

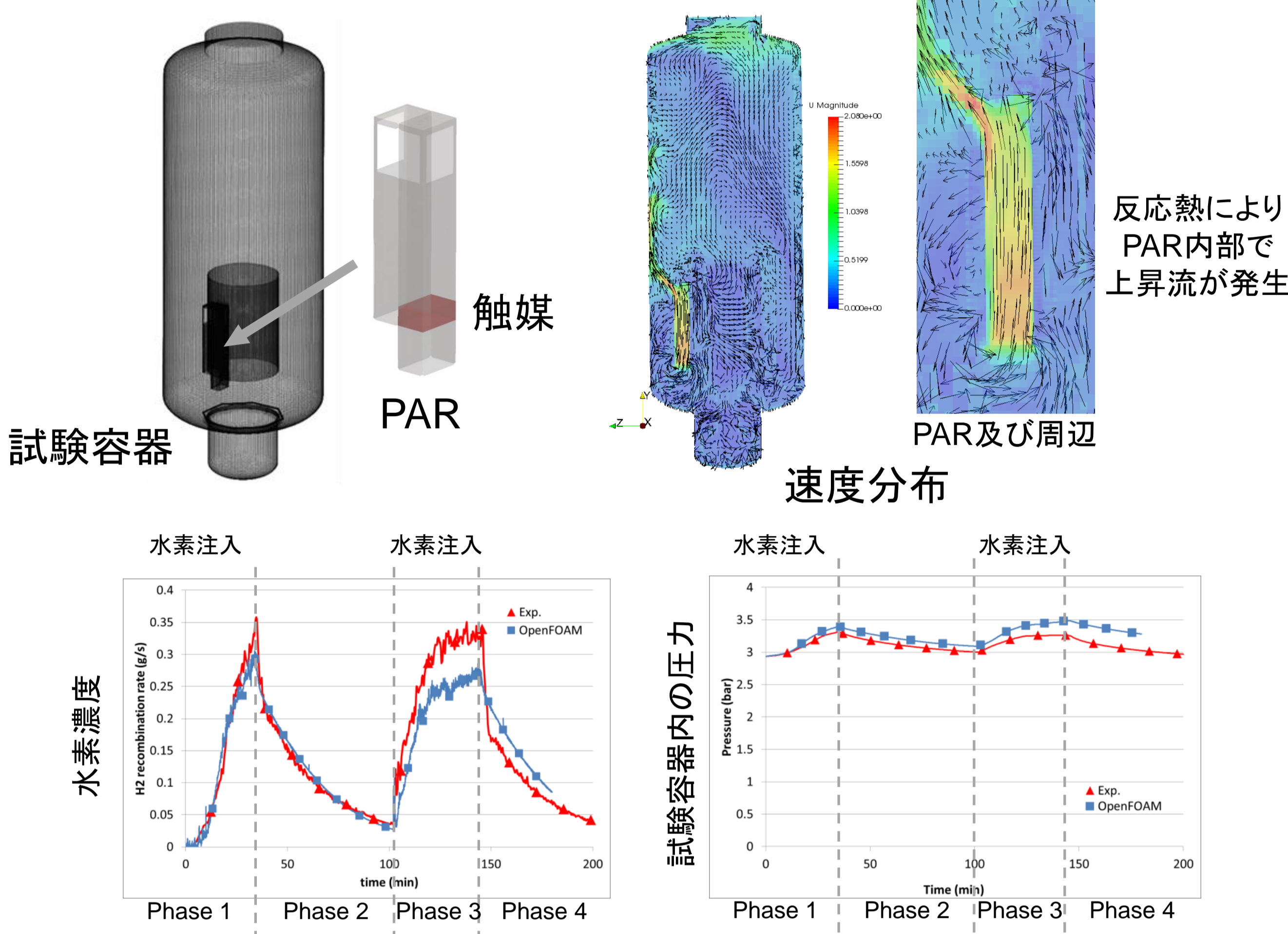


# 原子炉格納容器／原子炉建屋における水素挙動解析手法の開発

- オープンソース数値流体力学解析コードOpenFOAMを用いた水素挙動解析手法の開発
- 国際プロジェクト等で取得された実験データによる検証

## 静的触媒式水素再結合装置(PAR)の挙動解析

OECD THAI TH-5実験の解析

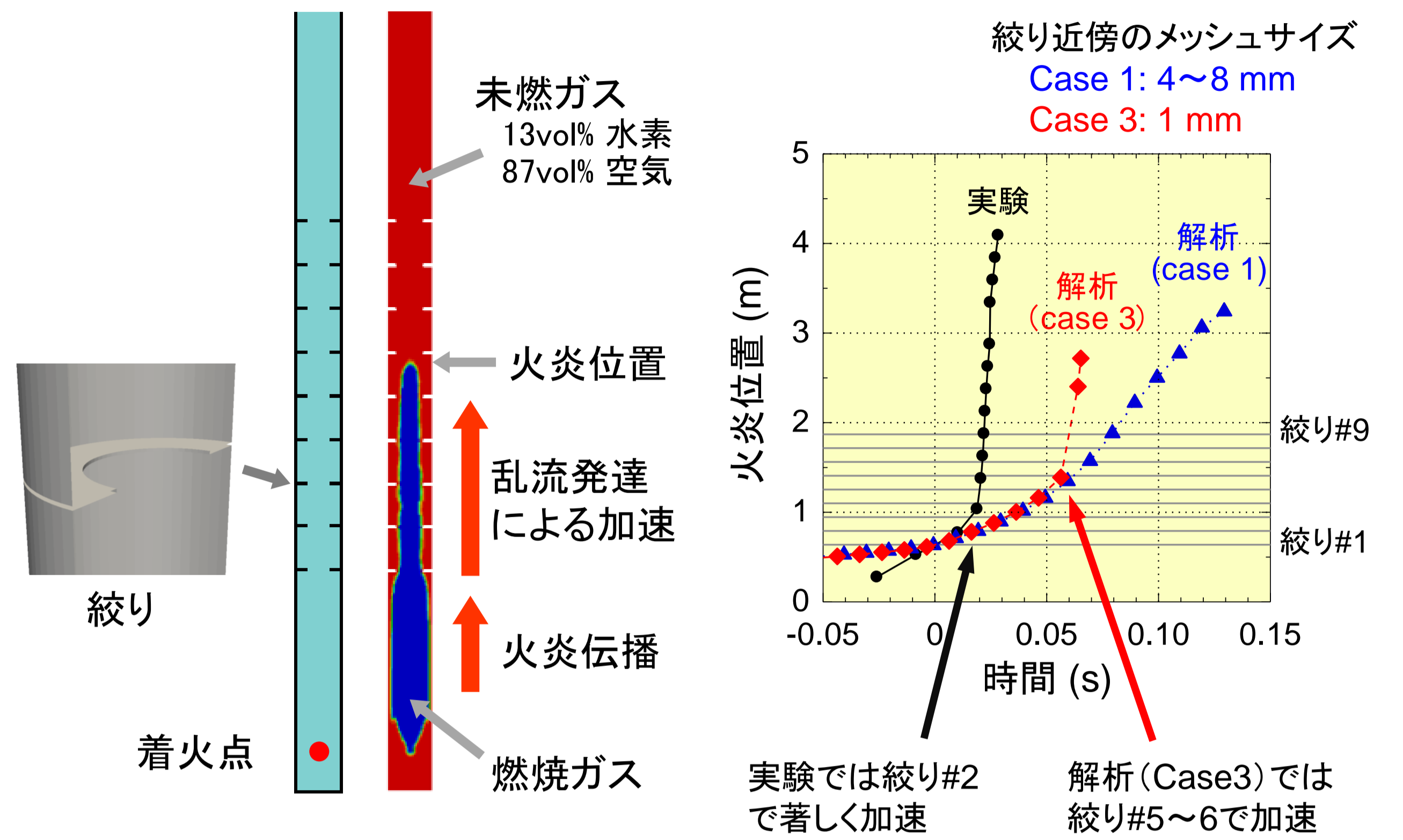


■ 水素濃度や圧力の履歴を解析により再現

M. Sato, et al., "Thermofluid Dynamic Analysis for THAI Tests with Passive Hydrogen Recombiner", ERMSAR 2017, Warsaw, Poland, May 2017.

## 水素爆燃挙動の解析

フランスIRSN ENACEFF No.153実験の解析



- 水素爆燃時の火炎伝播の加速挙動を再現
- 実験に比べ、加速開始までにより多くの絞りの通過が必要 → メッシュ分割や乱流モデル等について更なる検討を進める

T. Matsumoto, et al., "Fluid Dynamic Analysis on Hydrogen Deflagration in Vertical Flow Channel with Annular Obstacles", ICONE-25, Shanghai, China, July 2017, ICONE25-67520.

# 再処理施設における蒸発乾固事故解析手法の整備

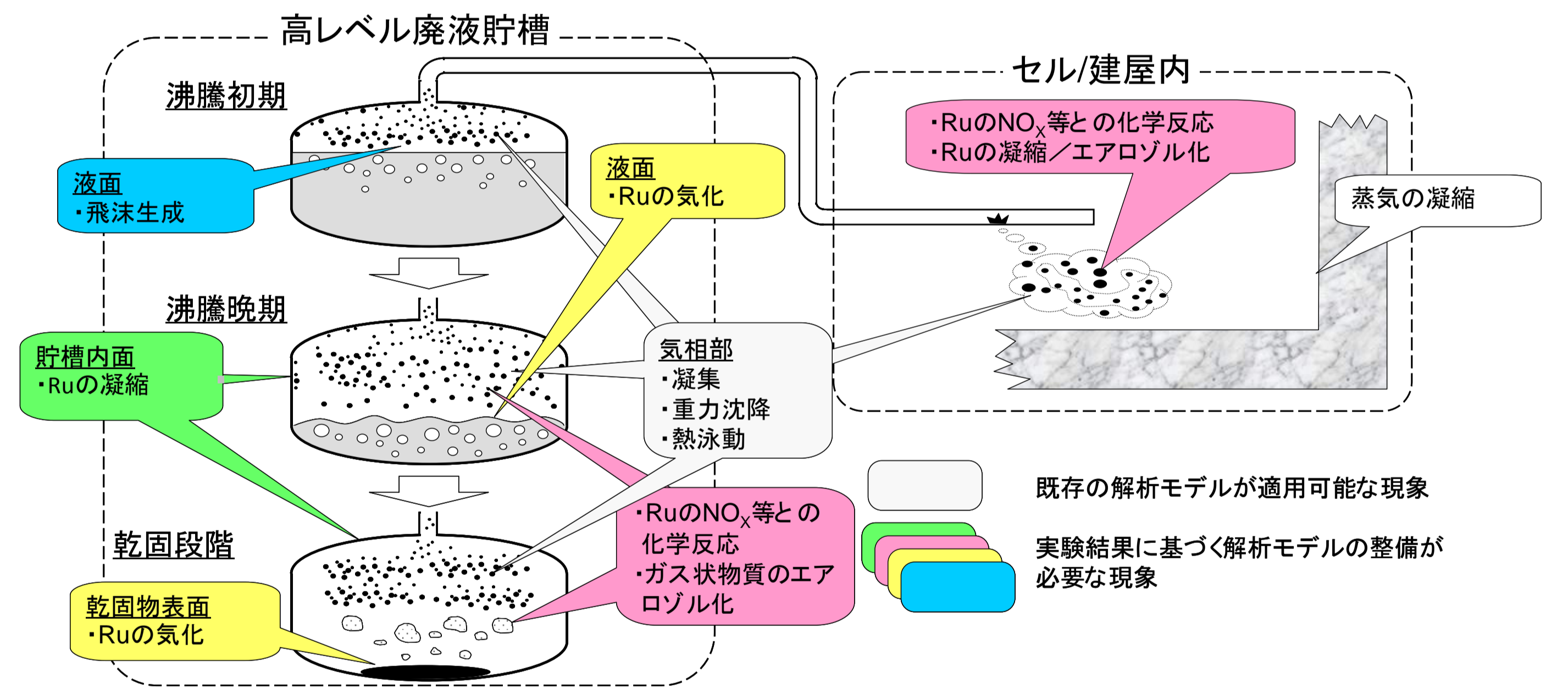
蒸発乾固事故(リスク上、最も重要)の特徴

- 沸騰により多量の水蒸気および硝酸蒸気の発生
- 放射性物質の硝酸塩の脱硝反応によるNO<sub>x</sub>ガスの発生
- 沸騰による廃液の飛沫生成、ガス状Ruの発生

⇒ 貯槽を含めた施設内での熱流動状態および凝集、沈着等のエアロゾルの移行挙動解析が必要

施設外への放射性物質の移行量評価に必要なデータ

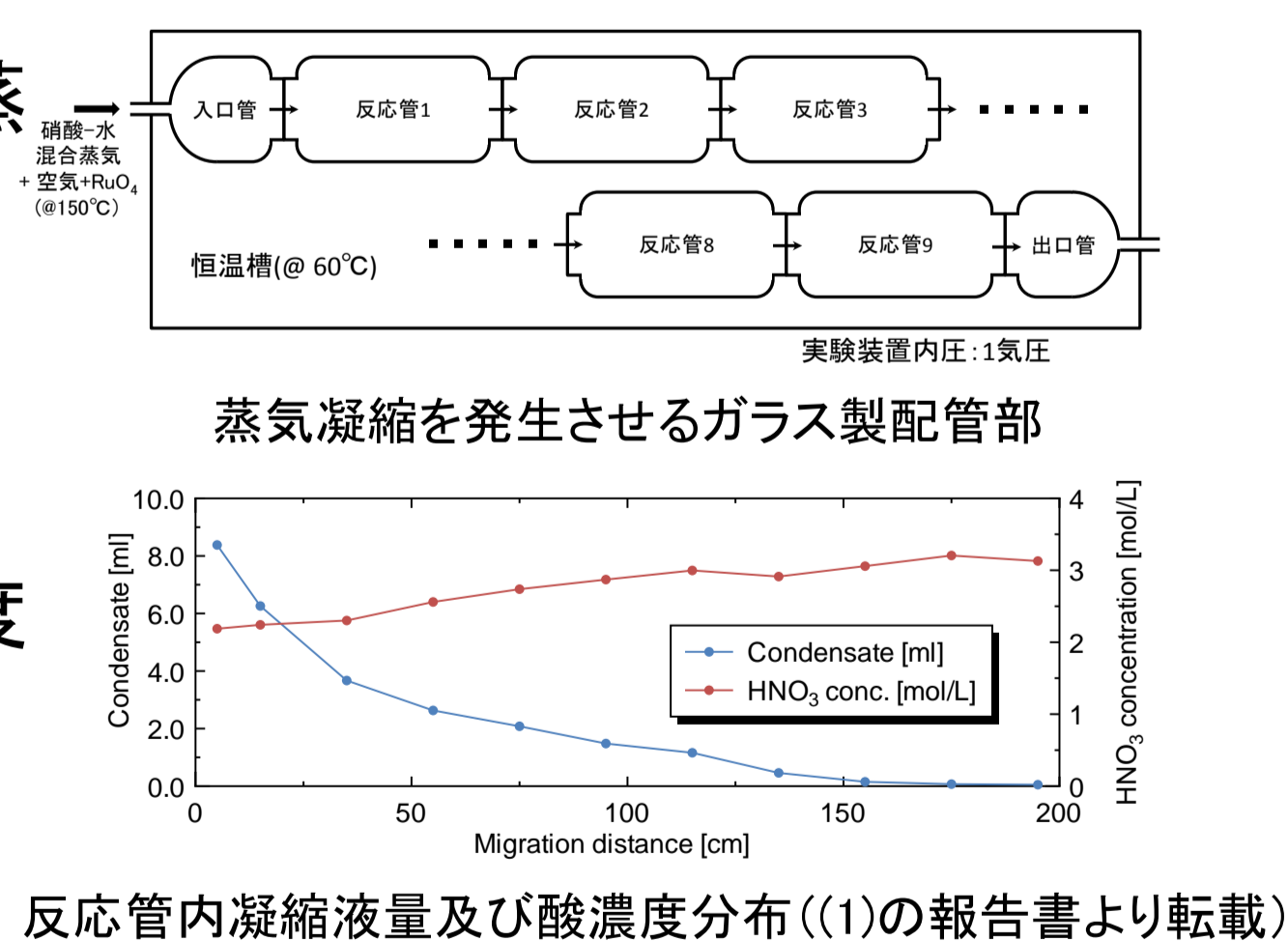
- 貯槽を含めた施設内の熱流動条件
- ガス状Ruの発生量
- Ruの凝縮水への移行挙動
- 飛沫同伴による不揮発性物質の移行
- 気相中のガス状Ruの化学変化



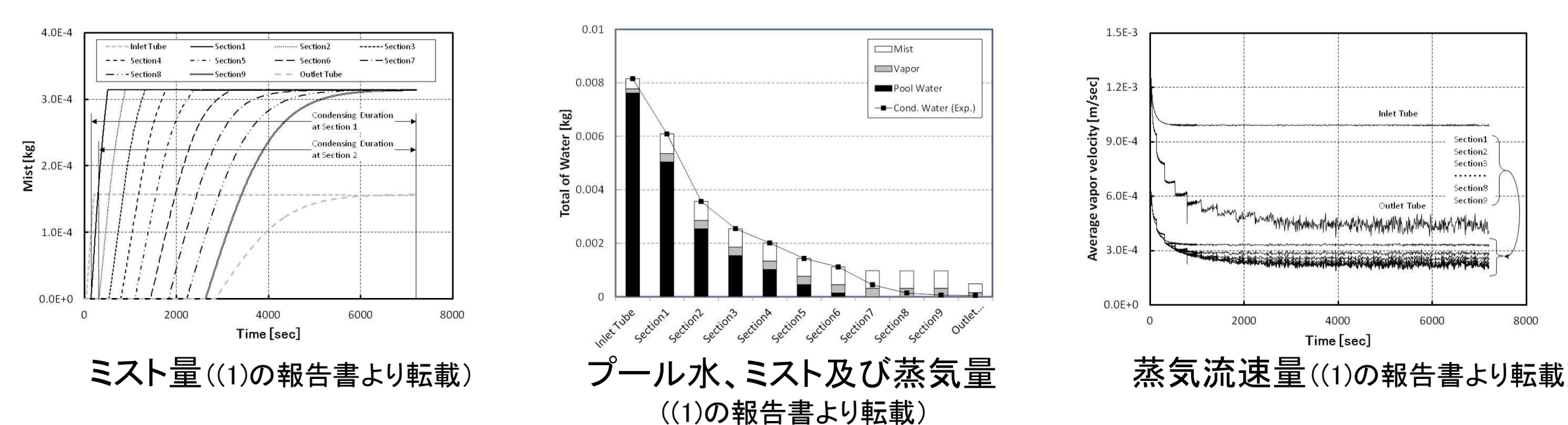
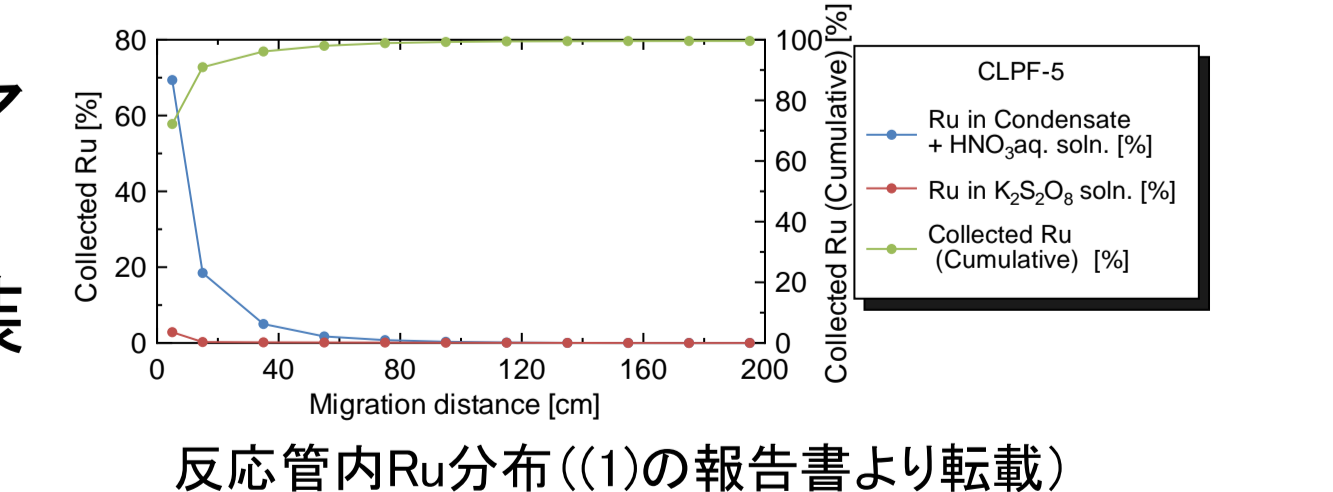
高レベル廃液貯槽の沸騰事故で想定されるエアロゾル等の生成、移行沈着現象

## Ruの凝縮水への移行量を測定する実験 (1)

- RuO<sub>4</sub>を含む硝酸-水混合蒸気を空気と共に注入
- 各組成の比率をパラメータに9ケースの実験を実施
- 実験終了後各反応管内のRu量、凝縮液量、硝酸濃度を測定



- 発電用原子炉施設シビアアクシデント解析コード: MELCORを利用し、実験装置内の熱流動挙動を解析



## Ru凝縮水移行速度の相関式の導出 (2)

各実験でのRu, 硝酸及び水の供給速度 ((1)の報告書より転載)

実験番号	CLPF1	CLPF2	CLPF3	CLPF4	CLPF5
Ru [mol/min]	1.54×10 <sup>-6</sup>	2.21×10 <sup>-6</sup>	1.42×10 <sup>-6</sup>	1.58×10 <sup>-6</sup>	2.24×10 <sup>-6</sup>
HNO <sub>3</sub> [mol/min]	1.60×10 <sup>-3</sup>	1.62×10 <sup>-3</sup>	1.61×10 <sup>-3</sup>	7.19×10 <sup>-4</sup>	4.55×10 <sup>-4</sup>
H <sub>2</sub> O [mol/min]	7.94×10 <sup>-3</sup>	3.59×10 <sup>-3</sup>	1.60×10 <sup>-3</sup>	3.58×10 <sup>-3</sup>	2.88×10 <sup>-3</sup>
実験番号	CLPF6	CLPF7	CLPF8	CLPF9	-
Ru [mol/min]	1.65×10 <sup>-6</sup>	1.88×10 <sup>-6</sup>	5.45×10 <sup>-6</sup>	1.88×10 <sup>-6</sup>	-
HNO <sub>3</sub> [mol/min]	3.20×10 <sup>-3</sup>	3.19×10 <sup>-3</sup>	3.19×10 <sup>-3</sup>	6.39×10 <sup>-4</sup>	-
H <sub>2</sub> O [mol/min]	1.59×10 <sup>-2</sup>	1.19×10 <sup>-2</sup>	1.59×10 <sup>-2</sup>	3.18×10 <sup>-2</sup>	-

- 凝縮水量及びRu移行量の実測値には明確な相関関係あり
- 相関式の汎用性を考慮し以下の変数を定義しデータを整理

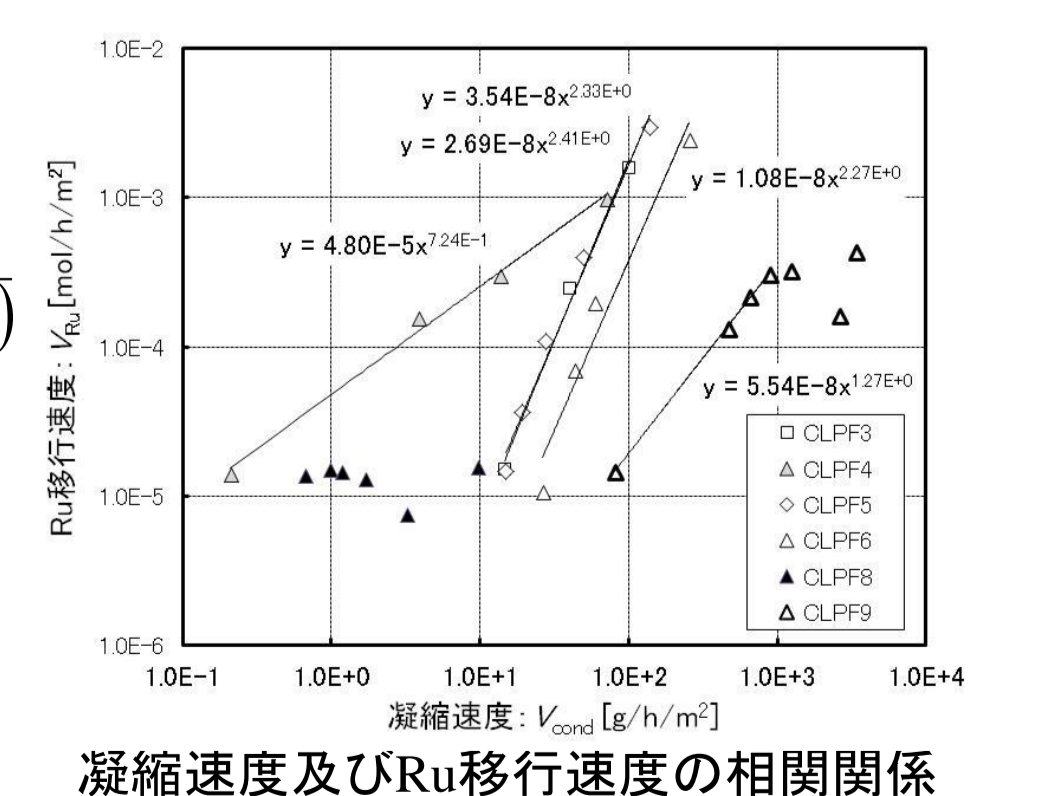
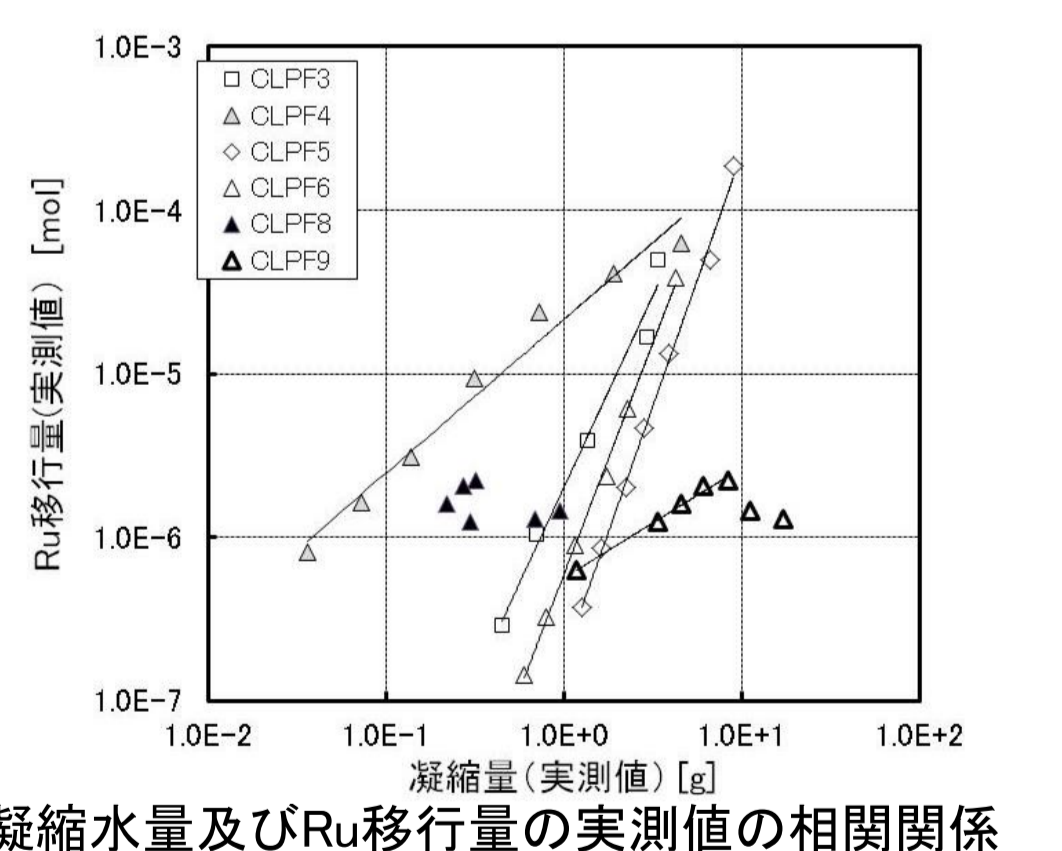
$$V_{cond} = \frac{\text{凝縮液全量 (補正值)}}{(\text{実験継続時間} - \text{ミスト生成開始時刻 (計算値)}) \times (\text{伝熱面積})}$$

$$V_{Ru} = \frac{\text{凝縮液中Ru全量 (補正值)}}{(\text{実験継続時間} - \text{ミスト生成開始時刻 (計算値)}) \times (\text{伝熱面積})}$$

- 実験終了時点で気相部に停留する混合蒸気及びRuの量を補正
- データ整理の対象にした実験のうち蒸気流量小のケースを除き、以下の相関あり

$$V_{Ru} = k (V_{cond})^a$$

- 実験ケースにより相関の傾きが異なることから、蒸気凝縮に伴う移行以外の、例えば化学吸収などの異なるメカニズムの作用が考えられる。



(1) 規制庁受託事業:平成28年度原子力施設等防災対策等委託費 (再処理施設内での放射性物質の移行挙動に係る試験等)の成果

(2) 吉田 一雄 他, "再処理施設の高レベル廃液の蒸発乾固事故での気体状ルテニウム の凝縮水への移行速度に係る相関式の導出", JAEA-Research 2017-015