

ニーズ即応型技術動向調査
「バイオレメディエーション」

(令和2年度機動的ミクロ調査)

令和2年12月
特許庁

1. 技術概要

- バイオレメディエーションは、微生物等の働きを利用して汚染物質を分解等することによって土壌・地下水等の環境汚染の浄化を図る技術のことをいう。
- 多様な汚染物質への適用可能性を有し、低コストで広範囲に及ぶ汚染の浄化が可能、投入エネルギーが少ない、浄化に伴う環境負荷が少ない等から、浄化の主要技術の一つと考えられている。その一方で、物理化学的な処理プロセスに比べて浄化に時間がかかる、複数の汚染物質が含まれる場合の浄化が難しい、環境中での微生物利用に対する安全性への不安等の課題がある。
- バイオレメディエーションには、以下の技術がある。
 - 「バイオスティミュレーション」 栄養物質等又は酸素を加えて浄化場所に生息している微生物を活性化することにより浄化を行う
 - 「バイオオーグメンテーション」 浄化場所に汚染物質の分解能力を持った微生物がわずかし
か存在しない場合、大量培養した微生物を外部から投入することにより浄化を行う
 - 「ファイトレメディレーション」 植物を利用して土壌の浄化等を行う
- 近年では、ダイオキシン類などの難分解性有機汚染物質の分解や重金属の処理に対する応用研究も活発に行われており、また、リスクやコストに加え最近では、外部環境負荷（環境面）を低減しつつ、社会面、経済面を含めた浄化の意思決定を推進する考え方（サステイナブル・レメディエーション（Sustainable Remediation））をベースに、より持続可能な土壌汚染対策を目指す取り組みが進んでいる。

2. 市場動向

- バイオレメディエーション関連技術の主な浄化対象物質としては、ベンゼン等の石油系炭化水素、トリクロロエチレン等の炭化水素系溶剤、殺虫剤・防腐剤、ダイオキシン等のその他残留性有機汚染物質、重金属等が挙げられる。
- 油類・VOC（ベンゼンやトリクロロエチレンなどの揮発性有機化合物）や重金属のバイオレメディエーション関連技術による浄化は、数社で実用・事業化されている。

市場	浄化対象物質	浄化方法	会社名					
			大成建設	フジタ	日鉄エンジニアリング	竹中工務店	鹿島建設	住友林業緑化
・工場 ・事業場 ・ガソリンスタンド	油類・VOC	バイオスティミュレーション又はバイオオーグメンテーション	○	○	○	○	○	—
		ファイトレメディエーション	—	—	—	—	—	○
・メッキ工場 ・選鉱精錬所 ・石炭ガス精製工場	重金属	バイオスティミュレーション又はバイオオーグメンテーション	○	—	○	—	—	—
		ファイトレメディエーション	—	○	—	—	—	—

出所：各社のホームページを基に作成

3. 政策動向

- 日本では、土壌・地下水汚染問題に対して国民の安全と安心の確保を図るため、2002年5月に土壌汚染対策を実施することを内容とする「土壌汚染対策法」が公布された。
- 経済産業省及び環境省が公示した「微生物によるバイオレメディエーション 利用指針」にて、バイオオーグメンテーションを実施する際の安全性の確保に万全を期すために、生態系等への影響に配慮した適正な安全性評価手法及び管理手法等のための基本的要件の新たな考え方が示された。
- 中国では、2016年に環境保護部において土壌汚染防止計画（土十条）を制定し、2020年までの安全利用率（汚染された耕作地の安全な利用率）などのミッションを掲げ、2030年はさらに高い目標値を設定している。

国内機関の状況（各機関のホームページ等を基に作成）

管轄機関	政策・プロジェクト名	時期、予算
経産省 環境省	「微生物によるバイオレメディエーション 利用指針」公示	2005年3月
東京都 産総研	「土壌汚染対策における環境負荷評価手法ガイドライン」公表	2015年3月
産総研	「サステナブル・レメディエーション・コンソーシアム」設立	2016年2月
	「SuRF-JAPAN」設立	2016年6月
NEDO	「土壌汚染等修復技術開発」他3件	1995～2011年度 【プロジェクト全 30.19億円
JST	【A-STEP】「汚染土壌の浄化手法の開発とその応用」（香川大学）他1件	2014年度
	【SICP】生物機能を強化した水環境のバイオレメディエーション（東京農工大学）他1件	2008～2011年度
	【J-RAID】「水害地域における網羅的な微生物解析と多環芳香族炭化水素の室内分解試験によるバイオレメディエーションポテンシャル調査」（製品評価技術基盤機構）	2012年度
環境省	【コスト・低負荷型土壌汚染調査対策技術検討調査】「クロロエチレン類を対象とする加温併用型、バイオオーグメンテーション工法」（竹中工務店）	2020年度 年間2,500万円
JSPS	【科学研究費助成事業】微生物共生系を活用した土壌吸着クロロエチレン類の革新的浄化手法の確立（産総研）他8件	2018～2023年度 【プロジェクト全 1.5億円

海外機関の状況（海外機関のホームページに掲載の資料を基に作成）

国	管轄機関	政策・プロジェクト名	時期、予算
米国	EPA	Superfund Remedial Program (Cleaning Up Contaminated Sites)	FY2021 : 4.823 億ドル
	DOE	cleanup activities at the Oak Ridge site, including continued slab and soil remediation	FY2021 : 4.32 億ドル
欧州	EU	【Horizon 2020】 ” Soil bioremediation through flagellated bacteriae” 等、12テーマ	2016～2024年 : 3644 万ユーロ
中国	環境保護部	「土壌汚染防止計画（土十条）」制定	2016年
	国务院	“汚染された農地を安全に使用するためにバイオレメディエーションを実施” 等、3件	2013～2019年
	科学技術部	“農産物の生息地管理と高品質の分子検出技術” 等、4件の研究テーマにバイオレメディエーション関連技術が含まれる。	2007～2008年
韓国	韓国政府	「第4次科学技術基本計画（2018年～2023年）」に“土壌・地中環境汚染管理技術”が含まれる。	2018～2023年

4-(1). 母集団検索式、検索条件、技術区分別検索式

- 調査期間
特許文献 2012年～2018年（優先権主張ベース） 非特許文献 2010年～2020年（発行年ベース）
- 使用DB
特許文献 Derwent Innovation（キーワード作成のためJapio-GPG/FX） 非特許文献 Web of Science
- 特許文献の母集団および技術区分の検索式

特許文献の母集団の検索式（Derwent Innovation）

番号	IPC,または 関連ワード	検索クエリー
L1	最先優先権主張年	((PRD:[20120101 TO 20181231] OR PD:[20120101 TO 20181231]) NOT PRD:[* TO 20111231])
L2	調査対象国(地域)	CC=(JP or US or EP or DE or FR or GB or AT or CH or YU or CS or CY or CZ or BE or BG or IS or IT or LT or LU or LV or MC or MT or DD or DK or EE or ES or FI or GR or SI or PL or PT or SE or SK or RO or RS or SM or HR or HU or NL or NO or IE or TR or CN or KR or WO)
L3	(1) B09C1/10:汚染土壌の再生(微生物学的手法あるいは酵素を利用するもの)	(AIC=(B09C000110) or FIC=(B09C000110))
L4	(2) B09B3/00:固体廃棄物の破壊あるいは固体廃棄物の有用物化もしくは無害化	(AIC=(B09B000300) or FIC=(B09B000300))
L5	(3) C02F3/00-3/34:水、廃水または下水の生物学的処理	(AIC=((C02F000300) or (C02F000302) or (C02F000304) or (C02F000306) or (C02F000308) or (C02F000310) or (C02F000312) or (C02F000314) or (C02F000316) or (C02F000318) or (C02F000320) or (C02F000322) or (C02F000324) or (C02F000326) or (C02F000328) or (C02F000330) or (C02F000332) or (C02F000334) or (C02F000336) or (C02F000338) or (C02F000340) or (C02F000342) or (C02F000344) or (C02F000346) or (C02F000348) or (C02F000350) or (C02F000352) or (C02F000354) or (C02F000356) or (C02F000358) or (C02F000360)) or FIC=((C02F000300) or (C02F000302) or (C02F000304) or (C02F000306) or (C02F000308) or (C02F000310) or (C02F000312) or (C02F000314) or (C02F000316) or (C02F000318) or (C02F000320) or (C02F000322) or (C02F000324) or (C02F000326) or (C02F000328) or (C02F000330) or (C02F000332) or (C02F000334)))
L6	(4) C02F11/02-11/04:汚泥の処理;そのための装置(生物学的処理)	(AIC=((C02F001102) or (C02F001104)) or FIC=((C02F001102) or (C02F001104)))
L7	(5) A62D3/02:物質の化学変化の影響により有害な化学剤を無害にするまたはより有害でなくする方法(生物学的処理によるもの、すなわち、酵素又は微生物を用いた方法)	(AIC=(A62D000302) or FIC=(A62D000302))
L8	(6) B09C1/02-1/08:汚染土壌の再生(1)以外のB09C)	(AIC=((B09C000102) or (B09C000104) or (B09C000106) or (B09C000108)) or FIC=((B09C000102) or (B09C000104) or (B09C000106) or (B09C000108)))
L9	(7) C12N:微生物または酵素 FI: C12N	(AIC=(C12N) or FIC=(C12N))
L10	(8) 微生物、菌関連ワード(要約、請求項、名称) (微生物+細菌+分解菌+菌体+菌株+菌叢+菌種+菌属+菌類+細胞+酵素+植物+藻類+藻属+藻種+輪藻+緑藻+緑虫藻+褐藻+紅藻+藍藻)	CTB=(microorganism* or micro adj organism* or microbiome or microbial or bacteria or bacterium or microbe* or aerobes or enzyme* or anaerobes or algae or alga or "green algae" or "brown algae" or "red algae" or "blue green algae" or fungi)
L11	(9) G21F9/00-9/36:放射性汚染物質の処理	(AIC=(G21F0009) or FIC=(G21F0009))
L12	(10) E02D3/00-3/12:地盤または岩盤の改良または保持	(AIC=(E02D0003) or FIC=(E02D0003))

番号	IPC,または 関連ワード	検索クエリー
L13	(11) バイオレメディエーション関連ワード(全文)	ALL=(bioremediation or bio adj remediation or bioaugmentation or bio adj augmentation or biostimulation or bio adj stimulation or phytoremediation or phyto adj remediation or phytoextraction or phytodegradation or phytostabilization or phytostimulation or phytotransformation or phytovolatilization or rhizofiltration or rhizodegradation or bioventing or biopile or landfarming or land adj farming or biosparging)
L14	(12) バイオレメディエーション関連ワード(タイトル、要約、請求項)	CTB=(bioremediation or bio adj remediation or bioaugmentation or bio adj augmentation or biostimulation or bio adj stimulation or phytoremediation or phyto adj remediation or phytoextraction or phytodegradation or phytostabilization or phytostimulation or phytotransformation or phytovolatilization or rhizofiltration or rhizodegradation or bioventing or biopile or landfarming or land adj farming or biosparging)
L15	(13) モニタリング・制御関連ワード(タイトル、要約、請求項)	CTB=(monitor* or environment* adj evaluat* or environment* adj assessment* or risk adj assessment* or risk adj evaluat* or redox adj potential* or environment* adj criteria or environment* adj based adj criteria or dissolved adj oxygen or measured adj value* or remediation* adj period or remediation* adj target* or target* adj value*)
L16	(14) リサイクル(資源回収)関連ワード(タイトル、要約、請求項)	CTB=(recycl*) or CTB=(resource* near5 (recover* or collect*)) or CTB=(heavy adj metal* near5 (recover* or collect*)) or CTB=(useful adj material* near5 (recover* or collect*)) or CTB=(residue* near5 (recover* or collect*)) or CTB=(contaminant* near5 (recover* or collect*)) or CTB=(pollutant* near5 (recover* or collect*))
L17	{(2)+(3)+(4)}×{(11) バイオレメディエーション関連ワード(全文)}	(L4 OR L5 OR L6) AND L13
L18	{(7)+(13)+(14)}×{(12) バイオレメディエーション関連ワード(タイトル、要約、請求項)}	(L9 OR L15 OR L16) AND L14
L19	{(5)+(6)+(9)+(10)}×{(8) 微生物、菌関連ワード(タイトル、要約、請求項)}	(L7 OR L8 OR L9 OR L12) AND L10
L20	母集団	L1 AND L2 AND (L3 OR L17 OR L18 OR L19)

9,544件（公報件数）

上記母集団から以下の技術区分に基づきバイオレメディエーション関連技術の抽出を行った

- * 浄化対象物質
石油系炭化水素、炭化水素系溶剤、殺虫剤・防腐剤、その他残留性有機汚染物質、重金属等
- * 微生物・植物
好気性微生物、嫌気性微生物、植物
- * 添加物質
栄養物質、酸素供給物質、その他添加物質
- * モニタリング・制御等
モニタリング・制御、リサイクル

4-(2). 各技術区分別検索式

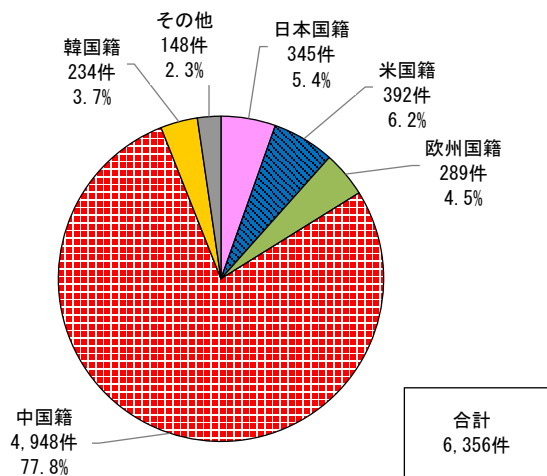
■ 前記母集団から各技術区分（浄化対象物質・微生物・植物・添加物質・モニタリング・制御等）に対する絞り込み検索式

技術区分	小区分	検索クエリー	母集団との積	技術区分	小区分	検索クエリー	母集団との積	技術区分	小区分	検索クエリー	母集団との積
1. 「浄化対象物質」	(1) 「石油系炭化水素」	CTB=(petroleum adj hydrocarbon* or petroleum adj based adj hydrocarbon* or petroleum adj type adj hydrocarbon* or benzene or toluene or xylene or ethyl adj benzene or aromatic adj hydrocarbon* or polycyclic adj aromatic adj hydrocarbon* or poly adj aromatic adj hydrocarbon* OR PAH or naphthalene or phenanthrene OR volatile ADJ organic ADJ compound* OR VOC OR VOCs OR crude ADJ oil OR heavy ADJ oil OR light ADJ oil OR asphalt OR creosote OR (petroleum OR jet) ADJ fuel OR gasoline OR kerosene OR benzo[a]pyrene OR benzo[e]pyrene OR benzopyrene OR C20H12 OR BTEX)	1,455	2. 「微生物・植物」	(1) 「好気性微生物」	CTB=(aerobic adj bacteria or aerobic adj bacterium or aerobic adj microbe* or aerobic adj microorganism* or aerobes or methane adj oxidizing adj bacteria or methane adj oxidizing adj bacterium or methane adj oxidizing adj enzyme* or Methylocystis or Acinetobacter or hydrocarbon adj degrading adj bacterium or hydrocarbon adj degrading adj bacteria or hydrocarbon adj degrading adj enzyme* or Azo adj arcus or Azo adj arcus or toluene adj degrading adj bacterium or toluene adj degrading adj bacteria or toluene adj degrading adj enzyme* or Rhodococcus or Gordonia or Janibacter or phenol adj degrading adj bacteria or phenol adj degrading adj bacterium or phenol adj degrading adj enzyme* or Pseudomonas or Sphingomonas or Burkholderia or Terrabacter or dioxin adj decomposing adj bacteria or dioxin adj degrading adj microbe* or dioxin adj decomposing adj bacterium or dioxin adj degrading adj bacterium or dioxin adj degrading adj enzyme* or Geobacillus adj midsoujii)	1,604	(2) 「酸素供給物質」	(2)	(TI=(supply OR supplied OR supplies OR supplying OR injection OR injecting OR inject OR injected OR blowing OR blow OR blown OR introduce OR introduction OR introducing OR introduced OR aeration OR aerated OR aerating OR oxidizing OR oxidant OR oxidize OR oxidized OR contact OR contacting OR contact OR feeding OR fed OR feed OR sparging OR sparge OR sparged OR activating OR activate OR activated OR direct OR directing OR directed) NEAR10 (oxygen OR air OR oxygenated gas) OR ("hydrogen peroxide" OR "potassium permanganate" OR "sodium persulfate" OR "oxygen releasing agent" OR "oxygen releasing agents" OR "oxygen release agent" OR "oxygen release agents" OR "calcium peroxide")) OR ABO=(supply OR supplied OR supplies OR supplying OR injection OR injecting OR inject OR injected OR blowing OR blow OR blown OR introduce OR introduction OR introducing OR introduced OR aeration OR aerated OR aerating OR oxidizing OR oxidant OR oxidize OR oxidized OR contact OR contacting OR contact OR feeding OR fed OR feed OR sparging OR sparge OR sparged OR activating OR activate OR activated OR direct OR directing OR directed) NEAR10 (oxygen OR air OR oxygenated gas) OR ("hydrogen peroxide" OR "potassium permanganate" OR "sodium persulfate" OR "oxygen releasing agent" OR "oxygen release agent" OR "oxygen release agents" OR "calcium peroxide")) OR CL=(supply OR supplied OR supplies OR supplying OR injection OR injecting OR inject OR injected OR blowing OR blow OR blown OR introduce OR introduction OR introducing OR introduced OR aeration OR aerated OR aerating OR oxidizing OR oxidant OR oxidize OR oxidized OR contact OR contacting OR contact OR feeding OR fed OR feed OR sparging OR sparge OR sparged OR activating OR activate OR activated OR direct OR directing OR directed) NEAR10 (oxygen OR air OR oxygenated gas) OR ("hydrogen peroxide" OR "potassium permanganate" OR "sodium persulfate" OR "oxygen releasing agent" OR "oxygen release agent" OR "oxygen release agents" OR "calcium peroxide")) NOT (TI= (grouting OR (soil adj fixing) OR (soil adj fixation) OR (soft adj soil)))	1,184
	(2) 「炭化水素系溶剤」	CTB=(halogenated adj hydrocarbon* or halogenated adj hydrocarbon adj solvent* or trichloroethylene or trichlene or trichloroethene or TCE or tetrachloroethylene or perchloroethylene or perclene or ethylene tetrachloride or tetrachloroethene or PCE or dichloromethane or methylen adj dichloride or methylen adj chloride or carbon adj tetrachloride or CC14 or tetrachloromethane OR chlorine ADJ solvent OR organochlorine ADJ compound* OR dichloroethane OR C2H4Cl2 OR dichloroethene C2H2Cl2 OR DCE OR polyvinylidene ADJ chloride OR PVDC OR trichloroethane OR C2H3Cl3 OR dichloropropene OR C3H4Cl2 OR chloroethylene OR chloroethan OR C2H5Cl)	250		(2) 「嫌気性微生物」	CTB=(anaerobic adj bacteria or anaerobic adj bacterium or anaerobic adj microbe or anaerobic adj microbes or anaerobic adj microorganism* or anaerobes OR Methanosarcina or Desulfomoniella or Acetobacterium or Desulfitobacterium or Dehalobacter or Dehalospirillum or PCE adj decomposing adj bacteria or PCE adj degrading adj microbe* or PCE adj decomposing adj bacterium or PCE adj degrading adj bacterium or PCE adj degrading adj bacteria or PCE adj degrading adj enzyme* or Clostridium or chlorinated adj ethylene adj decomposing adj bacteria or chlorinated adj ethylene adj degrading adj bacterior or chlorinated adj ethylene adj degrading adj enzyme* or Dehalococcoides or Sulfurospirillum)	370				
	(3) 「殺虫剤・防汚剤」	CTB=((preservative* or disinfectant* or antiseptic* or insecticide* or pesticide* or pesticidal or insecticidal or antifungal or antimicrobial or bactericid* or fungicide* or microbicide* or antibacterial or germicid* or sterilizer or sterilant*) NEAR (pesticide OR residu* OR remov*) or agricultural adj chemical* or agrochemical* or pentachlorophenol or PCP or pentachlorohydroxybenzene or hexachloride or hexachlorobenzene or BHC OR carbamate OR thiuram OR aldicarb OR triazine OR simazine OR atrazine OR thiocarbamate OR thioencarb OR diazinon OR parathion ADJ methyl OR coumaphos OR glyphosate OR dieldrin OR aldrin OR dinoseb OR dichlorodiphenyltrichloroethane OR DDT OR dichlorophenoxyacetic ADJ acid OR trichlorophenoxyacetic ADJ acid OR hexachlorophene)	421		(3) 「植物」	CTB=(remediation NEAR99 (plant* OR algae or alga or green adj algae or brown adj algae or red adj algae or blue adj green adj algae or corn or maize or sunflower or soybean or rice))	1,165				
	(4) 「その他残留性有機汚染物質」	CTB=(organic adj contaminant* or organic pollutant* or toxic adj substance* or harmful substance* or harmful material* or residual adj contaminant* or residual adj pollutant* or residual adj organic contaminant* or residual adj organic adj pollutant* or polychlorinated adj biphenyl or polychlorobiphenyl or PCB or dioxin* OR poly adj chlorinated adj biphenyl OR phenol OR ethylene ADJ oxide OR methyl ADJ tert ADJ buthyl ADJ ether OR MTBE OR dioxin* OR endocrine ADJ disruptor)	926		(1) 「栄養物質」	CTB=((nutritive adj substance* or nutritional adj substance* or nutrient or nutrients or nitrogen or phosphor or minera* OR toluen OR toluol OR C7H8 OR propane OR C3H8 OR methane OR CH4 OR co ADJ metabolic ADJ oxidant OR (addition OR suppl*) ADJ4 substance* OR ammonia OR NH3 OR urea OR CHAN20 OR ammonium ADJ nitrite OR NH4NO3 OR ammonium ADJ phosphate OR fertilizer) NOT ((remove OR removing OR reduce OR reduction) ADJ10 (nitrogen OR phosphor))) NOT (TI= (grouting OR (soil adj fixing) OR (soil adj fixation) OR (soft adj soil) OR (sand adj soil) OR (sandy adj soil) OR sensor OR denitrification))	3,968				
	(5) 「重金属等」	CTB=(heavy adj metal or hexavalent or chromium or chromium(VI) or Cr(VI) or Cr6* or cyanide* or mercur* or Hg or cadmium or Cd or radioactive or radioactive adj material* or radioactive adj substance* or radioactive adj waste* or radioactive contaminant* or radioactive element* OR Pb arsenic OR (arsenic OR arsenous OR arsenious) ADJ acid OR selenium OR Se OR mangan OR manganese OR Mn OR cobalt OR copper OR Cu OR nickel OR Ni OR zinc OR Zn OR flourine OR boron OR cyanide)	3,970								
4. 「モニタリング・制御等」	(1) 「モニタリング・制御」	CTB=(monitor* or environment* adj evaluat* or environment* adj assessment* or risk adj assessment* or risk adj evaluat* or redox adj potential* or environmental adj criteria or environmental adj based adj criteria or (measure* OR control*) adj10 (dissolved adj oxygen) or measured adj value* or remediation* adj period or remediation* adj target* OR control* adj5 (rate OR volume OR flow OR amount) OR measure* adj5 (rate OR volume OR flow OR amount)) NOT (TI= (grouting OR (soil adj fixing) OR (soil adj fixation) OR (soft adj soil) OR (sand adj soil) OR (sandy adj soil)))	1,151								
	(2) 「リサイクル」	CTB=(resource* near10 (recycl* OR reuse) OR heavy adj metal* near10 (recycl* OR reuse) OR useful adj material* near10 (recycl* OR reuse) OR residue* near10 (recycl* OR reuse) OR contaminant* near10 (recycl* OR reuse) OR pollutant* near10 (recycl* OR reuse))	228								

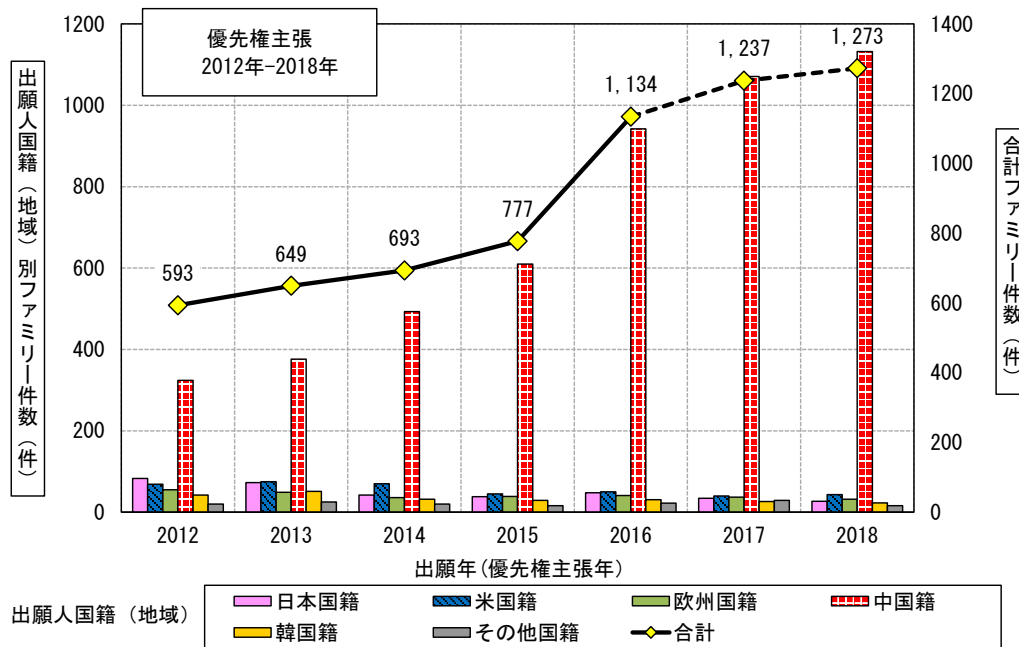
5. 特許出願動向－全体動向（出願人国籍（地域）別件数推移及び件数比率）－

- 中国籍が77.8%と最多、次いで米国籍6.2%、日本国籍5.4%の順である。
- 中国籍のみが顕著な伸びを示している。

(出願人国籍別ファミリー件数及びファミリー件数比率)
出願年（優先権主張年）2012年-2018年



出願人国籍（地域）別ファミリー件数推移

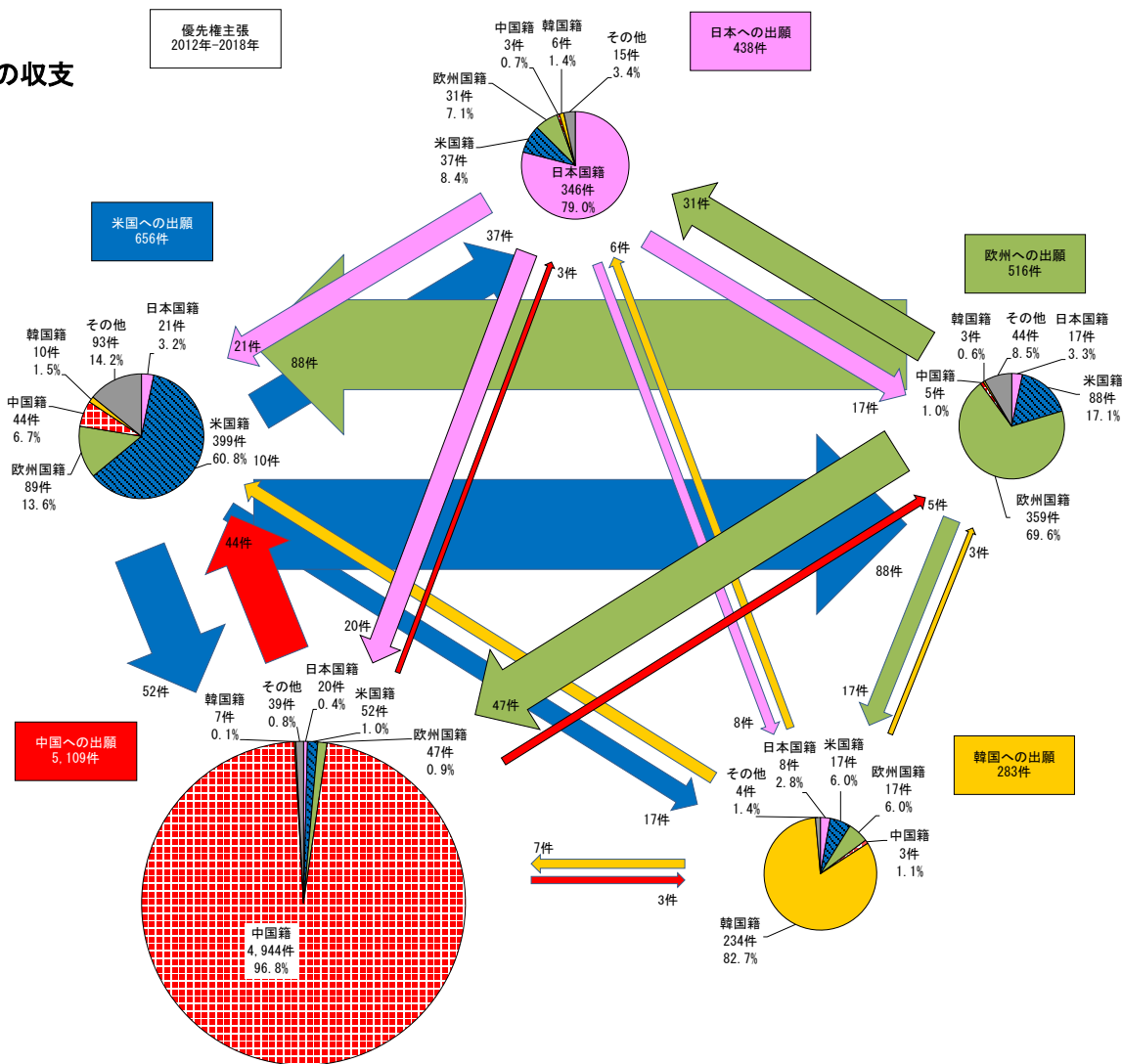


注) 2017年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願を反映していない可能性がある。

6. 特許出願動向 - 全体動向（出願件数収支） -

- 米欧間の出願が特に目立っている。
- 出願人が自国（地域）に出願している傾向が強い。

出願件数の各国間の収支



7. 特許出願動向 - 全体動向（出願人別出願件数ランキング） -

- 自国（地域）出願人が当該国（地域）のランキングの上位に多い。
- 中国は大学が中心、日本は企業が中心である。

出願人別ファミリー件数ランキング（全体）
出願年（優先権主張年）2012年-2018年

順位	出願人	ファミリー数
1	南京农业大学（中国）	69
2	青島理工大学（中国）	59
3	河海大学（中国）	57
4	浙江大学（中国）	54
5	湖南农业大学（中国）	44
6	四川农业大学（中国）	43
7	中国科学院沈阳应用生态研究所（中国）	39
7	常州大学（中国）	39
9	南开大学（中国）	38
10	华南农业大学（中国）	36
11	东南大学（中国）	35
12	中国环境科学研究院（中国）	34
13	上海交通大学（中国）	33
14	济南大学（中国）	32
14	西南科技大学（中国）	32
16	中国石油化工股份有限公司（中国）	29
16	南京大学（中国）	29
18	江南大学（中国）	28
19	天津大学（中国）	27
20	华南理工大学（中国）	26
21	华中农业大学（中国）	25
21	北京师范大学（中国）	25
21	桂林理工大学（中国）	25
24	株式会社竹中工務店	23
24	中国农业科学院农业资源与农业区划研究所（中国）	23
24	山东大学（中国）	23
27	浙江农林大学（中国）	22
27	青岛农业大学（中国）	22
27	清华大学（中国）	22
30	浙江工业大学（中国）	21
30	沈阳大学（中国）	21

出願先国（地域）別] 出願人別出願件数上位ランキング

日米欧中韓への出願			日本への出願		
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	南京农业大学（中国）	70	1	株式会社竹中工務店	23
2	青島理工大学（中国）	62	2	大成建設株式会社	17
3	河海大学（中国）	57	3	大和ハウス工業株式会社	11
4	浙江大学（中国）	54	4	株式会社熊谷組	10
5	湖南农业大学（中国）	44	5	株式会社大林組	9
6	四川农业大学（中国）	43	6	鹿島建設株式会社	7
7	南开大学（中国）	41	7	大塚瓦斯株式会社	6
7	フランス国立科学センター（フランス）	41	7	パナソニック株式会社	6
9	中国科学院沈阳应用生态研究所（中国）	40	7	日鉄エンジニアリング株式会社	6
10	常州大学（中国）	39	10	コミスリヤアレネルジアトミクエウエネルジアアルタナティブ（フランス）	5

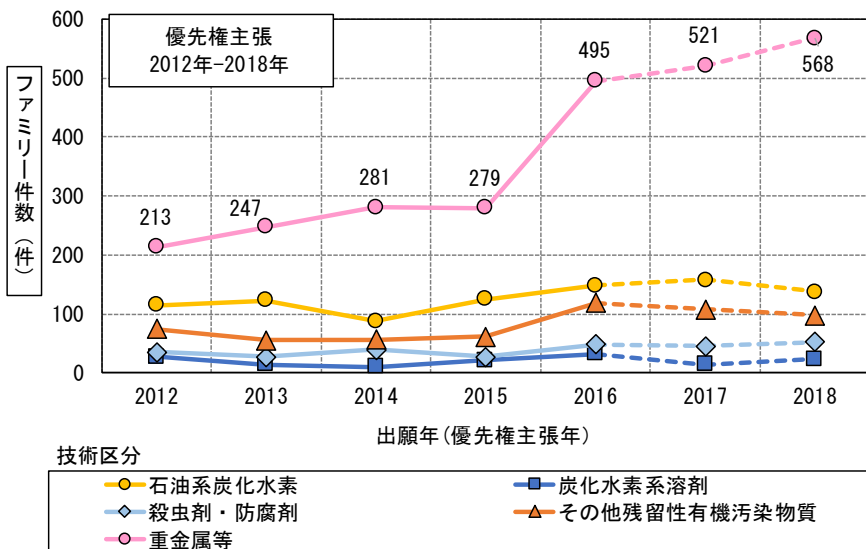
米国への出願			欧州への出願		
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	イノベイティブ・エンバイアロンメンタル・テック/ロジーズ（米国）	10	1	フランス国立科学センター（フランス）	22
2	フランス国立科学センター（フランス）	9	2	コミスリヤアレネルジアトミクエウエネルジアアルタナティブ（フランス）	16
3	アリゾナ大学（米国）	8	3	クッチェ工科大学（ポーランド）	10
3	コミスリヤアレネルジアトミクエウエネルジアアルタナティブ（フランス）	8	4	ワルシャワ大学（ポーランド）	9
3	U S ARMY EDGEWOOD CHEMICAL AND BIOLOGICAL COMMAND（米国）	8	5	ENVIT ENVIRONMENTAL TECH AND ENGINEERING LTD（スロベニア）	8
3	マイクログアイ・バイオテック（米国）	8	6	BIOMA SA（ポルトガル）	7
7	REMEDICATION PRODUCTS INC（米国）	7	6	フォードモーターカンパニー（米国）	7
7	ノボギムスアクティーゼルスカブ（デンマーク）	7	8	ビエゴ大学（スペイン）	5
9	ニューリーフシンバイオティクスインコーポレイテッド（米国）	6	8	ノボギムスアクティーゼルスカブ（デンマーク）	5
9	ハーバード大学（米国）	6	10	株式会社竹中工務店	4
9	CLEAN CHEMISTRY LLC（米国）	6	10	ニューリーフシンバイオティクスインコーポレイテッド（米国）	4
9	ローカス アイビー カンパニー（米国）	6	10	IFP ENERGIES NOUVELLES（フランス）	4
			10	DEKONTA A S（チェコ）	4
			10	ローカス アイビー カンパニー（米国）	4
			10	PAULY LUDO（ドイツ）	4
			10	マイクログアイ・バイオテック（米国）	4
			10	ELGRESSY ELIE（イスラエル）	4
			10	RAGN SELLS AB（スウェーデン）	4

中国への出願			韓国への出願		
順位	出願人	件数	順位	出願人	件数
1	南京农业大学（中国）	70	1	SINDAEYANG CO LTD（韓国）	7
2	青島理工大学（中国）	59	1	チョンナム ナショナル エンバーシティー（韓国）	7
3	河海大学（中国）	57	3	コリアアトミックエナジーリサーチインスティテュート（韓国）	6
4	浙江大学（中国）	54	3	KOREA INST GEOSCIENCE & MINERAL RESOURCES KIGAM（韓国）	6
5	湖南农业大学（中国）	44	5	フジユニヴァーシティ（韓国）	5
6	四川农业大学（中国）	43	5	ヨONSEU ユニバーシティ（韓国）	5
7	中国科学院沈阳应用生态研究所（中国）	40	5	INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION GYEONGSANG NATIONAL UNIV（韓国）	5
8	常州大学（中国）	39	5	LEE SANG SEOB（韓国）	5
9	南开大学（中国）	38	9	韓圃農村復興庁（韓国）	4
10	华南农业大学（中国）	36	9	HWANG GYU YEAK（韓国）	4
			9	KNU INDUSTRY COOPERATION FOUND（韓国）	4
			9	KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION（韓国）	4
			9	BEAUTIFUL ENVIRONMENTAL CONSTRUCTION CO LTD（韓国）	4
			9	LEE KI SUNG（韓国）	4
			9	韓国外国語大学校（韓国）	4

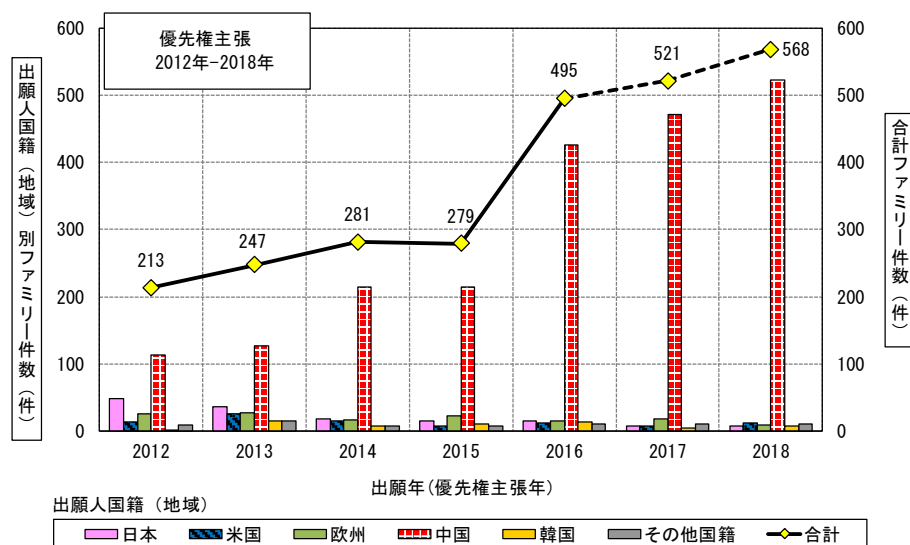
8-(1). 特許出願動向 — 技術区分別動向（浄化対象物質） —

■ 「浄化対象物質」では、「重金属等」が一番多く、それに「石油系炭化水素」、「その他残留性有機汚染物質」が続く。

「浄化対象物質」各技術別ファミリー件数推移



出願人国籍（地域）別「重金属等」についてのファミリー件数推移



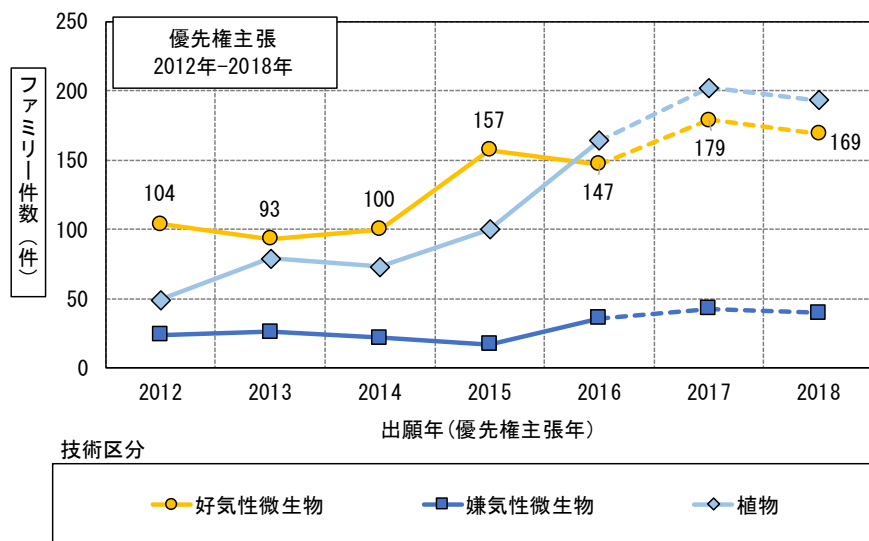
注) 2017年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願データを反映していない可能性がある。

注) 2017年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願データを反映していない可能性がある。

8-(2). 特許出願動向 — 技術区分別動向（微生物・植物） —

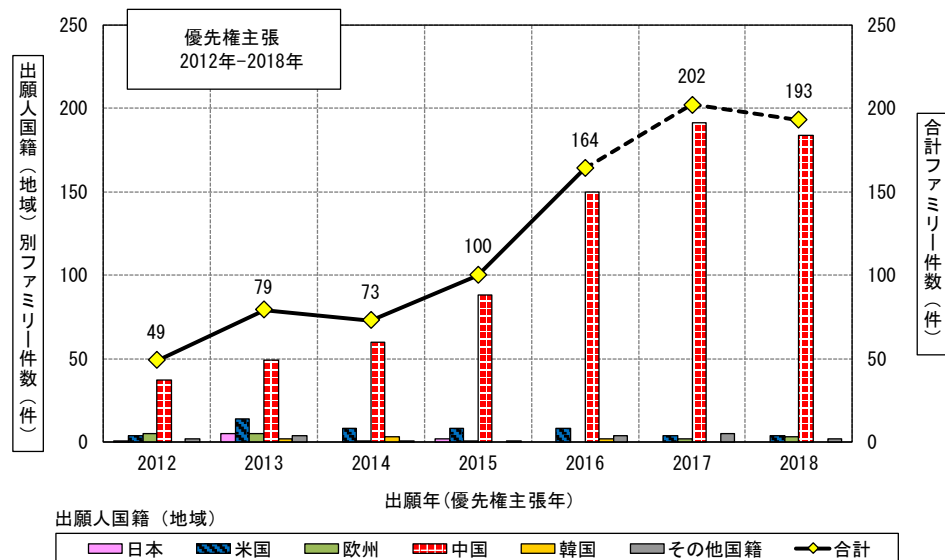
- 以前は「好気性微生物」が多かった。
- 近年「植物」が増加している。

「微生物・植物」各技術別ファミリー件数推移



注) 2017年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願データを反映していない可能性がある。

出願人国籍(地域)別「植物」についてのファミリー件数推移

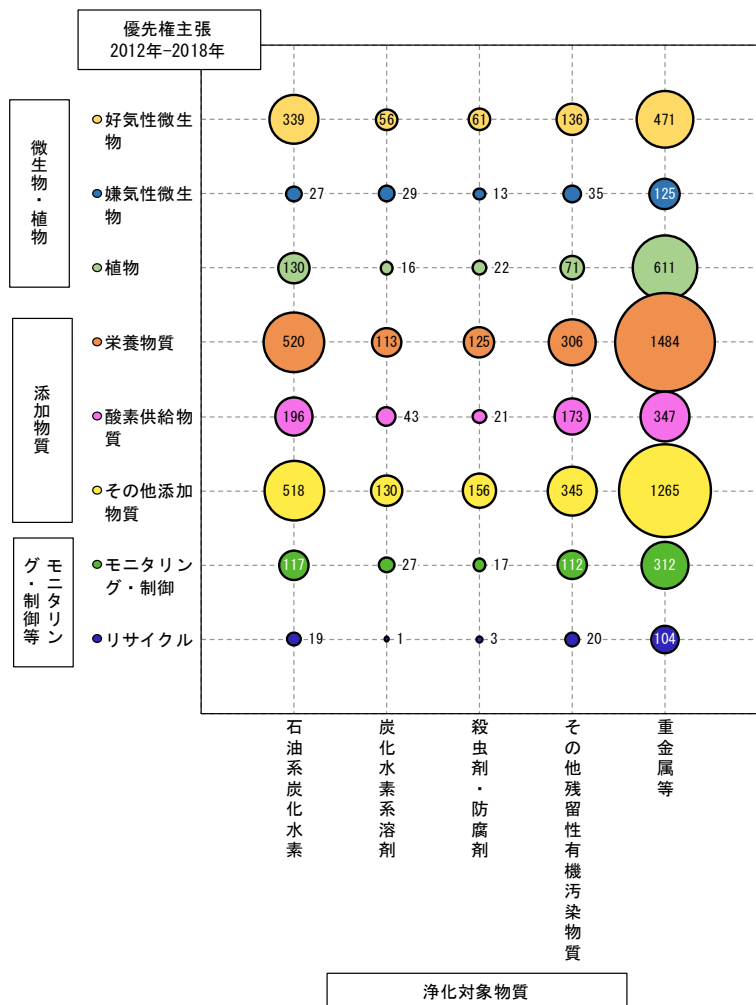


注) 2017年以降は、データベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全出願データを反映していない可能性がある。

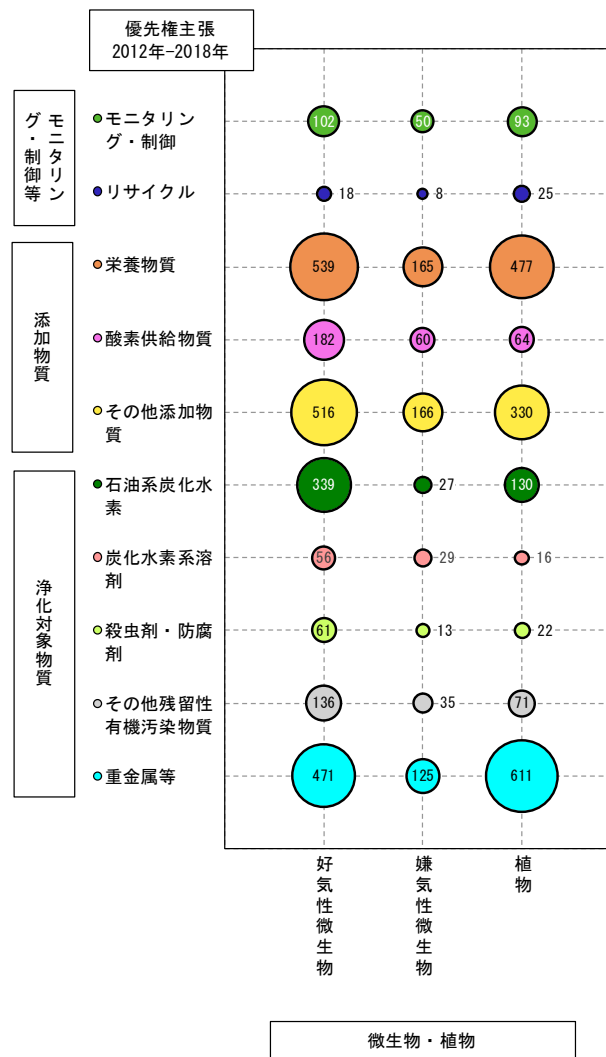
8-(3). 特許出願動向 – 技術区分別動向（技術区分相互の関係） –

- 「浄化対象物質」から見ると、「重金属等」－「栄養物質」、「重金属等」－「その他添加物質」の組み合わせが多い。
- 「微生物・植物」から見ると、「植物」－「重金属等」、「好気性微生物」－「栄養物質」の組み合わせが多い。

「浄化対象物質」と他の技術区分との関係（ファミリー件数）



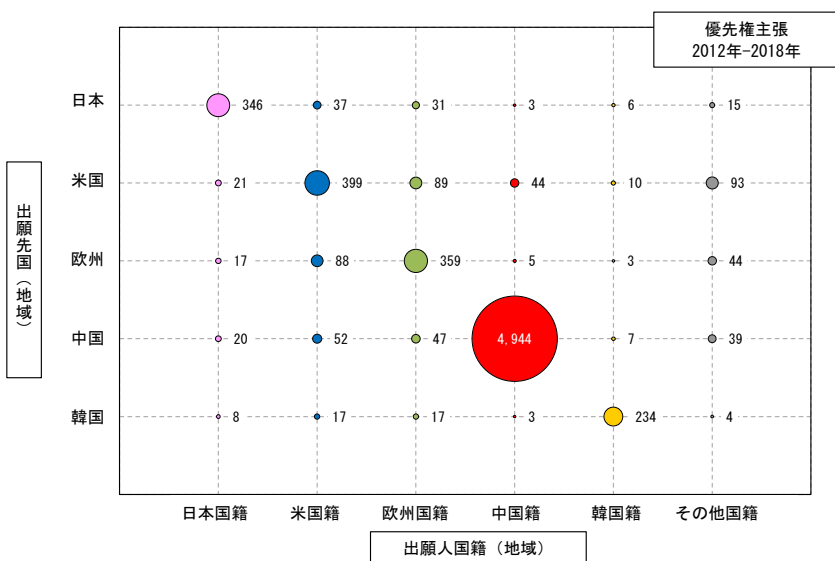
「微生物・植物」と他の技術区分との関係（ファミリー件数）



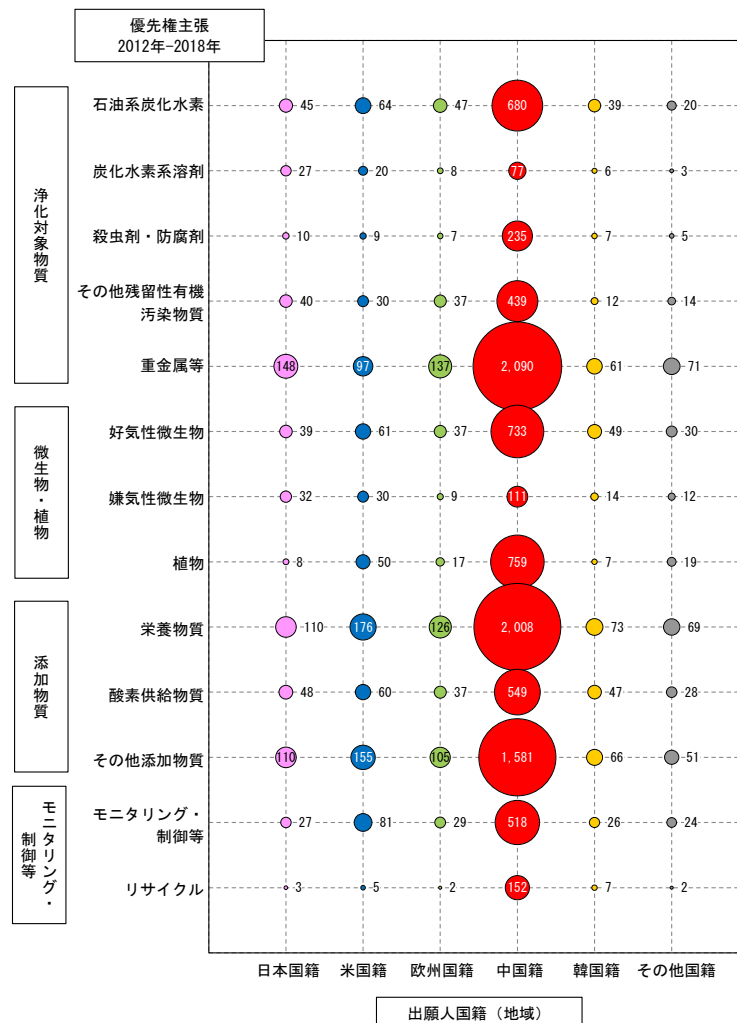
8-(4). 特許出願動向 — 出願人国籍（地域）別動向 —

- 出願人が自国（地域）に出願している傾向の中でも、特に中国籍による中国への出願が多い。
- いずれの技術区分においても、中国籍による出願が多い。

出願先国（地域）別—出願人国籍（地域）別出願件数



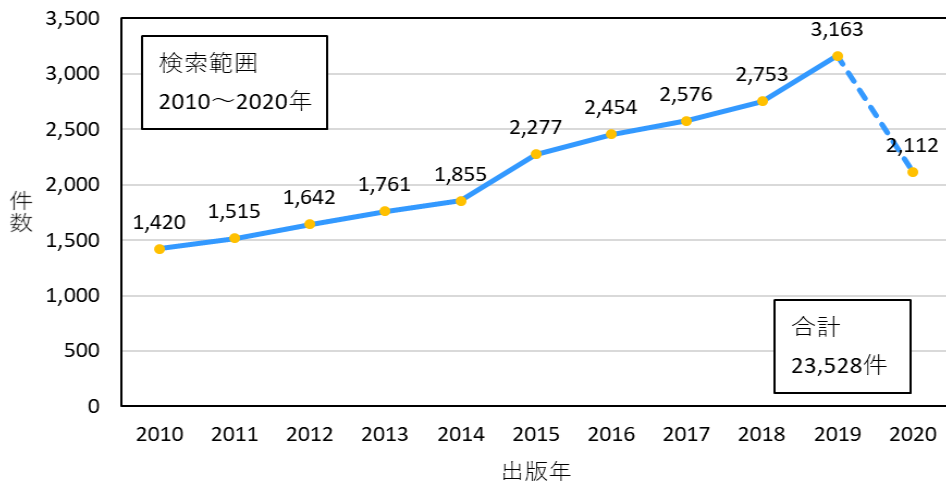
各技術区分別—出願人国籍（地域）別ファミリー件数



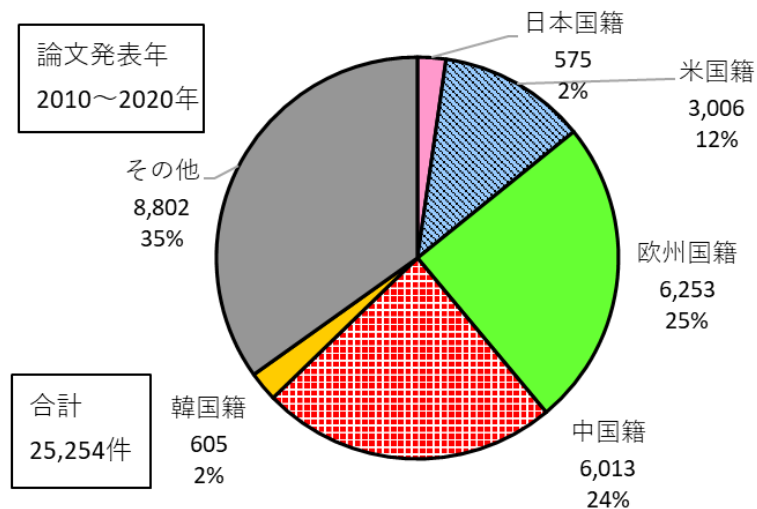
9. 論文動向

- 論文件数は近年伸びている（2019年/2010年で、論文発表件数：2.2倍）。
- 欧州国籍の発表件数が全体の25%を占めており、中国籍が24%、米国籍が12%と続いている。日本国籍は2%である。

論文発表件数推移



研究者所属機関国籍（地域）別論文発表件数比率



注）2019年以降はデータベース収録の遅れ等で、全論文件数を反映していない可能性がある。

10-(1). 総合分析（まとめ）

1. 日本が目指すべき研究開発・技術開発の方向性

(1) バイオレメディエーションの改良技術に係る研究開発・技術開発の推進

- 様々な改良技術に係る研究開発・技術開発（浄化対象物質に応じた微生物等の選択、バイオレメディエーション技術と他の浄化方法との併用、高濃度汚染・複合汚染への対応、環境負荷等も考慮したモニタリング・制御、安全性・リスク評価等）を行っていく必要がある
- バイオレメディエーションを行うための規制や社会的な制限を少なくすることが必須
- バイオスティミュレーションにおいては、効率よく浄化剤を注入できるか、うまく浄化できているかを短時間でモニタリングできるかという周辺のハード面の技術が重要
- バイオオーグメンテーションで使用する微生物の探索等の研究を進めていくべき

(2) 「サステナブル・レメディエーション」、「グリーン・レメディエーション」を踏まえた研究開発・技術開発の推進

- 研究開発・技術開発における、「サステナブル・レメディエーション」（環境だけでなく、社会的・経済的側面も含めて評価し、より持続可能な土壤汚染対策を目指す考え方）、「グリーン・レメディエーション」（土壤汚染の調査対象における外部環境負荷の低減を目指す考え方）に関する動きへの十分な配慮と、「Sustainable Remediation コンソーシアム」の活用
- 必要により、バイオスティミュレーションとバイオオーグメンテーションを組み合わせることが重要

10-(2). 総合分析（まとめ）

2. 日本が取り組むべき課題・提言

(1) バイオレメディエーションに係る研究プロジェクトの推進

- 研究プロジェクトを立ち上げ、関係企業・大学・研究機関の参加の下で進めていくことが重要
- 外部環境負荷、リスク評価等を考慮しつつ、トータルとして現場の状況に応じた最適な浄化手法・技術を選択するための手法（モデル）の開発
- 課題となる汚染物質を取り上げて、その浄化に関わる研究開発に対してプロジェクトを推進することが重要
- 法律で定める汚染物質基準値をクリアするために掘削除去による処理に頼らざるを得ないことが多いのが現状であり、バイオレメディエーションによる浄化を増やすには政策誘導が必要

(2) 産学官連携体制の強化

- 微生物の探索に強みを持つ大学と実用化に強みを持つ企業とを公的機関が結びつけ、産学官のネットワークを作ることが重要
- 関連するセクターに、微生物やライフサイエンスの知識を基盤に、環境浄化の現場を理解できる人材が必要であり、産学連携は人材育成の場としても重要

(3) バイオレメディエーション分野に係る国際連携の強化

- バイオレメディエーション技術の技術移転や共同研究（実証試験等）における国際的な連携の強化が必要
- 「サステナブル・レメディエーション」に係るISO規格化への対応を始めとして、欧米諸国との協力も重要