



Japan Atomic Energy Agency

再処理施設における 蒸発乾固事故時の放射性物質移行研究

-廃液中の亜硝酸による揮発性ルテニウム化合物の放出抑制効果-

燃料サイクル安全研究ディビジョン
サイクル安全研究グループ

○吉田 涼一郎、天野 祐希、吉田 尚生、阿部 仁

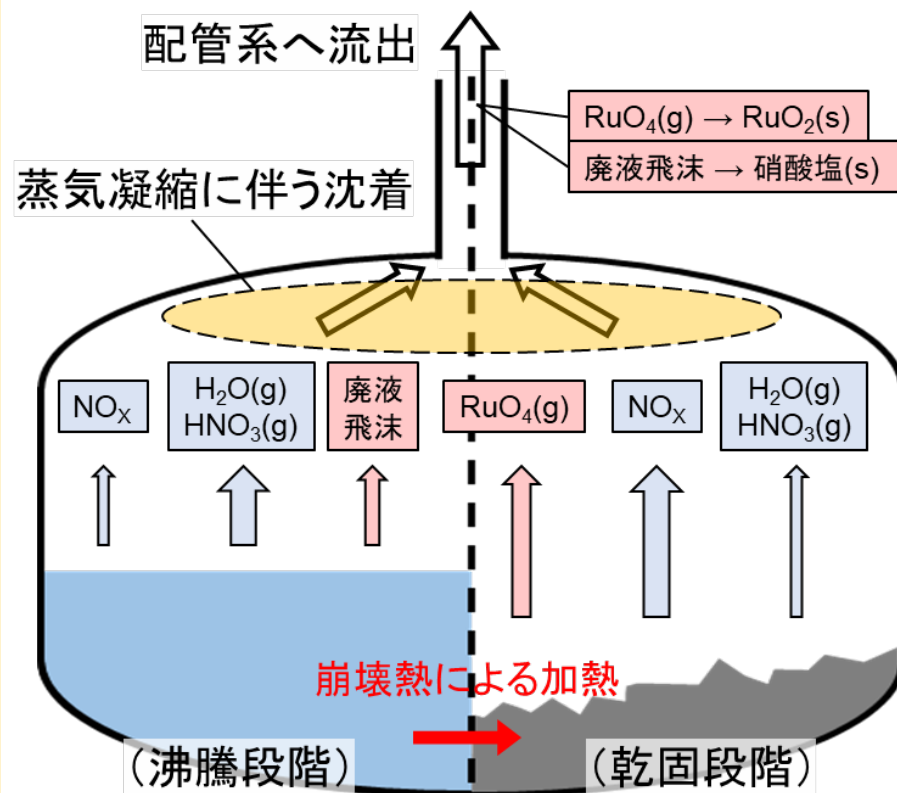
令和2年度 安全研究センター報告会
令和2年11月27日

本件は、原子力規制庁から受託した平成30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）事業の成果を含む

1. 背景と目的

蒸発乾固事故の概要:

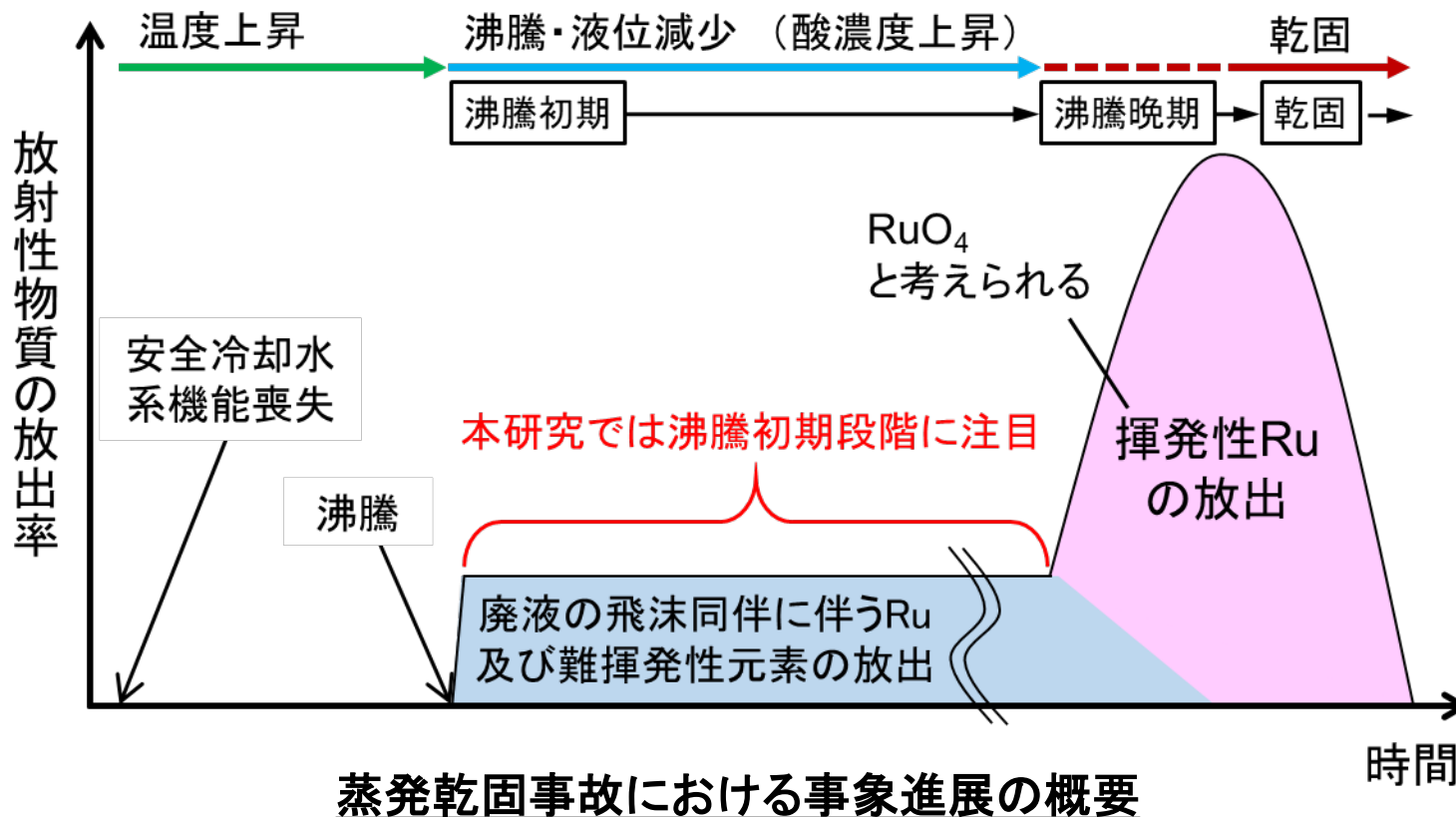
- ・ 冷却機能の喪失によって発生すると想定される、放射性物質を含む溶液が蒸発、乾固に至る事故
 - ・ 高レベル濃縮廃液は再処理施設全体の放射能の約5%を占め、非密封としては放射能が最大
 - ・ 廃液タンクに一時保管された高レベル濃縮廃の崩壊熱の除去のため冷却機能が喪失することにより、廃液が加熱。沸騰、乾固へ進展するおそれ
- ⇒ 放射性物質として放出される可能性がある、難揮発性元素の化合物(廃液飛沫)と揮発性Ru化合物が影響評価上重要



蒸発乾固事故の概略(廃液タンク内)

1. 背景と目的

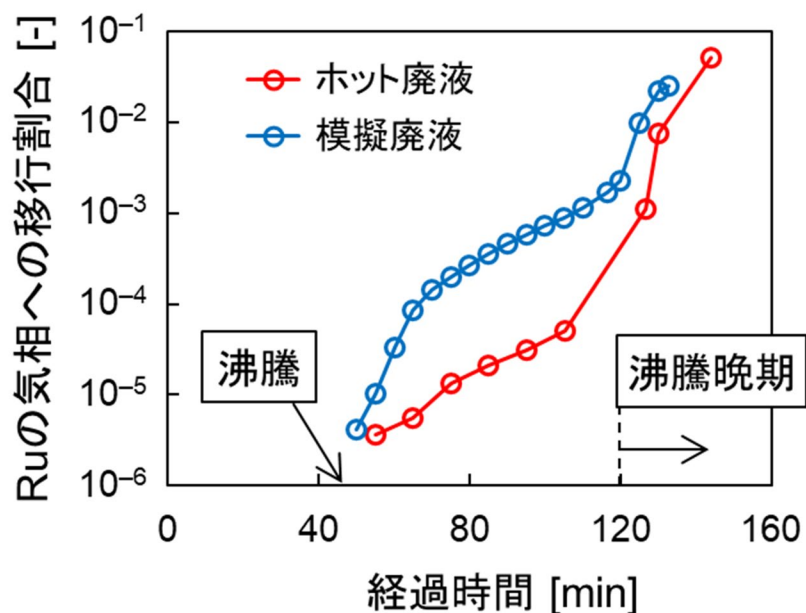
- 揮発性Ru化合物は高レベル濃縮廃液(廃液)内で硝酸の酸化力により生成し、気相へ放出されるといわれている。
- 蒸発乾固事故におけるソースターム評価のため、揮発性Ru化合物の発生量と廃液中に存在し還元力を有する亜硝酸との関係を確認する必要がある。



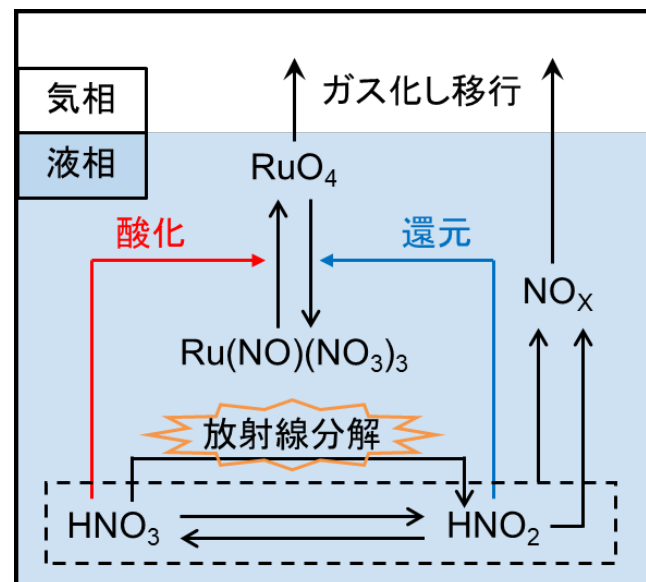
2. 亜硝酸による影響の可能性

- 先行研究^[1]において、ホット廃液（放射性物質を含む）と模擬廃液（放射性物質を含まない）を用いた加熱試験を実施した結果、Ruの移行挙動に差が見られた。
- ⇒ 廃液中に存在する亜硝酸イオンが揮発性Ru放出を抑制している？

- 放射線分解により、ホット廃液では比較的多くの亜硝酸イオンが存在する。
- 亜硝酸イオンの還元力により、硝酸の酸化力による揮発性Ruの生成が抑制されている可能性が考えられる。



先行研究^[1]の試験結果



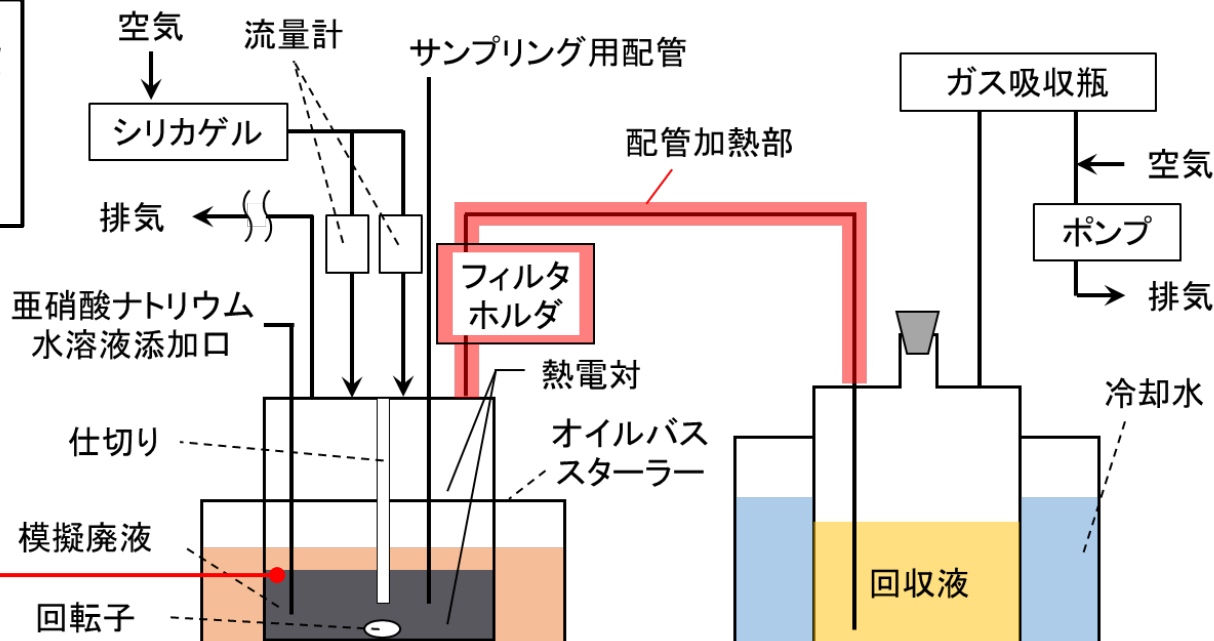
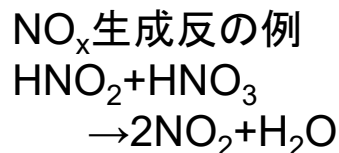
推測される反応機構

[1] 「再処理施設における放射性物質移行挙動に係る研究」運営管理グループ, 再処理施設における放射性物質移行挙動に係る研究報告書 (2014).

3. 試験方法：亜硝酸添加試験

- ・ 模擬廃液中の亜硝酸濃度を一定に維持しつつ加熱沸騰させ、発生したガスを捕集する試験を実施した。(移行経路中にフィルタを設けているため、回収液にはガス成分のみが捕集)
- ・ 加熱試験中は亜硝酸ナトリウム水溶液を連続的に添加し、亜硝酸イオン濃度を維持。亜硝酸ナトリウム水溶液の添加量は、模擬廃液の液量が維持されるように設定した。
- ・ 模擬廃液を加熱する容器には仕切りが設けられており、サンプル側廃液の亜硝酸ナトリウム添加による急激な気泡の発生の影響(NO_x や飛沫量の増加)を抑制している。

一定加熱条件(蒸気流速: 1.3 cm/s)において複数の亜硝酸濃度条件におけるデータを取得



試験装置の概略図

4. 試験結果：揮発性Ru放出抑制効果

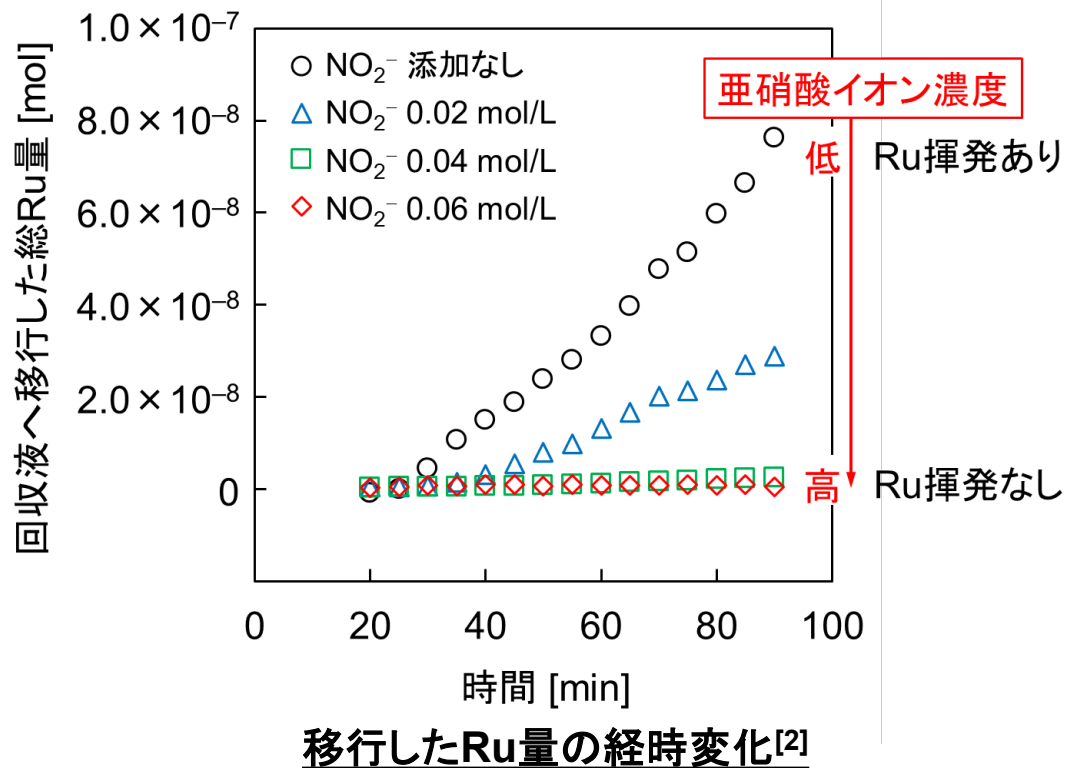
- ・ 亜硝酸ナトリウムを添加しない試験と、亜硝酸イオン濃度をそれぞれ0.02, 0.04, 0.06 mol/Lに調整した試験を実施した。
- ・ 模擬廃液中の亜硝酸イオン濃度が高いほど、移行する揮発性Ruの量が少なくなることが確認された。
- ・ 亜硝酸イオン濃度が0.06 mol/Lの試験では、揮発性Ruの移行は確認されなかった。

亜硝酸イオンによる揮発性Ruの放出抑制効果を定量的に確認。

⇒ 先行研究でのホット廃液試験と模擬廃液試験の差が、亜硝酸濃度の違いで説明できることを示唆。

今後の課題：

- ・ より広い廃液条件下での亜硝酸イオンによるRu揮発抑制効果を確認する。
- ・ 廃液中における亜硝酸イオンの生成、分解、放出挙動を把握し、揮発性Ruの発生量の評価と結びつける。



[2] 日本原子力研究開発機構，“平成30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)事業 事業報告書”(2019).