

テーマⅠ：再処理関連技術の動向

新型ガラス溶融炉の
モックアップ試験計画と成果について

日本原燃(株) 再処理事業部

エンジニアリングセンター 技術開発研究所 課長

兼平 憲男氏

新型ガラス溶融炉のモックアップ試験の成果について

第11回 再処理・リサイクル部会セミナー
東京工業大学 蔵前会館
2015年12月11日

エンジニアリングセンター 技術開発研究所
兼平 憲男



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

- 炉底部に白金族が沈降、堆積すると、①白金族部に電流が迂回して流れ、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。

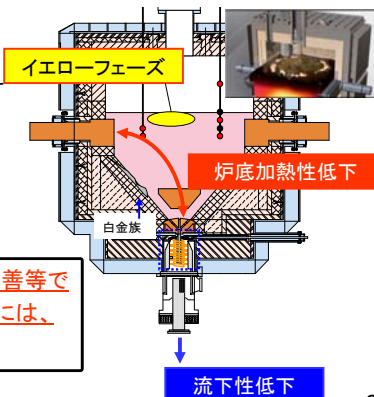
よって、白金族沈降を抑制するための炉底低温運転を採用。しかし、アクティブ試験で白金族の堆積等により流下性能が低下

- 白金族沈降に影響するガラス温度管理のための電力調整方法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(KMOC試験)

- 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(希釈)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に対応済であるが、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

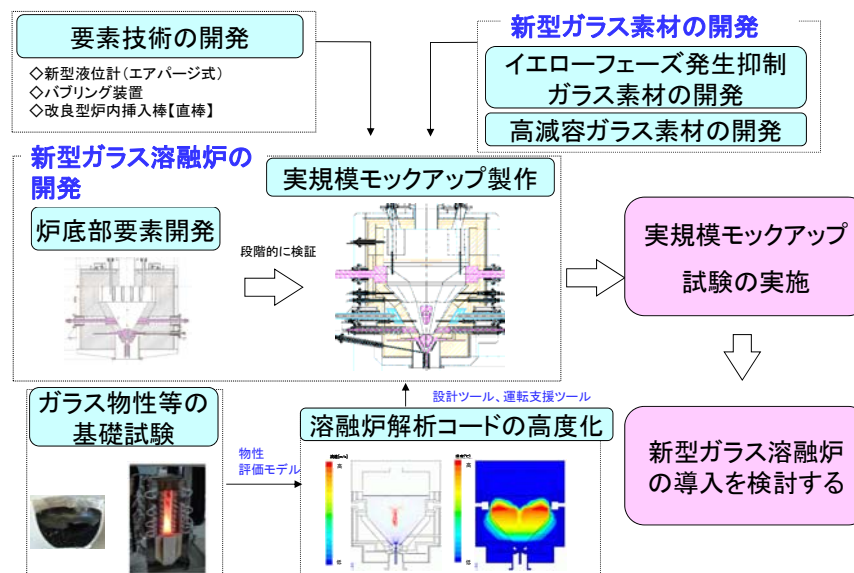
目次



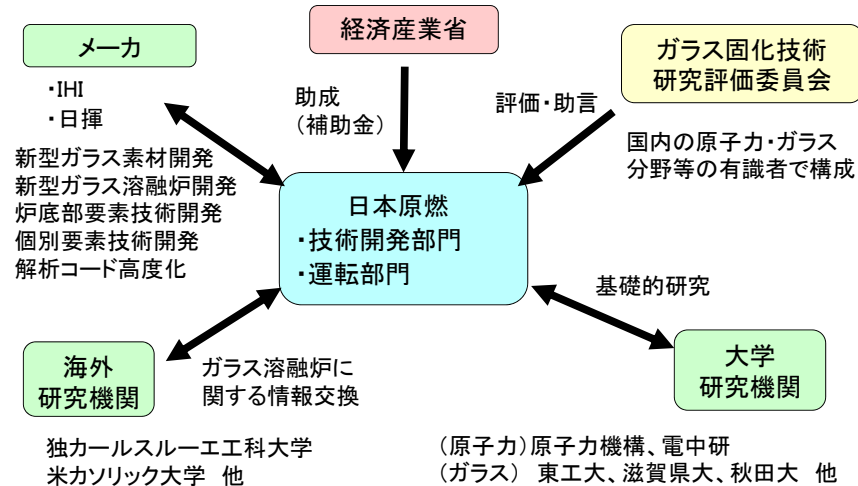
1. 背景・目的
2. 新型ガラス溶融炉の開発進め方
3. 新型ガラス溶融炉の開発技術
4. 新型溶融炉のモックアップ試験計画
5. 新型溶融炉のモックアップ試験結果
6. まとめ

第10回再処理リサイクル部会セミナー(2015年1月)
「新型ガラス溶融炉のモックアップ試験計画と成果について」
にて、高度化研究の概要およびモックアップ試験(フェーズ I
およびフェーズ II 試験概要)をご報告済み

2. 新型ガラス溶融炉の開発進め方 開発全体フロー

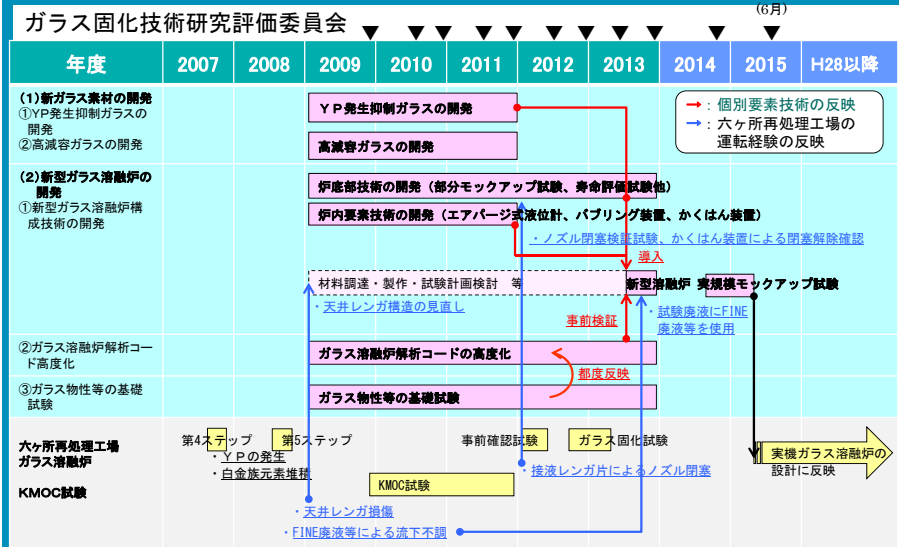


2. 新型ガラス溶融炉の開発進め方 研究開発体制



5

2. 新型ガラス溶融炉の開発進め方 開発スケジュール(段階的な開発)

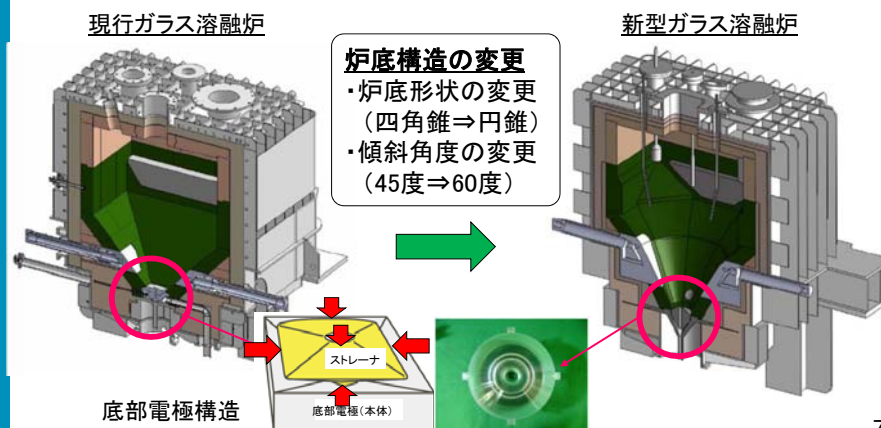


6

3. 新型ガラス溶融炉の開発技術 主な改良点(1) 形状の変更

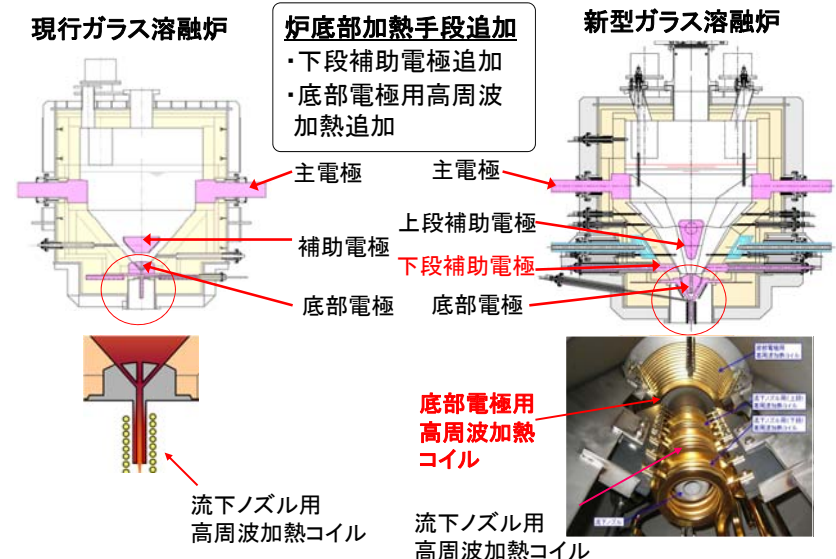


- ▶ 高レベル放射性廃液中に含まれる白金族元素(Ru、Rh、Pd)は、溶融炉底部に沈降堆積することで、ガラスの加熱性・流下性が低下
- ▶ 新型ガラス溶融炉では、炉底構造の変更や炉底部加熱手段を追加することで、白金族元素の炉底への堆積を抑制するとともに抜き出し性を向上



7

3. 新型ガラス溶融炉の開発技術 主な改良点(2) 加熱手段の追加

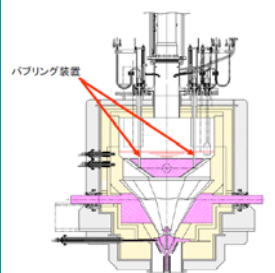


8

3. 新型ガラス溶融炉の開発技術 個別要素技術の開発(その他技術について)

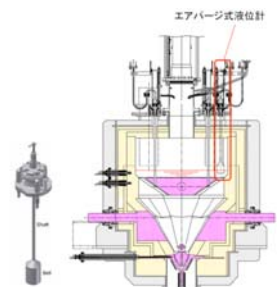


バブリング装置
(ドイツより技術導入)



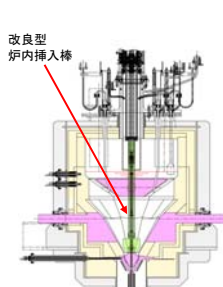
＜イエローフェーズ発生抑制＞
溶融ガラスの流動性を向上させることにより、イエローフェーズ成分の溶解性向上

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

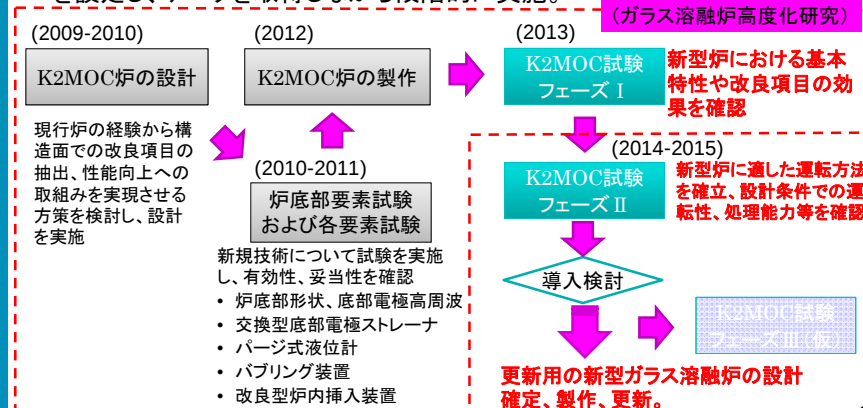
国内外で実績のある技術をもとに新型ガラス炉へ適用

9

4. 新型ガラス溶融炉のモックアップ試験計画 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、製作に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。



10

4. 新型ガラス溶融炉のモックアップ試験計画 運転条件の範囲を拡大



	現行炉の現状	【フェーズⅠ】 2013年度下期	【フェーズⅡ】 2014～2015年度	【フェーズⅢ】 (検討中)
試験目的	—	・運転パラメータの把握・調整 ・現行炉と同等以上の性能確認 ・組成改良ビーズを用いた運転の確認	・新型炉の導入判断に必要な事項の確認 ・許可に必要なデータの取得	
a.白金族対策 (洗浄運転間隔)	10+洗浄3	10+洗浄3	30+洗浄3	検討中
b.イエローフェーズ(YF)対策	調整液添加によるYP形成成分の低減	調整液を添加せず、YP発生を抑制(新型ガラス素材)	調整液を添加せず、YP発生を抑制(バブリング)	
c.DBP対策	0～300ppm ただし、DBP影響が大きい(KMOC)	沈降・堆積抑制確認(新型ガラス素材) 30 ppm程度	沈降・堆積抑制確認(バブリング) 100 ppm以上(最大300 ppm)	
d.廃液濃度(g/L)	95 g/L (燃焼度28GWD/t相当)	95 g/L (燃焼度28GWD/t相当)	117 g/L (燃焼度45GWD/t相当)	
e. 廃液供給速度(L/h)	63 L/h	63 L/h	(標準) 57 L/h (最大) 70 L/h	
バッチ時間(h)	14h	14h	9.6h 8h	

11

4. 新型ガラス溶融炉のモックアップ試験計画 フェーズⅡ試験計画

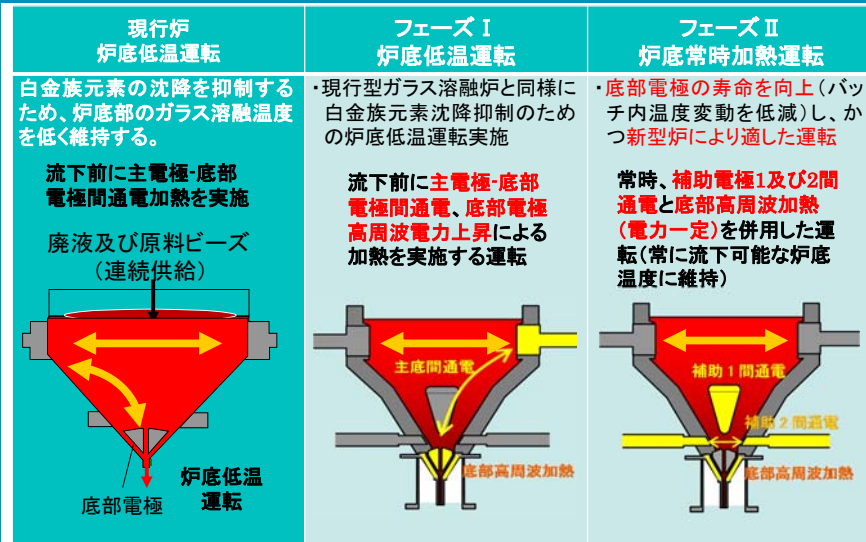


- フェーズⅡは2014年11月～5月頃にかけて実施。
- 前期試験と後期試験に分け、それぞれ熱上げ～ドレンアウトを実施する。
- 長期の安定した継続運転
- 設計条件、より厳しい条件での運転(安定運転を阻害する条件)



12

4. 新型ガラス溶融炉のモックアップ試験計画 運転方法の最適化(炉底加熱方法)

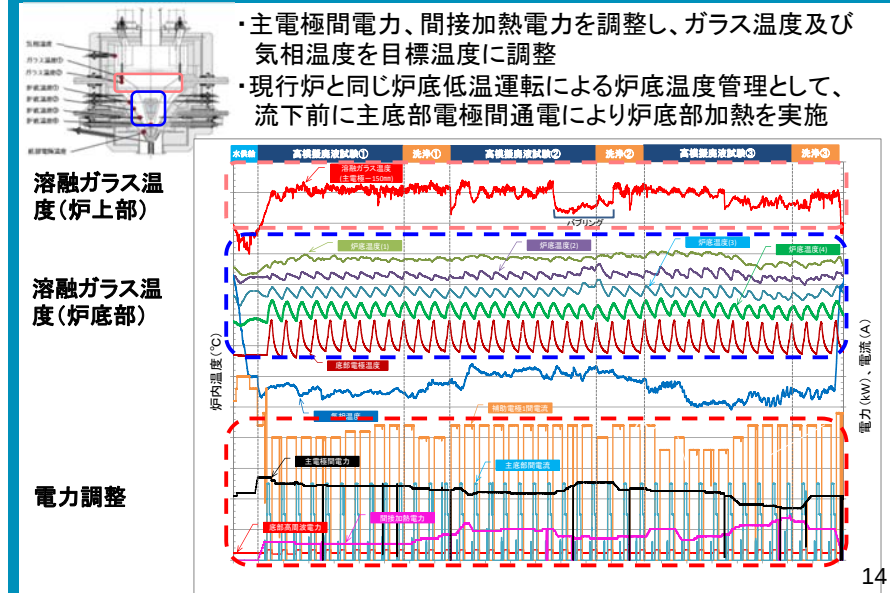


13

5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果

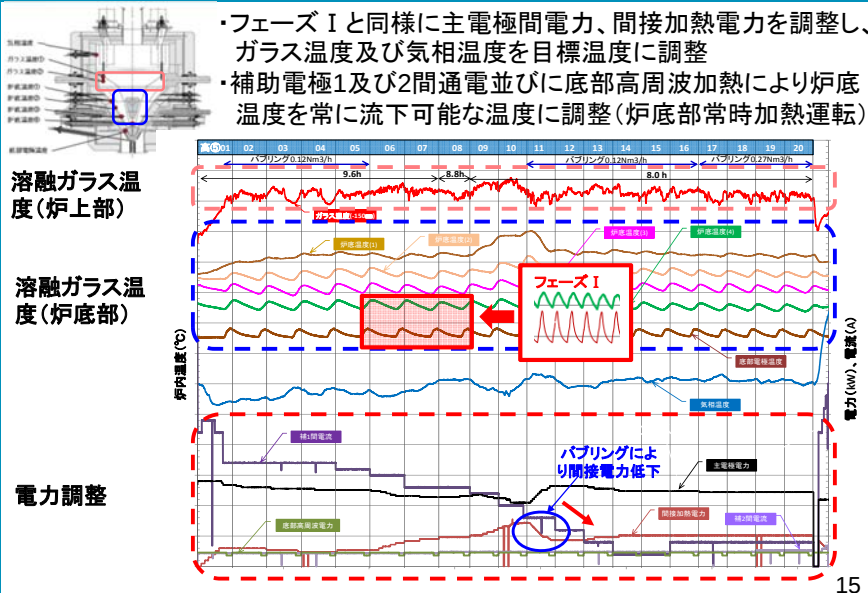


試験結果① -温度管理(フェーズⅠ)-



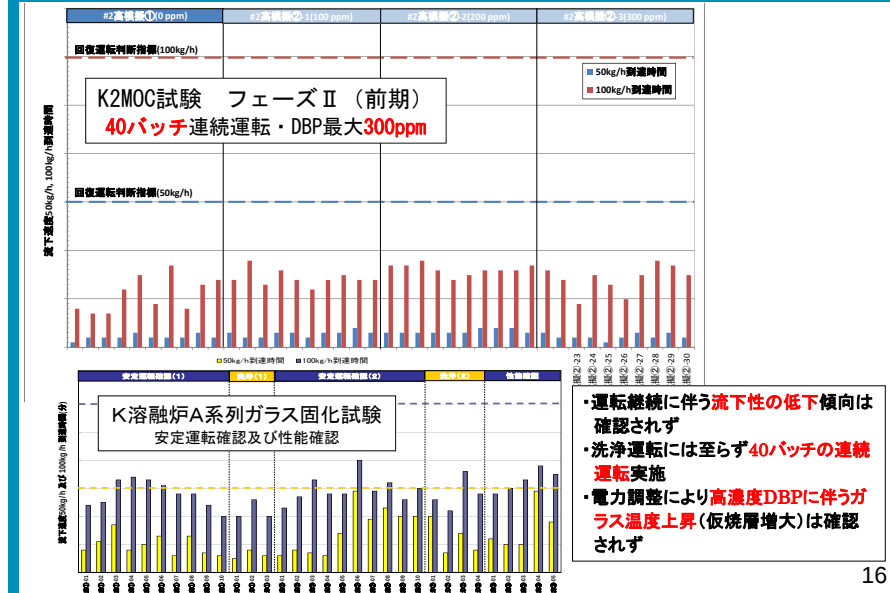
14

5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果 試験結果② -温度管理(フェーズⅡ 後期試験)-



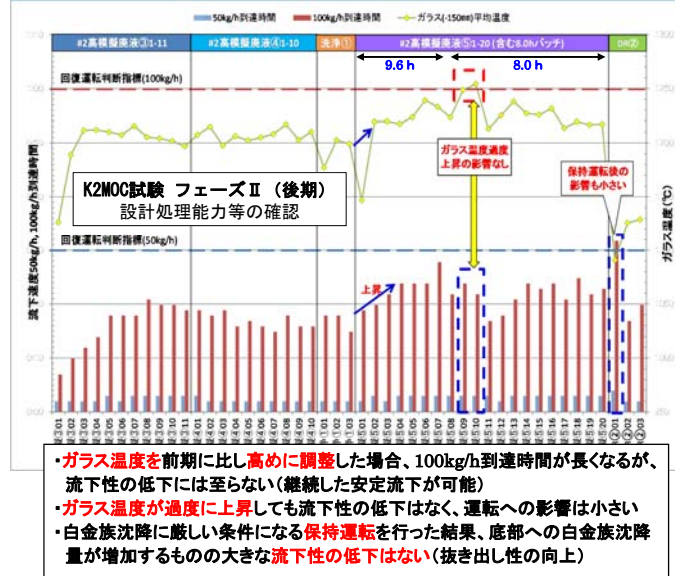
15

5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果 試験結果③ -流下性(フェーズⅡ 前期)-



16

5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果 試験結果④ -流下性(フェーズⅡ 後期) -

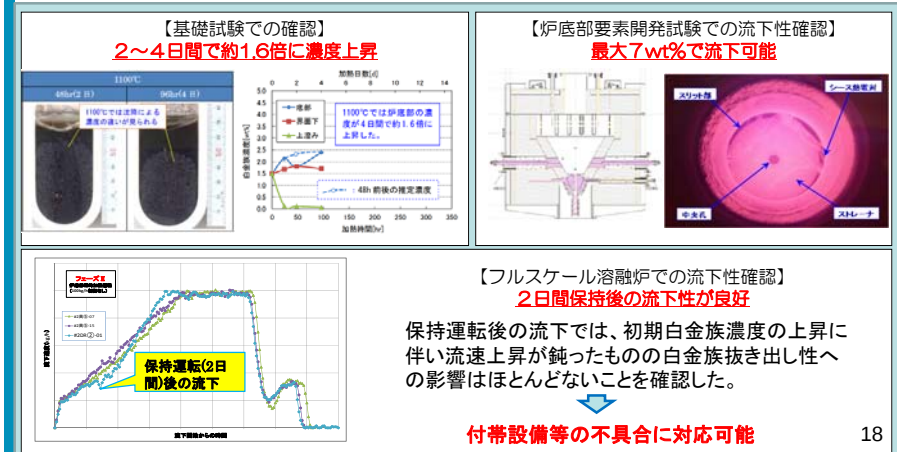


17

5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果 試験結果⑥ -保持運転試験-

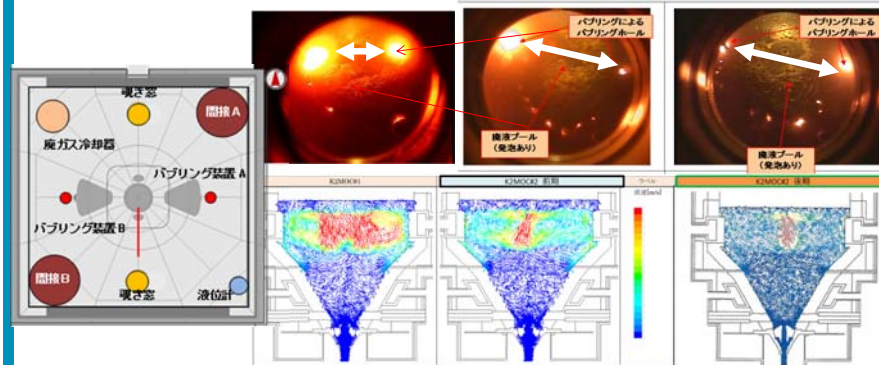


設備トラブルを想定し、通常運転から一旦保持状態とし、意図的に白金族元素を沈降させた後、流下操作を行う試験を実施(約2日間保持)



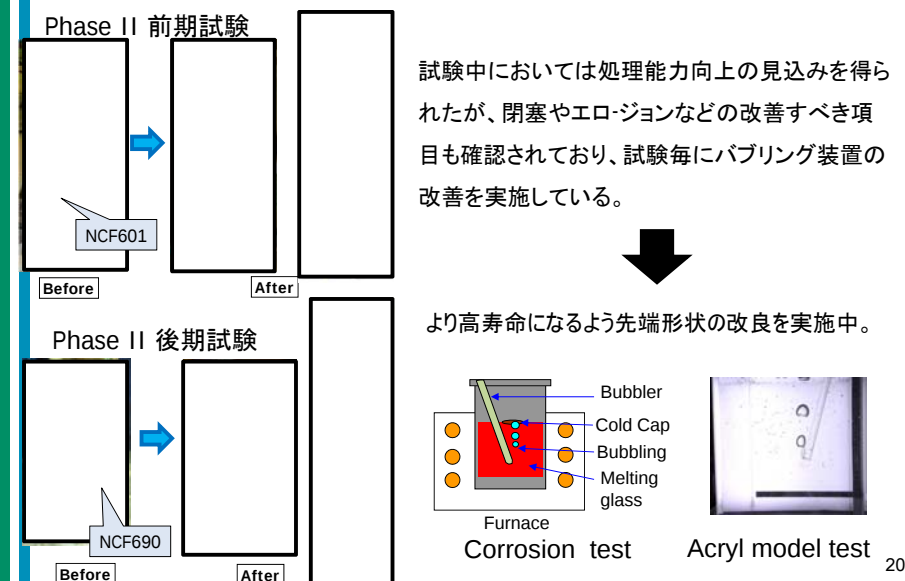
18

5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果 試験結果⑦ -バブリング運転 (流量・吹出位置改善)-



19

5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果 試験結果⑦ -バブリング運転(形状改善)-



20

5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果 試験結果⑧ -炉内挿入装置-

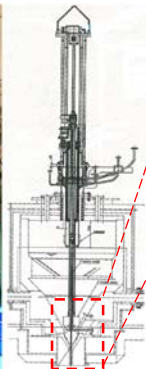


改良型炉内挿入装置:

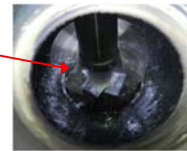
運転性低下時に炉底部の攪拌・流下ノズルの貫通操作を実施する装置



改良型炉内挿入装置概観



インペラ



貫通棒



本来は収納される部分

流下開始前に炉底部での攪拌操作が可能であることを確認(炉底部温度の変動より)

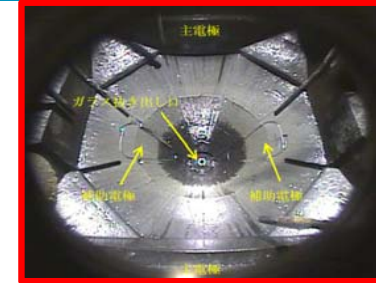
流下中にノズルの貫通操作が可能であることを確認(目視観察により)

確認試験後の装置上昇中、駆動部でのガラスの固着によりインペラが装置内に収納できない事象が発生

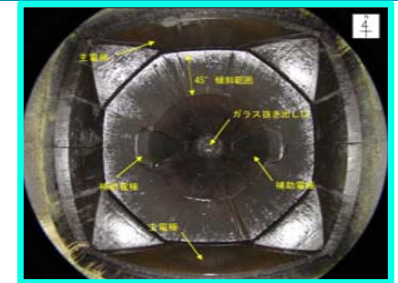
運転性回復には効果が期待できるため昇降機構の改善を引き続き検討

21

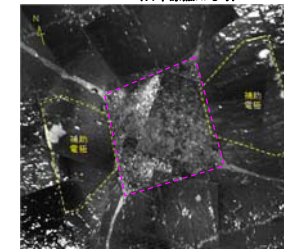
5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果 試験結果⑧ -ドレンアウト試験-



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)



●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、炉内の残留物は確認されず、溶融炉構造変更等の優れた効果を確認した。

(参考)
実機日系ガラス固化試験後の炉内観察結果
(日本原燃HPより)

22

5. 新型ガラス溶融炉モックアップ試験結果 試験結果のまとめ



	現行炉の現状	【フェーズⅠ】 2013年度下期 ・運転パラメータの把握・調整 ・更新炉として新型炉の導入を検討する	【フェーズⅡ】 2014～2015年度 ・改良炉の導入判断に の取得	【フェーズⅢ】 (今後検討予定)
① 現行炉以上の耐性を有することの確認				
試験目的	—	更新炉として新型炉の導入を検討する	の取得	
a.白金族対策 (洗浄運転間隔)	10+洗浄3	⇒ 流下性の低下なし(同等以上)	⇒ 40バッチ連続運転でも流下性の悪化なく、洗浄運転間隔の拡大可能	
b.イエロフェーズ(YP)対策	調整液添加によるYP形成成分の低減	⇒ 新型ガラス素材によるYP発生の抑制効果確認できず	⇒ 調整液添加なしでも顕著なYP発生はないことを確認(バブリングの顕著な抑制効果なし)	
c. DBP対策	0～300ppm運転可ただし、300ppmではDBP影響が大	⇒ 30 ppmでは現行炉と同等の仮焼層コントロールができ、影響は小さい。沈降等による流下性悪化はない。	⇒ 最大300 ppmでも同左を確認、炉形状変更に伴う流動性向上による可能性を確認	
d. 廃液濃度 (g/l)	95 g/l (燃焼度28GWD/t相当)	95 g/l (燃焼度28GWD/t相当)	⇒ 設計条件廃液による70t/h(400kg/8h)の最大処理能力を確認し、更にバブリング運転により処理能力に裕度が出ることを確認	
e.				
廃液供給速度(l/h)	63 l/h	63 l/h		
バッチ時間(h)	14h	14h		

より厳しい条件

23

6. まとめ



【開発状況のまとめ】

- 洗浄運転を行わない40バッチ連続運転、ガラス温度の過度の上昇及び限界試験としての保持運転でも流下性の大きな低下はなく、炉底部への白金族堆積の兆候は見られず、かつドレンアウト後に残留物は認められなかった。
- 現行炉の「炉底低温運転」及び新型炉に適した「炉底常時加熱運転」を実施した結果、どちらも流下運転を安定的に実施でき、特に後者は底部電極寿命の向上及び流下時間の短縮等により優位性が高いことを確認した。
- バブリング等によるYP発生抑制の顕著な効果は確認できなかったが、現行炉で運用している調整液添加なしでも顕著なYP発生がないことを確認した。更なる発生抑制に向けた発生メカニズムの追求等の検討を行っていく。
- バブリング装置による処理性能の裕度向上が見込めることなどを確認した。

【今後の予定】

- 更新炉として新型炉を導入する妥当性評価を実施中であり、今後、更新用の新型溶融炉の設計を確定していく。

24