

戦略プロジェクト概要

番号	プロジェクト名称	配分額 (億円)	主担当省庁	頁
R4-06	スペース・トランスフォーメーション実現に向けた高分解能光学衛星のデータ解析技術の研究と利用実証	5.6	文部科学省	2
R4-07	デジタル信号処理に対する高効率排熱システムの研究開発	3.5	文部科学省	3
R5-01	ダイヤモンド半導体デバイスの宇宙通信向けマイクロ波電力増幅デバイスの開発	2.0	文部科学省	4
R5-02	次世代の電源システム基盤技術獲得に向けた検討	2.2	文部科学省	5
R5-03	カーボンニュートラルの実現に向けた森林バイオマス推定手法の確立と戦略的実装	4.0	文部科学省	6

令和5年7月6日
第20回衛星開発・実証小委員会

スペース・トランスフォーメーション実現に向けた 高分解能光学衛星のデータ解析技術の研究と利用実証

主担当省庁： 文部科学省
連携省庁： 経済産業省
国土交通省
(事業期間 5年程度)

背景・必要性

○宇宙空間における活動を通じてもたらされる経済・社会の変革（スペース・トランスフォーメーション：SX）において、衛星データ利用は、地球上の様々な課題の解決に貢献し、より豊かな経済・社会活動を実現する重要な技術であり、特に高分解能光学衛星によるデータは、多様な情報の基盤となる。

※例えば我が国では、陸域観測技術衛星（ALOS、2006～2011）を開発運用し、2万5千分の1地図作成や東日本大震災後に津波浸水被害を観測する等、災害対策等での有用性を示してきたほか、運用終了後は、全球の観測データを活用した研究開発によって世界の3次元地形情報を開発する成果を上げている。

○ALOSの実績等を踏まえた次期光学ミッションを見据え、地図作成等のより幅広い分野での利用に向けた下記の研究開発に早期に着手する必要がある。

- ① 行政DXにおける衛星データ利用の幅広い分野での定着化に向けた、データ処理から解析までの一体的かつ汎用性の高いデータ利用サービスの構築
- ② デジタルツイン分野における衛星データの活用・社会実装及び関連市場における国際競争力の維持・発展に向けた高度な研究開発
- ③ 多様な分野で有効と考えられる、光学衛星と合成開口レーダ（SAR）データとの組合せによる複合的な解析技術の構築

○本活動により、2022年度先進光学衛星（ALOS-3）の喪失による我が国の光学衛星データの利用推進の停滞、エンジニアや研究者離れの対策を進めつつ、高精度3次元観測等の革新的な技術開発やデータ分析技術開発に向けた活動を行う事で、観測衛星データ市場での優位性獲得、及びSX実現に向けた取組みを推進する。

事業の内容

①光学衛星データを活用した行政DX等の国内外の利用実証

高分解能光学衛星データを基盤としたAIや超解像などの技術を活用した土地利用判読ツールなど、以下のテーマをはじめとする衛星データの実利用拡大のための自動解析技術を研究開発し、全国・アジア地域等へ展開するための業務の標準化に資するパッケージ（データ、アルゴリズムなどツール、手順書等）を整え、行政DXを推進する。

1. 農業（スマート農業・農作物分類・圃場基盤整備）
2. 都市（固定資産にかかる土地利用分類・インフラ管理等）
3. 防災（都市・河川・砂防にかかる防災計画の更新）
4. 森林（松枯れ・ナラ枯れ等の予報に向けた森林状況把握）
5. 土地利用（土地判読・地形基盤情報）

②光学衛星等による3次元地形データを活用したデジタルツイン生成技術の開発

我が国が強みを有する高分解能光学衛星による3次元地形データをもとに、デジタルツインの試験プラットフォームを構築する。また、今後はデジタルツインがリアルタイムに更新されることを想定し、衛星コンステレーション等を活用した4D化技術の開発を進める。これらを通じて構築したデジタルツイン試験プラットフォームについて、災害や建設土木、森林資源、ドローン交通制御、再生可能エネルギー等の分野における国内外での利用実証を目指す。

③光学とSARの融合による衛星観測情報の高度化技術の開発

高分解能光学衛星とSAR等で得られるデータの性質の違いを生かし、農業（ため池管理）や災害、都市、インフラ等の分野における多様なデータの複合利用によるデータとその利用の高度化を目指した技術開発を行う。

各省の役割

- 文部科学省：事業とりまとめ
- 経済産業省・国土交通省：利用実証にかかる助言

予算配分額

- 令和4年度（補正） 配分額：5.6億円

プロジェクト番号：R4-07

デジタル信号処理に対する 高効率排熱システムの研究開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：総務省
(事業期間4年程度)

背景・必要性

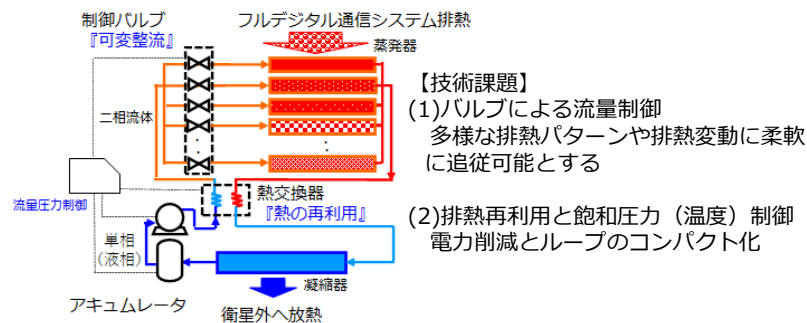
- 通信周波数や通信領域をフレキシブルに変更でき、従来よりも大幅に高速・大容量通信が可能なフルデジタル通信システムが市場に登場するとともに、欧米の企業では開発が急速に進展している。
- 通信性能の向上に伴い、高発熱を伴うフルデジタル通信システムを衛星に搭載するため、少ない電力で高い排熱に対応できることへのニーズが極めて高い。この排熱システムを搭載可能な質量・サイズ等で実現するものとして、機械式ポンプによる二相流排熱システムが採用されている。
- フルデジタル化の進展に伴い市場の要望も多様化、拡大が続いている。競争力強化のためには、高効率な排熱システムにより市場への対応能力を拡大し、国際競争力を強化する必要がある。そのため、発熱量の変動に対応して冷媒の制御を行うインテリジェントシステムを構築することが必要である。
- また、排熱技術はミッションや衛星の大きさに限らず、人工衛星における基盤技術であり、本研究開発により、将来的には様々な高排熱要求に対して対応が可能となる。

各省の役割

- 文部科学省：高効率排熱システム開発
- 総務省：通信機器側のニーズや動向の提供

事業の内容

- 市場動向に基づく、衛星システムの質量及びサイズ等に対応可能な、リアルタイム制御システム及び機械ポンプ式二相流排熱システムのテストベッドを含む、高効率排熱システムを研究開発する。
- リアルタイム制御システムで発熱量/温度リソース等を管理し、機械ポンプ式二相流排熱システムのリアルタイム・フィードバック制御を行う。テストベッドで、電力/質量サイズを抑制した高効率な排熱を実現する。



- これらの技術を開発することで、デジタル化等の変化の早い通信衛星市場における競争力の維持・強化のための、高効率排熱システム検証技術を獲得する。

予算配分額

- 令和4年度(補正) 配分額：3.5億円

プロジェクト番号：R5-01

ダイヤモンド半導体デバイスの宇宙通信向け マイクロ波電力増幅デバイスの開発 ～Beyond 5Gに向けた宇宙通信の大容量化等の実現～

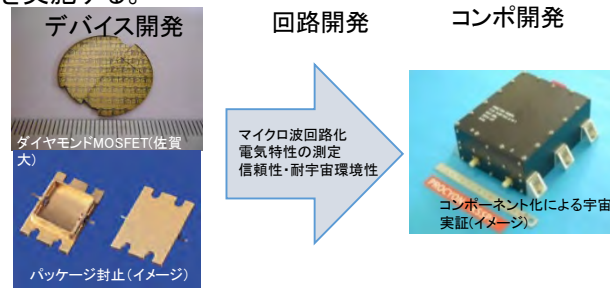
主担当庁：文部科学省
連携省庁：経済産業省
(事業期間5年程度)

背景・必要性

- マイクロ波帯の放送用送信機、各種レーダー送信機、衛星通信用送信機では、増幅素子にクライストロンやTWT(進行波管)といった、真空管が未だに利用されている。ところが近年、GaN HEMT素子の登場によって、信頼性向上を目的とする固体化が盛んに進められている。特に**宇宙用の地上局送信機や衛星搭載中継器では、高効率化実現のために、固体素子の高出力化が強く望まれている。**
- ところがGaN素子には絶縁耐圧に限界があり、これに代わる次世代パワー半導体の研究が世界中で進められている。中でも**ダイヤモンドは、高周波・大電力・高効率性能で最も優れる半導体材料として期待されている。**性能指数の比較(ジョンソン指数)では、GaN素子と比較して、数倍以上の優位性があり、**置き換えによる小型高効率化に寄与**すると考えられる。**放射線耐性の高い半導体材料**としても注目されている。
- ダイヤモンド半導体の開発では試作に不可欠な大口径ウエハが存在せず、またダイヤモンドウエハへの安定したドーピング技術も確立していないという、2つの大きな技術課題が存在していたが、**近年、この課題を克服し、世界で初めて高温状態での安定動作が確認される**といった**研究成果が出つつある。**
- ダイヤモンドMOSFETは過去に遮断周波数 $f_T=45[\text{GHz}]$ $f_{\text{MAX}}=120[\text{GHz}]$ を報告しており、これらの**技術の組み合わせによって、マイクロ波増幅素子が実現できる。**宇宙用の競争力の高い国産製品の実現に止まらず、地上製品への波及も期待できる。
- 初期段階のダイヤモンド半導体は高コストとなり、量産化・一般流通までに時間を要するため、まずは**少量生産の宇宙用として信頼性を確保しつつ、民生展開に向けた技術基盤(低コスト化)の獲得を図ることが重要。**

事業の内容

- 本事業では、5年間で宇宙向けの人工衛星搭載の送信用マイクロ波電力増幅デバイスの実用化を目指す。この中でダイヤモンド半導体デバイスを試作し、回路設計、電気特性評価を行う。後半では信頼性および耐宇宙環境性の評価を実施し、最終的に搭載用固体増幅器の試作を行い、超小型衛星を用いて宇宙実証を行う。
- 具体的には、最初の3年間でダイヤモンドMOSFETチップの、ゲート電極をサブミクロン化し、マイクロ波帯周波数で動作可能なデバイスを開発する。また、チップをパッケージ化し、基板に実装してマイクロ波特性を測定するとともに、電力増幅回路を試作する。後半2年間で信頼性評価、向上及び宇宙環境での動作確認をし、搭載コンポーネントを開発して宇宙実証を行う。その他、地上用アプリケーション開発やユーザーニーズ反映の活動を実施する。



各省の役割

- 文部科学省：ダイヤモンド半導体デバイスの開発
- 経済産業省：社会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

予算配分額

- 令和5年度(当初) 配分額: 2.0億円

次世代の電源システム基盤技術獲得に向けた検討

主担当庁：文科省
連携省庁：経済産業省
(事業期間2年程度)

背景・必要性

- 近年、電気推進搭載化、高速大容量通信ペイロードの搭載等により、中大型衛星の電力規模は増加傾向（～20kW）にある。また、複数同時打上に対応した通信衛星等の小型化に伴い、電力規模の小さい電源（約3kW）の需要も大幅に拡大しており、多様な電力ニーズへの対応が必要となってきた。
- 小型コンステレーションの台頭により、電源系に対する小型化、高い収納性などが求められてきている。
- また、電源系構成コンポーネントであるバッテリー、パドルについては、国内企業が国際市場のシェアを獲得していたが、ESA等の支援を受けた欧州企業の台頭などにより市場競争力を失いつつある。
- 電源システムに関する上記動向を踏まえ、我が国の衛星電源システムの自立性・自在性および国際競争力を確保するため、小型～大型衛星に広く活用できるフレキシブルなデジタル電源システムの実現が必要となる。

事業の内容

- 本事業では、小型～大型衛星に広く活用できるフレキシブルなデジタル電源システムの実現に向け、電源システムの主構成要素であり、性能・コストドライバとなる下記コンポーネントの技術開発に取り組む。
 - ✓ 電源制御器：小型軽量かつ多様な電力ニーズに対応するモジュール化、高周波スイッチング技術、デジタル電源技術の確立
 - ✓ バッテリー：液式Li-ionをベースとした高性能かつ低コストなバッテリーアセンブリの確立。また、次世代電池として高いポテンシャルを有する全固体電池の宇宙適用検討
 - ✓ パドル：高収納効率を達成しつつ、多様な電力ニーズに対応するスケーラブルな構造・機構設計
- 国内外の市場ニーズに対応するため、需要調査を行い、開発仕様への反映を行う。
- 本事業実成果をもとに、その後製品の認定や技術実証等の実用化開発を行うことにより、搭載品・製品化につなげていく。



各省の役割

- 文部科学省：次世代電源システムの実現に向けた基盤技術の研究開発
- 経済産業省：国内産業ニーズ、海外市場動向や海外市場獲得に向けた助言

予算配分額

- 令和5年度（当初）配分額：2.2億円

カーボンニュートラルの実現に向けた 森林バイオマス推定手法の確立と戦略的実装

背景・必要性

- 2023年の国連におけるグローバルストックテイク（GST）の開始等、近年、炭素収支に係る情報把握の重要性は高まっており、なかでも森林バイオマスや植生活性度（SIF）、大気中の温室効果ガス（GHG）の把握に係る衛星観測の活用に向けた動きが国際的に加速している。
 - こうした中、我が国はLバンド合成開口レーダ（SAR）による全球森林・非森林マップを世界に先駆けて整備し、こうしたプロダクトがUNEPにおける公式指標として採用されている等、本領域において一定の優位性を有している。今後はこうした強みを一層強化しつつ、例えば次回GST（2028年）での衛星データの標準化等、国際的枠組みの中に組み込んでいくことで、国際社会での我が国のプレゼンス向上や社会・経済的優位性へ繋げていくことが重要。
 - また、2021年に政府が定めた「グリーン成長戦略」では、観測・モデルに係る科学基盤の充実として人工衛星等の観測網を活用したデータ利活用や経済社会システムのイノベーションが不可欠とされているほか、カーボンクレジット市場への早急な対応が求められている。
 - しかし、衛星データを活用したクレジット算定には課題があり、
 - （1）算定のガイドライン・方法論に衛星データを定義した上で、
 - （2）市場に通用する方法論に従った実証が必要な状況
- ⇒ カーボンニュートラルに係る国際的枠組みでの衛星データの標準化及びカーボンクレジット市場への参入・価値創出を戦略的に推進するため、炭素収支に係る高精度な算定手法の確立に向けたLバンドSAR観測技術や、GHG観測によるSIF計測データも活用した高精度なバイオマス推定技術に係る初期の開発・実証を進める。

事業の内容

① 陸域炭素吸排出算定手法の開発

陸域炭素固定量のベースとなる森林バイオマスや、炭素排出量推定のベースとなる水田・湿地等の情報をSARデータから時間変化を含め高精度に推定する手法を開発することを目的に、まず航空機搭載SAR（Pi-SAR-L3）を活用し、国内テストサイトにおける多偏波（・多周波）・マルチベースライン観測及び総合的な炭素吸排出把握のためのGHG・SIF観測を行いつつ、検証データ取得のための地上計測を実施する。

② 流域スケール※での炭素収支算定手法の開発

①の空間スケールを流域・地域レベルに拡張し、炭素収支を定量的に評価する手法、及び航空機観測から衛星観測へシフトしつつ時間変化にも整合する手法を開発する。開発の検証には、長期で地上観測が継続されている大学演習林や研究機関と連携した各種データの収集や、クラウド型研究プラットフォームの構築・利用も想定。

※ 林野庁は流域を基本的単位として「森林の流域管理システム」を推進。

③ 国レベルの森林バイオマスマップの整備・検証

検証した森林バイオマス算定手法を衛星搭載SARに適用し、国レベルの高精度な森林バイオマスマップの整備に着手する。日本及び東南アジアの数ヶ国を対象に、PDCAを重ねつつ複数年に渡るマップを作成し、森林炭素動態（吸排出量）の把握を行うとともに、国連気候変動枠組条約の国別報告等への利用検討を実施する。

④ 森林カーボンクレジット算定に係る利用実証

国レベルの森林バイオマスマップを広域・安価な算定手法としてカーボンクレジット市場に利用する。クレジット市場への参入は、国内民間企業等と連携しながら精度検証及び利用実証を実施する。

各省の役割

- 文部科学省：事業とりまとめ
- 環境省・林野庁：利用実証にかかる助言

予算配分額

- 令和5年度（当初）配分額：4.0億円