

SS-520-2 ロケットによって観測された極域における ELF 帯波動の解析

Analysis of ELF band waves observed by SS-520-2 sounding rocket in the polar region

三宅 壮聡[1], 富嶋 大輔[1], 岡田 敏美[1], 宮川 潤[2], 小嶋 浩嗣[3], 上田 義勝[3], 松本 紘[3]
Taketoshi Miyake[1], Daisuke Tomishima[2], Toshimi Okada[3], Jun Miyakawa[4], Hirotsugu Kojima[5], Yoshikatsu Ueda[6], Hiroshi Matsumoto[5]

[1] 富山県大・工・電子情報, [2] 富山県大・工・電子情報, [3] 京大・宙空電波

[1] Elec. and Inf., Eng., Toyama Pref. Univ., [2] TPU, [3] Electronics and Informatics, Toyama Pref Univ, [4] Electronics and Informatics, Eng., toyama Pref. Univ., [5] RASC, Kyoto Univ., [6] Radio Science Center for Space and Atmosphere, Kyoto Univ

2000年12月4日にノルウェー・スピッツベルゲン島から観測ロケット SS-520-2 号機が打ち上げられた。ロケットは最高高度 1108km に達し、1150 秒に及ぶ観測を行い、良好なデータを取得した。SS-520-2 観測ロケットは、昼間側極域におけるプラズマ粒子の加速・加熱機構の解明を目的とし、高時間分解能を持つ粒子エネルギー分布観測器と広帯域波動受信機を搭載している。本研究では SS-520-2 観測ロケットに搭載された電場観測器 EFD(Electric Field Detector)のデータを用いて、特に重イオンの加熱現象に関与していると考えられる ELF 帯低周波プラズマ波動の解析を行った。

まず EFD データの波形表示を行い、データの信頼性(サチュレーションを起こしていないか等)を確認した。SS-520-2 ロケットは地球磁場を横切って進んでいるため、EFD の電界波形には $V \times B$ による誘導電場がロケットのスピン周波数の波動として常に観測されている。EFD の電界波形において最も特徴的なものは、ロケットのスピンの同期して現れるパルス状の波形である。これは光電子放出によってダイポールアンテナの片方のアンテナが正に帯電した結果生じるパルス電圧である。その他の波動、特に 30-40Hz の ELF 帯低周波波動と見られる連続的な波動、は確認されなかった。

続いて微小振幅の波動の存在を確認するために、スペクトル解析を行った。EFD のスペクトルにおいても、先の光電子パルスによる高調波が全観測時間帯にわたって確認されている。その他に光電子パルスの高調波よりは 10-20dBV/m 程度弱いものの、20-30Hz 程度の比較的広帯域なスペクトルを持つ ELF 帯波動が確認された。しかし偏波解析等更に詳細な解析を行った結果、この波動は光電子パルスをフーリエ変換した結果生じるノイズであることが確認された。その他に波動現象は確認できず、当初観測されると予測されていた ELF 帯プラズマ波動は観測されなかった。この事は EFD 以外の他の観測機によって得られたデータとの比較においても確認されている。

今回のロケット実験において ELF 帯プラズマ波動が確認されなかった理由は、SS-520-2 ロケットがカスプ領域を通過出来ず、イオンの加熱現象を観測できなかったためと考えられる。SS-520-2 ロケットは南向きの地球惑星間空間磁場が長時間持続している時を狙って打ち上げられたが、カスプ領域が予測された程低緯度側に移動せず、ロケットはカスプの低緯度側をかすめるように飛翔したことが確認されている。また、重イオンの加熱現象に関わるような ELF 帯プラズマ波動はローカルに励起される波動であり、ほとんど伝播しない。そのため、今回のように波動の発生源を直接観測出来なかった場合、波動現象の観測は困難である。

今回の解析の結果、ロケットを利用した低周波波動の観測において、光電子パルスの影響を取り除く事が極めて重要であり、同時に非常に困難であることが示された。一方でこの光電子パルスそれ自体は非常にユニークな特徴を示している。光電子パルスがロケットのスピンの同期しているため、その高調波はロケットのスピン周波数の奇数倍の周波数に強く現れる。しかし、ロケットのスピン周波数は全観測時間にわたってほぼ一定であるにも関わらず、光電子パルスによる高調波の周波数は時間的な変化が見られる。これは、光電子パルスのパルス幅が時間とともに変化しているためであると考えられる。また、光電子パルスの電圧も時間変化しており、光電子パルスの発生メカニズムが高度や電子密度等のパラメータの影響を受けていることが見受けられる。光電子パルスに関しては、今後詳しく解析を行っていく予定である。