

令和元年度
特許出願技術動向調査 結果概要

インフラ設備の I o T を
活用した維持管理技術

令和2年2月

特 許 庁

問い合わせ先
特許庁総務部企画調査課 知財動向班
電話：03-3581-1101（内線2155）

令和元年度特許出願技術動向調査

—インフラ設備のIoTを活用した維持管理技術—

1. はじめに

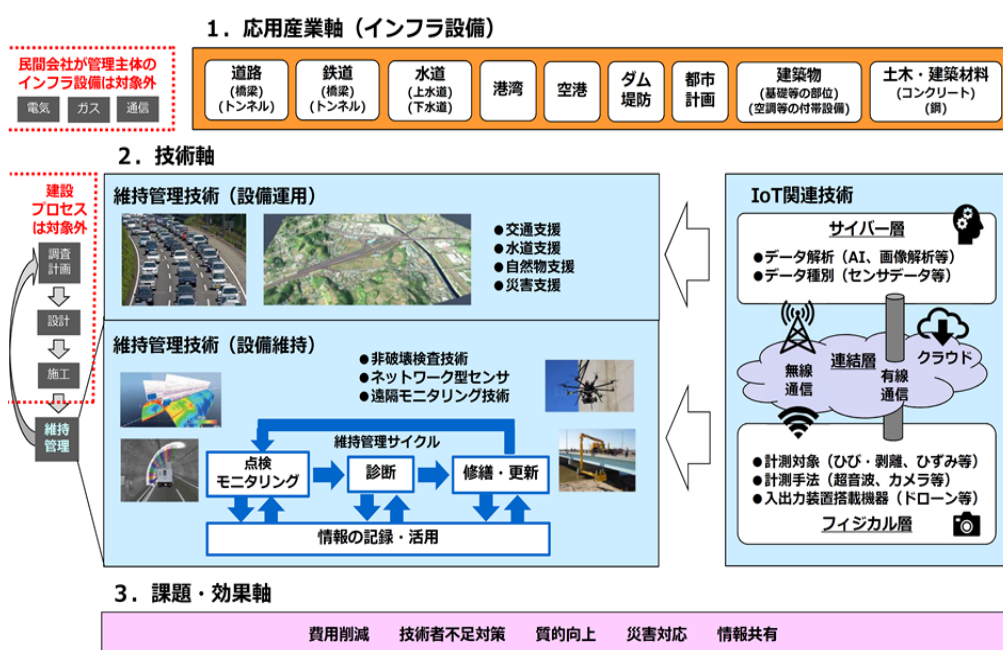
老朽化の進む高度成長期に大量に建設された社会インフラへの対応が喫緊の課題となっているが、この解決のためには、インフラ設備の定期的な点検と適切な保全を、いかに効率的に行うのかがポイントとなる。近年注目が集まっているIoT関連技術や非破壊検査等は、インフラ設備の状態監視と維持管理を効率化するための有望な技術と考えられている。

本調査では、インフラ設備を維持管理するにあたり、IoT¹（Internet of Things）が、どのような設備を対象に、どのような用途で、どのような技術がどの程度使われているのかを、特許出願技術動向等により調査し、我が国の技術競争力の状況や今後の展望について分析を行う。

(1) 調査範囲

本調査では、IoT関連技術の活用がインフラ設備の維持管理にどのようなインパクトを与えているのかを浮き彫りにするため、図1の技術俯瞰図に示すような「応用産業軸（インフラ設備）」、「技術軸（IoT関連技術、維持管理技術）」、「課題・効果軸」という3つの観点から分析した。

図1【技術俯瞰図】



¹ 識別可能なエッジデバイスに紐付けられた「モノ」を、人の介在なしにサイバー空間につなげるためのネットワーク

調査に際しては、インフラ設備に対し IoT 関連技術を適用している特許文献および非特許文献を分析対象とした。インフラ設備としては、管理主体が民間の電気、ガス、通信を除く 61 区分を設定した。IoT 関連技術には 56、維持管理技術には 21 の技術区分を設定した。課題・効果には、その技術が解決しようとしている課題やその技術が生み出す効果に対応する 35 区分を設定した。対象となる文献の抽出条件は、以下の通りである。

ア. 特許文献

- ・対象期間：2010 年から 2017 年まで（優先権主張年）
- ・出願先：PCT 出願および日米欧²中韓台 ASEAN³をはじめとする各国・地域への特許出願と登録特許
- ・対象となる国際特許分類（IPC 第 8 版）：
B64C, E01C, E01D, E02D, E04B, E04D, E04G, E21D, G01B, G01C, G01D, G01H, G01L, G01M, G01N, G01S, G01V, G06Q, G08C

イ. 非特許文献

- ・対象期間：2013 年から 2018 年まで（発行年）
- ・文献種別：論文・学会誌、講演要旨集（プロシーディング）、雑誌等をはじめとする公開資料

（2）調査手法

ア. 文献の抽出

商用のデータベースを利用し、(1)の条件に従い調査の母集団となる文献を抽出した（特許文献：62,907 件、非特許文献：17,416 件）。使用したデータベースは以下の通りである。

（ア）特許文献：Derwent World Patents Index (DWPI)

（イ）非特許文献：Web of Science (WoS) および JDreamIII (JD3)

イ. 文献の調査

抽出した文献を読み込み、本調査のテーマに即して設定した 173 項目の技術区分（インフラ設備：61、IoT 関連技術：56、維持管理技術：21、課題・効果：35）に対する該否をチェック（重複を許容）した。

ウ. 分析

チェックした結果を分類・整理し、統計的な分析を行った。

² 欧州特許庁（EPO）、オーストリア、ベルギー、スイス、チェコ、ドイツ、デンマーク、スペイン、フィンランド、フランス、イギリス、ハンガリー、アイルランド、イタリア、ルクセンブルグ、オランダ、ノルウェー、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、スウェーデン、スロヴァキア、トルコ

³ インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナム

2. 本調査の結果概要

- ・ インフラ設備については、例えば橋梁（道路、鉄道）の場合、建築後 50 年以上となる設備の割合が 2033 年には 6 割を超えるなど、老朽化が進んでいる。その一方で、設備の維持管理を支える要員の不足が現実の問題となり、維持管理業務の効率的な運用が求められている。
- ・ インフラ設備の維持管理に対しては「インフラ長寿命化基本計画」に従い自治体レベルでの取り組みが進む中、「戦略的イノベーションプログラム(SIP)」や各企業での取り組みを通して、IoT の活用を含む技術開発が行われている。
- ・ インフラ設備の維持管理に IoT 関連技術を活用した特許の 2016 年の出願件数については、2010 年比で 1.7 倍以上の伸びとなっているが、これはインフラの構築や運用を支援する企業の貢献によるものと考えられる。このような企業と情報共有しながら連携する取り組みをさらに強化していくことが重要である。
- ・ インフラ維持管理業務において、IoT を活用して運用の効率化を図るには、IoT サービスプラットフォームの整備が不可欠となるが、我が国は情報の一元化・集約化に向けた取り組みに出遅れが目立つ。センシングデータだけでなく、設計・施工データや地図データへの対応も含め、情報の一元化・集約化機能の強化が望まれる。
- ・ インフラ維持管理技術の海外展開に対しては、日本に強みのあるインフラ設備と IoT 関連技術の組合せ（例えば、道路については、陸上走行車両、カメラ、画像解析、予測、上下水道については、振動、弾性波）に着目した技術のパッケージ化に対する取り組みが有望と考えられる。

3. 市場動向

(1) 社会資本（インフラ設備）を取り巻く老朽化の現状と今後の見通し

社会資本（インフラ設備）の老朽化の現状と今後の見通しを示すため、建設後 50 年以上経過する設備の割合を表 1 に示す。2013 年時点で、鉄道の橋梁・トンネルの 5 割が築 50 年を超え、道路も特に自動車道では 1/3 の橋梁、2/3 のトンネルが築 50 年超となるなど、インフラ設備の多くで老朽化が進みつつあることが見て取れる。

表 1【老朽化の今後の現状と今後の見通し】

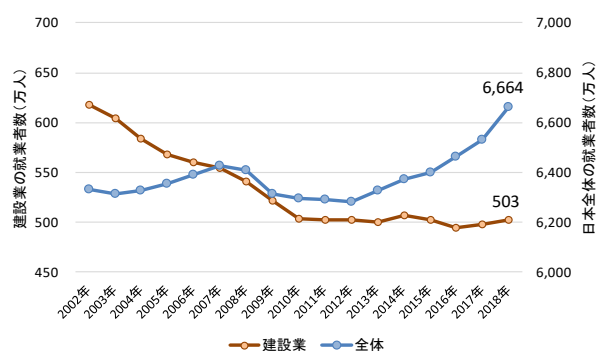
社会資本		建設後50年以上となる設備の割合(%)			設備数
設備区分	施設名	2013年	2023年	2033年	(2013年4月現在)
道路	橋長2m以上の橋梁	16	40	65	699,237 橋
	トンネル	18	32	48	10,376 本
河川・ダム	河川管理施設	6	20	47	29,731 施設
砂防	砂防堰堤等	3	5	21	95,675 基
海岸	海岸堤防等	10	31	53	7,989 km
下水道	管渠	2	8	22	427,878 km
港湾	港湾施設	11	27	51	43,620 施設
空港		19	48	63	97 空港
鉄道	橋梁	51	70	83	102,293 橋
	トンネル	60	81	91	4,737 本
自動車道	橋梁	34	87	87	92 橋
	トンネル	67	100	100	9 本
航路標識		12	25	38	5,380 基
公園		4	11	38	101,111 施設
公営住宅		3	30	60	2,170,649 戸
官庁施設		8	22	36	48,466,000 m ²

(出典:「インフラ長寿命化計画(行動計画)平成26年度～平成32年度」をもとに作成)

(2) インフラ設備の構築主体(建設業)の現状

図 2【日本の建設業の就業者数推移】

図 2 に、日本の建設業の就業者数の推移(日本全体との比較)を示す。日本全体の就業者数は年間 50 万人以上の規模で増加している。これに対し、建設業界の就業者数は、減少傾向が続き、近年は 500 万人前後で横ばいとなっている。



(出典:総務省統計局労働力調査 表 5(1))

(3) IoT を活用したインフラ維持管理業務の効率的な運用

図 3【インフラ素材(計測対象)とセンサ(計測手段)】

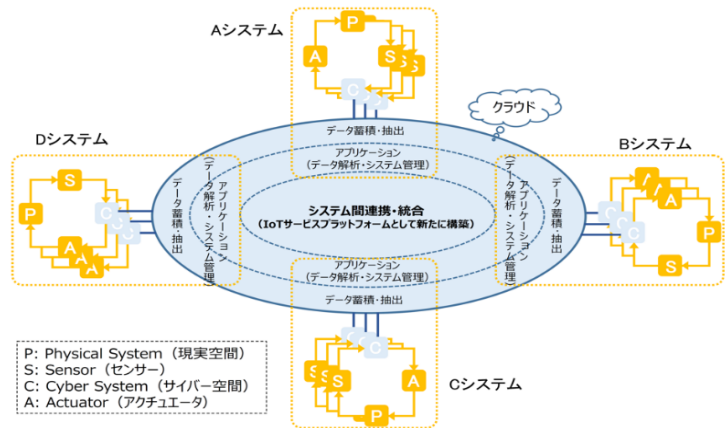
図 3 に、社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会で検討された 31 事例の分類結果を示す。コンクリートを対象としたセンサが 5 割弱(14 事例)、変位を測定するセンサが 6 割強(19 事例)を占めていることが分かる。

計測手段	物理センサ			光学センサ	
	変位	音・振動	その他(電気等)	形状	その他(熱・光等)
コンクリート 【事例数】14/31	岸壁・護岸 1/31	岸壁・護岸 1/31	栈橋 1/31	トンネル 1/31	トンネル 1/31
	栈橋 2/31	下水道 1/31			
	橋梁 5/31	埋設構造物			
	共同溝 1/31	埋設構造物			
鋼 【事例数】7/31	橋梁 4/31	橋梁 1/31	栈橋 1/31		橋梁 1/31
土 【事例数】6/31	斜面 4/31			斜面/地盤 2/31	
その他 【事例数】4/31	その他 2/31			その他 2/31	

(出典:「モニタリング技術の現状と課題」(国土交通省平成25年10月)に加筆修正)

図4【IoTサービスプラットフォーム】

センサにより計測されたインフラ設備の状態を一元的に管理することにより、業務の効率的な運用を可能とするための情報基盤がIoTサービスプラットフォームである。図4にIoTサービスプラットフォームのイメージを示す。

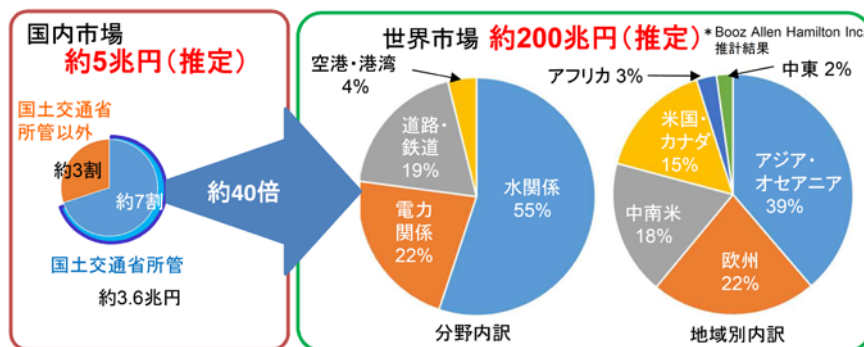


(出典：「超スマート社会の姿と超スマート社会に向けた取組について」内閣府 平成27年10月)

(4) インフラ維持管理関連の世界市場

インフラ維持管理関連の海外市場⁴は、図5示すように、国内市場の40倍の200兆円規模になるものと見込まれている。事業分野別では水関係が55%、電力関係が22%、道路・鉄道が19%となっており、地域別ではアジア・オセアニアが39%で有望である。

図5【インフラ維持管理関連の世界市場】



(出典：「インフラメンテナンスを取り巻く状況」国土交通省 平成28年4月)

4. 政策動向

(1) 日本

2012年12月の中央自動車道笹子トンネル崩落事故以降、老朽化したインフラ設備の維持管理の重要性が認識され、2013年には「社会資本メンテナンス元年」が宣言され、「インフラ長寿命化基本計画」が策定された。

また、科学技術・イノベーション政策の中長期戦略となる「科学技術基本計画」(第5期：2016～2020年度)に基づき、Society 5.0⁵の実現に向け、「戦略

⁴ 国土交通省所管の社会資本10分野の国、地方公共団体、地方道路公社、水資源機構が管理者のものを対象に、建設年度毎の施設数を調査し、過去の維持管理・更新実績等を踏まえて推計。

⁵ 狩猟 (Society 1.0)、農耕 (Society 2.0)、工業 (Society 3.0)、情報 (Society 4.0) を経て、IoTですべての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、新たな価値を生み出す社会をイメージしている。

的イノベーション創造プログラム(SIP⁶)」「官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM⁷)」「革新的研究開発推進プログラム(ImPACT⁸)」等の取り組みを推進している。

このような国内での取り組みと並行して、海外展開に向けた取り組みも進められている。内閣府では、「インフラシステム輸出戦略(令和元年度改訂版)」に基づき、2020年の受注目標を約30兆円に設定している。

(2) 米国

米国では、1930年代以降にニューディール政策で大規模に整備されたインフラの老朽化問題が早くから顕在化し、1960年代後半から橋梁の事故が続発した。こうしたインフラの劣化に対して、レーガン政権では、陸上交通援助法(STAA: The Surface Transportation Assistance Act of 1982)により道路利用税の増税を行い、道路復興の財源とした。1967年のシルバー橋の崩落事故を契機に、1978年以降、公的な道路の20フィート(約6m)以上のすべての橋梁(約60万橋)を対象に、アセットマネジメントの考え方に従い橋梁点検が行われるようになってきている。

また、米国には、科学技術を一元的に所管する省庁は存在せず、連邦政府の20以上の省庁がそれぞれの所管分野に関して政策立案と研究開発を担う分権的な運営体制が特徴である。科学技術政策の基本戦略を決定するのは、OSTP(Office of Science and Technology Policy)を中心とする大統領府であるが、分野ごとの政策立案、研究開発、予算管理は各省庁で行う。

(3) 欧州

英国では、ヴィクトリア朝時代(19世紀後半)に整備された道路・鉄道・上下水道インフラを現在でも利用しており、老朽化した上下水道の管渠からの漏水が多数発生するなど問題が顕在化している。

インフラ整備に関わる機関としては、財務省所管のNIC(National Infrastructure Commission)と財務省・内閣府共管のIPA(Infrastructure and Projects Authority)が設置されている。NICが掲げる長期ビジョンである「国家インフラ評価(National Infrastructure Assessment)」に基づき、IPAが策定した「国家インフラ整備計画 2016-2021(National Infrastructure Delivery Plan 2016-2021)」に従い、4,830億ポンド規模のインフラ投資を行い、インフラ整備事業を推進している。

また、EUでは、欧州委員会の研究・イノベーション総局が科学技術政策を所管し、加盟国の支援、調整を中心とした政策を展開している。

⁶ Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

⁷ Public/Private R&D Investment Strategic Expansion Program

⁸ Impulsing Paradigm Change through disruptive Technologies Program

(4) 中国

中国では、新規のインフラ整備が中心であり、2015年度末の投資額 8兆3,000億元(7,110プロジェクト)の91%は新規プロジェクトで、維持管理投資は少ない。投資額の半分以上(4兆4,500億元)が、交通インフラ(817プロジェクト)と市政施設(1,874プロジェクト)で占められているのが特徴的である。

また、科学技術の重要な方針を決定する場合には、国务院のもとに政策立案を行うための専門家チームが組成され、科学技術部が事務局機能を担う。中国の科学技術政策は、「国家中長期科学技術発展計画(2006-2020年)」と「国家イノベーション駆動発展戦略(2016-2030年)」に基づき、「中国科学技術イノベーション第十三次五カ年計画(2016-2020年)」として実施されている。

(5) 韓国

韓国のインフラ(特に下水道)も老朽化が進んでいるが、インフラの維持管理に関する政策は見出せない。

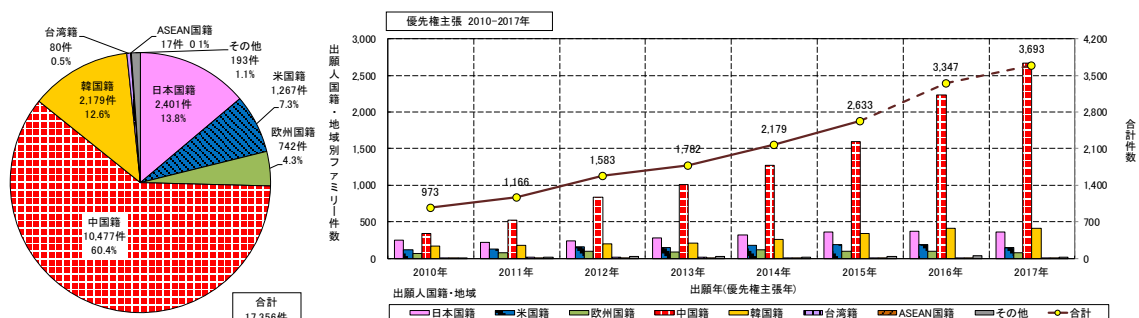
大統領制の韓国では、青瓦台(チョンワデ)主導で政策が展開される傾向がある。科学技術政策は、大統領府配下の国家科学技術諮問会議で方針を決め、教育部と科学技術情報通信部が実施している。文在寅(ムン・ジェイン)政権では、2017年策定の「国政運営5カ年計画」のもと「革新成長に向けた人中心の第4次産業革命対応計画(I-KOREA 4.0)」を推進している。その中では、IoT関連のテーマとして、水質最適管理スマート上下水道の普及や老朽化施設の管理・スマート化が挙げられている。

5. 特許出願動向

(1) 出願人国籍・地域別の出願動向

出願人国籍・地域別のファミリー一件数推移とシェアを図6に示す。件数のシェアは中国籍が60.4%と抜きんでており、日本国籍の13.8%と韓国籍の12.6%が続いている。中国籍の出願人は大学や研究機関が多くを占め、設備投資に直接つながるものではないと考えられる。

図6【出願人国籍・地域別ファミリー一件数推移とシェア
(出願先：日米欧中韓台 ASEAN、優先権主張 2010-2017年)】

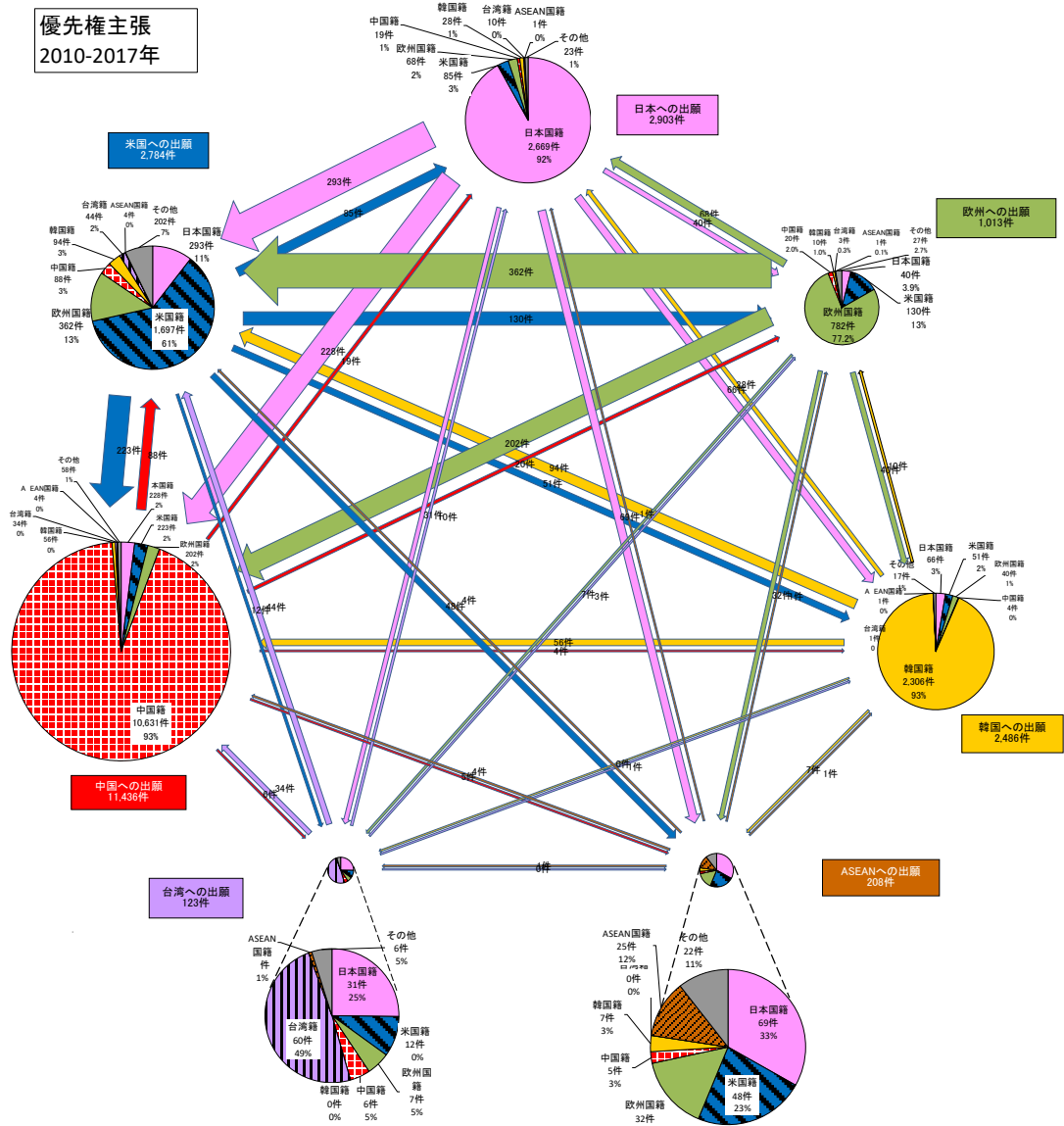


注: 2016年以降は、データベース収録の遅れやPCT出願の各国移行のずれ等により、全データを反映していない可能性がある。

(2) 日米欧中韓台 ASEAN 各国における出願収支

日米欧中韓台 ASEAN 各国における出願収支を図 7 に示す。日中韓については、自国向けの出願が 9 割を超えているのに対し、米欧は他国向けの出願が多い(米国籍：39%、欧州国籍：23%) のが特徴的である。

図 7 【日米欧中韓台 ASEAN 各国における出願収支
(出願先：日米欧中韓台 ASEAN、優先権主張 2010-2017 年)】

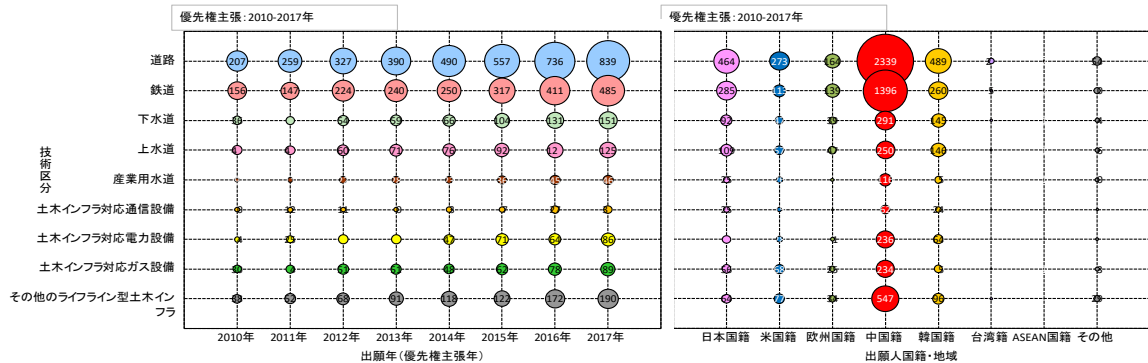


(3) 技術区分別の出願動向

主要なインフラ設備が含まれている中分類の技術区分であるライフライン型土木インフラについて、技術区分(小分類)別のファミリー件数推移と出願人国籍・地域別ファミリー件数を図 8 に示す。どの技術区分についても中国籍の件数が顕著に多いが、特に、道路や鉄道に注力していることが見て取れる。

図 8 【技術区分別のファミリー件数推移と出願人国籍・地域別ファミリー件数
 <ライフライン型土木インフラ>

(出願先：日米欧中韓台 ASEAN、優先権主張：2010-2017年)



(4) 主要出願人

出願先国・地域別出願件数上位ランキングを表 2 に示す。中韓については、自国内の大学や研究機関からの出願が多いことが見て取れる。

表 2 【出願先国・地域別出願件数上位ランキング (優先権主張：2010-2017年)】

日本への出願 (2010-2017年)			日本への出願 (2010-2013年)			日本への出願 (2014-2017年)		
順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数
1	日本電気	121	1	日立製作所	60	1	東芝	72
2	東芝	118	1	鉄道総合技術研究所	60	2	日本電気	68
2	日立製作所	118	3	日本電気	53	3	三菱電機	58
4	鉄道総合技術研究所	112	4	東芝	46	3	日立製作所	58
5	三菱電機	84	5	三菱電機	26	5	日本電信電話	53
6	日本電信電話	73	6	セイコーエプソン	23	6	鉄道総合技術研究所	52
7	パナソニック	51	7	パナソニック	20	7	富士フイルム	38
8	清水建設	46	7	日本電信電話	20	8	清水建設	35
9	富士通	42	9	JR西日本	19	9	パナソニック	31
10	東日本電信電話	39	10	石川島播磨重工業	18	10	デンソー	30

米国への出願 (2010-2017年)			米国への出願 (2010-2013年)			米国への出願 (2014-2017年)		
順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数
1	ハリバートン(米国)	68	1	IBM(米国)	33	1	ハリバートン(米国)	60
2	キャタピラー(米国)	52	2	ゼネラルエレクトリック(米国)	21	2	キャタピラー(米国)	31
3	IBM(米国)	51	3	キャタピラー(米国)	21	3	ゼネラルエレクトリック(米国)	28
4	ゼネラルエレクトリック(米国)	49	4	日本電気	16	4	東芝	21
5	シーメンス(ドイツ)	31	5	ハネウェル(米国)	15	4	パナソニック	21
5	日本電気	28	6	シーメンス(ドイツ)	14	6	ジョンソンコントロールズ(米国)	19
7	東芝	27	7	グーグル(米国)	13	7	IBM(米国)	18
8	ハネウェル(米国)	25	8	ヴァルトゲン(ドイツ)	12	7	ペーカー・ヒューズ(米国)	18
9	ペーカー・ヒューズ(米国)	24	9	マサチューセッツ工科大学(米国)	11	9	シーメンス(ドイツ)	17
10	パナソニック	23	9	Mueller International(米国)	11	10	シュルンベルジェ(オランダ)	16

欧州への出願 (2010-2017年)			欧州への出願 (2010-2013年)			欧州への出願 (2014-2017年)		
順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数
1	シーメンス(ドイツ)	49	1	シーメンス(ドイツ)	32	1	ハリバートン(米国)	30
2	ハリバートン(米国)	35	2	タカドウ(イスラエル)	11	2	シーメンス(ドイツ)	17
3	キャタピラー(米国)	18	3	ポッシュ(ドイツ)	8	3	キャタピラー(米国)	13
4	ポッシュ(ドイツ)	13	4	ヴェオリアジェネッツ	5	3	ホームサーブ(英国)	13
4	ホームサーブ(英国)	13	4	キャタピラー(米国)	5	5	フォード・モーター(米国)	8
6	タカドウ(イスラエル)	11	4	ハリバートン(米国)	5	6	アルストム(フランス)	7
7	アルストム(フランス)	10	7	DOFYGATE LTD(英国)	4	7	ポッシュ(ドイツ)	5
8	フォード・モーター(米国)	9	7	SNCF(フランス)	4			
9	SNCF(フランス)	8	7	現代自動車(韓国)	4			

10位(6件)は多数のため、省略

10位(3件)は多数のため、省略

8位(4件)は多数のため、省略

中国への出願 (2010-2017年)			中国への出願 (2010-2013年)			中国への出願 (2014-2017年)			
順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	
1	東南大学 (中国)	454	1	東南大学 (中国)	222	1	東南大学 (中国)	232	
2	国家電網 (中国)	193	2	同済大学 (中国)	51	2	国家電網 (中国)	156	
3	中国鋁業大学 (中国)	188	3	河海大学 (中国)	49	3	中国鋁業大学 (中国)	145	
4	河海大学 (中国)	162	4	中国鋁業大学 (中国)	43	4	河海大学 (中国)	113	
5	同済大学 (中国)	136	5	国家電網 (中国)	37	5	中国鉄道科学研究院 (中国)	108	
6	中国鉄道科学研究院 (中国)	125	6	北京交通大学 (中国)	33	6	中国鉄道勘察設計院 (中国)	98	
7	中国鉄道勘察設計院 (中国)	121	7	長安大学 (中国)	32	7	中鉄大橋局集団 (中国)	92	
8	中鉄大橋局集団 (中国)	118	8	中車株洲電気機関車研究所 (中国)	29	8	同済大学 (中国)	85	
9	長安大学 (中国)	111	8	西南交通大学 (中国)	29	9	長安大学 (中国)	79	
10	中車株洲電気機関車研究所 (中国)	88	9	清華大学 (中国)	26	10	中国交通建設 (中国)	65	
			9	中鉄大橋局集団 (中国)	26				

韓国への出願 (2010-2017年)			韓国への出願 (2010-2013年)			韓国への出願 (2014-2017年)			
順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	
1	韓国科学技術院 (韓国)	115	1	韓国科学技術院 (韓国)	52	1	韓国科学技術院 (韓国)	63	
2	韓国鉄道技術研究院 (韓国)	69	2	韓国鉄道技術研究院 (韓国)	31	2	韓国鉄道技術研究院 (韓国)	38	
3	韓国建設技術研究院 (韓国)	60	3	韓国建設技術研究院 (韓国)	26	3	韓国建設技術研究院 (韓国)	34	
4	韓国電力 公社 (韓国)	28	4	LG電子 (韓国)	16	4	韓国電力 公社 (韓国)	16	
5	韓国地質資源研究所 (韓国)	27	4	韓国地質資源研究所 (韓国)	15	5	現代自動車 (韓国)	13	
6	LG電子 (韓国)	23	6	韓国電力 公社 (韓国)	12	6	韓国地質資源研究所 (韓国)	12	
7	現代自動車 (韓国)	22	7	成均館大学校 (韓国)	10	6	ソウル大学校 (韓国)	12	
8	ソウル大学校 (韓国)	20	8	現代自動車 (韓国)	9	8	ボスコム (米国)	9	
9	韓国電子通信研究院 (韓国)	15	9	東芝	8	9	韓国電子通信研究院 (韓国)	8	
10	成均館大学校 (韓国)	14	9	ソウル大学校 (韓国)	8				

10位(7件)は多数のため、省略

台湾への出願 (2010-2017年)			台湾への出願 (2010-2017年)			台湾への出願 (2014-2017年)			
順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	
1	国家実験研究院 (台湾)	8	1	鴻海精密工業 (台湾)	5	1	日本電気	4	
2	鴻海精密工業 (台湾)	7	2	国家実験研究院 (台湾)	4	1	国家実験研究院 (台湾)	4	
3	日本電気	4	3	明電舎	3	3	川崎重工業	2	
4	明電舎	3	3	中華電信 (台湾)	3	3	鴻海精密工業 (台湾)	2	
4	川崎重工業	3	3	国立台湾大学 (台湾)	3				
4	国立台湾大学 (台湾)	3	3	タカドウ (イスラエル)	3				
4	中華電信 (台湾)	3	7	View (米国)	2				
4	タカドウ (イスラエル)	3	7	LSIロジック (米国)	2				
			7	CHINA ENG CONSULTANTS INC (台湾)	2				
			7	中華大学 (台湾)	2				
			7	南台科技大学 (台湾)	2				

5位(2件)は多数のため、省略

ASEAN各国への出願 (2010-2017年)			ASEAN各国への出願 (2010-2013年)			ASEAN各国への出願 (2014-2017年)			
順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	順位	出願人名称	出願件数	
1	東芝	12	1	東芝	9	1	富士通	6	
2	日立製作所	9	2	日立製作所	6	1	ハリバートン (米国)	6	
2	ハリバートン (米国)	9	2	タカドウ (イスラエル)	6	3	AZTI TECHNOLOGY SDN BHD (マレーシア)	4	
4	富士通	8	4	三菱重工業	5	4	日本電気	3	
5	三菱重工業	7	5	積水化学	4	4	東芝	3	
6	タカドウ (イスラエル)	6	5	SITA INFORMATION NETWORKING COMPUTING (米国)	4	4	川崎重工業	3	
7	川崎重工業	4	5	MIMOS (マレーシア)	4	4	日立製作所	3	
8	積水化学	4	8	アリゾナケミカル (米国)	3	4	シンガポール大学 (シンガポール)	3	
8	SITA INFORMATION NETWORKING COMPUTING (米国)	4	8	ハリバートン (米国)	3				
8	AZTI TECHNOLOGY SDN BHD (マレーシア)	4	8	STRATECH SYSTEMS INC (シンガポール)	3				
8	MIMOS (マレーシア)	4							

8位(2件)は多数のため、省略

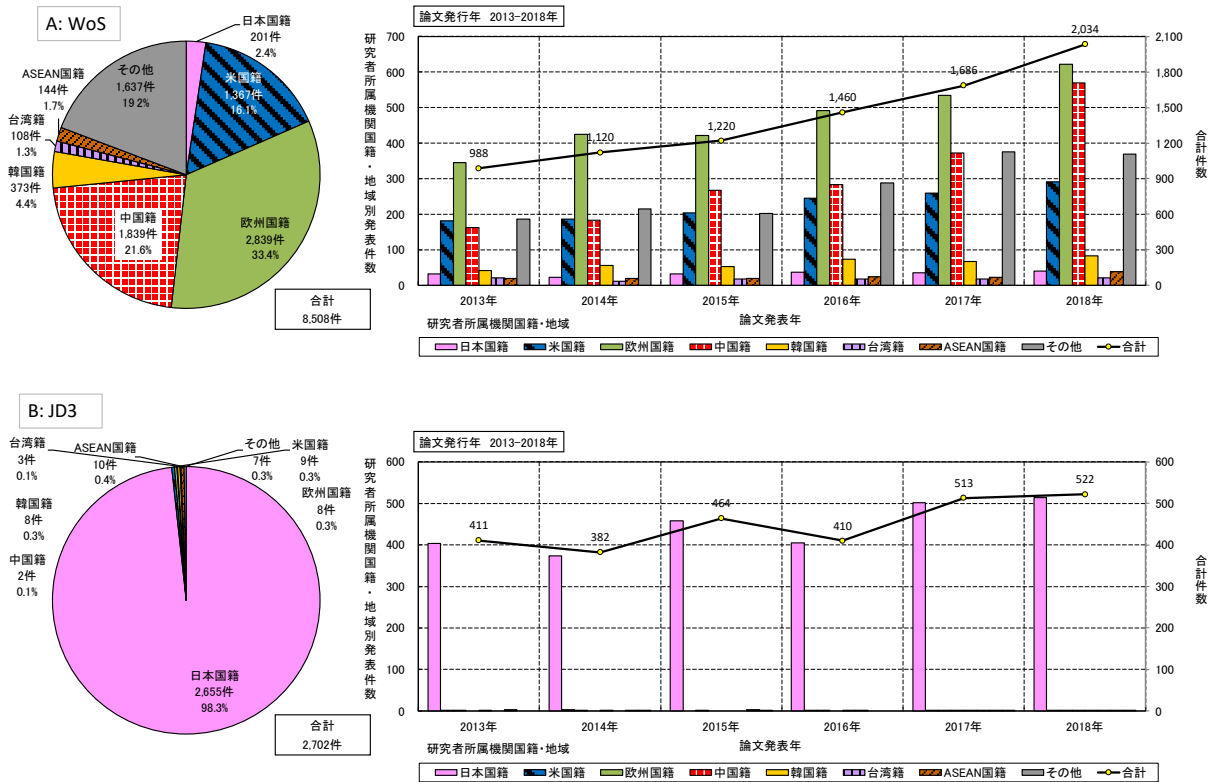
6. 研究開発動向

(1) 研究者所属機関国籍・地域別の出願動向

研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移とシェアを図9に示す。日本国籍については、本調査のテーマ関連の論文は和文が多く、Web of Science (WoS) への登録が限られていることから、JDreamⅢ (JD3) のデータで補完した。両者の合計値でみると、日本国籍、欧州国籍が2,800件超でほぼ並び、中国籍、米

国籍が続いている。

図 9 【研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移とシェア
(論文発行年：2013-2018年)】



7. 提言・示唆

(1) IoT を活用したインフラ設備の維持管理技術の活性化

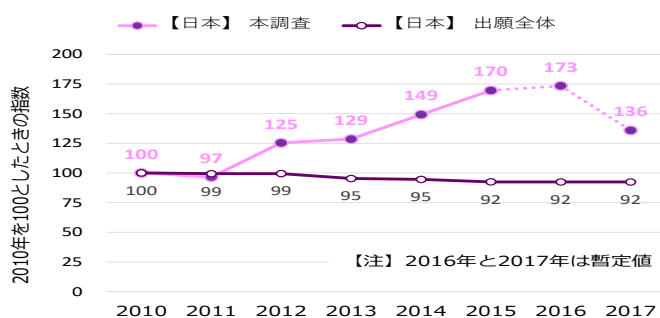
IoT を活用したインフラ維持管理分野の技術開発を更に活性化させるには、インフラ企業に加え、インフラ設備を保有し維持管理における課題に直面している公共団体と、IoT 関連技術を活かして公共団体やインフラ企業の課題を解決できる IoT 関連企業とが、情報共有しながら連携する取り組みを更に強化すべきである。

図 10 に、日本国籍の特許出願件数の推移と上位 20 位までの出願人を示す。

インフラ設備の維持管理分野の技術開発については、IoT の活用がその活性化につながっていることが、特許出願件数の伸び（2016 年は 2010 年比で 1.7 倍超）として示されている。この伸びは、出願件数の多い「インフラの構築・運用を支援する出願人」が貢献しているものと考えられる。

インフラ設備の維持管理において解決すべき課題を知悉しているインフラ企業と、IoT 関連技術を活かしてインフラ企業をサポートできる IoT 関連企業とが、情報共有しながら連携する取り組みについては、これまでも行われてきているが、IoT を活用したインフラ維持管理分野の技術開発を更に活性化させるには、このような情報共有の取り組みをより強化すべきものと考えられる。

図 10 【特許出願件数の推移と上位出願人（出願先：日米欧中韓台 ASEAN、出願人国籍：日本、優先権主張 2010-2017 年）】



出願件数	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
本調査	315	304	395	405	470	534	546	428
出願全体	344,598	342,610	342,796	328,436	325,989	318,721	318,381	318,481

日本国籍		
順位	出願人	出願件数
1	東芝	186
2	日本電気	164
3	日立製作所	161
4	三菱電機	112
5	鉄道総合技術研究所	112
6	パナソニック	88
7	日本電信電話	77
8	富士通	73
9	デンソー	58
10	富士フイルム	56
11	清水建設	46
12	JR東日本	41
13	セイコーエプソン	40
14	トヨタ自動車	38
15	川崎重工業	38
16	三菱重工業	35
17	石川島播磨重工業	34
18	太平洋セメント	34
19	大成建設	31
20	リコー	30
20	積水化学	30

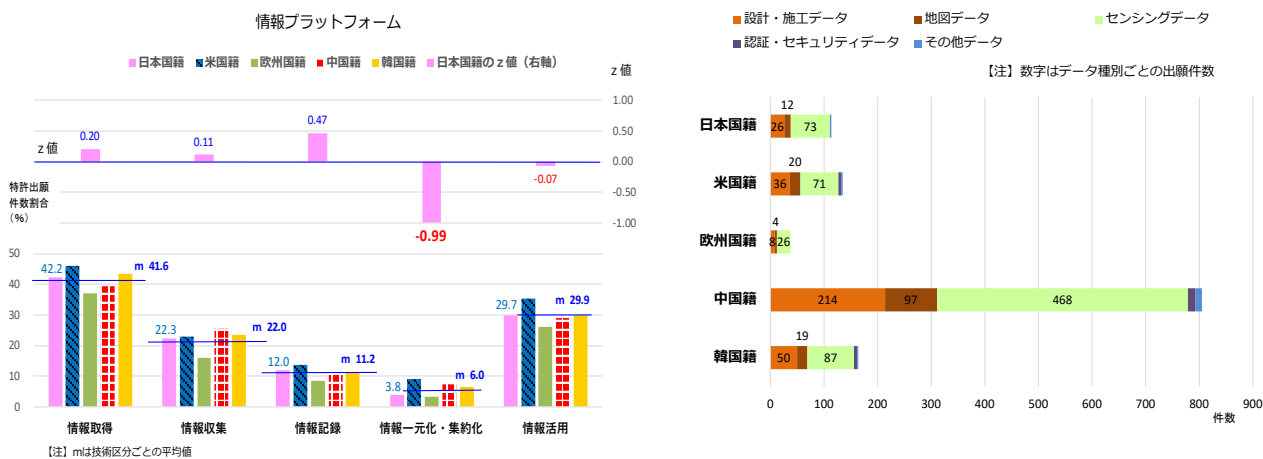
インフラを保有・運用する出願人
インフラを構築する出願人
インフラの構築・運用を支援する出願人
研究機関

(2) IoT 活用によるインフラ設備維持管理業務の効率的な運用に向けた技術開発

インフラ設備維持管理業務の効率的な運用に向けては、情報一元化・集約化関連の技術開発の底上げが必要と考えられるが、情報一元化・集約化で扱うデータの種別を広げ、センシングデータだけではなく、設計・施工データや地図データへの適用にも留意した、情報プラットフォームの情報一元化・集約化機能の技術開発を強化すべきである。

インフラ設備維持管理業務の効率的な運用を支える IoT サービスプラットフォームについては、Society 5.0 に向けた取り組みが進んでいる。そのような中で、図 11 に示すように「情報一元化・集約化」関連技術への日本の取り組みの出遅れが際立っており、「情報一元化・集約化」関連の技術開発の底上げが必要であると考えられる。

図 11 【情報プラットフォームの技術区分別特許出願件数割合と適用データ別件数（出願先：日米欧中韓台 ASEAN、出願人国籍：日本、優先権主張 2010-2017 年）】



更に、「情報一元化・集約化」で扱うデータの種別を広げていくことが重要と認識される中で、「センシングデータ」への対応が先行し、インフラ設備の維持管理業務の効率的な運用を実現するために必要となる「設計・施工データ」や「地図データ」への適用は進んでいない。「情報一元化・集約化」に際しては、「センシングデータ」だけではなく、これらのデータの活用も織り込んだ技術開発に注力していく必要がある。

(3) IoT を活用したインフラ設備維持管理技術の海外展開

IoT を活用したインフラ設備維持管理技術の海外展開に際しては、日本に強みのある IoT 関連技術と組み合わせたインフラ維持管理技術の開発を推進していくべきである。

インフラ維持管理関連の世界市場は巨大であり、日本市場の 40 倍の 200 兆円規模と見込まれているが、ヒアリング調査においても、インフラ設備維持管理技術の海外展開（海外での特許取得を含む）の重要性が指摘されている。

図 12 に示すように、IoT を活用したインフラ維持管理の海外に向けた取り組みについては、道路や上下水道の分野で進んでいるが、ヒアリング調査で、IoT とのパッケージ化による海外展開の可能性について示唆があったことを受け、道路について、IoT 関連技術の他国出願動向を調査した。

図 12 【日本から他国・地域に出願した特許ファミリーのインフラ設備別件数比率（出願先：日米欧中韓台 ASEAN、出願人国籍：日本、優先権主張 2010-2017 年）】

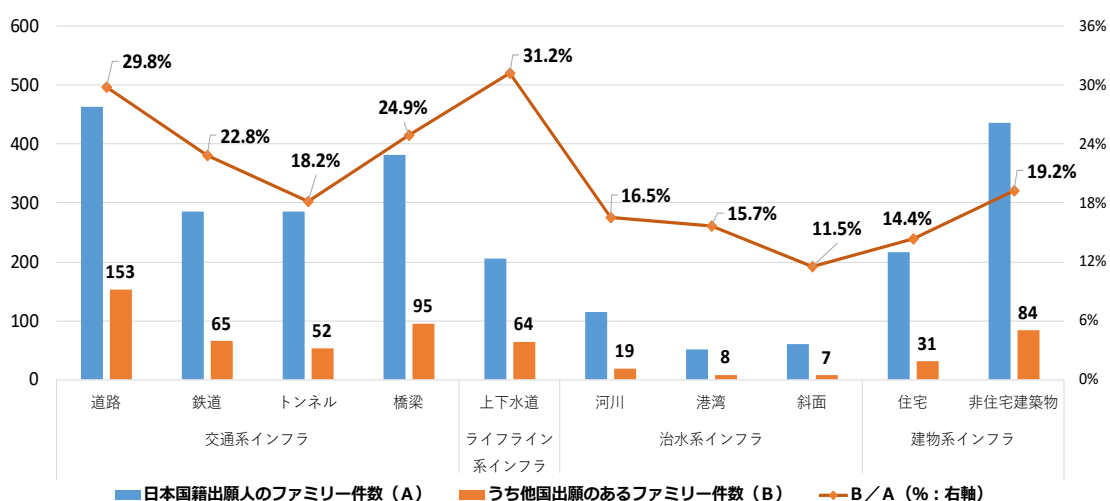


表 3 に示すように、日本国籍出願人については、「予測・推定」「画像解析」「カメラ」「陸上走行車両」に強みのあることが見て取れる。これらの技術をパッケージ化した例として、カメラを搭載した車両を走行させながら道路を撮影し路面の状態を推定する画像解析技術が挙げられる。インフラ設備の維持管理技

術の海外展開にあたっては、このような日本に強みのある IoT 関連技術との組み合わせによる後押しが期待される。

表 3 【「道路」関連で各国・地域から他国に出願した特許ファミリーの IoT 関連技術別件数（出願先：日米欧中韓台 ASEAN、出願人国籍：日本/米国/欧州/中国/韓国、優先権主張 2010-2017 年）】

		日本国籍	米国籍	欧州国籍	中国籍	韓国籍
データ解析	モデル化	13	11	8	15	4
	シミュレーション	2	5	1	2	0
	人工知能 (AI)	5	5	2	4	0
	予測・推定	46	13	20	11	6
	スクリーニング	8	5	7	3	5
	三次元解析	9	4	6	4	2
	画像解析	23	8	6	9	10
	周波数解析	3	1	1	0	2
その他のデータ解析	4	1	5	1	1	
データ種別	設計・施工データ	16	11	18	5	11
	点検結果データ	21	4	10	6	1
	センサデータ	61	60	55	12	17
	計測結果データ	39	19	20	15	11
	地図データ	28	14	14	9	5
	データベース	27	11	11	4	6
その他のデータ蓄積	5	6	6	2	0	
層結	無線通信技術	38	49	48	16	22
	有線通信技術	11	12	13	7	8
計測対象	位置・座標・距離	69	55	60	22	23
	ひび・剥離	16	11	6	7	2
	速度・加速度	32	10	20	8	1
	角度・向き	27	16	18	9	6
	振動	26	6	12	4	3
	圧力・応力・ひずみ	8	10	13	8	5
	電位・電流・電気容量	12	12	15	5	6
	温度・湿度	9	16	21	11	8
	水量・流量	10	8	10	5	4
その他の計測対象	22	11	20	10	3	
計測手法	音波・超音波	8	3	12	6	4
	放射線	4	4	3	4	2
	弾性波	4	1	0	1	1
	浸透・漏れ	2	0	1	0	0
	電磁場、電磁波	14	10	10	7	6
	レーザー	16	12	17	10	6
	カメラ	36	21	22	12	18
	GNSS	18	16	13	8	3
	その他の計測手法	13	9	10	7	2
搭載機器	ドローン	6	3	2	3	3
	陸上走行車両	71	39	43	21	19
	ロボット	3	2	5	2	1
	その他の搭載機器	1	1	0	0	1

紺色のセル：日本が他よりも件数が多く、優位と考えられる技術区分

空色のセル：各国・地域共通に件数の多い技術区分