

# 柏崎刈羽原子力発電所における ケーブル敷設の不適合に係る対応について

平成28年3月23日



東京電力

---

# これまでの経緯

9月18日

6号機中央制御室床下において、電气的分離・火災防護のために設置した耐火性のケーブル分離板が倒れ、安全系ケーブルと一般系ケーブルが混在敷設していることを確認

⇒不適合として登録し、調査・検討を開始（9月28日分不適合としてお知らせ）

10月22日

6号機中央制御室床下のケーブルおよび分離板の設置状況と今後の対応について記者説明会で説明

新潟県要請：県では、東京電力に対し、他号機でも同様な事象がないか徹底的に確認するとともに、速やかに原因を究明し、再発防止策を報告するよう求めました

11月 4日

原子力規制委員会よりケーブル敷設状況、原因調査並びに再発防止対策の報告、および速やかな是正措置等を求める指示文書を受領

11月11日

当社から原子力規制委員会に対して以下を報告（中間報告）

- ・6号機中央制御室床下のケーブル敷設状況
- ・今後の調査方針と具体的な調査計画

11月30日

当社から原子力規制委員会に対して、指示文書（11月4日分）に対する報告書を提出

1月 6日

原子力規制委員会より、「誤ってケーブルが敷設されていた事例」は保安規定違反区分「違反2」と判断され、指示文書（追加指示）を受領

1月29日

当社から原子力規制委員会に対して、以下の追加指示（1月6日分）に対する報告書を提出

- ・根本原因分析を実施し、その結果を踏まえた再発防止対策を策定
- ・1～7号機の中央制御室床下および現場ケーブルトレイの不明ケーブルの調査結果

3月16日

当社から新潟県に対して、要請に対する報告書を提出

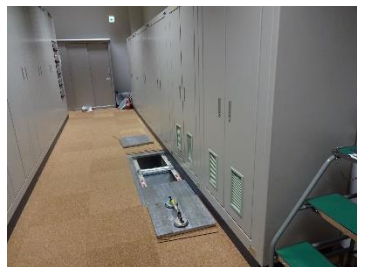
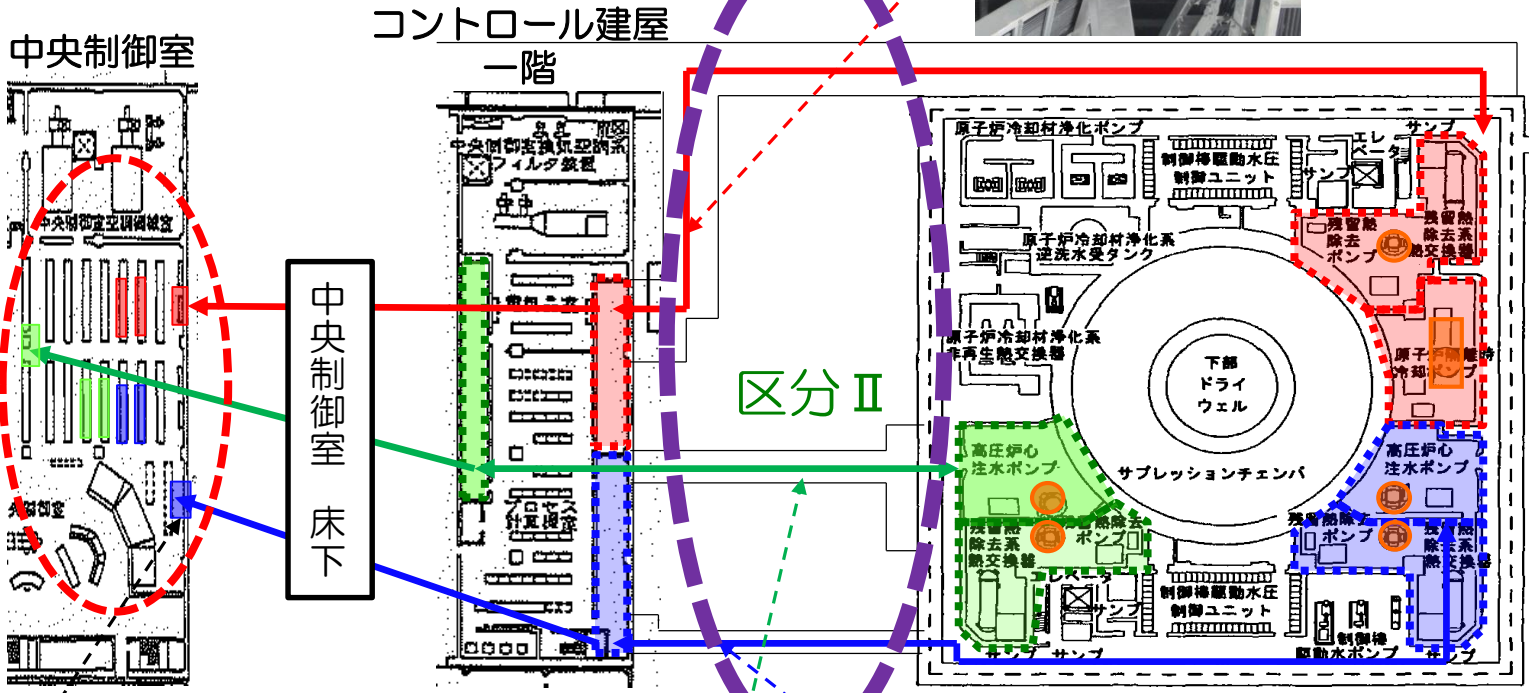
# ケーブルの敷設ルート（分離・独立性に関する状況）①

現場～中央制御室は、必要な離隔等をとるため、別々のケーブルトレイに敷設するなどの設計を行う方針。



区分Ⅰケーブルレイ

中央制御室床下に集まった各区分のケーブルは分離板等で、分離し独立性を保つ方針。



中央制御室床下ケーブルラック  
東京電力



区分Ⅱケーブルレイ



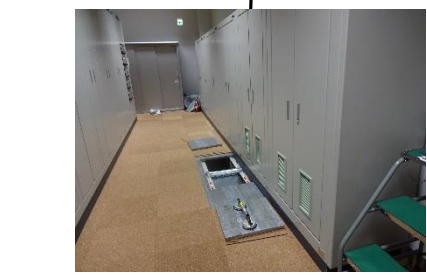
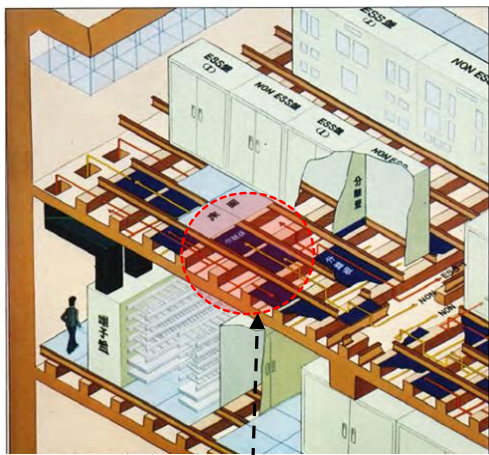
区分Ⅲケーブルレイ



樹脂性電線管  
電線管  
残留熱除去系ポンプ

# ケーブルの敷設ルート（分離・独立性に関する状況）②

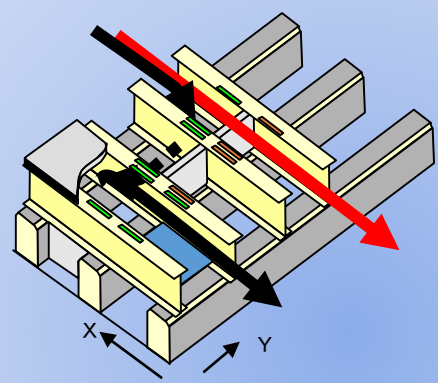
## 中央制御室



中央制御室床下ケーブルルート

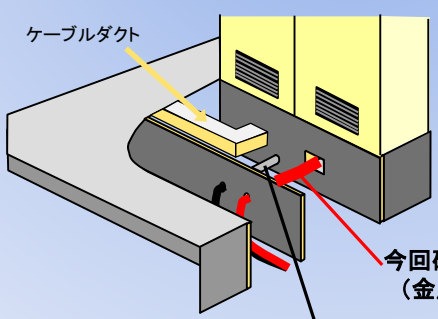
## 中央制御室 床下

### 1、2、3、6号機



- 凡例
- 水平分離板
  - 垂直分離板
  - 床板
  - 区分Ⅰ 区分表示
  - 区分Ⅱ
  - 正しいケーブルルート
  - 今回確認されたケーブルルート

### 4、5、7号機

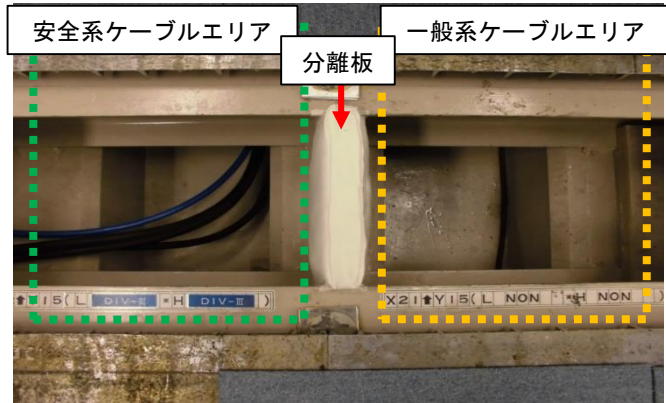


- 凡例
- 床板
  - 分離バリア

今回確認された施工  
(金属管不使用)

正しい施工(金属管使用)

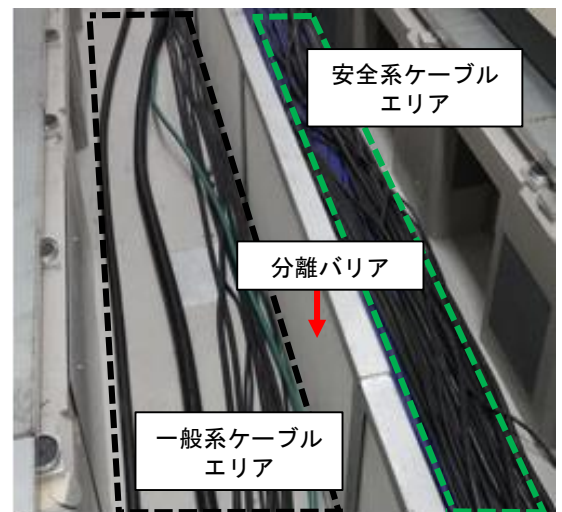
## 正常な状態の例



安全系ケーブルエリア

一般系ケーブルエリア

分離板

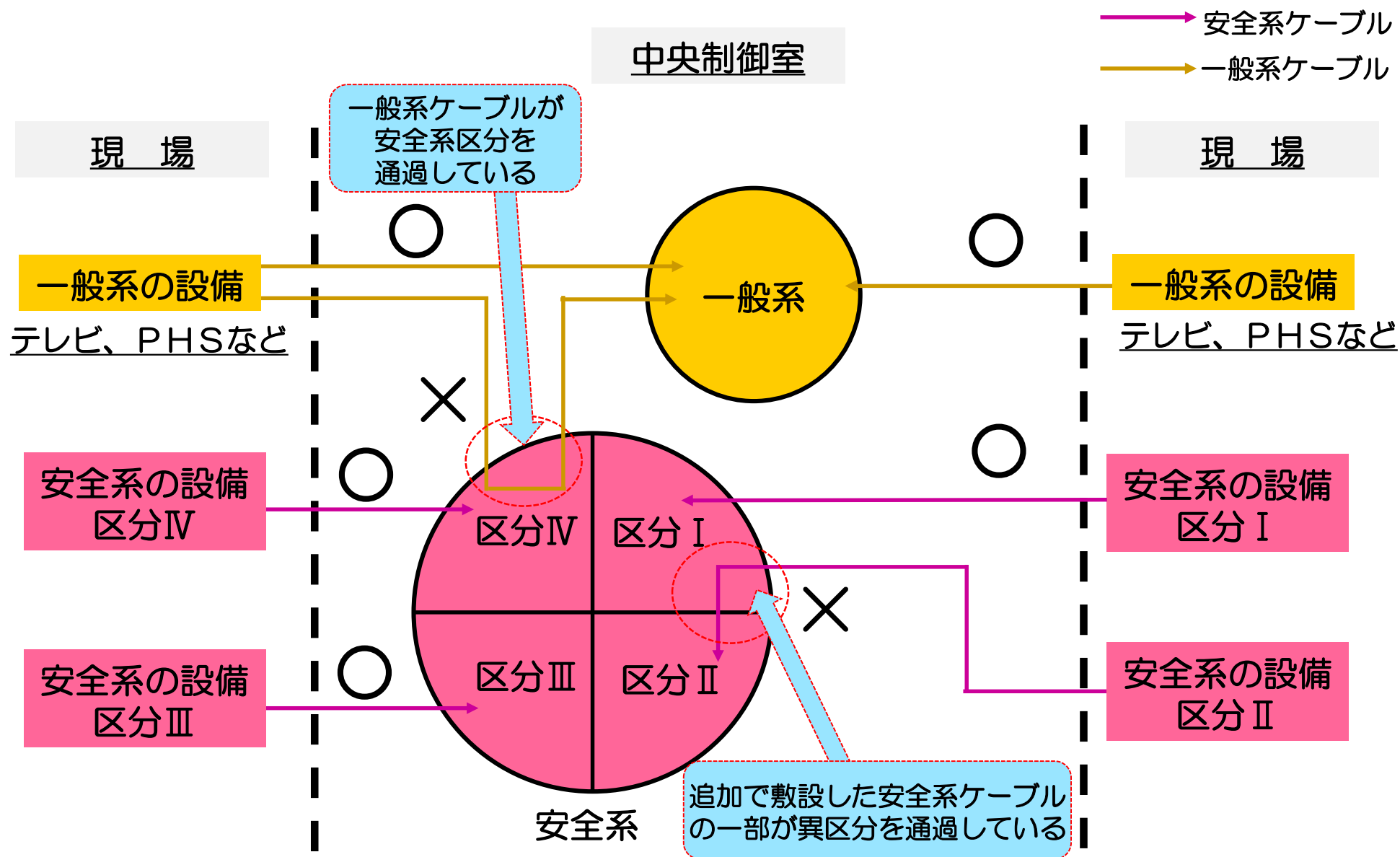


安全系ケーブルエリア

分離バリア

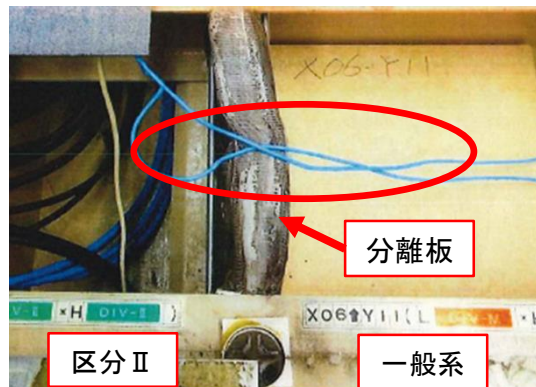
一般系ケーブルエリア

# ケーブルが異区分を通過するイメージ図

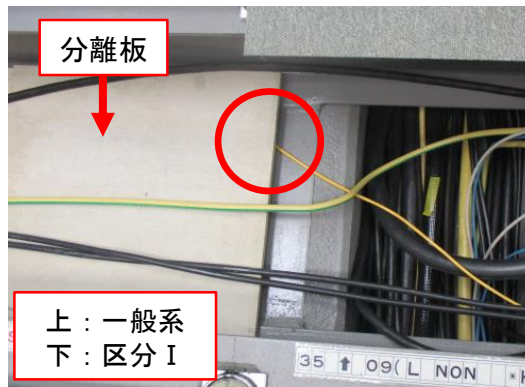


# 分離板・分離バリア, ケーブル敷設の不適合箇所 (例)

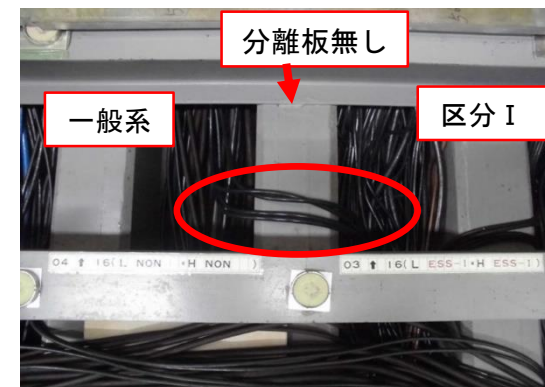
6号機 垂直分離板を  
壊さず通過している



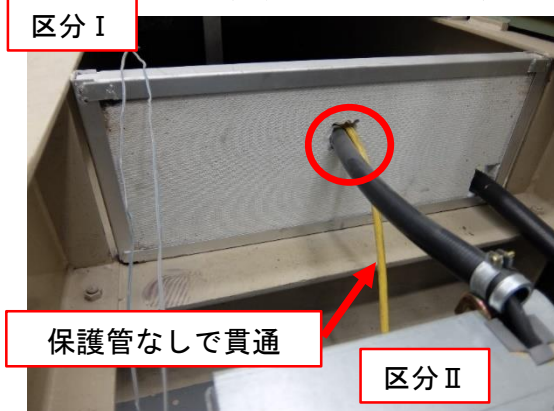
6号機 水平分離板  
の隙間を貫通



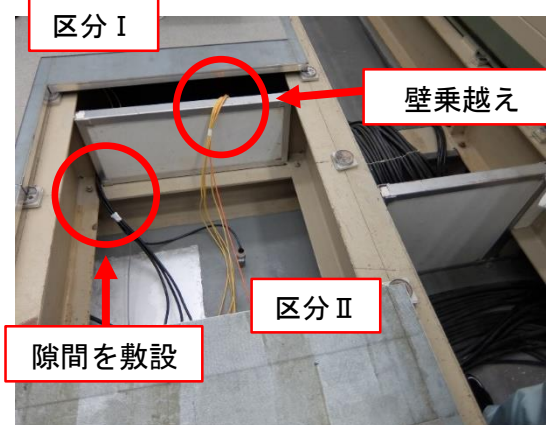
3号機 分離板が設置されて  
いないため通過している



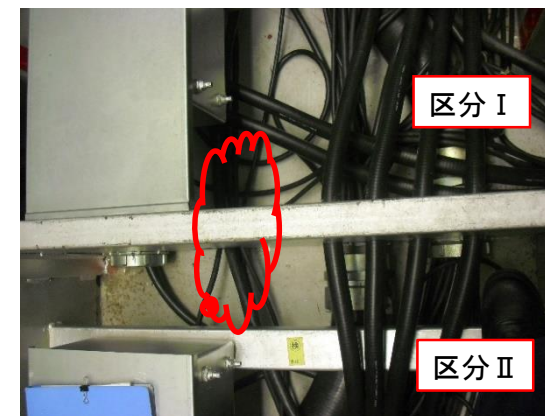
4号機 分離バリアを貫通  
(保護管なし)



4号機 壁乗越え  
(バリアの隙間を敷設)



5号機 分離バリア貫通  
(保護管なし)



# 現場におけるケーブル敷設の不適合箇所（例）



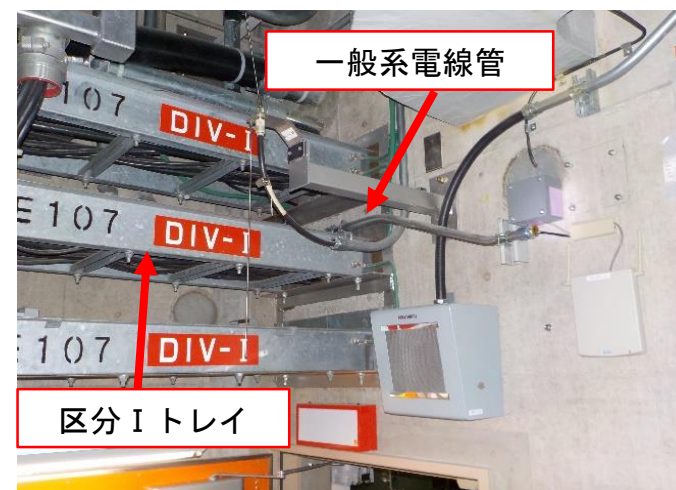
3号機 ケーブル敷設の不適合パターン例  
(現場ケーブルトレイ)



7号機 ケーブル敷設の不適合パターン例  
(現場ケーブルトレイ)



2号機 ケーブル敷設の不適合パターン例  
(現場ケーブルトレイ)



7号機 ケーブル敷設の不適合パターン例  
(現場ケーブルトレイ)

# 不適合となったケーブル敷設工事の例

## 安全系の工事 \*



原子炉隔離時冷却系

## 一般系の工事 \*



テレビやPHSの設置工事

他の安全系の  
設備に与える  
影響について  
確認が不足

## 安全系の設備 \*



残留熱除去系ポンプ

\* 設備の設計変更では、それ自体の仕様を規定し施工結果、機能確認などを実施

**■ 設計方針通りに施工管理を行えなかったことは、重大な問題であると認識している**

〔なお、ケーブルの誤接続はなく、通常の安全機能には問題はない。  
火災に対する防護として、難燃ケーブルを採用するなどしている。〕



# 主な原因と対策

	原因	対策
調達段階	仕様書での具体的要求の不足	工事共通仕様書に要求事項を記載
施工段階	区分表示が不足	区分および分離板の明確化
	施工後の現場確認不足	ケーブル敷設の立ち会い確認
	プラントメーカーにおける現場施工部門から設計部門への確認不足	プラントメーカーの確実な施工と当社の確認
業務	既設設備への影響のチェック不足	安全設計への影響をチェックする仕組みの構築
中央制御室 床下の 施工管理	区分分離を示す図書の欠落	ケーブルルート図に従った確実な施工と設備図書の改訂
教育	区分分離の仕組みや方法の教育不足	安全系の系統分離に関する教育

● 周辺設備の安全設計に間接的に影響を及ぼす可能性のある施工は、ケーブルのみの問題ではなく、一般的な問題と認識し、設計方針通りに現場で確実に施工ができるよう、徹底してゆく必要がある

# 主な原因と対策（つづき：組織要因）

	原因	対策
①業務プロセスの観点	「安全上の重要度が低い設備(常用系)のトラブルを、重要度が高い設備(安全系)に波及させない」という基本的な考え方を、業務プロセスの中で明確にする仕組みが不十分だった。	<b>「設計管理プロセスの改善」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>安全上の重要度に応じた設計管理に加えて、「安全上の重要度が低い設備（常用系）のトラブルを、高い設備（安全系）に波及させない」という基準や例示を設計管理プロセスに明確化する。</li> <li>当該工事が安全系に波及的影響を与える可能性の有無について判断できるエキスパートの配置と設計管理プロセスへの取り込み。</li> <li>安全系ケーブル敷設の施工図面および施工結果を当社自身が直接確認し、現場の設備・設備情報（図書）・設計要求の要素の整合を確認する。</li> </ul>
②技術力の観点	各人の力量を把握し、業務に応じた教育管理並びに仕事の付与管理を行う仕組みが不十分だった。	<b>「教育の充実」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>安全上重要な設備に対する区分管理の考え方についての教育が不足しており、昨年末までに発電所員全員及び協力企業の管理者を対象に教育を実施した。今後も新たに原子力部門に加わった者に対して実施する。</li> <li>運転、保全、放射線、燃料などの各分野において、原子力安全に関する体系的な教育訓練を実施し、原子力部門全体の技術力向上と原子力安全に精通したエキスパートの計画的な育成を図る。</li> </ul>
③実効的検証の観点	各業務の途中経過及び結果に対する計画的検証や、業務プロセスもしくは設計要求事項に照らした設備の適合性についての定期的検証を、実効的に実施するための仕組みが不十分だった。	<b>「継続的な状態の確認」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子力安全設計の要求事項について教育を受けた者が、工事完了後も現場の設備の状態を直接観察し、原子力安全上の問題が長期間放置されないようにする。</li> </ul>

- 根本原因分析（RCA）の結果、抽出された組織要因を踏まえた再発防止対策についてもしっかりと対策をとっていく。

## 類似事例に関する検討

- 工事現場施工により、周辺設備の安全設計に間接的に影響を及ぼす可能性のある類似事例として、以下について検討
  - 地震での低耐震クラス機器による影響
  - 竜巻での屋外設備による影響
  - 火災での区分境界部（防火扉、耐火壁等）による影響
  - 溢水による影響

6、7号機での新規制基準に基づく対策工事においては、基準に適合しているかについて調査を実施してきている

現在、安全対策中の工事に対しては、すべての対策工事完了までに、現場において厳格な適合性の再確認を実施する

1～5号機は、今後、安全対策工事を実施する中で、同様の観点で調査・確認を実施する

# 建設時のプラントメーカー施工における妥当性確認

- ✓ ケーブル敷設の不適合に関しては、建設時のメーカー施工分においても一部確認されたため、ケーブル以外の設備も含めて建設時のメーカー施工に係る妥当性を確認
- ✓ プラント建設時における現場施工管理については、設備の安全上の重要度を考慮して作成した品質クラス毎に、検査項目および当社、プラントメーカー、施工企業毎の立会や記録確認の実施者を定めて管理することで品質を確保することとしている
- ✓ 一方、ケーブルルートに関しては施工業者のチェックのみ実施しており、当社、プラントメーカーによる立会や記録確認が実施されていないことが確認された

## 建設工事における確認フロー（ケーブル部分抜粋）

PCPS : 中央制御室床下内(フリーアクセス)における区分分離構造のひとつ。  
 上部がX方向/下部がY方向にケーブル敷設されるよう分離。  
 (3ページの中央制御室床下(1、2、3、6号機)図面参照)  
 ローカル: 上記以外の現場ケーブルトレイが対象。(6ページの写真参照)

項目	設計	設計 ・ 方案 ・ 施工図	施工確認				機能確認				施工段階における評価結果
			工事管理図書 ・ 検査項目 ・ チェック内容 ・ 判定基準	協力施工会社 ①施工企業が、図面指示通りの施工であることをセルフチェックで確認・担保する	元請/一次工事管理 ②元請/一次が、施工状況の確認まで自ら行い担保する	元請/一次QC ③(元請/一次)QC部門又は試験部門にて確認する	電力 ・ 立会い ・ 記録確認	電気試験 元請   電力		系統試験 元請   電力	
ケーブル	PCPS	カラールート図 ケーブルルート図	ケーブル敷設要領書 ※ ルート検査要領	据付外觀 導通確認 ※ ルート確認	※ ルート確認	電力	シーケンス試験 インターロック試験 ↑ 導通確認	機器単体試験 ポンプヒートラン 運転圧力確認	品質重要度分類において、分離区分に関する取り決めが不足していた。 尚、導通確認により機能は問題無いものと判断する。		
	ローカル	配線表	ケーブル敷設要領書 ※ ルート検査要領	据付外觀 絶縁抵抗 絶縁耐圧 導通確認 ※ ルート確認	※ ルート確認	電力	シーケンス試験 インターロック試験 ↑ 導通確認	機器単体試験 ポンプヒートラン 運転圧力確認			

※ 点線内は、建設時に対応が取られておらず、今回の事象を踏まえた現状における対策として表記したものと見なす。

# ケーブル敷設の不適合箇所数

(平成28年 1月29日 原子力規制委員会へ報告済み)

号機	中央制御室床下		現場ケーブルトレイ	
	分離板または分離バリアの損傷等の箇所数※	異区分跨ぎのケーブル本数	異区分跨ぎのケーブル本数	安全系ケーブルの常用系トレイへの混在数
1	142	166	427	0
2	145	174	148	0
3	226	199	79	3
4	3	51	129	0
5	1	175	316	0
6	234	175	222	6
7	1	142	88	0
小計	752	1,082	1,409	9
合計	—	2,491		9

※：1つの分離板に対して複数のケーブルを跨がせたり、分離板のみを損傷させたものがあるため、異区分跨ぎのケーブル本数と分離板の損傷等の箇所数は一致しない。

- 今回のケーブルに係る不適切な敷設に対する是正処置は順次進めており、5、6、7号機中央制御室床下については完了、それ以外については今後計画的に実施予定。再発防止対策についても適宜実施していく。

# まとめ

- ケーブル敷設の不適合については、区分管理が十分に行われておらず、敷設ルート計画や敷設状況を当社が直接確認していないことなどの問題があった
- 今回の調査結果に基づき、根本原因分析を実施し、組織要因を抽出し、以下の3つの再発防止対策を策定
  - ✓ 設計管理プロセスの改善
  - ✓ 教育の充実
  - ✓ 継続的な状態の確認
- これらの3つの柱を確実に実践し、ケーブル敷設に限らず、将来、設備を設置、改造する場合においても、同様の事態が起こらないように取り組んでいく