

X02a **PROGRAPE-1: 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**

濱田剛、福重俊幸、川井敦、牧野淳一郎 (東大総合文化)

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 PROGRAPE(PROgrammable GRAPE)-1 を開発した。

PROGRAPE-1 の特徴は、演算パイプラインに GRAPE チップのような専用 LSI の代わりに FPGA を用いていることである。FPGA とはユーザが自由に内部回路を構成できるプログラム可能な LSI のことである。専用 LSI の代わりに FPGA を用いることで、開発にかかる初期費用を下げることができる。また、専用機の利点が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。しかし FPGA は専用 LSI に比べ、単位ゲート当たりの単価が高く、大規模システムにはコストがかかる。

天体物理学で PROGRAPE-1 に適しているアプリケーションには例えば SPH 法とエワルド法が考えられる。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。そのため SPH 法を計算させる専用機は、無限に加速させる必要はなく、だいたいホストコンピュータの 10-100 倍程度の計算速度が得られれば十分である。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。

PROGRAPE-1 はアルテラ社製 FPGA、Flex10k100(10 万ゲート相当)2 チップと座標メモリからなる。現在、重力 (クーロン力) 多体問題用、SPH 法用のプログラミングを行なっている。アプリケーションにより演算速度は異なるが、重力 (クーロン力) 多体問題において 2.4 ギガフロップス、SPH 法において 4.0 ギガフロップス程度で動作する見積りである。