

|         |                                                                                                                                                                |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名     | 永 野 宏<br>なが の ひろし                                                                                                                                              |
| 学位の種類   | 理 学 博 士                                                                                                                                                        |
| 学位記番号   | 論 理 博 第 653 号                                                                                                                                                  |
| 学位授与の日付 | 昭 和 54 年 7 月 23 日                                                                                                                                              |
| 学位授与の要件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当                                                                                                                                        |
| 学位論文題目  | On the effect of finite ion Larmor radius on the Kelvin-Helmholtz instability of the earth's magnetopause<br>(地球磁気圏境界のケルビン・ヘルムホルツ不安定性におけるイオンラーマー半径の有限性の効果について) |

|        |                                          |
|--------|------------------------------------------|
| 論文調査委員 | (主 査)<br>教 授 前 田 坦 教 授 山元龍三郎 教 授 国 司 秀 明 |
|--------|------------------------------------------|

### 論 文 内 容 の 要 旨

地球磁気圏境界でのケルビン・ヘルムホルツ不安定性の問題は、これによって励起された波が磁気圏内を伝播して地上で観測される地磁気脈動をおこさせるものと考えられていること、また、励起された波が磁気圏内に侵入するときに運動量を輸送して、太陽風と磁気圏との粘性相互作用を引き起こしている可能性があることなどに関連して研究がなされてきている。

通常の電磁流体力学(MHD)方程式系を用いるケルビン・ヘルムホルツ不安定性の研究では、粒子のラーマー半径の大きさを無視しているのに対して、申請者は、イオンのラーマー半径の有限性を考慮することにより、地球磁気圏境界でのその効果を詳しく研究した。

通常の MHD 方程式系を用いる取扱いでは、波数が大きい(即ち、波長が短い)ときに波の成長率は大きくなるという結果が得られている。このことは、粒子のラーマー半径や境界層の厚さを無視している MHD 近似の仮定が適当でないことを意味している。このため、これらの有限な大きさを考慮して、この不安定性の問題を取扱うことが重要と思われる。申請者は主論文1部において、イオンのラーマー半径の有限性を考慮することによって生じる項を通常の MHD 方程式系に附加することによって、ケルビン・ヘルムホルツ不安定性に及ぼすその効果をしらべ、次の結果を得た。

波数ベクトルの方向と主磁場の方向とが直交している時には、主磁場に対する主速度(境界両側での逆向き定常流)の向きの違いにより、励起される波の波数領域や成長率に違いがみられる。即ち、主速度の向きがイオンの旋回運動の向きと反対のときには波数の大きいところで MHD 近似の場合よりもより安定化し、逆に主速度の向きがイオンの旋回運動の向きと一致するときには、波数の大きいところでより不安定となる。また波数ベクトルの方向と主磁場の方向とが平行している場合には、主磁場に対する主速度の向きに関係なく、乱れがより安定化する傾向を示す。

これらの結果にもとづいて、申請者は主論文2部において、地球磁気圏境界面の朝夕側で予想される効果をさらに詳しく調べている。これは、上記の波数ベクトルと主磁場とが直交する場合に相当し、主磁場

に対する主速度の向きの違いのために、朝方側は夕方側にくらべて励起された波の波数領域や成長率が大きくなり、より不安定であることが予想される。これらの結果を現在までに得られた人工衛星による観測結果と比較し、申請者の理論的結果をほぼ支持する傾向がみとめられるとしているが、観測例が少いので、今後朝夕側でのより詳しい観測の必要性を強調している。また、磁気圏境界での輸送現象に関しても、朝方側と夕方側とでの非対称性が生じる可能性を示唆している。

参考論文6篇のうち2篇は主論文の予備的報告であり、2篇は磁気圏境界のケルビン・ヘルムホルツ不安定性における非圧縮性の効果、並びに、磁気圏を円筒状と仮定した場合の効果についての研究の報告である。また、他の2篇はケルビン・ヘルムホルツ不安定性における有限な電気伝導度の効果、および、非線型の効果についての研究に関するものである。

### 論文審査の結果の要旨

地球磁場は太陽風によって歪みされ、限られた空間内に閉じ込められている。この領域を磁気圏とよび、各種の超高層擾乱の源として注目されている。特にその境界領域は、どのようにして太陽風の粒子、運動量、エネルギーなどが磁気圏に侵入できるかという問題に関連して、プラズマ物理学的にも興味があり、多くの研究がなされてきた。申請者の論文は、この磁気圏境界での波の発生や運動量の輸送に重要な役割を果たしているものと考えられる、ケルビン・ヘルムホルツ不安定性について研究したものである。

この波の不安定性の研究には通常、近似的に電磁流体力学(MHD)方程式が用いられているが、その結果は波数が大きいときに波の成長率が大きくなることを示しており、このことはイオンのラーマー半径や境界の厚さを無視したMHD近似が不適当なことを意味する。申請者はこの点に注目し、イオンラーマー半径の有限性がケルビン・ヘルムホルツ不安定性に及ぼす影響を詳しく検討した。

まず、主論文1部においては、波数ベクトルと主磁場とが直交および平行している場合について解析している。そして、直交している場合には、主磁場に対する主速度(境界両側における逆向きの定常流)の向きの違いによって、波の励起に差があることを見出した。即ち、主速度の向きがイオンの旋回運動の向きと反対のときには、MHD近似に比べて波の成長率は減少する傾向にあるが、一致するときには増大する傾向にあるという興味ある結果を得ている。また、平行している場合には、主磁場に対する主速度の向きに関係なく、成長率は減少するという結果を得ている。

つぎに主論文2部では、磁気圏境界面の朝夕側での上述の効果を調べている。そして、朝方側ではイオンの旋回運動と主速度の向きが一致し、夕方側では反対になるので、朝方側の方が夕方側より一層不安定となり、波の発生や運動量の輸送に朝夕の非対称が生じる可能性を指摘している。

これらの結果を人工衛星による観測と比較し、まだ観測結果は多くはないが、少なくとも定性的には申請者の理論的予想が支持されることを示している。

以上、申請者の論文は地球磁気圏の境界で重要な役割を果たしていると考えられるケルビン・ヘルムホルツ不安定性に対して、粒子の旋回運動の効果を詳しく検討し、いくつかの興味ある新しい結果を得ており、磁気圏物理学の発展に寄与するところが少くない。また参考論文は、この種の不安定性に対する各種の影響を考察したもので、申請者の研究能力を評価することができる。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。