

宇宙産業ビジョン 2030

[文書のサブタイトル]

(事務局案)

宇宙政策委員会 宇宙産業振興小委員会

2017年MM月DD日

目次

1. 宇宙産業をめぐる内外の情勢.....	3
1.1 海外の宇宙産業の新たな動き／世界的なパラダイムシフト.....	3
1.2 我が国の状況.....	4
2. 宇宙産業の方向性.....	6
2.1 日本の宇宙産業の成長の好循環に向けて.....	6
3. 宇宙利用産業.....	8
3.1 宇宙利用産業の課題.....	8
3.2 宇宙利用産業の振興.....	11
3.2.1 継続性のある衛星データの整備.....	11
3.2.2 民間コンステレーションビジネスの促進.....	11
3.2.3 衛星データへのアクセシビリティの向上（衛星データの所在明確化、 データベース基盤、政府衛星データのオープン&フリー）.....	12
3.2.4 衛星データの利活用促進.....	12
4. 宇宙機器産業.....	13
4.1 宇宙機器産業の課題.....	13
4.2 宇宙機器産業の振興.....	17
4.2.1 継続的な衛星開発（シリーズ化）.....	17
4.2.2 国際競争力の確保（新型基幹ロケット（H3）、小型ロケット、部 品・コンポーネント戦略、調達制度、技術開発、調査企画能力） 17	
4.2.3 新規参入者への支援（軌道実証機会の充実、射場）.....	18
5. 海外展開.....	19
5.1 海外展開の現状と課題.....	19
5.2 海外展開の振興.....	21
6. 新たな宇宙ビジネスを見据えた環境整備.....	22
6.1 ベンチャー企業.....	22
6.1.1 ベンチャー企業に関する現状と課題.....	22
6.1.2 ベンチャー企業に対する支援（リスクマネーの強化、成功事例の創 出）.....	22
6.2 人材.....	22

6.2.1	人材に関する現状と課題.....	22
6.2.2	人材に関する対応策.....	24
6.3	制度整備.....	24
6.3.1	制度整備に関する現状と課題.....	24
6.3.2	制度整備に関する対応策.....	25
7.	結語.....	26

1. 宇宙産業をめぐる内外の情勢

1.1 海外の宇宙産業の新たな動き／世界的なパラダイムシフト

宇宙分野の開発と利用は、人々にとって、その生活を豊かなものとし、さらなる変革につながっていく可能性のある貴重なフロンティアである。これまで多くの国や企業が参入し宇宙開発を進めており、宇宙の利用は、放送衛星によるテレビ放送や気象衛星による天気予報、GPS によるナビゲーション等、様々な形で提供され、国民生活を豊かなものとしている。近年、基礎的なインフラであるこの分野に、大きな変革の波が訪れている。

(宇宙分野のイノベーションの進展)

欧米を中心に、宇宙産業の新たな地平を開くような、宇宙産業のパラダイムシフトが始まっている。宇宙分野の技術革新と宇宙以外の分野における変革とが相まったイノベーションの進展である。宇宙分野においては、一昔前の大型衛星に遜色のない機能を有する小型衛星が登場し、安価に利用可能となってきた。小型衛星は、多数の小型衛星を一体的に運用する「衛星コンステレーション」という新たな運用形態により、リモートセンシング衛星の観測頻度を大幅に向上させ、静止軌道以外での衛星通信を可能とするなど、従来は考えられなかったサービスを生み出す素地を作り出している。

加えて、ビッグデータ処理や、AI 解析、IoT などの宇宙以外の分野における変革により、従来とは異なる新たな宇宙利用サービスの創造など、様々な分野で新たな価値が生み出している。

(コスト低下による宇宙利用ユーザーの広がり)

衛星の小型化・量産化により、従来の大型衛星とは桁違いに安価なコストで衛星が製造可能となるとともに、ロケットの量産化、再使用型ロケットの開発、ロケットそのものの小型化等、衛星の打上げコストも低価格化への流れが強まっている。

こうした衛星製造及び打上げに伴う宇宙利用コストの大幅低下は、宇宙利用ユーザーの裾野を大きく広げるとともに、従来であれば商業化が難しかったサービス領域の産業化を促す源泉となっている。

(官から民へ (宇宙産業の商業化))

従来、宇宙の開発利用は、衛星通信・放送などの分野を除き、国自らが主体となって機器開発等を行うことが一般的であった。しかしながら近年の米国では、商業ベースで衛星の開発利用、打上げサービス等の宇宙関連サービスを提供できるベンチャー企業等を政策的に育成・強化し、国はこれらの事業者からサービスを調達する方式に移行しつつある。宇宙の事業主体が官から民へ徐々に移行しつつあり、民間事業者間の競争の活発な動きは、さらなるイノベーションの誘発やコスト削減につながり、近年の宇宙分野における大きなダイナミズムを生み出している。

1.2 我が国の状況

我が国の宇宙機器産業は国内官需が約 9 割を占め、国際的な競争にさらされる機会も少ない。また、市場規模も米欧に比べ小さく、先行する海外企業に比べて必ずしも十分な国際競争力を有していない。さらに、現状では米国のように多数のベンチャー企業等の新規参入者が市場を活性化させているとも言い難い状況である。

他方で、我が国は衛星製造からロケット製造・打上げサービスまで、フルセットで宇宙産業を抱えている世界的に見ても数少ない国である。また、ベンチャー企業についても、その数は限定的なもの、エッジの効いた技術やユニークなビジネスモデルを背景に、宇宙ビジネスでの成功を目指す事業者が存在している。

さらに、宇宙利用産業については、衛星通信・放送分野では世界の一角に食い込む大手事業者が存在し、測位分野については、カーナビ、携帯等で測位信号を使用する機器やアプリケーションを開発販売する事業者がいるなど、産業として一定の規模がある。リモートセンシング分野については、衛星データから高度なソリューションを開発する事業者などは海外に比べて少ないのが実情である。

我が国では 2016 年 11 月、民間企業の宇宙活動の進展に伴い、宇宙二法（「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律」（宇宙活動法）及び「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」（衛星リモセン法））が成立した。規制と振興のバランスに留意しつつ、政府がその施行に向けて政令・府令等の整備を進めている状況である。事業の予見可能性を高め、民間事業を後押しするための制度インフラが整いつつある今、いかにプレイヤーを創出していくかが、宇宙産業の振興に向けた一つの鍵となる。

我が国にとって、宇宙産業は大きな成長の機会となり得るとともに、我が国の安全保障にも貢献する重要な産業である。また、新たな宇宙サービスの創造により、生産性改革等を通じ、他の産業にも貢献できる。さらに、国際的な宇宙産業市場の成長に伴い、海外市場を獲得することで、さらなる成長を図ることも期待される。

2016年6月に閣議決定された「日本再興戦略 2016」においても、「我が国宇宙産業の成長目標、その実現に向けた課題や施策を取りまとめた「宇宙産業ビジョン（仮称）」を策定する」こととされている。本ビジョンの策定とその具体化を通じ、我が国の宇宙産業の拡大・成長に向けた動きを力強く進めていくこととする。

2. 宇宙産業の方向性

2.1 日本の宇宙産業の成長の好循環に向けて

(衛星データの利用による新たなサービスの創造)

現在、宇宙産業は大きな転換期を迎えており、技術革新や新規参入等を背景に、宇宙由来の様々なデータの質・量が抜本的に向上しつつあり、例えば、リモートセンシングでは、より高頻度かつ高解像度の情報が提供されつつある。また、測位情報についても、準天頂衛星「みちびき」により、高い精度の衛星測位サービスが整備される予定である。さらに、衛星通信についても高速大容量化等の動きもある。

これら宇宙由来のデータと他の様々な地上データが組み合わさったビッグデータが、AI解析技術等の活用と一体となり、農業、防災、安全保障を含む、様々な分野の課題に対し解法（ソリューション）を提供していくことが期待される。宇宙データは、このようなビッグデータの重要な要素として、あらゆる産業における生産性向上や競争力強化に貢献することが期待されており、我が国が進める第4次産業革命進展のための駆動力である。

(宇宙機器の国際競争力強化等による成長の実現)

宇宙機器については、こうした新たな潮流を踏まえ、小型衛星・小型ロケットといった新たな成長の可能性に面している。また、大型高性能の衛星・ロケットについても、現行の政府需要をベースロードとしつつ、衛星のシリーズ化等を通じて、新技術や低コスト等の市場ニーズに対応する技術開発を行うことで国際競争力の強化を目指すこととなる。競争力を強化することで、新たな海外需要の取り込みと事業規模の拡大につなげ、さらなる成長投資を促すことにより好循環を実現することが可能となる。さらに、利用産業で培ったソリューションサービスとのパッケージ化ができれば、一層の競争力強化・海外需要の取り込みも可能となる。

(新たなビジネスフロンティアと宇宙産業エコシステムの形成)

宇宙データを活用したソリューションビジネスに加え、小型衛星コンステレーションによる高頻度観測サービス、軌道上サービス、宇宙資源開発など、ベンチャーを中心とした新たなビジネスプレイヤーやビジネスモデル（いわゆる「ニュースペース」）が、急速に成長しつつある。この国際的に新しいビジネス領域

において、我が国の関連ベンチャー等が成長することで、我が国宇宙産業のさらなる成長の一翼を担うことが期待される。

宇宙産業への関心は近年我が国の異業種でも高まっており、異業種と宇宙産業との連携や、宇宙産業への技術、人材、資金等の流入も起こりつつある。こうした動きが、宇宙産業と関連する異業種等が相互に技術、アイデア等の補完、循環を行うエコシステムにまで形成されていけば、我が国宇宙産業の一層の成長が期待される。

3. 宇宙利用産業

3.1 宇宙利用産業の課題

近年の宇宙利用産業では、農業、水産業、インフラ、金融・保険、防災等の様々な分野における課題解決に向けたソリューションビジネスが興りつつある。こうした状況も踏まえ、宇宙利用産業の振興に向けて、以下のような課題がある。

<継続性のある衛星データが必要>

商業的なサービスには、継続的な衛星データが必要となる。現状では、我が国の政府地球観測衛星は、研究開発を主たる目的としているため¹、後継機に同じデータが取得できるセンサーが必ずしも継続的に搭載されてこなかった²。また、同種のセンサーが整備されたとしても、空白期間が生じる場合や³、衛星の軌道が異なることで、観測条件が異なってしまうことにより、データの継続性が保てない事例⁴もある。

民間事業者が、衛星データを用いてアプリケーション開発を行ってソリューションビジネスを推進するためには、同一の観測条件で観測された衛星データが継続的に提供されることが必要であり、衛星データの継続性の確保が求められる。

¹ 我が国の宇宙開発技術は、知見の収集と技術の成熟を目的とした研究開発を目的に進められてきたが、技術の成熟とともに、我が国の政府地球観測衛星の利用目的は多岐に渡るようになった。

² 例えば、2011年の陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)運用終了後、AVNIR-2の後継センサーは継続的に整備されていなかったが、2020年度には、ALOSで獲得した広域・高分解能観測機能を発展させた先進光学衛星を打ち上げる予定である。

³ 例えば、地球観測プラットフォーム技術衛星「みどり」(ADEOS)に搭載されていたAVNIRは、1997年6月に運用を終了した後、2006年1月にALOSが打ち上がるまで、後継センサーであるAVNIR-2が整備されなかった。また、JERS-1に搭載されていたSARセンサーについても、1998年10月に運用を終了した後、2006年1月にALOSが打ち上がるまで、後継センサーのPALSARは整備されず、空白期間が生じた。さらに、2011年5月にALOSが運用を終了した後、2014年5月に陸域観測技術衛星2号「だいち2号」(ALOS-2)が打ち上がるまで、PALSARの後継センサーであるPALSAR-2も継続的に整備されず、同様に空白期間が生じた。

⁴ ASTER(経済産業省が開発した可視から熱赤外の14バンドの観測波長を持った資源探査用光学マルチスペクトルセンサー)は、NASAが運用するTERRA衛星に搭載され太陽同期準回帰軌道で運用中であるが、その後継センサーであるHISUI(ASTERの後継センサーで200バンド前後の観測波長を持つ資源探査用ハイパースペクトルセンサー)は、2018年度末にISSに搭載される予定である。

＜高頻度観測データが十分ではない＞

従来の周回衛星による地球観測は、同一地点の撮像を行うまでに少なくとも数日間のインターバルが生じる。このため、必ずしも希望した時点の撮像を行うことができず即時性に欠けており、高頻度の情報更新を要求している情報産業等のビジネスにおける衛星データ利用が限定的になってしまう一因となっている。

我が国においても、時間分解能を向上させるためのコンステレーションビジネスが出現しつつあるが、我が国ではこうした事業を行う企業へのリスクマネーの供給が十分ではなく、事業化が進みにくい現状がある。

＜データの所在が分かりづらく、データアクセスが容易でない＞

我が国では、官民合わせて多くの衛星が運用され、日々多くのデータが取得されている。衛星データの利活用促進に向け、衛星データへのアクセスを可能な限り容易にする必要がある一方、JAXA⁵がG-Portalでデータを扱うなど、衛星を所有する組織等がそれぞれのポータルサイト等でデータを扱っており、横断的に全体を俯瞰できる環境にない。

＜専門性、コスト等の観点で衛星データの加工は容易でない＞

衛星データは、技術的な取扱いに専門性が必要となる。例えば、リモートセンシングデータの場合、衛星が取得した元データから標準的に使われる画像データ等への変換には、センサーに応じた加工が必要となる。具体的には、光学センサーの場合は放射量や幾何学的な歪みを補正するための処理、SAR（合成開口レーダー）⁶の場合は、反射波から得られた情報を画像化する処理等である。

また、複数の衛星データを組み合わせて使う場合には、センサー毎に撮像方法が異なること等に起因する重ね合わせの難しさ、軌道や観測幅、撮像周期の違いによって観測条件が異なる、加えて、衛星データの加工・処理には費用がかかる、さらには、衛星データはデータ容量が大きく、授受や保存に手間を要する点等、衛星データの加工には一定の専門性やコスト負担の課題がある。

⁵ Japan Aerospace Exploration Agency：宇宙航空研究開発機構

⁶ Synthetic Aperture Radar：合成開口レーダー。マイクロ波を使用した能動型のセンサーであり、天候・昼夜に左右されず、比較的高い空間分解能が得られる。

＜データを解析し、課題を解決するサービスとして付加価値をつけて提供するサービスが脆弱、エンドユーザーが宇宙を十分に活用していない＞

宇宙利用産業は、単なるデータ販売から、ソリューションビジネスへの過渡期である。衛星データ提供者とエンドユーザーの間のバリューチェーンが多層化する中、エンドユーザーのニーズに沿って衛星データを解析し、ソリューションとして提供するサービスプロバイダが不足しており、特に、そうした役割を担うことが期待されるベンチャー企業の数も少ない。さらに、現状、我が国では衛星データを活用したソリューションの導入は限定的であり⁷、地方行政や防災等の公共利用も含め、宇宙を活用したソリューションが広がるよう、取組を進めていく必要がある。

＜衛星測位サービスを活用したビジネスの推進＞

2018年に4機体制で運用を開始する準天頂衛星システムでは、全国24時間のセンチメートル級高精度測位サービスが提供される予定である。加えて、衛星安否確認サービスや災害・危機管理通報サービスといった防災関連のメッセージ機能も提供されるようになる。地理空間情報が高度に活用される社会基盤の確立に向けて、準天頂衛星システムから得られる高精度な位置情報を活用した宇宙利活用ビジネスを引き続き推進していくことも重要である。

＜市場が立ち上がるまでの間に安定した需要がない＞

欧米では様々な政府機関が、民間企業が運用するリモートセンシング衛星のデータを購入することを通じて、民間衛星データビジネスや関連する機器産業そのものの維持・活性化を図っている⁸。

⁷ 「国内衛星観測データ×ICT ソリューションの市場規模および予測に関する調査報告書」（一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構）で実施した分野毎の衛星データの利用実態に関するアンケートでは、どの分野においても利用が進んでいるとは言い難い状況である。

⁸ 例えば、①2016年10月、アメリカ国家地球空間情報局（NGA）は地球観測衛星コンステレーションを手掛けるアメリカ Planet 社と画像購入に関する契約を締結。2016年9月15日から7ヶ月間の契約で契約額は2000万ドル、②2016年9月、アメリカ海洋大気庁（NOAA）はアメリカ Spire 社及び GeoOptics 社の民間2社と、商用気象データの活用に関するパイロットプログラムを契約。Spire 社との契約額は37万ドル、GeoOptics 社との契約額は69.5万ドル、③2011年9月、欧州宇宙機関（ESA）は Astrium Services 社（現 Airbus Defense and Space 社）と Copernicus プログラムで3年間の画像購入契約を締結。契約額は1700万ユーロ

我が国においても、防衛省が「商用画像衛星・気象衛星情報の利用」として予算を計上している例⁹もあるが、欧米に比して小規模である。さらに、民生分野での公的利用も一部にとどまっていることもあり、欧米等に比して衛星データビジネスを支える安定的な需要が不足している。

3.2 宇宙利用産業の振興

3.2.1 継続性のある衛星データの整備

3.2.2 民間コンステレーションビジネスの促進

ロ、④2016年7月、欧州海上保安機関（EMSA）はカナダ MacDonal, Dettwiler and Associates（MDA）社と、地球観測衛星 Radersat-2 の画像提供に関する契約を締結。契約期間は4年間で、契約額は最大3100万ユーロ等。

⁹ 防衛省は2017年度予算において、画像解析用データの取得（WorldView-4）、JAXA 陸域観測技術衛星2号（ALOS-2）の利用及び経済産業省が開発した小型地球観測衛星（ASNARO-1）に係る実証研究、並びに超小型地球観測衛星を利用した情報収集の調査研究として109億円を計上。

3.2.3 衛星データへのアクセシビリティの向上（衛星データの所在明確化、データベース基盤、政府衛星データのオープン&フリー）

3.2.4 衛星データの利活用促進

4. 宇宙機器産業

4.1 宇宙機器産業の課題

衛星、ロケット（打上げサービス）や、その部品の製造等からなる宇宙機器産業は、我が国の自立的な宇宙活動能力を保持するために不可欠な基盤である。また、我が国の宇宙利用を進めるに当たっての基盤でもある。宇宙機器産業の振興に向けて、以下のような課題がある。

<激しい国際競争（技術開発、実績）>

通信衛星を中心とした大型衛星の国際商用市場では、我が国の衛星メーカーは先行する欧米メーカーに商用市場での受注実績で大きく水をあけられている¹⁰。衛星分野での国際競争は激しく、高い技術開発力が求められる分野であるとともに、品質、コスト、納期も競争上の重要なファクターとなっている¹¹。さらに、打上げ後に故障等が許されないという観点で、過去の実績が競争力の源泉ともなる。

衛星利用においては、世界的に軌道権益や周波数権益等の限られたリソースを最大限活用するための技術開発競争が加速している。例えば、欧米では通信容量の大容量化という市場ニーズに対応するため、公的機関が主導して、HTS（High Throughput Satellite）の技術開発が進展し、すでに実用化されている。今後、HTSの需要がますます拡大することが見込まれることから、我が国も技術試験衛星（ETS：Engineering Test Satellite）としては15年ぶりとなる次期技術試験衛星（ETS-9）の開発に着手し、大容量化に必要な電気推進（オール電化）、発電能力の向上、ニーズに応じた通信容量や利用地域を柔軟に変更可能な技術等の開発を進めることとしている。一方、海外競合先はさらにその次の技術開発を進めていると考えられる。

¹⁰ 2001年から2014年までの期間における商用静止衛星の受注数は、全体310件のうち、我が国衛星メーカー1社が6機を受注しているだけにとどまる。

¹¹ 我が国の衛星の開発・調達については、1990年に合意された日米政府衛星調達合意（研究開発衛星、安全保障衛星を除く実用衛星の調達を国際競争入札とした）や1996年に発行されたWTO政府調達協定（一定額（物品1600万円）以上の政府調達の内外無差別が定められた）等、国際競争力に影響し得る環境の変化があった。

<技術開発に対する多様な支援>

我が国の政府関係の宇宙関連技術開発・支援は、そのほとんどを JAXA や大学が実施している。他方、科学技術全般については、基礎から応用までの技術の段階に応じて、文部科学省や JST¹²、経済産業省や AIST、NEDO¹³による支援に加え、内閣府の ImPACT¹⁴や SIP¹⁵、分野横断的には総務省や NICT、防衛省の科学技術関係経費等、多様な組織による支援が行われている。現状では、こうした各種組織による宇宙分野に対する支援が必ずしも十分とは言えない状況である。

<規模の競争力>

我が国の宇宙機器企業は、欧米に比べ市場規模が小さいため、研究開発投資等の規模も小さくなり、結果として競争力強化への取組も不十分なものとなっている可能性がある。また、その市場に複数の事業者が存在することもあり、設備投資や研究開発投資が各社ごとに分散し、国全体としては規模のメリットの面で非効率が生じ、国際競争力上も悪影響が生じている可能性もある¹⁶。

<キーとなる部品・コンポーネントの供給基盤が脆弱>

我が国は人工衛星用部品・コンポーネントの 4 割を海外に依存しており、特に、基幹となる半導体等の能動電子部品は 8 割を海外に依存している。こうした部品・コンポーネントの高い海外依存は、①キーとなるコンポーネントをタイムリーに開発できない→②人工衛星等が納期等の国際競争力に劣ってしまうことから民需・外需を獲得できない→③宇宙産業の規模が拡大しない→④コンポーネント・部品の開発投資や生産設備維持が困難、といった悪循環の構造を招来しかねない。

¹² Japan Science and Technology Agency：科学技術振興機構

¹³ New Energy and Industrial Technology Development Organization：新エネルギー・産業技術総合開発機構

¹⁴ Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies Program：革新的研究開発推進プログラム。実現すれば産業や社会のあり方に大きな変革をもたらす革新的な科学技術イノベーションの創出を目指す、ハイリスク・ハイインパクトな挑戦的研究開発を推進。

¹⁵ Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program：戦略的イノベーション創造プログラム。総合科学技術・イノベーション会議が府省・分野の枠を超えて自ら予算配分して、基礎研究から出口（実用化・事業化）までを見据えた取組を推進。

¹⁶ 他の業界では、業界再編により競争力を強化した事例もある。例えば、三菱重工業と日立製作所の火力発電システム部門が統合し、三菱日立パワーシステムズを設立した事例や、アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッドと JFE ホールディング傘下のユニバーサル造船が統合し、ジャパンマリンユナイテッドを設立した事例等。

さらに、我が国の宇宙関連機器メーカーによる部品・コンポーネントの輸出実績は一部に限られる。現在の我が国の宇宙産業の規模だけでは、関連事業者は開発・事業化に投資できず、また、製造ラインを維持することも困難である等の理由により、事業性を見込めないメーカーが撤退する事例が相次いでおり、供給基盤が揺らいでいる。

<信頼性に優れるがコスト競争力の強化が必要（大型ロケット）>

我が国の大型ロケット・打上げサービスは、世界的に見ても高水準の成功率を誇っており、基幹ロケットである H-IIA/B の打上げ成功率は 97% を超える（2017 年 3 月時点）。他方で、商業通信衛星打上げの世界シェアを見ると、欧米がほぼ独占しており、我が国は海外からの打上げ受注実績が少ない。国際競争が激化する中、国際市場での顧客ニーズは、①打上げ成功の信頼性、②低コスト、③希望する打上げ時期の確保、④投入軌道の柔軟性などからなる。我が国の大型ロケット・打上げサービスは信頼性に優れるがコスト競争力で劣後しており、特に、SpaceX 社のファルコン 9 開発以降、コスト競争が激化する中、抜本的な低コスト化が求められている。

<打上げ時期について柔軟な対応が必要（大型・小型ロケット）>

海外の大型ロケット打上げサービスのオンタイム打上げ率（規定の日時に打上げる割合）が概ね 65～75% 前後であるのに対し、我が国の大型ロケット打上げサービスである H-IIA/B の 2009～2015 年のオンタイム打上げ率は 95% を誇る。

一方で、打上げ時期について顧客ニーズに応じた柔軟な対応ができないという課題がある。欧州の打上げサービス事業者の Arianespace 社は、CNES¹⁷が設置した広大な「ギアナ宇宙センター」を打上げ射場として、打上げ時期についても柔軟に対応する能力を有している。一方、日本の主要な射場である種子島宇宙センターは現状でも施設稼働率が高く、打上げ時期に関して柔軟な対応は容易でないのが実情である。

<現行の政府調達では投資余力が確保できない>

現行の政府調達の方法では、開発リスクや事業者の収益性が考慮されていな

¹⁷ Centre national d'études spatiales : フランス国立宇宙研究センター

いことから事業の性格に見合った利益が確保できず、結果として技術開発等のための投資余力を確保できないという指摘がある。また、部品枯渇リスクの低減やコスト削減につながる取組の余地があるとの指摘もある。

前者の指摘については、JAXA では原則確定契約としており、一部上限付き概算契約¹⁸を行っていたものについても、2018年以降は確定契約¹⁹となる予定である。一方、現状の調達制度で認められる経費率では、収益から投資への好循環が困難との指摘がある。加えて、技術的難度に応じて経費率を設定すべきとの改善要望もある。例えば、NASA²⁰では、技術的難易度に応じて3～15%の利益率が設定されている。

後者の指摘については、ロケット等に用いる部品は、少数の発注では割高となるとともに、将来の部品枯渇のリスクがある。海外では、NASA が宇宙ステーション補給機に関するまとめ発注（CRS 契約²¹）を行っている事例や、Arianespace が30機程度のまとめ発注を行っている事例がある。

さらに、JAXA の契約は、企業に対して JAXA が定める信頼性等の基準や管理、成果途中の納入が求められるなど、研究開発の性質に特化した調達となっている。しかし、これは、ベンチャー企業等によるサービス提供や創意工夫が十分に活かされない可能性がある。

< (小型) 資金面・技術面等で、ビジネスの参入・成長のハードルが高い >

世界で開発競争が行われている小型衛星ビジネスには資金・技術とスピードが必要とされ、欧米では、小型衛星を活用したビジネス展開を目指すベンチャー企業と、これまで大型衛星を開発してきた既存の大手衛星メーカーの連携が進んでいる²²。

¹⁸ 成果物納入後の精算により支払額を算定する方式。コスト増のリスクを企業が負担しており、企業努力によるコスト削減分が支払い額から減額されるなどの課題がある。

¹⁹ 原価や利益率を算定して契約時に支払額を確定する方式。コスト削減分は企業側の利益となるため、企業側にコスト削減のインセンティブが働く。

²⁰ National Aeronautics and Space Administration : アメリカ航空宇宙局

²¹ Commercial Resupply Services : 定められた期間内に、限度内（数量または価格で示される最大量・最小量）で未確定量の物品・サービスを複数の業者から購入するための枠組みを適用。政府は最小量を必ず発注しなければならない。

²² 例えば、通信分野では、OneWeb が衛星製造を Airbus に委託しており（2016年1月、900機の小型衛星の開発・製造を公表）、リモートセンシング分野では、Planet の衛星製造を SS/L が請け負っている（2014年2月、低軌道リモセン小型衛星 SkySat13 機の開発・製造を公表）。

我が国においても、有望な技術やアイデアを有するベンチャー企業²³が存在するが、いかに早く技術を開発・実証し、事業化できるかが重要となる。

小型ロケットビジネスについては、海外では、Rocket Lab 社や Virgin Galactic 社等が新たに小型ロケット打上げサービスに参入するなど、その動きが活性化している中、我が国においても、2003年に設立されたインターステラテクノロジズ社が研究開発等を継続している。しかし、ロケット開発には高度な技術力・一定の開発期間・十分な資金力が必要とされ、参入・成長へのハードルが高い。

小型ロケットビジネスについては、専用の射場整備を行うことで、より柔軟なサービスの提供が期待される。海外では、先述した Rocket Lab 社がニュージーランドに射場を構築する²⁴など、小型ロケット射場の整備が注目を集めている。

我が国においては、鹿児島県南種子町に種子島宇宙センター（約 9.7km²）、鹿児島県肝付町に内之浦宇宙空間観測所（約 0.47km²）が整備されているが、現状、本格的な民間小型ロケットに対応した射場は整備されていない²⁵。

<周波数調整への対応>

衛星を活用した事業では、周波数の利用が前提となる中、周波数の利用には国内外の調整が必須であり、その調整には時間を要する。衛星ビジネスでの使用が想定される主要な周波数帯は逼迫しており、新規事業者が周波数を共用することは容易でないという実状がある。また、周波数調整を行う人材も国内では不足している。

4.2 宇宙機器産業の振興

4.2.1 継続的な衛星開発（シリーズ化）

4.2.2 国際競争力の確保（新型基幹ロケット（H3）、小型ロケット、部品・コンポーネント戦略、調達制度、技術開発、調査企画能力）

²³ 例えば、超小型衛星を手がけるアクセルスペース社、デブリ除去ビジネスを目指すアストロスケール社、宇宙資源開発を目指す ispace 社、人工流れ星を発生させるサービスを目指す ALE 社等。

²⁴ Kaitorete Spit 射場。Rocket Lab 社は同射場を整備することで、年間 120 機の高頻度での打上げサービスを目指す。

²⁵ インターステラテクノロジズ社は、北海道大樹町にある大樹町多目的航空公園（約 0.7km²）で試験打上げを実施している。

4.2.3 新規参入者への支援（軌道実証機会の充実、射場）

5. 海外展開

5.1 海外展開の現状と課題

我が国の宇宙産業市場が横ばいの中、我が国の宇宙産業が規模を拡大していくには、新興国を中心に拡大する海外市場の成長を取り込んでいくことが不可欠であり²⁶、海外展開に係る取組の強化は急務である。

<長期的・持続的な戦略の検討・推進が求められる>

現在、我が国には、内閣府、総務省、外務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省、環境省、防衛省等の主な関係府省庁に加え、JAXAをはじめとした宇宙関係機関・団体が数多く存在する。海外展開に当たり、従来はこうした関係府省庁や宇宙関係機関・団体が個別に相手国にアプローチしていたため、相手国にとってはプロセスが煩雑かつ非効率的であった。

2015年8月、官民一体となって商業宇宙市場の開拓に取り組むため、宇宙システム海外展開タスクフォースが設置された。本タスクフォースでは、大臣・副大臣レベルの上級会合とともに、具体的な取組を実施する推進会合、地域・国別及び課題別の作業部会を設け、きめ細やかな取組を実施している。また、関係閣僚を構成員とする経協インフラ戦略会議とも緊密に連携することで、政府一体となった取組の一層の推進を図っている。

しかしながら、宇宙関係の案件形成には長期の期間を要することに対して、海外展開において主体的な役割を担う関係府省庁の人事サイクルが概ね2年程度であることから、相手国との人脈が切れ、ネットワークを作り直す必要が生じる、専門的な知識が深く蓄積されない等の様々な断層が生じている。こうした観点から、戦略の長期的・持続的な推進が求められる。

<相手国の発展段階を意識した戦略的な取組が求められる>

2つ目の課題は、相手国の発展段階を意識した戦略的な取組が求められる点である。相手国の発展段階や環境に応じて、相手国が求める衛星の価格や機能等は様々である。例えば、リモートセンシング衛星では、先進国の場合、比較的解像

²⁶ これまでの我が国の主な受注実績は、ロケット（打上げサービス）4件（2009年の韓国の多目的実用衛星3号機（COMPSAT-3）の打上げ、2013年のカナダの商用通信放送衛星（TELSTAR 12V）の打上げ、2015年のUAEの地球観測衛星の打上げ、2016年のUAEの火星探査機の打上げ）、衛星3件（2008年のシンガポール・台湾の商用通信衛星（ST-2）、2011年のトルコ（国営Turksat社）の2機の通信衛星、2014年のカタール（国営エスヘイルサット社）の通信衛星）。

度が低い小型／低価格な衛星から、高解像度の大型／高価格な衛星まで、幅広く官民の衛星が整備されている場合が多い。他方、新興国では、低価格かつ自国での製造に向けて技術的なハードルが比較的低い小型衛星を求められる場合が多い。

また、森林、海洋、農業、地図に関する情報等、リモートセンシング衛星に求める情報は、相手国の置かれている状況や、社会・経済的課題、地政学的な要因に左右される。通信・放送衛星の場合は、相手国の国土の広さや地上ネットワークの整備状況、災害の頻度や種類等によって、衛星の必要性や求められる役割等が異なる。

宇宙システムの輸出に際し、相手国は、宇宙システムの価格や信頼性に加え、長期的な協力関係の構築の観点から調達先を選定する場合が多い。これまでも、海外展開タスクフォースを中心に、単なる機器売りではなく、相手国のニーズに応じたパッケージ化による取組を進めてきたが²⁷、現状の受注実績を鑑みれば、さらなる海外需要の獲得に向け、引き続き取組を強化していく必要がある。

<さらなる海外展開の拡大に向け、国際連携強化が求められる>

海外展開に関する 3 つ目の課題は、国際連携強化が求められる点である。海外では、ESA²⁸、APSCO²⁹等、各国の宇宙機関や行政機関が参加する枠組みでの取組が進んでいる。我が国においても、JAXA が APRSAF³⁰を主導し、アジアを中心とした宇宙機関等に我が国の先進的な宇宙関連技術を紹介し、その利活用について議論を行うなど、その連携を深化させている。こうした取組を一層推進することで、複数国の需要をまとめて創出することや、共同開発を効率的に行う等のメリットが考えられる。

また、衛星を用いたビジネスを検討する際には、静止軌道衛星の権益確保にも

²⁷ 例えば、タイにおける日本・タイ双方の企業による建機の自動走行等の実証試験の支援とトップセールスの推進、トルコにおける人材育成協力や国際宇宙ステーションを活用した協力とトップセールスの推進による協力関係の構築、UAE における人材育成と宇宙機関間の協力の推進 等。

²⁸ European Space Agency（欧州宇宙機関）：1975 年設立。本部はフランス。フランス、ドイツ、イタリア等 22 ヶ国が加盟。

²⁹ Asia-Pacific Space Cooperation Organization（アジア太平洋宇宙協力機構）：2008 年 12 月設立。本部は北京。バングラデシュ、中国、イラン、モンゴル、パキスタン、ペルー、タイ、トルコが加盟。

³⁰ Asia-Pacific Regional Space Agency Forum（アジア・太平洋地域宇宙機関会議）：1993 年設立。各国の宇宙機関や行政機関をはじめ、国際機関や民間企業、大学・研究所など様々な組織から、これまで 40 を超える国と地域、国際機関等が参加。

留意する必要がある。そもそも通信・放送衛星を活用したビジネスを行う上で、軌道権益を保有していることが前提となるが、軌道権益は有限希少かつ先行者優先である。既に、静止軌道上には多数の衛星がひしめき合っており、軌道権益は戦略的取組を進める上で有効なカードとなり得る。

リモートセンシング衛星をはじめとした軌道周回衛星については、自国近辺のみならず、地球上の様々な地点の情報を取得することも可能である。したがって、リモートセンシング衛星のデータも、シェアリングを通じて国際協力のツールとなり得る。

こうした背景から、海外展開を一層推進するためには、海外の事例³¹等も参考にしつつ、国際連携の強化を図ることが重要である。また、測位分野についても、準天頂衛星システムは日本だけでなく、アジアやオセアニアを中心として高精度測位を実現できるため、これらの地域を対象としたサービスの展開に止まらず、欧州等の測位衛星システムとの連携も期待される。

5.2 海外展開の振興

³¹ Copernicus では、Sentinel 衛星のデータを直近3ヶ月に限り無償公開しているが、アメリカ、カナダ、オーストラリアに対しては、それぞれの国のリモセン衛星データ等と引き替えに、全てのアーカイブデータを含む Sentinel 衛星のデータをダウンロードできるミラーサイトを設置している。

6. 新たな宇宙ビジネスを見据えた環境整備

6.1 ベンチャー企業

6.1.1 ベンチャー企業に関する現状と課題

先述したとおり、宇宙分野ではパラダイムシフトが起こりつつあり、新たなイノベーションと、それをきっかけとした新たなサービスやビジネスモデルの創造・展開など、米欧を中心にダイナミックな動きが起こっている。こうしたダイナミズムの原動力となっているのがベンチャー企業であり、海外では1000社以上の宇宙ベンチャーがひしめいている。

例えば、今後、発展が期待される衛星データを活用したソリューションサービスの構築には、分野や企業毎のユーザーニーズを徹底的に吸い上げ、細かなカスタマイズを行う必要がある。こうした対応には、大企業に比べて小回りが利き、新たな発想に柔軟なベンチャー企業に期待される役割は大きい。

また、近年、発達している小型衛星や小型ロケットについては、伝統的な大企業とは異なるアプローチにより、安価に製造・運用を行い、ビジネスとしてサービスを展開するベンチャー企業も現れ始めている。

さらに、衛星への軌道上でのサービス（衛星メンテナンス、デブリ除去等）、宇宙資源開発、宇宙観光等のフロンティアビジネスへの挑戦も始まっている。

我が国の宇宙ベンチャーは、ユニークなビジネスモデルといった点ではクオリティが高いが、欧米に比べると圧倒的に層が薄いのが現状である。背景としては、リスクマネーや人材（技術人材、起業人材、IT人材、経営スキルを有した人材等）、市場が成長するまでの当面の顧客（政府調達等）等の不足が挙げられる。

我が国の宇宙産業の振興に向けて、ベンチャー企業等をはじめとした新規参入者の層を拡大させるとともに、新規参入者の事業化・成長への取組を積極的に後押しし、市場の活性化を図っていくことが重要である。

6.1.2 ベンチャー企業に対する支援（リスクマネーの強化、成功事例の創出）

6.2 人材

6.2.1 人材に関する現状と課題

宇宙産業基盤の維持・強化に資するため、人的基盤を総合的に強化していく必

要がある³²。

<種々の事情で人材の確保が難しい（産業規模、流動性、産業基盤）>

我が国の宇宙産業では、航空宇宙工学を専攻した学生が必ずしも宇宙産業へ就職しておらず、非宇宙産業から宇宙産業への人材の流入も乏しい。また、宇宙分野における起業数も限られている。総じて、宇宙産業分野に新たな血が脈々と注ぎ込まれ、イノベーションが絶えず起こり続けているという状況にはない。

また、宇宙産業の人材に求められる資質という観点からは、技術開発ノウハウの伝承は、プロジェクトの変動に影響を受けやすいことに加え、大手企業の人材力が低下しているとの指摘もある。

宇宙産業周辺における人材の流動性が低いために、新たな事業が興りにくく、産業規模が拡大していない、その結果として、宇宙産業への人材の流入が乏しくなるという悪循環に陥っていると言える。

日本国内で、航空宇宙工学を学べる大学・大学院は限られており、卒業生は毎年およそ 1000 名程度と推定される。他方で、宇宙機器産業に従事する職員数は 1 万人を下回る規模である。

また、我が国では、非宇宙産業をはじめとした大手企業や JAXA からベンチャー企業へ移る人材は限定的である一方、米国では、SpaceX の設立に当たり、他のロケット会社や NASA 等から人材が移籍し、同社の技術開発を支えたといった事例がある。

このように、我が国では、産業規模や流動性等の事情で人材の確保が難しいという課題がある。

なお、人材の流動性が低い我が国であるが、「働き方改革実現会議」においてプロボノ³³・出向・副業等の多様な働き方が推奨されていることに加え、人材派遣企業による宇宙人材のレンタル移籍³⁴やシニア人材・外国人人材の活用など、新たな人材活用の取組も見られる。

³² 宇宙基本計画工程表（平成 28 年度改訂）「39 国内の人的基盤の強化」にも掲げられている。

³³ 社会人が自らの専門知識や技能を生かして参加する社会貢献活動。また、それに参加する専門家自身。月面探査の国際賞金レース Google Lunar XPRIZE に参加している Team HAKUTO は、プロボノ人材も活用して協力者を集めている。

³⁴ Loan DEAL 社は、同社が提供する企業間レンタル移籍プラットフォームの業界種別に宇宙枠を設定しており、ALE 社がその枠を使って人材を集めている。

＜新たな技術に長けた人材が重要になる＞

我が国の宇宙産業の人材に係る 2 つ目の課題は、将来的に利用産業で重要な役割を担うと考えられる人工知能等の新たな技術に長けた人材の巻き込みが不足している点である。

IT ニーズの拡大により、IT 人材の需要は今後も拡大を続ける一方、将来的な IT 人材の不足が予測されている³⁵。第 4 次産業革命の普及を図る我が国の産業界全体でも IT 人材が不足すると予想されている中、IT 人材をいかに宇宙利用産業のバリューチェーンに巻き込んでいくかは喫緊の課題である。

また、特にベンチャー企業については、技術面だけでなく、事業拡大に向けて不可欠なファイナンスやマーケティングに長けた人材も必要となる。

6.2.2 人材に関する対応策

6.3 制度整備

6.3.1 制度整備に関する現状と課題

近年、欧米を中心に、月面開発や火星探査、小惑星資源開発といった深宇宙におけるビジネスや、宇宙旅行、デブリ監視・除去といった軌道上あるいは準軌道上におけるビジネスなど、従来の通信・放送、測位、リモートセンシング分野以外の新たな領域における宇宙ビジネスを目指す民間事業者が増加しつつある。こうしたビジネスを発展させる上では、状況に応じて新たな制度を整備していくことも必要となる。

また、宇宙に由来する技術やシステムは、現代の安全保障や国民生活を支える重要な基盤となっており、また、近年の小型衛星打上げ計画の激増等から、宇宙状況監視（Space Situational Awareness : SSA）や宇宙交通管理（Space Traffic Management : STM）など、宇宙空間を安定的かつ安全に利用できる環境整備についても世界的に重要性の認識が高まるとともに、対応や検討が進められている。

＜海外では新たなビジネスを見据えた法整備の検討が進んでいる＞

宇宙空間における資源開発に関する制度整備については、米国やルクセンブ

³⁵ 「IT 人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」（2016 年 経済産業省）では、IT 人材の人材供給は 2019 年をピークに減少し、2030 年には約 59 万人の IT 人材が不足すると予測されている。

ルクにおいて、新たなビジネスを見据えた国内法整備が進むとともに、国際法上の論点に関する議論も始まっている。

米国では、2015年12月に「商業宇宙打上げ競争力法（SPACE Act of 2015）」が成立³⁶したことに加え、ルクセンブルクでも、2016年11月、宇宙資源探査利用法案が議会に提出された。ルクセンブルクは、宇宙資源開発のハブとなる旨の政策を公表し、2億ユーロの支援資金の準備、宇宙資源開発ベンチャー企業の同国への誘致、米中との連携の公表など、活発な動きを続けている。

このような動向を背景として、宇宙資源開発に関する国際法上の論点に関する議論も始まっている。2017年国連宇宙平和利用委員会（COPUOS）法律小委員会においてははじめて宇宙資源開発が議題として取り上げられた。また、2015年10月、宇宙資源開発の管理に関する国際的な議論の基礎となる要素や方針の策定を目的として、各国の宇宙機関、有識者や民間事業者によりハーグ宇宙資源ガバナンス管理作業部会が立ち上げられ、議論を進めている。

また、軌道上補償³⁷についても海外では制度整備が進んでいる。イギリス及びオランダでは、衛星同士が軌道上で衝突した場合など、宇宙空間における損害発生時に宇宙条約に基づき請求があった場合、賠償保険の範囲内で政府から事業者に求償する内容を法律で明文化している。

なお、我が国においては、2016年11月に成立した「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律」（宇宙活動法）において、地上における損害賠償規定については整備されているが、宇宙空間（軌道上）における衛星衝突時の損失に対する賠償は対象としていない。

諸外国における各種の新たな制度整備は、その制度を必要とする民間宇宙ビジネス事業者の活動の根拠となり、当該分野のビジネス活動の活発化につながる。また、こうした民間宇宙ビジネス関連の制度が整備された国は少なく、制度整備はその対象となる民間宇宙ビジネス事業者の誘致にも効果がある。

6.3.2 制度整備に関する対応策

³⁶ 米国が負う国際的な義務等に抵触せずに獲得された小惑星及び宇宙空間上の水や鉱物を含む非生物資源について、占有、所有、輸送、利用及び販売することが認められた。

³⁷ 軌道上で衛星がロケットから切り離された後、①軌道上における衛星等物体同士の衝突、②衛星等の地表面への落下衝突、の2ケースにおいて損失が発生する可能性がある。

7. 結語

宇宙技術を活用した社会システムは、我々の生活を支える基礎的なインフラとしてだけでなく、我が国の安全保障を支える重要な基盤としての役割も担っている。宇宙産業の振興を図り、民生分野における宇宙利用の推進が強化されることで、ひいては、我が国の安全保障の強化にもつながっていく。

また、逆に、宇宙システムの安全性の強化が図られることで、安心して宇宙システムを活用できることとなり、安定性強化のための新たな研究開発や手当が、我が国宇宙産業の厚みを増すこととなる。

現代の宇宙産業の変化は極めて速く、熾烈な競争や挑戦が世界中で繰り広げられている。こうした変革期にある宇宙産業の現状を、我が国の宇宙産業の発展に向けた好機と捉え、戦略的に取組を推進するため、今般、「宇宙産業ビジョン」を策定した。競争が激化する国際的な市場環境の中で、我が国の宇宙産業が発展するよう、本ビジョンに沿って宇宙産業の振興に積極的に取り組んでいくこととする。