

第 1 回「安全目標に関する検討委員会」

速 記 録

1. 日時 令和 6 年 8 月 1 日（木） 14:00～16:30
2. 開催方式 対面
3. 場所 AP 東京丸の内 EF ルーム
(東京都千代田区丸の内 1-1-3 日本生命丸の内ガーデンタワー (3F))
4. 議事
 - (1) 安全目標に関する検討委員会の運営等について (事務局)
 - (2) 安全目標について議論を始めるにあたって (更田委員)
 - (3) 確率論的リスク評価と安全目標の概要 (村松 健)
 - (4) その他
5. 配付資料
 - 資料 1 安全目標について議論を始めるにあたって
 - 資料 2 確率論的リスク評価と安全目標の概要

- 高原委員

それでは時間となりましたので、第 1 回安全目標に関する検討委員会を開始したいと思います。委員の皆様にはお忙しい中、また大変暑い中お集まりいただきありがとうございます。本日進行を務めます JAEA の高原でございます。よろしくお願いたします。本日は対面での開催となっており、資料は会場にてスライドで映すとともに、紙媒体でもお手元に配布しております。本日の会合は、YouTube でライブ配信をしております。東京大学のホームページを通じてアクセスすることが可能となっております。ご発言をされる際には挙手等で意思表示をしていただき、委員長から指名を受けた後にマイクをご利用いただいでご発言いただければと思います。

それでは、お配りしました資料について確認をさせていただきます。まず、最初に議事次第というものがございます。その後、資料 1 のツアーアップのパワーポイント、資料 2 の確率論的リスク評価の安全目標の概要というツアーアップパワーポイントがございます。お手元にご覧いただけますでしょうか。それでは議事 1 に移らせていただきます。議事 1 では、この委員会の運営と設置についてお話をさせていただきます。

まず、委員会の設置についてですが、東京大学と原子力研究開発機構の連携講座の下で行っている共同研究「安全目標に関わる研究」というものがございます。この共同研究を効果的に進めることを目的として、原子力研究開発機構が設置をしております。組織に関しましては、委員・委員長ともに原子力研究会開発機構の安全研究センター長が指名するという形にさせていただいております。また 3 つ目のポツにございますように、委員長は必要があると認める時には、委員以外の有識者等の出席を求めて意見を聞くことができる、となっております。本日もオブザーバーの方 4 名にご参加をいただいております。委員会等の公開についてですが、申し上げます通り、本委員会は YouTube でライブ配信をした後に、東大のホームページにおいて公開を継続するという予定でございます。また、本委員会の配布資料及び議事録に関しましては東京大学のホームページで公開するという予定となっております。

続きまして委員長の任命に移りたいと思います。先ほど申し上げましたように、原子力研究開発機構・安全研究センター長の指名により、更田委員にご就任いただくということで、更田委員、ご挨拶と議事の進行をよろしくお願いいたします。

- 更田委員長

皆さんこんにちは、更田でございます。説明がありましたが、東京大学と日本原子力研究開発機構の連携講座の下でこの議論をしていく場を設けたわけですが、会計上のスポンサーは日本原子力研究開発機構であるので、原子力研究開発機構の内規に沿ってという形で、委員長を先に安全研究センター長が指名しなければならないとい

うことで、私になりましたので、進行役だと思って務めてまいりたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

第 1 回ということですので、順番に皆さん一言で自己紹介をしていただければと思います。あいうえお順でよろしければ板垣先生お願いします。

- 板垣委員

ご指名いただきました板垣勝彦です。私は横浜国立大学で行政法と地方自治法について研究しております。実定法の分野というのがあまり多くなく、許認可の行政や訴訟の対応など色々と難しい判断を迫られる分野です。ご指導よろしくお願いいたします。

- 大屋委員

はい。慶應義塾大学法学部の大屋でございます。私の専門は法哲学で、元々は情報倫理、情報化社会論をやっておりましたが、大昔に千葉大学の土屋先生の下で、安全や信頼性組織、原子力安全関係のことをやらせていただき、未来工学研究所でもそういう研究をしたこともございます。今も原子力規制委員会の政策評価懇談会はやらせていただいておりますので、その程度のものだとご承知いただければと思います。よろしくお願いいたします。

- 荻野委員

荻野徹と申します。私は元々法律職の行政官でありました。警察庁が長かったんですけども、2011年に1Fの事故があり、その後、原子力安全規制組織の改革をするということがあり、内閣官房にてそれに関与して以来、なぜか原子力とご縁ができました。2015年から公務員人生の最後の7年間は、原子力規制庁でここにいらっしゃる更田委員、伴委員などにご指導いただきつつ、実務に関わっておりました。よろしくお願いいたします。

- 奥山委員

私は奥山俊宏と申します。今は、上智大学文学部新聞学科でジャーナリズムに関する教育や研究に従事しております。一昨年まで30年余り、朝日新聞の記者、主に社会部の事件記者でした。その間に電力会社に関する取材を多々経験いたしました。異なる視点、より俯瞰的な視点をこの場に提供できればと考えております。よろしくお願いいたします。

- 勝田委員

明治大学法学部の勝田と言います。僕の経験もよく分からない感じなのですが、元々の専門は核融合で広島大学でした。その後、東京の原子力資料情報室という真逆の反対派の方に入ったり、アメリカのプリンストン大学に行って学んだりなど、そういう訳の分からない経歴だったので、明治大学が面白がってくれて、今、法学部の文系の学

生相手に色々やっています。規制委員会も最初の頃から参加させてもらって、色々頑張っているというところです。今日はよろしくお願いします。

- 亀井委員

亀井です。私の所属は PHP と立教大学の大学院にあります。政策立案や評価、組織運営等が専門でして、継続的な安全性向上に関する検討チームでも、倫理の問題などを取り上げさせていただいて、その続きで参加させていただく次第です。どうぞよろしくお願いいたします。

- 関村委員

関村でございます。この名簿には、東京大学大学院工学系研究科上席研究員となっておりますが、この 3 月末で定年になり、ようやく名誉教授号もいただいたという状況でございます。亀井先生と同様に、継続的な安全性向上に関する検討チームでも議論に加わらせていただきました。今後ともよろしくお願いいたします。

- 高原委員

原子力研究開発機構の高原と申します。私は、レベル 3PRA の研究をずっとやっております。オフサイトにおける事故影響の評価をやってきました。福島事故後では、福島県内の住民の方々の被ばく線量の調査をし、その評価を行うという仕事をしております。そういった経験をもとに、最近は原子力防災にそういった経験を生かすということをやっております。よろしくお願いいたします。

- 成川委員

東京大学の成川と申します。私は、原子力発電所の内部で起こる事故等のリスク評価を専門にしております。2 年前まで日本原子力研究開発機構にしまして、事故時の燃料挙動等の評価をしております。どうぞよろしくお願いいたします。

- 成宮委員

成宮と申します。名簿ですと原子力安全推進協会ということになっており、現在そこで仕事をしております。ただ 6 年前までは、関西電力で 35 年、安全解析やリスク評価という仕事をしております。ここに呼んでいただいているのは、原子力学会のリスク部会での仕事や安全目標の関係のワーキングなどをやっておりますので、お力添いになれるかと思っております。よろしくお願いいたします。

- 伴委員

原子力規制委員会の伴と申します。決して規制委員会を代表して来ているというつもりはなくて、私は元々放射線影響や放射線防護を専門としてきましたので、むしろそちらの観点から議論に参加させていただければと思います。よろしくお願いいたします。

- 藤原委員

藤原と申します。一般社団法人日本サイバーセキュリティ・イノベーション委員会というところで設立当初から事務局長を務めております。サイバーセキュリティに関する研究や、ステークホルダーをつなぐ仕事をしています。その前までは全くサイバーセキュリティとも技術とも無縁の世界で、主に広報畑で仕事をしておりました。私のバックグラウンドは広報やパブリックリレーションになろうかと思えます。その役割の中で、2010年から13年まで総理官邸の国際広報室に在籍しておりました、その中で東日本大震災が発災しました。3.11の後は、ずっと風評被害対策に携わっており、主に海外メディアとコミュニケーションを取っていました。その中で、政府の発信の仕方や官の発信の仕方、ステークホルダーとの合意形成について考えさせられるところが多くございました。今回はそういう経験を勘案していただいて、お呼びいただいと認識をしております。どうぞよろしく願いいたします。

- 山口委員

こんにちは、山口彰と申します。私のバックグラウンドはエンジニアリングで原子力工学です。これまで原子力研究開発機構や大学で働き、現在は原子力発電環境整備機構という最終処分を担う組織におります。ここしばらくは安全目標の勉強会などもやっておりました、そういった話も色々ご紹介させていただければと思います。どうぞよろしく願いいたします。

- 山本委員

はい、名古屋大学の山本と申します。専門は原子炉の設計と原子力安全になります。この安全目標に関しましては、先ほど話が出ました、継続的な安全性向上の検討チームと規制委員会の燃料安全専門審査会で関村先生などと一緒にこの手の議論をやっておりました。よろしく願いいたします。

- 更田委員長

ありがとうございました。あと委員に、カレイディスト代表取締役社長の塚原月子さん、それから福島県立医科大学の坪倉教授のお二方がいらっしゃいますが、本日は都合によりご欠席です。それからオブザーバーなんですけど、オブザーバーという呼び方がふさわしいかどうかわかりませんが、実態としては、今日ご紹介する資料・説明を、半年を超えてずっと一緒に議論をしてきた共同制作者のような方ですし、4人のうち3人は私の元上司に当たるようなリスク評価の分野の人たちです。もし委員の方にご異論がなければ、オブザーバー、委員ということを分け隔てなく議論に加わってもらいたいと思います。また、委員の構成も先々追加なりがあっべきだということに思っています。前置きになりましたけど、座ってる順番で鄭さんから自己紹介をお願い致します。

- 鄭オブザーバー

日本原子力研究開発機構の鄭と申します。専門は、確率論的リスク評価とリスク情報活用の研究を行っております。リスク評価をすると、安全目標の議論は不可欠だと思って、今日はオブザーバーとして勉強させていただければ幸いです。どうぞよろしくお願ひいたします。

- 本間オブザーバー

本間俊充と申します。今は原子規制庁で技術参与をしております。出身は JAEA の安全研究センターです。旧安全委員会で当時安全目標や性能目標の議論をした時に委員その他で関与をしていたということで、今日はオブザーバーで出席をさせていただきます。よろしくお願ひいたします。

- 平野オブザーバー

原子力規制庁の平野と申します。技術基盤課の技術参与を務めています。専門は確率論というよりは、決定論的な安全評価ということで、原子炉の安全評価が専門です。よろしくお願ひいたします。

- 村松オブザーバー

原子力機構の嘱託を務めさせていただいております村松と申します。私は 1975 年後で出てきまけれども、WASH-1400 というリスク評価が発表された年に原子力機構に入りました。その後、安全解析や確率論的リスク評価、シビアアクシデント解析などをやって参りました。今日は更田さんから PRA と安全目標のことについて資料をまとめてくれというお話があり、参加させていただいております。どうぞよろしくお願ひいたします。

- 更田委員長

ありがとうございました。では議論に入りたいと思いますが、議論に入る前に前置きをさせていただきたいと思います。資料の 1 を映していただけますか。この安全目標の議論を始めるにあたって、短くご説明させていただきたいと思います。話に随分出ていますけれども、2020 年の 8 月から原子力規制委員会で原子規制委員、これは私と伴委員が出ていて、それから規制庁の職員、外部の専門家によって継続的な安全性向上に関する検討チームを設け、13 回の会合を行いました。2021 年に谷川さんという若手の職員がリードする形でこの議論の振り返りというものを作って公表をしています。この中で残された課題と言いますか、これからどういった議論を続けていこうかという捉え方で、ゆらぎを与える多様な対話の場の確保と安全目標に関する議論について、さらなる議論が必要という取りまとめになりました。その後色々な事情もありまして、原子力規制委員会の枠の中ではこの議論というのは、一旦閉じる形になりましたがそれを引き継ぐ形で、東京大学と原子力研究開発機構の連携講座の下で、安全目標を取り上げて議論を進めようとしているのが今回の会合であります。

目的ですけれども、とにかく安全目標について議論をしよう、安全目標を策定するためのプロセスや要件、定量的目標の例に繋がるような点を目指していきたいと考えています。そもそも安全目標の定義やその意義そのものに多様な意見がありますので、それ自体が議論の対象です。議論を進める便宜のためには、まずそのリスクを与える原子力施設といっても非常に多様なものがありますが、とりあえずは運転中の原子力発電所に絞りたいと考えています。ここが一番申し上げておきたいところですが、安全目標にかかる議論は、始める前にどういう議論を進めるべきかですったもんだしてなかなか始められない、非常に発散しやすい議論ではあるのは事実です。おそらく議論は中々まとまらないだろうと思います。ただ、考えること、議論をすること自体に意義があるのだと捉えて、事故の教訓の一つでもありますので、安全目標、安全神話を否定するという意味でも、この安全目標の議論を続けるということが重要だと考えております。

今回の委員の構成ですが、原子力関連と非原子力関連の方が半々の構成です。原子力に携わってきた者として、いくつか基本的なポイントをご紹介したいと考え、IAEAの基本安全原則をここに載せております。基本安全原則 10 個の原則です。それぞれがある意味で安全目標に関わるところがありますが、原則 1 は安全に対する責任。安全に対する一義的責任はオペレーターが負うのだと記されています。それから政府の役割。しっかりした規制等を含めて指導監督の責任を政府が負っている。リーダーシップとマネージメント、そして原則 4 で挙げられている正当化。これが安全目標にかかる議論とかかわりが強いですが、この正当化の中で何が書かれているかというと、リスクを与える施設/活動はリスクを上回る便益をもたらすものでなければならぬと、便益とリスクを評価するために、施設の運転及び活動による全ての有意な影響を考慮しなければならない。言うまでもないことですが、ここにリスクを評価しなければならないと書かれています。原則 5 が防護の最適化です。防護の最適化は合理的に達成できる最高レベルの安全を実現するように防護を最適化しなければならない。ALARA であるとか ALARP との関連が強いですが、通常運転、異常、事故状態から生じる全てのリスクを評価するとともに、運用期間全体を通して定期的に再評価をしなければならない。原則 6 は個人のリスクの制限。防護の最適化は一般に集団に対してなされますから、突出した個人が生まれないように改めてここで個人のリスクの制限が記されています。原則 7 が現在及び将来の世代の防護。原則 8 が事故の防止。改めて事故の防止ですが、事故の可能性が極めて低いことを確実にするために実行可能な全ての努力を行わなくてはならない。深層防護との関連がこの原則 8 では言及されます。原則 9 が緊急時の準備と対応。原則 10 は自然発生のもも含めて現存または規制されてない放射線リスクの低減のための防護措置の正当化と最適化が記されています。正当化

にかかる議論、それから防護の最適化に関する議論は今後も繰り返しこの中で議論になるだろうと思っています。

安全目標や性能目標といった用語の定義ですが、用語の定義、解釈自体が議論の対象です。安全目標について、私の周囲では、防護の最適化に当たって目指すべきリスクの水準を個人ないし集団に与えるリスクで表現したものと捉える向きが多いです。要するに目指していくリスクの水準ですね。ただ一方で正当化に当たって受容を求める個人ないし集団のリスク水準、要するに便益が上回るとして、その時に引き受けなければならないリスクの水準を示しているものだという解釈もしばしば見られます。

定量的安全目標というのは、安全目標を健康影響や環境影響などを指標にして安全目標を定量化したもので、この指標に何を取るかというのは大きな議論になります。

性能目標は、定量的安全目標を満たすために必要な各防護層の性能水準を表すものです。例えば炉心損傷の発生頻度はこれだけに抑えられていれば安全目標が達成されるだろうとか、格納容器の性能がここまで維持されていれば、安全目標が満たされているとみなすことができるといった意味で、性能目標に至る段階で安全目標から性能目標の導出自体も非常に難しい議論ですけれども、性能目標をさらに展開することによって、規制上様々な用途が生まれます。

それからリスクという言葉がずっと使っておりますけれども、リスクという言葉自体の捉え方が非常に多様です。一般の生活でリスクとは何か悪いことが起きる確率という意味で使われることが多いと思います。JIS などにも様々な定義が記されていますが、被害の発生確率と危害の重篤度との組み合わせであるとか、発生確率と影響との積であるとか、様々な言い方がなされます。村松さんから紹介いただく中で、そのリスクの定義についても説明をしていただきますが、この用語の定義が如何にあるべきかというのも議論の対象になってくると考えています。

あとは簡単な解説ですが、リスクですとか、実際に一般公衆に影響を与える事故はいろいろありますが、例えば従事者に影響を及ぼした事故などという、美浜の3号機の事故がありますが、一般公衆が受けるリスクという点から言うと、このシビアアクシデントだけがそのリスクを与えるものだと考えていただいてもいいと思います。

シビアアクシデントがどのようなものがあったかという、1979年のスリーマイルアイランドでは、TMIという言い方をしますが、2号機で炉心溶融があり、1986年に今のウクライナですが、チェルノブイリで事故があり、さらに2011年に東京電力福島第1原子力発電所では3つの炉心を溶かすというシビアアクシデントがあった。

そして安全目標の議論の中に性能目標の議論と入れ子になって進めていくこととなりますが、要は、安全とは、止める・冷やす・閉じ込めると3つの原則という言い方をし

ますが、止めて冷やしてないと閉じ込めが成立しないで、閉じ込めが成立している限りは外に迷惑をかけないので、閉じ込め障壁がどこまで持つかという言い方をします。

CDF という言葉がこれから飛び交うと思いますが、Core Damage Frequency で炉心が著しく損傷する頻度、CDF というのは、格納容器、Containment Failure の頻度、LERF の手前の LRF は大規模な放射性物質の放出が起きる頻度、LERF というのは早期に大規模な放射性物質の放出が起きる頻度です。これから村松さんにご紹介いただくものの中にもこれが出てくるということでご紹介をしました。

それから、殆どの方に言わずもがなだと思いますが、深層防護という言葉もよく使われます。深層防護とは元々軍事用語で、向かってくる敵に対してどういった構えをするかという時に、複数の陣立てを考え、多層の対策を用意すること。それから、それぞれの層の対策を考える時に、他の層では対策が取られていることを一旦忘れて、その層だけで目的を達成するという考え方で、よく前段否定という言い方をします。層の数や各層の定義は多様ですけれども、IAEA では5層の深層防護というのを取っていて、それぞれの層が炉の状態と関連付いているところがあります。第1層が異常やミスの発生防止、これは通常運転状態に相当する。第2層は異常過渡、第3層がいわゆる従来の設計基準事故、第4層がシビアアクシデント、第5層は防災という言い方をします。深層防護はリスクを下げるためにとるアプローチですが、例えば前段否定についても各層の完全独立を言っているわけでは決してなくて、その背景には程度問題という、より上位の概念があるというのが私の個人的な解釈です。

安全目標の議論をするためには基礎となる定量的な情報が必要なので、今日は確率論的リスク評価についてご紹介いただこうと考えています。確率論的リスク評価と言っても色々なものがあり、内的やランダムという言い方をしますが、機器の偶発的故障と人的過誤とによって発生する事故を扱うものが、内的な PRA とかランダム PRA。地震、津波、火山や火災といった特定の外的ハザードによって引き起こされる事故を扱うものが、外的事象の PRA や個別ハザードの PRA という言い方をします。それから複合 PRA、地震と津波が重なったもの、相関 PRA、地震起因の火災、溢水を扱うもの、さらにここ数年は一つのサイトの中で複数機が事故を起こした時に扱う PRA というものがあります。米国では 1990 年に NUREG-1150 というレポートが発出をされて個別の原発に対する評価結果が公表されています。上で記した内的なものに関しては5機、外的なものにして2機扱っていて、この1150の与えた情報がその後のリスク情報活用に非常に大きなインパクトを与えました。日本の場合、他国と原発のリスクの程度が同程度とは言い難いというのは、個別のハザード、例えば地震ですとか津波の寄与が諸外国とは大きく異なりますし、またサイトごとでも大きく異なるので、個々の原発に対する評価が重要であると思います。議論のベースとなる定量的情報を与え

る確率論的リスクですので、今回は村松さんをお願いをして PRA と安全目標の概要について紹介をしていただいた上で議論に入りたいと思います。村松さんよろしく願いします。

- 村松オブザーバー

村松でございます。更田さんが色々説明してくださったので、確率論的リスク評価という言葉は PRA で通させていただきます。

最初、安全目標についての説明ではなく、PRA と安全目標という形になっている理由について、更田さんの話にもありましたが、安全の確保というのは、これまで深層防護の考え方に基づいて設計等の準備をしており、その各層の妥当性や有効性は決定論的安全評価という形で評価をされています。決定論という意味は、深層防護の前段の層までは失敗しているということを仮定した上で、その評価を行うということで、事故の条件を仮定しているということが決定論的安全評価の名前ですが、それに対して安全確保対策を全てやってもリスクが残るということで、確率論的にそれを評価し、それをさらに定量的に評価するのが PRA の目的になります。安全目標はさらにそのリスクがどれほど小さくなるべきかということを定量的に定めたもの、つまり定量的なところでリスク評価と結びついているということが重要だと考えられます。それを決定論とか深層防護の考え方と一緒に併せて使うことによって様々な意思決定、運転や保全のやり方に使うと一層効果的な意思決定ができるということでもあります。それによって安全規制全体の実効性、一貫性、等々の高度化が図れることになり、それが安全規制の目的である、確かな安全規制によって人と環境を守ることに貢献する、あるいはステークホルダーとの対話に貢献することができるのではないかという期待があります。

最初に、一般社会で用いられているリスクマネジメントと原子力とを対比させて考えてみます。その次に、原子力でのリスクマネジメントのための PRA ですとか安全目標が使われてきた経緯についてお話をします。その上で PRA の手法についてご説明し、さらに今後の議論に向けて我が国でどんな議論があったかについてご紹介します。

まず、一般社会で用いてるリスクマネジメントの規格のうち、代表的なものである ISO31000 を見たいと思います。そこではリスクの定義として、「組織の目的に対する不確実さの影響」としております。その不確実さというのは、良い影響も悪い影響もありますが、経営をきちんとやるためには、将来何か起こることの不確実さを考えて経営する必要があるということです。その上で、リスクマネジメントの仕組みとして、この丸い図に書かれているように、最初にマネジメントの方法やあるべきレベルの基準を定めた上でリスク評価を行い、その基準と照らし合わせながら改善をしていく形になります。この PDCA を回す時に、ステークホルダーとの協議、あるいはコミュニケ

ーション、実際の成績をモニターして評価する作業、全体を記録する作業が含まれています。

それを原子力の場合と比べてみますと、発電所の経営者にとっては、考えなければいけないことが非常にたくさんある中で、原子力のシビアアクシデントというのはごく一部です。しかし、実際に事故が起こると非常に大きな影響があるということで、そのマネジメントは丁寧かつ信頼性のおけるやり方で行う必要があります。特に、管理の品質を高めるために経営層がきちんとリーダーシップを発揮する必要があります。あるいは公衆にも影響が及ぶので公衆とのリスクコミュニケーションも重要になる。それから、全体のきちんとした管理を行うために、リスクマネジメント等の信頼性という品質を上げるために、リスクの丁寧な分析や定量的な分析が必要になります。このために PRA と安全目標がリスク評価の方法及び基準として役立つということです。

リスク評価について考える時に、定義の考え方として、「リスクトリプレット」という考え方があります。これはアメリカの NRC が使っている定義ですけれども、リスクとは次の3つの質問に対する答えだと言っており、一つは「どんな事故が起こるのか」シナリオですね。それから「どの程度起こるのか」という発生可能性、あるいは確率、そして「どのような影響があるか」ということです。特に定量化というと発生確率と影響の大きさが注目されますが、それを実際に評価するためにはシナリオを明確にする、どんな故障が原因になるのか、どんな失敗が原因になるのか、といったことを明らかにする必要があります。それを明らかにすることによって、様々な改善が可能になります。このため、原子力のリスク評価ではそのシナリオの分析が非常に重視されています。

リスクの影響の定義ですが、ここでは放射線による周辺公衆の被爆やその影響という形でリスクの影響を定義します。その他に、今の PRA の方法では経済的な影響や土地汚染の範囲も評価ができます。ここで申し上げますのは、決してこれだけで考えればいいということではなく、またこれ以上考えられないということでもなく、今の技術でここまではきているということだけです。

では次に、PRA 及び安全目標の生い立ちと活用の経緯についてご説明します。

まず生い立ちですが、最初に今のような形で PRA が出されたのは WASH-1400 という報告書であります。これは原子力規制委員会が原子力損害賠償制度についての検討に資するために、プラントのリスクを定量的に求めることをラスムッセンさんという MIT の先生にお願いしました。これは非常に上手くいきましたが、その結果について、この図に示しますように、例えば 100 基の原子力発電所があったとしても、10 人以上の事故の死亡者が出るような事故は 10^{-4} 以下だといった数値を示し、他の事故に比べて低くて安全ですよと書いたのですが、不確かさやまだ十分に考えてないことについ

ての断りをしなかったため、非常に大きな批判を浴びました。そこで PRA は、一回死んだ、という表現を NRC の歴史のホームページに書かれています。その直後にスリーマイル島事故という炉心損傷事故が起きました。原因はヒューマンエラーや多重故障の組み合わせでしたが、それがラスムッセンの報告の中で既に予見されていたため、PRA が有効なものだと認識され息を吹き返しました。その後、各国で PRA の研究等が進んだということです。その時に事故を踏まえ安全規制の強化が進みましたが、どこまで安全ならいいのかを示す必要があるという意見があり、NRC が安全目標を検討し発表したという形になりました。また、PRA の手法を WASH-1400 で批判されたことを改善して NUREG-1150 という研究がなされ、さらにそれをお手本にして NRC は各電力会社に PRA をやることを指示し、内的事象と外的事象の PRA がなされ多くの改善がされたという実績が得られました。その後、単に安全性、ここでは抜け欠けを見るために使われたわけですが、重要なことを発見するだけでなく、重要でないことを区別してそれなりに扱うことにも使えるということで、PRA をどうやって使っていけばいいかということで、政策声明出しその後のリスク情報活用に発展したという形になっています。

NRC が作った安全目標はどういうものかということを見ていただきます。NRC は約 6 年をかけて色々とコメントを求めながら安全目標を提案しています。そこでは人の死亡確率で評価をしますが、そのことについて、NRC は人の死亡を許容しているわけではなく、そのリスクを許容するかどうかの議論をしているんだという説明をしています。

実際に作られた安全目標は二段階になっており、理念を表す定性的な目標と数値を表す定量的な目標に分かれております。定性的な目標はさらに二つに分かれており、個人のリスクを制限するための目標と社会全体のリスクを制限するための目標があり、特に社会リスクは他のエネルギー源と比べてそのリスクより小さいこと、といった表現でも言われています。それを使うためには定量的な数値が必要ですが、最初の個人のリスクについては、発電所周辺の平均的な個人の急性死亡のリスクを一般的にその人が受けている日常生活でのリスクの 0.1%以下にする、それから社会が受けるリスクについては、もう少し広い領域での人の平均的なリスクを見て、がん死亡のリスクが日常生活で受けるがん死亡のリスクの 0.1%以下になるという形で表現されました。これは 0.1%という比率で見っていますが、具体的な数値としては、当時の統計に基づいて急性死亡の方は、 5×10^{-7} 、がん死亡の方は 2×10^{-6} ぐらいということになりました。

次はもう一つの例としてイギリスの例を示します。イギリスでは原子力発電所を設置する時の安全審査では、セーフティケース、安全申立書というものを事業者が提出して審査されます。その審査のために、安全評価原則、サップ (SAP) とかエスエーピ

一とか、**Safety Assessment Principle** と呼ばれ用いられています。最初は確率論的な規定は無かったのですが、イギリスが軽水炉を導入する時に広範な聴聞会が開かれ、リスクをどう考えるのかという文書を作るべきだとなり、原子力施設からのリスクの耐容可能性という文書が作られました。

この耐容可能性は、一口で言えば原子力を単純に受け入れるのではなく、我慢してただけであり、我慢できるための条件があるということです。その条件としては、公平性、個人のリスクがきちんと制限されていること、効用性、メリットとデメリットが評価されていること、技術的に最善を尽くしてリスクの低減が図られているということです。その3つを具体的な規制の枠組として表現したものを **TOR** の枠組と呼んでいます。**Tolerability of Risk** の枠組ということです。それを図で示すと右側のようになりますが、リスクが下は小さくて上は大きいということです。それを3つの領域に分けて、ある程度以上大きいリスクはもうダメだと、ある程度以上、下だったら十分下にあるので無視できる状況に近いので広く許容する。その間の領域では、先ほどの最善を尽くした安全対策がなされているかといったことで考える **ALARP** (**as low as reasonably practicable**) と合理的に実用可能な限りの安全性を確保するというので、そうなっているかを規制機関が審査するという形になります。

イギリスの場合は、そういう考え方で様々なリスク指標について数値を示し、事業者はそれに合わせて説明をします。

それ以外の国はどうしてるかということで、**OECD** のリスク評価に関するグループが各国の状況を調査してまとめたものです。炉心損傷頻度と格納容器からの大規模な放射性物資の放出について、それぞれどの程度の数値を目標にしていますかということで表現しています。それぞれの数値はその数値が規制上の要求なのか、それとも努力目標なのかとか、あるいは今までにあるプラントに対して適用するのか、今後作るプラントに適用するのか、とバリエーションがあります。それで一桁くらいバラつきがありますが、おおよそ炉心損傷については、 10^{-4} から 10^{-5} 、格納容器の破損については 10^{-5} から 10^{-6} 程度が相場になっています。

リスク評価と安全目標がどのように使われてきたかを1ページにまとめてみましたが、左側の方の黒字で書いたところは、原子力の用語だけになっているので、そもそもどういうことかということを書いてみました。そちらを見ていただきたいと思います。まず、最初の頃に使われたものは、新しい原子炉の設計の中でシステムの信頼性を上げるために使うというのがありました。それからもんじゅの時の、**FBR** は新しいプラントで運転経験が無かったので、安全審査の時に、合格はさせるけれども **PRA** を運転開始前にまでに行い系統的に起こりうる事象の分析をするということが要求されました。その次は **TMI** 事故以後のアクシデントマネージメントの導入があり

ましたが、その時にはリスク上重要なシナリオを認識するための系統的な分析の方法として使われました。福島事故以後は、さらに（シビアアクシデントの）安全対策が法律上の要求になったわけですが、そこでも設計、あるいは安全審査で考慮するシナリオを抜けが無いように PRA で検討したもので補うということをやりました。それから日本ではまだ十分使われていない使い方として、保全の方式について最適化していくために重要なところに資源を費やしていくという時に安全目標と比べながらリスクが増加することが無いように確認をしつつやっていくというために使われています。また、将来炉につきましては、米国等で検討がなされていますけれども、安全目標を十分満たすようにしていく、あるいは様々な炉型に共通の安全対策（基準）を作るといったことに使われています。

ここから PRA の手法の概要についてお話をさせていただきます。ここで大きな流れをこの図で示しておりますが、PRA では起こりうる無限にある事故のシナリオを整理するために、イベントツリーのモデルが使われています。ただ、その時に事故の進展段階で、発端になる事象、起因事象と呼んでますが、発端になる事象のタイプを分類すること、それから炉心損傷までのプロセスを分類する、それから炉心損傷から格納容器の破損までのプロセスを分類する、あるいはその後の気象条件や防災対策の条件を分類するといった形で、大きく 3 つの領域、炉心損傷までと格納容器破損まで、その後、に分けてイベントツリーを作っています。それに対応して PRA については、レベル 1、レベル 2、レベル 3 という言い方で名前を付けて、炉心損傷まではレベル 1、格納容器破損まではレベル 2、最後の環境影響まで含めるレベル 3 の PRA と呼んでいます。そうやってシナリオを分けた上でそれぞれのシナリオの発生確率を評価し影響を評価しているという形になります。

まず、レベル 1 の部分ですが、ここに入力情報や得られる情報を書いてますが、基本的には設計や運転の関わる情報を入力として、炉心損傷頻度やその重要な事故シーケンスを出すということになります。レベル 1 ではそのシナリオを起因事象で分類しますが、その前にハザードでの分類があります。ここでハザードというのは、プラントに何らかの外乱を与えて通常運転ができなくなるようにする、その原因となるものです。大きく内的事象と外的事象に分け、さらに外的事象の方は自然現象や人的なものに分けるといような形になっています。それから、ハザードで分けた上でレベル 1、レベル 2、レベル 3 の PRA がそれぞれ行われ、さらにそれぞれのリスク評価はプラントが停止してる時か運転してる時かで大きく違ってくるので、それでも分離しているという形になります。こうやって分けた時に我が国でなされているのは内的事象、ランダムな故障や人的の失敗が中心で、外的事象まで行くと地震と津波までになっています。内部で起こる火災や溢水はまだ十分なされていないという状況になっています。

先ほどイベントツリーで分類しますと申しましたが、このイベントツリーのす各分岐は安全機能や安全設備の成功失敗で分けていきます。それぞれの失敗確率は複雑なシステムですので、まずシステムの失敗ということを頂点に書き、その上で原因となる故障や人間の過誤を下に書いていくという形で、これをフォールトツリーと言い表現をします。各人間の失敗確率や機器の故障確率はデータや専門家の意見を抽出して求めるという形になります。データとして重要になるのが機器の故障率なのですが、これについては電力中央研究所が中心になり、各電力会社から情報を集め、機器の故障率のデータ集というものをしています。こういうデータを作る時に非常に大事なものは、故障とはどういうものを言うのか、例えば非常用ディーゼルジェネレーターならどの部分までを一つのまとまりにして評価をするかというようなことをきちんと決めて、全ての人に統一してデータを出してもらおうということが重要になります。あるいは、人間の失敗と危機の失敗をちゃんと区別するとか、半分ぐらい故障してるがまだ動くものをどう扱うかをきちんと決めておくということが重要になっています。それから人間の信頼性解析については、人間の操作というものは、複雑な思考過程なども入って操作がなされるのですが、それを単純化されたパターンに分け、人間を一種の機械のように見る見方になりますが、それぞれのパターンごとに失敗確率を決めます。その失敗確率は専門家が自分の経験に基づいて作ったベースになる確率を中心にして、様々な条件を修正係数という形で表して求めていくというようなことを行っています。このやり方だと、人間が現実には色々頭の中で考えて操作をするので、その認識の誤りのような失敗をきちんと表現できないということで、最近では様々な研究がなされて、それをある程度反映した評価がなされるようになってきています。次に不確かさの解析と感度解析についてですが、ここでは不確かさの分類をまず示しています。PRAではどの程度不確かかということ表現することが大事であり、これは WASH-1400 で批判されたことです。大きく分けると偶然的な不確かさと認識論的な不確かさというものがあります。偶然的な不確かさというのは、自然現象として元々持っているばらつきであり、それは現実に存在するもの。それから認識論的な方は、モデルの単純さや我々が持っている様々な理論の違いなど、そういったことによって成り立っているもので、知識不足による不確かさとも言います。その他、認識論的なものは、データがないこととモデル化の問題とそもそも考慮していないものというものがありますが、その考慮していないものの中には、全く思いついてないものと分かってるけど入れていないというものがあります。PRA では、分かっているけど入れてないということが比較的大事に考えられています。その他の部分は、全く未知なもの、いわゆる Unknown Unknowns ですが、それに対しては、確かに PRA の対処はできない。だからといって安全上の配慮がないわけではなく、様々な深層防護を確保してるとか、安全余裕を確

保してるとか、運転をモニターして今まで考えていなかったことや新しい知見を反映させていくといったようなことによって対応しているということです。それに対して、分かっているけど見えていない部分というのは、PRA を改善することによって見えていくことができます。またそういうところについて、それをやることによって、これまで決定論的な安全評価では元々見ていなかった部分についても見えてきて、ここが弱点になるということに気がつく時があります。そういう意味で、能動的に何かやろうとすると、その部分を改善していくということが大事になります。以上がレベル 1 の説明ですが、結果として出てきた PRA への結果の例を NUREG-1150 で示しています。5 つのプラント、2 番目と 3 番目が BWR ですが、どちらかと言えば P よりも B の方が小さいというような傾向があり、この棒の長さが不確かさの範囲ですが、結構大きい形になっています。特に BWR の場合ですと、全交流電源喪失がパイチャートの中で比較的大きい割合を示していますが、これは福島事故でも似たような形になっていました。

次に PRA の品質の確保について、レベル 1 と他の部分とを共通でまとめさせていただいています。ここでは、PRA のやり方についてガイドラインや企画を揃えていくというのが基本的なことですが、そういったガイドライン等で行われている方法としてどんなものがあるかというのを下に並べています。そもそも見落としが少なくなるように、シナリオの分類方法を体系的な分類方法として使うということです。それから、その結果を運転経験等に照らして常に確認をする。現場の視察をして、実際に PRA のモデルが現在の状況と合っているかということを確認するというをしています。その他、同種のプラントとの比較や専門家によるピアレビューといったものも行っています。それからデータの信頼性の確保というのは、機器の故障率等についてシステム全体で失敗した経験などを集めて評価することで、故障率から推定したものなどと比較するといったこともなされています。それから、レベル 2 の PRA やレベル 3 では計算による推定も多くなっていますが、そういう計算では実験との検証なども必要になります。それから、専門家判断については、地震 PRA のところで説明しますが、専門家から意見を聴取する時のやり方を定式化しておくということもなされています。それらを通じて、考慮範囲の限界や不確かさをきちんと提示することがなされています。

次は、地震に関する PRA についてご説明します。ここではプラント周囲の地震の発生状況や耐震設計、それから地震時の運転手順等の情報を使って炉心損傷頻度等の情報を得ています。その評価の流れを模式図的に書いていますが、大きく 3 つのプロセスがあります。地震ハザード評価は、プラントのサイトでどの程度の地震がどの程度の頻度で起こるかを表現したものです。それから、脆弱性評価は、損傷確率評価

とも言いますが、ある決まった入力地震動が来た時に機器がどの程度の確率で損傷するかを求めるプロセスです。ここでは様々な計算の不確かさを考えて評価しています。それから、その 2 つの情報を入れてフラジリティ評価から機器の損傷確率が出ますので、それをイベントツリー・フォールトツリーに入れることによって事故シナリオの発生頻度を求めます。ここで事故シーケンス評価という言葉が出てきていますが、これはシナリオとほぼ同じ意味だと考えてください。特に自然現象の場合に重要となるものがハザード評価ですけれど、これが地震の発生頻度と大きさの関係です。これを決めるためには、まずどこでどの程度のマグニチュードの地震が起きるかという評価、これを震源のモデル化と言いますが、それを行い、発電所のサイトまで地震波が伝わってくるまでにどの程度エネルギーが減衰していくかを考えて地震動の予測をし、さらに発電所でどの程度の大きさの地震動が発生するかを計算するという形になっています。このハザードは、自然現象であるために非常に不確かさが大きいですが、それを評価する方法について示しています。ここでは地震源に関するモデルや、地震の伝わり方のモデル、それからサイトでの地盤の揺れ方のモデルなどを使って計算をしていますが、それぞれのモデルのパラメーターだとか使うモデルだとかを選択する必要がありますということで、ツリーのような形でどの部分はどのモデルを使う、どの部分はどのパラメーターを使うということを専門家の判断を使って決め、その選択肢のオプションを全て考慮して全部の計算をそれぞれごとに行うという形で計算をしまして、これは人間が選択するものですから、認識論的な不確かさと呼ばれるものであります。これを使って地震動のハザード曲線がばらついているものだというようにして表現をいたします。先ほどの自然現象の本質的なばらつきは一本のハザード曲線の中に既に含まれているものになります。出てきた結果が、これも NUREG-1150 の結果ですが、地震の場合が真ん中の 2 つの棒グラフで書かれております。ここでは LLNL の手法と EPRI の手法が書かれていますが、これはハザード評価の時に専門家の意見を聴取する仕方が 2 つの研究所、ローレンスリバモアが LLNL、EPRI は電力研究所になりますが、その 2 つで違うやり方を取ったと、そのためだけでハザードが大きく違ったという結果になっています。そういった結果が得られたものですから、NRC としては、専門家判断を使う時にどういう方法で行うことが一番いいのかを検討するタスクを作って、これは SSHAC と呼んでいるグループですが、そこの提案した方法が以後使われるような形になり、情報収集を十分に行うとか、意見交換の方法を定めるとか、記録をきちんとするといったようなことが定められています。それから、この結果で注意していただきたいことは、内的事象の結果に対して地震と火災はどちらかと言えば大きめになるという結果になっている点です。

次をお願いします。レベル 2PRA についてです。レベル 2 では主として自然現象（物理現象）による負荷が格納容器の損傷に対してどのように寄与するかを考えてモデル化がなされます。例えば自然現象（物理現象）として福島でもありましたが、水素ガスが出てきて爆発する可能性があるとか、溶融物が水と接触した時に水蒸気爆発が起こるとか、コンクリートを溶かして下に突き抜ける可能性があるといったようなことが検討されます。そのような物理現象には不確実さもありますが、確率的にイベントツリーの形で、どういう現象で格納容器破損に至るか至らないかといったことを表現します。確率を決める際にはシミュレーションや知識の不足を考慮した感度解析を行い、決めていきます。統計データは使えませんので、モデルによる推定や専門家の判断による推定で確率を決定します。レベル 2 の PRA の結果がここに示されており、これは、早期の格納容器破損で大量の放出がかなり早い時点で起こるような確率について決めたものでございます。ここでは、どんなシナリオの寄与が大きいかといったようなものが分かってきます。Grand Gulf ではと少し書いてありますけれども、アメリカの BWR では水素の燃焼の可能性があるということで、日本の場合は格納容器の中に窒素を充填して燃えないようになっているのですが、そうでないプラントもアメリカにはあって、そこではそういうものが大事になるといったような結果が得られます。

次はレベル 3 の PRA ですが、ここでは、レベル 2PRA でどのくらいの放射能がどのような時間に出てくるかということが、事故のシナリオごとに出てきますので、それを使って評価を行います。発電所から出てくる放射性物質は、空気の流れによって運ばれますので、1年間を通じた気象の条件の統計データを使って、様々なシナリオがあるということを考慮して、たくさんの計算を行って人の被ばく量の確率分布を決めるというようなことを行います。どの程度の被ばくをすると、どのような健康影響が出てくるかを示したものがこの図になりますが、特に注意していただきたいのは、このグラフの低い線量の方、左側の方は直線的になっていて、それがだんだん大きい線量になってくると急に上がっていく領域があるということです。低い方の直線になっているところは確率的に発生するがんの影響であります。それに対して大きい被ばくの方は急性の影響があるという目に見えるような影響が支配する領域であります。レベル 3 の結果を実際の日常あるリスクと比べたものがこの図ですが、青と緑と黄色の結果が NUREG-1150 の 5 つのプラントの結果であります。青が炉心損傷頻度の不確実さの範囲、範囲といっても 5%値と 95%値であり、さらに上や下にもありますが、一応、概略の範囲ということで見ていただきたいと思います。

それから緑が格納容器の破損の頻度、黄色ががん死亡、オレンジが急性死亡になっています。10⁻⁶のあたりに黄色とオレンジの矢印がありますが、これがアメリカの安全目標で、結果としては安全目標をかなり下回ると、つまり十分満たしているような結

果になっています。ただ、この結果だけで見るとはなくて、安全目標を決めて、それと PRA の結果を付き合わせるということは総合的な安全の度合というものを見ることにつながっています。右側に書かれていますが、炉心損傷頻度がどれだけ小さいかというのは様々な事故防止のための対策の有効性を表しています。また、炉心損傷頻度と格納容器破損頻度の差は、シビアアクシデント対策の有効性を表しているようなものとも見ることができます。それと死亡リスクとの差というのは、防災対策や気象条件による放射能拡散による影響を表しています。そこを全体的に見るということは、様々な安全対策の妥当性を総合的に見ることに役立つということです。

次に我が国での安全目標の検討経緯と関連する論点についてですけれども、まず経緯としては、2001 年から 2006 年に、原子力安全委員会で安全目標専門部会というものを作り検討し案として提案を行っています。それから 2013 年に原子力規制委員会が出来た際に、安全目標の議論がなされ、それをベースにして今後議論をしていくということが合意されました。その時に、さらに一つ加えてますが、これについては後ほどご説明します。2020 年から 2021 年にかけては、継続的な安全性向上に関する検討チームでさらに議論がなされたということになっています。まず我が国での最初の検討の時ですけれども、この時に、「何のためにやるのか」ということについて文章を書いて、安全目標は規制活動に一層の透明性、予見性を与え、さらにその内容をより効果的で効率的なものにすると言っています。さらに規制の活動について、より合理的なものとし、相互に整合性のあるものにするということが言われています。最初のページでこういう言葉を並べさせていただきましたけども、それはここから持ってこさせていただきます。さらに公衆のリスクを尺度とする安全目標を作ることで、国と国民の意見交換を効果的・効率的に行えるということ。また、事業者と規制機関の間で、規制当局の期待にどのように応えるかを考えて効果的・効率的に実施することができる言っています。具体的にはどのようなものであったかという、米国に倣って定性的な目標と定量的目標を示しまして、定性的な方は、公衆の日常生活に伴う健康リスクを有意には増加させないと。定量的な方は、敷地境界付近の急性死亡リスクについて年当たり 100 万分の 1、がんについても施設からある範囲の距離で年当たり 100 万分の 1 を超えないということが提案されています。また様々な安全管理に適用しようとする、レベル 3 の PRA まで行う必要があり、不確実さの範囲も広がりますので、炉心損傷頻度と格納容器機能喪失頻度というプラントに係る条件で目標を定めたものとして、年当たり $CDF10^{-4}$ 程度、 $CFF10^{-5}$ 程度という性能目標も定められていました。これについて原子力規制委員会ができて検討した時には、福島事故の経験があったので、この真ん中にありますけれども、土地汚染等の問題も重要だということで、事故時のセシウム放出量が 100TBq を超えるようなものの頻度は 100 万炉年に 1 回程度とに

する、という形で示されています。これはあの先ほどの OECD のグラフにもありますが、大体このような目標については多くの国が 100 万炉年に 1 回程度という目標を作っています。その他、この目標は全ての発電所原子炉に区別なく適用され、既存と将来のものを区別しないということ、また、今後とも引き続き検討を進めていくものとする、ということが合意されています。

継続的な安全性向上チームでの振り返りの中で、いくつか安全目標に関する議論として挙げられていることがあります。先ほど更田さんのご説明にもありましたが、リスク評価と欠けの重要性との関係を論じることに役立つということです。また、正当化と関連する問題であり、自由な議論を促す観点で検討が役に立つのではないかとということ。さらにそれを使っていく時には事業者インセンティブを与えて、事業者が自主的に安全性を向上させていくことができるという意見もあったが、完全に任せきりで良いのかという疑問もあったということで、自主的には決して発見しようとしないうけが存在するのではないかと、あるいは事業者と規制当局の間の信頼関係が重要だという指摘がありました。

次に議論を進めていく際に、安全目標を定めるとか、リスク情報を使うということ非常に大きな利益があるということを示す例をアメリカから持ってきております。原子力分野では様々なレビューがなされていて、リスク情報を使うと様々な利点があり、安全性と経済性の両方を向上させることができるという話が多く文献にあります。具体的な状況を示すものとして、この図は NRC がリスク情報を使ったプラントの許認可ベースと言いますか、既に許可された内容を、例えば保安規定との運転のやり方や保全のやり方を変更するという時に、リスク情報を使うことによって、安全目標に適合するような状況がより悪い方に行きませんということを示させて、それによって許可をするという形になりますが、そういうやり方による申請が年々増えてきており、様々な分野で使われていることを示しています。

PRA の使い方に関する基準の例ですけれども、米国の PRA 政策声明というものがありまして、PRA を使う時には PRA の技術が許す範囲内で使うということが大事であり、決定論的な安全評価の方法や規則、深層防護の理念といったものを決して捨てるわけではなく守った上で進めていくということを言っています。また、PRA および関連する解析は、不必要な保守性を削減するためにも使っていいということも言っています。そのための PRA の特性としては、可能な限り現実的な評価を行い、裏付けのデータを公開し、レビューができるようにするということを言っています。それを使うときの安全目標および補助的な数値目標については、バックフィッティングのためにも使っていき、規制を強化していくような場合にも使っていきべきであるということが挙げられています。

次は、事業者が自分のメンテナンスの方法等を変更する時に、PRA でもって安全は確保しつつやりますという説明をする時です。そのための審査の観点を 5 つ挙げておりまして、決定論的な基準や深層防護を満たすことということが書いてあり、更に安全目標との関連で安全目標の主旨と合致し、それを維持することが要求されています。それが赤字で書いてあるところでもあります。

以上をまとめますと、一般的な意味でのリスクマネジメントにつきましては、ISO31000 と比べ大規模な災害があるような原子力の場合には定量性やシナリオの分析といったものが大事だということになります。

それから PRA と安全目標に関しては、米国とイギリスの状況を報告させていただきました。PRA の手法については、特にレベル 1 を中心にどのように品質の確保がなされているかということを含めてご説明をさせていただきました。また、我が国での安全目標等については、リスク評価と重要な欠けを見つけるために PRA を使い、そして PRA を拡張して使っていくということが重要だと。それから安全目標について広く自由な場で議論することの重要性だとか、不確実さ等について考慮して使っていくということですね。そういう使い方の議論も重要であることを申し上げさせていただきました。以上でございます。

- 更田委員長

村松さん、どうもありがとうございました。

- 村松オブザーバー

すいません、参考情報がついていますが、全部やると長くなり過ぎるので後ろに回させていただきました。もしお役に立つところがあれば、そちらで説明させていただきますと思います。

- 更田委員長

はい、ありがとうございました。途中のドラフト版で委員の方には事前に説明もさせていただきましたけども、非常に多岐にわたりますから、全体にわたってどこからでもご質問があれば、どなたか口火を切っていただけると大変助かります。山本先生。

- 山本委員

村松先生どうもありがとうございました。二つありまして、一つ目が 10 ページの下のところの概要の 3 つ目ですけれども、「いかなる死も許容可能ではない…」のところ、これかなり難しいことを書いてあって、ストレートに読むと、「いかなる死も許容可能ではない。イコール、リスクゼロ」というふうに読みたくなりますが、そういうふうにはなっていないわけですね。原文読むともう少し色々なことが書いてあるんですけども、そこも含めて補足いただけることがあればと思います。つまりこういうステートメントが許容されているのかどうかということですね、アメリカでは。

あともう一つは、現時点では取り組みとしては出来ていないけれども、仮にこの安全目標が日本で設定に至った場合、初めてできるようになることがあるのかどうかです。その二つについてお願いします。

- 村松オブザーバー

最初のところについてはですね、申し訳ありません。次の機会にでもご説明させていただきたいと思います。申し訳ありません。それから安全目標を作ることによって初めてできることというのが、2番目のご質問だったかと思いますが、そこにつきましましては米国の場合を例にとりますと、1つはスクリーニングです。様々な安全上の課題が出てきた時に安全目標に対してほとんど影響しない、つまり、安全目標の1%より下みたいところは、初めからNRCスタッフは無視してもいいよ、となっているということがあります。これは様々な課題を今後取り上げていくんだけど、もっと重要な課題、取り上げるべき課題がいっぱいあるということで、そういうふうになっていると思います。一方、NRCが安全目標をむしろ満たすために抜けているところを見ていくという時に、安全目標が定まっていれば、様々な抜けの候補みたいなものに対して、安全目標との関係、影響の度合によって優先度を決めていくということがやりやすくなると思います。それから先ほど申しましたけれども、事業者が自分のところの運転方法を変える時にNRCに許可を求めますけれども、そこでは、事業者はCDFが大きくなる面があるけれども、安全目標に比べれば全然関係ないほど小さいのでNRCは必ず許可をするだろうという、いわゆる予見性を与えるというようなことも安全目標があるとはっきりしてくるということがあると思います。

- 山本委員

ありがとうございました。最初の方につきましては、今日は色々な方が出席されていて、初めてこういう議論に接した方もおられると思うんですけども、これを読んでどういうふうにお感じになったかということに、私は非常に興味があるんです。以上です。

- 更田委員長

今の山本先生のお尋ねの最初の方で、NRCの安全目標にかかるポリシーステートメントは、もうちょっと注釈がついていて、結局、米国の原子力規制委員会がそれを日常的な出来事、あるいは許容される出来事とみなすという意味では決して許容できるものではないと、元々ルーティンでもパーミッシブルでもないんだということは、ポリシーステートメントには書かれています。だから当たり前のように、それを許容するわけではないんだよ、というようなニュアンスだと思いますけれども、少し難しい議論だというふうには思います。この点どなたか。亀井先生。

- 亀井委員

多分山本先生はこういう部外者が話した方がいいんだろうと思うので、是非お伺いしたいのは、僕は元々統計屋から始めた人間なので、確率論的リスク評価は当然やるべきだと思ってます。ただ、多分 2 つあって、出てくる結果としての数字という話とプロセスというものを別々に考えなければいけないだと思っています。このプロセスというところが実は大事で、今日の村松さんのお話を踏まえて私自身が感じたところは、このプロセスを通じて、ここに欠けがあったら欠けを埋めようとか、何かロジックが飛んでいないかとか、他はどうなんだろうかって比較してみることを通じて、人間はそもそも不完全な存在だけれども、あるいは組織はそもそも不完全な存在だけれども、色々なことを考えていこうじゃないかっていう、このプロセスそのものが大事なんだと考えています。その結果出てくる数字については、色々なもの見方があります。例えば、これに入ってる水をあとちょっとしか残っていないと見るのか、まだまだ沢山残っていると見るのかみたいな話も含めて、極めて主観的な人間がどう考えるかというところがあると思いますので、そこの最後に出てくる定量的なもの云々というよりは、このプロセスが非常に重要だと受け止めたのですが、是非ここで伺いたいことは、ここにいらっしゃる方にお答えいただきたいのは、こういう大事なことは、規制側でも導入されるべきだし、あるいは事業者側でも導入をされて共通言語になっていることが規制に導入する上での最低条件だと私は思います。例えばこういうものが導入されるにあたって、「お宅はどういうロジックでシナリオを考えたの」「うちのシナリオと違うね、何が違うんだろう」みたいなことが、コミュニケーションされることが極めて重要で、ここはまさに出てくる数字云々よりプロセスそのものが非常に重要だということの観点から申し上げてるんですが、こういったコミュニケーションは日頃からされているのか、それともされていないのかということについてはいかがでしょうか。

● 更田委員長

誰が答えるんだろう。経歴からすると私が答えることになるのかもしれないけど、現職ではありませんが、できている部分とできてない部分があるという答え方になりますが、いつまで新規制基準と呼ぶのかは別の話ですけど、いわゆる新規制基準適合性審査という審査の中では、申請者からシナリオを示してもらって、そのシナリオに分岐していく確率を示してもらっていて、そういう意味では、その審査のやり取りをする時の共通言語になっています。ただ、限定的であるといえ、ある種限定的なのは、米国ほどには応用が効いてるかと言うとそこまで応用が効いてるわけではない。審査の中で一部使ってはいますけども、例えば機器の重要度を定めるであるとか、保全の時の点検ですとか、そういった時のアプローチにリスク情報を使うところに関しては、そのリスクの情報の品質を巡るような議論というのがまだまだ尽くされてない

部分はあります。その共通言語というものが、どこまでのレベルで共通言語なのかは色々議論のあるところだと思います。例えばその審査会合というようなどこに出てくる部隊との間では、ある種共通言語かもしれないですけども、もっと広い範囲で共通言語、例えば、検査官と現場の検査を受ける人の間、あるいはもっと高い意思決定をするレベルで、リスクというものが共通言語になってるかということ、これはまだまだというところだと思ってます。現役の伴さんに補足してもらいましょうか。

- 伴委員

内容的に私が補足できるものはないと思いますが、村松さんの説明の中であった機器の故障率みたいなどの基本的なデータがものすごく大事になるわけですよね。ところがその統計がまだきちんと整備されていないというような、非常にベーシックな初歩的なレベルで問題があるので、なかなかインプリメンテーションに移せないという状況はあります。

- 亀井委員

今の話はすごい大事な話なんだと思っていて、こういうものは、やはり過去から学ぶこと、あとは想像力をいかに活かしていくかという話だと思いますが、伴さんからお話をいただいた、故障率がどうかというのは、まさにオペレーションしているからこそ知っている生の情報なわけで、これがきちんとシナリオの中に代入されるかされないかということこそはすごい大事なところですし、そもそもそれを代入しようと事業者がしているのかどうかということこそは、さっきの共通ツールになってるかなってないかでいうと、私はそこができてないんだとしたら、ほぼなってないと思うんだらうと思っていて、多分その辺のところは揃わないと、そもそも最後の数字を出すところばかりに議論がいつてしまうのは甚だ残念だという感じはします。

- 更田委員長

事業者は、努力を傾注することを公式に表明して随分経っていますし、努力はしています。それが十分か十分でないかという議論は色々な局面であるだろうと思いますけれども、電気事業者が作った全体の団体のようなところは、リスク情報を提供するための努力をするという表明をしています。特に2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故の直後に大きな変化として、産業界としてリスク情報の取得に努めると表明をしています。ですから、規制側も事業者側もこういった努力が必要だと言っているところはあると思います。

少し話が飛ぶかもしれませんが、アイゼンハワーがよく言っていた言葉で、「Plans are worthless, but planning is everything」というセリフがあり、PRAにもそういうところがあって、結果以上に過程が非常に有益だという認識が双方にあります、その過程の利

用に関しては進みつつあるけれど、結果として具体的に数値がこうだからという扱われ方の事例はあまりないんじゃないかと思いますが、山口先生いかがですか。

- 山口委員

米国の話で申し訳ないんですけども、アメリカは 20 年位前から、「Technical Adequacy of Probabilistic Risk Analysis in Risk-Informed Applications」というレポートを書いている、これは規制委員会が書いてるんですね。その revision も 4 か 5 までやってると思うんです。その中に、先ほど出てきたような、まだ unresolved な問題ではないんですけど、データの問題とかモデルの問題とか unknown の問題とかをどうやって解決するかというのを、PDCA 的なサイクルでモニタリングをしてフィードバックする。それからエキスパートオピニオンをどう活用するかというプロセス、そういうもので規制委員会が主体的に取り組んでおります。亀井さんのご指摘があった、プロセスというのが共有できているかどうかという意味では、私はかなり共有できてると思うんです。実際に米国をはじめリスクを色々なところで活用している国も沢山あって、それが実績を上げていて、例えばアメリカは二年前に「Nexus of Safety and Operation」というレポートが NEI から出ていて、それで CDF は 1/10 以下、計画外のスクラムの発生頻度も 1/10 以下になってる。それで運転性能も上がって、リスクも減って、それはリスクを活用しているからです。私が必要だと思うことは、今の PRA の Technical Adequacy をどうやって見るかというコンセンサスが得られてないと。そこはやはり、リスクに対して規制を行う規制側の方でデータがまだ不十分だというコメントを出すのではなくて、その不十分なところに対してどう取り組むか、というところに一步踏み出した議論をしていただく必要があるんじゃないかと思っています。

- 更田委員長

米国の場合は、確かに山口先生が言われたように、規制当局が先に出た部分は非常に強くて、例えば先ほどの NUREG-1150 にしても、実質的には National Lab がまとめたわけで、それは規制当局の要請に従って国立研究所がまとめた。ですから非常に USNRC が積極的だったんですよ。それを当時の NRC の人たちに、なんでこんなに前向きだったのかと聞くと、「議会の圧力だ」という答えが返ってきて、当時その議会からは非常に強いプレッシャーが NRC に対してあったと。もう一つは、火災防護で随分、山口先生もご存知だと思いますけど、TMI の後の規制強化で産業界が悲鳴を上げるような状況の時に、火災防護を巡る議論で火災 PRA の利用についてのやり取りが随分ありましたよね。ですから、そういったきっかけがあって、米国の場合は、規制側がリスク情報の利用に非常に前へ出て、それから文書整備に務めたという事実があり、文書整備は非常に大きいですよ。

- 山口委員

ご指摘の通りで議会の圧力っていうのはあったと思うんです。ただその前に、アメリカは1980年代にECCSの実験でECCSが動かないという失敗があったりして、多くの方が規制委員会も含めて原子力のシビアアクシデントというのは極めて稀であると、安全性は高いと。しかし、それを示せない限り、一般の人はそれを信じてくれないだろうという危機感があって、それでリスクの活用に取り組んだという、そういう失敗の歴史というのを踏まえて動きだしたと。日本で言えば福島第一の事故が一つのきっかけになるはずなんですけども、それがNRCを動かしたっていうのが一つ。それと先ほどおっしゃったのは、ドメニチ上院議員がNRCに対して脅しをかけたという件だと思うのですが、私はその議会が圧力をかけたというのと併せて、その時にNRCのジャクソン委員長が、「自分たちこそ変わるんだ」という議会の圧力と併せて、それに応えるNRC内部の意見が出てきたっていう、その2つが調和をしながら動いたというのが大きいと思ってるんです。

- 更田委員長

翻って日本の話になると、例えば文章なり、その周辺を整えていくかという議論があると思うんですが、こういう言い方は荒っぽいかもしれないけども、NUREG-1150の実状から見ると30年ぐらい遅れてる、環境整備からすると。だからそういった意味で亀井先生のご質問に答えるのが目的ではあるんですけども、積み上げが全然違うところはあるんだと思ってます。特に不確かさをどう考えるのかとか、故障率にしても、例えば不確かさがあるからとか、不確かさは決定論にだってあるわけで、だから使う使わないという話ではないんだけど、とにかく米国の場合は問題を解決して前へ進まなければというインセンティブがどこかにあったんだと思うんですよね。日本の場合は多分そのリスク情報活用に向けたインセンティブを持ち損ねているのかなという印象を持っています。どうぞ、どうぞ。

- 山口委員

更田さんの資料の最初のところに安全目標について議論し、それを作成するためのプロセス、要件、それで定量的目標の例につがる提案を目指したいっていうふうを書いてあって、やはりそれがこの集まりの目的だと思いますので、そういう観点でいうと、ドライビングフォースがあったかという話ですが、2012年に更田さんも出られた日米PRAラウンドテーブルというのがあって、あの時の議論はまさにそのプロセスなんですけども、当時日本はやはり数十年遅れていただろうという認識がありました。あの時の私の理解の皆さんのコンセンサスは、しかし、こうやってアメリカは数十年かけてPRAを使ってこれだけパフォーマンスを上げた実績があるんだから、それを真摯に我々が学ぶことによって、半分以下の期間で実現できるんだっていうのが、我々のあの時のコンセンサスだったというふうには、あの私も出てたんですけども、更田さんも出ておられたので、そう理解してました。

- 更田委員長

随分山口先生とのやり取りになってしまいますけど、確かにあの時アポストラキスもいて、それからピートライオンズとかいましたよね。ジョンケリーなんかと議論してた時に、やはりあの時はもっと短い期間で追いつけるのかなという期待が盛り上がっていた時期で、というのは、リスク情報活用の議論であるとか、安全目標の議論というのは、その安全神話の否定につながるので、まさに東京電力福島第一原子力発電所の事故というのは、リスクの議論も常に事故の話、被害の話、危険性のお話をすることになって、それは従来のいわゆる安全神話に浸っていた文化からの脱却に向けて最も良い一種の議論なので、これはとにかくずっと議論されてること自体も重要だし、それから米国が行ってきたような周辺環境というんですか、努力がというところだったんですけど、振り返ると基準を作る、それからその基準の適用性を見る。事業者にしてみると、やはりそれぞれを動かしていくっていうことの中に埋没してしまったようなところがあって、あれから12年経ってるけども、あまり状況変わってないですね。

- 亀井委員

一つアメリカとの違いで言うと、この分野は決して専門ではないんですが、やっぱり自然災害の大きさが非常に大きいんだろうなという、これは多分先生方も同じ認識だと思うんですが、23ページの村松さんから共有いただいた資料のところ、本来はこういう解析をしていくことによって、認識論的不確実さをどう取り込むかというところの中で、既知だが考慮しないことによる不確実さとか、未知の要因による不確実さ、この不完全性による不確実さをどう取り込むかというところが、我々は能力が上がりますということが、先ほど申し上げたプロセスの重要性につながるんだというふうに理解をしているのですが、そういう中で私が理解不足してる部分もあり、今生々しい話なんで恐縮なのですが、つい最近、敦賀原発の件で原子力規制委員会がこの活断層は、というような判断をされました。別にごめんなさい。伴さんに答えて欲しいわけではないですよ。それに対して実際の事業者の方は、それは認めなという話になっていて、これはオープンになってるので言いにくいかもしれませんが、誰も答えにくいかもしれませんが、これだけ重要なものについて認識するかしないかということについて意見がわかることについては、物事の考え方として共有されてるとは言い難いのではないかなと率直に感じてしまう。この辺が、比較的自然災害による影響が小さいとされるアメリカと、自然災害の影響が極めて大きく実際にそういうことが既に起きてしまった日本において、どういうふうに考えたらいいのかというところなんです。すいません、答えはないんですけども、非常に悩ましい問題であり、かつ、それだけ大きな問題について規制当局と事業者側で見解が大きく相違してしまうところについ

て、非常に大きなパラメーターだと思うのですが、必ずしもまだまだ共通の土俵に立ってお話ができる感じがしないというところを感じます。

- 更田委員長

はい。すぐにはお答えがないんだと思いますし、それからプラント側で、例えば内の PRA、プラント側の話であると対処が可能ではあるけど、断層の上に立っていて、断層に活動性が認められる、ないしは否定できないとなった時これは対処ができない話なので、あまりその対処ができないことについて規制当局との間の見解が分れてという事例は、国内ではあまりないし、国外でもなかったんだろうというところは大きなところだと思います。それから亀井先生が強調されたように、外的ハザードの寄与が大きいというのは圧倒的に特徴だと思います。

- 山口委員

昔の安全設計審査針、耐震指針なんかは、安全施設の設計と相まって自然災害に対して防護するという発想だったんですよね。それでアメリカに比べて日本の方が、確かに地震のアクティビティは高いのですが、例えば人的事象のリスクを考えると、トルネードなど、それぞれの国にそれぞれのリスク要因があって、それは設計において適切に対応するという意味で、元の安全設計審査指針での発想であるハザードとなる地震などの要因と、それに対していかに防護するかという、安全確保、設計の考え方で、やはり両方がセットであるべきで、厳しいハザードに対してはそれに応じた設計の要求を現実には日本はしているわけですので、単純にどのハザードが大きいからこっちは良いけどこっちはダメという議論には必ずしもならないんだろうなと思ってます。

- 更田委員長

はい、すみません。いっぱい手が挙がっていて、手が挙がった順番によろしいですか。

- 成宮委員

少し前の話になるかもしれませんが、例えば 23 ページの不確かさ、uncertainty の分類と、それに対する取り扱いに非常に興味があるというか、重要だと思っています。先ほど亀井先生がおっしゃっていたプロセス、資料の中ではシナリオという言葉で解釈され、変換されているのかもしれませんが、そのシナリオの中に登場する設備や人の操作、あるいは外的事象に対する構築物だとか、例えば液体系のスラッジ、揺らぐことを防ぐようなことをするなど、そのようなことまで含めて機能喪失がどのくらいの割合で起こってしまうのかということを考えてる。その時にこの不確かさの図にあるように、データ不足というのは、過去に私も色々やったことがあります、実際に起こってるトラブルを見るだけではなく、その中の故障モードなどを分析したりもします。それが 100%ではないかと言われると 100 ではないと思います。ですので、その辺の不

足はどういう形で補うかという話も含めて、かつ、データだけではなく、プロセスと言いますか、シナリオによる欠け、例えばどこかの操作のどの故障モードを見逃しているのではないかとか、あるいは損傷という言葉が皆さんの中でどういうふうに解釈されるかは千差万別だと思います。故障をバラバラになっているなどと思う人もいれば、洗濯機が壊れたくらいが故障だと思ってる人もいるだろうし、その時にデータ不足という、このデータをどういう故障モードで取ってるかっていうのは、昔に比べると細かく見えています。少し違うプロセスですけども、その過程にあるのは確かなので、その点でPRAそのものを活用するに値するかどうかというところの信頼性は事業者の中でも色々意見が分かれてると感じます。すいません。補足でした。

- 更田委員長

はい、ありがとうございます。藤原さん。

- 藤原委員

全く畑の違う人がこの議論を見てどう思うのかという点について、私も全く畑違いの筆頭みたいな人間だと思いますので、申し上げます。私も亀井先生と同じような感覚を持ちまして、安全を追求するという規制側と共通のゴールを持っているはずの、極めて重要なステークホルダーであり一義的な責任を負うとされている事業者さんが議論に入っていただくべきではないかと、一緒に考えていくのがベターではないかと強く思い、逆に違和感を感じました。この会議の母体となった議論の振り返りを拝読したんですが、なかなか難しいんだろうなということは分かりました。ただ、今回の資料2の44ページに書かれている「事業者と規制当局の間の信頼関係が十分に存在しているとは言い難い状況」を見まして、これは率直で、かつ、とても深刻なご指摘、現状認識だというふうに思いました。こういう場に加えて、並行してあらゆるチャンネルを使って信頼関係を構築していく努力が必要ではないかなと思いましたが、振り返りを読むと、オープンであることに皆さん割とこだわりが強いと思ったのですが、安全性という話に関しては、昨今の国家安全保障や経済安全保障であるとかの絡みもある話ですし、機密性の高い話も入ってくるだろうと思います。ですので、一部はクローズドでも良いのではと思ったのが、私の感想です。

- 更田委員長

部分的な部分だけお答えしますが、この開催の形式を YouTube で公開というのは、前例となってる継続的な安全性向上の検討チームの開催形式がこうだったので、とりあえずこの形で始めてみましたが、こうやって YouTube で流しながら議論するのが良いのかどうか、公開が良いのか、どういう形が良いのかそれ自体も議論の対象だと思います。フレキシブルに考えて良いのではないかとこのように思います。それから、規制当局と事業者との信頼関係というのは、まだまだだと思います。これは、どっちがど

っちというようなことを言うつもりはありませんけども、これはまだまだだと思います。それは社会との関係についてもそうです。事業者と社会、規制当局と社会との関係についても同じことが言えるんだと思ってます。

- 藤原委員

決して馴れ合いの信頼関係というところではなくて、社会が求めているのは、緊張感のある信頼関係というところだと思うんですね。それがまだまだであるとすれば、これから徐々にでも積み上げていっていただくような努力をしていくべきなのかなと思いました。

- 更田委員長

一例を申し上げますと、規制当局に対して本音を言うと藪蛇になって、えらい目に合うからというような警戒感はどこも持ってるようなところがあって、ですから、より良い関係というのはあるんだというふうに思ってます。すいません。お待たせしました。板垣先生。

- 板垣委員

ありがとうございます。板垣です。2点ほどです。先ほど山口先生おっしゃったことに関係しますが、リスクの評価という時には、リスクが実際に起こる確率と、更田委員長からお話もありましたけれども、リスクが起きた時の被害の大きさ、影響を考えなければいけないはずでして、山口先生がおっしゃった設計の話というのが、私の中でよくわからない。例えば今回の敦賀2号機の話でも、志賀原発でも何でもそうですけど、活断層があるからダメなんだと、完全に素人の発想ですけど、活断層がある、直下型地震が起こるんだろう、しかし、日本の原発は余程のことがない限り、格納容器など、とても丈夫にできてるから、恐ろしく丈夫に作れば大丈夫なのではないかという、大丈夫である可能性もあるのではないかと、仮に直下型地震が起こっても大丈夫なのではないかと思ってしまうんですが、なぜそうならないで活断層があるから不許可なんだという話になるのがよくわからなかったというところが一つ。設計の安全性の話はどの辺まで見てるのかというのが、わからなかったというところが一つ。どなたかご説明いただけるとありがたいです。二つ目は、藤原先生の方からもありました事業者との信頼関係という点ですけど、普通の規制当局と事業者との関係とは大分違うと思いました。この前の敦賀の件でマスコミさんから取材がありましたが、不許可になるという事例は初めてなんだそうですが、何ですかということを知られて、そう言われても、事前に当局と申請の事業者の間ですり合わせて色々申請が適合するように何なりと行政指導ですけど、そこですり合わせ、許可になるような申請にしかならなくて、許可が取れないのなら取り下げるしという形で、許可が取れる状況まで持ってくるから、この期に及んでいきなり不許可になることはまずないんだということを、私の方からはご説

明したのと、今回不許可になった時に、日本原電でしたっけ、どういう法的措置が取れるんですかと聞かれましたので、審査請求もできるし、取消訴訟もできますよと。取消訴訟もできるけど、記者さんの話では、原電さんも当局とこれ以上、バトルをするつもりはないから、訴訟とかはあまりやる気はありませんという話をされていると伺いまして、この辺りそう言われてみると、原子力における当局と事業者の間関係は普通の規制産業とは全く違うと感じました。確かに訴訟が起こされるのは付近の住民から民事差し止めや原子力設置許可処分の取り消し訴訟が起こされるだけで、そう言われてみると事業者から訴訟を起こされることって絶対はないなと思った次第です。一点目についてご説明いただけるとありがたいんですけど、よろしく願いいたします。

- 更田委員長

一点目、現役ではないけれど明かさざるを得ないかなって感じではあります。活動性のある断層の直上に重要施設があってはならないというのは、これは別に新規規制基準、特段、その国際比較で言うところと厳しいわけではなくて、IAEA が標準的に出しているような報告でも、活動性のある断層の上に重要施設があってはならないというようなのは一般的な考え方です。なぜあてははいけないかと言うと、耐震性というよりは、むしろ変位を問題視しています。動く断層の上で断層がもし動いたら、ズレが起きてしまうと。頑丈な施設であっても、加速度であるとか、速度といったような地震に耐えるように作ってあっても、ズレてしまうと耐えられないであろうというのが技術的には、主な根拠にはなってます。であるがために、むしろ難しい議論は、必ず動くんだたら明らかなんですけども、本当に動くのかという議論がその審査でのやり取りなので、動く蓋然性をどう捉えるか、例えば期間においてどれくらい遡って活動したものを動くか認定するかという議論は大変難しいと思います。それから不許可という言葉が正しいかどうかという、必ずしも厳密ではないのは、敦賀の 2 号機が今回の申請において許可が得られなくて審査が終了したとしても申請し直すことは手続きの上では可能なはずなんです。ですので、例えば今回も日本原電が表明をしていますけども、新たな立証材料が見つかった場合には申請をし直すこと、あるいは審査の再開を要求することは手続きとしてできるんだと思っています。前例がないというのは、確かにないんですけども、これは板垣先生もおっしゃったように、なかなか難しそうなのは、申請を諦めるというケースが 1F 事故の後続いたのは事実です。それから、大飯の 1、2 号機みたいな、アイスコンデンサーの炉なんかは申請があるかないかという議論があって、それにどう応えるかというのも事前に多少の議論はありました。ですので、決定的に申請者と規制当局との間の意見が異なって、そして審査を一旦終えるっていう形に至ったという事例では、敦賀の 2 号機があまり例のないことだというふうに思ってます。

- 山口委員

今、更田さんに言っていた通りなんですけど、敦賀の話は安全目標の議論からだいぶ離れてくるんですけど、活動性のある断層の上になぜあってはいけないかというところをちゃんと紐解かないといけなくて、それは安全に関わる重要な設備が損傷して、炉心を安全に保てないからそうなわけです。ところが今はむしろそこよりも断層かどうかとか繋がってるかどうかみたいな話を一生懸命議論していて、本来議論すべきことから離れてきていると思うんです。それに対して原子力学会はご承知の通り、断層変位のリスク評価をやっていきます。実際に断層変位があった時にどういうリスクがあるか、断層変位のハザードも評価して、そういう情報を基に議論していくのが重要だと思います。安全設計と相まってというのは、その設計で物を作るだけでなく、その後のアクシデントマネジメントも含めた対応策と相まってやっぱり議論しなきゃいけない、その時に活動性のある活断層によって何が起きて何がいけないのかというのをいつも念頭に置きながら議論しないと、だんだん離れていくような気もしています。これで終わりにします。

- 板垣委員

ありがとうございます。私もなんかちょっと不思議に思っていたのでよく分かりました。断層かどうかってことばかり言っていて、何が本質的な問題なのかよく分かってなかったんで、どうもありがとうございました。

- 更田委員長

はい。伴委員。

- 伴委員

別にこの問題を掘り下げたいわけではありませんが、一言だけ言っておくと、更田さんが言ってくれたように、別にアウトという結論を出そうとしてるっていうことではなくて、それが断層であるかどうかということに関して、これまで散々話を聞いてきたけれども、納得のいく説明を得られていないというふうに思っているということ。ではどうしようかということで、それについては明日以降の委員会を見ていただければいいんですけども、一応そういう状況であるということは申し上げたいと思います。今、むしろ私が言いたいのは、先ほど藤原さんから、事業者と規制当局との信頼関係という話があって、実際そこがギクシャクしてることに非常に大きな問題を感じています。3月にNRCのRICに行った時も表の場で言いましたが、日本の現在の状況というのは、1F事故が起きた後に、社会が政府に対する信頼を失い、原子力の専門家に対する信頼を失い、もちろん規制当局に対する信頼も失い、事業者に対する信頼も全て失われた状況の中で、とりあえず新しい規制機関ができて、新規制基準を作って物事を再開したわけですけども、その中で社会が期待してる構図というのは、事業者が悪者で規制委員会がそれを取り締まる保安官みたいな関係になっている。そういっ

た関係性がむしろ期待されてしまってるようなところがあって、でもそれって本来おかしいはずなんです。結局、原子力事業者も規制する側も安全な原子力プラントの稼働というところに共通の目標があって、ただ役割が違うだけのはずなのに、そういう関係になってない。それをどうやって修復していくかということなんですけれども、それは単に規制者と事業者との間だけではなくて、社会全体の中のいろんなステークホルダーが絡んでる相互の関性の中で考えなければいけないことなので、非常に難しい話だと思ってます。

- 関村委員

伴委員が、RIC で語っていたことも含めて、ただ単に信頼がないという言葉でくられるということが、非常に議論をリセットしてしまって、信頼というジェネラルな言葉にするようなやや危険な言葉を伴委員が特に色々ところで発せられてるので、RIC も一番前に座って伴委員が何を言うかなとチェックしてきたんですが、やはり日本語で喋ってらっしゃることと、英語で喋ってらっしゃることがほとんどアイデンティカルでしたね。私は、今日の安全目標の議論に鑑みて、まずは規制と事業者って関係の中で考えると、継続的な安全性上の議論の中では、事業者のインセンティブの議論を相当しっかりとやりました。インセンティブの議論についてどのような検討を我々深めていくべきかということと安全目標との関係。この関係をしっかりと議論が深められるべきだと思います。もう一点、信頼の要素の一つとして、事業者のコミットメントの信頼性をどのように分析をしていくべきかということに問題点をもう一回引き戻さないと、信頼がないからあなたは信じられない人ですよというところではない部分をどう言葉で定義するかということから始めないと、社会がまさにそこを見てるわけで、伴委員の言葉の「信頼がない」という言い方でまとめられるところが、少し議論を昔に戻すようなところがありますので、これを一步一步、色々なステークホルダーという意味での、こういう国研連携講座、私が提案して作った国研連携講座はやっていければいいかなと、ここの埋め方について少し検討していただきたいと思います。経済学的に言うと、我々がゲームのルールというふうに言ってもいいと思いますが、これは山口先生、近藤駿介先生がよく用いられた言葉だと思うんですけど、それは規制基準であったり、安全性向上評価制度であったり、検査制度であったり、いろんなルールがしっかりとできてきた。もちろんそのルール自体もどのように見直すかということができるとは思いますが、そのルールに従ってやる時にインセンティブが与えられていることになってるのかどうか、その分析をきちんとやること。将来のアクションに対するコミットメントの信頼性というものをどのように分析していくか、ここをきちんとやらないことには、引き戻す議論が多いんですよね。そこは我々、私は炉安審会長もこれで終わりなので、規制委員会に対してやや内部的に言わなくちゃいけないっ

ていうところを外れてコメントできる立場になるかなと思いますので、この場できちんとおきたいなというふうに思いました。同じ意味なんですが、村松さんがおっしゃってる従来型のこういうストーリーってよく分かるんですが、NRCの昔の話をそのままリピートするための手段ではなくて、やはり最初から低頻度高影響事象をどのように考えていくべきかという議論に、蒸し返すことも一つあるのかなと思います。先ほどの信頼の話とは別の話かもしれませんが、議論がいつもリセットボタンかけられて、進んではずなのに、そこから進まない。また元々のところから福島事故の反省のところからしか物事が始まらないというふうに日本の社会はなってしまった。これはメディアの問題も大きいと思いますし、色々なステークホルダーという議論がなかなか成熟しない。今日の議論も結局、事業者と規制側という対立構造の議論だけになってしまうというところがあるので、これについてどのように考えたらいいかってというふうに、外の事例とを見ていけばいいのかなと思いました。申し訳ないんですけど、今日の感想はそんな感じであります。

- 更田委員長

大変重要なことを指摘していただいたんだけど、リセットよりもある意味、もっと悪いんじゃないかって思われるところもないのは、記憶に新しいところで言うと、寿命延長の議論をやりましたよね、法案審議があつて。あの時に規制庁職員が資源エネルギー職員と密会して打ち合わせをしていたんじゃないかというふうに、メディアに指摘をされて、私はリタイアした後ですけど、原子力規制委員会は今後、規制庁職員が資源エネルギー庁職員と会う時には、面談録を作りますっていうルールにして、私、現役批判するつもりじゃないけど、何馬鹿なこと言ってんだろうなと思ったのは、政府職員同士の議論をそこまで信用できないんだったら、原子力なんてとてもこの国では無理じゃないかって思った。これって1F事故以前よりもよりもっとあれですよ。政府職員同士があつた時も面談録を作れというルールになって、つまり信頼関係はもちろん事業者と会う時に面談録だとか、公開の席でしか会わないとやってますけど、それって結局信頼、信用されてないからで、どちらも信用されてないからなんです。規制側も事業者も。それから政府職員の中では推進当局も規制当局も信用されてないから、彼らが会う時には何か悪巧みをしてるに違いないってことになって、面談録を作れと。何の煽りかと言うと、規制の虜という言葉で規制当局がキャプティブであつたと、レギュラトリーキャプチャーがあまりに強烈に指摘されたがために、そのキャプティブにならないようにって仕組みが徹底的で、皆さんご承知のように規制庁職員は退職後、原子力産業界に再就職することができません。これ海外で説明すると、およそ信じられないというのは、そこまで信用されてないのかと、一方、米国はこここのところ続々と退職した原子力規制委員がみんな電力会社の取締役になつてるので、あれは

あれでいかなものかとは思いますが、随分日米で大きな差があります。ですから、本当に関村先生がおっしゃったリセットどころか後退が見られるように思ってます。

- 関村委員

すいません。その信頼っていうのをどういうふうに見るかっていうところが整理されてないってこともコメントしたいポイントで、第三者が見て、本質的なところで信頼を置けないというふうに言ってるのか、ある特定の方が、それを考えているのか。この構造の分析をやることは必要な要素なのですが、例えば、学会とか学術会みたいな第三者がそういう役割を積極的に果たそうとしなかった。我々も規制庁行くと、学会の立場で行っても、面談録で事業者の顔だと言われるので、改善せよと言いましたが、全く改善できないわけです。それは他の第三者の目があってというところかなというふうに納得をせざる得ないわけですが、第三者という構造が第三者という第三者があるわけではないので、社会の色々なところの分析をやって、それぞれに対する対処の手法みたいなものを考えていかないというところが、安全目標に対して特に重要になります。そこがあえて指摘が十分できてないというところを含めて、今の信頼という言葉の意味を分析していくことが必要だと思ってます。

- 更田委員長

ありがとうございました。予定までに時間が残り少ないんですけども、次回以降、どういう議論や説明を受けたいというようなことがあれば、それも含めてコメントいただければと思います。ちなみに、第2回は今のところ、9月4日を考えていますが、あまり時間もなくて、第2回に関しては山口先生にこれまでの経緯や積み上げを踏まえ、山口先生はこれまでも安全目標に議論に携わって来られたのでご紹介をいただきたいと考えています。それ以外にもこういう話がというのがあれば、是非お願いをしたいと思います。まだ発言をしていただけてない方、何か、奥山先生。

- 奥山委員

奥山です。村松先生から発表いただいた資料で、福島第一、関村先生からまたそこに戻るのかっていうふうにならされてしまいそうですが、福島第一原子力発電所の事故のシーケンスと言いますか、津波 PRA の紹介はなかったと思うんです。地震 PRA の説明はあるんですけども。その辺り実際、例えば 2010 年に立ち戻ったとして、PRA、あるいは安全目標がきちんと整備されていたら、事故はどうなっていたのだろうかとか、そのことは非常に個人的には関心があるところです。そういうのが分かれば嬉しいなと思いました。

- 村松オブザーバー

分かる範囲でだけなんですけれども、十分じゃないかもしれませんが、福島事故が起きる前にどの程度なされていたかという、その頃 JNES という、保安院ですかね。

資源エネルギー庁の設置している法人があって、そこでは研究として津波のハザード評価ですかね、確か PRA まで行っていたように思いますけれども、なされていました。それから、東京電力は津波のハザード評価まではやっていたんですね。それは公開されていました。その結果を見ると、かなり低い値になっていて、多分ここでは安全目標があったとしても、大きすぎるハザードだったということにはならなかったような値になってたかと思います。

- 奥山委員

申し上げたかったのは、今、福島事故に関する裁判——いろんな各種の裁判が行われてまして、その中身を見ることがあるんですけども、その中で、今おっしゃられた津波ハザードの確率と安全目標——安全委員会（の専門部会）で一応仮にも定めた安全目標——を対比させて、高いとか低いとか様々な議論がなされていて、そういう意味で言うと、原告・被告双方（と裁判所の議論の中）で共通言語として安全目標が使われている、今の裁判という場で（安全目標の数値が）使われているところがあるので、その辺りの、動きというか、使われ方っていうのは、参考になるところもあるのかなと考えました。

- 村松オブザーバー

ありがとうございます。それはこれから勉強をさせていただきたいと思うんですけども、先ほど地震 PRA で不確実さ解析として SSHAC 手法というのが用いられつつあるということ申しましたけれども、やはり福島前になされていたものに対しては、十分な情報収集、あるいはモデルでできるだけ考慮していくという努力が足りなかったんじゃないかという批判はあると思います。そういう意味で、SSHAC 手法みたいなものがきちんと合意された上で用いられていたとすると、不確実さの幅が結構上の方まで来てた可能性はあるかもしれないと思います。だからどうということではないんですけども、そういう意味で PRA 手法の改善というのは少し役に立つことがあるかもしれないとは思っています。

- 奥山委員

福島事故の訴訟を見ると（福島事故の前には）SSHAC 手法は使われておらず、地震学者たちにアンケートを取って、その加重平均取るっていう形で（専門家の意見分布の幅、すなわち認識論的不確実性の幅を複数の津波ハザード曲線でグラフ上に表す方法が）使われていたようなんですけれども、その認識論的不確かさを（保守的に）悪く見た時は、 10^{-3} のオーダーで敷地高さを超える津波が来るリスク（年超過確率）がある。

（保守的ではない安全側の方で）一番低いところで見ると、 10^{-5} 、 10^{-6} になるわけなんですけれども、だとしても、安全目標、性能目標に照らした時に、 10^{-3} といふとかなり高いところの値だとも言えると思うので、——その辺りは、今裁判でそういう議論がなさ

れているのを見てるんですけれども——、あの時もしそれが公の場で議論がされていたらどうなっていたのか、そういうことに関心があります。

- 村松オブザーバー

まさにそれは PRA が本当に役立つのかということを考える時に、中核的な論点だと私も思います。

- 更田委員長

少し似たような論点ですけども、これは現役のときに関わった話ですけど、九州地域で破局的な噴火が問題になったときに、これはまだ学会の定説というほど定着してるわけではないけれど、火山学の方の中では、破局的な噴火が発生するのは 7000 年に 1 度ぐらいではなかろうかと、7000 年に 1 度っていうと大体 10^{-4} を上回るような頻度で、原子力施設が破局的な噴火に耐えられるとは思えないので、そうだとすると影響区域にある原子力施設は CDF 10^{-4} を到底守れないことになるんだけど、守れないというか、それを下回る確率ということにはならないわけですけども、これについては原子力規制委員会が破局的噴火をどう捉えるかというのに対しての見解を出していて、その見解に基づいて、ある種すごく雑な言い方をすると、社会的通念は、安全目標よりも上位の概念であるというような整理をしてるんですけども、これに対しても大きな議論が続いていて、安全目標みたいなものを定めるとしたら、こういうハザードについてどう捉えるのかというのは、奥山先生が言われたのと同様に非常に大きな議論になるというふうに考えています。荻野さん補足ありますか。

- 荻野委員

正確な表現かどうか分かりませんが、社会通念って言いますか、我が国の社会が、安全目標云々という議論とは別に、一般に破局的噴火のようなものについてどういうものとして捉えているかということが独立した議論としてあって。例えば、極端な議論をすると、明日、明後日に噴火が起きないとは言えませんみたいな議論をする人もいてですね。そんなことは予見不可能である、という議論があるわけですけども、じゃあ、阿蘇市の人たちに全部疎開をお願いするのかとか、そういうことにはならないわけで。そういう形で、いわば火山と共存しているということが現に社会的な事実としてはあって。そういうことを何が要求しているのかっていうことですけども、そのやや文系的というか法学部的に言うと、災害対策（基本）法その他の災害関係諸立法の、合理的なというか、立法趣旨なり背景を捉えた解釈としては、それは、法規制によってそういったリスクを回避するというふうにはなっていないのではないかと、というようなことであるかなと当時私は理解をしてました。

- 更田委員長

突然振ってありがとうございます。他にいかがですか勝田先生

- 勝田委員

地震の話ではなく全体を聞いての感想です。まず信頼という言葉があって、確かに信頼は大事ですけど、そもそも信頼がないと情報交換できないというのは、おかしいなという気がしました。例えば信頼がなかったとしても、規制者、非規制者というのは原子力を安全に動かそうという方向は全く一緒なのでゴールは一緒で、そういう意味では立場が違ってても信頼関係がないから秘密にするとか、まずそこからおかしいのかなと思ったところがありました。そしてシナリオ、今日 PRA でシナリオの話が出たのですが、同じシナリオを作るのに確認は大事なのですが、むしろ立場が違くとシナリオが全然違うという、まずそこから確認をするというのもあるような気がしました。また全然違うのですが、火曜日に NEA の安全文化のフォーラムを開いていてすごく面白かったのですが、そこで彼らのまとめ方について、日本だとリスクは必ず下げるべきものですが、他の諸外国では必もそうではなく、いわゆる費用便益分析で良いものと悪いものとのを比較し、それがリスクだ、みたいな言い方をしていました。ここで議論をする時に、先ほどいわゆる規制委員会の中での信頼醸成という話とはまた別な議論もここでできるかもしれないし、安全文化というのはまた別な視点で、変わった視点から堂々といろんなことをタブーなく言えるようになれば面白くなると思いました。すいません。感想ですけど以上です。

- 更田委員長

はい、いかがでしょうか。伴さん。

- 伴委員

はい、少し信頼というところから波及し、色々なご意見をいただきありがとうございます。ただ、私が言いたかったのは、結局、信頼を持ってお互いが同じベクトルを向くことでインセンティブを共有できるわけですね。なんで安全目標が必要なんだ、なぜ PRA を積極的に取り入れるべきなんだと言った時に、規制側にとっても事業者側にとっても、やはりこれが我々双方にとって良い道なんだという、そのいわば確信のようなものを共有できないと、なかなか前に進むのは難しいのかなということ信頼ということを言いました。決して信頼がないから情報交換ができないとか、そういう意味ではありません。

- 更田委員長

大屋さん。

- 大屋委員

一つだけ情報提供なんですけど、信頼とかトラストの概念はすごく難しいですよという話を今、JST(科学技術振興機構)の CRDS(研究開発戦略センター)でしてまして、トラストセミナーをやっているのですが、やはりどういう信頼のことを問題にしている

のか、という話をクリアにしないと何も議論は進まないと思います。定型的には個人情報なんかもそうですけれど、やはり悪用することが分かってる人間に提供できないわけで、最低限の信頼、漏らさないとか、悪用しないというものはどう考えても必要だという話もあります。その辺りも詰めて議論する方が良いと思いました。以上です。

- 関村委員

今の意味では、行動や具体的なアクションとして、何を将来やってくれますか、ということに対する信頼性を考えなければいけない。安全性を向上させるというのは、一つ機器を増設すればいいわけではなくて、色々なことをやらなくてはいけないし、ヒューマンファクターももちろんあります。それをチェックする、第三者マネジメントオブザベーションもあるだろうし、プラントウォークダウンの話はさっきもありました。多様な要素があるという行動の信頼性をどう評価していくべきかという議論をしないことには、日本における安全目標の議論は一步進まないのではないかということが、先ほど言った重要な話です。それから第三者がそれをどう見るかという議論も一緒に考えなければならない、それは品質マネジメントシステムの中で検査制度が動いていることとほぼ同値ですが、なかなかそれを設計という話を持ってこれない人がここには揃ってらっしゃるので。運用の中でどのように考えたらいいかという議論も一緒に考えましょうということ。将来に対するコミットメントは、そういう意味で申し上げてきて、その中の信頼性をどう取り上げていくがやはり重要なんじゃないでしょうか。ということが、先ほど申し上げた意味です。そこにリスクがあり、不確実性があり、誰がどういうふうに先読みをしてますか、そこをちゃんと読んでいただいている規制側なんですか、事業者なのか、あるいは、そういうことを学術的に丁寧に提示する場が用意されてるのでしょうか、日本では、アメリカでは違うけど、あるいはフランスはどのように考えてるのか、というところの整理はやはりしていかないといけないのかなと思います。

- 更田委員長

今、関村先生のお話にアメリカ、フランスと出ましたが、例えば第三者がどう見てるかについてということに関して、どうしても鈍感になるのは、それぞれが第三者に触りに行かないからです。電力事業者は地元との関係で、社会に触りに行くのかもしれないけど、日本の場合は、規制当局の透明性は確保してるけど、直接社会との対話に乗り込むわけではないんですよね、規制当局が。米国の場合は規制当局が社会との接点を持つことにとっても熱心というか、そうでないと許さない社会というところがあって。じゃあ第三者がそれぞれに第三者に触りに行けばいいかと言うと、実のところ本当を言うと、規制当局と事業者と一緒に社会に触りに行った方が良い局面があるのだろうけれど、日本の場合は推進と規制とが同席して社会を説得するような、悪い前例を防ぐと

いう意味で、あんまり規制と推進と一緒に社会に触りに行くことをしないし、むしろそれを恐れるようなところがある。フランスは一方で、住民集会のようなところには規制と推進がずらっと並んで集会を行う文化が定着していて、いわゆる第三者が社会だとすると、社会と接する努力や機会を、方法論みたいなものはまだまだというところは実際にあります。ですから、そこはとても大きいのだらうと思います。

- 関村委員

事業者のワードかもしれませんが、一般論でもあるんですけど、パフォーマンスという議論は、それを共有して第三者も見てくださいと。事業者があるべきパフォーマンスはこうですよと自ら語っているかというところはなかなか難しい。それから、パフォーマンスを見ていく検査制度でパフォーマンスを規制庁がどこまで分かっているかという、全然進歩がないとは言いませんが、現場の議論にはうまく絡まっていて、日本的にはうまくいっていますが、パフォーマンスをどういうふうにまとめるかの議論は十分じゃないというところがあって、それはアメリカやフランスの良いところを取り込んでいくという意味では、更田先生がおっしゃっていた通りだと思います。そういう観点、アメリカの安全目標の議論ばかりすると、なんかそちら側に乗ってしまうかもしれませんが、日本の特性はどうかというところが、昨日の CSNI フォーラムの議論の重要なポイントだったわけです。そこも含めて、勝田先生も指摘していただいたところが、色々な軸が我々提示するというアクティビティを規制側も事業者もやっていると事例もあるわけです。これを取り込んでいただくのが良いのかなと思っています。

- 更田委員長

話どんどんマニアックになりますけども、規制当局が受け止めるパフォーマンスと、例えば地元だとか地元の自治体が受け止めるパフォーマンスの間に大きなギャップがあるし、例えば LCO、日本では LCO を逸脱と言いますが、LCO の捉え方、何が異常事象で何が危険で、規制局がこれは本当に問題だ、本当に安全のために重要だと考えることと、社会がこういうことは避けてくれと思うこと間にギャップがあるので、だからこそ社会に触りに行かなければいけないというところは関村先生が指摘されてるところですよ。

- 関村委員

おっしゃる通りで、今日の村松先生のお話も、なぜ ISO31000 から始めるのか、僕は ISO9001 から始めるべきだとコメントをしたんだけど、やはりその観点が日本的ですよ。日本がイニシアチブを取ってる ISO31000 から始めてしまった。やはり安全とはどういうことなのかという定義ができてる 9001 から始めるべきだと思います。この点については課題があるのかなという感じがします。コメントは全く取り込んでいた

だけなかったので、あえて言いたいと思っていました。それからもう一つ、奥山さんもいらっしゃるので言うと、こういうことを作り出していくメディアの役割に一步踏み込まなくてはいけないのに、何か受け身でメディアがどこまで勉強してるかというのは、例外的に奥山さんがここにいらっしゃると思うんですけど、やはりメディアがどのようにこういうものを見ていくべきかというところまで行かなくてはいけないというのは、更田さんも感じてらっしゃると思うので、できればそこも一步踏み出せばいいと思います。

- 奥山委員

原子力の安全の確保にあたって、報道機関も社会の一員として、あるいは、ステークホルダーの一員として、そのチェックアンドバランスの役割りを果たしていくということはとても大切なことだと私も思います。

- 勝田委員

最初、安全目標という言葉聞いた時、誰にとっての安全目標なのかというのがいつも分からなくて。メンバーによるところもあるかもしれませんが、普通に考えるのは一番の被害者になる住民の目線で、その人たちにとっての安全目標があると思います。どうしても専門家が集まると、安全に運転するための目標とか、安全に規制するための目標みたいな、もちろんその議論をしてないのは分かりますが、普通の人から見ると置いてきぼりになって議論してるというふうに見える可能性もあるような気がしました。そういう意味では安全目標を作る時に、いかにその一般の人を取り込んで一緒に考えてもらうか、悩んでもらうか、端的に言ってしまえば責任は皆さんにもありますよというふうに作るか、そのきっかけになるのが安全目標という一つの議論のかなと思いました。

- 更田委員長

はい、ありがとうございます。予定の時間をもう 15 分過ぎてしまったので、本当に一言、第 2 回、第 3 回以降にこういう話題をっていうのがあれば教えていただきたいと思います。今日欠席をされている坪倉先生からは、「正義をどう考えるんだ」という指摘をいただいています。冒頭にこのコメントを紹介すると、話がすごいところに飛んでいくかなと思い最後にご紹介をしました。第 2 回は山口先生にお話をさせていただく予定にですが、第 2 回ないしは第 3 回でこういった話をというご要望があれば、あるいはこういった話題が提供できるというお話があればと思いますけどいかがでしょうか。

- 関村委員

よろしいでしょうか。継続的な安全性向上に関する検討チームの成果をどうやって取り込んだのかというところが、更田先生の一枚目ぐらいしかなくて、それが少しペ

ラッとしてる感じで、今のお話のように、モラルハザードを解消していくためのインセンティブ構造をどうやって作り上げられるのかというところまで突っ込まないといけない部分を議論したはずなのに、亀井先生や皆さん、そこがなんか不満じゃないのかなと思います。私もむしろそれに刺激を受けて、どういうふうに原子力安全というものを考えるかとあれ以降ずっと進められた。だからこそ安全文化のところにもあれだけ突っ込んだ議論をできるようになったと思います。むしろ亀井先生や先生方、こんなつもりではなかったのにということをして…

- 更田委員長

いやいや。要するに振り返りにあった部分っていうものの上に立って議論をしてるっていうところはあるんですけど、今日欠席の方も含めて言うと、検討チームに加わってた方が9名いて、私も含めてですけど、新たに加わっていただいた方が8名でほぼ半々なので、もう1回振り返って紹介するというのの一つのオプションだろうと思いますが、亀井先生。

- 亀井先生

さっき信頼の話に行ってしまいましたが、それ以前にインセンティブ構造の違いに着目したところは、研究会の大変大事なポイントだったと思います。そもそもそこは、私が引っ張ってきたのかもしれないですけど、その商人の論理と、軍人の論理のところで行き違いが生じていて、そうすると、今まで当初考えてられていたような、もう少し自由に動けないかなっていうところについてはなかなか機能しない。そういう中で、先ほど関村先生がおっしゃったような、アカデミアの役割みたいなもの出てきたり、あるいは社会との接点でマスメディアの役割みたいなところで、色々な場を作ることの可能性のあるのかなと思います、私もATENAに行ってみました、これは違うなと思ったのも事実ですし、そのようなところも含めて、非常に統制的に考え方が強い人たちに、どうやってこっち側に来てもらうのか、あるいは規制側もどういうふうに進み寄るのかという議論は必要だと率直に思います。そこがないと信頼関係という言葉の手前のところなんだと思うんですね。

- 更田委員長

少しギラつくかもしれないんですけど、統制的にものを考えるメンバーは、今回お呼びしてるイメージなんです。ある種、指名はしないですけども、その辺りの議論はできると思っています。

- 亀井委員

一点だけ申し上げると、個人で活動できてる人は、何だかんだいって統制的に動いてないはずなんです。つまり、アカデミアで生きてる人間は統制的には絶対動けない。正直申し上げて、どんなバックグラウンドがあっても。だけれども、やはり組織を代表して

くる人となると、組織も今日のような組織ではなくて、まさに「なんとか電力」様なわけですよ。様ってつけちゃいましたけど。そういうところで働いてらっしゃる方って、そこからずっとプロパーでこられた方は、やはりピラミッド構造の中で働いてらっしゃるという話になりますし、あるいはそこの取引関係の中で動いてらっしゃるというのは、多分このメンバーの範疇で考える、あるいは更田さんが考えられる統制か統制でないかっていうところの範疇は、多分大きく超えたところにいらっしゃるのです。

- 更田委員長

うーん、どうかな。あの議論を続けてるうちに明らかになる部分はあるんだろうと思います。それから、どのくらい個人が統制の中に乗ってるかどうかというのは、一概に決めつける訳にもいかないですけど。さらに統制的というのは、例えばアカデミアであっても、随分濃淡があるっていうのは実際のところで、特に原子力の世界では、随分そこに濃淡があるように私は感じています。そうであるとする、一方で組織代表や業界代表を初めから含めて議論をするのか、要請、要望に応じて加わってもらうのかっていうのは方法論として分かれるように思いますけども、いかがでしょう。

- 亀井委員

私が申し上げたかったのは、メンバーの選定の話ではなく、論点ではないかっていうのが多分同じ話だと思います。

- 更田委員長

どうします。継続的な安全検討チームの振り返りは文書化されていますが、もう一度話題に持ち出してみますか。あれをやるとしたら、荻野さんが頭をかいているけど、谷川さんに来てもらってやってもらう。呼べば来てくれるだろうけども。

- 関村委員

あれまとまったと思ってらっしゃる。

- 更田委員長

あれは振り返りだからまだ報告書にしてないです。

- 関村委員

中間報告で、さらにメンバーだった人がそれにコメントをつける形で、今後の課題はこうですよと、バラバラとつけているんですよ。そこが全然消化しきれてないところもあるのかなと思うので。

- 更田委員長

あれはいきなり消化できないと思うけれども、そのバラバラのところをもう一回やっていいのかもしれないけど、それぞれのところをね、そういう意味では。

- 関村委員

いや、それは発散する可能性がある。

- 更田委員長

そうするとブーメランで戻ってくるけど、だからそうですね、そのコメントをどう受け止めたかというのを個々のベースでお話しいただくのはあるかもしれないですけど。そうすると後で事務局が伺って「どうですか」という打診がいくような形になるように思います。

オブザーバーの方で何かこれは言っておきたいということがありますか。よろしいですか。

はい、予想通りというか、想像通りではあるんだけど、なかなか一回目から方向が作業方向に固まるわけではないんですけども、ある意味まさに予想通りであります。

今回は、先ほど決めたことですが、9月4日の午前10時からです。後ほど正式なご案内をしますけれども、9月4日と、その次が11月27日の午前中を予定しています。2回目は繰り返しになりますが、山口先生からご紹介をさせていただいて、それから、その他のやり方についてはまた相談をして進めます。9月4日水曜日の10時から12時半、それから11月27日水曜日10時から12時半です。

最後に事務局から留意事項について説明をしてもらいます。

- 高原委員

留意事項と言いますか、速記録についてなんですけれども、こちらで速記録を作りまして、2週間を目処にお送りいたしますので、ご確認いただいておりますとお返事いただければと思います。確認いただきました後に、東京大学のホームページでこちらは公開する予定です。また、今後の予定に関しましては、先ほどご説明ありました通り、スクリーンにも映しておりますけれども、9月4日の10時から12時半、11月27日の10時から12時半で、9月4日だけ場所が押さえられませんでしたので、新橋になる予定ですが、11月の方はまた同じ場所で開催する予定となっております。以上です。

- 更田委員長

はいすいません。予定の時間25分過ぎてしまいましたけど、ありがとうございました。これに懲りずに第2回、第3回でご参加いただきたいと思います。ありがとうございました。

第 1 回 安全目標に関する検討委員会へのコメント（塚原委員）

塚原委員からのコメント・質問とその回答

番号	コメント・質問	回答
1	<ul style="list-style-type: none"> ● 安全目標に関する検討委員会のミッション・ゴール及び検討スコープはどのように定められていますか。 ● 「安全目標に関して議論を継続することに意義があるのであって、必ずしも安全目標を定めることに価値があるわけではない」という前提であるとして、とは言え、どのようなステータスに持っていくことを狙いとしているのでしょうか。 <ul style="list-style-type: none"> - 残論点の継続議論 - 欠けの重要性議論 - 新たな論点の発見も ● 既に言語化されているのであれば良い（当方が認識していないだけかかもしれず申し訳ない）ですが、もしそうでなければ言語化しておくべきだと考えます。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 最終的に目指すところとして米国の安全目標政策声明のような書き物を作ることができれば一番良いのですが、そこまで到達するのは難しいところなので、この検討委員会を通じて、この到達点に向けて議論を行う際のベースとなるような情報や考え方の整理を進めていくことが一つの目標になるかと考えています。 ➤ その際には、ご指摘の通り、これまでの安全目標に関連する議論（例、旧安全委員会の議論、規制庁における継続的安全性向上の議論（欠けの重要性議論含む）等）の残論点の整理や、新たな論点の発見も含まれてくることになると思います。 ➤ このための作業として、各回の委員会での結果を踏まえて委員からのお話を聞く機会もあるかと思えます。また、事務局としましても、米国や英国等の諸外国に加え、国際原子力機関（IAEA）や国際放射線防護委員会（ICRP）等の国際機関における先行事例の調査分析を進める予定であります。この調査分析を通じて、安全目標に係る理論的な構造（「安全目標はなぜ必要なのか」「安全目標でなにをどのようにしようとしているのか」「安全目標を実際にどうやって活用していくのか」等）を整理できればと考えています。
2	<ul style="list-style-type: none"> ● 地震の確率変数については、時期によっては相当程度大きくなるのが考えられると思いますが、現在想定されているモデルにおいては、地震の確率変数はどの程度の幅で考慮されているのでしょうか。ちょうど先般巨大地震注意が出されましたが、その場合でも想定されている確率変数の幅に入っているのでしょうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 発電所立地点での地震動の発生頻度（年あたりの確率）を求める確率論的地震ハザード評価の不確実さ幅は、中央値と 95% 値の比で表せば、数倍から大きい場合で一桁程度です。なお原子力発電所の設計基準地震動を上回る地震の発生頻度は、発電所によって違いますが 10 万年に 1 回前後です。 ➤ 内閣府ホームページの情報によれば、今般の巨大地震注意報がだされた南海トラフ沿い地域（紀伊半島から四国、九州の太平洋岸）では、過去に観測された 8 回の大地震のうち 5 回が連動して発生している

		<p>とされています。間隔は数日から3年くらいまで幅があります。従って、連動の可能性がある大地震が発生した直後の短期間における地震ハザードは大きくなっていると考えられますが、地震PRA及びそのためのハザード評価では、<u>時間的に平均化されたリスクや頻度</u>を求めているので、この状況は考慮されていません。短期間のリスクは時間的に平均化されたリスクより高いと考えるのは間違いではありません。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ しかし、原子力発電所は、想定する震源の特性に関する不確かさも考慮しつつ発電所を襲う地震動（設計基準地震動）を大きめに見積もって設計しているので、その地震が現実に発生する確率がPRAの想定よりも高くなったからといって、だから大幅に危険になったと考える必要はありません。 ➤ ただし、大きい地震が間もなく発生する可能性があるということなので、発電所では、当然、念のために、地震時の点検手順を確認したり、発電所内に転倒の可能性がある仮置物がないか確認したりと言った準備はすると思われます。これは、竜巻や台風の来襲が予想されるときに、発電所敷地内の状況を確認し、転倒や風による移動の恐れがあるものがないか確認することと同じです。
3	<ul style="list-style-type: none"> ● 人の健康影響の評価について。 <ul style="list-style-type: none"> • 人の健康影響の評価をする際、対象となるのは周辺住民のみで、業務に携わる人は対象外なのではないでしょうか。 • 人の健康影響の評価において人口動態統計を用いる際、周産期女性、胎児の存在は念頭に置かれているのでしょうか。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 安全目標を議論する際の対象ということであれば、一般的には敷地外の公衆が対象となります。なお、この際の公衆の範囲についてですが、例えば、米国の安全目標政策声明では、安全目標の定量的目標を定める際に「原子力発電所周辺の平均的な個人の急性死亡リスク」及び「原子力発電所周辺の住民が、原子力発電所の運転によりがんによって死亡するリスク」を対象としています。この「平均的な個人」という考え方は、生物学的の違い（年齢やリスク要因等）及び地理的な違い（施設からの距離等）を考慮したうえで、リスクの平均値を算出するという計算を行うこととなります。具体的には、放射線感受性が相対的に低い成人から、相対的に高いと言われている幼児（胎児も含む）までのリスクを人口に重み付けて平均を取るとするのが理想的

		<p>な計算になるかと思えます。</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 一方で、「業務に携わる人」の線量については、放射線防護体系上では公衆とは別の枠組みで管理が行われており、施設を管理する事業者の責任で被ばくを管理することになります。➤ 上述いたしました通り、安全目標に関する議論という意味では、健康影響を評価する際に胎児の存在は念頭に置かれています。このような計算を可能とするために、臓器別及び年齢別に評価が行われ、胎児に関しても妊婦における臓器の一つとして個別に評価が行われます。➤ 安全目標とは異なりますが、例えば、福島時事のような緊急時における対応に関する防護の判断の際にも、胎児に対する線量が基準値を下回るように配慮がなされています。
--	--	--

第 1 回 安全目標に関する検討委員会へのコメント（坪倉委員）

坪倉委員からのコメント・質問及びその回答

番号	コメント・質問	回答
1	<p>● PRA やリスクの大きさの議論はとても大切になると思います。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 福島原発事故後の老人ホームの避難に関して、放射線被ばくとのリスクの比較を行いました⁽¹⁾、結果的には老人ホームの避難による生命リスクは、留まった場合よりも 400 倍ほど余命の損失があったという結果でした。 • このときに最初に議論したのが、リスクを計算する枠組み（どの範囲のリスクを計算するか。）でした。今回の場合は、施設の入所者のリスクだけを評価したわけではなくて、留まった場合は若い医療スタッフの被ばくによるリスクも考えて、留まることで生じる若いスタッフの死亡と、避難による高齢者の死亡を比較するという試みです。このような比較においても、高齢者 100 人の命と、若者 1 人の命のどちらを選びますか？（損失余命の合計が同じで 	<p>➤ 福島事故及び自然災害時の具体的な事例について御紹介ありがとうございます。安全目標の議論においては、原子力発電所周辺の住民について生物学的の違い（年齢やリスク要因等）及び地理的な違い（施設からの距離等）を考慮したうえで「平均的な個人」のリスクを計算するので、属性の違いによる多様性は検討に含まれていません。しかしながら、これらは放射線による健康影響に着目しており、それ以外の健康リスク（例えば、先生のご指摘してられる避難による高齢者の死亡のリスク）についてはこれまで明示的に含まれておりませんでした。今後の議論においては、対象リスク（原発の安全目標の場合、放射線リスク）だけでなく、異なるタイプの対抗リスク（福島の場合、高齢者の避難による身体的リスク等）との比較についても、どう考えるかについて視野に入れてみたいと思います。</p>

	<p>も) という問いに答えることが出来ないといった課題もありました。</p> <ul style="list-style-type: none"> 別の例として、能登の地震を見ても、被害は全体に平均的に起こることはなく、弱者にしわ寄せが行くことは事実。 <p>参考文献 (1) Murakami M, K. Ono, M. Tsubokura et al. 2015, Was the Risk from Nursing-Home Evacuation after the Fukushima Accident Higher than the Radiation Risk? (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26359666/)</p>	
2	<ul style="list-style-type: none"> また、究極的にはリスクを全て数字にしても、利得は小さく、損失は大きく感じるのが人情ですし、これまでの議論では、どちらかというと賢い人（物事を動かす側のサイエンスを重視する方）の考え方で、期待値を比べて、こちらが大きいことから、期待値の大きいものの方が正しい。となってしまう、感情的な影響は議論をあまりしなかったり、そこに突っ込んでいくことは少なかったように思います。一人の死も許さない。というスライドがありましたが、これは確率の議論とはちょっと別ではありますが、とても大切な考え方のように思います。こういったところ、（サイエンスだけじゃないところ）を日本と 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ コメントありがとうございます。第1回会合の流れと、先生のコメントを受けまして、第2回会合において大屋委員からリスク管理の倫理的側面に関するご発表をしていただくことになりました。 ➤ また、事務局としても、今後の検討の際にサイエンスだけではなく、なぜ安全目標が必要であり、何を達成しようとしているのかについても調査するとともに、それらの「なぜ」（すなわち、達成「すべき」価値）に関する評価のためにどのような倫理的な議論が行われているのかについても整理できないか検討することにしたいと思います。

	<p>してどう考えるのか、の部分を議論できるとよりよいと感じています。</p> <ul style="list-style-type: none">● 例えば、最終処分場の議論の際の正義のような話です。何かを決定する際にサイエンス以外に哲学的に何を考慮に入れるか。を考えておられる方の話を聞きたいと思っておりました。	
--	--	--