

白金族元素の堆積、レンガの損壊、脱落

これまで失敗続きのガラス固化は可能なのか？

六ヶ所再処理工場の稼働は実効性なし

日本原燃は、六ヶ所再処理工場を 2026 年度中に完工させる計画を出している。しかし、計画通りに進む保証はない。原燃のスケジュールでは、完工前の 2026 年 10 月頃より約 1 か月半、ガラス溶融炉の使用前事業者検査を実施し、その後国の使用前確認が行われる。原燃は、使用前事業者検査では、実際の高レベル放射性廃液を使うが、何本のガラス固化体をつくるかは未定としている（電話確認）。これが本当に可能なのかが問題となる。

六ヶ所再処理工場のアクティブ試験（実際の使用済燃料を使った再処理試験）でのガラス固化工程は、2007 年 11 月 4 日から開始したが白金族元素（白金及び白金と似た性質をもつルテニウム等の元素）の堆積等により、2 か月もたない 12 月 27 日に運転停止に追い込まれた。規制庁は、これ以降、ガラス固化の使用前検査は中断した状況だとしている（2021.9.1 付規制庁文書）。

原燃は、2012 年 12 月～2013 年 5 月のガラス固化試験で、2007、2008 年の試験で生じた問題は改善し、「使用前検査の前に実施すべき試験項目は全て終了いたしましたので、今後、使用前検査を実施いただきますようお願いいたします」(2013.7.26 付文書)と保安院と原子力規制委員会に報告していた。これに対し原子力規制庁は、新規基準に基づく事業変更許可申請(2014.1.7)の前に提出された報告であり、規制庁としては関係ないものとの考えを示している。また、使用前事業者検査でどのような検査をするかは原燃から申請はまだないと答えている（電話確認）。

原燃は 2026 年から開始する「ガラス溶融炉検査」では、これまで失敗が続いていた現行炉を使う。ガラス溶融炉を新型炉に取り替える時期は、2028 年度末から 2029 年度前半としている。それまでは、現行炉を使用する。

竣工後の 2027・2028 年度に実施するガラス固化体製造は、240tU で 195 本程度のガラス固化体に相当する（2006 年 3 月からのアクティブ試験の実績は、425tU の再処理で 346 本のガラス固化体。これを元に推定）。原燃は、2012～2013 年の固化試験において、2 系列の炉でそれぞれ 30、25 本をつくり上手くいったと報告したが、195 本の固化が現行炉で上手くいく保証はない。

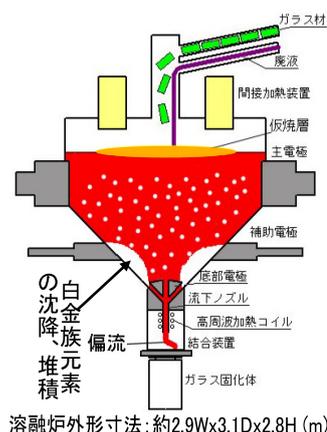
また、開発中の新型炉も現行炉と同型である。炉底を急傾斜にする、補助電極を追加する等の改良を加えているが、白金族元素が沈降する根本的欠陥は抱えたままだ。

再処理、ガラス固化が上手く進む見通しが無い以上、六ヶ所再処理工場の稼働に依拠する関西電力の新ロードマップに実効性はない。これ以上行き先のない使用済燃料を生み出さないため、関電は原発の運転を停止すべきだ。再処理工場は閉鎖すべきだ。

◆白金族元素が炉底に堆積し、溶融ガラスが容器に上手く注ぎ込めなくなる根本的欠陥

六ヶ所再処理工場のガラス溶融炉は、炉の上部より高レベル放射性廃液とガラス原料を投入し、電極よりガラスに直接電流を流して 1200℃程度に加熱、溶融し、炉底部の流下ノズルより固化体容器に流下させる LFCM 法が採られている（次頁図）。

この方式には、廃液中の白金族元素が沈降し、炉底部に堆積することにより、流下に支障を生じさせるという重大な欠陥がある（右図）。白金族元素はガラスへの溶融性が悪く、密度が大きいため沈降



しやすい。しかも電気を通しやすく、炉底に堆積した白金族の方に電流が流れるため、炉の加熱性能を低下させる。そうすると、溶融ガラスが固くなり、偏流等が起こり、固化体容器に上手く流下しないようになる。

他方、フランスは AVM 法を採用している。この方式は、溶融炉の手前に回転式の窯（ロータリーキルン）を設置し、その中で高レベル放射性廃液を乾燥・仮焼し、粉末にしてから溶融炉に投入し、溶融炉自体を高周波加熱する。外部から熱伝達でガラスを加熱するので、こちらは白金族に電流が流れる問題は生じない。

炉の材料は、原燃方式はセラミック（耐火レンガ）であり、レンガ片が落ちて流下ノズルに詰まるという問題も生じる。他方、フランス方式は金属なので同様の問題は生じない。

	LFCM法 (Liquid Fed Ceramic Melter)	AVM法 (Atelier de Vitrification Marcoule)
ガラス溶融プロセス		
特徴	プロセス構成：溶融炉単体で簡略 加熱方式：直接通電ジュール加熱 高レベル廃液供給：液体直接供給 溶融炉材料：セラミック	プロセス構成：ロータリーキルン方式カルサイナ溶融炉により構成 加熱方式：高周波加熱 高レベル廃液供給：廃液仮焼後、粉体供給 溶融炉材料：金属(耐食耐熱合金鋼)
開発国	日本	フランス

ガラス固化技術開発における高レベル放射性廃液のガラス固化処理技術開発(2004.3核燃料サイクル開発機構)より

外部から熱伝達でガラスを加熱するので、こちらは白金族に電流が流れる問題は生じない。

◆白金族元素の堆積指標が悪化したまま洗浄運転でも改善せず

原燃が 2012 年～2013 年に行ったガラス固化試験でも問題が発生している。原燃は上手くいったとしているが、報告書(2013.7.26)を見れば、途中、白金族元素の堆積についての指標が悪化し、以降回復していないことが分かる。2 系列のうち A 系列では途中より、加熱に時間がかかるようになってきている。主電極と底部電極の間の抵抗も低下している。白金族元素が炉底に堆積し、電流が白金族元素の方に流れ、加熱時間が長くなるようになり、主底電極間の抵抗が低下したものである。原燃は炉内の白金族元素を減らすために洗浄運転を行ったが、それ以降も加熱時間は長くなり、抵抗も低下している。このような結果をもって上手くいったとは言えないだろう。フランスの AVM 法との原理的違いによる欠陥が、原燃が最後に行ったこの試験でも現れている。

◆壁面レンガの割れが進行。レンガ片が流下ノズルを塞ぐ。天井レンガが損傷しやすい欠陥構造

2012 年 12 月の B 系列試験では、レンガ片らしき異物が流下ノズルに詰まった。これまでも B 系列では、2012 年 1 月の作動確認でもレンガ片による流下ノズルの閉塞事故を起こしている。B 系列における炉壁の接液レンガの割れは、アクティブ試験前の化学試験で既に 29.8m、その後の新たな割れ及び割れの進展は、2012 年 1 月の事故後で 2.36m、2012 年 12 月からの試験後で 2.60m と、運転するにつれ割れが進んでいっている。A 系列も同様に割れが進んでいる。ところが原燃は、炉壁がレンガである以上、今後も同様にレンガ片の落下事故は起こりうると開き直っている。

A 系列でも、2008 年 12 月に溶融炉の天井レンガが損壊、脱落していることが明らかになっている。原燃は、天井レンガ部に差し込まれている間接加熱装置の加熱・冷却を繰り返すことにより、レンガの損傷が発生し、脱落に至ったと推定している。しかし原燃は、今後も計画外の間接加熱装置の加熱停止を行う可能性はあるため、さらに天井レンガが脱落する可能性を認めている。また、天井耐火レンガを貫通して間接加熱装置を気相部（炉内の上部）に挿入する構造の高レベル廃液ガラス溶融炉は、他にないことが分かったとしている。

つまり、六ヶ所のガラス溶融炉は、白金族元素が堆積する欠陥に加え、レンガに高い熱応力がかかりやすい特異な欠陥も抱えている。六ヶ所再処理工場は閉鎖すべきだ。