

伊方発電所第3号機
主蒸気ダンプ弁制御回路の不具合について

平成23年5月
四国電力株式会社

1. 件 名

伊方発電所第3号機 主蒸気ダンプ弁制御回路の不具合について

2. 事象発生の日時

平成23年1月27日11時02分

3. 事象発生の設備

原子炉制御系計器ラック

4. 事象発生時の運転状況

通常運転中（発電機出力914MW）

5. 事象発生の状況

伊方発電所第3号機は、通常運転中のところ、1月27日11時02分、別の原子炉制御系データの採取のため、制御回路をA系から待機側のB系に切り替えたところ、原子炉制御系計器ラックの異常を示す信号が発信した。

調査の結果、主蒸気ダンプ弁^{*1}制御回路の中にある制御出力カードにおいて、入力信号を適切な出力信号に変換していない不具合があることを確認した。

そのため、当該カードの取り替えを実施し、異常のないことを確認し、1月31日10時05分通常状態に復旧した。

取り替えまでの間、主蒸気ダンプ弁は健全であるA系制御回路により制御されており、本事象によるプラントの運転への影響および環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料-1)

*1 発電機出力の急激な低下等において蒸気発生器で発生した蒸気を復水器へ導くための弁。8台設置されている。

6. 事象の時系列

1月27日

- 10時15分 原子炉制御系データ採取作業開始
- 11時02分 制御回路をB系に切り替え
「原子炉制御系計器ラック入出力故障」信号発信
- 11時04分 当該回路の調査開始
- 15時40分 保守員が主蒸気ダンプ弁制御回路の故障を確認

1月28日 制御信号出力カード取り替え

1月31日

- 10時05分 制御信号に異常のないことを確認し、通常状態に復旧

7. 調査結果

(1) 現地調査

a. 事象発生時の状況確認

- (a) 事象発生時プラントは安定しており、主蒸気ダンプ弁の制御にかかわる主蒸気圧力や1次冷却材温度等に変動はなく、別の計器ラックで演算している主蒸気ダンプ弁開許可信号は発信していないため、主蒸気ダンプ弁は全閉のままであった。
- (b) 「原子炉制御系計器ラック入出力故障」発信時に計算機画面にて「TY-500A制御出力故障」信号^{*2}の発信を確認した。(添付資料-2)
- (c) この信号は制御回路をA系からB系に切り替えたときのみ発生し、制御回路をA系に戻せば復帰することを確認した。

*2 制御装置が出力しようとする値①' (添付資料-2 図中「測定箇所①」)を示す。以下、測定箇所は○数字にて示す。)と実際に出力されている値⑤を比較し、その差が設定値(10%)以上の場合に故障信号を発信する。

b. 入出力特性試験

- (a) 制御回路がA系、B系それぞれの際に計器ラックにて電圧測定等を行った結果、A系を選択しているときは、自動制御信号①と出力値④はほぼ同じであるが、B系を選択しているときは、自動制御信号①に対し出力④は約15%大きかった。
- (b) 制御回路のB系を選択しているときに電圧測定等を実施した結果、自動制御信号①に対し、演算カードの出力③はほぼ同じであるが、制御出力カードの出力④は約15%大きくなっていることが分かった。

以上のことから、主蒸気ダンプ弁制御回路のうち原子炉制御系計器ラックのB

系からの信号を弁に出力する回路の特性不良により、原子炉制御系計器ラックの異常を示す信号が発信したものと考えられる。

また、B系演算カードの出力は正常であることおよびA系選択時には制御回路が正常であることから、制御出力カードのB系入力回路の特性不良と推測される。

(2) 故障カード詳細調査

取り替えを行った当該制御出力カードをメーカー工場に送付し、詳細調査を実施した。

a. 外観調査

外観目視点検の結果、基板、部品等に破損、焼損等の異常は認められなかった。
(添付資料-3)

b. 入出力特性試験

メーカーにおいて発電所と同様な回路構成を模擬した計器ラックに当該カードを挿入して入出力特性試験を行った結果、A系制御時とB系制御時の出力差は最大でも0.05%であり、異常は無かった。

c. 常温エージング試験・タッピング試験

実機使用温度と同様の温度(20℃)にて100時間のエージング試験*3を実施したが、事象は再現しなかった。また、当該カードをタッピングしたが、事象は再現しなかった。

*3 運転中と同じ条件にするため、電源を連続投入する試験

d. 再現試験

前項までの調査で事象が再現しなかったため、以下の試験を実施した。

・高温エージング試験

通常よりも高温条件下(50℃)で100時間の連続通電を行ったが、事象は再現しなかった。

・急加熱・急冷却試験

当該カードを急加熱(20→50℃)、急冷却(20→0℃)することにより、事象の再現を試みたが、再現しなかった。

・温度サイクル試験

0～50℃/6時間の温度サイクルを10サイクル与えることにより、事象の再現を試みたが、再現しなかった。

以上より、メーカー工場での調査では事象は再現せず、原因の特定には至らなかった。

(3) 保守状況の調査

当該制御回路については、毎定検入出力特性試験、機能試験を実施しており、至近の第12回定検（平成22年1月～3月）の点検では異常は認められなかった。

なお、当該制御出力カードは、定期取替部品ではなく、設置以降（約17年）取り替えの実績はない。

8. 推定原因

今回の事象は、再現性が見られないことから制御出力カード内のB系入力回路の一過性の特性不良により故障信号が発信したものと推定される。

なお、回路構成やメーカーの実績より推察すると、当該入力回路に使用しているIC（集積回路）の特性不良の可能性が高いと考えられ、当該ICについては、カード製作メーカーの設計条件として6千万時間運転あたり1件の故障率が想定されていることから、今回の事象については、偶発的な故障と考えられる。

9. 対 策

- (1) 当該制御出力カードを予備カードに取り替え、健全性を確認のうえ復旧した。
- (2) これまでと同様に、定検時に制御出力カードの特性試験等を行い、健全性を確認するとともに、運転中のカード故障に対応するため予備カードを常備しておく。

以 上

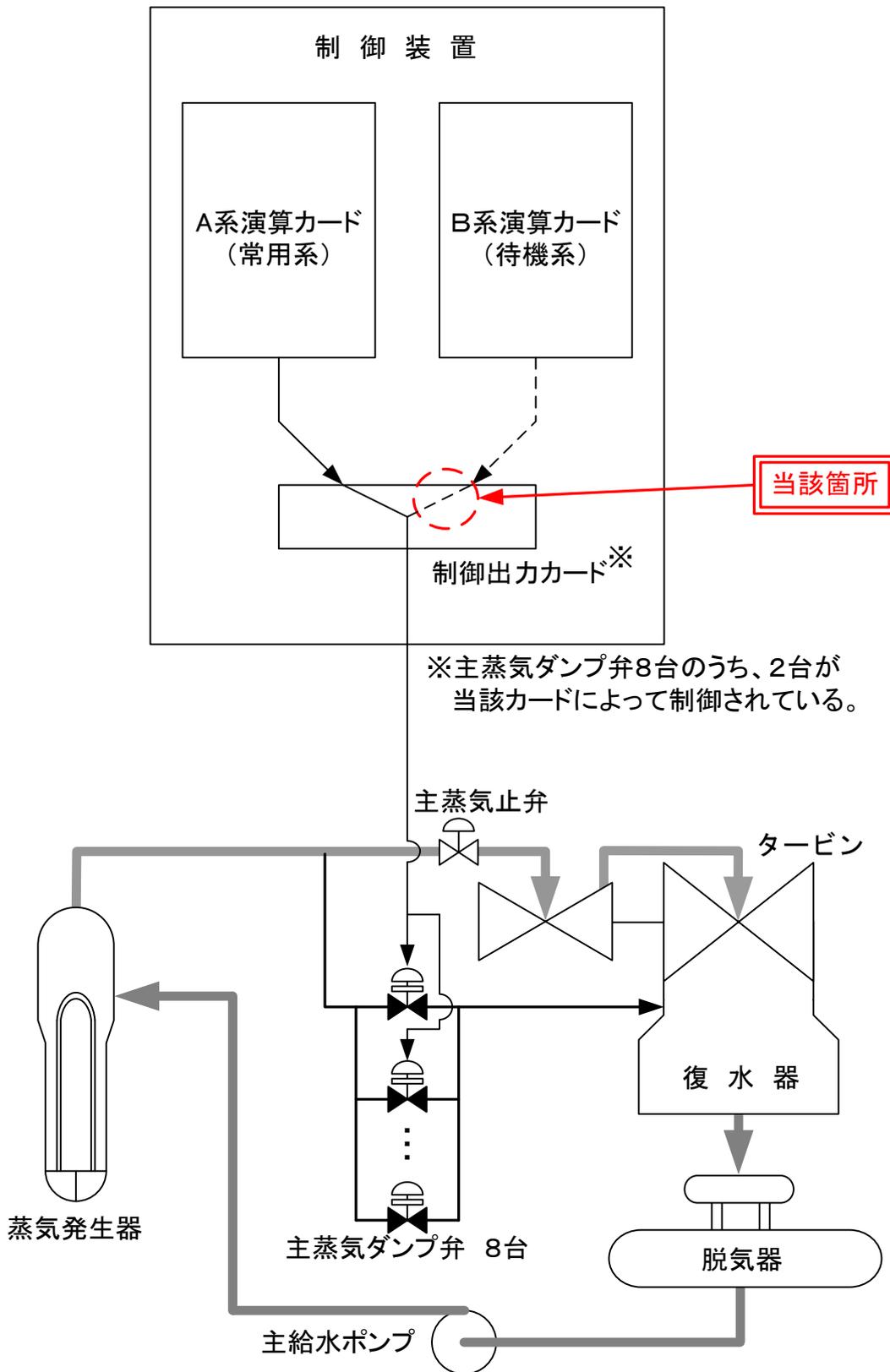
添 付 資 料

添付資料－1 伊方3号機 主蒸気ダンプ弁制御回路概略図

添付資料－2 主蒸気ダンプ弁制御回路 制御出力カード 概要図

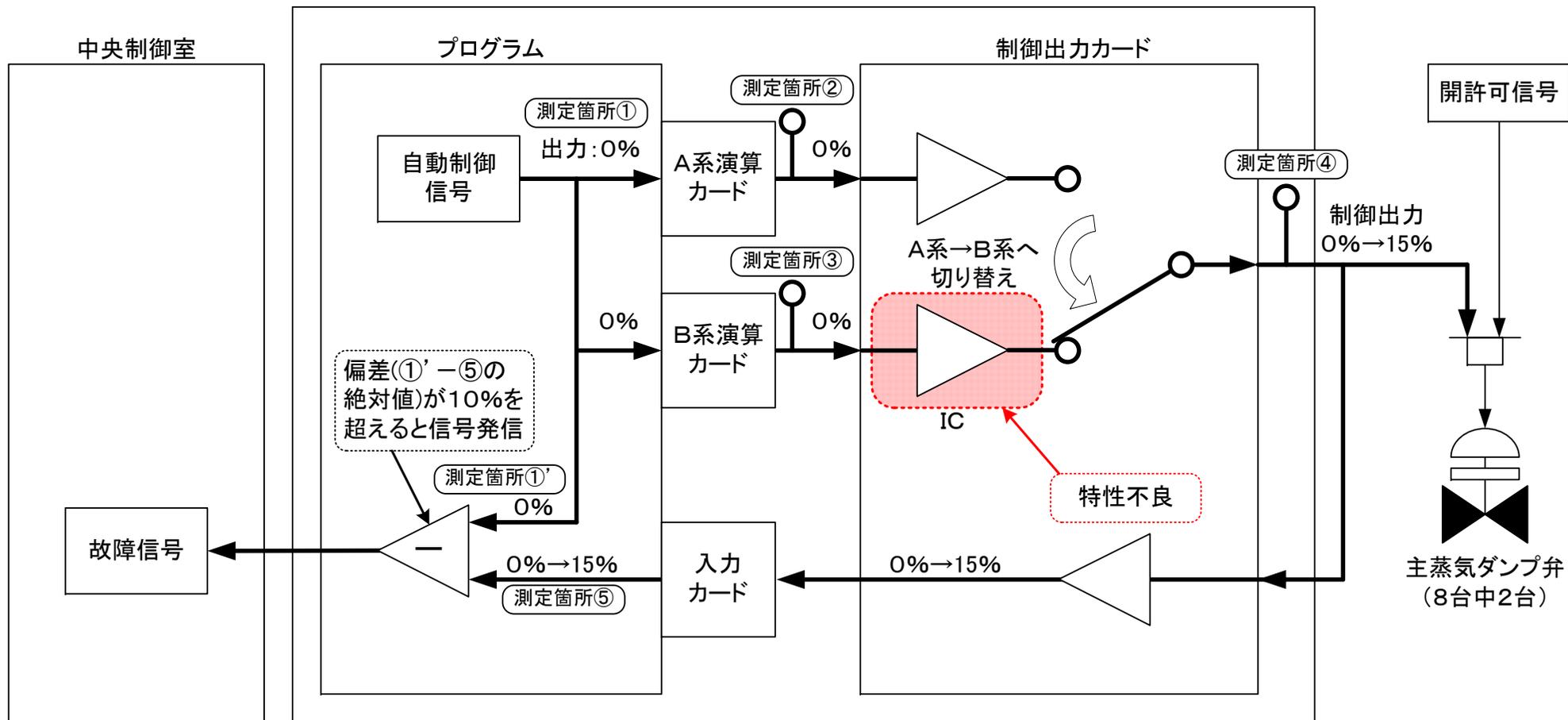
添付資料－3 原子炉制御系計器ラック 制御出力カード 外観

伊方3号機 主蒸気ダンプ弁制御回路概略図



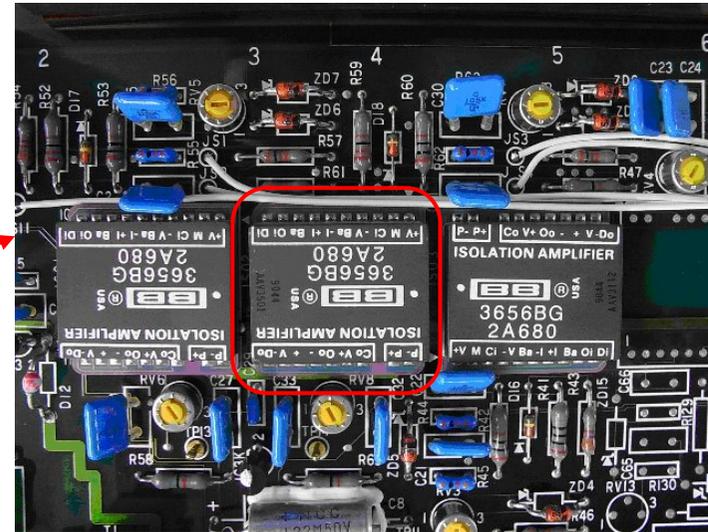
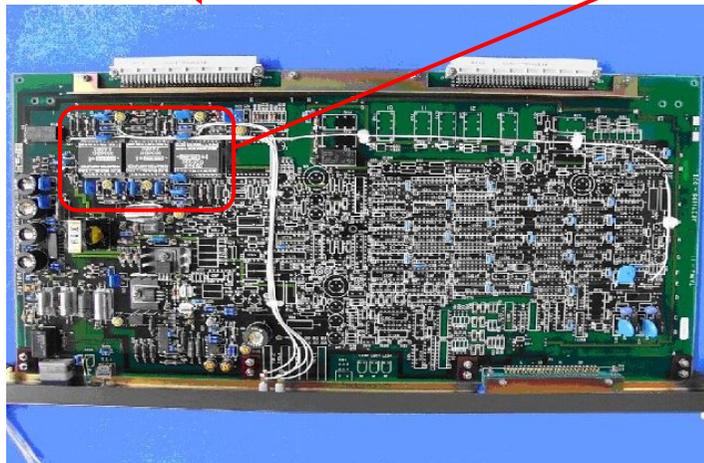
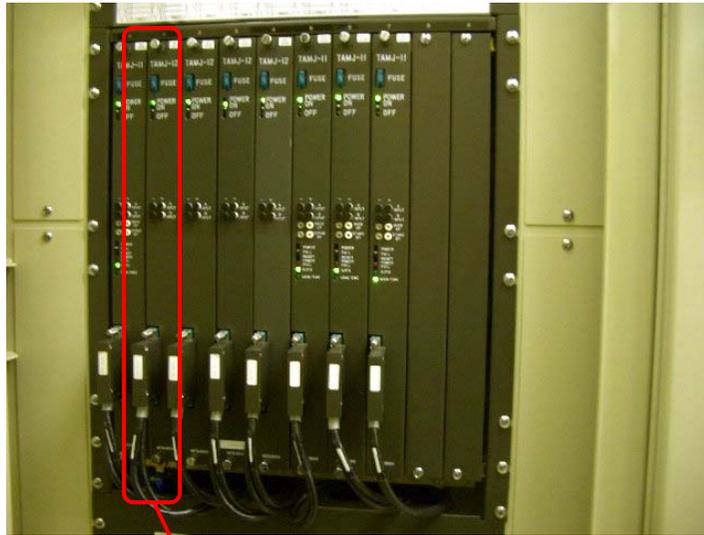
主蒸気ダンプ弁制御回路 制御出力カード 概要図

原子炉制御系計器ラック



図は事象発生時の各部の信号値を示す

原子炉制御系計器ラック 制御出力カード外観



当該 IC (集積回路)