

マイクロ波ビーム強度の空間勾配による宇宙プラズマ擾乱に関する計算機実験

Computer experiments on space plasmas perturbation caused by a spatial gradient of microwave beam intensity

中本 成洋 [1]; 臼井 英之 [1]; 松本 紘 [2]; 大村 善治 [1]

Narihiro Nakamoto[1]; Hideyuki Usui[1]; Hiroshi Matsumoto[2]; Yoshiharu Omura[1]

[1] 京大・生存圏; [2] 京大・生存圏研

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.

<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/space/index.html>

宇宙太陽発電所 (SPS) は、静止軌道上の衛星で太陽電池パネルを用いて発電を行い、発電した電力を大振幅のマイクロ波を用いて地球に伝送するというシステムである。SPS での地上へのエネルギー送電において考慮しなければならない問題として、電離層プラズマとマイクロ波ビームとの相互作用によるシステム及び地球電磁環境への影響が挙げられる。本研究では、このプラズマとマイクロ波との相互作用の1つとしてその発生が示唆されている、ポンデロモータティブ力によるプラズマ擾乱に着目し、計算機実験により定量的に影響評価を行う。

ポンデロモータティブ力によるプラズマ擾乱とそれに伴う電磁界の擾乱の基礎的な物理過程を調べるために、電磁粒子コードを用いて計算機実験を行っている。得られた実験結果から、ポンデロモータティブ力によるプラズマ擾乱について以下のことが分かった。(1) ポンデロモータティブ力により電子はよりビーム電界強度の弱い領域へと変位し、ビーム強度の強い領域にプラズマ密度の低い領域が形成される。(2) この電子の変位により電界が励起され、ポンデロモータティブ力とこの電界による力がつりあうような状態でプラズマは定常状態となる。(3) 背景磁場が存在する場合には、背景磁場強度が強くなるほどプラズマ擾乱の程度は小さくなり、また背景磁場の方向に垂直な方向に電流が流れ、そのため電子にはローレンツ力が作用することになり、定常状態ではこのローレンツ力と励起電界による力とポンデロモータティブ力がつりあった状態となる。(4) イオンの運動を考慮した場合には、イオンも電子とともにビーム電界強度の弱い領域へと変位するため、ポンデロモータティブ力を打ち消すほど大きな電界は励起されなくなる。そのため電子の運動のみを考えた場合よりもプラズマ擾乱は大きくなる。

このようなプラズマ擾乱は、SPSで用いられるマイクロ波ビームに比べてかなり強度が強く低周波数の電磁波ビームを用いると顕著に生じる現象である。現在想定されているSPS実証実験パラメータでは、計算機実験および基礎実験に基づく理論的考察を行った結果、密度減少量は初期電子密度の $10^{(-12)}\%$ とかなり小さな値となった。