

【「Ⅱ. 白金族元素が沈降・堆積した」ことに対する要因分析】

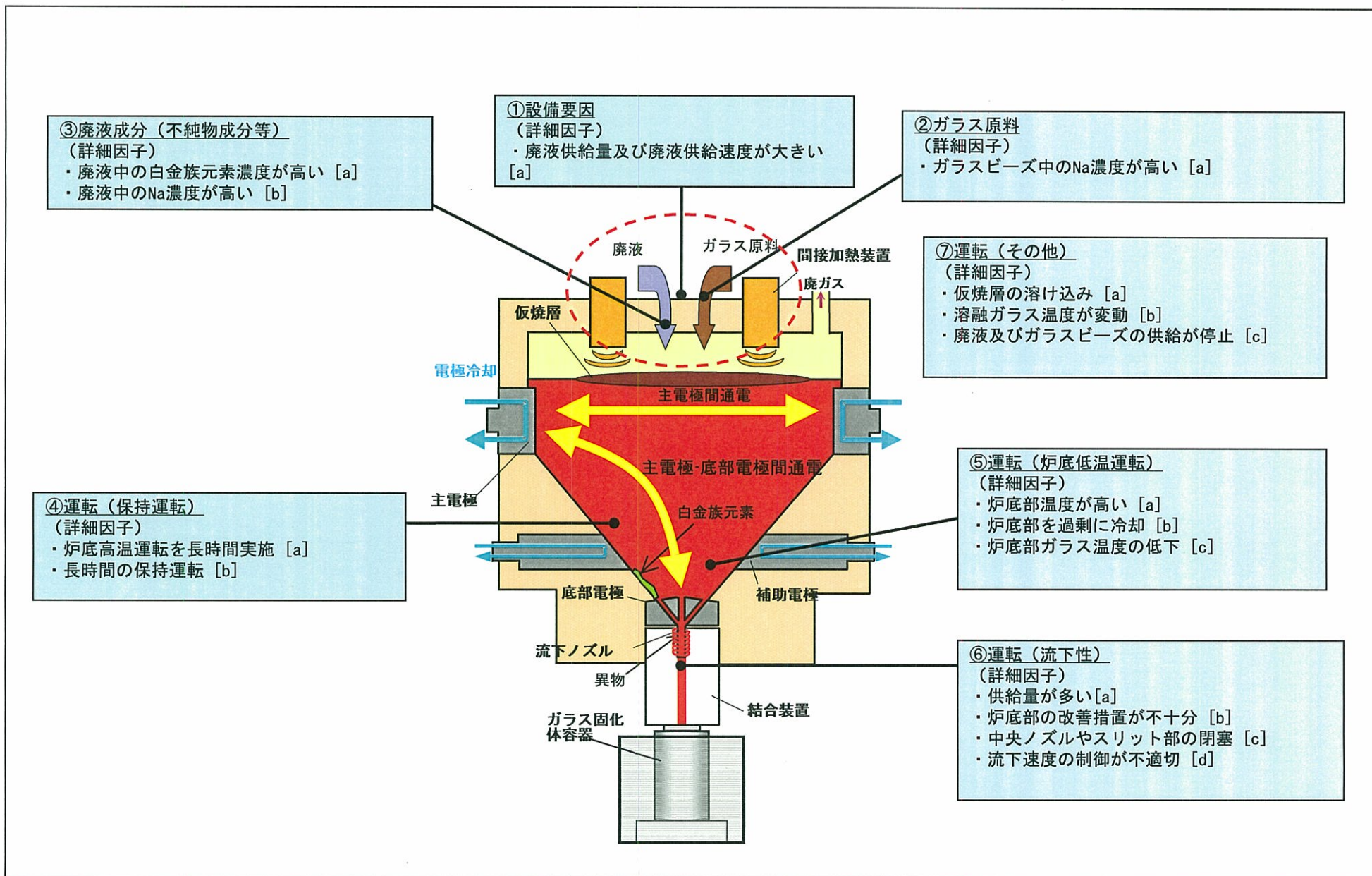
○アクティブ試験で観察された事象の分析を行った結果導き出された「白金族元素が沈降・堆積した」という原因に対する詳細な要因分析を実施した。

要因分析は、「ガラス溶融炉の運転」に係る以下の4つの観点から白金族元素の沈降・堆積に影響を与えるものを推定要因として洗い出し、それらに対し影響度合いの評価を行うこととした。

- ・ 設備（廃液供給量の設定等）
- ・ ガラス原料（ガラス原料として供給しているガラスビーズの性状等）
- ・ 廃液（ガラス溶融炉に供給した廃液の性状等）
- ・ 運転（ガラス溶融炉の電力投入量等）

○また、推定要因の影響が、これまでのデータ等では不明な場合には、溶融炉解析といった解析手法により分析・評価を行った。

白金族元素の沈降・堆積に影響を及ぼす要因因子マップ



【「Ⅱ. 白金族元素が沈降・堆積した」ことに対する要因分析】

白金族元素の沈降を管理できなかったことに対する要因として、以下のものが考えられる。

a. 白金族元素を炉内に保持したまま、主底加熱による炉底高温運転を長時間実施したため、白金族元素の沈降が促進した。

： 長時間の主底加熱によって、流下開始前の補助電極上部における白金族元素濃度が上昇し、次回の流下時の白金族元素濃度が高くなることが溶融炉解析によってわかった。

b. 白金族元素を炉内に長時間保持することにより、白金族元素の沈降が促進した。

： 27時間保持（主底加熱含む）によって、流下開始前の炉底部の白金族元素濃度が上昇することが溶融炉解析によってわかった。

c. 炉底部の改善措置が不十分な状態で廃液供給を実施し、白金族元素の堆積が促進された。

： 炉底攪拌後の21バッチ目における流下速度が通常より遅かった。

d. 廃液及びガラスビーズ供給量は一定であるが、仮焼層の溶け込みによって、白金族元素の沈降量が増加した。

： 短時間に仮焼層の溶け込みを行った場合、補助電極上部における白金族元素濃度が上昇し、次回の流下時の白金族元素が高くなることが溶融炉解析によって分かった。

e. 溶融ガラス温度が変動し、白金族元素の沈降速度が変動したため、炉内の白金族元素バランスが崩れた。

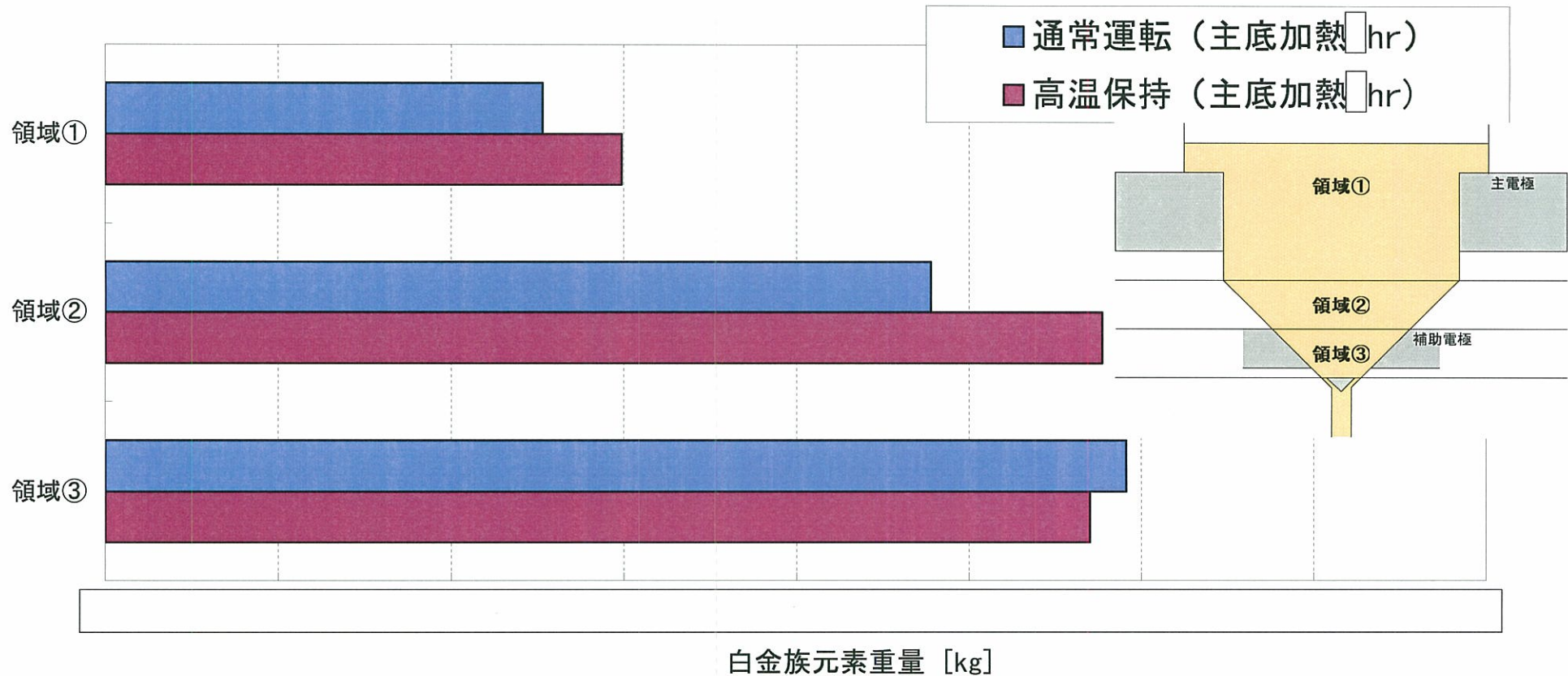
： 溶融ガラス温度が変動し、白金族元素の沈降速度も変動した。溶融ガラス温度の違いにより白金族元素の炉内分布が変化することが溶融炉解析結果によって分かった。

【「Ⅱ. 白金族元素が沈降・堆積した」ことに対する要因分析】

観察事象の推定要因	因子マップ	アクティブ試験結果等による要因分析				新たな確認手法による要因分析	総合評価	
		分析データ			分析結果			
		過去データ	ATデータ	試料分析				
4. 運転								
(1) 白金族元素を炉内に保持したまま、主底加熱による炉底高温保持運転を長時間実施したため、白金族元素の沈降が促進した。	④a		●		○	A016：偏流対応のため、主底加熱による炉底高温保持運転を□時間以上実施した後運転を再開した結果、当該バッチ(A016)及び次バッチ(A017)の流下速度が通常(50kg/h到達□分以内)に対し、□時間以上要していた。	【溶融炉解析】 溶融炉解析結果より、長時間の主底加熱によって、流下開始前の補助電極上部における白金族元素濃度が上昇し、次の流下時の白金族元素濃度が高くなることが分かった。	○
(2) 白金族元素を炉内に保持したまま、長時間保持することにより、白金族元素の沈降が促進した。	④b		●		○	A019：炉底攪拌装置設置のため約27時間保持し運転を再開した結果、当該バッチの流下速度が通常(50kg/h到達□分以内)に対し、□時間以上要していた。	【溶融炉解析】 溶融炉解析結果より、□時間保持(主底加熱含む)によって、流下開始前の炉底部の白金族元素濃度が上昇することが分かった。	○
(3) 炉底部の改善措置が不十分な状態で廃液供給を実施し、白金族元素の堆積が促進された。	⑥b		●		○	A021：流下速度(50kg/h到達□分以内)が通常より遅かった(□時間以上)。	—	○
(4) 廃液及びガラスピース供給量は一定であるが、仮焼層の溶け込みによって、白金族元素の沈降量が増加した。	⑦a		●		?	A008：仮焼層の溶け込みと推定される気相温度の上昇とガラス温度の低下が見られたが、流下速度(50kg/h到達□分以内)は通常通りであった。 A011：仮焼層の溶け込みと推定される気相温度の上昇とガラス温度の低下が見られたが、流下速度(50kg/h到達□分以内)は通常通りであった。 A016：仮焼層の溶け込みと推定される気相温度の上昇とガラス温度の低下が見られ、流下速度(50kg/h到達□分以内)が通常より遅かった(□時間以上)。	【溶融炉解析】 短時間に仮焼層の溶け込みを行った場合における、炉底部の白金族元素濃度を溶融炉解析により評価した結果、炉底部の白金族濃度は通常運転時の場合とほぼ同じであるが、補助電極上部における白金族元素濃度が上昇し、次の流下時の白金族元素が高くなることが分かった。	○
(5) 溶融ガラス温度が変動し、白金族元素の沈降速度が変動したため、炉内の白金族元素バランスが崩れた。	⑦b		●		○	溶融ガラス温度が変動し、白金族元素の沈降速度も変動した。	【溶融炉解析】 溶融炉解析結果より、溶融ガラス温度の違いにより白金族元素の炉内分布が変化することが分かった。また、ガラス温度が低くなると炉内保有量が多くなることが分かった。	○
(6) ガラス溶融炉のガラス液位高警報発報によるインターロックにより廃液及びガラスピースの供給が停止し、停止期間中に仮焼層が溶け込んだことにより白金族元素の沈降が促進した。	⑦c		●		?	インターロックにより原料供給が停止していた時間(□分～□時間)に、気相温度の上昇およびガラス温度の低下が見られていることから、仮焼層の溶け込みが推定されるが、この時に主電極電力も低下させていることから、ガラス温度の低下が仮焼層の溶け込みによるものなのか電力不足によるものなのか不明である。	【溶融炉解析】 短時間に仮焼層の溶け込みを行った場合における、炉底部の白金族元素濃度を溶融炉解析により評価したところ、炉底部の白金族濃度は通常運転時の場合とほぼ同じであった。したがって、短時間での仮焼層に溶け込みによる白金族元素の沈降促進による影響は小さい。	×

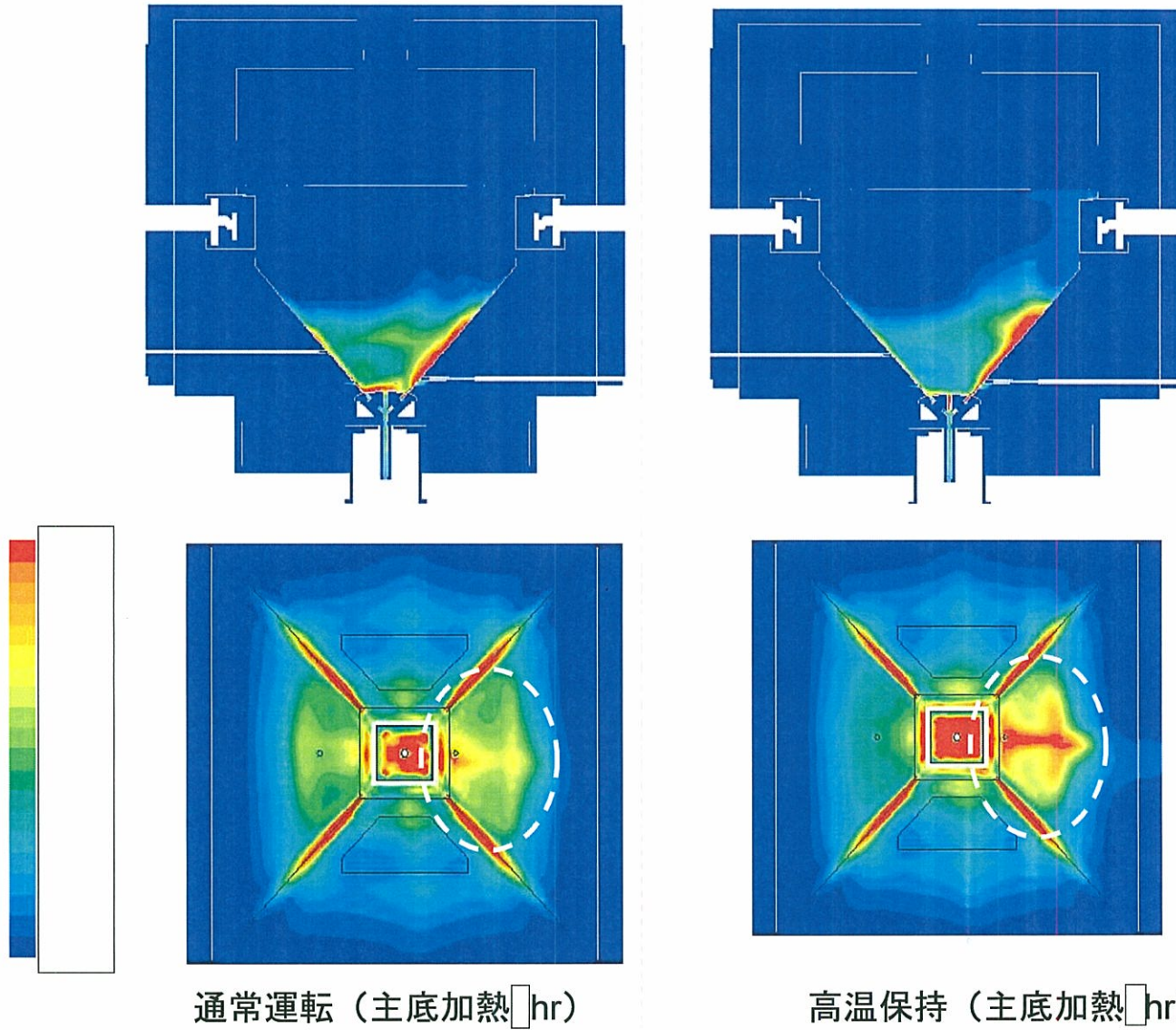
炉底高温保持運転（A016）における白金族元素沈降評価（溶融炉解析）

主底加熱により発生する底部電極直上から炉上方への対流の影響で、補助電極上部（領域②）における白金族元素濃度が高くなるため次回以降の流下に影響がある。



流下開始時の白金族元素分布

流下開始時の炉底傾斜部の白金族元素堆積状態（熔融炉解析）

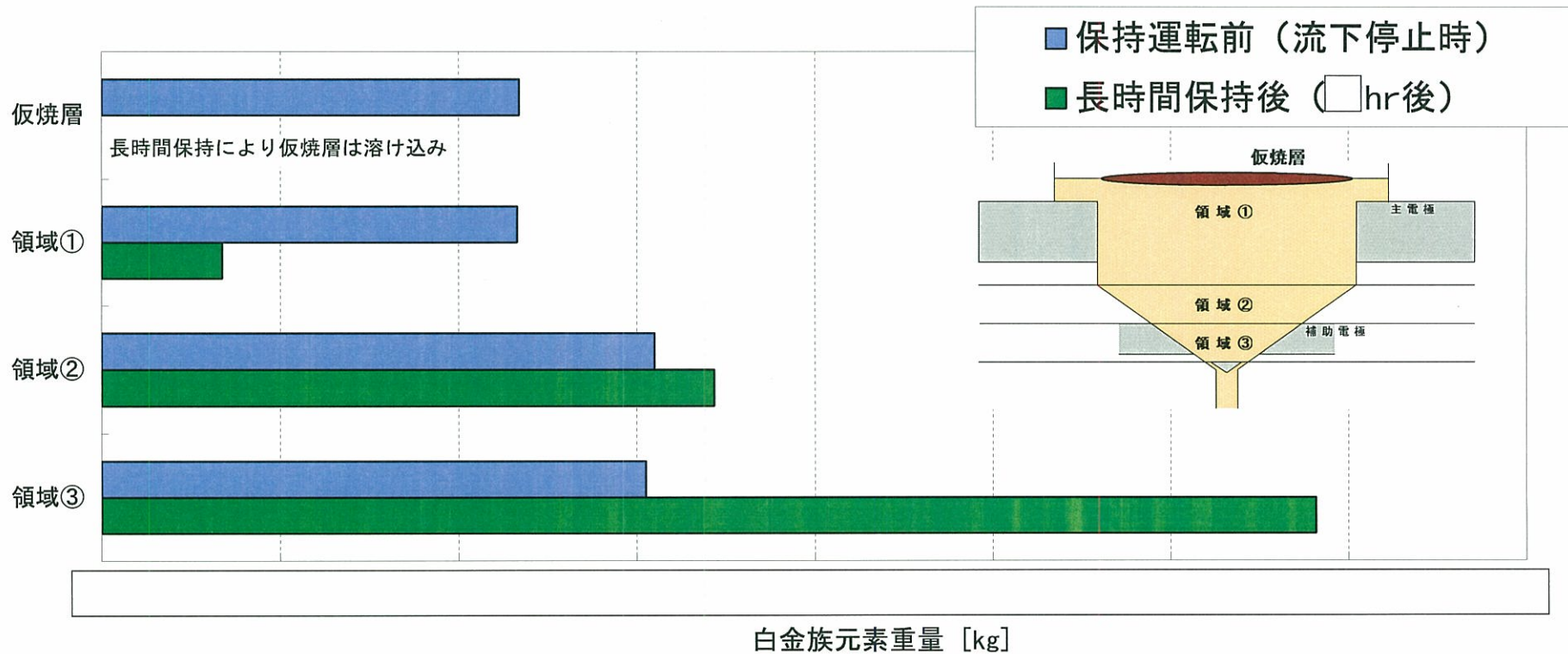


主底加熱が長くなることで炉底傾斜面への白金族元素堆積濃度が増加する。

保持運転 (A019) における白金族元素沈降評価 (溶融炉解析)

長時間保持をすると炉底 (領域③) の白金族元素濃度が高くなる。

アクティブ試験の原料供給停止時における気相温度が \square °C まで上昇する時間が約 \square 時間であり、仮焼層溶け込みに要する時間としている。また、補助電極冷却空気流量は一定。

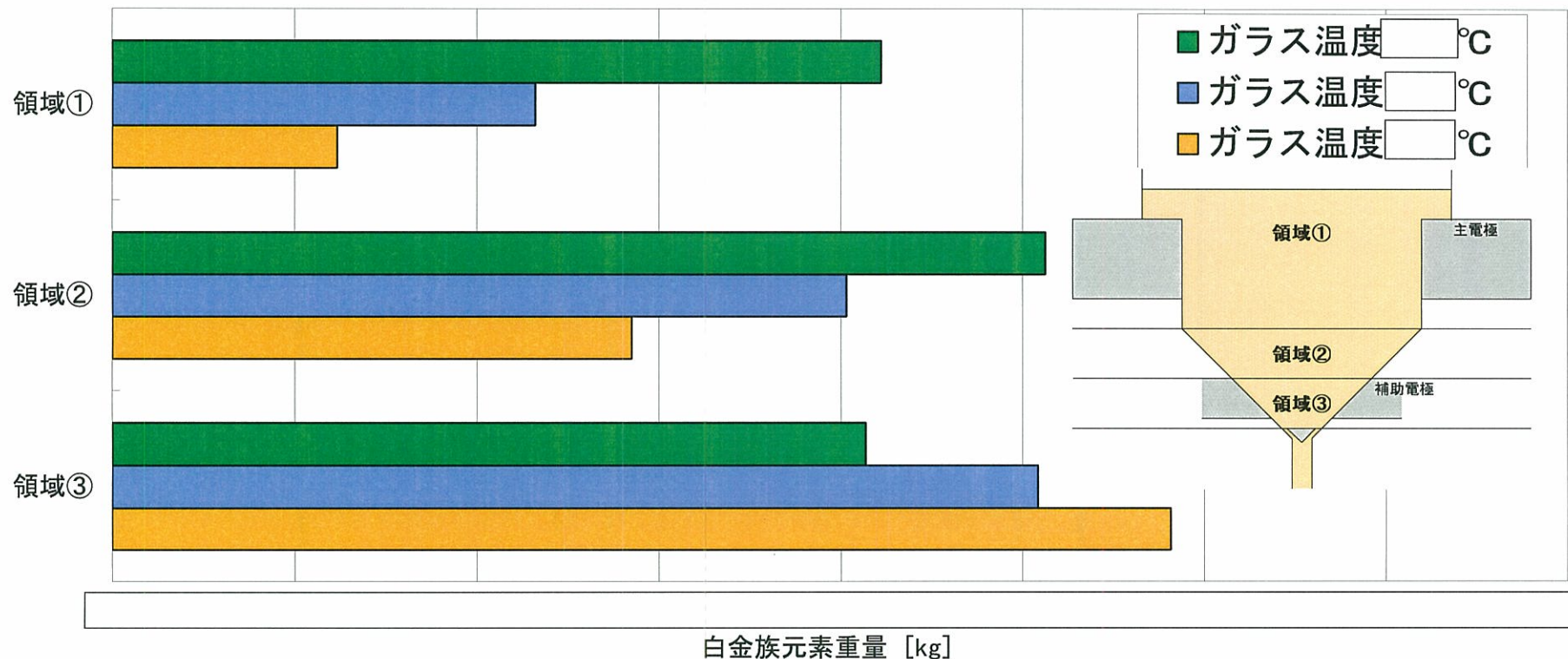


各領域の白金族元素分布

ガラス温度と炉内白金族元素分布の関係（熔融炉解析）

- 標準状態（℃）と比較して、上部ガラス温度が低いケース（℃）では、炉内上部領域の白金族粒子量が高く、上部ガラス温度が高いケース（℃）では炉内上部領域の白金族粒子が低くなる。
- 上部ガラス温度が低めで推移しても、いずれかの段階で炉内の白金族粒子のバランスはとれると考えられるが、上部ガラス温度が低い状態で推移していることから、短期間で高い状態へ移行していった場合には、炉内の白金族粒子分布のバランスが崩れ、炉底部への沈降量が増加することにつながる考えられる。

なお、本解析においては、炉底冷却条件を一定としているため、ガラス温度の変動により、炉底温度も変動することから、炉底部（領域②、③）における白金族粒子保有の比較は参考とする。



炉底加熱開始時の各領域の白金族元素分布（4バッチ目）