

令和元年度  
特許出願技術動向調査 結果概要

宇宙航行体

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 －宇宙航行体－

## 1. はじめに

本調査では、近年、特に注目されている「宇宙航行体」の分野について調査分析を行った。宇宙航行体技術は、主に、宇宙を航行する、ロケット、人工衛星及びそれらのエンジン、射台に関する技術である。宇宙航行体技術は官需が主要ではあるものの、近年、日本においても宇宙航行体関連のベンチャー企業が誕生している。しかしながら、官民ともに宇宙航行体関連技術の知財戦略が十分ではないとの声もあり、宇宙基本計画工程表及び知的財産推進計画2018においては、2018年度から国内外の宇宙システムの知財を巡る動向等を分析・調査し、宇宙分野における、政府機関・宇宙機関（JAXA：国立研究開発法人宇宙研究開発機構）・民間の全体の知財戦略の策定に向けて検討を行い、その後、市場拡大が予想される小型衛星分野における知財動向等を分析するとともに、有識者による議論を踏まえて我が国宇宙産業における知財戦略を策定するとされている。そのため、当該分野の特許出願動向を調査し、現時点での日本の強み・弱みを導き出し、どのような技術に特化すべきか等、研究開発の方向性を示すことが必要である。

このような背景のもと、宇宙航行体に関する特許の動向を調査し、技術革新の状況、技術競争力の状況と今後の展望について検討した。

本調査では宇宙航行体を調査対象とし、ロケット、ロケットエンジン、人工衛星（探査機、輸送機を含む）を調査した。技術俯瞰図を下図に示す。

ロケットとは、「ペイロード」と表現される荷物・貨物を宇宙空間に運ぶ役割を有する航行体である。ロケットの種類には、「小型・超小型ロケット」、「再使用（可能）ロケット」、「有人ロケット」、等がある。ロケットを構成する技術は、ロケット自体とロケットエンジンに分けることができる。

人工衛星（探査機、輸送機を含む）とは、宇宙空間で「ミッション（役割）」を持って惑星の周りを周回する航行体、または地球からより遠い宇宙（深宇宙）や惑星等を目指す航行体である。人工衛星の技術には「ミッション」のための技術と、航行自体のための技術がある。「ミッション」には様々な種類があり、地球や惑星の観測、通信、月や惑星での活動等がある。

宇宙航行体の種類	技術	課題
<b>ロケット</b> ・小型・超小型ロケット ・再使用ロケット ・有人ロケット ・観測ロケット ・サブオービタルロケット 	<b>機体関連技術</b> タンク、胴体、フェアリング、フィン、パラシュート、サイドジェット、エンジンの結合分離、ペイロードの固定・分離 <b>機体要素技術</b> 空力、成型・加工、ロケット用材料、ロケット用電子デバイス <b>装備品技術</b> 誘導・姿勢制御系、電力系システム、推進系システム技術、熱制御系システム、計装系システム、自爆・破壊、TTC/C&DH系、自立飛行安全技術 <b>インテグレーション</b> システム化、ネットワーク化 <b>ロケット打上</b> 地上システム、打上方法、即応型衛星用打上システム、燃料の充填技術 <b>再利用</b> ロケット着陸・着水、再利用(帰還)、廃棄のための再突入 <b>その他</b> 整備・点検・検査、設計・試験環境・設備、有人ロケット関連	データ安定供給・仕組みの整備 低コスト化 リスク対応 小型化・軽量化 性能向上 製造性向上 高安全・長寿命 発熱・耐熱対策 振動・騒音対策 有人化 電氣化・電動化 試験環境・設備の整備 メンテナンス性の向上 輸送容量増大 環境保護(環境緩和)
<b>人工衛星</b> ・通信衛星 ・測位衛星 ・地球観測衛星 ・宇宙科学衛星 ・メンテナンス衛星 ・探査機 ランダー(着陸船) ローバー(探査車) 深宇宙探査機 ・輸送機 軌道間輸送機 補給機 	<b>固体燃料ロケット</b> 推進剤の種類・形状・点火、エンジン要素 <b>液体燃料ロケット</b> 推進剤の種類、サイクル、推進剤の燃焼、エンジン要素 <b>ハイブリッドロケット</b> 推進剤の種類、推進剤の燃焼、エンジン要素、固体燃料の形状 <b>その他推進</b> エアブリージングロケット、デトネーションロケット、レーザー推進ロケット <b>共通技術</b> 補助ブースター、推力制御、ベクトル制御、ジンバル、構造、安全装置	<b>利用サービス</b> 通信 測位情報利用 防災支援 建築・土木関連 地理情報 農林水産支援 エネルギー・資源 気象・環境 海洋 教育・娯楽
	<b>ミッション系</b> 観測センサ、衛星通信、システム誤差補修、観測、電力伝送システム、オンボードデータ処理 <b>装備品</b> TTC/C&DH系、電力系、誘導・姿勢制御系、推進系、熱制御系、宇宙展開構造物 <b>機体</b> 衛星用材料、成型・加工、構造 <b>軌道上サービス</b> デブリ除去・ディオービット、軌道上補給、SSPS、SSA <b>再突入</b> 人工衛星の廃棄のための再突入、再突入(無人・有人) <b>有人宇宙</b> 生命維持/環境制御、居住施設、放射線防護(人)、宇宙服、地上での宇宙状態シミュレーション(乗組員用) <b>月惑星活動</b> 惑星上での技術、宇宙空間での技術 <b>ランデブー・ドッキング</b> 協力・非協力ターゲットの観測、協力・非協力ターゲットとのドッキング <b>地上システム</b> 衛星管制システム、ミッションデータ受信システム <b>輸送機</b> 軌道間輸送機、補給機 <b>月惑星活動</b> 着陸・ランダー、ローバー、サンプルリターン、ドローン、制動、宇宙ステーション、航空技術 <b>衝突検知・スペースデブリ</b> 観測、検出、制御落下、捕獲、防護 <b>地上システム</b> 衛星管制システム、ミッションデータ受信システム <b>衛星コンステレーション</b> 衛星配置の最適化、軌道維持、軌道変更、衛星の投入軌道、廃棄、故障衛星対策 <b>インテグレーション</b> システム化、ネットワーク化 <b>その他</b> 対妨害システム、衛星ステルス、対サイバー攻撃対策、即応型衛星システム技術、点火、民生品の宇宙利用、設計・試験、地上での宇宙状態シミュレーション(機器用)	

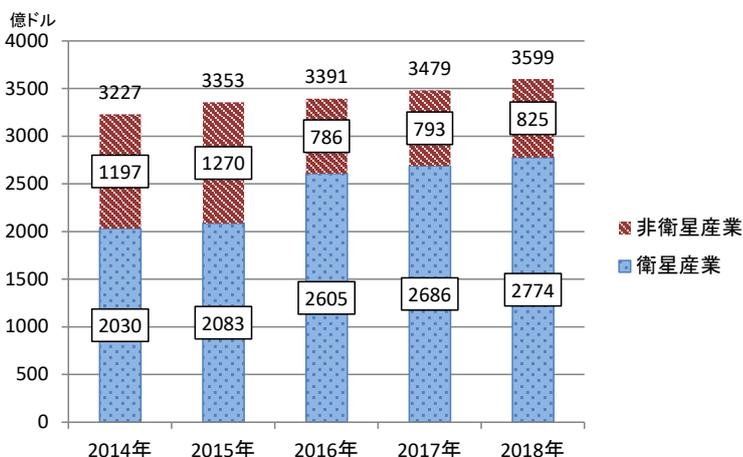
## 2. 本調査の結果の概要

- ・欧米から日本に対して数多くの特許出願がなされている結果、日本での日本のプレーヤーの出願割合は 55.9%であり、全技術分野横断（マクロ調査）でのそれ（約 80%）に比べ低い。
- ・日本のプレーヤーは、件数だけを見た場合、主要国に比べ、特許出願件数、論文発表件数、ロケット打上数、衛星製造数が少ない。但し、米国、欧州、日本について、主要宇宙機関である、NASA、ESA、JAXA の予算当たりで比較検討した場合、日本は米国に対して上回る水準である一方、欧州に対しては一部を除き下回る水準であった。
- ・従前、宇宙産業は自社または自研究機関のみでビジネスや事業が完結する傾向があったが、宇宙産業を取り巻く環境、特に他プレーヤーとの関係性について変化が起きている。自社または自研究機関のみでは完結しなくなっている。
- ・世界的にベンチャー企業の活動が活発化している。

### 3. 市場動向

2018年の世界の宇宙産業市場は約3600億ドルであり、2014年以降の年平均成長率は約2.8%である。2018年の衛星産業（衛星サービス、衛星地上設備、衛星の製造、打上サービス）の市場規模は2774億ドル、非衛星産業（商用有人宇宙飛行、各国宇宙予算）は825億ドルであり、それぞれ拡大傾向である。なお、全体の中で占める割合が大きい衛星サービス（通信衛星）分野の市場規模が2018年に減少して、2019年に持ち直すという動きがみられた。これは（注目が集まっている）LEOコンステレーション事業の様子見のため、GEO通信衛星の注文が減少した影響とみられ、今後も該当分野には注視が必要と考えられる。

【宇宙産業市場の推移（2014年～2018年）】



### 4. 政策動向

日本では、2008年に成立した宇宙基本法で、宇宙開発利用に関する基本理念と基本施策が定められ、これに基づき、翌年、宇宙基本計画が決定された。2012年に内閣府に宇宙戦略室と宇宙政策委員会が設置され、2015年には工程表を含む3回目の宇宙基本計画が策定された。この最新の宇宙基本計画には、政策目標の一つとして「民生分野における宇宙利用の推進」が、また、政策推進の基本スタンスの一つとして「宇宙利用による価値の実現（出口戦略）を重視」が掲げられている。2020年に改定予定とされている。

米国では、2010年の新国家宇宙政策において、宇宙探査ビジョンの方針を転換し、民間活力を積極的に利用した商業宇宙分野の成長促進による宇宙産業拡大を強調した。例えば、国際宇宙ステーション（ISS）への貨物輸送に関し、民間の能力開発支援策（商用軌道輸送サービス, Commercial Orbital Transportation Services, COTS）および輸送サービスの民間からの購入支援策（商業物資輸送サービス, Commercial Resupply Services, CRS）は、SpaceX等、民間企業の能力・事業拡大を促したとされる。その後も、現在まで、月着陸機の商用技術開発支援

や月面輸送サービスの民間調達推進、民間4社の大規模なコンステレーション計画承認、ISS商用化計画の発表等、商業宇宙分野の振興策が続いている。

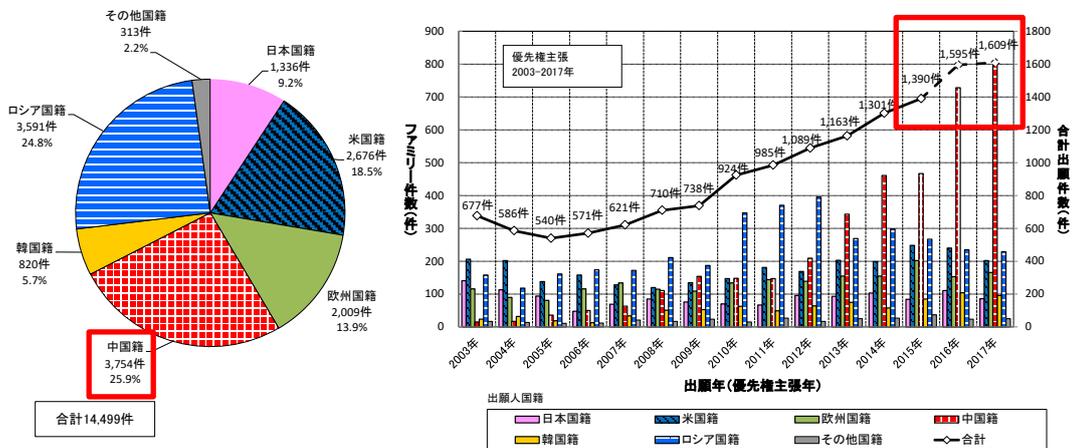
欧州では、欧州委員会（EC）が研究助成プログラム「Horizon2020」を2014年に開始し、2020年までに約800億ユーロの助成金を投入する予定であり、目標の一つに産業競争力の確保が掲げられている。また、宇宙産業育成のため、欧州宇宙機関（ESA）が欧州民間各社と契約して、小型ロケット研究開発、火星サンプルリターンミッション検討、大型ロケット開発等を推進している。

## 5. 特許出願動向

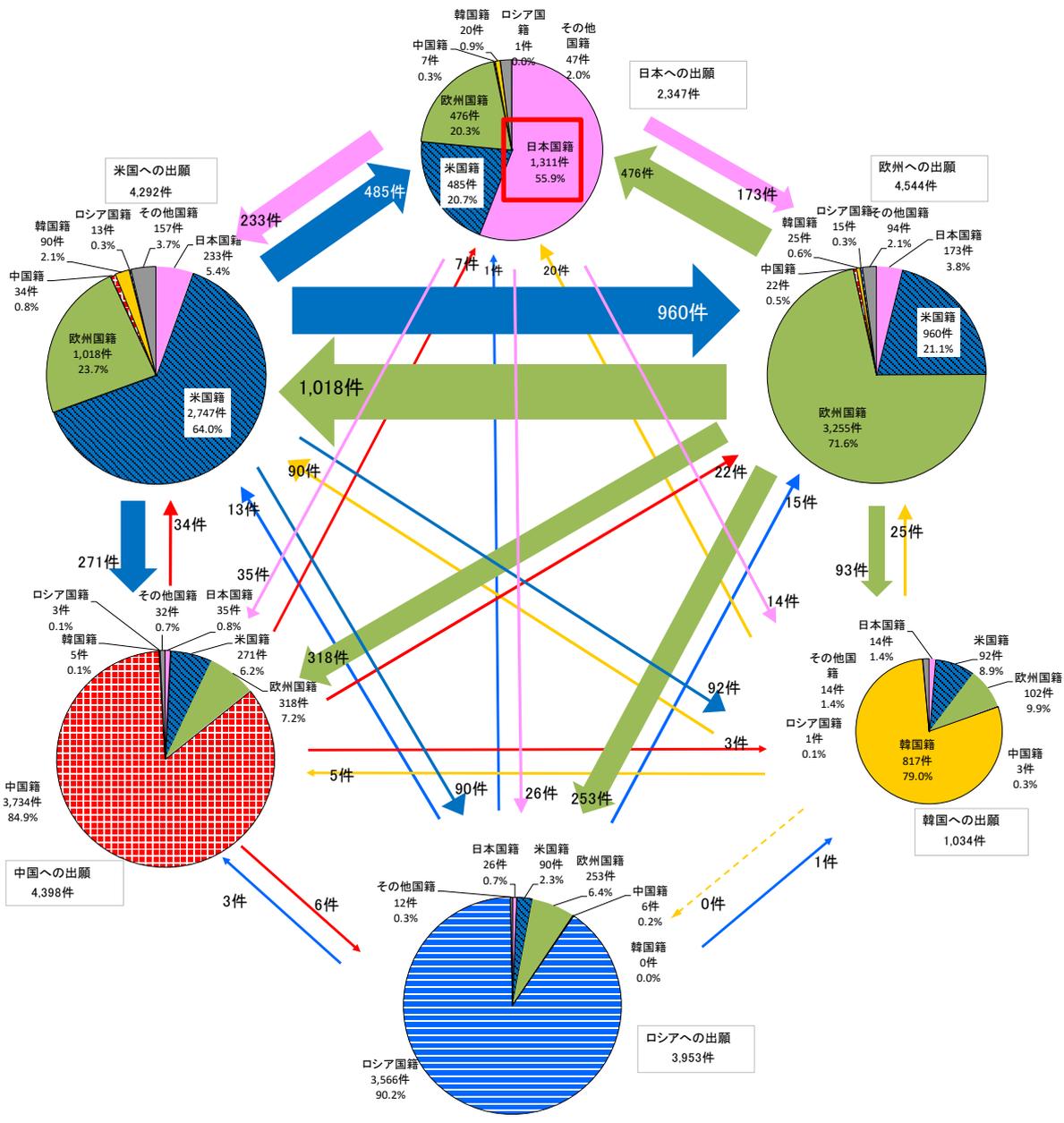
日米欧英独仏中韓露印加伯以新への特許出願のファミリー件数の合計は14,499件で、出願人国籍・地域別では、中国籍によるファミリー件数が最も多く、直近で著しく増加している。日米欧中韓露における出願収支でみると、日本への日本国籍の出願人による出願件数割合（55.9%）は、他国のその割合に比べて低い。加えて、全技術分野を対象とした特許出願動向調査—マクロ調査—における自国への出願割合（約80%）に比べ低い。米国籍、欧州国籍の出願人は、他の主要国籍に比べ、他国へ出願している件数が多く、欧州国籍の出願人による米国への出願件数が1,018件と最も多い。また、中国、ロシアでは、自国への出願割合が著しく高い（それぞれ84.9%、90.2%）。

技術区分別の出願動向では中国籍の出願人による人工衛星の装備品・衛星バス技術の出願が最も多い（但し、ファミリー件数単位）出願人別ファミリー件数ランキングではCHINA ACAD SPACE TECHNOLOGY（中国）、AIRBUS（フランス）、KOREA AEROSPACE RES INST（韓国）が上位3社（機関）である。

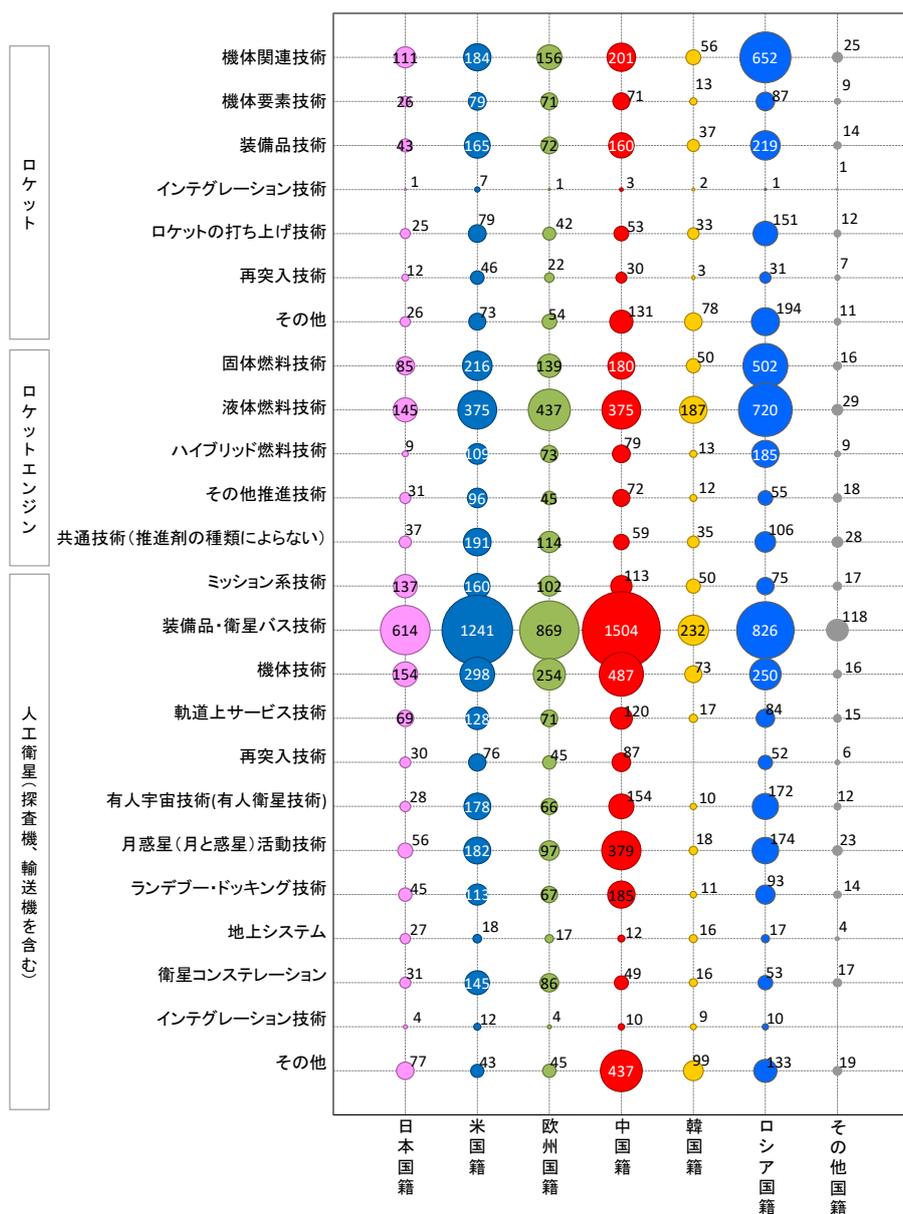
【出願人国籍・地域別ファミリー件数推移及びファミリー件数比率(宇宙航行体)  
(日米欧英独仏中韓露印加伯以新への出願、出願年(優先権主張年):2003-2017年)】



【出願先国・地域別一出願人国籍・地域別出願件数収支（宇宙航行体）（日米欧中韓露への出願、出願年（優先権主張年）：2003－2017年）】



## 【技術区分別－出願人国籍・地域別ファミリー件数（全体）】



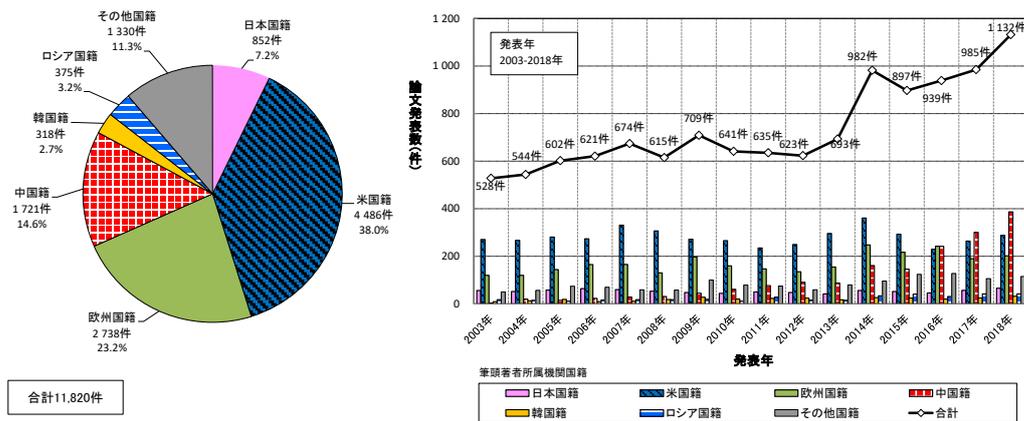
## 【出願人別ファミリー件数ランキング（宇宙航行体）】

順位	出願人名	ファミリー件数
1	CHINA ACAD SPACE TECHNOLOGY (中国)	643
2	AIRBUS (フランス)	611
3	KOREA AEROSPACE RES INST (韓国)	436
4	ENERGIYA KOROLEV ROCKET & SPACE CORP (ロシア)	430
4	BOEING CO (米国)	430
6	GULTYAEV A M (ロシア)	388
7	HARBIN INST TECHNOLOGY (中国)	338
8	三菱電機	279
9	UNIV BEIHANG (中国)	276
10	IHI	201

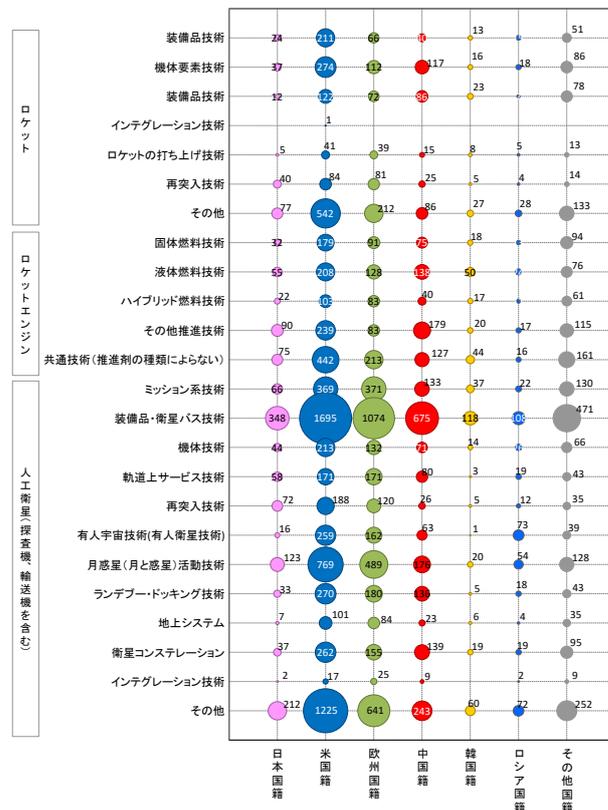
## 6. 研究開発動向

宇宙航行体全体の論文発表件数は11,820件で、研究者所属機関国籍・地域別では米国籍の研究者所属機関による発表が最も多く、次いで欧州国籍研究者所属機関による発表が多い。2003年から2012年まで緩やかな増加傾向であり、2012年以降、より増加傾向が強まっている。技術区分別の動向では米国籍の研究者所属機関による人工衛星の装備品・衛星バス技術の発表が最も多い。

【研究者所属機関国籍（地域）別論文発表件数推移及び論文発表件数比率（宇宙航行体）（論文誌発行年：2003-2018年）】



【技術区分別－研究者所属機関国籍（地域）別論文数（宇宙航行体）（論文誌発行年：2003-2018年）】



## 7. 提言・示唆

今後の展望を検討するにあたり、ファミリー件数（特許）、論文発表件数が近年著しく増加している技術区分を分析、抽出して以下にリストアップした。特にファミリー件数（特許）が増加している技術は、今後特許での争いが現れる分野となると想定される。

### （１）ロケット

- ・機体要素技術－ロケット用材料技術（論文増加）
- ・装備品技術－熱制御系システム技術（論文増加）
- ・ロケットの打ち上げ技術－打ち上げ方法（特許増加）
- ・再突入技術－ロケット着陸・着水技術（特許増加）
- ・再突入技術－再利用のための技術（帰還技術）（特許増加・論文増加）

### （２）ロケットエンジン

- ・液体燃料技術－推進剤の燃焼技術（論文増加）
- ・ハイブリッド燃料技術－推進剤の種類（論文増加）
- ・ハイブリッド燃料技術－推進剤の燃焼技術（論文増加）
- ・共通技術－推力制御（論文増加）
- ・共通技術－構造技術（論文増加）

### （３）人工衛星

- ・ミッション系技術－衛星通信（特許増加）
- ・ミッション系技術－オンボードデータ処理（論文増加）
- ・機体技術－成型・加工技術（論文増加）
- ・軌道上サービス技術－デブリ除去、ディオービット（論文増加）
- ・軌道上サービス技術－軌道上補給（製造、メンテナンス）  
（特許増加・論文増加）
- ・再突入技術－人工衛星廃棄のための再突入（論文増加）
- ・再突入技術－再突入（有人）（特許増加）
- ・ランデブー・ドッキング技術 協力ターゲットの観測（特許増加・論文増加）
- ・ランデブー・ドッキング技術 非協力ターゲットの観測（論文増加）
- ・ランデブー・ドッキング技術 協力ターゲットとのドッキング（論文増加）
- ・ランデブー・ドッキング技術 非協力ターゲットとのドッキング  
（特許増加・論文増加）
- ・衛星コンステレーション－軌道変更（特許増加・論文増加）
- ・衛星コンステレーション－衛星の投入軌道（特許増加）

- ・インテグレーション技術－システム化、ネットワーク化技術（特許増加）

上記技術区分の他、有識者見解として下記の事項が今後の展望、進展に影響があると考えられた。

- ・2006年に米国で商用 SAR の利用が解禁され、技術進展が進んだ。  
今後も政策発で進展がある技術分野が生じると考えられる。
- ・米国の Gateway, ARTEMIS 計画の進展により「月」「深宇宙」「探査機」をキーワードとする分野が今後注目される。これらはビジネス観点に加え、アカデミア観点（新技術の探求）としても注目される。「深宇宙」では通信と同じくらい電源技術が重要である。また、（超）小型衛星の研究機関・組織がそのまま（超）小型「探査機」に注力する動きも見受けられる。
- ・米国ベンチャー企業の巨大ロケットによる安価な打上が事業として成功した場合、市場に与える影響は大きい。小型ロケットメーカーが淘汰される可能性がある。一方で、衛星コンステレーションを形成する一部の衛星を入れ替えるケースも今後想定され、そのための小型ロケットのニーズも生じる可能性がある。
- ・衛星通信ペイロード、アクチュエータとセンサを組み合わせた統合ユニットは研究開発が進められていると考えられる（本調査では調査対象母集団外であり件数が少なかった可能性が高い）
- ・対妨害システム技術、衛星ステルス技術、対サイバー攻撃技術は注目されている。
- ・衛星コンステレーションにおいては相互の衝突回避、寿命末期における再突入・廃棄軌道への移行のための軌道変換能力が必要となり、人工衛星の信頼性の高い推進機、推進技術が求められる。同様に安全性の高い推進機、即ち電気推進が注目されている。

本調査では、以下の3つの観点で提言をまとめた。

日本のプレーヤーは、欧米から日本に対する数多くの特許出願がなされている結果、日本のプレーヤーの出願割合が低く、国の宇宙活動やビジネスの自在性に対するリスクを抱えていることに危機感を持つべきである。特に、当業界では特許出願がなされないとの従前の認識があればそれを改める必要がある。

従前より、宇宙航行体分野においては、国家安全保障の観点や、製造物が宇宙にありリバースエンジニアリングができないため技術漏洩リスクが低い・特許侵害訴訟を提起され難い（不可能）との観点等から、特許出願が積極的になされない業界との共通認識が存在している。しかし、本調査の結果からは、日本のプレーヤーの日本における出願件数の割合の低さが目立った。即ち、海外のプレーヤー

一が日本を重要な出願先の一つとみなし、多く出願してきているといえ、将来的に日本のプレーヤーが日本ですら、事業をする際の障害となる可能性も否定できない。

特許出願が国際競争力や市場優位性に直結するとは限らないものの、日本が宇宙基本法を制定して注力する産業の一つである宇宙航行体分野において、このような状況であること自体が危機的な状況であるとの認識を持つべきと考える。

日本の宇宙機関・企業は、欧米から日本に対する数多くの特許出願がなされている現状や宇宙業界における環境変化に基づき、知財戦略を検討し、適切な特許の調査、出願、出願後の対応ができる体制の構築に取り組むべきである。特に、

- ① 他プレーヤーとの接点がある製品や技術
- ② 第三者や取引先が容易に見ることやリバースエンジニアリングができると思われる製品や技術、他社への開示が必要な技術
- ③ 近い将来に実現性の高い技術

については早い段階での特許出願や強く広く役に立つ特許権の取得ができるような戦略、体制をとるべきである。

但し、③については、ノウハウとして適切に秘匿する方が好ましい場合もあるため、特許出願を行うかどうかを判断する知財戦略が必要である。

日本企業は、欧米から日本に対して数多くの特許出願がなされている現状に加え、上述した環境変化を踏まえて、知財戦略の検討とそのための体制構築、強化が求められる。出願に際しては、秘匿化すべきかどうかの判断が重要である中で、従前の判断で秘匿化をすると他社から出願されてしまうリスクが高まっているとの指摘もなされている。

日本の宇宙機関・企業は他者への技術情報の開示が必要な機会が増加していること、海外企業による早い段階での権利範囲が広い特許出願が増加していること等の宇宙業界における著しい環境変化に対応できるよう継続した特許調査等を実施し、状況に即した知財戦略の策定及びそれを実行可能な体制の構築が必要である。政府機関は、その体制の構築を後押しする政策を検討すべきである。加えて、他国の技術育成も考慮した調達事例を踏まえ、宇宙産業振興に資する民間サービス調達を推し進める等の政策を検討すべきである。

政府機関は、その継続した特許調査を含め、民間企業が宇宙分野の著しい環境変化に対応可能な知財に関する体制を構築する活動を後押しするような積極的な政策を検討すべきである。

以上