

## 大飯発電所3号機

出力領域中性子束偏差大に伴う一時的な運転上の制限の逸脱について

### 1. 事象発生状況 (添付資料-1~4)

大飯発電所3号機は第18回定期検査のため2020年7月20日03時40分から発電機負荷降下中のところ、06時12分に「PR中性子束偏差大」<sup>※1</sup> (設定値: 1.02) の警報が発信し、06時13分に復帰した。

直ちに出力領域中性子束検出器(N-41~N-44)<sup>※2</sup>の指示値を確認したところ、N-44下部の1/4炉心出力偏差<sup>※3</sup> (以下「出力偏差」という。) が1.02を超えていたことを確認した。

このため、06時20分に保安規定第33条の運転上の制限を満足していないと判断した。

保安規定の運転上の制限を満足しない場合に要求される措置は、1/4炉心出力偏差の1.00からの超過分1%あたり原子炉熱出力を100%から3%以上低下(今回の場合は93.4%まで低下)させることとなっているため、そのまま負荷降下を継続し、06時32分に原子炉熱出力が50%以下になったことから、06時33分に運転上の制限を満足する状態に復帰したと判断した。

なお、本事象発生時の出力偏差の最大値は1.022(+2.2%)であった。また、事象発生後も負荷降下を継続し保安規定で要求される原子炉熱出力以下で推移したことから炉心の安全性に問題は無かった。

本事象による環境への放射能の影響は無い。

※1: 「PR中性子束偏差大」

出力領域の4系統(N-41~N-44)の径方向の出力偏差が2%以上になると発信する警報

※2: 出力領域中性子束検出器(N-41~N-44)

炉心の上部および下部にそれぞれ4つ設置されており、核分裂によって生じる中性子束の内、炉心から漏れ出た中性子束を測定している。

※3: 1/4炉心出力偏差

原子炉内で燃料が均質に燃焼していることを確認する指標。原子炉出力を監視するため、上部および下部各4箇所の対称位置に配置されている炉外中性子束検出器の信号の平均値との出力比で表される。

1/4炉心出力偏差=各象限の出力(各位置の炉外中性子束検出器信号)/第1~4象限の出力の平均(4箇所の炉外中性子束検出器信号の平均)

#### (時系列)

7月20日

- |        |   |
|--------|---|
| 03時40分 | 第18回定期検査のため発電機負荷降下(20%/h)を開始            |
| 06時12分 | 中央制御室に「PR中性子束偏差大」警報発信<br>(原子炉熱出力約54.7%) |
| 06時13分 | 「PR中性子束偏差大」警報復帰                         |
| 06時20分 | 当直課長は、保安規定第33条の運転上の制限を満足していないと判断        |
| 06時32分 | 原子炉熱出力50%以下まで低下                         |

06時33分 原子炉熱出力50%以下となったことから、運転上の制限を満足する状態に復帰したと判断

2. 原因調査 (添付資料-5)

「PR中性子束偏差大」の警報が発信した原因について、FT図に基づき以下のとおり調査を実施した。

(1) 炉外核計装装置(NIS)の健全性確認 (添付資料-6~7)

a. 前回定期検査時の点検調査結果

前回(第17回)定期検査時において、検出器と信号ケーブルの絶縁抵抗および静電容量を測定した結果は、全て許容誤差範囲内であり、問題の無いことを確認した。

b. 今回定期検査時の点検調査結果

今回(第18回)定期検査時において、検出器と信号ケーブルの絶縁抵抗および静電容量の測定ならびに入出力特性試験を実施した結果、全て許容誤差範囲内であり、問題の無いことを確認した。

c. 負荷降下前の点検調査結果

負荷降下前の2020年7月17日に炉内外校正試験を実施した結果は、全て判定基準を満足しており問題の無いことを確認した。

d. NIS検出器取替え状況

保全指針に基づき、出力領域中性子束検出器を5運転サイクル毎に定期取替えを実施しており、経年劣化上問題無いことを確認した。

なお、当該NIS検出器(N-44)については前々回(第16回)定期検査(2013年9月)にて取替えを行っている。

(2) 運転操作実績 (添付資料-3)

a. 運転操作および手順の確認

負荷降下操作は社内標準に基づき制御棒の挿入および1次冷却材のほう酸濃縮を適切に行っており、問題は無かった。

b. 制御棒の動作状況

負荷降下中においては、ステップカウンタ、制御棒位置指示装置により制御棒の挿入状態を確認しており不整合はなく、また、警報の発信も無かった。

c. 関連パラメータの確認

関連パラメータ(冷却材流量、主蒸気流量、主給水流量)に有意な変化は無く問題の無いことを確認した。

(3) 炉心状態 (添付資料-4、8~12)

a. 負荷降下前の炉心状態

当該NIS検出器(N-44)の負荷降下前の出力偏差は平均で一側に0.1%程度であり、特異な状態ではなかった。(2020年7月17日の炉内外校正試験により、平均で-0.2%から-0.1%程度となった)

b. 炉心の設計確認

今サイクルの保安規定に基づく取替炉心の安全性確認項目について解析値を確認した結果、各解析値が制限値内であり、炉心設計に問題の無いこと

を確認した。また、運転中の定期的（1回／月）および負荷降下開始前の炉内出力分布測定結果にも問題の無いことを確認した。

なお、2013年9月2日に発生した同事象の対策としてプラント停止前の2020年7月17日に炉内外校正試験を実施している。この校正により、原子炉熱出力54.7%までは「PR中性子束偏大」警報が発信することなく負荷降下していた。（2013年9月2日は原子炉熱出力72%で警報発信）

c. 炉内の燃焼状態

今サイクル運転中のNIS検出器の指示推移について特徴が無いか確認した結果、サイクルを通じて当該NIS検出器（N-44）は僅かに高くなる傾向を示していることを確認した。

なお、今サイクル停止前に実施した炉内出力分布測定（2020年7月15日）においては、当該NIS検出器（N-44）側象限は他の象限と比較しても全体的に大きな差はなく、象限間での違いは確認されなかった。

次に、今回の停止時は原子炉出力約60%付近でNIS検出器（N-44）の出力偏差が拡大する傾向が見受けられたため、関連パラメータである炉内温度偏差を確認したところ、NIS検出器（N-44）の出力偏差と同様の挙動を示していることを確認した。

d. 出力偏差の揺らぎ

出力偏差の揺らぎの状況について前回および前々回の停止時と比較した結果、当該NIS検出器（N-44）の負荷降下中の出力偏差の揺らぎ幅は前回および前々回と同様に大きくなる傾向を示していた。また、今回の揺らぎ幅は約2.5%であり、前回および前々回と比較すると僅かに大きいことを確認した。

3. 推定原因および今後の対応

本事象は、通常運転中における当該NIS検出器（N-44）の出力偏差の揺らぎ（前サイクルと比較すると僅かに大きい）に加えて、負荷降下時における出力偏差の拡大が相まって警報値（1.02）を一時的に超過し警報が発信したものと推定される。

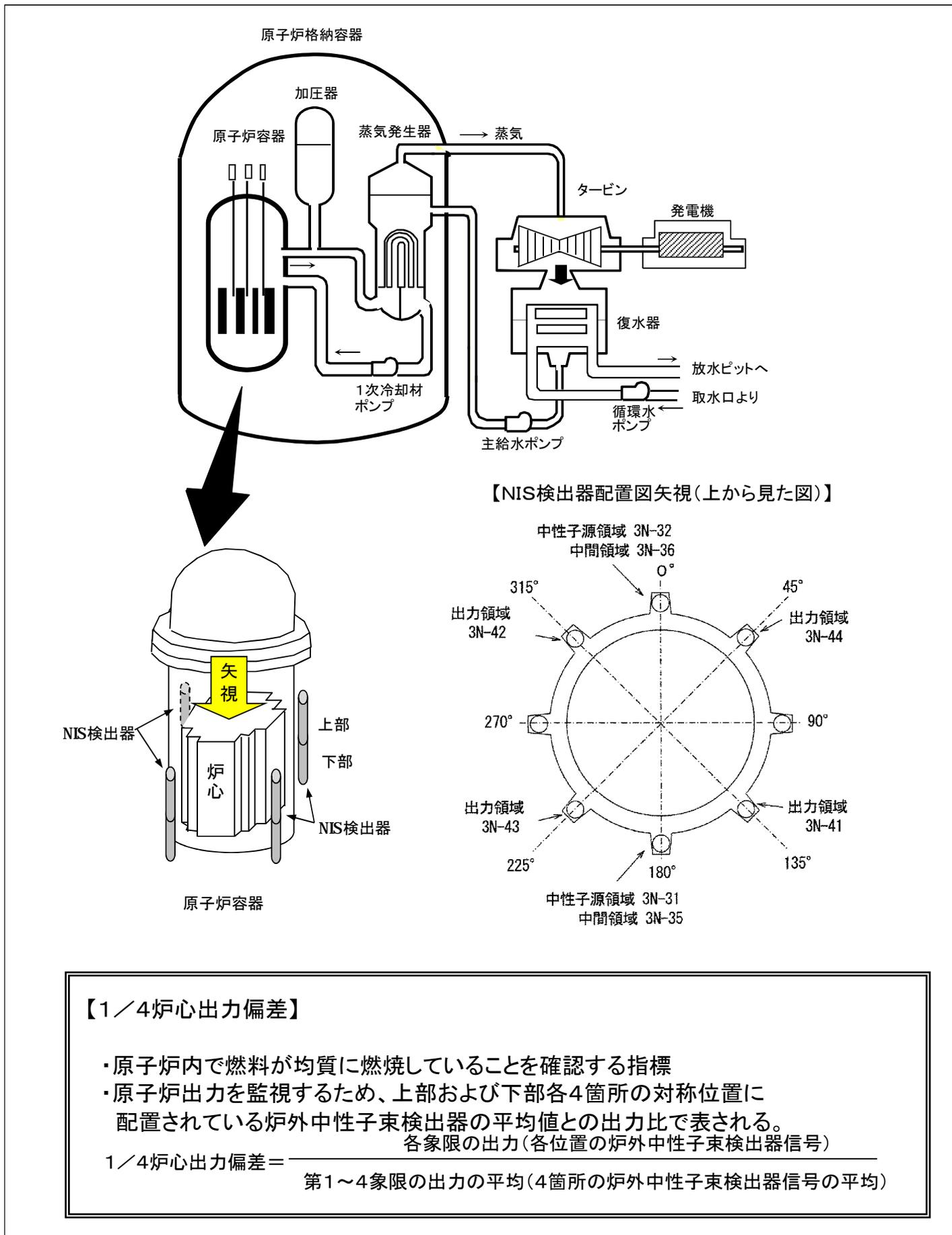
このことから、今後も、計画的に負荷降下を実施する際、事前にNIS出力偏差および揺らぎの状態を確認し、原子炉起動時および定格熱出力運転中に実施した炉内外校正試験後の偏差より大きい場合には、炉内外校正試験を実施する。

以上

(添付資料)

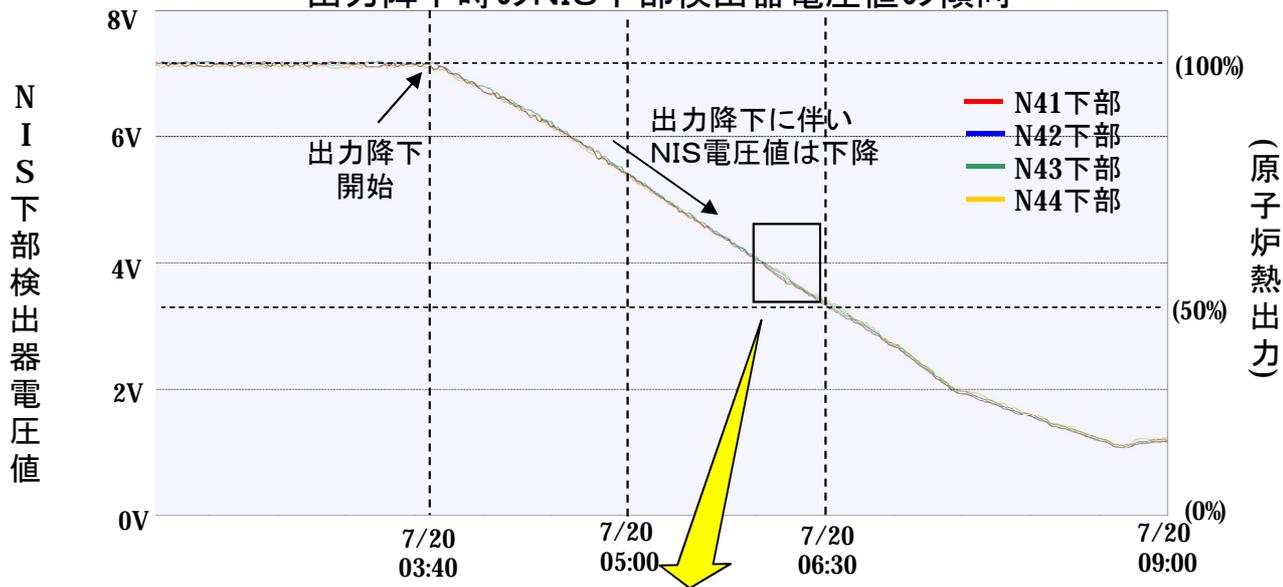
1. 炉外核計装装置概要図、事象概要図
2. 原子炉施設保安規定第33条（抜粋）
3. チャート（発電機電力・電圧・周波数、出力領域下部中性子束、主蒸気・主給水流量）
4. 事象発生時の出力領域下部中性子束出力偏差トレンド
5. 大飯3号機 PR中性子束偏差大に係わるFT図
6. 定期検査時におけるNIS検出器（N-44）点検調査結果（絶縁抵抗、静電容量測定結果）
7. NIS検出器(N-44)点検調査結果（入出力特性試験結果）
8. 今サイクル取替炉心の安全性確認結果
9. 今サイクル炉内出力分布測定結果
10. 今サイクル運転中のNIS検出器指示推移
11. 今サイクル停止前炉内出力分布測定結果
12. プラント停止時における炉内温度偏差と1/4炉心出力偏差（上部）との比較
13. プラント停止時における1/4炉心出力偏差（下部）の過去との比較

炉外核計装装置概要図

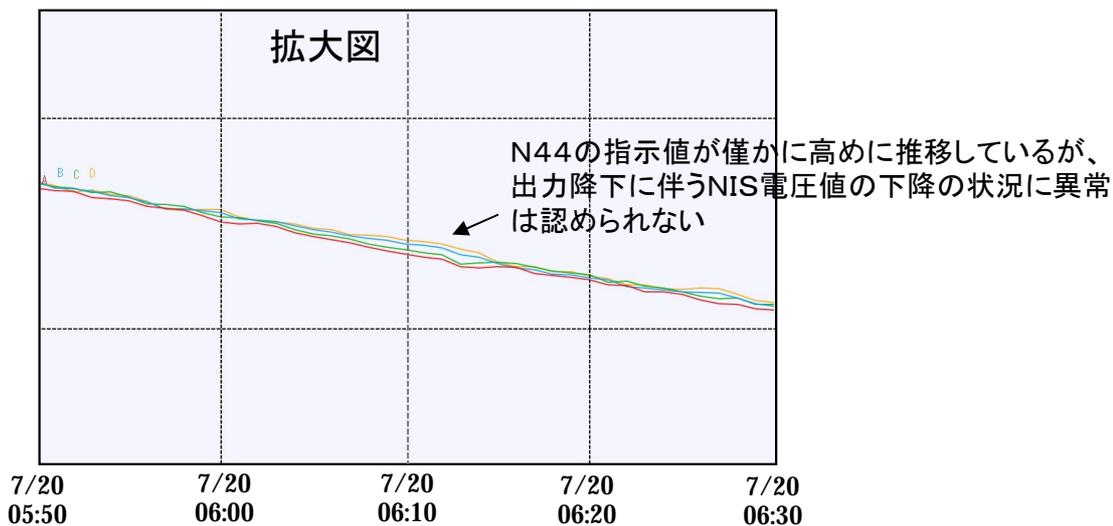


### 事象概要図

出力降下時のNIS下部検出器電圧値の傾向

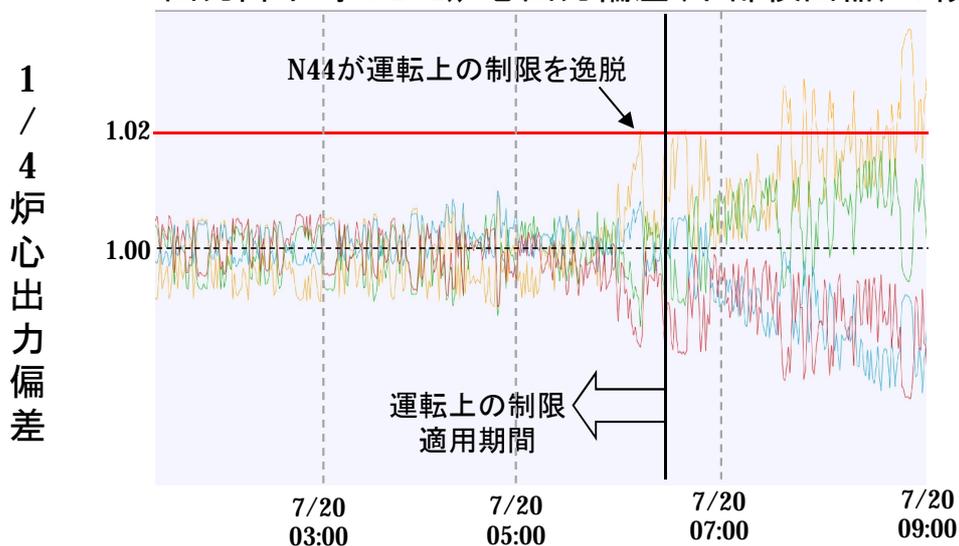


拡大図



各検出器の指示値から偏差を算出

出力降下時の1/4炉心出力偏差(下部検出器)の傾向



## 原子炉施設保安規定第33条（抜粋）

(1/4 炉心出力偏差)

第33条 モード1（原子炉熱出力が50%を超える）において、1/4炉心出力偏差は、表33-1で定める事項を運転上の制限とする。

2. 1/4炉心出力偏差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) 当直課長は、モード1（原子炉熱出力が50%を超える）において、1週間に1回、1/4炉心出力偏差を確認する。

ただし、出力領域上部中性子束偏差大を検知する警報または出力領域下部中性子束偏差大を検知する警報が動作不能である場合、12時間に1回、1/4炉心出力偏差を確認する。また、出力領域中性子束計装からの1/4炉心出力偏差への入力動作不能な場合、以下により1/4炉心出力偏差を確認する。

(a) 当直課長は、原子炉熱出力が75%未満で、出力領域中性子束計装1チャンネルからの1/4炉心出力偏差への入力動作不能な場合、1週間に1回、残りの3チャンネルによる計算結果により確認する。

(b) 原子燃料課長は、原子炉熱出力が75%未満で、出力領域中性子束計装2チャンネル以上からの1/4炉心出力偏差への入力動作不能な場合、1週間に1回、炉内出力分布測定結果により確認し、その結果を当直課長に通知する。

(c) 原子燃料課長は、原子炉熱出力が75%以上で、出力領域中性子束計装1チャンネル以上からの1/4炉心出力偏差への入力動作不能な場合、12時間に1回、炉内出力分布測定結果により確認し、その結果を当直課長に通知する。

3. 当直課長は、1/4炉心出力偏差が第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33-2の措置を講じるとともに、原子燃料課長および計装係長に通知する。通知を受けた原子燃料課長および計装係長は、同表の措置を講じる。

表33-1

項目	運転上の制限
1/4炉心出力偏差	1.02以下であること

保安規定（抜粋）の補足説明

【運転上の制限値1.02の根拠】

運転中は、毎月1回炉内出力分布測定により燃料棒の相対出力を直接的に確認するとともに、燃料棒の水平方向の相対出力の変動を1/4炉心出力偏差により間接的に連続監視している。

炉内出力分布測定においては、測定の不確かさとして、燃料棒の水平方向の相対出力を4%安全側に評価して制限値内であることを確認している。

1/4炉心出力偏差が1.02以下であれば、燃料棒の水平方向の相対出力の変動が4%未満となることを解析により確認できているため、運転上の制限を1.02以下として設定している。

表 3 3 - 2

条 件	要求される措置	完了時間
A. 1/4 炉心出力偏差が運転上の制限を満足していない場合	A. 1 当直課長は、1/4 炉心出力偏差の 1.00 からの超過分 1 % あたり、原子炉熱出力を 100 % から 3 % 以上下げる。 および	2 時間
	A. 2 当直課長は、1/4 炉心出力偏差を確認し、A. 1 措置後の状態からさらに増加する傾向にある場合は、再度 A. 1 の措置を講じる。 および	1 2 時間 その後の 1 2 時間に 1 回
	A. 3 原子燃料課長は、炉内出力分布測定を行い、 $F_{\alpha}(Z)$ および $F_{\Delta H}^N$ が運転上の制限を満足していることを確認し、その結果を当直課長に通知する。 および	2 4 時間 その後の 1 週間に 1 回
	A. 4 原子燃料課長は、安全解析の再評価を行い、その結果が運転期間を通じて有効であることを確認し、その結果を当直課長に通知する。 および	原子炉熱出力が A. 1 の措置で制限される値を超える前
	A. 5 計装保修課長は、1/4 炉心出力偏差をなくすように出力領域中性子束計装を調整し、その結果を当直課長に通知する <sup>*1</sup> 。 および	原子炉熱出力が A. 1 の措置で制限される値を超える前
	A. 6 原子燃料課長は、炉内出力分布測定を行い、 $F_{\alpha}(Z)$ および $F_{\Delta H}^N$ が運転上の制限を満足していることを確認し、その結果を当直課長に通知する <sup>*2</sup> 。	原子炉熱出力 100 % 到達後の 2 4 時間以内 または 原子炉熱出力が A. 1 の措置で制限される値を超えた後の 4 8 時間以内のいずれか早い方

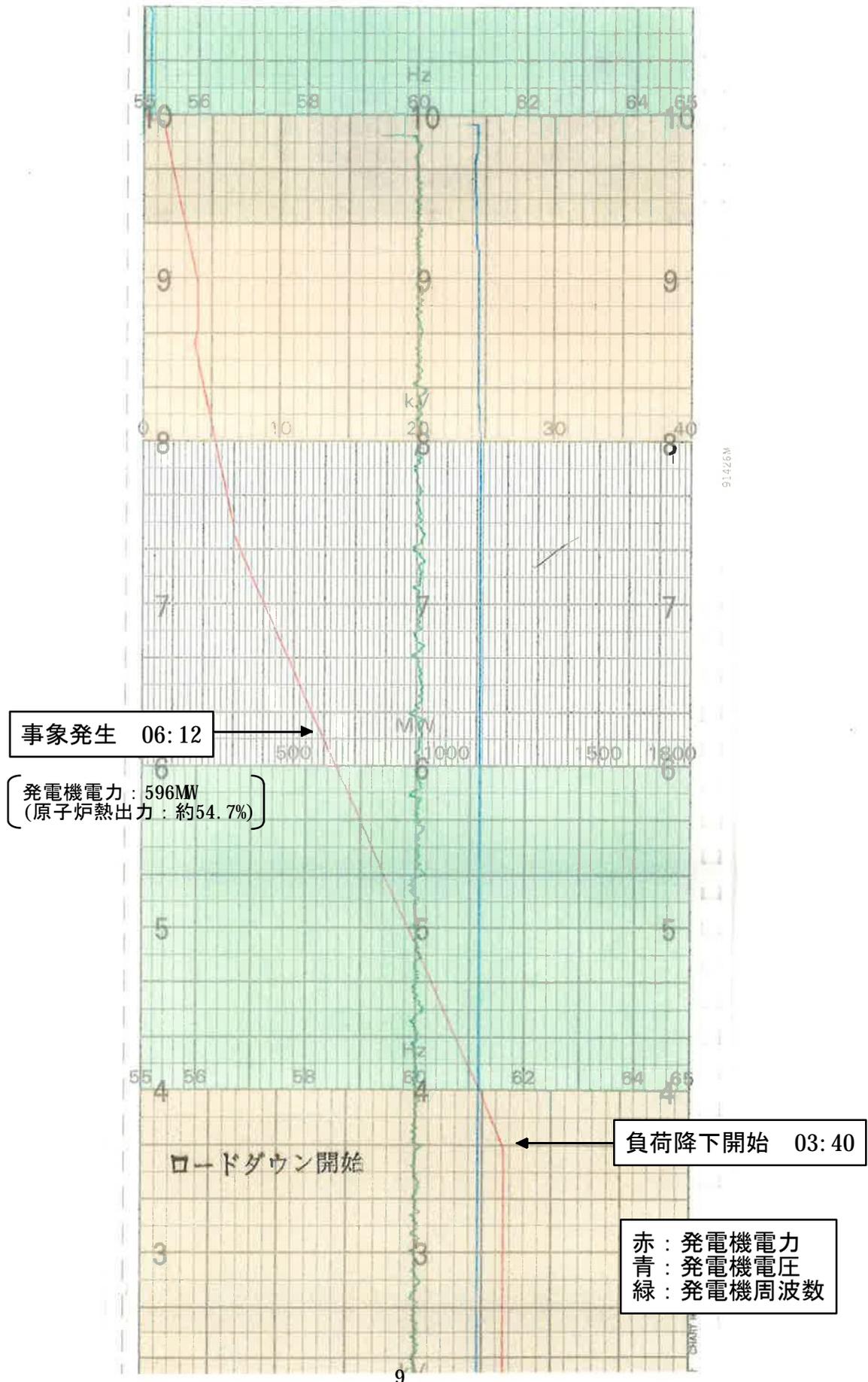
※ 1 : A. 5 の措置は、A. 4 の措置が完了後に実施すること。

※ 2 : 条件 A に至った場合は、1/4 炉心出力偏差が制限値内に回復しても、A. 6 の措置を完了しなければならない。

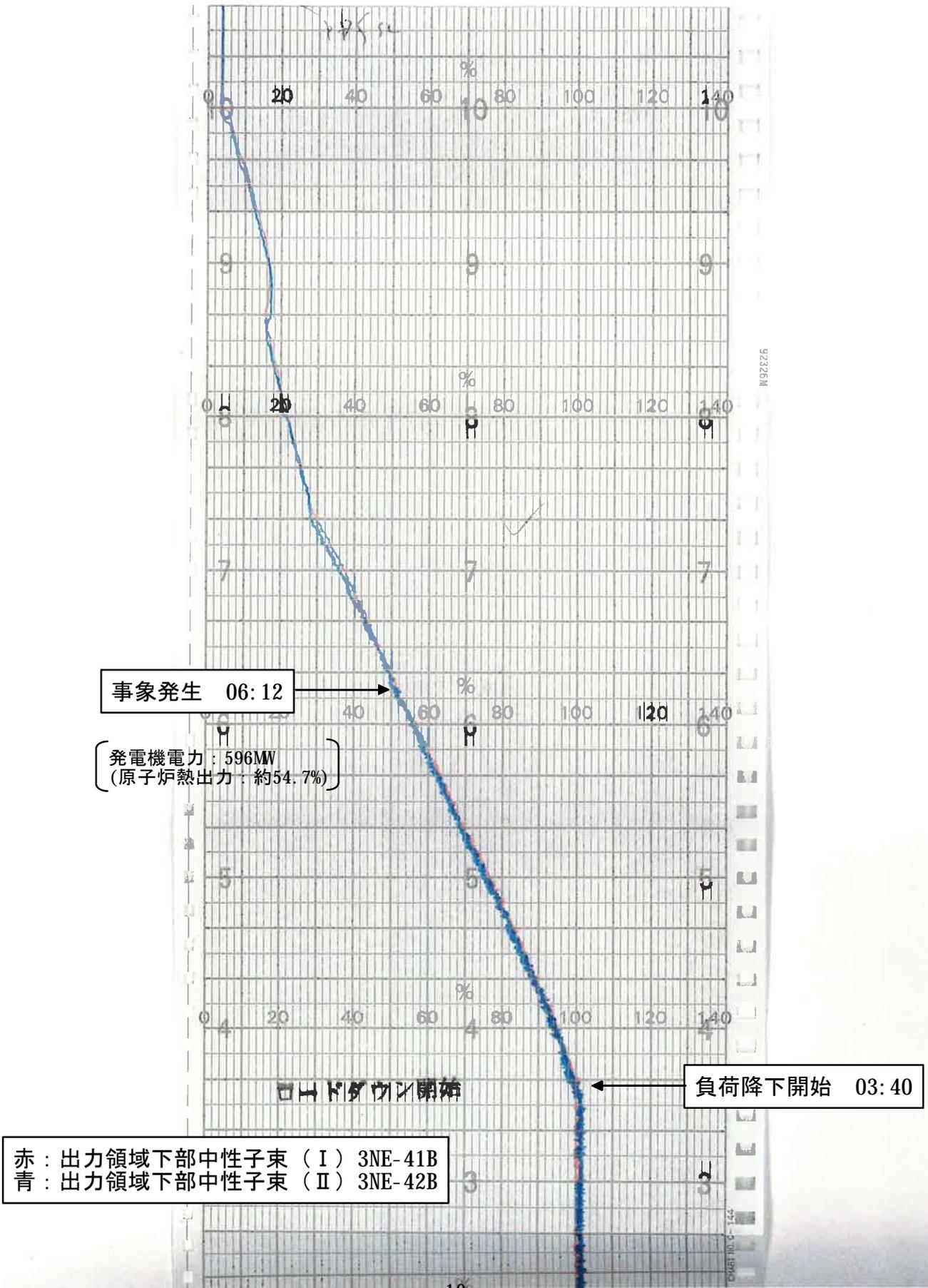
表 3 3 - 2 (続き)

条 件	要求される措置	完了時間
B. 条件 A の措置を完了時間内に達成できない場合	B. 1 当直課長は、原子炉熱出力を 50 % 以下に下げる。	4 時間

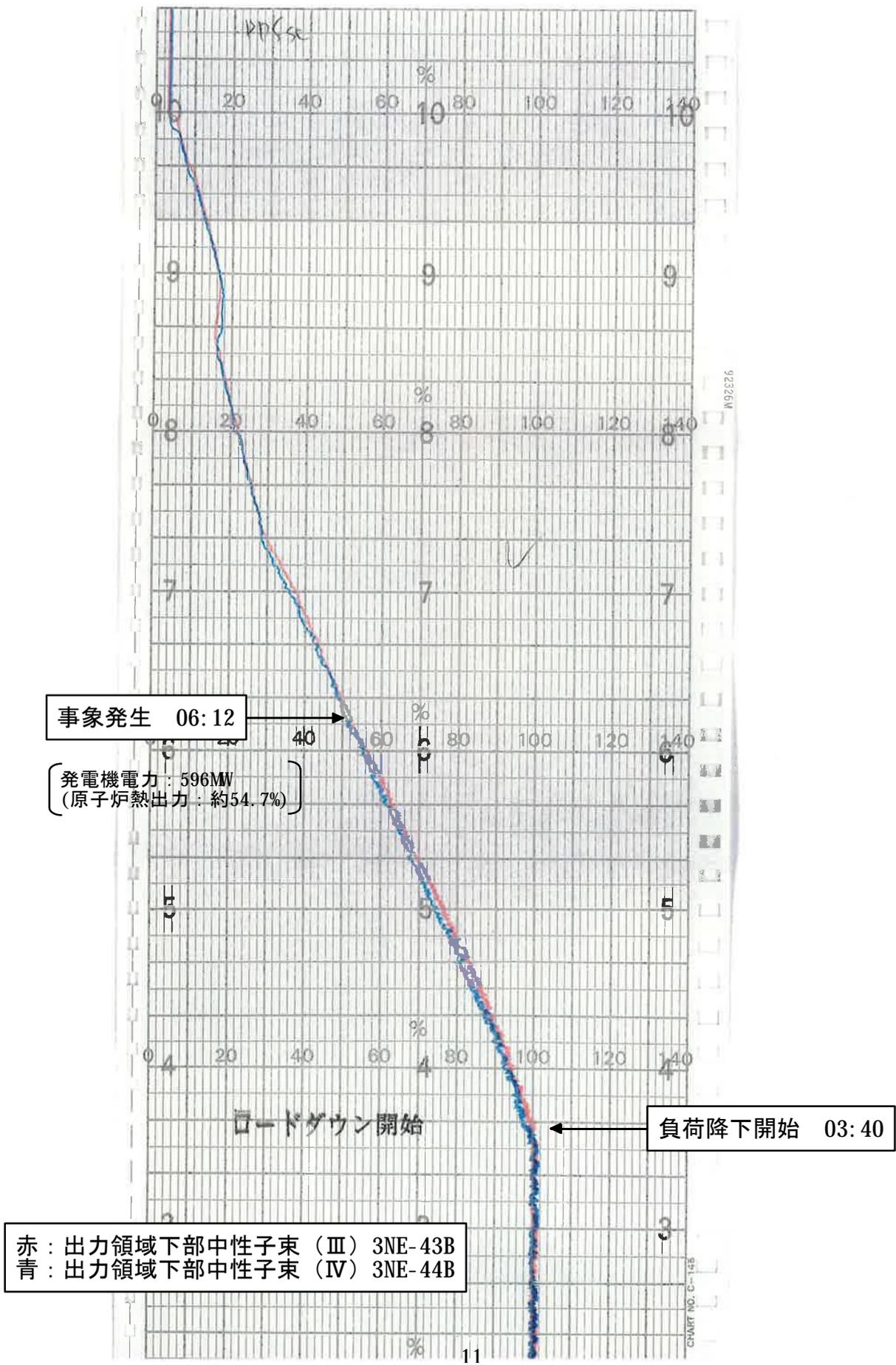
### 3 発電機電力・電圧・周波数記録計



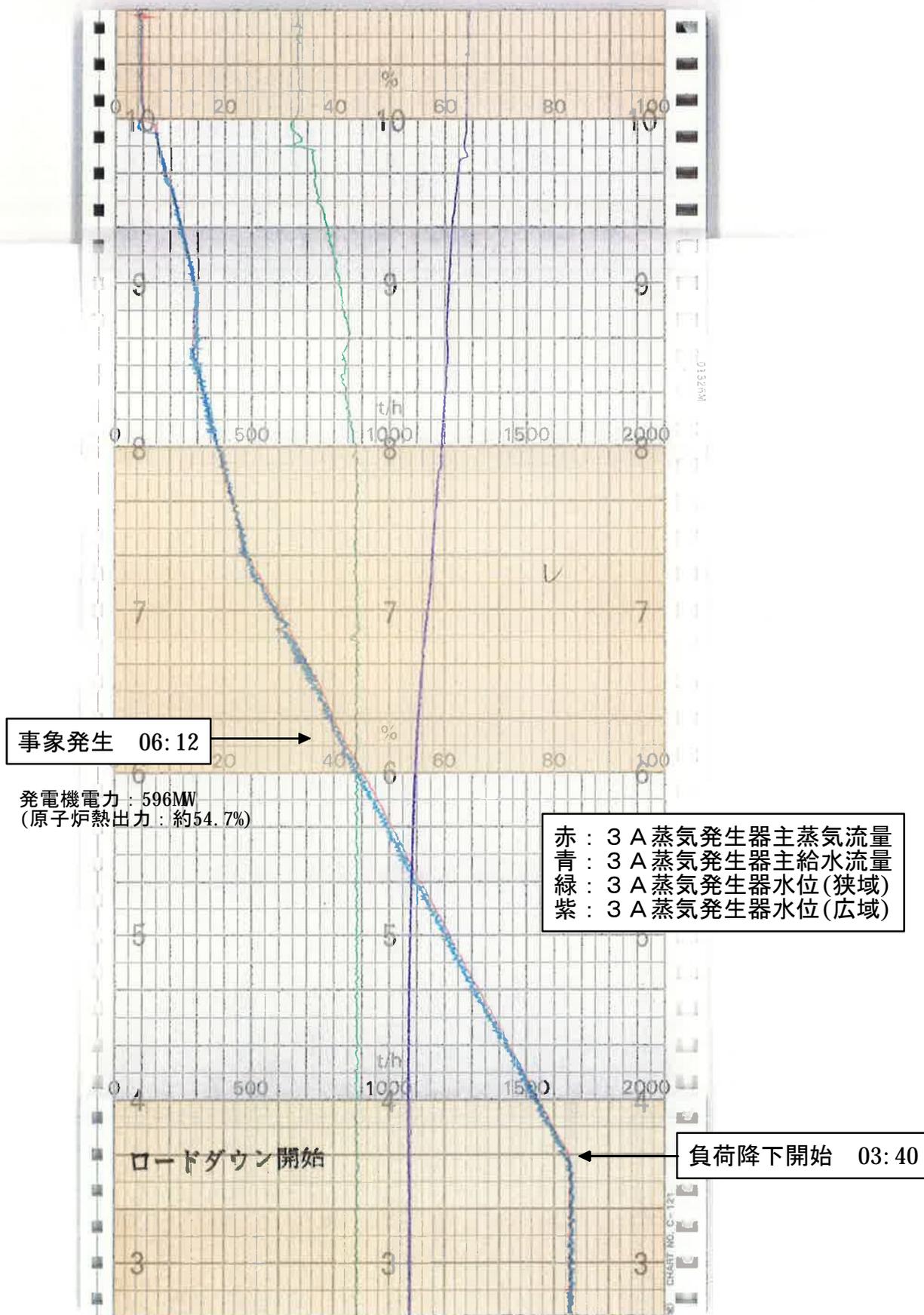
### 3 出力領域下部中性子束 (I・II) 記録計



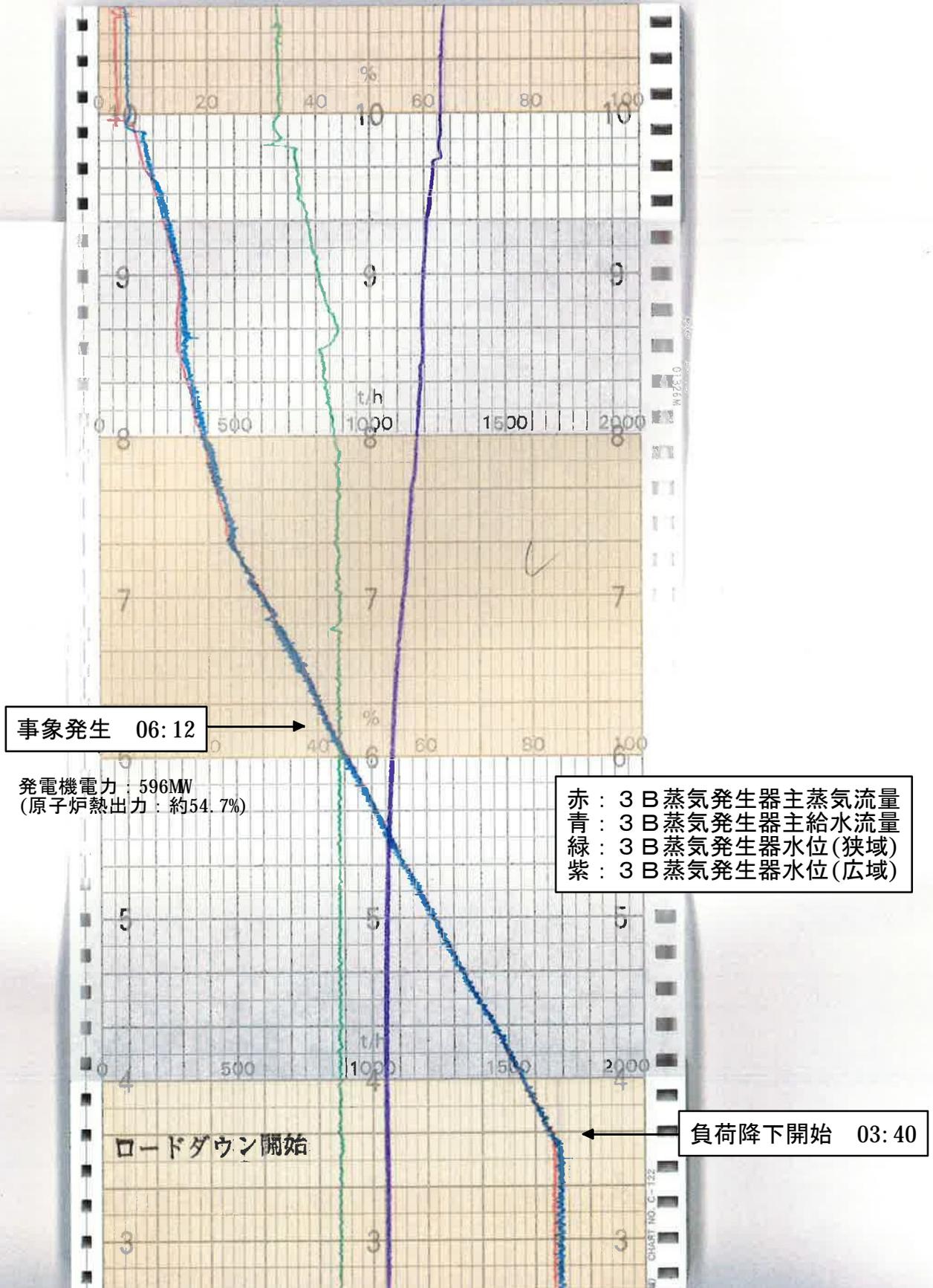
### 3 出力領域下部中性子束 (Ⅲ・Ⅳ) 記録計



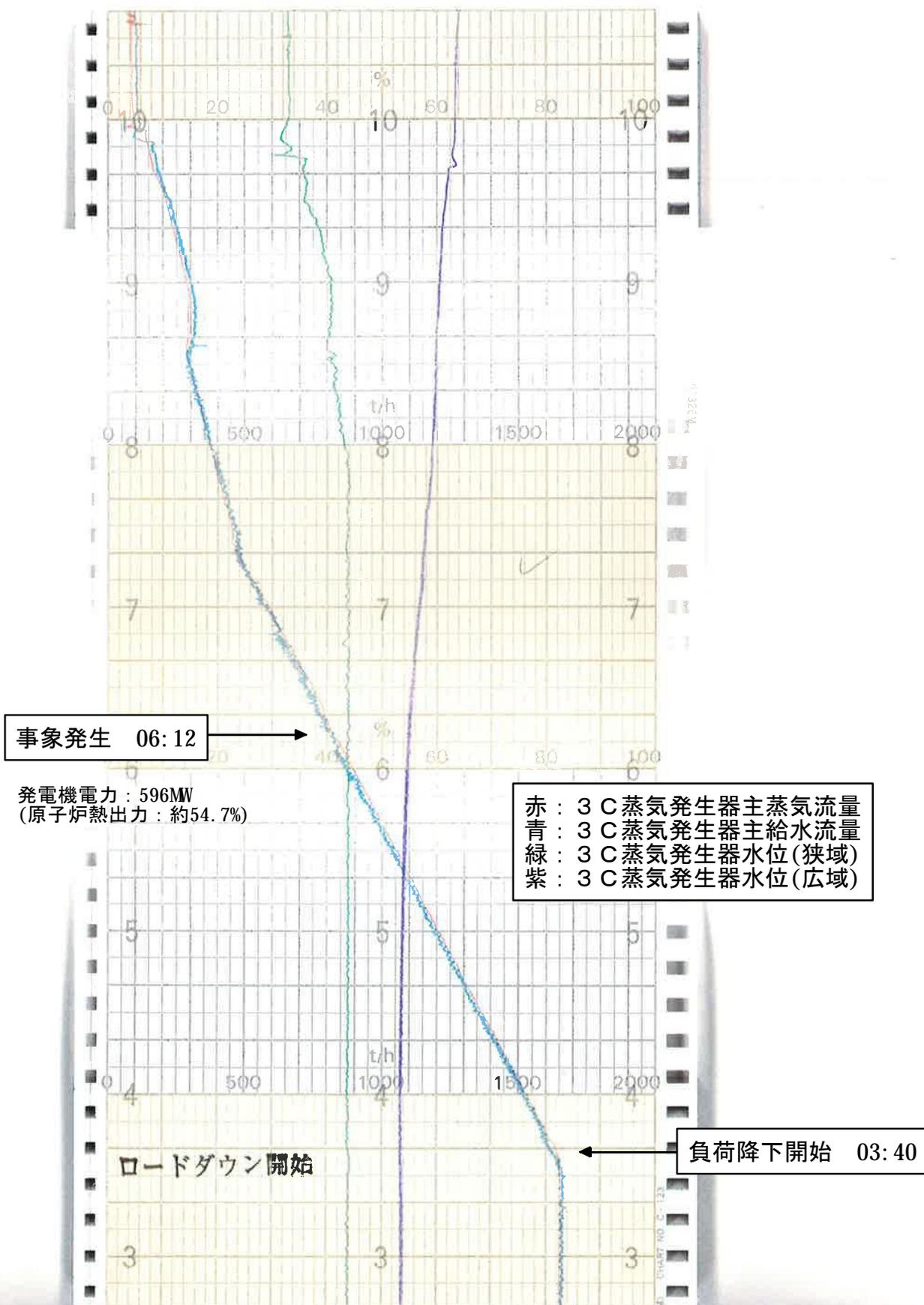
3A-SG主蒸気・主給水流量記録計



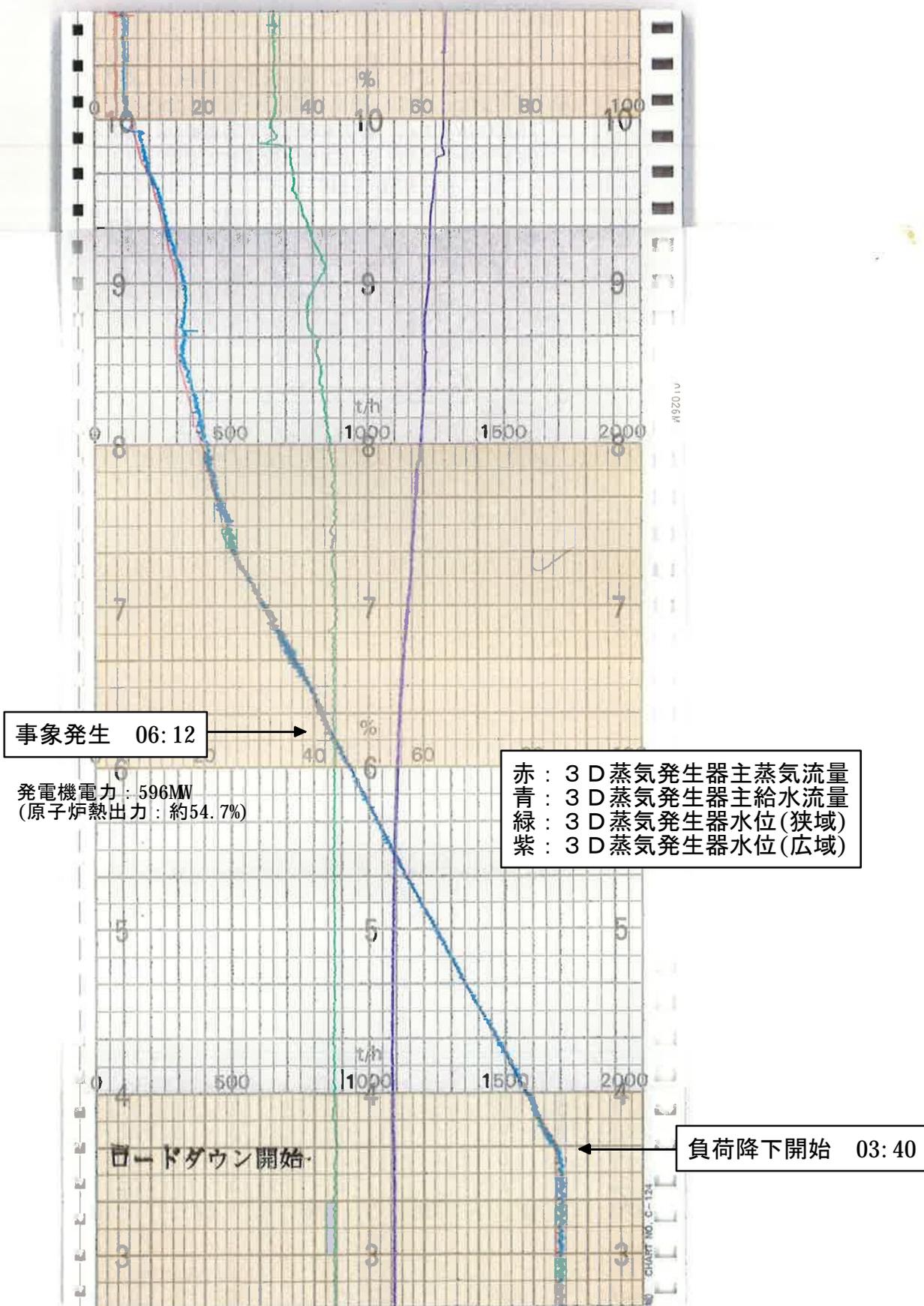
3B-SG主蒸気・主給水流量記録計

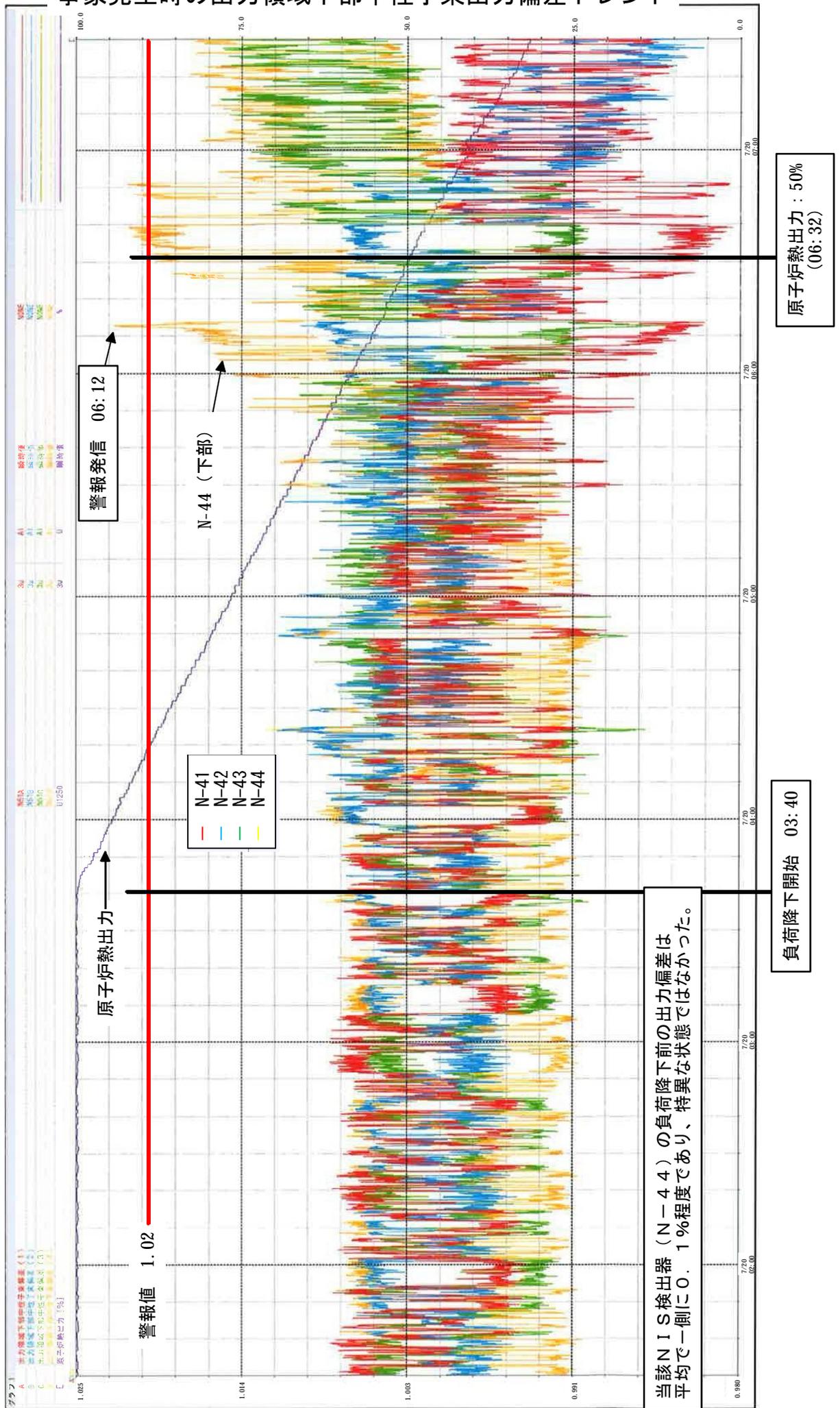


3C-SG主蒸気・主給水流量記録計



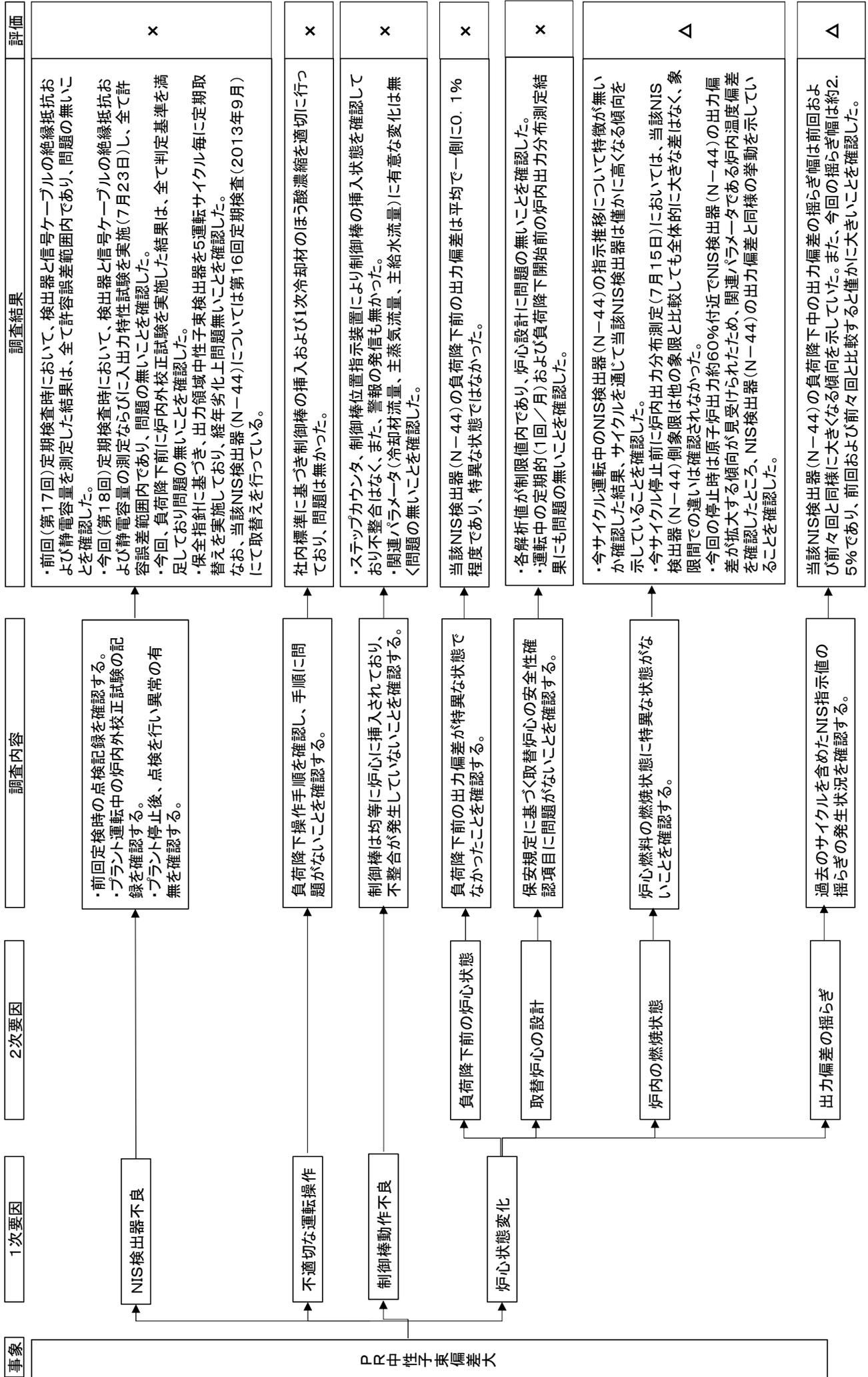
3D-SG主蒸気・主給水流量記録計





大飯3号機 PR中性子束偏差大に係わるFT図

△：原因の可能性あり ×：原因の可能性なし



定期検査時におけるN I S検出器(N-44)点検調査結果  
(前回(第17回))

検出器・ケーブル絶縁抵抗・静電容量測定結果

上部  
検出器①

下部  
検出器②

高圧  
電源③

大飯発電所3号機第17回定期検査工事 炉外核計装装置定期点検工事		検出器・三同軸ケーブル絶縁抵抗・静電容量測定(調整前無)			試験日: 2019/4/17 ~ 2019/4/17		
TagNo.: 3NE-44		計器名: 3出力領域検出器アセンブリ(IV)			気温(°C): 24		
判定: 良		試験者:					
	設定値	許容誤差範囲	測定値	判定	機能		
上部 検出器①	SIG A NI2604/2614 絶縁抵抗(Ω) C-I間 印加電圧	—	1.0E+10Ω以上	3 7.2E+11	良	計器仕様 三菱電機 ND-8709	
	SIG A NI2604/2614 絶縁抵抗(Ω) I-O間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3 2.9E+09	良		
	SIG A NI2602/2612 絶縁抵抗(Ω) O-E間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3 1.2E+10	良		
	SIG A NI2604/2614 静電容量(pF) C-I間	13269	13269(検出器取替時)±900pF	5 13234 -35	良		
	SIG A NI2604/2614 静電容量(pF) I-O間	—	参考値	1 119.92	—		
	SIG B NI2603/2613 絶縁抵抗(Ω) C-I間 印加電圧	—	1.0E+10Ω以上	3 6.3E+11	良		備考
	SIG B NI2603/2613 絶縁抵抗(Ω) I-O間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3 2.9E+09	良		
	SIG B NI2603/2613 絶縁抵抗(Ω) O-E間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3 1.3E+10	良		
	SIG B NI2603/2613 静電容量(pF) C-I間	13596	13596(検出器取替時)±900pF	5 13562 -34	良		
	SIG B NI2603/2613 静電容量(pF) I-O間	—	参考値	1 120.61	—		
計量器管理番号 U70TERB-0001 ZA-311	計量器名 High Resistance Meter LCRハイテスタ	計量器管理番号	計量器名				
作業責任者:		定検管理員: —	関電確認者:	関電確認日: 2019/7/12			

1/1

大飯発電所3号機第17回定期検査工事 炉外核計装装置定期点検工事		検出器・三同軸ケーブル絶縁抵抗・静電容量測定(調整前無)			試験日: 2019/4/17 ~ 2019/4/17		
TagNo.: 3NE-44		計器名: 3出力領域検出器アセンブリ(IV)			気温(°C): 24		
判定: 良		試験者:					
	設定値	許容誤差範囲	測定値	判定	機能		
高圧 電源③	HV NI2601/2611 絶縁抵抗(Ω) C-I間 印加電圧	—	1.0E+10Ω以上	3 4.2E+11	良	計器仕様 三菱電機 ND-8709	
	HV NI2601/2611 絶縁抵抗(Ω) I-O間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3 2.5E+09	良		
	HV NI2601/2611 絶縁抵抗(Ω) O-E間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3 1.2E+10	良		
	HV NI2601/2611 静電容量(pF) C-I間	15003	15003(検出器取替時)±900pF	5 14968 -35	良		
	HV NI2601/2611 静電容量(pF) I-O間	—	参考値	1 121.76	—		
	LIC 絶縁抵抗(Ω) I-E間 印加電圧 500V	—	1.0E+07Ω以上	3 1.0E+10	良		備考
	測定用アダプタの絶縁抵抗(Ω) C-I間	—	1.0E+13Ω以上	3 1.1E+14	良		
	測定用アダプタの絶縁抵抗(Ω) I-O間	—	1.0E+12Ω以上	3 7.4E+13	良		
	測定用アダプタの静電容量(pF)	—	参考値	1 16.5	—		
	計量器管理番号 U70TERB-0001 ZA-311	計量器名 High Resistance Meter LCRハイテスタ	計量器管理番号	計量器名			
作業責任者:		定検管理員: —	関電確認者:	関電確認日: 2019/7/12			

1/1

検出器と信号ケーブルの絶縁抵抗および静電容量を測定した結果、全て許容誤差範囲内であり、問題の無いことを確認した。

黒塗りの範囲は個人情報保護の観点から公開できません。

定期検査時におけるNIS検出器(N-44)点検調査結果  
(今回(第18回))

検出器・ケーブル絶縁抵抗・静電容量測定結果

大飯発電所3号機第18回定期検査工事 炉外核計装装置定期点検工事				検出器・三同軸ケーブル絶縁抵抗・静電容量測定(調整前無)		試験日: 2020/7/23 ~ 2020/7/23			
TagNo.: 3NE-44		計器名: 3出力領域検出器アセンブリ(IV)		気温(°C): 23					
判定: 良		試験者:							
上部 検出器①	SIG A NI2604/2614 絶縁抵抗(Ω) C-I間 印加電圧	—	1.0E+10Ω以上	3	4.8E+11	良	計器仕様 三菱電機 ND-8709		
	SIG A NI2604/2614 絶縁抵抗(Ω) I-O間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3	1.6E+09	良			
	SIG A NI2602/2612 絶縁抵抗(Ω) O-E間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3	5.0E+09	良			
	SIG A NI2604/2614 静電容量(pF) C-I間	13269	13269(検出器取替時)±900pF	5	13248 -21	良			
	SIG A NI2604/2614 静電容量(pF) I-O間	—	参考値	1	120.71	—			
下部 検出器②	SIG B NI2603/2613 絶縁抵抗(Ω) C-I間 印加電圧	—	1.0E+10Ω以上	3	3.8E+11	良	備考		
	SIG B NI2603/2613 絶縁抵抗(Ω) I-O間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3	1.6E+09	良			
	SIG B NI2603/2613 絶縁抵抗(Ω) O-E間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3	5.5E+09	良			
	SIG B NI2603/2613 静電容量(pF) C-I間	13596	13596(検出器取替時)±900pF	5	13575 -21	良			
	SIG B NI2603/2613 静電容量(pF) I-O間	—	参考値	1	121.53	—			
計量器管理番号 U70TERB-0001 ZA-310		計量器名 High Resistance Meter LCRハイテスタ		計量器管理番号		計量器名			
作業責任者		定検管理員: —		関電確認者:		関電確認日: 2020/7/23			

1/2

大飯発電所3号機第18回定期検査工事 炉外核計装装置定期点検工事				検出器・三同軸ケーブル絶縁抵抗・静電容量測定(調整前無)		試験日: 2020/7/23 ~ 2020/7/23			
TagNo.: 3NE-44		計器名: 3出力領域検出器アセンブリ(IV)		気温(°C): 23					
判定: 良		試験者:							
高圧 電源③	HV NI2601/2611 絶縁抵抗(Ω) C-I間 印加電圧	—	1.0E+10Ω以上	3	2.5E+11	良	計器仕様 三菱電機 ND-8709		
	HV NI2601/2611 絶縁抵抗(Ω) I-O間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3	1.1E+09	良			
	HV NI2601/2611 絶縁抵抗(Ω) O-E間 印加電圧	—	1.0E+07Ω以上	3	4.2E+09	良			
	HV NI2601/2611 静電容量(pF) C-I間	15003	15003(検出器取替時)±900pF	5	14970 -33	良			
	HV NI2601/2611 静電容量(pF) I-O間	—	参考値	1	121.76	—			
	LTC 絶縁抵抗(Ω) I-E間 印加電圧 500V	—	1.0E+07Ω以上	3	4.0E+09	良			
	測定用アダプタの絶縁抵抗(Ω) C-I間		—	1.0E+13Ω以上	3	1.0E+14		良	備考
	測定用アダプタの絶縁抵抗(Ω) I-O間		—	1.0E+12Ω以上	3	2.8E+13		良	
測定用アダプタの静電容量(pF)		—	参考値	1	16.5	—			
計量器管理番号 U70TERB-0001 ZA-310		計量器名 High Resistance Meter LCRハイテスタ		計量器管理番号		計量器名			
作業責任者		定検管理員: —		関電確認者:		関電確認日: 2020/7/23			

2/2

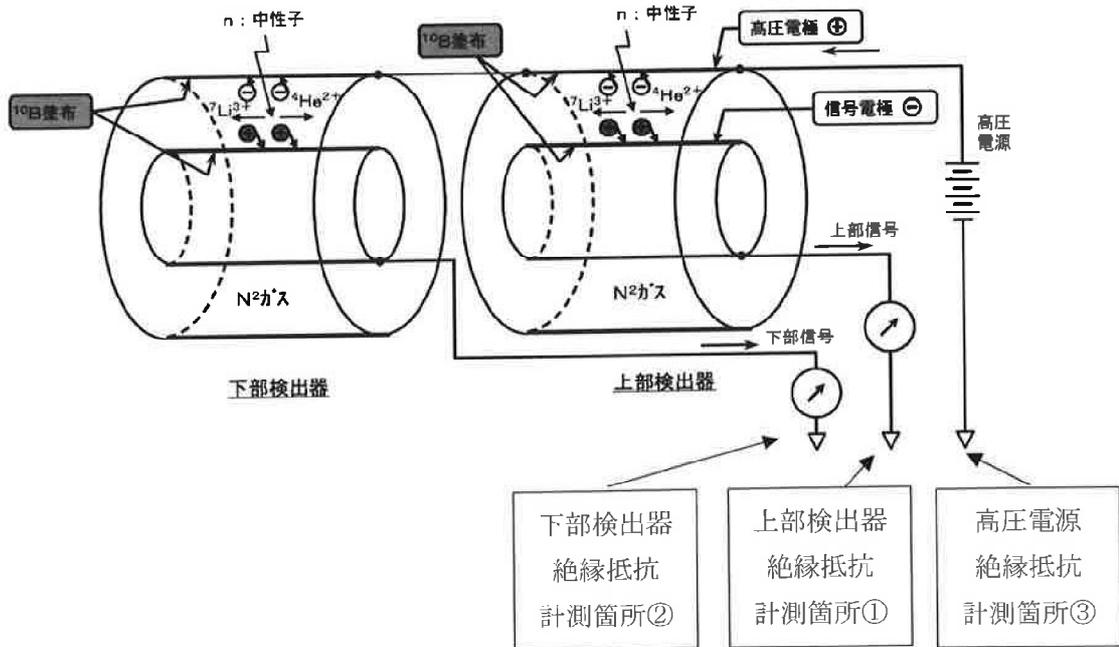
検出器と信号ケーブルの絶縁抵抗および静電容量を測定した結果、全て許容誤差範囲内であり、問題の無いことを確認した。

黒塗りの範囲は個人情報保護の観点から公開できません。

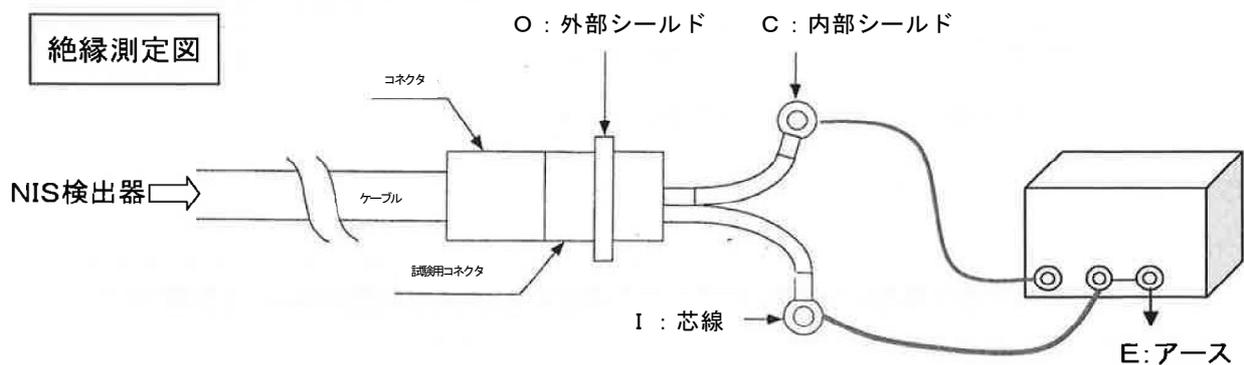
絶縁抵抗・静電容量測定位置

検出器の上部・下部信号ケーブルならびに高圧電極ケーブルの同軸コネクタに、試験用コネクタを接続し、各計測ポイント間における絶縁抵抗ならびに静電容量を計測し、健全性を確認している。

【検出器概略図】



絶縁測定図



N I S 検出器(N-44)点検調査結果

2020年7月17日  
炉内外校正試験実施結果

核計装系単体校正

N-44

[バイパス時間 15:21 ~ 16:41]

基準入力			出力 (V) C6-16					備考
アキシャル オフセット (%)	上部 検出器電流 ① ( $\mu$ A)	下部 検出器電流 ② ( $\mu$ A)	上部 出力 ③ NP-44A	下部 出力 ④ NP-44B	加算アンブ 平均出力 ⑤ NP-44C	$\Delta$ I回路 出力 ⑥ NP-44D	加算アンブ 過大出力 ⑦ NP-44E	
35	250.9	146.7	8.522 ( 8.522 )	4.967 ( 4.969 )	7.865 ( 7.866 )	7.491 ( 7.500 )	4.720 ( 4.720 )	( )は 基準値
22	235.8	170.6	8.009 ( 8.009 )	5.776 ( 5.778 )	8.039 ( 8.040 )	6.561 ( 6.571 )	4.824 ( 4.824 )	
9	220.7	194.4	7.496 ( 7.496 )	6.582 ( 6.584 )	8.210 ( 8.212 )	5.632 ( 5.643 )	4.927 ( 4.928 )	
0	210.3	210.9	7.144 ( 7.143 )	7.142 ( 7.143 )	8.331 ( 8.333 )	4.992 ( 5.000 )	5.000 ( 5.000 )	
-20	187.1	247.6	6.355 ( 6.355 )	8.387 ( 8.386 )	8.599 ( 8.600 )	3.564 ( 3.571 )	5.160 ( 5.160 )	
-35	169.6	275.1	5.762 ( 5.761 )	9.317 ( 9.317 )	8.796 ( 8.798 )	2.493 ( 2.500 )	5.278 ( 5.279 )	
-55	146.4	311.8	4.973 ( 4.973 )	10.563 ( 10.560 )	9.064 ( 9.065 )	1.064 ( 1.071 )	5.439 ( 5.439 )	
最大誤差			0.001V	0.003V	-0.002V	-0.011V	-0.001V	
判定基準 (%F.S)			$\pm 0.050V$ ( $\pm 0.50\%F.S$ )	$\pm 0.050V$ ( $\pm 0.50\%F.S$ )	$\pm 0.050V$ ( $\pm 0.50\%F.S$ )	$\pm 0.070V$ ( $\pm 0.70\%F.S$ )	$\pm 0.070V$ ( $\pm 0.70\%F.S$ )	
結果			良	良	良	良	良	
F. S			0~10V	0~10V	0~10V	0~10V	0~10V	

負荷降下開始前の2020年7月17日に炉内外校正試験を実施した結果、  
全て判定基準を満足しており問題の無いことを確認した。

2020年7月23日  
第18回定期検査入出力特性試験実施結果

核計装系単体校正

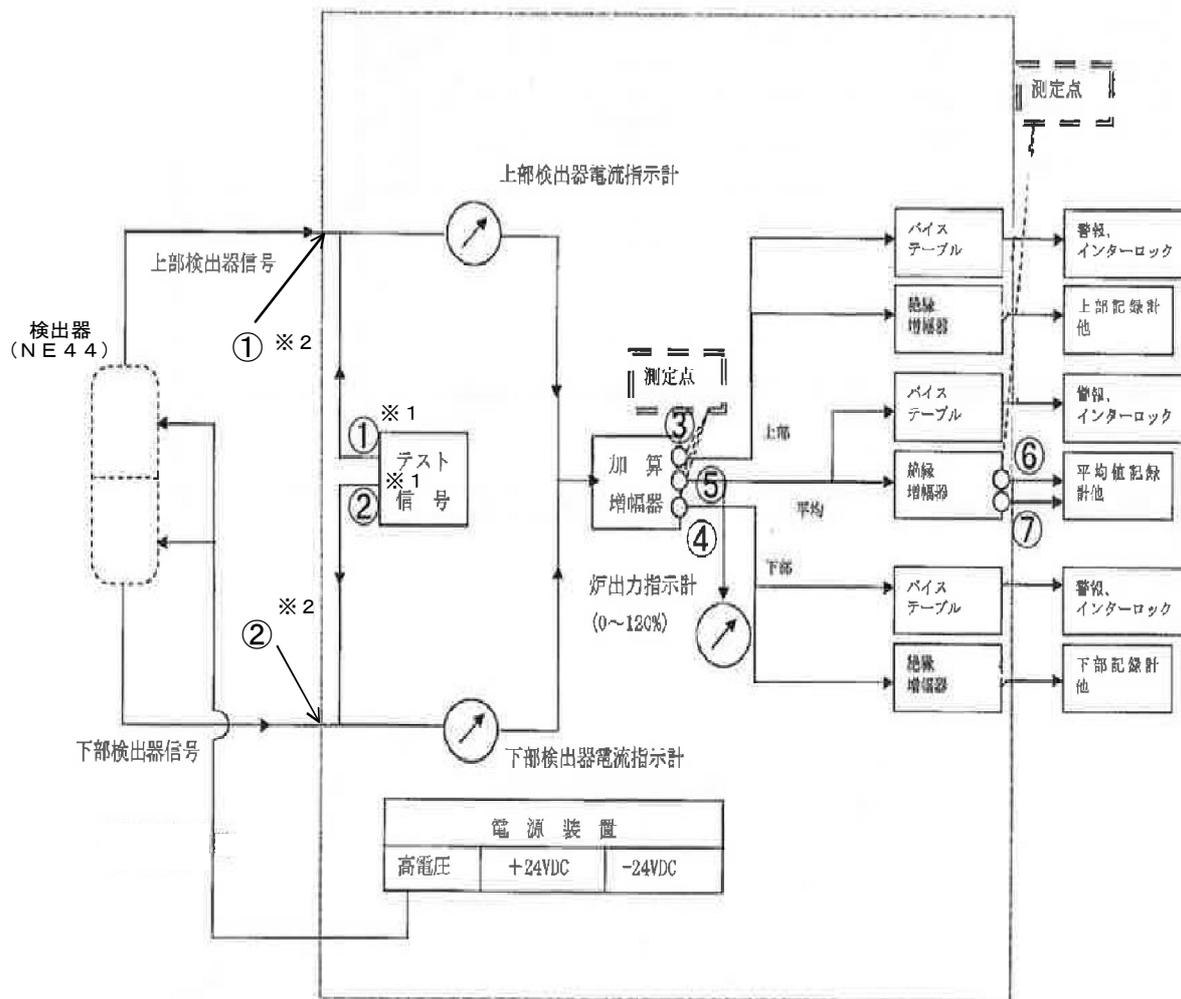
N-44

実施日:2020/7/23

基準入力			出力 (V) C6-16					備考
アキシャル オフセット (%)	上部 検出器電流 ① ( $\mu$ A)	下部 検出器電流 ② ( $\mu$ A)	上部 出力 ③ NP-44A	下部 出力 ④ NP-44B	加算アンブ 平均出力 ⑤ NP-44C	$\Delta$ I回路 出力 ⑥ NP-44D	加算アンブ 過大出力 ⑦ NP-44E	
35	250.9	146.7	8.521 ( 8.522 )	4.966 ( 4.969 )	7.872 ( 7.866 )	7.469 ( 7.500 )	4.724 ( 4.720 )	( )は 基準値
22	235.8	170.6	8.008 ( 8.009 )	5.776 ( 5.778 )	8.046 ( 8.040 )	6.542 ( 6.571 )	4.828 ( 4.824 )	
9	220.7	194.4	7.495 ( 7.496 )	6.583 ( 6.584 )	8.218 ( 8.212 )	5.617 ( 5.643 )	4.931 ( 4.928 )	
0	210.3	210.9	7.142 ( 7.143 )	7.142 ( 7.143 )	8.339 ( 8.333 )	4.978 ( 5.000 )	5.004 ( 5.000 )	
-20	187.1	247.6	6.354 ( 6.355 )	8.385 ( 8.386 )	8.606 ( 8.600 )	3.554 ( 3.571 )	5.164 ( 5.160 )	
-35	169.6	275.1	5.759 ( 5.761 )	9.317 ( 9.317 )	8.803 ( 8.798 )	2.485 ( 2.500 )	5.283 ( 5.279 )	
-55	146.4	311.8	4.971 ( 4.973 )	10.561 ( 10.560 )	9.070 ( 9.065 )	1.061 ( 1.071 )	5.443 ( 5.439 )	
最大誤差			-0.002V	-0.003V	0.006V	-0.031V	0.004V	
判定基準 (%F.S)			$\pm 0.050V$ ( $\pm 0.50\%F.S$ )	$\pm 0.050V$ ( $\pm 0.50\%F.S$ )	$\pm 0.050V$ ( $\pm 0.50\%F.S$ )	$\pm 0.070V$ ( $\pm 0.70\%F.S$ )	$\pm 0.070V$ ( $\pm 0.70\%F.S$ )	
結果			良	良	良	良	良	
F. S			0~10V	0~10V	0~10V	0~10V	0~10V	

入力特性試験を実施した結果、全て判定基準を満足しており問題の無いことを確認した。

検出回路概略図



- ※1 : 炉内外校正試験時 (7月17日)
- ※2 : 第18回定検時における入出力試験時 (7月23日)

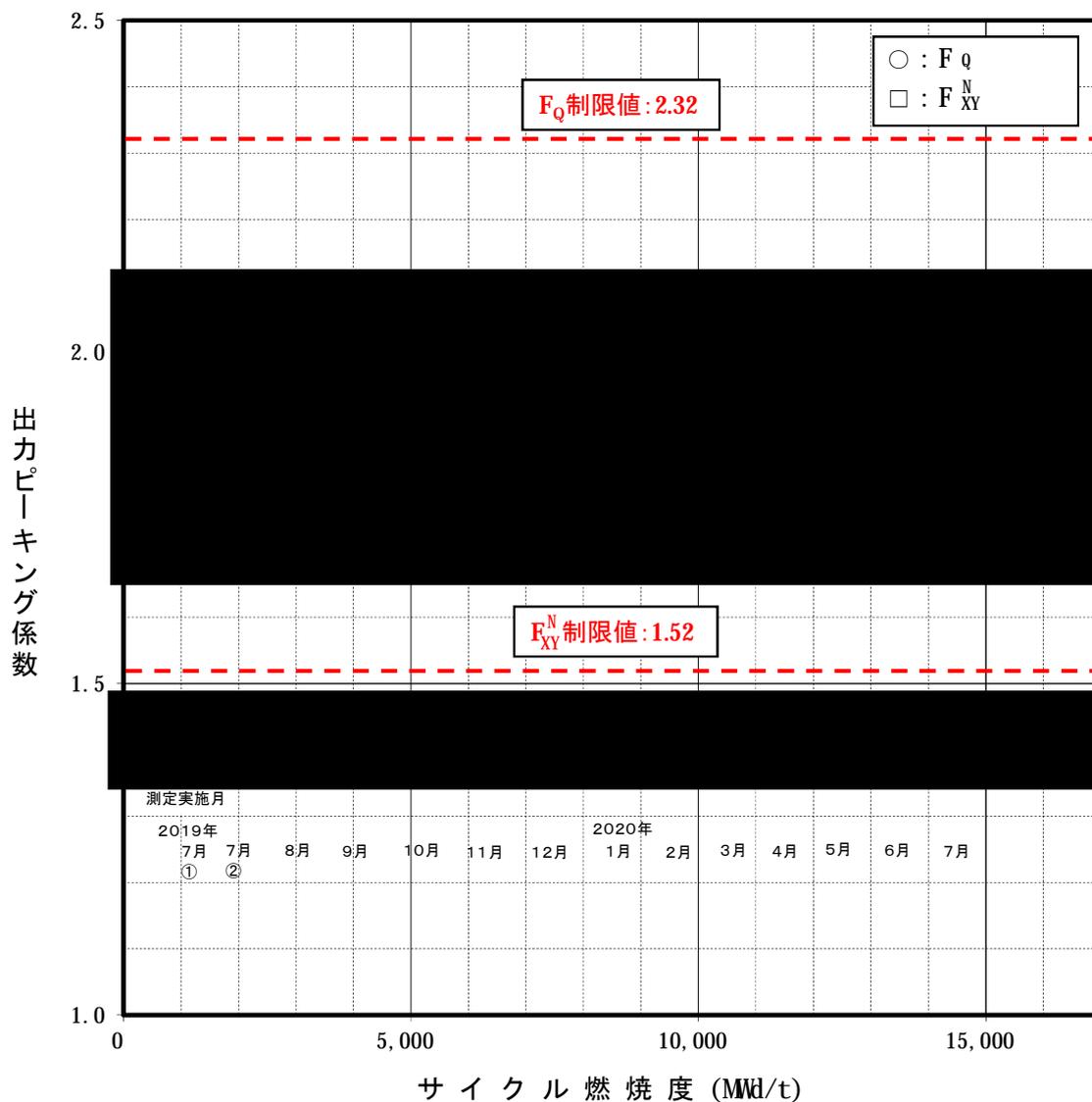
## 今サイクル取替炉心の安全性確認結果

確認項目	解析値	制限値	確認結果
反応度停止余裕		1.6 %Δk/k以上	良
最大線出力密度		41.5 kW/m以下	良
燃料集合体最高燃焼度 第5A領域燃料 第16B～第21A領域燃料		48,000 MW/t以下 55,000 MW/t以下	良
$F_{XY}^N$		1.52 以下	良
減速材温度係数 ( $\times 10^{-5}(\Delta k/k)/^{\circ}C$ )		$-94 \leq \frac{\partial \rho}{\partial T_m} < 0$	良
最大反応度添加率		$75 \times 10^{-5}(\Delta k/k)/秒$ 以下	良
制御棒クラスタ落下時の ワース及び $F_{\Delta H}^N$		ワース $F_{\Delta H}^N$ (%Δk/k) 0.25 以下 1.87 以下	良
制御棒クラスタ飛出し時の ワース及び $F_Q$ サイクル初期 全出力 サイクル初期 零出力 サイクル末期 全出力 サイクル末期 零出力		ワース $F_Q$ (%Δk/k) 0.12 以下 5.0 以下 0.66 以下 15 以下 0.12 以下 5.0 以下 0.87 以下 25 以下	良

今サイクルの保安規定に基づく取替炉心の安全性確認項目について解析値を確認した結果、各解析値が制限値内であり、炉心設計に問題の無いことを確認した。

黒塗りの範囲は商業機密の観点から公開できません。

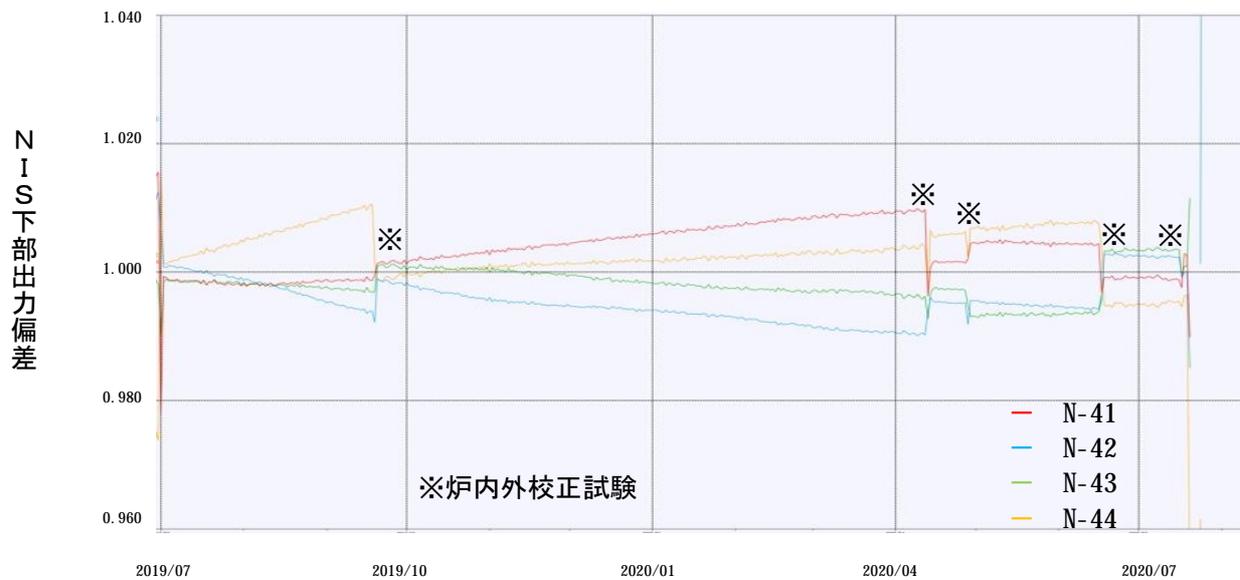
今サイクル炉内出力分布測定結果



運転中の定期的（1回／月）および負荷降下開始前の炉内出力分布測定結果について問題の無いことを確認した。

黒塗りの範囲は商業機密の観点から公開できません。

### 今サイクル運転中のN I S 検出器指示推移



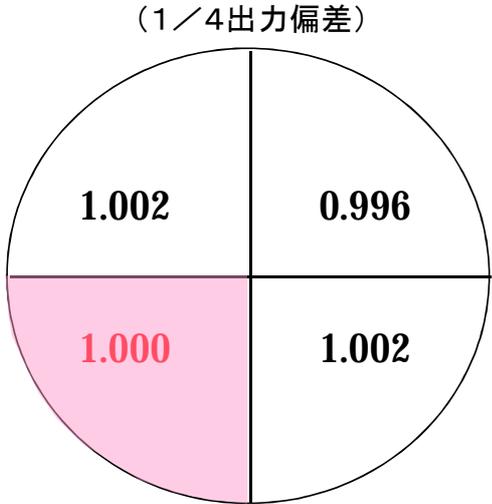
今サイクル運転中のNIS検出器の指示推移について特徴が無いか確認した結果、サイクルを通じて、当該NIS検出器(N-44)の指示は、他の検出器よりも僅かに高くなる傾向を示していることを確認した。

今サイクル 停止前炉内出力分布測定結果

2020年7月15日

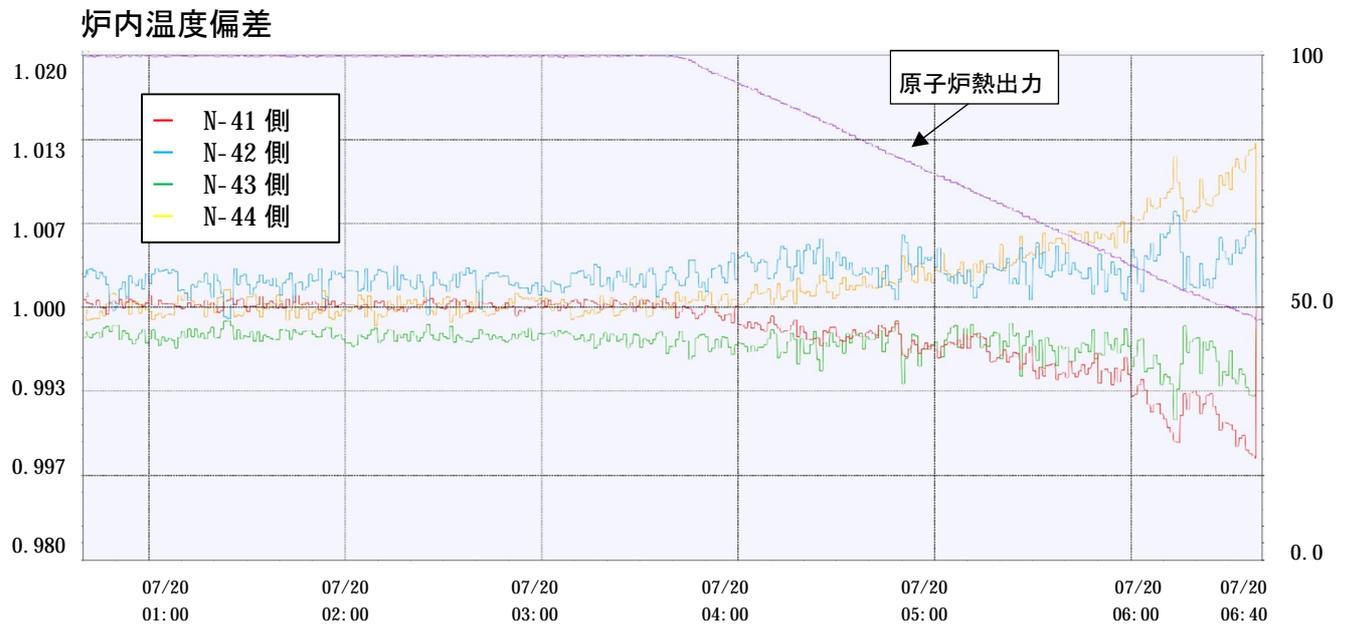
	R	P	N	M	L	K	J	H	G	F	E	D	C	B	A
								180°							
1	N-41				0.786	0.824	0.589	0.884	0.583	0.807	0.783			N-43	
2			0.611	1.024	1.041	1.246	1.082	1.130	1.086	1.232	1.041	1.015	0.609		
3			0.610	0.821	1.086	1.146	1.056	1.172	1.053	1.178	1.067	1.148	1.077	0.819	0.611
4			1.021	1.084	1.269	1.028	1.145	1.150	1.133	1.149	1.134	1.018	1.266	1.085	1.026
5	0.788	1.047	1.153	1.023	0.980	1.122	1.121	0.961	1.108	1.105	0.974	1.023	1.149	1.044	0.783
6	0.812	1.240	1.067	1.138	1.115	1.152	0.985	1.106	0.971	1.138	1.114	1.133	1.056	1.227	0.806
7	0.589	1.096	1.180	1.153	1.117	0.973	0.669	0.608	0.669	0.972	1.101	1.134	1.166	1.082	0.585
8 90°	0.880	1.133	1.057	1.136	0.962	1.100	0.604	0.556	0.614	1.104	0.952	1.118	1.046	1.130	0.889 270°
9	0.591	1.096	1.184	1.153	1.110	0.970	0.666	0.613	0.669	0.967	1.096	1.139	1.173	1.106	0.600
10	0.816	1.238	1.075	1.142	1.111	1.150	0.984	1.118	0.979	1.140	1.106	1.135	1.067	1.258	0.829
11	0.786	1.041	1.157	1.025	0.967	1.114	1.116	0.967	1.106	1.108	0.968	1.022	1.152	1.051	0.794
12			1.019	1.082	1.271	1.020	1.136	1.149	1.134	1.148	1.138	1.022	1.273	1.094	1.034
13			0.605	0.815	1.080	1.147	1.061	1.174	1.050	1.177	1.069	1.158	1.087	0.826	0.620
14	N-44		0.605	1.017	1.045	1.236	1.089	1.119	1.081	1.254	1.056	1.025	0.616	N-42	
15					0.787	0.816	0.585	0.868	0.586	0.827	0.798				
								0°							

単位: MWd/t



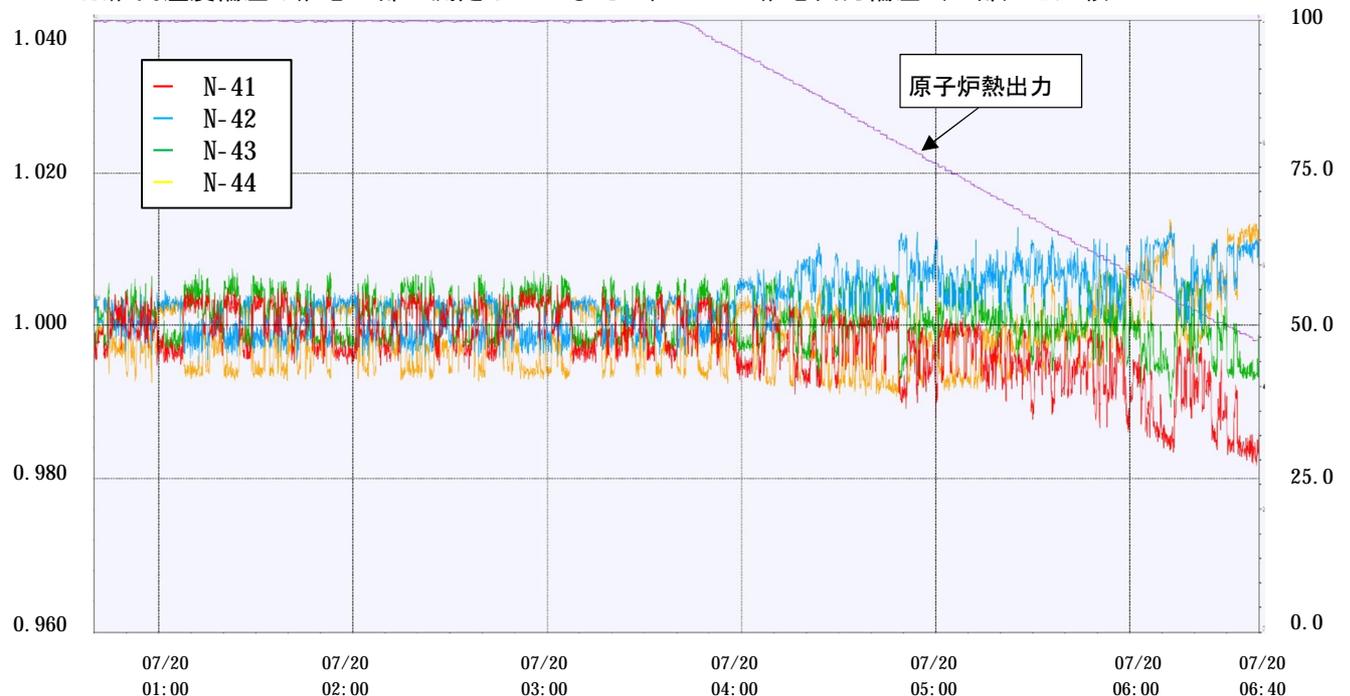
今サイクル停止前に実施した炉内出力分布測定においては、当該NIS検出器(N-44)側象限は他の象限と比較しても全体的に大きな差はなく、象限間での違いは確認されなかった。

## プラント停止時における炉内温度偏差と 1 / 4 炉心出力偏差（上部）との比較



### 1 / 4 炉心出力偏差（上部）

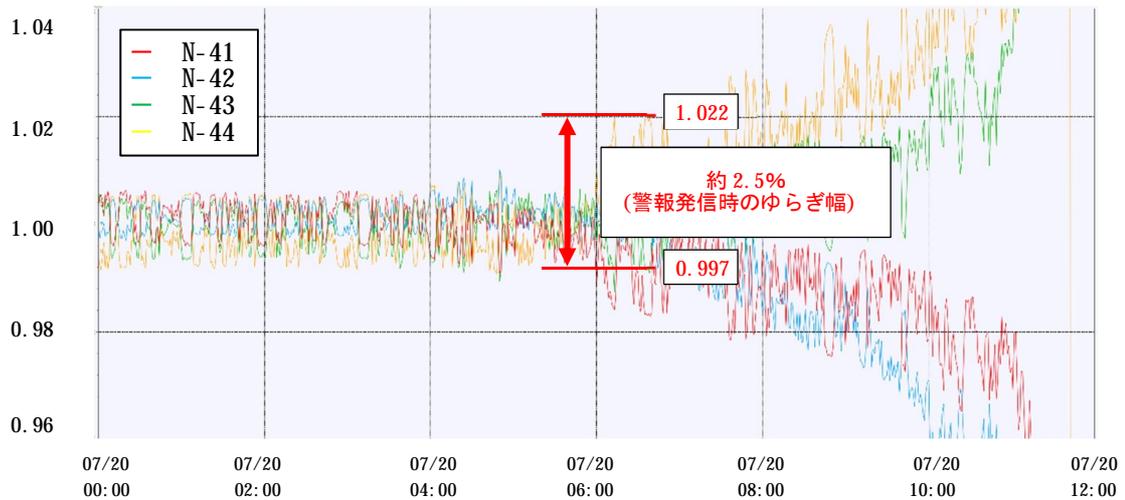
※炉内温度偏差は炉心上部で測定しているため、1 / 4 炉心出力偏差（上部）と比較



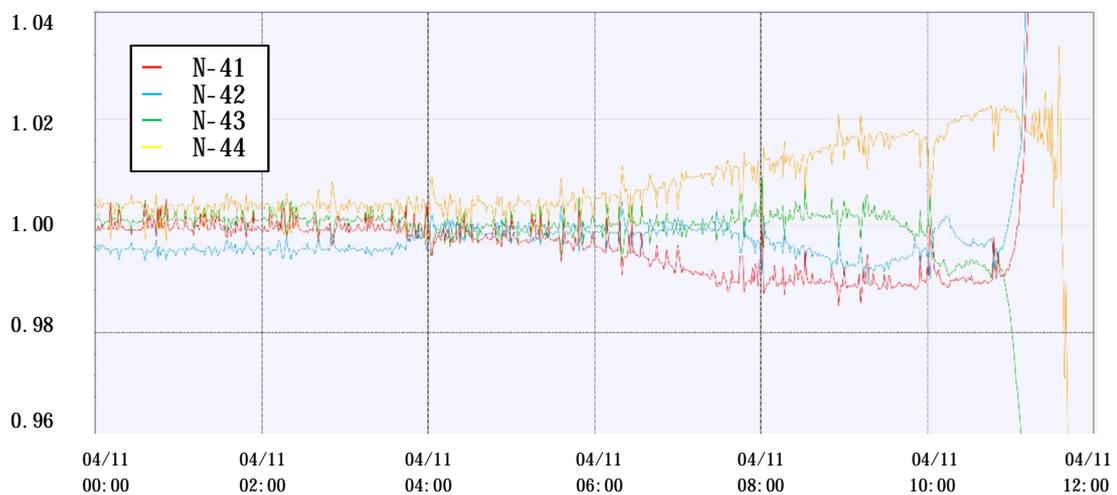
今回の停止時は原子炉出力約60%付近でN I S 検出器（N-44）の出力偏差が拡大する傾向が見受けられたため、炉内温度偏差を確認したところ、N I S 検出器（N-44）の出力偏差と同様の挙動を示していることを確認した。

## プラント停止時における 1 / 4 炉心出力偏差（下部）の過去との比較

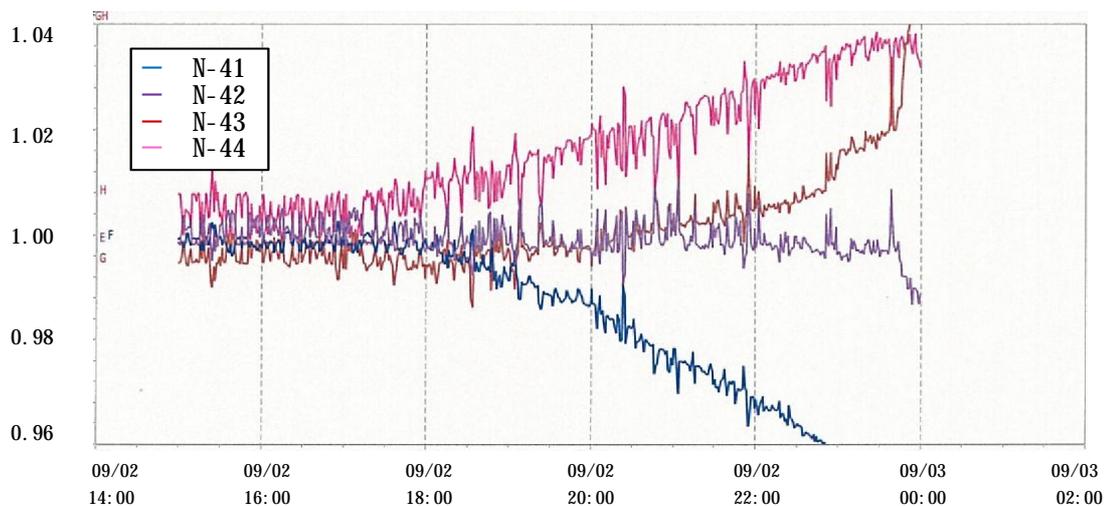
今サイクル（第 18 サイクル）



前サイクル（第 17 サイクル）



前々サイクル（第 16 サイクル）



負荷降下中の出力偏差の揺らぎ幅は前回および前々回と同様に大きくなる傾向を示している。また、今回の揺らぎ幅は約 2.5% であり、前回および前々回と比較すると僅かに大きいことを確認した。