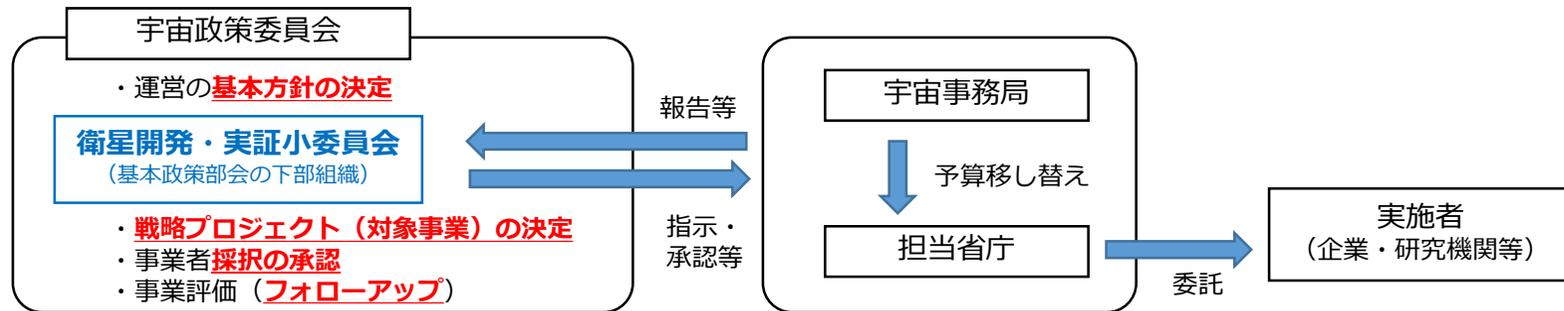


## 宇宙開発利用推進費【70億円（R2補正57億円／R3当初13億円）】

- 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

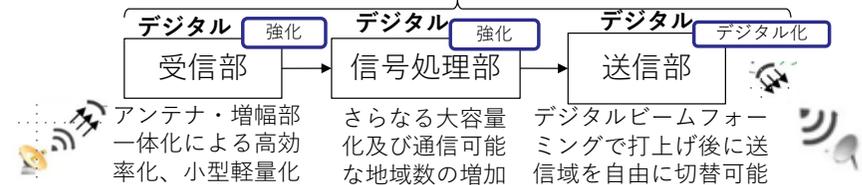
## 各省の役割

- 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。

## 衛星用の通信フルデジタル化技術開発

主担当庁：文部科学省  
連携省庁：総務省  
(事業期間3年程度)

### 事業計画

我が国の通信衛星の国際競争力を確保するため、技術試験衛星9号機(ETS-9)において、フルデジタル通信ペイロードを開発することにより、通信フルデジタル化技術を実証する。

これにより、次世代静止通信衛星において、通信サービスのフレキシビリティを備え、200Gbpsの通信容量を有し、Gbps単価百万USドルを実現することについて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世界シェア10%を目指す。

また、観測衛星等に将来幅広く適用可能なフルデジタル化技術に関する基盤技術を獲得する。

R2・R3：フルデジタル通信ペイロードの基本設計・詳細設計を実施する。

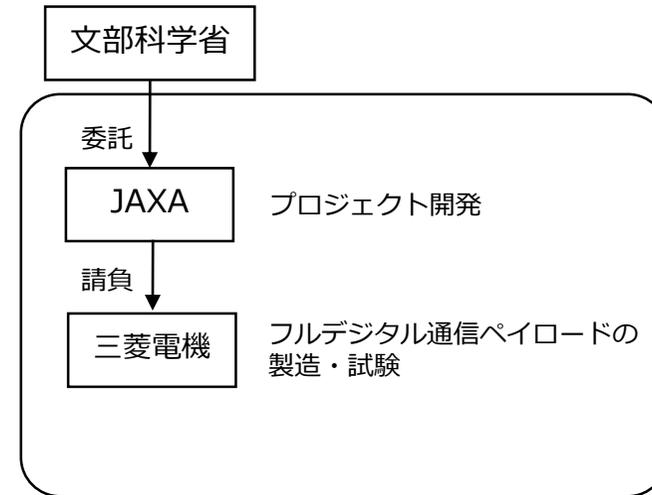
ETS-9バスに搭載するために必要な設計変更を開始する。  
また、部品・材料の調達・組立を開始すると共に、製造・試験に着手する。

R4：R3に引き続き、部品・材料を調達すると共に、製造、試験を実施する。また、維持設計を実施する。

R5：R4に引き続き、試験・実証を実施すると共に、維持設計を実施する。

|               | R2               | R3 | R4       | R5        |  |
|---------------|------------------|----|----------|-----------|--|
| フルデジタル通信ペイロード | ← 基本設計・詳細設計 →    |    | ← 維持設計 → |           |  |
|               | ← 部品材料調達・製造・組立 → |    |          | ← 試験・実証 → |  |

### 実施体制



### 留意事項への対応状況

○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。

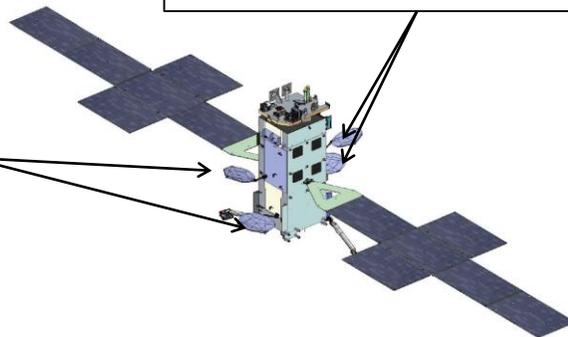
→ETS-9への追加搭載を前提として、JAXAにてプロジェクトの計画変更を実施し、フルデジタル通信ペイロードの開発を進めている。

当該年度の進捗状況

- ① フルデジタル通信ペイロード開発・実証
  - a. 令和3年度は、基本設計・詳細設計を完了させる計画
    - ▶基本設計は計画どおり完了。基本設計審査会を開催し、基本設計結果が妥当であることを確認済み。
    - ▶詳細設計は今年度末までに完了予定。完了後、詳細設計審査会を開催予定。
    - ▶ETS-9バスに搭載するために必要な設計変更を今年度末までに完了させる予定
  - b. 令和3年度は、製造・試験を開始する計画
    - ▶フルデジタル通信ペイロードの製造に必要となる部品・材料の調達中
      - ※一部の部品の納品において新型コロナの影響を受けているが、製造に必要となる時期を見計らって随時手配を開始
    - ▶フルデジタル通信ペイロードの機器の製造・試験着手は、本年末(12月頃)を予定。

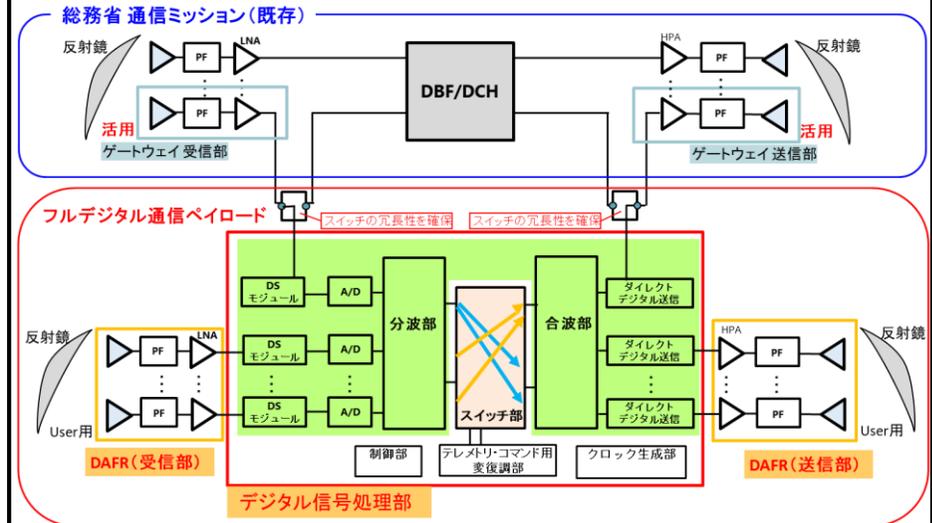
【既存】総務省通信ミッション

フルデジタル通信  
ペイロード



次年度の事業計画(案)

- ① フルデジタル通信ペイロード開発・実証
  - ▶初年度の成果をふまえ、維持設計及びフルデジタル通信ペイロードの製造・試験を早期に実施し、打上げまでの作業を確実に実施する。
  - ▶製造・組立に必要なとなる部品・材料を引き続き調達する。



フルデジタル通信ペイロード系統図

- ・DBF/DCH: デジタルビームフォーミング/デジタルチャネライザ
- ・DAFR: デフォーカス式アレー給電アンテナ
- ・PF: パス(帯域制限)フィルタ
- ・LNA: ローノイズアンプ(増幅器)
- ・HPA: ハイパワーアンプ(増幅器)
- ・DS: ダイレクトサンプリング
- ・A/D: アナログ/デジタル変換部

## 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)

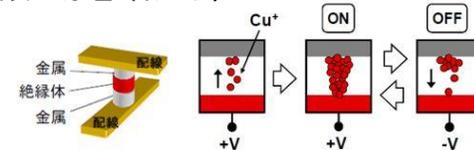
### 背景・必要性

- 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。

### 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.

### 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

### 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。

事業計画

衛星のデジタル化の中核を担う半導体として、高速処理が可能で書き換え可能な特徴を持つFPGA (Field-programmable gate array) が強く望まれている。民生最先端FPGAを宇宙適用する際の技術課題である低消費電力化と放射線耐性の強化を高い水準で満足する革新的なFPGAの実現を目指し、国産独自の低消費電力技術であるナノブリッジ (下図) と、JAXAが持つ耐放射線強化回路技術を組み合わせたFPGA回路技術を構築する。

- ①2021年度 (令和3年度) に、将来の宇宙機でのアプリケーションとFPGAに対する機能性能要求の具体化を行う。また、車載用に開発されているナノブリッジFPGA (NB-FPGA) の放射線耐性の評価、民生最先端FPGAが適用している微細半導体プロセス上での耐放射線性を強化したNB-FPGA要素回路の設計を行う。
- ②この設計結果を踏まえ、続く2022年度 (令和4年度) でテストチップの製造と性能評価を行い、回路技術を構築する。

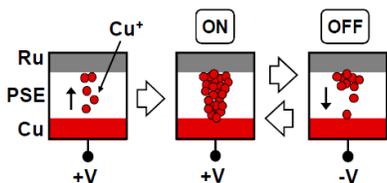
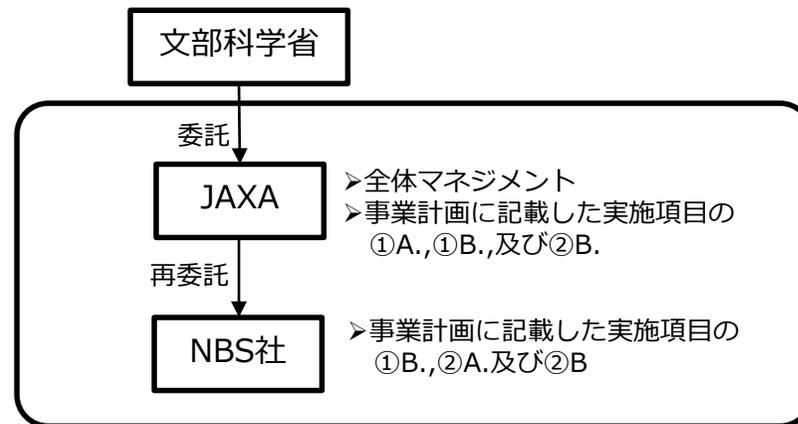


図 ナノブリッジ断面模式図  
(金属の配線間を銅イオンで接続/切断を切り替える微小スイッチ技術)

|   | 実施項目                             | R3 | R4 |
|---|----------------------------------|----|----|
| ① | A. アプリケーションおよびFPGA適用性検討 (放射線試験含) | →  |    |
|   | B. ナノブリッジFPGA要素回路の耐放射線強化設計       | →  |    |
| ② | A. テストチップ製造設計                    |    | →  |
|   | B. テストチップ試作評価                    |    | →  |

実施体制



留意事項への対応状況

- 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。また、性能向上に向け継続的に取り組むこと。  
⇒ ユーザーニーズ分析結果を踏まえ効果的な技術実証となるよう宇宙実証計画を検討中。ユーザーが重視する消費電力と耐放射線性がより良い性能となるよう留意しつつ16nm世代の設計を進めている。
- 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。  
⇒ 28nm世代 (NEDOプロで開発中) 及び16nm世代の両者を対象に、宇宙ユーザからの性能要求分析とアプリケーションの具体化を進めている。今後、NEDO成果 (NB-FPGA評価ボードやソフトウェア開発環境) の宇宙ユーザによる評価も進め、開発環境の車載との共通化を図り、宇宙と地上両方で利用拡大につなげる。

### 当該年度の進捗状況

#### ①A.アプリケーションおよびFPGA適用性検討

- 初年度は、将来の宇宙機でのアプリケーションとFPGAに対する機能性能要求の具体化を行う。

宇宙関連企業に対するヒアリングを実施（システムメーカ2社、今後小型衛星企業に対しても実施予定）。アプリケーションとして高速通信衛星の信号処理系（デジタル変復調）や地球観測衛星のデータ処理系（センサ信号処理、オンボード画像処理）へ適用が見込めることを確認。結果を踏まえ、FPGAに対する性能要求やニーズを分析中。今後、車載用28nm世代、16nm世代それぞれの適用可能性についてまとめる。また今後、NEDO成果（NB-FPGA評価ボードやソフトウェア開発ツール等）の宇宙ユーザ側での評価を進め、開発環境の車載との共通化を図る。さらに、宇宙/地上双方での利用促進に向け、産総研TIAとの連携を打診調整する。

- 車載用に開発進行中の28nmナノブリッジFPGAの放射線耐性評価を実施する。現在、放射線試験用ボードの設計と製造を進めている。年度内の加速器マシンタイムで試験予定。

#### ①B.ナノブリッジFPGA要素回路の耐放射線強化設計

- 初年度は、民生最先端微細半導体プロセス上で耐放射線性を強化したNB-FPGA要素回路の設計を行う。JAXA考案の回路を組み込んだ16nmFPGA要素回路設計を実施中。シミュレーション上では最先端の電気性能を維持しつつ、非常に高い放射線耐性が実現できる見込みを得た（下図）。年度内に設計完了予定。

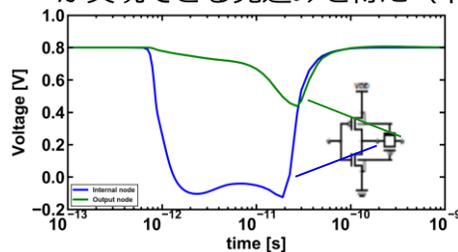


図1 耐放射線強化回路のシミュレーション結果例。  
LET=40 MeV/(mg/cm<sup>2</sup>) 相当の電荷注入によって回路内部で一過性の電位変動（青線）が生じても出力の変動（緑線）が抑制されている。

### 次年度の事業計画（案）

#### ②A.テストチップ製造設計

- 初年度の成果をふまえ、テストチップに搭載する評価回路群のレイアウト設計作業（半導体ウエハ上にトランジスタや配線をどのように並べるか配置配線を決める作業）に早期に着手し、続く②Bの開始（6月中旬）までに必要な準備作業を完了する。（現時点では、3mm x 3mmの半導体チップ上に評価回路群を搭載することを計画。）

#### ②B.テストチップ試作評価

- 初年度の成果と上記②Aの結果を用いて、6月より速やかにテストチップ製造と評価ボードを用いた試験を実施する。テストチップに搭載したFPGA要素回路を実際に動作させ、以下の機能、目標仕様が達成できているかを確認し、要素回路技術構築を完了する。
  - ❑ 16nm世代の耐放射線NB-FPGA要素回路が正しく回路動作する事（デジタルデータの書き込みと読み出し、原子スイッチのOn/Off切り替え）
  - ❑ 放射線耐性 閾値LETが40 MeV/(mg/cm<sup>2</sup>)程度
  - ❑ FPGAを実現した場合の消費電力が5~10 W程度
  - ❑ 動作周波数が400~600 MHz程度  
(性能未達の場合には、その原因を特定し改善策を具体化)

- 上記結果を踏まえ、耐放射線NB-FPGAの製品仕様を固め、本研究に続く研究開発計画（宇宙実証含む）を具体化する。

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

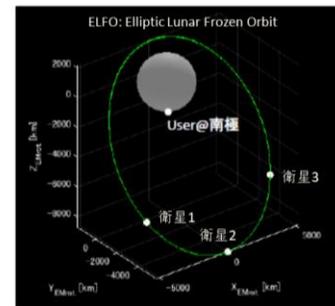
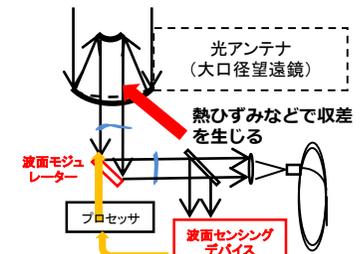


図2. ELFO上の3機配置例  
(866km × 8742km × 56.2°, ΔM = 90°)



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ー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)

# 月面活動に向けた測位・通信技術開発

主担当庁：文部科学省  
連携省庁：総務省  
(事業期間5年程度)

## 事業計画

JAXAで行ってきたアーキテクチャ検討をベースにしつつ、関連企業と共同でより詳細なトレードオフ等を行い、まず国際的な技術調整の場で提案できるアーキテクチャを設定するとともに、アーキテクチャに必要と考えるキー要素技術の研究開発を行う。

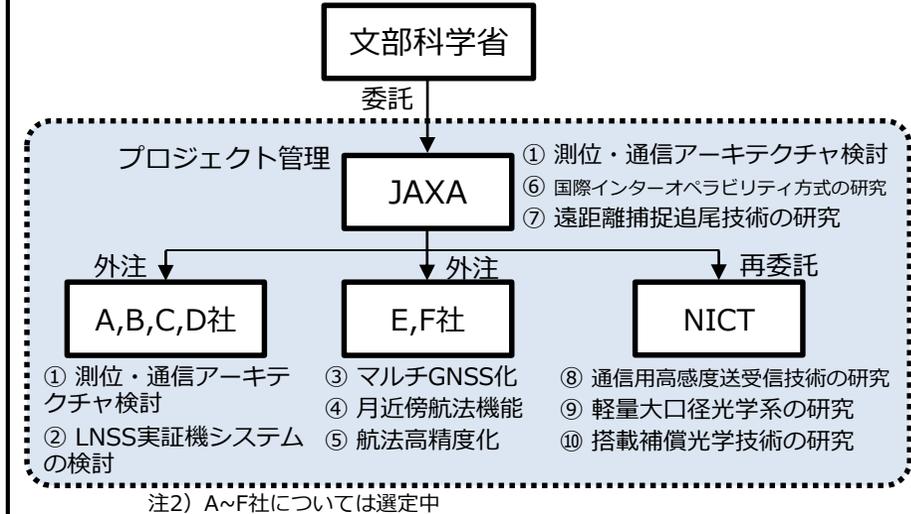
本事業の最終目標として、**航法精度40m(水平)を目標**として、測位に係る以下のキー要素技術(③~⑤)の開発を行い、成熟度TRL4(実験室環境レベルでの有効性確認)まで上げる。また、**月-地球間的高速通信1Gbpsを目標**として、通信に係る以下のキー要素技術(⑥~⑩)成熟度TRL4を目指す。

また、月探査測位・通信に係る標準(得られたアーキテクチャ)を国際調整の枠組みの中で提案し、NASA/ESA等との調整により、合意を得ることを本業務の目標とする。

|    |     | R3         | R4 | R5              | R6 | R7        |
|----|-----|------------|----|-----------------|----|-----------|
| 総合 | ①   | 総合検討       |    |                 |    |           |
|    | ②   | 概念設計       |    |                 |    |           |
| 測位 | ③④⑤ | 設計・試作試験    |    |                 |    |           |
|    |     | 要素試作試験     |    |                 |    |           |
| 通信 | ⑥   | 詳細検討・BBM試作 |    |                 |    |           |
|    | ⑦   | 設計検討       |    | 要素試作            |    | 地上検証モデル試作 |
|    | ⑧   | BBM試作      |    |                 |    | 地上検証モデル試作 |
|    | ⑨   | 基礎検討       | 設計 | 要素試作            | 試作 | 評価        |
|    | ⑩   | 基礎検討       |    |                 |    |           |
|    |     | 概念設計       |    | 設計・試作・地上検証モデル試作 |    |           |

- 注1) ①測位・通信アーキテクチャ検討 ⑥国際インターオペラビリティ方式の研究  
②LNSS実証機システムの検討 ⑦遠距離捕捉追尾技術の研究  
③マルチGNSS化 ⑧通信用高感度送受信技術の研究  
④月近傍航法機能 ⑨軽量大口径光学系の研究  
⑤航法高精度化 ⑩搭載補償光学技術の研究

## 実施体制



## 留意事項への対応状況

○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。  
→NASA/ESA等と連携に向けた意見交換を行いながら、諸外国の開発動向に関する情報収集や、国際協力による測位・通信インフラ構築の方向性を踏まえ、次年度以降の事業計画に適宜、反映させる。

○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。  
→宇宙科学の専門家の参画の下、月面での宇宙科学に関する様々な研究テーマの検討状況を確認した上で、科学活動に必要な測位・通信ニーズを把握し、アーキテクチャ検討やシステム要求検討を進める。

当該年度の進捗状況

注) 項番(a)~(e)は業務計画書の番号

再委託となる(a)(b)については公募中、(c)については候補業者と契約調整中、(d)(e)については再委託先のNICTとの契約に向け準備中。

**(a) 月探査測位・通信のアーキテクチャ検討及びシステム概念検討【①】**

総合アーキテクチャとして最適な組合せを複数の観点で比較検討(衛星を配置する軌道など)するとともに、システムとしてのリソース配分等を考え、個々のシステム要求の設定を行う。

**(b) LNSS実証機システム検討【②】**

月近傍で利用可能なLNSS〔月測位衛星システム(Lunar Navigation Satellite System)〕の実証機要求の明確化と、実証機システムの開発仕様を検討・整理する。

**(c) GNSS要素技術(マルチGNSS化・月近傍航法機能・航法高精度化)の試作試験【③④⑤】**

月近傍航法に係る主要部品の要求を明確にするるとともに、課題の抽出を行い、その対策をまとめる。

**(d) 軽量大口径光学系の研究【⑨】**

軽量・高剛性・低熱膨張な光学素材を用いた軽量大口径な光学系の実現に向け、軽量・高剛性・低熱膨張な光学素材の検討・評価を行い、採用する光学素材を決定する。

**(e) 搭載補償光学技術の研究【⑩】**

小型のアクチュエータを用いた光通信装置に組み込める超小型の搭載補償光学系を実現に向け、素子の基礎検討、要素試作を行い、必要な素子の要求を明確にする。

次年度の事業計画(案)

**② LNSS実証機システムの検討**

初年度の成果を踏まえ、LNSS実証機の商品化検討、サブシステムであるGNSS受信機の試作機設計に早期に着手する。

**③ マルチGNSS化**

初年度の成果を踏まえ、マルチGNSS対応のコアチップ試作に早期に着手し、機能・性能を評価する。マルチGNSSによる航法をPCシミュレーションで実施、課題抽出を行う。

**④ 月近傍航法機能**

初年度の成果を踏まえ、月近傍航法のシミュレーション環境を早期に構築し、課題抽出と、その対策を検討する。

**⑤ 航法高精度化**

初年度の成果を踏まえ、オンボード精密単独測位(PPP)航法ソフトウェアの試作に早期に着手し、評価する。

**⑥ 国際インターオペラビリティ方式の研究**

NASA/ESA等との調整、中継装置のBBM試作を行う。

**⑦ 遠距離捕捉追尾技術の研究**

補足追尾方式の詳細検討、解析等を行う。

**⑧ 月-地球間通信用高感度送受信技術の研究**

BBMの設計を行い、BBM試作を開始する。

**⑨ 軽量大口径光学系の研究**

初年度の成果を踏まえ、設計に早期に着手する。

**⑩ 搭載補償光学技術の研究**

初年度の成果を踏まえ、素子単体の部分試作に着手する。

# (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<br>(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<br>(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<br>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<br>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<br>(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<br>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<br>源循環型食料供給システムの開発 | 310,000     | 農林水産省            |