

関原発 第631号  
2023年 3月15日

原子力規制委員会 殿

大阪市北区中之島3丁目6番16号  
関西電力株式会社  
執行役社長 森 望

高浜発電所4号機 PR中性子束急減に伴う原子炉自動停止について

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第134条の規定により、関原  
発第620号（2023年3月7日）にて提出した原因ならびにその対策を取り  
纏めた報告書について、別紙のとおり補正します。

## 発電用原子炉施設故障等報告書

2023年3月15日

関西電力株式会社

件名	高浜発電所4号機 PR中性子束急減に伴う原子炉自動停止について
事象発生の日時	2023年1月30日 15時21分 (原子炉自動停止)
事象発生の場所	高浜発電所4号機 原子炉格納容器内
事象発生の発電用原子炉施設名	計測制御系統施設 制御設備 制御棒駆動装置
事象の状況	<p>1. 事象発生の状況</p> <p>高浜発電所4号機（加圧水型軽水炉、定格電気出力87万kW、定格熱出力266万kW）は定格熱出力一定運転中（モード1）のところ、2023年1月30日15時21分、B中央制御室に「原子炉トリップ」警報が発信し、原子炉が自動停止するとともにタービンおよび発電機が自動停止した。「原子炉トリップ」警報が発信した際、B中央制御室には「PR（Power Range）*1中性子束急減トリップ*2」警報が発信していた。自動停止後のプラント停止状態に異常はなく、同日15時35分に高温停止状態へ移行した。</p> <p>なお、本事象発生前の1月30日0時12分に「CRDM重故障*3」の警報が発信し、制御棒を電磁力で保持している2箇所のラッチのうち1箇所のラッチの電流値が通常よりも低いことを確認したため、「原子炉トリップ」警報が発信する直前まで制御棒駆動装置制御盤内の詳細点検を行っていた。また、制御棒駆動装置（以下、「CRDM」という）の故障を示す警報は、1月25日7時24分と1月29日16時46分にも発信していたが、いずれも電流値等に異常はなく、警報をリセットすることができていた。</p> <p>今回の事象は、「PR中性子束急減トリップ」により原子炉の運転が停止していることから、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（以下、「炉規則」という）第134条の「発電用原子炉の運転中において発電用原子炉施設の故障により、発電用原子炉の運転が停止したとき」に該当することを1月30日15時21分に判断した。</p> <p>格納容器排気筒および補助建屋排気筒モニタならびに発電所周辺の野外モニタの指示値には有意な変動がなく、周辺環境への影響はなかった。</p> <p>*1 出力領域（Power Range）：中性子束の数値は原子炉の出力状況に応じて異なることから、中性子束検出器で監視する中性子束の数値の幅を「中性子源領域（SR（Source Range））」、「中間領域（IR（Intermediate Range））」、「出力領域（PR）」に区分し監視しており、当該事象発生時は出力領域で中性子束の数値を確認していた。</p> <p>*2 運転中の中性子束を測定する検出器が4つ設置されている。中性子束検出に異常があった場合、原子炉を停止させ警報が発信する。4つの検出器のうち、2つ以上の検出器が出力領域中性子束減少率高を検知すれば原子炉が自動停止する。</p> <p>*3 CRDM（制御棒駆動装置）の故障を示す警報であり、制御棒を電磁力で保持している2箇所のラッチのうち、1箇所以上で電流の異常を検知するなど、駆動装置の不調を検知した場合に発信する。</p>

事 象 の 原 因

1. 原因調査

「PR中性子束急減トリップ」の警報が発信する可能性がある要因として、制御棒の落下や中性子束検出器の故障などが考えられるため、要因分析図に基づき、事象発生前のプラントパラメータや運転操作等、炉外核計装装置（以下、「NIS」という）や安全保護回路等の健全性について調査を実施した。また、設備の動作異常として、CRDMに関する健全性について調査を実施した。

(1) プラントパラメータや運転操作等の確認

a. プラントパラメータ

一次冷却材系統のほう素濃度の過度の濃縮や主給水・主蒸気流量の異常急減などに関連するパラメータ等を調査した。

(a) 制御棒の連続挿入および落下させる信号発信

制御棒を動作させる信号の誤発信により連続挿入および落下する可能性があるため、一次冷却材平均温度等のプラントパラメータを確認した結果、自動停止の兆候を示す異常な変動は認められなかったため、誤信号により制御棒が連続挿入あるいは落下したのではないことを確認した。

(b) 一次冷却材ほう素濃度の過度の濃縮

一次冷却材ほう素濃度が過度に濃縮され、中性子束が急減する可能性があるため、ほう酸ポンプ出口流量を確認した結果、出口流量は0 m<sup>3</sup>/hであり、一次冷却材が濃縮されていないことを確認した。

(c) 主給水または主蒸気流量の異常急減

2次系の負荷急減等により、中性子束が急減する可能性があるため、主給水流量、主蒸気流量等のプラントパラメータを確認した結果、自動停止の兆候を示す異常な変動がないことを確認した。

(d) 定期検査終了以降の運転状態

2022年12月1日に第24回定期検査を終了し、定格熱出力一定運転を継続していたが、この間の一次冷却材系統の温度、圧力などのプラントパラメータの履歴等を確認した結果、異常がないことを確認した。

b. 運転操作や関連作業

運転操作や関連作業の有無について、事象発生日当日の一般保守作業状況表ならびに、発電室員や保守課員への聞き取りにより確認した。

(a) 運転操作

運転操作の誤りにより原子炉が自動停止する可能性があるため確認した結果、一次冷却材の希釈や機器の切り替えなど、自動停止に至る運転操作は行っていないことを確認した。

(b) 関連作業

NIS、原子炉保護系計器ラック関係の作業影響により、誤って自動停止する可能性があるが、「CRDM重故障」の警報発信に関する点検作業以外、NIS、原子炉保護系計器ラックに関する作業は実施していないことを確認した。

(2) NIS等の健全性確認

a. 事象発生時の中性子束検出器の指示値

運転中の中性子束を測定する検出器は原子炉容器周辺に4つ設置しており、原子炉自動停止時の4つの検出器（N41～N44）の指示値は全て低下傾向を示していることを確認した。

また、各検出器の指示値を確認した結果、初めにN44が顕著に低下し、次いでN41が低下、N42とN43は同程度の低下であることを確認した。

b. 事象発生前までの点検履歴等

NISはこれまでの定期検査にて検出器および制御盤の取替え（N41：第23回定期検査、N42：第20回定期検査、N43：第21回定期検査、N44：第22回定期検査、制御盤：第17回定期検査）を行っている。

また、1回/日の頻度で計算により求められた蒸気発生器熱出力とNISの原子炉

出力が整合していることを点検しており、至近の2023年1月29日00時05分から00時10分の点検では異常がないことを確認した。

c. 健全性確認点検結果

NISの中性子束検出器について、盤内コネクタで切り離し、ケーブルを含む検出器の絶縁抵抗測定を行った結果、各シールド・心線・対地間の絶縁は判定基準値以上であること、静電容量が前回点検記録と同様であることおよび高圧電源電圧をステップ状に上昇させて信号回路の反応を確認した結果、感度に異常がないことを確認した。

また、トリップ回路に異常がないことを確認するため、設定器に入力した模擬信号に対して正常に動作することおよび動作信号が原子炉保護系計器ラックへ伝達していることを点検した結果、異常のないことを確認した。

以上のことからNISに異常は認められなかった。

(3) 安全保護回路等の健全性確認

a. 原子炉保護系計器ラック\*4の確認結果

原子炉保護系計器ラックにおいては、原子炉トリップ回路のロジック（4つの検出器のうち2つ以上の中性子束変化を捉えて動作する）を構築しており、実際に4つの中性子束が変化したことを捉えてロジック回路が成立し、原子炉が自動停止していることから、原子炉保護系計器ラックは正常に動作していることを確認した。

b. 原子炉安全保護盤\*4の確認結果

原子炉安全保護盤においては、原子炉保護系計器ラックで原子炉トリップ回路のロジックが成立した後、原子炉トリップしゃ断器を動作させるリレー回路等を組んでいる盤であり、実際に原子炉トリップ回路のロジックが成立し、リレー回路等が動作し、原子炉トリップしゃ断器が開放しているため、原子炉安全保護盤は正常に動作していることを確認した。

\*4 原子炉トリップ信号等によって、原子炉の自動停止を行う設備。

(4) 「PR中性子束急減トリップ」警報発信時に行っていた点検作業の状況

a. 「CRDM重故障」警報発信に関する点検調査

「PR中性子束急減トリップ」警報発信前の1月25日と1月29日に「CRDM重故障」警報が発信したことから、現地表示灯を確認した結果、パワーキャビネット2BD\*5（以下、「2BD」という）にて「重故障」表示灯が点灯していることを確認したため、ロジックキャビネット・パワーキャビネット内部の構成機器について、外観点検および電流測定を行った結果、可動つかみコイル（以下、「MGコイル」\*6という）および固定つかみコイル（以下、「SGコイル」\*7という）の電流値等に異常がなかったため、警報をリセットした。

1月30日00時12分に再度「CRDM重故障」警報が発信したことから、現地表示灯を確認した結果、これまでと同様に2BDにて「重故障」表示灯が点灯していることを確認したため、再度、各部の点検を行った結果、2BDに属する制御棒12本のうち制御棒1本（D6）のMGコイルの電流値が通常よりも低いことを確認した。そのため、MGコイルの電流を制御する電流制御ユニット（以下、「ドロウ」という）に測定器を接続し、全電流\*8を流し電流波形を確認したところ、当該コイルの電流波形が通常と異なる形であることを確認した。

点検結果から「CRDM重故障」警報の要因が制御棒D6のMGコイル電流値の変動であると推定したため、不具合原因を特定するために電流低下が認められた2BD制御バンクBグループ2に属する4本の制御棒（D6、F12、M10、K4）の各MGコイルの抵抗値を測定することとした。

\*5 パワーキャビネットは4面（2BD・1AC・2AC・1BD）からなり、パワーキャビネット1面で制御用バンク8本、停止用バンク4本の計12本の制御棒を制御しており、4面で48本の制御棒を制御している。

パワーキャビネット1面では、3つのグループ（2BDの場合、制御バンクBグループ2・制御バンクDグループ2・停止バンクBグループ2）を担当し、1つのグループに属する4本の制御棒（2BD制御バンクBグループ2の場合、D6・F12・M10・K4）を同時に動作させる構成となっている。

\*6 MGコイル（Movable Gripper コイル）：制御棒を上下に動かす可動用ラッチ機構を動作させるために電磁力を発生するコイル。

\*7 SGコイル（Stationary Gripper コイル）：制御棒を上下動作させる際に制御棒が落下しない

事象の原因

事 象 の 原 因

ようにラッチさせる機構を動作させる電磁力を発生するコイル。  
パワーキャビネット1面に電流制御ユニットとしてMGコイルの電流を制御する「MGA」、  
「MGB」、「MGC」とSGコイルの電流を制御する「SGA」、「SGB」、「SGC」がある。

\*8 SGコイルまたはMGコイルにおいて、制御棒をラッチさせる機構を確実に動作させる電磁力の発生に必要な電流（8 A）。

b. 2BD制御バンクBグループ2の各MGコイルの抵抗値測定作業

測定にあたっては以下の体制、手順を整備の上、実施した。

なお、MGコイルの抵抗値を測定するためにSGコイルを制御棒保持状態\*9としたが、原子炉トリップ信号が発信すれば原子炉トリップしゃ断器が開放され、全てのCRDMのラッチが外れ原子炉は自動停止できる状態としていた。

\*9 SGコイルに全電流を流し、制御棒をラッチさせる機構を動作させた後、ロジックキャビネットからの命令を受付けず、制御棒を保持した状態。

(a) 1月30日の作業体制

作業は協力会社作業責任者1名、協力会社品質管理責任者1名、作業員1名、当社社員1名の合計4名で行っていた。また、作業経験年数は22年～27年であり作業経験豊富な者で構成された体制であった。

(b) 1月30日の作業手順

点検開始前には当社社員、協力会社作業責任者および協力会社品質管理責任者にて以下の誤操作防止対策が確実に実施されていることを確認し、定められた手順に従い以下の作業を実施していた。

- ・2BD以外のパワーキャビネット（1AC、2AC、1BD）の扉施錠確認を実施
- ・2BD盤内正面の作業対象以外のドロワにマスキングテープにて養生実施
- ・2BD盤内裏面SG側扉の閉止確認
- ・2BD盤内裏面MG側の操作対象の各電源ノーヒューズブレーカー（以下、「NFB」という）に作業隔離札を貼り付け実施
- ・各電源NFBの開放時は、当社社員、協力会社作業責任者および協力会社品質管理責任者にて対象を再確認し、電源を開放

上記作業を行うにあたっては、MGコイルの電源を開放してもSGコイルで制御棒を保持する機構であること、およびSGコイルへの供給電流が正常であれば制御棒を保持できるため、プラント運転中に実施しても問題がないとのメーカー見解を得た上で作業手順等を整備した。

SGコイルが消磁し、誤って制御棒が炉心内に落下しないようにSGコイルの制御棒保持操作を実施し、SGコイルの供給電流が正常で制御棒を保持できる電流値であることを確認した上で、1月30日15時18分頃にMGコイル主電源を開放し、同日15時21分頃にMGコイル制御電源\*10を開放した。その後、15時21分に「PR中性子束急減トリップ」警報が発信し、原子炉が自動停止した。

\*10 制御棒を動かすためにコイルに流れる電流の大きさを調整する装置の電源。

(5) CRDMの詳細調査

CRDMは、MGセットおよび原子炉コントロールセンタから電源が供給され、制御棒の保持、挿入/引抜動作および制御を行っている。CRDMはロジックキャビネット1面とパワーキャビネット4面から構成され、ロジックキャビネットでは制御棒の駆動に必要な電流命令信号を発生し、パワーキャビネットではロジックキャビネットからの電流命令に従い、SGコイル、MGコイルおよびLコイル\*11に通電する電流値（全電流、てい減電流\*12、零電流\*13）を変化させる。

今回、「PR中性子束急減トリップ」警報発信前に「CRDM重故障」警報が発信していたことから、上記CRDMを構成する各機器について、「CRDM重故障」警報発信および原子炉自動停止に関する原因調査を実施した。

\*11 制御棒を上下動作させるために電磁力を発生するコイル

\*12 SGコイルまたはMGコイルにおいて、全電流による動作が完了した後にその状態を保持するための電流（4.4 A）

\*13 SGコイルまたはMGコイルにおいて、ラッチの保持状態を解除するための電流

a. 「CRDM重故障」警報発信に関する原因調査

「CRDM重故障」警報発信に至った原因について、要因分析図に基づき調査を実

事 象 の 原 因

施した。

(a) モータ発電機セット (以下、「MGセット」という。)

ア. モータ・発電機

電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認、振動測定、温度測定、発電機主回路の絶縁抵抗測定および配線の緩みがないか調査した結果、損傷、焼損等はなく、また各測定結果および配線の緩みについて異常がないことを確認した。

イ. MGセット制御盤

電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認、温度測定および自動電圧調整器等のパラメータ確認、タッピング中のパラメータ変動の有無および配線の緩みがないか調査した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、また各測定結果および配線の緩みについて異常がないことを確認した。

(b) 原子炉トリップしゃ断器

電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認、温度測定、しゃ断器の絶縁抵抗測定およびしゃ断器単体の外観確認、入切動作を調査した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、温度測定および絶縁抵抗測定結果に異常がないことを確認した。また、しゃ断器単体の外観・動作に異常がないことを確認した。

(c) CRDM

ア. CRDM分電盤

(ア) 分電盤

各パワーキャビネットへの供給電源をしゃ断する機能を持ち、NFBがトリップした場合、2BDのSGコイル、MGコイルもしくはLコイルのいずれかの主電源が喪失し、「CRDM重故障」警報が発信することから、NFBの投入状態を調査した結果、投入状態が「入」でありNFBがトリップしていないことを確認した。

(イ) 制御電源キャビネット

電源供給機能を完全に喪失した場合には「CRDM重故障」警報が発信する。一方、電源系統は2重化されており、片系統のしゃ断では「CRDM軽故障」警報を発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

イ. ロジックキャビネット

ロジックキャビネットからパワーキャビネット(2BD)への指令信号が喪失した場合、「CRDM重故障」警報が発信する可能性があることから、出力電圧を調査した結果、てい減電流相当の指令信号を出力しており、異常がないことを確認した。

ウ. パワーキャビネット(2BD)

(ア) 主回路

I. 主電源トランス

電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認、温度測定、絶縁抵抗測定および再現試験中にトランス2次側電圧波形を連続監視した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、また温度測定、絶縁抵抗値、電圧波形の連続監視結果に異常がないことを確認した。

II. NFBパネル

短絡(地絡含む)によりNFBがトリップし、電源が喪失した場合は「CRDM重故障」警報と共に「三相電源異常」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

事 象 の 原 因

III. サージアブソーバ

サージアブソーバが故障することで主電源が過渡的に変化した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認およびバリスタ電圧の測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、バリスタ電圧は定格値内であり異常がないことを確認した。

(イ) 電流制御ユニット

I. プリントカード

(I) 電流制御カード

動作異常により制御棒の動作に関わる機能に影響を及ぼし、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、コイル電流強制ホールドスイッチ操作時の電流波形、ドロワを交換した上での再度コイル電流強制ホールドスイッチ操作時の電流波形を調査した結果、電流波形に異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、電流制御カードの詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

(II) 電流フィードバックカード

動作異常によりコイル電流のフィードバック信号に異常が生じ、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、テストポイントで電圧出力を調査した結果、異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、電流フィードバックカードの詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

(III) ゲートインターフェースカード

制御棒の保持・動作に必要な電流を生成するパワー素子 ( IGBT ) へ制御信号を送信しており、異常が発生した場合、正しく電流を印加できず、「CRDM重故障」警報と共に「レギュレーション故障」警報等が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

(IV) コネクタ・カード接栓

コネクタ・カード接栓に異常が生じた場合、指令信号等が異常となり、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、ドロワを通電状態とし、ユニットに接続しているケーブル (コネクタ) をタッピングした結果、コイル電流に変動はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、コネクタ・カード接栓の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

II. その他構成部品

(I) ダイオードブリッジ

三相交流を直流に変換するダイオードブリッジに故障が発生した場合は、「CRDM重故障」警報と共に「三相電源異常」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

(II) アルミ電解コンデンサ

静電容量が低下することにより、主電源投入時に急峻な電圧低下が発生することで制御棒の動作に関わる制御に異常が生じ「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認および静電容量測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、静電容量は判定基準を満たしており、異常がないことを確認した。

(III) サージアブソーバ

ドロワ内のサージアブソーバの故障により、制御棒の保持・動作に必要な電流を確保できず「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認およびバリスタ電圧測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、

異臭等はなく、バリスタ電圧は定格値内であり異常がないことを確認した。

(IV) パワー素子 ( I G B T )

パワー素子で動作異常が発生した場合、制御棒の保持・動作に必要な電流を確保できず「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認を実施した結果、損傷、焼損はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカ工場に持ち帰り、パワー素子 ( I G B T ) の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

(V) ホールCT素子 ( H C T )

制御棒の保持・動作時にコイルケーブルに流れる電流値を計測し、制御棒の動作に関わる制御回路に出力しているが、ホールCTに異常が発生した場合、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、CRDMコイル電流を検出しているテストポイントの電圧出力を調査した結果、異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカ工場に持ち帰り、ホールCT素子の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

(VI) ダイオード・ヒューズ

ダイオード・ヒューズが故障することで回路が「断」となり、「CRDM重故障」警報と共に「レギュレーション故障」警報等が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

(ウ) 制御カード

制御カードが故障した場合、制御棒の保持・動作に関わる機能が喪失し、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、制御カードの電源電圧および再現試験時にテストポイントにおける電圧出力を調査した結果、電源電圧および電圧出力に異常がないことを確認した。

(エ) 制御電源ユニット

制御電源ユニットが故障した場合、制御棒の保持・動作に関わる機能が喪失し、「CRDM重故障」警報と共に「CRDM軽故障」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

(オ) 共通カードフレーム

I. プリントカード

(I) 共通ロジックカード

2重化されている電源の両系が故障した場合に「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるが、両系の電源は故障しておらず、警報リセットにより警報復帰できており当該カードに異常がないため、要因ではないことを確認した。

(II) 故障検出カード

制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、本カードに異常が生じたとしても「CRDM重故障」警報は発信しないため要因ではないことを確認した。

(III) リフト切り離しカード

制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、本カードに異常が生じたとしても「CRDM重故障」警報は発信しないため要因ではないことを確認した。

(カ) 端子台、配線

端子台や配線に異常があった場合、抵抗成分が増大し、電源電圧や信号レベルが一時的に不安定となり「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある

事 象 の 原 因



事 象 の 原 因

ため、盤内の端子台および配線を触手およびタッピングしながらコイル電流のフィードバック出力電圧を調査した結果、出力電圧に変動はなく異常がないことを確認した。

(キ) コモン回路

コモン回路に異常が生じた場合、制御棒の保持・動作に関わる信号が影響を受けることで「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、図面にて回路の混触がないかを確認した結果、異常がないことを確認した。また再現試験時にアース-0V間の電流波形を調査した結果、異常がないことを確認した。

エ. ケーブル中継箱（原子炉格納容器内外）

ケーブル中継箱接続部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の中継箱接続部の外観確認および触手による緩み確認を実施した結果、緩みや損傷はなく、また、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に有意な変化はなく、異常がないことを確認した。

オ. 原子炉格納容器貫通部

原子炉格納容器貫通部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の原子炉格納容器貫通部の外観確認および触手による緩み確認を実施した結果、異常がないことを確認した。

カ. 中間コネクタパネル

コネクタ部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、コイル抵抗測定中に2BD制御バンクBグループ2のコネクタ部のタッピングおよびコネクタ部を開放して外観確認した結果、抵抗値およびピンの折損や箆合に異常がないことを確認した。

また、中間コネクタパネルで、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に有意な変化がないことを確認した。

キ. SGコイルおよびMGコイル

SGコイルおよびMGコイル部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2のSGコイルおよびMGコイルの導通抵抗および絶縁抵抗測定を実施した結果、導通抵抗値および絶縁抵抗値に異常がないことを確認した。

ク. 各ケーブル

ケーブルの導通不良（断線等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の各ケーブルに対し導通抵抗および絶縁抵抗測定、触手による導通抵抗の変動確認を実施した結果、導通抵抗値および絶縁抵抗値に異常がないことを確認した。また、コイルケーブルについて、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に変動は見られず異常がないことを確認した。

ケ. 駆動機構

CRDMの動作不良によって「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、ステッピング試験として0から228ステップまでの制御棒引抜・挿入操作を実施し、コイル電流波形および加速度信号を採取した結果、電流波形とラッチ機構の動作タイミングに異常はなく、CRDMの動作に異常がないことを確認した。

なお、定期検査毎に制御棒駆動系機能検査にて制御棒が全引抜状態から正常に落下することを確認するとともに、ステッピング試験によりCRDMコイル電流波形および加速度計信号を確認し、CRDMの動作に異常がないこと、ならびに、CRDM駆動機構のラッチ部および駆動軸の健全性を確認している。また、毎月1回、制御棒作動試験を実施しており、至近では2023年1月17日に作動試

験を行い、異常がないことを確認している。

要因分析図に基づき「CRDM重故障」警報発信の原因調査を実施した結果、CRDMを構成する各機器について異常はなかったが、「CRDM重故障」警報の再発をうけた追加調査により、原子炉格納容器貫通部において制御棒D6、M10、K4のケーブルの導体抵抗値が増加していることを確認した。

b. 原子炉自動停止に関する原因調査

今回、SGコイルにてい減電流が供給され、制御棒を保持していたにも関わらず、制御棒が挿入された可能性が高いことから、「PR中性子束急減トリップ」警報発信の再現性確認試験を実施した結果、制御棒が挿入される事象の再現性は確認できず、原子炉自動停止時に行っていたMGコイル主電源および制御電源の開放操作と原子炉自動停止事象に関連性がないことを確認した。また、再現性確認試験に伴い制御棒を操作した結果、異常な動きは確認できなかった。そのため、原子炉自動停止に至った原因について、要因分析図に基づき調査を実施した。

(a) MGセット

ア. モータ・発電機

電圧変動等が生じることで、全てのパワーキャビネットに影響を及ぼすが、制御棒保持時におけるコイル電流を制御するドロワの電気素子等の構成部品の個体差により2BD制御バンクBグループ2のパワーキャビネットにのみ影響を及ぼすことは否定できないため、外観確認、振動測定、温度測定、発電機主回路の絶縁抵抗測定および配線の緩みがないか調査した結果、損傷、焼損等はなく、また各測定結果および配線の緩みについて異常がないことを確認した。

イ. MGセット制御盤

電圧変動等が生じることで、全てのパワーキャビネットに影響を及ぼすが、制御棒保持時におけるコイル電流を制御するドロワの電気素子等の構成部品の個体差により2BD制御バンクBグループ2のパワーキャビネットにのみ影響を及ぼすことは否定できないため、外観確認、温度測定、自動電圧調整器等のパラメータ確認、タッピング中のパラメータ変動の有無および配線の緩みがないか調査した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、また各測定結果および配線の緩みについて異常がないことを確認した。

(b) 原子炉トリップしゃ断器

電圧変動等が生じることで、全てのパワーキャビネットに影響を及ぼすが、制御棒保持時におけるコイル電流を制御するドロワの電気素子等の構成部品の個体差により2BD制御バンクBグループ2のパワーキャビネットにのみ影響を及ぼすことは否定できないため、外観確認、温度測定、しゃ断器の絶縁抵抗測定およびしゃ断器単体の外観確認、入切動作を調査した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、温度測定および絶縁抵抗測定結果に異常はなかった。また、しゃ断器単体の外観・動作に異常がないことを確認した。

(c) CRDM

ア. CRDM分電盤

(ア) 分電盤

各パワーキャビネットへの供給電源をしゃ断する機能を持ち、NFBがトリップした場合、2BD制御バンクBグループ2の落下に至るため、NFBの投入状態を確認した結果、投入状態が「入」でありNFBがトリップしていないことを確認した。

(イ) 制御電源キャビネット

制御電源キャビネットに異常が発生した場合、各パワーキャビネットへの供給電源が変動、しゃ断されるが、電源系統は2重化されているため、片系統のしゃ断で制御棒が落下することはなく、両系統がしゃ断した場合、全制御棒が落下するため要因ではないことを確認した。

事 象 の 原 因

事 象 の 原 因

イ. ロジックキャビネット

ロジックキャビネットからパワーキャビネット（2BD）への指令信号の異常により、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるが、事象発生当日は制御棒を保持するための「コイル電流強制ホールドスイッチ」を操作済みであり、パワーキャビネット（2BD）は、ロジックキャビネットからの指令信号を受け付けないため、要因ではないことを確認した。

ウ. パワーキャビネット（2BD）

（ア）主回路

I. 主電源トランス

電圧変動等が発生することで、制御棒駆動機構のSGラッチによる制御棒の保持に必要なコイル電流を生成する回路に影響を及ぼし、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認、温度測定、絶縁抵抗測定および再現試験中にトランス2次側電圧波形を連続監視した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、温度測定、絶縁抵抗値、電圧波形の連続監視結果に異常がないことを確認した。

II. NFBパネル

当該NFBがトリップした場合、CRDMコイルへの電流が喪失するが、その場合、制御棒は4本同時落下となるため事象と一致せず、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因ではないことを確認した。

III. サージアブソーバ

サージアブソーバが故障することで、主電源が過渡的に変化することにより、SGコイル電流全体が低下し、制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認およびバリスタ電圧の測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、バリスタ電圧は定格値内であり異常がないことを確認した。

（イ）電流制御ユニット

I. プリントカード

（I）電流制御カード

動作異常により制御棒の動作に関わる機能に影響を及ぼし、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認、タッピングによるコイル電流変動の確認、カード挿抜異常の確認を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等がなく、コイル電流にも変動はなく、カード挿抜も異常がないことを確認した。また、再現性確認試験時にトランス2次側電圧および制御バンクBおよび停止バンクBドロワ前面テストポイント出力、電流フィードバックカード前面テストポイント出力を連続監視した結果、各測定波形に異常がないことを確認した。ドロワに模擬コイルを接続し、ドロワを通電状態としてユニットに接続しているケーブル（コネクタ）をタッピングした結果、コイル電流にも変動はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、電流制御カードの詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

（II）電流フィードバックカード

制御棒の動作に関わる制御機能を有しておらず2BD制御バンクBグループ2の落下の要因ではないことを確認した。

（III）ゲートインターフェースカード

制御棒の保持・動作に必要な電流を生成するパワー素子（IGBT）へ制御信号を送信しており、カードに異常が発生した場合にCRDMコイル電流を生成できなくなるため、メーカー工場にて詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

事 象 の 原 因

(IV) コネクタ・カード接栓

制御棒の動作に関わる信号に異常が生じ、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、ドロワを通電状態としてユニットに接続しているケーブル（コネクタ）をタッピングした結果、コイル電流に変動はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカ工場に持ち帰り、コネクタ・カード接栓の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

II. その他構成部品

(I) ダイオードブリッジ

三相交流を直流に変換するダイオードブリッジに短絡故障が発生した場合、コイル電流を供給できなくなり、制御棒は4本同時落下となるため事象と一致せず、また、一方で開放故障した場合、コイル電流は多少不安定になるが、制御棒落下には至らないため、要因ではないことを確認した。

(II) アルミ電解コンデンサ

静電容量が低下することにより、主電源投入時に急峻な電圧低下が発生することで制御棒の動作に関わる制御に異常が生じ、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認および静電容量測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、静電容量は判定基準を満たしており、異常がないことを確認した。

(III) サージアブソーバ

ドロワ内のサージアブソーバの故障により、制御棒の保持・動作に必要な電流を確保できなくなり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認およびバリスタ電圧測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、バリスタ電圧は定格値内であり異常がないことを確認した。

(IV) パワー素子（IGBT）

パワー素子で動作異常が発生した場合、制御棒の保持・動作に必要な電流量を確保できなくなり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認を実施した結果、損傷、焼損はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカ工場に持ち帰り、パワー素子（IGBT）の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

(V) ホールCT素子（HCT）

制御棒の保持・動作時にコイルケーブルに流れる電流値を計測し、制御棒の動作に関わる制御回路に出力しているが、ホールCTに異常が発生した場合、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、CRDMコイル電流を検出しているテストポイントの電圧出力を確認した結果、異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカ工場に持ち帰り、ホールCT素子の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

(VI) ダイオード・ヒューズ

ダイオード・ヒューズが故障することで回路が「断」となり、制御棒の保持・動作に必要な電流量が確保できなくなり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認を実施した結果、外観に損傷、焼損はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカ工場に持ち帰り、ダイオード・ヒューズの詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

(ウ) 制御カード

制御カードが故障した場合、制御棒の動作に関わる機能が喪失し、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、制御カードの電

事 象 の 原 因

源電圧および再現試験時にテストポイントにおける電圧出力を確認した結果、電源電圧および電圧出力に異常がないことを確認した。

(エ) 制御電源ユニット  
電源系統は2重化構成となっているため、電源系統の単体故障で2BD制御バンクBグループ2の落下に至ることはないことを確認した。

(オ) 共通カードフレーム  
I. プリントカード  
(I) 共通ロジックカード  
制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、要因ではないことを確認した。  
(II) 故障検出カード  
制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、要因ではないことを確認した。  
(III) リフト切り離しカード  
制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、要因ではないことを確認した。

(カ) 端子台、配線  
端子台や配線に異常があった場合、抵抗成分が増大し、電源電圧や信号レベルが一時的に不安定となり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、ドロワを通電状態とし、盤内の端子台および配線を触手およびタッピングしながらコイル電流のフィードバック出力電圧を調査した結果、出力電圧に変動はなく異常がないことを確認した。

(キ) コモン回路  
コモン回路に異常が生じた場合、制御棒の保持・動作に関わる信号が影響を受け、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、図面にて回路の混触がないかを調査した結果、異常がないことを確認した。また再現試験時にアース-0V間の電流波形を調査した結果、異常がないことを確認した。

エ. ケーブル中継箱 (原子炉格納容器内外)  
ケーブル中継箱接続部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の中継箱接続部の外観確認および触手による緩み確認を実施した結果、緩みや損傷はなく、また、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に有意な変化はなく、異常がないことを確認した。

オ. 原子炉格納容器貫通部  
原子炉格納容器貫通部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の原子炉格納容器貫通部の外観確認および触手による緩み確認を実施した結果、異常がないことを確認した。

カ. 中間コネクタパネル  
コネクタ部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、コイル抵抗測定中にコネクタ部のタッピングおよびコネクタ部を開放して外観確認した結果、抵抗値およびピンの折損や嵌合に異常がないことを確認した。また、中間コネクタパネルで、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に有意な変化がないことを確認した。

事 象 の 原 因

キ. SGコイルおよびMGコイル

SGコイルおよびMGコイル部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、SGコイルおよびMGコイルの導通抵抗および絶縁抵抗測定を実施した結果、導通抵抗値および絶縁抵抗値に異常がないことを確認した。

ク. 各ケーブル

ケーブルの導通不良（断線等）によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の各ケーブルに対し導通抵抗および絶縁抵抗測定、触手による導通抵抗の変動確認を実施した結果、導通抵抗値および絶縁抵抗値に異常がないことを確認した。また、コイルケーブルについて、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に変動は見られず異常がないことを確認した。

ケ. 駆動機構

CRDMの異常により制御棒の落下に至る可能性があるため、再現性確認試験として2月1日から2日間にかけて、停止バンクAおよびBは228ステップ引抜き、制御バンクA、CおよびDが全挿入状態において、制御バンクBを降温完了後の制御棒位置（6ステップ引抜状態）で2BD制御バンクBグループ2に属する制御棒4本について「PR中性子束急減トリップ」警報発信時に実施していた操作と同様にSGコイルを制御棒保持状態とした上で、MGコイルの電源（主電源および制御電源）を開放したときの制御棒の保持状態を確認した結果、制御棒が挿入される事象は再現しなかった。その後、警報発信前の制御棒位置（228ステップ引抜状態）まで引抜操作を行い、同様な再現性確認の操作を行った結果、制御棒が挿入される事象は再現しなかった。なお、制御棒位置を228ステップまで引抜操作する際や、再現性確認試験での各制御棒位置にて制御棒を1ステップ挿入・引抜きする操作をした際に、制御棒の動きは操作に追従できていることを確認した。

また、ステッピング試験として0から228ステップまでの引抜・挿入操作を実施し、コイル電流波形および加速度信号を採取した結果、電流波形とラッチ機構の動作タイミングに異常はなく、CRDMの動作に異常がないことを確認した。

これまでの取替・点検実績等については、第17回定期検査の原子炉容器上部蓋の取替に合わせてCRDM駆動機構（制御棒駆動軸およびコイルを除く）の取替を実施しており、また、製造時記録を確認した結果、材料や作動試験等に異常がないことを確認した。

なお、定期検査毎に制御棒駆動系機能検査にて制御棒が全引抜状態から正常に落下することを確認するとともに、ステッピング試験によりCRDMコイル電流波形および加速度計信号を確認し、CRDMの動作に異常がないこと、ならびに、CRDM駆動機構のラッチ部および駆動軸の健全性を確認している。また、毎月1回、制御棒作動試験を実施しており、至近では2023年1月17日に作動試験を行い、異常がないことを確認している。

CRDM駆動機構のラッチ部および駆動軸の接触部に摩耗が発生する可能性はあるが、高経年化技術評価にて、供用期間中に想定される作動回数を考慮しても制御棒駆動装置の動作に影響を及ぼすような摩耗量に至らないことを確認している。

要因分析図に基づき原子炉自動停止に関する原因調査を実施した結果、CRDMを構成する各機器について異常はなかったが、「CRDM重故障」警報の再発をうけた追加調査により、原子炉格納容器貫通部において制御棒D6、M10、K4のケーブルの導体抵抗値が増加していることを確認した。

(6) 制御棒部分挿入事象に関する調査

今回の原子炉自動停止事象に係る原因調査のなかで、2月5日に2BDパワーキャビネット盤内の点検後にドロワ（MGA、SGA、MGB、SGB）電源の復旧操作を行ったところ、SGB主電源を復旧（電源投入）した際に、SGBとは連動しない別グループに属する停止用制御棒の2本（G7およびJ7）が部分挿入した。

なお、本事象は主電源を投入した際に起こる事象であり、再現性も確認できており、原

子炉自動停止事象の原因との関連性はない。

#### (7) 事象発生時のN I S挙動の解析結果

事象発生時は、初めにN 4 4が顕著に低下し、次いでN 4 1が低下、N 4 2とN 4 3は同程度で低下し、N 4 4の変化率が約1 7%、N 4 1が約7%となった際に原子炉が自動停止\*<sup>14</sup>したことを確認している。

N 4 1、N 4 2、N 4 3、N 4 4の指示値低下に差があることから、制御バンクBグループ2の制御棒4本を対象に、単独または複数の組み合わせで炉心に2 0ステップずつ挿入した場合の解析を行い、N I Sの挙動が実機と整合するものを確認した。なお、解析には3次元拡散計算コードであるANCコードを使用した。

その結果、炉心M1 0位置の制御棒1本が挿入された場合、実機と同様にN 4 4、N 4 1、N 4 2、N 4 3の順でN I S出力が低下することを確認した。また、炉心M1 0位置と同じ制御バンクBグループ2について、制御棒2本同時挿入および4本同時挿入した場合の解析を行った結果、N I Sの挙動が実機とは異なることを確認した。

これを踏まえ、M1 0位置の制御棒1本が落下した想定で時刻歴解析\*<sup>15</sup>を行った結果、実機のN I S出力と変化傾向（低下順、低下度合）が一致していることを確認した。なお、解析には、炉心の動特性を3次的に評価可能であるT W I N K L Eコードを使用した。また、実機におけるM1 0位置の制御棒が落下し始めた時刻は特定できないため、ここでは実機のN I S（N 4 4）データが低下する直前の時刻[1 5 : 2 1 ; 5 5 4]に落下し始めた想定した。

これらの解析の結果から、今回の事象発生時にはM1 0位置の制御棒1本が挿入されたと推定した。

なお、M1 0位置以外の制御棒が落下した場合のN I Sの挙動の違いを参照する観点で、M1 0位置近傍4箇所の制御棒1本が落下したケース等の時刻歴解析を行っており、いずれの結果もM1 0位置の制御棒1本が落下した場合の解析の方が、実機のN I Sの挙動に近いことを確認している。

\*<sup>14</sup> 4つの検出器のうち、2つ以上の検出器において、出力運転時より中性子束の変化率が7%以上急減した場合に、「PR中性子束急減トリップ」警報が発信され、原子炉が自動停止する。

\*<sup>15</sup> 時間の経過により変化する中性子束の挙動を解析する。

### 事 象 の 原 因

#### (8) 2 B D盤内の追加点検

2 B D盤内のドロワ以外のコイル動作に影響を及ぼす可能性のある箇所については、既に点検を実施しており異常がないことを確認しているが、2 B D盤内のコイル動作に影響を及ぼす可能性のある配線などについて、再度以下のとおり点検を実施した。

- a. シーケンス図と配線図との照合、配線図と実機との照合を行い、設計通りに配線されていることを確認した。
- b. 制御電源ユニット内部の目視点検、配線チェック、配線触手確認および目視確認を実施した結果、異常がないことを確認した。
- c. 制御電源ユニットの電圧測定およびリップル測定を実施し、異常がないことを確認した。
- d. 2 B Dの盤内器具（端子台、コネクタ、トランス）および配線のタッピングを行い、S G AおよびM G AのホールC T出力波形に変動がないことを確認した。
- e. 端子台単体の絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認した。

#### (9) 「CRDM重故障」警報の再発

工場調査のため既設のM G AおよびS G Aのドロワを取外し、予備品のドロワを装着した2 B Dについて、コイルにてい減電流を流し、測定器にてコイル電流の連続監視を行っていたところ、2月1 2日0 8時5 1分に「CRDM重故障」警報が発信した。直ちに現場確認を実施したところ、2 B Dパワーキャビネットで「重故障」表示灯が点灯しており、その盤内を確認すると、予備品を使用しているM G Aドロワにて「G C O 1」LEDの点灯を確認した。「G C O 1」LEDはコイルの電流値が2 A以下となった時に点灯するものであり、制御棒D 6のM G コイルの電流値が0 Aになったことが判明した。測定器により連続監視していたコイル電流波形を確認したところ、1月3 0日の「CRDM重故障」発生後の点検でコイル電流の低下が確認された制御棒D 6のM G コイルで、一時的に「CRDM重故障」警報の設定値を下回る電流低下が確認され、2月1 2日0 8時5 1分と0 9時0 2分にコイル電流が数秒間0 Aとなっていることを確認した。コイル電流の他に、2 B D内のドロワ上流の主電源トランスおよび電流制御カード電源ユニットの入

出力電圧を測定していたが変動はなかった。

(10) ドロワ下流の各ケーブル、コイル等に対する調査

予備品のドロワを装着した2BDにおいて、「CRDM重故障」警報が再発し、制御棒D6のMGコイル電流波形に変動が確認されたこと、ドロワ上流側の入出力電圧に変動がなかったこと、ならびに、MGAおよびSGAのドロワ工場調査の結果、異常が認められなかったことから、ドロワおよびドロワ上流側の部位に異常はなく、ドロワ下流側に異常があると推定し、下流側の部位である各ケーブル、コイル等の点検、調査を重点的に実施した。

調査にあたっては、2BD制御バンクBグループ2の制御棒4本のドロワ下流側のケーブル、コイル等に対して網羅的に調査を実施するため、ドロワ下流側のコイル回路を2BD盤内(ドロワ出口コネクタから盤内端子台までのケーブル)と2BD盤外のケーブルおよびコイルに分けて調査を実施した。

a. 2BD盤内ケーブルの調査

ドロワ下流側の盤内ケーブルは、ドロワ出口コネクタから盤内端子台までの約2mのケーブルであり、コネクタ部、ケーブル、圧着端子から構成される。MGAケーブル1本およびSGAケーブル1本を取外し、メーカー工場にて、外観検査、X線観察、導通確認、ケーブル屈曲時の抵抗値確認、絶縁抵抗測定を実施した結果、異常がないことを確認した。

b. 2BD盤外ケーブルの調査

(a) ケーブル切り分けによる点検

ドロワ下流側の盤外ケーブルは、制御棒1本ごとにSGコイル、MGコイル、Lコイルを纏めた多芯ケーブルをケーブル中継箱、原子炉格納容器貫通部端子箱、中間コネクタパネル、コイルアセンブリコネクタで接続し、パワーキャビネットからコイルまで布設されている。各接続箇所については外観点検、タッピングによる導通確認等で異常がないことを確認しているが、ケーブルについて各接続箇所できり分けを行い、ケーブルの外観点検、線間および回路間の絶縁抵抗測定を実施した結果、異常がないことを確認した。

(b) 定電圧発生器による点検

2BDからコイル間のケーブル・コイルをパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を接続して、てい減電流相当(約4.0A)の電流をケーブル・コイルに流し、電流波形の連続監視を実施した。その結果、制御棒M10のMGコイル(M10MGコイル)およびSGコイル(M10SGコイル)、制御棒D6のMGコイル(D6MGコイル)、制御棒K4のSGコイル(K4SGコイル)において、一時的な電流の低下を確認した。

ア. M10MGコイルの電流波形の変動

2月15日21時58分頃の電流波形において、約70秒間にわたり、約0.01V(電流0.16A相当)低下する変動が確認された。

定電圧発生器により約0.25V(電流4.0A相当)の電圧をかけた状態から、約0.22V(電流3.52A相当)まで瞬時低下した後に、約3秒後に約0.24V(電流3.84A相当)まで上昇し、その状態を約60秒間継続し、再び約0.22Vまで瞬時低下した後に、最初の状態よりも約0.01V高い約0.26Vに指示が上昇し、その後解消している。

これは、軽微な電流変動であり、「CRDM重故障」警報の発信や制御棒の保持機能に影響を及ぼす変動ではなかった。

イ. M10SGコイルの電流波形の変動

2月19日17時14分頃の電流波形において、約1秒間にわたり、約0.04V(電流0.64A相当)低下する変動が確認された。

定電圧発生器により約0.275V(電流4.4A相当)の電圧をかけた状態から、約0.235V(電流3.76A相当)まで低下した後に、約1秒後に低下前と比較し約0.01V低い約0.265V(電流4.24A相当)に指示が復帰した。

これは、軽微な電流変動であり、「CRDM重故障」警報の発信や制御棒の保持機能に影響を及ぼす変動ではなかった。

事 象 の 原 因



事 象 の 原 因

ウ. D 6 MG コイルの電流波形の変動

2月19日21時08分頃の電流波形において、約5分間にわたり10回の指示変動が確認された。

定電圧発生器により約0.25V（電流4.0A相当）の電圧をかけた状態から、最大で約0.04V（電流0.64A相当）（約84%の減少）まで低下し1～数秒後に復帰する変動が確認された。

「CRDM重故障」警報は電流値が2.0Aまで低下した場合に発信するが、それに相当する電流変動が確認した。

エ. K 4 SG コイルの電流波形の変動

2月18日22時頃の電流波形において、約4分間にわたり約0.01V指示が低下する変動が確認された。復帰1分後の2月18日22時05分頃の電流波形において、約26分間にわたり約0.02V（電流0.32A相当）指示が低下する変動を確認した。

定電圧発生器により約0.25V（電流4.0A相当）の電圧をかけた状態から、約0.235V（電流3.76A相当）まで低下した後に、約4分後に低下前と比較して約0.01V高い約0.255V（電流4.08A相当）に指示が復帰した。

また、2月19日22時49分頃の電流波形において、約0.035V（電流0.56A相当）低下し復帰する変動が3回確認された。

定電圧発生器により約0.25V（電流4.0A相当）の電圧をかけた状態から、約0.215V（電流3.44A相当）まで低下した後に、1度目の変動は約1秒間、2度目の変動は約3秒間継続し、3度目の変動は低下前と比較して約0.02V（電流0.32A相当）低い約0.23V（電流3.68A相当）に指示が復帰した。

これは、軽微な電流変動であり、「CRDM重故障」警報の発信や制御棒の保持機能に影響を及ぼす変動ではなかった。

(11) 2BDパワーキャビネットドロワ下流側の切り分け調査

定電圧発生器による調査の結果、M10MGコイル、M10SGコイル、D6MGコイル、およびK4SGコイルの電流波形に一時的な電流の低下が認められたことから、2BDパワーキャビネットから当該コイルまでの回路について切り分けを行い、定電圧発生器を用いて電流変化の有無の連続監視を実施した。

連続監視は、回路を、パワーキャビネット～原子炉格納容器貫通部端子箱（C/V外）、原子炉格納容器貫通部端子箱（C/V外）～原子炉格納容器貫通部端子箱（C/V内）、原子炉格納容器貫通部端子箱（C/V内）～C/V内ケーブル中継箱、C/V内ケーブル中継箱～コイルの4区間に切り分けて実施した。

a. M10MGコイル回路の調査

2月23日からの連続監視において、全4区間において、有意な電流の変化は確認されなかった。

b. M10SGコイル回路の調査

2月23日からの連続監視において、2月24日から25日に、原子炉格納容器貫通部の端子箱間で、約0.1V（電流1.6A相当）付近での電流変化が確認された。電流変化が確認された回路について導体抵抗測定を実施したところ、M10SGコイルのプラス側の導体抵抗値が通常約0.4～0.5Ω程度であるのに対し、3.03Ωと高くなっていることを確認した。マイナス側の導体抵抗値に有意な増加は確認されなかった。

残りの3区間については、有意な電流の変化は確認されなかった。

c. D6MGコイル回路の調査

2月23日からの連続監視において、2月25日03時03分頃に、原子炉格納容器貫通部の端子箱間で約0.2V（電流3.2A相当）から0V（電流0A相当）への電流の低下が確認された。電流低下が確認された回路について導体抵抗測定を実施したところ、D6MGコイルのプラス側の導体抵抗値が通常約0.4～0.5Ω程度であるのに対し、93.18Ωと高くなっていることを確認した。マイナス側の導体抵抗値に有意な増加は確認されなかった。電圧は「電流×導体抵抗」の関係にあり、

電圧が一定であれば導体抵抗の増加によって電流が低下することから、プラス側の導体抵抗値の大幅な増加が電流低下の要因と考えられる。([電圧] = [電流] × [導体抵抗])

なお、残りの3区間については、有意な電流の変化は確認されなかった。

d. K4SGコイル回路の調査

2月23日からの連続監視において、2月24日から25日に、原子炉格納容器貫通部の端子箱間で、約0.1V（電流1.6A相当）付近での電流変化が確認された。電流変化が確認された回路について導体抵抗測定を実施したところ、K4SGコイルのプラス側、マイナス側とも導体抵抗値に有意な増加は確認されなかった。

残りの3区間については、有意な電流の変化は確認されなかった。

以上の調査から、M10SGコイル回路およびD6MGコイル回路の電流低下については、原子炉格納容器貫通部端子箱間で導体抵抗値が増加したことが要因と考えられる。なお、当該の原子炉格納容器貫通部は建設以降改造した実績はない。

(12) 原子炉格納容器貫通部端子箱間のケーブル調査

a. 原子炉格納容器貫通部ケーブル導体抵抗値測定

原子炉格納容器貫通部は原子炉格納容器バウンダリ機能を有しており、原子炉格納容器スリーブに溶接リング部でペネトレーション本体を溶接付けした構造となっている。ペネトレーション内部は端板、アルミナ磁器およびケーブルのロウ付けにより、ケーブルを支持する構造となっている。ケーブルはペネトレーション内部の接続金具の外側にはんだ付け、内側にロウ付けで接続されており、接続部にシリコン樹脂を充填し、その外側にエポキシ樹脂を充填した上で、エポキシ積層板で蓋をした構造となっている。C/V内側のケーブルはC/V内側の端子箱で端子台に接続され、C/V外側のケーブルはアニュラスから外部遮蔽壁の貫通部を通してケーブルトレイにより布設され、C/V外側の端子箱で端子台に接続されている。

D6MGコイルおよびM10SGコイルのケーブルにおいては、原子炉格納容器貫通部端子箱間で導体抵抗値の増加が確認されたため、2BD制御バンクBグループ2に属するケーブルについて原子炉格納容器貫通部端子箱間で導体抵抗値を再度測定したところ、K4SGコイル、D6MGコイル、M10SGコイルおよびM10MGコイルのケーブルにて高い抵抗値が認められた。そのため、原子炉格納容器内側の端子箱内部を詳細観察したところ、原子炉格納容器貫通部出口と端子台の間のケーブル上にコイル行きケーブルの余長分が覆いかぶさっていることを確認した。

なお、他の格納容器貫通部出口のケーブルは、別のケーブルが覆いかぶさっている箇所は認められなかった。

制御棒D6、M10、K4のケーブルを布設している原子炉格納容器貫通部のC/V内側の端子箱ではコイル行きケーブルの余長が他の原子炉格納容器貫通部のケーブルよりも長く、狭い端子箱内部での取り回しが厳しいため、貫通部を出た直後のケーブル上にコイル行きケーブルが覆いかぶさった状況で施工されていた。

更に詳細に確認したところ、K4SGコイル、D6MGコイルおよびM10SGコイルのケーブルは、原子炉格納容器貫通部の上方に纏まって布設されており、覆いかぶさったケーブルの荷重を受けやすい状況であった。また、覆いかぶさったケーブルを持ち上げたところ、目視にてK4SGコイルおよびM10SGコイルに電流変動を確認したことから、ケーブル余長分の荷重による影響が考えられるため、現場で2BD制御バンクBグループ2に属する原子炉格納容器貫通部出口のケーブルを揺らしながら当該ケーブルの導体抵抗測定を実施した結果、K4SGコイル、M10SGコイルに加え、電流変動が見られなかったD6MGコイルにおいてケーブルの導体抵抗値に変動が認められた。

なお、その他のケーブルについては、変動が認められなかった。

以上の調査結果より、導体抵抗値の増加は今回現場で異常が認められたケーブルに荷重が掛かった影響であると特定した。

b. ケーブル導体抵抗値増加のメカニズム

原子炉格納容器貫通部は内部にケーブル接続部が存在し、ケーブルの心線が接続金具にはんだ付けで固定されている。

今回、D6、M10、K4のケーブルを布設している原子炉格納容器貫通部では、

事 象 の 原 因

## 事 象 の 原 因

施工時のケーブル処理にてケーブル本体の自重（約100N）が下向きに作用することに加え、コイル行きケーブルが積載していたことによる下向き荷重（約900N）が重畳し、D6、M10、K4のケーブルに通常設計として想定していない引張力（最大約1,000N）が作用していた。

この引張力はケーブル心線と接続金具のはんだ付け部分に掛かるが、ケーブル心線は、はんだ付けの接着力よりも引張力に強いため損傷の可能性は小さい。一方、ケーブル心線周りに充てんされたエポキシ樹脂は、設計上、同じ原子炉格納容器貫通部を通るケーブル同士が一定の距離を確保することを目的としており、ケーブル本体の自重を超える過度な引張力に対する耐力を有していない。そのため、今回の引張力が、建設以降から事象発生までの間に、ケーブル心線を介して接続金具のはんだ付けの部分に伝播・作用し、はんだ付けが剥離した可能性がある。なお、原子炉格納容器貫通部内部の接続金具周辺ではケーブル等が周囲をシリコン樹脂で満たされていることから、はんだ付け部分が剥離した状態においても、引張力に対する強度はある程度維持されると推定される。

はんだ付けが剥離すると、通常は一定の面で接触している接続部が点で接触した状態となり、導通不良により電流が低下する可能性がある。

はんだ付け部分の点接触状態においては、原子炉格納容器内雰囲気温度、圧力変化や電流によるケーブル心線、接触部の温度変化などにより、はんだ付け部分の点接触状態がわずかに変化し、導体抵抗が変動することが想定される。

さらに、ケーブルが接続金具から抜ける方向に引張力が作用すると、点で接触している状態の変化により導体抵抗が増減し電流低下の異常が解消・再発する可能性がある。

以上のことから、今回のコイル電流や導体抵抗の変動は、はんだ付け部分のわずかな接触状態の変化により生じたものと推定する。

### (13) 電流低下が確認された制御棒以外の制御棒コイル電流の監視

定電圧発生器による調査において、電流値の低下が認められた制御棒3本（D6、M10、K4）以外の制御棒45本のコイル電流に異常がないことを確認するため、2BD制御バンクBグループ2以外の制御棒44本については2月20日から、2BD制御バンクBグループ2に属する制御棒F12については2月26日から、パワーキャビネットに測定器を接続し、連続監視を実施している。測定器は電流値が約5%（約0.3A）変動した場合に、電流波形を記録するように設定しているが、3月1日時点において、電流波形は記録されておらず、制御棒45本のコイル電流に有意な変動がないことを確認している。また、2月28日に制御棒45本の電流波形を採取したところ、電流値に有意な変動は見られなかった。

### (14) 原因調査のまとめ

「PR中性子束急減トリップ」の警報発信前のプラントパラメータに急変はなく、運転操作も実施していなかった。また、全ての中性子束検出器や安全保護回路等を点検した結果、異常は認められず、誤動作したものでないことを確認した。

警報発信は、制御棒が実際に挿入された可能性が高く、実機のNIS出力トレンドとNIS挙動解析結果を比較評価したところ、M10制御棒1本が挿入したものと特定した。また、2チャンネルのNISが「中性子束急減トリップ」の設定値で正常に動作していることを確認した。

M10制御棒の挿入は、CRDMを実機動作した際の確認結果や製造記録等の調査にて機械的な要因でないことを確認し、電気的な要因である可能性が高いと判断した。

電気的な要因調査として、CRDM制御盤からCRDMまでの構成部品について点検を行った結果、部品単体での異常は認められなかったが、CRDM制御盤内の2BD制御バンクBグループ2のドロワを予備品と取り替えた後に、各構成部品を接続状態として電流を連続監視していたところ、再度、「CRDM重故障」の警報が発信し、D6制御棒のMGコイルにて大幅な電流低下を確認した。また、2BDパワーキャビネット出口端子部でケーブルを切り離し、CRDMへの電力供給を定電圧発生器に切り替えて監視していたところ、D6、M10およびK4の制御棒にて大小の電流低下を確認した。なお、電流低下のタイミングや復帰するまでの時間に連動は認められず、制御盤内でのスイッチ操作等を行っていないことを確認した。

以上の結果より、ドロワの上流側に異常はなく、CRDMまでの下流側に故障の可能性のあるものと範囲を絞り込み、追加調査としての原子炉格納容器貫通部の前後に設置し

ている端子台間で導体抵抗を測定した結果、K 4 S G コイル、D 6 M G コイル、M 1 0 S G コイルおよびM 1 0 M G コイルのケーブルにて高い抵抗値が認められたことから、原子炉格納容器内側にある端子箱内部を詳細観察したところ、原子炉格納容器貫通部出口と端子台の間のケーブル上に他のケーブルが覆いかぶさっていることを確認した。

D 6 M G コイル、M 1 0 S G コイルおよびK 4 S G コイルのケーブルは、原子炉格納容器貫通部の上方に纏まって布設されており、覆いかぶさったケーブルの荷重を受けやすい状況であった。なお、当該の原子炉格納容器貫通部および端子箱内のケーブルについては建設以降改造した実績はなく、布設状態に変更はないことから、建設時から原子炉格納容器貫通部出口と端子台の間のケーブル上に他のケーブルが覆いかぶさっている状態であったと推定した。

また、原子炉格納容器貫通部出口のケーブルを揺らしながら導体抵抗を測定した結果、K 4 S G コイル、M 1 0 S G コイル、D 6 M G コイルにて抵抗値の変動が認められたことから、原子炉格納容器貫通部から原子炉格納容器内側の端子台の間でこれらのケーブルに荷重が掛かることにより導通不良を起こしているものと特定した。

原子炉格納容器貫通部の構造等からメカニズムを想定したところ、当該ケーブル施工時の処置にて発生した荷重により、ケーブルに通常設計としては想定していない引張力が作用し、原子炉格納容器貫通部内部のケーブル接続部で導通不良が発生し、ケーブルの導体抵抗の増減や電流変化を引き起こしたものと推定した。

また、今回確認されたD 6 M G コイルのケーブルの導体抵抗の増加によるコイル電流低下により、「CRDM重故障」警報が発信したと推定した。

なお、同じ貫通部に布設している他のケーブルに導通不良はなく異常は認められなかった。

更に、これまでの連続監視にて2 B D 制御バンク B グループ 2 に属するD 6、M 1 0 およびK 4 の制御棒 3 本で認められた電流低下は、同グループに属するF 1 2 制御棒や他のグループに属する 4 4 本の制御棒では認められなかった。

その他、定期検査における原子炉格納容器貫通部のケーブル点検は、端子台に緩みがないことの外観点検やパワーキャビネットからCRDMコイルまでを接続した状態で導体抵抗測定を行うことによりケーブルの健全性に問題がないことを確認してきたが、

端子台の裏面のケーブル布設状況の確認やケーブルを触手しながらの導体抵抗測定を実施していなかったことから、今回の導通不良を事前に検知することができなかった。

#### (1 5) ケーブルに関する高経年技術評価

##### a. 高経年化技術評価について

高経年化技術評価においては、各設備に対して使用条件（材料、環境条件等）から想定される経年劣化事象を抽出し、高経年化プラントの運転に際して考慮すべき事項を評価している。

なお、高経年化技術評価における経年劣化事象には、設計や施工等に起因する事象は含まない。

##### b. 不具合箇所の高経年化技術評価の内容

今回の不具合箇所（電気ペネトレーションの電線ケーブル）に対して、高経年化技術評価では経年劣化事象として導通不良を想定している。その評価において「大きな荷重が作用しなければ、断線による導通不良に至ることはなく着目すべき経年劣化事象ではない」としている。

##### c. 今回の不具合内容の取扱い

高経年化・経年劣化とは、設計どおりの施工を前提とした時間経過に伴い使用環境や条件により、機能・性能に影響を及ぼすおそれがある事象である。

今回は、施工時の余長ケーブルが覆いかぶさった状態が継続し、ケーブル接合部に設計上想定していない引張力が作用し続けた結果、発生した事象であり、施工内容に起因したもので、施工時に荷重がかからないように設置すれば発生しない事象であることから、経年劣化事象には該当しないと考える。

制御棒駆動装置のケーブルは、定検毎に絶縁抵抗測定を行い、絶縁性能に問題がないことを確認している。本事象の原因調査においても問題がないことを確認しており、本事象は経年劣化事象によるものではないと考えている。

	<p>2. 推定原因</p> <p>原子炉停止に至った「PR中性子束急減トリップ」警報発信の原因は、点検のためにMGラッチのコイル電源を切り、シングルホールド状態にあったM10のSGラッチにおいて、コイルに電流を供給するケーブルのうち、原子炉格納容器貫通部の内部にあるケーブル接続部に引張力が作用することではんだ付けが剥離し、導通不良に伴う電流値の低下により、SGラッチが開放されたものと推定した。このことにより、M10制御棒が挿入され、2チャンネルのNISが中性子束急減トリップ設定値に至ったため、原子炉が自動停止したものと推定した。</p> <p>また、電気ケーブルの接触不良の原因は、原子炉格納容器貫通部出口（原子炉格納容器内側）と端子台の間において、貫通部出口側電気ケーブルに、コイル側電気ケーブルが覆いかぶさっていたことにより、原子炉格納容器貫通部内から引き抜かれる方向に力が働いていたためと推定した。</p> <p>なお、コイルの電流低下は、主電源の開放操作を行っていない状態でも発生しており、原子炉自動停止時に行っていた作業との関連性はないものと推定した。</p>
保護装置の種類及び動作状況	出力領域中性子束急減設定器 NB41B、NB44B 作動
放射能の影響	なし
被害者	なし
他に及ぼした障害	なし
復旧の日時	未定
再発防止対策	<p>電流低下が認められたD6、M10およびK4のSGコイルおよびMGコイルのケーブルについて、以下の対策を行い電流低下の要因を排除する。</p> <p>(1) 制御棒3本のケーブルについては、他の原子炉格納容器貫通部にある予備ケーブルを使用する新たなルートに変更する。なお、予備ケーブルを使用する際には、健全性を確認したうえで接続する。</p> <p>(2) 原子炉格納容器貫通部のケーブルについては、覆いかぶさっていたケーブルの不要な余長を切断し、再整線する。</p> <p>また、これまでの定期検査において格納容器貫通部のケーブルに導通不良があることを検知することができなかったことを踏まえ、今後、設備保全に関する対応として、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・格納容器貫通部のケーブルに関する点検・保守方法を検討し「保全指針」に反映する。</li> <li>・設備改造等によるケーブル布設時の注意事項を「高浜発電所請負工事に関する心得集」に追記する。</li> </ul> <p>なお、原子炉が運転している状態において、点検調査の操作にて制御棒をシングルホールド状態とした際に原子炉が自動停止した事象であったことを踏まえ、今後、「CRDM重故障」の警報が発信した場合に慎重な原因調査を進めるための点検方法を定める。</p>

高浜発電所 4 号機

PR 中性子束急減に伴う原子炉自動停止について

2023年3月 7日 提出

2023年3月15日 補正

関西電力株式会社

はじめに

2023年1月30日、「PR中性子束急減トリップ」により原子炉の運転が停止したことから、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第134条に該当することを、2023年1月30日15時21分に判断し、原子力規制委員会へ連絡した。

また、これら本事象の内容、原因調査および対策等について、2023年3月7日「関原発第620号」をもって原子力規制委員会に報告した。

今回の報告は、2023年3月7日「第19回原子力施設等における事故トラブル事象への対応に関する公開会合」および2023年3月14日「第20回原子力施設等における事故トラブル事象への対応に関する公開会合」において説明した内容を踏まえて、本事象に関する原因調査等について追加・修正を行い、補正として報告するものである。

1. 件 名  
高浜発電所4号機 PR中性子束急減に伴う原子炉自動停止について

2. 事象発生日時  
2023年1月30日 15時21分（原子炉自動停止）

3. 事象発生場所  
高浜発電所4号機

4. 事象発生前の運転状況  
定格熱出力一定運転中（モード1）

5. 事象発生の状況 （添付資料－1～4）

高浜発電所4号機（加圧水型軽水炉、定格電気出力87万kW、定格熱出力266万kW）は定格熱出力一定運転中（モード1）のところ、2023年1月30日15時21分、B中央制御室に「原子炉トリップ」警報が発信し、原子炉が自動停止するとともにタービンおよび発電機が自動停止した。「原子炉トリップ」警報が発信した際、B中央制御室には「PR（Power Range）<sup>\*1</sup>中性子束急減トリップ<sup>\*2</sup>」警報が発信していた。自動停止後のプラント停止状態に異常はなく、同日15時35分に高温停止状態へ移行した。

なお、本事象発生前の1月30日00時12分に「CRDM重故障<sup>\*3</sup>」の警報が発信し、制御棒を電磁力で保持している2箇所（ラッチのうち1箇所）のラッチの電流値が通常よりも低いことを確認したため、「原子炉トリップ」警報が発信する直前まで制御棒駆動装置制御盤内の詳細点検を行っていた。また、制御棒駆動装置（以下、「CRDM」という）の故障を示す警報は、1月25日7時24分と1月29日16時46分にも発信していたが、いずれも電流値等に異常はなく、警報をリセットすることができていた。

今回の事象は、「PR中性子束急減トリップ」により原子炉の運転が停止していることから、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（以下、「炉規則」という）第134条の「発電用原子炉の運転中において発電用原子炉施設の故障により、発電用原子炉の運転が停止したとき」に該当することを1月30日15時21分に判断した。

格納容器排気筒および補助建屋排気筒モニタならびに発電所周辺の野外モニタの指示値には有意な変動がなく、周辺環境への影響はなかった。

<sup>\*1</sup> 出力領域（Power Range）：中性子束の数値は原子炉の出力状況に応じて異なることから、中性子束検出器で監視する中性子束の数値の幅を「中性子源領域（SR（Source Range）」、「中間領域（IR（Intermediate Range）」、「出力領域（PR）」に区分し監視しており、当該事象発生時は出力領域で中性子束の数値を確認していた。

<sup>\*2</sup> 運転中の中性子束を測定する検出器が4つ設置されている。中性子束検出に異常があった場合、原子炉を停止させ警報が発信する。4つの検出器のうち、2つ以上の検出器が出力領域中性子束減少率高を検知すれば原子炉が自動停止する。

<sup>\*3</sup> CRDM（制御棒駆動装置）の故障を示す警報であり、制御棒を電磁力で保持している2箇所（ラッチのうち、1箇所）以上で電流の異常を検知するなど、駆動装置の不調を検知した場合に発信する。



## 6. 時系列

1月25日（水）

- 07時24分 B中央制御室にて「CRDM重故障」警報発信（1回目）
- 07時32分 発電室員による現場調査の結果、原子炉外周建屋2階に設置されている制御棒駆動装置制御盤の「パワーキャビネット2BD\*<sup>4</sup>（以下、「2BD」という）」にて「重故障」表示灯が点灯していることを確認
- 10時40分 設備所管課によるCRDMの点検を開始（1回目）
- 16時00分 点検の結果、当該パワーキャビネット内の外観および電流値等は正常であり、CRDMの機能に問題ないことを確認した。そのため、警報を発信させる要因は回復していることから、警報のリセット操作を実施し、通常状態に復旧

\*<sup>4</sup> パワーキャビネットは4面（2BD・1AC・2AC・1BD）からなり、パワーキャビネット1面で制御用バンク8本、停止用バンク4本の計12本の制御棒を制御しており、4面で48本の制御棒を制御している。  
パワーキャビネット1面では、3つのグループ（2BDの場合、制御バンクBグループ2・制御バンクDグループ2・停止バンクBグループ2）を担当し、1つのグループに属する4本の制御棒（2BD制御バンクBグループ2の場合、D6・F12・M10・K4）を同時に動作させる構成となっている。

1月29日（日）

- 16時46分 B中央制御室にて「CRDM重故障」警報発信（2回目）
- 16時55分 発電室員による現場調査の結果、制御棒駆動装置制御盤の2BDにて「重故障」表示灯が点灯していることを確認
- 18時30分 設備所管課によるCRDMの点検を開始（2回目）
- 20時05分 点検の結果、当該パワーキャビネット内の外観および電流値等は正常であり、CRDMの機能に問題ないことを確認した。そのため、警報を発信させる要因は回復していることから、警報のリセット操作を実施し、通常状態に復旧

1月30日（月）

- 00時12分 B中央制御室にて「CRDM重故障」警報発信（3回目）
- 00時20分 発電室員による現場調査の結果、制御棒駆動装置制御盤の2BDにて「重故障」表示灯が点灯していることを確認
- 01時00分 設備所管課によるCRDMの点検を開始（3回目）  
点検の結果、当該パワーキャビネット内の外観に異常は認められなかったものの、当該パワーキャビネットで動作させる制御棒のうち「D6」1本について、可動つかみコイル（以下、「MGコイル」\*<sup>5</sup>という）の電流値が通常値より低いことが確認され、その後測定した電流波形においても通常とは異なる波形を確認

\*<sup>5</sup> MGコイル（Movable Gripper コイル）：制御棒を上下に動かす可動用ラッチ機構を動作させるために電磁力を発生するコイル。

- 08時00分 詳細点検のための手順の検討および体制準備を開始
- 09時05分 同事象の再発を検知できるようにするため、警報のリセット操作を実施
- 14時00分 手順整備および体制準備完了、詳細点検を開始
- 詳細点検のため、2BDの固定つかみコイル（以下、「SGコイル」<sup>\*6</sup>という）を制御棒保持状態にしたことにより、「CRDM重故障」警報発信
- <sup>\*6</sup> SGコイル (Stationary Gripper コイル)：制御棒を上下動作させる際に制御棒が落下しないようにラッチさせる機構を動作させる電磁力を発生するコイル。  
 パワーキャビネット1面に電流制御ユニットとしてMGコイルの電流を制御する「MGA」、「MGB」、「MGC」とSGコイルの電流を制御する「SGA」、「SGB」、「SGC」がある。
- 15時18分頃 当該MGコイル（ケーブル含む）の抵抗値を測定するため、2BDの当該MGコイルの主電源を開放
- 15時21分頃 当該MGコイルの制御電源<sup>\*7</sup>2箇所を開放
- 15時21分 B中央制御室に「PR中性子束急減トリップ」、「原子炉トリップ」警報が発信し、原子炉が自動停止ならびにタービンおよび発電機が自動停止炉規則第134条に該当することを判断
- <sup>\*7</sup> 制御棒を動かすためにコイルに流れる電流の大きさを調整する装置の電源。
- 15時35分 高温停止状態（モード3）への移行完了  
原因調査を開始
- 19時10分 保安規定に基づく異常時の措置を完了
- 1月31日（火）
- 01時30分 降温操作を開始
- 10時12分 モード4への移行完了（一次冷却材平均温度17.7℃未満）
- 20時33分 モード5（冷温停止状態）への移行完了（一次冷却材平均温度9.3℃以下）
- 2月1日（水）
- 03時00分 降温操作を完了（一次冷却材平均温度約6.0℃）  
以降、原因調査を開始

## 7. 原因調査

（添付資料－5）

「PR中性子束急減トリップ」の警報が発信する可能性がある要因として、制御棒の落下や中性子束検出器の故障などが考えられるため、要因分析図に基づき、事象発生前のプラントパラメータや運転操作等、炉外核計装装置（以下、「NIS」という）や安全保護回路等の健全性について調査を実施した。また、設備の動作異常として、CRDMに関する健全性について調査を実施した。

### （1）プラントパラメータや運転操作等の確認

#### a. プラントパラメータ

一次冷却材系統のほう素濃度の過度の濃縮や主給水・主蒸気流量の異常急減などに関連するパラメータ等を調査した。

(a) 制御棒の連続挿入および落下させる信号発信 (添付資料-6)

制御棒を動作させる信号の誤発信により連続挿入および落下する可能性があるため、一次冷却材平均温度等のプラントパラメータを確認した結果、自動停止の兆候を示す異常な変動は認められなかったため、誤信号により制御棒が連続挿入あるいは落下したものではないことを確認した。

(b) 一次冷却材ほう素濃度の過度の濃縮 (添付資料-6)

一次冷却材ほう素濃度が過度に濃縮され、中性子束が急減する可能性があるため、ほう酸ポンプ出口流量を確認した結果、出口流量は $0\text{ m}^3/\text{h}$ であり、一次冷却材が濃縮されていないことを確認した。

(c) 主給水または主蒸気流量の異常急減 (添付資料-6)

2次系の負荷急減等により、中性子束が急減する可能性があるため、主給水流量、主蒸気流量等のプラントパラメータを確認した結果、自動停止の兆候を示す異常な変動がないことを確認した。

(d) 定期検査終了以降の運転状態 (添付資料-7)

2022年12月1日に第24回定期検査を終了し、定格熱出力一定運転を継続していたが、この間の一次冷却材システムの温度、圧力などのプラントパラメータの履歴等を確認した結果、異常がないことを確認した。

## b. 運転操作や関連作業

運転操作や関連作業の有無について、事象発生日当日の一般保修作業状況表ならびに、発電室員や保修課員への聞き取りにより確認した。

(a) 運転操作 (添付資料-8)

運転操作の誤りにより原子炉が自動停止する可能性があるため確認した結果、一次冷却材の希釈や機器の切り替えなど、自動停止に至る運転操作は行っていないことを確認した。

(b) 関連作業 (添付資料-9)

N I S、原子炉保護系計器ラック関係の作業影響により、誤って自動停止する可能性があるが、「CRDM重故障」の警報発信に関する点検作業以外、N I S、原子炉保護系計器ラックに関する作業は実施していないことを確認した。

## (2) N I S等の健全性確認

a. 事象発生時の中性子束検出器の指示値 (添付資料-10)

運転中の中性子束を測定する検出器は原子炉容器周辺に4つ設置しており、原子炉自動停止時の4つの検出器(N41~N44)の指示値は全て低下傾向を示していることを確認した。

また、各検出器の指示値を確認した結果、初めにN44が顕著に低下し、次いでN41が低下、N42とN43は同程度の低下であることを確認した。

- b. 事象発生前までの点検履歴等 (添付資料-11)
- NISはこれまでの定期検査にて検出器および制御盤の取替え(N41:第23回定期検査、N42:第20回定期検査、N43:第21回定期検査、N44:第22回定期検査、制御盤:第17回定期検査)を行っている。

また、1回/日の頻度で計算により求められた蒸気発生器熱出力とNISの原子炉出力が整合していることを点検しており、至近の2023年1月29日00時05分から00時10分の点検では異常がないことを確認した。

- c. 健全性確認点検結果 (添付資料-12)

NISの中性子束検出器について、盤内コネクタで切り離し、ケーブルを含む検出器の絶縁抵抗測定を行った結果、各シールド・心線・対地間の絶縁は判定基準値以上であること、静電容量が前回点検記録と同様であることおよび高圧電源電圧をステップ状に上昇させて信号回路の反応を確認した結果、感度に異常がないことを確認した。

また、トリップ回路に異常がないことを確認するため、設定器に入力した模擬信号に対して正常に動作することおよび動作信号が原子炉保護系計器ラックへ伝達していることを点検した結果、異常のないことを確認した。

以上のことからNISに異常は認められなかった。

### (3) 安全保護回路等の健全性確認

- a. 原子炉保護系計器ラック\*<sup>8</sup>の確認結果 (添付資料-10、12)

原子炉保護系計器ラックにおいては、原子炉トリップ回路のロジック(4つの検出器のうち2つ以上の中性子束変化を捉えて動作する)を構築しており、実際に4つの中性子束が変化したことを捉えてロジック回路が成立し、原子炉が自動停止していることから、原子炉保護系計器ラックは正常に動作していることを確認した。

- b. 原子炉安全保護盤\*<sup>8</sup>の確認結果

原子炉安全保護盤においては、原子炉保護系計器ラックで原子炉トリップ回路のロジックが成立した後、原子炉トリップしゃ断器を動作させるリレー回路等を組んでいる盤であり、実際に原子炉トリップ回路のロジックが成立し、リレー回路等が動作し、原子炉トリップしゃ断器が開放しているため、原子炉安全保護盤は正常に動作していることを確認した。

\*<sup>8</sup> 原子炉トリップ信号等によって、原子炉の自動停止を行う設備。

### (4) 「PR中性子束急減トリップ」警報発信時に行っていた点検作業の状況

- a. 「CRDM重故障」警報発信に関する点検調査 (添付資料-13、14)

「PR中性子束急減トリップ」警報発信前の1月25日と1月29日に「CRDM重故障」警報が発信したことから、現地表示灯を確認した結果、2BDにて「重故障」表示灯が点灯していることを確認したため、ロジックキャビネット・パワーキャビネット内部の構成機器について、外観点検および電流測定を行った結果、MGコイルおよびSGコイルの電流値等に異常がなかったため、警報をリセットした。

1月30日00時12分に再度「CRDM重故障」警報が発信したことから、現地表示灯を確認した結果、これまでと同様に2BDにて「重故障」表示灯が点灯していることを確認したため、再度、各部の点検を行った結果、2BDに属する制御棒12本のうち制御棒1本(D6)のMGコイルの電流値が通常よりも低いことを確認した。そのため、MGコイルの電流を制御する電流制御ユニット(以下、「ドロウ」という)に測定器を接続し、全電流<sup>\*9</sup>を流し電流波形を確認したところ、当該コイルの電流波形が通常と異なる形であることを確認した。

点検結果から「CRDM重故障」警報の要因が制御棒D6のMGコイル電流値の変動であると推定したため、不具合原因を特定するために電流低下が認められた2BD制御バンクBグループ2に属する4本の制御棒(D6、F12、M10、K4)の各MGコイルの抵抗値を測定することとした。

<sup>\*9</sup> SGコイルまたはMGコイルにおいて、制御棒をラッチさせる機構を確実に動作させる電磁力の発生に必要な電流(8A)。

#### b. 2BD制御バンクBグループ2の各MGコイルの抵抗値測定作業

測定にあたっては以下の体制、手順を整備の上、実施した。

なお、MGコイルの抵抗値を測定するためにSGコイルを制御棒保持状態<sup>\*10</sup>としたが、原子炉トリップ信号が発信すれば原子炉トリップしゃ断器が開放され、全てのCRDMのラッチが外れ原子炉は自動停止できる状態としていた。

<sup>\*10</sup> SGコイルに全電流を流し、制御棒をラッチさせる機構を動作させた後、ロジックキャビネットからの命令を受付けず、制御棒を保持した状態。

##### (a) 1月30日の作業体制 (添付資料-15)

作業は協力会社作業責任者1名、協力会社品質管理責任者1名、作業員1名、当社社員1名の合計4名で行っていた。また、作業経験年数は22年～27年であり作業経験豊富な者で構成された体制であった。

##### (b) 1月30日の作業手順 (添付資料-16～19)

点検開始前には当社社員、協力会社作業責任者および協力会社品質管理責任者にて以下の誤操作防止対策が確実に実施されていることを確認し、定められた手順に従い以下の作業を実施していた。

- ・2BD以外のパワーキャビネット(1AC、2AC、1BD)の扉施錠確認を実施
- ・2BD盤内正面の作業対象以外のドロウにマスキングテープにて養生実施
- ・2BD盤内裏面SG側扉の閉止確認
- ・2BD盤内裏面MG側の操作対象の各電源ノーヒューズブレーカー(以下、

「NFB」という)に作業隔離札を貼り付け実施

- ・各電源NFBの開放時は、当社社員、協力会社作業責任者および協力会社品質管理責任者にて対象を再確認し、電源を開放

上記作業を行うにあたっては、MGコイルの電源を開放してもSGコイルで制御棒を保持する機構であること、およびSGコイルへの供給電流が正常であれば制御棒を保持できるため、プラント運転中に実施しても問題がないとのメーカー見解を得た上で作業手順等を整備した。

SGコイルが消磁し、誤って制御棒が炉心内に落下しないようにSGコイルの制御棒保持操作を実施し、SGコイルの供給電流が正常で制御棒を保持できる電流値であることを確認した上で、1月30日15時18分頃にMGコイル主電源を開放し、同日15時21分頃にMGコイル制御電源を開放した。その後、15時21分に「PR中性子束急減トリップ」警報が発信し、原子炉が自動停止した。

#### (5) CRDMの詳細調査

CRDMは、MGセットおよび原子炉コントロールセンタから電源が供給され、制御棒の保持、挿入／引抜動作および制御を行っている。CRDMはロジックキャビネット1面とパワーキャビネット4面から構成され、ロジックキャビネットでは制御棒の駆動に必要な電流命令信号を発生し、パワーキャビネットではロジックキャビネットからの電流命令に従い、SGコイル、MGコイルおよびLコイル\*<sup>11</sup>に通電する電流値（全電流、てい減電流\*<sup>12</sup>、零電流\*<sup>13</sup>）を変化させる。

今回、「PR中性子束急減トリップ」警報発信前に「CRDM重故障」警報が発信していたことから、上記CRDMを構成する各機器について、「CRDM重故障」警報発信および原子炉自動停止に関する原因調査を実施した。

\*<sup>11</sup> 制御棒を上下動作させるために電磁力を発生するコイル

\*<sup>12</sup> SGコイルまたはMGコイルにおいて、全電流による動作が完了した後にその状態を保持するための電流（4.4A）

\*<sup>13</sup> SGコイルまたはMGコイルにおいて、ラッチの保持状態を解除するための電流

#### a. 「CRDM重故障」警報発信に関する原因調査（添付資料－20、22～26）

「CRDM重故障」警報発信に至った原因について、要因分析図に基づき調査を実施した。

#### (a) モータ発電機セット（以下、「MGセット」という。）

##### ア. モータ・発電機

電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認、振動測定、温度測定、発電機主回路の絶縁抵抗測定および配線の緩みがないか調査した結果、損傷、焼損等はなく、また各測定結果および配線の緩みについて異常がないことを確認した。

##### イ. MGセット制御盤

電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る

可能性があるため、外観確認、温度測定および自動電圧調整器等のパラメータ確認、タッピング中のパラメータ変動の有無および配線の緩みがないか調査した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、また各測定結果および配線の緩みについて異常がないことを確認した。

(b) 原子炉トリップしゃ断器

電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認、温度測定、しゃ断器の絶縁抵抗測定およびしゃ断器単体の外観確認、入切動作を調査した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、温度測定および絶縁抵抗測定結果に異常がないことを確認した。また、しゃ断器単体の外観・動作に異常がないことを確認した。

(c) CRDM

ア. CRDM分電盤

(ア) 分電盤

各パワーキャビネットへの供給電源をしゃ断する機能を持ち、NFBがトリップした場合、2BDのSGコイル、MGコイルもしくはLコイルのいずれかの主電源が喪失し、「CRDM重故障」警報が発信することから、NFBの投入状態を調査した結果、投入状態が「入」でありNFBがトリップしていないことを確認した。

(イ) 制御電源キャビネット

電源供給機能を完全に喪失した場合には「CRDM重故障」警報が発信する。一方、電源系統は2重化されており、片系統のしゃ断では「CRDM軽故障」警報を発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

イ. ロジックキャビネット

ロジックキャビネットからパワーキャビネット(2BD)への指令信号が喪失した場合、「CRDM重故障」警報が発信する可能性があることから、出力電圧を調査した結果、てい減電流相当の指令信号を出力しており、異常がないことを確認した。

ウ. パワーキャビネット (2BD)

(ア) 主回路

I. 主電源トランス

電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認、温度測定、絶縁抵抗測定および再現試験中にトランス2次側電圧波形を連続監視した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、また温度測定、絶縁抵抗値、電圧波形の連続監視結果に異常がな

いことを確認した。

## II. NFBパネル

短絡（地絡含む）によりNFBがトリップし、電源が喪失した場合は「CRDM重故障」警報と共に「三相電源異常」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

## III. サージアブソーバ

サージアブソーバが故障することで主電源が過渡的に変化した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認およびバリスタ電圧の測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、バリスタ電圧は定格値内であり異常がないことを確認した。

### (イ) 電流制御ユニット

#### I. プリントカード

##### (I) 電流制御カード

動作異常により制御棒の動作に関わる機能に影響を及ぼし、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、コイル電流強制ホールドスイッチ操作時の電流波形、ドロワを交換した上での再度コイル電流強制ホールドスイッチ操作時の電流波形を調査した結果、電流波形に異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、電流制御カードの詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

##### (II) 電流フィードバックカード

動作異常によりコイル電流のフィードバック信号に異常が生じ、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、テストポイントで電圧出力を調査した結果、異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、電流フィードバックカードの詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

##### (III) ゲートインターフェースカード

制御棒の保持・動作に必要な電流を生成するパワー素子（IGBT）へ制御信号を送信しており、異常が発生した場合、正しく電流を印加できず、「CRDM重故障」警報と共に「レギュレーション故障」警報等が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

##### (IV) コネクタ・カード接栓

コネクタ・カード接栓に異常が生じた場合、指令信号等が異常となり、



「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、ドロワを通電状態とし、ユニットに接続しているケーブル(コネクタ)をタッピングした結果、コイル電流に変動はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、コネクタ・カード接栓の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

## II. その他構成部品

### (I) ダイオードブリッジ

三相交流を直流に変換するダイオードブリッジに故障が発生した場合は、「CRDM重故障」警報と共に「三相電源異常」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

### (II) アルミ電解コンデンサ

静電容量が低下することにより、主電源投入時に急峻な電圧低下が発生することで制御棒の動作に関わる制御に異常が生じ「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認および静電容量測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、静電容量は判定基準を満たしており、異常がないことを確認した。

### (III) サージアブソーバ

ドロワ内のサージアブソーバの故障により、制御棒の保持・動作に必要な電流を確保できず「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認およびバリスタ電圧測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、バリスタ電圧は定格値内であり異常がないことを確認した。

### (IV) パワー素子 (IGBT)

パワー素子で動作異常が発生した場合、制御棒の保持・動作に必要な電流を確保できず「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、外観確認を実施した結果、損傷、焼損はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、パワー素子(IGBT)の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

### (V) ホールCT素子(HCT)

制御棒の保持・動作時にコイルケーブルに流れる電流値を計測し、制御棒の動作に関わる制御回路に出力しているが、ホールCTに異常が発生した場合、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、CRDMコイル電流を検出しているテストポイントの電圧出力を調査した結果、異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、ホールCT素子の詳細調査を実

施した結果、異常がないことを確認した。

(VI) ダイオード・ヒューズ

ダイオード・ヒューズが故障することで電路が「断」となり、「CRDM重故障」警報と共に「レギュレーション故障」警報等が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

(ウ) 制御カード

制御カードが故障した場合、制御棒の保持・動作に関わる機能が喪失し、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、制御カードの電源電圧および再現試験時にテストポイントにおける電圧出力を調査した結果、電源電圧および電圧出力に異常がないことを確認した。

(エ) 制御電源ユニット

制御電源ユニットが故障した場合、制御棒の保持・動作に関わる機能が喪失し、「CRDM重故障」警報と共に「CRDM軽故障」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではないことを確認した。

(オ) 共通カードフレーム

I. プリントカード

(I) 共通ロジックカード

2重化されている電源の両系が故障した場合に「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるが、両系の電源は故障しておらず、警報リセットにより警報復帰できており当該カードに異常がないため、要因ではないことを確認した。

(II) 故障検出カード

制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、本カードに異常が生じたとしても「CRDM重故障」警報は発信しないため要因ではないことを確認した。

(III) リフト切り離しカード

制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、本カードに異常が生じたとしても「CRDM重故障」警報は発信しないため要因ではないことを確認した。

(カ) 端子台、配線

端子台や配線に異常があった場合、抵抗成分が増大し、電源電圧や信号レベ

ルが一時的に不安定となり「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、盤内の端子台および配線を触手およびタッピングしながらコイル電流のフィードバック出力電圧を調査した結果、出力電圧に変動はなく異常がないことを確認した。

(キ) コモン回路

コモン回路に異常が生じた場合、制御棒の保持・動作に関わる信号が影響を受けることで「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、図面にて回路の混触がないかを確認した結果、異常がないことを確認した。また再現試験時にアース-0V間の電流波形を調査した結果、異常がないことを確認した。

エ. ケーブル中継箱（原子炉格納容器内外）

ケーブル中継箱接続部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の中継箱接続部の外観確認および触手による緩み確認を実施した結果、緩みや損傷はなく、また、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に有意な変化はなく、異常がないことを確認した。

オ. 原子炉格納容器貫通部

原子炉格納容器貫通部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の原子炉格納容器貫通部の外観確認および触手による緩み確認を実施した結果、異常がないことを確認した。

カ. 中間コネクタパネル

コネクタ部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、コイル抵抗測定中に2BD制御バンクBグループ2のコネクタ部のタッピングおよびコネクタ部を開放して外観確認した結果、抵抗値およびピンの折損や嵌合に異常がないことを確認した。

また、中間コネクタパネルで、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に有意な変化がないことを確認した。

キ. SGコイルおよびMGコイル

SGコイルおよびMGコイル部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2のSGコイルおよびMGコイルの導通抵抗および絶縁抵抗測定を実施した結果、導通抵抗値および絶縁抵抗値に異常がないことを確認した。

#### ク. 各ケーブル

ケーブルの導通不良（断線等）によりコイル電流がしゃ断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の各ケーブルに対し導通抵抗および絶縁抵抗測定、触手による導通抵抗の変動確認を実施した結果、導通抵抗値および絶縁抵抗値に異常がないことを確認した。また、コイルケーブルについて、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に変動は見られず異常がないことを確認した。

#### ケ. 駆動機構

CRDMの動作不良によって「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるため、ステッピング試験として0から228ステップまでの制御棒引抜・挿入操作を実施し、コイル電流波形および加速度信号を採取した結果、電流波形とラッチ機構の動作タイミングに異常はなく、CRDMの動作に異常がないことを確認した。

なお、定期検査毎に制御棒駆動系機能検査にて制御棒が全引抜状態から正常に落下することを確認するとともに、ステッピング試験によりCRDMコイル電流波形および加速度計信号を確認し、CRDMの動作に異常がないこと、ならびに、CRDM駆動機構のラッチ部および駆動軸の健全性を確認している。また、毎月1回、制御棒作動試験を実施しており、至近では2023年1月17日に作動試験を行い、異常がないことを確認している。

要因分析図に基づき「CRDM重故障」警報発信の原因調査を実施した結果、CRDMを構成する各機器について異常はなかったが、「CRDM重故障」警報の再発をうけた追加調査により、原子炉格納容器貫通部において制御棒D6、M10、K4のケーブルの導体抵抗値が増加していることを確認した。

#### b. 原子炉自動停止に関する原因調査 （添付資料－21～30）

今回、SGコイルにてい減電流が供給され、制御棒を保持していたにも関わらず、制御棒が挿入された可能性が高いことから、「PR中性子束急減トリップ」警報発信の再現性確認試験を実施した結果、制御棒が挿入される事象の再現性は確認できず、原子炉自動停止時に行っていたMGコイル主電源および制御電源の開放操作と原子炉自動停止事象に関連性がないことを確認した。また、再現性確認試験に伴い制御棒を操作した結果、異常な動きは確認できなかった。そのため、原子炉自動停止に至った原因について、要因分析図に基づき調査を実施した。

##### (a) MGセット

##### ア. モータ・発電機

電圧変動等が生じることで、全てのパワーキャビネットに影響を及ぼすが、制御棒保持時におけるコイル電流を制御するドロワの電気素子等の構成部品の個体差により2BD制御バンクBグループ2のパワーキャビネットにのみ影響を及ぼすことは否定できないため、外観確認、振動測定、温度測定、発電機主回路の絶

縁抵抗測定および配線の緩みがないか調査した結果、損傷、焼損等はなく、また各測定結果および配線の緩みについて異常がないことを確認した。

#### イ. MGセット制御盤

電圧変動等が生じることで、全てのパワーキャビネットに影響を及ぼすが、制御棒保持時におけるコイル電流を制御するドロワの電気素子等の構成部品の個体差により2BD制御バンクBグループ2のパワーキャビネットにのみ影響を及ぼすことは否定できないため、外観確認、温度測定、自動電圧調整器等のパラメータ確認、タッピング中のパラメータ変動の有無および配線の緩みがないか調査した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、また各測定結果および配線の緩みについて異常がないことを確認した。

#### (b) 原子炉トリップしゃ断器

電圧変動等が生じることで、全てのパワーキャビネットに影響を及ぼすが、制御棒保持時におけるコイル電流を制御するドロワの電気素子等の構成部品の個体差により2BD制御バンクBグループ2のパワーキャビネットにのみ影響を及ぼすことは否定できないため、外観確認、温度測定、しゃ断器の絶縁抵抗測定およびしゃ断器単体の外観確認、入切動作を調査した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、温度測定および絶縁抵抗測定結果に異常はなかった。また、しゃ断器単体の外観・動作に異常がないことを確認した。

#### (c) CRDM

##### ア. CRDM分電盤

##### (ア) 分電盤

各パワーキャビネットへの供給電源をしゃ断する機能を持ち、NFBがトリップした場合、2BD制御バンクBグループ2の落下に至るため、NFBの投入状態を確認した結果、投入状態が「入」でありNFBがトリップしていないことを確認した。

##### (イ) 制御電源キャビネット

制御電源キャビネットに異常が発生した場合、各パワーキャビネットへの供給電源が変動、しゃ断されるが、電源系統は2重化されているため、片系統のしゃ断で制御棒が落下することではなく、両系統がしゃ断した場合、全制御棒が落下するため要因ではないことを確認した。

#### イ. ロジックキャビネット

ロジックキャビネットからパワーキャビネット(2BD)への指令信号の異常により、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるが、事象発生当日は制御棒を保持するための「コイル電流強制ホールドスイッチ」を操作済みであり、パワーキャビネット(2BD)は、ロジックキャビネットか

らの指令信号を受け付けないため、要因ではないことを確認した。

## ウ. パワーキャビネット (2BD)

### (ア) 主回路

#### I. 主電源トランス

電圧変動等が発生することで、制御棒駆動機構のSGラッチによる制御棒の保持に必要なコイル電流を生成する回路に影響を及ぼし、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認、温度測定、絶縁抵抗測定および再現試験中にトランス2次側電圧波形を連続監視した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、温度測定、絶縁抵抗値、電圧波形の連続監視結果に異常がないことを確認した。

#### II. NFBパネル

当該NFBがトリップした場合、CRDMコイルへの電流が喪失するが、その場合、制御棒は4本同時落下となるため事象と一致せず、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因ではないことを確認した。

#### III. サージアブソーバ

サージアブソーバが故障することで、主電源が過渡的に変化することにより、SGコイル電流全体が低下し、制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認およびバリスタ電圧の測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、バリスタ電圧は定格値内であり異常がないことを確認した。

### (イ) 電流制御ユニット

#### I. プリントカード

##### (I) 電流制御カード

動作異常により制御棒の動作に関わる機能に影響を及ぼし、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認、タッピングによるコイル電流変動の確認、カード挿抜異常の確認を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等がなく、コイル電流にも変動はなく、カード挿抜も異常がないことを確認した。また、再現性確認試験時にトランス2次側電圧および制御バンクBおよび停止バンクBドロワ前面テストポイント出力、電流フィードバックカード前面テストポイント出力を連続監視した結果、各測定波形に異常がないことを確認した。ドロワに模擬コイルを接続し、ドロワを通電状態としてユニットに接続しているケーブル(コネクタ)をタッピングした結果、コイル電流にも変動はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、電流制御カードの詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

## (II) 電流フィードバックカード

制御棒の動作に関わる制御機能を有しておらず2BD制御バンクBグループ2の落下の要因ではないことを確認した。

## (III) ゲートインターフェースカード

制御棒の保持・動作に必要な電流を生成するパワー素子 ( I G B T ) へ制御信号を送信しており、カードに異常が発生した場合にC R D Mコイル電流を生成できなくなるため、メーカー工場にて詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

## (IV) コネクタ・カード接栓

制御棒の動作に関わる信号に異常が生じ、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、ドロワを通電状態としてユニットに接続しているケーブル (コネクタ) をタッピングした結果、コイル電流に変動はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカー工場に持ち帰り、コネクタ・カード接栓の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

## II. その他構成部品

### (I) ダイオードブリッジ

三相交流を直流に変換するダイオードブリッジに短絡故障が発生した場合、コイル電流を供給できなくなり、制御棒は4本同時落下となるため事象と一致せず、また、一方で開放故障した場合、コイル電流は多少不安定になるが、制御棒落下には至らないため、要因ではないことを確認した。

### (II) アルミ電解コンデンサ

静電容量が低下することにより、主電源投入時に急峻な電圧低下が発生することで制御棒の動作に関わる制御に異常が生じ、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認および静電容量測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、静電容量は判定基準を満たしており、異常がないことを確認した。

### (III) サージアブソーバ

ドロワ内のサージアブソーバの故障により、制御棒の保持・動作に必要な電流を確保できなくなり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認およびバリスタ電圧測定を実施した結果、損傷、焼損、異音、異臭等はなく、バリスタ電圧は定格値内であり異常がないことを確認した。

#### (IV) パワー素子 ( I G B T )

パワー素子で動作異常が発生した場合、制御棒の保持・動作に必要な電流量を確保できなくなり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認を実施した結果、損傷、焼損はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカ工場に持ち帰り、パワー素子 ( I G B T ) の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

#### (V) ホールC T素子 ( H C T )

制御棒の保持・動作時にコイルケーブルに流れる電流値を計測し、制御棒の動作に関わる制御回路に出力しているが、ホールC Tに異常が発生した場合、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、CRDMコイル電流を検出しているテストポイントの電圧出力を確認した結果、異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカ工場に持ち帰り、ホールC T素子の詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

#### (VI) ダイオード・ヒューズ

ダイオード・ヒューズが故障することで電路が「断」となり、制御棒の保持・動作に必要な電流量が確保できなくなり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、外観確認を実施した結果、外観に損傷、焼損はなく異常がないことを確認した。

また、ドロワをメーカ工場に持ち帰り、ダイオード・ヒューズの詳細調査を実施した結果、異常がないことを確認した。

#### (ウ) 制御カード

制御カードが故障した場合、制御棒の動作に関わる機能が喪失し、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、制御カードの電源電圧および再現試験時にテストポイントにおける電圧出力を確認した結果、電源電圧および電圧出力に異常がないことを確認した。

#### (エ) 制御電源ユニット

電源系統は2重化構成となっているため、電源系統の単体故障で2BD制御バンクBグループ2の落下に至ることはないことを確認した。

#### (オ) 共通カードフレーム

##### I. プリントカード

##### (I) 共通ロジックカード

制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、要因ではないことを確認した。



## (II) 故障検出カード

制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、要因ではないことを確認した。

## (III) リフト切り離しカード

制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、要因ではないことを確認した。

## (カ) 端子台、配線

端子台や配線に異常があった場合、抵抗成分が増大し、電源電圧や信号レベルが一時的に不安定となり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、ドロワを通電状態とし、盤内の端子台および配線を触手およびタッピングしながらコイル電流のフィードバック出力電圧を調査した結果、出力電圧に変動はなく異常がないことを確認した。

## (キ) コモン回路

コモン回路に異常が生じた場合、制御棒の保持・動作に関わる信号が影響を受け、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、図面にて回路の混触がないかを調査した結果、異常がないことを確認した。また再現試験時にアース-0V間の電流波形を調査した結果、異常がないことを確認した。

## エ. ケーブル中継箱（原子炉格納容器内外）

ケーブル中継箱接続部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の中継箱接続部の外観確認および触手による緩み確認を実施した結果、緩みや損傷はなく、また、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に有意な変化はなく、異常がないことを確認した。

## オ. 原子炉格納容器貫通部

原子炉格納容器貫通部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の原子炉格納容器貫通部の外観確認および触手による緩み確認を実施した結果、異常がないことを確認した。

## カ. 中間コネクタパネル

コネクタ部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、コイル抵抗測定中にコネクタ部のタッピングおよびコネクタ部を開放して外観確認した結果、抵

抗値およびピンの折損や嵌合に異常がないことを確認した。また、中間コネクタパネルで、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に有意な変化がないことを確認した。

#### キ. SGコイルおよびMGコイル

SGコイルおよびMGコイル部の導通不良（接触不良等）によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、SGコイルおよびMGコイルの導通抵抗および絶縁抵抗測定を実施した結果、導通抵抗値および絶縁抵抗値に異常がないことを確認した。

#### ク. 各ケーブル

ケーブルの導通不良（断線等）によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性があるため、2BD制御バンクBグループ2の各ケーブルに対し導通抵抗および絶縁抵抗測定、触手による導通抵抗の変動確認を実施した結果、導通抵抗値および絶縁抵抗値に異常がないことを確認した。また、コイルケーブルについて、コイル電流を確認しながらタッピングを実施した結果、コイル電流に変動は見られず異常がないことを確認した。

#### ケ. 駆動機構

CRDMの異常により制御棒の落下に至る可能性があるため、再現性確認試験として2月1日から2日間にかけて、停止バンクAおよびBは228ステップ引抜き、制御バンクA、CおよびDが全挿入状態において、制御バンクBを降温完了後の制御棒位置（6ステップ引抜状態）で2BD制御バンクBグループ2に属する制御棒4本について「PR中性子束急減トリップ」警報発信時に実施していた操作と同様にSGコイルを制御棒保持状態とした上で、MGコイルの電源（主電源および制御電源）を開放したときの制御棒の保持状態を確認した結果、制御棒が挿入される事象は再現しなかった。その後、警報発信前の制御棒位置（228ステップ引抜状態）まで引抜操作を行い、同様な再現性確認の操作を行った結果、制御棒が挿入される事象は再現しなかった。なお、制御棒位置を228ステップまで引抜操作する際や、再現性確認試験での各制御棒位置にて制御棒を1ステップ挿入・引抜きする操作をした際に、制御棒の動きは操作に追従できていることを確認した。

また、ステッピング試験として0から228ステップまでの引抜・挿入操作を実施し、コイル電流波形および加速度信号を採取した結果、電流波形とラッチ機構の動作タイミングに異常はなく、CRDMの動作に異常がないことを確認した。

これまでの取替・点検実績等については、第17回定期検査の原子炉容器上部蓋の取替えに合わせてCRDM駆動機構（制御棒駆動軸およびコイルを除く）の取替えを実施しており、また、製造時記録を確認した結果、材料や作動試験等に異常がないことを確認した。

なお、定期検査毎に制御棒駆動系機能検査にて制御棒が全引抜状態から正常に落下することを確認するとともに、ステッピング試験によりCRDMコイル電流波形および加速度計信号を確認し、CRDMの動作に異常がないこと、ならびに、CRDM駆動機構のラッチ部および駆動軸の健全性を確認している。また、毎月1回、制御棒作動試験を実施しており、至近では2023年1月17日に作動試験を行い、異常がないことを確認している。

CRDM駆動機構のラッチ部および駆動軸の接触部に摩耗が発生する可能性はあるが、高経年化技術評価にて、供用期間中に想定される作動回数を考慮しても制御棒駆動装置の動作に影響を及ぼすような摩耗量に至らないことを確認している。

要因分析図に基づき原子炉自動停止に関する原因調査を実施した結果、CRDMを構成する各機器について異常はなかったが、「CRDM重故障」警報の再発をうけた追加調査により、原子炉格納容器貫通部において制御棒D6、M10、K4のケーブルの導体抵抗値が増加していることを確認した。

#### (6) 制御棒部分挿入事象に関する調査 (添付資料-31)

今回の原子炉自動停止事象に係る原因調査のなかで、2月5日に2BDパワーキャビネット盤内の点検後にドロワ(MGA、SGA、MGB、SGB)電源の復旧操作を行ったところ、SGB主電源を復旧(電源投入)した際に、SGBとは連動しない別グループに属する停止用制御棒の2本(G7およびJ7)が部分挿入した。

なお、本事象は主電源を投入した際に起こる事象であり、再現性も確認できており、原子炉自動停止事象の原因との関連性はない。

#### (7) 事象発生時のNIS挙動の解析結果 (添付資料-32、33)

事象発生時は、初めにN44が顕著に低下し、次いでN41が低下、N42とN43は同程度で低下し、N44の変化率が約17%、N41が約7%となった際に原子炉が自動停止<sup>\*14</sup>したことを確認している。

N41、N42、N43、N44の指示値低下に差があることから、制御バンクBグループ2の制御棒4本を対象に、単独または複数の組み合わせで炉心に20ステップずつ挿入した場合の解析を行い、NISの挙動が実機と整合するものを確認した。なお、解析には3次元拡散計算コードであるANCコードを使用した。

その結果、炉心M10位置の制御棒1本が挿入された場合、実機と同様にN44、N41、N42、N43の順でNIS出力が低下することを確認した。また、炉心M10位置と同じ制御バンクBグループ2について、制御棒2本同時挿入および4本同時挿入した場合の解析を行った結果、NISの挙動が実機とは異なることを確認した。

これを踏まえ、M10位置の制御棒1本が落下した想定で時刻歴解析<sup>\*15</sup>を行った結果、実機のNIS出力と変化傾向(低下順、低下度合)が一致していることを確認した。なお、解析には、炉心の動特性を3次元的に評価可能であるTWINKLEコードを使用した。また、実機におけるM10位置の制御棒が落下し始めた時刻は特定できない

め、ここでは実機のN I S (N 4 4) データが低下する直前の時刻 [ 1 5 : 2 1 ; 5 5 4 ] に落下し始めたと想定した。

これらの解析の結果から、今回の事象発生時にはM 1 0 位置の制御棒 1 本が挿入されたと推定した。

なお、M 1 0 位置以外の制御棒が落下した場合のN I S の挙動の違いを参照する観点で、M 1 0 位置近傍 4 箇所 of 制御棒 1 本が落下したケース等の時刻歴解析を行っており、いずれの結果もM 1 0 位置の制御棒 1 本が落下した場合の解析の方が、実機のN I S の挙動に近いことを確認している。

\*<sup>14</sup> 4つの検出器のうち、2つ以上の検出器において、出力運転時より中性子束の変化率が7%以上急減した場合に、「PR中性子束急減トリップ」警報が発信され、原子炉が自動停止する。

\*<sup>15</sup> 時間の経過により変化する中性子束の挙動を解析する。

#### (8) 2 B D 盤内の追加点検 (添付資料- 3 4)

2 B D 盤内のドロワ以外のコイル動作に影響を及ぼす可能性のある箇所については、既に点検を実施しており異常がないことを確認しているが、2 B D 盤内のコイル動作に影響を及ぼす可能性のある配線などについて、再度以下のとおり点検を実施した。

- a. シーケンス図と配線図との照合、配線図と実機との照合を行い、設計通りに配線されていることを確認した。
- b. 制御電源ユニット内部の目視点検、配線チェック、配線触手確認および目視確認を実施した結果、異常がないことを確認した。
- c. 制御電源ユニットの電圧測定およびリップル測定を実施し、異常がないことを確認した。
- d. 2 B D の盤内器具 (端子台、コネクタ、トランス) および配線のタッピングを行い、S G A およびM G A のホールC T 出力波形に変動がないことを確認した。
- e. 端子台単体の絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認した。

#### (9) 「C R D M 重故障」警報の再発 (添付資料- 3 5)

工場調査のため既設のM G A およびS G A のドロワを取外し、予備品のドロワを装着した2 B D について、コイルにて減電流を流し、測定器にてコイル電流の連続監視を行っていたところ、2月12日08時51分に「C R D M 重故障」警報が発信した。直ちに現場確認を実施したところ、2 B D パワーキャビネットで「重故障」表示灯が点灯しており、その盤内を確認すると、予備品を使用しているM G A ドロワにて「G C O 1」LEDの点灯を確認した。「G C O 1」LEDはコイルの電流値が2 A 以下となった時に点灯するものであり、制御棒D 6 のM G コイルの電流値が0 A になったことが判明した。測定器により連続監視していたコイル電流波形を確認したところ、1月30日の「C R D M 重故障」発生後の点検でコイル電流の低下が確認された制御棒D 6 のM G コイルで、一時的に「C R D M 重故障」警報の設定値を下回る電流低下が確認され、2月12日08時51分と09時02分にコイル電流が数秒間0 A となっていることを確認した。コイル電流の他に、2 B D 内のドロワ上流の主電源トランスおよび電流制御カード電源ユニットの入出力電圧を測定していたが変動はなかった。

(10) ドロワ下流の各ケーブル、コイル等に対する調査 (添付資料-36)

予備品のドロワを装着した2BDにおいて、「CRDM重故障」警報が再発し、制御棒D6のMGコイル電流波形に変動が確認されたこと、ドロワ上流側の入出力電圧に変動がなかったこと、ならびに、MGAおよびSGAのドロワ工場調査の結果、異常が認められなかったことから、ドロワおよびドロワ上流側の部位に異常はなく、ドロワ下流側に異常があると推定し、下流側の部位である各ケーブル、コイル等の点検、調査を重点的に実施した。

調査にあたっては、2BD制御バンクBグループ2の制御棒4本のドロワ下流側のケーブル、コイル等に対して網羅的に調査を実施するため、ドロワ下流側のコイル回路を2BD盤内（ドロワ出口コネクタから盤内端子台までのケーブル）と2BD盤外のケーブルおよびコイルに分けて調査を実施した。

a. 2BD盤内ケーブルの調査 (添付資料-37)

ドロワ下流側の盤内ケーブルは、ドロワ出口コネクタから盤内端子台までの約2mのケーブルであり、コネクタ部、ケーブル、圧着端子から構成される。MGAケーブル1本およびSGAケーブル1本を取外し、メーカ工場にて、外観検査、X線観察、導通確認、ケーブル屈曲時の抵抗値確認、絶縁抵抗測定を実施した結果、異常がないことを確認した。

b. 2BD盤外ケーブルの調査

(a) ケーブル切り分けによる点検 (添付資料-38~42)

ドロワ下流側の盤外ケーブルは、制御棒1本ごとにSGコイル、MGコイル、Lコイルを纏めた多芯ケーブルをケーブル中継箱、原子炉格納容器貫通部端子箱、中間コネクタパネル、コイルアセンブリコネクタで接続し、パワーキャビネットからコイルまで布設されている。各接続箇所については外観点検、タッピングによる導通確認等で異常がないことを確認しているが、ケーブルについて各接続箇所での切り分けを行い、ケーブルの外観点検、線間および回路間の絶縁抵抗測定を実施した結果、異常がないことを確認した。

(b) 定電圧発生器による点検 (添付資料-43)

2BDからコイル間のケーブル・コイルをパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を接続して、てい減電流相当（約4.0A）の電流をケーブル・コイルに流し、電流波形の連続監視を実施した。その結果、制御棒M10のMGコイル（M10MGコイル）およびSGコイル（M10SGコイル）、制御棒D6のMGコイル（D6MGコイル）、制御棒K4のSGコイル（K4SGコイル）において、一時的な電流の低下を確認した。

ア. M10MGコイルの電流波形の変動

2月15日21時58分頃の電流波形において、約70秒間にわたり、約0.01V（電流0.16A相当）低下する変動が確認された。

定電圧発生器により約0.25V（電流4.0A相当）の電圧をかけた状態から、約0.22V（電流3.52A相当）まで瞬時低下した後に、約3秒後に約

0. 24 V (電流3. 84 A相当) まで上昇し、その状態を約60秒間継続し、再び約0. 22 Vまで瞬時低下した後に、最初の状態よりも約0. 01 V高い約0. 26 Vに指示が上昇し、その後解消している。

これは、軽微な電流変動であり、「CRDM重故障」警報の発信や制御棒の保持機能に影響を及ぼす変動ではなかった。

#### イ. M10SGコイルの電流波形の変動

2月19日17時14分頃の電流波形において、約1秒間にわたり、約0. 04 V (電流0. 64 A相当) 低下する変動が確認された。

定電圧発生器により約0. 275 V (電流4. 4 A相当) の電圧をかけた状態から、約0. 235 V (電流3. 76 A相当) まで低下した後に、約1秒後に低下前と比較し約0. 01 V低い約0. 265 V (電流4. 24 A相当) に指示が復帰した。

これは、軽微な電流変動であり、「CRDM重故障」警報の発信や制御棒の保持機能に影響を及ぼす変動ではなかった。

#### ウ. D6MGコイルの電流波形の変動

2月19日21時08分頃の電流波形において、約5分間にわたり10回の指示変動が確認された。

定電圧発生器により約0. 25 V (電流4. 0 A相当) の電圧をかけた状態から、最大で約0. 04 V (電流0. 64 A相当) (約84%の減少) まで低下し1～数秒後に復帰する変動が確認された。

「CRDM重故障」警報は電流値が2. 0 Aまで低下した場合に発信するが、それに相当する電流変動が確認した。

#### エ. K4SGコイルの電流波形の変動

2月18日22時頃の電流波形において、約4分間にわたり約0. 01 V指示が低下する変動が確認された。復帰1分後の2月18日22時05分頃の電流波形において、約26分間にわたり約0. 02 V (電流0. 32 A相当) 指示が低下する変動を確認した。

定電圧発生器により約0. 25 V (電流4. 0 A相当) の電圧をかけた状態から、約0. 235 V (電流3. 76 A相当) まで低下した後に、約4分後に低下前と比較して約0. 01 V高い約0. 255 V (電流4. 08 A相当) に指示が復帰した。

また、2月19日22時49分頃の電流波形において、約0. 035 V (電流0. 56 A相当) 低下し復帰する変動が3回確認された。

定電圧発生器により約0. 25 V (電流4. 0 A相当) の電圧をかけた状態から、約0. 215 V (電流3. 44 A相当) まで低下した後に、1度目の変動は約1秒間、2度目の変動は約3秒間継続し、3度目の変動は低下前と比較して約0. 02 V (電流0. 32 A相当) 低い約0. 23 V (電流3. 68 A相当) に

指示が復帰した。

これは、軽微な電流変動であり、「CRDM重故障」警報の発信や制御棒の保持機能に影響を及ぼす変動ではなかった。

(11) 2BDパワーキャビネットドロワ下流側の切り分け調査 (添付資料-44)

定電圧発生器による調査の結果、M10MGコイル、M10SGコイル、D6MGコイル、およびK4SGコイルの電流波形に一時的な電流の低下が認められたことから、2BDパワーキャビネットから当該コイルまでの回路について切り分けを行い、定電圧発生器を用いて電流変化の有無の連続監視を実施した。

連続監視は、回路を、パワーキャビネット～原子炉格納容器貫通部端子箱(C/V外)、原子炉格納容器貫通部端子箱(C/V外)～原子炉格納容器貫通部端子箱(C/V内)、原子炉格納容器貫通部端子箱(C/V内)～C/V内ケーブル中継箱、C/V内ケーブル中継箱～コイルの4区間に切り分けて実施した。

a. M10MGコイル回路の調査

2月23日からの連続監視において、全4区間において、有意な電流の変化は確認されなかった。

b. M10SGコイル回路の調査

2月23日からの連続監視において、2月24日から25日に、原子炉格納容器貫通部の端子箱間で、約0.1V(電流1.6A相当)付近での電流変化が確認された。電流変化が確認された回路について導体抵抗測定を実施したところ、M10SGコイルのプラス側の導体抵抗値が通常約0.4～0.5Ω程度であるのに対し、3.03Ωと高くなっていることを確認した。マイナス側の導体抵抗値に有意な増加は確認されなかった。

残りの3区間については、有意な電流の変化は確認されなかった。

c. D6MGコイル回路の調査

2月23日からの連続監視において、2月25日03時03分頃に、原子炉格納容器貫通部の端子箱間で約0.2V(電流3.2A相当)から0V(電流0A相当)への電流の低下が確認された。電流低下が確認された回路について導体抵抗測定を実施したところ、D6MGコイルのプラス側の導体抵抗値が通常約0.4～0.5Ω程度であるのに対し、93.18Ωと高くなっていることを確認した。マイナス側の導体抵抗値に有意な増加は確認されなかった。電圧は「電流×導体抵抗」の関係にあり、電圧が一定であれば導体抵抗の増加によって電流が低下することから、プラス側の導体抵抗値の大幅な増加が電流低下の要因と考えられる。([電圧] = [電流] × [導体抵抗])

なお、残りの3区間については、有意な電流の変化は確認されなかった。

#### d. K4SGコイル回路の調査

2月23日からの連続監視において、2月24日から25日に、原子炉格納容器貫通部の端子箱間で、約0.1V（電流1.6A相当）付近での電流変化が確認された。電流変化が確認された回路について導体抵抗測定を実施したところ、K4SGコイルのプラス側、マイナス側とも導体抵抗値に有意な増加は確認されなかった。

残りの3区間については、有意な電流の変化は確認されなかった。

以上の調査から、M10SGコイル回路およびD6MGコイル回路の電流低下については、原子炉格納容器貫通部端子箱間で導体抵抗値が増加したことが要因と考えられる。なお、当該の原子炉格納容器貫通部は建設以降改造した実績はない。

#### (12) 原子炉格納容器貫通部端子箱間のケーブル調査

##### a. 原子炉格納容器貫通部ケーブル導体抵抗値測定（添付資料-45～47）

原子炉格納容器貫通部は原子炉格納容器バウンダリ機能を有しており、原子炉格納容器スリーブに溶接リング部でペネトレーション本体を溶接付けした構造となっている。ペネトレーション内部は端板、アルミナ磁器およびケーブルのロウ付けにより、ケーブルを支持する構造となっている。ケーブルはペネトレーション内部の接続金具の外側にはんだ付け、内側にロウ付けで接続されており、接続部にシリコン樹脂を充填し、その外側にエポキシ樹脂を充填した上で、エポキシ積層板で蓋をした構造となっている。C/V内側のケーブルはC/V内側の端子箱で端子台に接続され、C/V外側のケーブルはアニュラスから外部遮蔽壁の貫通部を通してケーブルトレイにより布設され、C/V外側の端子箱で端子台に接続されている。

D6MGコイルおよびM10SGコイルのケーブルにおいては、原子炉格納容器貫通部端子箱間で導体抵抗値の増加が確認されたため、2BD制御バンクBグループ2に属するケーブルについて原子炉格納容器貫通部端子箱間で導体抵抗値を再度測定したところ、K4SGコイル、D6MGコイル、M10SGコイルおよびM10MGコイルのケーブルにて高い抵抗値が認められた。そのため、原子炉格納容器内側の端子箱内部を詳細観察したところ、原子炉格納容器貫通部出口と端子台の間のケーブル上にコイル行きケーブルの余長分が覆いかぶさっていることを確認した。

なお、他の格納容器貫通部出口のケーブルは、別のケーブルが覆いかぶさっている箇所は認められなかった。

制御棒D6、M10、K4のケーブルを布設している原子炉格納容器貫通部のC/V内側の端子箱ではコイル行きケーブルの余長が他の原子炉格納容器貫通部のケーブルよりも長く、狭隘な端子箱内部での取り回しが厳しいため、貫通部を出た直後のケーブル上にコイル行きケーブルが覆いかぶさった状況で施工されていた。

更に詳細に確認したところ、K4SGコイル、D6MGコイルおよびM10SGコイルのケーブルは、原子炉格納容器貫通部の上方に纏まって布設されており、覆いかぶさったケーブルの荷重を受けやすい状況であった。また、覆いかぶさったケーブルを持ち上げたところ、目視にてK4SGコイルおよびM10SGコイルに電



流変動を確認したことから、ケーブル余長分の荷重による影響が考えられるため、現場で2BD制御バンクBグループ2に属する原子炉格納容器貫通部出口のケーブルを揺らしながら当該ケーブルの導体抵抗測定を実施した結果、K4SGコイル、M10SGコイルに加え、電流変動が見られなかったD6MGコイルにおいてケーブルの導体抵抗値に変動が認められた。

なお、その他のケーブルについては、変動が認められなかった。

以上の調査結果より、導体抵抗値の増加は今回現場で異常が認められたケーブルに荷重が掛かった影響であると特定した。

b. ケーブル導体抵抗値増加のメカニズム (添付資料-48)

原子炉格納容器貫通部は内部にケーブル接続部が存在し、ケーブルの心線が接続金具にはんだ付けで固定されている。

今回、D6、M10、K4のケーブルを布設している原子炉格納容器貫通部では、施工時のケーブル処理にてケーブル本体の自重(約100N)が下向きに作用することに加え、コイル行きケーブルが積載していたことによる下向き荷重(約900N)が重畳し、D6、M10、K4のケーブルに通常設計として想定していない引張力(最大約1,000N)が作用していた。

この引張力はケーブル心線と接続金具のはんだ付け部分に掛かるが、ケーブル心線は、はんだ付けの接着力よりも引張力に強いため損傷の可能性は小さい。一方、ケーブル心線周りに充てんされたエポキシ樹脂は、設計上、同じ原子炉格納容器貫通部を通るケーブル同士が一定の距離を確保することを目的としており、ケーブル本体の自重を超える過度な引張力に対する耐力を有していない。そのため、今回の引張力が、建設以降から事象発生までの間に、ケーブル心線を介して接続金具のはんだ付けの部分に伝播・作用し、はんだ付けが剥離した可能性がある。なお、原子炉格納容器貫通部内部の接続金具周辺ではケーブル等が周囲をシリコン樹脂で満たされていることから、はんだ付け部分が剥離した状態においても、引張力に対する強度はある程度維持されると推定される。

はんだ付けが剥離すると、通常は一定の面で接触している接続部が点で接触した状態となり、導通不良により電流が低下する可能性がある。

はんだ付け部分の点接触状態においては、原子炉格納容器内雰囲気温度、圧力変化や電流によるケーブル心線、接触部の温度変化などにより、はんだ付け部分の点接触状態がわずかに変化し、導体抵抗が変動することが想定される。

さらに、ケーブルが接続金具から抜ける方向に引張力が作用すると、点で接触している状態の変化により導体抵抗が増減し電流低下の異常が解消・再発する可能性がある。

以上のことから、今回のコイル電流や導体抵抗の変動は、はんだ付け部分のわずかな接触状態の変化により生じたものと推定する。

(1 3) 電流低下が確認された制御棒以外の制御棒コイル電流の監視（添付資料－4 9）  
定電圧発生器による調査において、電流値の低下が認められた制御棒3本（D 6、M 1 0、K 4）以外の制御棒4 5本のコイル電流に異常がないことを確認するため、2 B D制御バンクBグループ2以外の制御棒4 4本については2月2 0日から、2 B D制御バンクBグループ2に属する制御棒F 1 2については2月2 6日から、パワーキャビネットに測定器を接続し、連続監視を実施している。測定器は電流値が約5%（約0. 3 A）変動した場合に、電流波形を記録するように設定しているが、3月1日時点において、電流波形は記録されておらず、制御棒4 5本のコイル電流に有意な変動がないことを確認している。また、2月2 8日に制御棒4 5本の電流波形を採取したところ、電流値に有意な変動は見られなかった。

#### (1 4) 原因調査のまとめ

「PR中性子束急減トリップ」の警報発信前のプラントパラメータに急変はなく、運転操作も実施していなかった。また、全ての中性子束検出器や安全保護回路等を点検した結果、異常は認められず、誤動作したものでないことを確認した。

警報発信は、制御棒が実際に挿入された可能性が高く、実機のN I S出力トレンドとN I S挙動解析結果を比較評価したところ、M 1 0制御棒1本が挿入したものであると特定した。また、2チャンネルのN I Sが「中性子束急減トリップ」の設定値で正常に動作していることを確認した。

M 1 0制御棒の挿入は、CRDMを実機動作した際の確認結果や製造記録等の調査にて機械的な要因でないことを確認し、電気的な要因である可能性が高いと判断した。

電気的な要因調査として、CRDM制御盤からCRDMまでの構成部品について点検を行った結果、部品単体での異常は認められなかったが、CRDM制御盤内の2 B D制御バンクBグループ2のドロワを予備品と取り替えた後に、各構成部品を接続状態として電流を連続監視していたところ、再度、「CRDM重故障」の警報が発信し、D 6制御棒のMGコイルにて大幅な電流低下を確認した。また、2 B Dパワーキャビネット出口端子部でケーブルを切り離し、CRDMへの電力供給を定電圧発生器に切り替えて監視していたところ、D 6、M 1 0およびK 4の制御棒にて大小の電流低下を確認した。なお、電流低下のタイミングや復帰するまでの時間に連動は認められず、制御盤内でのスイッチ操作等を行っていないことを確認した。

以上の結果より、ドロワの上流側に異常はなく、CRDMまでの下流側に故障の可能性のあるものと範囲を絞り込み、追加調査としての原子炉格納容器貫通部の前後に設置している端子台間で導体抵抗を測定した結果、K 4 S Gコイル、D 6 M Gコイル、M 1 0 S GコイルおよびM 1 0 M Gコイルのケーブルにて高い抵抗値が認められたことから、原子炉格納容器内側にある端子箱内部を詳細観察したところ、原子炉格納容器貫通部出口と端子台の間のケーブル上に他のケーブルが覆いかぶさっていることを確認した。

D 6 M Gコイル、M 1 0 S GコイルおよびK 4 S Gコイルのケーブルは、原子炉格納容器貫通部の上方に纏まって布設されており、覆いかぶさったケーブルの荷重を受けやすい状況であった。なお、当該の原子炉格納容器貫通部および端子箱内のケーブルについては建設以降改造した実績はなく、布設状態に変更はないことから、建設時から原子

炉格納容器貫通部出口と端子台の間のケーブル上に他のケーブルが覆いかぶさっている状態であったと推定した。

また、原子炉格納容器貫通部出口のケーブルを揺らしながら導体抵抗を測定した結果、K4SGコイル、M10SGコイル、D6MGコイルにて抵抗値の変動が認められたことから、原子炉格納容器貫通部から原子炉格納容器内側の端子台の間でこれらのケーブルに荷重が掛かることにより導通不良を起こしているものと特定した。

原子炉格納容器貫通部の構造等からメカニズムを想定したところ、当該ケーブル施工時の処置にて発生した荷重により、ケーブルに通常設計としては想定していない引張力が作用し、原子炉格納容器貫通部内部のケーブル接続部で導通不良が発生し、ケーブルの導体抵抗の増減や電流変化を引き起こしたものと推定した。

また、今回確認されたD6MGコイルのケーブルの導体抵抗の増加によるコイル電流低下により、「CRDM重故障」警報が発信したと推定した。

なお、同じ貫通部に布設している他のケーブルに導通不良はなく異常は認められなかった。

更に、これまでの連続監視にて2BD制御バンクBグループ2に属するD6、M10およびK4の制御棒3本で認められた電流低下は、同グループに属するF12制御棒や他のグループに属する44本の制御棒では認められなかった。

その他、定期検査における原子炉格納容器貫通部のケーブル点検は、端子台に緩みがないことの外観点検やパワーキャビネットからCRDMコイルまでを接続した状態で導体抵抗測定を行うことによりケーブルの健全性に問題がないことを確認してきたが、端子台の裏面のケーブル布設状況の確認やケーブルを触手しながらの導体抵抗測定を実施していなかったことから、今回の導通不良を事前に検知することができなかった。

#### (15) ケーブルに関する高経年技術評価 (添付資料-50)

##### a. 高経年化技術評価について

高経年化技術評価においては、各設備に対して使用条件（材料、環境条件等）から想定される経年劣化事象を抽出し、高経年化プラントの運転に際して考慮すべき事項を評価している。

なお、高経年化技術評価における経年劣化事象には、設計や施工等に起因する事象は含まない。

##### b. 不具合箇所の高経年化技術評価の内容

今回の不具合箇所（電気ペネトレーションの電線ケーブル）に対して、高経年化技術評価では経年劣化事象として導通不良を想定している。その評価において「大きな荷重が作用しなければ、断線による導通不良に至ることはなく着目すべき経年劣化事象ではない」としている。

##### c. 今回の不具合内容の取扱い

高経年化・経年劣化とは、設計どおりの施工を前提とした時間経過に伴い使用環境や条件により、機能・性能に影響を及ぼすおそれがある事象である。

今回は、施工時の余長ケーブルが覆いかぶさった状態が継続し、ケーブル接合部に設計上想定していない引張力が作用し続けた結果、発生した事象であり、施工内容に起因したもので、施工時に荷重がかからないように設置すれば発生しない事象であることから、経年劣化事象には該当しないと考える。

制御棒駆動装置のケーブルは、定検毎に絶縁抵抗測定を行い、絶縁性能に問題がないことを確認している。本事象の原因調査においても問題がないことを確認しており、本事象は経年劣化事象によるものではないと考えている。

## 8. 推定原因

原子炉停止に至った「PR中性子束急減トリップ」警報発信の原因は、点検のためにMGラッチのコイル電源を切り、シングルホールド状態にあったM10のSGラッチにおいて、コイルに電流を供給するケーブルのうち、原子炉格納容器貫通部の内部にあるケーブル接続部に引張力が作用することではんだ付けが剥離し、導通不良に伴う電流値の低下により、SGラッチが開放されたものと推定した。このことにより、M10制御棒が挿入され、2チャンネルのNISが中性子束急減トリップ設定値に至ったため、原子炉が自動停止したものと推定した。

また、電気ケーブルの接触不良の原因は、原子炉格納容器貫通部出口（原子炉格納容器内側）と端子台の間において、貫通部出口側電気ケーブルに、コイル側電気ケーブルが覆いかぶさっていたことにより、原子炉格納容器貫通部内から引き抜かれる方向に力が働いていたためと推定した。

なお、コイルの電流低下は、主電源の開放操作を行っていない状態でも発生しており、原子炉自動停止時に行っていた作業との関連性はないものと推定した。

## 9. 対策

電流低下が認められたD6、M10およびK4のSGコイルおよびMGコイルのケーブルについて、以下の対策を行い電流低下の要因を排除する。

- (1) 制御棒3本のケーブルについては、他の原子炉格納容器貫通部にある予備ケーブルを使用する新たなルートに変更する。なお、予備ケーブルを使用する際には、健全性を確認したうえで接続する。
- (2) 原子炉格納容器貫通部のケーブルについては、覆いかぶさっていたケーブルの不要な余長を切断し、再整線する。

また、これまでの定期検査において格納容器貫通部のケーブルに導通不良があることを検知することができなかったことを踏まえ、今後、設備保全に関する対応として、以下を実施する。

- ・格納容器貫通部のケーブルに関する点検・保守方法を検討し「保全指針」に反映する。
- ・設備改造等によるケーブル布設時の注意事項を「高浜発電所請負工事に関する心得集」に追記する。

なお、原子炉が運転している状態において、点検調査の操作にて制御棒をシングルホールド状態とした際に原子炉が自動停止した事象であったことを踏まえ、今後、「CRDM重故障」の警報が発信した場合に慎重な原因調査を進めるための点検方法を定める。

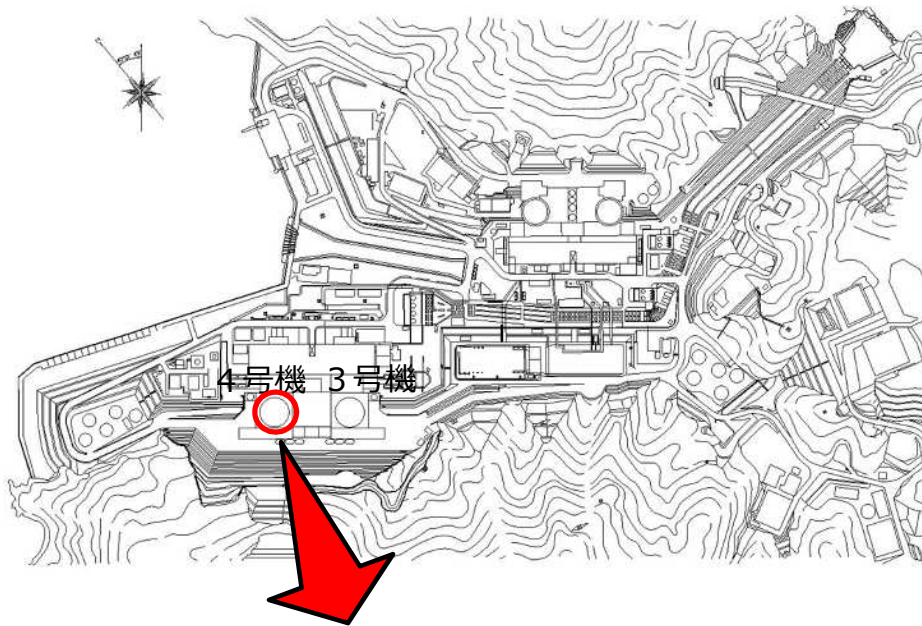
以 上

## 添付資料

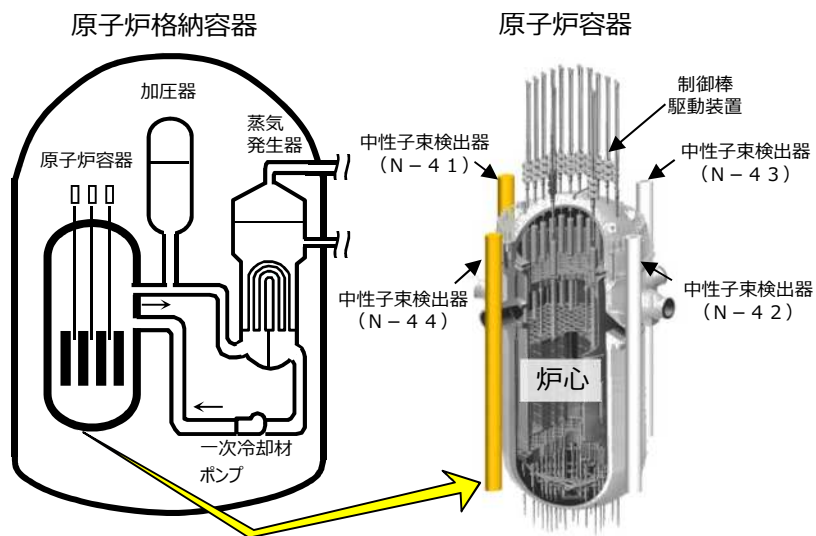
1. 発生場所図
2. 関連パラメータトレンドグラフ
3. CRDM設備構造図
4. 原子炉自動停止後の運転パラメータ
5. 「PR中性子束急減トリップ」に係る要因分析図
6. 事象発生前のプラントパラメータ
7. 第24回定期検査終了以降の運転パラメータ
8. 運転操作の確認結果
9. 一般作業保修作業状況表
10. 事象発生時の中性子束検出器の指示値、事故時データ収集印字記録(抜粋)
11. 蒸気発生器熱出力とNISの原子炉出力の整合確認結果
12. 中性子束検出器の点検内容および結果
13. CRDM全体構成図
14. 「CRDM重故障」警報発信に関する点検結果
15. 「CRDM重故障」警報発信に関する調査作業体制表
16. 「CRDM重故障」警報発信に関する作業手順書(抜粋)
17. 「CRDM重故障」警報発信に関する作業員配置図
18. 点検作業時の誤操作防止対策
19. 制御棒は落下しないと判断した根拠概要
20. 「CRDM重故障」警報発信に係る要因分析図
21. 「PR中性子束急減トリップ」に係る要因分析図(CRDM)
22. CRDM各部点検結果
23. ステッピング試験健全性評価
24. 制御棒駆動系機能検査の結果(抜粋)
25. 至近のステッピング検査結果
26. 制御棒作動試験チェックシート(抜粋)
27. 原子炉自動停止に係る再現性確認試験結果
28. 制御棒駆動装置の取替実績
29. 制御棒駆動装置の製造記録および作動試験記録
30. 高経年化技術評価書(抜粋)
31. 原因調査中の停止用制御棒(2本)の部分挿入事象について
32. 原子炉自動停止時のNIS変化率
33. NIS挙動解析
34. 盤内の追加点検
35. 2BDパワーキャビネットの連続監視
36. 2BDドロワ下流ケーブルの調査結果(工場調査結果)
37. 2BDドロワ下流ケーブルの調査記録(工場詳細記録)

38. 2BDドロワ下流ケーブルの調査記録（ペネ目視、ペネ絶縁抵抗測定）
39. 2BDドロワ下流ケーブルの調査記録（絶縁抵抗測定）
40. 2BDドロワ下流ケーブルの調査記録（ケーブル目視点検）
41. パワーキャビネットからコイルまでのケーブル目視点検
42. パワーキャビネットからコイルまでのケーブル接続状態
43. 定電圧発生器による点検
44. 2BDドロワ下流側ケーブルの切り分け調査
45. 原子炉格納容器貫通部の構造概要
46. 原子炉格納容器貫通部端子箱（C/V内側）内の点検状況
47. 原子炉格納容器貫通部ケーブル導体抵抗値測定結果
48. ケーブル導体抵抗値増加のメカニズムおよび接続金具はんだ付け部の模擬引張試験結果
49. 残り45本の制御棒のコイル電流波形
50. 高経年化技術評価書（抜粋）
51. 点検スケジュール

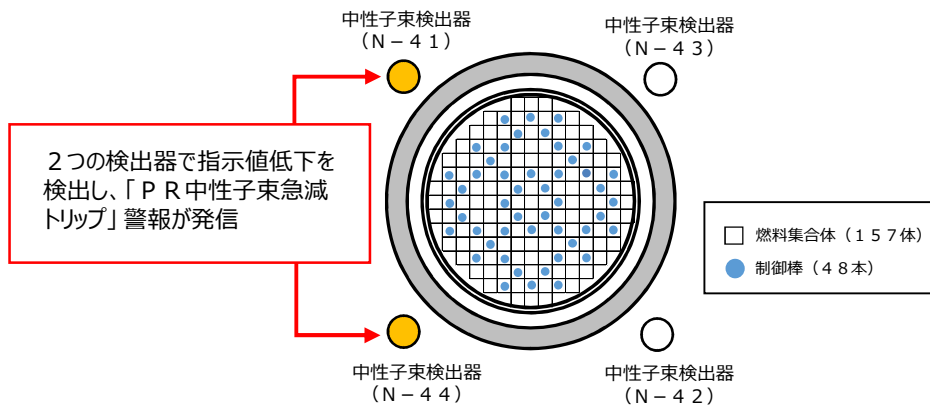
### 発生場所図



(高浜発電所4号機 原子炉格納容器内)

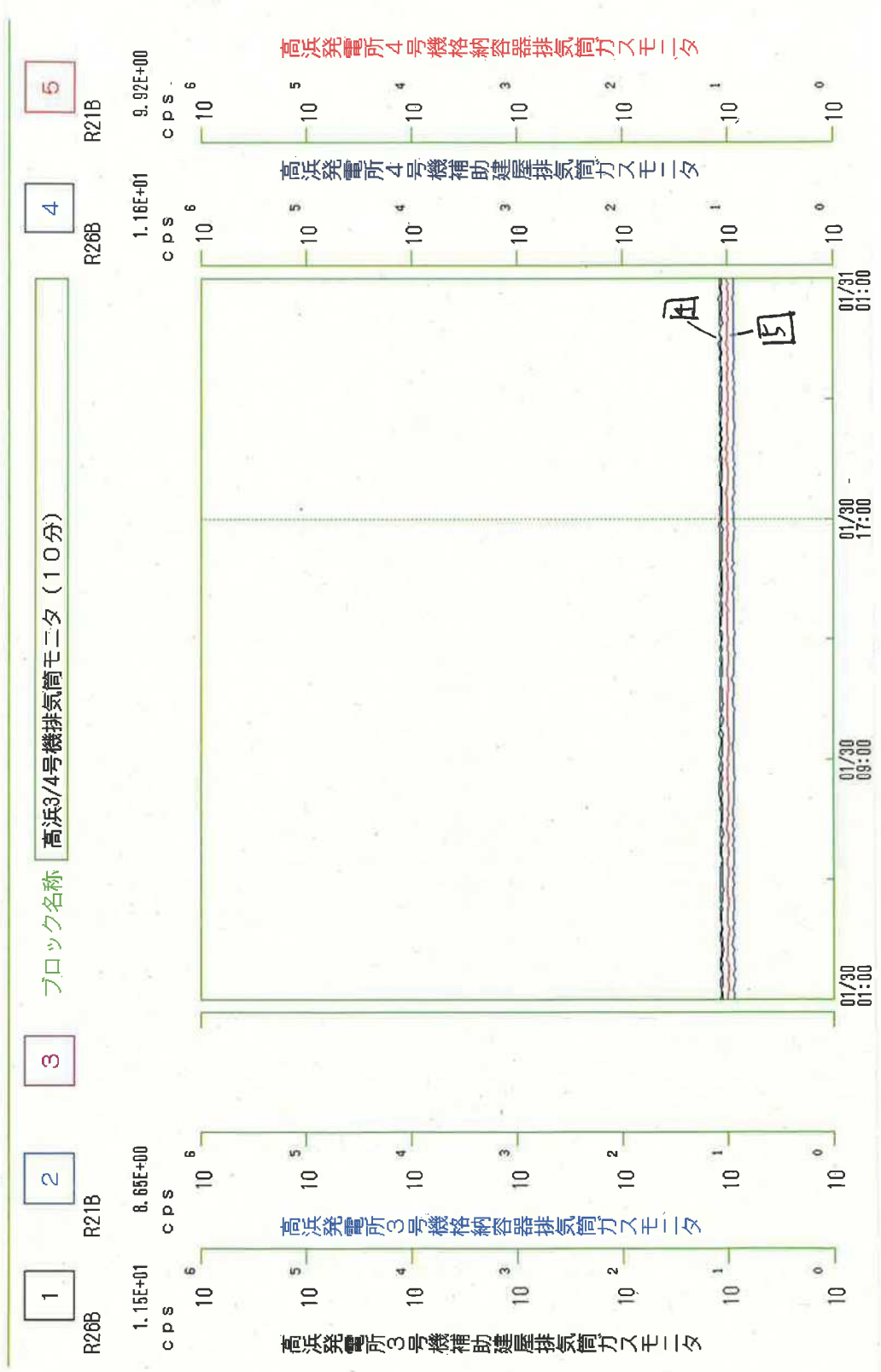


炉心を上から見た図

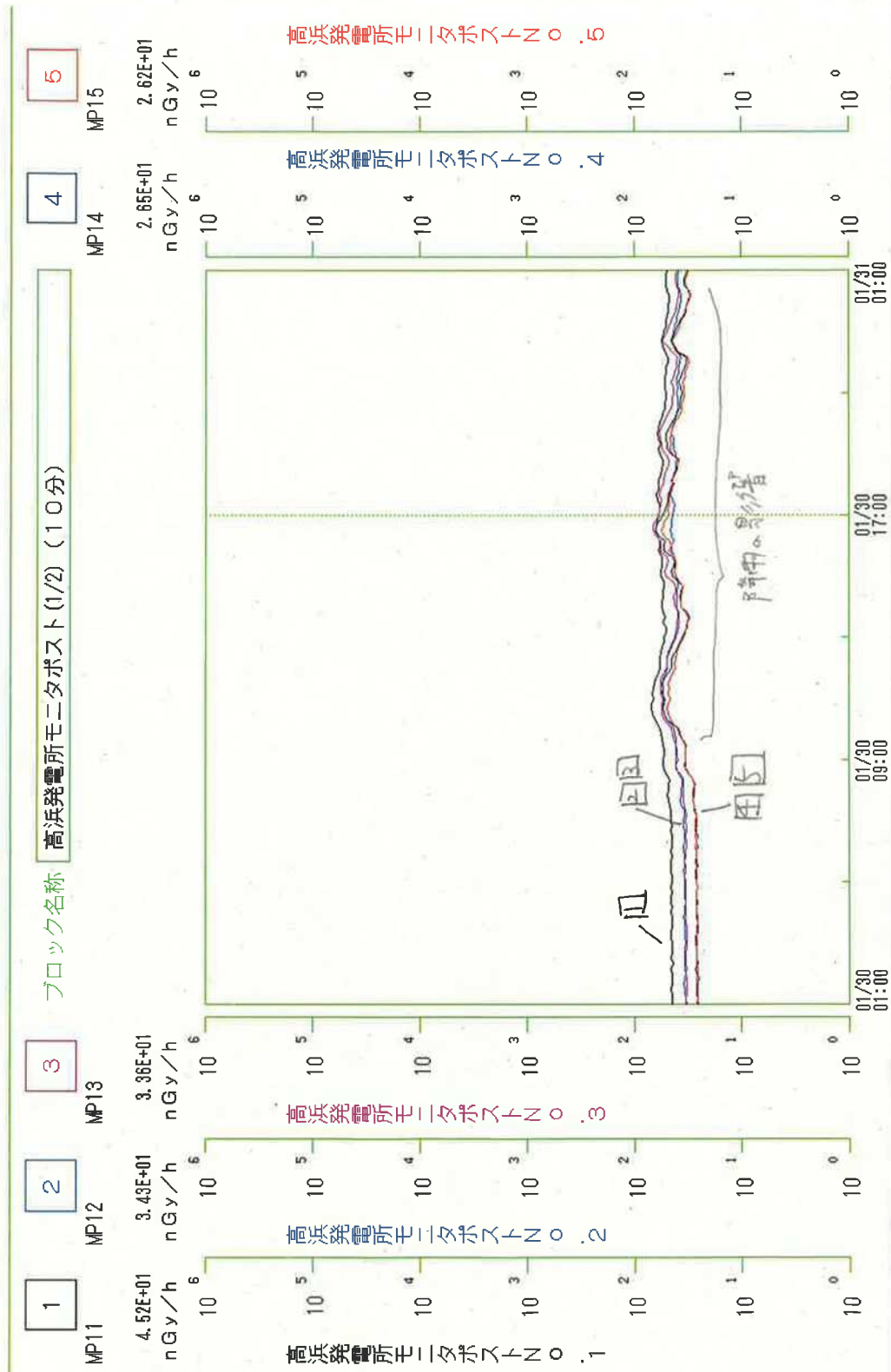




関連パラメータトレンドグラフ  
(格納容器、補助建屋排気筒ガスモニタ)



関連パラメータトレンドグラフ  
(モニタポストNo. 1~No. 5)



関連パラメータトレンドグラフ  
(モニタステーション)

5

4

高浜発電所モニタポスト(2/2) (10分)

3

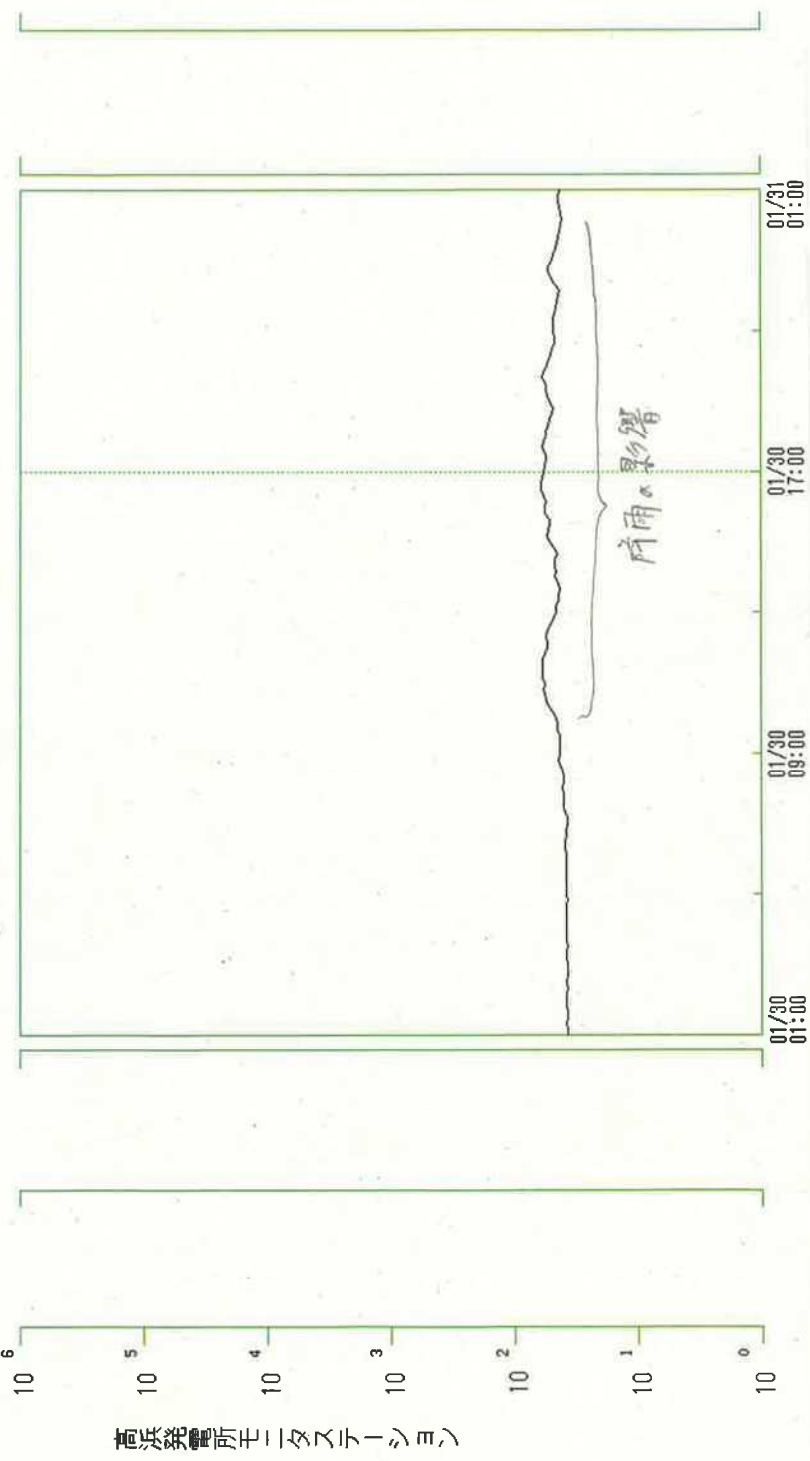
ブロック名称

2

1

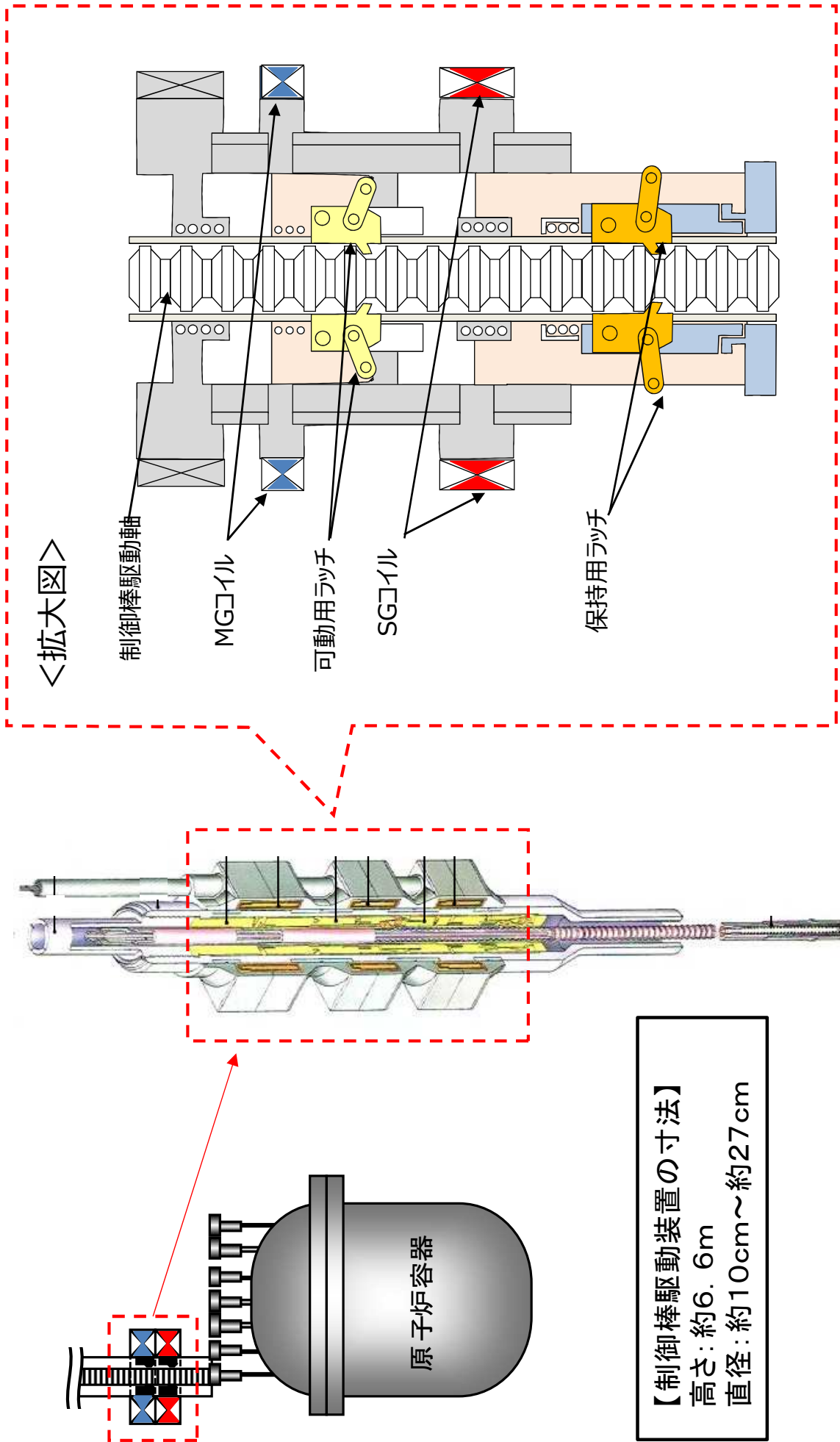
MP01

3.88E+01  
nGy/h



# CRDM設備構造図

## 制御棒駆動装置



<拡大図>

制御棒駆動軸

MGコイル

可動用タッチ

SGコイル

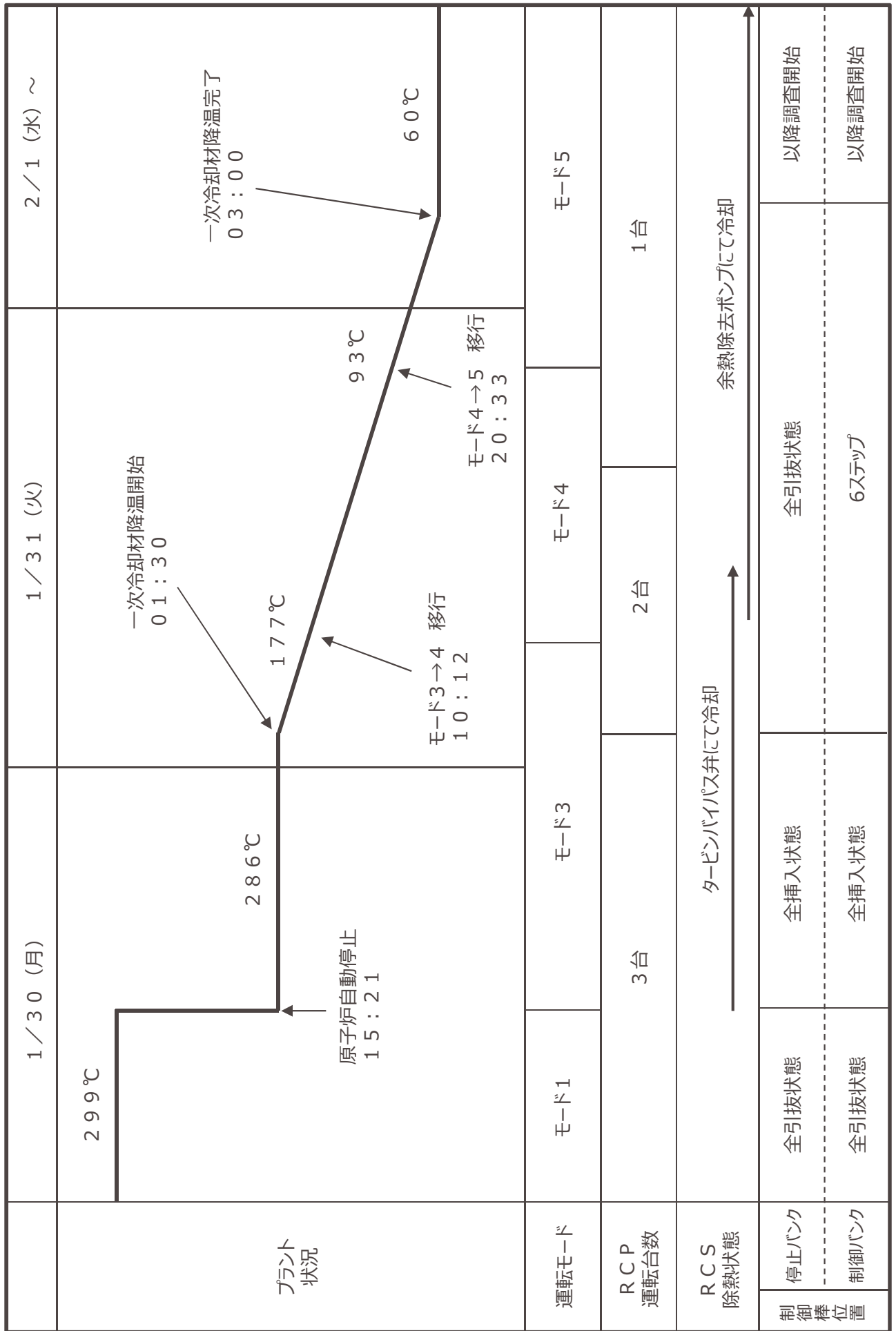
保持用タッチ

MGコイル : Movable Gripperコイル

SGコイル : Stationary Gripperコイル

【制御棒駆動装置の寸法】  
 高さ: 約6.6m  
 直径: 約10cm ~ 約27cm

# 原子炉自動停止後の運転パラメータ



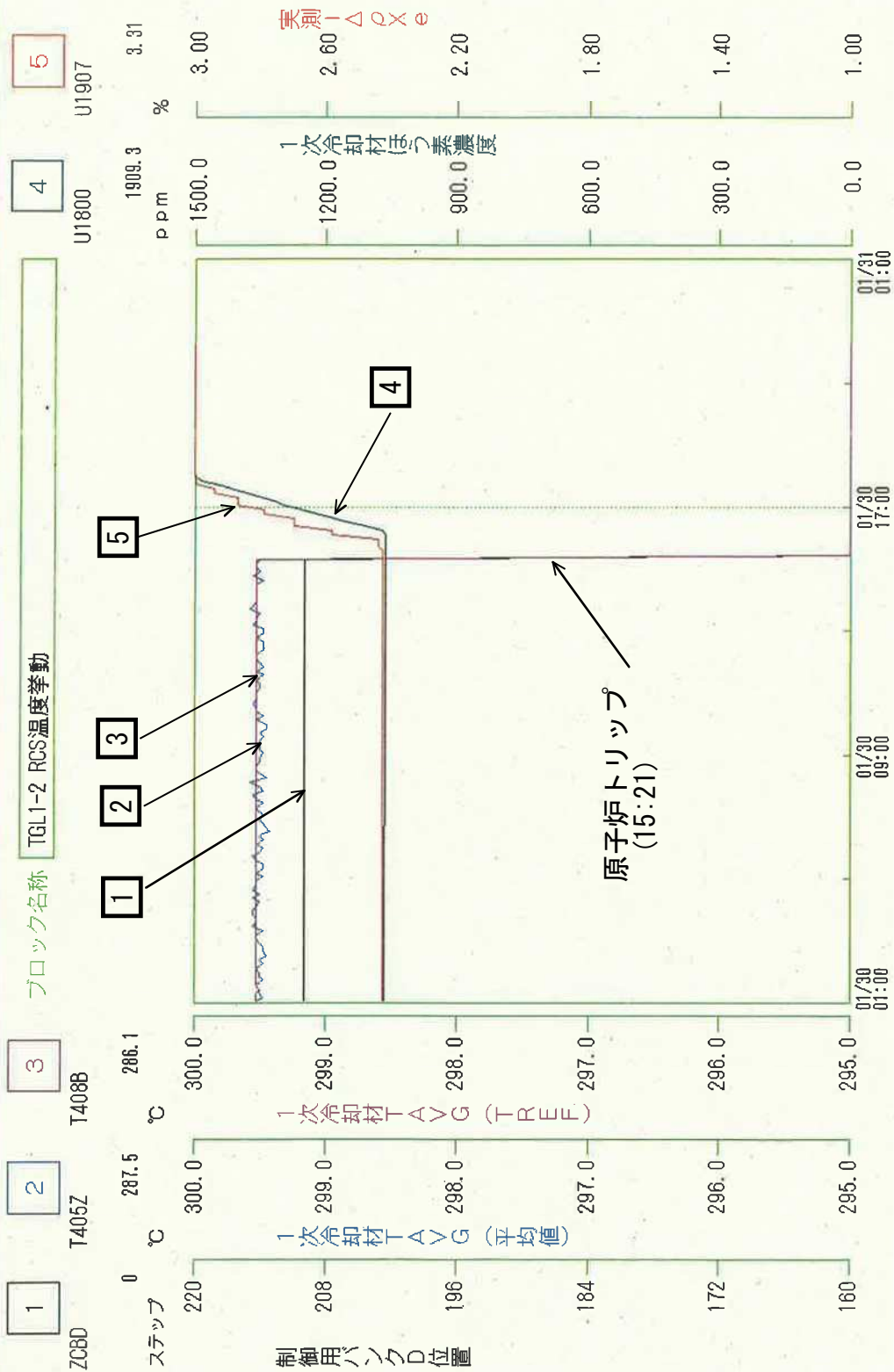
「PR中性子束急減トリップ」に係る要因分析図

事象	要因(大分類)	要因(中分類)	要因(小分類)	要因検討	調査内容	調査結果	評価	資料
2023年1月30日 「PR中性子束急減トリップ」警報が発信	制御棒制御系の異常	設備の動作異常	MGセット	要因分析図(2/2)参照	-	-	別紙	別紙
			原子炉トリップしゃ断器	要因分析図(2/2)参照	-	-	別紙	別紙
			制御棒制御装置(制御盤・分電盤含む)	要因分析図(2/2)参照	-	-	別紙	別紙
		関連作業	NIS、原子炉保護系計器ラック関係の作業影響により、誤って原子炉自動停止が発生する。	原子炉自動停止発生当日の一般作業保守作業状況表ならびに保修課員への聞き取りにより、NIS、原子炉保護系計器ラックに関連する作業の有無を確認する。	原子炉自動停止発生当日に、NIS、原子炉保護系計器ラックに関連する作業は実施していないことを確認した。	×	添付資料－9	
		運転操作	運転操作の誤りにより、原子炉自動停止が発生する。	原子炉自動停止発生前のプラントパラメータならびに運転員への聞き取りにより、「PR中性子束急減トリップ」に至る運転操作を行っていないかを確認する。	一次冷却材の希釈操作や機器の切り替えなど、自動停止に至る運転操作は行っていないことを確認した。	×	添付資料－8	
	制御棒の連続挿入および落下させる信号発信		制御棒を動作させる信号の誤発信により、連続挿入あるいは落下する。	原子炉自動停止発生前のプラントパラメータに異常がないか確認する。 ・Tavg、NIS、DRPI(制御棒位置指示装置)、ステップカウンタ他	Tavg等のプラントパラメータを確認した結果、自動停止の兆候を示す異常な変動は確認できなかったため、誤信号により制御棒が連続挿入あるいは落下したものでないことを確認した。 また、令和4年12月1日に第24回定期検査を終了し、定格熱出力一定運転を継続していたが、この間のプラントパラメータの履歴等を確認した結果、異常がないことを確認した。	×	添付資料－6 添付資料－7	
	一次冷却材ほう素濃度の過度の濃縮		一次系冷却材ほう素濃度が過度に濃縮され、中性子束が急減する。	原子炉自動停止発生前のプラントパラメータに異常がないか確認する。 ・ほう酸ポンプ出口流量	ほう酸ポンプ出口流量は0m <sup>3</sup> /hであり、一次冷却材が濃縮されていないことを確認した。 また、令和4年12月1日に第24回定期検査を終了し、定格熱出力一定運転を継続していたが、この間のプラントパラメータの履歴等を確認した結果、異常がないことを確認した。	×	添付資料－6 添付資料－7	
	主給水または主蒸気流量の異常急減		二次系の負荷急減等が生じることにより、中性子束が急減する。	原子炉自動停止発生前のプラントパラメータに異常がないか確認する。 ・主給水流量、主蒸気流量、タービン第1段後圧力、主蒸気圧力、Tavg、NIS、DRPI(制御棒位置指示装置)、ステップカウンタ	主給水流量、主蒸気流量等のプラントパラメータに、自動停止の兆候を示す異常な変動がないことを確認した。 また、令和4年12月1日に第24回定期検査を終了し、定格熱出力一定運転を継続していたが、この間のプラントパラメータの履歴等を確認した結果、異常がないことを確認した。	×	添付資料－6 添付資料－7	
	誤信号の検出	設備の異常	原子炉安全保護盤	本盤においては、原子炉保護系計器ラックで原子炉トリップ回路のロジックが成立した後、原子炉トリップ遮断器を動作させるリレー回路等を組んでいる盤であり、実際に原子炉トリップ回路のロジックが成立し、リレー回路等が動作し、原子炉トリップ遮断器が動作しているため、原子炉安全保護盤は正常に動作している。	-	-	×	-
			炉外核計装装置(NIS)	NISの計測系の異常により、2チャンネル以上、中性子束急減信号を誤検出する。	NISの計測系の健全性確認のため、トリップ回路確認を実施する。	トリップ回路確認の結果、設定器がトリップ設定値通りに動作することを確認した。また、原子炉保護系計器ラックに、正常に信号が受け渡されていることを確認した。	×	添付資料－12
			NIS検出器の異常により、2チャンネル以上、中性子束急減信号を誤検出する。	NIS検出器の健全性確認のため、絶縁抵抗測定、静電容量測定、感度確認を実施する。	以下の通り健全性を確認した。 ・絶縁抵抗測定 絶縁抵抗値が判定基準値以上であることを確認した。 ・静電容量測定 静電容量値が過去データと同様の値であることを確認した。 ・感度確認 高圧電源をステップ状に上昇させて信号回路の反応を確認した。	×	添付資料－12	
	原子炉保護系計器ラック	NISからの変化率信号を2チャンネル以上、誤検出する。	原子炉自動停止時のNISトレンドデータおよび原子炉トリップ状況を確認する。(事故時データ収集記録にて確認)	原子炉保護系計器ラックにおいてはトリップ回路のロジック(2/4チャンネルで動作)を構築しており、実際に中性子束の変化を捉えてトリップ回路のロジックが成立し、原子炉自動停止している事から、原子炉保護系計器ラックは正常に動作していた。	×	添付資料－10 添付資料－12		

評価欄  
○: 要因である。  
△: 要因の可能性が考えられる。  
×: 要因ではない。

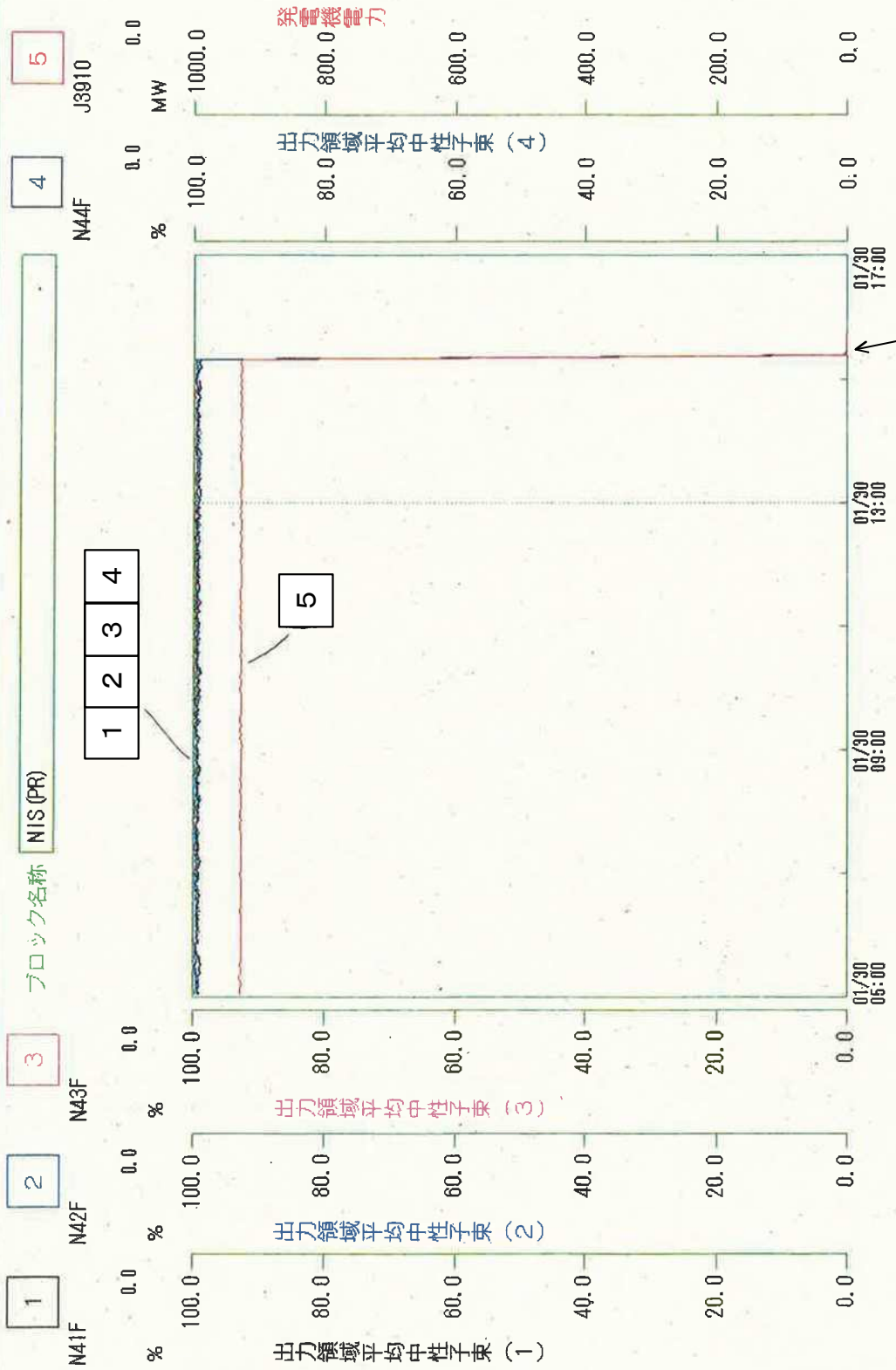
# 事象発生前のプラントパラメータ (Tavg・Trefパラメータ)

2023年 01月30日 発電機出力 0.0 %  
22:18 原子炉出力 0.0 %



# 事象発生前のプラントパラメータ (NISパラメータ)

2023年 01月30日 発電機出力 0.0 %  
15:46 原子炉出力 0.0 %



原子炉トリップ  
(15:21)



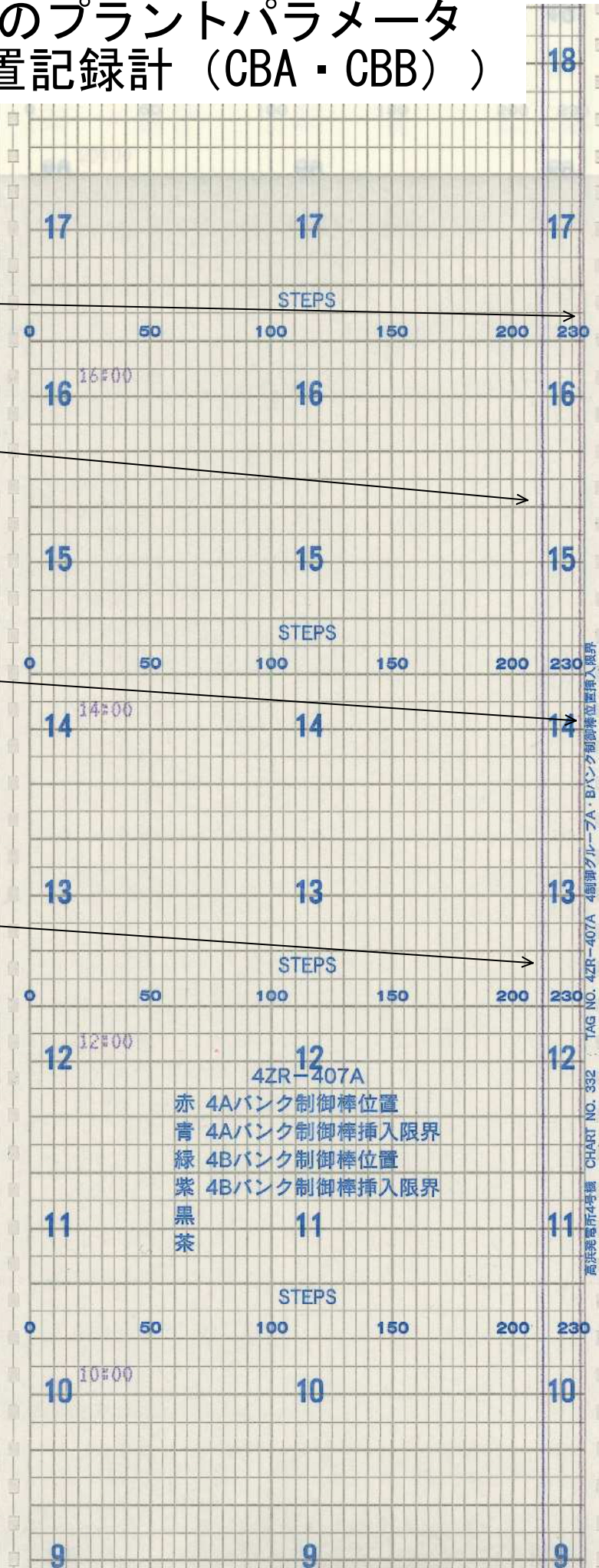
# 事象発生前のプラントパラメータ (制御棒位置記録計 (CBA・CBB))

ステップカウンタ指示は制御棒動作信号により動作するが、トリップ時は即落下させるため制御信号がなく指示は残ったままとなる。

原子炉トリップ  
(15:21)

A・Bバンク制御棒位置  
(228ステップ)

A・Bバンク制御棒挿入限界



# 事象発生前のプラントパラメータ (制御棒位置記録計 (CBC・CBD))

ステップカウンタ指示は制御棒動作信号により動作するが、トリップ時は即落下させるため制御信号がなく指示は残ったままとなる。

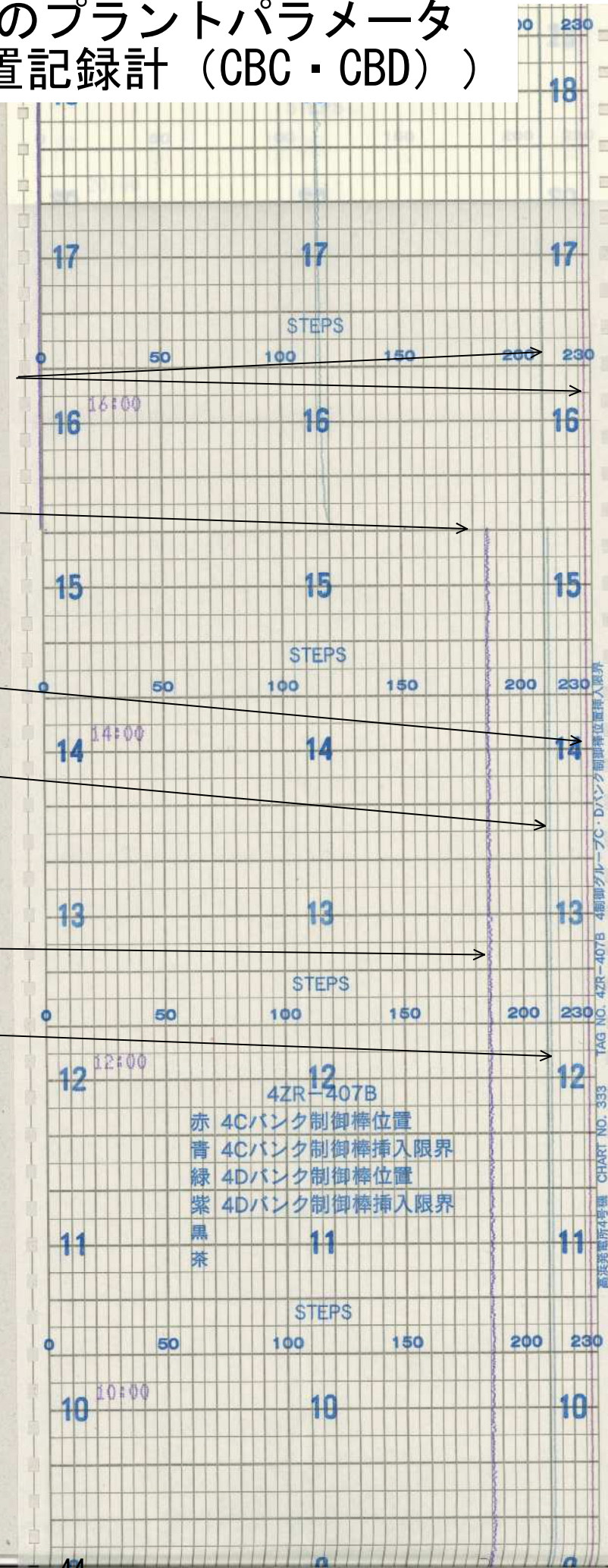
原子炉トリップ  
(15:21)

Cバンク制御棒位置  
(228ステップ)

Dバンク制御棒位置  
(210ステップ)

Dバンク制御棒挿入限界

Cバンク制御棒挿入限界

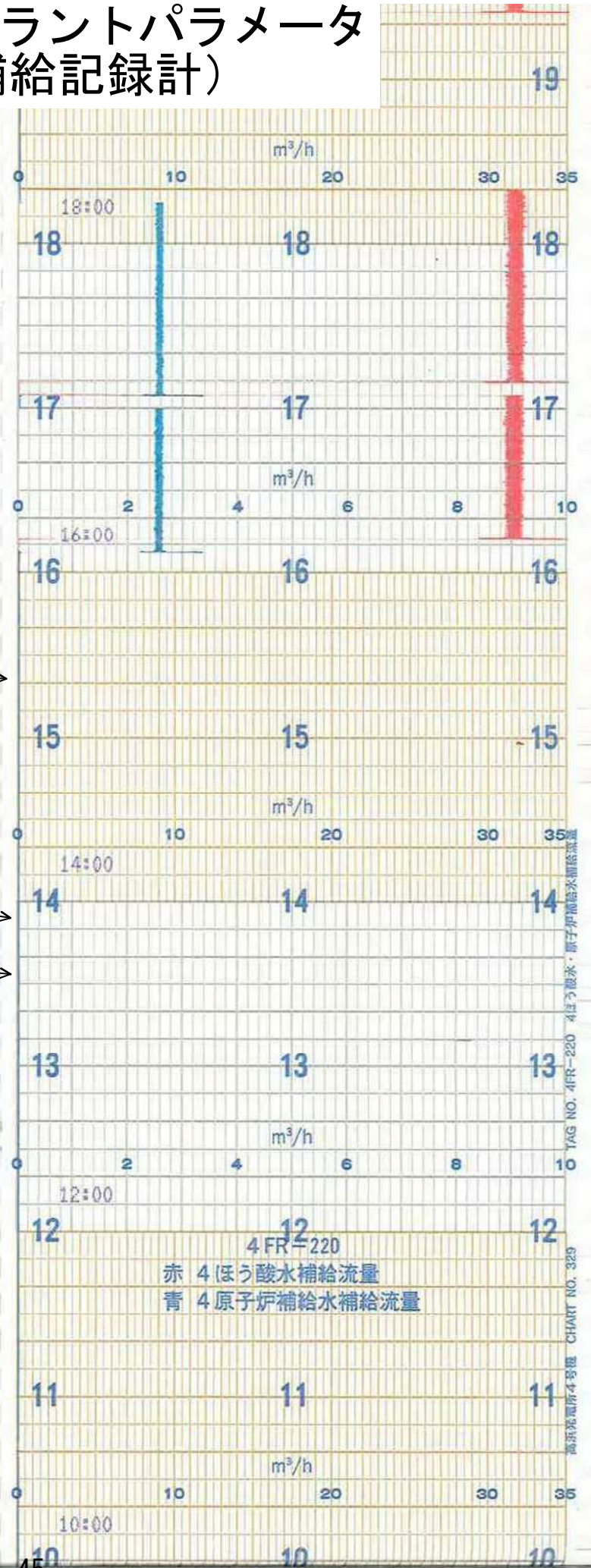


# 事象発生前のプラントパラメータ (ほう酸補給記録計)

原子炉トリップ  
(15:21)

赤 : ほう酸補給流量

青 : 原子炉補給水補給流量



高野発電所4号機 CHART NO. 329 TAG NO. 4FR-220 4ほう酸水補給流量・原子炉補給水補給流量

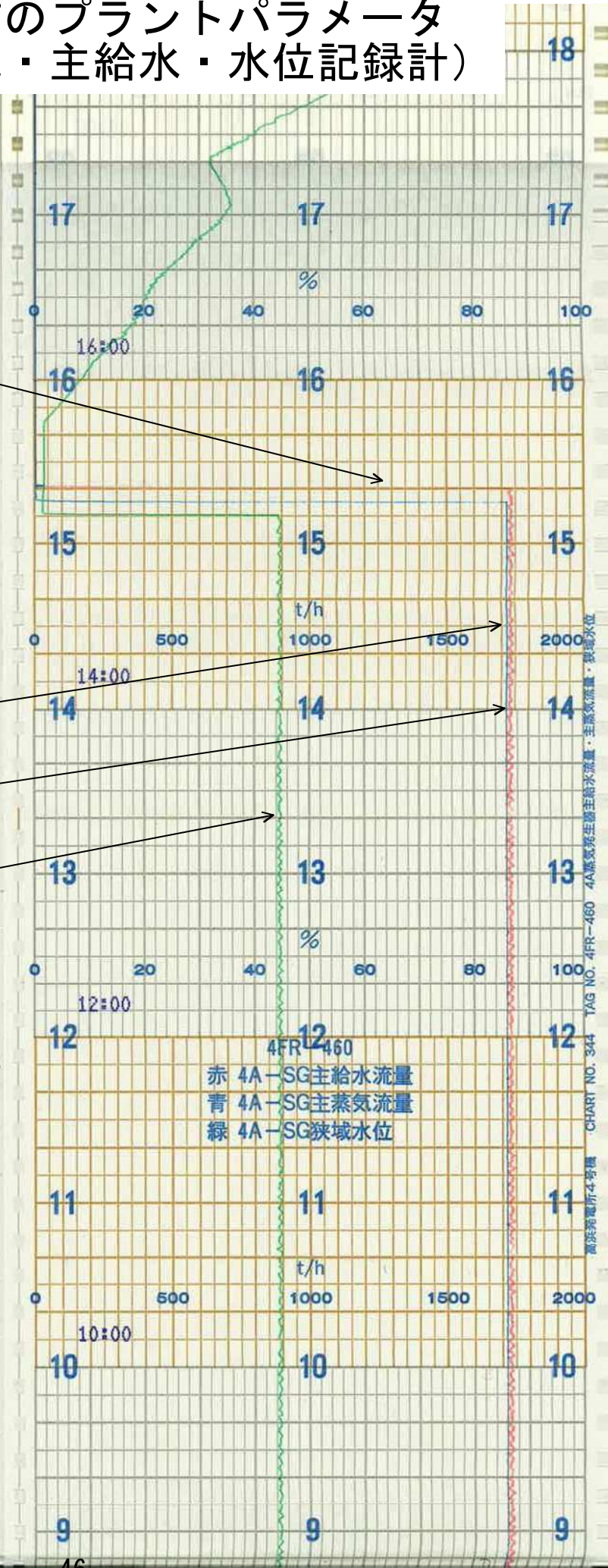
# 事象発生前のプラントパラメータ (A-SG主蒸気・主給水・水位記録計)

原子炉トリップ  
(15:21)

青 : A-SG主蒸気流量

赤 : A-SG主給水流量

緑 : A-SG狭域水位



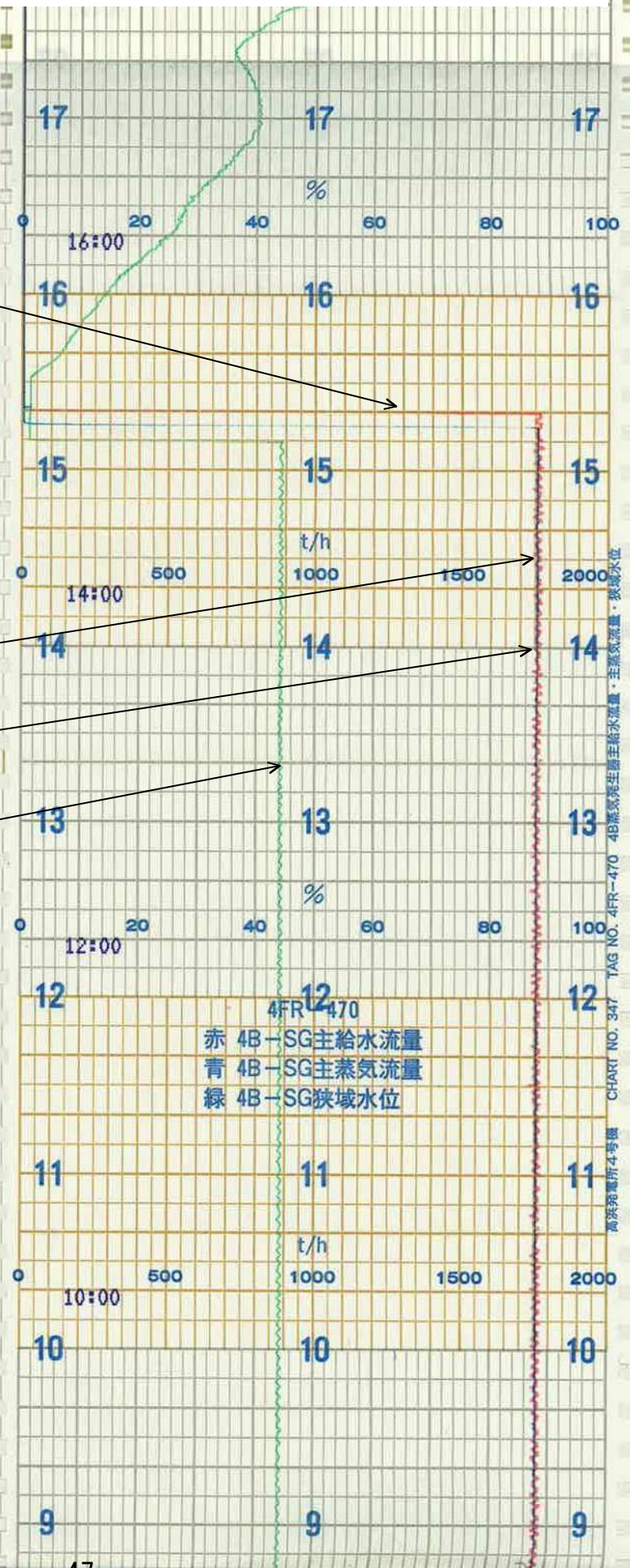
# 事象発生前のプラントパラメータ (B-SG主蒸気・主給水・水位記録計)

原子炉トリップ  
(15:21)

青 : B-SG主蒸気流量

赤 : B-SG主給水流量

緑 : B-SG狭域水位



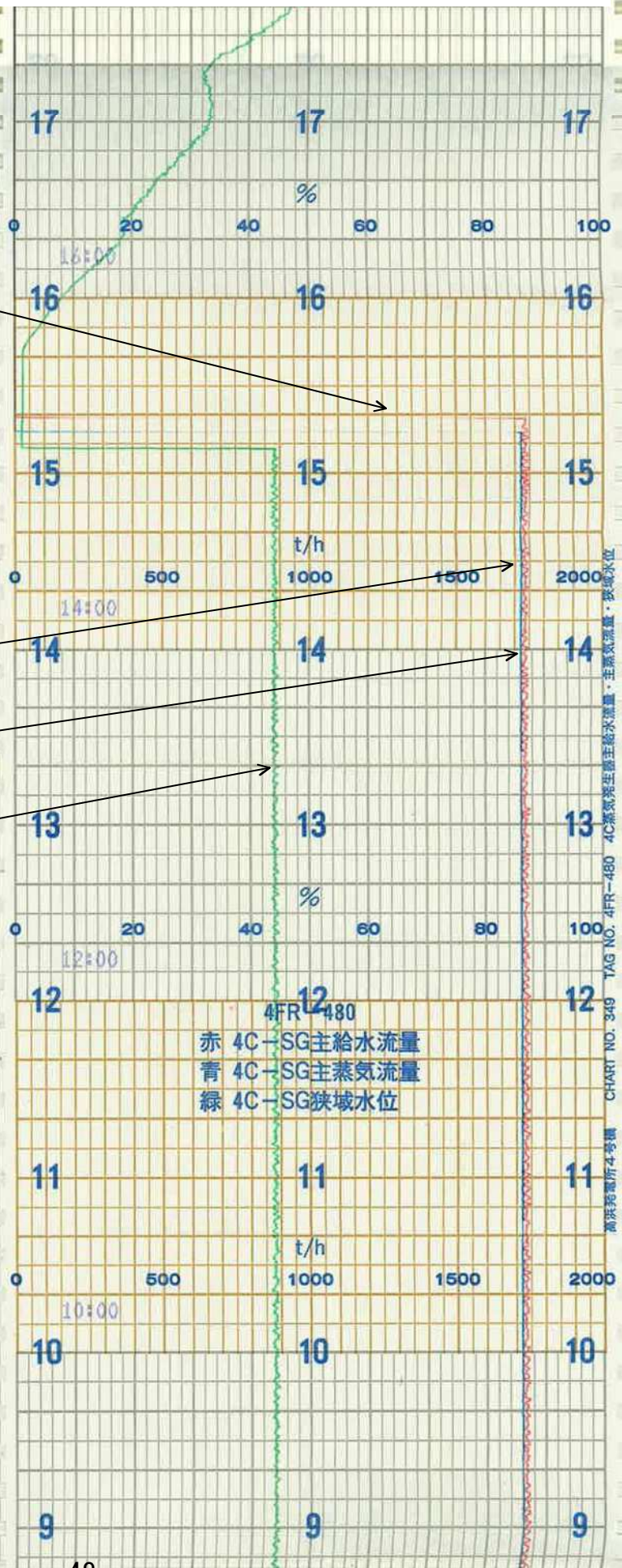
# 事象発生前のプラントパラメータ (C-SG主蒸気・主給水・水位記録計)

原子炉トリップ  
(15:21)

青：C-SG主蒸気流量

赤：C-SG主給水流量

緑：C-SG狭域水位



高浜発電所4号機 CHART NO. 349 TAG NO. 4FR-480 4C系発生部主給水流量・主蒸気流量・狭域水位

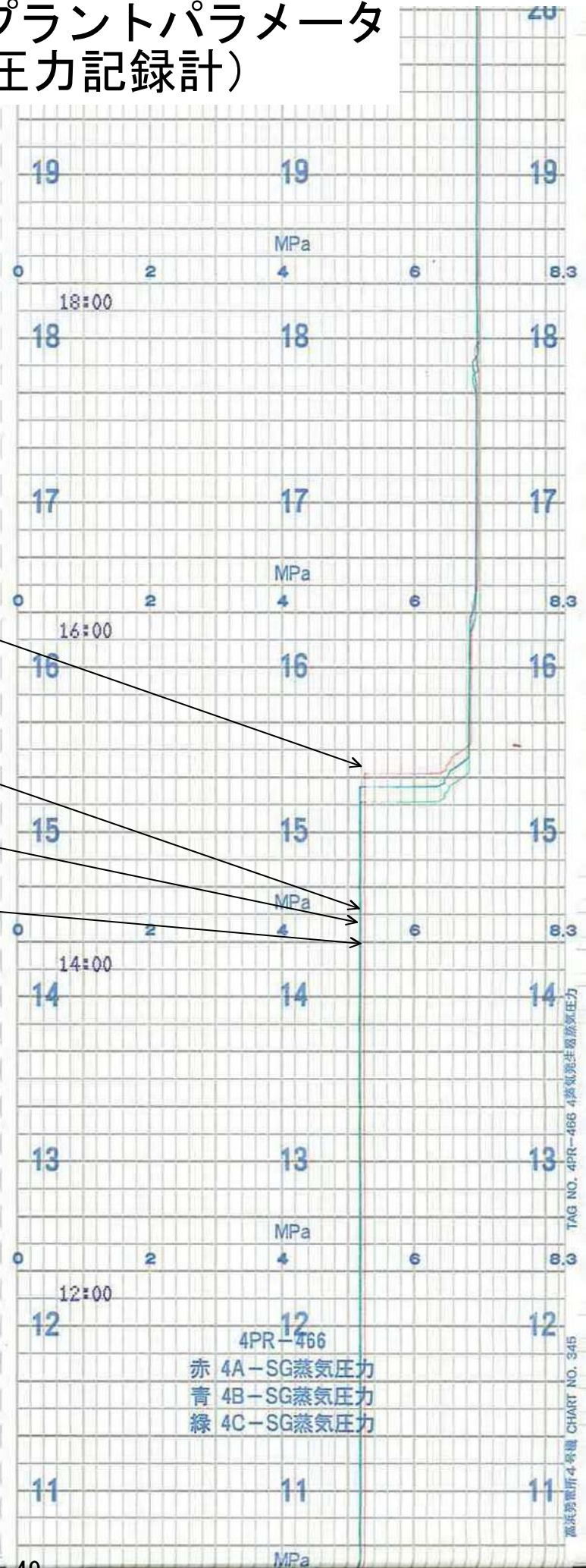
# 事象発生前のプラントパラメータ (SG蒸気圧力記録計)

原子炉トリップ  
(15:21)

赤 : A主蒸気圧力

青 : B主蒸気圧力

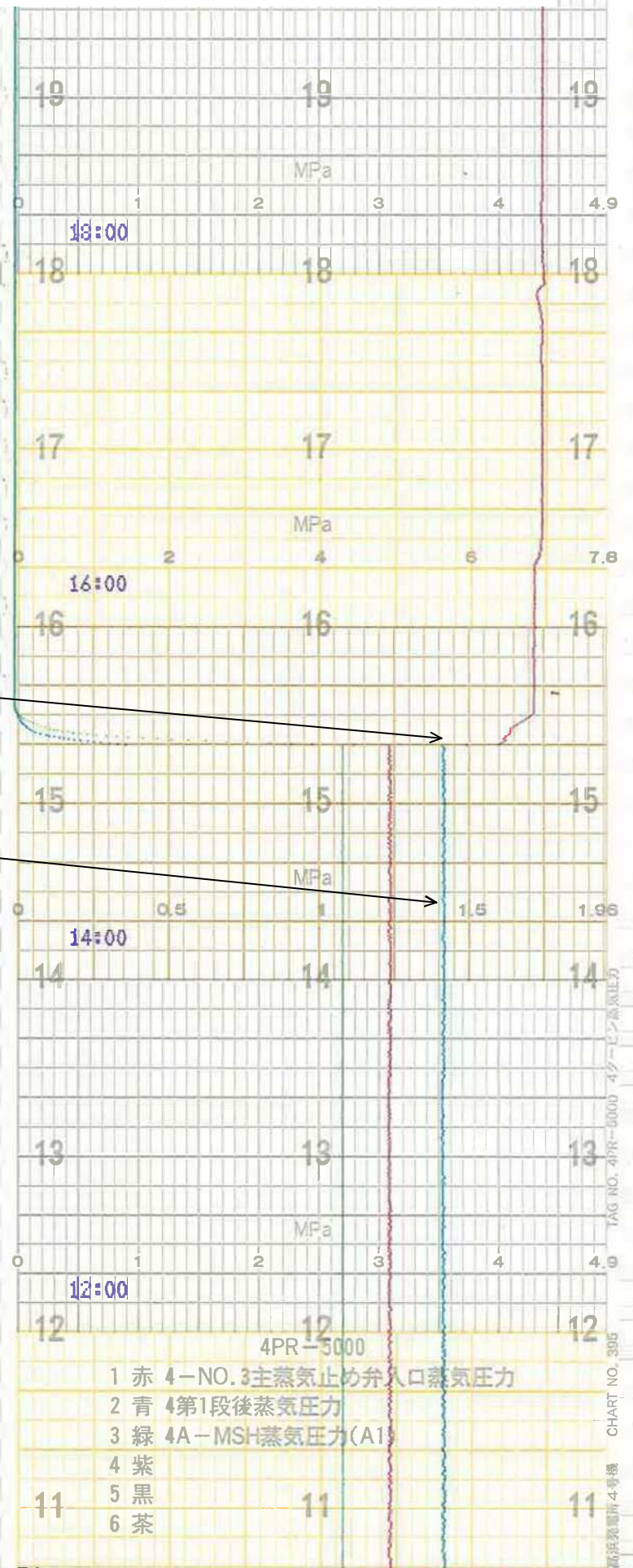
緑 : C主蒸気圧力



# 事象発生前のプラントパラメータ (タービン第一段後蒸気圧力記録計)

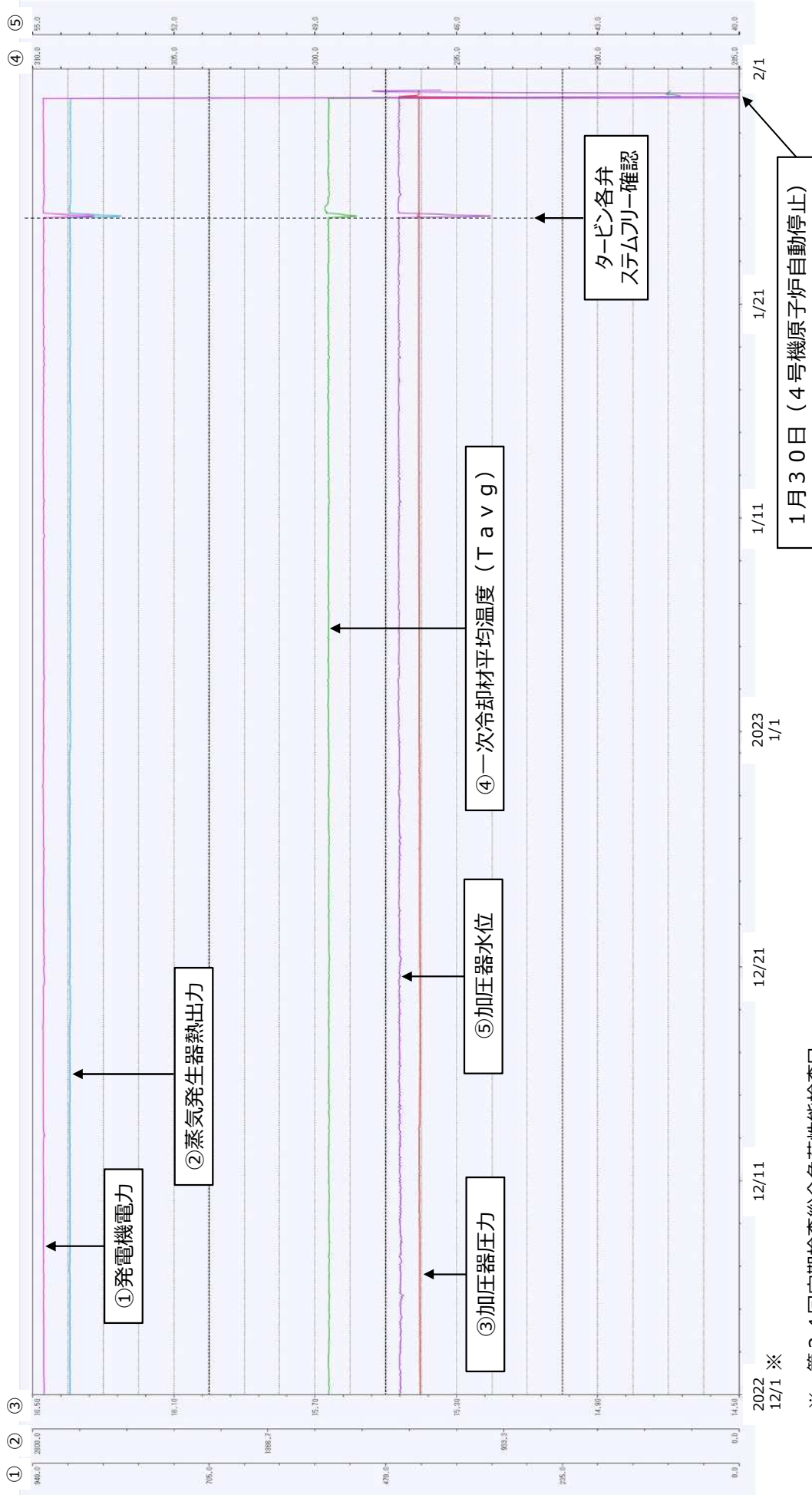
原子炉トリップ  
(15:21)

青：タービン第一段後蒸気圧力





## 第24回定期検査終了以降の運転パラメータ



※：第24回定期検査総合負荷性能検査日

## 運転操作の確認結果

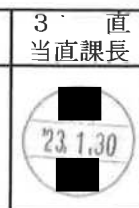
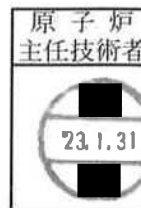
原子炉自動停止に至る運転操作について、以下のとおり確認し、関連操作は行っていないことを確認した。

運転操作確認結果		
要素	運転操作	確認内容
原子炉(制御棒)制御装置の異常	ほう素希釈操作	原子炉補給水流量が出ていないこと
		制御弁が開放されていないこと
	主蒸気流量減少操作	主蒸気流量が変動していないこと
	主給水流量減少操作	主給水流量が変動していないこと
	制御棒自動・手動挿入	制御棒が動作していないこと
制御棒の連続挿入および落下	制御棒自動・手動挿入	制御棒が動作していないこと
	MGセット電源または、しゃ断器の手動開放	MGセット電源または、しゃ断器を操作していないこと
一次冷却材ほう素濃度の過度の濃縮	濃縮操作(通常濃縮ライン)	ほう酸補給流量が出ていないこと
		制御弁が開放されていないこと
		ほう酸ポンプが起動していないこと
		ほう酸タンクの水位が低下していないこと
	濃縮操作(緊急ほう酸濃縮ライン)	緊急ほう酸濃縮ラインの弁が開放されていないこと
		ほう酸ポンプが起動していないこと
		ほう酸タンクの水位が低下していないこと
	濃縮操作(燃料取替用水タンク出口ライン)	燃料取替用水タンク出口ラインの弁が開放されていないこと
		燃料取替用水タンクの水位が低下していないこと
	濃縮操作(ほう酸注入タンク注入ライン)	ほう酸注入タンク注入ラインの弁が開放されていないこと
		燃料取替用水タンクの水位が低下していないこと
	主給水または、主蒸気流量の異常急減	主蒸気流量減少操作
主給水流量減少操作		主給水流量が変動していないこと
機器の切替		実施していないこと

結果…異常なし

高浜発電所 4号機 一般作業保修作業状況表

2023年01月30日 月曜日

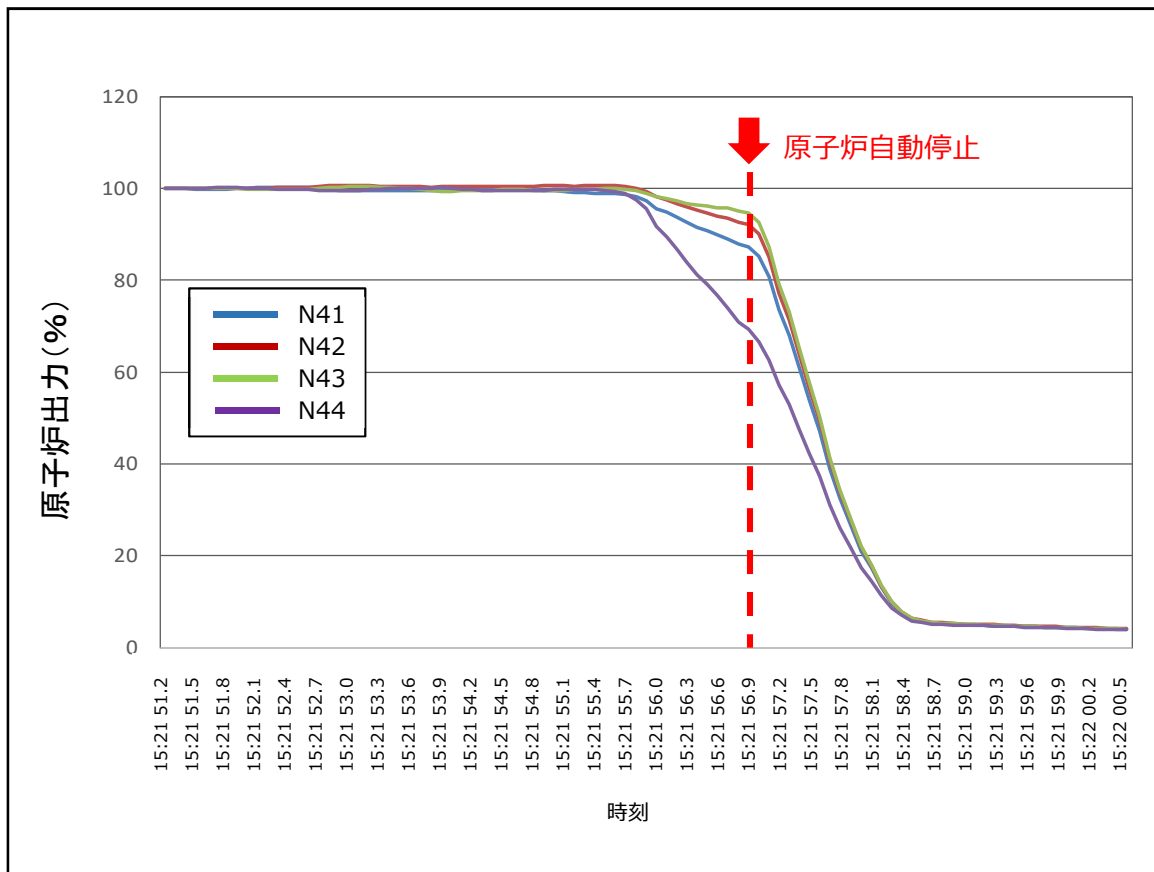


作業票No.	作業内容	担当箇所	区分	実 着手	績 完了	備考
22EI0052	A海水ブースタポンプ出口ストレーナ点検	タービン		本	実・全	
22EI0051	循環水ポンプウェルAスクリーン洗浄ポンプフート弁点検	タービン		本	本	
22EI0058	制御棒駆動装置パワーキャビネット点検	電保課	A	本	本	※
22FA0004	電気設備月例点検 (2022年度)	電保課		本	本	
22FA0042	火災感知器設置工事 (第三期)	電保課		本	本	
以下余白						
※ : 「CRDM重故障」 警報発信に関する点検作業						

A 保安作業 (Aランク)	本	本日分着手/完了
B 保安作業 (Bランク)	新	新規作業着手
試 試運転	実	実作業着手/完了
	全	全作業完了
	連続	連続作業

事象発生時の中性子束検出器の指示値

N 4 1～N 4 4の指示値は全て低下傾向を示していることを確認した。  
 また、指示値を確認した結果、初めにN 4 4が特に顕著に低下し、次いでN 4 1が低下、N 4 2とN 4 3は同程度の低下であることを確認した。



事故時データ収集印字記録 (抜粋)

事故時データ収集印字 (グループ1)

高浜4号機

事象 : 原子炉トリップ

02/14 17:36	事故時データ収集印字 (グループ1)				開始
N41F	N42F	N43F	N44F		
99.7	99.2	98.6	99.1	15:21:46.8	23/01/30
99.6	99.4	98.8	99.1	15:21:46.9	
99.5	99.6	98.9	99.1	15:21:47.0	
99.5	99.8	99.1	99.2	15:21:47.1	
99.5	99.8	99.2	99.2	15:21:47.2	
99.4	99.9	99.2	99.2	15:21:47.3	
99.4	100.0	99.3	99.3	15:21:47.4	
99.4	100.0	99.2	99.3	15:21:47.5	
99.2	100.1	99.2	99.4	15:21:47.6	
99.1	100.0	99.2	99.5	15:21:47.7	
99.2	99.8	99.2	99.5	15:21:47.8	
99.3	99.7	99.2	99.4	15:21:47.9	
99.3	99.7	99.2	99.4	15:21:48.0	※NISの出力を示すパラメータであり、
99.2	99.7	99.2	99.4	15:21:48.1	計算値である変化率(トリップ値:
99.1	99.7	99.2	99.5	15:21:48.2	-7%)を読み取ることはできない
99.2	99.6	99.2	99.5	15:21:48.3	
...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	
99.8	99.4	99.2	99.4	15:21:54.2	
99.8	99.4	99.1	99.3	15:21:54.3	
99.9	99.5	99.2	99.3	15:21:54.4	
100.0	99.4	99.2	99.3	15:21:54.5	
100.0	99.4	99.2	99.3	15:21:54.6	
99.8	99.5	99.3	99.2	15:21:54.7	
99.6	99.5	99.2	99.2	15:21:54.8	
99.3	99.7	99.1	99.3	15:21:54.9	
99.2	99.7	99.1	99.4	15:21:55.0	
99.2	99.7	99.2	99.5	15:21:55.1	
98.9	99.5	99.3	99.5	15:21:55.2	
98.8	99.6	99.4	99.5	15:21:55.3	
98.8	99.7	99.5	99.3	15:21:55.4	
98.8	99.7	99.5	99.2	15:21:55.5	
98.7	99.7	99.5	98.9	15:21:55.6	
98.5	99.5	99.4	98.3	15:21:55.7	
97.9	99.1	99.0	97.1	15:21:55.8	中性子束の
97.0	98.4	98.5	95.0	15:21:55.9	指示減少
95.3	97.3	97.7	91.0	15:21:56.0	
94.5	96.6	97.4	88.9	15:21:56.1	
93.4	95.7	96.8	86.1	15:21:56.2	
92.2	94.9	96.4	83.3	15:21:56.3	
91.1	94.2	96.0	80.5	15:21:56.4	
90.4	93.7	95.7	78.6	15:21:56.5	
89.5	93.0	95.5	76.0	15:21:56.6	
88.7	92.5	95.3	73.6	15:21:56.7	
87.5	91.7	94.7	70.4	15:21:56.8	
02/14 17:37	事故時データ収集	事象発生時刻	01/30 15:21:56.83	← 原子炉トリップ遮断器の動作時刻 (中性子束の指示減少後に動作)	
N41F	N42F	N43F	N44F		
86.9	91.2	94.2	68.9	15:21:56.9	
84.8	89.0	91.9	66.3	15:21:57.0	
80.0	83.6	86.3	62.1	15:21:57.1	
72.9	75.8	78.3	56.5	15:21:57.2	
67.3	69.9	72.2	52.3	15:21:57.3	
60.0	62.3	64.3	46.8	15:21:57.4	
53.1	55.1	56.7	41.6	15:21:57.5	
46.3	48.1	49.4	36.5	15:21:57.6	
38.0	39.5	40.6	30.2	15:21:57.7	
31.7	32.9	33.7	25.5	15:21:57.8	
25.9	26.8	27.4	21.0	15:21:57.9	
20.5	21.1	21.5	16.9	15:21:58.0	
16.9	17.3	17.7	14.2	15:21:58.1	
12.8	13.0	13.3	11.0	15:21:58.2	
9.6	9.7	10.0	8.5	15:21:58.3	
7.5	7.6	7.7	6.9	15:21:58.4	
6.2	6.2	6.3	5.8	15:21:58.5	
5.6	5.8	5.8	5.5	15:21:58.6	
5.4	5.5	5.5	5.2	15:21:58.7	

蒸気発生器熱出力とN I Sの原子炉出力の整合確認結果

高浜発電所3・4号機 当直課長引継簿

2023 年 1 月 29 日 日曜日

改正 2019.3.20

3号原子炉主任技術者	23.1.30	当直	当直課長	23.1.29
4号原子炉主任技術者	23.1.30	次直		23.1.30

1・1/2・2・③直  
A・B・C・D・E直

勤務 [勤務表]「勤務変更者表」のとおりに  
鍵引継

特記事項なし		3号機 (07時現在)		4号機 (07時現在)	
給電連絡					
運転状況		原子炉の運転モード①②(起動)・2(停止)・3・4・5・6 特記事項なし	原子炉の運転モード①②(起動)・2(停止)・3・4・5・6 特記事項なし		
保安管理状況		NISチェック 00時10分 ~ 00時15分 C H N41 N42 N43 N44 指示値 99.7 % 99.7 % 99.7 % 99.7 % 計算値 99.6 % [結果] (秒・否)	NISチェック 00時05分 ~ 00時10分 C H N41 N42 N43 N44 指示値 99.4 % 99.5 % 99.5 % 99.5 % 計算値 99.6 % [結果] (秒・否)		
ほう酸タンク		ほう酸タンク A ppm B ppm 燃料取替用水タンク A ppm B ppm 蓄圧タンク A ppm B ppm C ppm	ほう酸タンク A ppm B ppm 燃料取替用水タンク A ppm B ppm 蓄圧タンク A ppm B ppm C ppm		
ほう酸注入タンク		ほう酸注入タンク ppm ループ・RHRS ppm	ほう酸注入タンク ppm ループ・RHRS ppm		
停止余裕		[モード5] 1. 8% ΔK/K以上を満足するため RCSほう酸濃度 ppm以上であることを確認	[モード5] 1. 8% ΔK/K以上を満足するため RCSほう酸濃度 ppm以上であることを確認		
余裕		[モード6] 1. 0% ΔK/K以上を満足するため RCSほう酸濃度 ppm以上であることを確認	[モード6] 1. 0% ΔK/K以上を満足するため RCSほう酸濃度 ppm以上であることを確認		

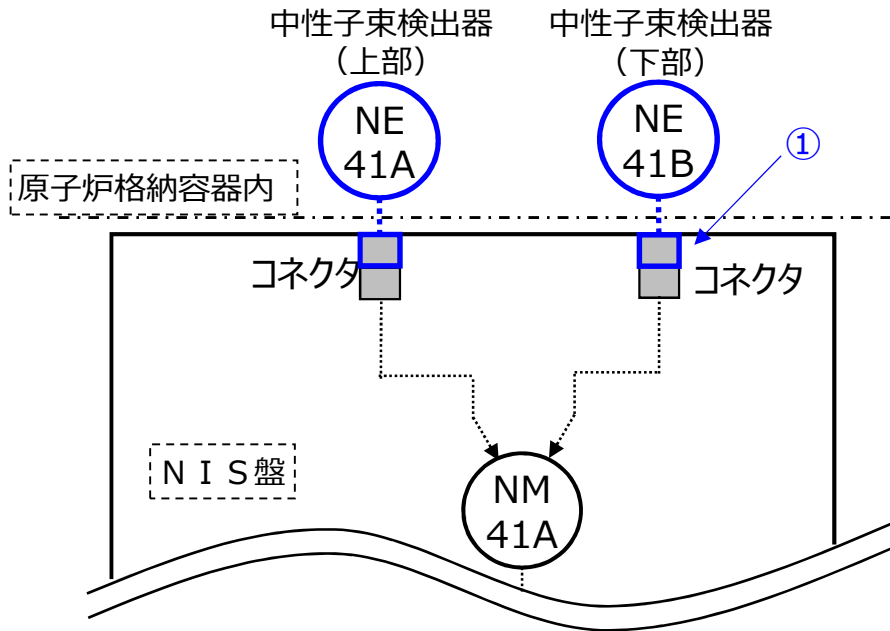
特記事項なし		3号機		4号機	
主要操作		特記事項なし	特記事項なし	特記事項なし	特記事項なし
定期点検		特記事項なし	特記事項なし	特記事項なし	特記事項なし
作業依頼		作業票No. 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし	作業票No. 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし	作業票No. 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし	作業票No. 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし E1- 不具合内容 特記事項なし
特記事項		特記事項なし	特記事項なし	特記事項なし	特記事項なし
廃棄物処理状況		申請No. 廃棄物 処理状況 - 特記事項なし - 特記事項なし - 特記事項なし - 特記事項なし	申請No. 廃棄物 処理状況 - 特記事項なし - 特記事項なし - 特記事項なし - 特記事項なし	申請No. 廃棄物 処理状況 - 特記事項なし - 特記事項なし - 特記事項なし - 特記事項なし	申請No. 廃棄物 処理状況 - 特記事項なし - 特記事項なし - 特記事項なし - 特記事項なし

別紙 有・無

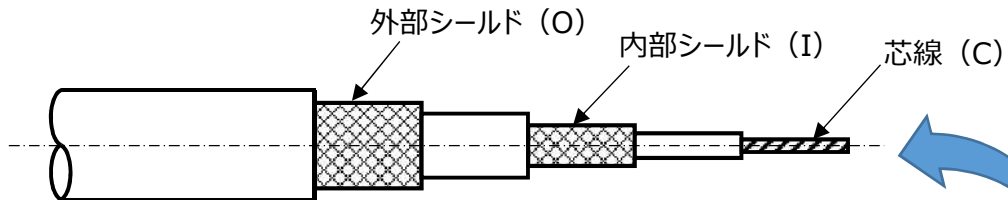
## 中性子束検出器の点検内容および結果 (1/3)

### <点検内容>

- ① NIS盤内のコネクタでケーブルを切り離し、検出器側の絶縁抵抗、静電容量を測定する。
- ② 高圧電源電圧をステップ状に上昇させて信号回路の反応を確認する。

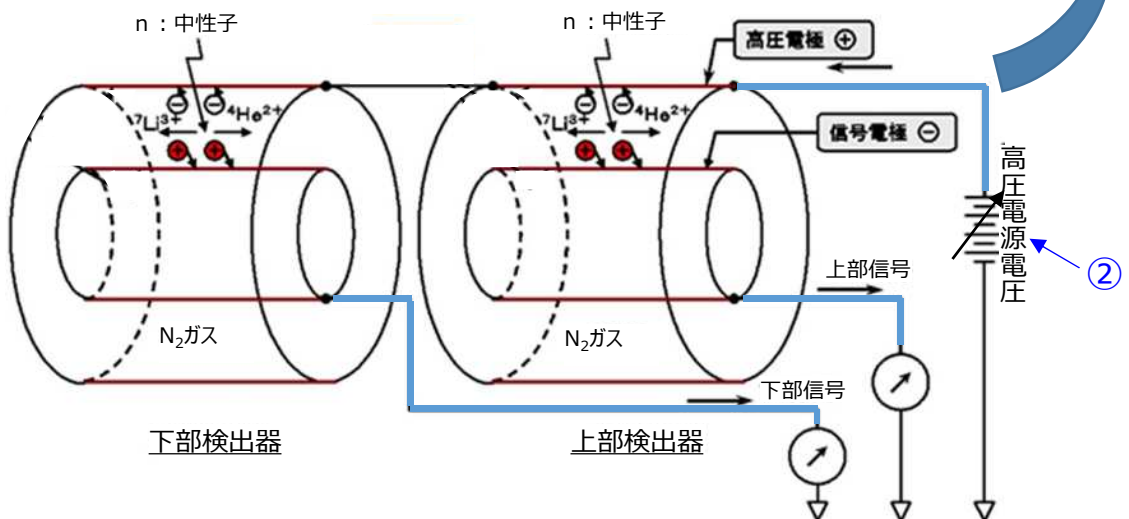


三重同軸ケーブル (上部/下部信号ケーブル、高圧電源ケーブル) 構造図



※絶縁抵抗および静電容量は各シールド・芯線間等を測定

検出器回路図



## 中性子束検出器の点検内容および結果 ( 2 / 3 )

### <点検結果>

以下のとおり、絶縁抵抗測定値は判定基準以上の値であり、シールド・芯線・対地間の絶縁は保たれており、異常はなかった。また、シールド・芯線間の静電容量測定結果は前回の測定値と大差なく、異常はなかった。  
感度確認結果においても、信号ラインに感応があるため、検出器の信号回路に異常はなかった。

### <絶縁抵抗測定結果 (N41A (上部検出器) の例) >

測定箇所※および 印加電圧	測定値 (今回)	測定値 (前回)	判定基準
信号ライン C-I 1000V	2.0E+11 Ω	3.9E+11 Ω	1.00E+10 Ω以上
信号ライン I-O 100V	9.1E+08 Ω	1.5E+09 Ω	1.00E+07 Ω以上
信号ライン O-E 500V	2.3E+09 Ω	3.8E+09 Ω	
信号ライン I-E 500V	2.0E+09 Ω	3.6E+09 Ω	

※C：芯線、I：内部シールド、O：外部シールド、E：アース

### <静電容量測定結果 (N41A (上部検出器) の例) >

測定箇所	測定値 (今回)	測定値 (前回)	測定値 (前々回)	判定基準
信号ライン C-I	17426 pF	17360 pF	17367 pF	前回測定値と 大差ないこと

### <感度確認結果 (N41の例) >

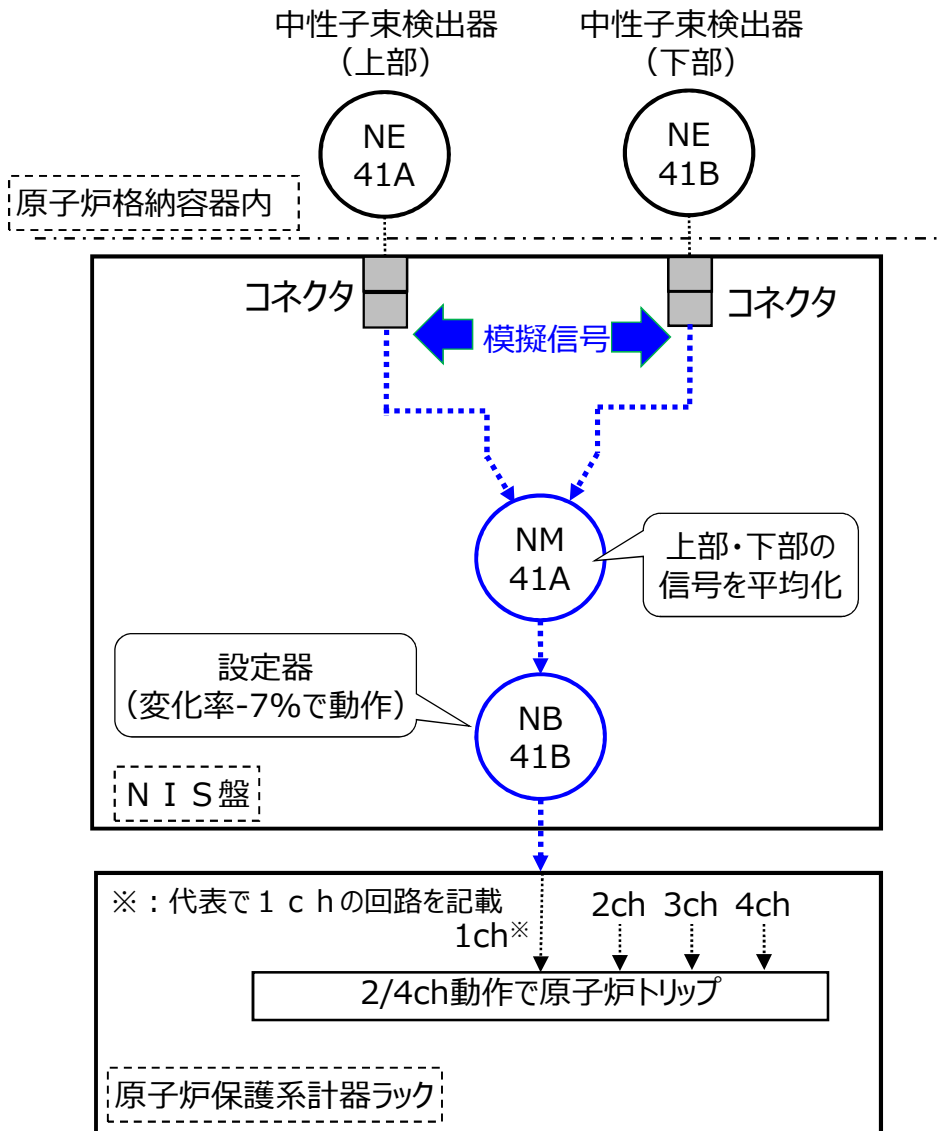
測定箇所	測定結果 (今回)	測定結果 (前回)	判定基準
N41A (上部)	感応あり	感応あり	電圧感応があること
N41B (下部)	感応あり	感応あり	



## 中性子束検出器の点検内容および結果 ( 3 / 3 )

### <点検内容>

NIS盤の入口から模擬信号入力し、中性子束の出力が変化率-7%になった際に設定器が動作することを確認する。また、設定器が動作した信号が原子炉保護系計器ラックに伝達されていることを原子炉保護系計器ラックにて確認する。

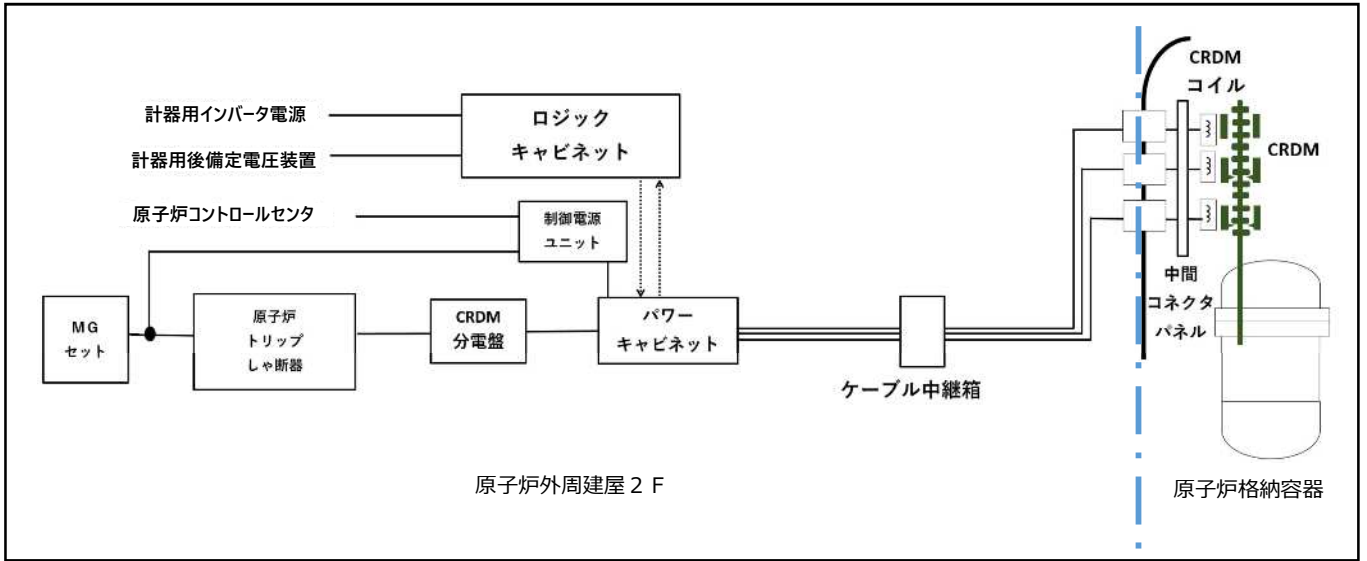


### <点検結果>

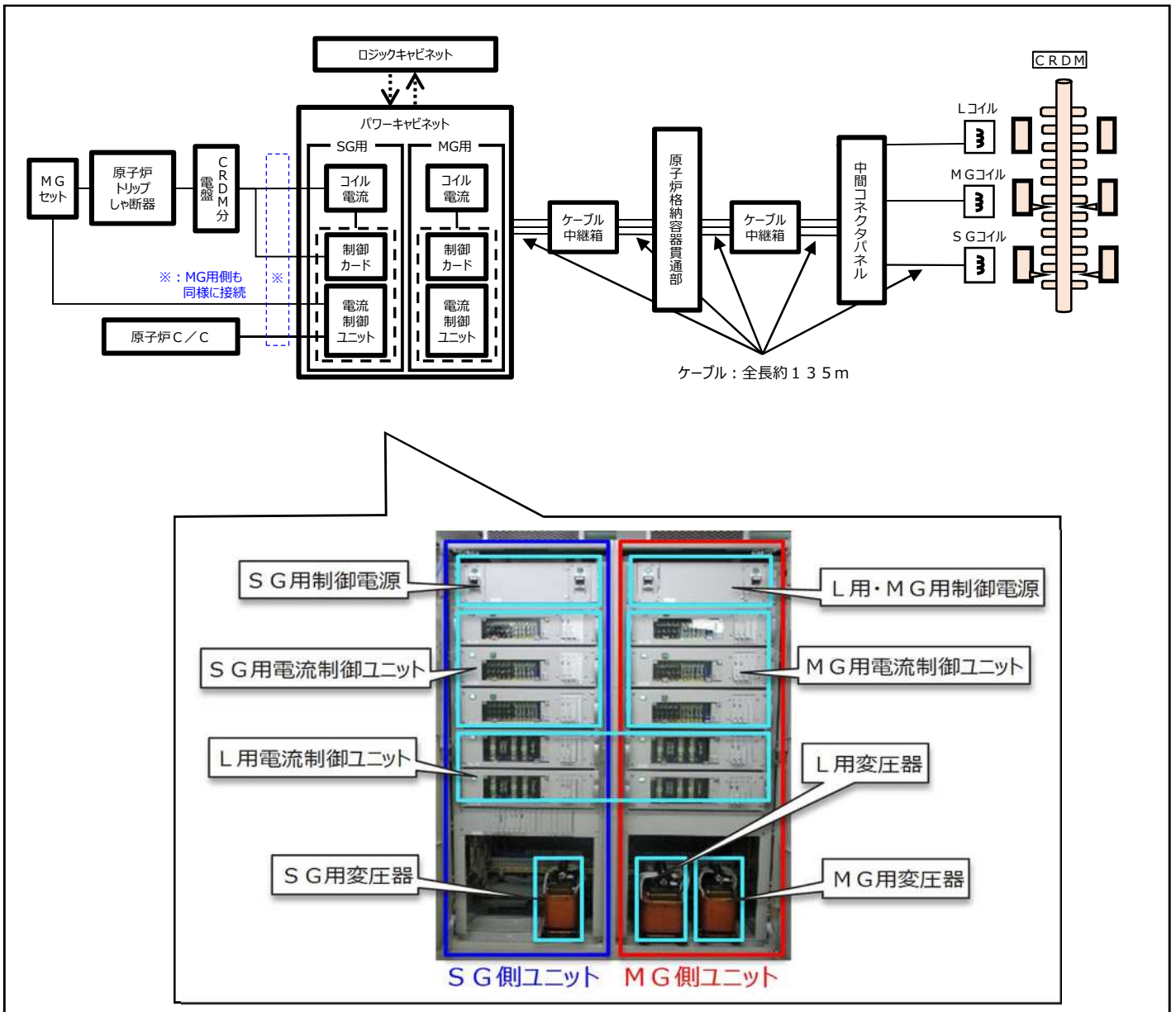
以下のとおり、設定器における動作値は許容誤差範囲内であり、異常なし。また、原子炉保護系計器ラック側への信号の伝達状況も同時に確認し、異常はなかった。

項目	対象	点検結果 (今回)	点検結果 (前回)	判定基準
変化率 (減少率) 高トリップ	NB41B	-7.0 %	-7.0 %	-8.3~5.7 %
	NB42B	-7.0 %	-7.0 %	
	NB43B	-7.0 %	-7.0 %	
	NB44B	-7.0 %	-7.0 %	

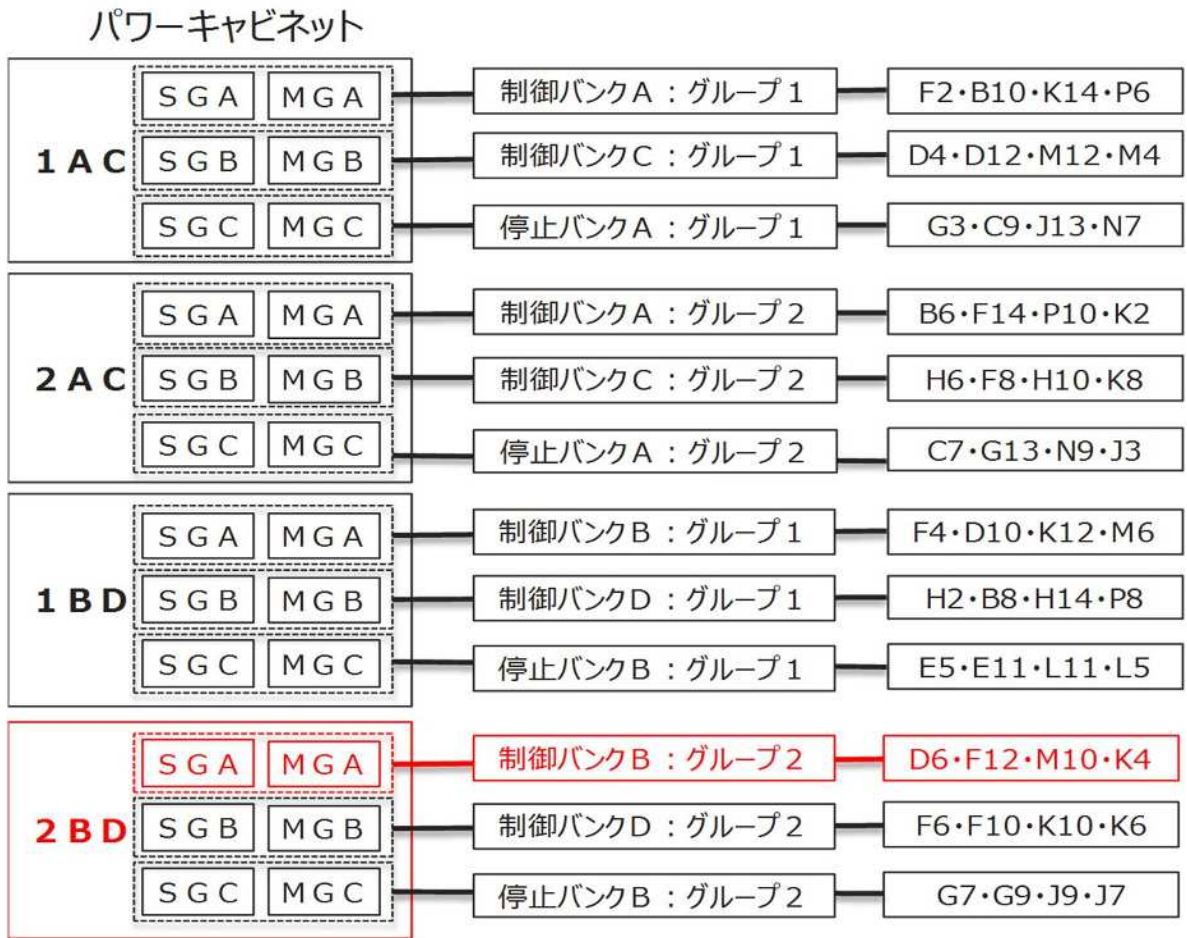
### CRDM全体構成図



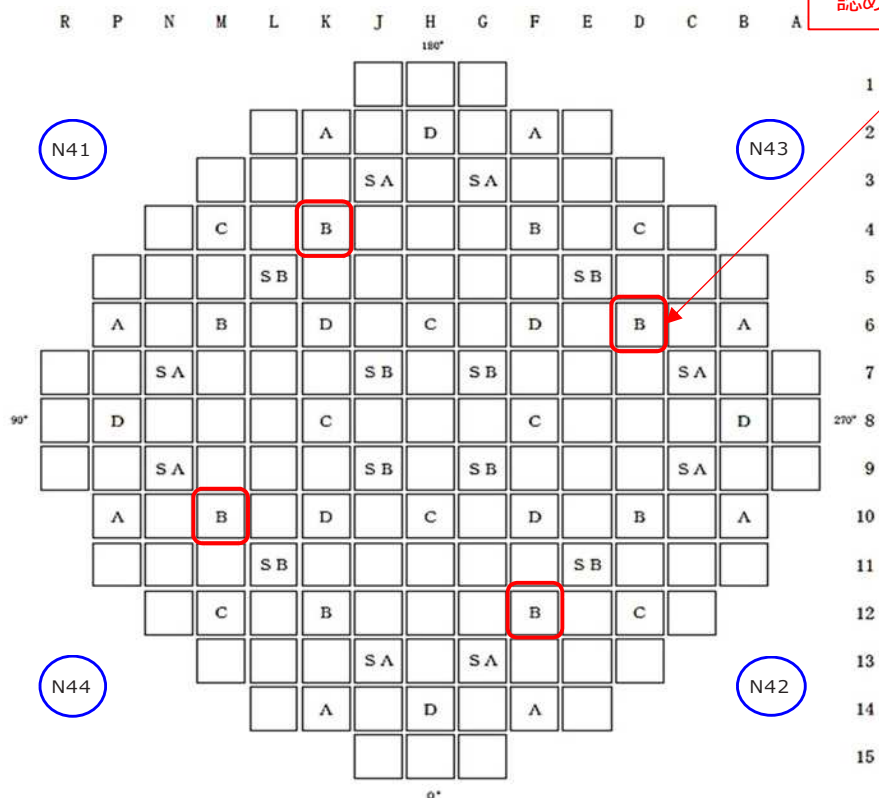
### パワーキャビネット詳細イメージ図



### パワーキャビネット (制御棒グループ分けイメージ)



#### <制御棒アドレス図>



1/30に電流低下が認められた制御棒(D6)

○ : N I S 配置

「CRDM重故障」警報発信に関する点検調査結果  
(1/25 実施分)

関電	品管	作責
[Redacted]		

試験記録

記録1

日付: 2023/1/25

TEST RECORD

室温 20 °C

1. 目視点検

・盤内機器に焼け焦げ、異臭等の異常がないことを確認する。

結果 良好

2. ロジックキャビネットテストポイント電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	確認結果	電圧値(参考)
SA	✓	5.111
SB	✓	0.005
MA	✓	5.111
MB	✓	0.005
LA	✓	0.005
LB	✓	0.005

※レ印は結果良好を示す。

3. パワーキャビネットテストポイント電圧確認

1) HCT電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	Gr.A		Gr.B		Gr.C	
	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SG	HCT1	✓ 1.694	✓ 1.679	✓ 1.665		
	HCT2	✓ 1.725	✓ 1.600	✓ 1.702		
	HCT3	✓ 1.732	✓ 1.732	✓ 1.711		
	HCT4	✓ 1.714	✓ 1.718	✓ 1.731		
	HCTFB	✓ 4.326	✓ 4.326	✓ 4.320		
MG	HCT1	✓ 1.732	✓ 1.689	✓ 1.698		
	HCT2	✓ 1.700	✓ 1.656	✓ 1.673		
	HCT3	✓ 1.697	✓ 1.730	✓ 1.731		
	HCT4	✓ 1.634	✓ 1.671	✓ 1.725		
	HCTFB	✓ 4.325	✓ 4.318	✓ 4.316		
LIFT1	HCT4	✓ -0.024				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT2	HCT4	✓ -0.019				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT3	HCT4	✓ -0.048				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT4	HCT4	✓ -0.044				
	HCTFB	✓ 0.000				

※レ印は結果良好を示す。

確認者: [Redacted]  
使用計量器: [Redacted]

「CRDM重故障」警報発信に関する点検調査結果  
(1/25 実施分)

関電	品質	作業

試験記録

記録2

日付: 2023/1/25

TEST RECORD

室温 20 °C

3. パワーキャビネットテストポイント電圧確認

2) KCCJ-01電圧確認

-各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。  
SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	VREF		RZ		RR	
	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SGA	✓	-4.424	✓	5.132	✓	0.000
SGB	✓	-4.421	✓	5.151	✓	0.000
SGC	✓	-4.417	✓	5.132	✓	0.000
MGA	✓	-4.417	✓	5.118	✓	0.000
MGB	✓	-4.410	✓	5.099	✓	0.000
MGC	✓	-4.411	✓	5.118	✓	0.000
LIFT1	✓	0.001	✓	0.000	✓	0.000
LIFT2	✓	0.000	✓	0.000	✓	0.000
LIFT3	✓	0.001	✓	0.000	✓	0.000
LIFT4	✓	-0.001	✓	0.000	✓	0.000

※レ印は結果良好を示す。

3) SG/MG電流制御カーブ電源電圧確認

-24V相当であること。

対象	確認結果	電流制御カーブ電源ユニット電圧(参考)(V)
SG	✓	24.08
MG	✓	24.09

※レ印は結果良好を示す。

4. ロジックパワーキャビネット入出力電圧確認

-各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。  
SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	グループ	確認箇所			
		ロジックキャビネット端子台		パワーキャビネット端子台	
		確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SA	A	✓	1.16	✓	1.16
	B	✓	1.15	✓	1.15
	C	✓	1.16	✓	1.16
SB	A	✓	23.44	✓	23.43
	B	✓	23.54	✓	23.53
	C	✓	23.49	✓	23.48
MA	A	✓	1.16	✓	1.16
	B	✓	1.15	✓	1.15
	C	✓	1.15	✓	1.15
MB	A	✓	23.11	✓	23.11
	B	✓	23.17	✓	23.16
	C	✓	23.16	✓	23.16
LA		✓	23.35	✓	23.34
LB		✓	23.40	✓	23.40

※レ印は結果良好を示す。

確認者: XXXXXXXXXX  
使用計量器: ティンデルマン T-304220AA0131

「CRDM重故障」警報発信に関する点検調査結果  
(1/29 実施分)  
試験記録

関電	品管	作責

記録1

日付: 2023/1/29

TEST RECORD

室温 20 °C

1. 目視点検

・盤内機器に焼け焦げ、異臭等の異常がないことを確認する。

結果 良好

2. ロジックキャビネットテストポイント電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	確認結果	電圧値(参考)
SA	✓	5.111
SB	✓	0.005
MA	✓	5.111
MB	✓	0.005
LA	✓	0.005
LB	✓	0.005

※レ印は結果良好を示す。

3. パワーキャビネットテストポイント電圧確認

1) HCT電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	Gr.A		Gr.B		Gr.C	
	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SG	HCT1	✓ 1.610	✓ 1.676	✓ 1.652		
	HCT2	✓ 1.680	✓ 1.616	✓ 1.698		
	HCT3	✓ 1.732	✓ 1.730	✓ 1.712		
	HCT4	✓ 1.693	✓ 1.732	✓ 1.731		
	HCTFB	✓ 4.327	✓ 4.325	✓ 4.320		
MG	HCT1	✓ 1.732	✓ 1.701	✓ 1.695		
	HCT2	✓ 1.709	✓ 1.665	✓ 1.679		
	HCT3	✓ 1.680	✓ 1.730	✓ 1.731		
	HCT4	✓ 1.655	✓ 1.646	✓ 1.724		
	HCTFB	✓ 4.325	✓ 4.317	✓ 4.316		
LIFT1	HCT4	✓ -0.024				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT2	HCT4	✓ -0.018				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT3	HCT4	✓ -0.048				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT4	HCT4	✓ -0.044				
	HCTFB	✓ 0.000				

※レ印は結果良好を示す。

確認者: XXXXXXXXXX  
使用計量器: デジタルマルチメータ 3G442UAA0131

「CRDM重故障」警報発信に関する点検調査結果  
(1/29 実施分)  
試験記録

関電	品管	作責
[Redacted]		

記録2

日付: 2023/1/29

TEST RECORD

室温 20 °C

3. パワーキャビネットテストポイント電圧確認

2)KCCJ-01電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。  
SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	VREF		RZ		RR	
	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SGA	✓	-4.424	✓	5.132	✓	0.000
SGB	✓	-4.421	✓	5.151	✓	0.000
SGC	✓	-4.417	✓	5.138	✓	0.000
MGA	✓	-4.418	✓	5.119	✓	0.000
MGB	✓	-4.410	✓	5.099	✓	0.000
MGC	✓	-4.411	✓	5.118	✓	0.000
LIFT1	✓	0.001	✓	0.000	✓	0.000
LIFT2	✓	-0.001	✓	0.000	✓	0.000
LIFT3	✓	0.001	✓	0.000	✓	0.000
LIFT4	✓	-0.001	✓	0.000	✓	0.000

※レ印は結果良好を示す。

3)SG/MG電流制御カード電源電圧確認

・24V相当であること。

対象	確認結果	電流制御カード電源ユニット電圧(参考)(V)
SG	✓	24.073
MG	✓	24.082

※レ印は結果良好を示す。

4. ロジックパワーキャビネット入出力電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。  
SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	グループ	確認箇所			
		ロジックキャビネット端子台		パワーキャビネット端子台	
		確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SA	A	✓	1.152	✓	1.156
	B	✓	1.147	✓	1.151
	C	✓	1.155	✓	1.159
SB	A	✓	23.430	✓	23.431
	B	✓	23.530	✓	23.526
	C	✓	23.480	✓	23.478
MA	A	✓	1.157	✓	1.160
	B	✓	1.151	✓	1.154
	C	✓	1.151	✓	1.153
MB	A	✓	23.097	✓	23.095
	B	✓	23.153	✓	23.150
	C	✓	23.145	✓	23.140
LA		✓	23.344	✓	23.340
LB		✓	23.395	✓	23.392

※レ印は結果良好を示す。

確認者:

使用計量器: デジタルマルチメータ 3G4420AA0131

「CRDM重故障」警報発信に関する点検調査結果  
(1/30 01:00 実施分)

試験記録

記録1

関電		作責

日付: 2023/1/30

TEST RECORD

室温 °C

1. 目視点検

・盤内機器に焼け焦げ、異臭等の異常がないことを確認する。

結果 良

2. ロジックキャビネットテストポイント電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	確認結果	電圧値(参考)
SA	✓	5.111
SB	✓	0.005
MA	✓	5.111
MB	✓	0.005
LA	✓	0.005
LB	✓	0.005

※レ印は結果良好を示す。

3. パワーキャビネットテストポイント電圧確認

1) HCT電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	Gr.A		Gr.B		Gr.C	
	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SG	HCT1	✓ 1.626	✓ 1.653	✓ 1.683		
	HCT2	✓ 1.691	✓ 1.619	✓ 1.701		
	HCT3	✓ 1.733	✓ 1.733	✓ 1.715		
	HCT4	✓ 1.697	✓ 1.723	✓ 1.732		
	HCTFB	✓ 4.329	✓ 4.327	✓ 4.321		
MG	HCT1	▲ 1.576	✓ 1.701	✓ 1.700		
	HCT2	✓ 1.733	✓ 1.651	✓ 1.672		
	HCT3	✓ 1.672	✓ 1.732	✓ 1.732		
	HCT4	✓ 1.661	✓ 1.669	✓ 1.726		
	HCTFB	✓ 4.326	✓ 4.319	✓ 4.318		
LIFT1	HCT4	✓ -0.022				
	HCTFB	✓ -0.001				
LIFT2	HCT4	✓ -0.016				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT3	HCT4	✓ -0.046				
	HCTFB	✓ -0.001				
LIFT4	HCT4	✓ -0.046				
	HCTFB	✓ 0.000				

▲: 電圧値が 1/29 の測定値より低い  
1/29 = 1.732 V

※レ印は結果良好を示す。

確認者:

使用計量器: 36442UAA0131 テンデン



「CRDM重故障」警報発信に関する点検調査結果  
 (1/30 原子炉自動停止前 実施分)  
**試験記録**

関電	品管	作責
[Redacted]		

記録4

日付: 2023/1/30

TEST RECORD

室温 20 °C

9. 強制ホールド動作確認

1/30実施

・強制ホールドスイッチを押下し、てい減電流命令相当の電流が流れていることを確認する。

対象	電圧値(参考値)	強制ホールド波形(異常なし/あり)	
MGA	HCT1	1.645	異常あり
	HCT2	1.732	異常なし
	HCT3	1.715	異常なし
	HCT4	1.672	異常なし
SGA	HCT1	1.706	てい減電流相当の電流が流れており、SGコイルで保持できることを確認した。
	HCT2	1.714	
	HCT3	1.732	
	HCT4	1.684	

10. コイル抵抗値確認

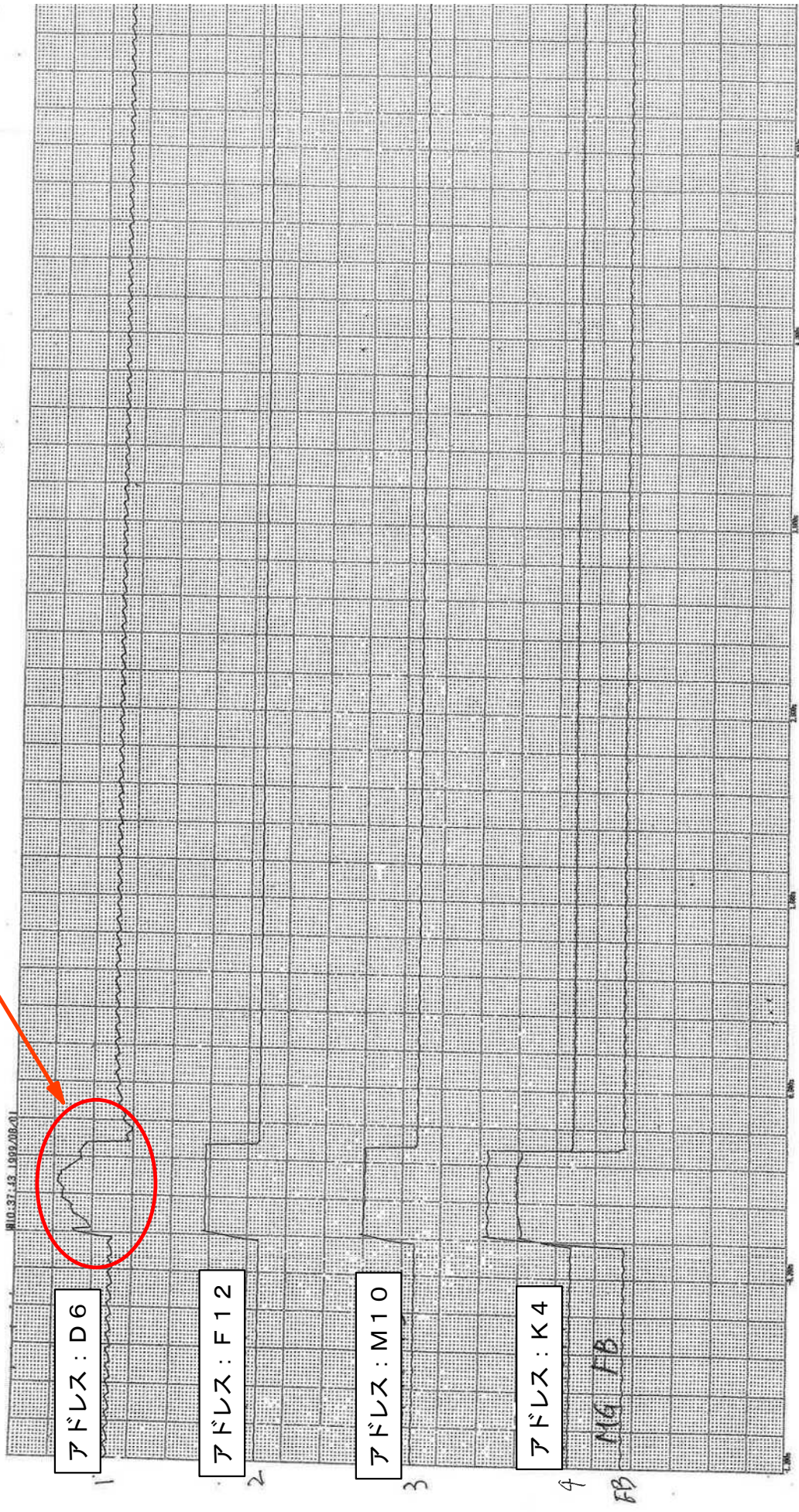
・MGAドロワの1本目のコイルと2本目のコイルケーブルを解線し、コイルの抵抗値を測定する。

対象	線番	コイル抵抗値(Ω)
1本目コイル	CR72D5、D6間	—
2本目コイル	CR72E5、E6間	—

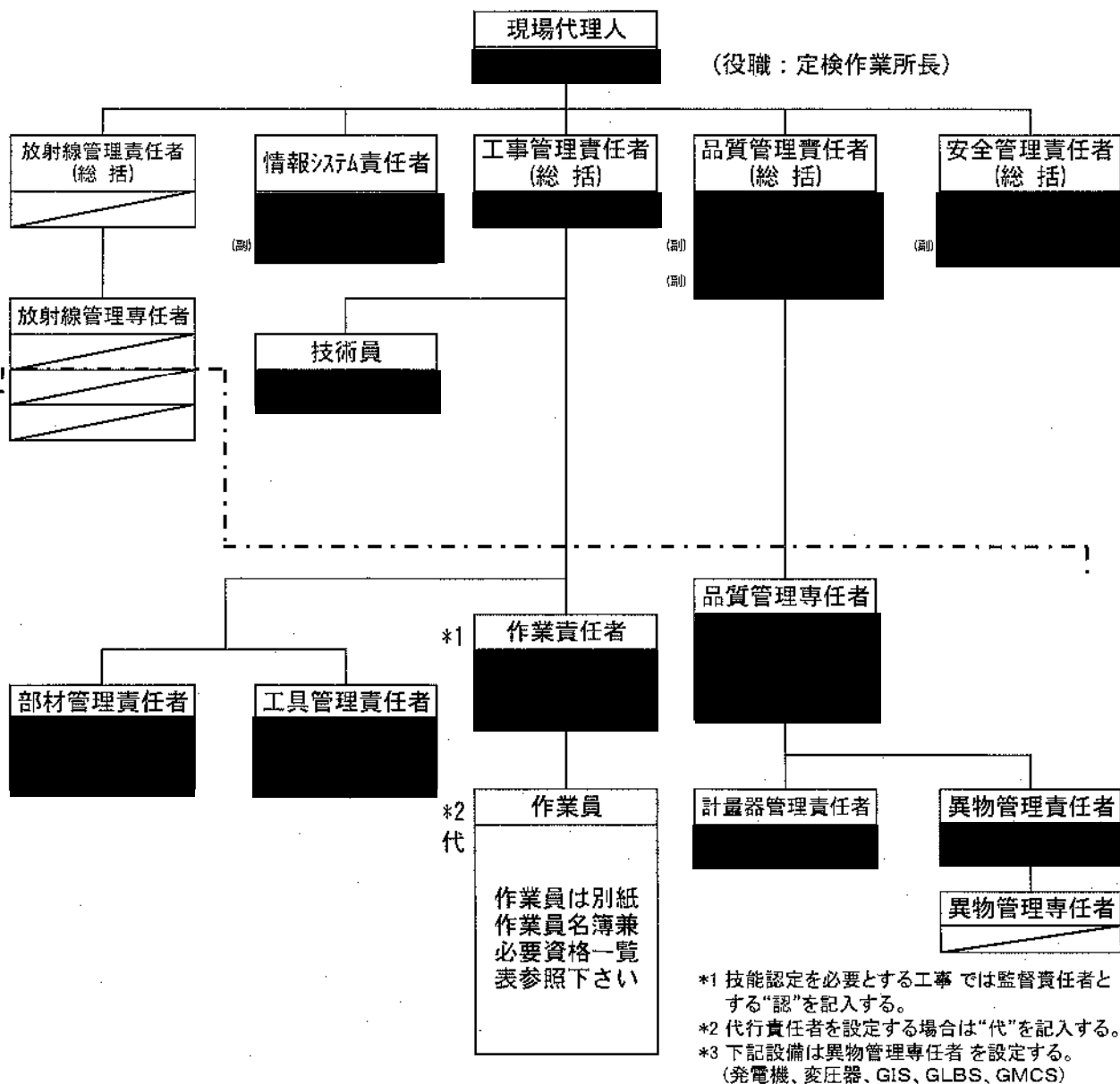
確認者: [Redacted]  
 使用計量器: テンジタロメータ: 3G442UAA 013 |  
 IM=I-SE: TCFARB0007

パワーキャビネット (2BD) のMGコイル電流波形

他波形と比較して、波形の立ち上がり立ち下げがきれいな形となっていない



「CRDM重故障」  
警報発信に関する調査作業体制表 添付資料-15 (1/2)  
体制表兼責任者届



(緊急時連絡先/作業責任者以上)

責任者名	所属	氏名	電話番号	連絡先
現場代理人				
工事管理責任者 (総括)				
品質管理責任者 (総括)				
安全管理責任者 (総括)				
(副) 安全管理責任者/作業管理責任者				
(副) 品質管理責任者				
作業責任者				
作業責任者				
品質管理専任者				
品質管理専任者				
品質管理専任者				

作業員名簿兼必要資格一覧表

2023年1月25日

高圧送電所 4号機 工事コード：239P00000901	所属会社	請負体系	職種	年齢	個人番号	資格名 必要資格 作業従事者名及び保有資格	職業会社： [Redacted]	職業教育 遵守事項教育 注意喚起教育 作業に伴う機器操作者	考 情
[Redacted]	0104	00	技師						
	0104	00	技師						
	0104	00	技師						
	0104	00	技師						
	0104	00	技師						
	0104	00	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						
	0925	01	技師						

記入要領  
 1. 必要資格欄-当工事の作業において必要とされる資格に○を記入する。(一般仕様書、工事仕様書、関係法令に基づく)  
 2. 所要資格欄-作業従事者の所有する資格に●を記入する。(資格が必要な作業に従事する者は必須)  
 3. 定期事業者検査員は、検査員A(検査の判定基準内にあることの確認を行う)、検査員B(判定基準内への確認のうち、「弁の開閉」、「警報の発信」等の軽易な確認を行う)の区分で○を記入する。

「CRDM重故障」警報発信に関する作業手順書（抜粋）

B クラス

緊急作業用

工事コード：239P00000901  
(発注内示番号)

関西電力(株)  
高浜発電所 第4号機

工事件名：高浜4号機 制御棒駆動装置点検工事

作業計画書兼総括報告書

1. 作業の理由

制御棒駆動装置盤の「重故障」警報発信要因の点検・調査を実施する。

2. 作業範囲、内容

- ① 打合せ
- ② 調査（目視点検、電圧測定、端子台触手点検）
- ③ 後片付け／報告

3. 作業工程 (別紙添付 有、 無) 現場着工予定日：<sup>2023</sup>~~2022~~年1月25日 現場完了予定日：2023年1月25日

作業名	2023	2022	1/25															
① 打ち合わせ																		
② 調査																		
③ 後片付け／報告																		
～以下余白～																		

4. 体制表 (別紙添付  有、 無)

Blank area for the organization chart.

5. 作業要領書（手順）(別紙添付  有、 無)

6. 所見考察 (別紙添付 有、 無)

(注) 添付書類の作成方法は本文参照のこと。



計画書番号：AU23K3-086 改訂0  
報告書番号：

作業要領 (手順)

作業名: 高圧4号機 制御機駆動装置点検工事

No.	作業手順 注1~3	注意事項 注4~6	確認		備考(注7)
			請負会社 作責	電 関 (定検管理員)	
2	<p>(8)MGAコイル電流強制ホールドによる電流確認 1)MGAドロワのコイル電流強制ホールドスイッチを押下し、 パワーキーバネネット内カードのテストポイント電圧を確認する。</p>	<p>対象箇所 KCFJ-01: HCT1~4、HCTFB、</p>	<p>△ △ △ △</p>	<p>△ △ △ △</p>	<p>記録3 参照 P. 14</p>

注1. 文章で表わしにくい場合は図解すること。  
 注2. 重要注意事項は当該作業の手前に記載のこと。  
 注3. 過去の不適合から特に重要な手順は、太線朱引等で明記すること。  
 注4. ステップ毎に具体的に記載すること。  
 注5. 特殊工程があれば詳記すること。  
 注6. 判定基準はできるだけ数量で示すこと。  
 注7. 記録採取があれば、フォームを指定すること。

\* (確認区分の表示)  
 ◎: 作業中に同時立会  
 ○: 作業完了後の立会  
 △: 作業記録(含検査記録)の審査  
 ◊: 規制当局の立会  
 /: 該当なし又は不要

(点検結果の表示)  
 異常なし  
 異常あり

作業要領(手順)

作業名:高浜4号機 制御機駆動装置点検工事

No.	作業手順 注1~3	注意事項 注4~6	確認		備考(注7)
			請負会社 作業	社 品管*	
2	(9)電流制御ユニット調査 1)MGADFロワに「作業中」の表示を行い、取替対象外のドロワにマスキングを行う。 2)MGADFロワについて、コイル電流強制ホールドスイッチを押下し、同スイッチのLEDが点灯することを確認する。 3)MGADFロワのKCFJ-01カードHCT1~4テストポイントにて、「てい減電流相当」の電流(電圧)が流れていることを確認する。 4)SGADFロワのコイル電流強制ホールドスイッチを押下し、同スイッチのLEDが点灯することを確認する。 また、KCFJ-01カードHCT1~4テストポイントにて、てい減電流相当の電流(4.4A(=HCT電圧:1.76V))が流れていることを確認する。 5)MGADFロワの電源を三相主電源NFB→電流制御カード電源ユニットCP→制御電源スイッチパネルCPの順番で「OFF」とする。 6)MGADFロワを引き出し、放電を実施する。 放電後、ドロワ前面200V(+)テストポイント出力が0Vであることを確認する。	注6. 判定基準はできるだけ数量で示すこと。 注7. 記録採取があれば、フォームを指定すること。 人的ミス防止 ・コイル電流強制ホールドスイッチを押下した際、原子炉強に「ORDM重故障」警報が発信するので、警報停止すること。 ・MGADFロワのコイル電流強制ホールドスイッチが点灯すること。 ・約1.76V(=4.4A相当) 人的ミス防止 ・コイル電流強制ホールドスイッチを押下した際、原子炉強に「ORDM重故障」警報が発信するので、警報停止すること。 ・対象ドロワのコイル電流強制ホールドスイッチが点灯すること。 ・HCT1~4出力電圧が、てい減電流相当であること。 対象:NF4、SW26、SW21	1/30 1/30 1/30 1/30 1/30 1/30	◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30	備考 P
			1/30 1/30 1/30 1/30 1/30 1/30	◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30	記録4 P
			1/30 1/30 1/30 1/30 1/30 1/30	◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30	備考 P
			1/30 1/30 1/30 1/30 1/30 1/30	◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30	備考 P
			1/30 1/30 1/30 1/30 1/30 1/30	◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30	備考 P
			1/30 1/30 1/30 1/30 1/30 1/30	◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30 ◎ 1/30	備考 P

本手順実施後に  
原子炉自動停止  
(以降は実施未)

\*(確認区分の表示)  
 ◎:作業中に同時立会  
 ○:作業完了後の立会  
 △:作業記録(含検査記録)の審査  
 ◇:規制当局の立会  
 /:該当なし又は不要

(点検結果の表示)  
 異常なし  
 異常あり

注1. 文書で表わしにくい場合は図解すること。  
 注2. 重要注意事項は当該作業の手前に記載のこと。  
 注3. 過去の不適台から特に重要な手順は、太線未引等で明記すること。  
 注4. ステップ毎に具体的に記載すること。  
 注5. 特殊工程があれば詳記すること。

作業要領 (手順)

作業名: 高浜4号機 制御機駆動装置点検工事

No.	作業手順 注1~3	注意事項 注4~6		確認		備考 注7
		チェック 作責:品管	作責:品管	請負会社 作責	関電	
3	後片付け (1) 工事竣工時の後片付けチェックシートに基づき、後片付けを行う。 (2) 件名表示、緊急連絡先等の作業標識類を取り外す。 (3) 工事に使用した計量器、工具の使用後点検を実施する。 (4) 関係箇所に作業の終了を連絡する。	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	○ ✓ ✓ ○	○ ✓ ✓ ○	工事竣工時の後片付けチェックシート P. 20 計量器点検チェックシート P. 18
報告	(1) 関電担当者に作業完了および試験結果について報告する。	✓		✓ 1/30	○ 1/30	

注1. 文章で表しにくい場合は図解すること。  
 注2. 重要注意事項は当該作業の手前に記載のこと。  
 注3. 過去の不適切な特記事項は、太線朱引等で明記すること。  
 注4. ステップ毎に具体的に記載すること。  
 注5. 特殊工程があれば詳記すること。  
 注6. 判定基準はできるだけ数量で示すこと。  
 注7. 記録採取があれば、フォームを指定すること。

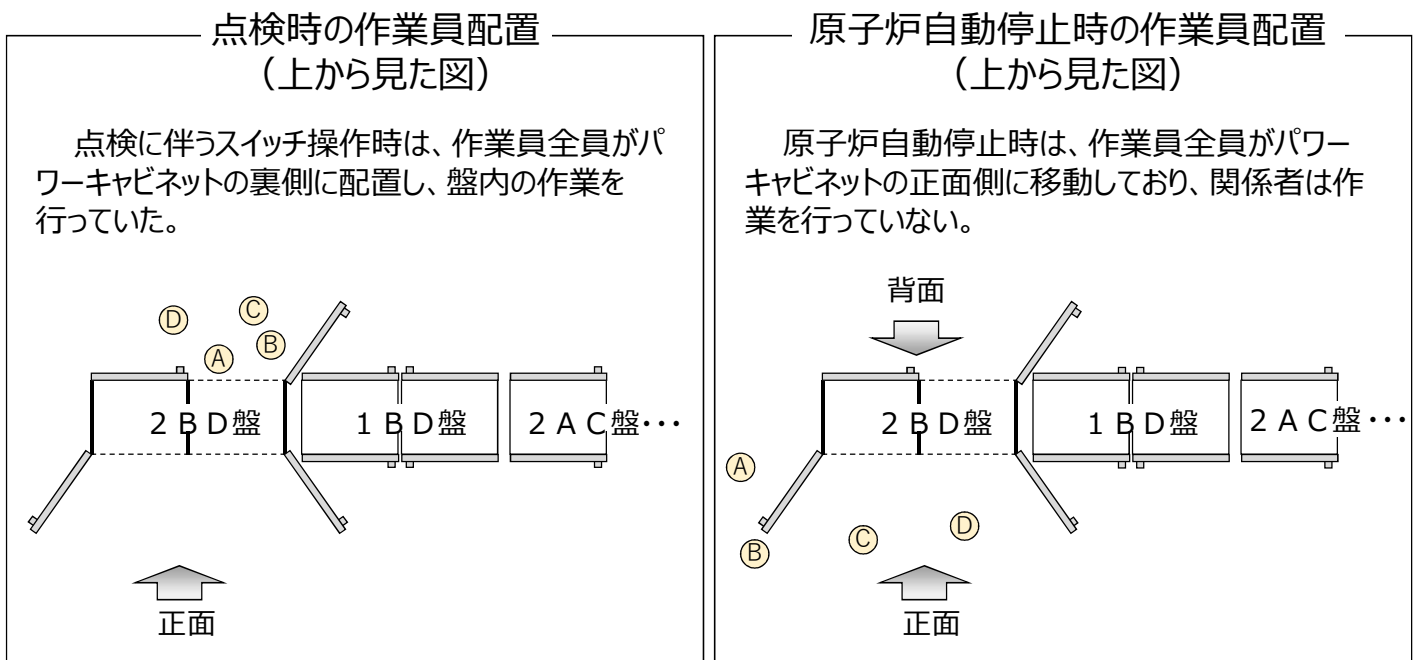
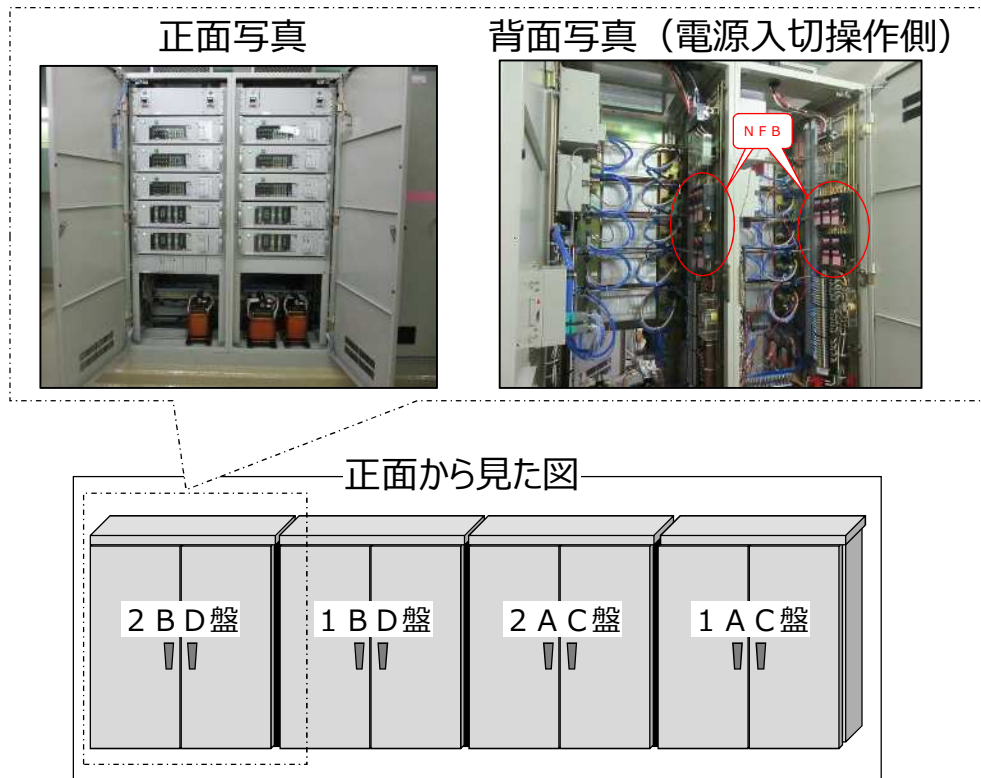
(確認区分の表示)  
 ◇: 規程当届立会項目  
 ◎: 作業中に同時立会  
 ○: 作業完了後の立会  
 △: 作業記録(含検査記録)の審査  
 /: 該当なし又は不要

(点検結果の表示)  
 異常なし  
 異常あり ▲



## 「CRDM重故障」警報発信に関する作業員配置図

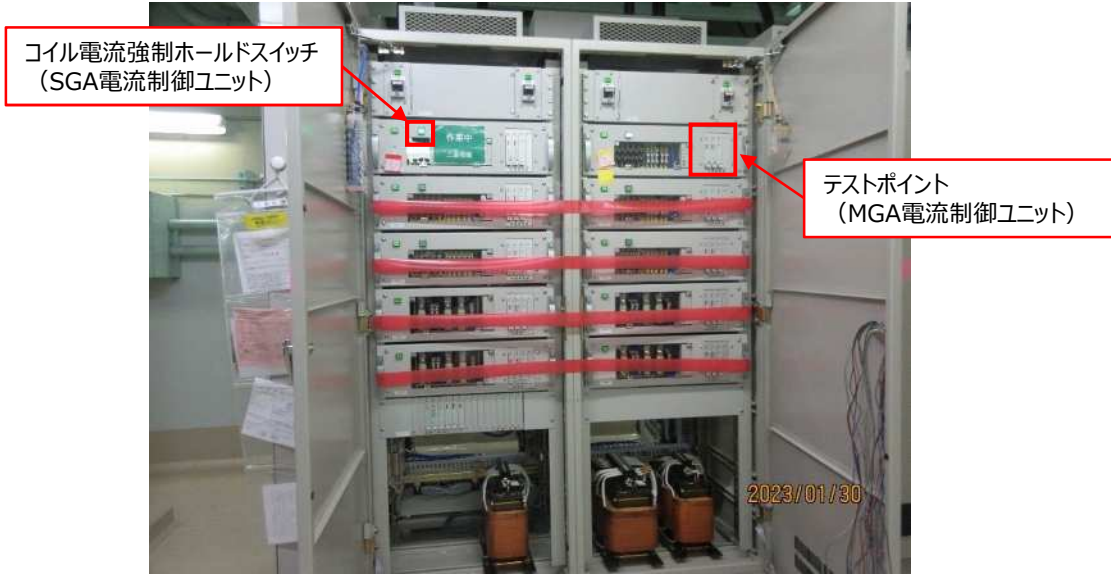
パワーキャビネットの配置および作業実施時の作業員の配置は以下のとおり。



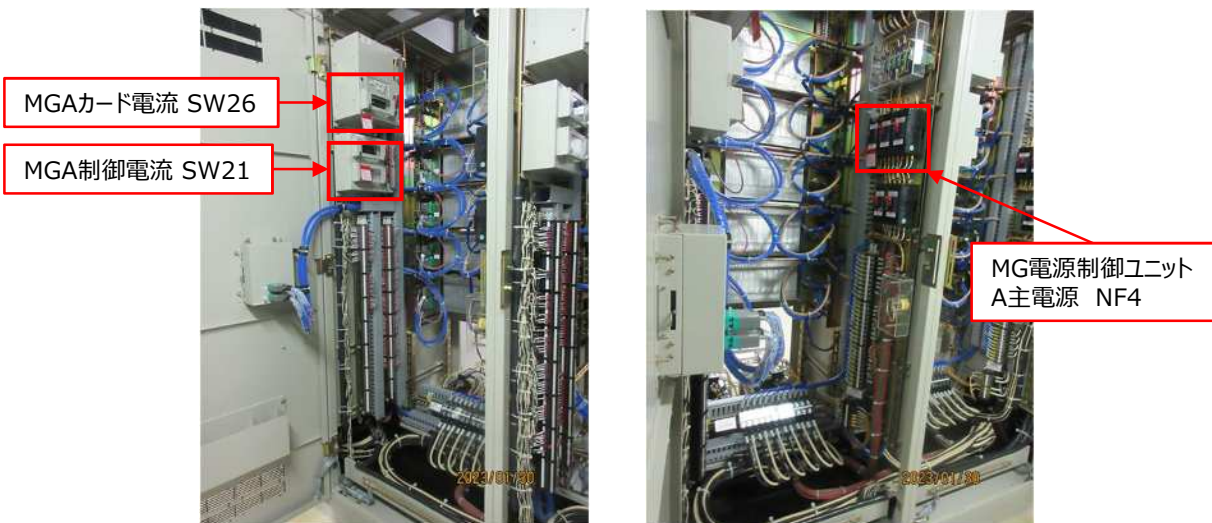
Ⓐ：協力会社作業員   Ⓑ：協力会社作業責任者   Ⓒ：協力会社品質管理責任者   Ⓓ：当社作業責任者

## 点検作業時の誤操作防止対策

2 B D 盤内正面の作業対象以外電源制御ユニットにマスキングテープにて養生実施



2 B D 盤内裏面 M G 側の各電源 N F B に作業隔離札を貼り付け実施



MGAカード電流 SW26



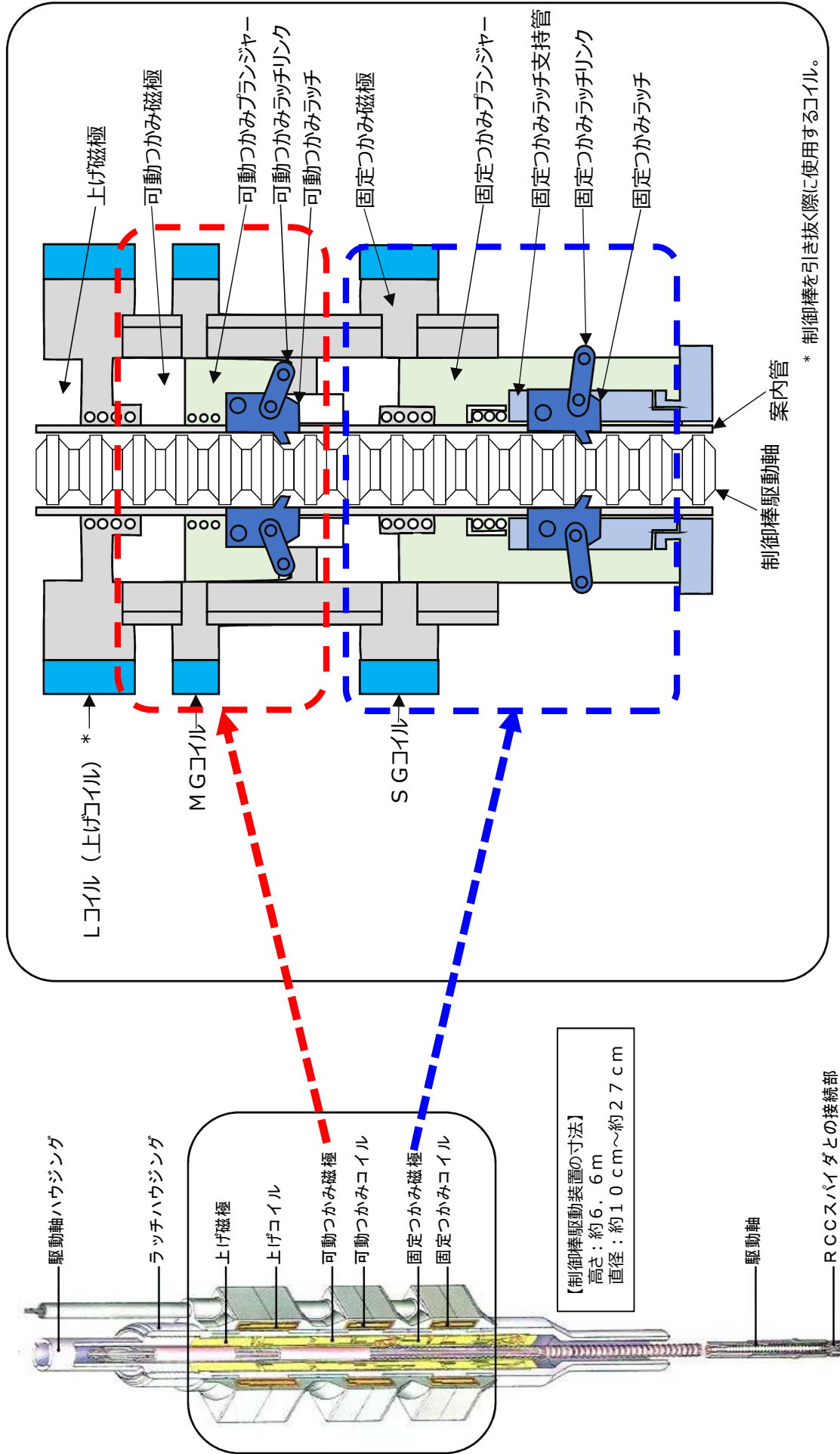
MGA制御電流 SW21



MG電源制御ユニット  
A主電源 NF4

## 制御棒は落下しないと判断した根拠概要

今回、MGコイルの制御装置の点検を行っていたが、そのためにMGコイルの制御装置の電源開放を行っても、SGコイルが保持する機構であり、また今回点検前にSGコイル電流の測定結果より、制御棒は保持されていることを確認したため、落下しないと判断していた。



MGコイル、SGコイルのいずれかで固定が可能な構造となっている。

「CRDM重故障」警報発信に係る要因分析図 <その1>

事象	部位	要因検討	調査内容	調査結果	結果	資料			
<p>1/25 7:24および1/29 16:46 CRDM-CS重故障発信(1.2回目) ○中央制御室 「CRDM重故障」発信 ○パワーキャビネット(2BD) 盤前面表示等「故障」点灯 ○2BD内詳細警報 共通ロジックカード:「A.Sig」点灯 警報リセット操作にて警報復帰</p> <p>1/30 0:12 CRDM-CS重故障発信(3回目) ○中央制御室 「CRDM重故障」発信 ○パワーキャビネット(2BD) 盤前面表示等「故障」点灯 ○2BD内詳細警報 共通ロジックカード:「A.Sig」点灯</p> <p>2/12 8:50 CRDM-CS重故障発信(4回目) ○中央制御室 「CRDM重故障」発信 ○パワーキャビネット(2BD) 盤前面表示等「故障」点灯 ○2BD内詳細警報 共通ロジックカード:「A.Sig」点灯</p>	MGセット	モータ・発電機	電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・モータおよび発電機の振動測定、温度測定を実施し、異常がないことを確認する。</li> <li>・発電機主回路の絶縁抵抗測定を実施する。</li> <li>・配線の緩みがないことを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認した。 ・モータおよび発電機の振動測定、温度測定を実施し、異常がないことを確認した。 ・発電機主回路の絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認した。 ・配線の緩みがないことを確認した。	×	添付資料-22 ①-1		
	MGセット	MGセット 制御盤	電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・温度測定を実施し、異常がないことを確認する。</li> <li>・自動電圧調整器のパラメータを確認し、計器指示に異常がなく、安定した運転状態を示していることを確認する。</li> <li>・タップングを実施し、パラメータに異常な変動がないことを確認する。</li> <li>・配線の緩みがないことを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、異音、異臭等がないことを確認した。 ・温度測定を実施し、異常がないことを確認した。 ・自動電圧調整器のパラメータ確認結果、安定した状態を示しており、異常がないことを確認した。 ・配線の緩みがないことを確認した。	×	添付資料-22 ①-2		
	原子炉 トリップしゃ断器		電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・温度測定を実施し、異常がないことを確認する。</li> <li>・しゃ断器主回路の絶縁抵抗測定を実施する。</li> <li>・しゃ断器単体の外観確認、入切動作確認を実施する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。 ・温度測定を実施し、異常がないことを確認した。 ・しゃ断器主回路の絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認した。 ・入切動作を実施し、問題ないことを確認した。	×	添付資料-22 ②		
	CRDM	CRDM分電盤	分電盤	各パワーキャビネットへの供給電源をしゃ断する機能を持ち、NFBがトリップした場合、2BDのSGコイル、MGコイルもしくはコイルのいずれかの主電源が喪失し、「CRDM重故障」警報が発信することから、NFBの投入状態を確認した結果、投入状態が「入」でありNFBがトリップしていないことを確認した。	—	×	×		
			制御電源 キャビネット	電源供給機能を完全に喪失した場合には「CRDM重故障」警報が発信する。一方、電源系統は2重化されており、片系統のしゃ断では「CRDM軽故障」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではない。	—	×	×		
			ロジック キャビネット	ロジックキャビネットからパワーキャビネット(2BD)への指令信号が喪失した場合、「CRDM重故障」警報が発信する可能性がある。	・ロジックキャビネットに挿入されているパワーキャビネット2BD用DSLJカード前面の電流命令信号TP(SA.SB.MAMB)の出力電圧を確認する(SA.SB.MAMB:てい減電流相当)	異常は認められなかった。 ・出力電圧はてい減電流相当の指令信号を出力しており、異常は見られなかった	×	添付資料-22 ④-15	
		パワーキャビネット (2BD)	主回路	主電源トランス	電圧変動等の電源異常が発生した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・温度測定を実施し、異常がないことを確認する。</li> <li>・絶縁抵抗測定を実施する。</li> <li>・再現試験中にトランス2次側電圧波形を連続監視し、変動がないことを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。 ・温度測定を実施し、異常がないことを確認した。 ・絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認した。 ・電圧波形に有意な変動はなく、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-1
				NFB パネル	短絡(地絡含む)によりNFBがトリップし、電源が喪失した場合は「CRDM重故障」警報と共に「三相電源異常」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではない。	—	×	×	
				サージ アブソーバ	サージアブソーバが故障することで主電源が過渡的に変化した場合は、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり、異常がないことを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。 ・サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-2
		電流制御 ユニット	プリントカード	電流制御カード	動作異常により、制御動作に関わる機能に影響を及ぼし、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・コイル電流強制ホールドスイッチ操作時の電圧波形およびドロフを交換した上で、再度コイル電流強制ホールド操作時の電圧波形を確認し、波形に異常がないか確認する。 ・ドロフをメーカー工場に持ち帰り、電流制御カードの詳細調査を実施する。	異常は認められなかった。 ・電圧波形に異常がないことを確認した。 ・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-3
				電流フィードバック カード	動作異常により、コイル電流のフィードバック信号に異常が生じ、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・電流フィードバックカードの前面パネルのテストポイントで、電圧出力を確認し異常がないことを確認する。 ・ドロフをメーカー工場に持ち帰り、電流フィードバックカードの詳細調査を実施する。	異常は認められなかった。 ・テストポイント出力はてい減電流相当の電圧値であり異常がないことを確認した。 ・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-14
				ゲートインターフェース カード	制御棒の保持・動作に必要な電流を生成するパワー素子(IGBT)へ制御信号を送信しており、異常が発生した場合、正しく電流を印加できず、「CRDM重故障」警報と共に「レギュレーション故障」警報等が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではない。	—	×	×	
				コネクタ カード接続	コネクタ・カード接続に異常が生じた場合、指令信号等が異常となり、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・ドロフを通電状態とし、ユニットに接続しているケーブル(コネクタ)をタップングして、コイル電流に変動がないことを確認する。 ・ドロフをメーカー工場に持ち帰り、コネクタ・カード接続の詳細調査を実施する。	異常は認められなかった。 ・ケーブル(コネクタ)をタップングしたがコイル電流に変動はなく、異常がないことを確認した。 ・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-5
			その他 構成部品	ダイオード ブリッジ	三相交流を直流に変換するダイオードブリッジに故障が発生した場合は、「CRDM重故障」警報と共に「三相電源異常」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではない。	—	×	×	
				アルミ電解 コンデンサ	静電容量が低下することにより、主電源投入時に急峻な電圧低下が発生することで制御棒の動作に関わる制御に異常が生じ「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。 ・アルミ電解コンデンサの静電容量を測定し、判定基準を満たしていることを確認する。	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。 ・静電容量を測定し、判定基準を満たしていることを確認した。	×	添付資料-22 ④-6

評価値  
○:要因である。  
△:要因の可能性が考えられる。  
×:要因ではない。

「CRDM重故障」警報発信に係る要因分析図 <その2>

事象	部位	要因検討	調査内容	調査結果	結果	結果		
CRDM (続き)	パワーキャビネット (続き)	その他構成部品 (続き)	サージアブソーバ	ドロー内のサージアブソーバの故障により、制御棒の保持・動作に必要な電流を確保できず「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・外観確認、温度測定を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。 ・サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり、異常がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。 ・サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-7
			パワー素子 (IGBT)	パワー素子で動作異常が発生した場合、制御棒の保持・動作に必要な電流を確保できず「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。 ・ドローをメーカー工場に持ち帰り、パワー素子 (IGBT) の詳細調査を実施する。	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認した。 ・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-8
			ホールCT素子 (HCT)	制御棒の保持・動作時にコイルケーブルに流れる電流値を計測し、制御棒の動作に関わる制御回路に出力しているが、ホールCTに異常が発生した場合、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・CRDMコイル電流を検出している電流フィードバックカードのテストポイントの電圧出力を確認して異常がないことを確認する。 ・ドローをメーカー工場に持ち帰り、ホールCT素子 (HCT) の詳細調査を実施する。	異常は認められなかった。 ・テストポイントの電圧出力は減電流相当の電圧値が出力しており、異常がないことを確認した。 ・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-9
			ダイオードヒューズ	ダイオードヒューズが故障することで電路が「断」となり、「CRDM重故障」警報と共に「スケジュールシジョン故障」警報等が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではない。	-	-	×	×
	制御カード	制御電源ユニット	制御カードが故障した場合、制御棒の保持・動作に関わる機能が喪失し、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	制御カードの電源電圧を確認し、異常がないことを確認する。 ・再現試験時にテストポイント電圧出力に異常がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・制御カードの電源電圧を確認し、異常がないことを確認した。 ・再現試験時の電圧出力に異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-11	
			制御電源ユニットが故障した場合、制御棒の保持・動作に関わる機能が喪失し、「CRDM重故障」警報と共に「CRDM軽故障」警報が発信するが、今回は「CRDM重故障」警報のみの発信であるため、要因ではない。	-	-	×	×	
			共通カードフレーム	プリントカード	共通ロジックカード	2重化されている電源の両方が故障した場合に「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性があるが、両系の電源は故障しておらず、警報リセットにより警報復帰できており当該カードに異常がないため、要因ではない。	-	-
	故障検出カード	制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、本カードに異常が生じたとしても「CRDM重故障」警報は発信しないため要因ではない。	-		-	×	×	
	リフト切り離しカード	制御棒の保持・動作に関わる機能は有しておらず、本カードに異常が生じたとしても「CRDM重故障」警報は発信しないため要因ではない。	-		-	×	×	
	端子台配線	端子台や配線に異常があった場合、抵抗成分が増大し、電源電圧や信号レベルが一時的に不安定となり「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	盤内端子台および配線を触手およびタッピングしながら、コイル電流のフィードバック出力電圧が変動しないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・コイル電流のフィードバック信号の出力電圧に変動がなく、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-12		
	コモン回路	コモン回路に異常が生じた場合、制御棒の保持・動作に関わる信号に影響を受けることで「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・図面上で回路の混触がないことを確認する。 ・再現試験時にアース-OV間の電流波形を調査し、異常な電圧変動がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・図面上で回路の混触がないことを確認した。 ・アース-OV間の電流波形を確認した結果、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-13		
	ケーブル中継箱 (原子炉格納容器内外)	ケーブル中継箱接続部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流が断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある	・2BD制御バンクBグループ2の中継箱接続部の外観確認および触手による組み確認を実施する。 ・タッピングを実施し、コイル電流に変動がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・2BD制御バンクBグループ2の中継箱接続部の外観確認および触手による組み確認を行い、異常がないことを確認した。 ・タッピングを実施し、コイル電流に有意な変動がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑤		
	原子炉格納容器貫通部	原子炉格納容器貫通部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流が断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・パワーキャビネット下流の電路をパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を用いてコイル電流を連続監視する。異常が確認された場合は、電路を複数の区間に切り分け、定電圧発生器を用いて各区間の電流を連続監視する。	異常は認められなかった。 ・パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒 (M10、D6、K4) でコイル電流の低下が確認された。 ・パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、ケーブル中継箱を含むパワーキャビネット-C/V外端子箱入口およびC/V内端子箱出口~C/V内ケーブル中継箱出口の区間に異常がないことを確認した。	×	添付資料-43 添付資料-44		
		2BD制御バンクBグループ2の原子炉格納容器貫通部の外観確認および触手による組み確認を実施する	・パワーキャビネット下流の電路をパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を用いてコイル電流を連続監視する。異常が確認された場合は、電路を複数の区間に切り分け、定電圧発生器を用いて各区間の電流を連続監視する。	異常は認められなかった。 ・2BD制御バンクBグループ2の原子炉格納容器貫通部の外観確認および触手による組み確認を行い、異常がないことを確認した。 ・パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒 (M10、D6、K4) でコイル電流の低下が確認された。 ・パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、C/V外端子箱入口~C/V内端子箱出口の区間で電流の低下が確認された。更に詳細に調査したところ、制御棒M10SG-MGコイル、D6MGコイルおよびK4SGコイルの電路で導通抵抗値が上昇していることを確認した。	○	添付資料-22 ⑥ 添付資料-43 添付資料-44 添付資料-47		
	中間コネクタパネル	コネクタ部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流が断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・コイル抵抗測定中に2BD制御バンクBグループ2のコネクタ部をタッピングし、抵抗値に変動がないことを確認する。 ・コネクタ部の開放確認を行い、ピンの折損や嵌合に異常がないことを確認する。 ・中間コネクタパネルをタッピングし、コイル電流に変動がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・コイル抵抗測定中の2BD制御バンクBグループ2のコネクタ部をタッピングし、抵抗値に変動がないことを確認した。 ・コネクタ部の開放確認を行い、ピンの折損や嵌合に異常がないことを確認した。 ・中間コネクタパネルをタッピングし、コイル電流に変動がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑦		
コネクタ部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流が断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。		・パワーキャビネット下流の電路をパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を用いてコイル電流を連続監視する。異常が確認された場合は、電路を複数の区間に切り分け、定電圧発生器を用いて各区間の電流を連続監視する。	異常は認められなかった。 ・パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒 (M10、D6、K4) でコイル電流の低下が確認された。 ・パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、中間コネクタパネルをもC/V内ケーブル中継箱出口~コイルの区間に異常がないことを確認した。	×	添付資料-43 添付資料-44			

評価  
○: 要因である。  
△: 要因の可能性が考えられる。  
×: 要因ではない。

「CRDM重故障」警報発信に係る要因分析図 <その3>

事象	部位	要因検討	調査内容	調査結果	結果	結果
CRDM (続き)	SGコイル/MGコイル	SGコイルおよびMGコイル部の導通不良(接触不良等)によりコイル電流がしや断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	2BD制御バンクBグループ2のSGコイル/MGコイルの導通抵抗、絶縁抵抗測定を実施する。  パワーキャビネット下流の電路をパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を用いてコイル電流を連続監視する。異常が確認された場合は、電路を複数の区間に切り分け、定電圧発生器を用いて各区間の電流を連続監視する。	異常は認められなかった。 ・2BD制御バンクBグループ2のSGコイル/MGコイルの導通抵抗、絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認した。  異常は認められなかった。 ・パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒(M10、D6、K4)でコイル電流の低下が確認された。 ・パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、コイルを含むC/V内ケーブル中継箱出口~コイルの区間に異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑧、⑨  添付資料-43 添付資料-44
	各ケーブル	ケーブルの導通不良(断線等)によりコイル電流がしや断され、「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	・2BD制御バンクBグループ2の各ケーブルに対し、導通抵抗、絶縁抵抗測定および触手による導通抵抗変動有無の確認を実施する。 ・コイルケーブルについて、コイル電流を確認しながらタッピングを実施し、コイル電流に変動がないことを確認する。  パワーキャビネット下流の電路をパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を用いてコイル電流を連続監視する。異常が確認された場合は、電路を複数の区間に切り分け、定電圧発生器を用いて各区間の電流を連続監視する。	異常は認められなかった。 ・2BD制御バンクBグループ2の各ケーブルに対し、導通抵抗、絶縁抵抗測定および触手による導通抵抗変動確認を行った結果、異常がないことを確認した。 ・コイルケーブルについて、コイル電流を確認しながらタッピングを実施し、コイル電流に有意な変動がないことを確認した。  異常は認められなかった。 ・パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒(M10、D6、K4)でコイル電流の低下が確認された。 ・パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、各ケーブルに異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑩  添付資料-43 添付資料-44
	駆動機構	CRDM駆動装置の動作不良によって「CRDM重故障」警報の発信に至る可能性がある。	ステッピング試験を実施し、CRDM駆動装置の電流状態や加速度計信号を確認し健全性を確認する。	異常は認められなかった。 ・ステッピング試験にてコイル電流波形とラッチ機構の動作タイミングを確認し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑪ 添付資料-23~30

評価欄  
○: 要因である。  
△: 要因の可能性が考えられる。  
×: 要因ではない。

「PR中性子束急減トリップ」に係る要因分析図(CRDM) <その1>

事象	部位		要因検討	調査内容	調査結果	結果	資料		
<p>【自動停止】 1.30 「PR中性子束急減トリップ」警報が発信し、原子炉自動停止するとともにタービンおよび発電機が自動停止 ○パワーキャビネット 2BDに属する制御棒が落下 ○制御棒保持状態 シングルホールド(SGでホールド)</p>	MGセット	モータ・発電機	電圧変動等が生じることで、全てのパワーキャビネットに影響を及ぼすが、制御棒保持時におけるコイル電流を制御するドローの電気素子等の構成部品の個体差により2BD制御バンクグループ2のパワーキャビネットにのみ影響を及ぼすことは否定できないため、要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・モータおよび発電機の振動測定、温度測定を実施し、異常がないことを確認する。</li> <li>・発電機主回路の絶縁抵抗測定を実施する。</li> <li>・配線の緩みがないことを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認した。</li> <li>・モータおよび発電機の振動測定、温度測定を実施し、異常がないことを確認した。</li> <li>・発電機主回路の絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認した。</li> <li>・配線に緩みがないことを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ①-1		
		MGセット 制御盤	電圧変動等が生じることで、全てのパワーキャビネットに影響を及ぼすが、制御棒保持時におけるコイル電流を制御するドローの電気素子等の構成部品の個体差により2BD制御バンクグループ2のパワーキャビネットにのみ影響を及ぼすことは否定できないため、要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・温度測定を実施し、異常がないことを確認する。</li> <li>・自動電圧調整器のパラメータを確認し、計器指示に異常がなく、安定した運転状態を示していることを確認する。</li> <li>・タッピングを実施し、パラメータに異常な変動がないことを確認する</li> <li>・配線の緩みがないことを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。</li> <li>・温度測定を実施し、異常がないことを確認した。</li> <li>・自動電圧調整器のパラメータ確認結果、安定した状態を示しており、異常がないことを確認した。</li> <li>・配線に緩みがないことを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ①-2		
	原子炉トリップしゃ断器		電圧変動等が生じることで、全てのパワーキャビネットに影響を及ぼすが、制御棒保持時におけるコイル電流を制御するドローの電気素子等の構成部品の個体差により2BD制御バンクグループ2のパワーキャビネットにのみ影響を及ぼすことは否定できないため、要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・温度測定を実施し、異常がないことを確認する。</li> <li>・しゃ断器主回路の絶縁抵抗測定を実施する。</li> <li>・しゃ断器本体の外観確認、入切動作確認を実施する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。</li> <li>・温度測定を実施し、異常がないことを確認した。</li> <li>・しゃ断器主回路の絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認した。</li> <li>・入切動作を実施し、問題ないことを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ②		
	CRDM	CRDM分電盤	分電盤	各パワーキャビネットへの供給電源をしゃ断する機能を持ち、NFBがトリップした場合、2BD制御バンクグループ2の落下に至るため、要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・NFBの投入状態に異常がないことを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・NFBの投入状態が「入」であり、異常がないことを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ③	
			制御電源キャビネット	制御電源キャビネットに異常が発生した場合、各パワーキャビネットへの供給電源が変動、しゃ断されるが、電源系統は2重化されているため、片系統のしゃ断で制御棒が落下することはなく、両系統がしゃ断した場合は全制御棒が落下するため要因ではない。	-	-	×	-	
			ロジックキャビネット	ロジックキャビネットからパワーキャビネット(2BD)への指令信号の異常により、2BD制御バンクグループ2の落下の要因となる可能性があるが、事象発生当日は制御棒を保持するための「コイル電流強制ホールドスイッチ」を操作済みであり、パワーキャビネット(2BD)は、ロジックキャビネットからの指令信号を受け付けないため、要因ではない。	-	-	×	-	
		パワーキャビネット(2BD)	主回路	主電源トランス	電圧変動等が生じることで、制御棒駆動機構のSGラッチによる制御棒の保持に必要なコイル電流を生成する回路に影響を及ぼし、2BD制御バンクグループ2の落下の要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・温度測定を実施し、異常がないことを確認する。</li> <li>・絶縁抵抗測定を実施する。</li> <li>・再現試験中にトランス2次側電圧波形を連続監視し、変動がないことを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。</li> <li>・温度測定を実施し、異常がないことを確認した。</li> <li>・絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認した。</li> <li>・電圧波形に有意な変動はなく、異常がないことを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ④-1
	NFBパネル			当該NFBがトリップした場合、CRDMコイルへの電流が喪失するが、その場合、制御棒は4本同時落下となるため事象と一致せず、2BD制御バンクグループ2の落下の要因ではない。	-	-	×	-	
			サージアプソーバ	サージアプソーバが破損することで、主電源が過渡的に変化することでSGコイル電流全体が低下し、2BD制御バンクグループ2の落下の要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・サージアプソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり、異常がないことを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。</li> <li>・サージアプソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり、異常がないことを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ④-2	
		電流制御ユニット	プリントカード	電流制御カード	動作異常により、制御棒の動作に関わる機能に影響を及ぼし、2BD制御バンクグループ2の落下の要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・タッピングを実施し、コイル電流の変動を確認する。</li> <li>・電流制御ユニット内を点検し、カード挿抜し異常がないことを確認する。</li> <li>・再現試験時にトランス2次側電圧および制御バンクBおよび停止バンクBドロー前面テストポイント出力、電流フィードバックカード前面のテストポイント出力を連続監視し、各波形に異常がないことを確認する。</li> <li>・ドローをメーカー工場に持ち帰り、電流制御カードの詳細調査を実施する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。</li> <li>・当該カードをタッピングしたが、コイル電流に変動はなく、異常がないことを確認した。</li> <li>・カード挿抜を実施し、異常がないことを確認した。</li> <li>・再現試験時の各波形に異常がないことを確認した。</li> <li>・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ④-3
	電流フィードバックカード			制御棒の動作に関わる制御機能を有しておらず、2BD制御バンクグループ2の落下の要因ではない。	-	-	×	-	
			ゲートインターフェースカード	制御棒の保持・動作に必要な電流を生成するパワー素子(IGBT)へ制御信号を送信しており、カードに異常が発生した場合にCRDMコイル電流を生成できなくなるため、要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローをメーカー工場に持ち帰り、ゲートインターフェースカードの詳細調査を実施する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ④-4	
			コネクタカード接続	制御棒の動作に関わる信号に異常が生じ、2BD制御バンクグループ2の落下の要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローを過電圧状態とし、ユニットに接続しているケーブル(コネクタ)をタッピングして、コイル電流に変動がないことを確認する。</li> <li>・ドローをメーカー工場に持ち帰り、コネクタ・カード接続の詳細調査を実施する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ケーブル(コネクタ)をタッピングしたがコイル電流に変動はなく、異常がないことを確認した。</li> <li>・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ④-5	
		その他構成部品	ダイオードブリッジ	三相交流を直流に変換するダイオードブリッジに短絡故障が発生した場合、コイル電流を供給できなくなり、制御棒は4本同時落下となるため事象と一致せず、また、一方で開放故障した場合、コイル電流は多少不安定になるが、制御棒落下には至らないため、要因ではない。	-	-	×	-	
			アルミ電解コンデンサ	静電容量が低下することにより、主電源投入時に急峻な電圧低下が発生することで制御棒の動作に関わる制御に異常が生じ、2BD制御バンクグループ2の落下の要因となる可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。</li> <li>・アルミ電解コンデンサの静電容量を測定し、判定基準を満たしていることを確認する。</li> </ul>	異常は認められなかった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。</li> <li>・静電容量を測定し、判定基準を満たしていることを確認した。</li> </ul>	×	添付資料-22 ④-6	

評価値  
 ○: 要因である。  
 △: 要因の可能性が考えられる。  
 ×: 要因ではない。

「PR中性子束急減トリップ」に係る要因分析図(CRDM) <その2>

事象	部位	要因検討	調査内容	調査結果	結果	資料		
CRDM (続き)	パワーキャビネット (2BD) (続き)	その他構成部品 (続き)	サージアブソーバ	ドロー内のサージアブソーバの故障により、制御棒の保持・動作に必要な電流量を確保できなくなり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。 ・サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり、異常がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損、異音、異臭等がないことを確認した。 ・サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-7
			パワー素子 (IGBT)	パワー素子で動作異常が発生した場合、制御棒の保持・動作に必要な電流量を確保できなくなり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。 ・ドローをメーカー工場に持ち帰り、パワー素子 (IGBT) の詳細調査を実施する。	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認した。 ・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-8
			ホールCT素子 (HCT)	制御棒の保持・動作時にコイルケーブルに流れる電流値を計測し、制御棒の動作に関わる制御回路に出力しているが、ホールCTに異常が発生した場合、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	・CRDMコイル電流を検出している電流フィードバックカードのテストポイントの電圧出力を確認し異常がないことを確認する。 ・ドローをメーカー工場に持ち帰り、ホールCT素子 (HCT) の詳細調査を実施する。	異常は認められなかった。 ・テストポイントの電圧出力は電流相当の電圧値が出力しており、異常がないことを確認した。 ・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-9
			ダイオードヒューズ	ダイオードヒューズが故障することで電路が「断」となり、制御棒の保持・動作に必要な電流量が確保できなくなり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認する。 ・ドローをメーカー工場に持ち帰り、ダイオードヒューズの詳細調査を実施する。	異常は認められなかった。 ・外観確認を実施し、損傷、焼損等がないことを確認した。 ・メーカー工場にて詳細調査を実施し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-10
		制御カード	制御カードが故障した場合、制御棒の動作に関わる機能が喪失し、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	・制御カードの電源電圧を確認し、異常がないことを確認する。 ・再現試験時にテストポイント電圧出力に異常がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・制御カードの電源電圧を確認し、異常がないことを確認した。 ・再現試験時の電圧出力に異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-11	
		制御電源ユニット	電源系統は2重化構成となっているため、電源系統の単体故障で2BD制御バンクBグループ2の落下に至ることはない。	-	-	×	-	
		共通カードフレーム	プリントカード	共通ロジックカード	制御棒の保持、動作に関わる機能は有しておらず、要因ではない。	-	×	-
				故障検出カード	制御棒の保持、動作に関わる機能は有しておらず、要因ではない。	-	×	-
				リフト切り離しカード	制御棒の保持、動作に関わる機能は有しておらず、要因ではない。	-	×	-
		端子台配線	端子台や配線に異常があった場合、抵抗成分が増大し、電源電圧や信号レベルが一時的に不安定となり、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	盤内端子台および配線を触手およびタッピングしながら、コイル電流のフィードバック出力電圧が変動しないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・コイル電流のフィードバック信号の出力電圧に変動がなく、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-12	
		コモン回路	コモン回路に異常が生じた場合、制御棒の保持・動作に関わる信号に影響を受け、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	・図面上で回路の混触がないことを確認する。 ・再現試験時にアース-0V間の電流波形を調査し、異常な電圧変動がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・図面上で回路の混触がないことを確認した。 ・アース-0V間の波形を確認した結果、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ④-13	
		ケーブル中継箱 (原子炉格納容器内外)	ケーブル中継箱接続部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流が断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	・2BD制御バンクBグループ2の中継箱接続部の外観確認および触手による確認を実施する。 ・タッピングを実施し、コイル電流に変動がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・2BD制御バンクBグループ2の中継箱接続部の外観確認および触手による確認を行い、異常がないことを確認した。 ・タッピングを実施し、コイル電流に有意な変動がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑤	
		原子炉格納容器貫通部	原子炉格納容器貫通部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流が断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	2BD制御バンクBグループ2の原子炉格納容器貫通部の外観確認および触手による確認を実施する	異常は認められなかった。 ・2BD制御バンクBグループ2の原子炉格納容器貫通部の外観確認および触手による確認を行い、異常がないことを確認した。	○	添付資料-22 ⑥	
		中間コネクタパネル	コネクタ部の導通不良 (接触不良等) によりコイル電流が断され、2BD制御バンクBグループ2の落下の要因となる可能性がある。	・コイル抵抗測定中に2BD制御バンクBグループ2のコネクタ部をタッピングし、抵抗値に変動がないことを確認する。 ・コネクタ部の開放確認を行い、ピン折れや嵌合に異常がないことを確認する。 ・中間コネクタパネルをタッピングし、コイル電流に変動がないことを確認する。	異常は認められなかった。 ・コイル抵抗測定中の2BD制御バンクBグループ2のコネクタ部をタッピングし、抵抗値に変動がないことを確認した。 ・コネクタ部の開放確認を行い、ピン折れや嵌合に異常がないことを確認した。 ・中間コネクタパネルをタッピングし、コイル電流に変動がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑦	
					異常は認められなかった。 ・パワーキャビネット下流の電路をパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を用いてコイル電流を連続監視する。異常が確認された場合は、電路を複数の区間に切り分け、定電圧発生器を用いて各区間の電流を連続監視する。 ・パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、中間コネクタパネルを含む0V内ケーブル中継箱出口〜コイルの区間に異常がないことを確認した。	×	添付資料-43 添付資料-44	

その3へ

評価値  
○: 要因である。  
△: 要因の可能性が考えられる。  
×: 要因ではない。

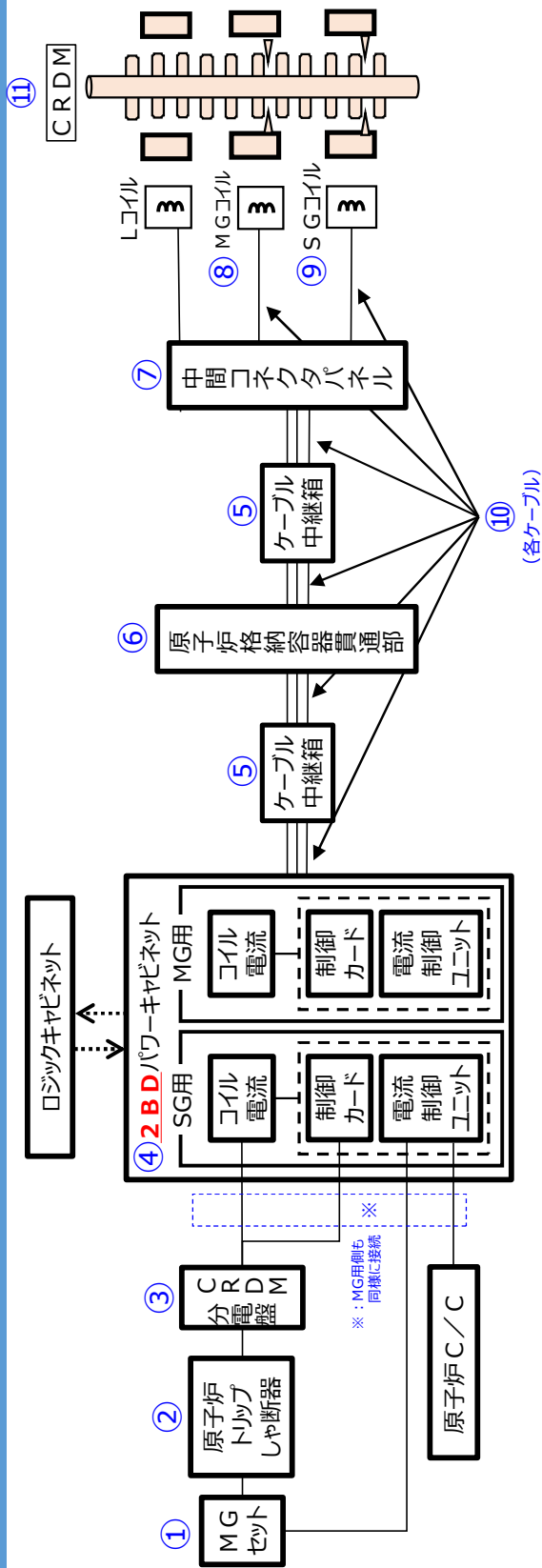


「PR中性子束急減トリップ」に係る要因分析図(CRDM) <その3>

事象	部位	要因検討	調査内容	調査結果	結果	資料
CRDM (続き)	SGコイル/MGコイル	SGコイルおよびMGコイル部の導通不良(接触不良等)によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクグループ2の落下の要因となる可能性がある。	2BD制御バンクグループ2のSGコイル/MGコイルの導通抵抗、絶縁抵抗測定を実施する。	異常は認められなかった。 2BD制御バンクグループ2のSGコイル/MGコイルの導通抵抗、絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑧、⑨
			パワーキャビネット下流の電路をパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を用いてコイル電流を連続監視する。異常が確認された場合は、電路を複数の区間に切り分け、定電圧発生器を用いて各区間の電流を連続監視する。	異常は認められなかった。 パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒(M10、D6、K4)でコイル電流の低下が確認された。 パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、コイルを含むC/V内ケーブル中継箱出口~コイルの区間に異常がないことを確認した。		添付資料-43 添付資料-44
	各ケーブル	ケーブルの導通不良(断線等)によりコイル電流がしゃ断され、2BD制御バンクグループ2の落下の要因となる可能性がある。	2BD制御バンクグループ2の各ケーブルに対し、導通抵抗、絶縁抵抗測定および触手による導通抵抗変動の確認を実施する。 コイルケーブルについて、コイル電流を確認しながらタッピングを実施し、コイル電流に変動がないことを確認する。	異常は認められなかった。 2BD制御バンクグループ2の各ケーブルに対し、導通抵抗、絶縁抵抗測定および触手による導通抵抗変動確認を行った結果、異常がないことを確認した。 コイルケーブルについて、コイル電流を確認しながらタッピングを実施し、コイル電流に有意な変動がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑩
			パワーキャビネット下流の電路をパワーキャビネットから切り離し、定電圧発生器を用いてコイル電流を連続監視する。異常が確認された場合は、電路を複数の区間に切り分け、定電圧発生器を用いて各区間の電流を連続監視する。	異常は認められなかった。 パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒(M10、D6、K4)でコイル電流の低下が確認された。 パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、各ケーブルに異常がないことを確認した。		添付資料-43 添付資料-44
	駆動機構	CRDM駆動装置の異常により制御棒の落下に至る可能性があるため、要因となる可能性がある。	ステッピング試験を実施し、CRDM駆動装置の電流状態や加速度計信号を確認し健全性を確認する。	異常は認められなかった。 ステッピング試験にてコイル電流波形とラッチ機構の動作タイミングを確認し、異常がないことを確認した。	×	添付資料-22 ⑪ 添付資料-23~30

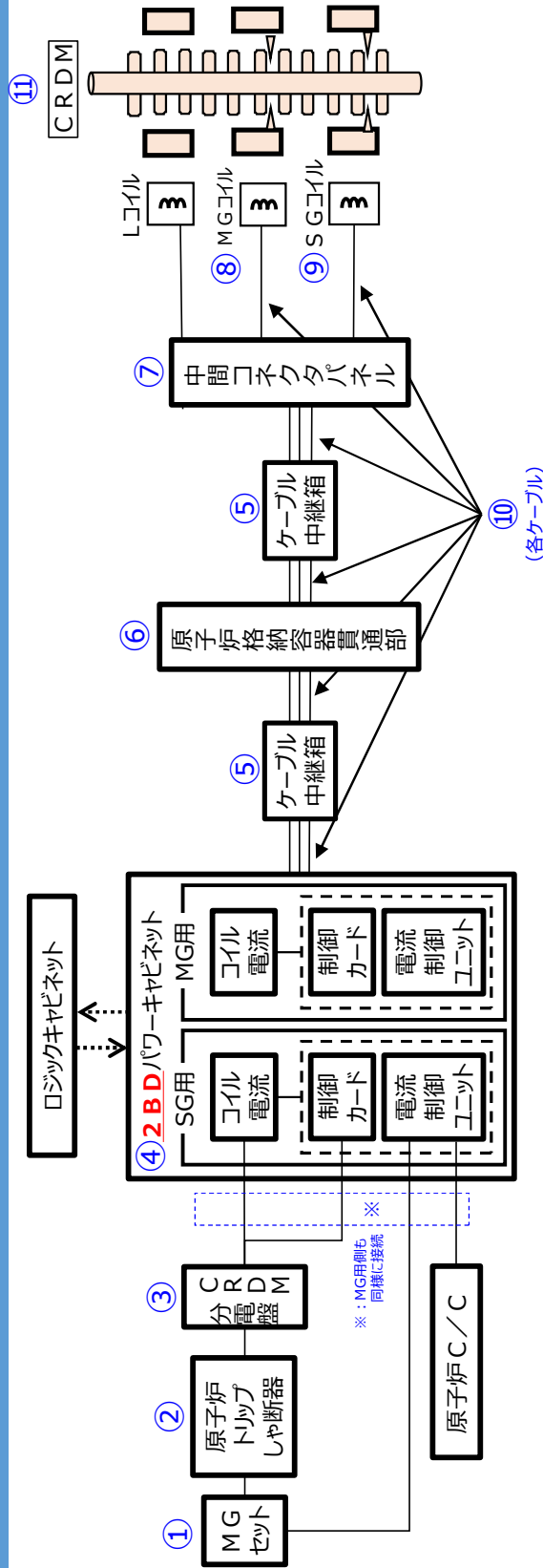
評価欄  
○: 要因である。  
△: 要因の可能性が考えられる。  
×: 要因ではない。

# CRDM各部位点検結果 ( 1 / 3 )



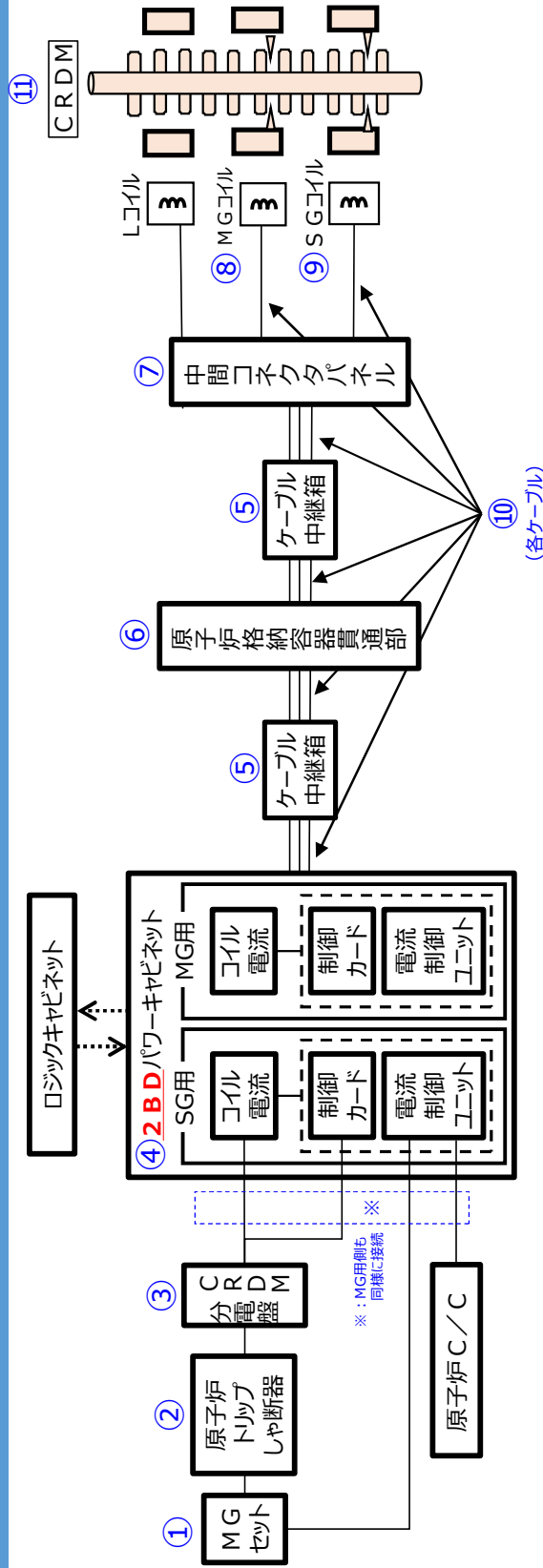
点検部位	点検内容	点検箇所 (測定箇所)	判定基準	点検結果
①-1 ①-2 MGセット	外観確認	MGセット、制御盤	損傷、変色がないこと	
	配線緩み確認	MGセット、制御盤	接続状態に異常がないこと	
	絶縁抵抗測定	MGセット	1 MΩ以上	<b>異常なし</b>
	振動測定	MGセット	30μm (p-p) 以下	
	運転中パラメータ確認	制御盤	安定した運転状態を示すこと	
② 原子炉トリップしゃ断器	外観確認	原子炉トリップしゃ断器	損傷、変色がないこと	
	絶縁抵抗測定	原子炉トリップしゃ断器	10 MΩ以上	<b>異常なし</b>
	入切動作確認 (手動・電動)	原子炉トリップしゃ断器	動作に異常がないこと	
③ CRDM分電盤	NFB状態確認	CRDM分電盤	NFB「入」であること	<b>異常なし</b>

# CRDM各部位点検結果 (2 / 3)



点検部位	点検内容	点検箇所 (測定箇所)	判定基準	点検結果
④-1 ～ ④-15 CRDM制御盤 (2BDパワーケーブルネットワーク)	外観確認	パワーケーブルネット	損傷、焼損がないこと	
	絶縁抵抗測定	パワーケーブルネット	1 MΩ以上	
	再現確認試験 (電圧・電流波形測定)	パワーケーブルネット	電圧・電流波形に異常がないこと	
	サージアブソーババリスタ電圧測定	パワーケーブルネット	メーカー基準を満足すること	
	模擬コイルを用いたコイル電流変動確認	パワーケーブルネット	電流値に異常な変動がないこと	<b>異常なし</b>
	アルミ電解コンデンサ静容量測定	パワーケーブルネット	メーカー基準を満足すること	
	制御回路電圧測定	パワーケーブルネット	メーカー基準を満足すること	
	制御盤内ケーブル接続状態確認	パワーケーブルネット	接続状態に異常がないこと	
	電流制御ユニット構成部品他 (工場調査)	パワーケーブルネット	メーカー基準を満足すること	
	外観確認・ケーブル接続状態確認	ケーブル中継箱	接続状態に異常がないこと	
⑤ ケーブル中継箱 (原子炉格納容器内 外)	タッピング確認	ケーブル中継箱	コイル電流に異常な変動がないこと	<b>異常なし</b>
	定電圧発生器を用いたコイル電流変動確認	ケーブル中継箱	電流値に異常な変動がないこと	

# CRDM各部位点検結果 (3 / 3)



点検部位	点検内容	点検箇所 (測定箇所)	判定基準	点検結果
⑥ 原子炉格納容器貫通部	外観確認・ケーブル接続状態確認	原子炉格納容器貫通部	接続状態に異常がないこと	異常なし
	定電圧発生器を用いたコイル電流変動確認	原子炉格納容器貫通部	電流値に異常な変動がないこと	※
⑦ 中間コネクタパネル	コネクタ開放確認	中間コネクタパネル	ピンの折損等の異常がないこと	異常なし
	タッピング確認	中間コネクタパネル	抵抗値に異常な変動がないこと	
	定電圧発生器を用いたコイル電流変動確認	中間コネクタパネル	電流値に異常な変動がないこと	
	抵抗測定	パワーケーブルネット	電流値に異常な変動がないこと メーカ基準を満足すること	
⑧、⑨ SGコイル/MGコイル	絶縁抵抗測定	パワーケーブルネット	10 MΩ以上	異常なし
	定電圧発生器を用いたコイル電流変動確認	SGコイル/MGコイル	電流値に異常な変動がないこと	
⑩ 各ケーブル	抵抗測定	パワーケーブルネット	メーカ基準を満足すること	異常なし
	絶縁抵抗測定	パワーケーブルネット	10 MΩ以上	
	タッピング確認	ケーブル中継箱	コイル電流に異常な変動がないこと	
	定電圧発生器を用いたコイル電流変動確認	2BDパワーケーブルネット	電流値に異常な変動がないこと	
⑪ CRDM駆動機構	ステッピング試験	駆動機構	動作に異常がないこと	異常なし

※: 一時的な電流低下が確認されたため、追加調査を実施。  
追加調査の結果、制御棒M10(SG, MG), D6(MG), K4(SG)において導通抵抗値が増加していることを確認した。

# 制御棒制御装置の点検【点検箇所：①－1】

【部位：MGセット（モータ・発電機）】

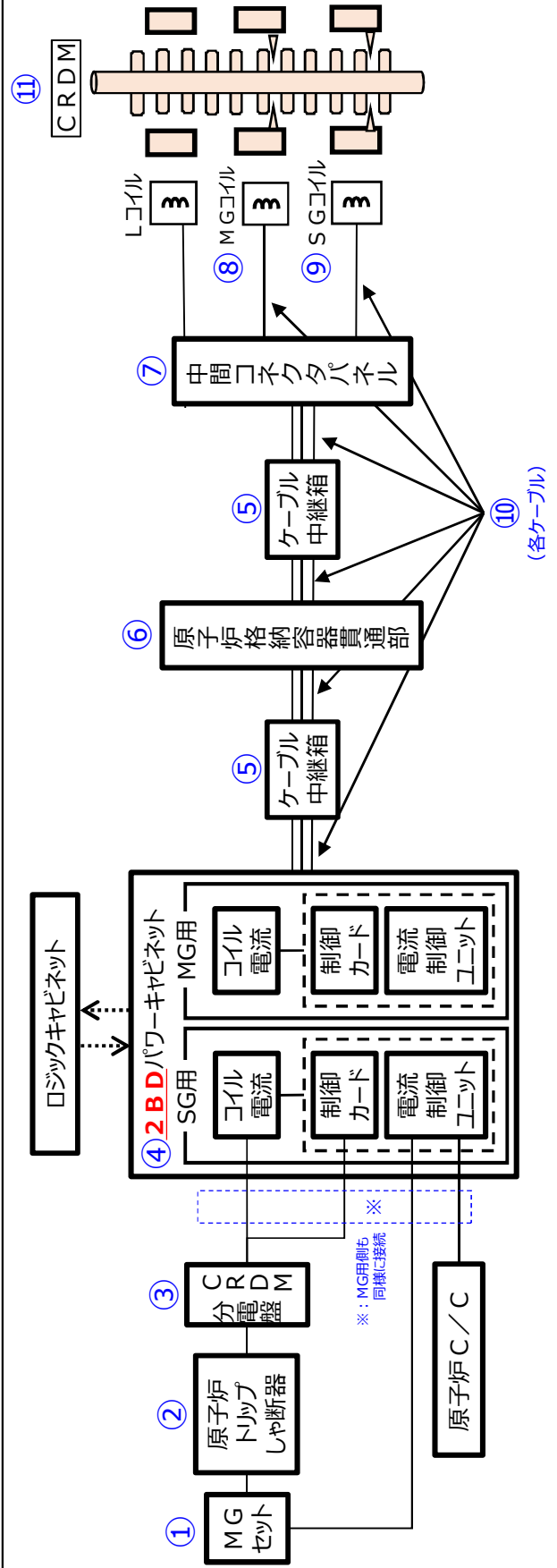
1. 調査内容
 

外観確認（温度測定含む）を実施し、異常がないことを確認する。モータおよび発電機の振動測定を実施し、異常がないことを確認する。  
発電機主回路の絶縁抵抗測定を実施する。配線の緩みがないことを確認する。
2. 調査結果（異常なし）
  - (1) 評価
 

外観確認、温度測定を実施し、異常がないことを確認した。  
モータおよび発電機の振動測定の結果、管理基準値内であり、異常がないことを確認した。  
配線に緩みがないことを外観確認により確認した。  
発電機主回路の絶縁抵抗測定を行い、管理基準値内であり、異常がないことを確認した。  
振動値：最大4.6 $\mu$ m (p-p)  
絶縁抵抗値：> 1000M $\Omega$
  - (2) 判定基準
 

外観確認： 그리스漏れ、発錆等がないこと。  
振動値：30 $\mu$ m (p-p) 以下  
配線緩み：接続状態に異常がないこと。  
絶縁抵抗値：1 M $\Omega$ 以上
  - (3) 点検記録
 

点検記録①－1 参照



点検記録 - MA1

高浜発電所 4号機 第 - 回 定期点検工事					
機器名	A - MGセット(電動機)			確認	
業者名	[REDACTED]			関電	品管 作責
1. 点検対象範囲					
対象機	点検区分	点検対象範囲		懸案事項及び付帯工事	
電動機	簡略点検	・外観点検 ・絶縁抵抗測定 ・試運転 <i>運転性能確認</i>		TEL	
2. 機器仕様					
出力	110 kW	周波数	60 Hz	製品番号	5H1123A1401
電圧	440 V	形式	SB-7H	製造年月	1983-11
電流	175 A	枠番	315M	負荷側軸受	6321CM
回転数	1750 rpm	極数	4 P	反負荷側軸受	6319CM
3. 外観点検記録					
点検項目		点検結果・対象機		点検結果	
(1)	グリス洩れ、発錆の有無	異常 TEL		点検日	2023-2/6
(2)	付属部品の損傷、異常の有無	異常 TEL		点検日	2023-2/6
(3)	据付場所の環境条件による悪影響の有無	異常 TEL		点検日	2023-2/6
(4)	カップリングの損傷及び異常の有無	異常 TEL		点検日	2023-2/7
(5)	据付場所、点検場所のスペース確認	異常 TEL		点検日	2023-2/6
(6)	配線に緩みのないことの確認	異常 TEL		点検日	2023-2/7
※ケーブルの温度測定の結果、異常な温度上昇がないことを確認した。					

点検記録 - GA1

高浜発電所 4号機 第 一 回 定期点検工事					
機器名	A - MGセット(発電機)			確 認	
業者名	[Redacted]			関電	品管
				作	責
1. 点検対象範囲					
対象機	点検区分	点検対象範囲		懸案事項及び付帯工事	
発電機	簡略点検	・外観点検 <sup>*</sup> ・絶縁抵抗測定 ・油面計点検 ・油面計指示確認 ・潤滑油大替え ・試運転 運転状態確認		TFL	
2. 機器仕様					
出力	438 kVA	周波数	60 Hz	製品番号	5PA123A0101
電圧	260 V	形式	DP		
電流	972 A	形名	CHC	製造年月	1983-11
回転数	1800 rpm	極数	4 P		
3. 外観点検記録					
点検項目		点検結果・対象機		点検結果	
(1)	油洩れ、発錆の有無	異常なし		点検日	2023-2/6
				点検者	[Redacted]
(2)	付属部品の損傷、異常の有無	異常なし		点検日	2023-2/6
				点検者	[Redacted]
(3)	据付場所の環境条件による悪影響の有無	異常なし		点検日	2023-2/6
				点検者	[Redacted]
(4)	フライホイールの損傷及び異常の有無	異常なし		点検日	2023-2/7
				点検者	[Redacted]
(5)	据付場所、点検場所のスペース確認	異常なし		点検日	2023-2/6
				点検者	[Redacted]
(6)	配線に緩みのないことの確認	異常なし		点検日	2023-2/7
				点検者	[Redacted]
※サーモグラフ-温度測定の結果 異常な温度上昇が1箇所確認された。					

4号機第一回定期点検工事

確認		
関電	品管	作責

点検記録 - GA2

点検機器名 : A - MGセット(発電機)

4. 絶縁抵抗測定記録(500V 1分値)

	絶縁抵抗測定記録 (制御盤内測定)	
固定子 実測値	>1000.0 MΩ	
管理基準	1.0MΩ以上	
温度	21.9 °C	
湿度	42.4 %	
測定日	2023 - 7/7	
測定者・確認者	[Redacted]	
判定	良	
使用計器	管理番号	有効期限
絶縁抵抗計	37200/06	2023 - 7/20

※ 制御盤からの一括測定結果を転記した。

5. 点検結果の問題点及び処置

なし



4号機第一回定期点検工事

確認  
関電品管作責

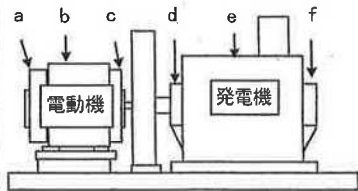
点検記録-MTRI

添付1-9

試運転記録

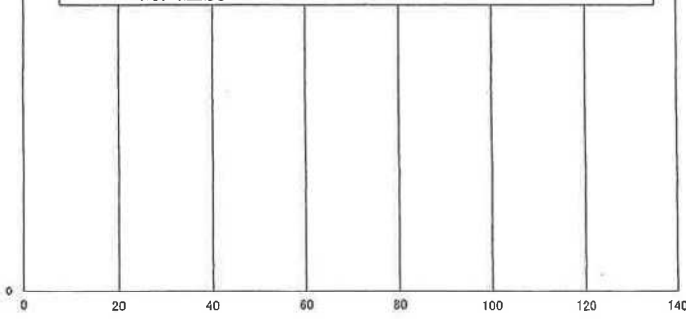
機器名	A - MGセット		潤滑方式 (電動機)	グリス	潤滑方式 (発電機)	オイルリング	試運転日	2023 - 2/6	
電動機	出力	110 kW	形式	SB-FH		出力	438 kVA	形式	SP
	電圧	440 V	回転数	1750 rpm		電圧	260 V	回転数	1800 rpm
	電流	175 A	軸受 番号	LS	6321CM	電流	972 A	製造番号	58A123A0101
	極数	4 P		FS	6319CM	製造年月	1983-11	製造年月	1983-11
	枠番	315M	製造番号	SH123A1401		極数	4 P	製造年月	1983-11
		製造年月	1983-11		形名	CTC	オイルリングの 回転状況	LS 良 FS 良	

時間	電動機 (°C)			発電機 (°C)			周囲温度 (°C)	使用潤滑油		
	負荷側 軸受	反負荷側 軸受	固定子枠	負荷側 軸受	反負荷側 軸受	固定子枠		電動機	発電機	
0分	43.5	45.3	41.5	39.2	40.1	44.0	36.0	グリス SR No.2	グリス-100 7-セ>68	
5分	(下記)	測定値	(下記)	(下記)				起動電流	— A	
10分	45.0	46.0	38.5	40.0	40.0	26.5	22.5	運転電流 (電動機)	U — A	V — A
15分	一次下	良好						W — A	— A	
20分								判定	負荷電流(名板値以下) —	
30分								運転時の グリス補給量	負荷側	0 g
40分									反負荷側	0 g
50分								参考	空転時間( )内は前回 一分一秒 (一分一秒)	
60分										
70分										
80分										
90分										
100分										
110分										
120分										
管理基準	80°C以下	80°C以下	—	80°C以下	80°C以下	—	40°C以下			



<管理基準説明> 周囲温度 +40°C以下: JEC37

- ◆ 電動機負荷側軸受
- ▲ 電動機固定子枠
- \* 発電機反負荷側軸受
- 周囲温度
- 電動機反負荷側軸受
- 発電機負荷側軸受
- 発電機固定子枠



振動測定記録(測定部位は上図参照)

	主段(起動後)/手段(停止前)(今回)					
	電動機			発電機		
	a	b	c	d	e	f
H	2.8	3.2	4.0	1.6	1.6	0.8
V	2.5	3.1	4.6	1.4	1.4	1.6
A	4.2	2.8	4.4	1.2	0.4	0.6
	2.3	1.7	3.3	1.5	1.5	1.0
	1.4	2.4	3.0	1.6	0.6	0.6
	1.9	3.0	2.1	1.5	1.0	1.0

管理基準 : 30 μm(P-P)以下  
単位 : μm (P-P)

上段: 前回値  
下段: 今回値  
判定: 良

使用計器	管理番号	有効期限
振動分析計	J0010153	23-2/28
圧力計	20099025	24-1/10

点検記録 - MA1

高浜発電所 4号機 第 - 回 定期点検工事							
機器名		B - MGセット(電動機)			確認		
業者名		[REDACTED]			関電	品管	作責
					[REDACTED]		
1. 点検対象範囲							
対象機	点検区分	点検対象範囲			懸案事項及び付帯工事		
電動機	簡略点検	・外観点検* ・絶縁抵抗測定 ・試運転 <i>運転状態確認</i>			TOL		
2. 機器仕様							
出力	110 kW	周波数	60 Hz	製品番号	5H1123A1401		
電圧	440 V	形式	SB-FH	製造年月	1983-11		
電流	175 A	枠番	315M	負荷側軸受	6321CM		
回転数	1750 rpm	極数	4 P	反負荷側軸受	6391CM		
3. 外観点検記録							
点検項目		点検結果・対象機					
		点検結果					
(1)	グリス洩れ、発錆の有無	異常TOL					
		点検日	2023-2/6		点検者	[REDACTED]	
(2)	付属部品の損傷、異常の有無	異常TOL					
		点検日	2023-2/6		点検者	[REDACTED]	
(3)	据付場所の環境条件による悪影響の有無	異常TOL					
		点検日	2023-2/6		点検者	[REDACTED]	
(4)	カップリングの損傷及び異常の有無	異常TOL					
		点検日	2023-2/7		点検者	[REDACTED]	
(5)	据付場所、点検場所のスペース確認	異常TOL					
		点検日	2023-2/6		点検者	[REDACTED]	
(6)	配線に緩みのないことの確認	異常TOL					
		点検日	2023-2/7		点検者	[REDACTED]	
*サーモグラフ-温度測定の結果、異常は温度上昇が"ない"ことを確認した。							

点検記録 - GA1

高浜発電所 4号機 第 - 回 定期点検工事					
機器名	B - MGセット(発電機)			確認	
業者名	[REDACTED]			関電	品管 作責
1. 点検対象範囲					
対象機	点検区分	点検対象範囲		懸案事項及び付帯工事	
発電機	簡略点検	・外観点検 <sup>※</sup> ・絶縁抵抗測定 ・油面計点検 ・油面計指示確認 ・潤滑油大替え ・試運転 運転状態確認		78L	
2. 機器仕様					
出力	438 kVA	周波数	60 Hz	製品番号	IPA123A0102
電圧	260 V	形式	DP		
電流	972 A	形名	CFC	製造年月	1983-11
回転数	1800 rpm	極数	4 P		
3. 外観点検記録					
点検項目		点検結果・対象機		点検結果	
(1)	油洩れ、発錆の有無	異常なし		点検日	2023-2/6
(2)	付属部品の損傷、異常の有無	異常なし		点検日	2023-2/6
(3)	据付場所の環境条件による悪影響の有無	異常なし		点検日	2023-2/6
(4)	フライホイールの損傷及び異常の有無	異常なし		点検日	2023-2/7
(5)	据付場所、点検場所のスペース確認	異常なし		点検日	2023-2/6
(6)	配線に緩みのないことの確認	異常なし		点検日	2023-2/7
※7-エ7ラター温度測定の結果、異常な温度上昇がないことを確認した。					

4号機第一回定期点検工事

確認		
関電	品管	作責

点検記録 - GA2

点検機器名 : B - MGセット(発電機)

4. 絶縁抵抗測定記録(500V 1分値)

絶縁抵抗測定記録 (制御盤内測定)		
固定子 実測値	>1000.0 MΩ	
管理基準	1.0MΩ以上	
温度	21.9 °C	
湿度	42.4 %	
測定日	2023 - 2/7	
測定者・確認者	[Redacted]	
判定	取	
使用計器	管理番号	有効期限
絶縁抵抗計	JP200/06	2023-7/20

※制御盤からの絶縁抵抗結果を報告いたす。

5. 点検結果の問題点及び処置

なし

4号機第一回定期点検工事

確認  
関電品管作責

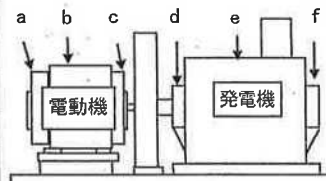
点検記録-MTR1

添付1-15

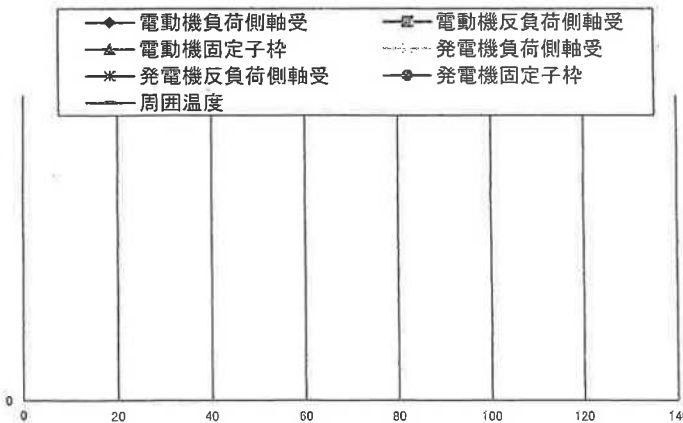
試運転記録

機器名	B - MGセット	潤滑方式 (電動機)	グリス	潤滑方式 (発電機)	オイルリグ	試運転日		
電動機	出力	110 kW	形式	SB-FH	出力	438 kVA	形式	DP
	電圧	440 V	回転数	1750 rpm	電圧	260 V	回転数	1800 rpm
	電流	175 A	軸受番号	LS 6321CM FS 6319CM	電流	972 A	製造番号	5BA123A0102
	極数	4 P	製造番号	5H1123A1402	極数	4 P	製造年月	1983-11
	枠番	31511	製造年月	1983-11	形名	CFC	オイルリグの回転状況	LS 夜 FS 夜

時間	電動機 (°C)			発電機 (°C)			周囲温度 (°C)	使用潤滑油	
	負荷側軸受	反負荷側軸受	固定子枠	負荷側軸受	反負荷側軸受	固定子枠		電動機	発電機
0分	42.9	45.9	42.0	36.3	39.5	36.7	36.0	グリス = エポキシグリス SR110.2	グリス = スーパーグリス 7-C-208
5分	(下記)	前回値	前回値	(下記)				起動電流	— A
10分	45.5	43.5	34.0	40.5	41.0	27.0	22.5	運転電流 (電動機)	U — A V — A W — A
15分	以下	余白						判定	負荷電流(名板値以下) —
20分								運転時のグリス補給量	負荷側 0g 反負荷側 0g
30分								参考	空転時間( )内は前回
40分								一分一秒	(一分一秒)
50分									
60分									
70分									
80分									
90分									
100分									
110分									
120分									
管理基準	80°C以下	80°C以下	—	80°C以下	80°C以下	—	40°C以下		



<管理基準説明> 周囲温度 +40°C以下: JEC37



振動測定記録(測定部位は上図参照)

	±段(起動後)/下段(停止前)					
	電動機			発電機		
	a	b	c	d	e	f
H	2.8	3.8	4.6	2.8	3.2	3.2
	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	4.0
V	3.2	2.8	4.6	2.2	0.4	1.8
	2.1	2.0	2.1	2.2	3.1	2.1
A	2.0	1.0	3.4	1.2	0.6	1.2
	1.6	2.3	1.8	2.0	1.0	1.7

管理基準 : 30 μm(P-P)以下  
単位 : μm (P-P)

上段: 前回値  
下段: 今回値  
判定: 良

使用計器	管理番号	有効期限
振動分析計	30010153	23-2/28
20111011-	20099025	24-1/10

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：①－2】

【部位：MGセット（MGセット制御盤）】

### 1. 調査内容

外観確認（温度測定含む）を実施し、異常がないことを確認する。  
 自動電圧調整器のパラメータを確認し、計器指示に異常がなく、安定した運転状態を示していることを確認する。  
 タッピングを実施し、パラメータに異常な変動がないことを確認する。  
 配線の緩みがないことを確認する。

### 2. 調査結果（異常なし）

#### （1）評価

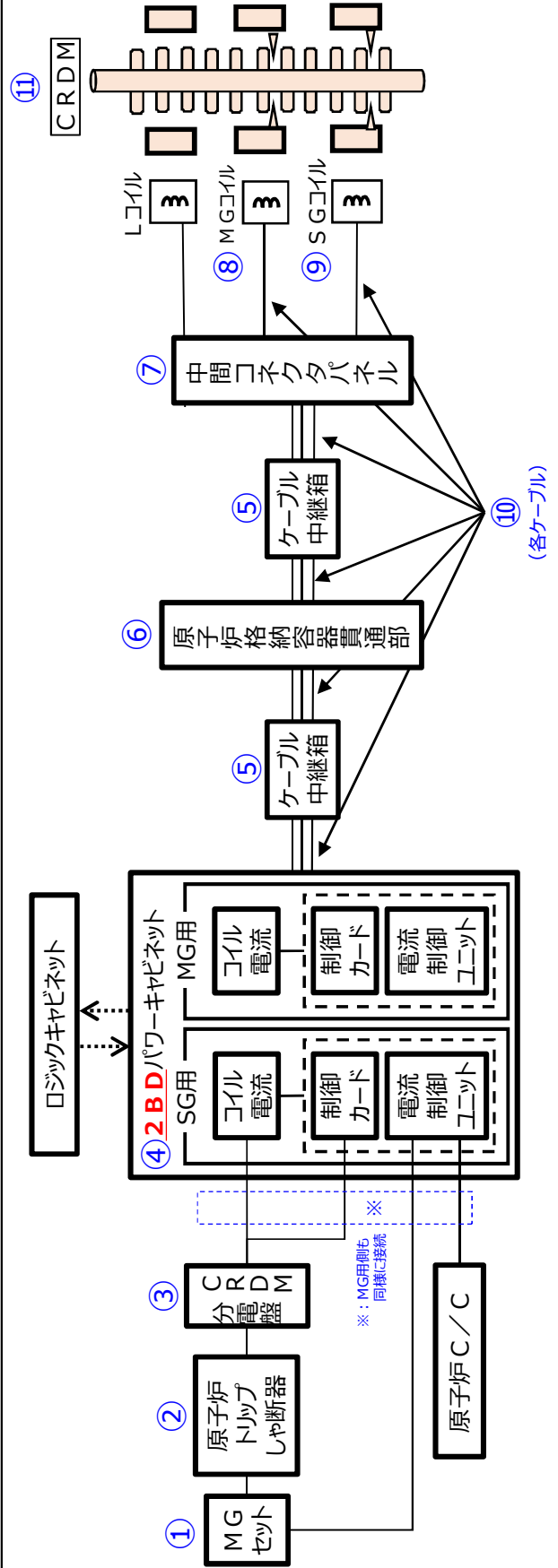
外観確認、温度測定を実施し、異常がないことを確認した。  
 異音、異臭がないことを確認した。  
 自動電圧調整器のパラメータ確認結果、安定した状態を示しており、異常がないことを確認した。  
 配線に緩みがないことを確認した。

#### （2）判定基準

外観確認：リレー類のうなり音等がないこと。  
 自動電圧調整器電圧・パラメータ：計器指示に異常がなく、安定した運転状態を示すこと。  
 配線緩み：各部品の端子締付ネジの緩みがないこと。

#### （3）点検記録

点検記録①－2 参照



1. 外観点検		関電	品管	作責	点検記録1	
点検日: 2023年 2月 6日		点検者: <span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>		点検結果、良…レ、否…×		
No.	確認項目	結果				
		4A-MG盤	4B-MG盤			
1	リレー類のうなり音の有無	✓	✓			
2	異臭・発煙の有無	✓	✓			
3	部品・電線の局部過熱の有無※	✓	✓			
4	盤外からの振動影響の有無	✓	✓			
5	指示計器の指示値異常の有無	✓	✓			
特記事項	なし。					
※ サーマグラブ-温度測定の結果、異常な温度上昇がないことを確認した。						

希(12-5)

2. 運転パラメータ確認

関 電

品 管

作 資

点検記録2

(1) MGセット運転状態において、盤面指示計等による運転パラメータ確認を行う。

【判定基準：計器指示に異常がなく、安定した運転状態を示すこと。】

<確認記録>

確認日： 2023 年 2 月 6 日 確認者： [Redacted] 判定：良

時刻 (時：分)	4A-MG			4B-MG		
	発電機電圧 R-S(V)	発電機電圧 S-T(V)	発電機電圧 T-R(V)	発電機電圧 R-S(V)	発電機電圧 S-T(V)	発電機電圧 T-R(V)
18:00	260	260	260	260	260	260
:						
:						

時刻 (時：分)	4A-MG			4B-MG		
	発電機電流 R(A)	発電機電流 S(A)	発電機電流 T(A)	発電機電流 R(A)	発電機電流 S(A)	発電機電流 T(A)
18:00	32	28	30	32	28	30
:						
:						

時刻 (時：分)	4A-MG			4B-MG		
	界磁電流 (A)	発電機電力 (W)	発電機力率 (%)	界磁電流 (A)	発電機電力 (W)	発電機力率 (%)
18:00	2.30	12k	LAG 0.96	2.30	14k	LAG 0.94
:						
:						

時刻 (時：分)	4A/4B-MG
	MG64 地絡電圧表示 (V)
18:00	0
:	
:	



3. 運転チャート測定

関電

品管

作責

点検記録3

(1)メモリハイコーダを設置し、運転工期について以下項目のチャート測定を行う。

- ① 発電機電圧(R-S, S-T, T-R)
- ② 界磁電流

<測定記録>

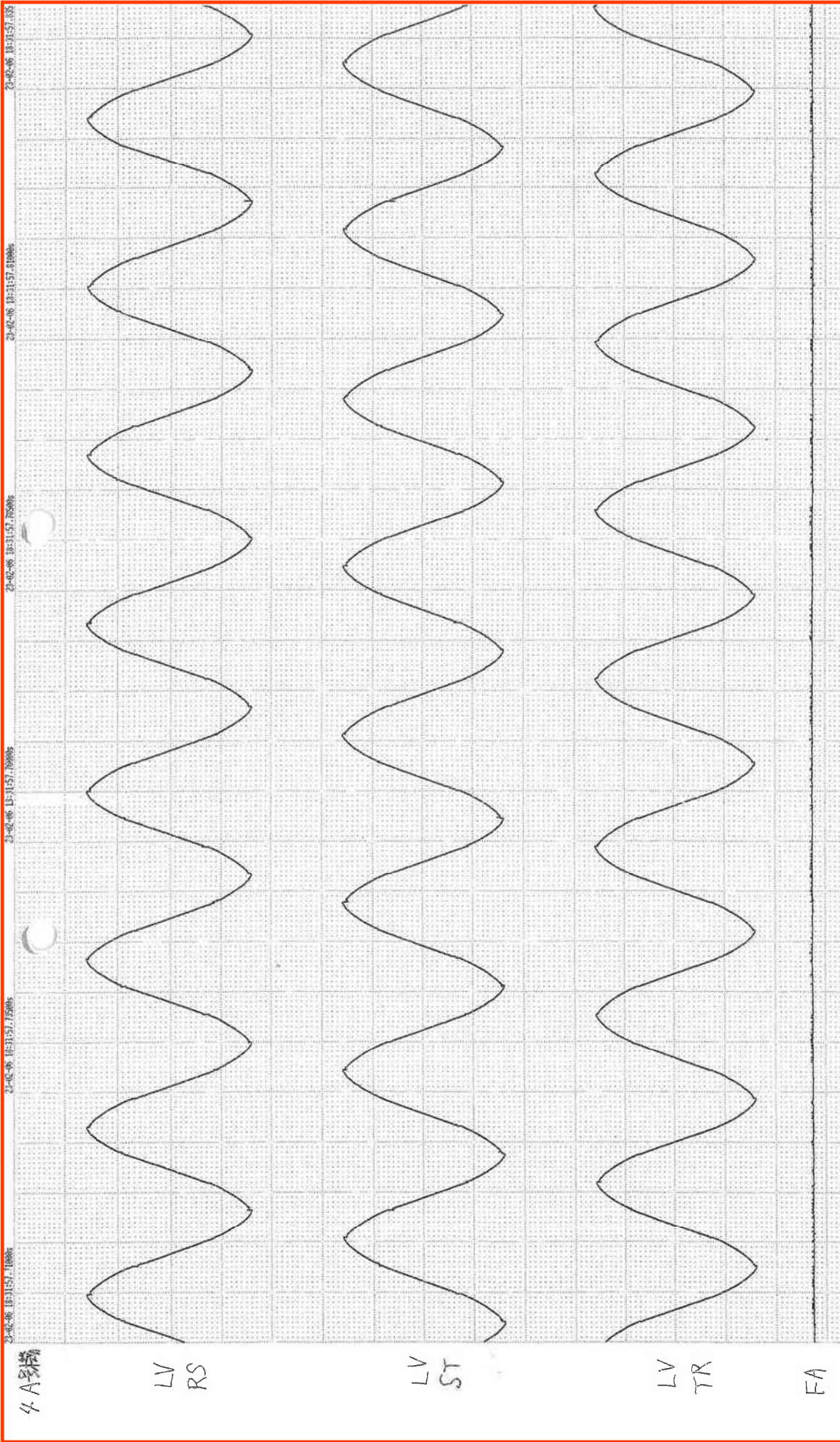
測定日:	2023年 2月 6日	測定者:	[Redacted]
運転状態、過渡時条件		チャート参照頁	
安定運転状態 (運転状態の波形を確認(結果良好))		P. 54 ~ P. 57	
過渡運転状態	【 — 】	P. — ~ P. —	
過渡運転状態	【 — 】	P. — ~ P. —	
過渡運転状態	【 — 】	P. — ~ P. —	
過渡運転状態	【 — 】	P. — ~ P. —	
過渡運転状態	【 — 】	P. — ~ P. —	
過渡運転状態	【 — 】	P. — ~ P. —	

※有意な異常が認められた場合は関電及び工場に連絡し対応を協議する。

事象

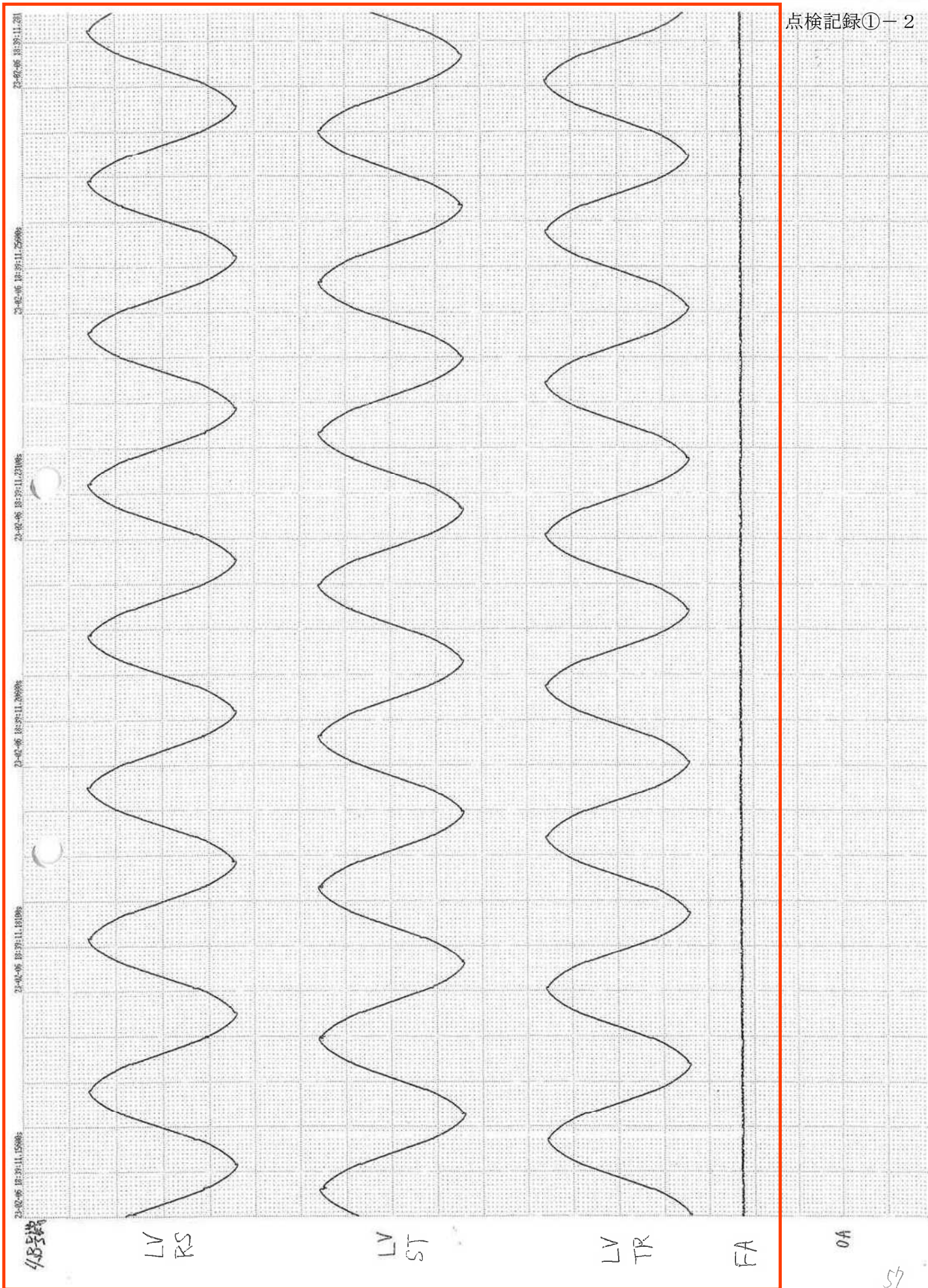
使用計器名 : メモリハイコーダ

使用計器番号 : UAOTEWA-E158



0A

55



57

1. 外観点検(停止時)		関電	品管	作責	点検記録1	
点検日: 2023 年 2 月 7 日		点検者: [REDACTED]		点検結果、良…し、否…×		
No.	項目	内容	結果			
			4A-MG盤	4B-MG盤		
1	主回路電線の過熱	1) 盤内主回路に局部過熱した箇所はないか。				
2	制御回路電線の過熱	1) 盤内制御回路電線に局部過熱した箇所はないか。				
3	部品の調査	1) 主回路及び制御回路部品に局部過熱した箇所はないか。				
4	部品の損傷	1) 盤内表示灯、押鈕スイッチに損傷はないか。				
		2) 切替スイッチの損傷はないか。				
5	コンタクタ、リレー類の動作確認	1) コンタクタ、リレー類を手で動作させて円滑に動くか。				
		2) 接点脱落はないか。				
6	計器類の確認	1) 計器枠の損傷はないか。				
		2) 指針の変形はないか。				
7	保護リレーの確認	1) カバーケースの損傷はないか。				
8	端子ボルトのゆるみ	1) 主回路締付ボルトの緩みはないか。				
		2) 各部品の端子締付ネジの緩みはないか。	✓	✓		
9	NFBの動作確認	1) 各NFBのトリップ釦によるトリップ動作及びリセット確認。				
10	外部端子	1) 外部端子を増締めする。				
		2) 端子カバーの外れているものはないか。				
11	2本線接続の確認	1) 2本配線部の絶縁管位置が揃っているか。				
		2) 2本配線部の端子部が見えていないか。				
12	清一掃	1) 各部品に汚れの付着はないか。				
		2) 盤内に材料クズ、ゴミ、汚れ等がないか。				
		3) 盤内清掃はすんだか。				
特記事項	※停止バンクBグループ2 スリップ事象に伴い、MGセットが停止した際に各部品の端子締付ネジの緩みはないか確認する。					

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：②】

【部位：原子炉トリップしゃ断器】

### 1. 調査内容

外観確認（温度測定含む）を実施し、異常がないことを確認する。  
 しゃ断器主回路の絶縁抵抗測定を実施する。  
 しゃ断器単体の外観確認、入切動作確認を実施する。

### 2. 調査結果（異常なし）

#### (1) 評価

外観確認、温度測定を実施し、異常がないことを確認した。  
 異音、異臭がないことを確認した。

しゃ断器主回路の絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認した。  
 しゃ断器単体の入切動作確認を行い、異常なく動作することを確認した。

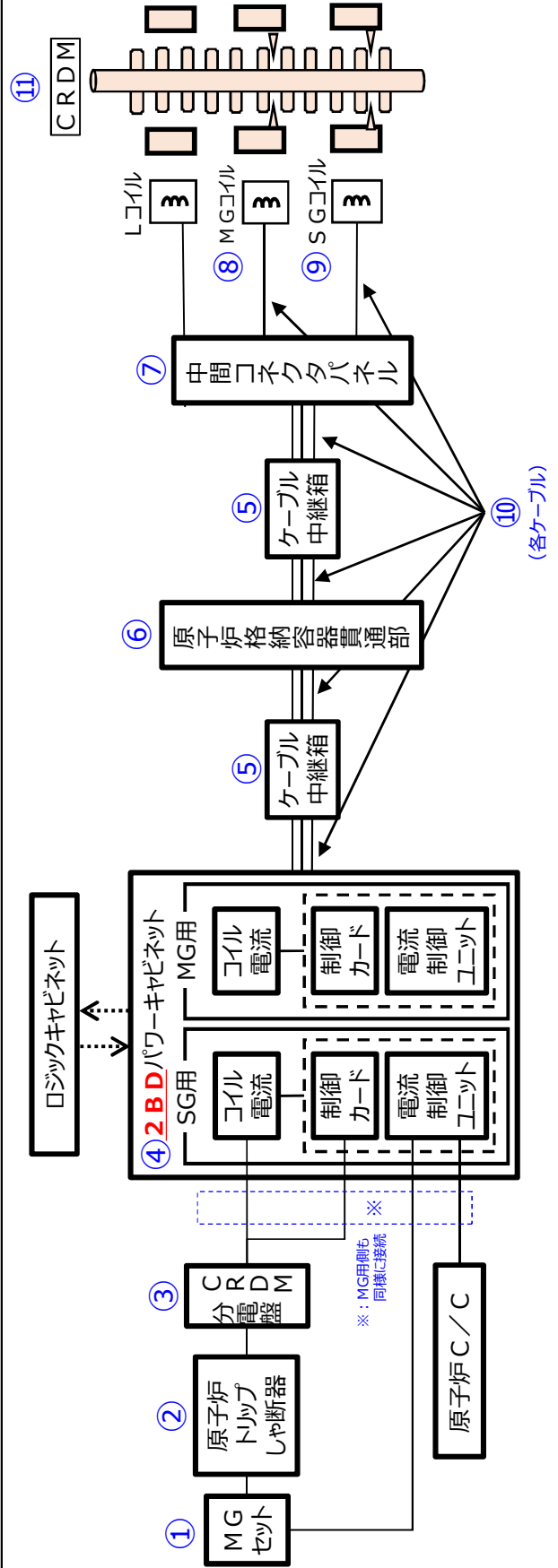
絶縁抵抗値：> 1000 MΩ

#### (2) 判定基準

外観確認：盤および盤内機器に破損や変形等のないこと。  
 絶縁抵抗値：10 MΩ以上  
 しゃ断器単体入切動作：手動操作・電動操作ともに5回操作し、異常のないこと。

#### (3) 点検記録

点検記録②参照



添付)2

点検記録 (運転中)

※点検はすべて目視で行い盤および盤内機器に手を触れないこと。

点検項目	点検方法	判定基準	点検対象	実施年月日	実施者	結果
損傷部の有無※	目視	盤および盤内機器に破損や変形のな いこと	原子炉トリップレシヤ断路器 制御棒駆動装置用分電盤	2023.2.6		良
			原子炉トリップレシヤ断路器	2023.2.6		良
			原子炉トリップレシヤ断路器	2023.2.6		良
配線締め付け緩みの有無	目視	機器および配線締め付け緩みのないこと	原子炉トリップレシヤ断路器 制御棒駆動装置用分電盤	2023.2.6		良
			原子炉トリップレシヤ断路器	2023.2.6		良
母線接続部確認	目視	締め付け緩みのないこと又はターピン グや接続部付近に変色のないこと	原子炉トリップレシヤ断路器 制御棒駆動装置用分電盤	2023.2.6		良
			原子炉トリップレシヤ断路器	2023.2.6		良
			原子炉トリップレシヤ断路器	2023.2.6		良
絶縁物 (支持板等) の確認	目視	結露、放電等の痕跡がないこと	原子炉トリップレシヤ断路器 制御棒駆動装置用分電盤	2023.2.6		良
			原子炉トリップレシヤ断路器	2023.2.6		良
異音、異臭の有無	目視	異音、異臭の無いこと	原子炉トリップレシヤ断路器 制御棒駆動装置用分電盤	2023.2.6		良
			原子炉トリップレシヤ断路器	2023.2.6		良
発錆の有無	目視	盤および盤内機器に発錆や汚損のな いこと	原子炉トリップレシヤ断路器 制御棒駆動装置用分電盤	2023.2.6		良
			原子炉トリップレシヤ断路器	2023.2.6		良
異物混入の有無	目視	異物の無いこと	原子炉トリップレシヤ断路器 制御棒駆動装置用分電盤	2023.2.6		良
			原子炉トリップレシヤ断路器	2023.2.6		良

※サーモパイプ温度測定の結果異常な温度上昇がないことも確認した。

CH-SA017(2/3)-8

用途名		52/RTA		DS形ACB 点検記録一覧表 (原子炉トリップしや断器) 2/3		測定者		
測定者		品管		作業		測定者		
No.	点検項目	点検要領	測定標準	判定基準	点検結果 (前回点検記録)	実施日	作業 責任者	品質 責任者
6	SH-C777の動作	調整直尺	○	SH-C777を手で移動させ7~10mmでACBが投入できること	( 8.0 mm)			
	SH-T777の動作	調整直尺	○	SH-T777を手で移動させ7mm以上でACBが開放できること	( 10.0 mm)			
	電動機の点検	目視	○	ブラシの過度の摩耗・整流子面の塵埃のないこと				
	電動機バラスト付確認	手動操作	○	動作が円滑で接触にON/OFFすること				
	補助開閉器	手動操作	○	接触に接点がON/OFFすること				
	ポンピング停止リレー	手動・電磁操作	○	接触に接点がON/OFFすること				
	調整スリッパ	手動	○	接触に接点がON/OFFすること				
	制御線の点検	目視	○	変色、変質がないこと、変形、かみ込みのないこと		○	2023.2.17	
	UV-T1777の点検	手動操作	○	可動コイルがアームを徐々に復帰し、UV-Tが閉じること				
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	キヤ773~0mm	( 3.5 mm)			
7	UV-T1777の点検	調整直尺	○	キヤ770.2~0.8mm(0.5±0.3mm)	( 0.85 mm)			
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	円滑に回転すること				
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	円滑に回転すること				
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	円滑に回転すること				
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	円滑に回転すること				
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	円滑に回転すること				
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	円滑に回転すること				
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	円滑に回転すること				
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	円滑に回転すること				
	UV-T1777の点検	調整直尺	○	円滑に回転すること				
8	引出機構の点検	目視、手動	○	各位置で接触に動作すること				
	引出機構の点検	手動操作	○	動作が円滑であること				
	引出機構の点検	注油	○	動作が円滑であること				
	引出機構の点検	手動操作	○	動作が円滑であること				
	引出機構の点検	手動操作	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	手動操作	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	手動操作	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	手動操作	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	手動操作	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	手動操作	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
9	引出機構の点検	目視、手動	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	目視	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	目視	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	目視	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	目視	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	目視	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	目視	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	目視	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	目視	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				
	引出機構の点検	目視	○	動作が円滑であること、シヤクは下で下がないこと				

CHI-SA017(3/3)-8

開電 作業 品管 測定者

DS形ACB 点検記録一覧表 (原子炉トリップしや断器) 3/3

用途名 52/RTA

No.	点検項目	点検要領	標準	判定基準	点検結果 (前回点検記録)	実施日	作業 責任者	品質 責任者	
10	SH-Cコイル抵抗測定	デジタルマルチメータ	○	55.44Ω ~ 61.76Ω (61.6Ω ± 10%) 20°C	( 60.98Ω )				
	SH-Tコイル抵抗測定	デジタルマルチメータ	○	55.44Ω ~ 61.76Ω (61.6Ω ± 10%) 20°C	( 61.27Ω )				
	2E-スプレー取付	目視	○	エト名称と製造番号を照合し、相違のないこと					
	コイル抵抗測定	デジタルマルチメータ	○	製作時の±3%以内(20°C) (561.0 ~ 595.6Ω)	( 578.7Ω )				
	温度上昇測定	DC48V 2Hr 印加	○	35K以下	( 22.46K )				
	U V I T	閉路時間測定 (温度上昇試験後)	デジタル時間計使用	○	UV-Tコイル差別付付+10ms 80ms以下	{ 39.8 : 38.3 : 39.0 38.6 : 40.6 }			
		開放電圧測定 (温度上昇試験後)	電圧計使用	○	UV-Tコイル差別付付+10ms 125ms以下	{ 74.5 : 73.6 : 73.6 75.5 : 75.6 }			
	試 験	最低投入可能電圧測定 (温度上昇後4500%)	電圧計使用	○	45V印加品: 15V以上 48V印加品: 17V以上	( 21 V )			
		手動閉路試験	手動操作	○	45V印加品: 37V以下 48V印加品: 40V以下	( 30 V )			
		電磁閉路試験	閉路試験装置	○	5回連続異常のないこと	○	2023, 2.7		
絶縁抵抗測定 主回路一次地間			○	5回連続異常のないこと	○	2023, 2.7			
絶縁抵抗測定 各相端子間			○	10MΩ以上	( 1000MΩ ) 1000 MΩ 以上	2023, 2.7			
絶縁抵抗測定 各相間			○	絶縁抵抗計使用(500Vレンジ)	( 1000MΩ ) 1000 MΩ 以上	2023, 2.7			
11	絶縁抵抗測定 制御回路一次地間		○	2MΩ以上	( 1000MΩ ) 1000 MΩ 以上	2023, 2.7			
	取外した部品の裏面・確認	目視	○	様家に覆田のこと	○	2023, 2.7			
	各部の種付け状態確認	目視・手触	○	異常のないこと	○	2023, 2.7			
	異物混入	目視	○	混入のないこと	○	2023, 2.7			
12	動作回数確認	点検前/点検後	○		( 4935 / 4994 ) 5059 / 5071	2023, 2.7			
	温度 (°C)		○		( 27 °C ) 26 °C	2023, 2.7			
	湿度 (%)		○		( 40 % ) 35 %	2023, 2.7			
	使用計測器番号				31体抵抗測定装置				
	デジタルマルチメータ				31体抵抗測定装置				
	直流電圧計				UV-Tコイル: SH-C: SH-T: (41, - °C)				
	デジタル時間計								
	絶縁抵抗計								
	数値直尺								
	寸きまゲージ								
	デジタル温度計								



CH-SA017(2/3)-8

用途名		52/RTB		DS形ACB 点検記録一覧表 (原子炉トリップしゃ断器) 2/3		測定者
No	点検項目	点検要領	検査標準	判定基準	点検結果 (前回点検記録)	実施日
6	SH-C7777の動作	調整直尺	○	SH-C7777を手で移動させ7~10mmでACBが投入できること	( 8.0 mm)	
	SH-T7777の動作	調整直尺	○	SH-T7777を手で移動させ7mm以上でACBが開放できること	( 11.0 mm)	
	電源線の点検	目視	○	ブシの過度の摩耗・整流子面の磨耗はないこと		
	電源機リブスリフ確認	手動操作	○	動作が円滑で確実にON/OFFすること		
	補助開閉器	手動操作	○	確実に接点が開閉すること		
	ポンピング防止リレー	手動・電磁操作	○	確実に接点が開閉すること		
	試験スイッチ	手動	○	確実に接点が開閉すること		
	制御線の点検	目視	○	変色、変質がないこと 変形、かみ込みのないこと		
	UV-T7777の状態	手動操作	○	可動コネクタ外アームを徐々に復帰し、UV-Tが閉鎖すること		
	UV-T7777の動作	調整直尺	○	キヤブ3~8mm	( 3.5 mm)	
7	UV-T7777の動作	調整直尺	○	キヤブ702~0.8mm(0.5±0.3mm)	( 0.50 mm)	
	UV-T7777の動作	調整直尺	○	円滑に回転すること		
	UV-T7777の動作	目視・手触	○	各位置で確実に動作すること		
	UV-T7777の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
8	引出機構の動作	注油	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
9	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
9	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		
	引出機構の動作	手動操作	○	動作が円滑であること		

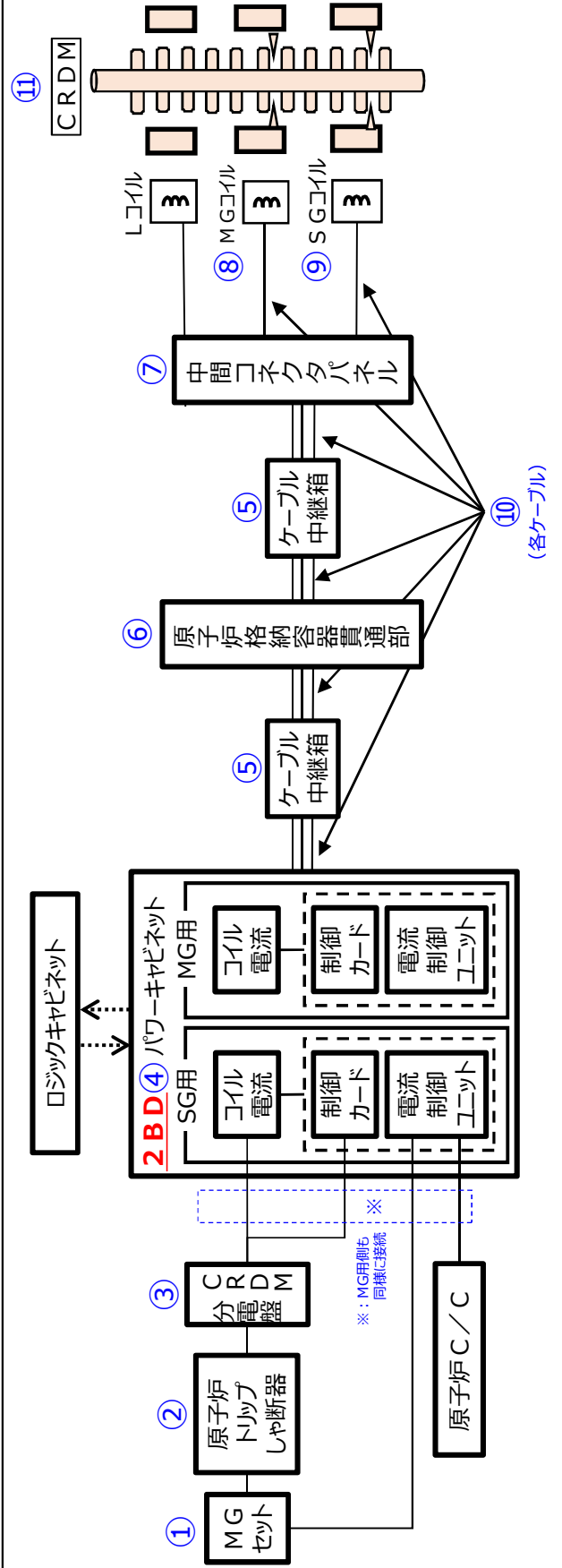
CH-SA017(3/3)-8

用途名		52/RTB		DS形ACB 点検記録一覧表 (原子炉トリップしゃ断器) 3/3		開電		作責		品管		測定者												
№	点検項目	点検要領	検査普通	判定基準	点検結果 (前回点検記録)	実施日	作業 責任者	品質 責任者																
10	SH-COM抵抗測定	デジタルマルチメータ	○	55.44Ω ~ 67.76Ω (61.6Ω ± 10%) 20℃	( 60.10Ω )																			
	SH-TCT抵抗測定	デジタルマルチメータ	○	55.44Ω ~ 67.76Ω (61.6Ω ± 10%) 20℃	( 59.72Ω )																			
	7E-SPLEET取付け	目視	○	シールド名称と製造番号を照合し、相違の無いこと																				
	コイル抵抗測定	デジタルマルチメータ	○	製作時の±3%以内(20℃) (588.0 ~ 601.0Ω)	( 588.0Ω )																			
	温度上昇測定	DC48V 2H+ 印加	○	35K以下	( 21.2K )																			
	UVIT																							
	開接時間測定 (温度上昇試験後)	デジタル時間計使用	○	UV-TCT体並列イオン管 80ms以下 ( 40.4 : 39.5 : 39.6 39.3 : 39.4ms )																				
	開放電圧測定 (温度上昇試験後)	電圧計使用	○	UV-TCT体並列イオン管 125ms以下 ( 74.0 : 75.2 : 72.9 73.9 : 72.9ms )																				
	電圧投入可電圧測定	電圧計使用	○	43V印加品: 15V以上 48V印加品: 17V以上	( 21 V )																			
	電圧投入可電圧測定	電圧計使用	○	43V印加品: 37V以下 48V印加品: 40V以下	( 34 V )																			
11	手動開閉試験	手動操作	○	5回実施異常の無いこと	○	2023/2/17																		
	電磁開閉試験	開閉試験装置	○	5回実施異常の無いこと	○	2023/2/17																		
	絶縁抵抗測定 主回路-大地間																							
	絶縁抵抗測定 各相端子間																							
	絶縁抵抗測定 各相間																							
	絶縁抵抗測定 制御回路-大地間																							
	取外した部品の取戻・確認	目視	○	確実に取戻のこと	○	2023/2/17																		
	各部の締付け状態確認	目視・手触	○	異常の無いこと	○	2023/2/17																		
	異物混入	目視	○	混入の無いこと	○	2023/2/17																		
	動作回数確認	点検前/点検後	○																					
12	温度 (°C)		○		( 4682 / 4725 )	4782 / 4800																		
	湿度 (%)		○		( 27 % )	26 %																		
総合点検			○		( 40 % )	35 %																		
機	使用計測器名	使用計測器番号	214抵抗20℃温度換算値																					
	デジタルマルチメータ	35441UF-80035	<table border="1"> <tr> <td>SH-COM抵抗測定</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>SH-TCT抵抗測定</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>UV-TCT抵抗測定</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>SH-TCT</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>SH-TCT</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>(40% ± 1%)</td> <td>○</td> </tr> </table>										SH-COM抵抗測定	○	SH-TCT抵抗測定	○	UV-TCT抵抗測定	○	SH-TCT	○	SH-TCT	○	(40% ± 1%)	○
SH-COM抵抗測定	○																							
SH-TCT抵抗測定	○																							
UV-TCT抵抗測定	○																							
SH-TCT	○																							
SH-TCT	○																							
(40% ± 1%)	○																							
	直流電圧計	-																						
	直流電圧計	-																						
	デジタル時間計	-																						
	絶縁抵抗計	JE218UF-80023																						
	線量計	-																						
	寸き定規	-																						
	デジタル温度計	39492UF-80070																						

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：③】

【部位：CRDM分電盤－分電盤】

1. 調査内容  
NFBの投入状態に異常がないことを確認する。
2. 調査結果（異常なし）  
(1) 評価  
NFBの投入状態が「入」であり、異常がないことを確認した。  
(2) 判定基準  
NFBの投入状態が「入」であること。  
(3) 点検記録  
点検記録③参照



関電 品管 作責

# 試験記録

記録1

日付: 2023-2-2

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査

### 1. CRDM分電盤 NFB状態確認

・CRDM分電盤2BD用NFBの状態を目視にて確認し、投入状態(NFB「入」)であることを確認する。

対象		状態
2BD	SG	入
	MG	入
	LIFT	入

・判定基準: NFBが「入」状態であること。

### 2. パワーキャビネット2BD 三相電源NFB状態確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)三相電源NFBの状態を目視にて確認し、投入状態(NFB「入」)であることを確認する。

対象		状態
2BD	NF1 (SGA用)	入

・判定基準: NFBが「入」状態であること。

### 3. パワーキャビネット2BD 電流制御ユニット目視確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)電流制御ユニットの三相主電源NFB、電流制御カード電源CP、制御電源CPを「断」とした後、電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを目視にて確認する。

対象		目視点検結果
2BD	SG 電流制御ユニットA	異常なし

・判定基準:  
ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

### 4. パワーキャビネット2BD コイル電流変動有無確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)電流制御ユニットの制御電源CP、電流制御カード電源CP、三相主電源を「入」とした状態で、盤内ケーブル(コネクタ)、端子台、NFB等をタッピングしてコイル電流の変動有無およびCRDM重故障警報の発生有無を確認する。

対象		タッピングによるコイル電流変動有無	CRDM重故障警報の発生有無	コイル電流変動又はCRDM重故障警報が発生した場合は、タッピング部位を記載
2BD KCFJ-01	HCT1	なし	なし	-
	HCT2			
	HCT3			
	HCT4			

・判定基準: 変動有無が無いこと。

CRDM重故障警報が発生しないこと。

### 5. パワーキャビネット2BD コイルケーブル端子台緩み確認

・コイルケーブル端子台のケーブル接続部について、接続状態の異常の有無を触手・目視にて確認する。

対象	端子台番号	線番号	ロッド番号	緩み有無
2BD SGA	TB103-1	CR72D1	D-6	なし
	TB103-2	CR72D2		
	TB103-3	CR72E1	F-12	なし
	TB103-4	CR72E2		
	TB103-5	CR72F1	M-10	なし
	TB103-6	CR72F2		
	TB103-7	CR72B1	K-4	なし
	TB103-8	CR72B2		

・判定基準:  
異常のないこと。

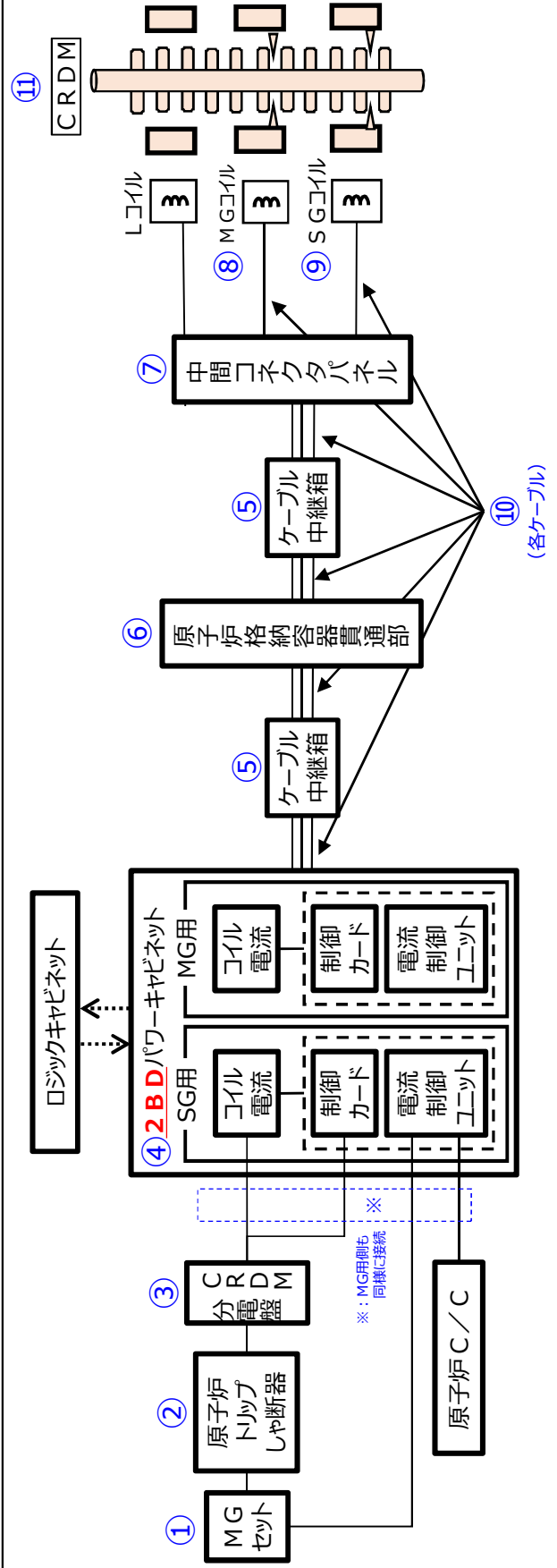
確認者:

使用計量器: 株式会社 3F31SUB6002

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－1】

【部位：パワーキャビネット（主回路－構成部品－主電源トランス）】

1. 調査内容
  - 外観確認（温度測定含む）を実施し、異常がないことを確認する。
  - 絶縁抵抗測定を実施し絶縁抵抗値が1MΩ以上であることを確認する。
  - 再現試験中にトランス2次側電圧波形を連続監視し、変動がないことを確認する。
2. 調査結果（異常なし）
  - (1) 評価
    - 外観確認、温度測定を実施し、異常がないことを確認した。また、異音・異臭がないことを確認した。
    - 変圧器絶縁抵抗測定を実施し、絶縁抵抗が確保できていることを確認した。
    - 絶縁抵抗値：> 200 MΩ
    - 電圧波形に有意な変動はなく、異常がないことを確認した。
  - (2) 判定基準
    - 外観確認：損傷、焼損、異音、異臭がないこと      絶縁抵抗値：1 MΩ以上
    - 再現試験：電圧波形に異常がないこと
  - (3) 点検記録
    - 点検記録④－1 参照



関電	品管	作責

# 試 験 記 録

記録1

日付：2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 1. 盤内点検

判定：良

- ・パワーキャビネット2BDの目視確認を行い、盤内部品(主電源トランス(SG, MG, LIFT)、サージアブソーバ(主回路)、端子台(配線)含む)に損傷、焼損が無いことを目視にて確認する。

対象	目視点検結果
パワーキャビネット2BD	異常なし

- ・判定基準：  
盤内に損傷・焼損が無いこと。

### 2. ユニット内点検

- ・パワーキャビネット2BDの電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを確認する。

- ・判定基準：  
ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

	対象	目視点検結果	備考
2BD	SG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	SG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	SG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	MG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	LIFT 電流制御ユニット1	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット2	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット3	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット4	異常なし	※2

※1: 電流制御カード(KCCJ-01)、電流フィードバックカード(KCFJ-01)、ゲートインターフェースカード(KGIJ-01)、カード接栓の点検含む

※2: コネクタ、アルミ電解コンデンサ、サージアブソーバ(電流制御ユニット)、パワー素子(IGBT)、HCT素子(HCT)、ダイオードヒューズの点検含む

確認者: XXXXXXXXXX  
 使用計量器: XXXXXXXXXX

関電	品管	作責
----	----	----

# 試験記録

記録1

日付: 2023/2/6

TEST RECORD

室温 26 °C

外観確認

パワーキャビネット2BD

	点検項目	要領	結果(不良部位を詳細に)
1	端子台の破損	目視	良好
2	内外部配線の線番の欠落、焼け、焦げなどの異常 <del>※</del>	目視	良好
3	ユニット取付部品(トランス、抵抗、リレー、IGBT等)の焼け、焦げなどの異常	目視	
4	盤内配線の接触	目視	良好
5	プリント基板の挿入不良	目視	良好
6	プリント基板および部品の焼け、焦げなどの異常	目視	
7	端子台のネジの紛失	目視	良好
8	その他(ランプ、コネクタ)	目視	良好
9	ヒューズの装着状態	目視	良好
10	2本入線箇所端子台、圧着端子の絶縁管位置が揃っていること、および端子穴が見えないこと。	目視	良好
11	ほこり、ゴミの侵入	目視	良好
12	異音、異臭の有無	目視	良好

※サーモグラフによる温度測定の結果、異常な温度上昇がないことを確認した。

確認者:

使用計量器:

関電	品管	作責

# 試験記録

記録3

日付: 2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 4. 変圧器絶縁抵抗測定

判定: 良

・検電にて無電圧であることを確認後、変圧器の一次側及び二次側の端子を解線し、絶縁抵抗測定を実施する。測定後は放電し、解線したケーブルを復旧する。

対象		絶縁抵抗値(MΩ)	
2BD 変圧器	T1(SG)	1次-2次	✓
		1次-アース	✓
		2次-アース	✓
	T2(MG)	1次-2次	✓
		1次-アース	✓
		2次-アース	✓
T3(LIFT)	1次-2次	✓	
	1次-アース	✓	
	2次-アース	✓	

※レ印は200MΩ以上を示す。

・判定基準: 1MΩ以上(DC500V)

### 5. 三相電源ケーブル絶縁抵抗測定(CRDM分電盤~パワーキャビネット2BD)

・制御棒駆動装置用分電盤のNFB断を確認し、パワーキャビネット側三相電源ケーブルを解線する。解線後ケーブル~対地間、ケーブル間の絶縁抵抗を測定する。測定後は放電し、解線したケーブルを復旧する。

対象		絶縁抵抗値(MΩ)		
		CRDM分電盤~パワーキャビネット2BD	トリップしゃ断器~CRDM分電盤	
パワーキャビネット2BD	SG	U-V間	✓	✓
		V-W間	✓	✓
		U-W間	✓	✓
		U-アース間	✓	✓
		V-アース間	✓	✓
		W-アース間	✓	✓
	MG	U-V間	✓	✓
		V-W間	✓	✓
		U-W間	✓	✓
		U-アース間	✓	✓
		V-アース間	✓	✓
		W-アース間	✓	✓
	LIFT	U-V間	✓	✓
		V-W間	✓	✓
		U-W間	✓	✓
		U-アース間	✓	✓
		V-アース間	✓	✓
		W-アース間	✓	✓

✓印は200MΩ以上を示す。

・判定基準: 1MΩ以上(DC500V)

確認者: XXXXXXXXXX

使用計量器: 形9L絶縁抵抗計 IAFEE0012



日付  
DATE 2023.2.10

試験記録  
TEST RECORD

記録-2  
室温  
Room Temp. 26 °C

2. 電源電圧測定

判定: 良

(1) 電流制御ユニットカードフレーム

対象	定格電圧	測定点	判定基準	測定値(V)				結果
				両系給電時		片系給電時		
				主制御電源	補助制御電源	主制御電源	補助制御電源	
SG電流制御ユニット	24V	KCFJ・KGIJ (主/輔) 電源テストポイント	23.52V~25.20V	24.09	24.10	24.06	24.08	✓

結果欄のシ点は良好を示す。

対象	定格電圧	測定点	判定基準	測定値(V)				結果
				両系給電時		片系給電時		
				主制御電源	補助制御電源	主制御電源	補助制御電源	
MGA電流制御ユニット	24V	KCFJ・KGIJ (主/輔) 電源テストポイント	23.52V~25.20V	24.04	24.05	23.98	24.01	✓

結果欄のシ点は良好を示す。

対象	定格電圧	測定点	判定基準	測定値(V)	結果
SG電流制御ユニットA	24V	KCCJ電源 テストポイント	23.52V~25.20V	24.06	✓
MG電流制御ユニットA	24V		23.52V~25.20V	24.07	✓

結果欄のシ点は良好を示す。

(2) 主回路電圧

対象	測定点	判定基準	測定値(V)			
			A-B相間	A-C相間	B-C相間	DC200V
SG電流制御ユニットA	電流制御ユニット テストポイント	参考値(M)	143.9	143.9	143.9	196.5
MG電流制御ユニットA			143.8	143.9	143.9	212.1

作責 品管 関電  
[Redacted]

試験者: [Redacted]

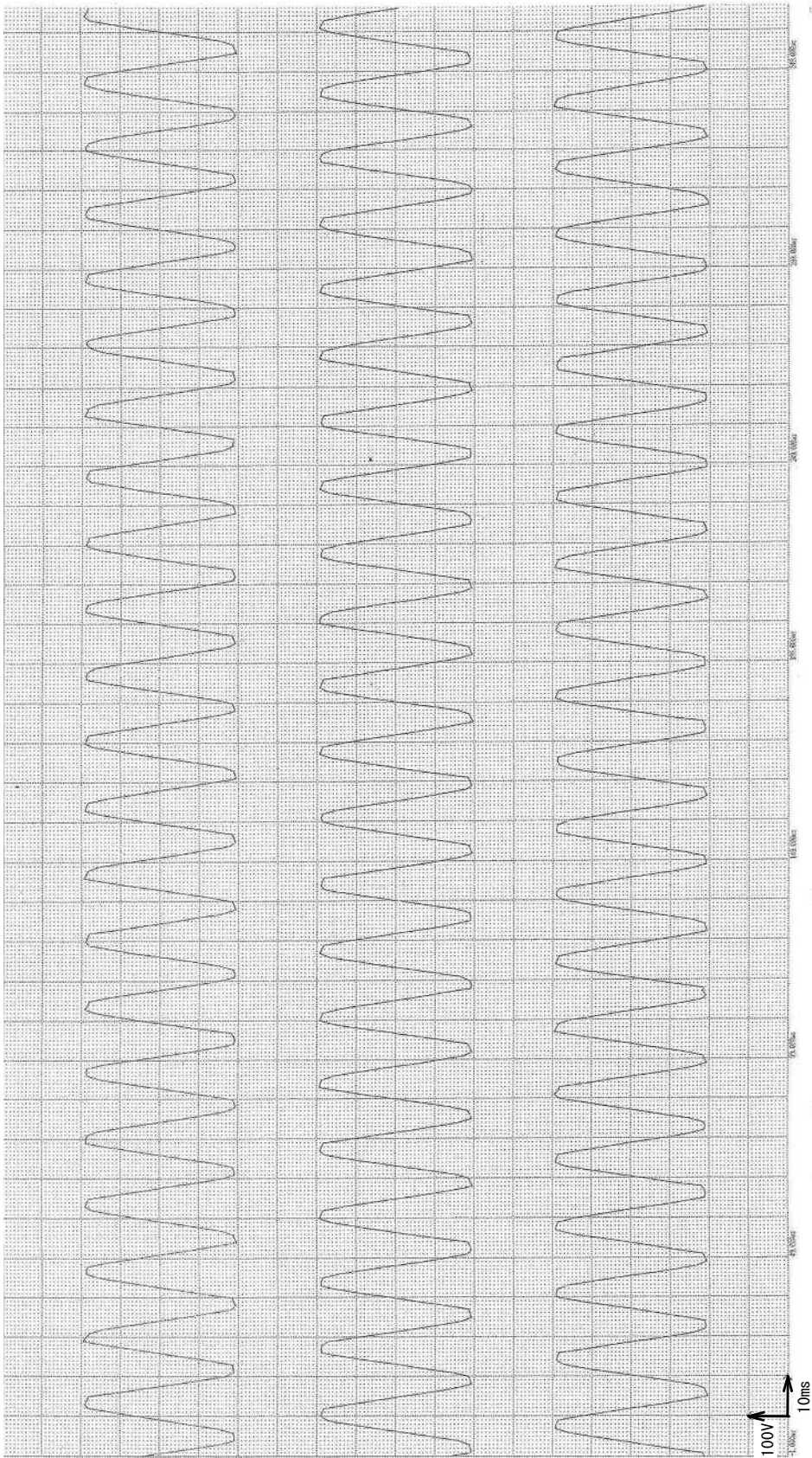
使用計測器: テスターV214X-9 66-63926

2 BD SGA  
三相電源 (150V)

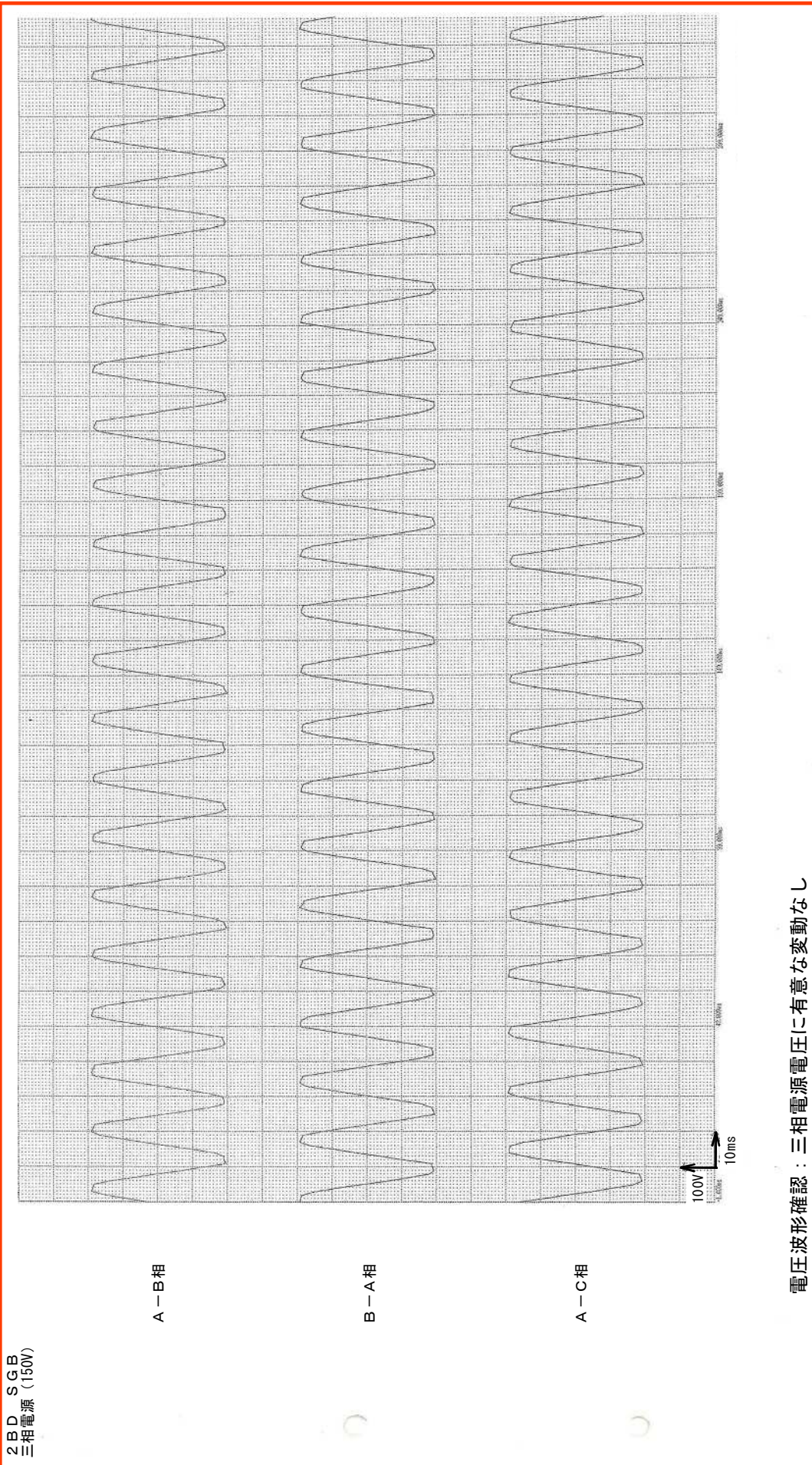
A - B相

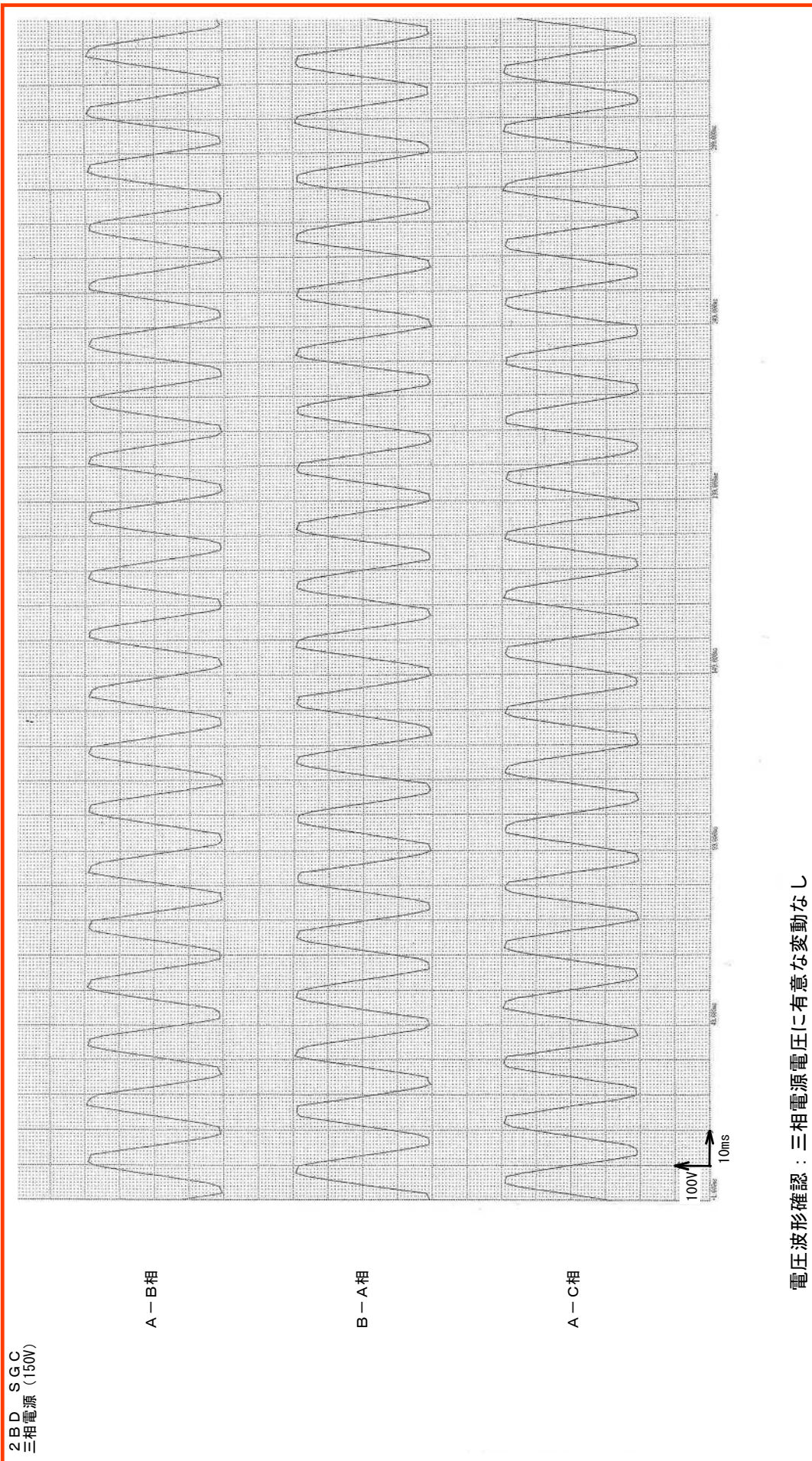
B - A相

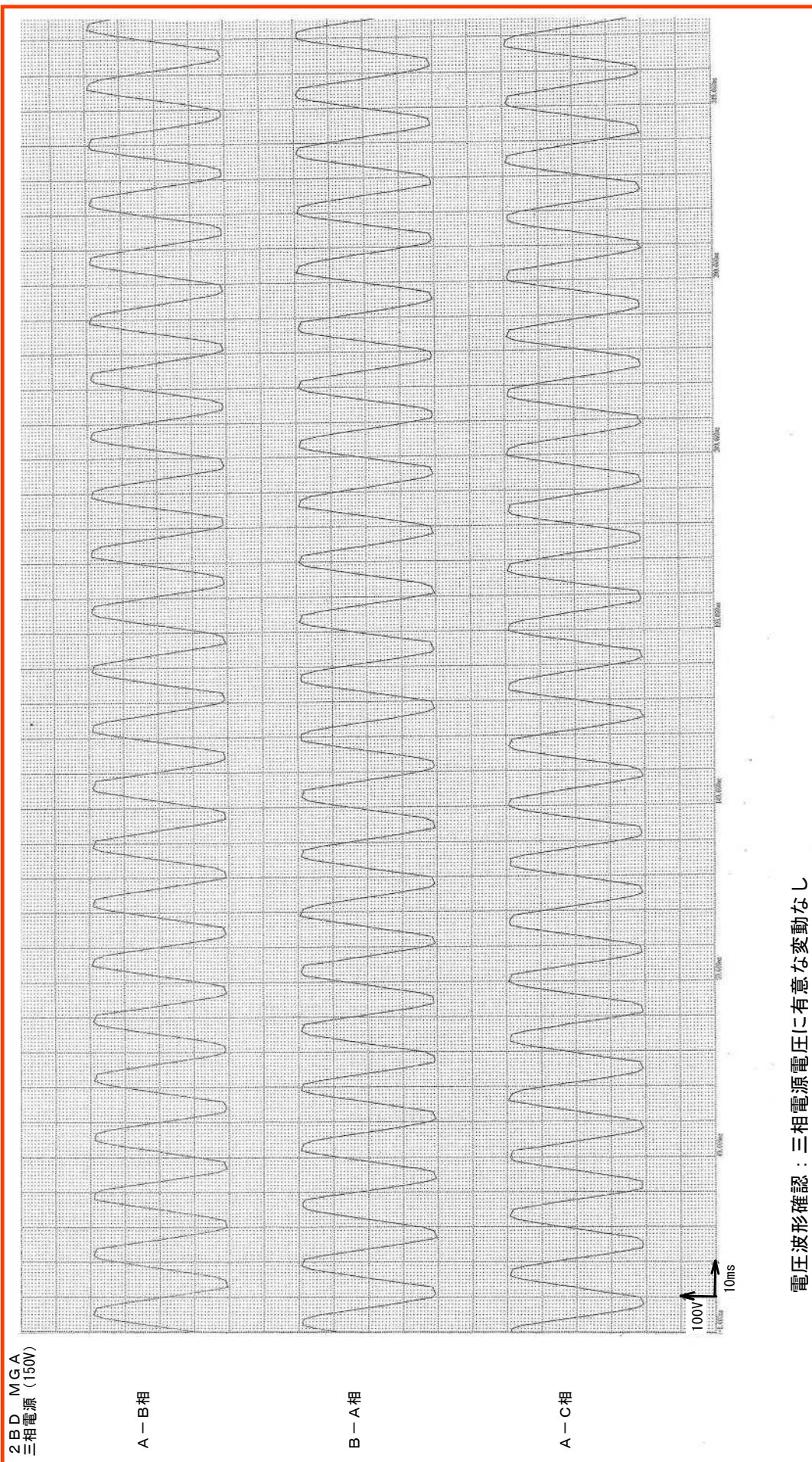
A - C相



電圧波形確認：三相電源電圧に有意な変動なし





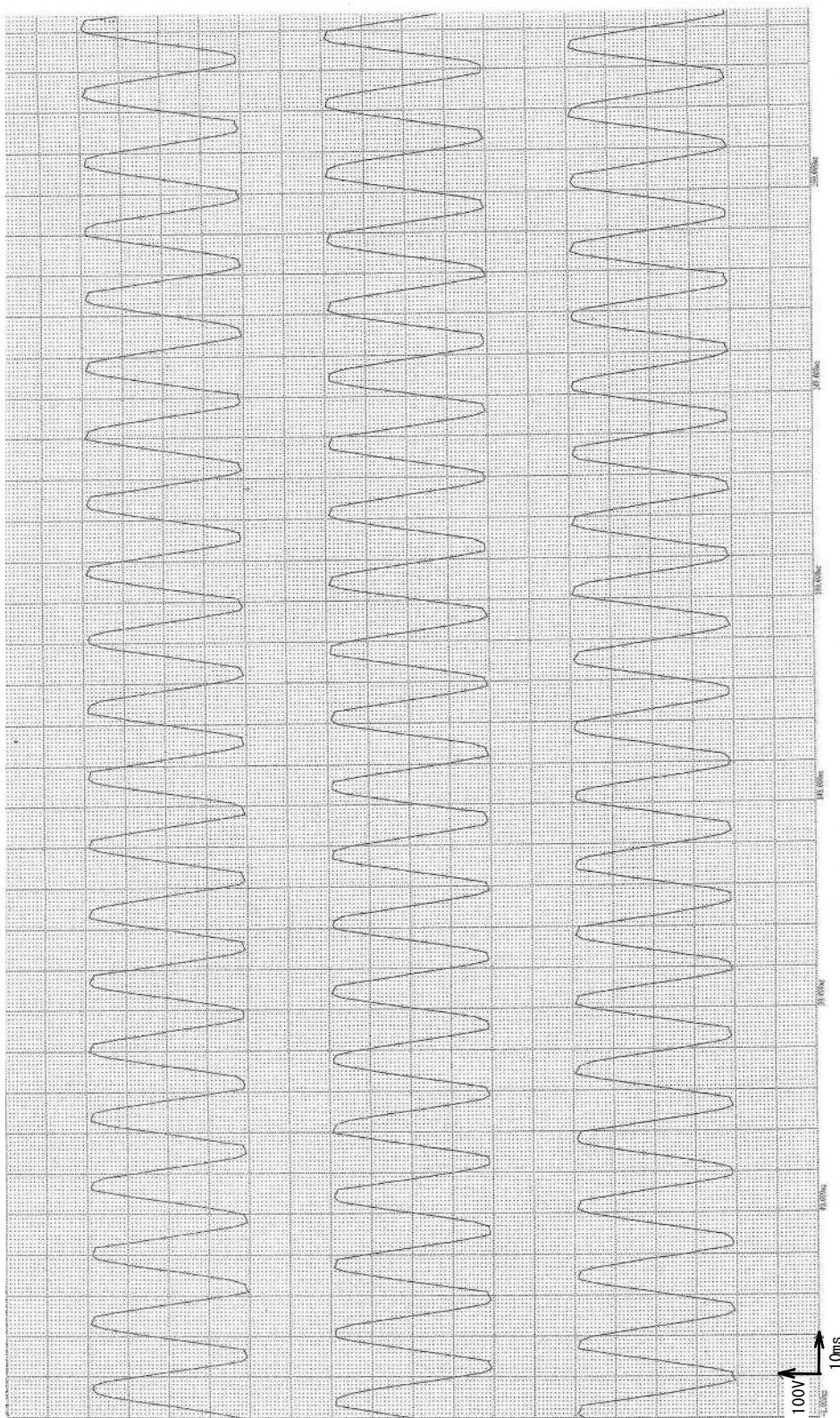


2BD MGB  
三相電源 (150V)

A - B相

B - A相

A - C相



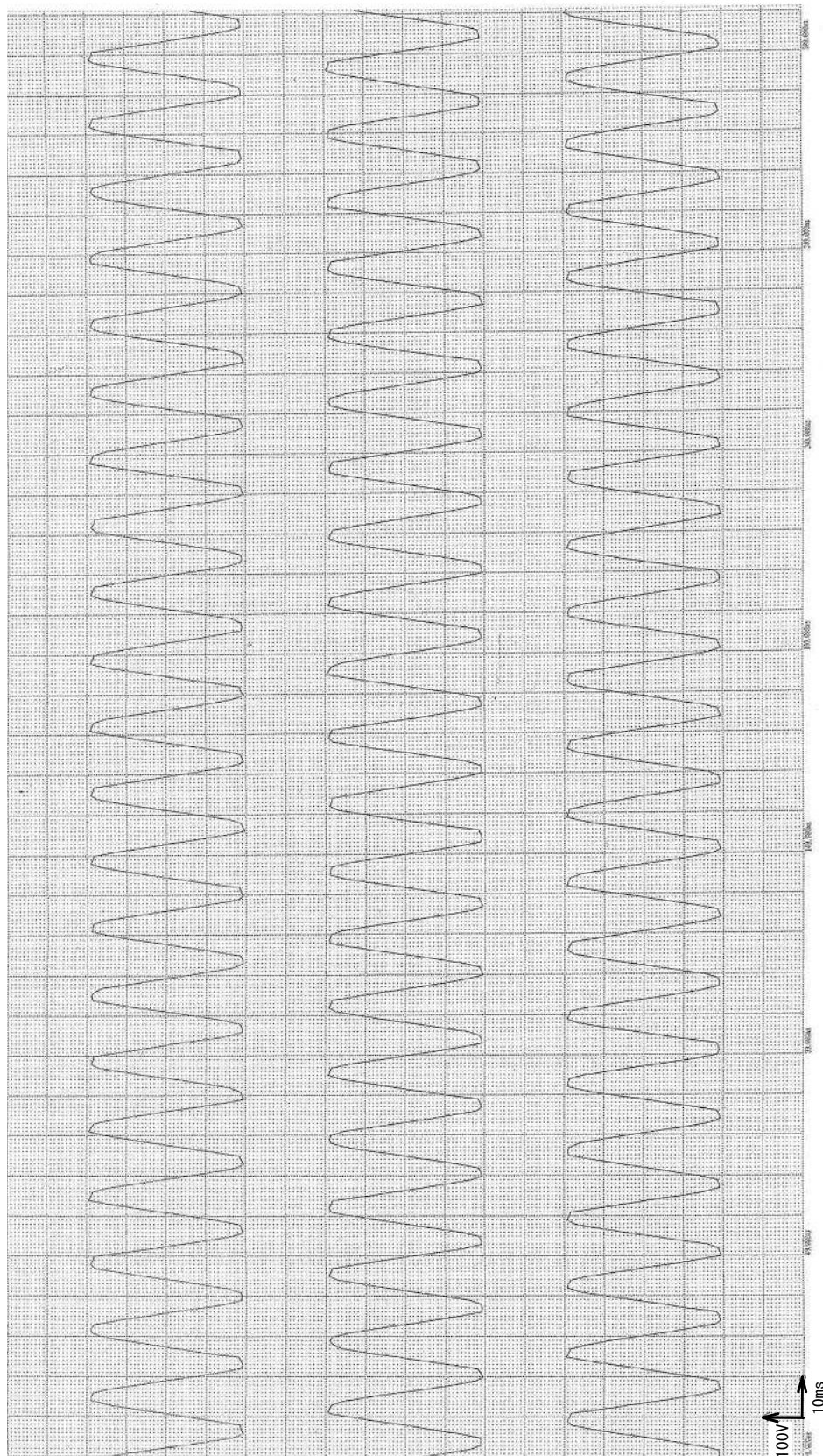
電圧波形確認：三相電源電圧に有意な変動なし

2BD MGC  
三相電源 (150V)

A—B相

B—A相

A—C相

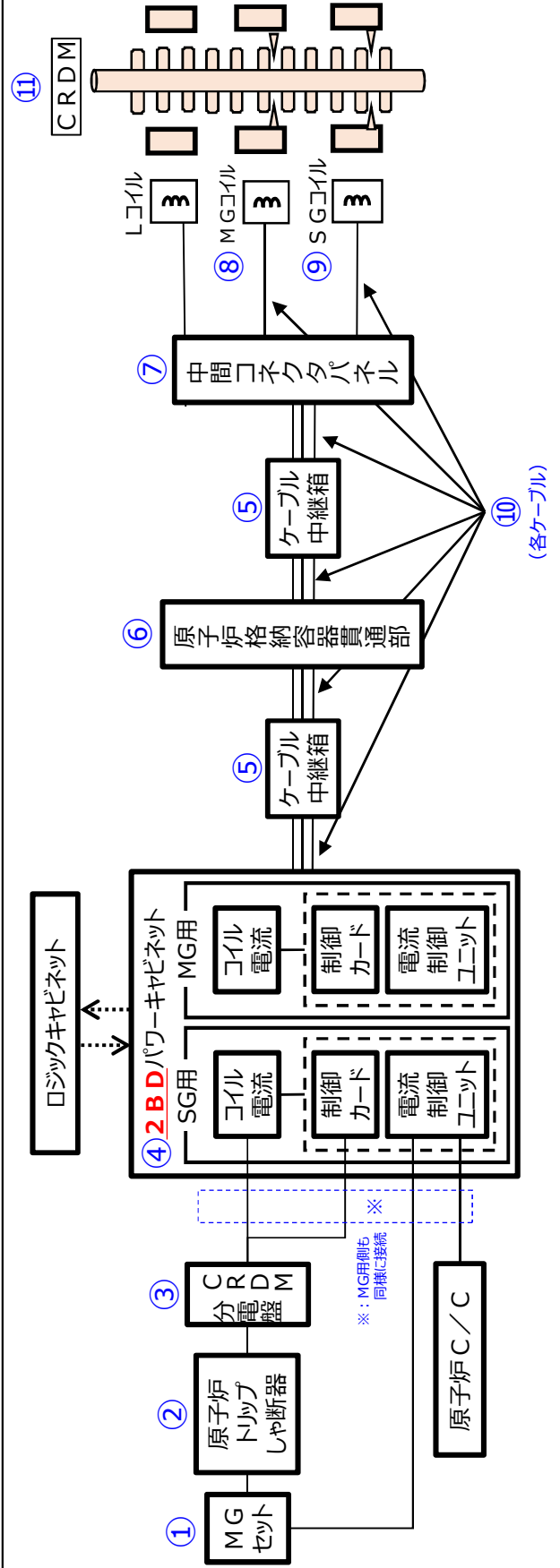


電圧波形確認：三相電源電圧に有意な変動なし

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－2】

【部位：パワーキャビネット（主回路－構成部品－サージアブソーバ）】

1. 調査内容  
 外観確認を実施し、異常がないことを確認する。  
 サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり異常がないことを確認する。
2. 調査結果（異常なし）  
 (1) 評価  
 外観確認を実施し、異常がないことを確認した。また、異音、異臭がないことを確認した。  
 サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり異常がないことを確認した。  
 バリスタ電圧：344～374V（最小値～最大値）  
 (2) 判定基準  
 外観確認：損傷、焼損、異音、異臭がないこと  
 バリスタ電圧：定格値内であること（ $360V \pm 10\%$ （324～396V））  
 (3) 点検記録④－2 参照  
 点検記録④－2 参照







# 試験記録

記録1

日付：2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 1. 盤内点検

判定：良

- ・パワーキャビネット2BDの目視確認を行い、盤内部品(主電源トランス(SG, MG, LIFT)、サージアブソーバ(主回路)、端子台(配線)含む)に損傷、焼損が無いことを目視にて確認する。

対象	目視点検結果
パワーキャビネット2BD	異常なし

- ・判定基準：  
盤内に損傷・焼損が無いこと。

### 2. ユニット内点検

- ・パワーキャビネット2BDの電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを確認する。

- ・判定基準：  
ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

	対象	目視点検結果	備考
2BD	SG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	SG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	SG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	MG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	LIFT 電流制御ユニット1	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット2	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット3	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット4	異常なし	※2

※1: 電流制御カード(KCCJ-01)、電流フィードバックカード(KCFJ-01)、ゲートインターフェースカード(KGIJ-01)、カード接栓の点検含む

※2: コネクタ、アルミ電解コンデンサ、サージアブソーバ(電流制御ユニット)、パワー素子(IGBT)、HCT素子(HCT)、ダイオードヒューズの点検含む

確認者:   
使用計量器: 

関電	品管	作責
[Redacted]		

# 試験記録

記録1

日付: 2023/2/6

TEST RECORD

室温 26 °C

## 外観確認

パワーキャビネット2BD

点検項目	要領	結果(不良部位を詳細に)
1 端子台の破損	目視	良好
2 内外部配線の線番の欠落、焼け、焦げなどの異常 <del>※</del>	目視	良好
3 ユニット取付部品(トランス、抵抗、リレー、IGBT等)の焼け、焦げなどの異常	目視	/
4 盤内配線の接触	目視	良好
5 プリント基板の挿入不良	目視	良好
6 プリント基板および部品の焼け、焦げなどの異常	目視	/
7 端子台のネジの紛失	目視	良好
8 その他(ランプ、コネクタ)	目視	良好
9 ヒューズの装着状態	目視	良好
10 2本入線箇所端子台、圧着端子の絶縁管位置が揃っていること、および端子穴が見えないこと。	目視	良好
11 ほこり、ゴミの侵入	目視	良好
12 異音、異臭の有無	目視	良好

※サーモグラフによる温度測定の結果、異常な温度上昇がないことを確認した。

確認者: [Redacted]  
使用計量器: [Redacted]

関電	品管	作責
[Redacted]		

# 試験記録

記録2

日付：2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 3. サージアブソーバのバリスタ電圧測定

・2BDの盤内および電流制御ユニット内のサージアブソーバについて、両端のケーブル解線のちサージアブソーバ単体のバリスタ電圧測定を実施する。測定後は解線したケーブルを復旧する。

サージアブソーバ名称	印加電流	1mA 測定値(V)	
		正極性	負極性
三相電源用	SP1	350	352
	SP2	372	374
	SP3	353	353
	SP4	344	344
	SP5	344	344
	SP6	356	357
	SP7	350	351
	SP8	347	348
	SP9	351	350
電流制御ユニット	SGA SP1	437	437
	SGB SP1	429	428
	SGC SP1	399	398
	MGA SP1	418	417
	MGB SP1	438	437
	MGC SP1	431	427
	LIFT1 SP1	437	437
	LIFT1 SP2	389	389
	LIFT1 SP3	429	425
LIFT1 SP4	449	449	

・基準値±10%

①三相電源用 360V±10%(324~396V)

②電流制御ユニット 430V±10%(387~473V)

確認者： [Redacted]

使用計量器：動作電圧測定器(3K124UB60003)

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－3】

【部位：パワーキャビネット（電流制御ユニット－電流制御カード）】

### 1. 調査内容

コイル電流強制ホールドスイッチ操作時の電流波形およびドロワを交換したうえで、再度コイル電流強制ホールド操作時の電流波形を確認し、波形に異常がないか確認する。外観確認を実施し、異常がないことを確認する。

タッピングを実施し、コイル電流の変動を確認する。電流制御ユニット内を点検し、カード挿抜を実施し異常がないことを確認する。

再現試験時にトランス2次側電圧および制御バンクBおよび停止バンクBドロワ前面テストポイント出力、電流フィードバックカード前面のテストポイント出力を連続監視し、各波形に異常がないことを確認する。

ドロワをメーカー工場に持ち帰り、電流制御カードの詳細調査を実施する。

### 2. 調査結果（異常なし）

#### (1) 評価

電流波形に異常がないことを確認した。外観確認を実施し、異常がないことを確認した。異音、異臭がないことを確認した。当該カードのタッピングを実施したが、コイル電流に変動はなく、異常がないことを確認した。カード挿抜を実施し異常がないことを確認した。再現試験時の各波形に異常がないことを確認した。

電流制御ユニットをメーカー工場に持ち帰り、異常がないことを確認した。

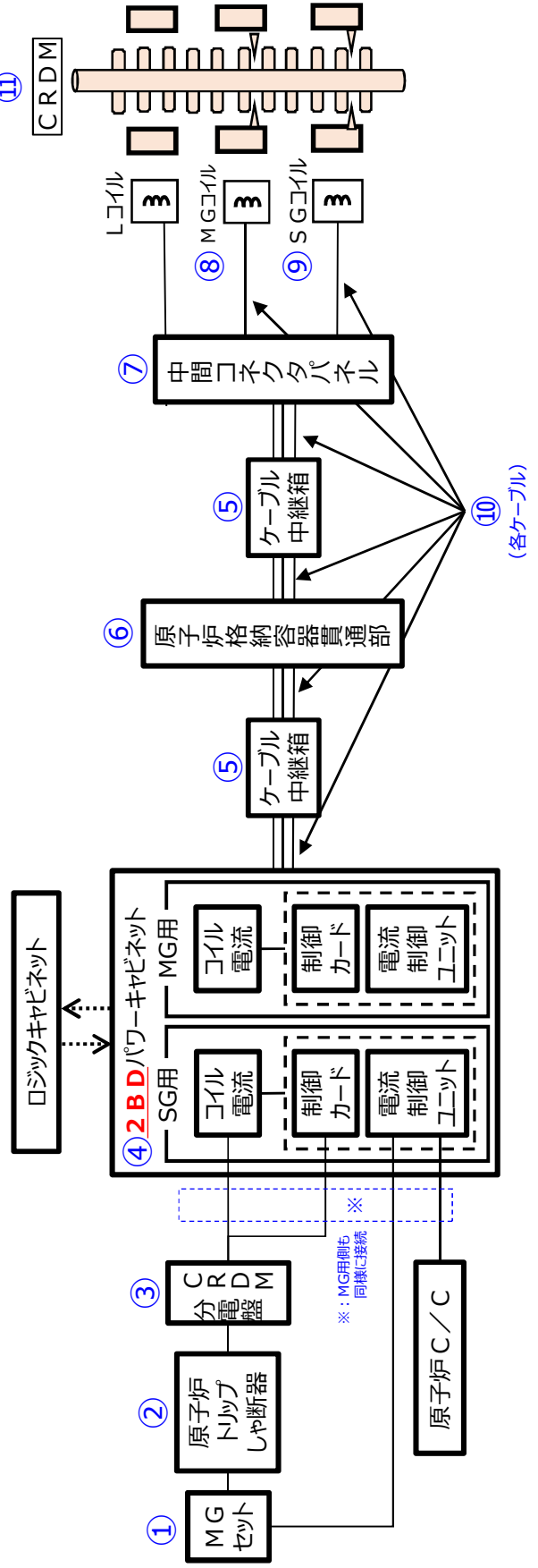
#### (2) 判定基準

外観確認：損傷、焼損、異音、異臭がないこと

#### (3) 点検記録

点検記録④－3参照

再現試験：測定波形に異常がないこと



関電	品管	作責
[Redacted]		

# 試験記録

記録4

日付: 2023/1/30

TEST RECORD

室温 20 °C

9. 強制ホールド動作確認 1/30実施

・強制ホールドスイッチを押下し、てい減電流命令相当の電流が流れていることを確認する。

対象	電圧値(参考値)	強制ホールド波形(異常なし/あり)	
MGA	HCT1	1.645	異常あり
	HCT2	1.732	異常あり
	HCT3	1.715	異常あり
	HCT4	1.672	異常あり
SGA	HCT1	1.706	
	HCT2	1.714	
	HCT3	1.732	
	HCT4	1.684	

10. コイル抵抗値確認

・MGAドロワの1本目のコイルと2本目のコイルケーブルを解線し、コイルの抵抗値を測定する。

対象	線番	コイル抵抗値(Ω)
1本目コイル	CR72D5、D6間	—
2本目コイル	CR72E5、E6間	—

確認者: [Redacted]  
 使用計量器: 千分計器 36442UAA013 |  
 尺=エース: TCFARB0007

日付  
DATE 2023.2.10

試験記録  
TEST RECORD

室温  
Room Temp. 26℃

記録-4

4. コイル電流強制ホールド機能試験

判定: 良

【チャート採取箇所】  
《KCFJ-01》HCT1~4  
《KCCJ-01》A.SIG

作責	品管	関電

判定基準:

- コイル電流強制ホールドスイッチを押下した時、下記のとおりであること。
- ・瞬時全電流が流れ、その後、てい減電流となること。
- ・コイル電流強制ホールドスイッチLEDが点灯すること。
- ・盤表示灯の重故障が点灯すること。

- 再度コイル電流強制ホールドスイッチを押下した時、下記のとおりであること。
- ・電流は変化せず、てい減電流状態のままであること。
- ・コイル電流強制ホールドスイッチLEDが消灯すること。
- ・制御棒警報リセットにより盤表示灯の重故障が消灯すること。

SGA						
結果						
コイル電流強制ホールドスイッチ押下			再度コイル電流強制ホールドスイッチ押下			参照 ページ
電流出力	コイル電流強制 ホールドスイッチLED	盤表示灯 重故障	電流出力	コイル電流強制 ホールドスイッチLED	盤表示灯 重故障	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	P. 43

結果欄のし点は良好を示す。

MGA						
結果						
コイル電流強制ホールドスイッチ押下			再度コイル電流強制ホールドスイッチ押下			参照 ページ
電流出力	コイル電流強制 ホールドスイッチLED	盤表示灯 重故障	電流出力	コイル電流強制 ホールドスイッチLED	盤表示灯 重故障	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	P. 44

結果欄のし点は良好を示す。

試験者: XXXXXXXXXX

使用計測器: 木ニエス 11952265

関電	品管	作責
[Redacted]		

# 試験記録

記録1

日付: 2023-2-2

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査

### 1. CRDM分電盤 NFB状態確認

・CRDM分電盤2BD用NFBの状態を目視にて確認し、投入状態(NFB「入」)であることを確認する。

対象	状態	
2BD	SG	入
	MG	入
	LIFT	入

・判定基準: NFBが「入」状態であること。

### 2. パワーキャビネット2BD 三相電源NFB状態確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)三相電源NFBの状態を目視にて確認し、投入状態(NFB「入」)であることを確認する。

対象	状態
2BD	NF1 (SGA用) 入

・判定基準: NFBが「入」状態であること。

### 3. パワーキャビネット2BD 電流制御ユニット目視確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)電流制御ユニットの三相主電源NFB、電流制御カード電源CP、制御電源CPを「断」とした後、電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを目視にて確認する。

対象	目視点検結果
2BD	SG 電流制御ユニットA 異常なし

・判定基準: ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

### 4. パワーキャビネット2BD コイル電流変動有無確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)電流制御ユニットの制御電源CP、電流制御カード電源CP、三相主電源を「入」とした状態で、盤内ケーブル(コネクタ)、端子台、NFB等をタッピングしてコイル電流の変動有無およびCRDM重故障警報の発生有無を確認する。

対象	タッピングによるコイル電流変動有無	CRDM重故障警報の発生有無	コイル電流変動又はCRDM重故障警報が発生した場合は、タッピング部位を記載
2BD KCFJ-01	HCT1	なし	-
	HCT2		
	HCT3		
	HCT4		

・判定基準: 変動有無が無いこと。

CRDM重故障警報が発生しないこと。

### 5. パワーキャビネット2BD コイルケーブル端子台緩み確認

・コイルケーブル端子台のケーブル接続部について、接続状態の異常の有無を触手・目視にて確認する。

対象	端子台番号	線番号	ロット番号	緩み有無
2BD SGA	TB103-1	CR72D1	D-6	なし
	TB103-2	CR72D2		
	TB103-3	CR72E1	F-12	なし
	TB103-4	CR72E2		
	TB103-5	CR72F1	M-10	なし
	TB103-6	CR72F2		
	TB103-7	CR72B1	K-4	なし
	TB103-8	CR72B2		

・判定基準: 異常のないこと。

確認者: [Redacted]  
使用計量器: 株式会社 3F31SUB60002

関電	品管	作責
----	----	----

# 試験記録

記録1

日付: 2023/2/6

TEST RECORD

室温 26 °C

外観確認

パワーキャビネット2BD

	点検項目	要領	結果(不良部位を詳細に)
1	端子台の破損	目視	良好
2	内外部配線の線番の欠落、焼け、焦げなどの異常 <del>※</del>	目視	良好
3	ユニット取付部品(トランス、抵抗、リレー、IGBT等)の焼け、焦げなどの異常	目視	
4	盤内配線の接触	目視	良好
5	プリント基板の挿入不良	目視	良好
6	プリント基板および部品の焼け、焦げなどの異常	目視	
7	端子台のネジの紛失	目視	良好
8	その他(ランプ、コネクタ)	目視	良好
9	ヒューズの装着状態	目視	良好
10	2本入線箇所端子台、圧着端子の絶縁管位置が揃っていること、および端子穴が見えないこと。	目視	良好
11	ほこり、ゴミの侵入	目視	良好
12	異音、異臭の有無	目視	良好

※サーモグラフによる温度測定の結果、異常な温度上昇がないことを確認した。

確認者:

使用計量器:





# 試験記録

記録1

日付：2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 1. 盤内点検

判定：良

- ・パワーキャビネット2BDの目視確認を行い、盤内部品(主電源トランス(SG, MG, LIFT)、サージアブソーバ(主回路)、端子台(配線)含む)に損傷、焼損が無いことを目視にて確認する。

対象	目視点検結果
パワーキャビネット2BD	異常なし

- ・判定基準：  
盤内に損傷・焼損が無いこと。

### 2. ユニット内点検

- ・パワーキャビネット2BDの電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを確認する。

- ・判定基準：  
ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

	対象	目視点検結果	備考
2BD	SG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	SG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	SG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	MG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	LIFT 電流制御ユニット1	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット2	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット3	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット4	異常なし	※2

※1: 電流制御カード(KCCJ-01)、電流フィードバックカード(KCFJ-01)、ゲートインターフェースカード(KGIJ-01)、カード接栓の点検含む

※2: コネクタ、アルミ電解コンデンサ、サージアブソーバ(電流制御ユニット)、パワー素子(IGBT)、HCT素子(HCT)、ダイオードヒューズの点検含む

確認者:   
使用計量器: 

関電	品管	作責

# 試 験 記 録

記録3

日付: 2023/2/6

TEST RECORD

室温 26 °C

パワーキャビネット電流制御ユニット

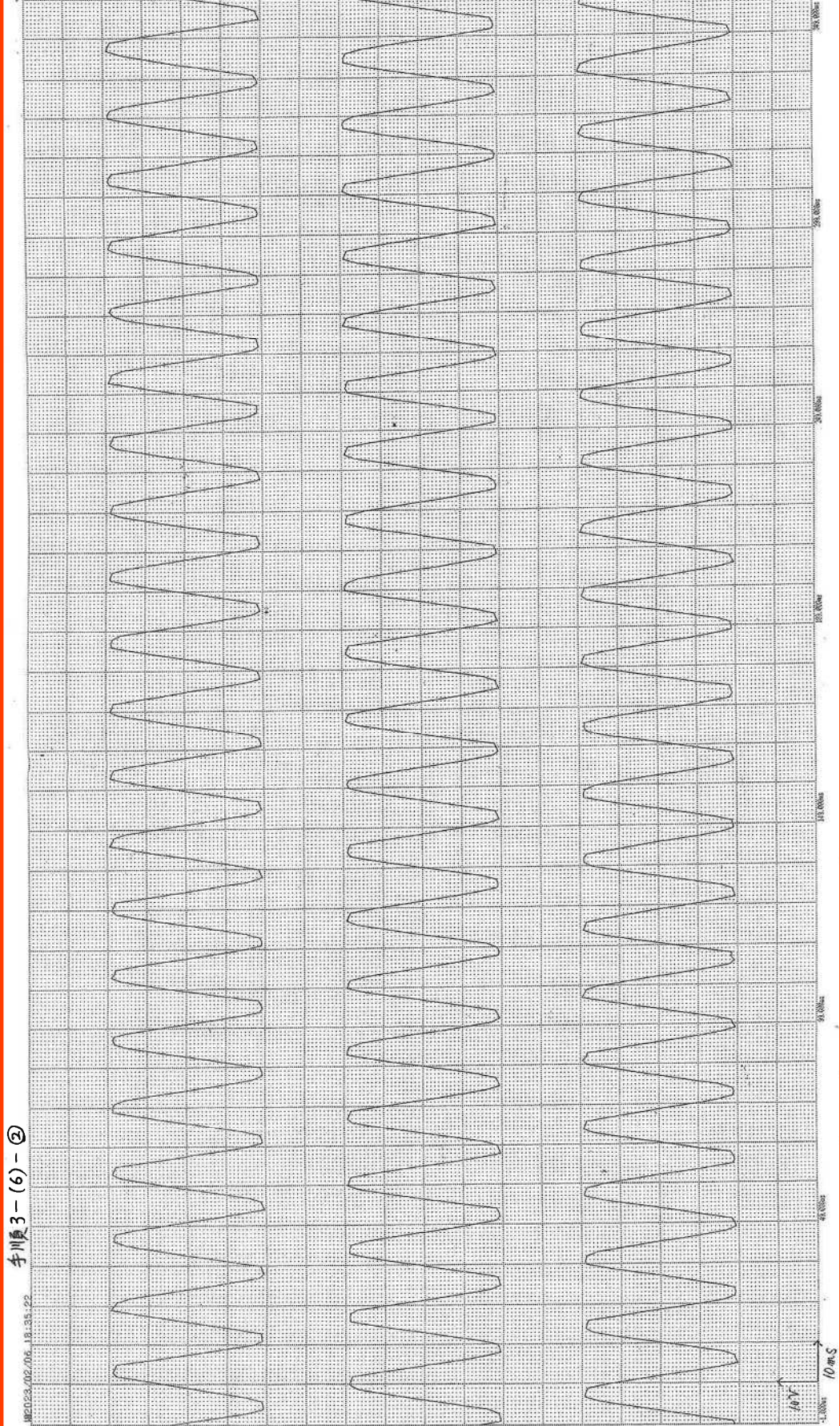
試験要領: テストポイントにて波形採取(DC200V/3相電圧)を行う。(P. 222 ~ 245 参照)

2BD						
対象	測定点	判定基準	測定箇所			
			A-B相間	A-C相間	B-C相間	DC200V
SG電流制御ユニットA	電流制御ユニットテストポイント	参考値	✓	✓	✓	✓
SG電流制御ユニットB	電流制御ユニットテストポイント	参考値	✓	✓	✓	✓
SG電流制御ユニットC	電流制御ユニットテストポイント	参考値	✓	✓	✓	✓
MG電流制御ユニットA	電流制御ユニットテストポイント	参考値	✓	✓	✓	✓
MG電流制御ユニットB	電流制御ユニットテストポイント	参考値	✓	✓	✓	✓
MG電流制御ユニットC	電流制御ユニットテストポイント	参考値	✓	✓	✓	✓

✓は結果良好を示す。

確認者: XXXXXXXXXX

使用計量器: 株式会社 (11952265)



手順3-(6)-②

2BD SGA  
 三相電源  
 (150V)  
 A-B相

C-C相

A-C相

10:1の絶縁トランスを  
 使用して計測した。

手川重三(6)②

MEQ23, DP/DK, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0

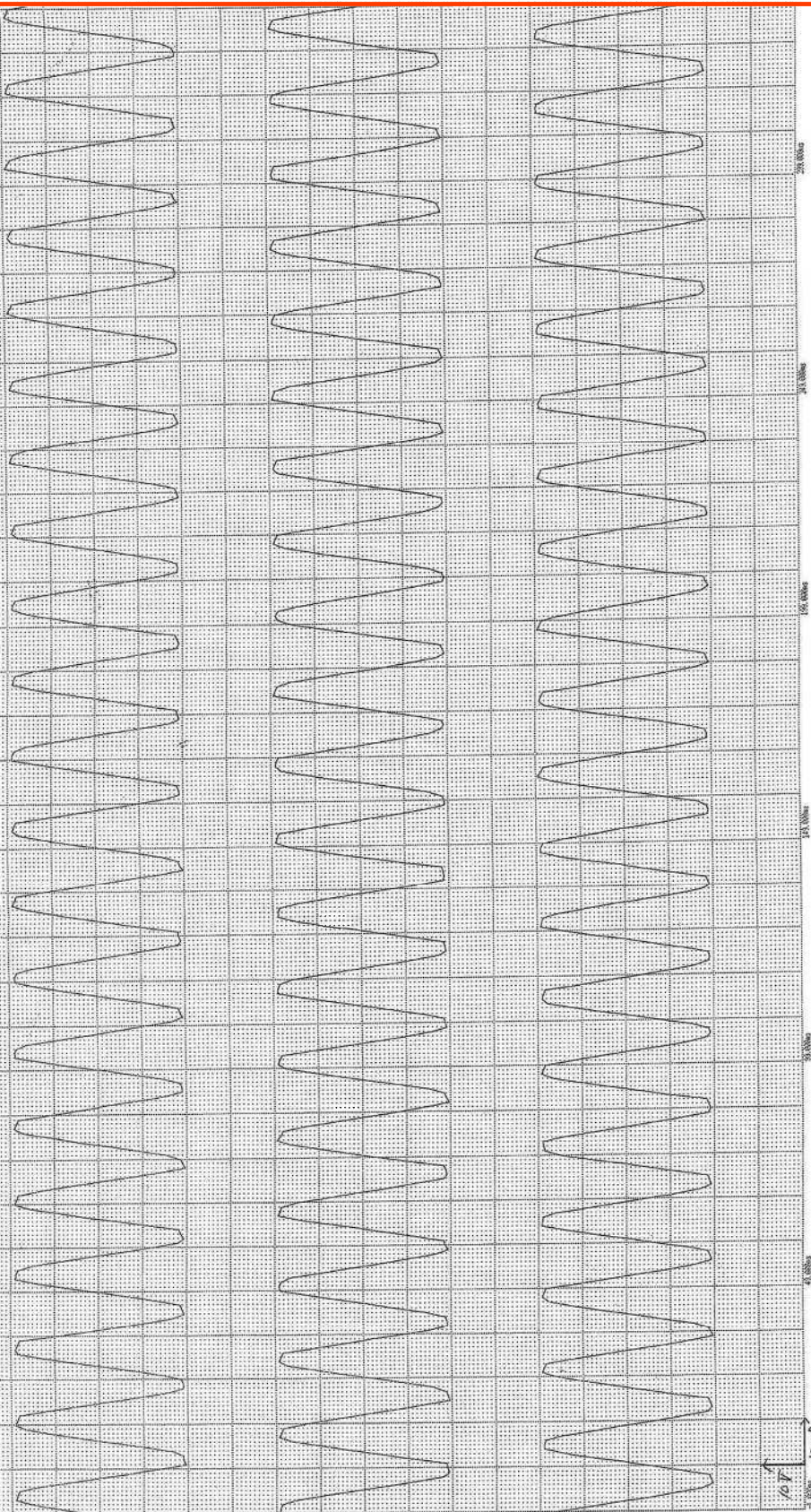
200V 50Hz

三相電源  
(150V)

A-B相

B-C相

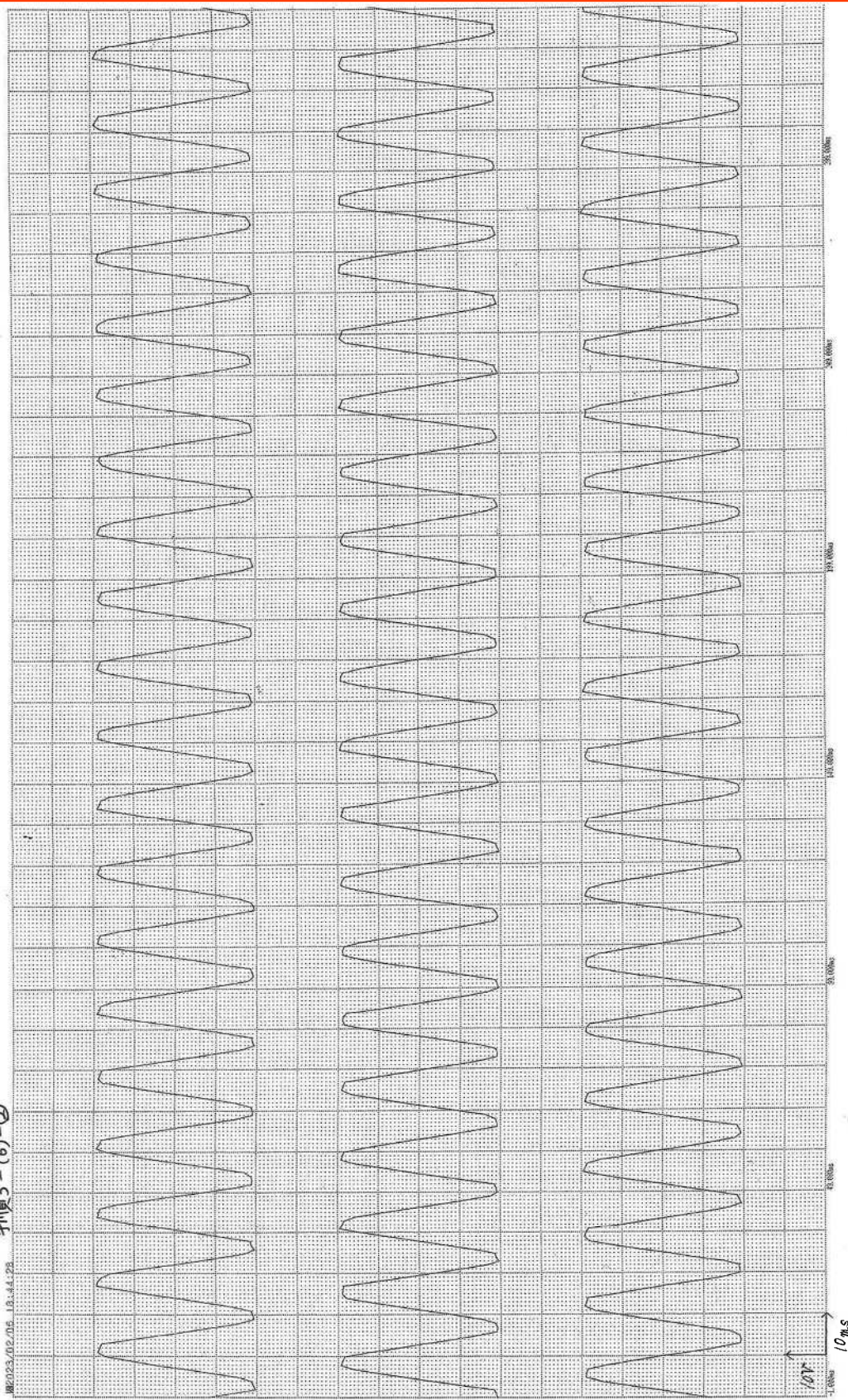
A-C相



10:1 の絶縁トランスを  
使用して計測した。

写真3-(6)-②

2BDSGC  
三相電源  
(150V)  
A-B相



B-C相

A-C相

10:1の絶縁トランスを  
使用して計測した。

判書3-(6)-②

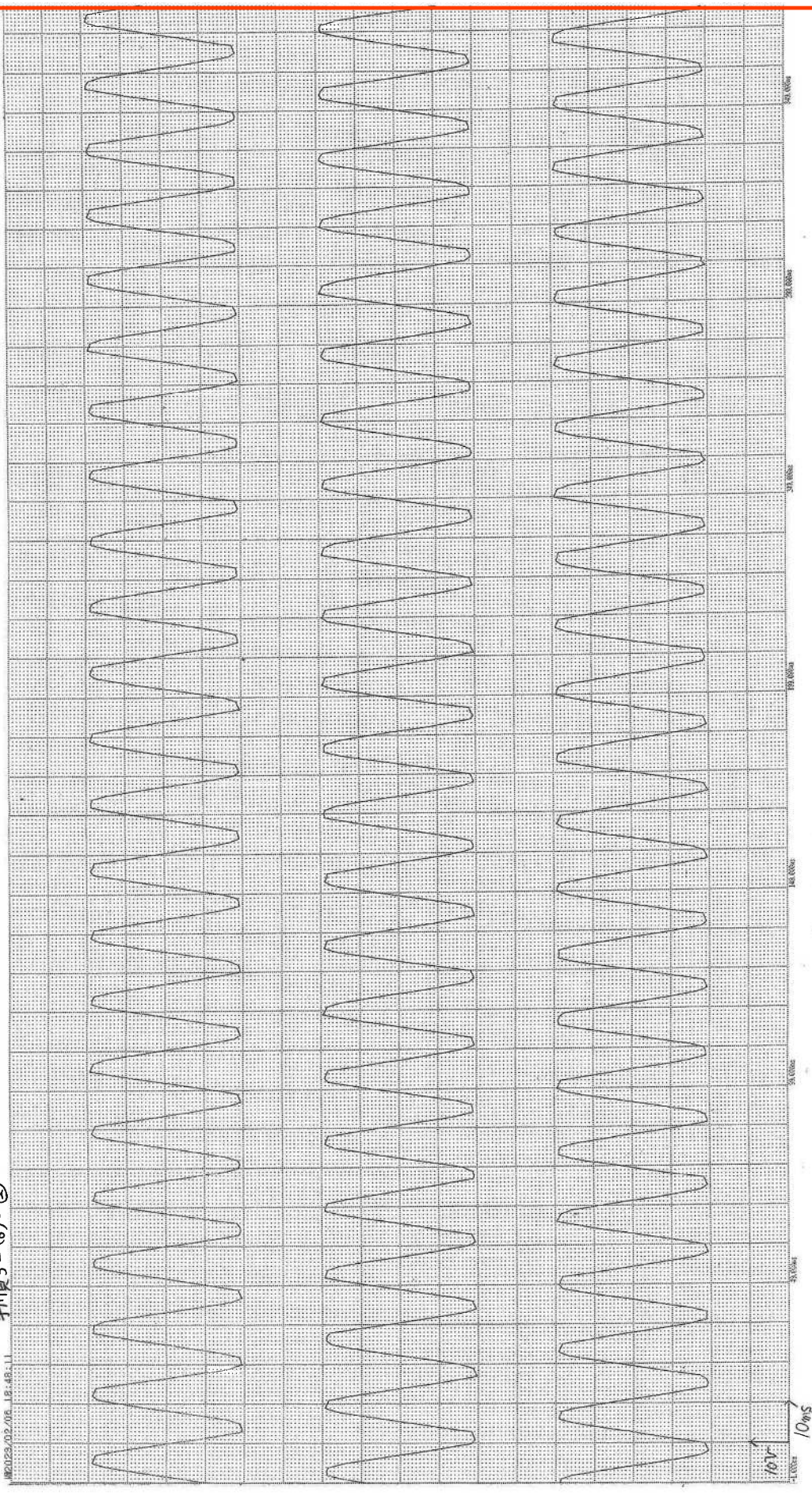
MR2025/02/06 11:48:48.11

2BD MGA  
三相電源  
(150V)

A-B相

B-C相

A-C相



10:1の絶縁トランスを  
使用して計測した。

手順3-(6)-②

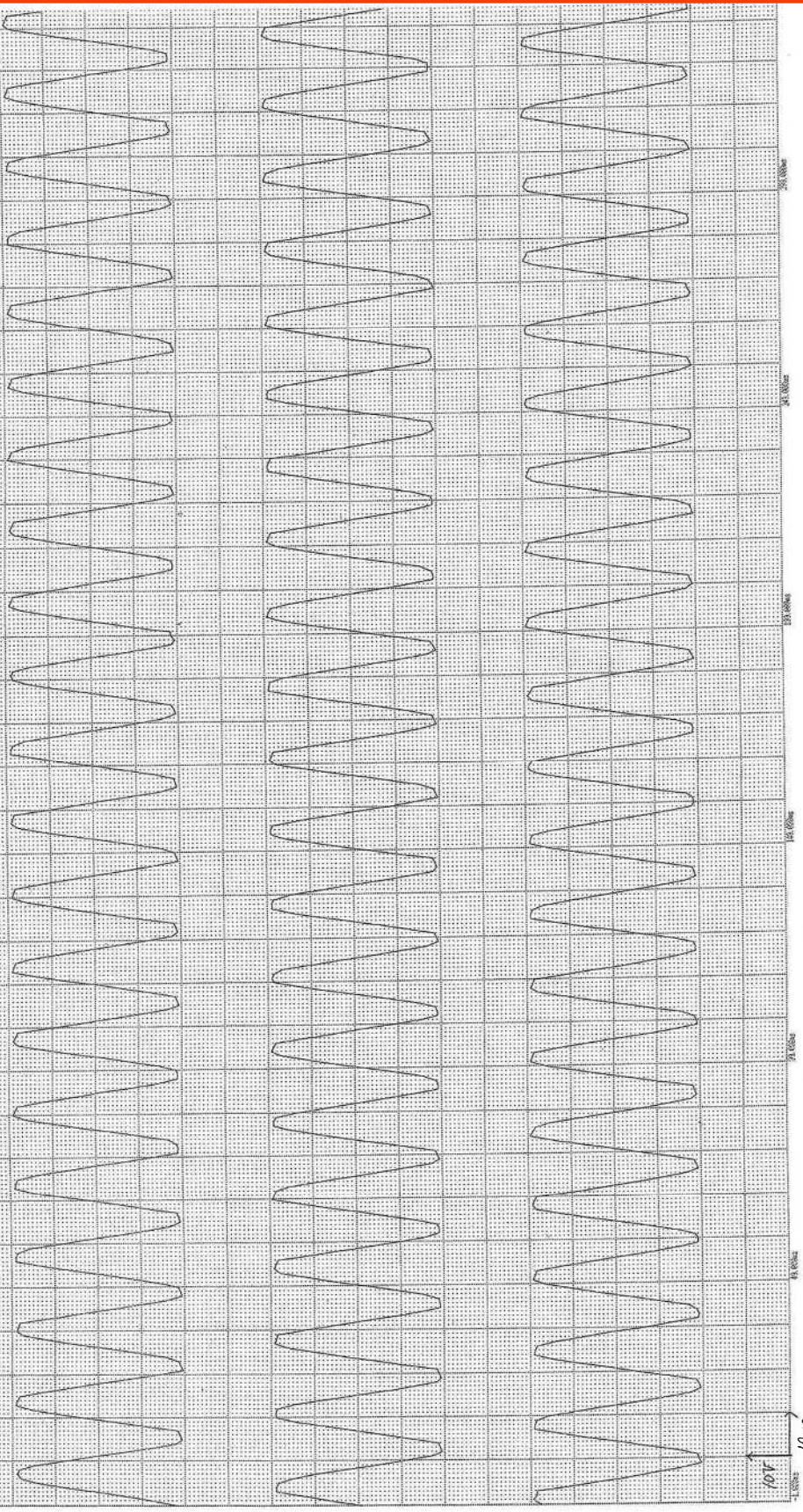
MEQ23.02/06 16.51.57

2BD MGB  
三相電源  
(150V)

A-B相

B-C相

A-C相



10=1の絶縁トランス  
使用して計測した。

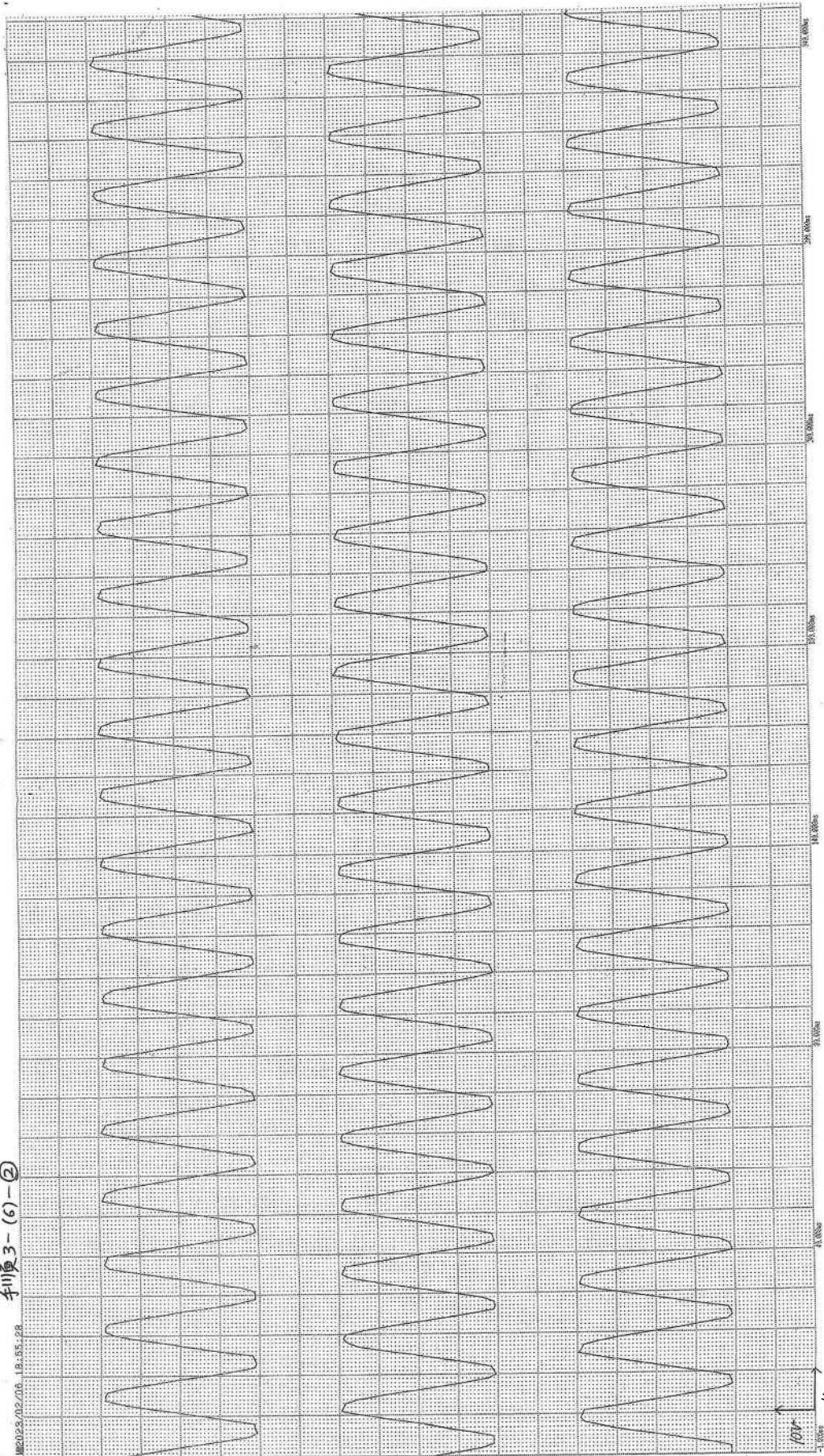
利用3-(6)-②

2002.02.08 18:55:28  
200MG  
三相電源  
(150V)

A-B相

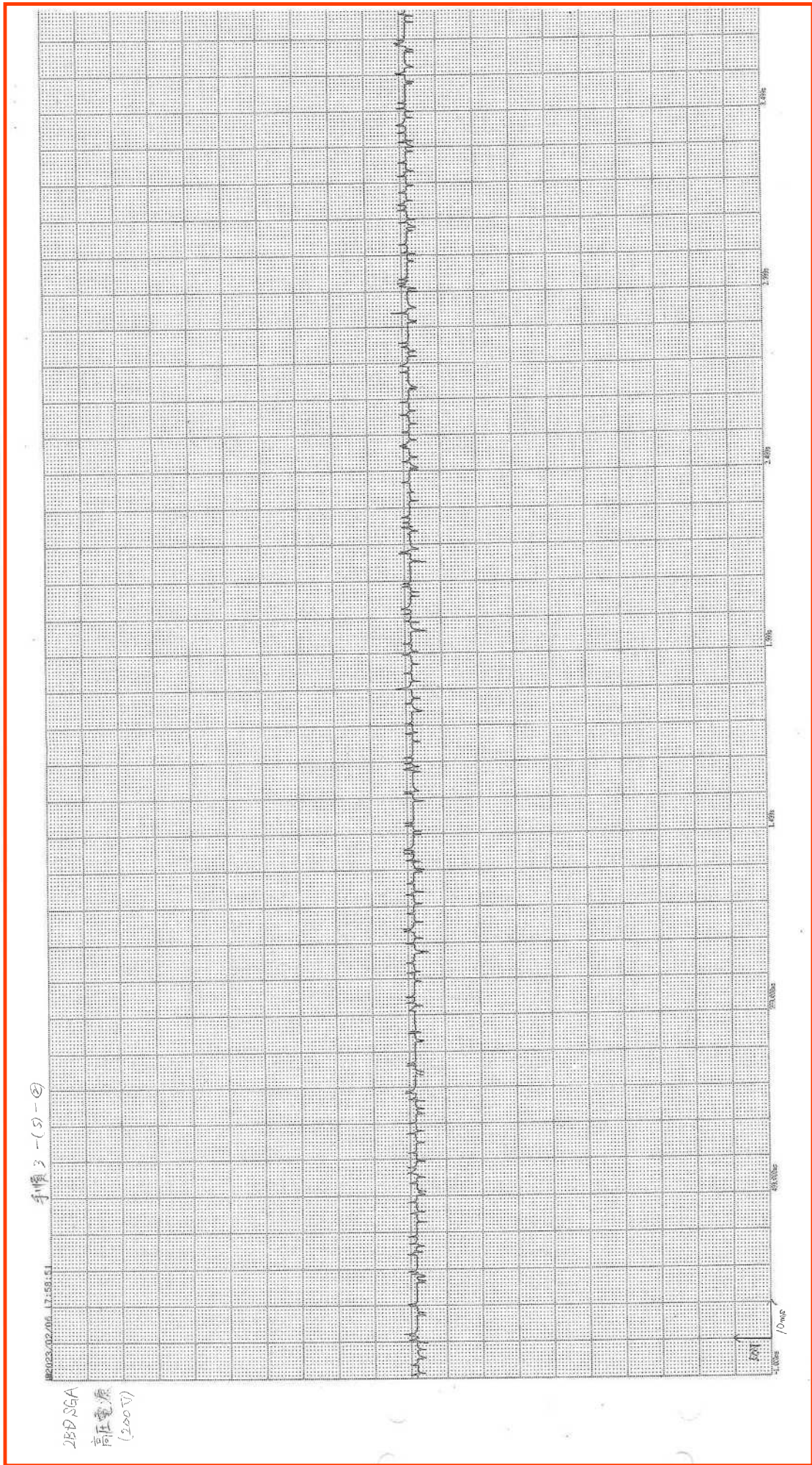
C相

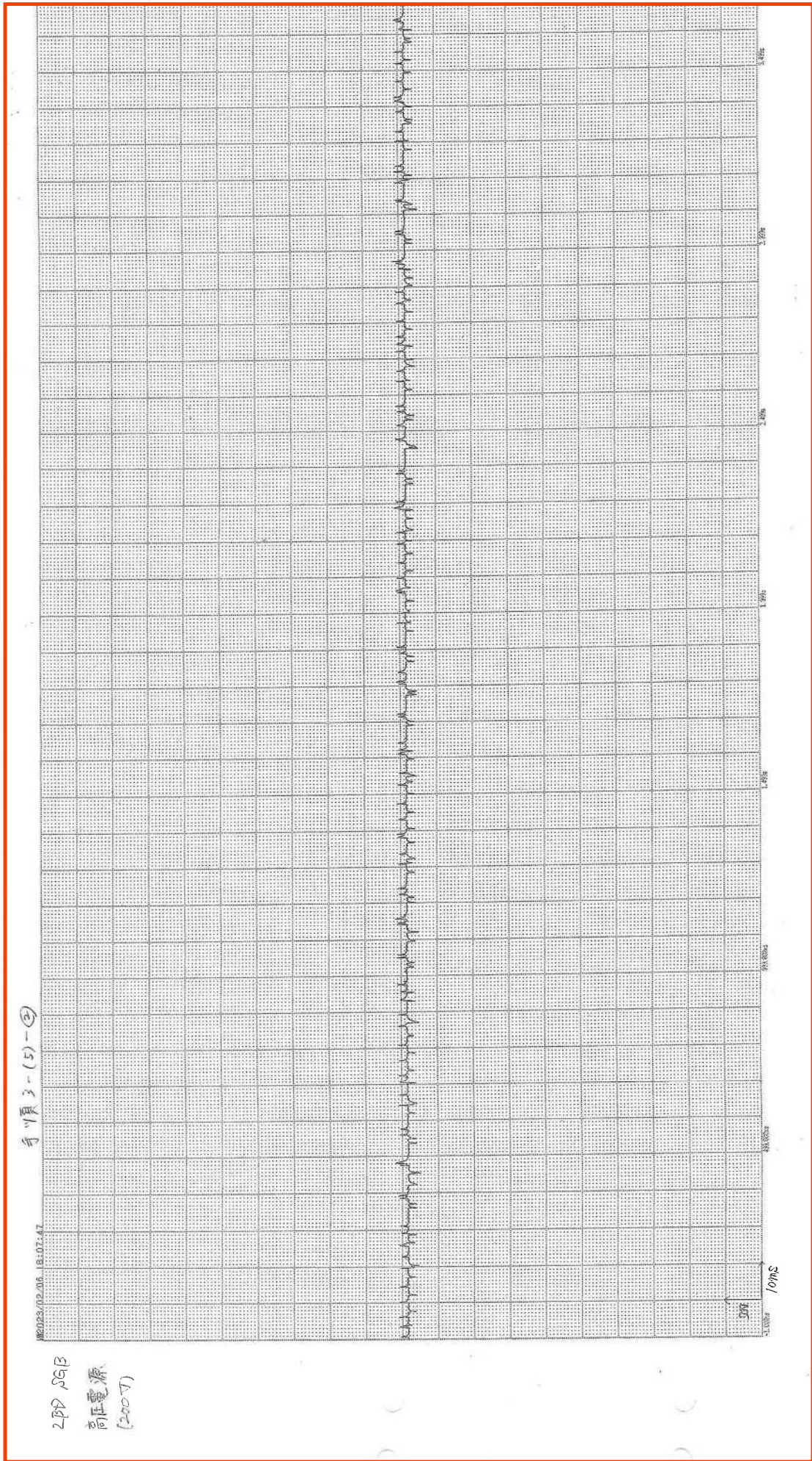
A-C相



10:1の絶縁トランスを  
使用して計測した。



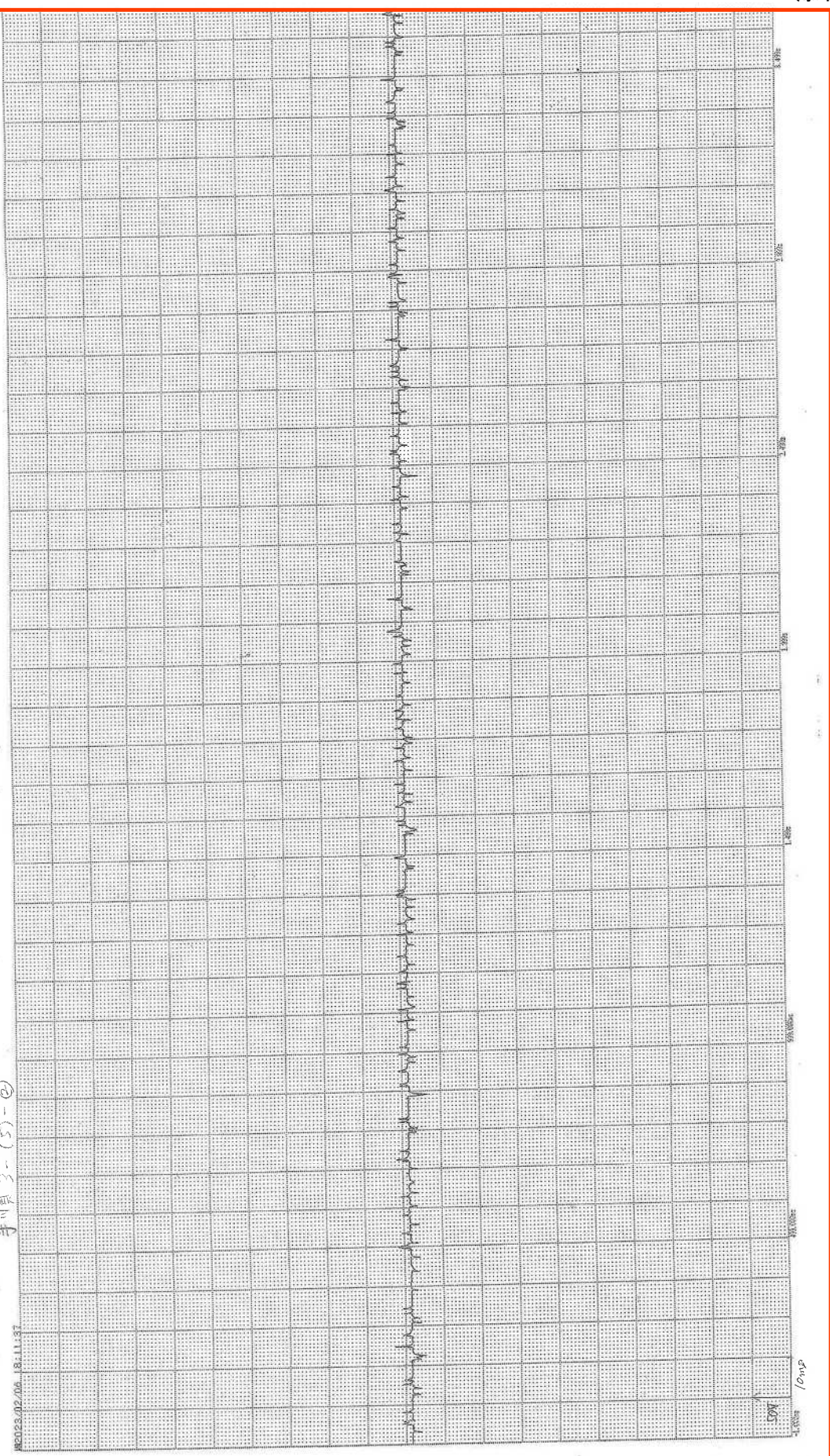


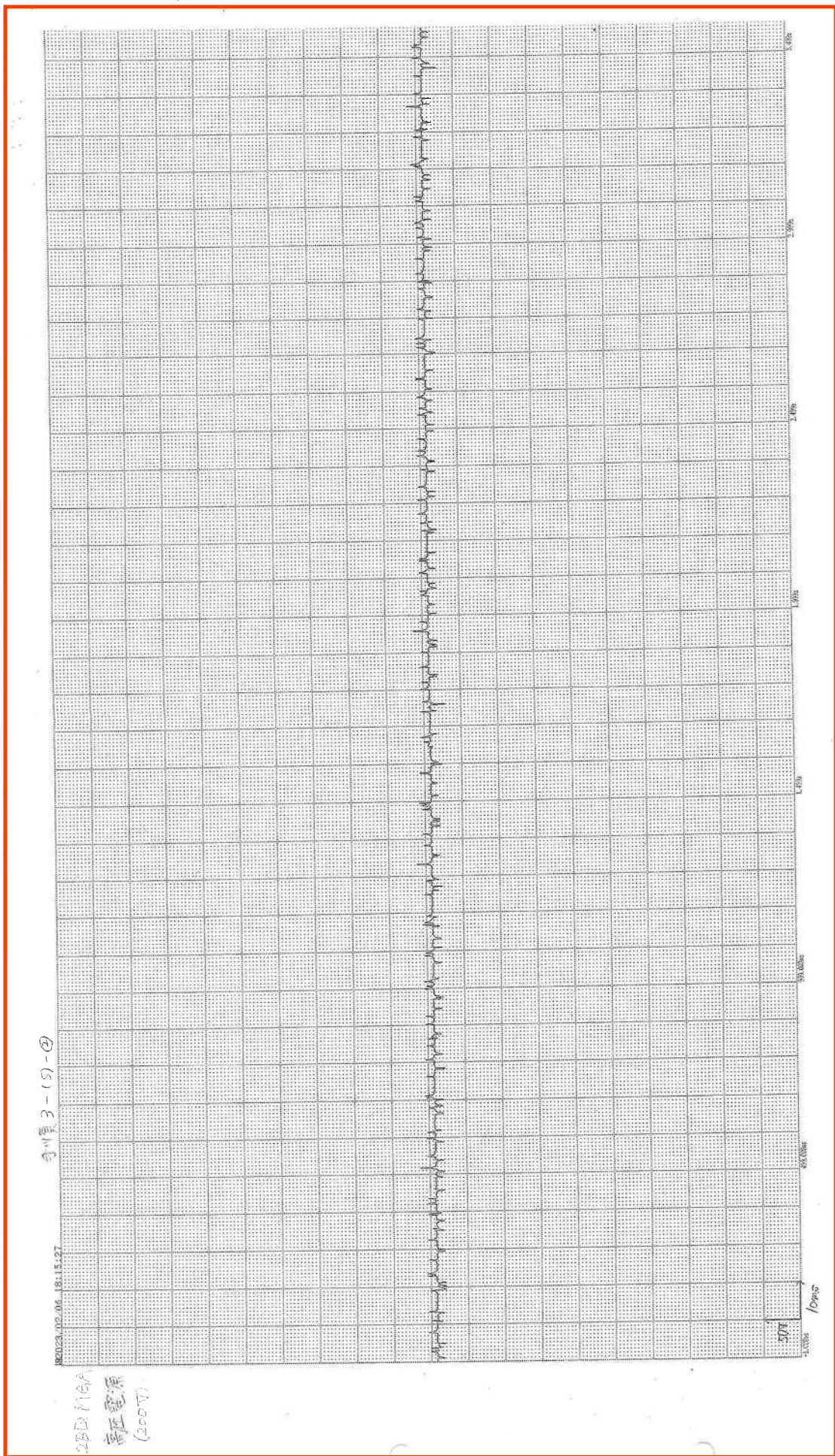


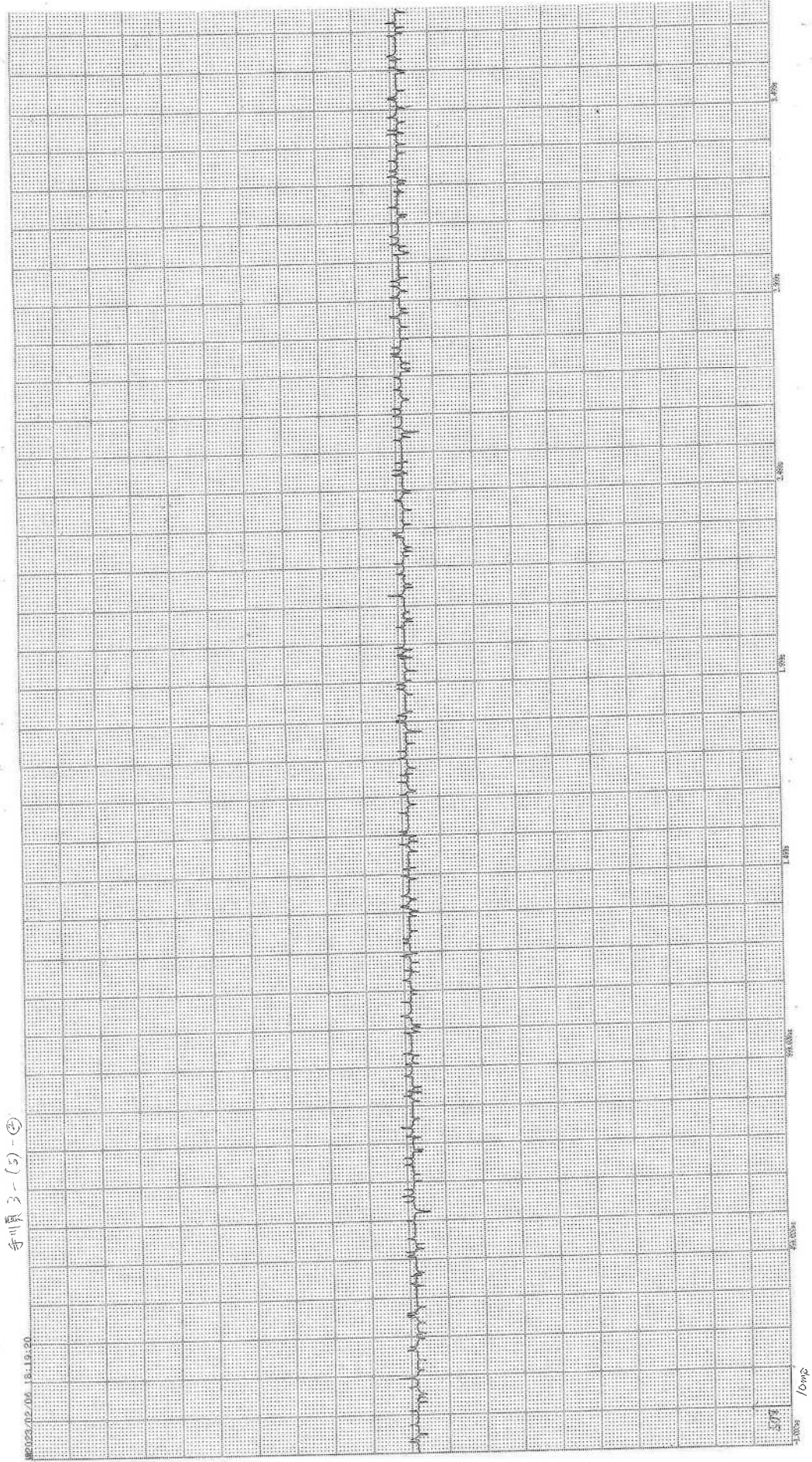
手川真 3-(5)-②

ME023.02/06 18.11.13T

2BD SAC.  
高圧電圧  
(200V)



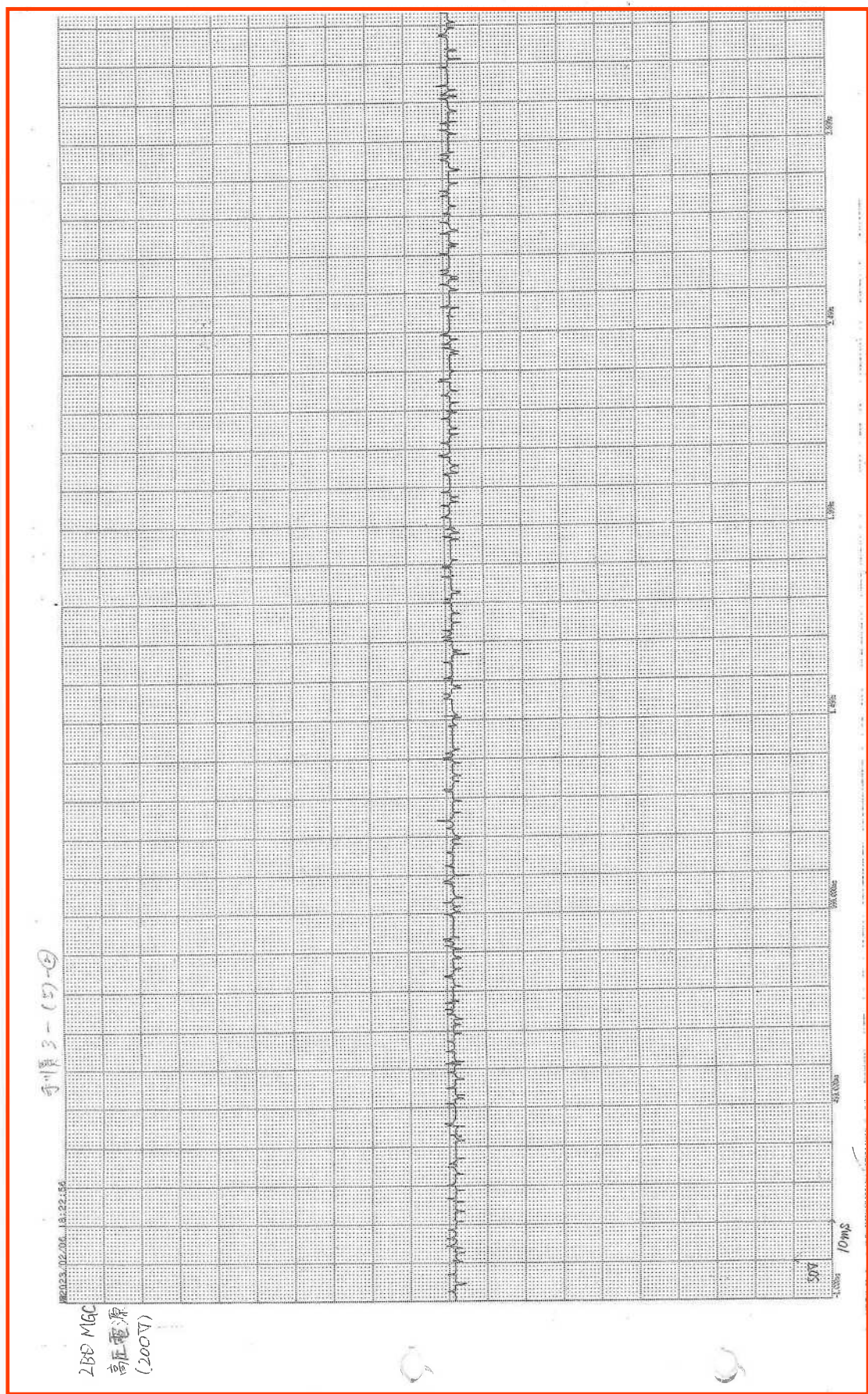




手引頁 3-(5) ④

MP023/02/06 18.10.20

250 MS  
高压電源  
(200V)



関電	品管	作責
[Redacted]		

# 試験記録

記録1

日付: 2023-2-17

TEST RECORD

室温 26°C

## 盤内点検

記録-3

2BDの盤内器具(端子台、コネクタ、トランス等)及び配線のタッピングを行い、指示変動の有無を確認する。

判定基準: 電圧波形に大きな変動がないこと。

判定: 良

※HCT出力波形に変動があった場合は、その時のタッピング箇所を備考欄に記載し、HCT出力波形を記録に添付すること。

(変動はなかったが参考として点検時の波形を添付する。(P18~24参照))

バンク・グループ	ロッド名	SGA (HCT出力)	MGA (HCT出力)	備考
		結果		
CBB Gr.2 (2BD)	D6	✓	✓	/
	F12	✓	✓	
	M10	✓	✓	
	K4	✓	✓	

結果欄のレ印は結果良好を示す。

シーケンス図と配線図との照合、配線図と実機との照合を行い、設計通りに配線されていることを確認する。

対象	確認項目	結果
パワーキャビネット2BD	シーケンス図と配線図との照合	✓
	配線図と実機との照合	✓

結果欄のレ印は結果良好を示す。

確認者: [Redacted]

使用計量器: オムニエス 11952265

変動あり

オムニ1

タッピングによる影響確認 (TB122端子台及び配線)



28D

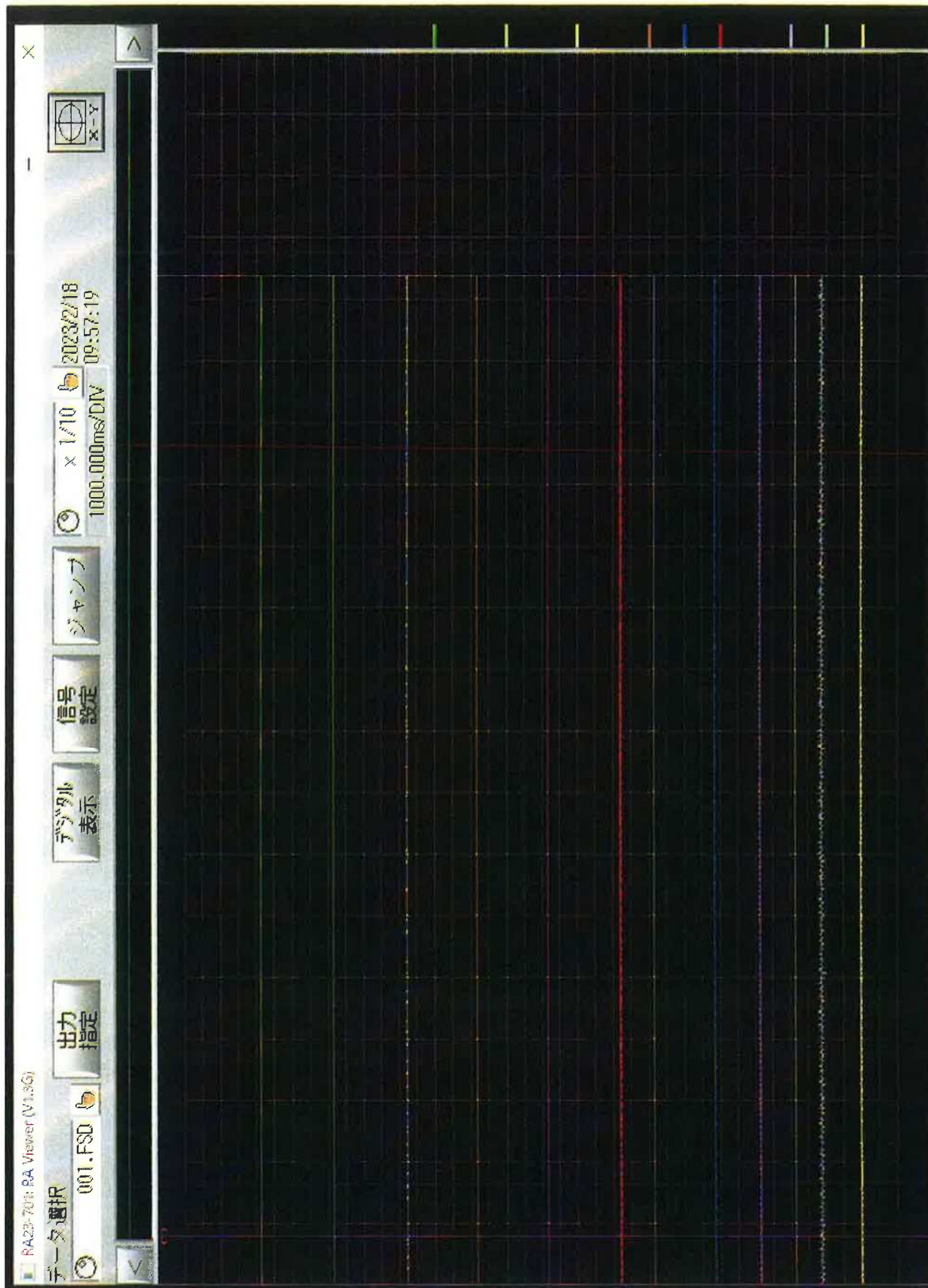
18



変動力

オムニ2

タッピングによる影響確認 (TB122端子台及び配線)



2BD

SG制御電源  
PS11-TB2-1,3

SG制御電源  
PS11-TB2-2,3

SG KCCJ用24V  
PS21-TB2-1,3

MG制御電源  
PS11-TB2-1,3

MG制御電源  
PS11-TB2-2,3

MG KCCJ用24V  
PS21-TB2-1,3

SGB HCTFB

SGB Vref

SGC HCTFB

SGC Vref

MGA HCTFB

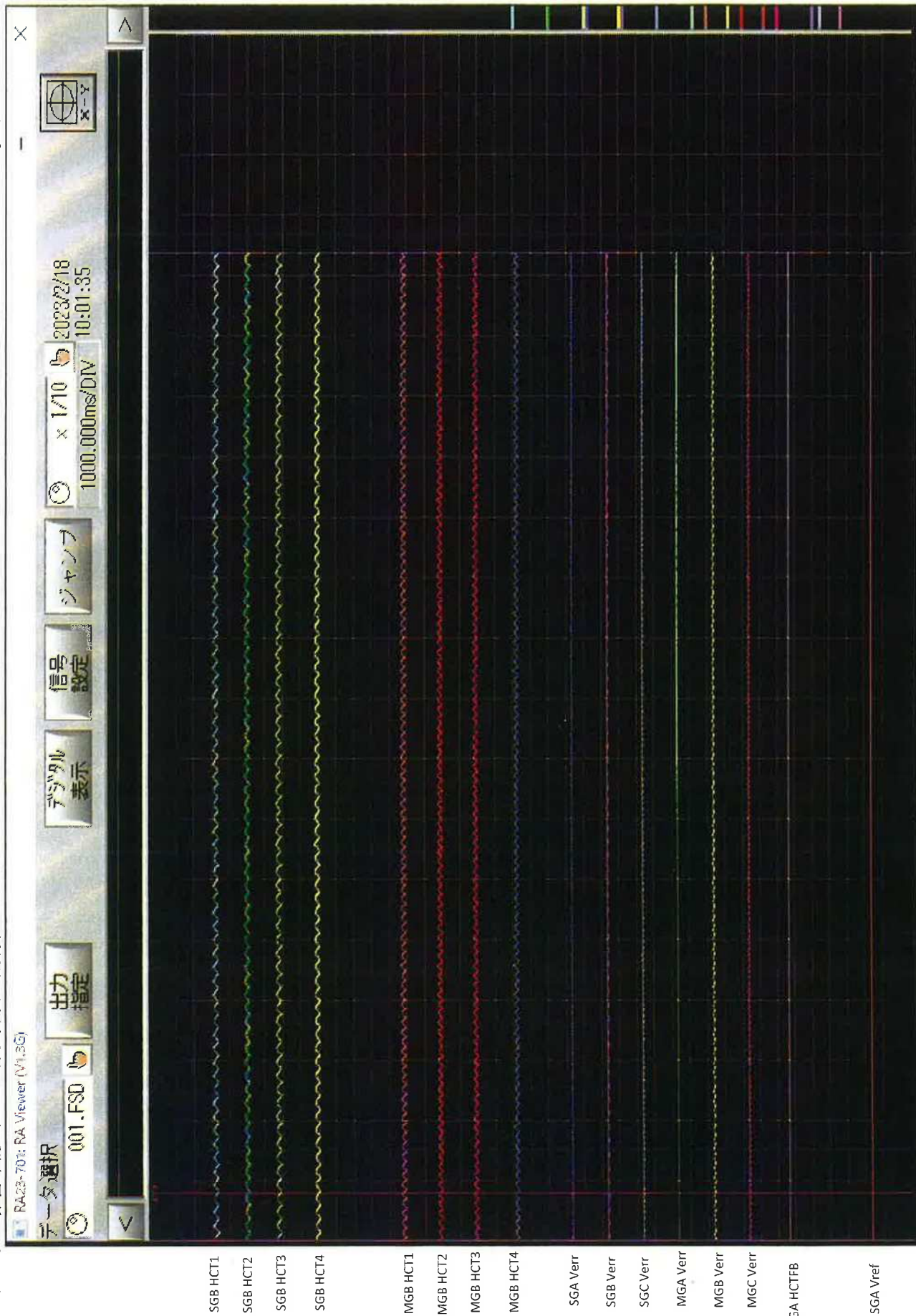
PS21、PS22  
コモン間

19

タッピングによる影響確認 (TB122端子台及び配線)

オムニ3

変動あり



2BD

20

変動

1 / 4

2BD屋内タップピング試験 実施日： 2023.2.17

タッピング箇所： T B 1 2 2 ①  
 ファイル名： memo01\_100432\_230217\_AUTO.MEM  
 接続対象： S G / M G グループC 重点監視

測定箇所及び名称

(S G 主電源トランス1次)

1-1: AC260V 3相 1次側 U-V

1-2: AC260V 3相 1次側 V-W

2-1: AC260V 3相 1次側 U-W

(S G 主電源トランス2次)

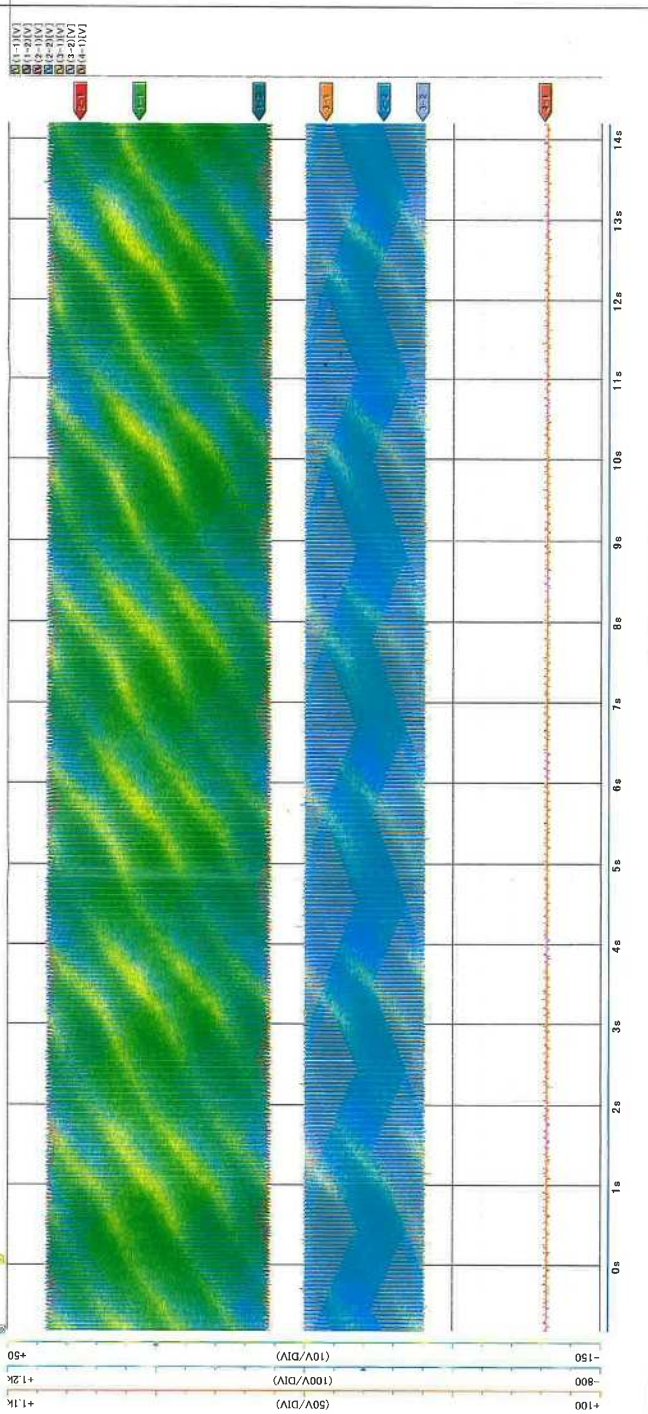
2-2: AC150V 3相 2次側 u-v

3-1: AC150V 3相 2次側 v-w

3-2: AC150V 3相 2次側 u-w

(S G 電流制御ユニットA)

4-1: DC200V出力 3相 UN11 TP-4.5



変動波形

2 / 4

2.B.D 屋内タップピング試験 実施日： 2023.2.17

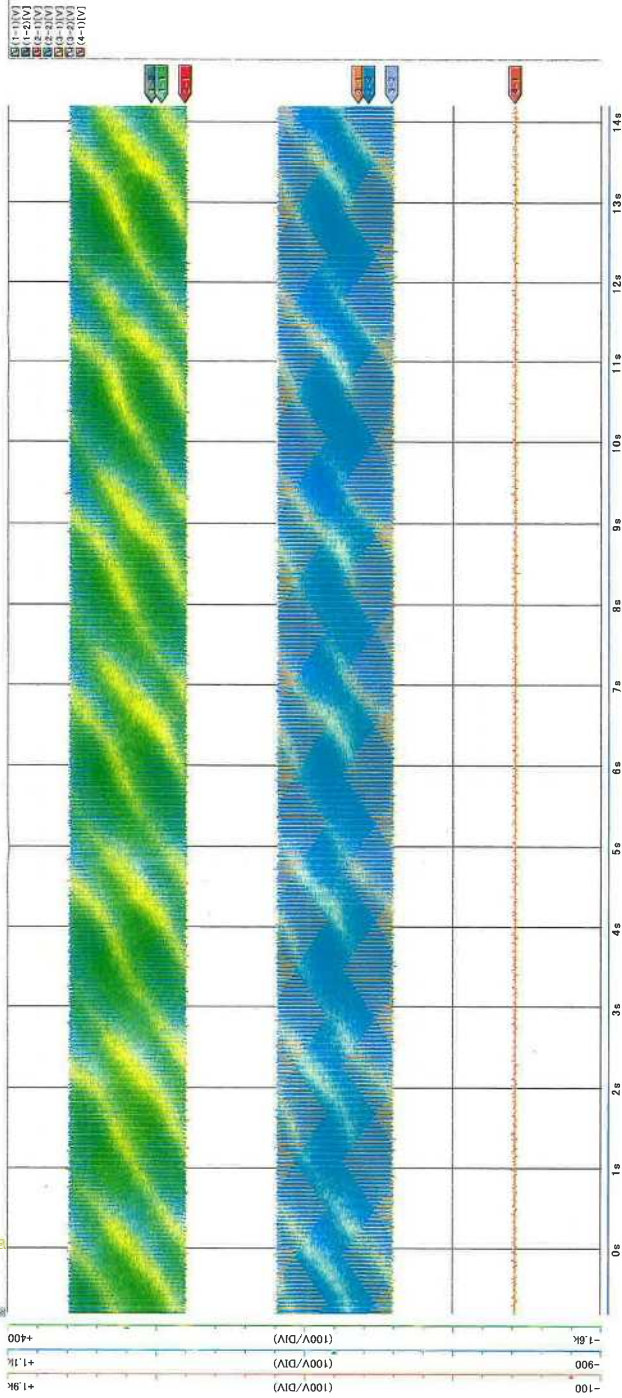
タッピング箇所： TB122 ①  
 ファイル名： mem0104430\_230217\_AUTO.MEM  
 接続対象： S.G./MGグループC重点監視

測定箇所及び名称

(S.G. 電流制御カート電源ユニット)  
 1-1: AC150V3相 A-B相 PS12 TP-1,2  
 1-2: AC150V3相 B-C相 PS12 TP-2,3  
 2-1: AC150V3相 C-A相 PS12 TP-1,3

(M.G. 電流制御カート電源ユニット)  
 2-2: AC150V3相 A-B相 PS22 TP-1,2  
 3-1: AC150V3相 B-C相 PS22 TP-2,3  
 3-2: AC150V3相 C-A相 PS22 TP-1,3

(S.G. 電流制御ユニットB)  
 4-1: DC200V出力 UNI2 TP-4.5

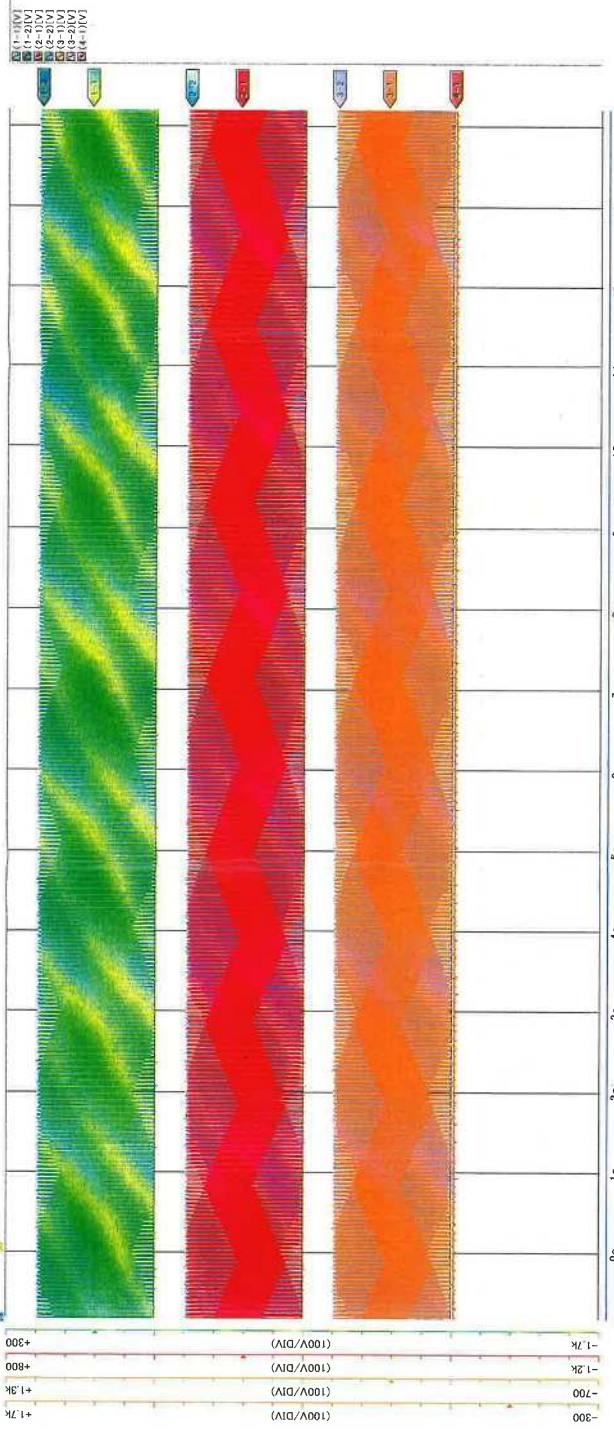


変動分

3 / 4

2BD室内タップシグナル試験  
実施日：2023.2.17

タップシグナル箇所：T B 1.2.2 ①  
ファイル名：mem0①\_104432\_230217\_AUTO.MEM  
接続対象：S.G./MGグループ-C重点監視



測定箇所及び名称  
(S.G. 電流制御ユニットA)  
1-1: AC150V3相A-B相 UN11 TP-1,2  
1-2: AC150V3相A-C相 UN11 TP-1,3  
(S.G. 電流制御ユニットB)  
2-1: AC150V3相A-B相 UN12 TP-1,2  
2-2: AC150V3相A-C相 UN12 TP-1,3  
(S.G. 電流制御ユニットC)  
3-1: AC150V3相A-B相 UN13 TP-1,2  
3-2: AC150V3相A-C相 UN13 TP-1,3  
(S.G.電流制御ユニットC)  
4-1: D.C2.0V出力 UN13 TP-4,5

変動り孔

4 / 4

実施日： 2023.2.17

2BD室内タッピング試験

タッピング箇所： TB11.2.2 ①  
 ファイル名： mem01\_104431\_230217\_AUTO.MEM  
 接続対象： S.G./MGグループC重点監視

測定箇所及び名称

(MG電流制御ユニットC)

1-1: AC150V 3相A-B相 UN23 TP-1,2

1-2: AC150V 3相A-C相 UN23 TP-1,3

(MG電流制御ユニットC)

2-1: DC200V出力 UN23 TP-4,5

(主電源AC115V)

2-2: L F 1 主電源 TB106-1,2

(A方側)

3-1: L F 1 主電源 LF1-3,4

(出方側)

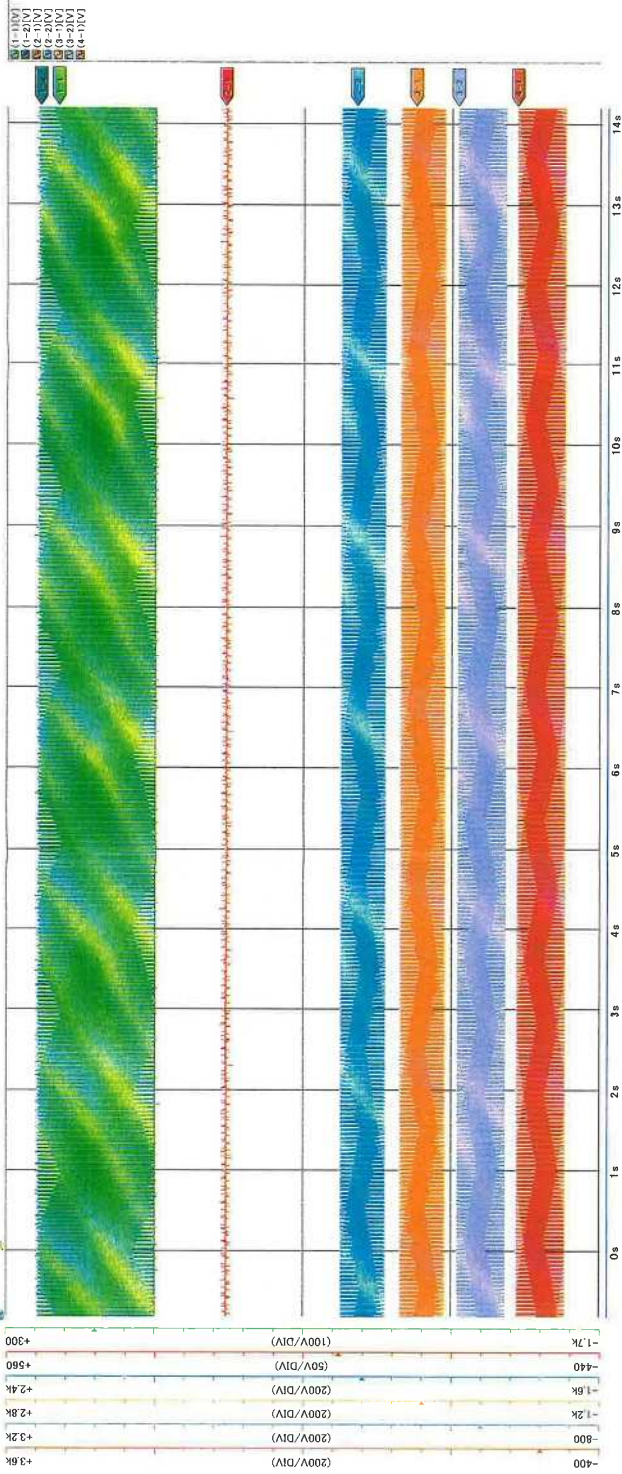
(MG制御電源AC115V)

3-2: L F 2 補助電源 TB107-1,2

(A方側)

4-1: L F 2 補助電源 LF2-3,4

(出方側)



電流制御カード (SGA)

日付 [ 14 Feb 2023 ]

K C C J - 0 1 試験成績書

S/N 1104100552

1. 電源回路 試験	判定 <u>良</u>
・電源電圧 確認	良
JP 5-PSC [ 規格 ] + 4.750~+ 5.250V [ 実測値 ]	5.134 V
TP 8-PSC [ 規格 ] + 9.950~+10.050V [ 実測値 ]	9.990 V
TP14-PSC [ 規格 ] - 9.950~-10.050V [ 実測値 ]	-9.987 V
TP 7-PSC [ 規格 ] 13.000~16.000V [ 実測値 ]	15.242 V
TP 6-PSC [ 規格 ] -13.000~-16.000V [ 実測値 ]	-15.272 V
・消費電流 確認	良
24VDC消費電流	
[ 規格 ] 0.2A 以下 [ 実測値 ]	0.087 A
・回路電源監視 機能確認	良
2. FPGAクロック周波数 確認試験	判定 <u>良</u>
TP11-PSC [ 規格 ] 950~1050Hz [ 実測値 ]	1014.000 Hz
3. SG電流基準出力 確認試験	判定 <u>良</u>
4. MG電流基準出力 確認試験	判定 <u>良</u>
5. VREFランプ時間 調整試験	判定 <u>良</u>
6. PWM出力選択機能 確認試験	判定 <u>良</u>
7. SG・MG透減電流監視機能 確認試験	判定 <u>良</u>
8. SG・MG電流制御故障検出機能 確認試験	判定 <u>良</u>
9. 電流制御故障検出機能 確認試験	判定 <u>良</u>
・REG. FAIL点灯時の入出力電圧 確認	良
HCT CHECK1 [ 規格 ] + 325~+360mV [ 実測値 ]	346.000 mV
Verr CHECK1 [ 規格 ] - 8.3~-8.9 V [ 実測値 ]	-8.816 V
HCT CHECK2 [ 規格 ] - 325~-360mV [ 実測値 ]	-339.000 mV
Verr CHECK2 [ 規格 ] + 8.3~+8.9 V [ 実測値 ]	8.677 V
10. フロントパネル結線 確認試験	判定 <u>良</u>

御注文元 : 高浜4号機 制御棒駆動装置制御盤他点検工事

工事番号 : FHHG55

試験者 : XXXXXXXXXX

電流制御カード (MGA)

日付 [ 14 Feb 2023 ]

K C C J - 0 1 試験成績書

S/N 1104100553

1. 電源回路 試験	判定 <u>良</u>
・電源電圧 確認	良
JP 5-PSC [ 規格 ] + 4.750~+ 5.250V [ 実測値 ] 5.119 V	
TP 8-PSC [ 規格 ] + 9.950~+10.050V [ 実測値 ] 9.991 V	
TP14-PSC [ 規格 ] - 9.950~-10.050V [ 実測値 ] -9.994 V	
TP 7-PSC [ 規格 ] 13.000~ 16.000V [ 実測値 ] 15.194 V	
TP 6-PSC [ 規格 ] -13.000~-16.000V [ 実測値 ] -15.223 V	
・消費電流 確認	良
24VDC消費電流	
[ 規格 ] 0.2A 以下 [ 実測値 ] 0.086 A	
・回路電源監視 機能確認	良
2. FPGAクロック周波数 確認試験	判定 <u>良</u>
TP11-PSC [ 規格 ] 950~1050Hz [ 実測値 ] 988.000 Hz	
3. SG電流基準出力 確認試験	判定 <u>良</u>
4. MG電流基準出力 確認試験	判定 <u>良</u>
5. VREFランプ時間 調整試験	判定 <u>良</u>
6. PWM出力選択機能 確認試験	判定 <u>良</u>
7. SG・MG通減電流監視機能 確認試験	判定 <u>良</u>
8. SG・MG電流制御故障検出機能 確認試験	判定 <u>良</u>
9. 電流制御故障検出機能 確認試験	判定 <u>良</u>
・REG.FAIL点灯時の入出力電圧 確認	良
HGT CHECK1 [ 規格 ] + 325~+360mV [ 実測値 ] 347.000 mV	
Verr CHECK1 [ 規格 ] - 8.3~-8.9 V [ 実測値 ] -8.832 V	
HGT CHECK2 [ 規格 ] - 325~-360mV [ 実測値 ] -341.000 mV	
Verr CHECK2 [ 規格 ] + 8.3~+8.9 V [ 実測値 ] 8.669 V	
10. フロントパネル結線 確認試験	判定 <u>良</u>

御注文元：高浜4号機 制御棒駆動装置制御盤他点検工事

工事番号：FHHG55

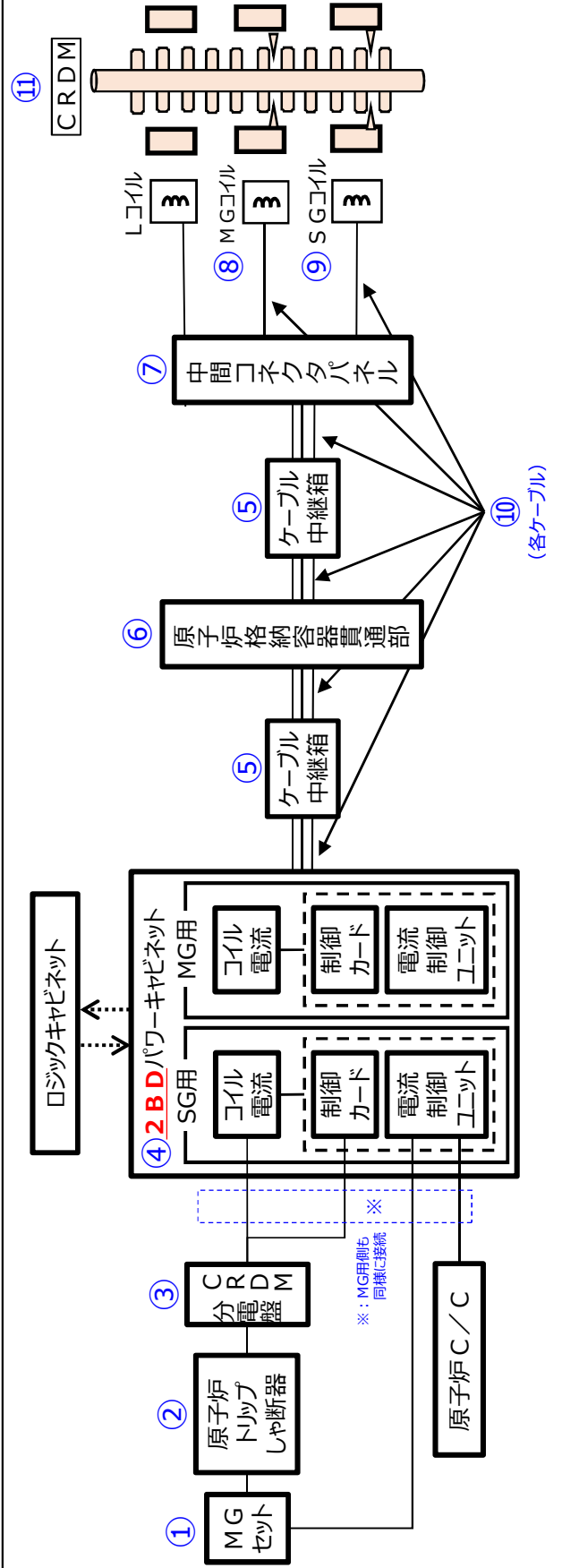
試験者：



## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－④】

【部位：パワーキャビネット（電流制御ユニット－ゲートインターフェイスカード）】

1. 調査内容  
ドロワをメーカー工場に持ち帰り、ゲートインターフェイスカードの詳細調査を実施する。
2. 調査結果  
(1) 評価  
ドロワをメーカー工場に持ち帰り、異常がないことを確認した。  
(2) 判定基準  
メーカー基準  
(3) 点検記録  
点検記録④－④ 参照



試験記録  
TEST RECORD

日付

DATE: 2023-2-17

温度

Room Temp: 22℃

5. ゲートI/Fカード (KGIJ-01) 絶縁抵抗測定 実施日: 2023-2-17

①SGA KGIJ-01カード

対象	条件	部位	絶縁抵抗値	判定基準	結果
KGIJ-01 「HCTFB」TP	耐電圧試験前	入力回路一括 出力一括間	100MΩ以上	5MΩ以上	✓
	耐電圧試験後		100MΩ以上		✓
	耐電圧試験前	出力回路チャン ネル間	100MΩ以上		✓
	耐電圧試験後		100MΩ以上		✓

✓印は良好を示す。

②MGA KGIJ-01カード

対象	条件	部位	絶縁抵抗値	判定基準	結果
KGIJ-01 「HCTFB」TP	耐電圧試験前	入力回路一括 出力一括間	100MΩ以上	5MΩ以上	✓
	耐電圧試験後		100MΩ以上		✓
	耐電圧試験前	出力回路チャン ネル間	100MΩ以上		✓
	耐電圧試験後		100MΩ以上		✓

✓印は良好を示す。

6. ゲートI/Fカード (KGIJ-01) 耐電圧試験 実施日: 2023-2-17

①SGA KGIJ-01カード

対象	部位	条件	判定基準	結果
KGIJ-01 「HCTFB」TP	入力回路一括 出力一括間	AC500V1分間	損傷、焼損無きこと	✓
	出力回路チャン ネル間			✓

✓印は良好を示す。

②MGA KGIJ-01カード

対象	部位	条件	判定基準	結果
KGIJ-01 「HCTFB」TP	入力回路一括 出力一括間	AC500V1分間	損傷、焼損無きこと	✓
	出力回路チャン ネル間			✓

✓印は良好を示す。

実施者: XXXXXXXXXX

湿度温度指示計 (06800036)

絶縁抵抗計 (37140096)

使用計測器: 高電圧デジタルボルトメータ (44080005) ※印加電圧確認

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－5】

【部位：パワーキャビネット（電源制御ユニット－コネクタ・カード接栓）】

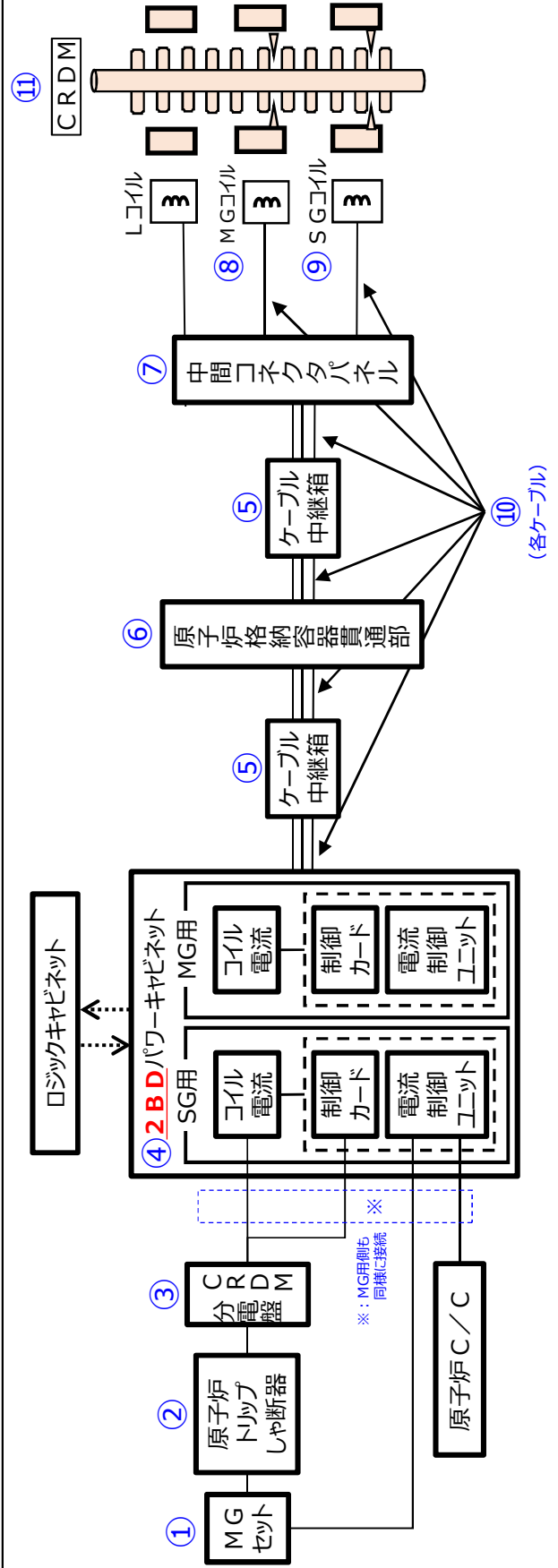
1. 調査内容
 

ドロワを通電状態とし、ユニットに接続しているケーブル(コネクタ)をタッピングして、コイル電流に変動がないことを確認する。  
ドロワを工場に持ち帰り、コネクタ・カード接栓の詳細調査を実施する。
2. 調査結果（異常なし）
  - (1) 評価
 

ケーブル（コネクタ）をタッピングしたがコイル電流に変動はなく、異常がないことを確認した。  
ドロワをメーカー工場に持ち帰り、異常がないことを確認した。
  - (2) 判定基準
 

コイル電流の変動がないこと  
CRDM重故障警報が発生しないこと
  - (3) 点検記録
 

点検記録④－5 参照



関電	品管	作資
[Redacted]		

# 試験記録

記録2

三浦信幸

日付: 2023/2/16

TEST RECORD

室温 26℃

## 1. パワーキャビネット2BD コイル電流変動有無確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)電流制御ユニットの制御電源CP、電流制御カード電源CP、三相主電源を「入」とした状態で、盤内ケーブル(コネクタ)、端子台、NFB等をタッピングしてコイル電流の変動有無およびCRDM重故障警報の発生有無を確認する。

・判定基準: 変動有無が無いこと。  
: CRDM重故障警報が発生しないこと。

対象		タッピングによるコイル電流変動有無	CRDM重故障警報の発生有無	コイル電流変動又はCRDM重故障警報が発生した場合は、タッピング部位を記載
2BD KCFJ-01	HCT1	無	無	—
	HCT2			
	HCT3			
	HCT4			

・判定基準: 変動有無が無いこと。  
CRDM重故障警報が発生しないこと。

確認者: [Redacted]  
使用計量器: オムニエース (11952265)

試験記録  
TEST RECORD

日付

DATE: 2023-2-12~14

温度

Room Temp: 22 ℃

工場調査

(1) SGA電流制御ユニット

⑥ホールCT 実施日: 2023-2-13

入力 (A)	出力 (V)				判定基準	結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4		
0.0	-0.020	-0.005	-0.015	-0.017	-0.04V~0.04V	⊂
4.4	1.722	1.734	1.727	1.727	1.72V~1.80V	⊂
8.0	3.161	3.169	3.164	3.162	3.16~3.24V	⊂

⊂印は良好を示す。

試験者: [Redacted]

使用計測器: デジタルマルチメータ (46011836)  
デジタルマルチメータ (46011320) ※電流値確認

⑥電流フィードバックカードおよび電流制御カード 実施日: 2023-2-14

対象	結果	参照ページ
電流フィードバックカード (KCFJ-01)	⊂	P. 12
電流制御カード (KCCJ-01)	⊂	P. 13

⊂印は良好を示す。

確認者: [Redacted]

⑦コネクタ・カード接柱 実施日: 2023-2-12

タッピング箇所	出力 (V)				結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4	
三相主電源コネクタ (J2)	1.718	1.732	1.720	1.725	⊂
制御電源コネクタ (J3)	1.719	1.731	1.723	1.725	⊂
コイルコネクタ (J1)	1.720	1.731	1.723	1.726	⊂
カードフレーム (SL1)	1.720	1.732	1.722	1.725	⊂
カードフレーム (SL2)	1.720	1.732	1.722	1.725	⊂
カードフレーム (SL3)	1.720	1.732	1.722	1.725	⊂
ホールCT (CT1)	1.720	1.733	1.720	1.727	⊂
ホールCT (CT2)	1.720	1.733	1.720	1.727	⊂
ホールCT (CT3)	1.720	1.733	1.720	1.727	⊂
ホールCT (CT4)	1.720	1.733	1.720	1.727	⊂

⊂印は良好を示す。

試験者: [Redacted]

使用計測器: オムニエースⅢ (52010639)

試験記録  
TEST RECORD

日付

DATE: 2023-2-12~14

温度

Room Temp: 22 ℃

工場調査

(2) MGA電流制御ユニット

⑤ホールCT 実施日: 2023-2-13

入力 (A)	出力 (V)				判定基準	結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4		
00	-0.006	-0.005	-0.017	-0.004	-0.04V~0.04V	レ
4.4	1.738	1.741	1.725	1.750	1.72V~1.80V	レ
8.0	3.172	3.169	3.162	3.192	3.16~3.24V	レ

試験者: [Redacted]

使用計測器: デジタルマルチメータ (46011836)  
デジタルマルチメータ (46011320) ※電流値確認

⑥電流フィードバックカードおよび電流制御カード 実施日: 2023-2-14

対象	結果	参照ページ
電流フィードバックカード (KCFJ-01)	レ	P. 81
電流制御カード (KCCJ-01)	レ	P. 82

レ印は良好を示す。

確認者: [Redacted]

⑦コネクタ・カード接栓 実施日: 2023-2-12

タッピング箇所	出力 (V)				結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4	
三相主電源コネクタ (J2)	1.727	1.727	1.706	1.738	レ
制御電源コネクタ (J3)	1.727	1.727	1.706	1.738	レ
コイルコネクタ (J1)	1.727	1.727	1.706	1.738	レ
カードフレーム (SL1)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
カードフレーム (SL2)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
カードフレーム (SL3)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
ホールCT (CT1)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
ホールCT (CT2)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
ホールCT (CT3)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
ホールCT (CT4)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ

レ印は良好を示す。

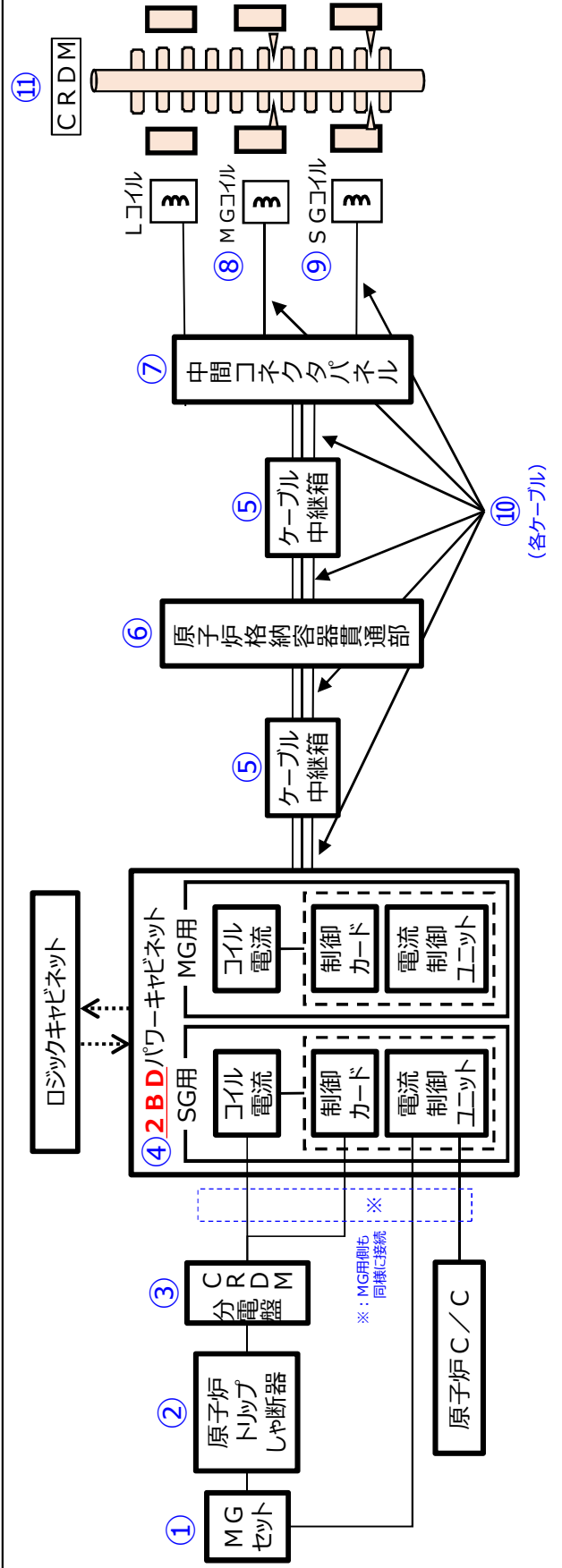
試験者: [Redacted]

使用計測器: オムニエースⅢ (52010639)

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－⑥】

【部位：パワーキャビネット（構成部品－アルミ電解コンデンサ）】

1. 調査内容
  - 外観確認を実施し、損傷・焼損がないことを確認する。
  - アルミ電解コンデンサの静電容量を測定し、異常がないことを確認する。
2. 調査結果（異常なし）
  - (1) 評価
    - 外観確認を実施し、損傷・焼損、異音、異臭がないことを確認した。
    - 静電容量を測定し、判定基準を満足していることを確認した。
  - (2) 判定基準
    - 外観確認：損傷・焼損、異音、異臭がないこと
    - 静電容量：参考値5600 $\mu$ F相当であること
  - (3) 点検記録
    - 点検記録④－⑥ 参照





# 試験記録

記録1

日付：2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 1. 盤内点検

判定：良

- ・パワーキャビネット2BDの目視確認を行い、盤内部品(主電源トランス(SG, MG, LIFT)、サージアブソーバ(主回路)、端子台(配線)含む)に損傷、焼損が無いことを目視にて確認する。

対象	目視点検結果
パワーキャビネット2BD	異常なし

- ・判定基準：  
盤内に損傷・焼損が無いこと。

### 2. ユニット内点検

- ・パワーキャビネット2BDの電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを確認する。

- ・判定基準：  
ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

	対象	目視点検結果	備考
2BD	SG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	SG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	SG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	MG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	LIFT 電流制御ユニット1	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット2	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット3	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット4	異常なし	※2

※1: 電流制御カード(KCCJ-01)、電流フィードバックカード(KCFJ-01)、ゲートインターフェースカード(KGIJ-01)、カード接栓の点検含む

※2: コネクタ、アルミ電解コンデンサ、サージアブソーバ(電流制御ユニット)、パワー素子(IGBT)、HCT素子(HCT)、ダイオードヒューズの点検含む

確認者:   
使用計量器: 



関電	品管	作責
----	----	----

# 試験記録

記録1

日付: 2023/2/6

TEST RECORD

室温 26 °C

外観確認

パワーキャビネット2BD

	点検項目	要領	結果(不良部位を詳細に)
1	端子台の破損	目視	良好
2	内外部配線の線番の欠落、焼け、焦げなどの異常	目視	良好
3	ユニット取付部品(トランス、抵抗、リレー、IGBT等)の焼け、焦げなどの異常	目視	
4	盤内配線の接触	目視	良好
5	プリント基板の挿入不良	目視	良好
6	プリント基板および部品の焼け、焦げなどの異常	目視	
7	端子台のネジの紛失	目視	良好
8	その他(ランプ、コネクタ)	目視	良好
9	ヒューズの装着状態	目視	良好
10	2本入線箇所端子台、圧着端子の絶縁管位置が揃っていること、および端子穴が見えないこと。	目視	良好
11	ほこり、ゴミの侵入	目視	良好
12	異音、異臭の有無	目視	良好

※サーモグラフによる温度測定の結果、異常な温度上昇がないことを確認した。

確認者:

使用計量器:

# 試験記録

TEST RECORD

日付  
DATE 2023.2.10

室温  
Room Temp. 26 °C

記録 1

## 1. 1 外観確認

判定: 良

試験要領: 電流制御ユニット外観の異常の有無を確認する。

判定基準: 外観に凹み、破損の無いこと。  
配線状態に異常がないこと。  
水滴痕がないこと。

作責	品管	関電

対象	結果
SGA 電流制御ユニット	✓
MGA 電流制御ユニット	✓
予備 SG 電流制御ユニット	✓
予備 MG 電流制御ユニット	✓

結果欄のシ点は良好を示す。

試験者: XXXXXXXXXX

## 1. 2 電解コンデンサ単体確認

試験要領: 電流制御ユニット内に搭載されている電解コンデンサの静電容量を計測する。

判定基準: 5600 μF 相当であること。(参考値)

対象	基準値	測定値
SGA 電流制御ユニット	5600 μF	5540 μF
MGA 電流制御ユニット		5530 μF
予備 SG 電流制御ユニット		5284 μF
予備 MG 電流制御ユニット		5278 μF

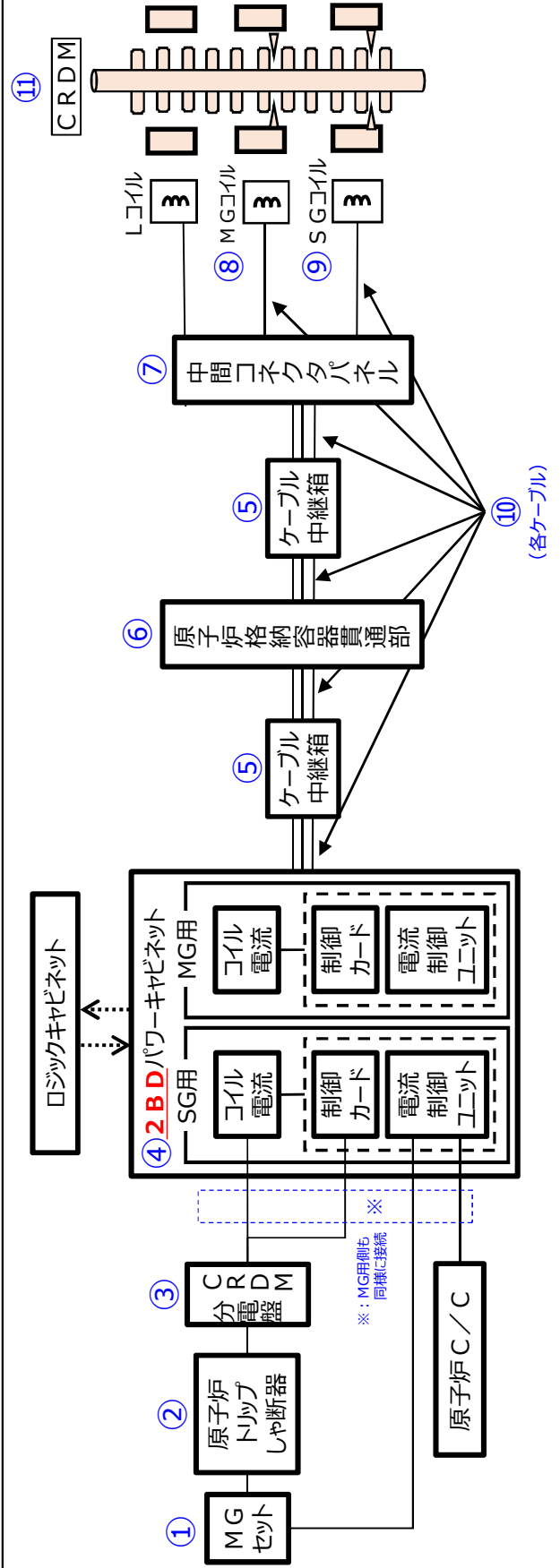
試験者: XXXXXXXXXX

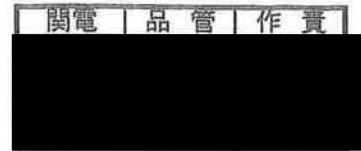
使用計測器: LCR1-9 35020018

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－⑦】

【部位：パワーキャビネット（構成部品－サージアブソーバ）】

1. 調査内容  
 外観確認を実施し、異常がないことを確認する。  
 サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり異常がないことを確認する。
2. 調査結果（異常なし）  
 (1) 評価  
 外観確認を実施し、異常がないことを確認した。また、異音、異臭がないことを確認した。  
 サージアブソーバのバリスタ電圧を測定し、定格値内であり異常がないことを確認した。  
 バリスタ電圧：389～449V（最小値～最大値）  
 (2) 判定基準  
 外観確認：損傷、焼損、異音、異臭がないこと  
 バリスタ電圧測定：定格値内であること（ $430V \pm 10\%$ （387～473V））  
 (3) 点検記録④－⑦ 参照  
 点検記録④－⑦ 参照





# 試験記録

記録1

日付：2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 1. 盤内点検

判定：良

- ・パワーキャビネット2BDの目視確認を行い、盤内部品(主電源トランス(SG, MG, LIFT)、サージアブソーバ(主回路)、端子台(配線)含む)に損傷、焼損が無いことを目視にて確認する。

対象	目視点検結果
パワーキャビネット2BD	異常なし

- ・判定基準：  
盤内に損傷・焼損が無いこと。

### 2. ユニット内点検

- ・パワーキャビネット2BDの電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを確認する。

- ・判定基準：  
ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

	対象	目視点検結果	備考
2BD	SG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	SG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	SG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	MG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	LIFT 電流制御ユニット1	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット2	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット3	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット4	異常なし	※2

※1: 電流制御カード(KCCJ-01)、電流フィードバックカード(KCFJ-01)、ゲートインターフェースカード(KGIJ-01)、カード接栓の点検含む

※2: コネクタ、アルミ電解コンデンサ、サージアブソーバ(電流制御ユニット)、パワー素子(IGBT)、HCT素子(HCT)、ダイオードヒューズの点検含む

確認者:   
使用計量器: 

## 試験記録

関電	品管	作責
----	----	----

記録1

日付: 2023/2/6

TEST RECORD

室温 26 °C

## 外観確認

## パワーキャビネット2BD

	点検項目	要領	結果(不良部位を詳細に)
1	端子台の破損	目視	良好
2	内外部配線の線番の欠落、焼け、焦げなどの異常	目視	良好
3	ユニット取付部品(トランス、抵抗、リレー、IGBT等)の焼け、焦げなどの異常	目視	
4	盤内配線の接触	目視	良好
5	プリント基板の挿入不良	目視	良好
6	プリント基板および部品の焼け、焦げなどの異常	目視	
7	端子台のネジの紛失	目視	良好
8	その他(ランプ、コネクタ)	目視	良好
9	ヒューズの装着状態	目視	良好
10	2本入線箇所端子台、圧着端子の絶縁管位置が揃っていること、および端子穴が見えないこと。	目視	良好
11	ほこり、ゴミの侵入	目視	良好
12	異音、異臭の有無	目視	良好

※サーモグラフによる温度測定の結果、異常な温度上昇がないことを確認した。

確認者:

使用計量器:

# 試験記録

記録2

関電	品管	作責
[Redacted]		

日付：2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 3. サージアブソーバのバリスタ電圧測定

・2BDの盤内および電流制御ユニット内のサージアブソーバについて、両端のケーブル解線のちサージアブソーバ単体のバリスタ電圧測定を実施する。測定後は解線したケーブルを復旧する。

サージアブソーバ名称	印加電流	1mA	
		測定値(V)	
		正極性	負極性
三相電源用	SP1	350	352
	SP2	372	374
	SP3	353	353
	SP4	344	344
	SP5	344	344
	SP6	356	357
	SP7	350	351
	SP8	347	348
	SP9	351	350
電流制御ユニット	SGA SP1	437	437
	SGB SP1	429	428
	SGC SP1	399	398
	MGA SP1	418	417
	MGB SP1	438	437
	MGC SP1	431	427
	LIFT1 SP1	437	437
	LIFT1 SP2	389	389
LIFT1 SP3	429	425	
LIFT1 SP4	449	449	

・基準値±10%

①三相電源用 360V±10%(324~396V)

②電流制御ユニット 430V±10%(387~473V)

確認者： [Redacted]

使用計量器：動作電圧測定器(3K124UB60003)

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－⑧】

【部位：パワーキャビネット（構成部品－パワー素子）】

### 1. 調査内容

外観確認を実施し、損傷・焼損がないことを確認する。  
 SGA（2BD制御バンクグループ2）電流制御ユニットを盤から引き出しのうえ上部カバーを開放し、ユニット内部の外観確認を実施して、損傷・焼損がないかを確認する。  
 ドロワをメーカー工場に持ち帰り、パワー素子（IGBT）の詳細調査を実施する。

### 2. 調査結果（異常なし）

#### (1) 評価

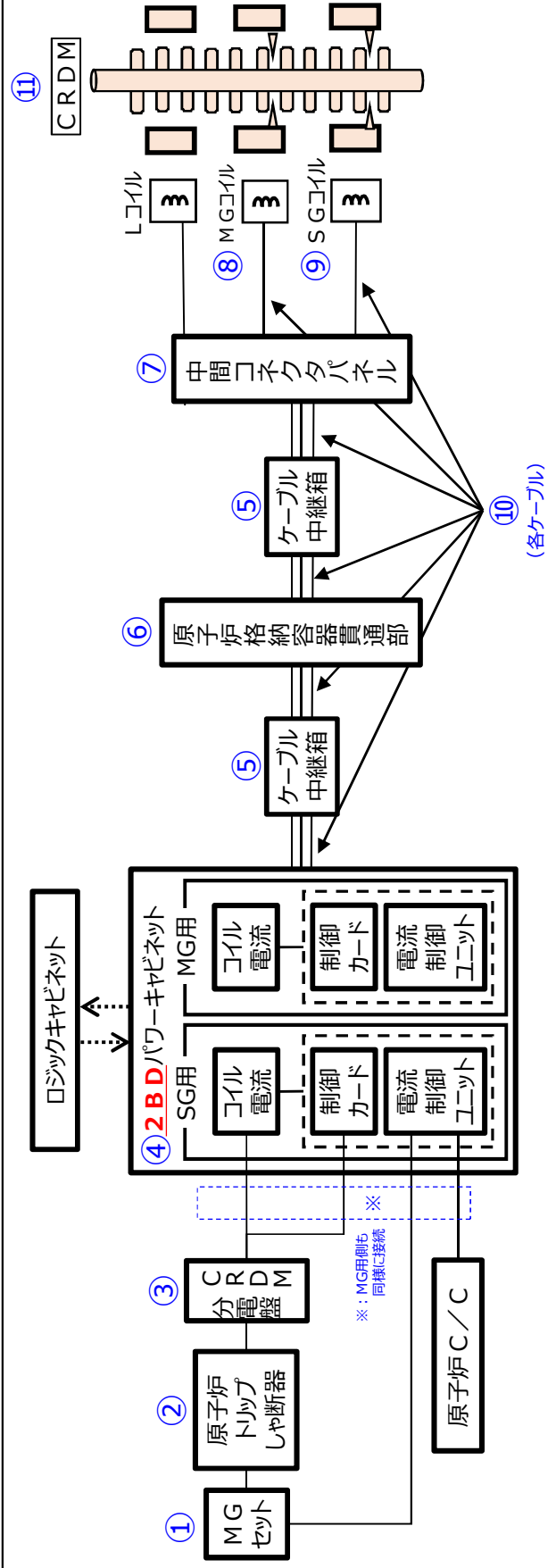
外観確認を実施し、損傷・焼損がないことを確認した。  
 ドロワをメーカー工場に持ち帰り、異常がないことを確認した。

#### (2) 判定基準

外観確認：損傷・焼損がないこと

#### (3) 点検記録

点検記録④－⑧参照





# 試験記録

記録1

日付：2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 1. 盤内点検

判定：良

- ・パワーキャビネット2BDの目視確認を行い、盤内部品(主電源トランス(SG, MG, LIFT)、サージアブソーバ(主回路)、端子台(配線)含む)に損傷、焼損が無いことを目視にて確認する。

対象	目視点検結果
パワーキャビネット2BD	異常なし

- ・判定基準：  
盤内に損傷・焼損が無いこと。

### 2. ユニット内点検

- ・パワーキャビネット2BDの電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを確認する。

- ・判定基準：  
ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

	対象	目視点検結果	備考
2BD	SG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	SG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	SG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	MG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	LIFT 電流制御ユニット1	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット2	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット3	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット4	異常なし	※2

※1: 電流制御カード(KCCJ-01)、電流フィードバックカード(KCFJ-01)、ゲートインターフェースカード(KGIJ-01)、カード接栓の点検含む

※2: コネクタ、アルミ電解コンデンサ、サージアブソーバ(電流制御ユニット)、パワー素子(IGBT)、HCT素子(HCT)、ダイオードヒューズの点検含む

確認者:   
使用計量器: -



室温 Room Temp\_22\_℃

試験記録 TEST RECORD

日付 DATE 2023-2-11\_12

工場調査  
(1) SGA電流制御ユニット

①外觀確認 実施日: 2023-2-11

対象	結果
SGA電流制御ユニット (FABC61-G3110)	レ

試験者: [redacted]  
レ印は良好を示す。

②コイル電流測定 実施日: 2023-2-11

対象	電圧値(A)	HCT(V)	電流値(A)	HCT(V)	電圧値(A)	HCT(V)	電流値(A)	HCT(V)	電圧値(A)	HCT(V)	電流値(A)	全電流
COIL1	0.00		4.43		8.70							8.70
	-0.028	(-0.07)	1.733	(4.93)	3.163	(7.91)						
COIL2	0.00		4.43		8.08							8.08
	-0.015	(-0.04)	1.739	(4.35)	3.170	(7.93)						
COIL3	0.00		4.42		8.07							8.07
	-0.022	(-0.06)	1.727	(4.32)	3.153	(7.88)						
COIL4	0.00		4.43		8.10							8.10
	-0.023	(-0.06)	1.728	(4.32)	3.158	(7.90)						

※( )内は電流換算値(A) HCT電流換算値(A) = HCT (V) × 2.5

【判定基準表】

対象	コイル電流確認 ※参考値		
	電圧値(A)	HCT(V)	電流値(A)
SGA	<0.3	4.2~4.6	7.7~8.3
	<0.12	1.68~1.84	3.08~3.32

試験者: [redacted]

電流電流計 (42022215)

使用計測器: デジタルマルチメータ (46011896)

③IGBT機能確認 実施日: 2023-2-12

対象	IGBT1 耐電圧試験		IGBT2動作		結果	
	電圧値	電流値	電圧値	電流値		
SGA	0.00	1.01	Low (0.001)	Low (1.995)	Low (2.996)	レ

※( )内はVerr電圧値(V)

レ印は良好を示す。

④コイル電流強制ホールド 実施日: 2023-2-12

対象	コイル電流強制ホールドスライスON		コイル電流強制ホールドスライスOFF		結果
	電圧出力	電流出力	電圧出力	電流出力	
SGA	レ	レ	レ	レ	レ

レ印は良好を示す。

試験者: [redacted]

使用計測器: オムニエースIII (52010639)

試験者: [redacted]

使用計測器: オシロスコープ (52200127)

【判定基準表】

対象	IGBT1		IGBT2	
	耐電圧試験	動作	動作	動作
SGA	0.98~1.02	-1V以下時: 常時H (DC24V) -1Vを超えるとき: 常時Low (DC0V)		



## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－⑨】

【部位：パワーキャビネット（構成部品－ホールCT素子）】

### 1. 調査内容

CRDMコイル電流を検出している電流フィードバックカードのテストポイント電圧出力を確認して、異常がないことを確認する。  
ドロワをメーカー工場に持ち帰り、ホールCT素子（HCT）の詳細調査を実施する。

### 2. 調査結果

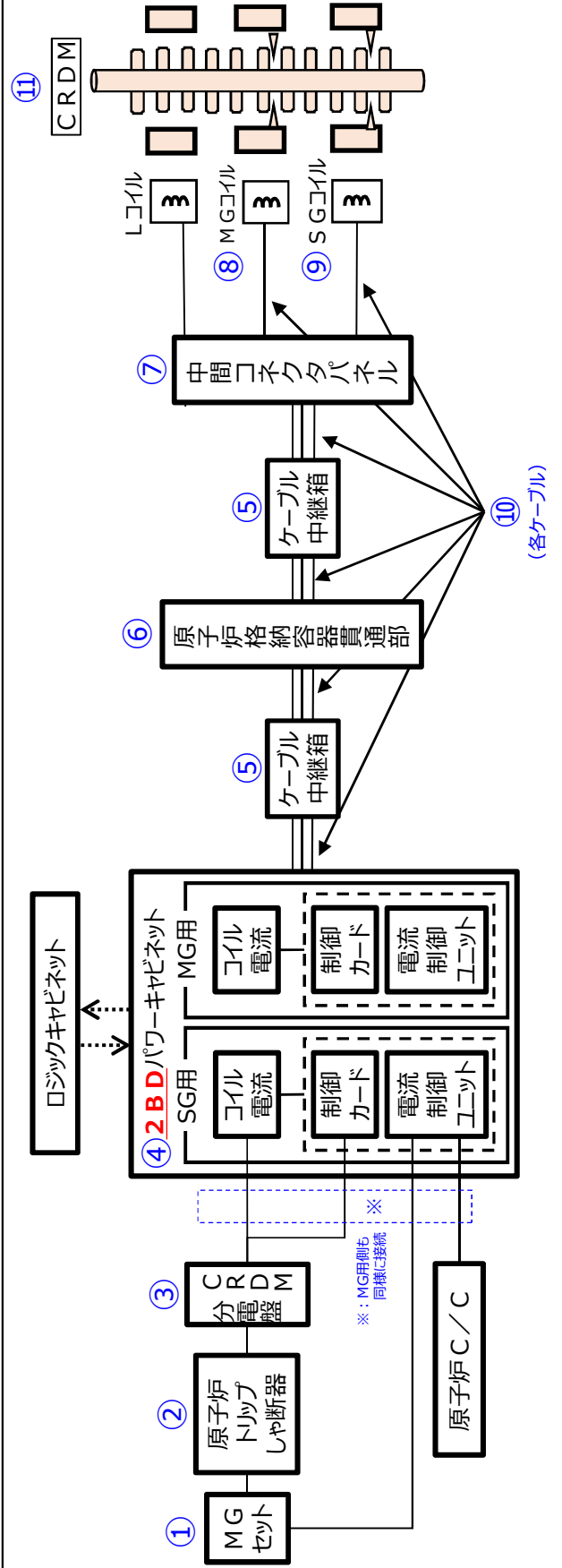
(1) 評価  
テストポイント出力は、判定基準値内であり異常がないことを確認した。  
ドロワをメーカー工場に持ち帰り、異常がないことを確認した。

(2) 判定基準

メーカー基準

(3) 点検記録

点検記録④－⑨ 参照



記録2

閉電品管作業

日付: 2023 / 2 / 4

原子炉トリップ要因調査

6. 模擬コイルによる通電試験

室温: 26 °C

判定: 良

対象: パワーキャビネット2BD SGA (CBB-Gr2)

①コイル電流/HCT電圧確認  
 ・パワーキャビネット端子台より各電流命令を入力し、コイル電流値、HCT出力電圧を確認する。

対象	測定項目	零電流時	判定基準 (参考値)	てい減電流	判定基準 (参考値)	全電流時	判定基準 (参考値)
COIL1	電流値(A)	0.00	<0.3A	4.40	4.20~4.60A(4.40A±0.20A)	8.05	7.70A~8.30A(8.00A±0.30A)
	HCT(V)	-0.039	<0.120V	1.721	1.680~1.840V(1.760V±0.080V)	3.149	3.080V~3.320V(3.200V±0.120V)
	モリタ/T.P(V)		<0.375V		5.250~5.750V(5.500V±0.250V)		9.625V~10.375V(10.000V±0.375V)
	HCT(V)	-0.024	<0.120V	1.739	1.680~1.840V(1.760V±0.080V)	3.166	3.080V~3.320V(3.200V±0.120V)
SG	モリタ/T.P(V)		<0.375V		5.250~5.750V(5.500V±0.250V)		9.625V~10.375V(10.000V±0.375V)
	HCT(V)	-0.033	<0.120V	1.736	1.680~1.840V(1.760V±0.080V)	3.159	3.080V~3.320V(3.200V±0.120V)
	モリタ/T.P(V)		<0.375V		5.250~5.750V(5.500V±0.250V)		9.625V~10.375V(10.000V±0.375V)
	HCT(V)	-0.033	<0.120V	1.723	1.680~1.840V(1.760V±0.080V)	3.149	3.080V~3.320V(3.200V±0.120V)
COIL4	モリタ/T.P(V)		<0.375V		5.250~5.750V(5.500V±0.250V)		9.625V~10.375V(10.000V±0.375V)

測定器具・番号 直流電流計(3P121UB6006)  
 測定器具・番号 デジタルマルチメータ(70-07238)

②IGBT機能確認

対象ドロウ	IGBT1 周波数(kHz)			IGBT2動作			結果
	零電流	てい減電流	全電流	零電流	てい減電流	全電流	
SG	0.00	1.01	1.01	Low	Low	Low	良好
ケル-7A							
ケル-7B							
ケル-7C							

測定器具・番号 デジタルオシロスコープ(3F331UB6021)

③電流立上がり時間確認

対象ドロウ	全→てい減		てい減→零		零→全		全→零	
	立上がり時間(ms)	立上がり時間(ms)	立上がり時間(ms)	立上がり時間(ms)	立上がり時間(ms)	立上がり時間(ms)	立上がり時間(ms)	
SG	9.6		49.6		18.8			
ケル-7A								
ケル-7B								
ケル-7C								

測定器具・番号 オムニエスⅢ(3F315UB6002)

記録2

関電・品管・作業

原子炉トリップ要因調査

原子炉トリップ要因調査

日付: 2023/2/4

6. 模擬コイルによる通電試験

室温 26 °C

判定: 良

対象: パワーキャビネット2BD MGA (CBB-Gr2)

①コイル電流/HCT電圧確認  
 ・パワーキャビネット端子台より各電流命令を入力し、コイル電流値、HCT出力電圧を確認する。

対象	測定項目	零電流時	判定基準 (参考値)	てい減電流	判定基準 (参考値)	全電流時	判定基準 (参考値)
COIL1	電流値(A)	0.00	<0.3A	4.40	4.20~4.60A (4.40A±0.20A)	8.00	7.70A~8.30A (8.00A±0.30A)
	HCT(V)	-0.022	<0.120V	1.725	1.680~1.840V (1.760V±0.080V)	3.153	3.080V~3.320V (3.200V±0.120V)
	モーターT.P(V)		<0.375V		5.250~5.750V (5.500V±0.250V)		9.625V~10.375V (10.000V±0.375V)
	HCT(V)	-0.008	<0.120V	1.726	1.680~1.840V (1.760V±0.080V)	3.145	3.080V~3.320V (3.200V±0.120V)
COIL2	モーターT.P(V)		<0.375V		5.250~5.750V (5.500V±0.250V)		9.625V~10.375V (10.000V±0.375V)
	HCT(V)	-0.032	<0.120V	1.719	1.680~1.840V (1.760V±0.080V)	3.152	3.080V~3.320V (3.200V±0.120V)
	モーターT.P(V)		<0.375V		5.250~5.750V (5.500V±0.250V)		9.625V~10.375V (10.000V±0.375V)
	HCT(V)	-0.012	<0.120V	1.738	1.680~1.840V (1.760V±0.080V)	3.169	3.080V~3.320V (3.200V±0.120V)
COIL4	モーターT.P(V)		<0.375V		5.250~5.750V (5.500V±0.250V)		9.625V~10.375V (10.000V±0.375V)

測定器具・番号  
 測定器具・番号

直流電流計 (3D210860006)  
 デジタルマルチメータ (70-02238)

②IGBT機能確認

対象ドロウ	IGBT1 周波数(kHz)		IGBT2動作		結果
	零電流	てい減電流	零電流	てい減電流	
MG	0.00	0.99	Low	Low	良好
グルーパA					
グルーパB					
グルーパC					

測定器具・番号 デジタルオシロスコープ (3F3310860021)

対象	IGBT1 周波数(kHz)	IGBT2 動作
SG/MG/LIFT	てい減/全電流時: 0.98~1.02	てい減/全電流時: 常時Low
	零電流時: 0(HHで一定)	零電流時: 常時Lowまたは常時Hi Verrが -1V以下の時: 常時Hi (24V) -1Vを超える時: 常時Low (0V)

③電流立上がり時間確認

対象ドロウ	全→てい減 立上がり時間(ms)	てい減→零 立上がり時間(ms)	零→全 立上がり時間(ms)	全→零 立上がり時間(ms)
MG	9.5	4.9.8	19.0	
グルーパA				
グルーパB				
グルーパC				

測定器具・番号

オムニメータ (3F315UB60002)

電流立上がり時間	状態	SG	MG	LIFT
全→てい減	全→てい減	20ms以下	35ms以下	35ms以下
てい減→零	てい減→零	—	—	28ms以下
零→全	零→全	45~55ms (50±5ms)	45~55ms (50±5ms)	41~51ms (46±5ms)
全→零	全→零	35ms以下	76ms以下	—

試験記録

TEST RECORD

日付

DATE : 2023-2-12~14

温度

Room Temp : 22 ℃

工場調査

(1) SGA電流制御ユニット

⑥ホールCT 実施日：2023-2-13

入力 (A)	出力 (V)				判定基準	結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4		
0.0	-0.020	-0.005	-0.015	-0.017	-0.04V~0.04V	⊂
4.4	1.722	1.734	1.727	1.727	1.72V~1.80V	⊂
8.0	3.161	3.169	3.164	3.162	3.16~3.24V	⊂

⊂印は良好を示す。

試験者

使用計測器： デジタルマルチメータ (46011836)  
デジタルマルチメータ (46011320) ※電流値確認

⑥電流フィードバックカードおよび電流制御カード 実施日：2023-2-14

対象	結果	参照ページ
電流フィードバックカード (KCFJ-01)	⊂	P. 12
電流制御カード (KCCJ-01)	⊂	P. 13

⊂印は良好を示す。

確認者

⑦コネクタ・カード接柱 実施日：2023-2-12

タッピング箇所	出力 (V)				結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4	
三相主電源コネクタ (J2)	1.718	1.732	1.720	1.725	⊂
制御電源コネクタ (J3)	1.719	1.731	1.723	1.725	⊂
コイルコネクタ (J1)	1.720	1.731	1.723	1.726	⊂
カードフレーム (SL1)	1.720	1.732	1.722	1.725	⊂
カードフレーム (SL2)	1.720	1.732	1.722	1.725	⊂
カードフレーム (SL3)	1.720	1.732	1.722	1.725	⊂
ホールCT (CT1)	1.720	1.733	1.720	1.727	⊂
ホールCT (CT2)	1.720	1.733	1.720	1.727	⊂
ホールCT (CT3)	1.720	1.733	1.720	1.727	⊂
ホールCT (CT4)	1.720	1.733	1.720	1.727	⊂

⊂印は良好を示す。

試験者

使用計測器： オムニエースⅢ (52010639)

試験記録  
TEST RECORD

日付

DATE: 2023-2-12~14

温度

Room Temp: 22 ℃

工場調査

(2) MGA電流制御ユニット

⑤ホールCT 実施日: 2023-2-13

入力 (A)	出力 (V)				判定基準	結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4		
00	-0.006	-0.005	-0.017	-0.004	-0.04V~0.04V	レ
4.4	1.738	1.741	1.725	1.750	1.72V~1.80V	レ
8.0	3.172	3.169	3.162	3.192	3.16~3.24V	レ

試験者: [Redacted]

使用計測器: デジタルマルチメータ (46011836)  
デジタルマルチメータ (46011320) ※電流値確認

⑥電流フィードバックカードおよび電流制御カード 実施日: 2023-2-14

対象	結果	参照ページ
電流フィードバックカード (KCFJ-01)	レ	P. 81
電流制御カード (KCCJ-01)	レ	P. 82

レ印は良好を示す。

確認者: [Redacted]

⑦コネクタ・カード接栓 実施日: 2023-2-12

タッピング箇所	出力 (V)				結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4	
三相主電源コネクタ (J2)	1.727	1.727	1.706	1.738	レ
制御電源コネクタ (J3)	1.727	1.727	1.706	1.738	レ
コイルコネクタ (J1)	1.727	1.727	1.706	1.738	レ
カードフレーム (SL1)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
カードフレーム (SL2)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
カードフレーム (SL3)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
ホールCT (CT1)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
ホールCT (CT2)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
ホールCT (CT3)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ
ホールCT (CT4)	1.727	1.727	1.706	1.736	レ

レ印は良好を示す。

試験者: [Redacted]

使用計測器: オムニエースⅢ (52010639)

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－10】

【部位：パワーキャビネット（構成部品－ダイオード・ヒューズ）】

### 1. 調査内容

SGA（2BD制御バンクBグループ2）電流制御ユニットを盤から引き出しのうえ上部カバーを開放し、ユニット内部の外観確認を実施して、損傷・焼損がないかを確認する。  
 ドロワをメーカー工場に持ち帰り、ダイオード・ヒューズの詳細調査を実施する。

### 2. 調査結果（異常なし）

#### （1）評価

外観確認を実施し、損傷・焼損がないことを確認した。

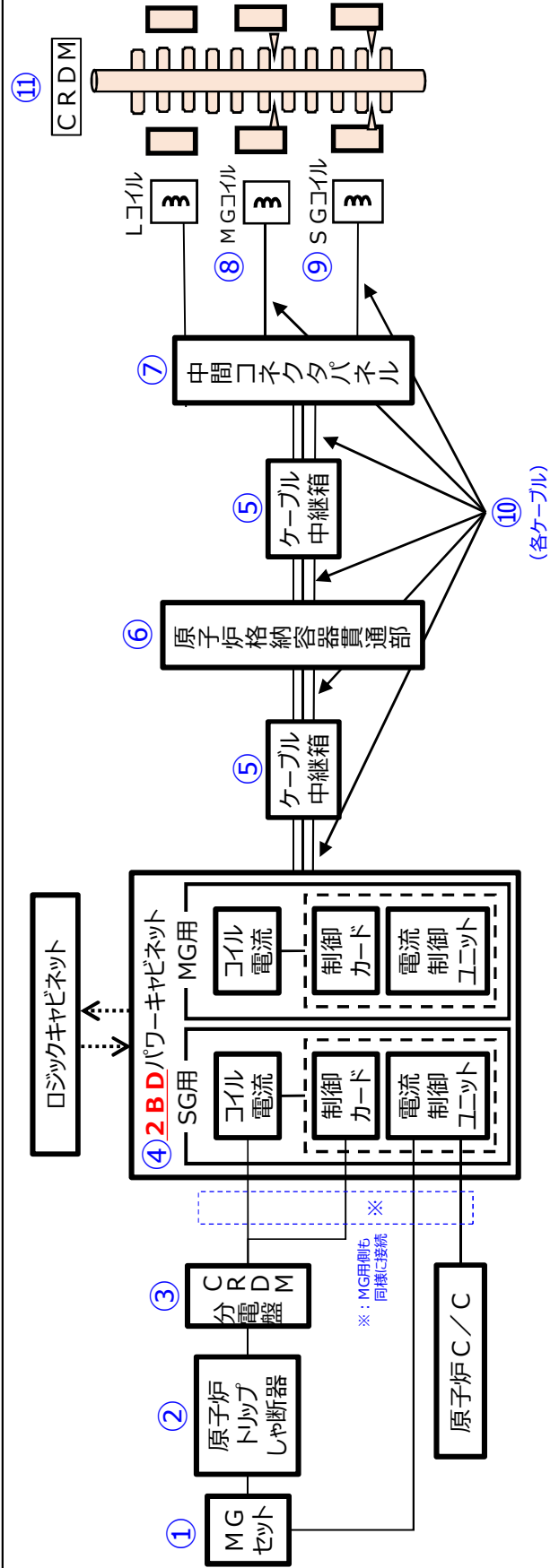
ドロワをメーカー工場に持ち帰り、異常がないことを確認した。

#### （2）判定基準

外観確認：損傷・焼損がないこと

#### （3）点検記録

点検記録④－10参照





関電	品管	作責
[Redacted]		

# 試験記録

記録1

日付: 2023-2-2

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査

### 1. CRDM分電盤 NFB状態確認

・CRDM分電盤2BD用NFBの状態を目視にて確認し、投入状態(NFB「入」)であることを確認する。

対象	状態	
2BD	SG	入
	MG	入
	LIFT	入

・判定基準: NFBが「入」状態であること。

### 2. パワーキャビネット2BD 三相電源NFB状態確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)三相電源NFBの状態を目視にて確認し、投入状態(NFB「入」)であることを確認する。

対象	状態
2BD	NF1 (SGA用) 入

・判定基準: NFBが「入」状態であること。

### 3. パワーキャビネット2BD 電流制御ユニット目視確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)電流制御ユニットの三相主電源NFB、電流制御カード電源CP、制御電源CPを「断」とした後、電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを目視にて確認する。

対象	目視点検結果
2BD	SG 電流制御ユニットA 異常なし

・判定基準: ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

### 4. パワーキャビネット2BD コイル電流変動有無確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)電流制御ユニットの制御電源CP、電流制御カード電源CP、三相主電源を「入」とした状態で、盤内ケーブル(コネクタ)、端子台、NFB等をタッピングしてコイル電流の変動有無およびCRDM重故障警報の発生有無を確認する。

対象	タッピングによるコイル電流変動有無	CRDM重故障警報の発生有無	コイル電流変動又はCRDM重故障警報が発生した場合は、タッピング部位を記載
2BD KCFJ-01	HCT1	なし	-
	HCT2		
	HCT3		
	HCT4		

・判定基準: 変動有無が無いこと。

CRDM重故障警報が発生しないこと。

### 5. パワーキャビネット2BD コイルケーブル端子台緩み確認

・コイルケーブル端子台のケーブル接続部について、接続状態の異常の有無を触手・目視にて確認する。

対象	端子台番号	線番号	ロッド番号	緩み有無
2BD SGA	TB103-1	CR72D1	D-6	なし
	TB103-2	CR72D2		
	TB103-3	CR72E1	F-12	なし
	TB103-4	CR72E2		
	TB103-5	CR72F1	M-10	なし
	TB103-6	CR72F2		
	TB103-7	CR72B1	K-4	なし
	TB103-8	CR72B2		

・判定基準: 異常のないこと。

確認者: [Redacted]  
使用計量器: 株式会社 3F31SUB60002



# 試験記録

記録1

日付：2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

## 原子炉トリップ要因調査(停電中)

### 1. 盤内点検

判定：良

- ・パワーキャビネット2BDの目視確認を行い、盤内部品(主電源トランス(SG, MG, LIFT)、サージアブソーバ(主回路)、端子台(配線)含む)に損傷、焼損が無いことを目視にて確認する。

対象	目視点検結果
パワーキャビネット2BD	異常なし

- ・判定基準：  
盤内に損傷・焼損が無いこと。

### 2. ユニット内点検

- ・パワーキャビネット2BDの電流制御ユニットを引き出し、ユニット内部に損傷・焼損が無いことを確認する。

- ・判定基準：  
ユニット内部に損傷・焼損が無いこと。

対象	目視点検結果	備考	
2BD	SG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	SG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	SG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットA	異常なし	※1、※2
	MG 電流制御ユニットB	異常なし	※2
	MG 電流制御ユニットC	異常なし	※1、※2
	LIFT 電流制御ユニット1	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット2	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット3	異常なし	※2
	LIFT 電流制御ユニット4	異常なし	※2

※1: 電流制御カード(KCCJ-01)、電流フィードバックカード(KCFJ-01)、ゲートインターフェースカード(KGIJ-01)、カード接栓の点検含む

※2: コネクタ、アルミ電解コンデンサ、サージアブソーバ(電流制御ユニット)、パワー素子(IGBT)、HCT素子(HCT)、ダイオードヒューズの点検含む

確認者:   
使用計量器: -

試験記録  
TEST RECORD

日付

DATE: 2023-2-12-14

温度

Room Temp: 22 °C

工場調査

(1) SGA電流制御ユニット

⑨ダイオード 実施日: 2023-2-14

対象		順方向(V) A→K	逆方向(V) K→A	結果
DM2	D21	0.392	OL	✓
	D22	0.391	OL	✓
DM3	D23	0.392	OL	✓
	D24	0.392	OL	✓
DM4	D25	0.392	OL	✓

✓印は良好を示す。

試験者: [Redacted]

使用計測器: デジタルマルチメータ (46011320)

⑩ヒューズ 実施日: 2023-2-14

対象	測定値(mV)	判定基準(mV)	結果
10Aヒューズ	F1	10.6~12.6 (@DC2A)	✓
	F2		✓
	F3		✓
	F4		✓

✓印は良好を示す。

試験者: [Redacted]

使用計測器: デジタルマルチメータ (46011836)  
デジタルマルチメータ (46011320) ※電流値確認

⑩配線 実施日: 2023-2-12

タッピング箇所	出力 (V)				結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4	
三相主電源コネクタ (J2)	1.720	1.733	1.720	1.728	✓
制御電源コネクタ (J3)	1.720	1.733	1.720	1.728	✓
コイルコネクタ (J1)	1.720	1.733	1.720	1.728	✓
カードフレーム (SL1)	1.717	1.734	1.723	1.727	✓
カードフレーム (SL2)	1.717	1.734	1.723	1.727	✓
カードフレーム (SL3)	1.717	1.734	1.723	1.727	✓
ホールCT (CT1)	1.719	1.733	1.723	1.729	✓
ホールCT (CT2)	1.719	1.733	1.723	1.729	✓
ホールCT (CT3)	1.719	1.733	1.723	1.729	✓
ホールCT (CT4)	1.719	1.733	1.723	1.729	✓

✓印は良好を示す。

試験者: [Redacted]

使用計測器: オムニエースⅢ (52010639)

試験記録  
TEST RECORD

日付

DATE: 2023-2-14

温度

Room Temp: 22 °C

工場調査

(2) MGA電流制御ユニット

⑧ダイオード 実施日: 2023-2-14

対象		順方向(V) A→K	逆方向(V) K→A	結果
DM2	D21	0.391	0.L	✓
	D22	0.391	0.L	✓
DM3	D23	0.391	0.L	✓
	D24	0.391	0.L	✓
DM4	D25	0.391	0.L	✓

✓印は良好を示す。

試験者: [REDACTED]

使用計測器: デジタルマルチメータ (46011320)

⑨ヒューズ 実施日: 2023-2-14

対象	測定値(mV)	判定基準(mV)	結果	
10Aヒューズ	F1	11.86	10.6~12.6 (@DC2A)	✓
	F2	10.97		✓
	F3	11.36		✓
	F4	11.75		✓

✓印は良好を示す。

試験者: [REDACTED]

使用計測器: デジタルマルチメータ (46011836)  
デジタルマルチメータ (46011320) ※電流極確認

⑩配線 実施日: 2023-2-12

タッピング箇所	出力 (V)				結果
	HCT1	HCT2	HCT3	HCT4	
三相主電源コネクタ (J2)	1.727	1.727	1.706	1.738	✓
制御電源コネクタ (J3)	1.727	1.727	1.706	1.738	✓
コイルコネクタ (J1)	1.727	1.727	1.706	1.738	✓
カードフレーム (SL1)	1.727	1.727	1.708	1.739	✓
カードフレーム (SL2)	1.727	1.727	1.708	1.739	✓
カードフレーム (SL3)	1.727	1.727	1.708	1.739	✓
ホールCT (CT1)	1.727	1.727	1.706	1.738	✓
ホールCT (CT2)	1.727	1.727	1.706	1.738	✓
ホールCT (CT3)	1.727	1.727	1.706	1.738	✓
ホールCT (CT4)	1.727	1.727	1.706	1.738	✓

✓印は良好を示す。

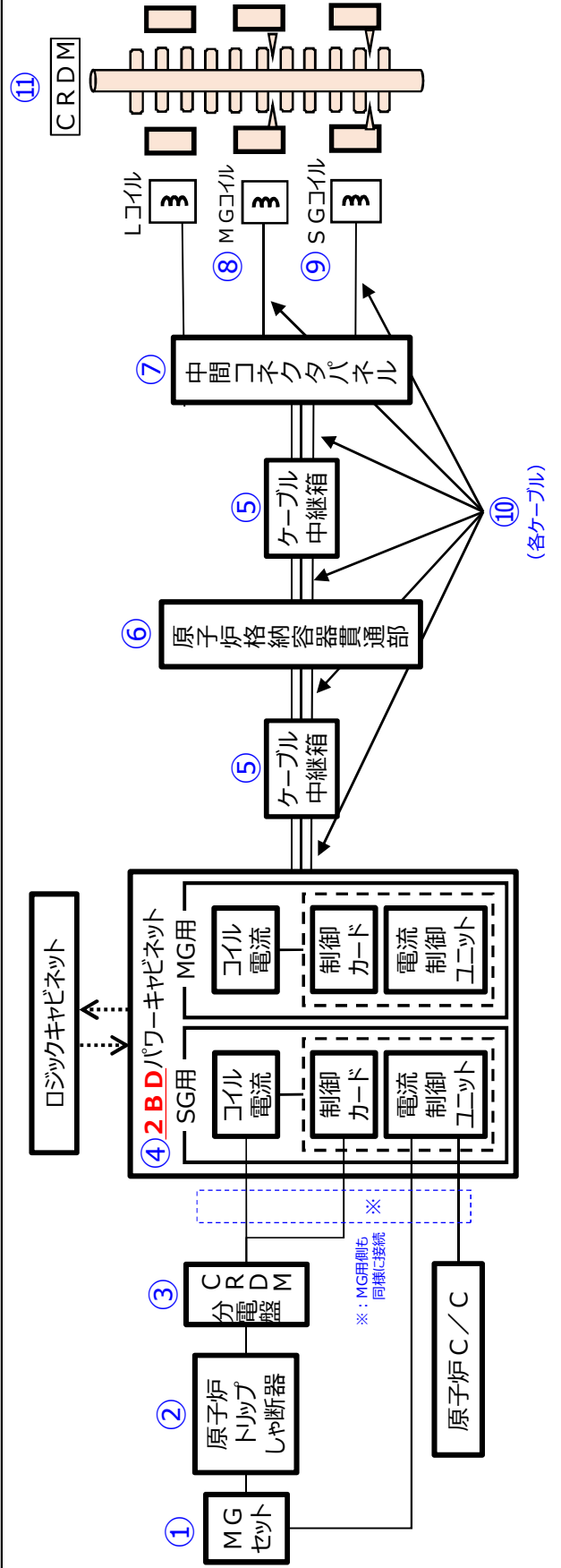
試験者: [REDACTED]

使用計測器: オムニエースⅢ (52010639)

# 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－11】

【部位：パワーキャビネット（制御カード）】

1. 調査内容
  - 制御カードの電源電圧を確認する。  
再現試験時にテストポイント出力に異常がないことを確認する。
2. 調査結果（異常なし）
  - (1) 評価
    - 制御カードの電源電圧を確認し、異常がないことを確認した。  
再現試験時の電圧出力に異常がないことを確認した。
  - (2) 判定基準
    - 電源電圧出力：SG/MGとも24V出力相当
  - (3) 点検記録
    - 点検記録④－11 参照



関電	品管	作責
[Redacted]		

# 試験記録

記録3

日付: 2023/2/3

TEST RECORD

室温 20 °C

## 原子炉トリップ要因調査

### 7) SG電流制御カード電源電圧確認

・SG電流制御カード電源テストポイントの電源電圧を確認する。

対象	確認結果	電流制御カード電源ユニット電圧(V)
SG	✓	24.07
MG	✓	24.08

・判定基準: 24V相当であること。

※レ印は結果良好を示す。

### 8) SGA (CBB-Gr2) 電流制御ユニット電源電圧確認

・SGA (CBB-Gr2) 電流制御ユニットの電源電圧を確認する。

対象	確認結果	電源電圧(V)
SG(主電源)	✓	24.09
SG(補助電源)	✓	24.10
MG(主電源)	✓	24.04
MG(補助電源)	✓	24.05

・判定基準:

24V: -2% ~ +5% (23.52 ~ 25.20V)

※レ印は結果良好を示す。

確認者:

使用計量器: 千分尺IVZw41-9 3G442U1A0131

記録-8

周電 品管 作業

再現性確認チェックシート

日付：2023/2/9

室温 26 °C

原子炉トリップ要因調査

確認対象	確認条件												再現性	実施日
	RCS圧力 (MPa)	RCS流量 (%)	RCS温度 (°C)	トリップ発生時			トリップ発生後			トリップ発生時				
2BD SGA強制ハールド MGA電源断	1回目	2.75	120	60	F-4: 0	D-10: 0	K-12: 0	M-6: 0	M-6: 0	F-12: 0	M-10: 0	K-4: 0	無	2023/2/9 (補1)
	2回目	2.75	120	60	F-4: 0	D-10: 0	K-12: 0	M-6: 0	M-6: 0	F-12: 0	M-10: 0	K-4: 0	無	2023/2/9 (補2)
	3回目	2.75	120	60	F-4: 0	D-10: 0	K-12: 0	M-6: 0	M-6: 0	F-12: 0	M-10: 0	K-4: 0	無	2023/2/9 (補3)

※三相電源断→2分後カード電源断→1分後制御電源断→データを採取(10分間)とし、トリップ事象再発性の有無を確認する。

トレント監視	電流波形	駆動音	確認結果	実施日
2BD GrA	1回目			
228-227-228STEP	2回目			
(CBB Gr2)	3回目			

※電流波形、駆動音が採取できず波形に異常等のないこと。

※接続対象ハターン2

(補1) 記録 8-1 (1/14 ~ 14/14)  
 (補2) 記録 8-2 (1/14 ~ 14/14)  
 (補3) 記録 8-3 (1/14 ~ 14/14)

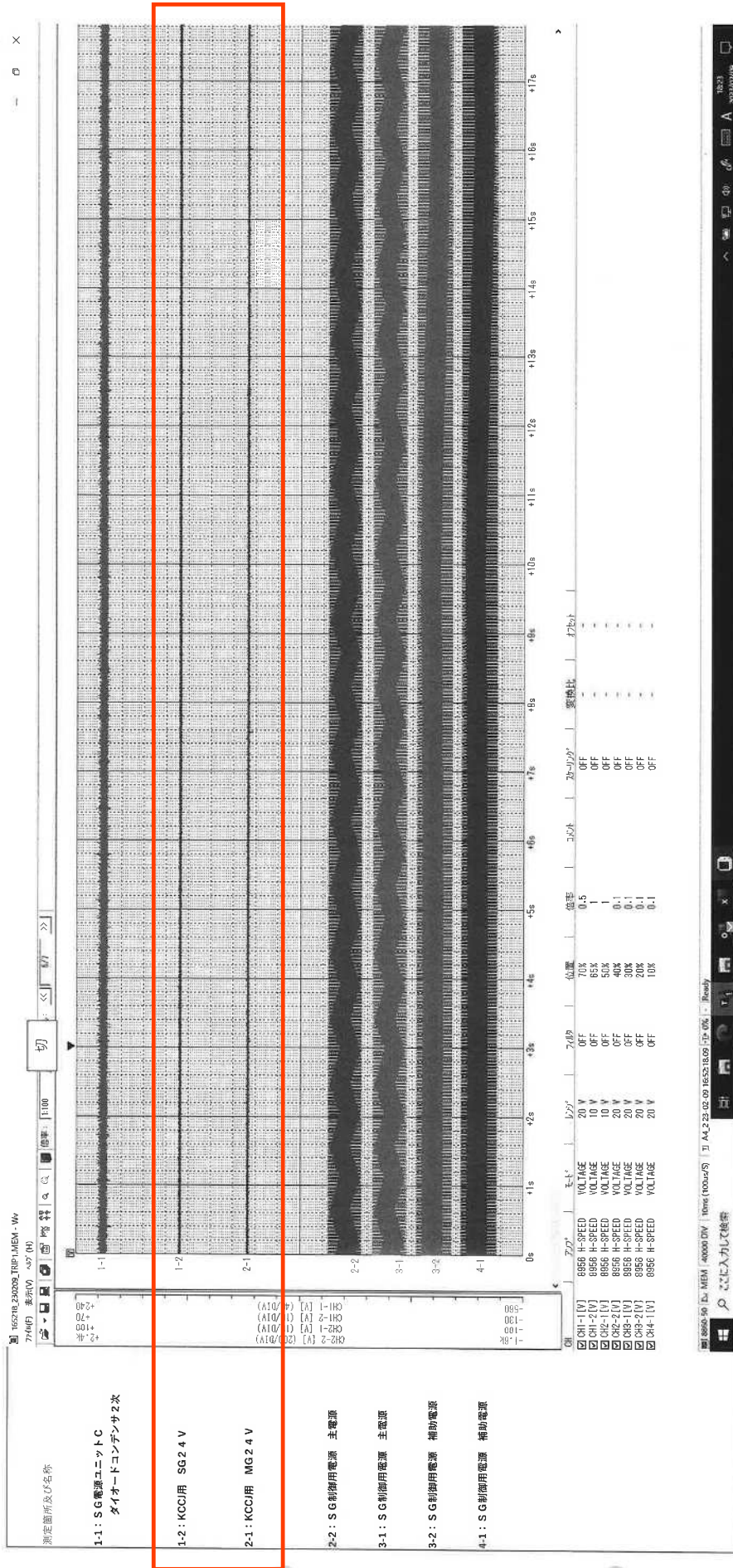
確認者 [ ]  
 使用機器 原子炉 8F315UB60002

記録 8-1(14/4)

(4 / 4)

1 回目

再現確認試験：1/30トリップ再現 (MGA切)  
制御庫位置：全ロット対応位置

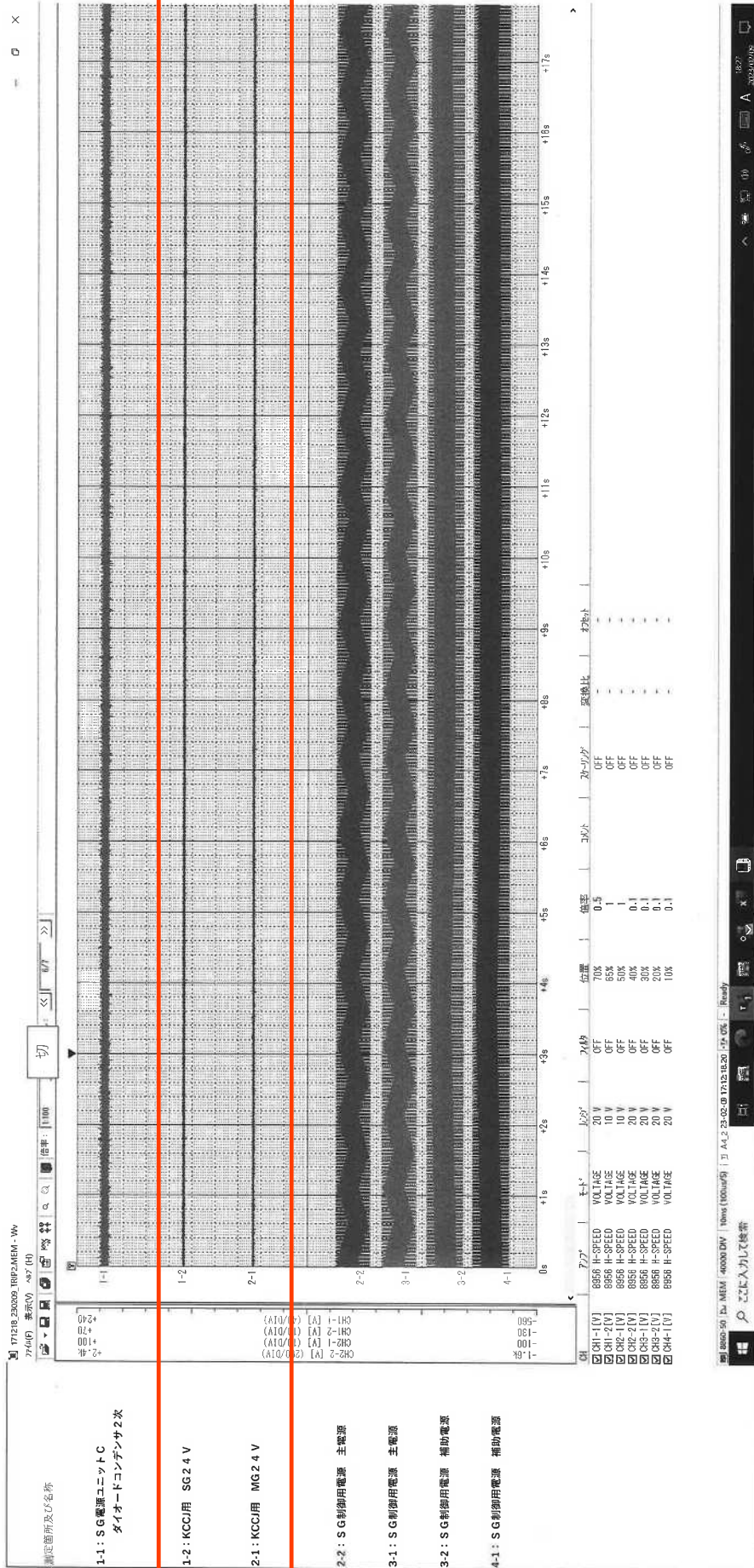




(4/4)

2回目

再取組試験線：1/30トリップ再現 (MGA切)  
制御機位置：全ロット所底位置



記録 8-2 (14/14)

記録 8-3 (14/4)

(4/4)

切

3回目

再検確認試験：1/30トリップ再現 (MGA切)  
 制御機位置：全ロット極低位置

173156\_20009\_TR03MEM.WV

714(F) 表示(V) 97 (15)

測定箇所及び名称

1-1 : SG電源ユニットC  
 ダイオードコンデンサ2次

1-2 : KCC用 SG24V

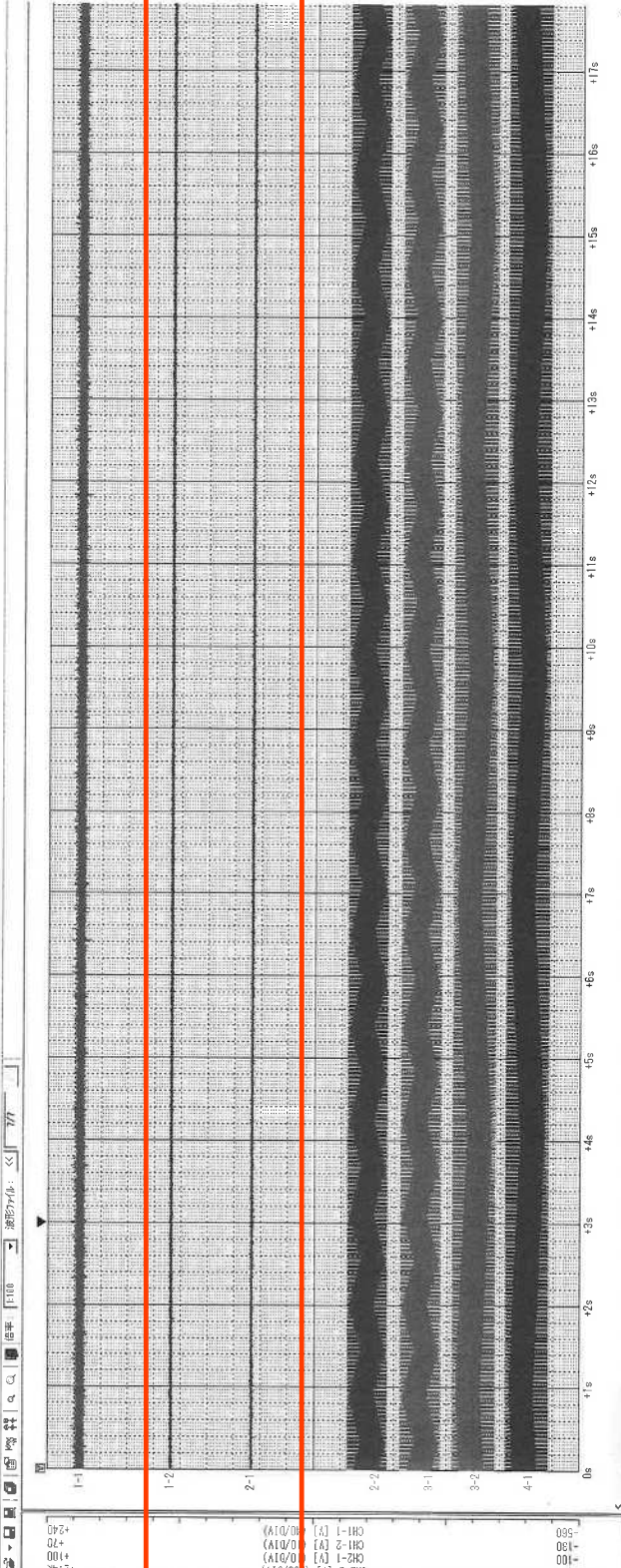
2-1 : KCC用 MG24V

2-2 : SG制御用電源 主電源

3-1 : SG制御用電源 主電源

3-2 : SG制御用電源 補助電源

4-1 : SG制御用電源 補助電源



CH	アンプ	モード	レンジ	スパン	位置	値	変換比
CH1-1[V]	<input checked="" type="checkbox"/>	VOLTAGE	20V	OFF	70%	0.5	OFF
CH2-1[V]	<input checked="" type="checkbox"/>	VOLTAGE	10V	OFF	65%	1	OFF
CH2-2[V]	<input checked="" type="checkbox"/>	VOLTAGE	10V	OFF	40%	0.1	OFF
CH3-1[V]	<input checked="" type="checkbox"/>	VOLTAGE	20V	OFF	30%	0.1	OFF
CH3-2[V]	<input checked="" type="checkbox"/>	VOLTAGE	20V	OFF	20%	0.1	OFF
CH4-1[V]	<input checked="" type="checkbox"/>	VOLTAGE	20V	OFF	10%	0.1	OFF

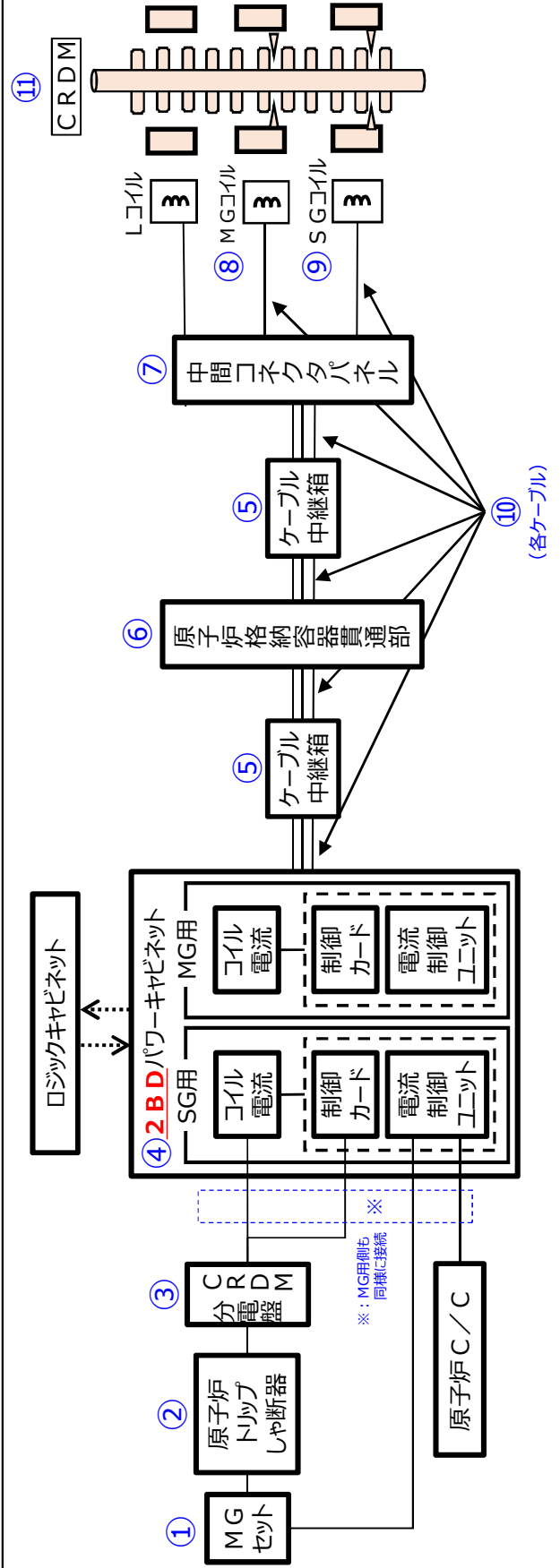
8860.50 MEM 4000.0V 10ms (100x/5) A4.2.22-02-09:17:31:56.71 15P 0% Ready

22に入力後

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－12】

【部位：パワーキャビネット（端子台、配線）】

1. 調査内容  
盤内端子台および配線を触手およびタッピングしながら、コイル電流のフィードバック出力電圧が変動しないことを確認する。
2. 調査結果（異常なし）
  - (1) 評価  
コイル電流のフィードバック信号の出力電圧に変動がなく、異常がないことを確認した。
  - (2) 判定基準  
タッピング時に電圧値の変動がないこと
  - (3) 点検記録  
点検記録④－12 参照



# 試験記録

記録2

関電	品管	作資
[Redacted]		

三浦信太郎

日付: 2023/2/16

TEST RECORD

室温 26℃

## 1. パワーキャビネット2BD コイル電流変動有無確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)電流制御ユニットの制御電源CP、電流制御カード電源CP、三相主電源を「入」とした状態で、盤内ケーブル(コネクタ)、端子台、NFB等をタッピングしてコイル電流の変動有無およびCRDM重故障警報の発生有無を確認する。

・判定基準: 変動有無が無いこと。  
: GRDM重故障警報が発生しないこと。

対象		タッピングによるコイル電流変動有無	CRDM重故障警報の発生有無	コイル電流変動又はCRDM重故障警報が発生した場合は、タッピング部位を記載
2BD KCFJ-01	HCT1	無	無	—
	HCT2			
	HCT3			
	HCT4			

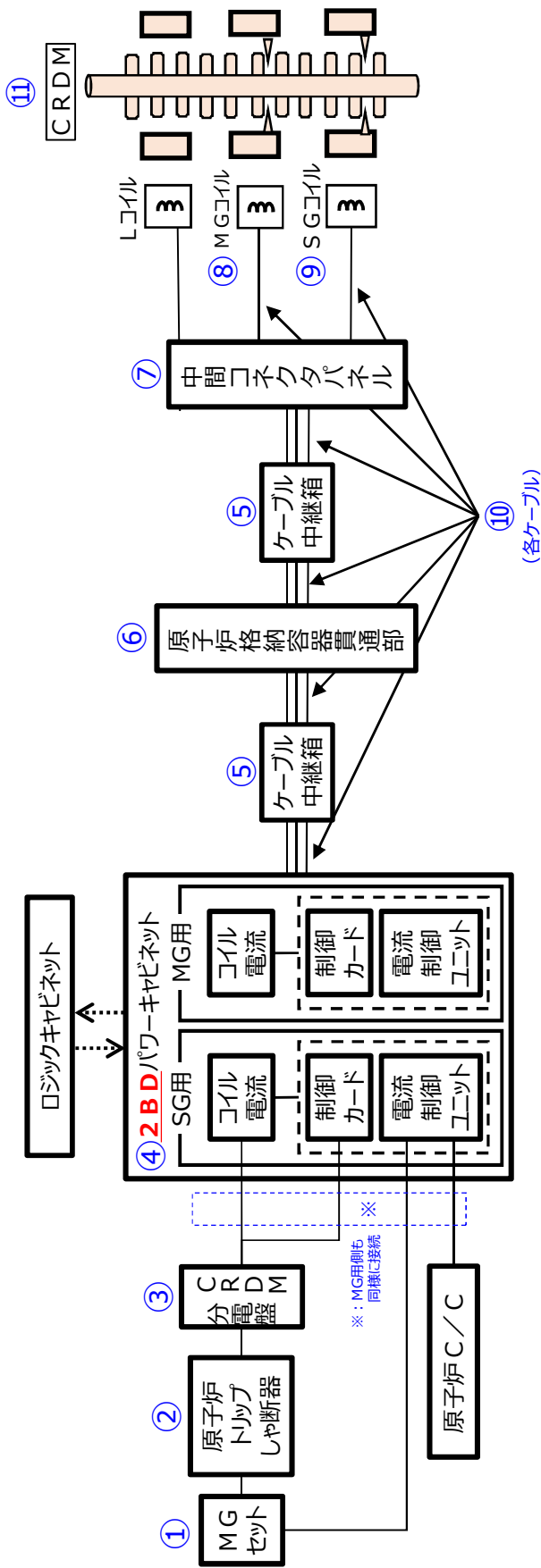
・判定基準: 変動有無が無いこと。  
GRDM重故障警報が発生しないこと。

確認者: [Redacted]  
使用計量器: 株式会社エース (11952265)

# 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－13】

【部位：パワーキャビネット（コモン回路）】

1. 調査内容  
図面上で回路の混触がないことを確認する。  
再現試験時にアース－0V間の電流波形を調査し、異常な電圧変動がないことを確認する。
2. 調査結果（異常なし）  
(1) 評価  
図面上で回路の混触がないことを確認した。  
アース－0V間の波形を確認した結果、異常がないことを確認した。  
(2) 判定基準  
図面上で回路の混触がないこと  
波形に異常がないこと。  
(3) 点検記録  
点検記録④－13参照



関電 品管 作責

# 試験記録

記録1

日付: 2023/2/7

TEST RECORD

室温 26 °C

コモンラインの配線確認

判定: 良

電源装置点検記録

確認項目	結果		備考
	制御電源ユニット (SG用)	制御電源ユニット (MG/LIFT用)	
コモンラインの配線が図面通り接続されており、導通があることを確認する。	✓	✓	

結果欄の✓は図面通り接続されており、導通があることを示す。

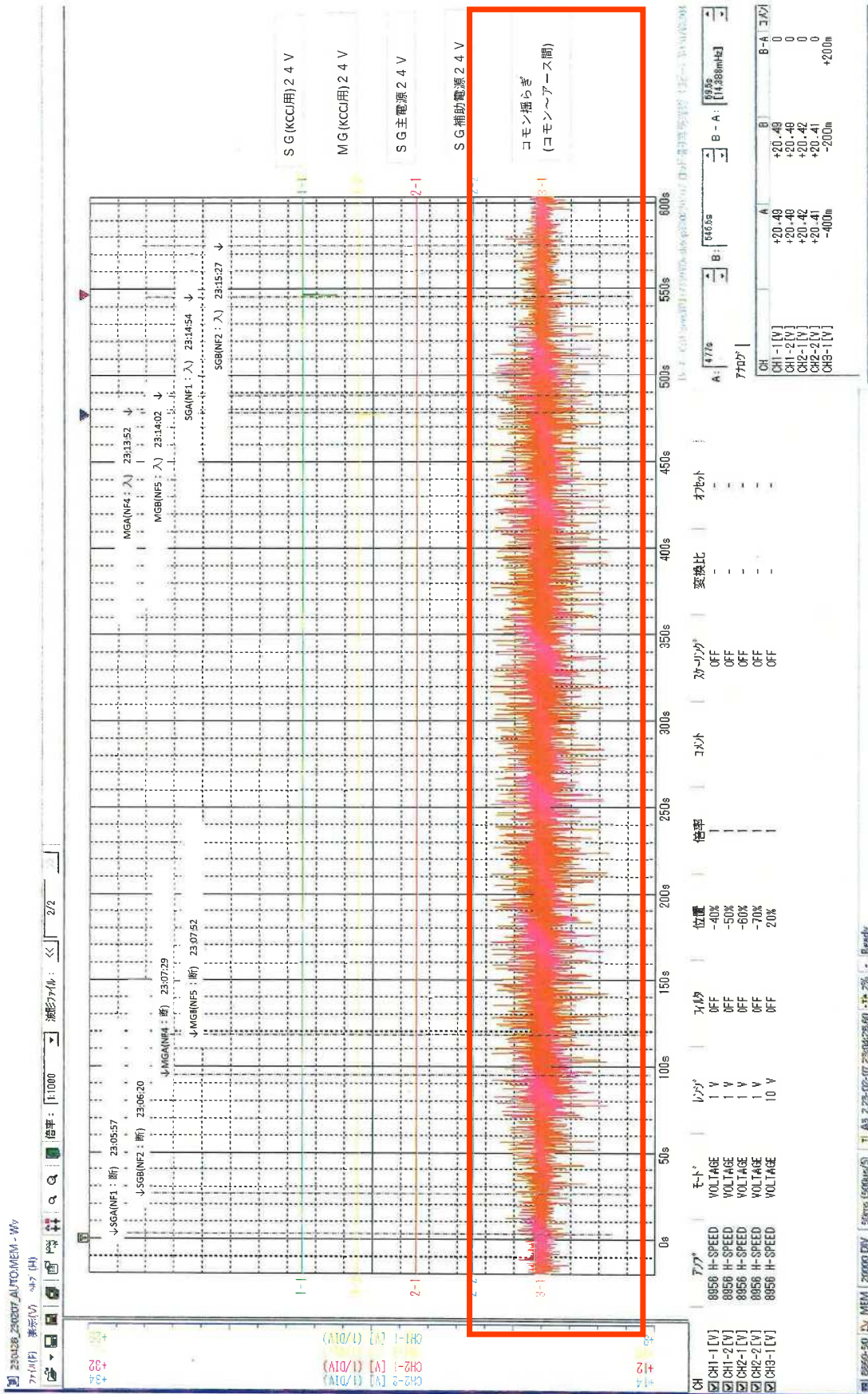
電流制御ユニット/カードフレーム

確認項目	結果					備考
	2BD SGA	2BD SGC	2BD MGA	2BD MGC	共通カードフレーム	
コモンラインの配線が図面通り接続されており、導通があることを確認する。	✓	✓	✓	✓	✓	

結果欄の✓は図面通り接続されており、導通があることを示す。

確認者: 

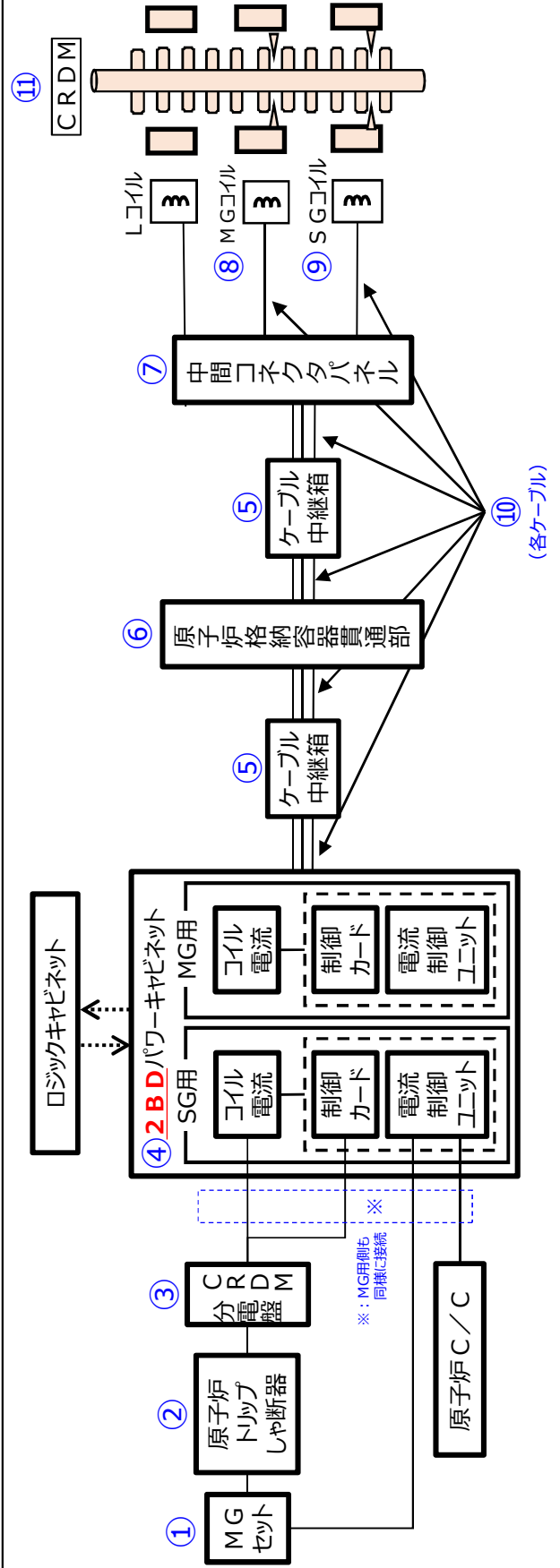
記録1-2 (6/6)



## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－14】

【部位：パワーキャビネット（電流制御ユニット－電流フィードバックカード）】

1. 調査内容
  - 電流フィードバックカードの前面パネルのテストポイントで、電圧出力を確認し異常がないことを確認する。  
ドロワをメーカー工場に持ち帰り、電流フィードバックカードの詳細調査を実施する。
2. 調査結果（異常なし）
  - (1) 評価
    - 当該カードのテストポイント出力は、判定基準値内であり異常がないことを確認した。  
ドロワをメーカー工場に持ち帰り、異常がないことを確認した。
  - (2) 判定基準
    - メーカー基準
  - (3) 点検記録
    - 点検記録④－14 参照





関電 品管 作責

# 試験記録

記録1

日付: 2023/1/29

TEST RECORD

室温 20 °C

## 1. 目視点検

・盤内機器に焼け焦げ、異臭等の異常がないことを確認する。

結果 良好

## 2. ロジックキャビネットテストポイント電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	確認結果	電圧値(参考)
SA	✓	5.111
SB	✓	0.005
MA	✓	5.111
MB	✓	0.005
LA	✓	0.005
LB	✓	0.005

※レ印は結果良好を示す。

## 3. パワーキャビネットテストポイント電圧確認

### 1) HCT電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	Gr.A		Gr.B		Gr.C		
	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)	
SG	HCT1	✓	1.694	✓	1.679	✓	1.665
	HCT2	✓	1.725	✓	1.702	✓	1.702
	HCT3	✓	1.732	✓	1.711	✓	1.711
	HCT4	✓	1.714	✓	1.731	✓	1.731
	HCTFB	✓	4.326	✓	4.320	✓	4.320
MG	HCT1	✓	1.732	✓	1.698	✓	1.698
	HCT2	✓	1.700	✓	1.673	✓	1.673
	HCT3	✓	1.697	✓	1.731	✓	1.731
	HCT4	✓	1.634	✓	1.725	✓	1.725
	HCTFB	✓	4.325	✓	4.316	✓	4.316
LIFT1	HCT4	✓	-0.024				
	HCTFB	✓	0.000				
LIFT2	HCT4	✓	-0.019				
	HCTFB	✓	0.000				
LIFT3	HCT4	✓	-0.048				
	HCTFB	✓	0.000				
LIFT4	HCT4	✓	-0.044				
	HCTFB	✓	0.000				

※レ印は結果良好を示す。

確認者:

使用計量器: 行洋91V2W41-9:3G442UAA012

## 電流フィードバックカード (SGA)

日付 [ 14 Feb 2023 ]

K C F J - 0 1 試験成績書

S/N 1104103784

1. 電源回路 試験	判定 <u>良</u>
・電源電圧 確認	良
JP 1-PSC [ 規格 ] + 4.750~ + 5.250V [ 実測値 ] 5.112 V	
TP27-PSC [ 規格 ] + 4.990~ + 5.010V [ 実測値 ] 4.995 V	
TP 8-PSC [ 規格 ] +13.000~ +16.000V [ 実測値 ] 15.225 V	
TP 9-PSC [ 規格 ] -13.000~ -16.000V [ 実測値 ] -15.228 V	
TP12-PSC [ 規格 ] +17.500~ +30.000V [ 実測値 ] 20.269 V	
TP10-PSC [ 規格 ] -17.500~ -30.000V [ 実測値 ] -20.246 V	
・HCT励磁電圧 確認	良
・消費電流 確認	良
24VDC消費電流	
[ 規格 ] 0.450A 以下 [ 実測値 ] 0.098 A	
・回路電源監視機能 確認	良
2. FPGAクロック周波数 確認試験	判定 <u>良</u>
・TP15-PSC [ 規格 ] 950~ 1050Hz [ 実測値 ] 999.286 Hz	
3. フィードバック信号/モニタ入出力特性 試験	判定 <u>良</u>
4. フィードバック信号 機能選択 確認試験	判定 <u>良</u>
5. 1 KHz フィルター時定数 確認試験	判定 <u>良</u>
・立ち上がり [ 規格 ] 360±36us [ 実測値 ] 396.000 us	
・立ち下がり [ 規格 ] 360±36us [ 実測値 ] 395.000 us	
6. HCT出力レベル及び、断線検知 確認試験	判定 <u>良</u>
7. フロントパネル結線 確認試験	判定 <u>良</u>

御注文元：高浜4号機 制御棒駆動装置制御盤他点検工事

工事番号：FHHG55

試験者： XXXXXXXXXX

## 電流フィードバックカード (MGA)

日付 [ 14 Feb 2023 ]

K C F J - 0 1 試験成績書

S/N 1104103774

1. 電源回路 試験	判定 <u>良</u>
・電源電圧 確認	良
JP 1-PSC [ 規格 ] + 4.750 ~ + 5.250V [ 実測値 ] 5.104 V	
TP27-PSC [ 規格 ] + 4.990 ~ + 5.010V [ 実測値 ] 4.995 V	
TP 8-PSC [ 規格 ] +13.000 ~ +16.000V [ 実測値 ] 15.199 V	
TP 9-PSC [ 規格 ] -13.000 ~ -16.000V [ 実測値 ] -15.204 V	
TP12-PSC [ 規格 ] +17.500 ~ +30.000V [ 実測値 ] 20.239 V	
TP10-PSC [ 規格 ] -17.500 ~ -30.000V [ 実測値 ] -20.218 V	
・HCT励磁電圧 確認	良
・消費電流 確認	良
24VDC消費電流 [ 規格 ] 0.450A 以下 [ 実測値 ] 0.100 A	
・回路電源監視機能 確認	良
2. FPGAクロック周波数 確認試験	判定 <u>良</u>
・TP15-PSC [ 規格 ] 950 ~ 1050Hz [ 実測値 ] 1017.486 Hz	
3. フィードバック信号/モニタ入出力特性 試験	判定 <u>良</u>
4. フィードバック信号 機能選択 確認試験	判定 <u>良</u>
5. 1KHzフィルター時定数 確認試験	判定 <u>良</u>
・立ち上がり [ 規格 ] 360±36us [ 実測値 ] 378.000 us	
・立ち下がり [ 規格 ] 360±36us [ 実測値 ] 389.000 us	
6. HCT出力レベル及び、断線検知 確認試験	判定 <u>良</u>
7. フロントパネル結線 確認試験	判定 <u>良</u>

御注文元：高浜4号機 制御棒駆動装置制御盤他点検工事

工事番号：FHHG55

試験者： XXXXXXXXXX

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：④－15】

【部位：ロジックキャビネット】

### 1. 調査内容

外観確認を実施し、異常がないことを確認する。

ロジックキャビネットに挿入されているパワーキャビネット2BD用DSLJカード前面の電流命令信号TP (SA,SB,MA,MB) で出力電圧を確認する (SA,SB,MA,MB：てい減電流相当)

### 2. 調査結果 (異常なし)

#### (1) 評価

外観確認を実施し、異常がないことを確認した。

当該カードの出力電圧は、判定基準値内であり異常がないことを確認した。

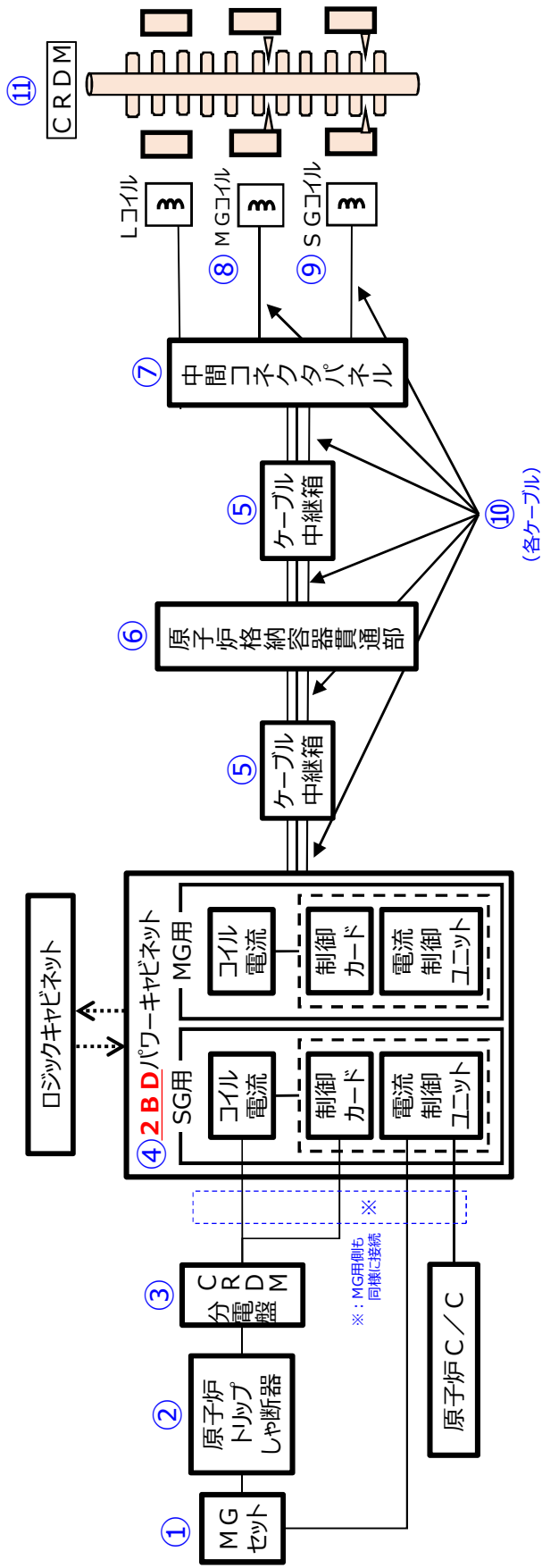
#### (2) 判定基準

外観確認：焼損、異臭等がないこと。

出力電圧：メーカー基準

#### (3) 点検記録

点検記録④－15参照



関電 品管 作責

# 試験記録

記録1

日付: 2023/1/29

TEST RECORD

室温 20 °C

## 1. 目視点検

・盤内機器に焼け焦げ、異臭等の異常がないことを確認する。

結果 良好

## 2. ロジックキャビネットテストポイント電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	確認結果	電圧値(参考)
SA	✓	5.111
SB	✓	0.005
MA	✓	5.111
MB	✓	0.005
LA	✓	0.005
LB	✓	0.005

※レ印は結果良好を示す。

## 3. パワーキャビネットテストポイント電圧確認

### 1) HCT電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。

SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	Gr.A		Gr.B		Gr.C	
	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SG	HCT1	✓ 1.694	✓ 1.679	✓ 1.665		
	HCT2	✓ 1.725	✓ 1.702	✓ 1.711		
	HCT3	✓ 1.732	✓ 1.731	✓ 1.731		
	HCT4	✓ 1.714	✓ 1.731	✓ 1.731		
	HCTFB	✓ 4.326	✓ 4.320	✓ 4.320		
MG	HCT1	✓ 1.732	✓ 1.698	✓ 1.698		
	HCT2	✓ 1.700	✓ 1.673	✓ 1.673		
	HCT3	✓ 1.697	✓ 1.731	✓ 1.731		
	HCT4	✓ 1.634	✓ 1.725	✓ 1.725		
	HCTFB	✓ 4.325	✓ 4.316	✓ 4.316		
LIFT1	HCT4	✓ -0.024				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT2	HCT4	✓ -0.019				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT3	HCT4	✓ -0.048				
	HCTFB	✓ 0.000				
LIFT4	HCT4	✓ -0.044				
	HCTFB	✓ 0.000				

※レ印は結果良好を示す。

確認者:

使用計量器: 行洋9102041-9 3G 442 UAA012

関電 品管 作責

# 試験記録

記録2

日付: 2023/1/29

TEST RECORD

室温 20 °C

### 3. パワーキャビネットテストポイント電圧確認

#### 2) KCCJ-01電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。  
SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	VREF		RZ		RR	
	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SGA	✓	-4.424	✓	5.132	✓	0.000
SGB	✓	-4.421	✓	5.151	✓	0.000
SGC	✓	-4.417	✓	5.138	✓	0.000
MGA	✓	-4.417	✓	5.119	✓	0.000
MGB	✓	-4.410	✓	5.099	✓	0.000
MGC	✓	-4.411	✓	5.118	✓	0.000
LIFT1	✓	0.001	✓	0.000	✓	0.000
LIFT2	✓	0.000	✓	0.000	✓	0.000
LIFT3	✓	0.001	✓	0.000	✓	0.000
LIFT4	✓	-0.001	✓	0.000	✓	0.000

※レ印は結果良好を示す。

#### 3) SG/MG電流制御カード電源電圧確認

・24V相当であること。

対象	確認結果	電流制御カード電源ユニット電圧(参考)(V)
SG	✓	24.08
MG	✓	24.09

※レ印は結果良好を示す。

### 4. ロジックパワーキャビネット入出力電圧確認

・各テストポイントの電圧を確認し、下記の通りであることを確認する。  
SG/MG: てい減電流相当、LIFT: ゼロ電流相当

対象	グループ	確認箇所			
		ロジックキャビネット端子台		パワーキャビネット端子台	
		確認結果	電圧値(参考)	確認結果	電圧値(参考)
SA	A	✓	1.16	✓	1.16
	B	✓	1.15	✓	1.15
	C	✓	1.16	✓	1.16
SB	A	✓	23.44	✓	23.43
	B	✓	23.54	✓	23.53
	C	✓	23.49	✓	23.48
MA	A	✓	1.16	✓	1.16
	B	✓	1.15	✓	1.15
	C	✓	1.15	✓	1.15
MB	A	✓	23.11	✓	23.11
	B	✓	23.17	✓	23.16
	C	✓	23.16	✓	23.16
LA		✓	23.35	✓	23.34
LB		✓	23.40	✓	23.40

※レ印は結果良好を示す。

確認者:

使用計量器: デジタルマルチメータ 7.3942 UAA013/1

### 制御棒制御装置の点検【点検箇所：⑤】

【部位：ケーブル中継箱（原子炉格納容器内外）】

1. 調査内容

2 B D 制御バンク B グループ 2 のケーブル中継箱について、外観確認および触手による配線緩み確認を実施する。  
 タッピングを実施し、コイル電流に変動がないことを確認する。

2. 調査結果（異常なし）

(1) 評価

外観確認および触手による緩み確認を行い、異常がないことを確認した。タッピングを実施し、コイル電流に有意な変動がないことを確認した。  
 パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流を連続監視したところ、  
 3本の制御棒（M10、D6、K4）でコイル電流の低下が確認された。

パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、ケーブル中継箱を含むパワーキャビネット～C/V外  
 端子箱入口およびC/V内端子箱出口～C/V内ケーブル中継箱出口の区間に異常がないことを確認した。

(2) 判定基準

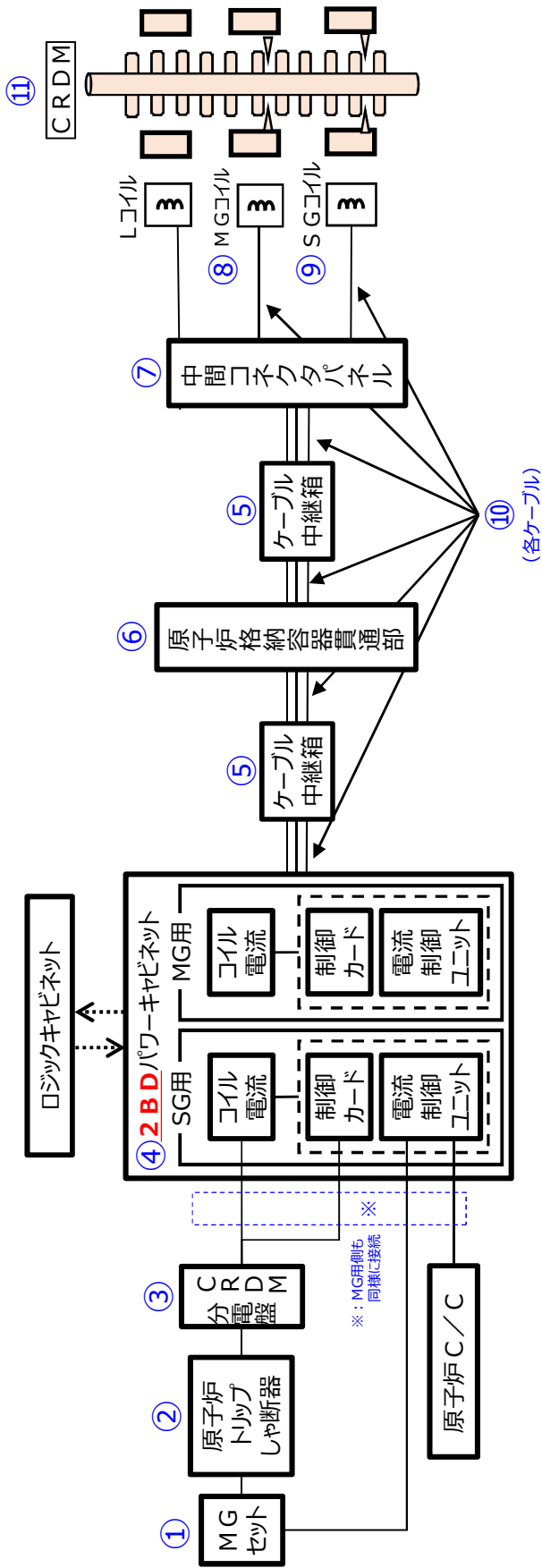
緩み確認：接続状態に異常がないこと。

コイル電流：有意な変化がないこと。

(3) 点検記録

点検記録⑤参照

添付資料—4 3, 4 4 参照



関電	品管	作責
[Redacted]		

# 試験記録

記録4

日付: 2023/2/3

TEST RECORD

室温 20 °C

## 原子炉トリップ要因調査

### 9. コイル含めたケーブル抵抗/絶縁抵抗測定

判定: 良

- ・パワーキャビネット(2BD)のSGAコイル出力端子台にてコイルケーブルを解線し、コイルケーブル端よりコイルを含めたケーブルの導通確認(抵抗測定)を実施する。
- ・コイルケーブル端よりコイルを含めたケーブルの絶縁抵抗測定(メガリング)を実施する。
- ・R/Vトップにてコネクタをタッピングしながら導通確認(抵抗測定)を実施し、コイルを含めたケーブル抵抗値の変動有無を確認する。
- ・中間コネクタパネルにてコネクタをタッピングしながら導通確認(抵抗測定)を実施し、コイルを含めたケーブル抵抗値の変動有無を確認する。

バンク・グループ	ロッド名	線番号	抵抗値 (Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	コネクタタッピング時の抵抗値変動有無	
					R/Vトップコネクタ	中間コネクタパネルコネクタ
CBB Gr.2 (SG)	D6	CR72D1, D2	9.76~9.84	>1000MΩ	✓	✓
	F12	CR72E1, E2	9.83~9.92	>1000MΩ	✓	✓
	M10	CR72F1, F2	10.15~10.26	>1000MΩ	✓	✓
	K4	CR72B1, B2	10.42~10.54	>1000MΩ	✓	✓

- ・判定基準: ①抵抗値:参考値  
 ②絶縁抵抗値: 10MΩ以上  
 ③抵抗値の変動がないこと

バンク・グループ	ロッド名	線番号	抵抗値 (Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	コネクタタッピング時の抵抗値変動有無	
					R/Vトップコネクタ	中間コネクタパネルコネクタ
CBB Gr.2 (MG)	D6	CR72D5, D6	9.58~9.63	>1000MΩ	✓	✓
	F12	CR72E5, E6	9.62~9.72	>1000MΩ	✓	✓
	M10	CR72F5, F6	9.65~9.78	>1000MΩ	✓	✓
	K4	CR72B5, B6	9.75~9.82	>1000MΩ	✓	✓

- ・判定基準: ①抵抗値:参考値  
 ②絶縁抵抗値: 10MΩ以上  
 ③抵抗値の変動がないこと

### 10. ケーブル中継箱(JB)、ペネ接続箱ケーブル接続状態確認 判定: 良

- ・パワーキャビネット2BDのSGA/MGA(CBB-Gr2)ラインのケーブル中継箱(JB)、ペネ接続箱(TB25)にて接続状態の異常の有無を触手・目視にて確認する。

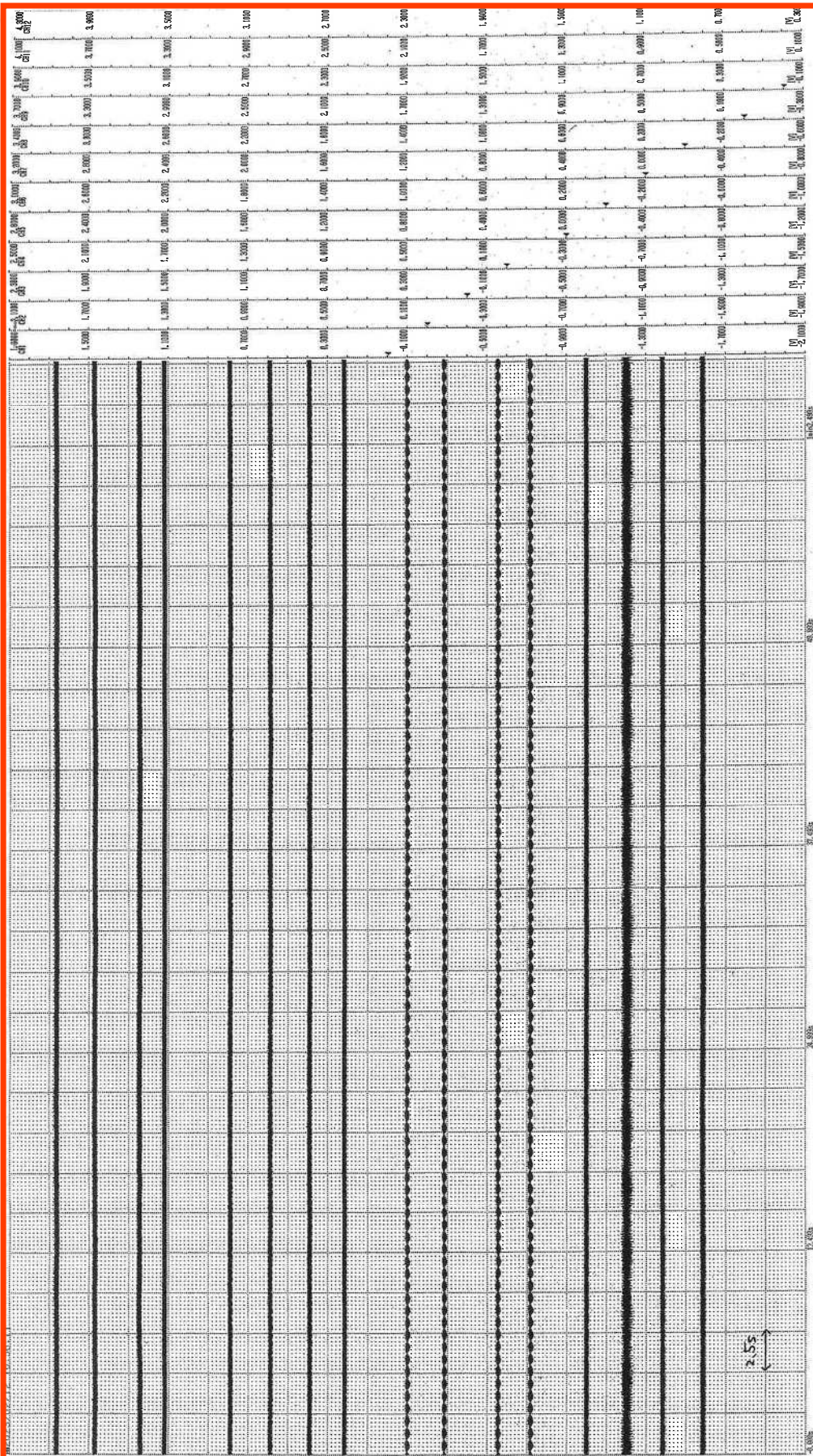
対象	確認箇所			
	ケーブル中継箱		ペネ(#E606)接続箱	
	4JB-CR1-3(E/B)	4CRJB-2(C/V)	TB-25A(A/B)	TB-25B(C/V)
SGA/MGA	確認結果		確認結果	
	✓	✓	✓	✓

※レ印は結果良好を示す。

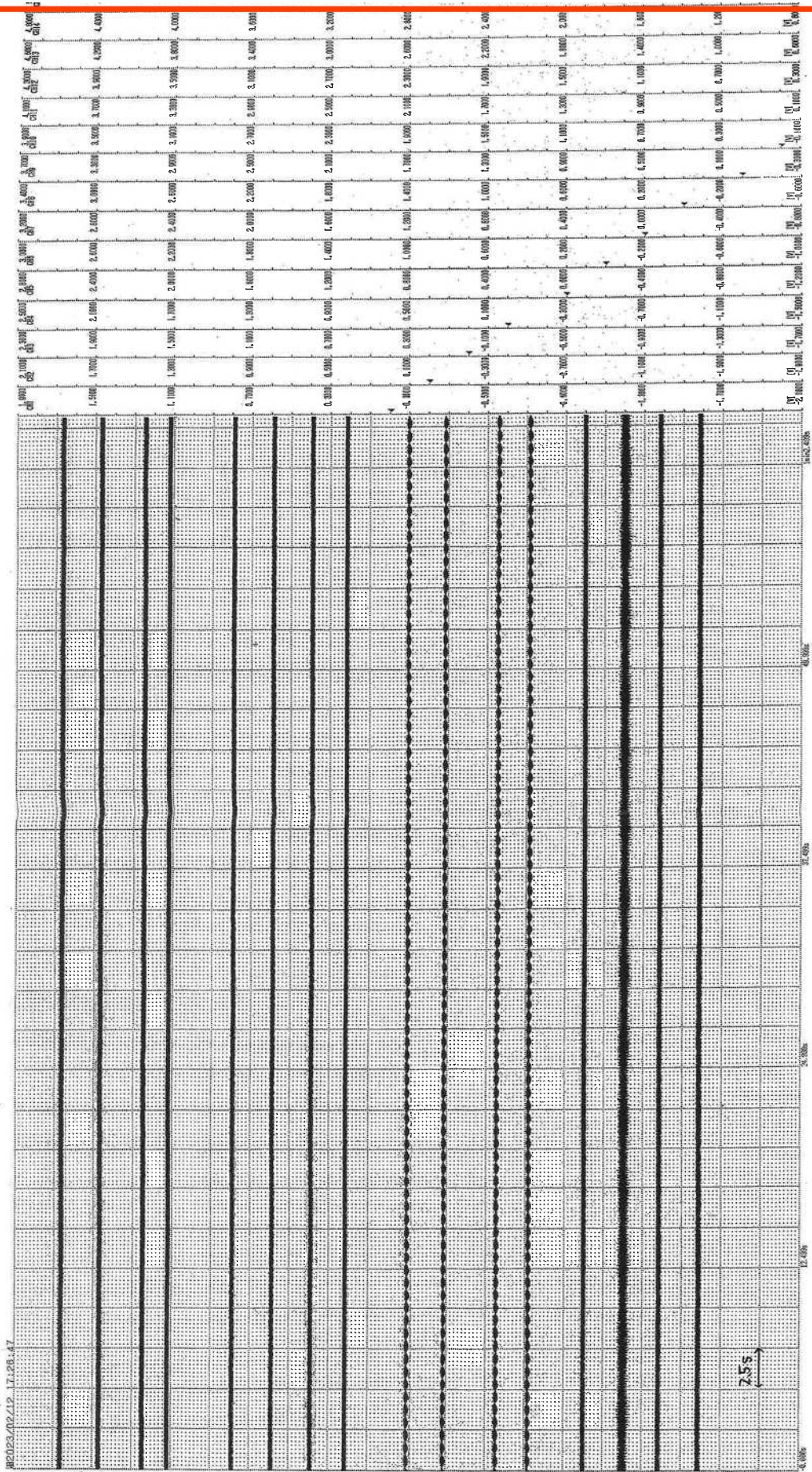
確認者: [Redacted]

使用計量器: デジタルマルチメータ 3G442UAA0131





中継箱  
4JB-CR1-3  
ケーブル挿入



中系進箱  
4CRJB-2  
C=V  
ケーブル挿し

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：⑥】

【部位：原子炉格納容器貫通部】

1. 調査内容
  - 2 B D制御バンクBグループ2の 原子炉格納容器貫通部について、外観確認および触手による配線緩み確認を実施する。

### 2. 調査結果 (要因である)

#### (1) 評価

外観確認および触手による緩み確認を行い、異常がないことを確認した。

パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒 (M10、D6、K4) でコイル電流の低下が確認された。

パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、C/V外端子箱入口～C/V内端子箱出口の区間で電流の低下が確認された。更に詳細に調査したところ、制御棒M10SG・MGコイル、D6MGコイルおよびK4SGコイルの電路で導通抵抗値が上昇していることを確認した。

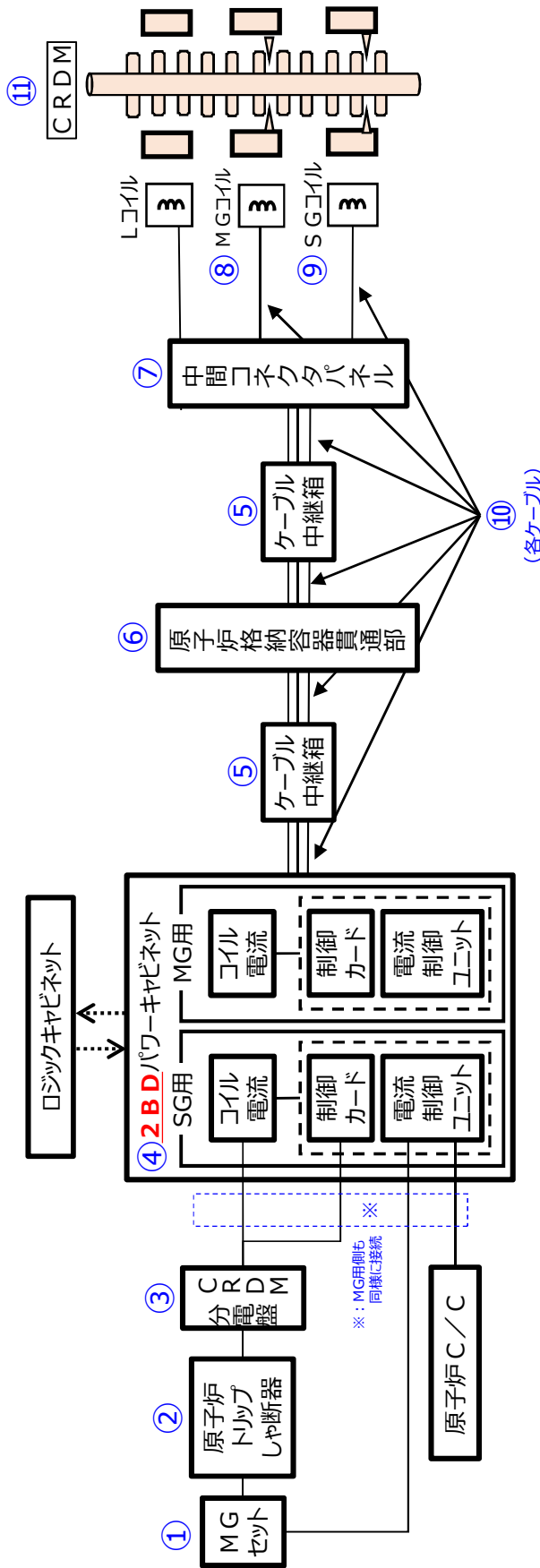
#### (2) 判定基準

緩み確認：接続状態に異常がないこと。

#### (3) 点検記録

点検記録⑥参照

添付資料—43, 44, 47参照



関電 品管 作責  
 記録4

# 試験記録

日付: 2023/2/3

TEST RECORD

室温 20 °C

## 原子炉トリップ要因調査

### 9. コイル含めたケーブル抵抗/絶縁抵抗測定

判定: 良

- ・パワーキャビネット(2BD)のSGAコイル出力端子台にてコイルケーブルを解線し、コイルケーブル端よりコイルを含めたケーブルの導通確認(抵抗測定)を実施する。
- ・コイルケーブル端よりコイルを含めたケーブルの絶縁抵抗測定(メガリング)を実施する。
- ・R/Vトップにてコネクタをタッピングしながら導通確認(抵抗測定)を実施し、コイルを含めたケーブル抵抗値の変動有無を確認する。
- ・中間コネクタパネルにてコネクタをタッピングしながら導通確認(抵抗測定)を実施し、コイルを含めたケーブル抵抗値の変動有無を確認する。

バンク・グループ	ロッド名	線番号	抵抗値 (Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	コネクタタッピング時の抵抗値変動有無	
					R/Vトップコネクタ	中間コネクタパネルコネクタ
CBB Gr.2 (SG)	D6	CR72D1, D2	9.76~9.84	>1000MΩ	レ	レ
	F12	CR72E1, E2	9.83~9.92	>1000MΩ	レ	レ
	M10	CR72F1, F2	10.15~10.26	>1000MΩ	レ	レ
	K4	CR72B1, B2	10.42~10.54	>1000MΩ	レ	レ

- 判定基準: ①抵抗値: 参考値  
 ②絶縁抵抗値: 10MΩ以上  
 ③抵抗値の変動がないこと

バンク・グループ	ロッド名	線番号	抵抗値 (Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	コネクタタッピング時の抵抗値変動有無	
					R/Vトップコネクタ	中間コネクタパネルコネクタ
CBB Gr.2 (MG)	D6	CR72D5, D6	9.58~9.63	>1000MΩ	レ	レ
	F12	CR72E5, E6	9.62~9.72	>1000MΩ	レ	レ
	M10	CR72F5, F6	9.65~9.78	>1000MΩ	レ	レ
	K4	CR72B5, B6	9.75~9.82	>1000MΩ	レ	レ

- 判定基準: ①抵抗値: 参考値  
 ②絶縁抵抗値: 10MΩ以上  
 ③抵抗値の変動がないこと

### 10. ケーブル中継箱(JB)、ペネ接続箱ケーブル接続状態確認

判定: 良

- ・パワーキャビネット2BDのSGA(CBB-Gr2)ラインのケーブル中継箱(JB)、ペネ接続箱(TB25)にて接続状態の異常の有無を触手・目視にて確認する。

対象	確認箇所			
	ケーブル中継箱		ペネ(#E606)接続箱	
	4JB-CR1-3(E/B)	4CRJB-2(C/V)	TB-25A(A/B)	TB-25B(C/V)
SGA	確認結果		確認結果	
	レ	レ	レ	レ

※レ印は結果良好を示す。

確認者: \_\_\_\_\_

使用計量器: デジタルマルチメータ 3G442UAA013/

関電 | 品管 | 作責

# 試験記録

記録1

日付: 2023-2-17

TEST RECORD

室温 22 °C

端子台/配線の目視点検

記録-1

ペネ(CV側及びアニュラス側)の端子台及びケーブルの目視/触手点検を行い、異常のないことを確認する。

判定基準: 端子台及びケーブルに損傷がないこと/緩みがないこと。 判定: 良

対象	結果	備考
PENE E-606 TB25A	✓	
PENE E-606 TB25B	✓	

結果欄のレ印は結果良好を示す。

確認者:

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：⑦】

【部位：中間コネクタパネル】

### 1. 調査内容

コイル抵抗測定中に2BD制御バンクBグループ2のコネクタ部のタッピングを実施し、抵抗値に変動がないことを確認する。  
コネクタ部の開放確認を行い、ピンの折損や箆合に異常がないことを確認する。  
中間コネクタパネルをタッピングし、コイル電流に変動がないことを確認する。

### 2. 調査結果（異常なし）

#### (1) 評価

コイル抵抗測定中の2BD制御バンクBグループ2のコネクタ部のタッピングを実施し、抵抗値に変動がないことを確認した。

コネクタ部の開放確認を行い、ピンの折損や箆合に異常がないことを確認した。

中間コネクタパネルをタッピングし、コイル電流に変動がないことを確認した。

パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルをケーブル発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、

3本の制御棒（M10、D6、K4）でコイル電流の低下が確認された。

パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、中間コネクタパネルを含むC/V内ケーブル中継箱出口～コイルの区間に異常がないことを確認した。

#### (2) 判定基準

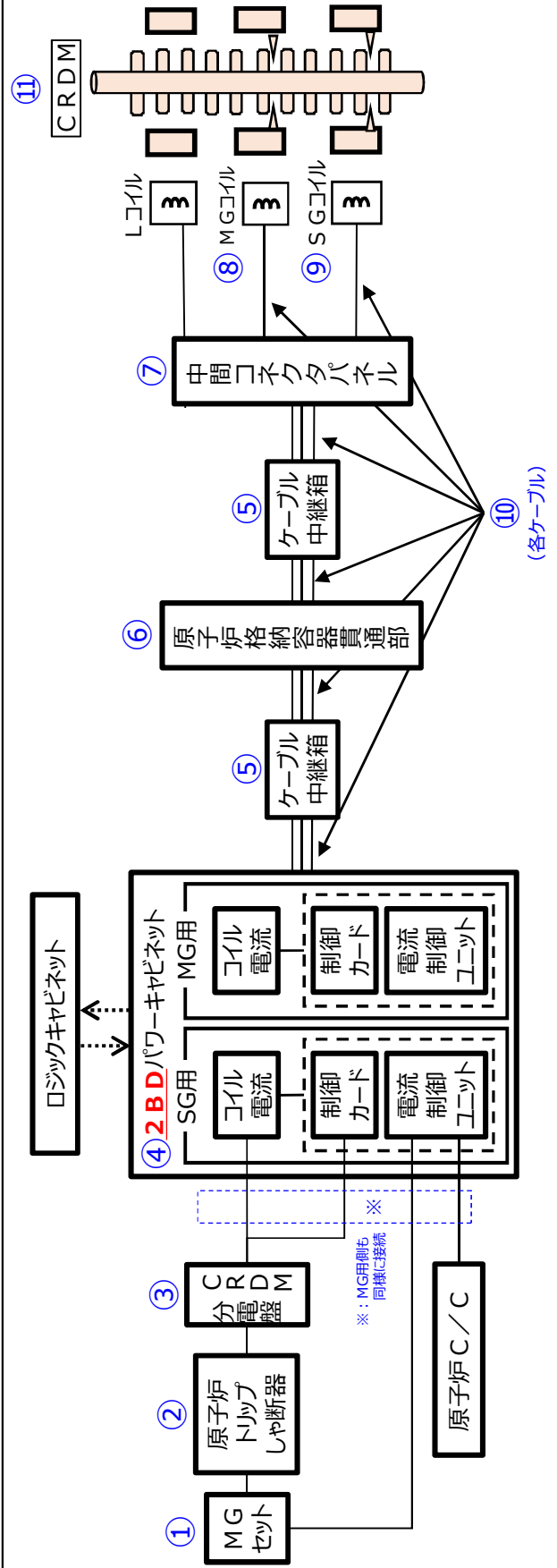
出力変動：タッピング時に測定の変動がないこと

コネクタ部の異常：変形等異常がないこと

#### (3) 点検記録

点検記録⑦参照

添付資料—43, 44参照



# 試験記録

記録4

関電	品管	作責

日付: 2023/2/3

TEST RECORD

室温 20 °C

## 原子炉トリップ要因調査

### 9. コイル含めたケーブル抵抗/絶縁抵抗測定

判定: 良

- ・パワーキャビネット(2BD)のSGAコイル出力端子台にてコイルケーブルを解線し、コイルケーブル端よりコイルを含めたケーブルの導通確認(抵抗測定)を実施する。
- ・コイルケーブル端よりコイルを含めたケーブルの絶縁抵抗測定(メガリング)を実施する。
- ・R/Vトップにてコネクタをタッピングしながら導通確認(抵抗測定)を実施し、コイルを含めたケーブル抵抗値の変動有無を確認する。
- ・中間コネクタパネルにてコネクタをタッピングしながら導通確認(抵抗測定)を実施し、コイルを含めたケーブル抵抗値の変動有無を確認する。

バンク・グループ	ロッド名	線番号	抵抗値 (Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	コネクタタッピング時の抵抗値変動有無	
					R/Vトップコネクタ	中間コネクタパネルコネクタ
CBB Gr.2 (SG)	D6	CR72D1, D2	9.76~9.84	>1000MΩ	レ	レ
	F12	CR72E1, E2	9.83~9.92	>1000MΩ	レ	レ
	M10	CR72F1, F2	10.15~10.26	>1000MΩ	レ	レ
	K4	CR72B1, B2	10.42~10.54	>1000MΩ	レ	レ

- 判定基準: ①抵抗値:参考値  
②絶縁抵抗値:10MΩ以上  
③抵抗値の変動がないこと

バンク・グループ	ロッド名	線番号	抵抗値 (Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	コネクタタッピング時の抵抗値変動有無	
					R/Vトップコネクタ	中間コネクタパネルコネクタ
CBB Gr.2 (MG)	D6	CR72D5, D6	9.58~9.63	>1000MΩ	レ	レ
	F12	CR72E5, E6	9.62~9.72	>1000MΩ	レ	レ
	M10	CR72F5, F6	9.65~9.78	>1000MΩ	レ	レ
	K4	CR72B5, B6	9.75~9.82	>1000MΩ	レ	レ

- 判定基準: ①抵抗値:参考値  
②絶縁抵抗値:10MΩ以上  
③抵抗値の変動がないこと

### 10. ケーブル中継箱(JB)、ペネ接続箱ケーブル接続状態確認

判定: 良

- ・パワーキャビネット2BDのSGA(CBB-Gr2)ラインのケーブル中継箱(JB)、ペネ接続箱(TB25)にて接続状態の異常の有無を触手・目視にて確認する。

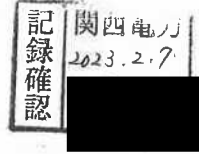
対象	確認箇所			
	ケーブル中継箱		ペネ(#E606)接続箱	
	4JB-CR1-3(E/B)	4CRJB-2(C/V)	TB-25A(A/B)	TB-25B(C/V)
SGA	確認結果		確認結果	
	レ	レ	レ	レ

※レ印は結果良好を示す。

確認者: XXXXXXXXXX

使用計量器: デジタルマルチメータ 3G442UAA013/

工事件名:高浜4号機 制御棒駆動装置制御盤他点検工事のうち高浜4号機 原子炉容器他点検工事



⑤ ケーブルブリッジ揺すりながら導通抵抗測定記録(4CRJB-2解線)

バンク	グループ	ロッド名	ケーブル番号	導通抵抗			実施日 実施者	確認日 確認者
				結果: <i>良</i>	S G (Ω)	M G (Ω)		
制御B	2	K 4	CR7213	9.24	9.29		2023.2.7	2023.2.7
		D 6	CR7214	9.36	9.18			
		F 12	CR7215	9.38	9.26			
		M 10	CR7216	9.24	9.27			
停止B	2	G 7	CR7413	9.30	9.28		2023.2.7	2023.2.7
		G 9	CR7414	9.34	9.26			
		J 9	CR7415	9.27	9.20			
		J 7	CR7416	9.18	9.20			

絶縁抵抗計: E-KT-0187  
デジタルマルチメータ: E-KT-0153

⑥ パワーキャビネットからの導通・絶縁抵抗測定

バンク	グループ	ロッド名	ケーブル番号	導通抵抗			絶縁抵抗			実施日 実施者	確認日 確認者
				結果: <i>良</i>	S G (Ω)	M G (Ω)	LIFT (Ω)	結果: <i>良</i>	SG (MΩ)		
停止B	2	G 7	CR7417	10.00~10.02	9.97~10.00	1.53~1.54	>200	>200	>200	2023.2.7	2023.2.7
		G 9	CR7418	10.00~10.05	9.94~9.99	1.53~1.54	>200	>200	>200		
		J 9	CR7419	9.99~10.04	9.87~9.93	1.53~1.54	>200	>200	>200		
		J 7	CR7420	9.87~9.90	9.88~9.92	1.53~1.54	>200	>200	>200		

⑦ パワーキャビネットからの導通・絶縁抵抗測定(コネクタタッピング)

バンク	グループ	ロッド名	ケーブル番号	導通抵抗			絶縁抵抗			実施日 実施者	確認日 確認者
				結果: <i>良</i>	S G (Ω)	M G (Ω)	LIFT (Ω)	結果:	SG (MΩ)		
停止B	2	G 7	CR7417	10.00~10.02	9.92~10.02	1.53~1.54				2023.2.7	2023.2.7
		G 9	CR7418	10.00~10.05	9.94~9.99	1.53~1.54					
		J 9	CR7419	9.99~10.04	9.87~9.93	1.53~1.54					
		J 7	CR7420	9.87~9.90	9.88~9.92	1.53~1.54					



工事件名:高浜4号機 制御棒駆動装置制御盤他点検工事のうち高浜4号機 原子炉容器他点検工事

関西電力  
記録 2023.2.7  
確認

①④ GRDMケーブルコネクタ外観点検・型式確認記録

バンク	グループ	ロッド名	中間パネル		ケーブル番号	RV		確認日	確認者
			外観点検	コネクタ型式		外観点検	外観点検		
制御 B	2	K 4	良		CR7213	良	良	2023.2.7	[Redacted]
		D 6	良		CR7214	良	良		
		F 12	良		CR7215	良	良		
		M 10	良		CR7216	良	良		
停止 B	2	G 7	良		CR7413	良	良	2023.2.7	[Redacted]
		G 9	良		CR7414	良	良		
		J 9	良		CR7415	良	良		
		J 7	良		CR7416	良	良		

関電	品管	作資
[Redacted]		

# 試験記録

記録2

三浦信幸

日付: 2023/2/16

TEST RECORD

室温 26℃

## 1. パワーキャビネット2BD コイル電流変動有無確認

・パワーキャビネット2BDのSGA用(CBB-Gr.2用)電流制御ユニットの制御電源CP、電流制御カード電源CP、三相主電源を「入」とした状態で、盤内ケーブル(コネクタ)、端子台、NFB等をタッピングしてコイル電流の変動有無およびCRDM重故障警報の発生有無を確認する。

・判定基準: 変動有無が無いこと。  
: CRDM重故障警報が発生しないこと。

対象		タッピングによるコイル電流変動有無	CRDM重故障警報の発生有無	コイル電流変動又はCRDM重故障警報が発生した場合は、タッピング部位を記載
2BD KCFJ-01	HCT1	無	無	—
	HCT2			
	HCT3			
	HCT4			

・判定基準: 変動有無が無いこと。  
CRDM重故障警報が発生しないこと。

確認者: [Redacted]

使用計量器: オムニエース (11952265)

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：⑧、⑨】

【部位：SGコイル/MGコイル】

### 1. 調査内容

2BD制御バンクBグループ2のSGコイル/MGコイルについて、導通抵抗・絶縁抵抗測定を実施する。

### 2. 調査結果 (異常なし)

#### (1) 評価

導通抵抗・絶縁抵抗測定を行い、異常がないことを確認した。

導通抵抗値：8.91～9.14Ω (最小値～最大値)

絶縁抵抗値：> 20MΩ

パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒 (M10、D6、K4) でコイル電流の低下が確認された。

パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、コイルを含むC/M内ケーブル中継箱出口～コイルの区間に異常がないことを確認した。

#### (2) 判定基準

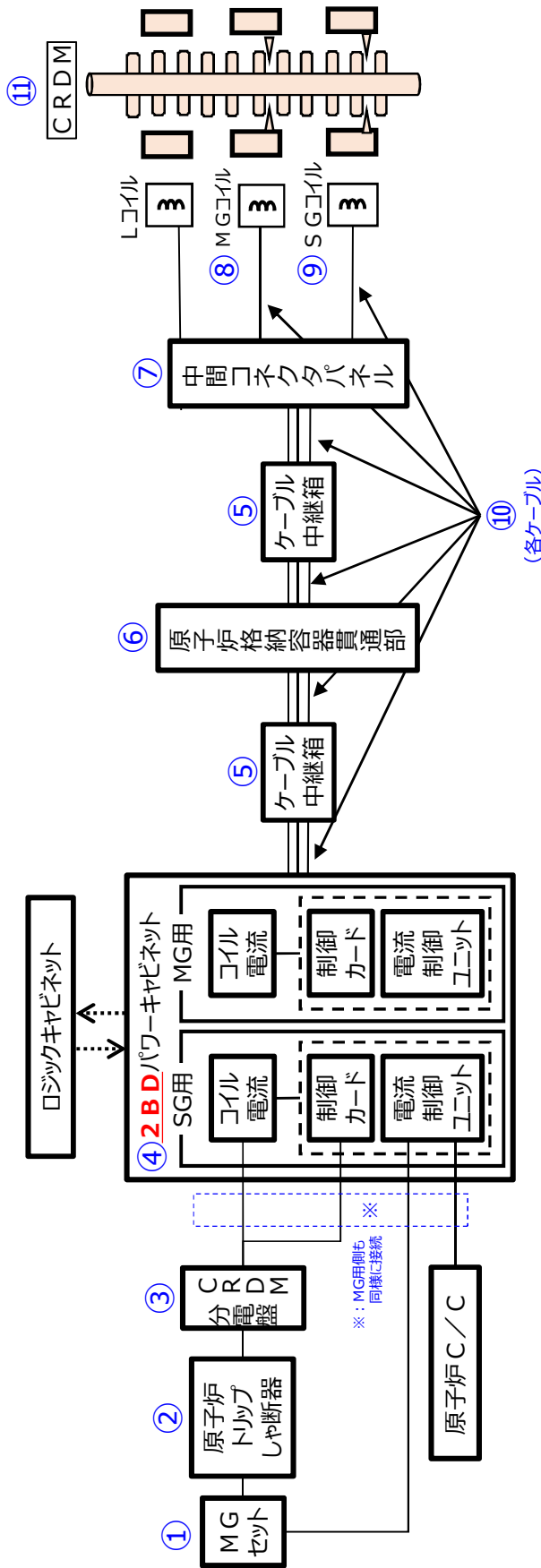
導通抵抗値：8.63～9.20Ω

絶縁抵抗値：10MΩ以上

#### (3) 点検記録

点検記録⑧、⑨参照

添付資料—43, 44参照



工事件名:高浜4号機 制御棒駆動装置制御盤他点検工事のうち高浜4号機 原子炉容器他点検工事



③ CRDMコイル抵抗・絶縁抵抗測定記録

バンク	グループ	ロッド名	コイル抵抗			温度 18 °C	
			結果: <i>OK</i>	S-G (Ω)	M-G (Ω)	LIFT (Ω)	実施日 実施者
制御B	2	K4	8.97	9.00	/	2023.2.7	2023.2.7
		D6	9.08	8.91			
		F12	9.13	9.03			
		M10	8.95	8.95			
停止B	2	G7	9.14	9.10	/	2023.2.7	2023.2.7
		G9	9.12	9.05			
		J9	9.05	8.98			
		J7	8.97	9.00			

結果:  
判定基準

抵抗値: 8.63 ~ 9.20 (2号機時の判定基準)  
 絶縁抵抗値: 10MΩ以上/DC500V  
 絶縁抵抗計: E-KT-0187  
 デジタルマルチメータ: E-KT-0153

バンク	グループ	ロッド名	絶縁抵抗					温度 18 °C		
			結果: <i>OK</i>	S-M (MΩ)	M-L (MΩ)	L-S (MΩ)	S-G (MΩ)	M-G (MΩ)	L-G (MΩ)	測定日 測定者
制御B	2	K4	>20	>20	>20	>20	>20	>20	2023.2.7	2023.2.7
		D6	>20	>20	>20	>20	>20	>20		
		F12	>20	>20	>20	>20	>20	>20		
		M10	>20	>20	>20	>20	>20	>20		
停止B	2	G7	>20	>20	>20	>20	>20	>20	2023.2.7	2023.2.7
		G9	>20	>20	>20	>20	>20	>20		
		J9	>20	>20	>20	>20	>20	>20		
		J7	>20	>20	>20	>20	>20	>20		

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：⑩】

【部位：各ケーブル】

1. 調査内容
  - 2 B D制御バンクグループ2の各ケーブルについて、導通抵抗および絶縁抵抗測定を実施する。触手による緩み確認を実施する。
2. 調査結果（異常なし）
  - (1) 評価
 

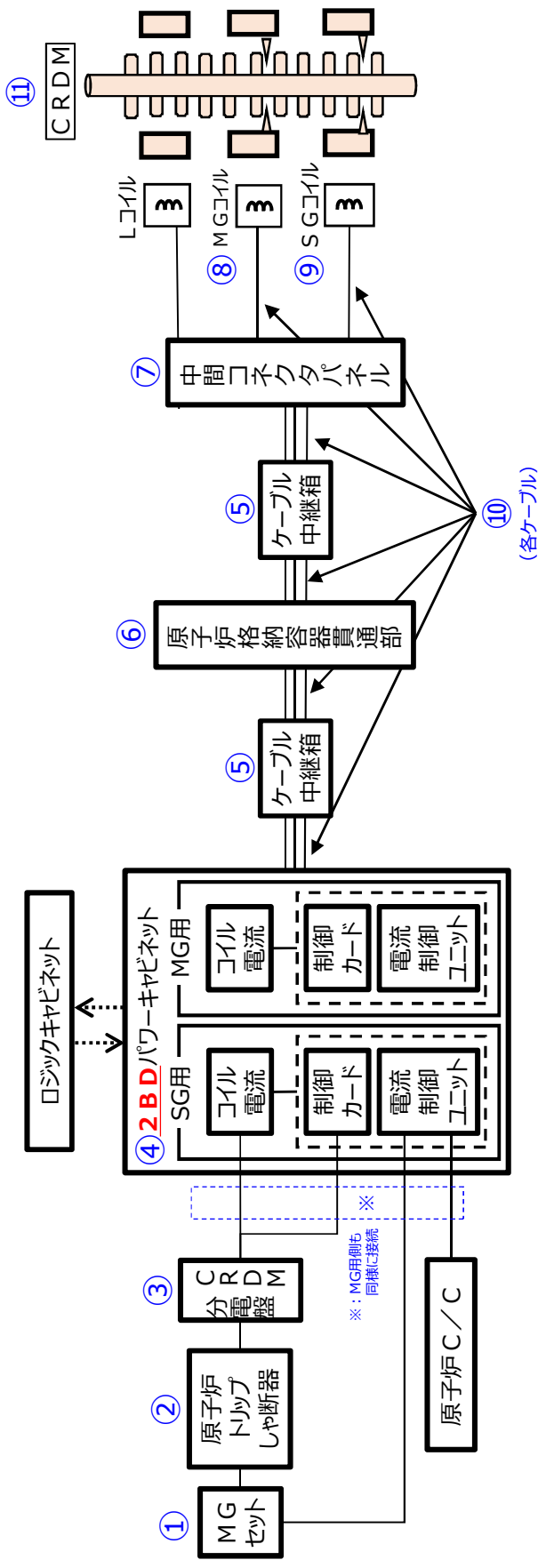
導通抵抗・絶縁抵抗測定結果、判定基準値内であり、異常がないことを確認した。  
触手による導通抵抗の変動確認を行った結果、異常がないことを確認した。  
コイル電流を確認しながらタッピングを実施し、コイル電流に有意な変化がないことを確認した。  
導通抵抗値：9.58～10.54Ω（最小値～最大値） 絶縁抵抗値：>1000MΩ

パワーキャビネット出口の端子台で下流側のケーブルを解線後、定電圧発生器をケーブルに接続し、コイル電流の変動を連続監視したところ、3本の制御棒（M10、D6、K4）でコイル電流の低下が確認された。

パワーキャビネット下流の電路を4つの区間に切り分け、各区間の電流を連続監視した結果、各ケーブルに異常がないことを確認した。

(2) 判定基準  
 導通抵抗値：抵抗値の変動がないこと（抵抗値は参考値）  
 絶縁抵抗値：10MΩ以上  
 コイル電流変動：タッピング時、コイル電流に有意な変動がないこと。

(3) 点検記録  
 点検記録⑩参照  
 添付資料—43, 44参照



# 試験記録

記録4

関電	品管	作責

日付: 2023/2/3

TEST RECORD

室温 20 °C

## 原子炉トリップ要因調査

### 9. コイル含めたケーブル抵抗/絶縁抵抗測定

判定: 良

- ・パワーキャビネット(2BD)のSGAコイル出力端子台にてコイルケーブルを解線し、コイルケーブル端よりコイルを含めたケーブルの導通確認(抵抗測定)を実施する。
- ・コイルケーブル端よりコイルを含めたケーブルの絶縁抵抗測定(メガリング)を実施する。
- ・R/Vトップにてコネクタをタッピングしながら導通確認(抵抗測定)を実施し、コイルを含めたケーブル抵抗値の変動有無を確認する。
- ・中間コネクタパネルにてコネクタをタッピングしながら導通確認(抵抗測定)を実施し、コイルを含めたケーブル抵抗値の変動有無を確認する。

バンク・グループ	ロッド名	線番号	抵抗値 (Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	コネクタタッピング時の抵抗値変動有無	
					R/Vトップコネクタ	中間コネクタパネルコネクタ
CBB Gr.2 (SG)	D6	CR72D1, D2	9.76~9.84	>1000MΩ	レ	レ
	F12	CR72E1, E2	9.83~9.92	>1000MΩ	レ	レ
	M10	CR72F1, F2	10.15~10.26	>1000MΩ	レ	レ
	K4	CR72B1, B2	10.42~10.54	>1000MΩ	レ	レ

- 判定基準: ①抵抗値: 参考値  
 ②絶縁抵抗値: 10MΩ以上  
 ③抵抗値の変動がないこと

バンク・グループ	ロッド名	線番号	抵抗値 (Ω)	絶縁抵抗値(MΩ)	コネクタタッピング時の抵抗値変動有無	
					R/Vトップコネクタ	中間コネクタパネルコネクタ
CBB Gr.2 (MG)	D6	CR72D5, D6	9.58~9.63	>1000MΩ	レ	レ
	F12	CR72E5, E6	9.62~9.72	>1000MΩ	レ	レ
	M10	CR72F5, F6	9.65~9.78	>1000MΩ	レ	レ
	K4	CR72B5, B6	9.75~9.82	>1000MΩ	レ	レ

- 判定基準: ①抵抗値: 参考値  
 ②絶縁抵抗値: 10MΩ以上  
 ③抵抗値の変動がないこと

### 10. ケーブル中継箱(JB)、ペネ接続箱ケーブル接続状態確認

判定: 良

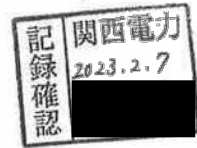
- ・パワーキャビネット2BDのSGA(CBB-Gr2)ラインのケーブル中継箱(JB)、ペネ接続箱(TB25)にて接続状態の異常の有無を触手・目視にて確認する。

対象	確認箇所			
	ケーブル中継箱		ペネ(#E606)接続箱	
	4JB-CR1-3(E/B)	4CRJB-2(C/V)	TB-25A(A/B)	TB-25B(C/V)
SGA	確認結果		確認結果	
	レ	レ	レ	レ

※レ印は結果良好を示す。

確認者: XXXXXXXXXX

使用計量器: デジタルマルチメータ 3G442UAA013/



工事件名:高浜4号機 制御棒駆動装置制御盤他点検工事のうち高浜4号機 原子炉容器他点検工事

② CRDMケーブル(中間パネル～RV頂部)抵抗・絶縁抵抗測定記録

バンク	グループ	ロッド名	ケーブル番号	導通抵抗			温度 18 °C	
				結果: $\checkmark$ SG (Ω)	MG (Ω)	LIFT (Ω)	実施日 実施者	確認日 確認者
制御B	2	K 4	CR7213	0.09	0.07	0.07	2023.2.7	2023.2.7
		D 6	CR7214	0.03	0.04	0.07		
		F 12	CR7215	0.02	0.02	0.03		
		M 10	CR7216	0.02	0.01	0.03		
停止B	2	G 7	CR7413	0.02	0.02	0.03	2023.2.7	2023.2.7
		G 9	CR7414	0.04	0.05	0.05		
		J 9	CR7415	0.09	0.04	0.09		
		J 7	CR7416	0.07	0.06	0.06		

絶縁抵抗計: E-KT-0187

デジタルマルチメータ: E-KT-0153

バンク	グループ	ロッド名	ケーブル番号	絶縁抵抗			温度 18 °C	
				結果: $\checkmark$ SG (MΩ)	MG (MΩ)	LIFT (MΩ)	測定日 測定者	確認日 確認者
制御B	2	K 4	CR7213	>20	>20	>20	2023.2.7	2023.2.7
		D 6	CR7214	>20	>20	>20		
		F 12	CR7215	>20	>20	>20		
		M 10	CR7216	>20	>20	>20		
停止B	2	G 7	CR7413	>20	>20	>20	2023.2.7	2023.2.7
		G 9	CR7414	>20	>20	>20		
		J 9	CR7415	>20	>20	>20		
		J 7	CR7416	>20	>20	>20		

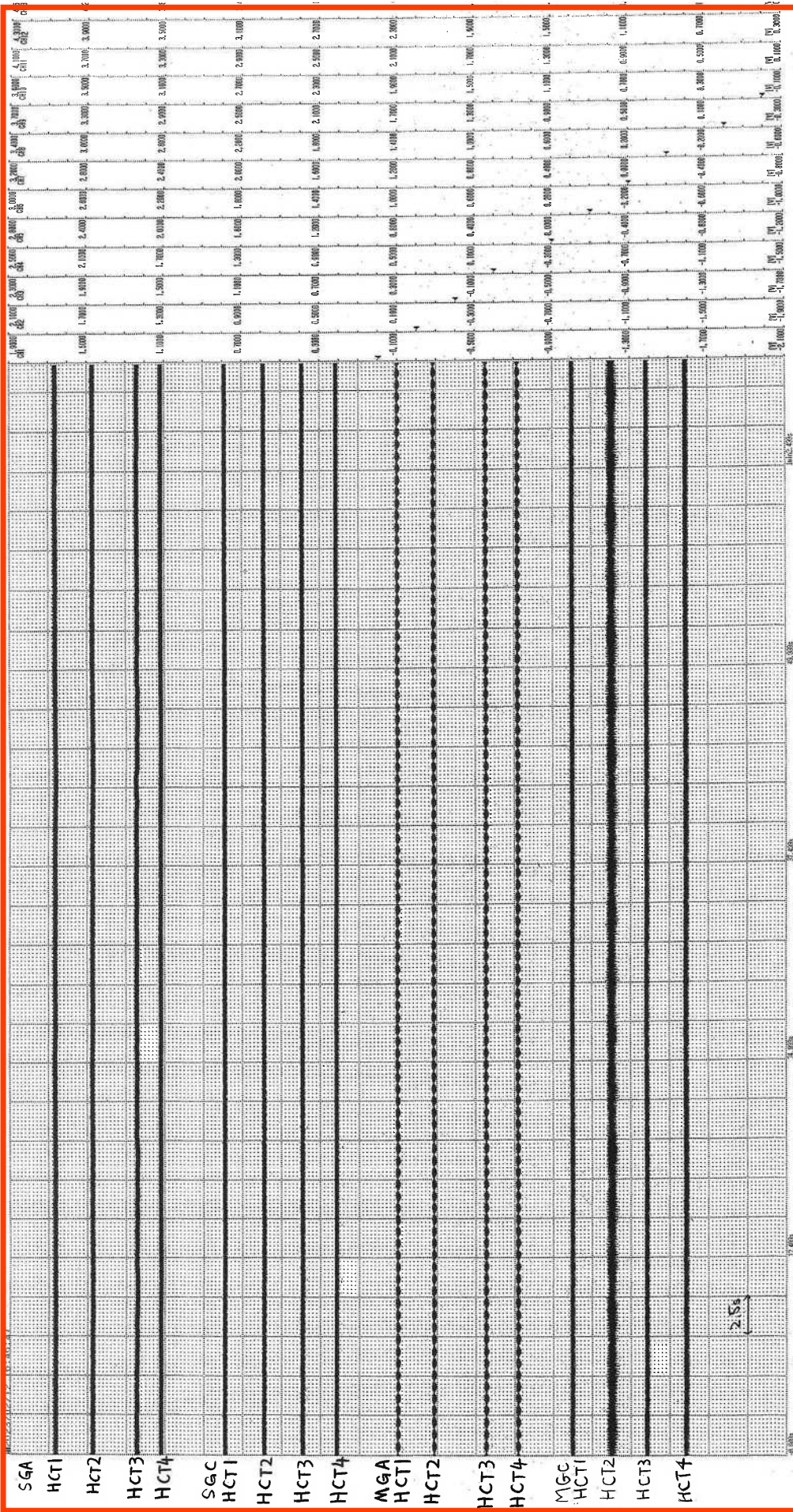
工事件名：高浜4号機 制御棒駆動装置制御盤他点検工事のうち高浜4号機 原子炉容器他点検工事

関西電力  
記録確認  
2023.2.7

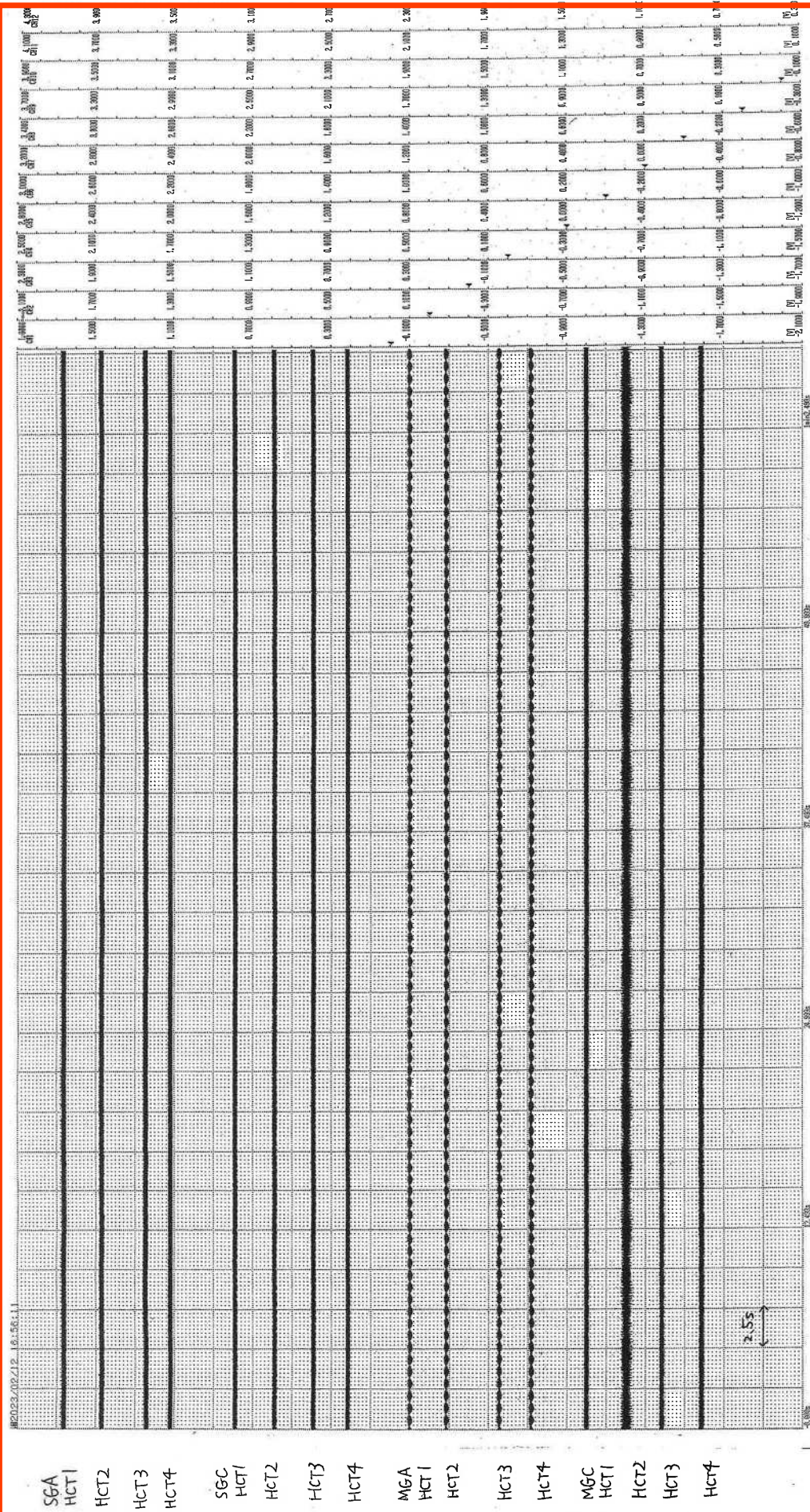
①④ CRDMケーブルコネクタ外観点検・型式確認記録

バンク	グループ	ロッド名	中間パネル		ケーブル番号	RV		確認日	確認者
			外観点検	コネクタ型式		外観点検	コネクタ型式		
制御 B	2	K 4	良		CR7213	良		2023.2.7	[Redacted]
		D 6	良		CR7214	良			
		F 12	良		CR7215	良			
		M 10	良		CR7216	良			
停止 B	2	G 7	良		CR7413	良		2023.2.7	[Redacted]
		G 9	良		CR7414	良			
		J 9	良		CR7415	良			
		J 7	良		CR7416	良			

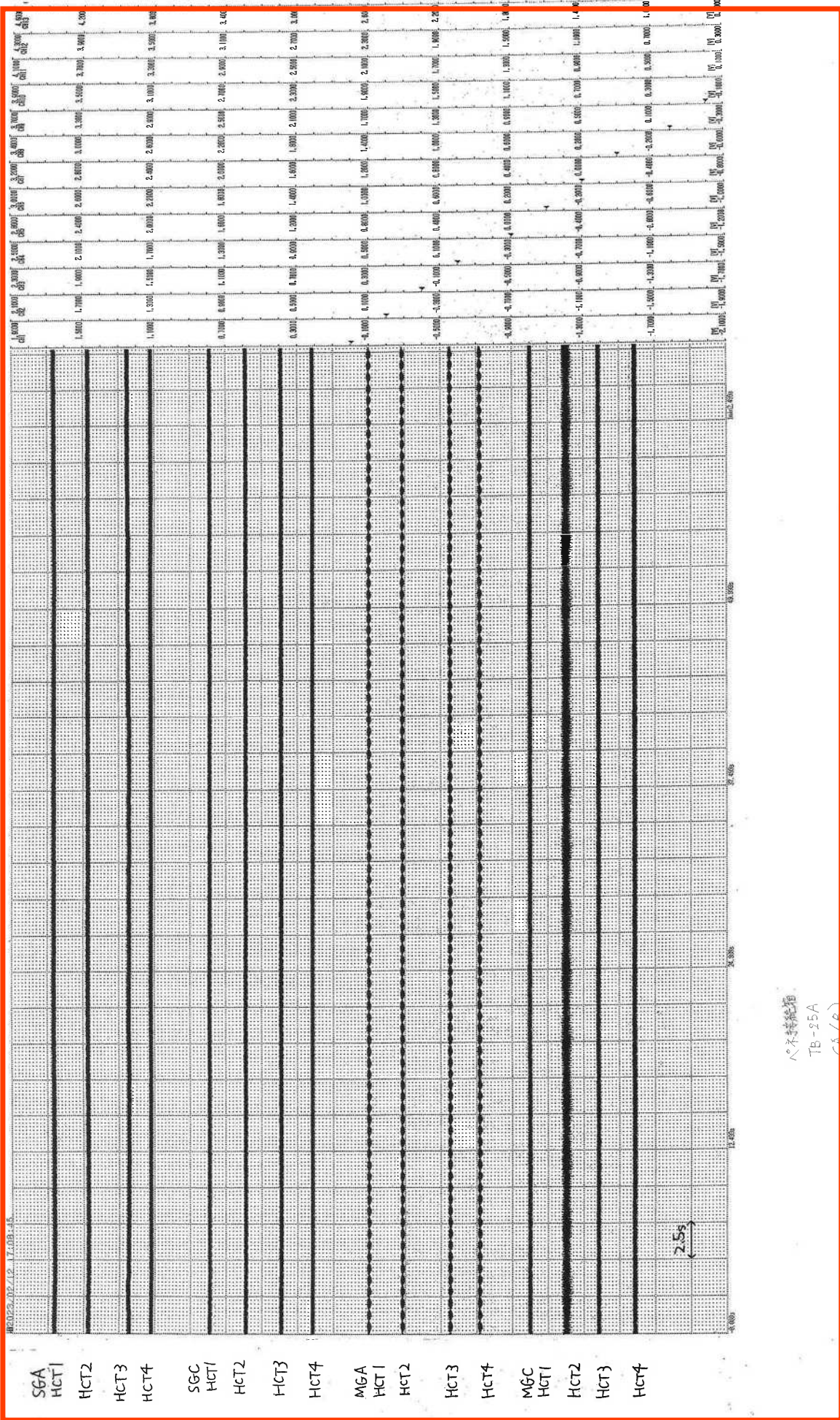




JI コネクタ タッピング

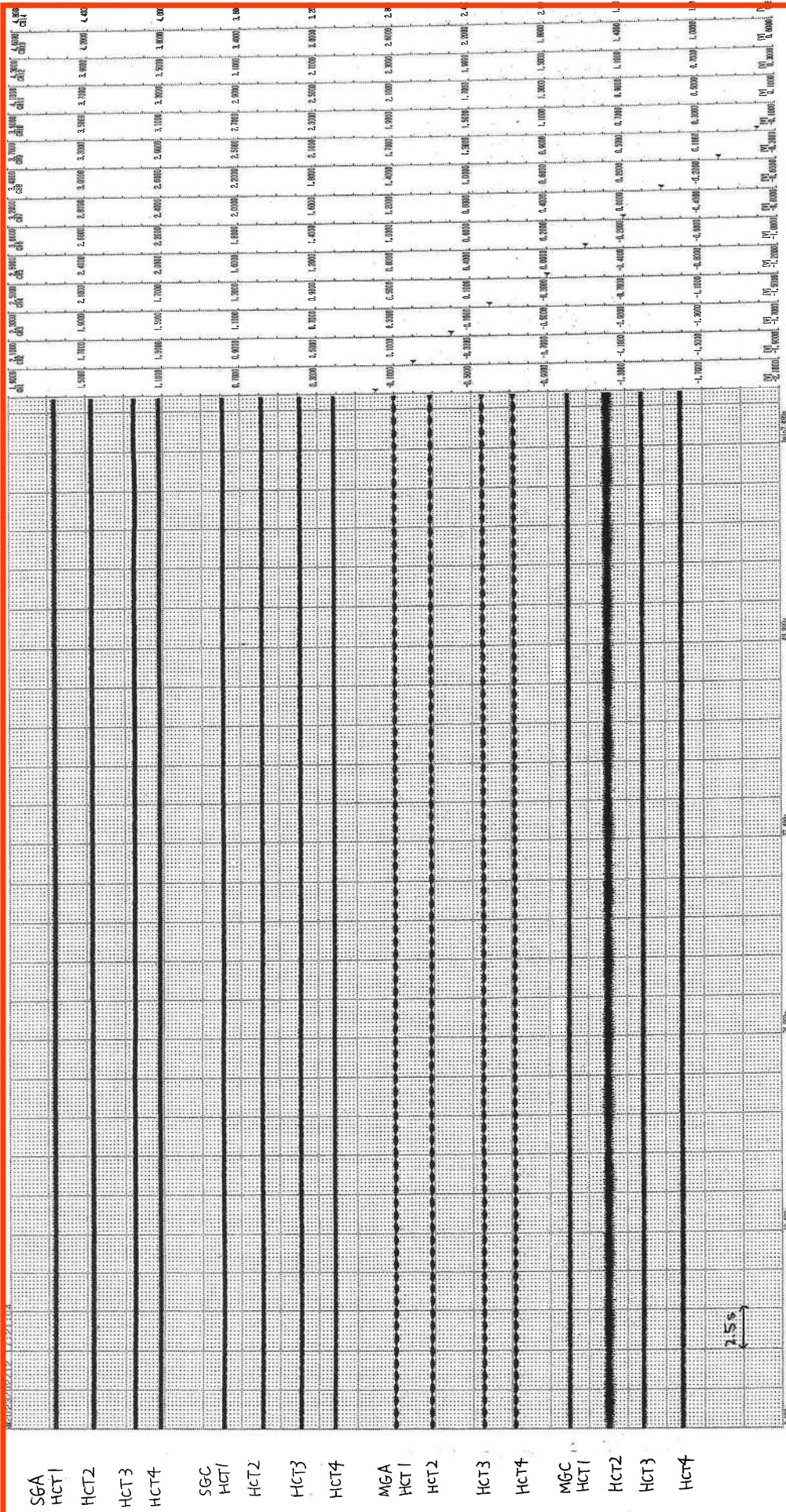


中継箱  
4JB-CR1-3  
ケーブル挿入



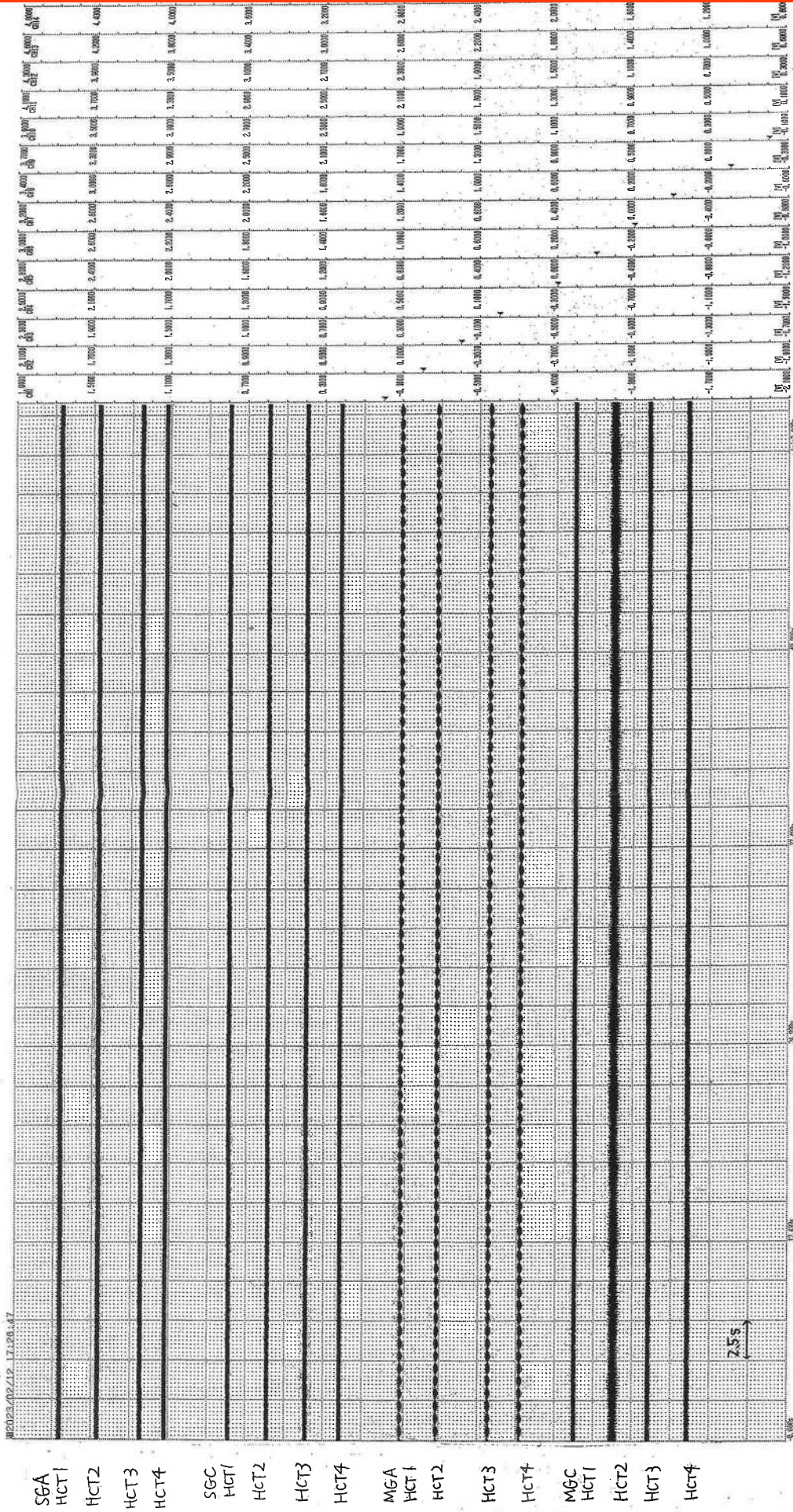
ペネトレーション  
TB-55A  
(S/P)

ケーブル揺らし

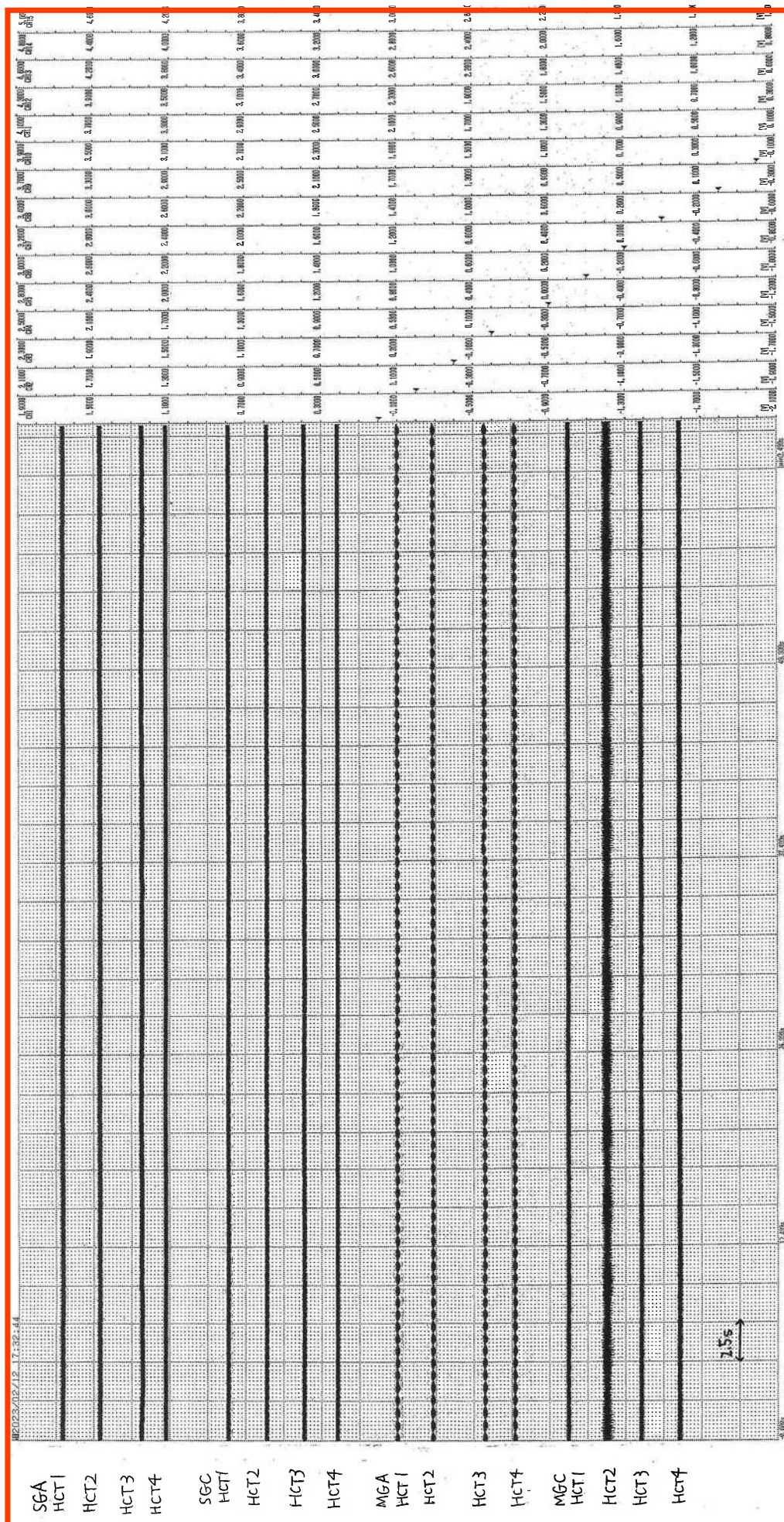


C/V 欠

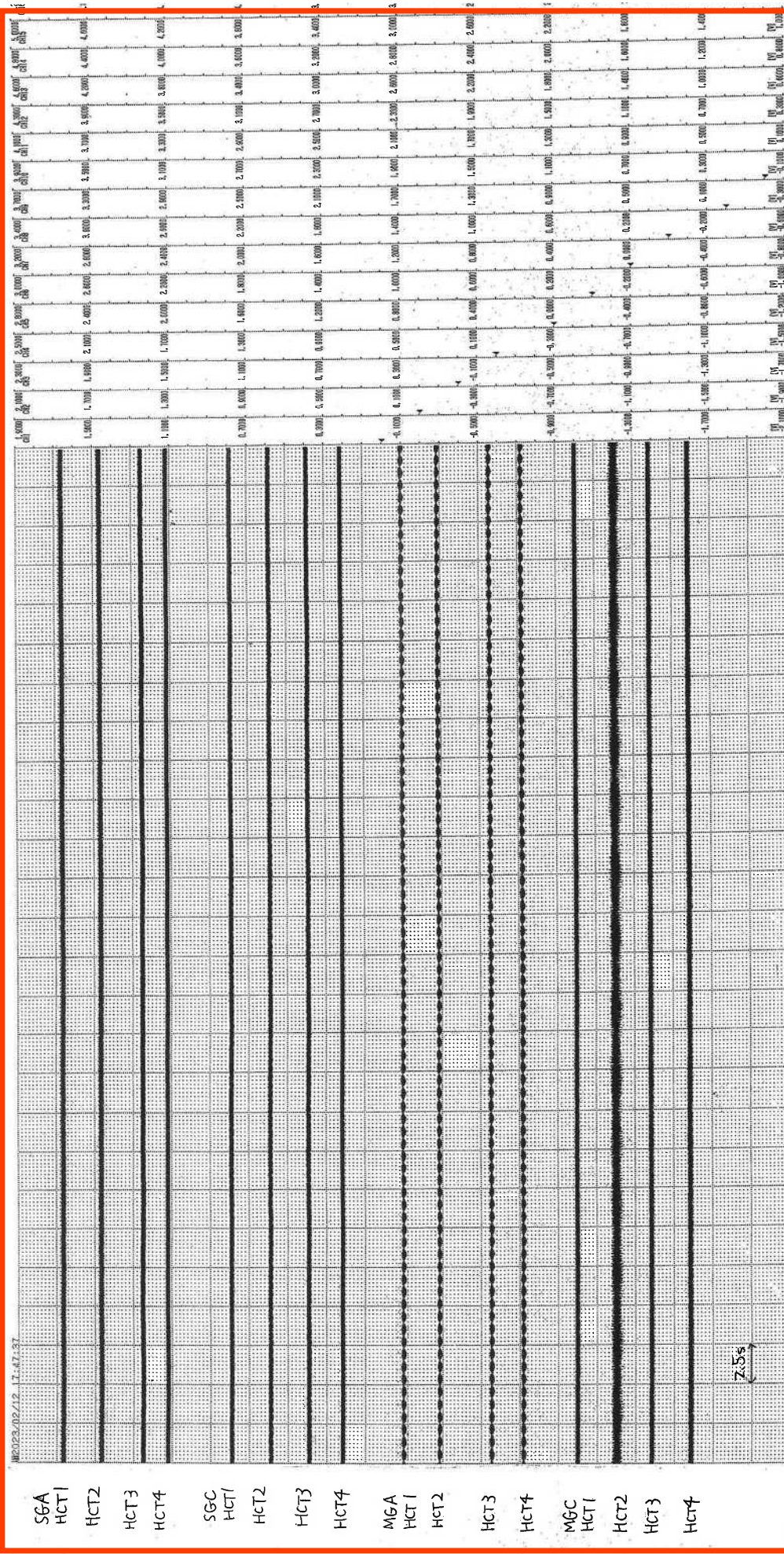
心電図検査  
TB-25B  
(C/V)  
カ-7012検査



中系道箱  
40R3B-2  
C=V  
ケーブル挿入



中間パネルコネクタ アッペンド

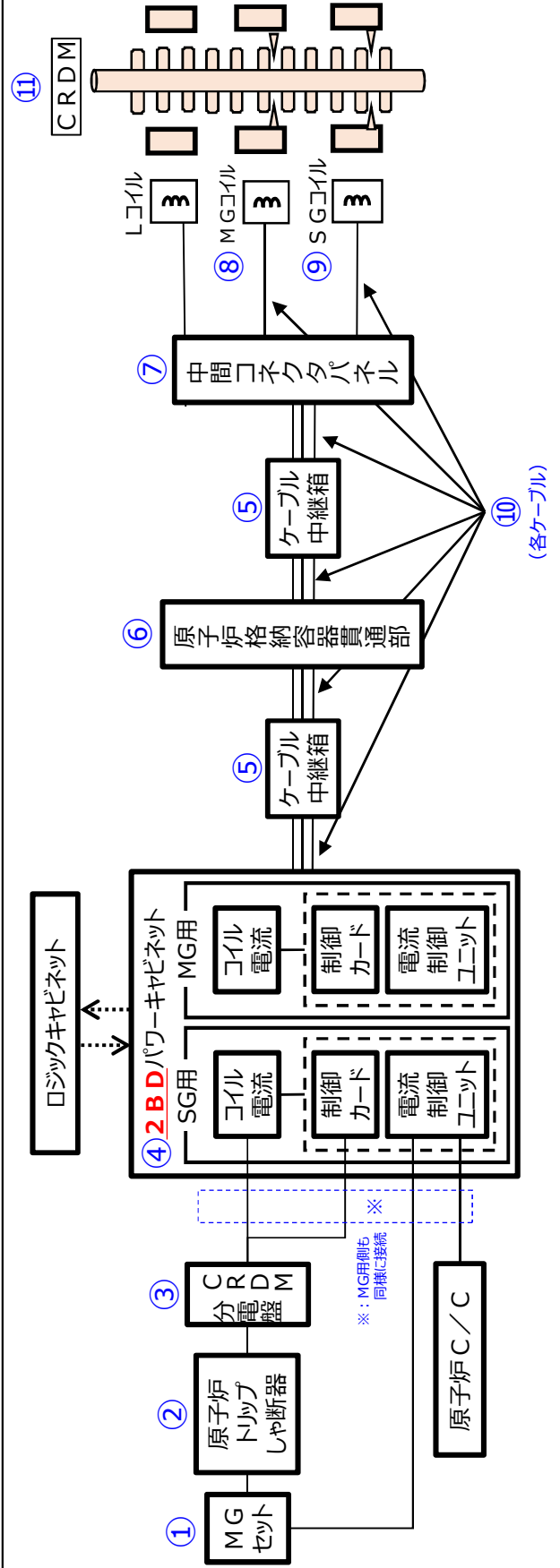


R/V トップ アーキング

## 制御棒制御装置の点検【点検箇所：⑪】

【部位：駆動機構】

1. 調査内容  
ステッピング試験を実施し、CRDM駆動装置の電流状態や加速度計信号を確認し健全性を確認する。
2. 調査結果（異常なし）
  - (1) 評価  
ステッピング試験にてコイル電流波形とタッチ機構の動作タイミングを確認し、異常がないことを確認した。
  - (2) 判定基準  
コイル電流波形とタッチ機構の動作タイミングに異常がないこと。
  - (3) 点検記録  
点検記録⑪参照





## 高浜 4 号制御棒落下事象 CRDM ステッピング試験報告書

### 1.はじめに

本資料は、高浜 4 号機制御棒落下事象における原因究明の一環として、CRDM 動作の健全性を確認するために実施した CRDM ステッピング試験結果報告書である。

### 2.実施内容

制御棒落下事象が発生したと推定される M-10 を含む制御バンク B に属する CRDM8 体を 0⇔228 ステップ動作させ、波形データを採取する。採取したデータから CRDM 動作の健全性を確認する。

### 3.データ採取

#### 3.1 実施日時

2023 年 2 月 10 日 11 時 30 分～12 時 30 分

#### 3.2 データ採取時 RCS 条件

温度：約 60℃

圧力：2.75MPa

流量：120% (1 台)、0% (2 台)

#### 3.3 対象バンク、動作範囲、回数

対象バンク：制御バンク B (8 体)

動作範囲：0⇔228step

回数：1 往復

#### 3.4 採取データ

##### (1) 採取データ

CRDM の動作状況を分析するために CRDM コイル電流信号(L、MG、SG)、CRDM 制御信号 (SB 信号) 及び加速度信号を採取した。

#### 4.評価方法

採取したデータに対して、以下に示す評価を実施する。

##### 4.1.5 波形重ね書き

CRDM 動作にミスステップ、スリップ、落下等の異常が生じていないことを確認するために、0⇔228step の波形データに対して、5step 分の波形を重ね書きして異常波形の有無を確認する。

##### 4.2 動作時間確認 (タイミング確認)

今回採取したデータから動作時間※1 を算出し、これまでの動作実績範囲※2 内にあることを確認する。対象アドレスは、事象が発生した M-10 とし、step 位置は制御棒落下事象発生時の保持位置である 228step 及び定事検の評価対象 step である 45⇔50step を対象とする。

※1: 磁極の動作開始のタイミングは直接確認することができないため、CRDM の動作性を確認する際には、制御シーケンス上のコイル電流信号発信 (コイル ON または OFF) から磁極動作完了までの時間に着目して評価する。この時間を「動作時間」と定義する。

※2: 三菱が過去に分析した全プラントの正常に動作している動作時間 (最も充実している定事検データ (45⇔50、50⇔55 ステップ等) をベース) の最大/最小値を使用。詳細な数値を表 1 に示す。

表 1 動作実績範囲の詳細データ (CNF)

単位: msec

		Lin	Lout	Min	Mout	Sin	Sout
引抜	最大	[Redacted]					
	最小						
挿入	最大						
	最小						

[Redacted] : 枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

## 5.結果

### (1) 5 ステップ重ね書き

制御バンク B に属する全 8 体に対し、採取したデータ 0⇔228step の全波形を対象に 5step 毎の波形の重ね書きを実施した。5step 毎の波形の重ね書きの代表波形 (M-10、引抜/挿入 45⇔50step) を添付 1 に示す。

その結果、全波形についてミスステップ、スリップ、落下等の異常が生じていないことを確認した。

### (2) 動作時間確認 (タイミング確認)

事象が発生したアドレス M-10 に対して、事象発生時の保持位置である 228step 及び定事検評価対象 step である 45⇔50step に対して、動作実績範囲内であるか確認した結果を表 2、3 に示す。

表 2、3 から、いずれのステップ、動作においても、動作時間は動作実績範囲内であることを確認した。

代表波形として M-10 の 227⇔228step の引抜、挿入波形を添付 2 に示す。

表 2 動作実績範囲との動作時間の比較 (M-10、引抜操作)

単位 : msec

引抜、step 位置	Lin	Lout	Min	Mout	Sin	Sout
45→46						
46→47						
47→48						
48→49						
49→50						
227→228						
動作実績 範囲						
結果	OK	OK	OK	OK	OK	OK

表 3 動作実績範囲との動作時間の比較 (M-10、挿入操作)

単位 : msec

挿入、step 位置	Lin	Lout	Min	Mout	Sin	Sout
228→227						
50→49						
49→48						
48→47						
47→46						
46→45						
動作実績 範囲						
結果	OK	OK	OK	OK	OK	OK



: 枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

## 6.まとめ

高浜 4 号機制御棒落下事象における原因究明の一環として、CRDM 動作の健全性を確認するために実施した CRDM ステッピング試験を実施した。

試験の結果、ミスステップ、スリップ、落下等の CRDM 動作異常が発生していないことを確認した。また、採取した波形データから、CRDM の動作時間がこれまでの動作実績範囲内であることを確認した。

以上より、高浜 4 号機制御棒落下事象後においても CRDM 動作は健全であることを確認した。

以上

引抜波形：45⇒50step (代表5stepの重ね書き)



挿入波形：50⇒45step (代表5stepの重ね書き)



引抜波形：227⇒228step (代表)

KTN-4 #—GNF / C882#77 年々：2023/02/10 温匠：60℃ 圧力：2.7 MPa 流量：120% M-10 (227ステップ→228ステップ)



リフトコイル  
電流波形



MGコイル  
電流波形



SGコイル  
電流波形



加速度信号  
波形

326549 326749 326949 327149 327349 327549 TIME(ms)





挿入波形：228⇒227step (代表)

KTM-4 3—GNF / 年々：2023/02/10 温度：60℃ 圧力：2.7MPa 産量：120%  
C8B2#77 M-10 (228ステップー227ステップ)



リフトコイル  
電流波形



MGコイル  
電流波形



SGコイル  
電流波形



加速度信号  
波形

353852 354052 354252 354452 354652  
TIME(ms)

154

