

中性子経済に余裕のある原子炉システムを考えたことにより、原子力エネルギーを長期にわたり利用

次世代炉システムの研究開発

1. 研究概要、目指すところ

ナトリウム冷却高速増殖炉は、臨界達成目的以外の余剰中性子の量が多いため、核燃料を増殖したり、マイナーアクチノイドを燃焼させたりすることができる次世代炉の中核となるシステムです。この原子炉において、炉心溶融事故が生じた場合の溶融炉心物質の物理挙動に関する基礎的研究を行い、安全性の向上につなげることを目指しています。

2. これまでの研究成果

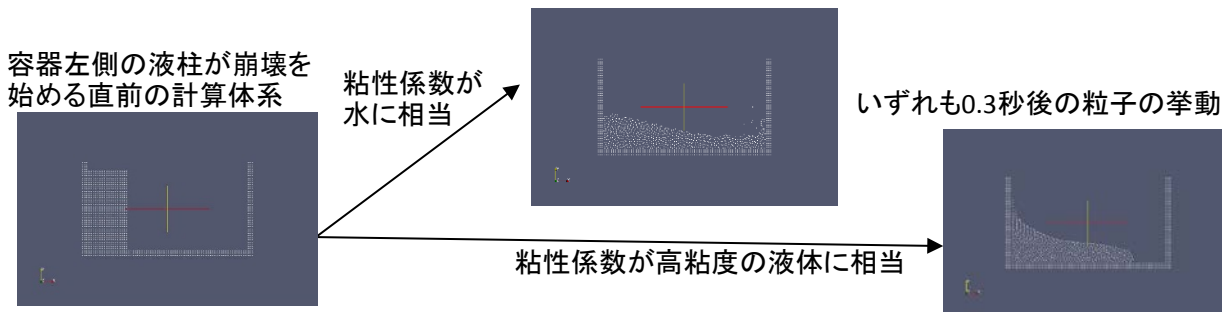
基礎的研究として、溶融炉心物質の流動挙動を、東京大学の越塚教授が開発されたMPS法(Moving Particle Semi-implicit法)を用いて解析する方法を研究しています。MPS法は粒子法の一つの方法です。従来、広く用いられている差分法あるいは有限要素法では、計算対象の空間を格子により分割し、微分方程式を離散化します。この格子による解析では、格子の多少の変形は許容できますが、格子の移動量が大きいと、計算そのものができなくなるという問題があります。

MPS法は、計算点である粒子そのものを連続体の上に配位します。そして連続体とともに移動させることで、自由表面を持っている流れや沸騰等の混相流れを解析しようとするものです。これはいわゆるラグランジュ法と呼ばれる解法に相当します。

本研究は2014年より始めました。まず、C言語で書かれたMPS法の解析コードが正しく動作することを確認した後、ナビエ・ストークス式の粘性項までを入れた次式を解きます。

$$\frac{D\mathbf{u}}{Dt} = \mathbf{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad } p + \nu \Delta \mathbf{u}$$

ただし、 \mathbf{u} は速度ベクトル、 \mathbf{F} は外力ベクトル、 ρ は密度、 p は圧力、 ν は動粘性係数です。



3. 研究のアピール点、今後の展望

連続体を多数の粒子の集合とみなす考え方

自由液面などの連続体界面が大きく変動する物理現象を、解析的に考察できる道具として有用

シビアアクシデントで生ずる現象の理解の促進

志望学生へのメッセージ

現象を記述する物理方程式を自ら計算機に載せ、その計算結果を正しく解釈できる能力を培うことが一番大切です。