

シビアアクシデント時の燃料破損・熔融過程解析手法の高度化（2） （その1）全体概要

Advanced Multi-Scale Modeling and Experimental Tests on Fuel Degradation
in Severe Accident Conditions (1)

(No.1) Project outline

*永江 勇二¹, 倉田 正輝¹

¹日本原子力研究開発機構

「原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業(シビアアクシデント時の燃料破損・熔融過程解析手法の高度化)」に係る成果について、5件のシリーズ発表を実施する。本件はそのうちの全体概要を発表するものである。

キーワード：シビアアクシデント(SA)、燃料破損・熔融現象、材料科学的モデル、熱力学データベース

1. はじめに

1F事故の事故進展解析により、2号機では極短時間での冷却水喪失と水蒸気枯渇条件での燃料熔融で事故(非典型的な事故条件)が進展した可能性が高いこと、また、BWR体系では制御棒ブレードやチャンネルボックスの存在等により、PWRと異なる事故進展を引き起こす可能性があること、などが指摘されている。このような従来想定されていない条件での燃料破損・熔融現象を適切に解析し、アクシデントマネジメントに向けた課題を抽出するには、機構論的に燃料破損・熔融事象を解析・評価できる詳細解析コードの開発が必要となる。炉心全体の熔融・崩落事象を機構論的に解析する必要はなく、燃料集合体レベルの解析コードを整備し、その解析結果を加味して、従来SA解析コードの解析を行う手法が妥当と考えられる。

2018年9月の原子力学会では、平成30年度末の、燃料集合体規模で、様々な事故進展条件を想定して詳細解析できる解析手法(詳細解析コード(ベータ版))提示に向けた進捗状況を報告した。今回の5件のシリーズ発表では、2018年度末提示の材料科学的要素過程モデルに基づいた詳細解析コード(ベータ版)の内容について報告する。

2. 実施概要

詳細解析コード(ベータ版)の提示に向けて、(1)燃料破損・熔融の要素過程解析モデルとデータベースの高度化(BWR/PWR双方の体系)、(2)解析モデルの連成(マルチスケール/フィジックス)、(3)解析モデルのV&Vに向けた必要知見拡充を実施してきた。図1に燃料破損・熔融に係る要素過程解析モデル概要を示す。非典型的な事故条件においても解析可能とするため、燃料集合体構成材であるジルコニウム合金の酸化・水素化挙動、及びジルコニウム合金酸化膜厚の減少挙動、 UO_2 とジルコニウム合金製燃料棒との反応挙動における要素過程モデルを整備し、詳細解析コード(ベータ版)への反映を進めた。さらに、熱力学データを考慮した溶質分配モデルによる燃料デブリの凝固・偏析過程挙動解析の骨格を構築した。また、材料科学的検討に不可欠となる熱力学データベースの公開化作業を実施した。

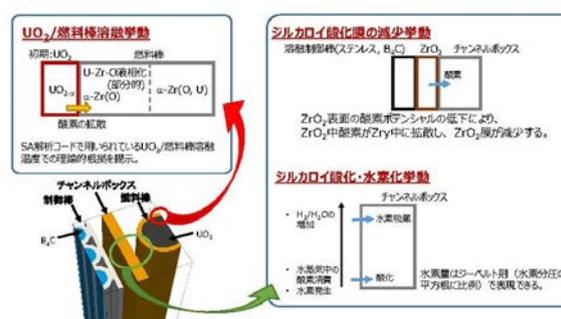


図1 燃料破損・熔融に係る要素過程解析モデル概要

*本研究の成果は、経済産業省資源エネルギー庁「平成29年度 原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業(シビアアクシデント時の燃料破損・熔融過程解析手法の高度化)」の一部である。

*Yuji Nagae¹ and Masaki Kurata¹

¹Japan Atomic Energy Agency