

島根原子力発電所 2号炉
発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止等

平成31年3月18日
中国電力株式会社

目次

■発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	1
■原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲拡大に伴う 設計上の考慮について	5
■誤操作防止について	14
■安全避難通路等について	18
■全交流動力電源喪失対策設備について	23
■安全保護回路について	29

島根原子力発電所 2号炉

発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止

平成31年3月18日
中国電力株式会社

1. 基本方針

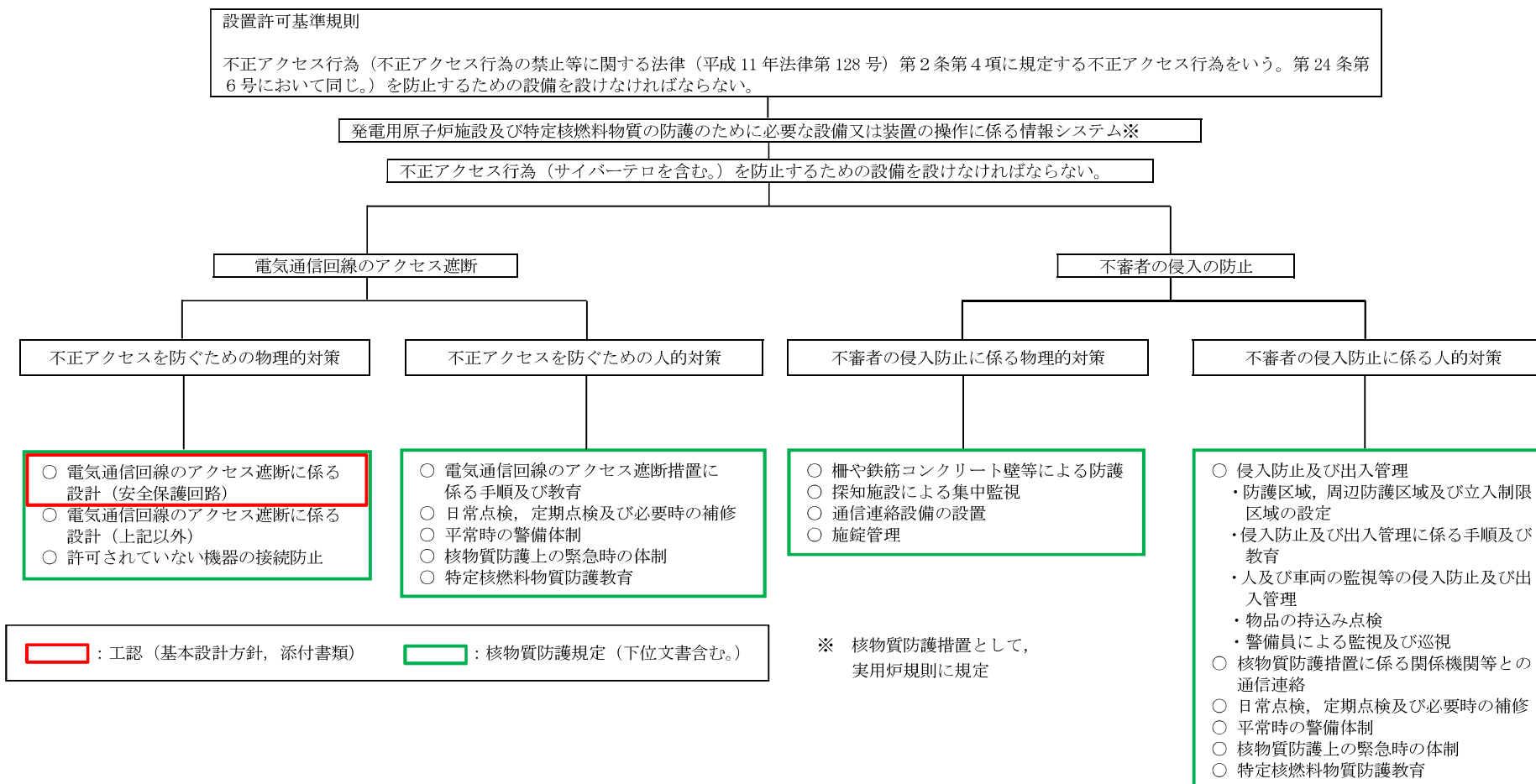
1.1 要求事項の整理

発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止について、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）第7条及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第9条において、追加要求事項を明確化する（第1.1-1表）。

第 1.1 - 1 表 設置許可基準規則第 7 条及び技術基準規則第 9 条 要求事項

設置許可基準規則 第 7 条（発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）	技術基準規則 第 9 条（発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）	備考
<p>工場等には、発電用原子炉施設への人の不法な侵入、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第二十四条第六号において同じ。）を防止するための設備を設けなければならない。</p>	<p>工場等には、発電用原子炉施設への人の不法な侵入、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第三十五条第五号において同じ。）を防止するため、適切な措置を講じなければならない。</p>	<p>【追加要求事項】</p>

第7条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止



7条一別添一1
9

島根原子力発電所 2号炉

原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲拡大に伴う 設計上の考慮について

平成31年3月18日
中国電力株式会社

1. 適合のための基本方針（1 / 2）

2

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第十七条

設置許可基準規則	備考
発電用電子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器（安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。	変更なし (ただし、 <u>解釈にて、原子炉冷却材圧力バウンダリの範囲が拡大</u>)
一 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設置基準事故時に生ずる衝撃、炉心の反応度の変化による荷重の増加その他の原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器に加わる負荷に耐えるものとする。	変更なし
二 原子炉冷却材の流出を制限するため隔離装置を有するものとする。	変更なし
三 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に瞬間的破壊が生じないよう、十分な破壊じん性を有するものとする。	変更なし
四 原子炉冷却材圧力バウンダリからの原子炉冷却材の漏えいを検出する装置を有するものとする。	変更なし

1. 適合のための基本方針 (2 / 2)

原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲の変更点

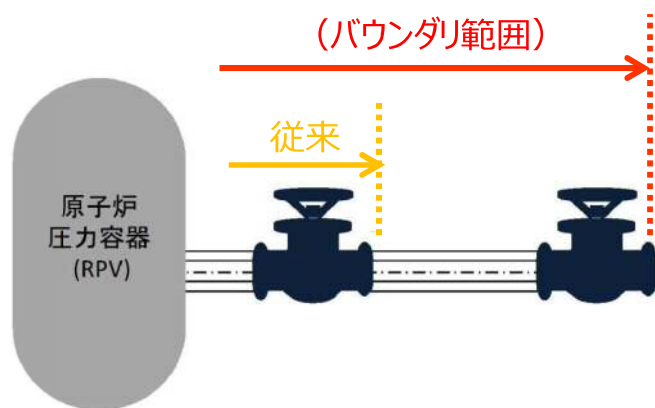
【従来の原子炉冷却材圧力バウンダリの範囲(旧技術基準の解釈)】

隔離弁が通常運転時閉、事故時閉の場合は、原子炉側からみて第1隔離弁を含みそこまでの範囲※
※運転時に短期間開となり事故時に開となるおそれのある配管弁については、「内側隔離弁から外側隔離弁までの配管、外側隔離弁が必要な耐圧機能を有すること」、「低圧時のみ開となること」の要件を満たすこと



【変更後の原子炉冷却材圧力バウンダリの範囲】

- **通常時又は事故時に開となるおそれがある**通常時閉及び事故時閉となる弁を有する配管は、**原子炉側からみて、第2隔離弁を含むまでの範囲**
- ハ 通常時閉及び事故時閉となる弁を有する配管のうち、□以外のものは、原子炉側からみて、第1隔離弁を含むまでの範囲



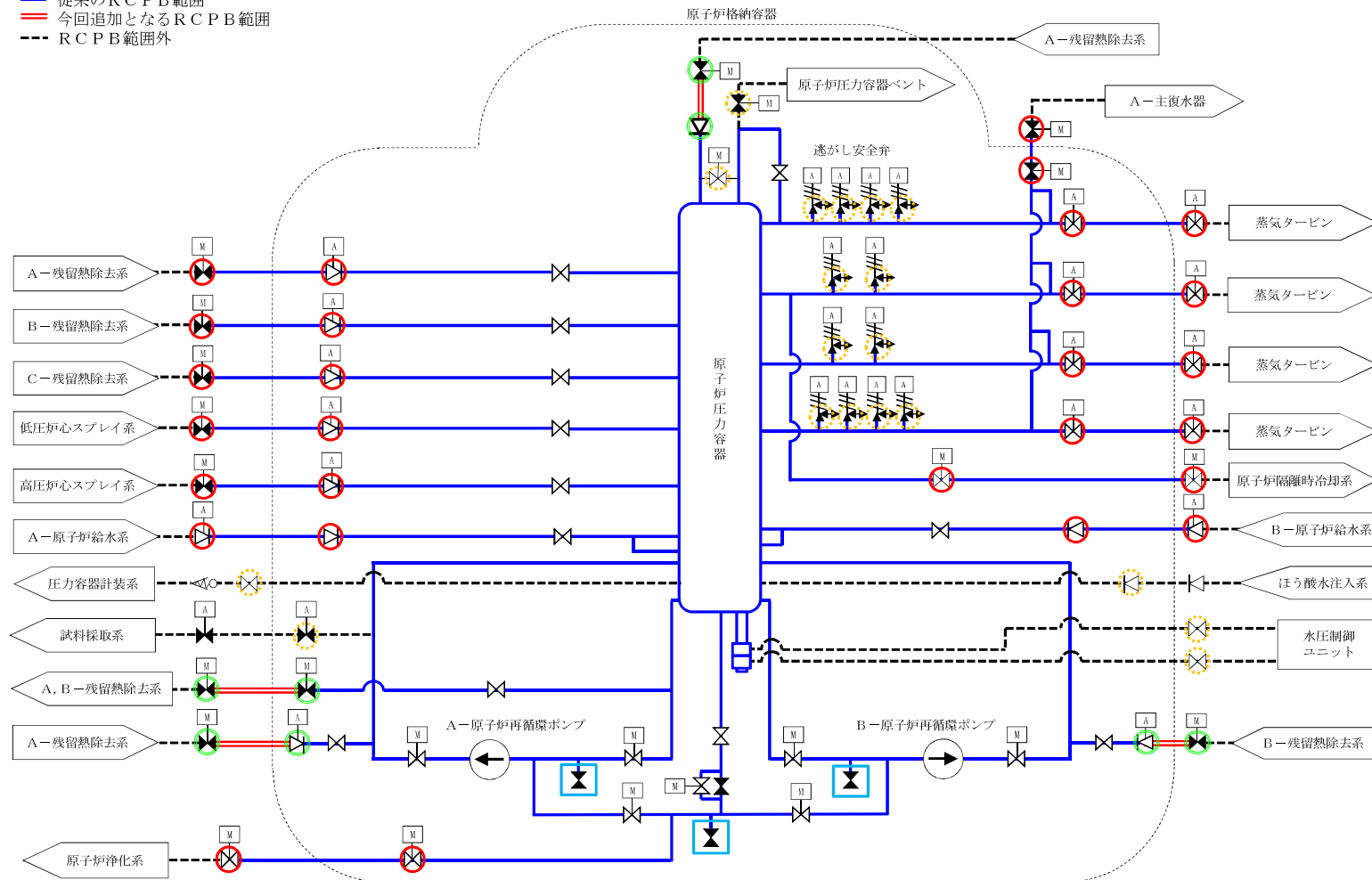
適合のための基本方針

通常時閉及び事故時閉となる弁を有する配管について、通常時又は事故時に開となるおそれがある場合は、第2隔離弁まで原子炉冷却材圧力バウンダリの範囲を拡大する。

【原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲の変更 概略図】

2. 原子炉冷却材圧力バウンダリ拡大範囲の抽出 (3 / 3)

- (凡例)
- i 通常時開、事故時閉となる弁。通常時開、原子炉冷却材喪失時閉となる弁を有する非常用炉心冷却系等。(第2隔離弁まで)
 - ii 通常時又は事故時に開となるおそれのある通常時閉、事故時閉となる弁。(第2隔離弁まで)
 - iii 通常時閉、事故時閉となる弁を有するものうち、ii)以外のもの。(第1隔離弁まで)
 - iv 「隔離弁」としなくても良いもの。(原子炉の安全上重要な計測又はサンプリング等を行う配管であって、その配管を通じての漏えいが十分許容される程度に少ないもの) 過圧防護の機能を持つ安全弁を設置するためのもの。
 - 従来のRCPB範囲
 - 今回追加となるRCPB範囲
 - - - RCPB範囲外



6. 審査会合での指摘事項に対する回答（1 / 5）

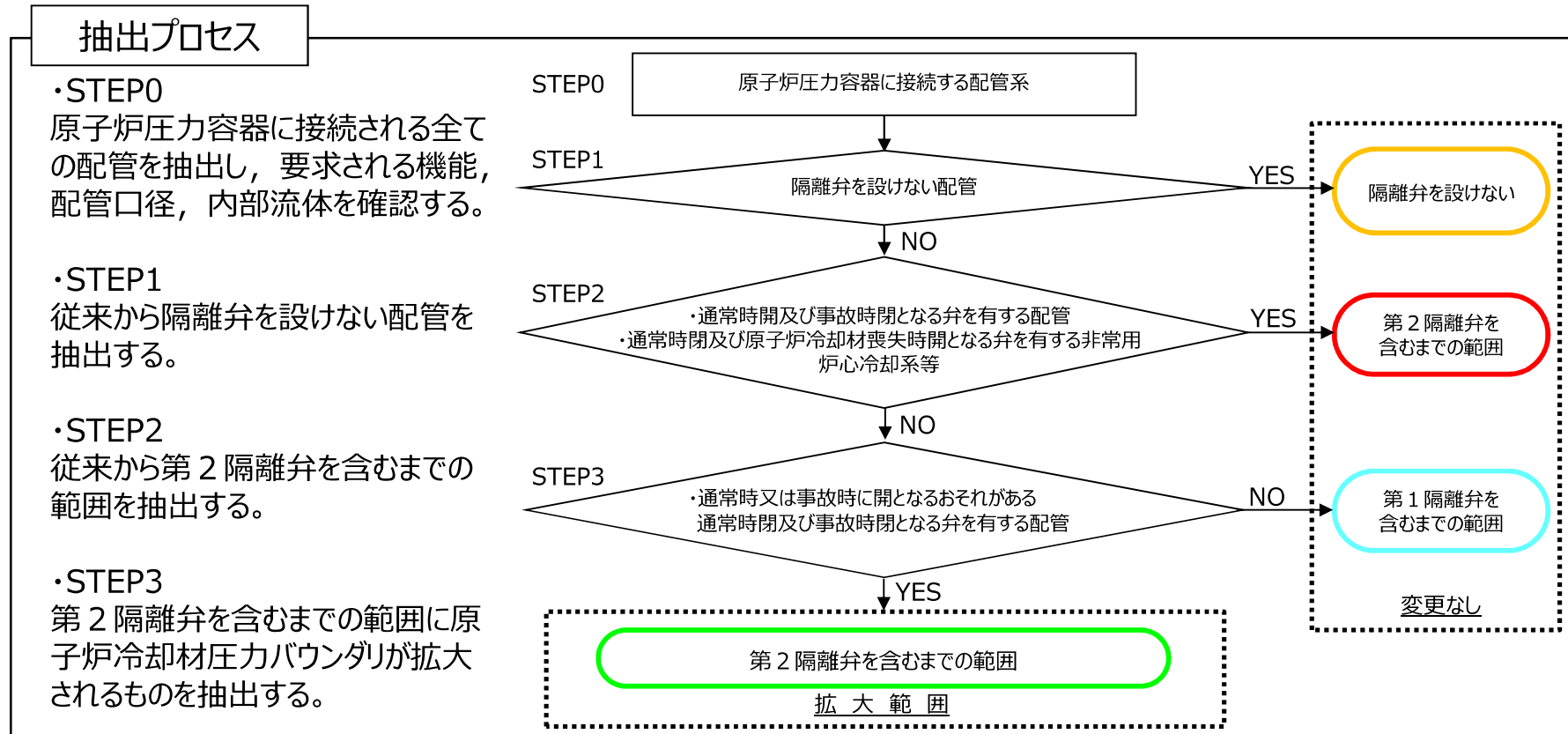
■ 指摘事項（審査会合 H27.2.24）

説明が不足している部分については、改めて詳細を示すこと（隔離弁の抽出プロセス（図示されている系統図の作成過程、詳細な判断基準（特にホウ酸水注入系を選定しなかった根拠）等））。

■ 回答

1. 隔離弁の抽出プロセス

以下の抽出プロセスにより、原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離弁を漏れなく抽出している。



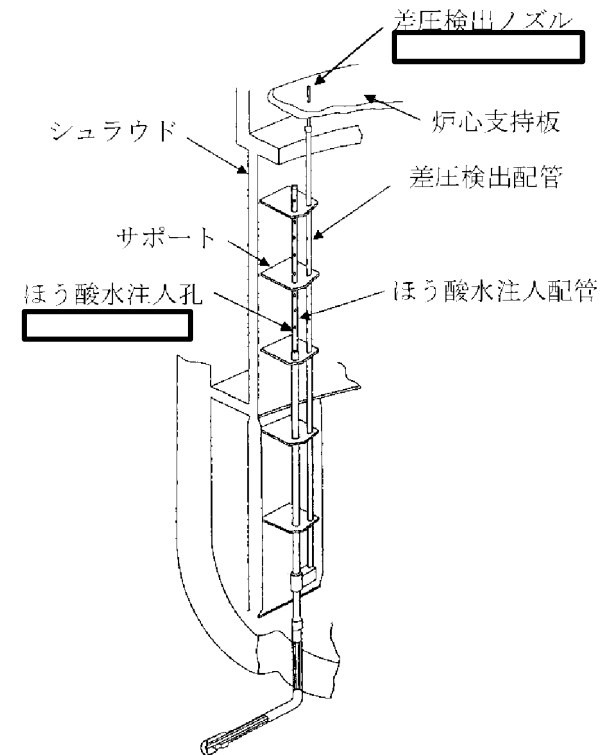
6. 審査会合での指摘事項に対する回答（2 / 5）

2. ほう酸水注入ラインを選定しなかった根拠

原子炉圧力容器の外側でほう酸水注入ラインが破断した場合、原子炉冷却材は、ほう酸注入孔及び差圧検出ノズルへ流入し、原子炉圧力容器の外側の破断口から漏えいする。ほう酸水注入ラインは40Aの水系配管であるが、原子炉圧力容器内の開口部断面積（ほう酸水注入孔及び差圧検出ノズルの断面積の合計）は25A配管（原子炉冷却材圧力バウンダリから除外される水系配管の最大口径）の断面積より小さいことから、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外される。

項目	断面積(mm ²)	
ほう酸水注入孔		384.1
差圧検出ノズル		
25A配管	581.1	

ほう酸水注入系配管の原子炉圧力容器内開口部断面積



差圧検出・ほう酸水注入系配管の炉内構造図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

6. 審査会合での指摘事項に対する回答（3 / 5）

15

■ 指摘事項（審査会合H27.2.24）

今回新たにクラス1に位置づける設備について、既存の要求事項との違いを整理した上で基準適合性を説明すること。

■ 回答

配管、弁および格納容器貫通部に（プロセス管）について、仕様、強度等に関する要求事項を整理しクラス1機器と同等であることを確認した。また、保全方法について、非破壊検査については従来からクラス1機器供用期間中検査の非破壊検査を行っているため今後も継続して検査を行い、漏えい検査については、クラス1機器供用期間中検査の漏えい検査に組み込む。

6. 審査会合での指摘事項に対する回答（4 / 5）

16

■ 指摘事項（審査会合H27.2.24）

新たにクラス1に位置づける機器の供用開始前の取扱いについて、溶接検査等を含めて、社内規程上の取扱いの観点から従来の原子炉圧力バウンダリを構成する機器との同等性を説明すること。

■ 回答

配管，弁について，クラス1機器として設計・製作を行い，工事計画書の認可を受け，溶接検査並びに使用前検査に合格している。従って，品質保証上の取扱いは従来の原子炉冷却材圧力バウンダリと同一である。格納容器貫通部（プロセス管）について，クラスMC容器では製造時の非破壊検査の要求はないが，製造時にメーカーにおいて自主的にクラス1機器として要求される検査を実施していることを確認している。

6. 審査会合での指摘事項に対する回答（5 / 5）

■ 指摘事項（審査会合H27.2.24）

新たにクラス1に位置づける機器の供用期間中検査について、検査頻度等の観点から、クラス2機器からクラス1機器への変更に伴う移行の考え方（妥当性）を説明すること。

■ 回答

配管、弁および格納容器貫通部（プロセス管）について、従来からクラス1機器供用期間中検査の非破壊検査を実施しており、今後も継続して検査を実施する。また、漏えい検査については、今後、クラス1機器供用期間中検査に組み込む。

島根原子力発電所 2号炉 誤操作防止について

平成31年3月18日
中国電力株式会社

1. 適合のための基本方針

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第十条
 （「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第三十八条）

設置許可基準規則	適合のための基本方針
<p><第10条第1項> 設計基準対象施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。</p> <p><第10条第2項> 安全施設は、容易に操作することができるものでなければならない。</p>	<p><第10条第1項への適合> <u>（規制要求変更なし）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● プラントの安全上重要な機能に支障をきたすおそれがある機器・弁等に対して、色分けや銘板取り付けなどの識別管理や人間工学的な操作性も考慮した監視操作エリア・設備の配置，中央監視操作の盤面配置，理解しやすい表示方法とするとともに施錠管理を行い，運転員等の誤操作を防止する設計とする。また，保守点検において誤りが生じにくいよう留意した設計とする。 ● 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故発生後，ある時間までは，運転員の操作を期待しなくても必要な安全機能が確保される設計とする。 <p><第10条第2項への適合> <u>（追加要求事項）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 安全施設は，想定される地震や外部電源喪失等の環境条件下においても，運転員が，中央制御室及び中央制御室以外の操作場所において，容易に操作することができる設計とする。

2. 中央制御室における操作の容易性（1 / 2）

■ 中央制御室の通常時の環境

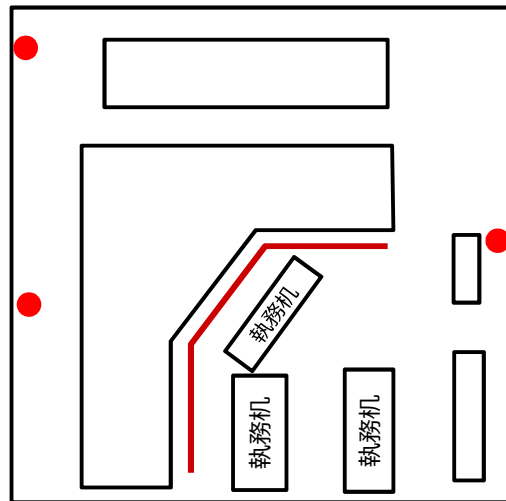
運転員の居住性、監視操作性等に鑑み、以下の考慮した設計とする。

- (1) 温湿度・・・運転操作に適した室温（21～26℃）、湿度（50%RH程度）に調整可能な設計とする。
- (2) 照度・・・運転監視業務、机上業務を考慮し、ベンチ盤操作部エリアは通常700ルクスを確保可能な設計とする。
- (3) 騒音・・・運転員間のコミュニケーションが適切に行えるような騒音レベル60dB(A)以下を維持できる設計とする。

■ 中央制御室の環境に影響を与える可能性のある事象に対する考慮

- (1) 火災・・・中央制御室にハロン消火器又は二酸化炭素消火器を設置する。また、運転員によって火災感知器による早期の火災感知を可能とし、運転員の対応を社内規定類に定め、運転員による速やかな消火を行う。
- (2) 地震・・・中央制御室及び制御盤は、耐震性を有する制御室建物に設置し、制御盤は床等に固定する。制御盤に手摺を設置し、天井照明設備は耐震性を有した設備とする。
- (3) 照明・・・外部電源喪失時は非常用ディーゼル発電機により、操作に必要な照明用電源を確保する。
- (4) ばい煙、有毒ガス・・・中央制御室空調換気系の外気取入ダンパを閉止し、再循環運転を行うことで外気を遮断する。
- (5) 内部溢水・・・中央制御室には、溢水源となる機器を設けない設計とする。また、火災が発生したとしても、ハロン消火器又は二酸化炭素消火器にて初期消火を行う。
- (6) 温度・・・空調換気設備により環境温度が維持される。

2. 中央制御室における操作の容易性 (2 / 2)



— : 手摺
● : 消火器

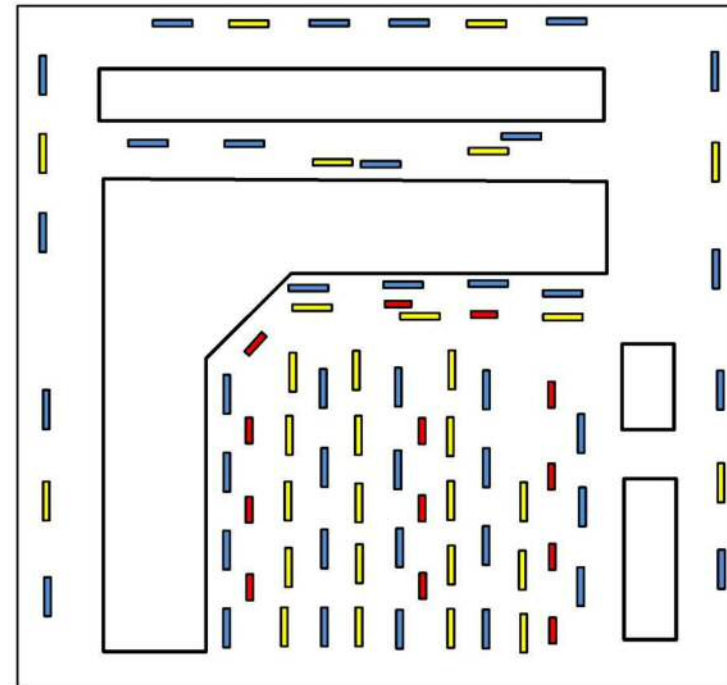


手摺設置状況



消火器設置状況

中央制御室における消火器および手摺の状況



照明の仕様

- ・常用照明 700ルクス(設計値) (凡例) — : 常用照明
- ・非常用交流照明 100ルクス(設計値) — : 非常用交流照明
- ・非常用直流照明 50ルクス(設計値) — : 非常用直流照明

※ 1 ベンチ盤操作部エリアの照度を示す。
 ※ 2 常用照明の照度は、非常用交流照明を含む。

中央制御室の照明配置概要図

島根原子力発電所 2号炉 安全避難通路等について




平成31年3月18日
中国電力株式会社

1. 適合のための基本方針

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第十一条

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>発電用原子炉施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路 二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明 三 設計基準事故が発生した場合に用いる照明（前号の避難用の照明を除く。）及びその専用の電源 <p>【解釈】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 第11条は、設計基準において想定される事象に対して発電用原子炉施設の安全性が損なわれない（安全施設が安全機能を損なわない。）ために必要な安全施設以外の施設又は設備等への措置を含む。 2 第2号に規定する「避難用の照明」の電力は、非常用電源から供給されること、又は電源を内蔵した照明装置を装備すること。 3 第3号に規定する「設計基準事故が発生した場合に用いる照明」とは、昼夜及び場所を問わず、発電用原子炉施設内で事故対策のための作業が生じた場合に、作業が可能となる照明のことをいう。なお、現場作業の緊急性との関連において、仮設照明の準備に時間的猶予がある場合には、仮設照明（可搬型）による対応を考慮してもよい。 	<p>設置許可基準規則第11条第1項及び第2項</p> <p style="text-align: right;">【要求事項変更なし】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 発電用原子炉施設は、安全避難通路及び安全避難通路の位置を明確かつ恒久的に表示する避難用の照明として非常灯及び誘導灯を設置する設計とする。 ➤ 避難用の照明の電源が喪失した場合においても、点灯可能なよう非常灯及び誘導灯に蓄電池を内蔵する設計とする。 <p>設置許可基準規則第11条第3項</p> <p style="text-align: right;">【追加要求事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 設計基準事故が発生した場合に用いる照明（前号の避難用の照明を除く。）及びその専用の電源を設置する。

2. 作業用照明の設置 (5 / 7)

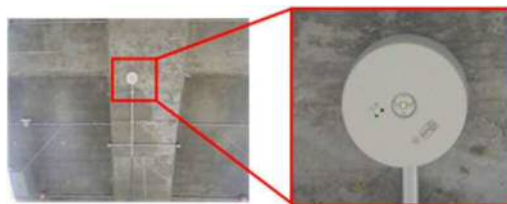
作業用照明装置 (例)	仕様
<p>非常灯 (上: 蛍光灯等, 下: 電源内蔵型)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・定格電圧: 交流210V ・中央制御室: 100ルクス (ベンチ盤操作部エリア) (設計値) ・点灯可能時間: 1時間 (電源内蔵型) (昭和45年建設省告示第1830号に準拠し30分以上の点灯が必要)
<p>直流非常灯</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・定格電圧: 直流110V 床面1ルクス以上 (設計値) ・点灯可能時間: 8時間以上 (全交流電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が常設代替交流電源設備から開始されるまでの間として想定する70分以上点灯が必要)
<p>電源内蔵型照明</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・定格電圧: 交流100V ・点灯可能時間: 8時間以上 (全交流電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が常設代替交流電源設備から開始されるまでの間として想定する70分以上点灯が必要)

4. 新規制基準適合申請に係る発電用原子炉施設追加設備 （緊急時対策所，ガスタービン発電機建物）の安全避難通路等（1 / 2）

13

追加設備である緊急時対策所及びガスタービン発電機建物に対し，以下のとおり対応。

- 第十一条（安全避難通路等）第1項第一号によって要求される『その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路』については，追加設備である緊急時対策所及びガスタービン発電機建物に安全避難通路及び安全避難通路の位置を明確かつ恒久的に表示する避難用の照明として非常灯及び誘導灯を設置。
- 第十一条（安全避難通路等）第1項第二号によって要求される『照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明』については，追加設備である緊急時対策所及びガスタービン発電機建物に用いる避難用の照明の電源が喪失した場合においても，点灯可能なよう非常灯及び誘導灯に蓄電池を内蔵する。蓄電池は，非常灯については昭和45年建設省告示第1830号に準拠し30分以上，誘導灯については消防法施行規則第28条に準拠し20分以上点灯できる容量を有するものとする。



非常灯



避難口誘導灯



通路誘導灯（廊下・通路）

避難用の照明設置例

5. 審査会合での指摘事項に対する回答

■ 指摘事項（審査会合 H27.6.2）

第11条安全避難通路について、可搬型照明に期待する場合は、現場作業の緊急性との関連において、その準備に時間的猶予があることを説明すること。

■ 回答

可搬型照明は、全交流動力電源喪失時の中央制御室、現場機器室、緊急時対策所での作業を考慮し、必要な照度を確保できるよう可搬型照明を配備する設計としている。

- 中央制御室から作業現場に向かうまでに必要となる時間（事象発生から約10分）に対して、十分準備可能なように中央制御室に可搬型照明を配備する。
- 非常用ガス処理系配管補修に用いる可搬型照明は、現場復旧要員が持参し、使用時に即使用できるようにアクセスルート上にある第2チェックポイント（管理区域の出入管理室）に配備する。
- 緊急時対策所用発電機からの受電時の操作（受電完了まで約60分）に対して、作業開始前に準備可能なように隣接した免震重要棟に配備する。

島根原子力発電所 2号炉

全交流動力電源喪失対策設備について

平成31年3月18日
中国電力株式会社

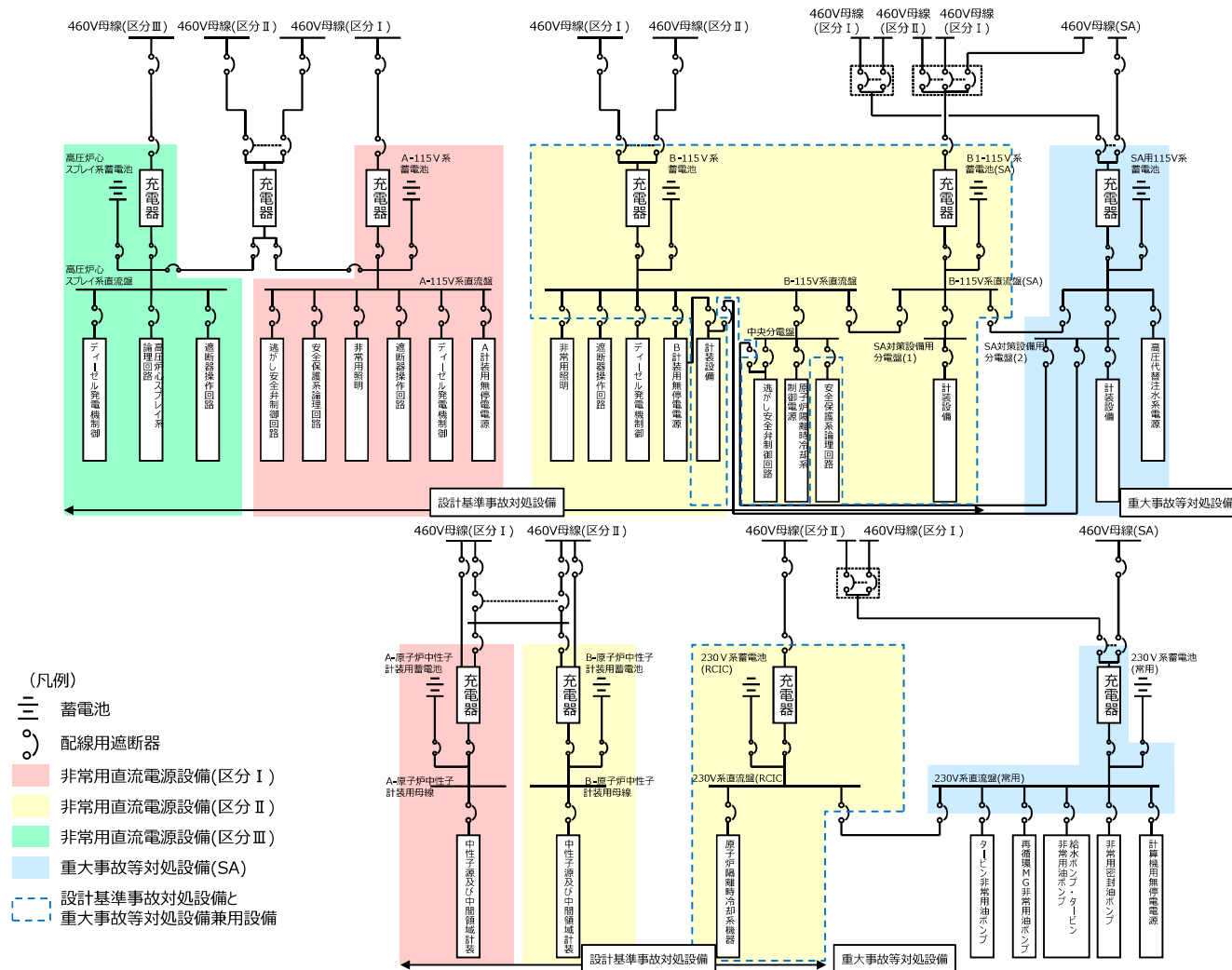
1. 適合のための基本方針

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第十四条
 （「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第十六条）

設置許可基準	適合のための基本方針																														
<p>発電用原子炉施設には、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの間、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、これらの設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の設計基準事故に対処するための電源設備（安全施設に属するものに限る。）を設けなければならない。</p> <p>【解釈】 1 第14条について、全交流動力電源喪失（外部電源喪失及び非常用所内交流動力電源喪失の重畳）に備えて、非常用所内直流電源設備は、原子炉の安全停止、停止後の冷却及び原子炉格納容器の健全性の確保のために必要とする電気容量を一定時間（重大事故等に対処するための電源設備から電力が供給されるまでの間）確保できること。</p>	<p><u>（追加要求事項）</u> 本発電所には全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が常設代替交流電源設備から開始されるまでの約70分を包絡する約8時間に対し、原子炉を安全に停止し、かつ、原子炉の停止後に炉心を冷却するための設備が動作するとともに、原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作に必要な設備として非常用蓄電池を以下のとおり設けている。</p> <p>・非常用蓄電池</p> <table border="0"> <tr> <td>種類</td> <td colspan="2">鉛蓄電池（浮動充電方式）</td> </tr> <tr> <td>組数</td> <td>所内用</td> <td>2組</td> </tr> <tr> <td></td> <td>高圧炉心スプレイ系用</td> <td>1組</td> </tr> <tr> <td></td> <td>原子炉隔離時冷却系用</td> <td>1組</td> </tr> <tr> <td></td> <td>原子炉中性子計装用</td> <td>2組</td> </tr> <tr> <td>容量</td> <td>所内用</td> <td>A系 約1,200Ah</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>B系 約4,500Ah</td> </tr> <tr> <td></td> <td>高圧炉心スプレイ系用</td> <td>約500Ah</td> </tr> <tr> <td></td> <td>原子炉隔離時冷却系用</td> <td>約1,500Ah</td> </tr> <tr> <td></td> <td>原子炉中性子計装用</td> <td>約90Ah</td> </tr> </table>	種類	鉛蓄電池（浮動充電方式）		組数	所内用	2組		高圧炉心スプレイ系用	1組		原子炉隔離時冷却系用	1組		原子炉中性子計装用	2組	容量	所内用	A系 約1,200Ah			B系 約4,500Ah		高圧炉心スプレイ系用	約500Ah		原子炉隔離時冷却系用	約1,500Ah		原子炉中性子計装用	約90Ah
種類	鉛蓄電池（浮動充電方式）																														
組数	所内用	2組																													
	高圧炉心スプレイ系用	1組																													
	原子炉隔離時冷却系用	1組																													
	原子炉中性子計装用	2組																													
容量	所内用	A系 約1,200Ah																													
		B系 約4,500Ah																													
	高圧炉心スプレイ系用	約500Ah																													
	原子炉隔離時冷却系用	約1,500Ah																													
	原子炉中性子計装用	約90Ah																													

2. 直流電源設備の概要 (1 / 2)

■非常用直流電源設備は3系統を有し、いずれかの1系統が故障しても残りの2系統で原子炉の安全を確保できる。



2. 直流電源設備の概要 (2 / 2)

- 非常用直流電源設備は、全交流動力電源喪失後、常設代替交流電源設備であるガスタービン発電機から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が開始されるまでの約70分※を包絡する約8時間に対し、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の炉心を冷却するための設備が動作するとともに、格納容器の健全性を確保するための設備の動作に必要な容量を有する。

※:詳細は「島根原子力発電所2号炉「実用発電用原子炉にかかる発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止について必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について」参照

	設計基準事故対処設備						(参考) 重大事故等 対処設備
	A-115V系 蓄電池	高圧炉心スプレイ 系蓄電池	B-115V系 蓄電池 B1-115V系蓄電池 (SA)	A-原子炉中性子 計装用蓄電池	B-原子炉中性子 計装用蓄電池	230V系 蓄電池(RCIC)	SA用115V系 蓄電池
	(区分Ⅰ)	(区分Ⅲ)	(区分Ⅱ)	(区分Ⅰ)	(区分Ⅱ)	(区分Ⅱ)	
蓄電池 電圧 容量	115V 約1,200Ah	115V 約500Ah	115V 約4,500Ah	±24V 約90Ah	±24V 約90Ah	230V 約1,500Ah	115V 約1,500Ah
充電器 台数	1(A-115V系蓄電池用) 1(高圧炉心スプレイ系蓄電池用) 1(予備)		1(B-115V系蓄電池用) 1(B-115V系蓄電池用(SA))	1(A-原子炉中性子計装用蓄電池用) 1(B-原子炉中性子計装用蓄電池用)		1(230V系蓄電池(RCIC)用)	1(SA用115V系蓄電池用)
充電方式	浮動(常時)		浮動(常時)	浮動(常時)		浮動(常時)	浮動(常時)

<主な負荷>

- ・制御用負荷 (原子炉隔離時冷却系制御回路, 遮断器操作回路, 自動減圧系等)
- ・非常用照明
- ・原子炉隔離時冷却系動力電源
- ・無停電交流電源

3. 全交流動力電源喪失時の直流電源供給対象

- 全交流動力電源喪失時は、原子炉保護系の動作による原子炉の安全停止、原子炉隔離時冷却系による原子炉の冷却及び原子炉格納容器の健全性の確保に必要な設備（制御電源を含む）に電源供給が可能な設計とする。
- 上記に加えて、設計基準事故から重大事故等に連続的に移行する場合に使用する設備及び全交流動力電源喪失時に必要ないものの負荷切り離しまでは蓄電池に接続されている設備にも電源供給が可能な設計とする。
- 重大事故等対処設備として兼用するB-115V系蓄電池、B1-115V系蓄電池(SA)及び230V系蓄電池(RCIC)は、全交流動力電源喪失時に組み合わせて使用する※ことで、原子炉隔離時冷却系による原子炉注水が8時間を超えて24時間まで使用可能な容量を有する設計とする。

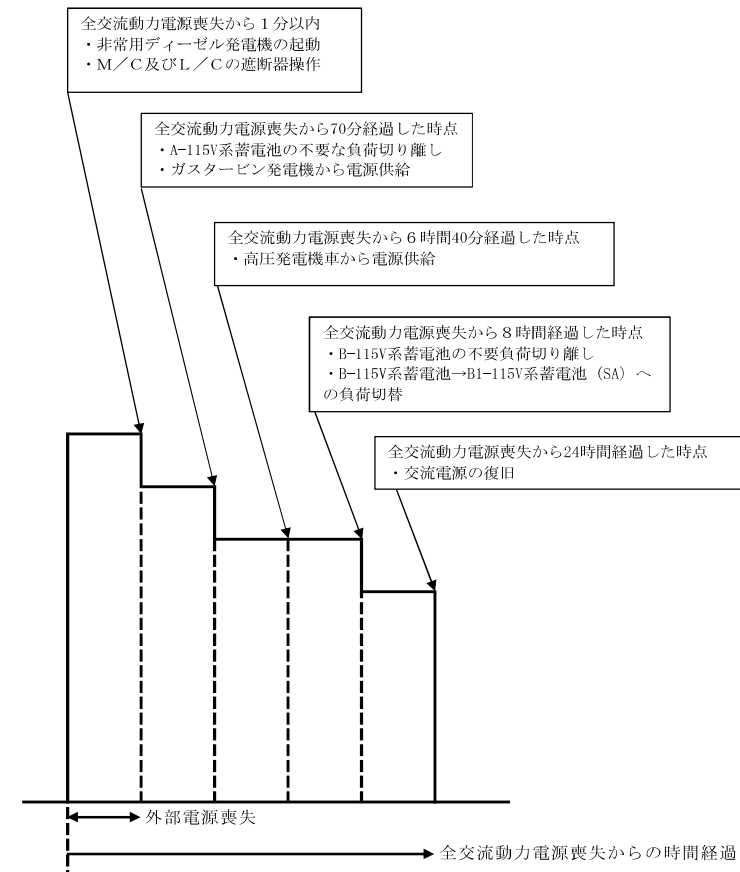
※：全交流動力電源喪失後8時間経過した時点で、B-115V系蓄電池の不要負荷を切り離し、必要な負荷をB1-115V系蓄電池(SA)から供給することで24時間の電源供給が可能。なお、230V系蓄電池(RCIC)については、操作不要で24時間の電源供給が可能。

- 全交流動力電源喪失時に蓄電池から電源供給を行う設備
 - 【設計基準事故対処設備】
 - 建設段階から直流電源を供給することとしていた設備
 - 設置許可基準規則の第3条から第36条において、追加要求事項があり、直流電源の供給を必要とする設備
 - 【重大事故等対処設備】
 - 有効性評価のうち全交流動力電源喪失を想定しているシナリオに用いる設備
 - 設置許可基準規則第37条から第62条において、重大事故等時における直流電源の供給を必要とする設備

4. 全交流動力電源喪失時の電源供給方法

- 非常用蓄電池の運用方法について
非常用蓄電池について以下のとおり運用する。

- A-115V系蓄電池(区分Ⅰ)
全交流動力電源喪失から70分後に不要な負荷切り離しを行う。その後、6時間50分にわたり使用する。
- B-115V系蓄電池及びB1-115V系蓄電池(SA)(区分Ⅱ)
全交流動力電源喪失から8時間後に不要な負荷切り離しと、原子炉隔離時冷却系を含めた一部の負荷をB1-115V系蓄電池(SA)に切替えを行う。その後、16時間にわたり使用する。
- 高圧炉心スプレイ系蓄電池(区分Ⅲ)
全交流動力電源喪失から操作を要することなく8時間後まで使用する。
- 230V系蓄電池(RCIC)(区分Ⅱ)
全交流動力電源喪失から操作を要することなく24時間後まで使用する。
- 原子炉中性子計装用蓄電池(区分Ⅰ：A系，区分Ⅱ：B系)
全交流動力電源喪失から操作を要することなく4時間後まで使用する。



A-115V系蓄電池，B-115V系蓄電池及びB1-115V系蓄電池(SA)の例

島根原子力発電所 2号炉 安全保護回路について

平成31年3月18日
中国電力株式会社

1. 適合のための基本方針（1 / 2）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第二十四条
 （「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第三十五条）

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、安全保護回路（安全施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。</p> <p>一 運転時の異常な過渡変化が発生する場合において、その異常な状態を検知し、及び原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより、燃料要素の許容損傷限界を超えないようにできるものとする。</p> <p>二 設計基準事故が発生する場合において、その異常な状態を検知し、原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に作動させるものとする。</p> <p>三 安全保護回路を構成する機械若しくは器具又はチャンネルは、単一故障が起きた場合又は使用状態からの単一の取り外しを行った場合において、安全保護機能を失わないよう、多重性を確保するものとする。</p> <p>四 安全保護回路を構成するチャンネルは、それぞれ互いに分離し、それぞれのチャンネル間において安全保護機能を失わないように独立性を確保するものとする。</p>	<p><第24条 第1項への適合> <u>（規制要求変更なし）</u></p> <p><第24条 第2項への適合> <u>（規制要求変更なし）</u></p> <p><第24条 第3項への適合> <u>（規制要求変更なし）</u></p> <p><第24条 第4項への適合> <u>（規制要求変更なし）</u></p>

1. 適合のための基本方針（2 / 2）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第二十四条
 （「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第三十五条）

設置許可基準	適合のための基本方針
<p>五 駆動源の喪失、系統の遮断その他の不利な状況が発生した場合においても、発電用原子炉施設をより安全な状態に移行するか、又は当該状態を維持することにより、発電用原子炉施設の安全上支障がない状態を維持できるものとする。</p>	<p><第24条 第5項への適合> <u>（規制要求変更なし）</u></p>
<p>六 不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止することができるものとする。</p>	<p><第24条 第6項への適合> <u>（追加要求事項）</u> 安全保護回路（原子炉保護系作動回路、工学的安全施設作動回路）のうちデジタル化している部分について、不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止することができるものとする。</p>
<p>七 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合には、その安全保護機能を失わないよう、計測制御系統施設から機能的に分離されたものとする。</p>	<p><第24条 第7項への適合> <u>（規制要求変更なし）</u></p>



追加基準要求事項（第6項）の適合性について説明

2. 安全保護系の不正アクセス行為防止のための措置（1 / 2）

- 安全保護回路（原子炉保護系作動回路，工学的安全施設作動回路）のうちデジタル化している部分について，不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず，又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止することができるものとするため，下記の対策を実施している。

（1）物理的及び電氣的アクセスの制限

物理的アクセス（発電所の出入管理），電氣的アクセス（制御盤の施錠管理，保守ツールの保管およびパスワードによる変更管理）の制限を行っている。

（2）ハードウェアの物理的な分離又は機能的な分離

安全保護回路の信号の流れにおいて，安全保護回路からは発信されるのみであり，外部からの信号を受信しない。また，ハードウェアを直接接続しない。

（3）外部ネットワークからの遠隔操作及びウイルス等の侵入防止

外部ネットワークへデータ伝送の必要がある場合は，防護装置を介して安全保護回路の信号を一方（送信機能のみ）通信に制限する。

（4）システムの導入段階，更新段階又は試験段階で承認されていない動作や変更を防ぐ対策

- ・安全保護回路のうちデジタル処理部を持つ機器は，固有のプログラム言語を使用（一般的なコンピュータウイルスが動作しない環境）する。
- ・入域制限や設定値変更作業での施錠管理及びパスワード管理を行い，関係者以外の不正な変更等を防止している。

2. 安全保護系の不正アクセス行為防止のための措置（2 / 2）

（5）耐ノイズ・サージ対策

- ・安全保護回路は、雷、サージ・ノイズ、電磁波障害等による擾乱に対して、制御盤へ入線する電源受電部や外部からの信号入出力部にラインフィルタや絶縁回路を設置している。また、鋼製の筐体に格納し、筐体を接地することで電磁波の侵入を防止する設計としている。
- ・ケーブルは金属シールド付ケーブルを適用し、金属シールドは接地して電磁波の侵入を防止する設計としている。

（6）ウイルス侵入防止について、供給者への要求事項及び供給者で実施している対策

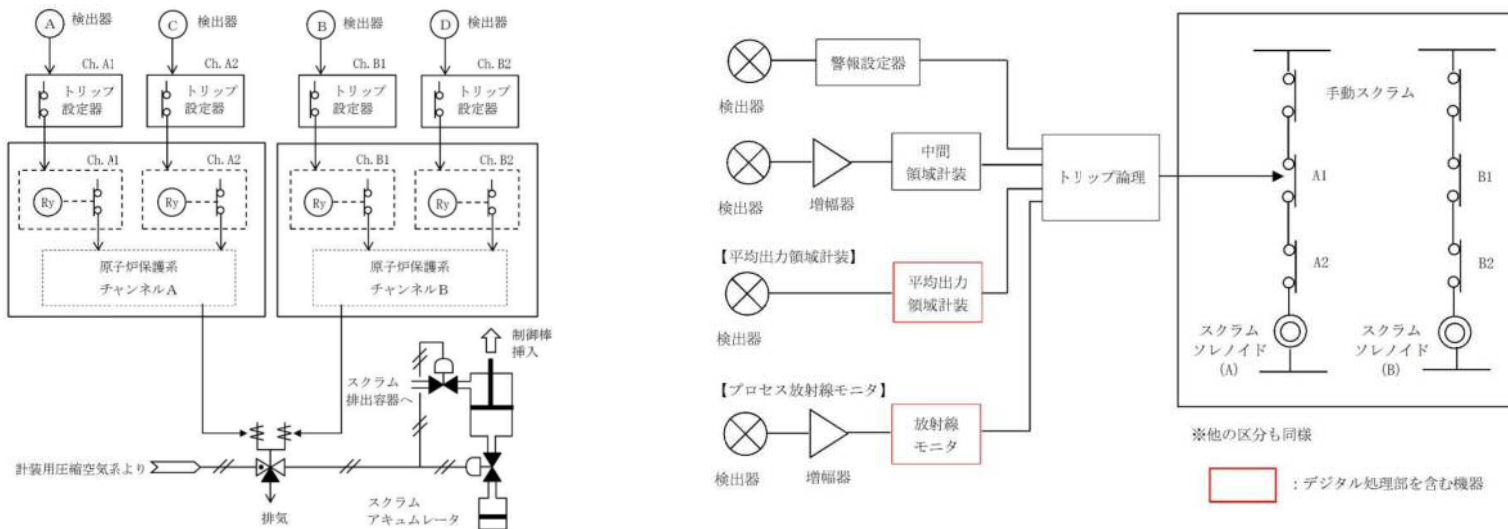
- ・供給者は、制御システムへ保守ツールや小型記憶媒体の機器接続が必要な場合、当社所有の保守ツール及び小型記憶媒体については、作業前に当社によりウイルスチェックが実施され、ウイルス感染がないことを確認して供給者が使用する。
- ・供給者所有のパソコン、小型記憶媒体を使用する場合は、供給者はウイルスチェックを行い、ウイルス感染がないことを確認し、その結果を当社に提出する。

3. 安全保護回路の概要

- 安全保護回路は、原子炉停止システムを自動的に作動させる信号を発生する原子炉保護系と、工学的安全施設を作動させる信号を発生する工学的安全施設作動回路で構成している。
- 検出信号処理において一部デジタル演算処理を行う機器がある他は、リレーや配線によるアナログ回路で構成している。
- 安全保護回路とそれ以外の設備との間で用いる信号はアナログ信号であり、ネットワークを介した不正アクセス等による被害を受けることはない。

安全保護系の構成機器のうちデジタル処理部のある機器

- ・対象機器・・・放射線モニタと平均出力領域計装の演算回路
- ・機器構成・・・安全保護回路の検出器はアナログ機器、論理回路はソフトウェアを用いないアナログ回路であるが、一部の安全保護回路への出力信号処理でデジタル装置を使用している。



原子炉保護系の構成例

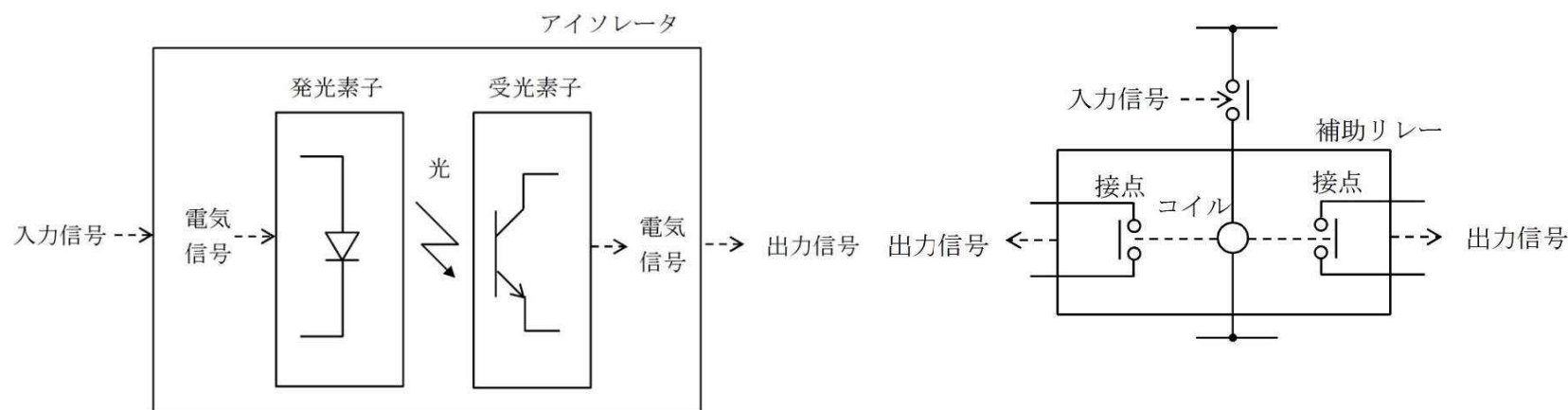
7. 物理的分離及び電気的分離

■ 物理的分離

- ・安全保護回路と計測制御系とは，電源，検出器，ケーブルルート及び格納容器を貫通する計装配管を原則として分離する設計とする。
- ・安全保護回路と計測制御系で計装配管を共用する場合は，安全保護回路の計装配管として設計する。

■ 電気的分離

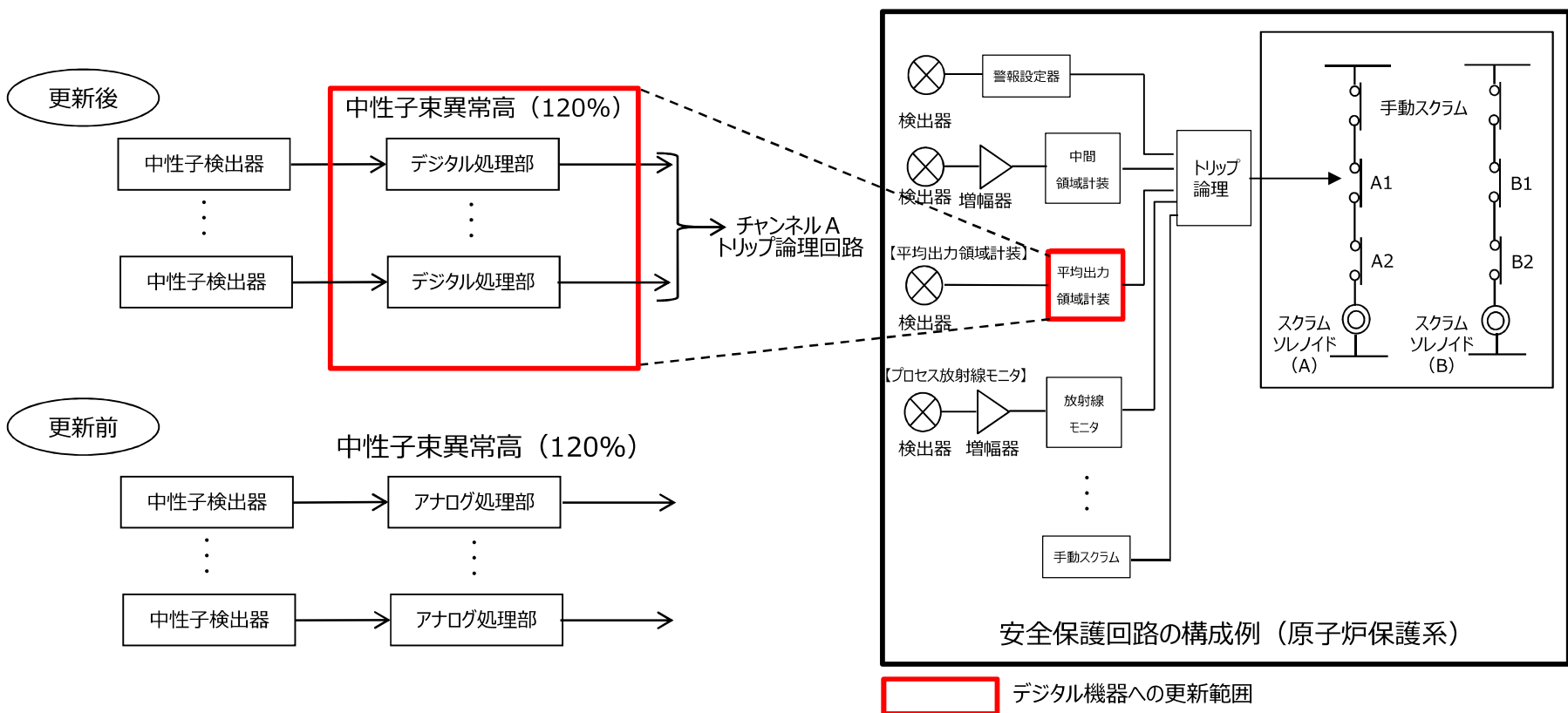
- ・安全保護回路からインターフェース部（計測制御系）の分離は，アイソレータや補助リレー等の隔離装置を用いて，電気的に分離を行っている。



隔離装置（アイソレータ及び補助リレー）

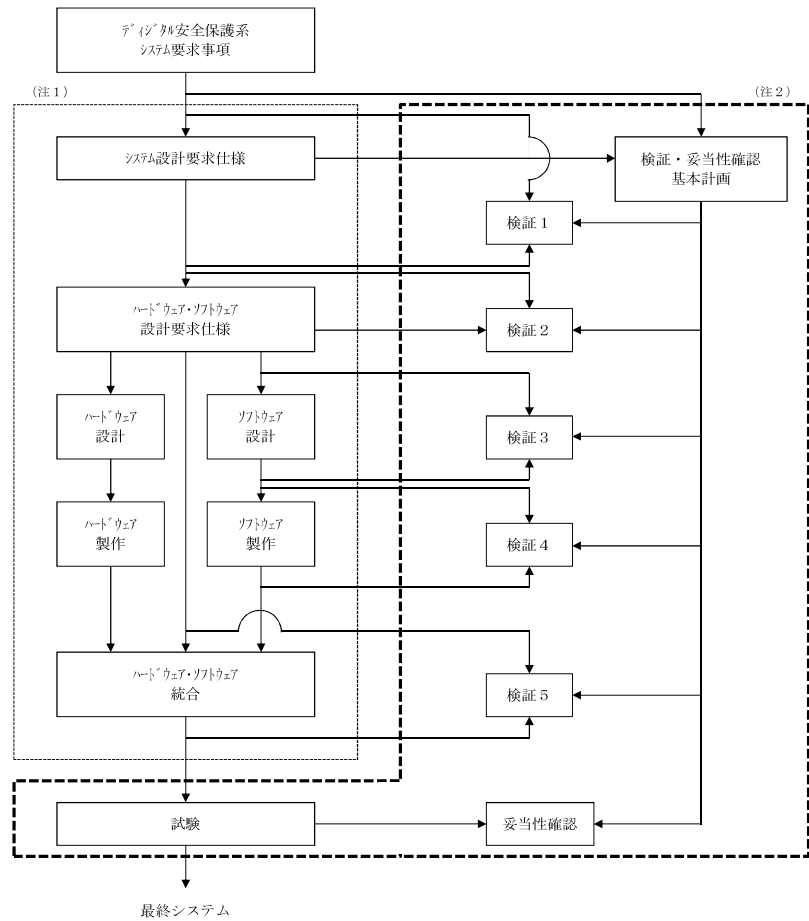
9. 平均出力領域計装更新によるデジタル機器の追加について

- 島根 2 号炉の平均出力領域計装は、設備の機能維持を図るため設備更新を実施している。
- 設備更新に際し、メンテナンスが容易なことからデジタル機器に変更した。
- 安全保護回路の論理回路部に変更はなく、入力信号のデータ処理部に対する変更（アナログ→デジタル）である。
- 安全保護回路全体としてはアナログであり、外部ネットワークからの影響を受けない。また、デジタル処理部については安全保護系の不正アクセス行為防止のための措置を実施している。



10. 安全保護回路のうち一部デジタル演算処理を行う機器のソフトウェアの検証及び妥当性確認について

- 安全保護回路のうち、一部デジタル演算処理を行う機器のソフトウェアは、安全保護回路で要求される機能が正しく確実に実現されていることを保証するため、設計、製作、試験、変更管理の各段階で「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」(JEAC4620-2008)及び「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針」(JEAG4609-2008)に準じた検証及び妥当性確認を実施する。
- 島根2号炉においては平均出力領域計装、放射線モニタ(主蒸気管放射線高、原子炉棟排気放射線高、燃料取替階放射線高)の演算処理においてソフトウェアを用いている。



検証1・・・システム設計要求仕様検証
 検証2・・・ハードウェア・ソフトウェア設計要求仕様検証
 検証3・・・ソフトウェア設計検証
 検証4・・・ソフトウェア製作検証
 検証5・・・ハードウェア・ソフトウェア統合検証

(注1) [] は、設計・製作作業の範囲を示す。
 (注2) [] は、検証・妥当性確認作業の範囲を示す。

検証及び妥当性確認 (JEAG4609)

11. 審査会合での指摘事項に対する回答（2 / 7）

16

■指摘事項（審査会合 H27.2.19）

デジタル型の安全保護回路について、システムへ接続可能なアクセスについて、網羅的に抽出しているか説明すること。

■回答

安全保護回路は、外部ネットワークと直接接続は行っていない。また、外部からの妨害行為または破壊行為については、出入管理により関係者以外の接近を防止している。安全保護系盤については施錠を行い、関係者以外のアクセスを防止している。

11. 審査会合での指摘事項に対する回答（4 / 7）

■指摘事項（審査会合 H27.2.19）

安全保護系の過去のトラブル（落雷によるスクラム動作事象等）の反映事項について説明すること。

■回答

1号機原子炉建物避雷針へ落雷があり、中性子計測設備のケーブルに誘導電流が流れたため、「中性子束異常高」の誤信号が発信したものと推定された。落雷の影響を受けた設備の点検を実施した結果、異常は確認されなかったが、落雷による影響を低減するため、中性子計測設備等については、信号ケーブルを収納している電線管をアルミで内張りしたしゃへい材で包み込むこととした。

11. 審査会合での指摘事項に対する回答（7 / 7）

21

■指摘事項（審査会合 H27.9.3）

自動減圧系と代替自動減圧系の隔離について、電源も含めて分離されていることを説明すること。

■回答

論理回路の電源は、遮断器により分離し、検出器からの入力信号については一部共用しているが、隔離装置を用いて電氣的に分離しており、悪影響を与えない設計としている。