

基盤技術課題

原子力技術研究所

概要

原子力技術研究所は、軽水炉の再稼働、安全・安定運転および福島第一原子力発電所事故の着実な収束に向けた活動を支える基盤技術開発を推進し、原子力エネルギー利用が社会に受け入れられることを通じて、エネルギー問題や地球環境問題の解決に貢献することを目指している。

課題毎の
概要と
主な成果

原子炉システム安全

今後の軽水炉の安全かつ安定した運転においては、福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、事故防止方策および発生した場合の緩和技術、緊急時対応等原子炉システム安全に関する信頼性向上技術、および運転時の高い信頼性を保つための技術が重要となる。そこで、これらに関わる熱流動およびリスク情報活用に関する基盤技術を構築する。

■米国規制委員会(NRC)が開発し、米国の規制活動で標準的に使われる原子炉安全解析コードTRACEの高度化に関する共同研究をNRCと行っている。その中で、流体の圧縮性を考慮した数値解法を改良し、課題とされていた液相界面での圧力の数値的な不安定現象を回避し、安定に解析することを可能とした。

■原子炉の燃料集合体内の沸騰二相流解析高度化に必要となる、流れの三次元性や過渡変化を考慮したモデル化に向け、燃料集合体内二相流の流路断面分布を高速計測できるサブチャンネルポイドセンサを開発し、既存の二相流モデルの予測誤差を検証した。また、ワイヤメッシュセンサ(図1)を用いた二相流の気泡挙動の計測に関し

て、個別気泡の体積、速度、存在位置を高速で計測・処理できるアルゴリズムを開発した(図2)。

■確率論的リスク評価(PRA)において大きな影響を持つ共通原因故障(CCF)について、昨年度の機械品に続き、電気計装品の国内トラブルの分析を行い、CCF割合を表すPRA用パラメータの推定を行った[L12004]。

■軽水炉プラントで想定される湿り蒸気中の圧力脈動による機器/配管の振動疲労を評価するため、脈動発生源の一つである配管分岐部を対象として、脈動振幅に対する蒸気湿り度の影響について模擬配管を用いた実験により定量化し、湿りにより脈動振幅が低減されることを明らかにした。

燃料・炉心

原子力発電プラントの中核部分である燃料と炉心の安全性の向上に向け、燃料被覆管の腐食・劣化機構の解明、事故時の燃料の特性の解明、炉心解析技術の高度化を推進する。また、熔融燃料の特性評価や未臨界度測定技術開発等を進め、福島第一原子力発電所1~4号機の廃止措置に貢献する。

■使用済燃料プールの冷却に海水を使用した場合の被覆管の健全性を明らかにするため、人工海水中で被覆管腐食試験を実施した。その結果、人工海水の温度を80~85℃とし、海水成分濃度を自然海水の約3倍とした場合でも顕著な被覆管の腐食は見られず、被覆管表面に形成される海水成分によって生成する析出物に腐食抑制効果があることを明らかにした[L12001]。

■燃料熔融事故時に発生する核燃料とステンレス鋼との熔融混合物を模擬した未臨界炉心に中性子を照射し、発生するγ線のエネルギー分布を測定した。その測定データに基づく数値解析によって核燃料とステンレス鋼の混合割合を評価できることを示し、当所で開発中のγ線測定による未臨界度測定技術が熔融燃料に対しても適用できることを確認した。

燃料サイクル

六ヶ所再処理工場の竣工と安定操業に向けた技術開発や安全性向上のための基盤データの取得を進める。高速炉燃料サイクル技術については、国内外の機関との協力関係を活用しながら技術基盤を維持する。これらの技術基盤を活用して、過酷事故時汚染拡大防止技術を開発する。

課題毎の
概要と
主な成果

- 再処理工場のガラス固化工程で発生が懸念されるイエローフェーズ*1に関し、処分時の溶解性等の基礎物性やガラス中への溶解・拡散機構を解明した。この成果は、日本原燃の次期熔融炉の開発において活用される。
- これまで開発した乾式再処理技術の、炉心熔融事故により発生する破損燃料の処理への適用性を評価するため、ウランやプルトニウムを含む模擬破損燃料やTMI(スリーマイルアイラン

ド原子力発電所)破損燃料の電解還元試験を実施し、破損燃料中のウランが金属に還元できることを確認した*2。この結果を踏まえ、引き続き破損燃料への乾式処理の適用性評価を推進する。

- 福島第一原子力発電所の汚染水処理システムの運転支援を引き続き行い、汚染水の海水濃度の低下に応じた効率的な運転方法等を提案した。

ヒューマンファクター

平時のみならず緊急時においても適切に行動できる組織の構築に貢献するため、個人やチームの特性を生かしたヒューマンエラーの未然防止方策、安全文化醸成方策等を開発する。

- 緊急時に臨機に対応できるチームの育成に向けて、曖昧なイメージで論じられるチームの理想像を質問紙調査により評価できる手法「チーム理想像プロフィール」を開発した。これにより、チームワークの育成に必要な具体的な理想像(目標)の共有化が可能となった[L12005]。
- 机上業務者(一般社会人)に対する実験により、個

人が知識として持つ背後要因*3のカテゴリ*4を増やすことで、不安全行動の発見が促進されることを確認した。これにより、新人等の現場作業経験の少ない人材に対して、背後要因に関する教示・指導を短時間行うことで、自らの不安全行動の抑止が期待できる[L12006]。

*1 モリブデンや硫黄等のガラスに溶けにくい成分を含みガラスから分離した相を形成する物質。
 *2 日本原子力研究開発機構/超ウラン元素研究所との共同研究。
 *3 不安全行動を引き起こす要因。例えば、知識不足、あいまいな手順書等。
 *4 個人要因、コミュニケーション要因、作業特性要因、作業環境要因。

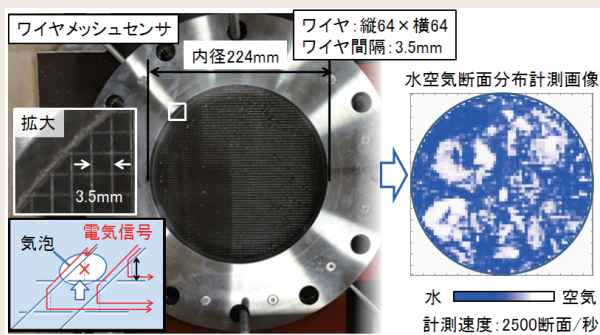


図1 ワイヤメッシュセンサ(WMS)概略

WMSは直行する2つのワイヤ層で構成される。このワイヤ交差点での導電率変化から気泡の有無を高速で計測する。当所の大口径WMSは内径224mm、ワイヤ本数64×64、計測速度2500断面/秒であり、高い空間分解能(約3000計測点)かつ高速(2500断面/秒)での二相流計測が可能である。さらに、2つのWMSを近接配置することにより、気泡信号の時間差から気泡の速度計測も可能である。

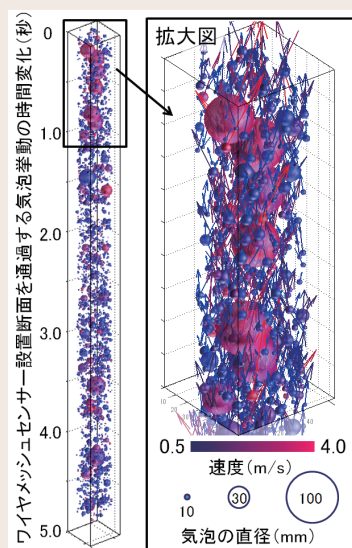


図2 気泡挙動の可視化結果

WMS間で気泡を追跡することで気泡の通過時間差と移動量から個別気泡の速度を計測することが可能である。