

# I 特定原子力施設の全体工程及びリスク評価

## 1 全体工程

東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故については、事故発生後、政府及び東京電力において、「東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋 当面の取組のロードマップ」をとりまとめ、これに基づいて事故の早期収束に向けた取組を計画的に進めてきた。2011年7月には、上記ロードマップにおけるステップ1の目標である「放射線量が着実に減少傾向にある」状況を達成し、同年12月、ステップ2の目標である「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」状況についても達成したところである。これにより、原子炉は「冷温停止状態」に達し、不測の事態が発生した場合も、敷地境界における被ばく線量が十分低い状態を維持することができるようになったことから、これにより、東京電力(株)福島第一原子力発電所の原子炉は安定状態となったことに加え、当該プラントが敷地外に与える放射線の影響は十分小さく抑えられている状況にある。

ステップ2完了以降は、それまでのプラント安定化に向けた取組から、確実にプラントの安定状態を維持する取組に移行する。それに並行して、1～4号機の使用済燃料プールからの燃料の取り出し、1～3号機の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等、廃止措置に向けて必要な措置を中長期に亘って進めていくことにより、避難されている住民の皆さまの一刻も早いご帰還を実現し、地域の方々をはじめとした国民の皆さまの不安を解消することが重要となる。

このような中長期の取組に関しては、2011年8月に原子力委員会に設置された東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会（以下、「原子力委員会専門部会」という。）において、技術課題、研究開発項目が整理されるとともに、「燃料デブリ取り出し開始までの期間は10年以内を目標。廃止措置がすべて終了するまでは30年以上の期間を要するものと推定される。」との整理がなされている。

同年11月9日には、枝野経済産業大臣及び細野原発事故収束・再発防止担当大臣より、廃止措置等に向けた中長期ロードマップ（以下、「中長期ロードマップ」という。）の策定等についての指示（以下、「両大臣指示」という。）が、東京電力、資源エネルギー庁、原子力安全・保安院に出された。

さらに、2011年12月16日、ステップ2の完了に伴い、政府・東京電力統合対策室を廃止し、原子力災害対策本部の下、中長期ロードマップの策定とその進捗管理を行う政府・東京電力中長期対策会議が設置された。

中長期ロードマップは、両大臣指示を受け、上記の3者にてとりまとめたものを、同会議で決定したものである。

本実施計画において、1～4号機の廃止措置までの全体工程については、中長期ロードマップに沿った工程を1.1に示す。また5・6号機については、冷温停止の維持・継続等の工程を1.2に示す。また、至近に実施を計画しているリスク低減対策について、2.1に示したリスク評価の考え方にに基づき、その工程の適切性等を評価しており、その結果を踏ま

えた実施工程を 1.1 添付資料－3 に示す。

## 1.1 1～4号機の工程

### 1.1.1 中長期ロードマップの期間区分及び時期的目標

添付資料－1に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沿った主要スケジュールを示す。

中長期ロードマップにおける工程・作業内容は今後の現場状況や研究開発成果等によって変わり得るものであり、これらを踏まえ、継続的に検証を加えながら見直していくこととする。

### 1.1.2 中長期期間の区分の考え方

中長期ロードマップでは、第1期から第3期までを以下の通り定義した。

- 第1期：ステップ2完了～使用済燃料プール内の燃料取り出し開始まで  
(目標は2年以内)
  - ・使用済燃料プール内の燃料取り出し開始のための準備作業を行うとともに、燃料デブリ取り出しに必要な研究開発を実施し、現場調査にも着手する等、廃止措置等に向けた集中準備期間となる。
- 第2期：第1期終了～燃料デブリ取り出し開始まで(目標は10年以内)
  - ・当該期間中は、燃料デブリ取り出しに向けて多くの研究開発や原子炉格納容器の補修作業などが本格化する。
  - ・また、当該期間中の進捗を判断するための目安として(前)、(中)、(後)の3段階に区分。
- 第3期：第2期終了～廃止措置終了まで(目標は30～40年後)
  - ・燃料デブリ取り出しから廃止措置終了までの実行期間。

### 1.1.3 中長期ロードマップにおける時期的目標及び判断ポイント

第1期を含む至近の約3年間(2014年度末まで)については、年度毎に展開し、可能な限り時期的目標を設定した。2015年度以降については、時期・措置の内容が今後の現場状況や研究開発成果等によって大きく変わり得ることから、おおよその時期的目標を可能な限り設定した。また、当該期間中の各作業は、技術的にも多くの課題があり、現場状況、研究開発成果、安全要求事項等の状況を踏まえながら、段階的に工程を進めていくことが必要となる。このため、次工程へ進む判断の重要なポイントにおいて、追加の研究開発の実施や、工程又は作業内容の見直しも含めて検討・判断することとしている。これを判断ポイント(HP)として設定した。

中長期ロードマップにおける主な時期的目標及び判断ポイント（HP）は以下の通りである。

（１）原子炉の冷却・滞留水<sup>1</sup>処理計画

- 現行水処理施設の信頼性向上等について検討を行い、２０１２年度までに主要な対策を実施するとともに、その後においても継続的に改善を実施。
- 現行施設では除去が困難なセシウム以外の放射性物質も除去可能な多核種除去設備を導入。
- 循環ラインの縮小については、上記現行水処理施設の信頼性向上や、第２期（中）の建屋間止水、原子炉格納容器下部の補修等に合わせて段階的に実施。
- 建屋への地下水の流入があるため、余剰水が増加している状況にあることから、サブドレン設備については、浄化試験結果を踏まえて、引き続き復旧方法の検討を実施し、順次復旧を行っていく。また、地下水バイパスについて、２０１３年度以降順次稼働し、地下水流入量を段階的に低減。
- 第２期（後）には、タービン建屋／原子炉建屋内の滞留水処理を完了。

<滞留水処理に係る判断ポイント>

建屋間止水及び原子炉格納容器下部の補修の成否により、滞留水の減少に向けた実施方法が変わり得ることから、以下の判断ポイントを設定。

（HP 1-1）：原子炉建屋／タービン建屋間止水・格納容器下部補修完了

【第２期（中）】

（２）海洋汚染拡大防止計画

- 万一地下水が汚染した場合の海洋流出を防止するため、遮水壁の構築を２０１４年度半ばまでに完了。
- ５，６号機側にシルトフェンスを設置し、１～４号機及び５，６号機の取水路前面エリアの海底土を固化土により被覆することにより、海底土の拡散を防止することに加え、１～４号機取水路前面における海水循環型浄化装置の運転を継続し、港湾内の海水中の放射性物質濃度について、告示に定める周辺監視区域外の濃度限度未満を達成。

（３）放射性廃棄物管理及び敷地境界における放射線量の低減に向けた計画

- ２０１２年度内を目標に、発電所全体からの追加的放出、及び敷地内に保管する事故後に発生した放射性廃棄物（水処理二次廃棄物、ガレキ等）による敷地境界における実効線量 1mSv/年未満を達成。
- これまでの発生実績や今後の作業工程から発生量を想定し、適切に保管エリアを確保し管理していくとともに、仮設設備から長期間の使用に耐え得るような設備に移行し

---

<sup>1</sup> 1～4号機のタービン建屋、原子炉建屋等に滞留している汚染水のこと

て行くことを含め、敷地境界への放射線の影響に配慮した中長期的な計画を2012年度末を目途に策定。(添付資料-4)

- 現在実施中の水処理二次廃棄物の性状評価及び保管容器の寿命評価に基づき、2014年度末までに保管容器等の設備更新計画を策定。
- 第2期(後)以降、必要に応じて設備更新を実施。

#### (4) 使用済燃料プール内の燃料取り出し計画

- 4号機において、2013年11月を目標に取り出し開始。
- 3号機において、2014年末を目標に取り出し開始。
- 1号機については、3、4号機での知見・実績を把握するとともに、ガレキ等の調査を踏まえて具体的な計画を検討、立案し、第2期(中)の開始を目指す。
- 2号機については、建屋内除染、遮へいの実施状況を踏まえて設備の調査を行い、具体的な計画を検討、立案の上、第2期(中)の開始を目指す。
- 第2期(後)には、全号機の燃料取り出しを終了。
- 取り出した使用済燃料の再処理・保管方法について、第2期(後)に決定。

#### <取り出し後の燃料に係る判断ポイント>

取り出し後の燃料の取り扱いについては、今後実施する長期保管上の健全性評価、再処理に向けた研究開発成果を踏まえる必要があることから、以下の判断ポイントを設定。

(HP2-1)：使用済燃料の再処理・保管方法の決定【第2期(後)】

#### (5) 燃料デブリ取り出し計画

- 初号機での燃料デブリ取り出し開始の目標をステップ2完了後10年以内に設定。
- 計画の実現に向けて工法・装置開発をはじめとする研究開発を実施する。実施にあたっては、成果となる技術の現場への適用性を確実に実証(以下、「現場実証」という。)していく。
- 2013年度末頃まで実施する遠隔による除染技術開発成果を適宜現場に適用し、原子炉建屋内除染を進めることに加え、2014年度半ば頃までを目途に原子炉格納容器漏えい箇所特定技術開発成果(現場実証を含む)を得た上で、2014年度末までに原子炉建屋内除染により建屋内アクセス性を確保し、原子炉格納容器漏えい箇所調査及び原子炉格納容器外部からの内部調査に本格着手。

#### <燃料デブリ取り出し作業等における判断ポイント>

現場の状況、研究開発の成果(現場実証含む)、安全要求事項等の状況をも踏まえ、以下の判断ポイントを設定。また、取り出し後の燃料デブリの取り扱いについても判断ポイントを設定。

- (HP 3-1) : 原子炉格納容器下部補修方法, 止水方法の確定【第2期(前)】  
(研究開発の目標時期)  
原子炉格納容器補修技術の現場実証終了(建屋間, 格納容器下部)  
: 2015年度末頃
- (HP 3-2) : 原子炉格納容器下部水張り完了, 内部調査方法確定【第2期(中)】  
(研究開発の目標時期)  
原子炉格納容器内部調査技術の現場実証終了 : 2016年度末頃
- (HP 3-3) : 原子炉格納容器上部補修方法の確定【第2期(中)】  
(研究開発の目標時期)  
原子炉格納容器補修技術(上部)の現場実証終了: 2017年度末頃
- (HP 3-4) : 原子炉格納容器上部水張り完了, 炉内調査方法の確定【第2期(後)】  
(研究開発の目標時期)  
原子炉圧力容器内部調査技術の現場実証終了: 2019年度半ば頃
- (HP 3-5) : 燃料デブリ取り出し方法の確定, 燃料デブリ収納缶等の準備完了【第2期(後)】  
(研究開発の終了目標時期)  
燃料デブリ取り出し技術の現場実証終了: 2021年度末頃  
燃料デブリ収納缶開発終了 : 2019年度末頃  
燃料デブリ計量管理方策確立: 2020年度末頃
- (HP 3-6) : 燃料デブリの処理・処分方法の決定【第3期】

#### (6) 原子炉施設の解体計画

- 1～4号機の原子炉施設解体の終了時期としてステップ2完了から30～40年後を目標とする。  
(参考) TMI-2<sup>2</sup>における燃料デブリ取り出し期間(4年強), 通常原子炉施設の解体標準工程(15年程度)から, 1基の原子炉施設の解体には燃料デブリ取り出し開始から20年以上が必要と想定。
- 解体・除染工法等の検討に必要となる, 現場の汚染状況等の基礎データベースの構築等に向けた計画を2012年度中を目途に策定。
- 第1期から第2期(中)にかけて, 原子炉施設の解体に向けた基礎データベースを構築。
- 上記データベースに基づき, 第2期(中)から第3期にかけて原子炉施設解体に向けた遠隔解体などの研究開発・制度の整備(解体廃棄物の処分基準等)を実施。

---

<sup>2</sup> 米国スリーマイルアイランド原子力発電所2号機

<原子炉施設の解体実施に向けての判断ポイント>

(HP 4-1) : 解体・除染工法の確定。解体廃棄物処分基準の策定【第3期】

→ 解体, 処分に必要な機器・設備の設計・製造に着手。

(HP 4-2) : 解体廃棄物処分の見通し。必要な研究開発終了【第3期】

→ 解体に着手。

(7) 放射性廃棄物の処理・処分<sup>3</sup>計画

- 事故後に発生した廃棄物は, 従来の原子力発電所で発生した廃棄物と性状(核種組成, 塩分量等)が異なることから, 2012年度中に処理・処分に関する研究開発計画を策定。
- 2014年度末までに, 廃棄物の性状把握, 物量評価等を実施。
- この結果を踏まえ, 第2期において処分概念を構築。

<放射性廃棄物処理・処分に向けての判断ポイント>

これらの廃棄物は, 解体工事で発生した廃棄物とともに以下の判断ポイントを設定し, 第3期の終盤での処分場への搬出を目指し, 研究成果の反映を図りつつ検討を進める。

(HP 5-1) : 廃棄物の性状に応じた既存処分概念への適応性の確認【第2期(中)】

(HP 5-2) : 廃棄物の処理・処分における安全性の見通し確認【第2期(後)】

(HP 5-3) : 廃棄体仕様・製造方法の確定【第3期】

(HP 5-4) : 廃棄体製造設備の設置及び処分の見通し【第3期】

1.1.4 添付資料

添付資料-1 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の主要スケジュール

添付資料-2 東京電力(株)福島第一原子力発電所・中期スケジュール

添付資料-3 実施を計画しているリスク低減対策の実施工程

添付資料-4 放射性固体廃棄物等に関する中長期的な保管計画

---

<sup>3</sup>放射性廃棄物を, その性状(含まれる放射性核種, 放射能レベル)に応じ, 容器に詰めてセメントで固める等の加工を施した廃棄体を作り(以下, 「処理」という。), 廃棄体を処分場に搬出して埋設する(以下, 「処分」という。)こと。

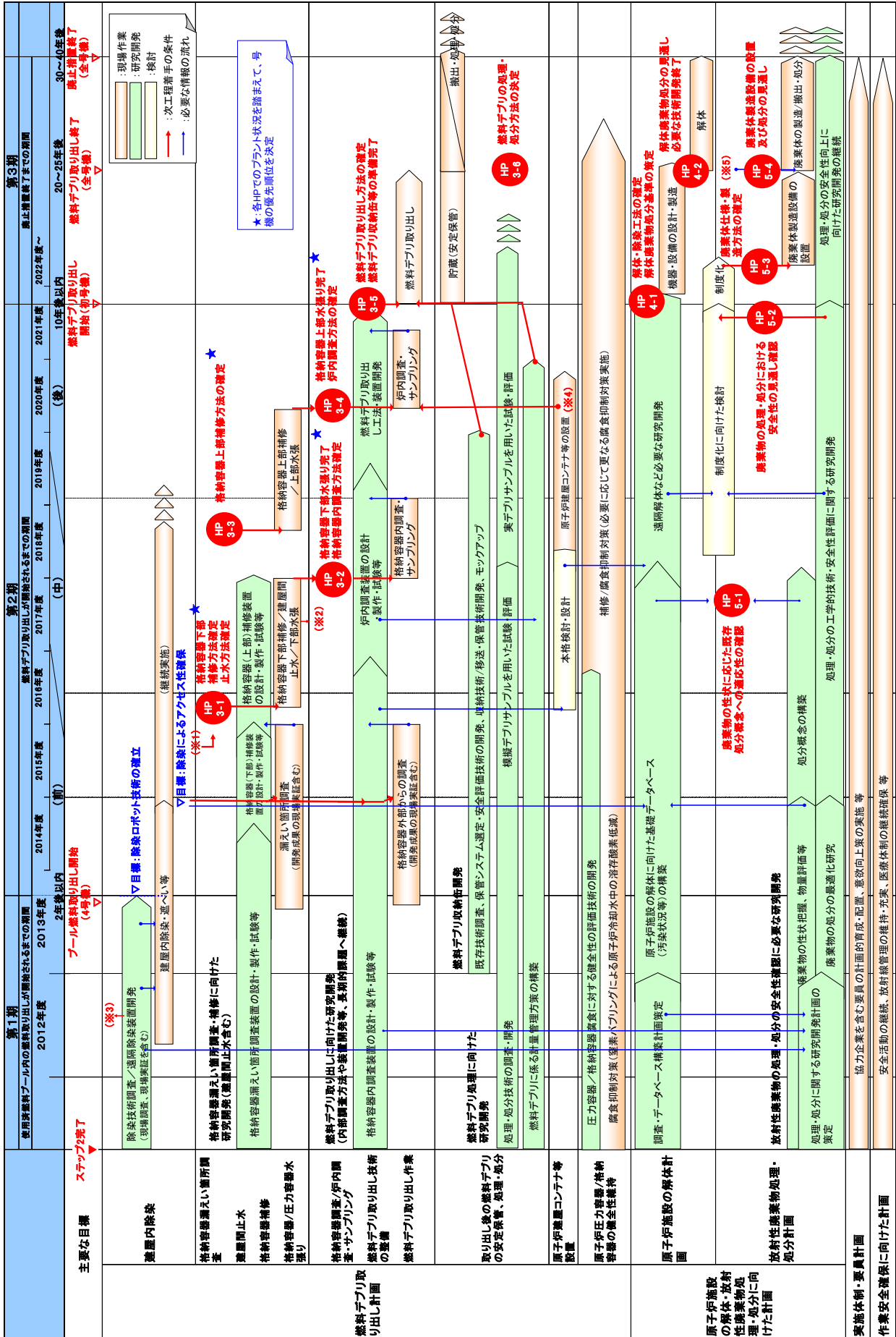


東京電力福島第一原子力発電所1~4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップの主要スケジュール

主要な目標	第1期 2012年度			第2期 2013年度			第3期 2014年度		
	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
プラントの安定稼働維持・継続に向けた計画	原子炉の冷却計画	原子炉冷却停止状態の維持・監視(注水継続、温度等パラメータにより継続監視)	燃料容器内の部分的観察	燃料容器下部からの取水の信頼性向上	燃料容器下部からの取水の信頼性向上	燃料容器下部からの取水	燃料容器下部からの取水	燃料容器下部からの取水	燃料容器下部からの取水
	滞留水処理計画	滞留水処理	滞留水処理	滞留水処理	滞留水処理	滞留水処理	滞留水処理	滞留水処理	滞留水処理
海洋汚染拡大防止計画	シールドフェンス追加設置	シールドフェンス追加設置	シールドフェンス追加設置	シールドフェンス追加設置	シールドフェンス追加設置	シールドフェンス追加設置	シールドフェンス追加設置	シールドフェンス追加設置	シールドフェンス追加設置
	取水路前面エリアの海底土の密覆	取水路前面エリアの海底土の密覆	取水路前面エリアの海底土の密覆	取水路前面エリアの海底土の密覆	取水路前面エリアの海底土の密覆	取水路前面エリアの海底土の密覆	取水路前面エリアの海底土の密覆	取水路前面エリアの海底土の密覆	取水路前面エリアの海底土の密覆
発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた計画	ガレキ等	ガレキ等	ガレキ等	ガレキ等	ガレキ等	ガレキ等	ガレキ等	ガレキ等	ガレキ等
	放射線管理	放射線管理	放射線管理	放射線管理	放射線管理	放射線管理	放射線管理	放射線管理	放射線管理
敷地内除染計画	1~4号機使用済燃料プール	1~4号機使用済燃料プール	1~4号機使用済燃料プール	1~4号機使用済燃料プール	1~4号機使用済燃料プール	1~4号機使用済燃料プール	1~4号機使用済燃料プール	1~4号機使用済燃料プール	1~4号機使用済燃料プール
	共用プール	共用プール	共用プール	共用プール	共用プール	共用プール	共用プール	共用プール	共用プール
研究開発	研究開発	研究開発	研究開発	研究開発	研究開発	研究開発	研究開発	研究開発	研究開発

\*本ロードマップについては、研究開発及び現場状況を踏まえて、継続的に見直しを図っていく。  
(注)HP:判断ポイント

東京電力株式会社 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の主要スケジュール



(注) H.P. : 判断ポイント

\*本ロードマップについては、研究開発及び現場状況を踏まえて、継続的に見直ししていく。

東京電力㈱福島第一原子力発電所・中期スケジュール

\*本ロードマップは、研究開発及び現場状況を踏まえて、継続的に見直していく。

■：現場作業  
■：研究開発  
■：検討

課題	計画の取組 終了時点	第1期		第2期(前)		
		2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	
原子炉の冷却計画	冷温停止状態	使用済燃料プールからの燃料取り出し開始				
		原子炉炉内温度停止状態の維持・監視(注水継続、温度等パラメータにより継続監視)	格納容器内の部分的観察	循環注水冷却(タービン建屋からの取水)の信頼性向上	現行処理施設による滞留水処理	信頼性を向上させた水処理施設による滞留水処理
滞留水処理計画	滞留水の減少	循環ライン縮小検討	サブドレンピット復旧方法の検討	サブドレン復旧	地下水流入量を低減(滞留水減少)	
		多核種除去設備の設置	格納容器からの取水の信頼性向上	格納容器内の部分的観察	格納容器からの取水の信頼性向上	
海洋汚染拡大防止計画	海洋汚染拡大防止	遮水壁の構築	港湾内海底土の被覆、海水循環浄化(継続)等	地下水及び海水のモニタリング(継続実施)	格納容器からの取水の信頼性向上	
		安定配管の継続と信頼性の向上	運へい等による配管ガレキ等の漏重低減実施	安定配管の継続	水処理二次廃棄物の性状、保管容器的寿命の評価	
発電所・全体的に削減に向けた放射線防止計画	放射線管理	ガレキ等	水処理二次廃棄物の性状、保管容器的寿命の評価	水処理二次廃棄物の性状、保管容器的寿命の評価	設備更新計画策定	
		放射線管理	格納容器からの取水の信頼性向上	格納容器からの取水の信頼性向上	格納容器からの取水の信頼性向上	
使用済燃料プールからの燃料取出計画	放射線管理	1~4号機	燃料取出計画	燃料取出計画	燃料取出計画	
		燃料取出計画	燃料取出計画	燃料取出計画	燃料取出計画	
燃料デブリ取出計画	燃料デブリ取出計画	燃料デブリ取出計画	燃料デブリ取出計画	燃料デブリ取出計画	燃料デブリ取出計画	
		燃料デブリ取出計画	燃料デブリ取出計画	燃料デブリ取出計画	燃料デブリ取出計画	

実施を計画しているリスク低減対策の実施工程(1/2)

ロードマップ関連項目		平成25年												平成26年												平成27年			
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4			
プラントの 安定状態 維持・継続 に向けた計 画	原子炉の冷却計画	原子炉圧力容器代替温度計 の新設(2号機)	□ 現場工事・調査		△ 設置可否、設置箇所判断		□ 温度計現場据付																						
		復水貯蔵タンクへの運用変更 と復水貯蔵タンク炉注水ポン プ配管のポリエチレン管化	工場製作		▽ 運用開始		▽ 現地工事																						
		建屋内循環ループ構築	建屋内循環ループの調査・検討等																										
		水素の滞留が確認された機器 への窒素ガス封入	□□□□		□□□□		(残留水素の大部分はバージ完了) 1号機サブプレッションチェンバ相部への窒素		□□□□□□□□□□□□□□		2号機サブプレッションチェンバ相部への窒素ガス封入																		
	滞留水処理計画	滞留水移送・淡水化装置周り の耐圧ホースのPE管化	△ サイドバンカープロセス主建屋間の間移送ライン 運用開始								△ 淡水化装置移送ライン 運用開始																		
		タンク増設	平成25年9月までに8万トン (順次設置)								必要となる容量を確認しながら追加設置(最大30万トン)																		
		多核種除去設備の設置	上層設置		□□□□		□ A系ホット試験		□ A系ホット試験結果の評価等		□□□□ B,C系ホット試験		□□□□ B,C系ホット試験結果の評価等		□□□□				本格運転 ※B,C系ホット試験及び本格運転の予定は A系ホット試験の状況に応じて検討										
		可能なトレンチから順次、止水・回収の実施	トレンチの上水・回収方法の検討、可能なトレンチから順次、止水・回収の実施																										
		建屋の津波対策(建屋開口部 の閉鎖・水密化)	滞留水流出低減・防止策の実施																										
		サブドレンの復旧	□□□□□□		サブドレン復旧方法の検討																								
地下水バイパスの設置	□ 現地工事		□ 試運転、水質確認																										
電気系統設備の信頼性向上	共用プール建屋の防水性向上												現地工事																

※: 工程は現場の状況に応じて変更する可能性がある。

実施を計画しているリスク低減対策の実施工程(2/2)

ロードマップ関連項目		平成25年												平成26年												平成27年					
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4					
発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた計画	海洋汚染拡大防止計画	遮水壁の設置																													
		港湾内海底土の浚渫・被覆等													海底土の浚渫・被覆等																
	ガレキ等	瓦礫等の覆土式一時保管施設の増設	3槽目、4槽目設置 □□□□□□ □□□□□□ 工事開始時期は未定																												
		覆土式の伐採木一時保管槽の設置	伐採木一時保管槽設置、伐採木搬入																								□□□□□□ □□□□□□				
	放射性廃棄物管理及び敷地境界の放射線量低減に向けた計画	水処理二次廃棄物	使用済セシウム吸着塔一時保管施設(第三施設、第四施設)の設置	第三施設 部分運用開始												運用開始												□□□□□□ □□□□□□			
			使用済セシウム吸着塔の移動	移動開始																								□□□□□□ □□□□□□			
	使用済燃料プールの燃料取出計画	1~4号機使用済燃料プール	4号機使用済燃料取出用カバーの設置、フィルタ付換気設備の設置及び使用済燃料取り出し	燃料取り出し開始(目標)												燃料取り出し用カバー設置工事 燃料取り出し用カバー換気設備設置工事 燃料取扱設備設置工事 プール内ガレキ撤去等															
			3号機使用済燃料取出用カバーの設置、フィルタ付換気設備の設置及び使用済燃料取り出し	ガレキ撤去												燃料取り出し開始(目標)												□□□□□□ □□□□□□			
		共用プールM/C設置	共用プールM/C AB設置 負荷移設																												
		キャスク仮保管設備設置	基礎工事												コンクリートモジュール組立																
原子炉施設の解体・放射性廃棄物処理・処分にに向けた計画	放射性廃棄物処理・処分にに向けた計画	雑固体廃棄物焼却設備の設置	※工事開始時期は未定												工場製作												乾式キャスク搬入 建屋工事 焼却設備現場据付 試運転 □□□□□□ □□□□□□ △ 運用開始				
その他	火災対策	防火帯の形成・維持	H24年度末完了(H25年度以降は維持管理)																												
		発電所内の防火追加対策の検討・策定	現状調査												防火追加対策の検討・策定(実施時期も合わせて検討)																

※: 工程は現場の状況に応じて変更する可能性がある。

## 放射性固体廃棄物等に関する中長期的な保管計画

### 1. はじめに

福島第一原子力発電所で発生した放射性固体廃棄物等については、表面線量率や材質によって可能な限り分別し、敷地内の一時保管エリアにおいて安全を最優先に保管・管理している。

放射性固体廃棄物等は今後も長期にわたり発生することから、敷地を効率的に利用する事を目的として、放射性固体廃棄物等の発生量や放射能レベルに応じた中長期的な保管計画をとりまとめた。

### 2. 概要

#### (1) 基本戦略

放射性固体廃棄物等については、一時保管エリアで安全に保管・管理した後、適正に処理・処分することが必要になってくることから、放射性固体廃棄物等の発生を極力少なくすることが重要である。

放射性固体廃棄物等の発生量を低減するために最も重要なことは、発生源となる資材等の持込を抑制することであるため、放射性固体廃棄物等管理方策に「持込抑制＞発生最小化＞再使用（リユース）＞リサイクル＞減容・保管効率向上」の優先順位を付け、継続的に放射性固体廃棄物等の低減を図っていくこととする。

一時保管中及び今後発生する放射性固体廃棄物等については、敷地の有効利用の観点から減容処理を行い、恒久的な貯蔵設備等にて効率的に保管・管理を行う。

なお、策定した放射性固体廃棄物等管理方策については、将来的に大きく変わる可能性があることから、プロジェクトの進捗に応じて適宜見直しを実施していく。

#### (2) 保管計画

放射性固体廃棄物等管理方策を具体化する保管計画として以下の方策を立案し、実施事項を検討していく。

なお、検討にあたっては放射性固体廃棄物等を安全に管理するため、作業時の放射性物質の飛散防止、保管管理時の密閉・遮へい維持と漏洩防止並びに敷地境界追加線量目標値 1mSv/年未満との整合について配慮すると共に、処理・処分に与える影響も念頭に置きながら進めていく。

- 資材の持込抑制，発生量最小化
- 放射性固体廃棄物等の再使用（リユース）
- 放射性固体廃棄物等のリサイクル

- 放射性固体廃棄物等の減容
  - ・ 金属及びコンクリートの減容方法
  - ・ 大型機器の解体方法
- 放射性固体廃棄物等の保管効率向上
  - ・ 貯蔵設備の検討
  - ・ 保管容器の最適化
- 放射性固体廃棄物等の物量管理，敷地利用
  - ・ 物量に関する当面の発生予測
  - ・ 保管場所の選定

### 3. 貯蔵設備等の検討状況

放射性固体廃棄物等は処理・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，作業エリアや敷地境界への放射線影響等に配慮し，中長期的には仮設保管設備等に一時保管している放射性固体廃棄物等を恒久的な貯蔵設備等での保管に移行するように計画していく。至近の計画としては，固体廃棄物貯蔵庫外のドラム缶等仮設保管設備に仮置きしたドラム缶等約 23,000 本相当以上を保管できる恒久的な貯蔵設備の平成 27 年度の運用開始を目指し，基本設計に平成 25 年度から着手する。以後の恒久的な貯蔵設備等については，放射性固体廃棄物等の保管状況や発生状況を踏まえて検討していく。

なお，貯蔵設備の増設や放射性固体廃棄物等の減容方策等の計画を具体化するとともに，個々の設備の仕様が明確になった段階で実施計画に反映していくこととする。

以 上

## 1.2 5・6号機の工程

### 1.2.1 原子炉及び使用済燃料プールの冷却・滞留水処理

- 原子炉及び使用済燃料プール内の燃料取出し終了までは、原子炉及び使用済燃料プールの冷却を継続し、冷温停止を安定的に維持する。
- 5・6号機の滞留水は仮設設備による処理及び発生量抑制を継続する。また、更なる発生量抑制のため、サブドレン設備については設備の浄化及び設置を行い、その結果等を踏まえて、順次復旧を行っていく。  
必要に応じて貯留能力の増強及び信頼性向上対策を進める。

### 1.2.2 使用済燃料プールからの燃料搬出計画

- 福島第一原子力発電所の使用済燃料の貯蔵は、各号機の使用済燃料プールと使用済燃料共用プールでの貯蔵を併用することにより、サイト全体としての融通性を持った運用としている。使用済燃料プールから使用済燃料共用プールへの燃料搬出は、1～4号機が優先されるものであるが、5・6号機については自然災害（地震、津波）により冷却機能が喪失し燃料損傷に至るリスクを低減するため、原子炉に装荷されている炉内燃料及び使用済燃料プールに貯蔵している使用済燃料を準備（燃料交換機等の復旧）が整い次第、1～4号機の燃料搬出に影響を与えない範囲で、使用済燃料共用プールへ搬出する。（I.2.3.4 参照）

### 1.2.3 添付資料

添付資料ー1 5・6号機 中期スケジュール



年度	2012			2013				2014				2015	2016
	1月	2月	3月	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期		
原子炉及び使用済燃料プールの冷却計画	冷温停止の維持・管理												
	仮設設備による滞留水処理（移送・貯留），発生量抑制（構内散水・止水*1）												
滞留水処理計画	発生量抑制（サブドレン設備浄化・設置）												
	貯留能力の増強（貯留設備（タンク）の増設）												
5・6号機からの燃料搬出計画	信頼性向上対策（移送設備のポリエチレン管化・淡水化装置の増設等）												
	原子炉建屋天井クレーン復旧			燃料交換機復旧				原子炉開放 燃料移動（原子炉→使用済燃料プール） 燃料搬出*2（使用済燃料プール→使用済燃料共用プール）					
5号機	原子炉建屋天井クレーン復旧			燃料交換機復旧				原子炉開放 燃料移動（原子炉→使用済燃料プール） 燃料搬出*2（使用済燃料プール→使用済燃料共用プール）					
	燃料交換機復旧			燃料交換機復旧				燃料交換機復旧					
6号機	原子炉建屋天井クレーン復旧			燃料交換機復旧				原子炉開放 燃料移動（原子炉→使用済燃料プール） 燃料搬出*2（使用済燃料プール→使用済燃料共用プール）					
	燃料交換機復旧			燃料交換機復旧				燃料交換機復旧					

\*1：適宜流入箇所の止水を実施する。

\*2：5・6号機は1～4号機の燃料搬出に影響を与えない範囲で，使用済燃料共用プールへ搬出する。

補足：本中期スケジュールについては，現場状況を踏まえて，継続的に見直していく。

図－1 5・6号機 中期スケジュール

## 2.3 特定原子力施設における主なリスク

### 2.3.1 はじめに

特定原子力施設の主なリスクは、特定原子力施設が放射能を内在することに起因すると考えられ、また、現在の特定原子力施設において放射能を内在するもの（使用済燃料等）は、以下のように整理できる。

- (1) 原子炉圧力容器・格納容器内の溶融した燃料（燃料デブリ， 1～3号機）
- (2) 使用済燃料プールの燃料（1～4号機）
- (3) 5・6号機の炉心及び使用済燃料プールの燃料
- (4) 使用済燃料共用プールの燃料
- (5) 使用済燃料乾式貯蔵キャスクの燃料
- (6) 放射性廃棄物

ここでは、上記の放射能を内在するものについて、それぞれ個別に現在の状態におけるリスクを定量的もしくは定性的に評価することにより、現在の特定原子力施設のリスクについて評価する。

### 2.3.2 燃料デブリ（1～3号機）

燃料デブリに関するリスクとしては、原子炉圧力容器・格納容器注水設備（以下、原子炉注水系という）が機能喪失することにより原子炉注水が停止し、原子炉圧力容器及び格納容器内の燃料デブリ等の温度が上昇し、放射性物質が環境中に放出されるリスクが考えられる。原子炉の安定的な冷却状態を維持し、冷温停止状態を維持することは福島第一原子力発電所の最重要課題の一つであることから、このリスクに対しては、原子炉注水系の継続的な信頼性向上を図ってきており、水源・ポンプ・電源等について多重性及び多様性を有した十分信頼性の高い系統構成としている。

確率論的リスク評価による原子炉注水系のリスク評価では、炉心再損傷頻度が約  $5.9 \times 10^{-5}$ /年と評価されており、「施設運営計画に係る報告書（その1）（改訂2）（平成23年12月）」で評価された約  $2.2 \times 10^{-4}$ /年の炉心再損傷頻度からリスクが低減していることが確認できる。今後も、原子炉注水系の小ループ化等により信頼性の向上を図り、リスク低減に努めていく。

また、原子炉注水系の異常時の評価では、想定を大きく超えるシビアアクシデント相当事象（注水停止 12 時間）で3プラント分の放射性物質の放出を考慮した場合においても、実効線量は敷地境界で年間約  $6.3 \times 10^{-5}$ mSv、特定原子力施設から5km地点で約  $1.1 \times 10^{-5}$ mSv、特定原子力施設から10km地点で約  $3.6 \times 10^{-6}$ mSvであり、周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。「施設運営計画に係る報告書（その1）（改訂2）（平成23年12月）」では、シビアアクシデント相当事象で3プラント分の放射性物質の放出を考慮した場合に敷地境界の実効線量が年間約 11.1mSv と評価されており、燃料デブリの崩壊熱減衰等によって、原子炉注水系の異常時における被ばくリスクが大きく低減していることが分かる。今後も、燃料デブリの崩壊熱は減衰していくため、原子炉注水系の異常時におけるリスクは低減する方向である。

燃料デブリに関するリスクとしては、水素爆発と臨界も挙げられる。

水素爆発に関するリスクとしては、水の放射線分解によって発生する水素が可燃限界を超えることが想定されるが、原子炉格納容器内窒素封入設備を用いて、原子炉圧力容器及び格納容器に窒素を連続的に封入することにより、その雰囲気中の水素濃度を可燃限界以下としている。原子炉圧力容器もしくは格納容器内で水の放射線分解により発生する水素が、窒素供給の停止から可燃限界の水素濃度に至るまでの時間余裕は 100 時間以上と評価されており、水素爆発のリスクは十分小さいものと考えられる。「施設運営計画に係る報告書（その1）（改訂2）（平成23年12月）」では、この時間余裕は約 30 時間と評価されており、燃料デブリの崩壊熱減衰によってリスクが低減していることが分かる。

臨界については、一般に、溶融した燃料デブリが臨界に至る可能性は極めて低いと考えられており、また、「施設運営計画に係る報告書（その1）（改訂2）（平成23年12月）」において燃料デブリ形状等について不確かさを考慮した評価がなされており、臨界の可能性は低いとされている。実際に、ガス放射線モニタにより短半減期核種の放射能濃度を連

続的に監視してきており、これまで臨界の兆候は確認されていない。これらを踏まえると、燃料デブリの形状等については十分に把握できていないものの、燃料デブリの配置変化等の現状の体系からの有意な変化が生じない限り、臨界となることはないと考えられる。当面、燃料デブリの移動を伴う作業は予定されていないことから、現在の臨界リスクは工学的に極めて小さいものと考えられる。なお、将来の燃料デブリ取り出し工程の際には燃料デブリ形状等が大きく変化する可能性があることから、十分に臨界管理を行いつつ、作業を進めていく必要がある。

### 2.3.3 使用済燃料プールの燃料（1～4号機）

使用済燃料プールの燃料に関するリスクとしては、使用済燃料プール冷却系が機能喪失し、使用済燃料プールの冷却が停止し、使用済燃料プール水の温度が上昇すると共に使用済燃料プール水位が低下するリスクが考えられる。このリスクに対しては、使用済燃料プール冷却系の機能喪失後、使用済燃料プール水位が有効燃料頂部+2 mに至るまでの時間余裕が最短で4号機において約27日程度と評価されており、リスクは十分小さいものと考えられる。「施設運営計画に係る報告書（その1）（改訂2）（平成23年12月）」では、この時間余裕は約16日程度と評価されており、燃料デブリの崩壊熱減衰によってリスクが低減していることが分かる。今後も、使用済燃料の崩壊熱減衰及び使用済燃料プール内の燃料取り出しによって、使用済燃料プール冷却系の異常時におけるリスクは低減する方向である。

#### 2.3.4 5・6号機の炉心及び使用済燃料プールの燃料

5・6号機は、震災前と同等の設備により安定的な冷温停止を維持している状況であり、既設設備に関しては、震災前の設計条件を維持している。

この状況下において、放射性物質の系外放出に至るリスクとしては燃料損傷が挙げられ、燃料損傷に至るシナリオとしては仮設設備も含め次の3つが考えられる。

- ・燃料取扱い時の燃料落下及び使用済燃料への重量物落下による損傷
- ・滞留水貯留設備（仮設設備）停止による冷却機能喪失
- ・自然災害による冷却機能喪失

##### ○燃料取扱い時の燃料落下及び使用済燃料への重量物落下による損傷

燃料交換機によって燃料を移動している際、燃料交換機が故障して、その燃料が落下し、炉心内の燃料に衝突して燃料が損傷するシナリオと、原子炉建屋天井クレーンから重量物が落下し、使用済燃料プール内の使用済燃料に衝突し損傷に至るシナリオが考えられる。

このシナリオに対しては、燃料交換機・原子炉建屋天井クレーンは既設燃料取扱設備であり、燃料交換機は燃料取扱中に動力源が喪失しても燃料を保持する機構となっていること、原子炉建屋天井クレーンはブレーキが安全側に動作する機構となっていること、吊り上げられた重量物が使用済燃料プールに貯蔵された燃料上を走行できないインターロックがあることから、こうしたリスクは小さいものと考えられる。なお、燃料取扱事故の評価については、福島第一原子力発電所5・6号炉原子炉設置変更許可申請書 添付書類十により確認している。

##### ○滞留水貯留設備（仮設設備）停止による冷却機能喪失

滞留水貯留設備の移送ポンプが長期に停止した場合、地下水の流入により建屋内の水位が上昇し、冷温停止に必要な設備に電源を供給している所内高圧母線の被水により電源が停止することで、冷却機能喪失による燃料損傷が考えられる。

このシナリオに対しては、滞留水貯留設備の移送ポンプ停止について評価されておりその期間内に設備が復旧できるため、こうしたリスクは小さいものと考えられる。（Ⅱ.2.33 参照）

##### ○自然災害による冷却機能喪失

まず、地震により使用済燃料プールが損傷し使用済燃料プールの水位が低下するシナリオが考えられる。

このシナリオに対しては原子炉建屋の耐震安全性評価がされており、こうしたリスクは小さいものと考えられる。（Ⅲ.3.1.3 参照）

次に、津波により原子炉に装荷されている燃料及び使用済燃料プールに貯蔵されてい

る燃料の冷却機能が喪失し、冷却材ならびに使用済燃料プール水の温度が上昇すると共に水位が低下するシナリオが考えられる。

このシナリオに対しては、原子炉及び使用済燃料プールの水位が有効燃料頂部に至るまでの時間的余裕が、5・6号機においては、6号機に比べ5号機の時間的余裕が短く13日程度（5号機原子炉）\*<sup>1</sup>と評価されており、仮設水中ポンプ（残留熱除去海水系）の設置による冷却機能の回復までに要する時間\*<sup>2</sup>は十分確保されていることから、こうしたリスクは小さいものと考えられる。

今後、自然災害（地震、津波）により冷却機能が喪失し燃料損傷に至るシナリオに対する対策（リスク低減）として燃料を使用済燃料共用プールに搬出する予定である。そのために準備が整い次第、原子炉から燃料を使用済燃料プールに移動及び使用済燃料プールから使用済燃料共用プールへ使用済燃料を搬出する予定である。

\* 1：表－1 参照

\* 2：仮設水中ポンプ（残留熱除去海水系）の設置（作業準備、仮設水中ポンプ・制御盤・ホース設置等）には約68時間（約2.8日程度）掛かる見込み。

表－1 5・6号機 原子炉及び使用済燃料プールの崩壊熱による温度上昇率と水位が有効燃料頂部に至るまでの時間的余裕

号機	場所	温度上昇率*〔℃/h〕	水位が有効燃料頂部に至るまでの時間的余裕〔day〕
5	原子炉	0.91	13
	使用済燃料プール	0.32	59
6	原子炉	0.76	16
	使用済燃料プール	0.32	60

※：平成24年10月1日時点での崩壊熱より算出

### 2.3.5 使用済燃料共用プールの燃料

使用済燃料共用プールは、既設の設備を使用して貯蔵燃料の冷却の維持・継続をしている。

なお、使用済燃料共用プールの燃料に関するリスクとしては、使用済燃料プール冷却系が機能喪失し、使用済燃料プールの冷却が停止し、使用済燃料プール水の温度が上昇すると共に使用済燃料プール水位が低下するリスクが考えられる。このリスクに対しては、使用済燃料プール冷却系の機能喪失後、使用済燃料プール水位が有効燃料頂部+2mに至るまでの時間余裕が約 20 日程度と評価されており、リスクは十分小さいものと考えられる。



### 2.3.6 使用済燃料乾式キャスクの燃料

使用済燃料乾式キャスクに装填した燃料の保管については、現在使用済燃料輸送容器保管建屋に保管されている 9 基を搬出し、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備に保管することを計画している。また、現在使用済燃料共用プールに貯蔵中の使用済燃料の一部を使用済燃料乾式キャスクに装填し、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備に保管することを計画している。

使用済燃料乾式キャスクについては、除熱、遮へい、密封、臨界防止の安全機能及び必要な構造強度が設計上考慮されている。

また、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備において、使用済燃料乾式キャスクは支持架台に支持され基礎に固定された状態で保管する。使用済燃料乾式キャスク仮保管設備は、この保管状況において基準地震動  $S_s$  を考慮しても使用済燃料乾式キャスクの安全機能が維持される設計となっている。

使用済燃料乾式キャスクを取り扱うクレーンは、使用済燃料共用プール、使用済燃料乾式キャスク仮保管設備共に、落下防止対策を施した設計となっている。使用済燃料輸送容器保管建屋から使用済燃料乾式キャスクを搬出する際は、移動式クレーンを使用して行うこととしており、使用済燃料共用プール等と同様の落下防止対策を講じることが出来ないため、万一の使用済燃料乾式キャスクの落下時にも周辺公衆及び放射線業務従事者に対して放射線被ばく上の影響は十分小さくなるように、使用済燃料乾式キャスクの吊り上げ高さを制限する手順を定めて運用する。また、極めて保守的な条件として万一使用済燃料乾式キャスクが落下し、ガス状核分裂生成物が放出されたと仮定しても、敷地境界線量は十分小さい値であることを確認している。

以上のことから、使用済燃料乾式キャスクにかかるリスクは非常に小さい。

### 2.3.7 放射性廃棄物

特定原子力施設内の放射性廃棄物について想定されるリスクとしては、汚染水等の放射性液体廃棄物の系外への漏えいが考えられるが、以下に示す様々な対策を行っているため、特定原子力施設の系外に放射性液体廃棄物が漏えいする可能性は十分低く抑えられている。なお、汚染水の水処理を継続することで放射性物質の濃度も低減していくため、万一設備から漏えいした場合においても、環境への影響度は継続的に低減される。

#### 【設備等からの漏えいリスクを低減させる対策】

- ・ 耐圧ホースのポリエチレン管化

#### 【漏えい拡大リスクを低減させる対策】

- ・ タンク廻りの堰，土嚢の設置
- ・ 放水路の暗渠化
- ・ 漏えい検知器，監視カメラの設置

また、放射性気体廃棄物については、原子炉格納容器内の温度上昇時の放出がリスクとして考えられるが、これについては燃料デブリに関する注水停止のリスク評価に包含されている。放射性固体廃棄物等については、流動性，拡散性が低いため、I.2.2 に示す敷地内各施設からの直接線・スカイシャイン線に関するリスク評価に包含されている。