JY-203-30

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

第28条（保安電源設備）

2023年3月10日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

大洗研究所高速実験炉部

第 28 条：保安電源設備

目　次

1.　要求事項の整理

2.　設置許可申請書における記載

3.　設置許可申請書の添付書類における記載

3.1　安全設計方針

3.2　気象等

3.3　設備等

4.　要求事項への適合性

4.1　基本方針

4.2　重要安全施設の選定

4.3　非常用電源設備

4.4　常用電源

4.5　要求事項（試験炉設置許可基準規則第 28 条）への適合性説明

（別紙）

別紙 1　：「炉心の変更」に関する基本方針

別紙 2　：電気系統における異常の検知等

別紙 3　：重要安全施設の選定の考え方

別紙 4　：非常用電源設備から重要安全施設への電源供給

別紙 5　：ディーゼル発電機の定格容量の設定根拠

別紙 6　：蓄電池容量の設定根拠

（添付）

添付 1　：設置許可申請書における記載

添付 2　：設置許可申請書の添付書類における記載（安全設計）

添付 3　　：設置許可申請書の添付書類における記載（適合性）

添付 4　　：設置許可申請書の添付書類における記載（設備等）

本日ご提示範囲

添付１　設置許可申請書における記載

5.　試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備

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

原子炉施設には、外部電源が喪失した場合において、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し、また、計測制御系統、安全保護回路、原子炉停止系統、原子炉冷却系統等の機能とあいまって、燃料の許容設計限界を超えないよう、炉心からの核分裂生成物の崩壊熱を除去できるとともに、停止後、一定時間、炉心の強制冷却を必要とする場合にあっては、崩壊熱を除去する設備に電源を供給するための非常用電源設備として、ディーゼル発電機及び蓄電池並びに電力供給設備（非常用母線切替回路及びケーブル等）を設ける。

非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性並びに独立性を確保し、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とする。

さらに、外部電源に直接接続している変圧器の一次側において３相のうちの１相の電路の開放が生じた場合にあっては、不足電圧継電器の作動による警報の発報に期待するとともに、当該警報の発生や付随する複数の機器の過負荷トリップを確認した場合には、運転員は中央制御室にて、変圧器の一次側の電流を確認し、その結果、外部電源の異常と判断した場合には、手動により原子炉を停止するとともに、外部電源を切り離し、ディーゼル発電機を起動することで、必要な電力を確保するものとする。

蓄電池については、全交流動力電源喪失（外部電源喪失及び非常用ディーゼル電源系喪失）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ものとする。

（ｉ）ディーゼル発電機

容量　約 2,500kVA

基数　２基

主な負荷　１次補助冷却系及び２次補助冷却系
格納容器雰囲気調整系
補機冷却設備

（ⅱ）蓄電池

組数　４組

主な負荷　原子炉保護系
１次主冷却系（１次主循環ポンプポニーモータ）
中央制御室制御盤

（３）その他の主要な事項

（ｉ）常用電源

原子炉施設は、大洗研究所（南地区）南受電所から66kV配電線1回線で商用電源（外部電源）を受電する。

添付２　設置許可申請書の添付書類における記載（安全設計）

添付書類八

1.　安全設計の考え方

1.1　安全設計の方針

1.1.1　基本的方針

原子炉施設は、以下の基本的方針のもとに安全設計を行い、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」等の関係法令の要求を満足するとともに、「設置許可基準規則」に適合する設計とする。

（６）原子炉施設は、大洗研究所（南地区）南受電所から 66 kV 配電線１回線で商用電源（外部電源）を受電する。また、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、電力系統に連系するように設計するものとし、外部電源が喪失した場合において、計測制御系統、安全保護回路、原子炉停止系統、原子炉冷却系統等の機能とあいまって、燃料の許容設計限界を超えないよう、炉心からの核分裂生成物の崩壊熱を除去できるとともに、停止後、一定時間、炉心の強制冷却を必要とする場合にあっては、崩壊熱を除去する設備に電源を供給する等、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の非常用電源設備として、ディーゼル発電機及び蓄電池、並びに電力供給設備（非常用母線切替回路及びケーブル等）を設ける。安全施設へ電力を供給するために使用する保安電源設備は、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止できるものとする。

外部電源に直接接続している変圧器の一次側において３相のうちの１相の電路の開放が生じた場合にあっては、不足電圧継電器の作動による警報の発報に期待するとともに、当該警報の発生や付随する複数の機器の過負荷トリップを確認した場合には、運転員は中央制御室にて、変圧器の一次側の電流を確認し、その結果、外部電源の異常と判断した場合には、手動により原子炉を停止するとともに、外部電源を切り離し、ディーゼル発電機を起動することで、必要な電力を確保するものとする。

（７）非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性並びに独立性を確保し、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とする。

1.2　安全機能の重要度分類

1.2.4　重要安全施設の選定

重要安全施設については、「外部からの衝撃による損傷の防止」、「信頼性に対する設計上の考慮」及び「電気系統に対する設計上の考慮」の観点で、安全施設のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものとして選定する。

（3）電気系統に対する設計上の考慮を必要とする重要安全施設

「研究炉の重要度分類の考え方」を参考に、その機能、構造及び動作原理を考慮し、以下の施設を電気系統に対する設計上の考慮を必要とする重要安全施設とする（第1.2.5表参照)。

（ⅰ）ＭＳ－１のうち、外部電源が利用できない場合に動的機能を必要とする構築物、系統及び機器（ただし、外部電源が利用できない場合にフェイルセーフの構造及び動作原理を有するものを除く。)

（ⅱ）ＭＳ－２のうち、異常状態発生時に、周辺の公衆に過度の放射線被ばくを与えることを防止するために、異常状態の緩和及び放射性物質の閉じ込め機能を果たすべき構築物、系統及び機器

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、電力系統に連系するように設計する。

第 1.2.5 表　電気系統に対する設計上の考慮を必要とする重要安全施設

分類	機能	構築物、系統又は機器	特記すべき関連系＊
ＭＳ－１	原子炉の緊急停止 及び未臨界維持機能	①　制御棒 ②　制御棒駆動系 １）駆動機構 ２）上部案内管 ③　後備炉停止制御棒 ④　後備炉停止制御棒駆動系 １）駆動機構 ２）上部案内管 ３）下部案内管	
	１次冷却材漏えい量 の低減機能	①　１次補助冷却系 １）サイフォンブレーク止弁 ②　１次予熱窒素ガス系 １）仕切弁	①　関連するプロセス計装 （ナトリウム漏えい検出器）
	原子炉停止後 の除熱機能	①　１次主冷却系 １）１次主循環ポンプポニーモータ	
	放射性物質 の閉じ込め機能	①　格納容器バウンダリに属する弁	
	工学的安全施設 及び原子炉停止系への 作動信号の発生機能	①　原子炉保護系（スクラム） ②　原子炉保護系（アイソレーション）	①　関連する核計装 ②　関連するプロセス計装
ＭＳ－２	放射線の遮蔽 及び放出低減機能	①　アニュラス部排気系 １）アニュラス部排気系（アニュラス部常用排気フィルタを除く。） ②　非常用ガス処理装置	
	事故時のプラント状態 の把握機能	①　事故時監視計器の一部	

＊：　上記関連系は、当該系と同位の重要度を有するものとする。

添付３　設置許可申請書の添付書類における記載（適合性）

添付書類八

1.　安全設計の考え方

1.8　「設置許可基準規則」への適合

（保安電源設備）
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気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。
ハ　燃料体の崩壊熱を適切に除去することができること。

適合のための設計方針

１　について
原子炉施設は、大洗研究所（南地区）南受電所から66kV配電線１回線で商用電源（外部電源）を受電する。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、電力系統に連系するように設計する。ここでの「重要安全施設」は、「研究炉の重要度分類の考え方」を参考に、その機能、構造及び動作原理を考慮し、以下に属する施設より選定するものとする。
（１）ＭＳ－１のうち、外部電源が利用できない場合に動的機能を必要とする構築物、系統及び機器（ただし、外部電源が利用できない場合にフェイルセーフの構造及び動作原理を有するものを除く。）
（２）ＭＳ－２のうち、異常状態発生時に、周辺の公衆に過度の放射線被ばくを与えることを防止するために、異常状態の緩和及び放射性物質の閉じ込め機能を果たすべき構築物、系統及び機器

２　について
原子炉施設には、外部電源が喪失した場合において、計測制御系統、安全保護回路、原子炉停止系統、原子炉冷却系統等の機能とあいまって、燃料の許容設計限界を超えないよう、炉心からの核分裂生成物の崩壊熱を除去できるとともに、停止後、一定時間、炉心の強制冷却を必要とする場合にあっ

ては、崩壊熱を除去する設備に電源を供給する等、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の非常用電源設備として、ディーゼル発電機及び蓄電池、並びに電力供給設備（非常用母線切替回路及びケーブル等）を設ける。

３　について

非常用電源設備及びその附属設備（ディーゼル発電機及び蓄電池並びに電力供給設備（非常用母線切替回路及びケーブル等））は、多重性又は多様性並びに独立性を確保し、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とする。

ディーゼル発電機については、定格容量を約 2,500kVA とし、外部電源の喪失に対処するための設備がその機能を確保するために必要な負荷（以下「非常用負荷」という。）に対して 100%の容量を有するものを 2 系統の非常用ディーゼル電源系に各 1 基（合計：2 基）設置する。なお、非常用負荷は、2 基のディーゼル発電機のうち 1 基が停止した場合にあっても、他の 1 基により原子炉の安全を維持できるように負荷を構成する。

交流無停電電源系の蓄電池については、容量を 800Ah とし、非常用負荷のうち、交流無停電電源系に接続される負荷に対して 100%の容量を有し、かつ、2 時間の放電ができるものを 2 系統の交流無停電電源系に各 1 組（合計：2 組）設置する。また、直流無停電電源系の蓄電池については、容量を 1,800Ah とし、非常用負荷のうち、直流無停電電源系に接続される負荷に対して 100%の容量を有し、かつ、2 時間の放電ができるものを 2 系統の直流無停電電源系に各 1 組（合計：2 組）設置する。交流無停電電源系及び直流無停電電源系は、一方の装置の故障又は修理時にあっても、母線連絡用遮断器を投入することで、もう一方の系統より支障なく給電できるものとする。

（添付書類八の以下の項目参照
10.　その他試験研究用等原子炉の附属施設）

添付４　設置許可申請書の添付書類における記載（設備等）

添付書類八

10.　その他試験研究用等原子炉の附属施設

10.1　概要

原子炉施設には、その他試験研究用等原子炉の附属施設の主要設備として、以下の設備等を設ける。

（１）非常用電源設備

10.2　非常用電源設備

原子炉施設には、外部電源が喪失した場合において、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し、また、計測制御系統、安全保護回路、原子炉停止系統、原子炉冷却系統等の機能とあいまって、燃料の許容設計限界を超えないよう、炉心からの核分裂生成物の崩壊熱を除去できるとともに、停止後、一定時間、炉心の強制冷却を必要とする場合にあっては、崩壊熱を除去する設備に電源を供給するための非常用電源設備として、ディーゼル発電機及び蓄電池、並びに電力供給設備（非常用母線切替回路及びケーブル等）を設ける。

非常用電源設備及びその附属設備は、多重性又は多様性並びに独立性を確保し、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とする。

さらに、外部電源に直接接続している変圧器の一次側において３相のうちの１相の電路の開放が生じた場合にあっては、不足電圧継電器の作動による警報の発報に期待するとともに、当該警報の発生や付随する複数の機器の過負荷トリップを確認した場合には、運転員は中央制御室にて、変圧器の一次側の電流を確認し、その結果、外部電源の異常と判断した場合には、手動により原子炉を停止するとともに、外部電源を切り離し、ディーゼル発電機を起動することで、必要な電力を確保するものとする。

蓄電池については、全交流動力電源喪失（外部電源喪失及び非常用ディーゼル電源系喪失）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ものとする。

（１）ディーゼル発電機

原子炉施設には、2 系統の非常用ディーゼル電源系を設ける。各系統は、ディーゼル発電機、3.3kV 母線、400V 母線、200V 母線及び 100V 母線から構成し、常時は独立に使用されるものとする。非常用ディーゼル電源系は、通常時にあっては、常用電源を経由し、外部電源より給電されるものとするが、外部電源喪失時には、ディーゼル発電機より電源が供給される。ディーゼル発電機については、定格容量を約 2,500kVA とし、外部電源の喪失に対処するための設備がその機能を確保するために必要な負荷（以下「非常用負荷」という。）に対して、100％の容量を有するものを、2 系統の非常用ディーゼル電源系に各 1 基（合計：2 基）設置するものとする。

ディーゼル発電機は、低電圧継電器により外部電源の喪失を検出し、限時継電器で数秒間の停電を確認した後、2 基同時に自動起動する。ディーゼル発電機の起動方式は、圧縮空気始動方式であり、外部電源喪失後 30 秒で最初の負荷投入が可能となる。2 基のディーゼル発電機は、あらかじめ定めた順序に従い、非常用負荷に給電するものとする。なお、非常用負荷は、2 基のディーゼル発電機のうち 1 基が停止した場合にあっても、他の 1 基により原子炉の安全を維持できるように負荷を構成する。主な負荷を以下に示す。

１次補助冷却系及び２次補助冷却系
１次純化系及びオーバフロー系
１次冷却系予熱設備（一部）
２次冷却系予熱設備
格納容器雰囲気調整系
アニュラス部排気設備
非常用換気設備
コンクリート遮へい体冷却系
気体廃棄物処理設備
放射線監視設備（一部）
空調換気設備（一部）
補機冷却設備
圧縮空気供給設備
非常用照明設備

（2）蓄電池

原子炉施設には、2 系統の交流無停電電源系及び 2 系統の直流無停電電源系を設ける。交流無停電電源系の各系統は、整流装置、蓄電池、インバータ及び母線から構成し、常時は独立に使用されるものとする。交流無停電電源系は、通常時にあっては、常用電源を経由し、非常用ディーゼル電源系の 400V 母線等を介して、外部電源より給電されるものとするが、全交流電源喪失時（外部電源喪失後、ディーゼル発電機が起動し、定格電圧が確立するまでの時間を含む。）には、蓄電池より、インバータを介して、電源が供給される。交流無停電電源系の蓄電池については、容量を 800Ah とし、非常用負荷のうち、交流無停電電源系に接続される負荷に対して 100%の容量を有し、かつ、2 時間の放電ができるものを 2 系統の交流無停電電源系に各 1 組（合計：2 組）設置するものとする。なお、非常用負荷は、2 系統の交流無停電電源系のうち 1 系統が停止した場合にあっても、他の 1 系統により原子炉の安全を維持できるように負荷を構成する。直流無停電電源系の各系統は、整流装置、蓄電池、負荷電圧補償装置及び母線から構成し、常時は独立に使用されるものとする。直流無停電電源系は、通常時にあっては、常用電源を経由し、非常用ディーゼル電源系の 400V 母線等を介して、外部電源より給電されるものとするが、全交流電源喪失時（外部電源喪失後、ディーゼル発電機が起動し、定格電圧が確立するまでの時間を含む。）には、蓄電池より電源が供給される。直流無停電電源系の蓄電池については、容量を

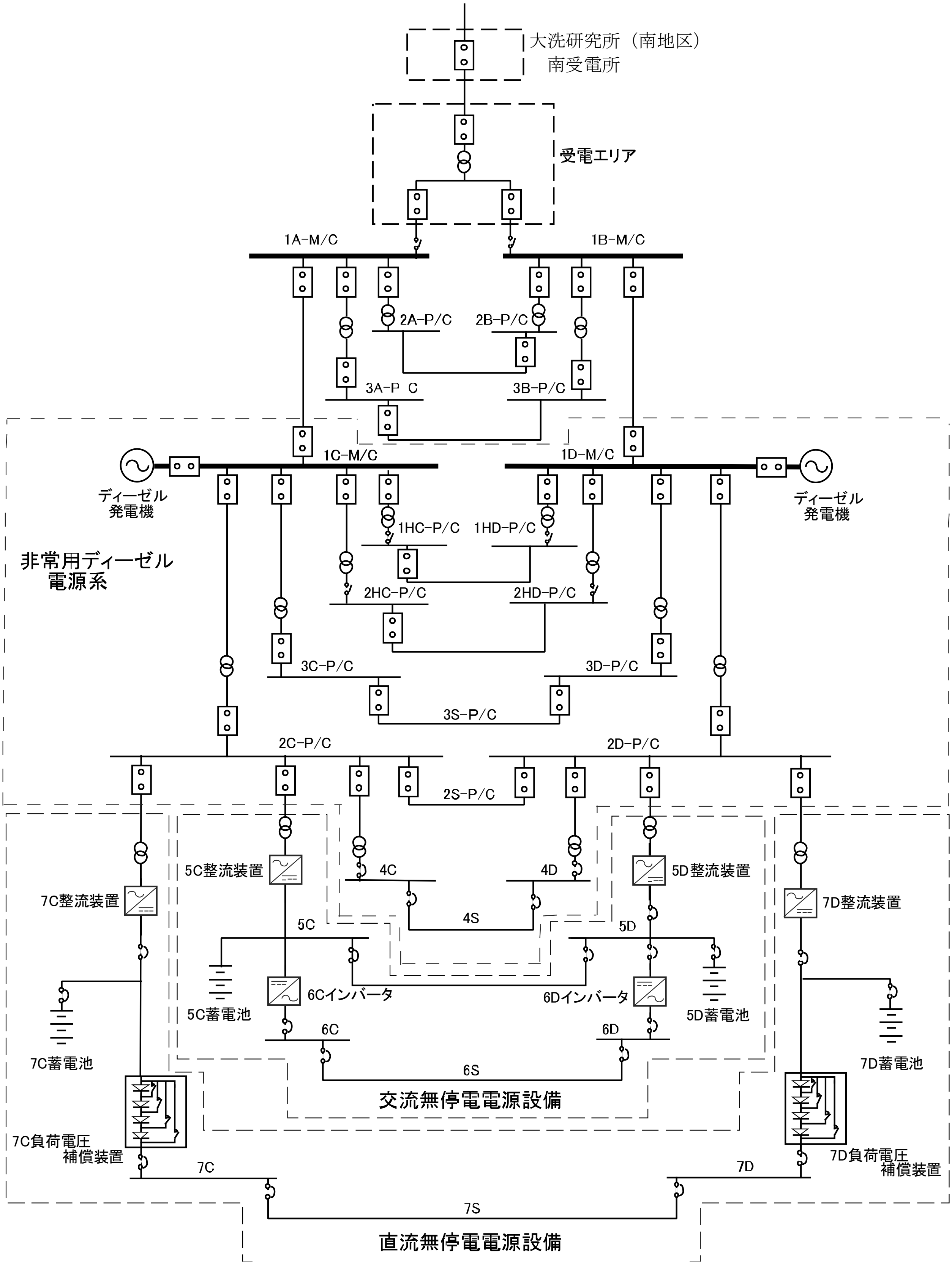
1,800Ah とし、非常用負荷のうち、直流無停電電源系に接続される負荷に対して 100%の容量を有し、かつ、2 時間の放電ができるものを 2 系統の直流無停電電源系に各 1 組（合計：2 組）設置するものとする。なお、非常用負荷は、2 系統の直流無停電電源系のうち 1 系統が停止した場合にあっても、他の 1 系統により原子炉の安全を維持できるように負荷を構成する。交流無停電電源系及び直流無停電電源系の主な負荷を以下に示す。

交流無停電電源系
原子炉保護系（関連する核計装、プロセス計装及び放射線管理設備を含む。）
格納容器（隔離弁（制御用電源））
中央制御室制御盤等（一部現場盤を含む。）
直流無停電電源系
１次主冷却系（１次主循環ポンプポニーモータ）
１次補助冷却系（サイフォンブレーク止弁）
格納容器（隔離弁（駆動用電源））
中央制御室制御盤等（一部現場盤を含む。）
非常灯

10.3　常用電源

原子炉施設は、大洗研究所（南地区）南受電所から 66kV 配電線 1 回線で商用電源（外部電源）を受電する。

原子炉施設における電源系統図を第 10.3.1 図に示す。原子炉施設の電源系統は、一般電源系、非常用ディーゼル電源系、交流無停電電源系及び直流無停電電源系から構成する。原子炉施設の受電エリアにおいて、主変圧器により、3.3kV に降圧し、2 系統の一般電源系に電源を供給する。各系統は、3.3kV 母線、400V 母線及び 200V 母線から構成し、常時は独立に使用されるものとする。


大洗研究所（南地区）
南受電所
受電エリア
1A-M/C
1B-M/C
2A-P/C
2B-P/C
3A-P C
3B-P/C
1C-M/C
1D-M/C
ディーゼル
発電機
ディーゼル
発電機
1HC-P/C
1HD-P/C
非常用ディーゼル
電源系
2HC-P/C
2HD-P/C
3C-P/C
3D-P/C
3S-P/C
2C-P/C
2D-P/C
2S-P/C
5C整流装置
4C
4D
5D整流装置
7C整流装置
4S
7D整流装置
5C
5D
6Cインバータ
6Dインバータ
5C蓄電池
5D蓄電池
6C
6D
7C蓄電池
7D蓄電池
6S
交流無停電電源設備
7C負荷電圧
補償装置
7D負荷電圧
補償装置
7C
7D
7S
直流無停電電源設備

第 10.3.1 図　電源設備