

## 2.4 特定原子力施設の今後のリスク低減対策

現状、特定原子力施設の追加的放出等に起因する、敷地外の実効線量は低く抑えられている（2.2 参照）。また、多くの放射性物質を含有する燃料デブリや使用済燃料等において異常時に発生する事象を想定したリスク評価においても、敷地外への影響は十分低いものであると評価している（2.3 参照）。

今後、短中期的に渡って取り組むべき、プラントの安定状態に向けた更なる取組、発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた取組、ならびに使用済燃料プールからの燃料取り出し等の項目に対し、表 2. 4-1 に代表される様々なリスクが存在している。

表 2. 4-1 は、各項目に対して考えられる代表的なリスク、リスク低減のために実施を計画している対策及び目標時期を纏めたものであり、2.1 で示したリスク低減対策の適切性確認の視点に基づき確認を行ったものである。

特定原子力施設全体のリスク低減のため、特に至近の課題として、

- ① 汚染水の発生量の低減と確実な処理による汚染水貯蔵量の低減
- ② 使用済燃料の使用済燃料プールからの早期取り出し

に最優先に取り組むとともに、同表に示す個々のリスクを低減していくため、設備の信頼性向上対策等の様々な対策を今後計画・実施していく。これらの個別の対策については、リスク低減対策の適切性確認の視点を基本とした確認を行い、期待されるリスクの低減ならびに安全性、被ばく及び環境影響等の観点から、その有効性や実施の要否、時期等を十分に検討し、最適化を図っていくとともに、必要に応じて本実施計画に反映していく。

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性 (1/8)

| ロードマップ関連項目 | 想定されるリスク   | リスク低減対策  | 目的  | 目標時期  | 個々の対策に対する適切性   |
|------------|--|--|---|---|--|
| 原子炉の冷却計画   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・中長期的な温度計故障による原子炉冷温停止状態の監視不能リスク</li> </ul>    | 原子炉圧力容器代替温度計の新設                                | 原子炉圧力容器の既設温度計について、既設温度計の故障に備えて、追加温度計を設置できるように、温度監視が可能な箇所を選定し、各号機の温度監視のバックアップが保たれるようにする。   | <p>2号機:平成24年10月</p> <p>1箇所設置</p> <p>1号機:平成25年度中期を目途に配管改造工法についてモックアップ試験を行い、工法を確立</p> <p>3号機:平成26年3月を目途に環境改善を実施後、現場調査を行い、候補システムを具体化</p> | <p>①温度計がメンテナンスできないことにより故障し、使用可能な温度計がなくなった場合は冷却状態の監視ができなくなる。</p> <p>②温度が監視できなくなるが、直接的に放射性物質の追加放出リスクに影響はない。</p> <p>③新旧の温度計はともに建屋内に設置されているため外部事象に対するリスクは小さい。</p> <p>④既設温度計は劣化により故障する可能性が増加する。</p> <p>⑤2号機の温度計の故障が多いことから2号機を優先的に設置することが妥当である。1, 3号機についても順次設置を検討していく予定である。</p> <p>⑥対策を実施することにより直接的に増加するリスクはないが、設置環境の線量が高いため被ばく量が増加する。</p> <p>⑦既設の圧力容器温度計等の計器の劣化に備え、設置時期、箇所、方法について検討を実施する。</p>                         |
|            |  | 格納容器内監視計器設置                                    | 原子炉格納容器内の既設温度計については、故障した場合、メンテナンスや交換ができないことから、原子炉格納容器内部の冷温停止状態の直接監視のために、代替温度計を格納容器貫通部から挿入する。  | <p>1号機:平成24年10月設置</p> <p>2号機:平成24年9月設置、追加設置について、実施時期調整中</p> <p>3号機:平成26年3月末までに設置予定</p>  | <p>①温度計がメンテナンスできないことにより故障し、使用可能な温度計がなくなった場合は格納容器内の冷却状態の監視ができなくなる。</p> <p>②温度が監視できなくなるが、直接的に放射性物質の追加放出リスクに影響はない。</p> <p>③新旧の温度計はともに建屋内に設置されているため外部事象に対するリスクは小さい。</p> <p>④既設温度計は劣化により故障する可能性が増加する。</p> <p>⑤3号機の原子炉建屋内は線量が高いため、1, 2号機の設置を優先させることは妥当である。3号機については、設置作業ができるよう環境改善後、速やかに設置する計画を立案する。</p> <p>⑥対策を実施することにより直接的に増加するリスクはないが、設置環境の線量が高いため被ばく量が増加する。</p> <p>⑦既設の格納容器温度計等の計器の劣化に備え、設置時期、箇所、方法について検討を実施する。</p> |
| 原子炉の冷却計画   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・注水機能停止リスク</li> <li>・放射性物質の系外放出リスク</li> </ul> | <p>復水貯蔵タンクへの運用変更と復水の貯蔵タンク炉注水ポンプ配管のポリエチレン管化</p> | 原子炉注水設備について、水源を仮設バックアップタンクから、既設の復水貯蔵タンクに変更することにより、水源保有水量の増加、水源の耐震性向上を図る。さらに配管距離の短縮、ポリエチレン管の新設配管設置により、注水機能喪失及び漏えいリスクの低減を図る。                  | 平成25年7月運用開始   | <p>①炉注設備は既に多様性、多重性を備えており、一定の信頼性は確保されているが、期待される更なる信頼性向上が図れない。</p> <p>②炉注機能が停止した場合の放射性物質の追加放出リスクは大きい。</p> <p>③水源を復水貯蔵タンクに変更することにより水源の耐震性が高くなるためリスクは低減する。</p> <p>④現行設備でも適切な保全により長期間使用可能と考え、時間的なリスクの変化は小さい。</p> <p>⑤炉注設備の信頼性を向上させることはリスク低減に寄与するため可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。</p> <p>⑥対策を実施することにより直接的に増加するリスクはないが、設置環境の線量が高いため被ばく量が増加する。</p> <p>⑦対策を実施できないリスクはない。</p>   |
|            |  | 循環注水冷却水源の信頼性向上対策                               | 漏えい時の敷外放出防止対策（堰や漏えい検出設備等の設置検討）  | 原子炉注水設備の配管等に漏えいが発生した場合の敷外放出防止・早期検知のために堰や漏えい検知設備を設置する。   | 平成24年12月末完了  |
| 原子炉の冷却計画   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・注水機能停止リスク</li> <li>・放射性物質の系外放出リスク</li> </ul> | 仮設ハウスの恒久化対策                                    | 原子炉注水設備のポンプ等を恒久化したハウスの内に配置することにより、台風、塩害、凍結等の外部事象による設備の故障防止を図る。  | 平成24年12月末完了   | <p>①凍結等の外部事象リスクが低減しない。</p> <p>②炉注機能が停止した場合の放射性物質の追加放出リスクは大きい。</p> <p>③仮設ハウスを恒久化することで外部事象に対するリスクは低減する。</p> <p>④仮設ハウスを恒久化するものであり、時間的なリスクは変化しない。</p> <p>⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。</p> <p>⑥対策を実施するリスクは小さい。</p> <p>⑦対策を実施できないリスクはない。</p>   |
|            |  | 建屋内循環ループ構築                                     | 水処理設備など建屋外に設置された設備を経由しない循環ループを形成し、系外への放出リスクを低減する。また、建屋内滞留水をそのまま冷却水として使用することにより、水処理設備等の処理量、あるいは原子炉格納容器からの漏えい水量に依存せずに、原子炉注水量を増加させるシステムが構築出来る。 | 平成27年3月末完了  | <p>①大循環ループからの漏えいリスクが低減しない。</p> <p>②屋外に敷設されているループ長が縮小する分、漏えいリスクを低減する。</p> <p>③建屋内に設置することで、気象等に関わる外部事象に対するリスクが低減する。</p> <p>④現行設備でも適切な保全により長期間使用可能と考え、時間的なリスクの変化は小さい。</p> <p>⑤建屋内循環ループを構築する前段階として、滞留水水质、作業環境や格納容器止水作業等との干渉も含めて取水場所等を検討する必要があるため、目標時期までに対策できるよう、実施に向けた調査・検討を行っている。</p> <p>⑥作業員の被ばくリスクに加え、建屋内が高線量となるリスクがある。</p> <p>⑦滞留水水质の傾向監視、ライン構成の最適化、除染等の環境改善等を考慮し、効果的な対策となるよう検討していく必要がある。</p>                    |

適切性確認の視点 ①対策を実施しないリスク ②放射性物質の追加放出リスク ③外部事象に対するリスク ④時間的なリスクの増減 ⑤実施時期の妥当性 ⑥対策を実施するリスク ⑦対策を実施できないリスク

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性 (2/8)

| ロードマップ関連項目                  | 想定されるリスク  | リスク低減対策                        | 目的   | 目標時期   | 個々の対策に対する適切性   |
|-----------------------------|---|--------------------------------|--|--|--|
| <p>プラントの安定状態維持・継続に向けた計画</p> | <p>・原子炉圧力容器・格納容器内不活性雰囲気維持機能喪失リスク</p>  | <p>原子炉圧力容器・格納容器への窒素供給装置の増設</p> | <p>窒素供給装置は常用している2台の内1台の運転で、原子炉格納容器内の酸素濃度を可燃濃度(4%)以下に維持するのに十分な性能を保持している。また運転号機が停止しても予備の装置を起動するまでの余裕時間も十分確保(100時間以上)されていることから、常用1台の運転で問題はないが、更なる信頼性向上のため、常用の窒素ガス分離装置を1台増設する。</p> | <p>平成25年3月末完了</p>  | <p>①原子炉格納容器内窒素封入設備は、非常用電源を装備した窒素供給装置の設置により多重性を確保しているものの、常用機器の長期間停止を伴う点検等を行う場合には、常用機器が単一状態となる。<br/>                 ②現状の設備設置状況でも機器の多重性を確保していることから、運転号機が停止した場合の停止余裕時間も十分に確保(100時間以上)されていることから、今回の更なる信頼性向上対策が無くとも、酸素爆発の可能性は十分に低く抑えられていると考えている。<br/>                 ③高台に設置することにより、外部事象に対するリスクは低減する。<br/>                 ④設備の経年的な劣化により窒素供給設備が故障するリスクが増加するが、装置の増設により、より適切な保守管理が可能となる。<br/>                 ⑤窒素供給装置の信頼性を向上させることはリスク低減に寄与するため、早期に実施することが望ましく既に実施している。<br/>                 ⑥対策を実施するリスクは小さい。<br/>                 ⑦実施できないリスクはない。</p>  |
|                             | <p>・原子炉圧力容器・格納容器内の高濃度の酸素滞留<br/>                 ・サブプレッショナルチェンバ(S/C)気相部等の高濃度の酸素滞留が確認された機器について、窒素ガスの封入等により不活性状態にする。</p> | <p>水素の滞留が確認された機器への窒素ガス封入</p>   | <p>サブプレッショナルチェンバ(S/C)気相部等の高濃度の酸素滞留が確認された機器について、窒素ガスの封入等により不活性状態にする。</p>  | <p>1号機 S/C: 対応済(窒素封入方針を検討中)<br/>                 2号機 S/C: 平成25年度上期より対応中<br/>                 3号機 S/C: S/C内閉空間気相部の酸素残留状況の調査を検討中</p> | <p>①今回確認されたサブプレッショナルチェンバ内の高濃度の酸素は、事故初期に発生したものの残留物であると考えられ、酸素濃度が低いことや現在まで閉空間内に安定して存在してきたことを鑑みると、酸素爆発が発生する緊急性は低いと考えられる。しかしながら、水素パージを行わなければ、この状況が継続する。<br/>                 ②サブプレッショナルチェンバは格納容器の一部であること、閉空間の容積によっては水素の残留量が大きい可能性があることから、万一水素爆発が発生した際に放射性物質が放出されるリスクがあるが、本対策により低減ができる。<br/>                 ③水素パージにより外部事象に対する水素爆発のリスクは低減する。<br/>                 ④事故後現在まで安定した状態を維持していることや水の放射線分解の寄与は小さいと考えられること、格納容器内については窒素封入により不活性状態は維持され、格納容器ガス管理設備により水素濃度を監視していることから、時間的リスクが急激に増加することはないと考えられる。<br/>                 ⑤サブプレッショナルチェンバ補修工事等の関連工事や現場線量環境を考慮した上で、現場調査等を慎重に行い、高濃度の酸素が確認された場合には、早期に対策を実施する必要がある。<br/>                 ⑥建屋内の高線量作業であるため、作業員の被ばくリスクに加え、水素濃度の挙動を確認しつつ作業を行う必要がある。<br/>                 ⑦現場の状況を踏まえて安全に水素パージができるように窒素封入方法を検討する必要がある。</p> |

適切性確認の観点 ①対策を実施しないリスク ②放射性物質の追加放出リスク ③外部事象に対するリスク ④時間的なりリスクの増減 ⑤実施時期の妥当性 ⑥対策を実施するリスク ⑦対策を実施できないリスク

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性 (3/8)

| ロードマップ関連項目                                 | 想定されるリスク                      | リスク低減対策                            | 目的   | 目標時期   | 個々の対策に対する適切性   |
|--|-------------------------------|------------------------------------|--|--|--|
| <p>プラントの安定状態維持・継続に向けた計画</p> <p>滞留水処理計画</p> |                               | <p>滞留水移送・淡化装置周りの耐圧ホースのポリエチレン管化</p> | <p>滞留水移送・処理設備において耐圧ホースを使用している箇所をより信頼性の高いポリエチレン管等に交換することにより、滞留水、処理水の漏えいリスク、漏えい水による他の設備損傷リスク、漏えい時の作業環境悪化リスクの低減を図る。</p> | <p>平成 25 年 12 月 未完了</p>  | <p>①滞留水移送ラインからの放射性物質の追加放出リスクが低減しない。<br/>②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br/>③ポリエチレン管等へ取替を行うことにより、地震等の外部事象に対するリスクは低減する。<br/>④ポリエチレン管等へ取替を行うことにより、時間的な設備劣化損傷リスクは低減する。<br/>⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。<br/>⑥対策を実施するリスクは小さい。<br/>⑦ポリエチレン管等の敷設が出来ない場合は、堰等により漏えいの拡大防止を図る。</p>   |
|  | <p>滞留水処理設備の信頼性向上</p>          | <p>タンク増設、及びRO濃縮水一時貯槽のリブレス</p>      | <p>滞留水または処理水の貯留場所確保のためにタンクを増設する。</p>   | <p>半期毎に増設計画を報告</p>   | <p>①日々増加し続ける滞留水・処理水の保管場所が無くなり、貯留できなくなるリスクがある。<br/>②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br/>③貯蔵量を確保することが目的であり、外部事象に対するリスクは変化しない。<br/>④タンクの経年劣化により漏えいリスクは増加する。<br/>⑤貯留場所確保のため、計画的に増設していく必要がある。既に実施している。<br/>⑥滞留水・処理水貯蔵量の増加により、漏えいリスクは増加する。<br/>⑦タンク設置場所には限界があるため、緩和措置として、地下水流入量低減対策を確実に実施する必要がある。</p>   |
|  |                               | <p>タンクエリアへの堰等の設置</p>               | <p>タンクエリアに堰等を設置することにより、貯蔵タンクからの漏えいの早期発見と大規模漏えい時の系外への拡大防止</p>   | <p>タンク設置に合わせ順次実施</p>   | <p>①漏えい時における放射性物質の追加放出リスクが低減しない。<br/>②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br/>③漏えい拡大防止を目的としており、外部事象に対するリスクは変化しない。<br/>④漏えい拡大防止を目的としており、時間的にリスクは変化しない。<br/>⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。<br/>⑥対策を実施するリスクは小さい。<br/>⑦対策を実施できないうリスクはない。</p>  |
|  | <p>多核種除去設備の設置</p>             |                                    | <p>本設備により、汚染水処理設備の処理済水に含まれる放射性核種(トリチウムを除く)を十分に濃度まで除去することにより、汚染水貯蔵量の低減ならびにタンク貯留水の放射能濃度低減による漏えい時の環境影響の低減を図る。</p>       | <p>平成 25 年 3 月より A 系ホット試験を開始</p>   | <p>①大量の放射性物質を含んだ汚染水を保有し、漏えいするリスクが低減しない。<br/>②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br/>③汚染水の処理により外部事象に対するタンク等からの大量の放射性物質を含んだ汚染水が漏えいするリスクは低減できる。<br/>④多核種除去設備の稼働が遅れることにより、汚染水貯留量が増加しタンク等からの大量の放射性物質を含んだ汚染水が漏えいするリスクは増加する。<br/>⑤可能な限り早期に実施することが必要であり、ホット試験を実施中である。<br/>⑥二次廃棄物の長期保管ならびに漏えいリスクが発生する。<br/>⑦対策を実施できないうリスクはないが、実施できない場合タンクを増設し汚染水を貯留する。</p>      |
|  | <p>可能なトレンチから順次、止水・回収の実施</p>   |                                    | <p>トレンチ内の滞留水を回収し、系外への漏えい防止を図る。</p>   | <p>平成 25 年 3 月 未だに検討可能なトレンチ等から順次、止水・回収を実施<br/>2,3号機海水配管トレンチ：平成 26 年度内のトレンチ内汚染水除去完了</p> | <p>①津波の浸入等により滞留水が敷地外へ流出するリスクが低減しない。<br/>②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br/>③対策を実施することにより津波の浸入等による滞留水が敷地外へ流出するリスクは低減する。<br/>④現在でも適切な管理を行っているが、高濃度滞留水のコンクリート健全部中の拡散を評価したところ、トレンチ部は 10~13 年で外表面に達するリスクがある。<br/>⑤止水方法の成立性等を検討し、可能なトレンチから順次実施していくことが望ましく、また、並行して津波対策を実施予定。<br/>⑥対策を実施するリスクは小さいが、トレンチ内滞留水の処理が必要となる。<br/>⑦現場の状況を踏まえた止水方法等を検討する必要がある。</p> |
|  | <p>建屋の津波対策 (建屋開口部の閉鎖・水密化)</p> |                                    | <p>仮設防潮堤を起える津波が建屋開口部から浸入し、建屋地下に滞留している高濃度滞留水が系外へ漏えいしないよう建屋開口部の閉鎖・水密化等を行う。</p>   | <p>平成 25 年 3 月 未だに継続検討を実施。検討状況に応じて対策を実施</p>  | <p>①津波の浸入等により滞留水が敷地外へ流出するリスクが低減しない。<br/>②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br/>③対策を実施することにより津波の浸入等による滞留水が敷地外へ流出するリスクは低減する。<br/>④現在でも適切な管理を行っている上、水処理の継続により、滞留水中のインペントリは低減していく方向であるが、時間的なリスクの変化は小さい。<br/>⑤現場状況を勘案し、対策の必要な箇所については、可能な限り早期に実施することが望ましい。<br/>⑥対策を実施するリスクは小さい。<br/>⑦現場の状況を踏まえた止水方法等を検討する必要がある。</p>   |

適切性確認の観点 ①対策を実施しないリスク ②放射性物質の追加放出リスク ③外部事象に対するリスク ④時間的なリスクの増減 ⑤実施時期の妥当性 ⑥対策を実施できないリスク ⑦対策を実施できないリスク

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性 (4/8)

| ロードマップ関連項目           | 想定されるリスク   | リスク低減対策                           | 目的   | 目標時期  | 個々の対策に対する適切性   |
|----------------------|--|-----------------------------------|--|---|--|
| プラントの安定状態維持・継続に向けた計画 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・滞留水の発生量の増加リスク</li> </ul> | <p>サブドレンの復旧</p> <p>地下水バイパスの設置</p> | <p>建屋周辺の地下水を汲み上げる設備（サブドレン）を復旧し、地下水位を下げることで、建屋内への地下水流入量の低減を図る。</p> <p>建屋周辺の地下水は山側から海側に向かって流れていることから、建屋山側の高台で地下水を揚水し、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段階的に低下させ、建屋への地下水流入量の低減を図る。</p> | <p>平成 25 年度以降：サブドレン復旧</p> <p>準備が整い次第、段階的に実施</p> | <p>①建屋への地下水流入量が減少しないため、汚染水の増加リスクは低減しない。</p> <p>②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。</p> <p>③地下水流入量低減を目的としており、外部事象に対するリスクは変化しない。</p> <p>④水処理の継続により、滞留水中のインベントリは低減していく方向であるものの、建屋への地下水の流入量を低減できないため、建屋内滞留水の漏えいリスクが増加する。</p> <p>⑤可能な限り早期に実施していく必要があり、復旧計画を検討中。</p> <p>⑥対策を実施するリスクは小さいが、サブドレン水の浄化が必要となる。</p> <p>⑦他の地下水流入量低減対策として、地下水バイパスを早期に稼働することで地下水流入量抑制を図る。</p> <p>①建屋への地下水流入量が減少しないため、汚染水の増加リスクは低減しない。</p> <p>②漏えい時における放射性物質の追加放出リスクは大きい。</p> <p>③地下水流入量低減を目的としており、外部事象に対するリスクは変化しない。</p> <p>④水処理の継続により、滞留水中のインベントリは低減していく方向であるものの、建屋への地下水の流入量を低減できないため、建屋内滞留水の漏えいリスクが増加する。</p> <p>⑤干渉する作業などはないことから、可能な限り早期に実施することが望ましい。</p> <p>⑥揚水井稼働により建屋の周辺地下水位が下がりがりすぎ、建屋の汚染水が流出するリスクやバイパスの揚水井に汚染した地下水を引き込み、海域へ放出されるリスクへの対応が必要である。</p> <p>⑦揚水井を稼働しても建屋への地下水流入量が想定どおり減少しない場合も考慮し、水処理・貯留場所の確保を行う必要がある。</p> |

適切性確認の観点 ①対策を実施しないリスク ②放射性物質の追加放出リスク ③外部事象に対するリスク ④時間的なりスキの増減 ⑤実施時期の妥当性 ⑥対策を実施するリスク ⑦対策を実施できないリスク

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性 (5/8)

| ロードマップ関連項目           | 想定されるリスク   | リスク低減対策  | 目的  | 目標時期  | 個々の対策に対する適切性   |
|----------------------|--|--|---|---|--|
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>単一故障による電源停止リスク</li> </ul> | タービン建屋内所内高圧母線設置及び重要負荷の供給元変更                        | 1 系統で供給していた重要負荷に対し、タービン建屋 2 階に設置する 2 系統の所内高圧母線から供給できるようにすることで信頼性を向上させる。 | タービン建屋内所内高圧母線設置：平成 25 年 2 月 未完了<br>重要負荷の供給元変更：平成 25 年 7 月 未完了 | ① 1 系統で電源供給している重要負荷については、電源喪失時は、電源喪失時は一部小型発電機にて機能維持ができるが、機能喪失に繋がるリスクは低減しない。<br>② 重要度の高い原子炉注水設備の更なる信頼性向上に寄与するとともに、使用済燃料プールの設備の一部の動的機器について、電源を 2 系統から供給できるようになるため、燃料の損傷による放射性物質の追加放出リスクを低減できる。<br>③ タービン建屋 2 階に設置されている所内高圧母線から供給できることにより、津波に対する電源喪失リスクは低減する。<br>④ 長期的には、電気設備の経年的な劣化故障による重要負荷の電源喪失のリスクは増加する。<br>⑤ 可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。<br>⑥ 対策を実施するリスクは小さい。<br>⑦ 対策を実施できないリスクはない |
| プラントの安定状態維持・継続に向けた計画 | <ul style="list-style-type: none"> <li>津波浸水による電源喪失リスク</li> </ul> | 共用プール建屋の防水性向上                                      | 所内共通ディーゼルの発電機 A、B が設置されている共用プール建屋に対して津波対策として防水性を向上させる。                  | 平成 25 年 9 月 未完了   | ① 共用プール建屋内への津波の浸入による所内共通ディーゼルの発電機の電源供給機能喪失のリスクは低減しない。<br>② 共用プール建屋内への津波の浸入を防止することで、所内共通ディーゼルの発電機の電源供給機能が維持できるため燃料の損傷による放射性物質の追加放出リスクは低減する。<br>③ 津波による所内共通ディーゼルの発電機の電源供給機能喪失のリスクを低減できる。<br>④ 時間的なリスクの変化はない。<br>⑤ 可能な限り早期に実施することが望ましく、実施に向け検討を進めている。<br>⑥ 対策を実施するリスクは小さい。<br>⑦ 現場の状況を踏まえた方法を検討する必要がある。   |
| 電気系統設備の信頼性向上         | <ul style="list-style-type: none"> <li>電源喪失時の復旧遅延リスク</li> </ul>  | 小型発電機・電源盤・ケーブル等の資材の確保                              | 津波・地震による全交流電源喪失を伴う異常時に備えて、重要設備の復旧作業に必要な屋外照明等の資材を確保する。                   | 平成 25 年 3 月 未完了   | ① 津波や地震により全交流電源喪失を伴う異常が発生した場合に、屋外照明等が無いことにより重要な設備の緊急復旧作業が遅延するリスクがある。<br>② 放射性物質の追加放出リスクはないが、全交流電源喪失等の異常が発生した場合に、照明が無いことにより重要な設備の緊急復旧作業が遅延するリスクがある。<br>③ 復旧資材の確保に対して外部事象に対するリスクはない。<br>④ 時間的なリスクの変化はない。<br>⑤ 可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。<br>⑥ 対策を実施するリスクは小さい。<br>⑦ 対策を実施できないリスクはない  |
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>電源喪失時の復旧遅延リスク</li> </ul>  | 所内高圧母線 M/C (非常用 D/G M/C を含む) の免震重要棟からの遠方監視・操作装置の新設 | 免震重要棟からの遠方監視・操作を可能とし、異常の早期検知を図る。  | 平成 24 年 12 月 未完了  | ① 電源喪失時に異常の検知が遅れることで復旧作業が遅延するリスクがある。<br>② 対策を実施することで原子炉注水設備等の重要負荷の電源供給機能の長期機能喪失を防止することができるため、燃料の損傷等による放射性物質の追加放出リスクは低減する。<br>③ 対策を実施することで外部事象に対する電源供給機能の長期喪失リスクは低減する。<br>④ 時間的なリスクの変化はない。<br>⑤ 可能な限り早期に実施することが望ましく、既に完了している。<br>⑥ 対策を実施するリスクは小さい。<br>⑦ 対策を実施できないリスクはない   |

適切性確認の観点 ①対策を実施しないリスク ②放射性物質の追加放出リスク ③外部事象に対するリスク ④時間的なリスクの増減 ⑤実施時期の妥当性 ⑥対策を実施できないリスク ⑦対策を実施できないリスク

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性 (6/8)

| ロードマップ関連項目                  | 想定されるリスク                       | リスク低減対策  | 目的  | 目標時期   | 個々の対策に対する適切性  |
|-----------------------------|--------------------------------|--|---|--|---|
| 海洋汚染拡大<br>防止計画              | 放射線物質が地下水に流出した際の海洋への放出リスク      | 遮水壁の設置   | 建屋内の汚染水が地下水に流出した場合、汚染された地下水が地下の透水層を經由して海洋に流出することを防止する   | 平成 26 年度半ば完了                                       | ①汚染水が地下水に流出した場合の汚染水が海洋等へ流出するリスクが低減しない。<br>②汚染水が地下水に流出した場合、放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br>③敷地内の汚染水保管設備が破損した場合、遮水壁が汚染水流出の防止めとなるため、外部<br>事象に対するリスクは低減できる。<br>④汚染水流出の防止めが目的であり、リスクの時間的な変化はない。<br>⑤干渉する作業などはないことから、早期に設置することが望ましく、既に実施している。<br>⑥地下水ドレンでくみ上げた水により構内の保管水量が増加する。<br>⑦対策を実施できないリスクはない。  |
|                             | 港湾内の放射性物質の海洋への<br>拡散リスク        | 港湾内海底土の浚渫・被覆等  | 港湾内の環境改善のために海底の汚染土の除去と大型船舶の航路・泊地を確保することを目的に、港湾内海底土の浚渫・被覆等を実施する。<br>汚染した土は航路・泊地エリア外に一時的に集積させることとし、集積した土については再拡散防止のため、被覆等を実施する。 | 平成 25 年度半ば以降着手                                     | ①港湾内の海底土が波浪等により再拡散し、港湾外に放出するリスクが低減しない。<br>②波浪等により海底土が再拡散した場合、放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br>③対策を実施することで外部事象により海底土が再拡散するリスクは低減する。<br>④海底土の拡散防止が目的であり、リスクの時間的な変化はない。<br>⑤港湾内の船舶航行及び海上作業の輻輳状況を把握した上で、実施時期を検討する。<br>⑥海底土が再拡散しない施工方法を選択することによりリスクは小さくなる。<br>⑦対策を実施できないリスクはない。   |
| ガレキ等                        | 敷地内被ばくリスク                      | 瓦礫類の覆土式一時保管施設の増設<br>または一時保管エリアAの追加遮へい  | 施設内に保管されている発炎以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界線量 1mSv/年未満を達成するため、瓦礫等による敷地境界線の増設等を実施する。また、これらの作業により、敷地内全体の雰囲気線量も低減され、作業環境の改善にもなる。           | 平成 25 年 3 月 未完了                                    | ①「措置を講ずべき事項」に要求されており、対策を実施しない場合、平成 25 年 3 月末時点での敷地境界線量 1mSv/年未満の目標達成が困難となる。<br>②敷地境界線量の目標達成が目的であり、放射性物質の追加放出リスクは小さい。<br>③対策を実施することにより、竜巻等による瓦礫等の飛散するリスクは低減する。<br>④敷地境界線量の目標達成が目的であり、時間的なリスクの変化はない。<br>⑤平成 24 年度内に達成することを目標としており、作業としては既に実施している。<br>⑥対策を実施することで、作業員等への被ばくが発生する。その為、線量管理等を適切に実施することが必要。<br>⑦対策を実施できない場合、施設内に保管されている発炎以降発生した瓦礫や汚染水等による平成 25 年 3 月末時点での敷地境界線量 1mSv/年未満が達成できなくなる。なお、代替策は時間的な制約から困難である。また、保管施設設置場所は限界があるため、放射性廃棄物の減容等を確実に実施する必要がある。 |
|                             |                                | 覆土式の伐採木一時保管槽の設置<br>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<br>吸着塔保管施設の遮へい設置ならびに吸着塔の移動 |   | 平成 25 年 3 月 未完了<br>第三施設：平成 25 年 4 月 着手<br>第四施設：着手済 |   |
| 水処理二次<br>廃棄物                | 敷地内被ばくリスク<br>放射線物質の系外<br>放出リスク | 2号機ブローアウトパネルの閉止  | 2号機原子炉建屋ブローアウトパネルを閉止することで、原子炉建屋から大気への放射性物質の放出を抑制する。   | 平成 25 年 3 月 未完了                                    | ①対策を実施しない場合、原子炉建屋から放射性物質が放出する状態が継続する。<br>②原子炉の状態に変化がなければ、追加放出リスクに変化はない。<br>③対策を実施することにより暴風等の外部事象に対するリスクは低減する。<br>④時間的なリスクの変化はない。<br>⑤早期に実施する必要があるが、ブローアウトパネルを閉止することで、原子炉建屋内の作業環境悪化が懸念されることから、空調設備設置完了後に実施する。<br>⑥対策を実施することで原子炉建屋内の作業環境悪化が懸念されるため、これらを改善するための空調設備の設置が必要。<br>⑦現場の状況を踏まえた方法等を検討する必要がある。  |
|                             |                                | 3, 4号機使用済燃料取出用カバーの設置、<br>フィルタ付換気設備の設置・運転                                       | 使用済燃料プールから燃料を取り出すにあたって、作業時の放射性物質の舞い上がりによる大気への放射性物質放出を抑制するため、カバー並びに換気設備の設置を行う。   | 3号機：平成 27 年度上半期取組開始<br>4号機：平成 25 年 11 月取組開始        | ①対策を実施しない場合、使用済燃料取出し作業に伴う舞い上がりにより、放射性物質が放出するリスクが低減しない。<br>②使用済燃料取出し作業に伴う舞い上がりによる放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br>③カバーの設置により、風雨により作業性が悪化するリスクを低減できる。<br>④時間的なリスクの変化はない。<br>⑤早期に実施していく必要がある。既に工事を実施している。<br>⑥対策を実施することで、作業員等への被ばくが発生する。その為、線量管理等を適切に実施することが必要。<br>⑦現場の状況を踏まえた方法等を検討する必要がある。現場の状況により使用済燃料の取り出し作業が遅れるリスクがある。   |
| 気体<br>廃棄物                   | 放射線物質の系外<br>放出リスク              | 敷地内の除染計画の策定・実施   | 敷地内の雰囲気線量を低減させることにより、作業被ばくを低減させると併に、ノーマスクエリア等を拡大し、作業員の作業負担軽減を図る。  | 段階的に計画・実施  | ①対策を実施しない場合、敷地内の雰囲気線量が低減しない。<br>②被ばく抑制が目的であり、放射性物質の追加放出リスクは小さい。<br>③外部事象に対するリスクは小さい。<br>④時間的なリスクの変化はない。<br>⑤対象範囲が広範囲であること、一部雰囲気線量が非常に高い所もあることから、段階を踏んで、計画的に実施していくことが必要。現在、その認識の基、比較的効果が見込めるエリアを選定し、作業を実施している。<br>⑥対策を実施することで、作業員等への被ばくが増加する。その為、線量管理等を適切に実施することが必要。<br>⑦現場の線量に応じた除染方法を検討する必要がある。  |
| 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 | 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた計画      |  |   |  |   |

適切性確認の観点 ①対策を実施しないリスク ②放射性物質の追加放出リスク ③外部事象に対するリスク ④時間的なリスクの増減 ⑤実施時期の妥当性 ⑥対策を実施できないリスク ⑦対策を実施できないリスク

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性 (7/8)

| ロードマップ関連項目                | 想定されるリスク        | リスク低減対策                     |                | 目的   | 目標時期  | 個々の対策に対する適切性  |
|---------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------|--|---|---|
|                           |                 | 予備品の確保                      | 所内電源 (M/C) 多重化 |  |   |   |
| 1～4号機<br>使用済燃料<br>プール     | ・冷却機能喪失リスク      | 1～4号機使用済燃料プール循環冷却設備の信頼性向上対策 | 所内電源 (M/C) 多重化 | SFP冷却については、震災後設置した冷却設備等により継続してプールの冷却・浄化等を実施している。昨年に設置した設備の故障等により、冷却機能が一時停止する事象が発生したため、これらの再発を防止するため予備品の確保並びに電源の多重化を行う。   | 平成 25 年 3 月 未完了<br><br>平成 25 年 3 月 未完了  | ①電源停止等により冷却機能が一時的に喪失するリスクが低減しない。<br>②冷却機能が長期間喪失した場合の使用済燃料からの放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br>③外部事象に対するリスクは継続する。<br>④長期的には、電気設備の経年的な劣化故障による重要負荷の電源喪失のリスクは増加する。<br>⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。<br>⑥対策を実施するリスクは小さい。<br>⑦対策を実施できないリスクはない。   |
|                           |                 | 1～4号使用済燃料プールから共用プールへの燃料移動   |                | 1～4号使用済燃料プールには約3,000体の燃料集合体が保管 (1号機:392体, 2号機:615体, 3号機:566体, 4号機:1533体) されており、これらの崩壊熱を除去するため、震災後に使用済燃料プール循環冷却系を設置している。これら冷却設備については、震災直後に設置した設備であるため、信頼性向上対策等を実施することで冷却機能が継続できるよう対策を講じているが、これら機能が長時間停止した場合、使用済燃料の崩壊熱により、最悪の場合、使用済燃料が溶融し、大気へ放射性物質を放出する可能性があると考えられる。その為、使用済燃料をより信頼性の高い冷却機能を有し、雰囲気線量が低く管理しやすい、共用プールに移送し、保管・管理を実施する。 | 3号機:平成 27年度上半期取出開始<br>4号機:平成 25年 11月取出開始<br><br>1,2号機:判断ポイントにより、プールの絞り込みや修正・変更を行う<br>1号機(最長):平成 29年度上半期取出開始<br>2号機(最長):平成 29年度下半期取出開始 | ①使用済燃料の冷却機能が長時間停止した場合、使用済燃料の崩壊熱により、最悪の場合、使用済燃料が溶融し、大気へ放射性物質を放出するリスクは低減しない。<br>②冷却機能が長時間喪失した場合の使用済燃料からの放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br>③共用プールへ1～4号機使用済燃料プールの使用済燃料を受け入れることにより、使用済燃料プールでの地震、津波等の外部事象の影響による冷却機能喪失時のリスクが低減する。<br>④冷却設備の劣化より、リスクは経時的に増加する。一方、冷却機能を長期間継続することで使用済燃料の崩壊エネルギーが減少していく、仮に設備が停止しプールの水温が上昇しても管理値に達するまでの時間は長くなる。<br>⑤使用済燃料を取り出すには、原子炉建屋上部の瓦礫等の撤去、燃料取り出し用カバ準、燃料取扱設備の設置等が必要であり、これらを事前に行う必要がある。これら準備が整い次第、早期に行うことが必要である。<br>⑥使用済燃料を共用プールへ移送させるため、移送時の燃料落下防止対策等を講じる必要がある。また、高線量雰囲気であれば、除染等の作業等を行うことも検討する必要がある。作業員の被ばく管理等を適切に行う必要がある。<br>⑦瓦礫の影響や燃料ハンドルの変形等により取り出しが不可となった場合、後工程の燃料デブリ取り出し工程に影響を及ぼす可能性があることから、これらの取扱方法について検討している。 |
| 使用済燃料<br>プールからの<br>燃料取出計画 | ・貯蔵容量の不足<br>リスク | 共用プールから仮保管設備への燃料移動          |                | 共用プールには保管容量6840本に対して、既に6377本保管している。今後、使用済燃料プールから使用済燃料を受け入れるため、十分に冷却が進んだ使用済燃料を乾式キャスクに移し、共用プールの燃料受入容量を確保する。  | 平成 25 年 6 月以降順次実施   | ①対策を実施しない場合、使用済燃料プールからの燃料移送が困難となり、使用済燃料プールでの冷却機能喪失時におけるリスク等が低減されない。<br>②冷却機能が長期間喪失した場合の使用済燃料からの放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br>③乾式キャスクに移し、高台の仮保管施設に移動することにより津波に対するリスクが低減する。<br>④対策を実施しない場合、使用済燃料プールからの燃料移送が困難となり、使用済燃料プールでの冷却機能喪失時におけるリスク等が低減されない。<br>⑤使用済燃料取り出しのために空き容量確保のため、計画的に実施する必要がある。<br>⑥キャスク移送時の燃料落下防止対策等を講じる。<br>⑦従前より実績のある取扱作業であるが、共用プール内の燃料払い出し作業と受け入れ作業の輻輳による遅延が生じないよう工程管理を検討する必要がある。  |
|                           |                 | キャスク保管建屋から共用プールへのキャスク移動     |                | キャスク保管建屋には、震災前から保管している乾式燃料キャスクがあり、震災の影響により海水等を被っており、腐食等の影響が懸念される。また、パトロール時の線量、温度測定で異常の無いことを確認しているものの、常用の監視系は使用できない状況である。その為、これらキャスクを共用プールに移送し、キャスク本体の健全性を確認する。   | 平成 25 年 5 月 未完了   | ①対策を実施しない場合、密封機能の健全性等、懸念材料が払拭されないこととなる。<br>②乾式燃料キャスク内には既に使用済燃料 (キャスク9基内に合計408本) を保管しており、キャスクの密封機能等の健全性が確認・維持されなければ、保管した使用済燃料からの放射性物質放出の抑制機能が確認できない。<br>③再度津波等が発生した場合、キャスク保管建屋に海水等が浸水し、キャスクの密封機能等の健全性に影響を与える可能性がある。<br>④腐食等の進展によりキャスクの密封機能等の健全性が損なわれる可能性がある。<br>⑤キャスクをキャスク保管建屋から移送するための準備、受入側の共用プールの準備ができ次第、これら復旧作業を順次実施する計画である。<br>⑥キャスクを移送するにあたっては、移送時のキャスク落下防止対策等を講じる。<br>⑦監視について検討する必要がある。   |
|                           | ・冷却機能喪失リスク      | 共用プール M/C 設置                |                | 共用プールの電源設備について、M/C (A) (B) を復旧することで、信頼性を向上させ、冷却機能維持に努める。   | 平成 25 年 7 月 未完了   | ①電源停止等により冷却機能が一時的に喪失するリスクが低減しない。<br>②冷却機能が長期間喪失した場合の使用済燃料からの放射性物質の追加放出リスクは大きい。<br>③外部事象に対するリスクは継続する。<br>④長期的には、電気設備の経年的な劣化故障による重要負荷の電源喪失のリスクは増加する。<br>⑤可能な限り早期に実施することが望ましく、既に実施している。<br>⑥対策を実施するリスクは小さい。<br>⑦対策を実施できないリスクはない。   |

適切性確認の観点 ①対策を実施しないリスク ②放射性物質の追加放出リスク ③外部事象に対するリスク ④時間的なリスクの増減 ⑤実施時期の妥当性 ⑥対策を実施できないリスク

表 2. 4-1 実施を計画しているリスク低減対策ならびに適切性 (8/8)

| ロードマップ関連項目                 | 想定されるリスク          | リスク低減対策                     | 目的  | 目標時期                            | 個々の対策に対する適切性  |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|---|
| 原子炉施設の解体・放射性廃棄物処理・処分に向けた計画 | ・廃棄物保管容量の不足リスク    | 雑固体廃棄物焼却設備の設置               | 敷地内で発生した放射性固体廃棄物等を焼却、減容するため焼却設備を設置する。                                     | 平成 26 年度下期設置完了                  | ①対策を実施しない場合、保管する放射性固体廃棄物等が増加するとともに、保管・管理に係る業務が継続する。<br>②放射性固体廃棄物等が増加するが、放射性物質の追加放出リスクは小さい。<br>③保管物が火災等の外部事象によって、飛散する可能性がある。<br>④対策を実施しなかった場合、放射性固体廃棄物等の保管リスクは時間的に増加する。<br>⑤対策には建屋の建設から必要であり、長期に渡って時間を必要とする。現在既に設計に入っており、H26 年度下期供用開始に向け、作業を進めている。<br>⑥放射性固体廃棄物等を焼却することから、大気へ放射性物質を放出する可能性がある。その為、適切な処理設備を設置するとともに、放出管理も併せて実施し、敷地外への影響がないことを確認する。<br>⑦対策を実施できない場合は継続的に保管エリアを確保する必要がある。 |
| その他                        | ・発電所周辺・所内火災の延焼リスク | 防火帯の形成・維持<br>発電所内火災対策の策定・実施 | 発電所周辺大規模火災から発電所重要設備の防護のため、防火帯を形成するとともに、発電所内火災から重要設備の防護・延焼防止のため対策を策定・実施する。 | 平成 25 年 3 月 未完了<br>平成 25 年 12 月 | ①発電所敷地内外で大規模火災が発生した場合に、設備の機能喪失ならびに放射性物質の舞い上がりが発生する可能性がある。<br>②大規模火災によって放射性物質の追加放出リスクがある。<br>③対策を実施することで大規模火災等の外部事象に対し、リスクを低減することができると見込まれる。<br>④リスクは時間的に変化しない。<br>⑤計画的に実施していく必要がある。<br>⑥防火帯の形成のために新たな森林の伐採が必要となり、保管エリアの確保・伐採木の自然発火に対する対策が必要となる。<br>⑦現場の状況に応じた対策（カメラによる監視・火報の設置・巡視等）を検討・実施し、火災の早期検知に努めるとともに迅速な初期消火を行える体制を構築する必要がある。  |

適切性確認の観点 ①対策を実施しないリスク ②放射性物質の追加放出リスク ③外部事象に対するリスク ④時間的なりリスクの増減 ⑤実施時期の妥当性 ⑥対策を実施できないリスク ⑦対策を実施できないリスク