

第 102 回 福井県原子力安全専門委員会 議事概要

1. 日時 : 令和 5 年 1 月 31 日 (火) 10:00 ~ 12:10

2. 場所 : 福井県庁 10 階防災センター

3. 出席者 :

(委員)

会場参加 : 鞍谷委員長、片岡委員、泉委員、大堀委員、黒崎委員、藤野委員、望月委員

WEB 参加 : 近藤委員、西本委員、山本(雅)委員、吉橋委員、釜江委員

(関西電力)

会場参加 :

原子力事業本部	副事業本部長	田中 剛司
	原子力保全担当部長	棚橋 晶
	保全計画グループマネジャー	岩崎 正伸
	保修管理グループチーフマネジャー	岡本 庄司
	品質保証グループマネジャー	田中 崇雄

(原子力規制庁)

会場参加 :

地域原子力規制総括調整官 (福井担当)	西村 正美
---------------------	-------

WEB 参加 :

原子力規制企画課	企画調査官	藤森 昭裕
システム安全研究部門	上席技術研究調査官	小嶋 正義
システム安全研究部門	主任技術研究調査官	北條 智博
システム安全研究部門	技術研究調査官	池田 雅昭

(事務局 : 福井県)

安全環境部 : 野路部長、明田危機対策監、坂本副部長、伊藤副部長 (原子力安全対策)

安全環境部原子力安全対策課 : 網本課長、山本参事

4. 会議次第 :

(議題 1) 美浜、大飯、高浜発電所の運転状況等について

(議題 2) 高経年化した発電用原子炉に関する安全規制の概要(案)について

5. 配付資料 :

- ・ 会議次第、出席者、説明者
- ・ 資料 No. 1 : 美浜、大飯、高浜発電所の運転状況等について [関西電力㈱]
別添資料 : 高浜発電所 4 号機の原子炉自動停止について [関西電力㈱]
- ・ 資料 No. 2 : 高経年化した発電用原子炉に関する安全規制の概要(案) [原子力規制庁]

6. 概要

○議題1に関して、関西電力（株）より、資料 No. 1 をもとに説明

（泉委員）

- ・ 昨日のトラブルについて、物理的な事象として、トリップシグナルが入った後に制御棒が全挿入されているのは当然だが、時系列データを振り返って、制御棒位置が正常であったかどうかというのは比較的簡単にわかるのではないかと思う。ほう素濃度についても時系列データで取っていると思うので、そういったデータを次の委員会の場で開示していただきたい。
- ・ 原子炉の物理事象として問題がなければ検出器の何らかのトラブル、あるいは、急減というシグナルはあり得ないとは思いますがケーブルの雑音等が考えられる。そのあたりのことを論理立てて、どういう項目をチェックしなければならないのかをしっかりと考えて対応いただきたい。
- ・ これまでもずっとご説明いただいていたことであるが、火災検知器はバックフィットによる1万以上の追加により相当な数がある。この場でもたびたび各委員から懸念が示されていることとして、安全上、規制庁から言われたから追加すること自体は理解できるが、これだけ増やしたら増やしたことによる不都合、トラブルというものが懸念されるので、それに対応して、誤作動やこういった機器を増やすことに起因するトラブルにつながるかどうかという点は、どのように考えているか。
- ・ 蒸気発生器の取替えについて、取替え自身はスケールを除去できるとか、材質もインコネル690ということで耐腐食性も改善されるというのは理解できるが、取り替えたときに切断したら溶接で据え付けることになると思う。この取替作業が過去にいつ行われていたのか。確か2、30年くらい前だったと思うが、そうすると非常に重要な作業において、技術がどれだけ劣化せずに、あるいはアップデートされて向上されていくかが取替え後の運用の安全に関わるので、技術伝承や経験という観点についてもお尋ねしたい。
- ・ 22ページ以降、トラブルを踏まえた議論、人材育成に関わることだと思うが、その一つに協力会社との議論があった。資料を見ると、昨年10月18日に本委員会で指摘されているところである。時系列的に見ると、参考23としてつけられた資料、高浜1、2号機の海水電解装置室の火災であるが、これは私もびっくりした。火災というのは起こりうるものであるので、それをどう防ぐかということで、資料を見ると、協力会社の方がされていたとなっていた。そうだとすると22ページに書いてある対策、現場力向上と書いてあるが、それがどの程度機能したのか、あるいはこれ1回きりで評価するのではなく、今後さらに改善していくと思うが、その点をどのように考えているか。
- ・ 電解装置室の火災の対策については、この対策が協力会社の方にプレッシャーを与えかねないような、責任を負わせるような面もある。関西電力本体にも監督責任を負わせるということでバランスをとっていて、最後は人だと思うが、この対策は人に、教育に、人材に依存しすぎではないか。たぶんマニュアルにはこうしろああしろというのは当然書かれていて、それを逸脱したのか逸脱してないのかがこの資料では読み取れない。
- ・ 文化醸成も大事だが、なにか注意喚起やトラブル事例の学習以外で、もう少しシステムとしてルール化、マニュアルとか表示とか、あるいはインターロックをかける、何らかの別の方策は今後考えられないのか。

（関西電力：岡本 保修管理グループチーフマネジャー）

- ・ 昨日発生させた高浜4号トラブルの件について、次回の専門委員会で、という話もあ

ったが現時点で説明できるところについて説明を行う。

- 昨日警報が出たのが中性子束急減トリップということで、中性子束の量が急に減少したというものになる。先ほどおっしゃられたように、何らかの形で制御棒が挿入された場合、ほう酸が緊急に濃縮された場合、もしくは、計器側で中性子束が急減したと誤検知したという状況等が考えられる。その中で先ほどあったほう酸濃度などは管理できているので可能性としては低いと思うが、予断を持たずに考えられる可能性を調べて、きちんと原因究明をしていきたい。詳しいところについては次回でということ承った。

(関西電力：棚橋 原子力保全担当部長)

- 火災検知器について、質問の趣旨としては、数を増やしたことによるトラブルや誤作動にどう対処しているかということかと理解した。
- まず設置に当たっては、環境条件による悪影響の防止ということで、環境に応じた機器を選定している。例えば、湿分が多いところでは防湿性のものを選ぶ。あるいは、環境を改善するために換気装置を設けるといようなことをやっている。
- 増やしたことによるトラブルだが、メンテナンス性も考慮し、メンテナンスができる位置に設置するというように対処している。
- 蒸気発生器の取替えに伴う技術伝承の件について、当社の取替工事の実績については、平成5年から9年ぐらいいかけて、当社プラントの蒸気発生器の取替工事を実施している。その後当社では取替え実績はないが、プラントメーカーの方では、国内の他社、あるいは海外のプラントの蒸気発生器の取替えを2010年代後半ぐらいいまで実施しており、その間で技術伝承の継続はされているものと認識している。
- 溶接切断について、当該の溶接部については、古い溶接部は除去して取替える、熱影響のないようなところで切断をして、再度溶接するといったことをするので、悪影響はないものと認識している。

(関西電力：岡本 保修管理グループチーフマネジャー)

- トラブルに関して、22ページに記載しているのは昨年の10月にご説明したとおり、協力会社と過去のトラブル事例等を議論しあうということや作業前に作業する設備の重要度について教育を行うというところを進めていた。
- 参考23に記載している海水電解装置室の火災については、少し毛色が違い、教育はやってたが発生したということである。事象を説明すると、海水電解装置については当社が協力会社に設備の管理自体を委託している設備であり、設備管理のところ、それから作業のところいずれも協力会社がやっていたという設備になる。
- ルール逸脱があったかどうかというご質問について、手順どおりにやっていたらこういことは起こらなかったが、手順を一部確認しなかったというような、ルールどおりにやらなかったというところが確認されている。
- ついては、本事象においては設備を委託している委託員、それから作業員に対してルールをしっかり守ってやっていくということを再周知して教育をしていく。
- 過度なプレッシャーという言葉もあったが、もちろん過度なプレッシャーを与えて失敗するようなことがあってはならないとは思いますが、適度なプレッシャーも必要ということもあり、そういった意味で教育をただけではなく、作業が適切に行われているかを協力会社の中の別の課の人間や当社の社員が定期的に現場を確認してルールどおりに作業を行っているかを確認することによって、ルールを逸脱した作業がないように確認していきたいと考えている。

(泉委員)

- 最後の手順確認を怠っていたということについて、このような作業は個人に任される作業ではなく、おそらくは、複数で確認すると思うが、その点はどうか。
- 協力会社の上司と複数で確認するのがこういう作業では常識だと思うが、そこに発電社員が立会うのが難しいのかどうかは分からないが、確認のあり方自体がなぜ破れてしまったかというのがわからない。
- この建屋自身は原子炉の安全そのものとはちょっと違う建物ではあるが、一事が万事なので、以後徹底をよろしくお願いしたい。

(鞍谷委員長)

- ルールを守るためのシステム化が必要。ルールを守れとお願いして守れるか守れないかではなく、ルールを守るためにどのようなシステム化をすればより皆さんがプレッシャーなしにそういうことが守れるのかというのを系統的に構築していく必要があるのではないかと。泉先生もそういう意図でおっしゃられたのだらうと思う
- バックフィットに対応するものとして、今回は火災検知器が事例として挙げたが、網羅的に配置するというルールになっている。しかしながら網羅的に配置するのが適切なのか、そういうことも関西電力自体も評価する必要があるのではないかと考えている。そこに対する意見があればお聞かせいただきたい。

(関西電力：田中 副事業本部長)

- ルールをどのように守らせるかというのは、教育とか周知徹底を図りつつ、今言われたシステムとか仕組みという観点から考えていきたい。
- 今回の事象は作業をやっているグループと電源を隔離したり復旧したりするという管理員がおり、作業をやっているのは作業責任者以下の請負体制でやっている。作業が終わって復旧するときのホールドポイントのところがいまいになっていた。
- 当初ルールとしては作業が終わったことを確認して復旧するというのは管理員と作業側の責任者が立会うことを求めているが、そのルールについて守れていなかったというものである。
- 今回の対策としては、まずしっかりホールドポイントは重要なタイミングなので守りましょうということを教育しつつ、当社も協力会社もそれが守られているということを確認する対策を打っている。委員が言われたソフト、仕組みの対策については考えていきたいと思っている。
- 火災検知器について、網羅的に感知器を置くということで、火災を想定すべき機器がないところに感知器を置くということにしている。可燃物管理しているものの、どこに置かれるかわからないということも想定すると、現時点で感知器を増やすというのは安全性を向上するものと考えている。
- 一方、先ほど棚橋が申しあげたが、保守もしていかなければならないため、保守性も考慮した、例えば放射線が高い区域などは作業ができるところに工夫しておくというようなこともやっている。感知器が増え、管理業務が増えるが、火災に対する安全性は向上していくものと考えている。

(西本委員)

- 参考資料18の以前の委員会で質問した内容について質問したい。原子力プラントの不具合事象は多岐にわたるが、非常にマイナーな不具合事象が散見され、それらが全体の事象の中で、無視できない割合で出てくる。すべてのことに対して完璧な品質管理は難しいが、それを未然に防止するためには、実効のあるQMSを導入する必要があるのではないかとということで質問をした。

- 平成16年にJ E A C 4 1 1 1をベースにQMSを採用したとのことだが、QMSを導入された後、QMSの施行を客観的に評価するシステムを導入していないのではないかと思う。例えば、QMSを導入している一般の企業体ではJ A B、日本適合性認定協会のような第三者評価機関で客観的にQMSシステムを履行していることを評価する方式を導入されているケースが多い。自社独自でやっていてその中で評価するというのはなかなか目くばせが行き届かない可能性がある。今後こういった中立的な団体による第三者評価を導入する可能性があるかどうかお聞きしたい。

(関西電力：田中 品質保証グループマネジャー)

- 参考18に品質マネジメントシステム、QMSの概要を記載しているが、当社はI S O 9 0 0 1の規格を一部反映した国の品質管理規則と呼ばれる法令に基づいてQMSを構築しており、内部では内部監査も行っており、外部では、国から品質マネジメントシステムの運用に係る検査というものをかなり厳しく受けているところでもあるので、そういう意味では、外部の評価も受けていると解釈している。今のところは、第三者評価については考えていないが、それも含めてより良いQMSが運用できるように検討を進めていく。

(西本委員)

- 国のQMSの検査指針がどうなっているか存じ上げないが、先ほどの日本適合性認定協会のようなQMSの評価を専門にしているような団体、第三者評価ができる組織での評価は難しいのか。

(関西電力：田中 品質保証グループマネジャー)

- 国の法令では、第三者評価を受けるような企業が持っているI S O 9 0 0 1から、原子力特有の要求事項が付加されてカスタマイズされているといったこともあり、一般の第三者認証機関が電力のQMSを評価することは難しいというところで、我々からすると、より厳しい国の法令に基づいてしっかりとした検査を受けていくことが大事と考えている。

(西本委員)

- 非常に厳しい管理規定ということであるが、高度な安全性が要求される原子力プラントであっても、出てくる不具合事象にマイナーな事象が散見される。同じような事象が繰り返し出てきたり、原子力プラントではあってはいけないような初歩的なミスも出ている。
- 再発防止のために第三者評価によるQMSができるようなシステムを導入すれば経験されているようなマイナーな不具合事象がかなり抑えられるのではないかという観点で質問したが、国でしっかり見ていただいているという説明で納得したので今後もよろしく願います。
- 大飯3号機のステンレス配管でのS C Cの問題に関連して、原子力発電所はたくさんステンレス製機器があり、その溶接部も多岐にわたるが、同様の不具合事象が出てくると非常に困った問題になる。
- これまではステンレス鋼のS C Cに対しては、ほとんどPWRプラントは安全であるという認識を私もしていたが、こういう事象が出た後では少し懸念されると考えている。そこで、その以降、E D F等の海外プラントを中心にステンレス鋼に関するP W S C Cが起こった事象、その解析事例、そしてそれに対する対策、こういったことに対する調査状況がどうなっているか説明していただければと思う。

(関西電力：棚橋 原子力保全担当部長)

- ・ 大飯3号機で発生したステンレス配管の割れについての同様の不具合等の話について回答する。先生がおっしゃるように、EDFのプラントではかなりの数の配管、安全注入系の配管に損傷が認められており、そちらの検査を進めている。EDFでは損傷が認められたものについては取替えをするなどして、順次検査をやっている状況である。
- ・ その原因は、有識者で議論はされていると聞いているが、まだこれだという確証的なものは得られていない。我々はその状況について注視し、我々が大飯で経験したような損傷と関連性はあるのか、水平展開の必要性があるのか、その辺を今後も引き続き検討してまいりたい。
- ・ それに加えて国内であるが、ATENAを中心として、現在大飯3号機のメカニズム究明が進められており、昨年はどうのように検討していったらよいかを議論している。今年度は実際に損傷が認められた配管について調査を進めている段階である。メカニズムについても究明して、必要に応じて対策を取ってまいりたい。
- ・ 現状のプラントであるが、損傷が発生したスプレイライン中心に検査を強化しており、関係する全ての溶接線について検査を進めている。現状当社のプラントでは大飯3号機以外には損傷は認められておらず、同様に国内のプラントでも発生したという話は聞いていない。米国でもそういった事象はほとんど聞いていない。しばらくは研究を進めていくとともに、世界の状況についても注視して検討していく。

(西本委員)

- ・ 現状の状況を了解した。今後詳しい状況、追加の事象が発生したら逐次説明いただきたい。

(山本雅代委員)

- ・ 火災があった話について、ロール通りに作業できなかったということだが、協力会社はどのような頻度、どのような人にロール研修されているのか。
- ・ ベテランで対策を知っていたし、できるはずなのにできなかったというのは作業書等ではよくあるヒューマンエラーではあるけれども、原子力の現場で起こると問題だと思われ、人材育成の一つのシステムとして研修のあり方を見直してはと思う。
- ・ ワークショップをしているということは分かったが、やり方においても、机に座って講義とか、ただ共有するというやり方だけではなく、考えられるミスから想定しないミス、それから時間的な圧迫、プレッシャー等を研修に取り入れるなどすれば、その場でどのような対応をするかということやロールプレイなどして定期的に学習を積み重ねるということを行うことでその方たちの能力を向上できることもできると思う。研修の場で能力を測るということも可能だし、一定の基準をクリアした人を適材適所に当たらせることもできると思うがいかがか。

(関西電力：岡本 保修管理グループチーフマネジャー)

- ・ 協力会社においてもルール順守や安全意識向上といった研修はされていると考えているが、頻度に関しては現在把握していない。
- ・ 一方火災が起こってから対応している教育としては、机上で教える、重要性を伝える教育というよりも自分のこれまであった作業を振り返ってそういった問題点がなかったかとかを振り返りながら少人数のグループでディスカッションをして、あなたはどうかだったか、自分はどうかだったか、そういった場合はこうすべきだったというようなディスカッション形式の教育をするということで、ただ受け身の教育ではなく自発的に議論しあって高めあうというような教育を実施しているところである。

- これについては定期的に実施して、毎年同じことをやってもだんだん形骸化していくので、形を変えながら教育を継続していきたいと考えている。
- 現場の関係でいくと現場観察と呼ばれていることをやっており、作業をしている状況を第三者が観察をするということで、あらさがしをするというところもあるかもしれないが、作業完了後にルール違反ではないけども今回こういうふうにしたらよかったんじゃないかみたいな助言をする等の形で実際の現場作業を観察することによって、お互い高めあうような形にしていきたいと思っており、教育というよりも現場観察と呼んでいるが、そういった活動を同じ社内の第三者が行う、さらに当社も現場観察を行うということを受けて、実際の現場の作業を通して作業品質やルール順守を高めあうことをやっていきたい。

(山本雅代委員)

- 第三者の目で観察しているという点に関しては非常にいいと思うが、ミスが減らないようなことがあるのであれば、実際の現場では様々なプレッシャーがあるはずなので、ロールプレイングなどでプレッシャーを与えて研修をさせるということも取り入れていただけたらと思う。

(近藤委員)

- 蒸気発生器の交換について、1997年に美浜でやったという実績があるが、その後20年間以上ずっとやっていない。この時の放射線防護の観点から、被ばくの管理はどのようにするつもりか。
- 保管庫が新しくでき、ここも管理区域になると思うが、ここの被ばく管理はどのようにする予定か。あるいは現時点でどれくらいの線量があるかなどそういうことも合わせていければそういうことも含めてご説明いただきたい。

(関西電力：棚橋 原子力保全担当部長)

- 被ばく線量の詳細な値までは持ち合わせていないが、参考資料9の配管切断の際には配管の内面が汚染しているので、周りを汚染しないように、グリーンハウスという、養生をする部屋を作り切断を行う。
- 切断は自動切断工法を使うので、工具の据え付けには人間が立ち入るが、必要最小限になるようにするとともに、切断中はテレビカメラ等を用いて監視し、なるべく近くに人が入らないようにしていくといったことをやっている。
- そのあと切断したところは閉止蓋をつけ、汚染が外に広がらないようにしたうえでつり上げを行い、旧蒸気発生器を搬出していく。この際表面にはほとんど汚染はないが、ガンマ線等が出ているので、蒸気発生器を運搬する際、こういう作業には一時的な管理区域を周囲に設定し、人が立ち入らないようにする。それを踏まえて運んでいって保管庫に置くが、保管庫は必要な遮へい厚を持った、コンクリート製の保管庫であり、周辺環境には影響がないような作りになっている。

(関西電力：田中 副事業本部長)

- 少し補足する。放射線作業としては棚橋が言った配管の切断や溶接のところが比較的被ばく量が多い所と考えている。そういったところは作業前に除染であるとか、配管を溶接したり切断したりするときに周りにも線量がある配管があるのでそういったものには遮へいをする、さらに作業の遠隔操作を行うといったことで溶接であるとか切断であるとかを実施するというのをこれまでもやっているし、今回もそういう計画でやる予定にしている。
- 蒸気発生器保管庫は定期的に点検に入る。放射線管理を行うための十分な点検時間が

取れるようなレベルのものである。棚橋から運搬するときのことを申し上げたが、当然表面汚染がないことを確認したうえ、ただ内側には放射性物質があり、ガンマ線の透過があるのでしっかり管理しながら構内輸送をするという作業を考えている。

(近藤委員)

- ・ だいぶ過去にやられた実績なので、放射線防護の観点から気を付けて作業していただきたい。

(泉委員)

- ・ 最近伝熱管関連の減肉トラブルとスケールの問題をよく聞く。2次系からの移行、持ち込みが原因だと。最近2次系からの鉄スケールの持ち込みが少ない水質管理を行っていると理解しているが、この蒸気発生器交換の話があった。蒸気発生器を交換するといういろんな意味でリセットされるわけで非常にいいが、その後の被ばく管理の観点で議論されていたと思う。
- ・ 被ばく低減の基本は2次系の水質管理にあり、すなわち水化学が重要だと思う。2次系の水質管理、蒸気発生器の材質も変えるということだが、水質管理そのものはこれまでと同様で変わりがないのか。
- ・ また、水質管理できる水化学をよく知っている人間はもちろん関西電力にもいると思うが、大学側から見ると水化学を標榜している研究室は国内に少なくなっており、産業界に輩出していないんじゃないかと思われる節もあると私自身もその分野にいるので思っている。水化学、水質管理のできる化学に強い人間をぜひ継続的に育てていただきたい。
- ・ 私が最初に申し上げて、先ほど山本雅代委員も火災に絡めて教育、研修の重要性ということで非常に示唆に富む、いいご意見、ご指摘をいただいた。一方ルールを守らせるとか教育も大事でそこは軽視するわけじゃないが、ルールを守らせるためのシステムと鞍谷委員長はおっしゃった。その点に関してはまだ十分なお答えがないと感じた。
- ・ この場で言うのが適切かわからないが、例えば原子力とは全然関係ない事例でシステム化するというを紹介すると、最近通園バスで置き去りの事故が多発したというのがあった。それを防ぐために見回りをしましょうという教育をする、何か伝達をさせる、これはルール作りで、今事業者が一生懸命やろうとしていることと一緒であるが、ある保育園では、ぬいぐるみを一番後部座席に置き、運転手がそれを取りにいかないで終われないとした。すると当然全座席を見回らざるを得ない。こういうのがシステムではないか。
- ・ 教育というものは非常に大事ではあるが、大学でも苦労している。大学では昔リモート授業がないときは代返というものが簡単にできた。これを防ぐために考え出されたわけではないが、たまたまコロナ禍になり、リモート授業になった。そうするとログインしないといけないので、ログが残る。早く再生するとログの時間が短すぎるのでサボっているのがばれてしまう。そういうのがシステムではないか。
- ・ 今日ここで議論しているシステムというものの、鞍谷委員長がシステムとおっしゃったことの意図とちょっと違うかもしれないが、何かそういうようなことから学べるものがあるのではないかと思うので引き続きご検討いただきたい。

(藤野委員)

- ・ 先ほどから議論になっている参考23の火災に関して、幸運にも今回は小火で済んだが、事象として非常にリスクが高いことをやっている。どんなリスクがあり得るかという、電気を流し始めるタイミングでたまたまアース用の線を触っている人がいた

ら感電で一発アウトという可能性もあった。今回はたまたまそういったことにならなかったが、この程度の小火で済んだというものを、小火を防ぐというレベルで考えるのか、労災防止ということまで考えるのかといった時には労災防止の方を最優先で考えるべきで、そうなったときにこの事象をとっかかりにしながら最悪の労災を防ぐにはどうしたらよかったんだろうかという点をシステムとして考えていただく必要がある。今回幸運にもアース線の近くに誰も人はいなかったので小火で済んだわけであるが、少なくともその部分でとどめるような仕組みというものを作っておく必要があるのではないかということを感じた。

- ここで作業されていた方は顔見知りでそれなりのベテラン揃いだとなってくると、作業を知り尽くしている人達である、そういった中では同じ目線に立って作業をするということになりがちである。
- 本来であれば作業者が作業をしている。それを後ろの作業責任者がみている。さらに今回の場合は設備委託員という方も別にいるという形であったが、この方々が結局同じ会社のメンバーでそれぞれがこれに関する作業のベテランで経験も持っているということだったので、そうなると同じ目線になってしまうということが起こり得る。そうなったとき、誰かがミスをしたことをほかの人たちが検出できなくなってしまうことが起こり得る。そういった人の組み合わせによって起こってしまうエラーもあるわけで、その部分のことをよくよく考えて、対処法を取るということを考えれば、教育だけに頼らないシステム的なもので対策を取るということが可能になってくると思う。
- さらに、状況として時間に追われていた状況と伺っている。それももともと想定していなかった事象が起こったせいでその対応作業をしている間に想定していた時間よりも遅くなってしまっていて、急がないと、ということが起こっていたと伺っている。この設備自体は原子力にかかわる独特のものではなく、ほかのいろんな設備の中、いろんな火力であったり、場合によっては全く業界の違う鉄道であったりで起こりうる事象だと思う。私自身鉄道の安全に関わっていたことがあるので、似たような事象を聞いたことがあるなど思った。
- 原子力の中での話だけでなく、関西電力の中でも他の火力などの設備で起こっていた類似の事象があるはずなので、それらを共有できないか。
- さらに、業界をまたいで鉄道、航空、医療といったところとの意見交換を通じて、ほかの有意義な工夫をしているというものがあればそれを取り入れていく、先ほど幼稚園の事例が泉先生からあげられていたが、そういったことも積極的に情報収集したほうがいいのではないか。

(関西電力：棚橋 原子力保全担当部長)

- 2次系の水質管理について、PWRが国内にできたばかりのころは火力の水質管理と同じリン酸塩処理をしていた。リン酸塩処理によって伝熱管損傷が発生したので、塩が残らない揮発性のヒドラジンとアンモニアを使って水質処理(AVT)するといった形に変遷してきた。そういう損傷はなくなったが、AVTではドレン系から持ち込まれる鉄分に関する問題が顕在化した。平成10年くらいまでこの処理をしていたが、これを減らしていこうということでさらに水質管理を高度化して、pH値をあげて鉄の溶出を防ぐという水質管理にしている。
- 当初は、復水器やヒータ等に銅系の材料を使っているのですが、あまりpHをあげるとそちらがやられてしまう。あまりpHをあげられないということで、エタノールアミン(ETA)を入れて少しpHを上げた形をとっていた。
- 一方で復水系統等にチタン管等を用いて銅系材料を排除していったプラントは徐々にpH値を上げていっても問題ないということでpH値を上げていくという変遷をして

いる。

- ・ 鉄の持ち込み量であるが、資料の水色のところでは大体10ppb程度のオーダーの鉄分が蒸気発生器に持ち込まれていた。それが微量のETA等を注入していくと、3ppb程度の鉄の持ち込み量となり、さらにpHを上げた現在の状況では1ppb程度である。
- ・ 参考7に今まで蒸気発生器に持ち込まれたと計算される鉄の量がある。高浜3、4号はAVTの期間が長かったことからかなり鉄分が持ち込まれていた。それに次いで大飯3、4号についても相当量持ち込まれている。その後の蒸気発生器を交換したプラントではAVT処理の期間が短かったこともあり、かなり低減できている状況である。
- ・ 大飯3、4号機は大丈夫なのかという話になるが、高浜3号機での硬いスケールによる減肉を経験したので、大飯3、4号機もスケール分析を行っており、硬いスケールができていないことを確認している。引き続き水質管理も常に監視をしており、鉄の持ち込み量が低いことを確認している。
- ・ 今回蒸気発生器を交換することで鉄分はリセットされる。リセットされた後も水質管理をしていくことで鉄分の持ち込み量は防げるものと認識している。
- ・ 化学系の人がちんちんしているのかという話については、化学専門の分析員を配置しており、水質が保たれていることを確認している。

（関西電力：田中 副事業本部長）

- ・ SCCを防ぐという観点から1次系の水は塩化物イオンの濃度を低減しており、これは補給水で管理を行っている。後は溶存酸素については、起動時にヒドラジンなど薬品を添加することで溶存酸素を下げるとともに、運転時には、水素を注入してO₂をある基準値以下に抑えているということでSCCを防ぐという水質管理をしている。
- ・ 被ばく低減という管理からいくと、pH調整のためにリチウムイオンを1次系に添加している。その濃度をもう少し上げることができないかといったことも検討をしている。また、亜鉛注入ということで配管に放射性物質が沈着するのを防ぐということもしている。
- ・ 人材に関してはINSとの研究を行うなどして水化学の分野においてもレベルを上げていきたい。

（鞍谷委員長）

- ・ 最後に規制庁から来ていただいているので、昨日のトラブルに関して県からも現場に向かって状況を確認したようであるが、規制庁の方も昨日のトラブルに関してどのように対応したのか簡単に紹介いただきたい。

（規制庁：西村 地域原子力規制総括調整官（福井担当））

- ・ 昨日は現場に検査官がまだ残っていて、すぐに中央制御室等に行って現地確認をしている。今後、関西電力のクールダウン等の保安活動の状況の確認や原因究明が適切に行われているかについて原子力規制検査等の中で確認していく予定である。

○議題2に関して、原子力規制庁より、資料 No. 2 をもとに説明

(片岡委員)

- ・ 規制庁の方で一般の方にどの程度周知、説明するつもりか。おそらく原子力に関わっている者にとっても非常に理解しにくい。
- ・ マスコミでは60年超えて運転できるようになったということ、規制庁がそのための制度を整えたというような報道がなされている。
- ・ そうすると、一般の方には非常に関心のあることなので、一体この制度がどのような事なのか、規制庁側としてわかりやすく説明することが非常に重要ではないか。

(規制庁：西村 地域原子力規制総括調整官（福井担当）)

- ・ おっしゃるとおりだと思う。とは言いながら積極的に全国津々浦々まで回るというのはマンパワー的に非常に厳しくもあり、福井県では副知事に説明させていただいたのと全員協議会でも説明させていただいた。
- ・ 後者はユーチューブで全国に配信されており、そういう意味では理解の増進に役立っているかと思う。それから県や立地市町には途中の段階で説明の機会を設けさせていただいたが、今後もまた説明したいと思う。今後、自治体からの要望があれば説明を積極的に行ってまいりたいと考えているところである。ご意見については本庁に伝える。

(鞍谷委員長)

- ・ 今回、運転期間延長認可制度と高経年化対策制度を一本化するのが主な内容だと思うが、それに関連して、バックフィット制度と安全性向上評価制度というものもある。これは定期検査ごとに届出しないといけないものである。
- ・ 制度がいくつかあるので、全体の枠組みをもう少しわかりやすく整理する必要があるのではないか。

(規制庁：西村 地域原子力規制総括調整官（福井担当）)

- ・ まず、新規制基準、これは福島第一原子力発電所事故を踏まえ、それに対応して非常に厳しい基準として、諸外国の規制や国際機関の規制、それから福島第一原子力発電所事故の教訓である共通要因故障という一つの要因で複数の安全機能を同時に失うということに対しての対策が必要であるという教訓を踏まえて、事故を起こさないための設計基準の部分、重大事故が起こったときの対応、意図的な航空機衝突に対する対応ということで新規制基準を作った。
- ・ 一方で、福島第一原子力発電所事故の教訓として、作った基準に甘んじて、作った基準を見直していかなかったということ、新しい知見があればそういったものを本来取り入れるべきなのに、そのようなことを怠ってきたということも一つの教訓であり、それがバックフィットである。
- ・ 従って、一旦基準を作ったからこれで完璧と思わずに、何か追加するものはないのかということのを常に調査をして、必要であればバックフィットさせる。
- ・ 従来は基準を変えても、規制上フィットさせることができなかった。事業者が施設を改造するときのみ適用でき、他は事業者任せられてきたが、新しい規制では、新しい知見があり規制基準を変更・強化しなければならないということになれば、強化したときに、一定期間の間に、事業者が変更工事をしようとしまいと、それに適合しなければ、新しい規制基準に適合していないものとして、場合によっては停止命令等がかかることができる、必要な措置をかけることができるという制度、これがバックフィット制度である。

- ・ 従って、新規基準を作ってメンテナンスしながら、より良い規制にしていくというのが新規基準である。
- ・ 一方、高経年化評価というのは、実際に炉を使っていればだんだんある意味劣化していく。交換すれば元に戻るが、劣化の状況を踏まえても新規基準に適合した状態、これはバックフィットも含めて、維持されているかを確認することが高経年化評価である。従って、根っこは新規基準とバックフィットによるより適切にした新規基準、そういったものを常に確認していくことが法律の全体枠だと私は理解している。

(規制庁：藤森 システム安全研究部門 企画調査官)

- ・ 委員長がおっしゃったバックフィットや安全性向上評価などの全体の枠組みの話だったと思うが、もちろん規制庁としては透明性・公開性を大前提に、制度の説明や届出等があればその内容をホームページで公開したり、審査会合などもすべて公表しているところである。
- ・ いわゆる全体像というところ、ホームページで公開しているものの、なかなかわかりにくいというご指摘だと思うが、今後継続的にわかりやすいホームページ、説明をしていくよう継続的な改善していくことが必要と認識している。

(近藤委員)

- ・ 資料の5ページ、6ページあたりに、運転期間の長期停止期間を含めるか含めないかは国が考えることであって、規制庁が科学的、技術的に機器を個別の施設ごとに評価するということが、例えば60年を超えて、規制庁がこの機械はまだ使えるという国と国の法律がどうなるかわからないが、さらに延長することが可能になるような取り方ができるように感じる。
- ・ 片や国が法律で規制していることと、もう一方は規制庁が別のもので規制するということについて、理解しにくいところがある。どのように整合性を取りながら法律や規制を作っていくのか。

(規制庁：西村 地域原子力規制総括調整官 (福井担当))

- ・ どれだけ利用するかというのは、ある意味原子力規制委員会が何か言うべきものではないということで、東電法ということで、経済産業省側からの提案ということで、最終的には国会で議論されて決まるが、電気事業法のような利用政策に係るような法律の中に何年まで利用できるかという定めを設ける。
- ・ 一方、規制委員会は原子炉等規制法によって、安全が確保されているかという審査等の規制をやっていくわけであるが、何年となったとしても安全の方でしっかり審査、確認していくという制度にするべく、原子炉等規制法の中には、そのための規制の手続き、基準を設けていくという形で整備して、東電法ということで、そういったものを1つの改正法の中に盛り込んで、一体的に改正されるようにしているのが現状である。

(規制庁：藤森 システム安全研究部門 企画調査官)

- ・ 今西村の方から説明があったとおりに思うが、基本、電気事業法等で運転期間の定めがあればそれ以上は運転できないので、仮に規制委員会で評価して60年を超えてという話だが、国の法律上としては運転上の制限が定められることになれば、それを超えて運転はできない。

(黒崎委員)

- ・ 蒸気発生器取替えについて、さらなる信頼性向上のための取替えとあるが、どれくら

い信頼性が向上するのか。

- 例えば、国内で多くのプラントですでに蒸気発生器が交換されていると思うが、交換された蒸気発生器はどれくらい経年劣化事象があるか。古い蒸気発生器と比べて具体的にどういった点が、どのくらい良くなっているか。
- 一般的にどれくらいの頻度、どれくらいの運転時間があれば交換するのか。さらに、これから取替作業を始めたとして、完了までにどれくらいかかるのか。このようなことを加味したうえで、今回高浜3、4号機で取替えしようとしているが、そのタイミングは適切なのか。

(関西電力：棚橋 原子力保全担当部長)

- 1点目のどのくらいよくなっているかということについて、14ページに改良点が書かれており、伝熱管の拡張のやり方が変わったと説明している。これは国内で取り替えた蒸気発生器で実績があり、伝熱管の材料も変わっているが、この拡張の仕方を行うことで応力改善が図られている。そういったことで、今回取り替える伝熱管材料を持つ蒸気発生器は、以前高浜3、4号機で発生していたPWSCCという応力腐食割れが国内では1例もない。
- 材料的には、従来のインコネル600TTの前のインコネル600合金というものがあつた。それを1とすると、現在高浜3、4号機で使っているTT600が約2倍の耐SCC寿命、インコネル690になると約10倍以上になるということはかなり改善されている。振止め金具についても制振性のいい3本組にするが、これで美浜2号機で生じたような蒸気発生器の伝熱管が揺れて損傷を起こすような事象についても防止できる。
- 交換頻度についてであるが、これはまちまちというのが回答になってしまう。海外では古いプラントでは600合金を使っているようなところもある一方で、数年で取替えてしまうようなプラントもある。
- 最後のタイミングが適切だったかということに関して、現状の蒸気発生器でも損傷は起こしてしまっているが、管理をしっかりとって、ECTなどで毎回点検するなど保守をすることで、外部リークを起こすことなく運転を継続している。不安要因を払拭していくという意味でさらなる信頼性向上と記載した。

(大堀委員)

- 蒸気発生器について、新しいものに替えて良くなるというのは理解できたが、その周辺で交換していないものがウィークポイントになる可能性はないか。そういった全体のバランスはどのようにして担保していくか。

(関西電力：棚橋 原子力保全担当部長)

- 交換する際のところは溶接で影響を与える部位は除去し、接合するような形をとる。溶接部は供用期間中検査において超音波でサンプリングをし、劣化状況がないことを確認している。原子炉容器など、交換のできないものについても定期検査で確認している。

(鞍谷委員長)

- 本日は関西電力各発電所の状況やこれまでの委員会における意見の対応状況について説明をいただいた。
- 主なものとして、昨日高浜4号機の原子炉が自動停止したということに関しては、まだ原因は調査中なのでここで議論できるような状態ではなかったが、データを詳細に分析していただいて原因を早急に解明していただいて、対策も次回委員会では明確にしていきたい。
- IAEAのレビューに関して、委員会でも受けていただきたいということを従来から言っていたが、この中で長期運転のための人的資源、力量および知識管理の項目もあるということで、そういうことにどのように対応されるかをこの委員会で関西電力からご説明いただくことによって、関西電力がソフト的に、内容的にどのような安全対策をされているかということが明確になる。ソフト的な面の評価はなかなか難しいが、こういう客観的なIAEAの評価をもとにこの委員会で議論させていただくことは非常にありがたいので次回の委員会でもよろしく願います。
- この委員会ではソフト的な面、人的な面も検討していこうという中で今日はトラブルを含めた協力会社との経緯ということで、委員の中からもかなりいい提案があったと思う。例えば、研修方法を工夫する、ルールを守るシステムを工夫する、労災を防ぐシステムを工夫する、また、チームとしての人の組み合わせも工夫する、さらに原子力分野以外との交流とか知見を取り入れることによって人的な育成を効果的にできるのではないかななどの提案もあった。
- 高浜3、4号機の蒸気発生器に関して、委員会としても伝熱管の応力腐食割れが発生する可能性があるため取替えを求めてきた。今回示された蒸気発生器の取替計画についてはすでに運転実績のあるプラントと同様のもので、まずは伝熱管材料の変更がなされ、蒸気発生器内への異物持ち込みの低減、振れ止め金具の改良などがなされたとの説明があり、委員会としてもプラントの信頼性向上につながると考えている。
- 加えて、今日指摘があったものとして、水質管理をよりきれいにすることによってより効果的だろうと、また、交換する上では被ばくとか放射能に気を付けて安全にやっていただきたいということが委員会で指摘された。
- 本日委員から出された意見なども先ほどまとめさせていただいたが、ご対応をよろしく願いたい。
- また、高経年化の安全規制の検討状況について原子力規制庁から説明をいただいた。
- 本日の説明では高経年化炉について技術基準適合性を確認する頻度の増加と認可対象の詳細化をあげられた。しかし、具体的な内容についてはまだ検討段階であるということなので、詳細が決まったらまたご説明いただきたい。
- 委員会としては高経年化炉に限らず、プラントの安全確保のため、原子力の規制に関して継続的に改善していくことが重要であると考えている。規制当局においても、科学、技術的に十分議論していくことが非常に重要であると考えている。
- そのためには海外の知見を積極的に取り入れるとか、いろんな機関で研究が進んでいるので、西本委員からもあったように、いろいろな研究成果も取り入れていただいて、そのあたりを規制基準に取り入れていただきたい。
- 委員会としては引き続き事業者、規制当局の対応状況を確認していくということで計画している。

以上