

「シビアアクシデント時の FP 挙動」研究専門委員会の活動実績と今後の展開

Activity results of the research committee on fission product behaviors under severe accident and its future developments

(1) 実機での FP 挙動把握の実績と課題

(1) Latest results on understanding of FP behavior in the 1F plant and its future developments

*高木 純一¹

¹ 東芝エネルギーシステムズ

1. はじめに

本研究専門委員会は、この4年間、3つのWGで活動を行ってきたが、WG3（技術課題抽出WG）では、主に実機でのFP関連実測データを収集し、1FでのFP挙動に関わる状況把握に注力してきた。ここでは、これまでに報告された実機データを整理するとともに、さらには廃炉作業に係わるFP関連の技術課題の整理と今後の対応について言及する。

2. WG3 における活動概要

2-1. WG3 でのこれまでの活動実績

WG3では、プラントデータを用いてFPのマスバランスを定量的に評価し、廃炉に係るFPの所在箇所とその量を可能な限り定量化して作業計画に反映させることを目的として活動した。このため、WG1からは評価のために必要な情報の提示を受け、実機評価に不可欠な事象説明のための実験計画に資する情報提供を行った。また、WG2からはモデル解析による実機でのFP挙動に関する現象再現の情報を入手し、下流側からのBackward評価を通して、モデルによる解析結果の妥当性及び精度の確認に貢献した。この両輪を適切に回すために、より多くの現場の情報を入手して分析・評価することが肝要な点であると言える。

これまでの活動では、1Fプラントの実機データとして、汚染水処理実績（第1回）、格納容器内線量率調査状況（第2回、図1）、1号機原子炉建屋環境改善の取組み（第5回）、2号機原子炉建屋オペフロの放射線等調査結果（第6回、図2）およびその分析（第8回）が報告された。また、放射性廃棄物に関わる評価結果として、廃棄物処理・処分技術の開発に係る放射化学分析データ（第3回）、汚染物に関する放射性核種分析と由来の推定（第7回）が報告された。さらに、実機放射能挙動の解析コードの観点からの推定評価に関して、汚染水の現状とその評価手法、（第5回）、再注水時のH₂/FP放出促進（第6回）、短/中/長期FP挙動解析手法（第7回）が報告された。これらの成果はいずれも実機の知見に基づく観察結果ないし分析・評価結果であり、1F事故に基づく課題抽出のためには不可欠な情報である。講演題目の一覧を表1に示す。

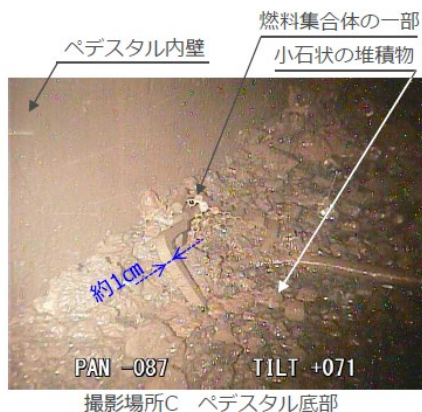


図1 2号機原子炉格納容器内部調査実施結果¹⁾

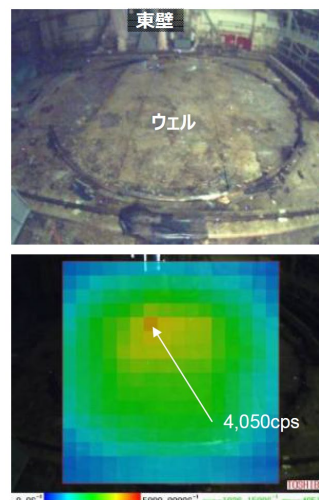


図2 2号機原子炉建屋オペフロウェル周辺の主要線源分布²⁾

表1 WG3にて報告された講演題目一覧

Phase	年度	回	年	月日	分類	講演題目	所属
Phase1	2017年度	1	2017年	11/17	解析評価	Phebus-FPT3 実験結果の概要と福島第一原発事故中のFP挙動との対比	JAEA
					実機データ	福島第一原子力発電所における汚染水処理の実績	東芝ESS
		2	2018年	2/19	実機データ	福島第一原子力発電所格納容器内調査 線量率調査状況	IRID
					解析評価	原子炉過酷事故における放射性核分裂生成物挙動の評価- Backward 評価の例-	JAEA
	2018年度	3	2018年	7/31	廃棄物データ	廃棄物処理・処分技術の開発に係る放射化学分析データ	JAEA
		4	2018年	11/15	リスク評価	燃料デブリ取り出しに係る定量的リスク評価手法の開発ー現状と課題	NDF
					性状	核分裂生成物の基礎性状について	JAEA
		5	2019年	3/12	実機データ	福島第一・1号機原子炉建屋環境改善の取組み	日立GE
					解析評価	汚染水の現状とその評価手法	エネ総研
Phase2	2019年度	6	2019年	7/17	実機データ	2号機原子炉建屋オベフロの放射線等調査結果について	東京電力HD
					解析評価	1F事故注水停止後再注水時の水素およびFP放出促進について	JAEA
		7	2019年	11/12	廃棄物データ	福島第一事故汚染物に関する放射性核種分析と由来の推定	NFD
					解析評価	短/中/長期FP挙動解析手法	エネ総研
	2020年度	8	2020年	7/29	実機データ	1F-2号機オベフロのFP分布の部位毎の評価	JAEA
					解析評価	ORIGEN2による主要核種インベントリー評価	JAEA

2-2. 1F の放射能データの現状

上述の実機データについては、事故から 10 年が経過した現在でも十分な情報が得られている訳ではない。まず、タービン建屋を経て多核種除去装置に導かれている汚染滞留水のデータは、比較的採取が容易であり、そのデータ点数も多いと言える。しかし、これらの放射能データは発生源評価の観点からは下流側のデータであり、発生源からの FP 挙動を推定評価するためには十分な情報とは言えない。次に、格納容器内の調査は漸く進展を見せてきたが、高い放射線量のためにアクセスが極めて困難であり、核種の分布や化学形態の情報については未だ皆無に近い状況である。さらに、建屋から放出された放射能による汚染廃棄物のデータは、金属・コンクリート等様々な形態があるが、その由来は個々に異なっており、発生源との関連を系統的に調査することには困難を伴う。

このような状況で、核種移行挙動の解析ツールを用いて、Backward 評価の視点から発生源を推定していく試みがすでに始められており、将来的なベンチマークを見据えつつ、当面は限られた情報から核種の発生、移行、付着、離脱挙動を推定評価する努力を続けていくことが強く求められている。

2-3. WG3 での今後の技術課題

このような現状を踏まえ、本研究専門委員会が 1F 廃炉推進にどのように貢献して行けるかを考える時、WG3 の活動は極めて重要であり、WG1 と WG2 との橋渡しを行いながら、解析精度向上とともに、1F 廃炉作業の効率的遂行と作業従事者の被ばく低減のための提言に注力してきた。

廃炉作業推進に係わる WG3 での今後の技術課題を整理すると、以下の 3 点が挙げられる。

①調査に伴う汚染データの取得

PCV 内部調査、オベフロ調査に伴い、今後、多種多様な汚染データ（バルク、付着）や線量率データの取得が図られていく。それらの情報に迅速にアクセスし、分析する体制を整えることが重要である。調査が優先することは当然であるが並行して効率的・合理的なデータ取得の検討が必要である。

②FP 核種の化学形態の同定

通常の元素分析、核種分析に加え、FP 挙動の詳細を把握するためには化学形態の特定が必須である。これまで、ヨウ素やセシウムに関して代表的な化学形態しか考慮されていなかったが、1F 事故の知見から、従来想定していなかったシリコン等を含んだ化学形態の存在が指摘されている。

③燃料デブリ取り出しへの要求事項の提言

デブリ随伴 FP（燃料デブリ中の FP）と付着 FP（PCV 内の構造材等への付着 FP）の両面から FP 挙動を総合的に評価する必要があるが、そのためには今後のデブリ取り出しにおいて、サンプリング項目、分析項目

を明確にして要求事項を明確にし提言していく必要がある。

このように WG3 では、常に実機データに基づく議論の構築と、そこから得られる廃炉作業推進への寄与目標と役割を意識し、引き続き WG1、WG2 との共同作業を進めて行く予定である。

3. おわりに

制約の多い今後の廃炉作業推進にあたり、作業遂行と被ばく低減を達成するためには、FP 核種のデータ取得が極めて重要となる。全体最適を図りつつ、コンセンサスを得た上で、有用な情報取得を行い、FP 挙動評価を解析、実測の両面から推進していく体制を構築したい。

【参考文献】

- 1) 東京電力 HD、「福島第一原子力発電所 2 号機原子炉格納容器内部調査実施結果」(2018 年 2 月)
<http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/02/20180201.pdf>
- 2) 東京電力 HD、「2 号機原子炉建屋オペフロの放射線等調査結果について～残置物移動・片付後～」、
特定原子力施設監視・評価検討会 (第 71 回)、(2019 年 5 月) <https://www.nsr.go.jp/data/000270450.pdf>

*Junichi Takagi¹

¹Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation