

非宇宙産業から見た 宇宙産業のポテンシャル



石松岳浩



浦口凌央也

CONTENTS

- I はじめに
- II アップストリームへの参入
- III ダウンストリームへの参入
- IV エンドユーザーによる宇宙利用
- V おわりに

要約

- 1 近年世界中で、宇宙空間における活動を通じた地球規模課題の解決や安全保障の確保へのニーズは高まっており、宇宙産業の市場規模は中長期的に成長が見込まれている。背景として宇宙開発の主体が政府から民間企業へ移り変わりつつあることが挙げられる。日本では、非宇宙産業からの参入を後押しする支援策もあり、これから宇宙関連事業を始める民間企業にとってよいタイミングといえる。
- 2 非宇宙産業から参入する際は、既存事業で培った技術や蓄積したデータを活用することが肝要である。また、エンドユーザーとして新たに宇宙利用するには、自社事業領域の知見を最大限に活用するとよい。
- 3 しかし、実際に非宇宙産業の企業が宇宙関連事業に新たに取り組むと、いくつかの課題に直面する。自社が保有する技術やデータの活用方法が分からなかったり、ソリューションをエンドユーザーの実業務へ浸透させられなかったりする。
- 4 宇宙分野の知見が乏しい新規参入者が、宇宙関連事業を成功させるには、宇宙産業の既存プレーヤーをはじめとして政府や自治体、専門家、VC・ファンド、IT・技術コンサルなど、さまざまなステークホルダーと共同で取り組むことが不可欠である。その際、新規参入者は、短期的には各ステークホルダーから資金面や技術面で支援を受けることが多くなるが、中長期的には自立的に事業推進・拡大することが望ましい。

I はじめに

1 世界の宇宙産業動向

近年、宇宙空間における活動を通じた、地球規模課題の解決や安全保障の確保に注目が集まっている。宇宙産業に特化したコンサルティング会社である仏Euroconsult社によると、市場規模は2018年には38.7兆円だったのに対し、22年には55.1兆円まで拡大している。さらに、32年には95.8兆円以上になると予測されている。

市場拡大の背景として、多くの国で宇宙開発の主体が政府から民間企業に移り変わりつつあることが挙げられる。民間企業主体の宇宙開発は、政府にとってさまざまな観点でメリットがある。政府主体より素早く低コストで事業性を考慮した開発ができるだけでなく、民間企業を成長させる機会にもなる。

そこで、米国を筆頭に宇宙先進国の各国政府は、民間企業による宇宙開発を促進している。政策として宇宙開発の方向性を示し、民間企業による事業の方向性検討や資金調達をしやすくしているのである。

さらに、政府の研究機関が官需に応えるだけでなく、政府が民間企業へ積極的に開発を委託したり、アンカーテナンシー（民間の産業活動において政府が一定の調達を補償することにより、産業基盤の安定を図ること）の考え方に沿って民間企業が提供するサービスを政府が継続的に購入したりすることで、民間企業による宇宙開発を支援している。

また、宇宙技術を活用した地上・宇宙空間双方における安全保障の強化に向けて、民間企業が持つ技術を政府が活用する動きも見られる。民生だけでなく、安全保障の用途でも

使えるデュアルユース性を持った技術を開発する民間企業への支援も行われている。

官需は政府として将来的に必要な研究開発に対する投資がメインであり、今後、安全保障の観点から増加が見込まれる。産業振興の起点として重要であるが、持続的に市場規模を拡大するには、官需のみでは不十分である。よって、各国政府は民間企業主体の宇宙開発を通じた産業振興や民需の創出を目指している。

世界の宇宙産業を先行する米国では、アメリカ航空宇宙局（NASA）や国防総省（DoD）が今後の指針を示したうえで関連予算を確保し、民間企業の力を積極的に活用してきた。結果、企業の事業予見性が向上し、米SpaceX社をはじめとする多くの企業が官需獲得によって成長した。たとえば、SpaceX社がより多くの衛星・ロケットを製造するに当たってそれらの部品の需要が高まることで、部品メーカーの受注が増加した。また、SpaceX社をはじめとするロケット打上げ事業者の新規参入によって、打上げサービスをこれまでより容易に低価格で調達できるようになったため、民間企業による宇宙空間の商業化が進み、新たな民需が創出された。

2 日本の宇宙産業動向

日本においても宇宙産業は成長しており、内閣府によると、市場規模は2017年には1.2兆円だったのに対し、20年には4兆円にまで拡大している。さらに、23年6月に内閣府が公表した宇宙基本計画では、30年代早期に倍増の8兆円を政府目標としている。

現状、日本の宇宙産業は、国内官需に依存している傾向が強い。産業振興の起点として

図1 日本から見た各市場の現状と今後の展望

	官需	民需
内需	<ul style="list-style-type: none"> • 政府による民間委託や民間サービスの調達によって、国内官需は創出されている • 現状、特に宇宙機の製造・打上げ事業では、日本の宇宙産業を支えている • 今後の持続的な日本の宇宙産業振興に向けて、国内官需への依存から脱却することが求められる 	<ul style="list-style-type: none"> • 国内官需を獲得して成長した民間企業によって、宇宙空間の商業化が進み、国内民需が創出されつつある • 海外プレーヤーによる国内民需の侵食が見られるため、国内プレーヤーは国際競争力を高め、国内民需に応えることが求められる
外需	<ul style="list-style-type: none"> • 市場規模としては内需よりもはるかに大きいですが、現状国内プレーヤーは獲得できていない • 国内官需を獲得する中で国際競争力を高め、国外官需の獲得を目指す • その際、現地へのローカライズが必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> • 市場規模としては内需よりもはるかに大きいですが、現状国内プレーヤーは獲得できていない • 国外官需で実績を重ね、現地での信頼を得たのち、国外民需の獲得を目指す

官需を活用することは有効であるが、官需だけでは規模が限定的である。よって、30年代早期までの政府目標を達成するには、国内民需と外需のさらなる獲得が求められる。産業振興する中で国内民需は徐々に拡大しつつあるが、内需に比べて相当大きい外需の獲得は、特に日本の宇宙産業に大きなインパクトを与える（図1）。

国内民需と外需をさらに獲得するには、高い国際競争力が必要となる。国内民需であっても、国内プレーヤーによってすべてを満たしているわけではなく、海外プレーヤーによる侵食が見られる。たとえば、国内の衛星打上げ需要の一部はSpaceX社などの海外打上げ事業者が供給している。国を越えることで煩雑な手続きやコストが発生するのは国内の衛星運用事業者としても避けたいため、国内で需要を満たすことが望ましい。

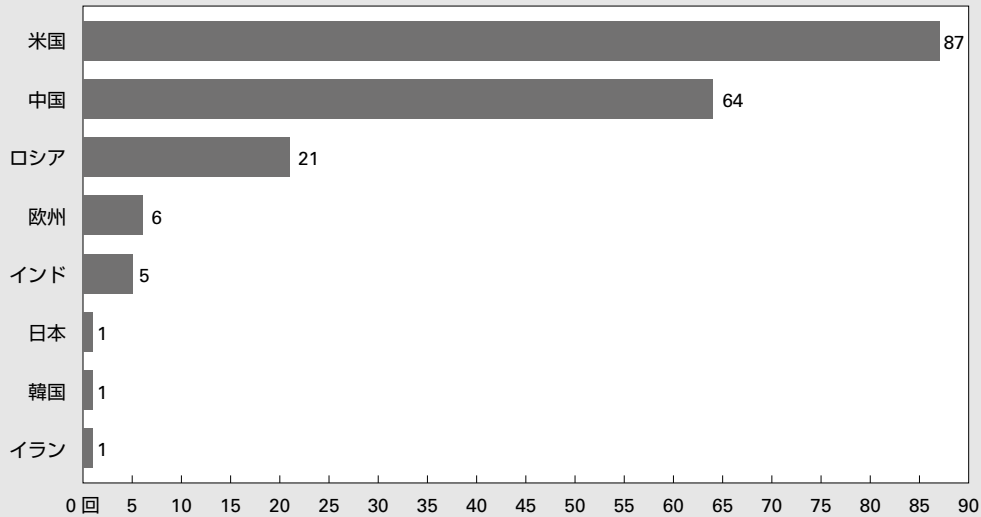
しかし、近年、世界の宇宙産業では、主に欧米中が先行しており、日本は国際的な競争環境において必ずしも優位な立場にあるとは

いえない。たとえば、22年の各国のロケット打上げ回数を見ると、米国は87回（うち84回成功）、中国は64回（うち62回成功）、欧州は6回（うち5回成功）に対し、日本は1回（うち0回成功）である。またアジアにおいては、インドは5回（うち4回成功）、韓国は1回と、日本はアジアにおける打上げ能力のプレゼンスも危うい状況にある（図2）。

さらに、22年における各国の稼働中の衛星保有数を見ると、米国は3415基、中国は536基以上、英国は486基、日本は88基である（図3）。もちろん、ロケット打上げ能力と衛星保有数だけで国際競争力が決まるわけではないが、数が多いほど規模の経済性によって低価格化を実現できるだけでなく、実績の積み重ねが信頼性向上にもつながるため、重要な要素の一つである。

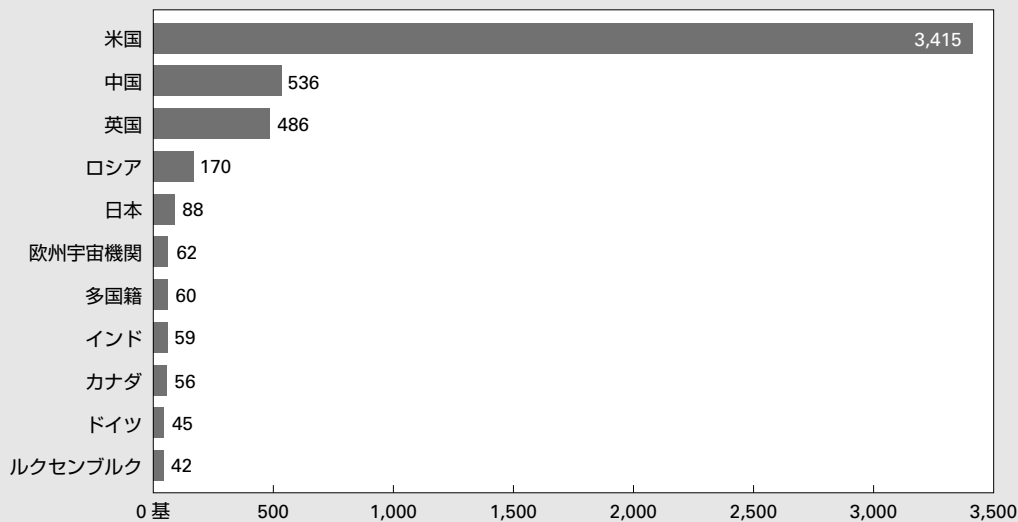
政府は日本の宇宙産業振興に向けて、安全保障をはじめとする官需を強化し、民間の技術を積極的に活用することで、民間の技術革新を促進している。民間企業にとっては市場

図2 2022年における世界のロケット打上げ数



※ Soyuzのフランス領ギアナでの打上げは欧州にカウント、ニュージーランドの打上げは米国にカウント
出所)「Jonatahn's Space Report」を基に作成

図3 2022年における世界の稼働中の衛星数



出所)「UCS Satellite Database」を基に作成

が拡大すれば研究開発投資の拡大や生産体制の維持につながり、優れた製品・サービスの増加を通じた国際競争力の強化が期待できる。そして、民間企業が国内民需や外需も獲得すればさらに市場が拡大し、国際競争力が

強化されるといった好循環を実現できる。

国内官需の源である宇宙関係予算は、20年度まで横ばいの3500億円程度であったが、21年度より拡大し、23年度は6119億円まで増額された。また、宇宙基本計画において、政府

は将来的にどのような方向性で宇宙産業を開拓していくかを示しており、その工程表を毎年更新している。ほかにも、市場拡大・活性化に向けて、政府はさまざまな施策を講じている。補助金事業はその一つであり、たとえば経済産業省の事業である中小企業向けの事業再構築補助金においても、成長枠として宇宙機器産業および宇宙利用サービス産業が追加され、大企業だけでなく中小企業も含めて支援している。

さらに、「非宇宙産業」・スタートアップによる新規参入の促進にも取り組んでいる。なお、本稿でいう「非宇宙産業」とは、宇宙産業へ参入していない企業群によって構成される産業を意味する。(宇宙関連事業以外に)既存事業を持つ非宇宙産業の企業は、盤石な経営基盤や、自社事業領域でこれまで蓄積してきた知見・経験を持っており、スタートアップより参入しやすい。たとえば、内閣府が17年より毎年主催しているビジネスアイデアコンテスト「S-Booster」では、新たに宇宙ビジネスの事業化を目指す企業・個人に対して、専門家によるメンタリングを通じて支援している。第1回では全日本空輸(ANA)が、衛星データを活用して上空の風を予測し、航空機の飛行経路を最適化するシステムを提案し最優秀賞を受賞した。

また、民間宇宙ビジネスの事業化を支援する取り組みもある。たとえば宇宙航空研究開発機構(JAXA)が行っている「J-SPARC」では、事業化意思のある民間企業らとJAXAが保有する人的リソースや資金を持ち寄り、早期の事業化やJAXAにおけるプロジェクト化を目指している。宇宙産業だけでなく非宇宙産業も巻き込んでおり、過去にはQPS研究

所と九州電力によって、電力設備管理の高度化・効率化に向けた宇宙利用に関する実証試験が行われた。

市場拡大・活性化に向けて新規参入や事業継続、宇宙利用を支援する政府による取り組みは、宇宙産業に興味を持つ非宇宙産業の企業にとって追い風となるだろう。

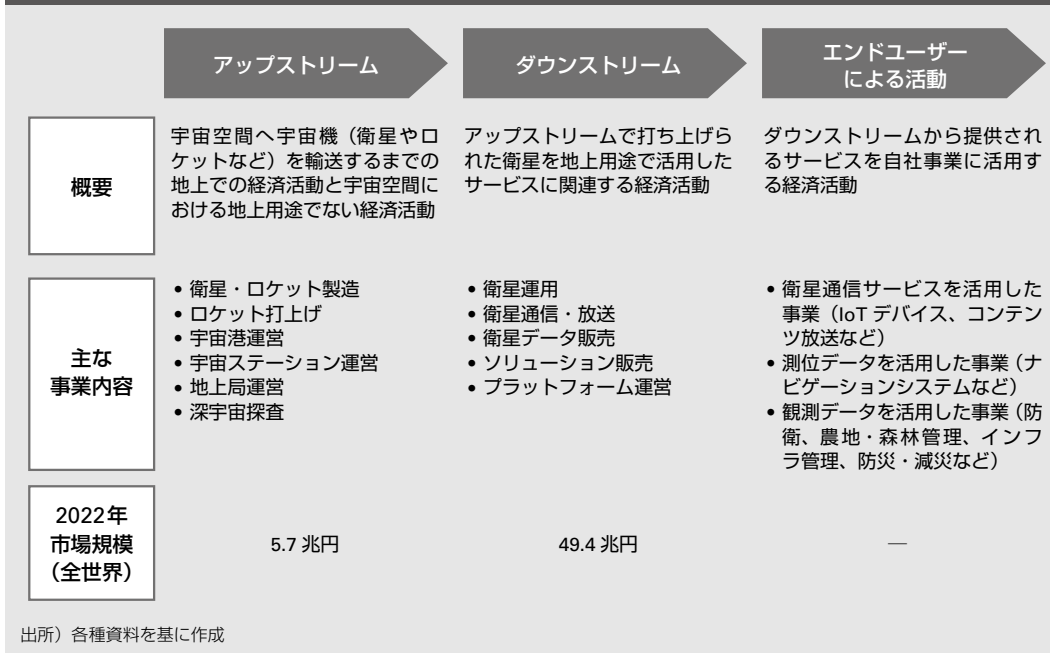
3 宇宙産業のバリューチェーン

本稿では宇宙産業のバリューチェーンを、「アップストリーム」「ダウンストリーム」「エンドユーザーによる活動」の3つに分類する。

アップストリームは、宇宙空間へ宇宙機(衛星やロケットなど)を輸送するまでの地上での経済活動と宇宙空間における地上用途でない経済活動を指し、主たる事業内容としては、宇宙機の製造・打上げ、宇宙港や地上局を含む地上インフラ運営、宇宙ステーション運営などがある。

ダウンストリームとは、アップストリームで打ち上げられた衛星を地上用途で活用したサービスに関連する経済活動を指し、衛星運用、衛星通信・放送、衛星データ販売、衛星データを活用したソリューション販売などが主たる事業内容となる。また、衛星には主に通信衛星、観測衛星、測位衛星の3種類があり、衛星データは、これらの衛星から得られるデータの総称である。単なる衛星データの販売では顧客の意思決定に与える影響が小さいため、このダウンストリームの領域では、データを解析して顧客にとって価値のある情報を抽出し、意思決定を支援するソリューションが主に販売される。たとえば農業分野では、水田を観測した衛星データを解析するこ

図4 宇宙産業のバリューチェーン



とで、米のタンパク質含有率を推定し、適切な肥料散布を支援するソリューションがある。

エンドユーザーによる活動とは、ダウンストリームから提供されるサービスを自社事業に活用する経済活動を指す。具体的には、衛星通信サービスや測位・観測データを活用する取り組みが該当する。この領域には、既にさまざまな事業者が関与しており、上述の肥料散布支援ソリューションを活用して稲作を営む事業者はここに含まれる。

これらの領域にかかわる代表的な事業者としては、たとえば、アップストリームでは仏エアバスや米ロッキード・マーティン、ダウンストリームでは米Planet社やフィンランドのアイサイが挙げられる。宇宙産業の中で最も注目を集めている企業の1つであるSpaceX社は、衛星やロケットの製造・打上げ事業に加えて、自社通信衛星を活用した衛星通信サー

ビス事業も行っており、アップストリームとダウンストリームのいずれにも属している。エンドユーザーとしては既に多種多様な企業がダウンストリームから提供されるサービスを利用し始めており、米テスラは自社の車にSpaceX社が展開する衛星通信サービスを搭載予定である。

Euroconsult社によると、世界における宇宙産業の2022年時点の市場規模は、アップストリームで5.7兆円、ダウンストリームで49.4兆円である。なお、エンドユーザーによる活動の市場規模は、事業が多岐にわたり宇宙技術の貢献範囲が広いいため推算困難であるが、アップストリームから下流になるにつれて波及効果は大きくなり、ダウンストリームよりも市場規模が相当大きいと考えられる。特に位置情報や衛星通信サービスはエンドユーザーによってさまざまな事業で活用されており、各種ナビゲーションシステムや地上通信

網が使えない地域でも機能するIoTデバイスは広く普及している（図4）。

4 非宇宙産業からの 新規参入に向けた検討方針

第Ⅱ章以降では、アップストリームやダウンストリームにおける事業環境を分析したうえで、新規参入する際のポイントについて考察する。事業環境分析では、まず現在の市場構造や市場成長の蓋然性を明らかにし、非宇宙産業から見て魅力的な市場を見極める。さらに、競合に対して優位性を持つために重要となる要素を明らかにしたうえで、新規参入しやすい企業像を定める。新規参入する際のポイントとしては、上述の参入しやすい企業が実際に新規参入するに当たって想定される主な課題と対応方針を考察する。また、参入後の中長期的な事業拡大の可能性や、近年、企業経営において重視される傾向にある社会的価値についても言及する。

さらに、エンドユーザーによる宇宙利用についても考察する。具体的には、宇宙利用の意義を明らかにしたうえで、宇宙利用をしやすい企業像を定め、実際に宇宙利用をするうえでの主な課題や対応方針などを整理する。

Ⅱ アップストリームへの参入

1 事業環境分析

(1) 市場環境

アップストリーム領域の市場規模は、世界において2018年には1.0兆円だったのに対し、22年時点で5.7兆円と急拡大している。

アップストリームのバリューチェーンをさらに細かく見ると、宇宙機製造事業の割合が

7割弱である。後述するようにダウンストリーム以降の経済活動は市場規模としては大きい。これらはアップストリームにある宇宙機の製造およびその打上げ事業があってこそ成立する。そして、アップストリームの中でも大半を占める宇宙機製造事業は、宇宙産業において重要な事業領域といえる。

また衛星用途別で市場を見ると、用途ごとに宇宙機の数量と求められる性能が異なるため、それらが各用途の割合に影響を及ぼしている。通信・観測分野では、防衛用途の衛星ほど高い性能が求められないが、多くのプレーヤーが衛星コンステレーション（大型衛星単機または複数機ではなく、数十機以上の小型衛星を協調させて運用する形態）の構築に取り組んでおり、市場での割合が大きくなっている。特に目立つのは、SpaceX社の通信衛星コンステレーションであり、23年5月時点では4000以上のスターリンク衛星を打ち上げている。なお、デュアルユース性を持った通信・観測衛星の一部は防衛用途でも使用される。防衛分野では、商用衛星よりも高い性能が求められるため単価が高く、数量が多いわけではないが、市場での割合が比較的大きい。測位分野では、ごく一部の国において政府管轄下で少量のみ製造されるため、比較的高い性能が求められるが、市場での割合は小さい。そのほかの用途での取り組みは、一部の国によって行われているのが現状である。

最後に顧客属性別で市場を見ると、民需よりも官需の割合が大きい。宇宙開発の主目的である安全保障確保や地球規模の課題解決は国家予算を用いて取り組まれることが多く、アップストリームでは一部開発が政府から民間企業へ委託されるため、官需の割合が大き

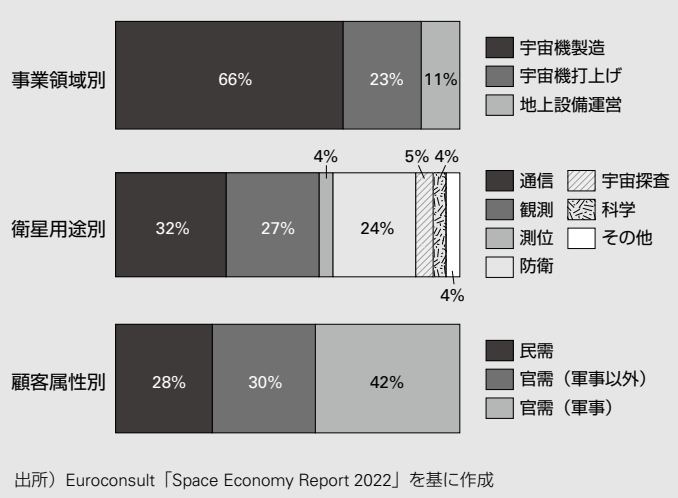
い（図5）。

今後もアップストリームでは市場成長が見込まれており、野村総合研究所（NRI）では32年に市場規模が8～10兆円にまで及ぶと予測している。一般にアップストリームでは、衛星開発・製造に当たって膨大な初期投資がかかり、事業化まで長い期間を要するため、事業者にとって運転資金の確保は重要である。また、事業者を支える動きとして、主に民間委託・民間サービスの調達・補助金付与といった政府による支援やベンチャーキャピタル（VC）などからのリスクマネーの流入が見込まれる。よって、ここでは衛星用途別の政府による支援やリスクマネーの流入を整理して、市場成長の蓋然性を検証していく。

通信分野では、デュアルユース性を持つ商用衛星通信サービスが増えており、米国国防総省は防衛用の衛星だけでカバーできない部分を民間企業から調達している。直近では、ウクライナにおける通信手段としてSpaceX社から衛星通信サービスを調達した。日本でも宇宙基本計画にて、少なくとも33年度までBeyond5G時代を見据えた次世代通信技術開発・実証支援を行うことが公表されており、小型衛星コンステレーションや光通信などに取り組む民間企業への支援が期待できる。

観測分野でも、デュアルユース性を持つ観測衛星に対して政府が支援しており、22年には米国国家偵察局がPlanet社、米Maxar社、米BlackSky社から衛星データを調達する契約を締結した。この契約は歴史的に見ても大規模で、最長10年間で数千億円になる可能性があり、長期的な民間企業への支援となる。日本においては、23年度の中小企業技術革新制度（SBIR）により、小型観測衛星ミッシ

図5 アップストリームにおける市場内訳（2022年時点）



ョンなど高度化実証に対して最長5年間で最大117億円の補助金を設け、小型観測衛星の技術開発を支援している。

測位衛星は一般に政府管轄下で開発が行われる。米国の測位衛星であるGPSについて、19年に新たな軍種として創設された宇宙軍が28年までのロードマップを公表している。また日本が保有する測位衛星は現在4基であるが、23年度から24年度にかけて追加で3基打ち上げられることが決まっており、その後も継続的に運用される予定である。測位衛星から得られる測位情報はナビゲーション、危機管理、時刻同期、測量など、民間サービスへの活用が幅広く、日本においても日本の衛星測位システム（GNSS）であるみちびきを活用した事例が多くある。今後も測位衛星を活用した民間ビジネスへの波及を考慮して、各国政府は開発から運用までを民間企業と共創していくことだろう。

防衛分野では、米国宇宙軍は24年予算として過去最高の約4兆円を要求している。日本でも、23年6月に、宇宙をめぐる安全保障政

策として初めての指針である「宇宙安全保障構想」の案が公表された。そこでは、今後10年間の取り組みについて記載されており、民間企業によるイノベーションが加速している分野の各種技術を安全保障用途に特化した衛星に活用する方針が示されている。

また、安全保障の観点から今後も防衛用途に特化した衛星の打上げが見込まれるが、デュアルユース性に鑑みて、民間の通信・観測衛星が防衛用途でも使われるケースが増えるだろう。すると、アップストリームの市場において通信・観測分野の割合が相対的に大きくなることが予測される。

政府支援だけでなく、VCやファンドなどからのリスクマネーも民間企業の運転資金確保に大きな役割を果たしている。直近10年間では約35兆円もの投資が宇宙産業の1791社へ流れた。22年では2.6兆円の投資が行われ、21年よりも58%減少した。これは、投資家が幅広い企業へリスクを取って投資を行っていた段階から、一部企業へ選択的に投資をする

段階へ移り変わっている兆候である。特に政府支援を受けている企業は今後の事業継続性が高いと見込まれ、投資を受けやすい。企業にとっては政策に沿った事業計画を策定することが重要といえる。

また、国内においては、JAXAに出資機能が付加されたことで、スタートアップにとって資金調達先の幅が広がった。さらに、JAXAから出資を受けたという箔をつけられる魅力もある。しかし、金額規模と手続きの煩雑さの観点で、VCからの資金調達の方が魅力的であるのが現状である。スタートアップにとっては運転資金の枯渇が常に懸念されるため、大きい金額の資金調達を迅速かつ簡潔に行うことは事業を推進するうえで必要である。もちろん公的資金を使うに当たって必要な手続きが煩雑になるのは仕方のないことではあるが、少しでも簡易化されれば、より魅力的な選択肢となるだろう（表1）。

このように事業者を支援する機会が多くある中、非宇宙産業の企業がアップストリーム

表1 アップストリームにおける2032年時点での市場規模予測（衛星用途別）

用途	市場を構成する事業	2022年の市場規模	2032年の市場規模予測	CAGR (2022~2032年)	市場成長を支える主な要因	
通信	通信衛星の製造・打上げ、関連する地上設備にかかわる事業が該当	1.8兆円	5.7兆円	8~10兆円	4~5%	<ul style="list-style-type: none"> デュアルユース技術開発に向けた政府による支援 VCなどからのリスクマネー流入
観測	観測衛星の製造・打上げ、関連する地上設備にかかわる事業が該当	1.5兆円				
測位	測位衛星の製造・打上げ、関連する地上設備にかかわる事業が該当	0.2兆円				
防衛	防衛用の情報収集衛星や通信衛星などの製造・打上げ、関連する地上設備にかかわる事業が該当	1.4兆円				
その他	宇宙探査やデブリ除去などの軌道上サービス、宇宙旅行、科学的探究などにかかわる事業が該当	0.7兆円				

出所) Euroconsult「Space Economy Report 2022」を基に、独自に分析した結果を踏まえて作成

に参入するには、衛星用途を限定せず、宇宙機やそれら部品の製造事業が有望である。

既存のプレーヤーを見ると、今後急増するダウンストリーム以降の需要に応えるため、アップストリームに十分なプレーヤー数がいるとは現状言い難い。特に日本ではプレーヤーが少なく、調達が難しい部品を海外から輸入することも多い。国内のサプライヤー不足に加え、海外からの部品調達が間に合わず、開発スケジュールが想定より遅れることもある。もちろん、低価格と高品質を両立させた部品の輸入という選択肢もあるが、輸送コストが増加する。さらに、宇宙機器は武器・兵器への転用可能性があるため、輸出入規制がある。規制のクリアに煩雑な手続きを要するため、円滑な部品調達ができず事業スケジュールが大幅に遅れる可能性があり、事業コスト増加にもつながる。

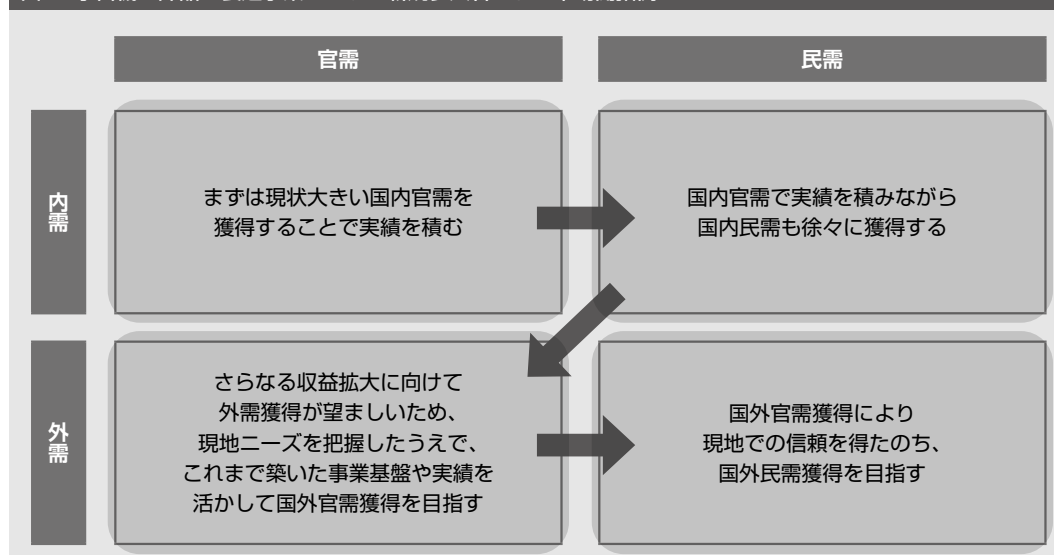
このようにサプライチェーンを国内で完結するニーズはあることから、新規参入者は、まず内需の獲得が期待できる。特に、日本では官需の割合が民需より大きいため、先行して国内官需を獲得することが有効であろう。

宇宙基本計画においても、国内サプライチェーンの確保に向けて官需を戦略的に活用し、選抜された企業を育成・支援する意向が記載されている。新規参入者であっても、日本の宇宙技術戦略を推進するうえで重要となる技術開発ができれば、この支援を受けられる可能性は大いにある。

また官需において、これまでは宇宙機の開発仕様や設計基準が細かく指定されていたが、今後はサービス仕様や安全要求のみが示され、民間企業の開発における自由度が高まる見込みである。したがって、これまで開発仕様が厳密に定められていたために事業機会を得にくかった事業者が、官需を獲得できる可能性は広がる。特に新規参入者にとって、厳密な開発仕様に準拠することが困難なケースが多かったことから、この緩和策は好都合である。

一方、官需・民需合わせても内需は限られ、日本企業がさらに収益を増加させるには、外需の獲得が望ましい。しかし外需を獲得するには、内需より価格・品質面で厳しい競争を強いられ、とりわけ非宇宙産業の企業

図6 宇宙機・部品の製造事業における新規参入者による市場開拓例



が外需の領域に一足飛びに参入することは困難だろう。そこで、まずは内需を獲得しつつ事業基盤を構築し実績を積み上げたのちに、外需獲得を目指すという。

また近年は、国内外のさまざまな領域で衛星コンステレーションの構想が検討されており、同じ衛星を数十基という単位で長期的に製造することになるため、単発契約による短期的な収益獲得ではなく、長期的な収益獲得が見込まれる（図6）。

(2) 競合環境

宇宙機の製造において、官需では安全保障の確保に向けて、民需では事業推進の円滑化に向けて、サプライチェーンを自国内で完結するニーズは強い。しかし、求められる価格や品質、納期などを満たす部品をすべて国内調達できる国は少なく、国外調達するケースが多いため、部品などの市場は国内にとどまらず、国際競争環境に発展しやすい。したがって、宇宙機・部品の製造事業において国際競争力の強化は重要である。

国際競争力には、主に価格や品質、納期などが影響を及ぼす。品質は特に重要視されてきたが、宇宙機が宇宙曝露環境下で正常かつ安全に動作する水準に達しているのであれば、オーバースペックである必要はないとの考え方が強まってきたことから、近年の技術進歩に伴い、品質が国際競争力に与える影響は従来よりも小さくなっている。

現在の競合環境を踏まえると、国際競争力に最も影響を及ぼすのは価格だと考えられる。今後、衛星打上げニーズの中長期的な増加が予測されるため、宇宙機・部品を製造する一部事業者は、生産形態を少量生産から大

量生産へ移行しており、価格優位性を実現して国際競争力を高めている。また、衛星を主に構成するミッション機器（衛星の目的を達成するための機器）とバス機器（衛星としての基本機能に必要な機器）のうち、バス機器は汎用性が高く大量生産されやすいことから、特に価格の重要性は高い。

米国や中国では、衛星打上げニーズが特に増加すると見込まれており、自国内で安定的なサプライチェーンを確保するニーズも大きい。したがって、米中における宇宙機・部品の製造事業者は、国内のニーズを満たせば大量生産を実現しやすい。さらに、実績の積み重ねによって品質に対する信頼性を高め、需要獲得を通して価格を低減しやすくなるため、米中の事業者は国際競争力が高くなる傾向にある。

新規参入者がいきなり新たに宇宙機向け的大量生産体制を確立するのは困難だが、ほかにも低価格化を実現する方法はある。たとえば、本来地上用として想定されていた部品である一般民生品を宇宙機向けに転用して、宇宙機の低価格化を実現する動きもある。一般民生品には、これまで宇宙産業以外で培われてきた技術が使われており、一定程度の品質が担保されている。また、宇宙用に特化された部品よりも流通性が高く、既に生産体制が確立されているため、低価格での調達が可能であり、国際競争力の向上につながる。

(3) 参入しやすい企業像

アップストリームへの参入障壁としては、一般に、必要な投資規模が膨大か、競合優位性の確保が困難か、参入を制限する法規制があるか、という3つの観点がある。法規制に

については、「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律」「衛星リモートセンシング記録の適正な取扱いの確保に関する法律」などがあるが、これらは公共の安全性を確保したうえで民間企業の新規参入を促し、産業振興を推進することを意図したものであり、高い参入障壁としては考えにくい。よって本稿では、必要な投資規模と競合優位性確保の観点で参入障壁を検討する。さらに、参入障壁を踏まえたとうえで、特に参入しやすい企業像を策定する。

一般に、宇宙機用の部品は宇宙の曝露環境下に耐性（振動、発火、放射線、熱、有毒物質などへの耐性）を持つよう設計される。また、製造過程も管理され、信頼性の確保のためにトレーサビリティも求められる。製造技術だけでなく、設備などへの膨大な初期投資が必要となり、基本的には宇宙機やそれら部品の製造事業への参入障壁は高い。

しかし、自動車・航空機・電機メーカー（部品メーカー含む）にとっては、上記の観点での参入障壁は比較的低い。これらの業種は既に自動車や航空機などを製造するための一定の設備を保有しており、自社技術を応用・転用することによって、少ない投資で競合よりも技術力の高い部品を製造できるからである。すなわち、専用の製造環境を少ない投資で構築し、宇宙用途でも使える部品を生産することができる。さらに、最終的な部品の低価格化から、国際競争環境における優位性にもつながる。もちろん、追加の研究開発や宇宙環境で正常に機能するかを検証する試験は必要であるが、自社技術を応用・転用することで得られるメリットは大きい。

たとえば、本田技研工業は高圧水電解技術

および燃料電池技術を活用して、月面を想定した循環型エネルギーシステムの研究開発を実施している。自動車開発で培った技術のすべてがそのまま使えるわけではないが、宇宙でも使えるように試行錯誤することで、ゼロから事業化を目指すよりも効率的に開発を行っている。また、部品レベルでいえば、セイコーエプソンは、地上用途で開発していた慣性計測装置（IMU）を宇宙用途に転用した事例がある。

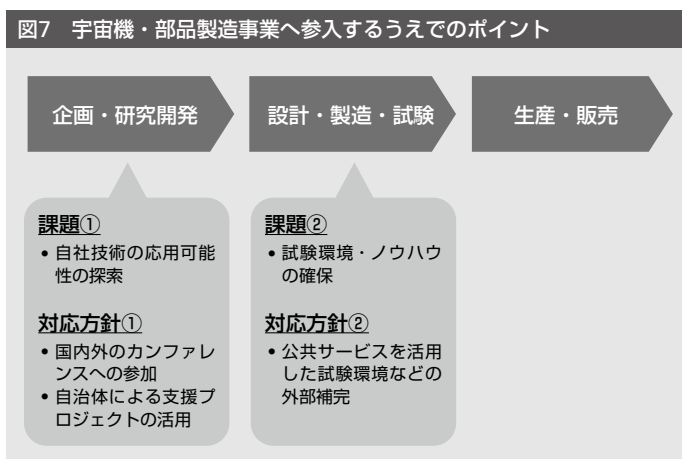
このように、自動車・航空機・電機メーカーは自社既存技術を応用・転用して少ない投資で参入できることから、大企業から中小企業まで含めて、宇宙機やそれら部品の製造事業に参入しやすい。

2 新規参入する際のポイント

自動車・航空機・電機メーカーが、宇宙機やそれら部品の製造事業へ参入するケースを想定する。一般的な製造事業の流れは、企画・研究開発→設計・製造・試験→生産・販売である（図7）。

(1) 主な課題と対応方針

新規参入する際に想定される主な課題は、
①企画・研究開発段階における自社技術の応



用可能性の探索、②設計・製造・試験段階における試験環境・ノウハウの確保、の2つである。

①について、新規参入者は自社技術の宇宙産業への応用可能性が分からないことが多い。よって、宇宙産業が持つニーズと新規参入者が持つシーズのマッチング機会を設けることが効果的である。

日本国内では、一般社団法人SPACETIDEなどが開催するカンファレンスで企画構想のイメージアップを図ったり、宇宙技術および科学の国際シンポジウム（ISTS）で自社技術とシナジーをもたらす可能性のある研究開発シーズを探ったりすることが有効である。海外では、小型衛星会議（Small Satellite Conference）や国際宇宙会議（IAC）などのイベントで、各社の製品・サービスだけでなく、研究開発段階の最先端技術も紹介されており、情報収集の場として適切である。

こうしたカンファレンスにおいて、単なる情報収集にとどまらず、自社技術の応用可能性をより本格的に検討するには、事前に出展企業の中からアプローチ先の目星をつけておき、具体的なプレ商談のつもりで議論を持ちかけるのがよい。その際、参加するほかの企業や政府機関と差別化するためにも、アプローチ先の事業状況を踏まえて、入念に事業構想や提案内容を準備しておくことが求められる。アプローチ先としては、新規参入者が比較的獲得しやすい官需を、受注する傾向の強い宇宙機製造事業者が有望である。

さらに、自治体が地場企業を支援するようなプロジェクトを活用すれば、外部の力を借りながら、マッチング機会や事業構想の支援を得られることもある。岐阜県が行っている

「ぎふ宇宙プロジェクト研究会」では、産業振興を目的に、宇宙産業の企業だけでなく、県内から多くの非宇宙産業の企業を巻き込んで勉強会や商談会を行っている。たとえば、ロケットを開発するインターステラテクノロジズと県内の航空機や自動車関連の企業による商談が実施された。福井県においても、「福井県民衛星プロジェクト」が実施されている。参加する地場企業は、県外の先進的な衛星製造スタートアップと知見を共有しながら、協働で衛星製造から打上げ、運用まで行っている。

②について、非宇宙産業の部品を宇宙産業向けに応用・転用するには、試験を通じて宇宙曝露環境下で問題なく宇宙機が稼働することを証明する必要がある。どのような試験があり、どのような基準をもって認められるのかについては、JAXAの共通文書のプログラム管理要求文書（JMR）や技術要求・ガイドライン文書（JERG）などを参照したり、実際に事業をスタートした後、関係する企業や政府機関と直接対話したりしないと分からないことが多い。このように不透明な面もあり、試験環境に必要な設備機器を円滑に確保するのは容易でない。また、信頼性の確保のためトレーサビリティも求められていることから、実績のある環境下で試験を実施する必要がある。

しかし、これらの試験環境を必ずしも自社設備として保有する必要はない。JAXAはさまざまな環境試験に対応した設備を民間企業にも提供している。自治体の取り組みとしては、たとえば福井県は、工業技術センターの試験設備を県内外の企業へ貸し出している。また、大学の取り組みとしては、九州工業大

学はキャンパス内にある超小型衛星試験センターの試験設備を外部へ貸し出している。新規参入者は試験環境を公的機関から外部補完することで、実績のある設備を通して試験ノウハウを蓄積できる。

(2) 中長期的な事業拡大に向けて

新規参入者は、将来的には外需獲得に向けて、多数の実績を持つ先行企業とともに、クラスターのように複数企業が東となって海外展開を目指すことが考えられる。衛星は多数のコンポーネントから成り立っており、各コンポーネントは多数の部品で構成されている。既にコネクションがある場合を除いて部品単体での売り込みは難しく、先行企業と連携体制を構築し、支援を得ながら、少なくともコンポーネントレベルでの海外展開を図るのが望ましい。

また、衛星の主な構成要素は、ミッション機器とバス機器である。ミッション機器は衛星ごとに異なり汎用的ではないため、ミッションごとの契約しか見込めない。一方、バス機器は衛星の基盤となる部分であり、今後、共通規格化される可能性がある。共通規格化された衛星バスを製造することで、国内外において多くの顧客獲得が期待できる。

(3) 創出される社会的価値

ウクライナ情勢もあり、宇宙技術は安全保障上も重要な役割を持つようになった。これまでロシア製のSoyuzと呼ばれる打上げロケットは多くの国の衛星を打ち上げてきた。しかし、ウクライナ情勢によりロシア以外の衛星を搭載した打上げが困難になったことから、自国内で部品の調達から製造、打上げま

で行うことでサプライチェーンを完結させる重要性が浮き彫りとなった。また、非宇宙産業を含め、多くの企業がサプライチェーンを支え、柔軟性を向上させることが望ましい。

海外では、宇宙産業が関係する企業買収が頻繁に起こっていることもリスク要因となる。日本でも、今後、そうした企業買収によって部品製造を担当していた企業と取引ができなくなるリスクがある。非宇宙産業からの参入は、サプライチェーンの完結や柔軟性向上に寄与するため、安全保障上大きな価値を持つ。

Ⅲ ダウンストリームへの参入

1 事業環境分析

(1) 市場環境

ダウンストリームの領域では、世界において2018年には37.7兆円だったのに対し、22年時点で49.4兆円もの市場規模がある。

ダウンストリームのバリューチェーンをさらに細かく見ると、衛星運用事業と衛星データ活用事業に分けられるが、市場の大半を衛星データ活用事業が占める。これは、衛星データ活用事業の方がソリューションの幅が広く、波及効果が大きいためである。

また、衛星用途別で市場を見ると、測位・通信分野の割合が大きい。これには、市場の成熟度が大きく影響を与えている。測位分野では、GNSSを活用した製品・サービスが、既にさまざまな産業・事業で普及している。たとえば地図アプリで自分の位置情報が分かるのはGNSSのおかげである。通信分野では、テレビ・ラジオ放送やブロードバンド通信サービスなどがあり、特に衛星を活用した

テレビ放送は広く普及している。一方、観測分野では、現時点で実用化されているソリューションは少なく、市場黎明期といえる。

最後に顧客属性別で市場を見ると、民需が大半を占める。これは、政府からの需要に比べて、個人・法人からの衛星テレビ放送や測位関連サービスに対する需要が圧倒的に大きいことを示す（図8）。

今後もダウンストリームではエンドユーザーからの需要拡大が見込まれており、NRIでは32年に市場規模が80～88兆円にまで拡大すると予測している。そうした市場成長の蓋然性を確かめるべく、ここでは、衛星用途別で、成長を支える主要因であるエンドユーザーからの潜在的需要について考察する。

まず通信分野においては、衛星を活用したブロードバンド通信への期待が大きい。22年時点において、インターネットへの接続が恒常的に困難な人は世界で26.5億人いる。その中で衛星通信の潜在ユーザーは5.9億人といわれている。

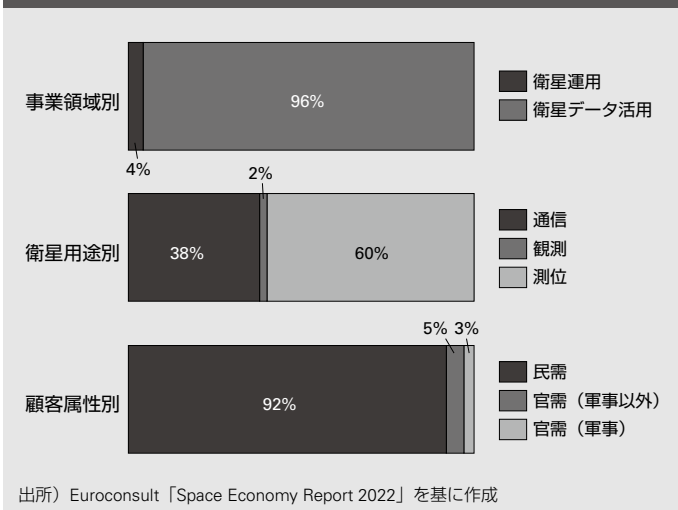
特に、小規模な農村部に住む人々への通信手段として、衛星通信が注目されている。世界銀行（World Bank）はThe Digital Econo-

my Initiative for Africa（DE4A）という取り組みにおいて、30年までにアフリカのすべての個人・企業・政府がデジタル社会へ参画し、経済的に発展することを目指している。実現に向けては、インターネット接続環境の整備が不可欠であるが、特に散在している小規模な農村地では、通信ケーブルの敷設や基地局の建設といった対策だけでは、建設コストと売上を鑑みると経済合理性が担保できないことが問題になっていた。

こうした状況に対しては、世界全体をカバーできる衛星通信の導入が有効であると考えられている。現時点でもSpaceX社はアフリカで衛星通信サービスを展開しており、通信ケーブルを敷設するよりは価格優位性があるが、アフリカの所得水準と照らし合わせると依然として価格がリーズナブルでないことが課題になっている。また、国によっては厳しい規制がある。南アフリカ共和国では、衛星通信事業を営むには、株式の30%以上が歴史的な被差別民族に所有されているなどの条件を満たす必要がある。このようにクリアすべき課題は山積しているものの、将来的には、世界的なサービスの普及に伴う低価格化や経済発展に向けた規制緩和が見込まれていることから、衛星通信によって、アフリカ諸国の農村部にデジタル教育や遠隔医療が提供される日も遠くはないだろう。

ほかにも、衛星通信は地上通信網を利用できない航空機や船舶からの通信も可能とする。また、既にインターネット接続環境が整備されている都市部に住む人々にとっても、衛星通信はバックアップ回線としての価値がある。特に日本のような自然災害の多い地域では、有事の際の通信手段としての利用が期

図8 ダウンストリームにおける市場内訳（2022年時点）



待されている。

次に観測分野においては、衛星データは、地球規模課題の解決やSDGsの達成に重要な役割を果たすものとして期待されている。観測衛星による衛星データは、広域性・周期性・均質性を強みに持つ。広域性とは数十kmから数千kmの幅を一度に観測できることであり、地上の各種計測機器よりも効率的に広範囲のデータを取得できる。周期性とは一定の周期で同じ場所を観測できることであり、同一地点の時系列変化を見る際に役立つ。均質性とは同一のセンサーで観測できることであり、世界中で観測した結果を同一の指標に変換して比較できる。これらの強みを併せ持つ衛星データは、地球規模課題やSDGsに取り組むうえでも唯一無二の役割を果たす。

たとえば、温室効果ガス排出・吸収状況の可視化に活用できる。机上の概算や地上の計測機器によって可視化する方法もあるが、世界中で数年間にわたって同一基準で可視化するには、衛星データを活用する以外に方法はないだろう。ほかにも衛星データは、防災・減災に向けて、災害時の浸水域や土砂崩落個

所の状況把握に活用でき、広域性によって、現地確認の工数が削減される。

最後に測位分野においては、自動運転の文脈で測位衛星による衛星データへのニーズが高まっている。現在、多くの企業が開発中の自動運転車では、自車位置推定に衛星データが不可欠である。自動運転ではほかにも、LiDARなどのセンサーを用いて周囲の障害物を認識しており、各種データが補完し合っている。

また、自動運転機能のついた農機では、特に衛星データの必要性が高い。一般公道と違い、道路標識や建築物が少ない農地では、LiDARなどのセンサーでの自車位置推定が難しく、衛星データへの依存度が高まるためである。実際、農業従事者が不足している日本では農機の自動運転への期待は大きい。また、人口増加による食糧難に直面しているインドや大規模な農場が多い米国など、各国でのスマート農業の実現に衛星データは大きく貢献するだろう（表2）。

通信・観測・測位分野それぞれの市場で成長が見込まれている中、非宇宙産業から新規

表2 ダウンストリームにおける2032年時点での市場規模予測（衛星用途別）

用途	市場を構成する事業	2022年の市場規模	2032年の市場規模予測	CAGR (2022～2032年)	市場成長を支える主な要因	
通信	テレビ・ラジオ放送やブロードバンド通信サービスなどにかかわる事業が該当し、2022年時点では市場の大部分がテレビ放送事業	18.8兆円	49.4兆円	80～88兆円	5～6%	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔地や航空機・船舶でのブロードバンド通信への需要 緊急時のバックアップとしてのブロードバンド通信への需要
観測	農業や林業、インフラ、エネルギー資源、環境保全などの分野で活用されるソリューションにかかわる事業が該当	1.0兆円				<ul style="list-style-type: none"> 地球規模課題解決やSDGs達成のための需要 業務効率化・高度化のための需要
測位	GNSS受信機やGNSSを活用したソリューションにかかわる事業が該当	29.6兆円				<ul style="list-style-type: none"> 車・農機・建機・ドローン・船舶などの自動化のための需要

出所) Euroconsult「Space Economy Report 2022」を基に、独自に分析した結果を踏まえて作成

参入するには、観測分野における衛星データ活用事業が有望である。

通信・測位分野は既に市場が成熟しており、既存プレーヤーに対して優位性を確保することが比較的難しい。衛星コンステレーションによるブロードバンド通信事業は市場黎明期であるが、一般に衛星を保有している事業者が運用からサービス提供まで一貫して行っており、新規参入者が数十機以上の衛星を保有・運用することは現実的でない。なぜなら、衛星を保有するには膨大な初期投資がかかるだけでなく、衛星を正常に運用するには専門的な知見・経験が必要となるからである。

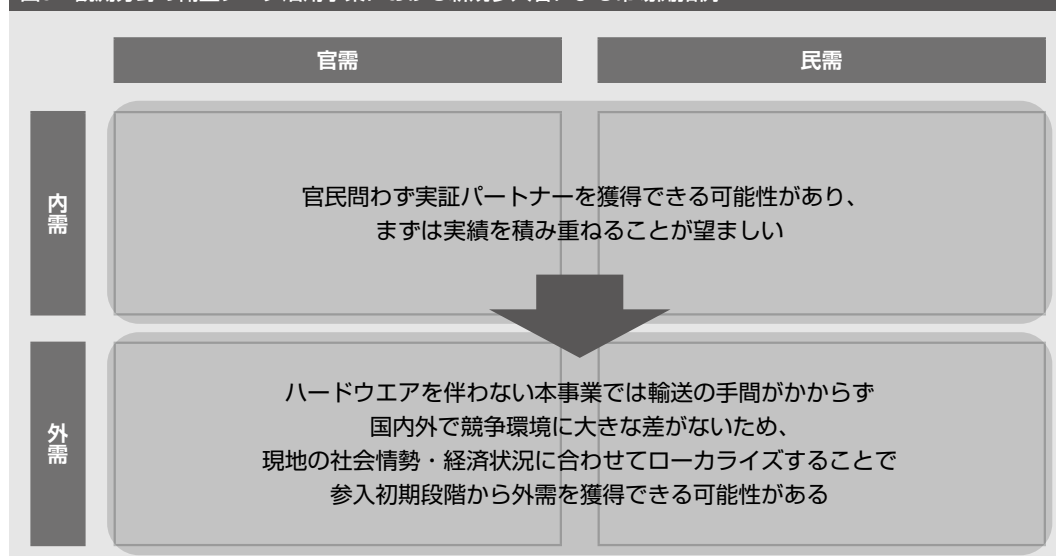
観測分野でも現時点で一定程度のプレーヤーが存在し、多くのソリューションが展開されている。しかし、多様なエンドユーザーニーズに応えるために十分な数のソリューションがあるとはいえない。たとえば、農地モニタリングというテーマでも、ニーズや目的によって多様なソリューションが求められる。具体的には、灌漑計画策定に向けた土壌水分量の可視化、適切な肥料散布に向けたタンパ

ク質含有率の可視化、収穫計画策定に向けた収穫適期の予測など、エンドユーザーはさまざまなソリューションを欲している。またこれらのソリューションは、米や小麦などすべての作物で汎用的に活用できるものではない。地域特性によってカスタマイズする必要もある。

このように、既存プレーヤーだけではエンドユーザーのニーズに応え切れないことから、新規参入の余地はある。さらに、衛星を自社で保有・運用せずとも、外部から衛星データを調達することでサービス提供が可能であり、観測分野での衛星データ活用事業は非宇宙産業にとって注力に値する市場といえよう。

観測分野における衛星データ活用事業は市場黎明期にあり、現時点で実用化されているソリューションは少なく、既存プレーヤーの多くは政府機関や民間企業とともに実証を行っているのが現状である。そのような状況であっても、先述したように、官民間問わず多くの事業者が衛星データソリューションに興味を示しており、新規参入者であっても競合と

図9 観測分野の衛星データ活用事業における新規参入者による市場開拓例



差別化を図ることができれば、実証パートナーや顧客を獲得できるだろう。

また、ハードウェアを伴うアップストリームと異なり、ダウンストリームでは輸送の手間がかかりにくいいため、国内外で競争環境に大きな差はない。よって、参入初期から国内外で顧客を獲得できる可能性がある（図9）。

(2) 競合環境

観測分野における衛星データ活用事業では、国内外で競争環境に大きな差がないため、参入初期から国際競争力を高めることが望ましい。そして、アップストリームと同様にダウンストリームでも、価格や品質などは国際競争力に影響を与える。しかし、アップストリームと比べて製品・サービスの価格規模が小さいことに加え、市場黎明期で顧客は経験が乏しく、類似ソリューション間での品質差を把握しにくい。よって、ソリューションによってどんな成果が得られるのかを実績ベースで把握できることの方が競争力強化につながりやすい。すなわち、宇宙分野に明るくないエンドユーザーにとって、他社ソリューションとの違いや得られる成果が分かりやすい事例を積み重ねることが重要となる。

実際、ダウンストリームにおける世界のリーディングカンパニーである米オービタルインサイトは、公式サイトで多分野にわたって事例を紹介している。ただし、新規参入者にとっていきなり多分野にわたる事例を積み重ねるのは困難なため、まずは自社の得意領域において競合にはない独自の事例をつくり上げるのが重要となる。

(3) 参入しやすい企業像

では一体、どのような企業が観測分野における衛星データ活用事業に参入しやすいだろうか。アップストリームと同様に、必要な投資規模と競合優位性の観点で参入障壁を考察する。また、国際競争力に大きな影響を与える独自の事例をつくり上げられるか、についても考慮する。

新規参入者は、外部から衛星データを調達するだけで自社ソリューションを開発できることから、必要な投資規模の観点では参入障壁が低い。しかし、既に多くのプレーヤーが存在しているため、競合優位性の確保が困難であり、実際には非宇宙産業からの参入は容易でない。

一方で、衛星データ以外の多種多様なデータや突出したデータ解析技術を保有しているソリューションプロバイダーやプラットフォーマーは、インプットデータの一つとして衛星データを追加し、自社保有データと組み合わせることで、独自性のある新たなソリューションを生み出せる可能性がある。もちろん、すべてのソリューションプロバイダーやプラットフォーマーに衛星データ活用を推奨しているわけではないが、地表の変化や人の動きに着目して地上リモートセンシングデータや人流データを扱っている企業は、特に衛星データと相性がよい。既に商用衛星からほぼ毎日の頻度で3～4m分解能の光学衛星画像を購入できるため、従来地上で取得されていたデータの一部の補完・代替が可能になるかもしれない。たとえば、NTTデータはMaxar社やアイサイから衛星データを調達し、自社が保有する地理空間情報や画像処理技術と組み合わせ、高精細3次元地図や精

度の高い土地利用の変遷地図などのソリューションを展開している。

また、自社特有のデータを保有していない企業であっても、データ解析技術を基に価値を創出できる可能性がある。米パランティアは、強みであるAIを活用した解析技術によって、複数の衛星運用事業者から調達したデータを基に軍事用のソリューションを開発し、自社プラットフォーム上で展開している。具体的には、何百もの衛星からデータを取得し、AIを活用して迅速に敵軍の位置を特定し、戦場での意思決定を円滑にするというものである。直近ではウクライナ軍によってこの技術が活用されていた。

このように、ソリューションプロバイダーやプラットフォームは、自社が保有するデータや解析技術によって独自性を担保しやすく、観測分野における衛星データ活用事業へ参入しやすい。

2 新規参入する際のポイント

ソリューションプロバイダーやプラットフォームが観測分野における衛星データ活用事業へ参入するケースを想定する。

一般的な衛星データ活用事業の流れは、企

画・設計→開発・実証実験→導入支援・運用である（図10）。

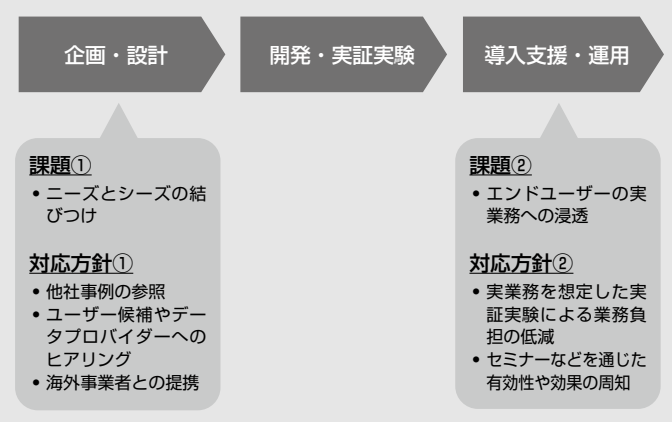
(1) 主な課題と対応方針

新規参入する際に想定される主な課題は、①企画・設計段階におけるニーズとシーズの結びつけ、②導入支援・運用段階におけるエンドユーザーの実業務への浸透、の2つである。

①について、ソリューションを企画・設計するには、ニーズ起点で考えたうえで、ニーズに対応するシーズを明確にしなければならない。しかし、多様なエンドユーザーのニーズを正確に把握するのは困難である。また衛星データには、目視のイメージに近くなじみ深い一般的な光学画像だけでなく、取り扱いが難しいハイパースペクトル画像（可視光だけでなく赤外線など幅広い範囲の波長帯で、連続的に数多くの異なる波長を観測した画像）やSAR画像（レーダーを使って地上を撮像した画像）などもあり、それらの活用を検討するには一定程度の専門的な知識を要する。したがって、まずは他社事例を踏まえてソリューションの大まかな方向性を定めてから、ユーザー候補からニーズ、データプロバイダーからシーズに関する詳細な情報を聞き出すことが望ましい。

ソリューションの大まかな方向性を検討するには、内閣府が公表している「衛星データをビジネスに利用したグッドプラクティス事例集」やさくらインターネットが運営する宇宙分野のメディア「宙畑」を参照し、衛星データ活用の事例をチェックするのが有効である。また、JAXAが事務局を務める衛星地球観測コンソーシアム（CONSEO）が開催す

図10 観測分野における衛星データ活用事業へ参入するうえでのポイント



る各種イベントやG空間EXPOやジオ展といった地理空間情報に関するカンファレンスで多くの参加者と対話することでも、ソリューションのイメージが湧くだろう。

大まかな方向性が定まっても、ソリューションを具体化するには地道なヒアリングが必要となる。その際、やみくもにヒアリングを行っても具体化できずに時間を浪費するため、適切な人へヒアリングしなければならない。ニーズに関するヒアリングとしては、ソリューション案に関連する取り組みを行っているユーザー候補をWeb検索で探し、アプローチするのが有効である。さらに、法人向けであれば部署、できれば担当者までを特定したうえで問い合わせると、有意義なヒアリングを実施できるだろう。シーズに関するヒアリングとしては、調達先候補であるデータプロバイダーへ率直に問い合わせてみるのがよい。データプロバイダーからすれば顧客候補であるため、親身になって相談に乗ってくれる可能性が高い。実際にデータを解析してみないとどの程度の価値を創出できるかが分からないケースも多いが、概念実証（PoC）のサポートをデータプロバイダーから受けられることもある。あくまでニーズ起点としたうえでこうしたヒアリングを実施し、徐々にニーズとシーズを結びつけることで、ソリューションを具体化できる。

また、少しハードルは高いが、海外の衛星運用事業者との販売代理店契約締結も、ソリューションの企画・設計に向けて有効な選択肢の一つである。新規参入者にとっては、代理店業を経験することでダウンストリームの既存プレーヤーが持つ知見を学ぶことができ、さらにエンドユーザーとの接点を持てば

ニーズの理解も深まる。一方、海外の衛星運用事業者にとっては、日本に現地法人を設立する手間をかけずに販路を拡大できるというメリットもある。実際、NTTデータは2019年4月にMaxar社と代理店契約を締結し、衛星データ提供を開始している。代理店業を通して、エンドユーザーニーズや衛星データ活用によるシーズへの理解を深められれば、洗練された自社ソリューションの構築が期待できる。

②について、エンドユーザーによってソリューションが導入された後、実業務へ浸透させ、継続的に利用してもらうことが重要である。しかし、多くのエンドユーザーは衛星データソリューションを導入した経験がないことから、実際には現場へ浸透されず、しばらくすると使われなくなる可能性が大いにある。主な原因は、ソリューション導入による業務負担の増加と有効性への認識不足である。すなわち、エンドユーザーが業務負担の増加というデメリットよりも、業務効率化などのメリットを強く認識すると、実業務へ浸透する。

ソリューションを導入することで、実際の業務において追加の工程が発生したり、これまでのやり方が複雑化したりすると、現場の負担は増える。仮に衛星データを活用して農作業を大幅に効率化できるソリューションを開発したとしても、実際に農業従事者が使うに当たり、専用ソフトをダウンロードして難解な操作を行う必要があるならば、現場に浸透させることは難しいだろう。実証実験の際にも、エンドユーザーによる実業務を徹底的に想定し、その結果を開発に活かすことが重要となる。また、実証実験を可能な限り実業

務と同様の環境下でエンドユーザー自身によって行うことが望ましい。それにより、エンドユーザーの負担を減らすための要件を定めたり、思いがけない異常事態や求められるユーザビリティを事前に把握したりすることが可能となる。

こうした実証実験を実施するために、外部のIT・技術コンサルを活用することも効果的だろう。たとえば、国際航業はみちびきを活用したソリューションの実証実験をインドネシアで実施した。将来的に実業務で使われる予定の設備を用いて行うことで、発生し得る機器の不具合などを明らかにし、事前に対策を講じることができたという。

ユーザビリティを高めるには、専用ソフトのダウンロードを必須とせず、Webブラウザ上で操作可能とすることが望ましい。ほかにも、衛星データによる解析結果を分かりやすく伝えるための工夫は重要である。Planet社は23年4月に、保有する衛星データと次世代AIを組み合わせて、テキストベースでの衛星データ解析に向けた開発に取り組んでいることを公表した。検索エンジンのようなインターフェースが特徴で、「05年のサクラメントの平均地表温度は何度だったか」と入力すると、テキストベースの回答とともに、対象地域の衛星データが表示される。この技術がソリューションのインターフェースに応用されることで、ユーザビリティの向上が期待できる。

また、ソリューション導入による業務効率化などの有効性・効果をエンドユーザーに十分認識してもらうことも重要である。その際、実証実験の結果をまとめたグラフなどを示すだけでは不十分である。もちろんソリュー

ーション導入による有効性が客観的に証明されているケースも多いが、ここで肝心なのはエンドユーザーに有効性をどの程度まで自分事として認識してもらえるかという点である。単なる情報提供では十分に認識してもらうのは難しいため、導入後も実際にエンドユーザーにソリューションを利用してもらうセミナーなどの機会を継続的に設け、有効性への認識を高めるとよい。

(2) 中長期的な事業拡大に向けて

上述のとおり、新規参入者が自社衛星を保有するには莫大な投資が必要であるため、まずは外部からデータを調達して活用するのが得策である。一方で、将来的には衛星の製造・打上げ・運用などにかかるコストが低下する可能性が高い。既に超小型衛星であれば製造から打上げまで含めて、1基当たり1億円程度から調達でき、多くの企業にとって手が出る金額になっている。さらに、高解像度化など技術進歩も日々目覚ましい。

よって、新規参入者がサービスの高度化や低価格化のために、自社のニーズに特化した専用衛星を中長期的に保有することも考えられる。もちろんオペレーション面でのハードルはあるが、データ取得頻度などの仕様が自社ニーズを満たすことで事業拡大の起点になる可能性は十分にある。たとえば、物流ソリューションを提供している企業が、物流経路最適化システムを高度化するために、対象範囲の道路状況を高頻度で観測できる衛星を保有するケースが考えられる。

(3) 創出される社会的価値

衛星データソリューションがエンドユーザ

ーに与える価値には、業務効率化によるコストカットやサービスの高度化による付加価値増加だけでなく、地球規模課題解決やSDGs達成への貢献もある。たとえば、森林をモニタリングするソリューションによって、エンドユーザーは自社が保有するエリアで火災や違法伐採が起きていないかを把握できる。さらに、森林によるCO₂吸収量の変化も可視化できる。このように、ダウンストリームへの参入は、エンドユーザーによるサステナビリティ経営の推進に貢献するという側面もある。

IV エンドユーザーによる宇宙利用

アップストリーム・ダウンストリームへの新規参入者は宇宙関連事業を営むプレーヤーであったが、エンドユーザーはあくまで宇宙関連事業におけるユーザーである。よって、事業環境は各社が営む事業領域によって大きく異なるため、本章ではエンドユーザーがダウンストリームから提供されるサービスを利用する意義を明らかにしたうえで、宇宙利用をしやすい企業像や新たに宇宙利用をする際のポイントを考察する。

1 宇宙利用の意義

エンドユーザーは、衛星データを活用したソリューションを導入することでDXを推進できる。すなわち、業務効率化によるコストカットや、サービスの高度化による付加価値増加が期待できる。

また、ソリューションによっては、地球規模の課題解決やSDGs達成への貢献も可能である。たとえば近年、温室効果ガスの排出量

削減が求められているが、そもそも排出量を正確に把握するのは困難である。その際、日本の温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)やカナダの商用衛星GHGSatが観測した衛星データを活用したソリューションによって、排出量を効率的に可視化できる。こうした活動への取り組みは企業イメージの向上にもつながる。このように、経済的価値だけでなく、社会的価値も享受できる可能性があるといえる。

2 宇宙利用をしやすい企業像

エンドユーザーとして宇宙利用をしやすい企業像を策定するために、どのような企業が必要な初期投資に向けて予算を確保でき、宇宙利用によって競合優位性につながる価値を創出できるかについて考察する。

一般に、衛星データソリューションは少ない投資で小規模な範囲から導入できる。また昨今、DXがどの企業においても経営課題となっていることから、衛星データを活用した業務改革のための少額予算を確保する難易度は下がっている。

さらに、エンドユーザーは自社事業領域でこれまで蓄積してきた知見やデータを保有している。それらを、衛星データソリューションを導入する際に活かすことで、競合他社が創出できない独自の価値を生むことができ、競合優位性の向上につながる。市場黎明期であるため、衛星データソリューションを実運用しているケースは多くないが、既に多くの企業がダウンストリームのプレーヤーと共同で実証実験を行っている。特に衛星データの強みである広域性・周期性・均質性を活かしやすい事業、たとえば、自然環境モニタリン

グ、災害対応、インフラ管理といった分野では実証が進んでおり、いち早く実運用される見込みである。

損害保険ジャパンは2022年3月に、衛星運用事業者であるSynspectiveと共同で、衛星データを活用した新たなソリューション開発を開始した。具体的には、同社が蓄積している災害対応に関する知見やデータを衛星データと組み合わせることで、広域水災時における被害想定区域把握の実証実験を行っている。衛星データ活用によって、これまで現地派遣に要していた工数が削減され、より迅速に顧客へ保険金を支払うことが可能となる。

また、九州電力は21年6月に、QPS研究所、JAXAと衛星データを活用した電力設備管理の高度化・効率化に向けた共同実証を開始した。本実証は、QPS研究所が運用する衛星が観測したデータを、JAXAが保有する技術を活用して迅速に処理・解析し、九州電力が保有する電力設備の実測データと比較することで、衛星データによる電力設備管理の有効性を検証するものである。通常時における保守管理の工数削減や非常時における対応の迅速化などの高度化・効率化が期待できる。

以上を踏まえると、自然環境モニタリング、災害対応、インフラ管理をはじめとする幅広い分野の企業が、エンドユーザーとして宇宙利用をしやすいといえる。

3 新たに宇宙利用をする際のポイント

ここでは、エンドユーザーが自社事業に衛星データソリューションを導入するケースを想定し、宇宙利用を進める際のポイントを整理したい。

一般的なソリューション導入の流れは、企画・構想→ソリューション選定・導入実証→導入・現場実装である（図11）。

(1) 主な課題と対応方針

新たにソリューションを導入する際に想定される主な課題は、①企画・構想段階における自社ニーズの具体化、②ソリューション選定・導入実証段階における自社ニーズに合った衛星データ活用の検討、③導入・現場実装段階における実業務への浸透、の3つである。なお、特に②と③はソリューションプロバイダーにとっての課題でもあり、共同で取り組むべきである。

①について、エンドユーザーは自社ニーズを概ね把握しているが、具体化できているケースは少ない。ここでいうニーズの具体化とは、ニーズを満たすにはどのような情報が必要であるかなど、指標案まで落とし込むことである。指標案まで落とし込んだうえで、衛星データを用いてその指標を計測・推計できないか検討することが重要である。

たとえば、海外展開を促進する場合には、どの地域にリソースをかけるべきか判断する指標が必要になるが、海外拠点を持つ企業であっても、駐在員からは限定的な情報しか得られないケースが多い。また、統計情報を調べてもアフリカなどの地域では信憑性の高い情報が十分には手に入らないこともある。そこで、衛星データから各地域・国の経済成長度合いを表す指標を推計できれば、有用な情報が得られる可能性がある。

場合によっては、衛星データの活用でなく、ほかのアプローチが有効である可能性もある。衛星データ活用の是非については、企

画・構想段階において自社ニーズを考慮し、実際の業務プロセスまで踏み込んだうえで検討することが肝要である。

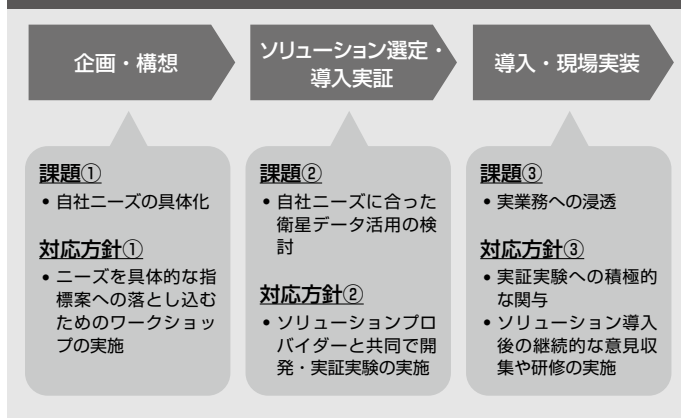
こうした検討を進めるには、外部から衛星データに精通した専門家を呼んだうえで、社内で多様な部署を巻き込んだワークショップを開催するのが望ましい。多様なニーズに対して、どのような指標に落とし込むことができるか、衛星データをどう活用できそうかを探索できる。実際に、ある会社では経営企画部や現場の事業部など、複数の部署を巻き込んでワークショップを開催し、経営課題の解決に役立つ情報を具体的な指標まで落とし込み、衛星データによって代替できる可能性を検討することで、衛星データを有効に活用できそうな具体的な事業テーマを抽出することができた。

②については、企画・構想段階で具体化した自社ニーズに対して、どのソリューションを導入すればよいかを判断しにくい。また、汎用的なソリューションをそのまま導入するだけでは対応できず、新たに一部開発を必要とするケースも多い。

よって、自社単独で検討を進めるのではなく、関連するソリューションプロバイダーにコンタクトを取り、二人三脚で開発・実証実験を進めることが望ましい。その際、エンドユーザーとして自社事業領域でこれまで蓄積してきた知見やデータを提供することで、より価値のあるソリューションの開発につながる可能性がある。

実際、英ユニリーバはサプライチェーンの透明性を高めるために、オービタルインサイトと共同で衛星データを活用したソリューションの開発に取り組んでいる。具体的には、

図11 衛星データソリューションを自社事業に導入するうえでのポイント



観測衛星データから土地利用の時系列変化を把握し、不当な森林伐採が起きた可能性のある場所を特定したうえで、商品の原材料となるパーム油や大豆などが森林伐採後にできた農園から運ばれていないかを、測位衛星データによって明らかにするものである。

③については、新たに衛星データソリューションを導入しても、現場へ浸透せず、しばらくすると使われなくなる可能性があることが懸念される。

エンドユーザーができる対応策として、ソリューションプロバイダーと共同で行う実証実験に積極的に関与することが重要である。実証実験の際、実際の業務と同様の環境を提供することで、実用性の高いソリューションの開発につながる。また、実際にソリューションを使う現場社員からの意見を開発に反映することも必要である。したがって、エンドユーザー側の担当者は、通常業務で忙しい現場社員に、実証実験に協力してもらえるよう、最大限に社内調整に努めるのが望ましい。

ソリューション導入後も、継続的に現場社員からの意見を集め、ソリューションプロバ

イダーへ提供する必要がある。その際、利用ログからソリューションに満足していない層を特定し、簡易的なヒアリングを実施すれば、ソリューション改善に向けて有用な気づきを得られるだろう。加えて、現場社員に向けてソリューションの使い方を周知する研修を通して、ITリテラシーや有効性への認識を向上させることも重要である。

(2) 中長期的な事業拡大に向けて

エンドユーザーであっても、将来的に自社のニーズに特化した衛星を保有する可能性はある。

過去には、2016年にインドネシア国営銀行であるバンク・ラヤット・インドネシア (BBRI) が自社の通信衛星を打ち上げた。以前は、通信会社が保有する衛星を使用していたが、事業拡大につれて、島国であるインドネシアでは固定通信網によって国内各地にある自社のATMを管理することが難しくなり、費用対効果を考慮した結果、自社衛星を保有し、効率的にATMを管理するとの決断に至った。また、ソリューションプロバイダーと共同で開発したソリューションを自社事業に活かすだけでなく、他社へ外販するケースも想定される。

(3) 創出される社会的価値

エンドユーザーとして宇宙利用をすることで、日本の宇宙産業振興へ大きく貢献できる。衛星データソリューションを導入して成果を出せば、衛星データ活用におけるモデルケースとなる可能性があるためである。その結果、類似企業による宇宙利用促進はもとより、宇宙産業の需要を生み出すエンドユーザ

ーの増加につながることを期待される。

V おわりに

NRIでは、過去にも宇宙産業に関する対外発信をしてきた。その際にも、宇宙産業の動向や非宇宙産業の企業による宇宙利用の方向性を示してきた。当時は、非宇宙産業のごく一部の企業が宇宙産業へ興味・関心を持ち始めた段階であり、方向性や戦略が明確になっていなかったため、宇宙産業動向の整理や大まかな方向性の提示が求められていた。

直近では非宇宙産業の多くの企業が、宇宙産業へ興味・関心を持つ段階から、実際に事業化を検討・推進する段階に突入したと筆者は捉えている。そのため、現在は参入する際に参考となる、具体的なアクションプランにつながる見解が求められる段階になっているといえる。

本稿では、宇宙産業におけるバリューチェーンの各段階において、非宇宙産業の視点から市場・競合環境や宇宙利用の意義を整理したうえで、新規参入しやすい企業像を定め、そういった企業が事業推進する際の主な課題などについて考察した。

どのケースにおいても、新規参入者単独での事業推進は困難であり、さまざまなステークホルダーと共同で取り組むことが成功のカギとなることが分かった。宇宙産業の既存プレーヤーをはじめとして、政府や自治体、専門家、VC・ファンド、IT・技術コンサルなどの力を借りることで、円滑な新規参入が期待できる。その際、新規参入者は、短期的には各ステークホルダーから資金面や技術面で支援を受けることが多くなるが、中長期的に

は自立的に事業推進・拡大することが望ましい。

本論文がきっかけとなり、非宇宙産業から宇宙産業への参入や宇宙利用が促進され、日本の宇宙産業振興や国際競争力強化につながることを切に願う。

著者

石松岳浩（いしまつたけひろ）

野村総合研究所（NRI）ICT・コンテンツ産業コンサルティング部コンサルタント

専門は宇宙・製造業・消費財領域におけるグローバル戦略策定・実行支援、衛星データを含むビッグデータの解析によるDX支援

浦口凌央也（うらぐちりょうや）

野村総合研究所（NRI）ICT・コンテンツ産業コンサルティング部コンサルタント

専門は情報通信・宇宙・ドローン産業における事業戦略、標準化戦略および実行支援