

太陽電波タイプIIIバーストのモジュレーション観測による太陽風加速域のMHD波検出の可能性

中川 朋子 [1]; 飯島 雅英 [2]

[1] 東北工大・情報通信; [2] 東北大・理・地物

Possible detection of the MHD waves in the type III solar radio bursts

Tomoko Nakagawa[1]; Masahide Iizima[2]

[1] Tohoku Inst. Tech.; [2] Geophysical Inst., Tohoku Univ.

<http://www.tohtech.ac.jp/~comms/nakagawa/>

Magnetohydrodynamic (MHD) waves are thought to play an important role in heating and acceleration of the solar wind, but the difficulty of sending spacecraft to the very site of the solar wind acceleration prevented us from direct observation of the MHD waves. In this paper, an attempt is made to detect MHD waves in the decametric type-3 solar radio bursts in the frequency range from 15 to 40 MHz. After subtraction of the background noise and 2-second average of the spectra obtained every 0.5 sec at Tohoku University Iitate observatory, there found one to three peaks at around 18, 23, or 31 MHz in the spectra. The peak frequencies are different for each event. These frequencies correspond to the distance of about 1.3 to 1.7 solar radii from the Sun. By assuming the distance between the peaks the wavelength of the MHD wave, we obtain the wavelength of about 0.4 solar radii and the period of the wave of 10 - 100sec calculated from the wave velocity of 0.01 - 0.1 c.

太陽風の加速過程の解明は、宇宙空間プラズマ物理学に残された最も大きな課題のひとつである。温度6千度の光球から数百万度のコロナへのエネルギーの供給を説明するには、エネルギーが「熱」以外姿で輸送され、徐々にコロナに渡されるしくみを解明しなければならない。このメカニズムとして有力視されているもののひとつが、光球直下の対流の運動エネルギーを磁場のエネルギーとして輸送し、MHD波を介してコロナを加熱するという考えである。しかしながら、太陽半径の数倍以内の加速域に探査機を送ることが困難であるため、MHD波によるコロナ加熱のカニズムを検証する観測が欠落していた。

本研究では、太陽風の加速域におけるMHDの情報をお届けしてくれる可能性のある現象としてタイプIIIバーストについて検討する。タイプIIIバーストは、太陽フレアなどに際して加速された電子ビームによってその場のプラズマ周波数(またはその2倍)と等しい周波数の電波として放射される現象であり、太陽からの距離とともにプラズマ密度が下がるにつれ観測周波数が急激に下がる特徴を持つ。フレアで加速された電子ビームはフレア領域においてはジャイロシンクロトロン放射によってGHz以上の周波数の電波を放射し、X線、ガンマ線との同期性や磁力線ループの振動に関連した準周期性も報告されている。一方、MHD波が太陽風の加速に大きな役割を果たしていると考えられる、太陽半径の数倍程度の距離においては、プラズマ密度は1立方センチあたり10の8乗程度まで下がっており、このような低密度領域においても放射されるタイプIIIバーストは、プラズマ波動(ラングミュア波動)が電磁波に変換され放射されたものと考えられ、周波数帯は数十MHzのデカメートル波帯となる。この周波数帯のタイプIIIバーストは、基本的に開いた磁力線上の現象であり、フレアや硬X線イベントを必ずしも伴わない場合も多いといわれている。その電波放射は背景プラズマの密度揺らぎの影響を受けるため、太陽風の加速をになう大振幅のMHD波によって変調を受けることが期待される。

本研究では、東北大学惑星プラズマ大気研究センター飯館観測所において、0.5秒ごとに周波数分解能35.7kHzで観測された帯域15-40MHzのタイプIIIバーストのスペクトルから背景ノイズを差し引き、2秒平均してスペクトルの揺らぎを消したデータ中から、18MHz、23MHz、31MHz付近に現れるピークを検出した。ピークは1箇所の場合も2、3箇所の場合もあり、その周波数は現象ごとに異なっていた。このピークのプラズマ周波数は太陽からの距離およそ1.7Rs、1.3Rs、0.8Rs(Rsは太陽半径)に対応する(実際は、プラズマ密度の高度プロファイルは磁力管ごとに異なると考えられるので、この対応はあくまで大雑把な見積りである)。この間の距離0.4-0.5RsをMHD波の波長と考え、MHD波の速度(Alfven波の速度で代用)を光速の1-5%程度と考えると、周期20-100秒程度の波に相当する。各周波数の電波の強度変動には10-20秒程度の変動もみられるが、入射電子ビーム生成の準周期性によって生じた可能性も考えられる。一方、個々のタイプIIIバーストの継続時間も20-120秒程度であるので、各イベント中の振動回数は1回前後となる。それゆえ現時点では、この周波数ピークがMHD波そのものを反映している可能性のほか、特定の高度においてMHD波が大振幅となって壊れてゆく空間構造を表している可能性も考えられる。