

SS-520-3 号機観測ロケット実験の現状

齋藤義文・小嶋浩嗣・小川泰信

SS-520-3 観測ロケット実験 PI チーム

過去の観測ロケット実験や、衛星観測によって大量の電離圏イオンが極域の電離圏特にカスプ領域から磁気圏へ逃げ出していることが明らかとなっている。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が、その流出機構については、それぞれの天体の条件で様々に変化し、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である。SS520-3 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-粒子相互作用を、将来の人工衛星ミッションに向けて新たに開発された観測装置を用いて世界で初めてその場で検出、解明するミッションである。極域のカスプ領域は、昼間側の磁気圏界面に磁力線がつながった領域であり、太陽風のエネルギーが直接注入される領域である。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-粒子相互作用は、高度 750km 以上の高高度で効果的に起こることが予想されているため、本実験には最高高度 750km を超えることのできる 2 段式の SS-520 観測ロケットが必要である。昼間側のカスプ領域を通過するように SS-520 を打ち上げることのできる射場はスピッツベルゲン諸島スバルバードのニーオレスン実験場しかない。図 1 に SS-520-3 観測ロケット実験の実験概念図を示す。

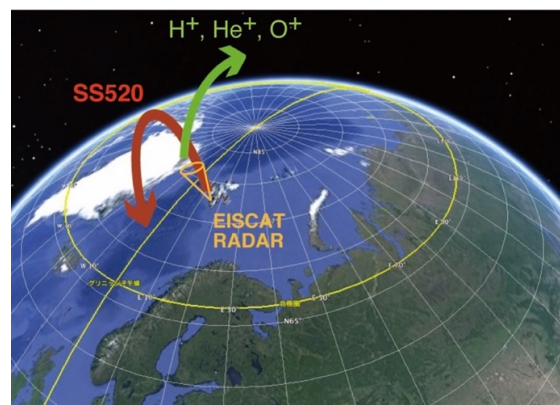


図 1 SS520-3 観測ロケット実験の実験概念図

SS-520-3 観測ロケット実験では、打ち上げタイミング決定の条件である「観測ロケットの軌道が観測対象とするカusp領域の上空を通過するかどうか」の判断のために、主に地上からの光学観測のリアルタイムデータが重要になる。そこで、本観測ロケット実験は、SS-520-3 号機観測ロケットチームと、地上の光学観測チーム、EISCAT スバルバードレーダー観測チームと共同で実施する。また、本観測ロケット実験は、Grand Challenge Initiative - Cusp (GCI-Cusp) と呼ばれる国際的な共同科学観測プロジェクトにも参加している。

図2に搭載観測装置のPI部ブロック図を示す。SS-520-3 観測ロケットには、デジタル方式フラックスゲート磁力計 (DFG)、低周波波動解析システム (LFAS: Low Frequency Analyzer System)、熱的イオン分析器 (TSA: Thermal Ion Spectrum Analyzer)、低エネルギーイオン/電子計測器 (LEP: Low Energy Particle experiment)、低エネルギーイオンエネルギー質量分析器 (IMS: Ion Mass Spectrometer)、高速ラングミュアプローブ (FLP: Fast Langmuir Probe)、針状ラングミュアプローブ (NLP: Needle Langmuir Probe)、高周波プラズマ波動・インピーダンスプローブ (PWM: Plasma and Wave Monitor) の各観測装置と、姿勢決定のための太陽センサー (SAS: Sun Aspect Sensor) を搭載する。このうち、NLPはノルウェーから提供される国外の観測装置である。また、LFASとTSA/IMSの双方で取得されるデータを高速にメモリに保存し、メモリに保存されたデータを地上に送って解析することで、これらの観測装置は、WPIA (Wave Particle Interaction Analyzer: 波動粒子相関器) として機能する。SS-520-3 観測ロケットの最高高度要求はイオンの加速・加熱が効率よく起こると考えられている750km以上である。電流駆動型プラズマ不安定によって、生成される静電波によるイオンの加速が最も重要なメカニズムであると思われているが、加速・加熱メカニズムの詳細は、その場における高時間・空間分解能観測が少ないことから、未だにはっきりとしていない。SS-520-3 号機観測ロケットに搭載される、波動-粒子相関器 (WPIA) によって、このメカニズムの理解が飛躍的に進むものと考えている。図3にはそれぞれの観測装置の観測対象と、明らかにすべき科学目的を示す。

Science Payloads

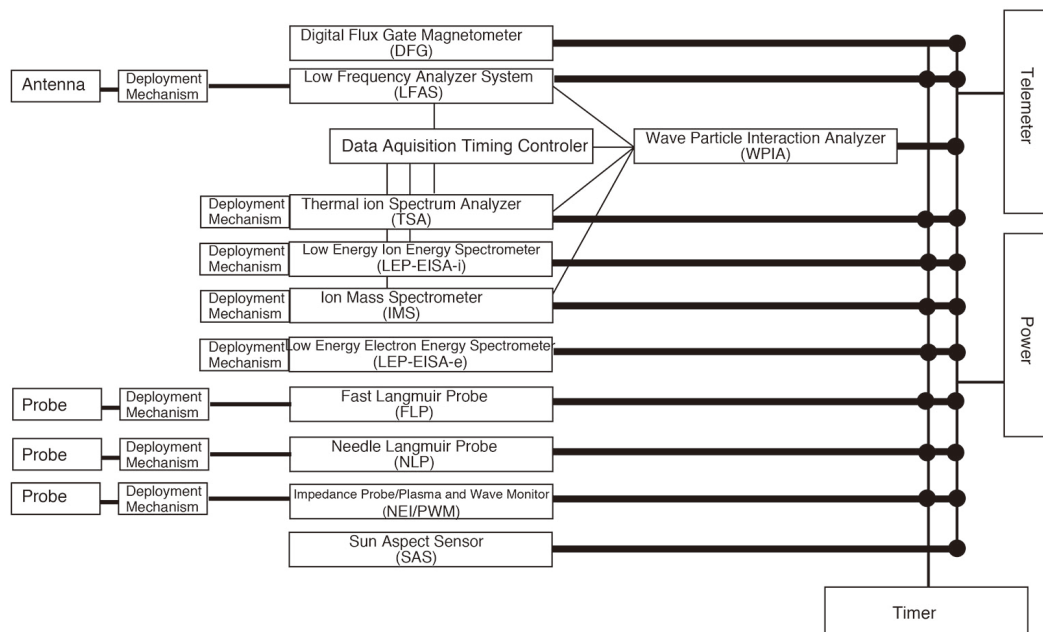


図 2 SS520-3 搭載観測装置ブロック図

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（2017年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。現在の太陽周期の太陽活動度は2020年度の極小期に向けて下がり続けているところである。太陽活動度の低下に伴い、地球磁気圏の磁気活動度も下がり、ターゲットとするカスプの緯度が高くなるため、SS-520-3のAPEXがカスプの南側になってしまう可能性が高

くなる。そこで、できる限り早い時期の打ち上げと、ロケット軌道の APEX の緯度を上げるために可能な限り高い Elevation 角での打ち上げを希望している。現在、2019 年度冬期の打ち上げを希望して調整中である。

北欧 Ny A esund からの宇宙研の観測ロケットの打ち上げは、SS520-2 号機に続き約 20 年ぶりとなる。この大変貴重な機会を最大限に生かして、電離大気流出の原因として理論的に想定されていながら未解決のままとなっている、波動-粒子相互作用の検出に是非とも成功してそのメカニズムを解明したいと考えている

Role of the Science Payloads

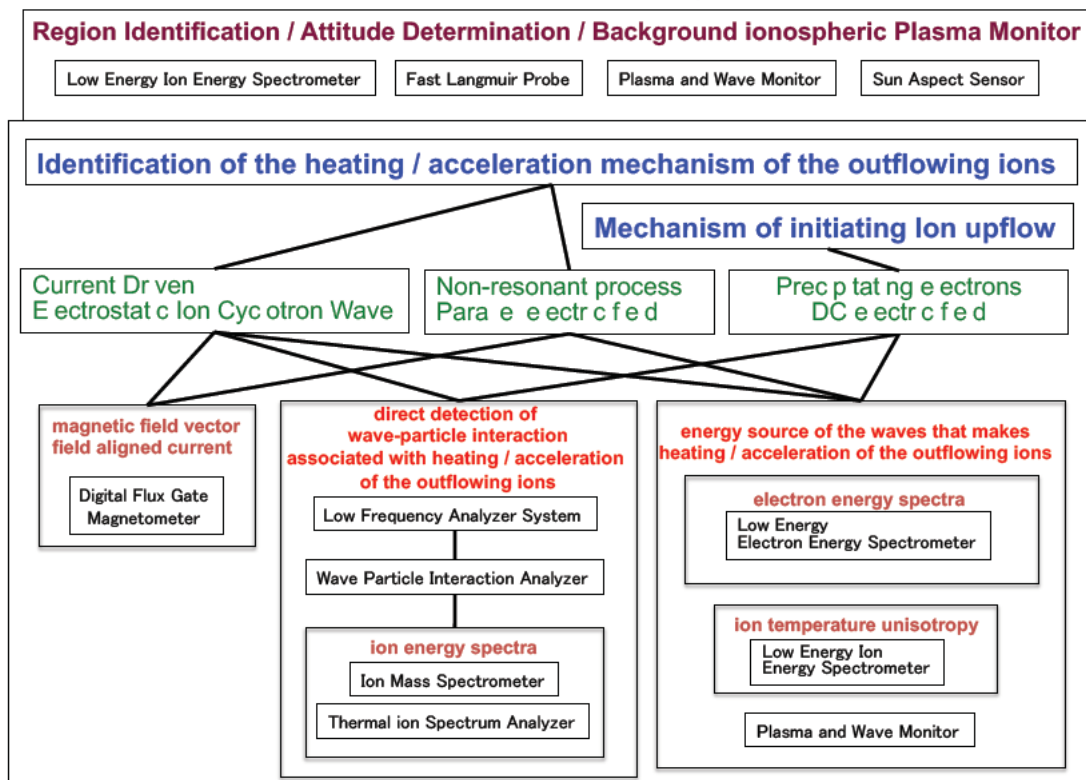


図3 SS520-3 搭載観測装置の観測対象と、明らかにすべき科学目的