

SS-520-3号機

【打上げ日時】 2021年11月4日 11時09分25秒(LT)

【打上げ場所】 アンドーヤスペースセンター
スバルバードロケット実験場（ノルウェー）

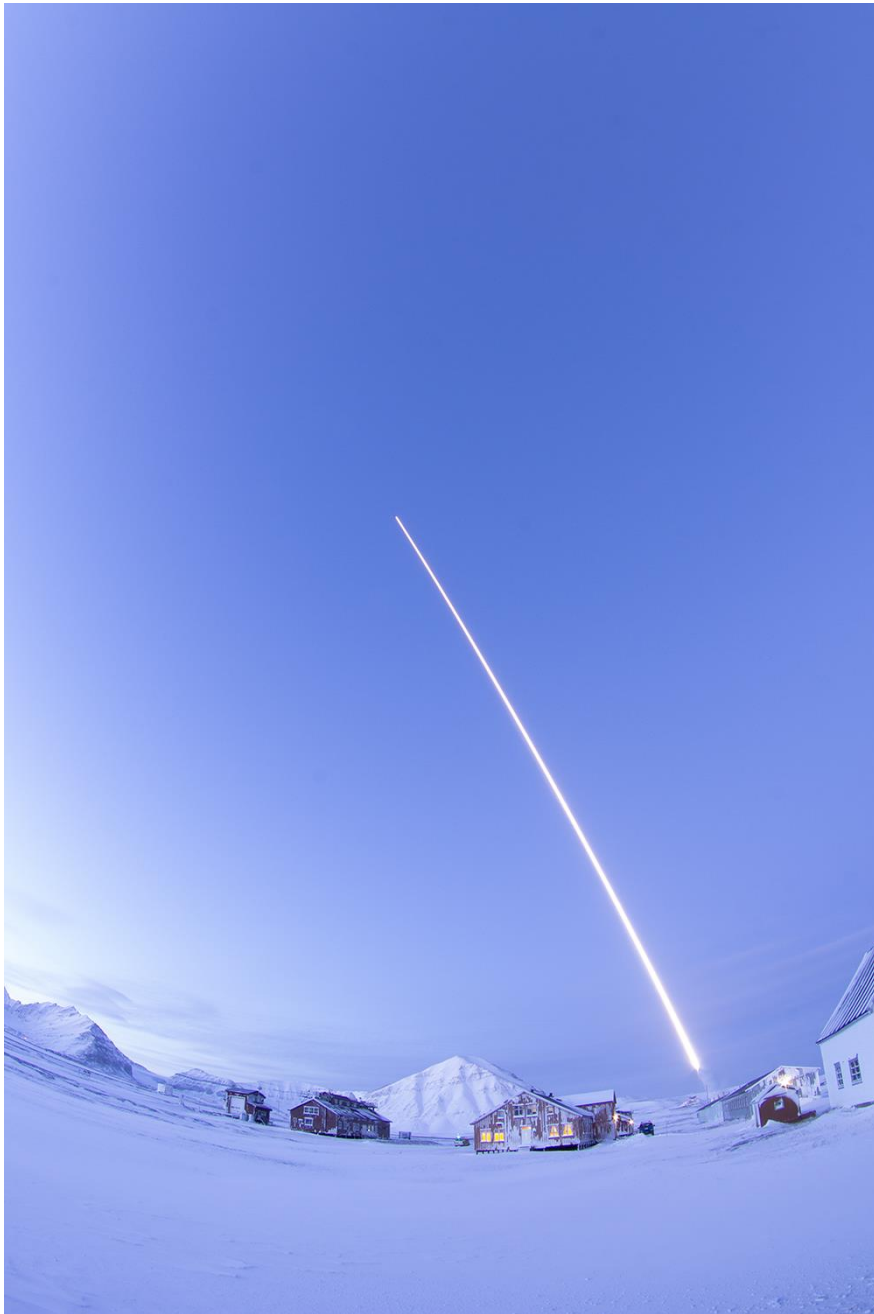
【発射上下角】 80.7度

【最高到達高度】 756km（打上げ490秒後）

【着水時刻】 打上げ950秒後

【実験目的】

高緯度電離圏のカスプと呼ばれる領域に向けてロケットを打上げ、電子・イオン・電磁場観測装置および地上に設置されているレーダーオーロラ撮像用カメラ等による観測を組合わせて、カスプ領域に存在するプラズマ流出現象の解明を行なうこと



SS-520-3号機打上げの瞬間(JAXA)

ロケット機体

【ロケット本体】

全長 約9.6m

総重量 約2582kg

【頭胴部】

全長 約2.1m

質量 約206kg

【本号機の特徴】

本号機は実験の特性上、高度750km以上まで飛ばす必要がありました。唯一条件を満たす2段式ロケットであるSS-520型が選ばれました。

2015年計画開始以来、2017年啗合せ試験での不具合発生や新型コロナウイルスの影響により2021年まで打上げが延期されてきました。



SS-520-3号機 (JAXA)

実験について

カスプ領域とは

昼間側の磁気圏*¹境界面に磁力線がつながった領域であり、太陽風*²のエネルギーが直接注入される領域です。この領域では、磁力線が直角に近い角度で地表面に向かうため、太陽風あるいは磁気圏起源のエネルギーの高いプラズマ粒子*³が電離圏*⁴に向かって下降し、これに起因してオーロラなどさまざまな現象が発生しています。

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分かっています。この現象は地球以外の惑星や衛星でも起こることが近年明らかになってきました。しかし、現象のしくみはまだ明確に解明できていません。

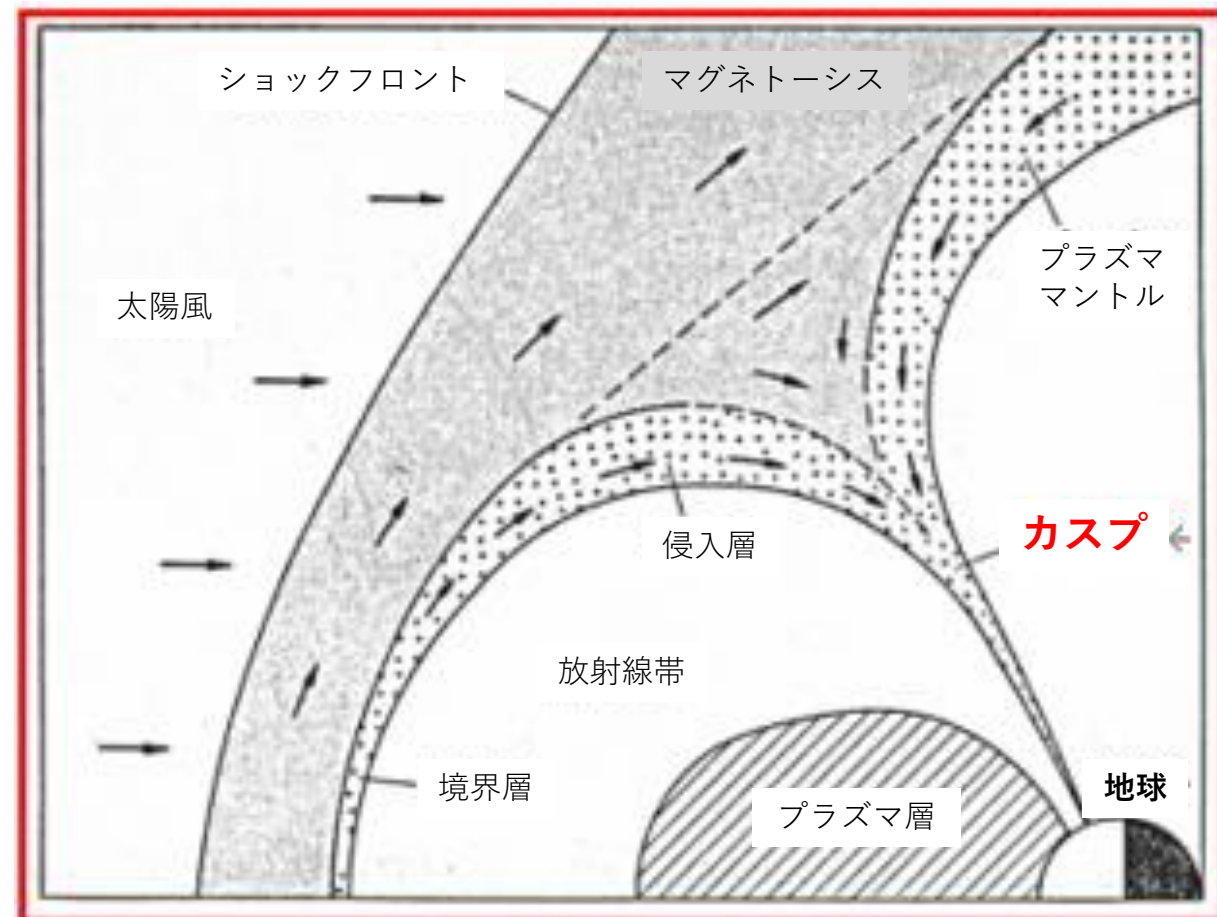
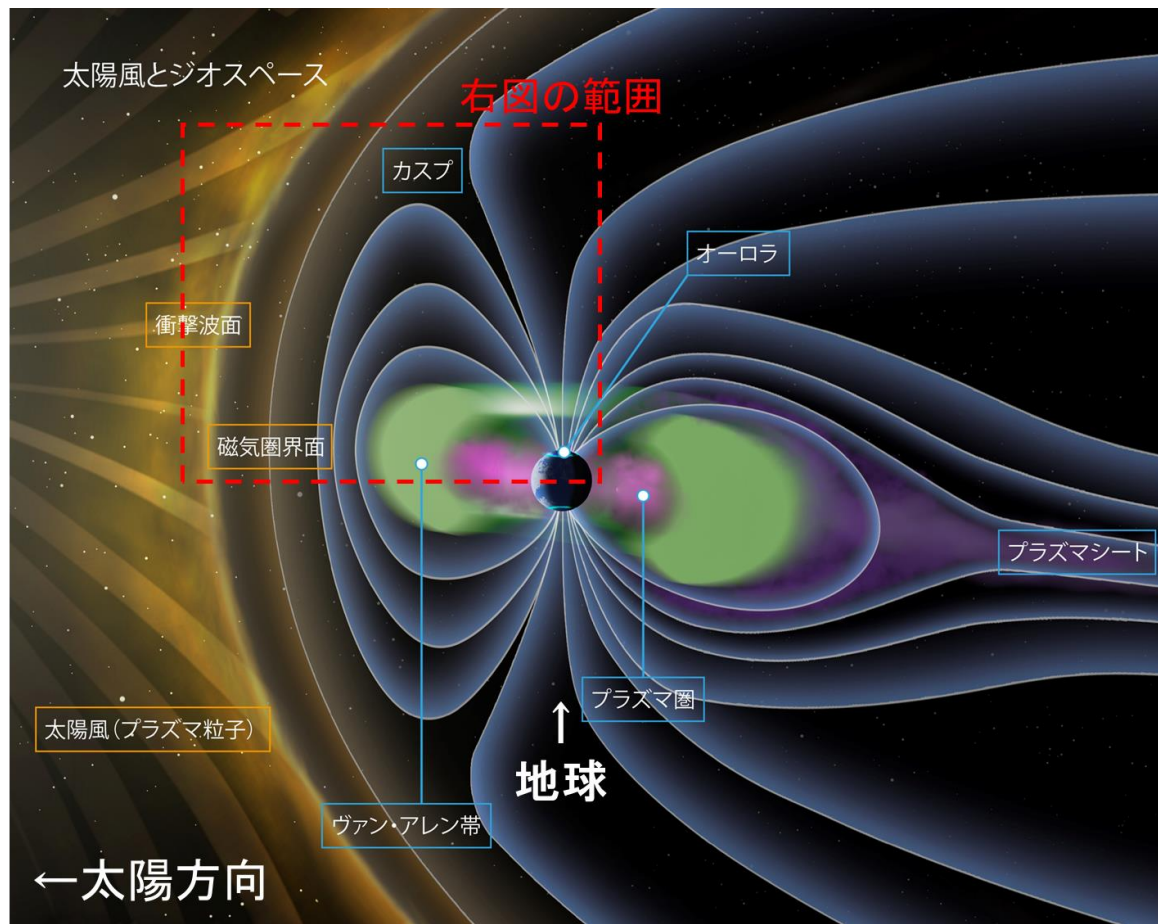
カスプ領域中で磁力線沿いに上昇していくプラズマをその場で観測し、イオンの加速メカニズムの解明を行うことが本実験の目的です。

*¹ 磁気圏…地球の磁場が支配する層。太陽風から地球を守り、昼間(太陽)側は押しつぶされ丸まった形状で夜側は太陽風に流されて尾を引いたように伸びている。

*² 太陽風…太陽から吹出すプラズマの流れのこと。地球軌道で400~800km/s。オーロラ現象の要因。

*³ プラズマ粒子…電気を帯びた希薄なガス。

*⁴ 電離圏…大気が太陽光などで電離したガス状のプラズマ大気を含む領域。高度50~約1000km。



矢印はプラズマ粒子の動き

ノルウェーから打上げた理由

カस्प領域は高緯度の極地です。ノルウェーのニーオルスン射場は北緯約79度の北極圏の中にあり、本実験を遂行するには最適な条件です。

SS-520型の意味

本実験で観測するカस्प領域は高度700km以上の高度でプラズマ波動によるイオンの加速が観測されるとして、観測ロケットで唯一到達可能な2段ロケットのSS-520型が選ばれました。



ノルウェー,ニーオルスン射場のオーロラの様子 (JAXA)

搭載機器

デジタル方式フラックスゲート磁力計 (DFG)

JAXA ISAS

地球磁場の方向を測定し、モデル磁場にあてはめ太陽センサと一緒に解析することでロケットの姿勢を決定することを目的としています。



©JAXA

熱的イオン観測装置(TSA)

JAXA ISAS

本計測器は、 $1 \sim 150 \text{ eV/q}$ のエネルギー範囲のイオンの質量別速度分布を計測することで、カusp上空のイオン流出領域における超熱的イオンの空間分布と時間変動を明らかにすることを目的としています。



©JAXA

低周波プラズマ波動観測システム(LFAS) 波動粒子相互作用解析装置(WPIA)

京都大,富山県立大

カusp領域におけるイオン流出で、イオンに対し流出エネルギーを与える機構の候補として、波動粒子相互作用が有望視されています。LFASは、そのエネルギー元となるプラズマ波動を観測して、その強度・周波数測定および波動モードの特定を行います。

WFCは、連続スペクトル観測によりロケット実験の軌道に沿ったプラズマ波動の様相を連続で捉えます。



©JAXA



©JAXA

低エネルギーイオン観測装置(IMS)

JAXA ISAS

本計測器は、 $10\sim 20,000\text{eV}/q$ のエネルギー範囲のイオンの質量別速度分布を計測することで、カスプ上空のイオン流出領域における低エネルギーイオンの空間分布と時間変動を明らかにすることを目的としています。



©JAXA

低エネルギーイオン/電子計測器(LEP)

大阪大

約 $10\text{eV}\sim 10\text{keV}$ までのカスプ領域で想定されるエネルギー帯を、イオン・電子別に全ピッチ角範囲に亘って観測します。オーロラの微細構造やプラズマ粒子の波動との相互作用までも観測することが目的です。



©JAXA

NEI/PWMによる電子密度・プラズマ波動の計測

東北大

NEI は、カスプ領域の電離圏 E・F 領域からロケット最高点の磁気圏領域にかけて、電子密度の高精度計測を行います。PWM は、カスプ領域において、 $300\text{ Hz}\sim 22.3\text{ MHz}$ の広い周波数帯域でイオン流出に関わる電波・プラズマ波動のスペクトル計測を行います。



©JAXA

高速ラングミュアプローブ(FLP)

JAXA ISAS

電離圏プラズマ中の熱的电子の電子温度・密度を測定する事を目的としています。



©JAXA

マルチニードルラングミュア プローブ(NLP)オスロ大

電子密度の絶対値を非常に高いサンプリングレートで計測することがNLPの主目的です。また、ロケット電位の変化も電子密度と同様の早いサンプリングレートで計測することができます。



©JAXA



©JAXA

太陽姿勢計(SAS)

東北大

太陽方向を基準としたロケットの飛翔姿勢角を測定し、ロケットスピン軸と太陽方向とのなす角度を検出します。さらに、同時に搭載されているDGFの測定データから、地球磁場方向を基準としたロケット飛翔姿勢（地磁気姿勢角）を算出し、太陽角を組合せる事によって、慣性空間座標におけるロケットの絶対姿勢を決定する事も可能です。



©JAXA