

粒子シミュレーションの応用 ～コップの中から宇宙まで～

上級准教授 中里 直人



[概要]

○粒子シミュレーションでは、様々な流体を粒子（ボール）の集まりとして考えます。たくさんのボールがバネでつながっているところを想像してみてください。このボールの集団を引っ張ると、バネの力で元に戻ろう（復元しよう）とします。この「バネの法則」を変化させることで、様々な流体をシミュレートする（模擬する、まねる）ことができます。この手法により、水や油などの身近な液体から、宇宙に存在する高温プラズマまで様々な物質をシミュレーションすることができます。

・ 実例1: 流れのシミュレーション

「法則」を変えることで、水のような流体を粒子の集まりとしてシミュレーションできます。これにより、海や川の様子や、ダム設計等への応用が可能です。

・ 実例2: 宇宙の構造

広い宇宙に存在する物質の多くは非常に高温なため、原子から電子がはがれて、プラズマになっています。プラズマも粒子の集まりとしてシミュレーションできます。その動きや様子をシミュレーションすることで、宇宙の進化を調べることができます。プラズマが互いに引き合い太陽などの恒星が誕生し、その周りには、温度の低下によりプラズマが気体、液体、固体と変化し、それらから地球や月が生まれました。このように、粒子シミュレーションは、宇宙の謎を解明するためにも使われています。

[実用化の可能性]

○Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)法という計算手法は、様々な流体やプラズマを粒子の集まりと考えることで、より簡単に、より高速にシミュレーションを可能としました。それに基づき様々な現象の解明や予測が可能となります。なかでも、実際に見ることのできない宇宙で起きている色々な現象を明らかにしたり、その様子を予測したりできるようになります。

我々は、SPH法を高速に実現するために、並列計算手法や、FPGA、ASICを使った専用高速計算機とそのアルゴリズムの研究を行なっています。

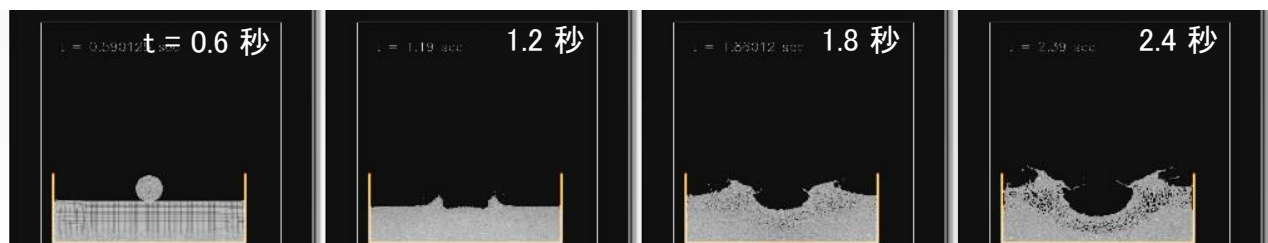
[UBICからのメッセージ]

○SPH法は流体シミュレーションのために開発されたツールで、「バネ」の強さを変えることにより気体、液体、さらには鉄と鉄との衝突のような固体の運動をも解析することが出来ます。高速化に関しては2並列で約2倍、FPGA、ASICを使うと最大で5倍程度の高速化が可能となります。中里准教授はこれらの高速計算手法の研究開発と、それを駆使した天体現象の解明を行っています。たとえば、星と星とが合体した場合にどんな現象が観測されるかを予測しています。また、宇宙に存在する銀河などの天体が、どのように進化してきたのかを調べています。

[研究概要図]

実例1: 流れのシミュレーション

プールに直径数メートルの水球が落下する様子のシミュレーション



狙いは計算の高速化