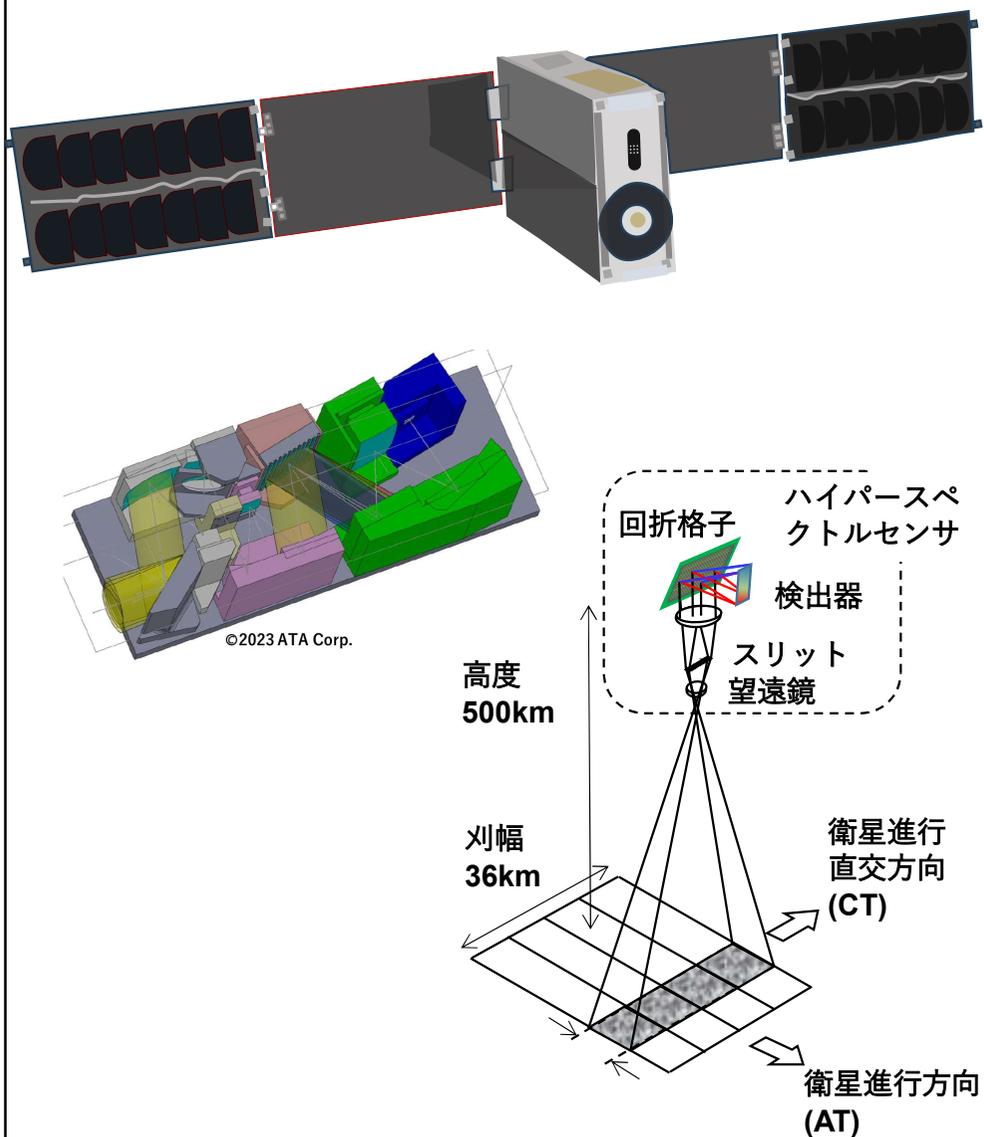
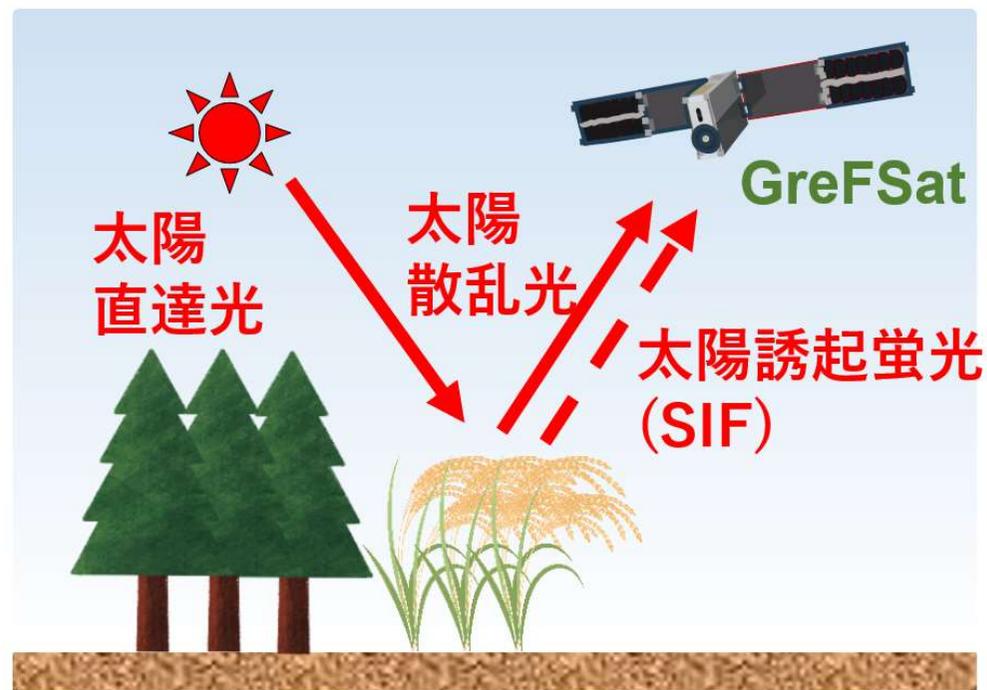


①発表番号	②セッション	③セッション名	
2-4	セッション2	JAXA-SMASH第1回、第2回公募で選定された超小型衛星ミッションの紹介	
④発表タイトル			⑤発表者所属・氏名
みどりの食料システムを支える衛星(Green Food system support Satellite (GreFSat))			東京大学 川島 高弘
⑥著者	⑦所属	⑧代表者メールアドレス	⑨現在の状況：
a. (代表)川島高弘、岩崎晃、中須賀真一、井上吉雄、横矢直人、b. 木村俊義、佐野琢己、佐藤世智、朝倉一統、野田篤司、c. 高橋秀典、黒瀬実、岩崎裕行、尾形和次、d. 鈴木清三	a. 東京大学、b. AXA、c. (株)エーティーエー、d. 東明技研(株)		開発移行可能
⑩概要 (200字程度)		⑪本ミッションの狙い	⑫実現のキーとなる要素技術
食料安全保障の基盤である作物生産においては、収量向上とともに窒素肥料・農薬使用の適正化による省資材生産と環境保全(みどりの食料システム)がグローバルな重要課題となっている。本ミッションでは、上記課題に対応するため超小型衛星搭載ハイパースペクトルセンサにより作物成長・収量の基幹プロセスに関わる窒素含有率などの成分、光合成などの生理生化学的な機能の計測を実現させることを目標とする。連続分光スペクトル(400-1700nm)、植物蛍光(波長分解能2nm)の併用により作物成長・収量の基幹プロセスに関わる窒素含有率などの成分、光合成などの生理生化学的な機能を推定する		農業の情報化・スマート化、各国の作物の生育状況監視する食料安全保障への貢献、森林・草原等の植生資源の見える化等が期待される。衛星技術開発の観点では、高性能ハイパースペクトルセンサの小型化技術を確立し、様々な目的で超小型衛星によるコンステレーション観測の実現を可能とする。	<ul style="list-style-type: none"> 可視エンハンス型InGaAs検出器を用いたVNIR~SWIR一体型回折格子型ハイパースペクトルセンサ F値=2.2の明るい光学系を採用し超小型ハイパースペクトルセンサながら高SNR観測(>130)の実現 オンボード処理によるダウンリンクレート削減(目標1/1000)
⑬本ミッションを達成するために必要な衛星のスペック・機能・軌道		⑭開発状況・計画	
寸法：6U, 質量：12-15kg, 消費電力:T.B.D ダウンリンク可能なデータ容量：9Gbit/day CTポインティング: +/-30° 軌道：高度500km、軌道傾斜角約97°、回帰日数5日、地方時10:00		2023年度FSにてミッション要求検討、システム設計、センサおよび衛星バスのハードウェア検討を実施、仕様を固めた。本検討により実現性が得られた高度な衛星システムを基軸としエンドユーザへのサービス提供環境の整備も含めた大規模な実利用衛星プロジェクトとなり得ることが明らかとなった。このため開発フェーズは本検討の成果を最大限に活用しながら他予算・基金に応募する方針とする。予算獲得および開発計画が順調に進めば2024年度後半~2026年度後半の2年間で衛星システムの設計・製造を実施、2026年度中に初号機の打ち上げを目指す。初号機でデータ品質を検証後、2号機以降を順次打ち上げ、2032年までに10機体制を目指す。	

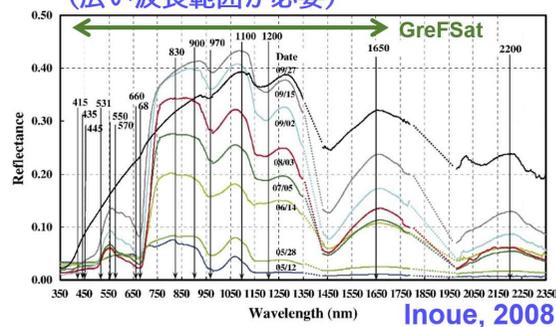
⑮衛星のイメージ図



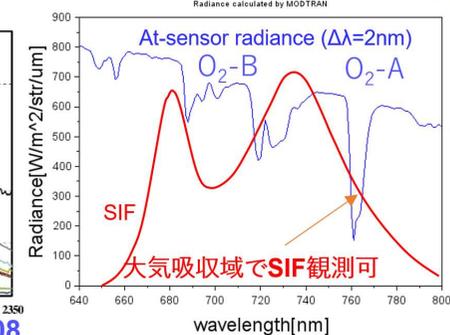
⑯ミッションのイメージ図 (※あれば)



稲の生育に伴う太陽散乱光季節変化 (広い波長範囲が必要)



太陽誘起蛍光 (高波長分解能が必要)



⑰ ミッションや技術詳細

食料安全保障の基盤である作物生産においては、収量向上とともに窒素肥料・農薬使用の適正化による省資材生産と環境保全（みどりの食料システム）がグローバルな重要課題となっている。本ミッションでは、上記課題に対応するためハイパースペクトルセンサにより作物成長・収量の基幹プロセスに関わる窒素含有率などの成分、光合成などの生理生化学的な機能の計測を実現させることを目標とする。上記の目的実現のためセンサ要求仕様は波長域400～1700nm、波長分解能10nm（蛍光観測モードで2nm程度）、GSD=70m、SNR～130を目標とする。これら高い要求を超小型センサで実現するために最新の可視エンハンス型InGaAs検出器を用いて可視近赤外部と短波長赤外部を一体化し、非球面三枚鏡を採用したF値=2.2の明るい光学系の実現によりSNR>130を目標とする。さらにE-to-E simulatorを軸とした開発プロセスのデジタル化、専用チップ搭載によるオンボード処理化、他衛星マルチ画像とのデータフュージョンによる高解像度化といった最新手法・コンセプトを従来の中大型センサに先駆けて導入する。事業化に際し、営農支援システムを手掛けるアグリテック企業と連携し、植生パラメータ・窒素含有量等のプロダクトを提供、衛星から営農支援までend-to-endでサービスを提供する。2号機目以降は外部資金獲得、民間資本導入、顧客事業収入による資金調達により2032年度までに10機程度のコンテレーションフライトを実現する予定である。

⑱ 参考文献など（optional）

- ① Inoue, Y., J. Penuelas, J., Miyata, A., Mano, M., Normalized difference spectral indices for estimating photosynthetic efficiency and capacity at a canopy scale derived from hyperspectral and CO2 flux measurements in rice, Remote Sensing of Environment 112, 156-172, 2008.
- ② Inoue, Y. et al., Diagnostic mapping of canopy nitrogen content in rice based on hyperspectral measurements, Remote Sensing of Environment, 126, pp.210-221, 2012
- ③ Nakasuka, S. et al., Discussions on attitude determination and control system for micro/nano/pico-satellites considering survivability based on Hodoyoshi-3 and 4 experiences, Acta Astronautica, 145, pp.515-527, 2018