
日本	25	5.5	7.1	5.5	4.9	3.8	2.2	1.1	\	3.3	183
韓国	13	4	25	5.3	5.3	0	0	4	7.9	\	76

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
Chinese Academy of Agricultural Sciences	中国	1	165	6	57
United States Department of Agriculture (USDA)	米国	2	156	3	27
Universidade Estadual Paulista	ブラジル	3	144	1	19
China Agricultural University	中国	4	138	6	56
Beijing University of Technology	中国	5	128	1	63
Indian Council of Agricultural Research (ICAR)	インド	5	128	3	14
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA)	ブラジル	7	127	0	10
University of Chinese Academy of Sciences, CAS	中国	8	118	6	44
Northwest A&F University - China	中国	9	117	7	49
Universidade de Sao Paulo	ブラジル	10	103	0	14
Japan International Research Center for Agricultural Sciences	日本	52	32	0	5

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)

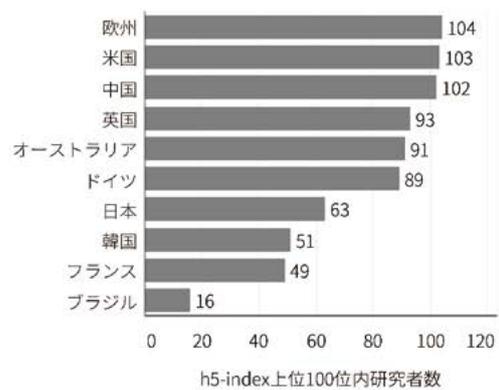


図 3.1-L2.5-3 植物栄養領域における論文数の動向③

3
アウトプットの分析
(研究開発領域別)

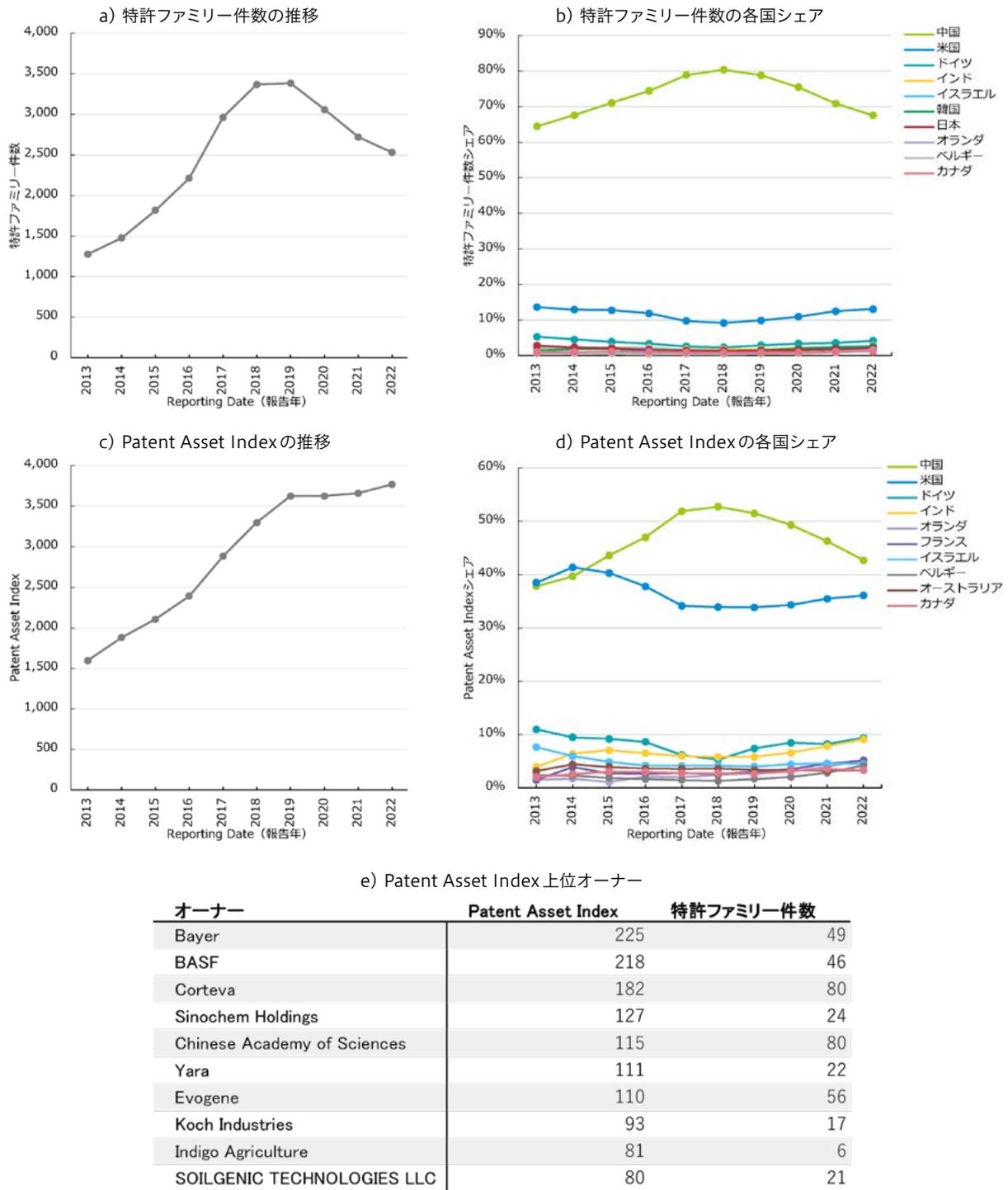


図3.1-L2.5-4 植物栄養領域における特許数の動向