

## 離散イベントシミュレーションによるプラズマ粒子コードの開発 2

# 大木 真人 [1]; 篠原 育 [2]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 宇宙機構 / 宇宙研

### Development and evaluation of a new plasma simulation based on the Discrete Event Simulation method 2

# Masato Ohki[1]; Iku Shinohara[2]

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ; [2] JAXA/ISAS

The full-particle simulation is quite useful to study the electron dynamics in the kinetic level. However, it is difficult to handle fluid-scale phenomena because of the computational resource limitation.

Our new simulation code based on the Discrete Event Simulation (DES) method, is suitable to simulate inhomogeneous condition of the space plasma. It enables us to efficiently calculate multi-scale systems. In this method, the simulation system is driven by asynchronous and aperiodic 'events' instead of fixed time step, so as to update only 'what needs to be updated'.

We have developed one-dimensional electro-static DES code and compared its performance with the traditional time-stepped code. In the result, the calculation time of the DES code is faster when inhomogeneous systems are treated especially under the open boundary condition. On the basis of this methodology, we are currently developing two-dimensional DES code. We will discuss the results and issues of developing practical multi-dimensional DES code.

粒子コードによるプラズマのシミュレーションは、MHD やハイブリッドコードでは不可能な電子スケールの現象の再現ができる反面、計算時間や記憶容量の制約が厳しく、大規模な現象の計算を行うことは困難である。しかし宇宙プラズマ中では、ミクロな現象と全体のダイナミックな現象とが密接に連係する「スケール間結合」が重要な役割を果たしていると考えられている。

そこで本研究では、DES (離散イベントシミュレーション) と呼ばれる手法を用いて、より大規模な現象を効率的に計算できる新しい粒子シミュレーションの開発を進めている。一様な時間ステップで全物理量を同時に更新する従来の粒子コードと異なり、DES では物理量の変化をそれぞれの時間スケールに応じて全て別個に計算するため、現象の時間スケールが著しく非一様なシミュレーションを従来よりも効率的に行えることが期待される。

本研究では、DES によるプラズマ粒子シミュレーションを初めて実証した Karimabadi(2004) の示唆をもとに、不規則な時間ステップでも中心差分がとれるよう電場の更新方法を改良し、1次元の DES 静電粒子コードを開発した。テストの結果、精度は良好であったが、周期境界での一様なプラズマのシミュレーションでは従来のコードでも十分効率が高く、DES ではかえって計算に時間がかかるケースが多かった。そこで、開放境界で一端の境界からビームを入射して静電波動や静電衝撃波を励起するテストを行った結果、静穏時の計算量の節約などの効果により従来のコードを上回る計算速度が得られた。

現在は、この DES 粒子コードを多次元化するための検討を行い、より実用的なシミュレーションを目指して 2次元 DES 静電粒子コードの開発を進めている。本発表では、これまでのテスト計算の結果を考察し、多次元コードの開発状況や実用化に向けての検討課題について報告する。