

近似 Riemann Solver を使用した、非理想気体での SPH 法

Smoothed Particle Hydrodynamics for real gas with approximate Riemann Solver.

井田 茂 [1]; 玄田 英典 [2]; # 細野 七月 [3]
Shigeru Ida[1]; Hidenori Genda[2]; # Natsuki Hosono[3]

[1] 東工大・地惑; [2] 東工大・地惑; [3] 東工大・理工・地惑

[1] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.; [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.; [3] Earth and Planetary Sciences, Titech

流体の数値的計算をする手法の1つに、SPH(Smoothed Particle Hydrodynamics)法と呼ばれるものがある。
この手法は、物体が大きく変形する場合や、計算領域の大部分に物質が存在しないような系を計算するのに優れている。

しかしながら、一般的に「標準 SPH 法」と言われている SPH 法という手法には、人工粘性を導入しなければならない、強い衝撃波を正しく計算するためには多くのタイムステップが必要であるなどの短所が存在する。

この短所を克服したものが、Inutsuka (2002) が開発した、Godunov SPH 法である。
この手法では、SPH 粒子どうしの相互作用を計算する際、Riemann Problem を解析的に解いて得られる結果を使用する。

しかしながら、現在のところ Godunov SPH 法は理想気体にしか適用できないという短所がある。

そこで、ここでは、非理想気体も扱える Godunov SPH 法の開発を試みる。
原理的には非理想気体の Riemann Problem を解くことになるが、非理想気体の場合の厳密解を求めるには、多大な計算コストを要してしまう。

そこで、厳密解ではなく近似解を用いることにした。

非理想気体の Riemann Problem を近似的に解くには、すでに確立されている approximate Riemann Solver を使用した。

この Solver を実際に Godunov SPH 法に実装し、いくつかの1次元テスト計算を行った。

その結果、解析解をよく表現できていることが確かめられた。

天文学の一部を除く、多くの分野(惑星科学、地球科学、工学)が扱う状態方程式は、理想気体ではない。
したがって、ここで開発した「非理想気体も扱える Godunov SPH 法」は、非常に汎用性の高い手法であると考えられる。