

金星電磁圏領域での計算機シミュレーションに有用な幾つかの新手法

Novel and useful techniques in performing a global kinetic simulation for the ionosphere of Venus

寺田 直樹[1], 町田 忍[2]

Naoki Terada[1], Shinobu Machida[2]

[1] 京大・理・地球物理, [2] 京大・理・地球惑星

[1] Department of Geophysics, Kyoto Univ., [2] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.

<http://www-step.kugi.kyoto-u.ac.jp/~teradan/>

金星電磁圏昼側領域では、イオンの有限ラーマー半径効果以外にも、マイクロ不安定性（及びマクロ不安定性）がグローバルな構造を決定する重要な一因となっている。それゆえ今後、金星における計算機シミュレーションでは、マイクロ物理を取り扱え、多次元かつグローバルな粒子シミュレーションコード（またはハイブリッドコード）が有効な解析手段となることが予想される。そこで、本講演ではこれらの計算機コードの開発に有用と思われる幾つかの手法（計算格子を局所集中させる手法の粒子コードへの適用、電離層の化学反応過程を含める手法等）を、グローバルシミュレーションの実例を交えて示す。

金星電磁圏昼側領域には、十分な固有磁場を持たない惑星（金星、火星）に特有な「昼側マントル」領域と呼ばれる領域が存在しており、そこでは、弓形衝撃波を通過した太陽風プラズマと惑星起源のイオンが共に重要で、太陽風プラズマの流れを主な自由エネルギー源とするマイクロ不安定性により励起された波動が卓越していることが知られている。この不安定性は、「昼側マントル」領域の形成に大きな役割を果たすばかりでなく、不安定性により励起された波動は、電離層上部を加熱したり、高エネルギーの沿磁力線電子ビームを生成するなどの興味深い現象を引き起こす。しかし、例えば電離層加熱の問題は多次元問題であり、不安定性の解析も非周期境界条件で行うべきであり、また、厚さ数百 km ほどの「昼側マントル」領域に「磁気バリアー(magnetic barrier)」が存在していることから、背景物理量の勾配が上記現象に影響を及ぼす可能性が存在し得る。これらを考慮すると、この領域を包括的に取り扱うためには多次元かつ空間非一様でマイクロ物理を取り扱えるシミュレーションコードを用いることが必要であるといえる。

この「昼側マントル」の例にもみられるように、金星電磁圏昼側領域では、従来から言われているイオンの運動論的効果以外にも、マイクロ不安定性（さらにはマクロ不安定性）もグローバルな構造を決定する重要な要因となっている。それゆえ今後、金星における計算機シミュレーションでは、マイクロ物理を取り扱え、多次元で(比較的)グローバルな粒子シミュレーションコード（またはハイブリッドコード）が有効な解析手段となることが予想される。そこで、本講演ではこれらの計算機コードの開発に有用と思われる幾つかの手法（計算格子を局所集中させる手法の粒子コードへの適用、電離層の化学反応過程を含める手法等）を、グローバルシミュレーションの実例を交えて示す予定である。