

太陽風 木星磁気圏相互作用の大域的モデル

*三好 隆博 [1],草野 完也 [2]

日本原子力研究所那珂研究所[1]

広島大学大学院先端物質科学研究科[2]

A global model of the solar wind-Jovian magnetosphere interaction

*Takahiro Miyoshi[1],Kanya Kusano [2]

Naka Fusion Research Establishment, Japan Atomic Energy Research Institute[1]

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University[2]

A global structure of the Jovian magnetosphere was investigated by using the MHD simulation of the interaction between the high speed external flow and a rapidly rotating magnetosphere. Especially, in this report, the fundamental structure of the Jovian magnetosphere was studied for the cases of the steady solar wind without the IMF. In our model, several distinctive features quite different from the Earth's magnetosphere were observed. Finally, based on the simulation results, a global model of the Jovian magnetosphere was constructed.

地球磁気圏の大域的な構造やダイナミクスは、主に、太陽風と地球固有の双極子磁場との非線形相互作用によって決定される。一方、木星磁気圏では、さらに、木星自身の高速自転が磁気圏構造に大きな影響を与えていると信じられている。実際に、探査機による直接観測から、プラズマディスク、惑星風等、自転運動に起因すると考えられる構造や現象が発見された。しかしながら、観測データの局所性に加え、木星磁気圏システムの相互作用の複雑さのため、木星磁気圏の大域構造に関する理解は定性的にさえ不十分なものに留まっていた。そこで本研究では、超音速プラズマ流と高速回転する磁気圏の非線形相互作用を磁気流体力学(MHD)シミュレーションにより調査し、木星磁気圏の大域構造とダイナミクスの理論的解明を試みる。特に本報告では、惑星間空間磁場(IMF)を含まない定常太陽風を仮定し、太陽風と相互作用する木星磁気圏の基本的な大域構造を明らかにした。

シミュレーション結果より、内部境界である半球の高緯度領域から追跡された磁力線は、太陽風速度に依存せず、自転運動に起因する螺旋構造を持つことがわかった。一方、低緯度起源の磁力線は太陽風動圧の変化に大きく影響を受けることが示唆された。太陽風動圧

が比較的高い場合の低緯度磁力線構造は、自転を考慮していない磁力線構造と大きな差異が生じなかったのに対し、太陽風動圧が低い場合には、太陽風と回転流の衝突領域である朝側の磁気圏境界付近に磁力線が停留することが明らかになった。このことは、太陽風動圧の変化により、磁気圏の内部状態が磁気的状態、または動力学的状態へ遷移することに起因している。特に回転の効果が顕著になる低動圧太陽風の場合、磁力線停留の結果として、朝側赤道面における磁場強度は半径に対して単調減少ではなく、磁気圏境界付近で増加することがわかった。この朝側磁気圏境界付近における強磁場領域の存在は、探査機観測より指摘された木星磁気圏の中間部磁気圏から外部磁気圏にかけての性質と良く一致している。夕方側においては、太陽風と回転流は同方向の流れとなり、磁力線の巻きつきが解消された。それ故、朝側で観測された磁場強度の上昇は現れず、強度はほぼ一定となることが明らかになった。さらに、カスプ構造の夕方側への変位が観測された。このカスプは、磁気圏前面で閉じている磁力線と高高度磁気圏を通過し磁気圏の朝側で閉じている磁力線とから形成されていた。それに伴い、高高度磁気圏内では反太陽方向の流れが出現し、朝側磁気圏においては反回転方向の流れとして観測されることを示した。この反回転流がUlyssesにより観測された反回転流と同一のものである可能性を指摘した。また、磁気圏尾部においてプラズモイドが出現した。プラズモイドは、磁気圏尾部回転流の剛体回転からの遅れにより、大きな朝夕方向成分を有していることがわかった。それ故、磁気張力は反回転方向に働く。特に、高動圧太陽風を課した場合、磁気圏尾部で強い磁気再結合が発生することにより、尾部 夕方方向の高速流が観測された。これらの結果に基づき、木星磁気圏の大域的モデルを構築した。