

M37a 磁化プラズマにおける電磁応力テンソルと運動量 (Kelvin 力と  $E \times B$  ドリフト)

柴崎清登 (太陽物理研)

電磁場中の電荷にかかる力は Lorentz 力と呼ばれ Maxwell 方程式から導くことができる。しかし磁気力に関してはそうではない。磁石に鉄を近づけると引き寄せられるが、この力は Maxwell 方程式には陽に含まれていない。磁場の場合には単極磁荷が存在しないので、磁力としては非一様磁場中で磁気双極子に働く力となる。非一様な電磁場中で電気及び磁気双極子にかかる力は Kelvin 力と呼ばれるが、この力は Maxwell 方程式には陽には表れない。これは、双極子モーメントが物質の物理量であると同時に場の一部であることに起因する。物質中の Maxwell 方程式から求めた運動量保存則に従うと、電磁応力テンソルの空間微分と電磁運動量の時間微分からローレンツ力が導かれる。磁気モーメントや電気モーメントはこの電磁応力テンソルおよび電磁運動量に含まれている。電磁運動量に含まれた磁気モーメントの成分は「隠れた運動量 (hidden momentum)」と呼ばれる。

本研究では、熱的プラズマにおける電磁エネルギー保存則と運動量保存則を、プラズマの物理量を用いて具体的に示すとともに、プラズマにかかる Kelvin 力を求める。さらに、「隠れた運動量」および対応する「隠れたエネルギー流束」が、プラズマ粒子の  $E \times B$  ドリフト運動と密接に関連していることを示す。得られた結果を MHD 運動方程式に反映させる。これらの議論において、プラズマが非線形媒質であること、流体であること、いたるところにプラズマ電流が流れていることなどに留意する必要がある。古典電磁気学の教科書に書かれている磁性体の扱いをそのまま利用することはできない。