

「燃料デブリの臨界管理技術の開発」進捗状況概要

1. 平成24年度主要目標

モニタリング技術等を開発するために、ベースとなる臨界評価技術を開発する。また、その評価技術を用いて、モニタリング技術に対する要求仕様を検討する。

2. 平成24年度の実施内容

(1). 臨界評価

(a) 臨界に至る可能性のあるシナリオの策定とそれらの解析

燃料デブリ取り出しの各工程において、臨界に至る可能性のあるシナリオの策定とシナリオに基づく臨界解析を実施する。

(b) 臨界時挙動評価

既存解析コードの調査、シナリオを基に臨界時挙動解析を実施して1点炉モデルの適用性を検討する。

(2). 廃液処理、冷却設備の未臨界管理技術

廃液処理系や冷却設備に設置する未臨界監視システムの要求仕様を検討する。

(3). 炉内の再臨界検知技術

炉内で再臨界になった場合に、これを検知する方法として、中性子を検出する方法と短寿命核分裂生成物を測定する方法を検討する。

(a) 中性子検出器システム

中性子測定可能な場所の調査、中性子束分布の解析、再臨界検知システムの要求仕様の検討を実施する。

(b) FPγ線検出器システム

再臨界検知システムの要求仕様の検討、システム検討を実施する。

(4). 臨界防止技術

中性子吸収材候補の文献による調査、材料健全性及び構造材への化学的影響の検討を実施する。

(5). 臨界管理技術に係る基盤研究

燃料デブリの臨界量計算・不確かさ解析、燃焼計算コードの改良を実施し、臨界管理手法の整備を進める。また、燃料デブリ取り出し時の未臨界監視システムの検出器仕様検討を行うとともに、臨界安全設計の基礎データ提供に資するPIE準備及び臨界実験の炉心構成等の検討を実施する。

5. 「燃料デブリの臨界管理技術の開発」実績(10月時点)

(1). 臨界評価

(a) 臨界評価

燃料デブリ位置(図1)を想定し、燃料デブリ取出までの作業フェーズで臨界に至る可能性のあるシナリオを検討した。

さらに、燃料デブリ状態と臨界誘因事象を考慮したシナリオの重要度ランキングを作成し、上位の臨界シナリオについて、

燃料デブリ状態をパラメータとした臨界評価(図2)を開始した。

(b) 臨界時挙動評価

国内外の臨界挙動解析コードを調査したが、既存コードは燃料デブリ体系に適用できない。そこで、JAEAが開発した1点炉動特性計算モジュールを基にした、デブリ体系に適用可能な再臨界挙動解析コードの検討に着手した。(図3)

(2). 廃液処理、冷却設備の未臨界管理技術

タンクおよび配管ストレナに燃料デブリが蓄積した場合に、臨界未満で検知すべき中性子強度を評価した。

(3). 炉内の再臨界検知技術

PCVペDESTALに落下した燃料デブリが再臨界となった場合に放出される中性子強度を検討し、検知可能な位置を検討した。この結果、PCV外で再臨界を検知できる可能性は極めて小さいと結論した(図4)。

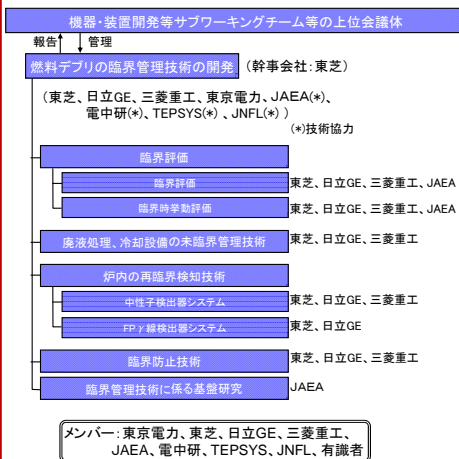
(4). 臨界防止技術

臨界防止機能、施工性、PCV構造材への腐食・損傷防止等、中性子吸収材への要求仕様を検討して整理した。

(5). 臨界管理技術に係る基盤研究

コンクリート含有デブリの体系での無限増倍率及び臨界量評価を実施した。

3. 体制表



4. 工程表

主要案件	内容	2012年度(平成24年度)	
		前半期	後半期
1. 臨界評価	燃料状態、位置(1点炉)シナリオの策定	完了	完了
	燃料デブリ位置の想定	完了	完了
	臨界時挙動解析	完了	完了
	臨界時挙動評価	完了	完了
2. 廃液処理、冷却設備の未臨界管理技術	システム要求仕様検討	完了	完了
	中性子検出器システム	完了	完了
3. 炉内の再臨界検知技術	中性子検出器システム	完了	完了
	FPγ線検出器システム	完了	完了
4. 臨界防止技術	材料調査	完了	完了
	材料特性、腐食・損傷防止等の調査	完了	完了
5. 臨界管理技術に係る基盤研究	燃料デブリ取り出し時の未臨界監視システムの構築	完了	完了
	PIE準備	完了	完了

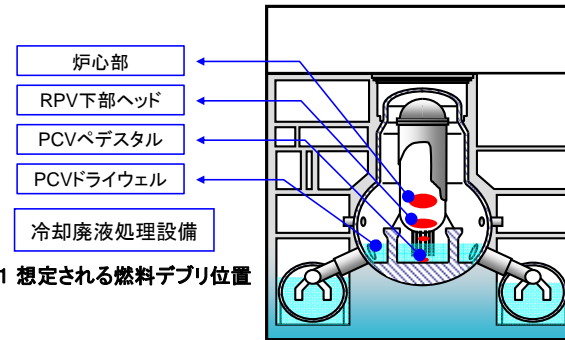
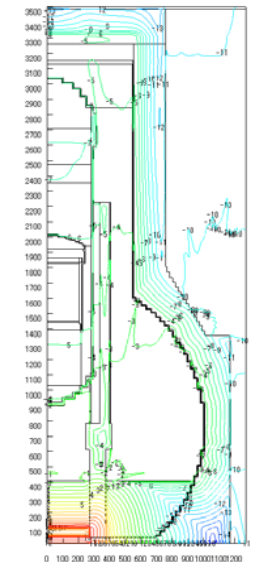
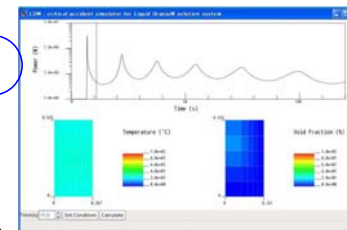
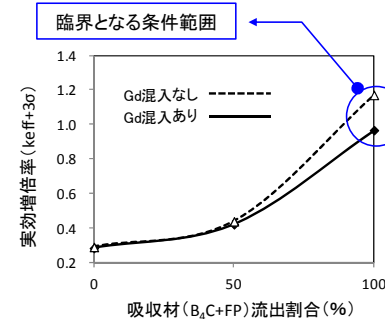


図1 想定される燃料デブリ位置



「燃料デブリの臨界管理技術の開発」課題および対応

1. 臨界評価

(a) 臨界評価

燃料デブリの状態、デブリ位置、水位など不確定要因が多い中で、まずは臨界シナリオの網羅性に重点を置き、漏れが生じないように想定範囲を拡大した結果、シナリオ数が膨大(～数千)になった。このため、燃料デブリ取り出しに向けた作業フェーズで区分し、まずは直近のPCV補修～水張りフェーズから段階的に解析評価を進めていく。

今後、模擬デブリ特性把握、事故進展解析等の他国プロや、実機におけるPCV内部調査等の進展による新知見を適宜反映して、臨界シナリオの絞込みと解析評価の見直しを行う予定である。

2. 廃液処理、冷却設備の未臨界管理技術

現状の循環注水ループをベースとして検討しているが、今後導入される予定の本設水処理施設、R/B小循環ループ等への適用が必要である。これらの設備構成は現時点で具体化していないため、今後の設計進捗と併せて検討を進める必要がある。

3. 炉内の再臨界検知技術

PCV外での中性子検知の可能性は小さいことが明らかになったため、中性子検知器の設置条件をPCV内に絞り、システム設計を進める。

4. 臨界防止技術

燃料デブリの状態が不確定のため、様々な状態に対応したオプションを幅広く検討する必要がある。

「燃料デブリの臨界管理技術の開発」全体計画

事項／年度	第1期		第2期					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
			(前)				(中)	
1. 臨界評価	シナリオ整理/評価		新知見反映による評価見直し					
2. 廃液処理、冷却設備の未臨界管理技術	要求仕様策定		▽要否判断	システム開発 機器設計、評価				
3. 炉内の再臨界検知技術	要求仕様策定		機器設計、評価					
4. 臨界防止技術	材料調査		材料開発		臨界試験			
5. 臨界管理技術に係る基盤研究	燃料デブリ取出開始→ 2021							