

波動粒子相互作用による地球磁気圏MeV電子の加速

三好由純、齊藤慎司、松本洋介

Yoshizumi Miyoshi, Shinji Saito, and Yosuke Matsumoto

名古屋大学宇宙地球環境研究所、情報通信研究機構、千葉大学
ISEE, Nagoya University, NICT, Chiba University

地球磁気圏の放射線帯には、MeVを超える高エネルギー電子が捕捉され、太陽風の擾乱に伴って、そのフラックスや分布が大きく変化する。MeV電子を形成する加速・輸送機構には、大別するとMHD波動との相互作用によって動径方向に輸送・加速される過程と、ホイッスラーモード波動とのサイクロトロン共鳴による加速過程とが知られている。近年のNASA Van Allen Probes衛星や、日本の「あらせ」衛星による観測で、太陽風の動圧上昇に伴って、磁気圏界面が地球方向に圧縮された際に、Fastモード波動の伝搬とともに、広いエネルギー帯の電子がきわめて短い時間で加速される様相が観測されている。

本研究では、グローバルMHD[Matsumoto et al.,2010]と相対論的電子のテスト粒子計算[Saito et al., 2010]の連成シミュレーションを行い、太陽風動圧の過渡的な変化に対する磁気圏でのFastモード波動の伝搬過程と、ドリフトする高エネルギー電子との共鳴および電子加速過程の研究を行った。

本研究では、太陽風動圧の急上昇を模擬した動圧を入力とし、約1秒間で1 nPaから2.5 nPaに上昇するような変化を与えた。これに伴い、磁気圏界面の圧縮が起こり、地球の夜側へ向かってFastモード波動の伝搬が観測された。この波動の伝搬に伴って、地球の周りをドリフトしている電子が変調し、Fastモード波動の伝搬速度と同じドリフト速度を持つ電子のドリフト共鳴に伴う加速が見られた。さらに、より高エネルギー側で広いエネルギーの電子の加速が見られた。これは、Fastモード波動の波面が通過する前に、電子が地球の周りを半周することにより、常に速度ベクトルと反対方向の電場を見続けることによって、効果的に加速されることに起因していると考えられる。

本研究では、簡単なモデルを用いて、昼側から夜側に伝搬するFastモード波動との相互作用

によって効果的に加速を受けることができる最低エネルギーを導出した。連成シミュレーションとの比較から、この導出した最低エネルギーは、シミュレーションで見られる加速された電子のエネルギー下限をよく反映していることが明らかになった。

このような太陽風動圧上昇に伴う過渡的な加速過程は、数MeVから10MeV以上の超高エネルギー電子の加速にも有効に働く可能性があり、今後、「あらせ」衛星観測との比較を進めていく。