

N体計算による Debye 球の重なりによる引力の検証 Investigation of attractive forces associated with overlapping Debye spheres using N-body simulations

伊東 保崇^{1*}; 天野 孝伸¹; 星野 真弘¹
ITOU, Hotaka^{1*}; AMANO, Takanobu¹; HOSHINO, Masahiro¹

¹ 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻

¹Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

ダスト粒子は宇宙のいたるところ、たとえば分子雲、原始惑星系、地球磁気圏、惑星円盤などに存在している。さらに実験室においてもダスト粒子が格子を作ることは良く知られていて Coulomb 結晶と呼ばれている。プラズマ中のダスト粒子はプラズマ粒子との衝突や光電効果などの帯電過程によって帯電し、背景のプラズマと強く結合する。このようなプラズマはダストプラズマ、または複合プラズマと呼ばれ、太陽系内のその場観測や Ikezi の Coulomb 結晶の予言以降、宇宙科学だけでなく産業の観点からも研究されている。

ダスト粒子とプラズマ粒子の衝突が帯電過程において支配的などとき、通常電子のフラックスがイオンのフラックスより大きいのでダスト粒子は負に帯電する。よってダスト粒子同士は互いに反発すると考えられるが、ダスト粒子にはたらく力は背景のプラズマとの相互作用のため極めて複雑で、様々な種類の力が提案されている (例えば Shukla and Eliasson, [2009])。興味深いことに、引力も存在するかもしれない、ダストプラズマの集積や結晶化において重要な役割を果たしているかもしれない。

提案されている引力のひとつに、Debye 球の重なりによる引力がある。Resendes et al [1998] は、二つのダスト間のポテンシャルが Lennard-Jones 型のポテンシャルであり、近くで斥力、遠くで弱い引力を及ぼすことを示した。さらに Hou et al [2009] はこの引力がもし存在すれば強い集積や結晶化の効果があることを示したが、一方電氣的にダストにトラップされた粒子を無視する OML 理論はこの引力の存在を否定し、実験的にもまだ立証されていない。

我々の研究の目的は、N 体計算を用いてこの引力の存在を調査することである。N 体計算ならば仮定をほとんど用いずにダストプラズマの挙動を調べることができる。我々はすでに近距離部分を実空間で、遠距離部分を波数空間で計算する Ewald 和を用いたコードによって低プラズマパラメータではこの引力は存在しないことを示しており、今回の研究ではメッシュを導入し PM 法や PPPM 法を実装して拡張したコードによって高プラズマパラメータの場合について調査する。