

R005-01

B会場：11/4 PM1 (13:45-15:30)

13:45~14:00

SS-520-3号機観測ロケット実験フライト結果の概要

#齋藤 義文¹⁾, 小嶋 浩嗣²⁾, 小川 泰信³⁾, 浅村 和史⁴⁾, 阿部 琢美⁵⁾, 石坂 圭吾⁶⁾, 栗田 怜⁷⁾, 熊本 篤志⁸⁾, 頭師 孝拓⁹⁾, 田中 真¹⁰⁾, 滑川 拓¹¹⁾, 野村 麗子¹²⁾, 細川 敬祐¹³⁾, 松岡 彩子¹⁴⁾, 横田 勝一郎¹⁵⁾, Moen Joran¹⁶⁾, Miloch Wojciech J.¹⁷⁾

(¹⁾宇宙研, (²⁾京大・生存圏, (³⁾極地研, (⁴⁾宇宙研, (⁵⁾JAXA宇宙科学研究所, (⁶⁾富山県大・工, (⁷⁾京都大学生存研, (⁸⁾東北大・理・地球物理, (⁹⁾奈良高専, (¹⁰⁾東海大・情教セ, (¹¹⁾東大・理・地惑, (¹²⁾JAXA, (¹³⁾電通大, (¹⁴⁾京都大学, (¹⁵⁾大阪大, (¹⁶⁾オスロ大学, (¹⁷⁾University of Oslo

Overview of the SS-520-3 Sounding Rocket Experiment

#Yoshifumi Saito¹⁾, Hirotsugu Kojima²⁾, Yasunobu Ogawa³⁾, Kazushi Asamura⁴⁾, Takumi Abe⁵⁾, Keigo Ishisaka⁶⁾, Satoshi Kurita⁷⁾, Atsushi Kumamoto⁸⁾, Takahiro Zushi⁹⁾, Makoto Tanaka¹⁰⁾, Taku Namekawa¹¹⁾, Reiko Nomura¹²⁾, Keisuke Hosokawa¹³⁾, Ayako Matsuoka¹⁴⁾, Shoichiro Yokota¹⁵⁾, Joran Moen¹⁶⁾, Wojciech J. Miloch¹⁷⁾

(¹⁾ISAS, (²⁾RISH, Kyoto Univ., (³⁾NIPR, (⁴⁾ISAS/JAXA, (⁵⁾ISAS/JAXA, (⁶⁾Toyama Pref. Univ., (⁷⁾RISH, Kyoto Univ., (⁸⁾Dept. Geophys, Tohoku Univ., (⁹⁾National Institute of Technology, Nara Col., (¹⁰⁾Tokai Univ., (¹¹⁾Earth and Planetary Science, Tokyo Univ., (¹²⁾JAXA, (¹³⁾UEC, (¹⁴⁾Kyoto University, (¹⁵⁾Osaka Univ., (¹⁶⁾University of Oslo, (¹⁷⁾University of Oslo

In order to understand the particle acceleration processes that cause the ion outflow by making in-situ observation of the wave-particle interaction in the polar cusp, SS-520-3 sounding rocket was successfully launched from Ny-Alesund on 4 November 2021.

Although SS-520-3 was planned to be launched in December 2017, the launch was postponed due to mal-function of the timer equipment that was found during the final stage of the integration test. After fixing the timer equipment problem, we

had no launch opportunity until 2021. During the postponement period, the solar activity decreased to the solar minimum around the end of 2019 and started to recover afterwards. It was good for the SS-520-3 sounding rocket experiment that the solar activity in November 2021 recovered to the level similar to that in December 2017. The opportunities that satisfy the launch condition were rare around the solar minimum since the latitude of cusp became higher comparing the apex latitude of SS-520-3.

An M-class flare occurred two days before the scheduled two-week launch window that started on 3 November. A halo CME was observed in conjunction with this flare and reached Earth around 2000 UT on November 3, which triggered the magnetic storm on November 4.

SS-520-3 was launched at 10:09:25UT with the launcher setting Azimuthal angle of 202.4deg. and Elevation angle of 80.7deg. The condition of the ionosphere before and after the launch was monitored by 32 m and 42m antennas of the EISCAT Svalbard Radar and the launch timing was decided mainly by confirming that the electron temperature increased at the altitude of 350km where the apex of the rocket was traced down along the magnetic field line. The trajectory of the rocket was mostly as planned with the apex altitude of 742.011km (at +487.0s 10:17:32UT) and the impact range of 1353.861km (at +993.5s 10:25:59UT).

SS-520-3 was equipped with 9 onboard instruments including DFG: Digital Flux Gate magnetometer, LFAS: Low Frequency Analyzer System, TSA: Thermal ion Spectrum Analyzer, LEP: Low Energy Particle experiment, IMS: Ion Mass Spectrometer, FLP: Fast Langmuir Probe, NLP: Needle Langmuir Probe, NEI/PWM: Plasma and Wave Monitor, and SAS: Sun Aspect Sensor. Judging from the obtained data, SS-520-3 succeeded in flying in the mantle, cusp, and LLBL during the time period around the Apex above 700km altitude and afterwards. All the onboard instruments succeeded in obtaining data during the SS-520-3 flight in the cusp.

SS-520-3 sounding rocket experiment is a part of the comprehensive observation campaign including ground-based radar and optical observations. SS-520-3 sounding rocket experiment is also one of the projects participating in “A Grand Challenge Initiative (GCI) Cusp program” that is a large-scale international collaboration for targeting advancement in the common understanding of cusp region space physics.

極域カスプにおける電離大気の流出メカニズムを解明する目的で、2021年11月4日にNy-AlesundからSS-520-3号機観測ロケットが打ち上げられた。元々、SS-520-3号機観測ロケットは2017年12月に打ち上げる予定であったが、噛み合わせ試験の最終段階でタイマー装置に不具合が見つかったため、打ち上げが延期されることになった。その後、タイマー装置の不具合の改修は完了したものの、いくつかの理由から2021年まで打ち上げることができなかった。打ち上げの延期が続く中、2019年末頃に太陽活動は低下して太陽活動極小となり、その後再び回復に向かった。太陽極小期にはSS-520-3の最高高度の緯度に比べてカスプの緯度が高くなり打ち上げ条件を満たす機会が少なくなっていたため、2021年11月の太陽活動が、2017年12月と同程度に回復したことはSS-520-3号機観測ロケット実験にとって好都合であった。

11月3日からの2週間に予定されていた打ち上げ期間が始まる2日前にMクラスフレアが発生した。このフレアに伴ってハローCMEが観測され、11月3日の2000UT頃に地球に到達したことで11月4日には磁気嵐が発生した。

SS-520-3号機観測ロケットは、方位角 202.4 度、仰角 80.7 度で 10 時 09 分 25 秒 UT に打ち上げられた。打ち上げ前後の電離層の状態を EISCAT スヴァールバル・レーダーの 32m と 42m アンテナでモニターし、ロケット軌道の頂点付近を通る磁力線に沿った高度 350km 付近の位置で電子温度が上昇していることを確認して、打ち上げタイミングを決定した。ロケットの軌道はほぼ計画通りで、打ち上げ 487 秒後（10 時 17 分 32 秒 UT）には最高高度 742km に到達し、打ち上げ 994 秒（10 時 25 分 59 秒 UT）には水平距離 1354km を飛んで着水した。

SS-520-3 号機観測ロケットには、DFG: Digital Flux Gate magnetometer、LFAS: Low Frequency Analyzer System、TSA: Thermal ion Spectrum Analyzer、LEP: Low Energy Particle experiment、IMS: Ion Mass Spectrometer、FLP: Fast Langmuir Probe、NLP: Needle Langmuir Probe、NEI/PWM: Plasma and Wave Monitor、SAS: Sun Aspect Sensor の 9 つの観測装置が搭載されているが、得られたデータから SS-520-3 号機観測ロケットは高度 700km 以上の Apex 付近とそれ以降の時間帯に、マントル、カusp、LLBL を飛行することに成功したことがわかった。また、SS-520-3 号機観測ロケットがカuspを飛行している間、搭載されたすべての観測機器がデータを取得することに成功した。

SS-520-3 号機観測ロケット実験は、地上レーダーや光学観測を含む総合的な観測キャンペーンとして実施した。また、SS-520-3 号機観測ロケットは、カusp領域の物理の共通理解を深めることを目的とした大規模な国際共同プロジェクト「Grand Challenge Initiative (GCI) Cusp program」に参加するプロジェクトの 1 つでもある。