

# 金属燃料高速炉の炉心損傷事故起因過程解析コードの開発

## (1) 過出力試験解析に基づくコードの改良

Development of transient behavior analysis code for metal fuel fast reactor during initiating phase of core disruptive accident

(1) Code modification based on experimental analysis of transient overpower tests

\*太田宏一<sup>1</sup>, 楠見 紘司<sup>1</sup>, 山野 秀将<sup>2</sup>, 大釜 和也<sup>2</sup>, 二神 敏<sup>2</sup>, 島田 貞衣<sup>3</sup>, 山田 由美<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>電中研, <sup>2</sup>JAEA, <sup>3</sup>MFBR

金属燃料炉心損傷解析コード CANIS を用いて TREAT 炉による過出力試験の試験解析を行い課題の抽出を行った。コードの改良により、試験後の被覆管減肉量や燃料溶融範囲および溶融燃料の膨張（エクストルージョン）による反応度低下の時刻歴の再現性が向上した。

キーワード：高速炉、金属燃料、炉心損傷事故、起因過程、炉心安全性、エクストルージョン

**1. 緒言：** 金属燃料炉心の炉心損傷事故（CDA）評価は、起因過程における即発臨界超過や事故後の再臨界を回避する観点から重要であり、溶融燃料の膨張（エクストルージョン）や炉外排出による負の反応度投入を適切に反映した事象進展を解析する必要がある。電中研では金属燃料高速炉用 CDA 起因過程解析コード CANIS の開発を進めている<sup>[1]</sup>が、これまでのところ実験結果に基づく CANIS の検証は行われていない。そこで、米国の過渡試験炉（TREAT）による過出力試験を対象とする試験解析を行い、課題の抽出およびコードの改良を行う。

**2. CANIS の概要：** CANIS は、二流体モデルを適用する冷却材流路と燃料ピンの熱計算モデル及び反応度計算モデルから構成される 1 次元チャンネルを多数結合することで炉心領域を模擬する 1 次系一巡の核熱応答解析コードである。照射によって燃料結晶中に蓄えられた FP ガス圧を駆動力とし、金属燃料溶融後のエクストルージョンやピン外分散を扱うことができる唯一の国産コードである。

**3. 試験解析：** 米国アイダホ国立研究所の過渡試験炉（TREAT）で行われた過出力型試験のうち、照射済 U-19Pu-10Zr [wt%] 燃料について行われた M6 試験（燃焼度=1.9 at%、5.3at.%）および M7 試験（燃焼度=9.8at.%）<sup>[2]</sup>の燃料破損に至る直前までを対象に試験解析を実施し、被覆管の減肉量や燃料の溶融領域およびエクストルージョンによる投入反応度を比較した。

**4. コード改良：** 試験解析の結果に基づき、以下について CANIS の解析モデルや解析条件を改良または修正した。

- 1) 被覆管減肉量が過小評価されているため、高温での被覆管減肉速度の増大モデルを追加。
- 2) 燃料の溶融領域が模擬できていないことから、照射に伴う燃料成分の再分布を考慮し、局所的な組成変化による物性の変化を反映。
- 3) エクストルージョンに寄与する燃料合金内の FP ガス量やボンド Na 侵入率を照射条件に応じて反映。

**5. 結果：** コードの改良前後の解析結果を TREAT 試験結果<sup>[3,4]</sup>と比較した。過渡試験後の被覆管減肉量や燃料溶融範囲（図 1）およびエクストルージョンによる反応度低下の時刻歴（図 2）の再現性が向上することが確認できた。

**6. 結言：** 金属燃料炉心の CDA 起因過程における燃料破損前のピン内挙動が CANIS によって解析できる見通しが得られた。

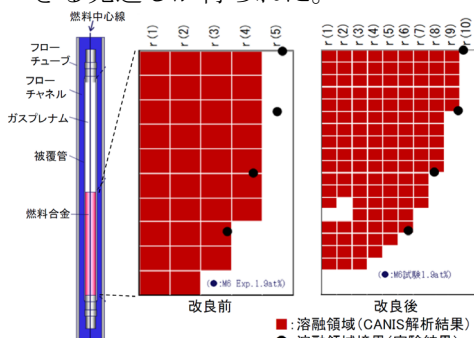


図1 U-19Pu-10Zr燃料ピン（燃焼度1.9at.%）の過出力試験後の燃料溶融領域の解析結果と実験結果<sup>[3]</sup>の比較

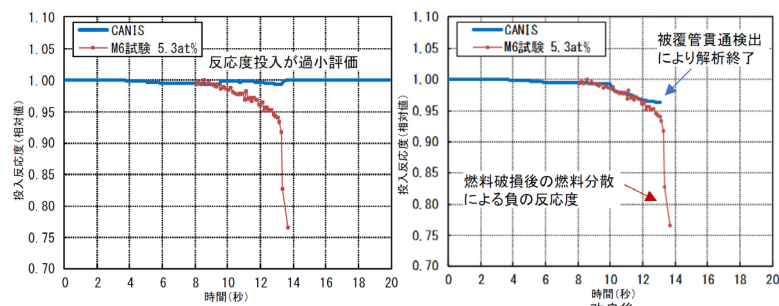


図2 U-19Pu-10Zr燃料ピン（燃焼度5.3at.%）の過出力試験中の投入反応度の解析結果と実験結果<sup>[4]</sup>の比較

[1] 植田他, 電中研研究報告書 T03060, [2] T.H.Bauer, et al., Nucl. Tech., #92, p325 (1990), [3] T.H.Bauer, et al., ANL-IFR-124 (1989), [4] E.A.Rhodes, et al., CONF-900804-5(1990).

本成果は、経済産業省資源エネルギー庁の委託事業「令和2年度高速炉に係る共通基盤のための技術開発」によって得られたものである

\*Hirokazu Ohta<sup>1</sup>, Kouji Kusumi<sup>1</sup>, Hidemasa Yamano<sup>2</sup>, Kazuya Ohgama<sup>2</sup>, Satoshi Futagami<sup>2</sup>, Sadae Shimada<sup>3</sup> and Yumi Yamada<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CRIEPI, <sup>2</sup>JAEA, <sup>3</sup>MFBR