

## 【「I. 仮焼層の形成が不十分・不安定であった」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「仮焼層の形成が不十分・不安定であった」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」に関係する以下の4つの観点から仮焼層形成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。

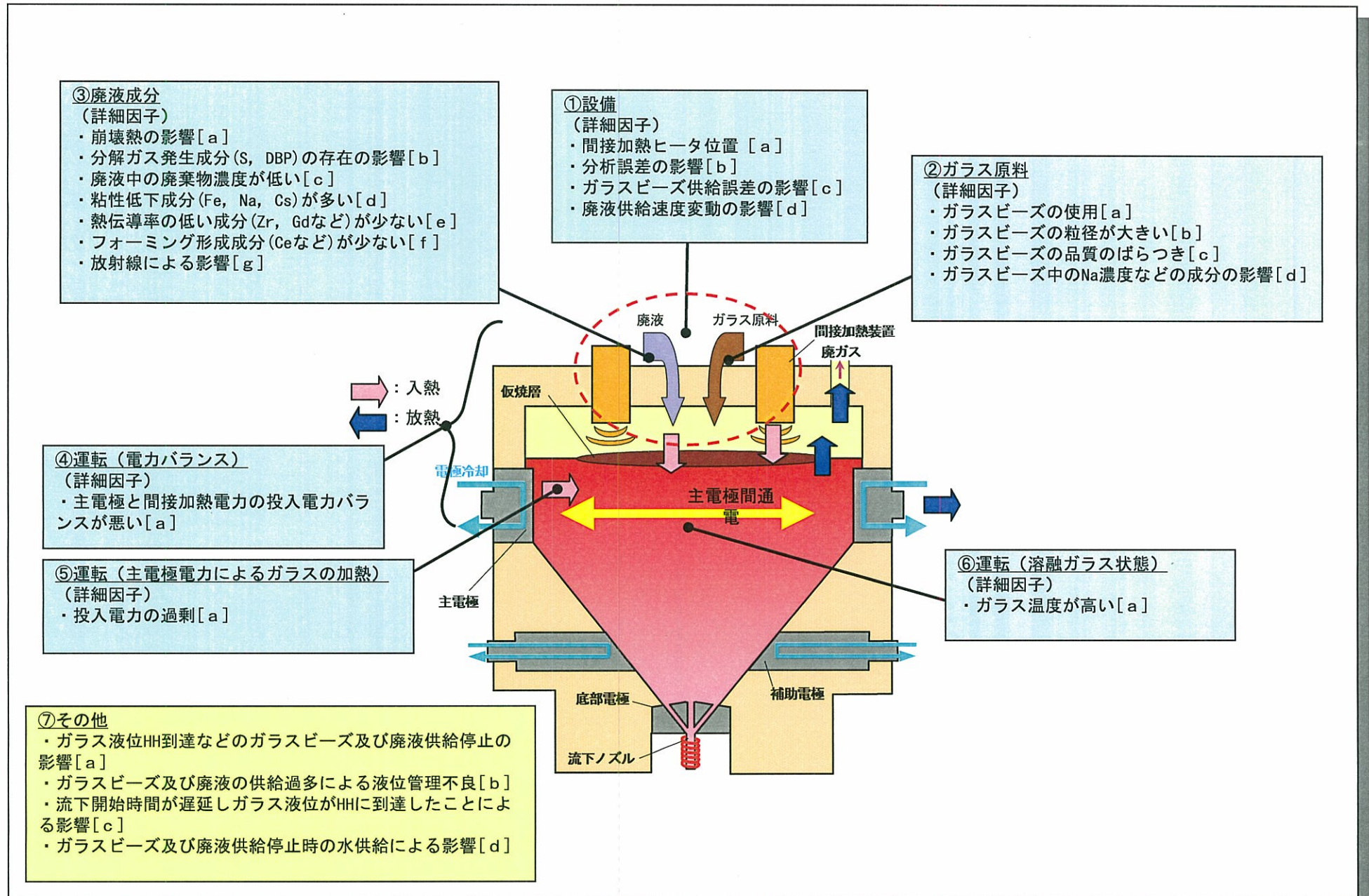
- ・ 設備（ガラス溶融炉内の装置の配置等）
- ・ ガラス原料（ガラス原料として供給しているガラスビーズの性状等）
- ・ 廃液（ガラス溶融炉に供給した廃液の性状等）
- ・ 運転（ガラス溶融炉の電力投入量等）

○なお、廃液成分の観点については、今回アクティブ試験で処理した廃液の分析結果から、模擬廃液との違いを確認し、模擬廃液に含まれていなかった成分及び含有量が模擬廃液と大きく異なる成分についてその影響を評価した。

○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、熱バランス計算といった解析手法及び実験炉による試験などを実施することにより評価・分析を行った。



## 仮焼層形成に影響を及ぼす要因因子マップ





## 【「I. 仮焼層の形成が不十分・不安定であった」ことに対する要因分析】

仮焼層形成が不安定であったことに対する要因として、以下の項目が考えられるという結論に至った。

- a. 崩壊熱により仮焼層内の昇温性が向上した。（崩壊熱による仮焼層溶融）  
：断熱効果のある仮焼層の内部発熱により仮焼層の溶融性が高まることが熱バランス計算で確認された。
- b. 廃液中に含まれる硫黄などの微量成分の影響  
：実験炉試験では、廃液中に硫黄成分が存在すると硫黄成分が含まれていない廃液と比べて仮焼層形成が遅いという結果であった。
- c. 廃液中の廃棄物濃度の影響  
：廃液中の廃棄物酸化物濃度が低いことにより、仮焼層形成成分の供給速度が小さくなり、仮焼層は形成し難くなる。（但し、模擬廃液による試験において今回処理した廃液と同程度の廃棄物濃度でのガラス固化運転の実績がある。）
- d. 電力投入量の主電極間通電と間接加熱による投入バランスが悪かった。  
：仮焼層における崩壊熱の影響を考慮した状態で、アクティブ試験でガラス固化した廃液を使用した場合の評価を行った結果、ガラス温度等を目標とする範囲内におさめるための主電極電力及び間接加熱装置への電力投入範囲は非常に狭いことが熱バランス計算により、判った。



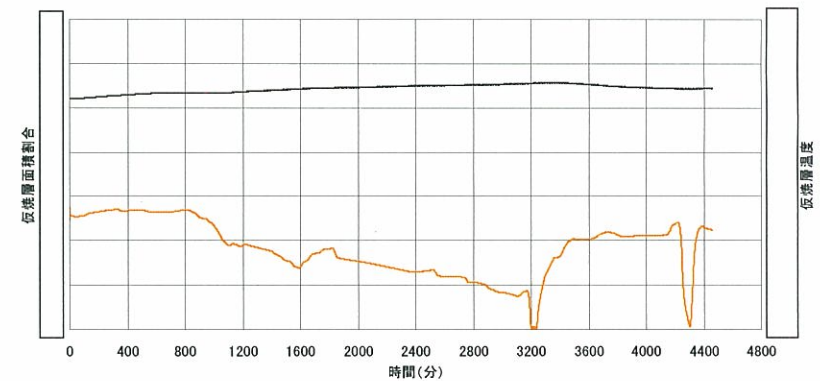
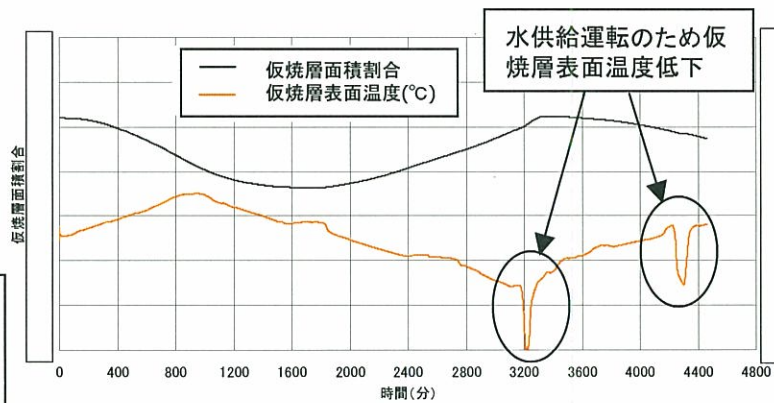
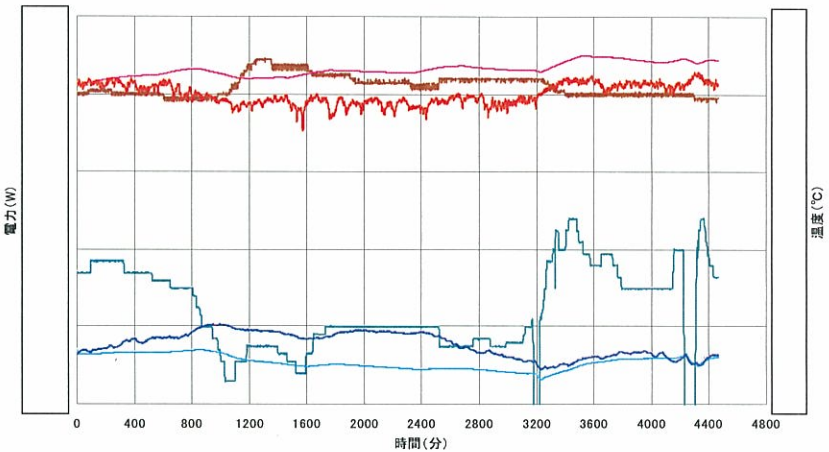
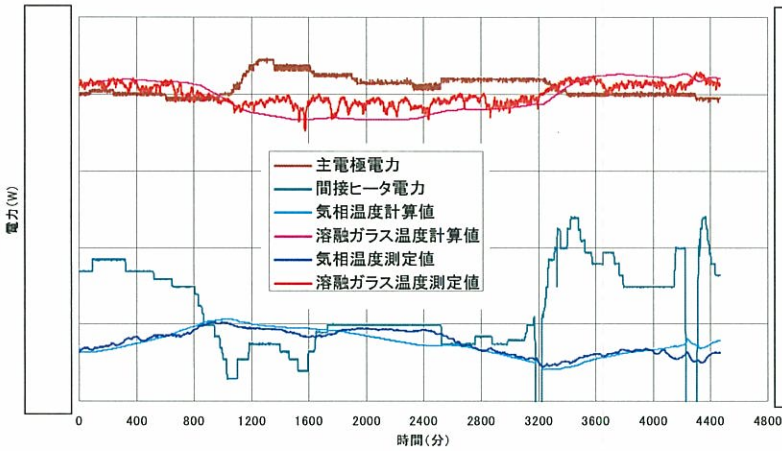
## 【 「 I . 仮焼層の形成が不十分・不安定であった」 ことに対する要因分析 】

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				分析結果	新たな確認手法による要因分析	総合評価
		分析データ			過去データ			
		ATデータ	試料分析					
<b>3. 廃液成分(不純物成分等)</b>								
(1) 仮焼層における崩壊熱の影響	③a	●	●	●	?	廃液成分のガラス化に必要な熱量に対して、崩壊熱は数%と小さく、仮焼層に対する影響はこれまでのデータ等では不明	【熱バランス計算】 仮焼層の内部発熱により仮焼層の溶融性が高まることが確認された。	○
(2) 仮焼層における廃液中に微量に存在する硫黄、DBPの影響	③b	●	●	●	?	ガラス溶融炉に供給した廃液中に硫黄成分及びDBPは含まれているものの仮焼層に対する影響はこれまでのデータ等では不明	【実験炉試験】 廃液中に硫黄またはDBPが存在すると仮焼層形成が遅いとの結果を得た。  【小型溶融炉試験】 廃液中に硫黄が存在すると気相温度高くなった。(硫黄が含有すると仮焼層が形成され難いことの影響によるもの)	○
(3) 廃液中の廃棄物濃度が低いことの影響	③c	●	●	●	?	廃液中の全廃棄物酸化物濃度が低いため、仮焼層形成成分の供給速度が小さくなり、仮焼層は形成し難くなるが、模擬廃液による試験において同程度廃棄物濃度での実績有	【実験炉試験】 廃液濃度が低いと仮焼層形成速度は遅くなるが、形成した後はほぼ同程度となることを確認した。	△
(4) 粘性低下(Fe, Na, Cs)成分が多いことの影響	③d	●	●	●	?	模擬廃液と高レベル廃液の化学組成を比較すると多少の違いはあるもののその影響はこれまでのデータでは不明	【実験炉試験】 AT 模擬廃液と高模擬廃液(高燃焼度)において、仮焼層形成に大きな差がないことを確認した。	x
(5) 熱伝導率の低い成分(Zr, Gd など)が少ないことの影響	③e	●	●	●	?			x
(6) 仮焼層でフォーミングを起こしやすい成分(Ce など)が少ないことの影響。	③f	●	●	●	?			x
<b>4. 運転</b>								
(7) 電力投入量の主電極間通電と間接加熱による投入バランスが悪いことの影響	④a	●	●	●	?	アクティブ試験前に高模擬廃液を用いて実施したコールド試験時の電力投入条件に崩壊熱の影響を考慮して設定した条件に基づき電力投入を行ったが、仮焼層は不安定(実績に基づく条件設定)	【熱バランス計算】 アクティブ試験でガラス固化した廃液を使用した場合の電力投入条件の評価を行った結果、仮焼層における崩壊熱の影響を考慮した状態では、ガラス温度等を目標とする範囲内にするための主電極電力等の運転範囲が非常に狭いことが判った(間接加熱電力の電力条件によっては運転領域が無い場合もある)。なお、コールド試験(KMOC)では運転領域で安定した運転が行われていることが確認された。	○

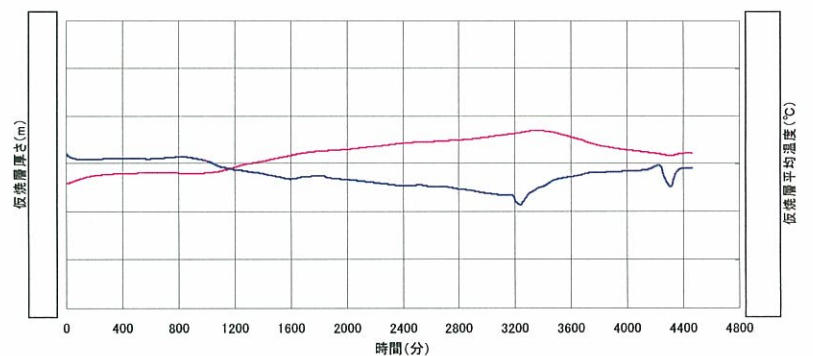
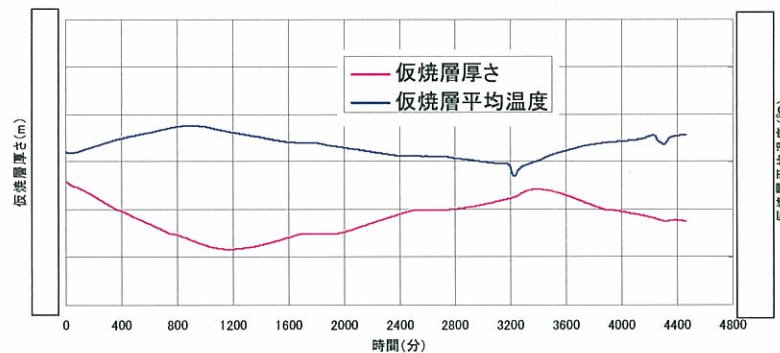


# 非定常計算による炉内温度評価、仮焼層評価 (A011-A015) (熱バランス計算)

仮焼層における崩壊熱を考慮しない場合は、間接加熱電力の変動などの影響に対して、ガラス温度、気相温度の感度が鈍くなる。



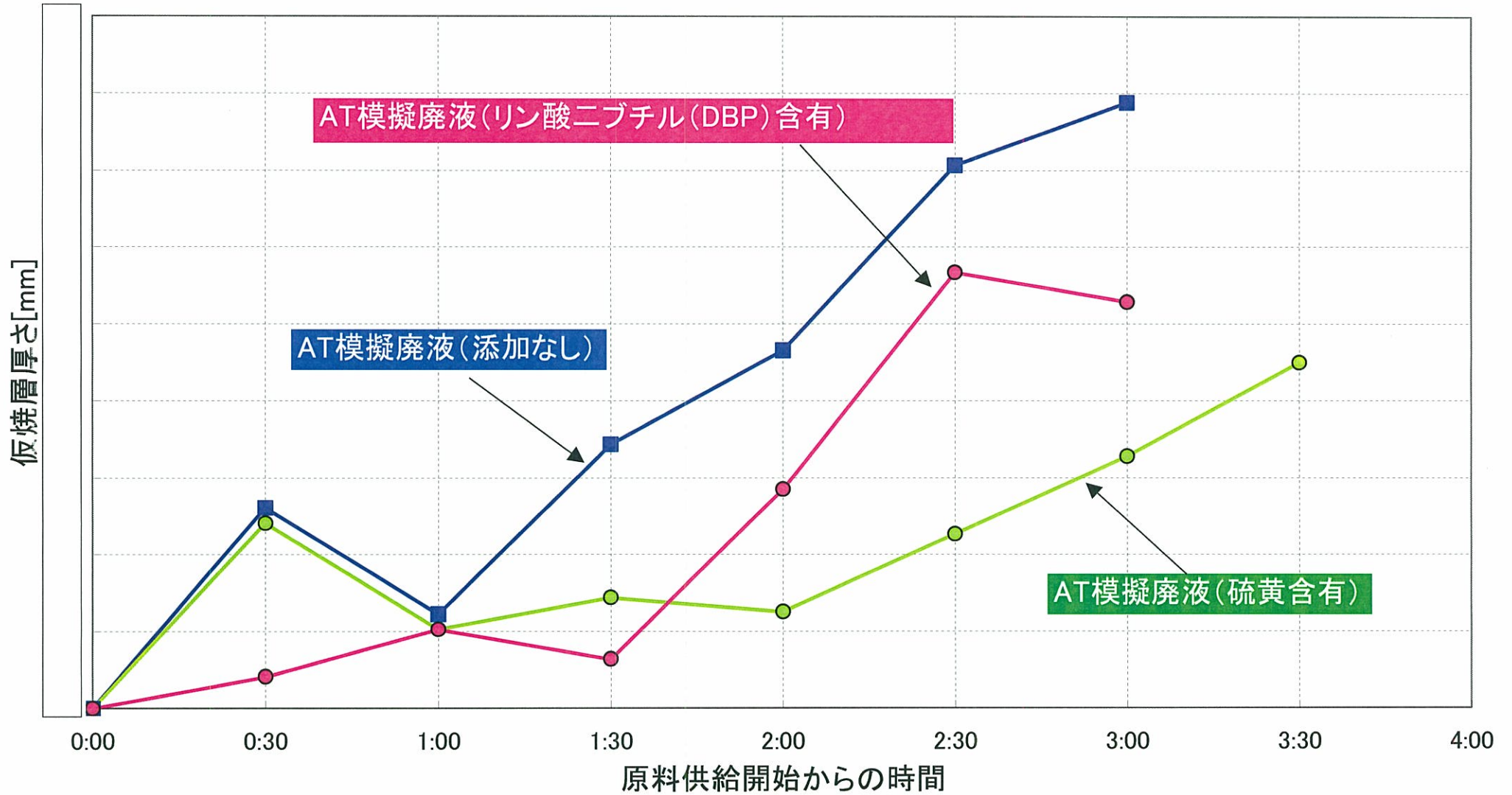
仮焼層における崩壊熱を考慮しない場合、仮焼層面積割合及び仮焼層厚さはほぼ一定であり、変動が小さい。



(仮焼層での崩壊熱を考慮したケース)

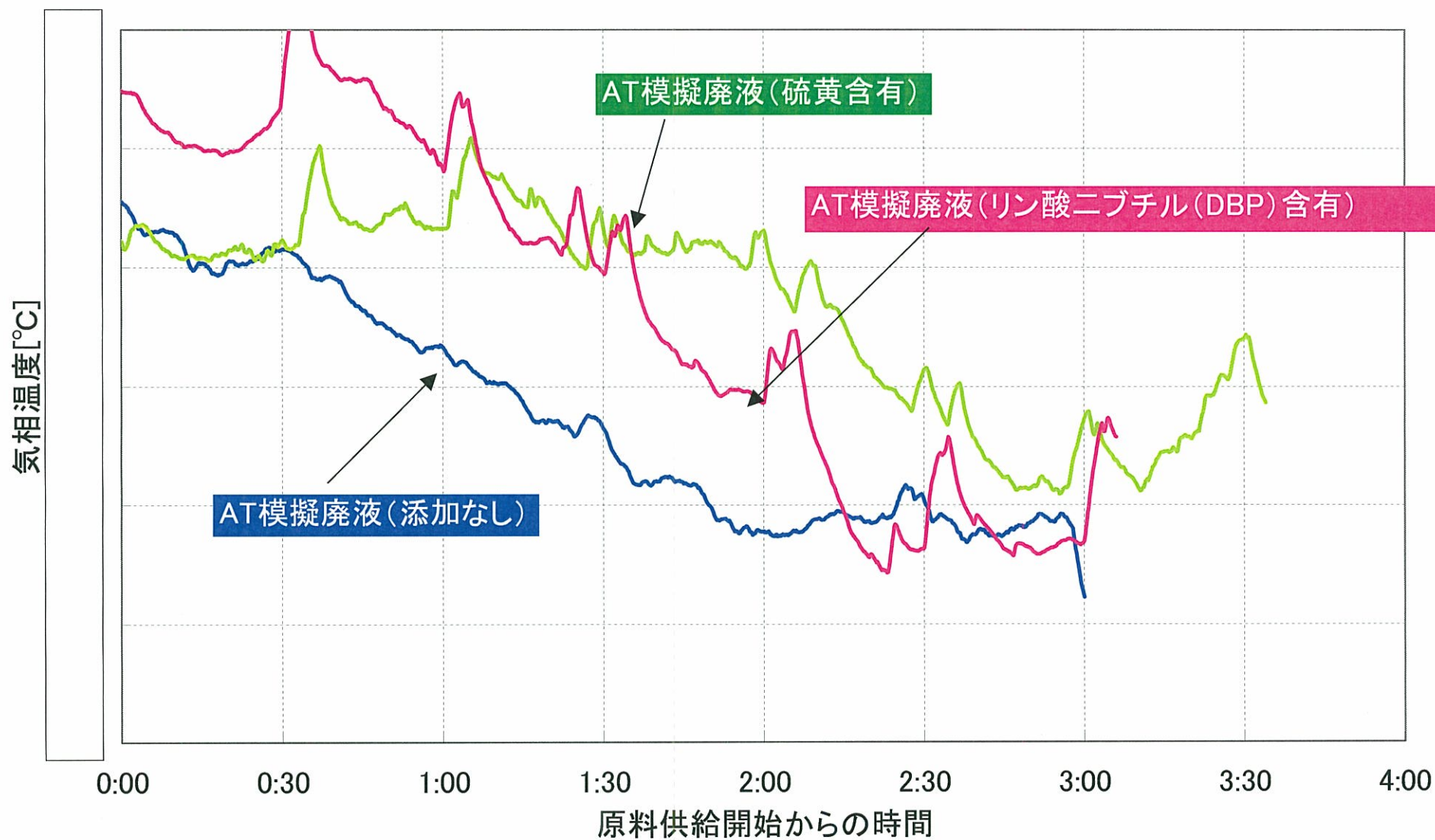
(仮焼層での崩壊熱を考慮しないケース)

# 仮焼層成長の比較（特定元素の影響）（実験炉試験）

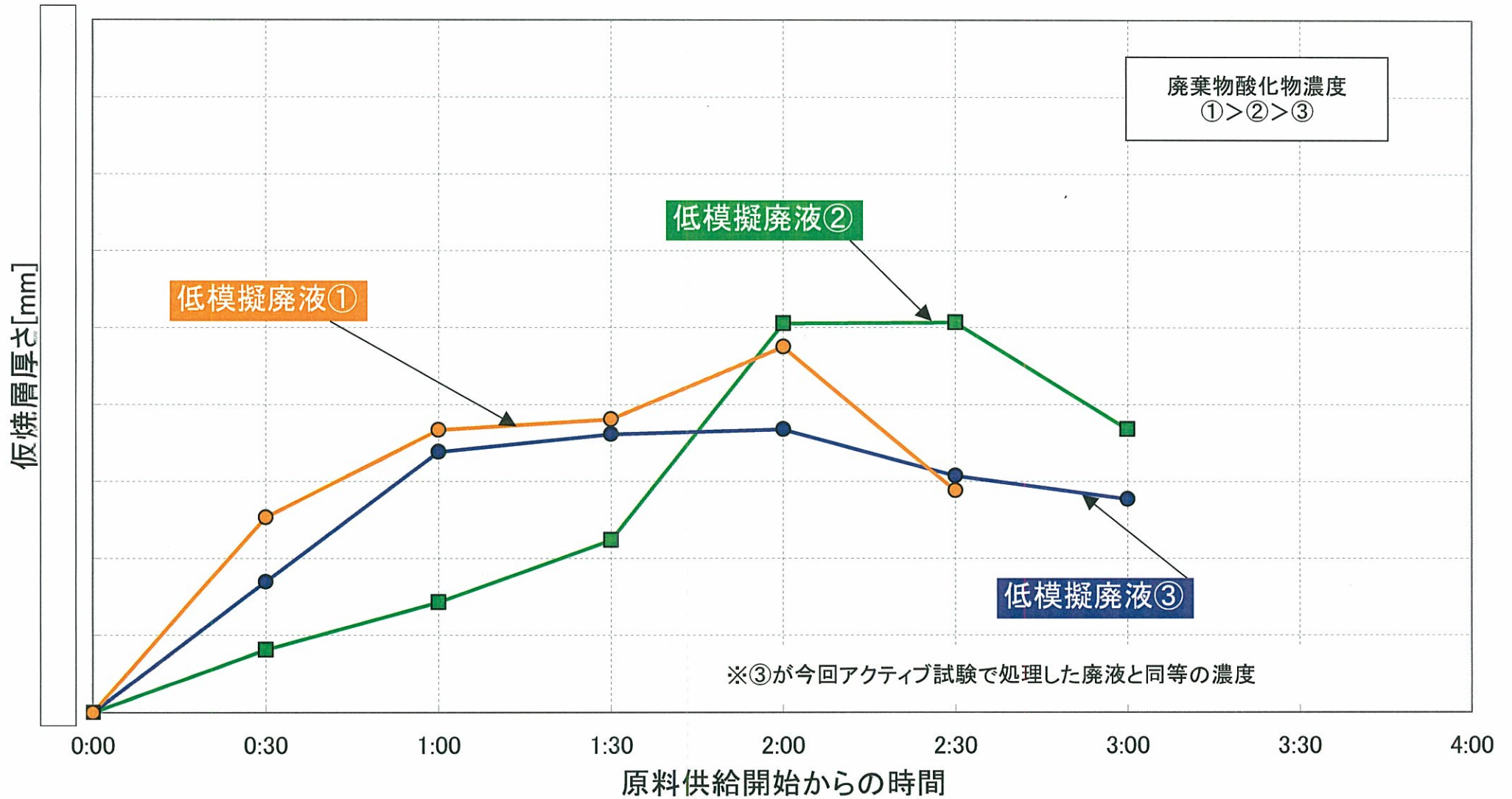




ガラスビーズ及び廃液の供給開始からの気相温度の変化（特定元素の影響）（実験炉試験）

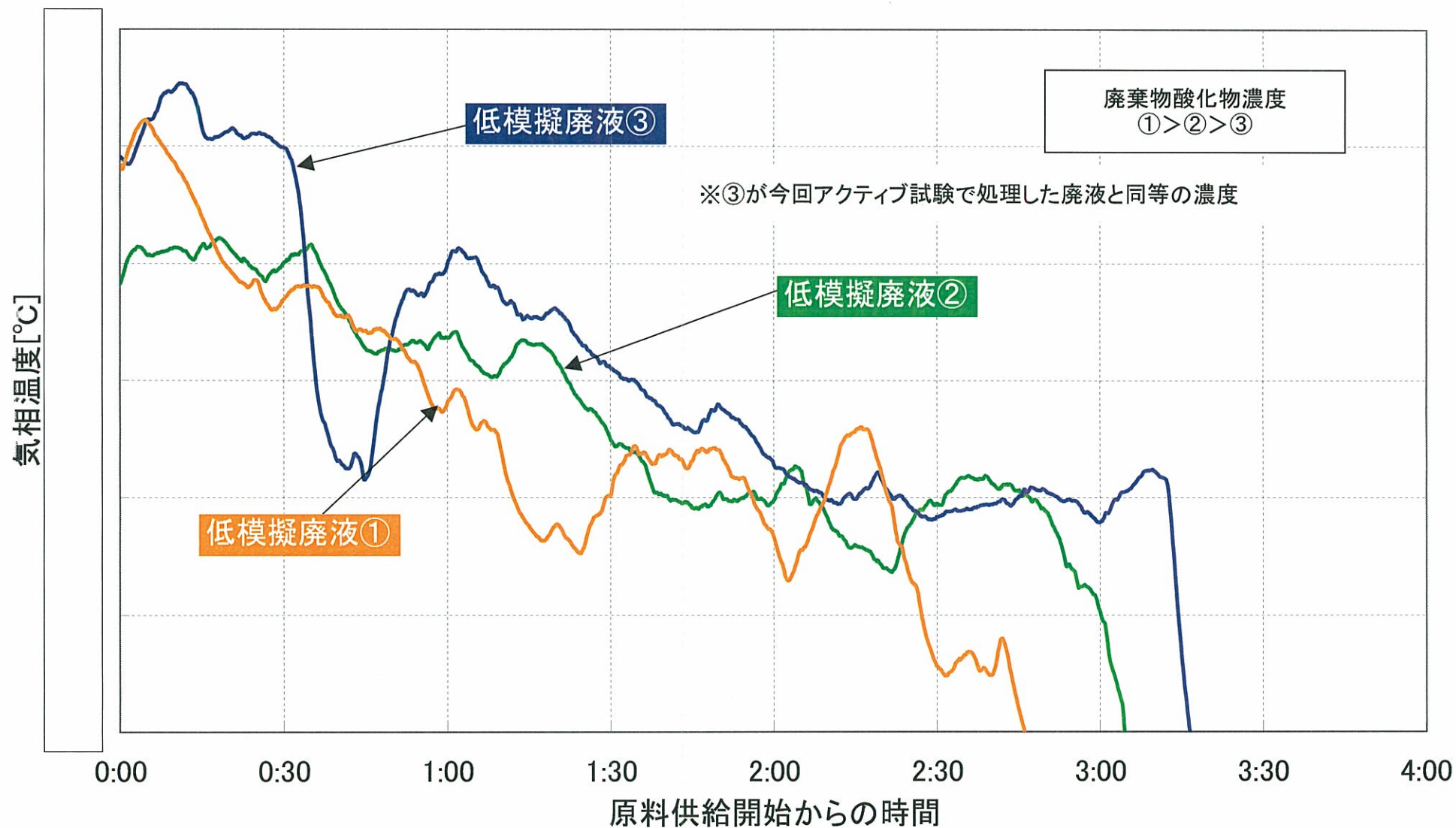


# 仮焼層成長の比較（廃液濃度の影響）（実験炉試験）



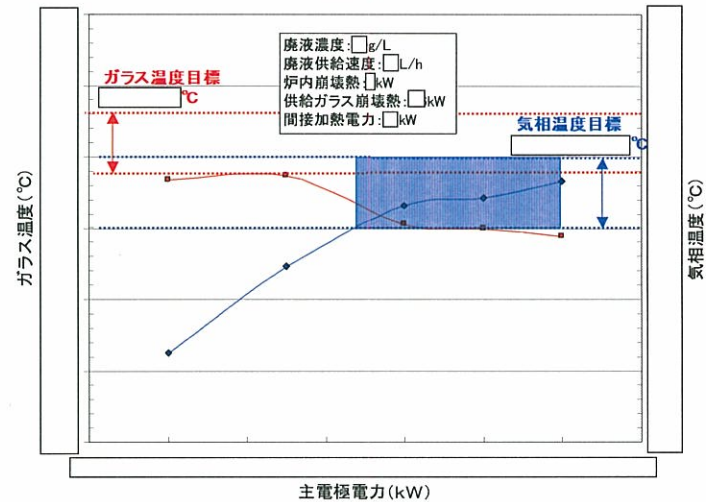
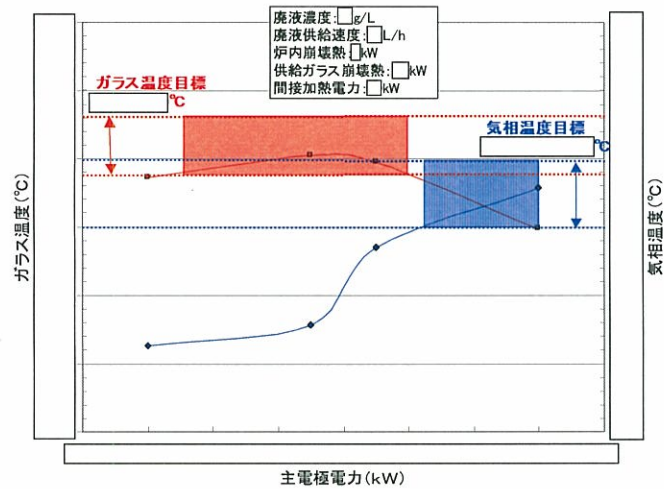
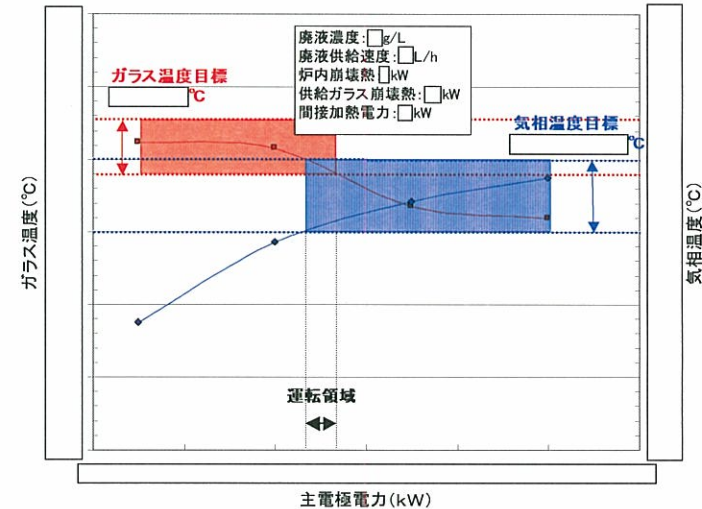
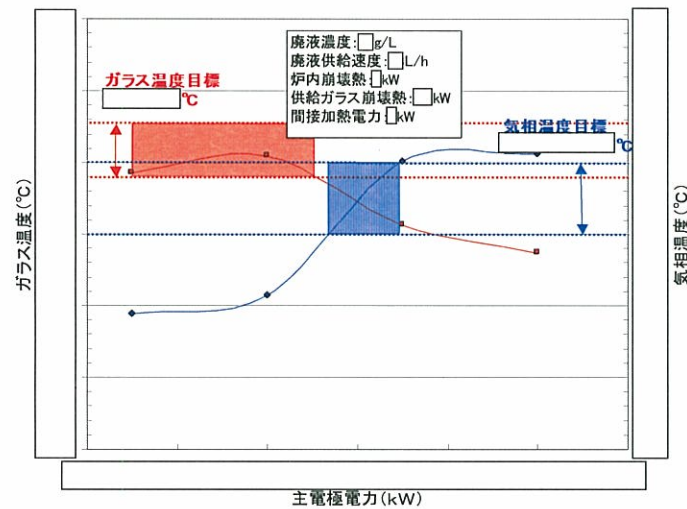


# ガラスビーズ及び廃液供給開始からの気相温度の変化（廃液濃度の影響）（実験炉試験）



## 当初運転目標に対する運転範囲の検討（熱バランス計算）

今回のAT廃液条件においては、化学試験結果などより安定運転条件として設定したガラス温度、気相温度を満足する運転領域は非常に狭い。





## コールド試験 (KMOC) における運転範囲の確認 (熱バランス計算)

コールド試験 (KMOC) においては、運転領域で安定した運転が行われていた。

