

令和 6 年度地球観測技術等調査研究委託事業 “将来衛星システムにかかる技術調査分析” 最終成果報告 資料

アルサーガパートナーズ株式会社

はじめに

本報告書は、文部科学省の地球観測技術等調査研究委託事業による委託業務として、アルサーガパートナーズ株式会社が実施した令和6年度「将来衛星システムにかかる技術調査分析」の成果を取りまとめたものです

令和6年度 地球観測技術等調査研究委託業務 将来衛星システムにかかる技術調査分析

目次

1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

2. 技術調査・分析 調査報告

I. 衛星システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-1）

- a. 宇宙用部品に関する技術的な基準
- b. 民生部品の宇宙転用に関する国内外の技術動向
- c. 電気系基盤技術に係る国内外の最新動向
- d. 機械系基盤技術に係る国内外の最新動向

II. 地上システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-2）

- a. 多様な衛星システムに対応できる先進的地上局技術（アンテナ、データ送受信装置等）
- b. 地上局の仮想化及びAI／MLを含めた自動運用

III. 次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-3）

- a. オンボード処理技術の適用に必要なアーキテクチャやインターフェースに関する技術
- b. 編隊飛行等の複数衛星協調運用の技術・技術動向・要素技術

IV. 定常調査・動向分析（仕様書番号：3-4）

- a. シンポジウム参加～収集情報の報告

3. 調査結果の総括

はじめに

本資料は、文部科学省殿から委託された下記委託業務について、調査結果を報告するものである

令和6年度 地球観測技術等調査研究委託業務
将来衛星システムにかかる技術調査

目次

1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

2. 技術調査・分析 調査報告

I. 衛星システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-1）

- a. 宇宙用部品に関する技術的な基準
- b. 民生部品の宇宙転用に関する国内外の技術動向
- c. 電気系基盤技術に係る国内外の最新動向
- d. 機械系基盤技術に係る国内外の最新動向

II. 地上システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-2）

- a. 多様な衛星システムに対応できる先進的地上局技術（アンテナ、データ送受信装置等）
- b. 地上局の仮想化及びAI/MLを含めた自動運用

III. 次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-3）

- a. オンボード処理技術の適用に必要なアーキテクチャやインターフェースに関する技術
- b. 編隊飛行等の複数衛星協調運用の技術・技術動向・要素技術

IV. 定常調査・動向分析（仕様書番号：3-4）

- a. シンポジウム参加～収集情報の報告

3. 調査結果の総括

1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

内閣府宇宙技術戦略では衛星基盤技術を重要技術として位置付けている。本調査では衛星基盤技術について、世界における最新の技術動向を調査し、日本の研究開発計画の立案に示唆を与えることを目的としている。

内閣府 宇宙政策委員会「宇宙技術戦略」

- ✓ 令和6年度3月28日に内閣府の宇宙政策委員会は宇宙技術戦略を策定。その中で重要技術として衛星基盤技術について言及がなされている。

研究開発計画の立案への示唆を提供

- ✓ 欧米を中心に世界中で宇宙技術の研究開発が進められており、世界における最新の技術動向を踏まえた検討を行うことで日本の研究開発計画の立案を行う

本調査

- ✓ 衛星基盤技術についてさらに詳細に渡り調査を実施する
 - ✓ その際は宇宙技術戦略で言及されている内容を理解した上で、国内外の視点を持ち、不足している観点を補いながら、各技術領域についてより詳細かつ具体的な情報を収集・整理・分析する
- ※弊社ではAIを活用し、人力だけでは到底実施できない数の情報量に基づき、示唆を提供する。それによりヒアリングやシンポジウム参加等、人的リソースが重要な箇所につきかりと人員を配置することが可能

衛星基盤技術

衛星システム基盤技術

地上システム基盤技術の調査分析

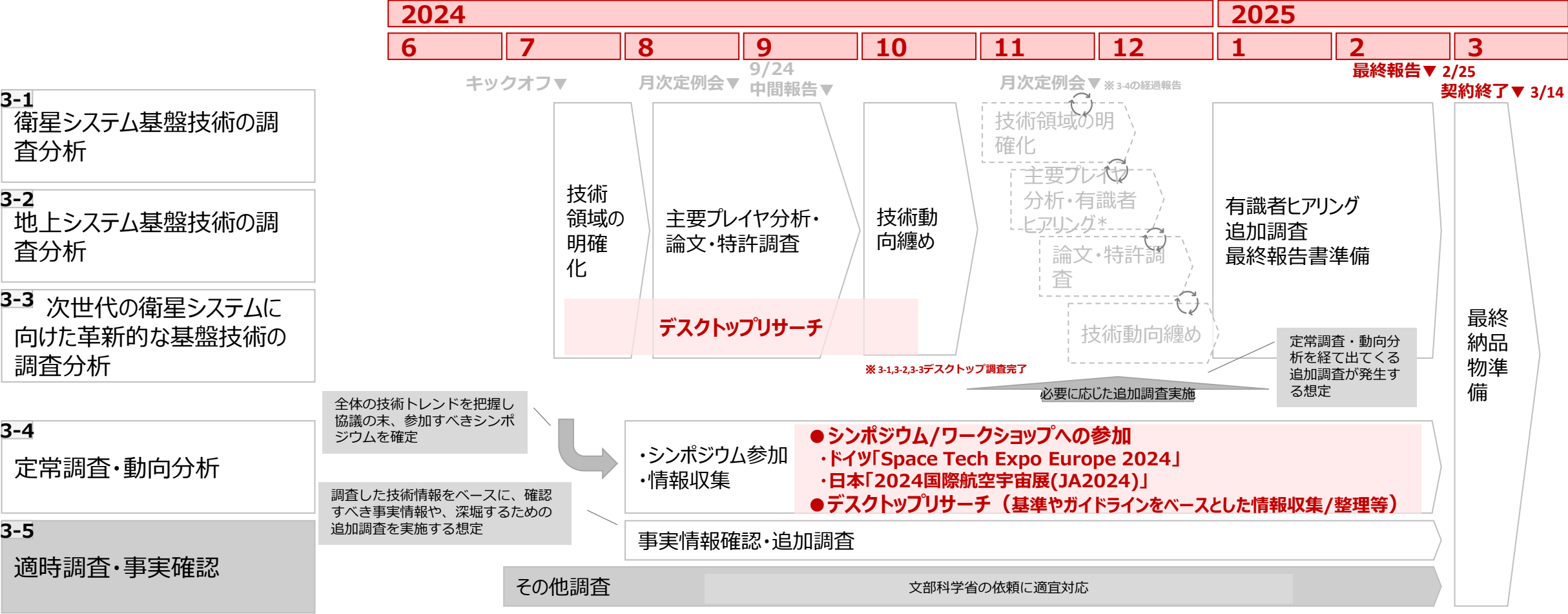
次世代の衛星システムに 向けた革新的な 基盤技術

その他関連技術

1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

調査業務の実施方針～調査スケジュール

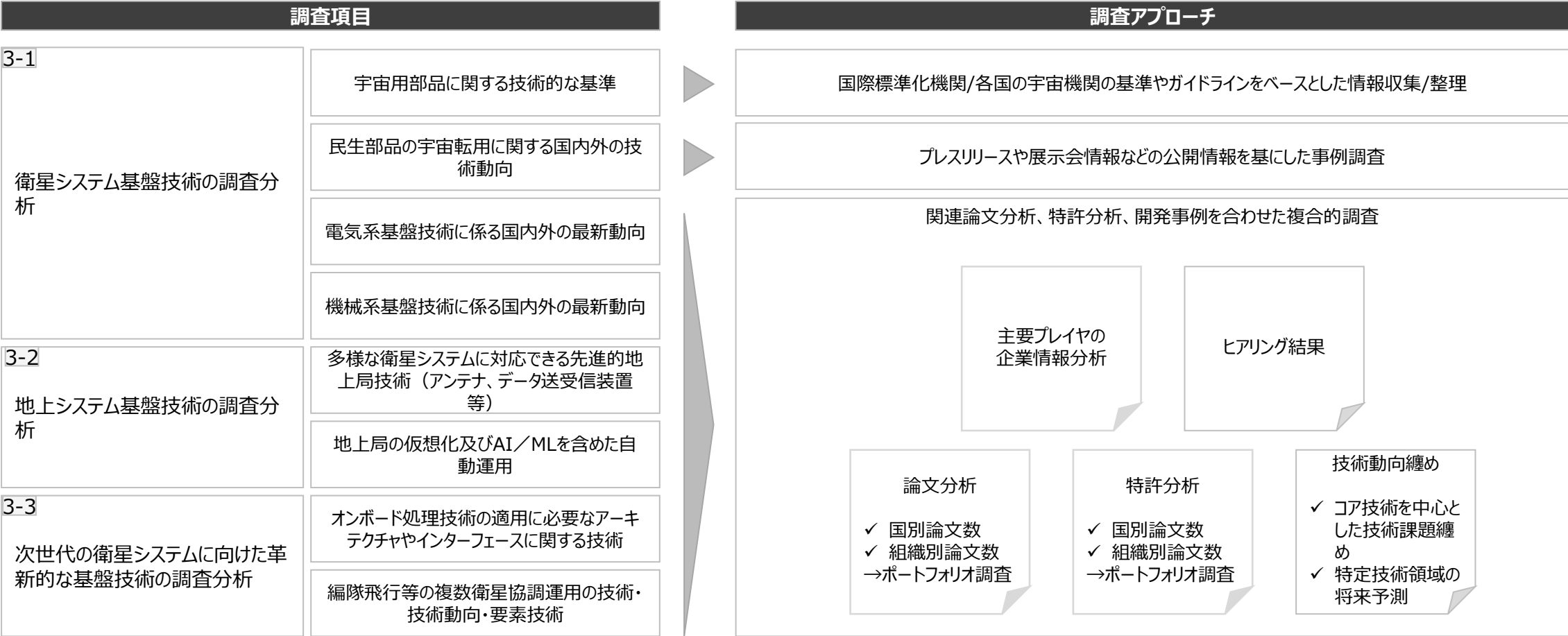
2024年7月より調査を開始。下記の図のとおり、年間を通して調査を実施している。



1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

調査業務の実施方針～調査内容（具体的プロセス（サマリ））

本調査は、“3-1：衛星システム基盤技術”、“3-2：地上システム基盤技術”に加え、“3-3：次世代の衛星システム”に向けた革新的な基盤技術を調査しているため、公開情報を幅広くリサーチするデスクトップリサーチを中心としたが、特に3-3においては現在の技術の先端を把握する必要があることから、企業の研究開発状況（アンケート等）や、学術情報（論文）までリサーチしている。

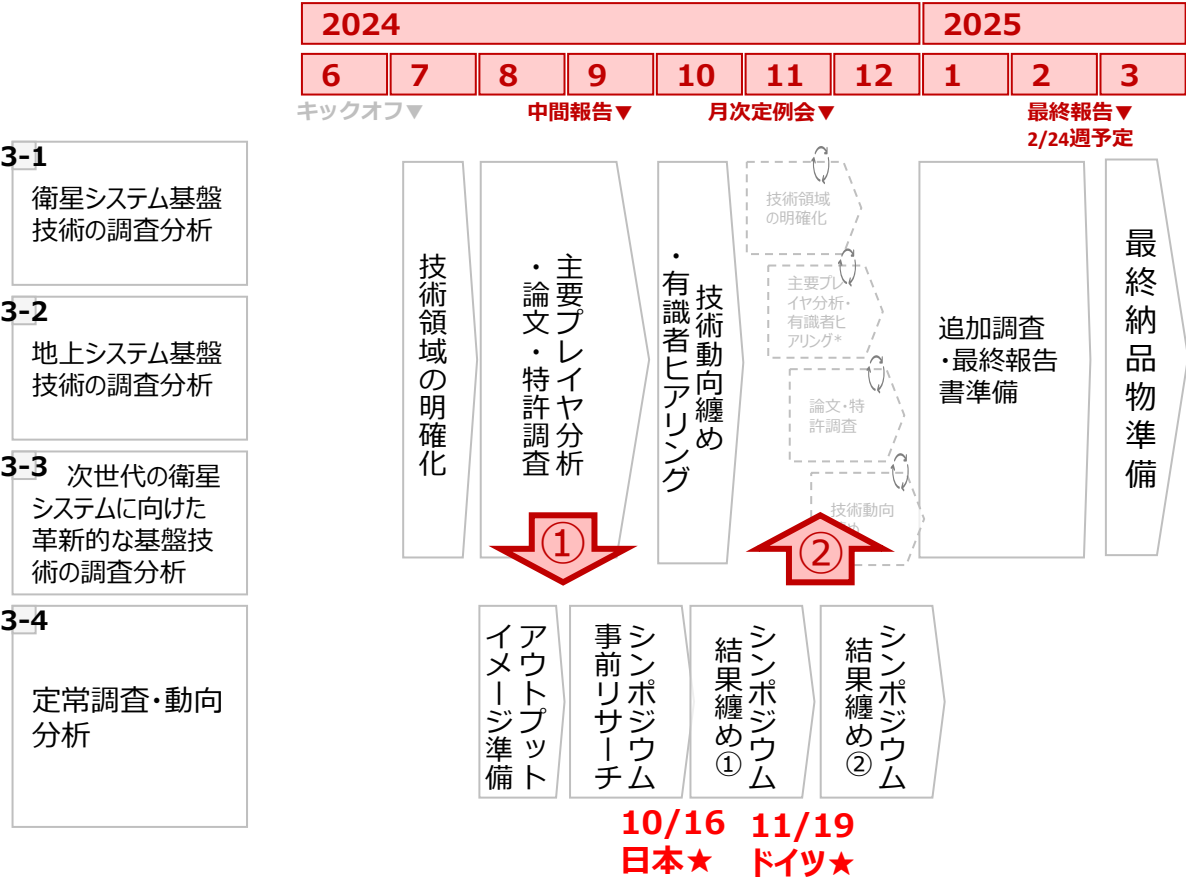


1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

調査業務の実施方針～調査内容（シンポジウムへの参加）

”3-4：定常調査・動向分析“は、文部科学省のご担当者とも協議をし、本調査にとって重要と判断したシンポジウムに参加した。現地参加では、先述した「主要プレイヤー分析」にて洗い出した企業に対する深堀り調査を実施。デスクトップリサーチでは主要プレイヤー分析にて登場せず技術キーワードの範囲外の技術を保有する企業に対する調査、を中心に進めている。

3-4：定常調査・動向分析 詳細スケジュール



調査方針と関連タスク

- ✓ 展示会では参加企業ブースへ訪問、企業の展示内容に対して様々な質問を行い本調査に有益な情報を取得するが、その結果を纏めるイメージを事前に宇宙開発利用課ご担当者としり合わせる
- ✓ シンポジウム参加企業をリストアップ、主要プレイヤー分析により出てくる企業有無の確認と、当該企業に対してヒアリングすべき内容を整理、またそれ以外の参加企業から重点ヒアリングすべき企業を決め、デスクトップリサーチにより情報を事前に把握する
- ✓ 10/16に参加する「2024国際航空宇宙展(JA2024)」の結果を取り纏め、技術内容として深堀りすべき内容を特定、追加調査すべき内容やヒアリング事項などを宇宙開発利用課ご担当者でディスカッションする
- ✓ シンポジウム①の結果纏めと基本的に同様（参加シンポジウムが海外となるため海外の観点で何か把握すべき内容があれば追加で検討）
- ✓ 主要プレイヤーとその研究・開発等の状況技術動向を連携し、シンポジウム調査に活かす
- ✓ シンポジウム調査結果を踏まえ、シンポジウムから追加の情報を得て、ヒアリングへ活かす（要修正、具体的に）

目次

1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

2. 技術調査・分析 調査報告

I. 衛星システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-1）

- a. 宇宙用部品に関する技術的な基準
- b. 民生部品の宇宙転用に関する国内外の技術動向
- c. 電気系基盤技術に係る国内外の最新動向
- d. 機械系基盤技術に係る国内外の最新動向

II. 地上システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-2）

- a. 多様な衛星システムに対応できる先進的地上局技術（アンテナ、データ送受信装置等）
- b. 地上局の仮想化及びAI/MLを含めた自動運用

III. 次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-3）

- a. オンボード処理技術の適用に必要なアーキテクチャやインターフェースに関する技術
- b. 編隊飛行等の複数衛星協調運用の技術・技術動向・要素技術

IV. 定常調査・動向分析（仕様書番号：3-4）

- a. シンポジウム参加～収集情報の報告

3. 調査結果の総括

目次

1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

2. 技術調査・分析 調査報告

I. 衛星システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-1）

- a. 宇宙用部品に関する技術的な基準
- b. 民生部品の宇宙転用に関する国内外の技術動向
- c. 電気系基盤技術に係る国内外の最新動向
- d. 機械系基盤技術に係る国内外の最新動向

II. 地上システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-2）

- a. 多様な衛星システムに対応できる先進的地上局技術（アンテナ、データ送受信装置等）
- b. 地上局の仮想化及びAI／MLを含めた自動運用

III. 次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-3）

- a. オンボード処理技術の適用に必要なアーキテクチャやインターフェースに関する技術
- b. 編隊飛行等の複数衛星協調運用の技術・技術動向・要素技術

IV. 定常調査・動向分析（仕様書番号：3-4）

- a. シンポジウム参加～収集情報の報告

3. 調査結果の総括

衛星システム基盤技術の調査分析 調査報告

別紙にて説明

衛星システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-1）

- 宇宙用部品に関する技術的な基準
- 民生部品の宇宙転用に関する国内外の技術動向
- 電気系基盤技術に係る国内外の最新動向
 - センシング技術
 - 電源技術
- 機械系基盤技術に係る国内外の最新動向
 - ホールスラスタ・イオンエンジン
 - 冷却技術

目次

1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

2. 技術調査・分析 調査報告

I. 衛星システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-1）

- a. 宇宙用部品に関する技術的な基準
- b. 民生部品の宇宙転用に関する国内外の技術動向
- c. 電気系基盤技術に係る国内外の最新動向
- d. 機械系基盤技術に係る国内外の最新動向

II. 地上システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-2）

- a. 多様な衛星システムに対応できる先進的地上局技術（アンテナ、データ送受信装置等）
- b. 地上局の仮想化及びAI/MLを含めた自動運用

III. 次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-3）

- a. オンボード処理技術の適用に必要なアーキテクチャやインターフェースに関する技術
- b. 編隊飛行等の複数衛星協調運用の技術・技術動向・要素技術

IV. 定常調査・動向分析（仕様書番号：3-4）

- a. シンポジウム参加～収集情報の報告

3. 調査結果の総括

2. 技術調査・分析 調査報告

地上システム基盤技術の調査分析 / 次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析

別紙にて説明

地上システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-2）

- 多様な衛星システムに対応できる先進的地上局技術（アンテナ、データ送受信装置等）
 - アンテナ技術
- 地上局の仮想化及びAI／MLを含めた自動運用
 - 地上局技術

次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-3）

- オンボード処理技術の適用に必要なアーキテクチャやインターフェースに関する技術
 - 電子デバイス技術
 - サイバーセキュリティ
- 編隊飛行等の複数衛星協調運用の技術・技術動向・要素技術
 - 衛星制御技術

目次

1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

2. 技術調査・分析 調査報告

I. 衛星システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-1）

- a. 宇宙用部品に関する技術的な基準
- b. 民生部品の宇宙転用に関する国内外の技術動向
- c. 電気系基盤技術に係る国内外の最新動向
- d. 機械系基盤技術に係る国内外の最新動向

II. 地上システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-2）

- a. 多様な衛星システムに対応できる先進的地上局技術（アンテナ、データ送受信装置等）
- b. 地上局の仮想化及びAI/MLを含めた自動運用

III. 次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-3）

- a. オンボード処理技術の適用に必要なアーキテクチャやインターフェースに関する技術
- b. 編隊飛行等の複数衛星協調運用の技術・技術動向・要素技術

IV. 定常調査・動向分析（仕様書番号：3-4）

- a. シンポジウム参加～収集情報の報告

3. 調査結果の総括

2. 技術調査・分析 調査報告

定常調査・動向分析 調査報告

別紙にて説明

定常調査・動向分析（仕様書番号：3-4）

- ・ シンポジウム参加～収集情報の報告

目次

1. 調査業務の実施方針～調査目的/調査スケジュール/調査内容

2. 技術調査・分析 調査報告

I. 衛星システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-1）

- a. 宇宙用部品に関する技術的な基準
- b. 民生部品の宇宙転用に関する国内外の技術動向

II. 定常調査・動向分析（仕様書番号：3-4）

- a. シンポジウム参加～収集情報の報告

III. 衛星システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-1）

- a. 電気系基盤技術に係る国内外の最新動向
- b. 機械系基盤技術に係る国内外の最新動向

IV. 地上システム基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-2）

- a. 多様な衛星システムに対応できる先進的地上局技術（アンテナ、データ送受信装置等）
- b. 地上局の仮想化及びAI／MLを含めた自動運用

V. 次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析（仕様書番号：3-3）

- a. オンボード処理技術の適用に必要なアーキテクチャやインターフェースに関する技術
- b. 編隊飛行等の複数衛星協調運用の技術・技術動向・要素技術

3. 調査結果の総括

3. 調査結果の総括

調査結果の総括

衛星システム基盤技術の調査分析（3-1）

宇宙用部品に関する技術的な基準

各国で技術的な基準を策定し、完全に独立せず相互に関連し合っている。各基準はそれぞれの分野で階層化されており、各階層にてさらに細分化する。今後は引き続き各国独自の基準を設けつつも、互いの基準を参考にしながら新しい技術に適応していくものとみられる。

民生部品の宇宙転用に関する国内外の技術動向

2010年代と比較しCOTS利用が格段に増加、大企業はコンステレーションの構築が容易となり、大学や中小企業でも高性能な衛星を低コストでの開発が可能となった。特に、日本国外企業による高効率大量生産・使い捨ての考え方に基づく開発が顕著で、今後衛星産業全体でCOTS部品の活用が加速していくものと考えられる。

衛星システム基盤技術の調査

センサ技術と電源技術、推進技術を中心に幅広く技術開発動向調査を実施した。レーダー衛星による全天候型観測の高精度化や、LiDARやハイパースペクトルカメラを活用した立体的な観測、高効率な太陽電池モジュールの開発や新型電池（全固体リチウムイオン電池、リチウム硫黄電池など）の研究、さらには核エネルギーや無線電力伝送の活用など、様々な最新技術開発が進められている。

地上システム基盤技術の調査分析（3-2）

衛星との通信を支えるアンテナ技術や、地上局の仮想化を含む運用最適化を中心に幅広く技術開発動向調査を実施した。地上局のアンテナは、高周波数帯を扱うフェーズドアレイアンテナやビームフォーミング技術をはじめ、可搬性や低遅延対応を意識した先進的技術が登場し、複数衛星の同時追跡や自動化も進んでいることが示された。

さらに、地上局をクラウド上で仮想化し、AI/ML技術と連携させることで、衛星のスケジューリングやデータ配信を効率化する事例も増えており、今後の需要増に対応できる運用体制の整備が進められていた。

次世代の衛星システムに向けた革新的な基盤技術の調査分析（3-3）

オンボード処理や編隊飛行、サイバーセキュリティなどを中心に幅広く技術開発動向調査を実施した。衛星上でAIによるデータ解析を実施し、必要な情報のみを地上へ送る方式は実証段階に入り、リアルタイム性の向上と通信コスト削減を両立することが期待されている。

また、複数衛星の協調運用技術が成熟しつつあり、編隊飛行や在軌サービス（デブリ除去・燃料補給など）の開発が積極的に進められている。

一方で、衛星や地上局の連携が高度化するほど、サイバー攻撃や不正アクセスへの対策は不可欠となり、暗号化手法や耐タンパ性デバイスの研究開発が急務となっていることも本調査で確認できた。

定常調査・動向分析（3-4）

国際航空宇宙展（日本）では、特に日本国内の小型SAR衛星やデータ解析技術を活用したスタートアップが急速な成長が顕著であった。国産ベンチャー企業の独創力と大手企業の総合力による衛星製造からデータ解析までの垂直統合により低コストで高頻度な地球観測が可能となり宇宙産業の新市場が拡大がみられた。また、国際ルールの整備や衛星通信ネットワークの構築に向けて官民一体の動きも見られた。

一方、Space tech expo（ドイツ）では地上局の自動運用、衛星コンステレーション運用、宇宙統合通信ネットワークの商用化、COTS部品の積極利用、などキーワードが目立ち、グローバルの観点で見ると日本国内と比較して企業主導・商用利用に向けた動きが活発であるように思われた。

今後はさらなる商用・民生化の動きが活発となり部品レベルから高性能・高信頼性・低コストの技術を競い合うことになることは明らかである。また、AI利用、エッジ処理、といったキーワードも散見され、ソフト・ハードの両輪の開発が引き続き重要となる。