

原子力発第05171号  
平成17年11月 9日

愛媛県知事  
加戸守行 殿

四国電力株式会社  
取締役社長 常盤 百樹

伊方発電所第2号機 中性子検出器の指示不良他  
3件に係る報告書の提出について

平成17年9月に発生しました伊方発電所第2号機 中性子検出器の指示不良他2件、および、平成17年5月30日に発生しました伊方発電所 雑固体焼却設備の不具合につきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

以 上

伊方発電所第2号機  
中性子検出器の指示不良について

平成17年11月  
四国電力株式会社

## 1. 件名

伊方発電所第2号機 中性子検出器の指示不良について

## 2. 事象発生の日時

平成17年9月6日 2時05分頃(確認)

## 3. 事象発生の設備

線源領域核計測装置

## 4. 事象発生時の運転状況

第18回定期検査中

## 5. 事象発生の状況

伊方発電所第2号機(定格電気出力566MW)は、定期検査のため原子炉を停止したところ、9月6日2時05分、中央制御室において、原子炉の中性子量を測定している線源領域検出器<sup>1</sup>2系統のうち1系統の指示が表示されていないことを確認した。

調査の結果、当該検出器の不良を確認した。このため、当該検出器を新品に取り替え健全性を確認した後、9月10日8時24分、通常状態に復旧した。

なお、事象発生に伴い保安規定に基づく運転上の制限を逸脱した状態となったが<sup>2</sup>、定期検査のための停止操作を継続することにより9月7日5時25分に原子炉トリップしゃ断器を開放し、運転上の制限の逸脱状態から復帰した。また、この間の中性子量の監視については健全な1系統で行い、問題なかった。

本事象によるプラントの運転への影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。(添付資料-1)

### 1〔線源領域検出器〕

原子炉起動時および停止時などの原子炉の中性子量が少ない段階において、中性子の量を測定するための検出器。2系統設置されている。

### 2〔保安規定に基づく運転上の制限〕

この範囲内で運転していれば十分に安全を確保できる設備の機能的な能力または性能水準を示したもので、保安規定では運転上の制限を逸脱した場合に「要求される措置」を定めている。

本事象発生時点では、線源領域検出器が2系統必要であり、1系統が動作不能な場合48時間以内に復旧させるか、それが出来ない場合は、1時間以内(合計49時間以内)に原子炉トリップしゃ断器を開放することとなっている。

## 6. 事象の時系列

9月 6日

2時05分

原子炉停止によって線源領域検出器の電源が自動的に投入

線源領域チャンネル2指示確認( $1.6 \times 10^4$  cps\*)

線源領域チャンネル1 指示が表示されていないことを確認（保安規定に基づくの運転上の制限逸脱）

3時45分	線源領域チャンネル1 調査開始
5時30分	検出器側（ケーブル含む）の故障を確認
9月7日	
5時25分	原子炉トリップしゃ断器開放 （保安規定に基づく運転上の制限逸脱状態から復帰）
9月10日	
8時24分	検出器取替終了。取替後の健全性を確認し、 通常状態に復旧

\* cps とはカウント毎秒

## 7. 調査結果

### (1) 現地調査

#### a. 信号処理回路（増幅器・炉外核計装盤）

(a) 炉外核計装盤の検出器電圧指示計にて検出器電圧を確認した結果、チャンネル1, 2とも2045V印加されていたが、中性子量を示す指示計チャンネル2は、 $1.6 \times 10^4$  cps を指示しており、チャンネル1の指示が表示されていないことを確認した。

(b) 増幅器の入力側から模擬信号を加え、ループ試験を実施した結果、増幅器から中央指示計までは異常はなかった。

#### b. 検出回路（検出器・コネクタ・ケーブル）

(a) 炉外核計装盤から検出器間の抵抗測定を実施した結果、通常は無限大であるところ、24.5 に低下しており、短絡していることを確認した。

(b) (a) の抵抗値をモニターしながら、検出器とケーブルを切り離し、抵抗値の変化を確認した結果、抵抗値が無限大になったことから、ケーブル側は正常であることを確認した。

(c) 検出器コネクタから検出器の抵抗値を測定した結果、約22 を示し、検出器側で短絡していることを確認した。

#### c. 検出器単体

検出器を引き抜き後、以下を確認した。

(a) 外観目視点検を実施した結果、変形、割れ等の異常はなかった。

(b) 検出器コネクタから抵抗測定を実施した結果、抵抗値は無限大となっており短絡事象は復帰していた。

(c) 検出器にコネクタから1000Vの電圧を印加した後、抵抗値の変化を確認した結果、抵抗値は約16Ωになり、短絡事象が再現した。

(d) 検出器コネクタから抵抗値をモニターしながら検出器をタッピングすると抵抗値は無限大となり、短絡事象は復帰した。

(e) 上記(c)(d)の調査を3回行い、いずれも再現することを確認した。

上記の調査結果から、検出器コネクタから検出器本体までの間で短絡しているものと推定されたが、測定された抵抗値が約16Ω～22Ωであること、検出器コネクタから検出器本体までの抵抗値のうち、検出器本体内に収納されている3フッ化ホウ素(BF<sub>3</sub>)計数管内の電極芯線(約:64cm)を除くと約1Ωであることから、電極芯線が断線し、高電圧により外筒に接触したため、短絡事象が発生したものと推定された。なお、短絡箇所は電極芯線全長の1/4付近と推定される。(添付資料-2,3)

## (2) 保守状況の調査

当該検出器は、2定検周期で取り替えており、第16回定期検査(平成15年2月)において取り替えを実施している。

当該検出器購入時の受け入れ試験記録、取り替え時の試験記録およびその後の定期検査時の試験記録を確認したが問題なく、指示値も前回定検起動時は健全であった。

## (3) 工場製作時の試験記録および知見調査

当該検出器の製作時の工場試験記録を確認したが問題はなかった。

なお、メーカーの見解として、今回の原因は、検出器(BF<sub>3</sub>計数管エレメント)の電極芯線のメッキ不良に伴う腐食<sup>3</sup>または電極芯線のよじれあるいは傷による断線の可能性が高いとの見解を得た。

3 検出器内部に封入しているBF<sub>3</sub>ガスが放射線により分解されて発生したフッ素ガスと内部に残留している酸素とタンゲステン線が反応することにより、オキシフッ化物(液体)が生成され電極芯線を腐食させるため、ニッケルメッキを施しているが、工場製作時に電極芯線に傷またはメッキ不良があった可能性は否定できない。

## 8. 推定原因

今回の原因は、工場製作時における当該検出器の電極芯線表面のメッキ不良による電極芯線腐食または電極芯線のよじれ等により、電極芯線の強度が徐々に低下し断線した可能性が高いと推定される。

## 9. 対策

- (1) 当該検出器を新品に取り替えた。なお、今後とも当該検出器の予備品を常備しておく。
- (2) 検出器メーカーでの電極芯線表面のメッキ不良や傷の検査として、工場製作時の電極芯線外観検査の強化を要請した。

以上

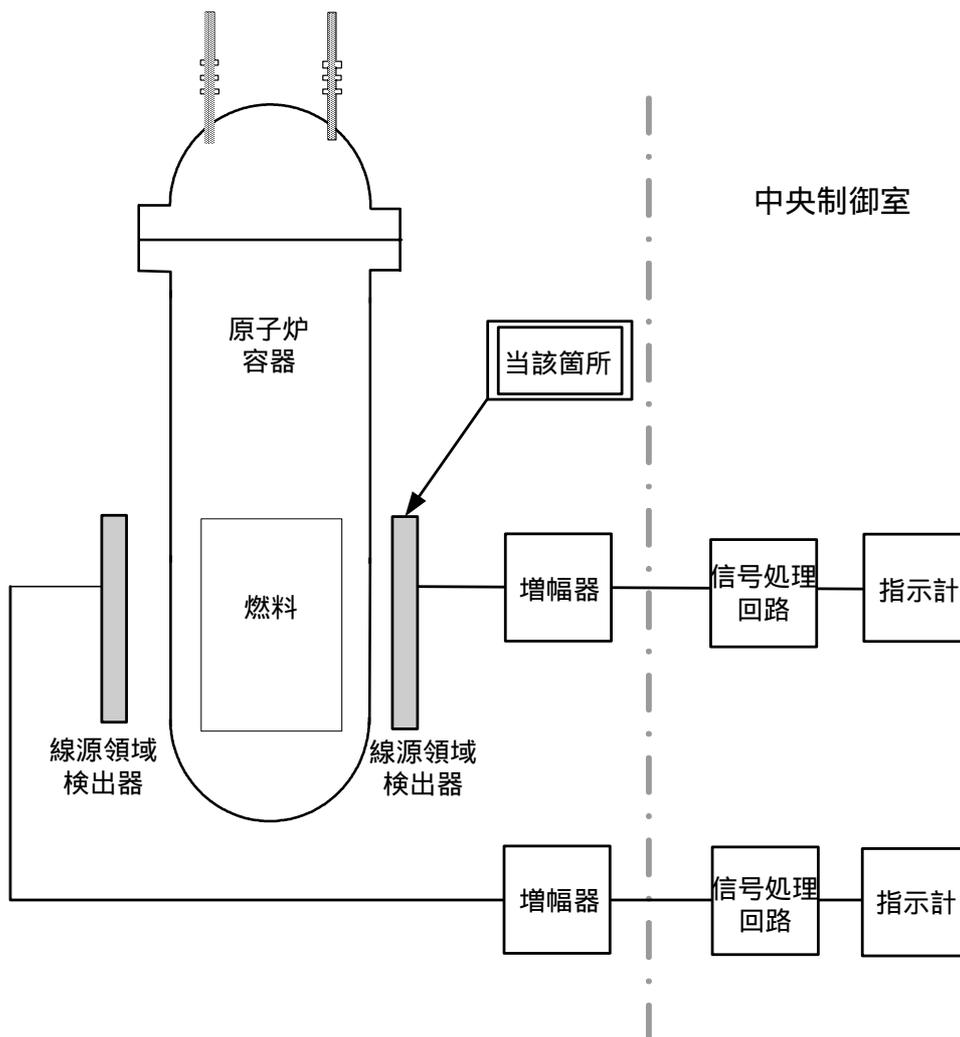
## 添 付 資 料

添付資料 - 1 線源領域検出器概要図

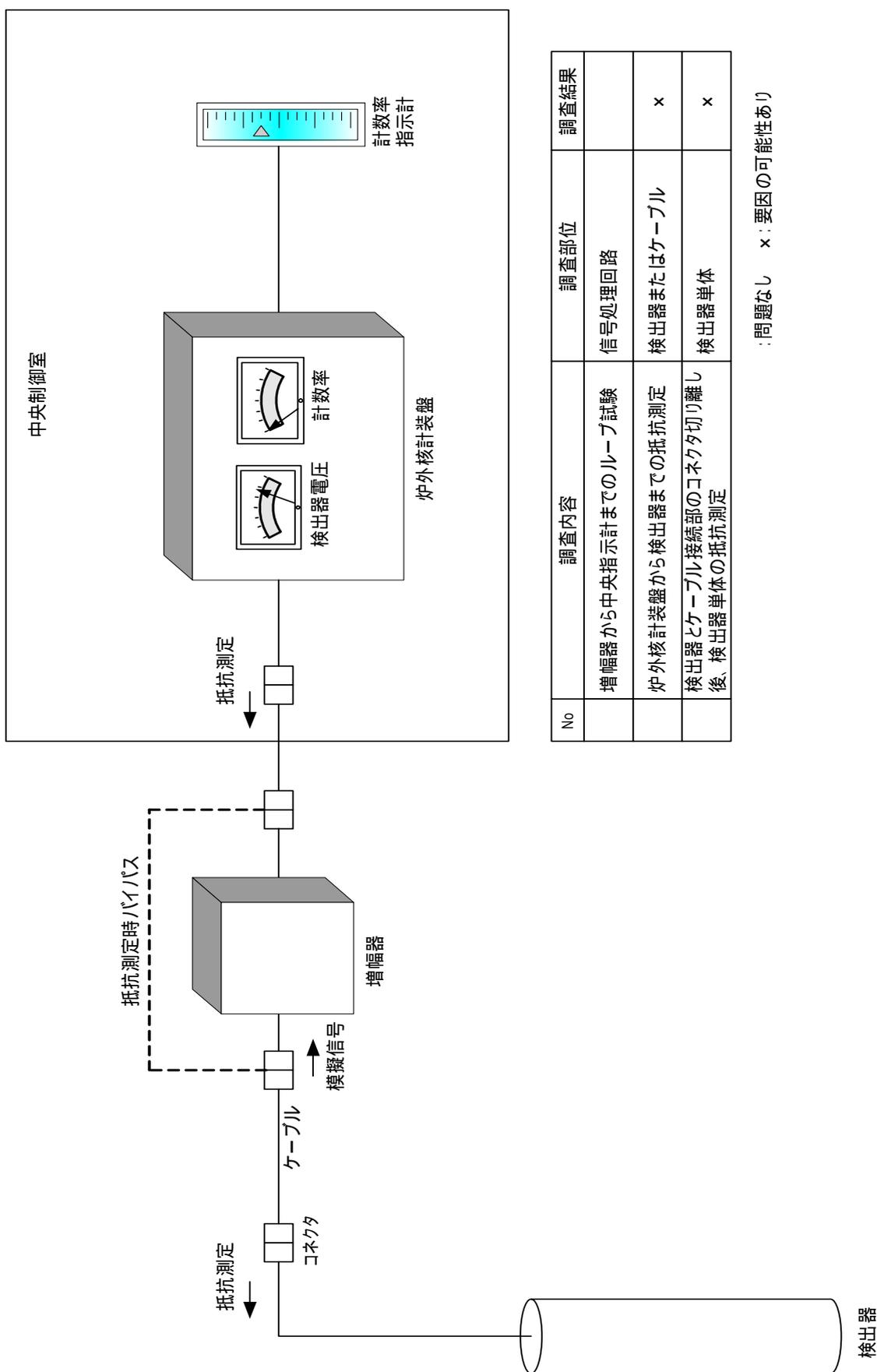
添付資料 - 2 線源領域核計測装置信号回路調査概略図

添付資料 - 3 線源領域検出器構造図

### 線源領域検出器概要図



線源領域核計測装置信号回路調査概略図



No	調査内容	調査部位	調査結果
	増幅器から中央指示計までのループ試験	信号処理回路	
	炉外核計装盤から検出器までの抵抗測定	検出器またはケーブル	x
	検出器とケーブル接続部のコネクタ切り離し後、検出器単体の抵抗測定	検出器単体	x

:問題なし x:要因の可能性あり

線源領域検出器構造図

