

追加した温度計や推定ガラス温度を用いて
安定した運転が実施できることを確認

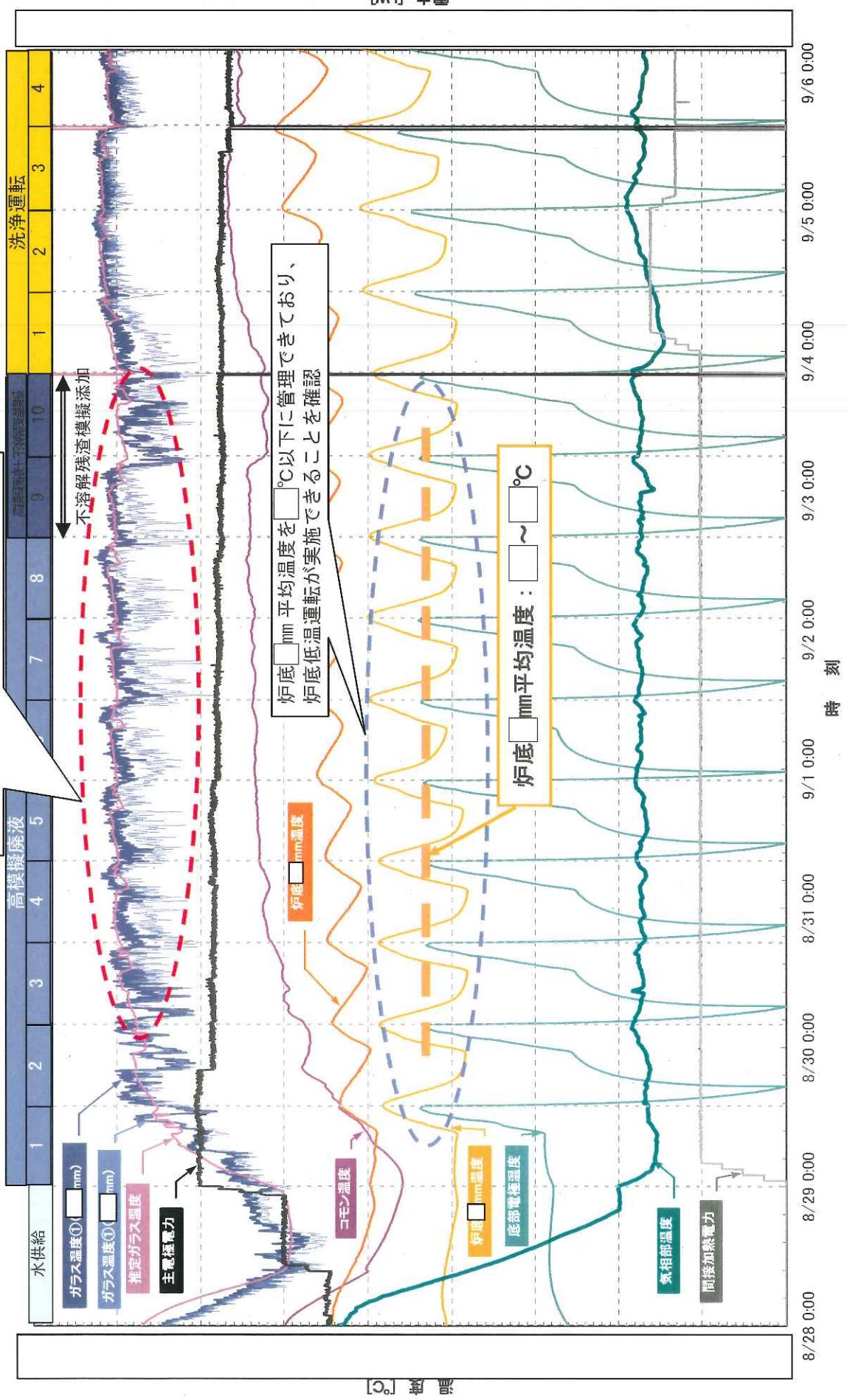


図-36 廃液供給と洗浄運転の切替時の安定運転確認等 (KMO C) (1/2)

洗浄運転から模擬廃液供給に切り替えた時も
安定した運転ができることを確認

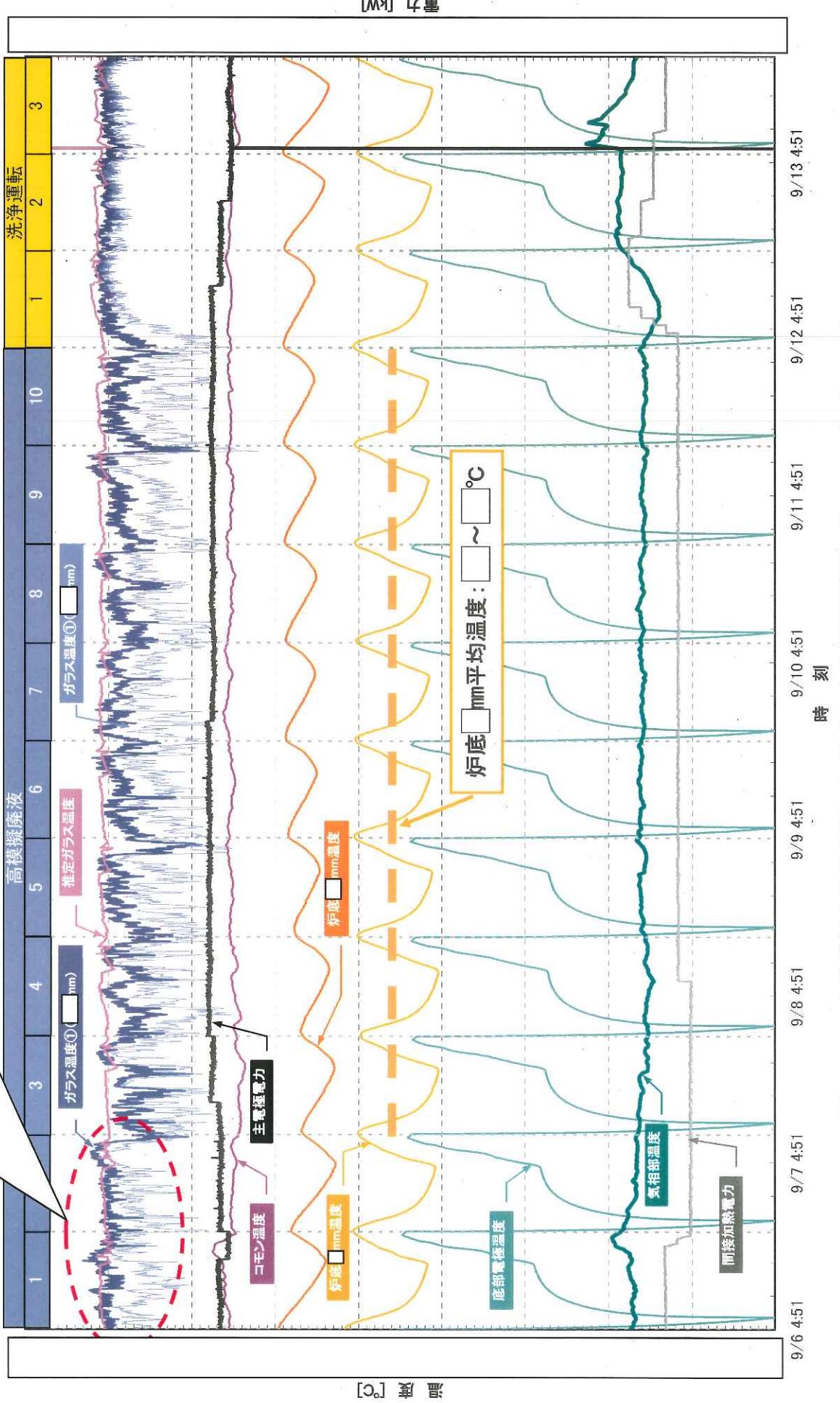


図-36 廃液供給と洗浄運転の切替時の安定運転確認等 (KMO C) (2/2)

追加した温度計や推定ガラス温度を用いて
安定した運転が実施できることを確認

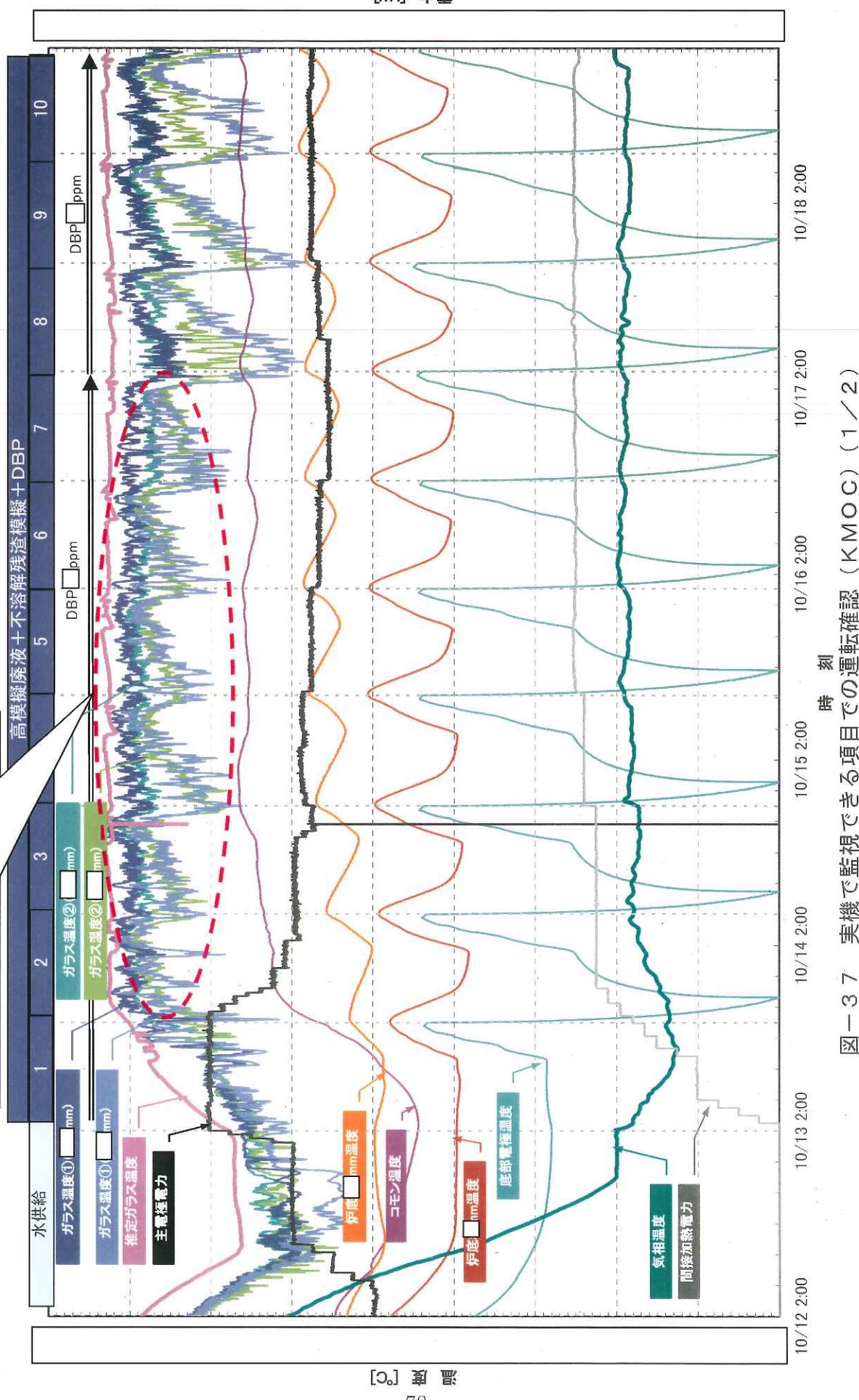
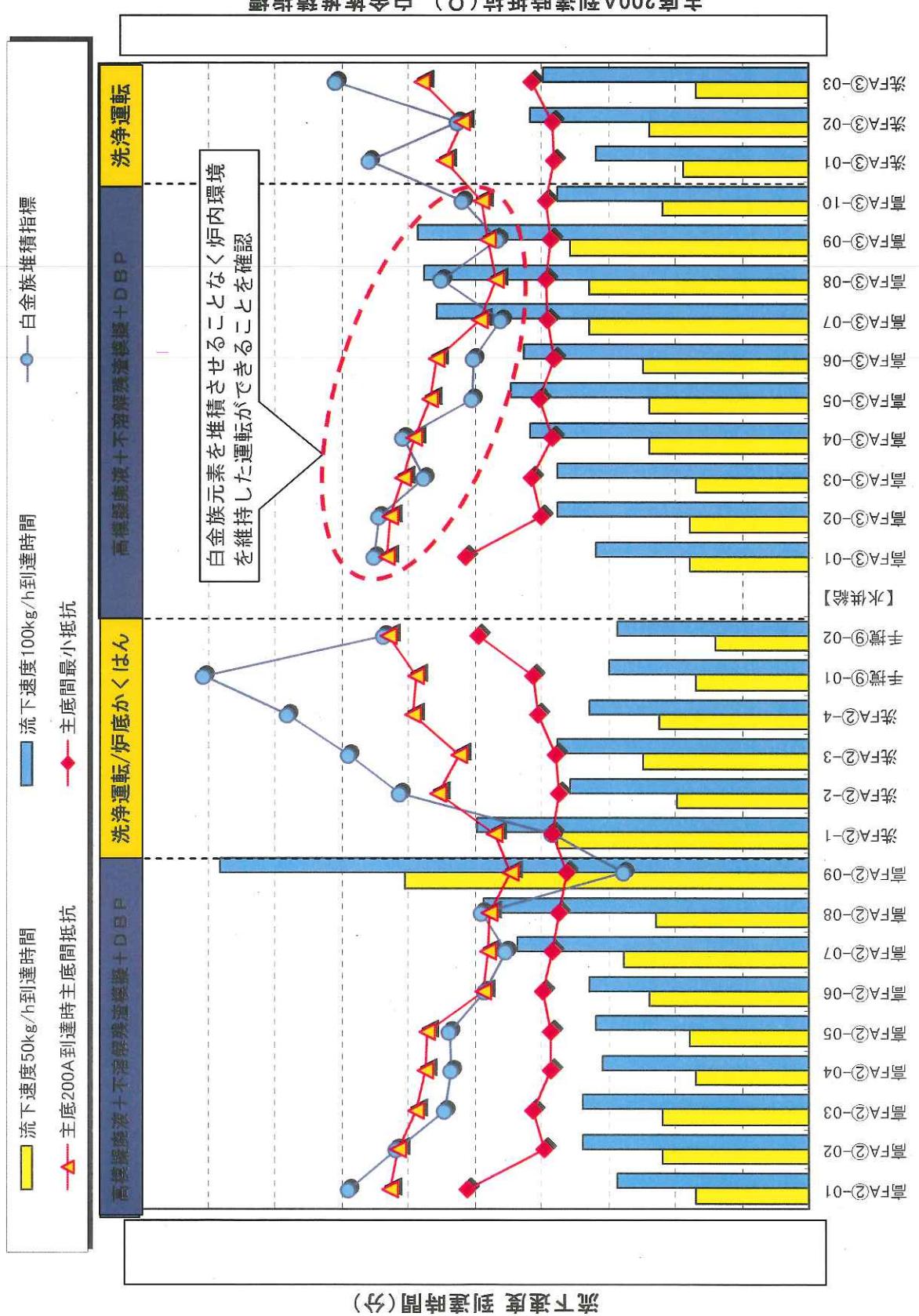


図-37 実機で監視できる項目での運転確認 (KMOG) (1/2)

図-37 実機で監視できる項目での運転確認 (KMOG) (2/2)



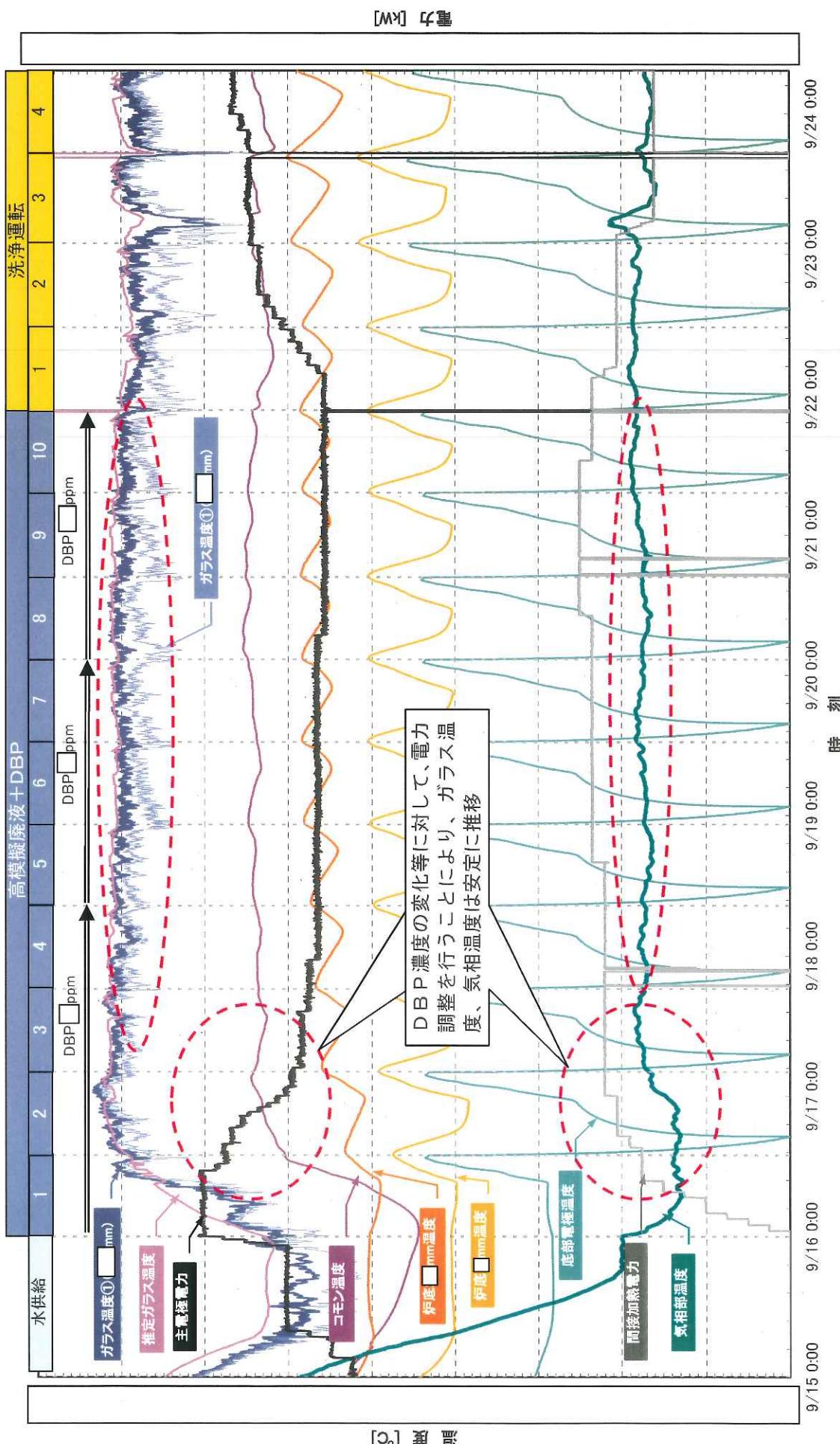
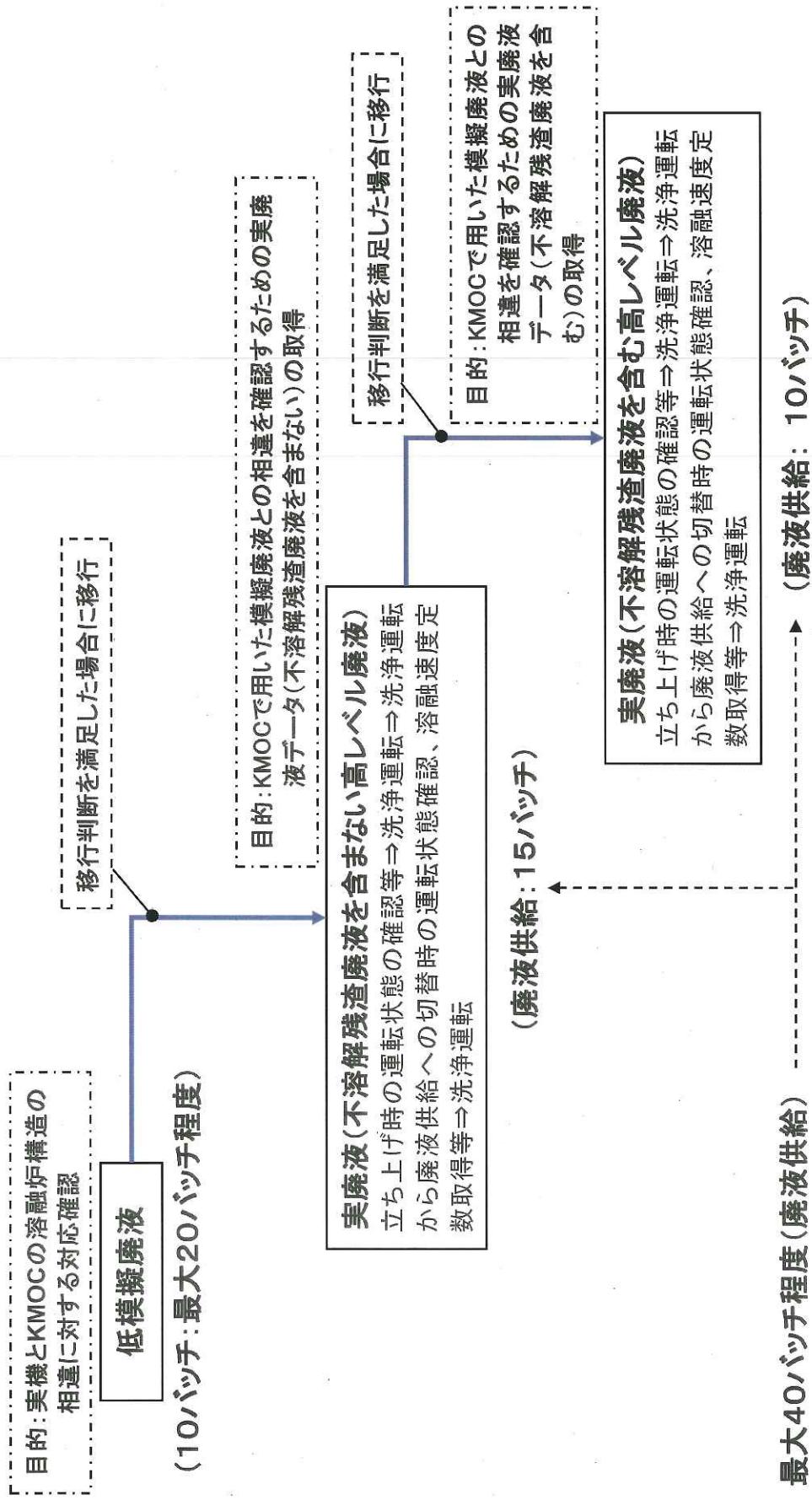


図-38 DBP濃度の変化等に対する電力調整 (KMO C)



図－39 KMOGと実機の比較評価に係る計画

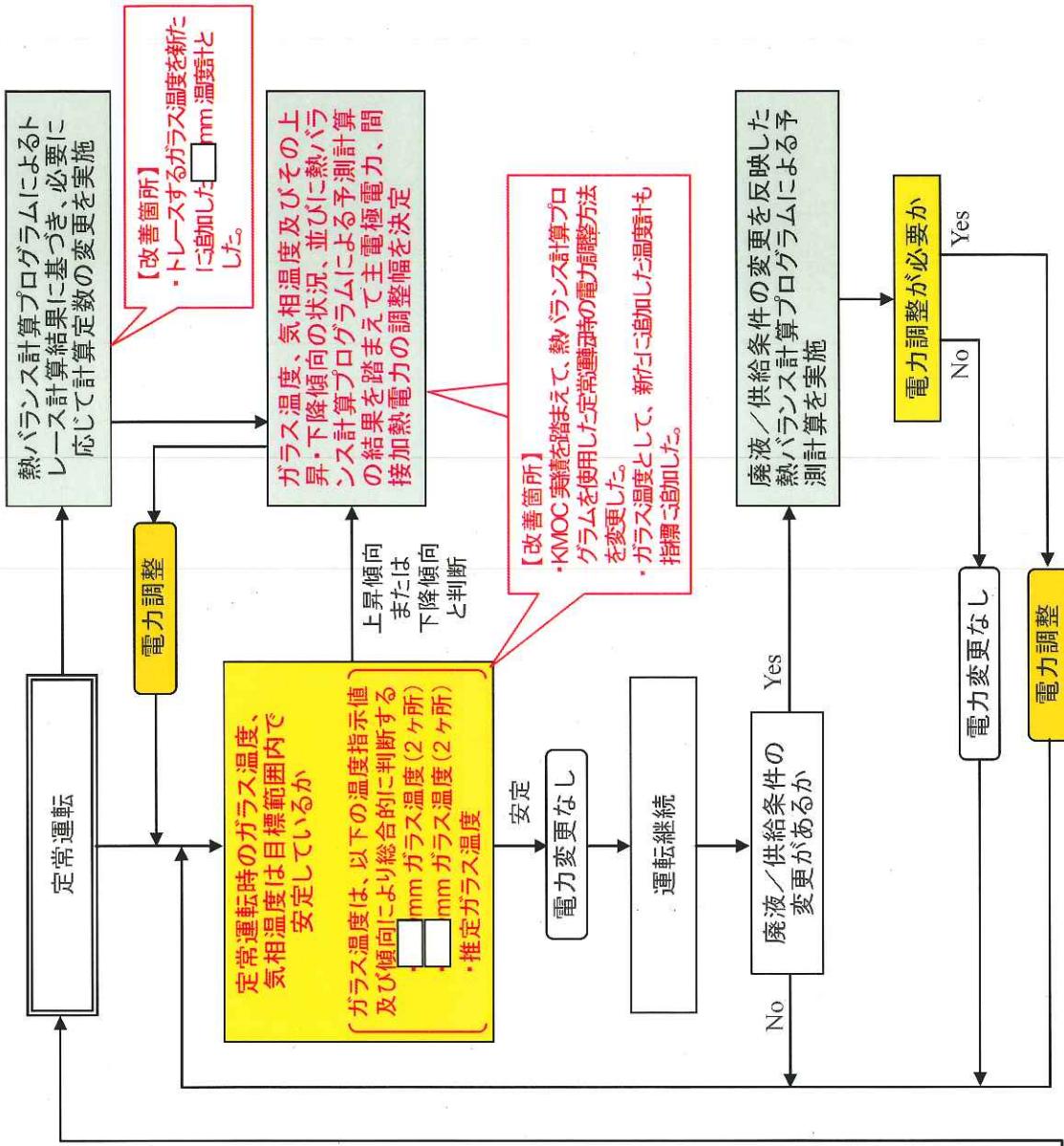
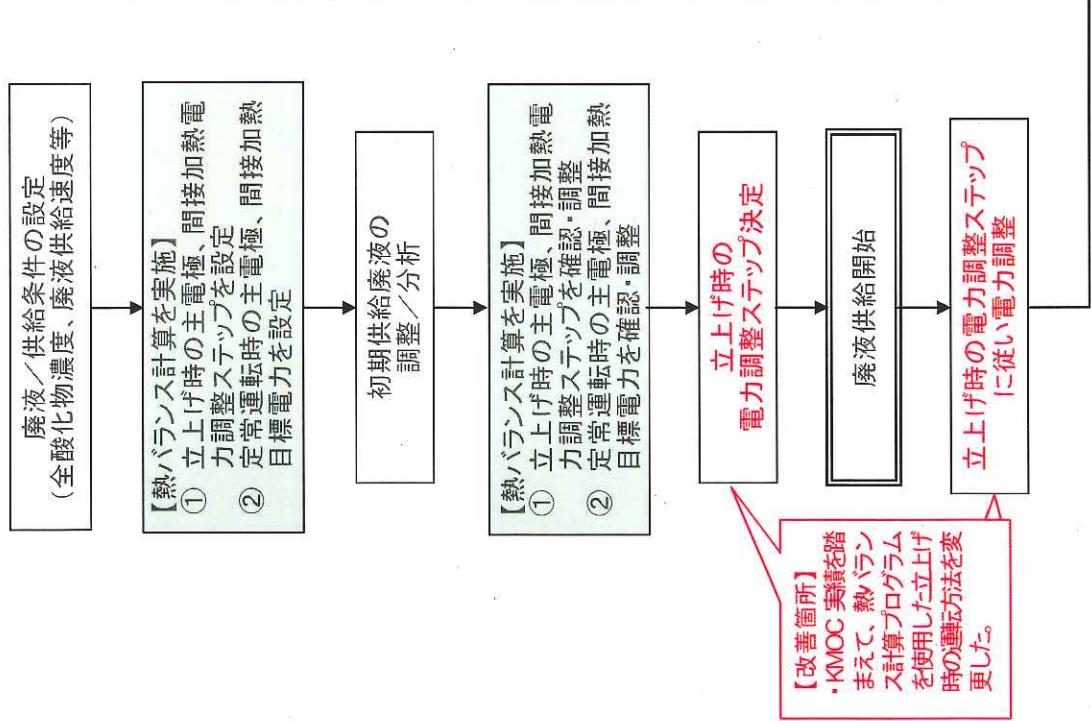


図-40 電力調整フロー



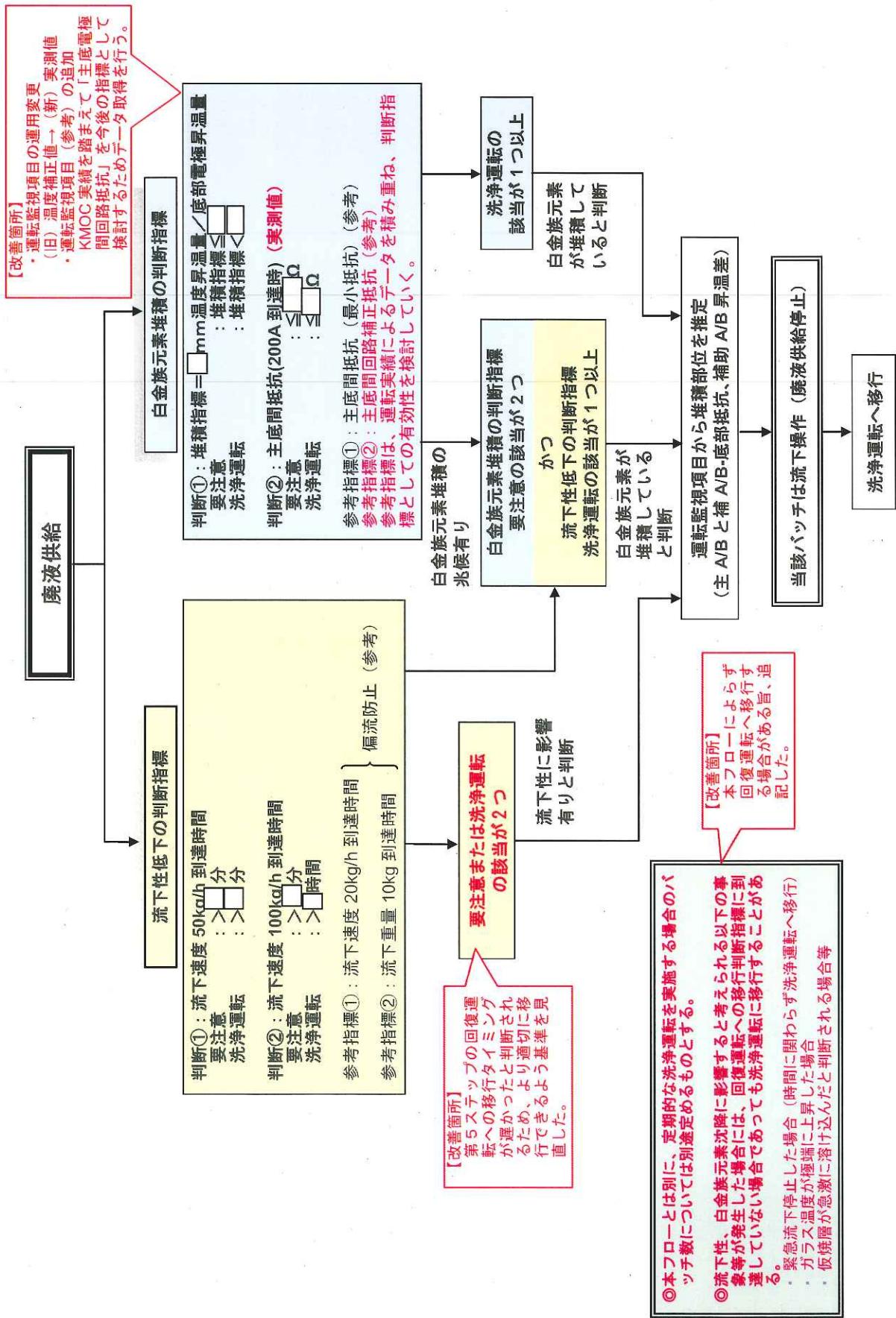
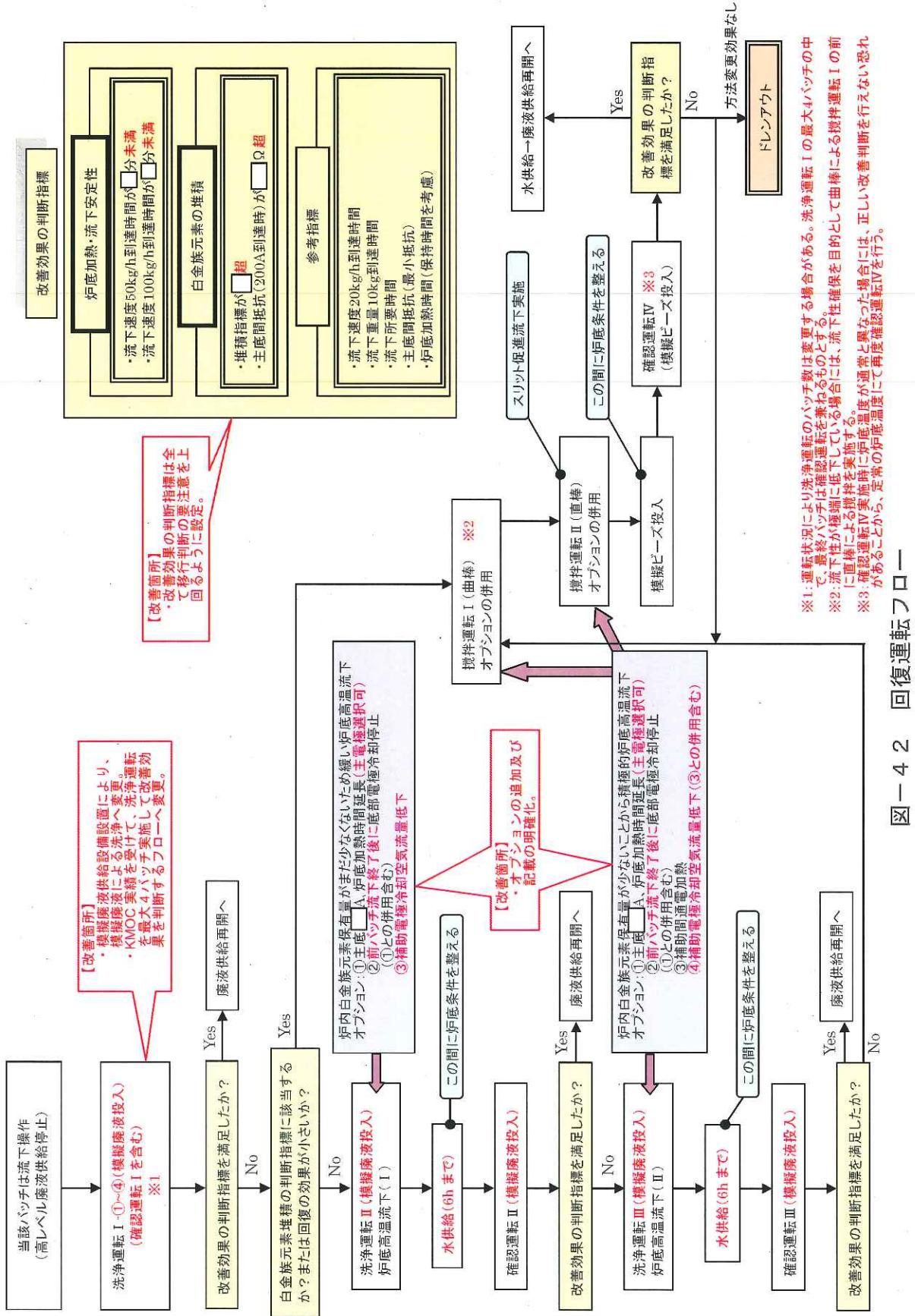
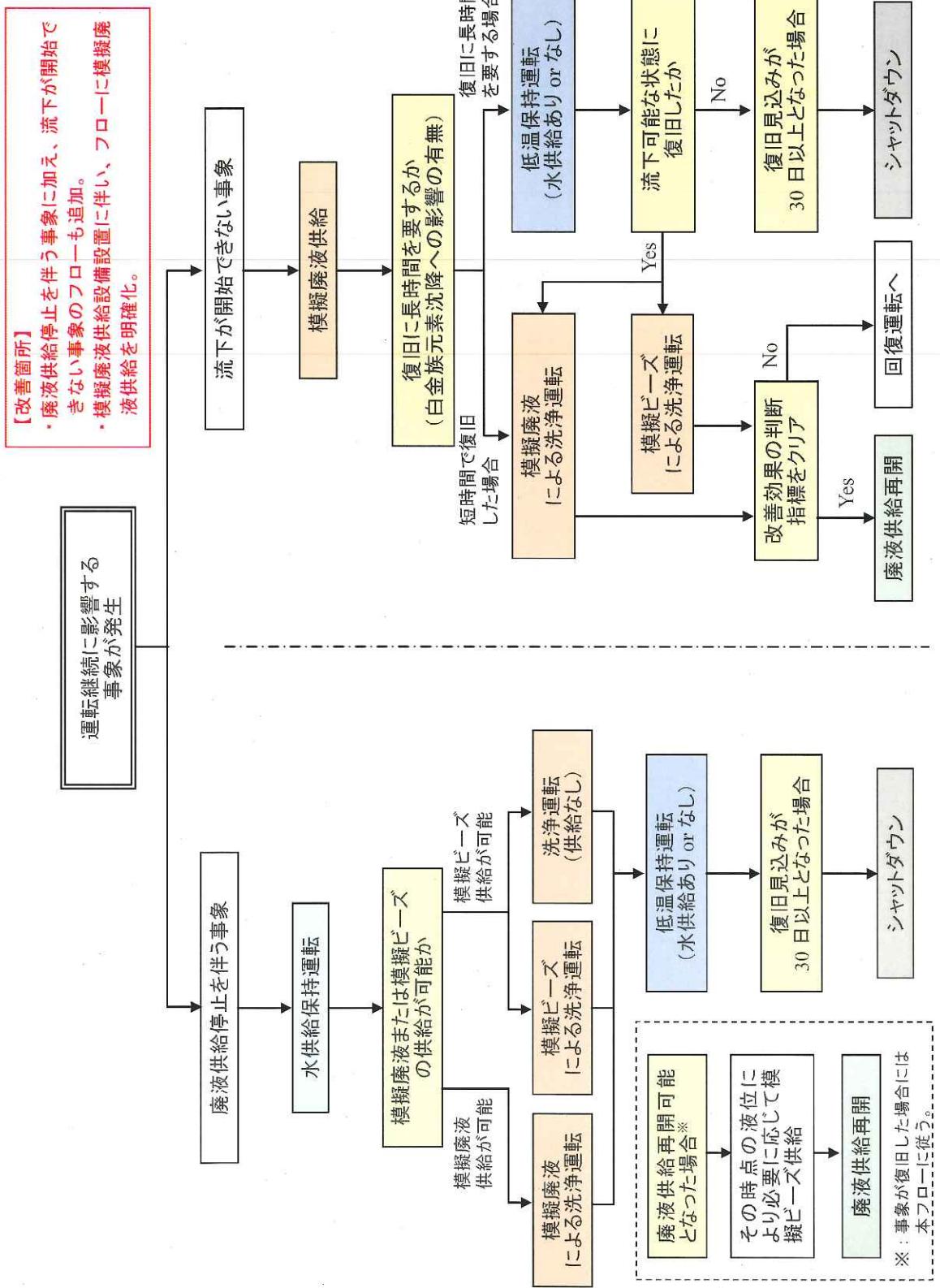


図-4-1 回復運転への移行判断フロー





保持運転ノ口一

四三

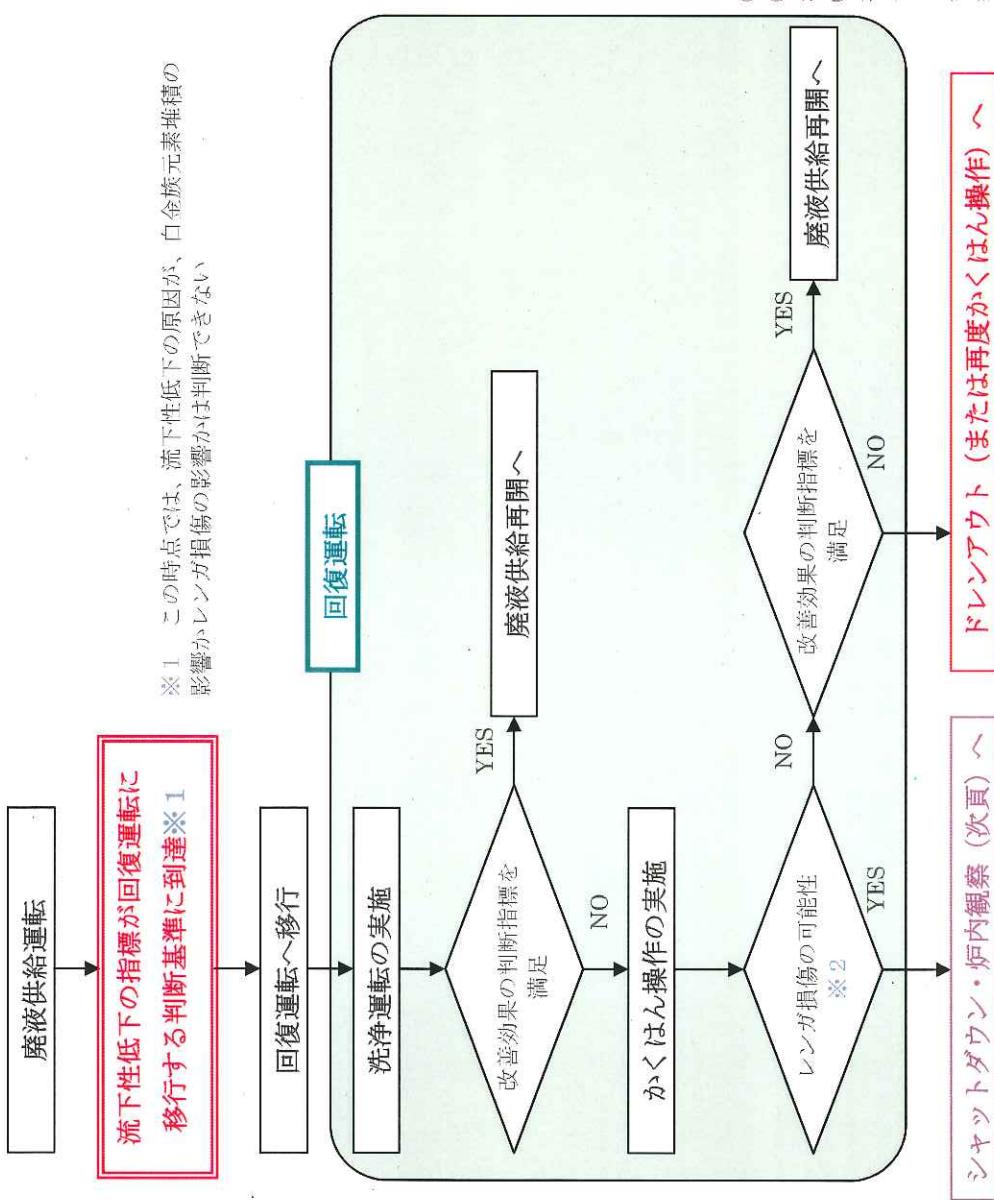
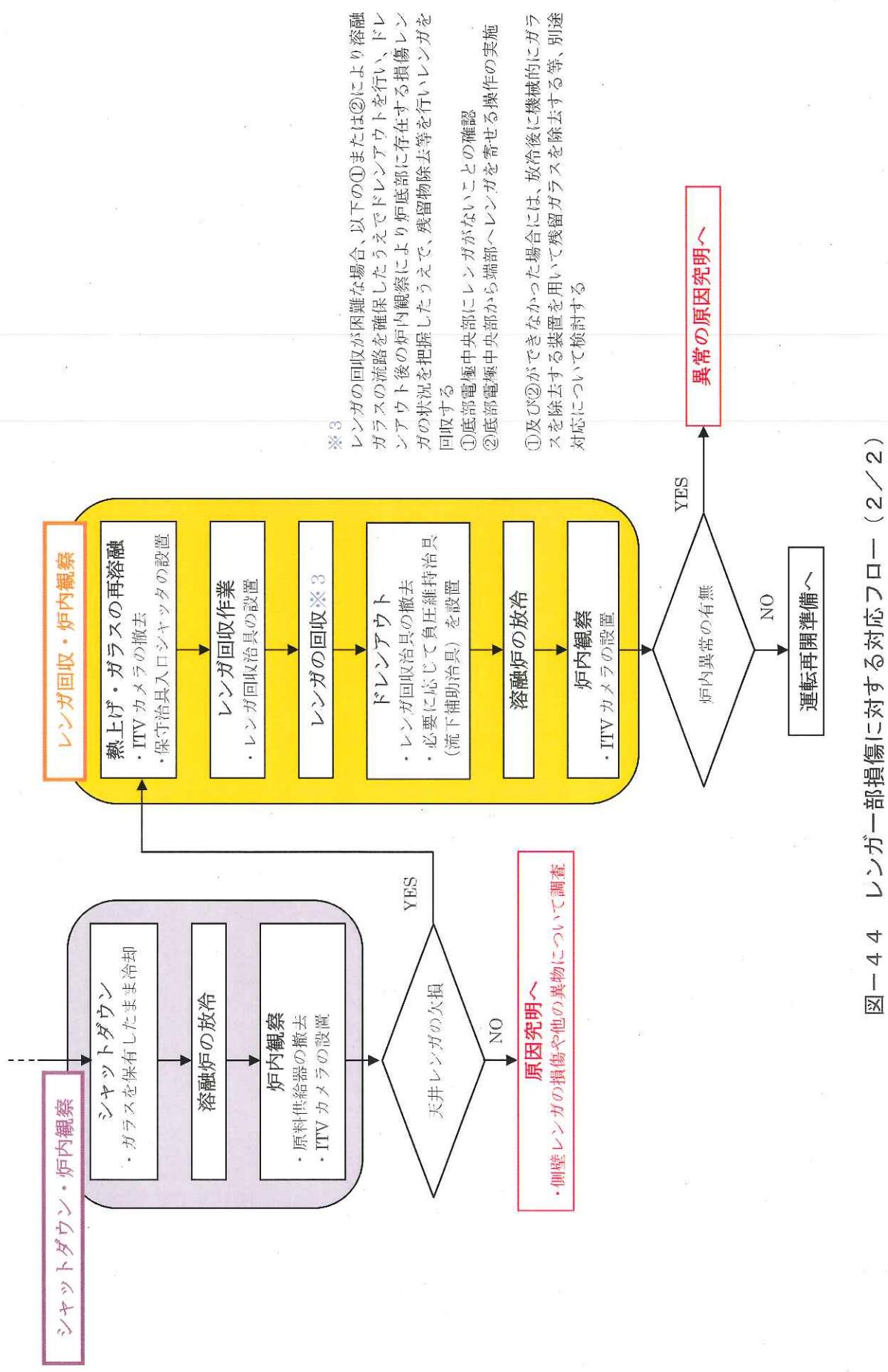


図-4-4 レンガ一部損傷に対する対応フロー（1／2）



第5ステップにおける安定運転条件の設定結果

1. 「安定した運転状態の維持」のための対策

「安定運転条件報告」で示した安定した運転を維持するための対策の実施状況を以下に示す。

(1) 微量成分の低減を図るための廃液の調整

具体的な対策	実施状況
<ul style="list-style-type: none"> ・高レベル廃液の組成調整を行う 混合槽に、廃液の調整用として調整液を添加する。 ・調整液として、化学試験にてガラス溶融実績を有する低模擬廃液をベースとした模擬廃液を約□%添加する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物濃度及び低粘性流体形成成分濃度を所定の範囲にするため、混合槽において調整液を廃液量に対して□～□%になるように添加した。 なお、運転開始から22バッチ(AT-2-A026)までの運転では不溶解残渣廃液を混合しない廃液を供給し、それ以降の運転では、不溶解残渣廃液を混合した廃液を供給して運転データを取得した。
<ul style="list-style-type: none"> ・調整液添加により、廃棄物濃度を前回より上昇させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前回の第4ステップ試験時との廃棄物濃度の違いは以下のとおりであり、調整液の添加により廃棄物濃度を上昇させた。 (第4ステップ) (今回の試験) □～□g/L ⇒ □～□g/L
<ul style="list-style-type: none"> ・廃液中の微量成分(硫黄)の濃度を低減させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前回の第4ステップ試験時との低粘性流体形成成分(硫黄、モリブデン等)の濃度の違いは以下のとおりであり、調整液の添加により濃度が低減した。 (第4ステップ) (今回の試験) □～□mol/g ⇒ □～□mol/g

(2) 単位時間当たりに供給される仮焼層形成成分を増加させるための廃液供給速度の上昇

具体的な対策	実施状況
<ul style="list-style-type: none"> ・仮焼層を早期に形成させるよう立ち上げ時の廃液供給速度を前回より上昇させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前回の第4ステップ試験時との立ち上げ時の廃液供給速度の違いは以下のとおり。 (第4ステップ) (今回の試験) □L/h ⇒ □L/h
<ul style="list-style-type: none"> ・定常運転時についても廃液供給速度を前回より上昇させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・前回の第4ステップ試験時との定常運転時の廃液供給速度の違いは以下のとおり。 (第4ステップ) (今回の試験) □～□L/h ⇒ □～□L/h

2. 「長期に運転状態を維持」のための対策

「安定運転条件報告」では、長期的に運転状態を維持するための対策として下表に示す項目を挙げており、今回の運転におけるこれらの対策の実施状況を以下に示す。

(1) 回復運転方法の改善

具体的な対策	実施状況
・流下性に係る指標や炉底加熱性に係る指標などを追加した回復運転への判断フローを用いた運転を行う。	・回復運転への移行のための指標などを追加した回復運転への移行判断フローを運転マニュアルに反映し、それに従い運転を実施した。
・洗浄運転の回数や炉底攪拌操作の実施時期など回復運転方法を定めた回復運転フローを用いた運転を行う。	・状況に応じた回復運転方法を定めた回復運転フローを運転マニュアルに反映し、それに従い運転を実施した。

(2) 保持運転方法の検討

具体的な対策	実施状況
・廃液供給停止が必要な事象発生時の対応（保持運転）フローを用いた運転を行う。	・保持運転フローを運転マニュアルに反映した。

以上

不溶解残渣に関する基礎試験等の調査結果

1. 文献、特性等の調査

(1) 文献調査、データ整理

①JAEA 東海再処理工場における調査

- 不溶解残渣廃液（以下、「FINE 廃液」という。）、酸回収廃液、溶媒洗浄廃液などを混合したのち、蒸発濃縮して高レベル廃液として高レベル廃液貯槽に貯留。
- 蒸発缶及び高レベル廃液貯槽から廃液を採取し、それぞれ $7\mu\text{m}$ メッシュのろ紙で分離し、付着したものをおろし残渣として、ろ液とは別々に成分分析した結果、不溶解残渣の主たる成分は Zr、Mo（モリブデン酸ジルコニウム）であり、白金族元素割合はろ液と同等か半分以下である。

②JAEA（旧原研）における調査

- 不溶解残渣の粒子径は、 $1\mu\text{m}$ 以下の非常に細かいものが多い。溶解処理後約 3 時間経過した時点での不溶解残渣の粒径は、レーザー光散乱法によれば平均約 $0.1\mu\text{m}$ であり、一晩放置後は大半が凝集し、 $3\mu\text{m}$ 以上の粒子を形成している。
- 凝集した粒子を溶液から分離・乾燥し、走査型電子顕微鏡で観察すると $5\sim50\mu\text{m}$ となる。
- 不溶解残渣の内 $60\sim80\%$ は、難溶性合金であり、その量は燃焼度と共に増加している。 その元素構成は、以下の通りである。

Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
約 20%	0.5~5%	50~60%	約 10%	約 10%

③六ヶ所再処理工場における調査（データ整理）

- 六ヶ所再処理工場のFINE廃液（[] : 9 パッチ目受入時）の分析結果から、以下が主な成分濃度（元素濃度）であり、東海再処理工場の不溶解成分とは異なり、不溶解残渣中の白金族濃度は高く、Zr濃度が低い傾向がある。

	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Zr
溶液+不溶解成分						
不溶解成分						

- 粒径については、 $40\mu\text{m}$ 以下であることが分かっているが、分布データはない。

(2) 六ヶ所再処理工場における分析結果

不溶解残渣の組成・性状を確認するため、六ヶ所再処理工場の分析施設において、不溶解残渣の分析・試験を実施した。

① 不溶解残渣の粒子径分布

- ・ メッシュ数の異なるフィルタを準備して、不溶解残渣と高レベル濃縮廃液（以下、「HALW」という。）中の沈殿物の粒径分布について調査した。
- ・ 不溶解残渣、HALW沈殿物、高レベル廃液（高レベル濃縮廃液、アルカリ濃縮廃液、FINE廃液を混合したもの）の沈殿物の粒子径は、ほぼ $10\sim25\mu\text{m}$ であり、大きな相違がないことが分かった（図-1 参照）。
- ・ 但し、沈降時間よりストークスの式に基づき、粒子径を算定すると $4\sim5\mu\text{m}$ 程度となることから、 $10\mu\text{m}$ 以下の粒子が凝集することで、 $10\mu\text{m}$ フィルタに回収されている可能性がある。

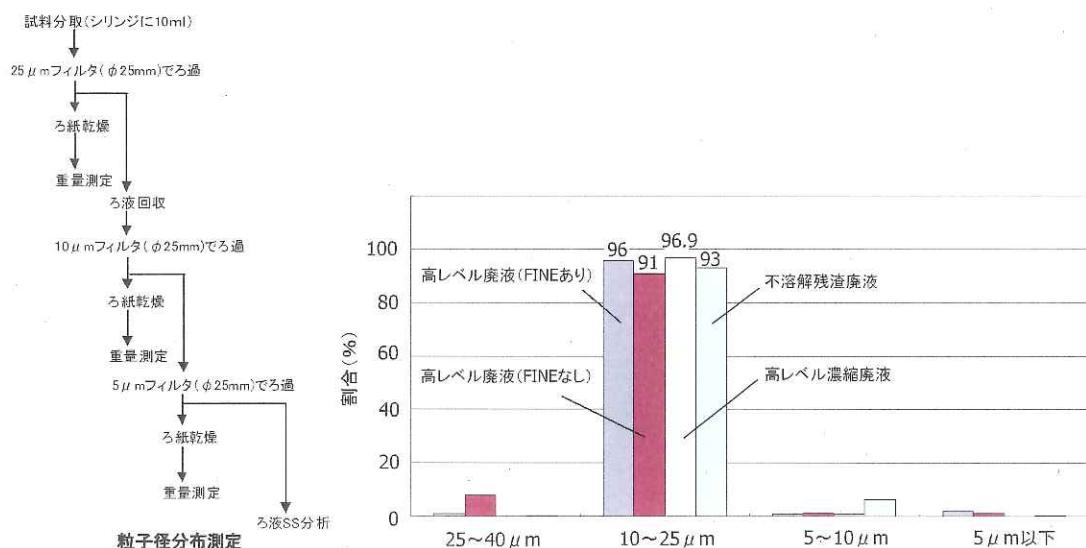


図-1 粒子径分布測定方法と測定結果

② 不溶解残渣の沈降速度評価

- ・ FINE 廃液、HALW 及び高レベル廃液を振とう後、静置することで、FINE 廃液中の不溶解残渣や HALW 中の沈殿物の沈降速度を比較し、粒径分布データなどから総合的に不溶解残渣の密度を推定した。
- ・ FINE 廃液中の不溶解残渣の沈降速度が速いことが分かった（図-2 参照）。粒子径分布結果と合わせて考えると不溶解残渣の密度は高いと推測される。

廃液	沈降完了時間
高レベル濃縮廃液 (HALW)	10 時間
不溶解残渣廃液 (FINE 廃液)	4 時間
08-MX-004 (FINE 含有廃液)	10 時間
08-MX-005 (FINE 不含廃液)	10 時間

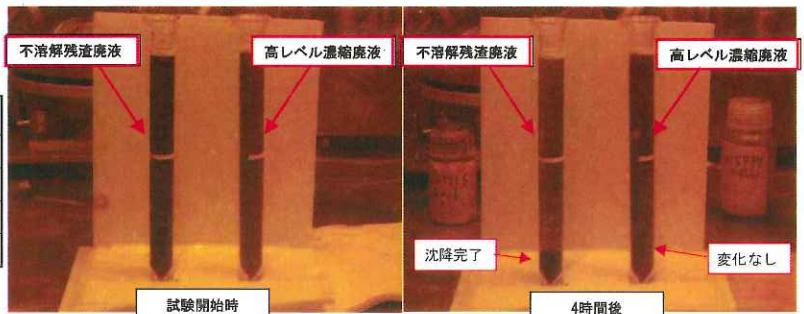


図-2 不溶解成分の沈降速度試験方法と測定結果

③不溶解残渣の仮焼物の評価

- ・ FINE 廃液、HALW を仮焼した場合の仮焼物の外観観察を行った。
 - ・ 仮焼物の外観上は大きな差異は観察されなかった（図-3 参照）。

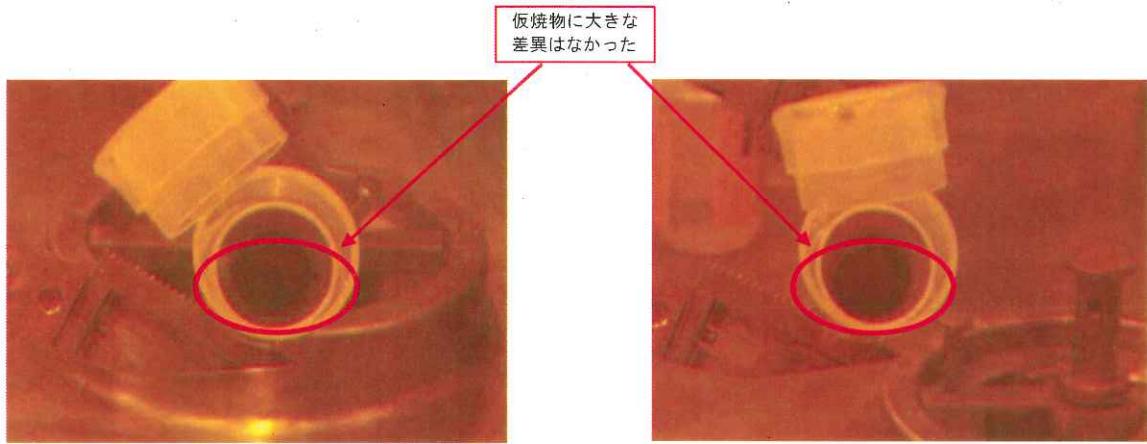


図-3 不溶解成分仮焼後の外観観察

④不溶解残渣の組成分析

- FINE 廃液中の不溶解残渣及び HALW 中の沈殿物の組成分析を行った（表一
1 参照）。
 - HALW 中の沈殿物は Zr と Mo が約 85% 程度を占めており、白金族元素は 8% 程
度と低い。
 - 一方、FINE 廃液中の不溶解残渣は Zr と Mo が約 32% 程度であり、白金族元素
が約 60% 程度を占めており、白金族元素の割合が高い。

表－1 不溶解残渣等の組成分析

FINE 廃液中の不溶解残渣組成

HALW 中の沈殿物組成

測定元素	含有量(g/g)	不溶解成分中の各元素濃度(g/L)	割合(%)	割合(%)※	測定元素	含有量(g/g)	不溶解成分中の各元素濃度(g/L)	割合(%)	割合(%)※
P			—	—	P			—	—
Fe			0.5	0.7	Fe			0.1	0.3
Sr			—	—	Sr			—	—
Zr			4.8	7.4	Zr			8.9	18.8
Mo			15.9	24.5	Mo			31.5	66.8
Tc			5.1	7.9	Tc			—	—
Ru			27.7	42.7	Ru			2.6	5.5
Rh			4.6	7.0	Rh			—	—
Pd			6.4	9.9	Pd			1.2	2.5
Ba			—	—	Ba			2.9	6.1

※検出された元素の割合の合計が 100%になるように換算した値

- 国内外で調査された金属六方晶もしくは難溶性金属の化学組成と当社のFINE 廃液中の不溶解残渣は良く一致しており、粒子径分布、沈降試験結果から総合的に判断すると六ヶ所再処理工場の不溶解残渣は金属であると推測される。

	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
旧原研での調査 (金属六方晶)	約 20%	0.5~5%	50~60%	約 10%	約 10%
当社不溶解残渣	24.5%	7.9%	42.7%	7.0%	9.9%

(3) FINE 廃液の東海への移送・形態分析の実施

- 六ヶ所再処理工場では、不溶解残渣の化学形態を分析できないことから、FINE 廃液中の不溶解残渣を JAEA に移送し、形態分析を実施した。

①CPF での分析

- FINE 廃液中の不溶解残渣の化学形態を明らかにするため、X線回折(XRD)、電子線マイクロアナライザー(EPMA)を実施した。
- 不溶解残渣のXRD分析の結果から、Mo、Ruを主成分とした合金およびモリブデン酸ジルコニウムなどの混合物であることが確認された。
- 文献によれば、不溶解残渣は Tc を含めた Ru-Mo-Pd-Rh-Tc の 5 元系合金からなることが報告されているが、データベースに既知データがないため、特定はできなかった。
- Tc は EPMA においても感度が低いため検出されなかった。

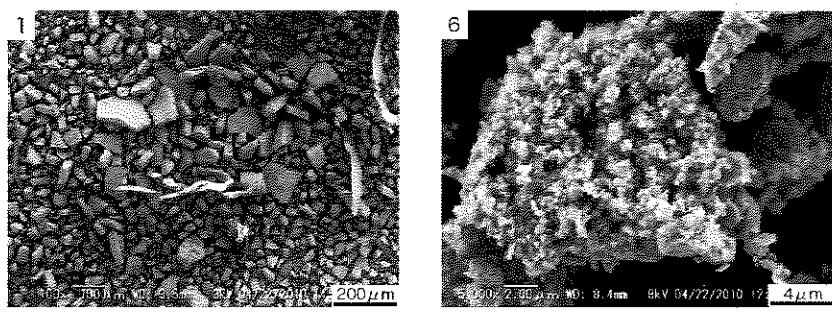
②NUCEFでの分析

- Mo、Ruを主成分とした合金について、さらに詳細な形態分析を実施するため、不溶解残渣をシュウ酸及び硝酸で洗浄し、不溶解残渣中から上記合金のみを分離した。
- 分離した合金を CPF で分析すると共に、NUCEF に移送し、詳細に形態分析を実施した。
- 湿式分析により、合金の化学組成を分析したところ、以下の組成であった。

元素	Mo	Tc	Ru	Pd	Rh
濃度[wt%]	23.2	6.9	48.6	12.8	8.5

※シュウ酸溶解後残渣の分析結果から、微量元素（5%以下）、Zrを除いた補正值

- 合金のXRD分析の結果から、Ru-Mo-Pd-Rh-Tc合金であることが確認された。
- また、合金の粒子径は数 nm～数 μm 程度の粒子であることが確認された（図－4参照）。

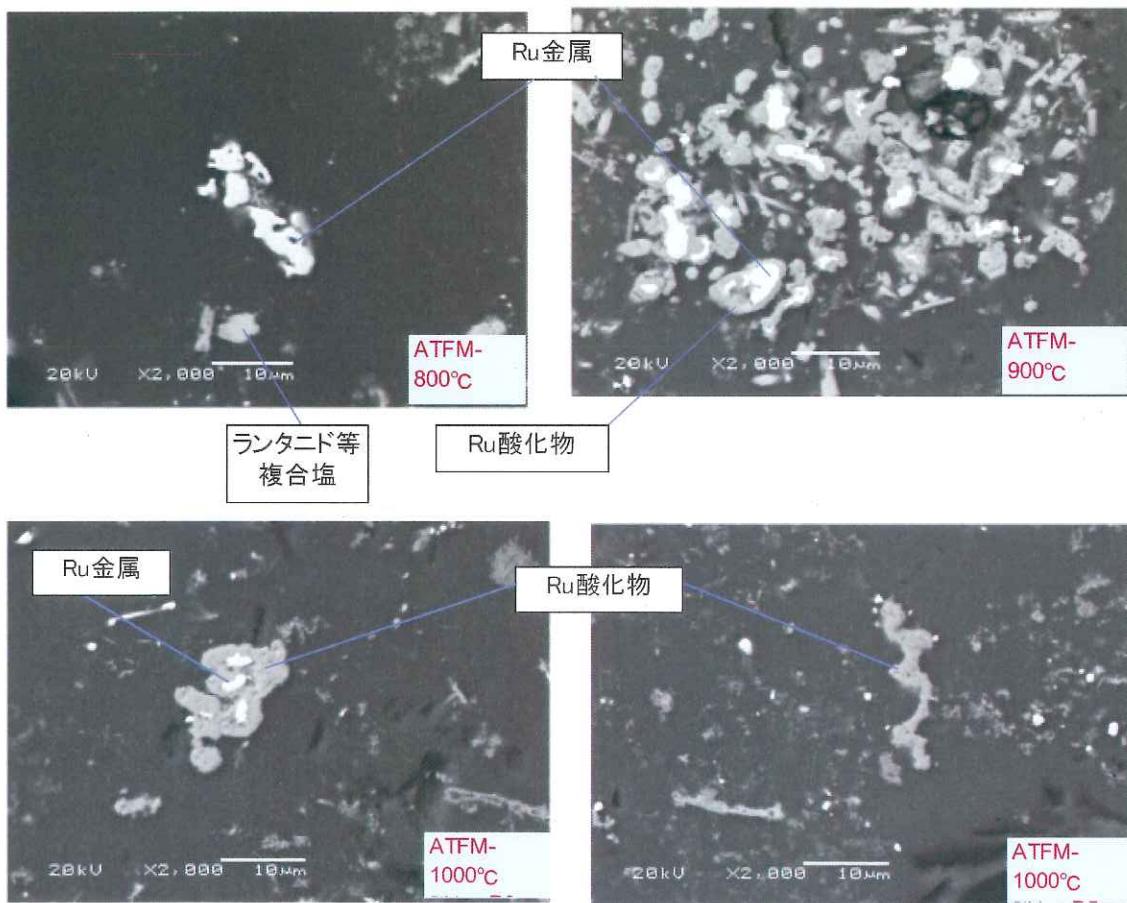


図－4 不溶解残渣中の合金観察

2. ガラス溶融炉運転への影響調査（コールド試験、解析など）

(1) 仮焼層における金属粒子成長挙動の確認試験（るつぼ試験）

- ・模擬廃液に不溶解残渣の模擬物としてRu（金属、酸化物）を添加し、600～1000°Cまで100°Cおきにるつぼにて溶融試験を行い、仮焼層温度範囲での溶融状態を調べた。
- ・溶融後サンプルの断面観察を行うと共に、各温度における白金族粒子分布及び白金族粒子の化学形態を確認したところ、1000°C以上で加熱すると20μm程度のRu金属粒子は酸化物に転換されるとの結果が得られた（図-5参照）。
- ・つまり、仮焼層もしくは上部ガラスにおいて、Ru金属は酸化物に転換されると推定される。



※ATFM：アクティブ試験廃液組成に白金族元素成分としてRu金属粒子を添加したもの

図-5 るつぼ試験によるRu金属粒子の化学形態の確認結果

(2) 粒子沈降挙動の解析評価（溶融炉解析モデル：汎用解析コード使用）

- ガラス溶融炉解析において、不溶解残渣が合金のまま沈降した場合を想定し、白金族元素粒子の比重、粒子径を変更した場合の影響を溶融炉解析によって評価した（図-6参照）。
- 白金族粒子径を一定とし、密度を酸化物相当と金属相当として評価した場合、金属粒子で供給されると沈降速度が速く、1バッチ目の流下開始時の炉底白金族濃度でも差が出ることが分かる（図-6参照）。

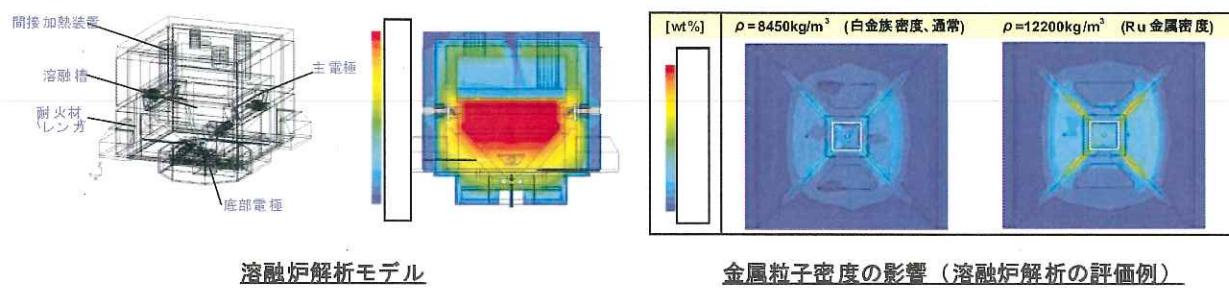


図-6 溶融炉解析の概要

- 白金族粒子の密度及び粒子径を変化させた場合の1バッチ目流下開始時の炉内濃度分布を評価した。
- 白金族元素の密度よりも粒子径の方が影響は大きく、仮焼層における凝集の有無を評価することが重要であると考えられる（図-7参照）。

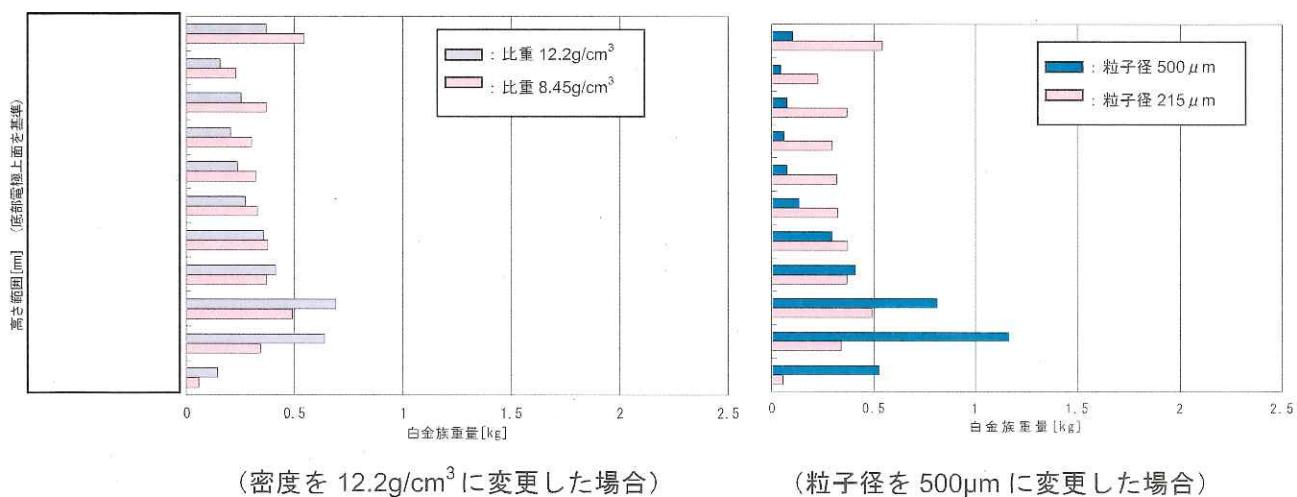


図-7 白金族元素の密度と粒子径の沈降挙動への影響

(3) 模擬ガラスによる沈降試験

- 模擬廃液に不溶解残渣の模擬物として Ru（金属、酸化物）を添加し、タンマン管及び管状炉を用いた溶融試験装置を製作し、サンプル調製を行った。
- タンマン管試験の結果、ストークスの式で想定される沈降速度よりも速い速度で沈降する結果が得られた。（但し、タンマン管内での対流も沈降に影響している可能性があり、更なる検討が必要である。）
- タンマン管試験においても、るっぽ試験と同様に、Ru粒子金属が酸化物に転換されるとの結果を得た。EPMAで酸素濃度が低い部分においても、X線分光分析（EDX）を実施すると酸素が確認された。
- 但し、仮焼層がない状態で FINE 廃液を供給し、酸素濃度の低い炉底部に一気に沈降するような場合、金属のまま酸化されない可能性もあると考えられる。

(4) ガラス物性測定

- Ru を金属もしくは酸化物で添加した 2 種類の模擬廃液を用いて、ガラスサンプルを調製し、高温粘度、導電率（ガラス電気抵抗）などの測定を行った。
- 高温粘度、表面張力（接触角）、ガラス抵抗は、Ru 金属を 20% 程度添加しても変化がないことを確認した（図-8、図-9 参照）。但し、これはサンプル中の Ru が金属として添加したもののが、酸化物に転換されていたためであると推定される。将来的には、Ru が金属として存在する場合の物性取得も必要である。

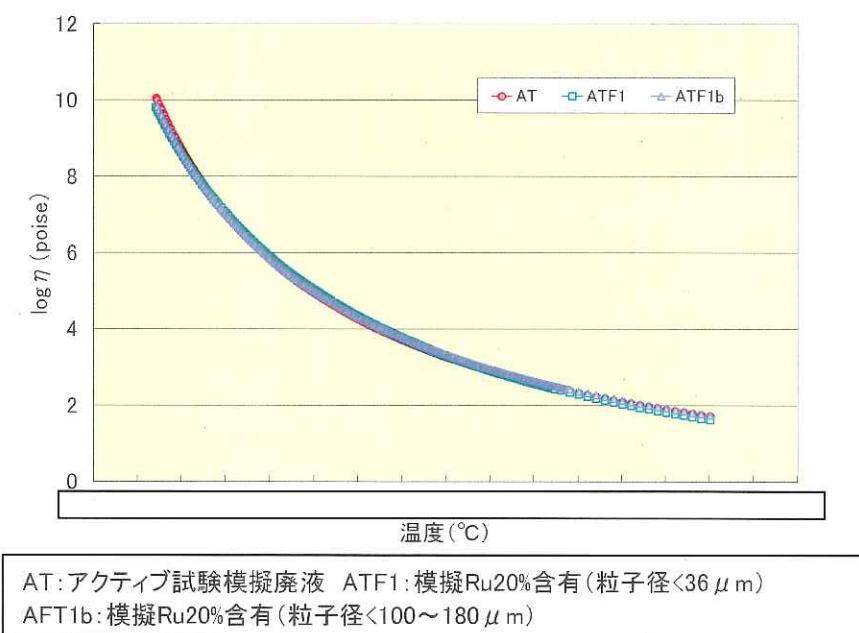


図-8 ガラス粘度の比較（平行板回転式粘性測定）

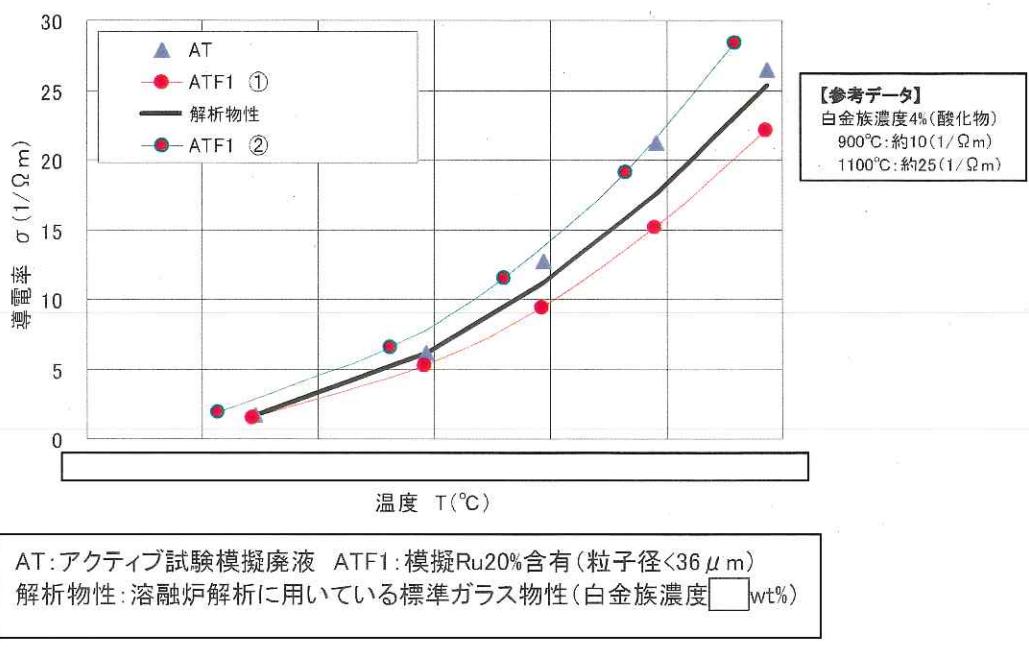
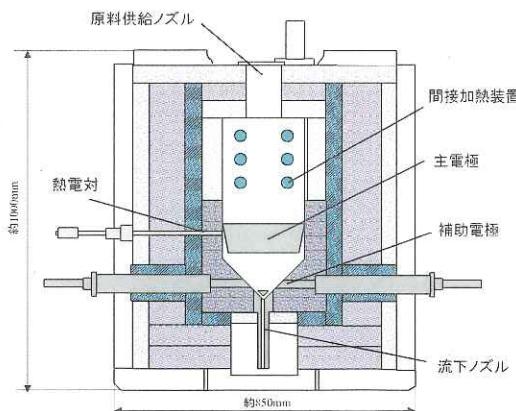


図-9 導電率の比較

3. ガラス溶融炉運転への影響調査（小型溶融炉試験）

(1) 目的

- 2. 項の基礎試験や解析によって個々の事象は評価しているものの、溶融炉全体としての評価ができていないため、小型溶融炉（図-10）を用いて、個々の事象の相互影響を評価する。
- 以下に確認項目を示す。
 - ◇不溶解残渣の仮焼層形成への影響
 - ◇不溶解残渣の溶融炉内での化学形態、粒子径
 - ◇不溶解残渣の白金族沈降・堆積への影響



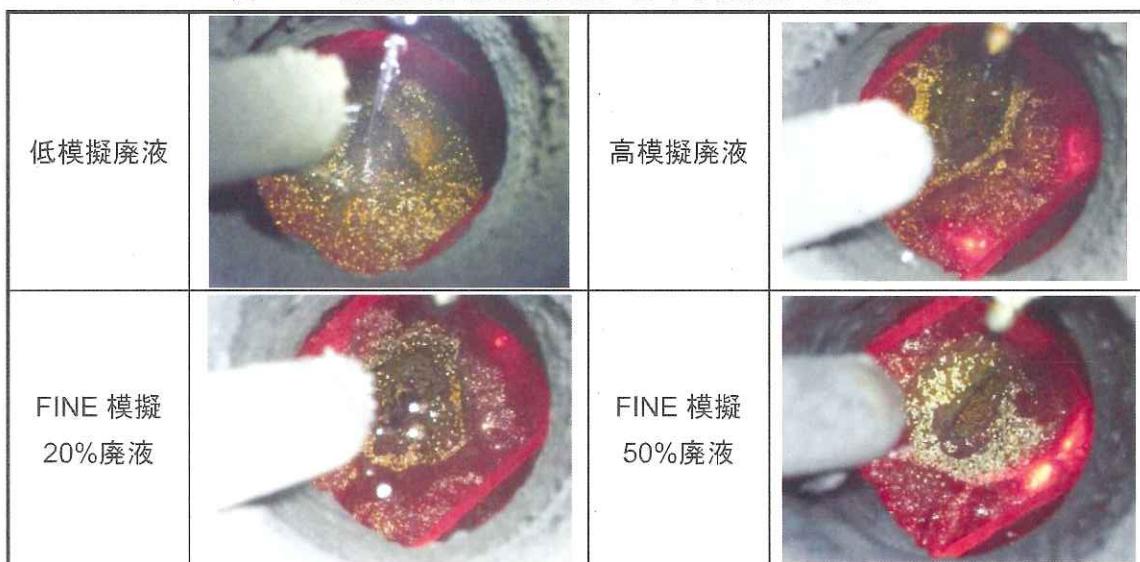
	小型溶融炉	K溶融炉
溶融表面積	0.0756m ²	□m ²
ガラス保有量	約30kg	約4800kg
ガラス固化体重量	約10kg	約400kg
バッチ時間	約16時間	□~□時間

図-10 小型溶融炉の概略要図

(2) 廃液種類による仮焼層の溶融性（不溶解残渣による仮焼層形成への影響）

- ・高模擬廃液よりも模擬FINE20%廃液(供給廃液中に混合するRu量の20%をRu金属として添加。残りは、酸化物として添加。)の方が、仮焼層の溶融性が低く、仮焼層が形成されやすいことが確認された（表-2参照）。
- ・FINE模擬20%廃液とFINE模擬50%廃液（供給廃液中に混合するRu量の50%をRu金属として添加）では溶融性に変化はないが（表-2参照）、FINE模擬50%廃液の方が間接加熱電力は低いが、雰囲気温度は高い傾向があった。
- ・仮焼層サンプルの断面観察の結果、金属Ruを多く添加した模擬廃液の方が仮焼層における空隙率が多い傾向が確認された。
- ・Ruの物質収支より、金属Ruを多く添加した廃液の方が、オフガスへの移行量が多い傾向が確認されている。このガス発生により、仮焼層の状態が変化し、仮焼層の断熱性や溶融性、揮発ガスによる気相部への熱逃げなどに相違が生じ、雰囲気温度の上昇に影響した可能性があると考えられる。

表-2 模擬廃液供給開始直後における仮焼層の状況



高さ傾向：低模擬<高模擬<FINE 模擬 20%廃液=FINE 模擬 50%廃液

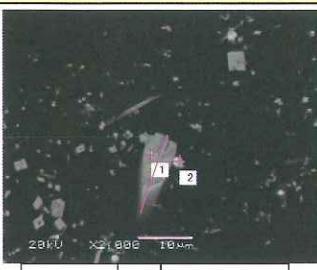
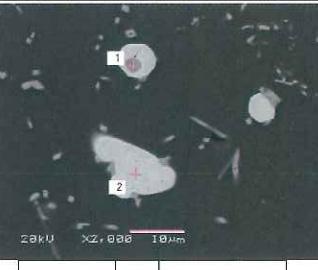
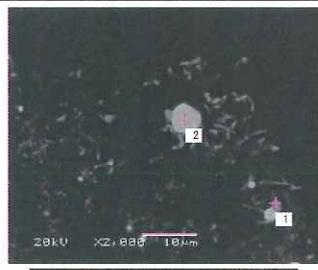
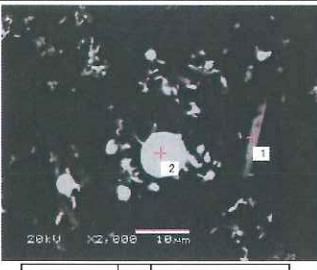
広がり傾向：低模擬>高模擬>FINE 模擬 20%廃液=FINE 模擬 50%廃液

(3) 不溶解残渣の溶融炉内での化学形態、粒子径

- ・FINE模擬廃液に添加したRu金属粒子は、酸化物に転換されており、先行して実施したるつぼ試験において1000°C以上でRu金属粒子は酸化物に転換されると評価した結果と整合した（表-3参照）。

- 通常より大きいRu金属粒子(約 $26\mu\text{m}$ 以下)の影響によって、仮焼層や溶融ガラス内で粒子径が著しく凝集成長することはないことが確認された(表-3参照)。

表-3 各サンプルにおけるSEM観察(2000倍)結果(Ruの代表的な化学状態)

	流下ガラスサンプル	仮焼層サンプル	炉底部ガラスサンプル																		
高レベル廃液	 <table border="1"> <tr> <td>~数 μm</td> <td>1</td> <td>Pd</td> </tr> <tr> <td>~13 μm</td> <td>2</td> <td>O, Ru</td> </tr> </table> <p>高-19 パッチ</p>	~数 μm	1	Pd	~13 μm	2	O, Ru	 <table border="1"> <tr> <td>~9 μm</td> <td>1</td> <td>O, Ru</td> </tr> <tr> <td>~数 μm</td> <td>2</td> <td>Pd</td> </tr> </table> <p>高-21 パッチ</p>	~9 μm	1	O, Ru	~数 μm	2	Pd	 <table border="1"> <tr> <td>~16 μm</td> <td>1</td> <td>O, Ru</td> </tr> <tr> <td>~数 μm</td> <td>2</td> <td>Pd</td> </tr> </table> <p>高-21 パッチ</p>	~16 μm	1	O, Ru	~数 μm	2	Pd
~数 μm	1	Pd																			
~13 μm	2	O, Ru																			
~9 μm	1	O, Ru																			
~数 μm	2	Pd																			
~16 μm	1	O, Ru																			
~数 μm	2	Pd																			
FINE模擬20%廃液	 <table border="1"> <tr> <td>~7 μm</td> <td>1</td> <td>O, Ru</td> </tr> <tr> <td>~18 μm</td> <td>2</td> <td>Pd</td> </tr> </table> <p>F20-1 パッチ</p>	~7 μm	1	O, Ru	~18 μm	2	Pd	 <table border="1"> <tr> <td>~数 μm</td> <td>1</td> <td>O, Si, Ru</td> </tr> <tr> <td>~6 μm</td> <td>2</td> <td>Pd</td> </tr> </table> <p>F20-8 パッチ</p>	~数 μm	1	O, Si, Ru	~6 μm	2	Pd	 <table border="1"> <tr> <td>~15 μm</td> <td>1</td> <td>O, Si, Ru</td> </tr> <tr> <td>~9 μm</td> <td>2</td> <td>Pd</td> </tr> </table> <p>F20-8 パッチ</p>	~15 μm	1	O, Si, Ru	~9 μm	2	Pd
~7 μm	1	O, Ru																			
~18 μm	2	Pd																			
~数 μm	1	O, Si, Ru																			
~6 μm	2	Pd																			
~15 μm	1	O, Si, Ru																			
~9 μm	2	Pd																			

(4) 不溶解残渣による白金族沈降・堆積の挙動

- FINE模擬20%廃液やFINE模擬50%廃液で、供給開始前に低模擬廃液供給と同等の抵抗まで回復した後、各廃液供給後の主ノズル間(実機における主底間と同じ意味)の抵抗変化を確認した。その結果、模擬FINE添加量の主ノズル抵抗への影響はほとんど見られなかった。(図-11参照)。
- これは、模擬FINE添加時において、そのほとんどが酸化物として存在し、巨大粒子が確認されなかった前項の結果と整合する結果である。

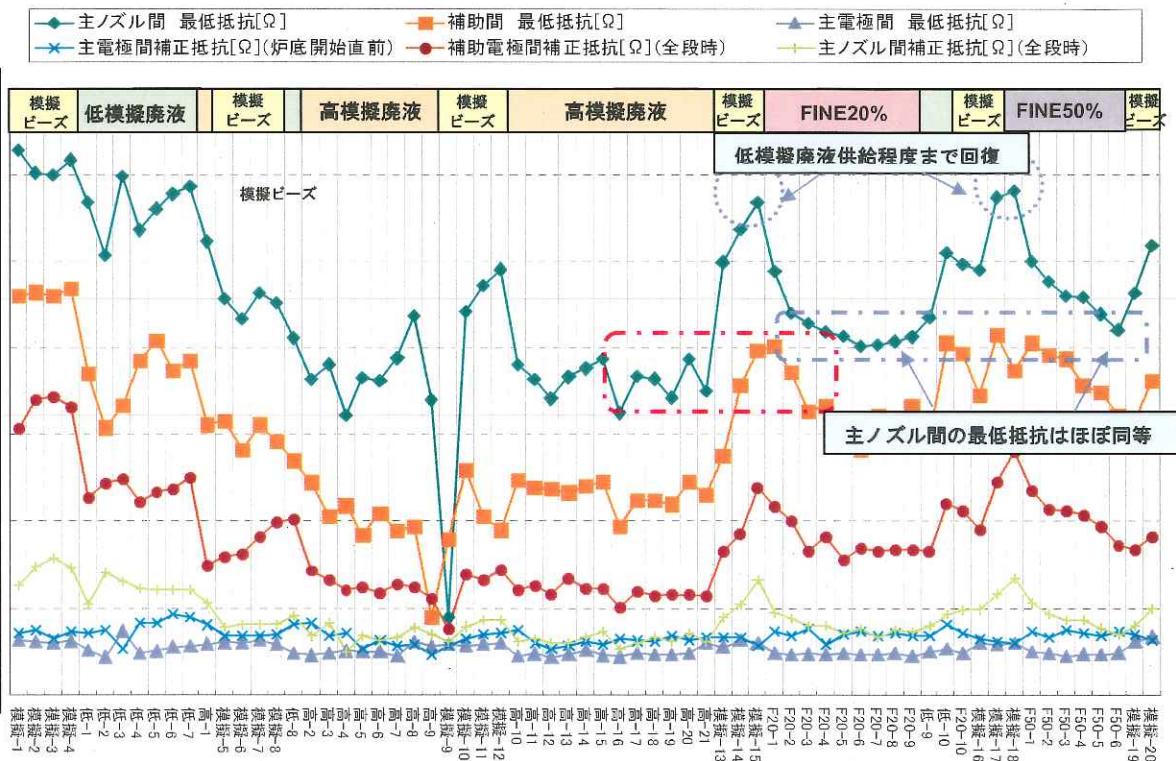


図-11 小型溶融炉試験の炉内抵抗の推移

以 上

用語集

試験関係

(1) 化学試験

試薬等を用いて、機器単体及び系統の作動、性能等の確認を行う試験。高レベル廃液ガラス固化・貯蔵施設では、模擬廃液を用いて化学試験を実施した。

高レベル廃液ガラス固化・貯蔵施設の化学試験の結果は、「再処理施設 化学試験報告書（その3）」として取り纏めた。

(2) コールド試験

高レベル放射性廃液の成分・組成を非放射性の成分により模擬した廃液を用いて、「固化プロセス運転」により施設・設備の安全性、運転性を確認する試験。

(3) 実機模擬廃液試験

モックアップ試験及び化学試験の実績を基に炉底低温運転（用語集(17)参照）をより確実に実施することを目的としてガラス溶融炉底部に温度計を追加設置した。その設置後、機能確認のため、模擬廃液を用いてガラス溶融炉の運転を行った試験。

(4) モックアップ試験

KMO C（用語集(6)参照）において模擬廃液を用いて実施した試験。ガラス溶融炉運転方法の改善検討を行うにあたり、炉底部の影響や複数の要因の相互影響等を確認するために試験を実施した。

(5) アクティブ試験

使用済燃料を用いた総合試験であり、コールド試験等では確認できなかったプルトニウムや核分裂生成物の取扱いに係る再処理施設の安全機能及び機器・設備の性能を確認する試験。ガラス溶融炉のアクティブ試験は第4ステップから行っており、2007年11月より開始した。

高レベル廃液ガラス固化・貯蔵施設のアクティブ試験の結果は、「再処理施設アクティブ試験（使用済燃料による総合試験）経過報告（第4ステップ）」として、経過報告を取り纏めた。

施設関係

(6) KMO C (モックアップ)

高レベル廃液ガラス固化・貯蔵施設のガラス溶融炉に係る機能の確認を目的とした各種試験を行うために茨城県東海村に設置した実規模大のガラス溶融炉。

KMO Cのガラス溶融炉の寸法は以下のとおり。

- ・ケーシング寸法 W約2.5m×D約3m×H約3m

(7) 高レベル廃液ガラス固化施設

青森県六ヶ所村日本原燃再処理工場内に建設した、高レベル廃液をガラス固化し、製造されたガラス固化体を貯蔵する施設をいう。

本施設には、2基のガラス溶融炉が設置されており、その寸法は以下のとおり。

- ・ケーシング寸法 W約3m×D約3m×H約3m

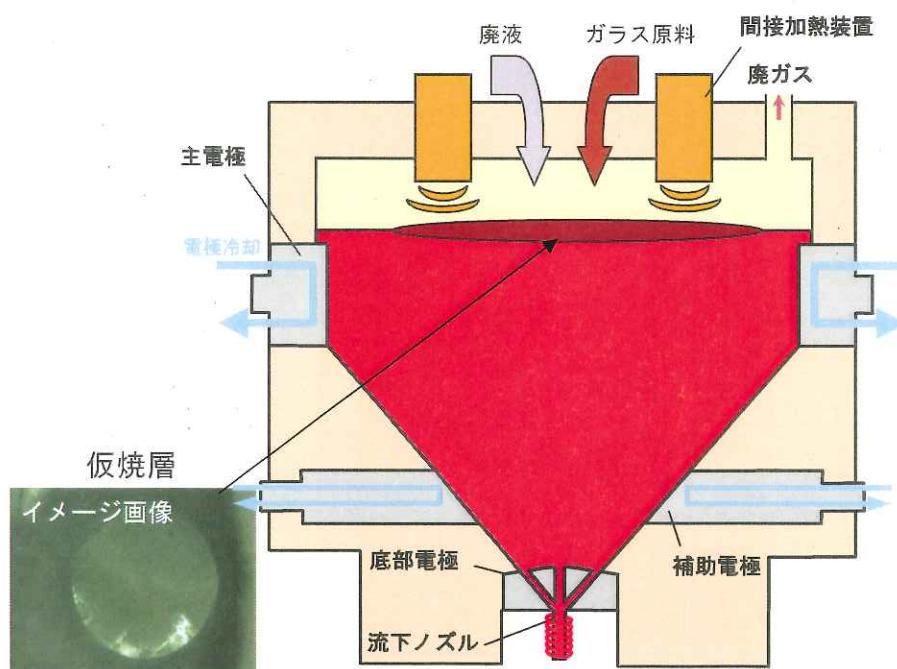
(8) ガラス固化

高レベル放射性廃液をガラス原料と一緒に高温で加熱・溶融することにより水分を蒸発させ、廃液中の成分をガラスマトリックスに溶融し、ガラス固化体容器に注入・固化することで安定化させるプロセス。

(9) 仮焼層

ガラス溶融炉上部から投入されるガラス原料と廃液の混合物を加熱することにより、溶融ガラス表面において、廃液の水分の蒸発、脱硝、酸化等の反応が起こるとともに、ガラス原料が溶融し廃棄物成分と混ざり合う過程の層を形成する。この層を仮焼層と呼ぶ。

なお、仮焼層が小さくなると溶融ガラスから気相部への放熱量が増え、溶融ガラス温度が低下し、大きくなると溶融ガラスから気相部への放熱量が減り、溶融ガラス温度が上昇する。



(10) 白金族元素

白金及び白金に似た性質をもつ周期表第8～10族に属するルテニウム(Ru)、ロジウム(Rh)、パラジウム(Pd)、オスミウム(Os)、イリジウム(Ir)及び白金(Pt)の6元素をいう。

使用済燃料中のRu、Rh及びPdは多くが高レベル放射性廃液に移行する。高レベル廃液をガラス溶融炉に供給すると、高レベル放射性廃液に含まれる白金族元素は底部に沈降しやすい性質を持つことから、炉底低温運転(用語集(17)参照)を行うことにより急激な沈降を抑制する必要がある。

また、白金族元素が沈降し、ガラス溶融炉底部に堆積すると電気を通しやすい性質から、主電極—底部電極間で通電する電流を迂回させ、流下時の加熱を妨げる要因となる。

(11) 洗浄運転等の回復運転に移行する判断指標

白金族元素がガラス溶融炉底部に沈降・堆積し、炉内状況の悪化が顕著となる前に回復運転に移行するために定めた指標であり、「流下性低下の判断指標」と「白金族元素堆積の判断指標」で構成されている。

(12) 不溶解残渣(FINE)

使用済燃料の溶解工程において、硝酸で溶けずに残るもの。原子炉内での核分裂により生成するモリブデン(Mo)、Ru、Rh、Pd等、及びせん断時に発生する燃料被覆管の粉末が主な成分である。

(13) 結合装置

溶融ガラスのガラス固化体容器への流下注入時に、ガラス溶融炉下部とガラス固化体容器との双方を結合する装置。本装置には、のぞき窓が装備されている。結合装置内の気体はガラス溶融炉プレナム部を介して高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備に接続して排気する。

(14) 低粘性流体

通常の流下ガラスよりも粘性の低い流体。アクティブ試験第4ステップでは、流下の初期に発生した。

(15) リン酸ニブチル(DBP)

使用済燃料を硝酸で溶解した溶解液からウランとプルトニウムを抽出するための溶媒抽出に用いるリン酸三ブチル(TBP)が放射線分解して生成される。

運転関係

(16) バッチ (A T - 2 - A 0 0 5 等)

ガラス固化体を1本製造する区切り（工程）をバッチと呼ぶ。また、各バッチに識別タグ（A T - 2 - A 0 0 5 など）が発行される。

なお、アクティブ試験第5ステップの試験については、試験開始直後に発生した流下停止事象及びその原因調査のための流下を3バッチ実施したことから、実際の試験はA T - 2 - A 0 0 5 バッチから開始することとなった。

（アクティブ試験第4ステップは「A T - 1 - O O」、第5ステップは「A T - 2 - O O」の識別タグをついている。）

(17) 炉底低温運転

補助電極を空気により常時冷却するとともに、ガラス流下終了後に底部電極を空気により冷却して、流下後の白金族元素の底部への沈降を抑制する運転方法。白金族元素の抜き出しに有効な手法。

(18) 回復運転

白金族元素の沈降等による炉内状況の悪化を回復するための運転であり、模擬ガラスピーズ等を供給する洗浄運転や、かくはん棒を挿入して炉底部に堆積した白金族元素を含むガラスを抜き出す炉底かくはん運転がある。

周辺機器等

(19) I T V カメラ

固化セル内の観察、遠隔作業時の監視をするために用いるカメラ。

(20) かくはん棒

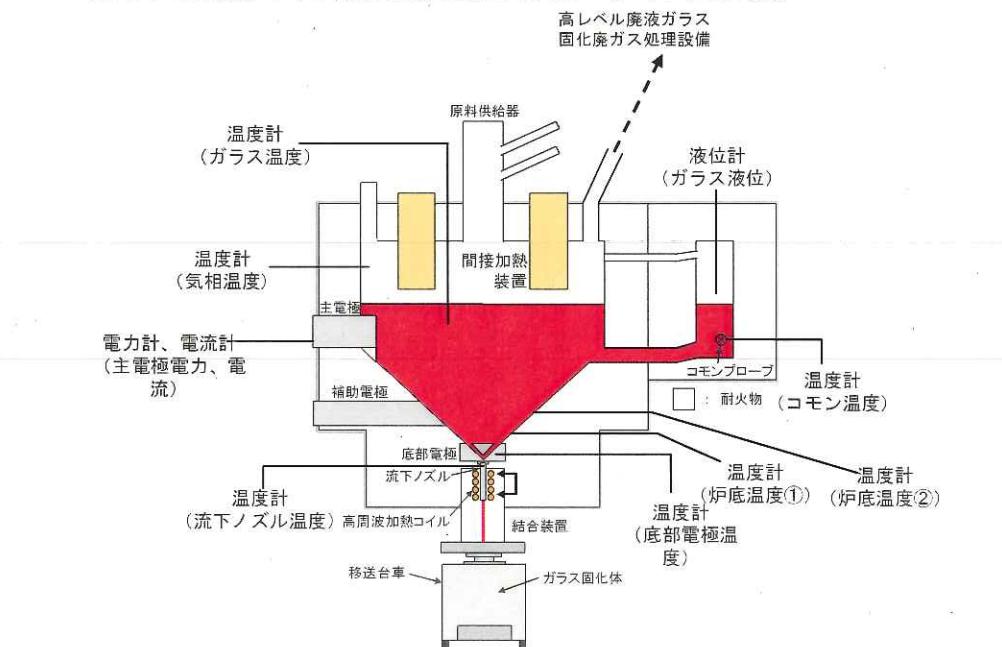
回復運転の1つである炉底かくはん時に用いる治具で、炉底部に堆積した白金族元素を含むガラスを抜き出す運転に使用する。主に流下ノズルの貫通時に用いる直棒型のかくはん棒と、ガラス溶融炉の炉壁に当てて白金族元素を含むガラスの抜き出しを行うために用いる曲棒型のかくはん棒がある。

材質は、ニッケル (N i) 、クロム (C r) 、鉄 (F e) を主成分とした耐熱合金材のインコネルである。

構造関係

(21) コモン温度

ガラス溶融炉内の温度測定点のひとつ。(下図参照)



(22) 主電極

ガラス溶融炉の溶融槽内に露出させた一対の金属構造物で、ガラスに通電を行い、加熱・溶融させるための装置。材質は、Ni、Cr、Feを主成分とした耐熱合金材のインコネル。

(23) 補助電極

ガラス溶融炉の溶融槽内底部斜面に露出させた一対の金属構造物で、ガラスに通電を行い、加熱させるための装置。ガラス溶融炉内で溶融したガラスのガラス固化体容器への流下を円滑に行うために用いる。

材質はNi、Cr、Feを主成分とした耐熱合金材のインコネル。通常の運転では炉底低温運転を行うため、冷却空気によって冷却している。

(24) 底部電極

ガラス溶融炉の溶融槽内底部に露出させた金属構造物で、流下を行う際に主電極と通電を行い、ガラスを加熱させるための装置。材質はNi、Cr、Feを主成分とした耐熱合金材のインコネル。

(25) 間接加熱装置

ガラス溶融炉のガラスを加熱するために用いる外部加熱ヒータ。材質は、炭化珪素(SiC)。

(26) 流下ノズル

溶融ガラスをガラス溶融炉下部にセットされたガラス固化体容器に流下させるノズル。流下の際に高周波で加熱し、停止時には加熱を止めて空気冷却する。

供給関係

(27) ガラス固化体

溶融したガラスをステンレス製容器（ガラス固化体容器）に注入したもの。

(28) ガラスビーズ

K施設で使用されている高レベル放射性廃液をガラス固化するための原料で、ガラス原料を加工（粒子状にしたもの）したもの。

(29) 模擬ガラスビーズ

模擬廃棄物成分（白金族元素成分を除く）とガラス原料から、標準ガラスの組成を模擬してガラスビーズ状に調整したもの。

(30) 模擬廃液

高レベル廃液の溶解成分を非放射性核種で模擬した溶液。模擬廃液は二種類あり、白金族元素を含むものを高模擬廃液、白金族元素を含まないものを低模擬廃液という。

(31) 高レベル濃縮廃液

再処理工場の分離・分配工程から発生する抽出廃液等をいう。高レベル放射性廃液を蒸発缶で濃縮し、その濃縮液を再処理工場内の冷却機能を有する貯槽に貯蔵している。

(32) 不溶解残渣廃液

再処理工場の溶解工程から発生する溶解液中から清澄工程で分離された不溶解残渣（用語集(12)参照）を含有する廃液。再処理工場内の冷却機能を有する貯槽に貯蔵している。

解析・分析関係

(33) XRD (X-ray Diffraction)

X線回折。対象物にある条件のX線を照射すると、対象物より回折線が発生する。この回折線は結晶構造により特有なので、発生した回折線を測定して既知データと照合することにより、対象物の結晶構造が特定できる。

(34) EPMA (Electron Probe Micro Analyzer)

電子線マイクロアナライザ。対象物に電子線を照射した際に発生する特性X線を、波長もしくは強度ごとに分別して測定し、対象物を構成する元素組成を解析する。

(35) EDS (Energy Dispersive X-ray Spectrometer)

エネルギー分散型X線分析装置。EPMAを実施する際に必要となる、特性X線を強度ごとに分別・測定する装置。

以 上