

高速増殖原型炉もんじゅ
性能試験(炉心確認試験)報告書

平成22年10月

独立行政法人日本原子力研究開発機構

敦賀本部 高速増殖炉研究開発センター

目 次

1. はじめに	.....	2
2. 試験結果	.....	2
3. 炉心確認試験における運転・保守管理等の評価	.....	5
4. 試験の実施状況等の公表	.....	19
5. 評価のまとめ	.....	21
6. 40%出力プラント確認試験に向けた取り組み	.....	24
7. まとめ	.....	27
8. 添付資料	.....	28

1. はじめに

原子力機構は、「もんじゅ」の安全確保を第一に、業務の透明性を確保し、地元を始めとした社会の皆様の御理解を得て、高速増殖炉の実用化に向けた研究開発を進めるため、14年半ぶりに性能試験(炉心確認試験)を再開した。

炉心確認試験では、平成22年5月6日に制御棒の引抜きを開始し、5月8日に原子炉が臨界に到達した。試験期間中、炉心の安全性を確認する試験(核的制限値の確認)、高速増殖炉の研究開発を目的とした試験を行い、平成22年7月22日に78日間で試験は安全に終了した。

「もんじゅ」の性能試験は、原子炉からタービン・発電機へ系統・設備を順次起動し、機能・性能を確認するとともに、点検、評価・確認を行いながら、段階的(3段階)に試験を進める計画である。炉心確認試験は、その第一段階として高速増殖原型炉もんじゅ性能試験(炉心確認試験)計画書(21原機(も)664)(以下「計画書」という。)に基づいて実施し、その結果について本報告書を取りまとめた。

また、本報告書は、平成22年3月16日付けで原子力安全・保安院より示された「高速増殖原型炉もんじゅ性能試験(炉心確認試験)計画書の評価及び実施状況の確認方針について」において、原子力機構が示すとされた炉心確認試験の結果に係る安全上の評価及び評価を踏まえた保安上の改善措置について、40%出力プラント確認試験に向けた取り組みを示すものである。

2. 試験結果

炉心確認試験では、反応度停止余裕の確認などの炉心の安全性を確認する試験を行い、これに引き続き、空間線量当量率確認、ナトリウム純度確認など、「もんじゅ」を活用した高速増殖炉の研究開発を目的とした試験を行った。これらの結果と評価を以下に示す。

2.1 炉心の安全性に関する試験(核的制限値の確認)

「もんじゅ」の炉心が核的制限値を満足し、安全であることを確認するために、中性子計装の特性を確認する試験、反応度停止余裕を確認する試験など合計5項目の試験を行った(表2.1参照)。以下に主要な結果を述べる。

炉心確認試験における原子炉出力の測定は、線源領域系及び広域系の中性子計装を使用する。線源領域系の中性子計装は、既に炉心確認試験前に点検されている。このことから、広域系の中性子計装について、原子炉出力を正しく測定できること、線源領域系から広域系へ切り替えが行われる際の測定に連続性があることを、炉心確認試験の最初の段階で確認した。その結果、広域系の中性子計装の検出器感度特性(プラトー特性及びディスクリ特性)は、所定の値を満足し、原子炉出力を正しく測定できることを確認した。また、広域系と線源領域系の測定範囲のオーバーラップ(重なり)は、1桁以上あり、原子炉出力の連続監視が可能であることを確認した。

次の試験の段階として、基準となる制御棒(炉心中心の粗調整棒1体)の反応度値を

測定(ペリオド法による)し、次に、基準となる制御棒との比較でその他の制御棒(粗調整棒、微調整棒、後備炉停止棒)の反応度値を測定(置換法による)する方法で制御棒全部(19体)の反応度値を詳細に測定した。

測定した反応度値に基づき、過剰反応度及び反応度停止余裕を計算した。その結果、過剰反応度及び主炉停止系制御棒の反応度停止余裕は、それぞれ $0.0063 \Delta k/k$ 、 $0.067 \Delta k/k$ であり、設置許可申請書に記載した値(それぞれ、 $0.057 \Delta k/k$ 以下、最大反応度効果をもつ制御棒が未挿入の場合でも $0.01 \Delta k/k$ 以上)を満足していることを確認した。また、後備炉停止系制御棒だけで原子炉を臨界未満とできるだけの反応度停止余裕があることなどを確認した。このことから、アメリカウムが多く含まれる炉心確認試験の炉心についても従来の炉心と同様に、制御棒で余裕をもって停止できると評価した。この結果は、国による使用前検査により確認された。

なお、上記の試験で臨界にした時の制御棒位置と事前に予測した制御棒位置との差は予測誤差の範囲内で一致し、長期停止後の再起動炉心にあっても十分な精度で臨界予測ができることを確認した。ここで得られた測定データで核設計コードの更なる精度向上を図り、炉心の安全性に係わる評価を行っていく。

2.2 高速増殖炉の研究開発を目的とした試験

炉心確認試験では、炉心の安全性に関する試験に加えて、高速増殖炉の研究開発を目的とした試験を行った。この試験は、「もんじゅ」の特性を確認する試験と将来の高速増殖炉開発に向けてのデータ測定を目的とした試験に区分けした。

(1) 「もんじゅ」の特性を確認する試験

「もんじゅ」の特性を測定することは、「もんじゅ」の設計の妥当性、設計の余裕などを評価する上で重要であり、高速増殖炉を開発する上でも貴重なデータとなる。この観点から、炉心確認試験では、温度係数、流量係数などの炉心特性を測定する試験、及び空間線量当量率、ナトリウム純度などのプラント特性を測定する試験の合計 13 項目を実施した(表 2.2 参照)。以下に主要な試験の結果を述べる。

炉心特性を測定する試験では、炉心温度及び流量を変化させ、その時の臨界制御棒位置の変化から、温度変化及び流量変化が反応度に与える影響を測定した。その結果、「もんじゅ」は、従来の炉心と同様に炉心の温度上昇及び流量増加に対して原子炉出力の上昇を抑制する負のフィードバック特性を持つことを、炉心確認試験の炉心で確認した。制御棒を引抜き(出力を上昇させる)、その状態を保持すると出力はやがて一定になり、原子炉出力を上昇させると出力上昇を抑制する効果が働く自己安定性(原子炉出力は安定な状態を保つこと)を、炉心確認試験の炉心で確認した。

炉心確認試験は、ほとんど出力が出ていない状態で実施するが、その様な状態でプラントのデータを測定することは、今後、原子炉出力を上昇させた時のプラント特性を評価する上で重要である。このため、空間線量当量率、ナトリウム純度、1次系ナトリウムの放射化量、1次系及び2次系のアルゴンガス純度などを基礎データとして測定し、判定基準のあ

るものに関しては、それを満足していることを確認した。具体的には、しゃへい設計(しゃへい区分設定)の妥当性を評価するため、プラント各所の空間線量当量率等の基礎データを測定し、これらの値は非常に小さく法令基準値を満たしていることを確認した。また、1次系及び2次系のナトリウム純度を測定し、腐食の主要な要因であるナトリウム中の酸素濃度が低く抑えられ、構造材に影響のないレベルであるとともに、保安規定に定められている管理目標値以下であることを確認した。その他、1次系ナトリウムの放射化量、1次系及び2次系のアルゴンガス純度などを測定し、それぞれ設計値や社内基準値を満足することを確認した。

今回の試験は、基礎データの測定であり、今後、40%出力プラント確認試験及び出力上昇試験の出力が出ている状態で同様の測定を行って、「もんじゅ」のプラント特性を確認するとともに、法令基準値等を満足することの確認を行っていく。

(2) 将来の高速増殖炉開発に向けてのデータ取得

「もんじゅ」は、高速増殖原型炉であることから、将来の高速増殖炉開発に向けたデータ取得を行うことは重要である。このため、未臨界度測定法の高速炉実機への適用性評価を行うための試験、ナトリウム漏えい事故の原因となったウエル型温度計に代わって超音波温度計が実機条件で適用できるかの試験の合計2項目の試験を実施した(表2.3参照)。

2.3 試験中の原子炉出力の制限

炉心確認試験は、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の安全上の基本機能を確保しながら、実施することとした。「止める」機能及び「閉じ込める」機能は、本格運転と同じ機能を確保しながら試験を行った。炉心確認試験は原子炉出力をほとんど出さず、水・蒸気系は運転しないことから、「冷やす」機能については、冷却系として補助冷却設備を使用し、補助冷却設備3ループのうち1ループでも除熱できる原子炉出力を制限値(14MW)として設定した(図2.3-1参照)。

試験実施に当たっては、制限値に加えて、制限値を確実に守るための管理値(\leq 制限値)を設定し、管理値を超過するおそれがある場合又は超過した場合には、制御棒を挿入し、試験を一旦中断し、原因を調査し、再発防止策を講じた上で試験を再開することとした。

原子炉出力が管理値を超えないようにするために計画段階で制御棒の引き抜き量を検討し、試験ではこれを守りながら制御棒を操作した。炉心確認試験で最も原子炉出力が高くなると予想されたフィードバック反応度評価では事前に解析を行い、制御棒の引き抜き量を4mm、8mm、12mmの三段階に分け、段階的に引き抜き量を増やす手順で試験を行った。この結果、炉心確認試験期間中の原子炉出力は、フィードバック反応度評価時に約5MW、それ以外の試験は1MW以下に抑えることができ、管理値を守り、制限値を十分下回る原子炉出力で、試験を実施することができた。(図2.3-2参照)。このように、炉心確認試験は、「冷やす」機能を確保しながら実施できた。

また、炉心確認試験期間中、原子炉停止系などの「止める」機能及び、原子炉格納容器などの「閉じ込める」機能に支障を与えるような不具合はなく、これらの機能も確保された。

上記のとおり、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の安全上の基本機能を確保しながら、炉心確認試験を行った。

2. 4 環境への影響について

炉心確認試験期間中における放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の放出量は、表 2.4 に示すとおりすべて検出限界値未満であったことから、環境への影響はなかった。

3. 炉心確認試験における運転・保守管理等の評価

試験中、原子炉出力を制限することで、プラントの安全性は確保された。プラントの安全性を確保しながら円滑かつ着実に試験を実施するため、試験結果の確認、確実な運転操作、設備の不具合対応、試験関連情報の共有など、運営面、運転面及び保守面から以下のような取り組みを行った。

3. 1 運営管理

試験は、試験実施、保安管理、運転管理等の体制を整備した上で実施し、運転管理、保守管理、試験管理それぞれの品質保証活動に基づき準備し実施した。また、安全かつ円滑に実施するため、原子炉起動前の点検、試験要領書の制定、試験結果の確認、試験情報の管理と共有などの作業を管理して行った。

3. 1. 1 体制

炉心確認試験は、原子炉施設の保安を確保しながら実施する必要があるため、通常の保安管理体制に加えて、試験は試験担当課以外に、試験に係る運転操作を行う発電課及び設備等を管理する各課室の確認、調整及び協力を得ながら実施することとし、新たに試験実施体制を構築した。以下に炉心確認試験における体制を示す。

(1) 試験実施体制

炉心確認試験の試験項目毎に試験担当課を定め、当該試験の担当課長を試験責任者とし、試験指揮者、試験担当者、試験員で構成する試験班を組織した。また、試験責任者は、プラントの運転操作等、他課室の協力が必要な場合、所管部長を通じて各課長の協力を得た上で試験を実施する体制とした(図 3.1.1-1 参照)。

(2) 保安管理体制

保安規定を遵守しながら炉心確認試験を行う必要があるため、保安規定に定められた体制(図 3.1.1-2 参照)で試験期間中の保安管理を行った。当直長は、試験に係る運転操作を行うとともに試験中のプラント運転状態を監視し、運転上の制限等の保安規定に定められた事項を満足しているかどうかを確認し、保安上必要がある場合には、試験指揮者に

試験の中止を命ずることができることとした。

上記の試験実施体制とすることで試験班内での連絡及び指示の系統が明確になるとともに、他課室との確認、調整及び協力が円滑に行われた。また、保安規定に定められた体制で保安管理を行ったことで、試験期間中の安全が確保された。

このように試験実施と保安確保をそれぞれ別の体制で行うことで、安全に試験が実施できた。

(3) 試験運営に係るその他の体制

運転管理体制については、保安規定第 15 条「原子炉の運転員の確保」に則った体制で、試験を実施し安全かつ計画的に試験を実施することができた。(3. 2 運転管理参照)

通報連絡体制については、試験期間中は体制の強化を図り、迅速に情報共有することができ、関係機関への迅速な連絡ができた(4. 異常時の対応参照)。

また、試験期間中においては、敦賀本部も含めたレビュー体制を構築し、試験実施体制等に関する改善活動を実施した。(3. 1. 3 (2) 試験期間中の安全確認参照)

3. 1. 2 品質保証

炉心確認試験は、試験管理、運転管理、保守管理それぞれの品質保証活動に基づき準備し、実施した。これらの品質保証活動においては、PDCA サイクルが機能することが重要であり、このために自律的な品質保証活動の確立を目指した QMS 見直し作業、QA 診断を継続的に実施している。

QMS 見直し作業については、試験を実施する上で基本となる運転管理要領に関する業務を対象としてプロセスフローチャートの作成、要領の見直しを実施した。この他にも放射線管理要領、燃料管理要領、放射性廃棄物管理要領についても見直し作業を継続している。

また、QA 診断については、「原子炉格納容器全体漏えい率試験」、「原子炉起動前準備プロセスの確認」、「水・蒸気系設備 復水ブースターポンプの点検」の業務を対象とし性能試験の準備、保守管理活動のチェックを行った。

これらの QMS 見直し作業及び QA 診断は、運転管理、保守管理、試験管理の品質保証活動がより確実に実施することにつながり、自律的な品質保証活動の確立に向けた活動として有効であったと考える。

3. 1. 3 試験運営に係る管理

試験を進めるに当たっては、性能試験再開前、原子炉起動毎、そして炉心確認試験終了時に、評価のポイント(ホールドポイント)を設け、安全を確認しながら慎重に実施した。確認の方法として評価会議を設け、安全性の確認を実施した。

各ホールドポイントにおける安全性確認は、以下のとおり8回実施した。

(図 3.1.3参照)

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| ①試運転開始前[ホールドポイント(1)] | ・・・評価会議1 |
| ②原子炉起動毎[ホールドポイント(2)～(6)] | ・・・評価会議 2～6 及び臨時の評価会議 |
| ③炉心確認試験終了時[ホールドポイント(7)] | ・・・評価会議7 |

また、試験期間中は当日朝、試験開始前に試験責任者、当直長、試験情報専任者等から構成されるデイリーミーティングを開催し日々の試験情報管理を行った。

プラントの安全確認として、設備にかかわる点検(原子炉施設の弁・電源状態確認等の現場確認)及び保安管理にかかわる点検(不適合処理、試験要領書の制定等の管理状況確認)、炉心確認試験結果の確認を実施した。下記に各ホールドポイントにおける安全確認の結果を示す。

(1) 試運転再開に向けた安全確認

試運転再開の準備が整っていることを確認するために、試運転再開に向けた最終確認としてプラントの安全確認を実施し、問題ないことを確認した上で、5月6日試運転を再開した。

試運転再開に当たっては、試運転再開に向けた取り組みの最終確認を行うため、「起動前点検計画書」及び「原子炉起動前・停止後点検手順書」を定めて、以下の事項について炉心確認試験開始前の5月3日に評価会議にて確認し、試運転再開に万全を期した。

- 1) 設備にかかわる点検(原子炉施設の弁・電源の状態確認等、主として現場で確認すべき事項)

起動前系統構成の確認、定期的な検査の確認等を実施し、各系統設備が原子炉起動前の系統構成状態にあること、機能に問題がないこと等を確認し、設備上の準備が完了していることを確認した。

- 2) 保安管理にかかわる点検(試験要領書の制定、必要な手続き/手順の制定、不適合の処理等、管理状況を確認すべき事項)

性能試験基本計画、性能試験管理要領、炉心確認試験計画書、炉心確認試験要領書等が制定されていること、炉心確認試験実施当たりの運転上の制限の適用除外等の必要な保安規定が改正されていること、炉心確認試験実施に当たって処置が必要な不適合、保修票がすべて完了していることなどの確認を行い、試運転再開に向けた要領書等の整備が完了していることを確認した。

試運転再開前の設備及び保安管理にかかわる点検での確認項目を表3.1.3に示す。

(2) 試験期間中の安全確認

- 1) 設備及び保安管理にかかわる点検及びレビュー等による確認

試験期間中の安全確認としては、原子炉起動前と停止後のホールドポイントごとに設備にかかわる点検及び保安管理にかかわる点検を行い問題がないことを確認した。

設備にかかわる点検及び保安管理にかかわる点検については、試運転再開前と同様の点検を実施した。ただし、保安管理にかかわる点検のうち、試験計画書、試験要領書等については、改訂状況を確認し改訂している場合は、必要な手続きが行われ改訂が完了していることを確認した。試験期間中の設備及び保安管理にかかわる点検での確認項目を表3.1.3に示す。

試験期間中の評価会議では、プラントの安全確認以外に、炉心確認試験の試験実施体制と実施方法及び試験中に発生した一連の不具合等に対する取り組みについて、「もんじゅ」組織外からの視点で、敦賀本部による試験体制等のレビューを実施した。資料 3.1.3-1 にレビュー結果を示す。

本レビュー活動は、自らの業務を客観的視点で見つめ直し、次の改善につなげるという自主的活動であり、一連の不具合・警報発報等に対して確実に対応でき、不具合等を踏まえ 40%出力プラント確認試験にむけた中長期的検討実施ができるようになるなど有効に機能したものと判断した。今後の 40%出力プラント確認試験においても同様なレビュー活動を継続する。

また、炉心確認試験期間中に発生した不適合については、不適合管理委員会及び評価会議において、試験への影響、原子炉起動への影響を確認するとともに発生した不適合の処理状況を確認することにより試験を円滑に進めることができた。原子炉起動までに処置が必要な案件は、評価会議で処置が完了していることを確認した。今回の不適合管理委員会及び評価会議での不適合の確認は、「原子炉起動に必要な処置は期限までに確実に実施する」、「原子炉起動前に最終的な確認を行う」という点で有効な活動であった。試験期間中の不適合の管理について、資料 3.1.3-2 に示す。

今回実施したようなレビュー活動は、改善活動として有効と判断したことから、40%出力プラント確認試験においても同様なレビュー活動を継続する。

なお、試験中に発生した一連の不具合等に対する取り組みとして、「もんじゅ」の炉心確認試験を安全に完遂させること及びその後の 40%出力プラント確認試験、出力上昇試験を円滑に実施していくことを目的に、運転管理の質の向上を図るための「運転管理向上検討チーム」(運転管理担当副所長をヘッドに、関係部課長から構成)を設置し、対策の必要な設備の抽出と検討を行った。資料 3.1.3-3 に検討結果を示す。本検討結果は、敦賀本部のレビューの対象とした。

副所長が一元化して管理する体制とした「運転管理向上検討チーム」における検討により、不具合に対して担当者と計画(アクションプラン)を定めて確実に対応することができ、炉心確認試験が安全かつ円滑に終了した。

2) 各ステップにおける炉心試験結果の安全性確認

炉心確認試験の実施に当たっては、性能試験管理要領に基づき試験の段階毎にホールドポイントを設け(図 3.1.3 参照)、安全確認及び評価を実施し、問題ないことを確認した

上で次の段階に進めた。

炉心試験結果の安全性確認としては、この期間を通してあらかじめ定められた手順に従って行われたこと、試験結果が所定の判定基準を満足していることを確認し、当初の計画どおりに終了したことを確認した。

(3) 試験終了時の安全確認、

試験終了時の安全確認としては、原子炉停止後に設備にかかわる点検を行い安全に終了したことを確認した。また、すべての炉心確認試験が計画どおりに終了していることを確認した。試験終了後の設備にかかわる点検での確認項目を表3.1.3に示す。

(4) まとめ

試運転再開前及び試験期間中、終了後のプラントの安全確認として、「起動前点検計画書」、「原子炉起動前・停止後点検手順書」及び「性能試験管理要領」を定めて、ホールドポイント毎に設備にかかわる点検(原子炉施設の弁・電源状態確認等の現場確認)及び保安管理にかかわる点検(不適合処理、試験要領書の制定等の管理状況確認)、炉心確認試験結果の確認を行い、安全性を確認した上で炉心確認試験を実施した。原子炉起動前の水・蒸気系を除いたプラントの基本的な安全確認手順を確立することができた。

また、試験の安全確認を各ステップ毎に実施することにより、各段階での安全確認が確実に実施できた。そして、炉心確認試験が安全かつほぼ円滑に終了した背景には、副所長が一元化して管理する体制とした「運転管理向上検討チーム」における検討により、不具合に対して担当者と計画(アクションプラン)を定めて確実に対応することができたためであり、本検討チームにおける検討が一定の役割を果たしたものと考えられる。

敦賀本部におけるレビュー活動については、自らの業務を客観的観点で見つめ直し、次の改善につなげるという自主的活動であり、試験を安全かつ効率的に完遂するという観点で、有効に機能したものと判断される

今後も 40%出力プラント確認試験に向けて、原子炉起動前のプラント安全確認をより確実に実施するため、「起動前点検計画書」及び「原子炉起動前・停止後点検手順書」の更なる改善を進める。不適合については不適合管理委員会及び評価会議において試験への影響、処置の対応状況を確認し、試験を円滑に進めていく。そして各ステップでの試験結果の安全確認を実施し、あらかじめ定められた手順に従い計画どおり実施していく。

今回実施したような敦賀本部におけるレビュー活動については、改善活動として有効と思われることから、今後の試験においても同様なレビュー活動を継続する。

炉心確認試験期間中に発生した不具合等に対する対策及び必要な水平展開は、それぞれの担当課室が確実に実施するとともに、「運転管理検討チーム」で実施状況をフォローしていく。

3. 2 運転管理

(1) 運転管理

1) 運転管理体制

① 運転管理体制

炉心確認試験において運転管理及び運転操作を行う発電課には、炉心確認試験開始前の平成 22 年 5 月 1 日時点で 74 名が在籍し、そのうち運転員（訓練運転員を含む。）としては 59 名を確保した。保安規定第 15 条「原子炉の運転員の確保」では、原子炉の状態が運転、起動及び停止の場合は、当直長を含めて当直 1 班当たりの運転員数を 7 名以上、低温停止及び燃料交換の場合は 5 名以上とし、当直体制は 4 班以上としている。当直体制は平成 19 年 7 月から教育時間の確保のために 5 班 3 交替制から 5 班 2 交替制に変更しており、当直 1 班当たりの運転員数（訓練運転員を除く。）は低温停止状態であったことから 6 名としていたが、炉心確認試験開始準備として平成 22 年 3 月 1 日から 8～9 名に増員し、炉心確認試験期間中は同様な運転員数とした。運転員の構成は当直長（運転責任者）1 名、当直長補佐 1 名、上級/中級運転員 4 名、初級運転員 2～3 名、訓練運転員 1～3 名とした。なお、炉心確認試験終了後は低温停止及び燃料交換状態であるため、平成 22 年 7 月 23 日から当直 1 班当たりの運転員数（訓練運転員を除く。）を 6 名に戻している。

また、当直への技術的支援を行うため、試験/点検班（約 10 名）を設置し、炉心確認試験計画書・要領書の内容確認及び当直への説明、試験操作助勢等の支援を実施した。その他プラント運営管理を行うプラント管理/QMS チーム、炉心確認試験での運転経験を運転手順書に反映する手順書検討チーム、運転員の教育訓練管理を行う教育担当を設置した。発電課運転管理体制を図 3.2-1 に示す。

炉心確認試験では、当直体制、当直への技術的支援体制等の運転管理体制を整備し、試験を円滑に進めることができた。

② 運転員の教育訓練

試運転再開に向けて、平成 17 年度から運転員に対して計画的に教育訓練を実施しており、試運転再開以降も計画的に教育訓練を継続している。当直長を含めた運転員の教育訓練は机上教育、運転訓練シミュレータを用いた教育、ナトリウム漏えいに関する教育に分けられるが、主な教育項目は以下のとおりである。教育項目のうち、* は毎年実施している反復教育訓練を示し、その他は初級運転員等クラス別運転員で実施する教育訓練を示す。平成 17 年度からの運転員の教育訓練実績を図 3.2-2 に示す。

1. 机上教育

- ・機械、電気、計測制御等の基礎知識教育
- ・系統や設備に関する系統教育、FBR 基礎教育
- ・保安規定反復教育*、安全評価教育、センター規則教育、法令教育
- ・運転管理者教育*、当直長セミナー*、NTC・BTC 特別研修*

2. 運転訓練シミュレータを用いた教育

- ・プラント通常起動・停止操作訓練*
 - ・原子炉トリップやナトリウム漏えい等の異常時/故障時対応訓練*
 - ・「原子炉停止失敗」等設計事象を超える事象を想定した対応訓練*
3. ナトリウム漏えいに関する教育
- ・ナトリウム漏えい事故に関する机上教育
 - ・ナトリウム消火訓練*、現場実技訓練(ナトリウム漏えい検出器のフィルタ分析)*
 - ・ナトリウム漏えいを想定した異常時模擬訓練*

また、上記の教育訓練以外に、炉心確認試験要領書の事前教育並びに炉心確認試験で行う1次系主循環ポンプ起動/停止操作、制御棒操作、臨界操作、制御棒ラッチ・デラッチ(つかみ、離し)操作の運転訓練シミュレータを用いた試験操作訓練を実施した。なお、次の2)項で示す平成22年5月10日の制御棒挿入操作の一時中断事象に対する再発防止策として、試験期間中に制御棒操作の再教育(机上教育及び運転訓練シミュレータを用いた教育)を実施した。

運転員に対してこれまで計画的に教育訓練を実施してきたことで、炉心確認試験を実施するにあたり、1次系主循環ポンプ起動/停止操作や制御棒操作等の原子炉起動/停止操作、原子炉トリップ等の異常時対応操作、警報発報時の対応操作等が実施できる力量を備えた運転員を確保することができた。その結果、炉心確認試験において試験に伴う運転操作や警報発報時の対応操作を的確に実施することができた。

なお、運転員の力量評価は、当直長、当直長補佐、上級運転員、中級運転員、初級運転員の各クラス別に分けて実施している。力量評価は、当直長(運転責任者)の場合「運転責任者の認定に関する要領」に従い、運転経験及び教育訓練実績を確認した上で実技試験及び口頭試験を行い、原子炉運転(異常時対応含む)、保安規定、法律等の知識及び管理能力を有していることを確認し、資格審査に合格した者に所長が運転責任者資格を付与している。また、当直長補佐及び各クラス運転員の場合「運転担当者資格基準審査マニュアル」及び「シミュレータ訓練評価マニュアル」に従い、運転経験、教育訓練実績及びシミュレータ訓練時の評価を確認した上で口頭試験を行い、原子炉運転(異常時対応含む)、保安規定等の知識を有していることを確認し、資格審査に合格した者に発電課長が運転員資格を付与している。

③運転手順書の整備

プラント起動・停止手順書、異常時/故障時運転手順書等の運転手順書は、試運転再開に向けてそれまでの運転経験の反映及び設備改造(水・蒸気系は除く。)に伴う運転手順書の改正をすべて完了した上で、炉心確認試験を実施した。

今回の炉心確認試験では、制御棒操作や温度係数評価のための系統ナトリウム温度上昇に伴う格納容器の内圧上昇時の減圧操作等について新たな知見を得ることができ、これらの運転経験を運転手順書に反映するため、改正を行った。炉心確認試験での設備改造及び運転経験を反映した運転手順書一覧を表3.2-1に示す。

2) 運転経験

炉心確認試験では、制御棒価値確認等の制御棒操作を伴う試験が延べ 645 時間行われたことから、試運転再開前までは原子炉起動/停止に伴う制御棒操作や臨界操作は運転訓練シミュレータでの操作経験のみであったが、今回各当直班のすべての中級及び上級運転員が、実機での原子炉起動/停止に伴う制御棒操作や臨界操作を経験した。また、1 次系主循環ポンプ起動/停止操作や系統ナトリウム温度上昇に伴う格納容器の内圧上昇時の減圧操作等を経験した。炉心確認試験における各当直別の制御棒操作実績時間を表 3.2-2 に示す。

制御棒操作については 3 種類の制御棒(微調整棒、粗調整棒、後備炉停止棒)の駆動速度の違いや臨界近接等を体感したことから、制御棒の引抜き及び挿入操作、臨界操作を習熟することができ、制御棒操作量調整時の制御棒引抜/挿入 PB(プッシュボタン)の操作タイミング等の制御棒操作技術が向上した。

なお、平成 22 年 5 月 10 日に発生した制御棒価値確認終了後の原子炉を未臨界とする過程での制御棒挿入操作の一時中断事象は、微調整棒(FCR1 号機)をインチング(間欠)操作で全挿入状態にする際に、運転員は下限近く(3mm)で制御棒位置指示が変化しなくなったため、制御棒の荷重値等に異常は見られなかったが挿入操作を一時中断した。その後保守担当課による荷重値が適正であること等の確認と微調整棒のみに駆動速度の自動切替(制御棒位置が約 3mm から全挿入までは駆動速度が 12cm/分から 3cm/分に変化)機能があることを確認したことから、約 1 時間 50 分後に挿入操作を再開し全挿入状態としたものである。本事象は、制御棒位置指示が変化しないため、安全側の処置として一時的に挿入操作を中断し、設備に問題がないことを確認後に操作を再開しており、運転員の対応としては適切であったと考える。ただし、挿入操作の一時中断に至った要因は制御棒操作手順書の記載不備及び制御棒(微調整棒)駆動速度変化に関する教育不足であったことから、制御棒操作手順書の改正、炉心確認試験要領書と運転手順書の整合性確認、制御棒操作の再教育(机上教育及び運転訓練シミュレータを用いた教育)及び教育資料の改善を行い、再発防止を図った。

今回の炉心確認試験において、運転員は制御棒操作や温度係数評価のための系統ナトリウム温度上昇に伴う格納容器の内圧上昇時の減圧操作、系統パラメータ変動(警報発報含む)時の対応等を経験し、原子炉起動/停止操作における運転技術が向上した。

3) まとめ

炉心確認試験における運転管理を確実にを行うため、運転員に対して平成 17 年度から必要な教育訓練を計画的に実施し、原子炉起動/停止操作や異常時対応操作が実施できる力量を備えた運転員を確保するとともに、当直への技術的支援体制を整備し、炉心確認試験において試験に伴う運転操作や警報発報時の対応操作を的確に実施することができた。今後も、40%出力プラント確認試験に向けて運転員に対する教育訓練を計画的に実施するとともに、40%出力プラント確認試験前に実施する水・蒸気系機能確認試

験等を通じての実機操作を経験し、水・蒸気系も含めたプラント運転操作及び異常時対応操作等が実施できる力量を備えた運転員を確保していく。なお、40%出力プラント確認試験では水・蒸気系も含めたプラント運転操作を行うことから、当直1班あたりの運転員数を約10名(訓練運転員を除く)とし、当直への技術的支援を行う試験/点検班や運転経験を運転手順書に反映する手順書検討チーム等の運転管理体制は炉心確認試験時と同様とする予定である。

今回の炉心確認試験において、運転員は制御棒操作、臨界操作を長時間経験したことから、制御棒の引抜き及び挿入操作、臨界操作を習熟することができ、制御棒操作量調整時の操作タイミング等の制御棒操作技術が向上した。また、システムナトリウム温度上昇に伴う格納容器の内圧上昇時の減圧操作やシステムパラメータ変動(警報発報含む)時の対応等を経験し、原子炉起動/停止操作における運転技術が向上した。

試運転再開に向けて、それまでの運転経験の反映及び設備改造に伴う運転手順書の改正をすべて完了した上で、炉心確認試験を実施した。今回の炉心確認試験での制御棒操作や温度係数評価のためのシステムナトリウム温度上昇に伴う格納容器の内圧上昇時の減圧操作等について新たな知見を得ることができ、これらの運転経験を運転手順書に反映した。今後も、運転員がより使い易い手順書とすべく、設備改造後の確認を含めて行う水・蒸気系機能確認試験や40%出力プラント確認試験等での知見など運転経験を反映するための運転手順書の改正を継続的に実施していく。

3.3 保守管理

(1) 保守管理

炉心確認試験に先立ち、平成7年12月のナトリウム漏えい事故以降長期間停止していた設備の健全性を確認するために、平成18年9月に「長期停止プラント(高速増殖原型炉もんじゅの設備健全性確認計画書)を策定し、平成21年12月までに炉心確認試験に必要な設備の健全性を確認した。また、炉心確認試験に必要な設備の保修票は、試験開始前までにすべて処置した。

炉心確認試験期間中は、日常の保守として、巡視点検、保修票対応の保守管理業務を実施した。また、同時に炉心確認試験に影響しない水・蒸気系、タービン・発電機設備の点検及び炉心確認試験後の燃料交換に係る設備の点検、炉心確認試験期間中に校正周期を超える計器の点検を行った。なお、日常の巡視点検において、SIDサンプリングポンプの振動値上昇を早期に検知し、交換する等、不具合を未然に防止することができた。

(2) 保守経験と今後の取り組み

炉心確認試験開始前までは、上記(1)で述べたとおり、安全に試運転ができるプラント状態に整備し、万全を期して炉心確認試験を実施した。その結果、炉心確認試験期間中に原子炉施設の安全確保の観点から問題となるような不具合事象はなかった。ただし、原子炉の安全に直接影響しないものの保守管理に係る事象が72件発生した。この72件

のうち、建物、設備等が正常でない状態を確認したときに発行する保修票が 67 件(炉心確認試験では使用しない、水・蒸気系設備や建物等を含む)、ヒューマンエラー等保守管理のソフト面に関連する不適合等が 5 件であった。これらについては、炉心確認試験の遂行上処置が必要なものは、迅速に対応した。

保守管理上の整理以外に、トラブルの公表基準に照らし合わせて公表した事象は、警報発報事象(運転管理情報を除く)、保修票発行事象(軽微な保守案件を除く)等に該当するもので、警報発報事象 4 件(保修票の重複を除く)、保修票 24 件、不適合 4 件の計 32 件(保守管理に係わる事象は 29 件)であった。公表した事象の一覧を表 3.3 に示す。これらの事象のうち、31 件については直接的処置がすべて完了している。

1) 継続して対応を行う必要のある項目

今後継続して水平展開や原因究明、対策検討等の対応を行っていく事象として以下がある。今後の展開として以下のとおり、整理した。

① 引続き原因究明及び対策が必要な事象

・「FFD-CG法プレシピテータ計数率高」警報発報

② 水平展開を行う事象

・「1次主循環ポンプC-MGセット制御盤異常」警報発報

水平展開として、重要な機能を有する系統で7年以上使用した可変抵抗器について、40%出力プラント確認試験開始までに取替え又は皮膜除去を行う。

③ 必要に応じ再調整を行うもの

・「予熱温度高」警報発報

・「2次主冷却系Aループタンクベーパーラップ出口温度低」警報発報

・「1次補助系予熱制御盤故障」警報発報

なお、FFD-CG法プレシピテータ計数率高」警報発報については、次項で詳細に示す。

2) 原因別の整理と保全活動の改善

また、炉心確認試験中に発生した事象の原因及び保全活動の改善事項を以下に示す。

① 経年劣化による故障と推定されるもの。

・「FFD CG法プレシピテータ計数率高」警報発報

・「1次主循環ポンプC-MGセット制御盤異常」警報発報(「可変抵抗器」の接触不良)

・1次アルゴンガス系冷凍機(A)の潤滑油漏れ(冷凍機の振動による銅パイプの疲労破損)

・ディーゼル発電機(A)の故障警報発報(AVR基板の故障)

・中央制御盤のCRT(ディスプレイ画面)画面選択ボタンの補修(選択ボタンの不良)

・「プロセスモニタ故障」警報発報(温度スイッチの故障) など 17 件

上記事象のうち以下のものについては、40%出力プラント確認試験終了までの保全計画に反映した。

- ・「1次主循環ポンプC-MGセット制御盤異常」警報発報
ポテンシオメータ(常用系6個、待機系6個)の交換
- ・1次アルゴンガス系冷凍機(A)の潤滑油漏れ
水平展開設備(冷凍機9台)について、当該箇所の銅パイプの交換

②保守管理方法・手順の不備など

- ・「プロセスモニタ故障」(放射線管理室排気モニタラック異常)警報発報(ろ紙の取付不良)
- ・メンテナンスクレーンからの発煙(ブレーキ隙間調整要領の不備)
- ・「補給水タンク水位高」警報発報(アイソレーション手順に関するヒューマンエラー)など 9件

これらの事象については、以下のとおり保全活動の改善を行った。

- ・「プロセスモニタ故障」(放射線管理室排気モニタラック異常)警報発報
当該作業要領書の他、「プラント巡視点検作業 サンプリングポンプ巡視点検」に記載された手順が明確ではなかったため、取付け方法の注意事項を手順に追加した。
- ・「メンテナンスクレーン」からの発煙
ライニングの当たり面とドラム全面との密着度を考慮した隙間調整値を設置メーカーに確認し、その値を要領書に反映した。
- ・「補給水タンク水位高」警報発報
「作業票取扱に係わるアイソレーション手順書」に安全措置の順番を記載する内容を明記するとともに、「作業票運用手順書」に担当課実施のアイソレを実施する際は当直に連絡することを明記した。さらに、不具合事例の教育(OJTを含む)を実施した。

③ 試運転調整段階、一時的なプラントの環境変化によるもの。

- ・「予熱温度高」警報の発報
- ・「処理水PH低」警報の発報 など 6件

これらの事象は、運転管理上必要な情報を提供する警報や試運転の各段階で警報設定値の適正化の調整段階で発報する警報などであり、保守管理の不備で発生したものではない。

3) 試験終了後の対応について

炉心確認試験期間中に発生した事象は、可能な限り迅速な対応を図ったが、部品の手配や水平展開に時間を要した以下の項目は、炉心確認試験以降に対応処置及び水平展開が完了した。

(処置)

- ・中央制御盤の CRT(ディスプレイ画面)画面選択ボタンの補修について(8月完了)
- ・「プロセスモニタ故障」警報の発報について(9月完了)

(水平展開)

- ・「新燃料移送機連動運転渋滞」の警報発報について

設備更新した設備のうち、「もんじゅ」専用のソフトウェアが組み込まれた制御に用いる設備を対象に、更新によりハードウェアの性能が向上したことに對して、入力データの誤読み取り防止等のソフトウェア上の対応がなされているかを確認する水平展開を実施した。以下に主な水平展開対象設備を示す。

- a.燃料取扱設備全般(燃料出入設備自動制御盤、燃料洗浄設備自動制御盤、燃料缶詰設備自動制御盤、燃料交換自動化盤、燃取計算機)
- b.水・蒸気系自動制御盤、中央計算機

水平展開を検討した結果、燃料缶詰設備の自動制御盤等で同様な信号処理を行っていたことが判明し対応処置を実施した。また、水・蒸気系自動制御盤及び中央計算機については、標準的な処理(他プラントにて実績があり、制御のための信号処理に係わる不具合情報は無い。)を用いており、対応処置が不要であることを確認した。

(3)「FFD-CG 法プレシピテータ計数率」の警報発報(別紙 参照)

① 概要

炉心確認試験準備のため、平成 22 年 5 月 5 日にカバーガス法破損燃料検出装置(CG 法プレシピテータ)を起動した。平成 22 年 5 月 6 日、破損燃料検出設備の CG 法プレシピテータ A 検出器にて、「FFD CG 法プレシピテータ計数率高」警報が発報した。5 月 7 日も同様の警報 6 回発生したため、A 検出器を停止した。また、5 月 9 日に C 検出器にも計数率上昇傾向が見られたことから予防保全として検出機能を停止し、B 号機単独での監視を行った。

5 月 9 日以降 B 検出器については、炉心確認試験の終了まで計数率の測定が可能であり機能が維持されていた。また、プレシピテータと並行して設置されている、CG 法 γ 線検出器及び放射線監視設備の 1 次アルゴンガスモニタでも破損燃料の監視機能は維持されていた。

② 調査結果

原因は、検出器及びケーブル類への誘起ノイズであった。ケーブル類については新型高圧電源が有効であることを確認した。検出器については、内部に金属微粉末が混入し

たことにより、高電圧印加に伴い部分放電による電磁波ノイズが発生したと推定した。

また、異物混入防止策として検出器入口にフィルタを設置することとし、その有効性については確認試験により確認することができた。

③今後の方針

今後、残留異物の除去を図るとともに、検出器入口に金属微粉末混入防止のためのフィルタ設置及びケーブル誘起ノイズ対策ための新型高圧電源設置を行い、フィルタ設置での長期運転時の信頼性を勘案し、より信頼性を確保できる破損燃料検出システムに向けての改善について検討(当検出器の持つ試験的要素を考慮した運用方針の検討を含む)を行う。

(4)まとめ

保守管理においては、炉心確認試験に先立ち、安全に試運転ができるプラント状態に整備し、万全を期して炉心確認試験を実施した。その結果、原子炉施設の安全確保の観点から問題となるような不具合事象はなかった。しかし、原子炉の安全に直接影響しないものの炉心確認試験期間中に 32 件(保修票:24 件)の事象を公表した。これらの事象のうち、「FFD-CG 法プレシピテータ計数率」の警報発報の対策、「1 次主循環ポンプC-MGセット制御盤異常」の水平展開については、40%出力プラント確認試験までに対応することとしており、その他の事象についてはすべて対応が完了するとともに、炉心確認試験期間中の保守経験については一部保全計画に反映している。

なお、予熱温度の設定などは、40%出力プラント確認試験までに設定の事前検討を行い、次ステップの性能試験以降でプラント状態の変化により必要に応じ再調整する。

また、炉心確認試験開始までに実施した点検では、機器単体の試運転が短期間であったため、劣化の兆候が捕らえられず、炉心確認試験中に顕在化した。これら不具合の教訓として、水・蒸気系・タービン系の設備の機能確認試験は、数ヶ月の期間を設けて、各系統を順次運転し、発生する不具合に適時対応し、必要な措置を実施する。

炉心確認試験期間中には、保修員のヒューマンエラーによる「補給水タンク水位高」警報の事象が発生したので手順書等の改正、事例教育を実施した。40%も出力プラント確認試験に向け、保修員の階層(初級、中級、上級)の必要な知識、技能を明確にした上で、教育訓練を継続的に実施し保修員の力量の維持、向上に取り組んでいく。また、あわせて OJT を充実させることで、実務の遂行能力を高めていく。

以上のように、炉心確認試験期間中の保守管理は、不具合事象の迅速な対応、炉心確認試験の保全サイクル終了時に実施した保守管理の有効性評価により、これらの経験を踏まえた保全活動の PDCA を回すことで、より一層の保全活動の改善につながっていると評価する。

3. 4. 異常時の対応について

3. 4. 1 通報・連絡等の体制、仕組み

炉心確認試験開始前から、事故・トラブルが発生した場合は、災害対策要領、事故・災害対策運用要領、事故・トラブル通報・連絡要領に基づき、通報・連絡、対策組織の立ち上げ、事故対策活動を行うこととしていた。異常事象を発見した者は、運転業務区域については当直長に連絡し、一般業務区域については、時間内においては管理課長、時間外においては守衛所責任者に通報・連絡する。連絡を受けた当直長、管理課長、守衛所責任者は、図 3.4.1-1、図 3.4.1-2 に示すとおりセンター連絡責任者に連絡し、センター連絡責任者は連絡補助者とともに保安院等の関係機関に通報連絡を行う。異常事象が発生した場合又は所長が必要と判断した場合は、図 3.4.1-3 に示すとおり事故対策組織であるセンター現地本部を設置し、事故対策活動を行う。

センター連絡責任者については、炉心確認試験中は、後述する試験情報専任者が当番制であるとともに、夜間、休日については、センター連絡責任者として予定されていた管理職が、センター連絡責任者の補佐を行う役割で、交代でセンターに駐在することとした。これにより、休日夜間については、従来、連絡責任者と連絡補助者の 2 名がセンターに駐在することとしていたところ、連絡責任者(試験情報専任者)、連絡責任者の補佐、連絡補助者の 3 名がセンターに駐在する体制強化を図った。

炉心確認試験は、安全を最優先に透明性を確保し取り組むという基本方針の下に実施した。このため、事故・トラブルに該当しないが通常と異なる事象が発生した場合も、関係機関に連絡することとした(図 3.4.1-4)。事故・トラブルに該当しないが通常と異なる事象が発生した場合は、当直、試験班、各課が試験情報専任者に連絡した。試験情報専任者は、関係機関に第 1 報を連絡するとともに、所長、副所長をはじめとして運営管理室、敦賀本部安全推進部等の関係者を招集し、招集者による情報共有会議を開催し、情報共有を図った。第 2 報以降は、情報担当部署・担当者から関係機関に連絡した。

3. 4. 2 連絡の改善

炉心確認試験実施前から、事故・トラブルが発生した場合は、事故・トラブル通報・連絡要領に基づき、外部への放射性物質の影響、ナトリウム漏えいの有無、保安規定の適用に関する状況を含めた情報を、決められ様式を使用してファックスと電話により連絡(第 1 報)し、第 2 報以降は必要な情報を早期にファックスにて保安院へ提供することとしていた。一方、炉心確認試験期間中における、事故・トラブルに該当しないが通常と異なる事象が発生した場合の連絡は、当初、電話によってのみ行うこととしており、第 2 報以降は情報担当部署・担当者から連絡することとしていた。このため、保安院へ必要な技術情報が迅速に提供できていなかった。そこで、事故・トラブルに該当しないが通常と異なる事象が発生した場合の保安院への連絡は、電話による連絡に加え、事故・トラブルが発生した場合の通報・連絡と同様に以下のとおりとすることとした。

(1) 第1報時

- ・ 様式を作成の上、それに必要事項を記載してファックスする。

- ・ 外部への放射性物質の影響、ナトリウム漏えいの有無、保安規定の適用に関する状況を提供する。

(2) 第2報以降

- ・ 最優先で情報収集を行い、現地からファックス等により情報提供する。
これらの改善により、現地から直接、電話及びファックスで情報が保安院に入るようになり、32件の連絡を実施したことによる習熟効果もあって、情報の連絡が迅速にできるようになった。

4. 試験の実施状況等の公表

4.1 公表の体制と実施結果

炉心確認試験期間中は、試験に係る情報を把握、整理し、外部に発信する情報を一元的に管理する試験情報専任者を、課長級以上の管理職の中から選任した。また、試験情報専任者からの情報をもとに、関係機関や報道関係者に情報を提供する情報担当部署・担当者を定めた。

(1) 試験実施状況の公表について

試験実施状況の公表までの流れを、図4.1に示す。デイリーミーティングは、試験を実施する試験班、当直長、試験情報専任者、試験計画課員(事務局)で構成され、毎朝開催された。デイリーミーティングでは、前日の試験実績と当日の試験計画について確認が行われた。試験情報専任者は、デイリーミーティングで確認された情報をもとに、その後引き続き開催される情報共有会議で、情報担当部署・担当者に前日の試験実績と当日の試験計画を説明した。情報担当部署・担当者は情報共有会議の情報を元に、関係機関への連絡を行った。

各試験の責任者(試験責任者)は、試験の開始時間と終了時間及び試験で情報共有をした方がよいと考えられる事項について、試験情報責任者に連絡を行い、連絡責任者は直ちに携帯メールにより情報担当部署・担当者へ連絡した。情報担当部署・担当者は、必要に応じ直ちに担当する関係機関へ情報提供を行った。

情報共有会議は、毎日の午後にも開催された。試験情報専任者は前日の試験実績及び当日試験の実施状況をまとめたプレス日報を作成して、情報共有会議に提示し、情報担当部署・担当者は十分に情報共有を行った上で、関係機関に情報提供を行った。プレス対応者は定例プレスで日報を公表した。炉心確認試験期間中、78報に上る日報を公表し、すべてを原子力機構敦賀本部のホームページサイトで公開した。

(2) 事故・トラブル情報等の公表について

炉心確認試験開始前から、事故・トラブル情報(法令報告事象等のトラブル情報や保安規定に定める運転上の制限の逸脱事象等の保安活動の向上の観点から公表する品質保全情報)は、速やかに公表することとしていた。炉心確認試験期間中においては、社会的注目度が極めて高いことを考慮し、小さなトラブルでも速やかに公表する、特に最初のトラブルは大小を問わず公表するとして、炉心確認試験を開始した。

炉心確認試験を開始した5月6日の23時09分、破損燃料検出設備プレシピテータが警報を発報し、直ちにリセット(警報が消灯)する事象が発生した。さらに、翌日5月7日の10時01分から11時54分にかけて同じプレシピテータが6回警報を発報し、保修票を発行したことをもって、5月7日の15時30分の定例プレスでこのことを公表した。5月7日は、10時にも定例プレスを実施していたが、10時の定例プレスではこの破損燃料検出設備プレシピテータ警報について何も触れることがなかったことから、プレスから公表遅れの批判を招いた。

炉心確認試験期間中において、最初のトラブルは大小を問わず公表する方針であったにもかかわらず、それを適切に実行することができなかったことから、炉心確認試験の期間中は、警報が発生した場合、保修票を発行した場合は公表することとした。

この考え方の下に公表を行う中で、警報にはプラントの状態の通常な変化を示すもの、試験や運転操作により必然的に発報するものがあること、保修票には通常の点検作業においても発行されるものがあることから、どれが公表すべきプラント情報か個別で判断しなければならず、混乱を招いた。

そこで、事故・トラブル情報(トラブル情報、品質保全情報)については速やかに公表し、運転管理情報(設備操作、系統状態の一時的変動、天候等の自然現象及び試験に伴う警報発報事象)を除いた警報発報事象、点検等による計画的補修及び日常的手入れ・修理を除く保修票発行事象について定例プレス時に公表することとする事故・トラブル情報等の公表の目安(表4.1)を、関係機関及びプレスと調整し5月23日に定め、それに従い炉心確認試験の終了まで、事故・トラブル情報等の公表を実施した。

4. 2 評価と40%出力プラント確認試験に向けた取り組み

試験実施状況の公表については、試験情報専任者を設置するとともに、関係機関毎に担当する情報担当部署・担当者を配置し、情報共有会議や携帯メールを活用することにより、迅速かつ確実に、機構内の情報共有を図ることができた。その結果、関係機関にも迅速に情報提供することができた。また、日報を作成し、毎日プレス(定例プレス)を行うことにより、試験実施状況を毎日、確実に公表することができた。さらに、それぞれのホールドポイントにおける評価結果についてもすべてプレスに公表し、あわせてホームページにも公開した。

事故・トラブル情報等の公表については、炉心確認試験開始時に発生した破損燃料検出設備プレシピテータ警報の対応を適切に実施することができず、その後、公表すべき情報が明確でなく混乱が生じたものの、5月23日にプラント情報の公表の目安を定めた後は、それに従い、確実に事故・トラブル情報等の公表を行うことができた。公表の迅速性については、炉心確認試験中の事故・トラブル情報等の公表の目安を見直したこと、実務経験を重ねることにより改善することができ、試験情報専任者と情報担当部署・担当者の情報共有会議等のシステムについて、当初期待した機能が十分発揮するまで習熟度を上げることができたため、破損燃料検出設備プレシピテータ警報以降は、公表遅れは発生しなかった。また、事故・トラブル情報等の公表の目安の設定に際しては、関係機関及びプレスと十分な調整を行

ったことにより、相互理解を図ることができた。

炉心確認試験期間を通して表 3.3 に示す事象 32 件について公表し、すべてを原子力機構敦賀本部のホームページサイトで公開した。一方で、「公表される事象のレベルが明確でないので、住民が不安を感じる」(8 月 23 日敦賀市説明会での市民意見)があり、公表の目安についての社会への説明が不足していると考ええる。

40%出力プラント確認試験は、炉心確認試験と同様、安全を最優先に透明性を確保し取り組むという基本方針の下に実施し、毎日の日報の公表、事故・トラブル情報等の公表を迅速、確実に実施する。そのために、炉心確認試験での経験を踏まえて、試験期間中の事故・トラブル情報等の公表の目安について関係機関やプレスと十分コミュニケーションを図りつつ見直しを行うとともに、社会に対し十分な説明を行う。さらに、事故トラブル等事例集等を活用し、試験期間中に発生する可能性のある事故・トラブルについて、事前に説明を実施するとともに、試験を開始した後は状況に応じた広報活動が適切にできるように、広報対応能力の向上に継続して努めて行く。

5. 評価のまとめ

これまでに述べてきた試験結果、運転・保守管理等の評価について、40%出力プラント確認試験に向けての更なる改善につなげるため、下記の 6 つの観点で炉心確認試験結果を踏まえた評価をまとめた。

(1) 炉心確認試験計画の観点

- ・ 試験は、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の安全上の基本機能を確保するため、管理値をも設けるなどの安全確保対策を策定した。安全確保対策を守ることで安全に試験を行うことができた。
- ・ 試験は実施に向けた体制を整備した上で、アメリカウムを従来よりも多く含む炉心の安全性を確認する試験(核的制限値の確認)、高速増殖炉の研究開発を目的とした試験の合計 20 項目を行った。その結果、炉心の安全性を確認することができた。また、高速増殖炉の研究開発の上で貴重なデータを取得することができた。
- ・ 試験は、当初の計画どおり平成 22 年 5 月 6 日から 7 月 22 日までの 78 日間で終了した。
- ・ 以上を踏まえ、40%プラント確認試験においても同様に安全確保対策、試験実施体制、工程を策定する。

(2) 品質保証と運営管理の観点

- ・ 品質マネジメントシステムに則した試験体制、保安規定に定められた体制によって試験を実施することにより安全が確保された。40%出力プラント確認試験では、水・蒸気系等新たな設備を運転し、制御装置等の調整を行うことから、設備設計を熟知している製造メーカー、保守点検作業を行っている協力会社との連携体制を強化していく必要がある。
- ・ ホールドポイントを段階毎(試運転再開前、原子炉起動毎、炉心確認試験終了時)に設け、

評価会議にてプラントの安全を確認しながら慎重に実施し、安全が確保された。

- ・ 評価会議における不適合・保守票の処理確認について、「原子炉起動に必要な処置は期限までに確実に実施する」、「原子炉起動前に最終的な確認を行う」という点で有効な活動であり、40%出力プラント確認試験開始前までに処置が必要な不適合・保守票については完了確認を実施する必要がある。
- ・ 原子炉起動前の水・蒸気系を除いたプラントの基本的な安全確認手順を確立し、日々の試験情報管理と情報共有が確実に実施できた。
- ・ 「もんじゅ」組織外からの視点で、敦賀本部において試験体制等に対するレビューを実施し、一連の不具合等に対する取り組みに対して確実に対応した。試験を安全かつ効率的に実施する観点で実施したレビューは、改善活動を行う上で有効と判断した。

(3) 運転管理の観点

- ・ 平成 17 年度から運転員への計画的な教育訓練を実施し、原子炉起動/停止操作やナトリウム漏えい等の異常時対応操作が実施できる力量を備えた運転員を確保するとともに、当直への技術的支援体制を整備し、炉心確認試験における試験操作等を的確に実施することができた。40%出力プラント確認試験に向けて水・蒸気系設備の運転を踏まえて、運転員に対する計画的な教育訓練の実施、試験期間中の当直 1 班あたりの運転員数の増員及び当直への技術的支援体制の維持を進める。
- ・ 試験再開前までに運転手順書を整備した上で炉心確認試験を実施し、試験操作により運転員は臨界近接等の運転操作を習熟した。また、今回の試験での制御棒操作等の運転経験を運転手順書に反映した。今後も水・蒸気系機能確認試験や 40%出力プラント確認試験等での運転経験を反映するための運転手順書の改正を継続的に実施していく。
- ・ 制御棒挿入操作一時中断事象は、安全側の対応処置であり適切な対応であったが、一時中断に至った要因が制御棒操作手順書の記載不備と制御棒操作の教育不足であったため、手順書の改正、制御棒操作の再教育等の再発防止策を実施した。40%出力プラント確認試験に向けて、水・蒸気系機能確認試験等での設備運転による運転経験の運転手順書への反映、40%出力プラント確認試験要領書と運転手順書との整合性確認、運転員に対する計画的な教育訓練を実施していく。
- ・ 水・蒸気系機能確認試験にて蒸気発生器への通水を実施することから、通水までに水漏えい監視の考え方を整理し保安規定等の改正を検討する。また、ナトリウム漏えい監視に係る LCO の取扱いについて、ナトリウム漏えい時の運用の整理などの見直しを検討する。
- ・ 試験期間中の大気圧の変動等による警報発報を踏まえて、多発警報の警報設置目的等を整理し、警報設定値の見直し等の適正化を進める。

(4) 保守管理の観点

- ・ 保守管理においては、試験開始前までに試験に必要な設備の健全性確認を終了し、必要な設備の保守票をすべて処置した上で試験に臨み、試験期間中は安全に関わる不具合の発生はなく安全は確保された。今後、40%出力プラント確認試験に向けて、炉心確認試験に必要な設備に加え水・蒸気系設備の健全性を確認する。
- ・ 経年劣化による故障と推定されるものについては、水平展開も含めて、部品の取替計画等の対応方針を検討し、必要に応じて保全プログラム(第2期の保全計画)に反映していく。また、経年劣化による故障と推定されるものの中には、「1次主循環ポンプ制御盤異常」事象などのように炉心確認試験開始までに実施した点検後の機能試験が短期間であったため、劣化の兆候が捕らえられず、炉心確認試験期間中に不具合が顕在化したケースがあった。この教訓として、水・蒸気系、タービン・発電機設備の機能試験は、数ヶ月の期間を設けて、各システムを順次運転し、発生する不具合に適時対応し、必要な措置を実施する。
- ・ 「新燃料移送機連動運転渋滞」警報の発報事象は、更新した設備と既設のソフトウェアとの不整合性が原因であった。類似設備の水平展開を実施し、ソフトウェア等が生じないことを確認した。今後、ソフトウェアとの整合性を確認する。
- ・ 「FFD-CG 法プレシピテータ計数率高」警報事象は、検出器及びケーブル類に誘起ノイズが重畳したことが原因であった。今後、残留異物の除去を図るとともに、検出器入口に金属微粉末混入防止のためのフィルタ設置及び計測系への新型高圧電源設置を行う。なお、プレシピテータ検出器は、「もんじゅ」以外での使用実績がなく、研究開発要素があることから、今回の保守経験から得られた知見等を基に、CG 法システムの改善について検討を行う。

(5) 異常時対応の観点

- ・ 異常時の対応については、試験情報専任者を設け、通常と異なる事象が発生した時は、試験情報専任者から直接、関係機関に連絡したこと、また、関係機関毎に情報担当部署・担当者を決め、情報専任者と情報担当部署・担当者が情報共有会議で情報を共有し、情報担当部署・担当者から関係機関に情報を連絡したこと、更に保安院の指摘を踏まえて炉心確認試験期間中に、現地から様式を定めて必要な情報をファックスにて直接保安院に送るよう改善したこと、関係機関への迅速な連絡ができた。試験で得られた経験を踏まえたうえで、水・蒸気系の対象設備が増えていくということ等も考慮し、関係機関への迅速な連絡を図るための体制・システムの構築をしていく。また、40%出力プラント確認試験においても、試験情報専任者を置くなど、通報連絡体制の整備が必要である。異常時対応の通報連絡について、迅速かつ的確に対応できるよう訓練を積み重ね、能力の向上に努めていく。

(6) 公表の観点

- ・ 原子炉の安全性に影響を及ぼさない32件の事象についても公表するとともに、78報の

日報を公表することで、安全を最優先に透明性を確保して炉心確認試験に取り組むという基本方針を達成することができた。

- ・ 試験実施状況の公表については、試験情報専任者を設置するとともに、関係機関毎に担当する情報担当部署・担当者を配置し、情報共有会議や携帯メールを活用することにより、迅速かつ確実に情報共有を図り、関係機関に迅速に情報提供するとともに、プレス対応者は定例プレスで試験実施状況を遅滞なく公表することができた。
- ・ 事故・トラブル情報等の公表については、炉心確認試験開始時に発生した破損燃料検出設備プレシピテータ警報の対応を適切に実施することができず、その後、警報が発生した場合、保修票を発行した場合は公表することとしたが、公表すべき情報が明確でなく混乱が生じたものの、事故・トラブル情報等の公表の目安を定めた後は、それに従い、確実に事故・トラブル情報等の公表を行うことができた。炉心確認試験中の事故・トラブル情報等の公表の目安を定めたこと、実務経験を重ねることにより公表の迅速性が改善することができ、破損燃料検出設備プレシピテータ警報以降は、公表遅れは発生しなかった。また、事故・トラブル情報等の公表の目安の設定に際しては、関係機関及びプレスと十分な調整を行ったことにより、相互理解を図ることができた。しかし、公表の目安についての社会への説明が不足していると考え。40%出力プラント出力確認試験に向けて、炉心確認試験での経験を踏まえて、試験期間中の事故・トラブル情報等の公表の目安について、関係機関やプレスと十分コミュニケーションを図りつつ見直しを行うとともに、社会に対し十分な説明を行う。さらに、事故・トラブル等事例集等を活用し、試験期間中に発生する可能性のある事故・トラブルについて、事前に説明を実施するとともに、試験を開始した後は状況に応じた広報活動が適切にできるように、広報対応能力の向上に継続して努めて行く。

6. 40%出力プラント確認試験に向けた取り組み

炉心確認試験の結果及び評価を踏まえて、40%出力プラント確認試験に向けての更なる改善のための取り組みについてまとめた。

40%出力プラント確認試験では、核加熱により蒸気を発生させ、長期間停止していた水・蒸気、タービン系、発電機設備を運転し、更に1次冷却系及び2次冷却系を加えてプラント全系統の機能と性能の確認を行う。

具体的には、水・蒸気系を運転し蒸気発生器に通水後、プラント全系統を核加熱により昇温し、蒸気発生器で蒸気を発生させ、高温・高圧状態で主給水ポンプ、起動バイパス系統などの水・蒸気系統の機能・性能を確認する。また、1次冷却系、2次冷却系、主蒸気系、タービン系及び発電機設備の健全性確認や制御定数の調整を行った上で、発電機を併入し、送電を行う。さらに、プラントに異常が発生した場合を想定し、これを模擬した試験を実施し、異常を検知し、プラントが安全に停止することを確認する。よって、40%出力プラント確認試験を実施するためには、炉心確認試験で摘出された課題に加えて、40%出力プラント確認試験特有の様々な課題に対する取り組みが必要になる。

40%出力プラント確認試験を実施するに当たり、これまで実施してきた炉心確認試験の結果に係る評価を踏まえつつ、水・蒸気系を事故後初めて運転するなど、40%出力プラント確認試験の特徴に留意しながら、安全かつ確実に試験を行うための取り組みについて示す。

今後、下記に示した取り組みについて順次とりまとめていく。

6.1 品質保証及び運営管理

品質保証に関しては、40%出力プラント確認試験に向けた品質保証活動においてもPDCA サイクルが機能することが重要であり、今後とも自律的な品質保証活動の確立を目指したQMS見直し作業、QA診断を継続的に実施していく。QMS見直し作業については、保守管理業務を中心に実施予定、QA診断については、「冷却系総合試験プロセス」、「起動前点検プロセス」を対象とし実施する予定である。

ホールドポイント毎の安全確認等の運営管理については、炉心確認試験の方法を引き継いで実施していく。

主な確認項目は以下のとおり。

(1) 運転・保守経験を踏まえた項目

- ・試験情報専任者を置くなど通報連絡体制の整備
- ・ホールドポイント(評価のポイント)を段階毎に設け、評価会議にてプラント安全を確認しながら慎重に実施する計画の確認と敦賀本部によるレビュー体制
- ・40%出力プラント確認試験開始前までに処置が必要な不適合、保修票の完了確認

(2) 水・蒸気系を考慮した項目

- ・運転管理体制、試験実施体制の整備
- ・メーカー、協力会社との連携体制の強化

40%出力プラント確認試験に向けた準備が整った後、「もんじゅ」に特化したマネジメントレビューで試験開始準備完了の確認する。

6.2 運転管理

試験結果の評価及び40%出力プラント確認試験の特徴を留意し、以下の項目を確認する。

(1) 運転・保守経験を踏まえた項目

- ・水・蒸気系設備の運転を踏まえた運転員への計画的な教育訓練の実施及び必要な運転員の確保
- ・制御棒挿入操作一時中断事象を踏まえた、水・蒸気系機能確認試験等による水・蒸気系設備の運転手順書の整備及び40%出力プラント確認試験要領書と運転手順書の整合性確認
- ・多発警報を踏まえた、警報設定の考え方の整理
- ・ナトリウム漏えい監視に係るLCOの取扱いの検討

(2)水・蒸気系を考慮した項目

- ・蒸気発生器の水漏えい監視に関する考え方の整理(水・蒸気系機能確認試験での蒸気発生器への通水までに実施)

6.3 保守管理

炉心確認試験期間中の不具合対応に基づき点検実績の分析を行い、評価結果を保全活動の改善につなげていく。確認項目としては以下のとおり。

(1)運転・保守経験を踏まえた項目

- ・「1次主循環ポンプ制御盤異常」事象などの経年劣化による故障を反映した点検周期等の改善など保全計画へ反映の確認
- ・「新燃料移送機連動運転渋滞」の警報発報事象を踏まえ、安全上重要な設備の更新に対して、ソフトウェアとの整合性を確認。
- ・「FFD-CG法プレシピテータ計数率高」警報事象の保守経験を踏まえ、プレシピテータの対策と当該機器の持つ研究開発要素を考慮した運用方針の整理

(2)水・蒸気系を考慮した項目

- ・設備健全性の確認(水・蒸気系設備の点検、1・2次系等設備点検、配管肉厚管理計画含む)

6.4 異常時対応

(1)運転・保守経験を踏まえた項目

- ・水・蒸気系など、炉心確認試験に加え新たに動かしていく設備や試験において、想定されるトラブルへの通報・連絡の更なる迅速化等対応の整備

(2)水・蒸気系を考慮した項目

- ・異常時対応の通報連絡について、迅速かつ的確に対応できるよう訓練を積み重ね、能力を向上
- ・「もんじゅアクシデントマネジメント整備報告書」改訂版の提出

6.5 透明性の確保

炉心確認試験期間中での公表経験を踏まえて、公表の目安の整備(事象などの軽重に応じた整備)と社会一般への理解促進のため継続的な取り組みを実施する。社会に対し、事故・トラブル等事例集を活用し十分コミュニケーションを図りながら、透明性の確保と信頼維持・向上に努める。試験結果の評価を踏まえ40%出力プラント確認試験の特徴に留意しながら、迅速、的確に対処するために、公表の目安を整備し、状況に応じた対応ができるように訓練を積み重ねていく。

6.6 「高速増殖原型炉もんじゅの炉内中継装置落下」事象の対応

炉心確認試験終了後の燃料交換後始末作業時に発生した「炉内中継装置落下」事象については、荷重超過により炉内中継装置が引抜きを中断している。今後、炉内中継装置の引抜き方策の検討、炉内中継装置落下の原因究明、再発防止の策定及び設備への影響評価を実施する。

6.7 40%出力プラント確認試験計画

40%出力プラント確認試験では、核加熱により蒸気を発生させ、長期間停止していた水・蒸気、タービン系、発電機設備を運転し、更に1次冷却系及び2次冷却系を加えてプラント全系統の機能と性能の確認するための試験を行う。これらの試験の特徴を踏まえ、運営管理、運転管理、保守管理、放射線管理、品質保証など、プラントの安全性を確保しつつ、試験を円滑かつ着実にを行うために必要な事項をまとめた性能試験計画書を整備し、報告する。

7. まとめ

「もんじゅ」は、平成22年5月6日、14年5ヶ月ぶりに性能試験を再開し、5月8日に臨界を達成した。第1段階の性能試験である炉心確認試験は、安全最優先のもと、透明性の確保に努めて実施し、同年7月22日に計画どおり20項目の試験をすべて安全に終了した。

炉心確認試験を通じ、長期停止プラントで安全に原子炉を起動して運転できること、炉心が核的制限値を満足していること、長期停止後の再起動炉心にあっても炉物理特性が精度良く評価できることを確認した。また、温度特性等、実機における種々の炉物理特性にかかわるデータを取得するとともにプラント系統設備の機能及び性能を確認した。アメリカウムを多く含む炉心の炉物理特性の把握等、一連の試験を通じて得られた結果は、今後の「もんじゅ」の炉心管理への反映のみならず、後継炉の設計や解析精度向上等の高速炉研究開発の発展にも資するものである。

炉心確認試験中に発生した不具合事象及び想定していない警報発報等については公表し、透明性の確保に努めた。発生した不具合事象については、原因究明、対策、水平展開など必要な取り組みを実施した。

40%出力プラント確認試験の実施においても、ホールドポイント毎に安全確認を実施しながら、炉心特性、しゃへい特性及びプラント特性に係る「もんじゅ」の性能を確認していく。また、試験体制等のレビューを実施しながら、試験実施方法、体制の見直しを必要に応じて実施していく。

炉心確認試験の経験を反映した運転管理・保守管理を実施していくとともに、水・蒸気系設備の健全性確認等を実施し、40%出力プラント確認試験の準備を進めていく。

40%出力プラント確認試験に向けた取り組みにおいて、炉心確認試験の結果に係る安全上

の評価を行い、評価を踏まえた保安上の改善措置に対する取り組みをまとめた。今後ここに示した取り組みについて各項目毎に順次取りまとめていく。

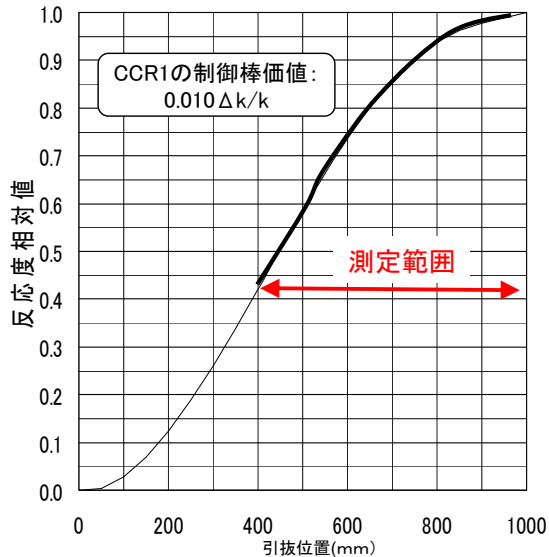
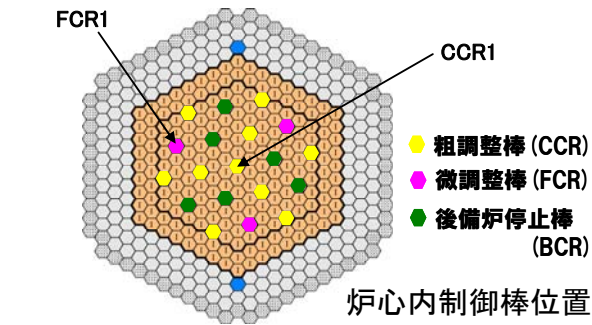
8. 添付資料

表 2.1	炉心の安全性に関する試験一覧
図 2.1-1	制御棒価値の測定結果
図 2.1-2	広域中性子検出器の特性
図 2.1-3	中性子検出器のオーバラップ範囲
表 2.2	「もんじゅ」の特性を確認する試験
図 2.2-1	流量係数測定結果
図 2.2-2	温度係数測定結果
図 2.2-3	フィードバック反応度評価測定結果
図 2.2-4	空間線量当量率の測定結果
図 2.2-5	1次主冷却系循環ポンプコーストダウン試験結果
図 2.2-6	圧力損失変化の測定結果
図 2.2-7	新型ナトリウム温度計での温度測定結果
表 2.3	炉心の安全性に関する試験一覧
図 2.3-1	炉心確認試験時の原子炉出力の制限値
図 2.3-2	炉心確認試験期間中の原子炉出力(実績)
表 2.4	放射性気体及び液体廃棄物の放出量
図 3.1.1-1	性能試験(炉心確認試験)実施体制
図 3.1.1-2	保安管理体制(保安規定)
図 3.1.3	炉心確認試験ホールドポイントと確認内容
表 3.1.3	設備及び保安管理にかかわる点検での確認項目
資料 3.1.3-1	炉心確認試験工程等のレビューについて
資料 3.1.3-2	炉心確認試験期間中に発生した不適合、保修票の管理状況
資料 3.1.3-3	運転管理向上検討チームによる活動について
図 3.2-1	発電課運転管理体制図
図 3.2-2	もんじゅ試運転再開に向けた運転員の教育訓練実績
表 3.2-1	炉心確認試験での設備改造及び運転経験を反映した運転手順書一覧
表 3.2-2	炉心確認試験期間中における運転員の制御棒操作実績時間
表 3.3	もんじゅ炉心確認試験中に公表した事象について
図 3.4.1-1	異常時発生時通報連絡体制図(第1報・時間内)
図 3.4.1-2	異常時発生時通報連絡体制図(第1報・時間外)
図 3.4.1-3	対策組織
図 3.4.1-4	事故トラブルに該当しないが通常と異なる事象が発生した場合の連絡・公表の流れ

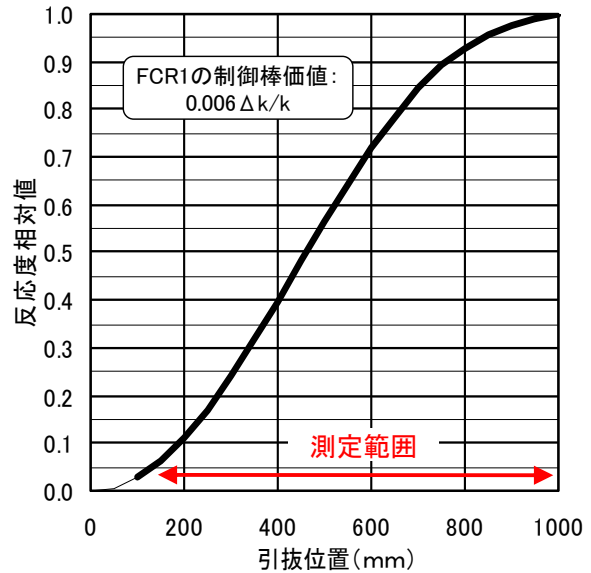
- 図 4.1 試験実施状況の連絡・公表
表 4.1 もんじゅ炉心確認試験中の事故・トラブル等の公表の目安
別紙 「FFD CG 法プレシピテータ計数率高」の原因と対策

表 2.1 炉心の安全性に関する試験一覧

試験名称	試験結果
① 制御棒の値値確認	<p>逆増倍曲線を作成して臨界点を推定し、5月8日に臨界を達成した。その後、全19体の制御棒(CCR1～10、FCR1～3、BCR1～6)に対し、ペリオド法(CCR1を対象)及び置換法(他の制御棒を対象)を用いて、各制御棒の制御棒値及び制御棒校正曲線を測定(図2.1-1参照)した。この結果から、過剰反応度及び反応度停止余裕を計算し、設置許可申請書に記載した値を満足することを確認した。</p>
② 中性子計装特性確認	<p>広域系中性子計装において、検出器感度の特性が、判定基準を満足(図2.1-2参照)し、検出器の特性が正常であることを確認した。</p>
③ 核出力校正確認	<p>線源領域系中性子計装と広域系中性子計装の測定範囲が1桁以上の範囲(図2.1-3参照)で重なって、炉心の連続監視が可能であることを確認した。</p>
④ 過剰反応度測定検査	<p>原子炉等規制法及び電気事業法に基づく使用前検査において、炉心が有している過剰反応度は、$0.0063 \Delta k/k$であり、判定基準(設置許可申請書に記載した値:$0.057 \Delta k/k$以下)を満足していることを確認した。</p>
⑤ 反応度停止余裕測定検査	<p>原子炉等規制法及び電気事業法に基づく使用前検査において、以下を測定し、判定基準(設置許可申請書に記載した値)を満足していることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> i) 主炉停止系 <ul style="list-style-type: none"> ・ 反応度停止余裕(最大反応度効果を有する調整棒が1本未挿入) $0.067 \Delta k/k \geq 0.01 \Delta k/k$ ・ 反応度抑制効果(最大反応度効果を有する調整棒が1本未挿入) $0.0739 \Delta k/k \geq 0.067 \Delta k/k$ ・ 反応度添加率 $5.1 \times 10^{-5} \Delta k/k/s$(FCR1が最大)$\leq 8 \times 10^{-5} \Delta k/k/s$ ii) 後備炉停止系 <ul style="list-style-type: none"> ・ 反応度抑制効果 $0.0687 \Delta k/k \geq 0.029 \Delta k/k$ ・ 反応度停止余裕 後備炉停止棒だけで臨界未満となることを確認した。



CCR1反応度価値測定結果



FCR1反応度価値測定結果

図2.1-1 制御棒価値の測定結果

運転時に原子炉の出力を測定している広域中性子検出器(WRM)の電圧調整の上、検出器特性が所定の値を満足し、正常であることを確認した。

原子炉起動時に使用している線源領域中性子計装(SRM)と原子炉運転中に使用する広域中性子計装(WRM)で炉心出力を連続的に監視できることを確認した。

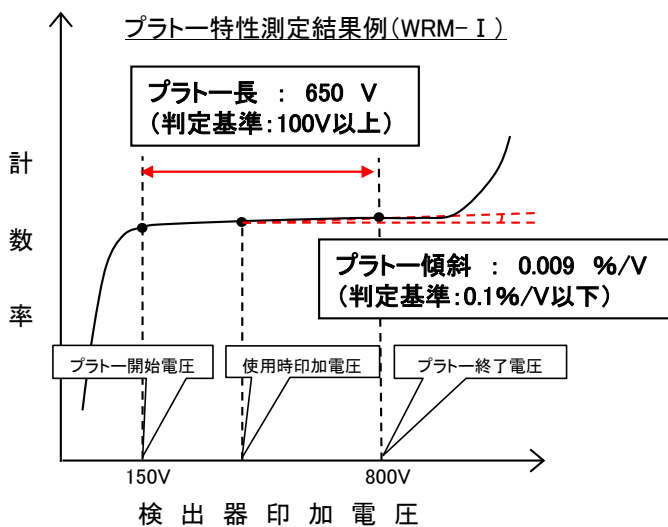
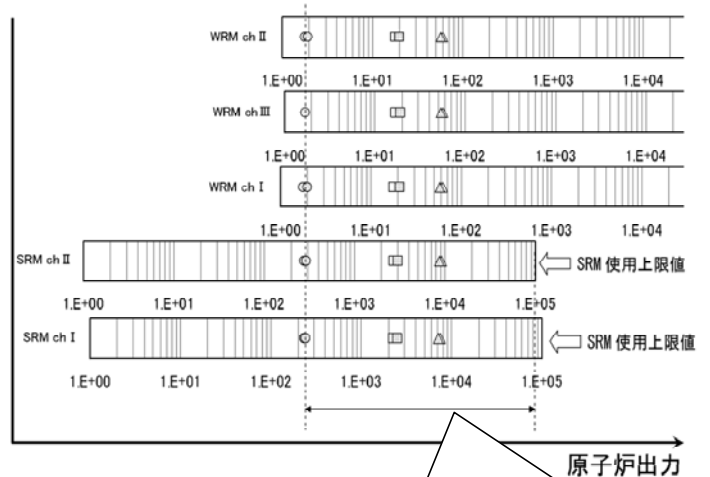


図2.1-2 広域中性子検出器の特性



SRM-WRMオーバーラップ範囲: 1桁以上の原子炉出力(計数率)でオーバーラップしている。(判定基準: 測定範囲に相互に重なりがあり、測定が不連続でないこと。)

図2.1-3 中性子検出器のオーバーラップ範囲

表2.2 もんじゅの特性を確認する試験(その1)

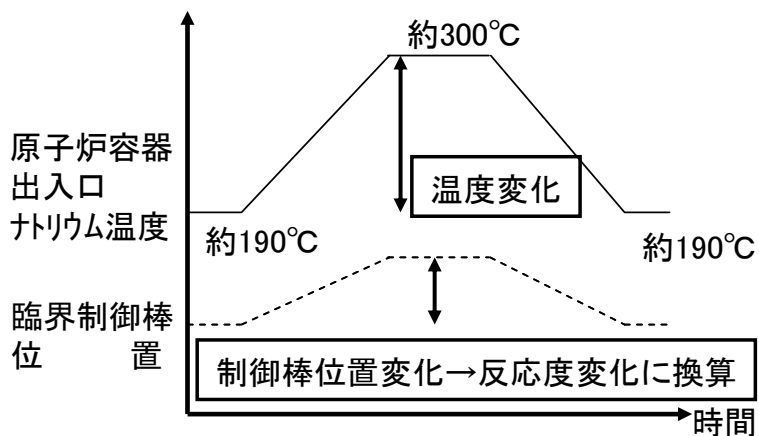
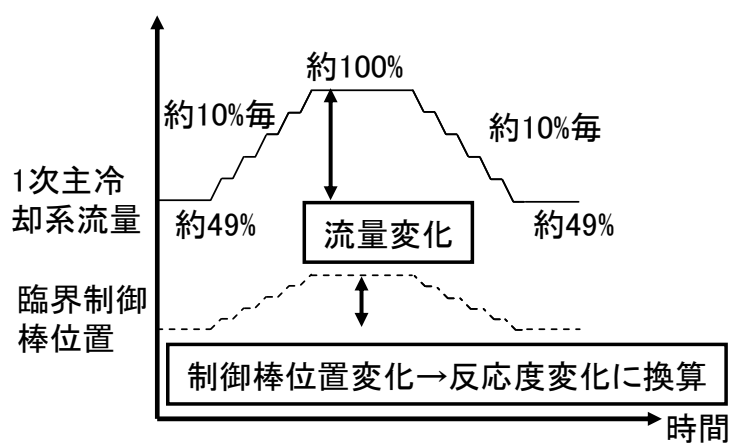
試験名称	試験結果
① 流量係数評価	1次主冷却系循環ポンプの流量を約10%ステップごとに変化させ、この時の反応度変化を測定し、流量係数を評価(図2.2-1参照)した。その結果、約 $-6 \times 10^{-6} \Delta k/k/\%flow$ (49%~100%流量)となった。これにより流量増加は、原子炉出力の上昇を抑制する方向に作用することが分かった。
② 温度係数評価	1次主冷却系循環ポンプによる入熱及び補助冷却設備による冷却により冷却材温度を変化させ、この時の反応度変化を測定し、温度係数を評価(図2.2-2参照)した。その結果、約 $-3 \times 10^{-5} \Delta k/k/^{\circ}C$ (190 $^{\circ}C$ ~300 $^{\circ}C$)となった。これにより温度上昇は、原子炉出力の上昇を抑制する方向に作用することが分かった。
③ ファイードバック反応度評価	制御棒(CCR1)を一定量引抜いた後、そのまま操作を行わずにドップラー効果等の炉心固有の反応度フィードバックによってプラント状態が安定する(図2.2-3参照)ことを確認し、炉心特性の基礎データを採取した。これにより原子炉は自己安定性をもつことが分かった。
④ 空間線量当量率確認	<p>管理区域、保全区域及び周辺監視区域の放射線状況確認(合計446箇所)を行った。その結果、測定値が遮へい設計基準値又は法令基準値*以下であることを確認(図2.2-4参照)した。これにより、各所の空間線量当量率などは、試験前のプラントが停止している状況とほぼ変化は無く、今回の試験による線量当量率が非常に少ないことが分かった。</p> <p>* : 管理区域内ではしゃへい区分に応じて、A区域:0.00625mSv/h以下、B区域:0.01mSv/h以下、管理区域境界では0.0026mSv/h以下など。</p>
⑤ ナトリウム純度確認	<p>1次系ナトリウム及び2次系ナトリウム中に含まれる酸素等の成分を分析した。その結果、酸素濃度が判定基準値以下(下記参照。)であることを確認した。これにより、系統への空気の漏れこみはほとんどなく、腐食の主要因である酸素が低い濃度に抑えられ、構造材に影響を与えないレベルであることが分かった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1次系ナトリウム中酸素濃度 : 2.3ppm (判定基準値:3ppm以下) ・ 2次系ナトリウム中酸素濃度 : Aループ:1.6ppm、Bループ:1.5ppm、Cループ:1.5ppm (判定基準値:全ループ共通10ppm以下)

表 2.2 もんじゅの特性を確認する試験(その2)

試験名称	試験結果
⑥ ナトリウム放射化量評価	<p>1次系ナトリウムの²²Na、²⁴Na濃度を測定した。これにより、出力段階ごとに測定するデータの第一段階である0出力状態での測定結果が得られるとともに、その結果、²²Na、²⁴Naの濃度は、しゃへい設備の基となった設計値以内であることを確認した。</p> <p>なお、2次系ナトリウムも同様に²²Na、²⁴Na濃度を測定し、すべて検出限界未満であることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1次系ナトリウム： <ul style="list-style-type: none"> ²²Na濃度 $4.26 \times 10^1 \text{Bq/g}$ (設計値: $6.48 \times 10^4 \text{Bq/g}$) ²⁴Na濃度 $1.50 \times 10^2 \text{Bq/g}$ (設計値: $1.12 \times 10^9 \text{Bq/g}$) ・ 2次系ナトリウム： <ul style="list-style-type: none"> ²²Na濃度、²⁴Na濃度 A, B, Cグループで検出限界未満
⑦ アルゴンガス純度確認	<p>1次系アルゴンガス及び2次系アルゴンガス中に含まれる窒素等の成分を分析した。その結果、窒素濃度が社内基準値以下であることを確認した。これにより、カバーガス系統(1次系及び2次系のアルゴンガス)への空気の漏れ込みはほとんどなく、カバーガス系統のパウダリは、健全に保たれていることが分かった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1次系アルゴンガス中窒素濃度: 38ppm (社内基準値: 7500ppm以下) ・ 2次系アルゴンガス中窒素濃度: Aグループ: 16ppm、Bグループ: 5ppm、Cグループ: 10ppm (社内基準値: 全グループ共通15000ppm以下)
⑧ 放出放射性物質挙動評価	<p>1次主冷却系、2次主冷却系等の各系統及び各部屋のトリチウム濃度を測定した。その結果、室内濃度及び放出量が基準以下であることを確認した。なお、各所のトリチウム濃度は、1次及び2次主冷却系の濃度を合わせて、試験前のプラントが停止している状況とほぼ変化はなく、今回の試験によるとトリチウムの発生量が非常に少ないことが分かった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1次主冷却系トリチウム濃度: $1.0 \times 10^2 \text{Bq/cm}^3$ ・ 2次主冷却系トリチウム濃度: Aグループ: $4.4 \times 10^0 \text{Bq/cm}^3$ Bグループ: $3.7 \times 10^0 \text{Bq/cm}^3$ Cグループ: $3.5 \times 10^0 \text{Bq/cm}^3$

表 2.2 もんじゅの特性を確認する試験(その3)

試験名称	試験結果
⑨ 1次主冷却系循環ポンプコールドダウン特性確認	<p>40%電気出力相当の流量(49%流量)から1次主冷却系循環ポンプを3台同時にトリップさせ、ポンプのコールドダウン特性を測定した。その結果、49%流量からポニーモータ定格流量までの到達時間は、判定基準(15秒以上)を満足することを確認(図2.2-5参照)した。これにより、40%電気出力運転中に外部電源喪失で原子炉が停止し、1次主冷却系循環ポンプがトリップしても、十分な余裕をもって主モータからポニーモータに引き継ぐことができることが分かった。なお、100%流量から1次主冷却系循環ポンプを3台同時にトリップさせ、M-Gセットの回転慣性を付加した条件での特性を測定した。</p>
⑩ 圧力損失変化評価	<p>1次主冷却系の圧力損失の経時変化に関するデータを取得することを目的に、1次主冷却系のポンプの回転数や、流量、温度などを測定し圧力損失の変化(1次主循環ポンプ揚程変化)を評価(図2.2-6参照)した。その結果、炉心確認試験期間中、圧力損失の変化はほとんど見られなかった。今後40%出力プラント確認試験において、圧力損失の経時変化に関するデータを取得する。</p>
⑪ 燃焼係数評価	<p>出力運転による反応度変化は、燃料の燃焼によるものと燃料に含まれるプルトニウム241の自然崩壊*によるものがある。炉心確認試験では、後者によって低下する炉心の反応度を試験期間中の制御棒の臨界位置の変化から求めた。その結果、反応度低下は、0.01%Δk/kであった。これにより、出力運転中の反応度低下から、上記の反応度低下を差し引くことにより、燃料の燃焼による反応度低下を算出できるようになった。</p> <p>*:プルトニウム241は、核分裂性核種で、半減期約14年でアメリシウム241に崩壊する。</p>
⑫ 炉内中性子源効果評価	<p>中性子源集合体撤去の検討に資するため、原子炉停止状態で線源領域系中性子計装の計数率を測定し、外部中性子源(中性子源集合体のカリフォルニウム252)と内部中性子源(燃焼により生成される核種)の計数率への寄与を評価した。その結果、燃料交換等による燃料組成の変化やカリフォルニウム252の減衰による計数率変化を解析により精度良く求めることが可能であることが分かった。今後、さらにデータを蓄積して、解析方法の妥当性を確認し、中性子源集合体撤去の検討に資する。</p>
⑬ 崩壊熱評価	<p>温度係数評価において、系統の温度変化率、1次主ポンプからの入熱量、空気冷却器からの放熱量などから、1次及び2次主冷却系の熱容量を計算した。これにより、出力上昇試験で行う崩壊熱評価の結果から崩壊熱を計算できる見通しを得た。</p>

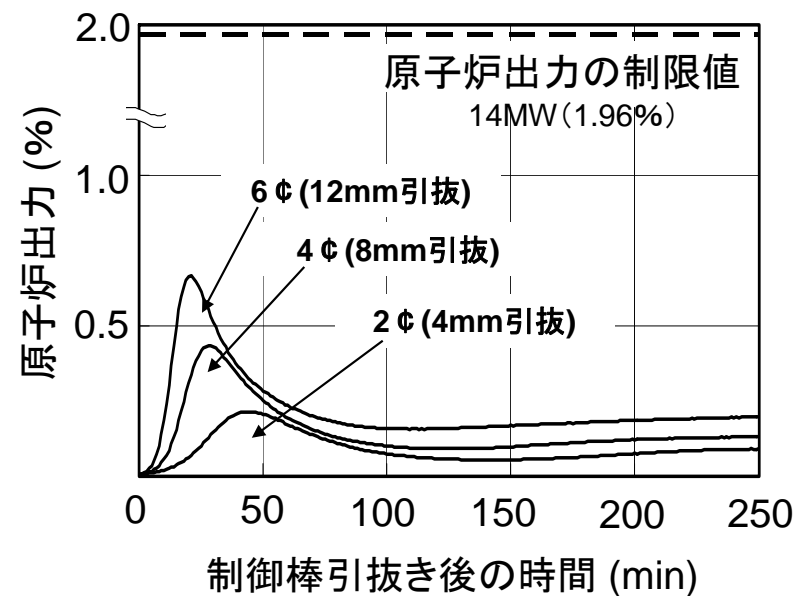


$$\text{流量係数} = \frac{\text{反応度変化}}{\text{流量変化}} = \text{約} -6 \times 10^{-6} \Delta k/k/\% \text{flow}$$

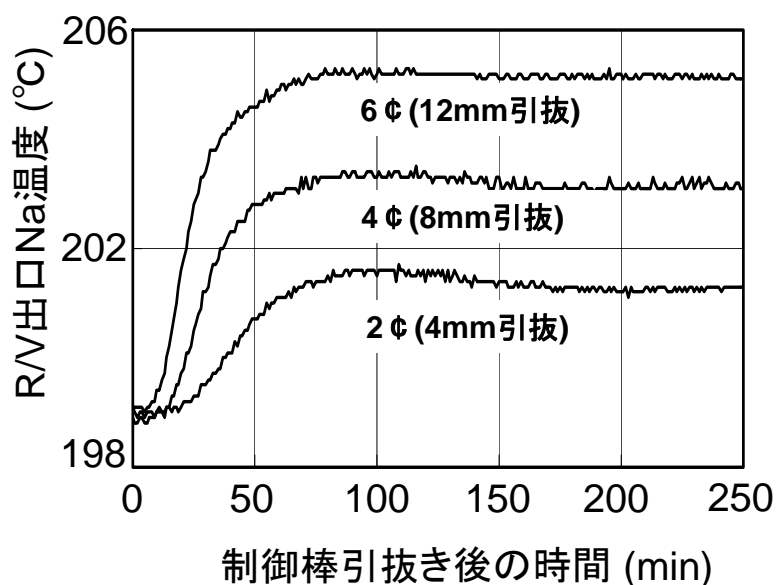
$$\text{温度係数} = \frac{\text{反応度変化}}{\text{温度変化}} = \text{約} -3 \times 10^{-5} \Delta k/k/^{\circ}\text{C}$$

図2.2-1 流量係数測定結果

図2.2-2 温度係数測定結果

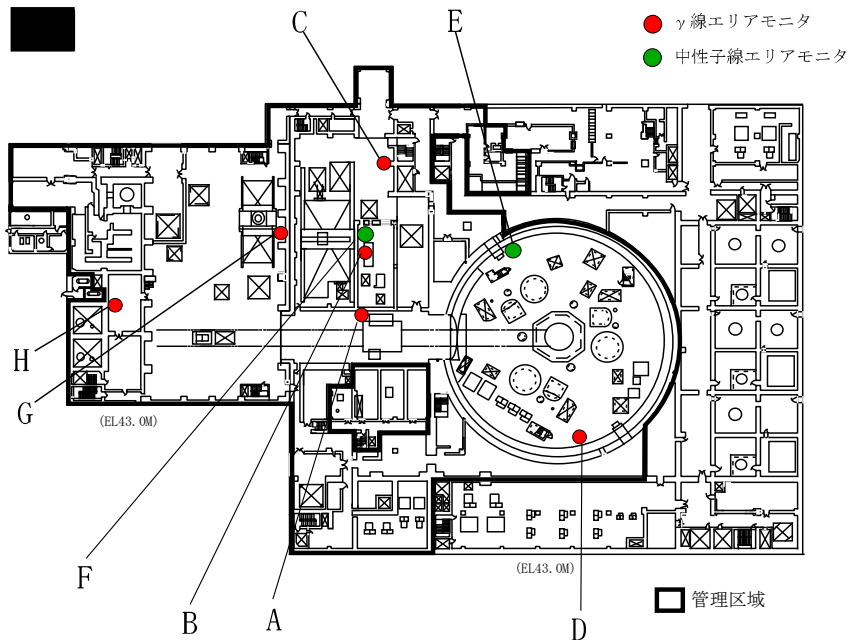


制御棒引抜き(反応度印加)後の
原子炉出力の推移



制御棒引抜き(反応度印加)後の原子炉容器
(R/V) 出口ナトリウム(Na) 温度の推移

図2.2-3 フィードバック反応度評価測定結果



単位:mSv/h

測定場所	測定値	判定基準	結果
A	1.26E-04	<1.00E-02	合格
B	1.65E-04	<1.00E-02	合格
C	1.50E-04	<1.00E-02	合格
D	2.20E-04	<1.00E-02	合格
E	<1.00E-05	<1.00E-02	合格
F	<1.00E-05	<1.00E-02	合格
G	1.52E-04	<1.00E-02	合格
H	1.45E-04	<1.00E-02	合格

* :例えば管理区域内では、しゃへい区分に応じてA区域:0.00625mSv/h以下、B区域:0.01mSv/h以下、管理区域境界では0.0026mSv/h以下など。

図2.2-4 空間線量当量率の測定結果
 <管理区域内(エリアモニタ)の測定結果(例)>

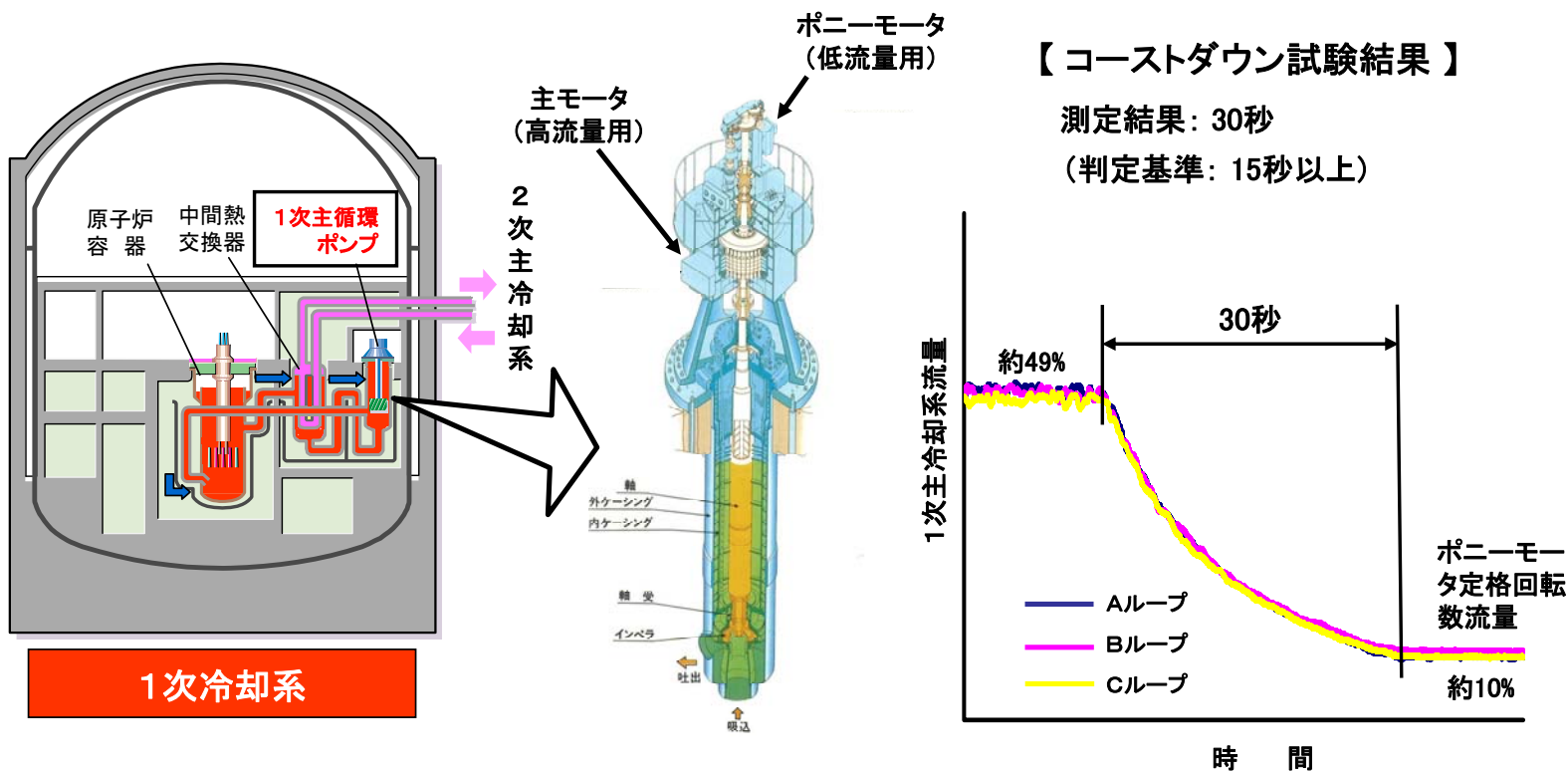
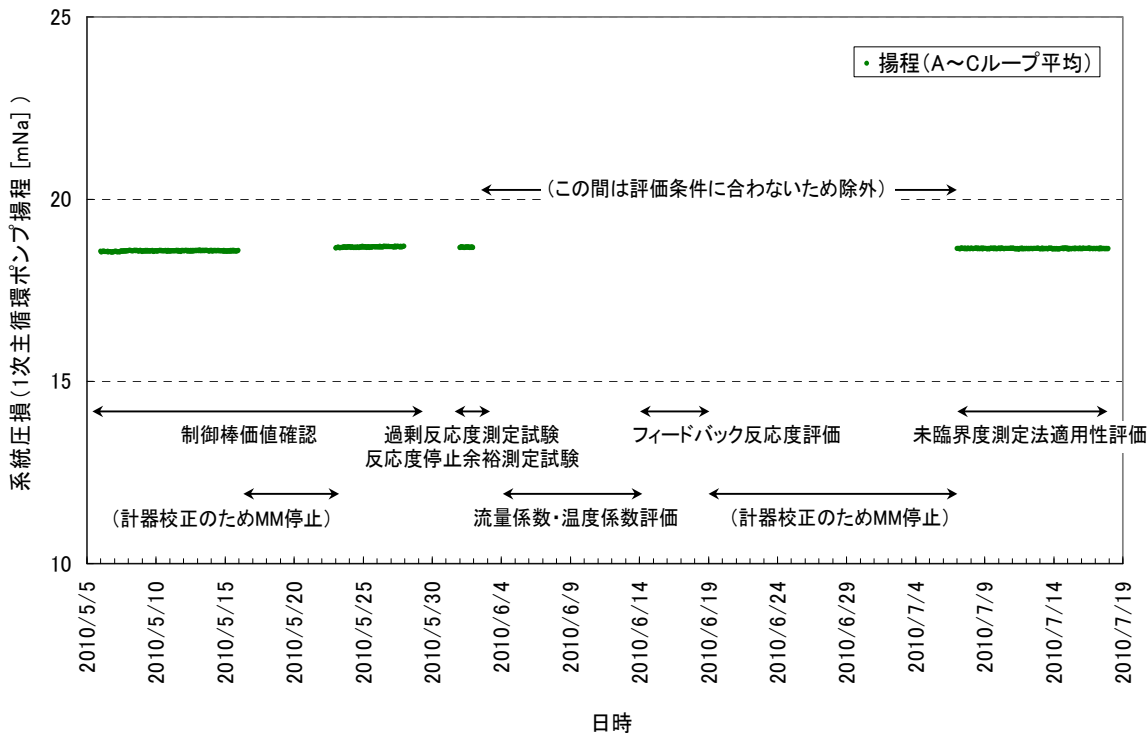


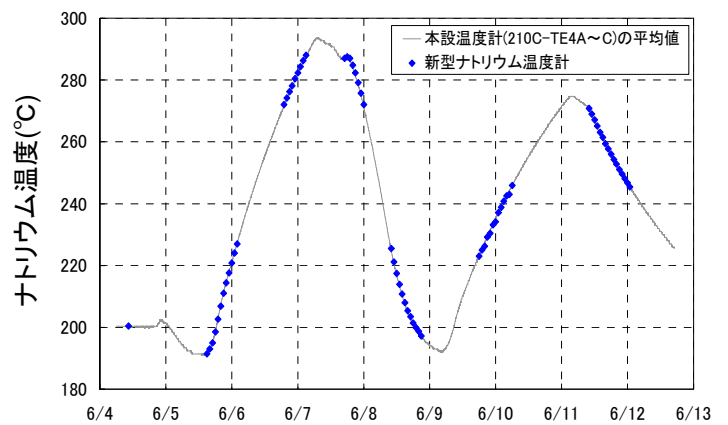
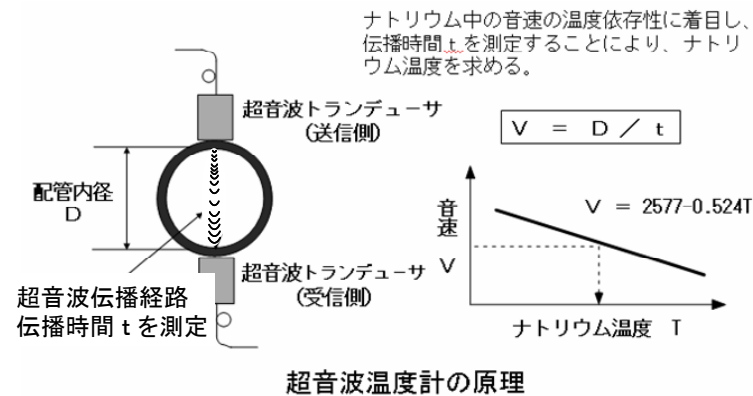
図2.2-5 1次主冷却系循環ポンプコールドダウン試験結果



各試験実施時の1次主冷却系流量約49%、ナトリウム温度約200°Cにおけるデータを採取し評価

炉心確認試験期間における1次主冷却系の圧力損失(1次主循環ポンプ揚程)変化

図2.2-6 圧力損失変化の測定結果

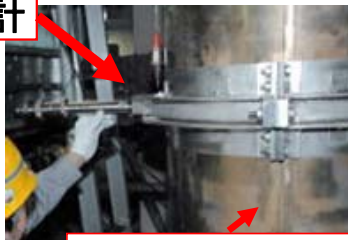


データ測定日時
測定結果例(ナトリウム温度 約190°C→約290°C、流量約1%)

蒸発器出口配管部(Cループ)に設置した超音波温度計の特性を確認するため、系統温度変化時の2次系ナトリウムの温度計測を実施した。

その結果、昇温・降温過程(当該部位で、約190°C—約290°C)において、超音波温度計とプラントに設置されている本設の熱電対温度計は、ほぼ同等の値を示すことを確認した。

超音波温度計



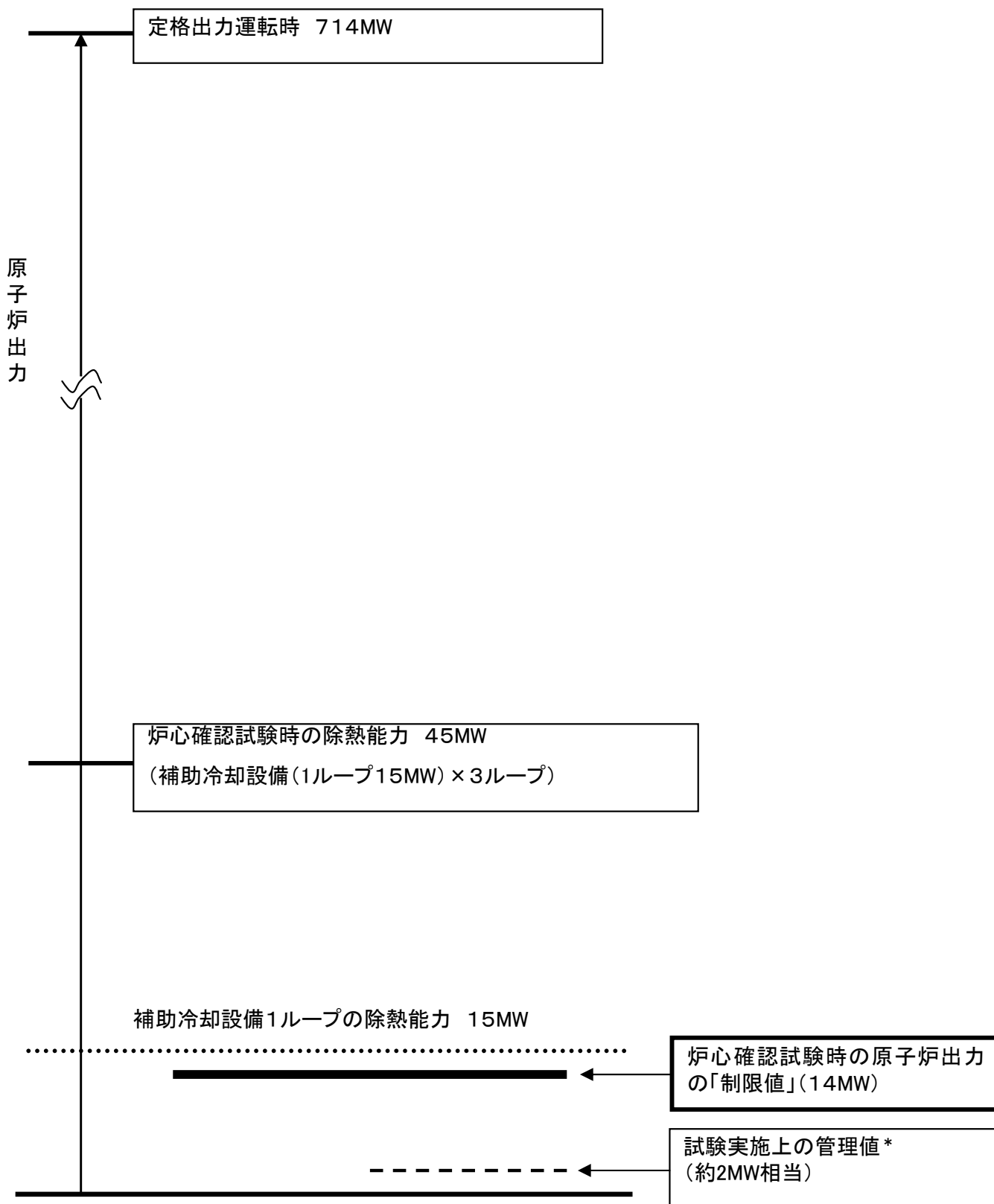
2次主冷却系配管

超音波温度計設置状況

図2.2-7 新型ナトリウム温度計での温度測定結果

表 2.3 炉心の安全性に関する試験一覧

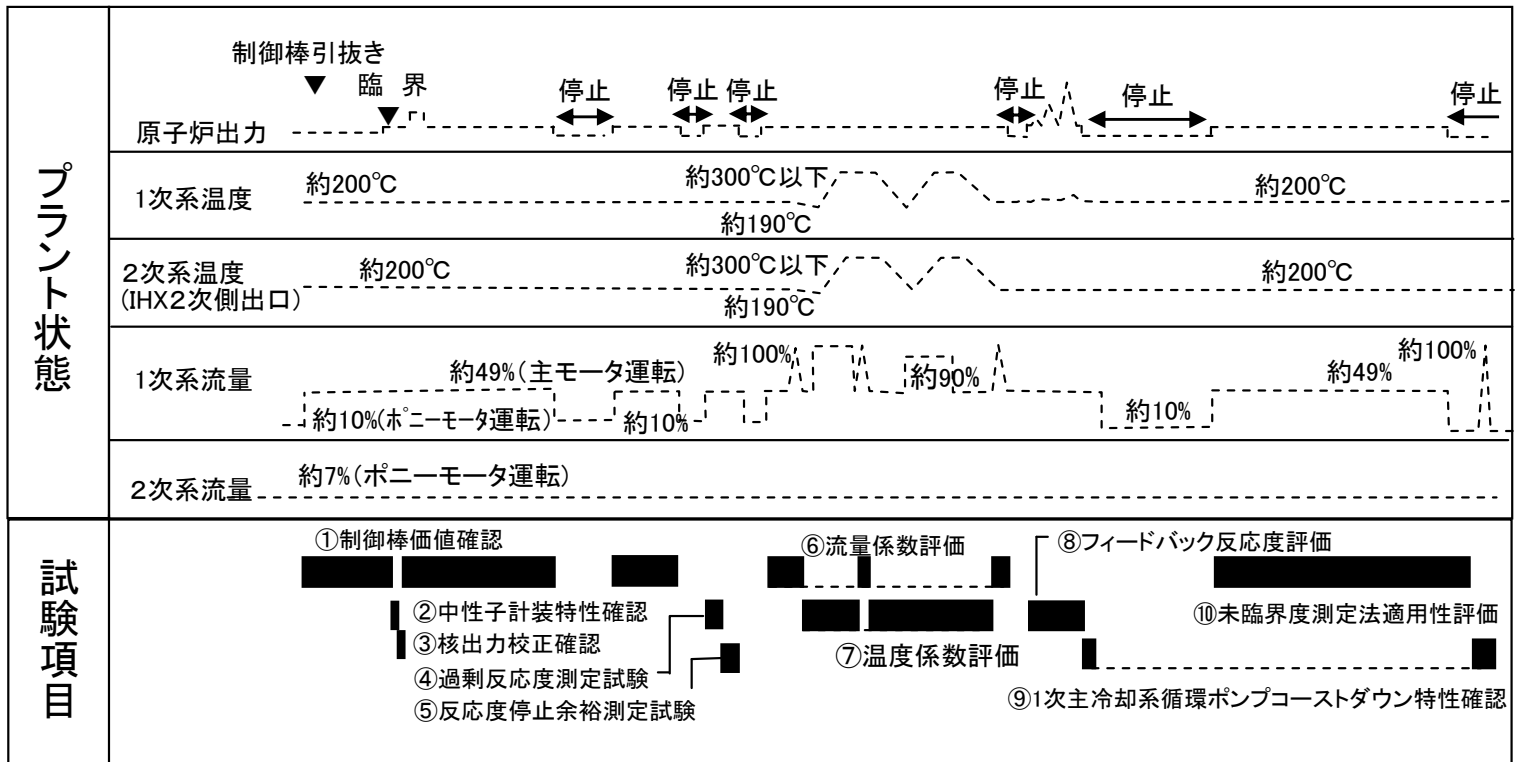
<p>①未臨界度測定法適用性評価</p>	<p>未臨界度測定法の高速炉実機への適用性を評価するため、線源領域系中性子計装と仮設中性子計装を利用し、3つの方法*でデータを測定した。測定したデータを分析・評価した結果、浅い未臨界状態やロットドロップによる逆動特性法は高速炉実機への適用の見通しがあることが分かった。今後、引き続き、データ解析により適用性の検討を進める。</p> <p>*:3つ方法とは、以下。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 未臨界状態での中性子信号の変動(ゆらぎ)から未臨界度を測定する方法(炉雑音測定法) ・ 臨界状態から制御棒を挿入・引抜を行い、この時の中性子信号の変化から未臨界度を測定する方法(逆動特性法) ・ 制御棒1本を落下させ、この時の中性子信号の変化から未臨界度を測定する方法(ロット・ドロップ法)
<p>② 新型ナトリウム温度計特性評価</p>	<p>2次主冷却配管にナトリウム温度を測定する配管非貫通型の超音波温度計を設置し、系統温度変化時の超音波温度計と熱電対温度計(本設)の指示値を比較した(図2.2-7参照)。その結果、今回のプラント条件においては、超音波温度計と熱電対温度計(本設)でほぼ同等の温度を示すことを確認した。今後、40%出力プラント確認試験で温度・流量等の条件を変えた状態でデータの蓄積を図る。</p>



* :フィードバック反応度評価は、制限値を管理値とする。

図2.3-1 炉心確認試験時の原子炉出力の制限値

図2.3-2 炉心確認試験期間中の原子炉出力(実績)



No.	試験項目	原子炉出力(MW)		
		制限値	管理値 ⁽¹⁾	実績値(最高)
①	制御棒価値確認	14	1.6	0.9
②	中性子計装特性確認			0.1
③	核出力校正確認			0.1
④	過剰反応度測定試験			0.1
⑤	反応度停止余裕測定試験			0.1
⑥	流量係数評価			0.1
⑦	温度係数評価			0.1
⑧	フィードバック反応度評価		14	5
⑨	1次主冷却系循環ポンプコールドダウン特性確認	— ⁽²⁾	— ⁽²⁾	— ⁽²⁾
⑩	未臨界度測定法適用性評価	14	1.6	0.02

(1): 試験実施に当っては、管理値(熱出力)相当の中性子検出器の信号レベル(cps)を設定し、それ以下になるように管理した。

(2): 1次主冷却系循環ポンプコールドダウン特性確認は、原子炉停止状態で行うため、制限値及び管理値は設けていない。

表 2.4 放射性気体及び液体廃棄物の放出量

形態	核種	期間	平成 22 年 5 月	平成 22 年 6 月	平成 22 年 7 月
			月間放出量 (Bq)	月間放出量 (Bq)	月間放出量 (Bq)
気体	希ガス		検出限界値未満	検出限界値未満	検出限界値未満
	よう素		検出限界値未満	検出限界値未満	検出限界値未満
	粒子状物質		検出限界値未満	検出限界値未満	検出限界値未満
	トリチウム		検出限界値未満	検出限界値未満	検出限界値未満
液体	全核種(トリチウムを除く。)		検出限界値未満	検出限界値未満	検出限界値未満
	トリチウム		検出限界値未満	検出限界値未満	検出限界値未満

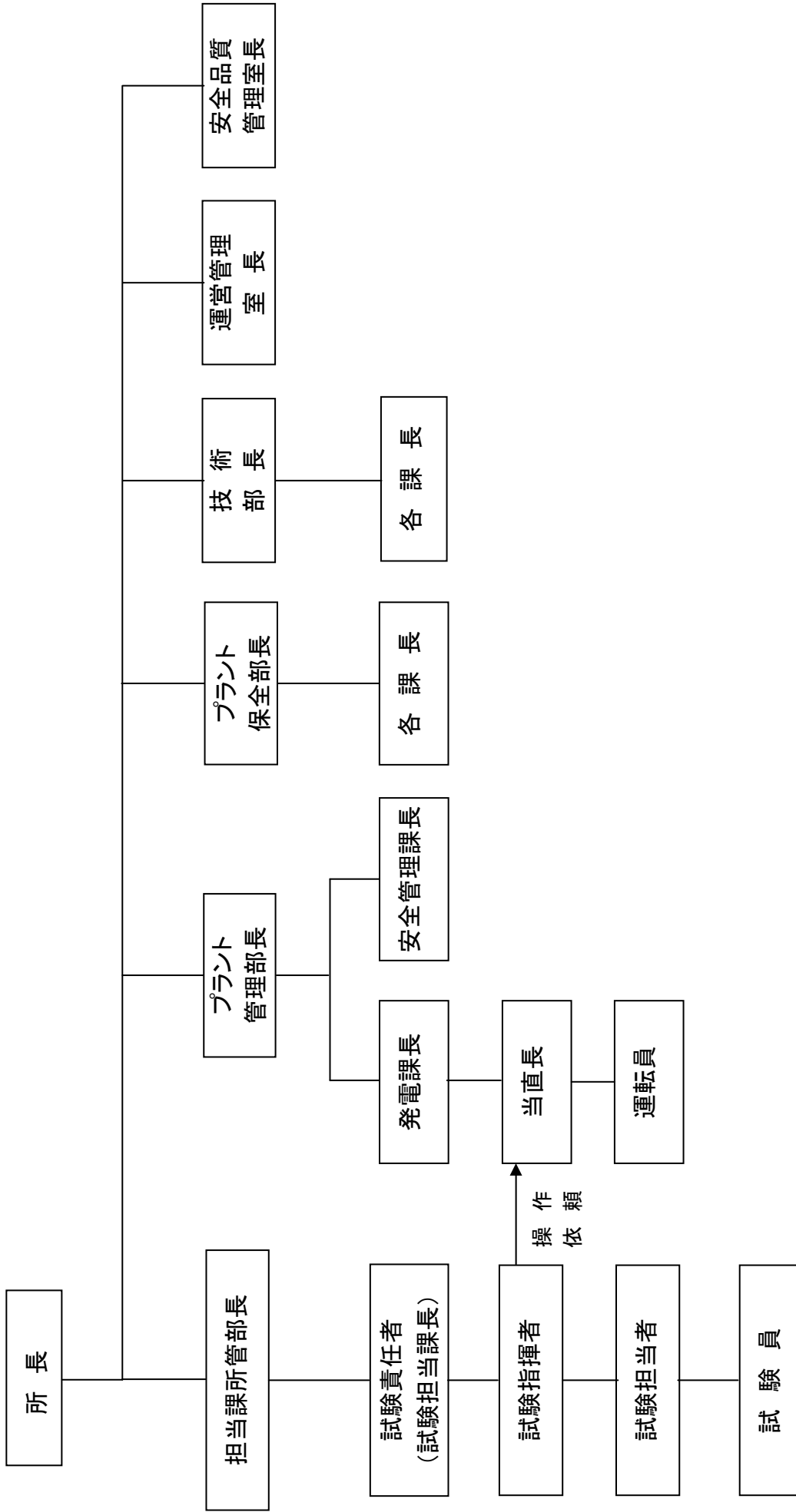


図 3.1.1-1 性能試験(炉心確認試験)実施体制

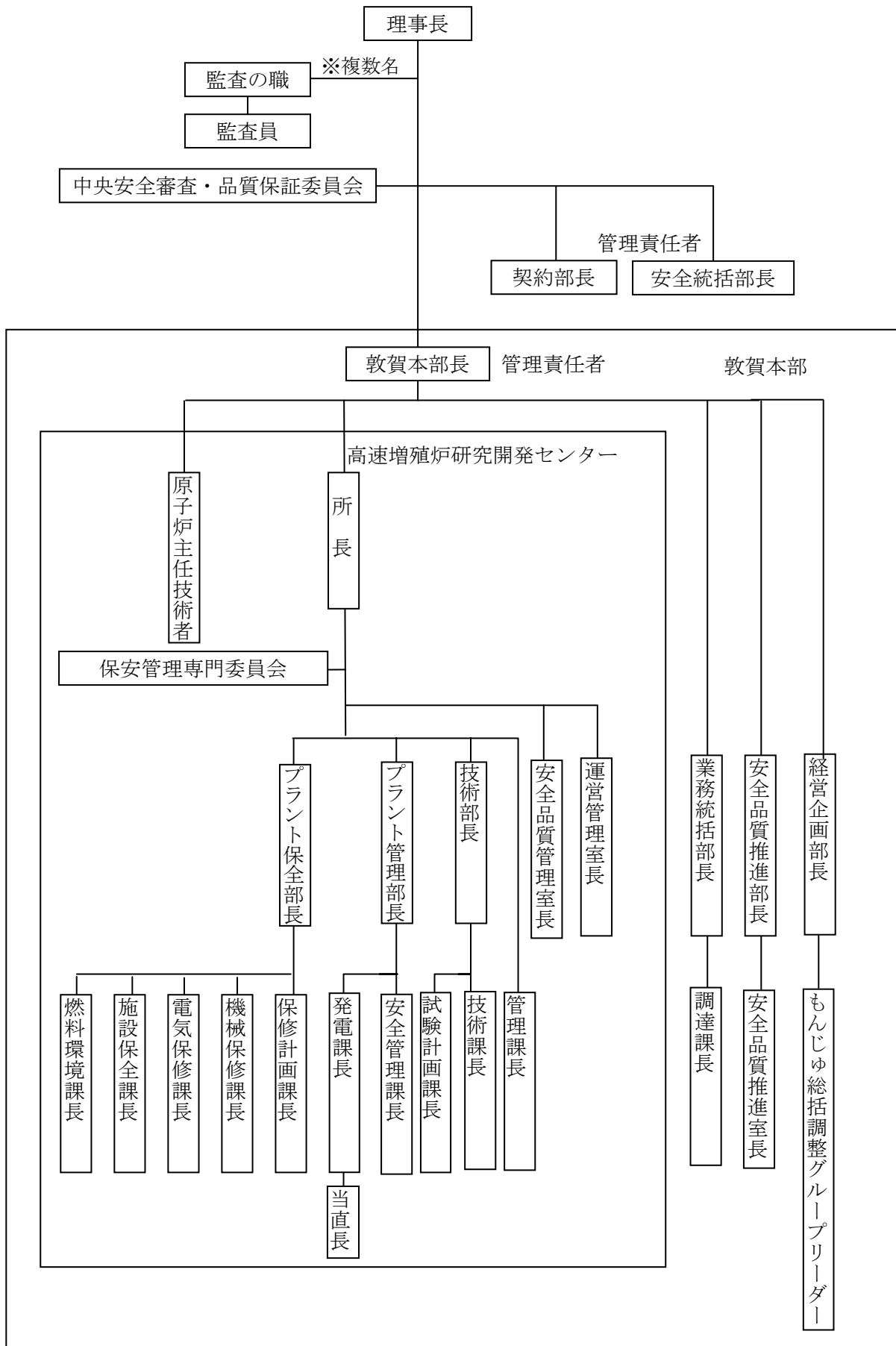
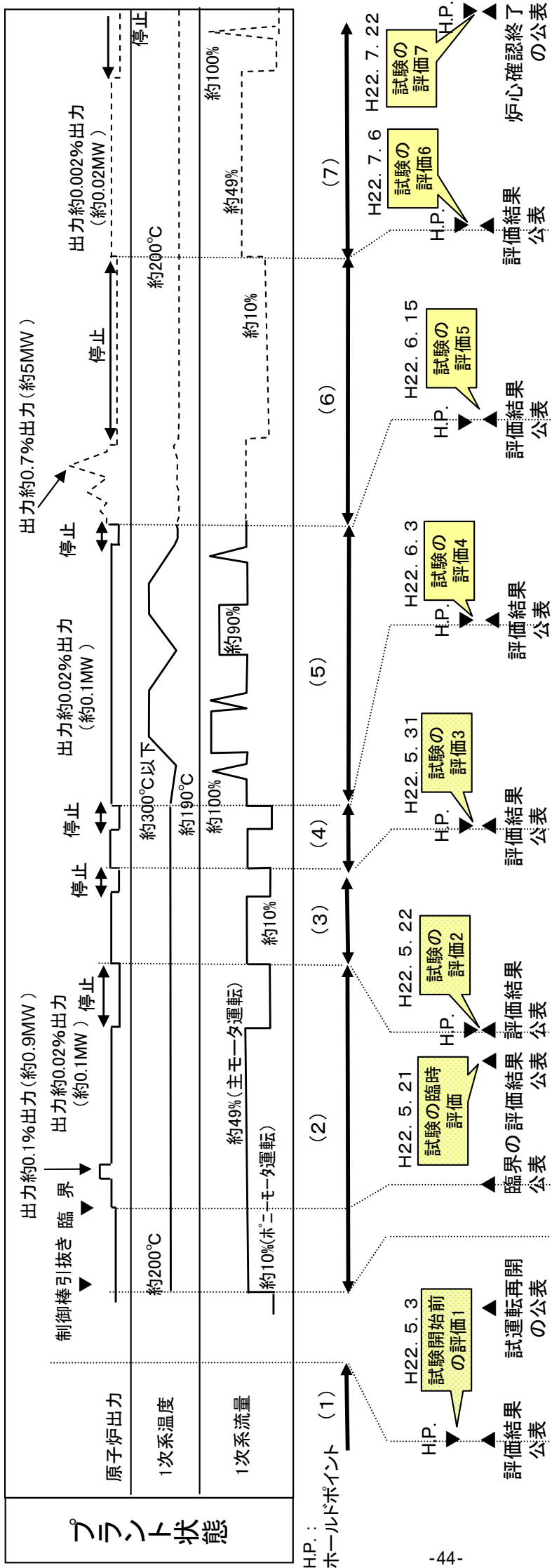


図3.1.1-2 保安管理体制（保安規定）

図3.1.3 炉心確認試験ホールドポイントと確認内容



H.P.:
ホールドポイント (1)

H22.5.3
試験開始前の評価1

H22.5.21
試験の臨時評価

H22.5.22
試験の評価2

H22.5.31
試験の評価3

H22.6.3
試験の評価4

H22.6.15
試験の評価5

H22.7.6
試験の評価6

H22.7.22
試験の評価7

評価結果公表

試験再開の公表

評価結果公表

炉心確認終了の公表

<p>確認した試験項目</p>	<p>運転再開(制御棒の引き抜き)準備のため、試験は行っていない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●中性子計装特性確認 ●核出力校正確認 ●空間線量当量率確認 	<ul style="list-style-type: none"> ●制御棒値確認 	<ul style="list-style-type: none"> ●過剰反応度測定試験 ●反応度停止余裕測定試験 	<ul style="list-style-type: none"> ●流量係数評価 ●温度係数評価 ●新型ナトリウム温度計特性評価 ●崩壊熱評価 	<ul style="list-style-type: none"> ●フイットバック反応度評価 ●放出放射線物質挙動評価 	<ul style="list-style-type: none"> ●1次冷却系循環ポンプ特性確認 ●ナトリウム純度確認 ●ナトリウム放射線量確認 ●アルゴンガス純度評価 ●圧力損失変化評価 ●燃焼係数測定法適用性評価 ●炉内中性子源効果評価
<p>実施した確認項目と今後確認する試験目的と内容</p>	<p>制御棒(粗調整棒)の効き方の確認を行い、使用前検査で必要なデータを採取した。また、管理区域境界等の線量当量率等の測定を行った。</p>	<p>制御棒(粗調整棒)の効き方の確認を行い、使用前検査で必要なデータを採取した。また、管理区域境界等の線量当量率等の測定を行った。</p>	<p>左記に引き続き制御棒(微調整棒及び後備炉停止棒)の効き方の確認を行い、使用前検査で必要なデータを採取した。</p>	<p>炉心の安全確認(核的制限値の確認)を行い、使用前検査を受検した。過剰反応度や反応度停止余裕を確認し、十分な余裕をもつて原子炉を停止し、未臨界状態を維持することを確認した。</p>	<p>冷却材の温度及び流量の変化の影響で反応度などの程度変わるかを測定することにより、炉心に係る研究開発データを採取する。</p>	<p>出力を上昇させ、その炉固有の反応度フィードバック効果を測定し、炉心に係る研究開発データを採取する。</p>	<p>(原子炉を未臨界状態にしながら制御棒の挿入パターンを変化させて、高速炉における未臨界測定法の研究開発データを採取する。また、ナトリウム純度の確認を行う。</p>
<p>次に進む判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●試験の結果が判定基準を満足していること。 ●試験が安全に完了していること。 	<ul style="list-style-type: none"> ●試験の結果が判定基準を満足していること。 ●試験が安全に完了していること。 	<ul style="list-style-type: none"> ●試験の結果が判定基準を満足していること。 ●試験が安全に完了していること。 	<ul style="list-style-type: none"> ●試験の結果が判定基準を満足していること。 ●試験が安全に完了していること。 	<ul style="list-style-type: none"> ●試験の結果が判定基準を満足していること。 ●試験が安全に完了していること。 	<ul style="list-style-type: none"> ●試験の結果が判定基準を満足していること。 ●試験が安全に完了していること。 	<ul style="list-style-type: none"> ●試験の結果が判定基準を満足していること。 ●試験が安全に完了していること。

表3.1.3 【設備及び保安管理にかかわる点検での確認項目】

I 設備にかかわる点検項目

確認項目	確認内容	試運転再開に向けた安全確認 評価 (1)	試験期間中の安全確認 評価 (2) ~ 評価 (6)	試験終了時の安全確認 評価 (7)
(1) 起動前系統構成の確認	原子炉施設について、パラメータ確認等を行い、原子炉起動前の状態となっていること。今回は、水・蒸気系を使用しないことから、水・蒸気系に関連する部分については確認対象外とする。	○	○	
	現場の弁、電源及びCS状態等が原子炉起動前の状態となっていること。今回は、水・蒸気系を使用しないことから、水・蒸気系に関連する部分については確認対象外とする。	○	○	
	原子炉起動前点検(現場点検)終了後の作業について、作業復旧状態が原子炉起動に影響を与えないこと。	○	○	
	原子炉格納容器隔離弁の弁状態を確認し、原子炉起動前の弁状態になっていること。	○	○	
	窒素雰囲気室内の弁状態を確認し、原子炉起動前の弁状態になっていること。	○	○	
	中央制御室、現場等の各盤内を確認し、盤内に不要なジャンパ、リフト及び仮設ケーブルがないこと並びに外観に異常がないことを確認し、盤内の状態が原子炉起動前の状態であること。今回は水・蒸気系を使用しないことから、水・蒸気系に関連する部分は点検対象外とする。	○	○	
	定期的な検査の検査結果がすべて発電課長に通知されていること。検査結果及び設備に異常がないこと。	○	○	
	原子炉起動前試験の全9項目について、試験が実施済みであり、試験結果及び設備に異常がないこと。	○	○	
	原子炉施設についてパラメータ等を確認し、低温停止状態で運転上の制限を満足していること。		○	○

II 保安管理にかかわる点検項目

確認項目	確認内容	試験再開に向けた安全確認 評価 (1)	試験期間中の安全確認 評価 (2) ~ 評価 (6)	試験終了時の安全確認 評価 (7)
(1) 性能試験 (炉心確認試験計画書)	性能試験 (炉心確認試験計画書) が国に提出されていること。	○		
(2) 性能試験 (試験計画変更)	性能試験計画の変更が国に報告されていること。	○		
(3) 安全性総点検	安全性総点検が完了し、安全性総点検報告書により、国への報告が完了していること。	○		
(4) 二・ホ項使用前検査 受検計画書・要領書等整備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 炉心確認試験中に実施する二項 (相当) 検査変更申請が完了していること。 ・ 二・ホ項 (相当) 使用前検査計画書が改訂され検査変更申請が行われていること。 ・ 二項 (相当) 使用前検査 (※) 要領書の整備が完了していること。 ※ 過剰反応度測定検査 (S T - 2 - 3 - 2) (S T - S - 5 - 2) 、 反応度停止余裕測定検査 (S T - 2 - 4 - 2) (S T - S - 6 - 2)	○		
(5) 燃料取替	燃料取替について、原子炉起動に必要な事項として、 ・ 設工認変更申請が認可されていること。 ・ 炉心確認試験に必要な燃料集合体及び制御棒の取替作業が完了していること。	○		
(6) 燃料検査	燃料検査について、原子炉起動に必要な事項として、燃料装荷検査が完了していること。	○		
(7) 保安規定の改正 (1) 一起動前点検範囲一	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保安規定第23条 (原子炉起動前、停止後の措置) において、「炉心確認試験段階で水・蒸気系設備は点検範囲に含まないこと。」に係る保安規定が改正され、認可されていること。 ・ 保安規定第23条において、「炉心確認試験の未臨界度測定法適用性評価において、原子炉起動前・停止後の措置を除くことができること。」に係る保安規定が改正され、認可されていること。 ・ これらの保安規定改正に伴い、以下のOMS文書の改正が完了していること。 「運転管理要領」の改正 「原子炉起動前・停止後点検手順書」の制定 	○		
(8) 保安規定の改正 (2) 一19条 原子炉熱的制限値への変更一	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保安規定第19条 (運転条件の設定) において、「原子炉熱的制限値」に係る保安規定が改正され、認可されていること。 (原子炉熱特性 (最高線出力密度360W/cm、被覆管最高温度) → 燃料最高温度2350℃及び被覆管最高温度) ・ これらの保安規定改正に伴い、以下のOMS文書の改正が完了していること。 ○ 炉心管理要領 ○ 燃料管理要領 ○ 炉心構成要素等管理要領 ○ 照射済燃料検査要領 	○		
(9) 保安規定の改正 (3) 一23条の2 試験使用期間中の適用除外手続き一	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保安規定第23条の2 試験期間中の適用除外の手続きが完了し、保安規定が改正され、認可されていること。 ・ これらの保安規定改正に伴い、「運転管理要領」OMS文書の改正が完了していること。 ・ 第23条の2の適用除外申請手続きが完了し、承認されていること。 	○		
(10) 原子炉の運転に必要な運転員数の確認	当直長及び当直長補佐を含めて、1直当たり7名以上の運転員が確保されていること及び常時中央制御室に確保する運転員数が3名以上であること (1名は当直長又は当直長補佐で、中級運転員以上が2名以上)。	○	○	
(11) 性能試験基本計画	性能試験実施に当たったての基本要件が検討され、性能試験基本計画書が制定されていること。	○		
(12) 性能試験管理要領	性能試験管理要領が制定されていること。	○	○ (改正の都度)	○ (終了時の最終確認)

<p>(13) 項目別試験計画書・試験要領書</p>	<p>炉心確認試験の項目別試験計画書、試験要領書が制定されていること。 項目別試験計画書及び項目別試験要領書が制定されていること。 制御棒値特性確認 中性子計装特性確認 核出力校正確認 過剰反応度測定試験 反応度停止余裕測定試験 流量係数評価 温度係数評価 フィードバック反応度評価 1次主冷却系循環ポンプコーストダウン特性確認 未臨界度測定法適用性評価 その他（プラント操作を伴わないもの） （崩壊熱評価、空間線量等量確認、ナトリウム純度確認、ナトリウム放射化量評価、アルゴンガス純度確認、放射性物質挙動評価、新型ナトリウム温度計特性評価、圧力損失変化評価、燃焼係数評価、炉内中性子源効果評価）</p>	<p>○</p>	<p>○ (新規制定及び改正の都度)</p>	<p>○ (終了時の最終確認)</p>
<p>(14) 運転手順書</p>	<p>炉心確認試験において使用する設備の運転手順書が、制定及び改正されていること。</p>	<p>○</p>	<p>○ (改正の都度)</p>	<p>○ (終了時の最終確認)</p>
<p>(15) 制御棒操作手順書等の作成</p>	<p>プラント起動曲線について、試験工程に基づき作成されていること。 運転条件の設定及び制御棒操作手順書が発電課長に通知されていること。</p>	<p>○</p>	<p>○</p>	
<p>(16) 保修票の完了確認</p>	<p>未完了保修票が原子炉の起動に支障がないこと。</p>	<p>○</p>		
<p>(17) 作業票未完了分の確認</p>	<p>未完了作業票が原子炉の起動に支障がないこと。</p>	<p>○</p>		
<p>(18) ジャンパー・リフト等の確認</p>	<p>ジャンパー・リフト等が原子炉の起動に支障がないこと。</p>	<p>○</p>		
<p>(19) 完成図書の最新化</p>	<p>アズビル特化図書について、完成図書に加えられた改造・変更情報が、最新情報(As built)であること。</p>	<p>○</p>	<p>○ (改正の都度)</p>	<p>○ (終了時の最終確認)</p>
<p>(20) 不適合処理</p>	<p>炉心確認試験前(及び次回原子炉起動)までに処置が必要な不適合について、適切に処理されていること。</p>	<p>○</p>	<p>○</p>	<p>○ (終了時の最終確認)</p>
<p>(21) 保全計画・保全プログラムの策定</p>	<p>炉心確認試験終了までの保全計画・保全プログラムの策定が完了していること。</p>	<p>○</p>		
<p>(22) もんじゅトラブル事例集の拡充</p>	<p>H20年2月版『「もんじゅ」の安全確保に向けて』(運転等)において想定される事故・トラブル等の事例とその対応 について、記載内容の拡充を実施に伴う、改訂版が発行されていること。</p>	<p>○</p>		

資料 3.1.3-1 炉心確認試験工程等のレビューについて

炉心確認試験においては、評価会議に際して、試験実施体制と実施方法及び試験中に発生した一連の不具合等に対する取組みについて、「もんじゅ」組織外からの視点で、敦賀本部において試験体制等に対するレビューを実施することとし、敦賀本部の業務統括部長と安全品質推進部長をレビューワとして、試験を安全かつ効率的に実施するためのレビューを実施した。

レビューは、試験開始後の最初の評価会議である、第2回評価会議の際に最初のレビュー(その1)を実施し、以後、試験の進捗に応じて、以下のとおり実施した。

- レビューその1 : 5月22日(第2回評価会議)
- 〃 その2 : 5月31日(第3回評価会議)
- 〃 その3 : 6月15日(第5回評価会議)
- 〃 その4 : 7月6日(第6回評価会議)
- 〃 その5 : 7月22日(第7回評価回議)

(1) レビューのポイント

レビューに当たっては、試験を安全かつ効率的に実施する観点から、以下のポイントに着目し、試験の実施部門であるセンター技術部の自己評価等を元に、担当者からの聞き取りと資料確認により、取りまとめた。

- ① 炉心確認試験の実施体制と実施方法
- ② 試験に関する情報共有
- ③ プラント起動曲線の策定と試験実績
- ④ 一連の不具合等に対する取組み状況
- ⑤ 40%出力プラント確認試験に向けた留意事項

(2) レビュー結果

① 炉心確認試験の実施体制と実施方法

- i. 5月6日から5月16日にかけて実施した炉心確認試験の一部の試験工程について、当初の計画と異なり、深夜・早朝まで試験が実施される状態であったことを受けて、計画と実績との相違点を分析した結果、試験体制と試験実施方法に余裕がないことが判明したことから、試験体制(2班2交替から3班3交替への変更)と試験実施方法(臨界近接方法の操作手順等)の見直しを行った。
- ii. 3班3交替に変更して実施した制御棒反応度価値確認試験以後は、ほぼ計画どおりのスケジュールで試験が実施された。

- iii. 臨界近接方法の操作手順等を見直した後の試験は、所要の日程で試験を効率的に行うことができ、実施方法の見直しは適切であった。
- iv. 使用前検査(6月1日～6月2日:過剰反応度測定試験、反応度余裕測定試験)は、技術課、発電課及び使用前検査受検事務局(運営管理室)の体制で、予定どおり、日勤時間帯で試験を行うことができるとともに、試験を行う班と測定データを整理、評価するチームに分けて組織され、試験が計画通り行われた。
- v. 試験中に試験手順書に明らかな誤記等が発見された際の対応については、試験手順や結果に対する影響がなく安全であること確認した後、性能試験管理要領に従って、必要な手続きを踏んで対応がなされた。

上記のとおり、毎回のレビューにおいて、その後に実施する試験の実施体制と実施方法を確認した。その結果、試験はほぼ計画どおりに実施することができた。

② 試験に関する情報共有

- i. 試験に当たっては複数の試験班を構成し直体制を組みながら実施したが、試験班から試験班への引継ぎは、試験日報を使用して確実に行なわれたことを確認した。
- ii. 炉心確認試験の工程に関する情報について、毎朝、ディリーミーティングを行い試験関係者(当直、試験担当課、試験計画課、運営管理室、試験情報専任者)が当日の試験予定を確認するとともに、その際の資料がメール配信により所内に周知されていることを確認した。
- iii. 3 交替体制とした際は、夜間の試験進捗状況を翌朝、試験責任者(技術課長)から技術部長、運営管理室長、安全品質管理室長に報告することのルール化がなされていることを確認した。

③ プラント起動曲線の策定と試験実績

- i. 原子炉運転に際しては、原子炉起動前に「プラント起動曲線」を策定して運転が行われているが、流量係数評価試験では、「プラント起動曲線」に記載された主要操作の時刻に比べて、実際の試験操作の時刻が早くなったことがあったことから、「プラント起動曲線」に記載する操作の時間余裕の適正化とプラント起動曲線の記載方法について見直した。
- ii. その後の「プラント起動曲線」については、最大と予想される原子炉ピーク出力を記載するとともに、静定時間に要する時間が不確定な場合には計画より遅れる可能性を注記するなど、記載上の工夫が行われた。また、試験の実績として、各プロセス量はプラント起動曲線の記載

の範囲内で推移した。

④ 一連の不具合等に対する取組み状況

- i. 「運転管理向上検討チーム」(運転管理担当副所長ヘッド:以下、「検討チーム」と言う。)を5月15日に設置し、一連の不具合・警報発報等について、担当者と計画(アクションプラン)を定めて確実に対応できるようにした。
- ii. 検討チームでは炉心確認試験期間中に実際に発生した不具合等の検討だけでなく、今後の40%出力プラント確認試験、出力上昇試験に向けて、中・長期的に対応する項目も含めて検討を行うようにした。
- iii. 不具合等に対する原因究明と対策を組織的かつ計画的に実施した結果、炉心確認試験終了時点においては、i)今後とも原因究明を進める項目(CG法プレシピテータ)、ii)部品の入荷待ち(中央制御盤のCRT画面選択ボタン、固体廃棄物処理設備ベントガスモニタサンプリング配管用温度指示スイッチ)を除き、対策を完了又は暫定完了することができた。(CRT画面選択ボタンは9月24日、温度指示スイッチは9月9日に対策完了)

(3) 40%出力プラント確認試験に向けた留意事項

炉心確認試験の完了に伴い、これまでの試験実施体制と実施方法及び一連の不具合等への対応についてのレビューを踏まえ、40%出力プラント確認試験に向けた留意事項は以下のとおりである。

① 試験の実施体制及び実施方法

- i. 試験計画の策定に当たっては、炉心確認試験の実績を踏まえるとともに、以前の性能試験時の経験も参考とし、臨界操作や試験時間について、無理のない、時間的に余裕のある計画となるよう留意すること。
- ii. 試験班員の編成に当たっては、夜間の体制も含めて、余裕を見越した人員編成とすること。また、試験を実施する班と、測定データを整理・評価する班を分けて組織し、全体として効率的に試験が進められるようにすること。
- iii. 炉心確認試験の経験者と新たな試験員を組み合わせるなど、人材の育成に配慮した構成とすること。

② 情報共有

- i. 試験班から試験班の引継ぎ、試験の状況に関する所内の情報共有については、今回と同様、積極的に進めること。
- ii. 試験実施に当たっては、機構内(もんじゅ、敦賀本部、東京事務所等)

及び関係機関との情報共有が重要であり、機構内の情報共有について関係先等を検討し、積極的に進めること。

③保守管理

- i. 「運転管理向上検討チーム」の活動は、中・長期的に検討する項目を明確にし、もんじゅ内の会議体として、継続していくこと。
- ii. CG 法プレシピテータについては、今後の改造等も含めた運用の考え方を早急に確定すること。
- iii. 警報に関する考え方の再整理と分類について、引き続き、検討を進めること。

(4) まとめ

炉心確認試験に当たって、評価会議の節目・節目で、試験実施体制と実施方法、不具合等への対応についてレビューを実施してきた。

本レビュー活動は、自らの業務を客観的観点で見つめ直し、次の改善につなげるという自主的活動であり、試験を安全かつ効率的に完遂するという観点で、有効に機能したものと判断される。

今後もんじゅは、40%出力プラント確認試験、出力上昇試験と更に重要な段階を迎えることとなるが、今回実施したようなレビュー活動は改善活動として有効と思われることから、今後の試験においても同様なレビュー活動を継続する。

資料 3.1.3-2 炉心確認試験期間中に発生した不適合、保修票の管理状況

試験期間中に発生した不適合、保修票の管理については、試運転再開前の管理と同様に「もんじゅ不適合管理要領」、「保修票運用手順書」に基づき管理した。

別表 1 に不適合の区分とそれに対する処理方法、帳票(品質記録)を示す。

不適合発生時、設備の故障に関するものは保修票を発行し、それ以外の不適合(誤記、ヒューマンエラー等)では不適合報告書を発行する。また、保修票のうち、処理(是正処置)が必要な場合は、新たに不適合報告書を発行し、その中で是正処置を行う。(【例】機器が故障し、法令報告事象の場合は、保修票と不適合報告書を発行し、管理する。)

炉心確認試験期間中は、不適合管理委員会及び評価会議において、試験への影響、処置の対応状況を確認し、試験を円滑に進めた。下記に不適合管理の管理状況等について示す。

① 不適合管理委員会(毎朝開催)

毎朝開催される同委員会では、発生した不適合事象、保修票の内容を確認し、試験へ影響する案件、至急対応が必要な案件を抽出した。また、委員会では、不適合の区分(グレード)、処置担当課、ヒューマンエラー防止検討会での検討の必要性を審議し不適合の対応方針を決定した。

② 評価会議による確認

各評価会議では、原子炉起動までに処置「要」となった案件について、対応が完了していることを確認した。また、その他の発生した不適合が原子炉の起動に問題のないことを確認した。

③ 炉心確認試験期間中の不適合の状況

炉心確認試験期間中の不適合、保修票の状況について次に示す。

別表 2 に不適合事象の処理状況(5月6日～7月22日)、別表 3 に保修票(設備の故障)の処理状況(5月6日～7月22日)を示す。

炉心確認試験期間中の不適合は以下の通りであった。

- i) 試験期間中、原子炉停止を必要とする不適合事象の発生はなかった。
- ii) 発生した不適合事象は不適合管理委員会、評価会議で処理状況を確認し、計画通り原子炉を起動することが出来た。
- iii) 発生した不適合(不適合、保修票)については、月間不適合管理委員会にて処理状況を確認、フォローし対応を行っている。

④ 炉心確認試験期間中の不適合管理の評価

毎日の不適合管理委員会での不適合事象の確認は、不適合事象のプラントへの影響、試験への影響を確認する上で有効であった。

また、今回の炉心確認試験期間中、ホールドポイントとなる各評価会議にお

いては、原子炉起動に影響与える不適合発生の有無を確認するとともに発生した不適合の処理状況についても確認を行った。特に、原子炉起動までに処置が必要な案件は、評価会議で処置が完了していることを確認した。

今回の評価会議での不適合の確認は、「原子炉起動に必要な処置は期限までに確実に実施する」、「起動前に最終的な確認を行う」という点で有効な活動であった。

炉心確認試験期間中に発生した不適合についても不適合管理委員会、及び評価会議において試験への影響、処置の対応状況を確認することにより、試験を円滑に進めることができた。

【別表1 不適合の区分】

区分	定義	処理方法		帳票(品質記録)	
		不適合の除去	是正処置	設備以外の不適合(誤記、ヒューマンエラー等)	設備の不適合(故障、調査等)
A	法令報告事象	○	○	不適合報告書	不適合報告書(A,B,C) 保修票(A,B,C,D)
B	区分Aに準じた不適合事象	○	○	不適合事象の処理状況 →別表2参照	保修票、不適合報告書 (5件 区分C相当) 不適合報告書 →別表2参照 保修票 →別表3参照
C	是正処置あるいは予防処置が必要と判断した不適合事象	○	○		
D	区分A～Cに該当しない不適合事象	○	----	不適合報告書発行 不適合の除去がなされる	保修票→別表3参照

18件

67件



【別表補足】

- ・ 別表1に不適合の区分とそれに対する処理方法、帳票(品質記録)を示す。
- ・ 不適合発生時、設備の故障に関するものは、保修票を発行し、それ以外の不適合(誤記、ヒューマンエラー等)では不適合報告書を発行する。
- ・ 保修票のうち、区分A、B、Cに相当する処理(是正処置)が必要な場合は、新たに不適合報告書を発行し、その中で是正処置を行う。(【例】機器が故障し、法令報告事象の場合は、保修票と不適合報告書が発行され、処理、管理される。)

【別表2 不適合事象(区分C以上)の処理状況】(5月6日～7月22日)

是正処置期限	発生件数	是正処置			備考
		計画検討中	実施中	完了	
①各評価会議までに処置「要」	3			3	
1)第2回評価会議(5月22日)	(3)			(3)	5月21日までに3件すべて是正処置完了
2)第3回評価会議(5月31日)	(0)				
3)第4回評価会議(6月3日)	(0)				
4)第5回評価会議(6月15日)	(0)				
5)第6回評価会議(7月6日)	(0)				
②燃料交換までに処置「要」	2			2	
③40%出力プラント確認試験までに処置「要」	3		1	2	
④確認試験・燃料交換に影響なし	10	6	3	1	
合計	18	6	4	8	

【別表3 保修票(設備の故障)の処理状況】(5月6日～7月22日)

是正処置期限	発生件数	処理中	保修完了	備考
①各評価会議までに処置「要」	6		6	
1)第2回評価会議(5月22日)	(0)			
2)第3回評価会議(5月31日)	(0)			
3)第4回評価会議(6月3日)	(0)			
4)第5回評価会議(6月15日)	(0)			
5)第6回評価会議(7月6日)	(6)		(6)	7月6日までに6件すべて保修完了
②燃料交換までに処置「要」	4	1	3	
③40%出力プラント確認試験までに処置「要」	43	22	21	
④確認試験・燃料交換に影響なし	14	10	4	
合計	67	33	34	

資料3.1.3-3 運転管理向上検討チームによる活動について

5月6日の試運転再開以降、度重なる警報の発報、制御棒挿入の一時中断等の不具合が発生した。また、試運転再開前の4月27日には、2次系ナトリウム漏洩検出器(RID)のサンプリングブロウが停止し、運転上の制限(LCO)逸脱事象が発生していた。

このような状況で、今後、もんじゅの炉心確認試験を安全に完遂させること及びその後の40%出力プラント確認試験、出力上昇試験を円滑に実施していくことを目的として、運転管理上の懸案事項等の対応を総合的に検討し、取組みのフォローアップ、進捗状況の確認を行って運転管理の質の向上を図るための「運転管理向上検討チーム」(運転管理担当副所長をヘッドに、関係部課長から構成)を設置し、必要な設備の抽出と対策の検討を行った。

運転管理向上検討チームは、5月15日に第1回会合を開催し、7月22日の炉心確認試験終了までに14回の会合を開催した。

また、炉心確認試験中において、大きく分けて25項目の懸案事項等について検討を行い、評価会議に取り組み状況を報告した。

検討チームにおいては、炉心確認試験期間中に発生した不具合のみならず、今後の40%出力プラント確認試験、出力上昇試験を円滑に実施していくことを目的として、もんじゅにおける懸案事項(課題)とその対策の検討を行ってきた。

炉心確認試験終了以降も対応を継続している主なものは、CG法プレシペータの他に次のものがある。

1. 警報発報の適正化(多発警報への対応)

- i) 今回の炉心確認試験期間中に発報した警報に加えて、最近数年間に何度か発報した警報を抽出し、これら多発警報について警報の設置目的、警報設定根拠、及び安全規制上の位置付けの調査・整理を行うとともに、本来の設置目的以外で発報する警報の抑制策の方向性について取りまとめた。これら約50項目について、具体的なハードの改善策と費用、対応できる工程を検討し、多発警報低減の効果を評価の上、計画的に実施していく。例えば、大気圧の変動の影響を受け、頻発する「EVST 室圧力高/低」などの警報については、警報設定値を妥当なものに見直すなど適正化対策を行う。

また、機器冷却系油ポンプ定例運転による「潤滑油圧力低」など過渡により発報するものは、タイマー設定値等を適正化する。

「予熱温度高」警報のように予熱温度が一時的に高くなったものは、予熱ヒータの温度設定を適宜調整するが、最終的に100%運転時のナトリウムの温度条件で調整が必要なものは、その段階で最終調整を行う。

- ii) 炉心確認試験中に発報が頻発した警報のうち、早期に対応可能なものとして、下記等について適正化対策を実施した。
- ①2次アルゴンガス系(A)「タンクベーパートラップ出口温度低」警報について、ベーパートラップ用送風機冷却の風量調整を実施した。
 - ②大気圧変動の影響を受け発報していた「EVST 共通配管室圧力低」警報について、EVST 共通配管室の酸素濃度を監視することで代替できるため、「EVST 共通配管室圧力低」警報を削除した。
 - ③気体廃棄物処理系の「ドレン排出用窒素ガス圧力低」警報の対応は、タイマーを設置し定期的に窒素ガスを補給し、圧力を維持するよう改造した。
- ii) 通報連絡の判断は、保安管理上の観点からのプラントの発生事象とその影響を考慮して定め、これに基づいて実施している。「事故・トラブル通報・連絡要領」に規定している「警報発報時に連絡する警報項目」では、原子炉停止や工安系が作動するもの及び放射能漏えいに関する警報が発報すれば、通報・連絡する重要な警報項目を定めているが、通報・連絡の判断をより明確にするため、「警報処置手順書」をベースに中央制御盤のハード警報毎に保安管理上の重要度を発報原因と関連づけしていく。

2. 過去の不具合に関する対応

平成12年度から平成21年度に当直長がプラント管理情報として発行した「トラブル速報」、「運転直・日勤メモ」のうち、不具合が多く発生している設備について抽出し、対応状況を確認した。空調用冷凍機の凝縮器の海水側ゴミ詰まりによる性能低下等の不具合は再発する可能性があることから定期的な点検等が必要な設備及び項目をリストアップした。リストアップした項目について対応処置方針を検討し、計画的に点検を実施していくこととした。

以上、炉心確認試験を円滑に実施していくことを目的として、もんじゅにおける懸案事項(課題)とその対策の検討状況についてまとめたが、炉心確認試験が安全かつほぼ円滑に終了した背景には、副所長が一元化して管理する体制とした「運転管理向上検討チーム」における検討により、不具合に対して担当者と計画(アクションプラン)を定めて確実に対応することができたためであり、本検討チームにおける検討が一定の役割を果たしたものと考えられる。

今後の対応については、以下の考え方で臨むこととする。

1. 炉心確認試験期間中に発生した不具合等に対する対策及び必要な水平展開は、それぞれの担当課室が確実に実施するとともに、検討チームで実施状況をフォローする。
2. 中・長期的に検討する項目については、引き続き、検討チームで検討を継続する。特に以下の項目は、重点的に検討を進める。
 - ① CG法プレシピテータの原因究明及び今後の改造等も含めた運用の考え方
 - ② 中央制御盤ハード警報について通報連絡に関して保安管理上の重要度分類
 - ③ CG法プレシピテータや水漏えい検出器(水素計)のような研究開発段階の設備の明確化と、保安管理上の取り扱い

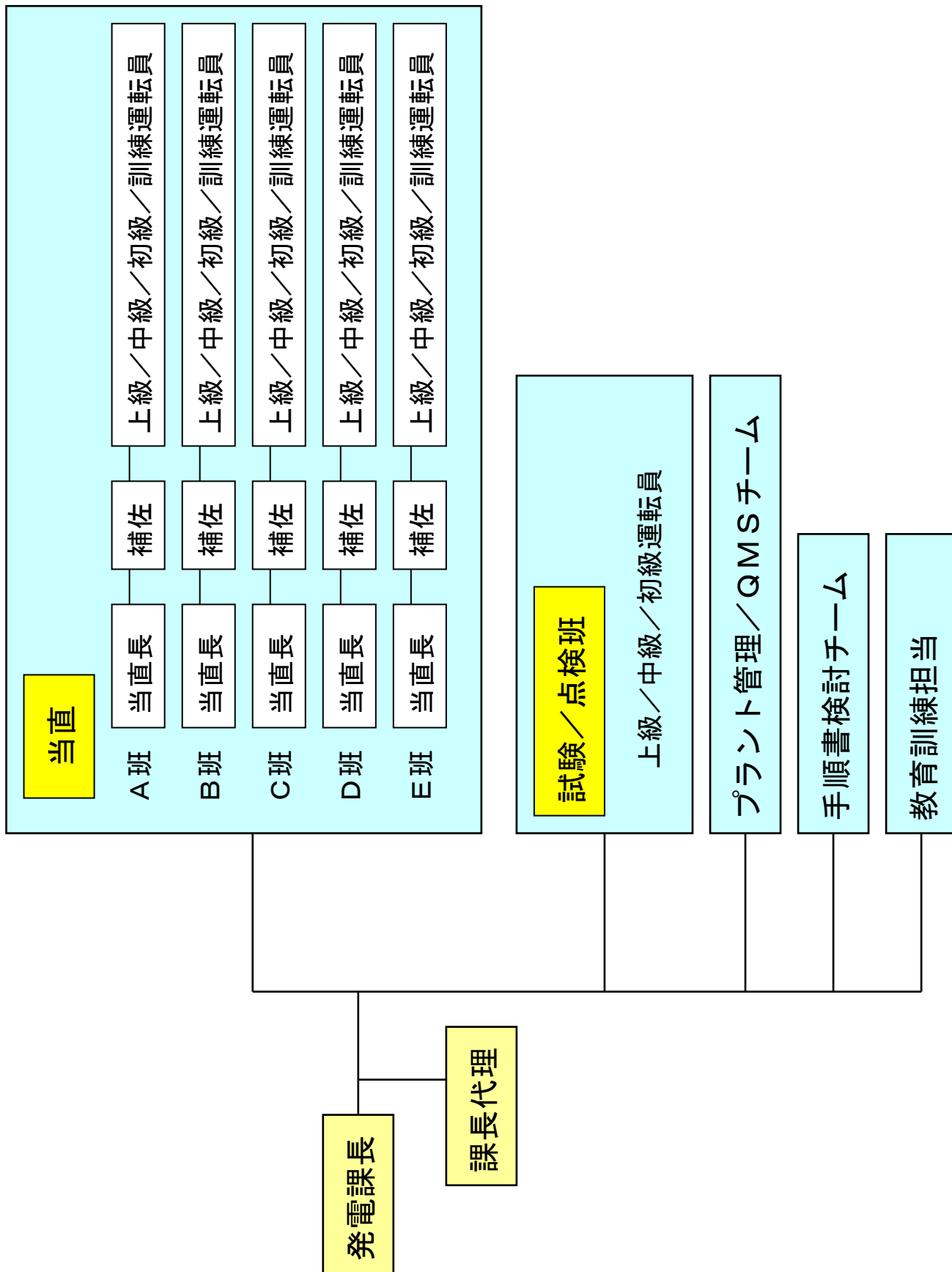


図 3.2-1 発電課運転管理体制図

年度	平成17年度			平成18年度			平成19年度			平成20年度			平成21年度			平成22年度					
	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8
「もんじゅ」主要工程	準備工事			工事確認試験			工事確認試験			プラント確認試験			性能試験前準備			性能試験			燃料交換		
【机上教育】 机上教育、直内研鑽会	[Activity bars]																				
【運転訓練シミュレータによる訓練】	[Activity bars]																				
①階層別（運転員クラス別）訓練 「プラント起動・停止手順書」「異常/故障時 運転手順書」による訓練	[Activity bars]																				
②「異常時運転手順書Ⅱ」「異常時/故障時運転 手順書」による直内連携訓練 反応度制御、原子炉液位確保 原子炉トリップ、外部電源喪失 2次冷却材漏えい、地震・津波等	[Activity bars]																				
③「プラント通常起動・停止手順書」による 直内連携訓練（制御棒操作、臨界操作等）	[Activity bars]																				
④性能試験要領書による試験操作訓練 （試験要領書の事前教育含む）	[Activity bars]																				
【ナトリウムの漏えいに係る教育】	[Activity bars]																				
①ナトリウム漏えい事故教育	[Activity bars]																				
②ナトリウム消火訓練、現場実技訓練	[Activity bars]																				
③異常時模擬訓練	[Activity bars]																				
【外部での運転員研修】	[Activity bars]																				
①「常陽」運転研修	[Activity bars]																				
②「電力」運転・保守研修	[Activity bars]																				
③NITC、BTC特別研修	[Activity bars]																				
④タービン制御研修	[Activity bars]																				

図3.2-2 「もんじゅ」試運転再開に向けた運転員の教育訓練実績

表3.2-1 炉心確認試験での設備改造及び運転経験を反映した運転手順書一覧

1.設備改造に伴う運転手順書の改正

①設備別運転手順書

No.	手順書名	改正内容
1	1次・2次冷却系設備運転手順書 「ナトリウム・水反応生成物収納設備」	ナトリウム・水反応生成物収納室内(窒素封入状態)の酸素濃度を監視する酸素計の「ナトリウム・水反応生成物収納設備酸素濃度高」警報回路に測定ループ切替時の警報発報を抑制するためのタイマー設置に伴う改造の反映

2.運転経験に基づく運転手順書の改正

①プラント起動停止手順書

No.	手順書名	改正内容
1	プラント起動停止手順書	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉起動前及び停止後の1次主循環ポンプ起動/停止に伴う原子炉容器カバーガス圧力(低圧、高圧モード)変更時のカバーガス法破損燃料検出装置、1次Arガス系カバーガス純度監視装置、微調整棒駆動機構アニュラスバーズの起動停止等操作タイミングの見直し、追加 原子炉起動前及び停止後の1次主循環ポンプ起動/停止に伴う格納容器換気装置、非Na建物床排水設備格納容器隔離弁及び1次系MGセット油ポンプの起動停止等操作タイミングの追加 原子炉停止操作時の微調整棒挿入操作における駆動速度自動切替に関する注意事項の追加

②設備別運転手順書

1	原子炉設備運転手順書 「微調整棒駆動機構」	原子炉停止操作時の微調整棒挿入操作における駆動速度自動切替に関する注意事項の追加
2	原子炉設備運転手順書 「制御棒駆動機構関連設備」	中央計算機の制御棒位置表示を除外・復旧する場合に使用する「制御棒位置除外指定ボタン」の操作について、制御棒ラッチ・デラッチ(つかみ・離し)操作手順に除外・復旧タイミングを追加
3	1次・2次冷却系設備運転手順書「1次アルゴンガス系カバーガス純度監視装置」	1次アルゴンガス中の窒素濃度を監視するカバーガス純度監視装置の原子炉容器カバーガス圧力低圧及び高圧モード切替に伴うカバーガス純度監視装置自動停止時の故障警報を抑制するため、カバーガス純度監視装置を事前に停止し、原子炉容器カバーガス圧力が安定後に起動する手順に見直し
4	電気計装設備運転手順書 「カバーガス法破損燃料検出装置」	<ul style="list-style-type: none"> プレシピテータでの測定を継続するため、FPコレクタ2台運転中にFPコレクタ1台を除外する場合の管理方法を追加 プレシピテータ「停止」時に「ガンマ線検出器入口流量高」警報が発報するため、警報発報に関する記載を追加
5	電気計装設備運転手順書 「碍子汚損検出装置」	275kV及び77kV系の碍子汚損量を測定する碍子汚損検出装置の純水装置用原水タンク水位低下警報発報に伴い、純水装置取水ラインについて設置場所、管理方法の記載の見直し
6	発電所補助設備運転手順書 「排水処理設備」	非管理区域の補助ボイラ等からの廃液を排水処理設備で処理し放流する場合に、水質監視を行う水質計の放流停止期間中の「処理水PH低」警報発報を抑制するため、水質計へのサンプル水(ろ過水)供給箇所変更に伴う記載の見直し
7	発電所補助設備運転手順書 「原子炉容器室窒素雰囲気調節装置」	系統ナトリウム温度上昇時に原子炉容器室内雰囲気圧力は他の主冷却系室に比べて、室内容積が小さくナトリウム保有量が多いため、雰囲気圧力上昇が早くなることについて注意事項に追加
8	発電所補助設備運転手順書 「格納容器換気装置」	原子炉起動前及び停止後の1次主循環ポンプ起動/停止時の格納容器換気装置及び非Na建物床排水設備格納容器隔離弁の起動停止、開閉操作タイミングの見直し 系統ナトリウム温度低下時及び天候変化(高気圧通過等)に伴い、格納容器内圧力が負圧になった場合の格納容器内圧の負圧解除手順の追加
9	発電所補助設備運転手順書 「格納容器減圧装置」	系統ナトリウム温度上昇時及び天候変化(低気圧通過等)に伴い、格納容器内圧力が上昇した場合の格納容器内圧の減圧パージ手順の見直し

③定期試験手順書

1	定期試験運転手順書「制御棒駆動機構作動試験(プラント起動前)」	微調整棒挿入操作における駆動速度自動切替に関する注意事項の見直し
---	---------------------------------	----------------------------------

④警報処置手順書

1	警報処置手順書 「C-C002 工学的安全施設中央制御盤」のうちの「C/V雰囲気圧力高/低」	格納容器内圧を設計圧力以内保持とするため、「C/V雰囲気圧力高/低」警報を設置しているが、系統ナトリウム温度上昇及び低下によって同警報発報の可能性があることから、警報発報原因及び対応措置に追加
2	警報処置手順書「C-C003 補助冷却原子炉補助設備中央制御盤」のうちの「A/C出口Na温度制御装置異常」	崩壊熱除去系である補助冷却設備のナトリウム温度制御系異常を検知するため「A/C出口Na温度制御装置異常」を設置しているが、試験操作での温度設定変更時に同警報が発報することから、警報発報原因及び対応措置に追加
3	警報処置手順書「C-C010-1 換気空調盤1」のうちの「C/V換気装置給排気ファンC/V圧力低停止」	格納容器内圧を設計圧力以内とするため、「C/V換気装置給排気ファンC/V圧力低停止」警報を設置しているが、系統ナトリウム温度低下及び天候変化(高気圧通過等)によって同警報発報の可能性があることから、警報発報原因及び対応措置に追加
4	警報処置手順書「C-SY007-3 汚損検出器用純水装置操作盤」のうちの「原水タンク水位低下」	275kV及び77kV系の碍子汚損量を測定する碍子汚損検出装置の純水装置用原水タンク水位低下警報発報に伴い、純水装置取水ライン手動弁について、設置場所、個数の記載の見直し

表3.2-2 炉心確認試験期間中（平成22年5月6日～7月17日）
における運転員の制御棒操作実績時間

当直班	制御棒操作実施運転員	制御棒操作 積算時間
A班	上級運転員：2名 中級運転員：2名	約113時間
B班	上級運転員：2名 中級運転員：2名	約148時間
C班	上級運転員：2名 中級運転員：2名	約162時間
D班	上級運転員：2名 中級運転員：2名	約76時間
E班	上級運転員：2名 中級運転員：2名	約146時間
		合計 約645時間

(注)制御棒操作については2名1組にて実施。

表3.3 もんじゅ炉心確認試験期間中に公表した事象について

No.	発生日	公表月日	件名	発生概要	発生原因	対策・対応	対策状況
1	平成22年 5月6日 5月7日 5月9日	平成22年 5月7日 5月9日	「FFD CG法プレシピテータ計数率高」警報の発報 保修票発行	・カバーガス法破損燃料検出装置の検出器（プレシピテータ）3台のうち、A号機で計数率が高くなり警報が発報した。このためA号機での測定を停止。 ・5月9日C号機でも同様な兆候が見られたため、C号機も測定停止。	・制御装置を作動した状態で、高圧/低圧電源の印加状態にてノイズが重畳することが判明。 ・原因は、プレシピテータの検出器内部に金属微粉末（SUS粒子等）の異物が混入したことにより、高電圧印加に伴い、部分放電と電磁ノイズが発生したと考えられる。	・試験中における破損燃料の検出は、FFD-CG法ガンマ線計測装置及び1次アルゴンガスモニタにより監視を行った。 ・検出器入口における金属微粉末混入を防止すべくフィルタ設置の有無により、対策の有効性及び再現性確認を実施した。 ・引き続き対策を実施中。	調査中
2	平成22年 5月8日	平成22年 5月8日	「予熱温度高」警報の発報 保修票発行	・1次メンテナンスタ冷却系ベントラインの配管部（ナトリウム配管）をヒータにより加温している箇所において、監視温度が高くなったことを示す警報（予熱温度高）が発報した。	・配管回りのヒータのON、OFF制御しているが、周辺の監視温度のピークが一時的に警報設定（250°C）以上となった。	・設備への影響がないことを評価した上で、警報設定値を250°Cから260°Cに変更した（5/8）。 ・変更した部位に隣接する配管回りの制御が正常で予熱温度に問題がないことを確認した（5/8）。 ・40%出力試験において温度設定を検討・調整する予定。	済
3	平成22年 5月9日	平成22年 5月9日	「2次主冷却系Aルーブタンクベーパーパトラップ出口温度低」警報の発報	・2次系Aルーブにあるナトリウムタンク用のベーパーパトラップ（アルゴンガス中にあるナトリウムを除去する装置）は、ベーパーパトラップ出口のアルゴンガス温度を一定となるよう制御しているが、アルゴンガスを排気する時にベーパーパトラップ出口温度が低くなったため、警報が発報した。	・2次アルゴンガスの排気時における一時的な出口温度の変動低下によるもの。	・当該ベーパーパトラップ冷却用送風機の風量調整を実施した。（5/20） ・40%出力試験において温度設定を検討・調整する予定。	済
4	平成22年 5月9日	平成22年 5月10日	「処理水pH低」警報の発報	・停止中の一般排水の処理設備において、pHを測定する測定ポット内のpHが低くなったため、警報が発報した。	・検出器ポット内の溜まり水に空気中の炭酸ガス等が溶け込み、pHが低下したものと推定（現在、水蒸気系設備が停止中であるため、本処理設備の定期的な放流は停止中であるが、水蒸気系設備の運転開始後は定期的に溜まり水のバッチ処理が行われpH濃度が低くなることはない）	・設備上の問題はない。 ・警報機能が要求されない設備停止中においては、常時検出ポットに少量の水が流れるようにすることにより、警報発報しないように対策した。（6/21）	済
5	平成22年 5月10日	平成22年 5月10日	制御棒挿入操作時の一時中断について 不適合案件	・原子炉を未臨界とするため、微調整用制御棒（1本の挿入操作として、全挿入位置の6mm手前から間欠挿入操作を実施していたところ、残り3mm付近で挿入位置の変化がなかったことから、試験運転員はより慎重な操作を図るため、挿入操作を一時中断した。	・原子炉起動状態（原子炉起動モード選択）では、微調整用制御棒は、全挿入位置の残り3mm付近への挿入速度が遅くなることについて、全運転員からの教育・周知が不十分で、反応度測定検査制御棒操作手順書にもそのことの記載がなかった。	・全運転員と試験員等合計65名に対し、制御棒操作に係る再教育を実施。（5/11～19） ・反応度測定検査制御棒操作手順書に、挿入速度が遅くなることを記載。（5/10） ・制御棒操作を伴う他の運転手順書についても改訂を実施した。（5/26）	済
6	平成22年 5月11日	平成22年 5月12日	「中央計算機軽故障」（燃料取扱系計算機の伝送異常）警報の発報 保修票発行	・燃料取扱設備の情報を燃料取扱系計算機から中央計算機に伝送しているが、その伝送が一時的に不調となり、警報が発報した。	・処理エラーの分析と今後の状態を把握するため、伝送異常を感じずる装置を設置し（5/30）、調査を実施。再現性がなかったことから、事象は一過性のもので設備は健全なものと判断した。（7/16）	・処理エラーの分析と今後の状態を把握するため、伝送異常を感じずる装置を設置し（5/30）、調査を実施。再現性がなかったことから、事象は一過性のもので設備は健全なものと判断した。（7/16）	済

No.	発生日	公表月日	件名	発生概要	発生原因	対策・対応	対策状況
7	平成22年 5月14日	平成22年 5月14日	格納容器床下窒素雰囲気酸素濃度計の停止 保修票発行	・格納容器床下の窒素雰囲気室内での酸素濃度を測定している装置が停止していることを確認。	・装置停止の警報が発信していないことから、何らかの要因(ノイズ)でポンプが停止したと推定。	・ノイズによる自動停止回避のため、格納容器隔離信号等に対し、タイマー(0.5秒)を設置。(5/19) ・ノイズの侵入箇所を特定するために、可能性のある箇所に記録計を接続し(5/19)、調査を実施。再現性がなかったことから、事象は一過性のもので設備は健全なものと判断した。(7/16)	済
8	平成22年 5月17日	平成22年 5月17日	「プロセスモニタ故障」(放射線管理室排気モニタラック異常)警報の発生 不適合案件 保修票発行	・放射線管理室の換気系(排気)で放射能を監視しているモニタ装置において、サンプル流量異常によりサンプルポンプが停止し、故障警報が発報した。	・モニタ内にある「ろ紙送り装置」において、ロール状のろ紙が正しく取付けられていなかったため、ろ紙がローラから徐々にズレ、サンプル流量が増加したものと推定。	・ろ紙計測器入口部とろ紙フィルタが接触しないようろ紙送り装置へのろ紙フィルタの設置方法を変更した。(5/17) ・ろ紙交換時の確実な取り付けについて、保守員・協力会社員に再教育を実施。(5/20～21)	済
9	平成22年 5月19日 5月23日 5月24日	平成22年 5月19日 5月24日	「ナトリウム・水反応生成物収納設備異常」(酸素濃度高)警報の発生 保修票発行	・A、B、Cループの各ナトリウム・水反応収納設備は8時間ごとにサンプリングラインを自動切替により酸素濃度を計測していた。 ・CからAのサンプリングライン切替時にナトリウム・水反応生成物収納設備内の窒素ガス中の酸素濃度が高くなったことを示す警報が発報した。このときの指示値は、警報設定より十分低い値で変化なかった。	・仮設計器で確認した結果、A、B、Cループの各ナトリウム・水反応収納設備は、8時間毎にサンプリングラインが自動で切替るが、その切替時において、酸素濃度の指示が一時的に上昇することを確認。	・サンプリング流量を調整したことにより、切替時のピークを低減できた。 ・巡視点検時にサンプリング流量確認及び調整を徹底するよう運転員に周知した。(6/21) ・安全性に問題がないことを確認した後、警報発報を適正化するため、切替時のピークで警報しないように警報をブロックするタイマーを設定した。(6/30)	済
10	平成22年 5月22日	平成22年 5月23日	「1次主循環ポンプ-C MGセット制御盤異常」警報の発生 保修票発行	・プラント起動のために1次主循環ポンプMGセット一括起動操作を行ったところ、「C-MGセット制御盤異常」警報が一時的に発生し、即りセットした。	・MGセット起動過渡時に自動電圧調整装置の常用心系と待機系の信号処理回路間に応答差が発生し、偏差大警報が発報したものと推定。 ・模擬信号による調査(5/29～30)の結果、待機系の制御回路の可変抵抗器(V/Hz設定器)ポテンシオメータが一時的に接触不良になったことにより、偏差大の警報発報に至ったものと推定。	・C-MGセットの「待機系」制御回路の可変抵抗器の接触不良の原因と考えられる皮膜除去を実施。(5/30) ・5月31日の起動以降に過渡変化における偏差特性及び応答特性を確認した結果、偏差がないことを確認。(5/31～6/3) ・不具合が発生したV/Hz設定器ポテンシオメータは、部品を手配し交換する予定。(H23年予定) ・水平展開として、重要な機能を有する系統で7年以上使用したのものについて、40%出力試験開始までに可変抵抗器の取替え又は皮膜除去を行う。	済 (水平展開予定)
11	平成22年 5月22日	平成22年 5月23日	反応度計(仮設計器)の不調 不適合案件	・反応度計(臨界状態を迅速に確認できる仮設計器)を、使用する前に模擬信号で確認したところ、通常WRM(I～III)を入力しているチャンネルが不調であることが分かった。このため、健全な予備のチャンネルを使用することとした。	・仮設計器の信号変換器部(アインレータ部)が故障。	・原子炉停止中の6月1日に基板交換を実施し復旧した(6/1)。	済

No.	発生日	公表 月日	件名	発生概要	発生原因	対策・対応	対策状況
12	平成22年 5月23日	平成22年 5月24日	運転床上霧困気 止弁用のグラ フィックパネル用 のリミットスイッ チの位置不良 保修票発行	・格納容器床上空気雰困気の減圧のため、運転床上霧困気止弁を「全開」から「全閉」としたが、中央制御室制御盤のグラフィックパネル表示が「開」(ランプ点灯)のままであり、「閉」(ランプ消灯)表示とならなかつた。	・グラフィックパネルのリミットスイッチ動作不良。	・同弁のグラフィックパネル用のリミットスイッチの位置調整(5/29)を実施し、正常に作動することを確認。	済
13	平成22年 5月22日 5月25日	平成22年 5月24日 5月26日	「新燃料移送機連 動運転洪滞」の警 報発報について 不適合案件 保修票発行	・新燃料(33体)を新燃料貯蔵ラックから炉外燃料貯蔵槽に移送するため、新燃料移送機から地下台車へ吊り下ろす際、燃料集合体の方位角度に異常を示す警報が発報し、自動運転が停止した。(11体目取扱中に発生) ・同様な事象が5月25日に発生(14体目取扱中に発生。5月25日まで13体移送終了)	・燃料集合体の方位調整が適切にできなかつたため、一時的に制御洪滞が発生。 ・自動制御盤を更新したことにより、測定した数値の変わり目をエラーとみなして誤読み込みする場合があつたため、燃料集合体の方位調整が終了しなかつた。このため、一時的に制御洪滞が発生し、警報が発報。	・燃料集合体の方位角度測定をグリッド回転停止直後の瞬時測定から3秒間測定に変更し(5/23)、24日に再開。 ・自動制御盤ソフトウェアプログラムに誤読み込み防止回路の追加等を行った(6/7)。 ・模擬燃料集合体を使用して確認試験を実施し、連動運転洪滞警報が発報することなく、方位調整ができたことを確認した。(6/7~10) ・燃料移送機自動制御盤更新と同時期に更新した制御盤に対して、同様に水平展開を実施した。(10/18)	済 (水平展開 済み)
14	平成22年 5月24日	平成22年 5月25日	高圧第2給水加熱 器水位調節弁の シートリング補修 保修票発行	・高圧第2給水加熱器水位調節弁の分解点検終了後に、弁箱にシートリングを取り付けるためインパクタレンチでシートリングを締め込んだ際、シートリングの凸状の2個の爪(長さ約19mm x 幅約6mm x 高さ約6mm)が折損した。	・シートリングの締め工具(インパクタレンチ)の締付力が大きく爪部が折損したものと推定。	・シートリングを新品に交換した。(6/26) ・シートリング爪部の強度に応じた、適正な工具を使用する。 ・配管内へ落下した損傷部品は、ファイバースコープと吸引機により回収した。(5/25) ・異物混入防止については、所内規則を改正し、部品の組込み作業等を行なう場合は開口部養生を行うこととした。(7/5)	済
15	平成22年 5月26日	平成22年 5月26日	メンテナンスク レーンからの発煙 不適合案件 保修票発行	・メンテナンス・廃棄物処理建物の上部に設置されているメンテナンスクレーン(主巻定格荷重:200トン、補巻定格荷重:30トン)の補巻を使用し、作業中にクレーンから発煙を確認した。	・ブレーキ隙間調整を行った際、ブレーキライニングの当たりが出ていないことを十分に考慮しなかつたこと及びびインテグレーションによるドラムの熱膨張が相まって、運転中にブレーキライニングとブレーキドラムが接触、過熱し発煙に至ったものと推定。	・ライニングを交換した(6/25)。製品誤差と荷重試験を踏まえた隙間調整値を、今後の要領書に用いていく。 ・ブレーキライニング交換実績のあるクレーン(2台)について隙間測定・調整を実施した(6/30)。 ・消防への連絡については、所内規則を改正し、発煙を確認したときには消防へ通報することとした(5/27)。また、協力会社も関係者に周知した(6/1)。	済 (水平展開 済み)

No.	発生日	公表 月日	件名	発生概要	発生原因	対策・対応	対策状況
16	平成22年 5月27日	平成22年 5月27日	「補給水タンク水位高」警報の発報 不適合案件	・補給水タンクの水位調節弁の点検を行うにあたり、前後弁を閉める前に水位調節弁の電源を切ったことから、当該弁が閉となり、水が供給され補給水タンク内の水位が上昇し、警報が発報。	・水位調節弁点検作業前の隔離作業に対して、認識不足による電源切操作を行ったことによるヒューマンエラー。 ・ヒューマンエラーは、①アイソレ作業でのコミュニケーション不足、②アイソレに関する確認行為が十分行われなかったことを主な要因とした。	・アイソレ実施・キャンセル依頼票において作業の順番を明記すること、及び担当課実施のアイソレ実施・キャンセルを実施する場合には、当直に連絡することをルーティン化し関連する手順書を改訂した(6/2)。 ・発生事象及び手順書改訂部の周知・教育を実施した(5/31~6/2)。	済
17	平成22年 5月27日	平成22年 5月28日	「ドレン排出用窒素ガス圧力低」警報の発生 保修票発行	・「気体廃棄物処理系異常」の警報が発報し、現場を確認したところ、ドレン排出用の窒素ガス圧力が低下し、「ドレン排出用窒素ガス圧力低」の警報(設定値:29kPa)が発生した。	・仕切り弁のグラント部及びフランジ部等について、漏えい確認を行い系統外への窒素ガスの漏えいがないことを確認。 ・配管内に密封された排出用窒素ガスの圧力低下の原因は、仕切り弁のシートリングと推定される。	・気体廃棄物処理系の運転には影響なし。 ・仕切り弁(7台)の分解点検を実施し、漏えい量が約1/10に改善した。(6/29) ・設備に影響がないことを評価した上で、シートリングでは警報発報しないよう定期的に加圧するタイマーを設定した。(7/4)	済
18	平成22年 5月31日	平成22年 6月1日	中央制御盤のCRT(ディスプレイ画面)画面選択ボタンの補修について 保修票発行	・中央制御室の中央制御盤に設置しているCRT(No.7)において、中央監視盤に設置しているCRT(No.6)で提供する情報を表示するための画面選択ボタンが不調となり、選択ができなくなっていることを確認した。	・選択ボタンの不調。	・プラントの運転及び監視に対して影響なし。 ・8月に選択ボタンを補修。(8/24)	済
19	平成22年 6月4日	平成22年 6月4日	「1次補助系予熱制御盤故障」警報について	・「B1次補助系予熱制御盤故障」の警報が発報し、現場を確認したところ、1次アルゴンガス系に設置されている原子炉容器ベーパーバトランプ(A)の容器表面温度が高くなったことを示す「予熱温度高」の警報(設定値:262℃)が発生した。	・試験準備のため、炉容器カバーガスの圧力設定を変更(約40→約55kPa)したこと、原子炉容器ベーパーバトランプに流れるアルゴンガスの循環流量が一時的に増加したため、ベーパーバトランプの容器表面の温度が高くなり警報が発報したものと推定。	・ベーパーバトランプに流れるアルゴンガスの温度を低下させるため、ベーパーバトランプの入口に設置してあるプロセス用ヒータの設定を400℃から300℃に変更し、警報をリセット。(6/4) その後、回りの予熱温度に問題が無いことを確認。(6/5) ・40%出力試験において温度設定を検討・調整する予定。	済

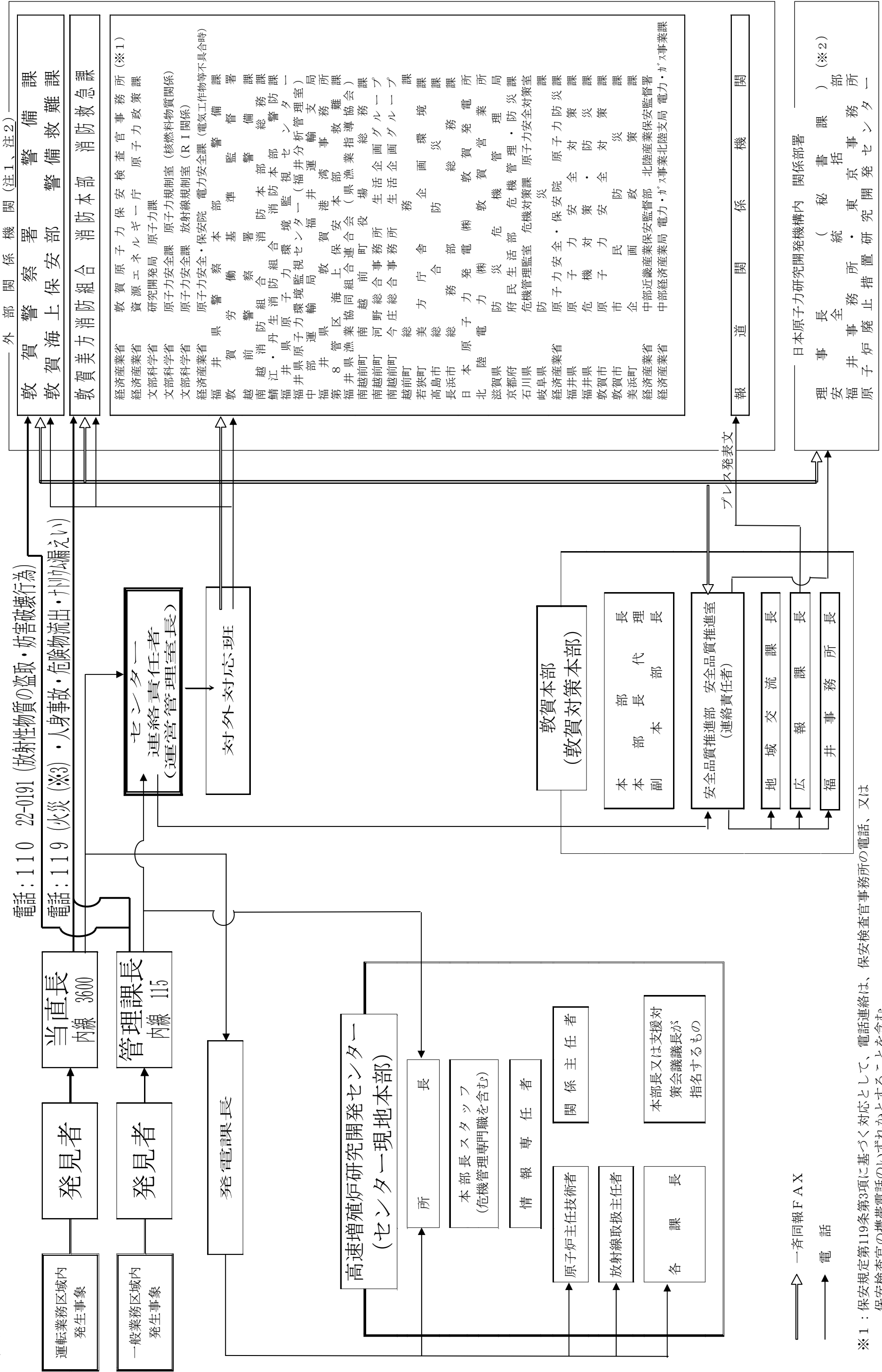
No.	発生日	公表 月日	件名	発生概要	発生原因	対策・対応	対策状況
20	平成22年 6月11日	平成22年 6月11日	1次アルゴンガス 系冷凍機(A)の潤 滑油漏れについて 不適合案件 保修票発行	<ul style="list-style-type: none"> 現場確認において、1次アルゴンガス系冷凍機(A)潤滑油配管(銅パイプ直径約6.3mm)が破損して潤滑油が漏れていることを確認した。 冷凍機をAからBに切替を実施し、油の漏えいは停止。 	<ul style="list-style-type: none"> 冷凍機の振動により銅パイプが疲労破損したものと推定。 	<ul style="list-style-type: none"> 銅パイプを新品と交換し、銅パイプ回りに仮のサポートを追設し、A、B号機とも振動低減処置を実施した。(6/13) サポートの追設、配管バンドのボルト固定によりA、B号機とも恒久対策を実施した。(6/25) 振動の高い他設備の冷凍機の銅パイプについて、振動低減処置を実施した。(7/6) なお、未実施であった空調用冷媒冷凍機Aの振動測定を8月に実施し、振動値が許容値以内であったことから、振動抑制対策と判断した。 	<ul style="list-style-type: none"> 済 (水平展開 済み)
21	平成22年 6月25日	平成22年 6月25日	ディーゼル発電機 (A)の故障警報の 発報について 保修票発行	<ul style="list-style-type: none"> 定期試験のためディーゼル発電機(A)を起動したところ「1A-D/G発電機故障」の警報が発報した。現場を確認したところ、「AVR*故障」の警報が発報しており、AVRの制御系は常用系から待機系(予備)に自動で切り替わっていることを確認した。 *:自動電圧調整装置 	<ul style="list-style-type: none"> 常用系AVRの自動パルス移相器の故障。(熱サイクル及び通電等の消耗による基板内ICの単品故障) 	<ul style="list-style-type: none"> 自動パルス移相器を交換し、定期試験を実施し、問題のないことを確認した。(7/1) B、C号機については、平成22年度の設備点検でAVRの点検を行う。また、計画的にAVRの更新を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 済
22	平成22年 6月25日	平成22年 6月28日	空調用冷媒冷凍 機(C)の潤滑油滲 みについて 保修票発行	<ul style="list-style-type: none"> 現場確認において、空調用冷媒冷凍機(C)*1の排ガス排出容器*2に取付けられている銅パイプ(直径約6mm)の継手部に、潤滑油の滲みを確認した。 *1:原子炉格納容器の雰囲気調節設備に設置されている冷却コイルに供給する冷媒(代替フロン)を冷却する冷凍機。 *2:冷凍機に混入した不凝縮ガス(空気)を凝縮器より抽出し取り出す装置。 	<ul style="list-style-type: none"> 冷凍機の振動により銅パイプの継手部が疲労し、亀裂が進展したものと推定。 	<ul style="list-style-type: none"> 当該銅パイプを交換し、滲みがないことを確認した。(6/25) 銅パイプの振動の高い箇所について、サポートの追設、配管バンドのボルト固定により振動低減処置を実施した。(7/3) 	<ul style="list-style-type: none"> 済
23	平成22年 7月1日	平成22年 7月1日	排水モニタ故障警 報の発報について	<ul style="list-style-type: none"> 放水口における排水中の放射能を監視している排水モニタにおいて、ストレーナレベル高により2系統のモニタのうちB系統のサンブルポンプが停止し、故障警報が発報した。 	<ul style="list-style-type: none"> ストレーナ出口配管の空気抜き孔が異物(海草類)により一時的に閉塞し、配管内に空気がまがりが生じたため、ストレーナからの排水の流れが悪くなり水位が上昇したものと推定。 	<ul style="list-style-type: none"> サンブルポンプを再起動し、排水モニタBの監視機能は復帰した。(7/1) なお、排水モニタは2系統を常時運転しているため、1系統が停止しても監視機能は維持される。 	<ul style="list-style-type: none"> 済

No.	発生日	公表 月日	件名	発生概要	発生原因	対策・対応	対策状況
24	平成22年 7月7日	平成22年 7月7日	「275kV碍子洗 浄装置故障」警報 の発報について 不適合案件	・定期的に実施している碍子洗浄を実施したところ、 「275kV碍子洗浄装置*1故障」の警報が発報し た。現場を確認したところ、汚損検出器*2に水を供 給する原水タンクの「水位低下」の警報が発報して いた。 *1:外部との受送電を行う「275kV特高開閉所」に 設置されている絶縁用碍子を洗浄する装置。 *2:測定用碍子を洗浄し、碍子への塩分等の付着 程度を洗浄水の電導度によって測定する装置。	・汚損検出器に水が供給された際に、原水タンク に水を補給するラインの元弁が閉まっていたた め、タンクに水が補給されなかったことによるも の。	・水を補給するラインの元弁を開いて水を供給 することにより、警報をリセットした。また、元弁 を手エーン及び鍵により施錠し、「開ロック」表示 を取り付けた。(7/7)	済
25	平成22年 7月9日	平成22年 7月12日	炉外燃料貯蔵設 備冷却系のナトリ ウム漏えい検出 設備サンプリング ポンプの切替えに ついて 不適合案件 保修票発行	・Bループの炉外燃料貯蔵槽の出入口配管部の漏 えい監視を行っている差圧式ナトリウム漏えい検出 設備(DPD)のサンプリングポンプについて運転音 がやや大きいことを確認した。	・B号機については予備品と交換し、交換したB号 機のサンプリングポンプについては、メーカーの工場 において原因を調査し報告を受ける予定。	・念のためサンプリングポンプをB号機からA号 機に切替えた。(7/9) ・予防保全の観点から予備品に交換し、運転状 態に異常のないことを確認した。(7/18)	済
26	平成22年 7月11日	平成22年 7月12日	固体廃棄物貯蔵 庫パッケージエア コンの故障につい て 保修票発行	・固体廃棄物貯蔵庫内の除湿に使用しているパッ ッケージエアコンが停止したため、故障警報が発報し た。	・パッケージエアコン室外機ファンコントロール基 板の単品故障。	・待機しているパッケージエアコンを起動し、除 湿運転を継続した。(7/12) ・故障したパッケージエアコン室外機ファンコン トロール基板を交換し、運転状態に異常のな いことを確認した。(7/15)	済
27	平成22年 7月12日	平成22年 7月12日	「照明雑動力主分 電盤故障」警報の 発報について 保修票発行	・「照明雑動力主分電盤故障」警報が発報し、現場 の当該分電盤を確認したところ、「2次地絡過電流」 警報が発報していた。警報は2回発報し、リセットし た。	・照明及びコンセント電源に使用している分電盤の 負荷側において、作業等により一時的な地絡が あったものと推定。	・当該分電盤のNFB動作状況、コンセント使用 状態の確認を行い、異常のないことを確認した。 また、負荷側における作業の再現確認により警 報が再発報しないことを確認した。(7/12) ・雨水、結露等により地絡するおそれのある電 線経路がないことを確認した。(7/16) ・引き続き状態観察を行う。	済

No.	発生日	公表月日	件名	発生概要	発生原因	対策・対応	対策状況
28	平成22年 7月13日 7月14日 7月18日 7月19日	平成22年 7月13日 7月14日 7月19日	制御用圧縮空気設備の発報について 保修票発行	<ul style="list-style-type: none"> ・制御用圧縮空気設備*1において、「制御用圧縮空気設備B異常」の発報が発報した。現場を確認したところ、「除湿装置*2 B異常」、「塔切換不良」の発報が発報していた。警報はすぐリセットした。 ・上記不具合を踏まえ、制御用圧縮空気設備をBからA系統に手動で切換えたところ、「再生不良」(加熱不足)の発報が2回発報した。 ・また、四方弁交換後の制御用圧縮空気設備Bの試運転において、「再生不良」(冷却不足)の発報が発報した。 *1: 空気作動弁等に清浄で乾燥した圧縮空気を供給する設備で、空気圧縮機と除湿装置、A、Bの2系統で構成される。 *2: 除湿装置はA、Bの2系統あり、それぞれ2つの除湿塔が設置されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「塔切換不良」は、除湿装置における2つの除湿塔の圧縮空気の流れを切り換える四方弁の動作が円滑でなかったため、一時的に切り換えに時間を要したことによるものと推定。 ・「再生不良」(加熱不足)は、湿度が高い時期に待機から運転に切換えた直後には、加熱再生に時間がかかるとの傾向があり、2つの除湿塔それぞれについて一時的に警報が発報したものと推定。 ・「再生不良」(冷却不足)は、夏場の外気温と冷却水温度の上昇により再生冷却に時間を要したため、一時的に警報が発報したものと推定。また、温度計指示値と警報接点の僅かなズレによって警報が発生したものと推定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「塔切換不良」については、当該四方弁を交換し、動作に問題のないことを確認した。(7/16) ・「再生不良」については、一時的なものであり、加熱不足の場合は加熱再生時間が、冷却不足ことから問題は無い。 ・警報接点を温度計指示値70°Cで動作するように調整し、「再生不良」(冷却不足)が発報しないことを確認した。(7/22) 	済
29	平成22年 7月17日	平成22年 7月17日	照明雑動力主分電盤故障の警報について 保修票発行	<ul style="list-style-type: none"> ・「照明雑動力主分電盤故障」警報が発報し、現場の当該分電盤を確認したところ、「R/B照明・雑動力主分電盤故障」MCCBトリップ」警報が発報し、原子炉格納容器内の照明2個が消灯した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・照明器具(ハロゲン灯)の単品故障。 	<ul style="list-style-type: none"> ・当該分電盤のトリップしたMCCBを「切」として警報をリセットした。(7/17) ・当該照明器具を交換した。(7/20) 	済
30	平成22年 7月17日	平成22年 7月17日	「プロセスモニタ故障」警報の発報について 保修票発行	<ul style="list-style-type: none"> ・固体廃棄物処理系及び液体廃棄物処理系の各種タンクより排出されるガスの放射能を監視しているモニタ装置において、「固体廃棄物処理設備ベントガスモニタラック異常」「配管温度異常*1」警報(温度低)が5回発報した。 *1: 放射能ヨウ素捕集効率の向上、安定のために配管を加熱し43°Cに制御している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・温度指示スイッチの単品故障。 	<ul style="list-style-type: none"> ・当該モニタのサンプリング配管用ヒータを切り、警報をリセットした。(7/17) ・当該温度指示スイッチを交換した。(9/9) 	済
31	平成22年 7月19日	平成22年 7月20日	燃料池水冷却浄化装置循環ポンプの電磁接触器の動作不良について 保修票発行	<ul style="list-style-type: none"> ・定期切換えのため、燃料池水冷却浄化装置循環ポンプB号機を起動したところ、一旦起動後停止し、連続運転できなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプに電源を供給する接点を開閉する電磁接触器の動作不良によるもの。 	<ul style="list-style-type: none"> ・当該電磁接触器を交換し、ポンプが起動することを確認した。(7/20) 	済

No.	発生日	公表 月日	件 名	発生概要	発生原因	対策・対応	対策状況
32	平成22年 7月20日	平成22年 7月20日	原子炉補助建物 内の床ドレン配管 の詰まりについて 保修票発行	・原子炉補助建物内の換気空調系設備の凝縮水 が、地下3階のファンネルから溢れ、床の配管貫通 部より地下4階に滴下し、床漏えい検出器を起動さ せ、「A/B建物内補機海水系異常」警報が発報し た。	・地下3階から地下4階への途中で、錆、ほこり等 により、床ドレン配管が詰まったことによるもの。	・当該床ドレン配管を清掃し、水が排出されるこ とを確認した。(7/20)	済

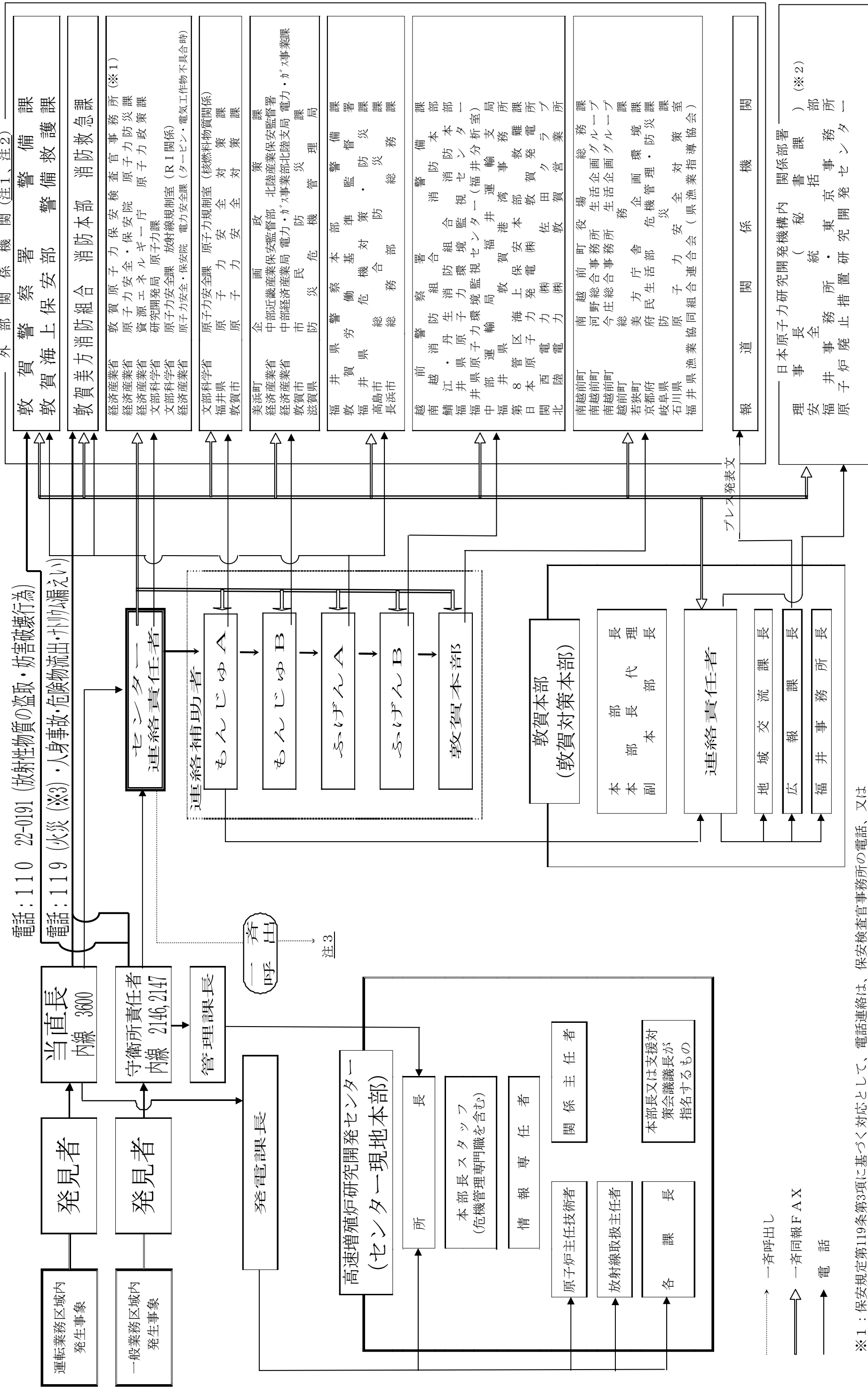
図3.4.1-1 異常事象発生時通報連絡体制図（第1報・時間内）



※1：保安規定第119条第3項に基づく対応として、電話連絡は、保安検査官事務所の電話、又は保安検査官の携帯電話のいずれかとするを含む。
 ※2：保安規定第119条第2項に基づく対応を含む。
 ※3：予定外又は計画外の発火、爆発及び発煙をいう。

注1：事象により通報範囲が異なる。
 注2：毒劇物（Naを含む）漏えいの場合、保健所にも連絡すること。

図3.4.1-2 異常事象発生時通報連絡体制図（第1報・時間外）



※1：保安規定第119条第3項に基づき対応として、電話連絡は、保安検査官事務所の電話、又は保安検査官の携帯電話のいずれかとするを含む。

※2：保安規定第119条第2項に基づき対応を含む。

※3：予定外又は計画外の発火、爆発及び発煙をいう。

注1：事象により通報範囲が異なる。注2：毒劇物（Naを含む）漏えいの場合は、保健所にも連絡すること。

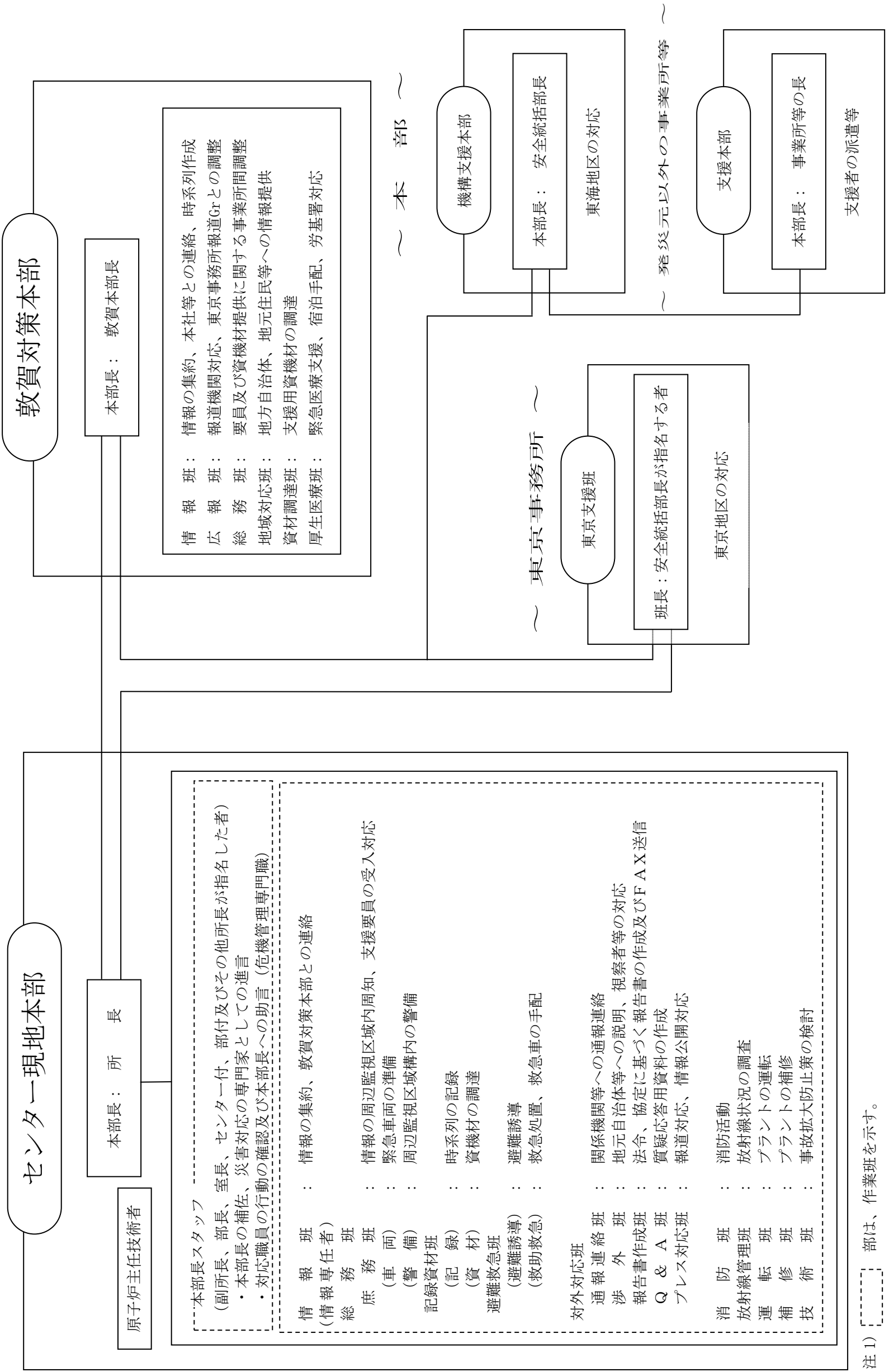
注3：一斉呼出は、第一次出動要員へ呼び出される。

策 組 織 対 策

図 3.4.1-3

～ 高速増殖炉研究開発センター ～

～ 敦賀本部 ～



注 1) [] 部は、作業班を示す。

図3.4.1-4 事故トラブルに該当しないが通常と異なる事象が発生した場合の連絡・公表の流れ

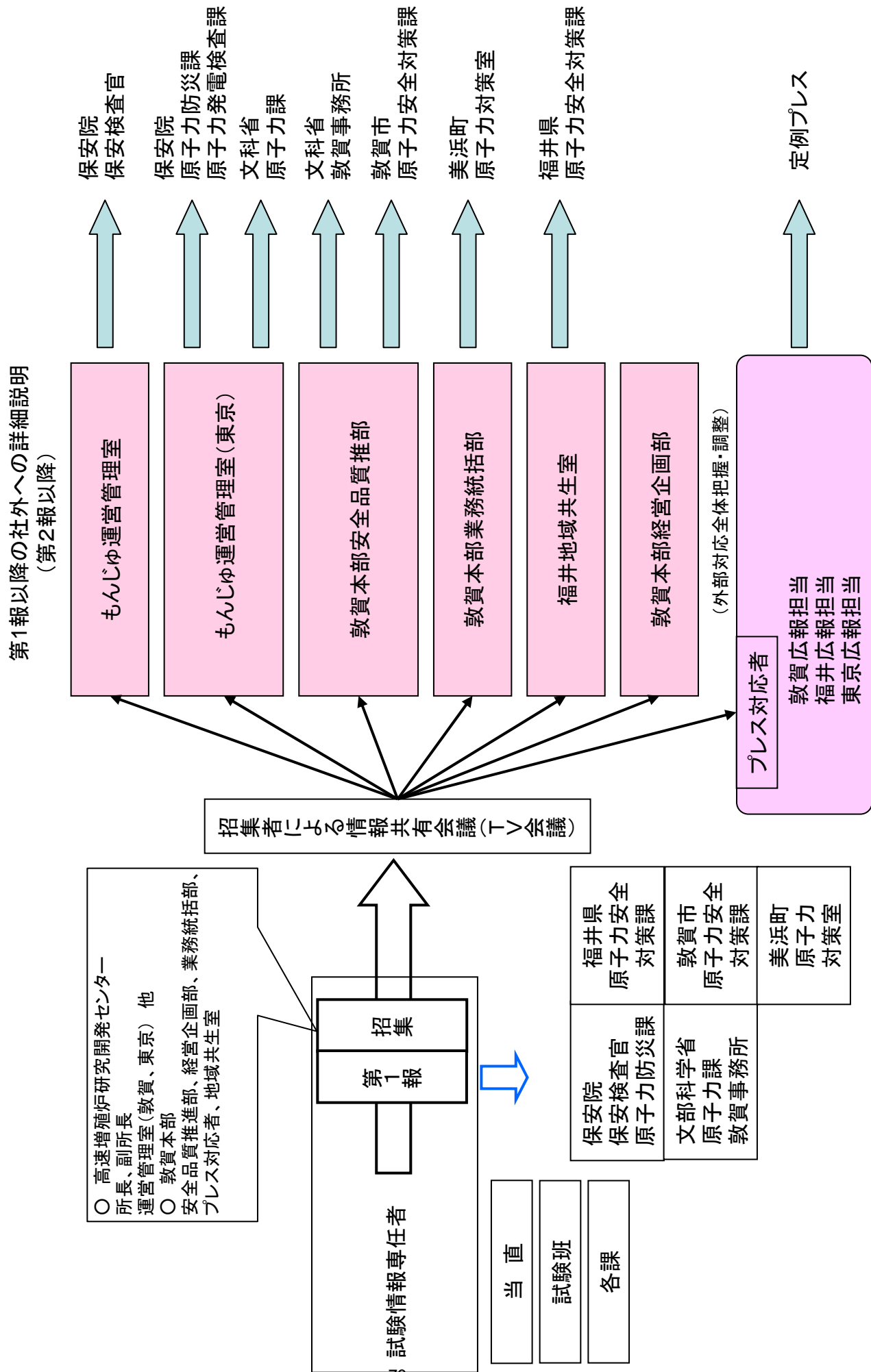


図4.1 試験実施状況の連絡・公表

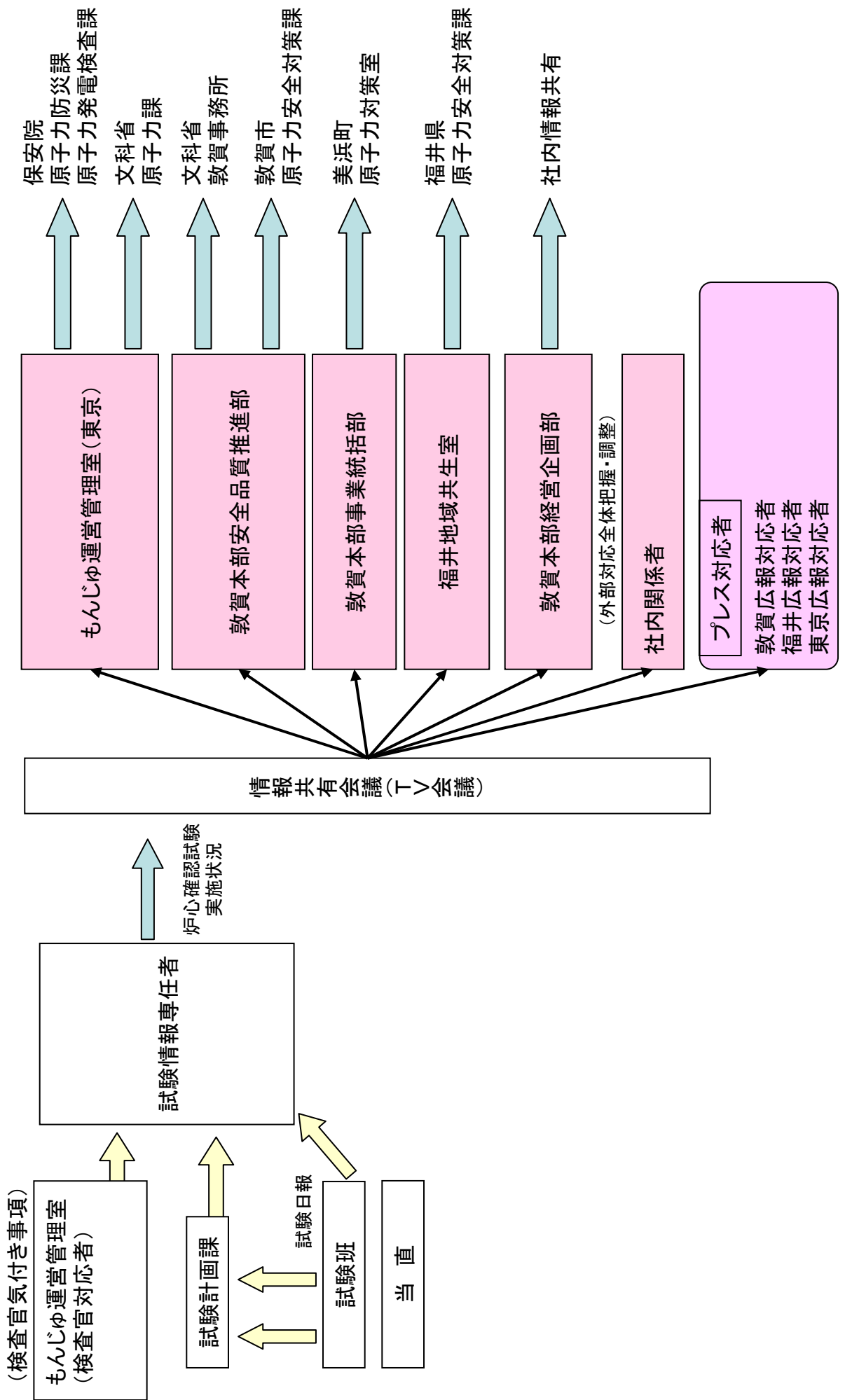


表 4. 1 もんじゅ炉心確認試験中の事故・トラブル等の公表の目安

区分	考え方	炉心確認試験中の具体的事例
【区分Ⅰ】 速やかに公表 〔夜間・休日を問わず直ちに通報〕 〔安全に影響を及ぼす可能性がある情報〕	① トラブル情報（法令報告事象） ② 保安品質情報（軽微な事象であるが、保安活動の向上の観点から公表する情報）の一部 〔LCO 逸脱に係る事象及び原子炉施設の安全確保（止める、冷やす、閉じ込める）に係る事象〕	○ 原子炉運転中に、補助冷却設備3ループのうち、1ループの除熱機能が動作不能となるなど、試験中に何からの異常が発生し、原子炉を停止（全制御棒の全入）した場合。 ○ 炉開炉則第 43 条の十四の法令報告に該当するもの（原子炉施設の故障により LCO 逸脱し、保安規定で求める措置が講じられなかった場合、ナトリウム漏えい、制御棒の固着・動作不良、計測及び制御設備の動作不能、外部電源1系統動作不能、非常用DG発電機の動作不能など）。 ○ 管理区域内で汚染した水等が漏えいした場合。 ➤ もんじゅで発生した事例 ➤ 屋外排気ダクトの腐食孔を確認した時 (H20.9.9) ⇒① ○ 運転上の制限の逸脱〔炉開炉則第 31 条第六号〔第 43 条の十四第5号に掲げるものを除く場合〕（ナトリウム漏えい検出器監視機能の喪失・短時間での復帰、反応度測定検査において制御棒操作手順を誤った場合等）。 ○ 原子炉出力が管理値を超過する恐れがある場合又は超過した場合、或いは原子炉出力が制限値（原子炉熱出力 14MW）を超えたことにより、制御棒 2 本を全挿入して原子炉を未臨界にし、試験を中断した場合。 ○ 温度係数評価/流量係数評価時の原子炉容器出口ナトリウム温度の制限値（上限 325℃、下限 185℃）を超えたことにより、制御棒 2 本を全挿入して原子炉を未臨界にし、試験を一時中断した場合。 ○ 試験において誤操作（制御棒の誤選択による引抜操作等）のヒューマンエラーが発生し、再試験を実施する場合。 ○ 計画外で、1 日につき 1 ミリシーベルトを超えた場合 （もんじゅで発生した事例） ➤ ナトリウム検出器が故障して、LCO逸脱を宣言した時(H22.4.27)⇒② ➤ 制御棒挿入を一時中断した時(H22.5.10)⇒② ○ 外部電源の瞬時電圧低下によるボニータ停止などの発生後、除熱機能の速やかな復帰が可能となった場合。 （もんじゅで発生した事例） ➤ 1 台目のプレシピテータ警報が出た時(H22.5.6)⇒③ ➤ 1 台目のプレシピテータ警報の発報が 2 度目の時(H22.5.7 ^{※3}) ⇒③④ ➤ 予防安全の観点からプレシピテータ 2 台目を停止させた時(H22.5.9 ^{※3})⇒④ ➤ 中央計算機軽故障（燃取計算機伝送異常）(H22.5.11)⇒③④ ➤ 格納容器床下雰囲気酸素濃度計のダウンスケール (H22.5.14) ⇒④ ➤ プロセスモニター故障警報 (H22.5.17) ⇒③④ ○ プラント状態、試験操作等には問題ないものの、試験実施に時間を要し、炉心確認試験工程に影響を及ぼす可能性のある場合又は及ぼす場合。 ○ 設備、機器に不具合が発生し、必要なデータ収集などのためプラント操作を伴う再試験を実施した場合（試験手順等には問題なく、速やかに状態復帰ができる場合）。
【区分Ⅱ】 定例プレス 〔安全に影響を及ぼす可能性が低い、事業の透明性が、事業の観点から公表する情報〕	③ 警報発報事象（運転管理情報 ^{※1} を除く） ④ 保修票発行事象（軽微な保守案件 ^{※2} を除く） ⑤ 炉心確認試験工程に影響を及ぼす可能性のある場合又は及ぼす場合	

注)

- ・ 上記の具体的事例については、今後の運用状況も踏まえ、適宜見直しを行ってまいります。
- ・ トラブル等により公表した事例については、その後の原因や対策などについても公表してまいります。
- ・ 情報の発信にあたっては、その事象による環境への影響などについても、よりきめ細やかに発信してまいります。
- ・ 今後とも透明性の確保に向けて取り組むとともに、迷うような事例については、上位の区分で公表するよう取り組んでまいります。

※1) 運転管理情報（表 1）： 設備操作（運転/作業）、系統状態（停止含む）の一時的変動、天候等自然現象及び試験に伴う警報

※2) 軽微な保守案件： 点検等による計画的補修及び日常的手入れ・修理

※3) 炉心確認試験における初回のトラブル並びにそれに関連するトラブルであったことから、速やかに公表してまいります。

表 1 運 転 管 理 情 報

1. あらかじめ発報することが予想されている警報(設備の運転/作業にかかわる操作)

No.	盤名称 (盤No)	発報警報名	発報理由	発報頻度	対応
1	換気空調盤2 (C-C010-2)	空調用膨張タンクⅠA(ⅠB)液位 高/低	水質管理のためのサンプリングに おける液位低下	サンプリング時	水位低による自動 補給確認
2	同上	空調用膨張タンクⅡ 液位高/低	水質管理のためのサンプリングに おける液位低下	〃	水位低による自動 補給確認
3	共通盤 (C-C011)	Arガス浄化ユニット異常	Arガスサージタンク手動加圧に伴 い以下の警報が発報 ①液体Arバッファータンク液位低 ②活性炭フィルタ内槽液位低 ③活性炭フィルタ全体差圧高	Arガスサージタンク 手動加圧時	自動復帰確認
4	同上	廃棄物処理設備異常	廃液凝縮液冷却管に溜まっている 処理水が流動により、「廃液凝縮 液冷却管出口電導度高」警報が発 報	廃液蒸発濃縮器に よる廃液処理(ホット スタンバイ→定格) に移行時	廃液処理に伴い 自動復帰確認
5	同上	廃棄物処理設備異常	廃液蒸発濃縮器サンプリング後の サンプリング配管洗浄時に「配管 温度低」警報が発報	廃液蒸発濃縮器サ ンプリング時	自動復帰確認
6	同上	排水処理設備異常	次亜塩素酸ソーダの注入量が、 「ORP高」(酸素還元電位)警報が 発報	排水貯槽C→Aへ移 送処理運転時	次亜塩素酸ソーダ の注入量調整
7	同上	排水処理設備異常	・排水貯槽A循環運転時に「PH高 又はPH低」警報が発報	・排水貯槽A循環運 転開始時	・循環運転を継続 し復帰確認
8	工学的安全施 設中央制御盤 (C-C002)	補機冷却設備補助盤故障	機器冷油ポンプ定例運転による 「潤滑油圧力低」	定例運転時(月、木 の2回/週)	即時油圧復旧に より自動リセット確 認
9	同上	常用エアロック開	作業員の格納容器内立ち入り時の エアロック開、閉のため	格納容器内立ち入り 時	格納容器内立入 時に確認し自動リ セット確認
10	水・蒸気設備 中央制御盤 (C-C006)	中央計算機軽故障	プリンタの紙詰まり等による	プリンタの紙詰まり 時等	復旧処置実施

2. 系統状態の一時的変動による警報

No.	盤名称 (盤No)	発報警報名	発報理由	発報頻度	対応
11	共通盤 (C-C011)	淡水供給設備異常	純水装置停止中にpH計内の溜まり水の影響で「純水装置出口pH低」警報が発報	外気温が上昇し水温が高くなる場合	純水装置運転開始時に自動復帰確認
12	同上	排水処理設備異常	・処理水放流停止中に水質計内pH計の溜まり水により「pH低」警報が発報	・処理水放流停止中	・水質計内pH計の水置換
13	工学的安全施設中央制御盤 (C-C002)	Arガス供給系異常	Arガスの使用(供給)による一時的な圧力変動により以下の警報が発報 ①Arガスサージタンク圧力低 ②高純度アルゴンガス供給圧力低 ③高純度アルゴンガス供給圧力高 ④アルゴンガス供給圧力低 ⑤アルゴンガス供給圧力高 ⑥高純度Arガス処理流量高	Arガスの大量使用時	各調節計を手動又は自動で圧力・流量調整
14	同上	N2ガス供給系異常	N2ガスの使用(供給)による一時的な圧力変動により以下の警報が発報 ①窒素ガス供給圧力低 ②窒素ガス供給圧力高	N2ガスの大量使用時	自動復帰確認
15	同上	補助蒸気設備補助ボイラ制御盤軽故障	タービン建物側とメンテナンス建物側の補助蒸気系復水移送ポンプ運転が重なった場合に、補助ボイラ「給水タンク水位高」警報が発報	廃液蒸発濃縮器運転や換気系暖房運転により補助蒸気復水回収系のドレン量増加時	自動で排水されるので復帰確認
16	補助冷却・原子炉補助設備中央制御盤(C-C003)	A 2次Na純化系 純化流量低	電圧の変動による流量低下(該当母線接続の機器起動)	制御用空気圧縮機、冷凍機等の起動時	自動復帰確認
17	同上	B 2次Na純化系 純化流量低	電圧の変動による流量低下(該当母線接続の機器起動)	制御用空気圧縮機、冷凍機等の起動時	自動復帰確認
18	同上	C 2次Na純化系 純化流量低	電圧の変動による流量低下(該当母線接続の機器起動)	制御用空気圧縮機、冷凍機等の起動時	自動復帰確認
19	同上	2次系PL計A異常	不純物の影響による流量低下	系統Na温度等の変化時	フラッシング運転、流量調整実施
20	同上	2次系PL計B異常	不純物の影響による流量低下	系統Na温度等の変化時	フラッシング運転、流量調整実施
21	同上	2次系PL計C異常	不純物の影響による流量低下	系統Na温度等の変化時	フラッシング運転、流量調整実施
22	水・蒸気設備中央制御盤(C-C006)	中央計算機警報	2次Arガス系の呼吸タンクからの排気による「タンクV/T出口温度低」	2次Arガス系の呼吸タンクからの排気時	排気終了後、復帰確認
23	同上	メンテ冷系予熱制御盤故障	系統Na温度等の変化による予熱温度高又は低	系統Na温度等の変化時	予熱温度確認、復帰確認
24	1次・2次主冷却設備中央制御盤(C-C004)	A 1次冷却系予熱制御盤故障	系統Na温度等の変化による予熱温度高又は低	系統Na温度等の変化時	予熱温度確認、復帰確認
25	同上	B 1次冷却系予熱制御盤故障	系統Na温度等の変化による予熱温度高又は低	系統Na温度等の変化時	予熱温度確認、復帰確認
26	同上	C 1次冷却系予熱制御盤故障	系統Na温度等の変化による予熱温度高又は低	系統Na温度等の変化時	予熱温度確認、復帰確認
27	原子炉設備中央制御盤(C-C005)	原子炉容器予熱制御盤故障	系統Na温度等の変化による予熱温度高又は低	系統Na温度等の変化時	予熱温度確認、復帰確認
28	同上	A 1次補助系予熱制御盤故障	系統Na温度等の変化による予熱温度高又は低	系統Na温度等の変化時	予熱温度確認、復帰確認
29	同上	B 1次補助系予熱制御盤故障	系統Na温度等の変化による予熱温度高又は低	系統Na温度等の変化時	予熱温度確認、復帰確認

3. 天候等、自然現象による警報

No.	盤名称 (盤No)	発報警報名	発報理由	発報頻度	対応
30	補助冷却・原子炉補助設備中央制御盤(C-C004)	1次Arガス系吸着塔室内圧力高	吸着室の圧力監視は吸着室と室外の差圧を検知していることから気圧変動により発報	気圧変動時(低下時)	気圧変化確認、自動復帰確認
31	換気空調盤1(C-C010-1)	R/V室圧力(狭域) (高)低	R/V室の圧力監視はR/V室(窒素雰囲気)と室外の差圧を検知していることから気圧変動により発報	気圧変動時(低下時)	圧抜きを実施
32	同上	主冷室(A)圧力(狭域) (高)低	主冷却室の圧力監視は主冷却室(窒素雰囲気)と室外の差圧を検知していることから気圧変動により発報	〃	〃
33	同上	主冷室(B)圧力(狭域) (高)低	〃	〃	〃
34	同上	主冷室(C)圧力(狭域) (高)低	〃	〃	〃
35	換気空調盤2(C-C010-2)	EVST室圧力(狭域) (高)低	EVST室の圧力監視はEVST室(窒素雰囲気)と室外の差圧を検知していることから気圧変動により発報	〃	〃
36	同上	EVST共通配管室圧力(狭域) 高(低)	EVST共通配管室の圧力監視はEVST共通配管室(窒素雰囲気)と室外の差圧を検知していることから気圧変動により発報	〃	気圧変化確認、自動復帰確認

4. あらかじめ発報することが予想されている警報(性能試験に関わる操作)

- ・SR高圧電源喪失
- ・WR高圧電源喪失
- ・原子炉トリップパーシャル作動 等(試験手順書による)

＜参考＞ プレス発表に該当しないものについて
(運転管理情報と軽微な保守案件)

1. 運転管理情報(添付表参照)

設備操作(試験/運転/作業)、系統状態(停止含む)の一時的変動、天候等自然現象及び試験に伴う警報などは、設備の不具合ではなく、むしろプラント運転管理のための運転員に提供する情報として扱うべきものであり、プレス発表の対象とはしない。また、給水排水設備など一般産業においても使用されている設備での警報についても発表の対象とはしない。

(1) 予め発報することが予想されている警報

① 性能試験に関わる操作(表-1の4.のもの)

炉心確認試験項目の手順の中で、警報の発報が予想されるもの
→「原子炉トリップパーシャル作動」警報の発報、
「SR高圧電源喪失」警報の発報

② 設備の運転/作業に関わる操作(表-1の1.のもの)

通常の設備運転等の操作の中で、警報の発報が予想されるもの
→「空調用膨張タンク I A(I B)液位低」警報の発報
「常用エアロック開」警報の発報

(2) 系統状態の一時的変動による警報(表-2の2.のもの)

系統状態の変動と警報発報の因果関係が明確なもの
→1次メンテナンス冷却系ベント配管「予熱温度高」警報の発報(H22.5.8)
「2次主冷却系Aループ タンクベーパーラップ出口温度低」警報の発報(H22.5.9)、
「Arガス供給系異常」警報の発報
一般排水の処理設備における「処理水pH低」警報の発報(H22.5.9)

(3) 天候等、自然現象による警報(表-1の3.のもの)

気温、気圧等の変動が警報発報の原因となったことが明らかなもの
→「EVST共通配管室圧力(狭域)高/低」警報の発報、

2. 軽微な保守案件

点検等による計画的補修及び日常の手入れ・修理などプラント運転への影響がない軽微な保守案件は対象トラブルに含めないまた、給水排水設備など一般産業においても使用されている設備での保守案件も対象トラブルに含めない。

(1) 点検等による計画的補修等

→停止中設備(水・蒸気系設備等)の計器点検における計器校正、計器交換・補修等

(2) 日常の手入れ・修理等

→電源盤鍵修理、
手すりの腐食修理

別紙

「FFD CG 法プレシピテータ計数率高」の原因と対策

1. プレシピテータ計数率高警報発生状況

炉心確認試験準備のため、平成 22 年 5 月 5 日 18 時 24 分にカバーガス法破損燃料検出装置 (CG 法) を起動した。平成 22 年 5 月 6 日 23 時 09 分頃、CG 法プレシピテータのうち A 検出器にて、電気回路のノイズにより、「FFD CG 法プレシピテータ計数率高」警報が発報した。

5 月 7 日も同様の警報が、10 時 01 分頃、10 時 24 分頃、10 時 46 分頃、11 時 09 分頃、11 時 31 分頃、11 時 54 分頃発報しており、12 時 04 分、設備別運転手順書に従い A 検出器をバイパスし、B、C 交互運転に移行した。

その後、5 月 9 日 8 時頃より C 検出器にも計数率上昇傾向が見られたため予防保全として 5 月 9 日 18 時 24 分に検出機能を停止し B 検出器単独での監視を行った。

(A 検出器警報発報時のトレンドを図-1 に、C 検出器の停止直前の挙動を図-2 示す)

2. 炉心確認試験中の破損燃料監視

5 月 9 日以降 B 検出器については、炉心確認試験の終了まで計数率の測定が可能であり機能が維持されていた。また、プレシピテータと並行して設置されている、 γ 線検出器及び放射線監視設備の 1 次アルゴンガスモニタでも破損燃料の監視機能は維持されていた。

(5 月 10 日及び炉心確認試験終了直前の 7 月 17 日 10 時～13 時の B 検出器データを図-3 に示す。)

3. 破損燃料検出設備の概要

(1) 破損燃料検出設備の構成

「もんじゅ」の破損燃料検出設備は、以下の 3 系統で構成される。

1) 遅発中性子法破損燃料検出装置 (DN 法)

燃料ピンの接触性破損等の比較的規模の大きな燃料破損時に、1 次主冷却材ナトリウム中に移行した遅発中性子先行核 (^{37}Br 、 ^{137}I) から放出される遅発中性子を検知し、燃料集合体の破損伝播防止のために原子炉をトリップさせるための比較的規模の大きな破損燃料検出用

2) CG 法破損燃料検出装置 (γ 線検出器、プレシピテータ)

破損燃料を早期に発見し、破損燃料位置特定用タギング法破損燃料検出装置起動、及び破損が進行し、システムの遮蔽設計条件を超える前に隔離を行うための比較的規模の小さな破損燃料検出用

3) タギング法破損燃料検出装置

CG 法により微小破損燃料を検出した後に起動する破損燃料の位置特定用

(破損燃料検出システム図、カバーガス法破損燃料検出装置系統図を図-4.5 に示す)

(2) CG 法破損燃料検出装置の構成の考え方

1)「もんじゅ」の CG 法破損燃料検出装置の構成

① CG 法破損燃料検出装置(プレシピテータ)

- ・ 破損燃料を早期に発見し、破損燃料位置特定用タギング法破損燃料検出装置を起動させるための、比較的規模の小さな破損燃料検出用(燃料棒1ピン中の FP ガス1%放出)
- ・ 燃料棒1ピン中の FP ガス1%放出に相当する信号を検知した場合、中央制御室に警報を発するとともに、タギング法破損燃料検出装置を起動させる。また、全炉心の 0.01%破損に相当する信号を検知した場合、中央制御室に警報を発する。これにより、原子炉通常停止に移行する。
- ・ CG 法で検出対象となる希ガス FP は Xe、Kr であり、Na に対する溶解度が小さいので Na エアロゾル捕獲を目的としたフィルタは通過し、ほぼ全量検出器に到達する。

(プレシピテータ動作原理説明図を図-6 に示す)

② CG 法破損燃料検出装置(γ線検出器)

- ・ 破損が進行し、系統の遮蔽設計条件を超える前に隔離を行うための、比較的規模の小さな破損燃料検出用(全炉心の 1%の 1/50(0.02%)に相当する放射能の放出)
- ・ 全炉心の 0.02%破損に相当する信号を検知した場合、中央制御室に警報を発するとともに、CG 法破損燃料検出装置を隔離する信号を発する。

(3)破損燃料検出に係る保安規定

- 1)保安規定別表 37-1 1次アルゴンガス中の核分裂生成物濃度の運転上の制限にて「1次アルゴンガス中の核分裂生成物濃度の運転上の制限として、 1.0×10^8 Bq/cm³ 以下 *¹ * 1 運転上の制限値は、1次アルゴンガスモニタ又はカバーガス法破損燃料検出装置について、校正後の測定値により行う」との記載がある。炉心確認試験期間中を通して、1次アルゴンガスモニタ又は CG 法破損燃料検出装置(γ線検出器)で測定を行っていたことから、運転上の制限に抵触せず、保安規定上の問題は無いと判断している。

(4)炉心確認試験中のプレシピテータ機能代替

- 1)プレシピテータの機能である、タギング法破損燃料検出装置の起動の判断については、燃料棒1ピンの 1%破損から全炉心の 1%破損までを計測範囲とする 1次アルゴンガスモニタで代替することが可能であることを確認した。なお、設定値は燃料棒1ピンの 1%破損時原子炉容器出口放射性物質濃度(3390Bq/cm³)を 1次アルゴンガスモニタの濃度換算定数(2.05×10^3 Bq/cm³/cps)で除した 1.65cps とした。

4. 異常計数率調査概要

- (1) 今回発生したCG法プレシペータの計数率異常の原因は、要因分析に基づく調査により
- ① 検出器単体誘起ノイズ
 - ② ケーブル(盤内及び機器間)の誘起ノイズの可能性が高いことが判明した。

(A,C 検出器の要因分析図を図-7,8 に示す)

- (2) 誘起ノイズに対する対策案を抽出し、効果の確認を実施した結果、以下の事項が判明した。

- ① ダミー検出器^{*1}に取替えた際に、波形が健全なB検出器の波形に近づいたが警報レベルを超えていたことから、検出器側に異常があることが判明した。
- ② ケーブル類を極力排除した新型高圧電源^{*2}及びダミー検出器を併用すると警報がでないレベルまで改善できる。

* 1 ダミー検出器: 検出器同等品であるが、サンプリングガスを流通させない物

* 2 新型高圧電源: 高圧/低圧電源一体化、切替回路を内蔵している物

(図-9 ノイズ重量低減対策の有効性確認結果参照)

以上までの確認により、誘起ノイズについては新型高圧電源とダミー検出器を併用することにより改善することを確認し、新型高圧電源を採用することとした。

また、検出器単体誘起ノイズに対する調査を工場にて実施することとした。

- (3) 工場調査(A:非破壊検査、B,C:破壊検査)において以下の項目が判明した。

(工場調査フロー図を図-10 に示す)

1) 調査結果

- ① A及びC検出器の異物調査の結果、内部から金属異物(SUS材)が確認され、大きい物は数百 μm であった。B検出器については、A、C検出器に対し絶対量が少ないため銅系成分が目立つが、A、Cとほぼ同様であった。(検出器内で確認された異物を図-11 に示す)
- ② 分解したC検出器の芯線には有機物(炭化水素系化合物)がほぼ全面に付着しており、更にその上にSUS微粉末付着が確認された。B検出器の芯線には、C検出器同様に有機物及びSUS微粉末の付着が見られたが、その量は明らかに少なかった。(B,C検出器の状況を図-12 に示す)
- ③ 洗浄後において、プラトー特性に関し、A検出器の検出器性能は回復(工場製作時と同等の特性)し、C検出器では改善が見られた。(A,C検出器のプラトー特性を図-13 に示す)

- ④ 破壊検査を行った検出器の異物総量は B:0.57mg、C:4.7mg であり、B は C 検出器に対し 1 桁少ない量であった。(A は洗浄のみで 0.4mg) 検出器内の異物総量は $B < A < C$ であることが確認できた。

5. ノイズ重量原因(発生メカニズム)

工場調査の結果は以下に集約される。

- (1) 検出器内部で数 μm ～数百 μm 程度の金属異物(SUS 材)を確認した。
- (2) 芯線には有機物がほぼ全面に付着しており、更にその上に SUS 微粉末付着を確認した。

以上のことから、高圧印加直後の異常計数は、金属微粉末が浮遊した状態で、高圧印加とともに芯線近傍の高電界領域にて Ar 雰囲気での部分放電による電磁波ノイズが発生すること、又、芯線付着有機物への金属微粉末付着による電界集中での放電による電磁波ノイズが発生した結果で生じたものであると推定する。(浮遊する金属微粉末は $1\mu\text{m}$ より小さいものと推定される)

また、金属微粉末の量により上記現象による影響度が異なっていたものと推定され、B 検出器で確認された程度の量では計数率異常までに至らなかった。

なお、同様に設置されている検出器で異物量が $B < A < C$ と差がある要因については、現場調査の結果、各検出器入口までのアルゴンガス供給系及び 1 次 Ar ガス系配管の引き回しの差異により違いがでたものと推定した。

6.フィルタの有効性確認及び発生メカニズムの検証

検出器内への異物混入が異常計数率の原因と推定されたため、混入防止を目的に検出器入口にフィルタを設置し、検出器への金属微粉末の混入の有無を模擬した確認運転を行い、フィルタの有効性確認を実施した。また、この運転データから異常計数率の発生メカニズムを検証した。

なお、フィルタについては、1 次 Ar ガスライン($0.3\mu\text{m}$)を基に、多層化することで $0.1\mu\text{m}$ 程度の実力となる $0.5\mu\text{m}$ とした。($0.1\mu\text{m}$ でも、プレシピテータの測定対象である希ガス FP(Xe,Kr) の通過は阻害されない。)

(仮設フィルタユニットの設置概要を図-14 に示す)

6.1 フィルタ有効性確認結果

有効性確認試験は、使用実績のある旧検出器を使用しているため、検出器内に若干の金属粉が残留し、芯線には有機物及び金属粉が付着していることを前提に評価した。

(1) フィルタ通気

- ① 運転開始直後は高計数率(約 100cps)状態から徐々に低下し約 10cps 程度までに低下した。

検出器芯線に付着していた金属粉による単極性ノイズが密となり高計数率となるが、ガス通流を重ねていく過程で離脱、検出器内浮遊に変化していった結果、単極性ノイズ

が粗となり計数率が低下したと推定される

- ② 両極性ノイズの継続時間は、残留金属粉が浮遊しだすことにより徐々に長くなるが、運転時間が経過するに従いほぼ同じとなったことより、検出器内に新たな異物の流入はなかったと推定した。
- ③ 運転前後のプラトー測定^{*3}では、1850V まで放電せず劣化が見られなかった。
(*3: 電圧と計数率の関係が安定している部分をプラトーと呼び、幅が長いこと、傾斜が小さいことが、計数管の良否を判定する一つの目安となる)
- ④ 通気した仮設フィルタを分析した結果、Fe₂O₃を主成分とする酸化鉄、Fe, Cr, Niを主成分とする SUS, Ni, Cu, Znを主成分とする真鍮、Cuを主成分とする銅、Co, Crを主成分とする Co-Cr 合金等、サイズは 10 μm 以下であり 1 μm の微小サイズも多数確認できた。

(フィルタの状況を図-15 に示す)

(2) フィルタバイパス

- ① 高圧印可直後に、流入した細かい粒子が多数存在することにより、電界の集中が起きず放電しないため両極性ノイズが発生しない時間がある。
- ② 両極性ノイズは、新たに流入した金属粉により浮遊量が増加することにより継続時間が長くなり、計測時間に掛かることにより計数率初期値が高くなっている。
- ③ プラトー測定では、運転前 1850V では放電していないが、運転後は 1750V で放電し、劣化が見られた。異物混入の影響と推定した。

(3) 有効性確認結果の評価

- ① 以下の a, b, c の結果より、フィルタの有効性が確認できたと判断する。
 - a. フィルタ有の場合は、残留物によると想定される両極性ノイズが認められたが、運転に伴う新たな金属微粉末が混入した兆候は認められなかった。
 - b. フィルタ無の場合は、フィルタ有の場合に比較して両極性ノイズの継続時間が伸び、プラトー特性が劣化したことより異物の新たに混入したと考えられるデータが得られた。
 - c. 仮設フィルタへの付着物よりフィルタが無い場合これらの異物が検出器内に流入することが判明した。

(プレシピテータ波形と基本原理、運転時のデータ(データレコーダ、MIDAS)を図-16～18 に示す。)

- ② 有効性確認試験で、両極性ノイズ継続時間が開始後数十時間でほぼ同じとなったことより、フィルタを通過するサイズの極微粉末(0.1 μm 以下)の影響は無い(微粉末の出入りがバランスする可能性を含む)と考えるが、長期運転に伴い、今回の確認試験では影響を与えなかった極微粉末が検出器内に蓄積した場合の影響について、蓄積の可能性の有無を含め評価検討し、40%出力プラント確認試験前の運転で確認する。

6.2 発生メカニズムの検証結果

両極性ノイズが、検出器内金属微粉の量に関係すること、単極性ノイズが検出器芯線付着金属微粉の状態に影響されることが、今回得られたデータからも確認でき、異常計数率発生メカニズムは妥当なものであると判断する。

7.異物混入ルート及び発生源調査結果

(1) 金属微粉末の混入ルートを特定するため、検出器入口、1次Arガスライン、Arガス供給ライン(供給タンク廻り含む)での異物捕集を実施した。また、1次Arガスライン装置入口フィルタの健全性確認、CG法ラック内での異物発生源となりうる空気作動弁(異物量が最も多かった検出器C入口弁2個)の確認を実施した。

(Arガス供給系と各設備の概要図を図-19に示す。)

- ① Arガス供給系ガスを各検出器入口でサンプリングの結果、百 μm 以下の異物が確認された。異物は、SUS系等とフッ素系有機物であった。この結果より、異物は検出器外より混入したと判断した。
- ② CG法ラック内での異物発生源となりうる空気作動弁の点検の結果、弁表面の捕集テープによるサンプリングでは数十 μm の異物が確認されたが、数百 μm (150 μm 以上)のSUS粉が発生した痕跡は認められなかった。
- ③ 1次Arガスライン装置入口フィルタ点検の結果、フィルタの破損やパッキンの劣化が無く健全性を確認したことより、1次Arガスラインから数百 μm の大きさの異物が混入した可能性は無いと判断する。
- ④ CG法ラック入口(1次Arガス系、Arガス供給系)サンプリングでは、数十 μm 以下の異物しか確認されなかったが、Arガス供給系サージタンク出口のサンプリングでは、百 μm 程度の異物を確認した。

これらの結果より、

- ・Arガス供給系(サージタンク下流)から百 μm 程度の異物が混入したと判断した。
- ・CG法ラック内、Arガス供給系、1次Arガス系の何れの箇所からも数百 μm の異物は無いが、数十 μm 程度の異物が存在することを確認した。なお、数百 μm の異物はすでに検出器内に流入もしくはフィルタ捕獲されていると推定する。

(2) 金属異物の発生源と判断されたArガス供給系における過去の改造・点検を調査した。

調査の結果、平成12年屋外配管腐食対策としての交換(炭素鋼からSUS)、平成19年のタンク内部点検でのマンホール開放の2件があったが、点検報告書により、異物混入対策、清浄度管理を行っていることを確認した。なお、マンホール開放については、その作業内容から異物発生の可能性は低いと判断する。一方、配管交換作業での管理は通常の配管交換(切断、溶接等)に伴う対策であり、金属微粉末発生の観点からは不十

分であった可能性がある。(当時はプレシピテータに金属微粉末が影響する知見が無かったことによる)

(3) 異物発生源、流入ルート調査のまとめ

- ① 確認された金属異物は、平成 12 年の配管取替え作業で発生したものと推定した。今後、Ar ガス供給系を含む検出器上流側での配管改造等の工事を行う際は、今回の経験を生かし微粉末混入について配慮を行うこととする。
- ② 現在でも Ar ガス供給系及び CG 法ラック内は異物(百 μm 程度)が残留していることを確認した。
- ③ CG 法ラック内 1 次 Ar ガス系では 10 μm 程度の異物が残留していることを確認した。

8. 金属異物の各系統設備機器への影響評価

検出器内及び新鮮アルゴンガスライン(Ar ガス供給系)で確認された金属異物(～数百 μm 程度)が、Ar ガス供給系の負荷である 1 次 Ar ガス系及び原子炉容器上部搭載機器に供給された場合の、各設備機器への影響評価を実施した。

対象機器は 1 次 Ar ガス系に関連する、1 次主循環ポンプ、1 次 Ar ガス系圧縮機、原子炉容器上部搭載機器に関連する制御棒駆動機構(F,C,BCRD)である。調査の結果、Ar ガス供給系補給ライン及び各機器毎に適切なメッシュ(100 メッシュ)のストレーナにより異物混入防止が図られていること(約 150 μm 以下)、点検結果より異物に起因する不具合が確認されていないこと等より影響なしと評価した。

また、Ar ガス供給系補給ライン及び各機器毎のストレーナを通過する管理値以下の微小な異物が Na 中に混入した場合、金属異物による影響が考えられる機器として、狭隘部を有する、燃料集合体、1 次主循環ポンプ Na 中軸受について影響評価した。

- ① 燃料集合体については、炉心燃料集合体において、燃料ピンに巻き付けられたワイヤスペーサ(炉心燃料集合体約 1.3mm 径、ブランケット燃料集合体約 1.5mm 径(最外周燃料ピン約 0.9mm 径))により隣接する燃料ピン間の間隔が確保されており、ミクロンオーダーの異物が混入した場合も冷却材 Na と共に燃料ピン間の流路を通過すると考えられる。また、仮にワイヤスペーサと被ふく管の間にミクロンオーダーの異物が付着した場合においても、冷却材の流れによる微小な異物の振動では被ふく管に与える機械的エネルギーが十分に小さいため、フレットング破損を誘発することはないと判断する。さらに、平成 20 年及び平成 21 年に実施した炉心燃料集合体及びブランケット燃料集合体各 1 体の燃料集合体外観確認(ファイバースコープを用いた燃料集合体内の外観確認等)においても異常は確認されていない。
- ② 1 次主循環ポンプ Na 中軸受については、その隙間が 0.3mm であるが、ミクロンオーダー

の異物はNaと併に通過し、異物付着による軸受接触等の不具合は生じないと判断する。
また、これまでの運転データからも異常は確認されていない。

9.プレシピテータ異常計数率対策

プレシピテータ計数率異常については、警報発生後の現地及び工場調査を経て、現地での有効性確認、異物調査にて原因調査を終了した。この結果を基に、以下の対策を実施する。

(1)ガスブロー等により異物の除去を図る。

金属微粉末混入ルート、発生源調査の結果、百 μ m程度の異物が確認されたArガス供給系、CG法ラック内についてブロー等を行うこととする。

(2)検出器入口にフィルタを設置する。

異物流入に対する有効性が確認されたフィルタを、本設化に向けた詳細設計を行った後、必要に応じて設工認等審査を受け、設置する。

(3)新型高圧電源装置を設置する。

ケーブル誘起ノイズ対策として有効性が確認された新型高圧電源を設置する。

(4)破損燃料検出システムとしての信頼性向上策を検討する。

フィルタ設置での長期運転時の信頼性(フィルタ閉塞、極微粉末の検出器内蓄積の影響)を勘案し、より信頼性を確保できる破損燃料検出システムに向けての改善について検討を行う。

以上

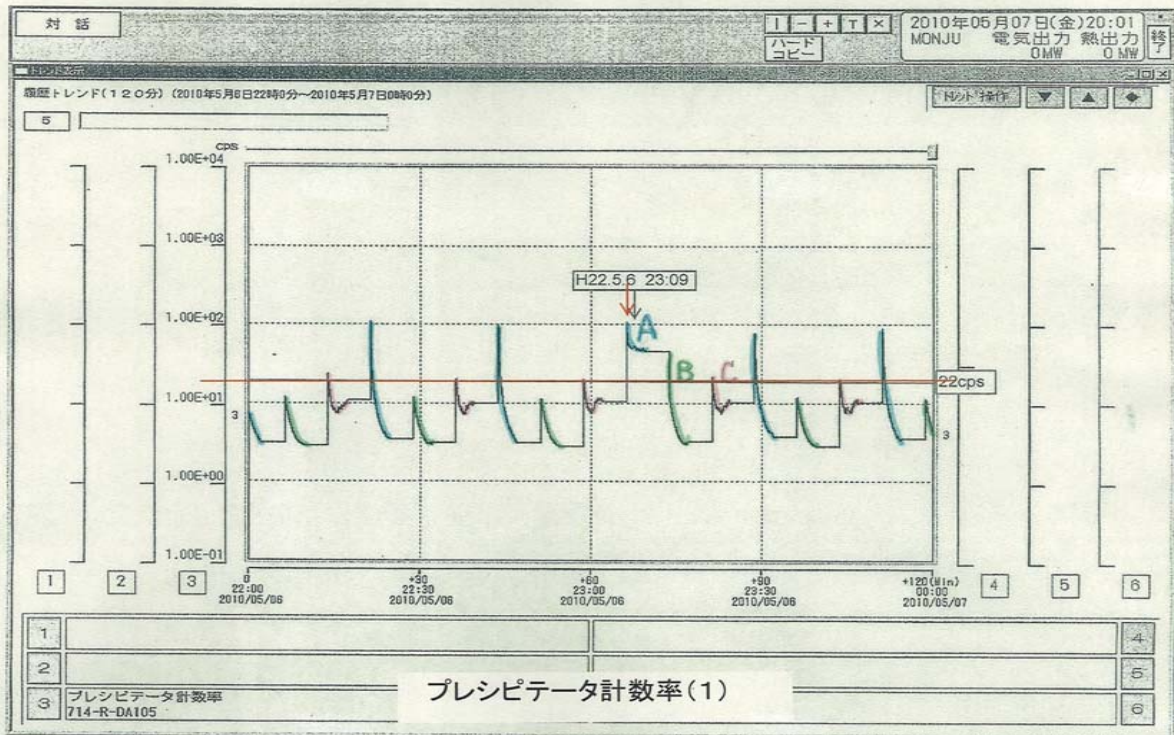


図-1(1/2) A検出器警報発報時のトレンド

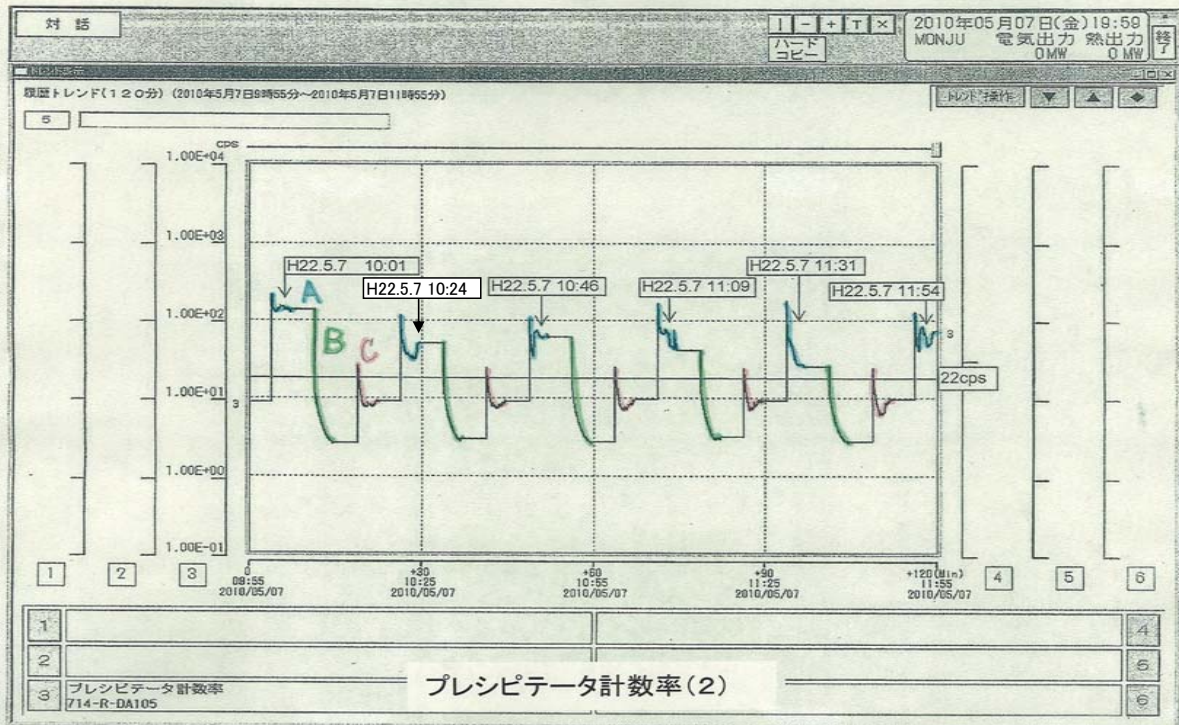
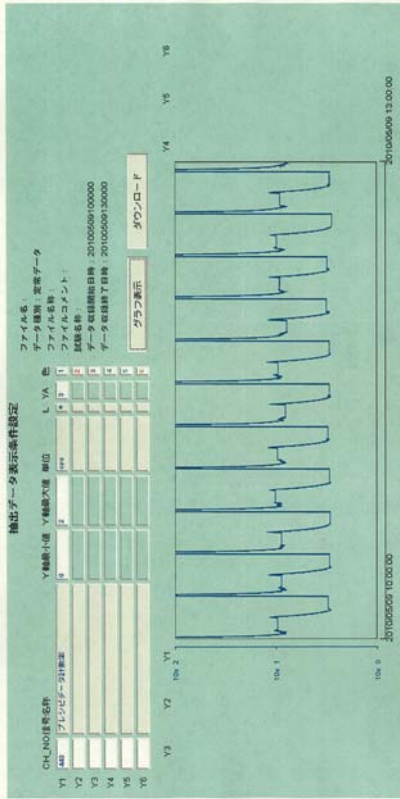
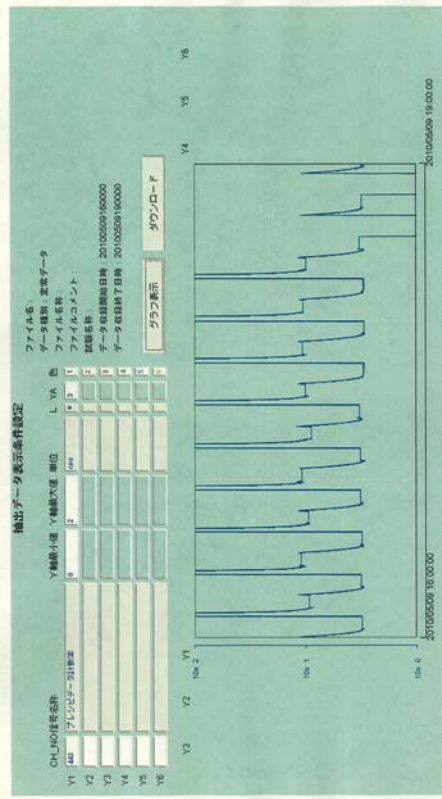


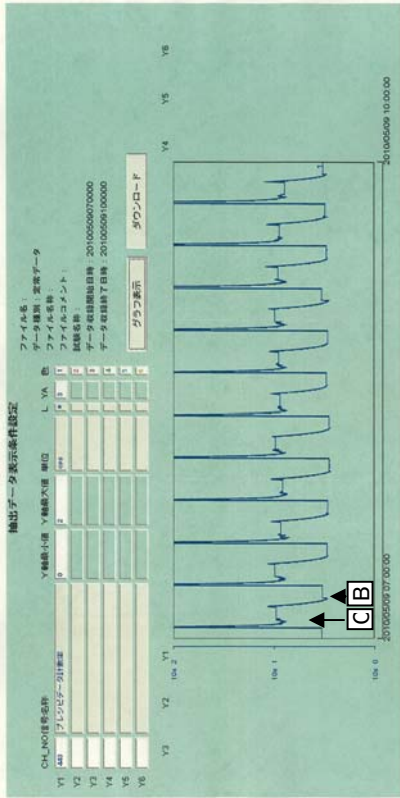
図-1(2/2) A検出器警報発報時のトレンド



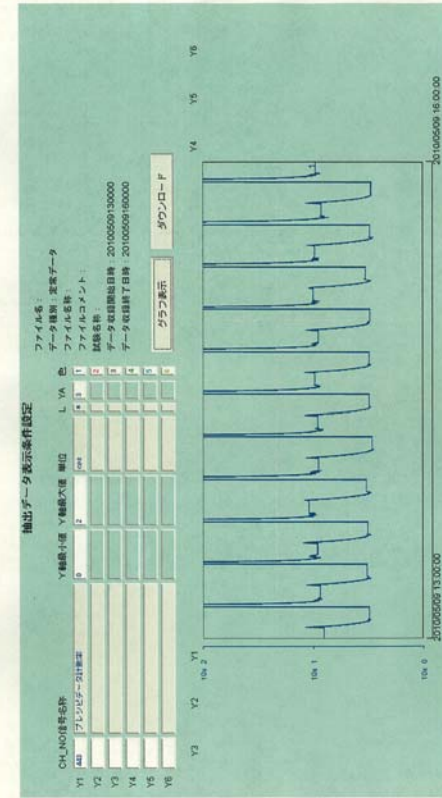
10時～13時



16時～19時

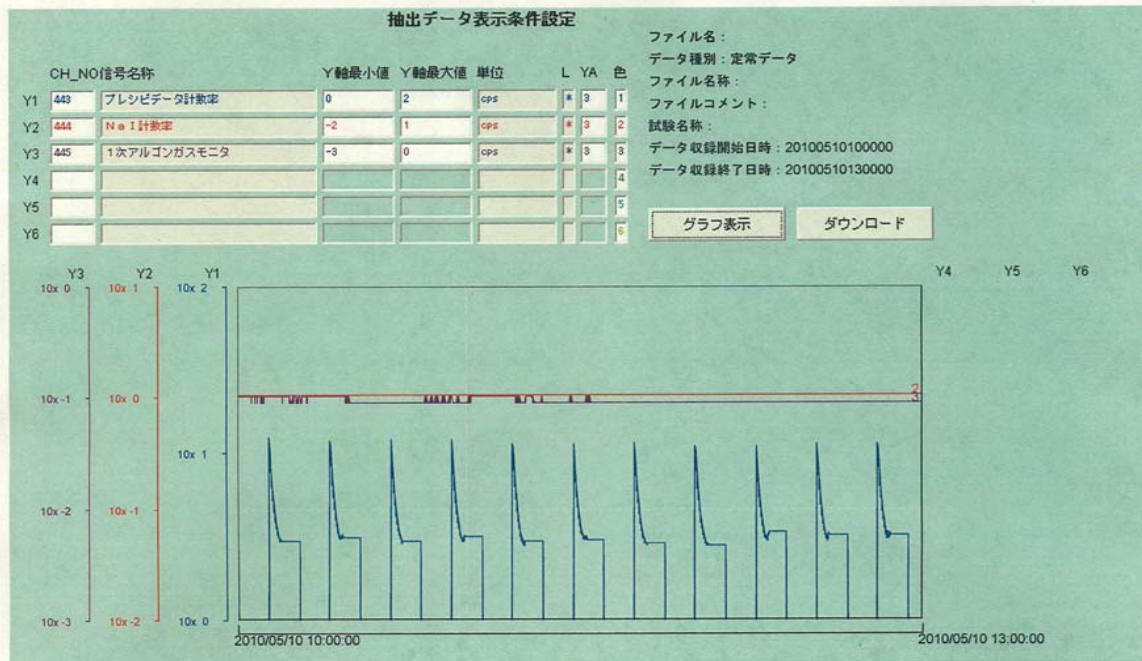


7時～10時



13時～16時

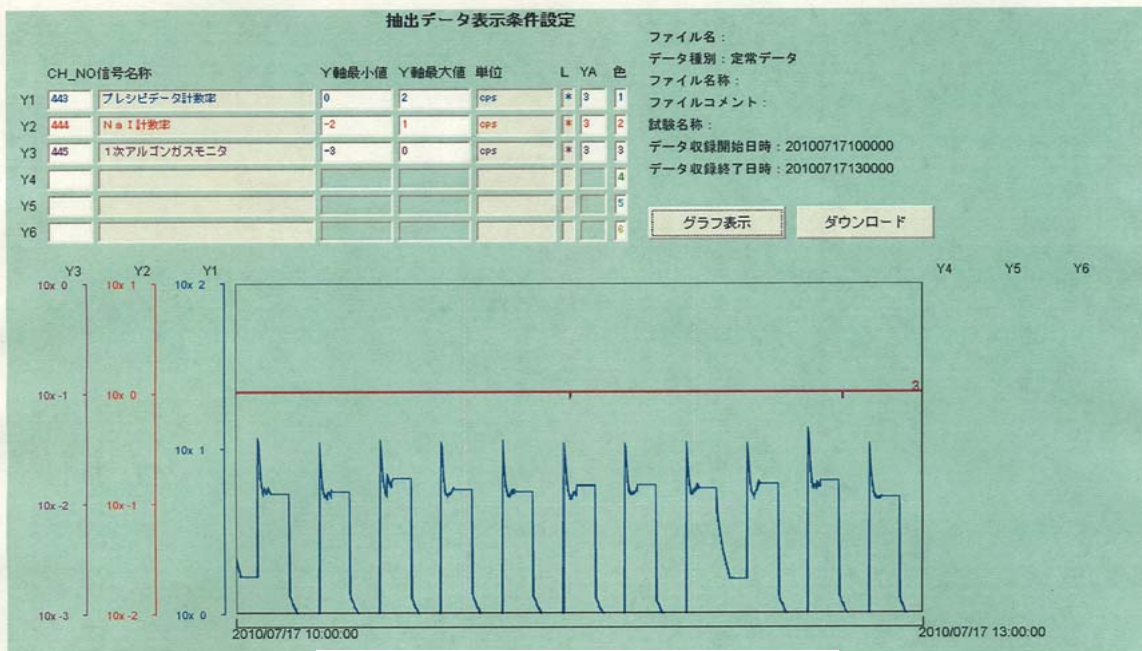
図-2 5月9日プレシジョン-引伸率計測装置の計数率状況



5月10日10:00~13:00

<http://133.188.52.71/cgi/IU1300.cgi>

2010/10/09



7月17日10:00~13:00

図-3 5月10日及び7月17日 B検出器計数率データ

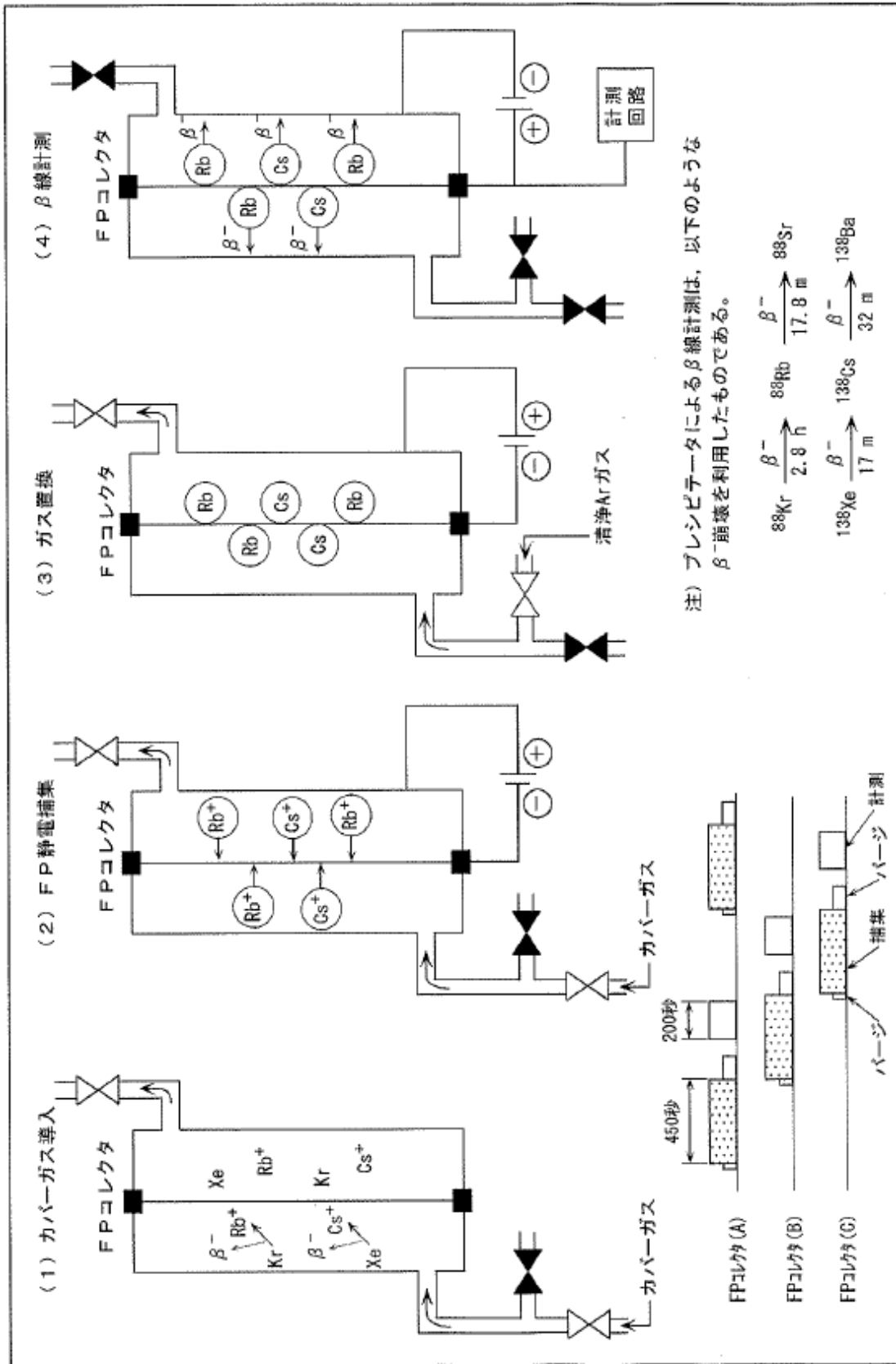
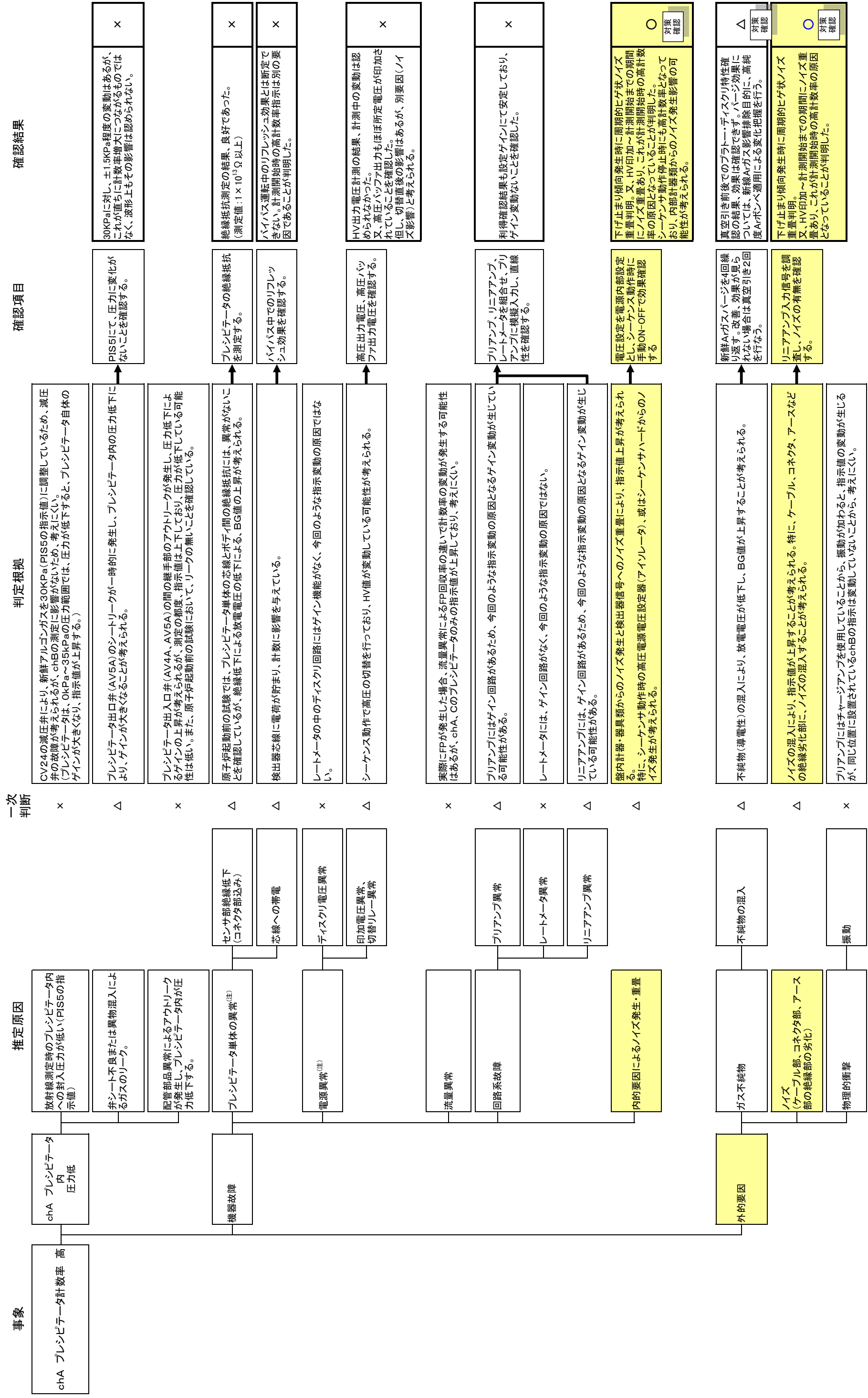


図-6 プレシピテータ動作原理説明図



↑=○:可能性有 > △ > ×:可能性無し

図一7 検出器A(プレシピテータ) 計数率変動に対する要因分析・調査結果 (平成22年5月31日時点)で判明した事項)

注) 電源側/検出器側の切り分けとして、リアンプ入出力特性を確認する

事象	推定原因	一次判断	判定根拠	確認項目	確認結果		
chC プレシピテータ計数率 高	chC プレシピテータ内圧力低	×	放射線測定時のプレシピテータ内の封入圧力が低い(PISSの指示値)	判定根拠 CV24の減圧弁により、新鮮アルゴンガスを30kPa(PISSの指示値)に調整しているため、減圧弁の故障が考えられるが、chBの測定に影響がないため、考えにくい。 (プレシピテータは、0kPa~35kPaの圧力範囲では、圧力が低下すると、プレシピテータ自体のゲインが大きくなり、指示値が上昇する。)	確認項目 PIS5にて、圧力に変化がないことを確認する。	確認結果 30kPaに対し、±1.5kPa程度の変動はあるが、これが直ちに計数率増大につながるものではなく、波形上もその影響は認められない。	
			弁シント不良または異物混入によるガスのリーク。	△	判定根拠 プレシピテータ出口弁(AV5C)のシントリークが一時的に発生し、プレシピテータ内の圧力低下により、ゲインが大きくなることが考えられる。		
機器故障	プレシピテータ単体の異常 ^(注)	△	配管部品異常によるアウトリークが発生し、プレシピテータ内が圧力低下する。	判定根拠 プレシピテータ出入口弁(AV4C、AV5C)の継手部のアウトリークが発生し、圧力低下によるゲインの上昇が考えられるが、測定の前度、指示値は上下しており、圧力が低下している可能性は低い。また、原子炉起動前の試験において、リークの無いことを確認している。	確認項目 プレシピテータの絶縁抵抗を測定する。	確認結果 絶縁抵抗測定の結果、良好であった。 (測定値: $1 \times 10^{13} \Omega$ 以上)	
			センサ部絶縁低下(コネクタ部込み)	△	判定根拠 原子炉起動前の試験では、プレシピテータ単体の芯線とボディ間の絶縁抵抗には、異常がないことを確認しているが、絶縁低下による放電電圧の低下による、BG値の上昇が考えられる。	確認項目 検出器芯線に電荷が貯まり、計数に影響を与えている。	確認結果 ×
			芯線への帯電	△	判定根拠 検出器芯線に電荷が貯まり、計数に影響を与えている。	確認項目 検出器停止中のリフレッシュ効果を確認する。	確認結果 ×
			電源異常 ^(注)	×	判定根拠 レトメータの中のディスプレイ回路にはゲイン機能がなく、今回のような指示変動の原因ではない。	確認項目 レトメータの中のディスプレイ回路にゲイン機能がなく、今回のような指示変動の原因ではない。	確認結果 ×
外的要因	電源異常 ^(注)	△	印加電圧異常、切替リレー異常	判定根拠 シーケンス動作で高圧の切替を行っており、HV値が変動している可能性が考えられる。	確認項目 高圧出力電圧、高圧バツファ出力電圧を確認する。	確認結果 HV出力電圧計測の結果、計測中の変動は認められなかった。 又、高圧バツファ出力もほぼ所定電圧が印加されていることを確認した。 但し、切替直後の影響はあるが、別要因(ノイズ影響)と考えられる。	
			流量異常	×	判定根拠 実際にFPが発生した場合、流量異常によるFP回収率の違いで計数率の変動が発生する可能性はあるが、chA、Cのプレシピテータの指示値が上昇しており、考えにくい。		
			回路系故障	△	判定根拠 プリアンプにはゲイン回路があるため、今回のような指示変動の原因となるゲイン変動が生じている可能性がある。	確認項目 プリアンプ、リアアンプ、レートメータを組合せ、プリアンプに模擬入力し、直線性を確認する。	確認結果 ×
			内的要因によるノイズ発生・重量	△	判定根拠 レトメータには、ゲイン回路がなく、今回のような指示変動の原因ではない。 リアアンプには、ゲイン回路があるため、今回のような指示変動の原因となるゲイン変動が生じている可能性がある。 盤内計器・器具類からのノイズ発生と検出器信号へのノイズ重量により、指示値上昇が考えられる。特に、シーケンサ動作時の高圧電源電圧設定器(アイソレータ)、或はシーケンサハードからのノイズ発生が考えられる。	確認項目 ・電圧設定を電源内部設定とし、シーケンサ動作時に手動ON-OFFで効果確認する。 ・健全と考えられる検出器Bのプリアンプ、高圧電源、アイソレータを検出器A,Cと入替える。 ・新設Aガスバスバネを4回繰り返す。改善、効果が見られない場合は真空中引き直しを行う。 ・リアアンプ入力信号を調査し、ノイズの有無を確認する。 ・盤間ケーブルを交換し、ノイズの有無を確認する。	確認結果 ○ 初案確認
物理的衝撃	物理的衝撃	×	不純物の混入	判定根拠 不純物(導電性)の混入により、放電電圧が低下し、BG値が上昇することが考えられる。	確認項目 不純物の混入	確認結果 △ 対策確認	
			ノイズ(ケーブル部、コネクタ部、アース部の絶縁部の劣化)	△	判定根拠 ノイズの混入により、指示値が上昇することが考えられる。特に、ケーブル、コネクタ、アースなどの絶縁劣化部に、ノイズの混入することが考えられる。	確認項目 リアアンプ入力信号を調査し、ノイズの有無を確認する。 ・盤間ケーブルを交換し、ノイズの有無を確認する。	確認結果 ○ 初案確認
			振動	×	判定根拠 プリアンプにはチャージアンプを使用していることから、振動が加わると、指示値の変動が生じることが、同じ位置に設置されているchBの指示は変動していないことから、考えにくい。	確認項目 プリアンプにはチャージアンプを使用していることから、振動が加わると、指示値の変動が生じることが、同じ位置に設置されているchBの指示は変動していないことから、考えにくい。	確認結果 ×

↑=○;可能性有>△>×;可能性無し

図一8 検出器C(プレシピテータ) 計数率変動に対する要因分析・調査結果 (平成22年5月31日時点)で判明した事項)

注) 電源側/検出器側の切り分けとして、リアアンプ入力特性を確認する

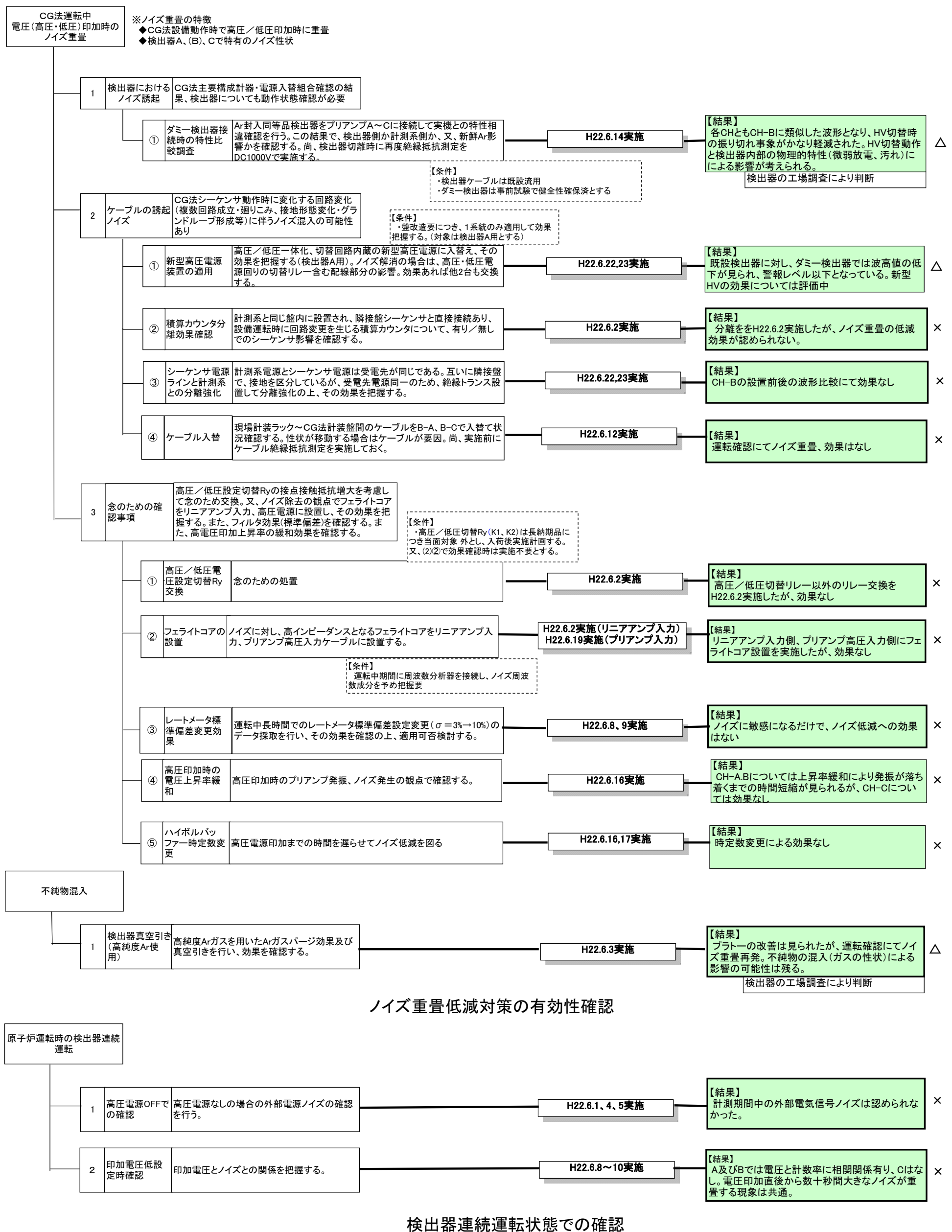


図-9 ノイズ重畳低減対策の有効性確認結果

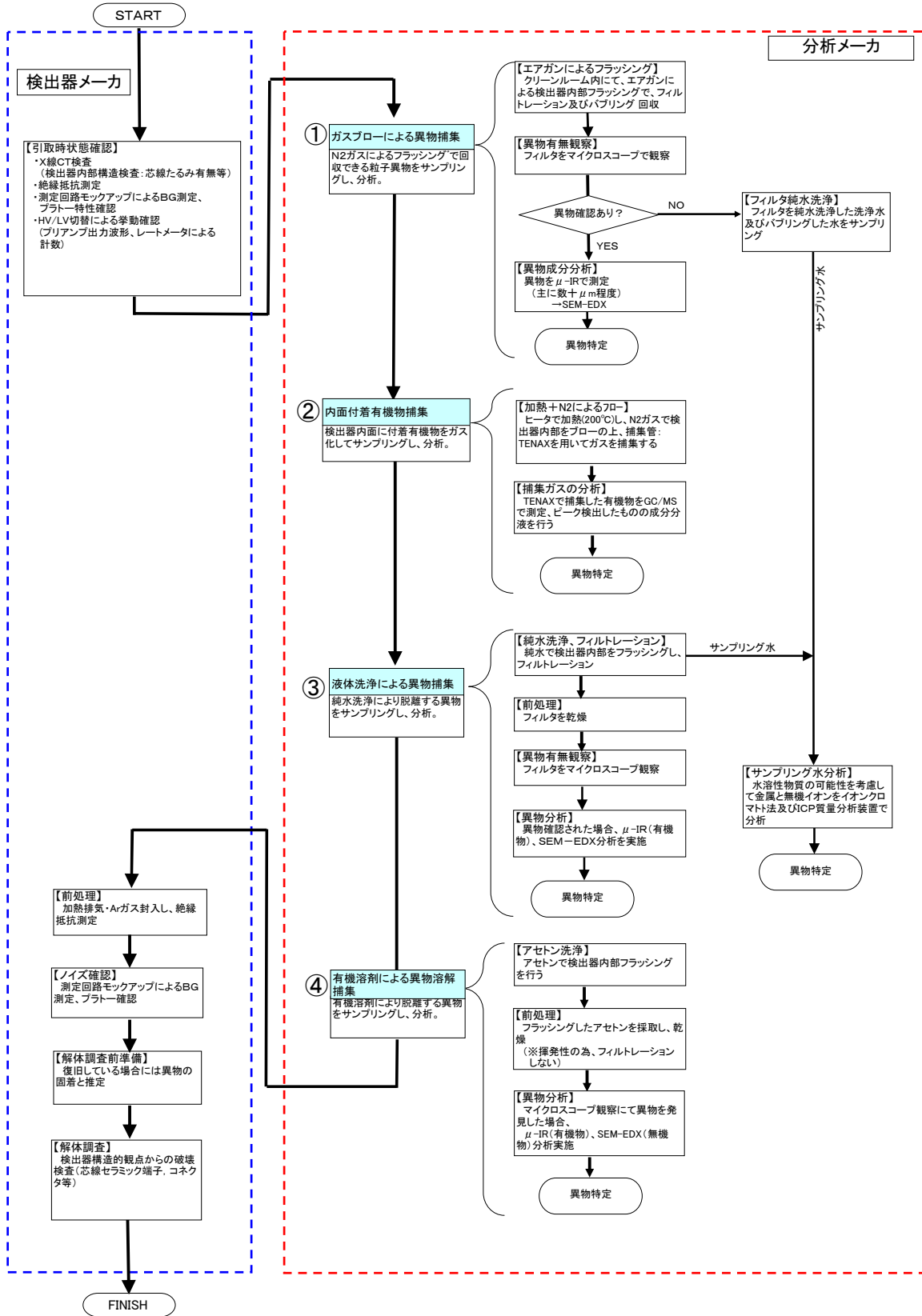


図-10 工場調査フロー図



図-11 (1/3) 検出器C 内壁調査 SUS管底部捕集物 マイクロスコープ結果

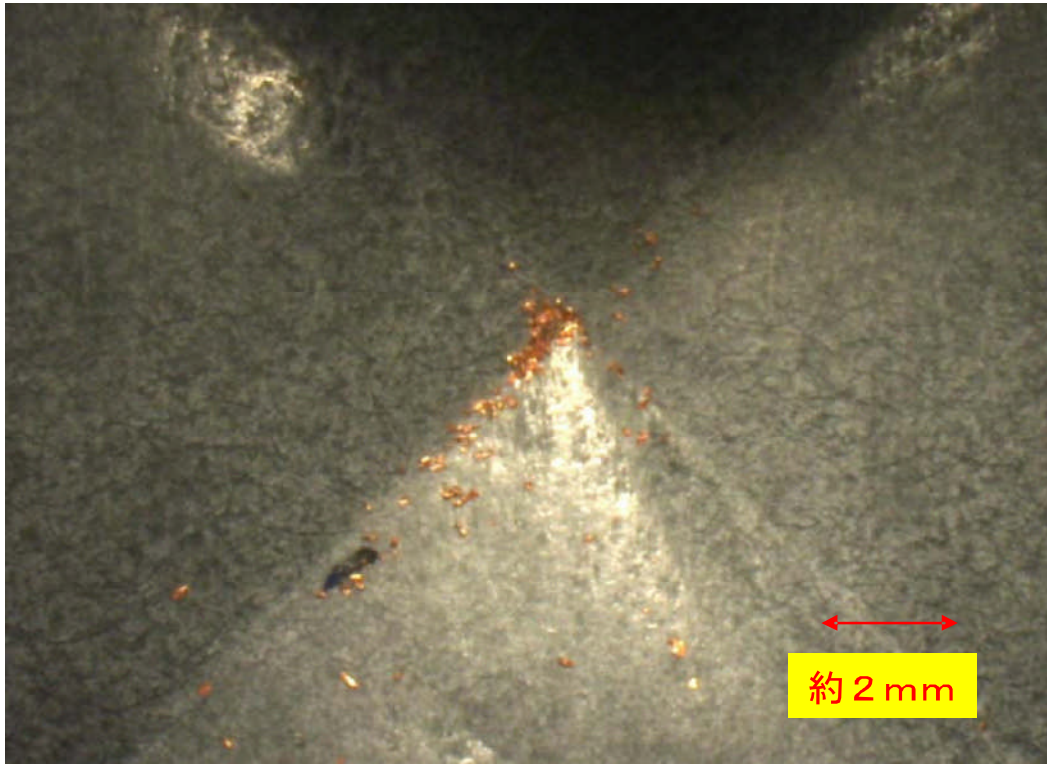


図-11 (2/3) 検出器 B 解体時残存異物

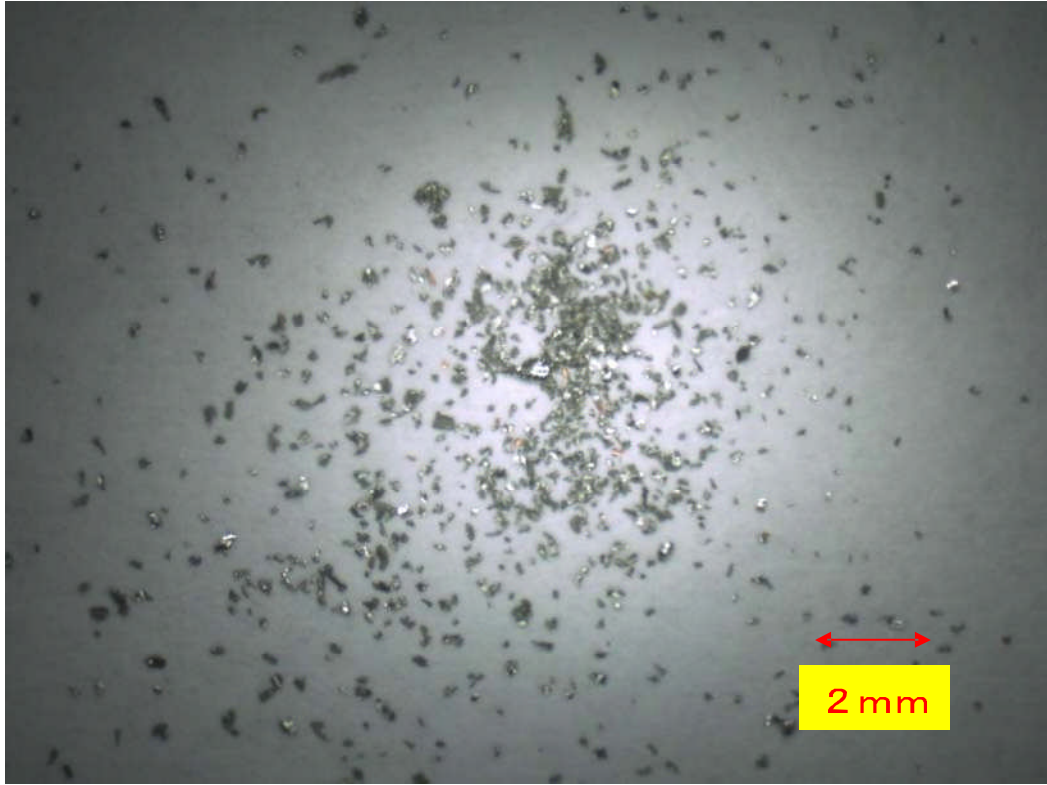
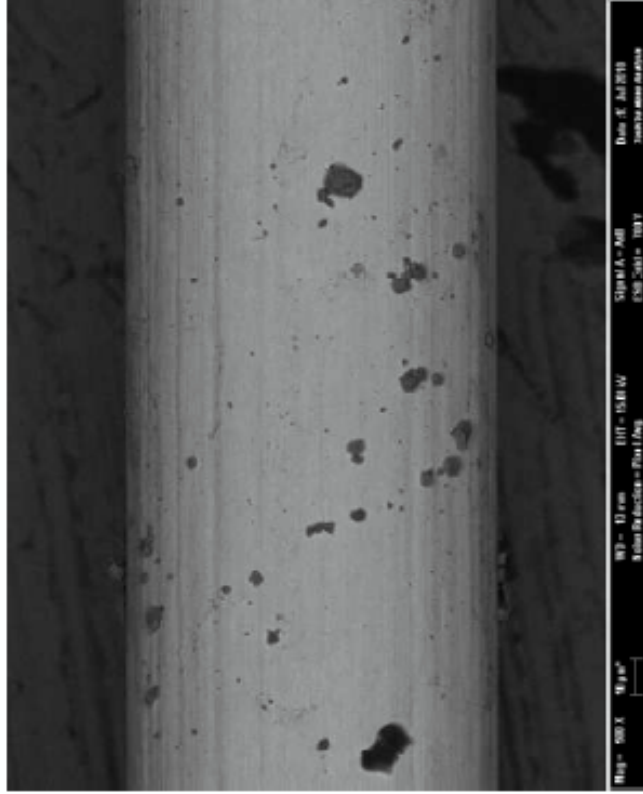
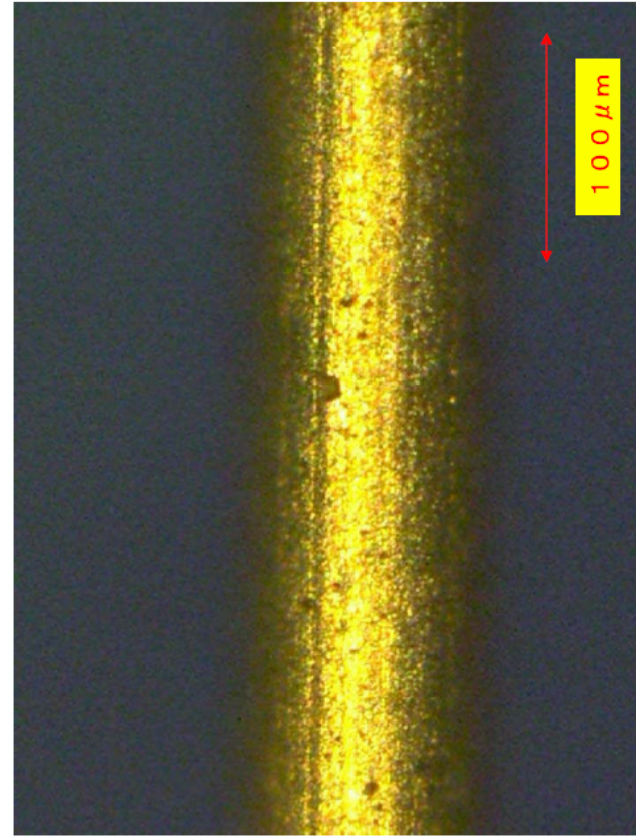


図-11 (3/3) 検出器 C 解体時残存異物



二次電子像

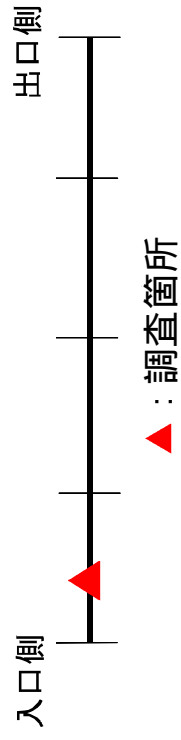
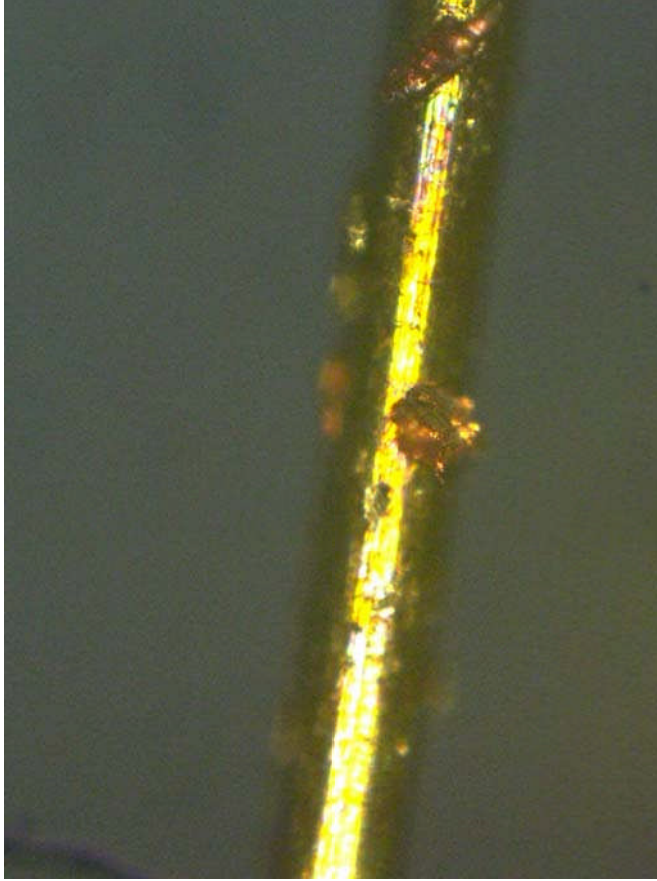
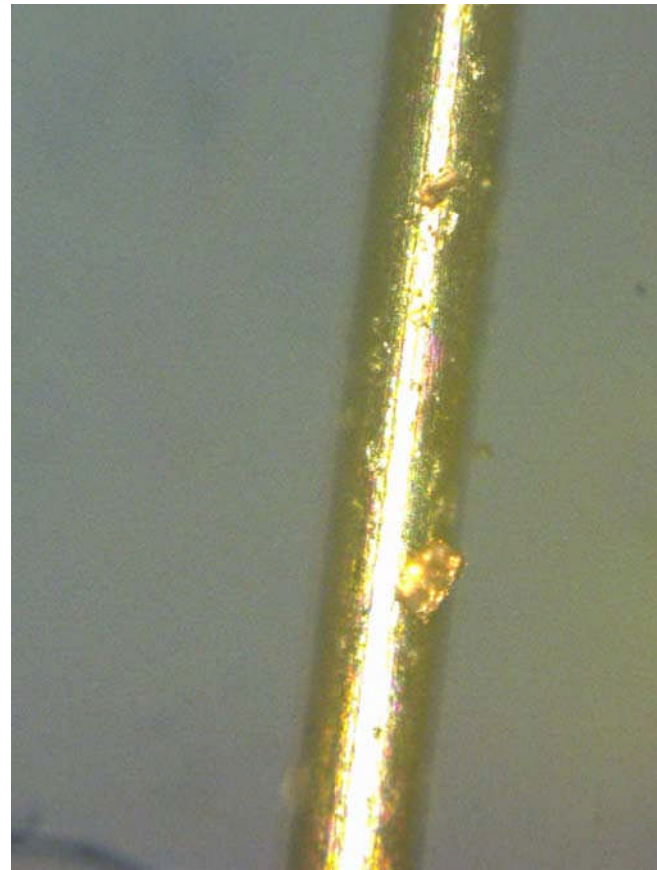
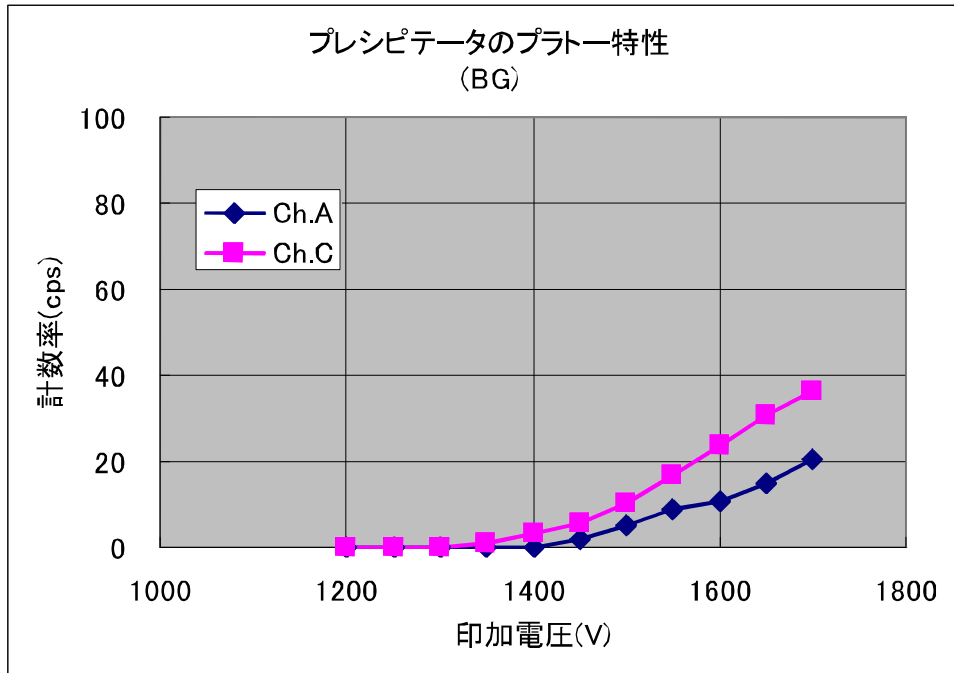


図-12(1/2) 検出器C 芯線調査

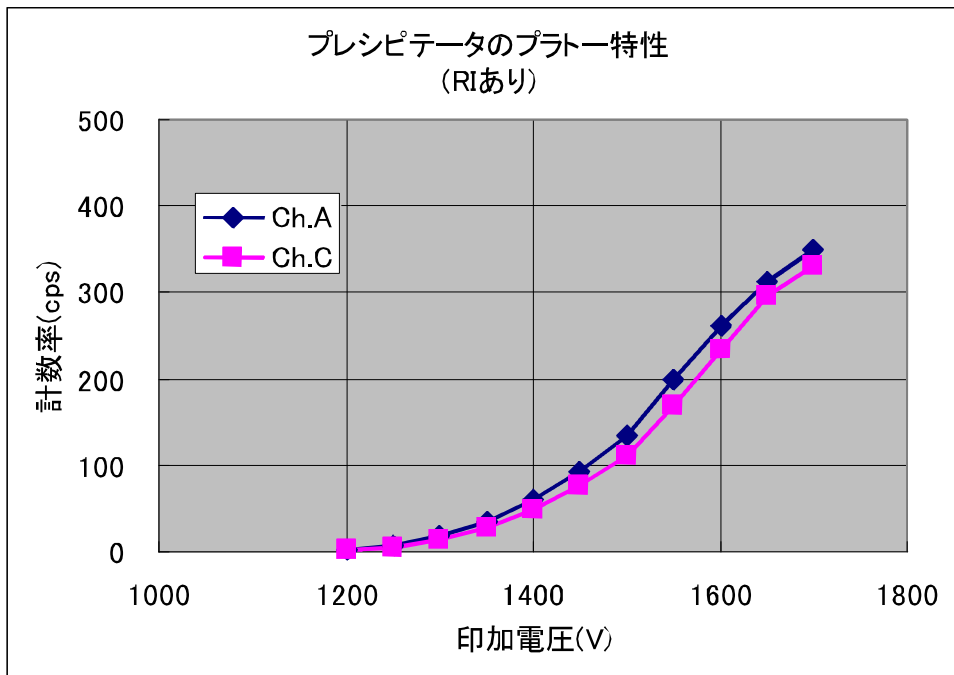


金属微粒子が付着している。

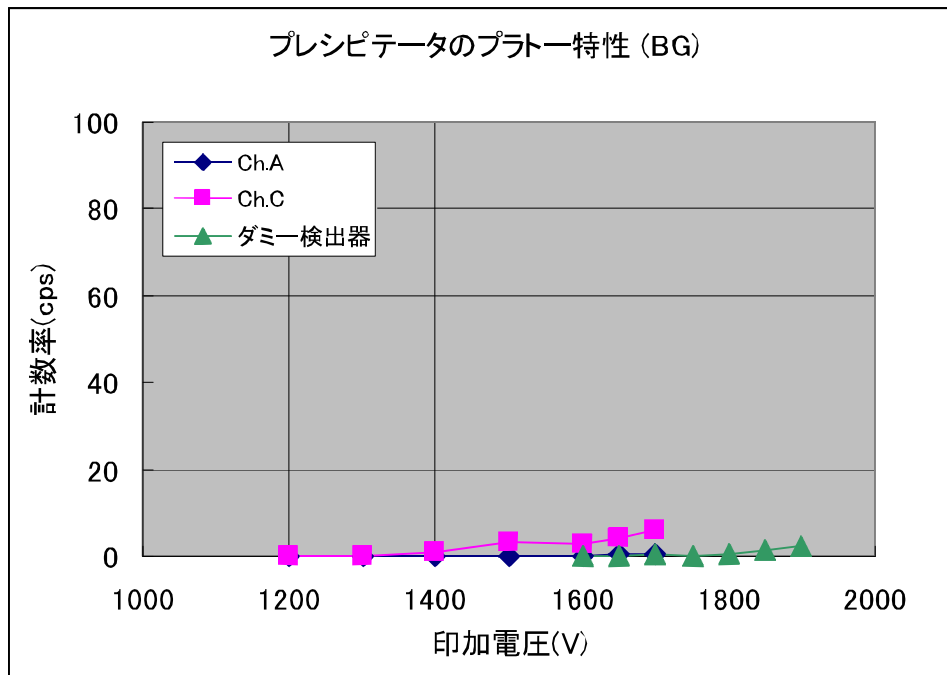
図-12(2/2) 検出器B 芯線観察出口側



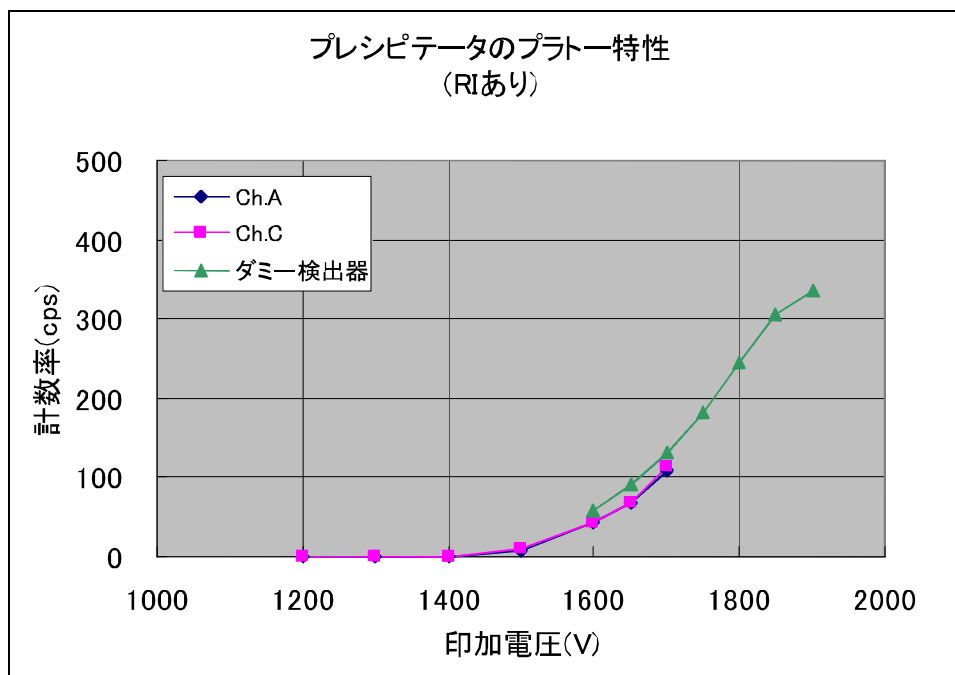
図－１３(1/4) A r 置換後のBGプラトー特性



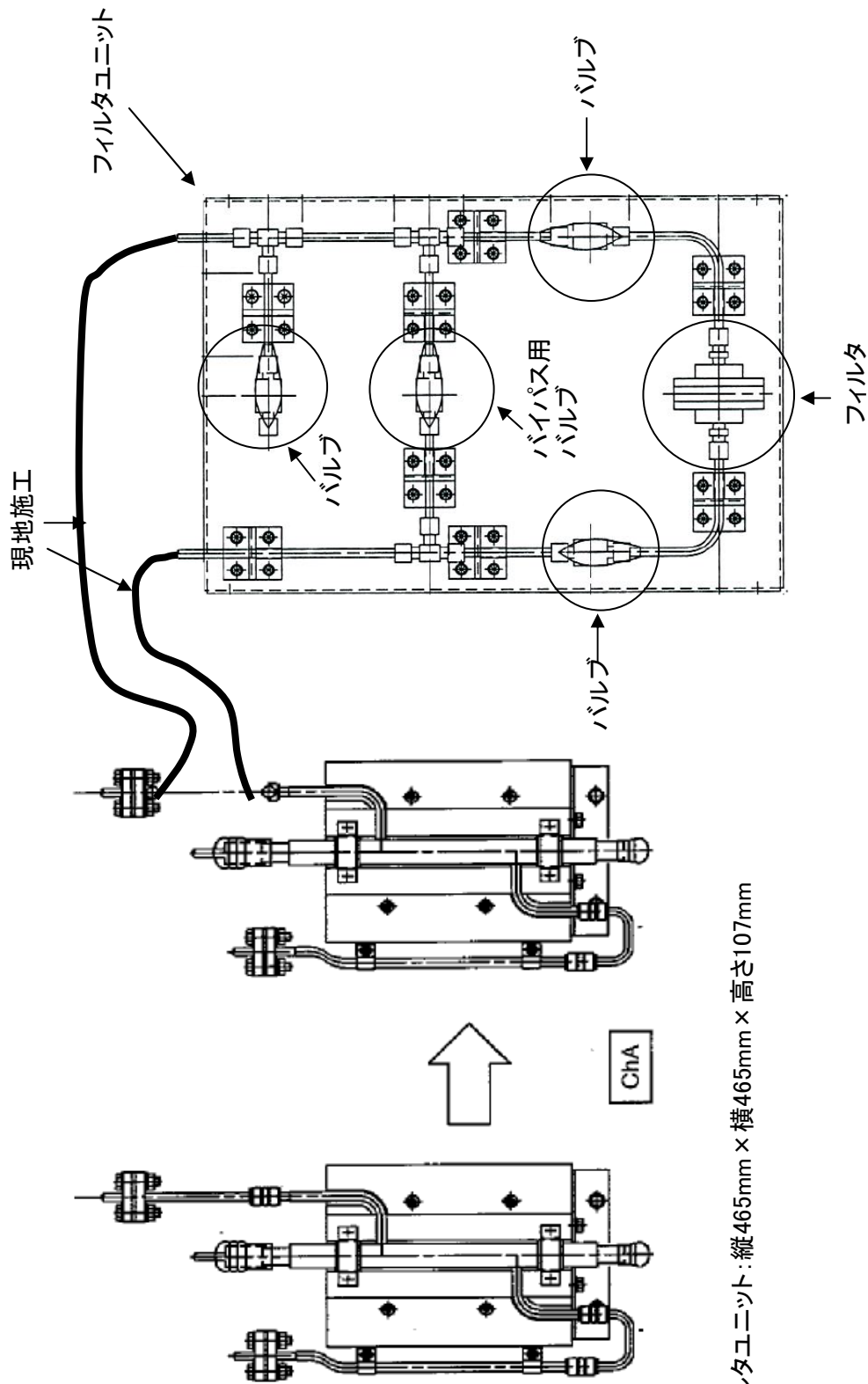
図－１３(2/4) A r 置換後のプラトー特性



図－ 1 3 (3/4) 再加熱排気・ガス詰め後のBGプラトー特性

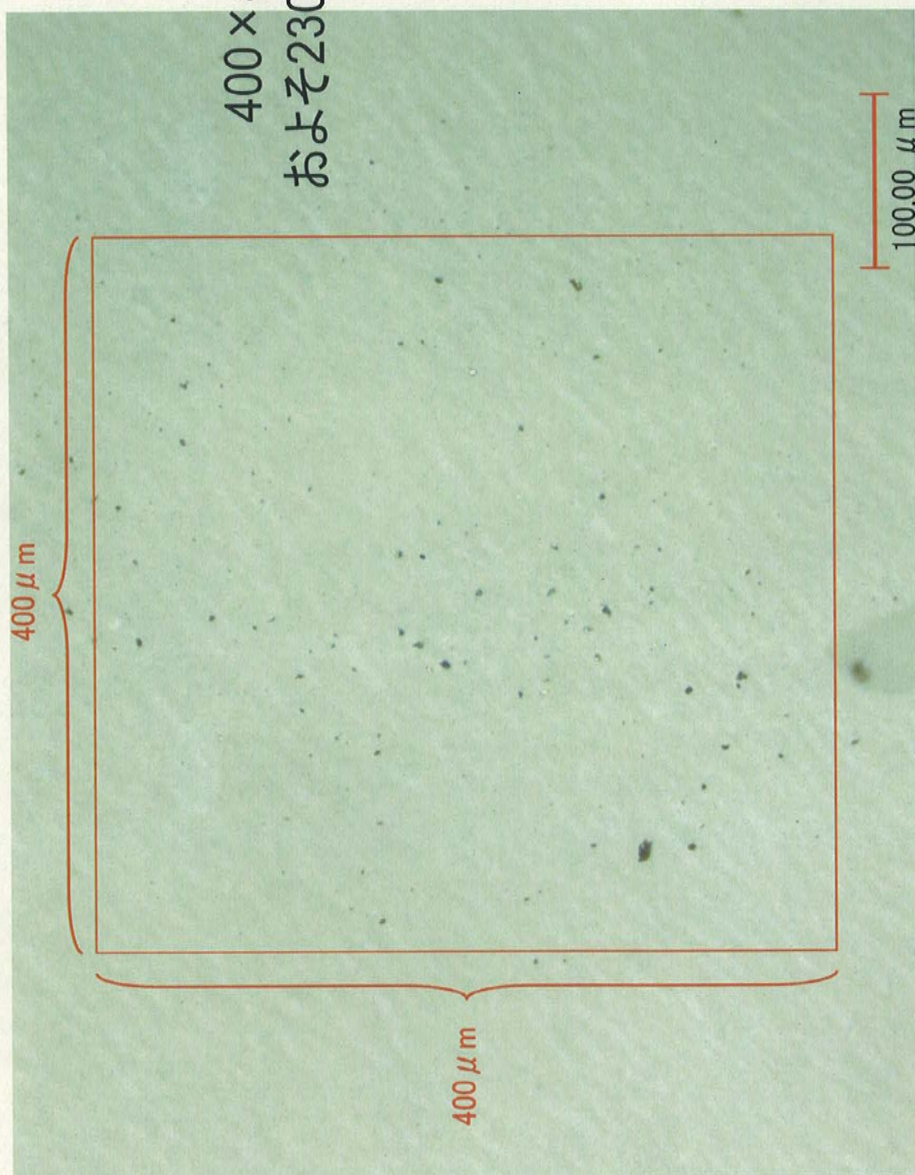


図－ 1 3 (4/4) 再加熱排気・ガス詰め後のプラトー特性



フィルタユニット：縦465mm × 横465mm × 高さ107mm

図-14 仮設フィルタユニットの設置概要

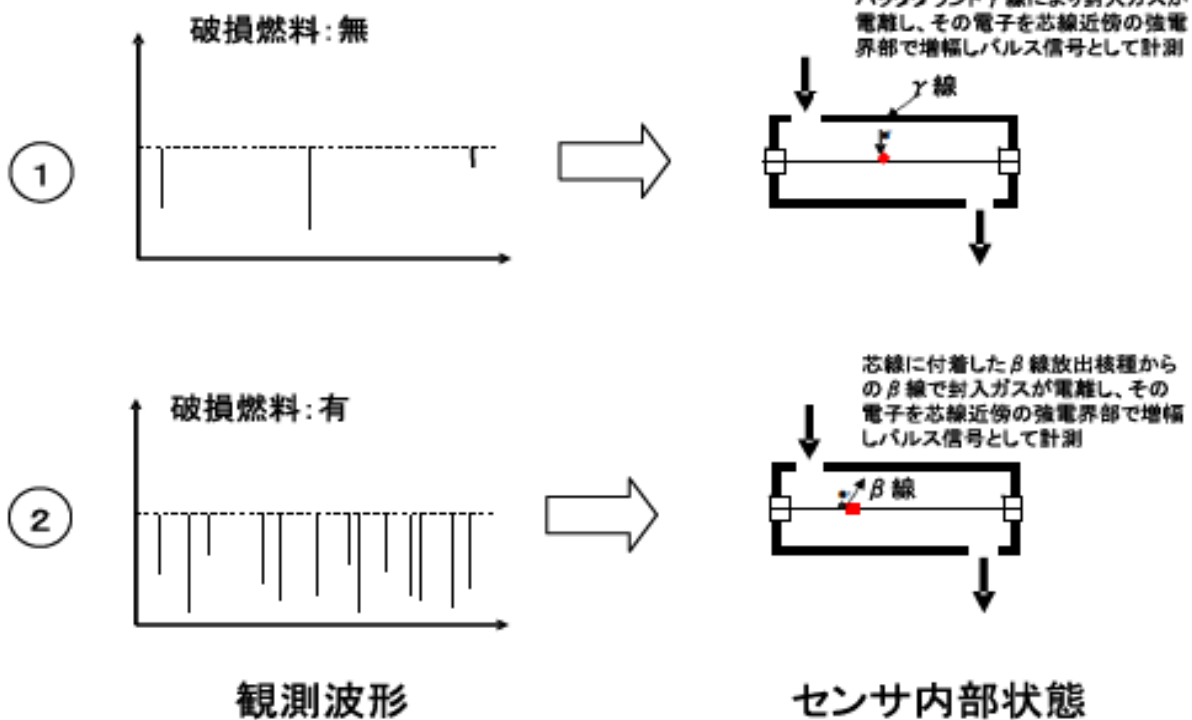


400 × 400 μm の中に
およそ230個の異物が存在。

写真7 フィルターの光学顕微鏡観察像（×450倍）

図-15 仮設フィルターの状況

基本原理(正常動作時)



基本原理(ノイズ有)

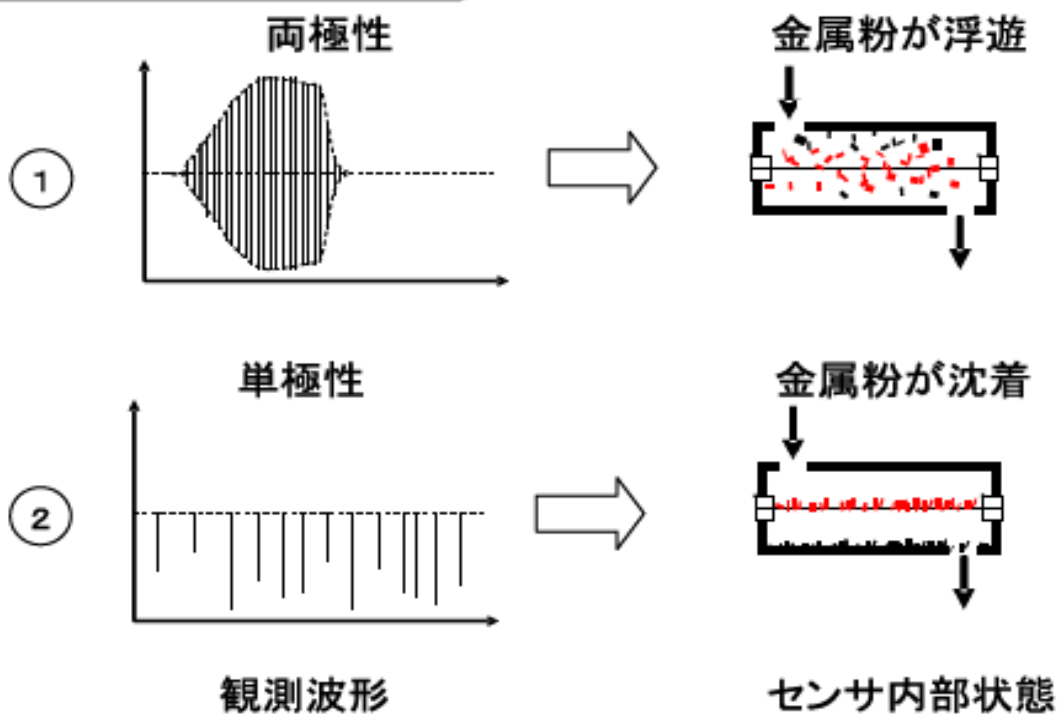
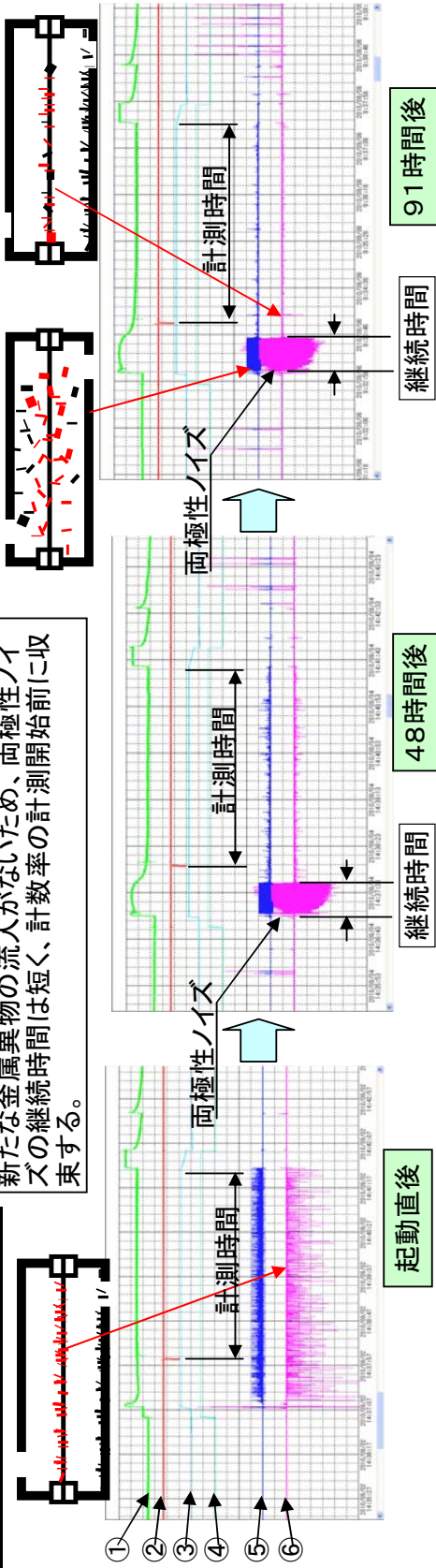


図-16 プレシピテータ波形と基本原理

① リニアアンプ入出力波形確認結果

(1) フィルタあり

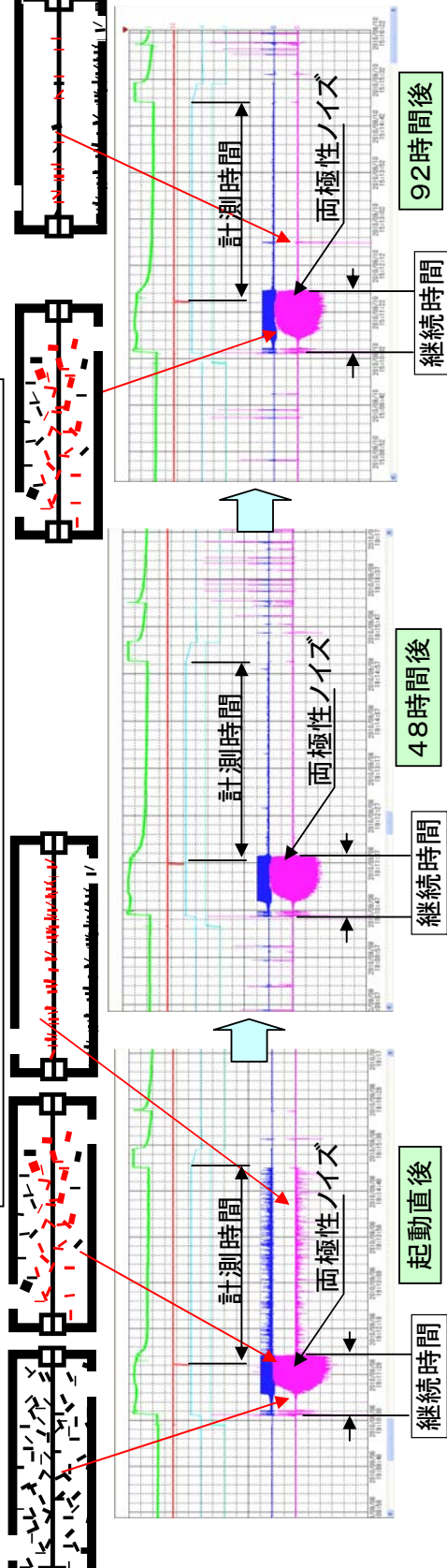


新たな金属異物の流入がないため、両極性ノイズの継続時間は短く、計数率の計測開始前に収束する。

【凡例】

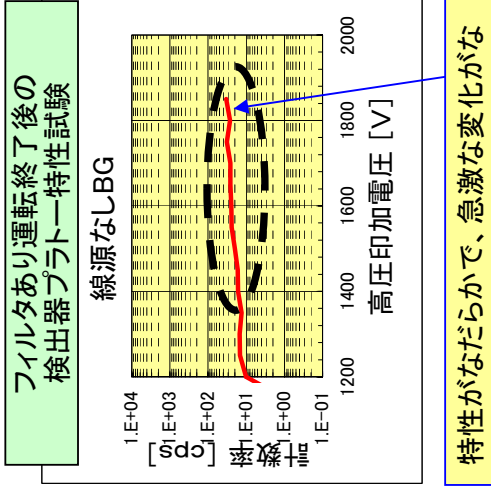
- ① 対数計数率計出力
- ② リセット信号 (計測開始タイミング)
- ③ HV (高圧) 電圧出力
- ④ HV/LV 切替信号
- ⑤ リニアアンプ出力
- ⑥ リニアアンプ入力

(2) フィルタなし

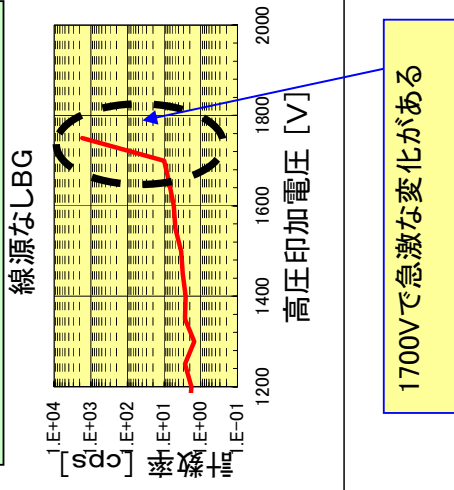


新たな金属異物の流入により両極性ノイズの継続時間が長く、計数率の計測開始後も継続し、その後収束する。

② 確認運転後のプラトー特性確認結果



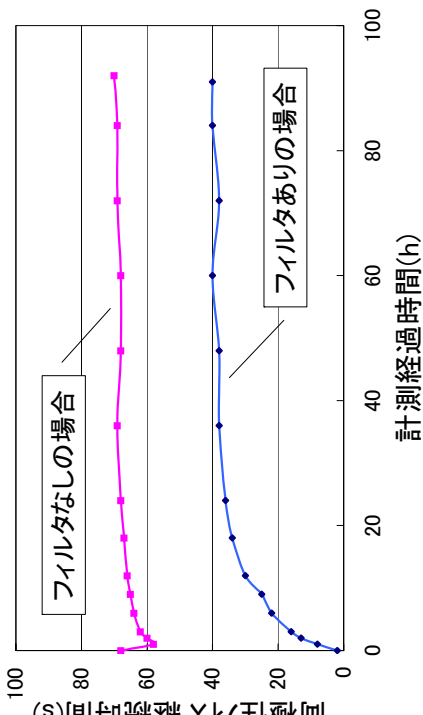
③ フィルタあり運転後のプラトー特性確認結果



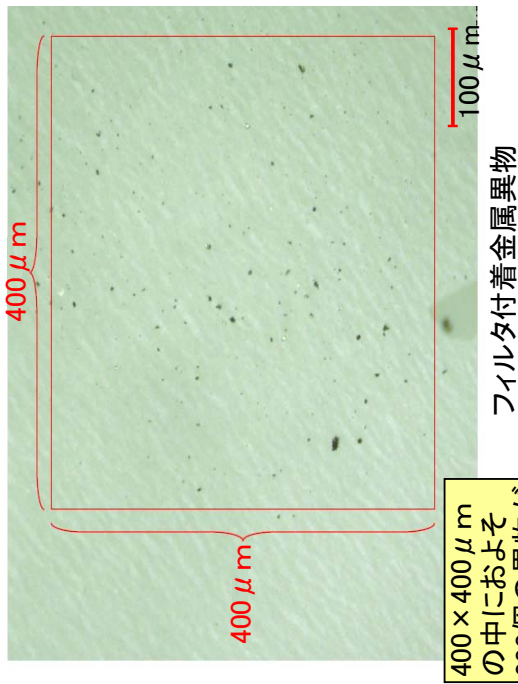
・フィルタなしの場合、フィルタありに比べ、両極性ノイズの継続時間が約30秒長くなっており、新たに流入した金属異物による影響が認められる。

・両極性ノイズの影響は約60時間でほぼ同じ継続時間となるが、フィルタを通り抜ける極微小の金属異物の影響については、今後確認する必要がある。

両極性ノイズ継続時間の推移



③ フィルタあり運転後の付着物分析結果

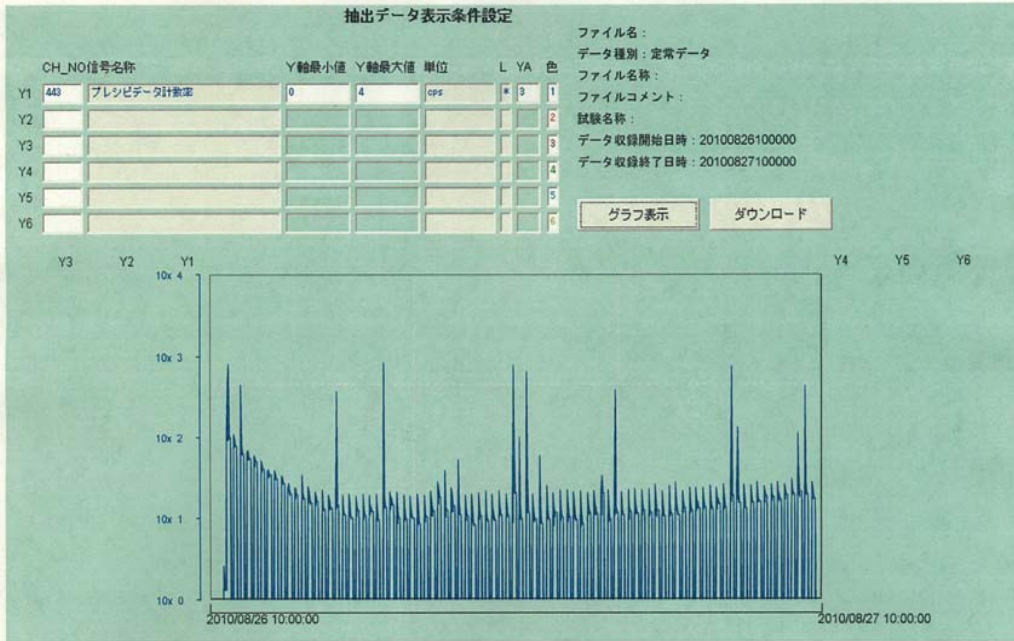


フィルタには数μmの金属異物が捕集された。このことから、フィルタありでは、金属異物の流入を防止していたことがわかる。

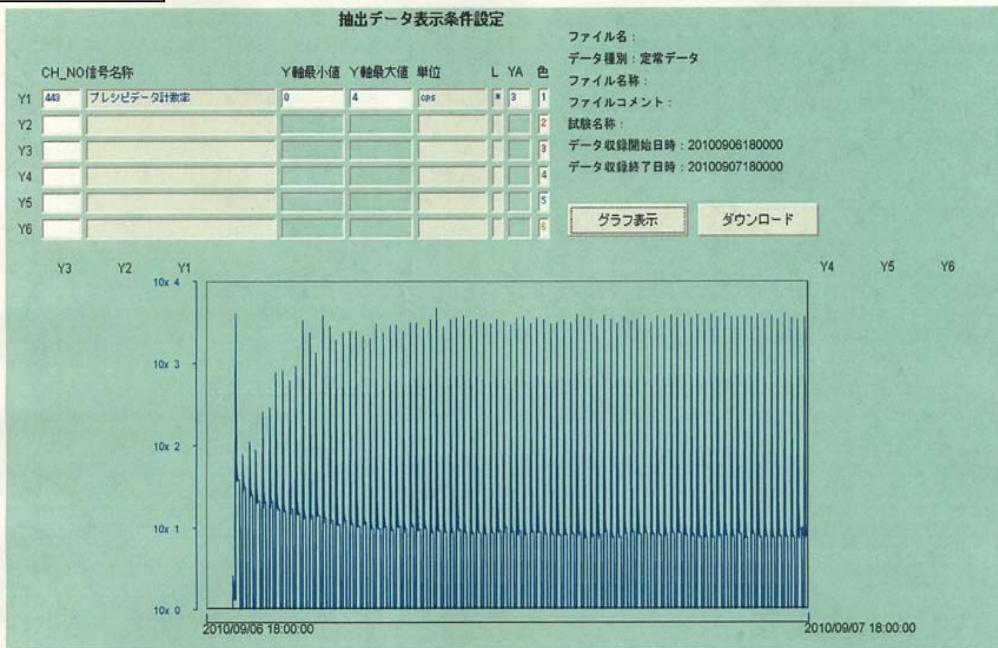
④ 結論

フィルタを設置することで、検出器への数μm以上の大きさの金属異物の流入を防止することができ、これにより、検出器の特性劣化を防止し、出力波形にノイズの影響を与えないことが分かった。これより、フィルタ設置は有効な手段である。ただし、長期運転に伴い、今回の有効性確認では影響を与えなかった極微粉末が検出器内に蓄積した場合の影響について、40%出力プルト確認試験前までに確認する。

図-17 フィルタ効果の有効性



単極性ノイズが密から粗になることにより、計数率安定。時々見られる高計数率は外来ノイズと思われる



両極性ノイズ継続時間が延びることにより測定開始時計数率の低下が遅くなっている。

図-18 MIDAS波形

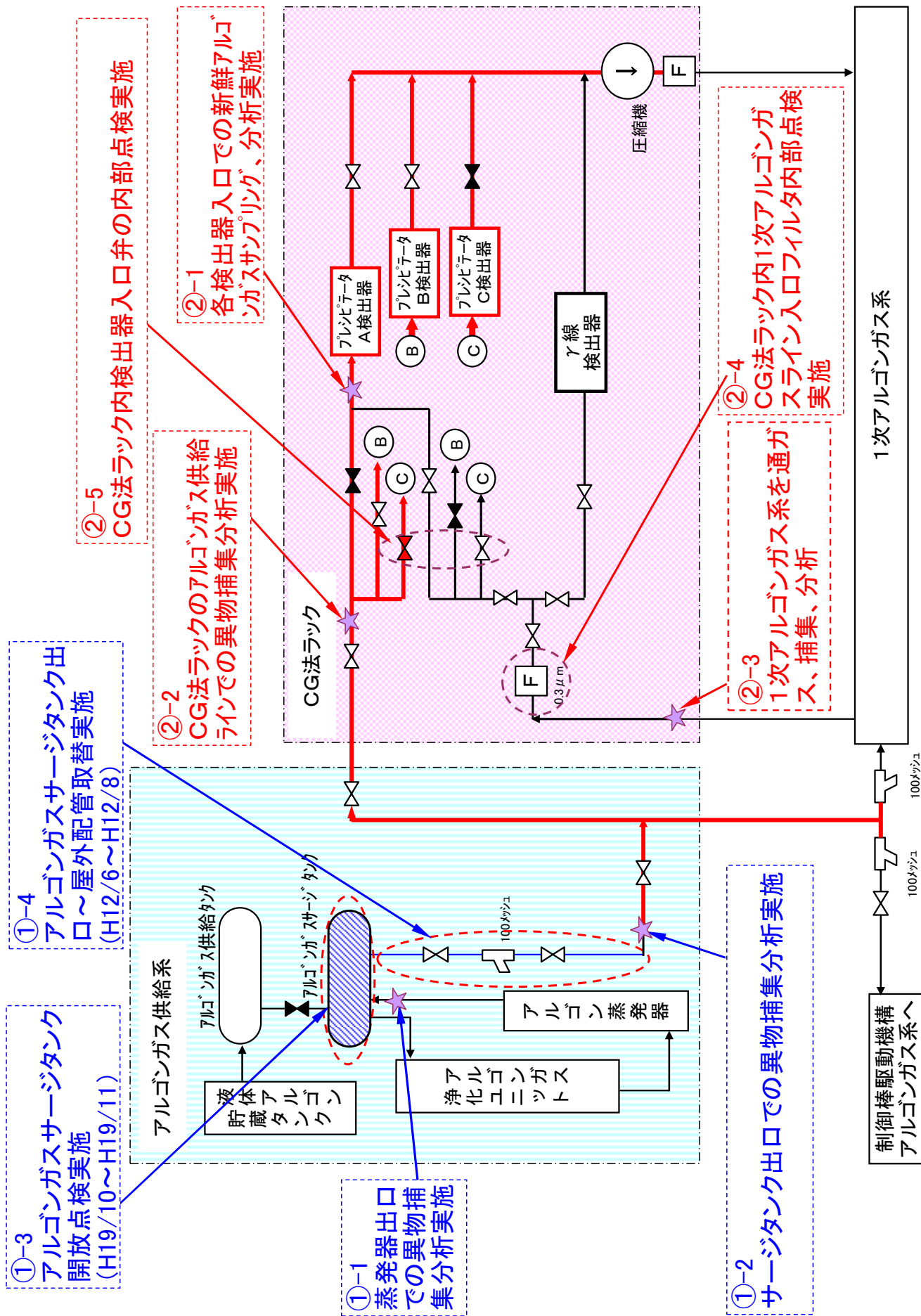


図-19 アルゴンガス供給系と各設備の概要