

原子力規制庁による背景要因等に対する考察

令和6年7月16日

原子力規制庁

1. 東京電力による作業点検の結果に基づく分析

東京電力が行っている作業点検は、現在行っている作業について、手順書を再確認し、改めてリスク管理ができていないところを洗い出し、手順書の改訂に結びつける点検となっている。

このことは、東京電力の作業点検から得られる分析は、トラブルが頻発している背景原因を特定する目的には必ずしもなっていないことを意味する。

東京電力が作業点検の評価から特定した共通的な弱みは以下のとおりである。

- (1) リスクアセスメントにおけるリスク要因に基づいたシナリオ想定 of 弱さ
- (2) 残余のリスクの認識と重層防護（設備面・運用面での改善）の弱さ
- (3) 現場の声、ノウハウの重要性、反映の必要性
- (4) 防護措置の現地適用時の確認の弱さ

これら東京電力による評価結果は否定するものではなく、昨今頻発しているトラブル事案の背景に潜在する共通要因の一部であると理解する。

2. 過去のトラブル事案から原子力規制庁が考察した要因

原子力規制庁が保安検査を通じて確認した事項に基づき、4件の事案について、トラブルに至った要因を「①業務計画段階でのリスク評価が不十分」と「②現場での作業管理が不十分」という項目に整理して以下に記載する。

(1) 増設ALPS配管洗浄作業における身体汚染

①業務計画段階でのリスク評価が不十分

高濃度の放射性液体廃棄物を扱う作業であるにも関わらず、事前のリスク評価が不十分であったため、仮設ホースの取り扱い等に十分な配慮がなされていなかった。

②現場での作業管理が不十分

高濃度の放射性液体廃棄物を扱う作業であるにも関わらず、着用する防護装備が不適切等現場管理が不十分であった。

- (2) 高温焼却炉建屋からの放射性物質を含む水の漏えい
 - ①業務計画段階でのリスク評価が不十分
現場の状態を反映した手順書が作成されておらず、また、系統構成の責任の所在が不明確であった。
 - ②現場での作業管理が不十分
注意札の運用に係る組織的管理の不備及び現場状態の不十分な確認等、管理が不十分であった。

- (3) 増設雑固体廃棄物焼却設備の水蒸気発生
 - ①業務計画段階でのリスク評価が不十分
建設計画に際して大量の木材チップを長期間保管することに対する火災リスクを把握していたにも関わらず、このリスクを回避するための措置が講じられなかった。
 - ②現場での作業管理が不十分
火災発生のリスク対応がなされず、作業の効率を優先した運用を行ったことにより異常事象に対する感度が不足する等、作業管理が不十分であった。

- (4) 所内電源 A 系停止及び免震重要棟における運転上の制限逸脱
 - ①業務計画段階でのリスク評価が不十分
業務の計画から作業開始までの調達管理を含めたプロセスにおいて、手順に従っていれば高圧母線の損傷リスクを回避する機会があったにも関わらず、手順を遵守していなかった。
 - ②現場での作業管理が不十分
現場の状況を確認し、再度安全確認等のプロセスが必要となったものの、適切な手順・管理に基づかずに、準備作業のみ管理外の状況にて作業を実施することを許可・指示していた。

3. 東京電力の考察と原子力規制庁の考察の共通点

- (1) 業務の本格実施（稼働）前のリスク抽出が不十分
 - 2. で記載したとおり、4 件のトラブルに共通して、事前の計画段階で各業務に潜在するリスクを把握しておきながらそのリスクを意識することなく業務が進められていた、もしくは、潜在するリスクを抽出することができずに事案の発生に至っている。これは、個々の作業における品質保証マネジメントが機能していないことを意味すると考えられ、具体的には計画 (P)、作業 (D) に不備があった際、それに気づかず作業を継続させており、チェック (C)、改

善（A）が機能していない。

（２）現場での作業管理が不十分

３．（１）のとおり計画段階でのリスク抽出が不十分、もしくはリスク抽出はなされていたものの、結果的にその評価リスクが後のプロセスに反映されることがない状態で作業が進められていた中、最後の砦として機能すべき作業管理において、現場状況の確認不足等によりそこに潜在するリスクのイメージが描けないまま、作業管理に十分な注意がなされずに事案の発生に至っている。これは、東京電力のみならず協力企業にも共通した事であり、基本的な振る舞いできていないことを意味していると考ええる。

４．規制庁による視点と対策を求める点

３．に記載した背景要因を踏まえ、規制庁として東京電力に対応を求める点を、２つの視点（改善に係る視点、実効性を向上させるための視点）から以下にまとめた。

４－１ 改善に係る視点

（１）状態報告（CR）を基軸とした組織的改善活動（CAP）の強化

これまでのトラブル事案を受け、過去に、東京電力では改善策の一環としてCRの運用について見直しがなされている。その結果として、東京電力のみならず協力企業等も含めた関係者間において双方向による意見交換を実施し、新たな改善点が抽出され手順の改善等に至っている。

この事実からも現場の意見をより効率的に抽出する仕組みは大変重要であり、また、東京電力において過去に経験のない作業も多く発生している中では、その現場の専門家として従事している作業員等の意見は大変貴重な情報であると考えられる。

一方で、スラリー安定化処理設備のように、閉じ込め機能の強化に対する抜本的対策について、原子力規制庁の指導を受けて改善を行う等、対策が長期に渡り、かつ、大規模な改造を要するもの等については、東京電力の対策に躊躇が見られ、CRを活用した改善に繋がっていないのも事実である。

よって、現在のCRへの取り組みを、より活性化できるように更なるシステムの改善に取り組むとともに、協力企業等の作業員が些細な意見でも出し易い取り組みが必要である。また、放射性物質の閉じ込め等の安全確保及び作業安全を確保するために、必要であれば一旦立ち止まって本設の設備対応を行う等、改善を躊躇なく行う組織風土を作る必要がある。

具体的には、以下のとおり。

- Check, Action の部分を強化。具体的にはすでに仕組みとして存在する CR を重視した改善の取組（CAP）の強化を求める
- 作業計画段階、設備設計段階の強化のみならず、作業実施段階、設備運転段階で安全確保のために必要なことがあれば、CR が確実に起票され、改善される仕組みを機能させる
- その際、以下について具体的方策を東京電力に示すことを求める
 - ✓ 協力企業等の作業員からも含めた CR を上げる仕組みの強化
 - ✓ 主管 G では、現場の変化が CR に結びつかないことがあることから、主管 G 以外を含めた横断的な現場確認、CR 起票の仕組み作り
 - ✓ 膨大な CR の処理と、その処理への力量のある者の配置
 - ✓ 上記リソースの確保
- 水平展開の継続的实施：計画・作業段階以外にも、他のプロジェクトでの事例、他産業での事例等を積極的に取り入れ、改善する仕組みを機能させる
 - ✓ 情報収集の徹底
 - ✓ 主管 G への適切な展開・改善の監視
 - ✓ 情報の取捨ができる力量のある者の配置、そのリソースの確保
- 伝承の強化
 - ✓ 計画段階から実施段階へのリスク情報の伝承の強化
 - ✓ 異動等に伴う作業安全に係るノウハウの伝承の強化

（２）全関係者のレベルアップ

トラブル事案の事実関係を確認する中で、トラブル事案の主管部署以外の関係者からは、考え難いトラブルである旨等の示唆があり、客観的には東京電力内でも事前に予見や回避できる機会があったことが伺えた。

これらの意見からは、東京電力の担当者、協力企業の作業員等が、その作業はどのような目的で実施されている、技術的にどのような手順によりその目的が達成される等、その作業の技術的な本質的理解が曖昧なまま作業管理等の業務を担っていると感じられた。

既に、東京電力においては、ALARA 会議や安全事前評価等、作業員等の安全を確保するための技術的観点からの取り組みがなされ、そこで抽出された内容が手順書やガイドに反映されている良好事例も存在する。

しかしながら、ガイドが遵守されない等、せっかくの良好事例が活かされる

ことなくトラブルに至ってしまっている事が確認されている。

これらの事実からも、東京電力のみならず作業に携わる要員全体のレベルアップのための教育の強化が必要であると考えられる。

具体的には、以下の項目を含めて基本的な振る舞いの徹底が必要と思慮する。

- 責任範囲の明確化、責任分解点の明確化
- 以下について、東京電力より継続的に教育を徹底することを求める
 - ✓ 手順書の作成・周知・遵守の徹底：手順書通りやらない、手順書を知らない、手順書が未整備の状態を解消
 - ✓ 防護指示書に記載された体制整備、防護装備着装の徹底
 - ✓ 作業・設計の各段階等での現場確認の徹底
 - ✓ チェックリストの形骸化の是正

(3) 事務手続きの改善

昨今発生しているトラブルのみならず、過去に発生したトラブルを踏まえ、改善の一環として色々な手順が策定されている。

結果として、その個別事案を踏まえると確かに改善に至る措置であると考えられるが、長期的な視点で考えると、事務手続きが煩雑となり、より複雑化してしまったがために主管部署の担当者が手続きに追われ、結果的にリソース不足となってしまっている可能性が考えられる。

手順の見直し等に際しては、効果的かつ効率的な改善に努めるように手順全体を俯瞰して見直すことも必要であると考えられる。

4-2 実効性を向上させるための視点

(1) 実効性のある仕組み作り

改善策については、実効性の高い改善策となるための仕組み作りが必要である。

例えば、これまでも「基本的な振る舞い」ができていないことについて、教育を強化してきたが、未だに「基本的な振る舞い」ができていないことで、トラブルに至る事例が確認されており、これは、東京電力が対策として講じる「教育」が効果的な対策となっていないことを示している。

その他にも、講じた事例が実効的となっていない点については、下記のように枚挙にいとまがない。

- 手順書を作成して対応しても、手順書を知らない、手順書を守らない。
- 手続きができているかチェックリストを作っても、形骸化し、実際に機

能していない。

- 監理員が監視する仕組みを作っても、監理員そのものの資質が向上せず、見落としや不適切な判断を行う。
- 常に変化する現場において、最新の現場状況の確認が求められる中、それを行わず、設計時、仕様書作成段階、作業手順書作成時等の状況のままと思いこんで作業を行う。
- 水平展開があっても、自らのこととして改善につなげない。

是正処置を行うということに対して、単に事象の再発防止のための対策（教育、文書化、監督、現場確認、水平展開等）を講じ、教育や指導で伝達することだけではもはや対策になっておらず、対策が常に有効に機能するための仕組みと併せて講じなければならない段階に来ている。

福島第一原子力発電所では、作業量が膨大であり、作業の性質を見ると初めての作業や他に例の無い作業があるが、作業によっては被ばく量も多くなることから、被ばく量との関係で、経験のない人材を作業員として当てざるを得ない状況があるなど、当然他の原子力発電所の安全確保とは大きく異なる。

このため、すべての作業に同等の実効性を伴う仕組みを求めるものではないが、リスク情報を十分に考慮し、人身災害、環境影響、廃炉遅延（リスク除去遅延）に繋がる可能性のある作業については、実効性のある仕組みを伴った改善が必要である。

5. 今後の保安検査による確認

4. に記載した実効性のある仕組みを伴った改善について、今後、保安検査を通じてその実施状況を確認していく。確認に際しては、仕組みの構築と継続的な実効性を確認する観点から、以下に重点をおいて保安検査を実施する。

- 継続的であり実効性の高いCAP活動の仕組みの構築
- 改善に向けた活動の計画（達成目標、リソース（特に人と時間）の配分、分野毎の改善に係る計画等）
- 評価指標（改善活動が実効的であり有効に機能していることを評価するために東京電力が設定する指標）
- 活動の評価及び継続的改善に向けた計画

以上

トラブル事象毎の問題点

- ① 増設 ALPS (B 系) 配管洗浄作業における身体汚染事象 (2 月に実施計画違反 (軽微) と判断)
- ◆ 作業計画について、業務の計画段階で十分なリスク抽出が行われておらず、作業計画での安全対策の検討が不十分。(リスク抽出不十分)
 - ◆ 同じグループが H I C スラリーの移替え作業においてダスト飛散対策として仮設ハウスを設置する等の安全対策を講じているにもかかわらず、水平展開を未実施。(水平展開未実施)
 - ◆ 業務の管理について、作業を実施した協力企業が防護指示書とは異なる管理体制、作業要領書には記載のない計画外の弁操作、不適切な装備での作業を行っていたにもかかわらず、東京電力は、作業開始に際し現場体制の確認を十分実施しておらず、現場での不適切な管理状況について把握できていなかった。(防護指示書との乖離、東電の監督未実施)
 - ◆ 洗浄作業の防護指示書の確認に関し、硝酸溶液による洗浄作業に係る安全指示の記載が不十分な状態のまま協力企業の作業が行われており、東京電力の工事監理員による現場確認も十分であったとは言えず、必要な指示・指導を行っていなかった。(特定化学物質の安全指示不備、東電監督未実施)
 - ◆ 本来講じるべき安全対策について、これまで配管洗浄作業でトラブルが生じなかったことから、その再検討を行わないまま作業を継続させ、東京電力による当該作業の現場確認においても改善に係る指導が行われておらず、安全対策の確保に対する認識が不足していた。(PDCA 未実施)
- ② 高温焼却炉建屋からの放射性物質を含む水の漏えい事象 (5 月に実施計画違反 (軽微) と判断)
- ◆ 保全部門は、作業計画段階において、系統水の漏えいを防止するための系統構成の現場確認を行わないまま作業手順書の作成、承認を行った。(現場確認未実施)
 - ◆ 運転部門は、現場の状態 (ベント弁が「開」) とは異なる状態から作業を開始するとしているフラッシング作業手順書であったにも関わらず、それを指摘せず承認した。(現場確認未実施)
 - ◆ 作業実施段階においては、高濃度の放射性物質を取り扱うバウンダリと

なる系統構成に係る、組織としての作業管理ができていなかった。(保全部門、運転部門の責任分解点が不明確)

- ◆ 作業員は、手順書に従い弁の状態を点検したが、弁番号と手順書が一致していることの確認のみを行い、ドレン弁が「閉」であることの確認を行わず、運転部門が設置した注意札(この場合は、ドレン弁が通常状態とは異なる「開」であることを意味する)も見落としていた。(手順書不履行)
- ③ 増設雑固体焼却設備廃棄物貯留ピット水蒸気等の発生による火災警報発生事象(保安検査中; 6月中に気付き事項を提示)
- ◆ 設備の概念検討の際に、チップ貯留に係る火災リスクについて社内で指摘があったものの、深掘り及び文書での共有が行われず、設備設計・運用手順への反映が行われなかった。(リスクの抽出不備、設計・運用手順への未適用)
 - ◆ 当該リスクについて文書での共有が行われず、担当部署内で情報の引き継ぎが行われなかった。結果として、同リスクに留意することなく月間焼却計画及び運転手順を策定し、設備の運転を開始した。(リスクの未伝承)
 - ◆ 設備の運転開始後、ピットからの湯気の発生を度々確認していたものの、追加措置を指示するにとどまり、当該事象を火災リスクの兆候として捉えての手順の検討・策定に至らなかった。また、CRの発行による組織としての情報共有も行わなかった。(現場の変化未対応、水平展開未実施、ガイド不履行、リスク評価未実施)
 - ◆ 同リスクに留意することなく計画・手順が策定されていたため、大量のチップがピット内に貯留されている状態で設備の運用が継続されていた。(水平展開未実施、リスクを踏まえた業務管理不備)
- ④ 所内電源A系停止と負傷者発生事象(保安検査中; 6月中に気付き事項を提示)
- ◆ 東京電力の監理員は、2023年10月に構内ユーティリティケーブルのリルート工事の仕様書を作成するに際し、隣接する所内共通電源の工事が先行して実施されるため、ハンドホールに施工するコア抜き施工の施工取り合いについて、所内共通電源工事を所管する電気技術グループへ相談し、先行する作業にてコア抜きを併せて実施されるものと思い込み、コア抜き作業含めない仕様書を作成し、その後変化した現場の状況を把

握・反映することなく正式な調達手続きに至った。(責任分解点が不明確なままの仕様作成等)

- ◆ 東京電力の定める埋設物試掘作業に係るガイドには、埋設物に関するトラブルの要因のほとんどとして「事前に把握している情報が不足していたこと、調査確認方法が不十分であったこと」と記載されているにもかかわらず、事前に隣接する所内共通電源の工事が実施されていることを把握しておきながら、その進捗や詳細な施工内容等の情報を確認することなく仕様書を作成していた。(現場の変化未確認に伴う仕様変更の未実施)
- ◆ 東京電力の監理員は、2024年3月18日にリルート工事実施に向け、安全事前評価(机上評価)を実施したが、隣接する所内共通電源工事が既に完了しており、リルート工事用のコア抜き施工も成されていない状況であったにもかかわらず、先述のガイドに従わず、最新の施工図を入手することなく実施していた。(現場確認未実施、乖離がある状態での安全事前評価)
- ◆ 東京電力の監理員は、2024年3月25日に現場の最新情報を確認するための現場総点検を実施した際に、所内共通電源工事が完了し、ハンドホールに施工するコア抜き作業が構内配電線ケーブル用には施工されていないことを確認し、再度安全事前評価を実施する必要があると判断した。この際に、施工業者の作業担当者から、準備作業として表面のコンクリート剥がし作業のみを先行して実施したい旨の提案があり、本来は当該ガイドに準じて最新情報等の確認のためのプロセスが必要であるところ、準備作業として表面のコンクリート剥がし作業を実施することについて了承していた。(ガイド未確認)
- ◆ 東京電力の監理員は、同日に準備作業の先行実施に際し、表面のコンクリート剥がし作業であれば浅層を剥がした段階で砂利が確認できることから、それらを指標に作業を実施することを口頭のみで確認していた。(最新図面の未確認)
- ◆ 施工業者の作業担当者は、上記口頭での確認事項を理解していたことと、ハンドホール内の状況から、所内共通電源のケーブルの敷設状況(埋設のおおよその位置等)を目視にて確認していたにもかかわらず、「砂利」が確認できないことのみを指標として、剥がし作業を継続させ、所内共通電源ケーブルの破損に至った。(最新図面の未確認)
- ◆ さらに、本事象に伴う免震重要棟の停電により、免震重要棟の電源構成が実施計画と異なること、運転上の制限(LCO)の設定が実際の電源

構成を踏まえたものになっていないこと及び交流電源復電時にガスタービン発電機（G T G）が自動停止し、停電が生じる作業手順になっていることが判明した。（現場確認未実施）

共通要因の抽出結果

① リスク管理

- リスク管理そのものの不備；人と環境を守る、廃炉作業を円滑に進めるといふ大方針の下、高放射線量・高放射能濃度の漏えい・被ばくリスク、感電のリスク、火災のリスクの抽出が適切に実施されていない。
- リスク管理の見直しの不備；基本設計段階、詳細設計段階、運転段階それぞれにリスク管理を行う機会があるが、どこかでやられないと、そのまま後段でもやられない状態が続く（ホールドポイントや、現場の変化に応じたPDCAサイクルが回っていない）。特に、木材チップの長期保管による火災リスクの管理を設計でなく運用で担保した事例については、そのリスクを考慮しないまま設計を進めることにより、結果的に木材チップを回収できない、すべてを取り出せないなど運用面で長期保管に係る火災リスクを回避できない設計となっており、設計の途中段階でのリスク抽出により設計の妥当性見直を可能とする仕組みが重要となる。
- 現場の予兆がリスク管理に結びつかない；硝酸洗浄時のガス発生時の弁開閉、水蒸気発生時の天地返し等、現在生じている小さなリスクを大きなリスクの予兆として捉えられておらず、小手先の対応に終始している。
- リスク管理をベースとした水平展開ができていない；水平展開は、その事象そのものを見ていて、根底にあるリスクまで見切れていない。ダストのための簡易ハウスは、汚染水にも有効であること、屋外で発火した木材チップは屋内でも生じ得ることなど、水平展開が対岸の火事になっている傾向が見受けられる。
- 国内外の類似事例の水平展開の不備；設計当初火災のリスクはなかったものの、国内での火災事例が蓄積されるような設備に対し、類似事例を水平展開する仕組みが構築されていない。

② 現場確認

- 現場確認の未実施；設備設計、作業計画等、計画段階（直前の作業安全評価を含む）で、現場確認の未実施が散見され、設備の状態が異な

る際に最新図面を確認、または現場状況の確認をしないなど、こうなっているはずとの思い込みによる作業が行われ、変化する現場に対応できていない。

- 作業安全確認の未実施；作業安全確認の未実施が散見され、作業安全のための装備等が適切に着用されないなど、作業員が現場で判断し防護指示書と乖離している状況に対応できていない。

③ コンプライアンス遵守（実施計画、社内ルール等の遵守）

- 手順書の不履行；作業段階で、手順書に従った作業が行われていない事例が散見され、手順書通りに行っていれば事象発生を防止できていた。特に何度も行う作業においては、現場はこうなっているとの思い込みにより確認が形骸化していた。
- 手順書の未確認；作業段階で、手順書そのものを確認していない事例が散見され、手順書を確認し、その手順に従って行っていれば事象発生を防止できていた。
- 手順書の未整備；作業段階で、手順書を整備しないまま作業が行われた事例が散見され、手順書として明確化されていないことからその存在が認知されず、リスク管理を行う機会を逸した。
- 防護指示書・作業体制の遵守不備；作業段階で、防護指示書と異なる装備で作業を行ったり、計画された作業体制の通り作業が行われていない事例が散見された。
- 実施計画との齟齬；停電事象を通じ、免震重要棟が実施計画と異なる電源構成であること、停電すると必ず、運転上の制限（LCO）を満足していない設定となっていること、実施計画で記載のないガスタービン発電機（GTG）からの給電を行い、交流電源からの受電に復帰する際、必ず停電する手順となっていることが確認された。

④ 部署間の責任の明確化と継続的な伝承

- 責任分担の未実施；高濃度の放射性物質を扱う系統の系統構成などの責任が、運転部門と保全部門の間で明確化されておらず、口頭での確認のみ行われていた。本件については、高濃度の汚染水を取り扱う部分については運転部門に責任が一元化され、解消されているものの、その他の部分については確認ができていない。
- 不明確な作業依頼；作業にかかる仕様書作成段階で、正規の手続きを経ずに別の部署に一部の作業依頼を行い、その作業が終了することを

前提として仕様書が作られ、発注され、安全事前評価が行われていた。

- 組織改編に伴う組織及び設備移管先組織への責任の伝承の未実施；東京電力は組織改編や人事異動により人の出入りが生じる。また、設備については、設計・工事を担当する部門と、完成後運転を担当する部門に分かれている。これらについては、引き継ぎが重要となっているが、必ずしも十分に引き継ぎが行われていないケースが散見され、安全上重要な情報の伝達が途絶えていた。