P-084

SS-520-3 号機観測ロケット実験の現状と期待される成果
Sounding Rocket Experiment SS-520-3

＊齋藤 義文[1]、小嶋 浩嗣[2]、小川 泰信[3]　、SS-520-3 観測ロケット実験 PI チーム

*Yoshifumi Saito[1] , Hirotsugu Kojima[2] , Yasunobu Ogawa[3], and SS-520-3 PI Team

1. 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・太陽系科学研究系、2. 京都大学 生存圏研究所、3. 国立極地研究所

1.Solar System Science Division, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2.Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 3.National Institute of Polar Research

電離大気の加速・流出現象は、地球のみならず火星、水星を含む他惑星や月を含む衛星周辺でも起こる普遍的な現象であることが最近の国内外の観測で次第に明らかとなってきた。SS-520-3 観測ロケット実験は、地球で主要な電離大気流出が起きている極域カスプ周辺領域において、電離大気流出の原因として理論的に想定されている波動ー粒子相互作用をその場で検出、解明するミッションである。2019 年度冬季の打ち上げを目指している現状と今後の予定について紹介する。

ISAS SS520-3 Sounding Rocket Experiment from Svalbard

目的:
カスプ上空電離圏最上部における流出イオンの加速・加熱メカニズムを明らかにする。

希望打ち上げ時期:
2019年度冬期

27 researchers from 13 universities / institutes are participating

Kyoto Univ., Tohoku Univ., Toyama Pref. Univ., Kanazawa Univ., Nagoya Univ., Tokai Univ., ISAS, NIPR, Univ. of Electro-Communications, Univ. of Tokyo, Osaka Univ., NAOJ, Univ. of Oslo (Norway)

現状

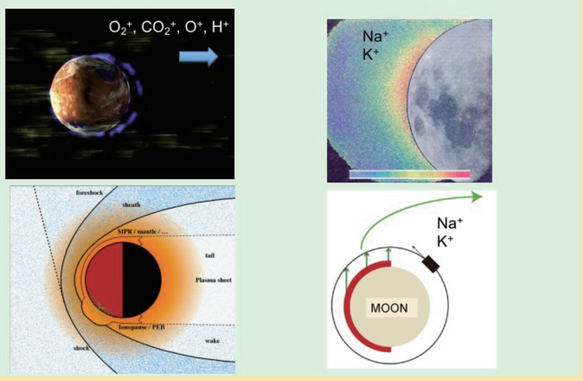
SS-520-3の打ち上げは２０１７年１２月６日から１９日の間を目指していたが、噛み合わせ試験の最終段階で、タイマ試験（タイマシーケンス中の火工品発火や搭載機器類の動作確認）において、コマンド抜け、すなわち搭載機器の高圧電源が入らないなどの不具合事象が確認された（火工品点火については問題なし）。 FTAにより背後要因等技術的な調査を進めたところ、ロケットアビオニクスの動作不安定が起因となって、イベントに係る一部のコマンドが送出されていないことが分かった。
当該実験は海外打上げであることから、機材輸送は打上げ時期の約２か月前（１０月中旬）が制約になっていた。しかし、出荷時期までに当該不具合事象の技術的な確認および処置の完了がさせることが困難であると判断されたため、実験実施の延期を決定した。２０１８年度冬期の打ち上げを希望していたが、宇宙研の厳しい予算状況から希望は叶わず、２０１９年度冬期の打ち上げを目指して準備を進めている。

概要

本ロケット実験では、SS-520にプラズマ波動およびプラズマ粒子の複数の観測装置を搭載し、極域昼間側のカスプ領域上空をターゲットとして観測を行う。

使用ロケット	SS-520
打ち上げ場所	ノルウェー・スバルバール諸島 Ny Alesund
打ち上げ方向	スバルバール・Ny Alesundから南南西方向
打ち上げ年度	2019年度
要求到達高度	Apexは高度750km以上

電離大気の流出現象は地球を含む様々な天体で観測される。
しかし、そのメカニズムは多様。
身近な地球の電離大気流出メカニズムを明らかにしたい



地球磁気圏への粒子（イオン）の流れ

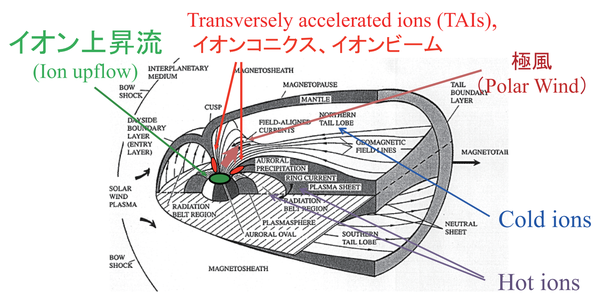


Figure 1.1: Schematic diagram of the Earth's magnetosphere showing the various regions and boundaries [After Roederer, 1981].

電離圏イオン流出とイオン上昇流

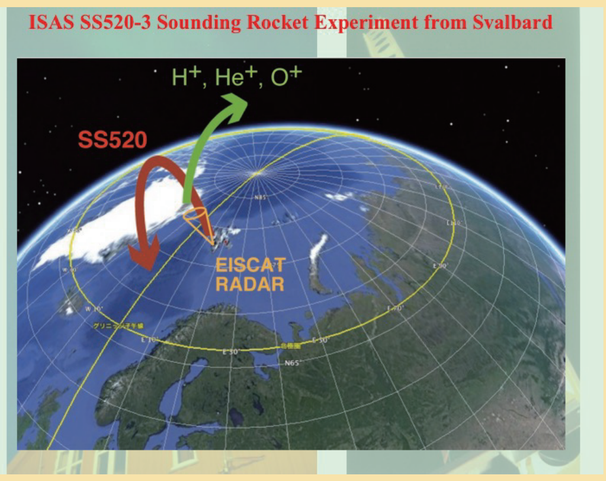
電離圏イオンは様々な領域/高度で加速・加熱を受けて上昇する

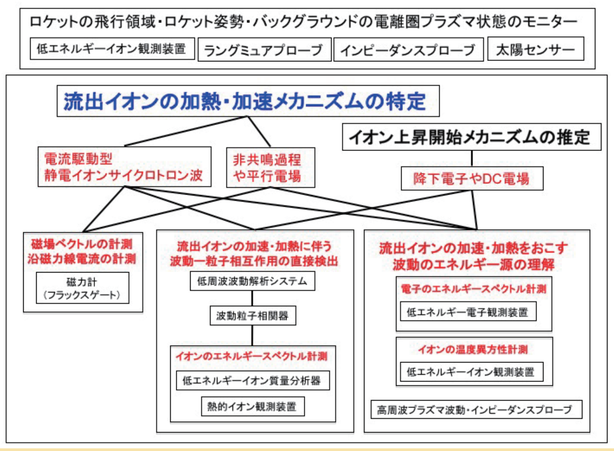
- 化学反応（電離、電荷交換反応、、、、）
- イオンの圧力勾配力（摩擦加熱、、、）
- 双極性電場の効果（電子の圧力勾配力でイオンを引っ張る）
- ミラー力や遠心力（共に、1000 km よりも高高度の無衝突プラズマで重要に。）
- 各種プラズマ波動（Ion cyclotron waves, broad band ELF, and Lower Hybrid waves,..）

上昇するイオンはこれらの過程で**超音速（> 1-2 km/s）**に。
さらに、地球の**脱出速度（約10 km/s、O^+では約8 eV）**を超える。

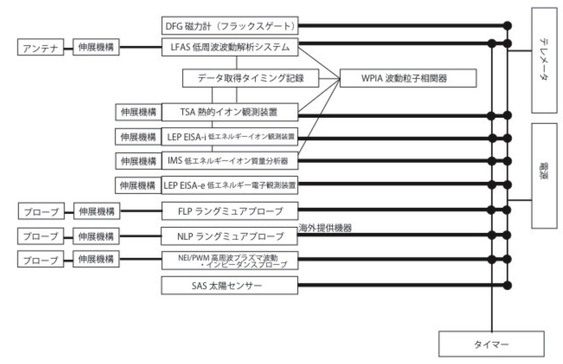
単一の観測機器のみでは、すべてを理解することは不可能。
人工衛星や、ロケット、地上レーダー、モデリングなどを相補的に組み合わせた観測・解析が重要に。

ISAS SS520-3 Sounding Rocket Experiment from Svalbard





搭載機器



打ち上げ時期

地上からの光学観測を同時に行うため、冬期の新月付近を希望。

新月を挟んだ打ち上げウィンドウ：

打ち上げ希望期間
2020年1月17日から1月30日までの2週間

打ち上げ条件

打ち上げ時刻
• 0700UT-1130UT (0800LT-1230LT: 1000MLT-1430MLT)

打ち上げ条件及びタイミング
•打ち上げ時の天候が光学観測可能な晴天の状態であること。
•太陽風モニター衛星によって観測される惑星間空間磁場が、南向き状態を維持した状態であること。
•ロケット軌道がカスプ領域上空を通過可能であること。（地上（Ny Alesund, Longyearbyen）からの光学観測や、HFレーダーのリアルタイムデータで判断可能）
•ロケット軌道のAPEX（750km付近）の磁力線に沿ったより低い約400km付近の高度において、カスプ領域に特有の電子温度上昇やイオンの上昇流がEISCATレーダーで観測されている状態であること。

以上の判断を打ち上げ約2時間前に行う。
打ち上げの最終判断は打ち上げ約10分前に行うことを希望。

PIグループ名簿（順不同）

小嶋 浩嗣	（京都大学 生存圏研究所）LFAS	松岡 彩子	（宇宙科学研究所）DFG
笠羽 康正	（東北大学 大学院理学研究科）	高橋 隆男	（東海大学）
加藤 雄人	（東北大学 大学院理学研究科）	田中 真	（東海大学）SAS
石坂 圭吾	（富山県立大学 工学部）	野村 麗子	（国立天文台）
八木谷 聡	（金沢大学 理工学域）	小川 泰信	（国立極地研究所）
笠原 禎也	（金沢大学 総合メディア基盤センター）	細川 敬祐	（電気通信大学）
井町 智彦	（金沢大学 総合メディア基盤センター）		
尾崎 光紀	（金沢大学 理工学域）	Jøran Moen	(University of Oslo) NLP
後藤 由貴	（金沢大学 理工学域）		
三好 由純	（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）		
三宅 亘	（東海大学）		
平原 聖文	（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）		
齋藤 義文	（宇宙科学研究所）		
浅村 和史	（宇宙科学研究所）TSA/IMS		
横田 勝一郎	（大阪大学）LEP-EISAe/EISAi		
笠原 慧	（東京大学）		
高島 健	（宇宙科学研究所）		
阿部 琢美	（宇宙科学研究所）FLP		
熊本 篤志	（東北大学）NEI/PWM		
佐藤 由佳	（国立極地研究所）		

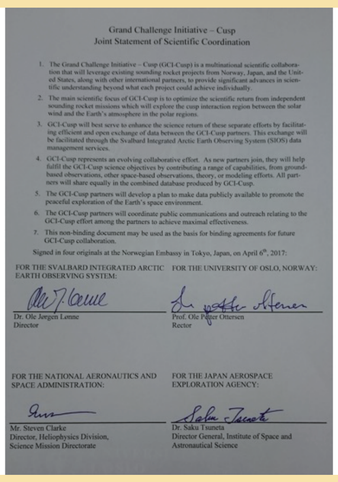
計27名、13機関

衛星ミッション用に新たに開発したあるいは開発している高性能観測装置を用いて、新たな観測を行う。

Wave-Particle Interaction Analyzer
(directly detecting wave-particle interaction with micro second time resolution)

プラズマ波動の観測装置と、プラズマ粒子の観測装置を接続して、波動と粒子の間のエネルギーのやり取りを直接計測する。

SS520-2ではターゲットを捉える事が出来なかったが、ターゲットを捉える事ができれば、波動ー粒子相互作用の直接計測によって、波動による粒子加熱の決定的な証拠を得る事ができる。（注：過去のNy Alesundからの実験では、約2/3の割合でターゲットを捉える事ができている）


Grand Challenge Initiative – Cusp
Joint Statement of Scientific Coordination

1. The Grand Challenge Initiative – Cusp (GCI-Cusp) is a multinational scientific collaboration that will leverage existing sounding rocket projects from Norway, Japan, and the United States, along with other international partners, to provide significant advances in scientific understanding beyond what each project could achieve individually.
2. The main scientific focus of GCI-Cusp is to optimize the scientific return from independent sounding rocket missions which will explore the cusp interaction region between the solar wind and the Earth's atmosphere in the polar regions.
3. GCI-Cusp will best serve to enhance the science return of these separate efforts by facilitating efficient and open exchange of data between the GCI-Cusp partners. This exchange will be facilitated through the Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System (SIOS) data management services.
4. GCI-Cusp represents an evolving collaborative effort. As new partners join, they will help fulfill the GCI-Cusp science objectives by contributing a range of capabilities, from ground-based observations, other space-based observations, theory, or modeling efforts. All partners will share equally in the combined database produced by GCI-Cusp.
5. The GCI-Cusp partners will develop a plan to make data publicly available to promote the peaceful exploration of the Earth's space environment.
6. The GCI-Cusp partners will coordinate public communications and outreach relating to the GCI-Cusp effort among the partners to achieve maximal effectiveness.
7. This non-binding document may be used as the basis for binding agreements for future GCI-Cusp collaboration.

Signed in four originals at the Norwegian Embassy in Tokyo, Japan, on April 6th, 2017:

FOR THE SVALBARD INTEGRATED ARCTIC EARTH OBSERVING SYSTEM:
Dr. Ole Jørgen Lønne, Director

FOR THE UNIVERSITY OF OSLO, NORWAY:
Prof. Ole Petter Ottersen, Rector

FOR THE NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION:
Mr. Steven Clarke, Director, Heliophysics Division, Science Mission Directorate

FOR THE JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY:
Dr. Saku Tsuneta, Director General, Institute of Space and Astronautical Science

2017年4月6日にノルウェー大使館で Joint Statement に Norway, NASA, ISAS/JAXAが署名

まとめ

- 電離大気の加速・流出現象は、地球のみならず火星、水星を含む他惑星や月を含む衛星周辺でも起こる普遍的な現象。しかし、その流出機構は、それぞれの天体の条件で様々に変化。それらの機構を理解することは、天体周辺大気の変遷を理解・予測する上で必要不可欠。
- 本ロケット実験においては、SS-520 にプラズマ波動およびプラズマ粒子の複数の観測装置を搭載し、極域昼間側のカスプ領域上空をターゲットとして観測を行う。特に、波動一粒子相関器により、プラズマ波動の観測装置と、プラズマ粒子の観測装置を接続して、波動と粒子の間のエネルギーのやり取りを直接計測する。

使用ロケット：	SS-520
打ち上げ場所：	ノルウェー・スバルバール諸島　Ny Alesund
打ち上げ方向：	スバルバール・Ny Alesundから南南西方向
打ち上げ年度：	2019年度の冬期
要求到達高度：	Apexは度750km以上

This document is provided by JAXA.