

【福島県の申し入れに対する回答】

今回の停電事故における福島県の申し入れに対する回答

■原因調査と電源、各設備の復旧について

：資料－１ 事故原因調査・対策及び信頼性向上対策

- 小動物が仮設電源盤内に入り、導体部に触れて短絡し電源設備やプール冷却機能を喪失した。その後、本設備へ復旧するとともに、一部信頼性向上対策を実施した。

■設備の信頼性向上対策

：資料－３ 安定的な継続が必要な設備に対しての早期復旧のための方策

- 重要設備に対する信頼性向上対策及び早期復旧対策を検討・実施した。

■県民の皆さまへの迅速・丁寧な情報提供

：資料－２ 通報連絡・公表に時間を要した原因調査・対策

- 通報連絡、公表に関する原因調査・対策及び停止設備の把握に関する対策の検討を行った。

本資料には、東京電力株式会社またはその他の企業の秘密情報が含まれている可能性があります。当社の許可なく本資料の複製物を作成すること、本資料の内容を本来の目的以外に使用すること、ならびに第三者に開示、公開する行為を禁止します。

東京電力株式会社



福島第一原子力発電所 1～4号機 所内電源系の停電事故について

平成25年3月28日
東京電力株式会社



東京電力

【事故概要その1】

- 平成25年3月18日18時57分頃、1～4号機の電源設備のうちプロセス建屋常用M/C※¹、仮設3/4号M/C(A)、所内共通M/C4Aが停電した。
- 上記電源より供給を受けていたSFP※²代替冷却装置、共用プール冷却装置、セシウム吸着装置(KURION)、窒素ガス分離装置が停止した。
- 遠隔監視システム(Webカメラ等)の一部が監視不能となり、一部の設備の状況調査が遠隔監視室からできず、現場に出向いて調査せざるを得なくなった。

※1 M/Cとは、高圧配電盤をいう。

※2 SFPとは、使用済燃料プールをいう。



東京電力

【事故概要その2】

- 停電により影響を受けた設備の確認は、現場でも行うこととなり、状況調査に時間を要することとなった。
- 設備状況の確認に時間を要したことから、その状況についての通報連絡及び公表に3時間を要した。
- 復旧作業の手配を速やかに進めていたが、事故原因範囲の限定化を出発点としており、また安全・確実な作業を行うことを第一に対応したことから、復旧に最大29時間を要した。
- 福島県民の皆さまをはじめ、広く社会に不安を与えた。

【本事故の原因と対策】

今回の停電事故の原因・対策は下記の通り。

- 事故原因調査・対策及び信頼性向上対策：資料－1
 - 小動物が仮設電源盤内に入り、導体部に触れて短絡し電源設備やプール冷却機能を喪失したことから、信頼性向上対策を検討・実施した。
- 通報連絡・公表に時間を要した原因調査・対策：資料－2
 - 通報連絡、公表に関する原因調査・対策及び停止設備の把握に関する対策の検討を行った。
- 安定的な継続が必要な設備に対しての早期復旧のための方策：資料－3
 - 重要設備に対する信頼性向上対策及び早期復旧対策を検討・実施した。

■事故原因調査・対策及び信頼性向上対策：資料－１

時系列：復旧作業関係

3/18 (月) ・

22:01～22:15 プロセス常用M/C, 仮設3/4号M/C(A) 絶縁抵抗測定, 結果正常

3/19 (火)

02:10～ プロセス常用M/C健全性確認

03:00 窒素ガス分離装置 (B) 復旧

09:04 プロセス常用M/C受電, パラメータ正常

10:01 プロセス常用M/Cより所内共通M/C4A受電、併せて所内共通P/C4A,4C受電

14:20 1号機SFP代替冷却設備復旧

16:13 4号機SFP代替冷却設備仮設D/Gにより仮復旧

22:26 4号機SFP代替冷却設備プロセス常用M/Cより復旧

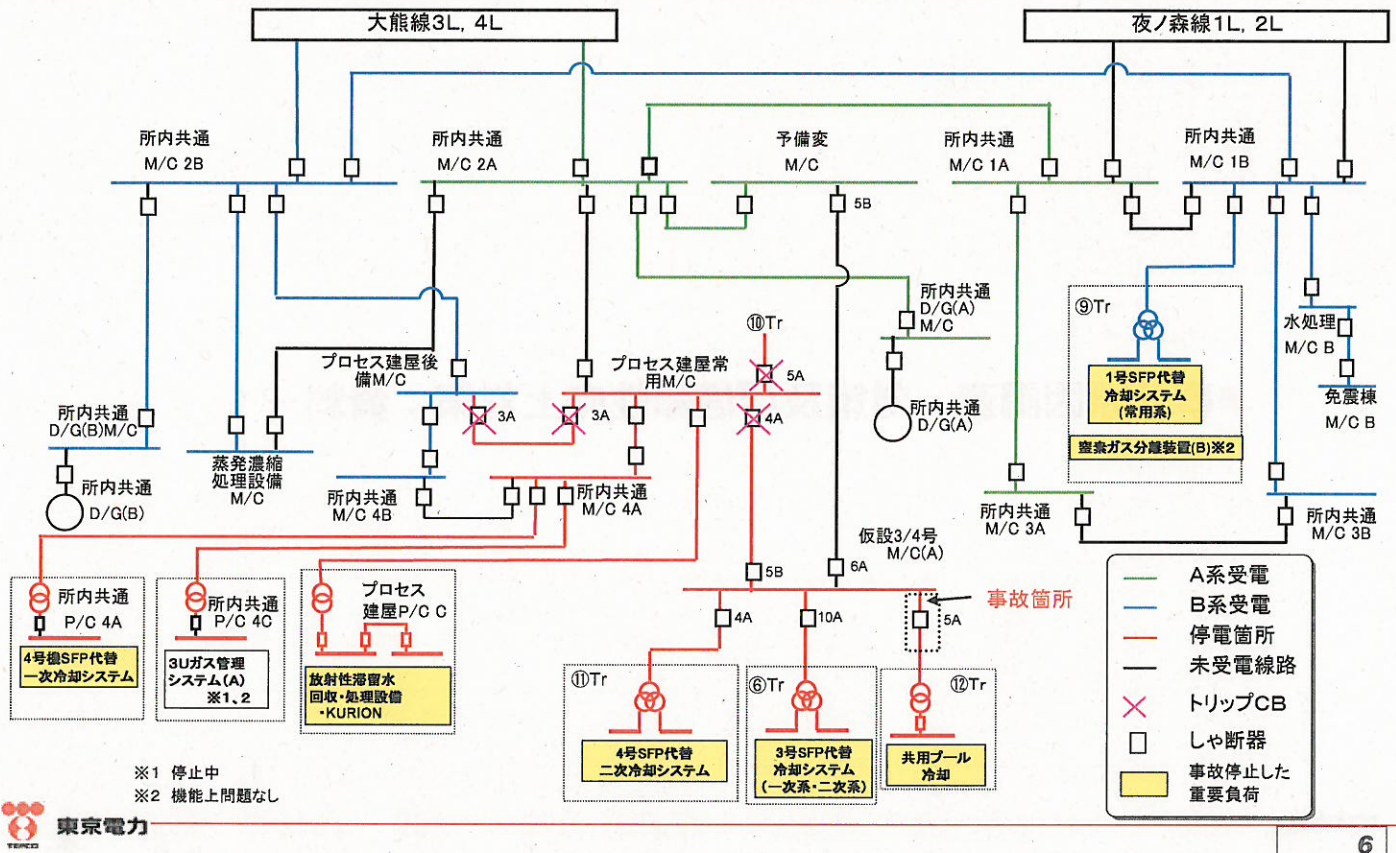
22:43 3号機SFP代替冷却設備復旧

23:46 共用プール仮設P/C受電

3/20 (水)

0:12 共用プール冷却設備 復旧

事故時の所内電源系統



6

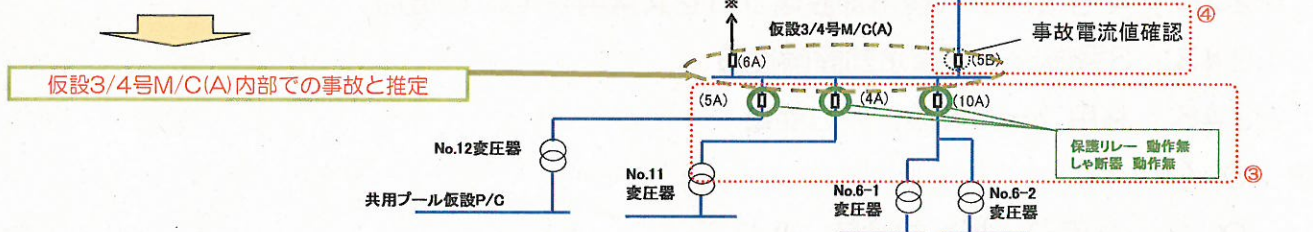
事故箇所の特定

<電源構成>

事故当時の電源構成は、津波対策工事でプロセス建屋常用M/Cの受電ケーブル改修作業を行っていたため、プロセス建屋後備M/Cから常用M/Cを受電する臨時的な受電形態としていた。

<事故分析>

- ① B系にて地絡継電器動作
→ B系かつ高圧電源系統で事故と推定
- ② プロセス建屋常用M/C(3A)、(4A)及びプロセス建屋後備M/C(3A)が過電流にてしゃ断器トリップ
→ プロセス建屋常用M/C(4A)下流で事故と推定
- ③ 仮設3/4号M/C(A) (4A)、(5A)、(10A)の地絡方向継電器不動作およびしゃ断器不動作
→ 仮設3/4号M/C各負荷より上流側の事故と推定
- ④ 仮設3/4号M/C(A) (5B)にて事故電流確認
→ 仮設3/4号M/C(A) (5B)下流側で事故と推定



7

調査概要（3月18日、19日実施）

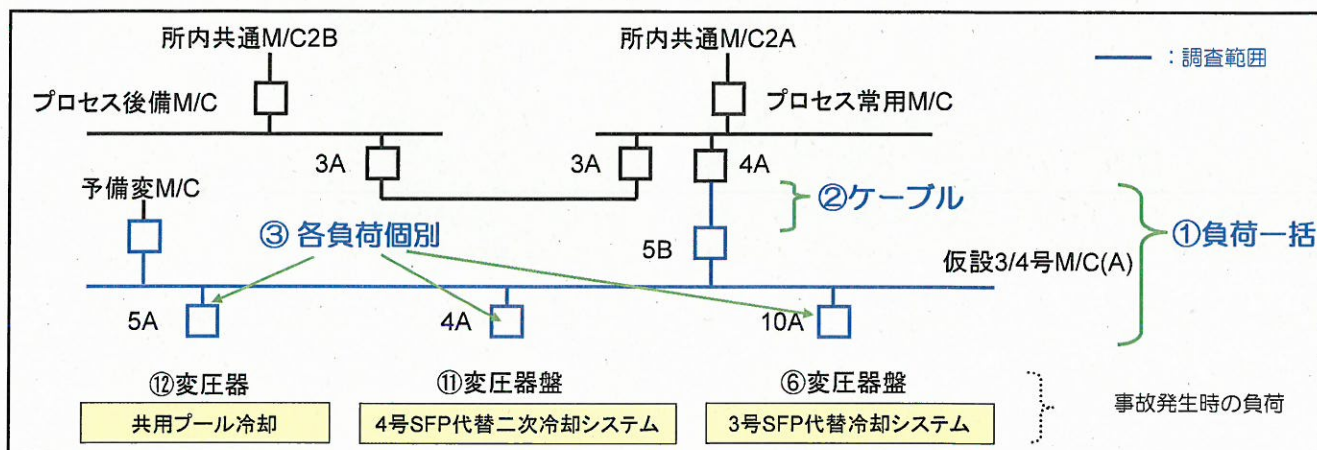
＜3月18日、19日調査実施内容＞ 対象：プロセス常用M/C、仮設3/4号M/C(A)

（1）事故点調査のため絶縁抵抗測定

結果：

- ①プロセス常用M/C～仮設3/4号M/C(A) 負荷一括 異常なし
- ②プロセス常用M/C～仮設3/4号M/C(A) ケーブル 異常なし
- ③プロセス常用M/C～仮設3/4号M/C(A) 負荷個別 異常なし

この時点の調査では、不具合箇所の特定には至らず。



調査概要（3月20日実施）

＜3月20日調査実施内容＞ 対象：仮設3/4号M/C(A)

（1）仮設3/4号M/C(A) 外観点検

結果：仮設3/4号M/C(A) 5Aユニットに短絡痕・アーク痕を確認・調査結果①、②、③

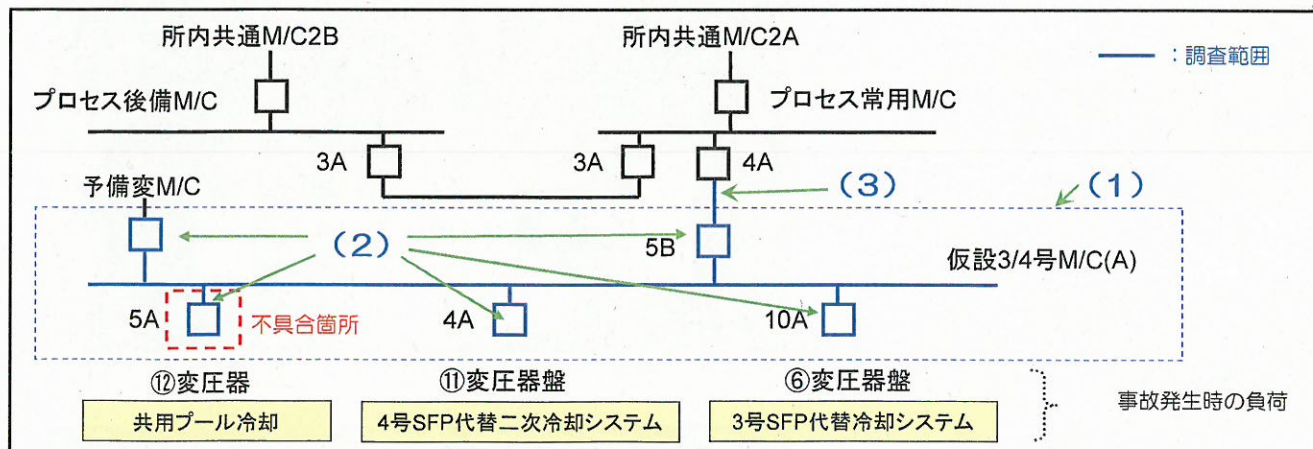
同ユニット床面にネズミの死骸を確認・・・調査結果①、④

（2）しゃ断器外観点検・絶縁抵抗測定

結果：外観変色を確認・・・調査結果⑤

（3）受電ケーブル外観点検・絶縁抵抗測定・導通抵抗測定

結果：異常なし



仮設3／4号M／C（A）設置状況

仮設3／4号M／C（A）はトレーラー上のコンテナ内部に設置。



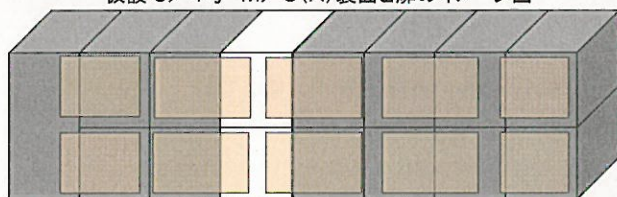
コンテナ側面 仮設3／4号M／C入口



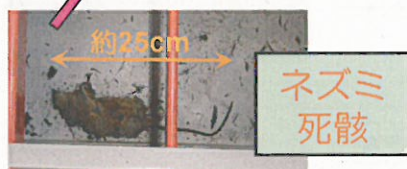
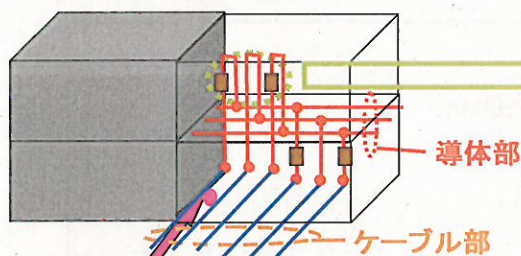
仮設3／4号M／C前面（コンテナ内部）

調査結果① 外観点検 仮設3／4号M／C（A）内部の短絡痕

仮設3／4号 M／C(A)裏面と扉のイメージ図

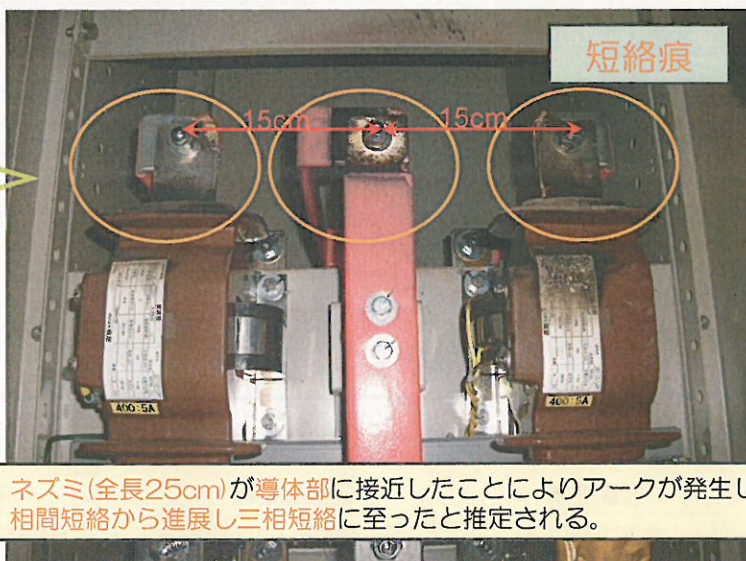


(5A)ユニットを拡大



<現場調査結果>

- ・ 仮設3/4号M/C(A)(5A)ユニット裏面側の導体部に短絡痕を確認。また、同ユニット床面にネズミの死骸（電撃痕有）を確認
- ・ 仮設3/4号M/C(A)の他ユニット及び母線は短絡痕及び異物なし



ネズミ(全長25cm)が導体部に接近したことによりアークが発生し、相間短絡から進展し三相短絡に至ったと推定される。

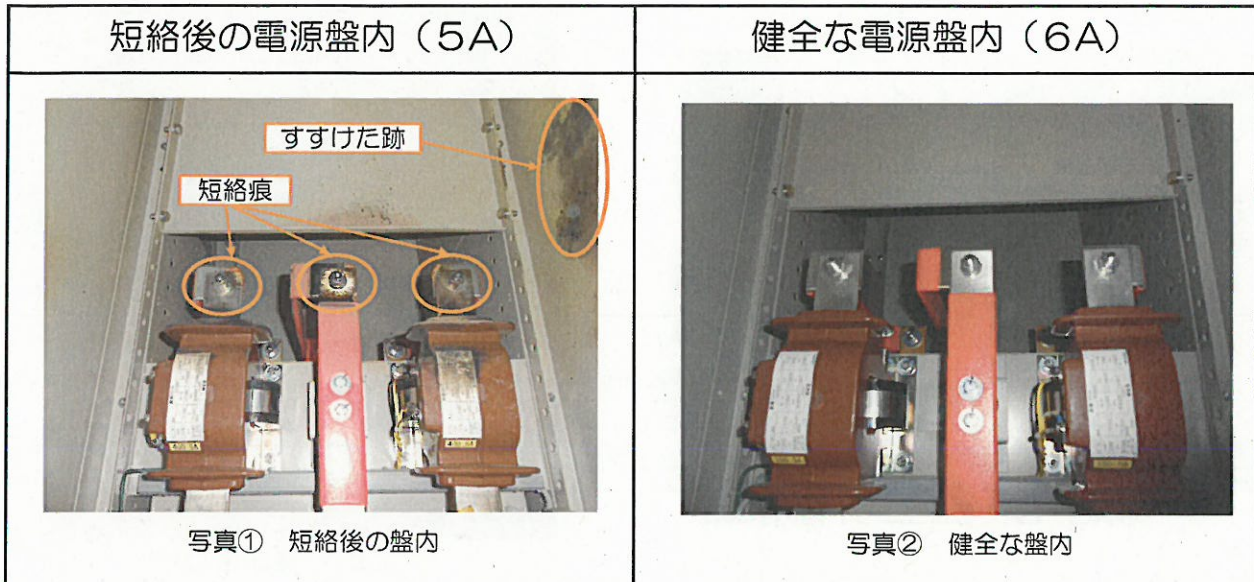
調査結果② 仮設3／4号M／C（A）の点検状況と健全な状態

◆巡視点検状況

- ・巡視パトロールで目視点検を毎週1回実施。
一点検項目：電源盤外部からの目視による異常の有無、異音・異臭の有無
- ・平成25年3月18日午前中にも目視点検を実施し、問題がないことを確認。

◆停電後の電源盤内の点検状況

- ・短絡した5Aユニット以外のユニットに、異常は確認されなかった。



調査結果③ 外観点検 仮設3／4号M／C（A）内部のアーク痕

5Aユニットの短絡痕があった端子部近傍にアーク痕を確認。



5Aユニット上面のアーク痕状況



5Aユニット側面のアーク痕状況

（凡例）

アーク痕

調査結果④ 外観点検 仮設3/4号M/C (A) 内部のネズミの死骸

- ・ 仮設3/4号M/C(A) 5A・5Bユニット内の床面にネズミ（写真①）の死骸があり、その死骸には感電による電撃痕（写真②）を確認した。



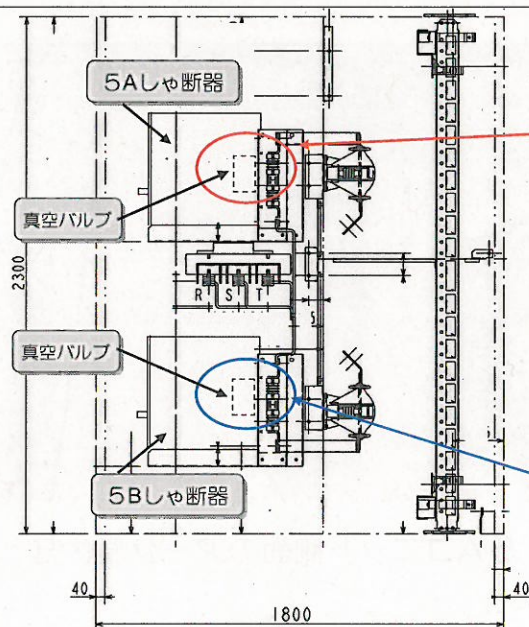
写真① 5A・5Bユニット内のネズミ



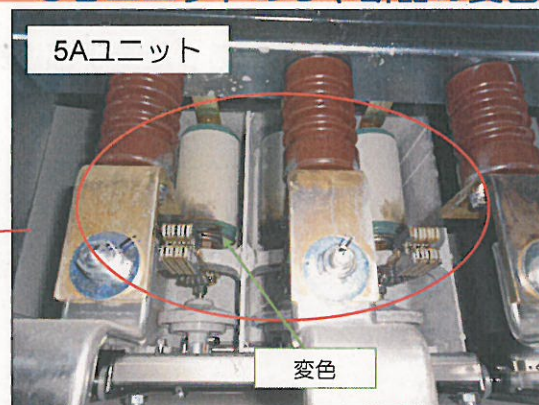
写真② 電撃痕拡大図

調査結果⑤ しゃ断器外観点検・絶縁抵抗測定結果 仮設3/4号M/C (A) 5A・5Bユニットのしゃ断器の変色

しゃ断器外観点検・絶縁抵抗測定により5A・5Bしゃ断器内真空バルブ下部に事故電流によると見られる変色を確認

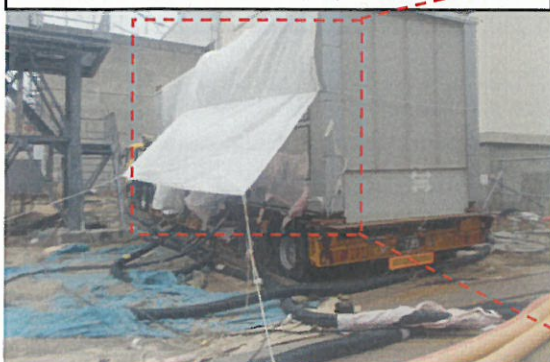


側面図(透視図)

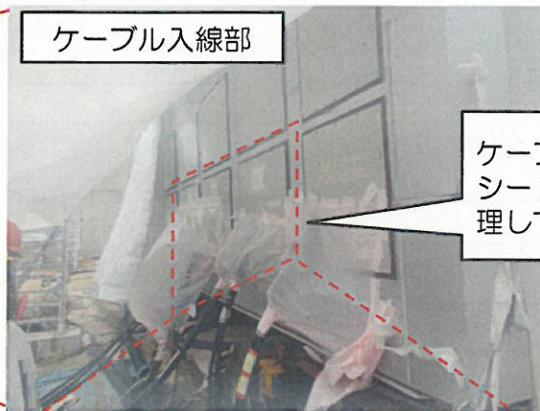


ネズミ侵入経路の推定

仮設3/4号M/C (A) 設置コンテナ



ケーブル入線部



ケーブル貫通部は
シートにて閉止処
理している

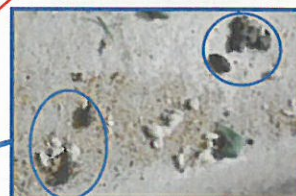
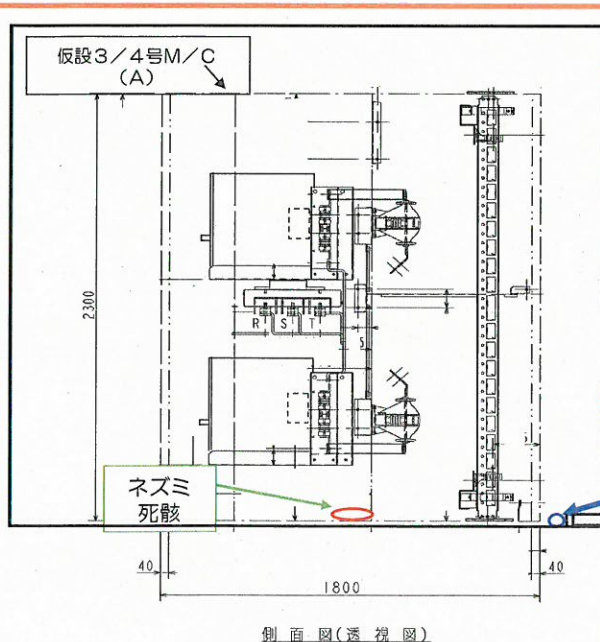
点検によりシートを外したところ



シートを外すと露
出充電部にアクセ
ス可能な開放構造

- ・一部シートが剥がれて、ネズミが侵入した可能性あり。
- ・調査段階でシートを剥がして点検を行ったため、ネズミなどの侵入痕は確認できていない。
- ・また、3月18日午前中の巡視点検時は、シート等の外観の異常はなかった。

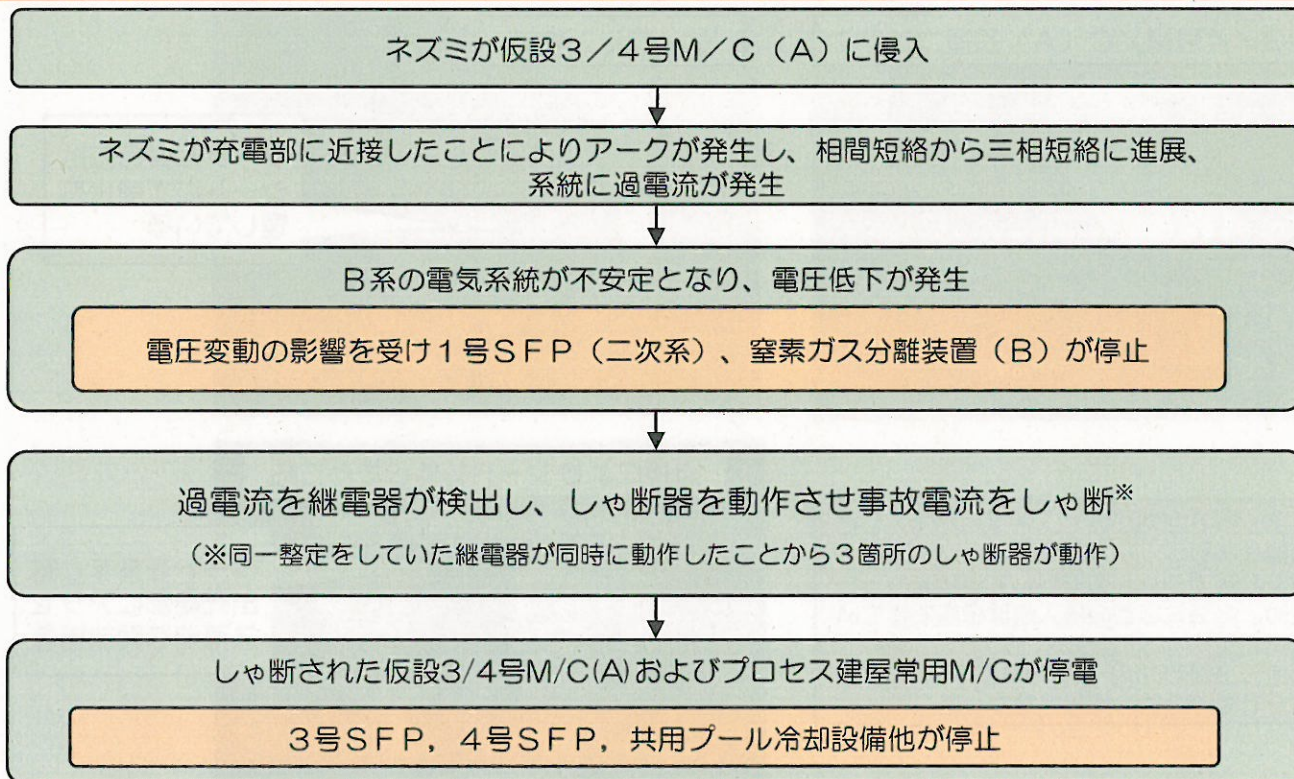
仮設3/4号M/C (A) ネズミの糞状況



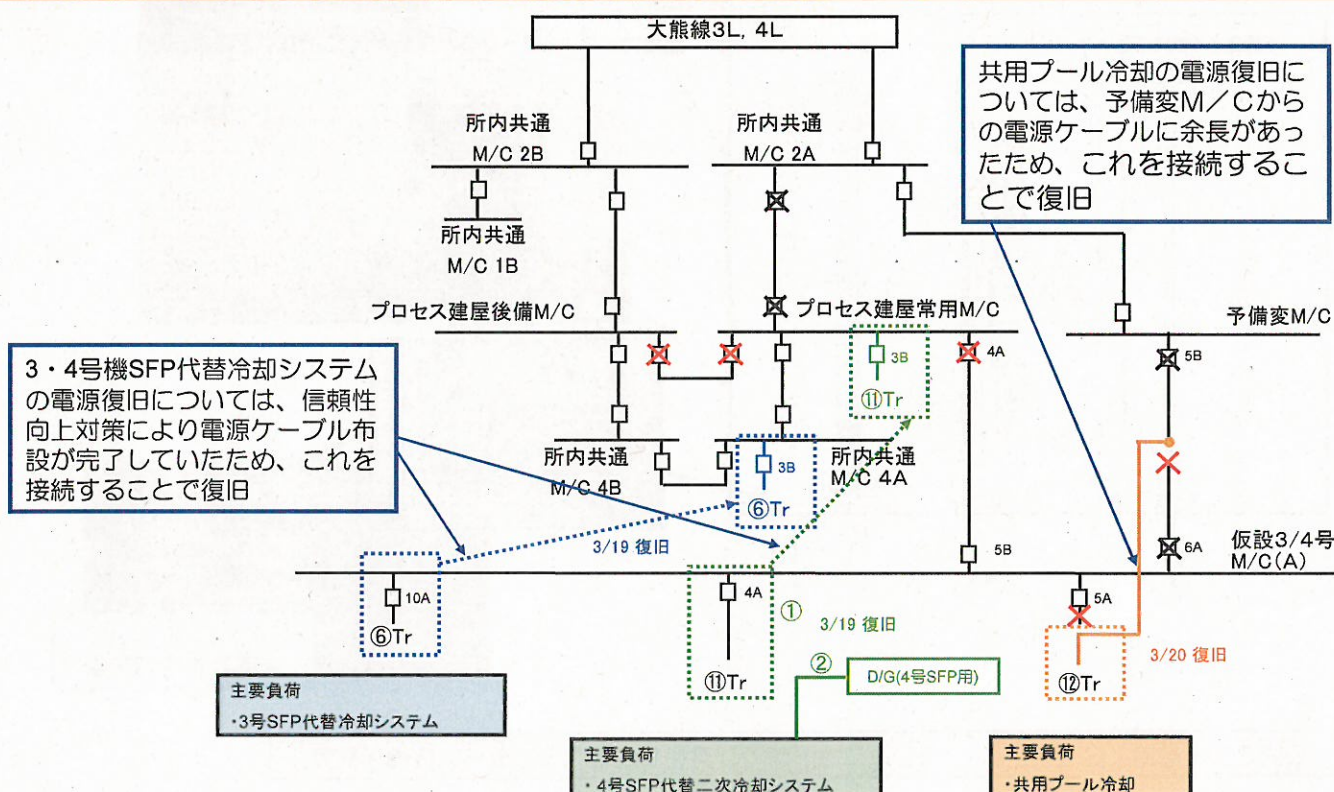
5A・5Bユニット
床面に糞らしき物

- ・仮設3/4号M/C (A) 5A・5Bユニット床で、発見したネズミの糞らしき物を発見。

ネズミ侵入から停電に至る流れ



復旧概要



電源復旧に時間を要した理由

- 事故原因の特定は事故再発を防止する基本動作であり、安全かつ丁寧に 原因を調査
- 原因調査において、絶縁抵抗値が正常であり、原因の特定に時間を要した
- 各プールの温度上昇が緩やかであり、保安規定の制限値（65℃）に達するまで4日以上あることから、安全かつ確実な復旧方策の検討を実施
- その他、以下の環境要因により、調査・復旧作業に時間を要した
 - ・対象設備が複数に分散し、調査・復旧作業にあたり移動が必要
 - ・照明も停止していたため、懐中電灯を使用した調査が必要
 - ・一部PHSのエリア外であり、重要免震棟との連絡のため通信可能な場所に移動が必要
 - ・復旧対象は高線量エリアに設置しているため、作業時間及び被ばく線量に制限があり、作業員の交替が必要

	使用済燃料プール 温度上昇率 (3月18日時点)	使用済燃料プール 冷却停止前の温度 (3月18日16時時点)	65℃到達 予測時間
1号機	0.076℃/h	16℃	645時間(26.86日)
3号機	0.146℃/h	13.7℃	351時間(14.6日)
4号機	0.368℃/h	25℃	108.7時間(4.52日)
共用プール	0.226℃/h	25.2℃	176時間(7.34日)



再発防止対策について

●信頼性向上対策

今回の電源停止により負荷停止した燃料プール冷却設備について、以下、電源信頼性向上対策を行っている。

■1～4号SFP代替冷却設備

- ・1/2号SFP代替冷却設備については切替盤を設置し、電源元を2重化した。
- ・3/4号SFP代替冷却設備については、仮設設備である「仮設3/4号M/C(A)」から本設設備である「所内共通M/C4A」及び「プロセス建屋常用M/C」に受電元を変更するとともに、ケーブルに余長を持たせることでM/C故障時に、近隣の「所内共通M/C4B」及び「プロセス建屋後備M/C」へのケーブル接続が可能となる処置を行った。

→平成25年3月26日で工事完了

- ・3/4号SFP代替冷却設備のケーブルによる電源切替の時間を短縮する検討を行う。

■共用プール冷却設備

共用プール冷却設備については、共用プールM/C(A)、(B)の電源設備を新設することで、共用プール冷却設備の2重化を図る。

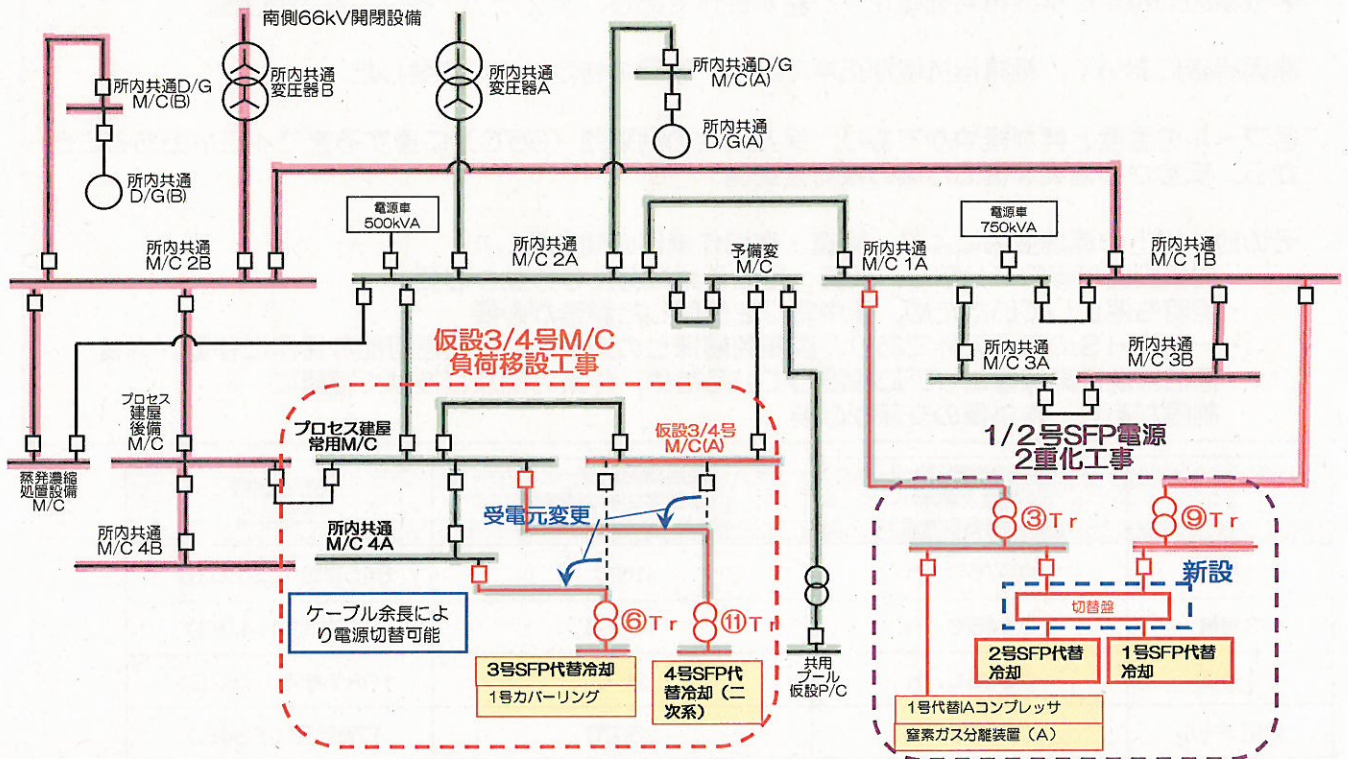
→当初計画では、平成25年9月末時点で工事を完了する予定であるが、本工事の前倒し検討を行う。

●電源盤に対する小動物対策

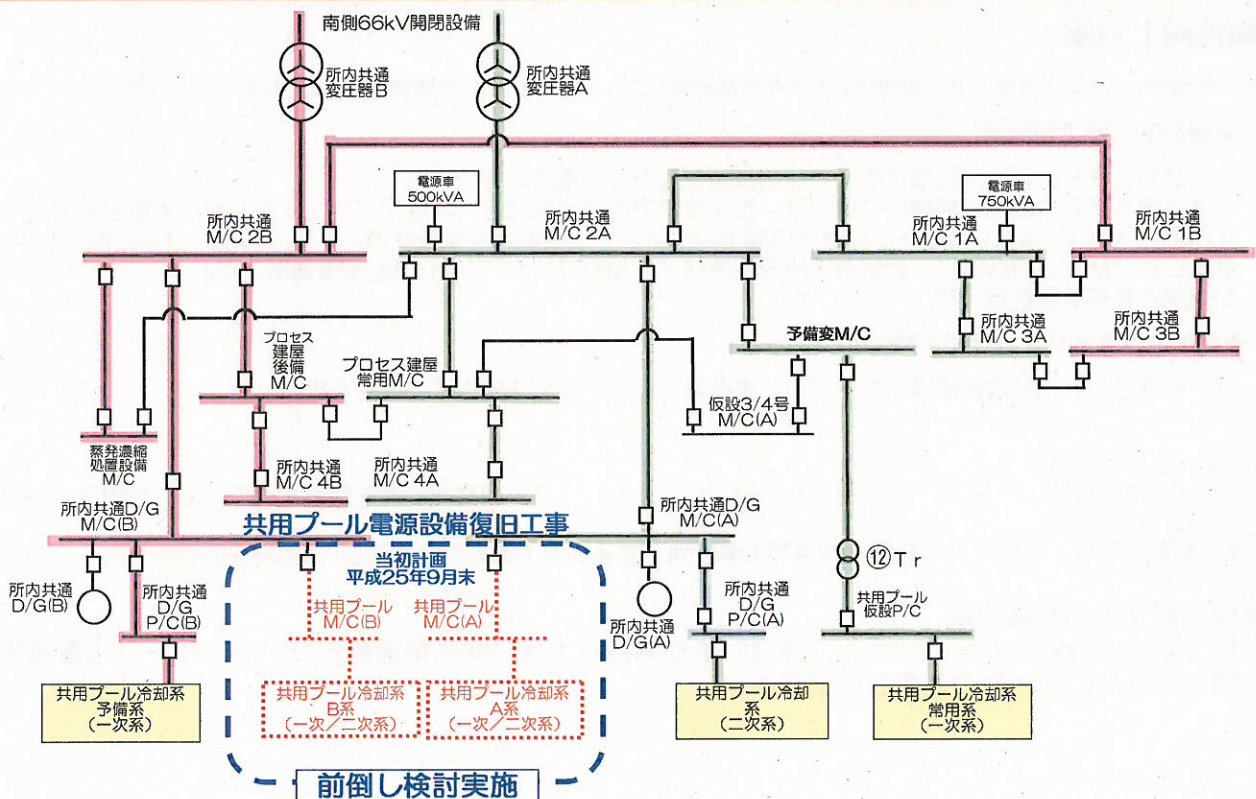
現行行っている小動物対策に加えて、停電による影響が大きい高圧電源盤についてはケーブル貫通箇所の開口部などに閉止等の対策を実施する。



信頼性向上対策について（SFP代替冷却設備）



信頼性向上対策について（共用プール冷却設備）



電源盤に対する小動物対策について



■通報連絡・公表に時間を要した原因調査・対策：資料－2

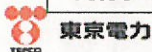
事故発生状況と通報連絡・公表に関する時系列

3/18(月)

- 18:57 所内電源一部喪失事象発生(70kV建屋常用M/C、所内共通M/C4A)
- 19:13 事故発生、M/C母線停止、1~3u炉注水健全、キュオン停止、MP異常なし発電所より発話
- 19:20 監視装置(Webカメラ等)にて監視不能な設備を含む現場状態確認を指示
- 19:37 関係機関に25条通報連絡実施(所内電源一部停止、炉注水・MP異常なし)
- 19:41 1,3,4uSFP代替冷却設備の停止を現場で確認(1uは2次系のみ)、共用プール冷却設備の流量0m3/h
~20:02 を現場確認
- 20:10 仮設3/4号M/C(A)の停止を確認(復旧班にて監視室の状態表示等を再確認)
- 20:27 1,3,4uSFP代替冷却設備の停止、共用プール冷却設備の流量0m3/hなどを発電所より発話
- 20:55 18:38 2uSFP代替冷却設備の再起動を発電所より発話(作業に伴う計画停止からの起動実績)
- 20:57 関係機関に25条通報連絡実施(2uSFP代替冷却設備復旧)
- 21:10 1uSFP代替冷却設備(1次系)を手動停止
- 21:38 関係機関に25条通報連絡実施(1,3,4uSFP代替冷却設備停止)
- 22:08 当社から報道関係者に一斉メール発信(公表)
- 22:25 関係機関に25条通報連絡実施(仮設3/4号M/C(A)停止、5・6号設備異常なし)
- 23:10 共用プール冷却設備の停止を判断
- 23:16 関係機関に25条通報連絡実施(共用プール冷却設備、窒素供給装置(窒素ガス分離装置B)停止等)

3/19(火)

- 4:08 関係機関に25条通報連絡実施(窒素供給装置(窒素ガス分離装置B)の起動)
- 8:05 当社から報道関係者に一斉メール発信(公表)
- 10:00~ 会見実施(福島:10:00 本店:10:20)

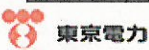


東京電力

26

通報連絡・公表に時間を要したことおよび対応などの問題点

問題の所在	取った対応	理由・原因	課題・反省点
停電発生(18:57)の40分後(19:37)に関係機関に通報連絡した際、対外公表をしなかった	重要な情報であるSFP冷却停止の通報連絡を待つと判断した	対外的に説明できる確定情報(通報連絡)を基に公表することになっている。SFP冷却停止の可能性との情報があるなか、この情報が最も重要な情報と考えていたが、第1報の通報連絡には記載がなく、SFP冷却停止の通報連絡を待って一緒に公表した方が良くと考え、またすぐにSFP冷却停止の通報連絡が出ると考えていたため	今回は重要な情報であり、未確認であっても「…の可能性を確認中」などの文言を通報連絡の中に入れて通報連絡すべきであった。また、重要な社会的関心事項の公表に関する目標時間等の考え方が整理・共有されていなかった
停電発生からTV会議でのSFP冷却停止の発話(20:27)まで約1時間半を要した	停電により遠隔監視が機能せず、現場で確認する必要があった	現場確認が必要であった理由として、WEBカメラが停電で使えなかったことなど	停電時の遠隔監視機能が不十分であった
TV会議発話(20:27)から関係機関へのSFP冷却停止通報連絡(21:38)まで約1時間を要した	別案件(計画停止していた2号SFP冷却の復旧)のTV会議発話(20:55)等の後に、停電に伴う計画外のSFP冷却停止を通報連絡した	通報連絡に際して案件の時系列順等を優先すべきと判断したため	重要なトラブルの通報連絡を最優先して行うことが可能になる十分な体制ではなかった
SFP冷却停止の通報連絡(21:38)から対外公表(22:08)に至るまで約30分を要した	関係箇所に事前確認を行い、報道関係者に一斉メールを送信した	通報連絡実施後、文案作成、関係箇所の確認等にある程度の時間が必要	メール文案の作成、関係箇所との一層の連携による、より早期の公表
初期における公表において十分な情報がなかった	報道関係者へは一斉メールにより設備の稼働状況を伝え、問い合わせによる対応	その時点で分かっている情報が少なく、伝えられる情報も十分でなかったため	情報が少ない状況に応じた公表方法の検討
SFP冷却停止など社会的不安を惹起する事故に対して、安心に繋がる情報の伝達が不十分であった	設備の稼働状況のみを通報連絡、公表した	可能な限りその時点で分かっている安心いただける情報を含め通報連絡、公表することになっているが、復旧に必要な事故原因箇所の特定に時間を要し、作業開始までに時間を要したため	通報連絡、公表において初期に復旧に向けた対応状況や復旧目途などが安心がいただける内容を含めなかった



東京電力

27

通報連絡・公表に時間を要したことおよび対応などの対策

1. 運用面の対策

- 社会的不安を惹起する事故※について、判明している事実から順次迅速に通報連絡・公表を行う。また、公表方法については、状況に応じ臨時の会見についても検討する。
※燃料の冷却機能（原子炉圧力容器・格納容器注水設備、原子炉格納容器窒素封入設備、使用済燃料プール設備、原子炉格納容器ガス管理設備）の計画外停止、所内電源の広範囲に亘る停電、汚染水の敷地外漏えい懸念等
- 事故発生後の主要設備の稼働状況については、停止の可能性が高い場合は確認中としながらもその内容を含めた通報連絡・公表を行う。
- 通報連絡・公表にあたっては、復旧に向けた対応状況や復旧目途など、可能な限り安心いただける内容も含める。
- 社会的不安を惹起する事故の公表については、公表までの目標時間等の考え方を共有して対応にあたる。
- 社会的不安を惹起する事故が発生した場合、関係者を招集し緊急事態勢のもとに、迅速な復旧方針や対外的な対応など、早期に判断できる運用を実施する。

2. 設備面の対策

- 主要設備の運転状態を集中監視室で確認できるよう遠隔監視機能の信頼性向上対策（監視設備の2重化や無停電電源装置の設置等）を行う。

3. 社会的不安を惹起する事故時の県民の皆さまへの情報提供

- 公表内容については、当社HPに掲載し、当社から県民の皆さまをはじめ広く社会の皆さまにお知らせを行う。
- 事故の概要や対応状況を取りまとめた広報資料について、自治体の協力を得て行っている広報誌への折り込みを行うとともに、媒体への活用などより広く県民の皆さまへの情報提供を行う。
- 地域の方々の窓口となる自治体に対しては、通報連絡をしていたとしても、訪問あるいは電話連絡による説明など丁寧な情報提供を行う。



遠隔監視機能の信頼性向上対策

■停電時の状況

- 3/18に発生した停電時に、**窒素封入設備**、**SFP代替冷却設備**において、一部、運転状況が遠隔監視できない状況となった。
 - ◆ 原子炉注水系の状況を把握するために必要な監視パラメータ（注水量、RPV/PCV温度）や未臨界の監視に必要な監視パラメータ（PCVガス管理システム）の遠隔監視設備は、非常用バッテリーの設置や、監視カメラの二重化などの遠隔監視に対する信頼性向上対策を実施しており、今回の停電時にも監視可能な状況であった。

■現状の問題点

- 窒素封入設備、SFP代替冷却設備、共用プール冷却設備の遠隔監視設備は、平時の監視頻度が比較的長く（1回/24時間）監視システムに異常が発生した場合であっても、監視頻度の時間内に、現場にて確認が可能であると考え、カメラ2重化等の遠隔監視設備の信頼性向上対策の必要はないと判断していた。

■信頼性向上対策

- 上記の問題点を踏まえ、重要設備の遠隔監視システムについて信頼性向上対策の必要性を検討した結果、「窒素封入設備」「SFP代替冷却設備」「共用プール冷却設備」の遠隔監視システムについて、監視システムの二重化や無停電電源装置の設置等の対策を行い、電源系統設備の単一故障が発生した場合にも本体設備の運転状態が遠隔集中監視室にて確認できるよう、設備構成の変更を行うこととした。



3/18の所内電源系電源停止時の遠隔監視の状況

○：停電時も遠隔監視可能であった ×：停電時に遠隔監視不能となった

設備名	1号	2号	3号	4号
原子炉注水設備 (注水流量)	○	○	○	—
原子炉注水設備 (RPV/PCV温度)	○	○	○	—
窒素封入設備 (窒素ガス分離装置出口流量)	○ (1～3号共用)			—
窒素封入設備 (RPV/PCV N2封入流量)	○	○	×	—
PCVガス管理システム	○	○	○	—
SFP代替冷却設備 (SFP一次系流量)	○	○	×	×
SFP代替冷却設備 (SFP二次系状態表示)	遠隔監視 機能なし	○	×	遠隔監視 機能なし
共用プール冷却設備 (FPC/FPCW状態表示灯)	○			

重要設備の遠隔監視設備の状況と信頼性向上対策の必要性について

設備名 (監視パラメータ)	遠隔監視の多重性 多様性の有無	電源設備 故障対策	信頼性向上対策 の必要性評価
原子炉注水設備 (注水流量)	有 (カメラ2重化)	2重化カメラの 電源分離済	実施済
原子炉注水設備 (RPV/PCV温度)	有 (デジタルカメラ2重化)	片系デジタルカメラに バッテリー設置済	実施済
窒素封入設備 (窒素ガス分離装置出口流量)	無	無	対策要
窒素封入設備 (RPV/PCV N2封入流量)	有 (カメラ2重化)	無	対策要
窒素封入設備 (1号PCV封入弁駆動用空気圧力)	無	無	対策要
PCVガス管理システム	有 (PC・カメラ)	監視用PCの 電源分離済	実施済
SFP代替冷却設備 (SFP一次系流量)	有 (1uのみ無)	無	対策要
(SFP二次系状態表示)	無	無	対策要
共用プール冷却設備 (FPC/FPCW状態表示灯)	無	無	対策要 (今回の停電では影響がな かったが、対策が必要と判断 した)
共用プール冷却設備 (FPC系吐出圧力計)	無	無	

■安定的な継続が必要な設備に対しての早期復旧のための方策：資料－３

事故時における重要設備の早期復旧対策の実施状況

設備	系統の多重化・ 多様化	供給電源の多重化	予備品類及び 手順書の整備
SFP冷却設備	△※１	×※２	○※３
原子炉注水設備	○	○	○※３
P CVガス管理システム	○	○	○※３
窒素封入設備	○	○	○※３
共用プール冷却設備	△※４	△※５	○※６

※１：動的機器等については多重化済

※２：仮設D/Gによる給電は実施可能（台数制限有），事故後３月２６日までに多重化工事実施済

※３：一部長納期品の調達等を除く

※４：事故当時設備復旧中であったが、事故後３月２２日までに設備復旧・多重化工事実施済

※５：冷却一次系は多重化済，二次系については多重化の前倒しを検討中

※６：手順書は整備済，予備品については検討中

使用済燃料プール冷却設備に係る信頼性向上対策について

- 「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における信頼性向上対策に係る実施計画に係る更なる対策について（指示）」（20120725 原院第4号 平成24年7月25日）に基づき、平成24年8月31日に信頼性向上対策を報告した。
- 報告の中で、SFP循環冷却設備については、万一計画外停止が発生した場合においても1日程度で再起動が可能とすることとした。
具体的には、平成25年3月末を目標に以下の対策を実施することとした。
 - 供給電源（M/C、P/C）の多重化
 - 計画外停止リスク低減のための保守管理の強化
 - 予備品類、手順書類等の整備

今回の事故時における信頼性向上対策の実施状況について

- 今回の事故時における信頼性向上対策の実施状況は以下のとおりであった。
 - 供給電源の多重化については、1/2号機において切替盤を設置し、電源元を二重化する工事を実施中であった。また、3/4号機において仮設電源から本設電源に受電元を変更する工事を実施中であった。
 - 保守管理の強化については、平成24年10月に長期保守計画を策定し、計画に則り点検を実施していた。
 - 予備品類及び手順書の整備については、一部長納期品の調達等を除き、概ね準備が完了していた。

事故時の復旧実績及び今後の対応

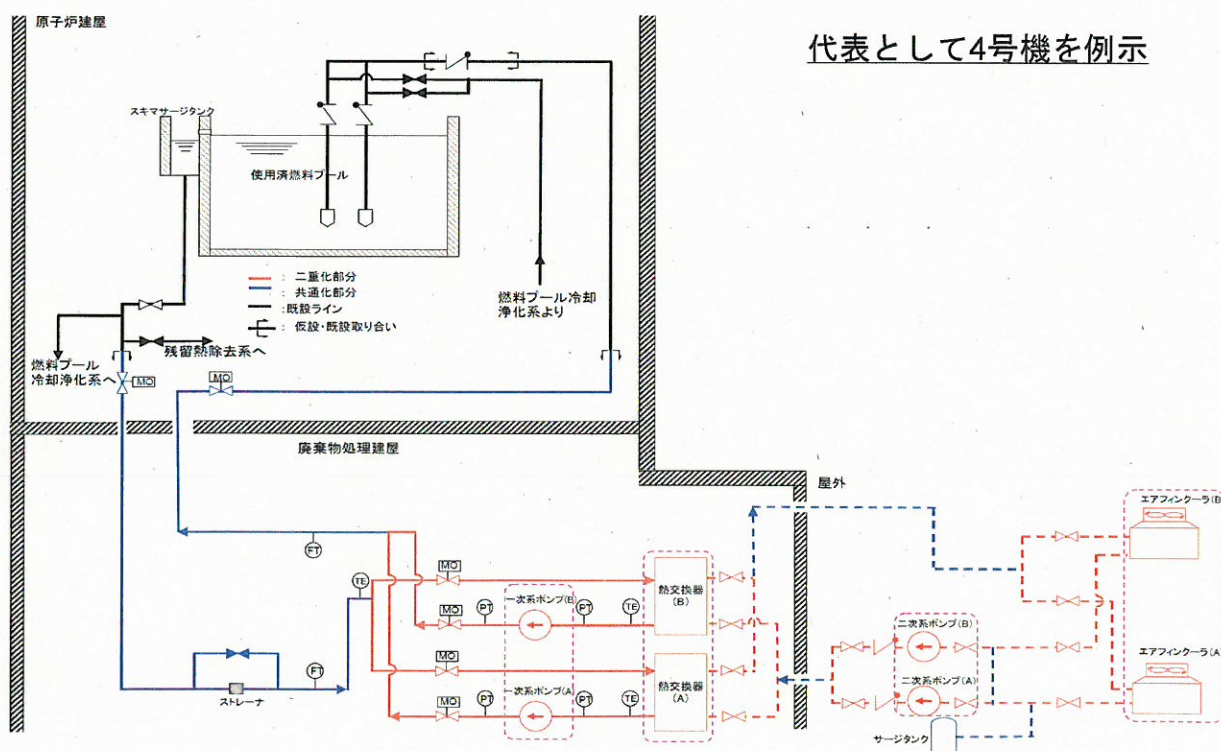
【事故時の復旧実績】

- 電源停止時の対応として、仮設D/Gを活用する手順が策定済みであり、現状のプール温度上昇が緩やかであることも考慮して、電源停止後1日程度で、復旧を完了することとしていた。
- 仮設D/Gによる電源復旧の現場作業時間については、概ね半日を見込んでいたが、今回の対応において、着手判断後の仮設D/G起動の所要時間は約3.5時間であった。

【今後の対応】

- 不具合発生時の仮設D/G起動等の着手判断を迅速に行うための手順整備、及び現場対応時間の更なる短縮のための訓練計画について検討する。
- 念のため最も発熱量の大きい4号機については、仮設D/Gの起動時間をさらに短くするために、プラント近傍に仮設D/Gを配備することを検討する。

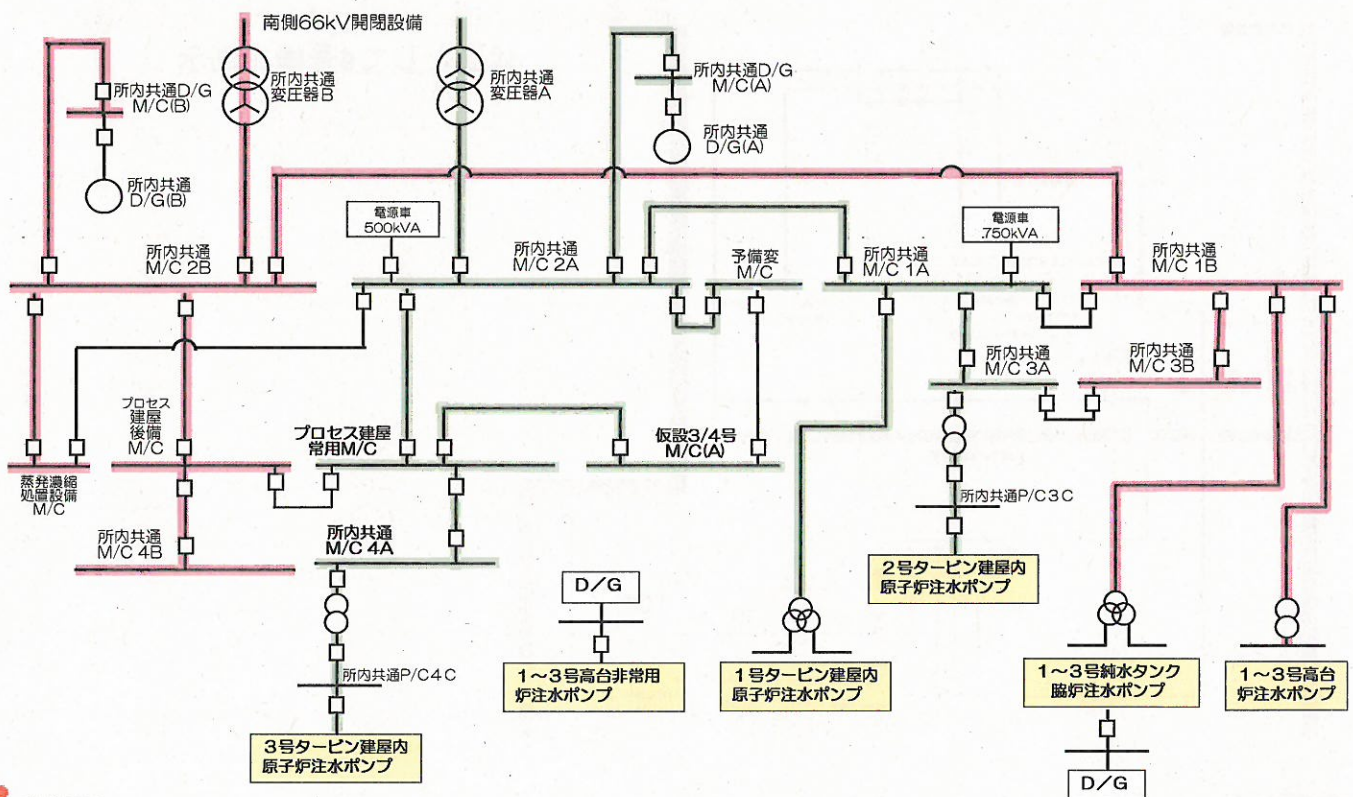
【参考】使用済燃料プール冷却系統設備



原子炉注水設備における早期復旧対策について

- 原子炉注水設備については、①高台原子炉注水系、②純水タンク脇原子炉注水系、③タービン建屋内原子炉注水系、と複数系統を設置することで多様化を図ると共に、電源についても①②と③で異なる電源から受電する形で電源分割を行っている。
また、電源喪失した場合に備え、①②には非常用D/Gも設置している。このため電源設備の故障・劣化等により停電事象が発生した場合にあっても、系統切替や非常用D/Gの起動操作等を行うことで、原子炉注水を早期に再開することを可能とする系統・電源構成となっている。
- その他の機械、電気、計測制御のいずれの機器に対しても、劣化・故障により系統停止事象が発生した場合には、系統切替や非常用D/G駆動ポンプの起動操作等を行うことで、原子炉注水を早期に再開することが可能となっている。
- 上記方策に必要な切替や起動操作について、早期に確実に実施するための手順を整備し、定期的な系統動作確認を行っている。

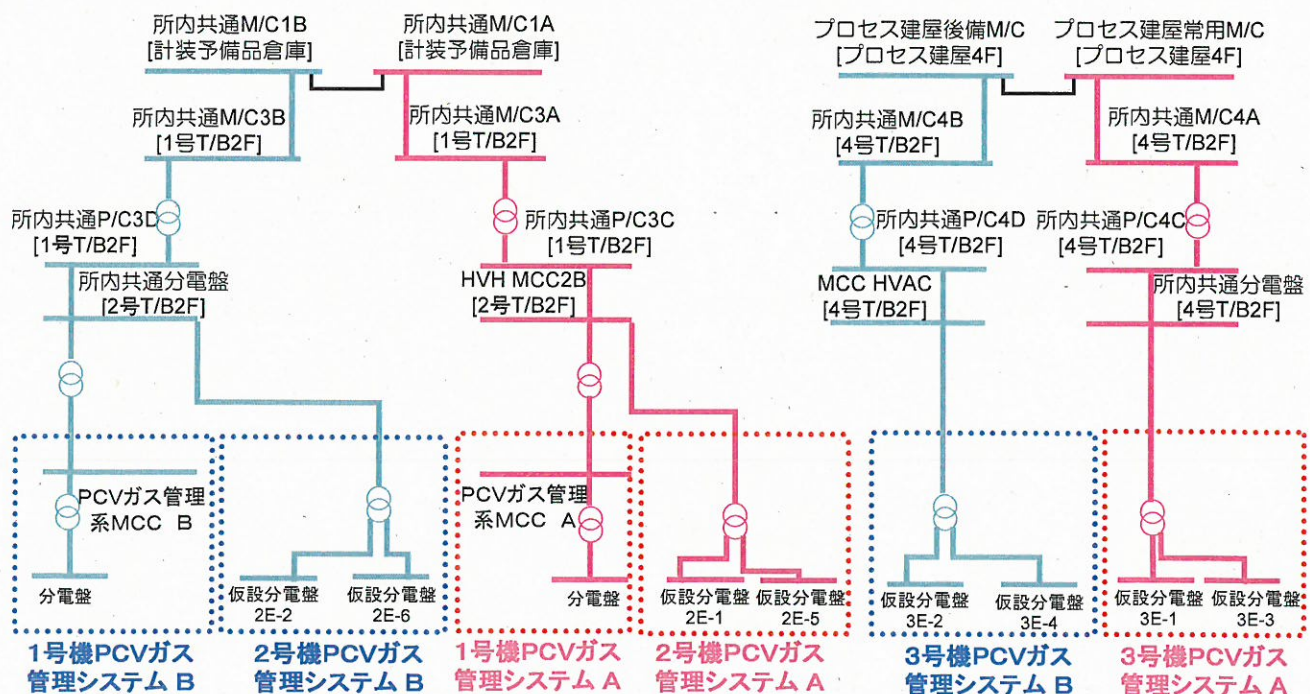
【参考】原子炉注水設備電源構成



PCVガス管理システムにおける早期復旧対策について

- PCVガス管理設備の電源設備（M/C）については、多重化がされており、各々が異なる所内共通母線から受電する形で電源分割を行っている。このため、電源設備の故障・劣化等により停電事象が発生した場合であっても、系統切替操作等を行うことで、系統の運転を早期に再開することが可能な電源構成となっている。
- その他の機械、電気、計測制御のいずれの機器に対しても、劣化・故障による系統停止事象が発生した場合には、待機側への切替により早期に運転を再開することが可能
 - ※ 機械系機器のうち動的機器については、A系・B系の2系列があり、各々が別系統の電源から受電している。
 - ※ 水素濃度・希ガス濃度等の計測機器については、常時2系統を稼働しており、片系が劣化・故障しても、パラメータ監視を継続できる。
- 上記方策に必要な切替や起動操作について、早期に確実に実施するための手順を整備し、定期的な系統動作確認を行っている。

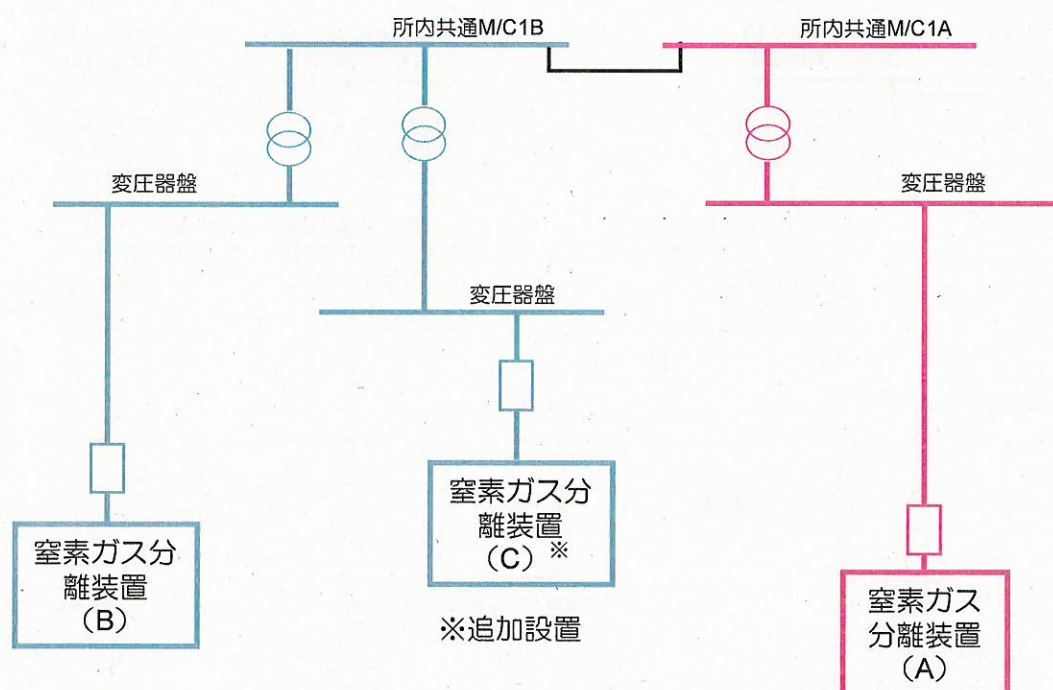
【参考】PCVガス管理システム用電源構成



窒素封入設備における早期復旧対策について

- 窒素封入設備は、通常は電動駆動の窒素ガス分離装置2台が並列運転して窒素を供給している。これら2台の窒素ガス分離装置は異なる電源から受電する形で電源分割を行っており、万が一方の電源が喪失した場合においても、もう一方の窒素ガス分離装置により窒素の供給が継続可能な系統構成となっている。3月中旬に更に1台の電動駆動の窒素ガス分離装置を追加設置しており、実施計画の認可後に運用を開始する計画である。
- また以上の窒素ガス分離装置に加え、非常用のD/G駆動の窒素ガス分離装置も設置している。
- 電源設備の故障・劣化等により停電事象が発生した場合にあっても、常用系予備機への切替もしくは非常用D/Gの起動操作等を行うことで、窒素封入を早期に再開することを可能とする信頼性の高い系統・電源構成となっている。
- 上記方策に必要な切替や起動操作について、早期に確実に実施するための手順を整備し、定期的な系統動作確認を行っている。

【参考】窒素封入設備電源構成



共用プール冷却設備における早期復旧対策について

- 共用プール冷却設備の現在運転可能設備には、冷却浄化系ポンプ（A，C），補機冷却系ポンプ（A，C）、エアフィンクーラ（A1，A2，C1，C2，E1）があり、システムが多重化されている。

※冷却浄化系ポンプ(B)，補機冷却系ポンプ(B)，エアフィンクーラ(B1,B2,E2,D1,D2,F1,F2)については、将来復旧予定

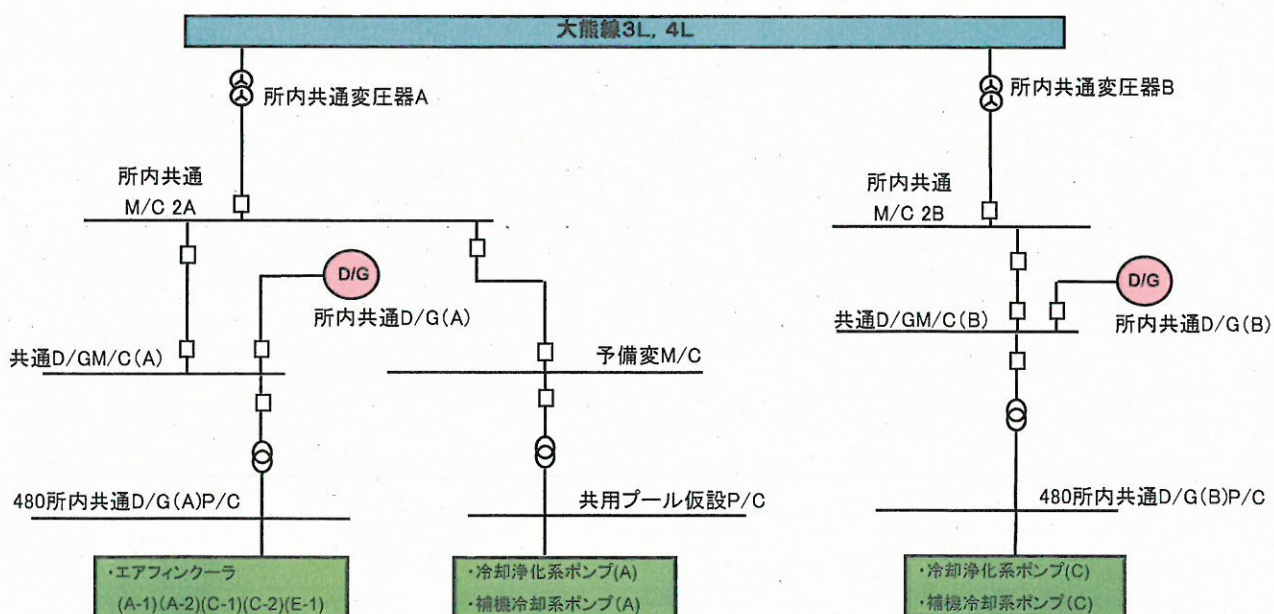
- このうち、冷却浄化系ポンプ、補機冷却系ポンプは、A系／C系と別電源システムから受電しており、万が一A系／C系の電源が喪失した場合においても系統切替操作を行うことで、システムの運転を早期に再開することが可能な電源構成となっている。

※3/18時点では、設備復旧中でポンプ予備機が無い状態だったが、現在は復旧済みである。

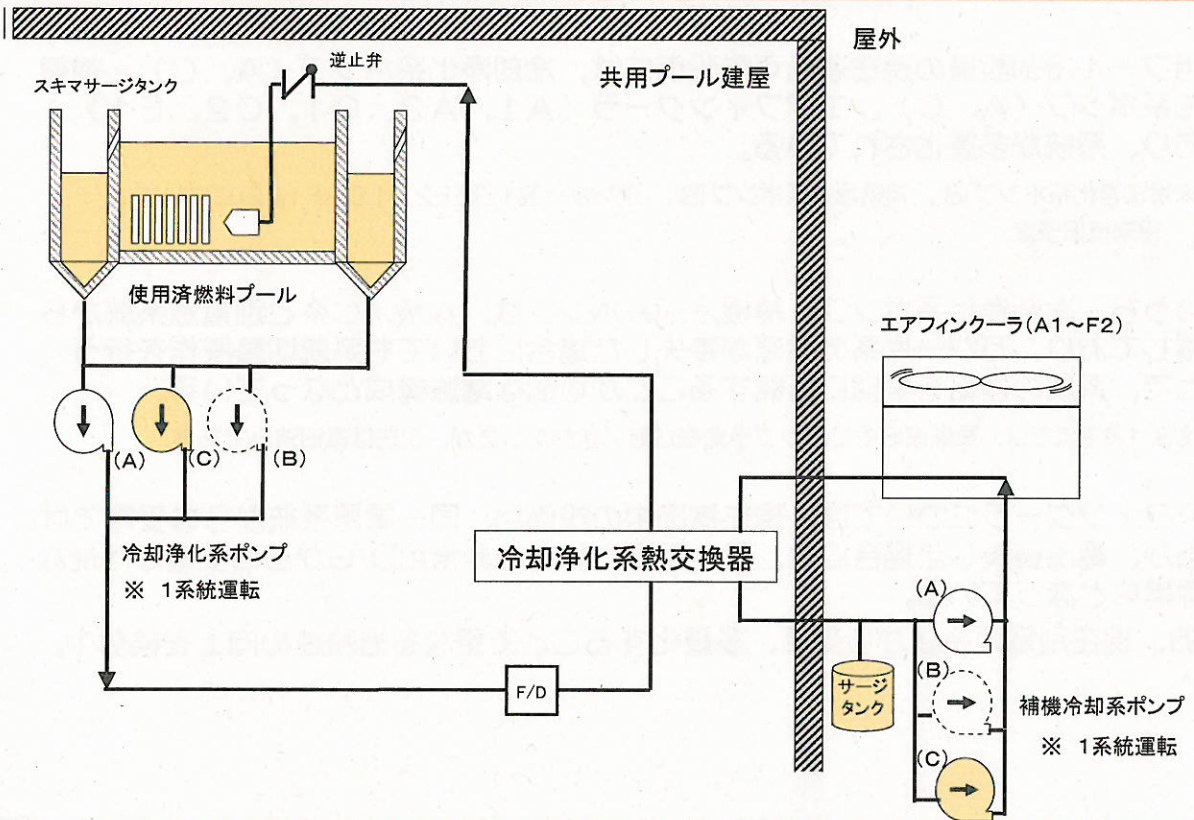
- エアフィンクーラについては、現在稼働中の設備は、同一電源システムからの受電ではあるが、電源喪失した場合には、予備電源としての非常用D/Gからの受電が可能な電源構成となっている。

なお、現在別電源システムから受電、多重化することで更なる信頼性の向上を検討中。

【参考】 共用プール冷却設備電源構成



【参考】共用プール冷却設備（概略系統図）



所内電源系の停電事故に係わる再発防止対策

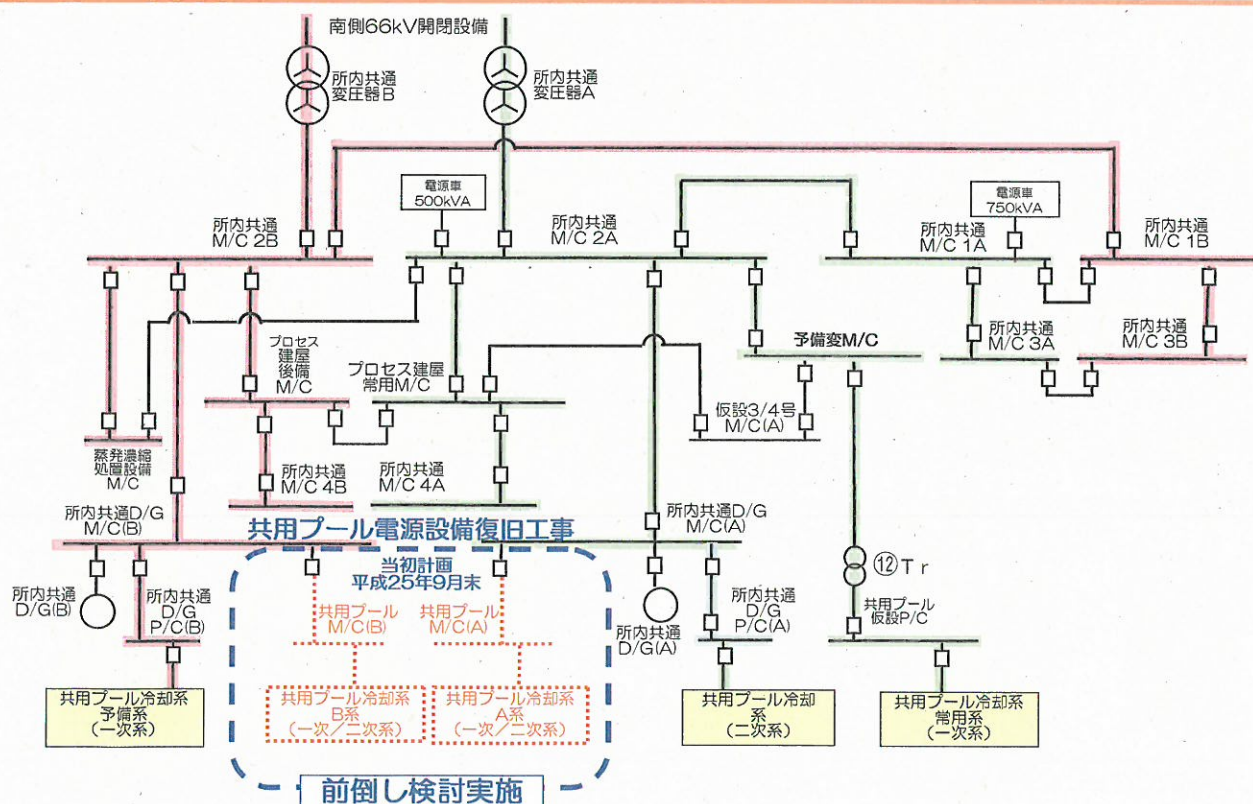
再発防止対策	H25.4	H25.5	H25.6	H25.7	H25.8	H25.9
共用プール冷却設備 電源2重化	本設 仮設					
3/4号SFP代替 冷却設備電源2重化 (切替盤方式に変更)	切替盤設置					
電源盤に対する小動物 対策	高圧電源盤 低圧電源盤		分電盤			
遠隔監視設備の信頼性 向上対策	電源分離又は片系無停電装置設置					



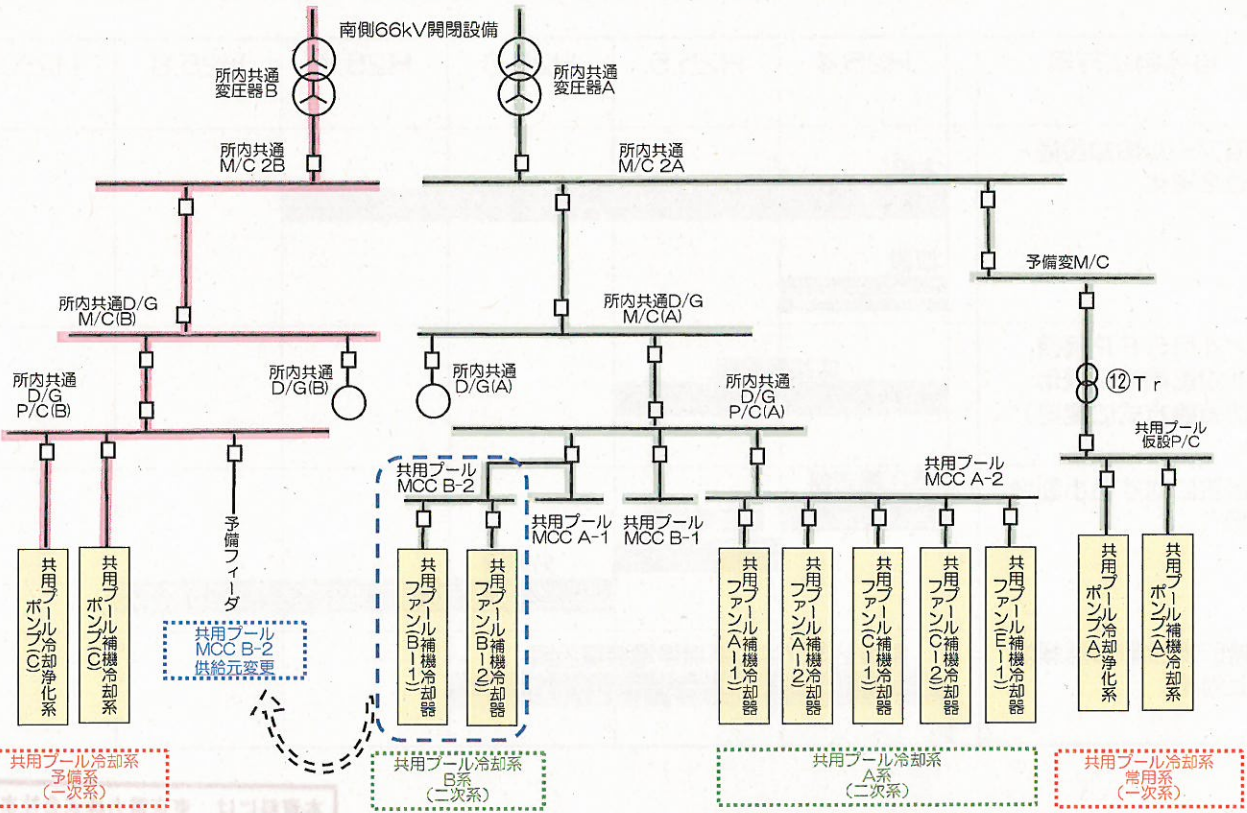
本資料には、東京電力株式会社またはその他の企業の秘密情報が含まれている可能性があります。当社の許可なく本資料の複製物を作成すること、本資料の内容を本来の目的以外に使用すること、ならびに第三者に開示、公開する行為を禁止します。

東京電力株式会社

信頼性向上対策について（共用プール冷却設備）

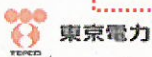
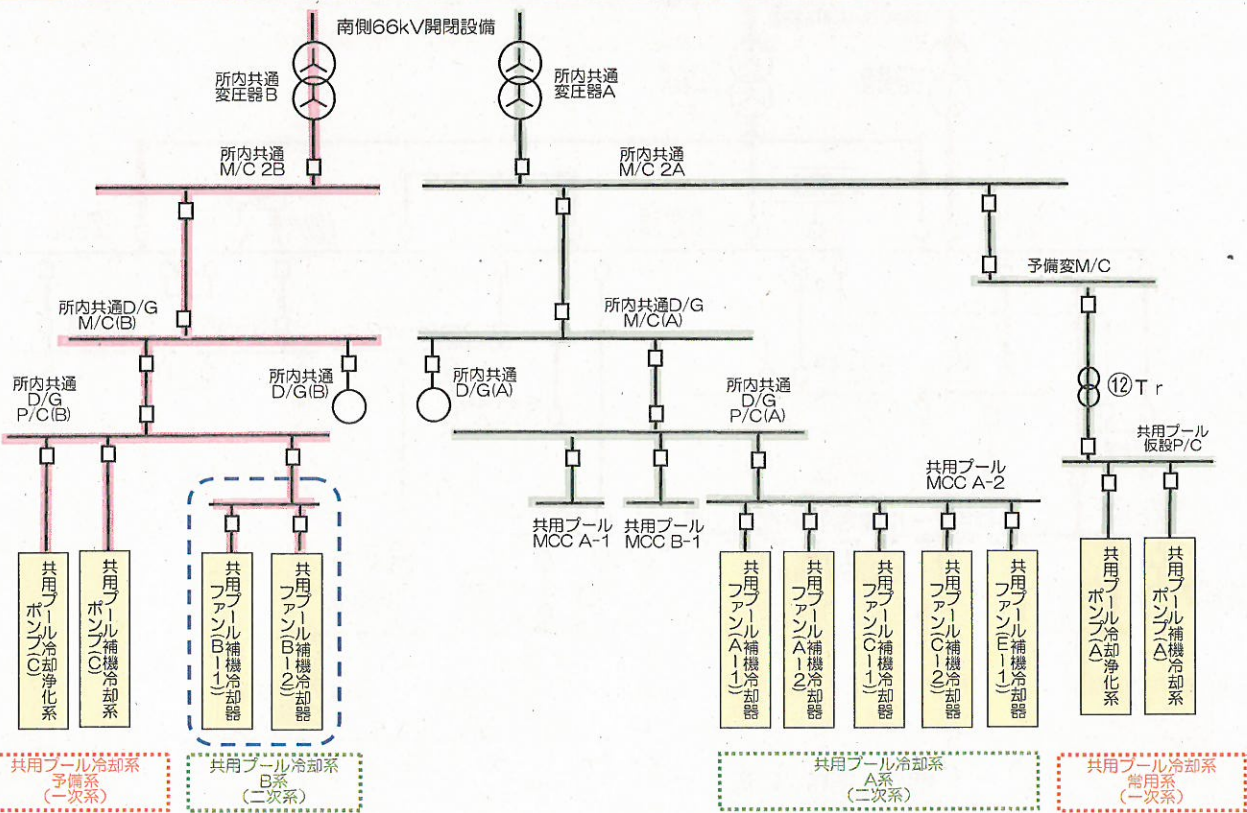


信頼性向上対策について（仮設電源対応）



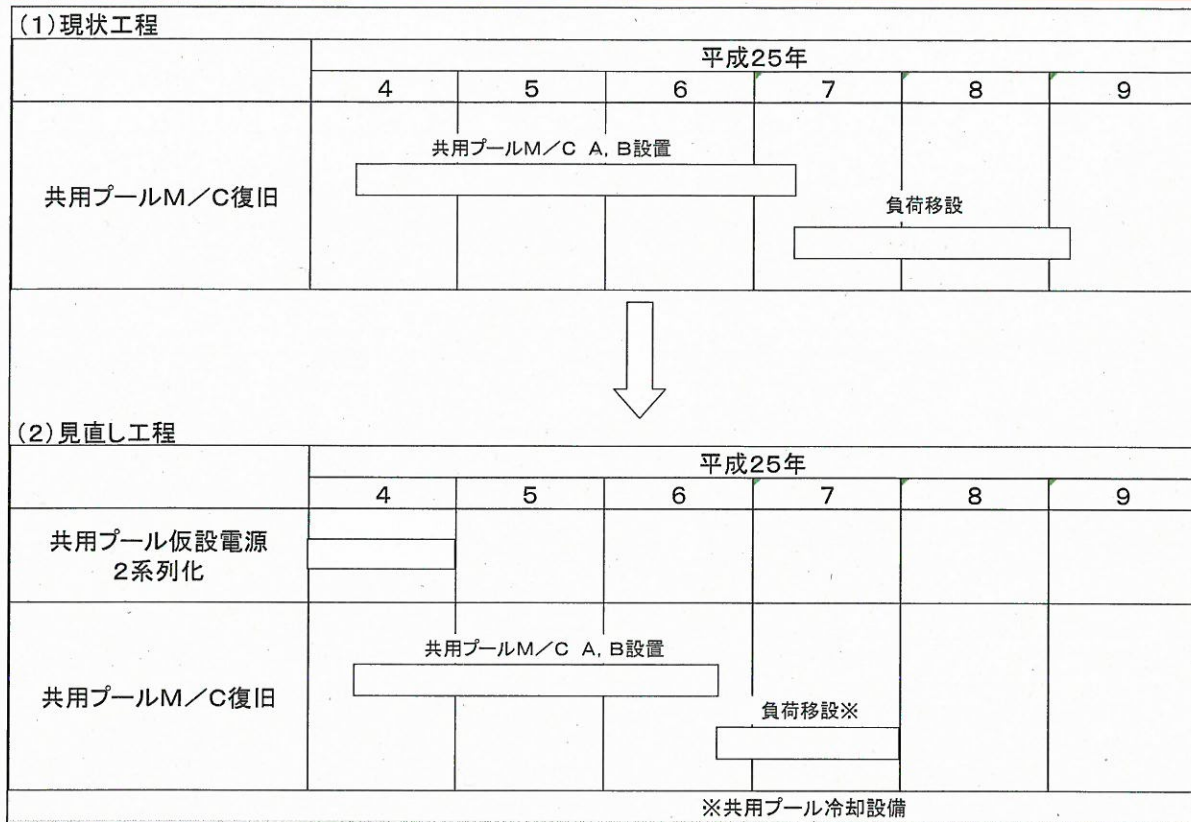
東京電力

信頼性向上対策について（仮設電源対応）



東京電力

共用プールM/C 2系列復旧計画



東京電力

遠隔監視機能の信頼性向上対策

■ 停電時の状況

- 3/18に発生した停電時に、**窒素封入設備**、**SFP代替冷却設備**において、一部、運転状況が遠隔監視できない状況となった。
 - ◆ 原子炉注水系の状況を把握するために必要な監視パラメータ（注水量、RPV/PCV温度）や未臨界の監視に必要な監視パラメータ（PCVガス管理システム）の遠隔監視設備は、非常用バッテリーの設置や、監視カメラの二重化などの遠隔監視に対する信頼性向上対策を実施しており、今回の停電時にも監視可能な状況であった。

■ 現状の問題点

- 窒素封入設備、SFP代替冷却設備、共用プール冷却設備の遠隔監視設備は、平時の監視頻度が比較的長く（1回/24時間）監視システムに異常が発生した場合であっても、監視頻度の時間内に、現場にて確認が可能であると考え、カメラ二重化等の遠隔監視設備の信頼性向上対策の必要はないと判断していた。

■ 信頼性向上対策

- 上記の問題点を踏まえ、重要設備の遠隔監視システムについて信頼性向上対策の必要性を検討した結果、「窒素封入設備」「SFP代替冷却設備」「共用プール冷却設備」の遠隔監視システムについて、監視システムの二重化や無停電電源装置の設置等の対策を行い、電源系統設備の単一故障が発生した場合にも本体設備の運転状態が遠隔集中監視室にて確認できるよう、設備構成の変更を行うこととした。



東京電力

3/18の所内電源系電源停止時の遠隔監視の状況

○：停電時も遠隔監視可能であった ×：停電時に遠隔監視不能となった

設備名	1号	2号	3号	4号
原子炉注水設備 (注水流量)	○	○	○	—
原子炉注水設備 (RPV/PCV温度)	○	○	○	—
窒素封入設備 (窒素ガス分離装置出口流量)	○ (1～3号共用)			—
窒素封入設備 (RPV/PCV N2封入流量)	○	○	×	—
PCVガス管理システム	○	○	○	—
SFP代替冷却設備 (SFP一次系流量)	○	○	×	×
SFP代替冷却設備 (SFP二次系状態表示)	遠隔監視 機能なし	○	×	遠隔監視 機能なし
共用プール冷却設備 (FPC/FPCW状態表示灯)	○			

重要設備の遠隔監視設備の状況と信頼性向上対策の必要性について

設備名 (監視パラメータ)	遠隔監視の多重性 多様性の有無	電源設備 故障対策	信頼性向上対策 の必要性評価
原子炉注水設備 (注水流量)	有 (カメラ2重化)	2重化カメラの 電源分離済	実施済
原子炉注水設備 (RPV/PCV温度)	有 (デジタリコダ-2重化)	片系デジタリコダ-に バッテリー設置済	実施済
窒素封入設備 (窒素ガス分離装置運転状態) ※	有 (デジタリコダ-2重化)	無	対策要
窒素封入設備 (RPV/PCV N2封入流量)	有 (カメラ2重化)	無	対策要
窒素封入設備 (1号PCV N2 圧力) ※	有 (カメラ2重化)	無	対策要
PCVガス管理システム	有 (PC・カメラ)	監視用PCの 電源分離済	実施済
SFP代替冷却設備 (SFP一次系流量)	有 (1uのみ無)	無	対策要
SFP代替冷却設備 (SFP二次系状態表示)	無	無	対策要
共用プール冷却設備 (FPC/FPCW状態表示灯) ※	無	無	対策要 (今回の停電では影響がな かったが、対策が必要と判断 した)

※：3月28日（県説明）以降対策を実施する上で最適な監視パラメータに見直しを実施