

母材金属の溶解を抑えた除染方法

日本原子力研究開発機構

核燃料・バックエンド研究開発部門

人形峠環境技術センター

廃止措置・技術開発部

中山 卓也

2022年5月17日

本日本話する内容

本技術のポイント

廃棄物の発生量を抑制しながら、金属をキレイにする

キーポイント

母材を一定量溶解させる

放射性物質で汚染された金属の除染に限らず、
金属表面処理等の分野へも適用できると想定

- 洗浄
- 皮膜除去
- エッチング 等

本日本話する内容

①本技術で行う除染とは

◆ 放射性廃棄物を減らすこと

設備等に付着している放射性物質(ウラン)を取り除く作業のこと

②母材金属の溶解を抑制する理由

◆ 除染処理で生じる放射性廃棄物を減らすこと

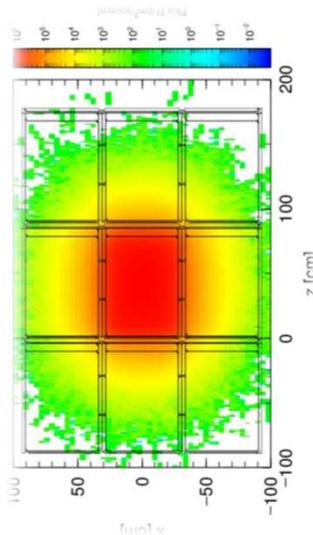
母材が溶解した除染処理液は凝集沈殿等の処理を行い、放射性廃棄物として処分される

自己紹介

中山 卓也 (Nakayama Takuya)

2010年 日本原子力研究開発機構 技術系職員

- ・焼却灰のセメント固化技術開発
- ・セメント固化体の放射線分解により発生する水素の評価
- ・炭素鋼の除染技術開発



放射性廃棄物を処分するための処理技術開発に従事

自己紹介

解決すべき課題

焼却灰のセメント固化技術開発の例

模擬試料による基礎/基盤的なデータの取得（コールド試験）

- 混練性/固化体性能の把握
- 固化体膨張及び重金属溶出メカニズム等の理解
- 処分評価に向けた基礎データの取得

実試料による実証（ホット試験）

固化設備の設計

実規模による実証

技術の確立に向け、模擬試料を用いた基礎データの取得から、実試料による実証まで実施してきている。

なぜ本技術開発が必要か

核燃料サイクル施設や原子力発電所など、廃止措置に移行している施設が多くなってきている。

施設の解体作業により、表面が汚染された金属廃棄物が発生する。

特に炭素鋼など、鉄系金属廃棄物の発生量は多く、放射性廃棄物の処分コストを低減するためには、効率的に除染・減容することが求められる。

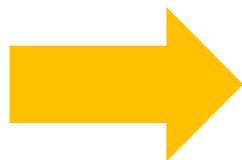
なぜ本技術開発が必要か

除染された金属廃棄物は**クリアランス制度**を活用し、資源として有効に活用することができる。

クリアランス制度とは

原子力規制委員会が定める基準（クリアランスレベル）以下であることの確認を受ける制度。

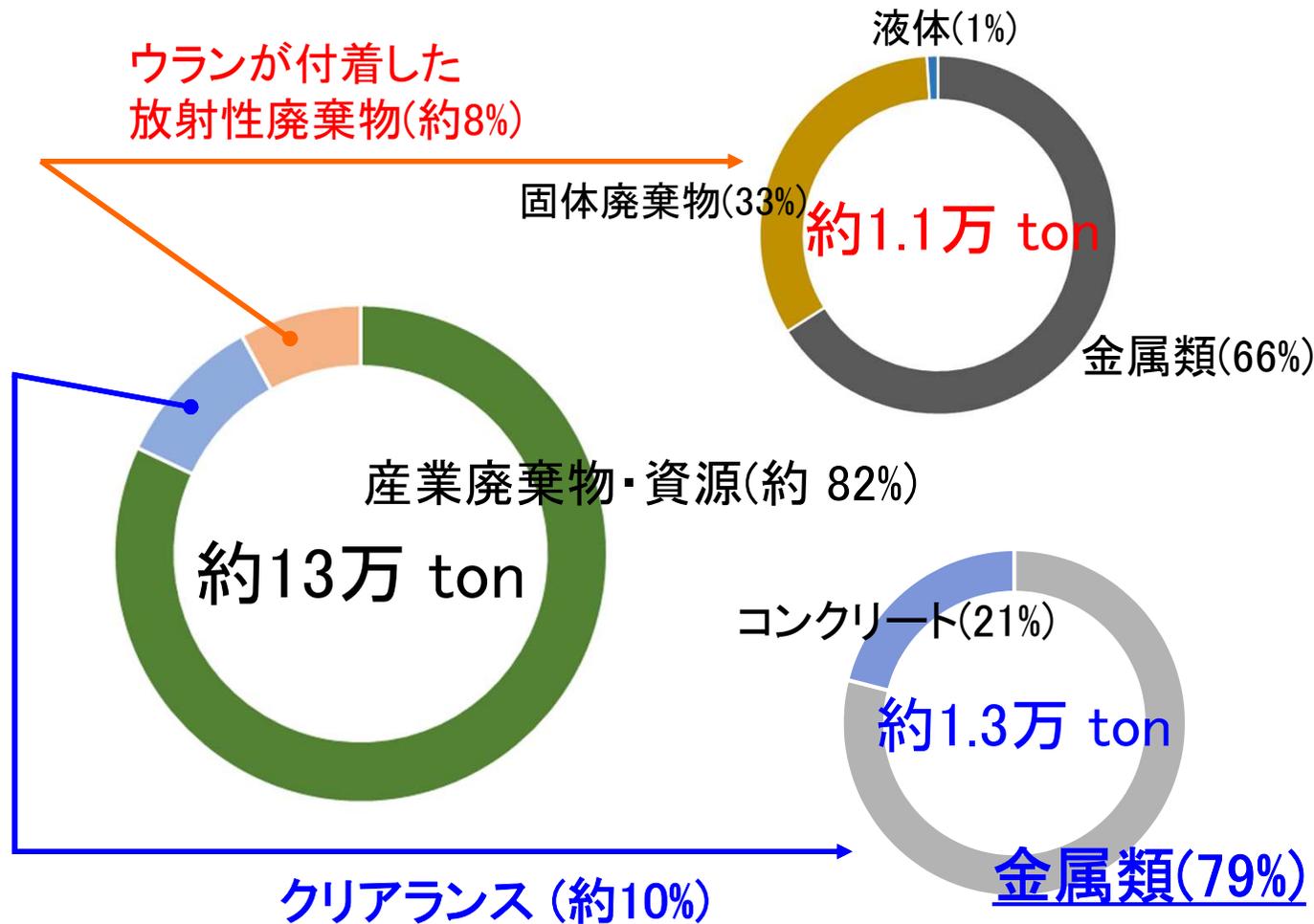
放射性物質についての放射能濃度が「放射線による障害の防止のための措置」を必要としないものとして取り扱うことができる。



循環型社会形成に貢献できる

なぜ本技術開発が必要か

人形峠センターの施設を解体することで発生する
廃棄物量の推定。



廃棄物の保管



クリアランス再利用

従来技術の除染処理

化学的処理

化学薬剤で金属表面を溶解
→様々な形状の廃棄物に適用可能

選択

機械的処理

局所的に利用でき、廃液処理系が不要
→設備規模が簡素で高い除染性能

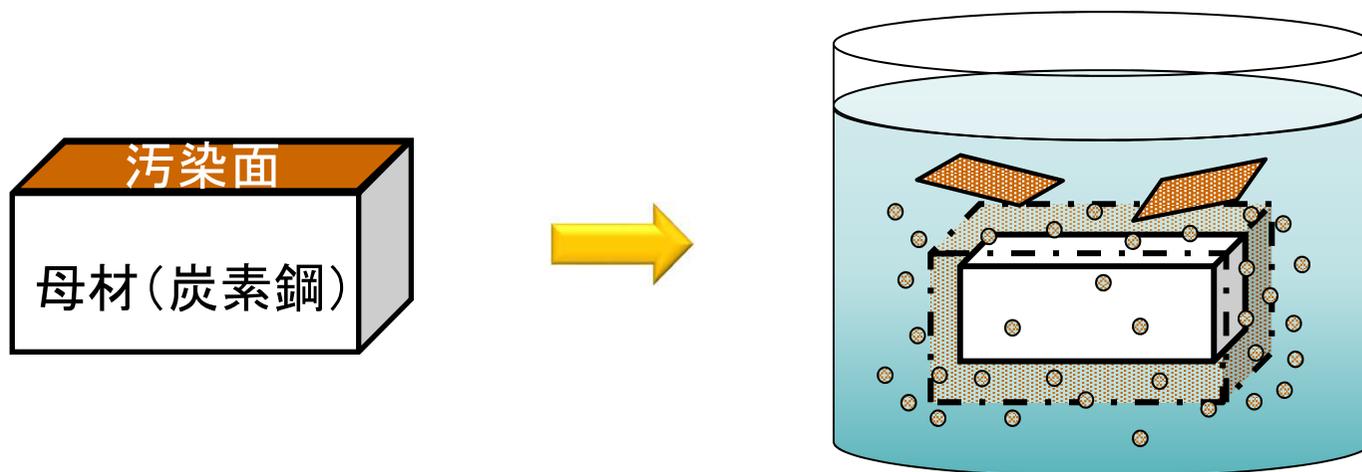
新技術の特徴・従来技術との比較

除染対象の材料は炭素鋼

- ・遠心分離機
- ・配管
- ・機器の支持 等



腐食・溶解し易い炭素鋼を**化学除染液に長時間浸漬**すると、**非汚染面の金属母材が多量に溶解し、二次廃棄物源**となる。



イメージ図

新技術の特徴・従来技術との比較

二次廃棄物・・・ここでは除染処理廃液

放射性物質(ウラン)、金属母材(鉄)等が含まれている



二次廃棄物も放射性廃棄物となるため、金属母材の溶解量が多くなると、放射性廃棄物が多くなる

例えば:

沈殿処理



ちなみに

人形峠センターの排水基準 U-238: 1.1×10^{-3} Bq/cm³
Fe: 1.0 mg/L

新技術の特徴・従来技術との比較

二次廃棄物発生量を抑制するためには、

- ・除染速度を速くし、短時間で除染する



高濃度(塩酸、硫酸など)の除染薬剤の使用を検討



炭素鋼母材の腐食溶解量が多くなる

二次廃棄物発生量を抑制することはできない

新技術の特徴・従来技術との比較



設備投資、廃液処理、二次廃棄物処分等の負担が可能な限り小さいものを選択したい

水

炭素鋼を溶解出来ないため、除染目標値(ここでは表面汚染密度0.04 Bq/cm²)を満足できないと想定

無機酸

炭素鋼を溶解出来るため、除染目標値は満足できると想定されるが、母材溶解による二次廃棄物量が課題

酸性電解水

水に若干量のHClおよび酸化性物質であるHClOを含有する酸性電解水を選択した。

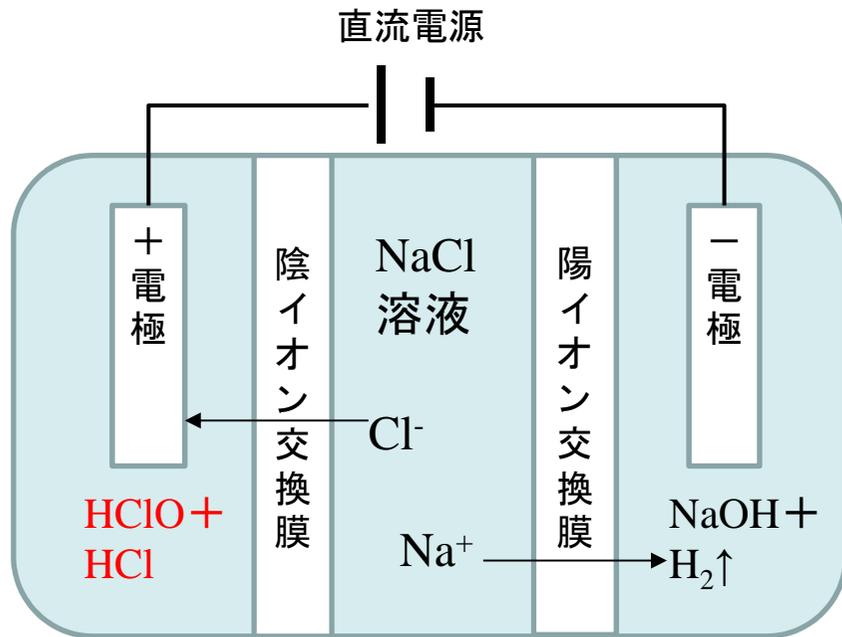


HClの酸溶解とHClOの酸化溶解による除染効果を期待

新技術の特徴・従来技術との比較

金属母材溶解量を抑制しつつ、効率的に除染できる除染方法と装置を考案

次亜塩素酸を含む酸性電解水で除染する方法



電解水生成装置のイメージ図

酸性電解水成分

- ・HClO(次亜塩素酸): 酸化溶解
- ・HCl(塩酸): 酸溶解

母材溶解を最小限に留めつつ、
汚染皮膜を迅速に除去

本装置は、酸性電解水中に無機塩化物が含まれないことも特徴

新技術の特徴・従来技術との比較

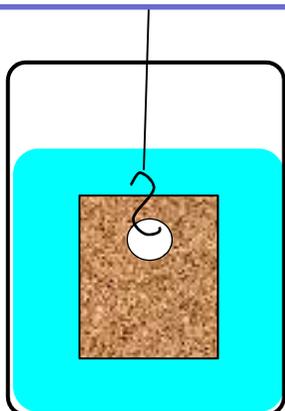


除染対象の
実物写真



模擬物質の
写真

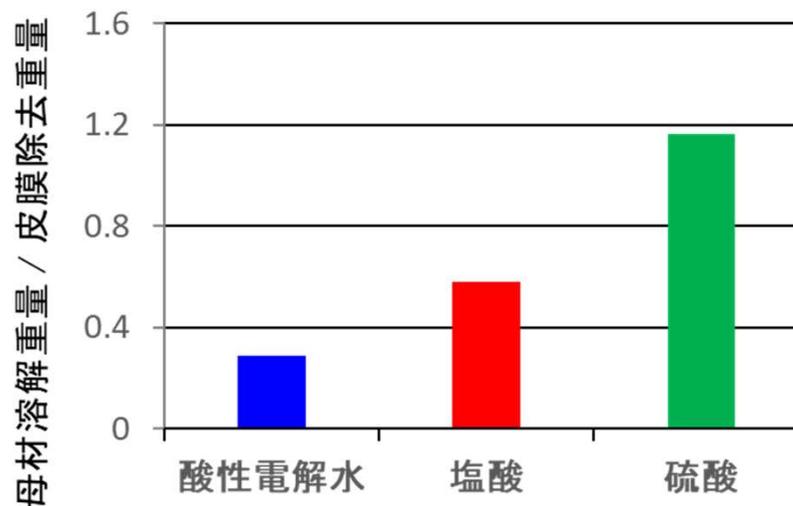
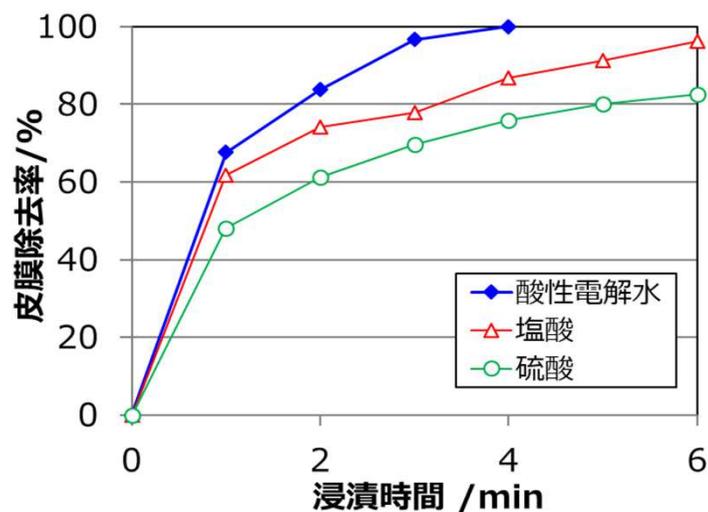
比較試験
浸漬＋超音波



比較試験に用いた液性

浸漬液	液性	重量濃度 (mg/L)
酸性電解水	pH :2.57 ORP:1168 mV	HCl :98 HClO :74
塩酸	pH :2.58 ORP:555 mV	HCl :96
硫酸	pH :2.57 ORP:584 mV	H ₂ SO ₄ :132

新技術の特徴・従来技術との比較



素早く汚染皮膜を除去

母材溶解量が少ない

溶解した鉄を水酸化鉄($\text{Fe}(\text{OH})_3$)として回収した場合の二次廃棄物量は、酸性電解水を1とした場合、塩酸は1.1、硫酸は1.4倍となる。

効率的に除染が可能で、二次廃棄物発生量を抑制できる

本技術の可能性

キーポイント

母材を一定量溶解させる

放射性物質で汚染された金属の除染に限らず、金属表面処理等の分野へも適用できると想定

- 洗浄
- 皮膜除去
- エッチング 等

次亜塩素酸の酸化力による、有機物(オイル、微生物)の除去等の分野へも適用できると想定

実用化に向けた課題 企業との連携可能性

- 非汚染面のマスク処理

一面のみ汚染している試料では、全面浸漬すると非汚染面が溶解してしまう。

→ 二次廃棄物の増加の原因となる

容易かつ安価に非汚染面を保護できることが課題である。

- 塩素対策

酸性電解水を生成する際に塩素ガス(Cl_2)の発生や、生成した次亜塩素酸は自身が分解する可能性がある。

→ 設備の腐食の原因となる

腐食対策が必要となる可能性があるため、発生量を含めて検討する必要がある。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 汚染金属の除染方法及び除染装置
- 出願番号 : 特開2021-28592
- 出願人 : 日本原子力研究開発機構、
東芝エネルギーシステムズ株式会社
- 発明者 : 中山卓也、杉杖典岳、美田豊、
野村光生、矢板由美、村田栄一

お問い合わせ先

国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構
JAEAイノベーションハブ

TEL: 029-284-3420

e-mail: seika.riyou@jaea.go.jp