

柏崎刈羽原子力発電所
新規制基準に係る保安規定変更認可申請の補正について
(福島原子力発電所事故を踏まえた現場力の向上について)

2020年8月20日
東京電力ホールディングス株式会社

- ✓ 震災当時の福島第一及び福島第二での仮設ケーブルでの電源復旧対応に鑑みれば、このような作業をスムーズに行えるようにすることは一定の意味があると考えられるが、設置許可の際にもケーブルの端末処理等を直営訓練で行っていると説明されていることも踏まえ、実際にどのような訓練をどのような問題意識で行っているのか説明すること。また、その際、現場での作業だけでなくそのような判断をするための力量管理についても説明すること。

【今回の説明内容】

- ✓ 当社は、福島原子力発電所事故の反省と当社が取り組むべき対策を原子力安全改革プランとしてとりまとめ、2013年3月に公表している。
- ✓ このうちの対策の1つとして、直営技術力の強化や緊急時組織の見直しを抽出。事故以降、継続的に対応を進めているところ。
- ✓ 今回は福島原子力発電所の事故の教訓を踏まえた、柏崎刈羽原子力発電所の取り組みのうち、
 - **現場対応における「技術力」**
 - **緊急時対策本部における「指揮者の判断」**の2つの観点についての説明を行う。

3.現場対応における「技術力」

【福島原子力発電所事故の教訓】

- ✓ 緊急時対応に必要な技術力を**当社社員が自ら持つべき力量**として設定していなかったことから、作業を自ら迅速に実行できなかった。

【現場力の強化】

- ✓ 協力企業など、外部からの支援に頼らずに**当社社員が自ら対応**できるように必要な資格や技能の習得に努めている。
- ✓ 「初動」では、発電所内に配備している資機材を使用した事故収束活動を、「中長期」では、外部の支援による復旧や設備の復旧など、原子炉の安定冷却に向けた対応が必要であり、訓練を実施
 - ① 外部電源復旧（中長期）
 - ② ガスタービン発電機(GTG)や電源車による電源確保（初動）
 - ③ 常設モータ取り替え他個別訓練（中長期）
 - ④ 原子炉や使用済燃料プールへの代替注水確保（初動）
 - ⑤ 原子炉や使用済燃料プールの除熱機能の復旧（初動）
 - ⑥ アクセスルートの段差解消、がれき撤去（初動）
 - ⑦ 資機材調達・輸送（中長期）
 - ⑧ 外部機関との連携（その他）

資格取得者(2020年8月13日現在)

- 大型運転免許：166名
- 大型特殊免許：103名
- 牽引免許：103名

3-①.外部電源復旧

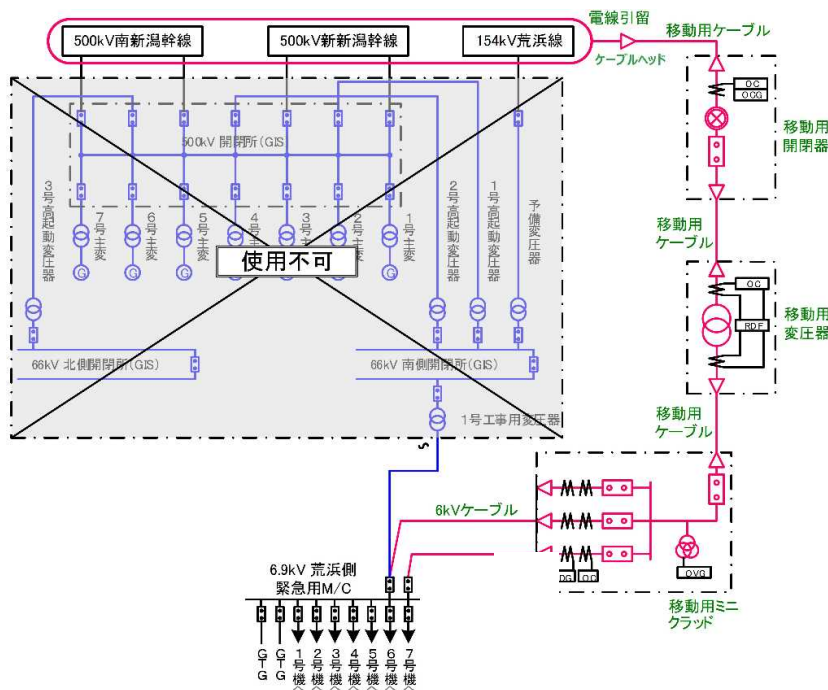
【問題意識】

- ✓ 事故時には、ガスタービン発電機(GTG)や電源車などの電源設備を用いるが、中長期的には外部電源復旧による安定的な電源確保が重要。

【訓練内容】

- ✓ 送変電部門と連携し、開閉所の機能喪失を想定した外部電源の復旧訓練(現場実動訓練：過去4回、本社机上訓練：10回程度※)

※実績は2019年度のもの



高圧ケーブル段剥ぎ・直線接続作業(個別訓練)

外部電源復旧で想定する給電ルートと訓練状況

3-②.ガスタービン発電機(GTG)や電源車による電源確保

【問題意識】

- ✓ 福島原子力発電所事故時、電源車等が構内に無く、電源の復旧が困難だった。
- ✓ 人力で電力ケーブルを敷設する等、困難な対応を余儀なくされた。
- ✓ 多様な電源と給電ルート of 確保が必要。

【訓練内容】

- ✓ ガスタービン発電機(GTG)や電源車による電源確保訓練(各40回程度※)

柏崎刈羽原子力発電所に整備した緊急時の給電手段

電源	給電ルート
第一GTG	常時接続
第二GTG	荒浜側緊急用M/C経由
	大湊側緊急用M/C経由
号機間融通(6/7号 ディーゼル発電機)	号機間融通ケーブル(常設)
	号機間融通ケーブル(可搬)
電源車(高台)	荒浜側緊急用M/C経由
電源車(寄付)	K6/7パワーセンタ(分電盤)
⋮	⋮



緊急M/C分電盤チェック



電源車へのコネクタ接続



ケーブル敷設

※各班員1回/年以上として計画。実績は2019年度のもの



- 2019年の千葉停電では発電所に配備している電源車4台を派遣
- 配電部門と連携して電源復旧活動を実施

3-③.常設モータ取り替え他個別訓練

【問題意識】

- ✓ 常設設備が機能喪失した場合でも、プラントを安定的な状態に保つには、自ら(社員直営で)設備を復旧可能としておくことが重要。

【訓練内容】

- ✓ 各種設備の故障等に備えた個別訓練を実施(下表参照)
- ✓ 写真の例は、モータ設備の点検、吊り上げ・移動を実施し、構造・機能に対する理解向上及び技能習得を図る訓練

個別訓練の項目

GTGエンジン分解・組立	弁駆動部分解・組立
GTGトラブルシューティング	ポンプモータ分解・組立
GTG故障復旧	ポンプモータ吊上・移動
ケーブル末端処理	溶接・溶断・研磨
ケーブル接続	小型クレーン操作
遮断器入替	高所作業車操作
足場組立・解体	AO弁強制開放
空調ダクト・配管補修	:



3-④.原子炉や使用済燃料プールへの代替注水確保

【問題意識】

- ✓ 福島原子力発電所事故時、発電所に配備されていた3台の消防車を社員が扱えず、協力企業に頼らざるを得なかった。
- ✓ 社員が直営で対応する力量が必要。

【訓練内容】

- ✓ 消防車による原子炉への外部接続、注水訓練(約50回※)

※各班員1回/年以上として計画。実績は2019年度のもの



4ライン同時のホース敷設



自重落下によるホース展開



吸管投入



放水砲



貯水池からの導水管接続



建屋外接続口への接続



注水開始



放水砲

3-⑤.原子炉や使用済燃料プールの除熱機能の復旧

【問題意識】

- ✓ 除熱機能の回復に福島第二では約3日、福島第一5,6号では約9日を要した。
- ✓ 速やかに除熱機能を復旧し、冷温停止に移行可能とすることが必要。

【訓練内容】

- ✓ 海水ポンプ等の機能喪失を想定して除熱機能の回復のため代替熱交換器および関連設備の設置訓練を実施(約5回※)

※各班員1回/年以上として計画。実績は2019年度のもの



3-⑥.アクセスルートの段差解消、がれき撤去

【問題意識】

- ✓ 津波によるがれき等によって、アクセスルートが封鎖されたり、消防車等の注水設備が移動時にパンクなどを起こし復旧活動の妨げとなった。
- ✓ 初動対応でアクセスルートの復旧を可能とする力量の確保が必要。

【訓練内容】

- ✓ ホイールローダ等の重機によるがれきの撤去、道路の段差解消(約200回※)

※各班員2回/年以上として計画。実績は2019年度のもの



がれきが散乱する
福島第一の構内
(事故当時)



がれき撤去訓練

段差解消訓練

3-⑦.資機材調達・輸送

【問題意識】

- ✓ 本社のミッションである「発電所支援」の実現のため、事故の復旧に必要な機材(部品等)を把握し、現地まで輸送可能としておくことが必要。

【訓練内容】

- ✓ 事故の復旧に必要な機材(部品等)を、本社にて調達すると共に、ヘリコプターを使用して柏崎刈羽原子力発電所へ輸送



発電所構内での資機材引き渡し



ヘリコプターによる部品の輸送
(東京ヘリポート→発電所構内ヘリポート)



本社内の連携

3-⑧.外部機関との連携

【問題意識】

- ✓ 緊急時の円滑な連携には日頃からの連携の確認が重要

【訓練内容】

- ✓ 情報の速やかな伝達や通報文の補足説明のため、OFCや自治体に社員を派遣
- ✓ 中部電力、北陸電力との相互技術協力協定に基づく連携
- ✓ 急患者の移送のためのドクターヘリ等との連携訓練
- ✓ 公設消防や自衛隊などの実働部隊との連携(地域連絡会議など)



オフサイトセンター(OFC)での
プラント状況の説明



リエゾンによる自治体への
事故状況の説明(柏崎市)



緊急事態対策訓練への技術者
派遣(北陸電力 金沢電気ビル)



避難退域時検査に検査員
派遣(静岡県静岡市)



ドクターヘリ 急患搬送訓練



公設消防との合同訓練



負傷者搬送訓練
(公設消防との合同訓練)



通信設備復旧訓練(自衛隊)

4. 緊急時対策本部における「指揮者の判断」

【福島原子力発電所事故の教訓】

- ✓ 緊急時対策本部長(所長)がフラットに全ての班(12班)を統括する体制となっていたため、あらゆる情報が所長に報告され、情報が輻輳し対策本部が混乱した。
- ✓ 緊急時対策本部の幹部は、複数の号機の復旧活動の計画とその対応状況の把握に追われ、落ち着いて考える余裕がなかった。



福島原子力発電所事故時のテレビ会議映像

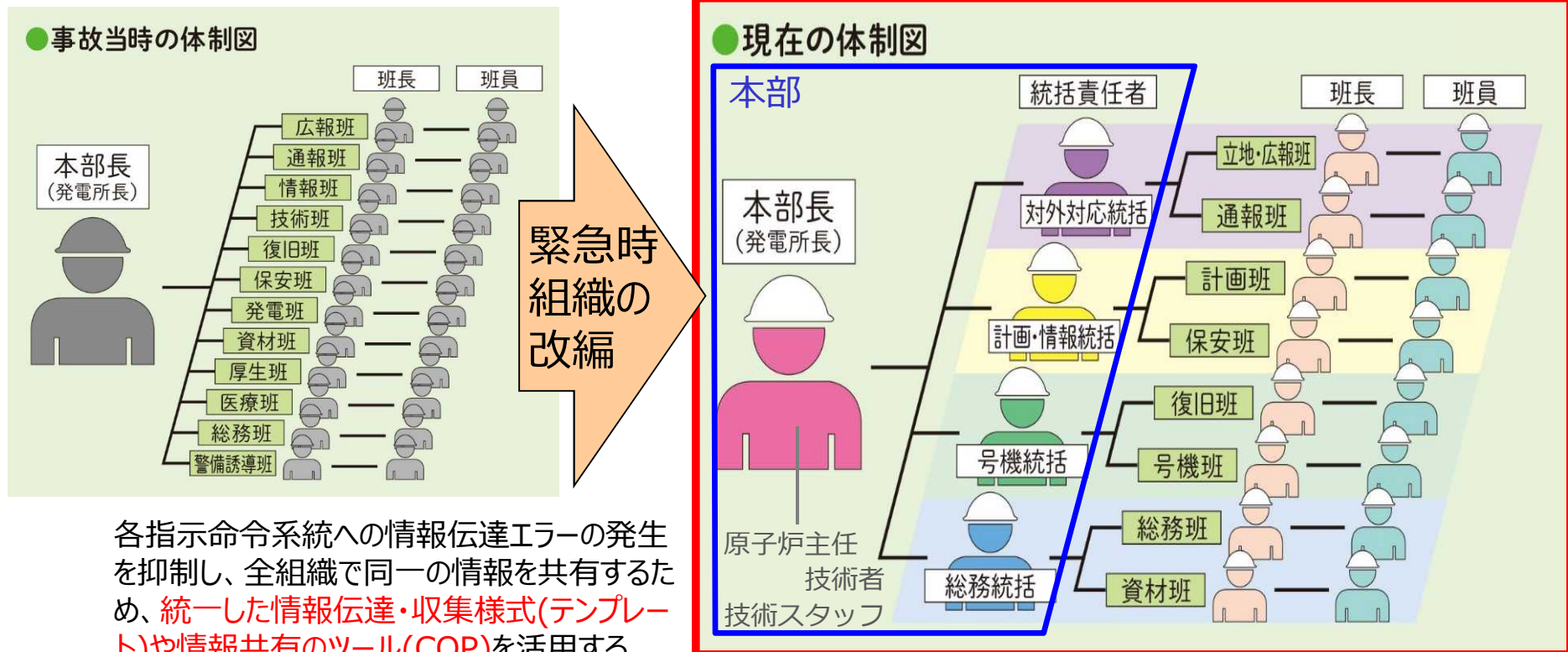
【指揮者の判断】

- ✓ 必要な役割や対応について、あらかじめ本部長の権限を統括に委譲することで、統括や班長が自発的な対応を行えるようにする。
- ✓ 指揮者(特に本部長)の負担を低減し、指揮者は、プラント状況等を客観的に俯瞰し、指示が出せる環境を整備。
 - ① 原子力防災組織の見直し
 - ② 目標設定会議による事故収束対応の優先順位決定
 - ③ 同一の役割を担う人員の確保及び訓練評価
 - ④ 多様なシナリオによる臨機応変な判断能力の獲得

4-①.原子力防災組織の見直し

【実施内容】

- ✓ 機能毎に統括を置き、各管理者の監督人数を低減することで、**本部長が重大な意思決定・指揮に集中**できる組織を構築
- ✓ 同時に多くのプラントが過酷な状況になることを想定し、中央操作室とのカウンターパートとして各号機の号機統括を配置。各統括・班長に権限を委譲し、緊急時対策本部の指揮命令系統を明確化(インシデントコマンドシステム(ICS)の考え方の導入)



4-②.目標設定会議による事故収束対応の優先順位決定

【実施内容】

- ✓ 目標設定会議は、**プラント復旧の優先順位付け**、ならびに、**以降の復旧戦略**を決定するために開催する緊急時対策本部の会議であり、計画・情報統括をファシリテーターとし、最終的には本部長が決定事項を周知する運用としている

◎ 目標設定会議による意思決定

① プラント復旧の優先順位付けと戦略立案

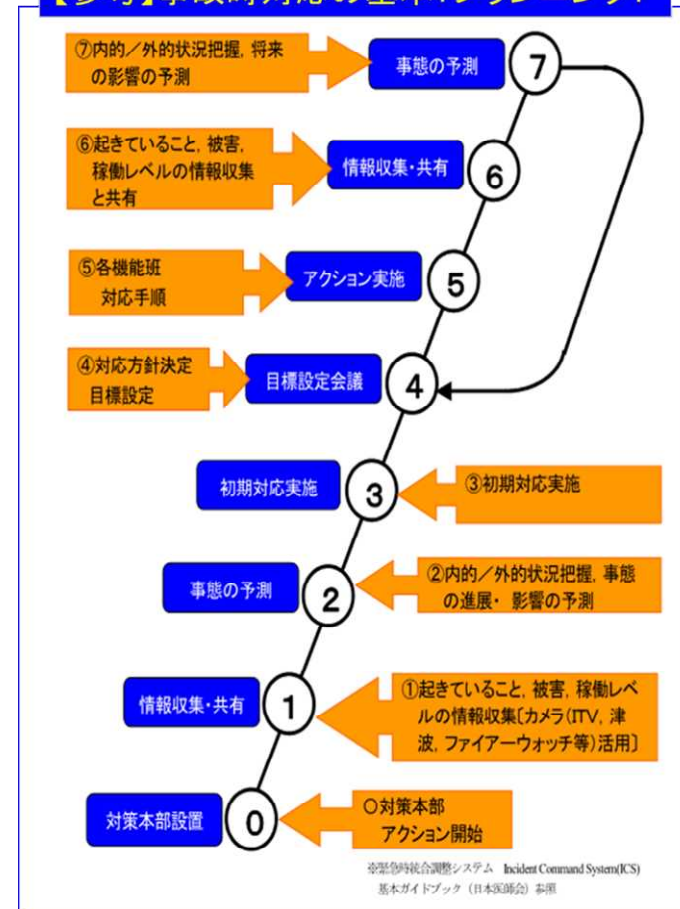
- 優先号機
- 復旧戦略（注水戦略、電源戦略など）
- 目標（例示：炉心損傷をさせないことを目標とする）

② 人身安全（放射線防護、負傷者救護）

③ 対外対応（国・自治体、広報）

④ リソースの確認（参集要員ほか）

【参考】事故時対応の基本：プランニングP



4 - ③.同一の役割を担う人員の確保及び訓練の評価

【問題意識】

- ✓ 事故前の年1回の総合訓練では十分な力量確保に至らなかった
- ✓ 事故対応が長期化した際の緊急時組織の継続性確保が必要

【実施内容】

- ✓ キーマンである副本部長や統括、班長は4名体制として交代要員を確保
- ✓ 総合防災訓練(年12回)の実施及び同一役割者による訓練評価
- ✓ 交代要員は訓練を通じて互いに切磋琢磨し、力量を向上



疲弊した1F要員(事故当時)

例示：計画・情報統括	4月24日	5月29日	6月25日	7月25日
東電 太郎(A TEAM)	訓練者	評価者	通常業務	通常業務
東電 次郎(B TEAM)	通常業務	訓練者	評価者	通常業務
東電 三郎(C TEAM)	通常業務	通常業務	訓練者	評価者
東電 四郎(D TEAM)	評価者	通常業務	通常業務	訓練者

- 4名の内訳は訓練者、評価者、残り2人は非対象者(訓練観察者)
- 評価者は約20項目の評価シートで、1～5点の評価を行い、訓練後に訓練者とラップアップを実施。一定の評点で力量認定(もしくは失効)を実施。

4-④. 指揮者(本部長・統括・班長)の判断力を高めるための多様なシナリオ **TEPCO**

【実施内容】

- ✓ **多様なシナリオ**を想定した総合訓練を実施し、事故時対応能力を向上中（福島原子力発電所事故以降**100回以上**の総合訓練を実施）
- ✓ 中央操作室との連携訓練の実施によりプラント状況を**リアルに模擬**
- ✓ 「シナリオを**ブラインド**」「使用可能な機器が**刻々と変化**」「事故対応以外の**外乱発生**」など、**判断の難易度**を上げ、リアリティのある訓練を実施

プラント状況のリアルな模擬



緊急時対策本部

(本部長以下統括や全機能班が実動)



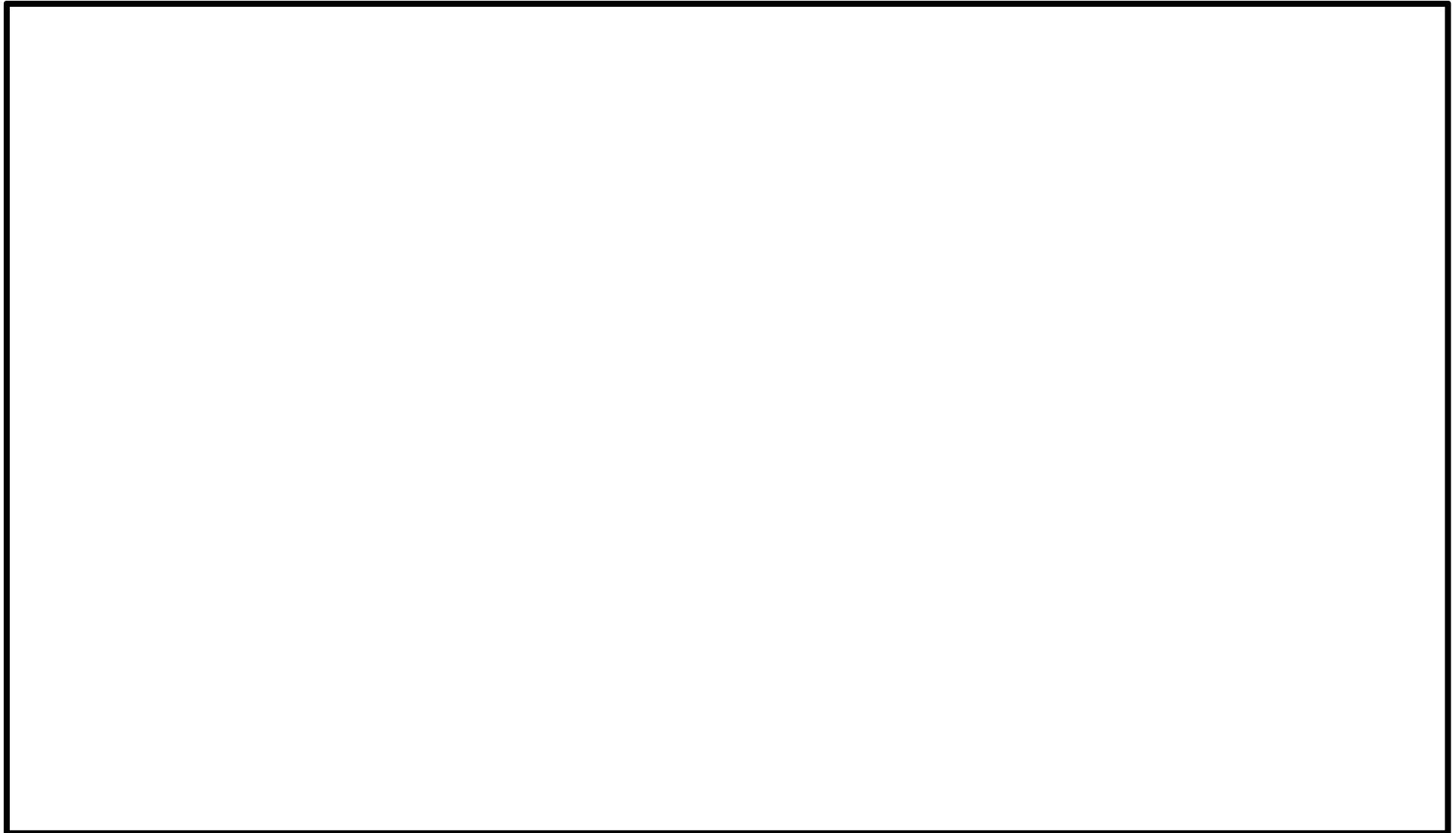
多様なシナリオの例

- 地震による全交流電源喪失 + 複数プラント同時被災
- 津波による全交流電源喪失 + 複数プラント同時被災
- 航空機衝突による放射性物質系外放出
- 竜巻による全交流電源喪失 + 通信障害 + 負傷者発生
- 落雷による全電源喪失
- 過酷な気象状況(爆弾低気圧) ~ 原子力災害への移行
- テロリスト侵入(破壊妨害行為)



【参考】電源復旧戦略の構成

総合訓練では、現場から得られた情報を元にして電源復旧戦略を立案して優先順位や復旧時間の見える化を行っている。



【参考】福島第二の除熱機能回復のための作業について

日時	内容
11日14時46分	東北地方太平洋沖地震発生 1～4号原子炉自動停止
11日15時22分	津波到達（第1波到達目視確認）
	発電所対策本部では、現場確認により設備の状況を確認し、復旧戦略と作業の優先順位を行うことを計画（余震・大津波警報や被害を受けた建物内は通信手段がないため直ちには派遣不可）
11日18時33分	1,2,4号機原災法10条事象該当（原子炉除熱機能喪失）と判断
11日22時頃～	復旧班による「海水熱交換器建屋」の被害状況確認
	復旧する優先機器を選定し、モータ交換する方針を決定、柏崎刈羽にモータの緊急調達を依頼
	高圧電源車、移動用変圧器、ケーブルの緊急調達を本社に依頼
	放射性廃棄物処理建屋の電源盤を使用することを決定（建屋内の複雑なケーブル引き回しが少なく、大部分が地上の直線道路に沿う敷設ルートであること、重く固い動力ケーブルを短時間で人力により敷設するのに適しているため）
12日5時22分	1号機：原災法15条事象該当（圧力抑制機能喪失）と判断（以下1号機を代表例で記載）
13日～6時	緊急調達した資機材が到着
13日20時17分～	モータ交換やポンプの点検が終了し、準備が整ったポンプより順次起動
13日23時30分	総延長9kmの仮設ケーブルを200人（社員、配電部門社員、協力企業）で敷設完了 ※当初は2号機を優先プラントとしていたが、その後の1号機の格納容器圧力の上昇が速かったため、1号機を優先プラントに変更
14日1時24分	1号機：残留熱除去系ポンプ起動（原災法10条：原子炉除熱機能喪失の状態から回復）
14日10時15分	1号機：圧力抑制室水温100度未満まで低下（原災法15条：圧力抑制機能喪失の状態から回復）