

1-① 総合的な炉内状況把握の高度化

事業の目的

福島第一原子力発電所の廃止措置において、プラントの安定状態の確認、燃料デブリ取り出し方法の確定に向けて、原子炉内の燃料デブリや核分裂生成物(FP)の状態を的確に把握するための総合的な分析・評価を行った。また、分析・評価を通じて、号機ごとの燃料デブリ、FPの位置・分布に加え、原子炉格納容器等構造物の健全性への影響、臨界評価、燃料デブリ取り出し時のFP挙動評価等に必要なたデータ・情報を整備した。

1. 事業の内容と成果

下記2. 関連事業の結果を反映して以下の成果が得られている。

(1) 炉内状況の総合的な分析・評価

各号機の炉内・格納容器内の状態を推定するにあたり、原子炉圧力容器、格納容器、原子炉建屋の各所における様々な情報を網羅的に集約した情報集約図を作成した(図1)。これらの情報を総合的に分析・評価することで、燃料デブリ分布の推定図、FP分布の推定図、線量分布の推定図を作成した。これらの取組を効果的に進めるため、実機での計測データや、現場調査の結果等の情報を統合的に収集・整理したデータベースを構築した。

(2) 解析的手法を活用した不確かさの低減

事故進展解析コード(MAAP、SAMPSON)等を用いて、炉内で生じたと推定される事象について境界条件や解析モデルを考慮した感度解析等を行い、総合的な分析・評価に資する知見を得た。模擬燃料集合体プラズマ溶融試験を実施し(図2)、燃料集合体体系における炉心溶融・移動といった現象の不確かさを低減に繋がる知見を拡充した。

(3) FPの化学特性の評価

FPの化学特性の評価にあたっては、廃炉時の線量の寄与が大きいCsに着目し、標準的な化学種であるCsI、CsOHに加えて考慮すべき化学種の特定、サイト周辺環境で確認された不溶性Cs粒子の生成量、原子炉圧力容器上部構造物との反応に伴うCsの偏在の可能性など、Csの分布および化学的特性について検討を進めた。現場で採取された試料を分析し(図3)、炉内状況把握の観点からウランやFPの組成、空間分布などを検討した。

(4) 国際共同研究を通じた国内外の知見の活用

OECD/NEAのBSAF Phase2プロジェクトを運営し、データベースを活用して海外機関と事故進展シナリオやプラント関連情報を共有し、参画機関による事故後3週間の事故進展・デブリ分布・FP分布の評価結果を実測値・現場調査結果と比較した。FP放出量の評価結果も環境に放出された量と概ね整合する結果となることを確認した。事故進展の理解の深化を通じて、燃料デブリ分布の推定精度の向上に貢献した。海外機関との議論を通じて得た知見を総合的な分析・評価に活用した。

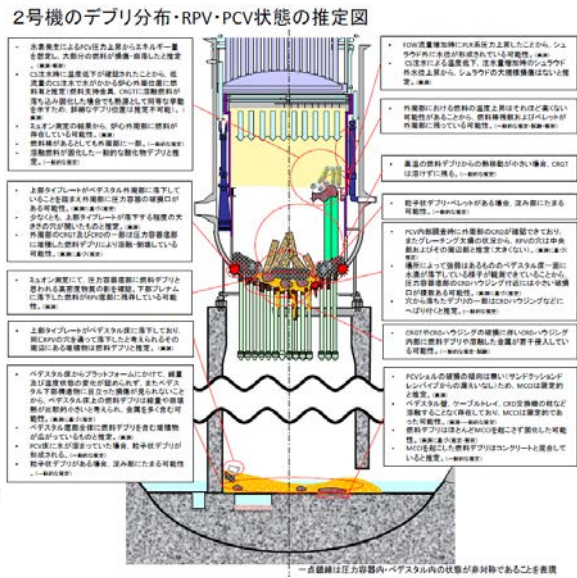


図1 燃料デブリ分布の推定図の例



図2 模擬燃料集合体プラズマ加熱試験結果例

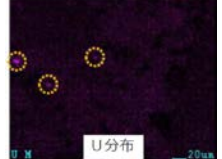


図3 1号機 格納容器堆積物分析結果

実施者

技術研究組合国際廃炉研究開発機構 (IRID) (2013年度～)
一般財団法人エネルギー総合工学研究所

2. 関連事業

これまで行われた関連事業における成果は以下のとおりである。

○炉内状況把握のための事故進展解析技術の高度化(2011年度)

- ・今後のプロジェクトの計画を策定した。

○事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握(2012～2013年度)

- ・事故進展解析コードの改良のため、事故進展上、重要な現象を抽出して重要度ランク表(PIRT)を作成し、感度解析結果を改定した。
- ・解析コード(MAAP、SAMPSON)の各モデルを改良し、事故進展を解析した。
- ・特に、格納容器床下のデブリの拡がり挙動、サプレッションチャンバ内でのチャギング現象等の評価を行った。
- ・OECD/NEA BSAFプロジェクトの運営機関となり、共通解析条件の策定、会議開催、参加機関への情報共有を行った。

○過酷事故解析コードを活用した炉内状況把握(2014年度)

- ・事故進展解析コードの改良のため、PIRTをMAAPの感度解析に基づき評価し、重要度ランキングを再設定した。
- ・解析コード(MAAP、SAMPSON)の各モデルを改良し、事故進展解析を実施した。
- ・特に、デブリ拡がりに関する熱流動解析、溶融炉心・コンクリート相互作用(MCCI)モデルの高度化を実施した。
- ・OECD/NEA BSAF Phase1プロジェクトを取りまとめ、Phase2を開始した。

○事故進展解析及び実機データ等による炉内状況把握の高度化(2015年度)

- ・事故進展解析コードの改良のため、解析コード(MAAP、SAMPSON)の各モデルを改良し、事故進展解析及び感度解析を実施した。
- ・MCCIを評価する解析コードを開発、格納容器に落下した燃料デブリの挙動を推定した。
- ・特に、韓国原子力研究所において、圧力容器貫通管溶融破損試験を実施して解析結果の確認用データ等を取得した。
- ・事故進展解析結果、実機の調査、他の研究開発からの成果も活用した総合的な分析・評価を実施し、燃料デブリ分布を推定した。

| 2011年度 | 2012年度 | 2013年度 | 2014年度 | 2015年度 | 2016年度 | 2017年度 |
|------------------------|--------|----------------------|--------|-----------------------------|----------------|--------|
| 炉内状況把握のための事故進展解析技術の高度化 | | | | | | |
| 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握 | | | | | | |
| | | 過酷事故解析コードを活用した炉内状況把握 | | | | |
| | | | | 事故進展解析及び実機データ等による炉内状況把握の高度化 | | |
| | | | | | 総合的な炉内状況把握の高度化 | |