

NSRR を用いた燃料溶融実験の計画
日本原子力研究開発機構
安全研究センター 燃料安全研究グループ

■ 背景

東京電力福島第一原子力発電所で発生した事故では原子炉の炉心が溶融に至った。現時点では原子炉内部の観測は困難であり、原子炉内の状況の推定や事故進展過程の理解にはシビアアクシデント解析コードを用いたシミュレーションが用いられる。炉心の溶融や崩落といった重要な現象の開始条件は温度上昇速度や雰囲気等によって異なるが、原子炉全体を取扱う解析コードにおいて燃料は極めて簡略化されたモデルが用いられている。これまで、米・スリーマイル島原発事故時の観測データ、米、独、仏等で実施されたシビアアクシデント模擬実験のデータが福島原発事故の解析において参照され、簡略化されたパラメータが使われているが、事故の詳しい経過を理解するための知見は十分ではない。

一方、日本原子力研究開発機構原子力科学研究所の NSRR（原子炉安全性研究炉）では、1975年の建設以来、反応度事故（いわゆる出力暴走事故）を中心に、事故を模擬して燃料を破損させる実験を数多く実施してきた。条件次第では燃料が溶融に至るが、実験燃料棒は頑丈なステンレス鋼製の実験カプセルに収められているため影響が外部に及ぶことはなく、実験の安全性は確保されている。NSRR 及び既存の機材（実験カプセルなど）を活用することで、燃料溶融挙動に関するデータを取得し、最終的に福島原発の炉内状況の把握に貢献できると考えた。

■ 実験の目的及び成果の反映先

本実験は、実験燃料棒 1 本という最小単位について、燃料が溶融を開始する条件及び溶融後の挙動に関するデータを取得し、シビアアクシデント解析コードの検証や精度向上に寄与することを目的とする。また、これを通して、福島原発における炉内状況の推定や他の原子力発電所における重大事故対策の有効性評価に貢献することを目指す。

■ 実験の概要

実験カプセルに実験燃料棒（全長約 30cm。未照射燃料）を設置する（図 1）。冷却材喪失状態を模擬するため、燃料棒周囲には気相部を設ける。この実験カプセルを NSRR 炉心（図 2）に装荷して運転することにより、実験燃料棒中の UO_2 ペレットを発熱させる。

燃料棒周囲の雰囲気（水蒸気、空気など）、燃料被覆管の事前酸化量、構造材や制御材との相互作用などの条件をパラメータとし、実験中の温度計測及び実験後の燃料の詳細観察により、燃料が溶融を開始する条件及び溶融挙動に関するデータ及び知見を取得する。

■ 実験計画

まず、NSRR においてこのような燃料溶融実験が成立するか否かを確認するための予備実験を 26 年度中までに計 3~4 回程度実施する計画である。25 年度末には 1 回目の予備実験を実施した。予備実験の結果に基づいて本実験の成立性を検討した後、成立するようであれば燃料溶融挙動を調べる実験を本格的に開始し、2~3 年を掛けてデータ及び知見を取得する計画である。

また、燃料の溶融進展過程を観察するための可視カプセルの開発を進めている。現在、技術的な成立性（特に、電子デバイスを炉心近傍で用いるための遮へい評価）について確認を行っている段階であり、この装置を用いて実験を開始するまでには少なくとも数年を要する見込みである。

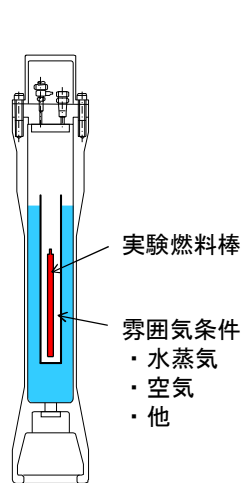


図1 NSRR 実験カプセル

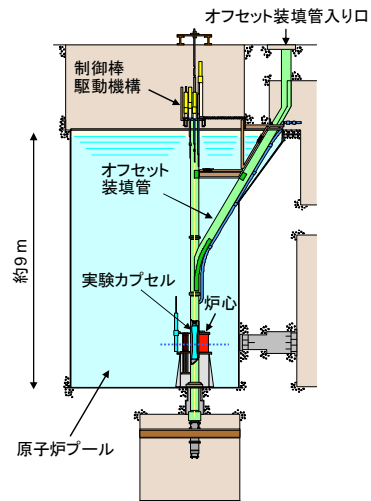
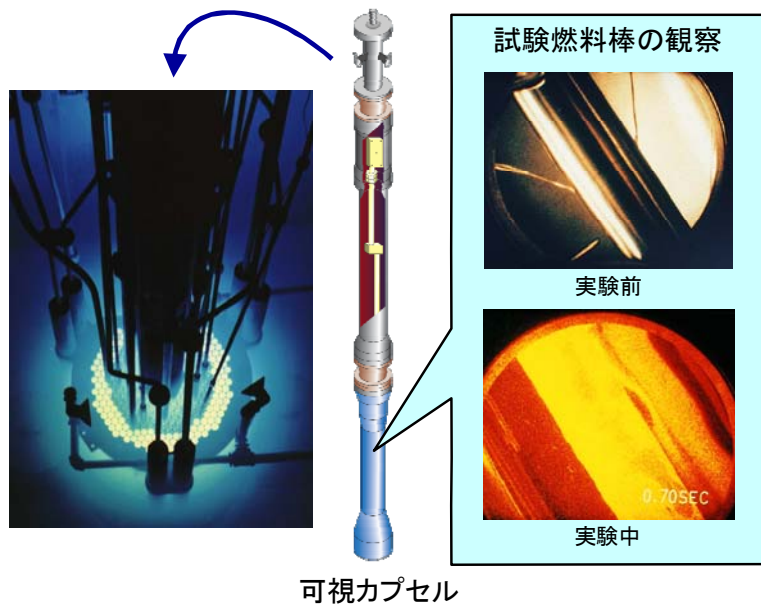


図2 NSRR の垂直断面図



可視カプセル

図3 開発中の可視カプセルを用いた実験のイメージ