

# 共同研究成果報告書

ソースターム評価における FP の化学種毎  
における放出速度の導出及び新規モデルに  
関する研究

原子力規制委員会 原子力規制庁

国立大学法人福井大学

令和5年6月

## 1. 研究目的

シビアアクシデント総合解析コード MELCOR 等では、燃料から放出する放射性物質（以下「FP」という。）を、元素ごとに放出速度係数を与えて計算する。これらの放出速度係数は、米国、仏国、日本等で実施された実燃料を用いた FP 放出試験で取得され、これらデータに基づき CORSOR モデル等の FP 放出モデルが構築されてきた。シビアアクシデント時の炉内への FP 放出量等はこれらのモデルを用いて評価されるが、ヨウ化セシウム（以下「CsI」という。）に代表される重要な分子化合物の放出速度係数はこれまで明確な評価モデルが存在しない。このため、MELCOR 等では燃料から放出されるセシウム（以下「Cs」という。）とヨウ素（以下「I」という。）が反応して CsI が生成されるという化学量論に基づくアルゴリズムによって評価されている。これは、分子化合物である CsI の燃料からの放出が実験的に直接測定されてこなかったためと考えられるが、PHEBUS-FPT 試験においてモリブデン酸セシウム（以下「Cs<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>」という。）の遅延放出等の知見が得られたことから、近年はこれら分子化合物の化学形態を持つ FP の放出挙動が注目されている。

本研究においては、燃料からの FP 放出における重要化学種である分子化合物のうち特に CsI に注目し、CsI の燃料からの放出挙動を計測する手法を開発するとともに、開発した手法を用いて解析に適用する CsI の放出速度係数を導出する。さらに、導出した CsI の放出速度係数を用いて総合解析コードにより評価を行い、その適用可能性について検討することを目的とした。

## 2. 研究内容

CsI の放出挙動の測定及び放出速度係数の導出並びに得られた CsI の放出速度係数を用いた MELCOR コードを用いた実機解析を行うため、福井大学との共同研究により、以下の内容を実施する。

- (1) 揮発性化学種を混合した模擬燃料試料の作製及び妥当性確認
- (2) 質量分析装置による放出速度に関するデータの測定
- (3) 化学種の放出速度に関する係数の導出及び既知の物理パラメータを用いた新規モデルの構築
- (4) 実機解析

## 3. 実施方法

### 3.1 揮発性化学種を混合した模擬燃料試料の作製及び妥当性確認

揮発性化学種（以下「化学種」という）である CsI を混合した模擬燃料試料（以下「試料」という。）を作製する。次に作製した試料中の化学種の性状・割合等を分析する。また試料の模擬物質の妥当性確認のための文献調査・実験を行う。

### 3.2 質量分析装置による放出速度に関するデータの測定

四重極型質量分析器（QMS）と試料を加熱する直流電流ヒーターを組み合わせた装置（以下「QMS 装置」という。）を用いて、3.1 で作製した試料から放出する化学種の放出速度に関するデータを測定する。

### 3.3 化学種の放出速度に関する係数の導出及び既知の物理パラメータを用いた新規モデルの構築

3.2 で測定したデータを分析し、既存のソースタームの放出速度のモデルにおける放出速度係数を算出する。また、既知の物理パラメータを用いて、この放出速度係数を評価する新規モデルを構築する。

### 3.4 実機解析

3.3 で導出した放出速度係数を反映させたシビアアクシデント総合解析コード（MELCOR 等）を用いて実機解析を実施し、ソースターム評価結果を従来手法と比較する。

## 4. 研究実施分担

項目	原子力規制庁	福井大学
(1) 揮発性化学種を混合した模擬燃料試料の作製及び妥当性確認	○	◎
(2) 質量分析装置による放出速度に関するデータの測定	○	◎
(3) 化学種の放出速度に関する係数の導出及び既知の物理パラメータを用いた新規モデルの構築	◎	◎
(4) 実機解析	◎	○
(5) 研究とりまとめ	◎	○

（◎：主担当、○：副担当）

## 5. 共同研究参加者（本共同研究終了時の体制）

所属部局（規制庁側のみ氏名を含む）	本研究における役割
原子力規制庁長官官房技術基盤グループ 秋葉 美幸 平等 雅巳	研究計画の立案、とりまとめ、数値解析の実施 実験の補助 研究とりまとめ
国立大学法人福井大学附属国際原子力工学研究所 副所長 同 学生	実験、数値解析の実施 数値解析の補助 実験機材の保守/整備



さを与えることが確認され、揮発性の高いFPを含むソースタームの評価に当たっては対象とする物質の放出係数を適切に与える必要があることを確認した。

## 8. 公表成果一覧

藤原卓真、有田裕二、「模擬燃料ペレットからのCs化合物放出に関する基礎的評価」、日本原子力学会 2020 年秋の大会予稿集、2E18、令和2年