

再処理施設
アクティブ試験
(使用済燃料による総合試験)
第4ステップにおける
高レベル廃液ガラス固化設備の
試験状況報告

平成20年2月4日
日本原燃株式会社

本書は記載内容のうち、内の記載事項は公開制限情報に属するものであり公開できませんので削除しております。

日本原燃株式会社

目次

1. 概要	1
2. ガラス溶融炉試験計画	1
3. ガラス溶融炉試験の実績	1
4. 高レベル廃液ガラス固化設備における試験結果	2
4.1 アクティブ試験計画書に基づく試験	2
4.2 安定した運転状態を定常的に形成するための追加的なデータ取得	4
5. 高レベル廃液ガラス固化設備における不適合事項とその対応	8
6. その他	8
7. 今後の進め方	9

添付資料

図-1	高レベル廃液ガラス固化施設概要
図-2	試験系統概要図
図-3	ガラス溶融炉試験の試験工程実績
図-4	運転性能確認試験における運転実績
図-5	運転性能確認試験における取得データ（圧力）
図-6	運転性能確認試験における取得データ（温度、電流）
図-7	処理能力確認試験における運転実績
図-8	処理能力確認試験における取得データ（圧力）
図-9	処理能力確認試験における取得データ（温度、電流）
図-10	ガラス溶融炉（A系列）の運転状況評価（全体）
図-11	仮焼層形成と炉内温度の関係
図-12	モックアップ試験等とアクティブ試験の溶融炉温度推移比較
図-13	モックアップ試験等とアクティブ試験の溶融炉軸方向の温度勾配の比較
図-14	運転状況評価（1～6バッチ）
図-15	運転状況評価（7～12バッチ）
図-16	運転状況評価（13～17バッチ）
図-17	追加データ取得（21～25バッチ）
図-18	追加データ取得（35バッチ以降）
図-19	炉底攪拌への移行判断指標の推移
図-20	炉底攪拌時（直棒型）炉内圧力変動
図-21	炉底攪拌時（曲がり棒型）炉内圧力変動
図-22	炉内状況悪化の要因分析
図-23	ミストフィルタ差圧変動状況
図-24	結合装置内圧力高高警報の発報
表-1	ガラス溶融炉試験期間において発生したガラス固化設備に係る不適合事項（その他の安全性に係る機能に係る不適合事項）
表-2	ガラス溶融炉試験期間において発生したガラス固化設備に係る不適合事項（安全性に係る機能に係らない不適合事項）

1. 概要

アクティブ試験 第4ステップでは、初めて高レベル廃液等を用いて、高レベル廃液ガラス固化設備のガラス溶融炉（A系列）における運転性能や処理能力等の確認を行った。（高レベル廃液ガラス固化施設概要を図-1に、試験系統概要図を図-2に示す）

本報告は、高レベル廃液ガラス固化設備のガラス溶融炉（A系列）における試験結果及び不適合等の処置状況について報告する。

2. ガラス溶融炉試験計画

ガラス溶融炉の試験については、アクティブ試験計画書において、以下の2つの試験を計画した。

- ① ガラス溶融炉運転性能確認試験
- ② 処理能力確認試験

①については、高レベル廃液等を用いて連続して運転ができること、②については、事業指定申請書等に記載したガラス溶融炉の処理容量 70L/h以上の処理量であることを確認することとした。

①の連続した運転を行うための運転条件については、これまでの先行施設の実績、モックアップ試験及び化学試験（以下、「化学試験等」という。）での実績を踏まえて、

- ・ ガラス温度、気相温度等がガラス溶融条件としてより良い状態となるよう、ガラス温度を °C以上とするための主電極電力、間接加熱装置電力の調整を行う
- ・ 白金族元素の溶融炉内での沈降・堆積を抑制するため、溶融炉底部を溶融炉上部よりも低温に維持する運転を行う

という条件を設定した。

また、白金族元素の堆積が発生していることを判断するための指標を定め、指標に達した場合には炉底攪拌操作を行うこととした。

これにより、白金族元素の影響を考慮し、管理された運転状態が維持できると考えた。

②の 70L/h以上の処理量の確認については、①の連続した運転が実施できれば達成可能なものであると考えた。

3. ガラス溶融炉試験の実績

ガラス溶融炉の試験については、平成 19 年 11 月 4 日から高レベル廃液等の供給を開始し、平成 20 年 1 月 18 日までの期間において試験等を実施した。実績工程を図-3に示す。

第4ステップでせん断した燃焼度の高い PWR 燃料約 100 トンを処理することにより発生した高レベル廃液等を用いてガラス固化体の製造を行い、約 30m³ の廃液を使用して、57 体のガラス固化体を製造した(57 体の他、3

体が製造中)。

ガラス溶融炉の試験としては、溶融炉（A系列）の運転性能確認試験から開始し、順次データ取得を行ったが、後述するとおり、追加データ取得等が必要となったことに伴い、1月中旬ごろに廃液切れが発生すると想定され、第5ステップで計画しているガラス溶融炉の性能検査に使用する廃液が不足する可能性が生じたことから、これを避けるため必要な高レベル廃液を準備することを目的として、BWR燃料のせん断を第4ステップにおいて追加的に実施することとした。このため、12月14日にアクティブ試験計画書を改正した。

4. 高レベル廃液ガラス固化設備における試験結果

4.1 アクティブ試験計画書に基づく試験

高レベル廃液ガラス固化設備のガラス溶融炉（A系列）において、高レベル廃液等を用いて、アクティブ試験計画書で実施するとした、以下の試験を行った。

- ① ガラス溶融炉運転性能確認試験
- ② 処理能力確認試験
- ③ ガラス固化体取扱運転性能確認試験

各試験において確認された内容を以下に示す。

(1) ガラス溶融炉運転性能確認試験

1) 試験内容

試験項目	確認事項	判定基準
運転性能確認試験	高レベル廃液を用いたガラス固化運転が連続して実施できること	5日間連続でガラス溶融炉の運転ができること (ただし、付属機器や他工程のトラブル、分析結果の遅延等に起因する停止期間は運転時間から控除する)
【安全関連確認事項】 ガラス流下	—	ガラス重量が□□kg (目標値) 以下で流下できること

2) 確認結果

試験内容に対する確認結果は、以下のとおりであり、判定基準を満足する結果であった。

- ・ 6.5日間の連続運転を行い、合計10バッチの運転で10体のガラス固化体を製造した。
- ・ ガラス重量は最大□□kgであり、目標値(□□kg)以下で流下が停止できた。

上記試験内容の他に温度、電流、圧力のデータを取得した。(図-4~6

参照)

(2) 処理能力確認試験

1) 試験内容

試験項目	確認事項	判定基準
処理能力確認試験	ガラス溶融炉が所定の処理能力以上で処理できること	再処理事業指定申請書記載値であるガラス溶融炉の処理容量 70L/h を上回る処理能力があること
【安全関連確認事項】 ガラス流下	—	ガラス重量が□kg (目標値) 以下で流下できること

2) 確認結果

試験内容に対する確認結果は、以下のとおりであり、判定基準を満足する結果であった。

- ・ ガラス溶融炉への高レベル廃液の供給速度として 最大□L/h で運転ができ、判定基準である 70L/h を上回る処理能力があることを確認した。この間、合計 8 バッチの運転を行い、8 体のガラス固化体を製造した。
- ・ ガラス重量は最大□kg であり、目標値 (□kg) 以下で流下が停止できた。

上記試験内容の他に温度、電流、圧力のデータを取得した。(図-7~9 参照)

(3) ガラス固化体取扱運転性能確認試験

1) 試験内容

試験項目	確認事項	判定基準
ガラス固化体取扱運転性能確認試験	高レベル廃液等で製造されたガラス固化体を用いたガラス固化体取扱性能の確認	ガラス固化体取扱設備の運転が連続して実施できること

2) 確認結果

- ・ ガラス固化体取扱設備については、外観検査、表面汚染検査、寸法検査、閉じ込め検査を運転手順書に沿って実施し、ガラス固化体を問題なく連続して取扱うことができた。

(4) 「ガラス溶融炉運転性能確認試験」等の試験結果のまとめ

上記「ガラス溶融炉運転性能確認試験」、「処理能力確認試験」において、ガラス溶融炉の運転状態は、「ガラス温度 \square °C以上であること」、「ガラス溶融炉内部の気相圧力が負圧に維持されていること」といったガラス固化体の製造条件は満足されており、製造の観点や安全の観点に係る試験としては問題ない結果であった。

また、「ガラス固化体取扱運転性能確認試験」において、判定基準を満足する結果が得られた。

ただし、「ガラス溶融炉運転性能確認試験」において計画した「連続して運転ができること」については、連続した運転は実施できたものの、長期的な運転を継続して実施するという観点から「連続した運転の状態」として期待していた「安定した運転状態を定常的に形成する」ことが難しく、化学試験等を通じて得られた運転状態と同等の状態に至らなかった。(図-10～13 参照)

4.2 安定した運転状態を定常的に形成するための追加的なデータ取得

「ガラス溶融炉運転性能確認試験」、「処理能力確認試験」では、化学試験等の実績をもとに、ガラス温度、気相温度等が安定した状態を形成するように、主電極電力と間接加熱装置電力によって調整を行ってきたが、当初期待した状態に至らなかったため、「ガラス溶融炉運転性能確認試験」の試験データを補完することを目的として、「安定した運転状態を定常的に形成する」ための追加データ取得を行うこととした。

(1) 追加データ取得に向けた試験データの詳細評価

追加データ取得を実施する際の運転条件を検討するため、「運転性能確認試験」及び「処理能力確認試験」で得られたデータの詳細評価を実施し、追加データ取得時における運転方法の検討を行った。(図-14～16 参照)

①1～6 バッチ

- ・アクティブ試験初期の1～6バッチについては、化学試験等で高レベル廃液を模擬して作った模擬廃液のうち白金族元素を含む高模擬廃液と同じ挙動を示すと想定し、高模擬廃液での運転を参考に主電極電力及び間接加熱装置電力の投入量を調整し、ガラス温度等の制御を行うことで運転を開始した。
- ・5バッチまでは、ガラス温度が十分上がらなかった(仮焼層形成が不十分な状態)。
- ・5バッチまでに間接加熱装置電力を徐々に下げたが仮焼層の形成が十分でないことから、6バッチに間接加熱装置電力を大きく低下させ、気相温度を下げることにより仮焼層の形成を促進した。

②7～12 バッチ

- ・6 バッチに間接加熱装置電力を大きく下げたことにより、7、8 バッチで仮焼層が形成されガラス温度とコモン温度が上昇した。しかし、8 バッチに仮焼層が過大となり原料供給を一旦停止したため、仮焼層が熔融し気相温度が上昇した。
- ・9、10 バッチでは、間接加熱装置電力を徐々に低下させて仮焼層の形成を促進させた。これにより、10 バッチ中盤から仮焼層が形成され、ガラス温度とコモン温度が上昇した。これと同時に主電極電力と間接加熱装置電力を調整し、11 バッチでは仮焼層が維持できる運転を継続した。

③13～18 バッチ

- ・15 バッチでは、ガラス温度、コモン温度、気相温度が目指す領域に入っており、安定した運転（仮焼層が形成され、適度な断熱効果が得られる状態である。）ができ、良い状態であった。
- ・16 バッチに流下ガラスの偏流が発生したことから、流下を停止するとともに、偏流対策の処置を実施するため、原料供給を一旦停止するなどの外乱を与えたことから、仮焼層が熔融しガラス等の温度状態が目指す領域から外れた。
- ・18 バッチにおいて、炉底攪拌が必要な判断基準に達したため、炉底攪拌を実施した。

(2) 試験データから得られた考察

「運転性能確認試験」及び「処理能力確認試験」において得られたデータの評価を実施した結果、以下のことが判った。

- ① 仮焼層が形成しにくい
- ② 運転状態の変化により仮焼層が熔融しやすい

このような特徴から、化学試験等の実績に基づき、熔融炉内での挙動が、高模擬廃液よりも低模擬廃液（白金族元素を含まない模擬廃液）に近いことを示していると考えられ、高模擬廃液を元に設定した主電極電力と間接加熱装置電力の調整による運転方法が、廃液に合った運転方法ではなかったと評価した。

(3) 追加データ取得における運転条件

上記考察から、追加データ取得における運転パラメータの設定としては、低模擬廃液で実績のある主電極電力の調整を主とした運転方法を採用することとした。

また、当初試験の目標として考えていた連続的に処理が可能であるとは、言い換えると、安定した運転状態を定常的に形成することであり、そのた

めの目標を詳細化する必要があると考え、ガラス溶融炉の運転状態を示す指標となるガラス温度、コモン温度、気相温度について目指す領域を設定し、維持することとした。

(目指す領域)

ガラス温度： °C ～ °C (平均として約 °C)

コモン温度： °C ～ °C (平均として約 °C)

気相温度： °C ～ °C (平均として約 °C)

(4) 追加データ取得 (図-17、18 参照)

1) 追加データ取得結果

追加データ取得においては、12本(21バッチ～25バッチ、35バッチ～41バッチ)のガラス固化体を製造し、以下の結果が得られた。

- 追加データ取得を開始した当初、ガラス温度、コモン温度は安定した状態が制御できたが、溶接機の故障によりシャットダウン運転(高レベル廃液の供給を停止し、溶融炉に溶融ガラスを保持した状態での停止する運転。炉内の白金族保有量を低減させるため数本分のガラスの抜き出しを行う。)に移行した。
- 溶接機復旧後、炉内状態を改善するために炉底攪拌を実施し、廃液供給を再開して、3バッチの立ち上げ調整運転に引き続き、連続的に4バッチの運転(38～41バッチ)を行い、ガラス溶融炉でのガラス温度、コモン温度及び気相温度を目標範囲に制御することができた。
- 38～41バッチの運転の間に一部温度が目標領域を外れたものがあったが、速やかに目標領域に復帰しており、安定した運転が維持できた。

一方、追加データ取得実施中に流下性に悪化傾向が見られ、41バッチでは流下速度が上昇しなかった。これまでの運転状況から、炉底部に白金族元素が堆積していることが推定されたため、溶融炉内の白金族元素を低減させるシャットダウン運転を行い、その後、模擬ガラスをガラス溶融炉へ供給する洗浄運転を実施したが、回復傾向が見られなかった。このため、12月27日から溶融炉内の溶融ガラス抜き出し操作を行い、現在、炉内の点検を実施している。

2) 追加データ取得結果のまとめ

① 「安定した運転状態が維持されていること」について

主電極電力の調整を主とした運転方法により目指すべき領域での安定した運転が可能であることが確認できた。

② 「白金族元素の影響を考慮し、管理された運転状態で維持されること」について

白金族元素の沈降を抑制するための炉底低温運転については、当初計画したとおり実施できたものの、偏流の発生による炉内状態の変動等により、炉底部の状況が改善を要する状態になっていたことから、「白金族元素の影響を考慮し、管理された運転状態で維持されること」の状態を確認するまでには至らなかった。

③ 炉底攪拌操作の実施について

処理能力確認試験終了時点及び追加データ取得の期間において、ガラス流下時間が長くなる等の、白金族元素の堆積による影響が見られたことから、炉内へ攪拌治具を挿入し、炉底部の熔融ガラスの攪拌操作を実施している。この炉底攪拌を実施した際（設置・撤去含む）、ガラス固化廃ガス処理設備を共有するガラス熔融炉A、Bは負圧に維持されており、適切な管理の下、操作が実施できることを確認した。（図-19～21参照）

(5) 白金族元素に関する炉内状況悪化に至った要因分析

「白金族元素の影響を考慮し、管理された運転状態で維持されること」について、これまで得られたデータをもとに炉内状況悪化に至った要因分析を行った。（図-22）

- 8 バッチにおいて、仮焼層が成長し気相温度が過剰に低下したため、ガラスの熔融処理能力が低下した。このため、この状態を改善する目的で、廃液及び原料供給を停止し、仮焼層の熔融を促進した。これにより、白金族元素の炉底部への沈降が促進されたものと推定される。
- 16 バッチにおいて、流下中に偏流が発生したため、流下を停止し、復旧操作を行ったが、その復旧に約7時間を要した。この間、炉底部の温度が高い状態で保持されたため、白金族元素の炉底部への沈降が促進されたものと推定される。
- 18 バッチで炉底攪拌を必要とする基準に達したため、19 バッチにおいて攪拌操作を行うこととしたが、その準備に時間を要したことから、この間に熔融炉上部にあった白金族元素の炉底部への沈降が促進されたものと推定される。
- 20 バッチの曲がり棒を用いた炉底攪拌を行った後、炉内攪拌への判断基準に比べて主底間抵抗などが十分高い値となったことから、炉内状況が改善したものと判断し、21 バッチから廃液供給を開始したが、炉底部の改善措置が十分でなかったため、白金族元素の堆積が促進され、炉底部の粘性が増加し、流下速度が上昇しなかったものと推定される。
- 35 バッチ以降のデータ取得において流下速度が上昇しなかったことについては、24 バッチまでの運転状態等により炉内状況が悪化したことに起因するものであると推定される。

(6) 白金族元素に関する管理方法について

(5) の要因分析の結果から、「白金族元素の影響を考慮し、管理された運転状態で維持されること」のためには、以下の管理方法を具体化し、確実に実施していくことが不可欠と考える。

- ①安定した仮焼層を形成し、ガラス温度及び気相温度を目指すべき領域に維持した運転（白金族元素の急激な沈降・堆積を抑制する）を実施する
- ②炉底部の低温管理を実施する
- ③白金族元素の沈降状況を管理するため、以下のデータを監視する
 - ・主電極-底部電極間抵抗
 - ・補助電極間抵抗
 - ・補助電極-底部電極間抵抗
 - ・底部電極温度の昇温量に対する 温度計（底部電極と補助電極の間に設置した温度計）の昇温量の比
 - ・所定の流下速度への到達時間
- ④上記の運転データの推移から炉内状況が悪化する前に早期に炉底攪拌や洗浄運転などの措置を実施する
- ⑤炉底攪拌実施前には、熔融ガラスの抜き出しを行うことにより炉内の白金族保有量を低減する

5. 高レベル廃液ガラス固化設備における不適合事項とその対応

当該試験実施期間中（平成 19 年 11 月 4 日～平成 19 年 12 月 31 日）、高レベル廃液ガラス固化設備に係るものとして、12 件の不適合事項が発生した。

これらの不適合事項において、「安全上重要な施設の安全機能に係る不適合事項」は発生しておらず、「その他の安全性に係る機能に係る不適合事項」は 5 件、「安全性に係る機能に係らない不適合事項」は 7 件発生した（表-1、2 参照）。

なお、これらの不適合事項のうち、第 5 ステップの試験開始までに処置を終了すべき不適合事項については、処置が終了したことを確認した上で第 5 ステップの試験を開始する。

6. その他

(1) ミストフィルタの洗浄及び交換の実施（図-23 参照）

上述の処理能力確認試験時にミストフィルタ（A 系列）の差圧が上昇したため、ミストフィルタ（B 系列）に切り換えるとともに、ミストフィルタ（A 系列）の洗浄及び交換を実施し、洗浄効果が得られたことを確認した。

(2) 結合装置内圧力高高警報の発報（図-24 参照）

ガラス流下時に結合装置内圧力高高警報が複数回発報した（図-5、8 参照）。この警報は、ガラス固化体容器が結合装置に結合されていない状態で流下を行うことを防止するために設置したものである。

今回の発報は、ガラス固化体容器が結合装置に結合されていないことにより発生したものではなく、ガラスの流下の際に通常よりも粘性の低い流体（低粘性流体）が流下した際に結合装置内の圧力変動が起こり発報したものである。

なお、当該警報発報時には、結合状態を圧力計により確認し、流下を再開した。

7. 今後の進め方

- 高レベル廃液ガラス固化設備においては、ガラス溶融炉（A系列）の運転性能や処理能力の確認並びに追加データ取得による処理性能等の確認を行った。その結果、「白金族元素の影響を考慮し、管理された運転状態で維持されること」については確認出来なかったものの、「ガラス温度 \square °C以上であること」、「ガラス溶融炉内部の気相圧力が負圧に維持されていること」といったガラス固化体の製造条件は満足されており、「運転性能確認試験」及び「処理能力確認試験」については、所要の能力で運転できることを確認した。

- また、「追加データ取得」で得られた知見から主電極電力の調整を主とした運転を実施することで、「安定した運転状態が維持されていること」が実現可能である見通しが得られた。

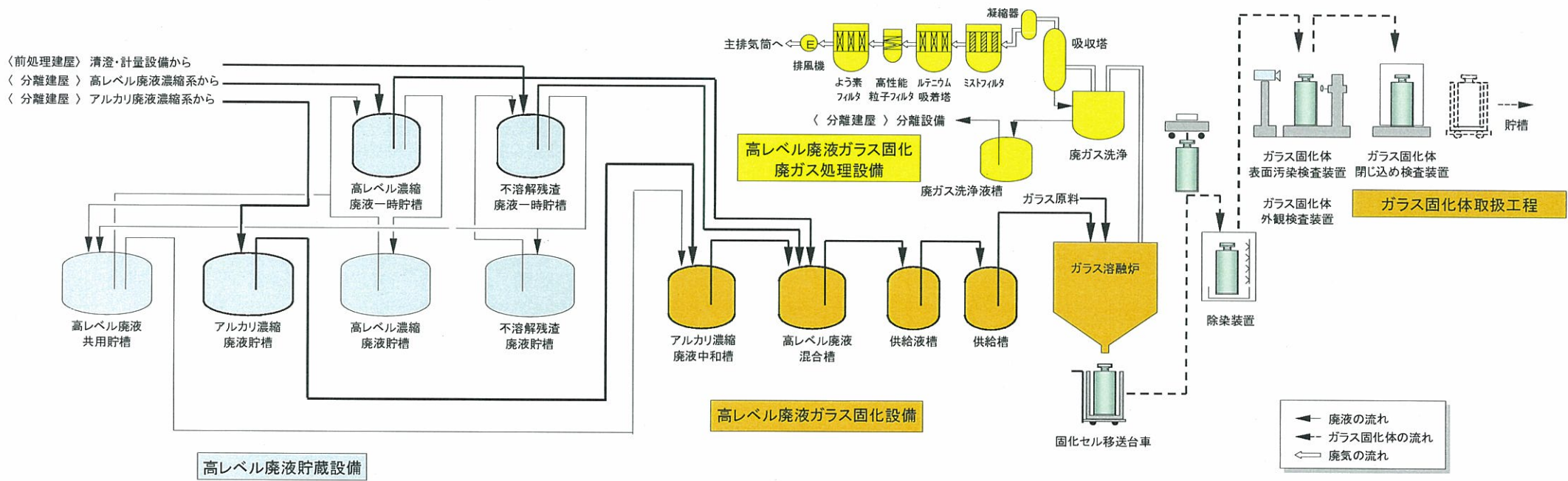
- 「運転性能確認試験」等の試験により、十分確認できなかった「白金族元素の影響を考慮し、管理された運転状態で維持されること」については、
 - ・ガラス温度及び気相温度を目指すべき領域に維持した運転並びに炉底部の低温管理
 - ・主電極-底部電極間抵抗などの白金族元素の沈降に対する管理項目を監視し、炉内状況が悪化する前に炉底攪拌や洗浄運転等の管理方法を具体化し、確実に実施していくことで目標とする運転が実現可能であると考え。

- 現在実施中の炉内点検では、これまでの運転データにより実施した評価等の妥当性を確認するとともに、必要に応じ炉内点検後の立ち上げ時の運転条件等への反映を行う。

○今後、第 5 ステップにおいて、ガラス溶融炉（A系列）内の点検等並びに、ガラス溶融炉（A 系列）の再確認及びガラス溶融炉（B系列）の試験を実施していくこととしたい。

なお、アクティブ試験計画書で計画した第 4 ステップの試験項目については全て終了しており、これらの報告については、今回報告したガラス溶融炉の試験結果も含めアクティブ試験経過報告（第 4 ステップ）として別途取り纏めて行う。

以 上



主な設備の概要説明図

図-1 高レベル廃液ガラス固化施設概要

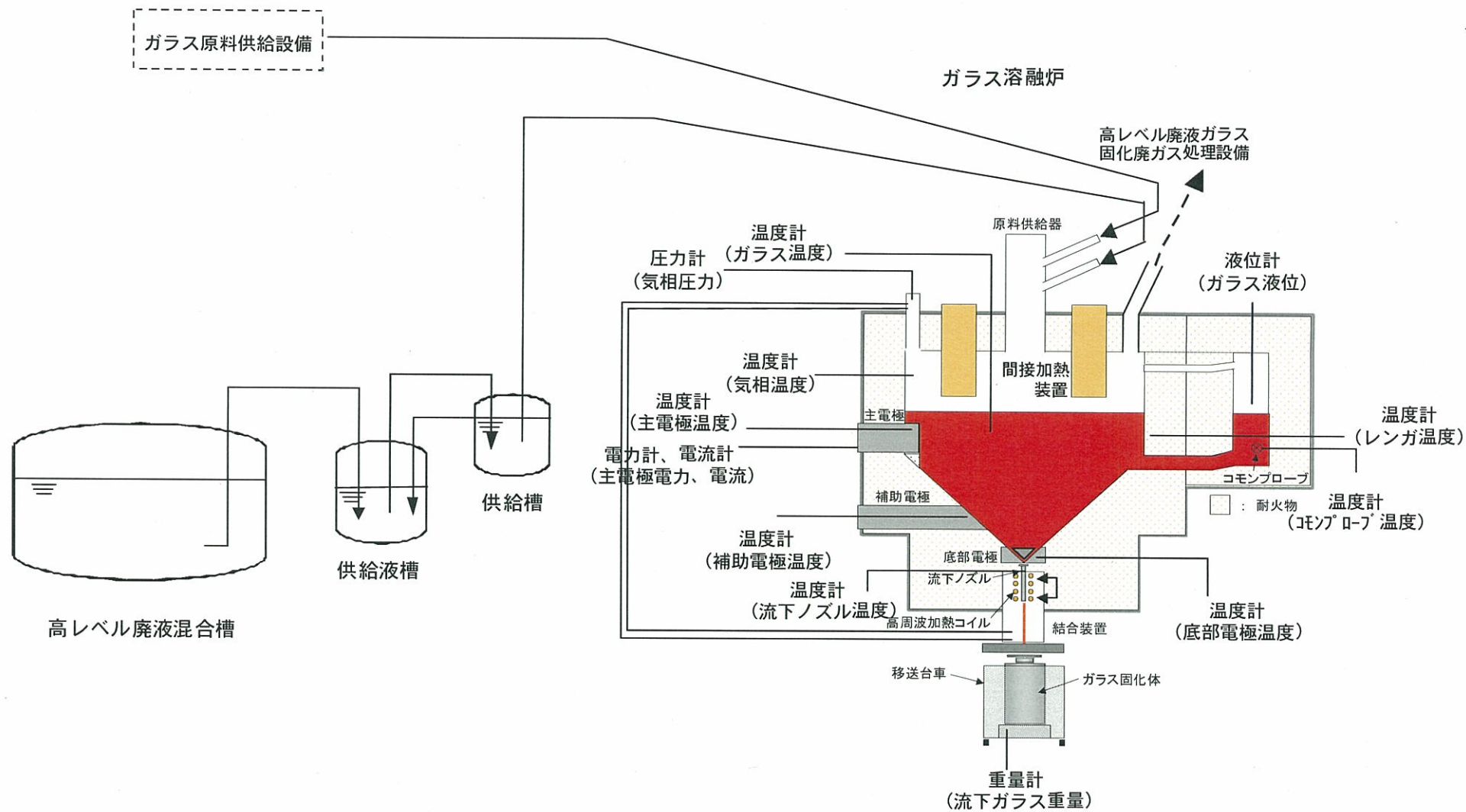


図-2 試験系統概要図

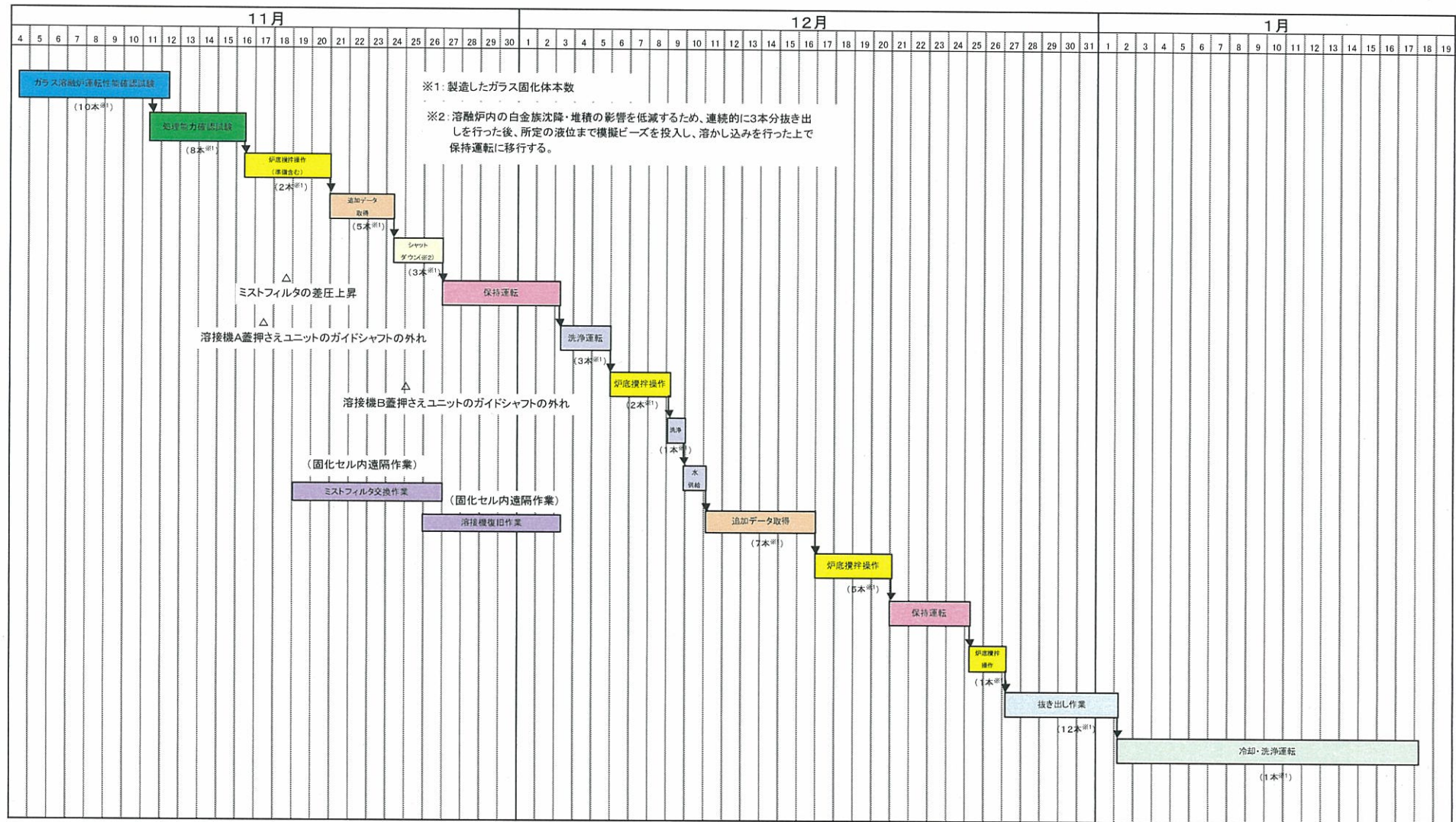


図-3 ガラス溶融炉試験の試験工程実績

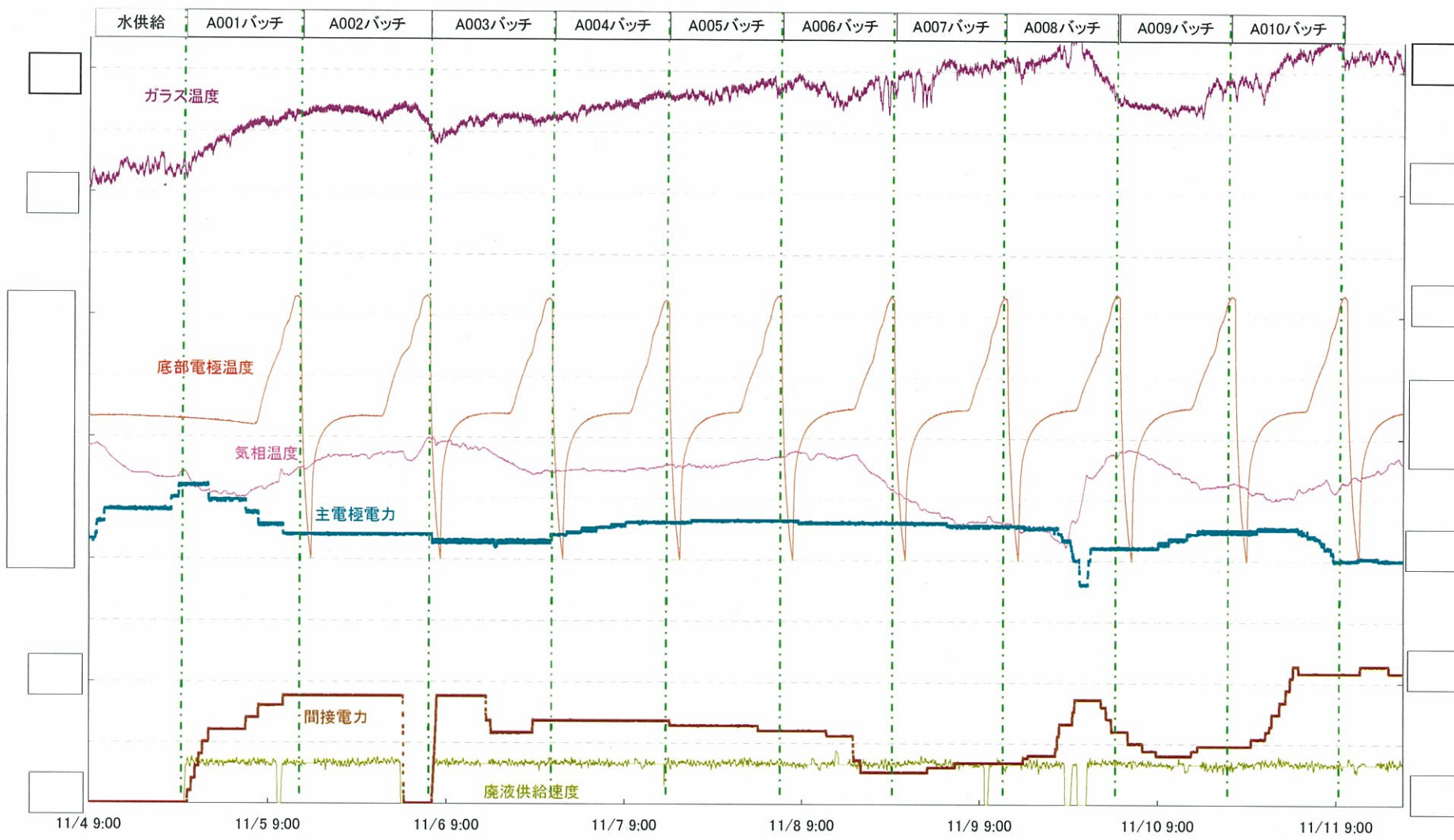


図-4 運転性能確認試験における運転実績

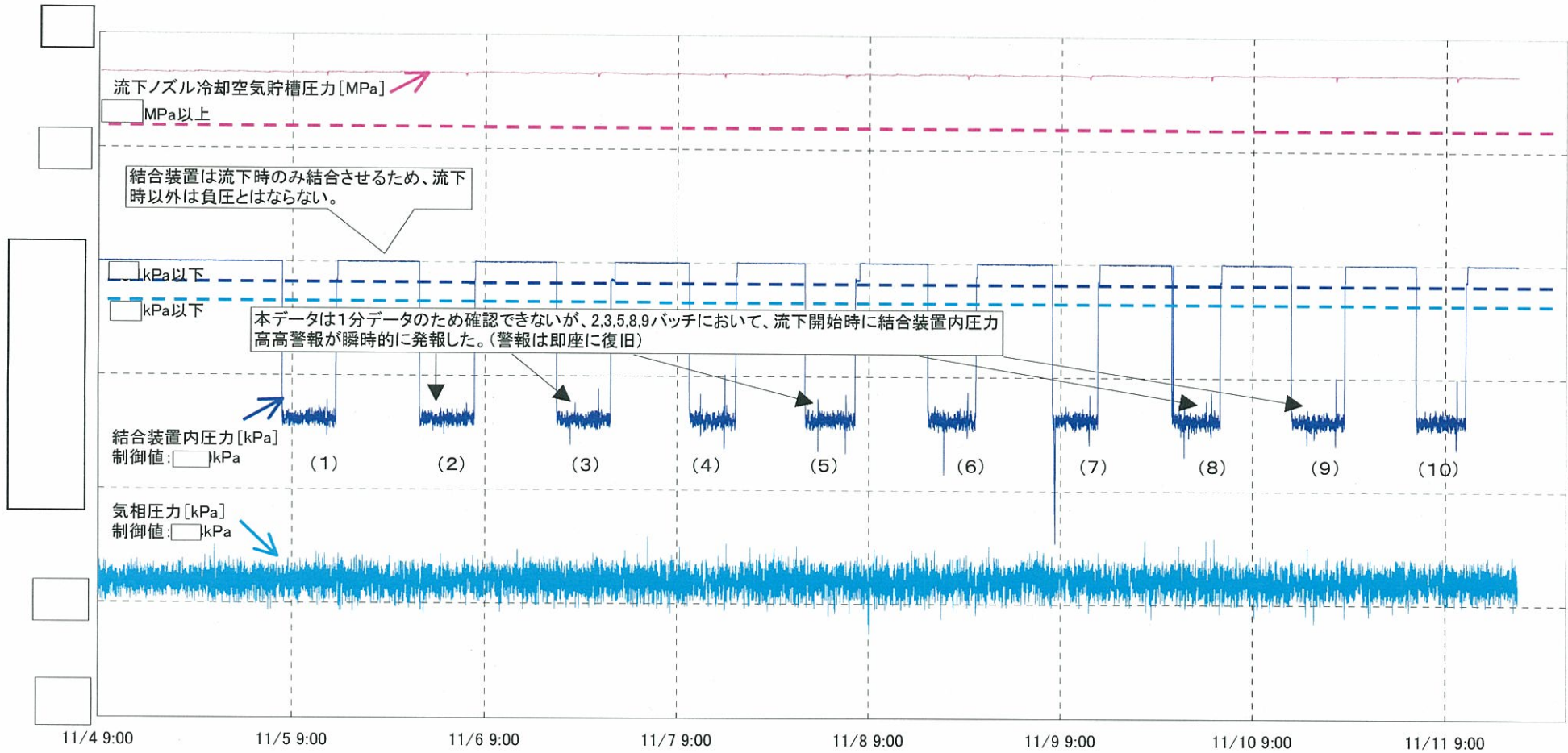


図-5 運転性能確認試験における取得データ (圧力)

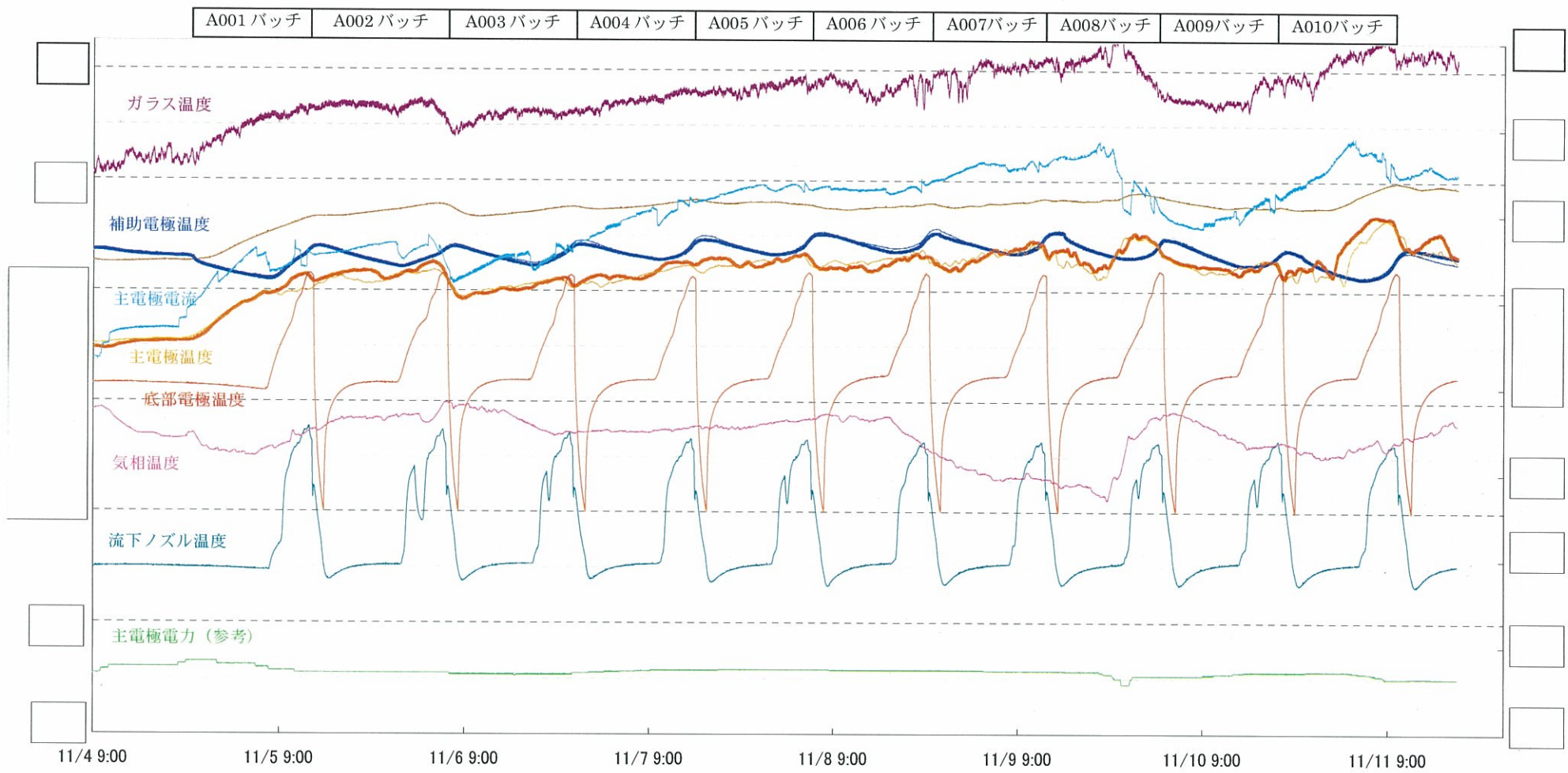


図-6 運転性能確認試験における取得データ (温度、電流)

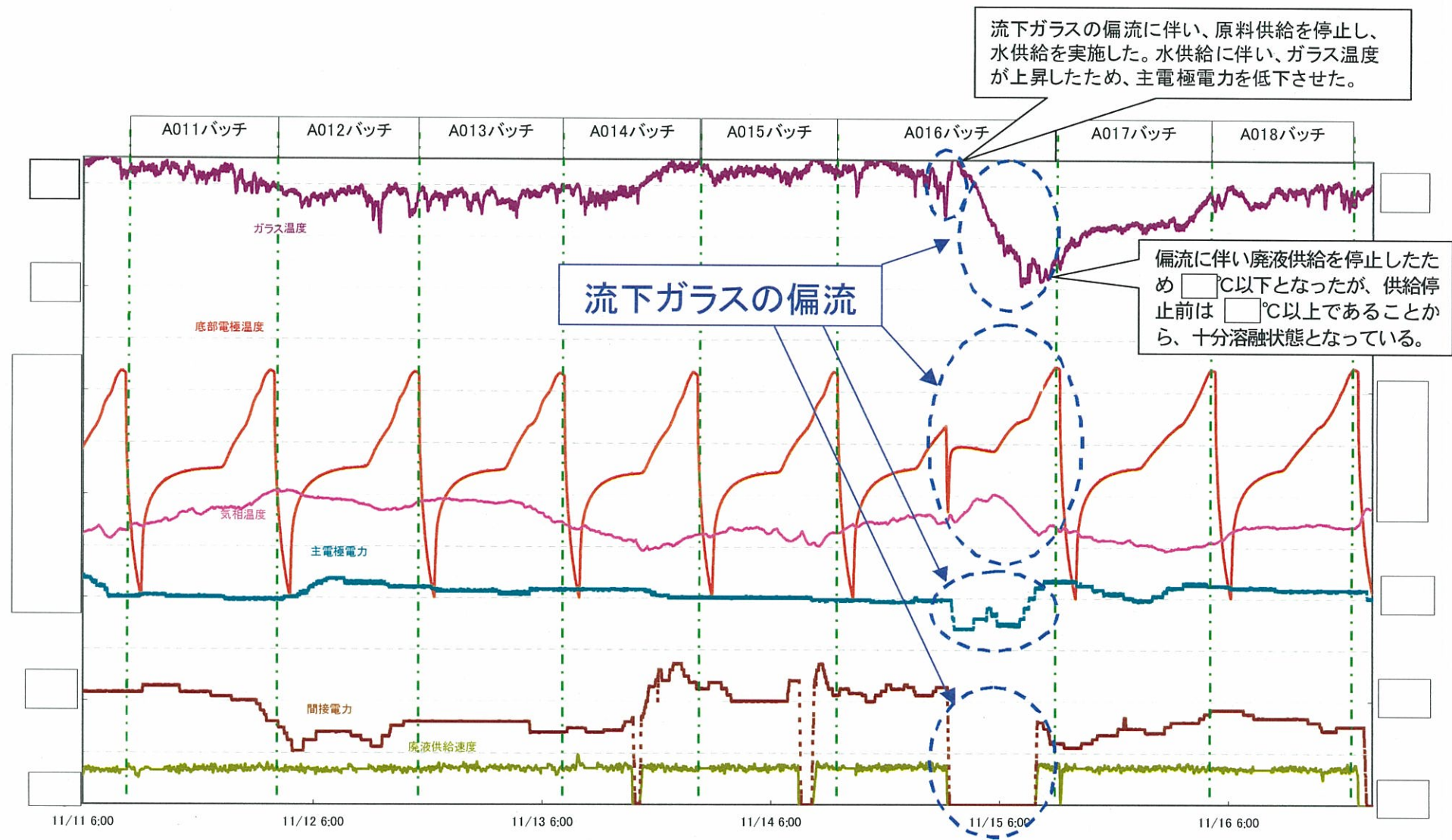


図-7 処理能力確認試験における運転実績

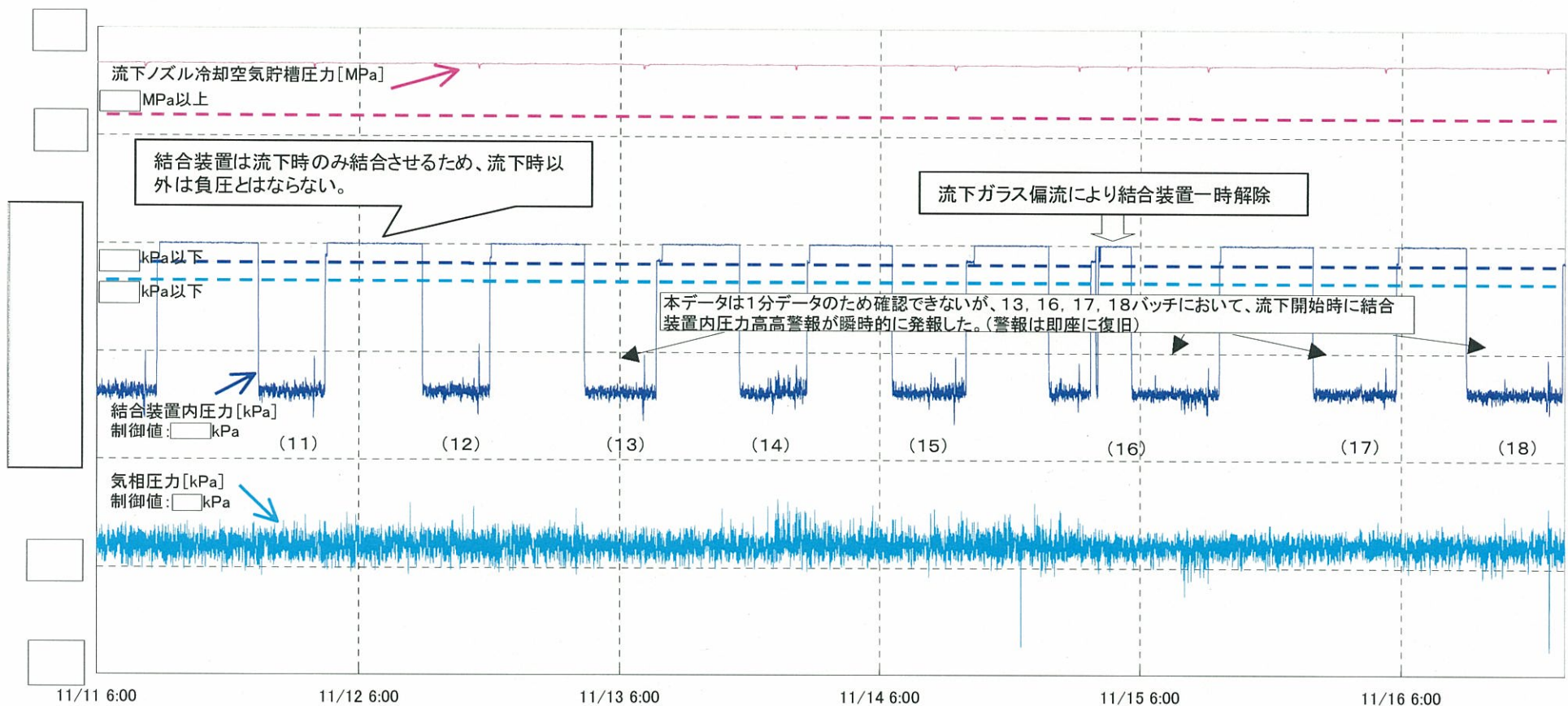
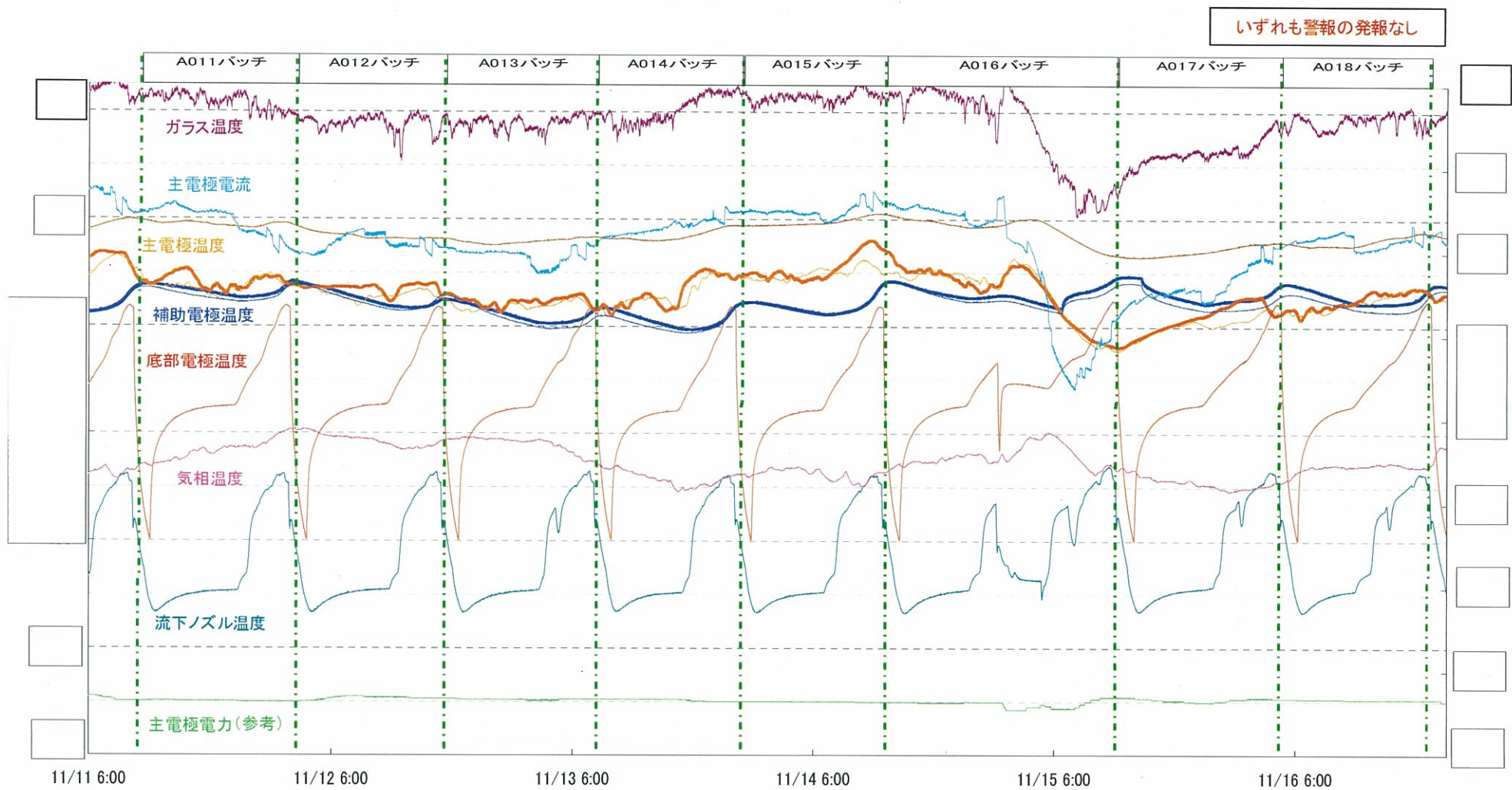


図-8 処理能力確認試験における取得データ (圧力)



図－9 処理能力確認試験における取得データ（温度、電流）

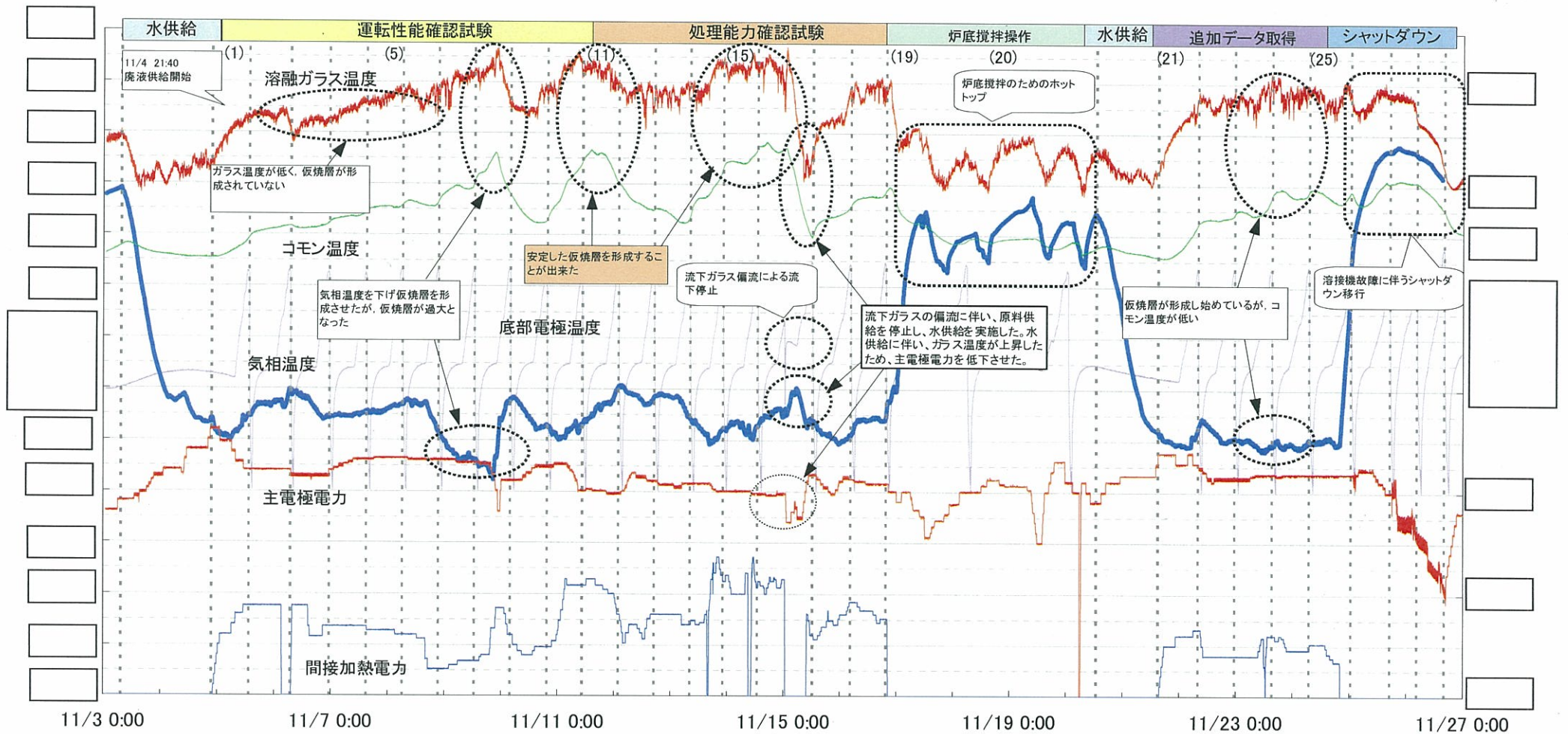
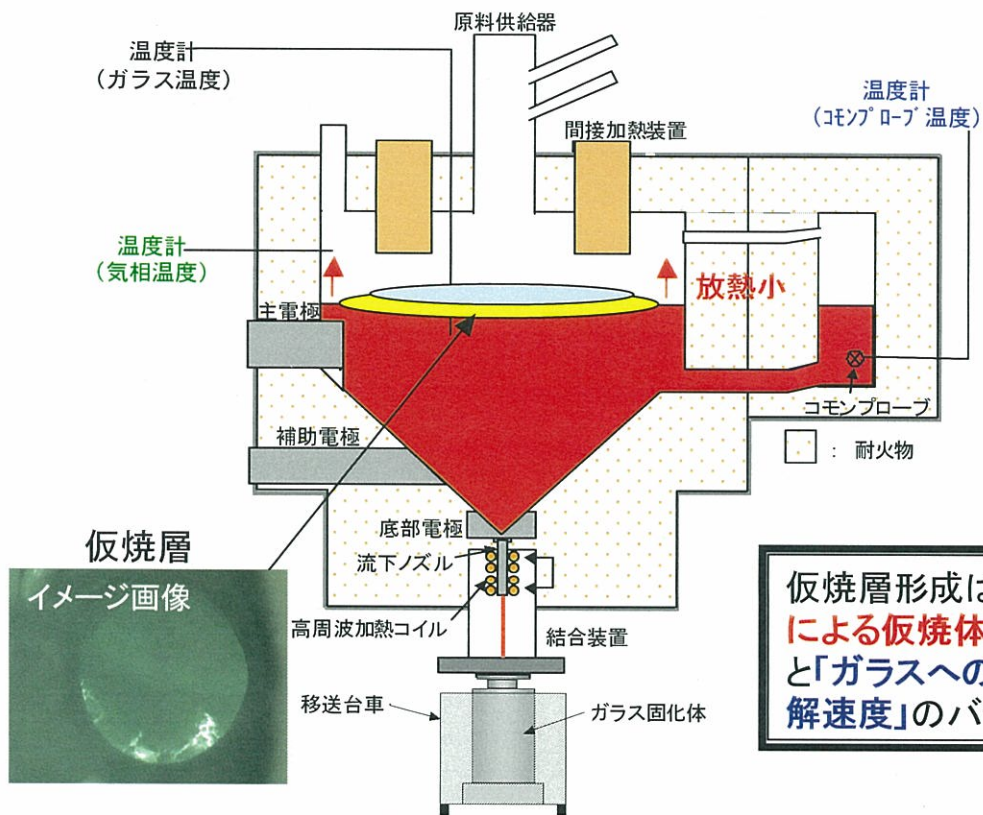
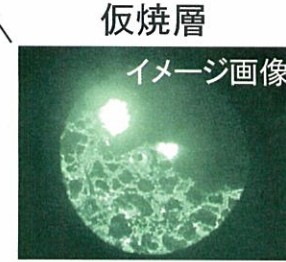
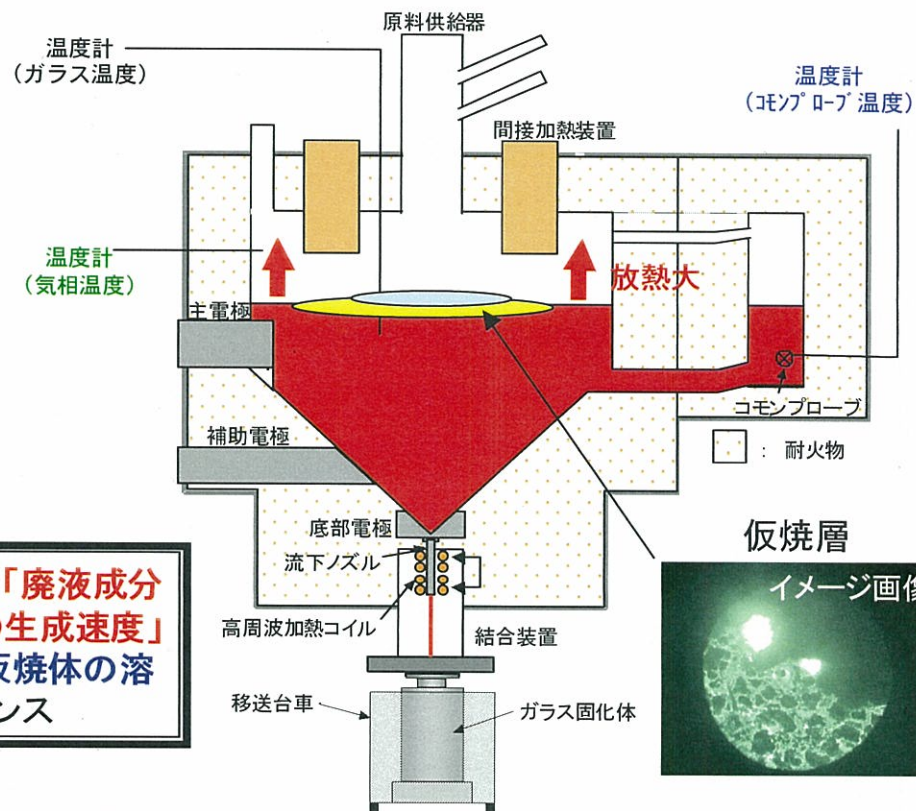


図-10 ガラス溶融炉（A系列）の運転状況評価（全体）



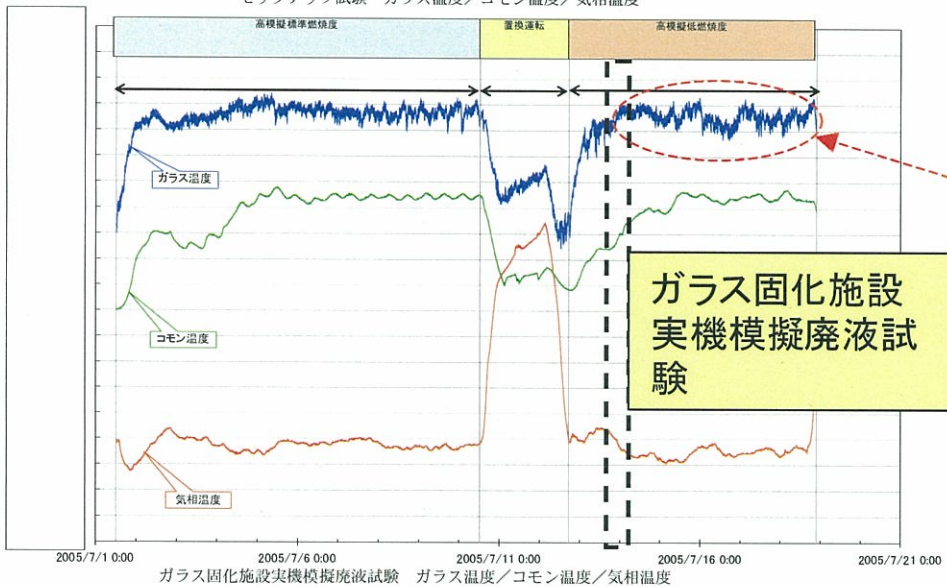
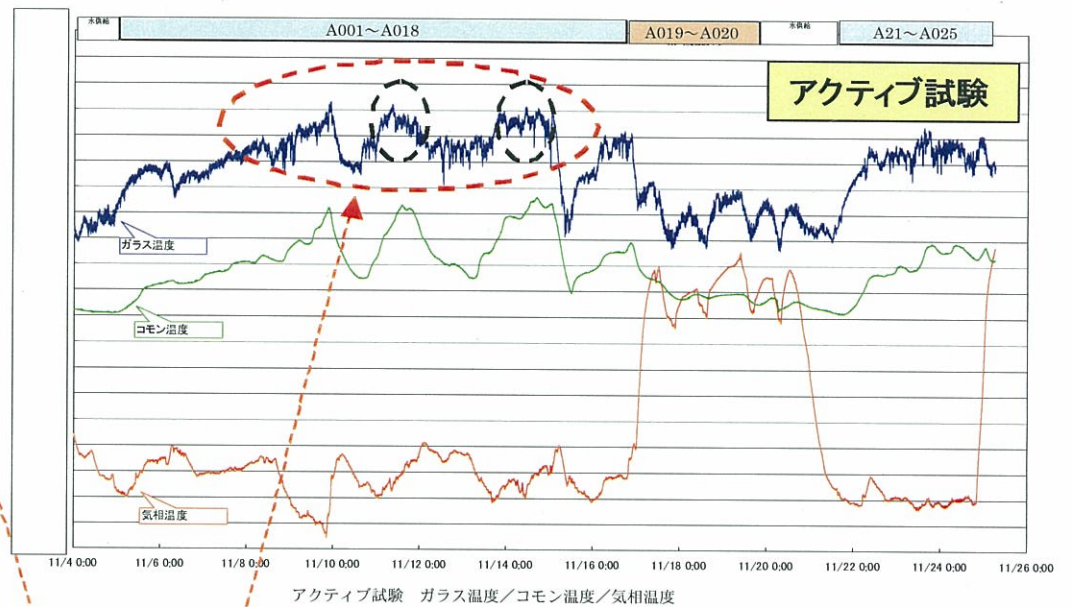
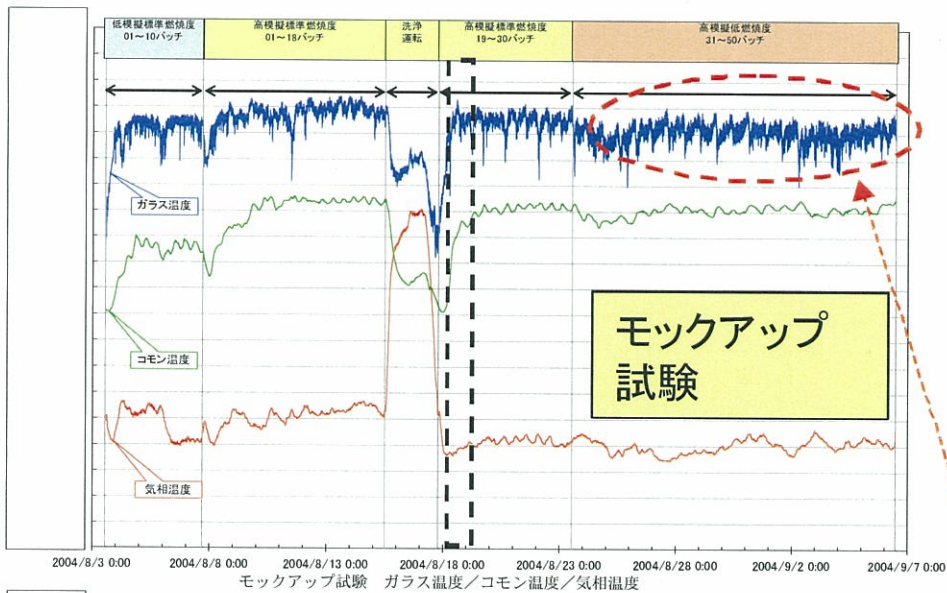
仮焼層形成は、「**廃液成分による仮焼体の生成速度**」と「**ガラスへの仮焼体の溶解速度**」のバランス

仮焼層形成が十分な状態
 仮焼層が形成されるため、熔融ガラスから気相部への放熱が抑制され、ガラス温度及びコモン温度が高く、気相温度が低くなる。



仮焼層形成が不十分な状態
 仮焼層が小さいため、熔融ガラスから気相部への放熱が大きく、ガラス温度及びコモン温度が低く、気相温度が高くなる。

図-11 仮焼層形成と炉内温度の関係



モックアップ試験のガラス温度の推移とアクティブ試験でのガラス温度の推移を比較すると、アクティブ試験でのガラス温度の推移は不安定である。

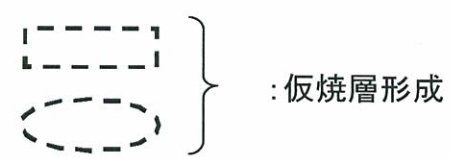


図-12 モックアップ試験等とアクティブ試験の溶融炉温度推移比較

※バッチ平均を使用。コモン温度を傾斜部上端（スロープ入口）のガラス温度を表すと仮定

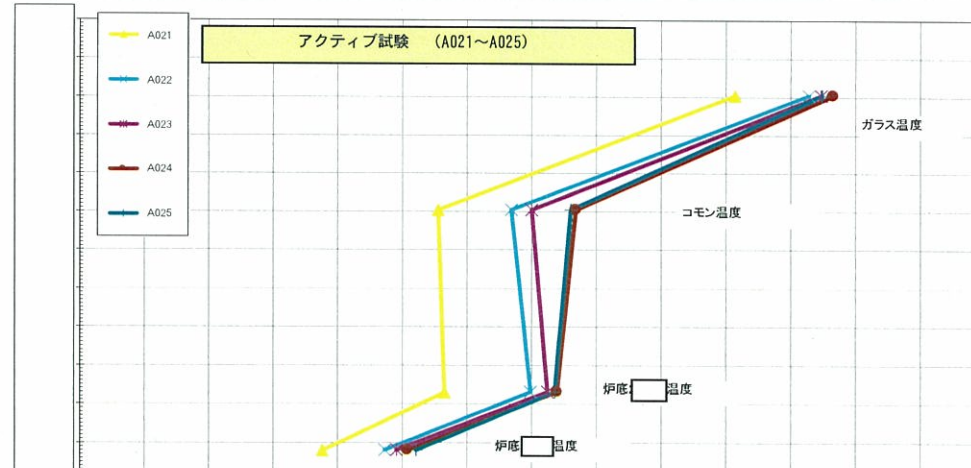
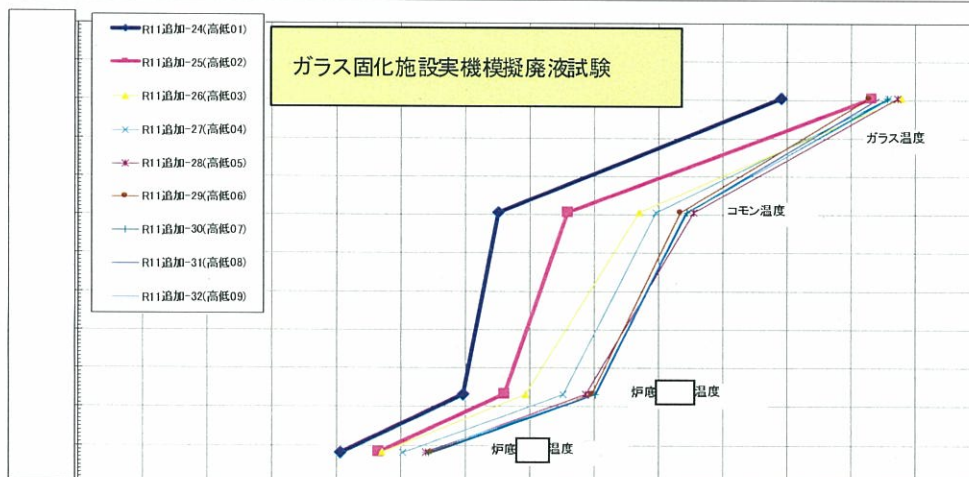
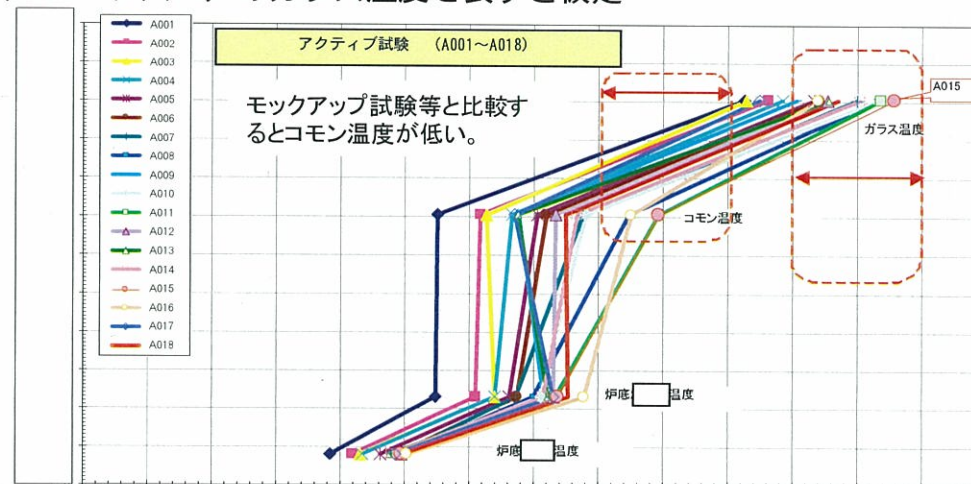
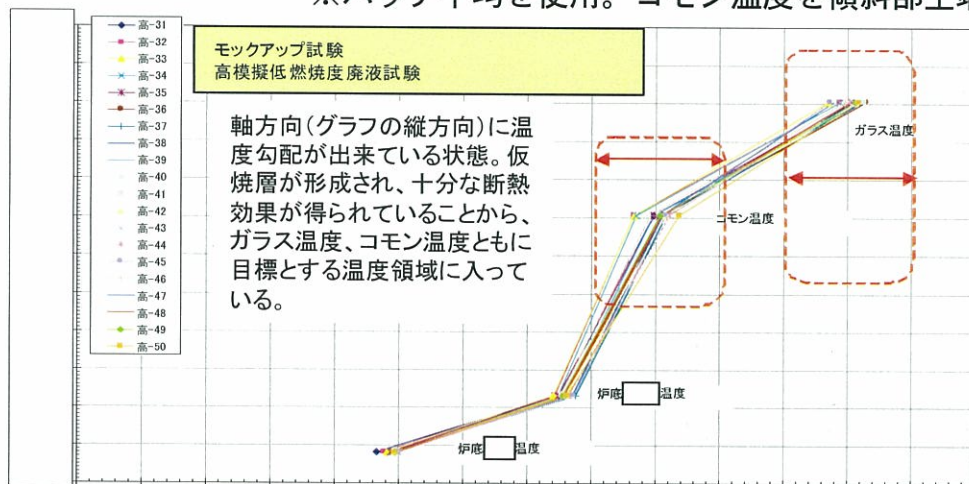
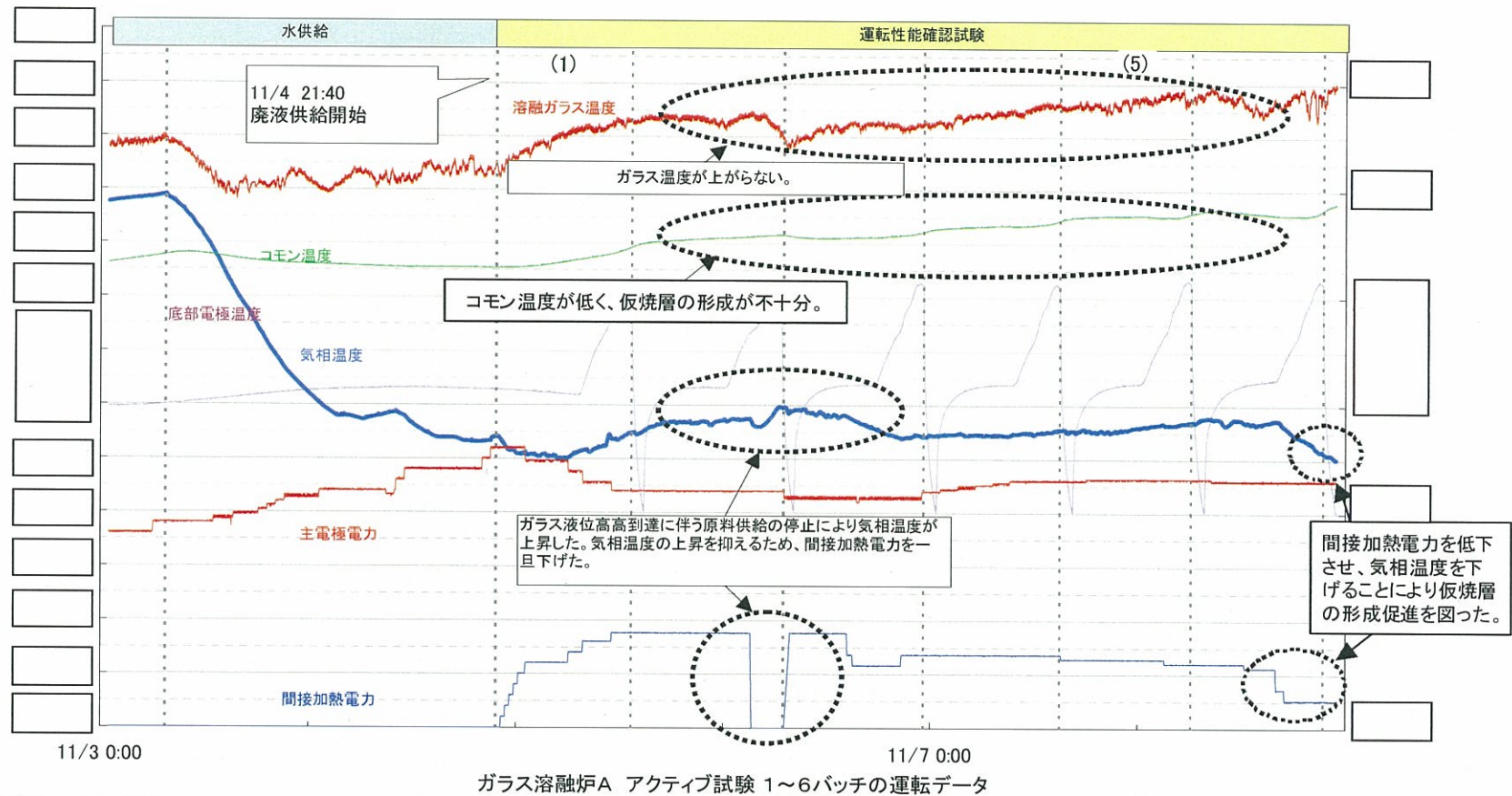


図-13 モックアップ試験等とアクティブ試験の溶融炉軸方向の温度勾配の比較

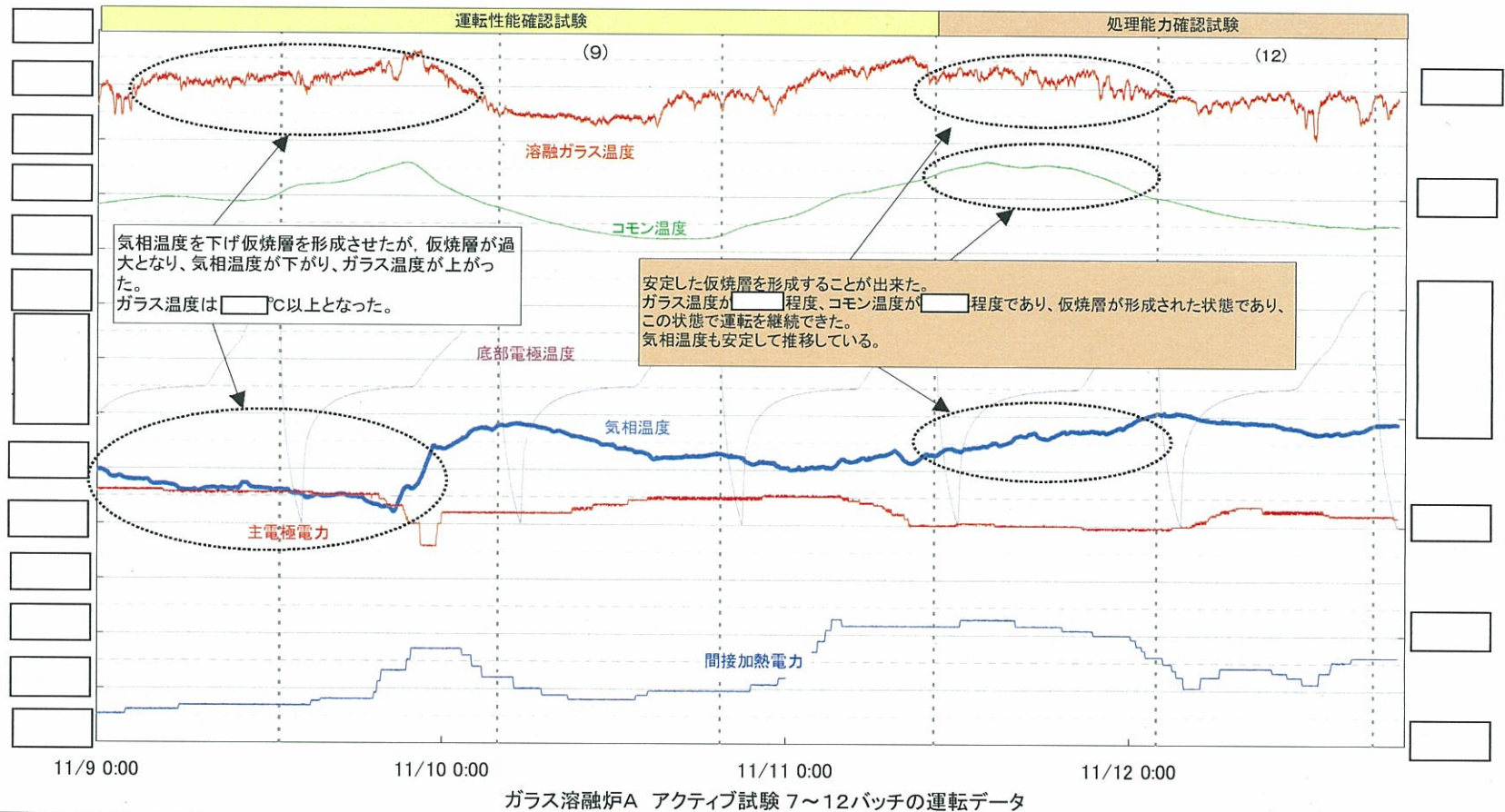


初期の1～6バッチについては、化学試験等での高模擬廃液(白金族元素を含む廃液)とアクティブ廃液が同じ挙動を示すと考え、高模擬廃液での運転を参考に主電極電力及び間接加熱装置電力の投入量を調整し、ガラス温度等の制御を行うことで運転を開始した。

5バッチまでは、ガラス温度が十分上がらないという状態であった(仮焼層形成が不十分な状態)。コモン温度についても同様に目指す領域(約 °C)まで上がってこないという状態であった。

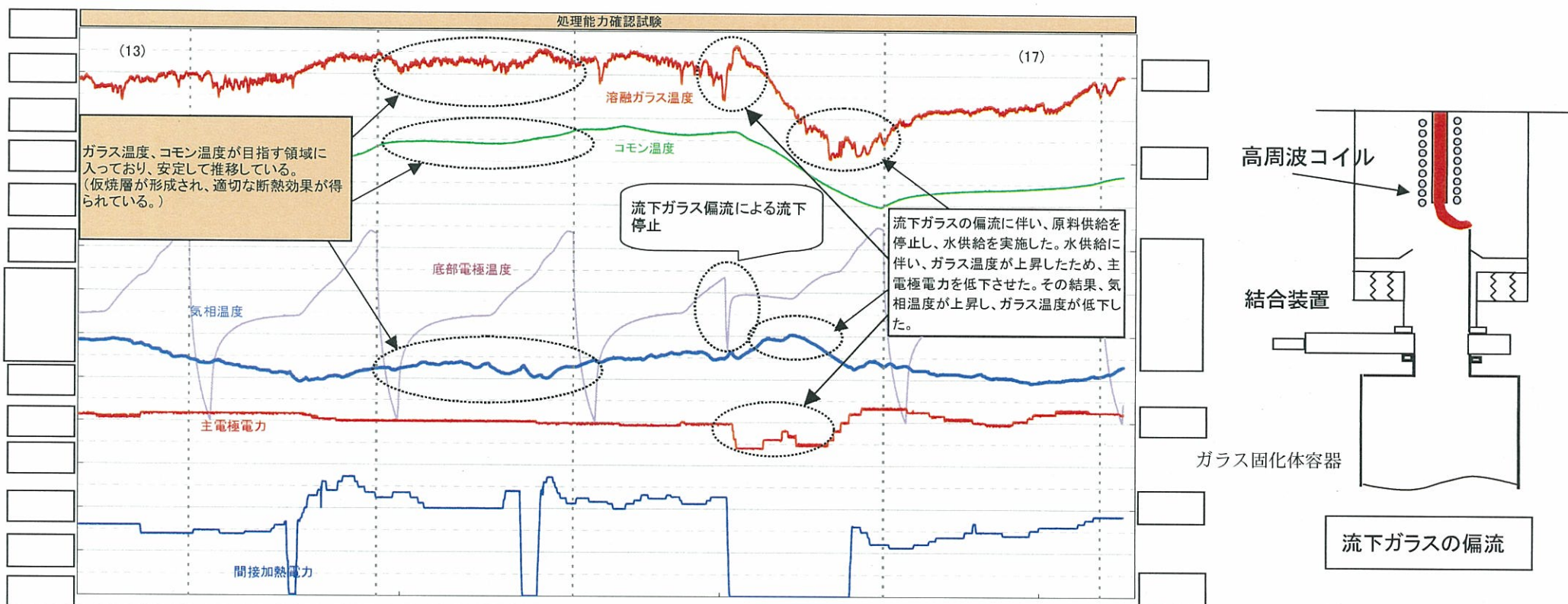
5バッチまでに間接加熱装置電力を徐々に下げていったが仮焼層の形成が十分でないことから、6バッチに間接加熱装置電力を大きく低下させ、気相温度をさげるにより仮焼層の形成促進を図った。

図-14 運転状況評価(1～6バッチ)



7~12バッチについては、6バッチに間接加熱装置電力を大きく下げたことにより、7、8バッチで仮焼層が形成されガラス温度とコモン温度が上昇した。しかし、8バッチに仮焼層が過大となったため原料供給を一旦停止したことにより、仮焼層が熔融し、気相温度が上昇した。9、10バッチでは、気相温度を下げ過ぎないように間接加熱装置電力を下げて仮焼層の形成を促進させた。これにより、10バッチ中盤から仮焼層が形成され、ガラス温度とコモン温度が上昇した。これと同時に主電極電力と間接加熱装置電力を調整し、11バッチでは仮焼層が維持できる運転を継続した。

図-15 運転状況評価 (7~12バッチ)

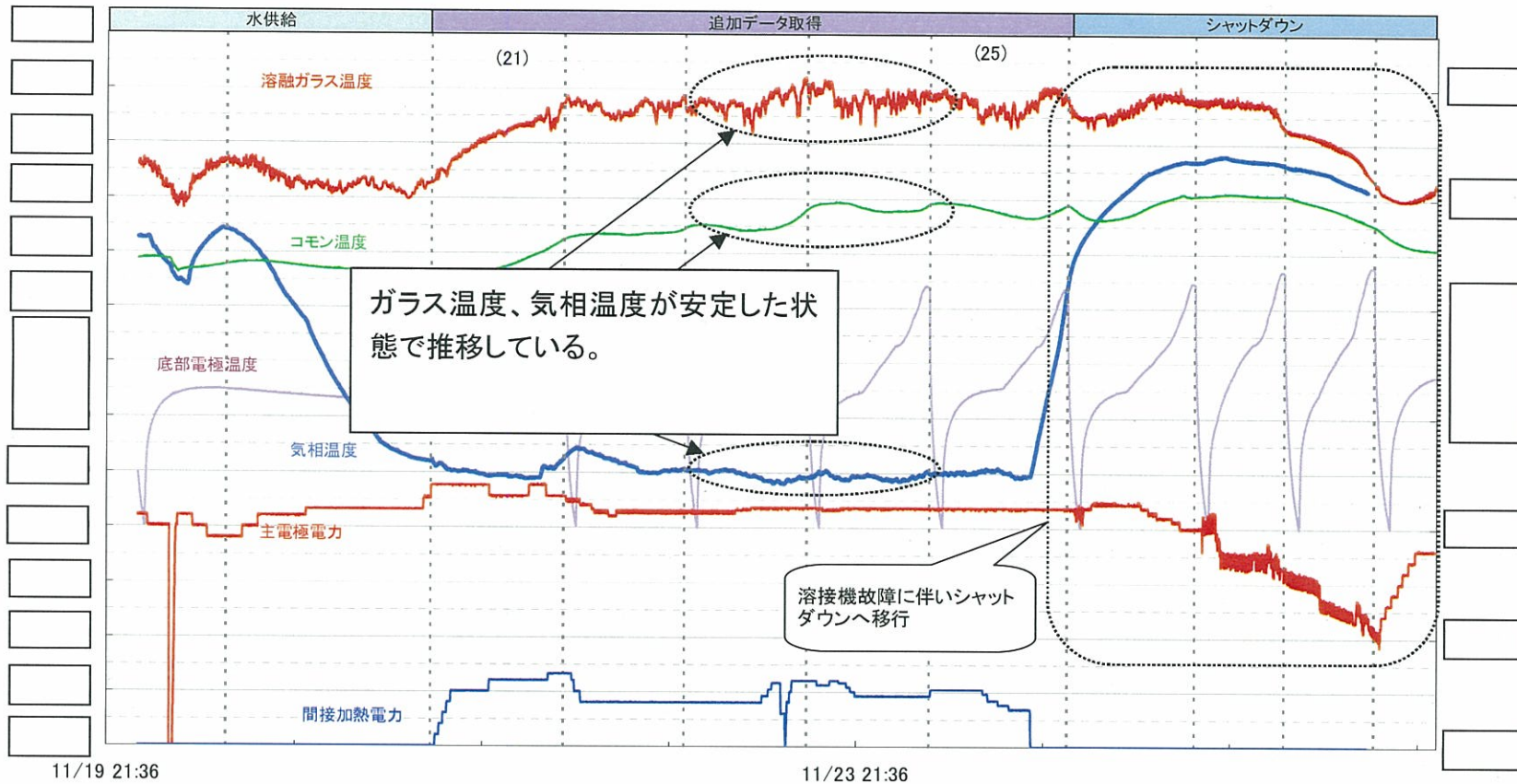


15バッチでは、ガラス温度、コモン温度、気相温度が目指す領域に入っており、安定した運転が行われ(仮焼層が形成され、適度な断熱効果が得られる状態である。)、非常に良い状態であった。

16バッチ目に流下ガラスの偏流が発生し、流下を停止するとともに、原料供給を一旦停止するなどの外乱を与えたことから、熔融炉の温度状態が目指す領域から外れ仮焼層が熔融した。

18バッチ目において、炉底攪拌が必要な判断基準に達したため、炉底攪拌を実施した。また炉底攪拌実施時に、ミストフィルタの差圧上昇がみられた。

図-16 運転状況評価 (13~17バッチ)



21～25バッチの運転では、間接加熱電力の調整により、ガラス温度及び気相温度が安定した状態で運転できている。
25バッチから溶接機の故障(蓋押さえユニットの故障)により、シャットダウン操作に移行した。

図-17 追加データ取得 (21～25バッチ)

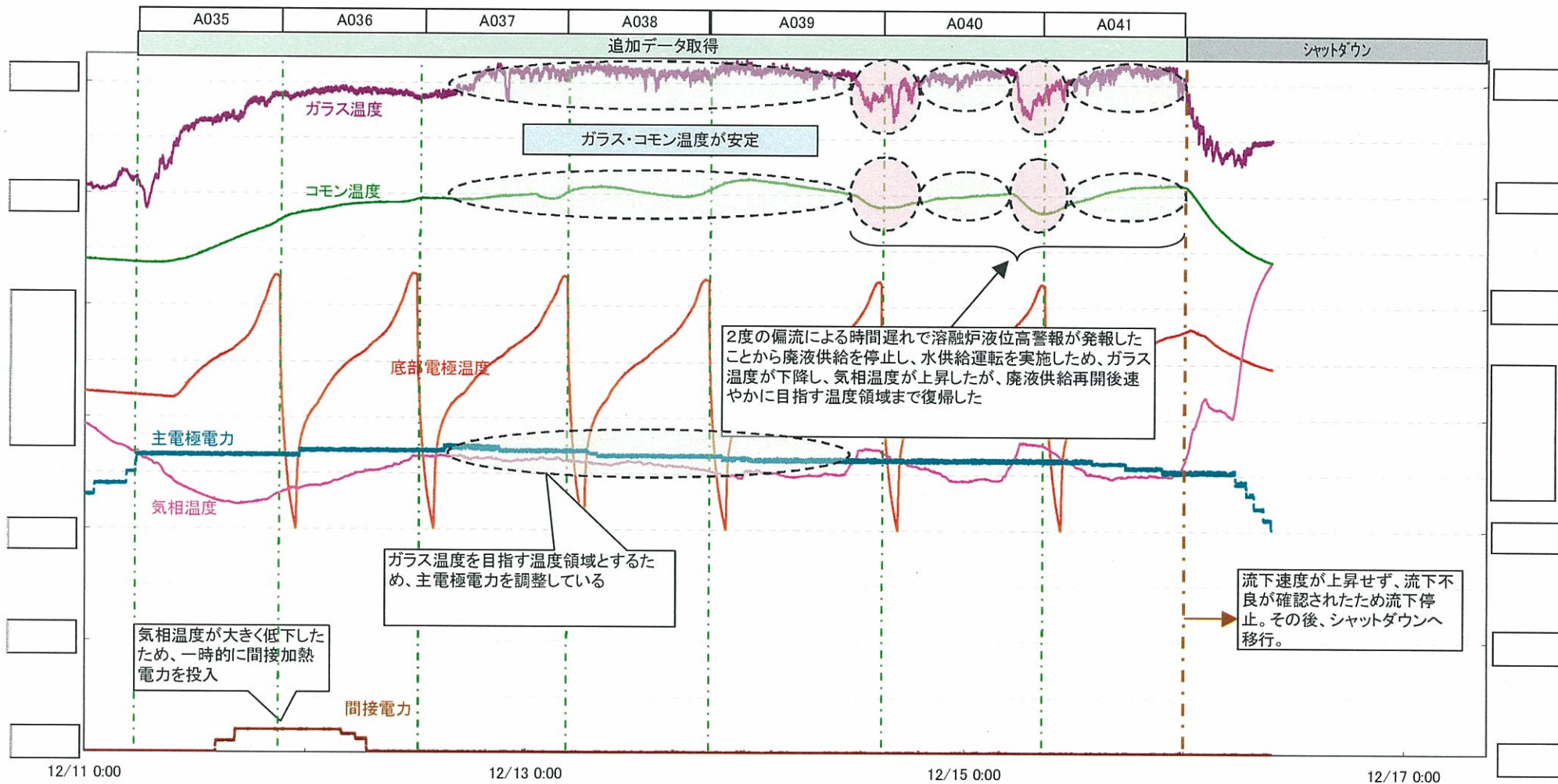


図-18 追加データ取得（35バッチ以降）

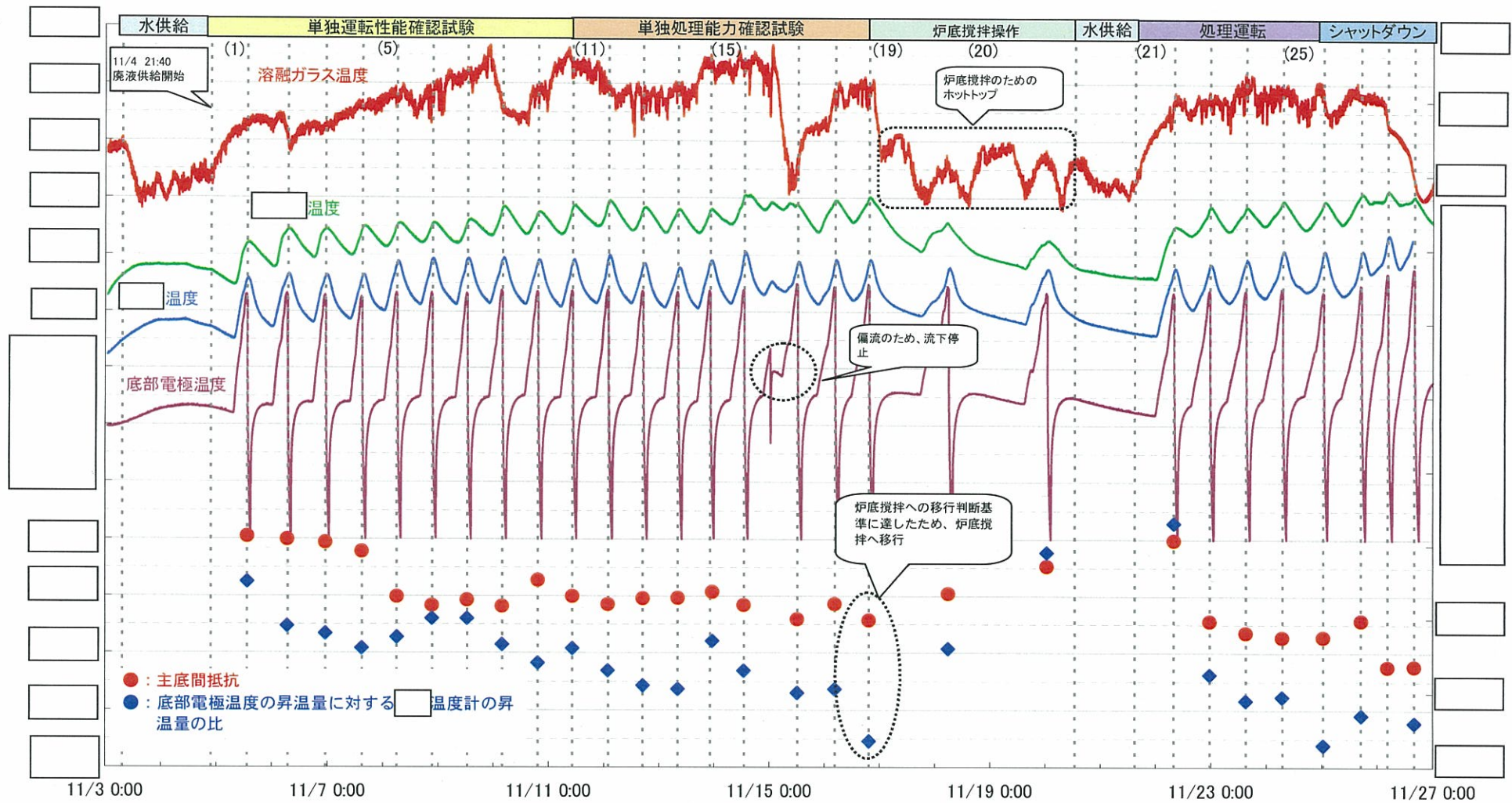


図-19 炉底搅拌への移行判断基準の推移

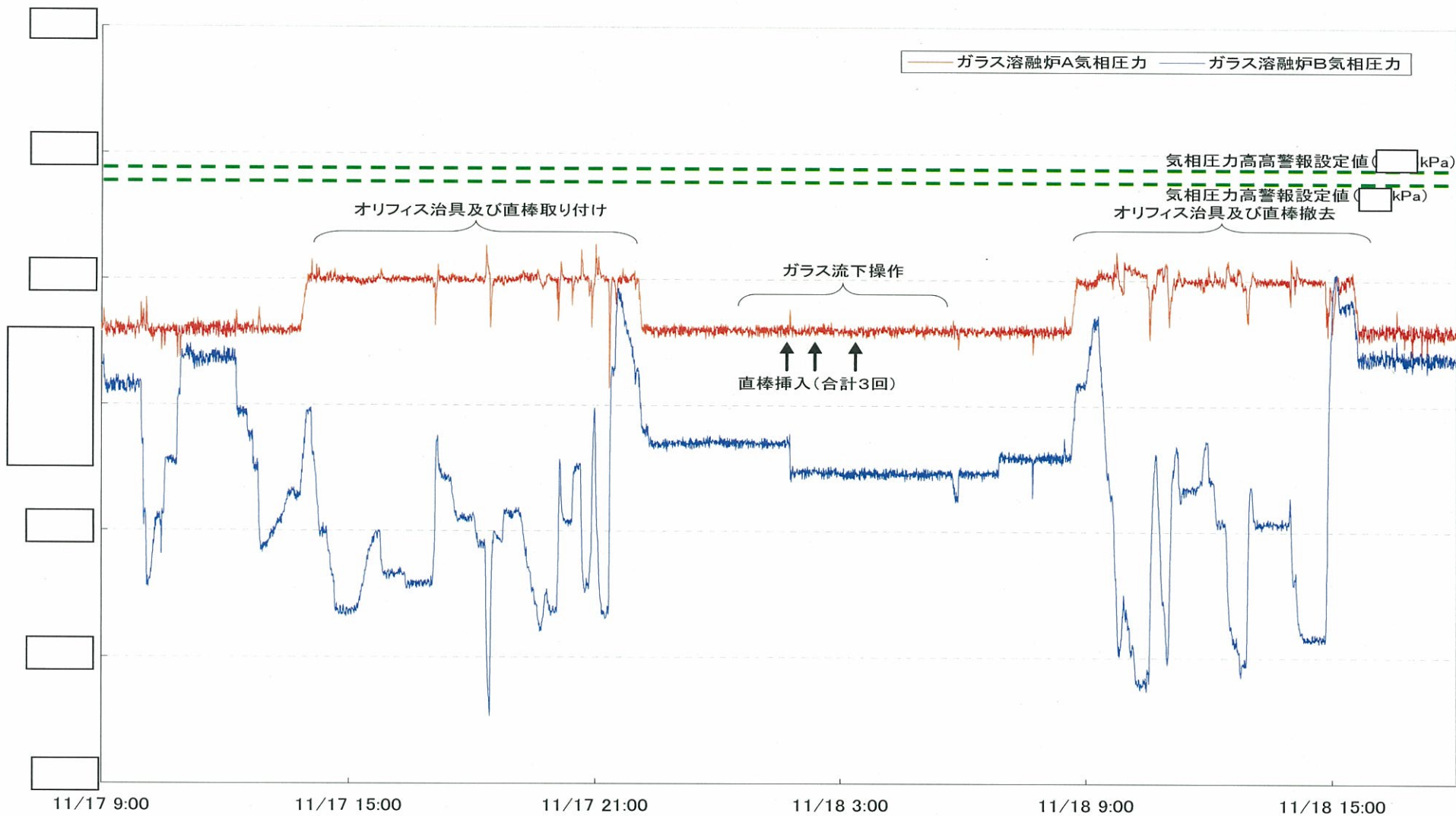


図-20 炉底攪拌時(直棒型)炉内圧力変動

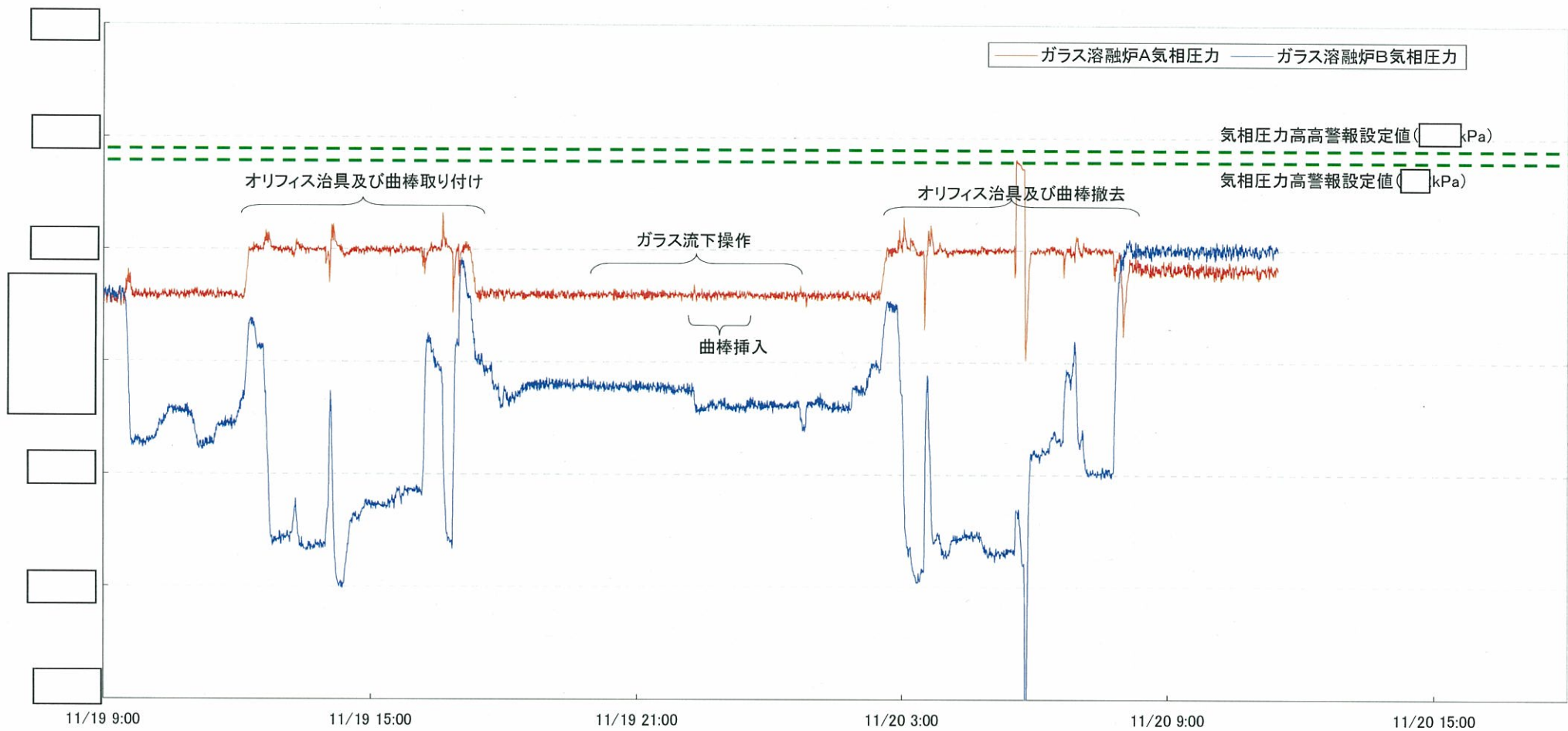


図-21 炉底攪拌時（曲がり棒型）炉内圧力変動

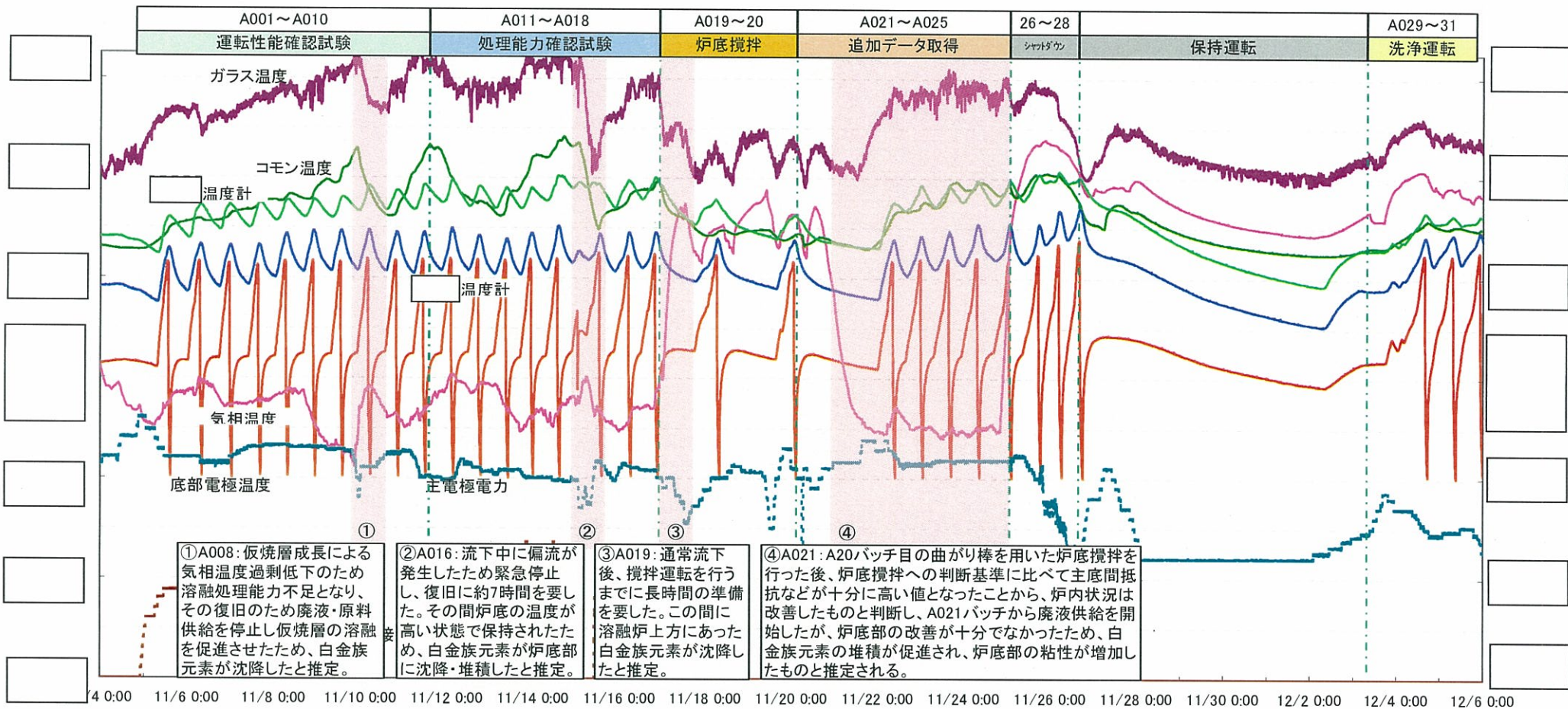


図-22 炉内状況悪化の要因分析

ミストフィルタに設置されている洗浄ラインによりろ材の洗浄を実施



水及び酸洗浄後の差圧は低下しており、その効果が確認された

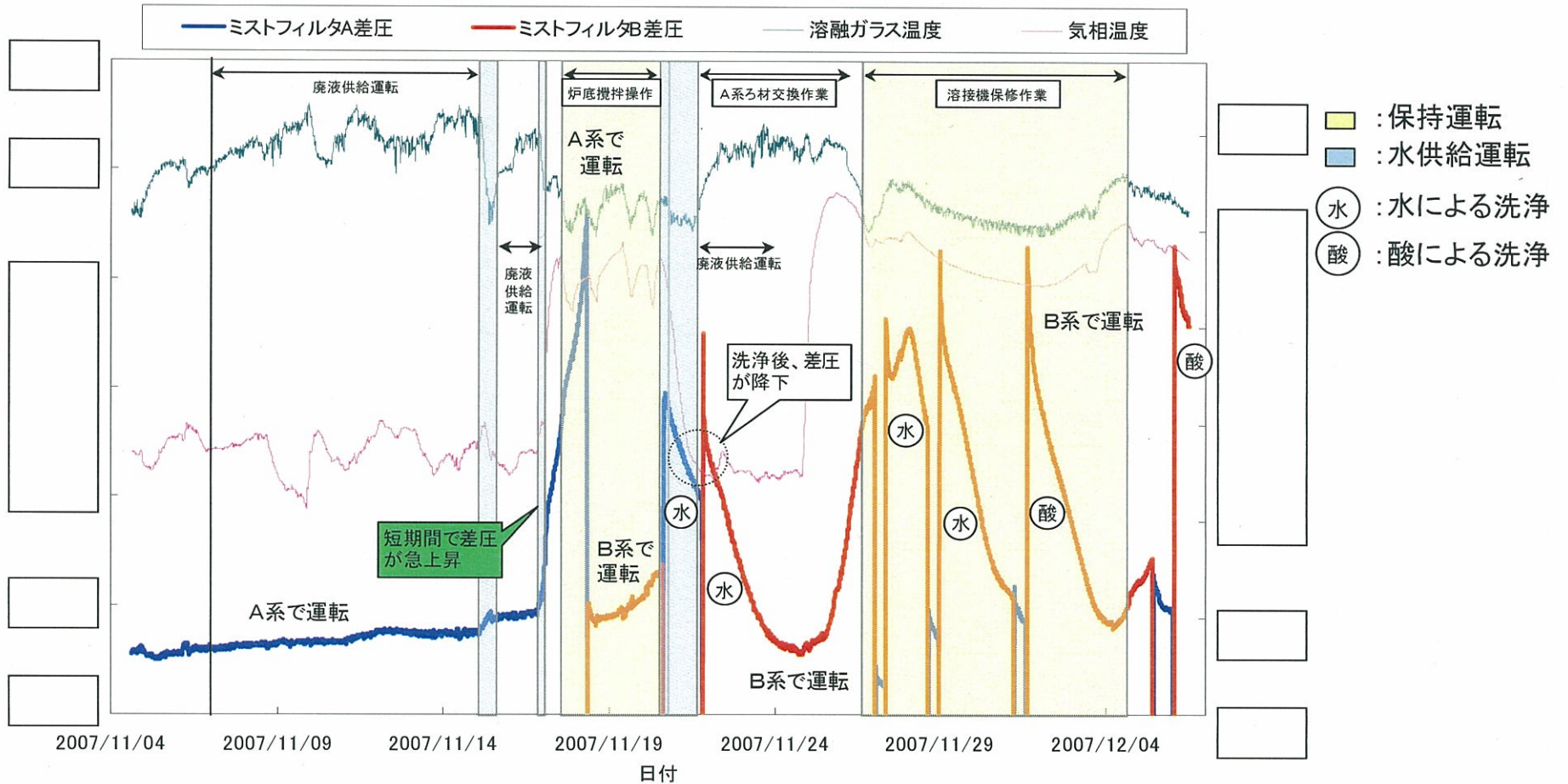
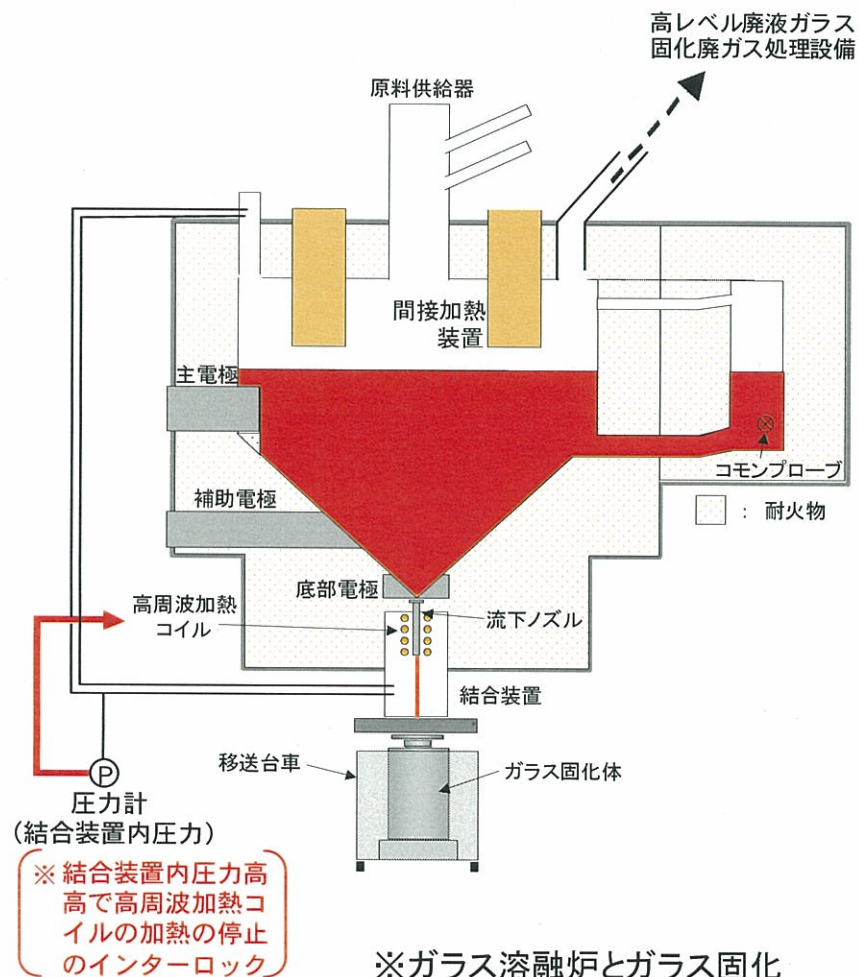


図-23 ミストフィルタ差圧変動状況



※ガラス溶融炉とガラス固化体容器が結合していない状態での溶融ガラスの誤流下を防止する目的で設置している。

低粘性流体の流下による結合装置内圧力の一時的上昇トレンド

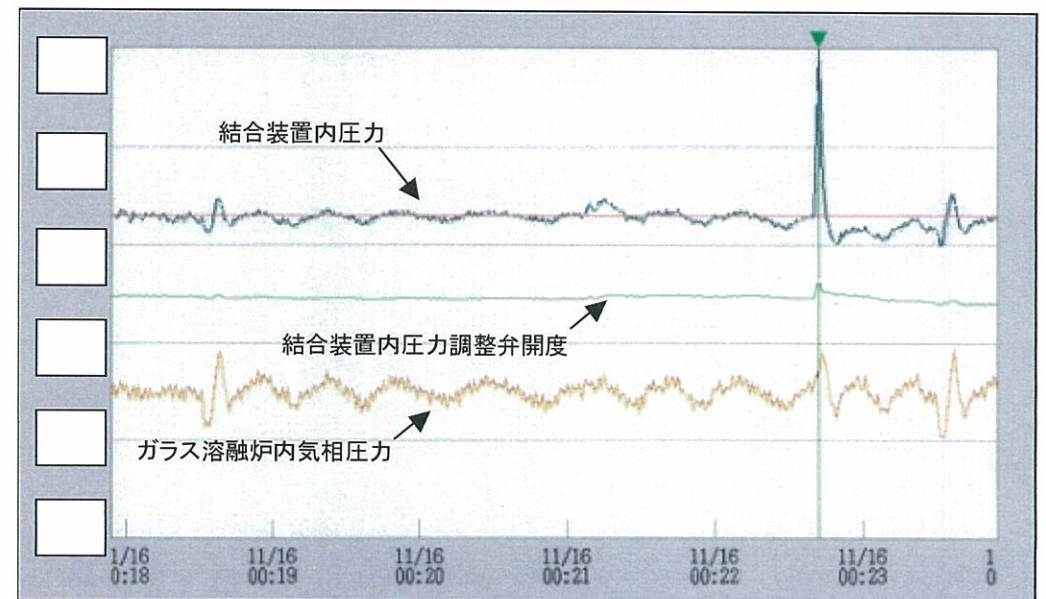


図-24 結合装置内圧力高高警報の発報

表-1 ガラス溶融炉試験期間において発生したガラス固化設備に係る不適合事項
(その他の安全性に関係する機能に係る不適合事項)

処置状況：平成20年1月25日現在

No.	件名	建屋名	種別	内容	処置状況	
1	溶接機蓋押さえユニットのガイドシャフトの外れ (A系列、停止中)	高レベル廃液ガラス固化建屋	誤動作、動作不良	A系列の溶接機の電極交換中に、蓋押さえユニットのガイドシャフトが外れているのを発見した。原因は、ガラス固化体の蓋を押さえる時のヘリウムガスシリンダ (蓋押さえユニットの駆動装置) の振動及びばねの反力による振動を繰り返して受けたことにより、ガイドシャフトを締め付けているナットが徐々に緩んで外れたためである。	蓋押さえユニットのガイドシャフトの下部ベース板緩み止めナットの締め付けトルクの確認及びガイドシャフトと下部ベース板の点付け溶接を行った新規部品と交換した。	処置済
2	溶接機電極棒脱着時の動作不良	高レベル廃液ガラス固化建屋	誤動作、動作不良	A系列の溶接機蓋押さえユニットのガイドシャフトの外れに伴い溶接機の作動を確認した際、「電極脱」操作時に電極棒が外れなかった。原因は、電極の焼き付きに伴う駆動装置の動作不良によるものと推定した。	動作不良が発生した部品を健全なものに交換した。	処置済
3	溶接機蓋押さえユニットのガイドシャフトの外れ (B系列、運転中)	高レベル廃液ガラス固化建屋	誤動作、動作不良	B系列の溶接機によるガラス固化体の溶接自動運転を開始したが、蓋押さえユニットの動作時にガイドシャフトが外れたため、溶接機の自動運転を停止した。原因は、ガラス固化体の蓋を押さえる時のヘリウムガスシリンダ (蓋押さえユニットの駆動装置) の振動及びばねの反力による振動を繰り返して受けたことにより、ガイドシャフトを締め付けているナットが徐々に緩んで外れたためである。	蓋押さえユニットのガイドシャフトの下部ベース板緩み止めナットの締め付けトルクの確認及びガイドシャフトと下部ベース板の点付け溶接を行った新規部品と交換した。	処置済
4	結合装置 (ガラス溶融炉とガラス固化体容器とを結合する装置) 内の圧力変動	高レベル廃液ガラス固化建屋	その他	ガラス溶融炉の運転において、固化体容器が結合装置に結合されていない状態で流下を行うことを防止するために設置している「結合装置内圧力高高」警報が発報した。なお、結合装置は適切に結合されていた。原因は、低粘性の流体が流下した際に結合装置内の圧力が一時的に変動したため警報が発報したものであった。	低粘性の流体が流下した場合の結合装置内の一時的な圧力変動では発報しないよう、結合装置圧力計の時定数を変更し、負圧確認試験を行い問題ないことを確認した。	処置済
5	ガラス固化体容器におけるガラスレベルの上昇	高レベル廃液ガラス固化建屋	その他	ガラス溶融炉の流下終了後、ガラス固化体容器内に流下ガラスが盛り上がり、蓋を溶接できない状態にあることが確認された。原因は、ガラス溶融炉の炉底部に白金族元素が堆積したためと推定した。	当該ガラス固化体については、蓋を溶接せずに、固化セル内の固化セルガラス固化体収納架台へ仮置きを行っている。処置方針については検討中である。	処置中

(注1) 「処置済」とは、当該設備の工事等が終了し、必要な再試験、機能確認等が終了したものをさす。

(注2) 安全に関するレベルについては、発生事象及び処置内容により定めるが、処置内容決定時点で変更する可能性がある。

表一2 ガラス溶融炉試験期間において発生したガラス固化設備に係る不適合事項
(安全性に係る機能に係らない不適合事項)

処置状況：平成20年1月25日現在

No.	件名	建屋名	種別	内容	処置状況
1	ポンペ圧力低警報発報時における警報対応手順書の不備	高レベル廃液ガラス固化建屋	その他	ガラス固化体の溶接自動運転中、「ヘリウムポンペ圧力低」警報が発報し、溶接運転を手動停止させたが、ヘリウムガスは運転するには十分残っていた。 原因は、現状の警報対応手順書では溶接自動運転中にヘリウムポンペ圧力低警報が発報した場合であって十分なガス量が残っていて溶接が継続できる場合にもかかわらず、ポンペ交換を行うと記載されていたため、運転員は警報対応手順書どおりにポンペ交換が必要と判断し、運転を手動停止させたものであった。	溶接自動運転中の「ヘリウムポンペ圧力低」警報発報時の対応として、「ヘリウムポンペ圧力低」警報が発報してもヘリウムガス残量に余裕があることから、溶接自動運転を継続し、運転終了後ポンペ交換を行うよう警報対応手順書を改正した。
2	ガラス固化体表面汚染密度の測定時に用いる拭取り効率データの誤り(再計算により判定基準を満たしていることを確認)	高レベル廃液ガラス固化建屋	その他	ガラス固化体の表面汚染密度について測定結果データの整理を行った際に、測定結果と手計算による確認結果との間に不整合があることを確認した。 原因は、表面スミヤの拭取り効率を0.1とすべきところ、表面が平滑な場合に用いる0.5として計算していたためであった。	スミヤろ紙測定装置内の表面スミヤの拭取り効率を正しい値である0.1に修正した。 運転手順書に拭取り効率の定数値0.1を注記した。 測定装置内に登録されている拭取り効率等の設定が正しい値となっているかを確認するマニュアルを新たに制定した。
3	スチームジェット水洗浄配管の線量当量率上昇	高レベル廃液ガラス固化建屋	その他	スチームジェットポンプにより高レベル廃液混合槽から供給液槽へ高レベル廃液移送を行った直後に、当該スチームジェットポンプの水洗浄配管付近の空間線量率が上昇した。 原因は、スチームジェットポンプの水洗浄配管にある水封部(Uシール)の放射性物質を含んだシール水が移行したものと推定した。	配管を洗浄し、線量率の低下を確認した。高レベル廃液移送の都度、水洗浄ライン上のUシール部を洗浄水で置換することを手順書に追記した。
4	ガラス固化体蓋仮付け溶接時における蓋の浮き上がり	高レベル廃液ガラス固化建屋	その他	ガラス溶融炉からの流下後、キャニスタ内に棒状の流下ガラスが突き出し、蓋を持ち上げた状態となっていた。このため、最初の蓋仮付け溶接時に電極が蓋に接触して溶着し「蓋仮付け溶接異常」等の警報が発報した。 原因は、流下後、キャニスタ内に棒状の流下ガラスが突き出し蓋を持ち上げた状態となり、蓋と溶接機の電極棒が接触して溶着したものであった。	棒状の流下ガラスがキャニスタ内から突き出している場合これを除去するよう運転手順書を改正した。
5	固化体溶接機蓋着脱装置の位置ずれ	高レベル廃液ガラス固化建屋	その他	ガラス溶融炉へのガラス固化体容器搬入の自動運転実施時に、蓋装着位置で蓋着脱装置とガラス固化体容器を載せた固化セル移送台車間の取合い中心線がずれていることを運転員が発見し、自動運転を停止した。確認の結果、蓋着脱装置の位置がずれていた。 原因は固化セルパワーマニプレータの接触により蓋着脱装置の位置がずれたものと推定した。	蓋着脱装置を正常な位置に復旧した。 固化セルパワーマニプレータが接触する可能性の高い箇所について手順書に注意事項を追記した。
6	ガラス固化体容器におけるガラス充てん不足	高レベル廃液ガラス固化建屋	その他	ガラス溶融炉において、流下速度が増加しなかったため、流下を停止した。その結果、ガラス固化体容器における充てん量が不足した。 原因は、ガラス溶融炉の炉底部に白金族元素が堆積したためと推定した。	当該ガラス固化体については、蓋を溶接せず、固化セル内の固化セルガラス固化体収納架台へ仮置きを行っている。 処置方針については検討中である。
7	溶接機の部品の変形	高レベル廃液ガラス固化建屋	干渉	ガラスカッターを装着したガラス固化体容器を装荷した状態で固化セル移送台車を溶接位置に移動した際、溶接機の風よけ板とガラスカッターが干渉し、風よけ板が変形した。 原因は、ガラスカッターを装着したガラス固化体容器を装荷した状態で固化セル移送台車を移動すると溶接機に干渉することについて当直員の認識が不足していたこと、ITVカメラでの監視が不十分であったことと推定した。	固化セル移送台車及びガラスカッターについては、ITVカメラによる外観確認及び作動確認を行い健全性を確認した。変形した風よけ板は予備品と交換する。 固化セル移送台車動線上に干渉するものが無いことの確認及びガラスカッターが装着された状態での固化セル移送台車移動範囲を制限することを運転手順書に追記する。

(注1) 「処置済」とは、当該設備の工事等が終了し、必要な再試験、機能確認等が終了したものをさす。

(注2) 安全に関するレベルについては、発生事象及び処置内容により定めるが、処置内容決定時点で変更する可能性がある。