

衛星コンステレーション等に係る  
今後の衛星開発・実証の方向性について  
(衛星開発・実証小委員会における検討状況)

令和4年3月29日  
内閣府宇宙開発戦略推進事務局

## 衛星開発・実証小委員会の開催状況

- ◆ 衛星開発・実証小委員会では、宇宙基本計画工程表の次期改訂に向け、今後推進すべき衛星開発・実証について検討を進めるため、2月以降に6回の小委員会を開催。
- ◆ JAXA及び民間事業者に対し、今後の経営戦略とそれを踏まえた重要技術、課題等に関するヒアリングを行った。

### ○ヒアリング先

- 衛星・コンポーネーター
- 衛星運用事業者等
- 研究開発機関（JAXA）

### ○委員

中須賀	真一	東京大学（座長）
石田	真康	A. T. カーニー
片岡	晴彦	IHI顧問・元航空幕僚長
倉原	直美	インフォステラ
白坂	成功	慶応義塾大学
鈴木	一人	東京大学

### ○開催実績

令和3年2月08日第11回、令和3年3月07日第12回、令和3年3月08日第13回、  
令和3年3月23日第14回、令和3年3月25日第15回、令和3年3月28日第16回

# ヒアリングを踏まえた今後の市場動向と重要技術について

## I. 小型衛星コンステレーション関連

- 今後の衛星市場の拡大は、**衛星コンステレーションが中心**とある見込み。特に、**通信分野や地球観測分野における、200kg前後の小型衛星の市場**が伸びが指摘された。
- 米NDSA構想のT1調達、EUの通信コンステ計画の発表、StarlinkやKuiperといった民間ビジネスの拡大など、国際競争は一層激化。その中で**我が国が競争力を確保するための重要技術として、以下のような項目**が挙げられた。
  - ① 光通信NW技術 : 低軌道衛星間での光通信、自律制御を含むシステム全体としてのネットワーク管理等の技術
  - ② 衛星上計算処理技術 : データ量の増大、運用高度化等に対応するための高性能計算機技術
  - ③ 低コスト・量産技術 : 量産を前提とした設計、民生品利用、試験自動化、機器統合、マルチロンチ等の技術
  - ④ 部品小型化技術 : 小型衛星に搭載可能な推進系、姿勢制御系などの各種コンポーネント技術
  - ⑤ 高排熱・大電力化技術 : 高度なミッションに必要な太陽パネル、バッテリー等の電源系技術や熱を効率的に排出する技術
  - ⑥ センサー技術 : 多様な観測ニーズに応えるための光学、SAR、熱赤外、多波長、マイクロ波放射計等の技術

## II. 静止通信衛星関連

- 衛星コンステレーションが拡大する中でも、**民生静止通信衛星には安定的な需要が存在し、引き続き重要な市場**と捉えられていた。
- この市場において競争力を確保するためには、通信サービスを柔軟に変更できる**フルデジタル化技術の確立が急務**であるとの指摘があった。

## III. その他

- 衛星数の増加に伴うデブリ対策関連の市場や、月面開発の拡大に伴う補給等の需要が拡大を見込む事業者から、これらの関連技術の重要性が指摘された。

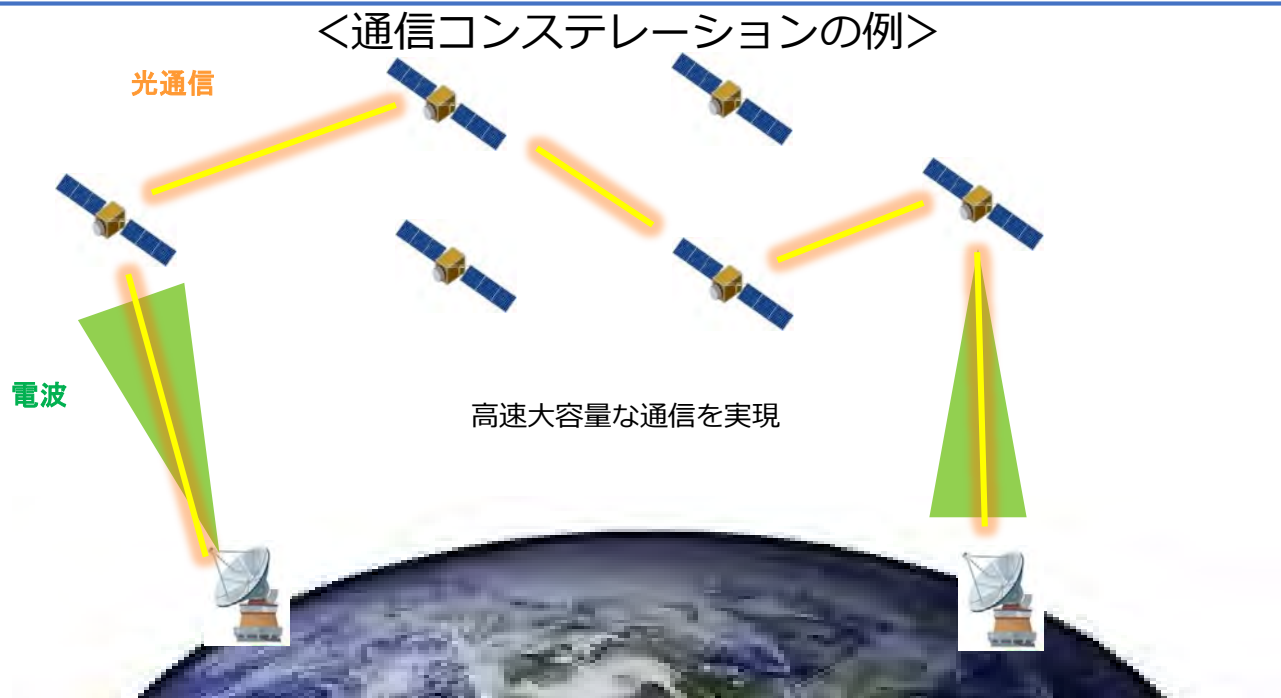
# 衛星コンステレーション関連事業 各省の役割と実施中の事業

令和4年3月8日  
第13回衛星開発  
・実証小委員会資料

省庁名	役割	実施中の事業
内閣府	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 各省にまたがる技術開発・実証の推進等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 宇宙開発利用推進費(小型SARコンステレーションの利用拡大に向けた実証)</li> </ul>
文部科学省	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 研究機関、大学を中心とする先進的、基礎的な技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 小型技術刷新衛星研究開発プログラム : 小型・超小型衛星による短期サイクルでアジャイルに開発・実証することにより衛星開発の加速化を図る</li> <li>➤ 革新的衛星技術実証プログラム : 大学や民間企業等が開発する超小型衛星等や新規要素技術の定期的な宇宙実証の機会を提供</li> <li>➤ 衛星コンステレーションによる革新的衛星観測ミッション共創プログラム(R4年度開始予定) : 複数衛星による観測データの処理システムの構築、大型衛星とコンステレーションを構築する小型衛星の能力向上</li> </ul>
経済産業省	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 企業を中心とする実用化技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 汎用小型衛星バス開発事業</li> <li>➤ 小型衛星の部品・コンポーネント開発・軌道上実証事業【内閣府 推進費事業含む】</li> <li>➤ 小型衛星向け多波長センサー開発事業</li> <li>➤ リモセン衛星データ利用促進のための地域実証事業</li> </ul>
総務省	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 通信・ネットワークに係る横断的技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 小型衛星コンステレーション向け電波・光ハイブリッド通信技術の研究開発</li> <li>➤ 衛星通信向け量子暗号通信技術</li> <li>➤ 衛星コンステレーションにおける量子暗号通信の実現のための光地上局テストベッド環境の整備</li> </ul>
防衛省	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 安全保障のための開発・利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ミサイル防衛のための衛星コンステレーション活用検討</li> <li>➤ 衛星コンステレーションを活用した衛星通信の調査研究</li> <li>➤ 衛星コンステレーションによる移動目標の追尾のためのAI技術研究</li> </ul>

## 【関係省庁検討中】低軌道衛星間光通信等の基盤技術の獲得に向けた取組

- 今後、衛星コンステレーションを、安全保障や防災などの様々なニーズに応え、一層有効に活用していくためには、扱うデータ量やその速度を向上し、即応性を高めることが重要。
- その実現には、コンステレーション衛星間で光通信ネットワークを構築し、これを前提として軌道上での自律運用、データ処理といった対応を行っていくことが必要。
- 低軌道衛星間光通信、軌道上自律制御といった重要基盤技術について、我が国が先行して獲得するため、できる限り早期の実証衛星打ち上げを念頭に、プロジェクトの具体化に向けて検討を進めている。



衛星間光通信により、地上インフラに頼らず、高速大容量な通信を実現

# 衛星用の通信フルデジタル化技術開発

※宇宙開発利用推進費により、文科省、総務省が実施中

## 背景・必要性

- 近年、欧米の企業により、通信周波数や通信領域を打上げ後にフレキシブルに変更でき、従来よりも大幅に高速・大容量通信が可能なフルデジタル通信ペイロードを搭載した通信衛星の開発が急速に進展。
- これらの技術は、通信衛星に留まらない汎用技術として様々な衛星への適用が可能であり、これまで困難であった打ち上げ後の柔軟な機能変更等を可能とするほか、デジタル化に伴う小型・軽量化等を実現する上でも重要な技術。
- このため、我が国が通信衛星に限らず国際競争力を確保していく上で、海外衛星に対して通信速度当たりの価格での競争力を獲得する大容量通信を可能とするフルデジタルペイロードの開発・実証を進めることが急務。文部科学省・総務省の連携により、技術試験衛星9号機(ETS-9)の開発・実証機会を活用した取組を進めることが必要。



技術試験衛星9号機

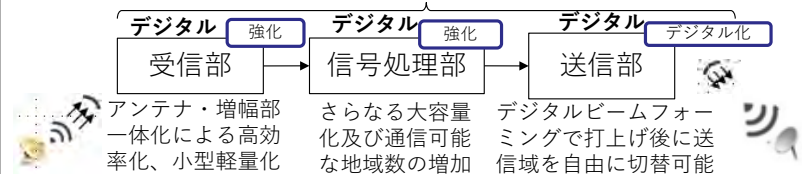
## 各省の役割

- 文部科学省: バス及びフルデジタル化技術開発(地上除く)
- 総務省: 通信ミッション及びフルデジタル化技術開発(地上部分)

## 事業の内容

- 受信部、信号処理部、送信部の全てをデジタル化した大容量のフルデジタル通信ペイロードを開発する。
- 受信部は、構成する複数の機器(アンテナ・増幅器など)を一体化することで効率化、小型軽量化を図る。信号処理部は、大容量化・容量配分のフレキシブル化のため、高性能プロセッサや高速データ通信デバイス等を新規に採用した信号処理回路を開発する。送信部については、送信地域のフレキシブル化のため、増幅器を用いて複数のビームを形成するアンテナなどデジタル化のための新規開発を行う。

### フルデジタルペイロード



- これらの技術を開発・実証することで、通信サービスのフレキシビリティを備え、通信速度当たりの価格での競争力を獲得する大容量通信が可能な次世代静止通信衛星を時期を逸することなく実現し、通信衛星市場における静止通信衛星の国際競争力の確保を目指すとともに、観測衛星等に幅広く適用可能なフルデジタルペイロードに関する基盤技術を獲得する。

## 予算配分額

- 令和2年度(補正)配分額: 30.0億円
- 令和3年度(補正)配分額: 12.0億円

## 施策に係る課題(ヒアリングにおける各社からの主な意見)

現在の研究開発等の各種施策に対して、ヒアリング事業者から次のような課題が指摘された。

- 衛星開発プロジェクトに資源配分が偏っている。プロジェクトが立ち上がってから、これに関連する要素技術開発を開始しており、**フロントローディングが十分に行われていない**。
- 研究開発、実証、実用を一つの衛星プロジェクトにより実施している。このため、**リスクの高い研究開発と高い信頼性を同時に要求**され、高コスト化や開発長期化に繋がっている。
- 衛星技術は**トライ&エラーを繰り返し、失敗を開発にフィードバックすることで成長**。海外は開発サイクルがスピードアップしており、日本も考え方を変えることが必要。
- 継続的な投資を含め、ユーザーや担い手といった**出口の議論が不十分であるために、開発成果が実装に至らない**ケースが存在。
- コスト競争力の獲得のためには、量産ノウハウが重要であるが、そのためには官需衛星においても**一括調達を進めて欲しい**。
- 研究開発予算だけではなく、調達方式の工夫により技術開発を推進して欲しい。**将来に向けた安定的な調達**を示すことや、**サービス調達**を促進することで、民間自身による投資を促すことができる。



# 今後の取組の方向性（論点整理・議論用）

事業者ヒアリングにおける声なども踏まえ、以下の取組を進めていくことが必要ではないか。

## ① フロントローディングの強化

- 民間のみでは投資が難しい長期的な技術テーマも含め、衛星プロジェクトに着手する前段階において、先行して開発を進める**フロントローディングに対する資源配分を充実**すべきではないか。
- 他方、将来技術の見極めは容易ではない。国産か調達か（Make or Buy）の議論も必要。官民ともに、**継続的な調査分析・戦略立案の機能強化と、見極め能力の向上**が必要ではないか。

## ② プロジェクトのフェーズの明確化

- そのプロジェクトが、**要素技術の向上から、実装前の技術確立、実利用に至るいずれのフェーズにあるかを明確**にし、それぞれに対応した目標、仕様を設定していくことが必要ではないか。
  - 要素技術の向上 : **リスクの高い**初期の要素技術開発。**失敗を許容**し、低コスト衛星による**高頻度化**を重視
  - 実装前の技術確立 : 大型衛星やコンステシステムによる**実装段階に近いフェーズ**の実証。フロントローディングの充実により**開発リスクが十分に低減した技術を統合**することで、**短期に確実に実施**することを重視。
  - 実利用 : **徹底した低コスト化を追求**していくことが重要

## ③ 出口を見据えた開発

- 開発成果が出口に繋がるよう、その技術が利用者にもたらす付加価値を明確化していく必要。開発段階から**官民の将来ユーザーが関与し、ニーズとシーズを刷り合わせる**ことが必要ではないか。
- また、この開発の後、**ビジネスとして自律的、継続的な投資が見込まれるか**も重要な視点。この観点から、企業サイドのビジネス戦略を精査し、資源配分にメリハリをつけていくことが必要ではないか。

## ④ 調達・契約の改善

- **シリーズ調達や長期契約**は、ベンチャー企業を中心に民間投資を呼び込む上で有効。また、**トータルコストを抑制できるというメリットを浸透させる**ことも重要ではないか。
- 民間の創意工夫や国際競争に障害とならないよう、**サービス調達の拡大や、要求仕様の検討**を進めるべきではないか。