

「超高分解能常時観測を実現する光学アンテナ技術」に関する研究
開発構想（個別研究型）

令和5年10月

内閣府

文部科学省

目次

1 構想の背景、目的、内容.....	2
1.1 構想の目的.....	2
1.1.1 政策的な重要性.....	2
1.1.2 我が国の状況.....	2
1.1.3 世界の取組状況.....	3
1.1.4 構想のねらい.....	3
1.2 構想の目標.....	4
1.2.1 アウトプット目標.....	4
1.2.2 アウトカム目標.....	5
1.3 研究開発の内容.....	5
1.3.1 研究開発の必要性.....	5
1.3.2 研究開発の具体的内容例.....	6
1.3.3 研究開発の達成目標.....	6
2 研究開発の実施方法、実施期間、評価.....	7
2.1 研究開発の実施・体制.....	7
2.2 研究開発の実施期間.....	7
2.3 評価に関する事項.....	7
2.4 社会実装に向けた取組.....	8

1 構想の背景、目的、内容

1.1 構想の目的

1.1.1 政策的な重要性

我が国の安全保障や経済社会における宇宙システムの役割は増大しており、災害時においても社会を支えるインフラとしてその重要性は一層高まっている。「宇宙基本計画」（令和 5 年 6 月 13 日閣議決定）においては、宇宙政策をめぐる環境認識として、通信・観測・測位など、宇宙システムによるサービスは既に日常生活に定着し、我々の経済・社会活動の重要な基盤の一つとなっているとされており、特に、防災・減災、国土強靱化は喫緊の課題であり、将来懸念される地震・津波等の広域・大規模災害や、激甚化・多発化する水害・土砂災害など、災害発生時において、衛星データも活用して数時間以内に迅速に被災状況を把握し、関係機関などに情報提供することが重要であると指摘されている。こうした状況を踏まえ、同計画では、リモートセンシングの目標と将来像として、新たなセンサの開発等により、地球観測衛星の時間・空間分解能を高めること等により、防災・減災、国土強靱化等への貢献を図っていくとされている。

また、安全保障の観点では、同計画において、安全保障のための宇宙システム利用の抜本的拡大として、宇宙空間から我が国周辺における軍事動向等について常時継続的に情報収集・分析等を行うため、安全保障用途に資する衛星コンステレーションの構築や情報収集衛星の機能強化等に加え、静止光学衛星等の利用など、情報収集・分析能力を抜本的に強化するとされている。

本構想は、個別研究型として、こうした背景の下、我が国の情報収集・分析能力の抜本的な強化に資する支援対象とする技術として研究開発ビジョン（第二次）において定められた「超高分解能常時観測を実現する光学アンテナ技術」の獲得を目指すものである。

1.1.2 我が国の状況

我が国は、低軌道上の地球観測衛星を保有しており、緊急観測等により、防災・減災、国土強靱化に貢献しているところである。また、民間による小型衛星コンステレーションの構築も進んでおり、衛星観測の時間・空間分解能は高まってきている。

一方、低軌道に配置された観測衛星による同地点の観測回数は多くても1日に数回であり、迅速な状況把握や、常時継続的に観測することには限界がある。また、低軌道上での観測を継続するためには、重力に抵抗するために一定頻度で推進剤を噴射する必要があり、衛星寿命等の課題が残る。

静止軌道上に配置された観測衛星では、我が国周辺等を常時継続的に観測可能であり、重力への抵抗も不要となるが、衛星と地上との距離が離れるため、空間分解能が低くなることが課題であり、現状、静止軌道上から防災分野や安全保障分野にも活用できるレベルの画像取得が可能な衛星の実現には至っていない。空間分解能は、衛星の光学アンテナ（鏡）の直径の大きさによって性能限界値が定まる。そのため、鏡を大きくすることによって空間分解能を上げることが可能であるが、鏡の国内製造設備の製造や宇宙空間に運ぶためのロケットでの輸送には限界がある。

そこで、これらの課題を解決しつつ、静止軌道からでも状況把握に適した観測が可能となるような、高分解能を実現する光学アンテナの基盤技術の獲得が必要とされている。

我が国は、天体観測等を目的とした地上の望遠鏡であるTMT望遠鏡や、せいめい望遠鏡において、複数の鏡を組み合わせて大きな鏡とする技術を地上利用においては保有している。また、材料・精密部品製造技術やこれまでに培われた光学センサのインテグレーション技術などに強みもある。

1.1.3 世界の取組状況

公開情報に基づく国際ベンチマークでは、静止軌道環境で使用する可視光域の大口径光学アンテナの実例は未だ報告されていない。NASAのJWST（ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡）は赤外域観測用の分割式大型アンテナの事例となるが、これは深宇宙観測用の望遠鏡であり、地球観測用途等、より位置精度要求が厳しい可視域の開発例は存在しない。

1.1.4 構想のねらい

本構想では、我が国が強みを持つ、材料・精密部品製造技術やこれまでに培われた光学センサのインテグレーション技術等も活用しつつ、静止軌道からでも状況把握に適した観測が可能となるような、高分解能を実現する光学アンテナの基盤技術を世界に先駆けて獲得することを目指す。なお

その際、開発の低コスト化・短納期化を図るため、デジタルツインの適用等の新たな手法の導入についても積極的に検討を進める。獲得した基盤技術を基に、昼夜を問わず観測可能な衛星システムも念頭に置きつつ、将来の静止軌道上の高分解能光学衛星の開発・社会実装につなげることで、観測衛星の空間・時間分解能を格段に向上させ、防災・減災、国土強靱化や安全保障といった公的利用への貢献を狙う。また、観測データを利用したインフラ監視や経済活動把握等の民生利用に加え、研究開発する各要素技術の単位では、非宇宙領域における精密工業部品・素材、デジタル開発などの研究開発の促進にも貢献することを狙う。

1.2 構想の目標

1.2.1 アウトプット目標

本構想では、将来、静止光学衛星の打上げロケットとして想定する H3 ロケットの打上げ能力（フェアリングや搭載重量等の条件）を前提とした目標を設定する。静止軌道から状況把握に適した可視域の観測能力として、空間分解能（地表面分解能）については、防災対応等に求められる精度として、直下で 7m 以下を目指す。観測域（視野範囲）については、民生技術の発達等に勘案しつつ、国内の首都圏や多くの都道府県を視野に収めることが可能な範囲として 100km×100km を目標とする。以上のことを実現するため、技術ごとの目標を以下のとおりとする。

- ① 静止軌道上の衛星システム搭載を前提とした、軽量性と耐環境性を合わせ持つ鏡を実現するための材料技術を開発すること。その際、焼成現象などの製造条件を最適化し、複数の鏡を安定的に製造する技術も合わせて開発すること。
- ② 静止軌道上において、上述の空間分解能を満たすことができる大口径光学アンテナの実現方式を研究開発するとともに、技術成立性を地上において実証すること。その際、赤外センサの搭載等により夜間観測が可能なシステムとすることも考慮して実証すること。また、鏡の国内製造設備の製造限界についても考慮すること。
- ③ 地上実証においては、フルスケールモデルの試験データを反映したデジタルツイン開発をすること等により、忠実度の高いモデルを構築して検証するとともに、今後の実用化等にも活用可能な基盤技術

とすること。

1.2.2 アウトカム目標

上記のアウトプット目標を基にして、静止軌道上の高分解能光学衛星を開発・社会実装することで、状況把握に適した空間分解能に加えて、広域性、常時性、即時性、連続性（継続観測能力）が格段に向上する。これにより、防災分野においては、将来懸念される地震・津波等の広域・大規模災害の対応において、広域性を活かして我が国全域を短時間で観測・撮像することができる。また、激甚化・多発化する水害・土砂災害など、災害発生時においては、常時性・即時性を活かして、撮像依頼から画像配布まで時間を、最大30分以下まで大幅に短縮することができ、防災・減災、国土強靱化への貢献が期待できる。将来の衛星システムとしては、赤外センサ等の搭載や連続撮像による雲なし画像合成等により、夜間帯の観測や被雲による観測障害についても対応可能となることが期待できる。加えて、民生利用としても観測データを利用したインフラ監視・経済活動把握・農地収穫管理等のほか、本研究開発を通じて開発されたデジタルツイン等の新たな地上での開発・実証手法を、将来的な基盤技術として他の宇宙機開発等に広く活用していくことも期待できる。また、本構想により高付加価値データを取得・提供可能になることで、「国際災害チャータ」等を通じた国際的な防災減災への貢献も期待できる。

安全保障分野においても、我が国周辺等を常時継続的に観測することで、対象物の状況等を把握することができ、情報収集能力が向上することが期待できる。更に、本技術の派生として、静止軌道からの高分解能の宇宙状況監視、月軌道周辺までも視野に入るシスルナ空間での大容量でセキュアな長距離レーザー通信、可視光域の高分解能天文観測等への応用にも期待ができる。

1.3 研究開発の内容

1.3.1 研究開発の必要性

防災分野や安全保障分野において、高分解能常時観測のニーズはあるが、世界では実用例はまだ報告されていない。一方、我が国には、材料・精密部品技術や地上における分割式大口径望遠鏡の実績など、本構想を実現す

るために強みとなり得る技術を保有している。このような中、世界に先駆けて当該技術を獲得するために、本研究開発により、実用機開発に向けたフロントローディングを行う必要がある。

1.3.2 研究開発の具体的内容例

「1.1.2 我が国の状況」で記述した「鏡の国内製造設備の製造限界や宇宙空間に運ぶためのロケットの輸送限界」と「我が国の強み」等を総合的に勘案して、静止軌道上において複数の鏡を組み合わせて、一つの大きな鏡を作る技術が考えられる。その研究開発に向けた、具体的内容として考えられる項目や進め方の一例を以下に示す。

- ① 静止軌道上の環境に耐え得る、軽量性と耐環境性を合わせ持つ新素材の開発やその製造条件の最適化を行い、複数枚の大型鏡を安定的に製造する技術を研究開発する。
- ② 静止軌道上で複数枚の鏡を組み合わせて一つの大きな鏡にするために、精密に位置決めする精密調整技術を研究開発する。
- ③ 静止軌道上で高分解能観測を実現するために、不連続な鏡の反射面の波面歪みを高精度で能動的に測定・補正して、一枚の大きな鏡として機能させる合成開口技術を研究開発する。
- ④ ①～③の技術等を組み合わせて、光学系システムの地上試験検証を実施する。光学系の検証に要求される超高精度の解析検証を実現するため、フルスケールモデルの試験データを反映したデジタルツイン開発により、忠実度の高い集光系高精度デジタルモデルを構築する。

1.3.3 研究開発の達成目標

静止軌道上において、高分解能を実現する光学アンテナの基盤技術を研究開発し、デジタルツイン開発等も活用した忠実度の高い集光系高精度デジタルモデルによる地上実証を行うことで、当該技術の成立性を確認する。

以上について、より具体的には、提案者の設定した個別の達成目標を基本としつつ、文部科学省及び JST のサポートの下、採択後、研究開発を開始するにあたって行う研究計画の調整にて定める。また、研究開発開始後においては、協議会における意見交換の結果も踏まえ、必要に応じて研究

計画の見直しを行う。

2 研究開発の実施方法、実施期間、評価

2.1 研究開発の実施・体制

当該構想のアウトプット目標をより詳細に設定するため、研究開発対象となり得る技術動向を踏まえ、プログラム・オフィサー（PO）、当該関係分野の有識者、関係府省等による意見交換を経た上で研究公募を行い、研究開発課題を決定し、産学官の複数の研究代表者による研究開発を行う。その上で、PO の指揮・監督の下、研究代表者が研究開発構想の実現に向け責任を持って研究開発を推進する。JST 等の助言に基づき、研究に参加する主たる研究者のそれぞれが、適切な技術流出対策を行うよう体制を整備するとともに、研究インテグリティの確保に努め、適切な安全保障貿易管理を行うよう、これらを推進するとともに、研究開発に必要な事項を行う。

研究開発成果を民生利用のみならず公的利用につなげていくことを指向し、社会実装や市場の誘導につなげていく視点を重視するという本プログラムの趣旨に則り、研究代表機関、研究代表者は PO 及び研究分担者との協議の上、知的財産権の利活用方針を定めることとする。その際には、研究開発途中及び終了後を含め、知的財産権の利活用を円滑に進めることができるように努めることとする。

なお、研究開発成果の利活用にあたりその成果にバックグラウンド知的財産権が含まれる場合には、その利活用についても同様に努めることとする。

2.2 研究開発の実施期間

各研究開発課題の実施期間は原則 5 年以内とし、より早く実現できる提案が望ましいものとする。構想全体で最大 110 億円程度の予算を措置する。

2.3 評価に関する事項

自己評価は毎年実施する。外部評価の実施時期は原則、研究開発の開始から 2 年目を中間評価、研究開発終了年に最終評価を実施する。具体的な時期については、担当する PO が採択時点でマイルストーンを含む研究計

画とともに調整した上で、JST が決定するものとする。

2.4 社会実装に向けた取組

本研究開発は、静止軌道上において高分解能常時観測を実現する光学アンテナの基盤技術を研究開発し、地上実証を行うことで当該技術の成立性の確認を目指すものである。研究開発の要素技術の一つである、宇宙空間での試験を行わなくても、忠実度の高い宇宙機のモデル構築を可能とする、フルスケールモデルの試験データを反映したデジタルツイン技術については、宇宙機開発の支援ツールとしての有効性を示すことにより、公的・民生におけるの活用につなげていく。加えて、長距離レーザー通信、可視光域の高分解能天文観測など派生分野への応用・実装も目指す。このためには、研究代表者と潜在的な社会実装の担い手として想定される関係行政機関や民間企業等との間で、実装イメージ及び研究開発の進め方を議論・共有する取組等の伴走支援が有効である。

したがって、今後設置される協議会を活用し、参加者間で機微な情報も含め、社会実装に向けて研究開発を進める上で有用な情報の交換や協議を安心して円滑に行うことのできるパートナーシップを確立することが重要であり、関係者において十分にこの仕組みの運用を検討する必要がある。なお、協議会の詳細は別に示す。また、PO は研究マネジメントを実施する際には、協議会における意見交換の結果も踏まえるものとする。