

(別添)

米国情報「電源系統の設計における脆弱性」  
に対する報告について

平成 25 年 12 月 24 日  
東京電力株式会社

## 目 次

1. はじめに	1
2. 米国 Byron 2 号機の事象の概要と米国の対応状況について	2
3. 各発電所の電源系の設備構成及び負荷の状態について	3
4. 外部電源系の 1 相開放故障の発生想定箇所について	4
5. 報告内容	6
6. まとめ	10
(添付資料－1) 電源構成概要図	11
(添付資料－2) 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷	24
(添付資料－3) 変圧器 2 次側の構造の概要	37

## 1. はじめに

本報告書は、米国原子力規制委員会による情報「電源系統の設計における脆弱性」(Bulletin 2012-01)に記載された Byron 2号機での1相開放故障に係わる事象を受け、原子力規制委員会より平成25年10月24日に発出された『米国情報「電源系統の設計における脆弱性」に係る報告の指示について』(原規技発第1310091号 平成25年10月24日)における報告事項

1. 外部電源系に1相開放故障が発生した場合の検知の可否及び検知後の対応について、報告すること。
2. 外部電源系における1相開放故障の状態が検知されない場合、発生すると予想される状態及び安全上の問題について、報告すること。

なお、当該報告には、電源系の設備構成及び負荷の状態についての説明を含めること。

に関して報告するものである。

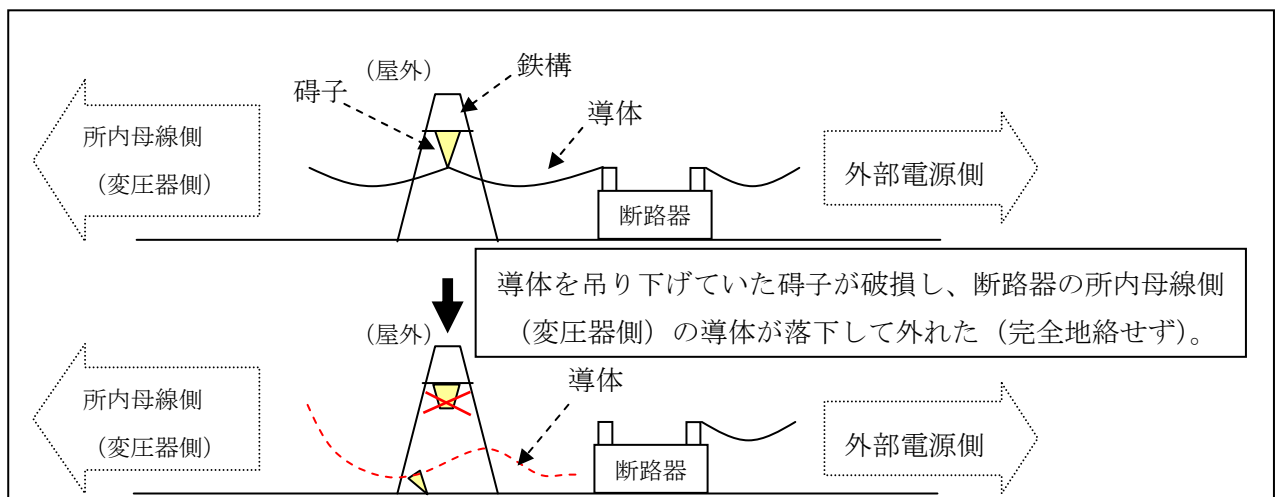
## 2. 米国 Byron 2 号機の事象の概要と米国の対応状況について

### (1) 米国 Byron 2 号機の事象の概要

2012 年 1 月 30 日、米国 Byron 2 号機において定格出力運転中、以下の事象が発生した。

- ① 起動用変圧器の故障（架線の碍子の破損）により、3 相交流電源の 1 相が開放故障した状態が発生した（図 1）。
- ② このため、常用母線の電圧が低下し、原子炉がトリップした。
- ③ 3 相交流電源の 1 相開放故障が検知されなかったため、非常用母線の外部電源への接続が維持され、非常用母線各相の電圧が不平衡となった。
- ④ 原子炉トリップ後に起動した安全系補機類が、非常用母線の電圧不平衡のために過電流によりトリップした。
- ⑤ 運転員が 1 相開放故障状態に気づき、外部電源の遮断器を手動で動作させることにより、外部電源系から非常用母線が開放され、非常用ディーゼル発電機が自動起動し、電源を回復した。

(図 1) 米国 Byron 2 号機の 1 相開放故障の概要



### (2) 米国の対応状況について

米国原子力規制委員会では、所内電源における 3 相交流のうち 1 相が開放故障した状態が検知されることなく、非常用高圧母線への給電が維持されたことを電源系統の設計の脆弱性・問題点と捉えており、米国事業者と対応を検討しているところである。

なお、米国原子力産業界は 2017 年を問題解決の期限としている。

### 3. 各発電所の電源系の設備構成及び負荷の状態について

各発電所の外部電源システムの概要を以下に示す。

また、各発電所における電源系の設備構成を（添付資料－1）に、所内電源系の各高圧母線に連なる主要な負荷を（添付資料－2）に示す。

なお、福島第一原子力発電所（5・6号機）については、平成25年12月18日に廃炉を決定して電気事業法第9条第1項にもとづく電気工作物の変更の届出（福島第一原子力発電所の廃止の届出）を経済産業大臣に行っており、平成26年1月31日付で廃止とする予定であるが、本報告書においては参考までに記載する。

（添付資料－1， 2）

#### （1）福島第二原子力発電所（1～4号機）

福島第二原子力発電所（1～4号機）に接続する送電線は、500kV 送電線2回線（富岡線1号・2号）と66kV 送電線2回線（岩井戸線1号・2号）の計4回線で構成されている。

#### （2）柏崎刈羽原子力発電所（1～7号機）

柏崎刈羽原子力発電所（1～7号機）に接続する送電線は、500kV 送電線4回線（新新潟幹線1号・2号，南新潟幹線1号・2号）と154kV 送電線1回線（東北電力（株）荒浜線）の計5回線で構成されている。

#### （3）福島第一原子力発電所（5・6号機）【参考】

福島第一原子力発電所（5・6号機）に接続する送電線は、66kV 送電線5回線（双葉線1号・2号，大熊線3号・4号，東北電力（株）東電原子力線）で構成されている。

#### 4. 外部電源系の1相開放故障の発生想定箇所について

発電所の所内電源系の非常用高圧母線に電源を供給するための電源として、以下の3つの経路が存在する。

- (a) 所内変圧器からの電源
- (b) 起動変圧器からの電源
- (c) 予備変圧器からの電源

このうち、所内電源系の高圧母線における3相の各相には低電圧を検知する交流不足電圧継電器が設置されていることから、3相のうち1相の開放故障が発生し、交流不足電圧継電器の検知電圧がある程度(約30%以上)低下すると、交流不足電圧継電器が動作し、1相開放故障を含めた電源系の異常を検知することが可能である。

(a)～(c)の各変圧器2次側(所内電源系側)の接続部位は、接地された筐体内等に収納されており、万一接続部における断線等により1相開放故障が発生したとしても、完全地絡に移行して大きな電圧低下が発生することから、交流不足電圧継電器により検知することが可能である。

(添付資料-3)

また、各変圧器2次側(所内電源系側)にある所内母線の遮断器は3相連動型(各相の遮断機構が機械的に連結されており同時に動く構造)であることから、1相のみの開放故障発生の可能性は極めて低い。

一方、各変圧器1次側の接続部位は、設備構成によっては米国 Byron 2号機と類似した架線による接続箇所がある場合もあることから、各変圧器2次側と比較すると1相開放故障が発生する可能性は考えられる。

よって、今回の外部電源系の1相開放故障の発生想定箇所としては、米国 Byron 2号機と同様に、非常用母線に直接給電している(最も近い位置にある)変圧器の1次側を想定箇所とした(表1)。

(表1) 非常用母線に直接給電している(最も近い位置にある)対象変圧器

発電所名	号機	対象変圧器	変圧器1次側における 架線による接続箇所の有無
福島第二 原子力発電所	1/2号	低起動変圧器(A)	あり
		低起動変圧器(B)	
	3/4号	低起動変圧器(A)	
		低起動変圧器(B)	
柏崎刈羽 原子力発電所	1/2号	低起動変圧器(A)	なし
		低起動変圧器(B)	
	3/4号	低起動変圧器(A)	
		低起動変圧器(B)	
	5号	低起動変圧器(A)	
		低起動変圧器(B)	
	6/7号	低起動変圧器(A)	
		低起動変圧器(B)	
【参考】 福島第一 原子力発電所	5/6号	起動変圧器(A)	なし
		起動変圧器(B)	
	共用	所内共通変圧器(A)	
		所内共通変圧器(B)	

## 5. 報告内容

(1) 外部電源系に1相開放故障が発生した場合の検知の可否及び検知後の対応について

(i) 1相開放故障が発生した場合の検知の可否について

4. の発生想定箇所(変圧器の1次側)において、米国 Byron 2号機の事象のように1相開放故障が発生した場合に、所内電源系の3相の各相には、4. に記載のとおり、低電圧を検知する交流不足電圧継電器が設置されており、変圧器1次側の1相開放故障に伴い、交流不足電圧継電器の検知電圧がある程度(約30%以上)低下すれば、当該の保護継電器が動作し警報が発生することにより1相開放故障を含めた電源系の異常を検知することが可能である。

ただし、一般的には、変圧器負荷が非常に少ない場合や、変圧器に△結線の安定巻線を含む場合などにおいては、所内電源系側の交流不足電圧継電器の検知電圧が動作範囲まで低下せず、1相開放故障が検知できない可能性がある(3相交流では、変圧器1次側における1相のみが開放故障となっても変圧器鉄心に磁束の励磁が持続されるため、変圧器2次側(所内電源系側)において3相ともほぼ正常に電圧が維持されてしまう場合がある)。

従って、外部電源系に1相開放故障が発生した場合の検知の可否については、交流不足電圧継電器が動作することにより検知できる場合もあるものの、発生時の負荷の状態などによっては検知できない可能性が否定できない。

なお、1相開放故障発生時の変圧器2次側(所内電源系側)の状態は、負荷容量が大きい場合の方が電圧の低下する割合が大きいといった定性的な傾向は確認できるものの、検知できる場合と検知できない場合を明確に区分することは難しい。

特に軽負荷時において1相開放故障時に変圧器2次側(所内電源系側)の電圧の低下がわずかであれば、設備的に1相開放故障を検知するためには1相開放故障の発生前後における負荷電流の変化を検知するような方法が考えられるが、通常時においても例えば機器の運転状態や昼間と夜間の電圧の変化などで負荷電流は変動するものであり、通常時の電流変化と1相開放故障したことによる電流変化を判別して検知することが困難な場合があると考えられる。

以上のことを踏まえて、当社において1相開放故障が発生する可能性も含め検知の可否について整理すると次のとおりとなる。

当社の変圧器は、福島第二原子力発電所の低起動変圧器を除き変圧器の一次側(外部電源系側)の接続部位は、米国 Byron 2号機同様の架線による接続(図1)ではなく、接地された筐体内等に配線が収納された構造である(図2)。

このような構造の場合、変圧器1次側に破損が想定される架線の碍子は存在せず、また仮に導体の断線による1相開放故障が発生したとしても、変圧器2次側同様に接地された筐体等を通じ完全地絡となることで、交流不足電圧継電器による検知が可能である。

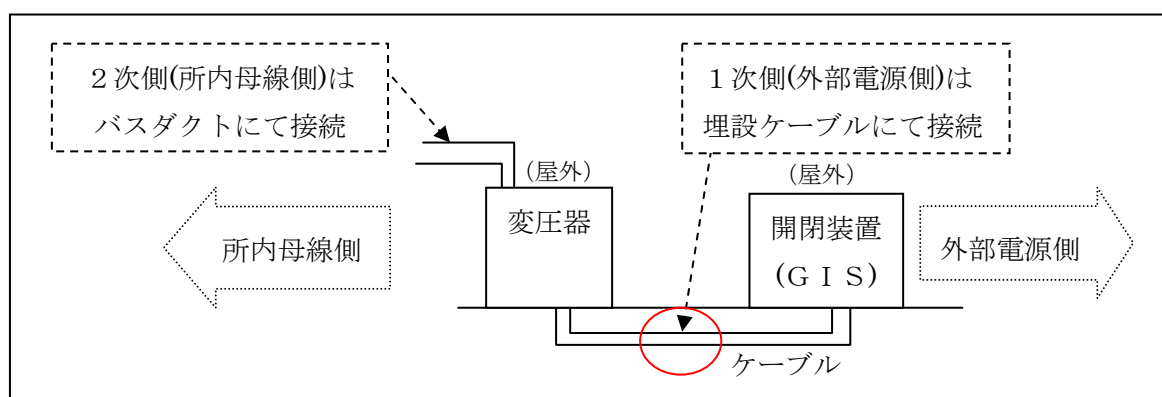


福島第二原子力発電所の低起動変圧器の1次側の接続部位は、架線による接続ではあるが、

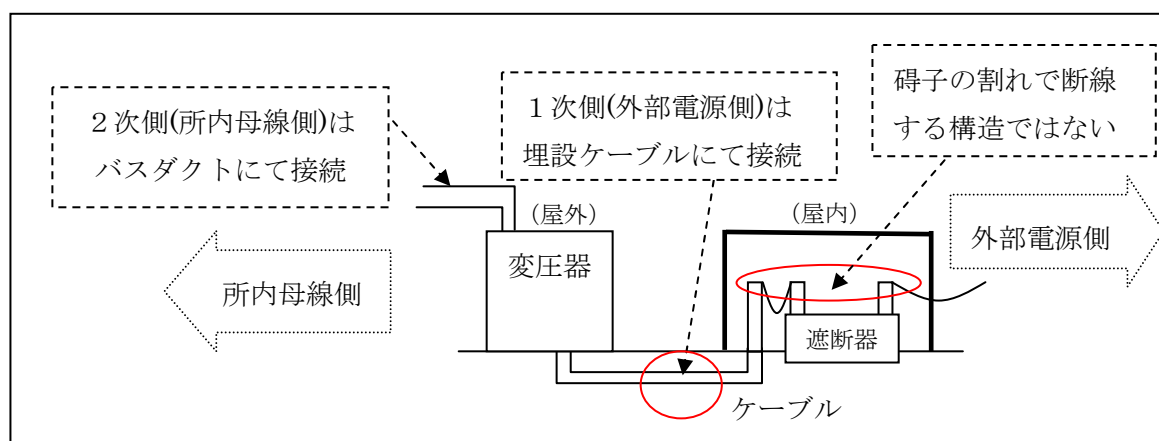
- ・ 導体は接続部において複数のボルトで固定されており、また短い間隔において複数の碍子で支えられていることから、1箇所の碍子の割れで導体が容易に落下して断線する構造ではないこと
- ・ 接続部は屋内に設置されており屋外と比較すると碍子の劣化は進展しないことから、1相開放故障が発生する可能性は極めて低い(図3)。

また、万一導体が破損して落下したとしても、導体が周囲の構造物に接触し地絡に至ることにより検知できる可能性が高いと考える。

(図2) 変圧器1次側の接続構造例(埋設ケーブルにて接続)



(図3) 変圧器1次側の接続構造例(架線にて接続)



なお、いずれの変圧器においても変圧器1次側で1相開放故障が発生した場合には、当該変圧器を通じた高圧母線に連なる動作中の補機類が異常に振動したり、連続的に過負荷トリップする等の挙動を示すこともあり(米国 Byron 2号機においても同様の挙動が確認されている)、警報発生により運転員が気付く前にこれらの要因で検知される場合も考えられる。

(ii) 1相開放故障が発生した場合の検知後の対応

非常用高圧母線に電源を供給する変圧器において、変圧器1次側の1相開放故障を検知した場合には、運転員が故障の影響のある変圧器を切り離し、故障の影響のない健全な変圧器に切り替えるか、もしくは非常用ディーゼル発電機を起動することにより非常用高圧母線に給電する。対応操作が落ち着いた段階で、1相開放故障の原因調査を行う。

待機中の変圧器において、1相開放故障の発生を検知した場合には、当該変圧器を使用しないように待機状態を解除し、1相開放故障の原因調査を行う。

(2) 外部電源系における 1 相開放故障の状態が検知されない場合、発生すると予想される状態及び安全上の問題について<sup>(注)</sup>

〔(注) 1 相開放故障の状態が検知されない場合には、検知可能な場合でも設備故障により検知されない場合を含む〕

発電所の運転中に対象変圧器の 1 次側で地絡を伴わない 1 相開放故障が発生した場合には、1 相開放故障の影響を受けた高圧母線に連なるポンプや空調ファンなどの補機類が過負荷トリップし、機器によっては待機中の補機類が自動起動するが、これらも過負荷トリップすることが予想される。

補機類が停止することにより直ちに原子炉が自動停止することはないが、事象が長期化するような場合には、原子炉の手動停止を含めた対応をとることも考えられる。

発電所の停止中に対象変圧器の 1 次側で地絡を伴わない 1 相開放故障が発生した場合にも、1 相開放故障の影響を受けた高圧母線に連なるポンプや空調ファンなどの補機類が過負荷トリップし、機器によっては待機中の補機類が自動起動するが、これらも過負荷トリップすることが予想される。

場合によっては、発電所の停止中に原子炉や燃料の冷却に使用しているポンプが過負荷により停止することも考えられる。

しかし、いずれの場合においても、これらの事象が発生した後、運転員が電源系の異常と判断し、故障の影響のない電源への切り替え操作や、非常用ディーゼル発電機の起動操作等、5.(1).(ii)における検知が可能である場合と同様の対処により事象を収束することができ、安全上の問題には至ることなく対応をとることが可能である。

なお、米国 Byron 2 号機と同様の架線による接続箇所については特に留意し、現状実施している運転員による毎日の巡視点検や、定期検査時における点検において、引き続き異常の早期発見に努めていく。

## 6. まとめ

外部電源系における1相開放故障は、通常発生する確率は非常に低く、過去に国内の原子力発電所においても発生事例はない。

また、仮に1相開放故障が発生した場合でも、故障の影響を受けていない電源への切り替えや、非常用ディーゼル発電機の起動により、安全上の問題に至る前に、事象を収束することが可能であると考えられる。

しかし、事象が発生した際に、運転員が当該事象に対して十分な知見がない場合には、対応が遅くなることが考えられる。

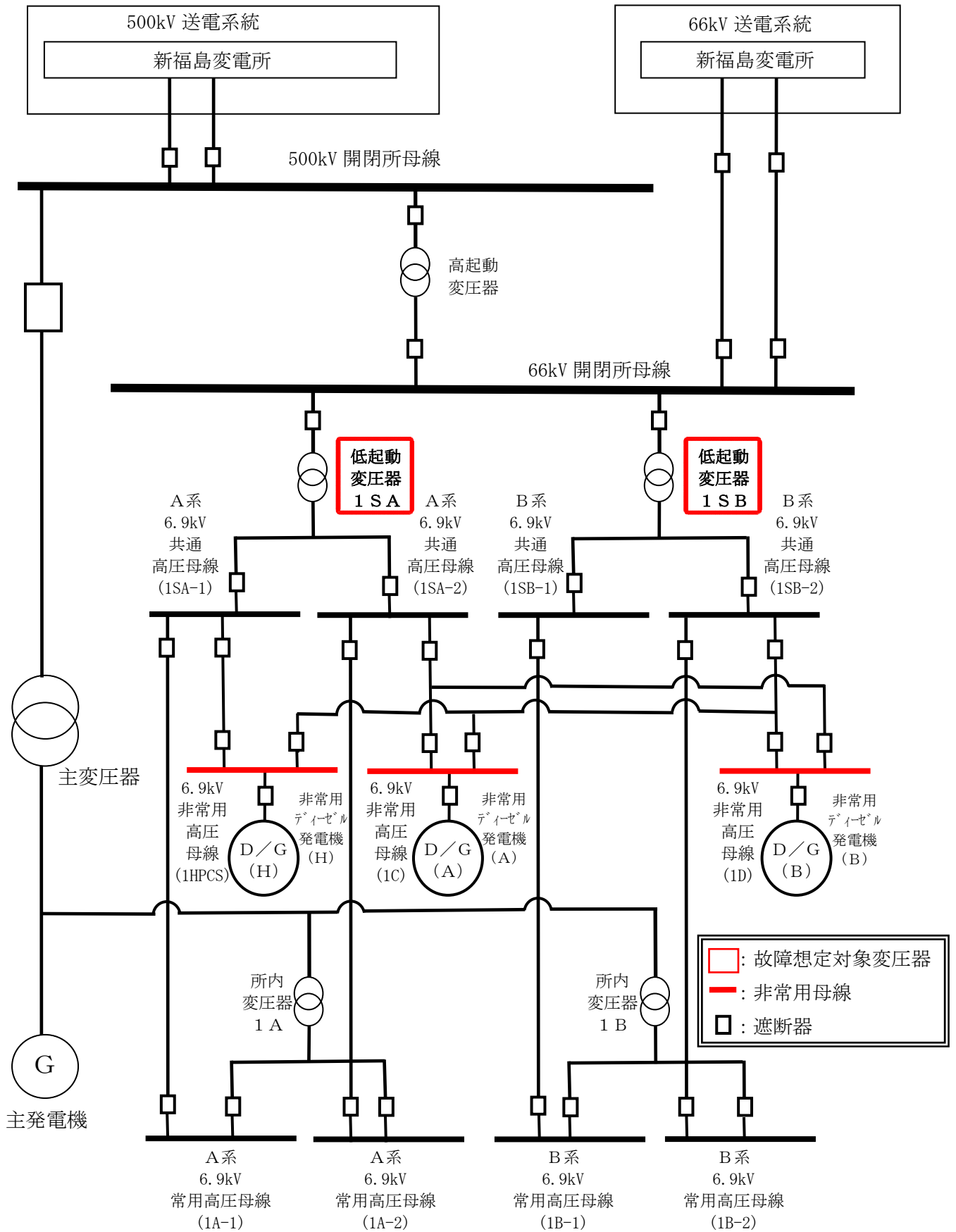
当社においては、対策として運転員に対し米国 Byron 2 号機の事象を周知しており、1相開放故障が疑われた場合の対応について操作手順書への反映を実施している。

また、毎日運転員が実施している設備の巡視点検時にも気を配り、引き続き早期の異常発見に努めていく。

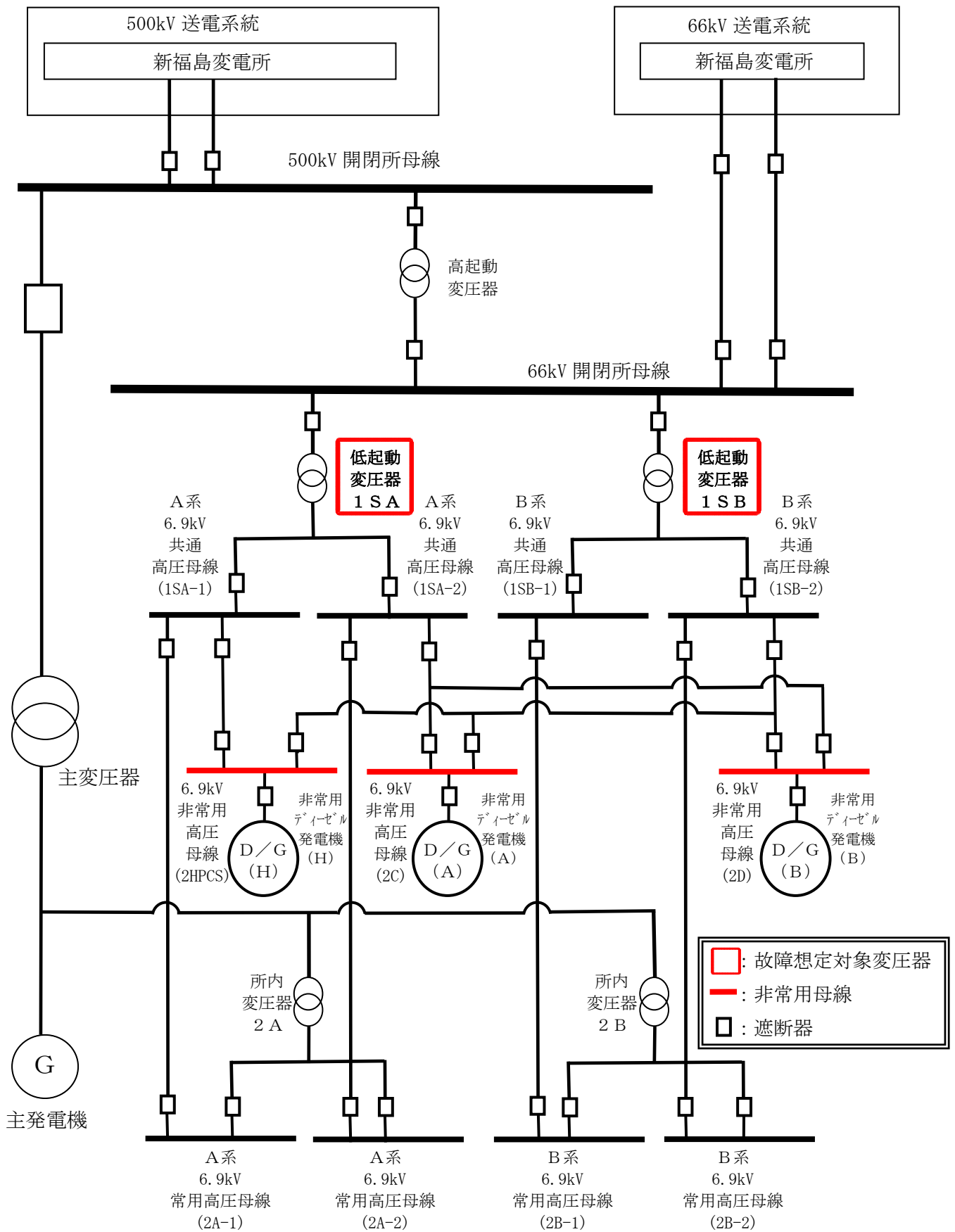
今後は米国原子力規制委員会および米国原子力産業界において検討/研究中である内容について動向を注視しながら、必要により設備面の追加対策についてもその要否を含め検討を続ける。

以上

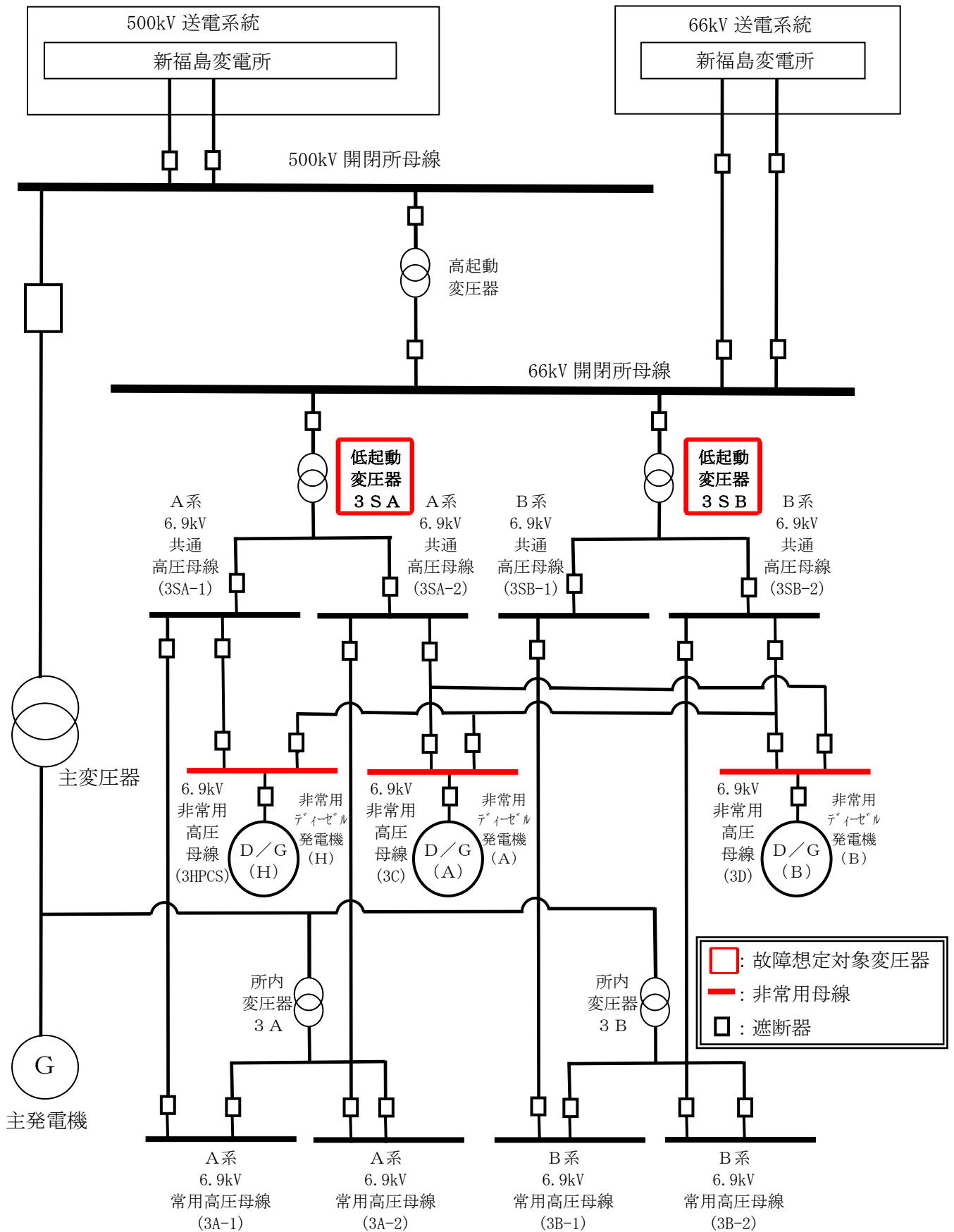
福島第二原子力発電所 1号機 電源構成概要図



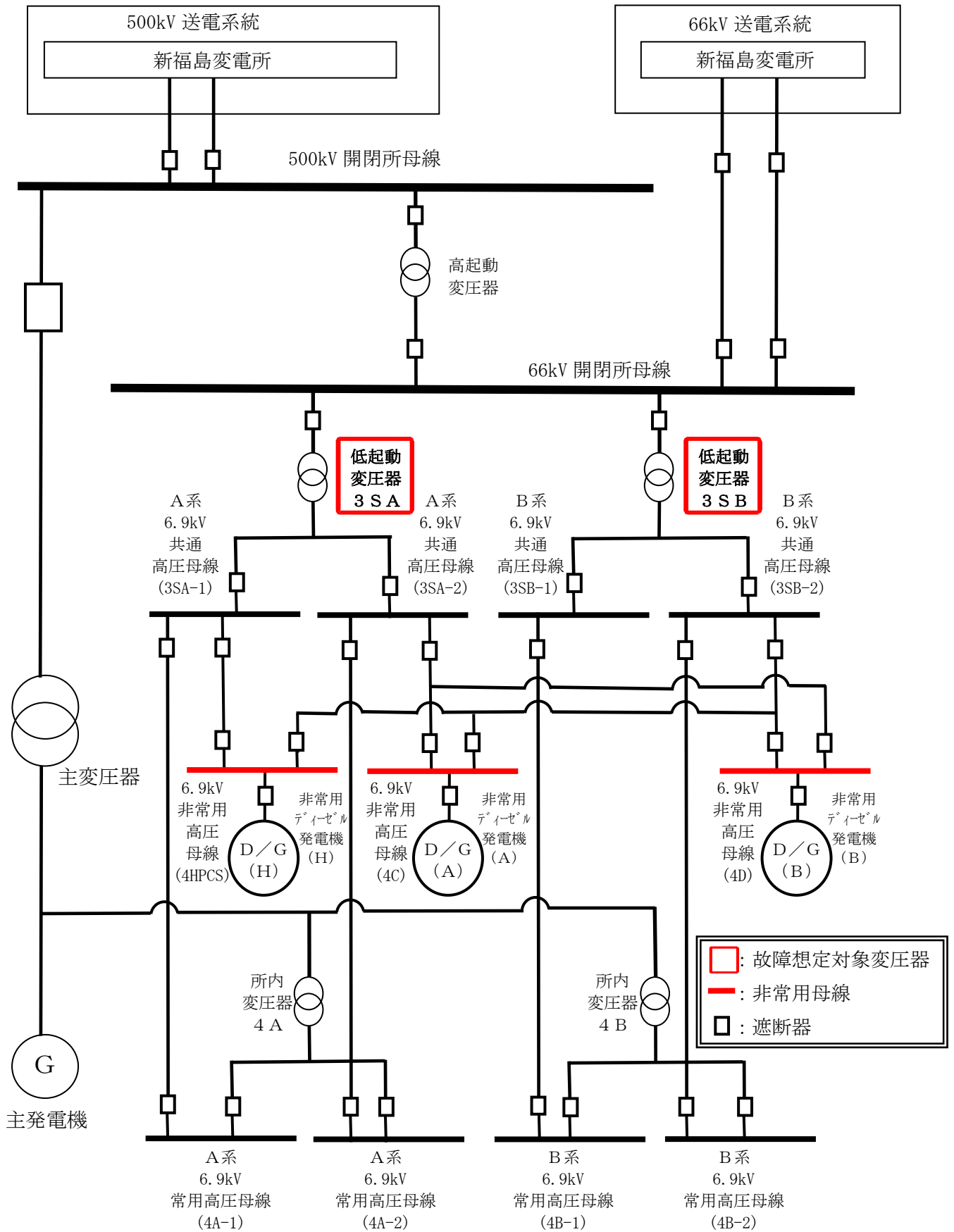
福島第二原子力発電所 2号機 電源構成概要図



福島第二原子力発電所 3号機 電源構成概要図

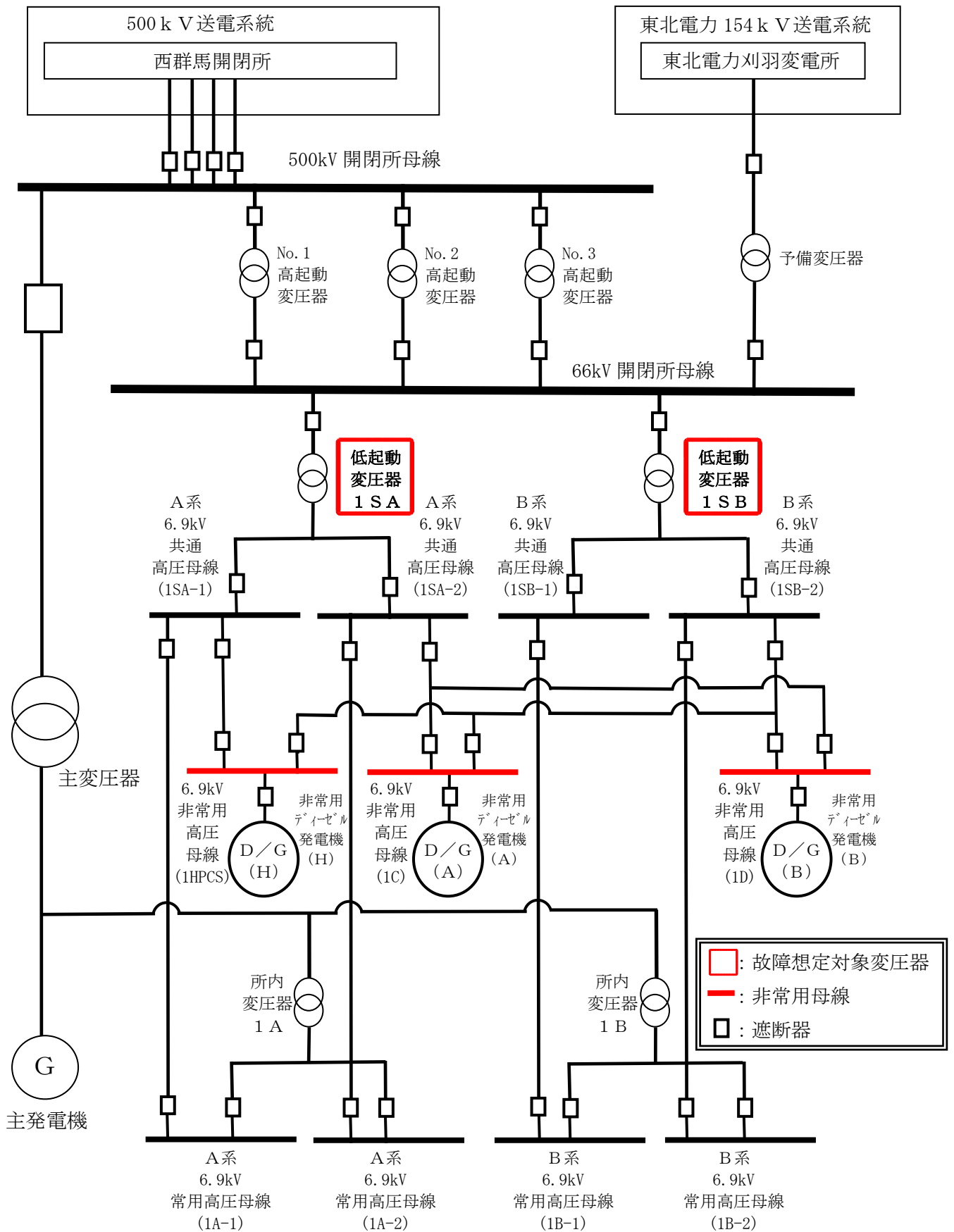


福島第二原子力発電所 4号機 電源構成概要図

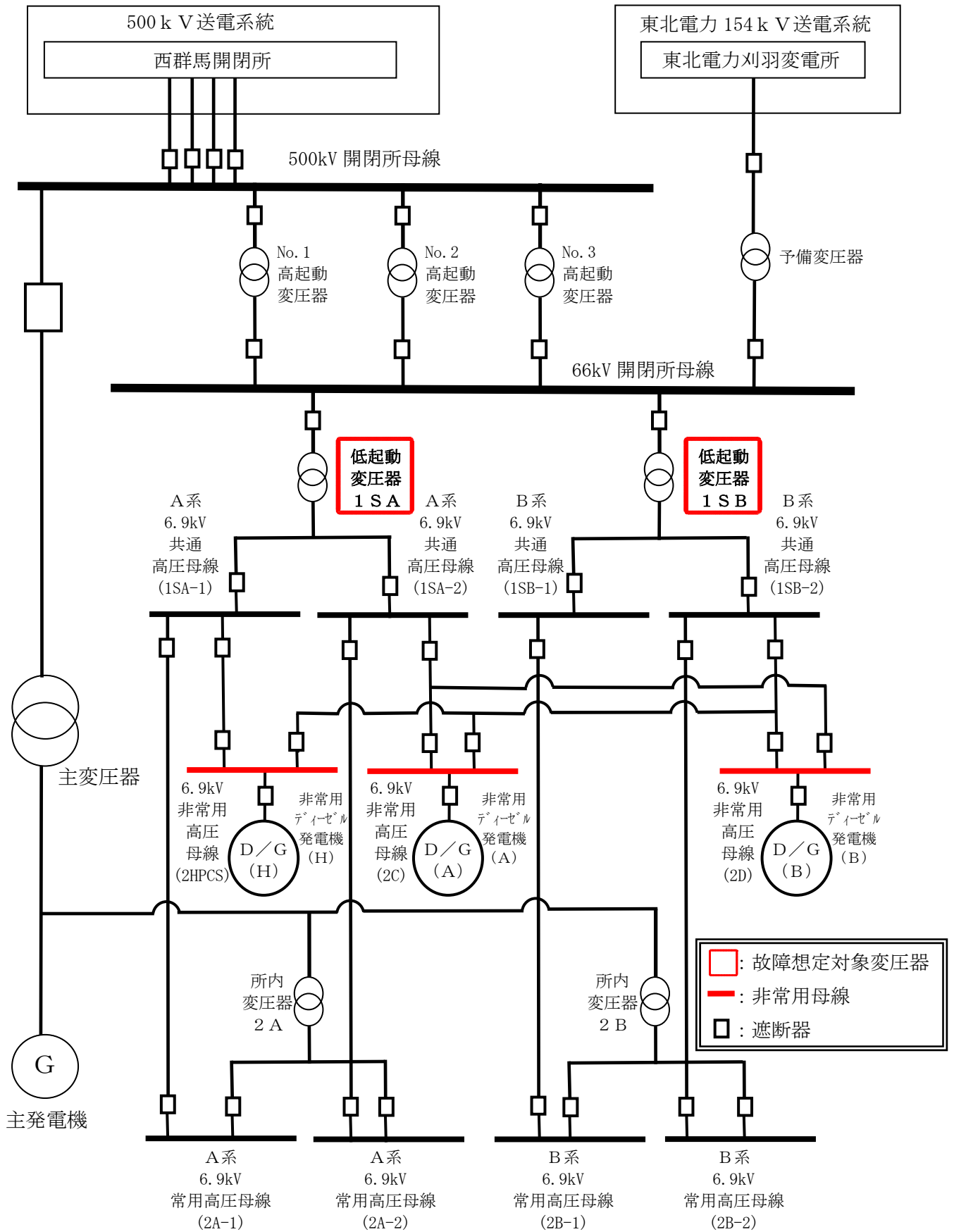




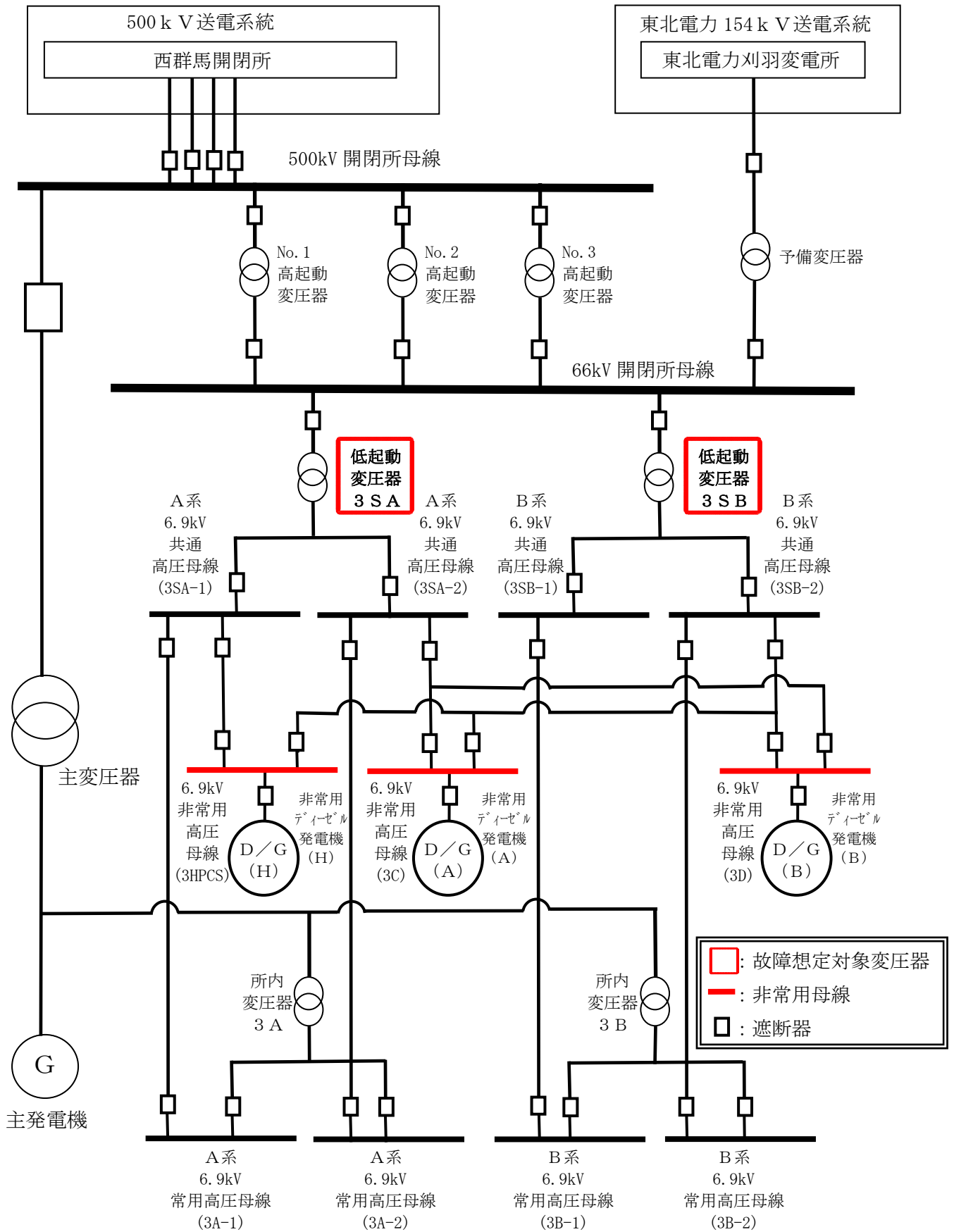
柏崎刈羽原子力発電所 1号機 電源構成概要図



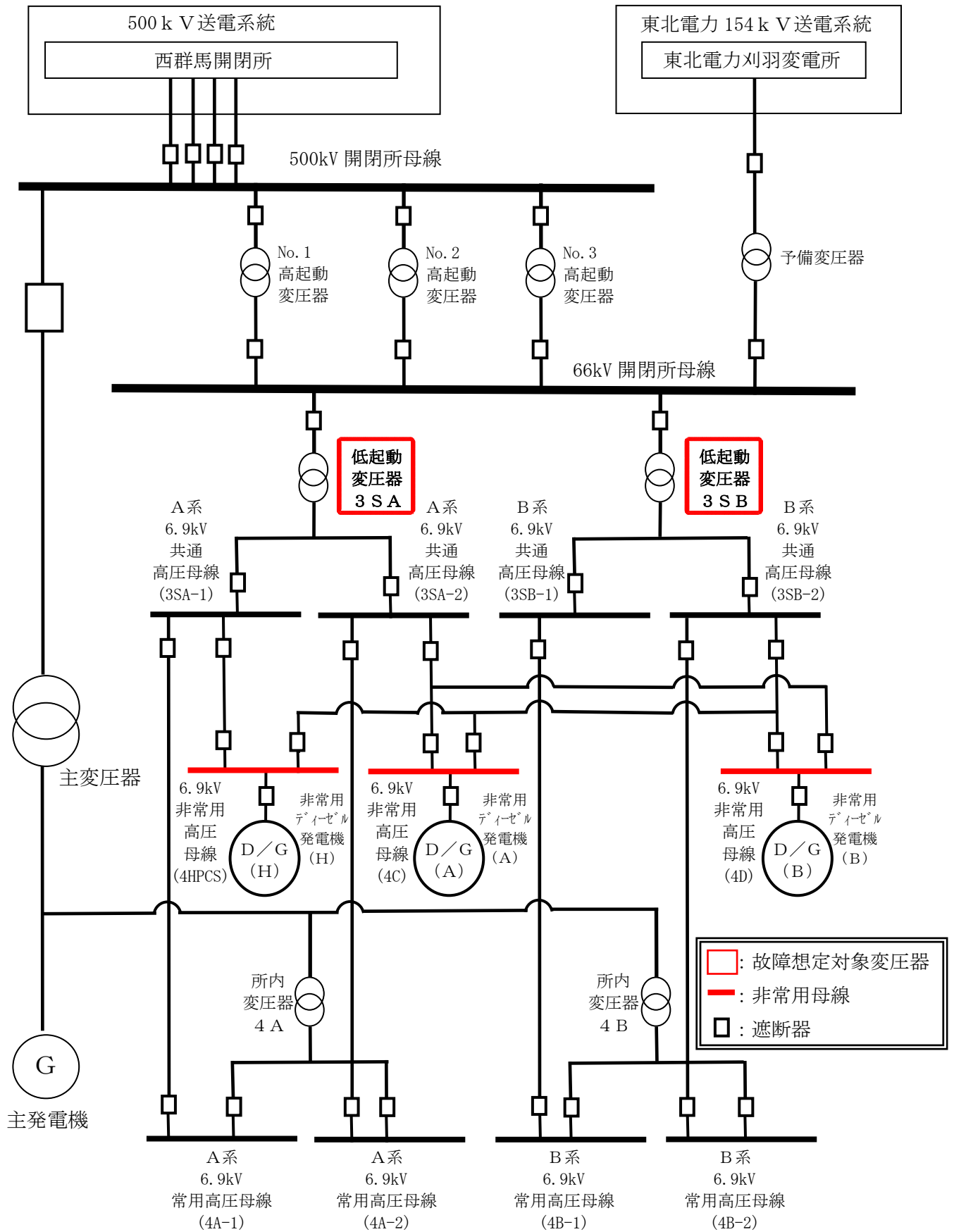
柏崎刈羽原子力発電所 2号機 電源構成概要図



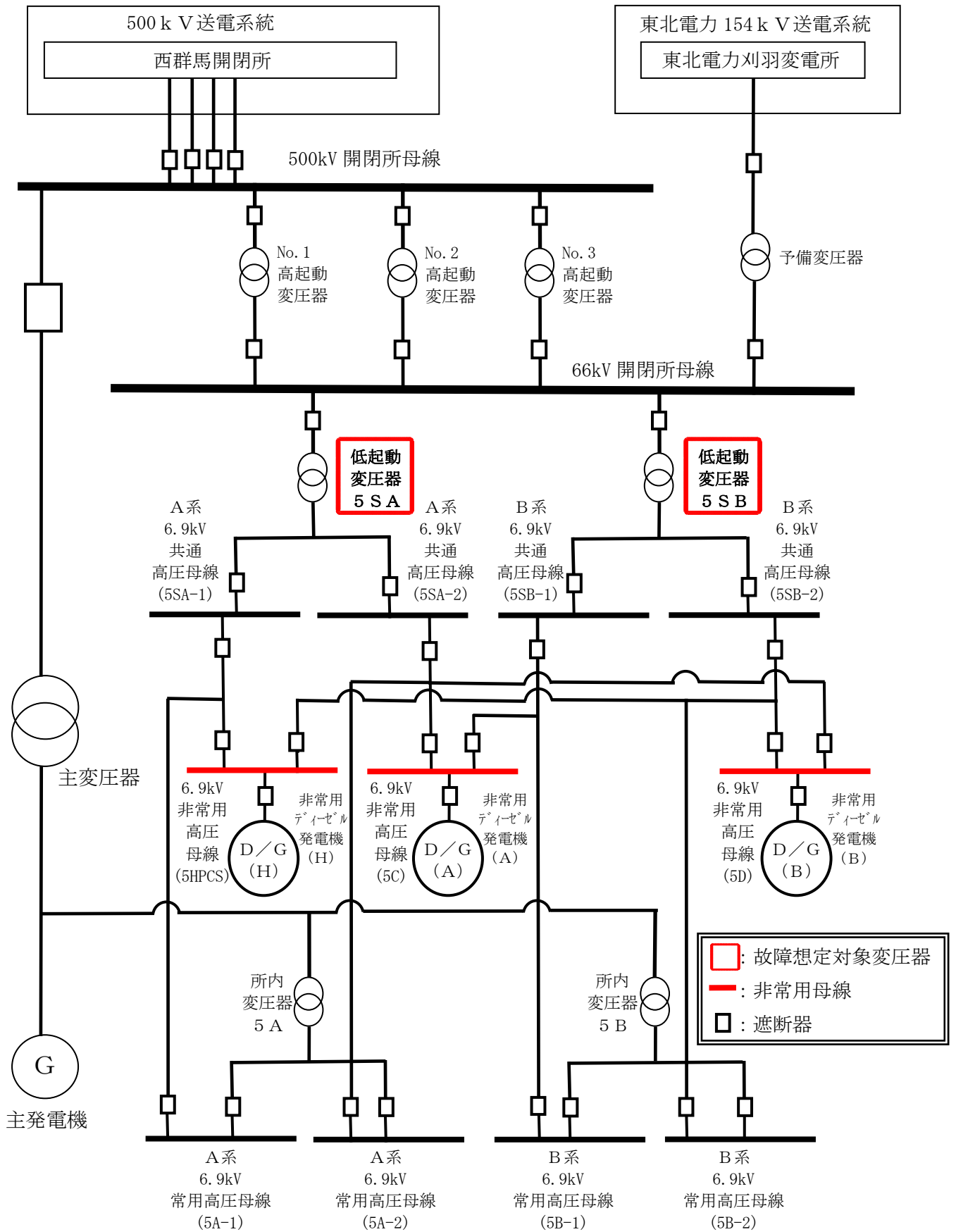
柏崎刈羽原子力発電所 3号機 電源構成概要図



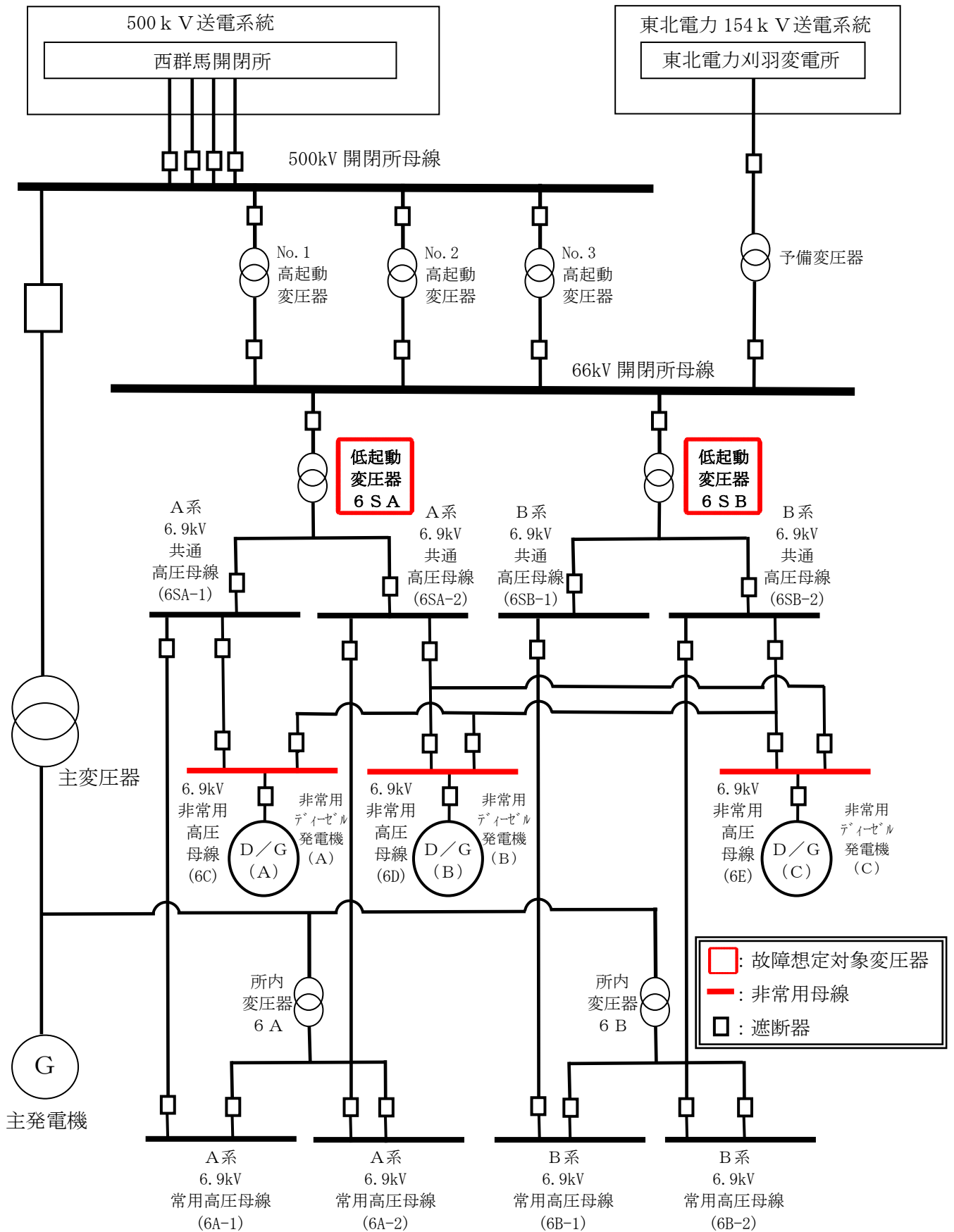
柏崎刈羽原子力発電所 4号機 電源構成概要図



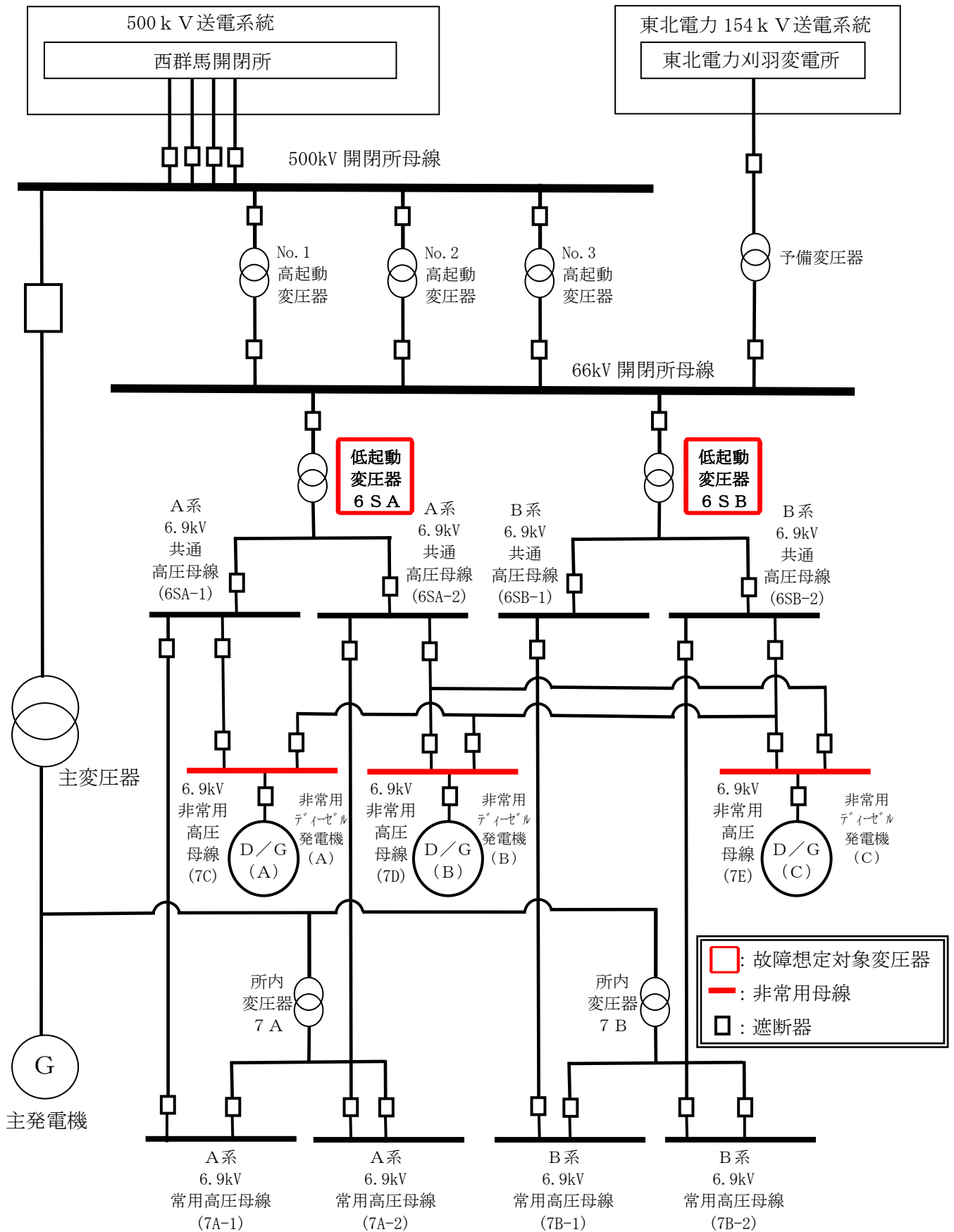
柏崎刈羽原子力発電所 5号機 電源構成概要図



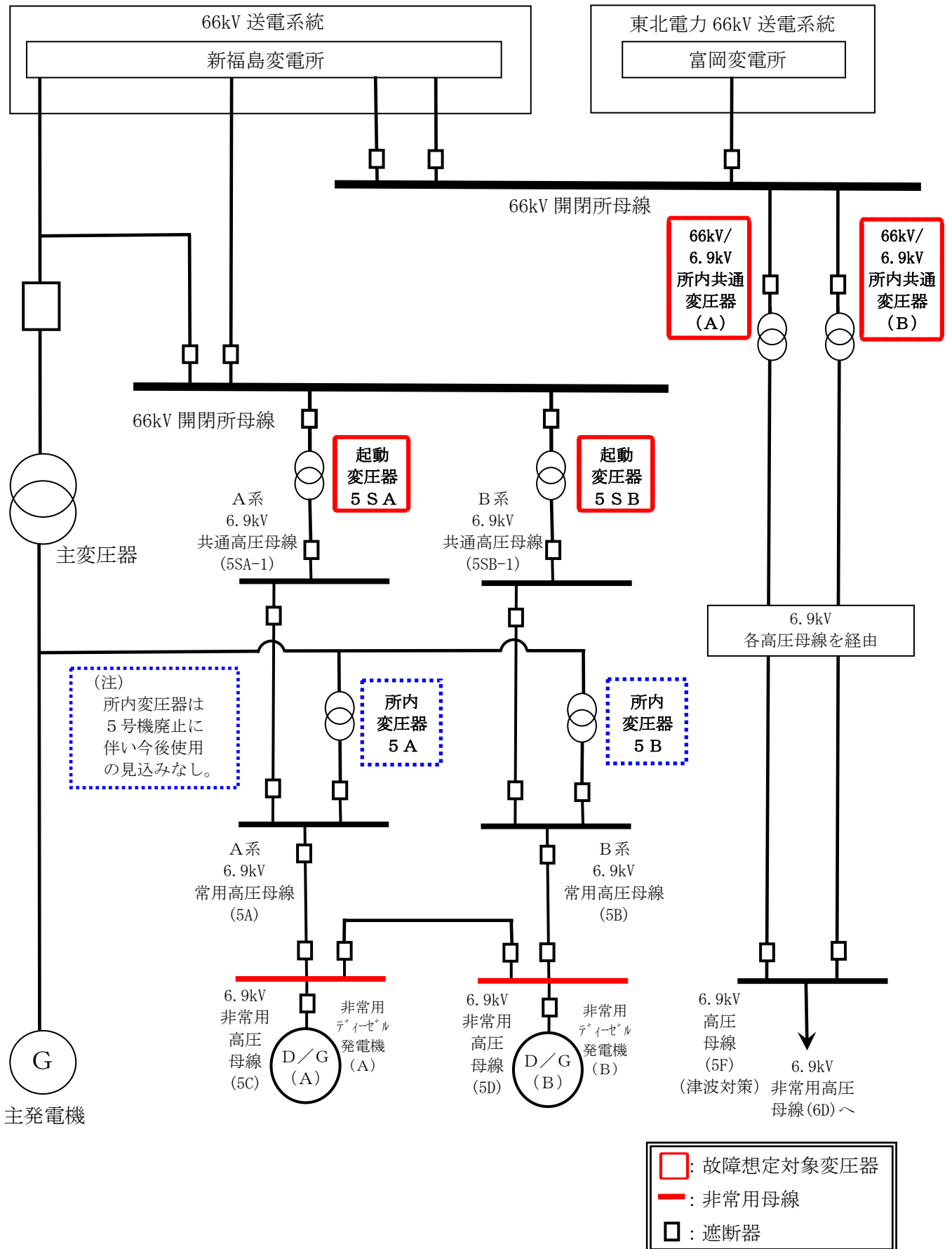
柏崎刈羽原子力発電所 6号機 電源構成概要図



柏崎刈羽原子力発電所 7号機 電源構成概要図

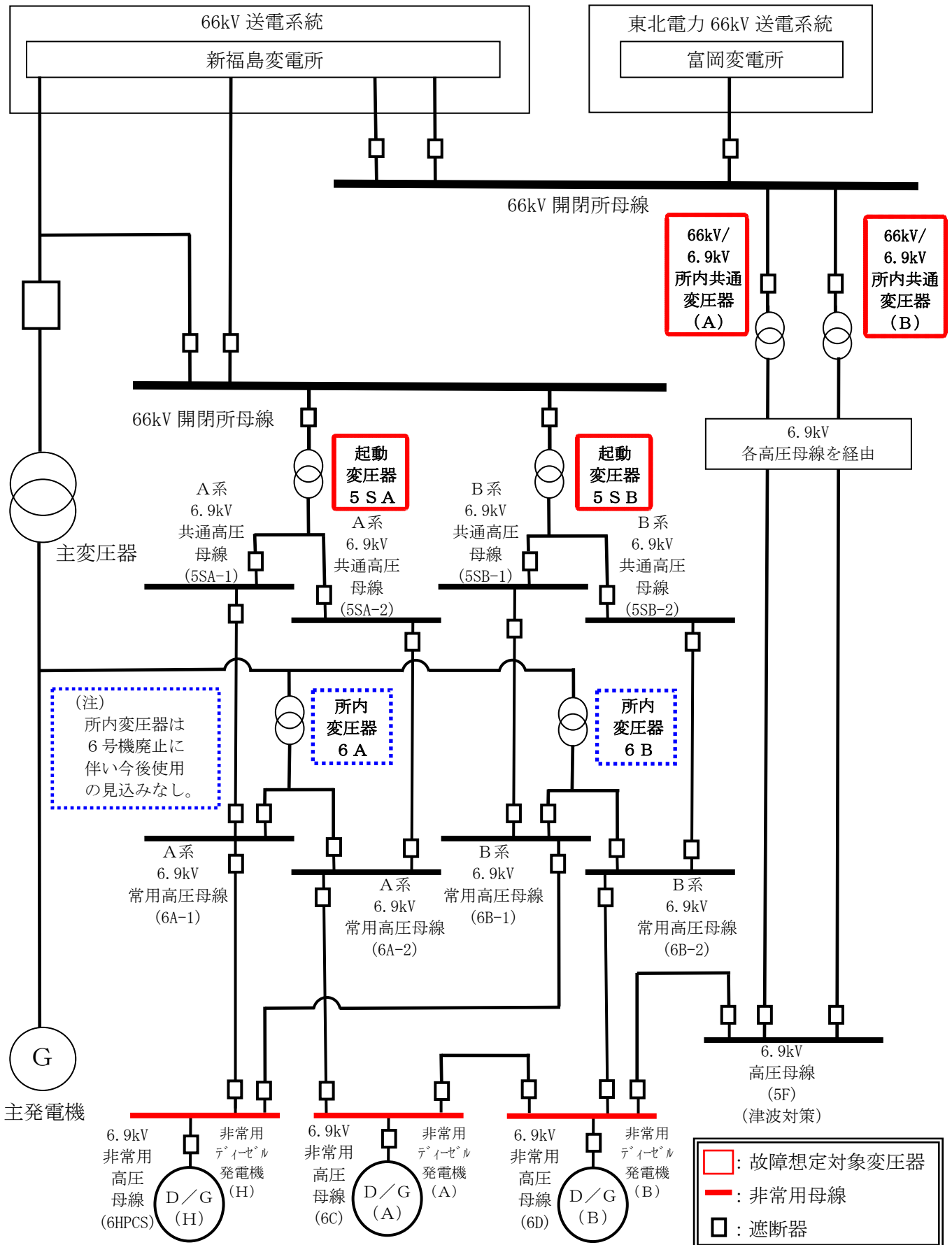


【参考】福島第一原子力発電所 5号機 電源構成概要図





【参考】福島第一原子力発電所 6号機 電源構成概要図



## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《福島第二原子力発電所 1 号機》

所内電源	主要な負荷
6. 9kV 常用高圧母線 (1A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	高圧復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (A)
6. 9kV 常用高圧母線 (1A-2)	低圧復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (C)
6. 9kV 常用高圧母線 (1B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	高圧復水ポンプ (B)
	低圧復水ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6. 9kV 常用高圧母線 (1B-2)	高圧復水ポンプ (C)
	低圧復水ポンプ (C)
6. 9kV 非常用高圧母線 (1C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ (A)
	残留熱除去冷却水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	残留熱除去冷却海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第一ループポンプ (A) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第二ループポンプ (A) / (C) 【P/C】
	非常用補機冷却水ポンプ (A) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (A) 【P/C】
燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【MCC】	
6. 9kV 非常用高圧母線 (1D)	残留熱除去系ポンプ (B) / (C)
	残留熱除去冷却水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	残留熱除去冷却海水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第一ループポンプ (B) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第二ループポンプ (B) 【P/C】
	非常用補機冷却水ポンプ (B) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (B) / (C) 【P/C】
燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【MCC】	
6. 9kV 非常用高圧母線 (1HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《福島第二原子力発電所 2号機》

所内電源	主要な負荷
6. 9kV 常用高圧母線 (2A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	高圧復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (A)
6. 9kV 常用高圧母線 (2A-2)	低圧復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (C)
6. 9kV 常用高圧母線 (2B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	高圧復水ポンプ (B)
	低圧復水ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6. 9kV 常用高圧母線 (2B-2)	高圧復水ポンプ (C)
	低圧復水ポンプ (C)
6. 9kV 非常用高圧母線 (2C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ (A)
	残留熱除去冷却水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	残留熱除去冷却海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第一ループポンプ (A) 【MCC】
	原子炉補機冷却系第二ループポンプ (A) / (C) 【P/C】
	非常用補機冷却水ポンプ (A) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (A) / (C)
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (2D)	残留熱除去系ポンプ (B) / (C)
	残留熱除去冷却水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	残留熱除去冷却海水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第一ループポンプ (B) 【MCC】
	原子炉補機冷却系第二ループポンプ (B) 【P/C】
	非常用補機冷却水ポンプ (B) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (B)
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (2HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《福島第二原子力発電所 3号機》

所内電源	主要な負荷
6. 9kV 常用高圧母線 (3A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (A)
6. 9kV 常用高圧母線 (3A-2)	復水浄化ポンプ (A)
	循環水ポンプ (C)
6. 9kV 常用高圧母線 (3B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	復水ポンプ (B)
	復水浄化ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6. 9kV 常用高圧母線 (3B-2)	復水ポンプ (C)
	復水浄化ポンプ (C)
6. 9kV 非常用高圧母線 (3C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ (A)
	残留熱除去冷却水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	残留熱除去冷却海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第一ループポンプ (A) 【MCC】
	原子炉補機冷却系第二ループポンプ (A) / (C)
	非常用ディーゼル発電設備冷却水ポンプ (A) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (3D)	残留熱除去系ポンプ (B) / (C)
	残留熱除去冷却水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	残留熱除去冷却海水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第一ループポンプ (B) 【MCC】
	原子炉補機冷却系第二ループポンプ (B)
	非常用ディーゼル発電設備冷却水ポンプ (B) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (B) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (3HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《福島第二原子力発電所 4号機》

所内電源	主要な負荷
6. 9kV 常用高圧母線 (4A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (A)
6. 9kV 常用高圧母線 (4A-2)	復水浄化ポンプ (A)
	循環水ポンプ (C)
6. 9kV 常用高圧母線 (4B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	復水ポンプ (B)
	復水浄化ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6. 9kV 常用高圧母線 (4B-2)	復水ポンプ (C)
	復水浄化ポンプ (C)
6. 9kV 非常用高圧母線 (4C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ (A)
	残留熱除去冷却水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	残留熱除去冷却海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第一ループポンプ (A) 【MCC】
	原子炉補機冷却系第二ループポンプ (A) / (C)
	非常用ディーゼル発電設備冷却水ポンプ (A) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (A) / (C)
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (4D)	残留熱除去系ポンプ (B) / (C)
	残留熱除去冷却水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	残留熱除去冷却海水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	原子炉補機冷却系第一ループポンプ (B) 【MCC】
	原子炉補機冷却系第二ループポンプ (B)
	非常用ディーゼル発電設備冷却水ポンプ (B) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (B)
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (4HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《 柏崎刈羽原子力発電所 1 号機 》

所内電源	主要な負荷
6. 9kV 常用高圧母線 (1A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	高圧復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (A)
6. 9kV 常用高圧母線 (1A-2)	低圧復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (C)
6. 9kV 常用高圧母線 (1B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	高圧復水ポンプ (B)
	低圧復水ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6. 9kV 常用高圧母線 (1B-2)	高圧復水ポンプ (C)
	低圧復水ポンプ (C)
6. 9kV 非常用高圧母線 (1C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ (A)
	残留熱除去冷却中間ループポンプ (A) / (C) 【P/C】
	残留熱除去海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	原子炉補機冷却水ポンプ (A) 【MCC】
	原子炉補機冷却中間ループポンプ (A) / (C)
	非常用補機冷却中間ループポンプ (A) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (1D)	残留熱除去系ポンプ (B) / (C)
	残留熱除去冷却中間ループポンプ (B) / (D) 【P/C】
	残留熱除去海水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	原子炉補機冷却水ポンプ (B) 【MCC】
	原子炉補機冷却中間ループポンプ (B)
	非常用補機冷却中間ループポンプ (B) 【P/C】
	補機冷却海水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (1HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《 柏崎刈羽原子力発電所 2号機 》

所内電源	主要な負荷
6.9kV 常用高圧母線 (2A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (A)
6.9kV 常用高圧母線 (2A-2)	復水浄化ポンプ (A)
	循環水ポンプ (C)
6.9kV 常用高圧母線 (2B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	復水ポンプ (B)
	復水浄化ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6.9kV 常用高圧母線 (2B-2)	復水ポンプ (C)
	復水浄化ポンプ (C)
6.9kV 非常用高圧母線 (2C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ (A)
	原子炉補機冷却水ポンプ (A) / (C)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線 (2D)	残留熱除去系ポンプ (B) / (C)
	原子炉補機冷却水ポンプ (B) / (D)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線 (2HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《 柏崎刈羽原子力発電所 3号機 》

所内電源	主要な負荷
6.9kV 常用高圧母線 (3A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	高圧復水ポンプ (A)
	循環水ポンプ (A)
6.9kV 常用高圧母線 (3A-2)	循環水ポンプ (C)
	低圧復水ポンプ (A)
6.9kV 常用高圧母線 (3B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	高圧復水ポンプ (B)
	低圧復水ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6.9kV 常用高圧母線 (3B-2)	高圧復水ポンプ (C)
	低圧復水ポンプ (C)
6.9kV 非常用高圧母線 (3C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ (A)
	原子炉補機冷却水ポンプ (A) / (C)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線 (3D)	残留熱除去系ポンプ (B) / (C)
	原子炉補機冷却水ポンプ (B) / (D)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線 (3HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）



## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《 柏崎刈羽原子力発電所 4 号機 》

所内電源	主要な負荷
6.9kV 常用高圧母線(4A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ(A)
	高圧復水ポンプ(A)
	循環水ポンプ(A)
6.9kV 常用高圧母線(4A-2)	高圧復水ポンプ(C)
	低圧復水ポンプ(A)
6.9kV 常用高圧母線(4B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ(B)
	高圧復水ポンプ(B)
	低圧復水ポンプ(B)
	循環水ポンプ(B)
6.9kV 常用高圧母線(4B-2)	低圧復水ポンプ(C)
	循環水ポンプ(C)
6.9kV 非常用高圧母線(4C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ(A)
	原子炉補機冷却水ポンプ(A)/(C)
	原子炉補機冷却海水ポンプ(A)/(C) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ(A) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線(4D)	残留熱除去系ポンプ(B)/(C)
	原子炉補機冷却水ポンプ(B)/(D)
	原子炉補機冷却海水ポンプ(B)/(D) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ(B) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線(4HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《 柏崎刈羽原子力発電所 5 号機 》

所内電源	主要な負荷
6.9kV 常用高圧母線 (5A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	復水ポンプ (A)
	復水浄化ポンプ (A)
	循環水ポンプ (A)
6.9kV 常用高圧母線 (5A-2)	循環水ポンプ (C)
6.9kV 常用高圧母線 (5B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	復水ポンプ (B)
	復水浄化ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6.9kV 常用高圧母線 (5B-2)	復水ポンプ (C)
	復水浄化ポンプ (C)
6.9kV 非常用高圧母線 (5C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ (A)
	原子炉補機冷却水ポンプ (A) / (C)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (A) / (C) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線 (5D)	残留熱除去系ポンプ (B) / (C)
	原子炉補機冷却水ポンプ (B) / (D)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (B) / (D) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線 (5HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《 柏崎刈羽原子力発電所 6 号機 》

所内電源	主要な負荷
6. 9kV 常用高圧母線 (6A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	高圧復水ポンプ (A)
	低圧復水ポンプ (A)
6. 9kV 常用高圧母線 (6A-2)	高圧復水ポンプ (C)
	循環水ポンプ (A)
6. 9kV 常用高圧母線 (6B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	低圧復水ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6. 9kV 常用高圧母線 (6B-2)	高圧復水ポンプ (B)
	低圧復水ポンプ (C)
	循環水ポンプ (C)
6. 9kV 非常用高圧母線 (6C)	残留熱除去系ポンプ (A)
	原子炉補機冷却水ポンプ (A) / (D)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (A) / (D) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (6D)	高圧炉心注水系ポンプ (B)
	残留熱除去系ポンプ (B)
	原子炉補機冷却水ポンプ (B) / (E)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (B) / (E) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【MCC】
6. 9kV 非常用高圧母線 (6E)	高圧炉心注水系ポンプ (C)
	残留熱除去系ポンプ (C)
	原子炉補機冷却水ポンプ (C) / (F) 【P/C】
	原子炉補機冷却海水ポンプ (C) / (F) 【P/C】

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 《 柏崎刈羽原子力発電所 7号機 》

所内電源	主要な負荷
6.9kV 常用高圧母線 (7A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (A)
	高圧復水ポンプ (A)
	低圧復水ポンプ (A)
6.9kV 常用高圧母線 (7A-2)	高圧復水ポンプ (C)
	循環水ポンプ (A)
6.9kV 常用高圧母線 (7B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ (B)
	低圧復水ポンプ (B)
	循環水ポンプ (B)
6.9kV 常用高圧母線 (7B-2)	高圧復水ポンプ (B)
	低圧復水ポンプ (C)
	循環水ポンプ (C)
6.9kV 非常用高圧母線 (7C)	残留熱除去系ポンプ (A)
	原子炉補機冷却水ポンプ (A) / (D)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (A) / (D) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) 【P/C】
6.9kV 非常用高圧母線 (7D)	高圧炉心注水系ポンプ (B)
	残留熱除去系ポンプ (B)
	原子炉補機冷却水ポンプ (B) / (E)
	原子炉補機冷却海水ポンプ (B) / (E) 【P/C】
	燃料プール冷却浄化系ポンプ (B) 【P/C】
6.9kV 非常用高圧母線 (7E)	高圧炉心注水系ポンプ (C)
	残留熱除去系ポンプ (C)
	原子炉補機冷却水ポンプ (C) / (F) 【P/C】
	原子炉補機冷却海水ポンプ (C) / (F) 【P/C】

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

## 【参考】 ≪福島第一原子力発電所5号機≫

所内電源	主要な負荷
6.9kV 常用高圧母線(5A)	電動機駆動原子炉給水ポンプ(A)
	高圧復水ポンプ(A)
	高圧復水ポンプ(C)
	低圧復水ポンプ(A)
	循環水ポンプ(A)
	燃料プール冷却浄化系ポンプ(A) 【MCC】
6.9kV 常用高圧母線(5B)	電動機駆動原子炉給水ポンプ(B)
	高圧復水ポンプ(B)
	低圧復水ポンプ(B)
	低圧復水ポンプ(C)
	循環水ポンプ(B)
	循環水ポンプ(C)
	燃料プール冷却浄化系ポンプ(B) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線(5C)	炉心スプレイ系ポンプ(A)
	残留熱除去系ポンプ(A)/(C)
	残留熱除去系海水ポンプ(A)/(C)
	原子炉補機冷却水ポンプ(A)/(C) 【P/C】
	補機冷却用海水ポンプ(A)
6.9kV 非常用高圧母線(5D)	炉心スプレイ系ポンプ(B)
	残留熱除去系ポンプ(B)/(D)
	残留熱除去系海水ポンプ(B)/(D)
	原子炉補機冷却水ポンプ(B) 【P/C】
	補機冷却用海水ポンプ(B)/(C)

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

## 所内電源系の高圧母線に連なる主要な負荷

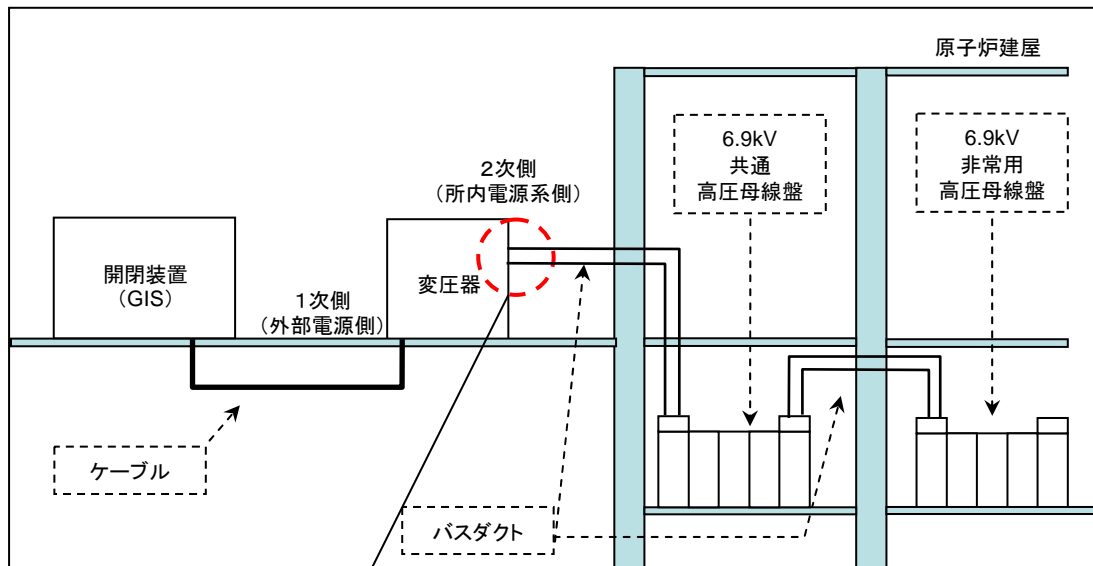
## 【参考】 ≪福島第一原子力発電所6号機≫

所内電源	主要な負荷
6.9kV 常用高圧母線(6A-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ(A)
	高圧復水ポンプ(A)
	循環水ポンプ(A)
6.9kV 常用高圧母線(6A-2)	低圧復水ポンプ(A)
	循環水ポンプ(C)
6.9kV 常用高圧母線(6B-1)	電動機駆動原子炉給水ポンプ(B)
	高圧復水ポンプ(B)
	低圧復水ポンプ(B)
	循環水ポンプ(B)
6.9kV 常用高圧母線(6B-2)	高圧復水ポンプ(C)
	低圧復水ポンプ(C)
6.9kV 非常用高圧母線(6C)	低圧炉心スプレイ系ポンプ
	残留熱除去系ポンプ(A)
	残留熱除去系海水ポンプ(A)/(C)
	原子炉補機冷却水ポンプ(A)/(C) 【P/C】
	補機冷却用海水ポンプ(A)/(C)
	燃料プール冷却浄化系ポンプ(A) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線(6D)	残留熱除去系ポンプ(B)/(C)
	残留熱除去系海水ポンプ(B)/(D)
	原子炉補機冷却水ポンプ(B) 【P/C】
	補機冷却用海水ポンプ(B)
	燃料プール冷却浄化系ポンプ(B) 【MCC】
6.9kV 非常用高圧母線(6HPCS)	高圧炉心スプレイ系ポンプ

【P/C】：パワーセンタ（高圧母線→P/Cの経路で受電）

【MCC】：モータコントロールセンタ（高圧母線→P/C→MCCの経路で受電）

変圧器 2 次側の構造の概要



<側面図>

<上から見た図>

<変圧器2次側外観図>

<変圧器2次側構造>