

超小型衛星の統合的研究開発と実ミッションおよび各種の宇宙実験を行う高度宇宙プラットフォーム化

① 計画の概要

従来の中大型衛星に比べ数千万円～数億円までの圧倒的低コスト化、1～2年での短期開発を実現する超小型衛星(100kg以下)は世界中で宇宙開発・利用のイノベーションを起こしつつある。本提案では、超小型衛星のアーキテクチャ、要素技術、運用方法などを統合的に研究開発する技術拠点を形成し、高度化された超小型衛星を使って衛星通信・地球観測・宇宙科学探査・微小重力環境利用分野をはじめとする宇宙利用の実ミッションや各種の宇宙実験が定常的に実現される状況を作り出す。

日本が世界に先駆けて1kg衛星の打ち上げ運用に成功した超小型衛星も、昨今の欧米・中国における国を上げての研究開発の前ではジリ貧になりつつある。一方、逼迫した国家予算の中では中大型衛星の打ち上げ機会も限られ、さまざまな分野の優れたミッション提案でもその中のごく一部しか実現できない。これらを解決するために、まず、大学や企業の連合による超小型衛星の研究開発技術拠点を作り、そこで衛星バス技術やミッション技術を研究開発するとともに実ミッション実施時には衛星開発や運用を行う。上述の各宇宙利用分野に利用コミュニティを形成し、そこで定期的にプロジェクトが選ばれ拠点の開発した衛星で実際にミッションが実現する。国の支援としては、拠点を形成・維持発展させるための人件費および超小型衛星技術を高度化するためのベースとなる研究開発資金、および定常的なミッション実現の資金の提供である。地球観測や通信分野などビジネス化にもつながる分野ではベンチャー会社の資金での衛星開発や先進的技術の研究開発も行うなど、超小型衛星の開発・利用エコシステムを形成する。



図1 東京大学の開発衛星(2003-2019年に9機打ち上げ)

通信分野に関しては小型衛星によるメガコンステレーションの世界動向に遅れを取らないよう、超小型衛星による光通信を用いた大容量宇宙通信ネットワークインフラの構築を目指す。

② 学術的な意義

従来の中大型衛星の高コスト化とそれから来る機会の激減で、地球観測、工学実験、宇宙科学探査等の分野では優れたミッションのアイデアのほとんどが実現されていない。それらのうち超小型衛星で実現できるものを早期に定常的に実施することで、宇宙開発利用の多様化と拡大を加速し、それらの学術分野の知見の獲得につながると同時に、そこで実証された技術は政府衛星などにも転用でき、宇宙開発利用技術全体の高度化にも貢献する。特に、光通信技術の超小型衛星での利用については、インフラ自体の高度化を促進し産業化への期待が大きい。また、微小重力実験分野でも、燃焼、流体、材料合成、ライフサイエンス等に関する実験時間が、落下塔、航空機の提供する数秒の短時間から軌道上での数ヶ月単位にまで長時間化することは宇宙環境を利用した研究の進歩の上で非常に重要である。

また超小型衛星の特徴である多数機によるコンステレーション運用やフォーメーションフライト技術は、多数の超小型衛星による全天のガンマ線バーストや系外惑星の観測など、従来の中大型衛星一機では不可能な新たな観測軸をもたらす。さらに、従来大型衛星でしかできなかった、たとえば大口径の望遠鏡を超小型衛星の群による合成開口で獲得する手法等は従来の超小型衛星の守備範囲を拡大させ、中大型衛星の牙城だったタスクをはるかに低コストで実現する革新的手法につながると期待している。また深宇宙探査では、低コスト化・小型化により定常的な太陽系惑星や小天体の観測プロジェクトが可能となる。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

日本が世界に先駆けて打ち上げに成功した超小型衛星だが、アメリカでは年間300億円、欧州でも年間20億円の政府からの継続的な資金が投入され統合的な研究開発と実ミッションへの適用が進むのに対し、日本では競争的資金での個別の開発はあるものの、国主導の戦略的な施策がないことが課題であった。その中でも、国内では、東京大学がFIRSTやImPACTの資金で50kg-100kg級衛星に向けた統合的研究を実施し、大学・企業連携、ベンチャー会社の設立等を含め技術拠点の形成を行ってきた。その成果は地球観測の光学衛星・SAR衛星、世界初の50kg級深宇宙探査機、ルワンダ初のCubeSat、ベトナム宇宙機関向けの50kg地球観測衛星など、ビジネスにも供せられる衛星技術へとつながっている。光通信ではNICTが超小型衛星SOCRATESで地上への通信実験に成功し、宇宙機関の標準化の場(CCSDS等)で、世界各国の国際協力の枠組みのもと、日本も参画し検討を推進している。本提案ではこれらをさらに発展させ、定常的に実ミッションが実現される状況を作ることにより、日本としての超小型衛星技術・利用の戦略的発展を狙う。

④ 実施機関と実施体制

東京大学が中心となり、大学・企業と連携して研究開発を進める拠点を形成する。工学系研究科の中須賀・船瀬研究室がその中心となり、10名を超える研究員が活動しているが、理学系等と共同での宇宙惑星科学機構や東京大学が文科省から受けた国際オープンイノベーション機構とも連携し、学内の強いサポートを得ている。学外では、FIRSTの資金を受けた「ほどよしプロ

ジェクト」で構築した大学連携および 150 社を超えるサプライチェーンを元に構築する。東京大学が主導するプロジェクトから立ち上がったベンチャー会社とはすでに共同研究を進めている。JAXA とは深宇宙探査機 PROCYON や EQUULEUS の共同開発・運用、宇宙研からの大学共同利用連携拠点資金などを経て実質的な連携体制は確立している。また、NICT と東大は光通信を超小型衛星で実験する共同研究をすでに開始しており、それも今回の計画のベースとなる。

以上、関連する大学は、東京大学、東京理科大学、日本大学、東北大学、東京工業大学、九州工業大学等、研究機関としては NICT、JAXA、NPO として UNISEC、ベンチャー会社では Axelspace, Synspective, Space Edge Lab, Infostellar である。また、利用コミュニティとの今後の相談の中で、利用側の多くの大学や研究機関にも連携に参画してもらう予定である。

⑤ 所要経費

1) 拠点形成経費：(主として人件費)

初年時5名、2年目以降10名の雇用：一人1000万円の計算で 初年時5000万 以降1億円/年

2) 超小型衛星先端技術開発経費： 年間1億円程度

3) プロジェクト実施費用

50kg クラス： 衛星開発 3億円 打ち上げ費用2億円 運用 3000万円 計5.3億

5kg クラス(3U)： 衛星開発 6000万円 打ち上げ費用 3000万円 運用1000万円 計1億

衛星開発を予算の額に応じて実施。19年度は3U衛星だけ、20年度以降から年に2プロジェクトずつ実施(2年で開発し、3年目に運用)。額が減った場合は数年で1機のプロジェクト実施とするが、継続的效果を期待するには、年2機以上が望ましい。

4) その他

特殊な試験設備や地上局の整備など新規の装置の設置などお金がかかることを行わず、JAXA をはじめ国の研究機関等の持つ宇宙環境試験設備や地上局などの借用、打ち上げ機会の提供などをお願いしたい。

以上、19年度：2.5億円、20年度以降毎年最低8.3億円で最初の5年の合計35.7億円が必要である。

⑥ 年次計画

1) 2019年度

技術拠点に5名の専属研究員の雇用を行って組織の強化を行い、通信・地球観測・宇宙科学探査・微小重力環境分野の利用コミュニティとの連携会議を複数回開き、ニーズ調査と必要なバス技術調査を実施する。その結果をバス技術の研究開発ロードマップに落とし込み、連携大学にも適宜委託して研究を開始する。利用コミュニティは科研費などの資金を目指し独自にミッション系(センサー、実験装置など)開発の計画をたて、研究を開始する。そこにも技術拠点は必要な技術のサポートを行う。通信分野は、光通信が実証されれば今後の衛星運用の効率化につながるとの思想で優先的にミッションとして選定し、超小型衛星用光通信の研究開発を進め、早期の軌道上実証を目指した3U衛星のバス開発・実験機器開発を進める。

2) 2020年度以降

技術拠点への雇用は10名にする。衛星開発の資金にあわせて、利用コミュニティ内の選抜によりミッションを選んで技術拠点により衛星プロジェクトを開始し、2年以内に打ち上げを目指す。以降、年に1ないし2機の新規衛星プロジェクトの選定を行い平行開発を行う。技術拠点は衛星バス技術およびミッション系の開発は継続するとともに、超小型衛星ベンチャー会社からの衛星開発運用や技術研究の委託も受けて活動費用を補填する。連携する大学学生もインターンシップ的に衛星開発に参加、技術だけでなくプロジェクトの進め方などの経験をつませ将来のプロマネ人材を育成する。

3) 2021年以降(衛星の打ち上げが行われた年以降)

継続して2)の活動を行うとともに、衛星の打ち上げが行われたあとはその衛星を技術拠点と利用側と共同で運用し、その成果をバス技術のロードマップにフィードバックする。

⑦ 社会的価値

宇宙利用のミッション機会が極めて少なかったという課題を解消して多くの潜在ミッションが実現され、それぞれの分野から社会への貢献がもたらされる。たとえば、地球観測分野ではさまざまな観測機器による時間分解能の高い地球のモニターが、安全安心や農林水産業、地球温暖化の監視などに関連するビッグデータを提供しSDGsに貢献するとともに、データを利用した産業の育成につながるであろう。予算の縛りで実現できなかったさまざまな宇宙科学探査ミッションが実現され、宇宙や地球に関する知識を拡大するであろう。それらの過程で実プロジェクトを通しての人材育成やベンチャー会社による宇宙産業化にも貢献する。大容量光通信技術は、メガコンステレーションなどの今後の大きな宇宙インフラ構築のキー技術となり産業界や社会に貢献するとともに、超小型衛星による宇宙通信自体がIoT時代の新しい産業を生むであろう。微小重力環境における知見の獲得は有人宇宙活動や宇宙サイエンスにおいて必須である。国の宇宙開発に対しても、予算の制約から実現できなかった宇宙ベースの社会インフラの構築や公共サービスができるようになるという意味で貢献する。

⑧ 本計画に関する連絡先

中須賀 真一(東京大学大学院工学系研究科)

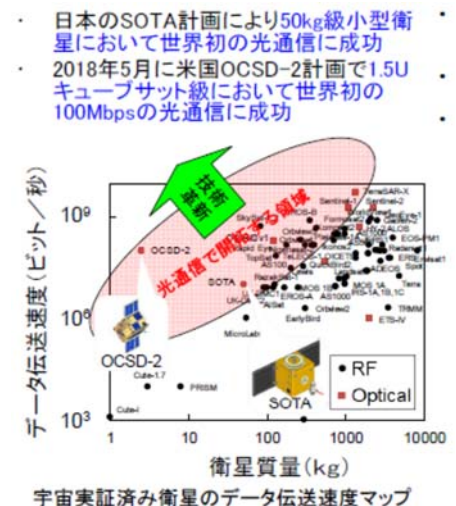


図2 超小型衛星による光通信技術の発展