原子力発電

汚染水の水処理二次廃棄物の安定固化技術を開発

低温で廃棄物の固化体を製造し、放射性分解による水素発生リスクを大幅に低減

ALPS

→p.11参照

スラリー

微細な固体粒子が水分を多く含み、泥状になったもの。

セメント固化体

低レベル放射性廃棄物等をドラム缶内にセメントで固化し閉じこめたもの。処理が比較的容易で、処理された物質が比較的安定であること、経済的であること等が利点。

ガラス固化体

再利用できない放射能レベルの高い廃液をガラス原料と高温で融かし、ステンレス容器に入れて冷やし固めたもの。

背景

福島第一原子力発電所で発生する汚染水の水処理二次廃棄物の中では、**ALPS**沈殿廃棄物が大部分を占めています。沈殿廃棄物は水分を多く含む**スラリー**状であり、放射性物質の漏えいリスクが高いため、放射性物質の耐浸出性能が高い固化体として安定化させてから保管する必要があります。固化体には**セメント固化体**と**ガラス固化体**などの種類がありますが、セメント固化体は含有する水分が放射線により分解し水素が発生すること、ガラス固化体は製造時に高温を要するため揮発物が発生することが問題とされています。このため、水素発生量が少なく低温で固化できる製造プロセスが望まれています。

＊ 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」JPJA19P19210371の助成を受けて実施。

成果の概要

◇リン酸化合物の固化体製造プロセスを考案

ALPS沈殿廃棄物には冷却のため注入した海水の成分であるCaやMgなどのアルカリ土類金属が含まれ、これらも固化する必要があります。リン酸化合物の多くは水への溶解性が低く、アルカリ土類金属も化合物中に取り込んで安定化させることができます。この性質に基づき、6工程で構成するリン酸化合物の固化体製造プロセスを考案しました。実験室レベルでは、1000℃程度のガラス固化体製造と比較して大幅に低い500℃で目的とする固化体を製造することに成功しました（図1）。

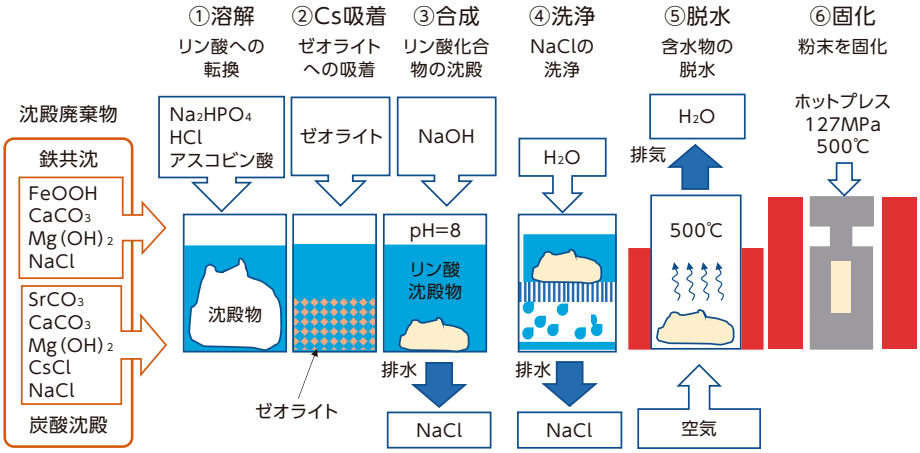
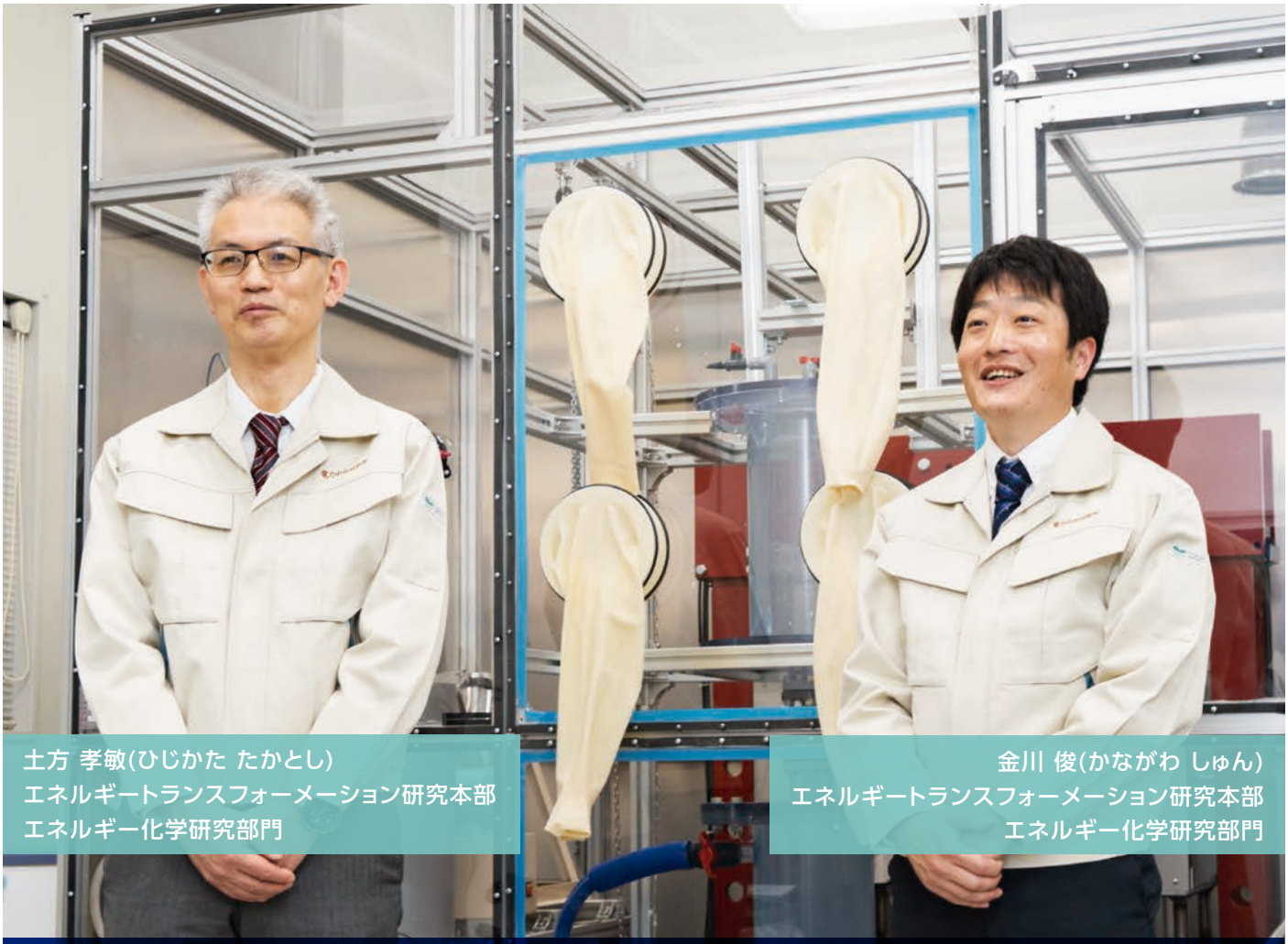


図1 リン酸化合物固化プロセス

①鉄共沈および炭酸沈殿の沈殿廃棄物を溶解します。②廃棄物に含まれるCsを吸着除去します。③pHを調整してリン酸沈殿物を合成します。④リン酸沈殿物に付着するNaClを洗浄します。⑤加熱によりリン酸沈殿物を脱水します。⑥高い圧力をかけて焼き固めます。

◇工学規模での固化体製造プロセスの成立性を確認

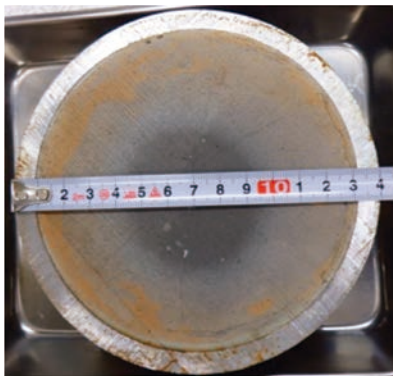
考案した固化体製造プロセスは実規模処理を見通せる工学規模試験においても成立することを確認しました。また、製造した固化体の浸出試験を行い、米国原子力規制委員会（NRC）の低レベル廃棄物に対する基準を満たすことを確認しました。さらに、固化体からの放射性分解による水素はほとんど発生せず、水素発生リスクを大幅に低減できることがわかりました。



土方 孝敏(ひじかた たかとし)
エネルギートランスフォーメーション研究本部
エネルギー化学研究部門

金川 俊(かながわ しゅん)
エネルギートランスフォーメーション研究本部
エネルギー化学研究部門

工学規模固化試験装置　原子力施設の廃止措置で発生する放射性廃棄物の安定固化方法の開発に貢献します。



工学規模試験固化体(約850g)

ホットプレス

考案した固体化製造プロセスにより、工学規模で製造したリン酸化合物固化体と、製造に用いたホットプレス装置(高温高圧下にて成形・焼結固化する)。

成果の活用先・事例

リン酸化合物固化体はセメント固化体に比べて水素発生が少なく、ガラス固化体に比べて低温で製造できることから、固化体製造プロセスに採用されることで安全性の向上が見込まれます。併せて、保管した固化体から発生する水素の換気設備や、ガラス固化時に発生する揮発物の回収設備などの付帯設備が軽減されるため、コスト低減が期待されます。

参考　JAEA-Review 2021-077 (2021)
JAEA-Review 2020-060 (2020)