

総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会

原子力の自主的安全性向上ワーキンググループ

第6回会合

日時 平成25年11月21日（木）14：00～16：30

場所 経済産業省本館 17階国際会議室

○安井座長

それでは、定刻でございますので、ただいまから総合資源エネルギー調査会原子力小委員会、第6回目となります原子力の自主的安全性向上に関するワーキンググループを開催させていただきますと思います。

本日はご多忙中のところ、ご出席をいただきましてまことにありがとうございます。

本日のワーキンググループでございますが、ただいまから16時30分までの2時間30分を予定しております。

それでは最初に、お手元に配付させていただいております資料の確認、並びに委員の出欠状況、加えまして外部からのプレゼンターのご紹介も事務局からさせていただきますと思います。それでは、事務局お願いいたします。

○事務局

まず、資料の確認の前に、お手元にイヤホンを通じた同時通訳をアレンジさせていただいております。日本語はチャンネルの1、英語はチャンネルの2に合わせていただきまして、特にグラントン様からのプレゼンテーション、Q&Aセッションの際にご活用いただければと思います。なお、傍聴者の方も含めまして、ご退席の際にはレシーバーを座席に置いてお帰りいただきますように、よろしくお願いします。

それから資料の確認でございますけれども、お手元に配付資料一覧、議事次第、委員等名簿、さらに資料1から資料5をお配りしております。資料等が抜けている場合にはお知らせいただければと思います。

なお、本日は関村委員、八木委員がご欠席となっております。

改めまして、本日はプレゼンターとしまして、米国におきまして30年以上、原子力事業者の立場から確率論的リスク評価及び技術的リスク管理の分野に携わってこられたリック・グラントン様にお越しいただいております。米国機械学会と米国原子力学会の合同原

子力リスク委員会の議長も務めておられた第一人者の方でございます。改めまして、お越しいただいてありがとうございます。

#### ○安井座長

ありがとうございました。

それでは、議事に入りたいと思います。本日の議題は、自主的かつ継続的な安全性向上に必要な仕組みは何かということでございまして、米国におきますPRA等に関する事業者の取り組み、それから事業者としてリスク管理の際に何を考えなければいけないかといったことをご紹介いただき、議論をしていきたいと思っています。

まず、本日でございますが、背景情報の提供をさせていただきたいと思っています。米国におきますPRA実施の実情、あるいはPRAの日米ラウンドテーブルの設置について、事務局から簡単に説明をしていただきます。

次に、先ほど事務局からご紹介いただきましたように、米国におきます原子力発電所のリスク管理の検討及び導入といった点につきまして、グラントン様から大体想定で45分間ぐらいのご紹介をいただきたいと思っております。そのプレゼンが終わりました後に、ご発表いただきました米国の取り組みにつきまして、約30分程度の時間をとりまして、質疑並びに意見交換をさせていただきたいと思っています。その後、古田委員から原子力の残留リスクにどう向き合うかといった点につきまして、レジリエンス工学の立場からご紹介をいただきたいと思っています。最後に尾本委員から原子力産業界のリスク管理に期待する点、さらにそれをどのようにして定着させるかといったお話をいただきたいと思っております。

それでは、早速でございますが、事務局から背景情報の説明をさせていただきたいと思えます。よろしくお願いします。

#### ○事務局

ありがとうございます。

それでは、まず、グラントン様からのプレゼンテーションの前に、アメリカのPRAの実施のオーバービューを簡単に事務局からさせていただきます。

資料1のまず2ページをご覧くださいと思います。

まず関係する主体として、NEI、EPRI、ASME、ANS、それからオーナーズグループが挙げられると思っております。NEIにつきましては、PRAのピアレビュープロセスの策定といった観点で主に関与と。それからEPRIにつきましては、PRAについての手法を開発する役割。それからASME及びANSにつきましては、PRAの

標準を策定していく役割。それからそれぞれの炉、PWR、BWRを持っている立場としては、パイロットプログラムをサポート、あるいはガイドラインを作成していくという役割分担でPRAが回っているというのがオーバービューだと思います。

3ページ飛ばしていただきまして4ページ目をご覧くださいますと、各電気事業者におけるPRAの実施部門の状況ということで、3サイト6基を持っている3社の例を、それぞれ比較して書いております。A社、B社におきましては、各サイトに必ず1人PRAエンジニアを配置する形にして、本社部門にはそれぞれ18名、B社の場合には20名以上の人員を配置して対応していると。C社の場合は、同じく3サイト6基ですけれども、本社に各サイト担当のPRAリーダーを置くとともに、上級マネージャの形で18引く3、15名がPRAの担当をしているという体制をとっているということでございます。

それから5ページ目をご覧くださいまして、それぞれPRAに従事している担当者の上級マネジメントの近さという点に着目しますと、a社の場合には上級マネジメント層、あるいはその他の会社内の組織にPRAの利点をしっかりと働きかけるような関係が築けていると。それは5人の主任技術者の立場にPRAを担当してきた方がつかれているということが背景としてある。それからb社の場合は、しっかりとしたPRAについての研修を、PRA担当でない社員に対しても導入する形をとっている。それからc社の場合は、やはり必ずしもPRA担当をしておられる方が上級マネジメント層との緊密な関係が築けない場合もあり得ると。それは規制当局すなわちNRCがどの程度PRAの結果を重視するかという流れにも左右されるといったような声が聞かれております。これらは私どもの担当が現地に行って、ヒアリングしてきた結果でございます。

続きまして、8ページに飛んでいただきますと、PRAを各社で実施するインセンティブについてどう考えるかといったところについても、率直な意見をヒアリングしてきた結果をまとめております。

まずx社、y社につきましては、経営上のリソース配分の決定をしかるべく行うために、やはり不可欠なツールであると。あるいはいろいろな事故を想定したときに、対策すべき最もリスクの観点から重要なシステムはどこなのかということ把握する上で大変役に立つといった、経営上のツールとして不可欠であるといったコメントですとか、あるいはz社の場合については、やはりそのリスク情報を生かして、規制上のプロセスが最適化するというようなインセンティブが出てくることというのが極めて重要であると。さらにはw社の方などは、失敗を恐れて現状からの変化を望まない弱い規制機関であると、なかなか

か産業界の側でPRAを活用するというインセンティブが生まれてこないといったようなコメントについても、我々として触れることができました。

最後に、9ページ、10ページをごらんいただきますと、アメリカにおいてはSeismic Qualification Utility Groupというものを結成して、耐震に関するフラジリティーデータを中心に、可能な限りPRAの質を高めるようなデータベースを構築していこうといったような動きが見られておりますけれども、次のページもごらんいただきまして、当然フラジリティーデータの元データとしては日本の地震データも入っているわけですが、残念ながらこのような取り組みには日本の事業者さんの参加はないといった状況もありまして、PRAを実施することとともに、その質を高めていく取り組みにも関心を持つべきではないかという問題提起でございます。

それからお手元の資料2、A4の縦の紙をごらんいただきまして、こちら最近の日米政府間のやりとりのご紹介でございます。去る11月4日に日米で、両国首脳のイニシアチブで設置しております原子力に関する二国間委員会が開催されました。その中で、日本側、資源エネルギー庁からPRAに関する質の向上あるいは実施を促すための工夫について、アメリカから学ばしてもらいたいといった趣旨で、アメリカのDOE、エネルギー省に対して、日米のPRAの専門家、これは官だけに限らず産業界からも、それから学界からも広く参加いただく形で開催したいという提案をいたしましたところ、まさに二国間委員会の趣旨に合致するものだということで大変歓迎を受けまして、年明け2月ごろから、ここに書いております参加主体、議論の内容を前提にこのような取り組みを進めていきたいという、こちらはご紹介でございます。事務局からは以上でございます。

○安井座長

ありがとうございました。それでは、早速でございますが、続きましてグラントン様からお願いをしたいと思います。

○グラントン氏

皆さん、本日はリスクマネジメントについてお話をさせていただくということで非常に光栄に思っております。少し立ってうろうろしながらお話をしていきたいと思っております。ADDということは言っているのですが、なかなか落ち着きがないということで、話をしながらいろいろと歩かせていただきます。

こちらのスライドですけれども、これは私の紹介なので、次、お願いします。

今日の主なトピックになりますが、今回の目的としましては、どのようにリスクマネジ

メントプログラムを構築していくのかをご紹介をしていきます。これは技術的なリスク管理と私は申し上げたいと思います。これは技術ベースがあって、それに基づいて意思決定をしていくという考え方です。リスク管理というのは意思決定のことであって、PRAのこと、もしくはさまざまな使用していくプロセス、意思決定のプロセスということではなくて、この意思決定をより向上して、知見を用いて向上していくということになります。本日のテーマですけれども、まず背景及び経緯ということでお話をしていきます。私自身は原子力業界、電力側として働いてきました。23年間、緊急時対応体制、組織で仕事をしました。エンジニアとして若くして入社をしたときに、PRAに携わることになりました。若いエンジニアとしてほんとうに素晴らしいと思ったのですが、このライフワークとして取り組むところまでになってきています。ですので、経緯を紹介した後、この当初の認識ということで紹介をしていきます。私自身はサウス・テキサス・プロジェクトで、ウェスティングハウス社の4ループのPWRの話になってくるのですが、またさらにリスクの知見がどう必要になってくるのかを考えたということで、次に話をしていきます。

PRAというものが意思決定にどう役に立つのか。リスクの情報を用いて、リスク情報を活用した例の紹介をしていきます。また、私自身、この仕事の中で嬉しいと思っているのは、やはりその情報がほかの発電所もしくは組織の人に届き、伝えて、PRAのことについては何も知らないのですけれども、そこから得られた知見に基づいて原子力安全上重要なポイントに目をやることができるようになるというところで、それが非常にやりがいにつながっていきました。また、組織の観点も紹介をしていきたいと思います。次です。

では、歴史を振り返ってみたいと思うのですが、STP、サウス・テキサス・プロジェクトの略ですが、3つ目の安全注入系、注水経路が3つありまして、これがヘッダーでつながっていない点が他のプラントとは非常に異なる部分でした。また燃料も異なります。オーナー側はその3つ目の系の調達コストがかなりかかったため、なぜそんなことになっているのかと問うたわけです。確かに安全性は向上しますが、本当にどれだけ安全になったのかと、経営陣から質問されました。それで、PRAを使って、本当に安全性向上の影響はどうか見せてくれという話になりました。ですので、当初のPRAの適用は、この3つ目の系についてでした。私自身、この段階では25歳でした。この作業に着手したのは25歳のときです。

1984年に正式に開始しまして、予備的なスコーピング調査が実施されました。非常におもしろい知見が得られました。サウス・テキサス・プロジェクトは非常に高湿・高温

の場所にありまして、この電気補助建屋の空調換気系、また一時冷却材ポンプシールのL O C Aが支配的な寄与因子であると。これはほかのところでは見られない。また今までも見られない事象だったわけです。最初にこれは違う、間違っていると言っていたのですが、実際にはほんとうにそこには脆弱性がこの空調換気系にはあると特定されました。

そこで第2段回目に移りました。このときにS T Pでは非常に珍しいことをしました。規制のほうに提出をしまして、資金を払ってこの規制に審査をしてもらいました。それによってNUREGが出まして、この安全評価報告書が発行されました。これを規制上に使ってもいいですよと言われたわけです。S T Pでは非常に重要な出来事だったわけです。つまり、その3つの系があるユニットが2基あり、能力としてはもう1号機あってもいいぐらいの3つ目の系があるということで、この安全上のメリット、そして運転上のメリットをどのように活用していくのが問題になってきました。これから何度も繰り返し申し上げますけれども、P R Aというのはほんとうにすばらしいツールですし、強力なツールでもあります。ただ活用すればの話です。活用すれば情報を使って意思決定をしていくことができます。

この時点、私まだかなり若いです。ですけれども、S T Pはまだ建設の段階に入っていました。ここでまた背景情報として、P R Aを建設の段階からどのように活用していくのかを見ていきます。この化学体積制御系のレットダウン配管やC Vのパージ隔離について弁がついているのですけれども、S B Oの際にはこの弁は故障する、使用不可になるということがこのP R Aでわかった。これは建設段階でわかりました。これはMO弁だったのですけれども、MO弁をフェイルクローズのAO弁に変更をしました。ですので、実際にS T Pの建設の段階からP R Aを活用して変更を加えたということです。この設計を変えたということで、このC D F、炉心損傷頻度をS B Oの環境下で低減することができました。また、系統解析のプロセスについても使いました。原子炉の一次冷却水ポンプシールを冷却するため、他の機器から注水する方法を特定しました。また、テックスペック、米国版の保安規定の許容待機除外時間の延長にも活用しました。それである程度メリットがあることが認識されてきたのですが、経営陣から、このP R Aからさらにどういう知見が得られたのかと尋ねられました。これはファシリテーター・リーダーシップと言っているのですけれども、リーダーシップ幹部として問題を吸い上げるような、それを促すようなマネジメントスタイルになります。それが非常に重要になってきます。

今、いろいろなすばらしいことがありましたとご紹介をしたのですけれども、94年で

すが、STPでは組織上のマネジメントの問題がありました。保守のバックログがどんどん増えていきました。機器の故障が増え、規制当局がより頻度を上げて注目をするようになりました。最終的に、タービン駆動の補給水ポンプの故障が発生をしました。それによって13カ月、規制によって停止を要請されました。これはSTPにとっては非常に重要な、深刻な状態でした。60名もの検査官が13カ月、再起動が認められるまでは常駐をして検査されたのです。私はこの時点ではもう少し年をとっていたので、マネジメントに解決策を提案しました。再起動を認めてもらうため、PRAを使って非常に重要なシステムをリスクの観点から特定し、その優先順位を高くしよう。そうすれば、確認措置レター、これは私達が満足しなければならない事項としてNRCが認めたものですが、それに焦点を合わせることができます。これがまさに戦略上、重要な時点でした。マネジメントにとって、プラントが停止している状態で、このリスク評価を行い機器のリスクの重要度を把握することにより、再起動していくための経路、道が見えていくということで、これは非常に重要でした。そこから数カ月、これらの系統を再確認してSTPの再起動を果たすことができました。

そうしたらマネジメントから、それ以外にPRAを使える方法はないだろうかと尋ねられました。私は3点提案しました。一つ目はリスク情報を活用したテックスペック、二つ目はリスク重要度に基づく機器分類の考え方です。安全関連、非安全関連ということではなくてです。三つ目は、リスク情報を活用した資産管理プログラムです。資産を所有しているのは、規制者ではなく事業者です。事業者はリスクの情報を一番よくわかっていかなければならない。これは原子力安全上だけではなく、発電の信頼性という意味でもそこは必要だと考えました。ですので、発電リスクモデルを作成しまして、PRAでCDFを見るのではなくて、プラントのトリップの可能性はどのぐらいなのか、もしくは出力降下はどのぐらいの可能性があるのか、そこにはどういう寄与因子があるのかを見る、リスク情報を活用した資産管理プログラムまたはエンタープライズリスクの考え方が出てきました。つまり事業者がほんとうに運転をして発電の目的を達成して、安全に運転ができるかどうかを我々が見ていかなければならない。やはり運転をしていくことはもちろん安全を担保するということになります。

それがスタート、背景になりまして、STPでの活動がありました。ここからこのPRAを使って産業界とともに、また規制とともにこれをどのように活用していくのかという方策を探っていきました。もちろん私ひとりでやったわけではなくて、いろいろな方々の

ご支援のもとにこれが実現したわけです。非常に重要なことが2つありました。1つ目は定検が65日であったり60日であったり55日であったり、それぐらいの期間だったわけです。というのは、定検時にやらなければならない作業量がかなり膨大だったからです。そこでリスク評価の観点から、これらの機器もしくは機器群を供用から外すとどのぐらいのリスクになるのかと考えたわけです。往々にしてそのリスクの増加はかなり小さいものでした。そこで、重要な設備の安全性の改善や信頼度の改善は、プラントがそれを許すのであればいつでもやるべきではないだろうかと考えました。つまり、プラントトリップ等があってももちろんいけないですけども、定検中ではなく運転中により集中して安全にメンテナンスをすることができるという考え方でした。ただし、テックスpekの時間を延ばす必要がありました。それを規制に提案しまして、リスク評価の能力が評価されて承認を得ることができました。オンラインメンテナンスが実現して、作業量を変えることなく、定検を60日間から30日間まで短縮することができました。そういう意味では非常に重要な変化だったわけです。そこからSTPではかなりの仕事量を運転中にやっけていまして、リスク情報を活用したテックスpekがさらにそれを容易にしています。かなりの活動がこのリスクマネジメントという観点で行われてきました。

2つ目の例ですが、もちろんPRAの価値なんてあるのかと何度も問われていましたが、あるとき、ディーゼル発電機がサーベイランス時に破損してしまいました。この時、リスク情報を活用して113日間のAOT、許容待機除外時間を認めてもらい、運転しながら補修することができました。リスク情報を活用してこれを実現したということで、その後、プラントスタッフやマネジメントからPRAの価値を問われることはなくなりました。

その後、停止時リスクの重要性も認識し始めました。停止時には、崩壊熱を除去するなどのプラントの設計が長期にわたって使えなくなることがあります。そういった中ではリスクを理解するためいろいろな質問をし始めなければいけない。長期にわたって停止しているプラントで2つだけポンプが動いている状態、安全系も一部しか動いていない状態と、全てが機能する運転中とでは、どちらのほうがリスクが高いのかということです。

それでは次、これ簡単に申し上げたいと思うのですが、リスク分析はほかの人に伝えていくということ。そして意思決定の改善を可能にする、そしてそれを文化に安全性向上措置を導入するということです。

その次、運転中保全。構成リスクと言っています。機器グループを同時に供用外にすることに伴うリスクです。通常テックスpekの中ではシステムごとに評価を行っているわ



けですが、構成リスクでは機器グループを供用外にすることのリスクを見ていきます。次のスライドをお願いいたします。

そうなりますと、PRAが少し変わってきます。分析者に対し、これまでと異なる疑問を問います。この機器グループのリスクはどうか。PRAはそういった疑問に答えていかなければいけない。というわけで、ここで少し定義をしているわけなのですが、リスクマネジメントには定量的な方法と定性的な検討の両方があります。私がこれから申し上げることは定性的な検討に近いのですが、そこでは確固たる技術的なベースをまず確立しなければいけない。次のスライドを見てください。

最初の問題として何があったかをお話します。私はプラントで仕事をしましたから、運転員1人1人を良く知っていました。ある日、ある有資格運転員から「リック、PRAの中には何がモデル化されているの？」と質問されました。私はPRAのすばらしいモデルを持っているかもしれないけれども、誰もわかっていない。その中身もわからないし、どうやって使うのか、どうやってやるのかが全くわからないということであればブラックボックスですよ。そこで、PRAをより透明性の高いものにする、オープンにしなければいけないということで、まず最初に制御室の運転員に、PRAの中にモデル化されているシステム、全ての機器、それから関連した故障モードを伝えました。これは制御室で管理された、コントロールされた文書となったわけです。運転員に対して訓練を行いました。それについて抵抗があったかということですが、しかしオペレーターとリスク関連のスタッフはコミュニケーションができるのです。運転員の頭の中は、リスクの仕事をしている人と似ているわけです。システムエンジニアとかデザインエンジニアとは違います。エンジニアの場合には特定の分野でものすごく知識を持っているわけですが、リスク関連の仕事をしているとより広範囲な理解があります。

このスライドですが、これは概念的なスライドで、スプレッドシートみたいな算数でリスクプロファイルを見ているわけですが、その次のスライド。実際はこういう図がプラントスタッフに見えています。こういったものを朝の6時半の朝礼のときにサウス・テキサス・プロジェクトでは検討していました。毎日、毎朝この検討をしました。リスクについて、毎日検討が行われる。毎日毎日そうやって話すことで文化が培われていくわけです。皆さんのミーティングの中では、リスクということをどのぐらい話題にしますか。リスクという言葉、何回出てきますか。そういったことを一生懸命話していけば、焦点が定まってくるということです。シンプルなことですが、真実です。話せば話す

ほど焦点が定まってくるということです。これがプロフィールです。これがある任意の時間に機器グループを供用外にするとこうなるということです。これを何回も何回もデータを集めます。そうすると、設備が供用外になるとどういうリスクがあるか。かなり運転中の保全が多いわけですが、計画したものもあれば計画外のものもあります。この事象は何かというと、これは計画外の制御室換気空調系（HVAC）2系列喪失ですが、一体どうしてこれが起こるのか。どうすればリスクを管理できるのか。サウス・テキサス・プロジェクトではわりとうまく管理してきたと思います。というのは、基準をつかってリスクをそれ以下に管理したというわけです。これ、マネジメントの基準というのがここにあるわけです。その次のスライドをちょっと見ていただきます。

これはリスク重要度の分類です。その機器の重要性はどのようなものなのかということです。機器のリスクの重要性をPRAでモデル化し、さらに、定性的な方法でPRAでモデル化されていない全ての機器についても見ていきます。このアプリケーション、この使い方は、安全文化、そして安全に配慮した作業環境において重要だと思います。ハイリスクの機器、ローリスクの機器、もしくは中レベルのリスクの機器を特定して機器のデータベースに入れ、全てのプラントで行われるプログラム、例えば作業管理のプログラム、作業計画のプログラム、機器の設計変更のプログラムなどがこのデータにアクセスします。電気のメンテナンスを行うときに、ここに関わる機器だからハイリスクだということになると、経営陣がそのリスク管理をしようということになります。ハイリスクの機器の場合には、監督者の監視ですとか、マネジメントの監視ですとか、それ以外のコントロールもきかせていかなければいけないかもしれません。ハイリスクの機器はそういう対応をしなければいけない。そんなに数は多くないですが、全ての設備の中で本当に一部ですが、これは違うわけですね。ローリスクの場合は、故障していいとかということでは全くないですが、少し柔軟にこういったコンポーネント、機器に関しては保守の戦略を策定することができます。

リスク1は、安全関連で安全上重要なもので、安全注入ポンプなどです。それから非安全関連だけれども安全上重要というのは興味深いのですが実際に存在します。計装のエアコンプレッサーが良い例です。それからこちらに書いてある安全上の重要度が低い安全関連のものと非安全関連のものもあるわけです。アメリカでこういうことをやって、規制当局が承認して、50.69に決まっているわけです。その次のスライド。

RMTSと書いてありますが、これは構成リスクに基づきテックスベック対象設

備の許容待機除外時間を計算して、規制の事前承認を得て、柔軟性を改善し、安全性を向上させるものです。次のスライド。ここに、リスクマネジメントのアクションを入れる閾値があります。供用外になったときに運転員がリスクマネジメントのアクションをとる閾値をあらかじめ決めておきます。完了時間があつて、そこまで行ってしまったらプラントを停止するということです。その次ですけれども、RMT Sはこれらのシステムに適用しています。次を見ていきたいと思います。我々が最初に取り組んでから4年半ぐらいかかりました。さまざまなインタラクションがあつたことがおわかりいただけると思います。

これはテックスベックのサーベイランスプログラムで頻度を変えるものです。リスク情報を活用してサーベイランスの頻度を変更することができるプロセスを確立するわけですが、その適用例をお話しします。これは、メリットについて書いてあります。次を見ていただきたいです。これは標準的なプロセスでリスク情報を活用した例です。開発フェーズがこちらにあります。ここでサーベイランスを選定します。優先度がつけて何を選ぶかですが、サーベイランス試験に合格したものを選定していきます。リスクと決定論的な観点から評価をします。ここで指摘しておきたいのですが、リスクを活用したという言い方ですけれども、これはPRAのリスクの観点そのものじゃないということです。リスク及びその決定論的な評価、それからエンジニアリングや運転上の知見ですとかそれ以外のいろいろな知見があります。そういったものを総合的に考えて、両方、全部のインプットに基づいて意思決定を行うというプロセスです。そして常にこういったプロセスを通じて独立した意思決定パネル、専門家パネルと呼ばれたりもするのですが、が判断します。

その次ですけれども、リスク管理及び安全文化ということですが。安全文化にとつてのリスク管理というのはどういう意味を持つのでしょうか。安全文化というのはサイトで働く全ての人の責任です。そしてオフィスで働く人の全ての責任ですし、その支援組織、例えばエンジニアであっても、設計事務所であっても、規制当局の仕事をしていたとしても、全ての人が責任を持っているということです。原子力産業において、重要な安全文化ということに関与しているわけです。これは非常に複雑なシステムで、ここにいらっしゃる皆さん、全てのスキルセットを持っていて、ものすごい専門分野を持っていらっしゃる方もいる。私はPRAとリスク管理についてはよく知っているわけですが、例えばエレクトロニクスであるとか、タービンジェネレーターのアライメントとかは全然わかりません。全ての組織にこのリスクを広めていかなければいけない。縦もそうですし、横もそうです。1人1人の作業員のレベルまで落とし込んでいかなければいけません。あなたがいくらリ

スクを活用したアプリケーションをやると言っても、何の意味もありません。PRAのことなんか何も知らない人がそれを使えて初めて価値があるのです。次のスライドを見ていただければと思います。

リスクマネジメント、リスク管理の文化、それ以外の文化でもそうですけれども、前向きなリーダーシップのスタイルを持っているということがすごく重要なことです。私は若いエンジニアでだんだん上に上がってきたわけですが、いろいろなクレージーな考えがありました。リスクマネージとか分類をこうやってみようとか、ああやってみようとか、いろいろなクレージーな考えを持っていましたけれども、それやってみなよということで応援してもらいました。何か言っているけど、思い切りやらせてみよう、暴れさせてみよう。もしまづいことをやったら、戻せばいいやということで、すごく奨励されていたわけです。同様に是正措置プログラム、問題を特定したら、それを問題もしくは状態報告書という形で提出します。サウス・テキサス・プロジェクトでは年間1,200件とか1,500件ぐらい報告が出ていました。そんなに問題があるのかと問われれば、このプログラムを全てにおいて使っているため答えます。例えばメンテナンスであればワークオーダーを状態報告書に入れる。計画外の事象があれば同じようにする。例えば手順書の中で何か句読点が間違えているというようなときにも、状態報告書を出すわけです。このプログラムには全員、従業員ナンバーとパスワードを入れることでアクセスができます。そしてこの状態報告書を見るマネージャがいます。その中で、注目すべきものがあれば、週ごとに賞を出したりします。重要な問題を特定した人がいたら、それに報いるということです。グッド・キャッチ賞ということで、例えばランチをおごるとか、いいところに駐車できるとか、本当にシンプルなことですけれども、問題を特定すると褒められる。問題特定を奨励し、問題を特定した人が報いられるということです。

これは原子力施設では非常に重要な部分になっていきます。特にリスクを評価するという意味では重要です。リスクを隠す、もしくはそれを報告しないということになりますと、問題になってしまいます。というのは、リスク評価をするためにPRAを使うのですが、どこからその情報をとってくるのかというところのプログラムになるわけです。この安全注入ポンプがどれだけ供用から外されているのか。それが計画内だったのか、外だったのか。今、機器として同時に供用外になっているものが何なのか。それを作業管理のプロセスと一緒に考えてみるということがこのデータベースの中に入っている、それに基づいてこのようなリスクになっています、こういうところに問題がありますということを初めて

言えるのです。実際にこれを見せることができますと、やはりその影響度がわかればほんとうにはっきりとくつきりと状況が理解できます。

次ですけれども、私自身の経験からですが、こういったプログラムは、アメリカでも若いエンジニアがやってもあまり意味がありません。やはりリスクマネジメントはトップダウンのプログラムになりますので、ただ1人がやるということではなくて、原子力本部長、CNOですとか、そういった上席幹部が関わらなければなりません。私はINPOからこの訓練を請け負っております。CEOですとかCNOは全員リスクマネージャであり、正式な訓練を受けたことはないかもしれないけれども、いろいろな組織に頼ってそこから情報を得て、吸い上げて資産のリスクを管理しているのですよとお伝えをしています。いつも停止している非常に安全なプラントがあるかもしれませんが、それは働いていないわけですね。私達は安全かつ信頼性の高い運転をしたいのです。こういったトップダウンの取り組みは、やはりこの幹部、経営者が方針レベルでその方向性を書面で示して、かつ常にそれについて話をする。メッセージを発信していく。こういった状況ではどういうリスクがあるのか等を見る。またそれを推し進める。ただ話をするだけではなくて、宣伝をする、広報するということも必要です。というのは、組織というのはやはりその組織のリーダーのまねをするといいますか、そこに追従をするわけです。だから私自身が考える、もしくは示すやり方に組織が倣っていくわけです。それがいい場合も悪い場合もあるかもしれませんが、CEOやCNO、その上級者層としてはやはりそういったところを意識すべきです。そして人員が課題を言い出せる仕組みが必要になってきます。定期的にミーティングを開き、講習会を実施します。リスクの分野で教育訓練の不足、もしくは知識のギャップがどこにあるかを特定して対処します。

次ですけれども、先ほども申し上げましたが、やはりこれを実施するためには複数のプログラムが必要です。PRAをこの机の上に広げて40冊ぐらいのノートがありますが、それはそれをただ使って、リスク評価を、リスク分析の情報をただそれを使って伝えるのはあまり効果的ではありません。ではどうやるかといいますと、まず十分な徹底的な分析、解析が必要です。どこに脆弱性があるのかを本当に見つけたいという意味が必要になります。実際の強みもありますし、起因事象によっては弱みがある場合もあります。ですので、PRA屋さんにSBOを想定した場合に条件付き炉心損傷確率はどうなるかと聞いてみますと、50、50ぐらいのチャンス、半々ぐらいかと言われると、プラントマネージャとしてはどう感じますでしょうか。それが10回に1回と言われたほうが少しいいでしょう

か。それでもやっぱりちょっとナーバスになりますよね。じゃあ100回に1回はどうでしょう。1,000回に1回のほうが居心地がよくなると思うんですが、ただ物によっては100分の1、もしくは10分の1かもしれません。もしかしたら1というものもあるかもしれません。

またリマインドですけれども、やはり、人間が考え得る全てのものに対して準備し緩和することはできません。例えば隕石が降ってくる。そういったことを緩和するのは全てに關してはできない部分があるんですが、じゃあどういう手当てをするのか、どういったことができ得るのかということを考える。リスク情報を活用することは、やはり安全性・信頼性の向上に役に立ちます。また、リスクの知見をほかの組織に伝えるという役割もあります。例えば作業管理や作業計画、運転側の人たちにそれを伝えることができます。先ほどリスクプロファイルの絵をお見せしましたが、これはPRAがやっているわけではなくて、運転部門の作業管理等がやっているわけです。それがわかっているんで、リスク管理ということが少しずつわかってきて、安全文化が向上するということがあります。やはりPRAを活用することが大事です。ただやって、置いておくというわけではありません。私自身、事業者側、電力側から来ておりますので、考え方として電力側の考え方です。PRAを使えなければ、活用できなければ、つまりプラントの安全性を向上し、信頼性を向上し、さらに経済性を向上させるためにPRAを活用できないのであれば、マネジメントに対して何も要求はできないと思います。マネジメントからは規制とちゃんと交渉しろと言われて、また交渉していきました。やはり強力な規制当局というのも非常に重要ですので、そこと規制とのやりとりの中で数年をかけて承認を得ました。承認を得たら、やはり非常に大きなメリットが実現したわけです。

この規制に対しては、リスクの重要度に分けて機器の分類をするのは必ずしも規制の承認が要りません。勝手にやって、社内でやって分類をして、そのリスクの重要度を認識するのも大事になります。

上級リーダーの役割についてですけれども、これはお示しをしたいなと思いました。というのも、オフィスのほうに持っていきまして、来月、来週持ってこの質問を問いかけてみるのもいいかもしれないと思ったからです。例えばリスクを全社レベルで管理をしていくのか、発電リスクなど全社的なリスクとして見ていくのか。原子力リスクだけを見ていると、規制側には十分対応できるかもしれませんが、株主もおりますし、社会一般に対して電力を供給するという広範囲な責任がありますので、もしかしたら全社レベルで使い

たいと思うかもしれません。また、もう1点ぜひお伝えしたいと思ったのが、やはりビジョンを、またミッションを、そして目標を設定する必要があります。これが第1ステップです。これがエグゼクティブマネジメントのまず第1のステップになります。

リスク分析と対応しなければなりません。リスクを管理し、評価しなければできません。また、どういう寄与要因を見ていくのか。PRAは全ての寄与要因を見ていくのか、それとも除外をしていくものがあるのか、どれだけの重要度があるのかを見ていきます。そのリスク評価、リスク分析からさまざまな起因事象、起因因子や、寄与因子、また機器がかかわってきます。機器のレベルにいきますと、人、人的な要素、そして手順書があります。つまり、ここのビジョンをこの評価を使ってメカニズム、仕組みを通して人や手順に落とし込むことが必要になってきます。

このもう1つの要素はどのような組織体制にしていくのかということです。つまりこれを実現するための組織体制はどういうものなのか。リスク管理の体制はやはり組織変更が必要になってきます。プラント側だけではなくて、規制側もそうですし、もしくはアーキテクトエンジニア、もしくはメーカーでの組織変更が必要になります。というのは、リスクを所有しているのはどこなのか。これは私、非常に力強く思っている部分ですが、米国の事業者も同じように考えていると思いますが、リスクも資産も事業者が所有している、それを管理しなければならないと考えています。ですので、先ほどもお見せをしたとおりなんですが、大体PRAの実務者がこのあたりを見ています。また、役割分担、職責の確立も必要になってきます。リスク管理の戦略的な計画も必要になります。まず第1に何をやっていくのかを決めていきます。ここにはモデルが入っています。次に活用。活用というのは、組織にどうやって意味あるものにしていくのかということなのですけれども、経営者がこういったことをすれば、次は規制側も対応していく必要があります。

まずリスク知見を通じた安全性改善を奨励していきます。またPRAの標準というところがありますけれども、それを満足しなければなりません。またこれらを監査や検査に使っていきます。機器の検査、監査をするときに見ていきます。例えばリスクが高い機器があれば、何か問題があれば、それはリスクに何かしら影響があるということで、その規制側も注目するということで、マネジメントとして、そのあたりどの機器がハイリスクなのかということ特定すれば、どこが、例えば50ですとか、120の機器があるとしみますけれども、そこが非常にきちんと信頼できるものにしていけば、そこに注目をする、厚く手当てをしていくということが出来るかと思います。それ以外の機器についてはまた違う

戦略が必要になってきますが、もちろんそういったものもあります。また、NRC側も原子炉監視プログラム等いろいろな活動があります。それについてはもう既にプレゼンがあると伺っています。

次、福島が起きたときに、どのような視点を持っていますかと言われたのですけれども、私自身、非常に大きく影響されました。皆さんもそうだと思います。もし、例えば島で孤立してしまったらどうするのかということを考えました。誰も入ってこられず、誰も出ていけないような島に孤立した場合、電力もないですし、誰も人の行き来もないといった場合には、アメリカの場合の手順書では緊急時対応組織というものがありますが、このような事象に対応するための体制とはなっていません。維持しなければならない中核的なプラント機能があります。組織のインターフェイスというものもあります。また、必須の人の機能もあります。人がプラントにとどまるために必要です。それ以外にも対応等があります。ここで注目をしていただきたいのは、この分析が必要だということです。もし外部電源喪失をしている、全交流電源喪失の状況に置かれたならば、アクションをとる時間がどのぐらいあるんでしょうか。RCICがない、もしくは補助給水がない、PWRであれば45分程度でSGが破損することがあります。もしその間で対応ができなければ炉心損傷が発生し得るということです。ですので、非常に重要な質問事項で、いろいろな方に問うたわけなんですけど、やはりこの時間軸でこれを設計者に渡して、代替最終ヒートシンクを45分で確立する方法を考えてくれ、もしくは20時間補助給水がある等で設計をしろと言われればおそらくできると思うのですけれども、ほんとうに人が対応できるんでしょうか。このスライドは既に50回以上使っています。この一番下の分析というところは、どういう成功因子があるのかを理解するうえで非常に重要です。

実施ということですが、ここが重要なところです。次のスライドをお願いいたします。重要な3つの機能があります。リスク管理の組織は3つの重要な機能を持っているわけですが、こちらです。PRAの構成管理と分析のグループは、PRAを維持している。そしてプラントに特定されたPRAの更新を行います。PRAの構成をここで制御しています。PRA構成管理、設計に関する構成管理などもあると思いますが、これはPRAに関する構成管理です。PRAは、アズ・ビルト、アズ・オペレーテッド、そのままの状態でもPRAの更新をかけていきます。その次にここでアプリケーションを活用して、ほかの人のためのツールを開発します。分析されたものを見て、あるプロセス、アプリケーションもしくはツールをほかの組織が使えるような形にしていく。それによってほかの



組織が意思決定をするということになります。ここで運転中の保守であるとか、リスク管理のテックスベックであるとか、そういったアプリケーションはこのグループがつくるわけです。これらのグループは明確に違っています。私が前、組織の責任者だったとき、この人を入れかえるのです。そうすると2つとも学べるというわけです。ただ、これはかなりほんとうに忙しいです。フルタイムでの仕事です。ここもすごく大変で、こういったプログラムの管理というのもすごく大変ですが、でもこのグループ。これ、重要です。実際に導入し実施する人たちです。この人たちは必ずしもPRAの専門家ではなくて、プラントの中でPRAの知見に関して訓練を受けているという人たちです。もしくは規制当局の中で理解ができている人たち、訓練のプログラムとか、手順をつくって、PRAベースのアプリケーションをどう実施していくかを理解している人たちです。

この3つの機能。こちらの機能はもしかすると構成管理の中で、中央のオフィスに在しているということかもしれません。こちら、プラントですね。サウス・テキサスはうまくいったのですが、リスク管理、それからリスク情報を活用することに関して、そのグループ全体がそのプラントにいて、定検にも参画し、全てのものを経験していたので、信頼感がありました。友人でもあり、同僚でもあり、信頼関係がありました。ですから中央のオフィス、本社というのも重要なわけですが、サイトでプレゼンスが必要だということは重要です。1人とか2人の話ではありません。グループが専心してこういったアプリケーション、そして実施が効果的に行われているということ、それから経営陣に対しても対応していることが重要です。ですので、これ、重要なスライドです。私はいろいろなところに行って、PRAのプログラムの評価、リスクのプログラムの評価をするわけですけども、一番最初に、皆さん、PRAをやるグループに何人いますかと尋ねます。1人とかいうことではもう話にならないです。1人じゃどうしようもない。焦点もないし、先進的なリスクマネジメントのプログラムを持っていないということになってしまいます。ある程度の人数が必要です。

この次のスライドなのですが、これが全体的なプロセスフローです。これは特別に注意してほしいのですが、テクニカルな方法を使うため、アカデミックな人、もしくはEPR I、もしくはウェスティングハウスの力も借りてこの技術的な方法確立したわけですが、その後で組織としてのインターフェイスを作らなければいけないわけです。アプリケーションを所有するのは誰か。どのマネージャが責任を持つのか。どのマネージャが支援的な役割を果たすのか。誰が使うのか。誰に対してやっていくのか。これは誰のため

に構成しているのかということです。これが実際に手順書に落とし込まれるわけですね。私達がリスクマネージテックスペックとかオンラインマネジメント、もしくはリスク重要度の分類の手順書やガイドを作り、それぞれの分野に責任があるマネージャに権限委譲をして、その組織が責任を持ていきます。手順書やガイドをトレーニングのプログラに落とし込んでいきます。トレーニングは一番高いレベルでまず策定されなければいけない。上級マネジメントの人をリスク管理、それからPRAについてまず訓練をする。一体それは何なのか、何ができるのか、制約は何なのか、どうやって組織の中で落とし込めるのかということをまずトップに訓練をします。そして運転員、中間管理職もエンジニアも監督も、メンテナンス、保守のスタッフも全てのレベルでこういった訓練を受けるということになります。リスクを考慮したアプリケーションで運転のインパクトを特定して、意思決定の閾値 $10^{-6}$ を超えるなら、デューティ・プラント・マネージャに報告をしなければいけない。もし計画をしてその閾値を超えるということであれば、あらかじめ承認を受けておかなければいけない。リスクを活用したプログラムをマネージャにあらかじめ知らせておき、こういったイベントをマネジメントに知らせなければいけない。そこでリスクがマネージがされていることをどうやって測定するかですが、PI、パフォーマンス指標で測定するわけです。アンリライアビリティ、信頼性の欠如はどこから起因するか。機器のアベイラビリティが確保されていることが一番重要です。アベイラビリティ、もしくはアンアベイラビリティですね。アンアベイラビリティには、計画外の保守も計画保守も入っています。ディーゼル発電機が1年間に500時間供用外だったというのは受け入れられないというようなことも出てくるわけです。では、どうすればバランスがとれるか。単に供用外にすればそれでいいのか。信頼性やアベイラビリティは向上しているのかということが、このリスク情報活用パフォーマンス指標でわかります。フィードバック及び是正措置、これは全部みんな行っているわけですが、このスライドで最後に申し上げたいことは、リスク分析の大きな課題は、データをすごく重視することです。非常に多くのデータが出てきますので、その情報技術、IT、プラントのコンピュータですとかそういったものが重要になってきます。ほかのプログラムやほかのプロセスにも関わるので、これ非常に大きな機能です。ですからここはちょっと懸念してしまうのですけれども、こういった分析をして、これをどうするか、プラント全体に見えるようにどういう形でつくり込むのかということがすごく重要です。そして、こういったリスクを考慮した使い方の導入プロセス、ステップをどういうふうにするかということですので、まだ手順書のフェーズなのか、

まだ開発しているのか、実施したのか、リスク情報を活用といってもどういうところなのか、その是正措置なのか、改善していくのか、どの段階と尋ねるわけです。

これについては先ほど少しお話をしたのですが、何を行っているのか、誰が責任者なのかということですね。これは基本的な質問ですので、次のスライドを見ていただきたいと思うのですが、このスライドで見たいのは、先ほどIDP、独立意思決定パネルということについてはちょっと言及したんですが、これは組織の中における専門知識の集合体として、これはマネジメントが整理をするわけですが、この共通の要件というのがある、あるマネージャがそのIDPの責任を負っており、主要な組織を代表するメンバーを注意深く選んでいきます。経験豊かな知識を持っている人たちで、何かこれから改善しようと思っている人たちです。運転、リスク、エンジニアリングも入ります。それから、もう1つ重要なことがあります。リスクの担当者があるミーティングってプラントでどのぐらいありますかと聞くと、いや、リスクの人がミーティングに参加していることはあまりありませんねと言われてしまうのです。でもリスクマネージャがきちんといて、会議に参加していることが重要です。そうしないとこのリスクというテーマがそもそも会議に供されることということもないわけです。というわけで、そのリスクマネジメントというのは組織のインターフェイスとして非常に重要です。マネージャが必要です。ほんとうにマネージャ、それから監督がいて、効果的なグループになっていかないといけない。リスク管理組織というものは、もしその組織の本当に一番下のほうにあると、なかなかそのマネジメントに対して知見を提供することはできないわけです。あまりにも組織の中で低いとそういうことができません。ですからこれ、変更管理をしなければいけないわけです。リスクマネジメントに責任のあるマネージャがきちんといれば、一番効果的です。次のスライドをお願いします。

これについてはもうお話ししたので、次のスライドで見ていきたいと思うのですが、パフォーマンス指標に関してなんですが、先ほど見ていただきましたけれども、リスクインデックスという折れ線を見ていただきたいと思います。機器の信頼性を指標ではかることはよく行われているわけですが、もちろんその指標を使ってもいいんですけども、常にきちんとそのアベイラビリティの信頼性を計算する必要がある。文献値による定義。これがこういう情報、これをPRAに落とし込むということを確認することが重要なわけです。これは信頼性。信頼性はいいのだけれども、PRAはパフォーマンスがすごく悪いということもありました。そこがつながっていないというようなことがあったのです。リ

スクマネジメントに関してはしょっちゅうこれは起こり得ることです。そうなりますと内部で混乱が生じるのです。PRAがこう言っているのだけど、システムエンジニアリングの意見は違うというようなことがあります。そうしたら、それ違うだろ、いや、そっちこそというような対立になってしまうわけです。ですから、堅牢なPRA、アズ・ビルト、アズ・オペレーテッドを反映することが必須だということです。きちんとした土台の上に家を建てていけないといけません。土台がもろくては仕方がない。その土台に当たるものがきちんとした分析だというわけです。プロプライエタリ、固有の分析だったりするわけですが、その知見としてはどういう改造をすれば安全経営に大きな影響をもたらすのか、もしくは小さいのかということが分析できるわけですが、それには投資がかかわってきます。投資を行うことで、PRAに対して定量化できるようなメリットを提供することが重要です。そうすればちゃんと伝えていけるわけです。そうすればリスクを直接的に低減することができる。で、プログラムとかプロセスを構築できるわけです。これによってより広くPRAを伝えていけることになります。ですからこういったプログラムをやっていくに当たって、こういった知見を取り込んでいくということです。

その次ですけれども、重要なポイントとして、リスク情報の活用を理解して精通している必要があります。上級マネジメントも重要です。サイト全体のコミュニケーションプランを確立するのも重要です。コミュニケーションというのはすごく、特にリスクの分野では重要なことで、このIDP、独立した意思決定機関も活用することが重要です。こういった人たちがリスクを活用した意思決定に関してテーマについても専門知識を持っていますし、訓練も受けていて、広い範囲を見ることができるので、このIDPの人たちが知見を活用して、リコメンデーションを上級管理者に対して上げることができるということです。それと説明責任を明確化するということです。そのマネジメントからきちんとやれと。説明責任があると言わないとできないです。それからパフォーマンス指標。これも重要です。

また実際の活用と実施についてですけれども、やはりリスクの技術は前進をしています。福島もそうですが、それ以外にもリスク活用というのがあるのですけれども、GSI-191という活動にかかわっているのですが、リスク情報をさらに拡充をして、この決定論的確率論的な評価を統合するという動きが今あります。

次ですけれども、これをどう確立をしていくかということに触れていますが、組織……。あと何分ぐらいでしょうか、私。5分、10分でしょうか。組織的な部分ですけれども、

この活用するときに、やはり必要な要素としてこういうのがあります。次です。

既にお話をした部分がここにもまとめています。もう時間がないようであればここでストップしようと思います。ゼロでいいですか。はい、では質疑応答の時間に入りたいと思います。すみません。タイミングを逃してしまいましたけれども、時間をオーバーしてしまっただけで申しわけありません。

○安井座長

どうも大変ありがとうございました。

極めて精力的なプレゼンテーションをいただきまして、ありがとうございました。

それでは、時間も限られておりますが、ご質問あるいはご意見等いただけたらと思いますけれども、いかがでございましょうか。例によりまして、札を立てていただければと思いますが。

それではここからでよろしいですか。じゃあお願い致します。

○井上委員

どうもわかりやすいリスク情報の活用、ありがとうございました。私、分野は外れておりますが、何となくわかったような気がします。

それで1つお聞きしたいのは、私の専門はどちらかというと燃料サイクルと再処理です。その点についてですが、リスクも炉についてはいろいろ経験がありますので、種々のリスク等かなりわかってきていると思いますが、再処理についてはまだ日本ではほとんど例がないので、その辺のリスクの管理をこれからやっていかななくてはならないと思います。そういうときに非常に大事なのは、リスクのいわゆるアイデンティフィケーションです。どんなリスクがあつてどのような影響を与えるのかと。またそのリスクの起因となる要因です。特に要因でも個別の要因だとか、複合的な要因とか、ひいては先ほどのプレゼンにもありましたように体制的な体質的な要因もあると思います。最初に取りかかるときに、どのようにそういうものを取り上げて、リスクというものを構築していくのがいいのかお聞きしたいと思いました。

○グラントン氏

非常にいい質問をありがとうございます。リスク管理、リスクについては、あらゆる産業、ハザードがある産業であれば活用することができます。まず出発点ですけれども、まずこの起因要素を特定しなければなりません。何が間違っただけで起きてしま得るのかということです。つまり、定義づけるべきメリットが何なのか。炉の場合ですとCDFと大規模早

期放出、LERFがありますが、では、どのような指標が再処理にはあるのでしょうか。例えば予想をしていない臨界といったような要素があると思いますが、それについてコンセンサスが得られているのかどうかを考えなければなりません。またそれらの事象の起因事象が何なのか。例えばロジックダイアグラムというものがありますが、それを使ってこの事象をスタートにして、そういう事象はどういう状態で起こり得るのかということを考えます。このようなことが同時に起きなければこの事象にはなりませんというようなことを見て、リバースエンジニアリングを使いまして、その事象の起因事象もしくは原因を考えていくことができます。それが出発点になるかと思います。PRAの中にはそういったようなことを定義づけている文書があり、またこの起因事象についてどのように特定していくのかを記載している文書があります。原子炉のほうでどうやったのかというところも記載されています。この性能指数というものを見ていくことが重要になってきます。ですが、ワーストケースを見ていくのではなくて、この施設の有効性を低下させてしまうもの、もしくは臨界等も含まれるかと思います。

○井上委員

ありがとうございました。私は今、原子力学会でシビアアクシデント対策ワーキンググループに参加しておりますので、ちょっとこの情報をそういうところに流して有効に活用させていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

○安井座長

ありがとうございました。

それでは次のご質問は三菱重工の佐治様からお願いします。

○佐治オブザーバー

はい。どうも興味深い発表をありがとうございました。私からの質問は3点ございます。1つ目は非常に技術的で、個人的興味でちょっとプレゼンの趣旨から外れてしまうかもしれませんが、STPのプラントは安全系が3トレーンあるということです。AOTはもしLCO、リミティング・コンディション・フォー・オペレーションを2トレーンオペラブルと設定すればAOTは無限にとれるはずですが、今のご発表だと、リスクを考慮してAOTを延長するということをやられているとのこと。ということは、2トレーンオペラブルというLCOはテックスペックで設定できなかったということではないかなと思うのですが、それはなぜなのかというのが知りたくて、それが1点目の質問です。

2点目は10CFR50.69のプログラムについてですが、あれはある意味定性的には

非常にわかりやすいのですが、実際にこのプログラムをインストールして活用するとなった場合には、例えば安全関連だが安全重要度は低いですよとかいうところを効率化して、本当に非安全関連だけれども安全上重要だというところに資源を投下して、全体として効率を上げながらプラントの安全性を向上するというようなことが実際にSTPで可能になったのか。それを定量的に示すことができたのかというところが2つ目の知りたいポイントです。

それから3つ目はイニシアチブ4B、5Bの導入ですけれども、これはAOTですかSTIをライセンシーのコントロール下に置くという意味では非常に大胆な変更だと思います。それを採用するに当たって、当然一般公衆とか、特に地元の方々にもそういうプログラムを適用していくということのご説明をなさったと思います。これはリスクの観点から説明していくとそれが結果的に安全性を向上させるというようなことは可能かもしれませんが、結構専門的な難しい説明になるかと思います。一般社会、特に立地地域の方々がどのような反応を示されたかが私の3点目の興味でございます。以上、よろしくお願いします。

○グラントン氏

まず1つ目ですが、STPの3系統の設備についてですが、この3系統はRCSのループにクロスタイされていない、ヘッダーでつながっていませんでした。従って、単一故障の判断基準の視点から、1系統補修とする、故障とすると、SMART LOCAというものが発生して、運転をしている残りの1系統から故障したループに注入することになりますので、STPとしては安全系が3系統あるテックスpekではなくて、2系統あるテックスpekということになりました。これを是正したくてリスク管理テックスpekに入っていました。つまり3系統ある、運転可能である、そして1系統がなければこういったことをする。2系統が供用外であればこういったことをしなければならないということで、テックスpekの中に文章を足しまして、例えば機器を72時間以内に運転可能にする、もしくはこの構成リスク管理プログラムの規定を遵守すると書きました。つまり運転がリスク管理プロセスのほうに入っていくわけです。このような許認可と設計の統合が十分に早期にできなかったので、3つ目の安全系統のメリットを十分に活用することができなかったのです。

もし質問のところでスキップしているところがあれば言っていたきたいのですが、50.69についてですが、実際にSTPで実施されました。幾つか例を挙げますと、もっと

たくさんありますが、1つは調達についてです。安全系の機器と同じ材質、同じ設計、全く同等品で非安全系のものがあり、かなりコストを低減することができるなら、これを安全系に使えることになります。部品枯渇、もしくは製造中止に対しても使えます。安全系のものはマーケットがそれほどありませんので、製造中止や部品枯渇の対応で使うこともできます。またレコーダーですね。横河レコーダーというのがありますが、100台を買ってしまうとかなり高いのですが、非安全グレードのものを買ってそれを使うということもできます。そうするとコストをかなり低下することができます。

また電動弁のキーウェイをきちんと取りつけていなかったため、電動弁で故障がありました。キーウェイの取り付けには多数の電動弁で同じ保守手順が使われていました。規制に対して、リスクが高く即時に点検をすべきものは20個あり、それ以外の300個は通常の計画内でやっていくと伝えました。これがまたリスクの評価の一部になります。またリスク重要度の故障モードというところにも入ってきます。

格納容器の隔離弁の例では、これは圧力がかかると閉になるという性質、機能がありますが、リスクの重要度としては、この連動駆動機ではなくて弁が重要なわけです。ですので、弁が安全状態にあるのかを確認をし、モータは別に保守点検をすることができます。このメリットはリスクが高い機器については本当に大きな違いが出てきます。例えばその機器信頼性クロックリセットのパフォーマンス・インジケータを見たときに、やはり高い、もしくは中レベルのリスクの機器をベースに時間、期間が決まってきますので。それで2つ目の答えになっているといいのですが。

3つ目のサーベイランス試験間隔について、放射線被ばくをしてしまう場合もありますが、それを過去500回やって500回合格している場合もあります。規制側から、何か免除になるようにリスクを活用しているのではないかとよく言われるのですが、計器の空気圧縮機については安全上重要であるということで点検をより強化した部分があります。電力としてはサーベイランス試験に年間10万時間以上をかける場合があります。経験上多くのものが試験に合格します。サーベイランスをオーナーコントロールにすれば両方の変更があります。機器について、一部はもっと頻度を上げて点検や試験をしていかなければならないものもあり、うまく運転をしていけばその期間、頻度延長もできます。また、一般公衆のアクセプタンス、パブリック・アクセプタンスという考え方ですけれども、これはアメリカの場合、規制当局側からの承認になります。もちろん一般公衆の方々が承認のプロセスでかかわる部分もあるのですが、1回承認されれば許認可の変更がされたとい



うことでそのまま回していくことになります。こういったものについては、サウス・テキサス・プロジェクトでは何回かやっていますが、保守側としてはバックログで作業をしていきながらやりますが、またよく指摘をされるのは、スタッフ、人員削減のためにやっているのではないかと指摘されることもあります。ですが、そうではありません。このリスク評価によって人員削減をしたという実績はありません。ですが非常に重要なポイントをつかれていると思います。というのも一般の人たちが、これがそういうリスクがあり得ると考えると、それは大きなコストを伴うリスクになりますので、コミュニケーションを十分に図っていく必要があります。

こういったアプリケーションは1つの例でしかありません。安全に対してメリットが高いのは、このリスクの重要度の分類をするということだと思います。オンラインメンテナンス、それからリスクベースのテックスpekというのは安全の改善ですよね。設備の問題で少し時間があれば修理できるなら、プラントを停止すべきではないのです。今ので、3つ質問いただきましたけれども、お答えになっていればと思います。

○佐治オブザーバー

ありがとうございます。最後の質問に対してなんですけれども、それで安全性が向上するということを説明するに当たって、このリスクの概念というのをを使って、専門家はもちろん理解できますが、一般公衆がそれでライセンシー・コントロールにAOTやSTIを置いたとしても、それが勝手に自由に運用されるというか、事業者の都合のいいように運用されてしまうのではなくて、ちゃんとそれが安全性の向上につながるということを理解できるのかが私の疑問でした。それに対して何らかやりとりがあったのかというのがお伺いしたかったところです。

○グラントン氏

そうですね。そういったものには関与してきません。確かに誤解は生まれるでしょう。このSTI、この定検時間にしても、このサーベイランス試験の間隔についても誤解はあると思います。NASAのスペースシャトルだって誤解を生みました。ただ、これ重要な部分で、ただこの部分は一般公衆とのインタラクションは特にありません。承認をするという段階では一般公衆を集めての集会も行われています。

地元のコミュニティが承認する権限を持っているということは日本とアメリカで大分違う部分です。これは社会によって違うということだと思います。

○安井座長

守屋様。準備がよろしければ。

○守屋オブザーバー

どうも精力的なプレゼンテーションをありがとうございました。非常にPRAを単なる評価だけではなくて、それを実際に現場にまで浸透、実行させるということが大変よく理解できました。

お聞きしたいのは、今回のPRAの活用の主体がインターナルイベントというか、機器の多重故障みたいなことに対して、メンテナンスも含めたトレードオフをいかにうまくやってきたのかというご説明だったと思いますが、いわゆるリスクとして、エクスターナルイベントというか、地震、津波、テロのようなものに対するPRAの有効性についてのちょっとご意見をいただきたい。特に、一たび、設計の想定を超えた瞬間に、エクスターナルなイベントの場合はほとんど共通原因故障で、全機能が喪失してしまうというような事態を招くときに、ここにPRAをベースにして、実際我々も地震PRAだとか、津波PRAだとか、そういう評価は勉強していろいろやってはいますが、これの評価から実際のインプリメンテーションにまで持っていくときに、どういうことを考えていかなければいけないのか。どうすればいいのだというところについてご意見を伺いたい。

○グラントン氏

いい質問をいただきました。これは一般公衆に対して、リスクマネジメントでこういうことをやっているという情報を与えるのはいいと思います。デザイン越えのことも検討している、そして規制当局の要請以上のものを考えているということは前向きなメッセージだと思います。それ以外にちょっと柔軟な部分もあると思いますが、前の方の質問に戻りますと、リスクマネジメント全体を見ていかなければいけない、全体として何をやろうとしているのかというのかということです。この質問を受けて思うのは、地震が起こった、津波が起こった。その条件付炉心損傷確率は何なのかということです。どういう事象が起こったときに、どういう機器が失われる可能性があるかということだと思います。条件付きの確率を考えてもいいわけです。この機器がなくなった場合に、炉心損傷の確率はどうなるのかということです。そしてPRAに対して、こういう質問をしてみたらいいと思います。PRAはそういったシステム間の依存関係について、きちんとした分析をやっていて、何が何に依存しているかというような関係についてよく理解していますので、それはチャンスとして規制に対しても、電力に対しても、一般公衆に対してもきちんとかいいう事象について評価をしたということを示すチャンスです。この条件付きの確率はかなり高

くて、マネジメントの期待を満足することはできなかった。だから新しいこういった手順を入れた、こういう措置をとった、設備を入れた、こういった条件、こういった非常に大きな津波もしくは地震が起こったときには違うメカニズムがあつて、そういった事象が起こったときにはこうしますというのは前向きなことだと思います。一般公衆にもわかりやすいでしょう。特定して追加措置をとったわけです。こういうリスクがあるかもしれないということを考慮したというのはプラスのメッセージだと思います。サーベイランス試験の間隔については延長しているかもしれません。しかし、こういったイベントが起こったときに、何をするか。それ以外の事象が起こったときにどうするのかという全体の中で見ると、位置づけるということになります。

これを全体的に見てみますと、この条件付きの確率、例えばSBOが起こったときに、全交流電源喪失のときにどうなるか。これは違う外的な事象の場合にはもっと大変なことになるのか。こういう地震のときのほうがもっと条件が悪い状況になる。どういうことを予見すればいいか。もう1つ、電源が必要なのか。PRAの中にそれを落とし込むことができればそのワーストケースの状況を考えるだけではなくて、それ以外のケースも考えていかなければいけないわけですので、これは結構なことです。例えばその洪水とかそれ以外の外的な事象に関しても、どういうダメージがあり得るか。どういう措置が考えてあるかということを考えていけるわけです。リスク分析を見れば、シンプルな解によって、かなりこの炉心損傷の頻度を削減することができると思います。壊滅的な事象を削減することができると思います。きちんとした手続、手順書をつくれれば効果があると思います。人間に依存して、ヒーローを待っているということではなくて、これは手順の中に落とし込んでいくことが重要だと思います。例えば、水源をほかのところからとって、丘の上にポンプを設置して、そこのポンプから水を供給できるというようなこと。それは小さなことだけどインパクトがありますよね。ですからPRAはそういうところで支援ができる。大きなシステムとか、大きなストラクチャーをつくらなくても、こういったことが必要だということが特定できてシンプルな変更を提案することができるかもしれない。みずからこういうレベルの津波だったらどうするか。こういうレベルだったらどうかという質問をし続ける。だから何十万もシミュレーションをしてみて、こういう津波の場合には可能性は非常に低いかもしれないけれども、もしあったらどうするか。シンプルな解があるかもしれない。

○守屋オブザーバー

多分おっしゃられていることは、広い意味でのPRA的なことだと思いますが、つまり起因事象は確率的なものかもしれませんが、その後の起こる事象というのはほぼ決定的に最悪な場合は決まってしまうので、そのときに一体何をすべきといった、プロシーチャーをちゃんとつくっておくとかそういうことが大切になってきますと、そこにはもう古典的な意味での、いわゆる確率を重ねた評価というよりは、ある種もうデターミニスティックにこういうことをすべきだとか、こういう対策をとるべきだというような考え方になってしまうのではないのかと思いますが、そういう理解でよろしいでしょうか。

○グラントン氏

部分的にはそういうことだと思います。さまざまなシナリオが考えられると思います。ほんとうに確率が低い事象があって、それらの1つ1つに関して設計をするのが合理的なことではないと思います。リスクはなくなる、リスクというものがなくなると、その解が間違ってしまうと、確率が高くなると思います。ですからそのリスク分析することによって、どういうリスクの確率が高いかということだと思います。その後、決定論的に行くのだと思います。絶対にこれはあまり起こらない、非常に起こりにくいというものがあると思いますが、リスクという、どのぐらい起こり得るか、それからそういったことが起こった場合にどういう結果になるかを合わせたものがリスクです。ですからもしかすると頻度は低いかもしれないけれども、その結果として大変な過酷なことになるということになると。もしくはその逆の場合もありますよね。そういうリスク分析することによって、少し知見が生まれるということです。すなわち、人間が考える全ての事象に関して緩和策をとることはできないけれども、こういった部分に関しては緩和策をとったよと。ワーストケースはどうするか。決定論的なデザインベースはワーストケースをまず考えてやってきました。ワーストケースというのは、起こっているのではなくて、それ以外のケースが起こっているわけです。その中にはリスクということは検討されていない。ここで教訓を学んでいると思いますが、デザインベースとか保安規定、テックスペックを見たからといって安全が確保できるわけではない。その規制当局は満足するかもしれないけれども、当事者、アセットを所有しているのは電力です。従って、おっしゃっていた結論、確かに決定論的な分析が入っている部分があると思います。それによって、このイベントについての緩和措置はどうなのかと。津波を防ぐことはできないけれども、緩和することはできるというような考え方は出てくると思います。

ただ、やっぱりリミットはある。どこかの時点で一線を引かなければいけないというこ

とです。ワーストケースイベントを幾ら考えたところで、このようなよりひどいことがあるというのは言い続けられます。だから、そういったわなにはまってしまう。決定論だけで考えていると問題を解決できないというのは、もっと最悪のシナリオというのが常に考えられるからです。ですからこのリスクを考慮したG S I - 1 9 1を行ったわけです。とにかく保守的に行うと、わなにはまってしまって決してそこから脱することができないということにもなります。

○安井座長

ありがとうございました。それでは、桐本委員、お願いいたします。

○桐本委員

ありがとうございました。日本ではP R Aの話は数字がどうこうという話に陥りがちですが、このプレゼンテーションで感じるのは、現実の我々の問題は何なのかと。一番重要な部分は何で、直さなければならないのかといったところを知るために何をすべきということでP R Aが非常に使われているということであり、数字のみの話ではないとわかりました。

それで、1 5ページの、ユニットのリスクプロファイルが毎日出ているのは、大事なことだと思ひまして、先ほども、一般公衆に対してのリスクコミュニケーションのような話もあると思いますが、安全を一般公衆に対して説明をアメリカでしているのは規制当局であり、発電所ではないというのが基本的な立場と思います。説明としては。ただ、守るのは発電所でなくてはならないと。そのときに彼らがまず外に対してコミュニケーションをとるための材料をつくるためには、中でリスクというものの知識に対してのコミュニケーションをとっていなければいけないということが大事であるということ、このリスクプロファイルの資料から見られるのではないかと思います。

そして、S T Pで行ったときにも、P R Aが専門ではない職員が、こういったプロファイルのようなものを出したときに、一体これは何かといったコミュニケーションの場合など、時間のトラブルではないですが、その間の意思疎通のための手段や、あとはその理解のための工夫や、逆にこれが浸透していくことで、リスクのチームに対して現場から、データはこのように変えていかなければならないという示唆は、具体的に何か例があったら教えていただければと思います。

○グラントン氏

あまりここには時間を割きませんでした。しかし、確かにこちらの1枚は1つのプロセ

スです。これは作業管理計画と運転側で使っているプロセスになります。さまざまなプラントスタッフは補修の作業員であったり、もしくは会計をやったり、もしくは給料の管理をしている人たちで、技術屋さんではない人も多くいます。ですが、この情報、そしてもう1つ絵がありましたね。次のスライドでしょうか。こちらの図は、サイトの全員が見ることができます。会社のウェブサイト、イントラネットのほうに入っています。この安全パフォーマンスの目標がこれについても設定されています。ですので、そのプラントの所員もある意味一般の人でもあるわけですので、こういったコミュニケーションのツールもあります。

たくさんの情報がここには盛り込まれています。マネージャとしては、例えばこの線の下にあるから大丈夫と言えるかもしれませんが、こちらBOPですとか発電リスクプロファイル、また時間でトリップが多いというところがありまして、リスクが高まっている時間もあります。これがまさにリスク管理のエッセンスになります。これを理解して、マネージャとして目標日にはこのCDFのプロファイルが高まっている、CDFについてもリスクが高まっている、これを見て具体的にこれは計装管理なのか、電気なのか、どこのグループが同時にここで作業をしているのかを見ていくことができます。ここがまさにほんとうに組織に落とし込まれているという部分になります。これはこの計装管理の人たちであることがわかれば、リスクが高い時間であればどういう追加的な安全措置があるのかどうか、もしくは機械保守かもしれません。こういった方たちも非常に優秀ですので、それぞれの分野でどういうことが必要なかがわかります。ですが、このリスクが高くなっているということは、実際に可視化できなければわからないわけです。ですので、これはほんとうに大きな安全上のメリットであります。規制もこれを見て、米国では規制側にはこれは見てほしくないと思うかもしれないですけども、日本であればもしかしたら規制側にこれを見せて、こういうふうに管理をしていますと示す。もしくは一般公衆の方々にもお見せして、こういうふうに管理をしている、もちろんそのタイミングや、やり方というものも工夫しなければならないかもしれませんが、こちら計画と計画外のものが入っています。実際のリスクプロファイルを見て、計画としてはこういう作業が入っていたが、実際にはどうなっていたかというものもあります。これに対する図で、ここが閾値に対してどうなっているかと書いてありますが、もう1枚のスライドのほうには点線も入っています。ここには実際のリスクがどうだったのか、実績値が書いてあります。それがあまりにもかけ離れていれば、これをコンディションレポートとして登録していきます。これが1つの

コミュニケーションツールになります。これは直接PRAのアップデートにもインプットとしてなります。これは機能外、機器、そして期間も書いてあります。これは作業管理計画グループで見えていまして、PRAは全く行っていません。STPのほうでは少なくともPRAの人たちがこれをつくるわけではありません。これは、非常に重要な部分です。その理由は、オーナーシップを実際に使う組織、分野に伝えていく必要があるためです。PRAの人たちが行っても意味がなく、やはり作業管理計画、運転部門が行って初めて意味があります。やはりこれが1つのツールになり、また機器のリスク重要度分類も1つのツールになりまして、いろいろな人たちがこれを理解することによって、草の根運動といえるでしょうか、いろいろな取り組みが出てくるわけです。

○安井座長

ありがとうございました。山口委員も立っていますが、ややツレートと言いたところなのですが。先にお2人のプレゼンをやらせていただいてよろしいですか。すみません。

それではグラントンさんからのプレゼン及び質疑応答は以上で一旦切りますが、後ほどまだグラントンさんお残りいただけると伺っておりますので、もし何かございましたら、後でお願いしたいと思います。

それでは、予定されております次に参りたいと思いますが、古田委員からのプレゼンをいただきたいと思います。多分今日も少し遅れて延長になりそうではありますが、できましたら15分ぐらいでお願いをしたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

○古田委員

東京大学の古田でございます。今日はレジリエンス工学についてのお話をさせていただきたいと思います。次、お願いします。

レジリエンスという概念が出てきた背景を重点的にお話ししたいのですが、まずこれ、安全の問題というのはどう捉えられてきたかというものの変遷を示した絵です。そして、最初は技術の時代ということで、技術、機械装置の物理化学に対する理解が不十分で、機械装置がトラブルの原因であると。そういった時代がまずありました。これは、物理化学についての理解が深まれば、だんだん解決してくる。次に来たのが、機械装置がまともでも人間のオペレーターとかユーザーがエラーを犯すと。これは技術と人間の認知とのミスマッチが原因で、これはヒューマンインターフェイスですとか、ヒューマンマシーンシステムとかについて対策がとられることによって解決していく。次に来たのが人間個人ではなくて、組織とか組織と組織の関係性で判断ミスをする。あるいは違反をやらかすと

いう時代が来ました。これについてもいろいろと組織事項に関する対策がいろいろとられる。これは解決したわけではございませんが、それで次に来たのが9・11、3・11を踏まえて、想定範囲を超えてしまったときについても何か考えなければいけないという時代に突入してきたというのがこれでございます。次、お願いします。

私、ヒューマンファクターの人間ですので、ヒューマンファクターの方面で、このレジリエンスという考え方がどうして出てきたのかと、少し歴史的なところをお話しします。

人間信頼性解析はPRAで人間のヒューマン・エラー・プロバビリティーをはじくという作業ですけれども、最初は第1世代ということで、人間を機械装置のように考えて、それでその機械装置の故障のようにエラー率をはじくという手法がまず開発された。これ第1世代であります。しかし、これだとなかなかうまく捉え切れない。例えばエラー・オブ・コミッションというようなもの、確信的にエラーを起こすような現象が捉えられないということで、第2世代。この第2世代になって、人間の行動決定のメカニズム、認知モデルというのが考えられるようになった。次、お願いします。

最初はこの機械装置のアナロジーで、このバイナリーロジックでそのヒューマンパフォーマンスを基本的なタスクに分解して、それを組み上げると。線形に分解して、それで組み上げるというやり方が使われました。次、お願いします。

次に、それじゃあだめだということで、この認知メカニズムです。人間、頭の中でどう考えるかというこれを考えるようになりました。それで、しかもこの認知メカニズム、ここがうまく動かないというよりは、これが動く環境、状況。英語でコンテキストですが、状況が非常に不利な状況がこれに作用すると人間はエラーを犯すということで、過誤強制情況、エラー・フォーシング・コンテキストというのですが、これはこういう状況が起これるとどんな人でもエラーを犯してしまうという考え方をするようになりました。このあたりから事故の疫学モデルというのが入ってきます。次、お願いします。

次に出てきたのが、組織事故の話でありまして、これは組織の内部に潜むそういう欠陥が知らず知らずのうちに大きくなって、事故になって、当事者の外の世界にまで迷惑をかけるという事故ですが、その考え方で出てきたのが、スイスチーズモデル。ジェームズ・リーズンのスイスチーズモデルということで、この深層防護のバリアに穴があいていくという説明をするようになりました。これは疫学モデルの典型ですけれども、こういう考え方でだんだん見方が変わってきたわけです。次、お願いします。

この組織事故みたいなものをどうやって防ぐかという話で出てきた話が、高信頼性組織



の話で、これは過酷な条件下でもパフォーマンスが非常にいい組織がある。何でそうなのかということについて、UCバークレーで研究が進みまして、大体そういう組織に共通に見られる特徴として、こういう高いマインドと言っていますけれども、こういった特徴があるというのがわかる。失敗に対する予見的関心とか、安易な単純化を許さないとか、現場業務、現場重視ですね。それからここでレジリエンスという言葉が出るんですが、ここで使っているのは主に適応力みたいなものです。それから信頼性に対する敬意。こういった共通の特徴が見られるということから、組織事故に対する対策が考えられるようになりました。次、お願いします。

それで、こういうふうに変わってきたんですけども、実は2000年ごろから、1990年ぐらいから第2世代HRAというのが開発されてきましたが、2000年ごろからどうもなかなかそのエクステンションでやっても何となく捉え切れないところがあるという雰囲気が、ヒューマンファクターあるいはシステム安全の専門家の間で広がってきた。これは私が2001年ですから、JCO臨界事故の後に、原子力学会のシンポジウムか何かで使ったやつを引っ張り出してきましたが、不安全事故をカテゴリー1、2、3にします。1というのは比較的頻度が高くて、労働災害ですとか、単発的な故障みたいなやつですね。そういう限定された事象。それに対してカテゴリー3というのは設計基準事象みたいなもので、どっかんとやると非常に被害が大きいのですが、発生確率は極めて低いだろうと。これの延長で組織事故みたいなものがカバーできるかということでトライしてきたわけですが、どうも違うのではないかとといった感じで、カテゴリー2というのをここに。少し時間ありませんので、詳しい説明はできませんが、カテゴリー2は一応、生起確率は極めて低いとありますが、これは個々のシナリオで起こる確率は低いですが、これを分析するときによく崩落という考え方をやりますが、そういったものが使えないのではないかと感じました。次、お願いします。

これは続きですが、ここで、今でこそ対策としてレジリエンスの考え方がここに有効なのではないかといった、今にして思えばそういった感じになります。こういうふうに従来型のやり方ではどうも捉え切れないようなところがあるのではないかというところが、大体JCOのあたりからです。何となくそういう雰囲気になってきました。次、お願いします。

レジリエンスという考え方ですが、もともとは生態系。例えば東京湾で開発が進んで環境が変わって、川の流れが変わったとか、川から降り注ぐその成分が変わってきたとかい

うときに、レジリエンスの低い場合ですと、ある生物種が絶滅してしまう。でもレジリエンスが高ければ絶滅にまで至らなくて、新しい安定状態に陥ると。そういうような話をするときに、レジリエンスという言葉を使う。ホリングとしては73年、こんな定義で使っています。これを防災工学とか地震工学でこのタームを流用したと。それでその世界では外乱に対して機能を維持しながら効率的に回復できるシステムの弾力的な性質。弾力性、回復力やしなやかさです。英語で言うとバウンス・バックといった言葉で表現されますが。そういう文脈で使うようになりました。中身を分解すると、この地震工学の皆さんはロバストネスとかレスポンスネスとか、リカバリーとかこういう要因で記述しています。次、お願いします。

このようによく地震工学の中でレジリエンスを説明するときに出てくるレジリエンストライアングルというものですが、機能、ファンクショナリティーがここにありまして、ここで何かどっかんと地震でも何でも災害が起きます。クライシスが来ます。そのときにこの機能がどんと落っこちます。落っこちて、今までのリライアビリティとかセーフティをどれだけ少なくするかという話を事前に準備してするかという話をしていたのですが、レジリエンスの場合はこれがどのぐらい早く戻るかという話です。レジリエンスの低いシステムだとなかなか戻らないのですが、レジリエンスの高いシステムだと比較的早期に戻るということで、この部分の面積を計算すればその指標になるのではないかという話です。次、お願いします。

それで、こういった言葉で、レジリエンスはいろいろな分野で使われていまして、地震工学でも使われていますし、それから精神分析の世界でもレジリエンス。何でPTSDにすぐなる人とならない人がいるのかという話にも使われていまして、それからビジネス・コンティニュイティ・プランです。BCPの話でもレジリエンスは使われていまして、いろいろなところで使われます。技術社会的文脈でのレジリエンスということで、これは2000年ごろから結局システム安全を考えると、まずHRA手法をいろいろ頑張ってきたのですが、行き詰まって、どうも違うのではないかという雰囲気が。それからそのころ複雑系の研究が進みまして、創発、エマージェンスなど、それから非線形系におけるカオス現象、それからネットワークシステム、それから経済。ファイナンスとかマーケットのメカニズムの世界では経済物理といった分野が発達してきた。そこから複雑系の非線形系現象の研究が進んできた。それで技術社会システムというのは非線形。線形ではないだろうということで、システム論的観点からのレジリエンスということで、このよう

な定義です。変化や擾乱に対して、どれだけ機能を調整して維持するかという能力。そういった能力だと定義されるようになってきました。次、お願いします。

それで、これが1つの考え方で、機能共鳴モデルといいます。事故はどうやって起こるかという、結局複雑システムになると絶えず個々の機能は変動していると。この変動はとめられない。絶対にとめられない。とめてしまう、こういったものをエリミネートするというのが従来の安全・信頼性の考え方ですが、これはもう複雑系になればこういったものはもう必然的でとめられないと。そのときに非線形系の場合は共鳴現象のようなものが起こる。共鳴現象のようなものが起こって、起こったときにこれが安全限界を超えてしまうとここで事故のようなものが起こるわけです。こういう原理で、実はヒューマンとかそれからオーガニゼーションの振る舞いも含めてこういったことが起こっているのだらうと。これを防ぐには、この共鳴現象が起らないように監視して、このシステムの機能の揺らぎをうまくダンピングしてやるということではいかうまいけないのではないかと。そういった考え方です。これはエリック・ホルナゲルという人が言っているFRAMという機能共鳴。Functional Resonance Modelというものです。こういった感じで共鳴ですとか、引き込み現象。これは脳神経系の機能なんかでも引き込み現象というので非線形系であります。そういったものと同じようなものなのではないかといったことです。次、お願いします。

それでじゃあこういったレジリエンスを測定して、そういったレゾナンスも起らないようにするにはどうすればいいのかということで、レジリエンスをどうはかればいいのか。あるいはレジリエンスとは何かということですが、特徴的要因ということで、こんな4つの指標が提案されていまして、これは位相空間の中でシステムの振る舞いを1点であらわす。ここで今このシステムが動いています。温度でも圧力でも何でもいいのですが、そういう空間をとりまして、これは絶えず揺らいでいる。先ほど言いましたように揺らいでいます。安全限界、セーフティーバウンダリーがこうあって、これを外れてしまうと何かまずいことが起こる。普通は余裕を持って動作点を決めるわけです。これ揺らいでいますから、踏み外さないように余裕を持って、動作点を決めるのが設計。これは安全余裕。従来の安全設計ではこういうやり方がまずはとられると。それから緩衝力というのは、外乱が入ったときに、例えばバウンダリーが押し込まれる、あるいはこの点がずれる。それに対してどのぐらい抵抗力を発揮するかという話で、押し返すかということですね。これが緩衝力といいます。これがさっきのレジリエンストライアングルなんかはこれに関係してい

るのだろうと。それから許容度というのがありまして、これはバウンダリーが踏み外したときに、すぐにこの機能がどーんとゼロになってしまうか、あるいはしばらくはだらだらともつのかという話です。もちろんどーんとなってしまうのは、これレジリエンスがない。それに対してだらだと落ちていくのはレジリエンスがある。これはソフトウェアなどの機能でよく言われる、グレースフル・デグラデーションと言われますが、そういう性質です。それから柔軟性。これは関係変化があったときに、内部の構造を変えてしまって、例えば安全限界がより外側に行く。より強くなる。こういった適応力です。中の再組織化してしまって、それでより強くなっていくといった能力です。人間の場合は学習とか適応とかそういった能力がありますから、組織もそうですが、それによって改良されていく。技術もそういうところがありますが、そういった能力のことをいいます。こういうようなレジリエンスというのは、中身があるのではないかということ是被言われています。次、お願いします。

そして、原子力でどのような対応になっているか。この安全余裕は比較的に従来型の安全性、信頼性の設計です。伝統的な、安全余裕を持って設計すると。そして、どのぐらいの確率で踏み外すかといったことに関しては、データをとって理論的にモデルをつくって計算すれば、予測ができるといった世界です。深層防護や、冗長性とかフェール・セーフ、フルプルーフやリスクインフォームドのマネジメントとかそういうものはこういったところ。緩衝力はどのぐらいはね返すかという話ですが、原子力の防災、復旧の工事、除染や賠償です。これは1回だめになったやつをどれだけスピーディーにもとに戻せるかという能力に対応します。それから許容度は、外れてしまったときにどのぐらいまだ頑張れるかという話で、いきなりゼロになってしまわない。設計基準を超える安全余裕。これは日本の場合、よく設計基準を超えてすごく安全余裕をとるというのが何か習慣化していますが、あれはこちらというよりは多分こちらだろうと。それからアクシデントマネジメントもこちらでしょうと。設計基準を超えるようなときに、もう何とかなる。それから原子力防災も両方入れましたけれども、物によってこちらに属するものもこちらに属するものもある。柔軟性については、これ適応するということですので、インシデントマネジメントだとか、これは事故故障報告みたいなやつですね。教訓活用みたいな話です。それからリビングPSAとか、それから技術的なバックフィットを行い、それから組織とか制度の改変。何か会社の組織を大幅に変えるなど、そういった話ですね。前よりもより賢く強くなるといった話です。次、お願いします。

まとめますと、従来は設計基準とは非常に大きくて、設計基準を設定して、それをクリアするように物事を設計すると。そういったやり方。そして、超えてしまったときのことは比較的あまり考えないという。少し日本、言霊の世界がありまして、これを英語に訳すのは大変です。あまり設計基準を超えてしまうことについては言わない。少なくともエンジニアリングの範囲では言わない。超える状況が起こる確率の推定というのは、経験的に、あるいは理論的にこれは可能であるということで、これはリスクを見ながらこういう設計をやるのだと。どこに設計基準を設けるか、100年に1度に耐えるのか、1000年に1度に耐えるのかという議論ですが、それは本来、技術的に決着がつく問題じゃなくて、政治と経済で決まる話で、これは社会的コンセンサスで本来決めるものですが、ここがなかなか理解されていない。専門家側も非専門家側もこの本質を理解されていないところがあるのではないかとといった感じがします。次、お願いします。

以上、まとめますと、従来のリスクマネジメントの考え方でどうにも対処できなくなるような問題。福島なんかそういった問題だと思います。そういった場合、システミックモデル、そして、組織事故のようなものについては、なかなかこれといった対処法がない。そういった問題について、新しいアプローチというのが多分必要だろうと。従来型の工学設計をさらに超えるようなアプローチが必要だろうという感じがします。それで、それに対してはこういった複雑系における事故のシステミックモデル、あるいはレジリエンス工学という考え方がこれから参考になり、そういった考え方に従った何か研究開発を進める必要があるのではないかとというのが今日の言いたいことでございます。以上でございます。

○安井座長

ありがとうございました。

それでは、プレゼンとしては最後でございますが、尾本委員からプレゼンテーションをいただきたいと思います。よろしくお願い申し上げます。

○尾本委員

私は、「原子力産業界のリスク管理に期待すること」というタイトルで、9項目ぐらいにわたって話をしようと思います。

根底にある認識は、意思決定の重要性ということです。リスクをできるだけ、例えばPRAを使って定量的に把握して、それに基づいた意思決定がされるのが重要だという事は疑いのないところですが、実際の意思決定は特に不確かさが大きい領域ではそうだと思いますが、その組織の持つ風土・文化・姿勢といったものに左右されるところがあると思

ます。

組織等の風土・文化に関する議論をするということで、福島事故はユニークな背景、すなわち特殊な文化と自然環境によるものだとする海外の一部風潮を肯定するものでは決してありません。海外に行きますとよく、黒川プレフェースを読めば事故の全てがわかるということをする原子力の専門家がいて、私は驚いているのですが、私の見方は組織等の風土・文化に関する議論をすることで組織の持つ特性とかバイアスを理解することで、よりよい意思決定につながる、そういうことができるのではないかというのが背景にあるわけです。

スライドの3ページを見ていただきますと、最初の項目ですが、批判的な思考。おそらく国民の特性として、日本の場合には「集団への帰属」、「集団思考」に陥りがちで、また一方、形式にこだわって目的の全体像を見逃すということがあるのではないかと思います。これについては、参考1で私の考察をいろいろと書いております。参考1をごく簡単に話をします。なぜこういう議論をしているかという点ですが、参考1のスライド2を見ていただきますと、TMI事故の7カ月後に出た『ケメニー・レポート』にWARNINGという項目があり、2つ目のフレーズに書いてありますけれども、「No amount of technical “fixes” will cure this underlying problem.」ということを書いています、非常にまともな議論だと思っています。

その次のページに参りますと、ナショナルカルチャーの影響ということで、これは事故後わりと早いうちに元NRCの委員長でしたデール・クラインが日本の文化と欧米のセーフティーカルチャーについて、『リボン・フォーラム』に記事を書いています。その後、2012年には黒川プレフェースが出ています。それ以降のスライドでは、福島事故を深層防護の劣化という観点でどんなふうに捉えることができるかというのと、それから関連する組織安全文化について議論をしています。

もとに戻りまして、3ページの批判的な思考というところに関係する項目は、添付資料1でいいますと、添付1の17番目のスライドにあるコレクティズムとか、クリティカル・リフレクティブ・シンキングとかといったことが関係すると思います。

よくこの議論の中で、異なった意見、あるいは批判的な意見を持った人をグループに入れて議論をすればいいんだというお話がありますが、僕はそれだけの問題ではなくて、個々人が批判的な思考を持つことが非常に重要だと思っています。これは安全文化にいる、いわゆるクエスチョニング・アティテュードということにつながっているわけですが、ここ

は疑問を提示しなかった問題も問うことが重要な場合もあると考えております。NRCは安全文化の特性を9項目について書いていますが、それと国内のある電力の安全文化の特性を比べてみると、いささか違いがある。おおむね合っているのです。それはどこにあるかというと、エンバイロメント・フォー・レイジング・コンサーンズというのがNRCにはありますけれども、日本にはこの項目がないということです。これは非常におもしろいことだと私は思っております。また、いろいろな専門分野にまたがる自然現象のような不確かさが非常に大きい問題については、かような批判的な議論が専門分野を超えてなされなければいけないのは当然で、この点で福島事故を見ますと、2002年の土木学会のガイドの持つ暗黙の仮定、あるいは明示されていない仮定について、十分な批判的な議論がされていなかったと思います。それからこれは古田先生の言われたこととかなり近いところだと思いますが、一番最後のビュレットにあります。設計想定を超えることについての議論です。そういうときに何がクリフエッジになるか、どのようにしてクリフエッジまでの距離を増すことができるかの検討を通じて、不測事態への備えが強化できるのではないかと思います。

そして2番目はシステム的な思考。我が国の原子力産業界は非常にコンポーネントの信頼性重視、いい品質のものをつくりましょうという考えが強く、よい成果を生み出していると思いますが、一方でシステム的な思考が弱いという側面があるのではないかと思います。福島事故に鑑みた例を書いておりますが、時間の関係で省略したいと思います。求められるのは設計ベースを超えて発生し得る事態についての残余のリスクの存在を、これは古田先生の話とダブるところがありますが、そういったことを意識して、システム全体の安全を確保すべくレジリエンスを構築することが重要であると考えております。ここにknown unknownsとかunknown unknownsとか書いてありますが、PSAは基本的にknown unknownsを扱っています。しかし実際には我々のまだ知らないunknown unknownsもあるということも考えておく必要があると思います。

それから3番目はインテリジェントユーザーになるということ。設置者がインテリジェントユーザーになることが非常に重要だと思っております。自社プラントの設計の理解と脆弱な点を把握するということは安全確保の基礎であると思います。そのために知識と深い洞察力を有するスタッフの厚みを増して、体系的な知識管理を行うことが重要であると思います。その設計ベースに関する知識は「こう設計されている」ということだけではなくて、「なぜそういう設計になっているのか」、それからその設計のベースを構成する安

全基準、規格基準の背景にある考え方といったものも含めた幅広いものを含むべきと考えております。この点については、専門に扱う部署があればいいというわけではないので、組織のナレッジカルチャーというものが要るようだという人もいます。翻って日本について見ますと、日本の設置者はメーカーへの依存度が海外の電力に比べて非常に強いと思います。そういう中で、例えばINSAG-19に言っているようなデザインオーソリティーの役割を果たすのは一体どこなのか。そしてマネジメントがその重要性を認識しているのかという問題があります。デザインオーソリティーの責任部門は許認可ベースとシステム設計をよく理解していて、その保修部門の設備管理台帳に限定しない活動が重要だと思います。

6 ページ目はINSAG-19。これは皆さんご存じのところだと思いますが、プラントが運転を開始したら、デザインオーソリティーはユーザーに行くということをはっきり言っております。

7 ページに参りまして、この今のインテリジェントユーザーに関係する、もう少し普遍した議論を行っております。これは一番最後のところだけを説明しようと思いますが、インテリジェントユーザーとしてどこまでの深さが設計関係で求められるかは議論のあるところだと思います。INSAG-19でも個別分野の委託について触れております。将来は航空のデザインオーソリティーのあり方についても参考にした議論が必要だと思います。

という点で添付資料の2をちょっとだけ見ていただきたいのですが、添付資料の2は航空の分野から学ぶというので、これは私が今月の初めに、IAEAのナレッジマネジメントの会議で話しました内容の一部を持ってきたのですが、3 ページ、4 ページに非常に凝縮した形で書いていますけれども、航空の分野と原子力の場合とでは非常に大きな違いがあって、一言でいえば標準化とかそれから批判的なレビューというものがマンドトリーであるということとか、いろいろな点で航空に学ぶところが非常に大きいものがあると思います。今のデザインオーソリティーという観点についていいますと、デザインオーソリティーは航空の場合にはいわゆるタイプ・サーティフィケートのホルダーが持っていますが、原子力の場合にはそれが運転開始とともに、オペレーター側に移行するということになっています。オペレーターが果たしてこれをうまくやっているのかどうか問われるところかと思えます。

それから4 番目。設計への強い問題意識ということを挙げたいと思います。原子炉事故の背景には設計問題もあるのが一般的です。これは設置者自身の設計方針というところも



もちろん関係あるわけですから、設計をする側だけがいけないのだということを言っているわけではないのですが、TMIでは加圧器の水位の問題、チェルノブイリでは正のボイド係数等、福島事故でも電気品室の配置等々で、ここに書いてあるようにさまざまな設計上の問題があります。しかしながら原子炉事故の責任は設計によらず、事業者が責任が集中するのが世界共通のルールです。と考えると、設置者は設計への問題意識を設計者に提示して、セーフティー・バイ・デザインをより強化する。その設計の悪い部分の責任を結局は自分たちが負うということをよく意識していかなければいけないということが4番目に言いたいことです。

それから5番目に海外の制度を参考にしてということで、例としてアメリカのシフト技術アドバイザーを挙げております。シフト勤務の中でプラントの機器システムの状態を監視して、当直長に独自の立場からアドバイスをするという人がいるわけですが、フランスは名前がちょっと違いますが、基本的には同じようなものをシフト安全エンジニアとして置いているわけです。これは1番目の項目で述べたところと非常に関係があります。INPOの福島『レッスンズ・ラーンド・レポート』が昨年出ましたが、その中でindependent challenge or second checksの不在について触れられています。これはこの部分だけを私、とってきたのですが、この後に実際にはどうであったかということわりと細かく分析をしています。しかしながらこの『レッスンズ・ラーンド・レポート』には、だからシフト・テクニカル・アドバイザーを設置すべきというようなことは言っていなかったと思いますし、日本のさまざまな事故調査レポートにもそういう提言はありません。だからこういうことをすべきと言っているわけではなくて、こういうことも参考にしていいいのではないかと思います。

それから6番目は、非常に古いペーパーから持ってきているのですが、技術判断の過誤の原因分析を通じて、意思決定上の組織、あるいはグループ、あるいは個人の持つバイアス、弱点の認識を行うという必要があると思います。正しい意思決定を行うためにこういう術判断の過誤の原因分析をやっておくことが望ましいという私の考えです。

それから7番目は組織のリスク管理のプライオリティーとリスク管理システムをつくること。設置者が原子炉事故について十分リスク管理上の注意を払っていなかったのはなぜかということ、ビジネス環境を維持する。すなわちコストプラスの電気料金を確保する、それから垂直統合を確保する、立地地元との関係を重視するということの一方で、原子炉事故が組織の存続を左右するようなものだということを考えた真剣な対応が不足したという

ことがあるのではないかと推定いたします。

最後のところには、ビジネス・コンティニューイティ・プランという点で、従来の例えば機器の重要度分類は原子炉安全、放射線安全に着目してなされていますけれども、実はビジネス・コンティニューイティ・プランという観点から、このリスク管理上の考え方を使って、重要度分類をする必要があります。

8番目は責任ある運用で、これはOECDのIEAが2012年の5月に「Golden Rules for a Golden Age of Gas」、すなわちガスはこれからはゴールデンエージだと、自分たちの時代だと言うのであれば、それなりの責任を持ったことをやるべきだと。それをソーシャル・ライセンス・ツー・オペレートという言葉で言っているのですが、実際にシェールガスを採掘する人たちは今やそのコミュニティ・ライセンス・ツー・オペレートを重視しているのだということを言っています。原子力発電所においてもまさにまさにソーシャルライセンスあるいはコミュニティライセンスという考え方、制度ではなくて考え方が重要であると思います。

それから最後の9ですが、将来に向けて広い視野でリスク低減活動をやっていく必要があります、1つの例としてIAEAの安全基準の遵守のほか、IAEAのいろいろなレビューをどんどん活用していいのではないのかというので、参考資料の3を見ていただきますと、ここではIPSAARTとか、RAMPだとかいうものを言っていますが、要は読んでいただければわかりますけれども、PSAのレビュー、国際的なパネルによるレビュー。これはなぜか日本では1つも行われていないというのが私の認識です。それからアクシデント・マネジメント・プログラムのレビューも日本では行われていない。こういうサービスが可能だけれども十分使われていない。つまり他者の目で自分たちのやっていることを批判的に見るということが十分されていないということだと思います。

それからもう1つ、2番目ですが、外に目を向けますと福島を経験をもとにして、原子力の新設活動が活発なアジアでの安全確保に積極的な役割を果たす必要があります、これは原子力界全体の責務だと思います。例えば隣国の中国は現在30基を新設中ですし、下の14枚目のスライドにあります、建設基数は2005年ぐらいから伸びて、福島事故で少しスローダウンしておりますが、現在世界で71基が建設中で、中国は30基であります。そういうところに福島事故の教訓と改善策例の知見を普遍化する。それからさらには安全確保の上で重要な国際的な仕組みをどんどんと提起していくといったことも日本の役割ではないかと思っています。それから、組織の安全とのかかわりに関して考察を深める。この点

ではよく使われているのは、ノーマル・アクシデント・セオリーだとか、ハイ・リライアビリティ・オーガニゼーションとかありますが、私はそのSTAMPに非常に注目しております。

一番最後のページに参りますが、しかしこういう改善とか行動は産業界や個々の設置者がそれぞれ独立して、実行あるいは達成できるものでもないと思います。この点で3つほどこんなことをしたらどうですかと提案しています。1つは社会とのコミュニケーション、社会に対する改善努力の理解促進活動が必要であって、そうしないとよく言われるプリゾナーズ・ジレンマ状態で、社会と設置者の間でお互いに対する不信から、安全の継続的な改善ができないということになります。この点で、よく言われるのは、フランスのCLIで、これは規制と地方自治体によってつくられているもので、私の理解するところ、日本でも規制庁の設置を決めた法令の附帯決議にこれを検討すべきということが書かれています。それから2つ目はPRAあるいはPSAとレジリエンスに関する信頼できるシンクタンク的な存在によるサポートの必要があるのではないかと。ここには地震の評価に用いる地震による機器構造物被害のデータベース構築、これは先ほど既に若干触れられていますが、そういったものも含んでいいのではないかと思います。それから最後に産業界組織。2003年に検討をして、新生原産会議になりましたが、10年たち福島事故を経て、そのあり方を再度議論することもあり得るのではないかと思います。以上、簡単に私の期待を説明いたしました。

○安井座長

ありがとうございました。

時計を見ますと、大体予定の時間ということになっているのですが、そうもまいりませんので。それでは質問を再開させていただいて、大体15分めどぐらいで質問を終わらせていただきたいと思います。そんなものでよろしいでしょうか。

それでは、山口先生、すみません。お待たせしてしまって。先ほどの続き。グラントンさんへのご質問が。

○山口委員

グラントンさんのお話の中で、リスクマネジメントはトップイニシアチブだというお話があって、非常に印象的な言葉。トップダウンイニシアチブですか。それについてですが、それでこのお話の中で説明はされなかったのですが、一番最後にNUREG 2150のリスクマネジメントフレームワークの図があり、私はいい図だなと思いますが、この中で見

るときに、リスクマネジメントという言葉が、我々が議論するときに、もう少しリスク評価的な話とごっちゃになっているような気がしないでもないと思います。

それで今日、グラントンさんのお話の中で、シニアリーダーシップが非常に重要であるという話をされて、時々リスク評価をやるという観点で、そのリスクを抑制するという意味でのリスクマネジメントという文脈で語られる場合と、それからこういう組織が自主的安全向上を継続して原子力を利用していく上でのリスクマネジメントと語られるときと、多分2つ意味があるのだと思います。

それで少し感じるところは、今後こういう自主的安全向上の活動の中で、組織のトップマネジメントが関与をしていくためには、もう少しリスクを抑制していくという、いわゆる安全のためのリスクマネジメントよりももう少し広い意味でのリスクマネジメントという定義を改めて見直して行って、その中で組織のリーダーシップ、あるいはトップマネジメントのイニシアチブがどう位置づけられるのかを考えるべきではないかなと思いながら聞いていました。

それで、今日グラントンさんのお話の中で、一部はまさにアベイラビリティを上げるとか、あるいはCDFを下げるためとかいう観点のお話もありまして、それもリスクマネジメントという文脈で使われていたように思いまして、もう1つは組織が社会との接点の中で自主的安全向上をやりながら、原子力を使っていくという観点でのリスクマネジメントも同時に語られていたように思いまして、少しその両方の関係が整理できると、まさにリーダーシップが発揮されて、トップマネジメントが関与できるような構造ができるのではないかなと思いながら聞いていました。

それで、今、私が言いましたように、リスクマネジメントというのが幾つかの意味合いで使われているのか、あるいは明確にリスクマネジメントというのはこういうものであり、そのためにリスク評価はこう使われるというような一体となった定義とかそういうものがあって使われているのか、その辺りが私自身あいまいなところで、グラントン先生のタイトルがまさにリスク管理、リスクマネジメントというタイトルですので、その辺のところのお考えなり、私の今、話しましたような解釈がいいのか、間違っているのかというところのご意見を伺いたいと思ったところです。お願いいたします。

○グラントン氏

ご質問ありがとうございます。今回の発表の中では、このリスクマネジメントを原子力施設の資産ということで、原子力安全という意味でリスクマネジメントという言葉を使い

ました。ですけれども、全社レベルでのリスク管理もあります。それはさまざまなリスクが入っています。経済的なリスクもありますし、環境リスク、人員安全のリスクというものも全部含まれる、全社大のリスクという考え方もあります。それぞれがどれだけ影響があるのかというコストの要素もあります。また一般公衆のイメージという意味でのリスク管理もあります。ですので、リスク管理というのは、全社大で見るとやはりより大きな意味合いを持つと思いますけれども、やはりリスク管理を原子力安全で見た場合、そして発電リスクという話もさせていただきましたけれども、どのようにプラントの停止、もしくは出力降下のリスクをどう管理していくのかという話も少し触れました。ただ、トップダウンでやっていく、そういった取り組みであるということは重要になってきます。やはりシニアマネジメント、もしくはトップの人が主導を握って、きちんとしたプログラムやプロセスを設置していくことが必要になってきます。

私自身の経験ですけれども、幹部の方というのはまず方針レベルの文書をつくって、それをP Iに落とし込んで、それをさらにマネージャに落とし込んで、その職責ですとか、役割で決めていくということになります。ただ、その上級幹部の教育というのが非常に重要になってきます。もし上級幹部に対してリスクについて話をしますと、経済的なリスク、もしくは発電をするリスク、取締役会に報告をするような内容のリスク、つまり原子力安全ではないところも見て、考えているかもしれません。ですが原子力安全のリスクというのが実は最も影響が深刻になってくるわけです。きちんと管理しなければ深刻な影響が出ます。ですので、設計の変更等にも影響が出てきますし、組織が継続的に改善をする分野を特定していくという意味でも影響があります。もちろんそのリスク管理というのはいろいろな側面があるとおっしゃっている、そのとおりだと思います。今回は原子力安全というところで注目をさせていただいたんですが、やはりリスク管理というのはより広範囲な要素もあると思います。ただ、なかなかそのあたりは難しい部分もありまして、サウス・テキサス・プロジェクトでは最終的にはリスク情報を活用した資産リスク管理というものを考えました。そのプラントがトリップをしてしまったらリスクがあるというようなこと。もしくは改造、改修に関するリスクというところでも対応をしております。

ですので、やはり管理者レベルでそういったところの課題について認知をしている部分があると思います。その上席の幹部、もしくはチームによってその認識レベルは変わると言うんですけれども、質問の回答になっているのかわかりませんが、原子力安全とそれ以外のリスクということで、区別をしようと思っていました。

○山口委員

おそらく、今おっしゃったのは非常にグローバルな意味でということをおっしゃったと思いますが、非常にリスクマネジメントをさっきのニュークリア・セーフティー・リスクというものと、それからアセットマネジメントのような話とか、もっと経営上のリスクのような話などと、ここで原子力発電プラントのリスクマネジメントは中の一部としてPRAが存在して、しかも非常に重要な部分としてある。ただリーダーシップがなぜ重要かといえ、セーフティーエンジニアだけに任せておいてはだめだという、リーダーシップが重要だというのはPRAで扱うニュークリアリスクがもう少し大きなグローバルリスクにダイレクトにつながっているからだという解釈で伺いました。ということでよろしいですか。

○グラントン氏

はい。まさにおっしゃるとおりです。原子力の安全リスクはリスク管理全体の一部と位置づけられています。それ以外にもさまざまなリスクがある。非常に安全レベルが高ければビジネスとしても良好であると言えますが、原子力安全のプロセスが今示したものになるのですが、それ以外にも発電リスクもしくは経済性のリスクで別々のプロセスがあります。環境リスク、人員リスクというのもそれぞれ異なるものがありますが、やはりそれぞれをリスクの構成、つまり発生の確率と影響というものをリスクと定義づけるという意味で、まとめてみることもできます。

○安井座長

それでは続きまして、井上委員からお願いします。

○井上委員

尾本委員の資料についてですが、よろしいですか。きのう、尾本委員の資料を見せていただきまして、私もこれに感じたことがありましたので、ちょっと発言させていただきたいと思います。

ここでは、日本のカルチャーかどうかは別としまして、曖昧に過ごしてきたことで、そこにリスクがあったということを少し紹介させていただきたいと思います。先ほど申しましたように、私は燃料サイクルをやっているとして、ここ数年ずっと六ヶ所関係のガラスの固化の開発を見てきました。結果として、失敗に学んだ例と勝手に私、名前をつけているのですが、ここに3つの課題がありました。1つはほんとうに最初から完成された技術であったかどうかと。これは当時開発したのは動燃ですけれども、そこで六ヶ所設計に要求

されるような長期的な運転がほんとうに確証されていたかという問題。それから2番目として技術移転がうまく行われたかどうかという課題。いわゆる開発者側から、設計・製造メーカー、それから事業者へです。それから3つ目として今度は事業者側、そこには容量アップするだけのエンジニアリングデータがあったかという、これら3つ課題があると思いました。ガラス固化技術を完成させるため5年前から、このエネ庁の支援を受けてもう一度、すべて一からガラスに関する基礎研究を行い基礎データを取得し、そしてモックアップを使った試験、工学試験を行いました。さらにもう1つの特徴としましては、研究機関、大学も含めオールジャパン体制での研究開発を行ったことです。これにより現状ではホット試験もうまくいき、私が見る感じですが、技術的には竣工に備えるまでの状態になったと思います。

そうするとここで教えてくれるのは何かといいますと、やはり先ほどの尾本さんの言葉じゃないですが、曖昧さの排除とそれから導入側の知識。それから経験の蓄積がいかに大切かということ。いわゆる先ほどの尾本さんの言葉でいけば、インテリジェントユーザーですね。ほんとうにこうなる必要があるのではないかと。したがって、どこにリスクがあるかを見きわめる手法のここで行われている議論と同時に、やはり技術力の向上とそれができる体制をどのように構築していくかということが、今後重要な課題ではないかと私は思います。

せっかくの機会ですから、あと一点。このガラスについては、ほかにもいろいろ教えてくれるものがありまして、これはいずれどこかで議論していただきたいと思いますが、例えば研究開発側はどの段階までの開発をするのか。設計データの取得はどこが行うか。それから研究開発側からメーカーへの技術移転のあり方です。また各層、各機関で行う技術開発の役割。その各層間のインターフェイスを有機的にどのように結びつけるかということです。それからもう1つは日本の固定化し過ぎた研究開発体制です。こういうようなことを今回のガラス固化開発に関する課題は教えてくれると思いますので、先ほどのリスクと関連して発言させていただきました。ありがとうございました。

○安井座長

特に何かコメントございますか。特にございませんか。はい。

それでは、続きまして、服部様からのご質問をいただきたいと思います。お願いします。

○服部オブザーバー

ありがとうございます。私は今日の皆さんからのプレゼンを聞いた感想的なものを申し

上げることにさせていただきたいと思いますが、まずグラントンさんの話をお聞きして、ほんとうにアメリカにおいてはPRAを使いこなしていると強く感じました。ディシジョンメイキングのツールということでやっておられるということ。先ほど桐本さんからお話がありましたように、日本だとどうしても数字が先に出て、下手をするとそのPRAに使われるということになるのではないかと私は恐れていまして、今この場で、これから積極的にPRAを使っていこうという大きな方向は出ていると思うんですが、下手をしてPRAに使われるようなことにならないように、アメリカでまさにやっておられるようなPRAをツールとしてうまく使っていくという方向をぜひ目指したいなと思ったところであります。

それで、組織内のコミュニケーションが大事だとか、今に至るまでに、一遍に今に来たのではなくて、相当アメリカの中でも、現場でも、それから本社のほうでもさまざまな議論を進めながら今に至っているというプロセスが今日お聞きできたような感じがいたします。

それから先ほど話がありましたように、トップダウンイニシアチブという話。これも今までの日本のPRAの議論ではほとんど出てこなかった議論だと思っておりまして、この点についてもよく我々は考えていく必要があるのではないかなと思った次第であります。

それと直接関連はしないのですが、35ページの図がありますが、私はこの図と日本が福島事故の後にいろいろな対策をした図と比較をして、大変な差があるように思いました。これはNRAで出されたり、あるいは電力会社がこんな対策をしますという説明をしている図がありますが、ここの35ページに書かれているのは、ファンクションで書かれています。機能。どのような機能が必要かということが書かれていて、日本の場合にはどちらかというと、先ほど尾本さんの話があったように、ハードが中心でハードウェアばかりを書かれているわけです。やはりそこは考え方をよく見直す必要があるのではないかなと思ったことと、もう1つはこの図の大事なところは下に時間軸があることです。これはまさにマネジメントを重要だということが書かれていることだと思います。これはほんとうに全体を集約した図なので、ほんとうはこれからさらにいろいろなブレークダウンがなされていくと思うんですが、日本の場合にはほとんどマネジメントのところが入ってこないで、ハードウェアのところだけが注目をされていて、またそういう説明を外にも、これまでもずっとしてきているというところが、大いに反省すべきところではないかなと思ったところであります。いずれにしても、PRAをもう少し広い意味で捉えて、これが



目的化するのではなくて、これをうまく使いこなすということが重要だと強く感じたところでもあります。

それから、もう1つ尾本委員のプレゼンであります。これにつきましては、産業界の今後の方向を考える上で、非常に示唆に富む私はプレゼンだったと思います。中身が非常に濃くて、これを全部消化し切れないところが私自身残念であります。思考のプロセス、意識、そこを相当深掘りされているということと、それから言葉の上ではデザインオーソリティーの話が出てきました。これもこれまでほとんど議論が日本ではされていないと思います。それからもう1つソーシャルライセンス、あるいはコミュニティライセンスというような考え方です。この点についてもよく我々はこれからも議論をしていく必要があるのではないかと考えて聞いていた次第であります。

ということで感想だけを述べさせていただきます。ありがとうございました。

○安井座長

ありがとうございました。それでは、最後。でよろしいですかね。桐本委員からの質問をお願いしたいと思います。

○桐本委員

ありがとうございました。尾本委員の資料の中の、インテリジェントユーザーになることというのは、先ほどのグラントンさんの資料と同じで、大事なことであると思っております。私はPRAの技術系の者なので、PRAはここに役に立つものにならないといけないと思います。この中で、具体的、卑近な例ですが、PRAから今、非常に日本の中で重要なものをどれだけ見直さなければいけないかというのはもう1回見直すような形でやらなければならないところが私はあると思っています。先ほどグラントンさんの中で、サーベイランス試験の頻度を見直すというプログラムの紹介がありました。そのことに関してアメリカの資料を見ていくと、サーベイランスの頻度の間隔を見直すところに我々見がちなのですが、例えば日本でPRAのモデルを見たときに、安全系の電動ポンプであるとか、DGであるとかというのがモデルの中でどう表現されているのかということと、その中で、先ほどおっしゃられたように、機能を中心にっていて、使命時間が設定されていて、24時間の使命時間の間、機能を維持しなければならないというのが、PRAのモデルの中ではモデル化されているわけです。ところが、私はデータをはじくのが専門なのでデータのほうで見ていくと、実際国内でサーベイランスってどう行われているかというのを見ると、安全系のポンプであるとかDGというのは、起動試験という位置づけをして

いて、起動して動きましたと。確認ができたならそれでオーケーになってしまっ、PRAのモデルの中では例えば継続運転失敗をする。24時間と、12時間で失敗をしてとまってしまうというのがモデル化されているのに、実際の日本の中にはそのデータはないです。もともと私は電力出身ではないので、研究者から来ているので、そういうものかなと思っていましたが、これはアメリカのほうで実際どうですかと聞いてみると、アメリカのほうで少なくとも4時間とか、5時間とかの運転のサーベイランスをきちんとやっていて、長時間の運転でどこで落ちましたかというのを見ていました。だからその上でサーベイランスも、重要なものは長く運転して見なければいけないし、要らないものは間隔を延ばす、運転時間なんかあまり見なくても、長くなくてもいいでしょうといった重みづけがある、そういう視点で、要するに今まで確認試験でやれば規制に対しては対応できるという話から、あまり無批判にサーベイランスの試験が起動試験だけでいいという頭が我々はあったんじゃないかとちょっと思っていて、こういうところの視点で、やっぱりPRAのモデルからの知見で我々が見直すところっていろいろあると思います。そこを考えていかないといけないと思いました。以上です。

○安井座長

ありがとうございました。

では、ご質問、コメントをいろいろいただきまして、ありがとうございました。予定と申し上げて、15分遅れが、今22～23分遅れになっておりますので、終わりたいと思います。

それでは、次回のアナウンスでございますが、これまで行ってまいりましたワーキンググループでの議論の整理をそろそろ始めるために、事務局に中間論点整理案を作成いただきまして、次回議論をする予定となっております。

次回、委員プレゼンター等のご予定を調整させていただきましたが、その結果といたしまして、12月10日に開催をさせていただきたいと思います。詳細は後ほど事務局からご連絡させていただきます。

本日は大変長時間にわたり、ありがとうございました。また、遠方、米国からお見えいただきましたグラントン様、大変ありがとうございました。それでは、これをもちまして、第6回の原子力の自主的安全性向上に関するワーキンググループを閉会いたします。ありがとうございました。

— 了 —