

【原因事象に対する要因の分析】

- 「アクティブ試験で観察された事象の分析」の結果として抽出された原因である
 - I. 仮焼層の形成が不十分・不安定であった
 - II. 白金族元素が沈降・堆積した
 - III. 低粘性流体の発生を抑制できなかったに対する要因分析を実施

- 要因分析としては、アクティブ試験での運転データ（ガラス温度、抵抗値等）と過去データ（モックアップ試験、化学試験等）の比較等を行い要因の絞込みを行うこととし、その中でこれまで得られたデータでは要因であるか否かが評価できない場合には、新たに解析や実験を行うことで影響評価を行い、要因の絞込みを行った。

原因事象に対する要因の分析

【事象が発生した(要求事項が達成できなかった)原因】

(I) 仮焼層の形成が不十分・不安定であった

(II) 白金族元素が沈降・堆積した

【その他】

(III) 低粘性流体が発生した

アクティブ試験での運転データと過去データとの比較、追加試験等により、原因事象に対する要因分析を実施し、要因を抽出

原因

(I) 仮焼層の形成が不十分・不安定であった

(II) 白金族元素が沈降・堆積した

その他

(III) 低粘性流体が発生した

推定要因抽出の観点

・設備

・ガラス原料
(ガラスビーズ)

・廃液成分
(不純物成分等)

・運転
(投入電力量、流下性、抵抗値等)

推定要因

残留ガラス、低粘性流体、アクティブ試験で処理した高レベル廃液の分析結果

アクティブ試験での運転データ
(ガラス温度、抵抗値等)

新たな分析が必要な場合

比較

要因を絞り込み

熔融炉内の挙動(投入電力量と温度の関係、白金族元素の沈降・堆積)確認手法

熱バランス計算

熔融炉解析

現象論的確認(特定元素の影響)手法

るつぼによる試験

実験炉による試験

小型熔融炉による試験

過去の経験としてのデータ等
・モックアップ試験
・化学試験等(実機での模擬廃液を用いた試験)

【要因分析の結果】

(I) 「仮焼層の形成が不十分・不安定であった」要因

- 崩壊熱
- 廃液中の特定元素の影響
- 廃液中の廃棄物濃度
- 投入電力量のバランス

(II) 「白金族元素が沈降・堆積した」要因

- 白金族元素を炉内に保持したまま長時間保持
- 仮焼層の溶け込み
- 炉底部の改善措置が不十分な状態での廃液供給
- 熔融ガラス温度の変動

(III) 「低粘性流体が発生した」要因

- 廃液成分の特定元素の影響
- 仮焼層が不安定であった⇒(I)の要因と同じ

<解析による確認手法> 非定常解析（熱バランス計算）

目的

電力条件や原料供給条件に対する仮焼層状態や各温度（ガラス温度及び気相温度）の変化を評価する。

評価モデル

- ◆ 仮焼層を中心としたガラス溶融炉の状態変化を計算するため、熱収支モデルと物質収支モデルを組み合わせた非定常計算モデルである。
- ◆ 廃液供給条件や電力条件の変動に伴う、ガラス温度、気相温度及び仮焼層状態（温度、厚み、仮焼層割合など）の変化を評価できる。

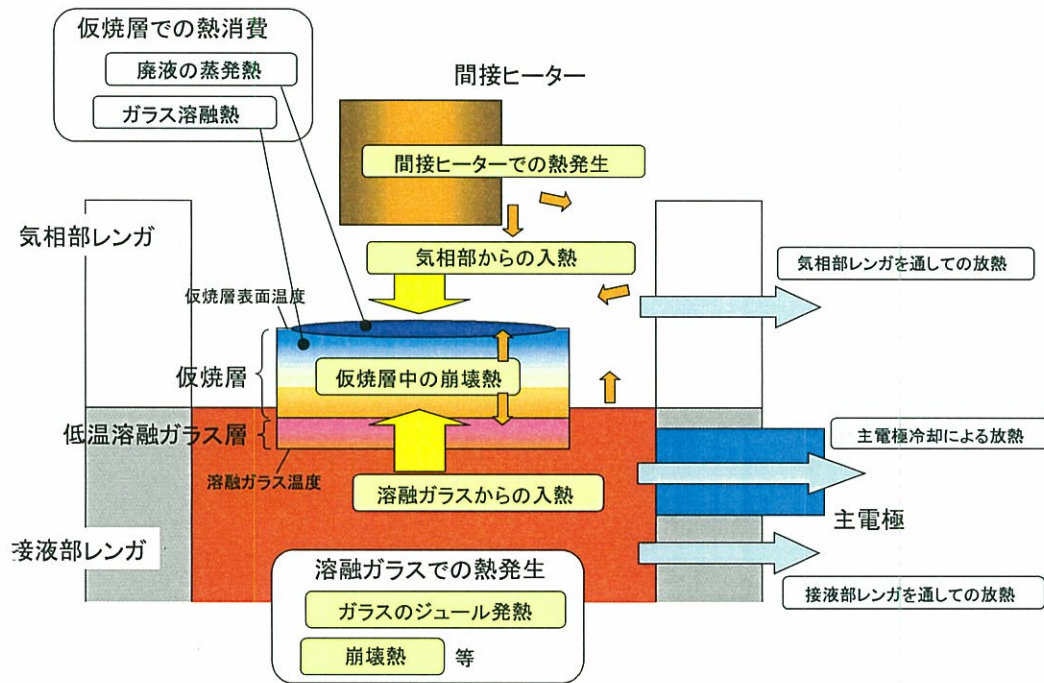
利用目的

実際の運転における熱バランス計算モデルの利用目的は以下の通りである。

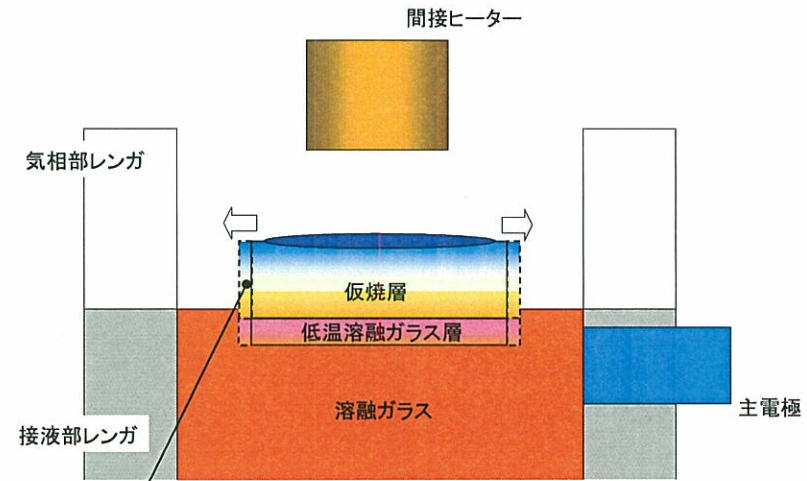
- ・ 廃液供給条件に応じた初期の目標電力設定
- ・ 電力調整時の各温度変化の傾向予測

モデル検証

モックアップ試験（KMOC6次試験）、化学試験、アクティブ試験のトレースを行った結果、電力変更によるガラス温度及び気相温度の上昇、下降傾向がトレースできており、電力調整時の各温度変化の傾向予測という観点で運転データの検証ができることを確認した。



仮焼層の熱収支モデル



$$\text{仮焼層の変化量} = \text{仮焼層へのガラス原料/廃棄物成分投入量} - \text{仮焼層の溶融量}$$

$$\text{仮焼層の溶融量} = \text{廃液に依存する溶融度定数} \times \text{仮焼層平均温度の標準温度との差} \times \text{仮焼層の大きさ}$$

仮焼層の物質収支モデル

<解析による確認手法> 熔融炉解析

目的

汎用CFDコードを用いたガラス熔融炉熱流動・粒子沈降堆積モデル（以下、「熔融炉解析モデル」という。）によって、ガラス熔融炉の温度分布や保持運転が白金族元素の沈降・堆積に及ぼす影響を評価する。

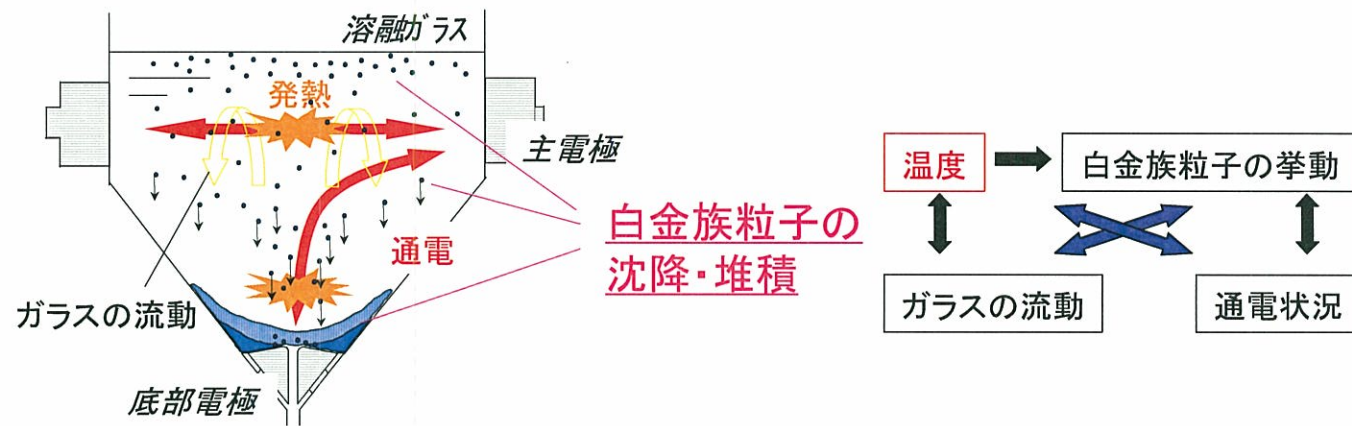
評価モデル

- ◆ 汎用CFDコードに電場モデル、粒子沈降・堆積モデルを導入し、熱流動解析と電場解析、粒子沈降堆積挙動解析を連動させ開発された解析コード。
- ◆ 炉内の白金族粒子濃度分布、白金族元素の抜き出し挙動の他に温度分布、電流密度分布及び流速ベクトルなどが評価可能である。

モデル検証

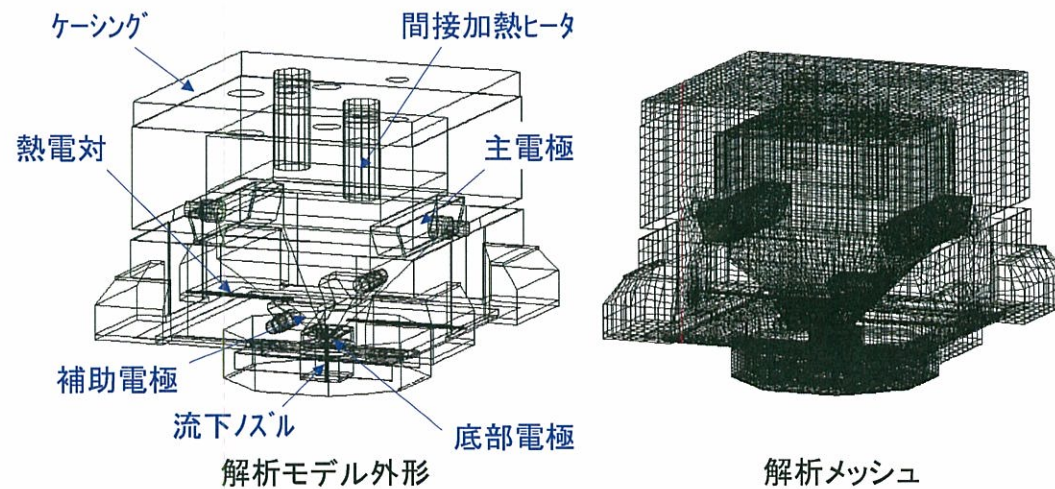
- ◆ 温度評価においては、ガラス温度、mm温度はよく一致しているが、冷却時の底部電極温度に大きな差異がある。このため、炉底部の温度評価の精度を向上中である。
- ◆ 白金族抜き出し評価については、抜き出し傾向がよく一致している。

＜解析による確認手法＞
溶融炉解析 解析モデル



熱流動、電位、白金族粒子挙動の連成解析

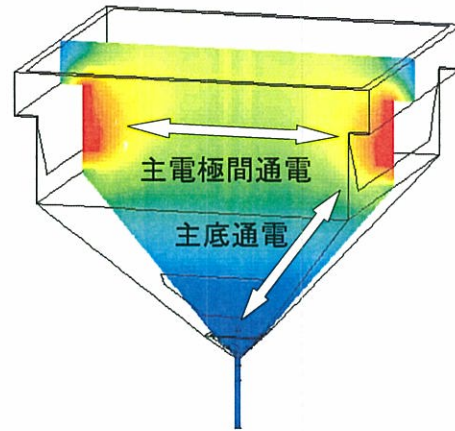
ガラス溶融炉を細かくメッシュ化し、詳細なモデル化とし解析を実施



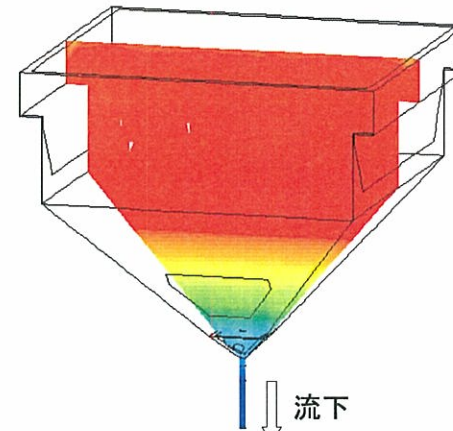
解析モデル

＜解析による確認手法＞
 溶融炉解析 解析例

・炉内の電位分布および温度分布

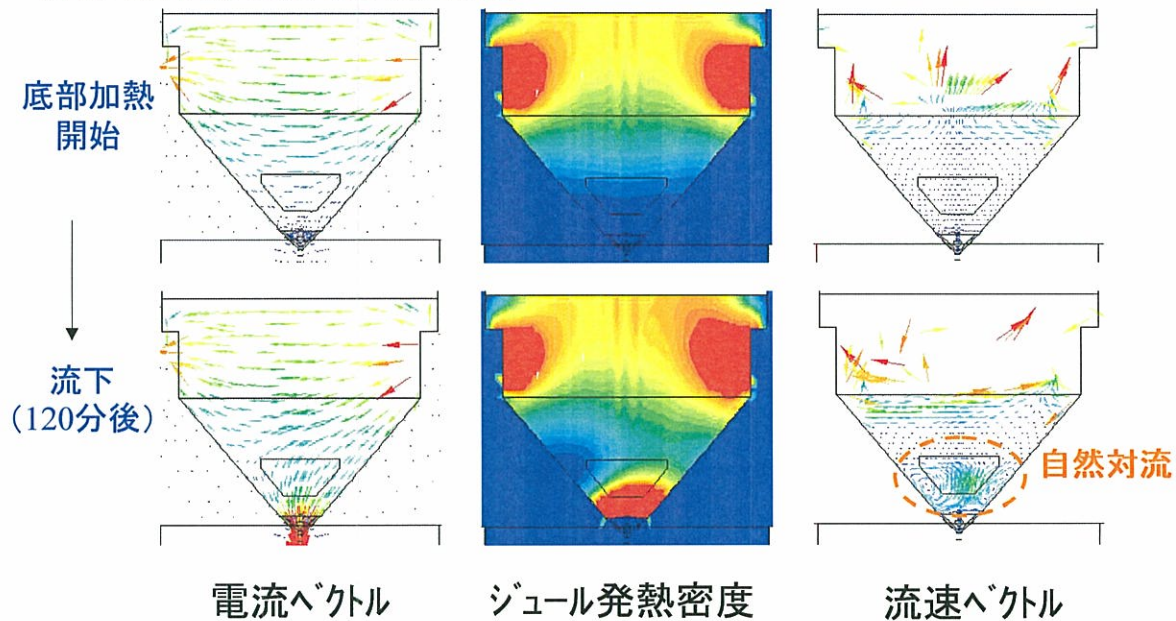


電場解析(電流密度分布)



熱流体解析(温度分布)

・電場, 流れ場, 温度場の相互作用



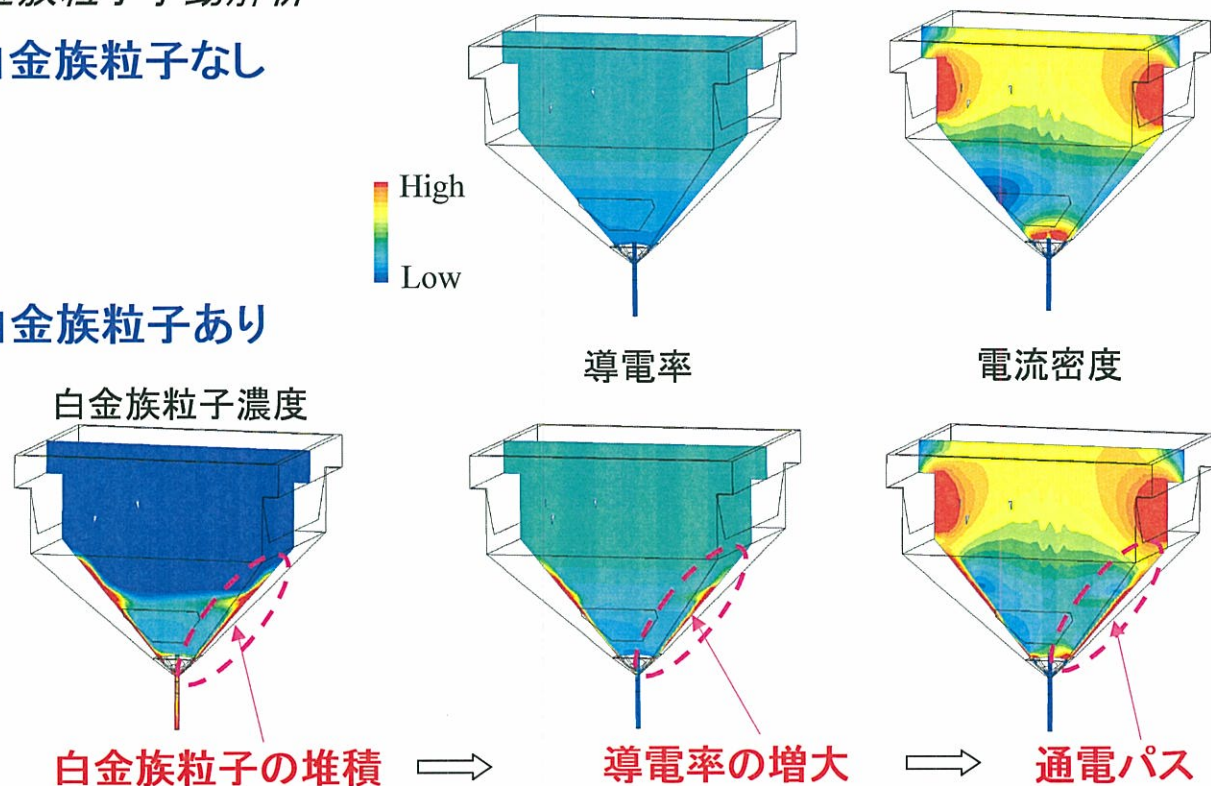
<解析による確認手法>

溶融炉解析 解析例

・白金族粒子挙動解析

白金族粒子なし

白金族粒子あり



白金族堆積時の通電への影響評価

白金族元素の堆積が進むと堆積箇所の導電率が増大

し、主電極-底部電極間の通電の際に短絡が発生