

2021年 2月15日
大飯発電所

大飯発電所4号機

中央制御室外原子炉停止盤における計器指示値不良に伴う運転上の制限の逸脱について

1. 事象発生日時

2021年2月8日（月）08時10分
（運転上の制限を満足していないと判断した日時）

2. 事象発生前の状況

第17回定期検査中（モード1、調整運転中）

3. 事象発生の状況

（添付資料－1～3）

大飯発電所4号機は定格熱出力一定運転中（電気出力1220MW、蒸気発生器熱出力3412.6MW、第17回定期検査の調整運転中）のところ、2021年2月8日、07時40分頃、4号機中央制御室外原子炉停止盤^{※1}（以下、EP盤という）（管理区域外）において、「中央制御室外原子炉停止盤計器指示値確認試験」中の運転員が、加圧器圧力指示計（以下、当該指示計という）が通常値（約15.4MPa）より高い（16.25MPa）ことを確認した。

中央制御室の加圧器圧力の指示値を確認したところ、4チャンネルある加圧器圧力計指示値は全て約15.4MPaであり、他のパラメータも安定していることから、08時10分に当直課長がEP盤の指示値が正しく指示していないとして、保安規定第34条に定める運転上の制限を満足していないと判断した。

その後、加圧器圧力信号ライン（原子炉安全保護計装盤（以下、計器ラックという）から当該指示計）を点検した結果、当該指示計単体への模擬入力値に対して出力が高めに指示していたことから、当該指示計の不良と判断した。

当該指示計を予備品に取替えたところ、中央制御室の指示値と同じ約15.4MPaを指示し、指示値の確認試験にて、加圧器圧力指示計の健全性に問題がないことを確認したことから、同日22時15分に保安規定の運転上の制限を満足している状態に復帰したことを当直課長が判断した。

なお、本事象による環境への放射能の影響は無い。

※1：中央制御室が使用できなくなった場合に、原子炉停止後の状態を維持、監視する装置

（時系列）

2月8日

07時30分～

07時40分 中央制御室外原子炉停止盤計器指示値確認試験実施
当該指示計が通常値（約15.4MPa）より高い（16.25MPa）ことを確認

08時10分 当直課長は、保安規定第34条の運転上の制限を満足していな

	いと判断
1 3時00分	点検作業開始
2 2時00分	点検作業終了
2 2時10分～	
2 2時15分	中央制御室外原子炉停止盤計器指示値確認試験実施
2 2時15分	当直課長は、E P盤の加圧器圧力指示計が動作可能であることを確認し、保安規定第34条の運転上の制限を満足していることを判断

4. 原因調査 (添付資料－4)

E P盤加圧器圧力計指示不良の原因について、F T図に基づき以下のとおり調査を実施した。

(1) 伝送器 (P T－451) (添付資料－5, 6, 8)

a. 検出部の不良

伝送器不良の場合、他指示計も同様に高め指示となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視パネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4 MPa) であることから要因の可能性はない。

b. 端子箱内端子の緩み

端子に緩みが生じた場合、指示にふらつきが生じるが、変動は認められず、当該指示計以外の安全保護アナログ監視パネル、プラント計算機指示は通常指示 (約15.4 MPa) であることから要因の可能性はない。

(2) LCスリーブ部^{*2}

a. LCスリーブ部の断線、短絡 (格納容器側端子箱)

断線、短絡傾向にある場合、指示が低下となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視パネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4 MPa) であることから要因の可能性はない。

(3) ペネトレーション^{*3}

a. ケーブルの断線、短絡

断線、短絡傾向にある場合、指示が低下となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視パネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4 MPa) であることから要因の可能性はない。

(4) 信号ケーブル

a. ケーブルの断線、短絡

断線、短絡傾向にある場合、指示が低下となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視パネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4 MPa) であることから要因の可能性はない。

b. 端子の緩み (ペネトレーション端子箱 (アニュラス側))

端子に緩みが生じた場合、指示にふらつきが生じるが、変動は認められず、当該指示計以外の安全保護アナログ監視パネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4 MPa) であることから要因の可能性はない。

(5) 計器ラック

a. 入力カードの不良

入力カード不良の場合、他指示計も同様に高め指示となるが、当該指示計以外のプラント計算機指示は通常指示値 (約15.4 MPa) であることから要

因の可能性はない。

b. 出力カードの特性不良

当該アナログ出力カードのタッピング確認結果、異常は認められなかった。また、カード出力電圧確認の結果、現状の信号レベルに相当する電圧値でありアナログ出力カード確認試験^{※4}（以下、AO試験）の結果についても、入力したデジタル値に相当する電圧値が出力されており、また、当該電圧値は許容誤差内で異常がないことを確認した。

c. 分配モジュール

AO試験として出力カードー分配モジュールー当該指示計を対象に出力カードにデジタル値を入力し、出力値を確認した結果、入力に対して出力が高めに指示していることを確認した。

なお、指示計単体試験の結果、許容誤差を逸脱しており、指示計単体不良と判断できるため、分配モジュールについては、異常はない。

d. 出力端子の緩み

当該指示計出力用端子に緩みが生じた場合、指示にふらつきが生じるが、変動は認められず、振動等による緩みが発生する環境ではないため要因の可能性はない。

(6) 圧力指示計（P I - 4 5 1 E）

a. 圧力指示計の特性不良

外観点検および当該指示計のタッピング確認の結果、異常は認められなかった。

また、当該指示計の単体試験を実施した結果、入力に対して出力が高めに指示しており指示計特性不良であることが確認した。

b. 端子の緩み

端子に緩みが生じた場合、指示にふらつきが生じるが、変動は認められず、振動等による緩みが発生する環境ではないため要因の可能性はない。

※2：事故時の耐震環境性を考慮して、ペネトレーションの電気配線と伝送器の信号ケーブルを熱収縮チューブで接続した箇所

※3：原子炉格納容器電気配線貫通部

※4：計器ラックにアナログ出力データを設定し、アナログ出力カードおよび指示計の出力を確認する試験

5. 当該指示計について

当該指示計は、使用開始後1ヶ月後程度の期間で不良が認められたものである。不良が認められるまでの経緯を以下に示す。

- 圧力指示計（P I - 4 5 1 E）は、建設時から約30年経過し、メーカー製造中止の情報から、予防保全として4号第17回定期検査（以下、今回定検という）で取り替えを行った。
- 当該指示計については、製造メーカーでの出荷検査、取替完了後、点検での特性試験ならびに定期事業者検査（安全保護系設定値確認検査）において、圧力指示計の特性に問題ないことを確認している（2020年12月9日）のに加え、運転員の巡回点検において、毎日1回、当該指示計の指示値の確

認を行っており、当該指示計の不良を確認した2021年2月8日までの間、不良は確認されていない。

6. 推定原因

当該指示計の単体試験において、指示特性不良（基準値に対する指示計の値が判定基準を逸脱）であることが認められたことから、当該指示計の単体不良と推定した。

当該指示計は、今回定検での取替後には、指示のずれはなく正しい値を示していたが、使用開始の1ヶ月後程度で不良が顕在化したものであり、指示値のずれが大きく、経年劣化による計器ドリフトのような特性変化の傾向を示したものではない。

また、当該指示計と同形及び同種型式において、今回事象のように短期間に指示値に大きなずれを生じる不具合経験もない。

以上のことから、本計器単体の偶発的な故障の可能性が高いものと考えられる。

7. 対 策

(添付資料-6, 7, 8)

- (1) 当該圧力指示計を予備品と取替え、健全性に問題がないことを確認した。
(2月8日実施済み)

以 上

(添付資料)

1. 大飯発電所原子炉施設保安規定（抜粋）
2. 加圧器圧力計4チャンネル指示値トレンド
3. 加圧器圧力計ループブロック概要図
4. 中央制御室外原子炉停止盤指示計不良に係る要因分析図
5. 中央制御室外原子炉停止盤指示計不良に係る点検内容
6. 当該指示計取替後の健全性確認結果
7. 中央制御室外原子炉停止盤計器指示値確認試験結果
8. 現地圧力指示計写真（取替後）
9. 中央制御室外原子炉停止盤指示計不良に係る点検工程

大飯発電所原子炉施設保安規定（抜粋）

（計測および制御設備）

第 34 条 次の計測および制御設備は、表 34-1 で定める事項を運転上の制限とする。

- (1) 原子炉保護系計装
- (2) 工学的安全施設等作動計装
- (3) 事故時監視計装
- (4) ディーゼル発電機起動計装
- (5) 中央制御室非常用循環系計装
- (6) 中央制御室外原子炉停止装置

2. 計測および制御設備が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次号を実施する。

- (1) 原子燃料課長、発電室長、当直課長、電気必修課長および計装必修課長は、表 34-2 から表 34-7 に定める確認事項を実施する。また、原子燃料課長、電気必修課長および計装必修課長は、その結果を発電室長または当直課長に通知する。

3. 当直課長および計装必修課長は、計測および制御設備が第 1 項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表 34-2 から表 34-7 の措置を講じるとともに必要に応じ関係各課（室）長へ通知する。通知を受けた関係各課（室）長は、同表に定める措置を講じる。

表 34-1

項 目	運転上の制限
第 1 項で定める計測および制御設備	表 34-2 から表 34-7 に定める所要チャンネル数、系統数および機能がそれぞれの適用モードにおいて動作可能 ^{※1} であること

※ 1：本条における動作可能とは、当該計測および制御設備に期待されている機能が達成されている場合をいう。また、本条における動作不能とは、特に定めのある場合を除き、点検・修理のために当該チャンネルもしくは論理回路をバイパスする場合または不動作の場合をいう。動作信号を出力させている状態または誤動作により動作信号を出力している状態は動作可能とみなす。

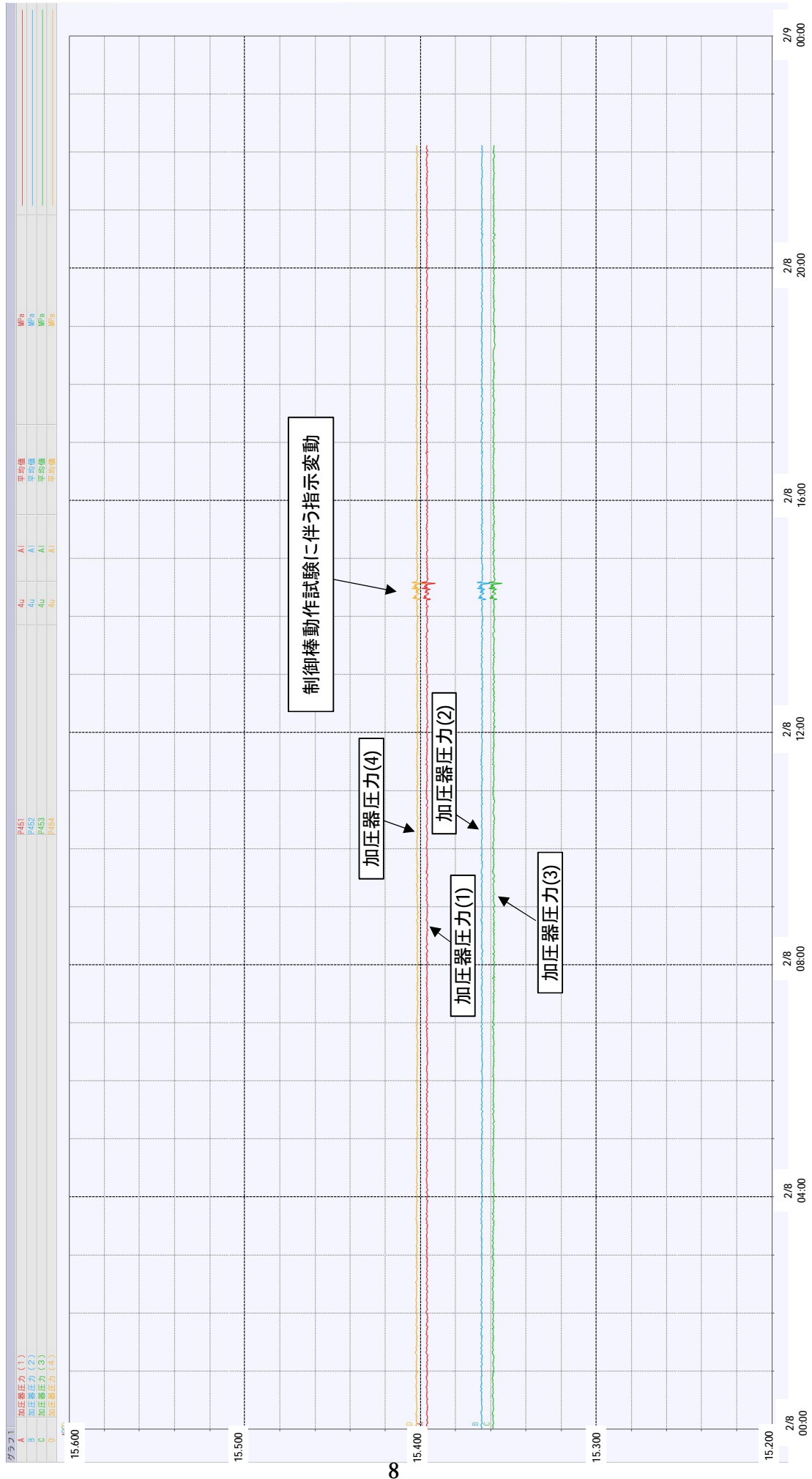
表34-7 中央制御室外原子炉停止装置

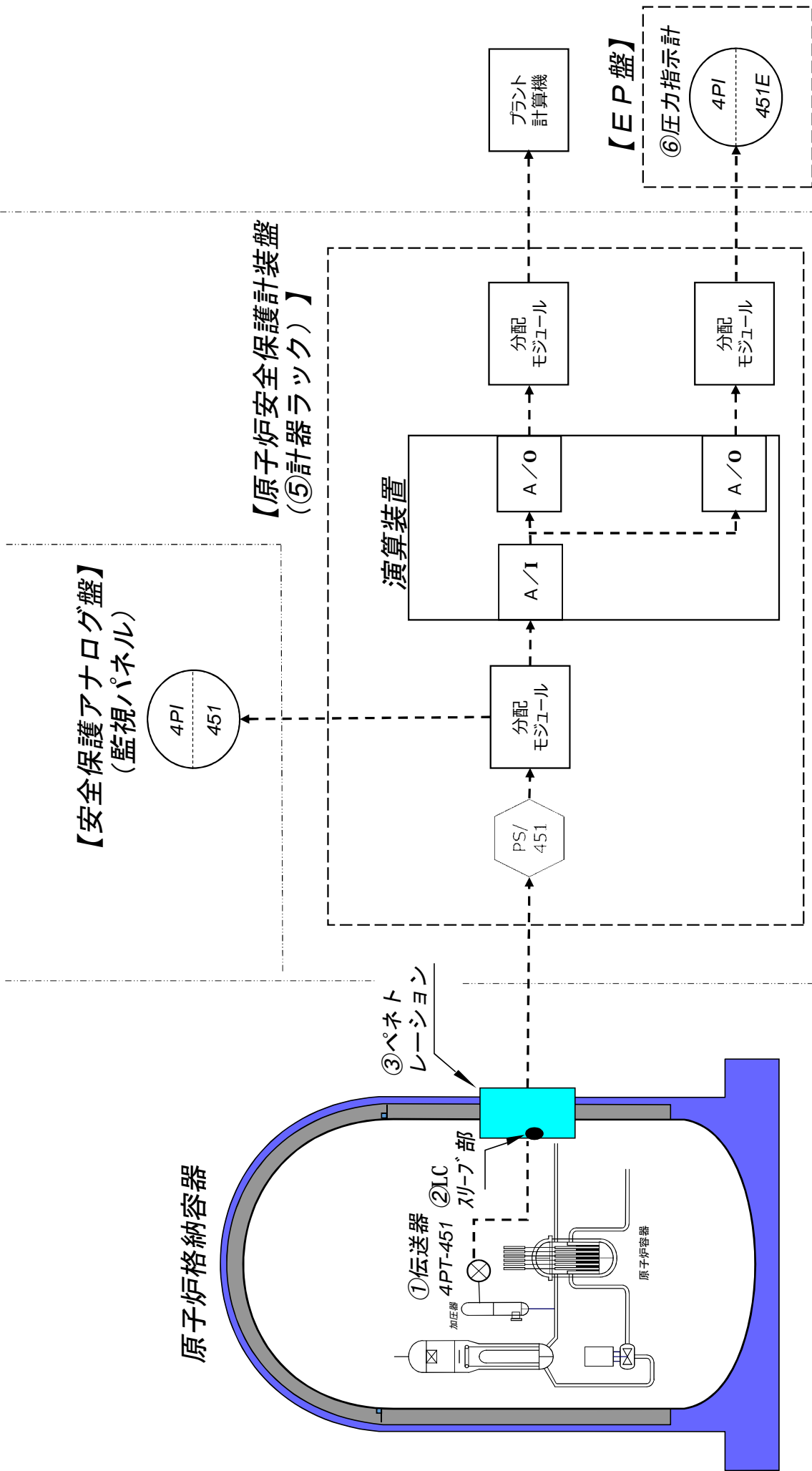
機能	通用モード	機能を満足できない場合の措置※2		項目	確認事項	頻度	担当
		条件	措置				
ほうげんポンプ	モード1、2および3	A. 1つの機能が動作不能である場合 B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	A.1 当直課長は、当該機能が動作可能な状態にする。 B.1 当直課長は、モード3におよびする。 B.2 当直課長は、モード4におよびする。	機能の確認を行う。	定期事業者検査時	電気保修課長	
充てんポンプ	モード1、2、3および4	A. 1つの機能が動作不能である場合 B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	A.1 当直課長は、当該機能が動作可能な状態にする。 B.1 当直課長は、モード3におよびする。 B.2 当直課長は、モード5におよびする。				
加圧器後備ヒータ							
抽出オリフィス隔離弁							
海水ポンプ							
原子炉補機冷却水ポンプ							
電動補助給水ポンプ							
余熱除去ポンプ	モード4	A. 1つの機能が動作不能である場合 B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	A.1 当直課長は、当該機能が動作可能な状態にする。 B.1 当直課長は、モード5におよびする。				
加圧器圧力	モード1、2および3	A. 1つの機能が動作不能である場合 B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	A.1 当直課長は、当該機能が動作可能な状態にする。 B.1 当直課長は、モード3におよびする。 B.2 当直課長は、モード4におよびする。	機能の確認を行う。	定期事業者検査時	計装保修課長	
加圧器水位	モード1、2、3および4	A. 1つの機能が動作不能である場合 B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	A.1 当直課長は、当該機能が動作可能な状態にする。 B.1 当直課長は、モード3におよびする。 B.2 当直課長は、モード5におよびする。				
蒸気発生器水位(広域)							
主蒸気圧力							
中性子束(中性子源領域)	モード2(P-6インタロック未滿)、3および4	A. 1つの機能が動作不能である場合 B. 条件Aの措置を完了時間内に達成できない場合	A.1 当直課長は、当該機能が動作可能な状態にする。 B.1 当直課長は、モード3におよびする。 B.2 当直課長は、モード5におよびする。	動作不能でないことを指示値により確認する。	1ヶ月に1回	当直課長	

※2：機能毎に個別の条件が適用される。

加压器压力4CH指示値

添付資料-2





①～⑥は添付資料-4の部位番号

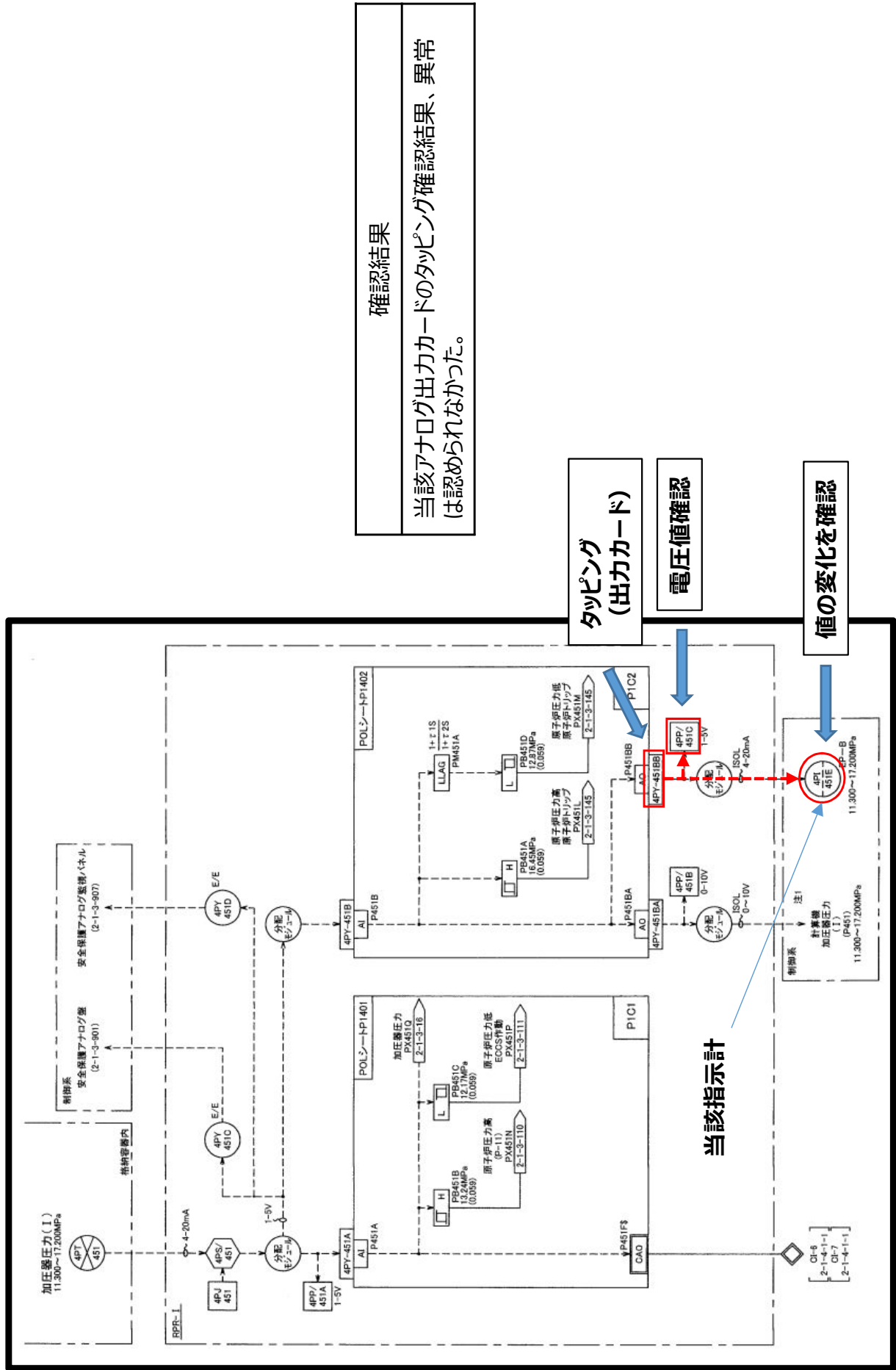
④信号ケーブル

中央制御室外原子炉停止盤指示計不良に係る要因分析図

事象	部位	要因	検 討	確認方法	評価	送付資料		
加圧側圧力計 (PI-451E) 指示の高め	① 伝送器 (PI-451)	① 検出部の不良	伝送器不良の場合、他指示計も同様に高め指示となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視ハネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4MPa) であることから要因の可能性はない。	-	-	x		
		② 端子箱内端子の緩み	端子に緩みが生じた場合、指示にふらつきが生じるが、変動は認められず、当該指示計以外の安全保護アナログ監視ハネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4MPa) であることから要因の可能性はない。	-	-	x		
		② LCスリーブ部	① LCスリーブ部の断線、短絡 (絡線容器側端子箱)	断線、短絡傾向にある場合、指示が低下となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視ハネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4MPa) であることから要因の可能性はない。	-	-	x	
			① ケーブルの断線、短絡	断線、短絡傾向にある場合、指示が低下となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視ハネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4MPa) であることから要因の可能性はない。	-	-	x	
		④ 番号ケーブル	① ケーブルの断線、短絡	断線、短絡傾向にある場合、指示が低下となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視ハネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4MPa) であることから要因の可能性はない。	-	-	x	
			② 端子の緩み ② (ベネトレーション端子箱 (アニュラス側))	端子に緩みが生じた場合、指示にふらつきが生じるが、変動は認められず、当該指示計以外の安全保護アナログ監視ハネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4MPa) であることから要因の可能性はない。	-	-	x	
		⑤ 原子炉安全保護計装盤	① 入カカードの不良	入カカード不良の場合、他指示計も同様に高め指示となるが、当該指示計以外のプラント計算機指示は通常指示値 (約15.4MPa) であることから要因の可能性はない。	-	-	x	
			② 出カカードの特性不良	カード故障は検知しておらず、他の故障警報の発信もないため可能性は低い。当該指示計出力カカード不良の可能性については完全には否定できない。	当該カードのタッピング確認による指示変化有無を確認する。また、AO試験 (データ設定) によりカカード出力電圧を確認する。	当該アナログ出力カカードのタッピング確認結果、異常は認められなかった。また、カカード出力電圧確認の結果、現状の番号レベルに相当する電圧値であり、AO試験の結果電圧値が出力され、入力したデジタル値に相当する許容差内で異常はない。	5 (1/4) 5 (3/4)	
		⑥ 圧力指示計 (PI-451E)	③ 分配モジュール	③ 分配モジュール不良の場合、他指示計も同様に高め指示となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視ハネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4MPa) であることから要因の可能性はない。	分配モジュール不良の場合、他指示計も同様に高め指示となるが、当該指示計以外の安全保護アナログ監視ハネル、プラント計算機指示は通常指示値 (約15.4MPa) であることから要因の可能性はない。	AO試験 (データ設定) による特性確認を実施する。また、指示計本体試験結果の確認により、分配モジュールの特性が正常であることを確認する。	AO試験として出カカード分配モジュールを当該指示計を対象に出カカードにデジタル値を入力し、出力値を確認した結果、入力に対して出力が正常に指示していることを確認した。なお、指示計本体試験の結果、許容差を逸脱しており、指示計本体不良と判断できるため、分配モジュールについては、異常はない。	5 (2/4) 5 (3/4)
				④ 出力端子の緩み	当該指示計出力用端子に緩みが生じた場合、指示にふらつきが生じるが、変動は認められず、振動等による緩みが発生する環境ではないため要因の可能性はない。	-	-	x
① 圧力指示計の特性不良	圧力指示計のみ高め指示であることから、圧力指示計本体の不良が考えられる。			外観点検及び当該指示計のタッピング確認による指示変化有無を確認する。また、指示計本体による特性確認を実施する。	外観点検および当該指示計のタッピング確認の結果、指示計本体の特性が正常であり、当該指示計の出力が正常に指示されており、指示計特性不良であることを確認した。	5 (2/4) 5 (4/4)		
② 端子の緩み	端子に緩みが生じた場合、指示にふらつきが生じるが、変動は認められず、振動等による緩みが発生しないため要因の可能性はない。			-	-	x		

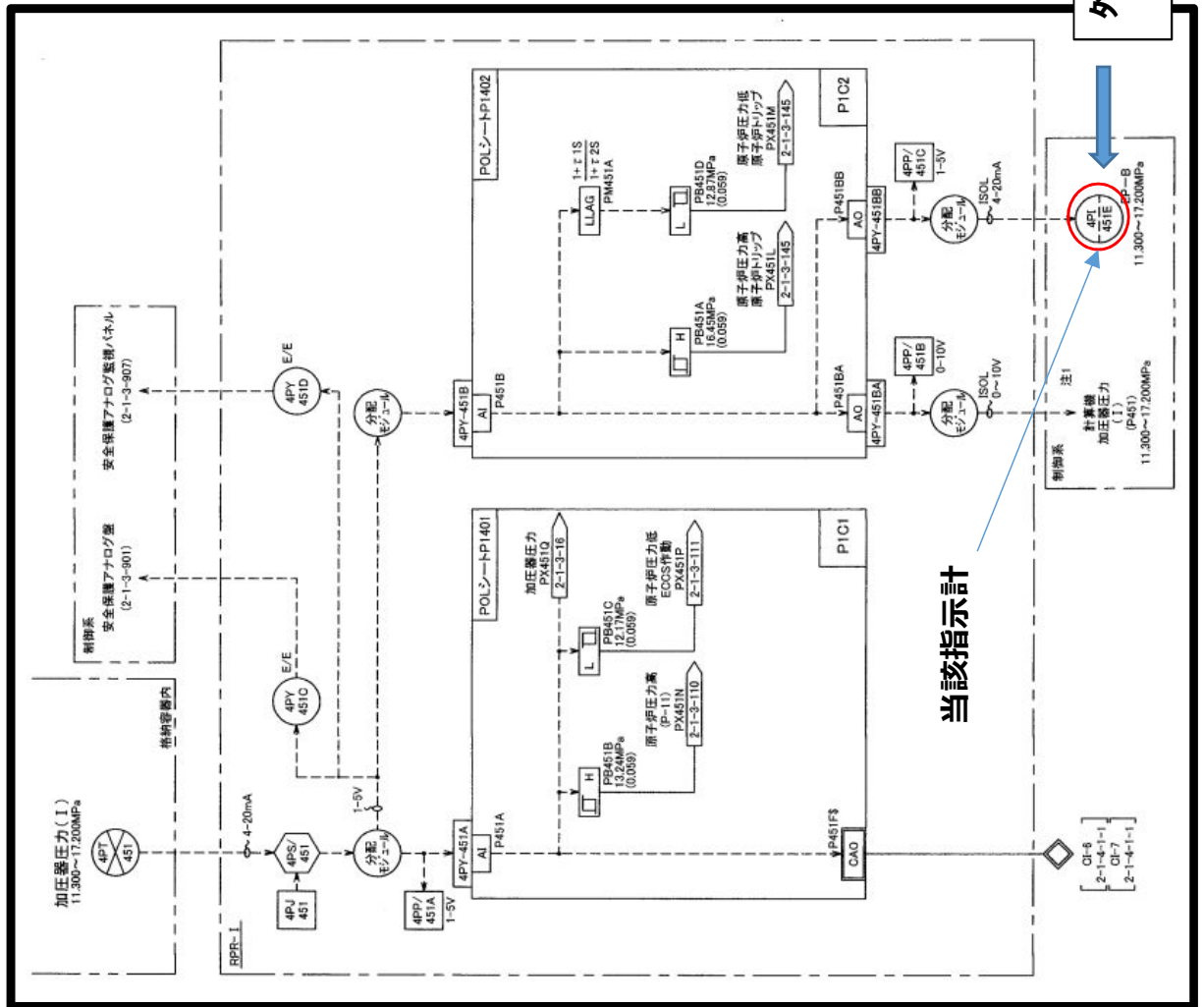
評価凡例
x: 要因として考えられたいもの、△: 要因の可能性があるもの、○: 要因

(出力カードタッピング)



確認結果
 当該アナログ出力カードのタッピング確認結果、異常は認められなかった。

中央制御室外原子炉停止盤指示計不良に係る点検内容 (2 / 4)
 (当該指示計タッピング)

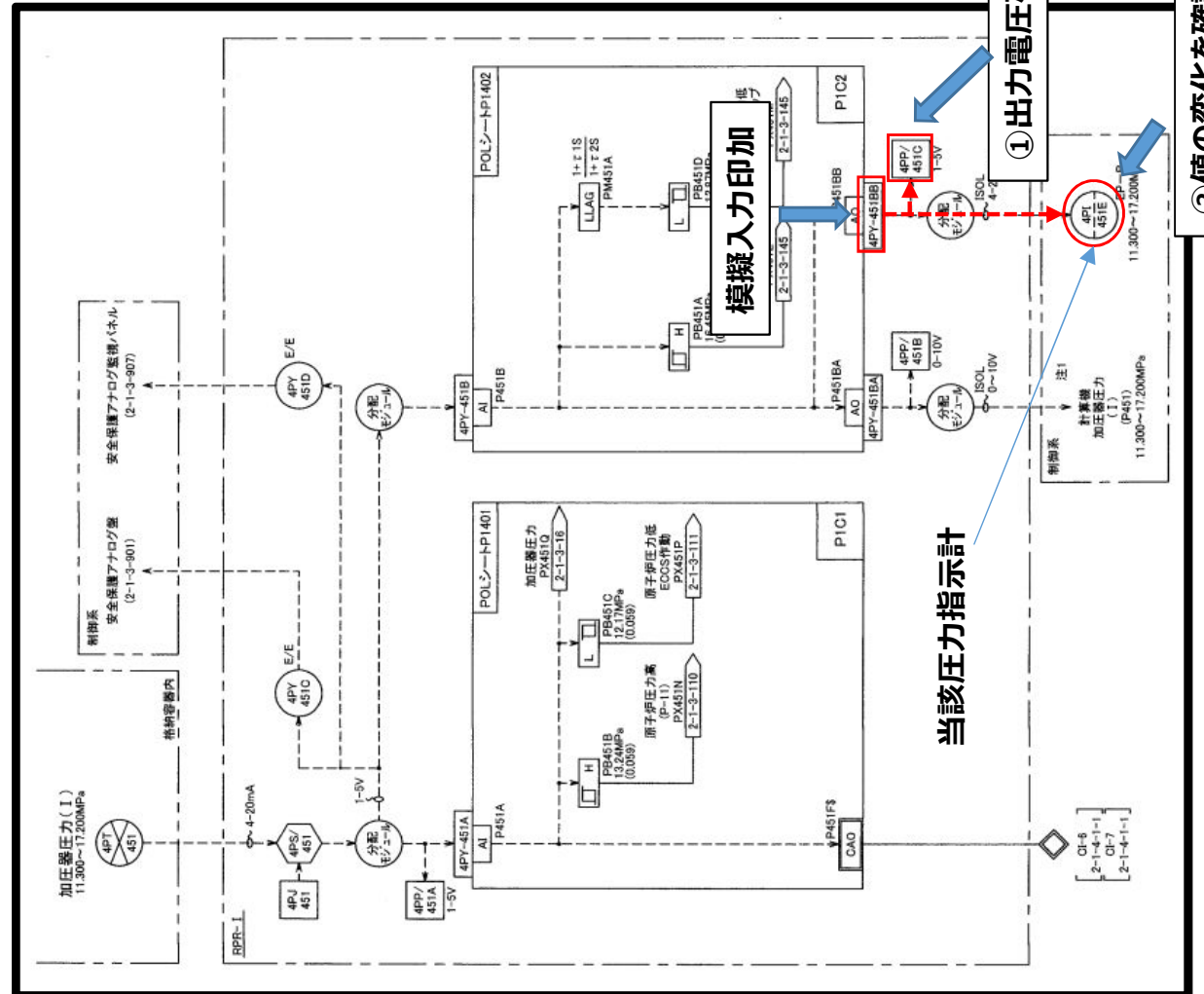


確認結果
 外観点検および当該指示計のタッピング確認の結果、異常は認められなかった。

外観点検およびタッピング
 (指示計)

中央制御室外原子炉停止盤指示計不良に係る点検内容 (3 / 4)

(出力カードAO試験)



AO試験			
模擬入力値	4PY-451BB	4PI-451E	
ステップ	MPa	出力電圧V	指示計(EP)MPa
1	11.30	0.999 (1.000)	12.12 (11.30)
2	13.00	2.152 (2.153)	13.82 (13.00)
3	14.00	2.830 (2.831)	14.84 (14.00)
4	16.00	4.186 (4.186)	16.88 (16.00)
5	17.20	4.999 (5.000)	over (17.20)
判定結果		① 良	② 否

確認結果

【出力カード】
 カード出力電圧確認の結果、現状の信号レベルに相当する電圧値でありアナログ出力カード確認試験の結果についても、入出したデジタル値に相当する電圧値が出力されており、また、当該電圧値は許容誤差内で異常はない。

【分配モジュール】
 AO試験として出力カード→分配モジュール→当該指示計を対象に出力カードにデジタル値を入力し、出力値を確認した結果、入力に対して出力が常に**0.8MPa**程度高めに指示していることを確認した。

中央制御室外原子炉停止盤指示計不良に係る点検内容 (4 / 4)
(指示計単体試験)

指示計単体試験	
模擬入力値	4PI-451E
ステップ	mA
1	4.000
2	8.000
3	12.000
4	16.000
5	20.000
判定結果	否
	指示計(EP)MPa
	12.10
	(11.30)
	13.60
	(12.78)
	15.10
	(14.25)
	16.59
	(15.73)
	over
	(17.20)

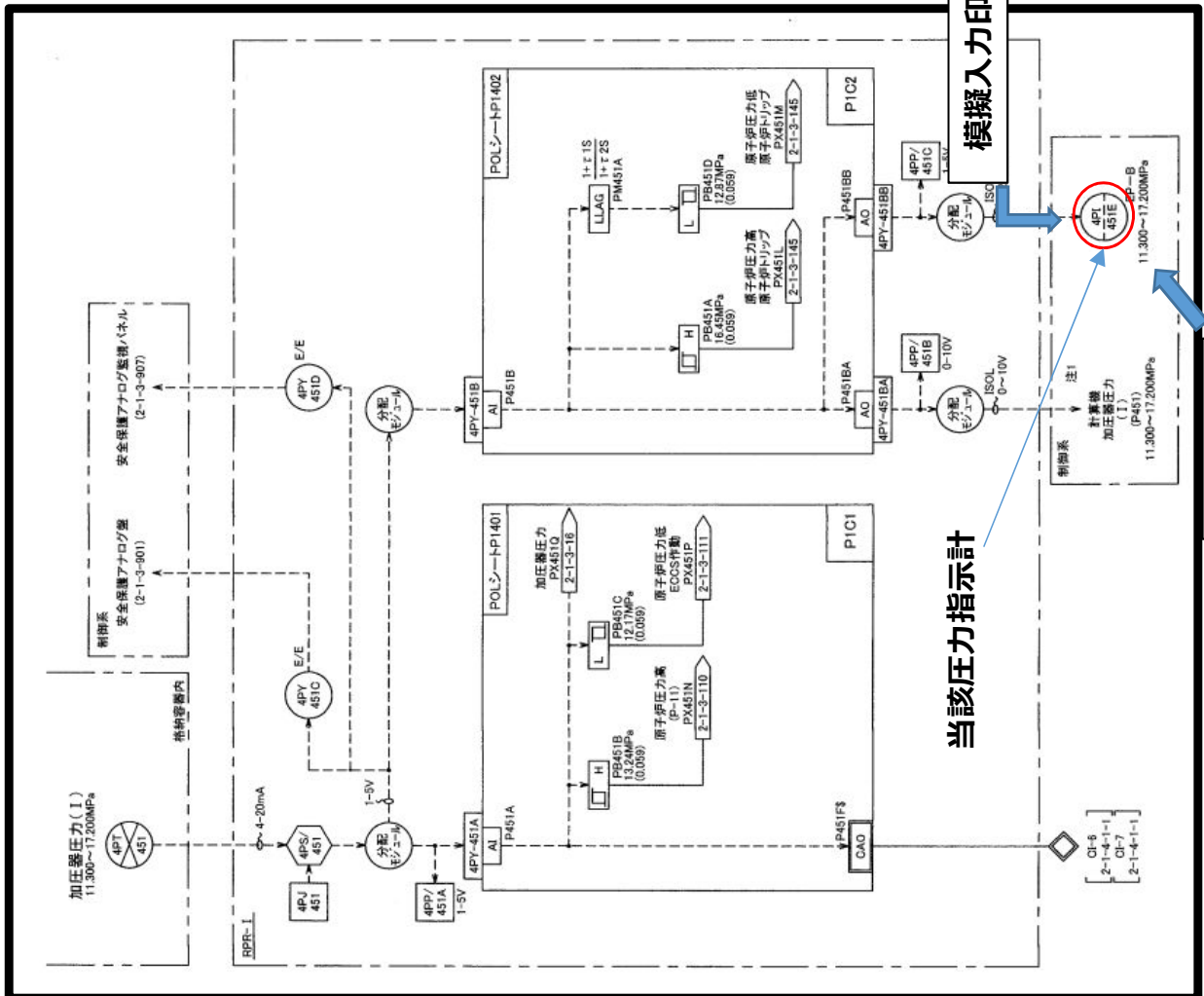
確認結果

【指示計単体】

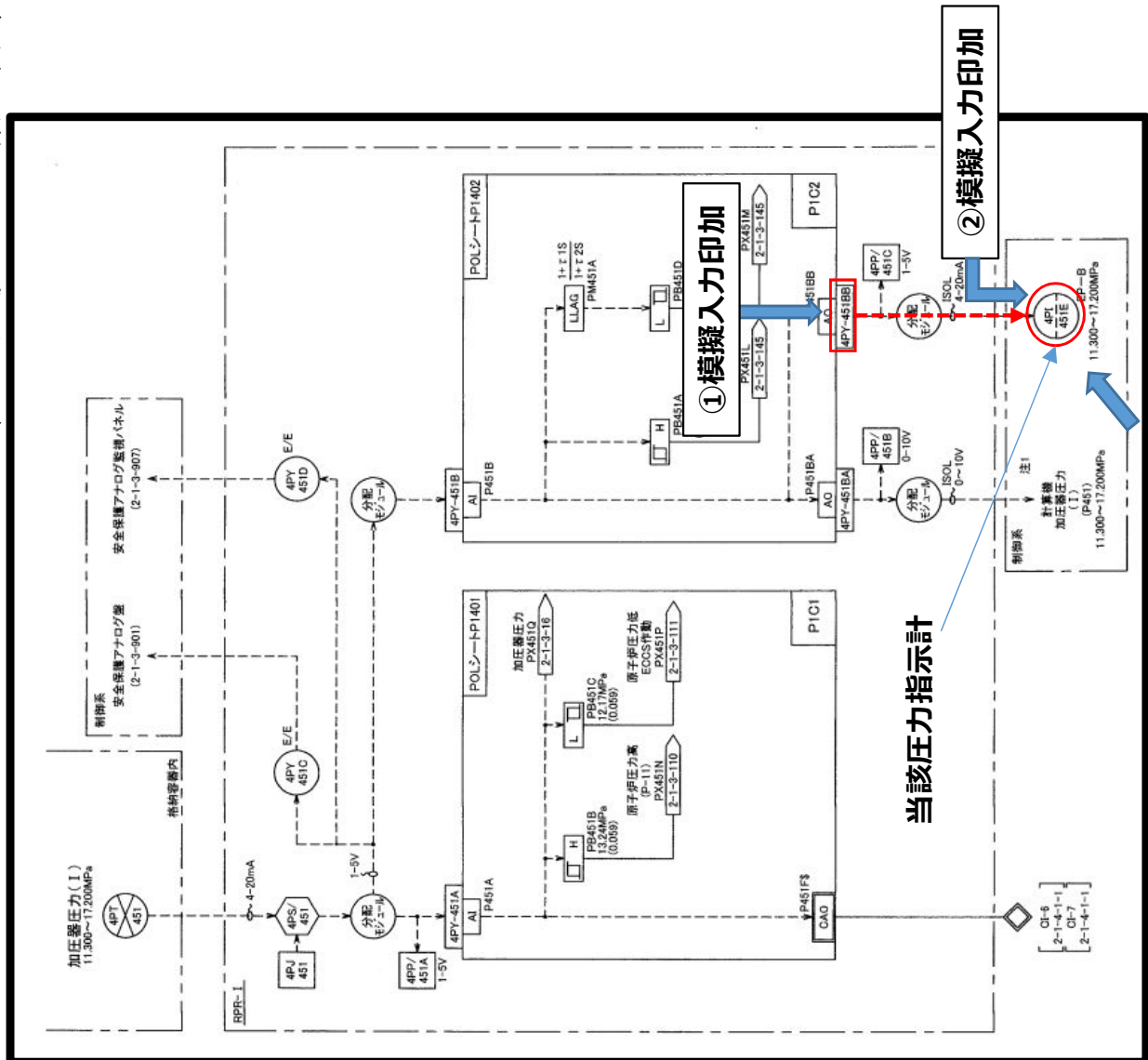
A O試験として当該指示計のみを対象にデジタル値を入力し、出力値を確認した結果、入力に対して出力が常に**0.8MPa**程度高めに指示していることを確認した。



AO試験 (出力カード～当該指示計) および指示計単体試験の結果、ともに入力値に対して**0.8MPa**程度高めに出力が指示したことから、当該指示計が不良であると推定した。



当該指示計取替後の健全性確認結果
(AO試験および指示計単体試験)



①AO試験		
模擬入力値	MPa	4PI-451E 指示計(EP)MPa
1	11.30	11.31 (11.30)
2	13.00	13.01 (13.00)
3	14.00	14.00 (14.00)
4	16.00	16.01 (16.00)
5	17.20	17.21 (17.20)
判定結果		良

②指示計単体試験		
模擬入力値	mA	4PI-451E 指示計(EP)MPa
1	4.000	11.31 (11.30)
2	8.610	13.01 (13.00)
3	11.322	14.00 (14.00)
4	16.746	16.00 (16.00)
5	20.000	17.20 (17.20)
判定結果		良

中央制御室外原子炉停止盤計器指示値確認試験結果

4 号 機

保

発電室長	当直課長	当直主任	当直班長	記録者

4u-定期(保)-R-10

中央制御室外原子炉停止盤計器指示値確認試験

実施日 2021 年 2 月 8 日
 実施時刻 22:10 ~ 22:15
 21.2.8 E10180 4加圧器圧力指示計(4P1-451E)
 指示不良作業完了後の健全性確認

1. 試験結果

中央制御室外原子炉停止盤

分類	項目	判定基準	試験結果
計器	加圧器水位	動作不能でないこと。	21.2.8
	加圧器圧力	動作不能でないこと。	21.2.8
	蒸気発生器 水位(広域)	動作不能でないこと。	
	主蒸気圧力	動作不能でないこと。	
	中性子束 (中性子源領域)	動作不能でないこと。	21.2.8
	1次冷却材圧力 (広域)	動作不能でないこと。	21.2.8
	1次冷却材温度 (広域)(低温側)	動作不能でないこと。	

2. 試験目的

- (1) 保安規定第34条2項(1)に基づき、モード1、2および3において、中央制御室退避盤で加圧器圧力が動作不能でないことを指示値により確認する。
- (2) 保安規定第34条2項(1)に基づき、モード1、2、3および4において、中央制御室退避盤で加圧器水位、蒸気発生器水位(広域)および主蒸気圧力が動作不能でないことを指示値により確認する。
- (3) 保安規定第34条2項(1)に基づき、モード2(P-6インターロック未滿)、3および4において、中央制御室退避盤で中性子束(中性子源領域)が動作不能でないことを指示値により確認する。
- (4) 保安規定第34条2項(1)に基づき、モード3および4において、中央制御室退避盤で1次冷却材圧力(広域)および1次冷却材温度(広域)(低温側)が動作不能でないことを指示値により確認する。

3. 主要注意事項

: 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。



4. 試験前確認

順序	担当	確認事項	確認
1	当直課長	試験の実施体制を指示する。 当直課長 _____ 当直主任(当直班長) _____ 主機員 _____ 記録者 _____	✓
2	当直主任 (当直班長)	試験目的、主要注意事項、試験実施内容の周知を行う。	✓

5. 特記事項

特記事項なし

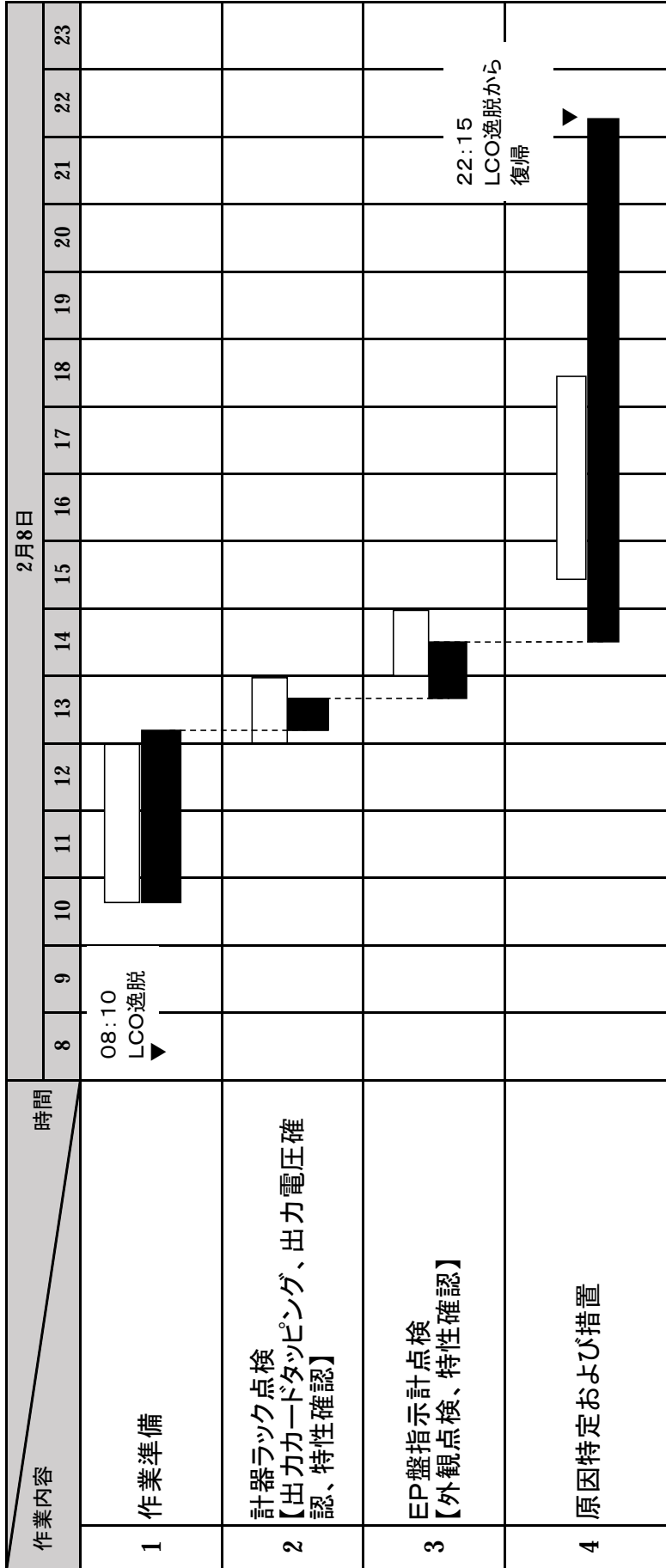
6. 試験手順

担当	制御盤	点検項目	確認
主機員	中央制御室外原子炉停止盤 【トレンA1】	次の各計器指示値を確認する。	
		(1) 4A主蒸気圧力 4PI-465E _____ MPa	
		(2) 4A蒸気発生器水位(広域) 4LI-464E _____ %	
		(3) 4B主蒸気圧力 4PI-476E _____ MPa	
		(4) 4B蒸気発生器水位(広域) 4LI-474E _____ %	
	【トレンA2】	(5) 4中性子源領域中性子束(I) 4NE-31 _____ cps (記録計4NR-50E)	
		(6) 4Bループ1次冷却材圧力 4PT-420 _____ MPa (記録計4TR-415E)	
	【トレンB1】	(7) 4Aループ1次冷却材低温側温度(広域) 4TE-415 _____ °C (記録計4TR-415E)	
		(8) 4C主蒸気圧力 4PI-487E _____ MPa	
		(9) 4C蒸気発生器水位(広域) 4LI-484E _____ %	
		(10) 4D主蒸気圧力 4PI-498E _____ MPa	
	【トレンB2】	(11) 4D蒸気発生器水位(広域) 4LI-494E _____ %	
		(12) 4原子炉(加圧器)圧力 4PI-451E <u>15.40</u> MPa	
(13) 4加圧器水位 4LI-451E _____ %			

現地压力指示計写真（取替後）



中央制御室外原子炉停止盤指示計不良に係る点検工程



22:15
LCO逸脱から
復帰