

X02a プログラム可能な超高速多体シミュレーション専用計算機の開発

伊藤智義、伊藤雅尚（群大工）、福重俊幸、牧野淳一郎（東大院総合文化）

我々は、FPGA(Field Programmable Gate Array) を用いたプログラム可能な多体シミュレーション専用計算機 GRAPE-FPGA の開発を進めている。我々は、多体シミュレーション専用計算機の開発を行ってきたが、現状では重力計算以外の部分は加速されていない。これは、大幅な加速に必要である専用 LSI の開発に費用と期間が必要であり、また、それを用途ごとに行なう必要があるからである。

ここ 1、2 年の間に、非常に大規模な FPGA が使えるようになってきた。FPGA とは、ユーザーが自由に内部の回路を構成でき、書き換え可能な LSI である。現在、10 万ゲート相当の製品が入手可能である。このゲート数は、GRAPE-4 のための専用 LSI と同程度である。また、25 万ゲート相当の製品が今夏出荷される予定である。

今回開発する GRAPE-FPGA では、専用 LSI の代わりに FPGA を用いる。それによって、専用機の利点のある程度確保しながら、多体シミュレーションにおいての汎用性を得ることができる。FPGA はプログラム可能であるので、複数の用途に用いたり、関数形を変えたりすることができる。また、動作検証が容易になる。

天体物理学で GRAPE-FPGA に適しているアプリケーションは SPH 法とエワルド法である。以下の理由から、これらの方法には FPGA を用いることが適している。SPH 法では、計算量が粒子数のオーダーなので、専用機化した際の加速率が原理的に大きくない。また、様々な計算法が使われている。エワルド法は周期境界条件下での重力を計算するアルゴリズムであるが、特定の用途に限られる。

GRAPE-FPGA の試作第一号機として、我々はアルテラ社の Flex10k50(10 万ゲート相当)1 チップと座標メモリからなるシステムの開発を進めている。現在、製作を終了し、動作確認を行なっている。また、エワルド法用の FPGA の内部プログラミングを終えた。順次、SPH 法用のプログラミングも行なう予定である。このシステムの完成時には、1FPGA あたり 1.6 ギガフロップス程度で動作する予定である。将来的には、FPGA を数 10 チップ程度集積し、100 ギガフロップス以上の性能をもつシステムの開発を目指す。