

並列計算機を用いたマルチスケールシミュレーションシステムの提案

Proposal of a multi-scale simulation system on parallel computer

松岡 大祐[1]; 村田 健史[2]; 大村 善治[3]; 松本 紘[3]

Daisuke Matsuoka[1]; Takeshi Murata[2]; Yoshiharu Omura[3]; Hiroshi Matsumoto[3]

[1] 愛媛大・理工・情報; [2] 愛大・メディアセンター; [3] 京大・生存圏

[1] Computer Sci., Ehime Univ; [2] CITE, Ehime University; [3] RASC, Kyoto Univ.

近年、人工衛星によるプラズマの運動論的現象の観測が可能となり、多くのマクロスケール現象がミクロスケール現象に起因することが分かってきた。このようなマルチスケールの計算を行うためには、ミクロスケール現象に適したシミュレーションコードを、マクロスケール現象に適したシミュレーションコードを連携させて行う必要がある。一般に、プラズマ電磁粒子コードはミクロスケール現象のシミュレーションに使用され、プラズマ電磁粒子流体混成コードはマクロスケールおよびメソスケール現象のシミュレーションに使用される。したがって、この2つのシミュレーションコードを組み合わせることで、マルチスケール計算が実現できる。

今回提案するマルチスケール計算モデルでは、並列計算機を用いて、3次元電磁粒子流体混成コードと1次元電磁粒子コードを用いたシミュレーションをおこなう。並列計算機の利用としては、まず、MPI(Message Passing Interface)を用いて並列化した3次元電磁粒子流体混成コードで1つの計算をおこなう。次に、現象が発生した部分を複数選択して、選択した領域の数だけ1次元電磁粒子コードをそれぞれ並列に計算する。このように交互に並列計算機を占有し、現象が発生した部分のデータ授受をおこなうことにより、より高速なマルチスケール計算をおこなうことができる。

また、マルチスケールシミュレーションによって出力されたデータは、AVS(Application Visualization System)によって3次元時系列可視化を行う。地球磁気圏などの計算である3次元シミュレーション結果を理解するためには、時系列の3次元可視化技術は不可欠である。マルチスケール計算においては、マクロスケールのシミュレーションによって得られる時系列データを3次元可視化すると同時に、現象が起こっているミクロな領域のシミュレーション結果を可視化することができる。これにより、マクロスケールの現象を、ミクロな現象から解析することができる。

本発表では、並列計算機を用いた並列化マルチスケール計算手法について説明する。今回構築したマルチスケールシミュレーション環境を用いて、磁気圏尾部リコネクション現象について計算をおこない、3次元可視化した結果を示す。さらに、ミクロ、メソ、マクロスケールを組み合わせた並列シミュレーションとデータベース、および3次元可視化の統合化システムの将来構想と現在の構築状況について発表する。