

## 1. これまでの経過

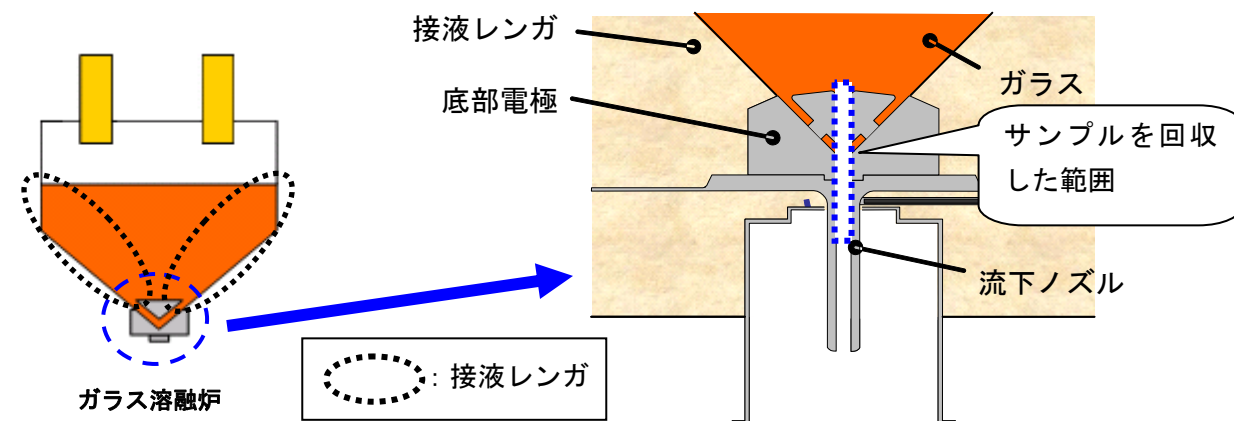
- 1月24日～ ガラス溶融炉B系列における事前確認試験に向けた作動確認を開始（1バッチ目で流下性低下事象が発生。その後、直棒等による回復操作を実施したが恒常的な回復に至らず）
- 2月3日～ 溶融炉の停止・冷却を開始
- 2月13日～15日 異物除去装置を用いた流下ノズル内部の流路を確保する作業を実施
- 3月4日 溶融炉の熱上げを開始
- 3月21日～25日 ガラスの抜き出し作業を実施  
※ 流下初期にはレンガ小片と思われるものが確認されたが、2本目以降はほとんど確認されず
- 4月6日～9日 炉内観察を実施

## 2. 要因分析・検討

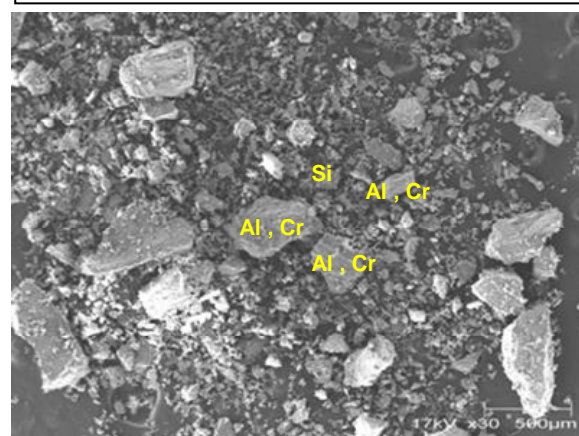
- 異物除去作業により回収したサンプルの分析、流下状況、炉内観察、ガラス溶融炉の運転履歴、解析等による要因の洗い出しおよび要因の分析を実施。
- 検討にあたり、国内外有識者の意見を踏まえつつ実施。

### (1) 異物除去作業により回収したサンプルの分析

- 流下ノズル部より回収したサンプルからは、ガラス成分以外に溶融炉内部の**ガラスと接しているレンガ（接液レンガ）の代表的な成分を確認。**
- 天井レンガ、結晶化ガラスを構成する代表的な成分は確認されず。

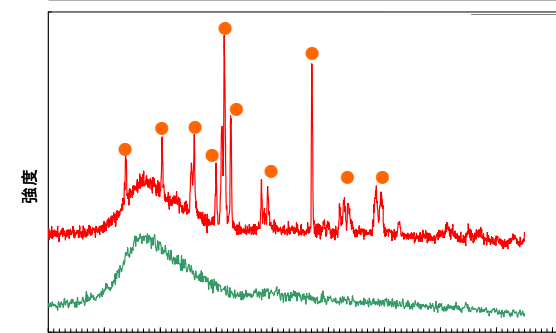


### 電子顕微鏡による確認結果



Si (シリカ)  
⇒ガラス成分  
Al (アルミニウム)、Cr (クロム)  
⇒接液レンガの代表的な成分

### エックス線による確認結果



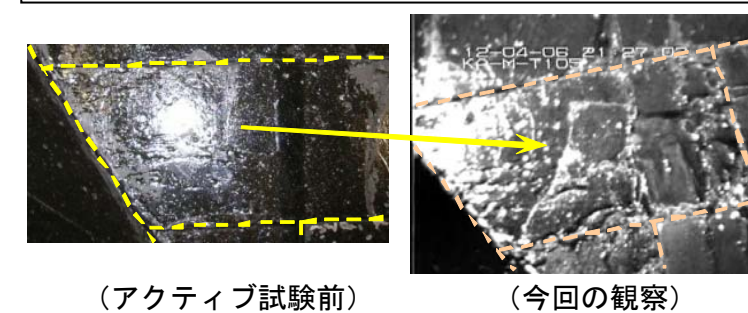
— : 模擬ビーズ  
— : 採取したサンプル  
● : 接液レンガの成分を示す箇所で強度が大きかったもの  
⇒ 強度が大きく示された箇所が接液レンガの成分を示す箇所とほぼ一致

### (2) 炉内観察結果および評価

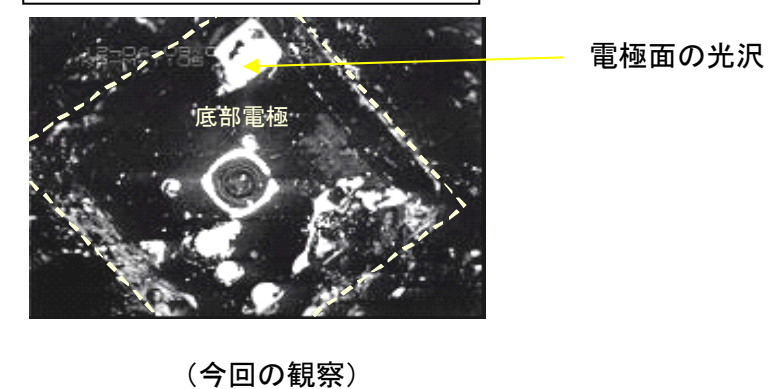
#### a. 炉内観察結果

- 割れや欠けが確認されたものの、運転に影響を及ぼす大きな損傷はなく、溶融炉の健全性に問題がないことを確認。**
- 残留物はほとんど無く、残留物除去作業の必要はないと判断。

### 底部電極上部の接液レンガの状況



### 残留物の状況



#### b. 炉内観察結果を踏まえた評価（レンガ割れ・欠けの評価）

- 溶融炉B系列における炉内の割れの大半がアクティブ試験（第4ステップ）前に発生したものの、  
⇒ アクティブ試験前の割れにより、新たな割れは発生しにくくなっている。（A系列も同様の傾向）

・なお、以降はガラス溶融炉の立上げ・停止について、用語の定義を以下の通りとする。

<b>【溶融炉の立上げ】</b>	
○熱上げ	: 炉内にガラスがない状態からの立上げ
○スタートアップ	: 炉内にガラスを保有した状態からの立上げ
<b>【溶融炉の停止】</b>	
○ドレンアウト	: 炉内のガラスをすべて抜き出した状態で停止
○シャットダウン	: 炉内にガラスを保有した状態で停止

### (3) 溶融炉B系列の運転履歴

・アクティブ試験におけるB系列とA系列の運転履歴を比較すると以下の相違がある。

a. 保持運転の期間

：**B系列はA系列が運転している間、並行して熱上げ\*1を行い、炉内に模擬ビーズを入れた状態で水供給保持\*2を合計3.5ヶ月間実施。(作動確認までの間、炉内に模擬ガラスを入れたままの状態)**

\*1 A系列の運転後に速やかにB系列で運転ができるように保持運転を実施

\*2 溶融炉にガラスビーズや廃液を供給せず、水のみを供給しながらガラスを高温のまま溶融炉内で保持すること

b. 溶融炉の立上げ・停止と流下回数

：**B系列はアクティブ試験(第4ステップ)開始後、スタートアップ/シャットダウンを2回実施し、流下は1回のみ。**

### (4) 過去の運転における異物量

・過去のB系列とA系列の運転における流下時の異物量を調査。

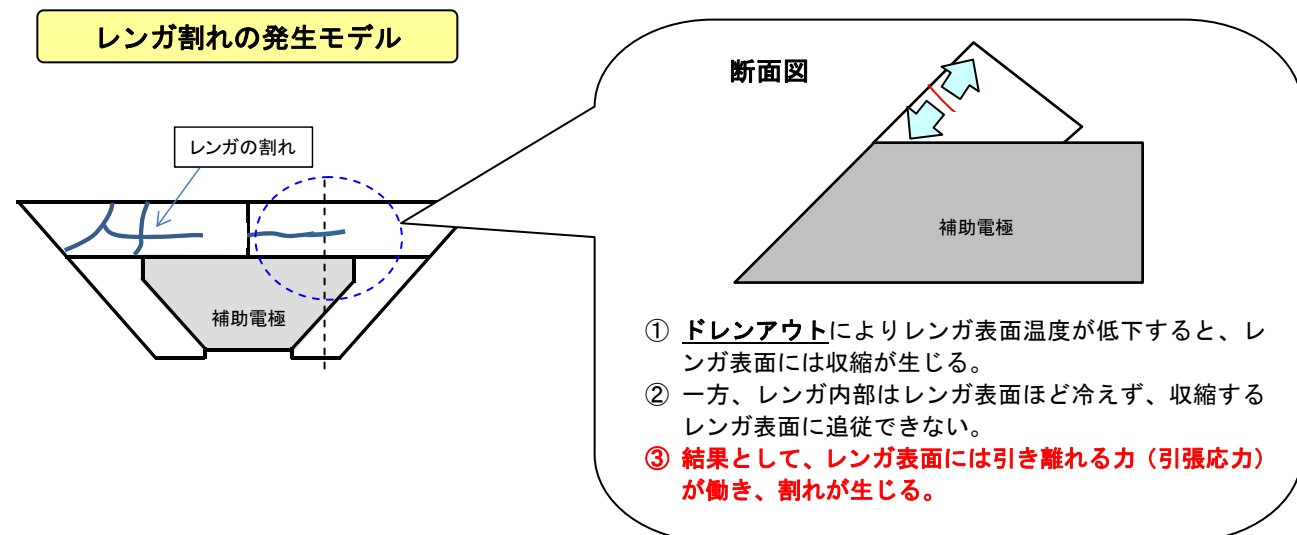
⇒ **B系列、A系列ともにスタートアップ/シャットダウン後の流下時に異物量が多い**ことを確認。

### (5) 溶融炉の立上げ・停止のレンガの影響評価

・ガラス溶融炉の立上げ・停止時の炉底部の温度トレンドを調査し、レンガに与える影響を応力解析によって確認。

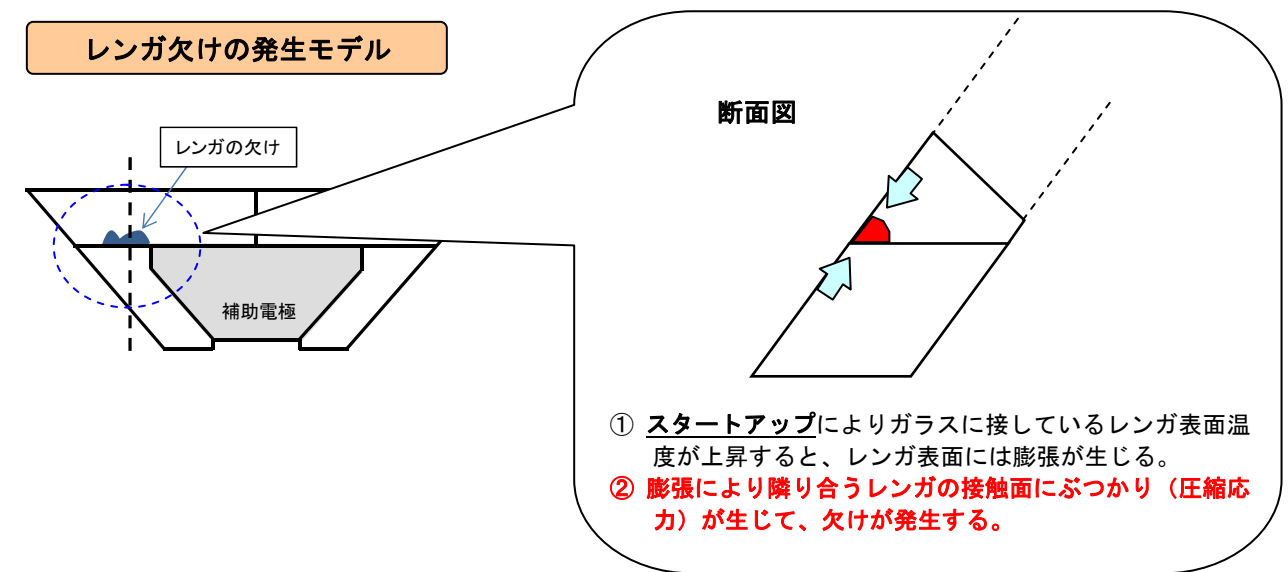
⇒ **割れは、ドレンアウト時に接液レンガ表面の引張応力によって発生しやすい。**

※ドレンアウト時は、ガラス抜き出し後の炉内の空気対流により、シャットダウン時に比べて、内部がより早く冷却することから、レンガにかかる応力がより大きい。



⇒ **欠けは、スタートアップ時のレンガの膨張による圧縮応力によって発生しやすい。**

※ スタートアップ時は、炉内にガラスを張りながら徐々に立ち上げる「熱上げ」時に比べて、レンガにかかる応力がより大きい。



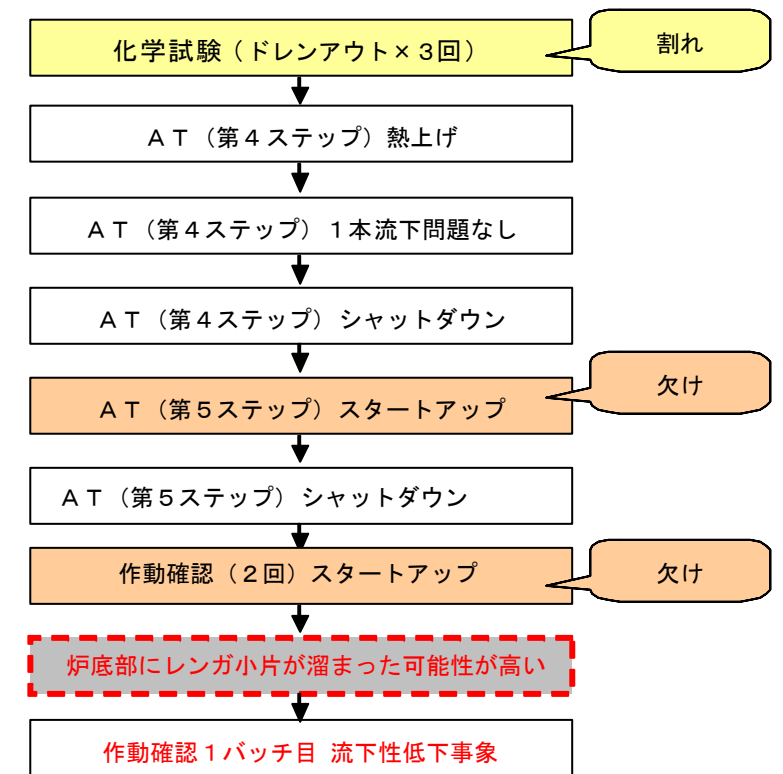
⇒ **一旦、割れや欠けが発生すると応力は緩和されるので、新たな進展は発生しにくい。**

### 3. 流下性低下の推定原因

・上記の検討により、以下が原因である可能性が高いことが分かった。

◆ **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、レンガ小片が発生した。**

◆ **シャットダウン・スタートアップ2回、長期保持3.5ヶ月の間で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。**



AT: アクティブ試験

#### 4. 対策

- ①レンガ小片の発生抑制の対策、②レンガ小片の堆積抑制の対策、③それでも流下性が低下した場合の対応について検討を実施。具体的には以下のとおり。
- なお、今後ともデータを分析し、有識者の意見も継続して受け、これらの知見を運転等に適切に反映していく。

##### 【①レンガ小片の発生抑制】

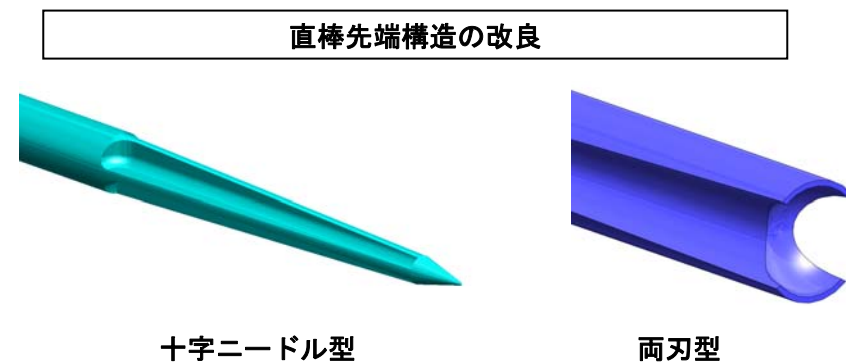
- 溶融炉の立上げおよび停止において温度変化を緩やかにする運転とする。
- 流下性低下に繋がる欠けの発生する可能性が高いスタートアップを避けるため、原則ドレンアウトを実施する。

##### 【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する。

##### 【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する。



##### 【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する。
- 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する。

#### 5. 今後の予定

- 本日（5月21日）より溶融炉の熱上げを開始する予定です。熱上げ完了後は、今後の事前確認試験に万全を期す観点から、事前確認試験前に模擬ビーズによる流下確認を行います。その後、ガラス固化設備の作動確認を行い、事前確認試験を開始します。今後の試験等の実施にあたりましては、今回取りまとめた対策に十分留意し、安全を最優先に慎重に作業を進めてまいります。

#### (参考) ガラス溶融炉に係る健全性の評価

- 炉内観察結果から運転に影響を及ぼす大きな損傷はなく、溶融炉の健全性に問題はない。また、接液レンガの割れや欠けは、新たな進展は発生しにくいことや対策を講じることで緩和されることなどより、今後も運転が可能と評価する。

- なお、接液レンガの割れや欠けに対する溶融炉の安全上の評価は以下のとおり。

##### 【閉じ込め機能】

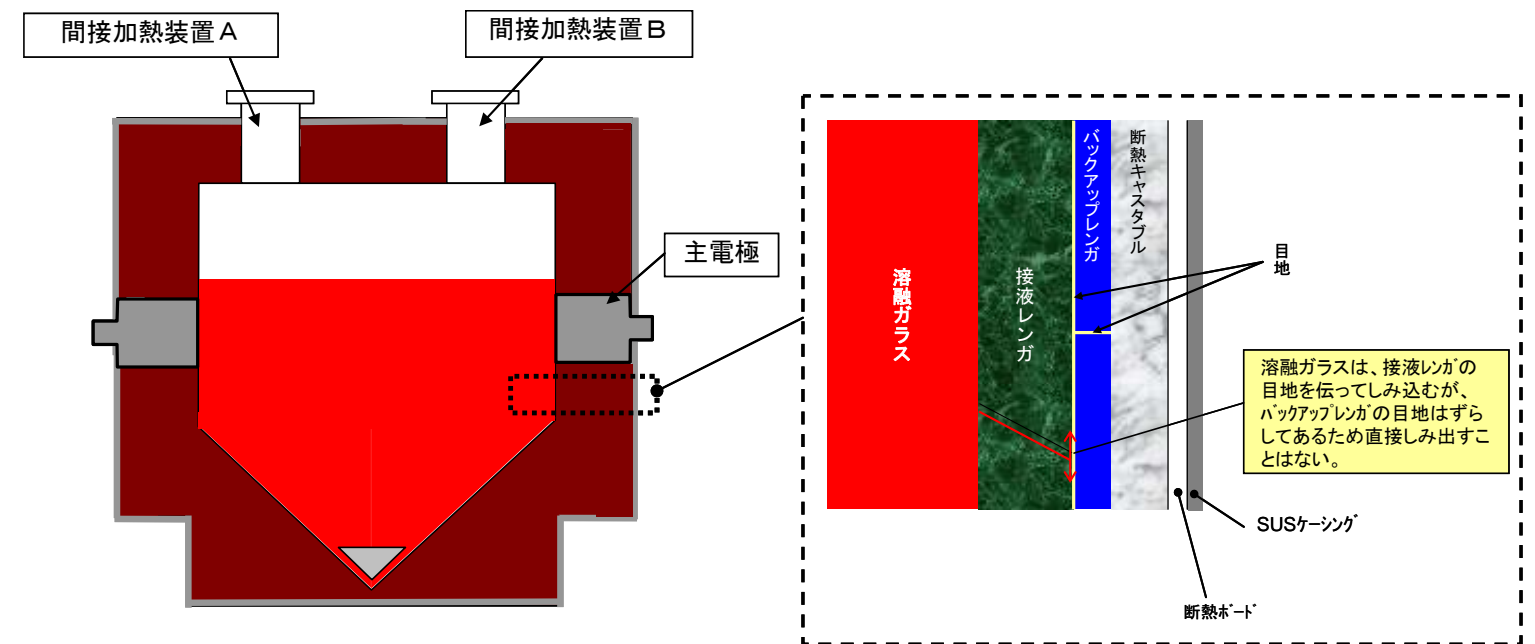
- 溶融したガラスが目地部や割れ部にしみ込んだとしても、しみ込んだガラスは外部に行くに従って温度が低下し、流動性を失い、停止することを評価により確認している。
- 溶融炉内の雰囲気はガラス固化廃ガス処理設備により負圧維持されている。

##### 【耐震性】

- 溶融炉の耐震評価はケーシングの強度により確認している。  
※ 耐震評価では、ケーシングの最高使用温度で算出しているが、接液レンガがない場合でもケーシングの最高使用温度には達しないことを評価により確認している。

##### 【遮へい機能】

- 溶融炉が設置されている固化セルの遮へい評価では、固化セルの壁の厚さにより確認している。



[接液レンガ]：溶融ガラスへの耐食性に優れた耐火レンガ。

[バックアップレンガ]：適切な保温効果と耐食性を備えた耐火レンガ。

[断熱キャスタブル]：溶融炉の保温、断熱のための耐火物。耐火物をセメントのように型に流し込み成型し固めたもの。

[断熱ボード]：レンガの熱膨張を吸収するとともに溶融炉の保温、断熱性を高める断熱材。

[ケーシング]：上記溶融炉構造物の入れ物。

以上