



培ったノウハウと知見を活かし 福島第一原発の汚染水処理に貢献

東日本大震災により発生した東京電力 福島第一原子力発電所の事故において、当時、危急の課題となっていたのが循環注水冷却システムの構築である。ただし、その実現には「大量の放射性汚染水をどう処理するか」という前例のない問題が待ち構えていた。電力中央研究所は、この問題に事故直後から取り組み、システムの早期導入を陰で支えてきた。一刻を争う状況の中で最大限の成果を導き出す。その背景には、同所が長年培ってきた知見と研究者のチームワークが潜在している。

汚染水処理システムの 早期構築を支えた支援研究

福島第一原子力発電所の汚染水処理について、電力中央研究所が東京電力から依頼を受けたのは震災から約2週間後。当時は「炉心安定化」が目下の課題であり、外部注水による炉心冷却が行われていたが、その水が高濃度放射性汚染水となり建屋地下に大量に滞留し、やがて溢れ出すことが明らかとなった。このため、汚染水を除染して再注水する「循環注水システム」の一日も早い構築が必須であった。

放射性物質除去にゼオライトが有効なことは、スリーマイルの事故処理で分かっていたが、今回は海水や油を多量に含んでおり、従来データやシステムをそのまま適用できない。現場状況により個々の性能を再評価し、オーダーメイドの装置を設計する必要があった。

この支援研究で電力中央研究所は多大な貢献を果たす。土方氏は、ゼオライトのセシウム吸着に関する試験を担当。海水と油が混じる特殊な環境下で様々な吸着試験を

行い、汚染水処理システムの構築に不可欠なデータを取得。「媒体が変わっただけで過去の知見を応用可能です」と土方氏が語るように、この研究には熔融塩を使った乾式再処理技術で培ったノウハウが活かされている。

また、ベッセル(ゼオライトを詰めた筒状の容器)の内部には多量の放射性セシウムが蓄積されるため、その周囲を覆う遮蔽体に関する研究も必要とされていた。この研究は「装置設計の鍵」となる存在で、安全性と機能性を両立させるために確度の高い計算が求められる。名内氏は、装置表面の線量を短期間で計算することで装置設計の早期完了に尽力。「これまでの研究とは頭の使い方が違いますが、 γ 線の計測経験が活きたと思います」と当時を振り返る。

これらと並行して、使用済みベッセルの貯蔵に関わる研究も進められた。ベッセル内では貯蔵中も熱やガスが発生するため、その挙動の把握が安全性の確保へとつながる。近藤氏は、これまで培った数値解析技術を活かして、ベッセル内の

熱循環とガス排出に関する予測を行った。事故直後に必要性を感じて流体解析ソフトの使い方を勉強しておいたことが役に立ったという。新井氏は実機のベッセルを用いた熱流動試験を行い、解析で予測された自然循環が生じることを確認した。「計測対象によって用いる計測技術は多岐に渡るが、流れを把握するという目的は共通する」と過去の経験を援用したという。また宇留賀氏は、セシウムを吸着したゼオライトのガラス化や長期保管方法について検討。それまでに進めていた放射性廃棄物のガラス化の研究を活かし、わずか1週間で適切な成果を得ることに成功した。

危急の事態に備える 知見とノウハウの蓄積

支援研究を統括した小山氏は、システムの設計検討に携わりつつ様々な課題を抽出し、それぞれに応じた所内専門家に依頼して課題解決を図った。設計遅延は許されなかったため、タイムリーに成果を得るために、休日返上の24時間3

交代でデータを取り続けたりした。最終的に20名弱の研究者が一丸となり、システムの早期完成に大きく寄与した。

また、小山氏は「短期間で火事場的に作り上げた装置は“まず作ること”で精一杯になるため、後にトラブルが発生することも想像に難しくありません。それに備えて将来何が起こり得るかを予測し、準備しておくことが大切」とも語っている。当初はベッセルの交換タイミングや、水漏れ等トラブル後の立ち上げ方などの明解な指針が無かったため、システムに固有の解析コードを開発し、状況毎にどのような運転をすれば所期の除染性能が得られるかを評価できるようにした。システムはその後順調に稼働を続けている。

緊急時の問題解決で重要なのは、長年にわたり蓄積した知見を柔軟に応用する適応力である。日頃から研究者が知見を相互に交換し、常にチームワークで柔軟に問題解決を図ってきた電力中央研究所の強みだが、今回の事例ではまさに発揮されたとと言えるだろう。

Integration of Science & Technology for the future

未来に向けた科学と技術の融合

左から宇留賀、近藤、土方、新井、名内、小山、各研究員



原子力技術研究所 副研究参事 小山 正史

研究専門分野：次世代の核燃料再処理技術(特に高温冶金法を用いた乾式再処理技術など)
担当内容：セシウム吸着設備の設計会議メンバー、電中研の支援研究責任者
メッセージ：汚染水処理システムの早期竣工の陰に当所研究員の献身的な努力があります。

原子力技術研究所 燃料サイクル領域 上席研究員 土方 孝敏

研究専門分野：乾式再処理技術(乾式再処理の工学機器の開発)
担当内容：模擬汚染水でのゼオライトのCs吸着試験およびカラム試験
メッセージ：「事故の収束に少しでもお役に立てれば」との思いで全力で支援研究を進めています。

原子力技術研究所 燃料・炉心領域 主任研究員 名内 泰志

研究専門分野：原子炉内の放射線輸送のシミュレーション計算、原子燃料の放射線計測
担当内容：セシウム除去装置の表面線量の計算、セシウム生成量や発熱量の計算
メッセージ：遮蔽工学は専門から少し外れる研究内容でしたが、福島対策なら何でも受ける覚悟でした。

原子力技術研究所 原子炉システム安全領域 主任研究員 新井 崇洋

研究専門分野：原子炉内の熱流動評価技術(多次元二相流計測技術の開発)
担当内容：ベッセル内の熱流動模擬実験と熱流動特性評価
メッセージ：各々の研究者が多角的な議論に基づいて結束し、問題解決に努めています。

原子力技術研究所 原子炉システム安全領域 主任研究員 近藤 雅裕

研究専門分野：熱流動に関するシミュレーションおよびそのモデリング技術
担当内容：ベッセル内のガス挙動および水挙動のシミュレーションと評価
メッセージ：研究員が垣根を超えて風通しよく議論できたことが、今回の成果に繋がっていると思います。

原子力技術研究所 燃料サイクル領域 主任研究員 宇留賀 和義

研究専門分野：放射性廃棄物の処理
担当内容：使用済ゼオライトの安定化処理および長期保管方法の検討
メッセージ：現在そして将来の人々に少しでも喜んでもらえる成果が出せるように日々研究しています。