

HTTR 原子炉施設  
設置許可基準規則への適合性について  
第 42 条(外部電源を喪失した場合の対策設備等)

令和 2 年 6 月 12 日

日本原子力研究開発機構 大洗研究所  
高温ガス炉研究開発センター  
高温工学試験研究炉部

第 42 条：外部電源を喪失した場合の対策設備等（全交流動力電源喪失時の対策）

<目次>

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

1.2 設置許可申請書における記載

1.3 設置許可申請書の添付書類における記載

1.3.1 安全設計方針

1.3.2 気象等

1.3.3 設備等

2. HTR 原子炉施設の外部電源を喪失した場合の対策設備等（適合性説明資料）

## < 概 要 >

試験研究用等原子炉施設の設置許可基準規則の要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する HTTR 原子炉施設の適合性を示す。

## 1. 基本方針

### 1.1 要求事項の整理

外部電源を喪失した場合の対策設備等について、設置許可基準規則第 42 条の要求事項を明確化する（表 1）。

表 1 設置許可規則第 42 条 要求事項

設置許可基準規則 第 42 条（外部電源を喪失した場合の対策設備等）	備考
試験研究用等原子炉施設（ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に限る。以下この章において同じ。）には、必要に応じ、外部電源が喪失した場合において原子炉停止系統及び原子炉冷却系統に係る設備を動作させるために必要な発電設備その他の非常用電源設備を設けなければならない。	
2 試験研究用等原子炉施設には、必要に応じ、全交流動力電源喪失時に試験研究用等原子炉を安全に停止し、又はパラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の非常用電源設備を設けなければならない。	

## 1.2 設置許可申請書における記載

### 1.2.1 位置、構造及び設備

#### ロ. 試験研究用等原子炉施設の一般構造

##### (3) その他の主要な構造

(i) 原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、次の基本方針のもとに安全設計を行う。

##### s. (外部電源を喪失した場合の対策設備等)

原子炉施設には、必要に応じ、外部電源が喪失した場合において原子炉停止系統及び原子炉冷却系統に係る設備を動作させるために必要な発電設備その他の非常用電源設備を設ける設計とする。

原子炉施設には、必要に応じ、全交流動力電源喪失時に原子炉を安全に停止し、又はパラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の非常用電源設備を設ける設計とする。

#### ヌ その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備

##### (1) 非常用電源設備の構造

商用電源が喪失した場合でも、非常用発電機及び蓄電池で原子炉を安全に停止するために必要な工学的安全施設等の負荷をまかなうものとする。

全交流動力電源喪失（外部電源喪失及び非常用交流動力電源喪失の重畳）に備えて、停止後の監視に必要な電源を蓄電池により一定時間確保できる設計とする。

##### (i) 非常用発電機

台数	2
原動機の種類	ガスタービン
起動時間	約 50 秒
容量	約 2,500 kVA/台

##### (ii) 蓄電池

種類	鉛蓄電池
組数	2
主要負荷	安全保護系

### 1.3 設置許可申請書の添付書類における記載

#### 1.3.1 安全設計方針

##### (1) 設計方針

#### 1. 安全設計

##### 1.1 安全設計の方針

##### 1.1.1 安全設計の基本方針

##### 1.1.1.10 全交流動力電源喪失対策

原子炉施設には、必要に応じ、全交流動力電源喪失時に原子炉を安全に停止し、又はパラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の非常用電源設備を設ける設計とする。

##### (2) 適合性

(外部電源を喪失した場合の対策設備等)

第四十二条 試験研究用等原子炉施設（ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に限る。以下この章において同じ。）には、必要に応じ、外部電源が喪失した場合において原子炉停止系統及び原子炉冷却系統に係る設備を動作させるために必要な発電設備その他の非常用電源設備を設けなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設には、必要に応じ、全交流動力電源喪失時に試験研究用等原子炉を安全に停止し、又はパラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の非常用電源設備を設けなければならない。

#### 適合のための設計方針

##### 1 について

外部電源が喪失した場合に、第 1.3.3 表に示す構築物、系統及び機器に必要な電力を供給する非常用電源を設ける。非常用電源は、非常用発電機 2 台及び蓄電池、充電器等から構成する 2 系統の直流電源設備並びに 3 系統の安全保護系用交流無停電電源装置を設け、安全保護系（停止系）、安全保護系（工学的安全施設）、補助冷却設備及び炉容器冷却設備に対し、必要な電力を供給できる設計とする。

##### 2 について

全交流動力電源が喪失した場合、安全保護系（停止系）からの作動指令により、反射体領域の原子炉スクラムしゃ断器が開放され同領域の制御棒が速やかに炉心内に落下挿入される。次いで、40 分経過後に燃料領域の原子炉スクラムしゃ断器が開放され同領域の制御棒が炉心内に落下挿入され、全制御棒の落下挿入が完了する。原子炉の安全な停止を確認するため全制御棒の落下挿入が完了するまでの間（40 分間）、炉内の中性子束を監視する。また、炉心からの崩壊熱の除去の状態を確認するため、原子炉压力容器上鏡温度及び補助冷却器出口ヘリウム圧力を監視する。これらに必要な電源を一定時間（60 分）確保する事を目的に、必要な容量を

有した蓄電池等の直流電源設備及び安全保護系用交流無停電電源装置を設け、安全保護系（停止系）、事故時監視計器の一部（中性子束、原子炉圧力容器上鏡温度、補助冷却器出口ヘリウム圧力）に給電できる設計とする。

蓄電池の枯渇後（60分以降）は、炉心からの崩壊熱の除去の状態を確認するため、可搬型の計器等を用いて原子炉圧力容器上鏡温度及び補助冷却器出口ヘリウム圧力を監視する。これらの可搬型の計器等に必要な電源は、蓄電池枯渇前に準備する可搬型発電機から給電する設計とする。

使用済燃料からの崩壊熱の除去の状態を確認するため、蓄電池を内蔵する可搬型の計器により使用済燃料貯蔵プール水位を適宜監視する。

また、原子炉施設及び原子炉施設の周辺監視区域の周辺の放射線量は、サーベイメータにより測定及び監視する設計とする。

原子炉施設から関係官庁等への通信連絡については、携帯電話及び衛星携帯電話により相互に連絡できる設計とする。

### 1.3.2 気象等

該当無し

### 1.3.3 設備等

## 9. 計測制御系統施設

### 9.2 原子炉計装

#### 9.2.2 中性子計装

##### 9.2.2.2 主要設備

###### (2) 広領域中性子計装

広領域中性子計装は、独立した3チャンネルより構成する。中性子束検出器からの信号は、中性子束計数率の対数に比例した出力信号に変換した後、双安定回路を介して安全保護系へ送り、絶縁増幅器を介して原子炉制御設備、警報装置等へ送る。

また、設計基準事故時において、事故の状態を知り、対策を講じることができるように中央制御室で指示又は記録する。

広領域中性子計装のチャンネル構成を第9.2.3図に示す。

### 9.3 プロセス計装

#### 9.3.3 主要設備

##### 9.3.3.1 安全保護系のプロセス計装

###### (2) (中略)

設計基準事故時において、事故の状態を知り、対策を講じるのに必要な安全保護系のプロセス計装のパラメータは、原子炉格納容器内圧力であり、中央制御室で指示又は記録する。

##### 9.3.3.2 安全保護系以外のプロセス計装

###### (2) 設計基準事故時に必要な計装

設計基準事故時において、事故の状態を知り、対策を講じるのに必要な安全保護系以外のプロセス計装のパラメータは、次のとおりであり、これらは中央制御室で指示又は記録する。

補助冷却器入口ヘリウム温度

補助冷却器出口ヘリウム温度

補助冷却器ヘリウム流量

補助冷却器出口ヘリウム圧力

補助冷却水流量

補助冷却水圧力

炉容器冷却水流量

原子炉圧力容器上鏡温度

補機冷却水流量

格納容器内エリア放射線量率



## 10. 電気施設

### 10.1 概要

(中略)

非常用電源として、非常用発電機を2台設置し、商用電源が喪失した場合にそれぞれの非常用母線に電力を供給する。非常用発電機は、1台で原子炉を安全に停止するために必要な機器を運転するのに十分な容量を有する。

また、原子炉施設の安全に必要な無停電電源として、直流電源設備及び安全保護系用交流無停電電源装置を設ける。直流電源設備は、直流電源を確保するため2組の蓄電池を設置し、それぞれ1系統の直流母線に電力を供給する。安全保護系用交流無停電電源装置は、安定した交流電源を必要とする計測制御系統設備等に電力を供給する。

全交流動力電源の喪失時においては、安全保護系（停止系）からの作動指令により、反射体領域の原子炉スクラムしゃ断器が開放され同領域の制御棒が速やかに炉心内に落下挿入される。次いで、40分経過後に燃料領域の原子炉スクラムしゃ断器が開放され同領域の制御棒が炉心内に落下挿入され、全制御棒の落下挿入が完了する。原子炉の安全な停止を確認するため全制御棒の落下挿入が完了するまでの間、炉内の中性子束を監視する。また、炉心からの崩壊熱の除去の状態を確認するため、原子炉压力容器上鏡温度及び補助冷却器出口ヘリウム圧力を監視する。これらに必要な電源を一定時間確保する事を目的に、必要な容量を有した蓄電池等の直流電源設備及び安全保護系用交流無停電電源装置を設け、安全保護系（停止系）、事故時監視計器の一部（中性子束、原子炉压力容器上鏡温度、補助冷却器出口ヘリウム圧力）に給電する。

蓄電池の枯渇後は、炉心からの崩壊熱の除去の状態を確認するため、可搬型の計器等を用いて原子炉压力容器上鏡温度及び補助冷却器出口ヘリウム圧力を監視する。これらの可搬型の計器等に必要な電源は、蓄電池枯渇前に準備する可搬型発電機から給電する。

### 10.2 設計方針

電気施設は、次の方針により設計する。

- (1)安全機能を有する構築物、系統及び機器の安全機能を確保するため、電源として商用電源及び非常用電源を有するようにする。
- (4)非常用電源は、互いに独立な系統とし、商用電源の喪失時に、1つの系統が作動しないと仮定しても、次の事項を確実にを行うのに十分な容量及び機能を有するようにする。
  - a. 運転時の異常な過渡変化時において、燃料の許容設計限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの判断基準を超えることなく原子炉を停止し、冷却すること。
  - b. 1次冷却設備の二重管破断事故時等において、炉心冷却を行い、かつ、原子炉格納容器の健全性並びにその他の安全機能を有する系統及び機器の機能を確保すること。
- (11)全交流動力電源の喪失に備え、安全保護系からの作動指令により、原子炉スクラムしゃ断器を開放するための電源及び原子炉の安全な停止を一定時間監視するための電源として、必要な容量を有した蓄電池等の直流電源設備及び安全保護系用交流無停電電源装置を設ける。

- (12) 全交流動力電源の喪失により直流電源設備の蓄電池からの電源の供給が喪失した場合においても、炉心からの崩壊熱の除去の状態を可搬型の計器等によって監視するために必要な電源として、可搬型発電機を設ける。
- (13) 1相開放故障が発生した場合においても、安全機能を有する構築物、系統及び機器の安全機能を確保するための電源を供給できるよう、運転員の操作により商用電源から非常用発電機に母線切替ができる設計とする。

### 10.3 主要設備

#### 10.3.4 直流電源設備

直流電源設備は、2組のそれぞれ独立した蓄電池、充電器、開閉装置等で構成する。直流電源設備の単線結線図を第 10.3.2 図に示す。

直流母線電圧は、100V であり、安全保護系、工学的安全施設等の継電器、開閉器、電磁弁、安全保護系用交流無停電電源装置等に、それぞれ独立に給電する。従って、一方が故障しても残る 1 系統でプラントの安全は確保できる。なお、蓄電池は、全交流動力電源の喪失に備え、原子炉スクラムしゃ断器を開放するための電源及び原子炉の安全な停止を一定時間監視するための容量を有している。

蓄電池は、据置形で、非常用低圧母線にそれぞれ接続した充電器で浮動充電する。直流電源設備の設備仕様を第 10.3.4 表に示す。

#### 10.3.6 可搬型発電機

可搬型発電機は、全交流動力電源が喪失し、さらに直流電源設備の蓄電池が枯渇して電源の供給が喪失した場合、炉心からの崩壊熱の除去の状態を監視するために必要な可搬型の計器等（記録計、信号変換器）へ必要な容量 0.5 kVA を供給する。可搬型発電機は無給油で 10 時間以上運転可能とし、その燃料は 7 日分の監視に必要な量を原子炉施設敷地内の油脂倉庫に備蓄する。

可搬型発電機は、多重性を考慮して 1 台 1 組をそれぞれ原子炉建家以外の独立した場所に保管する。

可搬型発電機は、原子炉建家内及び屋外それぞれ 2 箇所に設置ができる設計とするとともに、使用する事象の発生時における環境条件を考慮した設計とする。

なお、可搬型発電機を原子炉建家内に設置する場合は、可搬型発電機の給気量を考慮し、十分に容積のある区画に設置し外気取入れの対策を行うとともに、排気は排気ダクト等により屋外に排出する設計とする。

可搬型発電機を使用する事象発生時には、常駐運転員により可搬型発電機を設置場所まで運搬し、設置場所から監視対象の温度、圧力の計装盤付近までケーブルを敷設し、計器等（記録計及び信号変換器）に接続し、電力を給電できる設計とする。

可搬型発電機の仕様を第 10.3.6 表に示す。なお、本可搬型発電機は、多量の放射性物質等を放出する事故の拡大防止のための資機材等の温度、圧力及び中性子束監視用の可搬型発電機と共用する。

#### 10.4 母線切替

##### (1) 商用電源の喪失

商用電源が喪失した場合、非常用発電機が自動起動するとともに、非常用低圧母線に接続された負荷は全てしゃ断される。非常用発電機の電圧が定格値になると、非常用発電機を非常用低圧母線に接続することにより、原子炉の安全な停止及び冷却に必要な負荷を定められた順序で自動投入する。

##### (2) 商用電源の復旧

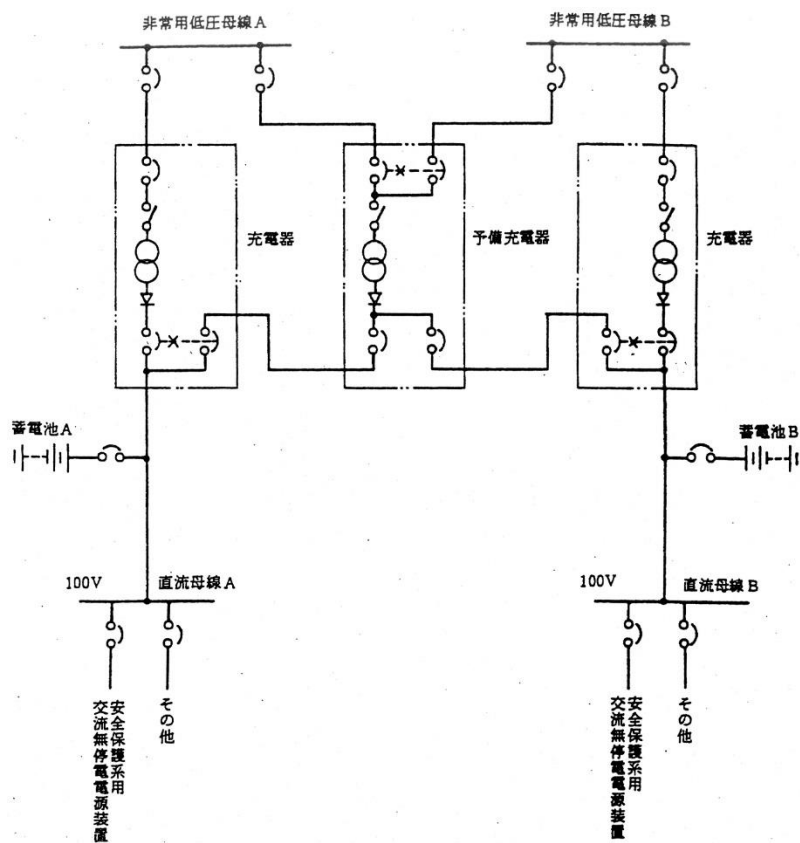
非常用発電機運転中に商用電源が復旧した場合、電源の安定状態及び原子炉の冷却状態を確認した後、手動切換により受電する。

##### (3) 1相開放故障時

1相開放故障が発生した場合、運転員の操作により商用電源から非常用発電機に母線切替を行う。

#### 10.5 評価

- (1) 商用電源と非常用電源により、所定の安全機能を確保することができる設計となっている。
- (2) 商用電源は、大洗北受電所から6.6kV 構内配電線1回線により供給される。
- (3) 電源系統は、常用高圧1母線、常用低圧2母線及び非常用低圧2母線で構成し、一つの系統に起きた故障の影響が拡大しない設計となっている。
- (4) 非常用電源として、非常用発電機2台、直流電源設備2系統、蓄電池2組及び安全保護系用交流無停電電源装置3系統を設け、それぞれ1系統が作動しないと仮定しても、所定の安全機能を確保できる容量としており、独立性及び多重性を有した設計となっている。
- (5) 蓄電池等の直流電源設備は、全交流動力電源喪失時において、原子炉スクラムしゃ断器を開放するための電源及び原子炉の安全な停止を一定時間監視するために必要な容量を有した設計となっている。
- (13) 全交流動力電源の喪失により直流電源設備の蓄電池等からの電源の供給が喪失した場合、炉心からの崩壊熱の除去の状態を監視するために必要な電源は、可搬型発電機により供給できる設計となっている。
- (14) 1相開放故障が発生した場合において、安全機能を有する構築物、系統及び機器の安全機能を確保するための電源を供給できるよう、運転員の操作により商用電源から非常用発電機に母線切替ができる設計となっている。



第 10.3.2 図 直流電源設備の単線結線説明図

第 10.3.4 表 直流電源設備の設備仕様

蓄電池	
形式	鉛蓄電池
容量	約 1,600 AH/組 (10 時間率)
電圧	約 116 V (浮動充電時)
組数	2
充電器	
形式	自動定電圧装置付整流器
充電方式	浮動、均等充電
交流入力	440 V、50 Hz
基数	3

第 10.3.6 表 可搬型発電機の仕様

発電機	
型式	単相交流発電機
容量	2 kVA 以上/基
電圧	100V
基数	2 基 (1 台 2 組)
燃料	軽油

2. 外部電源を喪失した場合の対策設備等  
全交流動力電源喪失時の対策  
(適合性説明資料)

**HTTR原子炉施設**  
**第28条 重要安全施設に対する保安電源設備**  
**第42条 外部電源を喪失した場合の対策設備等**  
**(全交流動力電源喪失時の対策)**

1. 法令上の要求事項(第28条関係)
2. 保安電源設備を要する重要安全施設(第28条関係)
3. HTTRの非常用電源設備
4. 非常用電源設備の容量(第28条関係)
5. 要求事項に対する対応(第28条関係)
6. 法令上の要求事項(第42条関係)
7. SBO時における機能の確保(第42条関係)
8. 蓄電池の給電可能時間について(第42条関係)
9. 要求事項に対する対応(第42条関係)
10. 設置許可基準への適合状況

## 要求事項

第28条※<sub>1</sub>

第二十八条 試験研究用等原子炉施設は、**重要安全施設**がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、**電力系統に連系したものでなければならない。**

2 試験研究用等原子炉施設には、**非常用電源設備**を設けなければならない。

3 非常用電源設備及びその附属設備は、**多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならない。**ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、この限りでない。

- 一 外部電源を喪失した場合その他の非常の場合において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備へ電気を供給するための発電設備が常時作動している場合
- 二 工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備が、無停電電源装置に常時電氣的に接続されている場合
- 三 外部電源を喪失した場合であって、次に掲げる全ての要件を満たす場合
  - イ 換気設備(非常用のものに限る。)を作動させる必要がないこと。
  - ロ 試験研究用等原子炉を未臨界に移行ことができ、かつ、低温状態において未臨界を維持することができること。
  - ハ 燃料体の崩壊熱を適切に除去することができること。

(解釈)※<sub>2</sub>

1 第1項に規定する「重要安全施設」については、「水冷型試験研究用原子炉施設に関する安全設計審査指針(平成3年7月18日原子力安全委員会決定)」の「添付水冷型試験研究用原子炉施設の重要度分類に関する基本的な考え方」の「4. (3)電気系統に対する設計上の考慮」に示されるものとする。水冷型研究炉以外の炉型についても、これを参考とすること。

2 第2項に規定する「非常用電源設備」とは、**非常用電源設備(非常用発電機、バッテリー等)及び工学的安全施設を含む重要安全施設への電力供給設備(非常用母線スイッチギヤ、ケーブル等)**をいう。

※<sub>1</sub> 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則

※<sub>2</sub> 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈



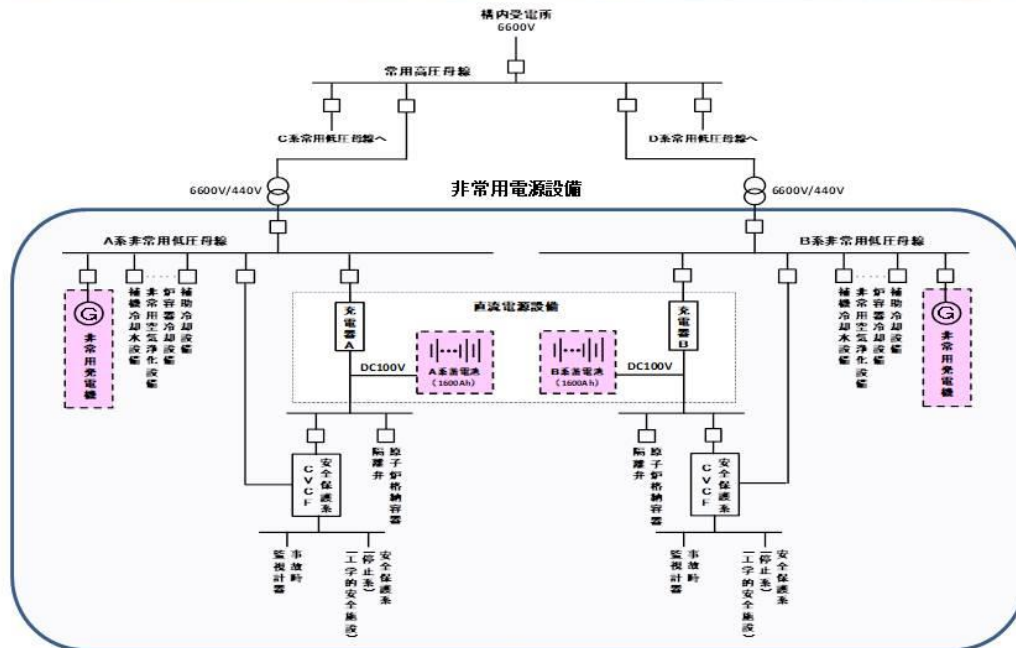
# 2. 保安電源設備を要する重要安全施設(第28条関係)

No.	安全機能	構築物・系統・機器
1	原子炉冷却材圧力バウンダリ	原子炉冷却材圧力バウンダリの一部を形成する弁
2	原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止	1次冷却設備の安全弁
3	原子炉の緊急停止 未臨界維持	制御棒系
4		安全保護系(停止系)
5	工学的安全施設及び原子炉停止系への起動信号の発生	安全保護系(工学的安全施設)
6	炉心冷却	補助冷却設備 炉容器冷却設備
7		原子炉格納容器隔離弁
8	放射性物質の閉じ込め、放射線の遮蔽及び放出低減	非常用空気浄化設備
9	事故時のプラント状態の把握	事故時監視計器の一部
10		非常用発電機
11		補機冷却水設備
12	安全上特に重要な関連機能	制御用圧縮空気設備
13		直流電源設備
14		安全保護系用交流無停電電源装置





### 3. HTTRの非常用電源設備



- 複数系統有することで多重性を確保している。(多重性の確保)
- 各々異なる部屋に分散して配置すると共に、共通要因による機能の同時喪失を防止する。(独立性の確保)



### 4. 非常用電源設備の容量(第28条関係)

#### 非常用発電機の容量

- 非常用発電機は、原子炉の安全な停止に必要な全ての機器に対し、**十分な容量(2,500kVA/系統)**を有している。
- 保安電源を要する重要安全施設は、非常用発電機に接続されている負荷の一部であることから、これらの負荷に必要な電源容量も十分確保している。

#### 蓄電池の容量

- 蓄電池は、非常用発電機の電源が確立するまでの間、電源供給を要する負荷に対し、**十分な容量(1,600Ah/系統)**を有している。
- 安全保護系(停止系及び工学的安全施設)、事故時監視計器の一部及び原子炉格納容器隔離弁は、蓄電池に接続されている負荷の一部であることから、これらの負荷に必要な電源容量も十分確保している。



### ➤ 電力系統の連系について

重要安全施設が機能を維持するために必要となる電力を供給するため、大洗研究所(北地区)北受電所から6.6kV 配電線1回線で商用電源を受電している。

### ➤ 非常用電源設備の確保について

非常用電源設備として、非常用発電機及び蓄電池、充電器等から構成する直流電源設備並びに安全保護系用交流無停電電源装置を設けている。

### ➤ 多重性又は多様性及び独立性の確保について

非常用電源設備は、電氣的及び物理的に複数の系統で構成している。

### ➤ 非常用電源設備の十分な容量の確保について

単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において重要安全施設がその機能を確保するために十分な容量を有している。



### 要求事項

#### 第42条<sup>※1</sup>

2 試験研究用等原子炉施設には、必要に応じ、全交流動力電源喪失時に試験研究用等原子炉を安全に停止し、又はパラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の非常用電源設備を設けなければならない。

#### (解釈)<sup>※2</sup>

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、必要に応じ、非常用所内直流電源設備は、試験研究用等原子炉の安全停止、停止後の監視等に必要な電源を一定時間確保できるものとする。なお、「一定時間」とは事故の収束が確認できるまでの時間をいい、冷却等に電源を要する場合にあっては、事故等に対処するための電源設備から必要容量の電力が供給されるまでの間とする。

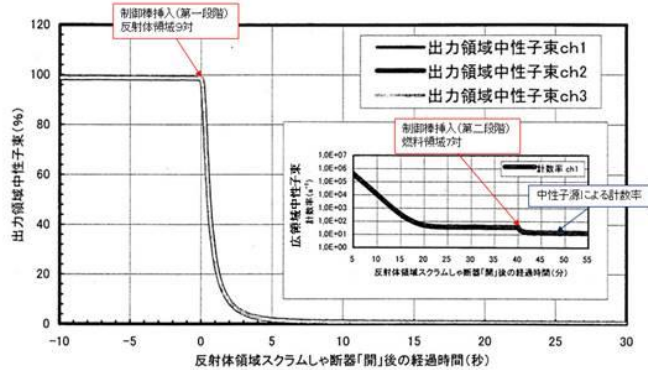
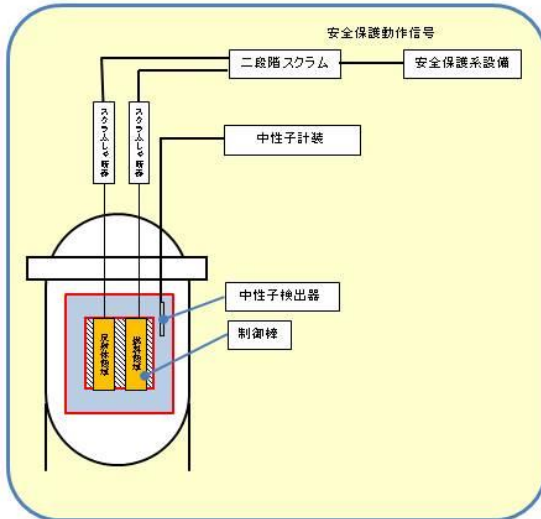
※1 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則

※2 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈



### —SBO時における停止機能—

二段階スクラムの動作ロジックに従った安全保護系からのスクラム信号により、スクラムしゃ断器を開放することで、制御棒が自重で挿入される。これらの安全保護動作及び原子炉の停止確認に必要な中性子計装の電源は、60分の給電が可能な容量を有する蓄電池により供給することが可能である。



原子炉出力100%からの商用電源喪失時の中性子束の推移 (JAERI-Review 2003-013)



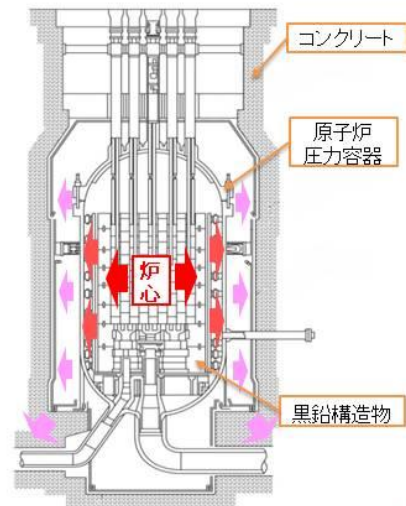
### —SBO時における冷却機能—

#### 炉心燃料

燃料の崩壊熱は、

【燃料体ブロック ⇒ 黒鉛構造物 ⇒ 原子炉压力容器 ⇒ コンクリート】  
と伝わり、最終的に大地等へ放散される。

核物質防護情報が含まれているため開示できません。



### 停止機能

- 主冷却系のヘリウム循環機の動力電源喪失によるプロセス異常の検知を受け、蓄電池からの給電時間(60分)内に原子炉は自動停止できる。

### 冷却機能

- 崩壊熱除去系である補助冷却設備及び炉容器冷却設備は機能喪失する。崩壊熱は最終ヒートシンクである大地へ自然に放散されるため、炉心の冷却機能は不要である。

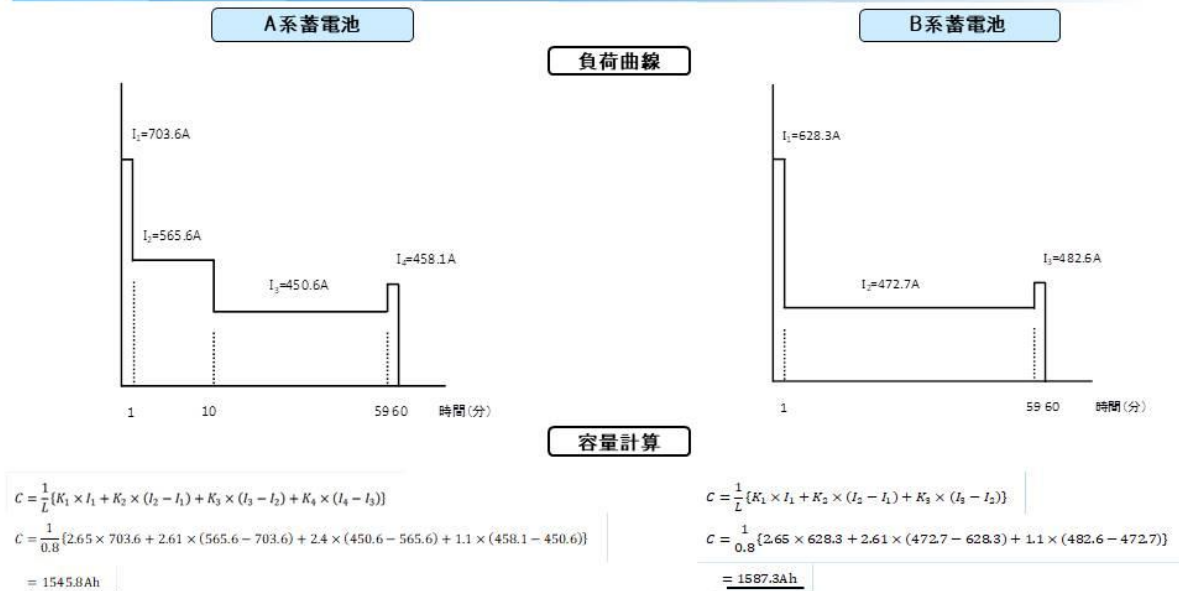
### 閉じこめ機能

- 炉心は、出力密度が小さく、炉心構成要素及び炉内構造物の熱容量が大きいため、炉内構造物及び冷却材圧力バウンダリの温度上昇並びに1次冷却材の圧力上昇は緩慢であること、かつ、崩壊熱の大地への自然放散により炉心が冷却されることで、燃料及び冷却材圧力バウンダリの健全性は担保されるため、閉じこめ機能は確保できる。



- 蓄電池は、負荷の切り離しを行わず、原子炉の安全確保上必要な設備・機器に対して、約60分の給電が可能な容量(1,600Ah)を確保している。
- 負荷電流から60分の給電に必要な蓄電池容量を算出すると、A系蓄電池は1,545.8Ah、B系蓄電池は1,587.3Ahとなり、1,600Ah以下に収まっている。
- SBO時に必要となる電源は、全て蓄電池により賄われ、SBO発生から60分間の給電は担保される。





\*Cは蓄電池容量、Iは負荷電流、Kは容量換算時間、Lは保守率を意味する。  
 \*容量算出は、「据置蓄電池の容量算出法SBA S 0601」(社)電池工業会)による。  
 \*算出条件  
 蓄電池種類 : CS形鉛蓄電池  
 許容最低電圧 : 95V(1.75V/セル)  
 蓄電池最低温度 : 10℃  
 停電保証時間 : 1時間



SBO時において、**原子炉を安全に停止し**、又は**パラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の非常用電源設備の確保**について(規則第42条2項関係)

(原子炉の安全停止に必要な容量を有する蓄電池)

安全保護系からの作動指令により、スクラム遮断器が開放されることで制御棒は速やかに自重落下する。これらの動作に必要な電源は蓄電池が担い、十分な容量を確保している。

(パラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池)

原子炉の安全な停止を確認するためのパラメータとして「中性子束」を選定する。これらの監視に必要な電源は蓄電池が担い、十分な容量を確保している。

(パラメータを監視する可搬型計器等の動作に必要な容量を有する可搬型発電機)

炉心及び使用済燃料からの崩壊熱の除去状態を確認するため、可搬型の計器等を用いて監視を行う。これらの監視に必要な電源は可搬型発電機から給電する。



## 10. 設置許可基準への適合状況

### 第28条(保安電源設備)

新規制基準の条文	適合状況
<p>第二十八条 試験研究用等原子炉施設は、重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため、電力系統に連系したものでなければならない。</p> <p>2 試験研究用等原子炉施設には、非常用電源設備を設けなければならない。</p> <p>3 非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならない。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、この限りでない。</p> <p>一 外部電源を喪失した場合その他の非常の場合において工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備へ電気を供給するための発電設備が常時作動している場合</p> <p>二 工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備が、無停電電源装置に常時電氣的に接続されている場合</p> <p>三 外部電源を喪失した場合であって、次に掲げる全ての要件を満たす場合</p> <p>イ 換気設備(非常用のものに限る。)を作動させる必要がないこと。</p> <p>ロ 試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、低温状態において未臨界を維持することができること。</p> <p>ハ 燃料体の崩壊熱を適切に除去することができること。</p>	<p>原子炉施設は、第1.3.3表に示す重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器がその安全機能を達成するため、大洗研究所(北地区)北受電所から6.6kV配電線1回線で商用電源を受電する。</p> <p>原子炉施設に、非常用電源として、非常用発電機2台及び蓄電池、充電器等から構成する2系統の直流電源設備並びに3系統の安全保護系用交流無停電電源装置を設ける。</p> <p>非常用電源は、電氣的及び物理的に独立な複数の系統で構成し、1系統の故障が他系統に影響を及ぼすことのない設計とする。</p> <p>また、非常用電源は、1系統が作動しないと仮定しても、他の系統で運転時の異常な過渡変化時において、燃料の許容設計限界及び原子炉冷却材圧力バウンダリの設計条件を超えることなく、原子炉を停止、冷却でき、あるいは減圧事故等の設計基準事故時の炉心の冷却を行い、かつ、安全機能の維持に必要な系統及び機器の安全機能を確保できる機能及び容量を有する設計とする。</p>



## 10. 設置許可基準への適合状況

### 第42条(外部電源を喪失した場合の対策設備等)

新規制基準の条文	適合状況
<p>(外部電源を喪失した場合の対策設備等)</p> <p>第四十二条</p> <p>2 試験研究用等原子炉施設には、必要に応じ、全交流動力電源喪失時に試験研究用等原子炉を安全に停止し、又はパラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の非常用電源設備を設けなければならない。</p>	<p>全交流動力電源が喪失した場合、安全保護系(停止系)からの作動指令により、反射体領域の原子炉スクラムしゃ断器が開放され同領域の制御棒が速やかに炉心内に落下挿入される。次に、40分経過後に燃料領域の原子炉スクラムしゃ断器が開放され同領域の制御棒が炉心内に落下挿入され、全制御棒の落下挿入が完了する。原子炉の安全な停止を確認するため全制御棒の落下挿入が完了するまでの間(40分間)、炉内の中性子束を監視する。また、炉心からの崩壊熱の除去の状態を確認するため、原子炉圧力容器上鏡温度及び補助冷却器出口ヘリウム圧力を監視する。これらに必要な電源を一定時間(60分)確保する事を目的に、必要な容量を有した蓄電池等の直流電源設備及び安全保護系用交流無停電電源装置を設け、安全保護系(停止系)、事故時監視計器の一部(中性子束、原子炉圧力容器上鏡温度、補助冷却器出口ヘリウム圧力)に給電できる設計とする。</p> <p>蓄電池の枯渇後(60分以降)は、炉心からの崩壊熱の除去の状態を確認するため、可搬型の計器等を用いて原子炉圧力容器上鏡温度及び補助冷却器出口ヘリウム圧力を監視する。これらの可搬型の計器等に必要な電源は、蓄電池枯渇前に準備する可搬型発電機から給電する設計とする。</p> <p>使用済燃料からの崩壊熱の除去の状態を確認するため、蓄電池を内蔵する可搬型の計器により使用済燃料貯蔵プール水位を適宜監視する。</p> <p>また、原子炉施設及び原子炉施設の周辺監視区域の周辺の放射線量は、サーベイメータにより測定及び監視する設計とする。</p> <p>原子炉施設から関係官庁等への通信連絡については、携帯電話及び衛星携帯電話により相互に連絡できる設計とする。</p>



「第10.3.2図 直流電源設備の単線結線説明図」及び「第10.3.3図 交流無停電電源設備の単線結線説明図」を用いて、直流電源設備（蓄電池を含む。）及び交流無停電電源設備の関係、並びにそれぞれが電源供給する設備について説明すること。

図1に直流電源設備の単線結線説明図、図2に交流無停電電源設備の単線結線説明図を示す。商用電源の受電時において、直流電源設備及び安全保護系用交流無停電電源装置は、非常用低圧母線から受電し、商用電源喪失時においては、非常用低圧母線から蓄電池への受電に切り替わることで、負荷に対する無停電化を図っている。

直流電源設備は、安全上重要な負荷に対して電源供給を行う安全保護系用交流無停電電源装置並びに直流電源にて動作する原子炉スクラムしゃ断器、工学的安全施設に係る継電器、隔離弁を含む電磁弁、電源盤用開閉器、非常用照明等に対し、電源を給電する設備である。なお、安全保護系用交流無停電電源装置は、直流電源を交流電源に変換し、安全保護系の盤に電源供給を行う。

交流無停電電源設備は、安全保護系用の電源として、安全上重要な負荷である安全保護系のプロセス計装、原子炉計装、原子炉保護設備、工学的安全施設作動設備に交流電源を供給する設備である。また、運転上重要な負荷である中央制御盤、制御用圧縮空気設備制御盤、非常用発電機制御盤等に対しても交流電源を供給する。なお、全交流動力電源喪失時において原子炉の安全な停止を監視する為に必要な中性子計装盤は、原子炉計装に位置付けられている。

蓄電池は、「全交流動力電源喪失時において、原子炉スクラムしゃ断器を開放するための電源及び原子炉の安全な停止を一定時間監視するために必要な容量を有した設計」としているが、

- ・ 全交流電源喪失時に蓄電池が電源供給する対象設備を具体的に説明すること。通常時と違う場合は、その違いを示すこと。
- ・ 監視のために電源供給が必要な設備を具体的に示すこと。
- ・ 蓄電池が上記の設備に電源供給するために必要な容量を具体的に示すこと。

#### (1)原子炉の安全な停止に係る連続的な監視

全交流動力電源喪失時において、原子炉スクラムしゃ断器を開放するために電源供給が必要な設備は原子炉保護設備である。さらに、原子炉の安全な停止を確認するために、一定時間の連続的な中性子束を監視することとしており、蓄電池から安全保護系用交流無停電電源装置を介し、中性子計装盤へ電源供給が必要となる。中性子計装盤への電源供給時間については、放射体領域への制御棒挿入後、40分経過後に燃料領域に制御棒が挿入されることで原子炉の停止が完了することを考慮し、40分を設定している。設計基準範囲での全交流動力電源喪失時に対

しては、40分以降の中性子束の監視については、全制御棒の挿入及び中性子束の低下を確認できていることから不要となる。なお、制御棒系及び後備停止系の機能が喪失する設計基準を超える事象においては、原子炉の停止が確認できていないことから、40分以降においても中性子束の監視を行う。監視に必要な電源については、可搬型発電機から確保することとし、後備停止系を復旧するまでの間及び復旧後における中性子束の連続的な監視を行う。なお、蓄電池の枯渇前までに、3チャンネルから構成する中性子計装盤のうち、ch. I 及び ch. II に係る中性子計装盤に対して2台の可搬型発電機を接続することで、可搬型発電機の燃料補給に伴う監視機能の喪失を防止する。

中性子束の監視に必要な蓄電池の容量については、中性子計装盤は安全保護系用交流無停電電源装置が電源供給する設備の一部であり、安全保護系用交流無停電電源装置に対して必要とする蓄電池容量は、A系蓄電池で207Ah、B系蓄電池で311Ahとなるが、全交流動力電源喪失時においては、負荷切り離しを行わないこととしており、蓄電池の給電対象は通常の商用電源喪失時と同様である。なお、中性子計装盤に対してはA系で約14.5Ah、B系で約29.0Ahである。従って、全交流動力電源喪失時に必要となる蓄電池容量は、通常の商用電源喪失時に必要となる蓄電池容量と同様、A系蓄電池で1,545.8Ah、B系蓄電池で1,587.3Ahとなる。既設の蓄電池は、1,600Ahの容量を有していることから、全交流動力電源喪失時に60分の電源供給が可能である。蓄電池容量については、「第4回設工認申請書（平成4年8月）蓄電池の容量計算書」にて算出している。具体的には、原子力発電所における蓄電池の容量計算に用いられている算出法である「据置蓄電池の容量算出法 SBA S 0601」（(社)電池工業会）に基づき、蓄電池からの給電が必要な負荷毎の電流及び各負荷に必要な給電時間の積を総和することで、必要となる蓄電池容量を算出している。蓄電池の容量算出根拠について図3に示す。

## (2)原子炉の安全な停止に係る継続的な監視

炉心冷却の監視及び原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性を監視することを目的に、原子炉圧力容器上鏡温度及び補助冷却器出口ヘリウム圧力を監視する。なお、監視については、蓄電池による連続的な監視ではなく、可搬型発電機により定期的な監視を継続的に行う。さらに、使用済燃料貯蔵プールの冷却機能も喪失していることから、プール水の蒸発による水位の低下を把握することを目的に、貯蔵プールの水位についても継続的に監視する。原子炉圧力容器上鏡温度及び補助冷却器出口ヘリウム圧力に係る測定については、可搬型記録計、信号変換器を計装盤に接続することで測定し、それらに必要な電源は可搬型発電機から供給する。なお、使用済燃料貯蔵プール水位については、携行型測定器による測定が可能であることから、可搬型発電機による電源は必要としない。これらの監視については、原子炉の安全な停止に係る連続的な監視が完了する40分後から、継続的な監視を開始すると共に、蓄電池の枯渇前までに可



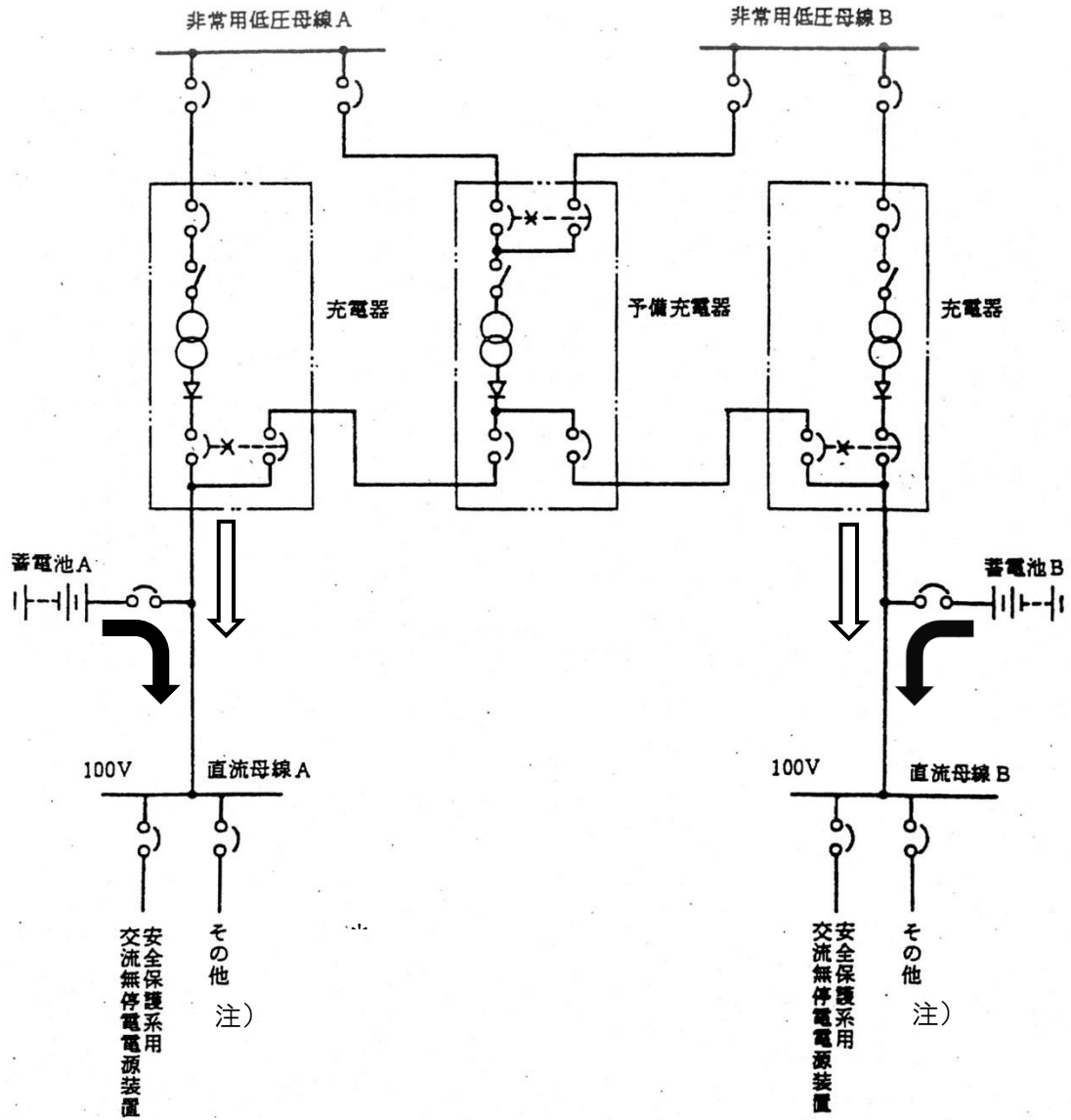
搬型発電機、可搬型記録計及び信号変換器による監視系を構築することで、蓄電池が枯渇する60分以降においても継続的な監視を行う。

### (3)可搬型発電機等の接続に係る実現性

可搬型発電機、可搬型記録計及び信号変換器の接続に係る実現性については、平成26年度防災訓練において、多量の放射性物質等を放出する事故の発生を想定した訓練により検証している。具体的には、蓄電池枯渇後の可搬型発電機から計装盤への電源接続に係る手順、可搬型記録計及び信号変換器に係る接続手順、接続に要する所要時間、必要となる資機材の充足性について検証し、可搬型発電機、可搬型記録計及び信号変換器の保管場所からの運搬及び起動並びに計装盤までのケーブル敷設に係る対応に要した時間は約30分であることを確認している。なお、中性子計装盤については、蓄電池の枯渇後は中性子束を監視しないことから訓練対象としていないが、訓練対象の計装盤と入力端子の構造、計装盤の設置場所、接続に必要な資機材及び接続手順が同様であることから、可搬型発電機による中性子計装盤の電源確保に係る実現性は担保している。なお、中性子計装盤については、可搬型発電機からの電源供給により、中央制御盤の指示計で中性子束を監視できることから、可搬型記録計及び信号変換器の接続は必要ない。

⇨ 商用電源受電時の給電ライン

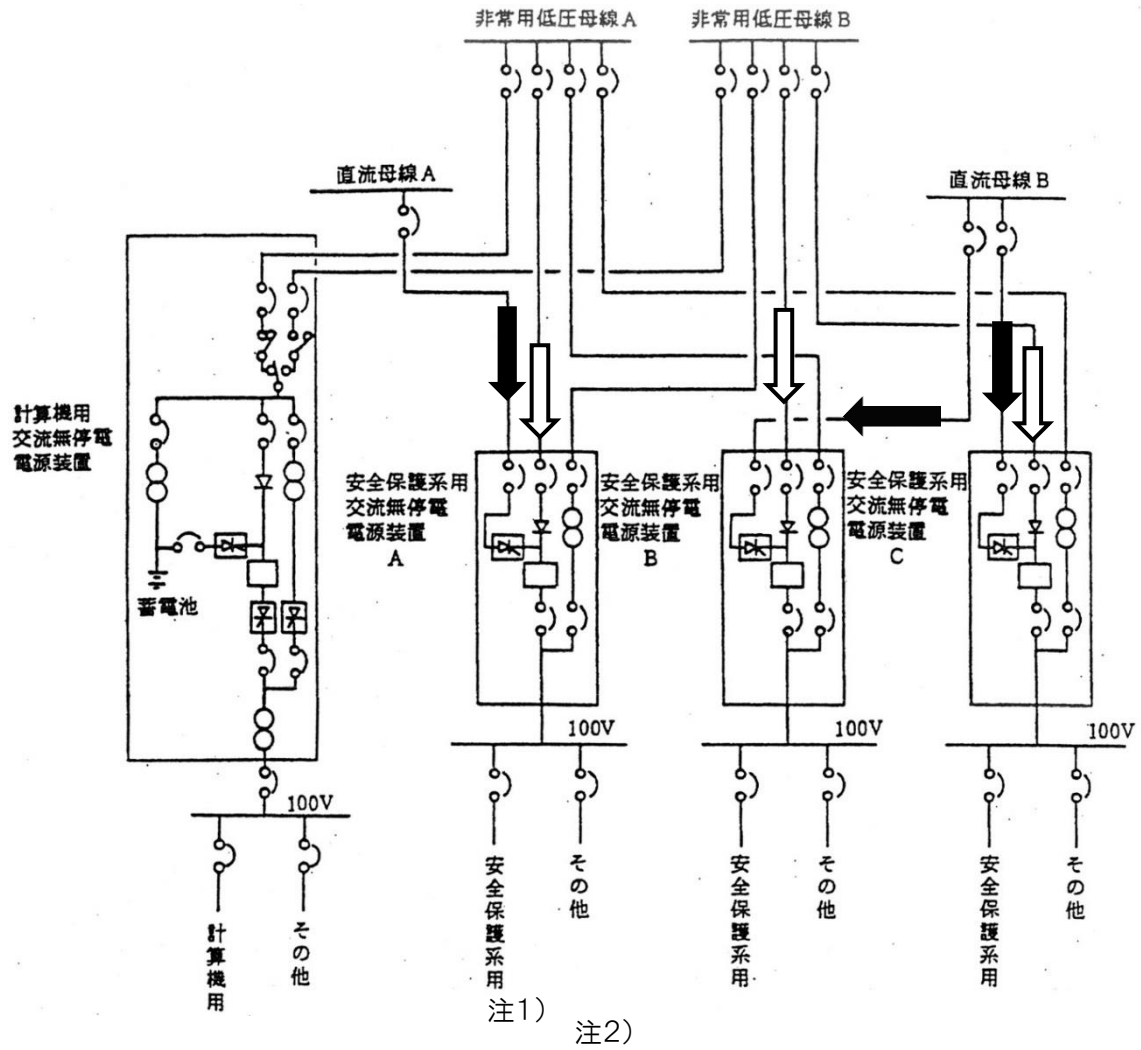
⇨ 商用電源喪失時の給電ライン



注) 原子炉スクラムしゃ断器、工学的安全施設等の継電器、隔離弁を含む電磁弁、電源盤用開閉器、非常用照明等

図 1 直流電源設備の単線結線説明図

- ⇨ 商用電源受電時の給電ライン
- ⇨ 商用電源喪失時の給電ライン  
(直流電源設備の蓄電池から給電)

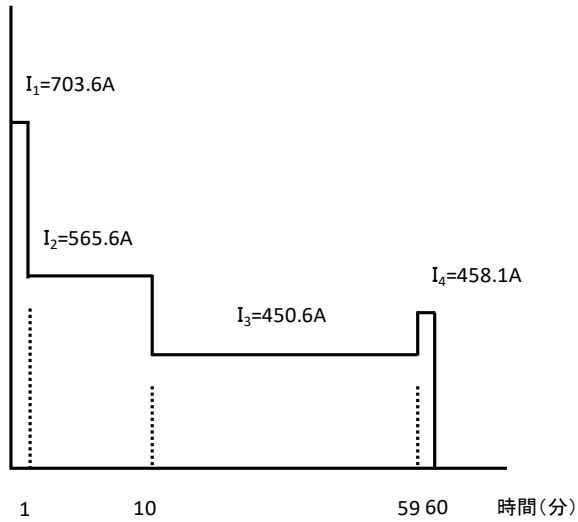


注1)安全保護系のプロセス計装、原子炉計装、原子炉保護設備、工学的安全施設  
作動設備等

注2)中央制御盤、制御用圧縮空気設備制御盤、非常用発電機制御盤等

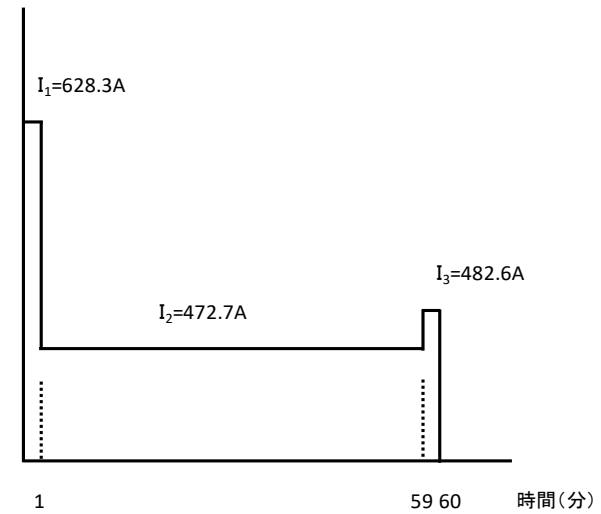
図2 交流無停電電源設備の単線結線説明図

### A系蓄電池



### 負荷曲線

### B系蓄電池



### 容量計算

$$C = \frac{1}{L} \{K_1 \times I_1 + K_2 \times (I_2 - I_1) + K_3 \times (I_3 - I_2) + K_4 \times (I_4 - I_3)\}$$

$$C = \frac{1}{0.8} \{2.65 \times 703.6 + 2.61 \times (565.6 - 703.6) + 2.4 \times (450.6 - 565.6) + 1.1 \times (458.1 - 450.6)\}$$

$$= \underline{1545.8\text{Ah}}$$

$$C = \frac{1}{L} \{K_1 \times I_1 + K_2 \times (I_2 - I_1) + K_3 \times (I_3 - I_2)\}$$

$$C = \frac{1}{0.8} \{2.65 \times 628.3 + 2.61 \times (472.7 - 628.3) + 1.1 \times (482.6 - 472.7)\}$$

$$= \underline{1587.3\text{Ah}}$$

\*Cは蓄電池容量、Iは負荷電流、Kは容量換算時間、Lは保守率を意味する。

\*容量算出は、「据置蓄電池の容量算出法SBA S 0601」((社)電池工業会)による。

\*算出条件

- 蓄電池種類 : CS形鉛蓄電池
- 許容最低電圧 : 95V(1.75V/セル)
- 蓄電池最低温度 : 10℃
- 停電保証時間 : 1時間

図3 蓄電池の容量算出根拠

2019年3月26日審査会合コメント

第28条保安電源設備

第30条通信連絡設備等

第42条外部電源を喪失した場合の対策設備等

第47条最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備

第51条監視設備

○基準地震動による地震発生時には耐震BCクラスの施設の機能に期待できないことや、一部の自然現象（竜巻、火山事象）に対しては防護対象設備を限定していることから、これらの事象発生時には、非常用発電設備による交流動力電源が確保できなくなる。その状態において、設置許可基準規則第28条における重要安全施設への電源供給、第42条における外部電源喪失時の電源供給、第47条における最終ヒートシンクへの熱輸送のための電源供給、第51条における放射線監視設備への電源供給の観点から、設計上どのような考慮がなされているかを説明すること。

○非常用発電機からの電源供給を期待する場合、必要な工学的安全設備等の負荷に対して十分な容量を有することを説明すること。

○第30条の通信連絡設備について、外部電源喪失が想定される設計基準事故発生時に使用する通信連絡設備の電源について具体的に説明すること。

2019年5月22日審査会合コメント

可搬型発電機を用いた監視について、必要な要員、分散している保管場所からの移動、接続箇所、ケーブル敷設ルートを考慮しても蓄電池の枯渇前に電源供給が可能であることを説明すること。また、中性子束の監視が必要であるかを説明すること。

1. 地震、竜巻及び火山事象発生時の対応

地震、竜巻及び火山事象により商用電源が喪失し、さらに非常用発電機が機能喪失し全交流動力電源喪失となった場合においても、制御棒が挿入され原子炉が停止した後は、HTTRの特徴により、炉心は自然に冷却されるとともに、原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性は維持され、原子炉は安全に停止・維持が可能である。なお、竜巻、火山事象については、原子炉施設に影響が及ぶ前に原子炉の停止操作を講じることが可能である。また、使用済燃料貯蔵プールについては、冷却機能が喪失した場合でも、プール水の蒸発により水位が低下し、貯蔵ラック温度が上昇して貯蔵機能が損なわれるまでには時間的な余裕が十分にある。このため、全交流動力電源喪失時においては、第28条（保安電源設備）に係る重要安全施設への電源供給、第47条（最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備）に係る補助冷却設備等の炉心冷却システムへの電源供給は不要であり、第42条（外部電源を喪失した場合の対策設備等）に係る対応措置によって、停止後の必要な監視（平成31年4月22日審査会合 資料3-3参照）を行う。また、第51条（監視設備）に係る放射線量の監視、第30条（通信連絡設備等）に係る通信連絡手段の確保を行う。

## 2. 全交流動力電源喪失時に必要な対応及びその電源について

### (1) 第 42 条（外部電源を喪失した場合の対策設備等）に係るパラメーターの監視

中性子束、原子炉圧力容器上鏡温度、補助冷却器出口ヘリウム圧力及び使用済燃料貯蔵プール水位を監視する。

監視に必要な電源は、直流電源設備の蓄電池から供給する。さらに蓄電池の枯渇後は、可搬型発電機等を用いて供給する。但し、中性子束の監視に係る電源は、全制御棒の挿入及び中性子束の低下の確認が蓄電池の枯渇前に完了できることから、可搬型発電機からの供給は不要となる。

### (2) 第 51 条（監視設備）に係る放射線量の監視

HTTR 原子炉施設及び周辺監視区域の境界付近の放射線量を監視する。

HTTR 施設の放射線量の監視は、可搬型のサーベイメータを用いて行う。また、周辺監視区域の境界付近の放射線量の監視は、各所に設置された非常用発電機及び蓄電池からの給電により監視を行い、これらの電源が枯渇した場合は可搬型のサーベイメータを用いて行う。このため、電源供給は不要である。

サーベイメータによる対応は、14 台の可搬型サーベイメータ、環境監視要員（20 人程度）を活用し、モニタリングポスト 14 基を代替する形で行う。

### (3) 第 30 条（通信連絡設備等）に係る通信連絡手段の確保

HTTR 原子炉施設から現地対策本部、現地対策本部から外部必要箇所への通信連絡手段を確保する。

HTTR 原子炉施設から現地対策本部へは携帯電話、現地対策本部から外部必要箇所へは携帯電話及び衛星携帯電話を用いて通信連絡手段を確保する。このため、電源供給は不要である。

## 3. 可搬型発電機について

### 3.1 可搬型発電機の容量及び台数

各対応に必要な資機材、電源種類及び電源容量を表 1 に示す。必要な電源容量は、5A（単相 AC100V）程度であり、軽油を燃料とする可搬型発電機 1 台での対応が可能である。

表 1 必要な対応及び電源容量

必要な対応		資機材（数量）	電源種類及び電源の概算容量
パラメーター の監視	原子炉圧力容器上鏡温度	記録計（1台）	単相 AC100V：約 5A
	補助冷却設備出口圧力	信号変換器（1台）	
	使用済燃料貯蔵プール水位	携行型測定器（1台）	—
放射線量の 監視	HTRR	γ線測定用サーベイメータ（2台）	—
	周辺監視区域の境界	γ線測定用サーベイメータ（14台）	—
通信連絡手段 の確保	HTRR	携帯電話（1台）	—
	現地対策本部	携帯電話（2台）	—
		衛星携帯電話（1台）	—

### 3.2 可搬型発電機及び燃料の保管場所

可搬型発電機については、共通要因により損傷しないように複数台を分散して保管する。また、可搬型発電機の燃料として用いる軽油は、油脂倉庫に7日間運転できる量を保管する。万一油脂倉庫が損壊して同倉庫内の軽油が使用できない場合は、大洗研究所内の他施設から融通する、或いは外部調達する等して必要な燃料を確保する。

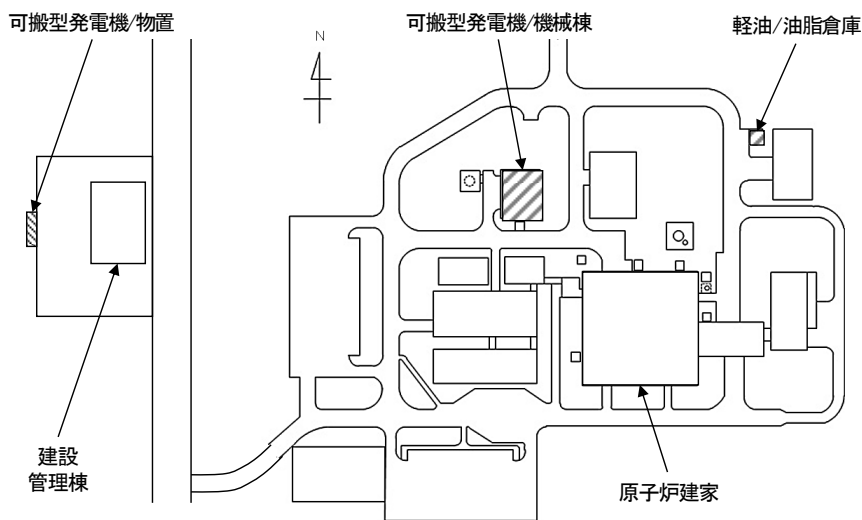


図 1 可搬型発電機及び燃料の保管場所

### 3.3 可搬型発電機による電源供給の方法

可搬型発電機による電源供給の方法を図 2、可搬型発電機から必要箇所へのケーブル敷設を図 3 に示す。

全交流動力電源喪失が発生した場合は、可搬型発電機を保管場所から原子炉建家付近の屋外まで運搬して起動する。但し、火山事象においては火山灰の吸い込みを防止するため、火山灰警戒が発令した段階で事前に可搬型発電機を原子炉建家内の屋外へ通じる扉付近に搬入し、排

気を屋外へ逃して発電機を起動する。ケーブルは、原子炉建家地上階から地下1階に敷設して、監視に用いる記録計及び信号変換器に接続する。

可搬型発電機を起動する場所、可搬型発電機から電源を必要とする盤までのケーブル敷設経路は複数確保し、共通要因により発電機の起動、ケーブル敷設等の対応が妨げられることはないようにする。

本作業は、本体施設運転員5名及び特定施設運転員3名の合計8名のうち、2名で実施することが可能である。

なお、これらの対応を確実に円滑に行えるよう、運転手引には可搬型発電機、可搬型の計器等の資機材保管場所及び接続箇所等を明記するとともに、使用する資機材には銘板の貼付や接続箇所に対応した識別等を行う。また、これらの対応を教育訓練に取り入れて実施する。

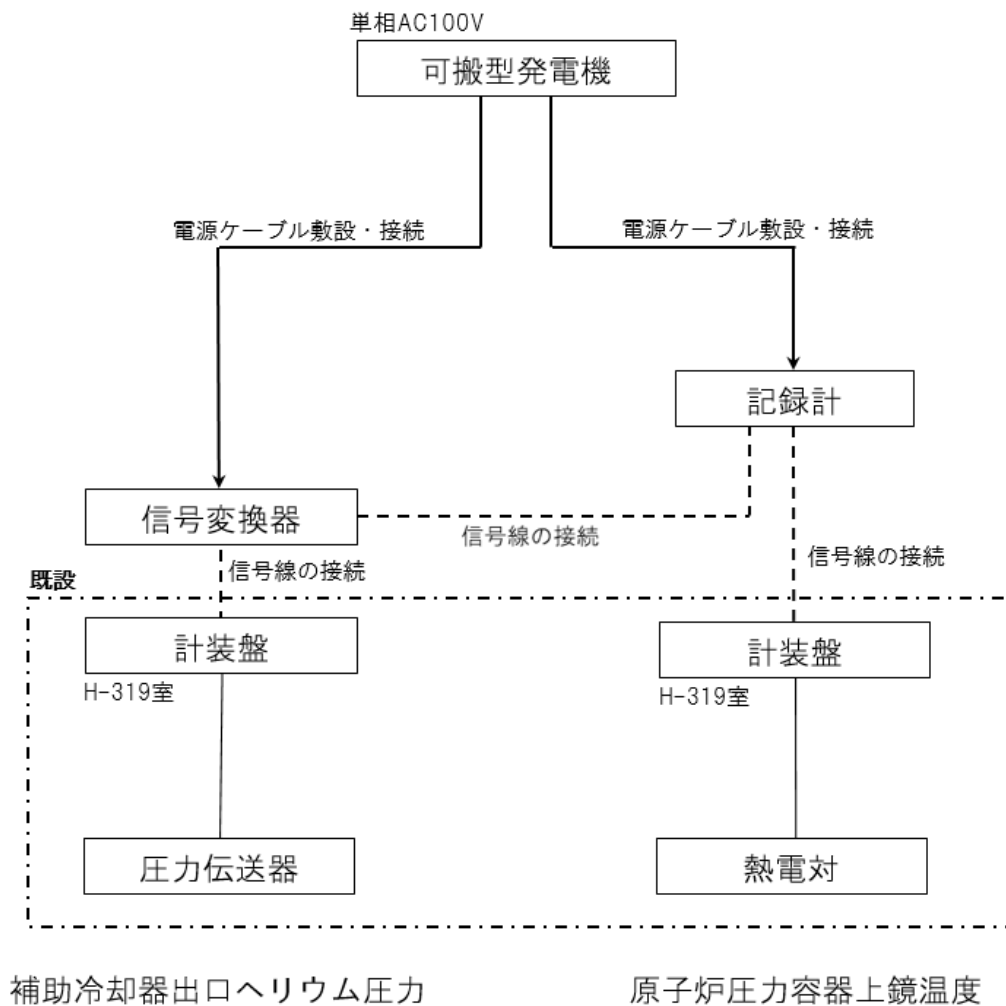
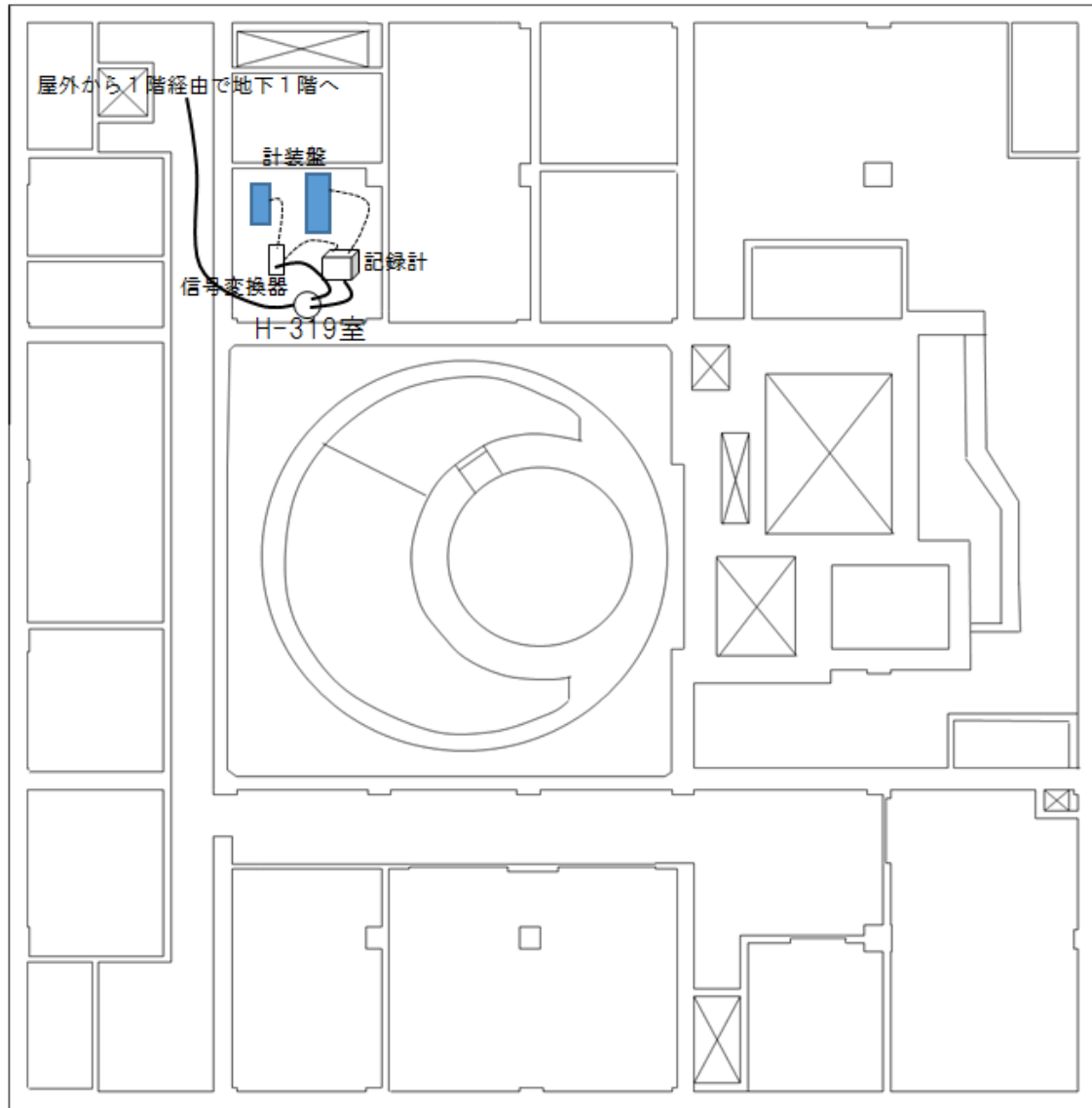
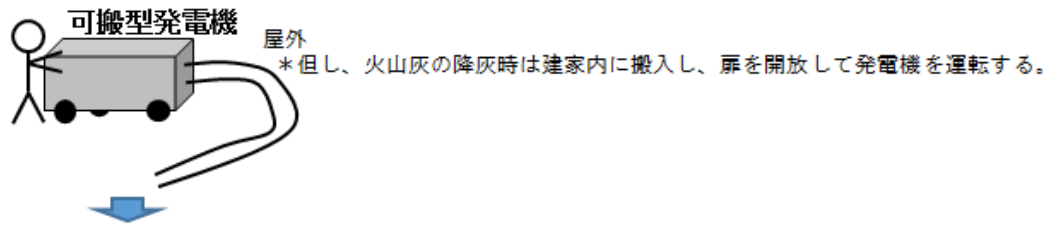


図2 可搬型発電機による電源供給方法





原子炉建家地下1階

図3 可搬型発電機から必要箇所へのケーブル敷設

### 3.4 可搬型発電機による電源供給に係る実現性

可搬型発電機による電源供給に係る実現性については、平成 26 年度防災訓練において、多量の放射性物質等を放出する事故の発生を想定した訓練により検証しており、可搬型発電機の保管場所（機械棟）からの運搬及び起動並びに計装盤までのケーブル敷設に係る対応に要した時間は約 30 分であることを確認している。また、建設管理棟西側の物置からの運搬は 15 分以内で行えることを確認しており、物置からの運搬を考慮しても、表 2 に示すとおり 40 分以内で対応することが可能である。

表 2 可搬型発電機からの電源供給に係る所要時間

作業項目	所要時間
可搬型発電機の運搬 （物置→原子炉建家）	15 分
ケーブル敷設	10 分
ケーブル接続・監視開始	10 分

平成 27 平成 27 年 7 月 30 日 ヒアリングにおけるコメント

事象が発生してから給電が復旧するまでの時間の評価、及びその時間において施設の安全性が損なわれることがないかについて説明すること。

<回答>

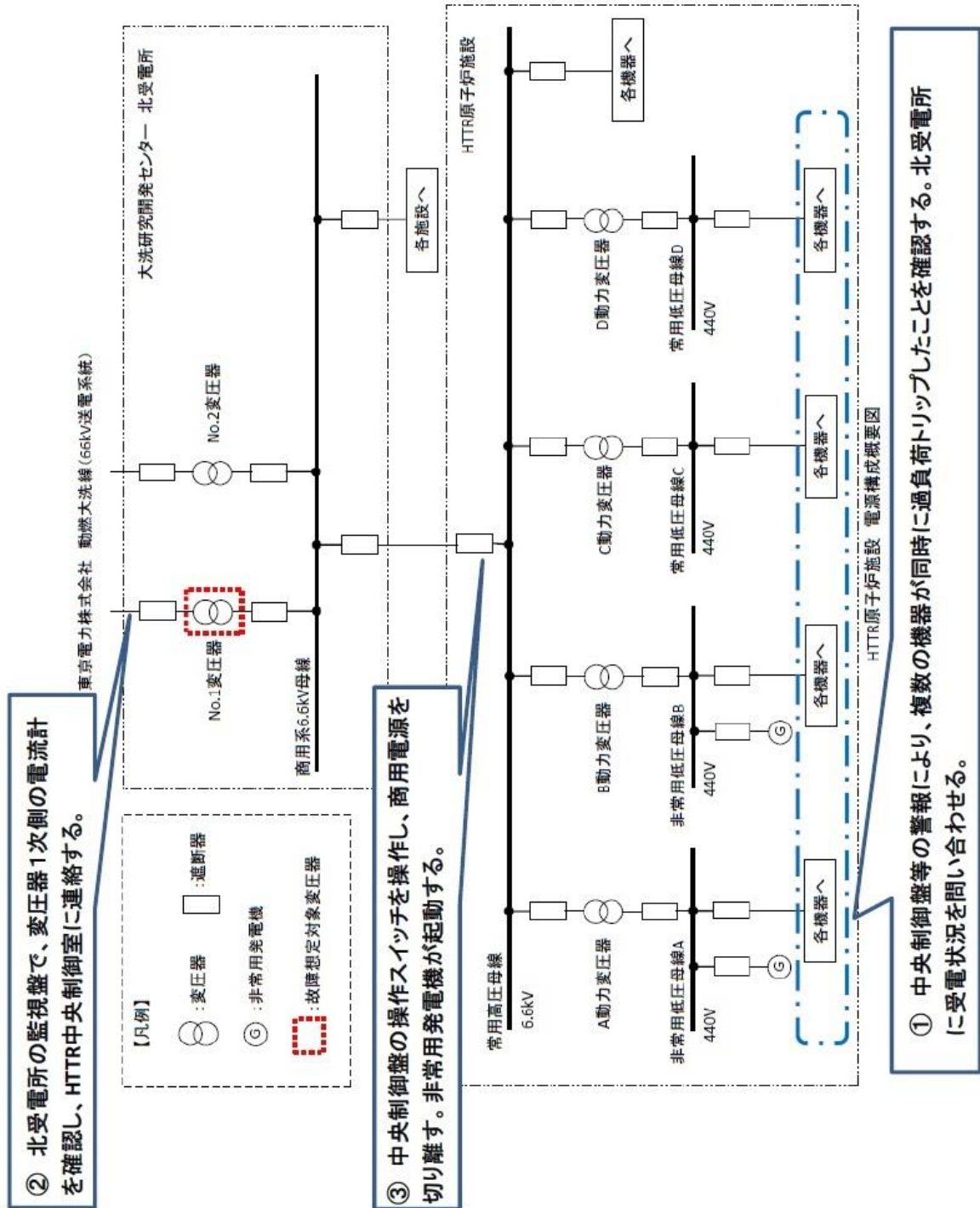
1 相開放故障が発生した場合の復旧方法と所要時間は以下のとおり。

No.	活動内容	経過時間（分）	
		5	10
1	HTTR 中央制御室で、運転員が中央制御盤等の警報により、複数の機器が同時に過負荷トリップしたことを確認する。北受電所に受電状況を問い合わせる。	■	
2	北受電所に常駐している監視員が、北受電所内の監視盤で変圧器 1 次側の電流計を確認する。電流計（3 相）のうち 1 相だけが 0A を指示している場合、1 相開放故障が発生していると判断し、HTTR 中央制御室に連絡する。	■	
3	HTTR 中央制御室で、運転員が中央制御盤の操作スイッチを操作し、商用電源を切り離す。非常用発電機が起動する。	■	

本事象は、全交流動力電源喪失に類する事象が発生するが、非常用発電機の起動操作は 5 分程度で完了するため、施設の安全性が損なわれることはない。

\*一相開放故障が発生した場合においては、所内電源盤に「パワーセンタ 電動機 過負荷」、「モータコントロールセンタ電気異常」に係る警報が発生する。

また、一相開放故障の発生時の対応については、HTTR 運転手引に定めることとする。



1 相開放故障が発生した場合の復旧手順の概要

## コメント事項

### まとめ資料

非常用発電機、蓄電池にぶら下がっている負荷を示すこと。また、非常用発電機、蓄電池の容量算出根拠に当たっては、想定してる機器とその負荷が明確になるように、まとめ資料に示して説明すること。

非常用発電機及び蓄電池の容量は、「第4回設工認申請書（平成4年8月） 参考資料 非常用発電機設備の容量計算書」及び「第4回設工認申請書（平成4年8月） 参考資料 蓄電池の容量計算書」に記載されている。なお、全交流電源喪失時には、負荷切り離しを行わないため、蓄電池の給電対象は通常の商用電源喪失時と同様である。

表1に非常用発電機、表2に蓄電池の負荷を示す。

表 1 非常用発電機の負荷

負荷名称	非常用発電機	
	A系統	B系統
直流電源設備 充電器	84.7 KVA	84.7 KVA
安全保護系用交流無停電電源装置 A	36 KVA	—
安全保護系用交流無停電電源装置 B	—	36 KVA
安全保護系用交流無停電電源装置 C	—	18 KVA
計算機用交流無停電電源装置	197 KVA	197 KVA
一般制御用電源	75 KVA	75 KVA
保安灯電源	75 KVA	75 KVA
屋内消火栓加圧送水ポンプ	7.5 kW	7.5 kW
原子炉格納容器付属施設エアロック	0.24 kW	—
非常用発電機補機電源	8.45 kW	8.45 kW
排煙機	11 kW	—
原子炉建家エレベータ	9.5 kW	—
放射線監視設備 動力用電源盤	12.3 KVA	7.9 KVA
SF/B 排気モニタ	—	6.8 KVA
C/V ガスサンプリング装置	1.5 KVA	—
原子炉格納容器放射能計装	2.2 KVA	2.2 KVA
サービスエリア放射能計装	2.2 KVA	2.2 KVA
格納容器再循環冷却装置 送風機	30 kW	30 kW
補機冷却水設備 循環ポンプ	110 kW	110 kW
炉容器冷却設備 循環ポンプ	15 kW	15 kW
補機冷却水設備 補機冷却水冷却塔ファンA	15 kW	15 kW
補機冷却水設備 補機冷却水冷却塔ファンB	15 kW	15 kW
補助冷却設備 補助ヘリウム循環機	40 KVA	40 KVA
補助冷却水循環ポンプ	22 kW	22 kW
補助冷却水空気冷却器ファンA	18.5 kW	18.5 kW
補助冷却水空気冷却器ファンB	18.5 kW	18.5 kW
非常用空気浄化設備 排風機	11 kW	11 kW
廃棄フィルタユニットヒーター	10 kW	10 kW
後備停止系駆動装置用電源	1.5 KVA	1.5 KVA
原子炉建家 I 系換気空調装置排気B系統排風機	3.7 kW	3.7 kW
放射能測定室系換気空調装置排気B系統排風機	1.5 kW	1.5 kW
使用済燃料貯蔵建家 排気A系統排風機	7.5 kW	7.5 kW
排気D系統排風機	15 kW	15 kW
中央制御室系換気空調装置 送風機	15 kW	15 kW
排風機	0.2 kW	0.2 kW
循環送風機	0.4 kW	0.4 kW
循環フィルタヒータ	3.5 kW	3.5 kW
実験設備換気装置 排気A系統排風機	1.5 kW	1.5 kW
電動隔離弁	0.4 KVA	0.4 KVA
非常用発電機補機電源	11 kW	11 kW
空調用冷水装置 I 冷水ポンプ	75 kW	75 kW
補機電源	4 KVA	4 KVA
制御用空気圧縮装置 空気圧縮機	37 kW	37 kW
除湿器	10 kW	10 kW
電気設備室系換気空調装置 送風機	185 kW	185 kW
排風機	3.7 kW	3.7 kW
一般排水ポンプ	5.5 kW	5.5 kW
ろ過水供給設備 ろ過水ポンプ	30 kW	—
空調用冷水装置 I 冷凍機	350 kW	350 kW
冷却塔非常用換気ファン	0.75 kW	0.75 kW
計算機室個別空調機	—	30 kW
プール水冷却浄化設備 循環ポンプ	7.5 kW	7.5 kW

表 2 蓄電池の負荷

(1) A系

(1) B系

負荷内容	負荷電流 (A)
He循環機電源切換遮断器分電盤A (0.1秒間)	35.0
(60分間)	5.0
He循環機回転数制御盤A	15.0
2次He循環機回転数制御盤	15.0
1HX He循環機回転数制御盤	15.0
1次/2次Heサンプリング直流分電盤	25.0
電磁弁分電盤A	23.2
1次加圧水冷却器出口隔離弁	34.0
1次加圧水冷却器入口止め弁	34.0
2次加圧水冷却器出口隔離弁	15.0
補助冷却設備直流電源盤A	4.0
制御棒スクラム装置盤A	10.0
炉容器冷却設備A	15.6
非常系P/C制御電源	10.0
投入	5.0
引外し	12.5
非常用発電機制御電源	5.0
初期励磁	5.0
実験設備電源	10.0
非常用照明	115.0
空調用電磁弁	7.0
放射線管理隔離弁A	5.0
常用系P/C-C制御電源	10.0
投入	2.5
引外し	2.5
安全保護系用交流無停電電源装置A 直流入力	207.0
電磁弁分電盤(N1)	34.4
電磁弁分電盤(N2)	34.4

負荷内容	負荷電流 (A)
He循環機電源切換遮断器分電盤B (0.1秒間)	35.0
(60分間)	5.0
He循環機回転数制御盤B	15.0
He循環機回転数制御盤C	15.0
1次/2次HeサンプリングB	10.0
電磁弁分電盤B	23.2
1次加圧水冷却器入口隔離弁	34.0
1次加圧水冷却器出口止め弁	34.0
2次加圧水冷却器入口隔離弁	15.0
主盤	2.0
補助冷却設備直流電源盤B	4.0
制御棒交換機用電源盤	10.0
純水供給設備制御盤	10.0
制御棒スクラム装置盤B	5.0
炉容器冷却設備B	10.5
非常系P/C制御電源	10.0
投入	5.0
引外し	12.5
非常用発電機制御電源	5.0
初期励磁	5.0
実験設備電源	10.0
空調用電磁弁	3.0
放射線管理隔離弁B	5.0
常用系P/C-D制御電源	10.0
投入	2.5
引外し	2.5
常用高圧M/C制御電源	9.0
投入	2.4
引外し	16.8
安全保護系用交流無停電電源装置B 直流入力	207.0
安全保護系用交流無停電電源装置C 直流入力	104.0

コメント事項

回答として、安全保護系（停止系）、安全保護系（工学安全施設）としているが、原子炉停止系統、原子炉冷却系統に係る設備の全てについて、具体的に明記すること。

【回答】

安全保護系（停止系）は、原子炉停止系（制御棒系）へのスクラム信号を発生する系統であり、安全保護系プロセス計装、原子炉スクラム信号並びにインターロック回路動作信号を発生する 2 トレインの論理回路及び原子炉スクラムしゃ断器から構成される。

また、安全保護系（工学的安全施設）は、補助冷却設備、原子炉格納容器隔離弁、非常用空気浄化設備への起動信号を発生する系統であり、安全保護系プロセス計装及び工学的安全施設を作動させる 2 トレインの論理回路から構成される。

コメント事項

10.3.6 可搬型発電機 8-10-4

全 3 台(× 2 箇所)配備する可搬型発電機のうち、第 4 2 条対応のものは 1 台(× 2 箇所)、他の 2 台(× 2 箇所)のうち、1 台は後備停止系用 (200V)、残りの 1 台は BDBA の監視用との理解でよいか。同じ可搬型発電機を第 4 2 条対応と BDBA 対応で兼用するものはあるか。第 4 2 条対応の設備だけでなく全体がわかるようにまとめて申請書に記載すること。

【回答】

申請書の記載は、42 条に関しては 10.3.6 項に、53 条に関しては 17.項の(4)に、使用する可搬型発電機の種類、台数、使用目的及び兼用する可搬型発電機を記載し示している。

可搬型発電機の種類、必要台数及び使用目的を下表に示す。HTTR 原子炉施設として必要な台数は 3 台であり、2 箇所に各々 1 式 (3 台) の合計 6 台を分散して配備する。なお、42 条 (外部電源喪失) と 53 条 (BDBA) で兼用するものは下表に示す No.1 の可搬型発電機である。

No.	可搬型発電機の種類 (必要台数)	使用目的	
		42 条 (外部電源喪失)	53 条 (BDBA)
1	単相交流発電機 AC100V (1 台)	温度、圧力の監視	温度、圧力及び中性子束の監視
2	単相交流発電機 AC100V (1 台)	—	中性子束の監視
3	三相交流発電機 AC200V (1 台)	—	後備停止系駆動装置の駆動