

Sub-Debye の物理と多体計算

Computational Approach to Sub-Debye Physics

中村 匡 [1]; 篠原 育 [2]

Tadas Nakamura[1]; Iku Shinohara[2]

[1] 福井県大; [2] 宇宙機構 / 宇宙研

[1] FPU; [2] JAXA/ISAS

<http://mira.bio.fpu.ac.jp/tadas>

宇宙空間プラズマ物理の研究の運動論的研究のほとんどは、無衝突を仮定したブラソフ方程式を基礎方程式として行われている。このブラソフ方程式は、厳密な多体問題の方程式と信じられているリュウビユの方程式を BBGKY 理論を使って縮約し、粒子の確立分布関数の 2 体相関を無視することによって導出されるのが一般的である。(1) デバイ遮蔽が十分に効いていて (つまりデバイ球の中に十分な数の粒子があって) (2) 対象とする現象の空間スケールがデバイ長より十分大きいとき、この 2 体相関は無視できるとされ、ブラソフ方程式の正当性が保証されると考えられている。

ところが、宇宙空間では深宇宙の人工探査機まわりのプラズマ環境や、ダストプラズマなど (2) の条件がなりたたない状況がすくなく見られる。このような状況下でのブラソフ方程式の有効性の問題には、あまり注意がはらわれてこなかった。ブラソフ方程式が使える条件がやぶれたとき、どのようなアプローチが可能かという指導原理は知られていない。

さらに、ブラソフ方程式の基礎論にも、いくつか考慮すべき点がある。ブラソフ方程式の基礎づけにあたっては、20 世紀中頃に理論的な研究が数多くなされたが、当時はその理論の多くを直接検証する術がなく、いくつかの前提は仮定のみで終わっている。たとえば、デバイ遮蔽の根拠としてプラズマ粒子の熱平衡をもってくるのが一般的だが、これは簡単には正当化されない仮定であろう。また、リュウビユ方程式はアンサンブル集団の確率分布であり、その分布と実際に実現される粒子分布との関係はどうなっているか。というような思弁的な問題も未解決のままである。

本研究は、このようなブラソフ方程式とデバイ遮蔽の基本的な問題について考察するのが目的である。21 世紀初頭のわれわれが、20 世紀中頃のプラズマ物理の開拓者たちとくらべて有利なのは、発達したコンピューターによって、多体問題を実際に解いてみて、「実験」してみることができる点にある。講演ではこれまで不明だったブラソフ方程式導出の諸問題を紹介し、計算機実験の結果と比較可能性などについて論じる。