

添付資料

福島第一原子力発電所の 2013 年度に発生した事故トラブル

安全意識	技術力	対話力
A：本設設備に順次更新中だった仮設電源設備の一つにネズミが侵入し、短絡事故が発生。停電により使用済燃料プール冷却が停止したが、水温が制限値に達するまで約 4 日間の時間的余裕があることから、翌朝から本格的復旧作業を開始。		
単一の短絡事象から広範囲の長時間の停電に至ってしまったのは、停電に備えて非常用電源を予め備えておくなど、深層防護の考え方に則って、迅速に使用済燃料プールの冷却を復旧させるという安全意識が弱かった。	電源系の異常が発生した際に、速やかにその原因箇所を特定し、復旧するための環境や体制の整備が不十分であった。	停電が発生後、冷却不全に至るまで時間的余裕があるという技術的な判断はあるものの、施設の電源が長期間失われているという状況が、社会に不安を与えるという意識が足りず、事前のリスクの解説や事故時の状況説明が不足した。
B：事故 A の再発防止対策としてネズミ侵入防止用の金網設置工事を実施したが、活線状態で作業したため、金網取り付け用針金が端子台に触れ、地絡発生。		
作業担当部署は電気を専門としていなかったため、電気工事作業に伴う設備、人身安全についての認識が低かった。しかしながら、電気保安に関する知識などは全ての作業者が基本的な常識として身につけるべきものである。	電源盤内の作業を充電状態で実施する際に採らなければならない安全処置などの技術知識が不十分であった。	組織内に電気工事の知識を有する者から適切な助言や支援を得るための対話ができなかった。
C：多核種除去設備で浄化された水を保管するために地下貯水槽を設置したが、多核種除去設備の竣工遅れ、汚染水を保管するタンク容量の逼迫により、やむなく汚染水を保管。地下貯水槽は遮水シートを二重にしたり、漏えい検知孔、水位計を設置したりしたが、結果的に漏えいが発生。また、漏えい検知も遅れ。		
汚染水の貯蔵管理は、通常の原子力設備であれば管理区域内で厳格に行われるものであるが、事故後の応急設備として地下貯水槽を設置するという状態が続いていた。 貯蔵設備が不足していたとはいえ、放射性物質の拡散を極力避けるという高い安全意識の下、深層防護の観点に立ち、漏えい監視の質を高め、万一の漏えいに備えて移送が可能なように鋼製タンクの設置をさらに加速するなど、リスク低減策を用意すべきであった。	予定外に汚染水を蓄えている状況と早期の漏えい監視が難しくなっている状況を踏まえ、新たな漏えい監視方法や体制を整えて、漏えいが生じた際の影響を抑制する技術力およびそれを実現する力が足りなかった。	本来、貯水槽には多核種除去設備で浄化した後の水を貯蔵する計画であったことから、高濃度汚染水を蓄えることの是非を検討する際には、設計施工の担当部署と汚染水全体の管理の責任箇所の間で、地下貯水槽に求められる仕様や性能の点で、共通認識が持てるまで対話を十分に行うべきであった。 全体的なリスクを最小化する方針を、規制当局や福島県のみなさまへの丁寧な説明を通じて共有し、合理的な優先順位に従って、設備の運用や改善を進めることが必要であった。

安全意識	技術力	対話力
D: 1、2号機タービン建屋東側のトレンチ内に高濃度汚染水が滞留していることを認識しつつも、具体的な対策を準備できず。		
トレンチ内の高濃度汚染水は海への漏えいリスクと認識されていたのであるから、漏えいの早期検知能力の強化や汚染水の除去方法の早期の確立など、高い優先順位をつけて、この課題に取り組むべきであった。	漏えい防止については海側遮水壁を恒久対策と考えていたが、単一の対策に頼るのではなく、当該対策が間に合わない場合や期待通りの効果を発揮しない場合に備えて、効果が限定的であっても多様な対策を柔軟に準備するべきであった。	トレンチ内に滞留している高濃度汚染水の処置のように解決が困難な課題については、リスクの存在について規制当局や地元自治体などの関係機関と共有し、問題解決のために衆知を結集するコミュニケーションが必要であった。
E: 2013年6月19日に1、2号機タービン建屋東側の地下水から高濃度のトリチウムを検出したことを公表したが、その後港湾内への流出については「データを収集して評価しているところ」との態度を継続し、同年7月22日になってようやく流出に言及。		
—	—	「海への漏えいがあることでの最終的な拠り所となるデータや事実が出るまでは、不確実な事柄を公表することは控えるべき」といった考え方から脱却できていなかった。
F: フランジ型タンク底板の継ぎ手から汚染水の漏えいが発生。漏えいが発生した場合に備えて堰を設置していたが、堰内に溜まる雨水を排水するために、ドレン弁を開運用。このため、漏えいした汚染水が堰外に流出。		
堰内の雨水を排水するために、常時ドレン弁を開運用していた。この前提は堰内が乾燥した状態を維持した方が、漏えいを早期に発見できるとの考えであったが、実際は雨水が乾かない場所が多くあり、大量に漏えいするまで判別がつかなかった。このように元々の管理の前提が崩れているのであれば、早期にドレン弁の開運用ができるように代替の対策を立てるべきであったが、実際に漏えいが発生するまで改善がなされなかった。	堰内に雨水が溜まることを防止でき、且つ短期間に実施できる対策として有効な方法を見つけることができなかった。また、単一の対策に頼るのではなく、効果が限定的であっても、迅速に施工可能な対策を組み合わせるなどの工夫をすることが必要であった。	タンクのパトロール員はタンクの管理責任者に、雨水だまりによって、早期の漏えい発見が難しくなっているとの報告を行って、強く状況の改善を求めるべきであった。

安全意識	技術力	対話力
<p>G：タンク容量が逼迫する中、台風による降雨で堰から雨水が溢れることを防止するため、タンク高さギリギリまで堰内の雨水を受け入れ、5つのタンクを連結して運用していたが、当該エリアは緩やかに傾いていたにもかかわらず、上流のタンクで水位を監視したために、下流のタンクの天板から溢水。</p>		
<p>Bエリアのタンクは、そもそも汚染水を貯蔵する目的で設置されたものではないが、貯水容量が逼迫し、これに汚染水を貯めることとした過程で、傾斜した地面に設置されていることなどの問題点が十分検討されなかった。</p>	<p>タンク群の中で最も水位が低くなるタンクを代表として水位を計測したため、当該タンクの天板からの漏えいを計測値から検知できなかった。また、タンクの傾斜のため、天板から漏えいすると、直接堰外に出る恐れがあることを予見できなかった。</p>	<p>協力企業の作業員から、漏えいがあるとの連絡を2度受けたが、いずれの時も当社社員は漏えいを確認できなかった。漏えい箇所や漏えいの様子など協力企業と当社社員の間で、必要な情報を的確に伝達していれば、漏えい量を小さく抑えることができた。</p>
<p>H：汚染水処理設備淡水化装置（逆浸透膜装置）RO-3の耐圧ホースをPE管に交換する工事を実施しようとしたところ、誤った箇所の耐圧ホース接続部を外したため汚染水が漏えい。その際、作業員が不十分な装備のまま、止水作業を実施。</p>		
<p>内包するものが汚染水であり、これに直接触れる可能性があるため、作業にあたってはより慎重に確認するべきであった。</p>	<p>応急的に形成された設備で識別表示がない機器に対して、作業する対象を間違えるリスクについて検討されず、このためリスクに対する備え（安全処置）として設備停止だけでは不足していた。</p>	<p>協力企業と当社の間で被ばく防止、汚染拡大防止、作業対象の確認、作業に伴うリスク、トラブル発生時の連絡等について十分なコミュニケーションができておらず、見過ごされた。</p>
<p>I：一部の海水試料の全ベータ測定結果とストロンチウム90の測定結果の逆転現象が発生（原因は検出効率の過小評価と数え落とし）。約半年間にわたって、その状況を公表せず。</p>		
<p>—</p>	<p>福島第一では、通常の発電所では見られないレベルの放射能の測定を行っている。そのため、装置の検出効率、高濃度のベータ線源を測定する際の適切な希釈レベルなど、放射線計測技術について、より高いレベルの技術を習得して測定に当たる必要がある。</p>	<p>測定結果に整合性がなく、異常と判断される場合でも、その原因分析に時間を要する場合には、結果に疑問があるとのコメントを付してでも早期に公表するべきであった。</p>
<p>J：当該温度計の絶縁抵抗測定を実施しようとした際に、本来100Vの電圧をかけなければならぬところ、250Vの電圧をかけたため当該温度計が故障。</p>		
<p>新しい設備に対しては慎重な取扱いが必要であり、仕様の詳細が不明な設備について、類推で電圧を判断するのは不適切。この事例では、影響は設備の破損にとどまったが、同様の行為は大きなリスクを顕在化させることもあり得る。</p>	<p>—</p>	<p>試験の担当者は、設備の詳細が不明な場合は、設置時の担当者、設置メーカー、装置の製造者などとコンタクトして、必要な情報を入手するべきであった。</p>

安全意識	技術力	対話力
<p>K：汚染水をEエリアタンクに移送していたにもかかわらず、当該タンクの水位が上昇していないことに気付かず、またH6エリアタンクの水位高警報が発生したが、それを誤警報と判断。</p>		
<p>高い放射能を内包している汚染水の移送や貯蔵では、漏えいを生じさせないように慎重な管理が必要である。</p> <p>事故後の混乱した状態に作られた設備に対しても、現状を把握するための図面等は早急に整備すべきであった。</p> <p>また、水位高の警報が発生した場合、実際の状況を確認することなく警報を安易に誤信号と断じてはならなかった。</p>	<p>汚染水の移送が問題なく行われていることを監視するためには、タンク水位の変化トレンドを適切なスケールに拡大して確認する必要がある。しかしながら、監視業務の委託先である協力企業が、監視画面の拡大方法などの操作手順を習得できるような訓練や必要なマニュアルが用意されていなかった。</p>	<p>当社は、協力企業に委託している作業について、問題点がないかどうか頻繁に意見交換などを通じて把握し、改善を図る努力が必要であった。</p>
<p>L：事前の情報収集が十分に行なわれないまま、掘削工事に着手。試掘を実施したが、震災後の盛土程度の範囲。さらに本掘削中に別の地中埋設物を確認したが、いったん立ち止まらず、位置を変えて掘削した結果、電線ケーブルを損傷。停電により4号機使用済燃料プールの冷却が停止。</p>		
<p>福島第一の構内には予期しない埋設物がある可能性が高く、掘削によって埋設物を損傷することがないように、慎重な事前調査が必要であった。</p>	<p>掘削に先立っての試掘が適切に行われていなかった。過去の同様のトラブルを踏まえた対策が、組織全体に展開されていなかった。</p>	<p>—</p>
<p>M：多核種除去設備（B）系出口水の放射能濃度を測定した結果、異常を確認。測定と移送を並行して実施していたため、処理水を保管するJ1エリア処理水タンク9基が汚染。</p>		
<p>適切な設備設計や運転管理によって、広範囲な汚染の拡大を防ぐべきであった。</p>	<p>多核種除去設備のような水処理設備の設計・建設・運転は未知の領域の技術ではあるが、設備に異常が発生した際に、その影響範囲を限定するために必要な機能について、的確に要求できる技術力が必要であった。</p>	<p>—</p>

福島第一原子力発電所の第 4 四半期に発生した事故トラブルの詳細

1. ストロンチウム 90 の分析結果の公表遅れおよび全ベータ分析結果の数え落とし
< 事象概要 >

ストロンチウム 90 (ベータ核種) を含む主なベータ核種を測定する全ベータ測定とストロンチウム 90 のみの測定結果を比較すると、一般的には全ベータ測定結果の方が大きくなる。

ところが、昨夏の港湾内の海水試料の測定において、ストロンチウム 90 の測定結果の方が全ベータ測定結果よりも大きいという結果が散見された。

この原因究明のため、6 月～9 月の試料についてはストロンチウム 90 の測定結果の確定作業を保留したが、さらに社内でその情報が共有されず、約半年間にわたってその状況を公表しなかった。

昨年 9 月には新たな計測装置 (ベータ核種分析装置) によるストロンチウム 90 の測定開始を決定し、こちらの測定結果については信頼できると考えていたが、先の逆転現象の原因が判明するまでの間、この新装置での測定結果の公表も遅れた。

また、昨年 7 月に採取した高放射能濃度の試料を測定した際にも、ストロンチウム 90 の測定結果が全ベータの測定結果を上回るものがあった。

この結果については、海水試料の逆転現象の原因を公表した翌日に、同じ原因による逆転現象ではないので問題ないとして、その原因を十分に解説しないまま公表してしまった。

技術力

海水試料のケースの直接的な原因は、ストロンチウム 90 の測定に使用した 5、6 号機ホットラボに設置している放射能測定装置の検出効率¹⁴を過小に設定していたためである。これにより、ストロンチウム 90 の測定結果を過大に評価してしまった。

検出効率を過小に設定した原因は以下の通り。

- ・ 当該装置の導入時 (2003 年) に 4 回にわたって検出効率の確認試験を行ったが、4 回の試験で得られた効率には 50%～70% の範囲でばらつきがあった。
- ・ 3 回目と 4 回目の結果が同程度であったため、4 回目の試験結果を採用した。
- ・ その結果、当該装置の効率が旧装置の効率よりも小さくなったが、その差

¹⁴ 放射能強度が判明している標準線源を使用して放射能測定を行い、測定結果から得られた放射能強度と標準線源の放射能強度の比 (標準線源の放射能強度を 100 とし測定結果から得られた放射能強度を 70 とすると検出効率は 0.7 となる。その後、この測定装置を使用した測定結果を検出効率 0.7 で割り戻すと真値が得られる)

については機器固有の特徴と判断して、深く追求しなかった。

- ・ その後は、効率の確認試験は行われず、過小評価した検出効率を使用し続けた。

一般的に、機器の校正作業はその後の測定精度を決定する重要な作業であり、慎重に実施されるべきものである。得られた結果にばらつきがあった場合や、従前との変化があった場合は、さらに慎重に確認しなければならなかった。

2003年に機器を導入した当時の発電所においては、測定結果が検出限界値以下であることを確認するためのものであり、測定値の精度について十分な注意が払われていなかった可能性もある。

一方、高放射能濃度の試料では、全ベータの分析結果に数え落とし¹⁵があった。

高放射能濃度の試料に対しては、希釈して測定するか、補正するのが原則であるが、昨年10月に1000cpm以上の試料については希釈して測定することを明文化するまで、高放射能濃度かどうかについての具体的な基準が定められておらず、適切な測定ができていなかった。

現在の福島第一では、通常の発電所では見られない高いレベルの放射能の測定を実施しており、測定装置の検出効率や高濃度放射能の測定手順などについて、これまでの延長線ではなく、測定に関わる基本的な事項について確実に確認を行っていくこととする。

そうすることによって、放射性物質の測定全般について、組織全体がより高いレベルの技術を習得することも期待できる。

対話力

測定結果に合理性がなく、異常と判断される場合でも、その原因分析に時間を要する場合には、結果に疑問があるというコメントを付してでも早期に公表すべきであった。

問題が発生した場合に、当社の技術者はその原因と対策を同時に説明したいと考えがちで、また報告を受ける側も、当該問題に対する原因と対策を同時に求めがちである。

この結果、社内の情報共有が遅れ、時間の経過とともに益々原因と対策の公表が同時に必要な状況に追い込まれ、さらに公表が遅れてしまうという悪循環が生じている。

対話力は、立地地域や社会のみなさまとのコミュニケーションと捉えがちであるが、本件は社内での対話力（コミュニケーション）にも課題があった。

¹⁵ 放射線が検出器に入射すると、その後一定時間、放射線が入射しても計測できない状態となり、測定結果が過小に評価される現象

情報の送り手は、原因と対策の分析が未了の段階でも情報共有する姿勢を、情報の受け手は、不完全な情報の速報を容認する姿勢を強める必要がある。

また、情報の受け手は、ただ情報が到着するのを待つのではなく、定期的に、情報の送り手の状況を確認するなど、相手方に問題が生じていないかに常々留意しておく必要がある。

一方、「数え落とし」があったデータの公表に際しては、社会のみなさまにとっては、測定結果に合理性がなければ、その原因如何に関わらず不信を持たれることは当然であり、それを防ぐために十分な解説をすべきであった。

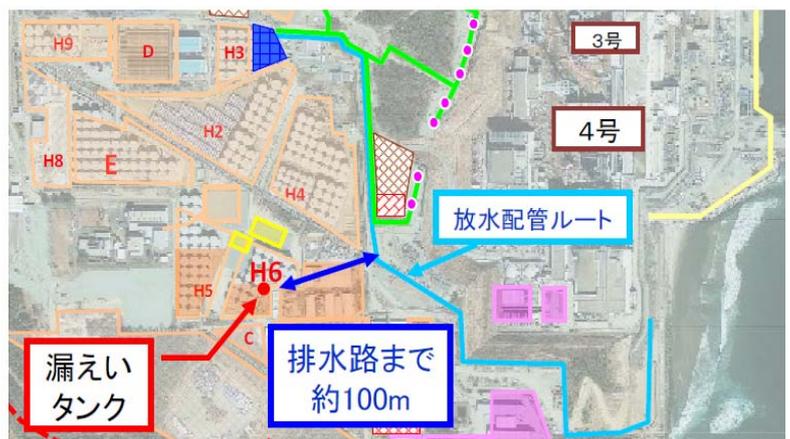
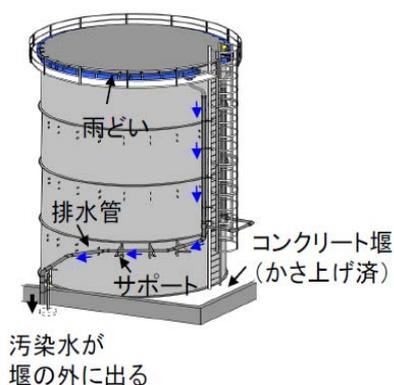
また、当該公表データは7か月前に採取した古い試料であったものの、過去最高値であり、その点を強調しなかったことも配慮に欠けていた。

今後、より一層社会の目線に立った配慮をして丁寧な情報公開に努めていく。

2 . H6 エリアタンク上部天板部から約 100 トンの汚染水漏えい

< 事象概要 >

汚染水をEエリアタンクに移送中に、何らかの原因でH6 エリアタンクへの移送に切り替わったことに気づかず、堰外に汚染水が漏えいした。漏えいに至るまでの過程で、H6 エリアタンクの水位高警報が発生したが、これを異常と判断できなかった。また、Eエリアタンクへの移送が順調かどうかは、移送先のタンク水位を確認することで行えるが、監視が不十分であったため、異常の早期の発見につながらなかった。なお、移送作業に関する弁の操作については、引き続き調査中である。



海への流出はなかった。

安全意識

通常の原子力発電所の施設は放射性物質を閉じ込めておくために、設備が何重にも設けられているが、福島第一では、事故後の応急的な設備形成の結果、放射性物質と外部環境がタンクの壁1枚でしか仕切られていない状態である。

この様な状況であることを強く認識し、汚染水の移送や保管では、通常の発電所の運転時を上回る慎重さをもって管理する必要がある。

現在、脆弱な設備の改良を図っている途上であるが、信頼性の高い設備に入れ替わるまでにはまだ時間を要する。この間は、当社社員と協力企業の作業員全員が高い安全意識を持って、人的な管理に取り組むことで漏えい防止に努めなければならない。

事故後の混乱した状態に作られた設備に対しても、現状を把握するための図面等は早急に整備すべきである。

また、水位高の警報が発生した場合、実際の状況を確認することなく警報を安易に誤信号と断じてはならない。

技術力

汚染水は、本来Eエリアタンクに向けて移送していたが、移送先のEエリアタンクの水位が汚染水の移送量に対応して上昇していることを確認するためには、監視システムのトレンド画面を適切なスケールに拡大して監視する必要がある。しかしながら、監視業務の委託先の協力企業はスケール拡大の操作手順を知らず、早期に異常を認識できなかった。

この原因は、慌ただしい設備形成に追われて、監視画面の拡大方法などの操作に習熟するための十分な訓練が行えなかったこと、詳細な操作マニュアルを用意していなかったこと、運転に入ってから技能向上の努力が不十分であったことなどである。

また、H6 エリアタンクの水位高の警報が発生した際には、当該タンクの実水位を目視確認等するべきであり、安易に計器の異常と断じてはならなかった。

今後は、設備をより深く理解、把握するために、手順書や図面等の整備に努めるとともに、訓練などにより技量の向上や確認を行う必要がある。

対話力

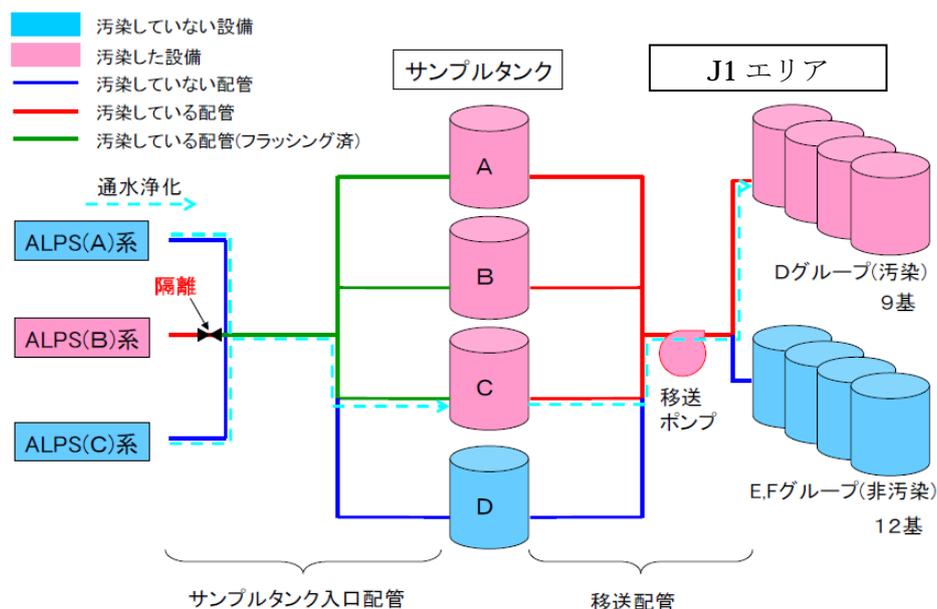
当社は、協力企業に委託している作業について、実際の作業の状況を確認したり、困っていることがないかどうか日頃から頻繁に意見交換を実施したりして把握し、改善を図る必要がある。

3 . 多核種除去設備 (B) 系出口水の放射能濃度上昇に伴う J1 エリア処理水タンクの汚染

< 事象概要 >

多核種除去設備 (ALPS) によって処理された水 (以下、処理済水) は、一旦サンプルタンクを経由した後に、処理済水受入タンク (今回は J1 エリア処理水タンク) へ移送される。

しかしながら、サンプルタンクから採取した処理済水の放射能濃度測定と処理済水受入タンクへの移送を並行して実施する運用としていたため、サンプルタンクでの汚染が分かった時に処理済水受入タンクまでの汚染拡大を防げなかった。



安全意識

外部環境への流出がなかったとはいえ、系統内での汚染拡大は、汚染水の処理という重要なリスク低減作業の遅延をもたらす。従って、多核種除去設備の故障や所定の能力を発揮しなくなった場合に備えて、適切な監視システムを設置し、早期の異常検出と拡大防止が可能な設備設計を行う必要があった。

技術力

多核種除去設備の性能が劣化した原因は、前処理設備（クロスフローフィルタ）で除去すべきストロンチウム 90 等を含む炭酸塩が、十分除去されないまま透過したため¹⁶である。

過去の運転記録を確認すると、炭酸塩が吸着塔に流入した兆候は本年 1 月中旬ごろ吸着塔の差圧の上昇として検知されていたが、これを除去性能の劣化につながる異常とは想像できなかった。

多核種除去設備のような水処理設備の設計、建設、運転は、当社にとって経験が少ない領域の技術ではあるが、そうであればこそ設備に何らかの異常が発生した場合には、設備に精通した社外の専門家の見解を仰ぐなど、慎重

¹⁶ クロスフローフィルタ自身の不具合の原因については調査中

な対応が必要である。

そしてゆくゆくは、様々な異常が示す原因を特定できる技術力も備えなければならない。

なお、本年3月28日には「基礎杭補修作業中の作業員の死亡災害」が発生している。本災害は、固体廃棄物貯蔵庫関連施設内の空コンテナ倉庫において、東北地方太平洋沖地震で破損した建物基礎杭を補修するため、事前準備作業として杭の損傷状況確認のため、地盤の掘削（災害発生場所では地盤面より約1.7m）を実施していたところ、基礎下部の掘削時に発見された均しコンクリートのはつり作業を行っていた際に、均しコンクリートと土砂が崩落し、作業員が下敷きになり被災したものである。当社はこの事実を厳粛に受け止め、再発防止に全力を挙げる。

本災害に対する、「安全意識」「技術力」「対話力」の観点からの背後要因の分析は、次回の四半期報告で実施する。

アクションプランに関する評価と課題

現行アクションプラン		2013 年度評価と課題
対策 1	対策 1-1 経営層の安全意識の向上	研修等を継続して実施するとともに、経営層および原子力リーダー内の議論を深め、組織全体に浸透させることが必要。
	対策 1-2 原子力リーダーの育成	教育訓練、研修、360 度評価を通じて、育成を強化することが必要。 特に、安全性向上について、具体的にどのような成果を上げたかを評価することが必要。
	対策 1-3 安全文化の組織全体への浸透	経営層、原子力リーダーの期待事項を組織全体に展開するため、その明文化と発信の繰り返しが必要。 原子力安全に関する議論を効果的に実施するためのファシリテーターを置くなどの改善が必要。 また、議論の過程や結果をモニタリングし、継続して改善を図ることが必要。
対策 2	対策 2-1 内部規制組織の設置	原子力安全監視室の設置は完了。 同室による監視活動の継続および提言を実践するとともに、実践状況を確認するためのモニタリングが必要。
	対策 2-2 ミドルマネジメントの役割の向上	自主的な意識・行動の改革を期待したため、ミドルマネジメントへの直接の働きかけが弱く、「安全意識」「技術力」「対話力」の向上をリードする役割につながっていない。経営層との直接対話などの機会を増やすことが必要。
	対策 2-3 原子炉主任技術者の位置付けの見直し	原子力安全監視室と兼務での配置が完了。 原子炉主任技術者としての安全意識や活動状況の確認が必要。
対策 3	対策 3-1 深層防護を積み重ねることができる業務プロセスの構築	安全性向上コンペは、提案する仕組みについては一定の成果が得られた。一方、選抜された優良提案の実施に時間を要しており、改善が必要。
	対策 3-2 安全情報を活用するプロセスの構築	運転経験情報の処理は計画通り進捗。本処理と並行して評価プロセスの改善も実施中。今後、得られた情報を一部の者だけでなく、本店および発電所で広く共有し、日々の管理項目として常に意識するレベルにまで引き上げていくことが必要。
	対策 3-3 ハザード分析による改善プロセスの構築	分析対象として抽出した約 30 件の事象については、計画通り進捗。今後、それぞれにクリフエッジ性があるかどうかの評価、対策実施の要否の意思決定が必要。
	対策 3-4 定期的な安全性の評価のプロセスの改善	柏崎刈羽で、セーフティレビュー活動を開始。今回のレビュー活動の反省点や海外の最新知見を他発電所にフィードバックすることが必要。

現行アクションプラン		2013 年度評価と課題
対策 3	対策 3-5 業務のエビデンス偏重の改善	マニュアルの記載に、明確に過剰と言えるルールは見つからなかった。 厳守すべき要求事項とノウハウ・手順を区別し、後者の変更・改訂を容易にすることが必要。これに合わせてアクションプランを変更する。
	対策 3-6 原子力安全に関わる業績評価の一元管理	業績評価の仕組みに織り込み済み。確実な実施とフォローが必要。
	対策 3-7 組織横断的な課題解決力の向上	保全業務プロセスの IT 化については、計画通りに進捗。
	対策 3-8 部門交流人事異動の見直し	部門交流人事異動の仕組みに織り込み済み。
対策 4	対策 4-1 リスクコミュニケーターを設置	リスクコミュニケーターについては、予定数の配置が完了。リスクコミュニケーターに対する研修と計画的な登用および育成が課題。
	対策 4-2 リスクコミュニケーションの実施	プレス発表やホームページ等の情報発信の改善が図られつつある。汚染水問題や廃炉作業については、社会的関心も高く、引き続き適時適切な情報発信が必要。
	対策 4-3 「SC 室」の設置	「SC 室」の設置は完了。引き続き SC 室は、会社全体の考え方や判断の尺度が社会とズレていないかを絶えず確認、是正していくことが必要。
	対策 4-4 規制当局との対話力の向上	規制当局との対話を実施する前提として、自らの原子力安全に関する技術力を向上させることが先決。
対策 5	対策 5-1 緊急時組織の改編（ICS の導入）	3 発電所および本店における緊急時組織の改編（ICS の導入）は完了。さらに ICS の細部を学習し、それに応じて各組織の機能を明確にすることが必要。
	対策 5-2 緊急時対応の運用面の強化	教育、個別訓練、演習を繰り返し、課題の抽出と改善を継続的に実施して、緊急時対応力を向上させることが必要。
対策 6	対策 6-1 平常時の発電所組織の見直し	組織改編は昨年 9 月に実施したが、本年 3 月に年度末評価が終了。今後の組織改編に備えて、見直し後の組織の活動状況を把握し、必要な改善点の有無を確認することが必要。システムエンジニアについては、引き続き育成に努めることが必要。
	対策 6-2 緊急時対応のための直営作業の拡大	訓練により事故時の直営での対応力を養成中。 さらに事故時の対応力に加え、原子力安全の向上のために継続的に改善を進めることができるように現場力の強化を図ることが必要。

全体として、各アクションプランは着実に進捗していると評価でき、後述する社内外の監視・評価機関からの指摘や提言を踏まえ、改善を図っていくことが必要である。

2014 年度以降の「原子力安全改革プラン」の見直し

2013 年 3 月 29 日公表「原子力安全改革プラン」		2014 年度以降の「原子力安全改革プラン」	
対策 1 経営層からの 改革	対策 1-1 経営層の安全意識の向上	対策 1 経営層からの 改革 【AP22】	対策 1-1 (変更) 経営層および組織全体の安全 意識の向上
	対策 1-2 原子力リーダーの育成		対策 1-2 (継続) 原子力リーダーの育成
	対策 1-3 安全文化の組織全体への浸透		対策 1-3 (継続) 安全文化の組織全体への浸透
対策 2 経営層への監 視・支援強化	対策 2-1 内部規制組織の設置	対策 2 経営層への監 視・支援強化 【AP22】	対策 2-1 (変更) 原子力安全監視室による監視 活動の実施および指摘・提言 事項に対する改善
	対策 2-2 ミドルマネジメントの役割の 向上		対策 2-2 (継続) ミドルマネジメントの役割の 向上
	対策 2-3 原子炉主任技術者の位置付け の見直し		対策 2-3 (継続) 原子炉主任技術者の位置付け の見直し 年度末に原子炉主任技術者の 活動状況について評価
対策 3 深層防護提案 力の強化	対策 3-1 深層防護を積み重ねることが できる業務プロセスの構築	対策 3 深層防護提案 力の強化 【AP23】	対策 3-1 (変更) 安全向上提案力強化コンペの 実施
	対策 3-2 安全情報を活用するプロセス の構築		対策 3-2 (継続) 安全情報を活用するプロセス の構築
	対策 3-3 ハザード分析による改善プロ セスの構築		対策 3-3 (継続) ハザード分析による改善プロ セスの構築
	対策 3-4 定期的な安全性の評価のプロ セスの改善		対策 3-4 (継続) 定期的な安全性の評価のプロ セスの改善
	対策 3-5 業務のエビデンス偏重の改善		対策 3-5 (変更) 本店と発電所のマニュアルの 役割の見直し
	対策 3-6 原子力安全に関わる業績評価 の一元管理		対策 3-6 (継続) 原子力安全に関わる業績評価 の一元管理 年度末に実施状況の評価
	対策 3-7 組織横断的な課題解決力の向 上		対策 3-7 (継続) 組織横断的な課題解決力の向 上
	対策 3-8 部門交流人事異動の見直し		対策 3-8 (継続) 部門交流人事異動の見直し 年度末に実施状況の評価

2013年3月29日公表「原子力安全改革プラン」		2014年度以降の「原子力安全改革プラン」	
対策4 リスクコミュニケーション活動の充実	対策4-1 リスクコミュニケーターの設置	対策4 リスクコミュニケーション活動の充実 【AP24】	対策4-1（変更） リスクコミュニケーターの計画的登用・育成
	対策4-2 リスクコミュニケーションの実施		対策4-2（変更） リスクコミュニケーションの実施（情報発信手段の改善も含む）
	対策4-3 「SC室」の設置		対策4-3（変更） リスクコミュニケーション活動の推進および支援
	対策4-4 規制当局との対話力の向上		対策4-4（完了） 技術力向上が先決であり（対策6-3、対策6-4で対応）、管理項目からは削除（必要に応じて将来再設定）
対策5 発電所および本店の緊急時組織の改編	対策5-1 緊急時組織の改編（ICSの導入）	対策5 発電所および本店の緊急時対応力（組織）の強化 【AP23】	対策5-1（完了） 完了済み
	対策5-2 緊急時対応の運用面の強化		対策5-2（継続） 緊急時対応の運用面の強化
対策6 平常時の発電所組織の見直しと直営技術力強化	対策6-1 平常時の発電所組織の見直し	対策6 緊急時対応力（個人）の強化および現場力の強化 【AP23】	対策6-1（完了） 完了済み
	対策6-2 緊急時対応のための直営作業の拡大		対策6-2（継続） 緊急時対応のための直営作業の拡大
			対策6-3（追加） 現場力の強化
			対策6-4（追加） 現場力のうちのエンジニアリング力の強化

表中、【AP##】は「2014年度 東京電力グループ アクション・プラン（2014年3月31日公表）」の項目番号を示す。

なお、新たに追加する対策6-3および対策6-4については、次頁に詳細を示す。

<対策 6-3 現場力の強化>

緊急時対応力の強化のために直営作業を取り入れている（対策 6-2）が、これにとどまらず幅広く技術力全般の底上げが必要であり、この基礎として現場力を強化する。現場力の強化のためには、設備の設計、建設、運転、保守といった一連の業務の中で、設備や人に密着して、すなわち現場・現物・現実を忠実に見極めていくことがスタートポイントとして重要であり、安全管理のポイントを把握したり、設備や作業手順の改善箇所を発見したりする能力を高めること等が必要で、これを踏まえて現場力を以下の行動指針 4 に示す 3 つの力として定義する。

また、現場力は個人の努力だけに期待するのではなく、組織的な取り組みによって、一人ひとりの育成計画を立案・実行していく。

【行動指針 4：個の力の育成強化】

現場（サイトの設備と人および社会）に対する感性を高め、問題の本質を見抜いて解決する力を磨く。とりわけ現場・現物・現実を常に重視し、以下の現場力（個の力）を強化する。

現場・現物・現実に基づき、

現場の状況を徹底的に把握・解明し、評価できる力

計画や対策を策定し、徹底的に実践実行できる力

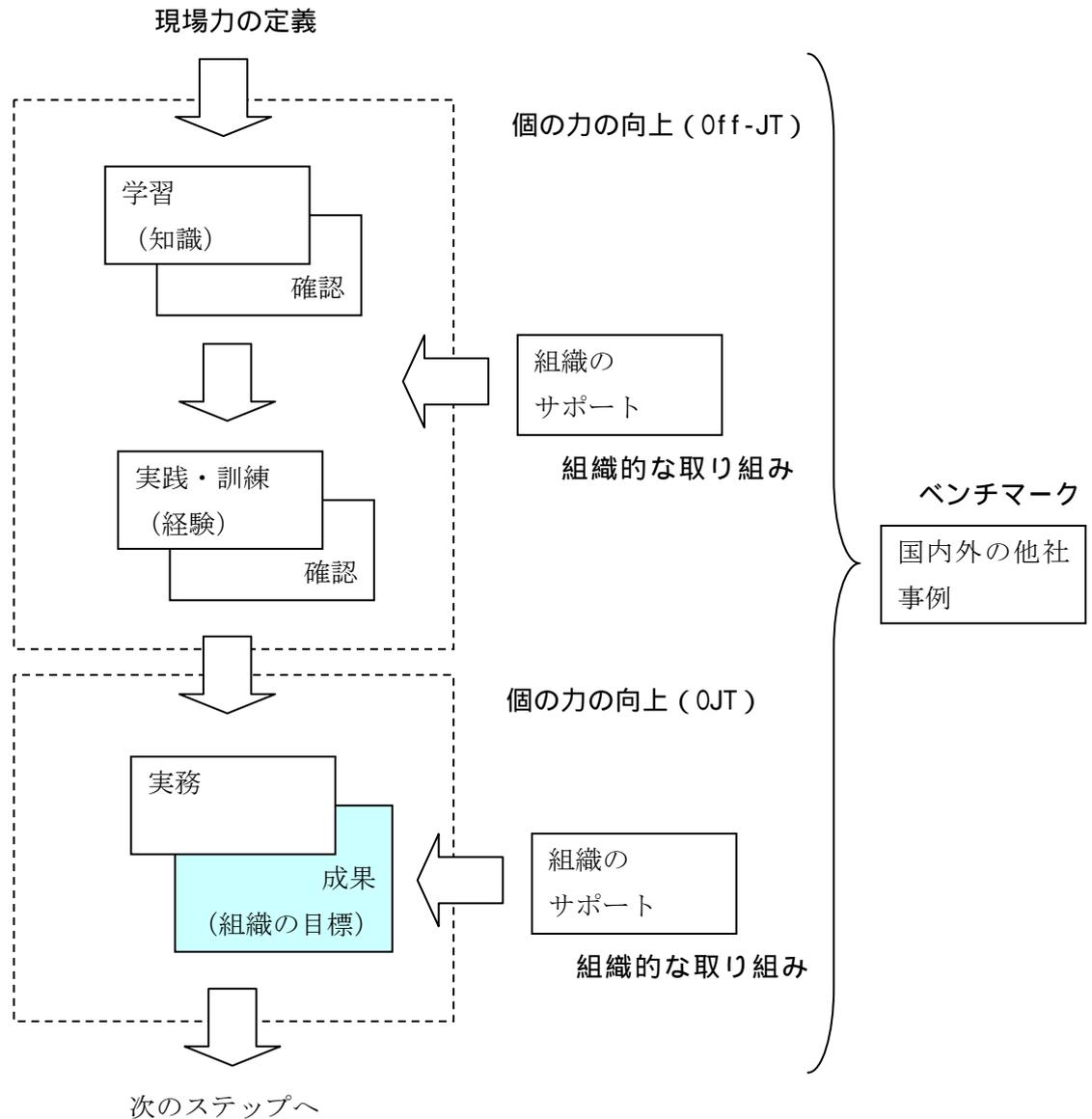
対策を実践実行後も継続的に改善改革を続け、安全・品質をより高めてゆける力

この現場力は、深層防護や確率論的リスク評価（PRA）等の原子力安全技術をはじめ全ての技術力の基礎となる基盤技術である。また、この現場力の育成強化は、個人の努力によるのみならず、組織的な取り組みによって推進する。

現場力の強化にあたっては、今後具体的なアクションプランを策定するが、以下の 5 点を基本的なプロセスとして展開する。

- ① 個人および業務にとって必要な現場力を定義すること
- ② Off-JT でしっかり知識と経験を付与すること
- ③ OJT で実践の機会を増やし、技術を定着させるとともに、更なる改善に取り組むこと
- ④ 現場力強化に関する組織の責任と権限を明確にし、内部および周囲とのコミュニケーションを活性化させ、お互いに協力して取り組み、個人任せにしないこと
- ⑤ 国内外の他社事例をベンチマークし、優れた活動を採り入れること

さらに、発電所ごとの状況の違いを活用して技術力（現場力）強化・人材育成のための人事異動を積極的に実施する等の総合的なプログラムを策定する。



現場力育成のための基本的なプロセス

<対策 6-4 現場力のうちのエンジニアリング力の強化>

現場力のうちの知識・経験・組織等を横断する総合力を必要とするエンジニアリング力については、特に強化していく必要がある。エンジニアリングの分野でも現場・現物・現実に基づくことが基盤として重要であることは言うまでもないが、ここで言うエンジニアリングに求められる現場力には自社技術として

- ・ 過度にプラントメーカー等に依存しない設計力、分析評価力
- ・ 一定以上の業務品質を維持しながら、業務を的確に進めるためのマネジメント力

の 2 種類がある。自らの設計力、分析評価力を高めることで設備や運用の弱点を知り、マネジメント力を高めることで業務を的確に進めて必要なリソースを有効に配分し、原子力安全を高めていく。

原子力部門における行動指針

(原子力・立地本部長、福島第一廃炉推進カンパニープレジデント)

2014年3月11日制定*

【行動指針1：妥協のない安全・品質の追求】

法令・ルールへの遵守はもとより、事故の教訓や新たな知見から弛まず謙虚に学び、柔軟な発想と強い意志により、妥協することなく、世界最高水準の安全とそれを支える品質を目指してあらゆる対策を講じる。

原子力事業が有する特別なリスクを強く認識し、原子力安全文化7原則に沿って行動し安全意識を高める。あらゆるリスクを洗い出し、その顕在化の可能性と顕在化した場合のダメージの最小化に向けた継続的な対策の強化を進める。

また得られた教訓や知見・経験を世界に発信し共有することで、世界の原子力安全に貢献する。

【行動指針2：社会の皆様との信頼関係の構築】

社会の安全を守り抜くため、原子力に対する皆様の疑問・不安に正面から向き合う。とりわけ、「原子力に絶対安全（リスクゼロ）はない」という考えのもと、社会の皆様とリスクコミュニケーションをすすめ、積極的かつ迅速な情報公開と、皆様の立場・目線に沿った丁寧な説明に努め、皆様との信頼関係を深める。

とりわけ、単なるデータや事実を公表するだけでなく、立地地域や社会目線から見たレベル感や相場感を伝えること、また計画や対策による我々の安全確保に向けた覚悟を伝えることが重要である。

【行動指針3：創意工夫による改善・改革の断行】

従来のやり方にとらわれず創意工夫で改善・改革を断行する。

原子力部門の全社員は、「原子力安全改革プラン」で策定された6つのアクションプラン（AP）をそれぞれの役割に応じて適合・発展させ、それらを着実に実行する。

併せて「原子力安全改革プラン」の内容を三現主義（現場・現物・現実）に基づき継続的に見直し、より現実的で実効性のあるものに高めてゆく。

【行動指針4：個の力の育成強化と組織力の向上】

現場（サイトの設備と人および社会）に対する感性を高め、問題の本質を見抜いて解決する力を磨く。とりわけ現場・現物・現実を常に重視し、以下の現場力（個の力）を強化する。

現場・現物・現実に基づき、

現場の状況を徹底的に把握・解明し、評価できる力

計画や対策を策定し、徹底的に実践実行できる力

対策を実践実行後も継続的に改善改革を続け、安全・品質をより高めてゆける力

この現場力は、深層防護や確率論的リスク評価（PRA）等の原子力安全技術をはじめ全ての技術力の基礎となる基盤技術である。また、この現場力の育成強化は、個人の努力によるのみならず、組織的な取組みによって推進する。

また、組織力をより有効に機能させるため以下の点を強化する。

① 情報の選別と情報品質の向上、そしてより迅速な共有化

② 各組織の業務分担と組織長の責任・権限の明確化

自身の役割を小さな範囲に止め、周囲のグループや他部門との協力が消極的になることは、現在の原子力部門の弱点であることから、グループ長や部門長は、積極的に他所の課題解決を支援することを奨励すること。

③ 各ラインの効果的な業務遂行と部門目標の確実な達成のために担当職や専門職の業務分担の明確化とプロジェクトマネジメント方式の活用

※2014年3月31日改訂

制定時は原子力・立地本部長のみ、2014年4月1日の福島第一廃炉推進カンパニー設立に伴い、福島第一廃炉推進カンパニープレジデントを追加。

全体目標及び目標達成のために目指すべき組織・個人の状態（青字は「新・総合特別事業計画」の記載事項）

【全体目標】
 私たちは、福島原子力事故を決して忘れておき、昨日よりも今日、今日よりも明日の安全レベルを高め、比類なき安全を創造し続ける原子力事業者になり(私たちの決意)、原子炉施設の設備面及び運用面の安全性を向上させている(結果)。

	安全意識 安全文化	技術力	対話力
現場第一線	<p>【対策1】 「安全文化」について、何か特別なモノと考えずに、日常の業務と結び付けて、自分の言葉で語り実践したりする。これによって、組織および個人が常に原子力安全を意識し、改善にチャレンジしている。</p>	<p>【対策6】 直営作業を通じた訓練により事故時の対応力を養成するとともに、個人および業務にとって必要な現場力を整理し、その育成計画を立案・実施する。これによって、組織及び個人が原子力安全を向上させるために、継続的に改善を進めることができる技術力を有している。</p>	<p>【対策4】 技術力を強化することによって、発電所の設備面および運用面のリスクを適時適切に認識し、複数の対策を提案・実行する。これによって、リスク情報が意思決定者に報告、問題意識が共有され、対話力の基礎が築かれている。</p>
ミドルマネジメント	<p>【ミドルマネジメント】 ① 原子力リーダーの企画・意図を理解し、現場第一線に対し自分の言葉に翻訳して伝え、具体的な行動(業務計画)として落とし込ませている。 ② 現場第一線の積極的な安全性向上の取り組みを奨励し、FACTを確実に把握して改善活動の確に活性化させるとともに、原子力リーダーと現場第一線の間のコミュニケーション・ギャップを解消している。 ③ 技術力を高め、人材を育成することが自分自身の責務であること認識し、特に自社技術としてのエンジニアリング(安全評価、耐震設計、設備診断・IT化、防災、QA・QC等)に対する現場力を向上させている。 ④ WANO(INPO)-PO&Cを活用したセルフアセスメントや階層的原子力安全に関する議論により、定期的に個人および組織の振り返りと改善を実施している(GMを含む)。</p>		
原子力リーダー	<p>【対策1】 原子力リーダー等に対する安全意識向上のため「研修・訓練」「行動指標に対する360度評価」のフィードバックを行う。また、WANO(INPO)-PO&Cを活用し、安全文化やリーダーシップ、コミュニケーション等に関するセルフアセスメント等を行う。これによって、原子力リーダーは、自分自身の安全意識を高めるとともに、その結果として組織全体の安全意識を高め、原子力安全を向上させている。</p>	<p>【対策3】 全社員を対象とした「安全向上提案力強化コンペ」による深層防護提案力の強化や、国内外の運転経験情報の分析・評価に基づく必要な対策の発電所への指示等を行っている。これによって、原子力リーダーは、深層防護の積み重ねを組織的かつ効果的、効率的に実施し、原子力安全の向上に常に取り組み、原子力安全の向上に関する組織全体の改善活動が活性化している。</p>	<p>【対策4】 原子力リーダー等は、さまざまな課題に対して複数の考え得る限りの対策を準備した上で、全体的なリスクを最小化するために合理的な優先順位を付けていく。これによって、原子力リーダーは、立地地域の住民の方々や社会の方々との信頼関係を構築していく。また、立地地域の住民の方々や社会の方々からの信頼を失うようなことをしなさい、させないという意識を全社員が常に持っている。</p>
部長		<p>【対策5】 発電所および本店は、ICSという緊急時組織の運用を開始し、繰り返し総合訓練を実施している。これによって、発電所長は、いついかなる場合でも緊急事態への対応を迅速・的確に実施できる自信を持っている。</p>	
所長			
経営層	<p>【トップマネジメント】 経営層は、以下の3点に注力しながら、対策1～6の実行を通じて【全体目標】を達成する。 ① 具体的な対策を実施し、その達成度合いを内部だけでなく外部からも多面的に評価するとともに、効果の評価方法を策定し、詳細スケジュール・マイルストーンを設け、進捗状況・課題を把握しつつ(モニタリング)、PDCAを回していく。 ② 原子力安全改革の実行に責任を持ち、改革を強力に推進・フォローする体制を強化する。 ③ 原子力安全改革監視委員会、国際的な専門機関等の第三者評価からの指摘事項に確実に対応していく。</p>		

【対策2】
原子力安全監視室は、現場から経営層までの安全活動・安全文化を監視し、適宜執行部門に対して改善を促しているほか、取締役会に報告助言している。これによって内部規制組織として「原子力安全監視室」が機能し、原子力安全を向上させている。

【対策4】
ソーシャル・コミュニケーション室およびリスクコミュニケーション室は、潜在リスク情報の日常的な収集・分析、迅速かつ適切な情報開示の促進を行っている。

参考

福島原子力事故における未確認・未解明事項の調査状況

原子力安全改革プラン進捗報告（2013年度第2四半期）でもご報告した通り、福島原子力事故における未確認・未解明な事項の解決に向け、既存の記録・データ等のさらなる分析・再評価や現場調査を継続してきている。今後もその結果を取りまとめ、順次公表していく。

これらの調査結果を広く世界の知見として共有し、原子力技術、原子力安全の向上に資することができるよう、当社は事故を起こした当事者として今後も全力をあげて解明に取り組み責務を果たしていく。

（1）未確認・未解明事項に関する検討状況

この未確認・未解明事項の調査・検討状況については、第1回進捗報告¹⁷（以下、未確認報告書という）として別途取りまとめ、昨年12月13日に公表した。この未確認報告書にて、抽出した未確認・未解明事項全52件のうち、以下の2件について途中経過を取り纏め、2014年春の原子力学会にて報告し、広く意見を伺った。

消防車による原子炉注水量の精度向上

事故時の冷却のために実施された消防車による注水のうち、一部が原子炉以外に漏出していた可能性については報告書にて既に公表した通りである。この検討において抽出した漏えい経路、原子炉建屋・タービン建屋内の配管の取り回しなどを用いて、実際に原子炉に到達した水の割合を評価した。その結果、2～5割の水が原子炉に注水されていたとの結果を得ることができた。さらに、この評価では消防車の吐出圧がどの程度であったのかが大きく結果に影響するため、評価の前提条件とした消防車の吐出圧力よりも、実際の吐出圧力が低かった可能性のある一部の時間帯においては、ほとんど原子炉へ注水出来ていなかった可能性があることも判明した。

3号機原子炉隔離時冷却系（RCIC）の停止原因について

3号機の原子炉隔離時冷却系は、2011年3月12日11時30分頃に停止しているが、この停止原因について調査を実施している。これまでの調査の結果、原子炉隔離時冷却系の現場確認状況や中央制御室での監視・操作状況、必要な電源が使用できていたこと等から、何らかの電氣的な停止信号が入力されたために停止した可能性が高いことが分かった。しかしながら、停止信号となる原子炉水位や原子炉隔離時冷却系の蒸気の圧力・流量等の実測データは、いずれも停止信号が発信される設定値に達しない値であったため、今後も調査を続けていく。

¹⁷ 福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討第1回進捗報告

(2) 現場調査状況

廃炉作業等によって重要な証拠が失われることがないように注意しながら、工業用内視鏡やロボット等を活用して格納容器内部の調査等の現場調査を計画的に進めている。

2号機の圧力抑制室内水位調査結果

本年1月14日～16日の3日間で実施した圧力抑制室(S/C)のロボット調査にて、S/Cの壁の外側からの超音波による非接触測定で、S/C内の水位を測定することができた。測定結果を表1に示すが、この値はS/C内水位がS/Cの半分より少し上程度の位置にあることを意味している。また、格納容器内の圧力は大気圧よりも若干高いことが分かっており、今回測定されたトーラス室とS/C内の水位差はこの圧力差により生じているものと考えている(図1参照)。

格納容器のフラスコ部分(D/W:ドライウェル)の水位は、S/CとD/Wとの連結部であるベント管の位置程度となっていることが分かっており、この水位以上には格納容器に内に水がたまらないこと、S/Cについても、D/Wからの継続的な流れ込みがあるものの、内部の水位はトーラス室の外側の水位と同程度にあり、それ以上に水位が上昇していないことから、S/C内の水面より下の部分に水の漏えい口があることが確認できたと考えており、S/Cの底部近辺もしくは底部に連結された配管を想定している。

表1 2号機の圧力抑制室内水位調査結果

測定日	1月14日	1月15日	1月16日
S/C内水位	約OP3,210	約OP3,160	約OP3,150
トーラス室滞留水 水位(参考)	約OP3,230	約OP3,190	約OP3,160
水位差	約20mm	約30mm	約10mm
測定方法	水中構造物の直接距離計測		

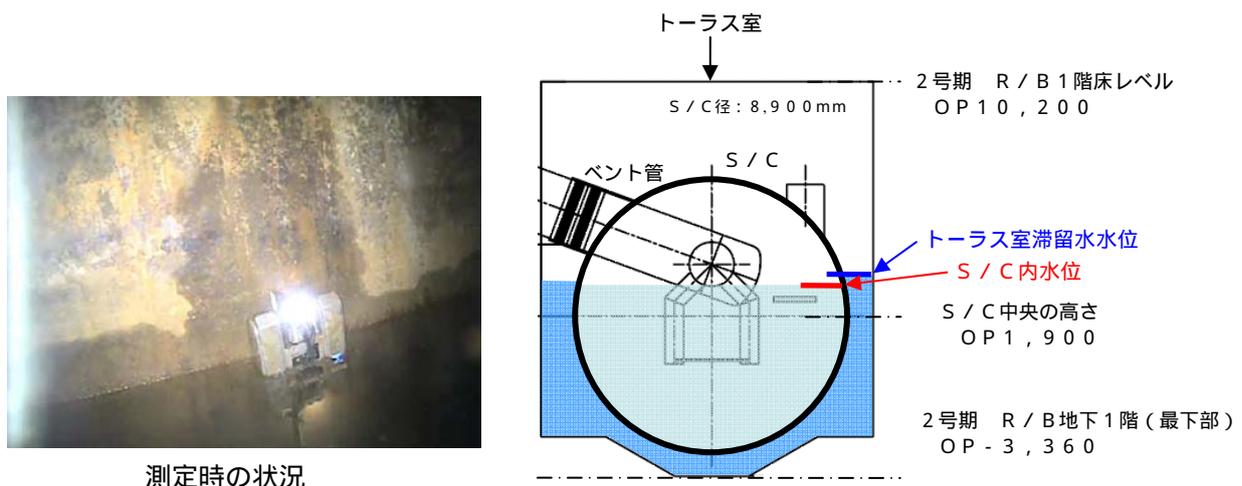
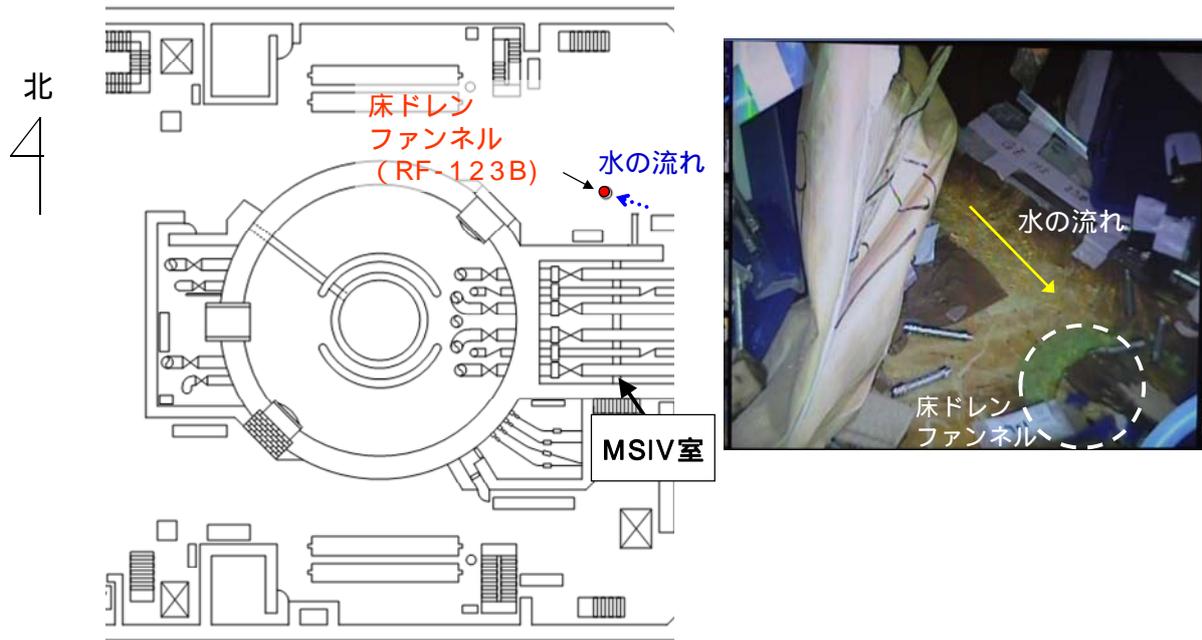


図1 2号機の圧力抑制室内水位調査

3号機の原子炉建屋1階主蒸気隔離弁室付近からの水の流れについて

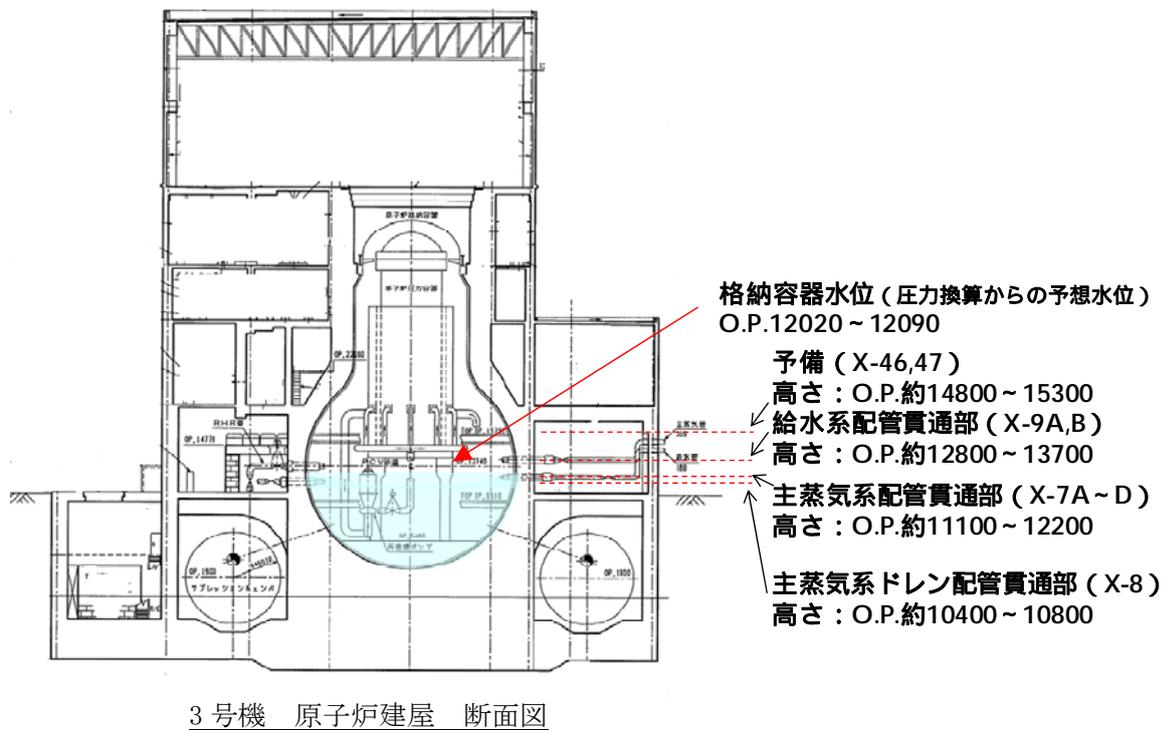
2014年1月18日14時40分頃、3号機原子炉建屋瓦礫撤去用ロボットのカメラ画像を確認していた当社社員が、3号機原子炉建屋1階北東エリアの主蒸気隔離弁室の扉付近から、その近傍に設置されている床ドレンファンネルに向かって水が流れていることを確認した(図2参照)。

確認された水は、その放射能分析の結果から、格納容器内からの漏えい水であると考えている。3号機の格納容器内の水位は、2011年11月30日に公表された報告書「福島第一原子力発電所1～3号機の炉心状態について」5.3節に記載のあるように、D/WとS/Cとの差圧により推定し、OP12,000近辺に水位があると予想していた。図3に3号機の原子炉建屋の断面図を示すが、OP12,000程度の高さに主蒸気配管があり、この配管が格納容器を貫通している部分周辺から水が漏れていると考えられることから、格納容器内の水位が同程度の高さにあることが確認されたものと考えている。なお、このことから、3号機については、S/CやD/Wの下部に水位形成に大きな影響を与えるほどの大きさの漏えい孔は存在していないものと考えている。



3号機 原子炉建屋1階 概略平面図

図2 3号機の原子炉建屋1階主蒸気隔離弁室付近からの水の流れ



3号機 原子炉建屋 断面図

図3 水の流れから予想される3号機格納容器内の水位