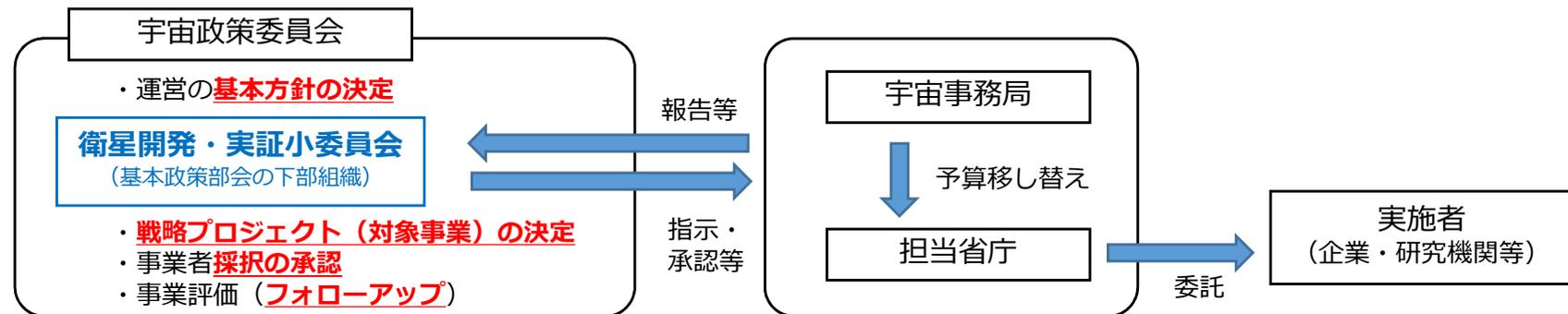


宇宙開発利用推進費【70億円（R2補正57億円／R3当初13億円）】

- 月面開発、衛星基盤技術の強化など、**各省の縦割りを排し、連携して取り組むべき研究開発プロジェクト**を推進する新規予算として、宇宙開発利用推進費（補正57億円、当初13億円）を計上。
- 当該予算を原資として、「**宇宙開発利用加速化戦略プログラム（スターダストプログラム）**」を創設。**衛星開発・実証小委員会において対象となる戦略プロジェクトを選定**し、内閣府に一括計上した予算を各省移し替えて執行。

〇スキーム



〇基本方針のポイント

- ◆ 戦略プロジェクト選定の視点
 - 視点①：安全保障や経済成長などの観点から、自立性を維持・確保する上での優先度が高い
 - 視点②：官民の共通基盤として活用が期待される技術、又は、月面開発など様々な要素技術の結集・発展が必要な技術
 - 視点③：縦割りの打破、各省連携が必要
- ◆ 小委員会の役割（対象事業決定、採択承認、フォローアップ）等

衛星用の通信フルデジタル化技術開発

令和2年度配分額：文部科学省 30億円

主担当庁：文部科学省
連携省庁：総務省
(事業期間3年程度)

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

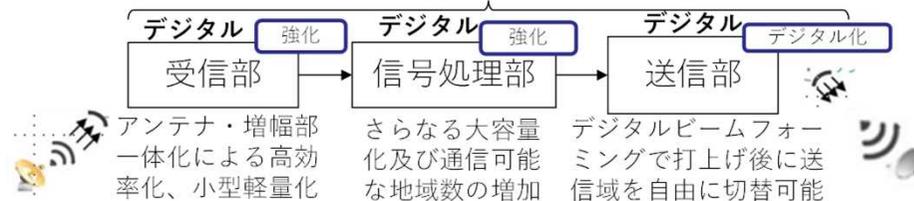
各省の役割

- 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。

留意点

- 迅速かつ効率的な技術獲得を実現するため、開発中のETS-9への追加搭載を前提としてプロジェクトを進めること。²

衛星のデジタル化に向けた革新的FPGAの研究開発

令和3年 配分額：文部科学省 2. 1億円

主担当庁：文科省
連携省庁：経産省
(事業期間2年程度)

背景・必要性

- 衛星軌道上でのビッグデータ処理、打上げ後の柔軟な機能変更など、人工衛星においてもデジタル化の波が押し寄せしており、通信・観測・測位など幅広い宇宙活動に革新的な変化をもたらし、国際競争力の強化や多様化する宇宙利用ニーズにも対応していく上で、避けて通ることはできない。
- このような衛星のデジタル化を実現していく上で、高速処理や書き換え可能な特徴を持つ高性能FPGA※は、必須の中核的なデバイスである。
※FPGA： Field-programmable gate array
- 他方、宇宙用途としての利用には、放射線耐性の低さによる誤動作・損傷リスクや、消費電力が大きな課題。既存技術の延長では、高コスト化が避けられない上、将来的に対応しきれなくなるリスクも高い。
- このため、従来とは異なる革新的技術により、これらの課題を解決することが急務となっている。

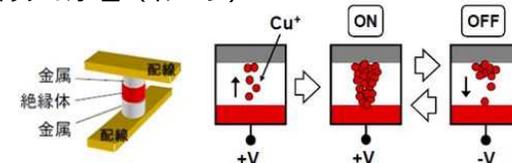
各省の役割

- 文部科学省： 新原理適用の宇宙用FPGAの開発
- 経済産業省： 原子スイッチの製造等に係る知見の提供・協力。将来的な実装に向けた産業界のニーズの把握・フィードバックなど

事業の内容

- 我が国独自の技術として開発が進められている原子スイッチは、原理的に高い放射線耐性と低消費電力という特徴を有する革新的技術。革新的衛星技術実証1号機においても実証研究が行われ、その特性が確認されている。
- この原子スイッチの新原理を適用し、より微細で、高放射線耐性、低電力なFPGAの実現に向け、JAXAが持つRHBD技術（Radiation Hardening by design技術）などを組み合わせることで、宇宙用FPGAとしての回路設計技術を確立する。
- 具体的には、汎用の原子スイッチ素子をベースに、放射線特性評価、FPGAのLogic Element（要素回路）の回路設計等を行い、実装テストチップの試作・評価を行う。

原子スイッチの原理（イメージ）



Ref. K. Okamoto et al., "Conducting mechanism of atom switch with polymer solid-electrolyte," Tech. Dig. Int. Electron Devices Meet. IEDM, vol. 1, pp. 279-282, 2011.

留意点

- プロジェクト後の実装に向け、JAXAによる宇宙実証、実利用につなげること。また、性能向上に向け継続的に取り組むこと。
- ユーザー側のニーズ把握、汎用品の他産業での普及見通しの検証を行い、計画を不断に見直すこと。

プロジェクト番号：R2-07

月面活動に向けた測位・通信技術開発

令和3年度配分額：文部科学省 2億円

主担当庁：文科科学省
連携省庁：総務省
(事業期間5年程度)

背景・必要性

- 米国提案の国際宇宙探査計画(アルテミス計画)などにより、今後、月の探査・開発に関する活動が拡大していくことが見込まれ、これらの活動を支える基盤整備が必要となってくる。
- その中でも、測位や通信といった基盤は、比較的初期の活動から必要とされると考えられる。具体的には、LNSS(月ナビゲーション衛星システム)や、月-地球間の超長距離の光通信システムといった基盤が想定され、諸外国においても検討が進められている。
- 今後、国際連携、標準化と言った議論も視野に、我が国がこれらの基盤整備に貢献し、リーダーシップを発揮していく上でも、文部科学省が、総務省の協力の下、月面活動に向けた測位・通信の在り方を早期に検討するとともに、コアとなる要素技術を獲得していくことが必要。

各省の役割

- 文部科学省：アーキテクチャ検討、実現手段、技術課題の整理要素技術開発
- 総務省：技術的な知見の提供、助言

留意事項

- 諸外国の開発動向、標準化の議論等を把握した上で、加速化の必要性も含めて事業計画を継続的に見直すこと。
- 月面での宇宙科学活動での利用も見据え、宇宙科学の専門家を参画の下、そのニーズを踏まえたプロジェクト運営を進めること。

事業の内容

月面活動に向けた測位・通信システムに係る以下の事業を行う。

○測位システム関連

- ・ 月における測位システムの構築のためのアーキテクチャ検討を行い、実証機に対する要求を検討。
- ・ 上記を踏まえたシステムの実証に向けた開発・設計。
- ・ 国際動向を踏まえ、統一規格の検討に係る調査を行う。

月測位システムの構想例

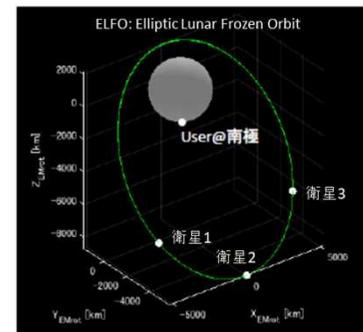
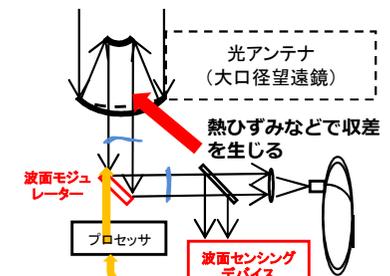


図2. ELFO上の3機配置例
(866km × 8742km × 56.2°, ΔM = 90°)



波面センシングデバイスで収差を検出し、その情報から波面モジュレータを使って収差を補正することで効率よくファイバーに光を入射する

(要素技術の例)衛星補償光学系

○通信システム関連

- ・ 月面活動に向け、月-地球間や月近傍などでの通信アーキテクチャの検討、実現手段、技術課題の整理 等。
- ・ アーキテクチャ検討に基づく月-地球間での高速・大容量通信の実現に必要な研究開発の実施(例:高速高感度復調技術、遠距離高感度捕捉追尾技術、衛星搭載用大口径光アンテナ、衛星補償光学系などの要素技術の開発等)

(参考) 採択プログラム一覧

令和3年7月5日時点

| 番号 | プロジェクト名称 | 配分額 (千円) | 主担当省庁 |
|-------|---------------------------------------|-------------|------------------|
| R2-01 | 衛星用の通信フルデジタル化技術開発 | 3,000,000 | 文部科学省 |
| R2-02 | 衛星データ等を活用したAI分析技術開発 | 450,000 | 国土交通省 (海上保安庁) |
| R2-03 | 小型衛星コンステレーション関連要素技術 開発 | 1,220,000 | 経済産業省 |
| R2-04 | 宇宙船外汎用作業ロボットアーム・ハンド技 術開発 | 270,000 | 経済産業省 |
| R2-05 | ひまわりの高機能化技術開発 | 130,000 | 国土交通省 (気象庁) |
| | | 120,000 | 総務省 |
| R2-06 | 衛星のデジタル化に向けた革新的FPGAの 研究開発 | 210,000 | 文部科学省 |
| R2-07 | 月面活動に向けた測位・通信技術開発 | 200,000 | 文部科学省 |
| R3-01 | 宇宙無人建設革新技術開発 | 120,000 | 国土交通省 |
| R3-02 | 月面におけるエネルギー関連技術開発 | 220,000 | 経済産業省 |
| | | 220,000 | 総務省 |
| R3-03 | 月面等における長期滞在を支える高度資 源循環型食料供給システムの開発 | 310,000 | 農林水産省 |