

原子力発電所の外部電源の信頼性確保について
(報告)

平成23年 5月

東北電力株式会社

目 次

1. はじめに	1
2. 指示文書の概要	1
3. 実施状況	
(1) 電力系統の供給信頼性に関する分析・評価および更なる信頼性 向上対策	2
a. 分析・評価および対策検討の対象となる原子力発電所等.....	2
b. 原子力発電所等への電力供給における現在の設備形成の考え 方	2
c. 電力系統の供給信頼性の分析・評価方法	3
d. 女川原子力発電所に対する供給信頼性	4
e. 東通原子力発電所に対する供給信頼性	6
f. 大間原子力発電所（電源開発(株)）に対する供給信頼性	9
g. 六ヶ所再処理施設（日本原燃(株)）に対する供給信頼性 ..	12
(2) 原子力発電所における送電回線の各号機接続	15
a. 原子力発電所における送電線路との接続状況	15
(3) 送電鉄塔等の評価	16
a. 評価対象線路	16
b. 送電鉄塔等の耐震性の評価	17
c. 地震による基礎の安定性等の評価	19
(4) 開閉所等の電気設備に対する浸水対策	20
a. 対応方針	20
b. 対象設備	20
c. 対策	21
4. まとめ	22
5. 添付資料一覧	23

1. はじめに

原子力発電所の外部電源系統は、2回線以上の送電線により電力系統に接続されることが安全規制上の要求とされ、女川および東通原子力発電所においては275kVまたは500kV超高压の大容量送電線を複数回線有しており、信頼性を高めている。

また、原子力発電所内における電源供給については、従前より実施している号機間電源融通に加えて、福島第一原子力発電所事故の状況を踏まえ、電源車を配備するとともに非常用ディーゼル発電機（以下「非常用D/G」という。）と同等の容量を有する非常用発電装置等の配備を計画するなど信頼性向上に取り組んでいるところである。

一方、平成23年4月7日に発生した宮城県沖の地震により、当社管内において広域にわたる停電が発生し、原子力発電所および再処理施設（以下「原子力発電所等」という。）への電力供給が停止したことから、原子力発電所等に電力供給する電力系統の信頼性に課題が生じている。

本報告書は、原子力発電所等の外部電源の信頼性確保について、4月15日に受領した経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所及び再処理施設の外部電源の信頼性確保について（指示）（平成23・04・15原院第3号）」に基づき、実施状況を報告するものである。

2. 指示文書の概要

今般の事象により生じた電力系統の信頼性に関する課題に対して、以下の対応を行うこと。

- (1) 地震等による供給支障等により原子力発電所等の外部電源に影響を及ぼす事態が生じることに関して、原子力発電所等への電力供給に影響を与え得る貴社の電力系統の供給信頼性について分析及び評価するとともに、当該分析及び評価を踏まえ、当該原子力発電所等への電力の信頼性を更に向上させるための対策（原子力発電所所内電源の強化を含む）を検討すること。
- (2) 各号機の電力供給の信頼性向上に資するよう、複数の電源線に施設されている全ての送電回線を各号機に接続し、電力供給を可能とすること。

- (3) 原子力発電所の電源線の送電鉄塔について、耐震性、地震による基礎の安定性等に関して評価を行い、その結果に基づいて必要な補強等の対応を行うこと。
- (4) 原子力発電所の開閉所設備等の電気設備について、屋内施設としての設置、水密化など、津波による影響を防止するための対策を講じること。

3. 実施状況

- (1) 電力系統の供給信頼性に関する分析・評価および更なる信頼性向上対策

- a. 分析・評価および対策検討の対象となる原子力発電所等

本報告において、分析・評価および対策検討の対象となる原子力発電所等は、当社女川原子力発電所および東通原子力発電所、電源開発(株)大間原子力発電所(平成26年11月運転開始予定)、日本原燃(株)六ヶ所再処理施設である。

- b. 原子力発電所等への電力供給における現在の設備形成の考え方
当社は現在、以下に示す考え方にに基づき、原子力発電所等への電力供給設備(電源線を含む外部電源系統)を形成している。

- (a) N-2故障(機器装置2箇所同時喪失を伴う故障)に対しては、稀頻度であることから一部の電源脱落や供給支障は許容する。ただし、供給支障規模が大きく社会的影響が懸念される場合などは、対策を行うよう考慮する。〔電力系統利用協議会「電力系統利用協議会ルール」〕

- (b) 外部電源系は、2回線以上の送電線により電力系統に接続された設計であること。〔原子力安全委員会「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」〕

当社電力系統に接続する、あるいは接続予定である原子力発電所への電力供給設備については、これらの考え方を基本としつつ、送電線1ルートが使用不能となった場合でも、設備保安を維持で

きるよう、1つの送電ルートに1～2回線を架線して、2ルート3回線以上の外部電源系統を有している。

また、日本原燃(株)六ヶ所再処理施設については、送電線1回線が故障しても電力供給が継続可能なよう、1ルート2回線の送電回線を確保している。

c. 電力系統の供給信頼性の分析・評価方法

電力系統利用協議会「電力系統利用協議会ルール」において稀頻度としているN-2故障（機器装置2箇所同時喪失を伴う故障）を標準的な分析・評価ケースとするほか、より過酷な故障についても分析・評価ケースとする。

分析・評価ケースは以下の3つに分類した。

① 超過酷ケース（極めて稀な事象）

原子力発電所等の外部電源喪失に関わる1変電所（または開閉所）の全故障

② 過酷ケース（稀な事象）

原子力発電所等の外部電源喪失に関わる1変電所（または開閉所）の1電圧階級の母線全故障

③ 標準ケース

原子力発電所等の外部電源系統の1ルート故障、外部電源系統の送電停止に関わるN-2故障（機器装置2箇所同時喪失を伴う故障）など

当社管内のすべての変電所・開閉所について、これら①～③のケースにおける各原子力発電所等の外部電源供給の状況を分析し、その結果、「外部電源の喪失に至らない場合」または「外部電源の喪失に至るものの、速やかに外部電源を回復できる場合」は、電力系統の供給信頼性が確保できるものと評価する。

一方、電力系統の供給信頼性が確保できないとの評価となった場合には、供給信頼性を確保するための対策について検討するとともに、対策の実現性と効果を総合的に勘案した上で、対策の要否を判断する。

なお、上記①を超える過酷なケース（例えば2電気所の全故障）については、同時多発的・広域的な災害によるものとみなし、原子力発電所等の所内電源による対応を基本として、本報告におけ

る評価の対象外とした。

また、平成23年4月7日23時32分発生の地震により、東北北部の広域停電が発生し、当社東通原子力発電所への外部電源の供給が一時途絶している。

この事象を踏まえ、当社は管内の電力システムの強化を図るために、現在建設中である500kV十和田幹線および北上幹線の運用を平成23年6月末に開始することとした。このため、十和田幹線・北上幹線の運用開始後の系統構成を想定した分析・評価を行った。

(添付資料-1)

d. 女川原子力発電所に対する供給信頼性

女川原子力発電所に接続する送電線は、275kV松島幹線2回線(至宮城中央変電所)、275kV牡鹿幹線2回線(至石巻変電所)、66kV塚浜支線(66kV鮎川線より分岐、至女川変電所)の3ルート5回線であり、どの回線からも外部電源の供給が可能である。

女川原子力発電所について、c. 項の分析・評価を実施した。

(a) 現状分析

① 超過酷ケース(極めて稀な事象)

女川原子力発電所の外部電源喪失に至る1変電所(または開閉所)の全故障としては、西仙台変電所の全故障がある。

西仙台変電所が全故障すると、275kV松島幹線2回線、275kV牡鹿幹線2回線および66kV塚浜支線1回線の全5回線からの外部電源供給が絶たれるため、外部電源の喪失に至る。ただし、系統切替により、新潟地区の154kV系統を電源として宮城変電所の275kV母線を充電することが可能であり、宮城変電所から275kV鳴瀬幹線～石巻変電所～275kV牡鹿幹線の経路にて、女川原子力発電所への外部電源供給を一定の時間で回復させることができる。

なお、宮城変電所の全故障が発生した場合には、275kV松島幹線2回線からの外部電源供給が継続されるため、外部電源の喪失には至らない。

② 過酷ケース（稀な事象）

275 kV 松島幹線からの送電停止に至る1変電所（または開閉所）の1電圧階級の母線全故障としては、宮城中央変電所500 kV母線故障、同275 kV母線故障があるが、残る2ルートからの供給が可能であるため、外部電源の喪失には至らない。

275 kV 牡鹿幹線からの送電停止に至る1変電所（または開閉所）の1電圧階級の母線全故障としては、石巻変電所275 kV母線故障があるが、残る2ルートからの供給が可能であるため、外部電源の喪失には至らない。

66 kV 塚浜支線からの送電停止に至る1変電所（または開閉所）の1電圧階級の母線全故障としては、西石巻変電所154 kV母線故障、同66 kV母線故障、女川変電所66 kV母線故障があるが、残る2ルートからの供給が可能であるため、外部電源の喪失には至らない。

③ 標準ケース

女川原子力発電所の外部電源システムの1ルート故障としては、275 kV 松島幹線ルート故障、275 kV 牡鹿幹線ルート故障、66 kV 塚浜支線（66 kV 鮎川線）ルート故障があるが、いずれのルート故障が発生しても、残る2ルートからの供給が可能であるため、外部電源の喪失には至らない。

また、外部電源システムの送電停止に関わるN-2故障（機器装置2箇所同時喪失を伴う故障）としては、500 kV 青葉幹線（500 kV 宮城中央支線）のルート故障がある。これは、275 kV 松島幹線が宮城中央変電所を經由して500 kV 宮城中央支線に直結しているため、500 kV 青葉幹線（500 kV 宮城中央支線）のルート故障で275 kV 松島幹線の送電機能が失われることにより275 kV 松島幹線からの供給が絶たれるものであるが、残る2ルートからの供給が可能であるため、外部電源の喪失には至らない。

他に、66 kV 万石線のルート故障により、66 kV 塚浜支線からの供給が停止するが、残る2ルートからの外部電源の供給が可能であるため、外部電源の喪失には至らない。

（b）評価

①の宮城変電所全故障および②・③の各故障については「外部

電源の喪失に至らない場合」に該当する。

また、①の西仙台変電所全故障については、外部電源が喪失に至るものの、系統切替により外部電源供給を一定の時間で回復させることが可能である。したがって、「外部電源の喪失に至るものの、速やかに外部電源を回復できる場合」に該当する。

以上より、女川原子力発電所に対しては、電力系統の供給信頼性が十分に確保されていると評価できる。

(c) 女川原子力発電所内電源の信頼性

女川原子力発電所は1～3号機の複数号機を有しており、各号機の複数台ある非常用D/Gを接続線で結び、必要な場合には他号機へ電源を供給する相互融通を行うことにより、電源の信頼性を確保している。

また、平成23年宮城県沖地震を踏まえ、原子炉停止中においても非常用D/Gを複数台確保し、電源の信頼性を向上させることとしている。(本年4月22日保安規定申請済み)

別途検討している緊急安全対策として、外部電源および非常用D/Gによる電源が確保できない場合に、炉心を安定的に冷却し、原子炉の状態監視等が可能となる緊急時の電源を確保するため、プラントに必要な電源容量を満足する電源車(400kVA:4台)を配備(平成23年3月30日完了)している。

e. 東通原子力発電所に対する供給信頼性

東通原子力発電所に接続する送電線は、500kVむつ幹線2回線(至上北変電所)、66kV東北白糠線(至白糠変電所)の2ルート3回線であり、どの回線からも外部電源の供給が可能である。

東通原子力発電所について、c.項の分析・評価を行い、対策を検討した。

(a) 現状分析

① 超過酷ケース(極めて稀な事象)

東通原子力発電所の外部電源喪失に関わる1変電所(または開閉所)の全故障としては、上北変電所の全故障、宮城変電所の全故障および西仙台変電所の全故障がある。

上北変電所が全故障すると、500kVむつ幹線2回線および66kV東北白糠線1回線の全3回線からの供給が絶たれるため、外部電源の喪失に至る。東通原子力発電所に電力を供給するには上北変電所を経由しなければならない系統構成となっているため、系統切替のみでは東通原子力発電所に外部電源供給を回復させることはできない。外部電源供給を回復するには、例えば、上北変電所の近傍で154kV青森線と154kV六ヶ所線の各々1回線を直結するなどの対応が考えられるが、この場合、実作業に加えて資機材・人員の手配等も必要であり外部電源供給の回復まで相応の時間が必要となる。

宮城変電所または西仙台変電所が全故障した場合においても、500kVむつ幹線2回線および66kV東北白糠線1回線の全3回線からの供給が絶たれるため、外部電源の喪失に至る。ただし、系統切替により、新潟地区の154kV系統を電源として上北変電所の154kV母線を充電することが可能であり、上北変電所から154kV六ヶ所線～六ヶ所変電所～154kV下北線(白糠支線)～白糠変電所～66kV東北白糠線の経路にて、東通原子力発電所への外部電源供給を一定の時間で回復させることができる。

② 過酷ケース (稀な事象)

500kVむつ幹線からの送電停止に至る1変電所(または開閉所)の1電圧階級の母線全故障としては、上北変電所500kV母線故障があるが、66kV東北白糠線からの受電に切り替えることで速やかに外部電源供給が回復する。

66kV東北白糠線の送電停止に至る1変電所(または開閉所)の1電圧階級の母線全故障としては、上北変電所154kV母線故障、六ヶ所変電所154kV母線故障、白糠変電所154kV母線故障、同66kV母線故障があるが、これらの故障が発生しても500kVむつ幹線からの供給は継続される。

③ 標準ケース

東通原子力発電所の外部電源系統の1ルート故障としては、500kVむつ幹線(500kV大間幹線)ルート故障、66kV東北白糠線ルート故障がある。500kVむつ幹線のルート故障に対しては、66kV東北白糠線からの受電に切り替えるこ

とで速やかに外部電源供給が回復する。66kV東北白糠線のルート故障では、500kVむつ幹線からの供給が継続される。

また、66kV東北白糠線からの送電停止に至るN-2故障（機器装置2箇所同時喪失を伴う故障）としては、154kV六ヶ所線ルート故障、154kV下北線（154kV白糠支線）ルート故障がある。これらのルート故障が発生しても、500kVむつ幹線からの供給は継続される。

（b）評価

②・③の各故障については「外部電源の喪失に至らない場合」に該当する。

また、①の宮城変電所全故障および西仙台変電所全故障については、外部電源の喪失に至るものの、系統切替により外部電源供給を一定の時間で回復させることが可能である。したがって、「外部電源の喪失に至るものの、速やかに外部電源を回復できる場合」に該当する。

一方、①の上北変電所全故障については、外部電源の喪失に至り、かつ、外部電源供給の回復まで、資機材や人員の手配・作業等に相応の時間を要する。

以上より、東通原子力発電所に対しては、上北変電所の全故障を除き電力系統の供給信頼性が確保されていると評価できる。なお、上北変電所の全故障については、所定の時間内の外部電源回復は難しいものと評価する。

（c）信頼性向上対策の検討

上北変電所は、「回路構成の二重化」や「500kV設備の低層化による耐震性能の向上」により、信頼性の高い設備となっている。このため、全故障は極めて稀な事象であり、現状でも十分な信頼性を確保しているが、下北半島の原子力施設全体の信頼性向上対策として、上北変電所を経由せず六ヶ所変電所に至る154kV送電線1回線の新設を推進する。運用開始は平成26年度を目標とする。

また、154kV送電線の新設が完了するまでは、上北変電所構外において154kV青森線と154kV六ヶ所線を直結することにより外部電源を復旧するが、復旧時間を可能な限り短縮することを目標に、工法の詳細検討を進めていく。

なお、上北変電所の送電線引留鉄構が使用可能な状態であれば、変電所構内において移動用ケーブルによる青森線と六ヶ所線の直結が可能であり、変電所構外での送電線直結に比べ復旧時間の短縮が可能と考えている。早急に変電所構内の条件整備を進めることとする。

変電所構外での送電線直結における復旧時間短縮について平成23年8月中を目途に検討を行うとともに、変電所構内の条件整備を平成23年8月中を目途に行う。

(d) 東通原子力発電所内電源の信頼性

地震等の供給支障による東通原子力発電所の外部電源系統の影響評価については、上北変電所全故障のケースにおいて、現状では非常用D/Gによる所内電源確保となるが、3台ある非常用D/G（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む）について、非常用交流高圧電源母線（以下「非常用母線」という。）を介して接続線で結び、必要な場合には、他の非常用母線へ電源を供給する相互融通を行うことにより、電源の信頼性を確保している。

また、平成23年宮城県沖地震を踏まえ、原子炉停止中においても非常用D/Gを複数台確保し、電源の信頼性を向上させることとしている。（本年5月11日保安規定認可済み）

別途検討している緊急安全対策として、外部電源および非常用D/Gによる電源が確保できない場合に、炉心を安定的に冷却し、原子炉の状態監視等が可能となる緊急時の電源を確保するため、プラントに必要な電源容量を満足する電源車（400kVA：3台）を配備（平成23年3月29日完了）するとともに、非常用D/Gの代替が可能な大容量電源装置を津波の影響を受けない高台に配備することを計画している。

f. 大間原子力発電所（電源開発(株)）に対する供給信頼性

電源開発(株)大間原子力発電所（平成26年11月運転開始予定）に接続する送電線は、電源開発(株)500kV大間幹線2回線（当社500kVむつ幹線より分岐，至上北変電所），66kV大間線（至仲崎変電所）の2ルート3回線であり、どの回線からも外部電源の供給が可能である。

大間原子力発電所について、c. 項の分析・評価を行い、対策を検討した。

(a) 現状分析

① 超過酷ケース（極めて稀な事象）

大間原子力発電所の外部電源喪失に関わる1変電所（または開閉所）の全故障としては、上北変電所の全故障、宮城変電所の全故障および西仙台変電所の全故障がある。

上北変電所が全故障すると、500kV大間幹線2回線および66kV大間線1回線の全3回線からの供給が絶たれるため、外部電源の喪失に至る。大間原子力発電所に電力を供給するには上北変電所を経由しなければならない系統構成となっているため、系統切替のみでは大間原子力発電所に外部電源供給を回復させることはできない。外部電源供給を回復するには、例えば、上北変電所の近傍で154kV青森線と154kV六ヶ所線の各々1回線を直結するなどの対応が考えられるが、この場合、実作業に加えて資機材・人員の手配等も必要であり外部電源供給の回復まで相応の時間が必要となる。

宮城変電所または西仙台変電所が全故障した場合においても、500kV大間幹線2回線および66kV大間線1回線の全3回線からの供給が絶たれるため、外部電源の喪失に至る。ただし、系統切替により、新潟地区の154kV系統を電源として上北変電所の154kV母線を充電することが可能であり、上北変電所から154kV六ヶ所線～六ヶ所変電所～154kV下北線～下北変電所～66kV大湊線～66kV仲崎線～66kV大間線の経路にて、大間原子力発電所への外部電源供給を一定の時間で回復させることができる。

② 過酷ケース（稀な事象）

500kV大間幹線からの送電停止に至る1変電所（または開閉所）の1電圧階級の母線全故障としては、上北変電所500kV母線故障があるが、66kV大間線からの受電に切り替えることで速やかに外部電源供給が回復する。

66kV大間線からの送電停止に至る1変電所（または開閉所）の1電圧階級の母線全故障としては、上北変電所154kV母線故障、六ヶ所変電所154kV母線故障、下北変電所154kV母線故障、同66kV母線故障、大湊変電所66kV母線故障、仲崎変電所66kV母線故障があるが、これらの故障が発生

しても500kV大間幹線からの供給は継続される。

③ 標準ケース

大間原子力発電所の外部電源系統の1ルート故障としては、500kV大間幹線（500kVむつ幹線）ルート故障、66kV大間線ルート故障がある。500kV大間幹線のルート故障に対しては、66kV大間線からの受電に切り替えることで速やかに外部電源が回復する。66kV大間線のルート故障では、500kV大間幹線からの供給が継続される。

また、66kV大間線の停止に至るN-2故障（機器装置2箇所同時喪失を伴う故障）としては、154kV六ヶ所線ルート故障、154kV下北線（154kV白糠支線）ルート故障、66kV大湊線ルート故障、66kV仲崎線ルート故障がある。これらの故障が発生しても、500kV大間幹線からの供給は継続される。

(b) 評価

②・③の各故障については「外部電源の喪失に至らない場合」に該当する。

また、①の宮城変電所全故障および西仙台変電所全故障については、外部電源の喪失に至るものの、系統切替により外部電源供給を一定の時間で回復させることが可能である。したがって、「外部電源の喪失に至るものの、速やかに外部電源を回復できる場合」に該当する。

一方、①の上北変電所全故障については、外部電源の喪失に至り、かつ、外部電源供給の回復まで、資機材や人員の手配・作業等に相応の時間を要する。

以上より、大間原子力発電所に対しては、上北変電所の全故障を除き電力系統の供給信頼性が確保されていると評価できる。なお、上北変電所の全故障については、所定の時間内の外部電源回復は難しいものと評価する。

(c) 信頼性向上対策の検討

上北変電所は、「回路構成の二重化」や「500kV設備の低層化による耐震性能の向上」により、信頼性の高い設備となっている。このため、全故障は極めて稀な事象であり、現状でも十分な

信頼性を確保しているが、下北半島の原子力施設全体の信頼性向上対策として、上北変電所を経由せず六ヶ所変電所に至る154kV送電線1回線の新設を推進する。運用開始は平成26年度を目標とする。

また、154kV送電線の新設が完了するまでは、上北変電所構外において154kV青森線と154kV六ヶ所線を直結することにより外部電源を復旧するが、復旧時間を可能な限り短縮することを目標に、工法の詳細検討を進めていく。

なお、上北変電所の送電線引留鉄構が使用可能な状態であれば、変電所構内において移動用ケーブルによる青森線と六ヶ所線の直結が可能であり、変電所構外での送電線直結に比べ復旧時間の短縮が可能と考えている。早急に変電所構内の条件整備を進めることとする。

変電所構外での送電線直結における復旧時間短縮について平成23年8月中を目途に検討を行うとともに、変電所構内の条件整備を平成23年8月中を目途に行う。

(d) 大間原子力発電所内電源の信頼性
(電源開発(株)より報告)

g. 六ヶ所再処理施設(日本原燃(株))に対する供給信頼性

日本原燃(株)六ヶ所再処理施設に接続する送電線は、154kV鷹架線2回線(至六ヶ所変電所)の1ルート2回線であり、各回線より外部電源の供給が可能である。

六ヶ所再処理施設について、c.項の分析・評価・対策検討を実施した。

(a) 現状分析

① 超過酷ケース(極めて稀な事象)

六ヶ所再処理施設の外部電源喪失に関わる1変電所(または開閉所)の全故障としては、宮城変電所、西仙台変電所、上北変電所、六ヶ所変電所、計4箇所の全故障がある。このうち、上北変電所、六ヶ所変電所については後述の「② 過酷ケース」でも同様の事象となることから、本ケースでの記載は省略する。

宮城変電所または西仙台変電所が全故障した場合、154kV

鷹架線 2 回線からの供給が絶たれ、外部電源の喪失に至る。ただし、系統切替により、新潟地区の 154 kV 系統を電源として上北変電所の 154 kV 母線を充電することが可能であり、上北変電所から 154 kV 六ヶ所線～六ヶ所変電所～154 kV 鷹架線の経路にて、六ヶ所再処理施設への外部電源供給を一定の時間で回復させることができる。

② 過酷ケース（稀な事象）

六ヶ所再処理施設の外部電源喪失に関わる 1 変電所（または開閉所）の 1 電圧階級の母線全故障としては、上北変電所 154 kV 母線故障、六ヶ所変電所 154 kV 母線故障がある。

六ヶ所再処理施設に電力を供給するには上北変電所および六ヶ所変電所の 154 kV 母線を経由しなければならない系統構成となっているため、いずれかの変電所の 154 kV 母線が全故障すると外部電源喪失に至り、系統切替のみでは六ヶ所再処理施設に外部電源供給を回復させることはできない。外部電源供給を回復するには故障した変電所の 154 kV 母線をバイパスする方策が必要であり、例えば、上北変電所の 154 kV 母線全故障の場合には 154 kV 青森線と 154 kV 六ヶ所線の各々 1 回線を直結、六ヶ所変電所の 154 kV 母線全故障の場合には 154 kV 六ヶ所線と 154 kV 鷹架線の各々 1 回線を直結するなどの対応が考えられる。この場合、実作業に加えて資機材・人員の手配等も必要であり外部電源供給の回復まで相応の時間が必要となる。

③ 標準ケース

六ヶ所再処理施設に外部電源を供給している 154 kV 鷹架線、および鷹架線に電力を供給している 154 kV 六ヶ所線にルート故障が発生すると、外部電源の喪失に至る。他の供給ルートはないため、外部電源供給を回復させるためには、故障箇所の応急復旧が必要である。この場合、実作業に加えて資機材・人員の手配等も必要であり、外部電源供給の回復まで故障状況相応の時間が必要となる。

(b) 評価

①の宮城変電所全故障および西仙台変電所全故障については、

外部電源の喪失に至るものの、系統切替により外部電源供給を一定の時間で回復させることが可能である。したがって、「外部電源の喪失に至るものの、速やかに外部電源を回復できる場合」に該当する。

一方、①の上北変電所全故障と六ヶ所変電所全故障のみならず②・③の故障に対しても、外部電源が喪失し、かつ、外部電源供給の回復までに資機材や人員の手配・作業等に相応の時間を要する状況である。

以上より、六ヶ所再処理施設に対しては、電力系統の供給信頼性向上対策が必要と評価する。

(c) 信頼性向上対策の検討

電力系統の供給信頼性を確保できないと評価した上北変電所154kV母線の全故障（または変電所全故障）、六ヶ所変電所154kV母線の全故障（または変電所全故障）、154kV鷹架線ルート故障、154kV六ヶ所線ルート故障に対する信頼性を向上させるには、上北変電所の154kV母線、154kV六ヶ所線、六ヶ所変電所の154kV母線、154kV鷹架線を経由しないで六ヶ所再処理施設に電力供給するルートを確認しなければならない。

当社は、東通原子力発電所および大間原子力発電所への外部電源供給信頼性向上対策として、上北変電所を経由せず六ヶ所変電所に至る154kV送電線1回線の新設を推進することとしている。この送電線からの分岐により六ヶ所再処理施設に予備電源線を引き込むことにより供給信頼性の向上が可能と考える。

本対策により供給信頼性の向上を図るという方向性については、2社間で確認済みであり、今後、対策の早期実現に向け、具体的な検討を進めていくこととする。

また、154kV送電線の新設が完了するまでは、上北変電所や六ヶ所変電所154kV母線の全故障時には、故障変電所の構外において2つの154kV送電線を直結することにより外部電源を復旧するが、上北変電所故障時の復旧時間については、詳細検討により短縮できる可能性がある。このため、復旧時間を可能な限り短縮することを目標に、工法の詳細検討を進めていく。

なお、故障変電所の送電線引留鉄構が使用可能な状態であれば、変電所構内において移動用ケーブルによる送電線同士の直結が可

能であり，変電所構外での送電線直結に比べ復旧時間の短縮が可能と考えている。早急に上北変電所および六ヶ所変電所構内の条件整備を進めることとする。

上北変電所構外での送電線直結における復旧時間短縮について平成23年8月中を目途に検討を行うとともに，上北変電所および六ヶ所変電所構内の条件整備を平成23年8月中を目途に行う。

(d) 六ヶ所再処理施設内電源の信頼性
(日本原燃(株)より報告)

(2) 原子力発電所における送電回線の各号機接続

a. 原子力発電所における送電線路との接続状況

原子力発電所の各号機の電力供給の信頼性向上に資するよう，複数の電源線に施設されている全ての送電回線を各号機に接続し，電力供給を可能とすることが求められている。

当社の各原子力発電所における送電線路(以下、「線路」という。)との接続状況については，以下のとおりである。

(a) 女川原子力発電所における線路との接続状況

女川原子力発電所には，275kV線路4回線，66kV線路1回線の計5回線が施設されており，女川1～3号機は各々すべての線路(5回線)に接続されている。

(添付資料-2)

(b) 東通原子力発電所における線路との接続状況

東通原子力発電所には，500kV線路2回線，66kV線路1回線の計3回線が施設されており，東通1号機はすべての線路(3回線)に接続されている。

(添付資料-3)

以上より，女川および東通原子力発電所については，各号機と施設されている複数の電源線のすべての回線との接続がなされていることから，新たな対応は不要と考えている。

(3) 送電鉄塔等の評価

a. 評価対象線路 ※ () 内に当該線路の鉄塔基数を示す。

原子力発電所の外部電源喪失に関わる送電線として、次の20線路(鉄塔1,649基)を評価対象線路とする。

(a) 女川原子力発電所

275kV松島幹線	(233基)
275kV牡鹿幹線	(86基)
66kV塚浜支線	(10基)
500kV青葉幹線	(161基)
500kV宮城中央支線	(1基)
66kV鮎川線	(70基)
66kV万石線	(77基)

(b) 東通原子力発電所

500kVむつ幹線	(116基)
66kV東北白糖 ^{しらぬか} 線	(2基)
154kV六ヶ所A線	(71基)
154kV六ヶ所B線	(95基)
154kV下北A線	(190基)
154kV下北B線	(192基)
154kV白糖 ^{しらぬか} A支線	(25基)
154kV白糖 ^{しらぬか} B支線	(0基※)

※154kV白糖A支線は154kV白糖B支線を全基併架している。

(c) 電源開発(株)大間原子力発電所

※《 》内は、上記(b)項と重複する線路を示す。

66kV大間線	(169基)
66kV仲崎線	(69基)
66kV大湊線	(40基)

《500kVむつ幹線

154kV六ヶ所A線, 154kV六ヶ所B線
154kV下北A線, 154kV下北B線》

※66kV大間線には電源開発(株)資産2基を含まない。

(d) 日本原燃(株)再処理工場

※《 》内は、上記(b)項と重複する線路を示す。

154kV鷹架線(16基)

《154kV六ヶ所A線, 154kV六ヶ所B線》

(e) 東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所

154kV荒浜線(26基)

b. 送電鉄塔等の耐震性の評価

(a) 現状

「防災基本計画(平成7年7月, 中央防災会議決定)に基づき, 「電気設備防災対策検討会」(資源エネルギー庁長官の私的検討会)の報告書(平成7年11月24日)(以下, 「検討会報告書」という。)において, 次のとおり, 各電気設備の耐震性確保に関する基本的考え方が示されている。

- ① 一般的な地震動に際し個々の設備の機能に重大な支障が生じないこと。
- ② 高レベルの地震動に際しても著しい(長期的かつ広範囲)供給支障が生じることのないよう, 代替性の確保, 多重化等により総合的にシステムの機能が確保されること。

検討会報告書では, 兵庫県南部地震における地震動や被害の程度が設計で想定した範囲内かどうかの分析を行うとともに, 被害実態を踏まえた実証的な検討を併せて行った結果, 現行の風圧荷重基準(平均風速40m/秒)により設計された鉄塔は, 一般的な地震動に対して機能に重大な支障が生じない耐震性を確保するとともに, 高レベルの地震動に際しても著しい(長期的かつ広範囲)供給支障が生じることがないよう, 代替性の確保, 多重化等により総合的にシステムの機能を確保するものであることを確認し, 現行の風圧荷重基準は耐震基準としても妥当であると評価されている。

(b) 評価

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震(平成23年4月7日, 11日, 12日等の震度6以上の余震のほか, 新潟県を

含む東北地方各地での地震を含む。以下、「今回の地震」という。)では、鉄塔倒壊・折損・傾斜が42基発生した。

これらは、津波で被害を受けた40基と、鉄塔敷地の地盤亀裂による二次的要因により僅かに傾斜した2基であり、地震動による鉄塔の倒壊はない。

このことから、今回の地震においても、検討会報告書の評価どおり、鉄塔は十分な耐震性を有していると評価する。

一方、今回の地震の地震動によるものと推定される支持がいしの折損が、275kV、154kV、66kVの線路で計17箇所発生しており、支持がいしについては、耐震性が確保されているとは言い難いと考えている。

(c) 対策

原子力発電所の電源線を含む送電鉄塔については、検討会報告書の評価どおり、十分な耐震性を有しており、対策は不要である。

評価対象線路の支持がいしを有する箇所について、次の対策を実施する。

①女川原子力発電所

275kV松島幹線	3基，懸垂がいし化
66kV塚浜支線	1基，免震金具取付
66kV鮎川線	5基，免震金具取付
66kV万石線	18基，免震金具取付

②東通原子力発電所

154kV六ヶ所A線	12基，免震金具取付
154kV六ヶ所B線	5基，免震金具取付
154kV下北A線	10基，免震金具取付
154kV下北B線	4基，免震金具取付
154kV白糠A支線	3基，免震金具取付
154kV白糠B支線	1基，免震金具取付

③電源開発(株)大間原子力発電所

66kV大間線	18基，免震金具取付
66kV仲崎線	13基，免震金具取付
66kV大湊線	7基，免震金具取付

※66kV大間線には電源開発(株)資産1基を含まない。

④日本原燃（株）再処理工場

1 5 4 k V 鷹架線 1 3 基，免震金具取付

⑤東京電力（株）柏崎刈羽原子力発電所

1 5 4 k V 荒浜線 1 2 基，免震金具取付

（添付資料－ 4 ， 5 ）

c . 地震による基礎の安定性等の評価

（ a ）現状

送電線のルート選定時には，地すべり等の法規制地域や，地すべり等により鉄塔への影響が予想される地域を極力回避するルートを選定しており，地震による鉄塔敷地周辺の影響による被害の最小化を図っている。

また，やむを得ずこのような地域を経過する場合は個別に詳細調査を行い，基礎の安定性を検討して基礎型を選定する等の対策を行っている。

（ b ）評価および対策

評価対象線路のより一層の信頼性向上を図るため，当該鉄塔全てにおいて，盛土の崩壊，地すべり箇所，急傾斜地の崩壊による基礎の安定性等への影響について，5 0 0 k V ， 2 7 5 k V 線路は平成 2 3 年 8 月中を目途，1 5 4 k V ， 6 6 k V 線路は平成 2 3 年 9 月中を目途に調査および評価を行う。

なお，調査および評価を行った後，基礎の安定性等への影響がある箇所の管理を行うとともに，対策が必要と評価された箇所については，土留等の対策を 5 0 0 k V ， 2 7 5 k V 線路は平成 2 3 年度中を目途，1 5 4 k V ， 6 6 k V 線路は平成 2 4 年度中を目途に対策を実施する。

（添付資料－ 6 ， 7 ）

(4) 開閉所等の電気設備に対する浸水対策

平成23年3月30日の経済産業大臣指示による緊急安全対策を着実に進めているところであり、既に実施している電源車の配備により、原子炉毎の冷却機能に必要な電源の信頼性は担保できると考えている。今般の要求事項については、外部電源の更なる信頼性向上の観点から、以下の方針により、検討および必要な対策を実施していくものとする。

a. 対応方針

外部電源を受電するために必要な開閉所設備等への津波影響については、3月30日経済産業大臣指示文書を踏まえた緊急安全対策として実施する建屋水密化等により、必要な影響緩和措置がなされるものであるが、外部電源の継続受電もしくは外部電源喪失後の早期電源復旧の観点から、更なる信頼性向上対策の必要性を検討するとともに、設備の防水対策を計画していく。

津波による電気設備への影響を防止する対策は、防潮壁の設置など、工事が広範かつ大規模なものとなることから、十分な調査・検討が必要である。このため、津波に対する対策を検討する上では、十分な対策を着実に実施する一方で、当面の間は、既に配備済みの電源車を代替電源として、津波等災害に備えるとともに、順次、実現可能なものから着手していくこととする。

b. 対象設備

開閉所設備等の電気設備に対する浸水対策の対象設備は、発電所構内において、外部電源を非常用母線に受電するために必要な電気設備とする。ただし、現状においても高台に設置されており、津波の影響がないと想定される設備については対象から除外する。

具体的な電気設備は以下のとおり。

(a) 開閉所設備

- ・ 女川原子力発電所 275kV開閉所
- ・ 東通原子力発電所 500kV開閉所および66kV開閉所

(b) 変圧器

- ・ 女川原子力発電所 起動変圧器
- ・ 東通原子力発電所 高起動変圧器および低起動変圧器

(c) 非常用母線等電源盤

高台に設置されているため除外した電気設備は、女川原子力発電所 66 kV 開閉所および予備変圧器である。

c. 対策

原子力発電所における開閉所等の電気設備について、津波による影響を防止するための対策を講じるものとし、平成 23 年 3 月 30 日の経済産業大臣指示による緊急安全対策を踏まえ、更なる信頼性向上の観点から、検討・実施していくものである。

なお、対策の立案にあたっては、緊急安全対策における浸水防止措置を参考に、「福島第一事故を踏まえ考慮すべき浸水高さ」（女川原子力発電所：O.P. + 1.5 m，東通原子力発電所：T.P. + 1.5 m）※ を考慮しても問題ないものとする。

※：O.P. は女川湾平均海面を，T.P. は東京湾平均海面を示す。

(a) 防潮堤の設置

海域前面への防潮堤を構築することにより、敷地への津波の浸入を防止する。

本対策は、緊急安全対策における更なる安全性向上策に包括されるものであり、開閉所設備、変圧器および非常用母線等電源盤を含む発電所全体に対する対策である。

(添付資料－8)

(b) 防潮壁の設置

海域前面への防潮堤構築により、敷地への津波の浸入を防止する対策に加え、開閉所設備および変圧器について、個別に防潮壁を設置し、津波発生時の設備の機能維持および影響緩和を図る。

なお、対策の実施にあたっては、防潮堤の設置高さ等を考慮のうえ検討する。

(c) 建屋の扉水密性向上

屋内設置の非常用母線等電源盤への浸水対策として、建屋の扉水密性向上対策を実施する。

本体策は、緊急安全対策に包括されるものである。

(女川原子力発電所 1～3号機共通)

対象設備	対策内容	実施時期※
発電所全体	海域前面に防潮堤を構築	検討中
275kV 開閉所	個別に防潮壁を設置し，津波発生時の設備の機能維持および影響緩和を図る	検討中
起動変圧器		
非常用母線等 電源盤	建屋の扉水密性向上により建屋内への津波の浸入を防止	検討中

※：女川原子力発電所の緊急安全対策実施状況報告書において報告予定

(東通原子力発電所 1号機)

対象設備	対策内容	実施時期
発電所全体	海域前面に防潮堤を構築	平成 25 年度中
500kV 開閉所	個別に防潮壁を設置し，津波発生時の設備の機能維持および影響緩和を図る	平成 25 年度中
高起動変圧器		
低起動変圧器		
66kV 開閉所	建屋の扉水密性向上により建屋内への津波の浸入を防止	平成 25 年度中
非常用母線等 電源盤		

4. まとめ

原子力安全・保安院文書「平成 23 年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策について（指示）」を受けた女川原子力発電所および東通原子力発電所の緊急安全対策を実施することで，津波により 3 つの機能（交流電源を供給する全ての設備の機能，海水を使用して原子炉施設を冷却する全ての設備の機能および使用済燃料貯蔵プールを冷却する全ての設備の機能）が喪失したとしても，炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止することは可能であるが，これに加えて本対策を実施することにより，外部電源の供給信頼性の更なる向上を図っていく。

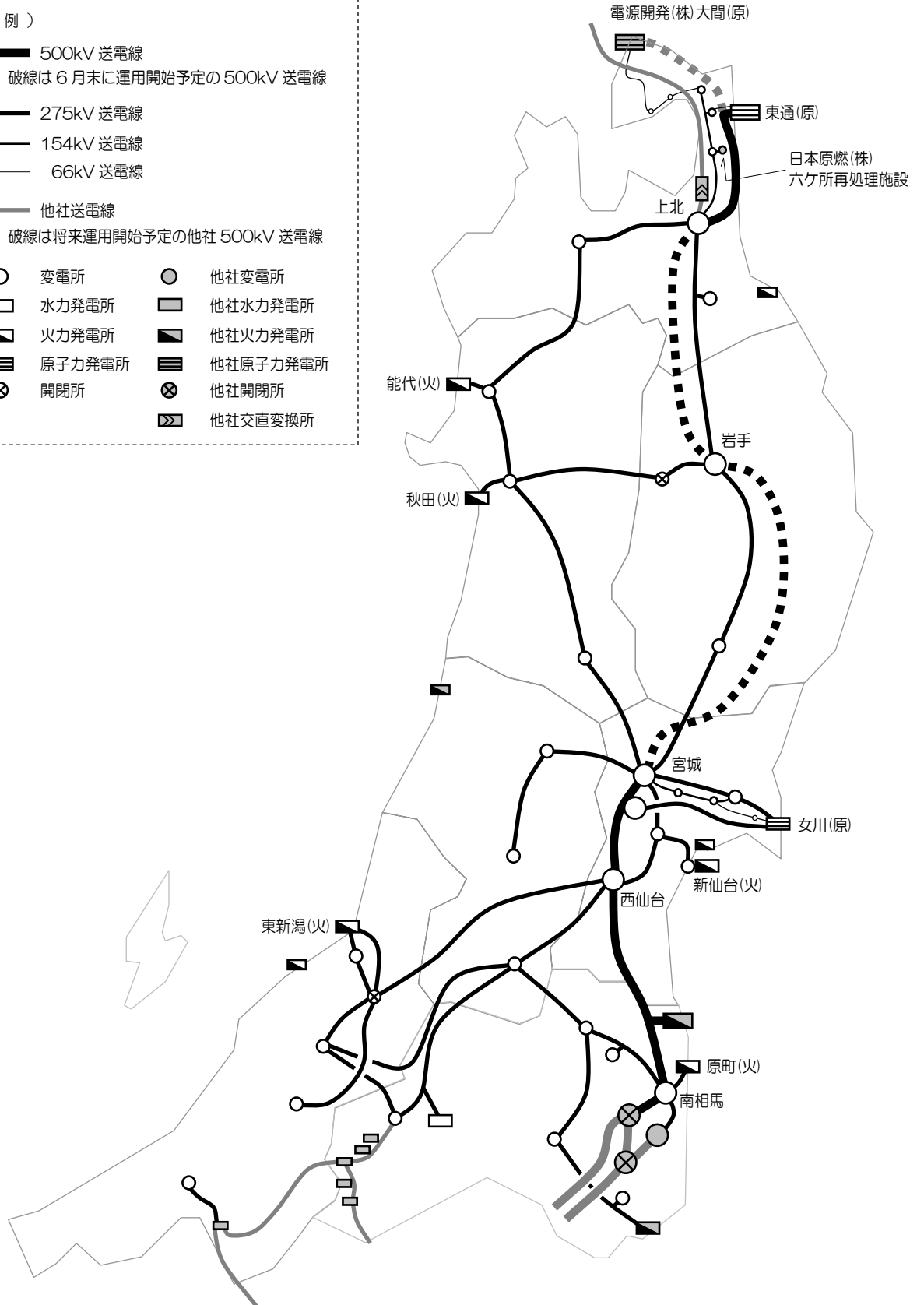
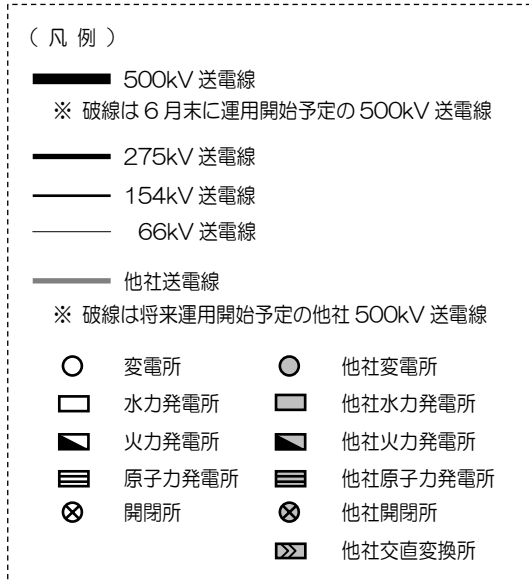
なお，本対策の詳細検討を行い，具体的な内容を更に精査した上で対策を行うものとする。（添付資料－9）

以 上

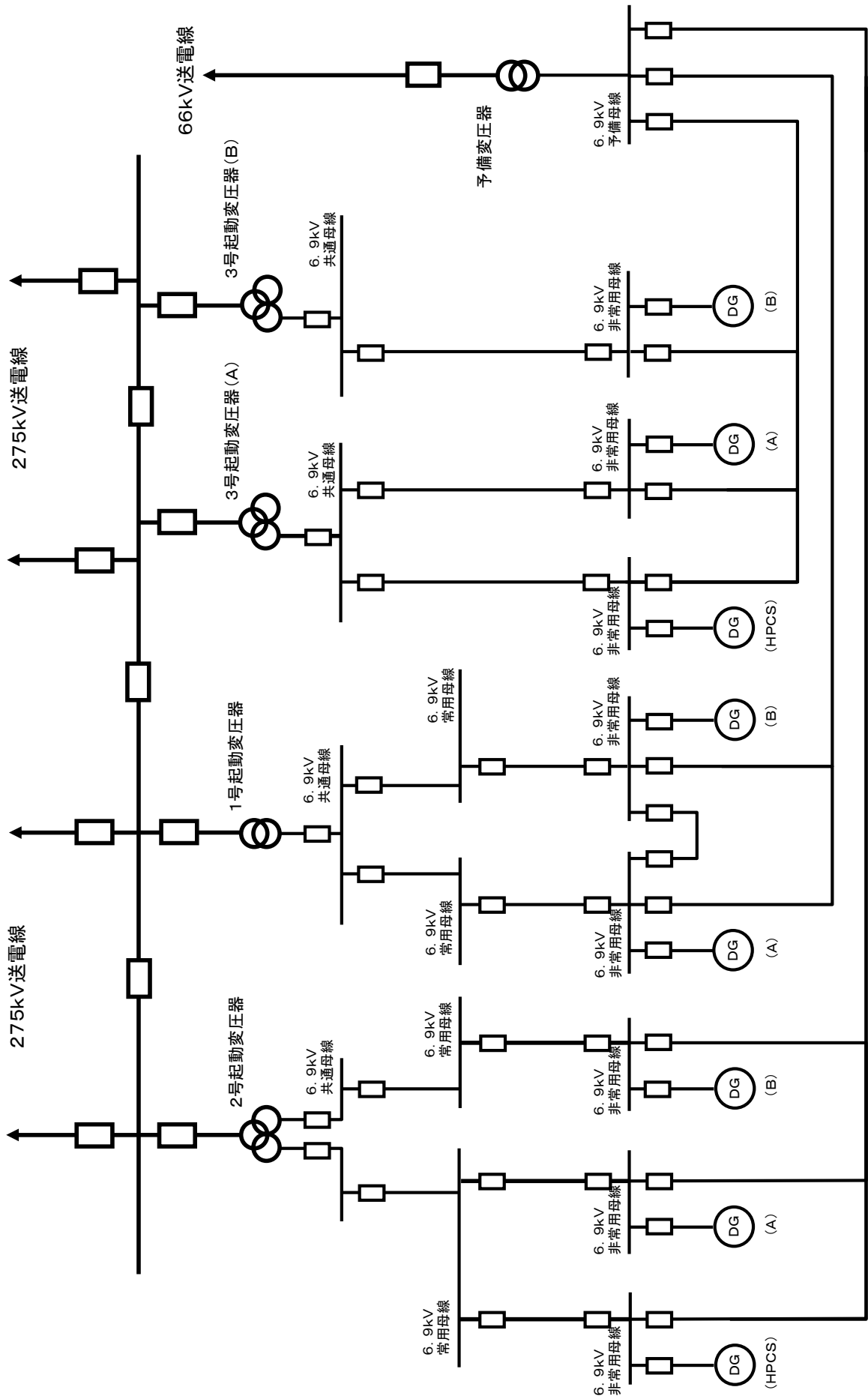
5. 添付資料一覧

- 添付資料－1 当社電力系統の概要
- 添付資料－2 女川原子力発電所 所内電源系統図
- 添付資料－3 東通原子力発電所 所内電源系統図
- 添付資料－4 原子力発電所の電源線の支持がいし対策工程表
- 添付資料－5 原子力発電所の電源線の支持がいし対策の概略図
- 添付資料－6 原子力発電所の電源線の基礎の安定性等の評価工程表
- 添付資料－7 基礎の安定性等の評価フロー
- 添付資料－8 原子力発電所の電気設備に対する津波対策（防潮堤・防潮壁）
- 添付資料－9 原子力発電所の外部電源の信頼性確保に向けた対応スケジュール

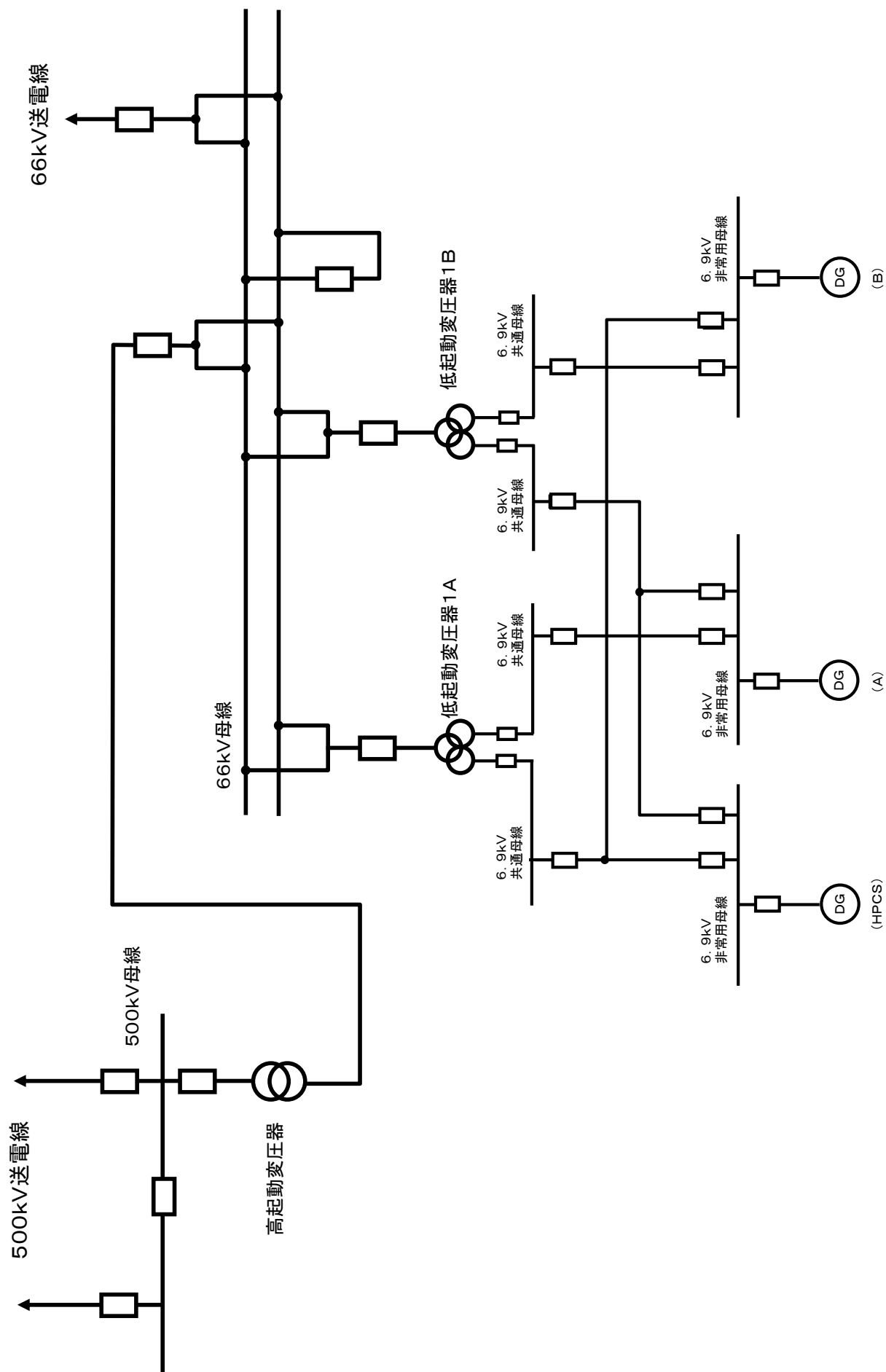
当社電力システムの概要



女川原子力発電所 所内電源系統図



東通原子力発電所 所内電源系統図



原子力発電所の電源線の支持がいし対策工程表

原子力 施設	関係電源線	工程（平成 23 年度）					
		5	9	10	12	1	3
女川 (宮城)	275kV 送電線路 (1 線路 3 基)	■ 7 (4月に暫定対策済)					
	66kV 送電線路 (3 線路 24 基)				■ 2		
東通 (青森)	154kV 送電線路 (6 線路 35 基)		■ 11				
大間 (青森)	66kV 送電線路 (3 線路 38 基)		■ 11				
原燃 (青森)	154kV 送電線路 (1 線路 13 基)		■ 11				
柏崎刈羽 (新潟)	154kV 送電線路 (1 線路 12 基)		■ 11				

※ 原子力施設の括弧内には当該線路の所在する県名を示す。

※ 関係電源線には、支持がいしを有している線路数および基数を示す。

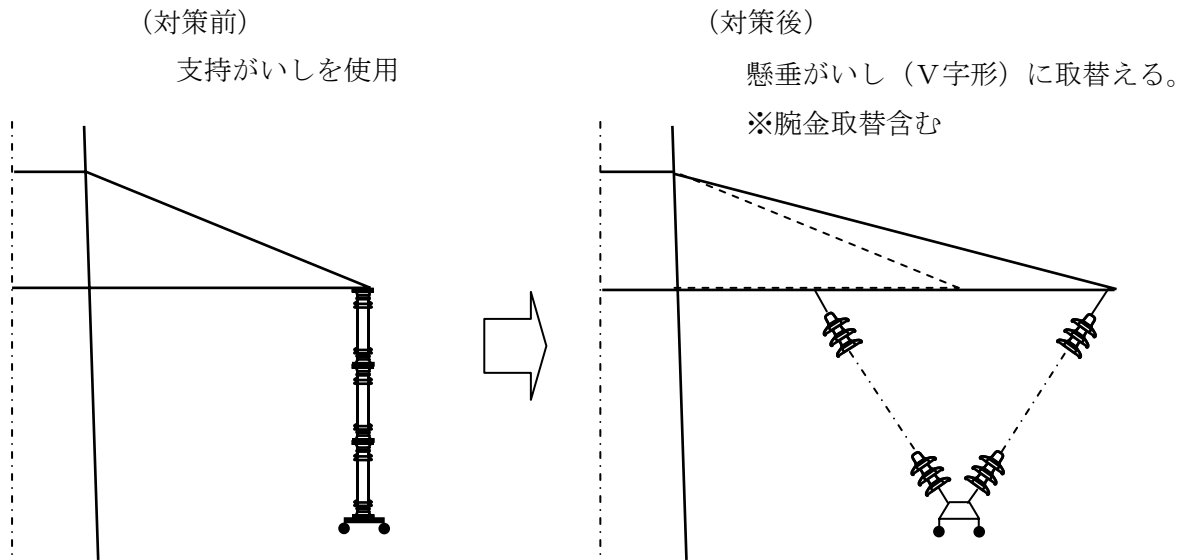
※ 大間原子力関係の 66kV 送電線路には電源開発（株）資産 1 基を含まない。

※ 青森県内、新潟県内の電源線では、冬季前までに対策を行う。

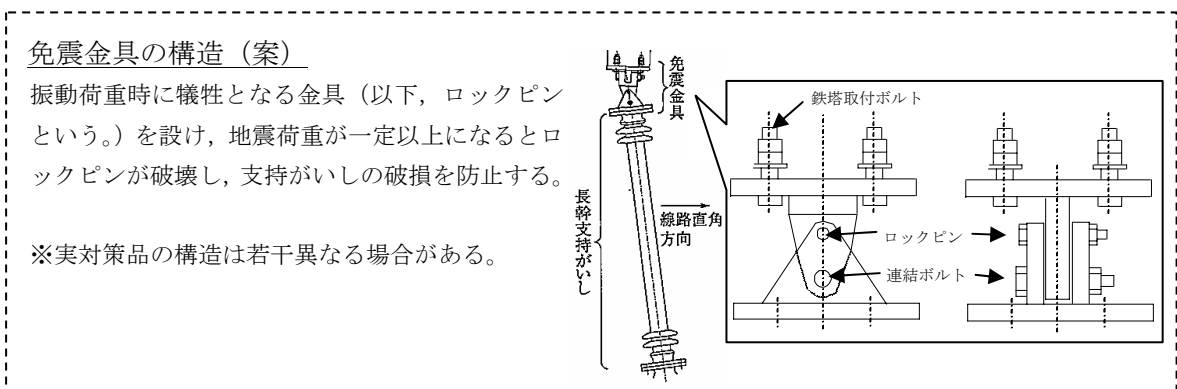
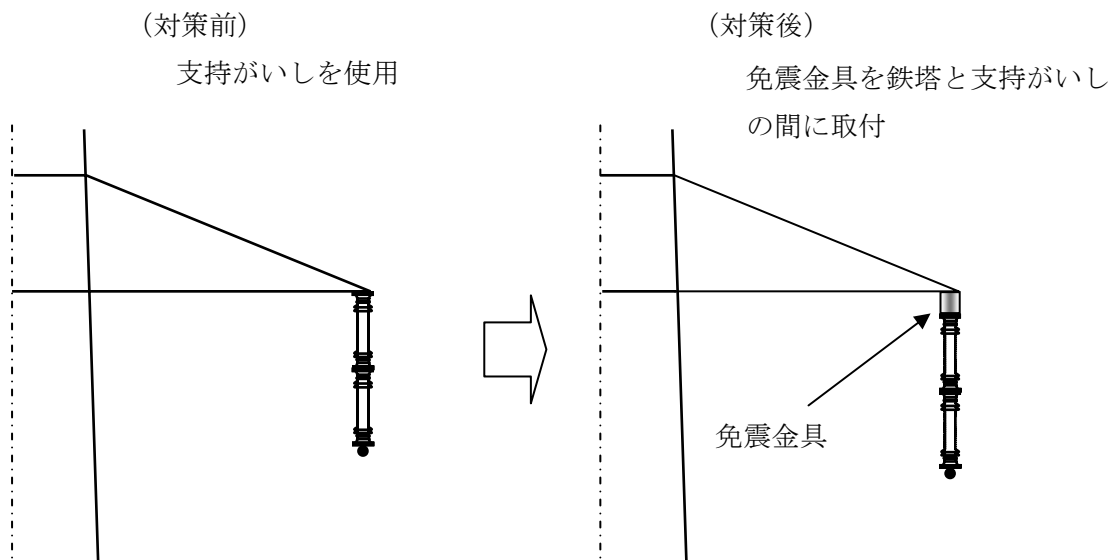
※ 送電線路の停止調整により、対策時期が変更となる場合がある。

原子力発電所の電源線の支持がいし対策の概略図

1. 懸垂がいし化（275kV松島幹線での対策）



2. 免震金具の取付（154kV, 66kV送電線路での対策）



原子力発電所の電源線の基礎の安定性等の評価工程表

凡例： — 抽出，現地調査 評価

原子力 施設	関係電源線	工程（平成 23 年度）				
		5	7	8	10	11 以降
女川 (宮城)	500 kV 送電線路 (2 線路 162 基)	— 7				
	275kV 送電線路 (2 線路 319 基)	— 8				
	66kV 送電線路 (3 線路 157 基)	— 8				
東通 (青森)	500 kV 送電線路 (1 線路 116 基)	— 7				
	154kV 送電線路 (6 線路 573 基)	— 9				
	66kV 送電線路 (1 線路 2 基)	— 5				
大間 (青森)	66kV 送電線路 (3 線路 278 基)	— 9				
原燃 (青森)	154kV 送電線路 (1 線路 16 基)	— 6				
柏崎刈羽 (新潟)	154kV 送電線路 (1 線路 26 基)	— 6				

調査および評価後は対象箇所を管理する。
また、必要に応じて 500kV、275kV 送電線路は平成 23 年度中を目途、154kV、66kV 送電線路は平成 24 年度中を目途に対策を実施する。

- ※ 原子力施設の括弧内には当該線路の所在する県名を示す。
- ※ 関係電源線に示す基数は線路全体基数を示す。
- ※ 大間原子力関係の 66kV 送電線路には電源開発(株)資産 2 基を含まない。

基礎の安定性等の評価フロー

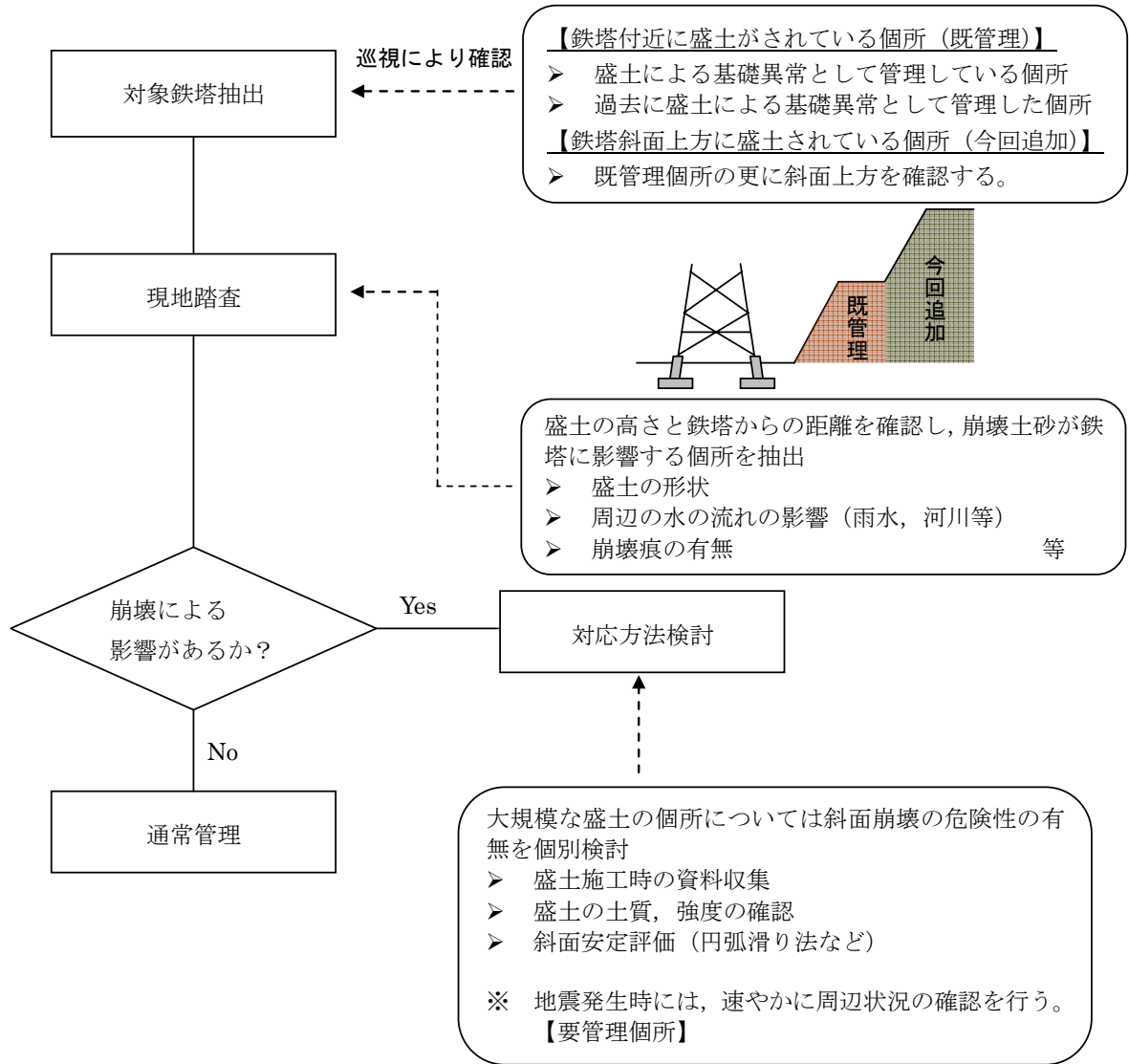


図 1：盛土の崩壊に対する確認フロー

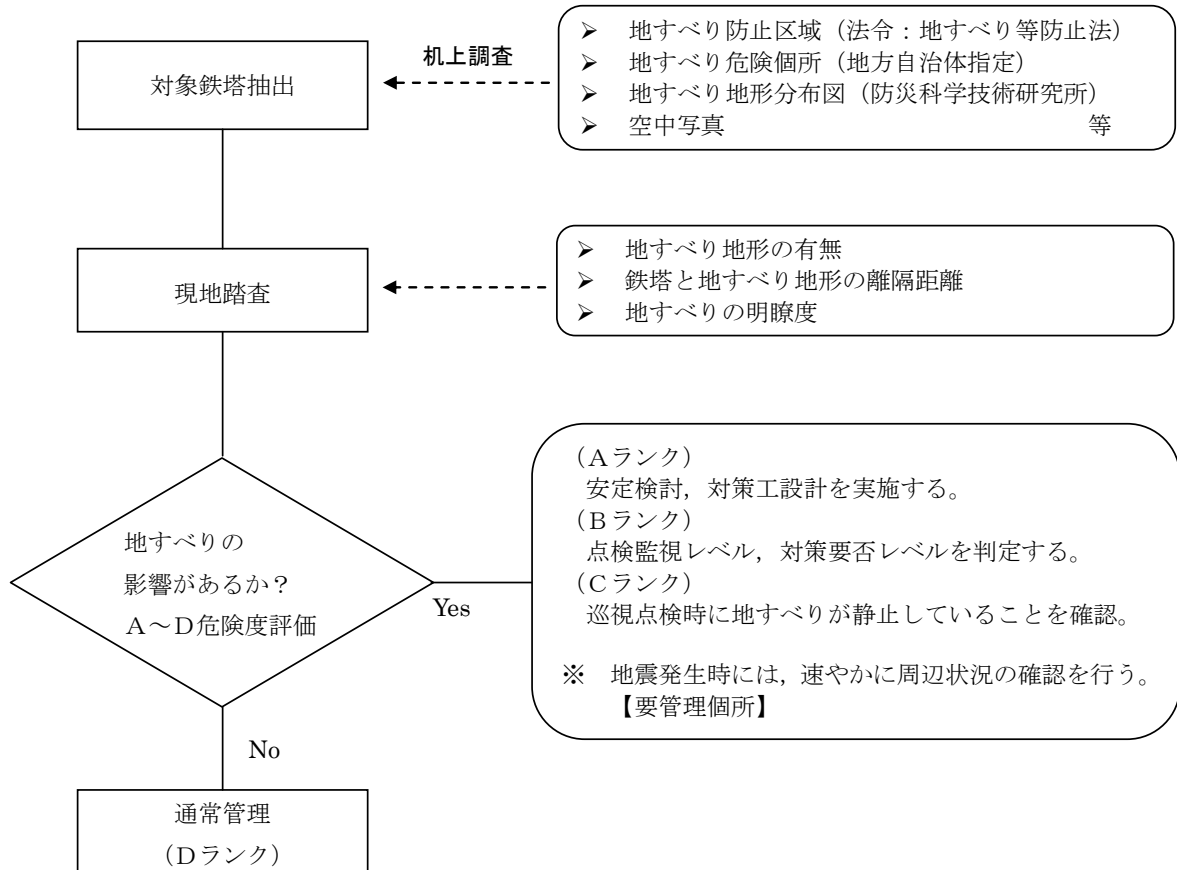


図 2 : 地すべりに対する確認フロー

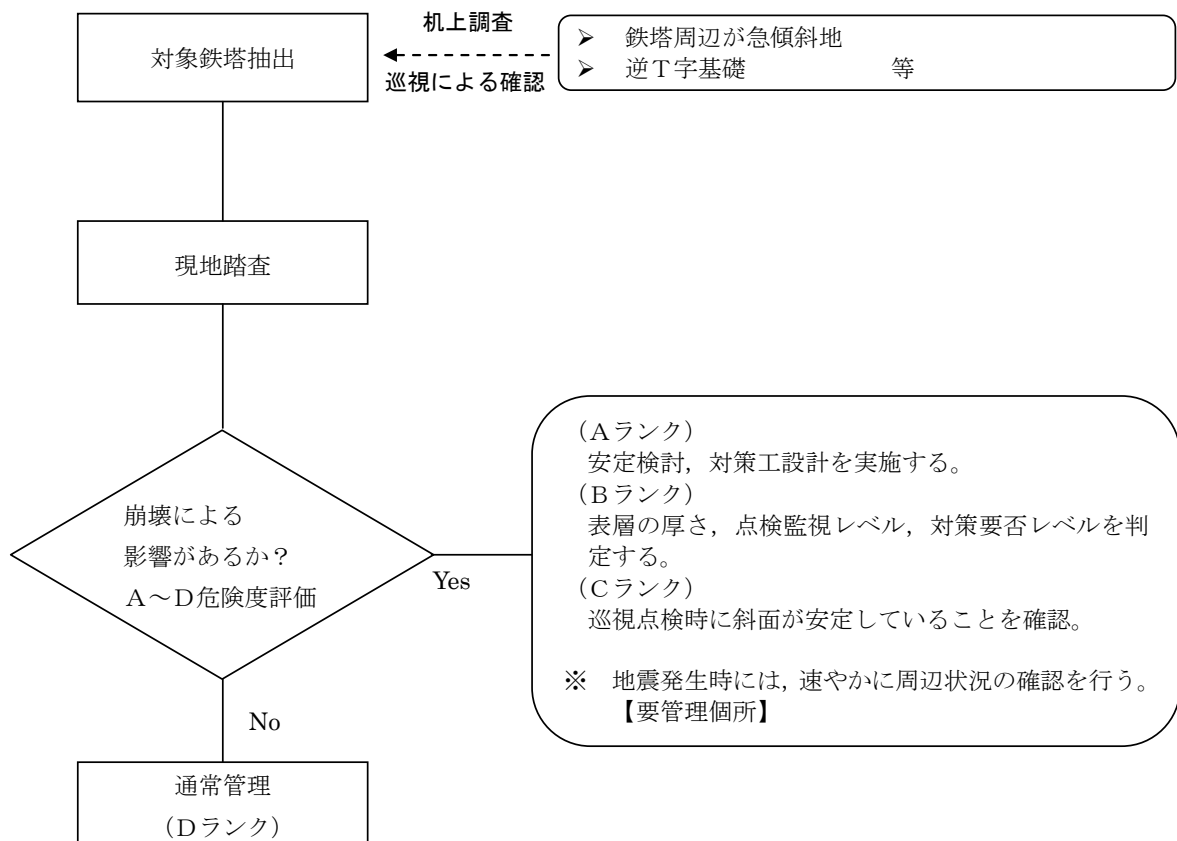
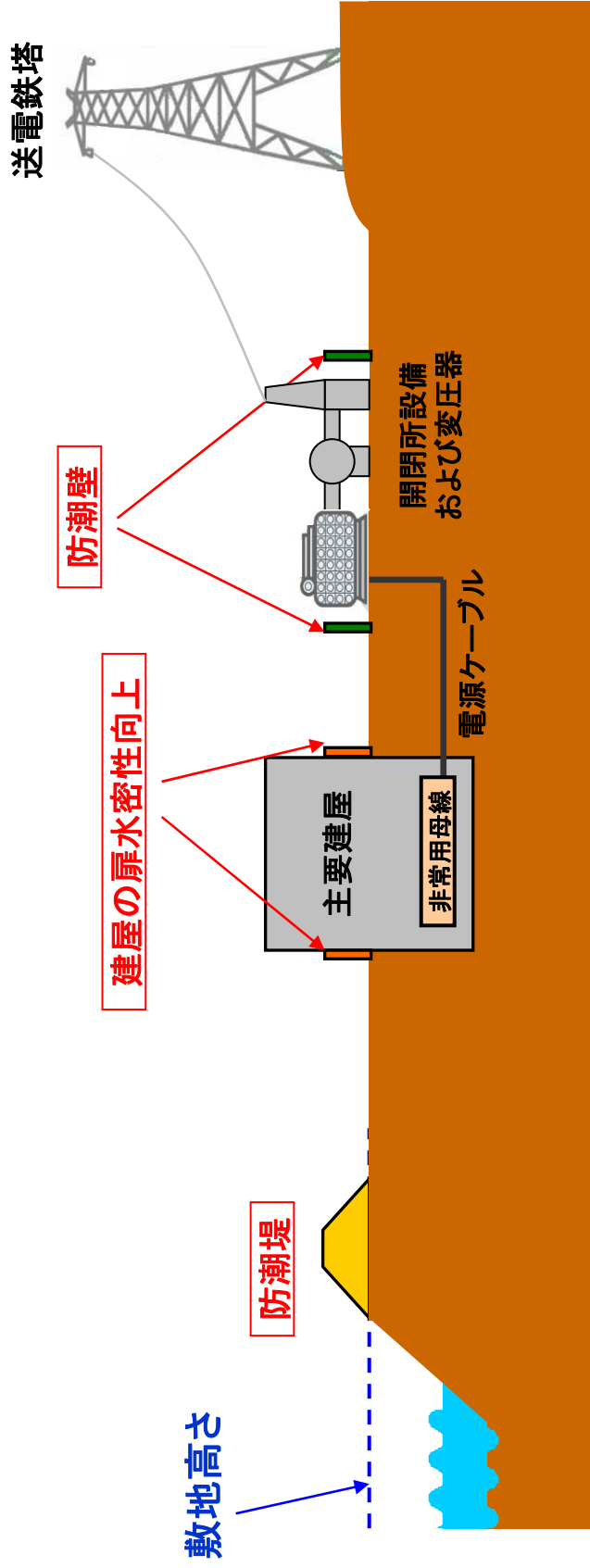


図 3 : 急傾斜地の崩壊に対する確認フロー

原子力発電所の電気設備に対する津波対策 (防潮堤・防潮壁)



原子力発電所の外部電源の信頼性確保に向けた対応スケジュール

項目	対応内容	スケジュール			
		H23年度	H24年度	H25年度	H26年度以降
電力系統の供給信頼性に関する分析・評価 および更なる信頼性向上対策	1. 上北変電所を経由せず六ヶ所変電所に至る 154kV送電線1回線の新設			平成26年度の運用開始を目標	
	2. 上記新設送電線からの分岐による六ヶ所 再処施設への予備電源線の引き込み について、日本原燃(株)と協議の上、新設				日本原燃(株)との協議により今後調整
送電鉄塔等の評価	1. 評価対象線路の支持がいしにおける、懸垂 がいしへの取替えや免震金具の取り付け	平成24年	平成24年2月中を目標		
	2. 評価対象線路周辺における盛土、地すべり、 急傾斜地の調査・評価	平成23年	平成23年9月中を目標		
	3. 上記の結果を踏まえた、必要な対策の実施		平成24年度中を目標		
開閉所等の電気設備に対する浸水対策	1. 防潮堤の設置			平成25年度中	
	2. 防潮壁の設置			平成25年度中	
	3. 建屋の扉水密性向上			平成25年度中	