圧縮性流体用の
メッシュフリー法の高次化

山本 智子[1,2]　牧野淳一郎[3,2,4]
(1:東工大 理工学研究科 2:理研 AICS
3:神戸大 理学研究科 4:東工大 ELSI)

メッシュフリー法

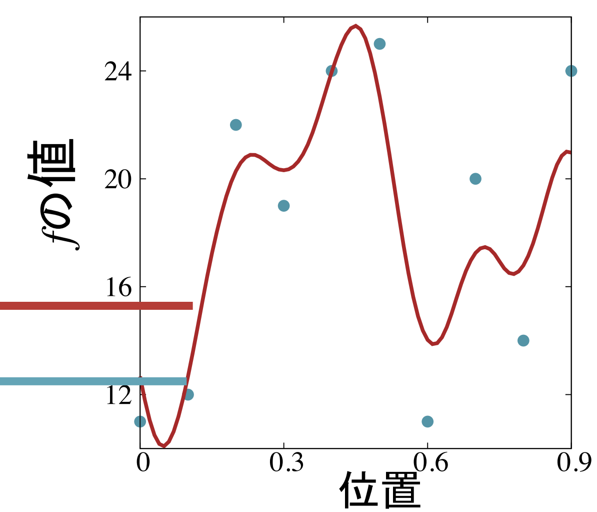
- メッシュを必要としない手法。
- 要素分割を行わないため、複雑な形状や大変形を扱うことができる。
- 物理量f_iの離散近似は、形状関数を用いてグローバルに畳み込む。
- 大変形を伴う天文の現象にはSPH法が使われることが多い。

$$< f_i >= \sum_j f_j \phi_{ij}$$

ϕ_{ij} :形状関数

畳み込みをした値 $<f>$

離散的な値 f



SPH法

SPH近似

$$< f_i >= \sum_j f_j \Delta V_j W_{ij}(x_{ij}, h_i)$$

ΔV_j : 体積

W_{ij} : カーネル関数

h_i : カーネル関数の広さ

密度を直接、陽的に推定することが可能。

SPH法の物理量の推定には、o(h) の誤差が生じる。
微分演算子にも、さらに大きな誤差が生じる。

$$< f_i >= f_i \sum_j \boldsymbol{\nabla}_i \phi_{ij} + o(\boldsymbol{r}_{ij}) = f_i[(1 + o(h_i)) + o(\boldsymbol{r}_{ij}/h_i)] + o(\boldsymbol{r}_{ij}/h_i)$$

自由表面・接触不連続面で大きな誤差が発生する。
数値粘性が発生する。

新しい手法

解決策

SPH近似を用いずに密度を陽的に導出するために、
- 密度は連続の式を時間積分して求める。

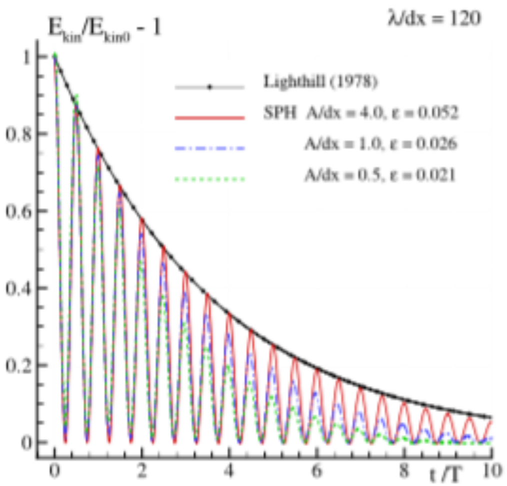
関数近似を高次にするために、
- SPH の関数近似ではなく、MLS やMPS と同様な高次多項式フィットを用いる。

自由表面におけるテスト計算

表面重力波のテスト計算

δ-SPH法(表面重力波を扱えるとされるSPH)

運動エネルギー
/初期の運動エネルギー



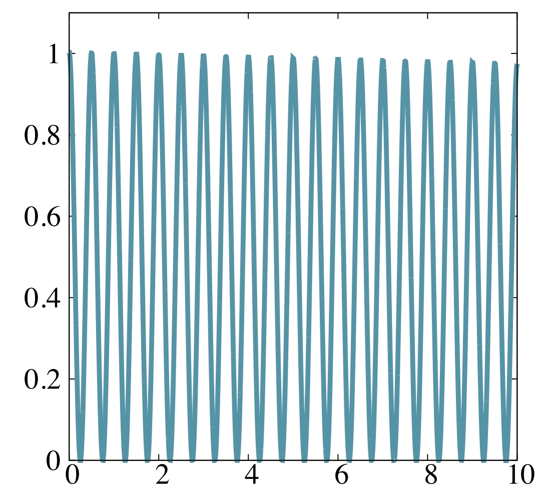
表面重力波の周期

Antuono et al. (2011)

大きな数値粘性が
必要

新たな手法

運動エネルギー
/初期の運動エネルギー



表面重力波の周期

小さな数値粘性で
計算可能