

福島第一原子力発電所の送電系統の瞬時電圧低下の対応について

平成24年5月

東京電力株式会社

目 次

1. 福島第一原子力発電所の主要設備に関する瞬時電圧低下の対策について
 - (1) 瞬時電圧低下の定義及び検討範囲
 - (2) 主要設備の対象範囲
 - (3) 平成24年1月17日に発生した瞬時電圧低下時における主要設備の状況
 - (4) 主要設備の瞬時電圧低下対策の有無
 - (5) 瞬時電圧低下対策が行われていない設備に対する瞬時電圧低下時の影響評価と当該評価を踏まえた対策

2. 瞬時電圧低下が発生し機器等が停止した場合における設備の復旧体制について
 - 添付資料－1 主要設備の瞬時電圧低下対策の実施状況並びに瞬時電圧低下時の影響評価と対策の要否について
 - 添付資料－2 平成24年1月17日に発生した瞬時電圧低下時における監視計器の状況について
 - 添付資料－3 瞬時電圧低下対策スケジュール
 - 添付資料－4 異常発生時の対応及び体制について
 - 別紙－1 電源回路・制御回路の構成への設計上の配慮

本書は、平成24年1月20日に受領した「福島第一原子力発電所の送電系統の瞬時電圧低下の対応について（指示）」（平成24・01・20 原院第3号）に基づき、

1. 貴社福島第一原子力発電所の主要設備について、それぞれ当該設備に対する瞬時電圧低下対策の有無について確認すること。瞬時電圧低下対策が行われていない設備については、瞬時電圧低下の影響を評価し、当該評価を踏まえた適切な対策を実施すること。
2. 瞬時電圧低下が発生し機器等が停止した場合に、点検、再起動等の対応が適切に行われ、迅速かつ確実に当該設備が復旧できるよう、体制面を含め万全を期すこと。

に関して報告するものである。

1. 福島第一原子力発電所の主要設備に関する瞬時電圧低下の対策について

(1) 瞬時電圧低下の定義及び検討範囲

瞬時電圧低下について明確な定義はないが、本報告にあたっては以下の定義とする。

『電力系統を構成する設備に、落雷等により二相または三相短絡（地絡）が発生した場合（直接接地系では一相地絡事故を含む）、事故設備を保護リレーで検出し、遮断器を開放することにより事故設備を切り離すが、それまでの極めて短時間（0.07～2秒程度）故障点を中心に、広範囲に電圧が著しく低下する現象をいう。』

平成24年1月17日に発生した瞬時電圧低下の時間は0.08秒であり、また、夜の森線への落雷時における再閉路時に必要な最大時間は2秒と考えられることから、本定義の使用は妥当なものとする。

そこで本報告では、上記の定義に基づき夜の森線への落雷時における再閉路時に必要な最大時間2秒を考慮することとし、瞬時電圧低下により無電圧が2秒間継続した場合について検討する。

(2) 主要設備の対象範囲

a. 1～4号機

放射性物質の放出抑制・管理機能、原子炉冷却機能、臨界防止機能、水素爆発防止機能、汚染水の処理・貯蔵機能等を維持するために必要な設備を、主要設備の対象範囲とする。

①原子炉圧力容器・格納容器注水設備（炉注設備）

- ・常用原子炉注水系（高台炉注水ポンプ、タービン建屋内炉注水ポンプ、CST炉注水ポンプ）
- ・非常用原子炉注水系（非常用高台炉注水ポンプ、純水タンク脇炉注水ポンプ）

②原子炉格納容器ガス管理設備

- ・原子炉格納容器ガス管理設備

③監視室・制御室

- ・水処理制御室（制御盤・監視装置）
- ・免震重要棟集中監視室（プラント主要パラメータ（原子炉圧力容器・原子炉格納容器温度記録計、モニタリングポスト等も含む）・主要映像）

④電気系統

- ・所内電源設備（①、⑥・⑨、免震重要棟に電源を供給するM/C）

⑤原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備

- ・常用原子炉注水系（高台炉注水ポンプ、タービン建屋内炉注水ポンプ、CST炉注水ポンプ）
- ・非常用原子炉注水系（非常用高台炉注水ポンプ、純水タンク脇炉注水ポンプ）
- ・ホウ酸水タンク用ヒーター

- ⑥原子炉格納容器内窒素封入設備
 - ・窒素ガス封入設備（窒素ガス分離装置、高台窒素ガス分離装置）
- ⑦使用済燃料プール等
 - ・使用済燃料プール冷却系
- ⑧使用済燃料共用プール等
 - ・使用済燃料共用プール冷却系
- ⑨高レベル放射性汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）、廃スラッジ貯蔵施設、使用済セシウム吸着塔保管施設及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）
 - ・汚染水処理設備（セシウム吸着装置（K u r i o n）、除染装置（A R E V A）、第二セシウム吸着装置（S A R R Y））
 - ・滞留水移送設備

b. 5・6号機

5・6号機については、放射性物質の放出抑制・管理機能、原子炉冷温停止及び使用済燃料プールの冷却の維持に必要な以下の設備を対象とする。

- ①残留熱除去系
- ②低圧炉心スプレイ系
- ③使用済燃料プール冷却浄化系
- ④復水移送ポンプ
- ⑤起動領域モニタ（S R N M）
- ⑥プロセス放射線モニタ（排気筒モニタ、非常用ガス処理系（S G T S）モニタ）
- ⑦中央制御室（残留熱除去系温度、使用済燃料プール水位・温度）
- ⑧所内電源設備（上記①～⑦に電源を供給するM/C）

(3) 平成24年1月17日に発生した瞬時電圧低下時における主要設備の状況

平成24年1月17日午後4時10分頃、当社の南いわき開閉所における開閉設備不具合の影響で、広い地域において一時的に電圧が低下する事象が発生した。

この影響による福島第一原子力発電所の代表的な主要設備における停止状況は（表1）のとおりであり、事象発生から概ね3時間で全ての主要設備について再起動を完了した。

瞬時電圧低下により停止した主要設備に損傷等はなく、また、速やかに再起動を行うことにより停止した設備は復旧しており、安全上の問題はなかった。

また、各監視設備における監視機能に関しても、非常用電源がない監視設備については瞬時電圧低下後に復電し自動復旧することにより監視可能となっており、いずれの設備においても監視不能となることはなかった。

なお、1～3号機の原子炉注水は瞬時電圧低下事象発生時にも継続しており、モニタリングポストの測定値にも変化はみられなかった。

(表1) 事象発生時に停止した代表的な主要設備

事象発生時に停止した代表的な主要設備	再起動までに要した時間	備考
使用済燃料プール冷却系 (2号機)	43分	
窒素ガス封入設備 (1～3号機)	47分	
使用済燃料プール冷却系 (3号機)	65分	
使用済燃料プール冷却浄化系 (6号機)	69分	
原子炉格納容器ガス管理設備 (2号機)	75分	
汚染水処理設備 (セシウム吸着装置 (Kurion))	152分	155分後に定常流量到達

(添付資料-1、2)

(4) 主要設備の瞬時電圧低下対策の有無

a. 電源の受電形態

送電系統側から受電している設備については、瞬時電圧低下の影響を受けることから、瞬時電圧低下対策の有無の調査を行う。一方、非常用ディーゼル発電機から受電する設備については、設備が送電系統と関係しておらず、独立していることから瞬時電圧低下の影響を受けない。

b. 瞬時電圧低下対策

瞬時電圧低下対策を送電系統側で施すことは困難であるため、瞬時電圧低下対策は負荷側で対策を施すのが一般的である。負荷側で行える一般的な瞬時電圧低下対策として、以下の2つが挙げられる。

①電源回路・制御回路の構成への設計上の配慮

瞬時電圧低下時において設備停止に至ることがないように、電源回路・制御回路の構成に以下の2つの設計上の配慮を行うことが対策となる。

○主要設備の上流側の電源回路の構成において、上流側遮断器が瞬時電圧低下(無電圧が2秒継続)により開放(トリップ)しないような設計とする。

○瞬時電圧低下時に設備停止したとしても制御回路の構成を復電後に自動復旧するような設計とする。

なお、無停電電源装置が設置されている場合は、電源回路・制御回路の構成に関わらず瞬時電圧低下の対策となる。

②無停電電源装置(UPS)の設置

瞬時電圧低下対策として、無停電電源装置(UPS(Uninterruptible Power Supply))を設置する。

c. 瞬時電圧低下対策の有無の調査

主要設備の瞬時電圧低下対策として

①電源回路・制御回路の構成への設計上の配慮

②無停電電源装置(UPS)の設置

の有無について調査を実施した。

①、②のいずれかの対策が施されていれば瞬時電圧低下対策は「有」、①、②のいずれの対策も施されていないければ瞬時電圧低下対策は「無」と判断する。

調査を実施した結果、以下の8設備について瞬時電圧低下対策が「無」であることを確認した。

各設備における瞬時電圧低下対策の有無の調査結果は「添付資料－1、2」のとおり。

【1～4号機】

- 1) 原子炉圧力容器・格納容器注水設備（炉注設備）
 - ・常用原子炉注水系（タービン建屋内炉注水ポンプ（2号機、3号機））
- 2) 原子炉格納容器ガス管理設備
 - ・原子炉格納容器ガス管理設備（2号機）
- 3) 原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備
 - ・ホウ酸水タンク用ヒーター（1～3号機共用）
- 4) 原子炉格納容器内窒素封入設備
 - ・窒素ガス封入設備（1～3号機共用 窒素ガス分離装置）
- 5) 使用済燃料プール等
 - ・使用済燃料プール冷却系一次系統（2号機、3号機）
 - ・使用済燃料プール冷却系二次系統（1～4号機）
- 6) 使用済燃料共用プール等
 - ・使用済燃料共用プール冷却系二次系統
- 7) 高レベル放射性汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）、廃スラッジ貯蔵施設、使用済セシウム吸着塔保管施設及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）
 - ・セシウム吸着装置（K u r i o n）
 - ・除染装置（A R E V A）
 - ・第二セシウム吸着装置（S A R R Y）

【5・6号機】

- 8) 使用済燃料プール冷却浄化系
 - ・使用済燃料プール冷却浄化系（6号機）

（添付資料－1、2）

(5) 瞬時電圧低下対策が行われていない設備に対する瞬時電圧低下時の影響評価と当該評価を踏まえた対策

主要設備の瞬時電圧低下対策について調査した結果、瞬時電圧低下対策が行われていない（瞬時電圧低下対策が「無」であった）設備に対して、

○中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画における異常時の措置

○中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画における停止許容時間の観点から瞬時電圧低下発生時の影響評価を行い、当該評価を踏まえた対策の要否について検討を行った。その結果、短時間での再起動を要求される設備や連続的な運転が要求される設備については、瞬時電圧低下対策を実施することにした。

一方、停止許容時間が長時間（数日以上）の設備について、今回の復旧時間と対応がプラント安全上の影響がなかったと判断できる場合には、新たな設備対策は不要とし、瞬時電圧低下により停止した場合に速やかに復旧するための手順や復旧体制が整備されていることの確認を行った。

【1～4号機】

1) 原子炉圧力容器・格納容器注水設備（炉注設備）

■評価対象設備

常用原子炉注水系（タービン建屋内炉注水ポンプ（2号機、3号機））

■瞬時電圧低下発生時の影響評価

○中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画

原子炉注水系は、常用系及び非常用系を有する多重化及び多様化が図られた設備構成であり、原子炉への注水を行い燃料の崩壊熱を除去している。

異常時の措置として、常用系ポンプの電源が外部電源喪失等により喪失した場合は、電源切替に数時間を要することから、非常用系ポンプによる原子炉注水及び消防車による原子炉注水を併行して実施することとし、注水再開の所用時間として30分程度を想定している。

また、シビアアクシデント相当として長期の注水停止を評価しており、注水停止から12時間後の注水再開でも事象が収束することを確認している。

○瞬時電圧低下によるプラント安全上の影響

平成24年1月17日の瞬時電圧低下事象発生時には瞬時電圧低下対策を実施済みであった高台炉注水ポンプが運転中であり、対策が不十分であったタービン建屋内炉注水ポンプ4台（2号機、3号機）については、停止中であったことから瞬時電圧低下に伴うプラント安全上の影響はなかった。

○影響評価結果まとめ

瞬時電圧低下事象発生時においても、原子炉への注水は継続していたことから、プラント安全上の影響なかったものの、タービン建屋内炉注水ポンプ（2号機、3号機）については、瞬時電圧低下への対策が「無」であり、仮に運転中であった場合には短時間での注水再開を要求される重要な設備であることから、瞬時電圧低下による影響は「有」と判断する。

■瞬時電圧低下発生時の影響評価を踏まえた対策

「①電源回路・制御回路の構成への設計上の配慮」の対策を実施することとし、瞬時電圧低下時に設備停止したとしても制御回路の構成を復電後に自動復旧するような設計に変更する。

【対策実施予定年月：平成24年5月目途】

（添付資料－3）

2) 原子炉格納容器ガス管理設備

■評価対象設備

原子炉格納容器ガス管理設備（2号機）

■瞬時電圧低下発生時の影響評価

○中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画

原子炉格納容器ガス管理設備は、原子炉圧力容器及び原子炉格納容器への窒素封入量と同程度のガス量を抽出することにより、原子炉圧力容器から漏えいする放射性物質の濃度・放出量を低減させる。また、当該設備内でのガス採取等による未臨界の確認としても期待できる。

異常時の措置として、電源が喪失した場合は、電源切替を行い速やかに運転の再開を行うこととしている。

なお、原子炉格納容器ガス管理設備が停止しても、原子炉の冷却に影響を与えるものではなく、また原子炉の冷却状態に変化がなければ放射性物質の異常な放出とはならないと考えられるが、原子炉格納容器から外部へ抽気・放出される放射性物質の量・濃度が監視できなくなるため、設備停止後は速やかに対応し運転を再開させる。

○瞬時電圧低下によるプラント安全上の影響

平成24年1月17日の瞬時電圧低下事象発生時には試運転中であった原子炉格納容器ガス管理設備（2号機）が停止し、約1時間15分後（75分後）の復旧完了まで、当該設備を経由した原子炉格納容器から外部へ抽気・放出される放射性物質の量・濃度について監視ができなかった。

ただし、原子炉格納容器ガス管理設備（2号機）が停止し再起動するまでの間、モニタリングポスト等の関連パラメータに変化がなかったことから、放射性物質の異常な放出はなかったと判断している。

○影響評価結果まとめ

瞬時電圧低下事象発生時においても、約75分で電源復旧し運転を再開したことから、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画から逸脱することはなかった。

ただし、原子炉格納容器ガス管理設備（2号機）が停止しても、原子炉の冷却に影響を与えるものではなく、また原子炉の冷却状態に変化がなければ放射性物質の異常な放出とはならないと考えられるが、放射性物質の量・濃度の監視による管理放出や未臨界監視を行っている重要な設備であることから、瞬時電圧低下による影響は「有」と判断し、対策を行うこととした。

■瞬時電圧低下発生時の影響評価を踏まえた対策

「①電源回路・制御回路への構成への設計上の配慮」及び「②無停電電源装置（UPS）の設置」の対策を実施することとし、瞬時電圧低下時に設備が停止しないよう設備の変更を行った。

【対策実施年月：平成24年3月】
（添付資料-3）

3) 原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備

■評価対象設備

ホウ酸水タンク用ヒーター（1～3号機共用）

■瞬時電圧低下発生時の影響評価

○中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画

ホウ酸水注水系は、原子炉圧力容器内あるいは原子炉格納容器内に存在する核燃料物質を含むデブリが再臨界に至った場合、または再臨界の可能性がある場合において、未臨界にするまたは再臨界を防止するためにホウ酸水を原子炉圧力容器及び原子炉格納容器に注入することで、放射性物質の外部への大量放出を防ぐことを目的としている。

異常時の措置として、ホウ酸注入系の外部電源喪失については、原子炉注水系の措置と同様であるが、ホウ酸水タンク用ヒーターについては、ホウ酸の析出防止及び信頼性向上のための凍結防止対策であり、直ちに影響を与えるものではない。

○瞬時電圧低下によるプラント安全上の影響

平成24年1月17日の瞬時電圧低下事象発生時にはホウ酸水タンク用ヒーターが停止したが、約1時間後には復旧が完了しており、プラント安全上の影響はなかった。

また、ホウ酸水タンク用ヒーターが停止したとしても直ちにホウ酸が析出及びホウ酸水が凍結するものではなく、直ちに影響を与えるものではない。

○影響評価結果まとめ

瞬時電圧低下事象発生時においても約1時間で電源復旧していることから、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画から逸脱することはなかった。また、ホウ酸水タンク用ヒーターが停止したとしても直ちに影響を与えるものではなく、瞬時電圧低下による影響は「無」と判断する。

■瞬時電圧低下発生時の影響評価を踏まえた対策

瞬時電圧低下発生時の影響評価の結果、ホウ酸水タンク用ヒーターについては瞬時電圧低下発生時の影響は「無」であり、現状の不具合発生時の復旧体制において手順が確立しており、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画を逸脱することなく速やかに設備復旧が可能であることから、新たな対策は不要と判断した。

4) 原子炉格納容器内窒素封入設備

■評価対象設備

1～3号機共用 窒素ガス分離装置

■瞬時電圧低下発生時の影響評価

○中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画

原子炉格納容器内窒素封入設備は、水素爆発を防止することを目的に、原子炉格納容器内につながる既設配管へ仮設の窒素封入ラインを接続し、窒素ガス分離装置より窒素を封入することで原子炉格納容器内の水素濃度を可燃限界以下に保つものとしている。

異常時の措置として、窒素ガス分離装置の電源喪失については、約2時間での窒素封入の再開を想定している。

また、仮に複数の機器の同時故障等の何らかの理由で速やかな再開ができない場合でも、窒素封入の停止後、原子炉圧力容器内雰囲気及び原子炉格納容器内雰囲気が水素の可燃限界に至るまでには、平成23年12月7日時点において最短でも約30時間の時間的余裕がある。

○瞬時電圧低下によるプラント安全上の影響

平成24年1月17日の瞬時電圧低下事象発生時には窒素ガス分離装置が停止したが、約50分後には復旧が完了しており、1～3号機への窒素ガスの供給を速やかに再開している。

なお、窒素ガス分離装置の停止・起動前後の1号機の水素ガス濃度は、0.03%と変化がなく、可燃限界である4%未満であったことから、プラント安全上への影響はなかった。また、2号機及び3号機については、当時の設備状況では窒素ガス分離装置の停止・起動前後の水素濃度に変化がないことを確認できていないが、窒素封入の停止後、原子炉圧力容器内雰囲気及び原子炉格納容器内雰囲気が水素の可燃限界に至るまでの時間約30時間に対して、十分余裕をもって再起動できていることから、プラント安全性上の影響はなかったと判断している。

○影響評価結果まとめ

瞬時電圧低下事象発生時においても約50分で電源復旧しており、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画から逸脱しないことから、瞬時電圧低下による影響は「無」と判断する。

■瞬時電圧低下発生時の影響評価を踏まえた対策

瞬時電圧低下発生時の影響評価の結果、窒素ガス分離装置については瞬時電圧低下発生時の影響は「無」であり、現状の不具合発生時の復旧体制において手順が確立しており、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画を逸脱することなく速やかに設備復旧が可能であることから、新たな対策は不要と判断した。

5) 使用済燃料プール等

■評価対象設備

使用済燃料プール冷却系一次系統（2号機、3号機）

使用済燃料プール冷却系二次系統（1～4号機）

■瞬時電圧低下発生時の影響評価

○中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画

使用済燃料プール冷却系は、使用済燃料プール内の燃料から発生する崩壊熱を除去し、使用済燃料プール水を冷却するとともに燃料の冠水を維持することを目的とし、使用済燃料プール循環冷却系、非常用注水設備からなる。

異常時の措置として、使用済燃料プール循環冷却系の電源が喪失した時に、電源切替あるいは復旧に長時間要しない場合（目安時間：約1日）は、電源切替あるいは復旧にて冷却を再開することとしている。また、電源切替あるいは復旧に長時間を要する場合（目安時間：約2日以上）は、電源車等を用いて非常用注水設備により冷却を行うこととしている。

さらに、仮に複数の機器の同時故障等の何らかの理由で速やかな再開ができない場合でも、冷却機能の停止後、水位が水遮へいが有効とされる使用済燃料の有効燃料頂部の上部2mに至るまでは最短でも4号機における約16日の時間的余裕がある。

○瞬時電圧低下によるプラント安全上の影響

平成24年1月17日の瞬時電圧低下事象発生時には使用済燃料プール一次系統（2号機、3号機）、使用済燃料プール二次系統（1号機、2号機、4号機）が停止したが、約2時間10分後（130分後）には全ての復旧が完了しており、使用済燃料プール水位は定められた範囲に維持されていたことから、プラント安全上の問題はなかった。

なお、使用済燃料プールの冷却ポンプ等が停止したとしても直ちに使用済燃料プール水位が定められた範囲を逸脱するものではない（使用済燃料プールの冷却ポンプ等の停止により燃料プールの水位が定められた範囲を逸脱するまでには、十分な時間的余裕がある）。

○影響評価結果まとめ

使用済燃料プール等が停止したとしても直ちに中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画を逸脱するものではないこと、また瞬時電圧低下事象発生時においても約2時間10分で電源復旧していることから、瞬時電圧低下による影響は「無」と判断する。

■瞬時電圧低下発生時の影響評価を踏まえた対策

瞬時電圧低下発生時の影響評価の結果、使用済燃料プール等については瞬時電圧低下発生時の影響は「無」であり、現状の不具合発生時の復旧体制において手順が確立しており、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画を逸脱することなく速やかに設備復旧が可能であることから、新たな対策は不要と判断した。

6) 使用済燃料共用プール等

■評価対象設備

使用済燃料共用プール冷却系二次系統

■瞬時電圧低下発生時の影響評価

○中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画

使用済燃料共用プール冷却浄化系は、電源設備の浸水により電源が喪失し、一時的に機能を喪失したが、仮設電源設置と共用プール冷却系を一部復旧し、安定した冷却を維持している。

異常時の措置として、外部電源喪失については、電源切替により速やかに冷却を再開することとしている。

また、共用プールの冷却中にポンプの故障や地震・津波等の原因により共用プールの冷却機能が停止したとしても、共用プール水位が、水遮へいが有効で作業に支障をきたさないと評価される有効燃料頂部+2mに至るまでに最短でも約30日の時間的余裕があり、復旧に長時間を要する場合も消防車による共用プールへの水の補給が可能である。

○瞬時電圧低下によるプラント安全上の影響

平成24年1月17日の瞬時電圧低下事象発生時には使用済燃料共用プール二次系統が停止したが、現状の不具合発生時の復旧体制において手順が確立しており、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画を逸脱することなく復旧が完了したことから、プラント安全上の影響はなかった。

○影響評価結果まとめ

使用済燃料共用プールが停止したとしても、使用済燃料プール等と同様に瞬時電圧低下による影響は「無」と判断する。

■瞬時電圧低下発生時の影響評価を踏まえた対策

瞬時電圧低下発生時の影響評価の結果、使用済燃料共用プール等については瞬時電圧低下発生時の影響は「無」であり、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画を逸脱することなく設備復旧が可能であることから、新たな対策は不要と判断した。

- 7) 高レベル放射性汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）、廃スラッジ貯蔵施設、使用済セシウム吸着塔保管施設及び関連設備（移送配管、移送ポンプ等）

■評価対象設備

汚染水処理設備（セシウム吸着装置（K u r i o n）、除染装置（A R E V A）、第二セシウム吸着装置（S A R R Y））

■瞬時電圧低下発生時の影響評価

○中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画

タービン建屋等に滞留している高レベル放射性汚染水の所外放出のリスクが高まったことを踏まえ、滞留水に含まれる放射性物質を除去することを目的として汚染水処理設備を設置している。

汚染水処理設備は、セシウム吸着装置（K u r i o n）、除染装置（A R E V A）、第二セシウム吸着装置（S A R R Y）のそれぞれで単独運転可能であり、電源及び設置箇所を分離していることから、共通要因により全ての装置が故障する可能性は十分低いが、全装置が1ヶ月程度停止しても、異常時の措置として、炉注水量の調整等によりタービン建屋滞留水を所外漏えいレベルOP. 4000以下に維持できる。

○瞬時電圧低下によるプラント安全上の影響

平成24年1月17日の瞬時電圧低下事象発生時には運転中であったセシウム吸着装置（K u r i o n）が停止したが、第二セシウム吸着装置（S A R R Y）については運転を継続した。また、停止したセシウム吸着装置（K u r i o n）については約2時間35分後（155分後）に定格流量での再起動を完了しており、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画における停止許容時間を逸脱しない。

以上のことからプラント安全上の影響はなかった。

○影響評価結果まとめ

汚染水処理設備が停止したとしても直ちに中期的安全確保の考え方にに基づく施設運営計画を逸脱するものではなく、瞬時電圧低下事象発生時においても停止したセシウム吸着装置（K u r i o n）を約2時間35分で復旧していることから、瞬時電圧低下による影響は「無」と判断する。

■瞬時電圧低下発生時の影響評価を踏まえた対策

瞬時電圧低下発生時の影響評価の結果、汚染水処理設備については瞬時電圧低下発生時の影響は「無」であり、現状の不具合発生時の復旧体制において手順が確立しており、中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画を逸脱することなく速やかに設備復旧が可能であることから、新たな対策は不要と判断した。

【5・6号機】

8) 使用済燃料プール冷却浄化系

■評価対象設備

使用済燃料プール冷却浄化系（6号機）

■瞬時電圧低下発生時の影響評価

○要求される機能

使用済燃料プールについては、使用済燃料から発生する崩壊熱の除去、使用済燃料プール水不純物の除去、及び使用済燃料プールコンクリート劣化を防止する観点から、保安規定で使用済燃料プールの水位がオーバーフロー水位付近にあること及び使用済燃料プールの水温を65℃以下に保つことが定められている。

○瞬時電圧低下によるプラント安全上の影響

平成24年1月17日の瞬時電圧低下事象発生時には使用済燃料プール冷却浄化系（6号機）が停止したが、約1時間10分後（69分後）には復旧が完了しており、使用済燃料プール水位及び水温は要求される範囲に維持されていたことから、プラント安全上の影響はなかった。

○影響評価結果まとめ

使用済燃料プール等が停止しても直ちに使用済み燃料プールの水温及び水位が要求される範囲を逸脱するものではないこと、また瞬時電圧低下事象発生時においても約1時間10分で電源復旧していることから、瞬時電圧低下による影響は「無」と判断する。

■瞬時電圧低下発生時の影響評価を踏まえた対策

瞬時電圧低下発生時の影響評価の結果、使用済燃料プール冷却浄化系（6号機）については瞬時電圧低下発生時の影響は「無」であり、現状の不具合発生時の復旧体制において手順が確立しており、要求される範囲を逸脱することなく速やかに設備復旧が可能であることから、新たな対策は不要と判断した。

2. 瞬時電圧低下が発生し機器等が停止した場合における設備の復旧体制について

現状福島第一原子力発電所においては、瞬時電圧低下が発生し機器等が停止した場合においても、復旧対応が行えるよう、以下のとおり緊急時体制が整えられていることを確認した。

(添付資料－4)

- 福島第一原子力発電所免震重要棟に運転員及び保安要員が24時間体制で常駐しており緊急時の対応に備えていることを確認した。
- 保安要員は主要設備について不具合発生時における一通りの必要な初期対応が実施できるよう関係各グループから要員を選出していることを確認した。
- 瞬時電圧低下が発生した場合に限らず、不具合に伴い発生した影響が大きい場合には休日・夜間を問わず関係者を招集することになっていることを確認した。
- 特に重要な原子炉注水設備、使用済燃料プール循環冷却設備、電気設備については、瞬時電圧低下に限らず異常時の措置の活動を行うための体制の整備に関し、保安規定第131条においても、
 - ・異常時の措置の活動を行うための訓練を1年に1回以上実施すること
 - ・必要な設備（消防車、コンクリートポンプ車、電源車）については1ヶ月に1回点検を実施することを定めており、上記訓練が実施されていることを確認した。
- 主要設備全てについて、不具合により設備が停止した場合の復旧手順書が整えられていることを確認した。

上記緊急時体制が整っていたことから、今回の瞬時電圧低下発生時に停止した設備については、速やかに再起動を行うことにより中期的安全確保の考え方に基づく施設運営計画を逸脱することなく復旧しており、実績からも復旧対応及び復旧体制については問題なかったものと考えている。

今後、瞬時電圧低下が発生し機器等が停止した場合に、迅速かつ確実に当該設備が復旧できるよう万全を期すために、継続的に緊急時における復旧体制の維持と設備の状況に応じた復旧体制の改善に努めていく。

以上

主要設備の瞬時電圧低下対策の実施状況並びに瞬時電圧低下時の影響評価と対策の要否について

【1～4号機】

主要設備			H24.1.17 事象発生 時の状況 ○:運転 ×:停止	電源の受電形態	【対策①】 電源回路 (上流側遮断器)への 設計上の配慮 ○:配慮有 ×:配慮無	【対策①】 制御回路への 設計上の配慮 (自動復旧) ○:配慮有 ×:配慮無 【回路※1～5は別紙-1参照】	【対策②】 UPSの設置 ○:UPS有 ×:UPS無	瞬時電圧低下対 策の有無	「中期的安全確保の考え 方」に基づく施設運営計画 における停止許容時間	「中期的安全確保の考え 方」に基づく施設運営計 画における電源停止時の 復旧までの時間	復旧手順書の有無	H24.1.17 事象発生時の 復旧までの時間	瞬時電圧低下 対策の要否			
① 原子炉圧力容器・ 格納容器注水設備 (炉注設備)	高台炉注水 ポンプ (3台)	1-3号共用(3台)	○	送電系統側から受電	○	○ (回路※4)	×	有	12時間	約30分	有	復電により自動復旧	-			
	タービン建屋内 炉注水ポンプ (6台)	1号(2台)	- (停止中)	送電系統側から受電	○	○ (回路※2)	×	有				-	-	-	-	【対策要】 必要注水機能確保のため、自 動復旧するよう制御回路の構 成を変更(回路※1-※4)す る。
		2号(2台)	- (停止中)		○	×		無								
		3号(2台)	- (停止中)		○	×		無								
	非常用高台 炉注水ポンプ (3台)	1-3号共用(3台)	- (停止中)	非常用D/Gから受電	-	-	-	有				-	-	-	-	-
	純水タンク脇 炉注水ポンプ (3台)	1-3号共用(3台)	- (停止中)	非常用D/Gから受電	-	-	-	有				-	-	-	-	-
CST炉注水 ポンプ (4台)	1, 2号共用(2台)	運用開始前	送電系統側から受電	○	○ (回路※4)	×	有	-	-	-	-	-				
	3号(2台)			-	-	-	-	-	-							
② 原子炉格納容器 ガス管理設備	原子炉格納容器 ガス管理設備	1号	○	送電系統側から受電	○	-	○	有	-	速やかに	有	復電により自動復旧	-			
		2号	×		×	(瞬時停止後 0.5秒でトリップ)	-	×				無	75分	【対策要】 未臨界監視を継続して行えるよ う、瞬時電圧低下対策としてU PSを設置した。 また、上流電源が瞬低でトリッ プしないよう電源回路の変更を 行った。		
		3号	- (設置工事中)		○	-	○	有				-	-			
③ 監視室・制御室	水処理制御室	制御盤・ 監視装置	○	送電系統側から受電	○	-	○ (OPSのみ有)	有	-	約2時間	有	-	-			
	免震重要棟 集中監視室	主要パラメータ (信号)	○	送電系統側から受電	○	-	○	有				-	-			
		主要映像 (カメラ)	○	○	-	○	有	-				-				
④ 電気系統	M/C	①、⑥、⑨並びに 免震重要棟に 電源を供給するM/C	○	送電系統側から受電	○	-	-	有	-	3時間以上	有	復電により自動復旧	-			

主要設備の瞬時電圧低下対策の実施状況並びに瞬時電圧低下時の影響評価と対策の要否について

【1～4号機】

主要設備		H24.1.17 事象発生 時の状況 ○:運転 ×:停止	電源の受電形態	【対策①】 電源回路 (上流側遮断器)への 設計上の配慮 ○:配慮有 ×:配慮無	【対策①】 制御回路への 設計上の配慮 (自動復旧) ○:配慮有 ×:配慮無 【回路※1～5は別紙-1参照】	【対策②】 UPSの設置 ○:UPS有 ×:UPS無	瞬時電圧低下対 策の有無	「中期的安全確保の考 え方」に基づく施設運 営計画における停止許 容時間	「中期的安全確保の考 え方」に基づく施設運 営計画における電源停 止時の復旧までの時間	復旧手順書の有無	H24.1.17 事象発生時の 復旧までの時間	瞬時電圧低下 対策の要否
⑤ 原子炉圧力容器・ 格納容器ホウ酸水注 入設備	ホウ酸水タンク用 ヒーター	×	送電系統側から受電	○	× (回路※1)	×	無	—	—	有	60分	ヒーター停止後、直ちにホウ酸 が析出及びホウ酸水が凍結す るものではなく、直ちに影響を 与えるものではないこと、今回 の瞬時電圧低下の対応では、 ヒーター停止から1時間で復旧が 完了していることから、新たな 対策は不要と判断。
⑥ 原子炉格納容器内 窒素封入設備	窒素ガス 分離装置 (2台)	×	送電系統側から受電	○	—	×	無	約30時間	約2時間	有	47分	窒素封入の停止後、原子炉圧 力容器内雰囲気および原子炉 格納容器内雰囲気が水素の可 燃限界に至るまでには、平成2 3年12月7日時点において最 短でも約30時間(※)の時間的 余裕があること、また瞬時電 圧低下事象発生時においても 50分で電源復旧が可能なが 実績として確認されているこ とから、新たな対策は不要と判 断。
	高台窒素ガス 分離装置 (1台)	— (停止中)	非常用D/Gから受電	—	—	—	有	—	—	—	—	—
⑦ 使用済燃料 プール等	使用済燃料 プール冷却系 一次系統 使用済燃料 プール冷却系 二次系統	1号	送電系統側から受電	一次系 ○ 二次系 ×	一次系 ○(回路※4) 二次系 ×(回路※1)	×	一次系 有 二次系 無	約93日	1～2日程度	有	128分	冷却装置が停止したとしても、 使用済燃料共用プール水位 が水遮へいが有効とされる燃 料有効頂部+2mに至るまで1 0日以上かかること、今回、瞬 時電圧低下において2時間程 度で復旧できていることから、 新たな対策は不要と判断。
		2号		一次系 × 二次系 ×	一次系 ×(回路※1) 二次系 ×(回路※1)		一次系 無 二次系 無	約42日			43分	
		3号		一次系 × 二次系 ○	一次系 ×(回路※1) 二次系 ×(回路※1)		一次系 無 二次系 無	約47日			65分	
		4号		一次系 ○ 二次系 ×	一次系 ○(回路※4) 二次系 ×(回路※1)		一次系 有 二次系 無	約16日			60分	
⑧ 使用済燃料 共用プール等	使用済燃料 共用プール冷却系 一次系統 使用済燃料 共用プール冷却系 二次系統	共用	送電系統側から受電	×	一次系 ○(回路※5) 二次系 ×(回路※1)	×	1次系 有 2次系 無	約30日	—	有	15時間51分	冷却装置が停止したとしても、 使用済燃料共用プール水位 が水遮へいが有効とされる燃 料有効頂部+2mに至るまで3 0日以上かかること、今回、瞬 時電圧低下において16時間程 度で復旧できていることから、 新たな対策は不要と判断。
⑨ 高レベル放射性 汚染水処理設備、 貯留設備(タンク 等)、 廃スラッジ貯蔵施 設、使用済セシウム 吸着塔 保管施設及び 関連設備(移送配 管、移送ポンプ棟)	汚染水処理設備	セシウム吸着装置 (Kurion) (4系列)	送電系統側から受電	×	—	×	無	約1ヶ月(注1)	—	有	155分	汚染水処理設備が停止しても、 制限レベルOP. 3500から所 外放出レベルOP. 4000に達 するまで1ヶ月以上の余裕があ ること、今回、瞬時電圧低下に おいて約2時間35分で復旧で きていることから、所外放出レ ベルまで至る可能性が極めて 低いため、新たな対策は不要と 判断
		除染装置 (AREVA)		待機中	—	×	無					
		第二セシウム吸着装置 (SARRY) (2系列)		○	—	×	無					
滞留水移送設備	2号, 3号	停止中	送電系統側から受電	○	○ (回路※5)	×	有	—	—	—	—	—

(注1)(実力値)水処理設備が1ヶ月程度停止しても、炉注水量の調整等によりタービン建屋滞留水を所外漏えいレベル以下に維持できる。

主要設備の瞬時電圧低下対策の実施状況並びに瞬時電圧低下時の影響評価と対策の要否について

【5・6号機】

主要設備		H24.1.17 事象発生 時の状況 ○:運転 ×:停止	【対策①】 電源回路 (上流側遮断器)への 設計上の配慮 ○:配慮有 ×:配慮無	【対策①】 制御回路への 設計上の配慮 (自動復旧) ○:配慮有 ×:配慮無 【回路※1～5は別紙-1参照】	【対策②】 UPSの設置 ○:UPS有 ×:UPS無	瞬時電圧低下 対策の有無	当該設備停止時の許容時 間 【H23. 3. 31時点での 評価結果】	復旧手順書の有無	H24.1.17 事象発生時の 復旧までの時間	瞬時電圧低下 対策の要否
① 残留熱除去系	5u	○	○	-	-	有	53時間	有	復電により自動復旧	-
	6u	○	○	-	-	有	70時間	有	復電により自動復旧	-
② 低圧炉心スプレイ系	6u	- (停止中)	○	-	-	有	70時間	有	-	-
③ 使用済燃料プール 冷却浄化系	5u	○	○	○ (回路※2)	-	有	116時間	有	復電により自動復旧	-
	6u	×	○	×	-	無	116時間	有	69分	冷却装置停止したとしても、使用済み燃料共用プール水温がコンクリートの温度制限65℃に至るまで116時間かかること、今回、瞬時電圧低下において2時間程度で復旧できていることから、新たな対策は不要と判断。
④ 復水移送ポンプ	5u	○	○	○ (回路※3)	-	有	-	有	復電により自動復旧	-
	6u	○	○	-	-	有	-	有	-	-
⑤ 起動領域モニタ (SRNM)	5u	○	○	-	○ (DC電源)	有	-	有	-	-
	6u	○	○	-	-	有	-	有	-	-
⑥ プロセス放射線モニタ (排気筒モニタ、 非常用ガス処理系モニタ)	5u	○	○	-	○ (CVCF)	有	-	有	-	-
	6u	○	○	-	-	有	-	有	-	-
⑦ 中央制御室 (残留熱除去系温度、 使用済燃料プール水位・温度)	5u	○	○	-	○ (DC電源またはCVCF)	有	-	有	-	-
	6u	○	○	-	-	有	-	有	-	-
⑧ 所内電源設備 (①～⑦に電源を供給するM/C)	5u	○	○	-	-	有	-	有	-	-
	6u	○	○	-	-	有	-	有	-	-

平成24年1月17日に発生した瞬時電圧低下時における監視計器の状況について

監視設備	瞬時電圧低下時における監視計器の状況		瞬時電圧低下対策の有無	
	瞬時電圧低下時の状況	補足事項		
原子炉圧力容器・格納容器注水設備(炉注設備)	計器(免震棟確認可)	復電後、自動復旧	【監視項目】 注水流量	有
	Webカメラ	復電後、自動復旧	【監視項目】 注水圧力、原子炉周辺温度、格納容器温度(計器は機械式のため停止せず)	有
	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	モニタリングポスト (No.1~8)	MPの非常電源(CVDF)にて機能維持	【監視項目】 モニタリングポスト(免震重要棟ではモニタで監視)	有
	代替モニタリングポスト (No.7.8)	復電後、自動復旧	【監視項目】 モニタリングポスト(免震重要棟ではWebカメラモニタで監視)	有
	可搬型モニタリングポスト	復電後、自動復旧	【監視項目】 モニタリングポスト(免震重要棟ではモニタで監視)	有
	Webカメラ	復電後、自動復旧	【監視項目】 代替モニタリングポスト(No.7.8)	有
	デジタル記録計	復電後、自動復旧	【監視項目】 原子炉周辺温度	有
	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	Webカメラ	復電後、自動復旧	【監視項目】 ガス封入流量・圧力(計器は機械式のため停止せず)	有
原子炉格納容器内窒素封入設備	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	現場モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持	【監視項目】 水素濃度・酸素濃度・希ガスモニタ	有
	現場モニタ	復電後、自動復旧	【監視項目】 水素濃度・希ガスモニタ	有
原子炉格納容器ガス管理設備	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	Webカメラ	復電後、自動復旧	【監視項目】 スキマサージタンク水位、ポンプ吸込圧力、系統流量、系統圧力、熱交出入口温度、差流量(計器は機械式のため停止せず)	有
	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	Webカメラ	復電後、自動復旧	【監視項目】 スキマサージタンク水位、ポンプ吸込圧力、系統流量、系統圧力、熱交出入口温度、差流量(計器は機械式のため停止せず)	有
使用済燃料プール	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	現場モニタ	復電後、自動復旧	【監視項目】 スキマサージタンク水位、ポンプ吸込圧力、系統流量、系統圧力、熱交出入口温度、差流量	有
	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	Webカメラ	復電後、自動復旧	【監視項目】 スキマサージタンク水位、ポンプ吸込圧力、系統流量、系統圧力、熱交出入口温度、差流量(計器は機械式のため停止せず)	有
免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持			有

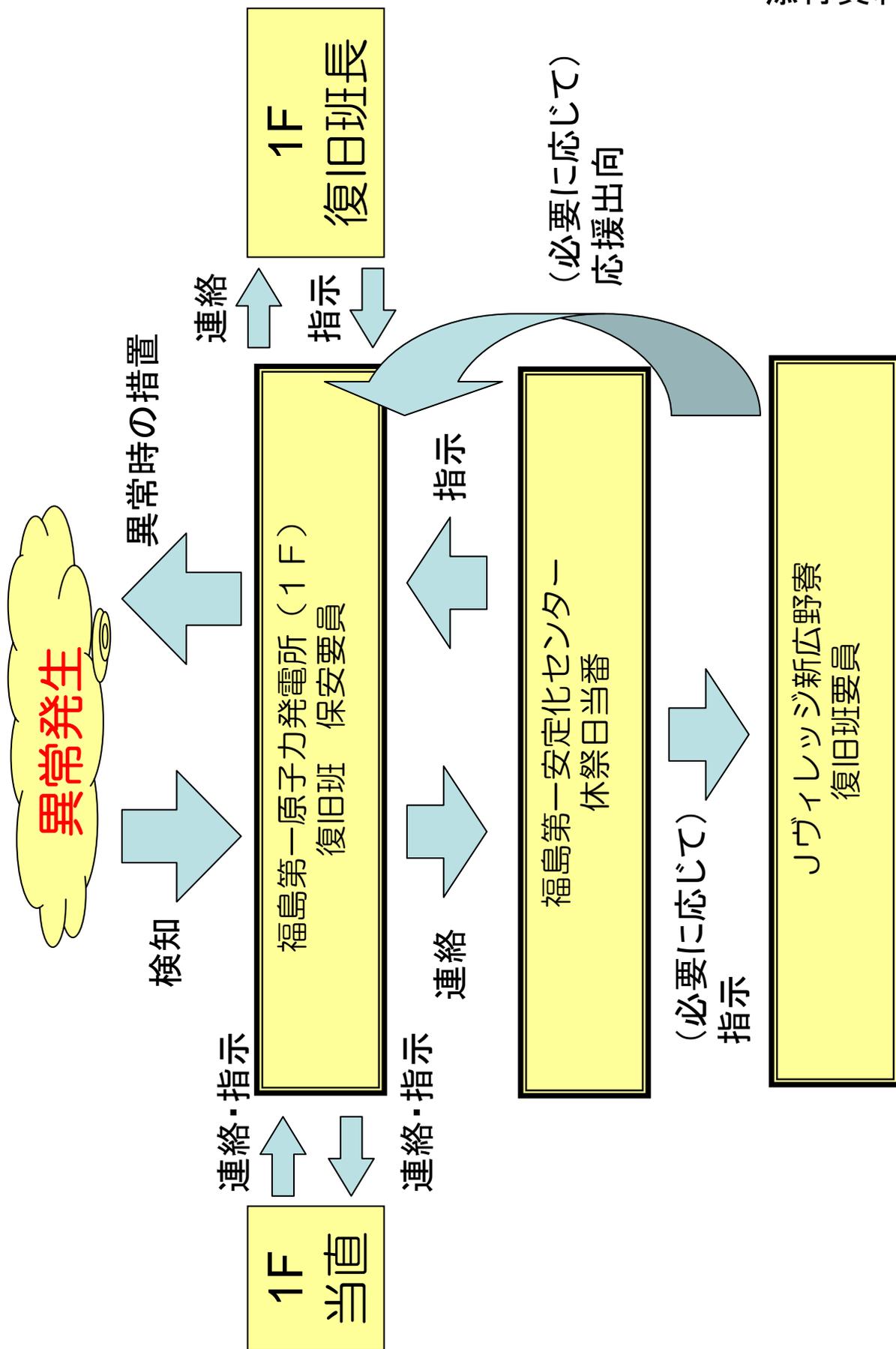
平成24年1月17日に発生した瞬時電圧低下時における監視装置の状況について

監視設備	瞬時電圧低下時における監視装置の状況		補足事項	瞬時電圧低下対策の有無
	現場制御盤	復電後の状況		
使用済燃料共用プール	現場制御盤	復電後、自動復旧	【監視項目】 プール水温度、スキマサージタンク水位	有
	Webカメラ	復電後、自動復旧		有
高レベル放射性汚染水処理設備	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	計器	復電後、自動復旧	【監視項目】 機器の運転状況、系統流量、主要タンク水位、各建屋の水位	有
	Webカメラ	復電後、自動復旧		有
	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
電気系統	現場制御盤	復電後、自動復旧	【監視項目】 系統電圧、母線電圧	有
	Webカメラ	復電後、自動復旧		有
	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	計器(熱電対除く)	復電後、自動復旧	【監視項目】 格納容器温度、格納容器圧力、原子炉圧力容器水位、格納容器水位	有
原子炉格納容器(温度・圧力等)	デジタル記録計	復電後、自動復旧		有
	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
放射線監視(MP)	モニタリングポスト (No.1~8)	MPの非常電源(CVCF)にて機能維持	【監視項目】 モニタリングポスト(免震重要棟ではモニタで監視)	有
	代替モニタリングポスト (No.7,8)	復電後、自動復旧	【監視項目】 モニタリングポスト(免震重要棟ではWebカメラモニタで監視)	有
	可搬型モニタリングポスト	復電後、自動復旧	【監視項目】 モニタリングポスト(免震重要棟ではモニタで監視)	有
	Webカメラ	復電後、自動復旧	【監視項目】 代替モニタリングポスト(No.7,8)	有
建屋カバー設備(1号機)	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
	現場モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持	【監視項目】 放射線モニタ	有
通信設備(ネットワーク伝送設備)	Webカメラ	復電後、自動復旧	【監視項目】 建屋内画像	有
	免震重要棟監視モニタ	監視設備の非常電源(UPS)にて機能維持		有
上記以外の設備	免震重要棟、無線局車	非常電源(CVCF)にて機能維持。		有
	上記以外の設備	復電後、自動復旧		有

瞬時電圧低下対策スケジュール

スケジュール 対象設備	平成24年1月	2月	3月	4月	5月	備考
-	▼1/17 瞬時電圧低下発生 ▼1/20 指示文書受領					-
原子炉格納容器ガス管理設備(2号機)			▼3/13 UPS設置 [Redacted]			平成24年3月13日完了
常用原子炉注水系 (タービン建屋内炉注水ポンプ (2号機))					[Redacted]	平成24年5月31日完了予定
常用原子炉注水系 (タービン建屋内炉注水ポンプ (3号機))					[Redacted]	平成24年5月31日完了予定

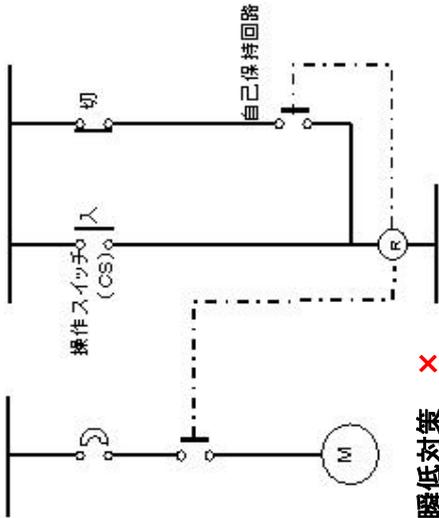
異常発生時の対応及び体制について



電源回路・制御回路の構成への設計上の配慮

制御回路パターン

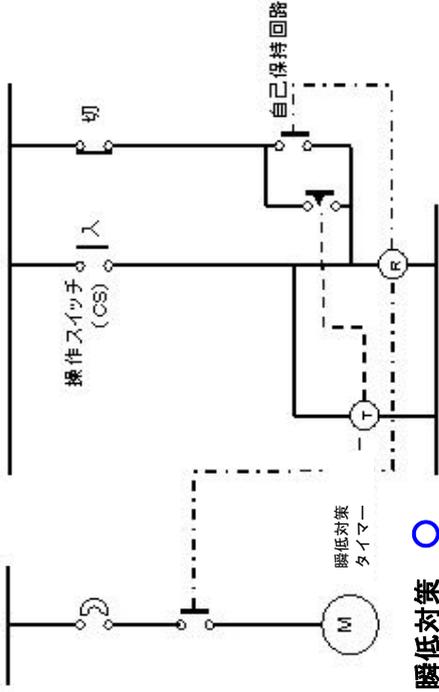
※1 操作スイッチ (CS) + 自己保持回路



瞬低対策 **×**

操作スイッチにて電動機を起動し、自己保持回路で運転が継続される回路。瞬低により、電動機が停止となる。

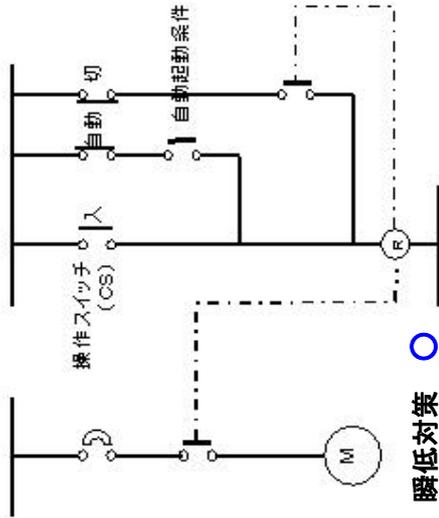
※2 操作スイッチ (CS) + 自己保持回路 + 瞬低対策ユニット



瞬低対策 **○**

操作スイッチにて電動機を起動し、自己保持回路で運転が継続される回路。瞬低により、電動機が停止となるが、停止後3秒間接点を保持するタイマーが設けられており、その接点の保持により、復電後再起動する。

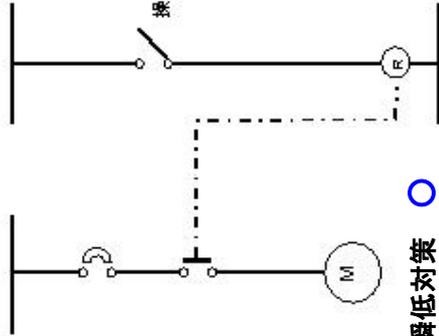
※3 操作スイッチ (CS) + 自己保持回路 + 自動起動回路



瞬低対策 **○**

操作スイッチにて電動機を起動し、自己保持回路で運転が継続される回路。瞬低により、電動機が停止となるが、起動条件が成立すれば自動で起動する。

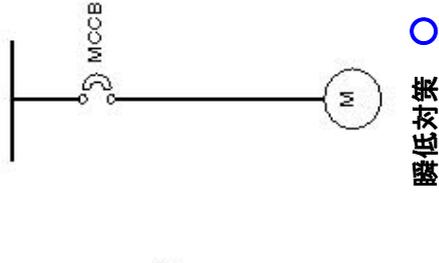
※4 操作スイッチ (COS)



瞬低対策 **○**

操作スイッチにて電動機を起動し、運転が継続する回路。瞬低により、電動機が停止となるが、操作スイッチの位置は変わらないため、復電後再起動する。

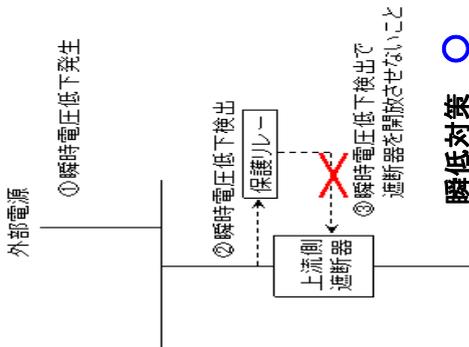
※5 MCCB 操作



瞬低対策 **○**

MCCBにて電動機を起動し、運転が継続する回路。瞬低により、電動機が停止となるが、MCCBの位置は変わらないため、復電後再起動する。

上流側の回路構成



瞬低対策 **○**

上流側遮断器
保護リレー
変圧器

