

# Multi-physics モデリングによる Ex-Vessel 溶融物挙動理解の深化

## (1) 全体計画

Deepening Understanding of Ex-Vessel Corium Behavior by Multi-Physics Modeling

### (1) Overview of the Research Plan

\*山路 哲史<sup>1</sup>, 古谷 正裕<sup>2</sup>, 大石 佑治<sup>3</sup>, 段 広涛<sup>1</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学, <sup>2</sup>電力中央研究所, <sup>3</sup>大阪大学

粒子法の一つである MPS 法による計算機実験、模擬溶融物流下試験、 $UO_2$  流下試験により、原子炉過酷事故時の Ex-Vessel 溶融物挙動の機構論的な予測に取り組んでいる。

**キーワード** : MPS 法, 粒子法, Spreading, MCCI, ex-vessel, コリウム

### 1. 緒言

原子力発電技術の安全性・信頼性向上のためには近年の原子炉過酷事故 (SA) 解析コードの高度化の努力と並行して物理現象の理解に立ち戻った議論を深める必要がある。特に原子炉容器外に放出された Ex-Vessel 溶融物挙動の解析は不確かさが大きく、原子炉格納容器床面の sump pit 等の凹部にデブリが集中して安定冷却が困難となる問題の正確な評価や対応策の検討が困難である。そこで、文部科学省英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業において、伝熱・流動・相変化を伴う Ex-Vessel 溶融物挙動の理解の深化に取り組んでいる。MPS 法による計算機実験、模擬溶融物流下試験、 $UO_2$  流下試験により、MPS 法による機構論的な Ex-Vessel 溶融物挙動の予測を目標としている。本発表では全体計画を紹介する。

### 2. 研究内容

#### 2-1. MPS 法による Ex-Vessel 溶融物挙動の理解の深化 (早稲田大学)

MPS 法による解析により、溶融物の spreading 停止機構および MCCI によるコンクリートの非等方浸食機構の解明に取り組む。解析対象には本事業で実施する模擬溶融物流下試験と、過去に仏国で実施された模擬コリウムの広がり (spreading) 実験 (VULCANO VE-U7)、コア・コンクリート反応 (MCCI) 実験 (VULCANO VB-U7) を選んだ。さらに MPS 法の離散化手法の改良による解析精度向上のための基礎的な知見の取得に取り組む。

#### 2-2. 模擬デブリ流下試験による MPS 解析結果の妥当性の検証 (電力中央研究所)

BWR Mark-I 型格納容器を模した実験体系を用いて模擬デブリ流下試験を実施する。試験パラメータに、デブリ滴下位置、流量、流体粘性係数を選定し、デブリの三次元流下挙動の可視化する。異なる縮尺で試験し、スケール効果を定量化する。

#### 2-3. $UO_2$ 流下試験による基礎データ取得 (大阪大学)

ガス浮遊させた  $UO_2$  試料を  $CO_2$  レーザーで照射加熱し、落下する溶融  $UO_2$  試料の spreading 挙動をハイスピードカメラで撮影することで可視化する。試料の組成や温度等をパラメータに系統的なデータを取得する。

### 3. 謝辞

本研究は、「文部科学省英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」により実施された「Multi-physics モデリングによる Ex-Vessel 溶融物挙動理解の深化」の成果である。

---

\*Akifumi Yamaji<sup>1</sup>, Masahiro Furuya<sup>2</sup>, Yuji Ohishi<sup>3</sup> and Guangtao Duan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Waseda Univ., <sup>2</sup>Central Research Institute of Electric Power Industry, <sup>3</sup>Osaka Univ.,