

平成 24 年 7 月 25 日

## 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における 信頼性向上対策に係る実施計画の評価

経済産業省 原子力安全・保安院

### 1. 経緯

東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故の収束については、原子力災害対策本部（政府・東京電力中長期対策会議）において、平成 23 年 12 月 21 日に「東京電力（株）福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」を作成し、現在、当該ロードマップに基づき、安定状態を確実に維持しつつ、使用済燃料の取り出しや損傷燃料の取り出しなどに向けた措置に取り組んでいる。

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）では、中長期的に「冷温停止状態」を維持することを始めとして発電所の安全を確保するためには適切な保守・管理の実施や設備の更新も含め、信頼性向上に向けた取組を引き続き実施していくことが必要不可欠であるとの認識から、東京電力に対し、プラントの安定状態維持・継続に向けた取組、放射性物質の放出・貯蔵管理及び漏えい防止対策、中長期の取組に向けた実施体制の整備について実施を求めるとともに、実施に当たっての具体的な対策の内容、作業工程及び完了時期を含む実施計画を策定し報告することを求めた。

当院は、東京電力から提出された平成 24 年 5 月 11 日付け報告書について、意見聴取会の場において説明を求めるとともに、補足的な説明を求め、それらに対する専門家の意見を聴取し評価を行った。なお、平成 24 年 7 月 24 日に東京電力から報告書の改訂が提出された。

今後、評価された実施計画については、中長期ロードマップに速やかに反映し、中長期対策会議において、汚染水及び処理済水の管理や線量低減目標の達成などの重要課題が着実に実現されるようその実効性を担保することとなる。

### 2. 評価方針及び評価結果

#### （1）評価方針

実施計画については、原子炉からの燃料の取り出し、使用済燃料プールからの燃料取り出し、貯蔵タンクの増設等に係る工程を踏まえ、放射性物質の抑制・

管理機能、原子炉冷却機能、汚染水の処理貯蔵機能等に係る設備の信頼性向上計画について下記の視点に立って評価することとした。

① 高い信頼性を実現するための計画的な対応

個別設備及びシステム全体について供用期間を明確にし、これまでの運用における不適合事象も踏まえた上で、供用期間中の使用に耐えることができるような具体的な計画となっているか。

- ・ 仮設設備について、より信頼性の高い恒久設備への更新がなされる計画となっているか [設備更新]
- ・ 個別設備の使用状況、供用期間等に応じた保全計画／機能喪失時に備えた代替措置の用意（温度計等）がなされているか [保守管理]
- ・ 具体的な経年劣化評価の実施、対応方針の策定がなされているか [劣化対応]
- ・ 汚染水やがれき等の放射性廃棄物の今後の発生量及び処理量等の見通しに応じて十分な保管容量を確保する計画となっているか [汚染水・廃棄物保管]

② 的確なリスク評価に基づく適切な対応

今後想定されるリスクについて適切に評価し、それらのリスクに対して十分な余裕をもって対応可能な計画となっているか。

- ・ 地震（基準地震動  $S_s$  等）に対する評価及び対応方針が適切に計画されているか [地震リスク]
- ・ 津波（アウターライズ津波を超える津波）に対する評価及び対応方針が適切に計画されているか。 [津波リスク]
- ・ 敷地周辺での大規模火災及び発電所内での火災に対する評価及び対応方針が適切に計画されているか [火災リスク]
- ・ 放射性物質を含む汚染水やがれき等を適切に管理し、放射線被ばくリスクを低減させる具体的な計画が策定されているか [被ばくリスク]
- ・ 自然現象（豪雨、台風、竜巻等）に対する評価及び対応方針が適切に計画されているか [自然現象リスク]

③ 自発的かつ継続的な信頼性向上を担保する実施体制

PDCA の実施等により、問題点やリスクを自ら明らかにし、継続的に信頼性を向上させる組織及び管理体制となっているか。 [実施体制]

(2) 評価結果

当院は、評価においてこれらの視点を踏まえ課題を抽出した。抽出された課題に対し東京電力が示した方針について確認した結果、以下の点については早期に具体的な対応が不可欠であると判断し東京電力に対し、検討し報告することを求めることとする。

- ①現時点において具体的な供用期間が定められていない設備については、今後の状態監視や定期的な点検等の結果を踏まえて、取替時期を明確化した上で保全計画を策定すること。また、使用済燃料プール冷却系については、冷却注水の停止が繰り返し発生していることを受け、制御系電源の多重化など必要な追加対策を実施すること。
- ②現在準備を進めている地下水バイパス（建屋への地下水流入抑制対策）や多核種除去装置の設置（貯留水の浄化対策）等のプロジェクトが遅延した場合や期待した効果が得られなかった場合等においても、濃縮塩水の貯留タンクや多核種除去装置で処理した処理済水を貯蔵するタンク等が不足することのないよう、これらの水の発生量等を見通した上で、余裕を持った容量の貯留タンクを確保しておくことが必要である。また、貯留タンク設置までに必要な建設期間等のリードタイムを考慮し、時間的余裕を持って貯留タンクの増設計画を策定しておくことも必要である。

現在、本年中に発生すると見込まれる濃縮塩水等を貯留できる容量の貯留タンクの設置が進められているところであるが、多核種除去装置による濃縮塩水の処理に約3年間を要すると見込まれていることから、向こう3年間の濃縮塩水等の発生量、多核種除去装置による処理量等を見通した上で、必要な容量の貯留タンクの増設計画を8月27日までに策定すること。
- ③追加的に放出される放射性物質と敷地内に保管する放射性廃棄物等による敷地境界における実効線量を平成24年度末までに年1mSv以下となるよう、各々の放射性廃棄物（固体廃棄物、液体廃棄物、気体廃棄物）の取扱方針を明らかにした上で、低減対策に係る具体的な実施計画に従い実施していくとともに、定期的の実施結果と比較し、追加の対策の要否等の確認を行っていくこと。
- ④自発的かつ継続的な信頼性向上の取組を実施するために必要な組織・管理体制を確立・維持するために、経営層自らが信頼性向上活動についての方針を明確化し適切な経営資源の配分を行うこと。さらに経営層がその活動状況を確認する仕組みを構築し、その実施を徹底するとともに、活動状況を外部からも検証できるようにすること。

また、これら以外の東京電力が報告した内容も含めて信頼性向上対策全体について円滑な作業の実施を担保することが必要であり、そのために作業環境を

確保するための線量低減を計画的に進めることを求めるとともに、信頼性向上対策の実施状況について定期的な報告を求める。また、これらの実施状況については、直接現地において確認を行うこととする。

### 3. 評価内容

#### 3-1 プラントの安定状態維持・継続に向けた取組

- (1) 放射性物質の放出抑制・管理機能、原子炉冷却機能等を維持するための設備について、長期間の使用に耐えるよう信頼性を向上・維持

##### ① 原子炉圧力容器・格納容器注水設備

###### 1) 設備の信頼性の向上

原子炉注水設備の注水ポンプ、注水ライン、タンクについては、ほとんどが鋼材、鋼製フレキシブルチューブ、ポリエチレン管（紫外線の影響を受けるポリエチレン管については、紫外線対策塗装、保温材の取り付けを実施）等で構成され長期間の使用にも耐え得るよう設置しているとしている。

今後、設備信頼性向上の観点から、復水貯蔵タンク（以下「CST」という。）からの運用に変更する予定としている。純水タンク脇炉注水系は、耐圧ホースを使用しているが、信頼性向上の実施状況を踏まえ廃止を含めた運用の検討を行うとしている。

凍結防止対策として、保温材の取り付け、仮設ハウスの設置等を実施しているが、外気温等による影響については今後も継続的に検討を実施するとともに、仮設ハウスについては恒久的な対策を講じるとしている。

また、放射性物質の敷地外への放出防止対策としては、一部の配管及びタンクの損傷による漏えいが発生した場合にも敷地外への放出がないよう、堰や漏えい検出設備等の設置の検討を行うとしている。原子炉等の冷却に影響を及ぼすような漏えいに関しては、冷却状態及び注水状態を監視することで、現状でも検知可能としている。

###### 2) 点検・保守活動

原子炉注水設備は独立性、多重性を有することから、ただちに原子炉の冷却に影響を及ぼすものではないが、点検・保守活動において、待機状態にあるポンプの試運転確認を実施するとともに、定期的な巡視点検により設備の健全性を確認しているとしている。また、早期復旧の観点から弁、ポリエチレン管等について予備品を配備している。

現場の環境を考慮して、振動測定等の状態監視やポンプ等の定期的な

分解点検、取替等を組み合わせた保守活動を実施していくよう計画していくとしている。また、ポリエチレン管については、長期間使用に関する影響評価を実施していくとしている。

これらの点検・保守活動によって得られた知見については、適宜保全計画に反映するとともに、設備改造、更新等について検討するとしている。

### 3) 当院の評価

原子炉圧力容器・格納容器注水設備における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・原子炉の冷却については、燃料取り出しまで継続的に行う必要があることから、長期間の使用に耐え得るよう、本設備の供用期間を明確にした上で、課題を抽出し、設備の更新を含めた対応策を検討することが必要。[設備更新]
- ・原子炉注水ラインの短縮化による信頼性の向上及び放射性物質の漏えいリスクの低減の観点から、CST 炉注水ラインへの運用変更及び当該配管のポリエチレン化を速やかに実施することが必要。[設備更新]
- ・炉注水ポンプの雨、塩害等による影響の軽減の観点から、仮設ハウスの恒久化対策について、速やかに具体的な対応策を検討し実施することが必要。[設備更新]
- ・保全方針の策定においては、原則として予防保全で対応することとし、そのための具体的かつ最適な保全計画を策定することが必要。[保守管理]
- ・純水タンク脇炉注水ラインの廃止を含めた運用の検討については、CST 炉注水ラインの信頼性及びバックアップラインの信頼性の確保策等を踏まえることが必要。[設備更新、保守管理]

これらの課題に対し、東京電力では、振動測定等の状態監視やポンプ等の分解点検や取替等を組み合わせた保守活動を行い、その結果を踏まえて長期間の使用に耐え得るよう、設備の更新を含めた対策を行っていくとしていることを確認した。

具体的な課題としてポリエチレン管の長期使用に係る影響評価については放射線劣化等の試験計画を平成 24 年中に立案し、評価結果は順次保全計画に反映するとしている。現在の高台炉注水系に設置されている仮設ハウスの恒久化、CST 炉注水ラインへの運用変更、当該配管のポリエチレン管化については平成 24 年中に完了させる計画としている。また、保全計画について、振動測定、温度測定等の状態監視手法の適用性検討や

現場調査等を7～8月中に実施し、平成24年9月までに保全計画に反映するとともに、CST炉注水ラインへの運用変更に関連し、現状メインとしている高台炉注水系を待機系統にするための保全内容についても運用変更前までに策定するとしている。

これらの具体的な対応については、適確に実施し、その中で得られた知見（課題を含む）を速やかに保全計画に反映するなど、継続的な信頼性の維持・向上に努めることが重要であると考えている。

## ② 原子炉格納容器内窒素封入設備

### 1) 設備の信頼性の向上

原子炉格納容器内窒素封入設備の動的機器である窒素ガス分離装置については、機器の単一故障により機能が喪失した場合でも予備機への切替により、窒素封入ラインについては、予備品との交換により窒素封入が再開できるとしている。

窒素ガス分離装置について、空気圧縮機のダストフィルターの詰まり等による不具合対策としてダストフィルター清掃にばらつきがないよう手順書の見直し等を行ったとしている。また、その他の原因究明について継続中であり、詰まり以外の原因が判明した場合には必要な対策を実施するとともに、当面は、窒素ガス分離装置の2台運転を行うとしている。

設備の機能不全時の早期検知の観点から、窒素ガス分離装置に停止信号が発生した場合、直ちに免震重要棟に警報が発生する警報表示設備を設置したとしている。

### 2) 点検・保守活動

原子炉格納容器内窒素封入設備は、機器の単一故障により機能が喪失した場合においても原子炉格納容器内の雰囲気の水素の可燃限界に至るまでには最短でも約30時間の時間的余裕があり、予備機への切替等により窒素封入を再開できることから、ただちに設備を修理する必要性は低いとしている。

窒素封入設備については、パトロールやパラメータの監視等の状態監視の結果を踏まえ、現場の環境により実施頻度等を考慮した定期的な取替等を組み合わせた保守活動を検討していくとしている。

これらの点検・保守活動により得られた知見については、適宜保全活動に反映していくとしている。

### 3) 当院の評価

原子炉格納容器内窒素封入設備における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の

点を課題として抽出した。

- ・原子炉格納容器内への窒素封入については、原子炉格納容器内での水素発生量を踏まえ、本設備の供用期間を明確にした上で、問題点を抽出し対応策を検討することが必要。[設備更新]
- ・保全方針の策定においては、原則として予防保全で対応することとし、そのための具体的かつ最適な保全計画を策定することが必要。[保守管理]

これらの課題に対し、東京電力では、現場の環境により実施頻度等を考慮して、定期パトロール、パラメータ監視等の状態監視や定期的な取替等を組み合わせた保守活動を行い、その結果を踏まえて長期間の使用に耐え得るよう、必要な対応を行っていくとしていることを確認した。

保全計画について、運転実績や使用環境等を踏まえた点検周期や点検内容の見直しや現場調査等を7～8月中に実施し、平成24年9月までに保全計画に反映するとしている。

これらについては、適確に実施し、その中で得られた知見（課題を含む）を速やかに保全計画に反映するなど、継続的な信頼性の維持・向上に努めることが重要であると考えている。

### ③ 使用済燃料プール冷却系

#### 1) 設備の信頼性の向上

使用済燃料プール冷却系については、熱交換器、ポンプ等の主要機器は、単一故障が生じた場合は系統切替により機能が回復できるとしている。

一次系配管については、鋼管もしくは鋼製フレキシブルチューブで構成されており、二次系配管について、1号機及び4号機で使用している耐圧ホースはポリエチレン配管等への取替を実施するとしている。また、放射性物質を内包しない補給水系配管で用いている耐圧ホースについては、今後も点検をしながら使用していくとしている。

放射性物質の施設外への放出の観点について、一次系は建屋内に設置されており、建屋外への漏えいを防止するために堰、漏えい検知器を設置するとともに、漏えいの検出により系統を隔離できる設備となっているとしている。

#### 2) 点検・保守活動

使用済燃料プール冷却系については、設備停止後から保安規定の運転上の制限から逸脱するまでに一定の時間が確保できるが、補修・点検に時間を要する場合等を考慮しポンプ、熱交換器、エアフィンクーラ等の

部品については予備品を配備するとしている。

設備の健全性を確認するため、待機系統への切り替えを定例的に行い運転状態の確認を行うとしている。また、現場の環境により実施頻度等を考慮して、振動測定等の状態監視や定期的な点検、取替等を組み合わせた保守活動を実施していくよう計画していくとしている。

腐食防止の観点から、必要に応じ塩分除去装置を用いた水質改善や薬液注入設備を用いた薬品注入を行うとしており、2号機から4号機（4号機については原子炉ウエルを含む）については平成24年9月まで順次、塩分除去装置等を用いた水質改善を行うとしている。1号機については、水質を管理するためのサンプリングを継続的に行うとしている。

これらの点検・保守活動によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映するとしている。

### 3) 当院の評価

使用済燃料プール冷却系における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・使用済燃料プールの冷却については、燃料の取り出しが終了するまで継続的に行う必要があることから、長期間の使用に耐え得るよう、本設備の供用期間を明確にした上で、問題点を抽出し対応策を検討することが必要。[設備更新]
- ・保全方針の策定においては、原則として予防保全で対応することとし、そのための具体的かつ最適な保全計画を策定することが必要。[保守管理]

これらの課題に対し、東京電力では、振動測定等の状態監視や定期的な点検、取替等を組み合わせた保守活動を行い、その結果を踏まえて長期間の使用に耐え得るよう、設備の更新を含めた対策を行っていくとしていることを確認した。

保全計画について、振動測定、温度測定等の状態監視手法の適用性検討や現場調査等を7～8月中に実施し、平成24年9月までに保全計画に反映するとしている。

これらについては、適確に実施し、その中で得られた知見（課題を含む）を速やかに保全計画に反映するなど、継続的な信頼性の維持・向上に努めることが重要であると考えます。

## ④ 原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備

### 1) 設備の信頼性の向上



ホウ酸水注入設備のホウ酸タンク、注水ラインについては、鋼材、ポリエチレン管等で構成され、ホウ酸の析出防止対策として、ホウ酸タンクにはヒータを設置しているとしている。また、凍結防止対策として保温材の取付けを実施しているとしている。

放射性物質の漏えいの観点からは、ホウ酸水はろ過水を用いていることから、漏えいしたとしても、敷地外への放射性物質の放出はないとしている。

## 2) 点検・保守活動

ホウ酸水注入設備は多重性を保たせるよう設置しており、点検・保守活動においては、定期的な巡視点検により設備の健全性を確認しているとしている。

今後も、これらの保守活動を継続的に実施するとともに、弁、ポリエチレン管について交換用の予備品を配備している。また、定期的な点検等を組み合わせた保守活動を実施していくよう計画していくとしている。

これらの点検・保守活動によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映しているとしている。

## 3) 当院の評価

原子炉圧力容器・格納容器ホウ酸水注入設備における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- CST 炉注水ラインへの運用変更や循環注水冷却システムの小ループ化の検討においては、本設備の信頼性向上のための対応策についても検討することが必要。[設備更新]
- 保全方針の策定においては、原則として予防保全で対応することとし、そのための具体的かつ最適な保全計画を策定することが必要。[保守管理]

これらの課題に対し、東京電力では、本設備については、CST 炉注水ラインへの運用変更や循環注水冷却システムの小ループ化（建屋内循環）も踏まえて運用を検討するが、現状は、現在のシステムをそのまま使用する計画であり、他設備同様に定期的な点検等の保守活動を行う計画であるとしている。また、定期的な巡視点検等を継続的に実施するとともに、点検、取替等について、現場環境を踏まえて平成 24 年 9 月までに保全計画に反映しているとしている。

現状のシステムを使用している点について、本設備は放射性物質を含まないホウ酸水を扱っており、設備構成もタンク、配管等の静的な機

器で構成されていることによると考えるが、CST 炉注水ラインへの運用変更にあたっては、万一の臨界の発生における操作の時間遅れ等について検討し、必要な対応策について検討する必要があると考える。また、点検等の実施により得られた知見（課題を含む）については速やかに保全計画に反映するなど、継続的な信頼性の維持・向上に努めることが重要であると考える。

## ⑤ 高レベル放射線汚染水処理設備、貯留設備（タンク等）

### ⑤-1 滞留水移送装置

滞留水移送装置は、タービン建屋からプロセス主建屋等へ滞留水を移送するための配管や移送ポンプ等で構成され、動的機器や移送ラインの多重化により、単一故障時の速やかな機能回復を可能としている。

#### 1) 設備の信頼性の向上

滞留水を移送する配管については、ポリ塩化ビニル製の耐圧ホースまたはポリエチレン管を使用しているが、耐圧ホースは植物の成長による貫通や接続金具の離脱が原因で漏えい事象を起こしたことから、信頼性の高いポリエチレン管に取替えるとしている。取替えは、系外放出リスク、作業に伴う被ばく等を考慮し優先順位を付けて実施するとしており、4号機－プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋間の移送配管は完了したが、2号機－3号機間は平成24年度上期中に、共用プールダクト－高温焼却炉建屋間は準備が整い次第、その他は優先順位に従い実施するとしている。なお、作業箇所が狭隘なタービン建屋内の取水用水中ポンプ出口は、技術的な判断から柔軟性がある従前の耐圧ホースを使用するとしている。屋外に敷設したポリエチレン管については、遮へい材、保温材等を施すことにより、外力・凍結による損傷、紫外線による劣化を防止し、漏えいリスクの低減を図るとしている。

冬季の配管凍結防止対策については、保温材取付けの他にこれまでと同様に配管内の通水等で対応するとし、今後も継続実施するとしている。

#### 2) 点検・保守活動

滞留水移送装置は、単一故障が発生しても機器の多重化により早期の機能回復が期待できるが、装置の信頼性を確保する観点から以下の保守活動を行うとともに、点検・保守活動及び運転経験によって得られた知見は適宜保全計画に反映していくとしている。

- (a) 滞留水水位変動のトレンド監視を行うとともに、機器の不具合の予兆、機能喪失等の早期検知のため対象となるポンプ・配管等の点検等による状態監視保全を継続的に実施する。

(b) ポンプ等の取替えは、トレンド監視の結果を踏まえて検討するが、不具合やその予兆が確認された場合には、速やかに復旧できるよう交換品を予め配備する。

(c) ポリエチレン管については、発電所での使用実績が少ないことから、長期間使用に関する影響評価を実施する。

なお、状態監視を含む保全方針については平成 24 年 9 月までに策定し、状態監視を行う頻度については作業に伴う被ばく線量等を考慮して決めるとしている。

### 3) 当院の評価

滞留水移送装置における、上記の信頼性向上・維持の対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

(a) 耐圧ホースは過去に接続ホースと金具の離脱等の漏えい事象が発生したことから、未取替の耐圧ホースについては信頼性の高いポリエチレン管への取替実施計画を速やかに策定し早期に取替を完了させることが必要。[設備更新]

(b) 冬季において屋外の配管等は凍結による漏えいの恐れがあることから、凍結防止対策の完了時期を明確化することが必要 [保守管理]

(c) タービン建屋内の移送には耐圧ホースが使われている。建屋内においてはホースからの漏えい自体は大きなリスクにはならないが、滞留水の移送に支障を来す恐れもあるので、耐圧ホースに漏えいが発生した場合の対処を検討しておく必要がある。[保守管理]

上記の課題に対し東京電力は、(a)については系外流出の可能性が高い屋外配管は平成 24 年上期中までにポリエチレン管化を完了させ、その他の耐圧ホースは平成 24 年度上期までに流出リスクや被ばく等を踏まえ取替計画を策定することを、(b)については平成 24 年 12 月までに過去の凍結事例を踏まえ保温材の取り付等の必要な対策を終了させることを、(c)についてはタービン建屋内の耐圧ホースもポリエチレン管化するが、それまでは予備品を配備し移送ラインの切替操作等により漏えいの拡大を防止するとしていることを確認した。

耐圧ホースのポリエチレン化については、滞留水の漏えいを防止する上で重要な取り組みと認められることから、可能な限り前倒しで実施することが望まれる。

## ⑤-2 処理装置

処理装置は、油分分離装置、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置で構成され単独もしくは組み合わせ運転が可能であり、各処理装置等は、動的機器が多重化されており単一故障時の速やかな機能回復を可能としている。

### 1) 設備の信頼性の向上

セシウム吸着装置については、高線量雰囲気にある既設スキッド内の多くのポンプが故障したことから平成 24 年 6 月にポンプの追設とそれを格納するスキッドを新設し、さらにスキッド内に漏えい検知器を設置することで、ポンプの信頼性向上と故障対応時の作業性向上による被ばく低減を図ったとしている。

第二セシウム吸着装置については、高温焼却炉建屋の他にプロセス主建屋からも滞留水が取水できるラインを平成 24 年 3 月に新設し、加えて装置の弁駆動に使用する空気圧縮機の予備機を平成 24 年 3 月に追設し、取水ラインの多様化と空気圧縮機の多重化を図ったとしている。

油分分離装置については、高線量雰囲気に設置された処理水移送ポンプの他に、平成 24 年 3 月、低線量雰囲気下のエリアに移送ポンプ 2 台を新たに追設し故障対応時の被ばく低減を図ったとしている。

### 2) 点検・保守活動

処理装置は、単一故障が発生しても機器の多重化により早期の機能回復が期待できるが、装置の信頼性を確保する観点から以下の保守活動を行うとともに、点検・保守活動及び運転経験によって得られた知見は適宜保全計画に反映していくとしている。

- (a) ポンプ流量等のトレンド監視を行うとともに、機器の不具合の予兆、機能喪失等の早期検知のため対象となるポンプ・配管等の点検による状態監視保全を継続的に実施する。
- (b) 長期使用による機器の劣化を予測するため、ポンプについては振動測定等を行い、鋼製配管については腐食を想定した肉厚測定等を行う。
- (c) 機器の取替えは、劣化予測の測定結果とトレンド監視の結果を踏まえて検討するが、不具合やその予兆が確認された場合には速やかに復旧できるよう、交換品を予め配備する。

なお、状態監視を含む保全方針については平成 24 年 9 月までに策定し、状態監視保全に必要なポンプ振動や配管肉厚の測定頻度については作業に伴う被ばく線量等を考慮して決めるとしている。

### 3) 当院の評価

汚染水処理装置における、上記の信頼性向上・維持の対策について、2. (1) の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・配管減肉等により汚染水が漏えいすれば被ばくへの影響が大きく、復旧に長期間を要すれば汚染水処理が滞ることが懸念されることから、配管肉厚測定や劣化予測の減肉対策等の予防保全に係る保全計画を速やかに策定し、早期に実施することが必要 [劣化対応]・[保守管理]

上記の課題に対し東京電力は、配管劣化管理として非破壊検査計画を平成 24 年度上期までに策定し必要な対策を講じるとしていることを確認した。

機器の故障等や漏えいが未然に防止できる状態監視保全の実施は重要な取り組みと認められることから、必要な対策は前倒しで実施することが望まれる。

### ⑤-3 淡水化装置

淡水化装置は、逆浸透膜装置(以下、「RO 装置」という)、蒸発濃縮缶装置及びタンクへの移送配管から構成されとしている。RO 装置については 1200m<sup>3</sup>/日の定格系統容量に対し、約 22%と 25%容量の装置を各 1 系列、100%容量の装置を 2 系列設置しており、蒸発濃縮缶装置については 720 m<sup>3</sup>/日の定格系統容量に対し、約 2%、約 4%及び約 7%容量の装置を各 1 台、約 11%容量の装置を 2 台、35%容量の装置を 3 台設置しており、多重化による単一故障時の速やかな機能回復を可能としている。

#### 1) 設備の信頼性の向上

蛇腹ハウスには建屋外への漏えいを防止するためコンクリート製床に鋼製の簡易的な堰を設けていたが、平成 23 年 12 月 4 日に、蒸発濃縮缶装置からの放射性物質を含む漏えい水が、コンクリートのひび割れや堰の隙間から建屋外へ流出し一般排水溝を通して海域へ流出するという事象が発生した。再発防止対策として蛇腹ハウスに対し、堰の隙間を塞ぐシール材補修、ハウス内コンクリート製床の防水塗装、漏えい検知機や監視カメラの設置等を講じることで系外漏えい防止の信頼性向上を図るとしている。堰のシール材補修は平成 23 年 12 月までに完了し、それ以外については平成 24 年 9 月までに全ての対策を完了させるとしている。なお、蛇腹ハウス等は定期的な点検・補修は継続実施するが、劣化状況等を踏まえ更新することも検討するとしている。

耐圧ホースから信頼性の高いポリエチレン管への取替えについては、放射性物質を含む漏えい水が系外に流出する可能性が高い箇所を優先して行い平成 24 年 5 月までに完了し、放射能濃度が比較的低い RO 処理

水貯槽から炉注水用の処理水バッファタンクまでのラインは平成24年9月までに完了させるとしている。その他の箇所については優先順位に従い順次取替えて行くとしている。タンク間の連結管は地震時のタンク滑動を考慮し、技術的判断から柔軟性のある従前の耐圧ホースを使用するとしている。

冬季の配管凍結防止対策については、保温材の他にこれまでと同様に配管内の通水等で対応するとし、今後も継続実施するとしている。

## 2) 点検・保守活動

淡水化装置は、単一故障が発生しても多重化により早期の機能回復が期待できるが、長期的な機器の信頼性を確保する観点から以下の保守活動を行うとともに、点検・保守活動及び運転経験によって得られた知見は適宜保全計画に反映していくとしている。

- (a) ポンプ流量・タンク水位等のトレンド監視を行うとともに、機器の不具合の予兆、機能喪失等の早期検知のため対象となるポンプ・配管等の点検による状態監視保全を継続的に実施する。
- (b) 長期使用による機器の劣化を予測するため、ポンプについては振動測定等を行うとともに、機器の取替えは劣化予測の測定結果とトレンド監視の結果を踏まえて検討するが、不具合やその予兆が確認された場合には速やかに復旧できるよう、交換品を予め配備する。
- (c) ポリエチレン管については、発電所での使用実績が少ないことから、長期間使用に関する影響評価を実施していく。

なお、状態監視を含む保全方針については平成24年9月までに策定し、状態監視保全に必要なポンプ振動の測定頻度については作業に伴う被ばく線量等を考慮して決めるとしている。

## 3) 当院の評価

淡水化装置における、上記の信頼性向上・維持の対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- (a) 設備を格納する蛇腹ハウス内鋼製堰のシール材劣化等の原因で、放射性物質を含んだ濃縮塩水の系外漏えい事象が生じたことから、より信頼性の高いコンクリート製堰への変更を検討することが必要 [設備更新]
- (b) 淡水化装置を長期に使用する場合には、これを格納する蛇腹ハウスについての廃止・恒久的設備化に係る判断基準・時期の検討が必要 [設備更新]

上記の課題に対し東京電力は、(a)については現在実施中の蛇腹ハウス内コンクリート製床面の防水塗装等の漏えい防止対策の有効性を確認した上で、コンクリート製堰等への変更を検討するとしていることを、(b)については当面は蛇腹ハウスの適切な点検・補修を行いつつ継続使用するが、設備の更新時期にあわせて取替等を検討するとしていることを確認した。

蛇腹ハウスを長期使用する場合は、恒久的な設備に更新していく必要があると考える。

#### ⑤-4 タンク

タンクは淡水化装置等で処理した水を貯留することを目的に各装置間に設置しており、主に淡水受けタンク、RO 後濃縮塩水受タンク等で構成される。

##### 1) 設備の信頼性の向上

タンクは、炭素鋼製の角型タンク、円筒型タンク、防災タンクを使用している。

円筒型タンクについては、構成部材をフランジボルトで接合して組み立てるという構造上の原因で、フランジボルトの接合部から貯留水が漏えいするという事象が、平成 24 年 1 月から 2 月にかけて 3 回発生した。これに対する再発防止対策は、漏えいの可能性が高いフランジボルト接合部に対し、毎年冬季の前にトルク確認等を実施するとしている。

その他の対策として、タンクのコンクリート基礎部には鉄筋コンクリート堰を平成 24 年 6 月末までに設置し、タンクエリアの外周部にはタンク設置後速やかに土堰堤を設置することで、漏えい水の系外流出を防止するとしている。さらに、漏えいの早期発見のため、平成 24 年上期中に監視カメラをタンクエリアに設置し、水処理制御室で確認が出来るようにするとともに、漏えい検知のための連続モニタリングの実現性を検討していくとしている。

鋼製角型タンクについては、単基容量が少ない上、漏えいリスクが高いタンク間接続が多いことから、単基容量が大きくタンク間接続が少なくなる円筒型タンクに取替えるとしている。

また、タンクからの漏えい水が堤等を越えて一般排水路に直接流入することを防ぐため、流入の可能性が高い排水路については平成 24 年度上期までに暗渠化するとしている。

##### 2) 点検・保守活動

タンクの信頼性を確保する観点から以下の保守活動を行うとともに、保全方針を平成 24 年度中に策定し、点検・保守活動及び運転経験によ

って得られた知見は適宜保全計画に反映していくとしている。

- (a) フランジボルト接合部からの漏えいに対し、漏えい拡大防止及び被ばく低減措置が速やかに出来るように、フランジボルトの増し締め治具、吸収材、遮へい材等を準備する。
- (b) フランジボルトの増し締め以外の漏えい防止方法として、接合部外面への止水シート貼付等の補修方法の検討を平成 24 年度中に行い、保全計画に反映していく。

### 3) 当院の評価

貯留設備(タンク等)における、上記の信頼性向上・維持の対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- (a) タンクから $\beta$ 核種を多く含む水が漏えいした場合の連続モニタリングの実現性の検討については、実現性に係る検討項目、開始・完了時期等の具体的計画の策定が必要 [保守管理]
- (b) 多核種除去装置を運用することにより新たに発生する処理水を貯留するタンクの運用計画が必要 [汚染水・廃棄物管理]

上記の課題に対し、東京電力は、(a)については平成 24 年度上期中に現場にてモックアップ試験を実施し、 $\beta$ 線検知技術の検証及び評価方法の検討を実施するとしていることを、(b)については処理済水の発生量及びタンク設置に必要となる期間等を考慮して運用計画を策定するとしていることを確認した。

$\beta$ 線の連続モニタリングについては、新しい測定手法を開発する他に、より信頼性を高める観点から、既存の技術を用いた検知システムの併用を考慮しておく必要がある。

## ⑥ 原子炉格納容器ガス管理設備

### 1) 設備の信頼性の向上

原子炉格納容器ガス管理設備は排気ファン、フィルタユニット等の主要機器については、多重性を有する設計であり、機器の単一故障が生じた場合においても、系統の切り替えにより速やかに機能を回復できる設計となっているとしている。

電源については、瞬停対策として無停電電源を設置し、監視については、免震重要棟にて各種パラメータが監視できる遠隔監視システムを導入しているとともに、監視用のウェブカメラの電源の独立化等を図り、信頼性向上を図っているとしている。

### 2) 点検・保守活動



定期的なパトロールによる機器の状態監視、日常のパラメータ監視、定期的な系統切替時の機器の状態確認等の保守活動を継続的に実施するとともに、現場の環境により実施頻度等を考慮して、定期的な取替等を組み合わせた保守活動を実施していく計画としている。

これらの点検・保守活動によって知見が得られたものについては、適宜保全計画に反映するとしている。

### 3) 当院の評価

原子炉格納容器ガス管理設備における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・原子炉格納容器ガス管理設備は、原子炉格納容器内の監視のための機能を備えており、現状の原子炉格納容器内等の状態監視に有効であることから、本設備の供用期間を明確にした上で、課題を抽出し対応策を検討することが必要。[設備更新]
- ・保全方針の策定においては、原則として予防保全で対応することとし、そのための具体的かつ最適な保全計画を策定することが必要。[保守管理]

これらの課題に対し、東京電力では、現場の環境により実施頻度等を考慮して、定期パトロール、パラメータ監視等の状態監視や定期的な取替等を組み合わせた保守活動を行い、その結果を踏まえて長期間の使用に耐え得るよう、設備の更新を含めた対策を行っていくとしていることを確認した。

保全計画について、振動測定、温度測定等の状態監視手法の適用性検討や現場調査等を7～8月中に実施し、平成24年9月までに保全計画に反映するとしている。

これらについては、適確に実施し、その中で得られた知見（課題を含む）を速やかに保全計画に反映するなど、継続的な信頼性の維持・向上に努めることが重要であると考えている。

## ⑦ 固体廃棄物貯蔵設備、瓦礫等一時保管エリア

### 1) 設備の信頼性の向上

放射性雑固体廃棄物及び瓦礫等は、処理・処分を実施するまでの間、保管期間が長期に亘る可能性があるため、現状実施している仮設設備での保管を、今後、恒久的な貯蔵設備等での保管に移行していく計画を検討し、平成24年度末を目途に計画を策定するとしている。

### 2) 当院の評価

東京電力の上記の信頼性向上に係る対策について、以下の点を課題として抽出した。

- ・保管設備については長期にわたって使用することから、固体廃棄物の発生量の変動を考慮しながら長期の保管計画を検討すること。その際に、保管設備を恒久的なものに切り替えていくことを検討することが必要。[汚染水・廃棄物管理]・[設備更新]

これらの課題に対し東京電力では、保管する設備やエリアについては、作業員や敷地境界への線量の影響に配慮したものとし、定期的な巡視や線量測定を行っていくなどの長期の保管計画を平成24年度末を目途に策定すること、また、仮設設備での固体廃棄物の保管を、今後、恒久的な貯蔵設備等での保管に移行していく計画を検討し、平成24年度末を目途に策定することを確認した。

## (2) 電源について、長期間の使用に耐えるよう信頼性を向上・維持

### 1) 設備の信頼性の向上

外部電源については、津波の影響のない高台（O.P. 30m）に、地震に強いガス絶縁開閉装置を採用した南側 66kV 開閉所を新設し、大熊 3 号線、大熊 4 号線及び東電原子力線を接続し送電線の多重性を確保するとともに、近傍には所内共通変圧器 2 台を新設することによって、1 台が点検または故障で停止しても、負荷に対して十分な容量を確保したとしている。また、平成 24 年 9 月を目途に、大熊線 3/4 号線用保護継電器を設置することによって 66kV 二重母線を並列運用することとし、大熊線 3/4 号線のいずれかが停止となったとしても、所内高圧母線への電力供給が維持されるようにしている。

現在、構内配電線等を負荷とし、主要設備に電源を供給していない大熊線 2 号線については、仮設 6kV 開閉装置（MC）によって受電しているが、後述する 1～6 号機間の 2 系統の独立した所内高圧電源系統を構築した上で、平成 24 年 11 月を目途に休止するとしている。さらに 2 台目の所内共通ディーゼル発電機の復旧によって非常用電源の信頼性を十分確保させた段階で、平成 24 年 12 月を目途に受電を廃止するとしている。

所内高圧母線については、仮設 1/2 号 M/C(A)及び仮設 1/2 号 M/C(B)に代えて、所内共通 M/C(1A)及び所内共通 M/C(2A)に加え所内共通 M/C(1B)及び所内共通 M/C(2B)を高台（O.P. 30m）に新設するとともに、復旧した所内共通ディーゼル発電機 A 号機を受電用として、所内共通 D/G(A)M/C を運用補助共用施設共用プール棟地下 1 階に新設したとして

いる。さらに、遠方監視・操作装置を新設し、所内共通 M/C(2A)、所内共通 M/C(2B)及びプロセス建屋後備 M/C について、免震重要棟から遠方監視及び遮断機の操作を可能とし、所内共通 M/C(1A)及び所内共通 M/C(1B)については、遠方監視を可能としたとしている。

現在、仮設設備による運用を行っているのは、仮設 3/4 号 M/C(A)、仮設 3/4 号 M/C(B)及び大熊線 2 号線用の仮設 6kV 開閉装置 (MC) であるが、仮設 3/4 号 M/C(A)及び仮設 3/4 号 M/C(B)の重要負荷をプロセス建屋常用 M/C 等あるいは共用プール M/C へ平成 25 年 3 月を目途に移設するとしている (ただし共用プール M/C へ移設するものは平成 25 年 9 月目途)。所内高圧母線連携については、連携線を新たに敷設することにより、仮設 6kV 開閉装置 (MC) を経由しない構成とすることにより、1～6 号機間の外部電源、ディーゼル発電機を含めた所内高圧電源システムの容量を向上させ、2 系統の独立した所内高圧電源システムを構築するとしている。また、所内負荷を A 系・B 系電源に分割接続あるいは双方に接続することで負荷の全機能喪失の可能性を更に低減し、また、所内高圧母線故障時の多様な融通経路を平成 24 年 11 月目途に構築するとしている。

所内共通 D/G(A)M/C については、平成 24 年 12 月を目途に遠方監視・操作装置を新設し、免震重要棟からの遠方監視・操作を可能とすると共に、所内共通 M/C(1A)及び所内共通 M/C(1B)の遮断器についても免震重要棟からの遠方操作を可能とするととしている。

所内共通ディーゼル発電機 A 号機及び所内共通 D/G(A)M/C の津波対策として、運用補助共用施設共用プール棟の地下部分については、主な水の侵入ルートであるケーブル引き込み部を地下から地上へ変更し、従来のケーブルルートを閉鎖するなどの防水性向上対策を実施しているが、平成 25 年 9 月を目途に建屋地上部分についても防水性向上対策を実施し、津波に対する信頼性を向上させるとしている。

非常用電源設備については、津波により被水したため使用不能となっていた運用補助共用施設共用プール棟内のディーゼル発電機用電源盤を耐震 S クラス設計の新電源盤へ交換し、所内共通ディーゼル発電機 A 号機 (旧非常用ディーゼル発電機 4B) を復旧したとしている。また、電源車の接続先を高台 (O. P. 30m) に設置した所内共通 M/C(1A)及び所内共通 M/C(2A)に変更し、津波の影響を受けないようにするとともに、予め M/C の受電用端子にケーブルを接続しておくことで、非常時の接続時間の短縮を図ったとしている。所内共通ディーゼル発電機については、平成 24 年 12 月を目途に所内共通ディーゼル発電機 B 号機 (旧非常用ディーゼル発電機 2B) を復旧し冗長化を図るとしている。

プラント内共通低圧電源母線 (P/C) については、現状、1/2 号機及び 3/4 号機ともに、それぞれ既設の P/C から原子炉監視計器用電源、照

明電源等に供給しているが、それぞれ P/C をもう 1 系統復旧し電源を 2 系列化することを検討するとしている（平成 24 年 7 月検討完了目途）。

## 2) 点検・保守活動

外部電源の受変電設備、所内高圧母線設備及び所内共通ディーゼル発電機については、設備の重要性を踏まえ従来の同類設備の保全ルールを踏襲し、時間基準保全に基づく保全計画を作成し、電源車については、配電部の保全内容を踏まえ、月に 1 回の頻度で運転確認、1 年に 1 回の頻度で社内点検、2 年に 1 回の頻度でメーカー点検（部品交換）、6 年に 1 回の頻度でオーバーホールを行うこととし、この保全計画に沿った設備・機器の信頼性を維持する活動を実施するとしている。

## 3) 当院の評価

電源設備における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.（1）の方針に基づき評価し、以下の点を課題として抽出した。

- ・外部電源及び所内高圧母線は、本設並に強化されるが、外部電源受電設備（開閉所）、本設 M/C などの耐震性についても評価を行うことが必要。[地震リスク]
- ・非常用 D/G2 台が復帰され、非常用電源も強化されるが、地震による外部電源喪失時に非常用電源系統が健全であるかの評価を行い、必要に応じて、対策を検討、実施することが必要。[地震リスク]
- ・仮設 3/4 号 M/C(A, B)からの重要負荷（CST 炉注水ポンプ他）の供給元変更に関する具体的な検討をいつまでに完了するのかを明確にして、平成 25 年 9 月には工事が確実に完了するように計画することが必要。[設備更新]
- ・電気設備は、時間計画保全を行うとしているので、それに必要な予備品リストを完成させる時期を明確にすることが必要。[保守管理]

これらの課題に対し、東京電力では、外部電源受電設備の耐震性評価については平成 25 年 3 月を目途に評価を行い、本設 M/C 及び非常用電源系統の耐震性については平成 24 年 7 月を目途に耐震性評価計画を作成するとしている。重要負荷の供給元変更については、工事計画を平成 24 年 7 月目途に作成し、平成 25 年 9 月までに供給元変更が完了するように計画的に実施するとしている。また、保全に必要な予備品リストについては、平成 24 年 4 月に保全計画に基づく予備品等のリストを作成済みであり、現在調達準備を実施しているとしている。

これらについては、適確に実施し、その中で得られた知見（課題）を

速やかに保全計画等に反映するなど、継続的な信頼性の維持・向上に努めることが重要であると考えている。

### (3) 地震、津波及びその他の自然現象（豪雨、台風、竜巻等）によるリスク評価に基づく必要な対策

#### 1) 設備の信頼性の向上

##### ①地震に対する設備の信頼性向上

###### a. 機器

原子炉圧力容器炉注水設備や電気系統設備等については施設運営計画において地震時に想定されるリスクを評価しており、機能喪失時の代替手段を定めているとしている。

汚染水処理設備のうち中低濃度タンクについては耐震 B クラス相当で評価しているが、貯留する RO 濃縮水には高濃度のストロンチウムが含まれており、地震時にはタンクが損傷して貯留水が系外に漏えいするリスクがある。この対策として、タンク滑動防止のため地上防災タンク基礎部を固定(平成 24 年 3 月完了)し、タンクエリアへの土堰堤の設置及びタンク満水後の弁閉運用を継続実施することにより、タンクの損傷による漏えい量を抑制するとしている。さらに、多核種除去設備により、RO 濃縮水に含まれ放射性物質の濃度が告示濃度限度を十分下回るまで除去し、漏えい時の放射線被ばくのリスクを低減するとしている。

なお、タンクについては耐震 B クラスよりさらに厳しい基準地震動  $S_s$  での強度評価を実施中であり、評価結果に応じて必要な対策を検討するとしている。

###### b. 建屋

燃料を内包する建屋、及び地下に滞留水を貯留する建屋の中で地下滞留水の影響を考慮した耐震安全性が確認されていない建屋の耐震性を確保するため、平成 25 年 3 月末までに、これら建屋について、基準地震動  $S_s$  に対する耐震安全性評価を実施し、必要に応じて対策を検討するとしている。なお、検討対象の建屋は、燃料を内包する運用補助共用施設共用プール棟、並びに地下に滞留水を貯留する 1~4 号機原子炉建屋、1~4 号機タービン建屋、1~4 号機廃棄物処理建屋及び 1~4 号機コントロール建屋としている。

##### ②津波に対する設備の信頼性向上

###### a. 機器

原子炉压力容器炉注水設備や電気系統設備等については施設運営計画において津波時に想定されるリスクを評価しており、機能喪失時の代替手段を定めているとしている。

汚染水処理設備については、大津波警報が出された場合、装置を停止し隔離弁閉の措置を講じることにより機器の破損による滞留水の流出を抑制し、処理装置が損傷した場合には予備の吸着塔等を使い速やかに処理を再開させるとしている。汚染水が滞留するタービン建屋等については、予備の移送ポンプ等を使うことにより高濃度滞留水受タンク等の空きタンクあるいは貯留可能な建屋へ汚染水を移送する措置を講じているとしている。

## b. 建屋

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による津波に対し、原子炉建屋及びタービン建屋等、燃料を内包する建屋および地下に滞留水を貯留する建屋について、津波による外壁や柱等の構造躯体に有意な損傷は確認されていないものの、地下に汚染水が貯留する建屋について、現場の状況等を勘案し、堰、土嚢、防潮堤、建屋防水性向上等の津波流入の低減・防止策について検討を平成 25 年 3 月末までに実施するとしている。

また、作業安全性の確認を前提に、検討状況に応じて対策を平成 24 年末頃から実施するとしている。なお、燃料を内包する建屋の検討対象は、1～4 号機原子炉建屋及び運用補助共用施設共用プール棟とし、地下に滞留水を貯留する建屋の検討対象は、1～4 号機原子炉建屋、1～4 号機タービン建屋、1～4 号機廃棄物処理建屋、1～4 号機コントロール建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋としている。

## 2) 当院の評価

地震、津波のリスク評価とその実施対策に係る、上記の信頼性向上・維持の対策について、2.(1)の方針に基づき評価し課題を抽出した。また、新たなリスク項目として、その他の自然現象（豪雨、台風、竜巻等）を加え課題として抽出した。それぞれの項目毎の課題及び評価を以下の①、②に示す。

### ①地震、津波のリスク評価とその対策

#### a. 汚染水処理設備

- ・地震のリスクについては、タンクが損壊した場合のリスクをさらに低減するため、タンクの Ss 地震動評価を速やかに完了させ評価結果に基づ

き必要な対策を早期に実施することが必要 [地震リスク]

- ・津波のリスクについては、大津波が発生した場合に的確に対応できるよう、対応方針を基に具体的手順等を整備しておくことが必要 [津波リスク]

上記の課題に対し東京電力は、地震については基準地震動 Ss によるタンクの耐震性評価を実施中であり、平成 24 年度上期までに評価結果に応じ必要な対策等を検討するとしていることを、津波については津波発生時の具体的な手順や設備操作等のフローについて平成 24 年度末までに検討し、整備していくとしていることを確認した。

貯留水は、汚染水処理装置によりセシウム等が除去されてはいるがβ核種を多く含んでいるため、貯留タンクの損壊による貯留水の大量漏えいを仮定した場合、作業員や一般公衆に放射線による影響を生じさせる懸念がある。したがって基準地震動 Ss を満足する対策を講じることは重要な取り組みと認められることから早急な実施が望まれる。

#### b. 建屋

- ・地震のリスクについては、基準地震動 Ss に対する運用補助共用施設共用プール棟の耐震安全性、並びに 1～4 号機原子炉建屋、1～4 号機タービン建屋、1～4 号機廃棄物処理建屋及び 1～4 号機コントロール建屋について地下滞留水を考慮した耐震安全性を評価し、耐震性を確保するため、スケジュールを含む具体的な計画を速やかに策定し、計画通り評価を実施し、必要に応じて適切な対策を行うことが必要 [地震リスク]
- ・地震のリスクについては、現在まで評価していない損傷が新たに見つかった場合は、速やかにその影響を反映して耐震性を再評価することが必要 [地震リスク]
- ・津波のリスクについては、これまでに津波によるリスクを評価していない設備又は今後更新等する設備について、津波が来襲した際に地下に汚染水が貯留する建屋内への海水の流入防止及び汚染水の流出防止のための具体的な計画を速やかに策定することが必要 [津波リスク]
- ・津波のリスクについては、アウトサイズ津波を超える津波が来襲し、敷地内が浸水した場合のリスクとして仮設防潮堤\*の漂流等による周辺設備への波及的影響を検討し、その対策を講じることが必要 [津波リスク]
- ・津波のリスクについては、原子力発電所で想定すべき津波については、東北地方太平洋沖地震を踏まえ、現在検討が行われており、これら状況を注視しつつ必要に応じて今後の津波に対する安全性評価及び対策へ反映することが必要 [津波リスク]

※アウターライズ津波は東北地方太平洋沖地震の影響を受けて発生する可能性があることから、この切迫性の高い津波に対する緊急的対策として、仮設防潮堤を平成 23 年 6 月末に設置している。

上記の課題に対し東京電力は、地震について、平成 25 年 3 月末までに、随時、検討対象の建屋の耐震安全性を実施し、必要に応じて適切な対策を検討するとし、各建屋のスケジュールを明確にしていることを確認した。

津波については、津波が来襲した際に地下に汚染水が貯留する建屋内への海水の流入及び汚染水の流出を防止することを目的に、平成 25 年 3 月までに、建屋開口部等の現地調査を行った上で、計画を策定し、平成 24 年末頃から、実施可能な対策から順次実施するとしていることを確認した。

また、アウターライズ津波を超える津波が来襲し、敷地内が浸水した場合のリスクに対応するため、原子力発電所で想定すべき津波については、東北地方太平洋沖地震を踏まえ、現在検討が行われており、これら状況を注視しつつ、仮設防潮堤の漂流等による周辺設備への波及的影響について検討に取り組むとともに、必要に応じて今後の津波に対する安全性評価及び対策へ反映するとしていることを確認した。

今後は、アウターライズ津波を超える津波に対し建屋への海水流入及び汚水流出の防止策を実施可能な範囲から適宜進めていくことが重要であると考ええる。

## ②自然現象（豪雨、台風、竜巻等）のリスク評価とその対策

- ・各施設における、豪雨、台風、竜巻等の自然現象によるリスクを評価した上で、当該リスクを低減させるための対応方針を策定し、それを基にした具体的対応策を検討することが必要〔自然現象リスク〕

### <豪雨・台風>

上記の課題のうち豪雨、台風等に対し、東京電力では、建屋内滞留水の水位を O.P. 3000 程度で管理することや汚染水の処理量を増加させる等の措置を取ることにより、周辺地域における過去の最大降雨量を想定しても建屋内水位の維持が可能と考えていること、また、処理装置等は屋内に設置しており台風等による風雨の影響を受けることはないと考えていること、さらに、原子炉建屋評価は建築基準法の暴風時の荷重を過去の実績を考慮して保守的に設定していることを確認した。

滞留水の水位管理については近年の国内における記録的な豪雨を踏まえて評価しておく必要があると考ええる。



## <竜巻>

上記課題のうち竜巻に対し、東京電力では、以下の方針であることを確認した。

### i) 原子炉注水設備

原子炉建屋は基準地震動  $S_s$  に対する耐震性を有することから、竜巻に対する直接的な被害はないと考えられる。炉注水設備のポンプは、高台、タービン建屋内、CST 等に分散配置していることから、竜巻で同時に機能喪失するリスクは小さく、万一全て機能喪失した場合は、全数が同時に機能喪失しないように分散配備した消防車等で対応する。

### ii) 使用済燃料プール

使用済燃料プールへの竜巻対策は必要に応じ実行可能な防護対策を行うが、使用済燃料プール水の漏えいが発生した際は、非常用電動ポンプ、消防車等による注水、分散配備したコンクリートポンプ車を用いたスラリーの投入で漏えいの抑制を行う。

なお、4号機使用済燃料プール上部には、瓦礫落下の対策として防護構台（約60トン）が設置されており、水のまき上げ防止策として期待できる。

### iii) 汚染水処理設備

セシウム吸着装置等の処理装置は、本設の建屋内に設置してことから竜巻の影響を受け難いが、淡水化装置等がある蛇腹ハウスや汚染水処理設備の制御室があるコンテナハウスは影響を受ける。しかし、炉注水に必要な十分な量の淡水が貯水されているのでその間は淡水化装置の停止による影響は少なく、また第二セシウム吸着装置は制御室以外の現場制御盤での起動が可能であることから、配備された予備の移送ホース等を使用し速やかに処理を再開する。

竜巻の発生が予見される場合には、汚染水処理設備の停止・隔離弁の閉止等を行うことにより汚染水の拡大防止を図り、竜巻よる飛来物でタンク等が破壊されないよう、車両等はタンクから遠ざける措置をとる。

### iv) 電源設備

所内共通 M/C 及び所内共通 D/G については鉄筋コンクリート造の建屋内に設置しているため影響はないが、ケーブル回路は屋外に布設しているため竜巻の影響を受ける。ただし、所内共通 M/C については、複数の受変電設備から違う経路で受電できるため、竜巻でケーブルが損傷しても他の経路から供給が可能である。受電経路や所内共通 M/C が全て使用不能になり電源供給ができなくなった場合は、電源車や各

設備に設置した専用の発電機を使用して安全上重要な設備への電源を確保する。

竜巻のリスクに対するこれらの対応については、リスクの定性的な検討や対処療法的な対策に留まっていることから、設備毎に、その重要度に応じ敷設状況を勘案したリスク評価を行い、必要な対策を検討し実施することが必要であると考えます。

#### (4) 循環注水システムの信頼性の向上及び小ループ化

##### 1) 循環冷却システムの小ループ化の方針

現行の循環注水ループは、水処理設備、淡水化装置、淡水タンク及び処理水バッファタンクを經由して原子炉圧力容器及び格納容器に注水されている。循環注水冷却システムの小ループ化について、最終的には、建屋内でのループを構築することにより、現在の水処理設備など建屋外に設置された設備を經由しない循環ループの形成が可能となるため、系外への放射性物質の放出リスクを低減できるとしている。また、建屋内の滞留水の塩素濃度は淡水化装置の稼働等により減少傾向にあるため、将来的には滞留水をそのまま冷却水として使用することが可能となると推定しており、これらを実現することにより水処理設備等の処理量等に依存せずに、原子炉冷却水注入量を増加させるシステムが構築できる見込みとしている。

しかしながら、システムの構築にあたっては以下の課題があるとしている。

- ・ 塩素濃度以外の滞留水の水質（油分、不純物等）が設備に悪影響を与える可能性
- ・ 高濃度放射性流体が循環することによる止水等の他の作業との干渉
- ・ ポンプ等の設置場所の線量が高いことによる作業への影響

これらの課題に対して、ライン構成の最適化、除染等の作業環境改善等を当面検討、実施するとともに、多重性等に配慮した設計、運用を検討している。

小ループ化については早期実現に向けた検討を進めていくが、至近の対応としては現状の循環注水ループの信頼性向上を図るとしている（(1) ①参照）。

CSTによる原子炉注水ラインの運用により、水源保有水量の増加、水源から注水点までの距離の低減に伴う注水喪失リスクの低減等が期待できるとしている。

処理水移送ラインについては、処理水バッファタンクから CST までの

距離が延長することとなるが、滞留水水質に応じて水処理設備を介することが不要になることも考えられることから、状況に応じた段階的な縮小を今後も継続的に検討するとしている。

## 2) 信頼性向上対策の内容及び工程

上記のような最終的な小ループ化は平成 29 年 3 月完了を目標とするが、当面の対応としては、常用の炉注水ラインにおける処理水バッファタンクからの水移送を、原子炉建屋に近い位置に設置される CST からに変更（平成 24 年 12 月完了予定）するとしている。

また、CST 炉注水ポンプの屋内設置、処理水移送ライン（一時貯槽～処理水バッファタンク）のポリエチレン管への変更等（平成 24 年 9 月完了予定）を行うとしている。あわせて、CST 周辺の線量低減対策（設備面の対応を含む）を計画するとしている。

## 3) 当院の評価

循環注水システムの信頼性の向上及び小ループ化における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.（1）の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・循環注水冷却システムを小ループ化し建屋内に構築する方法の検討については、課題の解決に必要な計画の策定等、具体的な検討内容を示すとともに、工程のホールドポイントを決めるなどの工程管理を行い、早期実現にむけて検討を加速することが必要。[設備更新]
- ・建屋内の小ループ化については相当の期間を要すると考えられるため、放射性物質の漏えいリスクの低減の観点から、小ループ化に併せて処理水移送ラインの短縮化についても検討し、工程管理を行い、実施することが必要。[設備更新]

これらの課題に対し、東京電力では、小ループ化については滞留水中の塩素濃度等の水質改善状況によることから、今後定期的な原子炉建屋等の水質サンプリングを検討し、平成 25 年 3 月までに早期実現の可否の判断並びに以降の計画及び工程上の確認事項等の策定を行うとしていることを確認した。また、これに合わせ処理水移送ラインの短縮化についても必要な実施計画を示すとしていることを確認した。

これらの検討において得られた知見（課題を含む）を踏まえ、必要な研究課題を抽出し研究計画を策定するとともに、環境整備のための建屋内の除染についても計画的に進めることが重要であると考えられる。

## (5) タービン建屋等への地下水流入の抑制対策、処理済水貯蔵容量の確保、

## タンク等の漏えい対策の強化及び多核種処理設備の設置

滞留水の処理は、「東京電力（株）福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」に基づき、以下の対策について検討を行い、対策を実施することとしている。

- ・増水の原因となる原子炉建屋等への地下水の流入に対する抜本的な対策
- ・水処理施設の除染能力の向上確保や故障時の代替施設も含めた安定的稼働の確保方策
- ・汚染水管理のための陸上施設等の更なる設置方策

上記の具体的対策として、「地下水流入量の抑制」、「処理済水貯蔵容量の確保」、「タンクの漏えい対策」、「多核種除去設備等設置」を実施するとしている。

### 1) 地下水流入量の抑制に対する計画

#### a. サブドレン水の水位低下による地下水流入量の低減

現在、サブドレン水の水位は、建屋内滞留水が系外に流出しないように、建屋内滞留水の水位より高くするよう水位管理を行っているため、建屋内には 1 日当たり 200m<sup>3</sup>～500m<sup>3</sup> 程度の地下水が流入している。

地下水流入量の抑制（水位管理）の観点からは、建屋に近いサブドレンの復旧が最適な方策と考えられるため、実施可能なサブドレンピットからピット内の水を排水可能レベルまで浄化し、ポンプで汲み上げることにより、建屋周辺の地下水位と建屋滞留水の水位の差を減少させ、建屋への地下水流入量低減を図る計画であるとしている。

しかし、サブドレン設備の復旧については、平成 24 年度中に周辺工事と干渉せず復旧作業が可能なピットについて順次浄化及び復旧を行い、平成 25 年度以降に周辺工事等と干渉するピットについて、ピットの新設等を含め、復旧方法を検討した上で、復旧を行っていく予定としている。

#### b. 地下水バイパスによる地下水流入量の低減

建屋への地下水流入量の低減を図るため、建屋の山側で地下水を揚水し、その流路を変更して海にバイパスすることにより、建屋周辺の地下水位を低下させ、建屋への地下水流入量の低減を図っていくとしている。それにより、建屋周辺の地下水位については、原子炉建屋山側で 3m 程度、タービン建屋海側で 1m 程度、現況より低下する見込みであるとしており、これに伴い、建屋内への地下水流入量を半分程度に抑制できると想定されている。

また、地下水バイパスの稼働にあたっては、揚水した地下水については、専用の水路で海にバイパスする等、汚染防止に万全を期すとともに、建屋内滞留水が建屋外に漏れ出さないように慎重な水位管理を実施するとしている。

## 2) 処理済水貯蔵容量の確保

### a. タンク増設計画

現在計画済みのタンク容量では平成 24 年 12 月上旬には満水になる見込みであるため、濃縮水等の発生量及びタンク設置に必要となる期間等を踏まえて以下の対策・検討を行っていくとしている。

- ・滞留水水位や設備運用の調整によりタンク満水時期を延命化する。
- ・地下水流入量抑制方策を早期に実現する。
- ・タンク設置エリアの確保等、今後のタンク増設について継続検討していく。

### b. 処理済水の低減方策

淡水化装置にて処理された水のうち、塩分が濃縮された廃水（濃縮水）は循環注水に再利用できないことから、タンクに保管しており、タンクを継続的に設置している。しかし、濃縮水の低減を図るため、平成 23 年 12 月から、濃縮水を再度淡水化装置にて処理する再循環処理をより実施し、タンクに保有している濃縮水の低減を実施している。

今後は、更に、地下水バイパスによる地下水流入量を半分程度に低減を図り、多核種除去設備で処理していくことで、平成 27 年度上期に全ての濃縮水を処理できるとしている。

## 3) タンク漏えい対策

### a. タンクの保守管理

今般の RO 濃縮水貯槽フランジボルト接合部からの漏えい実績および漏えい要因を考慮し、鋼製円筒型タンクに対して、必要箇所に対してトルク確認および必要に応じて増し締めを行ったが、今後も、気温が下がる冬期の前に毎年実施することとしている。フランジボルト接合部に対しては、接合部外面への止水シート貼付等の補修方法等について、平成 24 年度中に検討を行い、保全計画に反映していくこととしている。

### b. 漏えい監視

監視性の向上および運転管理員の被ばく低減の観点から、平成 24 年度上期を目途にタンク設置エリアに監視カメラの設置を行い、水処理制御室において常時監視可能な環境を構築するとしている。なお、監視カメ

ラ設置までの期間は巡視点検を2回/日に頻度を上げて実施している。また、堰からの拡大防止対策について、漏えい検知のための連続モニタリングの実現性を、検知技術および評価方法を踏まえて検討していくこととしている。

c. 漏えい拡大防止対策

屋外タンクは、数個のタンクを連結し一つの大きなタンクとして運用しているため、連結管損傷時の漏えい拡大防止として以下の対策を実施することとしている。

- ・鋼製円筒型タンクについて、個々に隔離弁が設置されているため、今後も満水後のタンクに対して隔離弁の閉止を随時実施する。
- ・地上防災タンクは、滑動による連結管の損傷防止として、連結しているタンク基礎部の固定を平成24年3月までに実施した。
- ・放射性物質を含む水を保管している屋外タンクからの漏えいが海洋への流出に直接繋がらないように、タンクコンクリート基礎部に鉄筋コンクリート堰を、タンク設置エリア外周部に土堰堤等を設置することとし、土堰堤はタンク設置後速やかに設置し、RO濃縮水を貯留している設置済みのタンクについては、鉄筋コンクリート堰を平成24年6月末までに設置した。また、構内の排水路に対して、タンクからの漏えい水が、排水路に直接流入することを防ぐため、流入する可能性が高い排水路を平成24年度上期までに、暗渠化することとしている。

4) 多核種除去設備設置に対する計画

多核種除去設備は、処理対象水に含まれる放射性核種を『実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示』に示される濃度限度を十分下回る濃度まで低減することを目的に設置することとしている。

処理容量は、滞留水発生の原因となっているタービン建屋等への雨水、地下水の流入量を上回るものにするとしている。これまでの流入実績から処理容量500m<sup>3</sup>/日を100%容量とし、多核種除去設備は、1系列あたり50%処理容量の3系列で構成し、1系列は待機系列とするとしている。

多核種除去設備は、これまで汚染水処理設備等で発生した不具合を踏まえ、移送配管は、耐圧ホースを使用せず、耐漏えい性を有するものとしている。また、移送配管の継手は、可能な限り融着構造、溶接構造とする。漏えいしても排水路を通じて環境に放出することがないように、可能な限り排水路から離隔するとともに、排水路を跨ぐ箇所は堰等を設けるといった措置を講じることとしている。

## 5) 当院の評価

タービン建屋等への地下水流入の抑制対策、処理済水貯蔵容量の確保、タンク等の漏えい対策の強化及び多核種処理設備の設置における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として指摘した。

- ・貯蔵タンクの増設を要しないと判断されるまでの期間における、必要な対策（タービン建屋等への地下水流入抑制対策、貯蔵タンクの増設、多核種処理設備等）の全体計画を示すことが必要。その際には、処理済水低減方策が計画どおり実現しない場合や設備が故障した場合も考慮することが必要。〔汚染水・廃棄物保管〕
- ・いつまでも処理水を溜め続けるのは実際的ではない。必要な対策を講じるための努力を推進すること。〔汚染水・廃棄物保管〕
- ・地下水流入抑制対策として、サブドレン水位を下げる際には、汚染水の流出がなきよう、水位コントロールとモニタリングに係る方法を適切に備えて、実行すること。〔汚染水・廃棄物保管〕
- ・処理済水の増加を抑制し、貯蔵タンクを計画的に整備するため、サブドレン復旧に係る具体的スケジュールと地下水流入抑制効果を明確化することが必要。併せて、地下水バイパスの稼働スケジュールを明確化することが必要。〔汚染水・廃棄物保管〕
- ・濃縮水の貯蔵容量を適切に確保するため、淡水化处理期間と、その間、どの程度の量の濃縮水が発生するのか明確化することが必要。〔汚染水・廃棄物保管〕
- ・多核種除去設備の処理能力（100%運転及び150%運転時）と濃縮水の処理完了時期を明確にしたうえで、3系列運転の実施により、濃縮水の処理完了時期を、現行の27年度上期から前倒しすることが必要。その際、多核種除去設備の3系列運転の実現性に係る検討スケジュールを明確にするとともに、3系列運転が効果的に実施できない場合においても、濃縮水処理の前倒しができるよう、その他の措置も検討することが必要。〔汚染水・廃棄物保管〕
- ・処理済水低減対策に係る設備の設置については、規格・基準に準拠した信頼性の高い設備を設置することが必要。〔汚染水・廃棄物保管〕
- ・台風、豪雨等があっても、建屋内に滞留する汚染水の建屋外漏えいリスクを顕在化させないよう、雨水流入抑制対策を実施する必要がある。〔自然現象リスク〕

これらの課題に対し、東京電力では、それぞれ以下のとおりとしてい

ることを確認した。

- ・中長期ロードマップに示した通り、平成 32 年度までに滞留水処理の完了を目指している。それまでの間、滞留水処理完了に必要なとなる多核種除去設備の設置(平成 24 年度上期),サブドレンの復旧(継続実施),地下水バイパス(平成 24 年度上期から順次稼働),貯蔵タンクの増設(必要に応じて増設)等を行っていくこととしている。滞留水処理が終了するまでの間、処理水量・貯蔵水種別が変化していくことから、これらの状況を踏まえて処理水が貯蔵可能なようタンク運用計画を策定していくものとしている。
- ・多核種除去設備を平成 24 年度上期までに設置し、貯留している RO 濃縮塩水が告示濃度を十分下回るように処理するとともに、RO 濃縮塩水の処理を早期に完了するよう多核種除去設備の増容量運転を検討していく(平成 24 年度内)としている。また、必要な対策を講じるための課題解決を行い、処理済水低減に向けた関係箇所との調整を行っていくこととしている。
- ・地下水水位を下げる際には、水位の低い海側のサブドレンの水位と建屋内滞留水水位の比較監視を適切に実施するとともに、山側のサブドレン水位の監視を追加することを地下水バイパス開始前までに検討し、測定していくとしている。また、地下水流入抑制対策として揚水した地下水の放射能濃度測定についても適切に実施していくこととしている。
- ・地下水の流入抑制として、サブドレン復旧に関しては、平成 24 年度中に復旧作業が可能なピットについて順次浄化及び復旧を行っていくこと、周辺工事等と干渉するピットについては、ピットの新設等を含め、復旧方法を平成 24 年度内に検討した上で、復旧作業を行っていく予定であることとしている。地下水バイパスについては、平成 24 年度上期から揚水井等の設置を行い準備が整った揚水井から順次稼働していくとしている。
- ・濃縮水の貯蔵・管理については、建屋(プロセス主建屋)内の汚染水の塩素濃度は、着実に低下してきており、将来的には淡水化装置は必要ないものとしているが、当該装置は、淡水を生成する過程で放射性核種を濃縮水側に振り分ける能力も有しているため、汚染水の塩素濃度や放射性核種濃度を定期的に分析して低減傾向が把握できた場合において、淡水化装置の運転の見通しを立てていとしている。
- ・多核種除去設備は、1 系列あたり 50%処理容量の 3 系列で構成し、平成 24 年度上期に 2 系列での 100%運転を想定しているが、一方、



早期に RO 濃縮水を処理する観点から、現在、3 系列運転を検討しているが、設備運転の習熟や実運用から抽出される 3 系列運転の課題、設備対応等を踏まえて 3 系列運転を実施していく（平成 25 年 4 月目標）。

- ・多核種除去設備等を構成する機器は、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」で規定されるとしているが、作業環境や設置環境等が通常時と大幅に異なっているため、設計・建設規格の要求を全て満足できない場合は、JIS 等の規格に適合した一般産業品の機器等や、設計・建設規格に定める材料と同等以上の信頼性を有する材料・施工方法等を採用することとしている。

地下水流入の抑制のため、サブドレンを復旧していく予定としているおり、短期間では復旧が困難なものは 24 年度中に復旧方法を検討することを確認した。地下水バイパスは、サブドレン復旧の補助的な取り組みとして平成 24 年度上期から実施して、建屋内への地下水流入量を現在の半分程度に抑制できるものと想定していることを確認した。

多核種除去装置は、平成 24 年度上期までに設置し、平成 25 年 4 月には 3 系列運転を行うよう検討することを確認した。

現在準備を進めている地下水バイパス（建屋への地下水流入抑制対策）や多核種除去装置の設置（貯留水の浄化対策）等のプロジェクトが遅延した場合や期待した効果が得られなかった場合等においても、濃縮塩水の貯留タンクや多核種除去装置で処理した処理済水を貯蔵するタンク等が不足することのないよう、これらの水の発生量等を見通した上で、余裕を持った容量の貯留タンクを確保しておくことが必要である。また、貯留タンク設置までに必要な建設期間等のリードタイムを考慮し、時間的余裕を持って貯留タンクの増設計画を策定しておくことも必要である。

現在、本年中に発生すると見込まれる濃縮塩水等を貯留できる容量の貯留タンクの設置が進められているところであるが、多核種除去装置による濃縮塩水の処理に約 3 年を要すると見込まれていることから、向こう 3 年間の濃縮塩水等の発生量、多核種除去装置による処理量等を見通した上で、必要な容量の貯留タンクの増設計画を早期に策定することが必要である。

(6) 原子炉格納容器内等の状態監視のための温度計等の信頼性の確保及び代

## 替システムの設置

### 1) 既設計装機器の信頼性確保

既設の計装機器には、原子炉圧力容器及び原子炉格納容器の燃料の冷却状態を監視する機器、未臨界状態の監視をする機器及び原子炉格納容器内の不活性雰囲気の監視をする機器があり、機器の設置時期、校正実施時期及び点検実績等から計装機器の指示値の信頼性を評価した結果、これらの計装機器を用いて原子炉圧力容器及び原子炉格納容器内の状態監視は可能と考えるとしている。

保全計画としては、現場の雰囲気線量及び作業時間を考慮して計装機器を時間基準保全、事後保全により実施するとしている、時間基準保全の計装機器としては、例えば監視用デジタルレコーダについては模擬入力を行い、その指示値が計器許容誤差の範囲内であることの確認を定期的実施するとしている。事後保全の計装機器としては、例えば原子炉格納容器底部温度計等については、毎月のトレンド確認を行い、指示値に有意な変動が確認された場合は直流抵抗測定等を実施し、使用不可能と判断した計装機器は監視から除外し、信頼性が確認されている計装機器にて監視を継続するとしている。

事後保全の計装機器の点検、交換等については現状では雰囲気線量が高く作業が困難なため、作業環境改善後に実施計画を策定するとしている。

監視装置に係る信頼性向上対策として、監視用デジタルレコーダ及び通信設備の2重化（平成24年12月末の完了予定）、監視用デジタルレコーダ及び通信設備への無停電電源装置の設置（平成24年12月末に一系列の完了予定）を実施していくとしている。

### 2) 代替システムの設置

2号機への代替温度計設置計画については、原子炉圧力容器に繋がる配管に代替温度計を挿入し、原子炉圧力容器内温度を直接監視する方法について検討を行ったとしている。現場調査やモックアップ試験の結果等により、SLC 差圧検出配管を用いた代替温度計の取り付け方法が既存技術の応用で実現性が高いとの見通しが得られたことから、最優先で計画を進めるとしている。

1号機及び3号機についても、原子炉圧力容器温度計の故障に備えて事前に代替温度計を設置する必要があるが、原子炉建屋内が高線量であること等から、挿入先の候補の絞り込みを平成25年3月までに実施するとしている。

また、2号機の原子炉格納容器内水位については、水位の形成を連続的に把握できる手段について、検討を進めていくとしている。

そのほかに原子炉の冷却状態を間接的に監視する手段として、原子炉周りの熱バランスを計算することによって炉内温度を評価する方法も整備中であるとしている。

### 3) 当院の評価

原子炉格納容器内等の状態監視のための温度計等の信頼性の確保及び代替システムの設置における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・2号機の温度計については不調が確認されてきているところであり、燃料の冷却状態の監視の信頼性を確保する観点から、原子炉圧力容器への代替温度計の早期設置に万全を期すことが必要。[保守管理]
- ・2号機の原子炉格納容器内部調査の結果及び今後の調査計画を踏まえ、原子炉格納容器内の温度計、水位計等の設置(1号機及び3号機を含む)についても検討を加速することが必要。[保守管理]
- ・原子炉格納容器内等の臨界監視について、現状の原子炉格納容器ガス管理設備を利用した短半減期核種の測定による方法等以外の検出手段について検討することが必要。[保守管理]
- ・1号機及び3号機への代替温度計の設置、1~3号機の熱バランスモデルの構築等、多様な観点からの検討を引き続き実施していくことが必要。[保守管理]
- ・事故に伴い発生した水素ガスについては、原子炉格納容器に接続された配管等に滞留していることが否定できないことから、配管の接続状況などを基にその可能性について評価し、今後の収束に向けた作業に影響を及ぼさないように、対応策について検討することが必要。[保守管理]

これらの課題に対し、東京電力では、それぞれ以下のとおりとしていることを確認した。

- ・2号機の代替温度計の設置については、水張りによるSLC差圧検出配管の健全性確認を踏まえた新たな課題(配管内残水の水抜き方法、温度計挿入時のシール方法等)について検討する必要がある、現時点では平成24年8月末の現地工事完了を目標に作業を進める。
- ・2号機について、原子炉格納容器内滞留水温度、雰囲気温度測定に加えて水位の確認が可能な計測装置の仕様について検討しているところ、平成24年内の設置を目指す。1号機について、平成24年9月までに実施予定の原子炉格納容器内部調査に合わせて原子炉格納容

器内滞留水温度、雰囲気温度等の確認が可能な計測装置の設置について検討中であり、3号機について、原子炉建屋内の雰囲気線量が高く、原子炉格納容器内部調査が困難であることから環境改善技術の進捗に応じて実施時期を決定する。

- ・未臨界状態の維持の監視として、現状、短半減期希ガス (Xe-135) の放射能濃度を連続的に測定しているが、これは実現可能性を鑑みて採用したものである。炉内の中性子測定による監視については実現は非常に困難な状況であるとともに開発要素も少なくない。今後原子炉圧力容器及び原子炉格納容器からの燃料デブリの取り出しを中長期にわたり進めていくが、燃料取り出し作業等に伴い水量等が変化した場合でも再臨界を防止するために未臨界評価及びモニタリング技術を開発する必要がある、今年度からデブリの臨界管理技術に関する研究開発を進める計画としている。
- ・1号機、3号機について、平成25年3月を目途に代替温度計の挿入先の候補系統の絞り込みを実施し、その結果を踏まえ設置時期を決める。また、実機データとの比較等により、引き続き熱バランスモデルの整備を行う。
- ・水素対策については、高濃度の水素が滞留していると考えられる配管等の切断作業を実施する場合には、工事毎に具体的な水素対策について検討する。

原子炉格納容器内の状態監視については、原子炉の安定冷却を確保しつつ収束作業を進めていく上で非常に重要であることから、引き続き多様な観点からの検討が必要と考える。また、研究開発的な要素も多く含んでいることから、検討の過程において得られた知見（課題を含む）を踏まえ、必要な研究計画を策定、実施し計画的に進めることが重要であると考えられる。

## (7) 原子炉建屋、注水系配管等の経年変化等に係る評価及び対策（建屋）

### ①原子炉建屋

#### 1) 経年変化等に対する信頼性確保

原子炉格納容器や使用済燃料プールに燃料が入っている1～4号機原子炉建屋の躯体（鉄筋コンクリート）について、今後の経年劣化の影響評価を実施するのに当たり、津波および事故における特殊要因と考えられる熱及び海水を劣化要因としている。

デブリ燃料及び使用済燃料プール内燃料の冷却状態等を踏まえると、現状では、原子炉格納容器及び使用済燃料プールからの熱による今後の

原子炉建屋の躯体（鉄筋コンクリート）の劣化は進展しにくいと考えられるものの、劣化を早期に発見し措置することが重要であること、また原子炉建屋損傷後の海水注入及び飛来塩分によるコンクリートへの塩分浸透が懸念されることから、作業安全確保後の目視点検及び非破壊検査等の点検、並びに必要な応じた補修・補強を実施するとしている。

## 2) 当院の評価

東京電力の上記の信頼性の向上・維持における対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・作業安全の確保を念頭に置き、点検・検査が可能な対象設備・位置及び検査方法等を選定し、速やかに具体的な点検計画を策定することが重要。また、その計画どおり、定期的に点検・検査を実施し、原子炉建屋の躯体（鉄筋コンクリート）に係る経年劣化とその安全性の影響を極力定量的に把握し、必要に応じて機能維持に必要な対策を実施していくことが必要。〔劣化対応〕

上記の課題に対し東京電力は、それぞれ以下のとおりとしていることを確認した。

- ・点検・検査においては「建屋の垂直性の確認」、「ひび割れ調査」「コンクリートの強度確認」を実施する。
- ・4号機原子炉建屋は上記の点検・検査を4回／年実施する（使用済み燃料プールからの燃料取り出しを開始する平成25年12月まで）。第1回点検を平成24年5月17日～25日に実施した結果、外壁の上層部は損傷しているものの、使用済み燃料プールの躯体は140cm～185cmと厚く、ひび割れや傾きを伴う損傷は見られず、また十分なコンクリート強度も確保されていることから、安全に使用済み燃料を貯蔵できる状態にあることを確認した。ただし、外壁面の一部に局所的な膨らみを確認したため、当該部による4号機原子炉建屋及び使用済み燃料プールの耐震安全性への影響度合いを定量的に評価する（この耐震安全性評価については、別途、経済産業省原子力安全・保安院より平成24年5月25日に指示）。
- ・1～3号機原子炉建屋については、作業安全性が確認された時点で、点検を実施する。なお、合わせて遠隔操作による点検手法について検討する。

今後は、計画に基づき、定期的な点検・検査を継続し、原子炉建屋の躯体（鉄筋コンクリート）に係る経年劣化及び健全性への影響を把握し、必要に応じて機能維持に必要な対策を適切に実施していくことが重要

であると考える。

## ②地下階に海水（滞留水）を貯留する建屋

### 1) 経年変化等に対する信頼性確保

1～4号機原子炉建屋、1～4号機タービン建屋、1～4号機廃棄物処理建屋、1～4号機コントロール建屋、高温焼却炉建屋及びプロセス主建屋の地下階には、海水（滞留水）が溜まっている状態であり、塩分がコンクリート中に浸透することで鉄筋腐食環境となり、鉄筋腐食による体積膨張からかぶりコンクリートにひび割れが生じ構造健全性に影響することが想定されることから、地下階の壁（鉄筋コンクリート）に対して、海水による経年劣化を評価するとしている。

### 2) 当院の評価

東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.（1）の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・原子炉建屋及びタービン建屋等の地下階等について、海水による腐食からなる鉄筋コンクリートの経年劣化を定量的に評価するための物性値及び評価方法の設定などの方針及び計画を速やかに策定し、計画通り評価を実施することが必要 [劣化対応]

上記の課題に対し東京電力は、それぞれ以下のとおりとしていることを確認した。

- ・地下階のコンクリートに対し、塩分浸透による経年劣化の評価について、平成24年9月までに調査及び評価方法の検討を実施し、平成25年3月末までに劣化の評価を実施する。

今後は、検討条件及び方法の設定などを含めた、詳細な方針・計画を策定し、経年劣化の評価を適切に進めることが重要であると考える。

## (8) 原子炉建屋、注水系配管等の経年変化等に係る評価及び対策（容器、配管等）

### 1) 経年変化等に対する信頼性確保

対象となる設備・機器として、放射性物質の放出抑制・管理機能及び原子炉冷却機能に係わる以下の既存設備を抽出し、経年劣化の影響評価を行っている。

#### 【対象設備】

- a) 原子炉格納容器（ドライウエル、ベント管、トラス部、サポート）
- b) 原子炉注水系配管（復水給水系、炉心スプレイ系、復水補給水系）
- c) 原子炉圧力容器
- d) 使用済燃料プール（プールライニング、燃料ラック）

抽出した対象設備に考慮すべき劣化事象は、全面腐食及び注入された海水による腐食であるものの、現状は格納容器内への連続した窒素ガス封入や冷却水への窒素ガスバブリング、一部の機器における防食塗装の健全性確認等から、腐食抑制が図られているとしている。また、現状では高線量環境へのアクセス制限等から、プラントの状況把握が十分とは言えず、定量的な評価は困難であるものの、概略想定される腐食速度からの想定では至近の数年間で耐震裕度の大幅な低下につながるような腐食減肉は発生しないとしている。

ただし、今後 10 年間程度の長期健全性を評価する上では、各機器の置かれた腐食環境を考慮して想定される腐食減肉をより正確に評価し、その結果を以て耐震裕度や健全性評価を行う必要があるが、直接の測定の高難さ等の技術的課題が抽出され、その解決に向けた国プロジェクトにおける評価技術の確立が進められているとしている。

今後、燃料取出しまでの期間における設備・機器健全性をより高い精度で評価するためには、以下の技術的課題については平成 24 年度中に腐食試験や材料強度試験等を実施し、データの取得を図ると共に、健全性評価手法を確立する予定としている。

- a) 現在までの腐食劣化・材料強度低下度合いの推定
- b) 今後の腐食劣化の進行予測
- c) 今後のプラント状態を勘案した余寿命評価
- d) 腐食抑制方策の確立

## 2) 当院の評価

注水系配管等の経年変化等に係る評価及び対策（容器、配管等）について、以下の点を課題として抽出した。

- ・現在進行中の健全性評価技術の開発を、今後、どのように実機の評価に適用していくかの具体的な検討を行うことが必要。[劣化対応]
- ・現場確認において、新たな知見が得られた場合は、速やかに適切な評価及び必要な措置が行えるような仕組みを構築しておくことが必要。  
[実施体制]
- ・評価対象機器の保全計画（点検方法、点検間隔、判定基準、交換部品、

その他)を明確にすると共に、計画に従って確実に点検等が実施される仕組みを構築することが必要。[保守管理・実施体制]

- ・配管や容器の外部には異材継ぎ手や隙間部があるので、水質におけるホウ酸の影響も考慮して評価をすること。また、流れ加速型腐食は流速が遅くても水質条件の重畳によっては発生することも考慮することが必要。[劣化対応]
- ・経年劣化の影響については全面腐食だけでなく、幅広い視点から検討する必要がある。[劣化対応]
- ・コンクリートの温度に対する健全性を確認するため、1～3号炉の事故直後のコンクリートの温度履歴を評価・提示した上で健全性を評価する必要がある。特に核燃料が溶融して最も高温となったと思われる1～3号の原子炉圧力容器支持部コンクリート(データがあれば1次遮へい壁も)における温度履歴を評価・提示した上で経年劣化に係る検討を行う必要がある。[劣化対応]

上記課題に対し、東京電力は現在進行中の技術開発の成果をもとに、腐食抑制策や機器補強の検討を行う予定であること、安定化センターを中心とした技術開発や新たな知見の反映等を行う体制が構築されていること、委員から指摘のあった隙間腐食や流れ加速型腐食についても評価を進めること、原子炉圧力容器支持部コンクリートの劣化と健全性については重要性を認識しており、評価方法を含めて国プロジェクトの中で検討を進めること等の回答が示された。今後、その計画を確実に実行して、サイトの安全性向上に反映することを確認することが重要であると考えます。

## (9) 火災による影響評価及び対策

### 1) 発電所周辺の大規模火災

発電所周辺は警戒区域となっており、田畑や林野の草木が伸び放題であり強風・乾燥期に林野火災が発止した場合に大規模化し、敷地内に火災が延焼する可能性がある。発電所周辺で発生した大規模火災が構内へ延焼してきた場合にも、発電設備・炉注水配管等の重要設備に火災の影響が及ぶことを確実に防ぐため、防火帯を確保するとしている。発電設備・炉注水配管等の重要設備の周辺は、ほぼ30～50m程度の距離が確保されているとしている。

また、発電所敷地周辺の散水を定期的に行うとともに、発電所敷地周辺で火災が発生した場合に予防散水を実施するとしている。

さらに、監視強化(早期発見)として、発電所周辺の火災監視カメラの設置、火災等発見時の通報、敷地周辺の監視等を行うとしている。



防火帯により相当の距離が確保されているが、散水や監視等の対策を組み合わせ実施することで、重要施設に与える影響を可能な限り低く抑えるとしている。

## 2) 発電所周辺の大規模火災に係る当面の対応

防火帯の機能をより確実にするため、速やかな防火帯の再点検を行い、必要に応じ可燃物の除去、伐採等を平成 24 年 12 月までに実施するとしている。また、雑草、下草等の計画的除去と乾燥期を迎える毎年 12 月末までに雑草、枯れ枝等の除去等を行うとしている。

発電所周辺道路を、防火帯として機能させるため半年を目途に検討し、中長期的に対策を講じるとしている。

監視カメラを 6 月下旬までに設置予定としている（それまでは 2 台の WEB カメラ等で監視）。

## 3) 敷地内での火災

発電所内の火気作業については、火災防止対策を確実に実施するとしている。

また、回収した伐採木の一時保管については、積載制限、通気性確保、定期的散水により温度上昇を抑えるとともに、定期的巡視、温度測定を実施するとしている。さらに、伐採木のうち枝葉根については、追加対策として、覆土による防火対策を講じる予定（24 年度未完了予定）。

## 4) 当院の評価

火災による影響に関して、東京電力の上述の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.（1）の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・ 発電所周辺道路を防火帯として機能するよう計画的に検討し、着実に対策を図ることが必要。
- ・ 取水、放水を前提とした消防訓練の実施とその結果を踏まえ改善を高めることが必要。

これらの課題に対し、東京電力では、林野火災の専門家の指導・助言をいただきながら、今後防火帯として機能させるための計画について半年間を目途に検討を行い、中長期的に対策を講じていくこと、取水、散水を含めた消防訓練を計画的に実施し、結果を踏まえて必要な改善を講じていくことを確認した。

今後は、定めた期日までに具体的かつ詳細な計画を策定し、適切に実施することが重要であると考えます。

### 3-2 放射性物質の放出・貯蔵管理及び漏えい防止対策

#### (1) 建屋等の放射性物質の閉じ込め機能の回復及び漏えいリスクの低減

##### 1) 放射性物質を含む空気の主な放出箇所

主たる放出源としては1～3号機原子炉建屋としており、その他1～4号機の前述以外の建屋や集中廃棄物処理施設の建屋、5、6号機の主排気筒、開口している固体廃棄物貯蔵庫、事故の発災後に発生した汚染された瓦礫等の一時保管施設についても放出箇所としている。

##### 2) 放射性物質を含む空気の放出低減対策

放出の低減対策のため放射性物質を内包する建屋等については放射性物質の閉じ込め機能を回復することとし、換気設備を設ける場合は排気口において放出監視を行うとしている。

破損した燃料を内包する1～3号機原子炉及び格納容器が主たる放出源であると考えており、各号機とも原子炉格納容器ガス管理設備により放射性物質を低減するとともに濃度を監視している。更に、1号機では、原子炉建屋カバーの排気設備により放出するとともに放射性物質濃度を監視している。2号機については、平成24年度末までにブローアウトパネルの開口部を閉止して放出抑制を図るとともに濃度を監視としている。3、4号機については、使用済燃料プールからの燃料取り出し時の放射性物質の飛散抑制を目的として作業エリアを被うカバーにより、濃度を監視（3号機：平成26年度内取出し開始予定、4号機：平成25年度内取出し開始予定）するとしている。更に、燃料取り出し後に必要となる閉じ込め機能について検討するとしている。

上記以外の外部への開口部については、内包する放射性物質のレベル等に応じて、今後閉止の実施方法について検討するとしている。検討のためのデータを平成24年度末まで蓄積するとしている。

今後設置される施設についても、内包する放射性物質のレベル等に応じて必要となる閉じ込め機能を有する設計とするとしている。

##### 3) 放射性物質を含む空気の異常な放出対策

各建屋等において原子炉圧力容器・格納容器注水設備の停止や原子炉格納容器ガス管理設備の停止による格納容器からの漏えい等による異常な放出が想定された場合、測定の頻度を増やして放射線監視を強化する等適切な措置を実施するとしている。

##### 4) 高濃度放射性汚染水の漏えいリスク低減対策

タービン建屋等に滞留している汚染水については、建屋間止水、サブドレン復旧により汚染水を回収できるようになるまでの間、系外に放出することがないように次のとおり、適切に管理するとしている。

a. 建屋等からの漏えい防止

1～4号機の建屋内には地下水が流入しているため、高濃度放射性汚染水が系外に放出しないよう適切に建屋内水位を管理している。

滞留水の地下水への流出を防止するため、建屋内の水位をサブドレン水位より低く管理している。

万一、建屋内の水位がサブドレン水位より高くなった場合は、サブドレン水の放射能濃度を確認するとともに別の建屋、高濃度滞留水受タンク、サイトバンカ建屋、及び焼却工作建屋へ滞留水を移送することにより、当該建屋内の水位を早期に下げるとしている。

b. 汚染水処理設備等からの漏えい防止

汚染水処理設備等からの汚染水の漏えいに関しては、施設運営計画に示した漏えいの発生防止策、漏えいの拡大防止策、漏えいの早期検知策に加え、これまで発生した不適合等を踏まえ、信頼性向上対策を施すことを実施或いは計画している。

信頼性向上対策が完了するまでに漏えいが発生し系外に放出することが無いよう、対策を準備するとしている。

c. 地震・津波時の対応

<地震時の対応>

タンクは、満水後に弁を閉じる運用としているため、大量の漏えいはないと想定しているが、万一、汚染水がタンクエリア周囲に設置した堰等を乗り越えた場合は、排水路をせき止める土嚢を設置する等、系外への流出防止を図るとしている。

<津波時の対応>

大津波警報が出された場合には、装置を停止し、隔離弁を閉めることにより、滞留水の流出を抑制するとしている。また、処理装置が損傷した場合には、予備品を使用することにより、滞留水の処理を速やかに再開させるとしている。

また、汚染水が滞留しているタービン建屋等については、建屋内に海水が侵入し、汚染水が建屋から漏れ出す可能性を考慮し、予備の移送ポンプ、移送配管（耐圧ホース等）を配備し、高濃度滞留水受タンク、余剰水貯留用の空きタンクあるいは水の貯留が可能な建屋へ汚染水を移送する措置等を実施するとしている。

## 5) 当院の評価

建屋等の放射性物質の閉じ込め機能の回復及び漏えいリスクの低減における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2. (1) の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・放射性物質の閉じ込め機能の回復を計画的に実施するため、計画が示されていない建屋・設備等について、計画を示せない問題点の洗い出し及び問題点の解決のための計画を作成することが必要。[被ばくリスク]
- ・放射性物質の閉じ込め機能を回復させるまでの間、放出の抑制対策を実施若しくは計画するとともに、その放出の状況について、各々の開口部において連続的に監視できるよう測定機器等の設置について計画することが必要。[被ばくリスク]
- ・放射性汚染水の系外へ漏えいリスクをさらに低減するため汚染水の放射性物質濃度の低減に向けた処理を早急を実施することが必要。[被ばくリスク]
- ・放射性汚染水の系外への漏えいリスクを低減するため、堰等の対策を早急を実施するとともに、対策が完了するまでの間、巡視点検の頻度を上げ、漏えいの早期発見、回収等の措置に努めることが必要。[被ばくリスク]

これらの課題に対し、東京電力では、それぞれ以下のとおりとしていることを確認した。

- ・現在放出抑制対策を実施若しくは計画している建屋以外について、建屋や設備の損傷状況、作業場所のアクセス方法や線量率、建屋内の濃度や作業環境、今後の建屋の利用計画等を考慮し、閉じ込め機能回復の計画のためダスト濃度測定、現場調査を平成 25 年 3 月まで実施するとしている。
- ・格納容器内を負圧に維持する等の閉止以外の放出抑制につながる対策について、前述の現場状況の確認結果をもとに平成 25 年 6 月を目途に検討するとしている。
- ・3 号機原子炉建屋上部に平成 24 年秋頃を目途に設置する瓦礫撤去用構台上にて、ダスト放射線モニタにより監視を行う予定としている。また、連続的な監視を行うための測定方法、伝送方法について、前述の現場状況の確認結果をもとに平成 25 年 6 月を目途に検討するとしている。
- ・R0 濃縮塩水は、放射性核種を除去できる多核種除去設備を平成 24 年度上期までに設置して、R0 濃縮塩水を処理していくとしている。

また、早期にRO濃縮塩水を処理する観点から、多核種除去設備の3系列の運転を実施するとしている。

- ・堰等の対策を早期に実施できるよう努力していくとしている。また、漏えい監視については、毎日1回（AM）水処理設備及びタンクヤードの巡視・チェックシートへの記入を実施している。過去の漏えい事例を鑑みて夕刻にもタンクヤードの巡視点検を追加し、万が一の漏えいに対し、早期発見・早期対応が行える運用としている。

建屋等の放射性物質の閉じ込め機能の回復及び漏えいリスクの低減については、作業員に対する放射線被ばくの低減及び敷地境界における放射線量を低減させるためにも非常に重要であることから、閉じ込め等の計画的な実施が必要と考える。また、滞留水の処理が実施されるまでの間、高濃度汚染水等を系外へ漏えいさせない対策及び管理を適切に実施することが重要であるとする。

## （2）建屋等に滞留する高濃度の汚染水の処理等

### 1）建屋に滞留する汚染水の止水・回収

汚染水の上流側に位置する原子炉建屋（格納容器下部を含む）については、研究開発の成果を活用して、漏えい箇所を特定した後に止水する予定であるとしている。また、原子炉建屋やタービン建屋に滞留水汚染水は、原子炉建屋やタービン建屋等への地下水の流入を抑制するため地下水位を低下させつつ回収していくこととしている。

止水するためには、漏えい箇所を特定し、漏えい状況に応じた補修（止水）工法や装置を検討する必要がある。現在、中長期対策会議・研究開発推進本部の下、漏えい箇所を調査・補修（止水）するための工法と遠隔操作装置を研究開発している。

建屋周辺の地下水位の低下及び回収には、建屋周辺のサブドレン水を汲み上げる方法が有力であるが、一部のサブドレンピット内の水に僅かな汚染が確認されていることから、サブドレンピット内の溜まり水の浄化を行った後にサブドレン設備の復旧を順次実施するとしている。

実施計画については、平成26年度半ば頃までを目途に原子炉建屋（格納容器下部を含む）の漏えい箇所を調査する工法・装置を開発した後、補修（止水）工法・装置を開発する計画であり、開発成果を活用して原子炉建屋（格納容器下部を含む）を止水するとともに、水処理状況やサブドレン設備の復旧状況等を踏まえ、原子炉建屋やタービン建屋等の汚染水を回収する予定であるとしている。

### 2）トレンチ等に滞留する汚染水の止水・回収

2号機及び3号機ポンプ室循環水ポンプ吐出弁ピットについては、モルタル等により充填している。

3号機起動用変圧器ケーブルダクトについては、現在、汚染水の水位を監視中であり、6月以降、制御建屋との接続部を止水する予定としている。

共用プール連絡ダクトについては、汚染水をHTI建屋へ移送するための配管を設置済みであり、汚染水の水位を監視しながら移送している。なお、ダクト内の汚染水の濃度が高く、止水作業ができないことから、今後、プロセス主建屋との接続部に地表からモルタル等を充填する方法などを検討するとしている。

建屋内と同レベルの高濃度の汚染水が滞留していると想定される2号機、3号機並びに4号機海水配管トレンチ等については、タービン建屋内の汚染水の水位よりもトレンチの接続高さが低いことから、トレンチ内の汚染水を回収しても、汚染水が流入する等の課題があるため、汚染水の回収は困難であるが、系外への流出リスクの低減の観点から、海水配管トレンチ等の汚染水の回収をできるだけ早期に実施できるように、タービン建屋と海水配管トレンチの接続部における止水の可能性について検討を進めるとしている。

なお、海水配管トレンチ等から海へ汚染水が流出しないように、ピットの閉塞等の措置は既の実施しており、2,3号機立坑、プロセス主建屋及びHTI建屋の滞留水の水位を制限値以下に維持し、原子炉建屋及びタービン建屋等の滞留水の水位についても周辺のサブドレン水の水位以下に維持するとともにサブドレン水の放射性物質濃度を監視していくとしている。

実施計画については、3号機起動用変圧器ケーブルダクトは、6月以降、制御建屋との接続部を止水する工事を行っているところ。

共用プール連絡ダクト、2号機、3号機及び4号機海水配管トレンチについては、建屋との接続部における止水方法の成立性を検討し、可能なトレンチ等から順次、止水・回収を実施する予定であるとしている。

### 3) 汚染水の処理

汚染水はプロセス主建屋、HTI建屋等の汚染水処理装置でセシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置、除染装置で構成する処理装置、逆浸透膜装置（RO装置）、蒸発濃縮缶装置で構成する淡水化装置等で主要な放射性核種であるセシウム及び塩分を除去して淡水を生成するとしている。

実施計画については、汚染水の回収方法や回収箇所は、原子炉冷却水・地下水の建屋流入状況、作業エリア線量、他作業との干渉、及び移

送配管のルート成立性を踏まえ検討を行うとしている。なお、汚染水の処理については現状装置にて実施する計画であるとしている。

#### 4) 当院の評価

建屋等に滞留する高濃度の汚染水の処理等における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・建屋の止水に係る研究開発を急ぐとともに、高濃度放射性汚染水が系外に漏えいしないよう管理に努めることが必要。[被ばくリスク]
- ・建屋の止水対策は、原子炉建屋のみならず、他の汚染水を滞留している建屋等についても行うことが必要。[被ばくリスク]
- ・トレンチ及び共用プール連絡ダクトに滞留している汚染水の回収・処理に係る具体的な計画を作成若しくは課題の抽出及び解決のための計画を作成することが必要。[被ばくリスク]

これらの課題に対し、東京電力では、それぞれ以下のとおりとしていることを確認した

- ・現在、中長期対策会議・研究開発推進本部において、建屋の止水を含め複数の研究開発が進められているとしている。
- ・タービン建屋等に滞留している高濃度放射性汚染水の海洋への流出の防止のため、建屋水位をサブドレン水位より低く管理し、建屋内水位は1日1回、サブドレン水位は1週間に1回、サブドレンの放射能濃度を1週間に1回測定し定期的に水位と放射線濃度を測定するとしている。
- ・建屋の止水対策については、被ばく等を考慮し可能な範囲で建屋への流入ルートを、平成24年度上期中を目途に調査し、必要に応じ、作業環境が整うことを前提に、止水対策の実施を検討していくとしている。
- ・トレンチ等を止水する材料及び施工方法の成立性について平成24年度末までに検討を行い、平成24年度下期以降、検討が終了し、施工可能なトレンチ等から順次、止水・回収を実施する予定であるとしている。

建屋等の止水を行うことは、高濃度汚染水の環境中への流出を防止する上で極めて重要であることから、そのために必要となる技術に係る研究開発を着実に進め、成果が得られれば計画的に実施することが必要であると考えます。

なお、こうした技術開発を待たなくても止水が可能なトレンチ等につ

いては、速やかに検討を進め、実施することが必要であると考え。

(3) 放射性廃棄物の貯蔵容量の確保及び遮へい機能を有する施設構造、並びに作業員及び一般公衆の放射線被ばくの低減

1) 貯蔵容量の確保及び遮へい機能を有する施設構造

a. 瓦礫等

瓦礫等の一時保管エリアについては、平成 24 年末まで原子炉建屋上部瓦礫撤去に関する工事に伴い発生した瓦礫等を一時保管できる容量の確保は出来ているが、今後の工事による保管容量不足に対応するため、追加の一時保管エリアを設定するため、複数の候補地の選定を行っているとしている。

また、伐採木の一時保管エリアについても、平成 24 年度末までに発生する伐採木を一時保管できる容量の確保出来ているが、今後の保管量増加に対応するため、追加の一時保管エリアを設定していくとしている。

b. 水処理廃棄物

使用済みのセシウム吸着塔（以下「吸着塔」という）は使用済セシウム吸着塔一時保管施設（以下「一時保管施設」という）で保管することとしており、現時点で吸着塔の保管容量は不足していないが、今後も想定される発生量に対して十分な保管容量を確保するとし、現在、一時保管施設の追設を準備中としている。

多核種除去装置の運転に伴って発生する廃棄物は、高信頼性容器に収納し、保管施設を設置し、吸着塔と同様にボックスカルバート内に格納して保管するとしている。

除染装置から発生した廃スラッジは、造粒固化体貯槽において保管しているが、平成 24 年 5 月に廃スラッジ一時保管施設を建設。除染装置は、セシウム吸着装置及び第二セシウム吸着装置が稼働しない場合の待機装置としており、現在は原則使用しない運用としているため、廃スラッジ一時保管施設は、現行発生量に対して十分な保管容量を持つとしている。

2) 高線量瓦礫等による作業員及び一般公衆への放射線被ばくの低減対策

a. 瓦礫等

①瓦礫等からの作業員への放射線被ばくの低減対策

瓦礫等への離隔距離をとり、柵やロープ等の区画によりむやみに人が立ち入らないよう制限するとともに、線量の測定結果の表示により無用に作業員が近づかないよう注意喚起を行うとしている。

また、回収が困難な場所や作業員の立ち入りが少ない場所にある瓦



礫等は、存在の把握に努め、高線量率となっている場所は区画等により識別する。また、所内への周知を行うとしている。

### ②遠隔操作作業による作業員への放射線被ばくの低減

瓦礫の撤去工事等においては、遮へいを施した重機や必要に応じて遠隔作業を行うことで作業員への放射線被ばくを低減としている。

### ③覆土式の一時保管エリアの管理

覆土式の一時保管エリアは、施設の保管状態に異常が認められた場合に損傷の程度に応じて遮へいの追加、施設の修復を行うとしており、これにより作業員及び一般公衆への放射線被ばくを低減としている。

## b. 水処理廃棄物

吸着塔保管施設は、柵やロープ等の区画によりむやみに人が立ち入らないように制限するとともに、高線量の表示により注意喚起を行うとしている。

廃スラッジを一時保管するタンクは、厚さ約 1m のコンクリート製の壁を有するタンク室に格納することで、タンク室周辺で作業する作業員の被ばくを低減としている。なお、タンク室は人の入口のない構造であるため、タンク室内における作業員の被ばくはないとしている。

ただし、タンク等については、漏えいに伴う被ばく低減の観点から、点検・保守を実施している。

## 3) 敷地内に保管されている事故後に発生した放射性廃棄物による敷地境界における実効線量を 1mSv/年以下にする線量低減対策

### a. 固体廃棄物における線量低減対策ならびに目標線量値

固体廃棄物については、敷地を以下の 4 つのエリアに分けて敷地境界線量評価を実施するとともに、各エリアに対して線量低減対策を施すことにより、平成 24 年度内に、新たに放出される放射性物質及び事故後に発生した放射性廃棄物からの放射線による敷地境界線量を年間 1mSv 未満とすることを目指すとしている。

- ・敷地南エリア（使用済セシウム吸着塔保管施設等）
- ・敷地南西エリア（液体廃棄物の貯留設備（タンク類））
- ・敷地西エリア（キャスク仮保管設備と固体廃棄物貯蔵庫等）
- ・敷地北エリア（瓦礫等及び伐採木一時保管エリア）

線量低減対策は、遮へい、覆土、固体廃棄物貯蔵庫内の低線量ドラム缶と高線量瓦礫の入れ替え等により行うとしており、敷地境界線量につ

いて、平成 24 年度内に目標線量値に近づけるよう定期的に確認を行うとしている。

また、固体廃棄物貯蔵庫を有効的に使用するための計画的な復旧作業や、遮へい機能を有した敷地内建屋の活用を図っていくとしている。

#### 4) 当院の評価

東京電力の上記の信頼性向上に係る対策について、以下の点を課題として抽出した。

- ・廃棄物の保管容量が不足する等の事態に至らないよう、事故収束に向けた作業毎の廃棄物発生量を推定し、十分な貯蔵容量、閉じ込め機能及び遮へい機能を有した保管施設の準備等に関する計画を作成することが必要。[汚染水・廃棄物保管]
- ・追加的放出による敷地境界における実効線量を年 1mSv 以下にするために対策を実施することとしているが、具体的な対策の時期及びその効果を示すことが必要。[被ばくリスク]
- ・放射性物質を内包する建屋、高線量瓦礫等の作業エリアや周辺において作業員等への被ばく対策、異常の早期発見のため放射線量、放射性物質濃度を連続的に監視できるよう測定機器等の設置について計画することが必要。[被ばくリスク]

これらの課題に対し、廃棄物保管については、廃棄物の発生量を考慮しながら保管エリアを確保し適切に管理していくとともに、敷地境界への放射線影響に配慮した中長期的な計画を、平成 24 年度末を目途に策定すること、敷地境界における被ばくリスクについては、効果について仮定した結果を示すとともに、四半期毎の線量評価の途中結果が報告されることを確認した。

しかし、敷地境界における線量低減対策と作業員への被ばく低減対策については、引き続き以下の対策が必要である。

- ①追加的に放出される放射性物質と敷地内に保管する放射性廃棄物等による敷地境界における実効線量を平成 24 年度末までに年 1mSv 以下となるよう、各々の放射性廃棄物の取扱方針を明らかにした上で、低減対策に係る具体的な実施計画に従い実施していくとともに、定期的に実施結果と比較し、追加の対策の要否等の確認を行っていくこと。
- ②作業員への被ばくリスクの低減を確実にするためには、作業の計画的な実施だけでなく、放射線モニタによる連続監視が有効であるため、当該モニタの設置についても、計画的に検討を進めること。

#### (4) モニタリングポストによる原子炉施設に起因する放射線影響の把握

##### 1) 当面の環境改善対策（目標値及び対策結果）

水素爆発で環境中に放出され敷地内に沈積した放射性物質の影響により、空間放射線量率が水素爆発以前より 100～10,000 倍に上昇し、モニタリングポスト（以下「MP」という。）の指示値が高い状態となっていた。このため、放射性物質の異常な放出があった場合、空間放射線量率の上昇や自然界からの影響の程度によっては、監視が困難な状況にあることから、東京電力では、当面の対策として平成 24 年 2 月から 4 月にかけて MP 及び周辺について、より低い空間放射線量率の計測が可能となるよう環境改善を実施している。

環境改善に係る目標値については、通常時の MP 指示値は降雨時に土壌からの放射線が雨により遮へいされる影響で 10%程度の変動があることから、 $1\mu\text{Sv/h}$  程度の変動幅を超える異常放出を検出できる値として、バックグラウンドの空間放射線量率を  $10\mu\text{Sv/h}$  と設定している。

MP の線量率は設置場所の周辺環境により異なるため、それらに応じて森林伐採、表土除去を行い、MP-2～MP-5 についてはバックグラウンドの空間放射線量率を  $10\mu\text{Sv/h}$  以下に抑制している。また、MP-6～MP-8 については、前述に加えさらに遮へい壁を設置し、バックグラウンドの空間放射線量率を  $10\mu\text{Sv/h}$  以下に抑制している。その際、MP-7 については、MP 間の地上付近を通過する放射性雲の検出性を高めるため、隣接する MP-6 側及び MP-8 側の遮へい壁をできる限り低くするよう配慮したとしている。なお、MP-1 については、バックグラウンドの空間放射線量率が  $4\mu\text{Sv/h}$  であるため、対策は実施していない。

##### 2) 中長期対策の検討

当面の対策として実施した MP 周辺環境改善対策について効果を評価し、敷地内除染や施設の設置、放射性廃棄物の発生量等を考慮しながら、事故発生前のレベルに復旧するための中長期対策の検討を実施するとしている。

評価実施項目は①表土除去による線量低減効果、②樹木伐採による線量低減効果、③遮へい壁設置による線量低減効果、④その他（MP の指示値を上昇させる線源の推定）としている。

中長期の目標として、敷地周辺の一般公衆が居住されるまでに年間  $1\text{mSv}$  以下となるようにし、更にその後、事故発生前のレベルにするとしており、中長期の対策については、前述の評価で得られた知見等を考慮して、効果的な方策を平成 24 年度末までに検討し、状況に応じて適宜見直すものとしている。

4 号機の燃料取り出し作業については、エリアモニタ等を設けること

としており、現地工事開始前までに報告を行い、確認を受けるとしている。また、3号機の燃料取り出し作業については、放射性物質の飛散・拡散を防止する機能について、現地工事開始前までに報告を行い、確認を受けるとしている。

中長期の対策については、敷地全体等の除染時期及び方法、除染に伴い発生する廃棄物の管理等の課題を考慮しながら検討を進めていくとしている。

今後の課題として、中長期の目標に向けて対策等を実施するにあたり、現時点で以下の課題が想定されるため、本課題等を考慮しながら検討を進めていくものとするとしている。

- ・敷地全体等の除染時期及び方法
- ・除染に伴い発生する廃棄物の管理（保管場所や遮へい等）

### 3) 当院の評価

モニタリングポストによる原子炉施設に起因する放射線影響の把握における、東京電力の上記の信頼性の向上・維持に係る対策について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・敷地境界における実効線量年 1mSv 未満の達成が実測をもって確認できるよう、今回の対策を十分に評価し、電離箱式の測定（高線量域）から NaI シンチレーション式の測定（低線量域）が行えるよう、敷地の除染、周辺の除染とともに計画することが必要
- ・検出部の周辺を遮へい壁で囲った MP-6、7、8 については、直接線による検知を遅らせる可能性があるため、対策の効果を評価するとともに原子炉施設側の遮へいについては、改善の検討が必要

これらの課題に対し、東京電力では、それぞれ以下のとおりとしていることを確認した。

- ・今後の低減目標として、1mSv/年 (0.11  $\mu$  Sv/時) を目指すが、まず、NaI シンチレーション式で測定できるレベル (1  $\mu$  Sv/時) を目標とする。敷地内の除染は、作業従事者の滞在時間や空間線量率に応じて段階的に除染を実施するよう、平成 24 年度末を目途に計画するとともに適宜見直していくこととする。敷地外の除染については、今回の評価結果を活かしていけるように国等と連携していくこととする。
- ・原子炉施設から起因する放射線（直接線・スカイシャイン線）を早期に検知するために、敷地内外の除染により、MP-6、7、8 に設置した遮へい壁を取り外せるようにする。当面の対策として、施設側の

遮へい壁を低くできる条件、方策について、今回の周辺環境改善対策の効果の評価結果をもとに平成 24 年度末を目処に検討する。

モニタリングポストについて、東京電力はすでに当面の対策を完了し、現段階で $1\mu\text{Sv/h}$ 程度の変動幅を超える異常放出を検出できるよう改善が図られていることを確認した。また、中長期対策として原子炉施設に起因する放射線影響を適切に把握できるための措置として、4号機の燃料取り出し作業に係るエリアモニタ等の設置、NaI シンチレーション式検出器で測定できるレベル( $1\mu\text{Sv/時}$ )を目標とした除染計画の策定(平成 24 年度末を目途に計画)、施設側の遮へい壁の撤去に向けた当面の方策の検討(平成 24 年度末を目処に検討)等の取組が示されていることを確認した。

モニタリングポストについては、引き続き敷地内外の除染を進めることにより、早期に敷地境界における実効線量年 $1\text{mSv}$ 未満の達成が実測をもって確認できるよう取り組む必要があると考える。

### 3-3 中長期の取組に向けた実施体制の整備

#### 1) 体制の整備及び取組状況を管理・改善するための組織運営

##### ①組織体制

福島第一原子力発電所における中長期の信頼性向上対策に取り組むための組織体制として、本年 2 月 1 日から、本店組織及び現地組織を設置しているとしている。

本店組織としては、中長期対策に関わる基本計画、設備の基本設計及び進捗管理を実施するために、原子力・立地本部の下に「福島第一対策プロジェクトチーム」を設置し、「福島第一対策担当」(専門職)と総括及び個々の技術検討を担務するグループを配置しているとしている。

現地組織としては、中長期対策に関わる設備の詳細設計、工事、運用及び保守を実施するために、原子力・立地本部の下に「福島第一安定化センター」を継続設置し、ステップ 2 終了後は中長期対策への取組を踏まえ、部・グループレベルの組織体制を見直しているとしている。

##### ②組織の運営

福島第一安定化センター所長を主査、福島第一対策担当を副主査とする中長期的対策の着実な実施と設備の安全性及び信頼性の維持・向上の継続的な取組に対する技術的課題及び組織運営の課題の解決等に向け、必要な業務運営と設備の設置・運用・保守管理の情報の共有化を図りつつ方針を決定するための会議を開催してきたとしている。この会議では、主査及び副主査等からの指示の展開と、業務運営や設備の設置・運用・

保守管理の実施における信頼性向上に係る課題の抽出を行い、課題に対する解決策への取組に対し、総合的な評価を行った上で方針を決定しているとしている。今後、更なる安全性及び信頼性の向上に資するために、会議の目的、役割分担、構成、付議事項等を、運営要領として制定するとしている。

この会議において決定した方針に沿った計画・実施に対する意志決定は、既存する社内の仕組みに則り、各組織内及び組織間における必要な協議・調整等を経た上で、承認文書を作成・起案し計画・実施に係る承認を得ると共に、承認を得た後には、その内容及び結果を関係する組織や権限者等に通知しているとしている。

会議において抽出された課題は、会議の事務局である福島第一安定化センター安全総括部総括グループが課題リストとして管理しており、福島第一安定化センター所長及び福島第一対策担当等からの指示事項、過去の会議及び各組織または組織間にて抽出した課題を一元的に管理し、それぞれの取組状況を包括的に管理するために用いられており、対応に遅れが生じないよう管理を行っているとしている。

## 2) 当院の評価

中長期の取組を着実に実施する組織体制及びその取組を適切に管理し、継続的な評価・改善を図ることが出来る組織運営に関する、東京電力から報告のあった組織体制等について、2.(1)の方針に基づき評価し以下の点を課題として抽出した。

- ・設備の信頼性及び安全性の維持・向上の継続的な取組に必要な方針決定が、事業者としての意志決定となる組織体制となっていることの明確化が必要。[実施体制]
- ・既存の活動として実施されるリスク管理活動、不適合管理活動によって見いだされた設備改善等を必要とする検討結果が、信頼性向上のための取組に反映される組織体制となっていることの明確化が必要。[実施体制]
- ・事業者内における各情報共有のための会議において指摘された事項が信頼性向上の方針決定を行う会議に反映される組織体制となっていることの明確化が必要。[実施体制]
- ・継続的な取組の方針に必要な予算措置を確保することの出来る組織体制となっていることの明確化が必要。[実施体制]
- ・PDCA が適切に行われる体制であることが重要であり、組織体制の中でどこがPDCAのそれぞれの実施主体であるかが解る体制が必要。[実施体制]

これらの課題に対し、東京電力では、設備に信頼性の維持・向上の継続的な取組に関し、方針の決定とその方針に基づいた措置等の実施に係る決定を分けて行っており、具体的には、方針の決定は福島第一安定化センター所長を主査、福島第一対策担当を副主査とする会議体で決定し、この方針に基づく措置等の実施に係る決定は、既存する社内の仕組みに則り決定するとしている。

リスク管理活動や不適合管理活動等によって見いだされた設備改造等を必要とする事項や事業者の他の会議等において指摘された事項は、各々の活動の事務局がその内容等に応じて適宜所管箇所又は信頼性向上対策に係る方針決定を行う会議体の事務局に伝えるとしている。

また、予算措置の確保については既存の社内の取組の則り実施し、新たな予算措置が必要な場合にも、予算管理箇所が内容や必要性を確認した上で、社内関係者間（経理部、技術部、等）と協議して実施しているとしている。

東京電力から示された組織体制及び組織運営は、所管各グループにおける限定的な範囲での評価・改善にとどまっており、経営層によるマネジメント等が適切に実施される組織体制となっているかについて説明がなされていない。これは、中長期の取組を着実に実施すること及びその取組を適切に管理し、継続的な評価・改善を図ることに対する経営層の関与が必ずしも明確になっていないことが背景にあることも考えられる。

このため、東京電力が中長期の取組を着実に実施する組織体制及びその取組を適切に管理し、継続的な評価・改善を図ることが可能な組織体制を構築するに当たっては、経営層がイニシアティブを持ち、各設備等の信頼性向上に係る活動に関する事業者としての方針を明確化し、その実施を徹底するため経営層自らがその活動状況を確認する仕組みを構築すべきであるとする。

#### 4. 確認経過

本評価書は、東京電力福島第一原子力発電所における信頼性向上対策に係る実施計画について、同社が提出した報告書に基づき確認を行った結果をとりまとめたものである。

確認の過程において、専門家の意見を聴取した。

主な経過及び意見聴取を行った専門家は以下のとおりである。

- 平成 24 年 3 月 28 日 実施計画策定及び報告の指示
- 平成 24 年 5 月 11 日 東京電力が報告書を提出
- 平成 24 年 5 月 23 日 意見聴取会（第 1 回）
- 平成 24 年 6 月 12 日 意見聴取会（第 2 回）
- 平成 24 年 7 月 6 日 意見聴取会（第 3 回）
- 平成 24 年 7 月 24 日 東京電力が報告書の改訂を提出

平成 24 年 7 月現在

氏 名	所	属
井口 哲夫	名古屋大学	教 授
片岡 勲	大阪大学	教 授
工藤 和彦	九州大学	特任教授
橘高 義典	首都大学東京	教 授
庄子 哲雄	東北大学	教 授
東 邦夫	京都大学	名誉教授
東 之弘	いわき明星大学	教 授
平野 雅司	原子力安全基盤機構	総括参事
本間 俊充	日本原子力研究開発機構	安全研究センター長
山口 彰	大阪大学	教 授
山本 章夫	名古屋大学	教 授
渡邊 明	福島大学	教 授

(敬称略、五十音順)

以上



# 経済産業省

20120725原院第4号  
平成24年7月25日

東京電力株式会社  
代表執行役社長 広瀬 直己 殿

経済産業省原子力安全・保安院長 深野 弘行  
NISA-111d-12-13

東京電力株式会社福島第一原子力発電所における信頼性向上対策に係る実施計画に係る更なる対応について（指示）

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）は、貴社に対し、平成24年3月28日付け平成24・03・22原院第3号において、別紙に記載された事項について、東京電力株式会社福島第一原子力発電所における信頼性向上対策に係る実施計画の策定を指示しました。

これを受けて貴社より同年5月11日に報告（7月24日改訂）のあった「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における信頼性向上対策に係る実施計画」（以下「実施計画報告書」という。）について、本日、当院としての評価結果を取りまとめたところです。

当院は、当該評価結果に従って、下記の項目を実施するとともに、同年8月31日までにその実施状況を報告することを求めます。

## 記

1. 実施計画報告書において信頼性向上対策を講じるとされている設備のうち、具体的な供用期間が定められていない設備については、今後の状態監視や定期的な点検等の結果を踏まえて、取替時期を明確化した保全計画を策定すること。また、使用済燃料プール冷却系については、冷却注水の停止が繰り返し発生していることを受け、制御系電源の多重化など必要な追加対策を実施すること。
2. 今後3年間の濃縮塩水や多核種除去設備等で処理した処理済水などの水の発生量を明らかにした上で、必要な容量の貯留タンクの増設計画を同年8月27日までに策定すること。

3. 追加的に放出される放射性物質及び敷地内に保管する放射性廃棄物等による敷地境界における実効線量を平成25年3月31日までに年間1ミリシーベルト以下となるよう、各々の放射性廃棄物の取扱方針を明らかにした上で、具体的な線量低減に係る対策を実施計画に従って実施するとともに、定期的に実施状況を確認し、追加的な対策の可否等について検討を行うこと。
4. 自発的かつ継続的な信頼性向上の取組を実施するために、経営層自らが信頼性向上活動についての方針を明確化し、その活動状況を確認するための仕組みを構築した上で、必要に応じて適切な資源配分を実現する組織体制を確立すること。また、その活動状況を外部からも検証できるようにすること。

東京電力株式会社福島第一原子力発電所の設備・機器に関する中  
長期の信頼性向上対策

1. プラントの安定状態維持・継続に向けた取組

(設備・機器の信頼性の維持・向上)

- 放射性物質の放出抑制・管理機能、原子炉冷却機能、臨界防止機能、水素爆発防止機能、汚染水の処理・貯蔵機能等を維持するために必要な設備について、仮設備から恒久的な設備に更新する等長期間の使用に耐え得るよう信頼性を向上・維持すること。
- 電源について、仮設備から恒久的な設備へ更新するなど、長期間の使用に耐えうるよう信頼性を向上・維持すること。
- これまでに地震、津波により想定されるリスクを評価していない設備・機器又は今後更新等する新たな設備・機器について、地震、津波により想定されるリスクを評価し、耐震性の確保、汚染水の流出防止等について必要な対策を実施すること。
- 循環注水冷却システムに係るポンプ、弁、配管、ホース等について、長期間の使用に耐え得るよう信頼性を向上させるとともに、循環注水冷却システムを小ループ化すること。
- タービン建屋地下階への地下水の流入等により、高濃度放射性滞留水の処理済水貯蔵量が増加していることを踏まえ、地下水流入量の抑制するための対策を実施するとともに、十分な貯蔵容量の確保を行うこと。また、タンク等の漏えい対策の強化を進めるとともに、万一の漏えいによるリスクを小さくし、処理済水の放射性物質濃度を可能な限り低減させるため、多核種処理設備等を設置すること。
- 圧力容器及び格納容器内の状態（炉心燃料・デブリの冷却状況、未臨界状態等）を監視するため、温度計を始めとする既設の計装機器の信頼性を確保するとともに、代替システムを設置すること。

(経年劣化)

- 原子炉建屋に係るコンクリート構造物、格納容器、注水系配管等に係る経年劣化とその安全性の影響評価を実施し、必要な機能を維持するための対策を実施すること。
- コンクリート構造物、容器、配管等のうち海水による腐食からなる経年劣化等により、構造強度の低下が懸念されるものについて、耐震性を含む構造強度について評価し、必要な補強等を実施すること。

(火災対策)

- 火災発生のリスク及びその影響を評価し、防火帯の設置、火災に対する監視の強化、散水及び防火訓練の実施等の対策を実施すること。特に伐採木の貯蔵等の新たな火災発生リスクに対処すること。

## 2. 放射性物質の放出・貯蔵管理及び漏えい防止対策

- 第2号機のブローアウトパネルの閉止等による建屋等の放射性物質閉じ込め機能の回復、滞留している高濃度放射性汚染水の処理等により、放射性物質の放出、高濃度汚染水の漏えいリスクを低減させること。
- 建屋、トレンチ等に滞留する高濃度の汚染水について止水、回収及び処理を早急を実施すること。
- 高線量がれきを含む放射性廃棄物の一時保管設備等については、想定される廃棄物の発生量に対して十分な貯蔵容量を確保するとともに、敷地内に保管されている事故後に発生した放射性廃棄物による敷地境界における実効線量（発電所全体からの放射性物質の追加的放出を含む。）を年間1ミリシーベルト以下に低減できる遮へい機能を有する施設構造とすること。また、高線量がれき等による作業員及び一般公衆への放射線被ばくの低減対策を実施すること。
- バックグラウンドの放射線量が高いモニタリングポストについて、モニタリングポスト周辺の除染、土壌の遮へい等を行い、原子炉施設に起因する放射線影響を適切に把握できるようにすること。

## 3. 中長期の取組に向けた実施体制の整備

- 上記の信頼性向上等に係る中長期の取組を着実に実施する組織体制を構築すること。また、その取組状況を適切に管理し、継続的な評価・改善を図ることができる組織運営とすること。