

第29回基本政策部会 参考資料集

スタートアップ等による小型衛星コンステの構築の加速

近年では米欧中露を中心に、民間スタートアップ企業による低軌道小型衛星コンステレーション構築に向けた動きが（通信・観測共に）加速している。

米欧中露で加速する 低軌道衛星コンステレーションの構築

- **米国防総省宇宙開発庁**はミサイル探知のための**低軌道衛星コンステレーション (NDSA) 開発**を進めており、そのNDSAアーキテクチャ内にて衛星間及び衛星地上間通信を担うTransport Layerの開発が率先して進められている。
- **欧中露政府**でも通信・観測等の用途のため、**メガコンステレーションの構築を計画**。

米欧中露の衛星コンステレーション構築計画

国	プロジェクト名	目標機数	用途
米	NDSA Transport Layer	300～500機	NDSAアーキテクチャ内において、衛星間、及び衛星地上間通信を担う
欧	EU Secure Connectivity Programme	170機	加盟国に対して、セキュリティ、柔軟性、強靱性に優れた衛星通信サービスを地球規模で提供
中	Guo Wang	12992機	中国全土向けの地球低軌道通信衛星コンステレーション
露	Sphere	264機	複数軌道の衛星によりブロードバンド通信と地球観測機能を提供

全世界への 衛星インターネット提供を目指すStarlink

- **SpaceXでは、全世界のインターネットアクセス提供に向けて、低軌道衛星コンステレーションStarlinkを構築**している。
 - ✓ 2022年12月時点で3,300機以上の衛星を配置しており、さらに7,500機の追加打ち上げの承認も得ている。
- **2022年12月時点で45か国にてインターネットアクセスのカバレッジを提供**している。
 - ✓ 日本でも、アジア地域初として2022年10月よりサービス提供が開始されている。



軌道上のStarlink衛星60機

スタートアップ企業による 小型観測衛星コンステレーションの拡大

- 宇宙から地球を観測する小型衛星コンステレーションの構築が各国で進められており、**2020年から2029年の10年間で、地球観測衛星が1500機超が打上げられる**、といった分析結果も出されている。
- **観測頻度の向上を目指し**、各スタートアップ企業が軌道上の機数増計画を加速。**日本も2025年までのコンステレーション構築**に向けスタートアップが挑戦を進めている。

代表的な小型観測衛星事業者 一覧

光学	衛星名	現状機数	目標機数 (目標年)	最大分解能
Planet (米)	SkySat	21機	53機(2023年)*	50cm
Maxar (米)	World-view	4機	10機(2023年)*	30cm
アクセルスペース (日)	GRUS	5機	10機(2023年)	250cm
SAR	衛星名	現状機数	目標機数 (目標年)	最大分解能
ICEYE (フィンランド)	ICEYE X	21機	48機(2024年)	100cm
Synspective(日)	Strix	3機	30機(2026年前後)	90cm
QPS研究所 (日)	QPS-SAR	1機	36機(2025年以降)	70cm

※次世代機含む

出所)

1. [CNET](#)
2. [Impress Watch](#)
3. [WIION](#)
4. [satnews](#)
5. [ESA](#)
6. [Gunter's Space Page](#)
7. [ICEYE](#)
8. [Axelspace](#)
9. [日本スペースイメージング](#)
10. [SDA](#)
11. [Synspective](#), [1] [2]
12. [QPS研究所](#)
13. [EC](#)
14. [Space NEWS](#)
15. [Parabolic Arc](#)

月面計画の進展

米国主導のアルテミス計画や中国の嫦娥計画など政府主導での月面探査に加えて、ispaceをはじめ民間企業主導での月面探査も進むなど、官民における月面での活動が拡大しつつある

米国主導の有人月面探査を目指す アルテミス計画

- 米国が主導するアルテミス計画では、国際パートナーとの協力の下で有人月面着陸を目指している。
- 2022年11月、アルテミス計画初のミッションArtemis 1として、有人宇宙船Orionが無人で打ち上げられ、月の周回に成功している。
 - ✓ 2024年には有人での月周回を行い、早ければ2025年に月面着陸を目指す。
- 我が国は2023年1月に「日・米宇宙協力に関する枠組み協定」へ署名、日本人の有人月面着陸含めアルテミス計画の推進を目指す。



Orion宇宙船

中国の嫦娥計画による月面探査ミッション

- 中国では月面探査ミッション「嫦娥計画」を2003年から開始、2007年「嫦娥1号」から2020年「嫦娥5号」までが打ち上げられている。
 - ✓ 「嫦娥3号」：月の表側へ着陸(旧ソ、米に続き世界で三番目)。
 - ✓ 「嫦娥4号」：月の裏側への着陸(世界初)。
 - ✓ 「嫦娥5号」：中国初のサンプルリターンに成功。
- 2025年には水が存在する可能性が高いと考えられている月の南極付近からのサンプルリターンに向けた打上が予定されており、その後は月の南極における地形や物質成分、空間環境の探査が計画されている。



嫦娥5号

民間企業初の月面探査を目指す ispaceの月着陸船打ち上げ

- ispaceは2022年12月11日、民間月探査プログラム「HAKUTO-R」ミッション1にて月着陸船の打上に成功し、民間企業初の月面探査を目指している。
 - (月への着陸は2023年4月末を予定)
 - ✓ HAKUTO-Rは地球-月輸送サービスの技術検証を目的としている。
- 月面資源の所有権を取得し、その場でNASAに販売すれば、民間事業者による、世界初の月資源国際取引事例となる。



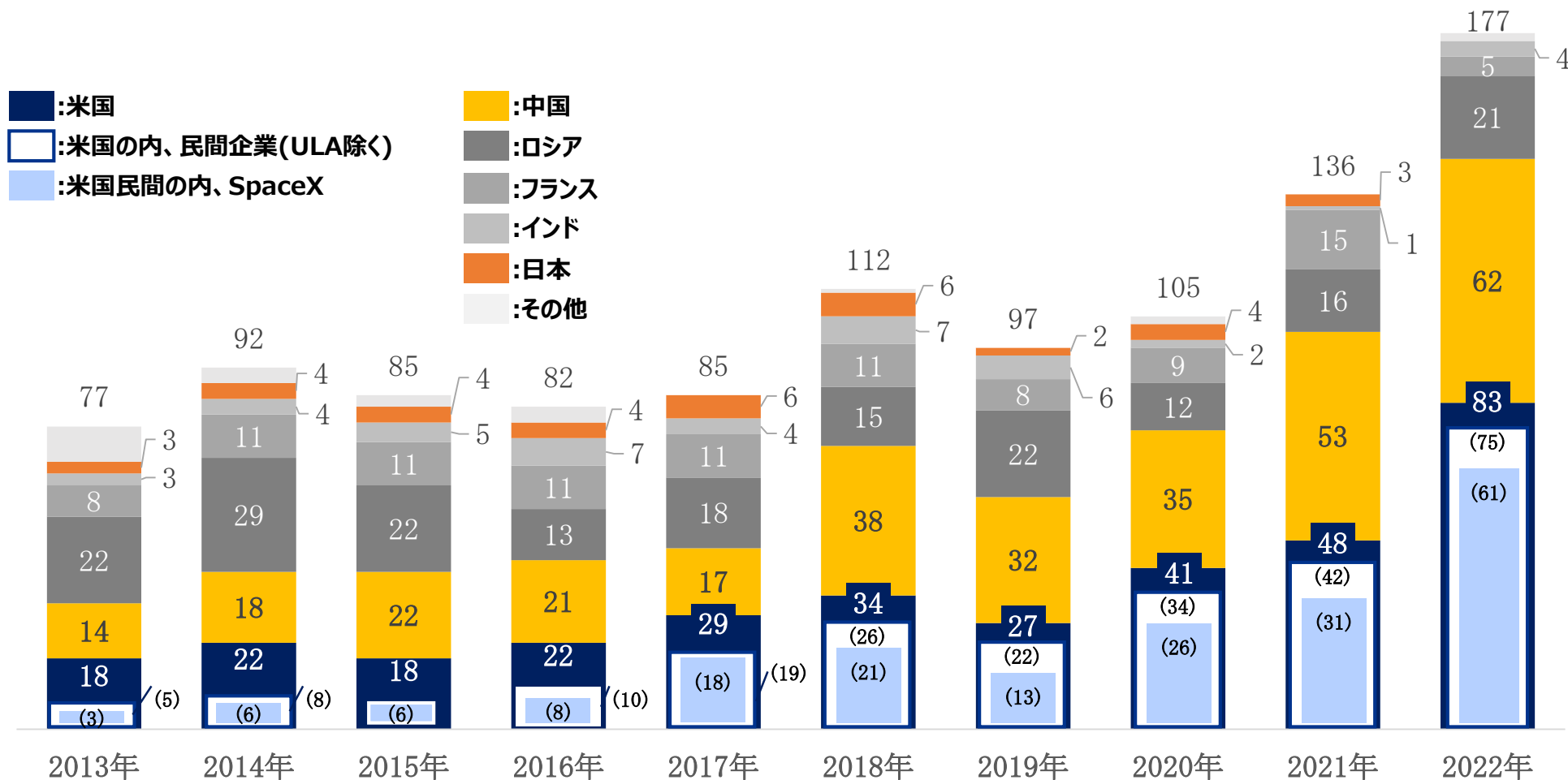
ispace月着陸船

出所)

1. [NASA](#)
2. [日本経済新聞](#)
3. [UchuBiz](#), [1] [2] [3]
4. [ispace](#), [1] [2]
5. [国立国会図書館 調査及び立法考査局](#)
6. [sorae](#)
7. [AstroArts](#)

ロケット打上げ数の増加

世界的な宇宙利用の拡大に伴う打上げ需要の高まりや、ロシアによるウクライナ侵略によりロシアのロケットが使用できない状況を受け、打上げの需給がひっ迫する中、米国・中国における年間打上げ数が大幅に増加。



※ 打上げ成功数のみカウント

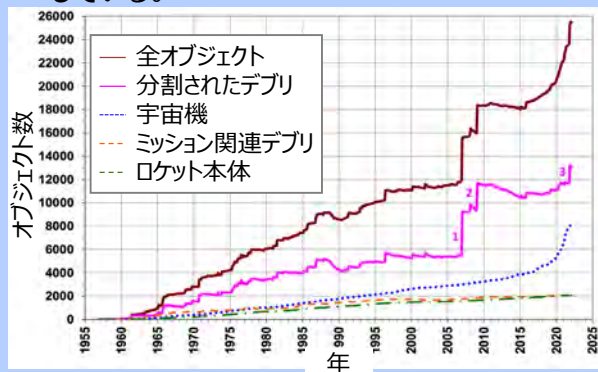
宇宙利用の拡大に伴う軌道上の衝突リスクの問題

宇宙利用の拡大によるデブリや人工衛星の増加に伴い、軌道上における物体の衝突リスクが高まっており、政策的なルール整備と技術開発による対応が進められている。

軌道上の衝突リスクの増加

スペースデブリ・人工衛星の増加

- 運用終了や故障により役目を終えた人工衛星やロケット上段、それらの爆発や衝突で生じた破片などがデブリとなっている⁽¹⁾。
- デブリの数
 - NASAの把握オブジェクト数：25,000個超⁽²⁾
 - センチメートル級を含めた数：100万個近く⁽³⁾
- 多数の小型衛星を一体的に運用するコンステレーションや、民間企業や宇宙参加国の増加などで、宇宙環境は加速的に悪化している。



地球周回軌道上の物体数の推移

Source: NASA, 英国政府

- (1) 地球周回軌道に存在するか大気圏再突入中の機能していない人工物体やそれらの破片や構成要素（国際機関間スペースデブリ調整委員会（IADC）による定義）。
- (2) NASA Orbital Debris Quarterly News Vol.26 Issue 1
- (3) ESA Space debris by the numbers (2022年1月時点)

デブリをめぐる各国の主な動向

米国政府：デブリ除去を含む軌道上サービス

- ISAM国家戦略として、技術開発から産業化、インフラ構築も含んだ戦略を策定。
- *In-Space Service, Assembly and Manufacturing
- 軌道デブリ実施計画として①デブリ低減、②現状のデブリの評価・トラッキング、③デブリ除去の3本柱からなる行動計画を策定

米連邦通信委員会(FCC):25年ルール見直し

- FCCデブリ低減ガイドラインに関し、従来、運用終了後25年以内の軌道離脱を民間衛星事業者に求めていたルールを、軌道上の機数増加に伴い、5年以内に短縮する命令を发出。

ESA: “Net Zero Pollution”推進

- ESA長官が、2030年までにNet Zero Pollutionとして、打上数とデブリ除去数をバランスさせる政策を実施することを表明。
- Clearspace-1やSunriseなどの、デブリ除去プログラムを主導。

英国：宇宙サテライトリテリの包括的推進

- 宇宙戦略のNational Space Strategyでデブリ除去を記載したのに加え、担当大臣が宇宙サテライトリテリ計画策定を表明し、デブリ除去実証COSMICプログラムを推進する等、戦略～実行まで取り組んでいる。

日本の取り組み

商業デブリ除去実証 CRD2

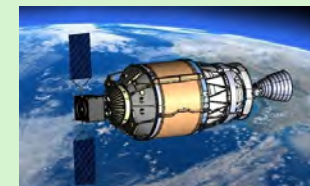
- 深刻化するデブリ問題の改善に効果的な大型デブリ除去技術の獲得と日本企業による新たな市場獲得を目的とした、JAXAの新しい取組。
- Phase I キー技術実証：2023年打上予定。非協力的ターゲットへのランデブ、大型デブリへの接近、近傍域の画像取得（アストロスケール社を採択）。

Phase I 衛星のイメージ図



- Phase II デブリ除去実証：2025年度以降打上。大型デブリの捕獲・除去（フロントローディング技術検討契約相手として川崎重工業社及びアストロスケール社を選定）。

Phase II 衛星のイメージ図



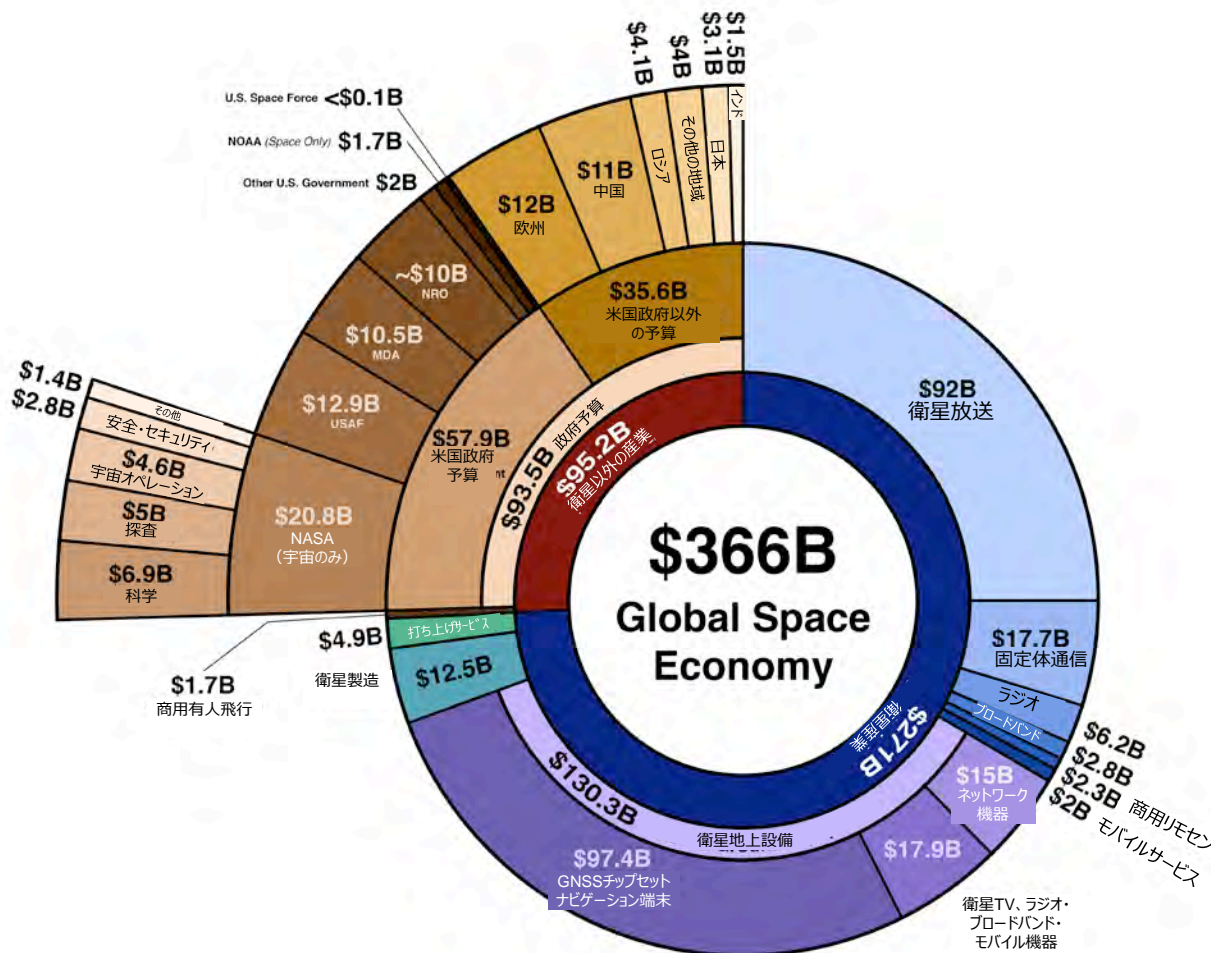
1. 横断的な論点

- ① 我が国の技術・産業・人材基盤を持続的に維持発展させていくため、将来の宇宙利用像・出口を明確化し、必要となる基盤・プログラムを戦略的に見極めていく必要があるのではないか。
- ② 国際競争力を持つ企業を戦略的に育成・支援していくべきではないか。その際、将来の宇宙利用像を構想し、多分野に拡大する宇宙ソリューションの活用を推進することで、既存の宇宙産業の枠に囚われず、国内外市場を開拓していくべきではないか。
- ③ 安保・民生分野における将来の宇宙利用像や技術・産業・人材基盤の維持・発展に係る共通課題について、横断的に官民で議論を実施すべきではないか。
- ④ 将来の宇宙利用像を見据えた、先端・基盤技術開発、商業化に向けた技術開発を推進すべきではないか。
- ⑤ 必要な宇宙活動を自前で行うことができる能力を保持（自立性の確保）するとともに、我が国の宇宙活動を支えるサプライチェーン断絶のリスクに備えること（自律性の強化）も重要ではないか。
- ⑥ 先端・基盤技術開発から、商業化に向けた民間企業の技術開発支援まで、宇宙開発の中核機関たるJAXAの役割・機能を効果的・効率的に強化していくことが必要ではないか。

- ① 我が国の技術・産業・人材基盤を持続的に維持発展させていくため、将来の宇宙利用像・出口を明確化し、必要となる基盤・プログラムを戦略的に見極めていく必要があるのではないか。

世界の宇宙産業規模

2019年時点での市場規模は約40兆円。約25%が政府予算であり、それ以外は衛星放送サービスとGNSS信号を受信するチップが大きな市場。

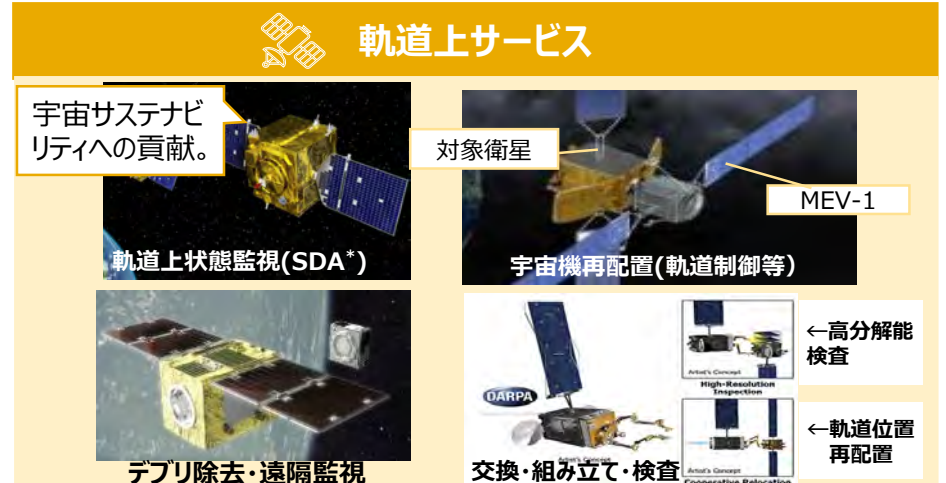
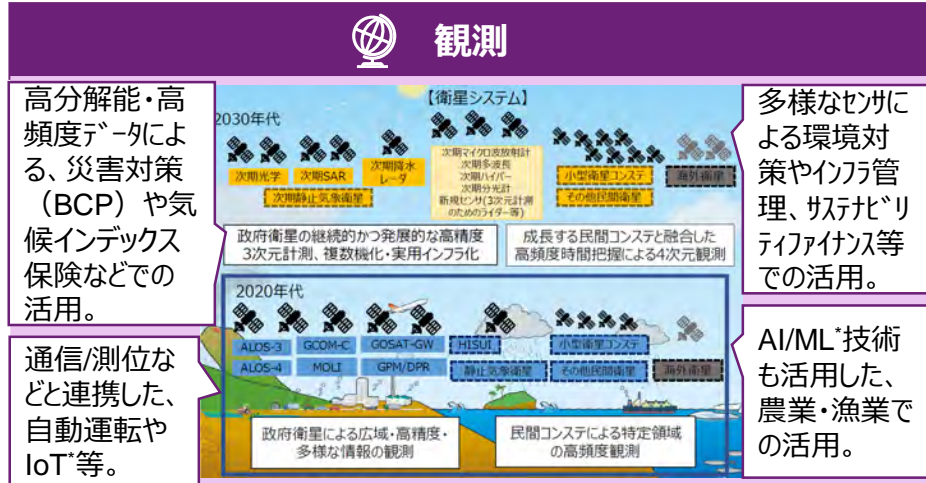
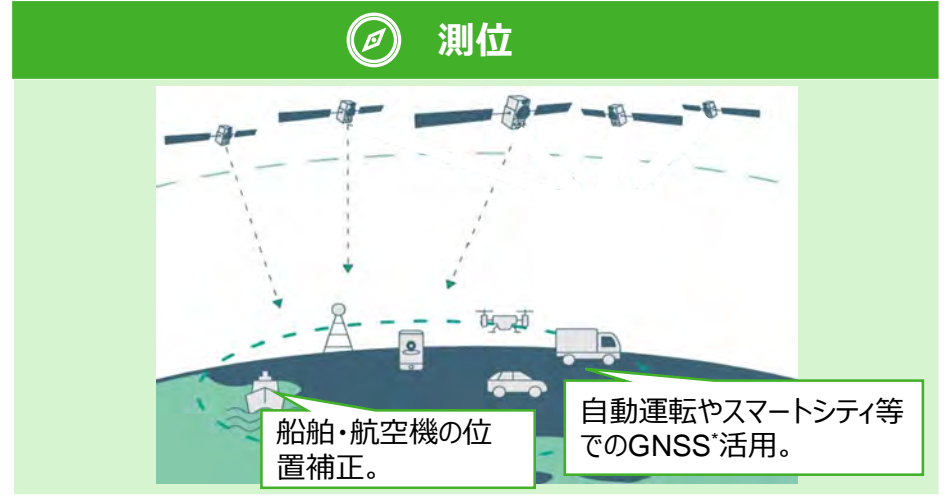
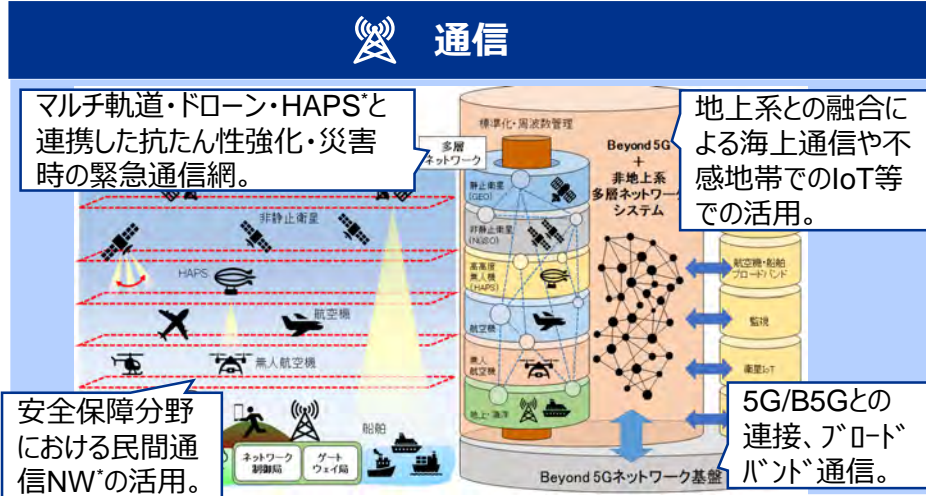


Source: Bryce "Global Space Economy at a Glance"

② 国際競争力を持つ企業を戦略的に育成・支援していくべきではないか。その際、将来の宇宙利用像を構想し、多分野に拡大する宇宙ソリューションの活用を推進することで、既存の宇宙産業の枠に囚われず、国内外市場を開拓していくべきではないか。

多様化する将来の利用像

通信・観測・測位・軌道上サービスにおいて、社会実装に向けた取り組みが進められており、今後はそれぞれの分野に閉じた利用像のみならず、領域横断的な連携やドローンやHAPS、地上センサ等の他システムとの連携による活用が期待される。



Source: NICT “衛星通信と5G/Beyond 5Gの連携に関する検討会報告書”, ESA, CONSEO 第2回総会資料, NGSI, Space Logistics, Astroscale, DARPA
 * HAPS: High-Altitude Pseudo-Satellite/Platform-Station, PNT: Positioning Navigation and Timing, GNSS: Global Navigation System, NW: Network, IoT: Internet of Things
 ML: Machine Learning, SDA: Space Domain Awareness

- ③ 安保・民生分野における将来の宇宙利用像や技術・産業・人材基盤の維持・発展に係る共通課題について、横断的に官民で議論を実施すべきではないか。

いわゆる防衛三文書

諸外国等において安全保障分野における宇宙利用が拡大している中、我が国でも先日、新しく策定された国家安全保障戦略等のいわゆる防衛三文書の中で、安全保障の分野での対応能力の強化が示されている。

- 令和4年12月16日、国家安全保障会議及び閣議において国家安全保障に関する基本方針である「国家安全保障戦略」等が決定された。
 - ① 宇宙からの安全保障 ⇒ 自衛隊や海上保安庁等による宇宙空間の利用強化
 - ② 宇宙における安全保障 ⇒ 宇宙空間における課題への対応
 - ③ 宇宙産業の支援・育成 ⇒ 我が国の民間の宇宙技術の我が国防衛への活用と、それによる宇宙産業の発展の好循環

文書	国家安全保障戦略	国家防衛戦略	防衛力整備計画
宇宙に関する主な記載内容抜粋	<ul style="list-style-type: none"> ● 自衛隊、海上保安庁等による宇宙空間の利用を強化しつつ、宇宙航空研究開発機構（JAXA）等と自衛隊の連携の強化等、我が国全体の宇宙に関する能力を安全保障分野で活用するための施策を進める。 ● <u>我が国の宇宙産業を支援・育成</u>することで、衛星コンステレーションの構築を含め、<u>我が国の民間の宇宙技術を我が国防衛に活用</u>する。そして、それが更に我が国の宇宙産業の発展を促すという好循環を実現する。 ● <u>宇宙の安全保障の分野の課題と政策を具体化させる政府の構想を取りまとめた上で、それを宇宙基本計画等に反映させる。</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 宇宙空間については、情報収集、通信、測位等の目的での安定的な利用を確保することは国民生活と防衛の双方にとって死活的に重要であり、防衛省・自衛隊においては、<u>宇宙航空研究開発機構（JAXA）を含めた関係機関や民間事業者との間で、研究開発を含めた協力・連携を強化</u>することとする。その際、<u>民生技術の防衛分野への一層の活用を図ることで、民間における技術開発への投資を促進し、我が国全体としての宇宙空間における能力の向上</u>につなげる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 我が国の<u>衛星を含む宇宙システムの抗たん性を強化</u>するため、準天頂衛星を含む複数の測位信号の受信や<u>民間衛星等の利用を推進しつつ、衛星通信の抗たん性技術の開発実証に着手</u>する。 ● <u>宇宙領域に係る組織体制・人的基盤を強化</u>するため、宇宙航空研究開発機構（JAXA）等の関係機関や米国等の同盟国・同志国との交流による人材育成を始めとした連携強化を図るほか、関係省庁間で蓄積された宇宙分野の知見等を有効に活用する仕組みを構築するなど、宇宙領域に係る人材の確保に取り組む。

出所)

1. 防衛省、[1] [2] [3]

