



# ガラス固化設備における アクティブ試験の概要



記載内容のうち、 内の記載事項は公開制限  
情報に属するものであり公開できません  
ので削除しております。

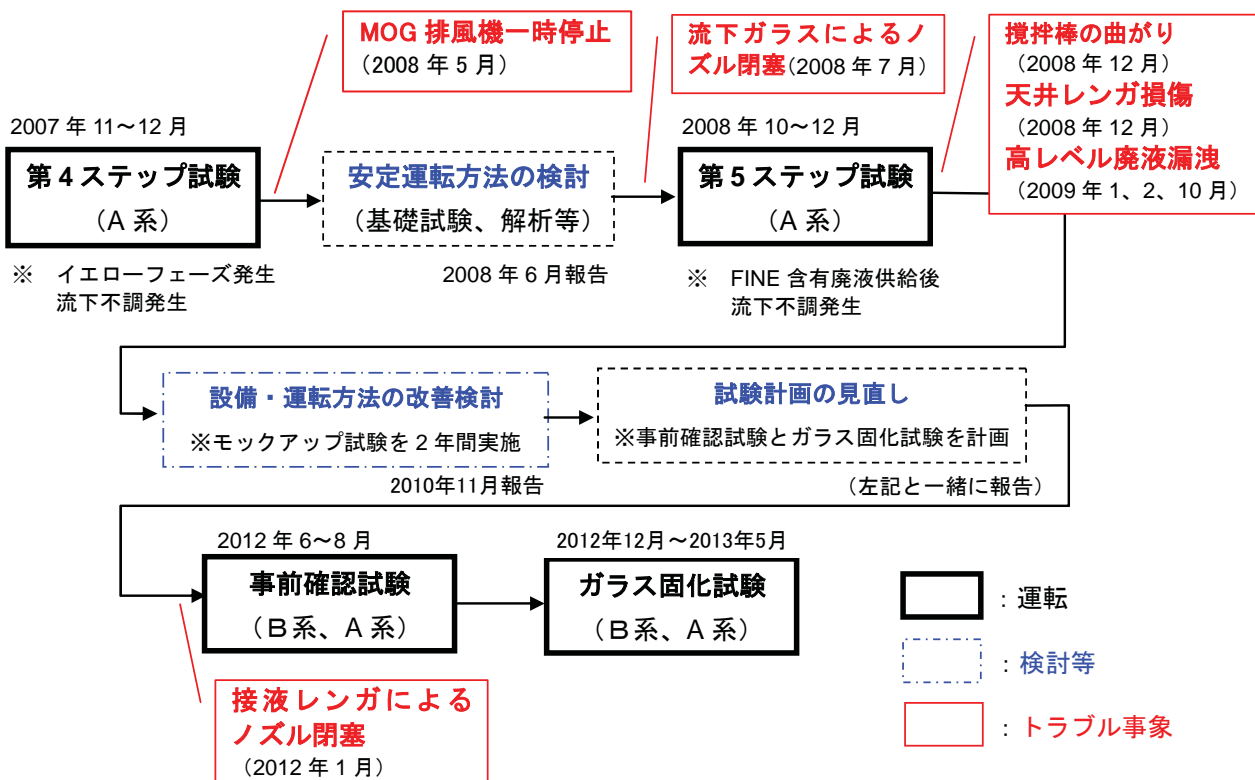
## 目 次



1. アクティブ試験の経緯
2. アクティブ試験における設備トラブル
3. アクティブ試験におけるA系の運転状況
4. モックアップ試験による設備および運転方法の改善
5. 試験計画の見直し
6. 事前確認試験
7. ガラス固化試験
8. アクティブ試験結果のまとめ

# ガラス固化設備におけるアクティブ試験の経緯

日本原燃株式会社



3

# ガラス固化設備におけるアクティブ試験の経緯

日本原燃株式会社



	運転状況、発生事象	不具合対応	運転等への反映事項
<b>【アクティブ試験第4ステップ】</b>			
2006年03月	再処理工場アクティブ試験開始		
2007年11月	ガラス溶融炉A系の試運転開始		
2007年12月	<b>イエローフェーズ発生、白金族元素堆積で安定運転が困難</b> となり試験中断（合計60本）	◇安定運転条件の検討 ◇ <b>報告書A</b> を原子力・安全保安院に提出（2008年6月）	◇調整液添加による廃液調整 ◇洗浄運転への移行判断フロー、保持運転フローの整備
<b>【アクティブ試験第5ステップ】</b>			
2008年05月	<b>高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備 (MOG) 排風機の一時的停止</b>	◇現場復旧、原因究明、対策検討 ◇ <b>報告書B</b> を原子力・安全保安院に提出（2008年5月）	◇MOG系統凝縮液の抜き出し ◇インターロックロジックの変更
2008年07月	ガラス溶融炉A系の試運転再開		
2008年07月	試験再開の翌日、 <b>流下ガラスによるノズル閉塞</b>	◇閉塞ガラスの除去作業、現場復旧 ◇原因究明、対策検討 ◇ <b>報告書C</b> を原子力・安全保安院に提出（2008年9月）	◇流下ノズル全段加熱開始時のノズル温度監視
2008年10月	ガラス溶融炉A系の試運転再開		
2008年12月	試験再開後、一定の安定運転を確認（22本製造） しかし、不溶解残渣を含む廃液供給後5本で、 <b>白金族元素堆積により流下不調発生</b>	◇流下不調の原因究明、対策検討 ◇KMOC試験による原因究明・対策確認（2009年11月～2011年09月） ◇ <b>報告書D</b> を原子力・安全保安院に提出（2010年11月）	◇洗浄運転への移行判断フロー、保持運転フローの見直し ◇ガラス温度の管理方法
	回復運転時に攪拌棒の曲がりが発生し、運転停止後、 <b>天井レンガ損傷</b> を確認（合計48本）	◇炉内からのレンガ回収、ドレンアウト（2010年4月～6月） ◇原因究明、対策検討 ◇ <b>報告書E</b> を原子力・安全保安院に提出（2010年7月）	◇直棒の曲がり防止のための管理 ◇天井レンガ損傷抑制のための管理（間接加熱装置温度降下速度）
2009年1月（1回目） 2009年2月（2回目） 2009年10月（3回目）	ガラス溶融炉の復旧時に、 <b>高レベル廃液漏えい</b> が3回発生	◇セル内洗浄、機器点検等 ◇原因究明、対策検討 ◇ <b>報告書F</b> を原子力・安全保安院に提出（最終報告2010年2月）	◇運転停止時のエアリフトによる移送防止管理 ◇閉止フランジ部の締め付け管理

4

# ガラス固化設備におけるアクティブ試験の経緯

日本原燃株式会社



	運転状況、発生事象	不具合対応	運転等への反映事項
<b>【B系事前確認試験】</b>			
2012年1月	事前確認試験に先立ち作動確認を実施したが、 <b>接液レンガによるノズル閉塞</b> が発生	◇ドレンアウト、現場復旧 ◇原因究明、対策検討 ◇原因究明・対策を原子力・安全保安院、資源エネルギー庁に報告（ <b>報告G</b> ）（2012年5月）	◇接液レンガ欠け抑制のための管理（原則ドレンアウトによる停止等） ◇流下性低下時の対応（改良型直棒による回復操作）
2012年6月	流下確認、作動確認を経て、B系事前確認試験を開始		
2012年7月	事前確認試験終了（合計75本、実廃液25本分含む）		
<b>【A系事前確認試験】</b>			
2012年8月	流下確認、作動確認を経て、A系事前確認試験を開始		
2012年8月	事前確認試験終了（合計27本）		
<b>【B系ガラス固化試験】</b>			
2012年12月	流下確認を経て、B系ガラス固化試験を開始		
2013年1月	ガラス固化試験終了（合計58本、実廃液30本分含む）		◇DBP濃度管理 ◇FINE混合量の管理
<b>【A系ガラス固化試験】</b>			
2013年5月	流下確認を経て、B系ガラス固化試験を開始		
2013年5月	ガラス固化試験終了（合計51本、実廃液25本分含む）		

報告書については、以下のとおり記号であらわす

**報告書A:** 再処理施設高レベル廃液ガラス固化設備の安定運転条件検討結果報告（平成20年6月11日 原子力安全・保安院へ提出）

**報告書B:** 再処理施設高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備排風機の一時停止について（報告）（平成20年5月30日 原子力安全・保安院へ提出）

**報告書C:** 再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋ガラス溶融炉におけるガラスの流下停止について（最終報告）（平成20年10月8日 原子力安全・保安院へ提出）

**報告書D:** 再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋ガラス溶融炉（A系列）の一部損傷について（最終報告）（平成22年7月28日 原子力安全・保安院へ提出）

**報告書E:** 高レベル廃液ガラス固化建屋固化セルにおける高レベル廃液の漏えいについて（漏えい液の回収及び機器健全性の評価等）（平成22年2月24日 原子力安全・保安院へ提出）

**報告書F:** 再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋ガラス溶融炉運転方法の改善検討結果について（改正版 その2）（平成22年11月1日 原子力安全・保安院へ提出）

**報告書G:** 流下性低下事象の原因と対策について（2012年5月 原子力安全・保安院へ提出）

5

## 目次

日本原燃株式会社



1. アクティブ試験の経緯
2. アクティブ試験における設備トラブル
3. アクティブ試験におけるA系の運転状況
4. モックアップ試験による設備および運転方法の改善
5. 試験計画の見直し
6. 事前確認試験
7. ガラス固化試験
8. アクティブ試験結果のまとめ

6

# 流下ガラスによるノズル閉塞(A系列)

日本原燃株式会社

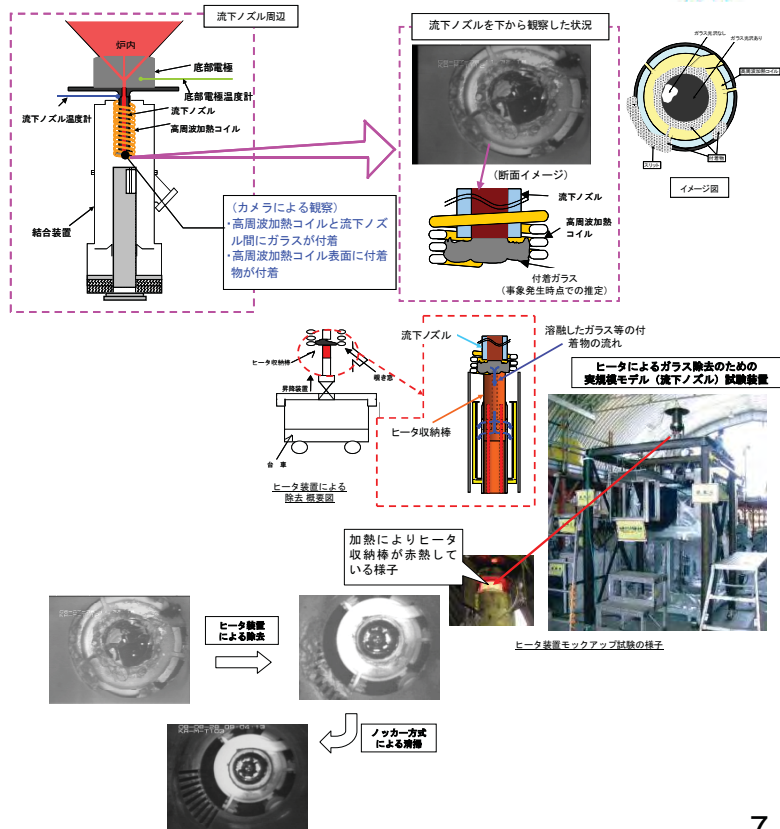


## 【発生事象】

- 2008年7月に第5ステップを開始したところ、流下ノズルからのガラスの流下不調が発生し、試験を中断
- 流下ノズル温度がアクティブ試験第4ステップ時より低いことや流下ノズルを下からカメラで見たところ、**流下ノズルと高周波加熱コイルとの間にガラスが付着**していることなどを確認

## 【現場復旧】

- 流下ノズルと高周波コイルとの間に付着したガラスをガラス除去装置(ヒータ式、ノッカー式)を用いて除去
- 流下ノズルと高周波コイルの間にガラスがないことを確認した後、高周波コイルを取り外し、観察・清掃を実施した後、復旧



7

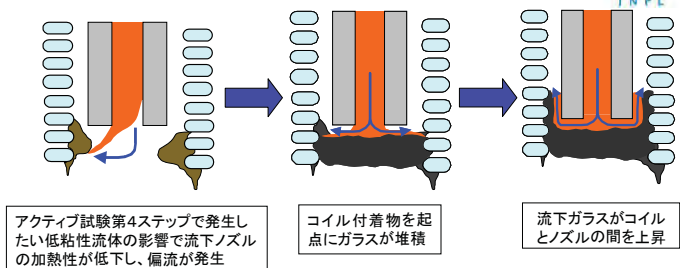
# 流下ガラスによるノズル閉塞(A系列)

日本原燃株式会社



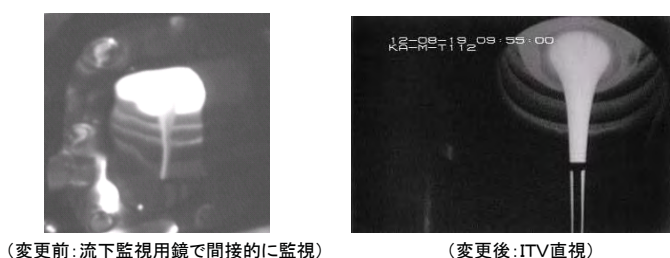
## 【要因分析】

- 今回の流下停止に至った原因は、**「流下ノズルの加熱性低下に伴い、流下に必要な流下ノズル温度を確保できなかった」**こと

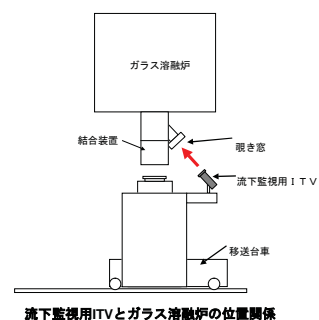


## 【再発防止対策】

- 流下に必要な流下ノズル温度を確保するため、**「高周波加熱電力の増加」**を行い、**必要な温度に到達していることを流下ノズル温度計で確認した後**に流下を開始するという運転手順とする
- なお、偏流が発生した際に速やかに流下停止操作に移行できるよう流下状況を覗き窓から直接ITVカメラで監視する方法に変更することとした



流下監視方法の変更



流下監視用ITVとガラス溶融炉の位置関係

8

# 天井レンガ落下(A系列)

日本原燃株式会社

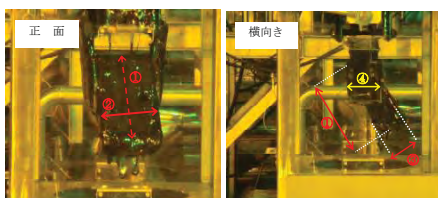


## 【発生事象】

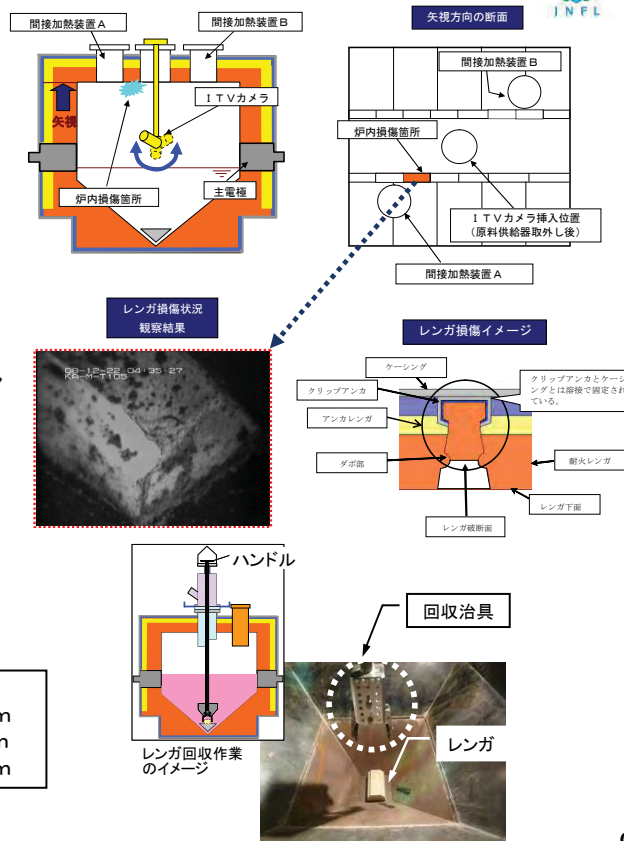
- 2008年12月に炉内観察を実施したところ、**天井レンガの一部が損傷**していることを確認
- 2010年1月に異物除去装置を用いて、流下ノズル下部より遠隔でコアドリルを挿入し、底部電極上部に損傷したレンガが存在することを確認

## 【現場復旧】

- 溶融ガラス中からのレンガ回収を行うため、レンガ回収装置の設計・製作、モックアップ試験による設備改良を実施
- 2010年6月にレンガ回収装置で**落下レンガを回収**し、推定どおりの寸法・形状であることを確認



【寸法測定結果】  
① 長さ: 約24cm  
② 幅 : 約14cm  
③ 高さ: 約 8cm



9

# 天井レンガ落下(A系列)

日本原燃株式会社

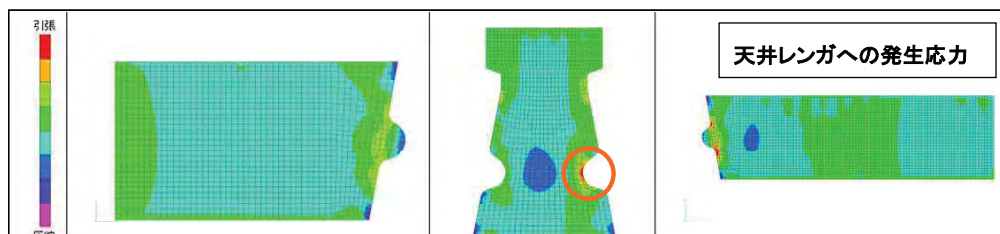


## 【要因分析】

- 過去に実施した**間接加熱装置の温度降下**が急激であったため、その際に発生した応力が大きく、**アンカレンガに亀裂が発生**し、最終的に損傷に至った

## 【再発防止対策】

- 天井レンガの損傷防止に対する対策**: 間接加熱装置を停止する際のヒータ温度降下速度が10℃/10分程度以内となるように運転を実施
- レンガ損傷の検知に係る対策**: 溶融ガラス流下性の低下が損傷したレンガによる影響であると推定された場合には、レンガの回収作業を行い、ドレンアウトにより炉内のガラスを抜き出し、炉内観察を実施
- 設備更新のために設計及び製作するガラス溶融炉への知見の反映**



10



# 天井レンガ落下(A系列)

日本原燃株式会社



- レンガが再度落下する可能性は、否定できないが、万が一、全てのアンカレンガ及び平板レンガのダボ部より下が脱落したとしても耐震上必要となる条件(ケーシング温度:400℃以下)は確保され、安全上問題ない。

表 ケーシング表面温度の解析結果

	通常状態	アンカレンガのダボ部から 下がらない状態	アンカ、平板レンガのダボ部 から下がらない状態
解析条件	セル内温度: 40℃ アンカレンガ中心基準 温度境界: □℃ 気相温度の最高温度(警報設定値)	セル内温度: 40℃ アンカレンガ中心基準 温度境界: □℃ 気相温度の最高温度(警報設定値) 75mm	セル内温度: 40℃ 温度境界: □℃ 気相温度の最高温度(警報設定値)
解析結果	 ケーシング表面温度 最高温度: 337℃	 最高温度: 363℃	 最高温度: 379℃

11

# 接液レンガによる流下ノズル閉塞(B系列)

日本原燃株式会社

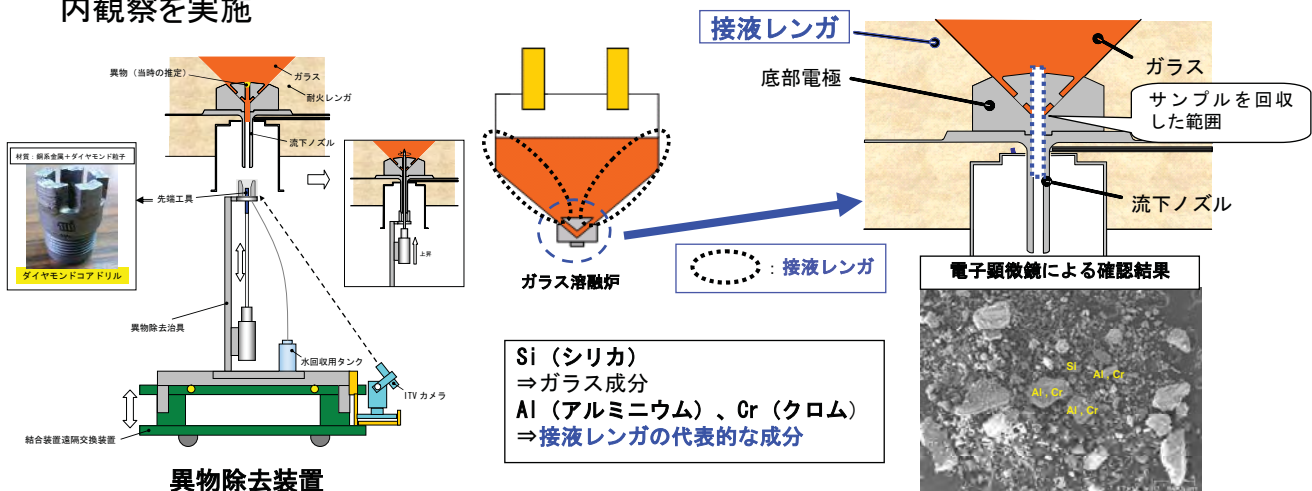


## 【発生事象】

- 2012年1月にB系事前確認試験に先立ち、作動確認を開始したが、1バッチ目で流下性低下事象が発生。回復操作を実施したが回復に至らず

## 【現場復旧】

- 2012年2月に異物除去装置を用いて流下ノズル内部の流路を確保すると共に、回収した異物の分析を実施。その結果、**接液レンガによって流下ノズルが閉塞**していることを確認
- 2012年3月にドレンアウトを実施し、炉内のガラスを全量抜き出した後、2012年4月に炉内観察を実施



12

# 接液レンガによる流下ノズル閉塞(B系列)

日本原燃株式会社



## 【推定原因】

- B系のアクティブ試験中の運転履歴等を踏まえ、以下の通りと推定
  - 化学試験のドレンアウト時に割れが発生し、アクティブ試験(第5ステップ)のスタートアップ時に欠けが発生した
  - シャットダウン・スタートアップ2回、長期保持3. 5ヶ月の間に**1回しか流下を行わなかった**ため、炉底部にレンガ小片が溜まった

シャットダウン・スタートアップ: ガラスを保有した状態での溶融炉の停止、立上げ  
ドレンアウト・熱上げ: 全量ガラスを抜き出した後の溶融炉の停止・立上げ

## 【再発防止対策】

### (1) レンガ小片の発生抑制

- 溶融炉の**立上げおよび停止において温度変化を緩やかにする運転**とする
- 流下性低下に繋がる欠けの発生する可能性が高いスタートアップを避け、**原則ドレンアウトを実施**

### (2) レンガ小片の堆積抑制

- トラブル事象の対応でシャットダウンを実施した場合や電源異常等による計画外のシャットダウンが発生した場合は、レンガ小片等の抜出しを実施

### (3) 流下性低下時の対応

- 万が一、流下性が低下した場合には、今回のドレンアウト同様に、

**改良型直棒を用いて回復操作**を実施



改良型直棒の先端構造

### (4) レンガの状況観察

- ドレンアウトを実施した際には炉内観察を行い、**接液レンガの割れや欠けの進展状況を確認**
- **立上げ後の1、2バッチの流下状況を確認**し、欠けの発生状況を把握

13

## 目 次

日本原燃株式会社



1. アクティブ試験の経緯
2. アクティブ試験における設備トラブル
3. アクティブ試験におけるA系列の運転状況
4. モックアップ試験による設備および運転方法の改善
5. 試験計画の見直し
6. 事前確認試験
7. ガラス固化試験
8. アクティブ試験結果のまとめ

14

## 第4ステップA系列試験の概要

日本原燃株式会社



### 【運転状況】

➤多くのバッチでイエローフェーズが発生

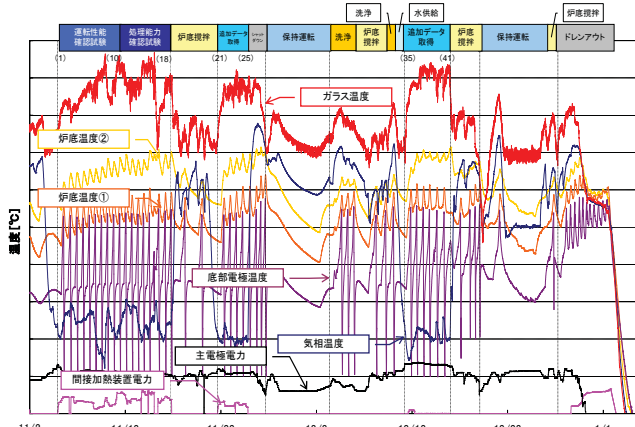
⇒「イエローフェーズが発生した」

➤仮焼層が安定して形成しないことの影響でガラス温度等が安定しなかった

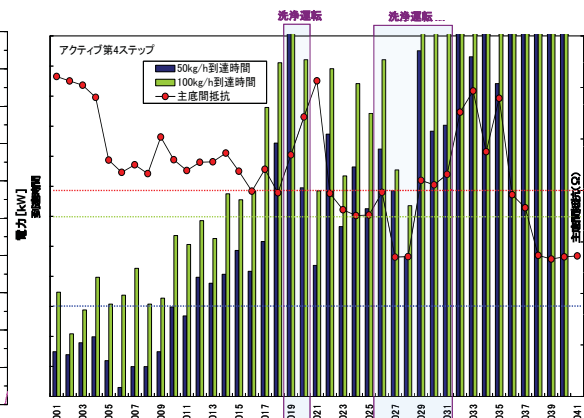
⇒「仮焼層の形成が不十分・不安定であった」

➤白金族元素の沈降・堆積の影響で偏流が発生

⇒「白金族元素の沈降を管理できなかった」



温度トレンド



炉底加熱性・流下性

15

## 第4ステップA系列試験の概要

日本原燃株式会社



### 【要因分析及び対策検討】

➤「仮焼層の形成が不十分・不安定であった」及び「イエローフェーズが発生した」

#### 《推定原因》

- ・廃液中に含まれる**硫黄、リンなどの微量成分の影響**によって、仮焼層形成しにくい
- ・廃液中の**廃棄物濃度が低い**ため、仮焼層が形成しにくい

#### 《対策》

- ・**調整液（模擬廃液）を添加**し、廃液濃度や微量成分濃度を調整する

- ・**崩壊熱**により仮焼層内の昇温性が向上
- ・**電力投入バランス**（主電極と間接加熱）が悪い

- ・**熱バランス計算プログラム**によって、主電極電力と間接加熱電力の電力バランスの調整を行う

➤「白金族元素の沈降を管理できなかった」

#### 《推定原因》

- ・**炉底部の改善措置が不十分**な状態で廃液供給を実施したため、白金族元素堆積が促進

#### 《対策》

- ・流下性や底加熱性に係る指標などを追加した「**回復運転への移行判断フロー**」及び回復運転方法を記載した「**回復運転フロー**」を用いた運転を行う

- ・白金族元素を炉内に保持したまま、**炉底高温運転を長時間**行ったため、白金族元素の沈降促進
- ・溶接機故障により、白金族元素を炉内に**長時間保持**することにより、白金族元素の沈降促進
- ・**仮焼層の溶込み**によって、白金族元素の沈降量が増加

- ・設定時間を超えた場合の措置などを定めた廃液供給停止が必要な事象発生時の「**保持運転フロー**」を用いた運転を行う

- ・**熔融ガラス温度が変動**し、白金族元素の沈降速度が変動し、炉内の白金族バランスが崩れた。

仮焼層対策により、熔融ガラス温度を一定に保つ

16



## 第5ステップA系列試験の概要

日本原燃株式会社

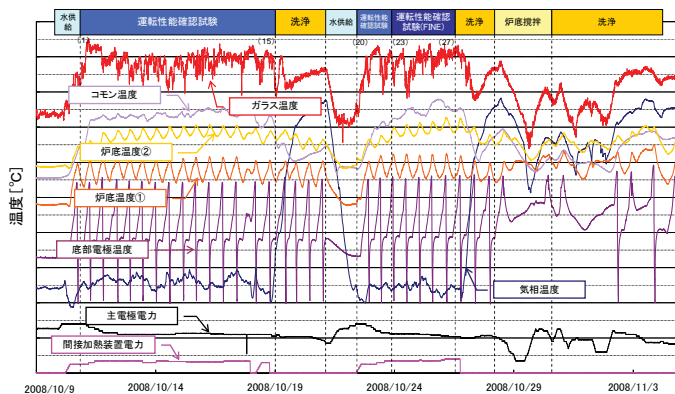


### 【運転状況】

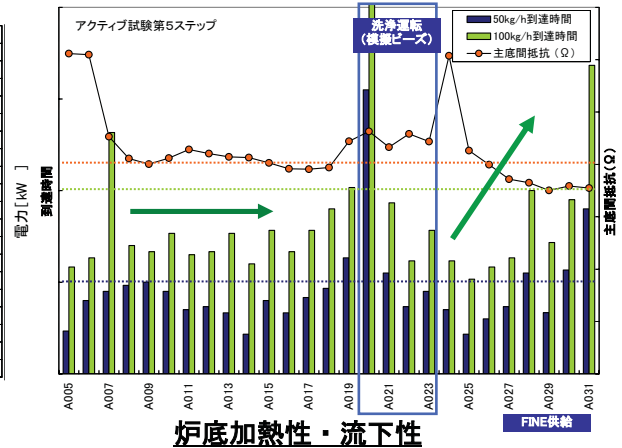
➤第4ステップの原因究明及び対策により、不溶解残渣を含まない廃液では、安定運転、洗浄運転による回復、イエローフェーズ発生抑制、偏流発生抑制ができた

⇒第4ステップ対策の効果を確認

➤しかし、「不溶解残渣廃液供給後、流下性及び炉底加熱性が急激に低下した」



温度トレンド



炉底加熱性・流下性

17

## 第5ステップA系試験の概要

日本原燃株式会社



### 【要因分析及び対策検討】

➤「不溶解残渣廃液供給後、流下性及び炉底加熱性が急激に低下した」

⇒次項のKMOC試験によって、対策の効果を確認

#### 《推定原因》

・流下ノズルの加熱性低下に伴い、流下開始時の底部電極温度を上昇させることにより流下性を確保したため、炉底温度が従来よりも高い状態

・仮焼層の変化により、ガラス温度全体が高い状態となったが、ガラス温度の指示値の変動が大きかったため、加熱電力の調整が遅延

#### 《対策》

・高周波電力上昇(B系)もしくは高周波加熱コイルの交換(A系)により、流下ノズルの加熱性を確保

・温度監視の強化  
 ◇温度測定点を追加(2点式 → 5点式)  
 ◇斜め温度計の追設  
 ◇主電極間抵抗を用いてガラス温度を推定  
 ・上記温度監視に基づく熱収支計算を利用し、適切に加熱電力を調整

### ➤運転方法の改善

#### 《改善策》

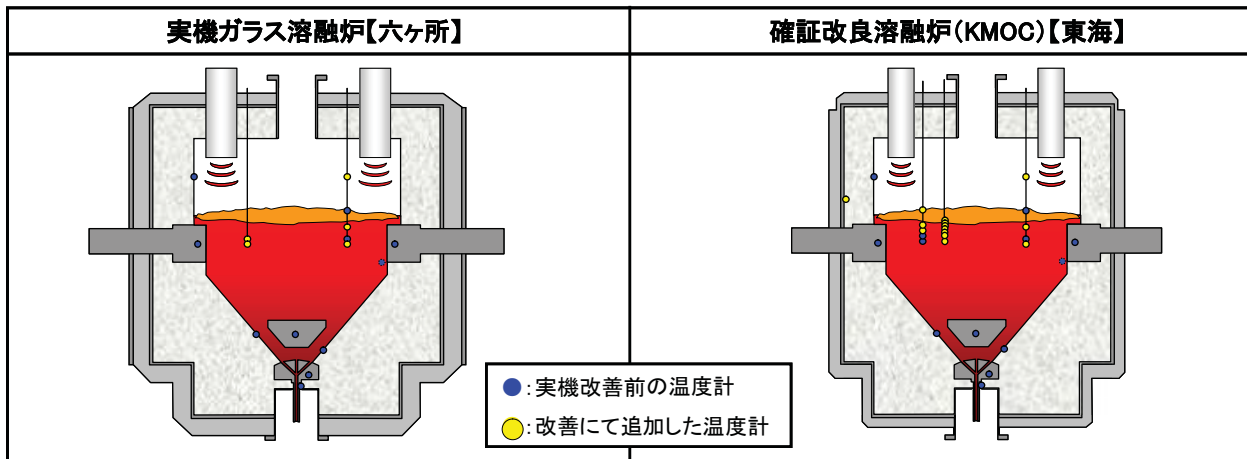
・炉底部の状態が悪化する前に回復できるよう、定期的に洗浄運転を実施  
 ・洗浄運転中に仮焼層を壊さぬよう、模擬ビーズに替えて、低模擬廃液を供給(模擬廃液の専用供給ラインを追設済み)

➤これらの対策により、ガラス温度等が安定し、白金族元素を管理した状態での運転を実施できる見通しが得られた

18



# 実機とKMOC設備の比較



構造	外部構造の相違により放熱特性等に若干相違があるものの、炉内構造（溶融表面積）は同等
耐火材	レンガ厚みが異なる
ケーシング	形状が異なる（KMOC；1重、実機；2重）
温度計測点	KMOCは試験設備であるため、実機に比べて多数の温度計を有す
設備の運用	KMOCは試験設備であるため、仮焼層観察や流下ガラス中の白金族元素濃度の分析が可能

21

## KMOC試験を踏まえたアクティブ試験A系試験の評価

### 【炉内温度管理】

- KMOC試験、化学試験で用いた模擬廃液と実廃液の化学組成（硫黄等）が異なった  
⇒実廃液を想定した模擬廃液でKMOC試験を実施
- 微量元素（硫黄、DBP等）によって、仮焼層形成が大きく異なった  
⇒KMOCで廃液組成（FINE、DBP）や廃液供給速度をパラメータとした試験を実施し、安定運転範囲を確認
- ガラス温度監視に必要な温度計が少なく、炉内温度変化を把握できなかった  
⇒ガラス温度計を実機に追加（2点⇒5点）
- 電力制御が経験に頼るところが多く、未知の廃液に対して対応できなかった  
⇒KMOC試験で運転習熟を行うと共に、熱バランス計算プログラムを開発し、電力調整支援ツールとして使用

22

## KMOC試験を踏まえたアクティブ試験A系列試験の評価

日本原燃株式会社



### 【白金族管理】

- 回復運転による回復が不十分なため、その後の運転が悪化した  
⇒回復運転への移行判断フロー、回復運転フローなどを定めた  
⇒定期洗浄運転により、炉内白金族保有量が増加する前に白金族を抜き出し  
⇒模擬ビーズによる洗浄運転から、模擬廃液と原料ビーズによる運転に変更
- KMOC、化学試験では、遠隔操作を前提とした攪拌操作を想定しておらず、遠隔操作による攪拌操作までに時間を要し、その間に運転が悪化した  
⇒炉底攪拌を実施する前に、洗浄運転を実施する回復運転フローとした
- ガラス溶融炉の保持運転時に炉内が悪化した  
⇒ガラス溶融炉の状態に応じた保持運転フローを定めた
- 炉内温度が安定しない、炉底温度が高いなどの炉内状況により、白金族の沈降・堆積が促進した  
⇒ガラス温度、炉底温度の運転管理目標を設定した
- 流下ノズルの加熱性が低下していた  
⇒流下ノズルの加熱性を確保(電力上昇、高周波加熱コイル交換)  
流下ノズル根元に断熱材を設置し、加熱性を向上

23

## KMOC試験を踏まえた運転方法・設備の改善

日本原燃株式会社



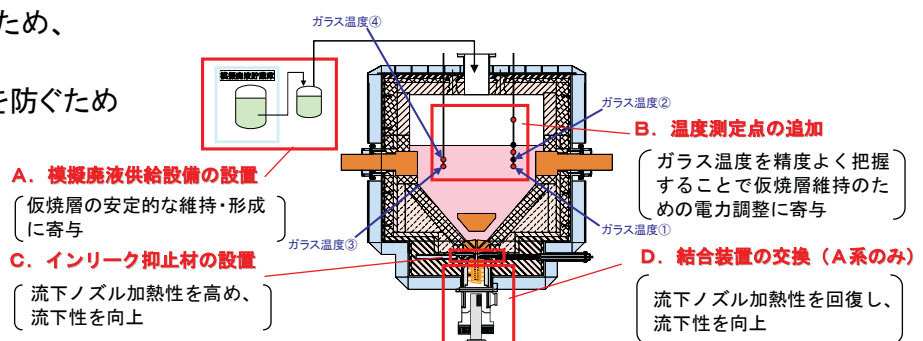
- 事前確認試験に先立ち、KMOC試験結果を踏まえ、運転方法および設備の改善を実施

### 【ガラス温度、気相温度管理】

- ガラス温度測定点(B)を増やすための設備改造を実施
- 複数の温度計の値の変化を総合的に判断することで電力調整を行う運転方法をKMOC試験で習熟
- 電力量を調整する際の支援ツールとして、電力量から炉内温度予測できる熱バランス計算プログラム(改良版)を整備
- 廃液組成や供給流量をパラメータとした安定運転範囲を確認

### 【白金族管理(炉底温度管理)】

- 白金族元素の沈降・堆積を抑制するため、ガラス温度と炉底温度の管理目標を設定
- 長期連続運転のため、定期的な回復運転を実施
- 洗浄運転時の仮焼層維持のため、模擬廃液供給設備を設置(A)
- 流下ノズル上部の温度低下を防ぐためインリーク抑止材(断熱材)を設置(C)  
A系列は結合装置(高周波加熱コイル)を交換(D)



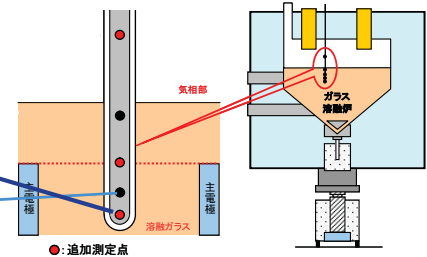
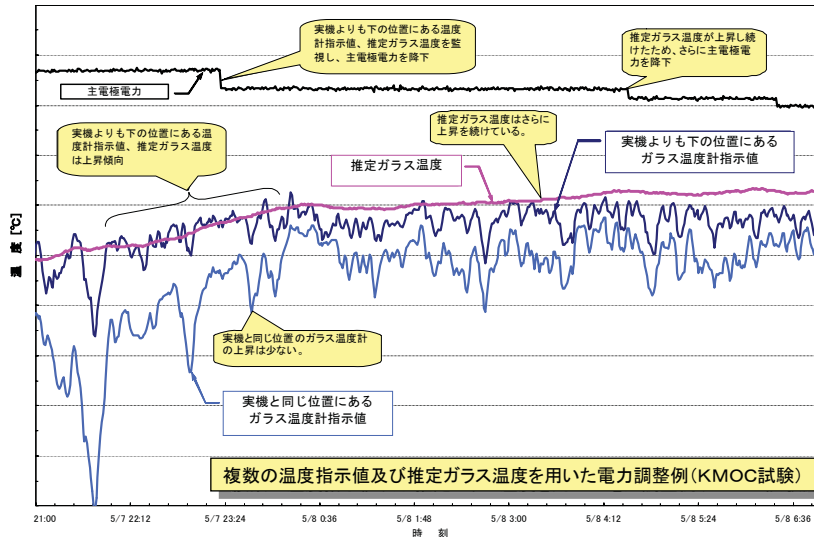
24

# KMOC試験による炉内温度監視の改善

日本原燃株式会社



- 熱電対式で局所的な温度の測定は、仮焼層の変動などの影響を受けて揺らぎが激しいが、**実機より下の位置の温度計指示値は安定傾向**。
- 主電極間のガラス電気抵抗は、**ガラス温度への依存性**が顕著で、**ガラス温度推定**に利用可能。



垂直方向温度分布の把握

25

# KMOC試験を踏まえた運転方法・設備の改善

日本原燃株式会社



## KMOCで確認された安定運転範囲

	FINE 添加量			
	なし	設計1/10相当	設計1/2相当	設計3倍相当
なし	(□) L/h ○ (72L/h)	(□) L/h ○	(□) L/h ○	(□) L/h ○ 次回試験以降に検討
管理値 2/3相当	(□) L/h ○ (□) L/h ○	○*	(□) L/h ○	○* (□) L/h ○
管理値 1.5倍相当	(□) L/h ○ (消泡剤あり)	(□) L/h ○	(□) L/h ○ (7.5wt%原料ビーズ)	○ (75L/h) ×
管理値 3倍相当	(□) L/h ○	○*	(□) L/h ○ (消泡剤あり) (硝酸濃度 1.9N)	○ (72L/h) ※1バッチ程度 △
管理値 10倍相当	(□) L/h ○ (消泡剤あり) △	—	—	—

### 凡例

- ◎: KMOC 試験により安定運転を確認
- : バッチ数は少ないが KMOC 試験により安定運転を確認
- \*: KMOC 試験は未実施だが、試験条件の前後関係から安定運転可能と判断
- △: 数バッチであれば、安定運転可能であるが、長期運転は再度確認が必要
- ×: KMOC 試験により現状は安定運転できないことを確認
- : KMOC 試験未実施

### 安定運転範囲

- ◇ ガラス平均温度 (□ mm)  
: □ ~ □ °C (目標)
- ◇ 気相平均温度 (目標)  
: □ ~ □ °C
- ◇ 炉底 □ mm 平均温度  
: □ °C 以下

26

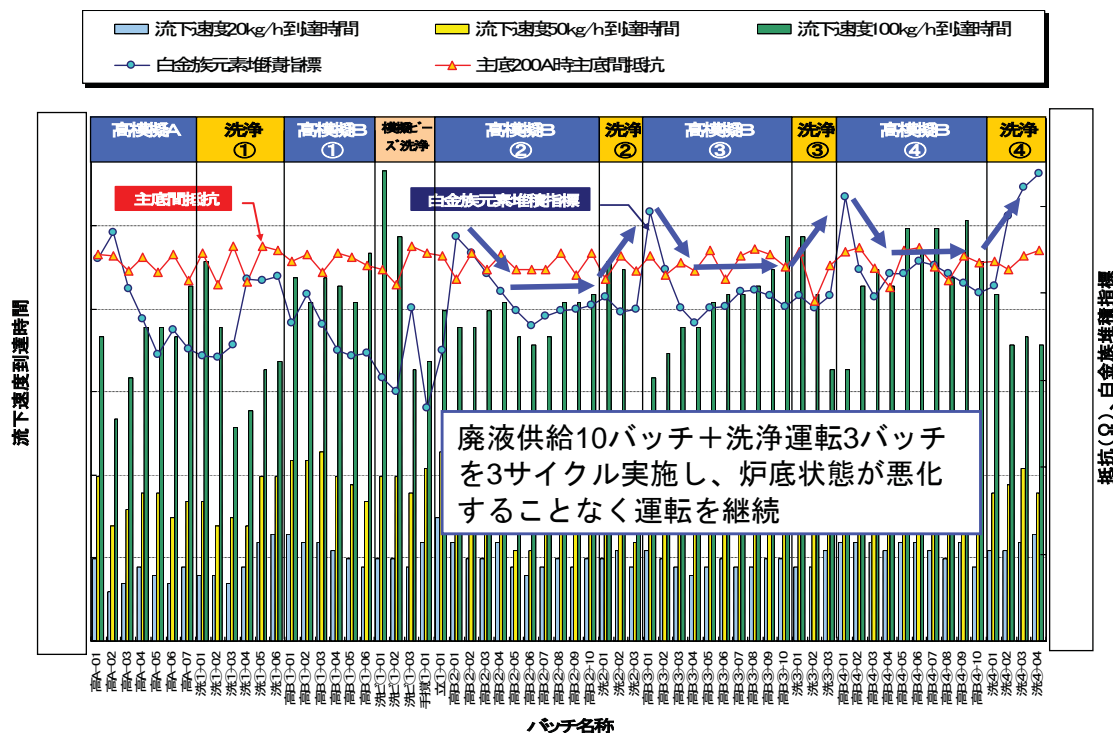


# KMOC試験による定期的な回復運転の効果確認

日本原燃株式会社



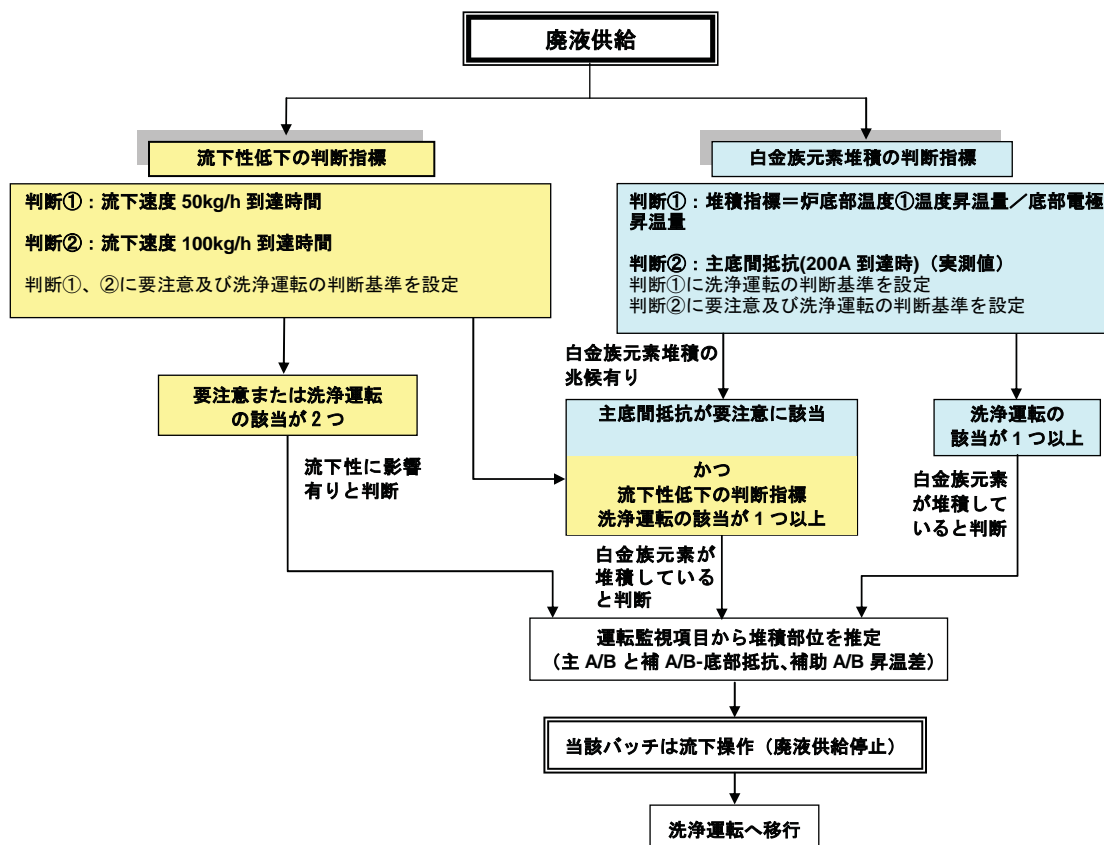
➤ 廃液供給10バッチ＋洗浄運転3バッチを3サイクル実施し、炉底状態が悪化することなく運転を継続



27

## 参考 回復運転への移行判断フロー

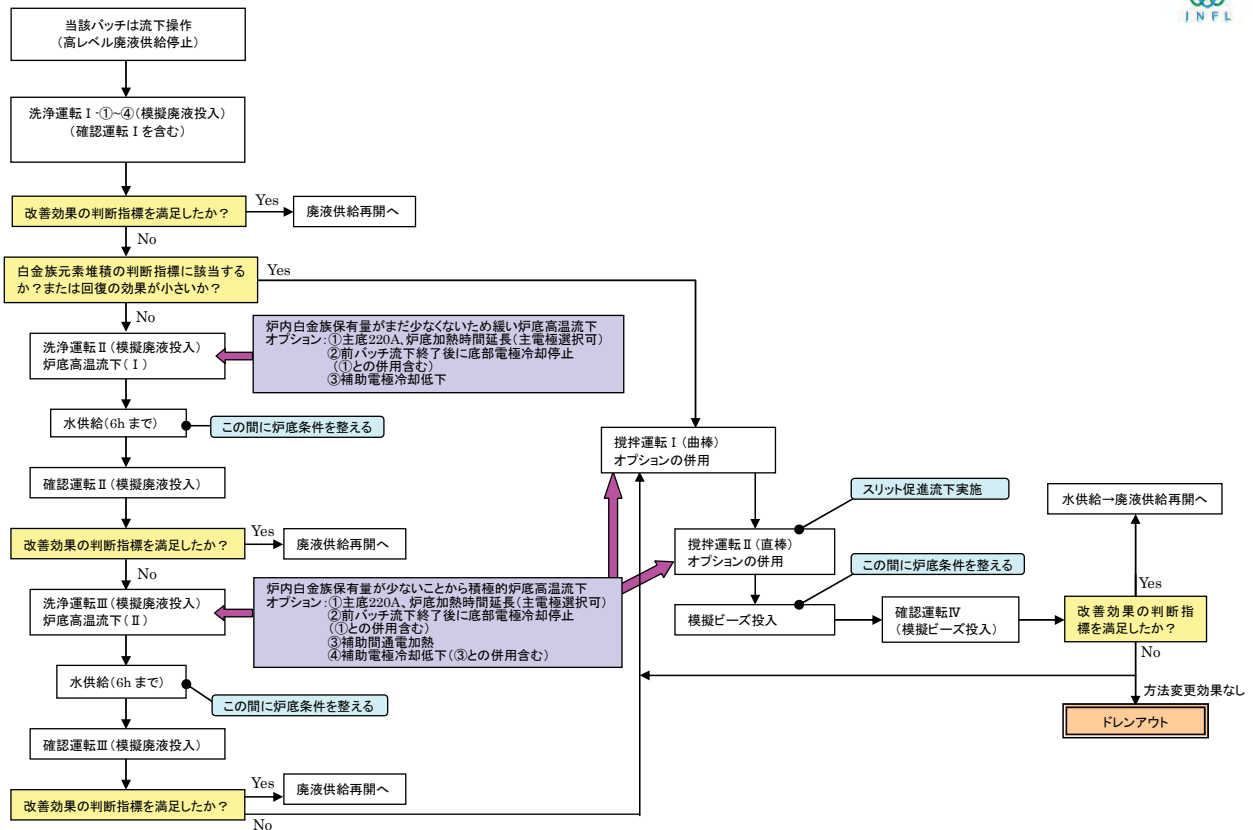
日本原燃株式会社



28

# 参考 回復運転フロー

日本原燃株式会社



29

## 目次

日本原燃株式会社



1. アクティブ試験の経緯
2. アクティブ試験における設備トラブル
3. アクティブ試験におけるA系の運転状況
4. モックアップ試験による設備および運転方法の改善
5. 試験計画の見直し
6. 事前確認試験
7. ガラス固化試験
8. アクティブ試験結果のまとめ

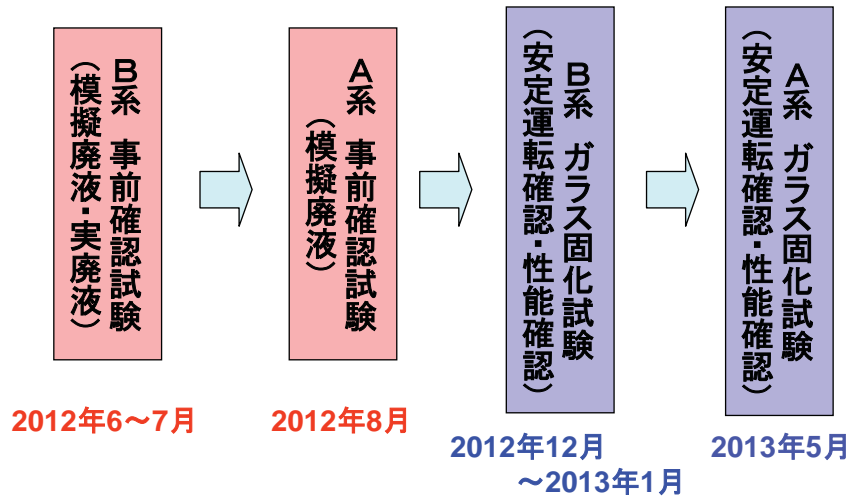
30

## ガラス固化設備に係るアクティブ試験の計画

日本原燃株式会社



- 高レベル廃液ガラス固化建屋に係るアクティブ試験は、事前確認試験とガラス固化試験のステップで行う。



- ◇ 事前確認試験：KMOCと実機の比較評価、設備・運転方法改善効果の確認
- ◇ ガラス固化試験：安定運転確認、性能確認（廃液供給速度：70L/h）

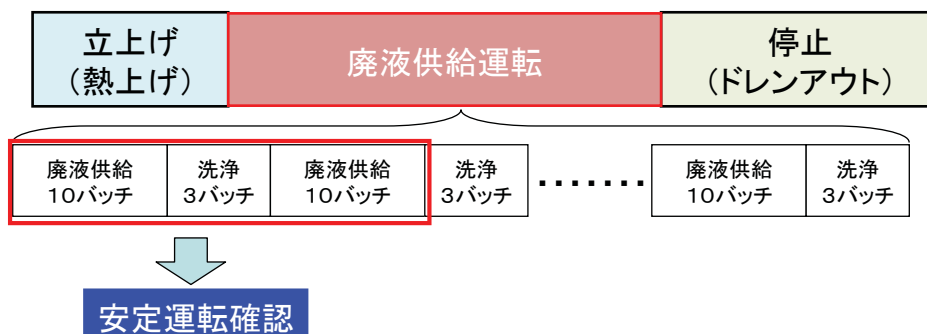
31

## ガラス固化設備に係るアクティブ試験の計画

日本原燃株式会社



- ガラス固化設備の運転のうち、廃液供給運転の部分では、長期連続運転のため、定期的な回復運転の実績を踏まえ、廃液供給運転と洗浄運転を繰り返して行うことになる。
- そのため、ガラス固化試験のうち安定運転確認では、運転のひとつのパターンである「廃液供給10バッチ+洗浄運転3バッチ+廃液供給10バッチ」を行うこととした。



32

# 参考 ガラス固化設備に係るアクティブ試験の計画

日本原燃株式会社



フェーズ1	
<b>B系 溶融炉温度計追加設置工事</b> <b>セル内機器点検</b> ↓ <b>B系 KMOCと実機の比較評価</b> ・低模擬廃液 ・実廃液（不溶解残渣廃液を含まない廃液） ・実廃液（不溶解残渣廃液を含む廃液）	<b>B系 溶融炉温度計追加設置工事</b> ・溶融炉内へ温度計を追加設置。 <b>セル内機器点検</b> ・高レベル廃液漏えいに伴う硝酸の影響を受けた可能性のある機器（218機器）のうち、B系の試験に必要な機器を対象に再点検を実施。（108機器） <b>B系 KMOCと実機との比較評価</b> ・KMOC試験で得られた成果を実機に適用するため、KMOCと実機との比較評価を行う。低模擬廃液による試験を実施後、実廃液による試験を実施。
<b>A系 溶融炉内残留物除去</b>	<b>A系 溶融炉内残留物除去（A系 KMOCと実機の比較評価の前まで実施）</b> ・残留物除去装置を用いて除去作業を実施。
<b>A系 溶融炉温度計設置工事等</b> <b>セル内機器点検</b> ↓ <b>A系 KMOCと実機の比較評価</b> ・低模擬廃液	<b>A系 溶融炉温度計追加設置工事等</b> ・炉内へ温度計を追加設置、結合装置の交換。 <b>セル内機器点検</b> ・高レベル廃液漏えいに伴う硝酸の影響を受けた可能性のある機器（218機器）のうち、A系の試験に必要な機器を対象に再点検を実施。（64機器） <b>A系 KMOCと実機との比較評価</b> ・KMOC試験で得られた成果を実機に適用するため、KMOCと実機との比較評価を行う。低模擬廃液による試験を実施。
フェーズ2	
<b>B系 安定運転の確認</b> ↓ <b>A系 安定運転の確認</b>	<b>B系 安定運転の確認</b> ・実廃液による安定運転の確認を実施。 <b>A系 安定運転の確認</b> ・実廃液による安定運転の確認を実施。

33

## 操業後の廃液条件

日本原燃株式会社



- 操業後は、高レベル濃縮廃液（HALW）、不溶解残渣廃液（FINE）、アルカリ濃縮廃液（ALW）の発生状況や貯留状況によって廃液処理パターンを選択
- これまでの経験から、ガラス溶融炉運転における影響因子の有無を評価すると三種混合（HALW+FINE+ALW）が最も厳しい廃液条件
- これに対して、KMOCでは様々な廃液条件での運転実績を有する

### 操業後想定される廃液処理パターン

処理パターン	溶融炉への影響因子				溶融炉への影響評価
	白金族成分	YP成分	FINE	DBP	
1 HALW+FINE+ALW	○	○	○	○	溶融炉運転として、最も厳しい廃液条件
2 HALW+ALW	○	○		○	1. に次いで厳しい条件
3 HALW+FINE	○	○	○		
4 HALW 単独	○	○			
5 ALW 単独				○	

### KMOCで確認した廃液処理パターン

処理パターン	#8(1)	#8(2)	#8(3)	#8(4)その1	#8(4)その2	#8(5)
1 HALW+FINE+ALW		○	○	○	○	○
2 HALW+ALW	○	○	○	○	○	○
3 HALW+FINE		○	○			
4 HALW 単独	○					
5 ALW 単独						○
6 低模擬廃液	○	○	○	○	○	○

34

# 各試験の条件

		B系事前確認試験		ガラス固化試験	
				安定運転確認	性能確認
廃液条件	廃液混合	HALW+ALW	HALW+FINE+ALW	HALW+FINE+ALW	
	白金族濃度	設計相当 ※調整液添加により設計値より若干低い		設計相当 ※調整液添加により設計値より若干低い	
	YP成分濃度	管理目標値以下 ※調整液によって管理目標値以下に調整		管理目標値以下 ※調整液によって管理目標値以下に調整	
	FINE添加量	—	設計1/2相当	設計相当	
	DBP濃度	長期貯留によってDBPは放射線分解		管理目標値相当 ※B系ガラス固化試験結果に基づき設定	
廃液供給速度		設計1.1倍相当		設計1.1倍相当	70L/h (ADRB記載値)
試験バッチ数 (実廃液のみ記載)		15バッチ	10バッチ	25バッチ	5バッチ

※YP成分濃度については調整液によって管理目標値以下に調整することをマニュアルに定めているが、YPの発生を可能な限り抑制するため、管理目標値より裕度をもって廃液調整を実施している。なお、管理目標値については過度にYPを発生させない条件として基礎試験結果より設定している。

## 目次

1. アクティブ試験の経緯
2. アクティブ試験における設備トラブル
3. アクティブ試験におけるA系の運転状況
4. モックアップ試験による設備および運転方法の改善
5. 試験計画の見直し
6. 事前確認試験
7. ガラス固化試験
8. アクティブ試験結果のまとめ



# B系事前確認試験の確認事項

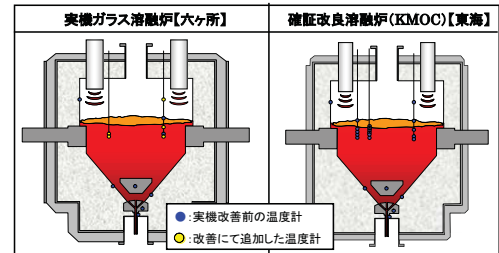
日本原燃株式会社



## 【試験目的】

- KMOC試験を踏まえた運転方法及び設備の改善の確認に加え、**KMOC(模擬廃液)**と**実機(実廃液)**の相違を確認するため、以下を確認する。

実機とKMOCの相違点		確認項目
<b>1. 溶融炉構造の相違</b> (レンガの厚み等)による影響確認		
模擬廃液による確認	①溶融炉の熱特性(放熱、熱容量)	・ガラス、気相温度管理 ・炉底温度管理
	②流下ノズルの加熱特性	・流下管理
<b>2. 実廃液と模擬廃液の相違</b> (崩壊熱の有無)による影響確認		
実廃液による確認	崩壊熱	・ガラス、気相温度管理 ・炉底温度管理



## 【試験条件】

事前確認試験	
廃液条件	HALW+FINE (1.1m <sup>3</sup> 混合相当) +ALW (DBP影響なし※)
バッチ時間	<input type="checkbox"/> 時間
廃液供給速度	約 <input type="checkbox"/> L/h

※長期混合貯留によりDBPを分解し、DBPの影響を排除した状態とする

37

# 事前確認試験の運転実績

日本原燃株式会社



## 【B系列】

2012年5月21日～

熱上げ

2012年6月7日～

① 流下確認 (2本)

2012年6月11日～

② 作動確認 (5本)

2012年6月18日～ (模擬廃液)  
2012年7月4日～7月27日 (実廃液)

③ 事前確認試験

模擬廃液確認(模擬廃液:16本)  
実廃液確認(実廃液:25本、模擬廃液:12本)

(試験終了)

## 【A系列】

2012年8月3日～

熱上げ

2012年8月17日～

① 流下確認 (2本)

2012年8月21日～

② 作動確認 (3本)

2012年8月25～31日(模擬廃液)

③ 事前確認試験 (10本)

(試験終了)

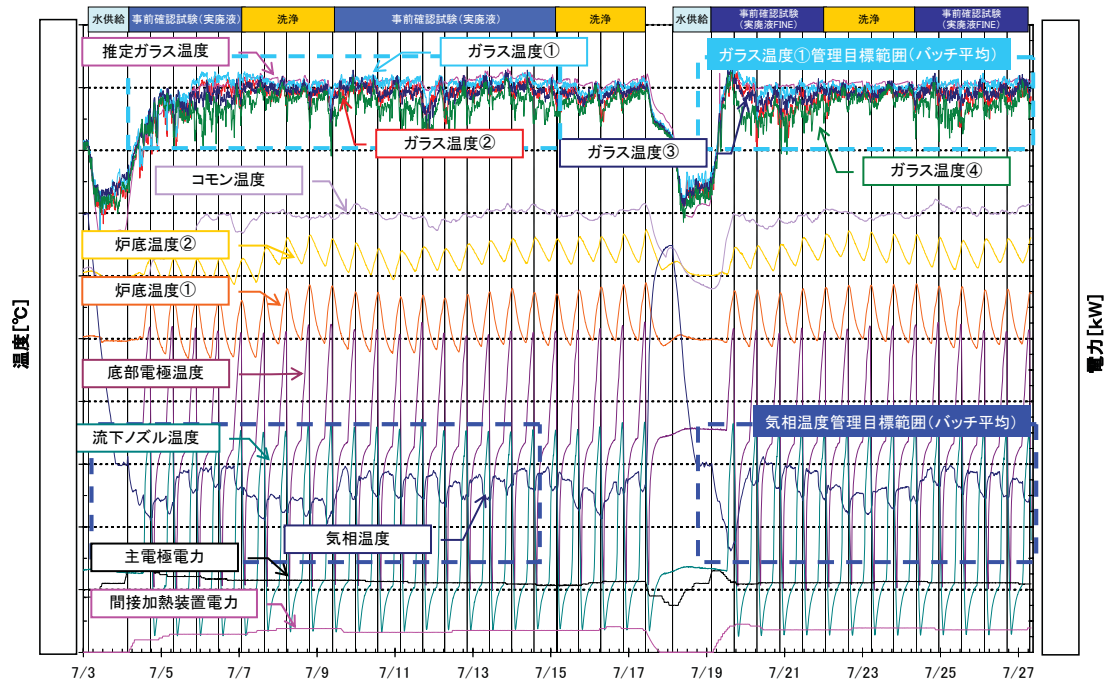
38

## B系事前確認試験結果(実廃液)

日本原燃株式会社



- 主電極、間接加熱の電力量を調整することで、ガラス温度、気相温度が運転目標の範囲内で管理され、安定した状態を維持できることを確認
- 崩壊熱を有する実廃液においても、白金族元素の沈降・堆積を防止するために設定した炉底温度①を管理目標値以下に維持できることを確認



39

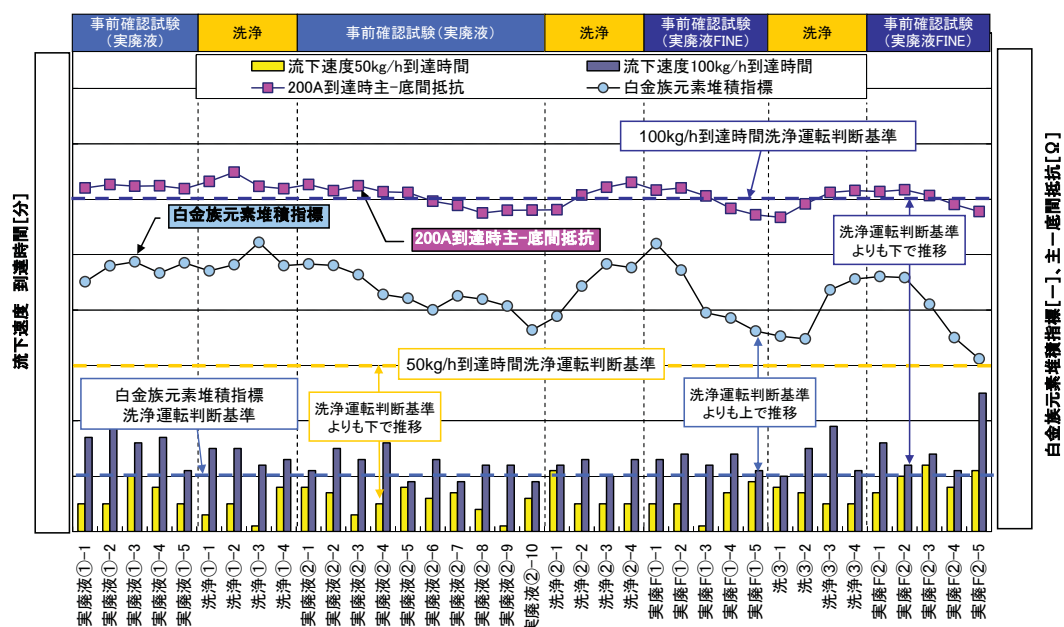
## B系事前確認試験結果(実廃液)

日本原燃株式会社



- 各バッチの流下性は良好であり、白金族元素の堆積についても指標類からは計画外の洗浄運転が必要な状況になることはなかった。
- 白金族堆積指標、主底間抵抗は安定しており、洗浄運転に伴い回復。
- 試験を通して、流下性が安定しており、流下性が大きく向上。

⇒インリーク抑止材等の効果



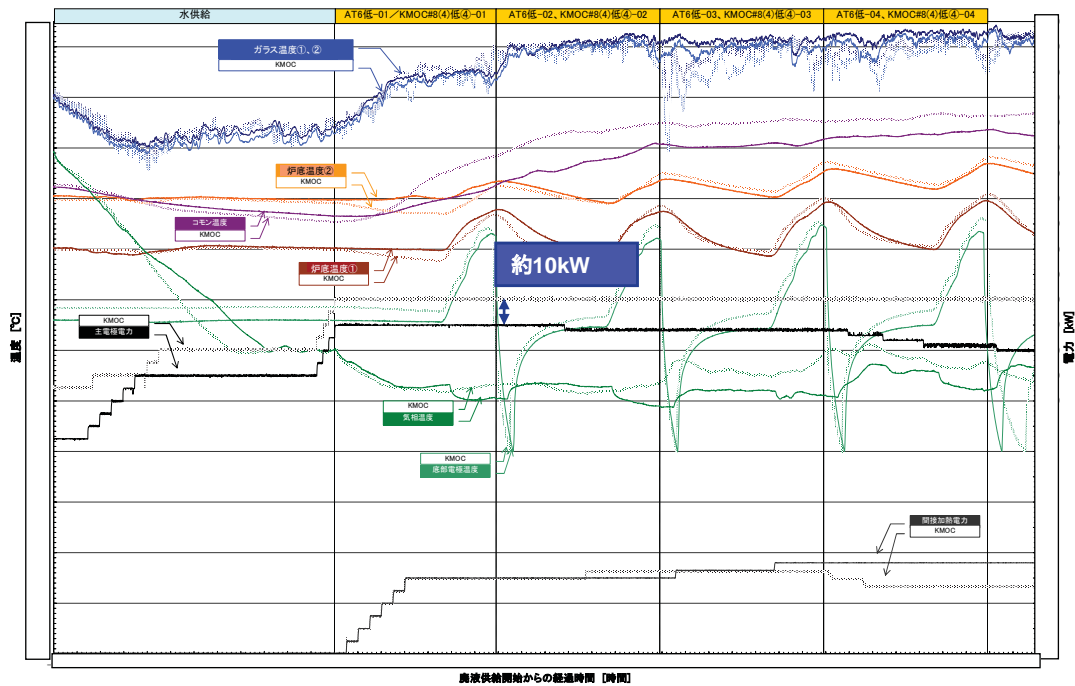
40

## KMOC(模擬廃液)とB系事前確認試験(模擬廃液)の比較

日本原燃株式会社



- 実機の主電極電力を10kW程度抑えることで、KMOCと実機の炉内温度分布はほぼ同じ状態となった。
- 以上から、構造の相違を考慮した電力調整が必要である。



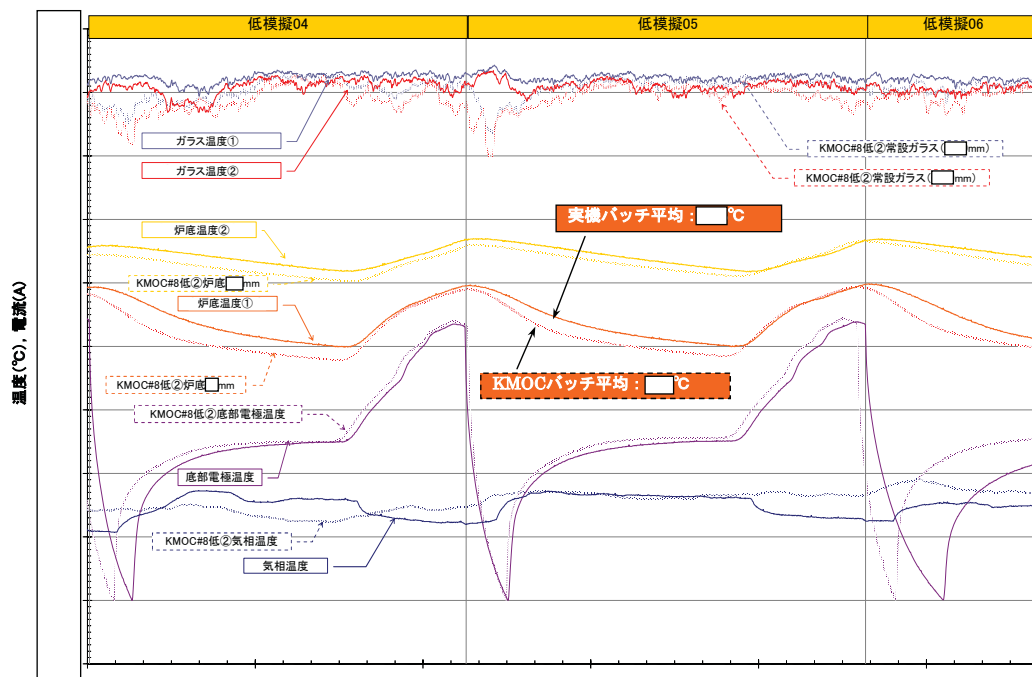
41

## B系事前確認試験結果(模擬廃液)

日本原燃株式会社



- KMOCと同じ条件で運転を行った結果、溶融炉解析における評価結果と同様に、炉底部の温度(炉底温度①)が十数°C程度高くなることが確認された



42

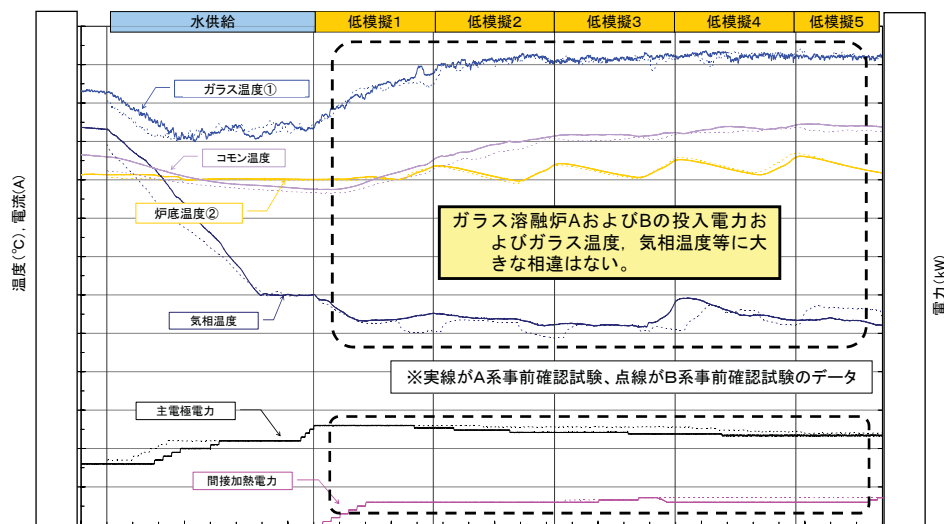
# 事前確認試験結果（ガラス溶融炉A/Bの比較）

日本原燃株式会社



## (1) ガラス溶融炉への投入電力およびガラス温度等の比較

- ガラス溶融炉A/Bの模擬廃液試験における投入電力およびガラス温度、気相温度等について比較を行った
- 模擬廃液試験時は、ガラス温度を $\square\square\square^{\circ}\text{C}$ 程度、気相温度が $\square\square\sim\square\square^{\circ}\text{C}$ 程度となるように電力調整を実施したが、ガラス溶融炉A/Bの投入電力やガラス温度、気相温度に大きな違いは見られなかった



43

## 目次

日本原燃株式会社



1. アクティブ試験の経緯
2. アクティブ試験における設備トラブル
3. アクティブ試験におけるA系の運転状況
4. モックアップ試験による設備および運転方法の改善
5. 試験計画の見直し
6. 事前確認試験
7. ガラス固化試験
8. アクティブ試験結果のまとめ

44

# B系ガラス固化試験計画

日本原燃株式会社



## 【試験目的】

➤ ガラス固化試験は、性能使用前検査の検査前条件であり、当社の社内試験として以下を実施

①安定運転確認：操業運転を想定した運転条件で安定運転可能であることを確認する。

②性能確認：事業指定申請書に記載された処理能力（約70L/h）を確認

## 【試験条件】

	安定運転確認	性能確認
廃液条件	HALW+FINE（1.1m <sup>3</sup> 混合相当）+ALW（DBP影響あり※）	
バッチ時間	<input type="checkbox"/> 時間	<input type="checkbox"/> ～ <input type="checkbox"/> 時間
廃液供給速度	約 <input type="checkbox"/> L/h	約 <input type="checkbox"/> ～70L/h

※分解により濃度を低減させるが、運転改善報告書に記載のとおりDBPの影響を排除しない状態とする

## 【判定基準】

①安定運転確認：各温度を以下の管理範囲に維持した上で、**高レベル廃液処理運転を20バッチ実施できること**を安定運転確認の判断基準とする

管理すべき項目	管理範囲等
ガラス温度②（平均）	最小 <input type="checkbox"/> ℃、最大 <input type="checkbox"/> ℃
ガラス温度①（平均）	最小 <input type="checkbox"/> ℃、最大 <input type="checkbox"/> ℃（目標範囲： <input type="checkbox"/> ℃～ <input type="checkbox"/> ℃）
気相温度（平均）	最小 <input type="checkbox"/> ℃、最大 <input type="checkbox"/> ℃（目標範囲： <input type="checkbox"/> ℃～ <input type="checkbox"/> ℃）
炉底温度①（平均）	<input type="checkbox"/> ℃以下

②性能確認：計測時間1時間※における高レベル廃液の処理量が70L/h以上であること。  
ガラス熔融炉が適切にガラス固化体を製造するための運転を行っていること。

※他の施設の使用前検査の計測時間が1時間であるため、計測時間を1時間に設定。

45

# ガラス固化試験の運転実績

日本原燃株式会社



## 【B系列】

2012年11月19日～

熱上げ

2012年12月3日～

① 流下確認（模擬ビーズ：2本）

2012年12月7日～ B系ガラス固化試験

安定運転確認

②立ち上げ運転（実廃液：5本）

（洗浄運転 模擬廃液：3本）

③安定運転確認

（実廃液：20本、模擬廃液：3本）

（洗浄運転 模擬ビーズ：3本）+（立ち上げ運転：模擬廃液：2本）

12月31日～

2013年1月3日

④性能確認（実廃液：5本）

（試験終了）

## 【A系列】

2013年4月17日～

熱上げ

2013年5月2日～

①流下確認（模擬ビーズ：2本）

2013年5月6日～

②立ち上げ運転（模擬廃液：3本）

2013年5月8日～ A系ガラス固化試験

③安定運転確認

（実廃液：20本、模擬廃液3本）

（洗浄運転 模擬廃液：4本）

5月24日～26日

④性能確認（実廃液：5本）

（試験終了）

46



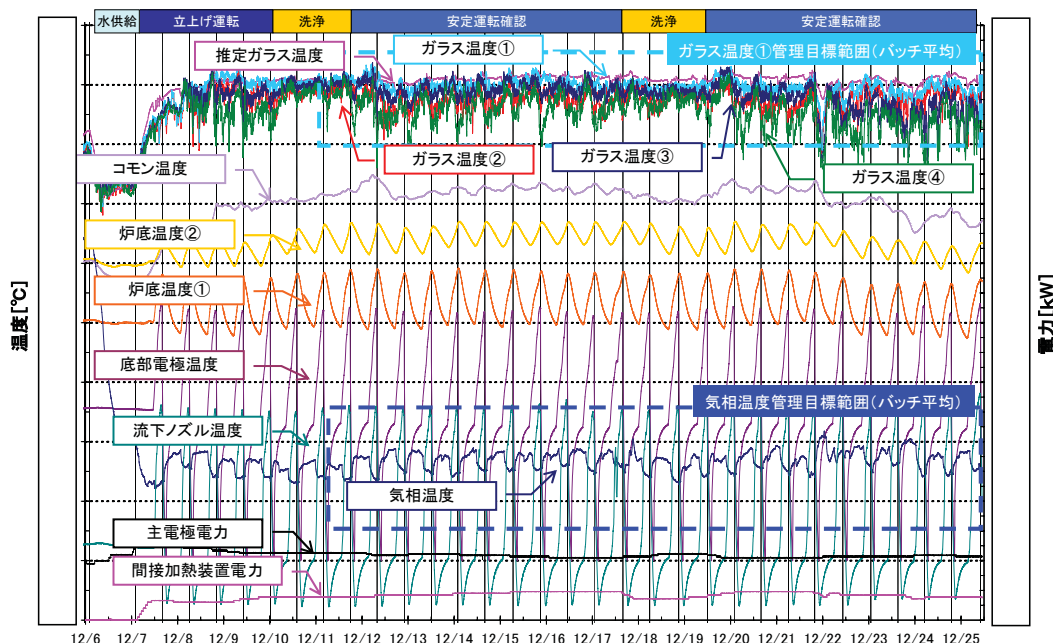
## B系列ガラス固化試験結果

日本原燃株式会社



### 【炉内温度管理】

- B系列事前確認試験と廃液特性は異なるものの、電力調整によりいずれのバッチにおいてもガラス温度、気相温度を安定した状態で運転を継続できた。
- 事前確認試験時の実績をベースに、炉底温度管理を実施し、炉底温度①(平均値)を管理目標値以下に管理することができた。



47

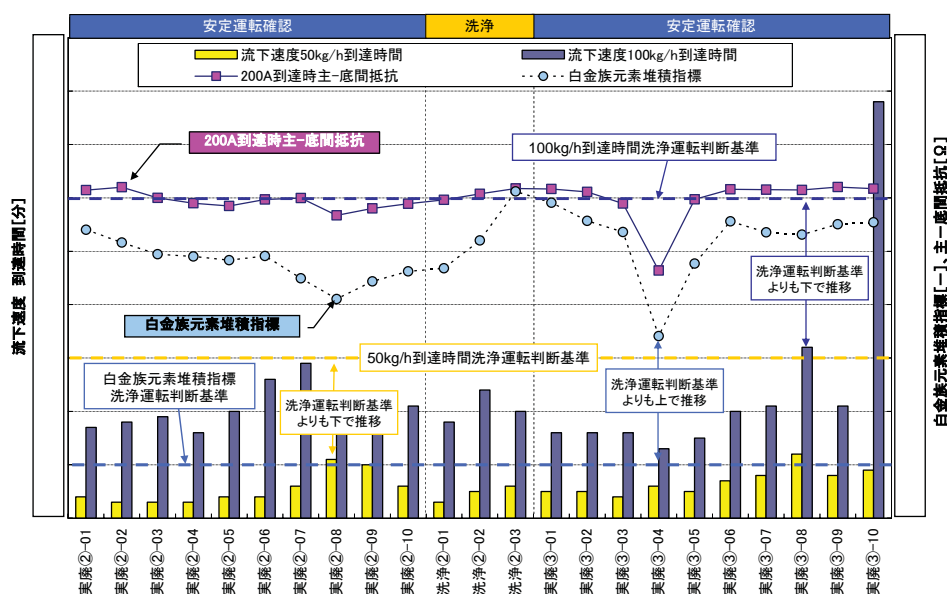
## B系列ガラス固化試験結果

日本原燃株式会社



### 【白金族管理】

- 各バッチの流下性は良好であり、白金族元素の堆積についても指標類からは計画外の洗浄運転が必要な状況になることはなかった。
- 白金族堆積指標、主底間抵抗は安定しており、洗浄運転に伴い回復。
- 但し、廃液③-10バッチで流下速度50kg/h到達後、流下性が低下したため、その後実施した洗浄運転で改良型直棒を挿入することで流下性は回復した。



48

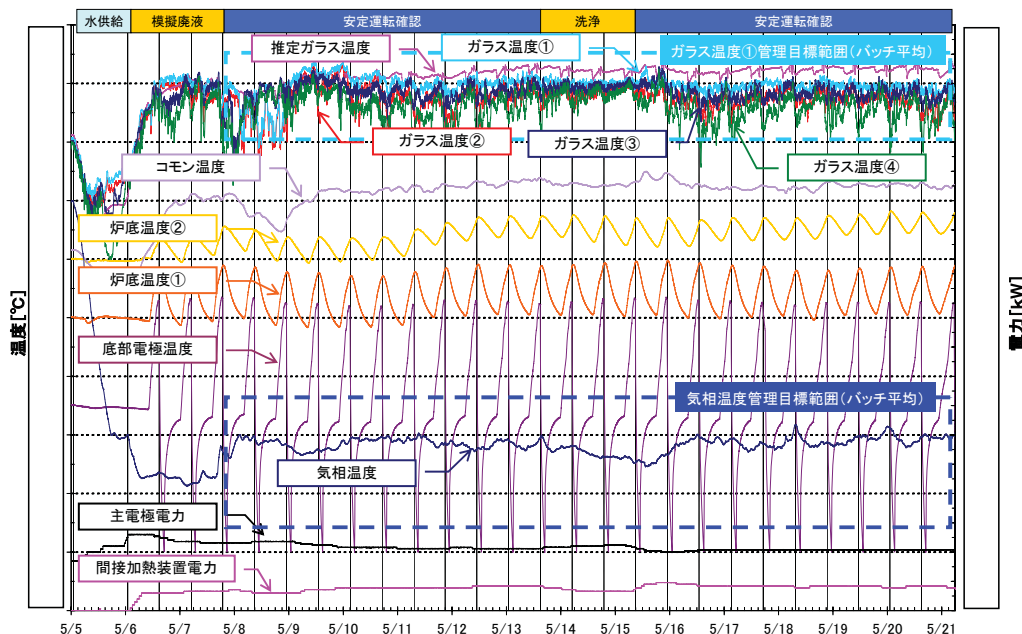
# A系列ガラス固化試験結果

日本原燃株式会社



## 【炉内温度管理】

- 電力調整により、いずれのバッチにおいてもガラス温度、気相温度を安定した状態で運転を継続できた。
- B系列ガラス固化試験の実績をベースに、炉底温度管理を実施し、炉底温度①(平均値)を管理目標値以下に管理することができた。



49

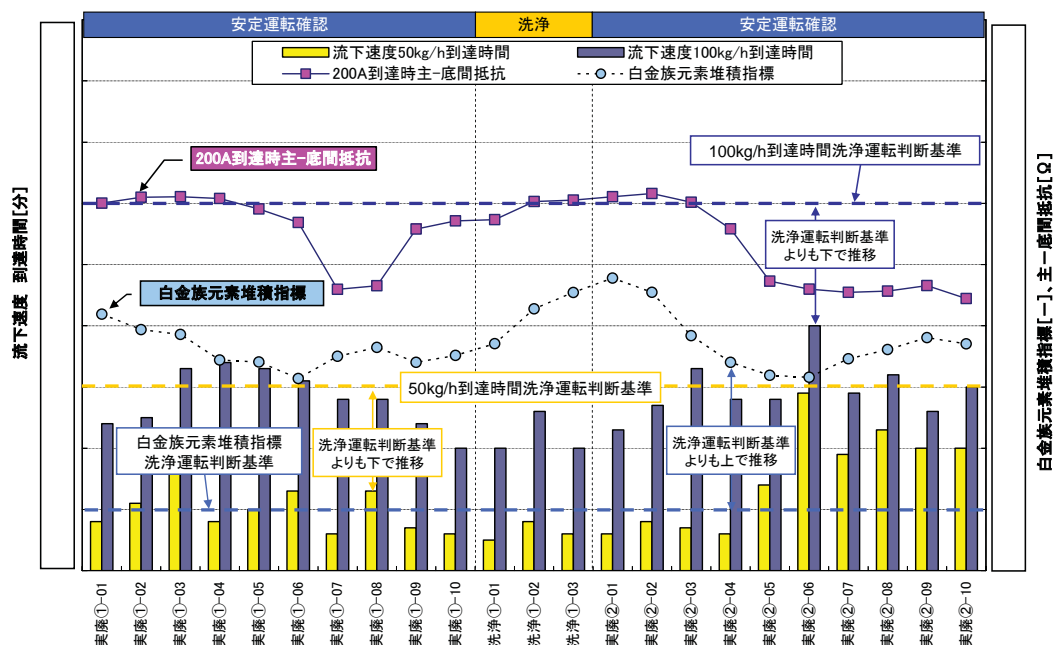
# A系ガラス固化試験結果

日本原燃株式会社



## 【白金族管理】

- 白金族の堆積に関する指標類や流下性については、200A到達時主底間抵抗値等が要注意値となったものの、回復運転への移行判断基準に達することなく計画した安定運転確認、性能確認を終了することができた。



50

# ガラス固化試験結果

日本原燃株式会社

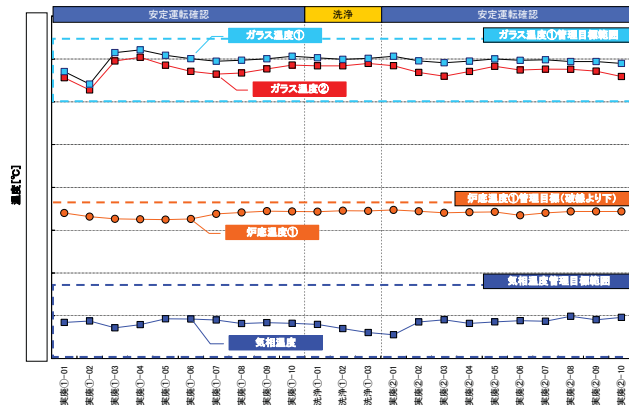


## 【安定運転確認】

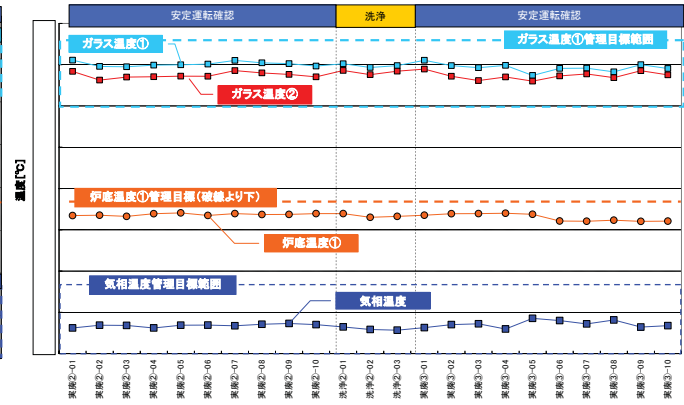
➤ A系列、B系列とも連続的な運転を行い、管理範囲内で安定した運転が維持できることを確認した。

## 【性能確認】

➤ A系列、B系列とも高レベル廃液供給速度を徐々に上昇させ、性能確認を行った結果、高レベル廃液の供給量は、いずれのバッチも判定基準（70L/h以上）を満足した。



A系列ガラス固化試験



B系列ガラス固化試験

51

## 目次

日本原燃株式会社



1. アクティブ試験の経緯
2. アクティブ試験における設備トラブル
3. アクティブ試験におけるA系の運転状況
4. モックアップ試験による設備および運転方法の改善
5. 試験計画の見直し
6. 事前確認試験
7. ガラス固化試験
8. アクティブ試験結果のまとめ

52

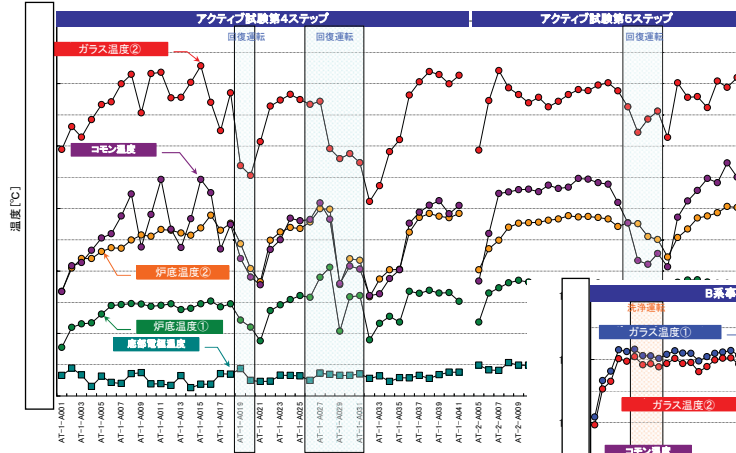
# 設備および運転方法の改善効果

日本原燃株式会社



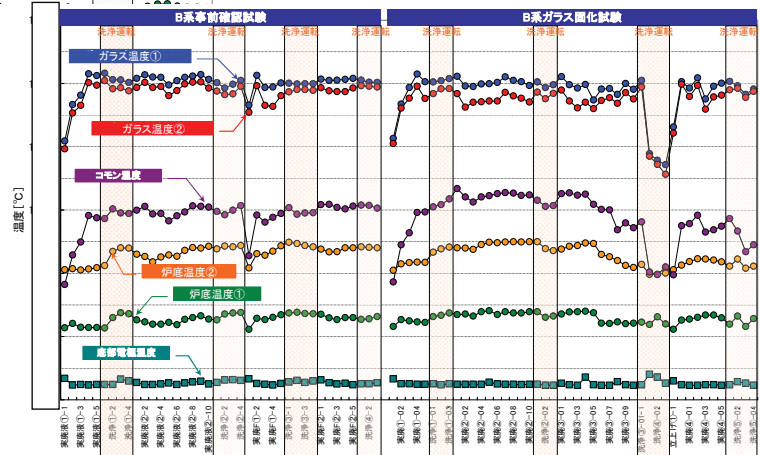
## 1. 炉内温度管理

- 熱電対追加などの設備改善、KMOCによる運転習熟などの効果として、事前確認試験およびガラス固化試験の炉内温度は非常に安定



A系 第4ステップ、第5ステップ

B系事前確認試験、B系ガラス固化試験



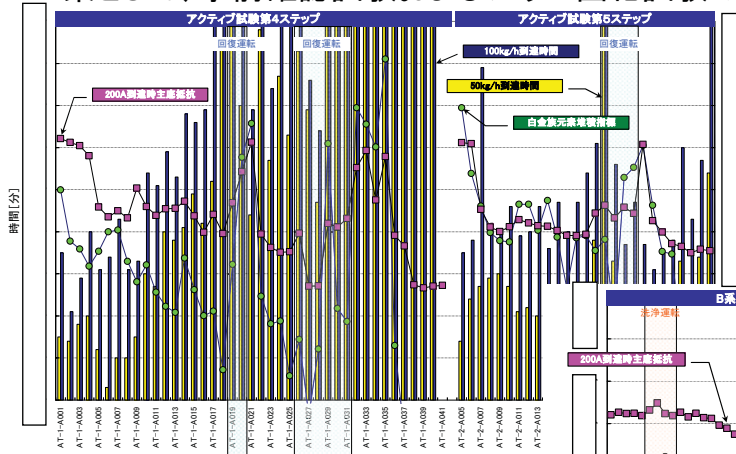
# 設備および運転方法の改善効果

日本原燃株式会社



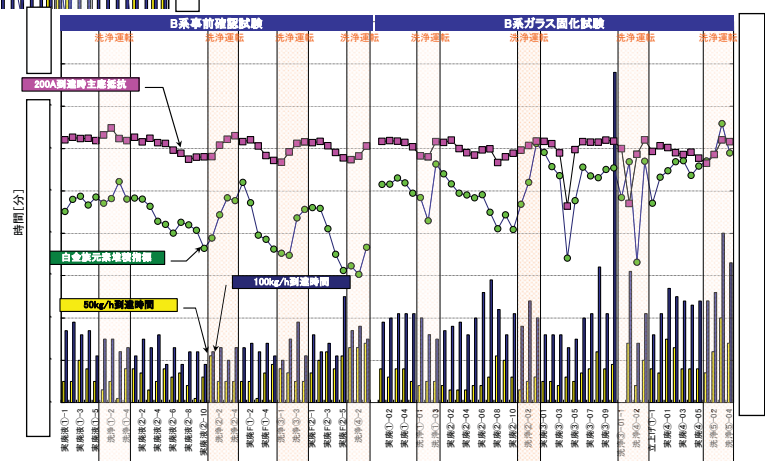
## 2. 白金族管理

- 上記炉内温度管理、流下ノズルの加熱性向上などの設備改善、定期洗浄運転などの効果として、事前確認試験およびガラス固化試験の白金族管理に係る指標類は非常に安定



A系 第4ステップ、第5ステップ

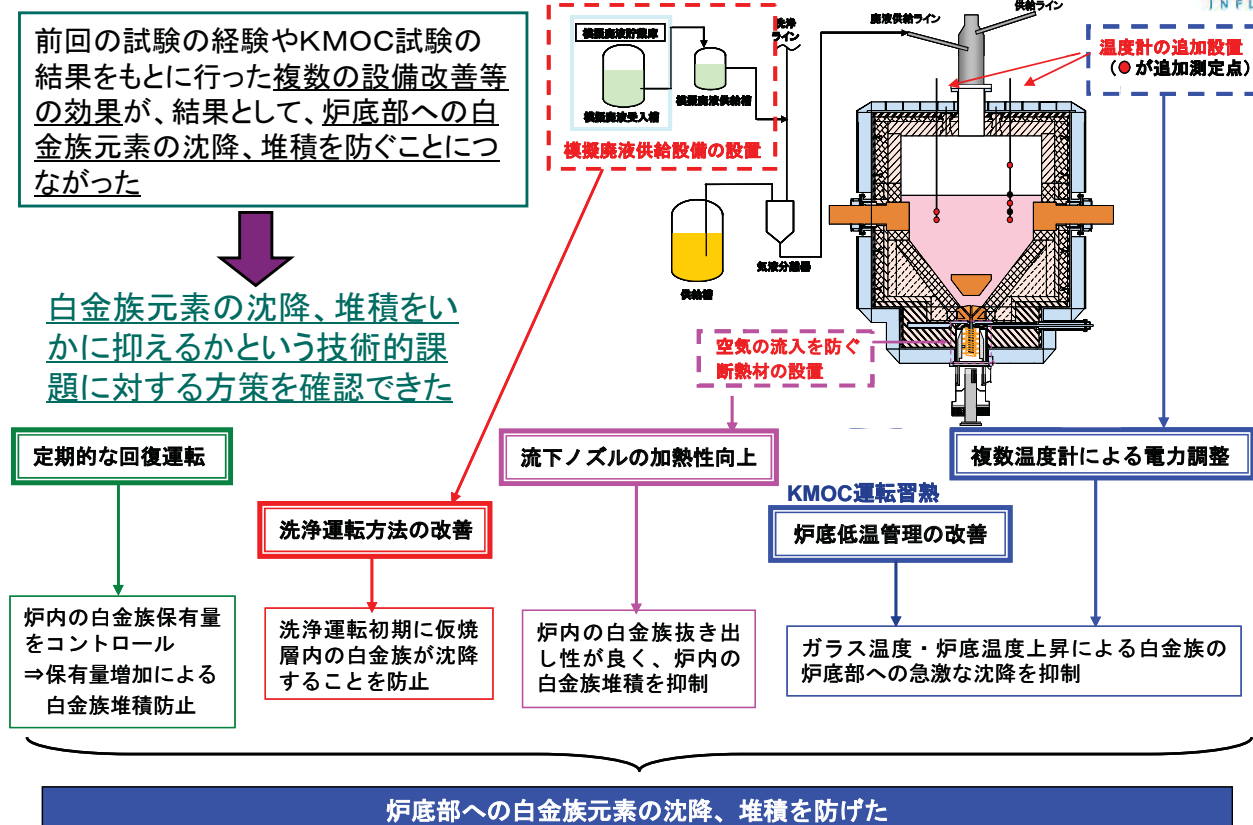
B系事前確認試験、B系ガラス固化試験





# 設備および運転方法の改善効果

日本原燃株式会社



55

## アクティブ試験結果の運転管理への反映

日本原燃株式会社



### 1. 運転管理マニュアルへの反映

- 安定運転、不具合防止の観点から、運転管理マニュアルに反映
- なお、手順書・マニュアルには定めていないが、長期連続運転のため、定期的な洗浄運転(当面は10バッチ廃液供給ごとに3バッチ洗浄運転)は実施

### 2. 想定事象マニュアルへの反映

- 先行施設および実機の事例、想定事象を取り纏めた事象想定リストを作成すると共に、想定事象に対する対応フローを準備
- 運転を通して、事象想定リストを拡充すると共に、その対応フローを適宜見直すことで、速やかにトラブル対応できるようにしている
- これら事象想定リストと対応フローはガラス固化体取扱設備、廃液供給設備、廃ガス処理設備、遠隔設備などガラス固化システム全体に対して準備

56



# ガラス溶融炉の運転管理項目と規定類の関係

日本原燃株式会社



No.	管理項目	主な管理方法	目的	報告書（旧保安院提出）	運転管理マニュアル
①	調整液添加による廃液調整（混合槽）				
	崩壊熱	固化体として 2.8kW 以下（社内管理は 2.3kW 以下）	安定運転 ・安全	・報告書 A：崩壊熱を低減させる	記載済み（記載内容は「主な管理方法」に同じ）
	廃棄物濃度	廃液 <input type="text"/> g/L 以上	安定運転	・報告書 A： <input type="text"/> ~ <input type="text"/> g/L	
	低粘性流体形成成分濃度	固化体として <input type="text"/> mol/g 以下		・報告書 A：成分濃度を低減させる	
	核分裂生成物含有率	固化体として 9.2wt% 目標		・報告書 A：設計値を目標	
②	ガラス温度等				
	ガラス平均温度（ <input type="text"/> mm）	最小 <input type="text"/> °C、最大 <input type="text"/> °C	安定運転	・報告書 C：「主な管理方法」に同じ	記載済み（記載内容は「主な管理方法」に同じ）
	ガラス平均温度（ <input type="text"/> mm）	最小 <input type="text"/> °C、最大 <input type="text"/> °C （目標範囲： <input type="text"/> °C ~ <input type="text"/> °C）			
	気相平均温度	最小 <input type="text"/> °C、最大 <input type="text"/> °C （目標範囲： <input type="text"/> °C ~ <input type="text"/> °C）			
	炉底 <input type="text"/> mm 平均温度	<input type="text"/> °C 以下			
③	洗浄運転に移行するための判断基準	判断フローによる	安定運転	・報告書 C：判断フロー	
④	直棒の曲がり防止のための管理	遠隔による荷重負荷 減肉管理の実施	不具合防止	・報告書 B：「主な管理方法」に同じ	記載済み（記載内容は「主な管理方法」に同じ）
⑤	天井レンガ損傷抑制のための管理				
	間接加熱装置温度降下速度	-10°C/10 分程度以下	不具合防止	・報告書 B：「主な管理方法」に同じ	記載済み（記載内容は「主な管理方法」に同じ）
⑥	接液レンガ欠け抑制のための管理				
	原則ドレンアウトによる停止	—	不具合防止	・報告書 D：原則ドレンアウトによる停止	記載済み
⑦	接液レンガ損傷防止のための管理				
	主電極抵抗低下率	<input type="text"/> % 以下	不具合防止	—	記載済み
⑧	DBP 濃度管理				
	混合槽における DBP 濃度	<input type="text"/> ppm 程度以下	安定運転	—	記載済み
⑨	FINE 混合量管理				
	混合槽における FINE 混合量	混合あたり 1.1m <sup>3</sup> 以下	安定運転	—	記載済み

報告書については、以下のとおり記号であらわす  
 報告書 A. 再処理施設高レベル廃液ガラス固化設備の安定運転条件検討結果報告（平成 20 年 6 月 11 日 原子力安全・保安院へ提出）  
 報告書 B. 再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋ガラス溶融炉（A 系列）の一部損傷について（最終報告）（平成 22 年 7 月 28 日 原子力安全・保安院へ提出）  
 報告書 C. 再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋ガラス溶融炉運転方法の改善検討結果について（改正版 その 2）（平成 22 年 11 月 1 日 原子力安全・保安院へ提出）  
 報告書 D. 流下性低下事象の原因と対策について（2012 年 5 月 原燃 HP で公表）

57

## 事象想定リスト

日本原燃株式会社

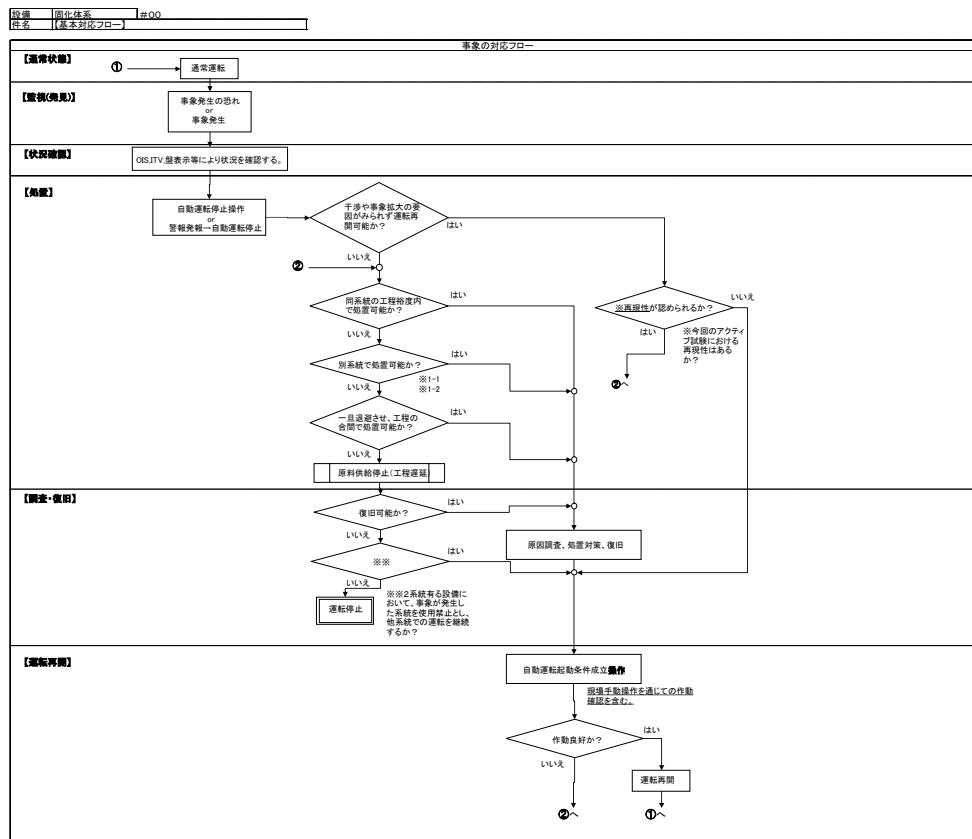


番号 メルタ	件名	番号 メルタ	件名	概要(発生状況)	KA 事例	備考
		33	原料供給器の腐食	(事象の発見は主に運転停止中に取り外した場合と考えられる。流下性低下といった影響がある場合は、運転上の事象として認識される)	あり	
		36	負圧維持オリフィスの操作不可	負圧維持オリフィスの操作ができずに炉底攪拌装置の設置または、撤去ができない。	あり	
		40	高周波冷却水漏洩、流量低下	流路に漏洩等が発生する。または冷却水の流量が低下する。	なし	運転停止時に発生
02	計器類の故障(熱電対断線等)	03	流下不良(異物等による流下ノズルの閉塞)	ガラス溶融炉の流下運転中、ガラスの流れ状況が悪化し、流下に時間がかかる若しくは流下されない状態となる。	あり	
11	間接加熱ヒータエレメント断線	04	流下不良(炉底部温度が低い場合)	ガラス溶融炉の流下運転中、ガラスの流れ状況が悪化し、糸引きや偏流の状態が続き流下に時間がかかる若しくは流下されない状態となる。	なし	
13	結合装置結合不可	09	低粘性流体(YP)の発生	ガラス溶融炉の流下運転初期若しくは流下半において、低粘性流体が発生する。	あり	
14	結合装置及びガラスカッター内の流下ガラス滞留事象	24	炉底部加熱不良	ガラス溶融炉の溶融運転中、ガラス流下前の主底間通電を行っても、炉底部の温度上昇が鈍く、加熱に時間を要する。	あり	
15	AGからの流下監視不可(ITV)	05	熱上げ期間の延長	ガラス溶融炉の熱上げ中、昇温が予定通りに行われず、想定期間内に熱上げが終了しない。	なし	(想定事象)
17	電極冷却ユニット起動不可または起動中の停止	06	水供給期間の延長	ガラス溶融炉への原料供給開始前の水供給運転中、気相部温度の目標温度までの低下が目標時間よりも遅くなる。	なし	(想定事象)
18	各通電系電極の対地間抵抗の低下	19	流下重量、流下速度(指示値)の異常変動	ガラス溶融炉の流下運転中、流下重量や流下速度指示値が異常に変動し、流下管理が困難となる。	あり	
26	ガラスカッター、サンプリング装置作動不良	20	流下ガラスの柱状化	ガラス溶融炉の流下運転中、容器内に注入されたガラスが柱状に盛り上がる。	あり	
12	間接加熱ヒータ抵抗値上昇	23	製造ガラス組成のズレ傾向	ガラス溶融炉の溶融運転中、製造しているガラス組成が目標から外れる。 ※供給ガラス組成を、管理値をもって監視する必要あり(発見できない)。	なし	
21	冷却ユニット配管内結露水の発生	25	処理能力の低下	ガラス溶融炉の溶融運転中、炉内気相部温度が低下するために、廃液供給量を落とさざるを得ない。また、実際のバッチ時間(放冷+加熱+流下)が目標よりも長くなってしまふ。	なし	(想定事象)
38	流下ノズル加熱性の低下			高周波加熱装置の劣化などで、流下ノズル温度の上昇が低下する。または流下性が低下する。	あり	
39	流下ガラスの偏流			ガラス溶融炉の流下運転中に流下ガラスの偏流が発生する。	あり	
08	高周波ジャンパ管からの冷却水漏れ			ガラス溶融炉の溶融運転中、高周波加熱装置用ジャンパ管から冷却水が漏れ出す。	なし	運転停止時に発生
32	レンガの割れ、欠けの発生			(事象の発見はドレンアウト後の炉内観察と考えられる。流下性低下といった影響がある場合は、運転上の事象として認識される)	あり	

58

# 想定事象への対応フローの一例(レンガの割れ・欠けの発生)

日本原燃株式会社



59

## まとめ

日本原燃株式会社



- 六ヶ所再処理工場の試験運転は、通水作動試験・化学試験・ウラン試験を経て、2006年3月からアクティブ試験を開始
- 現在、アクティブ試験の最終段階であり、再処理工場の主要工程であるせん断、溶解、抽出等の性能確認は終了し、ガラス固化設備に関する試験を残すのみ
- ガラス固化設備のアクティブ試験は、第4ステップから試験を開始したが、天井レンガ損傷などの設備トラブルや白金族堆積による流下不調など、多くのトラブルや運転課題を経験したが、その都度、原因究明と対策を図ることにより、再発を防止してきた
- 今回、事前確認試験およびガラス固化試験を終了し、ガラス溶融炉の安定運転と性能（廃液供給速度70L/h）が確認できたことから、モックアップ試験を踏まえて実施した設備・運転方法の改善が有効であると共に、操業後の長期安定運転の見通しを得た
- また、アクティブ試験で得られた運転ノウハウ、トラブル事象に対する対応などは、手順書・マニュアル・想定リストに反映してきた
- 操業後も運転経験を積むことで、運転方法の更なる改善を図り、より信頼性の高い運転を目指す

60