

カスプ領域ロケット実験における、プラズマ波

動計測

*上田 義勝 [1],小嶋 浩嗣 [1],橋本 弘藏 [1],長野 勇 [2],岡田 敏美 [3]
笠原 禎也 [4],松本 紘 [1],向井 利典 [5],高野 博史 [2],壁内 幹人 [1]
岩井 宏徳 [1]

京都大学超高層電波研究センター[1], 金沢大学工学部[2]
富山県立大学工学部[3],京都大学情報学研究科[4], 宇宙科学研究所[5]

Plasma wave measurements in the polar cusp region via the rocket experiment.

*Yoshikatsu Ueda[1], Hirotsugu Kojima [1], Kozo Hashimoto [1]
Isamu Nagano [2], Toshimi Okada [3], Yoshiya Kasahara [4]
Hiroshi Matsumoto [1], Toshifumi Mukai [5], Hironobu Takano [2]
Mikihito Kabeuchi [1], Hironori Iwai [1]

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University[1]
Faculty of Engineering, Kanazawa University[2]
Toyama Prefectural University[3]
Graduate School of Informatics, Kyoto University[4]
The Institute of Space and Astronautical Science[5]

In the earth's polar cusp, we frequently observe that energetic heavy ions, mostly consisting of Oxygen ions, flow up from the ionosphere to the magnetosphere and they are accelerated in the perpendicular direction relative to the ambient magnetic field. However, their acceleration mechanism is still unclear. In order to make this mechanism clear, we will conduct the SS520-2 rocket experiment in the polar cusp and investigate the acceleration and the heating process of heavy ions. In the present paper, we will talk about the scientific objectives and backgrounds of this rocket experiment, and introduce the detailed design of the onboard plasma wave receiver.

地球磁気圏の極域上空に位置するカスプ領域では、水素イオンや電子のほかに、電離圏の酸素イオンなどの重イオンも磁気圏外部へ向かって流出する現象がしばしば観測されている。従来の理論では、水素イオン等の軽イオンが脱出速度（第一宇宙速度）以上に加速され地球から脱出することは可能であるが、酸素などの重イオンの場合は地球重力の束縛の為に脱出不可能とされてきた。そのため、カスプ領域内では従来の理論とは別の特別な加速、加熱機構が働いていると考えられている。

この重イオン加速加熱機構を解明するため、宇宙科学研究所が中心となって、SS520-2号機ロケット実験を2000年11月に行う予定である。このロケット実験は、カスプ領域でのイオンの加速・加熱にかかわる粒子観測と波動観測に重点を置いた実験であり、これらの観測を高時間分解能で行うことにより、加速・加熱のメカニズムを十分捕らえることが出来るロケット実験となっている。我々はこのロケット実験の中の波動観測を担当する。カスプ領域における電子密度は、他のロケット実験などを参考にして最大50000個/ccと想定されるので、そこから各プラズマ周波数とサイクロトロン周波数が求まり、これらの周波数をターゲットとして受信機を設計する。

ロケットに搭載する観測機の概要について説明する。まずセンサーとしては、電界測定用のワイヤアンテナ（10m tip-to-tip）2組と、磁界測定用のループアンテナ（一辺55cm）を用いる。受信機としては、VLF受信機（電界用2機、磁界用1機）、EFD受信機、HF受信機を搭載する。VLF受信機は波形観測を行い、HF受信機はスペクトル観測を行う。VLFの電界データに関しては、テレメータの容量制限があるため、2成分の波形を同時に地上へ送信することが出来ない。そのため、1成分はリアルタイム観測を行い（VLF-Direct E）、1成分は一旦メモリにデータを保存しておきVLF-Direct Eの送信が終了した後に転送を開始する（VLF-Memory E）。また、波形データをそのままデジタルデータとして送信すると送信ビット数が大きくなるので、双方のVLF電界データは波形圧縮を行い実際のデータを1/2から1/3まで圧縮して送信する。VLFの磁界に関しては、log圧縮をかけてデータ量を減らして地上に転送を行う。EFDは、データ量が少ないので圧縮操作を行わない。HF受信機は、DDC（Digital Down Conversion）を用いたデジタル掃引受信機である。

これらの波形圧縮とさまざまな受信機からのデータを地上へ確実に送る波動受信機を設計するために、波形圧縮操作を行うDSPとデータ処理操作を行うCPUが同時に連携して動作しなくてはならない。現在これらの処理を行うことの出来る受信機を設計中であり、同時にデジタル部のソフトウェアプログラムも開発中である。このような技術開発は、将来の惑星ミッションにおける波動受信機開発のための技術試験にも貢献すると考えている。