

**柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の確認
(案)**

令和 年 月 日

新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会

【目次】

I	序文	1
II	経緯	1
III	確認結果	4
	(1) 建屋基礎底面の最大傾斜が目安値である 1/2,000 を上回ることの評価..	5
	(2) 施設の液状化対策.....	9
	(3) 水撃による圧力波の冷却水系への影響	16
	(4) 冷却水系、循環水系の損傷による内部溢水への対処	19
	(5) 情報操作システムへの不正アクセス防止	24
	(6) 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備及び運用手順.....	28
	(7) 格納容器の破損防止対策	35
	(8) 計装設備の計測範囲の変更、電源設備の強化等	41
	(9) 事故対応時の環境対策、体制等	46
	(10) 重大事故対処手順、作業者の教育・訓練及び心理的負担	51
	(11) 運転適格性の確認 ※関連項目 (22)核物質防護、不正入域.....	56
	(12) F V 関係：フィルタベント設備の耐震性（地下式含む）	63
	(13) F V 関係：技術委員会にて指摘頂いた事項（※1）に対する対応状況 ..	69
	(14) 地下水対策	75
	(15) 緊急時対策所.....	78
	(16) 水素爆発対策.....	82
	(17) 原子力災害時の情報発信	89
	(18) 耐震評価	91
	(19) 使用済燃料プールの安全対策.....	107
	(20) 残余のリスク等への対応	112
	(21) 自然現象への対策	116
	(22) 核物質防護、不正入域 ※関連項目 (11)運転適格性の判断.....	121
IV	全体所見	130
V	結び	130

【添付資料】

- ・添付資料 1 議論の状況の整理
- ・添付資料 2 議論の状況の整理 補足資料

※添付資料を含め、技術委員会の資料や議事録は、新潟県原子力安全対策課のホームページに掲載している。

(<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/gijyututop.html>)

I 序文

新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会（以下、「技術委員会」という。）は、県の求めに応じて、柏崎刈羽原子力発電所（以下、「柏崎刈羽原発」という。）の安全管理に関し必要な事項について確認を行っている。

技術委員会では、原子力規制委員会の柏崎刈羽原発 6、7 号機に関する設置変更許可の審査内容、柏崎刈羽原発の現地視察、フィルタベント設備の確認結果、福島第一原子力発電所事故（以下、「福島第一原発事故」という。）原因の検証結果及び柏崎刈羽原発における核物質防護に関する一連の不適切事案等を踏まえ、安全対策の確認事項（論点）を 22 項目に整理し、東京電力から説明を受け、その上で疑問が残る点や国に確認するとしていた事項等について、原子力規制庁から説明を受けた。この中では、令和 6 年 1 月に発生した能登半島地震による柏崎刈羽原発への影響等も確認した。

今般、22 項目の確認内容を報告書としてとりまとめた。報告書は、少しでも多くの方にご理解いただけるよう、確認内容の概要を図表などを用いて本文にまとめ、確認内容の詳細は添付資料とした。

II 経緯

平成 23 年 3 月、福島第一原発事故が発生した。

事故を受け、平成 24 年 9 月に原子力規制委員会が発足するとともに、平成 25 年 7 月に新規制基準が策定されるなど、原子力発電所の安全規制が一新された。

柏崎刈羽原発では、平成 25 年 9 月に東京電力が 6、7 号機の設置変更許可等を申請し、原子力規制委員会で新規制基準適合性審査が行われた。

一方、技術委員会では、平成 24 年 3 月に、新潟県から要請を受け、柏崎刈羽原発の安全に資することを目的として福島第一原発事故原因の検証を開始した。更に、事故原因の検証等を踏まえ、柏崎刈羽原発の安全対策の確認を行った。

柏崎刈羽原発に関する原子力規制委員会等の主な動きと、技術委員会における柏崎刈羽原発の安全対策の確認の経緯を以下に示す。

1 原子力規制委員会等の主な動き

発電用原子炉の安全規制については、原子力規制委員会が法に基づき、一元的に権限と責任を有している。

福島第一原発事故後の柏崎刈羽原発に関する主な動きを以下に示す。

時期	内容
平成24年 9 月	原子力規制委員会発足
平成25年 7 月	原子力規制委員会が福島第一原発事故の教訓等を踏まえた新規制基準を施行
平成25年 9 月	東京電力が柏崎刈羽原発 6、7 号機の設置変更許可、設計及び工事計画認可、保安規定変更認可を原子力規制委員会に申請
平成29年12月	原子力規制委員会が 6、7 号機の設置変更を許可
令和 2 年10月	原子力規制委員会が 7 号機の設計及び工事計画、保安規定変更をそれぞれ認可
令和 3 年 4 月	IDカード不正使用等の核物質防護に関する事案を受け、原子力規制委員会が、東京電力に対し、柏崎刈羽原発において特定核燃料物質の移動を禁止する命令を発出するとともに、追加検査を開始
令和 5 年 8 月	原子力規制委員会が東京電力の適格性判断の再確認を開始
令和 5 年12月	原子力規制委員会は追加検査等の結果を踏まえ、原子力規制検査の対応区分を第 1 区分に戻した（特定核燃料物質の移動が可能となった）。また、適格性判断の再確認を踏まえ、「申請者の原子炉設置者としての適格性についての確認結果（平成29年12月27日）」の結論を変更する理由はないと判断

2 技術委員会における柏崎刈羽原発の安全対策の確認の経緯

平成24年 3 月～令和 2 年10月、県からの要請に基づき、柏崎刈羽原発の安全に資するため、福島第一原発事故原因の検証を行った。

また、東京電力が新規制基準適合性申請を行ったことを踏まえ、平成25年10月～平成29年12月、新潟県からの要請に基づき、フィルタベント設備の性能・運用・耐震性等について確認を行った。

更に、平成30年 5 月及び同年10月、原子力規制庁から柏崎刈羽原発の設置変

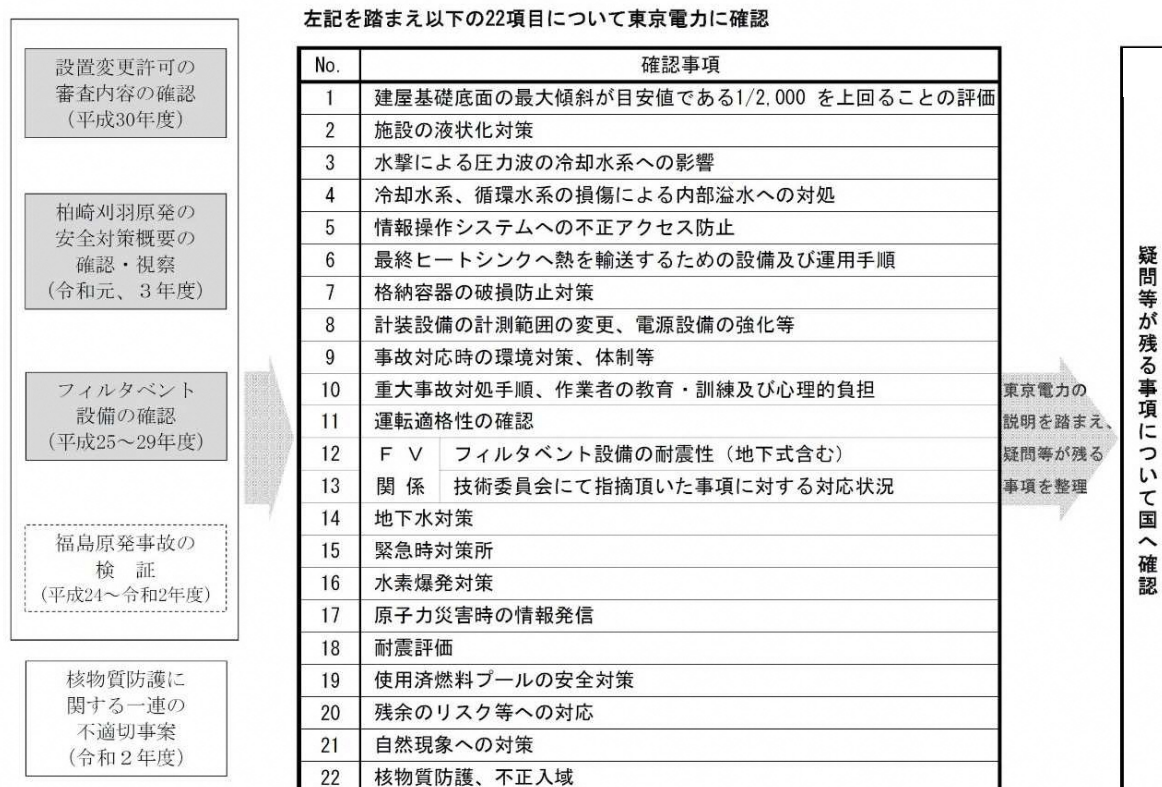
更許可の審査内容の説明を受けるとともに、令和元年9月及び令和3年8月には安全対策の現地視察等を実施した。

これらを踏まえ、確認事項を21項目に整理し、委員が東京電力から説明を受け、質疑を行いながら確認を行ってきた。その後、令和2年度に発生した核物質防護に関する一連の不適切事案を踏まえ、新たに「核物質防護、不正入域」を加え、22項目となっている。

令和6年1月、原子力規制庁から核物質防護の追加検査や運転適格性の再確認の結果について説明を受けるとともに、同年4月からは、東京電力の説明に疑問等が残る事項や国に確認するとしていた事項等について、委員が同庁から説明を受け、質疑を行いながら確認を行った。この中で令和6年1月に発生した能登半島地震による柏崎刈羽原発への影響等も確認した。

柏崎刈羽原発の安全対策の確認の流れ及び確認事項を以下に示す。

【柏崎刈羽原発の安全対策の確認の流れ】



※なお、確認を行っていく中で新たに確認された6号機大物搬入建屋の杭損傷等の事案については22項目の確認とは別に東京電力から説明を受け、質疑を行った。

(<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/0585248.html> ほか)

Ⅲ 確認結果

確認事項22項目について、柏崎刈羽原発の安全対策の確認結果の概要を項目ごと

- ① 本項目に関する説明概要
 - ☐ 原子力規制庁の説明
 - ☐ 東京電力の説明
- ② 技術委員会における確認例

確認結果の〔 〕内には、添付資料1の参照先のページ番号を記した。

確認結果の詳細については、添付資料を参照いただきたい。

- ・添付資料1 議論の状況の整理
- ・添付資料2 議論の状況の整理 補足資料

添付資料を含め、技術委員会の資料や議事録は、新潟県原子力安全対策課のホームページ（<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/gijyututop.html>）に掲載している。

なお、本書において略称で記載している法令等の正式名称は以下のとおりである。

- ・原子炉等規制法
核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
- ・実用炉規則
実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則
- ・設置許可基準規則
実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則
- ・重大事故等防止技術的能力基準
実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準

(1) 建屋基礎底面の最大傾斜が目安値である1/2,000を上回ることの評価

東京電力は、基準地震動による一時的な最大傾斜が残留すると仮定した上で、更に保守的な傾斜を設定し建屋や設備への影響がないこと等を評価し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その評価の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、東京電力が自主的に観測している建屋傾斜量等が議論となり、東京電力から経年変化量は観測の誤差範囲くらいの値であり、何らかの傾向を示唆しているとは評価していない等の説明を受けた。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成30年度第1回委員会資料1-1より

新規制基準では、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設について、地震力に対して十分に支持することができる地盤に設置することを要求している。

設置変更許可の審査において、原子炉建屋の基礎底面の最大傾斜が1/2,000を上回るものの、安全機能に影響を及ぼさないよう設計する方針としていることから、新規制基準に適合しているとした。

【基礎底面の傾斜の評価結果】

評価対象	基礎底面の傾斜	
	地震動	地震時最大傾斜
6号炉 原子炉建屋	Ss-8 (正,正)	1/1,600 《1/2,000》
7号炉 原子炉建屋	Ss-8 (正,正)	1/1,700 《1/2,000》
5号炉 原子炉建屋 (緊急時対策所)	Ss-8 (逆,正)	1/2,700 《1/2,000》

※ 基準地震動Ssの(正,逆)、(逆,逆)は位相反転を示す。

※ 《》内の数値は、基本設計段階の目安値を示す。

(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋、加筆
<http://www2.nsr.go.jp/data/000204111.pdf>)

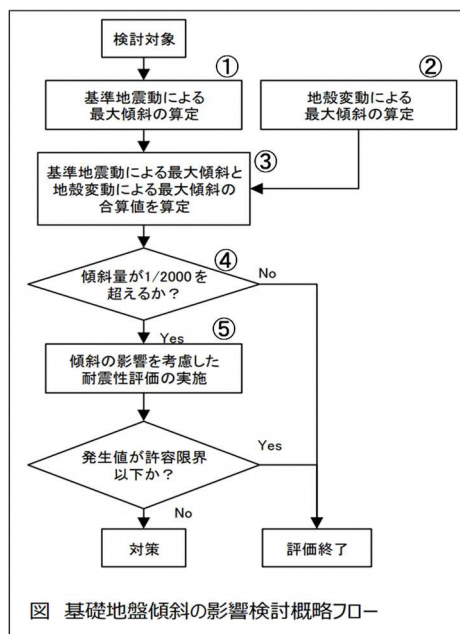
出典：平成30年度第1回委員会資料1-1

□ 東京電力の説明 令和2年度第4回委員会資料2より

審査ガイドでは、「一般建築物の構造的な障害が発生する限界（亀裂の発生率、発生区間等により判断）として建物の変形角を施設の傾斜に対する評価の目安に、1/2,000 以下となる旨の評価していることを確認する。」と記載されていることから、傾斜量 1/2,000 を評価基準値とし、地盤傾斜の影響を評価した。

（評価方法）

設備の耐震性評価にあたり、基準地震動による建屋の最大傾斜の算定値（①）と地殻変動による建屋の最大傾斜の算定値（②）を合算（③）し、建屋の傾斜量が 1/2,000 を超えるか確認（④）。超えた場合は、この傾斜を考慮した上で、設備の耐震性を評価（⑤）する。



出典：令和2年度第4回委員会資料2（○数字を追記）

傾斜量の算定の結果、原子炉建屋等の施設で基準値を超える傾斜量を確認したことから、これらの施設及び設置される機器・配管系について評価を行い、耐震性が確保されていることを確認した。

〈関係する国の基準〉

- ・ 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド
- ・ 設置許可基準規則
 - 第3条（設計基準対象施設の地盤）
 - 第4条（地震による損傷の防止）
 - 第38条（重大事故等対処施設の地盤）
 - 第39条（地震による損傷の防止）

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、原子炉建屋基礎底面の傾斜が安全機能に与える影響をどのように確認し適合性を判断したのか。

（令和6年度第1回）

（原子力規制庁回答）

最大傾斜が目安値 1/2,000 を上回る場合、一時的な最大傾斜が残留する

と仮定した上で、更に保守的な傾斜を設定し、この傾斜による建屋や設備に作用する荷重や変形量を設計において考慮していることを確認している。

原子炉建屋の最大せん断力は、傾斜による荷重を加算しても許容限界を超えないこと等を確認している。

機器配管系については、傾斜の影響を考慮した地震力を更に上回る設計用地震力により耐震設計が行われていることを確認している。また、原子炉建屋クレーン等の構造健全性及び制御棒挿入性に対する影響等について問題ないことを確認している。

□ 建屋の傾斜 []

建屋傾斜量の評価

建屋変化量の観測値の推移をみると、2016 年付近から変動が大きくなっているように見えるが、東京電力はどのように評価しているのか。

(令和 2 年度第 4 回)

(東京電力回答)

測定値は観測の誤差範囲に入っているくらいの値になっており、観測している範囲では、何らかの傾向を示唆しているものとは評価していない。



建屋傾斜変化の推移と測量誤差

出典：令和 2 年度第 6 回委員会資料 4

□ 安全機能への影響 []

地殻変動との関係

この地域の地殻変動は止まっていない。小さなものであるが、傾斜量の推移と地殻変動の関係について検討すべきではないか。

(令和2年度第4回)

(東京電力回答)

観測値のばらつきが誤差の範囲内であると考えているが、地殻変動の観測を続け、傾斜が大きくなるようなことがあれば、施設の健全性確認をしていく。また、最新の知見を取り入れるということは継続していきたい。

中越沖地震の影響

新潟県中越沖地震の際に、外壁にクラックが生じた。建屋内側は処置されたと思うが、建物外側のクラックから潮風が吹き込んで、中の鉄筋に何らかの影響を及ぼすことはないのか。そもそも建屋が健全であるという前提に立つということは妥当なのか。

(令和2年度第4回)

(東京電力回答)

新潟県中越沖地震後も、建屋の外壁等、定期的に確認をして、建屋の地下外壁等(耐漏えい性が要求される部位)については幅が0.2mm以上のひびが存在する場合には補修している。ひび等をそのまま放置して、何か悪さをするということは基本的にはないと考えている。

(2) 施設の液状化対策

東京電力は、液状化等による動的な相互作用を受ける建物・構築物について網羅的な調査を実施し、必要に応じて地盤改良等を行い施設に発生する応力が許容限界値を超えないこと等を評価し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その対策や評価の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、取水路の液状化対策等が議論となり、東京電力から取水路周辺の地盤改良した部分の外側が基準地震動を受けて液状化したとしても、取水路にかかる応力は許容限界を満たす等の説明を受けた。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 2 回委員会資料 2 より

液状化による施設への影響については、基本設計段階（設置許可段階）において、液状化により施設が重大な影響を受けないよう対策を講じる方針であることを確認し、詳細設計段階（設計・工事計画認可段階）において、必要に応じて地盤改良等の液状化対策を行った上で、施設が構造強度を有していることを確認することとなる。

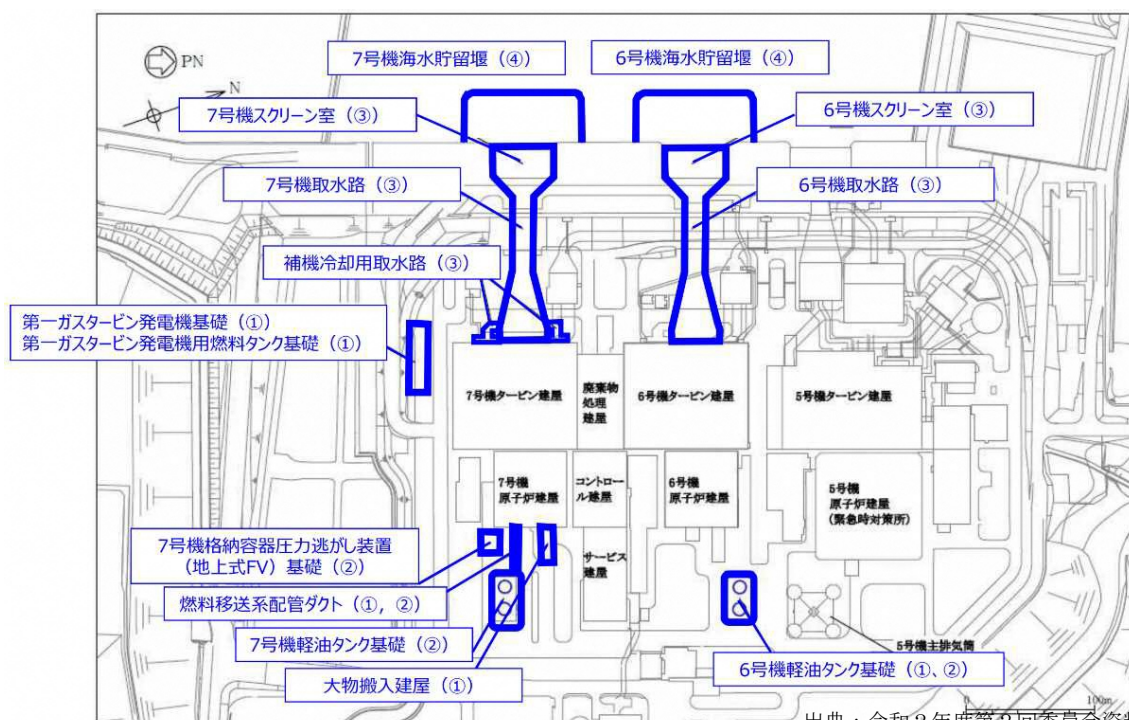
設置変更許可に関する審査においては、液状化に対し、地盤の強度が足りなければ地盤改良等の追加対策を行う方針であることを確認している。その上で、設計・工事計画認可段階の審査の見通しを得るため、基礎構造の違い等から選定した代表施設について、液状化による影響を確認している。

□ 東京電力の説明 令和 2 年度第 2 回委員会資料 3 より

地盤の液状化現象を再現した解析により施設の耐震安全性を評価した。

評価では原子炉建屋を支持する西山層より浅い古安田層、埋戻土層等の砂層の液状化試験を実施し、保守的な液状化強度特性を設定した。

耐震安全性評価の結果、液状化の影響によって必要な機能が維持できない結果となった施設に対して主に地盤改良による耐震強化工事を実施し、必要な機能を確保している。



出典：令和2年度第2回委員会資料3
地盤改良による液状化対策工事を実施している施設の配置図



機械攪拌工法
地中の砂とセメントミルクを機械的に攪拌、混合して改良体を造成する



置換工法（地中連続壁工法）
地中を掘削機で箱状に掘り抜き、その後改良材を投入して、改良体を造成する

出典：令和2年度第2回委員会資料3

〈関係する国の基準〉

設置許可基準規則

- 第3条（設計基準対象施設の地盤）
- 第4条（地震による損傷の防止）
- 第38条（重大事故等対処施設の地盤）
- 第39条（地震による損傷の防止）

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、施設の液状化対策の詳細をどのように確認し適合性を判断したのか。
(令和6年度第1回)

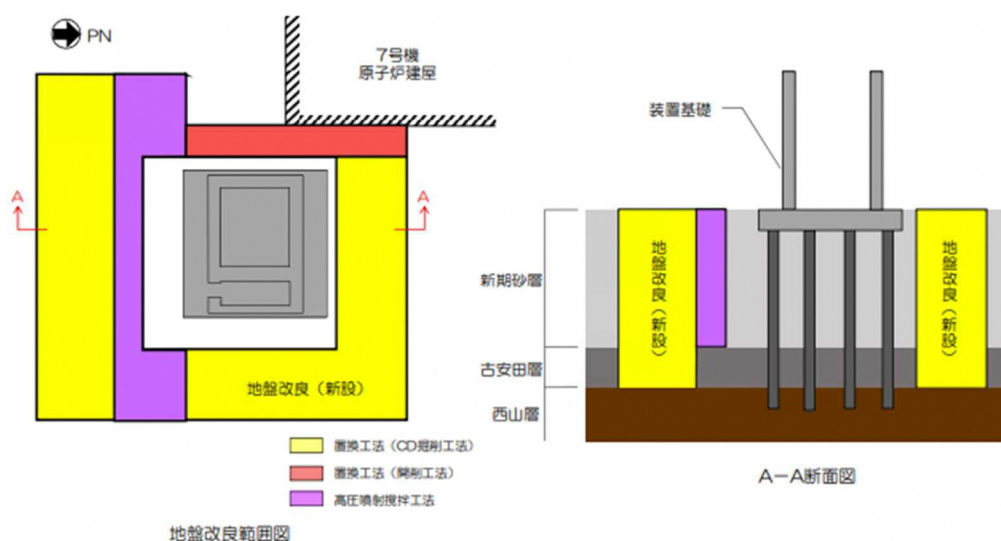
(原子力規制庁回答)

地盤の液状化及びサイクリックモビリティ（※1）等による動的な相互作用を受ける建物・構築物については、網羅的な調査を実施し、液状化強度特性のばらつきや不確かさを踏まえて有効応力解析（※2）を実施していることを確認している。

例えば、格納容器圧力逃がし装置基礎については、施設外周に沿って地盤改良（※3図参照）し、施設近傍の地盤が液状化しても施設に発生する応力が許容限界を超えないことを確認している。

（※1）サイクリックモビリティとは、粒子が密な砂地盤で地震が起きたときに地盤の急激な変形（液状化）には至らないが地盤が変形する（軟化する）現象

（※2）有効応力解析とは、液状化の影響を考慮した地盤の変形を評価することができる解析手法



※3 図 格納容器圧力逃がし装置（地上式FV）基礎の改良

出典：令和2年度第2回委員会資料3

□ 液状化対策の全体概要 []

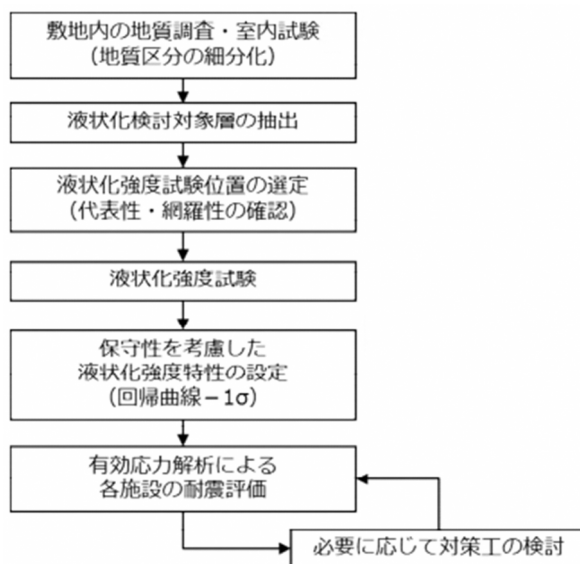
液状化対策の判断

なぜ液状化対策が必要と判断したのか。
(令和2年度第2回)

(東京電力回答)

設置変更許可の審査の中での指摘を踏まえ、一般的な基準（道路橋示方

書等）では想定しない古くて深い砂層も液状化による影響評価の対象層として取り扱い耐震安全性評価を実施した。その結果、必要な安全機能が維持できないと判断した設備について液状化対策を行った。



出典：令和２年度第３回委員会資料５

液状化対策の検討の流れ

□ フィルタベント設備の液状化対策〔 〕

杭の健全性確認

基礎板の真下にある液状化層が液状化する可能性は少し残ると思う。その場合、支持している杭の健全性は確認しているのか。地盤変形で杭が損傷を受けると、基礎板も傾く可能性がある。杭が地震時に健全であるかどうかということも確認してあるのか。 (令和２年度第２回)

(東京電力回答)

液状化するという評価になっているが、その場合であっても、基礎の健全性は担保できるという評価になっている。

□ 耐震評価結果等〔 〕

地下水位の検討

液状化対策について、さまざまな試算、そして確認のプロセスで地下水位はどのように検討したのか。 (令和２年度第２回)

(東京電力回答)

地下水位の観測井を敷地内に新たに複数設置した。その観測結果や建設時から不定期で観測している結果を見て地下水位を保守的に設定している。

□ その他 []

アクセス道路の確保

アクセス道路の確保は、可搬式設備の運搬を含む重大事故時の活動において極めて重要である。液状化に伴う道路の損壊は、対応を遅らせる危険があるが、どのような対策をしているのか。（令和２年度第５回）

（東京電力回答）

液状化に伴い生じる地中埋設構造物と周辺地盤の境界部の段差が、緊急車両が徐行により走行可能な段差量 15cm 以下となるようにしている。段差量が 15cm を超えると評価した箇所については、予め地中埋設構造物と周辺地盤の境界部に路盤補強材を設置し、段差対策を行っている。

また、液状化により浮き上がりが発生する可能性がある場合は、地盤改良等による浮き上がり防止対策を実施している。

地下洞道内の変位量とケーブルの余長

地下洞道内に布設したケーブルの余長について断層による変位と地盤沈下による変位の両者を重ね合わせた量を十分に上回っているのか、実例で数値を示してご説明いただきたい。（令和３年度第１回）

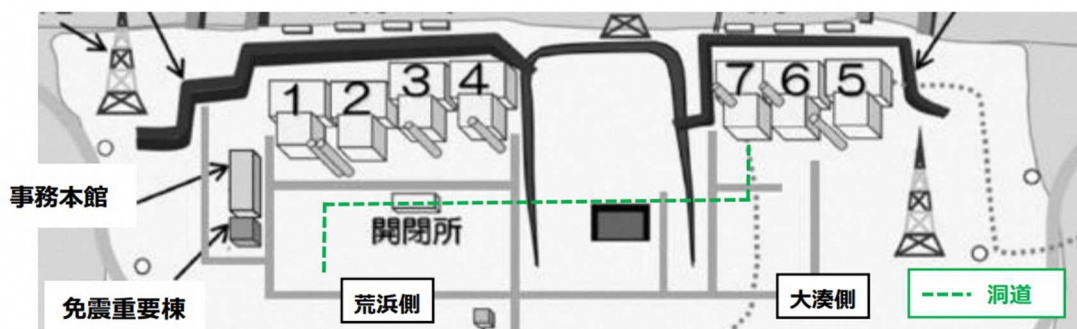
（東京電力回答）

洞道変位量の算出については、各位置（※１）において一次元地震応答解析を実施し、隣接する位置の時刻歴での変位量差分の最大値を最大相対変位量とし、その変位量に洞道の構造（形状、目地設置状況）、設置地盤の状況及び地すべり断層の分布を考慮した上で、洞道各位置での設計用相対変位量を算出している。

各目地（※２）においては、設計用相対変位量約 10m に対し、約 12m と 1.2 倍の余長を確保している。

※１ 各位置（地点）とは、目地部等を含む評価位置のこと。

※２ 目地とは、部材のつなぎ目を意味しており、新設電路の接続部や、立坑接続部等が該当する。



【洞道配置（イメージ図）】

出典：令和３年度第４回委員会資料 6-1

防潮堤や取水路わきの地下には地震時に液状化を起こすおそれのある砂層があるが、それらが液状化しても問題ないという確認をしているのか。

(令和6年度第1回)

取水路周辺の側方は液状化土層等を改良（※図参照）し、取水路への影響を極力減らしている。基準地震動を受けて、地盤改良の外側が液状化したとしても、内部にある取水路にかかる応力は許容限界を満たしていることを確認している。また、取水路の下部にある古安田層についても液状化やサイクリックモビリティが発生しないか確認し、十分な支持性能を有していることを確認している。



能登半島地震により新潟市で側方流動による被害が出た。柏崎刈羽原発に盛土があるが、側方流動による防潮堤等への影響について確認したのか。（令和6年度第1回）

(原子力規制庁回答)

防潮堤は岩着していないことから自主設備となっており、ないものとして津波が遡上しないことを確認している。一方で、側方流動については有効解析を行い、Sクラスの重要な施設には影響がないことを確認してい

る。影響がある場所については地盤改良を行って、それらの影響を受けないように頑丈に地盤を固める設計としていることを確認している。

地盤の揺すり込み沈下

2007 年の中越沖地震の際に柏崎刈羽原発で発生した変圧器の火災は、地盤の乾燥砂(非飽和状態)が地震動により揺すられたことにより沈下し発生したと聞いている。地震動で地盤が揺すられることによる沈下は、新規制基準の適合性審査でどのように考えられ、検討されてきたのか。

(令和 6 年度第 3 回)

(原子力規制庁回答)

設置変更許可申請並びに設計及び工事計画認可申請の審査においては、重要な安全施設は揺すり込み沈下が発生しない岩盤（西山層）に直接もしくは MMR（人工岩盤）又は杭を介して支持されていることを確認している。なお、中越沖地震により 3 号炉の変圧器に発生した火災を踏まえ、6 号炉及び 7 号炉の変圧器については、MMR 及び杭基礎構造で支持することで、沈下の影響を受けない構造としていることを確認している。

地盤の揺すり込み沈下による相対変位

変圧器に限らず、大地震で地盤が沈下して建物と周辺地盤との間で相対的な変位が生じることに對して十分な対策が取られているか確認しているのか。

(令和 6 年度第 3 回)

(原子力規制庁回答)

基本的な重要施設は西山層に支持されているが、それ以外に、例えば、沈下によって重要施設に影響を与える可能性が否定できない下位クラスの施設については、上位クラスの重要施設への波及的影響の評価を実施しており、重要施設の安全機能に影響を及ぼさないことを確認している。

(3) 水撃による圧力波の冷却水系への影響

東京電力は、重要な安全機能を有する施設を、基準津波の遡上波が到達しない高さの敷地に設置するとともに、取水路等からの津波の流入や浸水を防止する設備にかかる基準津波等による応力が許容応力を超えないこと等を評価し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その対策や評価の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、圧力波による原子炉補機冷却系への影響等が議論となり、東京電力から同冷却系の構造等について説明を受けた。また、現地視察において、圧力波が安全性に影響を及ぼすことがないように、原子炉補機冷却海水系の取水路や配管出口は圧力を逃す構造となっていることを確認した。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

新規制基準では、地震による津波と地すべりなどの地震以外の要因による津波を組み合わせたものに対して安全機能が損なわれない設計にすることを要求している。

設置変更許可の審査の結果、基準津波によって防護対象とする施設の安全機能が損なわれない設計としていることから、新規制基準に適合していることを確認した。



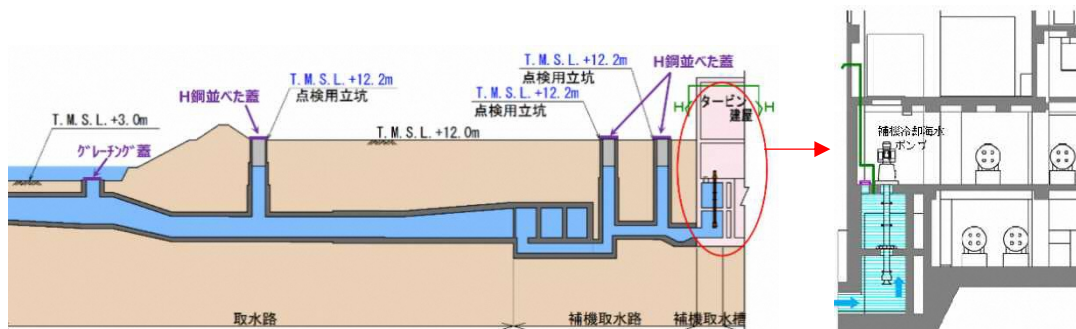
出典：平成30年度第1回委員会資料1-1

□ 東京電力の説明 令和2年度第4回委員会資料2より

津波が冷却水系の水路へ強く押し寄せた場合の水路への影響を確認した。

【取水路側の影響】

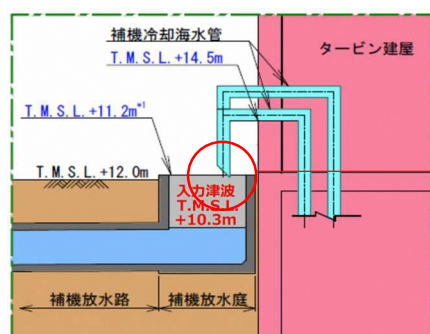
海から建屋までの水路には上部が開放された点検用立坑があり、津波が押し寄せた際、圧力を逃がすことができる構造にしている。



出典：令和2年度第4回委員会資料2

【放水路側の影響】

6、7号機の原子炉補機冷却海水系の配管出口は、放水路側の津波が到達しない高さで大気開放しており、津波の逆流で過大な圧力を受けない構造にしている。



出典：令和2年度第4回委員会資料2



画像提供：東京電力HD(株)

〈関係する国の基準〉

- ・ 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド
- ・ 設置許可基準規則
 - 第5条（津波による損傷の防止）
 - 第40条（津波による損傷の防止）

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、津波の流入対策、浸水対策の詳細をどのように確認し適合性を判断したのか。(令和6年度第1回)

(原子力規制庁回答)

重要な安全機能を有する施設が、基準津波の遡上波が到達しない高さの敷地に設置されていることを確認している。

取水路等からの流入を防止する浸水防止設備（取水槽閉止板等）や浸水対策として設置する浸水防止設備（水密扉等）については、基準津波及び余震による荷重を用いて算定した部材にかかる応力が、許容応力を超えないことを確認している。

□ 津波による圧力波の発生と影響の評価等 []

圧力波による放水口及びポンプへの影響

津波が放水口へ打ち寄せた場合に生じる、放水口内部の水圧上昇と水撃（圧力波）の発生、圧力波の水路上流への伝播、水路の途中に設置された機器への影響についてどのように評価しているのか。

(令和6年度第1回)

(原子力規制庁回答)

取水路側は、取水路等の点検用立坑の蓋が通気性を有しており、津波襲来時の圧力を逃がすことができる構造であることを確認している。また、管路解析を実施し、原子炉補機冷却海水ポンプに発生する応力が許容応力以下であること等を確認している。

放水路側は、原子炉補機冷却海水系の配管出口が大気開放していること及び配管出口が津波の到達しない高さにあり津波が逆流しないため、原子炉補機冷却海水ポンプに対して、過大な圧力を与えることはないことを確認している。

海水ポンプの健全性

圧力変動で取水路側の海水ポンプの軸がずれるなど機能が失われないか。(令和2年度第4回)

(東京電力回答)

津波浸入時の管路解析の結果、津波の影響による流速の変化は1.2m/sで、ポンプの定格運転時の流速約2.6m/s（定格流量1800m³/hにおけるポンプ吐出側配管部での流速）と比較して小さく、影響はないと考えている。

(4) 冷却水系、循環水系の損傷による内部溢水への対処

東京電力は、地震により破損した循環水系配管等からの溢水が安全上重要な設備が設置されるエリアへ伝搬しないよう、水密扉の設置、貫通部の止水処理などの対策をとるとともに、それらが地震力及び溢水による水圧に対して必要な構造強度を有すること等を評価し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その対策や評価の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、交流電源喪失時の浸水防止弁の動作等が議論となり、東京電力から外部電源がなくなると非常用ディーゼル発電機やガスタービン発電機で電源供給する等の説明を受けた。また、現地視察において、水密扉や止水ハッチ等の設置状況を確認した。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

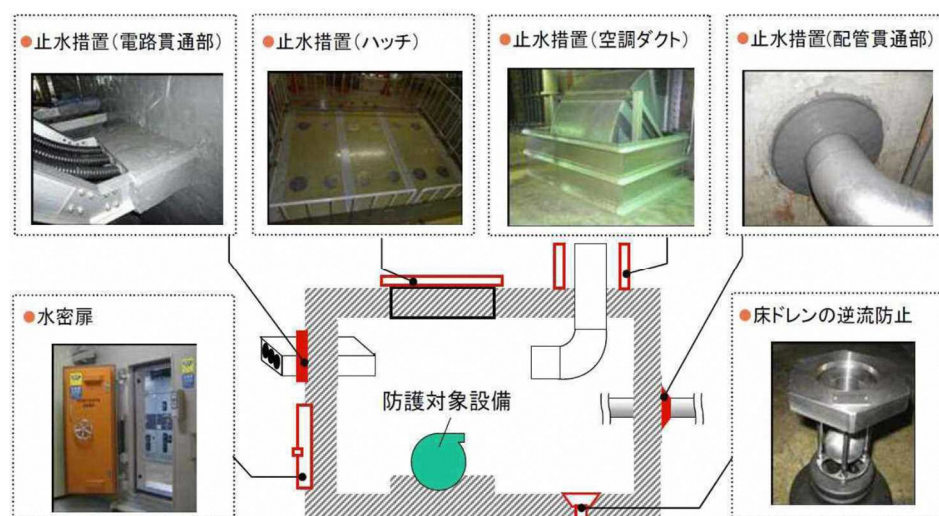
① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

新規制基準では、内部溢水（※）により安全機能が損なわれないこと、内部溢水については、「配管の破損による水の流出」、「消火水の放水」、「地震による機器の破損等による水の流出」を想定することを要求している。

設置変更許可の審査の結果、設備を没水しない高さに設置すること、被水（設備等に水がかかること）により安全機能が損なわれないよう防護すること、地震の揺れにより機器が破損して溢水が発生しても安全機能が損なわれない設計としていること等から、新規制基準に適合していることを確認した。

（※）内部溢水とは、配管の破損等により、原子炉施設内に水があふれ出ることをいう。



主要な溢水防護対策の施工例

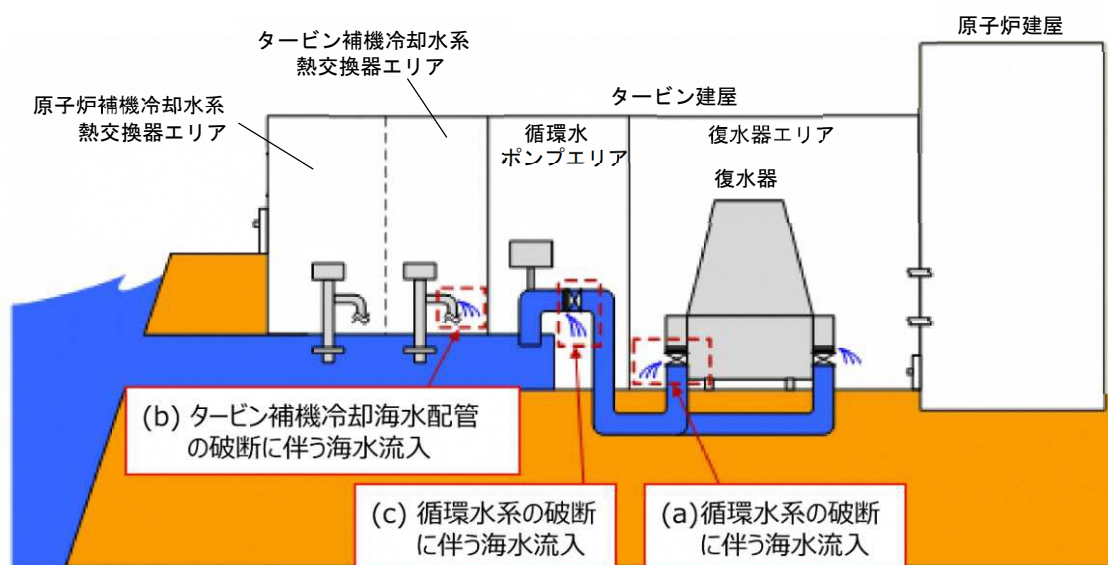
出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1

□ 東京電力の説明 令和2年度第4回委員会資料2より

7号機では、タービン建屋で発生する内部溢水の可能性がある事象を抽出し、内部溢水により安全機能に影響がないことを確認した。

【抽出した事象】

- (a) 復水器エリアにおける循環水系の破損に伴う海水流入
- (b) タービン補機冷却海水配管の破損に伴う海水流入
- (c) 循環水ポンプエリアにおける循環水系の破損に伴う海水流入



出典：令和2年度第4回委員会資料2

〈関係する国の基準〉

- ・原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド
- ・設置許可基準規則
 - 第5条（津波による損傷の防止）
 - 第9条（溢水による損傷の防止等）

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、溢水対策の方針をどのように確認し適合性を判断したのか。

（令和6年度第1回）

（原子力規制庁回答）

地震により破損した循環水系配管等からの溢水について、ポンプの停止や破損箇所の隔離に要する時間を考慮するとともに、破損箇所からの津波

の流入を考慮して溢水量を評価していることを確認している。また、溢水が安全上重要な設備が設置されるエリアへ伝播しないよう、水密扉の設置、貫通部の止水処理などの対策を講じるとともに、水密扉等が地震力及び溢水による水圧に対して必要な構造強度を有することを確認している。

循環水系配管等の破断箇所からの溢水を自動検知し、ポンプの停止及び弁の閉止により破断箇所を自動隔離する設計としていることを確認している。

□ 海水系配管の損傷による内部溢水等 []

SB0（全交流電源喪失）時の浸水防止弁の動作

タービン建屋への浸水を防止する弁が SB0（全交流電源喪失）時に動作するのか。 (令和 2 年度第 4 回)

(東京電力回答)

当該弁は電動弁のため、SB0 になると動作せず、「閉」にはならないが、耐震性を持たせた非常用電源により津波の襲来以前に閉止することで、建屋内への浸水を防止する設計としている。外部電源がなくなると非常用ディーゼル発電機で電源供給する。更にそれが使えなくなるとガスタービン発電機を使うことになる。

浸水防止弁等の耐震性

弁はセンサーで漏水を検知して動作するということであるが、センサーを含め、耐震重要度分類でどのような管理をしているのか。

(令和 2 年度第 4 回)

(東京電力回答)

漏水を検知して弁を閉止するインターロック、弁の電源を含め、基準地震動 S_s の地震でも機能維持できるように設計している。

□ その他 []

水密扉の機能

水密扉は、内側での溢水と外側からの溢水といった水圧の作用方向の違いによって機能の有効性に違いはあるのか。また、水密扉の閉め忘れを知らせる警報機能は備わっているのか。 (令和 3 年度第 1 回)

(東京電力回答)

水密扉は、発生を想定する内側および外側の溢水による水圧の作用方向別に強度評価（※図参照）を行い、止水性の維持を確認している。また、水密扉に開閉状態検出器を設置し、表示ランプ・電子ブザーによる監視装置

を当該の扉と中央制御室に備えている。

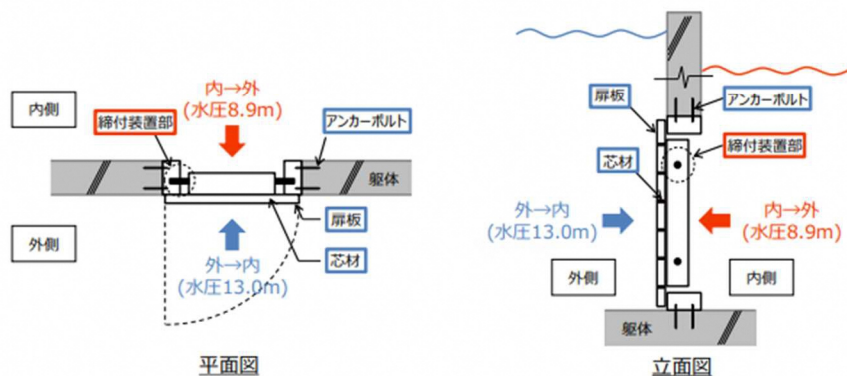
<表：水圧の作用方向と評価対象部材>

水圧の作用方向	評価対象部材
外→内※1	扉板・芯材・アンカーボルト
内→外※2	扉板・芯材・アンカーボルト・締付装置部

※1：外側から水密扉を押しつける方向の溢水であり、地震による機器・配管の破損時の溢水

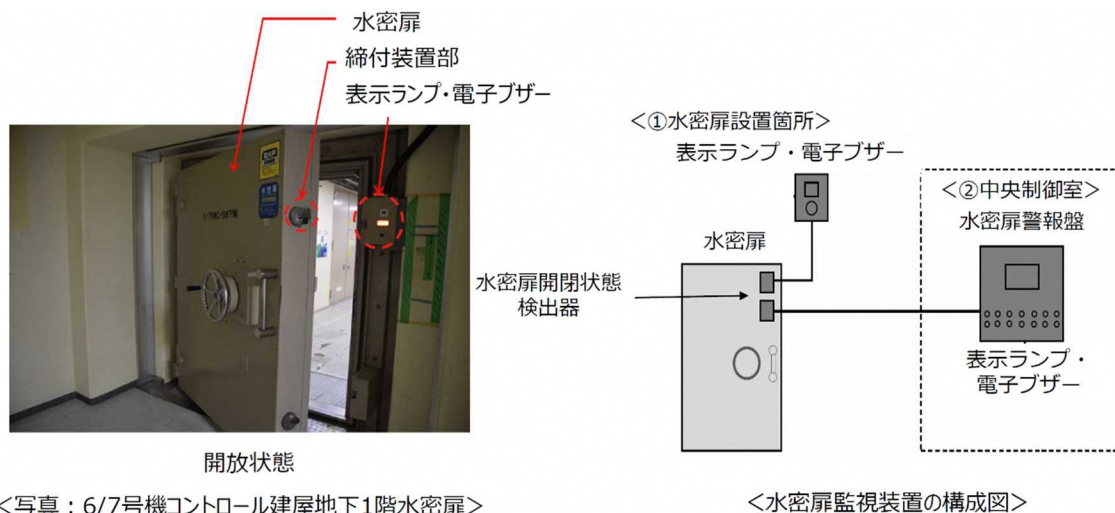
※2：内側から水密扉を押し開く方向の溢水であり、地震による機器・配管の破損時の溢水

□ は外→内の水圧考慮時の評価対象部材
□ は内→外の水圧考慮時の評価対象部材



※図 水圧の作用方向別の強度評価

出典：令和3年度第5回委員会資料 8-2



<写真：6/7号機コントロール建屋地下1階水密扉>

<水密扉監視装置の構成図>

出典：令和3年度第5回委員会資料 8-2

水密扉の運用

水密扉の管理の在り方はどのようになっているのか。水密扉を開けて現場確認に行くと、普通に行くより時間がかかってしまうと思うが、水密扉の管理について規制庁として何か考えているのか。

(令和6年度第1回)

(原子力規制庁回答)

現場確認に行くときに開閉の時間がかかるが、水密扉をきちんと閉めるよう非常時を含めて日常的に管理することは非常に重要。例えば、津波や

溢水の侵入防止のために必要な水密扉が閉まっていることを確認することなど、事業者が水密扉の運用マニュアルを定めていることを確認している。

水密扉の監視と機能

定期検査時に、地震が発生して作業員が水密扉を閉めないで避難してしまうと、津波が来た時に水が入り止水対策が効果を発揮しない。学会の活動でそのようなリスクが高いとされているが、そういう場合にどのように対応するのか。

(令和3年度第1回)

(東京電力回答)

水密扉は閉止を原則とし、開閉状態を中央制御室で監視している。また、重要な設備エリアには自動閉止機能を設置し、閉止操作ができなかった場合の影響を緩和する。

(5) 情報操作システムへの不正アクセス防止

東京電力は、原子炉施設の運転等のために必要な設備等に係る情報システムについて外部からのアクセスを遮断する設計としている。また、安全保護回路については、接続部の施錠等によりハードウェアを接続させない設計とするとともに、施錠等の措置の実施について保安規定に定め、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、それらの対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、具体事例に基づくサイバーセキュリティ対策等が議論となり、東京電力から常に外部からの攻撃を監視し、異常があった場合には要員がネットワークを遮断することを定めている等の説明を受けた。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

昨今、サイバー攻撃が日常化していることから、東京電力には、サイバーセキュリティ対策のより一層の強化に努めてもらいたい。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成30年度第2回委員会資料2より

設置変更許可の審査において、発電用原子炉及び特定核燃料物質の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報操作システムが電気通信回線を通じた不正アクセス行為を受けることがないように外部からのアクセスを遮断する設計とすることを確認している。

また、安全保護回路(※)に係るセキュリティ対策について接続部の施錠等によりハードウェアを直接接続させないことで物理的に分離する設計とすること、目的外の通信を遮断した上で、送信のみに制限することで機能的に分離する設計とすること等を確認している。

(※) 安全保護回路とは、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故を検知し、これらの事象が発生した場合において、原子炉停止系統及び工学的安全施設を自動的に作動させる設備で、多重化されたものをいう。

□ 東京電力の説明 令和2年度第3回委員会資料2より

【情報操作システム】

- ・ 情報システムが電気通信回線を通じて妨害行為又は破壊行為を受けることがないように、外部からのアクセスを遮断している。

システムについては、インターネットとの直接接続を禁止するなどの対策により、外部からのアクセスを遮断する設計としていることを確認している。

安全保護回路については、接続部の施錠等によりハードウェアを直接接続させない設計としていること、通信を送信のみに制限する設計としていること、固有のプログラム言語を使用し一般的なコンピュータウイルスが動作しない設計としていること、施錠等の措置の実施について保安規定に定めるとしていることを確認している。

□ 発電所内の情報セキュリティ対策 []

サイバーセキュリティ対策

年金機構のように、LAN の中にセキュリティホールを使ってバックドア（不正侵入するための入口）が作られて侵入されたという事件がある。外部からのアクセスを切断しても LAN に侵入する方法はあるが、セキュリティをどのように確保するのか。（令和 2 年度第 3 回）

（東京電力回答）

産業界全体でもガイドラインを作って共通的に対策を向上させるような努力をしている。例えば、組織的な定期レビューの実施、コンピュータシステムのリスト化、システム構成図の管理、異常が確認されたときの対処方法やその運用の確立、検知・対処方法についての多重的な対応等をガイドラインとして定めて実施している。

USB メモリによる感染対策

イランのスタックスネットのように不正なプログラムに感染した USB メモリが持ち込まれ、スタンドアロンの設備が破壊された例があるが、対策はとっているのか。（令和 2 年度第 3 回）

（東京電力回答）

固有のプログラム言語を使用することの他に、USB メモリを持ち込ませない対策や USB ポートを限定的なものにする対策をとっている。

マルウェア対策

様々なマルウェア（ウィルスなど悪意のあるプログラム）が計装系の中に入り込んで誤った信号を出す等への対策はどうしているのか。（令和 2 年度第 3 回）

（東京電力回答）

プラントの制御系については外のシステムとつながないことを原則としている。ただし、緊急時対応には接続が必要となるので、強固なファイアウォールをつけて限定的なデータを出し入れしている。

セキュリティ対策については繰り返しチェックするルールを作って取り組んでいる。常に外からの攻撃を監視して、異常があった場合には要員がネットワークを遮断することを定めている。

物理的な攻撃への対策等

セキュリティを破り物理的に攻撃するというシナリオについても対策を考えていただきたい。また、脆弱な部分が見つければ、それをどのように補強するか検討をお願いしたい。 (令和2年度第3回)

(東京電力回答)

国の信頼性確認制度というものがあり、発電所内に入構する人については全員、人体的なチェックをするという制度がある。

また、様々なことを想定した訓練を継続している。安全に対する考え方を止めないということが非常に重要と受け止めている。

(6) 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備及び運用手順

東京電力は、原子炉施設において発生した熱を海へ輸送するため、常設している残留熱除去系等に加え、可搬型の代替熱交換器車や大容量送水車等を整備するとともに、複数の原子炉建屋の接続口や海水取水場所の確保、設備の分散保管、複数のアクセスルートの確保等の対策をとり、原子力規制委員会は、新規規制基準の審査において、その対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、代替循環冷却設備等が議論となり、東京電力から同設備を使った訓練内容や同設備の点検内容等について説明を受けた。また、現地視察において、代替熱交換器車等の可搬型設備の配備状況や、事故時の運用などを確認した。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

可搬型設備を用いた対応は要員の力量に左右されることから、東京電力には、対応する要員の確保と教育・訓練による力量の維持・向上に努めてもらいたい。また、現地視察において可搬型設備に錆が確認されており、適切に維持管理してもらいたい。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

新規規制基準では、設計基準事故対処設備が有する最終ヒートシンク（※）へ熱を輸送する機能が喪失した場合において、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損（炉心の著しい損傷が発生する前に生ずるものに限る。）を防止するために必要な対策を要求している。

設置変更許可の審査において、熱交換器ユニット、大容量送水車、格納容器圧力逃がし装置、耐圧強化ベント系等により最終ヒートシンクへ熱を輸送する対策が適切に実施される方針であることを確認した。

また、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の破損を防止するために必要な対策を要求しており、代替循環冷却を行うことで原子炉格納容器の過圧破損を防止する対策が適切に実施される方針であることを確認した。

（※）原子炉施設において発生した熱の最終的な逃がし場（海や大気）



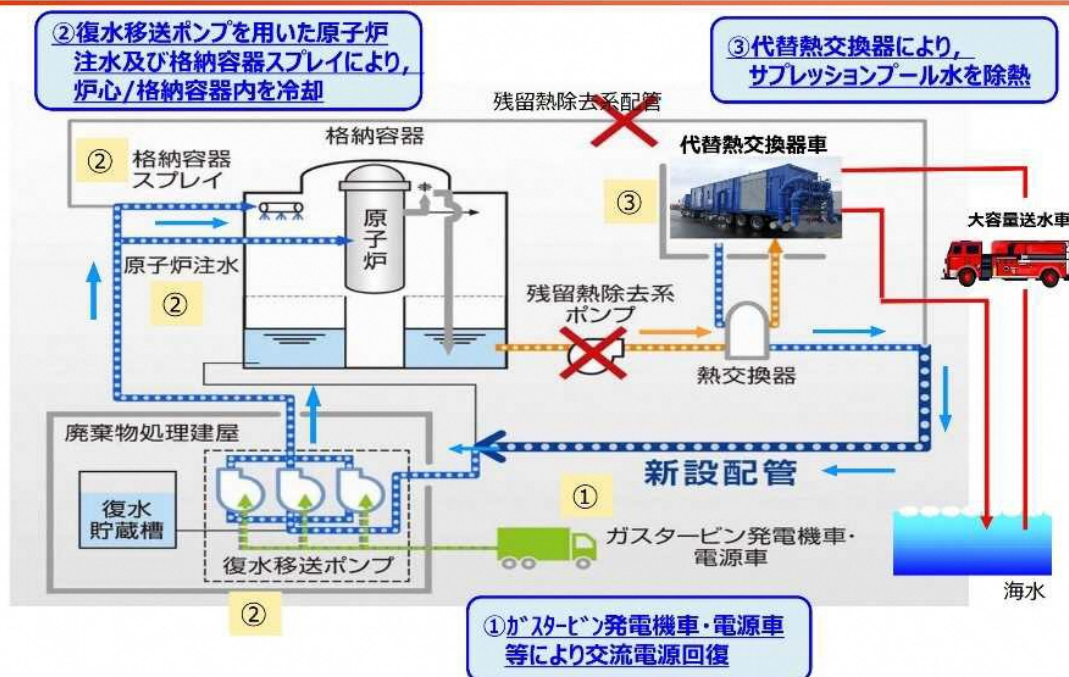
熱交換器ユニット及び大容量送水車作業

出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1

□ 東京電力の説明 令和 2 年度第 1 回委員会資料 4 より

原子炉や原子炉格納容器を冷却するために常設している複数の設備が全て使用できなくなった場合に備え、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための対策として新たに可搬型の代替熱交換器車や大容量送水車等を使い、原子炉や原子炉格納容器を冷却する設備を設置している。

格納容器破損防止対策 ～代替循環冷却設備～



出典：令和 2 年度第 1 回委員会資料 4

〈関係する国の基準〉

・設置許可基準規則

第21条（残留熱を除去することができる設備）

第22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48条（最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備）

第49条（原子炉格納容器内の冷却等のための設備）

第50条（原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備）

・ 重大事故等防止技術的能力基準

1.5（最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等）

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備や運用手順をどのように確認し適合性を判断したのか。

（令和6年度第1回）

（原子力規制庁回答）

熱交換器ユニット及び大容量送水車を用いた可搬型設備による対策、格納容器圧力逃がし装置及び耐圧強化ベント系を用いた常設設備による対策を整備することを確認している。

また、可搬型設備による対策に用いる熱交換器ユニット及び大容量送水車について、以下の事項を確認している。

- ・ 重大事故等の収束に必要な量に対し、十分な余裕を有していること。
- ・ 原子炉建屋への接続口を複数の場所に設置すること。
- ・ 海水の取水場所を複数箇所確保すること。
- ・ 常設重大事故等対処設備が設置されている建屋等から十分な離隔距離を確保した上で、複数箇所に分散して保管すること。
- ・ 保管場所から設置場所までのアクセスルートについては、地震・津波を想定し、複数確保するとともに、早期に復旧可能なルートを確保するための措置を講じること。

□ 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備、運用手順、津波への備え等 []

津波による砂移動による取水路等への影響

砂移動の解析モデルである「藤井ほか」「高橋ほか」の両モデルは、チリ津波時の砂移動に対しては一致した結果を示しているが、柏崎刈羽原発の計算ではあまり良好な一致を見ていない。その理由を説明していただきたい。

（令和2年12月1日追加質問）

（東京電力回答）

津波による砂移動解析モデルの妥当性を検証するためには、実際の津

波前後の海底地形データが必要であり、そのような検証に用いることができるデータは、津波が希な自然現象であることから現状限られている。

このため、モデルの妥当性の検証においては、浸食・堆積の傾向や浸食・堆積量のオーダーが概ね一致することで判断されているというのが実状と考えている。

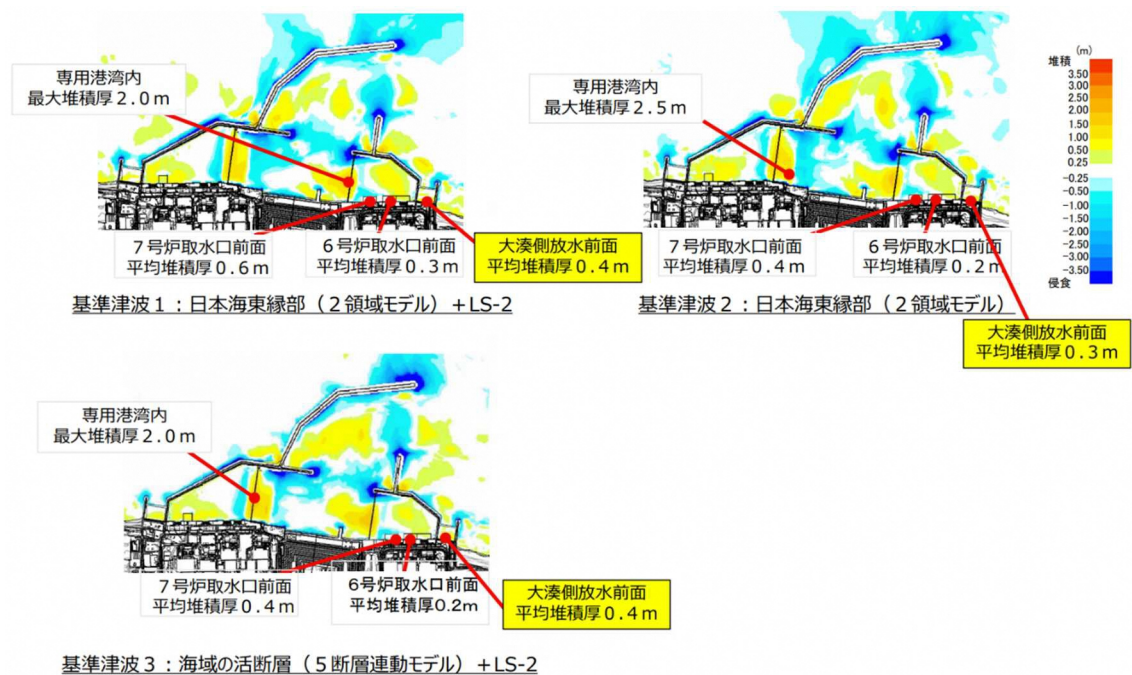
その観点で、「藤井ほか」「高橋ほか」のチリ津波時の砂移動解析では、湾中央付近で浸食、湾奥及び湾口で堆積し、概ね同様の浸食・堆積傾向を示しており、浸食・堆積量のオーダーも概ね一致していると考えている。

また、柏崎刈羽原発の砂移動解析においても、港口付近や防波堤先端部付近で浸食、その周辺の港内で堆積し、浸食・堆積傾向は両モデルで概ね同様の傾向を示しており、浸食・堆積量のオーダーも概ね一致していると考えている。

このような解析技術の現状も踏まえ、柏崎刈羽原発における評価では、安全側の評価となるよう両モデルでの解析を実施し、結果的に砂の堆積量及び堆積厚さが大きくなる「高橋ほか」の結果を考慮し、その上で海水の貯留量等に十分な裕度（※）があることを確認している。

（※）裕度について

- ・貯留堰内最大堆積量：351m³（7号機の海水貯留堰の容量約8,000m³、6号の海水貯留堰の容量約10,000m³に対して約4%程度であり、取水性に影響はない。）
- ・取水口前面の最大堆積厚さは約0.6mで取水路の高さ（5m程度）に対して十分小さく、砂の堆積による取水性への影響はない。
- ・放水口前面の最大堆積厚さ約0.4mは放水路の高さ（3m程度）に対して十分小さく、砂の堆積による閉塞の影響はない。



出典：令和2年度第5回委員会資料3

海へ熱を輸送する経路の冗長性

東京電力は、6、7号機の想定事故（シビアアクシデント）において炉心の崩壊熱を熱交換器やポンプを通して最終ヒートシンクの海へ導くとしているが、このパスに冗長性はあるのか。

（令和2年10月28日 追加質問）

（東京電力回答）

最終ヒートシンクである海へ熱を導く、代替熱交換器車は、6/7号機で事故対応に必要な台数5台（2台/1プラント、共通予備1台）と予備2台の計7台を配備している。海水の取水に用いる大容量放水車も同数配備している。

また、代替熱交換器車の接続口も2箇所設置している。

代替循環冷却設備の訓練及び点検

代替循環冷却設備が確実に機能すればベント操作は不要になり、周辺住民の被ばくは発生しないこともある。当該設備の使用に関する訓練及び点検が重要であるが具体的にどのように行うのかご説明いただきたい。

（令和2年度第9回）

（東京電力回答）

【訓練内容】

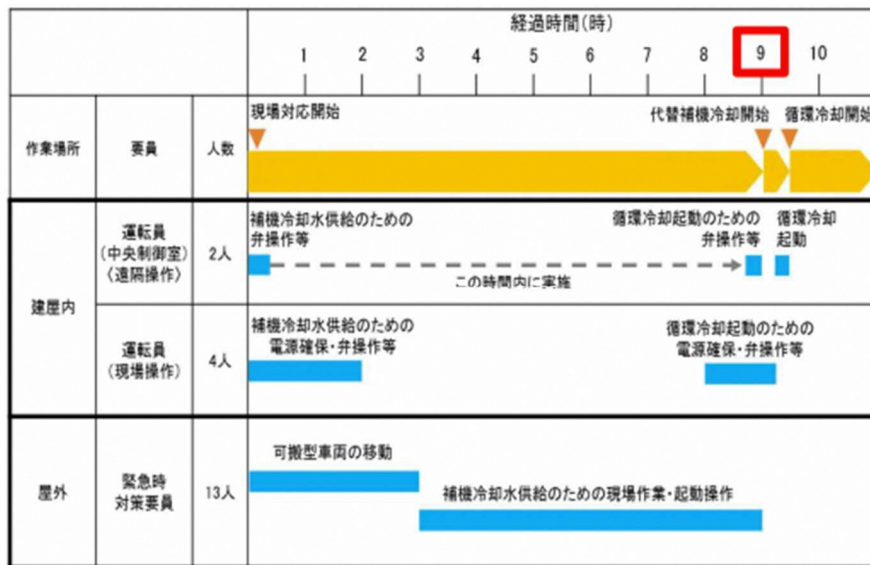
代替循環冷却設備を運転するため、建物内において運転員が中央制御室での遠隔操作と現場操作を実施し、屋外においては緊急時対策要員が可搬設備の設置等の現場作業を実施している。目標時間内に設置できる

よう、年1回/班の頻度で訓練を実施している。

【点検内容】

代替循環冷却設備を構成する可搬型設備、残留熱除去系配管、復水移送ポンプ等の点検は、計画を定め実施している。例えば、代替熱交換器車のポンプについては月1回外観・潤滑油点検を行い、電源車のエンジンについては月1回点検と起動を行っている。

また、保安規定に基づきポンプ、弁等の機能が維持されていることを定例試験により確認している。



出典：令和3年度第2回委員会資料7-1

建屋内作業（運転員）			対応時間(分)	
			目標※1	実績※2
補機冷却水供給のための電源確保・弁操作等			115	40
循環冷却起動のための電源確保・弁操作等			90	50
屋外作業（緊急時対策要員）			対応時間(分)	
			目標※1	実績※2
可搬型車両の移動	熱交換器ユニット・大容量送水車他移動		180	140
補機冷却水供給のための現場作業・起動操作	ホース布設・接続(淡水)	大容量送水車取水ポンプ吊降し	170	160
	電源ケーブル敷設・接続(淡水側水張り)	ホース布設・接続(海水)	100	60
	電源車起動	海水側水張り	60	40
	補機冷却水供給開始		30	30

※1 発電用原子炉設置許可申請書 添付書類十「5. 重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力」に記載の対応時間を操作完了目標時間とし設定している

※2 直近の訓練時間の実績



出典：令和3年度第2回委員会資料7-1

□ 低圧注水系の冗長性等 []

ポンプ及び配管の冗長性

重大事故等対処設備として位置付ける復水移送ポンプが3台あるが、復水移送ポンプから原子炉又は格納容器スプレイまでの配管が1本しかない。ここが地震で壊れてしまったらどうするのか。

(令和2年度第5回)

(東京電力回答)

注水系統は耐震補強をしているので地震で壊れることはないと考えている。このため配管や構造物のような静的機器の場合は地震で壊れることを想定する必要がないので、注水配管の代わりは考えていない。

代替循環冷却設備の津波等への備え

新たに設置した代替循環冷却設備では、復水移送ポンプ(既設)を使用するが、福島第一原発事故のような状態になっても使えるのか。

(令和2年度第5回)

(東京電力回答)

福島第一原発では、電源が喪失したため、復水移送ポンプは使用できなかった。柏崎刈羽原発では、復水移送ポンプや新設の設備が、津波の影響を受けないう水密対策を行うとともに、電源強化、耐震性の向上を図っている。

(7) 格納容器の破損防止対策

東京電力は、格納容器の閉じ込め機能が、200℃、2 Pd (0.62MPa)において確保できることを評価し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その評価の妥当性を確認したとの説明を受けた。

また、東京電力は、トップヘッドフランジからの漏えいを防止するために、自主的に原子炉ウェル注水やバックアップシール材による対策をしたとの説明を受けた。当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、圧力容器上蓋からのガスの漏えいによる格納容器フランジへの影響等が議論となり、東京電力から改良 EPDM 製シール材の採用や上記の自主対策等について説明を受けた。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

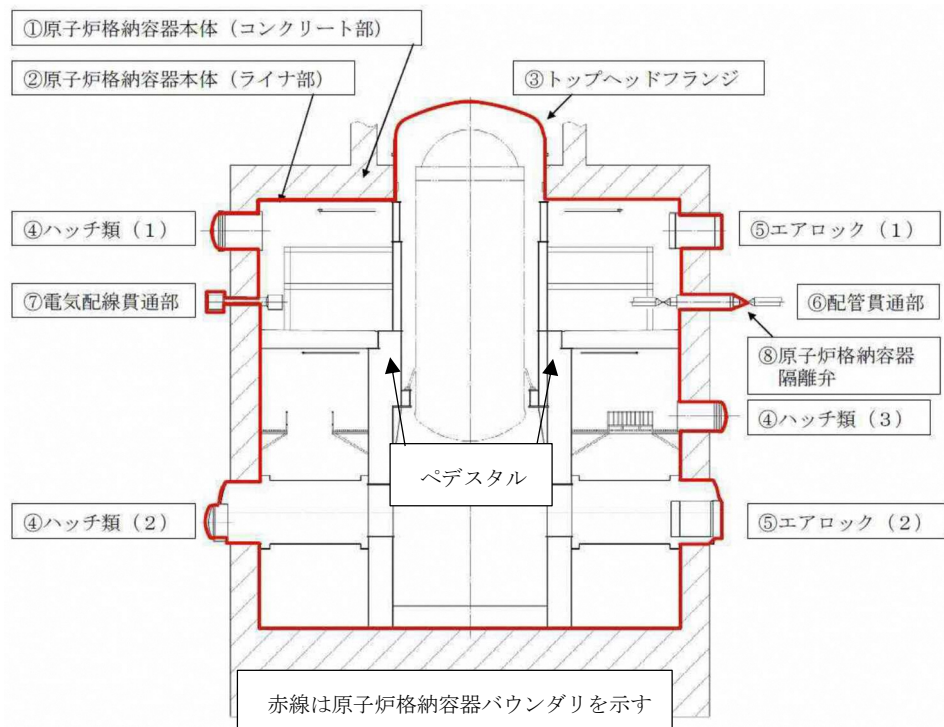
① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

新規制基準では、重大事故が発生した場合において、原子炉格納容器バウンダリ (※) にかかる圧力が最高使用圧力又は限界圧力を下回ること、温度が最高使用温度又は限界温度を下回することを要求している。

設置変更許可の審査において、格納容器破損防止対策として、原子炉格納容器の閉じ込め機能に期待できる根拠と妥当性を示した上で、限界温度及び限界圧力を設定していることを確認した。

(※) 事故時に放射性物質を外部に放出しないよう隔離するための原子炉格納容器の障壁 (境界) を形成する範囲



出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 を基に作成

評価対象部位	想定される機能喪失要因	評価方法	評価結果
① 原子炉格納容器本体（コンクリート部）	曲げせん断破壊	有限要素法による弾塑性解析	2Pdに対して1.8倍以上の裕度を有する。
② 原子炉格納容器本体（ライナ部）	延性破壊		
③ トップヘッドフランジ			
④ ハッチ			
⑤ エアロック			
⑥ 配管貫通部貫通配管	スリーブ、端板、閉止板、閉止フランジを含む	設計・建設規格に基づく評価	2Pdに対して1.1倍以上の裕度を有する。
⑦ 電気配線貫通部		トップヘッドフランジは、1/10スケールモデルによる実験	
⑧ 原子炉格納容器隔離弁			
③から⑧ 各シール部（改良EPDM材に変更予定）	変形・高温劣化	実験結果	200℃、2Pdを7日間継続しても漏えいしない。

出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1

□ 東京電力の説明 令和 2 年度第 6 回委員会資料 3 より

格納容器破損防止対策として、以下の対策等を講じている。

・ 格納容器フランジからの漏えい防止

シビアアクシデント時の過酷な温度・圧力環境が長時間継続しても漏えいが生じないように、熱的耐力の向上した改良 EPDM 製シール材を採用。更なる対策としてバックアップシール材をフランジ面に塗布。

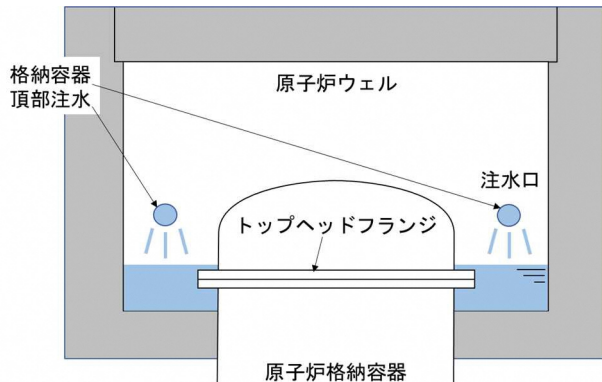
また、格納容器頂部注水系を用いて原子炉ウェルに注水し、格納容器トップヘッドフランジ部を直接冷却する。

・ コリウムシールド

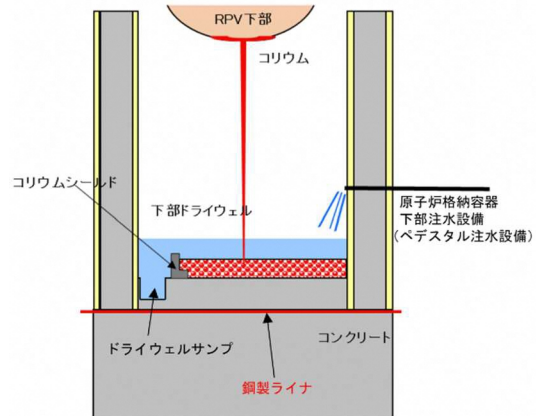
熔融炉心によって原子炉格納容器のバウンダリ機能が損なわれること

を防止するため、原子炉格納容器バウンダリ（鋼製ライナ）までのコンクリート厚さが薄い箇所であるドライウェルサンプへの溶融炉心の流入を防ぎ、溶融炉心とコンクリートの相互作用（MCCI）によるコンクリートの侵食を抑止するコリウムシールドを新たに設置。

また、溶融炉心に対しては格納容器下部への事前水張り・注水による冷却も行う。



格納容器頂部を冷却し、トップヘッドフランジ部のシール性を確保する



サンプへの流入を抑止するために設置されているコリウムシールド

※令和2年度第6回資料3を基に作成

〈関係する国の基準等〉

・ 設置許可基準規則

第51条（原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備）

・ 重大事故等防止技術的能力基準

1.8（原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための手順等）

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、格納容器の健全性をどのように確認し適合性を判断したのか。

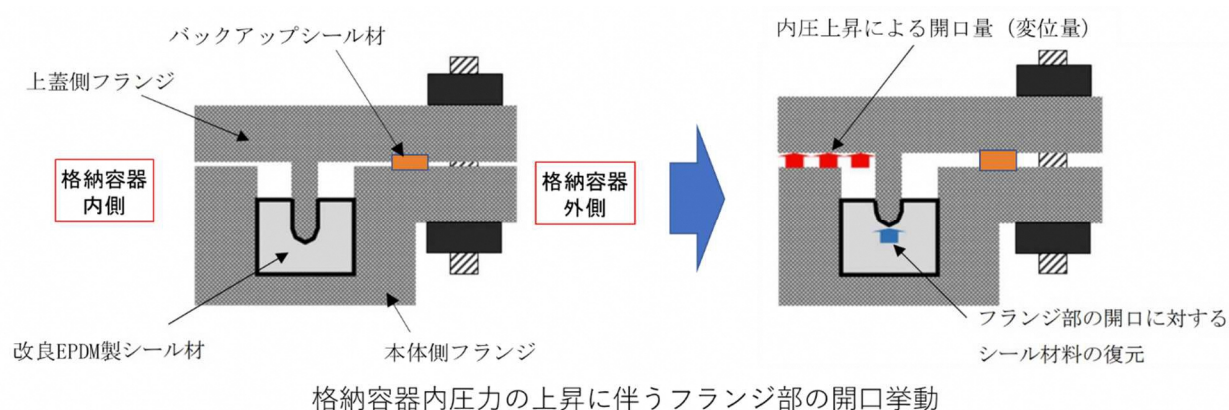
（令和6年度第1回）

（原子力規制庁回答）

格納容器全体を、格納容器本体、トップヘッドフランジ、配管貫通部等に分け、各部位ごとに、有限要素法による解析、日本機械学会設計・建設規格、実験結果等のいずれかによる評価を行い、申請者の設定した 200℃、2 Pd (0.62MPa)、における健全性を確認している。

トップヘッドフランジのシール性能は、フランジ部、ボルト、シール溝のほか、トップヘッド全体（原子炉格納容器上蓋）をモデル化し、実機を模擬した有限要素法解析により、限界温度、限界圧力におけるフランジ部の開口量（変位量）を評価した結果、改良 EPDM 材の試験結果等から算出された許容開口量（許容変位量）（※）を下回り、シール機能が維持されることを確認している。

（※）許容開口量とは、フランジ部の開口に対するシール材料の復元によりシール機能を維持できる開口量



出典：工事計画審査資料補足説明資料を基に作成

□ PCV（格納容器）の加温破損防止対策等 []

格納容器下部注水

格納容器下部注水により 2 m 水張りすることになっているが、水深に何か根拠があるのか。また、水の中に熔融炉心が落ちると水蒸気爆発が起きると言われているが、水蒸気爆発等についてどのような議論があったのか。

（令和 2 年度第 6 回）

（東京電力回答）

水蒸気爆発のエネルギーが大きくなり、かつ熔融炉心による浸食を一定程度抑制できるよう 2 m という水深を設定している。

熔融炉心が水に落下した時の影響として、水蒸気爆発と圧力スパイクについて考慮している。

水蒸気爆発については、ウラン燃料では起きにくいという実験の知見が得られているが、JASMINE という水蒸気爆発コードによって、ペDESTAL (P31 の図参照) が水蒸気爆発による水の衝撃波によって壊れることがないことを確認している。圧力スパイクについては、蒸発量を計算して格納容器の圧力上昇を評価し、格納容器が突如として加圧破損しないことを確認している。

□ RPV（原子炉压力容器）上蓋からの水素ガス等の漏えい等〔 〕

原子炉压力容器の材料のクリープ（※）特性

原子炉压力容器主フランジのボルト等の材質は何か。高温クリープ特性を材料ごとに持っておく必要はないのか。データがないとシビアアクシデントが起きた時に大丈夫であるか、シミュレーションもできないのではないのか。時間はかかるが、材料試験をやる必要があると考えている。

（令和２年度第６回）

（※）クリープとは、高温域において、金属に一定の荷重をかけると時間の経過とともにひずみが増加し破壊に至る現象

（東京電力回答）

原子炉压力容器主フランジのボルトの材質はSNB24鋼材。クリープを考慮する必要があり、規格に基づいて設計している。シビアアクシデント時にクリープするという可能性は否定しないが、それが起きた時に何がおきるか、何をしたらいいのかという観点で事故対応を考えている。減圧手段だとか、注水手段を多重に持つことで、炉心溶融するような場合にも事態の影響を緩和するという考え方に立っている。クリープ試験は、知見を収集し、事故対応を充実させるという観点で吟味し、必要と判断すれば行うこととしている。

バックアップシール材

格納容器フランジの漏えい防止対策として、バックアップシール材の塗布とあるがどのようなものか。原子炉ウェル注水の邪魔にはならないのか。

（令和２年度第７

回）

（東京電力回答）

バックアップシール材はコーキング材で歯磨き粉のようなもの。格納容器フランジ面のＯリングの外側全周に塗布する。上蓋とフランジ側が圧着することで新たなバウンダリを構成する。原子炉ウェル注水に影響を与えるものではない。

□ コリウムシールドの信頼性〔 〕

コリウムシールドの設計

コリウムシールドの高さは、溶融炉心が大量に落ちても越流しない高さになっているのか。

（令和２年度第６回）

（東京電力回答）

原子炉の全燃料が流れてきても越流しない高さで設計している。

□ MAAP解析における輻射熱等の扱いや精度 []

事故解析コードの精度

MAAP コード、MELCOR コードともに高い精度では妥当性が確認されておらず、解析結果に頼りすぎでは危ないと思う。例えば、教育訓練などでシミュレータを使っていたら注意が必要で、事故解析コードの不確実性について十分注意すべきだと思う。 (令和2年度第6回)

(東京電力回答)

解析コードの特性上、不確かさというものが生じるため、安全審査の中でも解析コードが持つ特徴を踏まえて、不確かさによって挙動がずれた時に対応できることを説明している。解析コードありきで操作をするのではなく、プラント等の状態を踏まえて操作を開始することを基本としている。

(8) 計装設備の計測範囲の変更、電源設備の強化等

東京電力は、計装設備について、設計基準事故等に想定される変動範囲の最大値を考慮し、適切に対応するための計測範囲を有する設計とするとともに、重大事故等対処施設として耐震性、耐環境性を有する設計としている。また、故障等により計測が困難となった場合にも、そのパラメータを推定するための手順等を整備している。

電源設備については、非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合には、ガスタービン発電機等を使用できる設計とし、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、それらの対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、福島第一原発事故を踏まえた計装設備の改善等が議論となり、原子力規制庁から設計・工事計画認可の審査内容等について説明を受けた。また、現地視察において、電源車やガスタービン発電機車の配備状況や、事故時の運用などを確認した。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

新規制基準では、重大事故等時において、パラメータを推定するために有効な情報を把握するため、設計基準を超える状態における発電用原子炉施設の状態の把握能力（最高計測可能温度等）を明確にすること、計測することが困難になった場合の推定手段の整備等を要求している。

設置変更許可の審査の結果、設備及び手順等が適切にされる方針であることを確認した。

計測することが困難となった場合の推定手段

名 称 (計測範囲)	設計基準事故時の値	重要代替計器（代表）	
		重要計器に故障の疑いがある場合	重要計器の計測範囲を超えた場合
原子炉圧力容器温度 (0～350℃)	300℃	重要計器（他チャンネル） 原子炉圧力（SA）（0～11MPa）	損傷炉心の冷却失敗の判断値（300℃）を監視可能。
原子炉圧力（SA） (0～11MPa)	8.48MPa	原子炉圧力（0～10MPa） 原子炉圧力容器温度（0～350℃）	重大事故等時において、原子炉圧力容器最高使用圧力（8.62MPa）の1.2倍（10.34MPa）を監視可能。
原子炉水位（広帯域） (-3,200～3,500mm)	-6,872～1,650mm	重要計器（他チャンネル） 原子炉水位（SA） (-8,000～3,500mm)	重大事故等時において、原子炉水位（広帯域）及び原子炉水位（燃料域）にて、原子炉水位制御範囲から燃料有効長底部まで監視可能。
原子炉水位（燃料域） (-4,000～1,300 mm)	-3,680～4,843mm		

出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1

□ 東京電力の説明 令和 2 年度第 3 回委員会資料 2 より

重大事故（シビアアクシデント）を考慮し、既設の計装設備の計測範囲の変

更や計装設備の新規設置、電源設備の強化を実施している。

【新規設置】

重要監視 パラメータ	個数	計測範囲	把握能力 (計測範囲の考え方)
原子炉水位 (SA)	1	-3,200～3,500mm	炉心の冷却状況を把握する上で、原子 炉水位制御範囲（レベル3～8）及び有 効燃料棒底部まで監視可能
	1	-8,000～3,500mm	

出典：令和2年度第3回委員会資料2を基に作成

〈関係する国の基準〉

- ・設置許可基準規則
第58条（計装設備）
- ・重大事故等防止技術的能力基準
1.15（事故時の計装に関する手順等）

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、計装設備の計測範囲、電源設備等をどのように確認し適合性を判断したのか。（令和6年度第1回）

（原子力規制庁回答）

設置変更許可を受けた以下の設計方針どおり設計されていることを、確認している。

- ・設計基準事故等に想定される変動範囲の最大値を考慮し、適切に対応するための計測範囲を有する設計としていること
- ・重大事故等対処設備として耐震性、耐環境性を有する設計としていること
- ・非常用ディーゼル発電機等の機能が喪失した場合には、代替電源設備としてガスタービン発電機等を使用できる設計としていること
- ・計装設備の故障等によりパラメータを計測することが困難となった場合において、当該パラメータを推定するために有効な情報を把握するための設備及び手順等を整備していること

□ 事故を踏まえた計装設備の改良、パラメータ把握の代替手段等 []

原子炉圧力容器の温度測定

水素爆発などを考えると、福島第一原発事故前の2倍くらいの計測範囲に変えてもいいのではないかと。（令和2年度第3回）

(東京電力回答)

原子炉圧力容器温度としては「原子炉圧力容器下鏡部（下部半球部分）温度」を監視することとしており、300℃に達した場合、損傷炉心の冷却が出来ていないと判断し、原子炉格納容器下部への水張りを実施する。この判断基準（300℃）に対して、当該温度計の計測限度である 350℃まで監視可能となるようにしている。

原子炉圧力容器の温度計測範囲を広げたとしても、300℃に達したときに注水を開始する対策に変更はないため、計測範囲を変える必要はないと考えている。

なお、重大事故等時には酸素及び水素の濃度を監視し、これらの濃度が燃焼範囲に到達する前に、フィルタベント等を使って格納容器内の可燃性ガスを排出することを定めており、これにより水素爆発を防止することが可能と考えている。

原子炉圧力容器の水位測定

福島第一原発事故では炉心の損傷が進んだ際、炉心側計測ラインの水が蒸発し、炉心の水位が下がり、実際は水位がほとんどないにも関わらず高めの指示となり誤読のおそれがあったが、どのように対応するか。

(令和2年度第3回)

(東京電力回答)

格納容器内の温度が原子炉圧力飽和温度以上になった場合には、水位計の計測ラインに水がなくなっている可能性を考慮し、不明であると判断する。

また、基準面器には新たに温度計を設置し、温度が高く基準面器内の水位が減っていると考えられる場合は水位不明の判断をする。

水位不明時には、注水可能系統により原子炉を満水にする操作を実施する。

原子炉圧力容器への注水流量と崩壊熱除去に必要な水量の差を算出し、直前まで判明していた水位に変換率を考慮することにより原子炉水位を推定する。

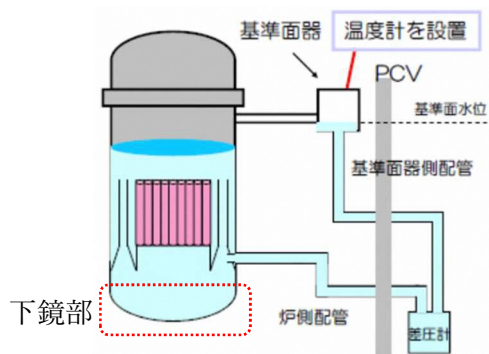


図1 原子炉水位計（差圧計）概略図

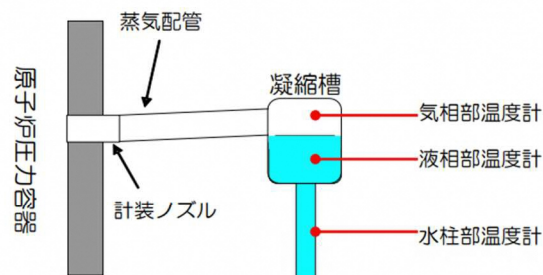


図2 水位不明判断用温度計の設置箇所

出典：令和2年度第7回委員会資料2（赤点線枠等を追記）

電源設備の強化

ガスタービン発電機の連続運転はどのくらいの期間可能か、燃料の補給に問題はないか。ガスタービン発電機で駆動できる設備は何か、容量は十分か。複数のガスタービン発電機を並列運転した場合、周波数の問題はないのか。

（令和2年度第3回）

（東京電力回答）

ガスタービン発電機の軽油タンク容量は50kLとなっている。燃料がなくなる前に東京電力社員がタンクローリーで給油を行うことで外部からの支援がなくても、7日間の連続運転が可能となっている。

ガスタービン発電機は2台設置されており、1台あたり3,600kW（連続定格約2,900kW）の容量を有している。有効性評価において最大負荷となる崩壊熱除去機能喪失（取水機能が喪失した場合）を想定するシナリオにおいて、7号機で必要となる連続最大負荷1,685kW（下表のとおり）に対し、十分な容量を有している。

ガスタービン発電機は1台で必要な負荷に給電することが可能なため、1プラントに1台としている。また、ガスタービン発電機は並列運転が可能な設計となっているが、基本的に並列運転は実施しない運用としている。

負荷名称	負荷容量(kW) ^{※1}
蓄電池用充電器	320
交流 120V 中央制御室計測用 主母線盤 7A,7B	100
照明設備	112
中央制御室可搬型陽圧化空調機	4
復水移送ポンプ B	55
復水移送ポンプ C	55
残留熱除去系ポンプ B	526
燃料プール冷却浄化ポンプ B	87
非常用ガス処理装置	15
その他 必要な負荷 ^{※2}	180
その他 不要な負荷 ^{※3}	231
合計 連続最大容量	1685

- ※1 電磁弁及び電動弁は負荷容量が小さく又は動作時間が短時間であるため、負荷容量には含めない。
- ※2 その他必要な負荷は、空調設備、計装設備、火災防護設備
- ※3 その他不要な負荷は、中央制御室外原子炉停止操作盤、FCS 除湿ヒータ、SLC 貯蔵タンク加熱ヒータ、HECW 冷凍機制御盤、交流 120V 原子炉系計測用主母線盤、薬液注入タンクヒータ、照明設備であり、不要な負荷の切り離しを行わない場合を想定して、最大負荷を算出。

出典：令和2年度第4回委員会資料5を基に作成

ガスタービン発電機等の母線との接続

ガスタービン発電機や電源車を整備しているが、これらをどの母線に接続するのか、母線が使えなくなると電源供給ができなくなるのではないか。また、常用の母線にはどのように電源供給されるのか。

(令和2年度第8回)

(東京電力回答)

ガスタービン発電機や電源車等のシビアアクシデント用の電源については、基本的に非常用電源の母線の一部に接続するようになっている。また、シビアアクシデント用の電路を設けており、非常用電源の母線が使えなくなっても電源供給ができるように設計している。

事故時には、基本的に常用の母線にガスタービン発電機や電源車による電源供給はしない。



ガスタービン発電機



電源車

出典：令和2年度第3回委員会資料2

(9) 事故対応時の環境対策、体制等

東京電力は、全面マスクの着用、運転員の交代、中央制御室退避室の遮蔽等により、重大事故が発生した場合においても運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えないと評価し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、それらの対策や評価の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、中央制御室の放射線防護対策等が議論となり、原子力規制庁から設計・工事計画認可の審査内容等について説明を受けた。また、現地視察において、緊急時対策所の放射線防護対策等について確認した。

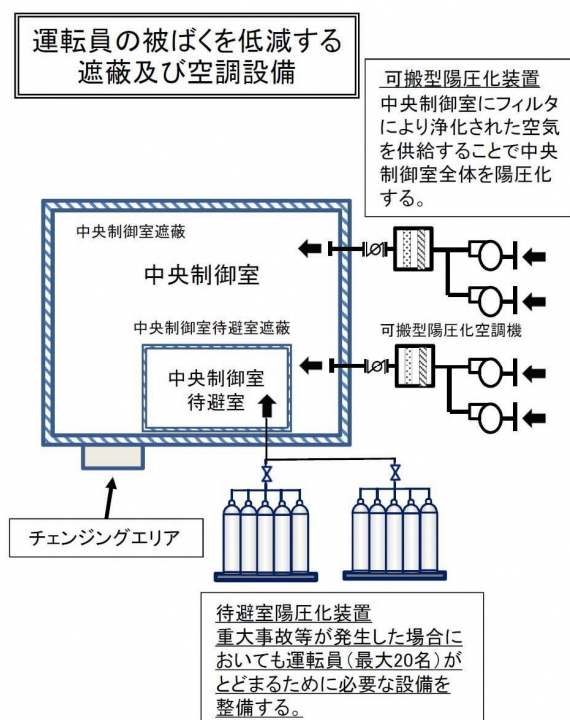
追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成30年度第1回委員会資料1-1より

新規制基準では重大事故等が発生した場合においても運転員が原子炉制御室(右図の中央制御室)にとどまるため、格納容器破損モードのうち、被ばくの観点から最も厳しくなる事故シーケンスを想定し、運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと、原子炉制御室への汚染の持ち込みを防止することを要求している。

設置変更許可の審査の結果、設備・手順等が適切に整備されていることを確認した。



出典：平成30年度第1回委員会資料1-1

□ 東京電力の説明 令和2年度第3回委員会資料2より

中央制御室の環境対策として以下を実施しており、炉心の著しい損傷が発生した場合においても、次に掲げる対策により、運転員は継続的にプラントの操作・監視が可能

- ・中央制御室遮蔽は運転員の被ばく線量を低減するために必要な遮蔽厚さを

有している。

- ・中央制御室外の火災により発生した燃焼ガスや、有毒ガスなどに対して換気空調系を再循環運転に切り替えることにより外部雰囲気から隔離
- ・可搬型陽圧化空調機により、中央制御室内を陽圧化し、中央制御室への外気の流入を防止
- ・プルーム通過時の運転員の被ばくを低減するため、中央制御室内に中央制御室待避室を設置

〈関係する国の基準〉

- ・設置許可基準規則
 - 第 26 条（原子炉制御室等）
 - 第 59 条（運転員が原子炉制御室にとどまるための設備）
- ・重大事故等防止技術的能力基準
 - 1. 16（原子炉制御室の居住性等に関する手順等）
- ・実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、中央制御室の居住性や重大事故対策の成立性をどのように確認し適合性を判断したのか。（令和 6 年度第 1 回）

（原子力規制庁回答）

中央制御室の居住性については、重大事故等時に、全面マスクの着用、運転員の交代、中央制御室待避室の遮蔽等により、運転員の実効線量が 7 日間で 100mSv を超えない設計としていることを確認している。

緊急時対策所の居住性については、放射性物質の放出量等の想定を福島第一原発事故と同等とし、マスク着用、安定ヨウ素剤の服用がなく、要員の交代等を考慮しない条件においても、気密性確保等により要員の実効線量が 7 日間で 100mSv を超えない設計としていることを確認している。

中央制御室の待避室については、炉心の著しい損傷が発生した場合においても、待避室に退避した運転員が、衛星電話設備等により緊急時対策所と通信連絡でき、待避室の外に出ることなく原子炉施設の主要な計測装置の監視を行うことができる設計としていることを確認している。

□ 中央制御室の放射線防護等 []

プラントデータの監視

仮に中央制御室が使えなくなった場合に、プラントデータ（使用済燃料プールの水位、原子炉建屋内の水素濃度等）は別の場所で確認できるのか。
(令和2年度第7回)

(東京電力回答)

シビアアクシデント時に必要なプラントデータは、5号機原子炉建屋内に設置した緊急時対策所で確認できる。

□ その他 []

重大事故時の照明

手動弁、電動弁、空気作動弁の強制的な開閉操作の作業場所や、現場で計器を直読しなければならない場合の当該計器が取り付けられた計装ラックの設置場所、およびそれらの場所へのアクセスルートに沿って、どのような照明（蛍光灯、白熱灯、水銀灯、LED灯など）が選定されているのか。それらの耐震性と蓄電池によるバックアップの持続時間が適切か。それらが、可燃性ガスを着火させる原因となるおそれはないか。

特に、電源喪失時の RCIC の運転は、既設の照明をすべて失った場合でも、携帯照明だけで対応できるよう訓練しておく必要があると思われる。どのような悪条件を想定しているのか。

(令和2年9月3日追加質問)

(東京電力回答)

常設の作業用照明として、非常用照明や直流非常灯、蓄電池内蔵型照明が設置されており、蛍光灯、水銀灯、白熱灯等が使われている。非常用照明（12時間運転可能）は、外部電源喪失時にも非常用ディーゼル発電機から電力を供給する設計としている。直流非常灯、蓄電池内蔵型照明は、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力が常設代替交流電源設備から供給される設計としている。可燃性ガス等が発生する可能性のある箇所には防爆仕様の機器を使用しており、着火の原因となる おそれはない。

また、可搬型の作業用照明として乾電池内蔵型照明を配備し、全要員はヘッドライトを装着したヘルメットや懐中電灯で事故対応をすることとしている。実際に電源喪失時の RCIC の運転訓練を過去に実施した際には、暗闇を想定して対応している。



乾電池内蔵型照明
(ヘッドライト (ヘル
メット装着用))



乾電池内蔵型照明
(ランタンのようなLEDライト)



LEDライト
(フロアライト)



懐中電灯



乾電池内蔵型照明
(三脚タイプLEDライト)



発電機付投光器

出典：令和2年度第5回委員会資料5-1

使用済燃料プールの水位の監視

使用済燃料プールの水位監視用など、建屋内に設置されているテレビカメラは、外部照明を必要とするのか、それ自体に備えられた照明によって十分な解像度の映像が得られるのか。録画機能はあるのか。赤外線カメラやサーモグラフィのバックアップはあるのか。そのようなテレビカメラの電源は、どのような系統によって供給されるのか、蓄電池によるバックアップはあるのか。停電でも時刻に狂いが生じるおそれはないのか。
(令和2年9月3日追加質問)

(東京電力回答)

使用済燃料貯蔵プール監視カメラは、赤外線サーモカメラであり、万が一外部照明が喪失した場合においても、使用済燃料貯蔵プールの状況を監視可能。

映像は、中央制御室、緊急時対策所で監視可能であり、各中央制御室にて記録（録画）される。

電源は、通常時はバイタル交流電源から給電され、重大事故時には代替電源設備から給電される。

時刻は、記録（録画）側の設備にて映像と時刻表示を入れ込んで保存され、記録（録画）側の設備に対しても代替電源設備から給電されるため、大幅な狂いは生じない。

なお、使用済燃料貯蔵プール監視カメラが、万が一機能喪失した場合においても、使用済燃料貯蔵プール水位・温度計及び使用済燃料貯蔵プール

放射線モニタにて、使用済燃料プールの状態を監視可能。

高線量下を想定した訓練等

訓練とDCH（格納容器直接加熱）シナリオの両方の話になるが、炉心溶融している状況で人が作業できることを、規制委員会の審査の中で検討済みなのか確認したい。それと実際に訓練する場合、放射線量なども考えたうえで訓練をされているのか確認したい。（令和3年度第1回）

（東京電力回答）

審査の中で、操作性、アクセス、作業の点から、成立性があるかも議論されており、被ばく評価も同様に考慮している。訓練においても、空間線量の想定と時間、防護服を確認しながら、要員を割り当てて対応の可否を考え実施している。

(10) 重大事故対処手順、作業者の教育・訓練及び心理的負担

東京電力は、原子力防災組織を見直し、機能ごとに統括を置き、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している。また、高線量下、夜間及び悪天候下等を想定した事故時対応訓練や、重大事故等が発生した場合の成立性確認訓練等を実施し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査等において、それらの対策や取組の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、悪天候時や実動訓練の内容等が議論となり、原子力規制庁や東京電力から訓練の実施状況について説明を受けた。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

重大事故時における可搬型設備を用いた対応や中央制御室における運転操作は要員の力量に左右されることから、東京電力には、対応する要員の確保と教育・訓練による力量の維持・向上に努めてもらいたい。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

新規制基準では、重大事故時におけるソフト面の対策として、要員に対する訓練の実施、体制の整備、設備復旧のためのアクセスルートの確保等を要求している。

設置変更許可の審査において、重大事故対応のための要員に対する教育・訓練の繰り返し実施による力量確保、アクセスルートの多重性の確保等により、適切に事故に対処できる方針であることを確認した。



夜間訓練



ホイールローダ

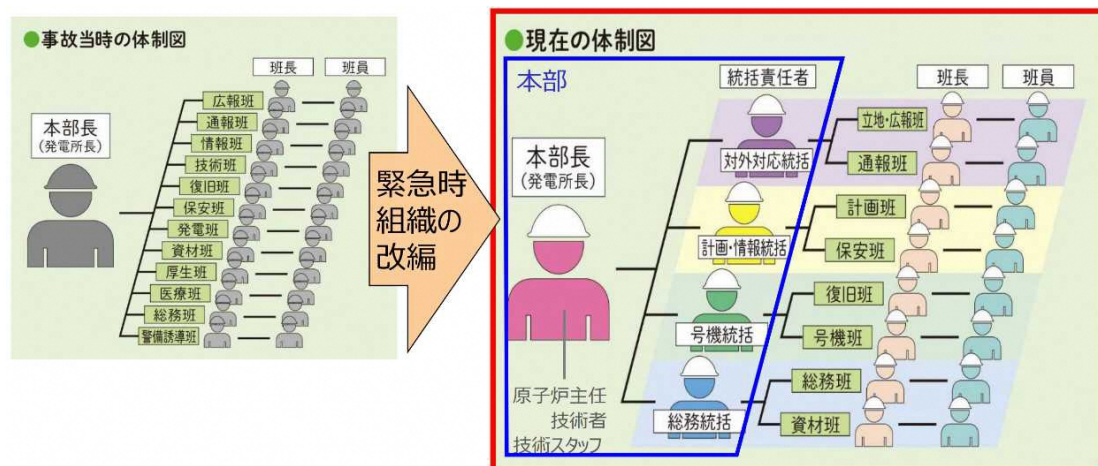
出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1

□ 東京電力の説明 令和2年度第3回委員会資料2より

原子力防災組織を見直し、機能ごとに統括を置き、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している。

訓練では、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し、「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している。

各指示命令系統への情報伝達エラーの発生を抑制し、全組織で同一の情報を共有するため、統一した情報伝達・収集様式(テンプレート)や情報共有のツール(COP)を活用する。



出典：令和2年度第3回委員会資料2

〈関係する国の基準〉

重大事故等防止技術的能力基準

1.0.(4) (手順書の整備、訓練の実施及び体制の整備)

② 技術委員会における確認例

□ 保安規定

審査内容

保安規定の審査で、設備の保守管理や事故時対応訓練をどのように確認し適合性を判断したのか。(令和6年度第1回)

(原子力規制庁回答)

設備の保守管理については、重大事故等対処設備を保全の対象とした施設管理計画を定めて適切に実施することを確認している。また、この施設管理計画において、保全重要度を勘案した保全計画の策定、保全の実施、保全の有効性評価の実施等による PDCA サイクルを通じて、施設管理の継続的改善を図ることを確認している。

事故時対応訓練については、力量付与のための教育訓練を重大事故等対処設備に係る運転上の制限が適用される日までに実施すること、力量の維持向上のための役割に応じた教育訓練を年1回以上実施すること、中央制御室の操作及び現場の操作に係る成立性の確認訓練をそれぞれ年1回以上実施することを確認している。

保全活動を社員自らが行い実務経験を積むこと等により、原子炉施設等について熟知すること、設備及び事故時用の資機材等に関する情報やマニュアルを即時に利用できるよう準備し、それらを用いた事故時対応訓練を行うことが保安規定に規定されていることを確認している。

□ 重大事故対処手順、作業員の教育・訓練 []

悪天候時等の人員の参集

人員が所内待機人数で足りない場合、所外から大雪、暴風雨、地震による交通渋滞の際にどう参集するのか。そのような状況を想定した訓練をしているのか。(令和3年3月4日追加質問)

(東京電力回答)

事故後10時間は所内の初動要員での対応となる。この要員は運転員の他、緊急時対策要員他として51名（自衛消防隊長含む）が所在している。その他の要員は柏崎市内、刈羽村内などからの参集となる。

中越沖地震の時に車両での参集が難しかった事象も想定して柏崎市内の参集拠点（エネルギーホール）や刈羽寮から、約30名で衛星携帯電話を拠点から持ち出し発電所まで徒歩参集する訓練を実施している。雪が降る日もあったが約2時間で参集している。

実動訓練（成立性確認訓練）等の実施状況

事故時に使用する安全系の動作とその有効性を担保するために、実地

訓練をすることが重要であるが、次の点について説明いただきたい。

- ・ 原子力規制委員会は事業者に対してどのような実地訓練を求めているのか。
- ・ 事業者の自主的な判断やシミュレーションに任せるのではなく、実効ある訓練に何が必要か検討し、事業者に求めるべきではないか。例えば、大雪や暴風雨の日に訓練を実施すること等を求めるべきではないか。

(令和3年3月4日追加質問)

(原子力規制庁回答)

新規制基準では、重大事故やテロリズムによる大規模な損壊が発生した場合等に適切に対処するため、必要な要員の配置、手順書の整備、教育・訓練の実施等、運用面での体制をあらかじめ整備するとともに、体制を維持することを保安規定に定め、遵守することを事業者に求めている。

適合性審査では、事業者が、高線量下、夜間及び悪天候下等を想定した事故時対応訓練を行うことを確認している。

柏崎刈羽原発において重大事故等又は大規模損壊が発生した場合の対処に係る実動訓練（成立性確認訓練）の実施状況を原子力規制検査で確認している。

運転段階においても、事業者が、保安規定に定めた事故対処に係る事項を遵守し、実動訓練が適切に実施されているか、原子力規制検査により継続的に監視していく。

原子力規制検査では、検査官が実動訓練に立ち会い、適合性審査で確認した時間内に必要な操作が実施できているか、要員が手順に従って事象に対応できているか等の観点から確認を行うとともに、事業者の自己評価により、訓練活動の改善点が抽出され継続的な改善が適切に実施されているか確認する。

機器の実動作に関して、事業者は、実機を用いたサーベイランス試験により、事故時の条件下でポンプ等の機器の性能が発揮できること等を確認している。

□ RCIC の運転操作等 []

格納容器圧力上昇時の低圧注水

福島第一原発事故では原子炉を減圧した結果、格納容器圧力が高くなり、注水ができなくなるということが起こった。格納容器を設計圧力の2倍まで上げたときに、DDFP（ディーゼル駆動消火ポンプ）、消防車が十分な吐出流量を確保できるのか、どういうレビューをしたのか。

(令和2年度第3回)

(東京電力回答)

格納容器圧力が上がるような場面では、従来の格納容器スプレイの他、新しく追加した設備（代替循環冷却設備等）を使って格納容器圧力を下げ、原子炉圧力容器へ注水することとしている。

また、高圧注水設備とその操作手順を追加整備することにより、原子炉圧力容器の圧力が高くても注水ができるようにしている。

□ マニュアル作業の負担等 []

新規規制基準に対応した要員配置

新規規制基準対応で、シビアアクシデント対応や特定重大事故等対処施設が追加され、これに応じた膨大な量の運転手順書類も追加される。従来の設計基準関連の手順書類を熟知するだけでも大変なのに、SA 対応及び特定重大事故等関連の手順書類を熟知し、事故等に対して適切に対処するためには、従来の体制では運転員に過大な負荷が掛かってしまうと考える。これに対する基本的な考え方と具体的な対処法について伺う。

(令和 3 年 3 月 4 日追加質問)

(東京電力回答)

新規規制基準対応の追加に伴い、運転員、復旧班員等の緊急時対応を行う要員を増員している。例えば、建屋内で事故対応に必要な操作を行う運転員や、屋外で可搬設備を操作する復旧班員の増員等を行っている。

運転員、復旧班員等の緊急時対応を行う要員は、机上教育や実働訓練等の教育訓練を通じて、追加された重大事故等対処設備や事故対応手順に対する力量の維持・向上に努めている。

以上のとおり、事故対応等への対応は、あらかじめ所掌及び手順を定め対応することとしており、運転員に過大な負荷がかかることはない。

なお、特定重大事故等対処施設については、施設運用開始までに必要な教育を受けた要員を配置することとしている。

□ 想定外事象への対応等 []

運転のための人材確保

訓練の実施にあたり、人材の確保は、今どう進められていて、どういった状況なのか。若手の確保は十分か。

(令和 3 年度第 1 回)

(東京電力回答)

シミュレータを用いた訓練を頻繁に行っている。運転を知らない経験の浅い若手についても、経験者が現場でポイントを教え込む等、知識の継承に力を入れている。

(11) 運転適格性の確認

※関連項目 (22) 核物質防護、不正入域

原子力規制委員会は、核物質防護に係る追加検査を審議する際、東京電力の原子力設置者としての適格性について改めて確認し、令和5年12月に平成29年の適格性判断の結論を変更する理由はないと判断したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、規制においてセキュリティとセーフティを切り分けることによって生じる安全性全般への影響等が議論となり、委員から平成29年の適格性判断では、セーフティの視点のみで、セキュリティに関する視点が欠けていたのではないかと意見が出た。これに対し、原子力規制委員会からは、平成29年に行った適格性の確認は、セーフティの観点により審査した、今回、セキュリティに係る規定である核物質防護規定にも「原子力事業者としての基本姿勢」を追加させ、今後はセーフティとセキュリティの両方の視点から確認していく等の説明を受けた。

原子力規制委員会は、4,268人・時間にわたる核物質防護の追加検査を行った上で、セキュリティの視点も含めて適格性判断の再確認を行っており、当委員会としては、その判断を否定するものではない。

原子力規制委員会には、東京電力の「基本姿勢」の遵守状況をセーフティとセキュリティの視点から、引き続き厳格に継続して確認してもらいたい。また、東京電力には、セキュリティの重要性を改めて認識するとともに、セキュリティ・セーフティに関わらず、幅広い視点から原子力施設の安全確保に向けた活動を継続して実施してもらいたい。

※核物質防護、不正入域については(22)核物質防護、不正入域(P121)参照

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明

＜運転適格性判断（平成29年12月）＞ 平成30年度第1回委員会資料1-1より

柏崎刈羽原発の運転主体としての適格性審査は、柏崎刈羽原発の設置変更許可の申請者である東京電力が福島第一原発事故を起こした当事者であることを踏まえ、東京電力が原子力発電所を設置・運転する適格性を有するかどうかにつき審査することとしたもの。

この審査は原子炉等規制法に定める許可の基準のうち、発電用原子炉を設置するために必要な技術的能力、運転を適確に遂行するに足る技術的能力に係る審査の一環として行ったものであり、通常より丁寧に調査したもの。

東京電力は、回答文書等において確約した取組について、設置変更許可申請書記載事項と同等の位置付けのものであると表明しているが、これら取組が将来にわたり確実に実行されることを担保するためには、これら取組の原子炉等規制法上の位置付けを明確にしておく必要がある。

今後、東京電力により提出される保安規定変更認可申請書の審査及び履行の監督を通じて、同取組の履行を確保していく。

＜運転適格性判断（令和5年12月）＞ 令和5年度第3回委員会資料1、2より

原子力規制委員会は、核物質防護に係る追加検査の終了等を審議する際、平成29年12月に行った東京電力の原子炉設置者としての適格性判断について、改めて確認することとした。

下表の3つの事項を確認するとともに、発電所の取組状況や今後の社長の姿勢を確認するため、柏崎刈羽原発の現地調査、東京電力社長との意見交換を行い、「申請者の原子炉設置者としての適格性についての確認結果（平成29年12月）」の結論を変更する理由はないと判断した。

東京電力に、改めて原子炉設置者としての責任を自覚し、保安規定に定めた「原子力事業者としての基本姿勢」を遵守する取組を行うことを求めるとともに、その実施状況については原子力規制検査をはじめとする規制活動を通じて東京電力を監視していく。

表 3つの確認事項・結果

確認事項1：これまでの検査で確認された設備等の故障やトラブルがどの程度原子力安全に影響しているか ⇒令和2年度から令和5年12月までに検査で確認されたトラブルは6件あり、いずれも軽微なものであった。これら軽微なものについて、東京電力において再発防止が講じられていた。
確認事項2：核物質防護の追加検査で確認された経済性優先の意思決定が原子力安全の対策にも及んでいたか ⇒不適切なコストダウンの指示や不適切な技術検討といった原子力安全に影響を及ぼすような活動は確認されなかった。
確認事項3：「原子力事業者としての基本姿勢」で示した約束を守るためにどのような取組が行われてきたか ⇒東京電力の活動に係る記録・規程類を直接確認したところ、基本姿勢に基づき組織的に様々な仕組みを整備、運用し、その結果安全性向上に資する実績を挙げており、基本姿勢に則った取組を行っていることが確認された。また、同時に、基本姿勢に反した姿勢・行動を取っている状況は確認されなかった。

＜主な経緯＞

【平成29年7月】

原子力規制委員会は、柏崎刈羽原発6、7号炉の新規制基準適合性に係る設

置変更許可の審査において、東京電力が原子炉設置者としての適格性を有するかどうかについても審査を行った。

この審査の過程で、東京電力経営責任者と意見交換を行い、原子力規制委員会は、「基本的考え方」として7項目を提示し、回答を求めた。

基本的考え方

1. 福島第一原子力発電所の廃炉を主体的に取り組み、やりきる覚悟と実績を示すことができない事業者は、柏崎刈羽原子力発電所の運転をする資格は無い。
2. 福島第一原子力発電所の廃炉に多額を要する中で、柏崎刈羽原子力発電所に対する事業者責任を全うできる見込みが無いと、柏崎刈羽原子力発電所の運転を再開することはできない。
3. 原子力事業については、経済性よりも安全性追求を優先しなくてはならない。
4. 不確実・未確定な段階でも、リスクに対する取り組みを実施しなくてはならない。
5. 規制基準の遵守は最低限の要求でしか無く、事業者自らが原子力施設のさらなる安全性向上に取り組まなくてはならない。
6. 原子力事業に関する責任の所在の変更を意味する体制変更を予定しているのであれば、変更後の体制のもとで柏崎刈羽原子力発電所について再申請すべき。
7. 社内の関係部門の異なる意見や知見が、一元的に把握され、原子力施設の安全性向上に的確に反映されなければならない。

【平成 29 年 8 月】

東京電力が「基本的考え方」への回答書を原子力規制委員会に提出

【令和 29 年 12 月】

原子力規制委員会は、柏崎刈羽原発 6、7 号機の原子炉設置変更許可に係る審査の中で、原子炉等規制法第 43 条の 3 の 6 「許可の基準」にある「発電用原子炉の運転を適確に遂行するに足る技術的能力」がないとする理由はないと判断し、設置変更を許可。なお、東京電力が原子力規制委員会に回答した原子力事業者としての基本姿勢については、保安規定に書き込むとした。

【令和 2 年 10 月】

原子力規制委員会が保安規定を認可

【令和 3 年 3 月】

原子力規制委員会は、東京電力に対し原子力規制検査の対応区分を第 1 区分から第 4 区分に変更し、追加検査の実施を通知

【令和 3 年 4 月】

- ・県は、原子力規制委員会に対し、東京電力の「発電用原子炉の運転を適確に遂行するに足る技術的能力」について改めて評価することを求めた。その際、原子力規制庁長官から、追加検査の中で東京電力が自律的な改善

が見込めるような事業者かどうか見極めていくこととしており、県と目指すところは同じであるとの回答があった。

- ・ ID カード不正使用等の核物質防護に関する事案を受け、原子力規制委員会は、東京電力に対し、柏崎刈羽原発において特定核燃料物質の移動を禁止する命令を発出するとともに、追加検査を開始

【令和 5 年 5 月】

原子力規制委員会が特定核燃料物質の移動を禁止する命令を解除せず、追加検査の継続を決定

【令和 5 年 6 月】

原子力規制委員会は、核物質防護に係る追加検査の終了等を審議する際、平成 29 年 12 月の東京電力の原子炉設置者としての適格性判断について、改めて確認することとした。

【令和 5 年 12 月】

原子力規制委員会は、「申請者の原子炉設置者としての適格性についての確認結果（平成 29 年 12 月）」の結論を変更する理由はないと判断した。

〈関係する国の基準〉

- ・ 原子炉等規制法第43条の 3 の 6（許可の基準）
- ・ 原子力事業者の技術的能力に関する審査指針

② 技術委員会における確認例

□ 適格性判断の再確認 []

セーフティとセキュリティの確認

核物質防護の事案を受け、核物質防護規定に基本姿勢を追加したが、平成 29 年の原子力規制委員会による適格性の判断にはセキュリティに関する視点が欠けていたという理解でよいのか。また、令和 5 年の適格性の再確認においては、保安規定に記載の基本姿勢 7 項目のみを確認しているようだが、セーフティとセキュリティ両方の視点から適格性を確認したことになるのか。
(令和 6 年 3 月 3 日 追加質問)

(原子力規制庁回答)

平成 29 年に行った適格性の確認は、東京電力の柏崎刈羽原発の運転主体としての適格性を、セーフティの観点より審査し、保安規定に「原子力事業者としての基本姿勢」を位置づけた。今回行った適格性判断の再確認では、「原子力事業者としての基本姿勢」の遵守のための取組実績を確認し

た。

この中で、核物質防護規定の「防護活動における原子力事業者としての基本姿勢」は確認していないが、柏崎刈羽原発に対する追加検査において、核物質防護措置の劣化について改善が図られ、核物質防護措置の劣化が発生しても、長期間継続することなく、重大な劣化に至る前にそれを検出して自律的に改善できる『改善措置を一過性のものとししない仕組』も構築されていることを確認しており、全体として防護活動における基本姿勢を遵守する取組はなされているものと考えている。

セーフティとセキュリティ担当の情報共有

原子力規制検査において、セーフティとセキュリティはそれぞれで検査が行われているが、再発防止が他方の改善に繋がらないこと等を危惧している。

原子力規制庁は核物質防護に関する専門職員を配置しているが、どのようにセーフティ担当の職員とセキュリティ担当の職員の双方の情報共有や意思疎通を図り、横断的な視点で監視・評価を行っているのか。

(令和6年度第1回)

(原子力規制庁回答)

原子力規制委員会は令和6年4月から、核物質防護についても原子力安全と同様に原子力規制事務所に配置した専門職員（核物質防護対策官）による日常検査を実施することとした。柏崎刈羽原子力規制事務所では、日常的に所員同士で気付き事項等の情報を共有する打合せを実施しており、セーフティ、セキュリティを含む事業者の安全活動を総合的に監視することになる。

セキュリティに関する情報の扱い

核物質防護対策官と原子力運転検査官がしっかりと情報交換しているということだが、セキュリティについてはある程度教育なり資格を持った人でないとアクセスできないと思う。セキュリティ情報の共有についてどのような工夫をしているのか。

(令和6年度第1回)

(原子力規制庁回答)

検査官全員が信頼性確認という資格を有しており、機微な情報もその場で共有できるようになっている。本庁の中でもセーフティ側とセキュリティ側が連携を図って審査や確認をしている。

□ その他 []

事業者の真摯な対応

東京電力の適格性を再確認したという結論は妥当か。原子力事業者と

しての基本姿勢に、「福島第一原子力発電所の廃炉を主体的に取り組み、やりきる覚悟とその実績を示す」とされているが、燃料デブリの取り出しの見通しがたっていない他、放射性廃液が外部に漏れ出す事故も発生した。また、「地元をはじめ関係者の関心や疑問に真摯に答え、正確な情報発信を通じてご理解を得ながら取り組み、廃炉と復興を実現する」とされているが、ALPS 処理水の海洋放出を開始した。

(令和 6 年度第 1 回)

(原子力規制庁回答)

適格性判断の再確認に当たっては、原子力規制検査における指摘事項、追加検査結果の原子力安全（セーフティ側）への影響、「原子力事業者としての基本姿勢」の遵守のための取組実績の 3 つを踏まえ総合的に判断した。

福島第一原子力発電所の廃炉作業は、当初計画どおりには進捗していないものもある一方、目標が達成された課題も多くあり、総じて廃炉作業及びリスク低減が進捗している状況にある。

適格性判断の再確認は、令和 5 年第 2 四半期までの検査実績を確認したもので、汚染水が漏えいした事案については考慮していない。また、「地元をはじめ関係者の関心や疑問に真摯に答え、正確な情報発信を通じてご理解を得ながら取り組み、廃炉と復興を実現する」との基本姿勢は、規制に直接的に関連するものではないことから、今回の対象から外している。

他施設より手厚い監視

柏崎刈羽原発について、当面の間は「他施設よりも手厚く監視していく」とのことだが、どのような評価指標やプロセスで通常の監視に戻す判断をするのか。

(令和 6 年度第 1 回)

(原子力規制庁回答)

追加検査の中で重要な課題とされた 3 項目（荒天時の監視、PPCAP（是正措置活動）の状況、核物質防護モニタリング室の活動）について原子力規制検査（基本検査）の中で重点的に行う検査を令和 6 年 1 月から開始した。

原子力規制委員会としては、「手厚い監視」をいつまで続けるかは現時点で決めていないが、事業者の安全活動の実績に応じて判断することとしている。

核物質防護規定に新たに追加した基本姿勢の遵守

核物質防護規定の中に新たに追加した基本姿勢が実施できる能力・体制になっているかどうかを核物質防護規定の審査の中で確認しているのか。

(令和 6 年度第 1 回、令和 6 年 4 月 30 日追加質問)

(原子力規制庁回答)

追加検査を通じて、核物質防護業務を特別視せず、PDCA サイクルを確実に回していく体制が構築・実行されていること、核物質防護業務についての経営配分が経営計画に明記され、実行されていることなどを把握し、特定核物質の防護のために必要な体制を確認できたことから、核物質防護規定の変更認可を行った。今後は、原子力規制検査を通じて基本姿勢の遵守状況を鋭意確認していく。

【防護活動における原子力事業者としての基本姿勢】

社長は、以下に定める基本姿勢に基づき、継続的に核セキュリティを向上させていく。 1. トップとしての責任 社長は、トップとしてリーダーシップを発揮し、当社や協力企業の従業員の核物質防護に対する意識や行動についてモニタリングを実施し、劣化兆候を把握した場合は迅速かつ適切に対応し、継続的な核セキュリティの向上を図る。 2. 必要な経営資源の投入 核セキュリティにおける脅威やパフォーマンスの状況に応じて、防護活動を適切に行うために必要な経営資源（人、物、資金等）を投入し、継続的な核セキュリティの向上を図る。 3. リスクの低減 「核セキュリティに絶対はない」ことを当社及び協力企業の従業員と共有する。また、核セキュリティへの脅威に係わる国内外の情報を収集し、脅威に対応する知見や技術を自ら学び、発電所現場の状況に応じて脅威への対応を自ら考えることで、継続的にリスクの低減に努める。 4. 現地現物による情報共有 現地現物の観点で、発電所現場の課題を抽出し、本社・発電所及び協力企業の核セキュリティ関係者で共有し改善を図ることにより、継続的な核セキュリティの向上を図る。 5. 自主的な改善 核セキュリティのパフォーマンスの確実な維持を図る。あわせて、CAP（Corrective Action Program：是正処置プログラム）※を活用しながら、日常的に核セキュリティに関する課題の共有や対策の検討に関する実質的な議論を行い、兆候を捉えて不適合を未然に防止するとともに、発生した不適合に対し是正処置を講ずる。これらにより、規制基準の遵守にとどまらず、自主的かつ継続的に核セキュリティの向上を図る。 ※：不適合及び不適合に至らない事象、社内外の運転経験等の情報を収集し、重要度に応じた管理、分析・評価をすることで、是正処置及び未然防止処置を行い、発電所の安全、核セキュリティ及び業務品質の向上を進めていく活動	
--	--

令和5年度第3回委員会資料1を基に作成

(12) FV関係：フィルタベント設備の耐震性（地下式含む）

東京電力は、フィルタベント設備の不等沈下対策のため、建屋を支持層までの杭基礎構造とするとともに、基礎部周辺を地盤改良し液状化対策を実施している。また、ベントラインの信頼性を確保するため、原子炉建屋とフィルタベント設備の渡り部は、相対変位を吸収する伸縮継手とするとともに、遠隔操作弁等を設置し、原子力規制委員会は、新規規制基準の審査において、その対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、フィルタベント設備の伸縮継手の相対変位量等が議論となり、東京電力から基準地震動による相対変化量は許容値を下回ることを確認していること等について説明を受けた。また、現地視察において、フィルタベント設備の設置状況などを確認した。

地下式フィルタベント設備について、東京電力からは地上式フィルタベント設備と同等の性能を発揮するとの説明を受けた。なお、現在、地下式フィルタベント設備は特定重大事故等対処施設に位置づけており、核物質防護上の理由により、その詳細は公開されていない。

公開されている内容に対し、追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成30年度第2回委員会資料2より

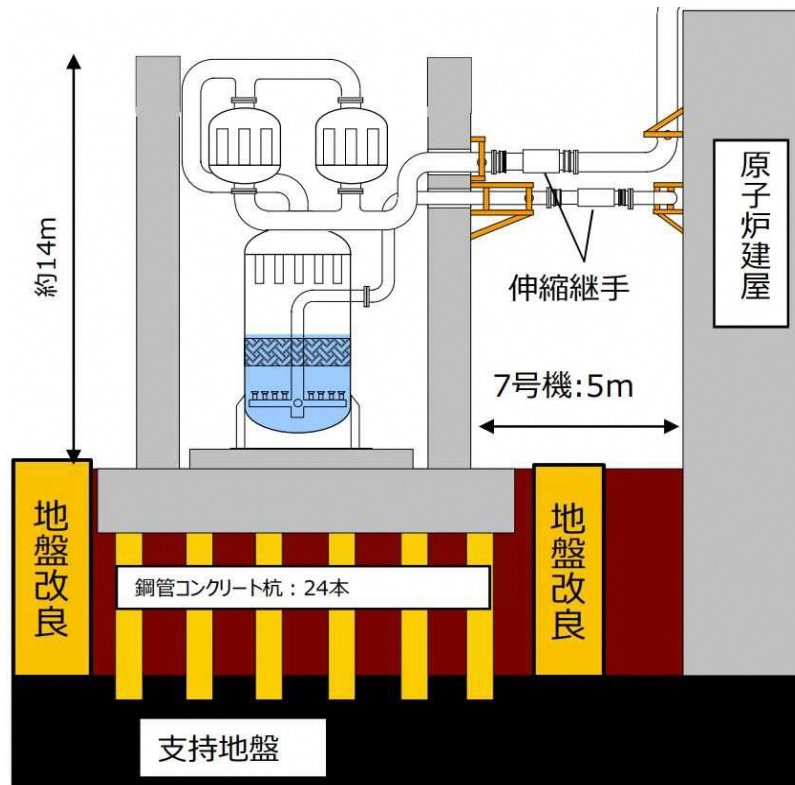
格納容器圧力逃がし装置（フィルタベント設備）は常設重大事故等対処設備であることから、これを設置する地盤は、設置許可基準規則第38条を踏まえて基準適合性を確認することを要求されている地盤にあたる。当該装置は杭基礎により西山層に支持させる設計としており、液状化等を起因とする施設間の不等沈下等が生じないと評価していることを確認している。

□ 東京電力の説明 令和2年度第1回委員会資料4、令和2年度第2回委員会資料4より

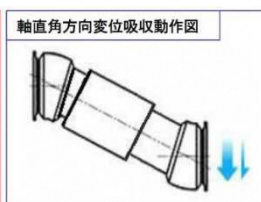
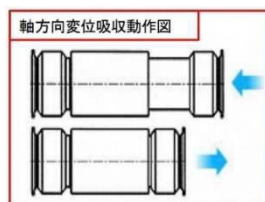
地上式フィルタベント設備の耐震性確保策として、原子炉建屋と同じ支持層までの杭基礎構造とし、不等沈下対策を実施している。また、基礎部周囲を地盤改良し、液状化対策を実施している。

地震により生じる原子炉建屋との相対変位への対策として、原子炉建屋とフィルタベント遮へい壁の配管渡り部に、相対変位を吸収する伸縮継手を設置し、基準地震動による相対変位量が許容値を下回ること等を確認している。

地下式フィルタベント設備は、基準地震動による地震力に対し裕度を持った設計としている。



地上式 FV（フィルタベント）設備 出典：令和2年度第1回委員会資料4



	相対変位量	伸縮継手の 許容変化量
水平	17.06cm	30cm
鉛直	2.64cm	30cm

伸縮継手

出典：令和2年度第2回委員会資料4

項目		当社の仕様・評価結果
環境条件	耐震性能	基準地震動Ssにて機能維持
	最高使用温度	200℃
	最高使用圧力	620kPa (gage) / 250kPa (gage)
操作の容易性		電源喪失時においても、手動操作可能
悪影響の防止（他系統との隔離）		他系統とは弁で隔離しており影響を及ぼさない
現場の作業環境（操作時の線量低減）		放射線量の低い場所からの手動操作が可能
容量（能力）		31.6kg/sの蒸気を処理可能 【定格出力の1%に相当する蒸気量は15.8kg/sであり2倍の能力】
（他ユニットとの）共用禁止		別ユニットと共用していない
性能（放射性物質の低減）		・粒子状放射性物質、無機よう素を、99.9%以上(DF1000以上)除去 ・有機よう素を98%（DF50以上）以上除去
可燃性ガスの爆発防止		系統内は不活性ガスで置換している
圧力開放板の使用条件		圧力開放板の設定圧は0.1MPa (gage)
放射線防護対策		フィルタ装置の周囲に遮蔽壁を設置し使用後の放射線低減
水素・放射能測定装置の設置		水素検出器、放射性物質濃度測定装置を設置

地上式フィルタベントの仕様

出典：令和2年度第1回委員会資料4

〈関係する国の基準〉

- ・ 設置許可基準規則
 - 第38条（重大事故等対処施設の地盤）
 - 第39条（地震による損傷の防止）
 - 第50条（原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備）
 - 第53条（水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備）
- ・ 重大事故等防止技術的能力基準
 - 1.7（原子炉格納容器の過圧破損を防止するための手順等）
 - 1.10（水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等）

② 技術委員会における確認例

□ フィルタベント設備の耐震性 []

遠隔操作弁の操作性

弁を手動によりハンドルで開けるが、何箇所もソリッドなジョイントバーが仲介しながら動力を伝達していくようになっている。このメカニズムは2007年の東日本大震災の時に天井クレーンで被害があったが、対策について補足説明をお願いしたい。

また、地震があると、ほこりで消火設備が作動したりすることがある。消火ガスとしてハロンガスを使うことになっていると思うが、ガスの放出で作業場所が酸欠場所になるのではないかと。そういうレビューはされ

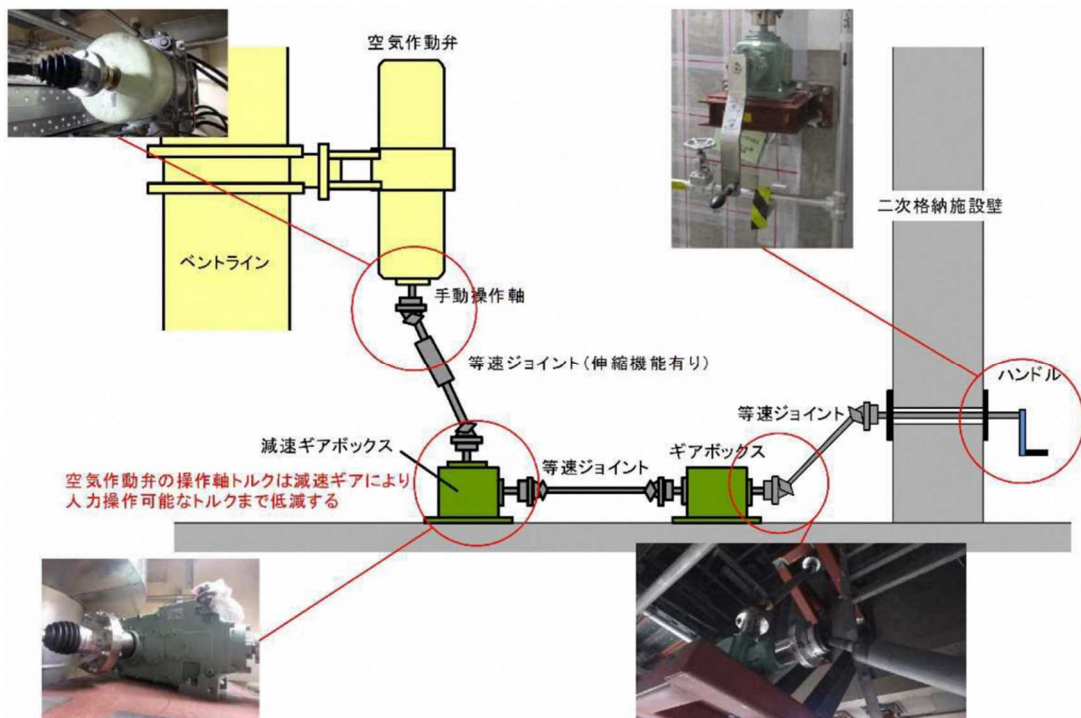
ているのか。

(令和2年度第1回)

(東京電力回答)

格納容器ベント操作は最後の除熱手段のため、遠隔手動操作弁の操作機構はフレキシブルに作り信頼性高く設計している。手動で回す以外にも遠隔で開放できるような措置を施している。

ハロンガスが出てきて近づけないという状況になったとしても、遠隔で確実にベント操作が出来るよう操作の多様性も確保している。



出典：令和2年度第1回委員会資料4

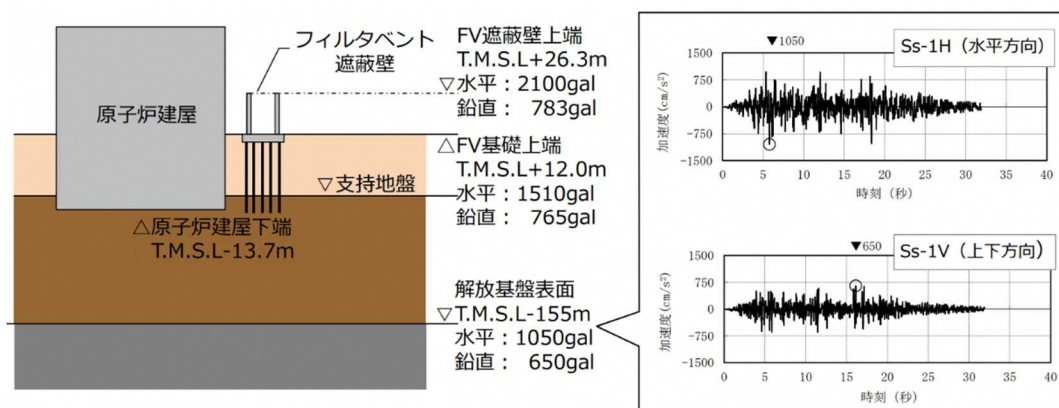
伸縮継手の耐震性

伸縮継手の相対変位量を算出する際に用いた基準地震動の具体的数値を教えてください。

(令和2年度第1回)

(東京電力回答)

相対変位量の最大値を記録した基準地震動はSs-1
(最大加速度 水平方向1,050gal 鉛直方向650gal) である。



出典：令和2年度第2回委員会資料5

フィルタベント設備と原子炉建屋の相対変位量

フィルタベント設備と原子炉建屋の相対変位量は地震時に生じる最大変位のことか。

(令和2年度第2回)

(東京電力回答)

地震時に発生する最大の変位量である。具体的には原子炉建屋とフィルタベント遮へい壁で各々地震応答解析を行い、原子炉建屋基礎下端レベルを基点とした最大応答変位の和 (※) として相対変位量を設定している。

(※) 各々の建屋における最大変位が同時刻かつ逆方向で発生するとして足し合わせている。

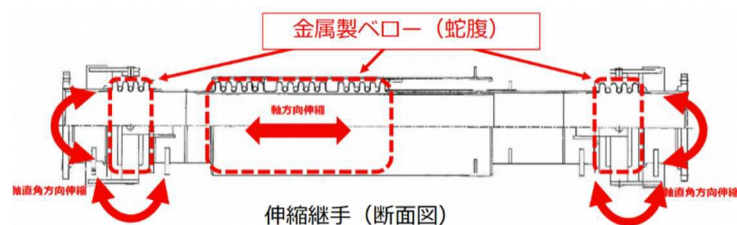
伸縮継手の機能

伸縮継手は圧縮力が作用しても問題はないのか。

(令和2年6月5日 追加質問)

(東京電力回答)

伸縮継手は、中央に設置されたベローは軸方向に、左右に設置されたベローは軸直角方向にそれぞれ伸縮することにより、軸方向・軸直角方向のいずれの変位にも追従できるようになっており圧縮力が作用しても問題ない。



出典：令和2年度第2回委員会資料5

□ 代替循環冷却設備等 []

代替循環冷却設備使用時の可燃性ガスの評価の妥当性

酸素ガスが増え、可燃限界に至るのが14日後と示されているが、この14日という数字はどこまで信頼できるのか。十分保守的な見積もりがされているのか、あるいは正確なデータに基づいた数値なのか。放射線分解により酸素と水素がどのように出てくるのかということに関する基礎的なデータあるいは実験報告があったら見せていただきたい。

(令和2年度第1回)

(東京電力回答)

電力共同研究においてシビアアクシデント時の環境を模擬した実験に基づき、水素・酸素のG値（水の吸収線量あたりの酸素発生量）を0.03と評価している。

シビアアクシデントの環境条件のうちG値に影響を与える因子は以下のとおりであるが、不純物の濃度による影響を確認するため不純物添加量を変化させた場合の水の吸収線量あたりの酸素発生量を示しており、次のグラフのとおり、水の吸収線量あたりの酸素発生量に、添加量の違いによる大きな差は確認されなかった。そのため、これらの因子の影響を考慮してもG値を0.03とすることに影響がないことを確認している。

- ・ ヨウ素濃度（炉心からの放出割合）
- ・ 水素濃度（ジルコニウム-水反応割合）
- ・ 初期酸素濃度不純物（金属イオン、ホウ素、コンクリート等）
- ・ 温度 pH など

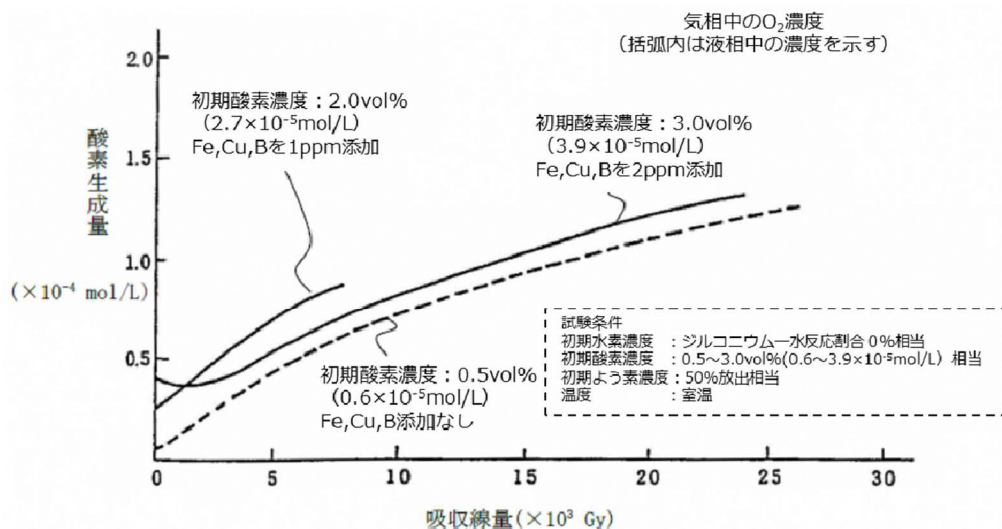


図 溶存酸素濃度及び不純物（Fe,Cu,B）の有無と吸収線量の関係
（酸素濃度及び不純物（Fe,Cu,B）の添加量を変化させた場合）

出典：令和2年度第2回委員会資料5

(13) F V関係：技術委員会にて指摘頂いた事項（※１）に対する対応状況

東京電力は、福島第一原発事故の教訓を踏まえ、原子炉の注水・除熱機能を強化することに加え、代替循環冷却設備を設置することで格納容器の破損防止対策を強化し放射性物質の放出を可能な限り回避することとしている。さらに代替循環冷却設備が使用不能の場合に、新設したフィルタベント設備を使用することとしている。

フィルタベント実施については判断基準を定めた手順書等を整備し訓練を行っている。また、フィルタベント設備の性能試験を行い、セシウム等の放射性物質を 1/1,000 以下に低減できると評価し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査等において、その対策や評価の妥当性を確認したとの説明を受けた。

更に、東京電力は出来るだけベントを実施せずに格納容器の破損を防止する方法として、代替循環冷却設備を考案して設置し、この設備を優先使用することで7日間はセシウムを放出せず、土壌汚染の低減が期待できるとし、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、判断基準の妥当性、操作のパッシブ化、放射性物質の放出量等が議論となり、東京電力からベントの判断基準や設計、放出量の評価等について説明を受けた。また、現地視察において、フィルタベント設備や遠隔操作装置の設置状況を確認した。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

緊急時のベント操作においては要員の判断や手順が重要であることから、東京電力には、対応する要員の確保と教育・訓練による力量の維持・向上に努めてもらいたい。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

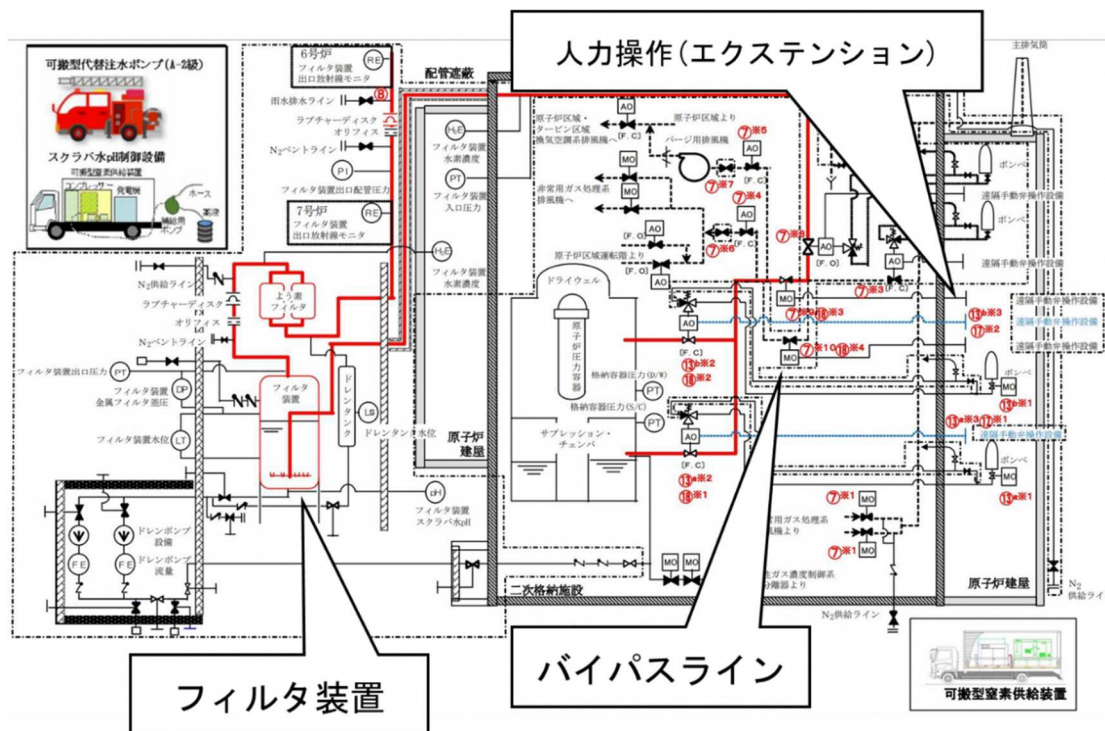
新規制基準では、排気に含まれる放射性物質の量を低減する等の効果を有する格納容器圧力逃がし装置を設置することを要求している。

設置変更許可の審査において、ベントラインの信頼性を確保するためバイパスラインを設置すること、遠隔手動操作機構を設置すること、ベントの判断基準（手順）を整備すること、性能試験を行い除染係数（※２）1000 を確保していること等を確認した。

（※１）過去の技術委員会における質問や指摘の中で、フィルタベント設備のベント基準やベント操作、放射性物質の除去効率などに関するもの。

(※2) 放射性物質が除染処理によって除去される程度を示す指標。通常、除染処理前の放射能濃度を処理後の放射能濃度で割った値で表す。

除染係数 1000 は、放射性物質が除去されて 1/1,000 に低減することを意味する。

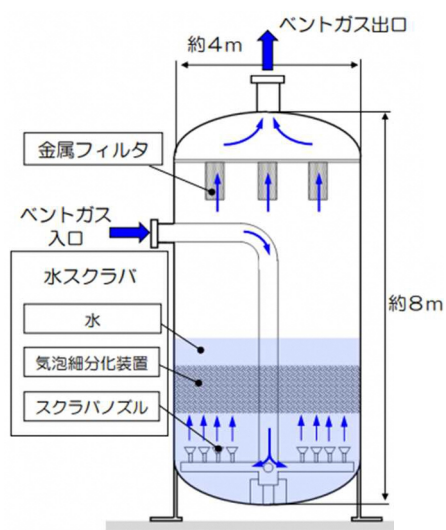


出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 を基に作成

□ 東京電力の説明

<フィルタ装置の構造と性能> 平成 25 年度第 3 回委員会資料 3 より

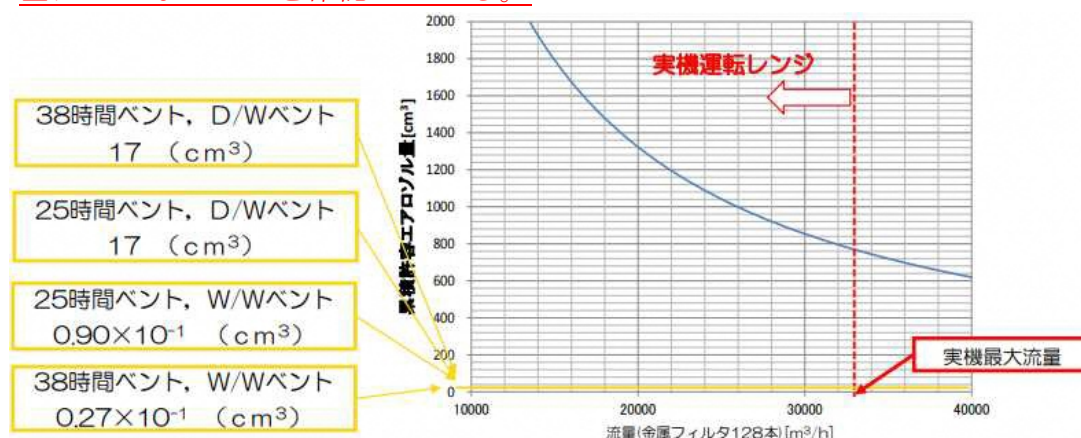
フィルタ装置は水スクラバと金属フィルタ等で構成され、粒子状の放射性物質（放射性セシウム）を 99.9% 以上除去する。水スクラバにてベントガスが水中を通過する過程で放射性微粒子を捕集し、さらに気層部にある金属フィルタで放射性微粒子を捕集する。



出典：平成 25 年度第 3 回委員会資料 3

＜フィルタの閉塞評価＞ 平成 27 年度第 3 回委員会資料 1-7 より

「大 L O C A + 全 E C C S 機能喪失 + S B O」の事故を想定し 25 時間後のベントケースと 38 時間後のベントケースのそれぞれについてウェットウェル (W/W) ベントとドライウェル (D/W) ベントの 2 ケースでエアロゾル量を実機と同じ高さの試験装置にて実際に試験を行い評価した結果、すべてのケースにおいて金属フィルタに流入するエアロゾルの体積 (黄線) は、金属フィルタに許容される捕捉エアロゾル量 (青線) と比較して小さく、閉塞は生じないことを確認している。



出典：平成 27 年度第 3 回委員会資料 1-7

＜ベントの判断基準＞ 令和 3 年度第 2 回委員会資料 7-1 より

ベント実施の判断基準を事故時運転操作手順書のフローに定めた。

① ベント手順着手の判断基準

- ・炉心損傷を判断した場合において、炉心の著しい損傷の緩和及び原子炉格納容器の破損防止のために必要な操作が完了した場合

② ベント実施の判断基準

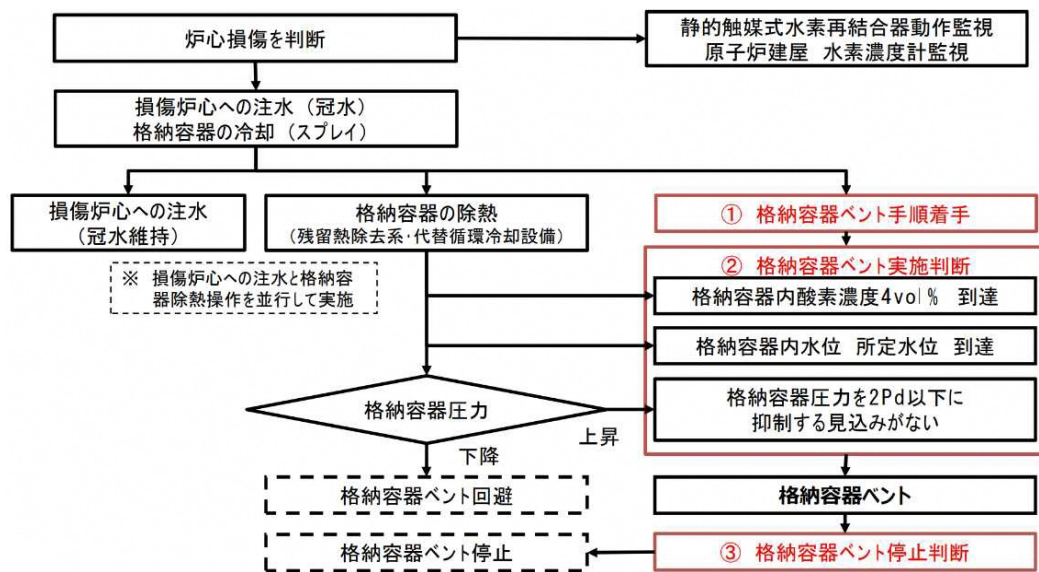
- ・残留熱除去系の復旧又は代替循環冷却設備によって格納容器圧力が限界圧力 (2 Pd) 以下に抑制する見込みがなく、外部水源により格納容器内水位が上昇し、所定の水位に到達した場合

又は

- ・格納容器内酸素濃度が 4 vol% に到達した場合、もしくは格納容器からの水素漏えいにより原子炉建屋オペレーティングフロア天井付近の水素濃度が 2.2 vol% に到達した場合

③ ベント停止の判断基準

- ・格納容器ベント実施時に、残留熱除去系又は代替循環冷却設備による格納容器の除熱が可能であること及び格納容器内の水素・酸素濃度が制御可能であることが確認された場合



出典：令和3年度第2回委員会資料 7-1

地上式フィルタベントにより、事象発生から38時間後のセシウム137の放出量は最大約2.0TBqとなり、大規模な土壌汚染の回避が期待できる。

また、出来るだけベントを実施せずに格納容器の破損を防止する方法を検討し、代替循環冷却設備を考案した。代替循環冷却設備を優先的に使用することで、事象発生から7日間はセシウム137を放出せず、土壌汚染の更なる低減が期待される。

〈関係する国の基準〉

・設置許可基準規則

第50条（原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備）

第53条（水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備）

・重大事故等防止技術的能力基準

1.7（原子炉格納容器の過圧破損を防止するための手順等）

1.10（水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等）

② 技術委員会における確認例

□ ベント判断基準の妥当性 []

ベントの判断基準

ベントの判断基準に「格納容器圧力を2Pd（格納容器の最高使用圧力の2倍）に抑制する見込みがない」とあるが、その定義はあるか。

（令和3年度第2回）

（東京電力回答）

例えば、代替格納容器スプレイが想定したとおりに動かず、格納容器の圧力を制御する手段がない場合などがある。手段がない場合、いずれ2Pd

に達することになるため、状況を踏まえ 2Pd に達する前にベントの判断をする。

□ ベント操作のパッシブ化 []

ベント操作の設計の考え

格納容器の破損回避とベント操作の更なる確実性を求める上で、今後の安全性向上のための継続的な改善の中で、現行のアクティブ設計にパッシブにベント操作できるような構成を並列に追加するなど、パッシブ設計を検討すべきではないか。 (平成 29 年度第 2 回)

(東京電力回答)

ベント操作は放射性物質が大気に出されることになるため、責任を持って判断・通報した上で、人間の手を介在させ操作する、アクティブ設計としている。

全電源喪失環境下やシビアアクシデント環境下においても確実にベントできるよう、二次格納容器の外側からボンベや手動操作によってベントが実施できるようにしている。

□ 放射性物質の放出量等 []

放射性物質の除去効率

福島第一原発事故の際、3号機の格納容器の圧力は短い時間に急激に上昇したり減少したりしている。そのような場合も除去効率が設計値を達成できることを確認しているのか。気泡が潰れたり発生したりして物理現象が大きく変わるのではないか。 (令和 2 年度第 7 回)

(東京電力回答)

試験装置の性能で圧力を変動させて確認することはできないが、時間的に圧力の変動は長く続くものではないこと等から性能は十分出ると考えている。

ベント後は開放を継続するので、福島第一原発 3 号機のような圧力変動は想定しなくてもよいと考えている。

放射性物質の放出量

様々な事故が起きた場合に環境に放出される放射性物質の全体量の評価について説明いただきたい。 (令和 2 年度第 9 回)

(東京電力回答)

格納容器の限界圧力 (2Pd) における希ガス・ヨウ素・セシウムの放出量について、希ガスが約 7.9×10^6 TBq、ヨウ素が約 1.4×10^4 TBq、セシウムが約 4.0×10 TBq となっている。

表 希ガス・よう素・セシウムの放出量
「大破断LOCA+ECCS注水機能喪失+全交流動力電源喪失（代替循環冷却系を使用しない場合）」

放射性物質放出量※ ¹ (TBq(7日間))	希ガス※ ²	よう素	セシウム※ ³
合計（格納容器ベント＋ 建屋漏えい）	約 7.9×10^6	約 1.4×10^4	約 4.0×10
（参考） 福島第一原発事故による 放射性物質の放出量	約 5.0×10^{17}	約 5.0×10^{17}	約 2.0×10^{16}

※¹ 放出量は、同位体の放出量の総和を示す

※² 希ガスはKr及びXeを表す

※³ Cs-137の放出量は約14TBq（7日間）であり、規制基準（100TBq以下）を満足

出典：令和3年度第2回委員会資料 7-1 を基に作成

(14) 地下水対策

東京電力は、地下水排水設備を強化し、建屋への地下水の流入を防止するとともに、仮に地下水排水設備が停止して地表面まで上昇しても、壁、扉、堰等により、地下水が建屋内へ流入することを防止している。地下水排水設備は基準地震動に対して機能喪失しない設計とし、原子力規制委員会は、新規規制基準の審査において、それらの対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、汚染水の発生防止対策等が議論となり、東京電力から水密扉や貫通部の止水処理による内部漏水対策により水の拡散を防止していること等について説明を受けた。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

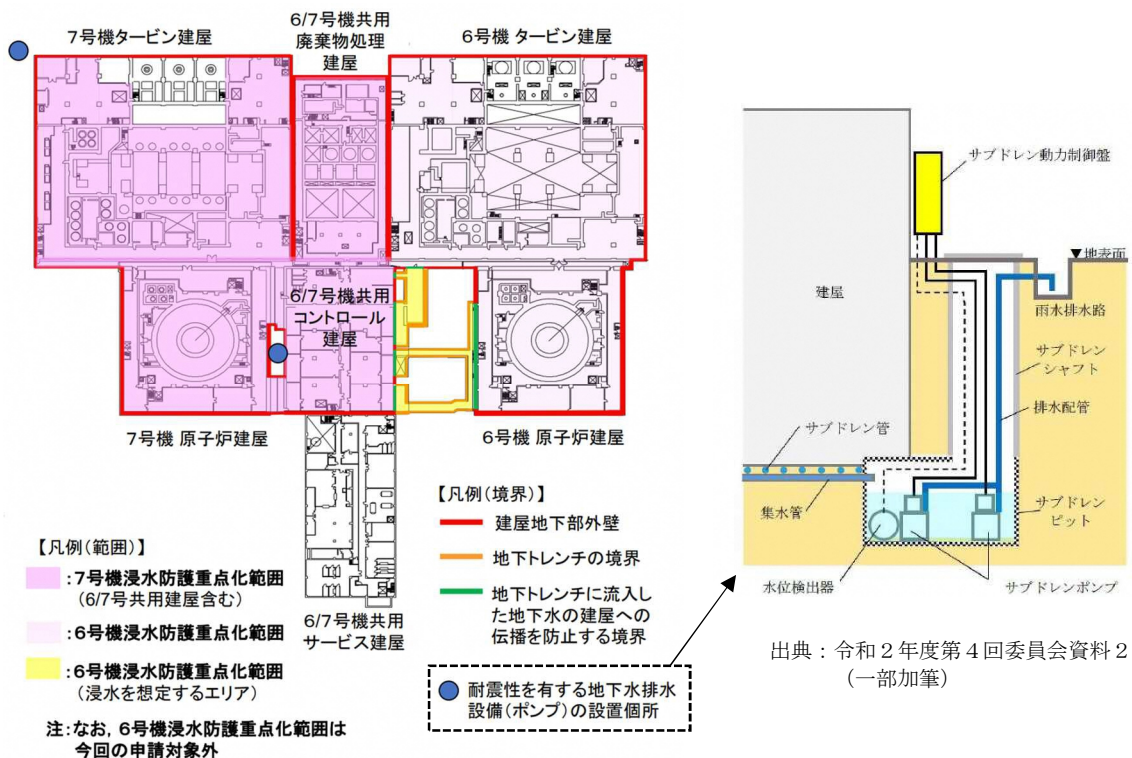
□ 原子力規制庁の説明 平成30年度第2回委員会質疑より

地下水については、設置変更許可の審査では、津波や溢水対策の中で見ている。サブドレン等が停止したという仮定を設けて、地表面まで地下水位が上がったらどうなるか事業者の説明させている。

基本的には、建屋の開口部、隙間等に関しては止水処置を行って、防護すべき区画には浸水させない設計方針としていることを確認している。

□ 東京電力の説明 令和2年度第4回委員会資料2より

地下水が建屋内に流入し、安全機能へ影響を与えたり、汚染水とならないよう、地下水排水設備及び建屋外壁で防護を行っている。7号機地下水排水設備の耐震性を確保することで、地震時及び地震後においても溢水源である地下水の水位上昇そのものを抑制し、建屋内への浸水の可能性を排除する設計としている。また、湧水量に対して十分な裕度の排水性能があることを確認している。



〈関係する国の基準〉

設置許可基準規則

- 第4条 (地震による損傷の防止)
- 第5条 (津波による損傷の防止)
- 第9条 (溢水による損傷の防止等)

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、地下水対策の実効性についてどのように確認し適合性を判断したのか。

(令和6年度第1回)

(原子力規制庁回答)

地下水排水設備によって地下水を排水し、建屋内への流入を防止する設計としていること、その地下水排水設備は、基準地震動に対して機能喪失しない設計としていること等を確認している。

また、地下水排水設備の停止により建屋周辺の水位が地表面まで上昇することを想定し、壁、扉、堰等により、建屋内への流入を防止する設計としていること、これらの浸水防護施設が基準地震動に対して機能喪失しない設計としていることを確認している。

□ 汚染水の発生を防止するための対策（地下水の過酷事故時のくみ上げ対応や耐震性等）〔 〕

汚染水の発生防止対策

過酷事故が起きて燃料が圧力容器の外に出たときに、ペデスタルに水を張って燃料を受けるといったシナリオになっていたと思う。そういう場合でも汚染水が建屋全体に広がらないようになっているのか。

（令和２年度第４回）

（東京電力回答）

建屋内の配管が破断して出た水が安全機能に影響を与えないよう、区画ごとに水密扉をつけたり、貫通部の止水処理をしたりする内部溢水対策により建屋内部での水の拡散を防止している。

地下水の排水設備

耐震性能の裕度はどの程度か。また、湧水量をどのように見積もっているのか。

（令和２年１０月１日追加質問）

（東京電力回答）

地下水排水設備（ポンプ）の耐震性については基準地震動 S_s で機能維持を図っている。

建設時の浸透流解析結果から想定湧水量（約 $1,080\text{m}^3/\text{日}$ ）を設定している。この値は地下水排水設備の排水実績と比較しても十分に裕度を持ったものである。

埋設配管の敷設状況

柏崎刈羽原発の敷地内には、破断した際、放射性物質を含んだ液体か気体が流出する埋設配管が地下に敷設されていないか。地下水に混じった場合の対処法は考慮されているか。

（令和２年１２月１１日追加質問）

（東京電力回答）

柏崎刈羽原発においては、放射性物質を含んだ流体又は気体を含む配管については、トレンチ内に敷設する構成としており、敷地内に直埋設している配管はない。

(15) 緊急時対策所

東京電力は、5号機原子炉建屋内に緊急時対策所を設置し、電源設備の多重性・多様性を確保するとともに、陽圧化装置等により、重大事故が発生した場合においても事故対応要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないと評価している。また、重大事故等に対処するために必要な情報を把握するため、安全パラメータ表示システム（SPDS）、衛星電話設備、無線連絡設備等の通信連絡設備を配備し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、それらの対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、緊急時対策所の機能や広さ等が議論となり、東京電力から緊急時対策所の最大収容人数や設備等について説明を受けた。また、現地視察において、緊急時対策所の状況を確認した。

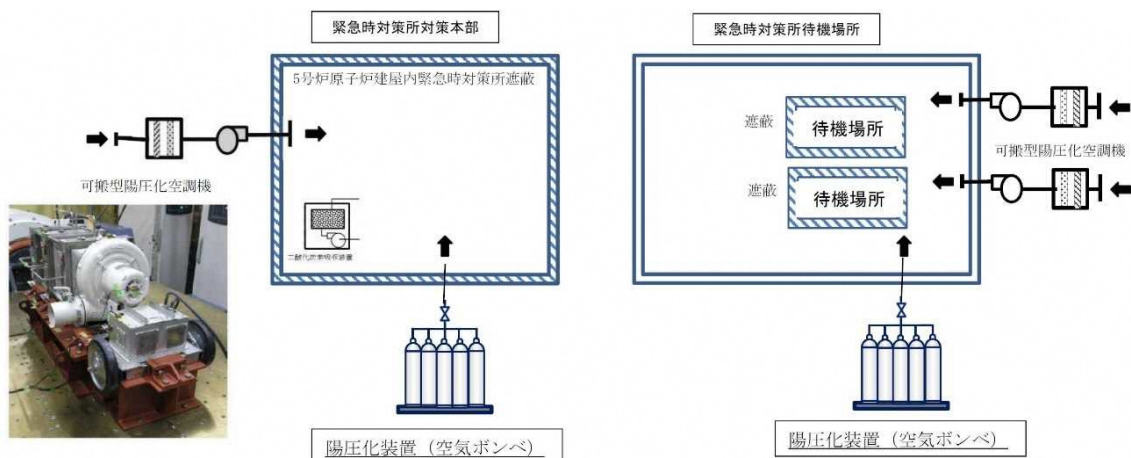
追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成30年度第1回委員会資料1-1より

新規制基準では、重大事故等に対処するための適切な措置が講じられるよう、事故時の対策拠点として、原子炉制御室以外の場所に、緊急時対策所を設置すること、緊急時対策所と原子炉制御室は共通要因により同時に機能喪失しないこと、福島第一原発事故と同等の放射性物質の放出量を想定し、緊急時対策所内の要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと等を要求している。

設置変更許可の審査において、事故状態の把握や判断、事故収束のための指揮、所外への通報連絡等の活動拠点として必要な機能や設備を備え、要員が活動できる施設を設置する方針であること等を確認している。



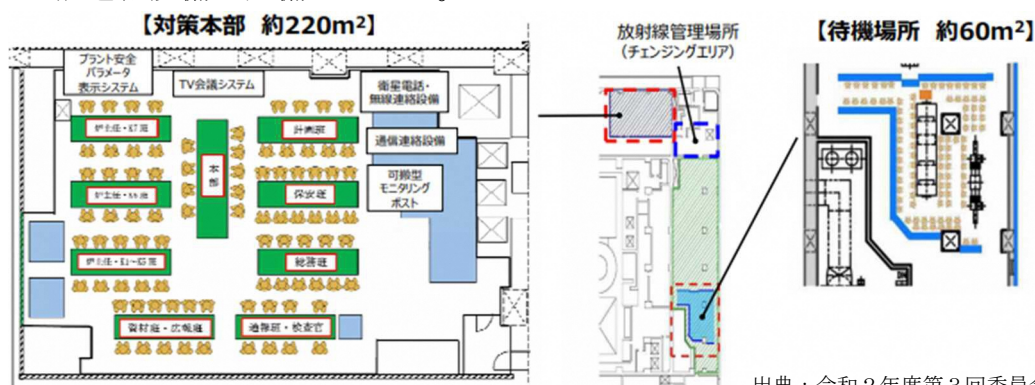
出典：平成30年度第1回委員会資料1-1

□ 東京電力の説明 令和2年度第3回委員会資料2より

緊急時対策所は、6、7号機の重大事故等に対処するために必要な数の要員174名（最大収容184名）を収容できる広さとし、中央制御室との共通要因により同時に機能喪失しないよう離れた位置（5号機内）に設置している。

また、電源設備の多重性又は多様性の確保、対策要員に対する居住性対策等、規制要求を満足するよう設計している。

加えて、重大事故等に対処するために必要な情報を把握するために安全パラメータ表示システム（SPDS）、衛星電話設備、無線連絡設備等発電所内外との通信連絡設備を配備している。



〈関係する国の基準〉

- ・ 設置許可基準規則
 - 第31条（監視設備）
 - 第34条（緊急時対策所）
 - 第35条（通信連絡設備）
 - 第60条（監視測定設備）
 - 第61条（緊急時対策所）
 - 第62条（通信連絡を行うために必要な設備）
- ・ 重大事故等防止技術的能力基準
 - 1. 17（監視測定等に関する手順等）
 - 1. 18（緊急時対策所の居住性等に関する手順等）
 - 1. 19（通信連絡に関する手順等）
- ・ 実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

② 技術委員会における確認例

□ 施設の機能や広さ []

緊急時対策所への物資の搬入や人の移動

5号機に緊急時対策所が設置されているが、エレベーターが使えない場合に物資の搬入や人の移動に困難と不便があるが、対策を考慮しているのか。
(令和2年12月11日 追加質問)

(東京電力回答)

初動で必要な物資（水や食料、放射線防護具など）は緊急時対策所近傍に7日分確保している。緊急時対策所の近くにはエレベーターが設置されているが、大規模な地震などが発生した場合は機能停止するので、必要物資などの搬入は階段となる。

なお、重大事故時には原子炉建屋内のアクセスルートを使用して緊急時対策所に移動するが、原子炉建屋1階の入り口から緊急時対策所まで約2～3分程度で到着できるので、移動が困難とは考えていない。

緊急時対策所で使用する資機材の配備場所等

保護具、保護衣、線量計の配備場所、脱着場、除染室、休憩・仮眠室、食事の場所、復旧班に作業指示する打合せの場所等は、どこに確保するのか。
(令和2年12月11日追加質問)

(東京電力回答)

放射線防護具（線量計含む）は、緊急時対策所の近傍に配備されている。着脱場、除染室も緊急時対策所の近傍にチェンジングプレースを設置する。

休憩や仮眠は、宿直室（5号機サービス建屋）が近傍にあり、30床分のベッドが用意されている。食事や打ち合わせが必要な場合は5号機サービス建屋にある執務室を使用する。

配備する資機材（一例）

品名			5号機原子炉建屋内緊急時対策所 配備数	
保護 具	不織布カバーオール		1,890着	180名（要員164 名＋自衛消防隊10名＋余裕，以下同）×7日×1.5倍
	ゴム手袋		3,780双	180名×7日×1.5倍×2
	ろ過式呼吸用保護具		810個	180名×3日（除染による再使用を考慮）×1.5倍
計測 器	個人線量計	電子線量計	180台	180名（要員164 名＋自衛消防隊10名＋余裕）分
		ガラスパッチ	180台	180名（要員164 名＋自衛消防隊10名＋余裕）分
	GM汚染サーベイメータ		5台	
資料	重大事故対策の検討に必要な資料		1 式	・ 発電所周辺の地図 ・ 系統図及びプラント配置図 ・ 事故時操作基準 等
その他	飲食物		3,780食 2,520本	180名×7日×3食 180名×7日×2本 1 日分以上の食料及び飲料水を待避室内に保管し，残りの数量は5号機原子炉建屋に保管

出典：令和2年度第3回委員会資料2

プラントパラメータの把握

緊急時対策所には、中央制御室の安全パラメータ表示システム（SPDS）の情報がすべて送られるようになっているのか。プラントのパラメータや警報がリアルタイムで把握できるのか。中央制御室やプラント内の状況を視覚的に知るためのテレビカメラは設置されているのか。

（令和２年 12 月 11 日追加質問）

（東京電力回答）

SPDS のデータはすべて緊急時対策所に送信されており、リアルタイムで確認は可能だが、中央制御室の主盤で発報する警報の送信はない（伝送異常などの警報は送信される）。

中央制御室の状況は平時においても当直長とテレビ会議を実施しており、視覚的に知ることが可能。また、プラント内は各所に設置したカメラで状況の確認が可能。ただし、カメラはシビアアクシデント設備ではないため、重大事故などにおいて確実に使用可能な設備ではない。

(16) 水素爆発対策

東京電力は、原子炉建屋最上階に静的触媒式水素再結合装置(PAR)を設置するとともに、格納容器ベントにより水素濃度を下げる対策を整備し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

また、東京電力はブローアウトパネルや原子炉建屋トップベントにより水素濃度を下げる対策を自主的に整備するとともに、格納容器のフランジなど、水素の漏えい箇所に着火源となる機器を置かない運用をしているとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、GOTHIC コードによる水素爆発対策の有効性の評価等が議論となった。委員から、GOTHIC コードの精度に対する懸念が示され、解析結果における不確かさの評価や解析の高度化を求める意見が出されたことに対し、原子力規制庁からは、大きな保守性を持たせて解析が行われている他、水素爆発対策として PAR だけでなく様々な対策が整備されているとの説明があった。また、現地視察において、PAR やブローアウトパネルの強制開放装置、原子炉建屋トップベントの設置状況を確認した。

現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

東京電力には、追加の水素爆発対策や水素の挙動に関する解析の高度化などにより更なる安全性向上に積極的に努めてもらいたい。また、新たな知見が明らかになれば発電所の安全性への影響を確認してもらいたい。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

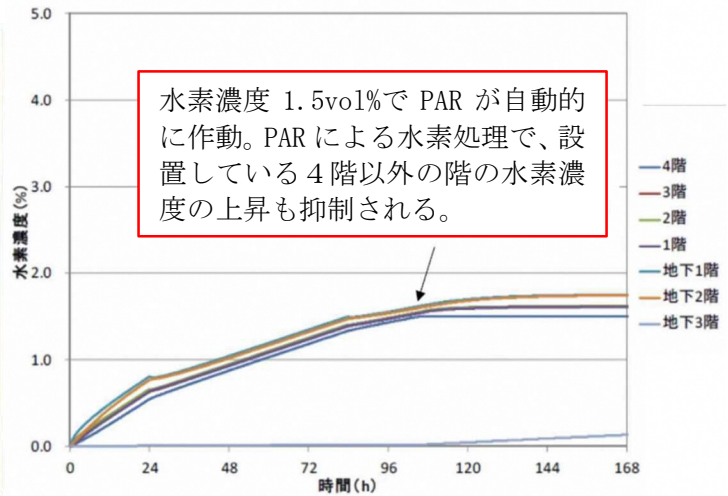
新規制基準では、炉心の著しい損傷が発生した場合において、水素爆発による原子炉建屋の損傷を防止するための対策を要求している。

設置変更許可の審査において、PAR、原子炉建屋水素濃度計を設置する等、水素爆発による原子炉建屋の損傷を防止する対策が適切に実施される方針であることを確認している。



静的触媒式水素再結合装置 (PAR)

出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1

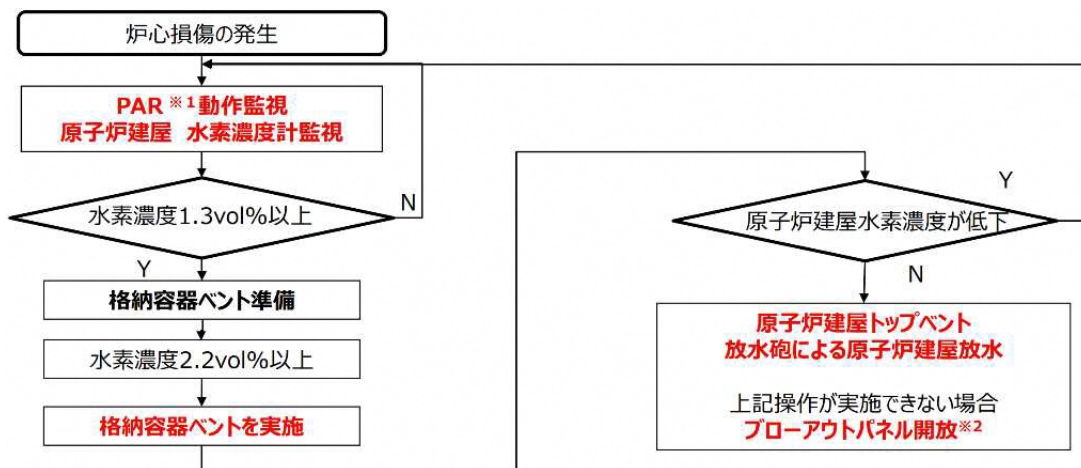


水素濃度の時間変化 (原子炉建屋全域)

出典：令和 3 年度第 3 回委員会資料 2-2 (赤枠部を追記)

□ 東京電力の説明 令和 4 年度第 3 回委員会資料 6-1 より

炉心損傷の発生後、水素爆発による原子炉建屋の損傷を防止するため、原子炉建屋最上階に PAR を設置した。この装置は、起動操作や電源なしで水素を酸素と再結合させ、水蒸気に変えることで水素濃度を低下させる。PAR による処理によっても水素濃度の上昇が継続する場合は、原子炉格納容器ベントの実施や原子炉建屋トップベント、ブローアウトパネルを開放して濃度を下げることに加え、放水砲により放射性物質の拡散を防止する。



※ 1 燃料有効部被覆管の全量のジルコニウムが反応して発生する水素(約1600kg)を処理する能力

※ 2 設備の改造により遠隔操作が可能となったため原子炉建屋トップベントより優先して使用する手順に変更予定

原子炉建屋水素濃度上昇時の対応フロー



出典：令和4年度第3回委員会資料 6-1

〈関係する国の基準〉

- ・ 設置許可基準規則
 - 第53条（水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備）
- ・ 重大事故等防止技術的能力基準
 - 1.10（水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等）

② 技術委員会における確認例

□ 原子炉キャビティ内の水素爆発対策等〔 〕

水素滞留の懸念

オペレーティングフロアは広い空間になっている。壁面に設置されている PAR で水素が処理できるのか。水素が建屋上部に滞留してしまうことはないのか。

（令和2年度第7回）

（東京電力回答）

水素と酸素が再結合する際の発熱エネルギーにより攪拌される。GOTHIC 解析により水素濃度分布が全体的に同じになることを確認している。解析コードは様々な実験によりバリデーション（検証）されていることを確認している。

PAR による水素爆発対策の有効性の確認

現状、どこまで PAR を柏崎刈羽原発に導入済みで、どこまで動作確認を行ったのか。水素爆発が起きるような状況では、地震や津波により PAR や配管にも被害が想定される。地震が発生した場合、PAR による水素爆発対策が問題なく機能することを検証する必要があるが、数値シミュレーションを含めた実証試験は検討しているのか。

(令和 6 年 4 月 29 日追加質問)

(原子力規制庁回答)

全 56 基の PAR について使用前事業者検査が行われており、その中で触媒カートリッジの機能検査が行われている。使用前事業者検査に対し原子力規制検査を実施した結果、PAR の設置に関して特段の問題は確認されていない。

また、PAR 本体、架台、取付ボルト及び基礎ボルトについて、基準地震動 Ss による地震力に対して十分な構造強度を有していることを耐震計算書で確認している。PAR に配管や動的機器は接続されておらず、周辺の雰囲気は自然対流により直接取り込む構造となっており、地震時にも形状が維持され、機能を発揮することを確認している。

積雪時のトップベントの開放

屋上に雪が積もっている状態でトップベントを開ける作業は可能か。

(令和 3 年度第 2 回)

(東京電力回答)

一定の積雪量になったら除雪してアクセスが出来るようにする手順となっているため、大雪の時も対応可能と考えている。

□ その他 []

水素濃度の解析結果と着火リスクの排除

解析モデルで得られる水素濃度は、計算格子体積の平均値になっているのではないかと。このため局所的に高濃度の部位があっても、平均化され最大濃度が低めになるのではないかと。

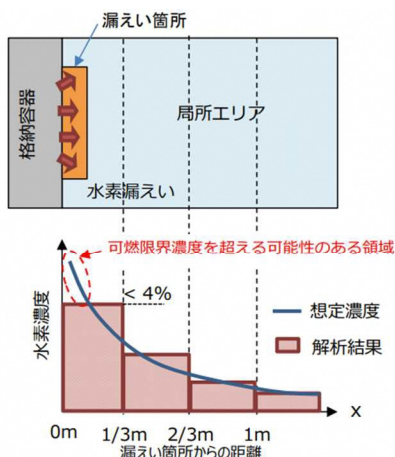
水素濃度が 4 %を超えた領域が一つでもあれば爆発するということではなく、着火源があるかというところが大事なので、それを含めた説明をお願いしたい。(令和 5 年度第 2 回、令和 5 年 9 月 8 日追加質問)

(東京電力回答)

計算格子内の水素濃度は平均値では可燃限界濃度以下となっているが、格納容器から漏えいする水素濃度は約 30vol% であり、漏えい箇所から 1/3m (解析モデルのメッシュ幅の設定値) 以内の更に限定的な領域は、可

燃限界濃度以上となることが考えられる。

漏えい箇所から1/3m以内の領域に、着火リスクのある機器（火花を発生させる可能性のある電気・計測制御機器）は設置していないことから、水素爆発対策はされていると考えている。



漏えい箇所直近領域における解析結果と実際の濃度の違い（イメージ）



可燃限界濃度を越える可能性がある領域 (S/C出入口ハッチ)

出典：令和5年度第4回委員会資料 6-1



①上部D/W機器搬入用ハッチ



③下部D/W機器搬入用ハッチ



②上部D/W所員用エアロック



④下部D/W所員用エアロック

所員用エアロックの開度表示機等があるが、全てプラント通常運転時から電源「切」状態のため、過酷事故時に通電することはない。

フランジ・ハッチ周辺の着火源となる機器の有無

出典：令和5年度第4回委員会資料 6-1

水素爆発対策や解析コードの高度化

GOTHIC コード（※１）の解析に加え FLUENT（※２）等の熱流体解析も交えて問題解決策を考えるべきではないか。GOTHIC コードは比較的大きな空間の平均値になるので、科学的レベルの数値的な議論には向かないと思う。

（令和６年２月１９日追加質問）

（東京電力回答）

局所エリア水素挙動解析は、水素滞留防止対策の要否と、対策の有効性（水素の滞留が生じる場所がないこと）を確認することを目的に実施している。

一部の局所エリアに対しては、水素滞留防止対策（スリット式扉への変更、逆流防止ダンパの撤去）を実施し、解析結果から全局所エリアにおいて可燃領域に入るような水素の滞留が生じないことを確認している。

格納容器内のガスの漏えい箇所近傍（GOTHIC コードの解析メッシュサイズ 1/3m 範囲内）に、着火源となる機器を設置しない水素爆発防止対策を講じていることから解析の目的に対する評価と対策はできていると考えている。ATENA（※３）や各電力とともに追加の水素防護対策や解析に関する検討は継続する。

（※１）計算負荷が小さく、実現象で時間・日単位の解析が可能

（※２）計算負荷が一般に大きく、実現象の時間が秒～分程度の解析が可能

（※３）原子力エネルギー協議会

GOTHIC コードによる不確かさの定量評価

GOTHIC コードによる解析結果と実験の比較に関する文献があればその比較結果を示してもらいたい。また、その結果に基づいて、解析と実験結果の不確かさの幅を定量的に示してもらいたい。

（令和６年６月９日追加質問）

（原子力規制庁回答）

GOTHIC コードによる解析結果と実験の比較については、審査資料において示されている。解析によるガス濃度分布等の再現性を確認している。なお、再現性を示すデータについては、事業者において商業機密に属するため公開できないとされていることから、非公開となっている。

解析によるガス濃度分布等の再現性については、試験結果との比較により定性的に確認しているが、不確かさの幅の定量的な確認は行っていない。

PAR の効果については、水素発生量、原子炉格納容器漏えい率等の入力条件に大きな保守性を持たせて解析を行っており、その結果、原子炉建

屋オペレーティングフロアの水素濃度を可燃限界未満に抑制できることを確認している。

水素挙動の評価は一定の条件を仮定したものであり、その結果には大きな不確かさを含んでいること、原子炉建屋の水素爆発による重大事故等対策等への影響の大きさ等を考慮し、PAR による対策だけでなく、原子炉格納容器から原子炉建屋への水素の漏えいを抑制する対策として、原子炉格納容器ベントの実施判断基準の設定を含む体制が整備されていること等を確認している。

(東京電力回答)

GOTHIC コードは実験結果との比較により検証されたコードになる。

原子炉建屋内水素挙動解析と状況に近い NUPEC の試験（水素の代わりにヘリウムを使用）と GOTHIC コードの比較では、ヘリウム濃度のピーク発生時点において、ドーム部においては約 25%、放出位置近傍においては約 35%の**差異**（解析値の方が実験値よりも大きい）が生じている。

自然対流や温度上昇の PAR の性能への影響

自然対流の影響とか周辺の温度の影響で PAR の能力がどう変わるかという質問に対して、悪影響を与えるものではないということだけ言っているが、自然対流がなければ、次から次に水素はやってこないの、自然対流は、むしろいい影響を与えるはずだし、化学反応で温度が上がったらより反応が促進して、いい方向に行くのかもしれない。そういうことも含めて、性能にどう影響を与えているのかを説明してほしい。

PAR の性能に悪影響がないとしか回答していないが、むしろ性能が上がる場合もある。そういうものもとらえておく必要があるのではないか。

(令和 6 年度第 3 回)

(原子力規制庁回答)

PAR については、最高使用温度 300℃で設計していて、そこまで温度が上がっても水素除去能力が確保できることを確認している。SA 時の原子炉建屋内の環境条件で PAR の性能に悪影響がないということが実証試験で確認されているので、それをもって性能に影響が無いと我々としては判断している。

(17) 原子力災害時の情報発信

国は、緊急時の情報共有システムを用いた原子力施設の状況の第一報に始まり、順次、官邸、内閣広報室、オフサイトセンター、原子力施設事態即応センター等の関係部署との情報連絡・共有を行い、政府としての一元的な情報発信のための広報体制を構築して、随時情報発信を行うとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、事故時のリスク・コミュニケーション等が議論となり、原子力規制庁から「止める・冷やす・閉じ込める」の安全機能に関する情報を正確かつ速やかに伝えることが原則等の説明を受けた。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 令和6年度第1回委員会資料6より

原子力施設の事故・トラブルにより警戒事態となった以降は、施設敷地緊急事態や全面緊急事態といった状況の変化に対応して、事故警戒本部等の情報収集・連絡・共有の体制を整え、緊急時の情報共有システムを用いた原子力施設の状況の第一報に始まり、順次、官邸、内閣広報室、オフサイトセンター（OFC）、原子力施設事態即応センター等の関係部署との情報連絡・共有を行うとともに、政府としての一元的な情報発信のための広報体制を構築して、随時情報発信を行うこととしている。

② 技術委員会における確認例

□ 原子力災害時の情報発信 []

原子力災害時の通報事象の説明

「原子力災害対策特別措置法に基づき原子力防災管理者が通報すべき事象等に関する規則」第7条によれば、[法第10条](#)に基づき通報すべき事象として、原子力緊急事態に至る可能性のある事象を14項目に分けて列挙している。これらの事象について情報発信する場合、リスク・コミュニケーションの観点から、どのような説明内容を事前に準備しているのか。

(令和3年3月17日追加質問)

(原子力規制庁回答)

原子力災害時には、原子力発電所の状況をまとめた資料を作成することとしており、その資料の中で、14項目に相当する「止める・冷やす・閉じ込める」といった安全機能に関する情報も記載することとなっている。訓練においては、それら情報について、必要に応じて図を使用するなど、

分かりやすい説明となるよう改善を重ねている。記者会見時には当該資料を配布した上で、広報官が説明することになっている。

リスク・コミュニケーションの基本原則

福島第一原発事故時には、政府および東電は意図的にメルトダウン等の用語の使用を避けた。原子力規制委員会の設置と新規制基準の制定等によって、原子力災害時の情報発信にも大きな変更があったものと考ええるが、現在の原子力災害時のリスク・コミュニケーションの基本原則について説明をいただきたい。 (令和3年3月17日追加質問)

(原子力規制庁回答)

原子力災害時の情報発信の原則は、事業者から正確な情報収集に努め、それに基づき、原子力発電所の安全を確認する上で重要となる「止める・冷やす・閉じ込める」の安全機能に関する情報等を正確かつ速やかに伝えること。ただし、緊急時には不確定な情報が発信されることもあり得るため、正確な情報が得られれば直ちに訂正したり、状況が落ち着いた後に、より正確な情報収集に努め、発信することも重要と考えている。

関係機関の情報共有

適切な情報を遅延無く伝達することが重要であると考えている。国、県、地元市町村、東京電力とのやりとりを行うシステムについても確認しているか。あるいは、訓練などを行うことは考えているか。

(令和6年度第1回)

(原子力規制庁回答)

原子力防災ネットワークという電力事業者、国、地方自治体等を結んだ独自のネットワークを組んでいる。また、関係者がクロノロジーを閲覧できるようなシステムを組み、情報交換をリアルタイムで行う体制を整備している。また、原子力防災訓練を年1回くらい行い、電力事業者や規制庁の職員も参加して情報共有の方法を確認している。

(18) 耐震評価

東京電力は、最新の知見を踏まえて、基準地震動や基準津波を設定し、建屋や設備への影響がないこと等の評価しており、原子力規制委員会は、新規規制基準の審査において、その評価の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、海域や陸域の断層の活動性や地すべりの影響等が議論となった。佐渡海盆東縁断層の有無、真殿坂断層の活動性、敷地内や敷地周辺の断層・地すべりの影響については、2つの異なる意見が出されたが、原子力規制庁からは、柏崎刈羽原発6、7号機の審査の中で、海上音波探査の解析結果や反射法地震波探査結果、他機関の調査結果、文献調査、変動地形学的調査、地質調査、地球物理学的調査等を総合的に検討した東京電力の評価の妥当性を確認している等の説明があった。

その上で、発電所の安全性を担保するには断層の活動性や地すべりの成因等についてさらに詳しく解析するべきとする意見[]と、現時点の知見において問題となる点はないとする意見が出され、意見の一致は見なかった。

原子力規制委員会は新規規制基準の審査において、様々な調査や文献等を総合的に評価した上で基準地震動が策定されていること、基準地震動による地震力に対して安全機能が損なわれないこと等を確認しており、当委員会としては、その判断を否定するものではない。

地層・地質に関しては一般に得られるデータが限られ、その解釈も見解が分かれる場合があることを考えると、原子力規制委員会や東京電力には、今後とも継続してデータの収集に努め、新たな知見が得られた場合はそれが発電所の安全性に影響を与えるかどうかをその都度確認してもらいたい。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成30年度第1回委員会資料1-1より

新規規制基準では、設計基準対象施設は耐震重要度の区分に応じた地震力に十分に耐える設計にすること、耐震重要施設は基準地震動による地震力に対して安全機能が損なわれない設計にすること等を要求している。

設置変更許可の審査において、最新の知見を踏まえて適切に基準地震動が策定されていること、地震力に対して十分に耐え、安全機能が損なわれない耐震設計方針としていることを確認し、新規規制基準に適合しているとした。

基準地震動の最大加速度値 (cm/s²)

□ … 変更・追加箇所

基準 地震動	対象とする地震		評価 手法	荒浜側			大湊側		
				NS方向	EW方向	UD方向	NS方向	EW方向	UD方向
Ss-1		F-B断層 による地震	応答 スペクトル	2300		1050	1050		650
Ss-2			断層モデル	847※1 →1240	1703 (変更なし)	510※1 →711	848	1209	466
Ss-3	敷地ごとに震源 を特定して策定 する地震動	長岡平野 西縁断層帯 による地震	応答 スペクトル	600		400	600		400
Ss-4			断層モデル※2	589	574	314	428	826	332
Ss-5			断層モデル※2	553	554	266	426	664	346
Ss-6			断層モデル※3	510	583	313	434	864	361
Ss-7			断層モデル※3	570	557	319	389	780	349
Ss-8	震源を特定せず策定する 地震動 (2004年北海道留萌支庁南部地震)		—	—	—	650		330	

※1: 要素地震の補正係数の再設定による変更
 ※2: 応力降下量、断層傾斜角等の不確かさを考慮したケース
 ※3: ※2に加え、十日町断層帯西部との連動を考慮したケース

(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋、加筆 <http://www2.nsr.go.jp/data/000204129.pdf>)

出典：平成30年度第1回委員会資料1-1

□ 東京電力の説明 令和2年度第5回委員会資料3より

基準地震動 Ss を新たに策定し、耐震 S クラスの設計基準対象設備及び重大事故等対処設備の配管が基準地震動 Ss に対して機能を維持できることを評価、確認している。評価の際、地震力だけでなく、自重や重大事故等の状態で作用する圧力荷重・機械的荷重も考慮している。

【耐震補強工事の例】

- ・配管サポートの追設 (画像参照)
- ・サポート本体の強化
- ・ダンパー設置



画像提供：東京電力 HD(株)

〈関係する国の基準〉

設置許可基準規則

第4条 (地震による損傷の防止)

第39条 (地震による損傷の防止)

② 技術委員会における確認例

□ 設計・工事計画認可 []

審査内容

設計・工事計画認可の審査で、基準地震動をどういう形で設計に反映

し、どのように設備の適合性を判断したのか。（令和6年度第1回）

（原子力規制庁回答）

建物・構築物については、施設及び地盤の構造特性等を考慮したモデルを用いて、全ての基準地震動に対する時刻歴応答解析を行い、構造全体としての変形及び各部位の応力の最大値が許容限界を超えないことを確認している。

屋外重要土木構造物については、施設及び地盤の構造特性、振動特性に加え、地盤の液状化及びサイクリックモビリティ等による動的な相互作用を考慮して、有限要素法モデルによる時刻歴応答解析（有効応力解析）を行い、全ての基準地震動に対する各部位の応力の最大値が許容限界を超えないことを確認している。

機器・配管系については、全ての基準地震動による応力解析に基づいた地震応力と組み合わせべき他の荷重による応力との組合せ応力が、許容限界を超えないことを確認している。また、地震時及び地震後に機能維持が要求される設備については、設備に作用する加速度が当該設備の機能維持を確認した加速度を超えないこと等を確認している。

□ ストレステストとクリフエッジ等 []

ストレステストの目的

様々なリスクに対してある種の荷重をかけてストレステストを行い、弱点を探すことにより安全対策を向上させていくのが一番有効と思っている。裕度評価というと絶対的なものが求まるように見えてしまうが、どのように考えているのか説明をいただきたい。（令和2年度第5回）

（東京電力回答）

ストレステストは様々なリスク情報を含めて脆弱性をとらえ、弱いところをより強くしていくことで、全体として安全向上に寄与するような部分を探していく活動と思っている。

□ その他 []

基準地震動や基準津波の想定

基準地震動や基準津波の想定は、福島第一原発事故の前と新規制基準適合審査後での差はあるのか。（令和3年1月12日追加質問）

（東京電力回答）

基準地震動については、中越沖地震後にSs-1～5を策定していたが、その後、東北地方太平洋沖地震より得られた知見や新規制基準に基づきSs-6～8を追加している。

基準津波については、東北地方太平洋沖地震より得られた知見や新規制

基準に基づき評価している。

東北地方太平洋沖地震以降追加

基準地震動の最大加速度値 (cm/s²)

基準 地震動	対象とする地震		大湊側		
			NS 方向	EW 方向	UD 方向
Ss-1	敷地ごとに震源 を特定して策定 する地震動	F-B 断層による地震	1050		650
Ss-2			848	1209	466
Ss-3		長岡平野西縁断層帯 による地震	600		400
Ss-4			428	826	332
Ss-5			426	664	346
Ss-6		長岡平野西縁断層帯 による地震 (十日町断層帯西部 との連動考慮)	434	864	361
Ss-7			389	780	349
Ss-8	震源を特定せず策定する地震動 (2004 年 北海道留萌支庁南部地震)		650		330

出典：令和 2 年度第 8 回委員会資料 3

	中越沖地震後の評価※1	東北地方太平洋沖地震後 の評価
大湊側（5～7 号機） 取水口前面における最 高水位	T. M. S. L. +3. 0～+3. 1m	T. M. S. L. +6. 1～+6. 2m (T. M. S. L. +7. 2～+7. 5m)※2
大湊側（5～7 号機） 取水口前面における最 低水位	T. M. S. L. -3. 4～-3. 3m	T. M. S. L. -3. 5～-3. 0m (T. M. S. L. -3. 5～-3. 0m)※2

※1 新規制基準適合性審査前には「基準津波」と呼称していないが、当時、想定していた津波高さを示す。

※2 括弧内は入力津波の津波高さ。入力津波は基準津波を踏まえ、設計・評価を行うことを目的に、保守的な結果を与える評価条件を選定し、津波高さを評価している。

出典：令和 2 年度第 8 回委員会資料 3

参考：基準地震動策定における検討用地震の選定について

- 柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動の評価においては、敷地周辺の活断層分布、被害地震及び地震本部による長期評価から考慮すべき地震を選定し、地震波の伝播特性を考慮して、地震の発生域（海域と陸域）ごとに敷地への影響が最も大きな地震として下記のとおり検討用地震を選定した。

海域の地震：F-B断層による地震(断層長さ 36km)

陸域の地震：長岡平野西縁断層帯による地震(断層長さ 91km)

- なお、評価において下記の連動を考慮している。

I：佐渡島南方断層～F-D断層～高田沖断層（84km）

II：佐渡島南方断層～F-D断層～高田沖断層
～親不知海脚西縁断層～魚津断層帯（156km）

III：長岡平野西縁断層帯～十日町断層帯西部（132km）

- ※ I：検討用地震の選定において考慮
- ※ II：影響評価としてその地震動レベルを確認
- ※ III：長岡平野西縁断層帯による地震の評価の中で考慮

敷地ごとに震源を特定して策定する基準地震動の策定

敷地に大きな影響を与えると考えられる地震（検討用地震）を複数選定し、選定した検討用地震ごとに不確かさを考慮して、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価により、それぞれ解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映して策定する。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.



出典：令和5年度第3回委員会資料5

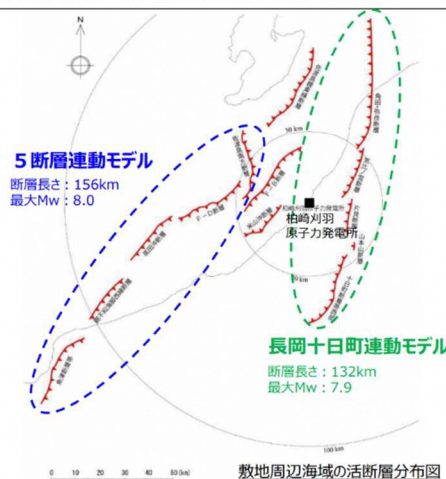
参考：津波波源の設定について

- 文献調査及び敷地周辺の地質調査結果を踏まえ、敷地に大きな影響を与える可能性がある津波波源として、敷地周辺海域の活断層による津波と日本海東縁部の地震による津波について、検討を実施。

- 基本モデルとして、敷地周辺海域の活断層については個別の活断層による津波、日本海東縁部については1領域モデルを設定。さらに、連動を考慮したモデルとして以下を考慮。

敷地周辺海域の活断層による津波：5断層連動モデル、長岡十日町連動モデル

日本海東縁部の地震による津波：2領域モデル



敷地周辺海域の活断層分布図

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社



日本海東縁部の想定波源図※

※ 地震調査研究推進本部（2003）に準ずる

出典：令和5年度第3回委員会資料5

能登半島地震を踏まえて、地震・津波について検討し、必要があれば評価の見直しと安全対策の追加などのバックフィットをすべきではないか。
(令和6年2月9日追加質問)

能登半島地震の知見については、地震調査研究推進本部等の関係機関において調査・検討が進められていると承知しているが、原子力規制庁が公開で実施する技術情報検討会の枠組みの中で収集・検討しており、今後も情報収集を継続する。

佐渡海盆東縁断層の評価

佐渡海盆東縁断層については、審査の中で東京電力だけでなく石油公団など他機関の調査結果や文献、海上音波探査の記録から、この位置に活断層は認められないことを確認している。海域の活断層については、佐渡島の東方沖から南方にかけて連動も考慮して 156km くらいの長さとし、こちらの方が影響の方が大きいと評価している。

Figure 1: Geological structure of the Kuroshio region. The figure includes a map of Japan with a red box indicating the study area, a detailed geological map of the Kuroshio region, and two seismic tomography cross-sections. The top cross-section is labeled "横断線か (2010) による 佐渡海盆東縁断層 A" and shows a deep-seated fault system. The bottom cross-section is labeled "横断線か (2010) による 佐渡海盆東縁断層 A の構造" and shows a more detailed view of the fault system. Both cross-sections show depth in meters (0 to 10000) and distance in kilometers (0 to 1150). The geological map shows various geological features such as faults, folds, and sedimentary basins. A legend on the left side of the map defines symbols for faults, folds, and sedimentary basins.

出典：東京電力(2017) 柏崎刈羽原発6号及び7号炉審査資料(平成29年12月)

（委員の意見 1）

2015 年、2016 年頃の東京大学地震研のレポートで、佐渡海盆東縁断層に微小地震が集中しているとある。活断層かどうかという評価は分かれていると思うが、基準地震動の策定にどう関わっているのか。

（委員の意見 2）

佐渡海盆東縁断層については、原子力安全委員会でも検討したが、そこが活断層と言う人は、大陸斜面が断層でできた斜面であるということを出張している。しかし、大陸斜面の形態は断層でできる断層崖の形とは全く違っている。さらに、規制庁もおっしゃったように、その下には堆積構造が見えているだけで、断層に伴う変形は反射法で全く見えていない。それを断層として評価しないのは当然だと思う。

佐渡海盆東縁の帯状地震活動・震源分布の評価

・ 原子力規制庁の説明

佐渡海盆東縁断層について、東京電力は、変動地形学の観点から佐渡海盆東縁断層の存在を指摘する文献を確認した上で、海上音波探査の解析結果、他機関の調査結果及び文献調査結果に基づき総合的に検討した結果、佐渡海盆東縁断層の存在を示唆する構造は認められないと評価しており、審査において、その評価の妥当性を確認している。

F-B 断層の端部について、東京電力は、可能な限り複数の測線や手法により得られた海上音波探査記録によってその延長部も含めて評価した結果について、審査において、その評価結果の妥当性を確認しており、原子力規制委員会としては、帯状地震活動・震源分布については、F-B 断層の活動とは関係しないものと考えている。

なお、今後、地震調査研究推進本部等の関係機関において新たな知見が得られた場合には、適切に対応していく。

（委員の意見 1）

佐渡海盆東縁の震源分布は中越沖地震の余震域・震源断層に続いているように見えることから、この震源分布が何を示すのか、解析を行う必要があるのではないか。震源一元化データに基づいて、最新の震源分布図を作成し、この震源分布を生じさせる断層はどの断層であるかを説明してほしい。また、中越沖地震を引き起こした F-B 断層の北方延長に震源が連続しているようになぜ見えるのか説明してほしい。

（委員の意見 2）

佐渡海盆東縁断層については、原子力規制庁の説明にあったように、中越沖地震以降のさまざまな調査で断層がある兆候は出ていないし、調

査した海洋地質の専門家もプログラデーション（※）であると判断している。一方、佐渡海盆東縁の大陸斜面下に活断層があると主張している研究者もいるが、その方々は一切新しい証拠を示していない。

科学的な議論はもう不要だと思うが、地震分布があるから活断層があるという理論は必ずしも成立しない。全く探査もされていなくて地質構造も分かっていないところであれば微小地震の分布を手がかりに断層の存在を検討することは行われるが、実際に探査を行っても断層が確認されない佐渡海盆東縁については、微小地震活動があるから活断層があるということにはならないと思う。この件は科学的に興味がある、あるいは柏崎刈羽原発の安全にとって心配な点かもしれないが、少なくとも、我々の今の科学的知見では、重視する必要はないと考えている。

（※）プログラデーションとは、海岸に堆積が生じ、陸地が広がって海岸線が海の方へ前進すること

寺尾付近の断層の評価

寺尾付近の断層（A断層）の成因について、東京電力は「地すべり」「非構造的断層」としているが、地すべり以外の別の解釈もあり得る。断層の成因について説明すること。（令和5年2月22日追加質問）

（東京電力回答）

地質調査によって寺尾付近の断層が地下深部に延長するものではないこと、変位の累積性が認められない（繰り返し動いた様子がない）ことを把握し、自ら地震を発生させる断層ではないと判断している。

原子力発電所の安全性の観点から確認すべき点は震源とならないことであり、その成因についてはそれぞれの見解があっても良いと考えている。

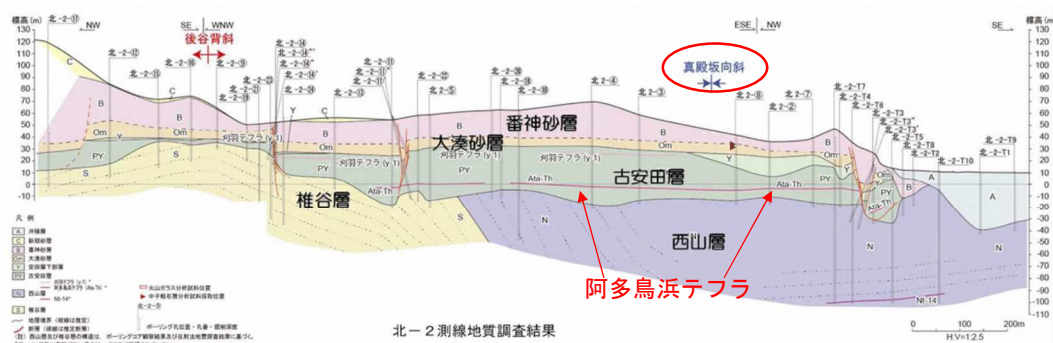
寺尾付近の断層については、震源として考慮する活断層ではないと判断した上で参考として地すべりの可能性を考え、地すべり土塊を推定しているもので、モデルの妥当性を主張するものではない。

真殿坂断層の評価（火山灰層の標高）

・東京電力の説明

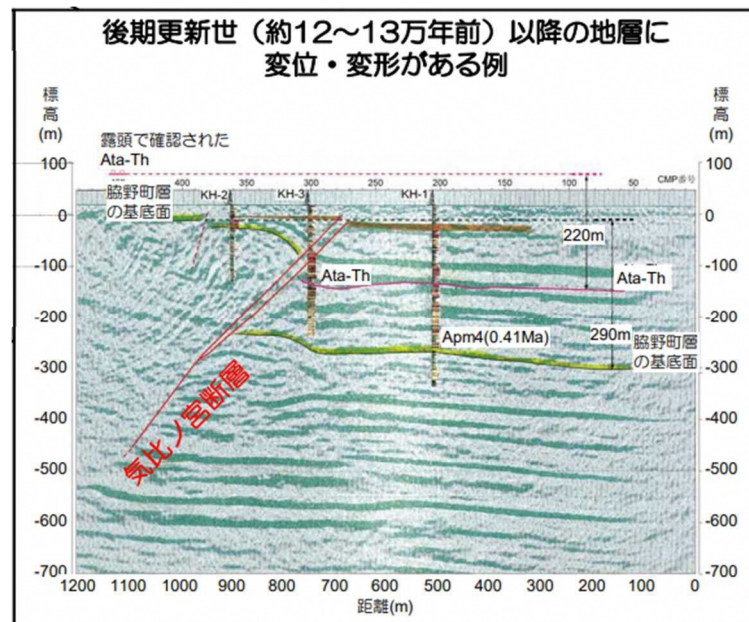
真殿坂断層の活動性について、地質断面図、敷地内の複数の断面、地質、断層を確認し、仮に真殿坂断層が動いていたとしたら、こういう変形になるということにも調和的ではないことや、気比ノ宮断層が同じ阿多鳥浜テフラ（火山灰層）を220mずらしているということが地質調査で分かっている、それと対比する形で真殿坂断層の活動を考えると、図から明らかなおりほぼ水平に堆積していると言える。

(令和5年度第4回)



縦横比 1:2.5 (参照資料 2 p. 57)

出典：令和5年度第4回委員会資料 6-2 (一部追記)



気比ノ宮測線の深部断面及びその解釈

出典：令和5年度第4回委員会資料 6-3

(委員の意見1)

火山灰層で高度変化があるかないかを断面図だけで説明しているが、褶曲軸を挟んでグラフにした方がいいのではないかな。グラフにした上で、火山灰層の勾配が真殿坂断層によってできたものでないと言えるか確認してもらいたい。

(委員の意見2)

真殿坂向斜を覆っている阿多鳥浜テフラに真殿坂向斜の動きを示すような変形があるかないか、それはこの図から自明と思われる。真殿坂向斜の構造はかなりタイトな向斜構造であるが、それに調和的な動きを阿多鳥浜テフラについてボーリングデータの精度を考慮した図から見ることは

できない。

・上記の2つの意見等を踏まえた原子力規制庁の説明

東京電力は、真殿坂向斜及びその周囲にある後谷背斜を形成する褶曲構造が椎谷層及び西山層に認められることから、両層を不整合に覆う地層に褶曲構造に調和的な構造が認められるか検討し、真殿坂断層が震源として考慮する活断層ではないとする根拠の一つとしている。

この検討は、椎谷層及び西山層を不整合に覆う地層である古安田層（仮称）中の阿多鳥浜テフラの堆積状況が、椎谷層及び西山層に認められる褶曲構造に調和的な構造が認められないことを確認するものであり、群列ボーリング調査の結果による断面図を基に、阿多鳥浜テフラがほぼ水平に分布し、標高分布が周囲のM I 面標高分布の勾配と同程度であるという東京電力の説明は妥当なものであると考えている。

真殿坂断層の評価（Sタフ）

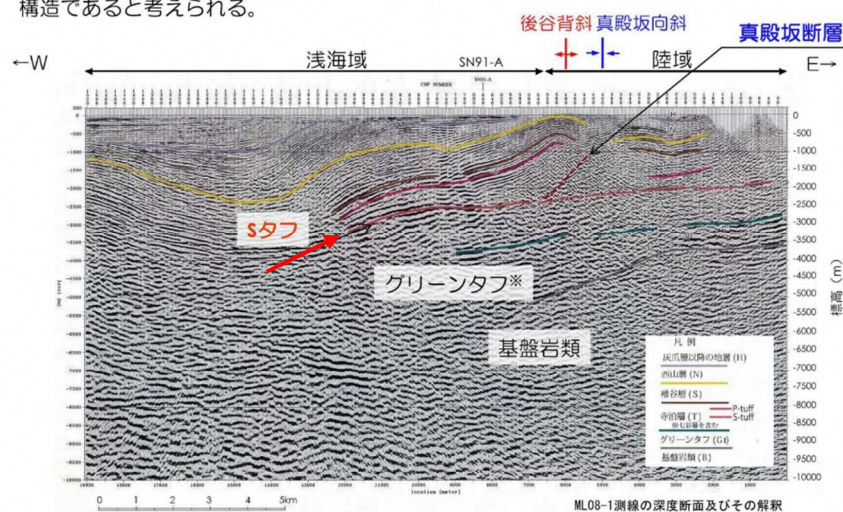
・東京電力の説明

真殿坂断層はSタフに収れんして、そこから深くまで延びていくような断層ではないと考えている。真殿坂断層は、阿多鳥浜テフラや刈羽テフラ、あるいは古安田層に変位・変形が確認できないということも併せて、後期更新世以降の活動性がないと判断している。真殿坂断層が地震を起こす断層ではないということと、将来活動する断層ではないと判断している。

（令和5年度第4回）

ML08-1測線

- 真殿坂向斜の深部に想定される真殿坂断層は、緩やかに西へ傾斜するSタフに収斂する構造であると考えられる。



出典：令和5年度第4回委員会資料 6-3（一部追記）

(委員の意見 1)

地震探査の図の真殿坂断層の長さでは変位量を賄えない。解像度の悪い西の海側の図をもって深部に連続しないと考えることはできない。層面断層を介して、より西側深部に（地震発生深度まで）連続する断層として解釈が可能である。したがって地質学的に見て、安全性の問題がないとは言えない。

(委員の意見 2)

真殿坂向斜から断層が S タフまで連続して、S タフの層面に入ったという解釈だが、S タフ層理面の断層が動いたことを示す地質構造は真殿坂断層が出会うところより深いところでは認められない。仮に S タフの層理面に沿う構造があって、動いたとしても深度は 3 km くらいであり、この地域の地震発生層（6 km～）より浅いため、地震発生には関係がない。つまり、S タフの層理面に沿う断層があるとしても、地震を考慮する必要がない断層であると思う。

・上記の 2 つの意見等を踏まえた原子力規制庁の説明

東京電力は、真殿坂断層が深部へ連続するかを反射法地震波探査結果から検討し、同断層が震源として考慮する活断層ではないとする根拠の一つとしている。

この検討では、東京電力は、反射法地震波探査結果からは、寺泊層下部に挟在する S タフ（約 -2 km～-3 km）に収斂し地下深部に連続しないと評価している。

また、地震発生層について、東京電力は、上端深さを 6 km、下端深さを 17km と設定しており、深部への連続性に基づく真殿坂断層の活動性評価については、妥当なものであると考えている。

敷地内・敷地周辺の断層・地すべり

・東京電力の説明

寺尾断層は、敷地外で重要施設が設置されていない場所なので、この断層が地震を起こすかどうかということが評価のポイントになるが、少なくとも地下数十 m くらい地質調査をした結果、深部に延びていないことが分かっているので、地震を起こすことはないと考えている。

敷地の中の断層については、何百本のボーリングを実施し、地震を起こす断層がないことは確かめているので、敷地の中が地すべりでずれて、発電所の安全性に影響を及ぼすということはないと評価している。

（令和 5 年度第 4 回）

(委員の意見 1)

敷地の工事をするときのスケッチの中に、敷地のすぐ外側、番神砂層辺りをブロック化するような露頭のスケッチがあった。寺尾の断層が、仮に東電が言うように地すべりだとすると、西山層まで切る、椎谷層まで行くような大きな地すべりとして動きうるものがあるということを示していることになってしまいがそれを考慮しているのか。

(委員の意見 2)

寺尾付近に認められるような地質構造が番神砂層に多く見られることから、地すべりを懸念するのも分かるが、5、6、7号機の重要施設直下に変位を生じる可能性がある断層等が存在するかどうかの評価は、東京電力の調査でほぼ完全に行われている。

地すべりを起こす可能性がある一番若い第四系、表層の地形の影響を受ける地質は全て取り払われている。

新第三系の地層に出ている小断層を評価するには、施設の周辺で後期更新世の地層を切っているかどうかということで判断しているが、古安田層基底をほとんどの場所で切っていないということが示されているので、安全審査の立場から言えば十分ではないか。

一部切っているという指摘もあったが、資料を見ると、古安田層基底の基盤上面にわずかな変位があるだけで、ずっと上位の最終間氷期はまったく変位・変化していないはずである。あるいは鳥浜火山灰層準の古安田層上部にも変位は及んでいないはず。今日の説明を見る限り、重要施設の中に変位を生じる可能性のある断層等があるかどうかというのは、すでに安全を確認されていると見られる。

・上記の2つの意見等を踏まえた原子力規制庁の説明

新規制基準は、耐震重要施設等の重要施設を「将来活動する可能性のある断層等」の露頭が無いことを確認した地盤に設置することを要求している。

したがって、審査では、東京電力から申請があった柏崎刈羽6号炉及び7号炉の重要施設の設置位置に認められる断層等について、「将来活動する可能性のある断層等」ではないことを確認している。

発電所敷地内には、第四紀の地層に地すべり性と判断される複数の断層も認められるため、それらは6号炉及び7号炉の耐震重要施設設置位置には認められていないことを確認している。

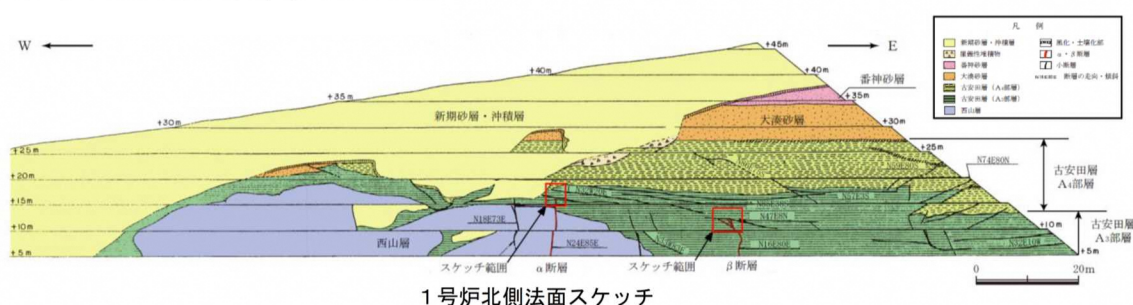
1号炉北側法面スケッチの地すべり

柏崎刈羽原発が建設されている丘陵には多数の地すべり地形が報告さ

れており、それらの複数は大きな地すべりであり、複数炉を載せられるほどの大きさである。寺尾付近においては、東京電力によって深層地すべりが解釈されている。その観点から、1号炉北側法面スケッチに示されているような地すべり形状や基底すべり面の位置、すべり方向などを解析し、地震時の敷地の地盤変状について再度考察する必要があると考えるが、地すべりによる地震時の敷地内の地盤変状についての見解と地すべり形状を示してください。（令和6年7月5日追加質問）

（東京電力回答）

1号炉北側法面については、2号炉の敷地造成時に掘削除去されており、これらの小断層は現状、分布していない。なお、重要施設の支持地盤には将来活動する可能性のある断層等はないことを確認しており、重要施設については、基準地震動に基づき地盤安定性解析や耐震設計（岩盤支持、液状化対策など）を実施し、安全性を確認している。



地盤の隆起

能登半島地震時には数mに及ぶ隆起、沈降という現象が発生したが、隆起・沈降についてどのように評価をしているのか。

（令和6年度第2回）

（原子力規制庁回答）

地盤の隆起については、約4mの隆起が確認されているが、中位段丘面の高度差も含めていろいろ分析されており、断層の連動を含めた震源断層と整合することについて、技術情報検討会でも紹介されている。能登半島沖の断層が活発に活動してきたことは、今後の志賀原発の審査の中で考慮していくことになると考えているが、他の原発にどのように展開するかということについては、まだ具体的な知見は得られておらず、今後の知見の収集状況等を踏まえて考えていきたい。

断層の連動

能登半島地震時には思いのほか連動したが、地震前の連動の評価の妥当性を確認し、柏崎刈羽原発周辺の断層の連動についても議論してもらいたい。

（令和6年度第2回）

(原子力規制庁回答)

断層の連動については、断層同士の離隔距離、傾斜方向、併走区間における断層深部での位置関係、地震活動の有無、重力探査等により推定された地下構造の連続性または不連続性を検討し総合的に評価しており、今のところ審査で確認した内容を否定するような要素はまだない。地震調査研究推進本部も含めて、いろいろな機関が評価を実施しているところであり、知見が整理されたら、技術情報検討会、さらには原子力規制委員会で対応を検討していく。

V 系断層のスケッチのせん断面の活動性

V 系断層のスケッチ及び写真によると、古安田層内にせん断面が存在している。しかし、資料の結論では「V2 断層は古安田層に変位・変形を与えていない」と記されている。スケッチには A3 部層とあるので、このせん断面は阿多鳥浜テフラの上の地層を変形させていることになる。すなわち、約 24 万年前以降のせん断面形成活動であり、12-13 万年前より古い活動なのか、新しい活動なのかは不明である。このせん断面をどのように評価するのか。

(令和 6 年 7 月 5 日追加質問)

(原子力規制庁回答)

V2断層の活動性について、東京電力は、複数箇所の試掘抗の調査結果に基づきV2断層が古安田層（仮称）に変位・変形を与えていないことから「将来活動する可能性のある断層等」ではないと評価しており、審査において、その評価の妥当性を確認している。

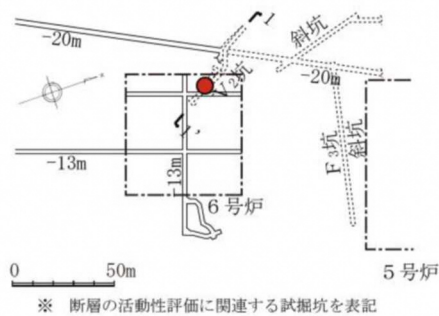
なお、御指摘のせん断面について、上位や下位へ分布が延長しておらず局所的なものであることから「将来活動する可能性のある断層等」の評価対象となるものではないと考える。

(東京電力回答)

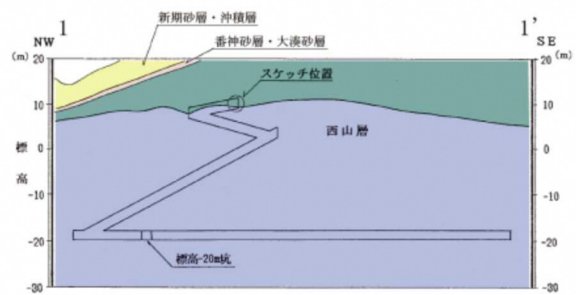
古安田層中のせん断面については、V2断層と連続しないこと、V2断層と走行傾斜が異なることから、V2断層ではないと判断している。

このせん断面は連続性のない局所的なものと考えている。このせん断面は敷地造成時に掘削除去されており、現状、分布していない。

V2断層はV2立坑において古安田層A2部層に変位・変形を与えていないことから古安田層A2部層堆積以降の活動性はないと判断している。

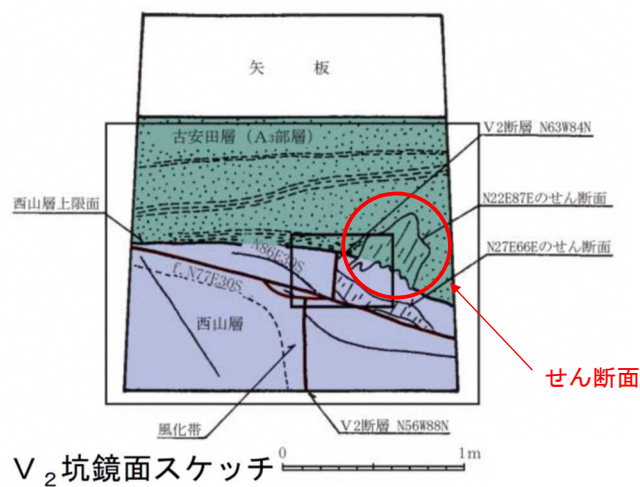


V₂坑平面図



V₂坑断面図

出典：令和5年度第4回委員会資料6-2,3 参考資料5



V₂坑鏡面スケッチ

出典：令和5年度第4回委員会資料6-2,3 参考資料5（一部追記）

V系断層のスケッチのせん断面の評価

・規制庁の説明

V2断層の写真、スケッチは建設時に確認したもので、この場所が残っておらず、写真と資料でしか判断できない。私たちが見る限りは、V2断層との関連で説明せざるをえないが、V2断層以外の評価をしている立坑や、様々な観測箇所も含めて、このようなせん断面がほかに見られないことから局所的なものと見ている。

（委員の意見1）

耐震について評価しなくてもいいということだったが、少なくとも私が見る限りは非常に大きい断層で、これが地震を起こすような断層でなくとも、例えば、地震が起こったときに大きな地盤変状を起こす可能性もあるということを心配している。大きな段差を起こしうる、地盤変状を起こすような断層があるということをどうして評価しないのか。

方向的に北北東・南南西走向で、割と高角で傾斜方向に滑りを持つような断層として映っていることから、おそらくV2断層以外の系統の断層

になる。そちらとの関係をきちんと議論してほしい。

（委員の意見２）

仮に地震を発生させる震源となりえる断層ではない場合でも、地震時に大きなずれを起こすのではないかと、それが心配なので確認するべきではないかということを行っているが、このせん断面が12～13万年の地層に変位を与えているとは考えにくい。実際にせん断面であっても、将来変位を生じる可能性のない断層として判断される。このせん断帯は将来活動する可能性がないと判断されるものだと思う。

(19) 使用済燃料プールの安全対策

東京電力は、既存の設備に加え、消防車による使用済燃料プールへの注水及びスプレイに必要な設備や手順、シビアアクシデント時においても測定可能な超音波式水位計や熱電対式水位・温度計、監視カメラ等を整備し、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、使用済燃料プールのリスク等が議論となり、東京電力から福島第一原発事故後に実施した安全対策等について説明を受けた。

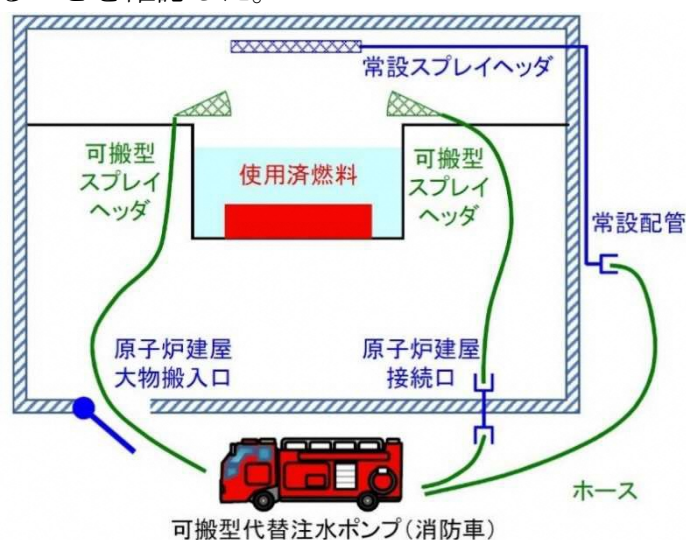
追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

新規制基準では、使用済燃料プールの冷却機能又は注水機能が喪失し、又は水の漏えい等により水位が低下した場合でも、燃料体等を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するための対策として、可搬型代替注水及びスプレイ設備を整備すること、水位・水温を計測及び監視するための設備を整備することを要求している。

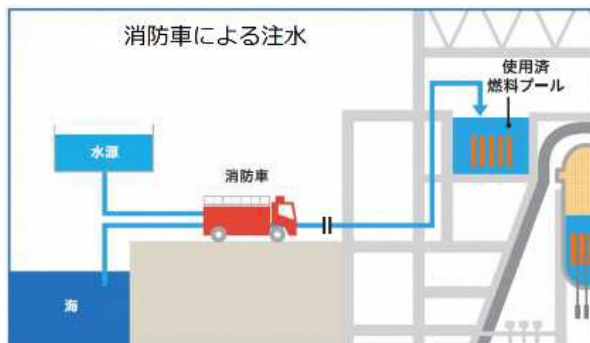
設置変更許可の審査において、可搬型代替注水ポンプ（消防車）による注水及びスプレイの手順を整備することや水位計、水温計、放射線モニタ、監視カメラを設置し、使用済燃料プールの燃料損傷を防止する対策が適切に実施される方針であることを確認した。



出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1

□ 東京電力の説明 令和2年度第5回委員会資料3より

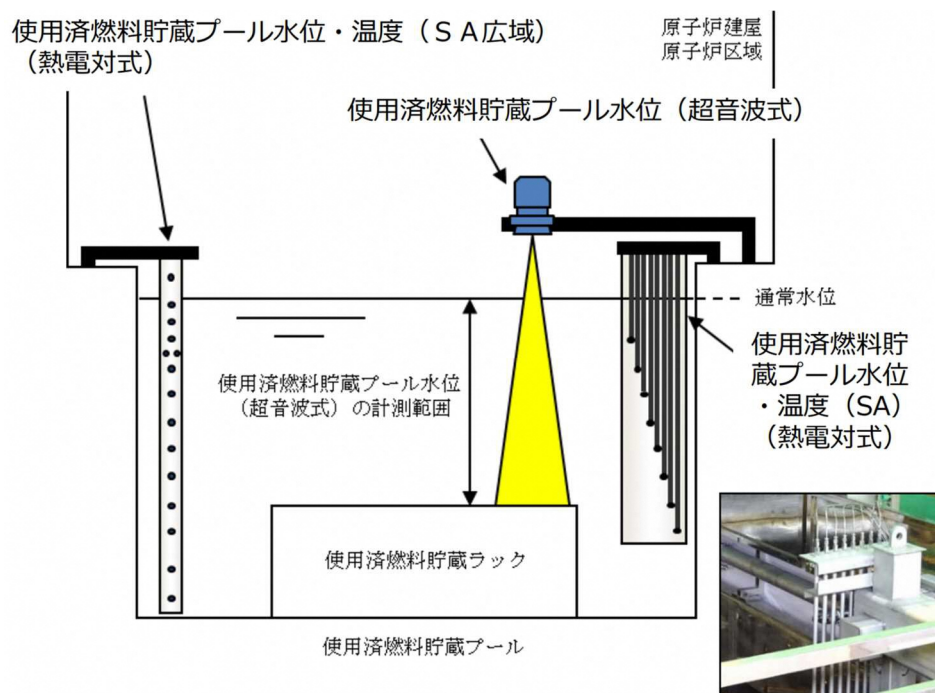
使用済燃料プールを冷却するため、既存の設備に加え、新たに消防車による使用済燃料プールへの注水及びスプレイを追加した。



出典：令和2年度第5回委員会資料3

また、使用済燃料プールの水位を監視するため、既存のフロート式水位検出器に加え、シビアアクシデントにおいても測定可能な超音波式水位計と熱電対式水位・温度計を追加した。

さらに、使用済燃料プールの状態を監視するカメラを設置した。



出典：令和2年度第5回委員会資料3

〈関係する国の基準〉

・設置許可基準規則

第16条（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）

第54条（使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備）

- ・重大事故等防止技術的能力基準1.11（使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等）

② 技術委員会における確認例

□ 使用済燃料プールの安全対策設備等 []

使用済燃料プールの事象想定等

使用済燃料プールの水位が低下する場合は、どのような事象を想定しているのか。使用済燃料プールは構造的に十分頑強であるのか。

（令和2年度第5回）

（東京電力回答）

サイフォン現象のようなことが原因で水が抜けるような事象、冷却機能が喪失して水が蒸発するようなことを想定している。

また、使用済燃料プール自体は十分な強度（※）があると考えている。

（※）水頭圧による荷重、地震荷重に加え、誤って燃料集合体を落下させてしまった場合に発生する荷重に対して、貯水機能を維持するための十分な強度

□ その他 []

使用済燃料プール水の漏えい緩和対策

大破した燃料プールに散水が続けても、プールが補修され、貯水できるようにならない限り、いつまで経っても事態は収束しない。使用済燃料の搬出にも着手できない、最終的な収束プランはあるのか。

（令和2年12月11日 追加質問）

（東京電力回答）

使用済燃料プールから漏えいしている場合に、シーل材を張り付けたステンレス鋼板を使用済燃料プール開口部付近までロープで吊り下ろし、漏えいするプール水の流れやプール水による水圧を利用して開口部を塞ぐことで漏えいを緩和する手段を備えている。

クラッドによる汚染対策

定期検査で、燃料プールで燃料検査を実施した際などに発生するクラッド（CRUD：腐食酸化物）は放射線レベルが著しく高い。これらが除去されない状況で、プールが破壊された場合や破損した場合には、超高線量のクラッドが破口に勢いよく吸い込まれ、水に運ばれてその流出経路や飛散箇所をことごとく汚染させることになるため、プール内のクラッドの定期的な除去などが必要と考える。

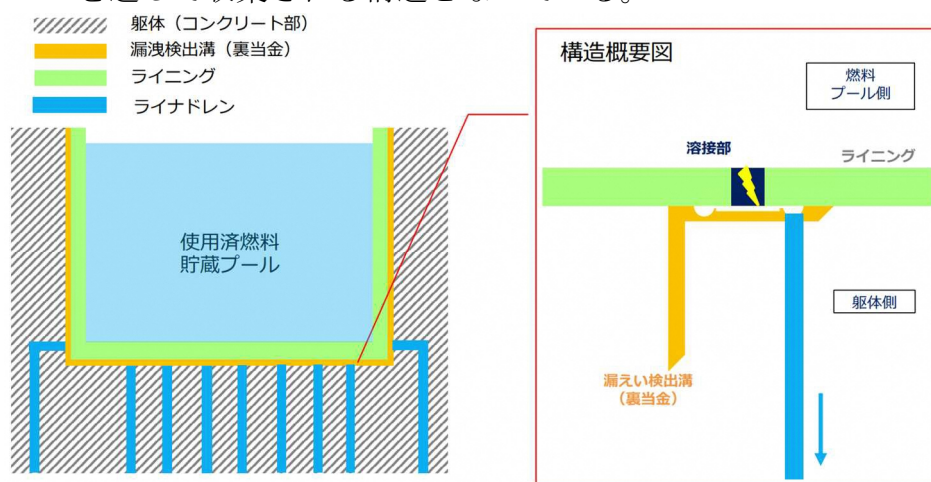
（令和3年度第1回）

（東京電力回答）

柏崎刈羽原発では、放射性クラッドの要因となる給水中の鉄濃度を低く

抑えられていること等から、燃料被覆管等に付着しているクラッドは少量である。また、燃料被覆管等からクラッドを除去する超音波洗浄は実施しておらず、使用済燃料プールの底部に高線量クラッドが多量に落下している状況にはない。

なお、使用済燃料プールが破損した場合、漏えいしたプール水はライナドレンを通じて収集される構造となっている。



使用済燃料プールの構造

出典：令和3年度第5回委員会資料8-2

スロッシングによる溢水量

地震による溢水量は、事前に解析等で予測しているのか。

(令和5年度第3回)

(東京電力回答)

解析では基準地震動 S_s を入力すると柵の高さを超えるようなスロッシングが起り、7号機で約600t 溢れると評価している。ただ、600t～700tの水が出たとしても、燃料プールへの水の補給により水位を回復させるため、プールの中の燃料の冷却、遮へい機能は十分まかなえるため安全性については問題ないことを確認している。

能登半島地震時のスロッシングによる溢水量の違い

能登半島地震時、6号機と7号機で溢水の量がずいぶん違うが、何か構造的なものか、あるいは揺れの違いにより、スロッシングの状況が違ったのか。

6号機の溢水量が多かったということについて、地震加速度や建物の構造の違いという観点できちんと解析して説明してもらいたい。

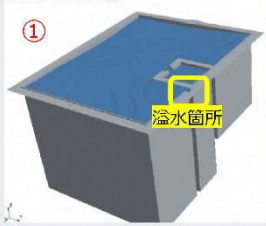
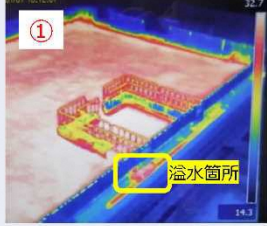
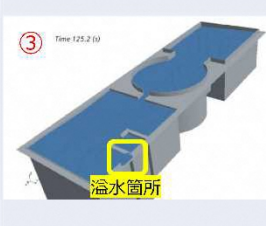
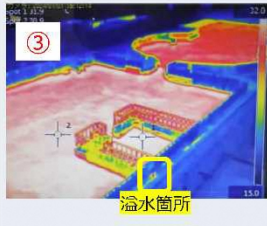
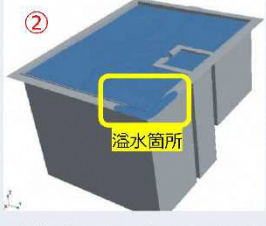
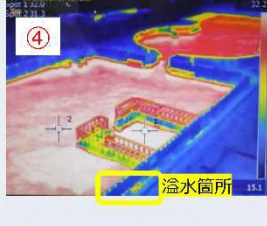
(令和5年度第3回)

(東京電力回答)

能登半島地震の6、7号機の観測記録(原子炉建屋地上3階)から作成し

た加速度応答スペクトルを比較した結果、スロッシングに影響が大きいと考えられる固有周期帯において、顕著な違いが無いことから、プール水張り範囲が主たる要因と推定された。

この点を明確にするため、プール水張り範囲が違うモデルに対して、地震入力条件を同一にした解析を実施したところ、3連プールよりも単独プールの方が溢水量が多くなる傾向となったため、溢水量に違いが生じた原因として、プールの水張り範囲の違いが大きかったと考えている。

6号機		7号機	
溢水量の解析結果	SFPカメラ映像	溢水量の解析結果	SFPカメラ映像
 ① 溢水箇所 解析時間：16時12分4.7秒	 ① 溢水箇所 観測時間：16時12分7秒	 ③ 溢水箇所 解析時間：16時12分5.2秒	 ③ 溢水箇所 観測時間：16時12分14秒
 ② 溢水箇所 解析時間：16時12分34.7秒	 ② 溢水箇所 観測時間：16時12分37秒	 ④ 溢水箇所 解析時間：16時12分34.7秒	 ④ 溢水箇所 観測時間：16時12分37秒

出典：令和6年度第3回委員会資料8

1～6号機の安全対策の状況

柏崎刈羽原発では、1～7号機の全ての燃料プールに使用済燃料が保管されているが、1～6号機の燃料プールにも追加の安全対策は講じられているのか。

(令和6年2月27日追加質問)

(東京電力回答)

6号機の使用済燃料プールは、7号機と同様の追加の安全対策を講じている。

1～5号機の使用済燃料プールは、常設の注水設備や電源設備に加え、可搬型設備（消防車・電源車）や水源等を確保するとともに、可搬型設備による注水用ホースを設置し、事故時に使用済燃料を冷却できるよう追加の安全対策を講じている。

(20) 残余のリスク等への対応

東京電力は、想定を超えた事象に対応するため、可搬型設備や同設備による対応を中心とした多様性及び柔軟性を有する手順書を整備するとともに、配備にあたっては同等の機能を有する設備の共通要因による損傷を防止する等の対策をとり、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、特定重大事故等対処施設の審査内容等が議論となり、原子力規制庁から新規制基準では、大規模な自然災害や故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムが発生した場合に活動するための手順書、体制、設備等を要求しているが、位置や仕様等は不開示としていること等について説明を受けた。

原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、必要な手順や体制等が適切に整備されることを不開示としている内容も含めて確認したとしており、当委員会としては、その判断を否定するものではない。

今後発生しうる事象に対応するため、引き続き原子力施設の安全性の向上に努めることが重要と考える。

大規模な自然災害時などの可搬型設備による対応は人が介在する部分が多いことから、東京電力には、対応する要員の確保と教育・訓練による力量の維持・向上に努めてもらいたい。また、原子力施設の大規模損壊時等に対応できるよう国や関係機関との連携体制を一層、強化してもらいたい。

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 平成30年度第1回委員会資料1-1より

新規制基準では、大規模な自然災害や故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムが発生した場合に活動するための手順書、体制及び設備の整備等を要求している。

設置変更許可の審査において「可搬型設備による対応を中心とした多様性及び柔軟性を有する手順書を整備すること」、「設備の配備にあたっては、同等の機能を有する設備の共通要因による損傷を防止、複数の可搬型設備の損傷を防止するよう配慮すること」等、大規模損壊に対して必要な手順や体制等が適切に整備される方針であることを確認した。

□ 東京電力の説明 令和2年度第5回委員会資料3より

「耐震設計指針における残余のリスク（※1）への対応」としては、保守的な基準地震動を策定するとともに、想定を超えた事象に対しては、可搬型設備の活用など、大規模損壊対策による影響緩和を図ることとしている。

また、法令に基づき安全性向上評価（※２）を行い、最新の知見を踏まえつつ安全性の向上のために自主的措置を講じていく。

（※１）残余のリスクとは、策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が拡散される事象が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすリスク

（※２）発電用原子炉設置者は、原子炉等規制法第 43 条の 3 の 29 の規定に基づき、発電用原子炉施設における安全性の向上を図るため、その安全性について自ら評価を行い、その結果等について原子力規制委員会に届け出ることとされている。

〈関係する国の基準〉

- ・ 設置許可基準規則

第39条（地震による損傷の防止）

- ・ 重大事故等防止技術的能力基準

2.（大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムへの対応における要求事項）

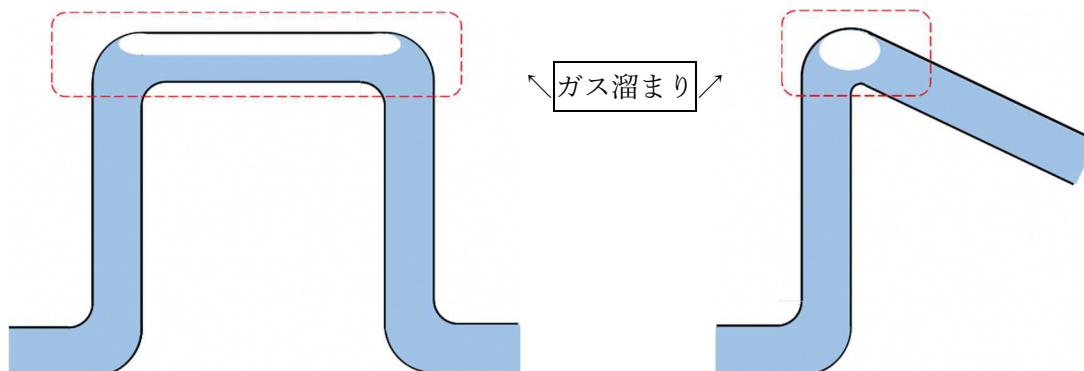
② 技術委員会における確認例

□ 福島第一原発事故後に得られた新知見と継続的な改善 []

配管内のガス溜まり対策

安全系配管のガス溜まり（※）の対策箇所を図面により確認したとしているが、アメリカでは、現物と図面の齟齬があり得るとの前提にたち、必ずウォークダウン（現場調査）で確認しているが、実施しているのか。
(令和２年度第７回)

（※）配管の凸部や下り勾配の頂部に水素、窒素等のガスが溜まると配管内での水素燃焼リスクや、ガスの流入によるポンプの性能低下や損傷のリスクがある。



出典：株式会社アピステ「起こりやすいポンプトラブルの原因と解決法」より作図
(https://www.apiste.co.jp/contents/pcu/chiller_guide/article/09/)

(東京電力回答)

比較的新しい発電所は建設時から（ガスを抜く）ベントが上部についており、そこを改めて確認している。この目的に限らずウォークダウンを実施しており、現場と図面の整合にも力を入れて取り組んでいる。

□ その他 []

大規模な自然災害時等における国機関の支援体制

大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムへの対応において、特に大規模な場合には国の機関（警察、消防、自衛隊等）の支援や連携が必要になることが考えられるが、この点についてどのような審査を行い、国の機関からの支援や連携をどのように確保していくのか。

(令和2年度第8回)

(原子力規制庁回答)

大規模損壊発生時における外部支援体制として、他の原子力事業者、原子力緊急事態支援組織、プラントメーカ及び協力会社から事故収束及び復旧対策に関する技術支援並びに必要な要員等の支援等を受けられるよう体制を整備していることを確認している。

事業者だけでは十分な措置を講ずることができない場合には、原子力災害対策マニュアルに基づき、各関係省庁はそれぞれの実動組織によるオンサイト対策に係る調整等の対応を行うことになる。さらに必要な場合には、原災本部長（又は副本部長）から、実動組織の長に対し、実動組織の出動について了解を得るとともに、これらの活動に関する指示等を関係省庁に行う。

平常時から、関係省庁と原子力事業者が、原子力事業者の資機材の整備状況及び訓練の実施状況等の情報を共有し、応急対策及びその支援について検討するため、防災基本計画に基づき原子力災害対策中央連絡会議を定期的で開催し、より実効性のある連携を図るため意見交換を行っている。

特定重大事故等対処施設の審査内容の公開

特定重大事故等対処施設の審査会合資料や議事録は、ほぼ全部が非公開であり、どのような安全対策がとられるのか、原子力規制委員会できちんとした審査がなされているのかどうかも全くわからない。可能な範囲で設備の構造、機能などについて説明していただきたい。

(令和4年度第2回)

(原子力規制庁回答)

特定重大事故等対処施設の位置や仕様等は、それらの情報を公開することで、特定重大事故等対処施設への不法な侵入や破壊行為などを招くおそ

れがあるため、不開示としている。申請書、審査結果等のうち公開可能な部分については、原子力規制委員会のウェブサイトで公開している。

特定重大事故等対処施設の設置時期

原子力事業者としての基本姿勢には「安全を最優先した経営上の判断を行う」と明記されている。特重施設の設置には猶予期間が設けられているが、「安全最優先」であれば、特定重大事故等対処施設が完成していることが再稼働を議論する際の大前提ではないか。

(令和6年2月27日追加質問)

(東京電力回答)

新規制基準では、大規模自然災害やテロ行為によりシビアアクシデントが起きた場合の対策として必要な機能を、再稼働前に本体施設等（特定重大事故等対処施設等以外の施設及び設備）にすべて備えていることが求められている。

特定重大事故等対処施設は、信頼性を向上させるためのバックアップ対策の位置付けであり、法令により本体施設等の設計及び工事計画の認可後5年以内の設置期限が設けられている。

当社としては、安全を最優先し、法令の考え方にに基づき特定重大事故等対処施設の早期完成に向け、最大限の努力を継続していく。

(21) 自然現象への対策

東京電力は、既存の規格基準、過去のデータ、年超過確率 10^{-4} に相当する自然現象の規模を比較した上で、より大きな値を想定し、竜巻、風、台風、降水、落雷、生物学的事象、低温、積雪、地滑り等により施設の安全機能が損なわれないよう対策をとり、原子力規制委員会は、新規制基準の審査において、その対策の妥当性を確認したとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、火山灰や竜巻による発電所への影響等が議論となり、東京電力から想定している自然現象の規模や対策等について説明を受けた。また、現地視察において、ガスタービン発電機車の竜巻対策の固縛状況等を確認した。

追加の確認事項はなく、現時点において安全性について特に問題となる点はないと考える。

① 本項目に関する説明概要

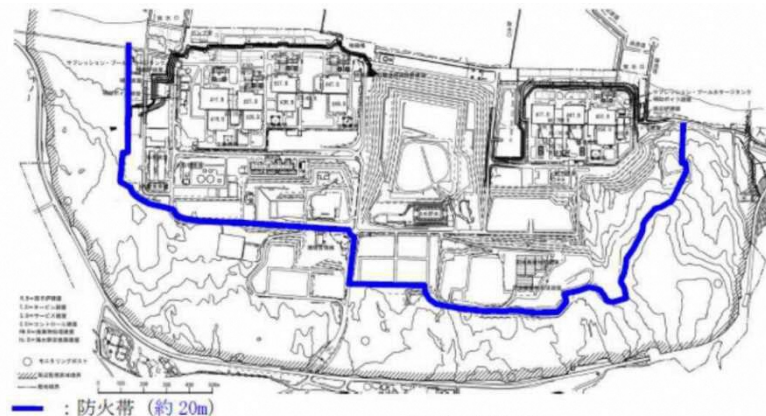
□ 原子力規制庁の説明 平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1 より

新規制基準では、設計上考慮すべきその他自然現象（※ 1）によって安全施設の安全機能が損なわれないこと、設計上考慮すべきその他人為事象（※ 2）によって安全施設の安全機能が損なわれないことを要求している。

設置変更許可の審査において、想定する自然現象の規模については、既存の規格基準、過去のデータ、年超過確率 10^{-4} に相当する規模の 3 つを比較検討した上で、より大きな値を採用するとしていることから、その他自然現象及び人為事象に対して、安全機能が損なわれない設計方針であると判断した。

（※ 1）竜巻、火山の影響、風（台風）、降水、落雷、生物学的事象、低温（凍結）、積雪及び地滑り

（※ 2）火災・爆発（森林火災、近隣工場等の火災・爆発、航空機落下火災）、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害



出典：平成 30 年度第 1 回委員会資料 1-1

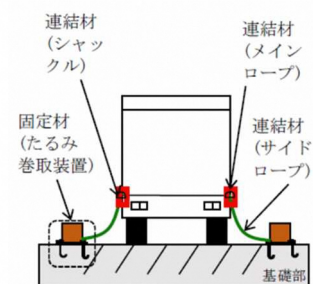
防火帯：防護対象設備への外部火災の延焼被害を食い止めるために防護対象設備を囲むように設けられる，可燃物のない帯状の区域

□ 東京電力の説明 令和2年度第5回委員会資料3より

原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性のある重要なリスク情報について収集し、継続的なリスク低減を図る。



竜巻対策では、過去に柏崎市・刈羽村を含む日本海沿岸部で観測された最大規模の竜巻は風速 69m/秒であるが、柏崎刈羽原発では、それを上回る国内最大規模の風速 92m/秒の竜巻が発生しても、安全上重要な機器が機能を失うことのないように、飛来物の発生防止や防護対策を行っている。



出典：令和2年度第6回委員会資料3

〈関係する国の基準〉

設置許可基準規則

第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）

② 技術委員会における確認例

□ 火山対策 []

火山灰による摩耗等の影響

火山影響因子の「水循環系の閉塞」、「水循環系の内部における摩耗」、「水循環系の化学的影響」について、影響は小さい等と評価しているが、学術的文献があるのか。火山灰は化学的性質によって含まれる鉱物が全く違う。特に石英の粒子はかなり固い。火山灰の摩耗による影響等をどのように評価したのか。

（令和2年第7回）

（東京電力回答）

摩耗については文献等を見て評価して問題ないと結論づけている。それらについては国の審査の公開資料として公表している。評価対象設備とし

ている原子炉補機冷却海水ポンプや海水ストレーナは、海水に含まれる砂（主成分石英）に対する耐性が確保されており、それと同等かそれ以下の硬度のものが入ってきたとしても影響は小さいと評価している。化学的影響についても文献を調べたうえで大きな影響はないと結論づけている。

火山灰堆積量

火山灰の堆積量を 35cm とした理由を説明していただきたい。

（令和 2 年 12 月 8 日追加質問）

（東京電力回答）

発電所運用期間中に敷地内で想定する堆積量の評価については、発電所に影響を及ぼし得る 33 火山のうち、評価が厳しくなる 6 火山を評価対象として選定している。

評価にあたり、「文献を用いた評価」、「既往解析結果の知見」、「降下火砕物シミュレーション」による保守的な評価を行い、敷地における堆積量の最大値を約 23.1cm と評価した。

一方、地形、地質調査により敷地内で確認された火山灰のうち給源が特定できない火山灰の最大堆積層厚は阿相島テフラの 35cm であり、堆積量を 35cm と評価した。同テフラの敷地内での堆積層厚は 2～35 cm と大きくばらついており、水の流れの影響を受けて堆積した痕跡（クロスラミナ）も確認されている。このため、敷地内の堆積層厚 35cm は水中で局所的に厚く堆積した、保守的な値であると考えている。

□ 竜巻対策 []

竜巻の観測記録

過去に発生した竜巻の最大風速は 69m/s とあるが、いつどこで観測されたものか。

（令和 2 年度第 7 回）

（東京電力回答）

69m/s というのは藤田スケール（※ 1）の F 2（※ 2）の竜巻。北海道でも山形でも F2 規模の竜巻は発生している。

（※ 1）藤田スケールとは、突風により発生した被害の状況から風速を大まかに推計する指標で F の値が大きいほど被害が大きい。

（※ 2）F 2 = 50～69m/s。F 2 では住家の屋根がはぎとられ弱い非住家は倒壊する。大木が倒れたりねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、汽車が脱線することがある。

表 竜巻検討地域における竜巻の観測記録（F1より大きい竜巻）
（気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成）

現象区別	発生日時	発生場所	F スケール※	総観場
竜巻	1962/09/28 14:20	北海道宗谷支庁 東利尻町	(F2)	寒冷前線
竜巻	1971/10/17 05:00	北海道留萌支庁 羽幌町	(F2)	寒気の移流
竜巻	1974/10/03 19:05	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1～F2)	温暖前線
竜巻	1974/10/20 15:00	北海道檜山支庁 檜山郡上ノ国町	(F1～F2)	寒冷前線
竜巻	1975/05/31 18:10	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	日本海低気圧・局地 性じょう乱・寒気の 移流
竜巻	1975/09/08 01:30	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1～F2)	日本海低気圧・暖気 の移流
竜巻	1979/11/02 01:58	北海道渡島支庁 松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧・温暖 前線
竜巻	1989/03/16 19:20	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	局地性じょう乱・寒 気の移流
竜巻	1990/04/06 02:55	石川県 羽咋郡 富来町	F2	オホーツク海低気 圧・気圧の谷
竜巻	1999/11/25 15:40	秋田県 八森町	(F1～F2)	日本海低気圧・寒冷 前線

※：Fスケールは、ア）被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ）文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したものがあり、F2以上の事例ではア）とイ）を区別し、イ）の場合には値を括弧で囲んでいる。

出典：令和2年度第8回委員会資料3

飛来物の設定

どのような飛来物を評価対象として設定しているのか。

（令和2年度第7回）

（東京電力回答）

鋼製材、鋼製足場板、足場パイプ、角型鋼管、砂利を設計飛来物と設定し、その衝撃荷重を評価している。マスク対策等を行って管理できるものは飛ばない設定としているものもある。



鋼製材



鋼製足場板



足場パイプ



角型鋼管 (大)



砂利

出典：出典：令和2年度第6回委員会資料3

飛来物に対する構造健全性評価

竜巻飛来物による構造健全性評価の手法はどうなっているか。

(令和2年度第7回)

(東京電力回答)

設計飛来物を風速 92m/秒で衝突させたときに、変形が生じていないかの評価や防護ネットを使っている場合はネットが荷重を受け止めた際に、破壊がないかを評価している。



竜巻防護ネットの設置イメージ

出典：平成30年度第1回委員会資料 1-1

電源設備の竜巻対策

開閉所、送電網、安全系の変圧器の大規模な損壊は、長期間の外部電源喪失を生じさせ、重大なリスクとなり得ることから、評価対象に含めるべきではないか。

(令和2年11月11日追加質問)

(東京電力回答)

竜巻などの外部事象が発生した際においても、外部電源に期待せず対応することを基本としており、想定する竜巻規模などにおいて、非常用ディーゼル発電機が機能を維持できるよう、防護策を講ずることで信頼性向上を図っている。また、新たに配置したガスタービン発電機車、電源車を分散的に配置しており、これらにより非常用ディーゼル発電機が機能喪失しても電源供給が行えるよう対策を講じている。

(22) 核物質防護、不正入域 ※関連項目 (11) 運転適格性の判断

原子力規制委員会は、ID カードの不正使用、核物質防護設備の一部機能喪失を受け、規制検査の対応区分を第1区分（自律的な改善が可能な状態）から第4区分（事業者が行う安全活動に長期間にわたる又は重大な劣化がある状態）とし、核燃料の移動禁止命令を発出するとともに、核物質防護の追加検査を行った。

東京電力は、ID カードの不正使用等を踏まえ立案した改善措置計画の36項目に基づき、改善活動を実施し、原子力規制委員会が、追加検査において是正されていること等を確認後、規制検査の対応区分を第4区分から第1区分に戻し、核燃料の移動禁止命令を解除したとの説明を受けた。また、原子力規制委員会は、今後も東京電力に対し核物質防護について継続的な改善を求めるとともに、通常の検査において他施設よりも手厚く監視を行うこととしているとの説明を受けた。

当委員会では、本項目に関する疑問点を確認する中で、核セキュリティ文化等が議論となり、委員からは、ID カードの不正使用等の事象は、東京電力に対する住民の信頼を大きく損なうものであること、また核セキュリティのみならず原子力安全に対する東京電力の意識の低下、原子力安全文化の劣化につながるものではないか等の意見が出され、運転適格性についての懸念も示された。

原子力規制委員会は、4,268人・時間にわたる核物質防護の追加検査を行動観察等の手法も取り入れて行った上で、原子力規制検査の対応区分を戻しており、当委員会としては、その判断を否定するものではない。

核物質防護に関する指摘が、その後も原子力規制検査においてなされていることから、東京電力には、事案を未然に防ぐための取組の改善や、安全文化の維持・向上に取り組んでもらいたい。

※運転適格性の判断については (11) 運転適格性の判断 (P56) 参照

① 本項目に関する説明概要

□ 原子力規制庁の説明 令和5年度第3回委員会資料1～3より

【追加検査実施の背景】

令和3年3月、ID カードの不正使用（※1）と核物質防護設備の一部機能喪失（※2）を受け、原子力規制委員会は、柏崎刈羽原発に対する原子力規制検査対応区分を第1区分（事業者の自律的な改善が見込める状態）から第4区分（事業者が行う安全活動に長期間にわたる又は重大な劣化がある状態）に変更するとともに、同年4月、特定核燃料物質の移動禁止命令を発出し、追加検査を開始した。

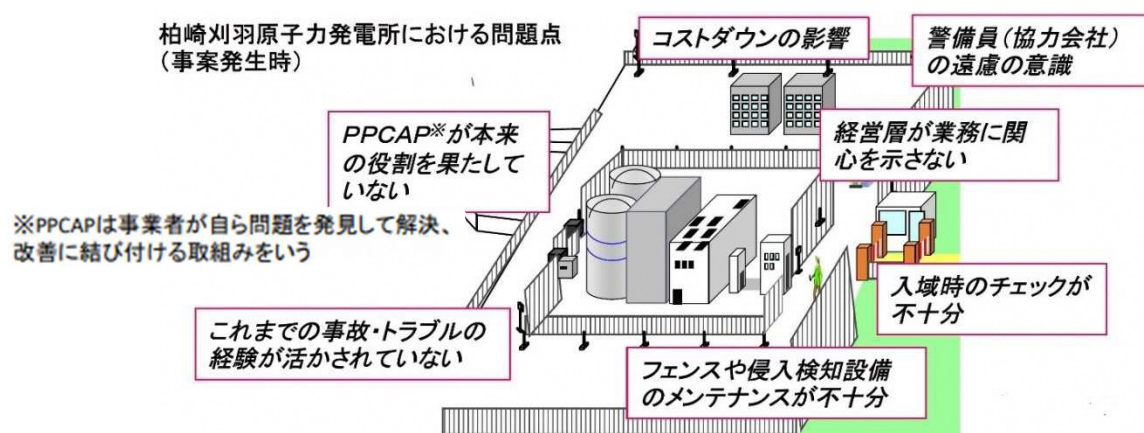
(※1) 東京電力社員が他の社員の ID カードを使って、中央制御室まで入城した。(令和2年9月20日発生)

(※2) 核物質防護設備の点検・保守が適切に行われず、長期間(約11カ月)機能を喪失しており、その間実効性のある代替手段での対応ができていなかった(令和3年1月27日発覚)

【追加検査フェーズⅠ(令和3年4月～令和3年9月)】

2つの核物質防護事案が発生した背景や原因について把握するため、東電経営層を含めた関係者へのインタビューや改善措置報告書の内容確認を実施し、特に3つの背景要因があると明らかにした。

- i. 過酷な自然環境下にある核物質防護設備のコストダウンによるメンテナンス不足と経年化によって不具合が頻発していた。
- ii. 経営層を含めた関係者が核物質防護業務を特別視することによって現場実態の把握をせず、業務に対するチェック機能が働かなかった。
- iii. 内部脅威に対する意識の低さや運転員ファーストといった誤った考え方が浸透することによって東京電力社員に対する遠慮の構図が生まれ、厳格な警備が行われなかった。



出典：令和5年度第3回委員会資料2

【追加検査フェーズⅡ(令和3年10月～令和5年4月)】

改善措置報告書を踏まえ、東京電力の改善措置活動を評価するための3つの確認方針や27項目の確認の視点を定めて検査を実施した結果、23項目については是正が図られていることを確認したが、次の4項目については検査気付き事項として追加検査を継続した。

- i. 正常な監視の実現
- ii. 改善された変更管理の運用の徹底
- iii. 実効あるPPCAPの実現
- iv. 実効性のある行動観察を通じた一過性のものとししない取組の実践

【追加検査フェーズⅢ（令和５年５月～令和５年１２月）】

フェーズⅡの４つの検査気付き事項に対する具体的な確認内容を策定し検査を実施した結果、いずれも以下のとおり是正が図られていると判断した。

i. 正常な監視の実現

荒天時における特別な体制が整備されたことにより、立地地域の自然環境に臨機応変に対応する監視体制が確立し、見張人による正常な監視が行われるようになった。 等

ii. 改善された変更管理の運用の徹底

原子力安全部門と核物質防護部門との間で相互チェックが行われ、変更時の影響評価や対策が適切に行われるようになった。 等

iii. 実効あるPPCAPの実現

PPCAPに原子力安全部門や審議内容に知見を有する者を加え、原因究明等の議論が活発に行われるようになった。 等

iv. 実効性のある行動観察を通じた一過性のものとししない取組の実践

核物質防護モニタリング室によって、現場の状況に応じた行動観察が行われるようになり、その結果やアンケート調査も踏まえた分析結果を直接社長に報告するようになり、また社長からの指示を伝達して改善を求めるといった一連の活動が自律的に行われるようになった。 等

【原子力規制委員会の最終判断】

令和５年１２月、原子力規制委員会は、検査結果と原子力規制委員会による確認（現地調査、東京電力社長との意見交換）を踏まえ、原子力規制検査の対応区分を第４区分から第１区分に変更することを決定。これにより、特定核燃料物質の移動が可能となった。

あわせて今後も東京電力に対し核物質防護について継続的な改善を求めるとともに、通常の検査において重点的な項目を設けて他施設よりも手厚く監視を行うことを決めた。

（重点項目に係る監視の視点）

i. 荒天時の監視

現在の確立された監視体制（体制・人員）が維持され、荒天が予想される際の対応も含め、実効的な活動が行われているか 等

ii. PPCAPの状況（日常的な巡視で確認）

PPCAPにおける技術的な議論（情報収集、傾向分析等）が継続しているか、協力会社からのCR（コンディションレポート：事象が発生する前の予兆レベルの情報）の起票は継続しているか 等

iii. 核物質防護モニタリング室の活動

核物質モニタリング室は、情報を収集し現場を把握しているか、発電所内での気付き事項を自ら発見し、主体的に改善を主導する取組を行っているか 等

□ 東京電力の説明 令和5年度第1回委員会資料6-1より

(令和5年6月2日の報告時点での改善状況等を説明)

IDカードの不正使用・核物質防護設備の一部喪失事案を踏まえ、立案した改善措置計画の36項目に基づき、改善活動を実施している。

令和5年5月17日の原子力規制委員会にて、改善活動を評価するための27の「確認の視点」のうち、4項目が継続検査となった。(下表の赤字部分)

4項目の原因分析と改善措置の深掘りを行い、解決に向けた「仕組み」を整え、対応を進めていくとともに、取組を通じて、一過性のものとししない「仕組み」になっていることを確認していく。

【参考】原子力規制委員会から示された27の「確認の視点」及び検査状況

確認方針	項目	27の「確認の視点」	確認方針	項目	27の「確認の視点」
1 (強固な核物質防護の実現)	①	耐用年数を超えた設備の取替等が行われているか（健全性評価に基づく取替・改造）	2 (自律的に改善する仕組みの定着)	⑭	P P (Physical Protection)業務を特別視せず、P D C Aサイクルを確実に回していく体制が構築・実行されているか
	②	防護管理の更なる強化のため多様な検知方式の生体認証が導入されているか		⑮	P P 管理者の主体的な指揮監督の下、関係者との間で顔が見える関係が構築されているか
	③	人定確認等を補助する設備が導入されているか		⑯	核物質防護業務について経営資源の配分が経営計画に明示され、実行されているか
	④	既設の立入制限区域は、2（立地地域の自然環境に適合した防護設備の設置・運用）及び3（保守管理体制の整備・強化）を踏まえた改善がなされ運用されているか		⑰	P P 管理者が現場を主導し、発電所間での情報共有がなされ、実質的な議論が行われているか
	⑤	新たに設置する立入制限区域の設置位置や構造は適切な計画か		⑱	社員だけでなく協力会社を含めた常日頃の気付き事項が自由に取り上げられているか
	⑥	実証試験結果や不要警報の原因分析結果が設備の仕様選定に反映されているか		⑲	客観的な技術評価に基づき、適切な期限管理がなされ処理されているか
	⑦	設置環境の整備、風雪・堆砂・塩害対策が徹底されているか		⑳	事務処理がシステム化され、関係者全員に情報共有がなされながら運営されているか
	⑧	自然環境に適合した設備が設置され不要警報が減少しているか		㉑	評価対象を具体的に定め、審査、検証及び妥当性評価が行われているか
	⑨	核物質防護設備毎に適切な保全方式を定めた保全計画が策定されているか		㉒	必要な体制を整備するまでは着手しないというホールドポイントをおく等により、確実に業務が進む仕組みとなっているか
	⑩	保守・修理員の常駐、予備品の確保など現場を支援するための体制が整備されているか		㉓	協力会社や他電力、職場内において自由に意見交換を行う場が設置され、活発な議論が行われているか
	⑪	保全計画に基づき機能喪失した設備の迅速な復旧が実現されているか		㉔	協力会社等からの意見を受け入れ、自らの業務に活かす姿勢が見られるか
	⑫	防護組織の拡充等に対応した防護本部が整備されているか		㉕	発電所全体で核物質防護に取り組む意識が醸成され、具体的な行動に反映されているか
	⑬	執務環境の改善、監視画面の大型化等が図られているか		㉖	「運転員ファースト」といった遠慮の構図や距離感が解消され、ストレスの少ない職場環境に変わっているか
黒字：是正が図られていると判断された項目（23項目） 赤字：5/17 原子力規制委員会から示された「4つの課題」			(改善措置を一過性のものとししない仕組みの構築)		
			3	㉗	改善措置の継続的な実施により、核物質防護の重要性に対する意識や行動が保持される仕組みが構築されているか

出典：令和5年度第1回委員会資料6-1

< 4つの課題と改善の取組 >

○不要警報の低減(項目⑧の課題)

→荒天時の監視体制強化など運用面での対策を実施する。

○気付き事項に関するC Rの起票が不十分(項目⑬の課題)

→協力企業向けにC Rの説明会を実施

○変更管理の適切な運用（項目②②の課題）

→マニュアルに基づいた変更管理が適切に行われているか、実際の業務に変更管理を適用して確認を進める

○核物質防護の劣化兆候を適確に把握する仕組み（項目②⑦の課題）

→新たに社長直轄の組織と第三者委員会を設置し、行動観察やモニタリングを実施

〈関係する国の基準〉

- ・設置許可基準規則

第7条（発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）

- ・核燃料物質の使用等に関する規則

第2条の11の13（防護措置）

- ・実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則

第91条（防護措置）

② 技術委員会における確認例

□ 核物質防護設備の機能の一部喪失〔 〕

核物質防護設備の故障時の体制

原子力規制委員会は「核物質防護設備の機能の一部を喪失し、点検・保守を行わず、復旧に長期間を要し、実効性ある代替措置を講じなかった」として、防護措置義務違反と判断して、特定核燃料物質の移動禁止を命令した。

核物質防護設備の故障は想定されることである。速やかな復旧やその間の実効性ある代替措置が求められるのは当然である。故障などに対応するために、どのような体制を構築していたのか。（令和3年度第2回）

（東京電力回答）

故障が発生した場合の対応としては、不具合発生を確認した社員見張人から防護管理GMへ連絡し、防護管理GMは状況を確認の上、社員見張人へ代替措置を指示するとともに、保守会社へ機能復旧に向けた初動対応（臨時保守）の依頼を行う。

依頼を受けた保守会社は、現場確認、清掃・調整、簡易な修理・補修で機能復旧を図り、対応できない修理・補修が必要な場合、防護管理Gで追加の対応に関する契約資料を作成し、保守会社と契約を締結の上、保守会社が修理し、機能復旧を図ることとなっている。

□ 発電所建屋内への不正入域 []

ID カードの不正使用に関する認識

当人の嘘の強弁が通じた背景に、警備会社の社員に対する強圧的な態度、あるいは警備担当者による東京電力の社員に対する遠慮はなかったのか。
(令和2年度第9回)

(東京電力回答)

複数の委託見張人へのヒアリングから、「東電社員に対して違和感があっても言いづらい」との証言や、ゲート渋滞時に委託見張人が東電社員からクレームを付けられたケースが過去にあったこと等、警備業務が尊重されていなかったと考えられる状況が確認されている。これにより、委託見張人が毅然とした態度を取りにくい雰囲気も少なからず生まれていたと考えている。他方、委託見張人においても、見慣れた顔なら通してしまうという東電社員、とりわけ運転員への忖度からくる警備業務に対する甘さも一部にあったことが確認されている。

□ 核セキュリティ文化 []

核セキュリティに対する意識

原子力部門全体で核セキュリティに対する意識の低さが原因とみられる事案が発生したと説明があったが、核セキュリティ文化とはどういうことか。
(令和3年度第2回)

(東京電力回答)

核物質を防護するというのが最終的なものとなるが、テロや外部の侵入者は起こりうる、さらには、内部脅威者もいるのだということを常に認識したうえで、自分たちが何をしなければいけないのかということをしっかり考えて実行することだと思う。

発電所上位職との対話

今後、現場が正しい判断ができるよう、どういう対策を執ろうとしているのか、それができていることをどのようにして確認するのか。
(令和3年度第3回)

(東京電力回答)

発電所上位職と対話を行い、各組織において安全を最優先に仕事をするのがどういうことか、その意識がどうなっているのかを、メンバー一人一人から聴き取り、よりよい方向へお互いに議論することを考えている。その結果をどう扱うかは、コンディション・レポートで確認していく。

ツーマン・ルール の適用

ツーマン・ルール（重要な区域には2人以上の組となって入域し、相互監視の状態で作業する）は、柏崎刈羽原発では適用されて来なかったのか。

（令和3年10月15日追加質問）

（東京電力回答）

実用炉規則に基づき、重要な区域（防護対象枢要設備）においては2人ルールが要求されており、プラントの起動等に併せて適用することとしている。なお、当該区域は防護区域全域を指しているものではない。

□ 核物質防護に関する改善措置活動 []

核セキュリティ対策とセーフティ対策

核セキュリティの対策を一生懸命やってセーフティの方に何か差し障りがあると困る。セーフティの概念とかセーフティへの影響ということも考えた活動になっているか。

（令和5年度第1回）

（東京電力回答）

セーフティとセキュリティ、しっかりバランスを取って、片方が落ちていけない、劣化しないということは非常に重要である。

□ ID カード不正使用事案及び核物質防護設備の機能の一部喪失事案に対する追加検査の中間とりまとめ []

行動観察を行うスキル

行動分析に基づく評価は実は非常に難しく、行動を観察する側のスキルが必要な内容だと思う。規制庁側として、行動観察、インタビューに関しても行う側がきちんと訓練を受けてスキルを有している必要があるが、それらを実施する検査官は十分なスキルを持っているのか。

（令和4年度第1回）

（原子力規制庁回答）

今回、行動観察を実施する検査官とは別に検査官以外も1名加わる。検査官には、これまで安全文化の検査、もしくは品質管理に関する検査、根本原因に関する検査をやってきたメンバーが入っている。検査官以外の1名は、安全文化に関する研究を行っている専門家。行動観察をどのように評価するかは多少ぶれがあると思われるので、6人のメンバーが全員集まって、それぞれの意見を持ち寄って、認識合わせをした上で決めるというやり方を今、試行的に実施をしている。また、インタビュー等もすでに行っているが、インタビューができる一定の力量を持った人間でやっており、インタビュー、行動観察とも一定のスキルがあると我々は判断している。

□ 新検査制度 []

セキュリティの重要度評価

核セキュリティについても、リスクという、ある指標を使わなければ客観的な評価ができにくいと思うが、整備状況はどうなっているのか。

(令和4年度第1回)

(原子力規制庁回答)

核セキュリティに関しても（セーフティと同じように）、緑、白、黄、赤という形でグレード分けをして、一定の評価区分、条件を持って判断している。核物質防護情報であるために一部非公開になっているところもあるが、評価をするに当たって、そのプロセス、指標、基準は整備しており、原子力規制委員会のホームページ上で、「核物質防護に係る重要度評価に関するガイド」を公開している。

□ 核物質防護に係る追加検査の結果 []

追加検査と行動観察

今回、検査時間の目安を 2,000 人・時間と考えていたのに、それを大幅に超えた（4,268 人・時間）のは行動観察に時間をかけたということなのか。

(令和5年度第3回)

(原子力規制庁回答)

今回、安全文化面、東京電力社員と協力会社の関係、運転員ファーストという考え方、内部脅威に対する意識の低さという意識の改革も検査でしっかり確認していこうと思い、行動観察という部分に多くの時間を費やしたところが、検査時間が目安の倍になった大きな要因である。

東京電力に対する遠慮の構図

東京電力に対する協力会社社員の遠慮が事案の背景にあるということだが、協力会社側が遠慮しているのか、東京電力側が遠慮させるような雰囲気を出していたのか。その状況がどうやって改善されていったのか。

(令和5年度第3回)

(原子力規制庁回答)

東電社員がどこまで意識しているかは分からないが、遠慮させるような行動をしていたのは事実。協力会社からも東京電力からも遠慮が生じる状況が確認された。

発電所長、P P（核物質防護）管理者が、現場に行き、警備員と一緒に東電社員と協力会社社員に対し同じように声かけするよう指導した。当初は

遠慮の構図が残っていたが、行動観察していると徐々になくなっていき、警備員も遠慮することなくルールどおりに指摘、指導しているところを確認できた。

東京電力に対する手厚い監視

核物質防護検査で手厚く監視するということが資料にあった。フォローアップが大事だということは非常によく分かるのだが、いつまでやるのか。手厚い監視をやめるとしたら、どういった判断基準でやめるのか。

(令和5年度第3回)

(原子力規制庁回答)

今のところやめる時期は確定していない。やめる際には、原子力規制委員会での議論を経た上で判断されることになると思うが、当面の間は続けていく。

IV 全体所見

福島第一原発事故後、新規制基準が制定され、地震・津波などに対する従来の基準が大幅に強化された他、重大事故対策やテロ対策も規制の対象となった。

柏崎刈羽原発においても、新規制基準に基づき、自然災害の想定の見直し、電源設備や冷却装置の多重化・多様化等により重大事故を起こさないための対策や、フィルタベント設備や代替循環冷却設備等、重大事故が起きた際にその影響を緩和する対策がとられていることを確認した。

また、防潮堤の設置や格納容器の破損を防止する原子炉ウェル注水等、東京電力の自主的な対策もとられていることも確認した。

技術委員会では、柏崎刈羽原発の安全対策について、福島第一原発事故原因の検証結果や東京電力の核物質防護に関する一連の不適切事案等を踏まえ、安全対策の確認事項（論点）を22項目に整理し、東京電力から説明を受け、その上で疑問が残る点や国に確認するとしていた事項等について、原子力規制庁から説明を受け確認した。

また、令和元年度、3年度には委員による現地視察を行い、安全対策設備の設置状況や事故時の運用などを確認した。

これらを踏まえた議論の結果、当委員会は、22項目のうち18項目において現時点で特に問題となる点はないとの結論に至った。また、残り4つの確認項目（※）においては、委員の意見の一致を見なかった点や核物質防護に関する不適切な事案が発生しているとの指摘等があったものの、他機関の調査・文献等の確認も含めた審査や多大な時間と労力をかけた検査に基づく原子力規制委員会の判断を否定するものではないとの結論に至った。

今後、原子力規制委員会や東京電力には、原子力発電所の更なる安全性の向上に継続して取り組んでいただき、その中で新たな知見が得られた場合には、速やかに安全性を再確認することにも努めてもらいたい。また、セキュリティやセーフティに関わらず、幅広い視点から原子力施設の安全確保に向けた活動を実施してもらいたい。

（※）「11 運転適格性の判断、18 耐震評価、20 残余のリスク等への対応、22 核物質防護、不正入域」

V 結び

新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会 座長 小原 徹