

六ヶ所再処理施設の現状とガラス固化技術について
—ガラス固化処理技術の問題と対策—
(新型ガラス溶融炉の開発と成果)



目次



1. 背景・目的
2. 開発マネジメント
3. 新型ガラス溶融炉の開発
4. 新型ガラス溶融炉のモックアップ試験
5. まとめ

1. 背景・目的(1)



再処理工場に導入したガラス溶融炉のアクティブ試験において、以下の事象が発生

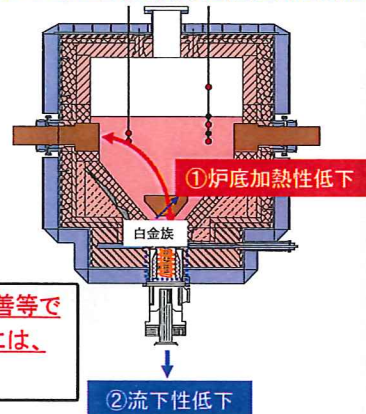
- 炉底傾斜部に白金族が沈降、堆積すると、①白金族部に電流が流れ、炉底ガラスの加熱性能が低下し、②炉底ガラスの粘性が上昇し、流下性能が低下する。よって、白金族沈降を抑制するための炉底低温運転を採用。しかし、アクティブ試験で白金族の堆積等により流下性能が低下

➡ ガラス温度と炉底温度の管理目標を設定するとともに、定期的な回復運転を実施する等により、白金族の沈降、堆積を抑制

- ガラス溶融炉内に溶融炉の運転等に影響を及ぼす低粘性流体(イエローフェーズ)※が発生

➡ 調整液の添加により発生防止できることを確認

※低粘性流体(イエローフェーズ)とは、通常の流下ガラスよりも粘性の低い流体のこと



これら事象については設備改善や運転方法の改善等で対応済であるが、既存のガラス溶融炉の更新時には、更に改良されたガラス固化技術の導入を図る

3

1. 背景・目的(2)



- 改良されたガラス固化技術の開発

① 更なる性能向上(ガラス固化体本数の低減、溶融炉の運転性の向上)

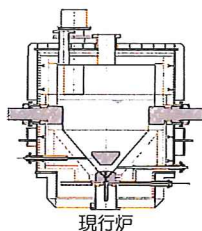
➡ 新型ガラス素材の開発

- より多くの高レベル廃液を充填(高充填)可能なガラス素材の開発
- イエローフェーズの発生を抑制可能な新しいガラス素材を開発

② 現行炉の課題(白金族元素の抜き出し性等)の改善

➡ 改良炉の開発

- 白金族元素の沈降・堆積抑制を図れるガラス溶融炉の構造、炉底部加熱方法等の開発
- 上記を踏まえた実規模の新型ガラス溶融炉の開発
- 開発を補完する解析コード、物性等の基礎データ取得の拡充

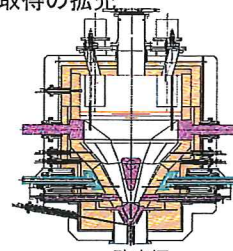


現行炉

KMOC試験や実機試験で得られた知見や改善点を全て反映



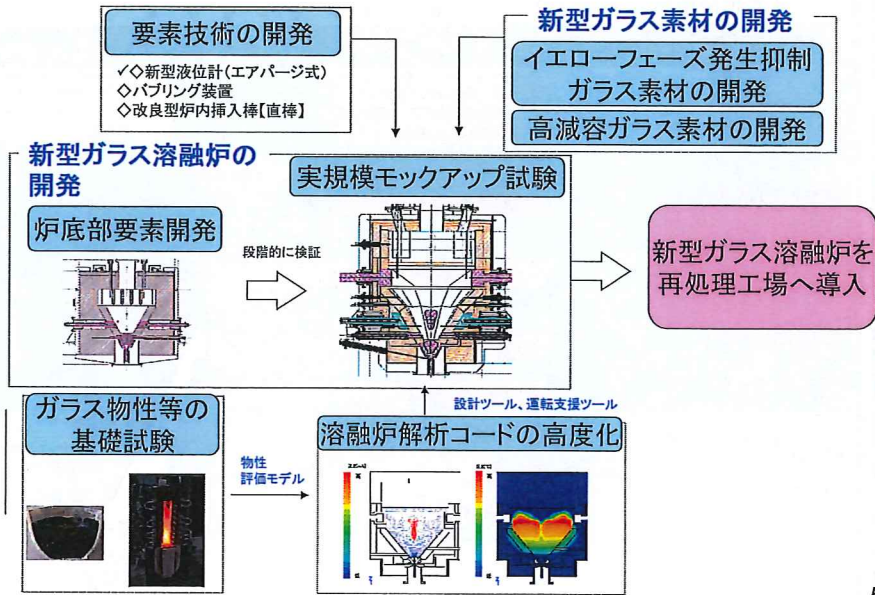
課題の改善



改良炉

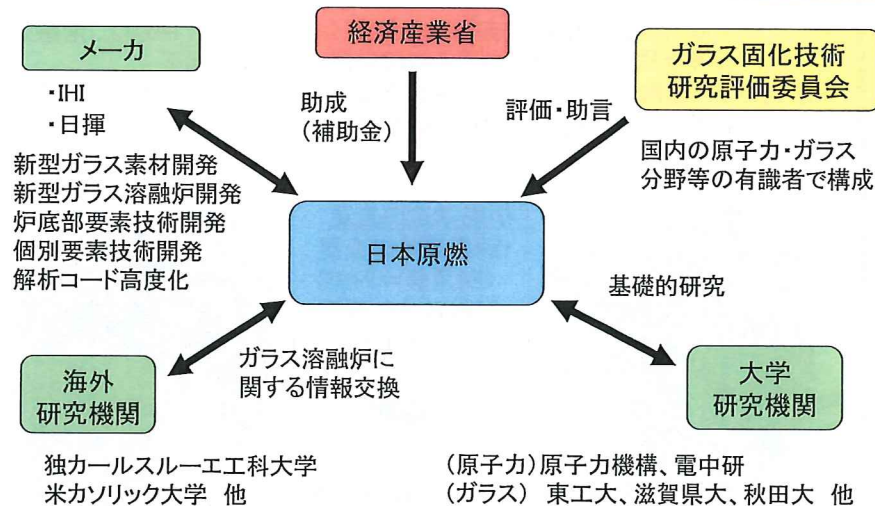
4

2. 開発マネジメント(1) 全体フロー



5

2. 開発マネジメント(2) 研究開発体制



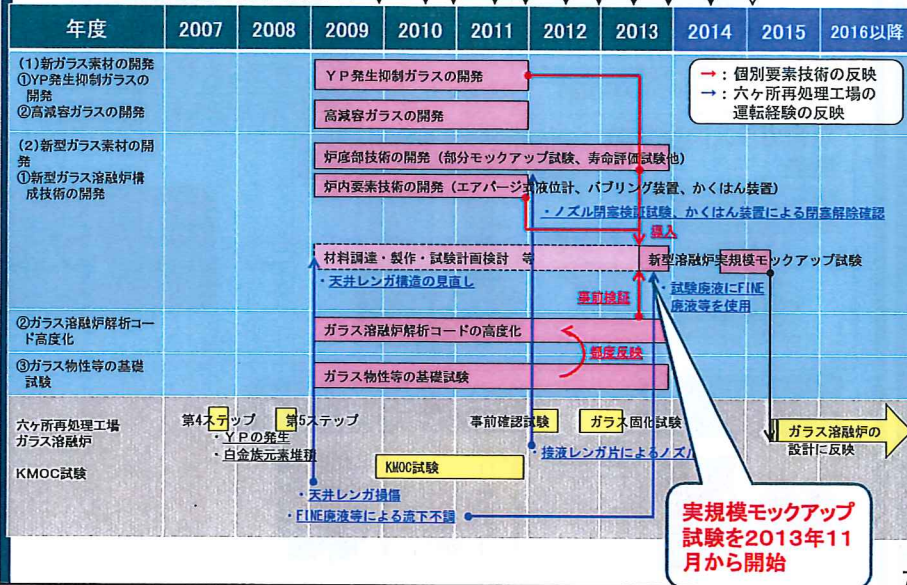
「産・官・学」が連携して開発に取り組む

6

2. 開発マネジメント(3) スケジュール(段階的な開発)



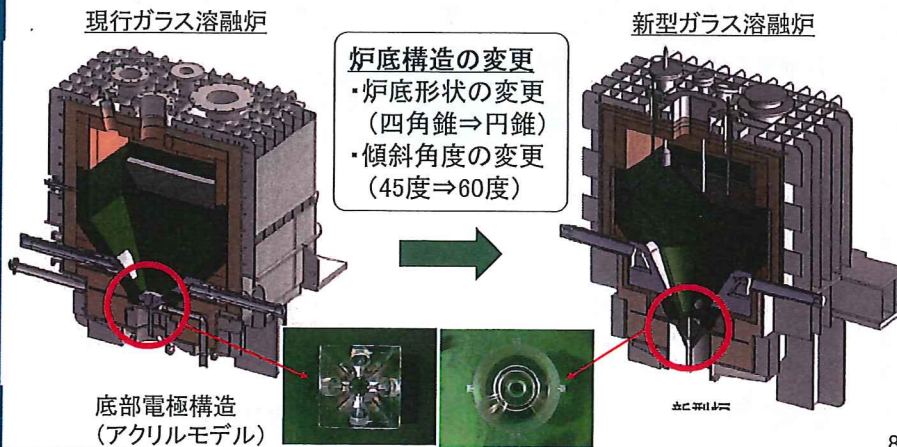
ガラス固化技術研究評価委員会



3. 新型ガラス溶融炉の開発 主な改良点(1) 形状の変更



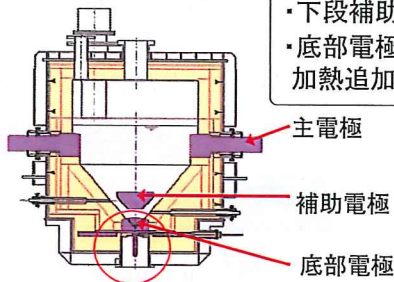
- ▶高レベル放射性廃液中に含まれる白金族元素(Ru, Rh, Pd)は、溶融炉底部に沈降堆積することで、**ガラスの加熱性・流下性が低下**
- ▶**新型ガラス溶融炉では、炉底構造の変更**や炉底部加熱手段を追加することで、白金族元素の炉底への沈降・堆積を抑制



3. 新型ガラス溶融炉の開発 主な改良点(2) 加熱手段の追加



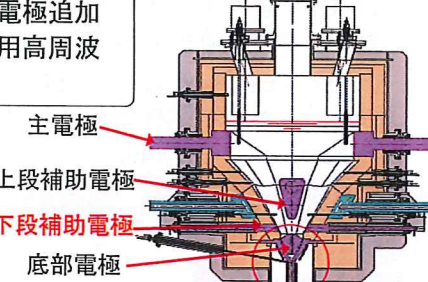
現行ガラス溶融炉



炉底部加熱手段追加

- ・下段補助電極追加
- ・底部電極用高周波加熱追加

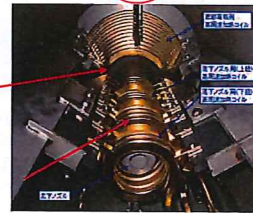
新型ガラス溶融炉



底部電極用
高周波加熱
コイル

流下ノズル用
高周波加熱コイル

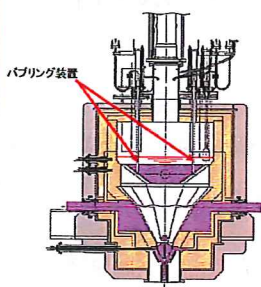
流下ノズル用
高周波加熱コイル



3. 新型ガラス溶融炉の開発 個別要素技術の開発(その他技術について)

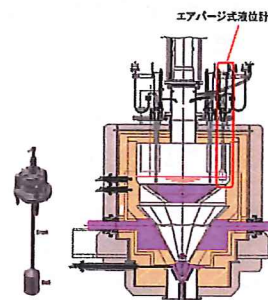


バブリング装置
(ドイツより技術導入)



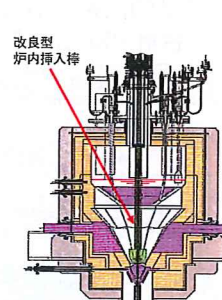
<イエローフェーズ発生抑制>
溶融ガラスの流動性を向上させることにより、イエローフェーズ成分の溶解性向上

新型液位計(エアパージ式)
(ドイツより技術導入)



<運転モニタの改善>
連続的で精度が高い液位測定

改良型炉内挿入装置
(国内技術を改良)



<異常状態からの回復性能向上>
より効果的な貫通性能、排出性能を有する改良型炉内挿入棒【直棒】による回復性能向上

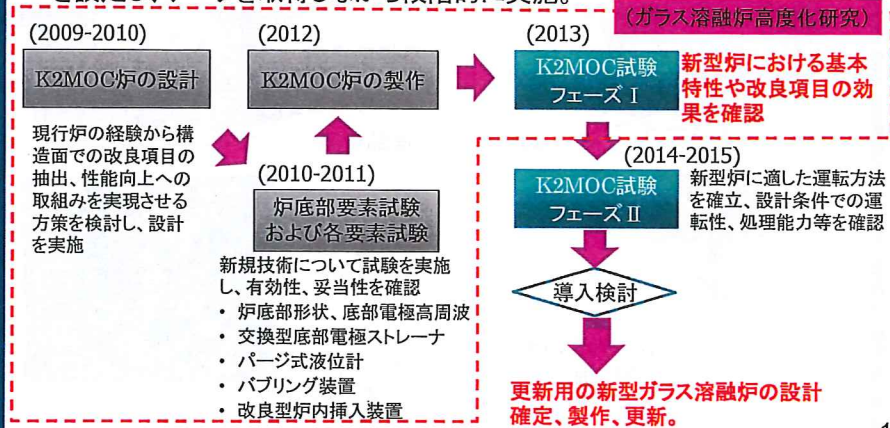


国内外で実績のある技術をもとに新型ガラス炉へ適用

4. 新型溶融炉のモックアップ試験 全体計画



- 更新用の新型ガラス溶融炉(実機)は、現行炉の更新時期までに開発を完了させることを目標としており、試験成果を新型炉の構造に反映し、設計を確定し、製作を着手する計画である。
- 新型炉のモックアップ試験(K2MOC試験)は、目的に応じた試験フェーズを設定し、データを取得しながら段階的に実施。

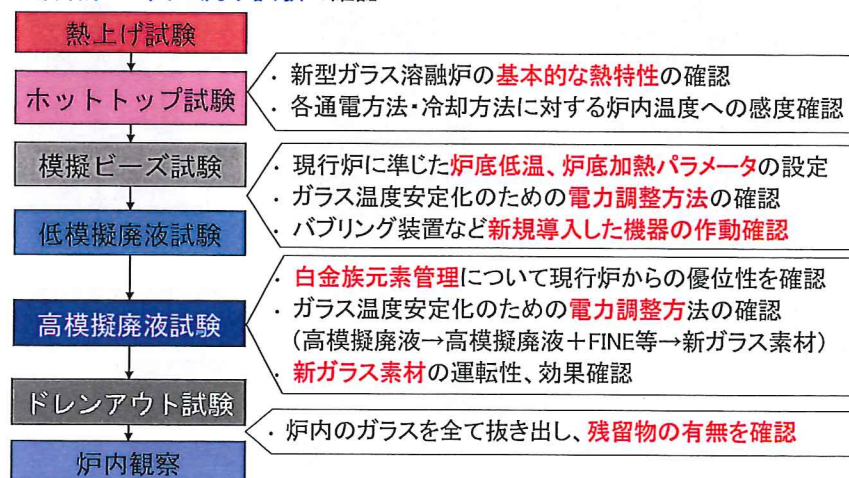


11

4. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験 フェーズ I (第1段階) 試験



- 試験は、高レベル放射性廃液の成分・組成を非放射性の成分により模擬したガラスビーズ(模擬ガラスビーズ)および廃液(模擬廃液)を使用
- 段階的に新型炉の温度特性を評価しながら、温度管理・ガラス流下性等を合計100回の流下試験で確認

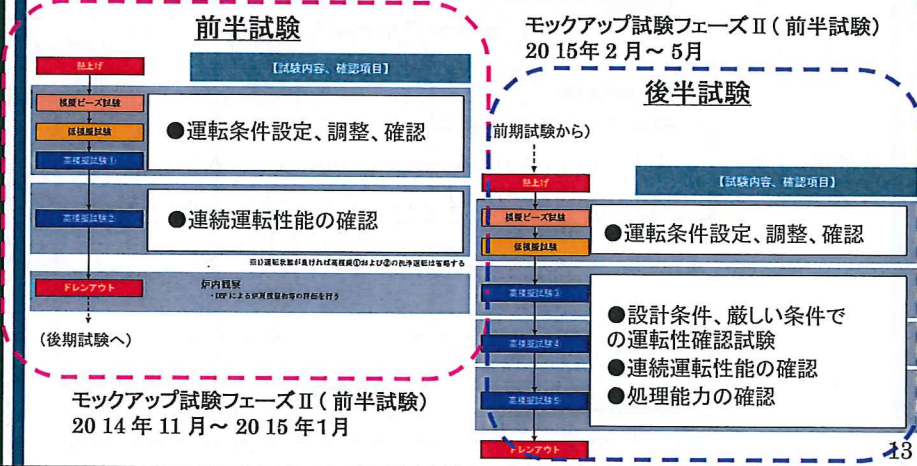


12

4. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験 フェーズⅡ（第2段階）試験



- ・ フェーズⅡは2014年11月～2015年5月頃にかけて実施する予定。
- ・ 前期試験と後期試験に分け、それぞれ熱上げ～ドレンアウトを実施する。
- ・ 長期の安定した継続運転
- ・ 設計条件、より厳しい条件での運転(安定運転を阻害する条件)

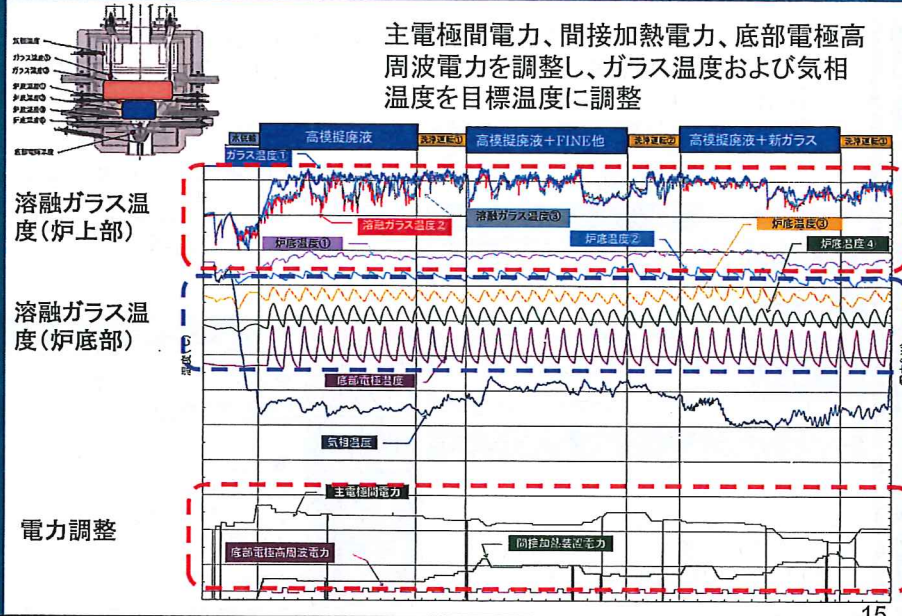


4. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験 運転方法の検証-炉底加熱-

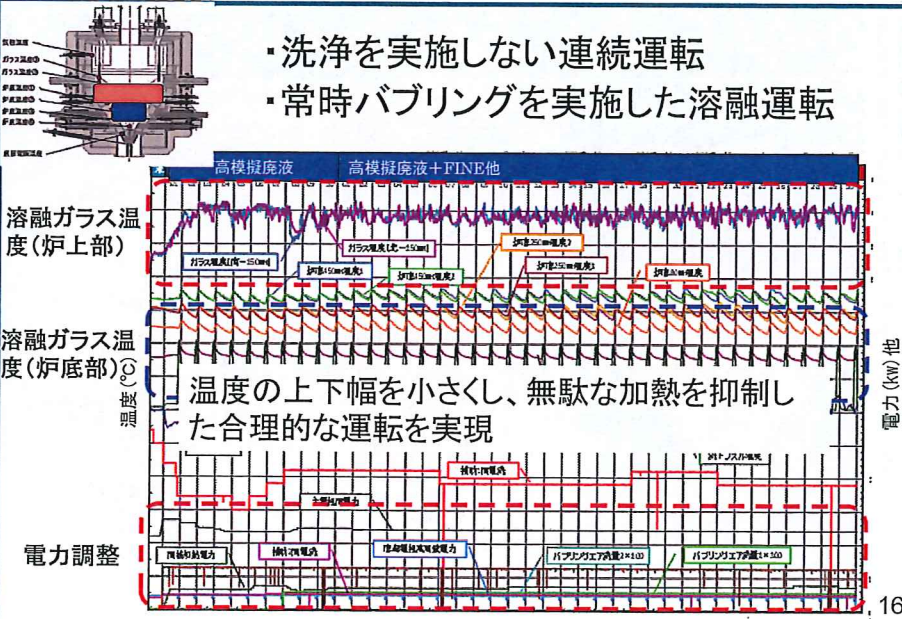


炉底低温運転	フェーズⅠ 炉底加熱方法	フェーズⅡ(前半) 炉底加熱方法
<p>白金族元素の沈降を抑制するため、炉底部のガラス溶融温度を低く維持する。</p> <p>廃液及び原料ビーズ (連続供給)</p> <p>白金族元素</p> <p>炉底低温運転</p> <p>底部電極</p>	<p>・ 現行型ガラス溶融炉と同様に白金族元素沈降抑制のための炉底低温運転実施</p> <p>流下前に主電極・底部電極間通電、底部電極高周波電力上昇による加熱を実施</p>	<p>・ 底部電極の寿命向上、過剰な加熱を抑制し、効率的な温度サイクルの最適化、容易な運転管理。</p> <p>底部電力高周波電力は常に一定値で加熱を継続、主底通電加熱は実施しない。</p>

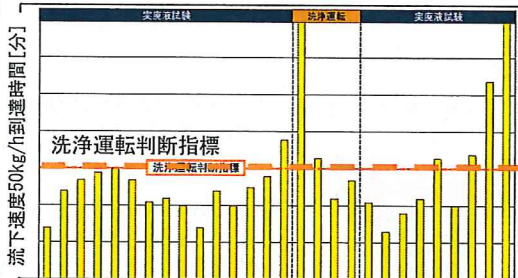
4. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験 試験結果① -温度管理(フェーズ I)-



4. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験 試験結果① -温度管理(フェーズ II)-



4. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験 試験結果② -流下性データ(現行型ガラス溶融炉)-



【流下性に係わる指標】
・流下速度50kg/h到達時間
※白金族の沈降・堆積が進み、流下性が低下すると到達時間が長くなる

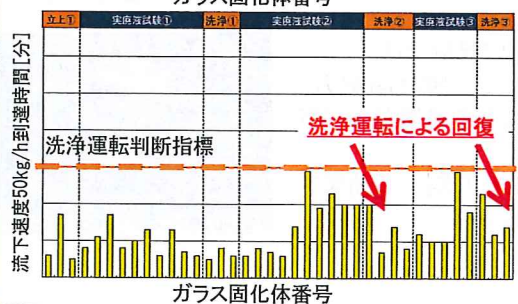
【現行炉】再処理工場A
系列アクティブ試験第5
ステップ (2008年10月)



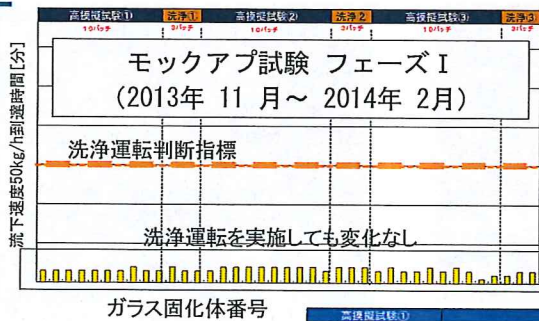
KMOC試験等にて
原因究明・対策



【現行炉】再処理工
場A系列ガラス固化試
験 (2013年5月)



4. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験 試験結果② -流下性データ-(K2MOC試験)



● 新型炉モックアップ試験は、流下速度到達時間が短く、流下回数を重ねても変化が少ない。洗浄運転を実施しても変化なし。
⇒流下性は良好であり、白金族元素が炉底部に堆積した傾向がない

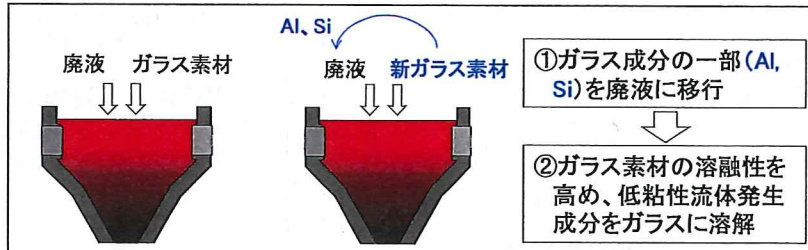
● さらにフェーズⅡ試験(前半)では洗浄運転を行わずに40バッチの連続運転を実施できることを確認した。
⇒流下性は良好であり、洗浄運転なしでも白金族元素が炉底部に堆積した傾向がない



4. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験 試験結果③ -新ガラス素材(フェーズ I)-



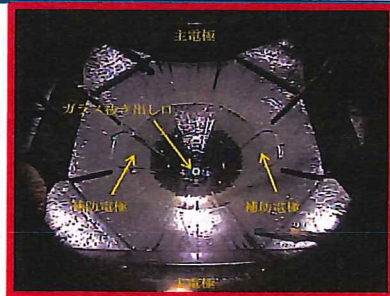
- 低粘性流体の発生を抑制することを目的として新ガラス素材を開発



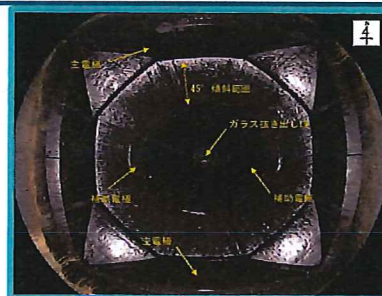
- 高模擬廃液と新ガラス素材の試験では、
⇒従来のガラス素材と同様に、主電極間電力、間接加熱電力を調整し、ガラス温度および気相温度を目標温度に調整
⇒一方、低粘性流体の発生を抑制する効果を確認できず、運転・供給方法の再検討が必要



4. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験 フェーズ I 試験結果④ -ドレンアウト試験-



フェーズ I 試験ドレンアウト後
(日本原燃HPより)



フェーズ II 試験(前期)ドレンアウト後
(日本原燃HPより)



残留ガラス

(参考)
実機B系ガラス固化試験後の炉内
観察結果 (日本原燃HPより)

- 新型ガラス溶融炉モックアップ試験では、ドレンアウト試験終了後に炉内を観察した結果、炉内に残留物は確認されなかった。

5. まとめ



【開発状況のまとめ】

- 主電極電力、間接加熱電力を調整することで、ガラス温度および気相温度を目標温度に調整することができた。また、現行炉と同様に安定した炉底低温運転を実施することができた。
- 流下回数を重ねても、流下性は良好であり、白金族元素が炉底部に堆積した傾向は確認されなかった。
- ドレンアウト試験後、炉内のガラスは全て排出されており、残留物も確認されなかった。
⇒ 研究開発したガラス固化技術の有効性が確認
- 当社におけるガラス固化技術開発基盤を整備
ガラス研究機関、製鉄溶鉱炉および原子力専門家等から成る技術支援組織が形成されており、社内においても開発部門と運転部門の確実なる連携が出来ている。

【今後の予定】

- 溶融炉の連続・安定運転等の処理能力の一層の向上などを目的とした第二段(フェーズⅡ)の試験を実施中。2014年11月17日からモックアップ炉の熱上げを開始し、2015年5月まで実施する予定である。

