

総合資源エネルギー調査会原子力小委員会  
自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ  
第3回会合

日時 平成26年11月10日（月）10：00～12：35

場所 経済産業省 本館17階 国際会議室

議題 軽水炉安全技術・人材ロードマップについて

○山口座長

皆様おはようございます。

定刻になりましたので、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3回自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループを開催いたします。

本日はご多忙のところご出席いただきまして、まことにありがとうございます。

最初に、お手元にお配りしてございます資料の確認と、委員の出欠状況をご報告させていただきたいと思います。

事務局の方でよろしく願います。

○香山原子力戦略企画調整官

お手元に配付資料一覧、議事次第、委員等名簿、それから資料といたしまして資料の1から5及び参考資料の1から4をお配りしております。資料の抜けがある場合はお知らせいただければと思います。

なお、本日は伊藤委員、岡本委員、梶川委員、八木委員、山本委員がご欠席となっております。

また、オブザーバーとしまして、文部科学省から増子原子力課長、それから原子力研究開発機構安全研究センターから副センター長として中村様、日本原子力産業協会理事長の服部様にご出席いただいております。

また、本日はプレゼンターとしまして米国電力研究所EPR Iの原子力担当副社長でおられるウィルムスハースト様、それからフェローのヤン様にお越しいただいております。遠方までわざわざお越しいただきまして、まことにありがとうございます。

なお、本日もご説明いただきます予定のヤン様の略歴を資料の2-2としてご用意してありますので、お手元ご覧いただけますでしょうか。私の方から簡潔にご紹介させていただきます。

まず、ヤン様でございますけれども、EPR Iのフェローという形で、EPR Iとアジアの電力会社及び関係組織とのかかわりの主導役を担ってきておられます。今のポジションになられる

前から材料科学の分野を中心に広範囲の研究を主導してこられました。特に沸騰水型、加圧水型軽水炉の材料の経年変化、劣化及び水化学管理、燃料信頼性等の分野で極めて高い科学的な成果を上げてこられております。

ヤン博士自体は、E P R I 入所以前にはGEに勤務され、同社の燃料設計、許認可コード開発、国際的な燃料試験プログラムに参加されておりますし、カリフォルニア大学バークレー校で原子力工学の修士号、博士号を取得、また台湾の国立清華大学の理学士号を保有されております。

また、続きまして、原子力人材育成戦略検討会の主査を務めております上坂教授、それから株式会社日本製鋼所室蘭製作所の柴田様にお越しいただいております。お二方からも人材育成面を中心にプレゼンテーションをいただくことにしております。お越しいただき、どうもありがとうございます。

なお、本日は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。別途同時通訳レシーバー取扱説明書という形で置かせていただいております。日本語はチャンネル1、英語はチャンネル2となっております。傍聴の方も含め、ご退席の際には座席にレシーバーを置いてお帰りいただきますようよろしくお願いいたします。

以上です。

○山口座長

どうもありがとうございました。

それでは、議事の方に入りたいと思いますが、その前にまず前回のワーキンググループを受けたご報告を申し上げたいと思います。

前回は電気事業者が策定する自主的安全性向上に関するロードマップの内容についてヒアリングを行うと共に、それらにつきまして横断的な課題の抽出を行うために委員の皆様方より個別に様々な意見を頂戴したところでございます。

委員にお諮りしました結果、参考資料4にて、そのような意見等を取りまとめてございます。こちらにつきましては、今後全ての原子力事業者に送付させていただきまして、回答を頂戴することと要請することといたします。なお、原子力リスク研究センター、それから原子力安全推進協会に関するご意見も頂戴したところでございますが、これらの機関に関しましては今後ヒアリングをする予定がございます。したがって、今回は回答いただくという旨の要請は行わないということとさせていただきます。

それでは、議題に入らせていただきます。

軽水炉安全技術・人材ロードマップについて、本日は取り上げたいと思います。第1回のワーキンググループにおいて審議を行いました軽水炉安全技術・人材ロードマップの策定の基本方針

に基づきまして、日本原子力学会にて素案の作成を進めていただいているところでございます。

本日はそうした議論の参考となりますような内容を国内外の有識者の方々にご紹介いただきたいと思っております。

本日のプレゼンテーションの内容、それから各委員から頂戴いたしました意見につきましては、ロードマップの素案の検討の参考とさせていただくために、後日、日本原子力学会にお送りして、情報等共有させていただこうと考えてございます。ぜひ活発なご議論をよろしく願います。

さて、本日はまず事務局より諸外国における安全研究について簡単に紹介させていただきます。続きまして、EPR Iのロードマップやその効果的な策定方法につきまして、ヤン様からご紹介いただきます。その直後に一旦質疑応答の時間を設けさせていただきたいと思っております。その後、原子力人材育成ネットワークで策定されました原子力人材育成ネットワーク戦略ロードマップについて、検討会の主査 上坂先生から、それから産業界における技術伝承及び人材育成につきまして、日本製鋼所の柴田様からご紹介いただきます。その後でまとめて引き続き質疑応答、自由討議を予定してございます。

では、最初に事務局からの説明をお願いしたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

#### ○香山原子力戦略企画調整官

それでは、資料1をお手元をお願いいたします。手短にご紹介いたします。

まず、アメリカにおける安全研究の体制について、2ページをご覧ください。

主な主体といたしましては、エネルギー省（DOE）、原子力規制委員会（NRC）、そして本日お越しいただいておりますEPR Iが主導されている体制になっております。特にDOEにつきましては17の国立研究所があり、その国立研究所は規制当局であるNRCからも安全規制研究の委託を受けるという関係がございます。それから、EPR IにつきましてもNRCの研究部門との共同研究を実施しておりますし、更にはNEI、INPOといった他の産業界側の組織とも連携しながら業務を行っておられるということでございます。

3ページをご覧ください。

DOEの概要をまとめております。特に予算でございますけれども、2兆7,000億円程度あるうち、核兵器関連、海軍原子炉関連の金額が多くを占める中、原子力エネルギー関係での予算ということで900億円程度あるという状況でございます。

4ページをご覧ください。

DOEにつきましては、2010年の4月にロードマップを設けまして、既設炉の信頼性向上・安全性維持・寿命延長、新型炉の実用性の向上、持続可能な核燃料サイクルの開発、核拡散及びテ

ロリスクの理解と最小化という4分野に関する研究開発の方針を示しているところであります。

5ページにDOEの傘下の国立研究所のリストを添付させていただいております。

6ページ、7ページとEPR Iの概要をまとめておりますけれども、後ほどヤン博士の方からご説明あると思いますので、私からの説明は省かせていただきます。

それから、8ページ目以降ですけれども、こちら以前もご紹介いたしましたけれども、改めて規制当局であるNRCと推進側との研究の進め方についての参考資料を添付させていただいております。ポイントは8ページの四角の中にありますけれども、そうした推進側との研究をすることが最大の国益となり、適切な条件を盛り込めば利益相反を緩和できると判断されるような場合には、推進側との協力についても行えるということになっております。

具体的には10ページがNRCとDOEの共同研究に関する覚書の中身でございます。基本的なデータの取得に焦点を当てることで利害相反を回避するというアレンジメントがなされているところであります。

それから、12ページでございますけれども、こちらはNRCとEPR Iの共同研究の覚書の中身でございます。

特に13ページをご覧くださいますと、共同プログラムに関する協力、承認、関与、あるいはNRCスタッフのガイダンスというのは、実際にNRCが規制業務を行う上で束縛されることはないといったことを、きっちりと事前に仕切っておくことで推進側との共同研究を進めるという状況がございます。

14ページ、フランスの状況でございます。フランスにつきましては、フランスの原子力・代替エネルギー庁（CEA）と、それから、かたや規制当局であるところのASNの技術的支援機関としての性格とCEAの研究開発を実際に実施する主体としての性格を両方持つIRSNという組織が中心的な役割を担っております。

15ページにCEAの研究開発の中身についてポイントをまとめさせていただいております。

それから、17ページからIRSNの研究開発の中身についてのご紹介がございます。

それから、19ページをご覧くださいまして、こちらEUにおける安全研究の枠組みということでございまして、フレームワークプログラムという形で各国の研究開発に委ねるのではなく、それぞれの加盟国間の共同研究、あるいは研究計画間の調整を図っているという状況があり、第7次のフレームワークプログラムが終了した後に2020年までを対象とするホライズン2020という取組がスタートした状況でございます。詳細はまた後ほど触れます。

20ページ以降、福島第一原発事故以後の安全研究開発の取組の代表的なものをピックアップしております。

21ページにE P R I の取組についてピックアップしておりますが、こちらも後ほどヤン博士からのプレゼンの中でカバーされると思いますので、私からの説明は省かせていただきます。

22ページ、NRCでございますけれども、PRAにつきましてフルスコープのもの、すなわちレベル3のPRAを研究開発対象としてスタートさせているという状況がございます。

それから、23ページにフランスの取組がございます。まず、CEAとIRSNについては、これまでのR&Dの方針自体に欠落があったわけではないということにしながらも、特にシビアアクシデントを念頭に置きながらPRAを活用した施設の弱点の特定、あるいは使用済燃料プール向けの事故ソースタームの評価コードの開発等に今後の力点を置いていくということを宣言しております。

また、国家戦略としての研究・イノベーション国家戦略の中にも原子力に関するものがきっちり盛り込まれているという状況があります。

それから、24ページ、EUにおける取組でございますけれども、先ほどご紹介いたしましたフレームワークプログラムの枠組みの中で行われているSevere Accident Research NETwork of Excellenceというプロジェクトの中で、特に福島的事象を念頭に置きながら、压力容器内の冷却機能の確保、溶融した炉心とコンクリートの相互作用といった内容についての各国間の共通理解形成のためのプロジェクトが動いたところであります。

それから、25ページに先ほどご紹介したホライズン2020の中で、特に福島事故の教訓の反映とされている研究開発項目についてご紹介いたします。一つは、核分裂炉の設計と運転の安全性の改善ということで、やはりシビアアクシデントマネジメントにフォーカスを置いた実験やシミュレーションツールの開発、あるいはシビアアクシデントの進展の迅速かつ確実な予測とソースタームの予測ツールの開発といったものに新たな力点が置かれる結果になっております。

なお、26ページ、27ページにIAEAにおける原子力安全に関するアクションプランの内容をピックアップしております。ここでも研究開発の重要性というものが福島を受けたりアクションとしてうたわれているところであります。

事務局からは以上でございます。

○山口座長

どうもありがとうございました。

それでは、引き続きまして、ヤン様にプレゼンテーションをお願いしたいと思います。

それでは、ヤン様、どうぞよろしくお願ひいたします。

○ローザ・ヤン氏

ありがとうございます。

皆様おはようございます。議長、香山様、委員の皆様、ご参会の皆様、このたびこのような形で発言の機会をいただき大変光栄に存じます。大変重要なテーマについて今日は発言させていただきます。

私の発表のタイトルは、EPR Iにおけるリスクと安全、研究開発、そして人材の計画となっております。これはほとんどが私の経験をベースにしています。EPR Iでの経験です。内容はほとんどEPR Iのアプローチ、そしてEPR Iモデルということになります。また、一部私の個人的な見解も入っておりますのでご了承ください。

こちらが内容です。まず、大変手短にはありますけれども、EPR Iについてのご紹介をします。特にその中でも原子力グループについて、ウィルムスハースト氏がそれをリーダーとして率いています。そして、ほとんどの時間を割きますのがEPR Iのアプローチ、研究開発について、そして成功要因は何なのかといったところを個人的な見解として述べたいと思います。

そしてリスクと安全プログラムということで、事例も交えながら話をしていきます。優先順位づけをどのようにやって、ロードマップをどのように策定するのか、またトレーニング、人材育成、そして計画についての考え方についても説明をしていきます。

そこで強調したいのは、原子力業界で我々はこういったことをEPR I単独でやるのではなく、重要な様々な組織と連携を緊密に保っていますので、それらとどのように連携をしているのかを述べた上でまとめという流れになります。

ご存じのようにEPR Iができましたのは約40年以上前です。きっかけになったのがアメリカ国内の北東部のいわゆるNY大停電でした。ですから、当初からのEPR Iのミッションは電力会社、あるいは電力業界にとっての問題を研究開発を通じて解決していこうということにありました。

研究開発の研究姿勢として、電力会社がこうあってほしいという希望に沿うことをベースにするのではなく、我々は科学的な事実をベースに結論を出すべきであることを基本と考えています。そして、我々の研究は電力の全分野をカバーしており、原子力以外にも火力発電ですとか配電、送電、様々な技術分野があります。そしてまた環境に与える発電技術の影響もありますので、そういったものも含んでの研究をしています。我々EPR Iとしては電力会社はもとより他の研究機関とのコラボレーション、協業が大変重要であると考えておりますので、そのあたりのお話も今日させていただきます。

コラボレーションということは、つまり多くの組織が共に協力をし合って研究開発を支援する、そしてその結果を共有するということです。EPR Iの原子力のグループへの電力会社の参加形態としては、2種類あります。まず正会員であるフルメンバーというのは全てのプログラムに参

加が可能であり、特別な権利も付与されています。今一つはプログラムベースで参加をする会員があります。そのプログラム内容についてはこの後説明をしていきます。

アメリカには23の原子力発電所を所有する電力会社がありますが、全てが正会員として参加しています。国際的にはここに名前が挙がっておりますけれども、フランスのEDFもありますし、英国、UAE、それから韓国のKHNPなども名を連ねています。特に重要なのが5つの日本の電力会社も正会員（フルメンバー）でいらっしゃるということです。中部電力、中国電力、関西電力、四国電力、そして東京電力の5社です。このように各種の炉型を持っておられる会員各社の幅広い参加をいただいているということはどういうことかということ、たくさんの運転経験が我々の知るところになり、また分析できるということです。これは重要な側面であり、またこれは強みであるというふうに考えております。すなわち研究開発に加えてこのような会員各社から常時提供される運転経験の共有できるということが次の研究開発の基礎を形成するという意味でEPR Iの強みとなっています。

日本の原子力を保有される電力会社は全て、フルメンバーないしは、プログラムベースでの参加をいただいています。グローバルベースでは、全ての商用原子力発電所の75%以上が何かしらEPR Iのプログラムに参加をしています。ということで、どのような原子力の炉型であっても、あるいは様々な経験であっても、多岐にわたってまた精密にEPR Iが分析をすることができる体制にあるということです。

我々の研究開発のアプローチは、大変ここは重要なんですけれども、先ほども言いましたように、電力会社が直面する課題に対して問題解決方法を提供することにありますが、そのやり方について説明していきます。

まず、いろいろな情報や意見を電力会社からいただきます。原子力に関する課題を抽出する過程を経て、研究開発計画を立てます。EPR Iは、研究開発を内部で行っていますが、基本的な基礎科学研究と開発は大学や、専門の研究所に委託して、その時点での世界最高水準の研究者と施設による成果を享受するという方針としています。私たちはそこから出てきた、つまり世界中の国立研究所や大学から出てきた基礎科学研究成果を活用するんです。そして、その上でEPR I独自で、電力会社の持っている問題点の解決について更に研究開発を進め、その基礎研究を更に発展させるということをしていきます。そして最終的にソリューション、解決策を会員各社に提供するという形をとっています。これが本当にEPR Iの特徴的な部分、機能だと思います。

つまり、EPR Iは、例えば原子炉をつくったり、あるいは燃料をつくったりという設計・製造には直接かかわっていません。その部分の情報に関しては、メーカーの皆様と非常に緊密な連携関係をもっています。EPR Iは、規制機関や規格基準にかかわるコードの作成や評価には深

くかかっています。原子炉、それから燃料についてはそういった形で非常に細かく見ております。

では、私自身は、20年以上E P R I で仕事をしてきましたが、その経験からE P R I はなぜ成功できたのか。つまり成功要因は何か、と言いますと、最初に浮かぶのは、我々E P R I はメンバーのニーズの把握に全力を挙げてそこから出発して研究開発に注力をしているということだと思います。

つまり、研究開発のための研究開発、あるいは自分たちがやりたいから何か研究をするのではなくて、メンバーのニーズに合った研究開発をしているということです。そして、いろいろなその情報提供をメンバーから求めています。内部に組織されたアドバイザリーミーティング、あるいはいろいろな種々の会員とのミーティング、ワークショップ、それから電話会議、電力会社訪問などの形をとって、耳を傾けてニーズを拾い上げるということを行います。

そして、私の個人的見解ですけれども、一番E P R I で仕事をしていてやりがいがあると感じるのは、ニーズがわかったら、次は計画を立てます。そしてその上で問題解決には何が必要かを考えます。そしてその計画とは、原子炉機器の試験かもしれない、あるいはソフトの開発が必要なのかもしれません。あるいは演算をもっとする、あるいはデータをもっと集めることが必要なのかもしれません。

いずれにしてもそのような形で計画を立て、その上でその仕事をするのに一番適切な研究開発の場所はどこなのかを考えます。日本なのかフランスなのかアメリカなのか。そしてプロGRESS、つまり進捗をモニタリングします。つまり、作業がしっかりとテーマに見合った内容になっているのか、そして十分な成果が上げられる方向に進んでいるのかを見ます。そして、場合によっては必要に応じて計画を軌道修正します。というのも、こうあるべきという結果が出てこなさそうであれば、やはりそこは軌道修正をすべきだと考えるからです。

それから、基礎的な科学的・技術的知見が出てきたら、それをもとにE P R I の研究者は更に考察研究をすすめて、最適の問題解決方法を確立します。つまり、いろいろなところからまとめて必要なものが一つになったのがソリューションということです。そして、その上で問題に対する一番いい対策のとり方は何なのかを提示しようとしています。

そして、どこに人と予算をつぎ込むのか、それは大変重要ですから、研究開発計画と同時に予算編成に注力いたします。このとき、目的をしっかり持った上で柔軟に対応することが必要です。つまり、いろいろとたくさんの方々の方々の意見に耳を傾けて計画を立て、そして実施段階では、モニタリングをして結果がきちんと意味のあるようなものになるということや、成果を出すタイミングもきちんと管理されていなければなりません。また、組織としては、優秀な内部の研究人材を

確保することが必要です。知識があるだけでなく経験がある人、つまりこういった問題を扱った経験がある人が必要ですし、また前もって人についての計画を立てる必要があります。

EPR Iの原子力プログラムは17個から構成されています。ここに載っておりますのが一覧ですが、それに関して、今回香山さんから聞かれたんですけれども、EPR Iが最も注力をしているのは、炉心損傷頻度を下げるときの取組か、出力向上か、あるいは設備利用率を上げるためかという質問がありましたが、答えは全てイエスです。

いくつかの分野についての研究開発状況を概観してみます。例えば、リスクと安全管理という分野がありますけれども、これはまさに安全を中心に据えた取組ですが、安全問題には、材料に関する問題も当然関与してきます。材料劣化問題、そしてまた検査方法などが、関係してきます。つまり材料に亀裂が入っているのをいかに検査するか、亀裂が発見された場合の診断や、対策などが研究開発の対象となります。

I G A L Lという言葉をお聞きになったことはおありだと思います。うなずいていらっしゃる方もいらっしゃいますけれども、I A E Aの材料劣化管理の仕方についてまとめた指針がI G A L Lですが、EPR Iの報告書、ガイドラインなどが実はたくさん参照されています。つまり、材料の劣化についてどのように扱ったらいいのか、EPR Iの研究結果が参考にされているのがわかります。

それから、原子燃料ですけれども、EPR Iではかなりのリソースをこれに割いています。例えば燃料の損傷があったということになりますと、結局これは設備利用率にも響いてくる話になります。それから、ほかにも補修にかかわるものがあります。オンラインメンテナンス、つまり運転中保全などもかかわってきますが、これは何も設備利用率を高めるためということだけではありません。これは安全を高めることにもつながる話です。ですから、こういったところにリソースをつぎ込むということになります。

このように、様々な幅広い問題に我々は対応していて、これらはまさに電力会社が直面している安全に係る問題であり、また材料の信頼性であり、またプラントのパフォーマンスに係るところでもあり、そして設備利用率、そして長期運転、そして寿命延長、そういったことまでかかわってくる話だと思っております。

繰り返しますが、我々は、メンバーの情報と意見に非常に慎重に耳を傾けるということを心がけています。原子力の17プログラムに関して、そのおのおのについて我々は定期的、かつ頻繁にメンバーと会合を持ち会うような形をとっております。そしてパフォーマンスに係るような問題等についてもいろいろと聞くようになっております。そういったインプット情報をいただきまして、それを何層かの委員会組織を経て、最高意思決定機関である正会員によって構成される

Nuclear Power Councilと称される協議会の方に上げて、研究開発のテーマ選定、優先度、そして予算措置が決定されていきます。これは参加型意思決定システムとして何年もの実績を積み重ねて良く機能してきております。これによって我々は会員から必要な情報を得て、それにまさに答える戦略を構築すると共に、新しい技術を開発したときに、それが会員がすぐに導入・展開できるような体制になっているということでもあります。

詳細についてはここでは申し上げませんが、いろいろな形で我々は会員にソリューションを提供しているということがわかっていただけたと思います。

特に強調したいのはE P R Iが作成する種々の技術的ガイドラインの位置づけです。内外には、莫大な量のレポートがありますけれども、それを全て読むことは事実上不可能です。この問題に対処するために、それらを集大成し規格基準にないし、それに準じるものとしてまとめあげられたものがガイドラインであります。例えばこのようなケースではこういう頻度で検査をすべきであるとか、あるいは燃料破損があったとき、このような手順で対応すべきであるというようなことが記述されています。E P R Iが提供する図書や成果物には、こうしたガイドライン、ガイドブックがあり、さらにE P R Iにおける技術開発結果報告書、E P R Iで開発されたソフトウェアなどがあり、それに加えてE P R Iの研究成果の共有や、問題点の認識の共有を図るために結成されるユーザーグループなどがあります。

それから、最後に書いてありますが非常に大事なものとして会員のサイトにおける技術支援があります。メンバーの発電所で個別の問題があったときに、オンサイト、つまりサイトでの援助をします。我々の技術スタッフが赴いて現場で支援をするというやり方です。

では、ここまで申し上げたこと、特に研究開発モデルについてまとめたいと思います。多数のE P R Iのメンバーが世界各地におられます。各社からは、研究資金だけでなく、いろいろな運転経験に関する情報をいただきます。そして、それを多層的な会員から構成される委員会構造組織を通じて聴取いたします。そしてそれに基づき、各年次の研究開発計画や、長期的な取組戦略を立てて、どこにどれだけのリソースをつぎ込むべきなのかを審議いたします。それに立脚して内外の様々な研究施設での協業を行います。そして出てきた結果を会員各社に役立つソリューションという形にまとめて、それを会員各社や社会に還元してまいります。会員は、それを受けて安全性、プラントのパフォーマンス、そして信頼性を上げることに生かすことができる、そういったサイクルが回る体制になっています。

では、ここからは具体例をご紹介します。まずプログラムの一つでありますリスク安全管理(Risk & Safety Management :R S M)ですが、このWGの役目というのも安全研究開発を重点にしたものですので、その関連するプログラムを例としてご紹介しようと思います。

ここで目指しているものは何かというと、2つの重要な点があります。一つは、安全性の向上。もう一つは運転の柔軟性を高めるということです。そのためには、技術的な手法、ツールですとかソフトなどを使いますし、ガイダンス、その他いろいろなツールを使います。先ほど説明したようなものです。

我々が強く信じていることは、安全性と運転上の柔軟性というものは両方必要だということです。そして、この我々の信念をサポートする多くの実証データが実際に存在しています。そして、よく質問されるのが、「戦略的研究開発方針と戦術的研究開発方針をどのように考えているのか」ということです。私はまず戦略的な研究が常に必要だと思います。研究開発が役に立つのは、それが必要なときにちゃんとソリューションという形で準備されていることが重要です。ですから、先読みをして手を打っておいて、ソリューションを提示できるようにすることが重要です。

それから、また原子力発電所の運転をしておりますと、5年も待てない、10年も待てない、今すぐ何かが必要だということもありますので、そうなりますとこの戦術的な取組も必要になります。ですので、我々技術スタッフは戦略思考と戦術思考の間の適切なバランスをとることが必要になります。そうすることによって、直近のニーズも満たしつつ、土台を強力なものとしてこの戦略的な開発といったところでも提供できるようになります。

現在のRSM（リスク安全プログラム）は、外部ハザードに注目をしています。福島第一の事故への対応が必要となったのがその理由というのは明白かと思えます。

続いて予算プロセスについてお話をします。言わずもがなですが最終的に予算があるのかないのかによってやれることというのが変わってきます。

まず、どこでその意思決定をするのかということも非常に重要になります。意思決定のレベルが高ければ高いほど、指示がより広範で戦略的なものになります。EPR Iの初期の段階では、予算はCEOレベルで集中的に編成されていました。現在はより個別のプログラムレベルで予算編成がされるようになりました。

EPR Iの原子力分野の場合ですと、長期的な安定的な予算に基づく研究計画を十分に実施できる状況にありますし、また短期的な予算を使って短期的な取組をするという仕組みも整っています。

非常に重要になりますのがバランスだと考えています。また、非常に重要だということで強調したいのが柔軟性です。まず戦略的な方向性を決めた後、それは結果が得られるまで、成果が得られるまで安定的にそれを追求する必要ですが状況が変わったということが認識されれば、そこは決意を持って、変えるというその柔軟性を持つということが非常に重要だと思います。

次のスライドでこのリスク安全プログラム(RSM)を例としてご説明したいと思えます。この

RSMというプログラムはEPR I設立当初からあるプログラムですので、40年ぐらいの歴史があります。福島事故を受けまして、プログラム全体として様々な課題に取り組んでいます。それを実行するためには予算を増やす必要がありますし、また今までやってきたものを中断する必要もありました。「実際福島で何が起きたのか、その根本原因を探る調査」を含めてここに示すように様々な取組を行っています。

その関連でソフト開発の一つをぜひ紹介したいと思います。これは予算として安定的な予算の裏付けと柔軟的な運営をする必要があるという意味で、非常にいい例です。

それは、MAAPという過酷事故解析のコンピュータコードです。世界中でいろいろな用途で活用されてきました。福島事故前、そして事故後の活用例を示しています。PRA評価で広範囲に使われていましたし、許認可の更新や改良型の軽水炉の設計の安全機能を確認するためにも使われています。

例えば東芝のABWRですとか、三菱のAPWRにもこのMAAPが活用されました。非常に高速で走らせることができますので、シミュレーターということで使われる場合もあります。運転員の訓練にも使われてきています。

福島事故以後は広範囲にわたってMAAPが活用されているのが、この福島事故の原因評価です。というのも事故発生直後の数時間データが収集できませんでしたので、実際何が起きたのかということはこの解析コードを使って評価をしています。

また、ストレステスト、これは日本、ヨーロッパでも実施されましたけれども、MAAPはこのストレステストにも使われました。また、再稼働分析や使用済み燃料プールの分析にもMAAPコードが使われています。

ここでその安定性、柔軟性という意味で事故解析のためにMAAPが使われてきた歴史の説明をしていきたいと思います。TMIを受けて開発されたのがMAAPコードなんですけれども、福島事故はTMIと異なる事故になります。福島事故から多くを学び、それをMAAPに反映をしています。MAAPの知見というのはTMIに多く依存しているので、PWRが中心だったわけです。BWRとは構造も違いますので、新たに機能を追加する必要がありました。

また開発を加速する必要があるとのご要望もあり、実際にそのように取り組んでまいりました。また、この開発のためには経産省殿から資金のご援助を2012年以降いただいております。非常に感謝しております。

次にロードマップについてお話しします。

皆様がこのWGでご議論されているロードマップは、ここに示すものよりも高いレベルのロードマップになるかと思いますが、ここに例示いたしますのはEPR Iの内部火災PRA開発のた

めのロードマップです。こうした詳細な原子力部門の研究開発ロードマップが80ぐらい存在します。

火災ハザードは、非常に重要な事象でCDFに非常に効いてくる因子の一つです。

まず、ロードマップ作成には全てのステークホルダーが参加します。中心部にはデータベースの構築とか、モデル化や理解の促進というものも入っています。電力会社からデータをいただく必要もあります。また、政府、国、NRCと協力をする必要があります。というのも国側でも非常に厳しい条件下での火災試験、実験等をやっていますので、その分野での協力の必要があります。また、更に一番下にINPOとありますが、データ収集にはINPOの協力もいただいています。

ロードマップは、計画時の必要から作成されますが、また、重要な側面としては、コミュニケーションツールとしての機能ももっていることです。ロードマップを、作成する場合、なぜ予算が必要なのか、なぜこのような取組をしているのか、そしてどういうところに焦点を当てていて、最終的に何を成果とするのかということを示すためのロードマップであるということで、ただの計画づくりのツールではなくコミュニケーションツールだと私は考えています。

全てのステークホルダーを含める必要があります。また工程・スケジュールや予算も要素として入れていく必要があります。また、不測事態に備えることも必要ですし、ダイナミックに各方面と動いて都度調整していく必要があります。また、より下位レベルのロードマップが必要になることも往々にしてあります。

次に教育訓練や人材育成についてお話します。PRAに関しても教育が必要なことは論を待ちません。ここに示しますのは、PRAの教育訓練コースです。私どもEPRIとしては7年くらい前に認識したのですが、PRAの専門性の高い担当者が不足しているということへの対策として、リスク専門家の教育コースを立ち上げました。

日本の電力会社向けの実務者コースを開始していきまして、まさに今週東京で開催をしています。既に各社原子力本部長クラスや、マネジャー向けのコースをおのおの実施しました。PRAに関しては実務者、管理者双方に対して将来を見据えた教育を継続的に実施する必要があると考えています。

これは、この実務者訓練コース六年前から実施していきまして、既に180人の卒業生がいます。これにはアメリカ国内だけではなく、全世界から参加をいただいています。規制当局からも参加をいただいています。これはEPRIとしてPRAの専門家の教育という意味で貢献をした一例だと考えています。

まとめに入りますが、アメリカのここ何年かの設備利用率の向上を示しています。ここにある

幾つかの例を挙げてありますが、全て研究開発活動によって設備利用率が上がったというわけではないんですが、EPR Iの貢献をしている分野が右手の方にあります。これは設備利用率にEPR Iの研究開発が貢献をしたことを示す部分になります。

次の図は、アメリカのプラントにおいて設備利用率が上がるにつれ、事故停止などの重要事象の発生率が下がっていることを示しています。すなわちプラントを効率よく、そして信頼性を高く運転をすることができれば、プラントの安全性を上げるということに資することがわかるかと思えます。

本日はEPR Iについて紹介をしてきましたけれども、原子力産業界としては、今回はアメリカを例としていますけれども、EPR Iだけでは安全性向上活動はできないということが重要なことを指摘しておきたいと思えます。もちろんEPR Iは、その技術や研究開発という意味で、そして場合によっては実施という側面でEPR Iは重要な役割を果たしていますけれども、他の機関と緊密に連携を取り合っています。INPOの方は運転、運営のエクセレンス、を求めるということで重要な役割を果たしていますし、NE Iは政策やAdvocacyの窓口として重要な役割を果たしています。また、規制とのやりとりは、窓口としてNE Iに一本化されているということも非常に重要です。

次のスライドを、少し時間をかけて説明したいと思えます。規制とどのように関与していくのか、ということが重要だと考えています。

まず、対話を持つことが重要です。EPR Iの場合ですと、香山さんから既にお話がありましたようにMOUがEPR IとNRCの研究部門と締結されています。私自身が90年代かかわっていたんですけども、LOCAなどの事故に関する研究を、私の関与していた燃料プログラムチームとNRCの研究部門が共同で研究をしていました。

皆さんもよくご存じだと思いますけれども、プラントの安全性の検証や実証は電力会社の責任であって、規制当局としてはその確認をするという責任があります。

燃料について例を挙げますけれども、80年代、90年代燃焼度が上がっているということがわかっていました。ですが、LOCAは、新燃料もしくは低燃焼度の燃料ベースで検討されていました。新たな認識にもとづき、高燃焼度の燃料ベースでやっていたいかなければならないということで、共同開発研究プログラムというものを実施しました。ですが、そこから得られたデータの解釈は独自にしています。解釈というのは、産業界と規制側では違うかもしれない。だけれども、データはデータであるし、実験は実験である。ただその解釈は独自にするという仕組みです。

先ほどNE Iが規制当局との窓口になっているというふうにお話をしましたけれども、そのやりとりの中でEPR Iは技術的な支援を提供しています。多くの例が福島事故以後あります。例

えばフィルターベントの必要性の議論や、福島事故の原因評価などの支援を行ってきました。いずれにしてもEPR IはそのNE Iに対する技術的支援を行っているわけです。

次に、DOEの研究所との交流についてお話します。先ほども申し上げましたが、EPR Iの研究は、多岐にわたる研究は国立研究所の結果や大学の実験の結果に基づいていることを申し上げましたが、非常に密接な関係を構築しています。

程度の差はありますがほとんど全ての国立研究所と協力をしています。EPR IはDOE傘下の国立研究所が保有する人的資源や施設を活用させてもらって研究をするケースが多々あるということです。

以上でこのEPR Iの研究開発がどのように実施されているのか、どのようなタイプの研究開発をしているのか、そしてプラントの安全性、信頼性、そしてパフォーマンスに寄与しているということをご説明しました。

EPR Iのモデルというのはユニークなものだと思います。世界中でもEPR Iと同じような性質の組織はなかなかないかと思います。成功している理由というのは、まずメンバーのニーズに耳を傾けているということ、そしてプラントの安全性や信頼性の向上に貢献しているということ、また、運転経験情報というものの収集をし、分析を継続的に行って、それをきちんと見て研究開発の計画立案にフィードバックしていることにあると思います。

ニールと私自身も何度も日本に足を運びまして、特にここ数年頻繁に日本に来ています。日本のメンバーのニーズというのは私たちにとって非常に重要です。そして、日本の原子力発電所が再稼働することを心より願っております。

以上です。ありがとうございました。(拍手)

○山口座長

ヤン様、どうもありがとうございました。

非常に多くのヒントを出していただいたように思いますが、それではこれから少し質疑、意見交換をいただきたいと思います。

EPR Iが米国においてロードマップを作成して、うまく活用をしてきて、それから幾つか対になる概念のバランスというようにお話も随分していただきました。例えばスタビリティとフレキシビリティとかですね。そういう様々なコンセプトをお話しいたきましたので、少し委員の皆様から意見をいただいて議論させていただきたいと思います。

では、ご発言なされる方はお手元にあるネームプレートを立てていただきますようお願いいたします。順番に指名させていただきます。また、その場の議論に関連する発言をご希望される場合には、手を挙げて合図をいただければと思います。

それでは、どうぞ何かありましたらお願いいたします。

では、尾本委員からお願いします。どうぞ。

#### ○尾本委員

最初の資料と今のE P R Iの話と両方含めてでよろしいですね。

両者を含めて思いますのは、世界と一緒に安全研究をやっていくことの重要性ということのを再認識させたということですが、日本の場合には2000年に入って原子力安全委員会の国が関与する安全研究に関する報告でもわかりますように、安全研究が非常に国の関与が非常に少なくなった、民間もそうですが、そういう傾向がある中、世界は必ずしもそうでもなかった。そういうことも踏まえて、世界と一緒に研究をやっていくことの重要性というのを認識させたと思います。

それから、もう一つの点、感想みたいなものになってしまうんですが、日本の場合にE P R Iに対応する機関というのは当然ながら電中研です。私も今電中研の一部の仕事に関与しているわけですが、今後日本の安全研究の中で電中研の役割を考える必要があると思います。これは日本全体の安全研究の一部なんですが、その点で今のE P R Iのスライドの26ページとか27ページにあるような規制との関係等を含めて、あるいはナショナルラボ、日本で言えばJ A E Aとの関係を含めて、どんなふうにやっていくかを考えなくちゃいけないと思います。日本の電中研についての説明が今まではなかったわけですが、E P R Iと電中研とは感じます。やはり私が見るところ、幾つか顕著な違いがあると思うんです。

一つは、ユーティリティニーズに対して応える機関が日本の場合には、多くの場合、すぐにそのもともとの原子炉メーカーの方にいってしまう、つまり電力自身で問題を解決する、その解決する中に電中研もチームとして加わっているというよりも、簡単に原子炉メーカーにアウトソースしてしまう傾向があったのだらうと思います。

それをどんなふうにしなればいけないかということ、それからスタッフのエクセレンスという話がありましたけれども、やはりここ日本は研究者の横断的な流動性、組織を超えた流動性という点において、やっぱりアメリカと違うところがあると思います。それから、日本の研究がかなり電中研の研究ではハードウェアオリエンティブのところはかなりあったというような背景があるかと思うんですが、今後日本の安全研究の中で、例えば電中研というのを取り出して果たす役割について、こういう場でも意見を聞いて議論を深めていくのが案として考えられるのではないかとこのように思います。

#### ○山口座長

ありがとうございます。質問というよりもいろいろコメントをいただいたと思いますが、ヤン先生には少し日本の電中研の状況もご存じだと思いますので、そういう観点で今の尾本委員のご

発言に対してサジェスションや意見ありましたらぜひ伺いたしたいと思います。いかがでしょうか。

○ローザ・ヤン氏

尾本委員、たくさんいいコメントをしてくださったと思います。確かに今日の電中研とはいろいろな意味で、実際は非常にいい接点と交流を持っております。電中研は大変すばらしい研究をなさっています。最先端の研究をなさっています。我々も緊密に材料の分野で協力をしているので、そこはよく存じ上げています。

多分違いは、よって立つモデルが違うんだと思うんです。EPR Iと電中研ではモデルが異なる。先ほど言いましたように、我々の主たる使命はメンバーの問題解決をするということです。電中研はすばらしい研究をなさっていて、それは非常に大きな貢献をされていると思います。つまり、たくさんの重要な問題の理解を含めるという意味での貢献をしていると思います。

○山口座長

ありがとうございます。

では続きまして、秋庭委員、お願いいたします。

○秋庭委員

ローザ・ヤンさんどうもありがとうございました。ロードマップを作成するこのワーキンググループにとって大変重要な示唆をいただいたと思っています。私は消費生活アドバイザーという資格を持ってこのワーキングに参加しておりますので、消費者の視点から2つ質問させていただきます。

まず1点目は、まずこのEPR Iが原子力業界として単一にやっているわけではなくて、様々な組織と連携しているということ聞きまして、そのことが今日本においても重要であることに気づかされました。質問は、EPR Iの独立性、信頼性ということについて伺わせていただきます。

一つは、利益相反について覚書があるということがありました。この覚書は公開されているのか、そして一般の人たちはこの覚書によってEPR Iの独立性ということ信頼しているのかということです。

2つ目は、何よりも重要なことはメンバーのニーズに合う研究をしているということですが、しかしながらニーズに合う研究ということは、大変失礼な言い方ですが、研究成果もニーズに合うように変わる場合があるのではないかとこの点です。今、日本における消費者の研究者に対する信頼が薄れていますので、ニーズに合う研究ということが果たして本当に独立しているのかということに疑念を感じる方もいると思います。

そこで、この研究成果については評価する第三者組織があるのかどうか、そのことについてもお問い合わせいただきたいと思います。よろしくお願いいたします。

○山口座長

では、お願いします。

○ローザ・ヤン氏

非常にいい質問ありがとうございます。

この利益相反、もしくはこのEPR Iの研究の誠実性、完全性に関する問題というのは非常に私にとっても重要です。最初のスライドでEPR Iの独立性ということにも少し触れました。EPR I全体を見ますと、技術スタッフだけではなく、上層部を含めて全員が科学的なインテグリティ、誠実性、完全性というのを非常に重要な価値として重きを置いていますので、結果がメンバーの期待する答えに反したとしても科学的な誠実性というものを追求しています。このメンバーからももちろん拠出金をいただいているんですけども、今までやってきた活動が評価されているのは、まさにその科学的な誠実性、完全性を追求してきたからだと思っています。

一つ例を申し上げます。原子力の燃料プログラムを担当していたときに、燃料の破損、不具合というものが多発していました。そのときにある状況に対して評価をしてほしいという要請があったんですけども、シニアマネジャー同士で話をしたんですけども、ヤンが科学、もしくはデータに基づいて得られた結果がその結果のみであるということのを伝えたわけです。ですので、正しいことを私たちがやるということが大事ですし、それを受け入れられないのであればサポートはできないということをお伝えしています。

私自身のキャリアを通して、上層部は常にそういった立場をとることにに対して支援をしてくれています。場合によっては微妙な立場に置かれるようなこともあるかとは思いますが、やはり常にこの独立性や科学的な誠実性、完全性というものを一番の資産と考えて、重要に考えています。回答になっているといいのですが。

○山口座長

MOUは公開されているのかという。

○ローザ・ヤン氏

失礼しました、ご質問ですね。それは一般公開情報だと思います、たしか。

○山口座長

ありがとうございます。

それでは続いて、関村委員、お願いいたします。

○関村委員

よろしいですか、日本語でお聞きします。すばらしいプレゼンテーションどうもありがとうございました。

私は原子力学会の方でもロードマップを構築するというを進めておりますので、その観点からお話をさせていただきたいと思いますが、今の秋庭委員のご質問にかなりオーバーラップする質問になります。

ロードマップをどのような観点から作成していくべきかという点については、非常に多くの示唆をいただきましてありがとうございました。特に計画の立案、実行、それから成果の活用に加えて、様々なコミュニケーションのツールとして使っていくべきであると、この考え方は私は大賛成であります。

一方で、今、秋庭委員の方からお話もありましたロードマップをどのように評価したらいいかという点について少しご意見を伺えればというふうに思います。

ヤンさんのプレゼンテーションの中にロードマップの成果としてキャパシティーファクターが上がったということ、それから事故の確率が低くなっていると、こういう指摘があったところなんですが、多分これだけで本当にロードマップが適切なものであるかという評価になるかどうかということについては、我々も必ずしも十分ではないんじゃないかなというイメージを持っております。

これはどうしてかという、まさに規制側とコミュニケーションをしなくちゃいけない、あるいは国民とのコミュニケーションをしなくちゃいけないと、そういう観点が当然含まれるだろうというふうに思っているからです。一方で、研究の中身としてはリスクにかかわるような研究、これが進んでいるわけですが、むしろリスクの研究をロードマップの評価自体にどう結びつけていくかという論点を我々はこの原子力学会の中の活動の中で進めなくてはいけないかなというふうに思っています。

そういう意味では、EPR I のロードマップの評価としてキャパシティーファクターだったり事故の確率が少ないと、これは実際に起こった事故が、イベントがどのぐらいだったかということで、23ページ、24ページにも示していただいたわけですが、これ以外のロードマップそのものに対する評価軸がありましたらご意見をいただければというふうに思います。よろしく願います。

○山口座長

では願います。

○ローザ・ヤン氏

まず、はっきりさせたいんですが、ロードマップの例として私が使いましたのは、これは火災

PRAについて、あるいはほかにも開発をしたロードマップがありますけれども、これは研究開発目的のために、あくまでもEPR Iが行う研究開発ということを目に置いてあるわけです。一方、日本で皆さんが今つくろうとしているのはもっと幅広いロードマップですね。つまりたくさん重要な要素を見えています。安全にかかわるところ、あるいは人材にかかわるところ全部が入っています。ですから、これはもっと高次元、上のレベルの大きな広いロードマップだと思います。どちらも名前はロードマップですが、多分その中身は違うのではないかと思います。

火災PRAのロードマップというのは、より現実的な火災PRAをつくろうというもので、実はこれ以外にもほかのロードマップがあります。材料に関するロードマップだったり、あるいは燃料破損をどう減らしていくべきかといったようなロードマップもあります。

おっしゃることはそのとおりだと私思うんです。単にロードマップを出力上昇とか設備利用率を上げるために開発をしているわけではなくて、研究開発のいろいろな電力が抱えている問題、それを対処するためのロードマップをつくっているわけです。

今回の会議の前に話していたんですけど、このロードマップを使って、一般の地元の人たちとのコミュニケーションに使うかという、答えはノーです。それは我々の使命ではないからなんです。我々はあくまでも研究開発の組織だからです。

○山口座長

ありがとうございます。

では続きまして、高橋委員、どうぞお願いいたします。

○高橋委員

発表どうもありがとうございました。

ご発表の中で一番印象に残った言葉というのがダイアログウィズレギュレーターということで、規制側との対話という、その重要性というものを指摘された点が私は非常に印象に残っております。

実際、日本ではこの規制側との対話というのがやっぱり今非常に難しい、欠けている部分と私自身考えておまして、これから日本ではやっぱりその部分を見習っていかねばいけないと考えておりますが、そういった中でちょっと質問は、実際はそのEPR IとNRCの関係性にかかわる質問なんですけれども、実際そういった中で対話がもちろんうまくいっている部分もたくさんあると思うんですけれども、その中で例えばNRC側とEPR I側の見解に相違があったような場合、それは対話の中で解決していく部分もあると思うんですけれども、今までのご経験の中でその難しさ、やはりお互いの立場の違いでの対話の中での見解の相違をどういうふう

に解決したのか、それとも解決できないこともあったのか、そこら辺を教えていただければ幸いです。

○ローザ・ヤン氏

非常に難しい質問です。やはり常に合意ができている状態にあるということではないですし、性質としてそういうものだと思います。やはり最終的には対話を持つということが重要なんだと思います。

やはり同じ目標を持っているんです。つまりプラントの安全性を求めているわけです。規制側も安全性を求めている、私たちはそのプラントの運転、運営を支援するという立場で同じ目標に向かっています。ですが、データに基づいて見ていくわけですが、データには不確実性が含まれている場合があります。データそのものにもあるでしょうし、もしくはデータの性質や取り組んでいる課題のその性質からの不確実性というものがあります。それゆえ、見解が一致しないこともあります。

ですから、こういうふうになれば解決できますよということにはなかなか言えませんが、やはり対話を持つということが重要ですし、お互いに対話ができるような十分な知識レベルを持つということも重要です。規制当局としてきちんと情報を持っている規制側というのがよりよい規制ができるというふうに思います。ですので、この議論、対話を続けるということが重要だと思います。

この議論のベースになりますのは、データと解析、分析になります。やはり見解が一致しないというものは多々あるんですけども、規制側はもちろん規制しますので、規制として基準を決めるわけです。それをやはり尊重しなければならない。すみません、答えになっていないかもしれませんが、

○山口座長

ご講演の中で解釈は独自にやるんだと。今の高橋委員のご質問はその点がポイントだと思うんですけども、データなり技術的、学術的なところは協調して、解釈は独立してやるんだという、そういうプロセスを確立したに至ったご経験など一言ありますか。どのような問題を経験して、解釈は独立に、それ以外の部分は共同でやる、そういうやり方に至ったのかを。

○ローザ・ヤン氏

個人的な例ですが、先ほども申しましたけれども、LOCA（冷却材喪失事故）のテストのことを説明します。これは研究室、ラボの中でこのLOCAの状況を再現するというものです。そして、その場合にはやはりシミュレーションしなければなりません。結局、LOCAですから、実際の発電所でやるわけにはいきませんので、ラボでやることになります。

その条件というのは、もちろん全く実際の発電所のそれとは違うわけです。ですから、その部分をどのように解釈をするのか、ラボで何かが起こったとき、それが果たして実際の炉の状態とどうつながるのか、どう関連づけたらいいのか、シミュレーションの中で起こったことを本当に実際の発電所でも起こると考えていいのかという問題があります。

多くの解釈は、これはシミュレーションなので、データそのものに不確実性がある。つまり、20回試験をやったとして、そのうちの一つだけ少し外れているので、これを外れ値といって無視していいのか。やはりそのデータが、外れているからといって無視はできない。そこで、どれぐらいの重みづけをその外れている一つのデータポイントに与えるのかという問題が出てくるわけです。ですから、それはかなりの部分、解釈に依存するわけです。

最終的には、合意ができない場合は、更なるテストを行うとか、あるいは更なる解析をするということになる。あるいは多くの場合、規制当局の側が言うのは、十分な不確実性があるので、もっとマージンをとみなさいということを行うわけです。ですから、運転の制限を設けるとか、あるいは基準をもう少し狭くするとか、それは受け入れざるを得ないということです。

○山口座長

ありがとうございます。

では、谷口委員、どうぞ。

○谷口委員

今日はありがとうございました。

一つお聞きしたいのは、EPR Iのアプローチ、6とか7ページにあって、Key Success Factorsというのがあるんですけども、ユーザーにいわゆる問題解決、いわゆるソリューションを提供しているということで、一つ聞きたいのは、ソリューションといったときにオルタナティブ、いわゆる代替案、シングルソリューションじゃなくて、オルタナティブを示すということが基本になっているのか、それは解決する問題によって違うと思いますけれども、そのオルタナティブのいわゆるプロコンというか、いいところ、悪いところ、そういうものを含めたものを幾つか提案をしてエンドユーザーが最終的に決めると、そういうふうなアプローチなのかということをお聞きしたい。

実は、私は電力中央研究所に勤めていましたので、先ほど言ったみたいにメンバーの人たちとの関係性というか、そういうふうなときに、実はそういうソリューションの提供の仕方というのは大変重要な要素じゃないかと思っていて、その方法、だからEPR Iは幾つかのオルタナティブに対してEPR Iの立場でのプライオリタイゼーションをして、それもあわせて提供しているのか、シングルソリューションか、EPR Iがベストソリューションだと思うものだけを提供し

ているのか、そこらのアプローチについて、少し聞かせていただければと。

○ローザ・ヤン氏

はい、ありがとうございます。これもとってもいい質問だと思います。

シンプルな答えとしては、恐らくイエス、プラス時々そうですという感です。例えばソリューションという言葉在先ほど使いましたが、そのときは例えば20とか200の報告書を出すよりも、それらをまず資料の側から見てここから読み取れるものは何なのか、例えばこの合金600の亀裂の問題について考えたときに、これは硬度の問題なのかとか、じゃこういうメカニズムでもって亀裂をする、だけれども、例えばこの部分でこれだけの頻度で1運転サイクルごとに検査をなささいといったことができる。

要はレポート全部ユーザーの方々が読まなければいけないのではなくて、かわりの私たちがレポートをちゃんと見た上で、こうしたらいかがですかということを提示する。だけれども、それは単一なアプローチということではないんです。

例えば、水化学のガイドラインの場合、一番リコメンデーションとしていいのはBWRの場合は、例えば亜鉛注入とか、あるいは貴金属注入ですというような言い方をすることもできます。しかし、こういう状況の場合は、もしかしたらこれは適切でないかもしれない、その場合はこちらの別のやり方の方がいいです、とかいう言い方もします。

ですから、答えとしてはこれオンリーですと、一つだけ、これだけにしなさいという言い方はしないということなんです。つまり、オプションは提供する。

例えば運転状況が異なったり、あるいは炉の設計が違ったりということで、場合によっては違うものも考えられますので、ここで強調したいのは、全ての原子炉が同じだというふうなことはもちろん思っていない。そこは認識していますし、また運転状況も違うので、それに即したいいろいろなオプションを必要に応じて提示するということはします。ただ、なるべくクリアにしようとはしています。それは長年にわたった経験から明確さが求められるからと思うからなんです。

EPR Iはずっと報告書を出してきましたけれども、ソリューションを提供するというのを一生懸命今やっています。なぜならば、メンバーの皆さんが非常に重要な役割、つまり運転を続けるという役割を担いながらたくさん報告書を読むというのはなかなか大変なので、その部分は私たちがやった上でソリューションという形で提示しようとしています。

○山口座長

今の質問で最初に思い出したんですけども、秋庭委員が最初にニーズに基づいて研究をすると、そのソリューションがニーズに影響されるのではないかと。外部の評価のようなことはやっているのかというふうに、そういえばお聞きになっていたんですが、その点はいかがでしょう。

○ローザ・ヤン氏

ある意味ではあります。イエスです。多くの取組は委託をしています。けれども社内で保有している能力ということでレビューをしていますけれども、より重大な研究になりますとピアレビューをしています。ですので、大学機関や産業界やそれ以外の機関の専門家にレビューをしてもらいます。結果についてレビューをしてもらいます。

すみません、今ちょっと訂正をしますけれども、水化学のガイドラインについて何度か触れましたけれども、これは実は何年もの研究成果をベースにしています。様々なパラメーターの影響をプラントのいろいろな部分で見してきた結果を見ていたんですけれども、このガイドラインを発行する前に産業界の専門家や電力会社、メーカー、そして外部の独立組織、独立機関からのレビューを受けてからガイドライン発行しています。ですので、ピアレビューを受けている学術誌にも発行しています。

○山口座長

ありがとうございました。

それでは、大場委員、どうぞお願いいたします。

○大場委員

ヤン氏、ご講演ありがとうございました。

特にロードマップというものがコミュニケーションツールに使えるというのは、私にとっては非常に重要だということを再認識させていただきました。ありがとうございます。

その上で幾つか簡単な質問をさせていただきたいんですが、人材育成の件なんですが、リスクの専門家ではなくて、いわゆる現場でリスクを低減して安全確保をする、人というものをEPR Iの場合にはメンバーが非常に世界にわたっているのも、いろいろな人種の方とかがいらっしゃる中ではと思うんですが、その人というものをそもそもどういうふうにつけて研究をなさっているかという点と、2点目がちょっと視点が変わってしまうんですが、一般の国民の方はEPR Iをどういうふう認識しているのか、信頼しているのかということ。3点目が学会との関係がちょっと見えなかったのも、学会でもこうしたEPR Iがなされたような研究をなさるような委員会というのがあるかと思うんですが、学会との関係というのをお聞かせいただきたいと思います。

○ローザ・ヤン氏

最後の質問から答えたいと思います。

学術界との関係については、尊敬もされ、それからまたいい関係を持たせていただいていると思います。非常にいい関係がありますし、そして施設を使わせていただいたり、あるいは人も使

わせていただいたりしています。そして私が説明したようなソリューションをその中から見出しているケースがたくさんあります。大学を我々もサポートしています。特に私個人はバークレー校の出身ですが、そのカリフォルニア大学バークレー校のあのあたりというのは、大学のいろいろな集まりにも行きますし、あるいはスタンフォード大学の方にも行ったりもします。

一つ、今おっしゃった点なんですけど、この信頼と尊敬の念、この科学の世界でということなんですけど、ベストな答えとしてはやはり向こうに聞いてほしいという感じですね、どう考えてくださっているのか。ただ、私の印象としては信頼をしていただいて尊敬もしていただいているというふうには思っています。

それで全ての答えにはなっていないように思いますけれども。最初のご質問の意味がちょっとはっきりわからなかった部分があるんですけど、すみません。

#### ○大場委員

研究のテーマを拝見していると、私はヒューマンエラーとか、今最近ではレジデンスエンジニアリングみたいなものを専門としていたり、あるいは学会ですと倫理委員会の委員長をしているという立場なので、現場にいる人そのものをエラーするものと見るのか、それともいざというときにたくましくリスクに立ち向かっていくものと見るのか、その立ち向かうためには多分訓練等々が必要だと思うんですが、そうしたものに関してEPR Iはどのような研究をなさっていたり、視点を持っていらっしゃるかということをお伺いできればと思います。

#### ○ローザ・ヤン氏

もちろんこれは私の専門領域ではありません。人の振る舞いということは専門ではないけれども、私自身も人間ですから言えるのは、人間は過ちを犯す、エラーをする。ですから、やはり必要なのはインフラがあること、システムがあることだと思うんです。つまり、確実に冗長性があるようにするということが、原子力安全というのはまさにそういうことだと思うんです。もちろんこの検証をして、それから独立した安全の系統があって、その冗長性があってということだと思います。

今おっしゃっているのは恐らくPRAの分野、ヒューマンリライビリティ、人の信頼性解析というHRAの世界かと思うんですけども、そこではもっと深い評価をこの人の信頼性というところ、それから人の振る舞いというところに光を当ててやっています。私はそこは専門ではないんですけども、よろしければ専門家、EPR Iにもいますので、ご紹介したいと思います。よろしければ後でお名前をお伝えしたいと思います。

#### ○山口座長

どうもありがとうございました。

では糸井委員、どうぞ。

○糸井委員

すみません、1点。今日のご発表ですと、原子力分野の研究の話が多かったと思うんですけども、例えば自然科学の分野の研究者等とのコラボレーションについての取組がもしあれば教えていただければと思います。

○ローザ・ヤン氏

生命科学と……。

○糸井委員

地震ですとか津波、その他自然災害にかかわる研究。

○ローザ・ヤン氏

はい。EPR Iの中では地震の専門家がいます。津波の専門家はそれほどいませんけれども、地震に関してはかなり専門性が高いです。今日の内容としては、EPR Iとしてどういう研究開発を実はしているのかということは紹介できていません。概要として原子力部門としてどういうところをカバーしているのかということだけ紹介をしました。ですが、原子力以外でも火力ですとか配送電ですとか環境というのでもカバーしています。

○山口座長

どうもありがとうございました。大変丁寧に具体的に答えていただいてお礼申し上げたいと思います。

それで、本日ご欠席の委員からの資料につきまして、事務局から説明していただきたいと思います。それで、よろしければヤン先生からそのご欠席の委員の資料に関しまして、もしコメントがございましたら後でご発言いただきたいと思います。

では、事務局の方でお願いします。

○香山原子力戦略企画調整官

本日ご欠席の山本委員から資料5のとおりコメントいただいております。大きく2つの部分に分かれておりまして、まずワーキングの進め方全般に対するご意見と、ヤン博士に対するご質問ということで成り立っております。

まず前半部分ですけども、まず人材育成について、原子力安全確保のためには、プラントの挙動を覚えるのではなく、物理現象から組み立てて説明できる人材をふやす必要がある。そのためには、様々な物理現象を定量化するための「古典的な」工学の基礎を身につけることが重要だ。他方で、現実のプラントを維持管理し、安全を確保するための「現場ベースの」知識やスキルが必要となる。この2つを相互補完的なものとして取り組んでいく必要があると。

したがって、産業界におかれては、短期の研修を含めて、大学とアカデミアにおける研さんを重視すべきであろうし、大学や研究機関は産業界のニーズに適合した社会人向けの研修プログラムを体系的に整備していく必要があると。

こうしたことについての海外のロールモデルを今後ワーキンググループで紹介してほしいというのがまず1点目のコメントであります。

それから、もう1点は、ヤン博士に対するご質問ということでございまして、ヤン博士自身がGEでのご経験がおありだということですのでけれども、それがEPR Iにおける活動にどのように役立ったのかコメントいただければ幸いということでございます。

○山口座長

お願いいたします。

○ローザ・ヤン氏

わかりました。では、2つ目の質問からまず回答したいと思います。

山本さんのコメント非常に重要なものがたくさん入っていると思いますし、合意をする部分も多くあります。私自身は、バークレー校で原子力工学をまず勉強しました。そこではセラミック材料、特にUO<sub>2</sub>の燃料材料ですね、だったんですけれども、GEの所属をしていたグループとしては、新技術の核燃料にかかわる部分の試験や開発をしていました。バリエーション燃料というものを開発するというのが主なミッションでした。当時そうだったんですけれども、やはり正式な大学教育と実際の実務経験というのは、スムーズに移行できるものであって、関連しなければならなかったと思います。

ですので、大学教育で非常に難しいコースをたくさんとったけれども、余り関係がなかったかもしれないと思う部分もありましたが、実務経験の中で非常に複雑な問題に直面をして、不確かさが多くあるような場合、卒論よりも難しいなと思う部分があったわけです。メーカーの工場に対してこういうリコメンデーションを出さないといけないという際に、あるデータがないということだったので、5年後には何かリコメンデーションが出せるかもしれないと思ったんですが、1カ月後にあなたがその結論を出すか、そうでなければ私自身がやってしまうよと上司に言われてしまったんです。

ですので、やはり実務経験として今あるデータに基づいて最善の判断をして問題解決をしていくというところがやはり現場経験、もしくは運転経験、運営経験というものなのかもしれません。学んだことを実際に応用して状況の改善を図ることが重要かと考えます。

また、非常にここに関連してくるかなと思うのは、GEでの製造、もしくはメーカーとしての経験というのは、方程式のある一方なわけです。メーカーの製造した燃料が実際に原子力発電所

でも使われるわけですからけれども、発電所のサイドでも違う問題をいろいろと抱えるわけです。

ですので、EPR Iに行くに当たっていろいろな経験、もしくは学びがありました。人材開発のロードマップを見た場合、非常に重要な観点としては、もちろん大学教育というのは土台になりますので、ほかの何かを学ぶときに基礎になりますので、非常に重要ではあります。基礎を築くという意味で重要なんですが、それ以外にもやはり豊富な実務経験というものが必要だと考えます。学びを適用する、応用するということの経験です。

ですので、その焦点を変えていくということも重要だと思います。もともとは燃料の材料がベースだったんですけれども、水化学をやるに当たっては、何か違うことを勉強しないといけません。例えば化学関係のテキストを読んだり、もしくは水化学の専門家に話を聞いたり、EPR Iであれ、メーカーであれ、電力会社であれ、そういった専門家と話をしなければならない場合があります。このいろいろな分野を横断的に経験するという事は大事だと思いますし、接触する、やりとりをするということも大事だと思います。

ですので、EPR Iのスタッフが大学に呼ばれて講演をするという機会もありますし、いろいろな視点を持ち合わせると、これは必ずしも大学で学んだことだけではなく、両方の視点を見る、持つということが大事だと思います。

質問の回答になっていますでしょうか。

○山口座長

大丈夫です。ありがとうございます。

大変研究の枠組みがどうあるべきかだけではなくて、研究者のマインドとしてどういう取組をするかというお話もしていただいて、大変時間が足りないぐらいだったと思うんですが、心より感謝申し上げます。ありがとうございました。（拍手）

それでは、続きまして、次の後半の方の議題に移りたいと思います。

原子力人材育成ネットワーク戦略プログラムについて、上坂様からご紹介いただきたいと思えます。では、上坂様、よろしくお願ひします。

○上坂氏（東京大学原子力専攻教授）

それでは、時間もやや押していますので、席の方からご説明させていただきたいと思ひます。

それでは、本日は原子力人材育成ネットワーク戦略ロードマップについて、戦略検討会議主査、上坂の方からご説明いたします。

次のスライドをお願いします。

このロードマップですね、8月に完成させ、適時更新中で、これは10月7日の版でございます。恐らく今日もご列席の日本原子力産業協会の服部理事長の方からも部分的にご説明があったかと

と思いますが、主査の上坂の方から本日説明申し上げます。

次のスライドをお願いします。

この経緯ですけれども、原子力人材育成ネットワークは、関係者協議会報告書をもとにして、4府省で支援を得て、2010年11月に発足しました。4年経過してございます。

目的はプラットホームの構築、人材育成の効率的、効果的進め方、それから窓口としてしっかりとした役割を果たし、ネットワーク等の連携も行うことです。それから、人材育成のグローバル化を図るということでもあります。

活動にはほぼ70組織の会員がおりまして、運営委員会、企画ワーキンググループ、5分科会があります。

事務局は日本原子力研究開発機構、日本原子力産業協会、それから国際原子力協力センターが行っております。

次のスライドをお願いします。

このロードマップ作成の活動に関しまして、まず危機感から始めるということで、この東電の福島第一原子力発電所事故を契機に、学生の原子力業界への関心が大きく低下、それから学生の原子力離れ、それから原子力専攻学科の志望者も減少と、こういう危機感を強く感じてございます。

次のスライドをお願いします。

その危機感に関連しまして、問題意識としまして、福島の廃止措置、高レベル処分などの課題、それから事故の教訓、安全性強化、基礎・基盤工学に関する大学教育のこと、夢ある将来（研究）プロジェクト、企業の方から見ますと建設経験の不足、ベテラン技術者からの若手層への技術の継承、海外展開に当たって人材のグローバル化、それから競合国との人材育成の競争がございました。

次のスライドをお願いいたします。

そのような危機感・問題意識に基づきましてブレインストーミングを行いまして、今ご説明しませんがここに書いたようなキーワードを議論してまいりました。

次のスライドをお願いいたします。

それで議論の進め方ですけれども、この戦略検討会議は昨年12月に発足させまして活動しています。しかしながら、その半年前に準備会議を立ち上げて議論を開始しておりますので、事実上1年半議論してございます。

このロードマップ策定の手順ですが、10年後の原子力産業界のあるべき姿を想定しました。そこから現状を照らし合わせ、バックキャストिंगの手法を用いて、人材要件と課題を抽出して

いきました。それをもとにロードマップを整理していきました。また、エネルギー基本計画会議、それから原子力小委員会との整合も考慮しております。

目標といたしまして、このような役割分担、スケジュールを明確化したロードマップを作成することです。そして、標準となり得る原子力人材育成システムの構築を目指そうということでございます。

次のスライドをお願いいたします。

その前提となる10年後のあるべき姿を想定する項目ですが、この4つの項目を挙げました。1番目、福島の復興と再生、2番目が安全運転・安全確保、3番目、核燃料サイクル・放射性廃棄物処分、4番目、国際貢献・国際展開であります。

次のスライドをお願いいたします。

それぞれの項目に関しまして、10年後のあるべき姿を、また実現するための人材要件、それから課題（現状とのギャップ）、対応方策、ロードマップに織り込むべき事項を議論してまいりました。

次のスライドをお願いいたします。

これは安全運転・安全確保に関する同様の事項でございます。

次のスライドをお願いいたします。

核燃料サイクル・放射性廃棄物処分に関する同様の事項でございます。時間の関係で内容は省略させていただいております。

4番目が国際貢献・国際展開に関することでございます。

また、次のスライドですが、大学等の教育・研究環境の確保は、これは全ての事項に共通ということで、新たな項目を設けまして同様に議論してまいりました。

次のスライドをお願いいたします。

これがとても見にくいですが、今の事項を全て1枚にまとめた資料でございます。

次のスライドをお願いいたします。

このような作業をもとにロードマップに織り込むことを行いました。その際に育成対象をしっかりと明確化するという必要がございますので、4区分ということで教育段階、若手、中堅、及び海外人材を定義いたしました。そして、人材育成に係る関連組織の果たすべき役割を考慮してロードマップを10年後に向けて展開いたしました。

次のスライドをお願いいたします。

これがその対象となる人材の区分でございます。まず教育段階は、これは大学、大学院の学生であります。また、若手に関しては企業における就職して10年程度までの方々、中堅は40代前半

までの方々、それから海外の人材ということでございます。

次のスライドをお願いいたします。

こちらは役割分担ということで、国、文科省、経済産業省、内閣府、それから2番目が大学等、研究機関、学協会、それから産業界、それから産官学協同でできることでございます。

次のスライドでございます。

これが作成しましたロードマップでございまして、まず教育段階、大学生、大学院生に対するロードマップでございます。こちらに項目と内容が4つの項目に基づいてバックキャストिंगを行って、ロードマップに織り込むべき事項を書いてございます。そして10年計画で、また役割分担、官産学も色を変えて、各項目に対する事項が年次的に書いてございます。また、エネルギー基本計画の策定のタイミングもここに明示しております。また、赤い太線で明記したのが特に重要である事項、今から手がけられることであります。

次のスライドをお願いいたします。

これが企業に入社して10年目程度までの若手に関するロードマップでございまして、ここに関して重要事項は、知識・技術要件の明確化、標準化、各社標準類への反映が重要でございます。

次のスライドをお願いいたします。

これが中堅ですね。これには特に太枠、赤枠は書いていないですが、会議では特に下の部分、マネジメント力の育成、リスクコミュニケーター、国際キャリア・人材形成・発言力獲得が重要であるということを認識しております。

次のスライドをお願いいたします。

海外人材に関しましては、教育プログラムの作成とその標準化、それからこれも非常に重要なことですが、体制の検討、司令塔の設立、全体整合のとれた海外人材育成・国際貢献活動の展開があります。ご承知のとおり、ロシア、フランス、韓国ではこの司令塔が明確だということがありますので、そういうことも意識してここを書いてございます。

次のスライドです。

今後の進め方でございますが、8月にこのロードマップを完成させた後、適時更新しております。これを社会に対して、他の活動に対して説明申し上げ、具体的アクションにつなげていこうと考えております。その1番目が原子力小委員会WGでの議論整合でございます。また、役割分担の明確化や、国際的に展開する必要があるのでIAEAとの連携、それからそれらを実現するための予算化等ですね、これらが今後の課題ということになります。

また、原産会議の方で定期的な記者会見の中でこのロードマップのことを服部理事長から報告されて、電気新聞に先週掲載されております。

次のページですが、これは各機関のロードマップの役割が書いてございます。

次のスライドをお願いいたします。

これはJ A B E E、技術士との相関を議論しております。

次のスライドをお願いいたします。

補足資料ということで数点その後のアクションについてご説明いたします。

次のスライドをお願いします。

I A E Aとの教育連携です。Japan-IAEA Joint Nuclear Engineering Management Schoolを3  
回行っておりまして、また来年も5月行う予定でございます。

次のスライドをお願いいたします。

今、I A E AではこのNuclear Engineering Management Schoolを短期コースではなくて、修  
士号が出せる教育プログラムに発展させるための委員会をつくりまして、世界の大学を視察して  
おります。

次のスライドをお願いいたします。

その状況をここにコメントしております。東京大学、マンチェスター大学、テキサスA&Mユ  
ニバーシティ、モスクワ物理工科大学を視察し、これから清華大学、南アフリカの北西大学・  
Witts大学、アーヘン大学を視察していく予定でございます。

次のスライドをお願いします。

そのような視察をベースに、膨大な表の一部ですが、教えるべきCompetency Area Mapという  
ものを作成中です。発電所や製造メーカーの方々に教えるべき項目を詳細に今議論しているところ  
でございます。

次のスライド、こちらはその視察の状況を補足しているページでございまして、参照していただ  
ければと思います。

次のページをお願いいたします。

これから3ページ英語のページですが、これは1回目の東大の視察に関するI A E Aのホーム  
ページの紹介でございます。モスクワ物理工科大学の報告は、モスクワ物理工科大学のホームペ  
ージも掲載されています。ロシア語なので私は内容はわかりません。

それから次のページですが、原子力学会の教育委員会との連携についてです。現委員長の浜崎  
様がC P D、Continuing Professional Developmentを推進しております。このような産業界の  
方々の教育は、C P Dと結びつけてやるのが効率的かなというふうに考えております。

次のスライドですね。

これは、EducationとHuman Resource Development、教育と人材育成というものの考え方の議

論を、整理した資料でございます。

次のスライドをお願いいたします。

教育に関しては大学で人格形成を含めて行われてその認証に関しては学位、人材育成に関しては特定のミッションに関して行われ国家資格等が認証で使われるような議論もしております。

次のスライドをお願いいたします。

ヨーロッパではこのボローニャ・プロセスという、大学間の講義の連携、単位の共通化が進んでおります。UKもそれに準じたものを実施しておりますし、ロシアも同様のようです。IAEAはこの標準化に乗ってEuropean Nuclear Educational Networkというものを構築しているわけでございます。

次のスライドをお願いいたします。

このスライドと次のスライドは、世界の大学、大学院での講義と研究のエフォート、時間の割合を比較したものでございます。

次のスライドをお願いいたします。

これは原子力学会、ネットワークを含めて、大学生の1年生から社会に進む学生の人材育成のプランを書いた一例でございます。

以上、補足資料のまとめがこのページでございまして、大変駆け足になって恐縮でございますが、私からの説明を終わりにさせていただきたいと思っております。

○山口座長

上坂様、どうもありがとうございました。

後でまとめて議論させていただきたいと思っておりますが、続きまして、日本製鋼所における「技術・技能の伝承」と「人材の育成」について、柴田様よりご講演いただきたいと思っております。

では、柴田様、よろしく申し上げます。

○柴田氏（日本製鋼所室蘭製作所長）

日本製鋼所の柴田と申します。室蘭製作所の製作所長を務めております。

本日は当製作所における「技術・技能の伝承」と「人材育成」に関してお話ししたいと思います。

次申し上げます。

まず、原子力発電プラントに使用されている当社の代表的製品を紹介いたします。加圧水型原子炉の代表的製品はフランジ一体型ノズルシェルです。図の左下の写真になります。沸騰水型原子炉の代表的製品は下部鏡板リングです。図の右下の写真になります。二次系では一体型低圧タービンロータ軸材や発電機軸材が代表的製品です。上の2つの写真になります。

いずれの製品も非常に大型かつ複雑形状の鍛鋼品ですが、溶接部が全くない一体型の製品です。したがって、このような製品は全て世界最大クラスの600トン鋼塊から製造されます。

当製作所では約30年前に600トンクラスの巨大鋼塊の製造に世界で初めて成功しました。それ以来、このような大型鍛鋼品を次々と開発して実用化してきました。

次お願いします。

この図は発電プラントの単機発電容量と最大鋼塊重量の変遷を示しています。この図から明らかのように原子力発電、火力発電共にここ半世紀の間に発電容量が著しく増大しています。それに伴って使用される部材が大型化するために、ますます大型の鋼塊が必要になります。そこで、この図に示すように、最大鋼塊重量もこの半世紀で非常に大きくなってまいりました。右下の写真は当社で製造した現在世界最大の670トン鋼塊です。大きさがわかりにくいかもしれませんが、写真の右下に立っているのが私です。身長175センチです。2011年に経済産業省の補助金事業により開発に成功しました。

次お願いいたします。

この図には原子力発電部材の溶接線の低減による信頼性向上の一例を示します。左に示す原子炉圧力容器の場合には、従来は主として鋼板を溶接してリング状にした部材を更に溶接して製造していました。部材の数は左に示すように9つに分かれておりまして、それを更に溶接していました。大型鋼塊を利用することにより、複数の部材を一体化した大型鍛鋼品を開発しました。その結果、左の図の右側に示すように、部材数を5つに減らすことができました。それに伴って溶接線の数は12本から5本に大きく減少することができました。

また、右に示す蒸気発生器の場合には、従来は鋼板を溶接してリング状部材とし、更に溶接でつないでいました。更に一番下側の複雑な構造のヘッドはもともとは鋳造品で製造しておりました。大型鋼塊から製造した大型鍛鋼品を利用することによりまして、溶接線は縦方向の溶接線は皆無となり、鋳造品も全て鍛鋼化することができました。

次お願いいたします。

大型鍛鋼品を製造するためには、大型鋼塊の製造以外にも多くの技術開発が必要です。

例えば左の図は当社のリング鍛鋼品の製造能力を示しています。左側の図の青い部分ですね、すなわち製品の直径が約6メートル以上になると、通常の鍛造プレスの中には入りません。そこで、大きなリング製品をプレスの外で鍛造する特殊な鍛錬方法を開発いたしました。それがプレス機外鍛錬技術です。これが図の右側に示します。プレス機外鍛錬技術では、当製作所で独自に開発した装置を使用して、かつ特殊な鍛錬技術を施すことにより、大型のリング製品をプレス機外で鍛造することが可能となりました。大型鍛鋼品を実用化するためには、このような多くの技

術開発が必要でした。

次をお願いします。

この図は、当社における原子炉圧力容器部材と蒸気発生部材の製造実績です。青い棒が原子炉圧力容器部材、黄色い棒が蒸気発生部材に対応します。1970年以来、627個の原子炉圧力容器部材と1,906個の蒸気発生器部材を製造してまいりました。新規建設期の後、1980年代は低調な時期が続きました。1990年代から上昇傾向に転じて、特に2000年以降はその製造数は大幅に増加しました。しかしながら、2011年の福島原発事故以降、製造数は減少しています。

次をお願いします。

この図は当社の原子力一次系用鍛鋼部材の受注実績です。縦軸は2004年度の受注額を100%としたときの相対値で示しています。従来は国内向けと欧州向けが中心でした。最近アジア、特に中国向けが著しく増加しています。福島事故以降は、国内はほとんどゼロになり、欧州とアジアが中心です。数年前の最盛期と比較すると、受注はかなり減少しましたがゼロにはなっていません。先ほどの図にも示したように、原子力関連の事業にはかなり大きな増減があります。しかしながら、製造数の少ない時代であっても、その少ない実績を通じて確実に技術や技能を伝承してきました。

次に、このような状況下での技術・技能の伝承と人材育成についてお話しします。

当製作所の教育に関する重点項目は次の3つです。1つ目はQC活動主体の教育、2つ目は資格別の集合教育、3つ目が技術・技能伝承教育です。

今日はこれら3つの中の技術・技能伝承教育についてお話しいたします。

技術・技能伝承教育は大きく分けて技術伝承と技能伝承に分かれております。技術伝承の中心となるのがテクニカルセミナーであり、学校形式の教育です。教育内容は室蘭製作所の基本技術、あるいはコア技術が中心となります。また、技能伝承の中心となるのが、はがね塾であり、こちらは実践形式の教育です。体験学習による技能習得のための基礎訓練が主体です。

次をお願いいたします。

この表はテクニカルセミナーの代表的な講座名です。教育講座は大きく分けて基礎講座、製品群講座、固有技術講座に分類されます。製品群講座では、当製作所の代表製品に関するエンジニアリングワークを学びます。固有技術講座では、製品製造のための種々の基礎技術やプレス技術を学びます。これらを通じて、各製品を製造する上での技術的ポイントを身につけることができます。講師は若手管理職が主体となり、教科書も独自のものを作成しています。技術変更や設備変更があれば常に最新のものにリニューアルします。受講者は、若手や中堅のエンジニアや監督職クラスのワーカーが中心です。

次をお願いします。

この表は、はがね塾の研修内容を示しています。はがね塾の対象は主として新入社員並びに若手のワーカーです。したがって、社会人としての基本教育から始まって、公的資格の取得まで、我々の製作所固有の技能を身につけるために最低限必要な基礎技能を塾形式で指導します。

講師はワーカー出身のベテラン管理職、あるいは既に引退したベテランワーカーなどです。例えばスコップの持ち方、ハンマーの振り方などから、旋盤加工や溶接技術などまで、幅広い技能教育を実施します。

新入社員の場合には約半年間はこのような教育の後に各工場に配属となります。各工場では、その工場特有の保有技能について、より長期間の実践訓練が更に続きます。

以上のように、我々製作所では長年にわたり培われてきた技術や技能の伝承に努めてきました。今後も世界一の大型鍛鋼品製造技術を維持し続けるつもりです。

ご清聴ありがとうございました。

○山口座長

どうもありがとうございます。

それでは、後半の方の質疑応答、自由討議に入りたいと思います。

軽水炉の安全な持続的利用のために必要な人材の維持、発展について、研究開発人材というのがしばしば言われるわけですが、事業者の現場人材も含めて本ワーキンググループにて作成する軽水炉安全技術・人材ロードマップに参考とすべき点、そういう部分に関しましていろいろと活発なご議論をお願いしたいと思います。

また、ご発言なされる場合にはネームプレートをお立ていただきますようお願いいたします。順に指名させていただきます。また、関連する発言をご希望の場合は手を挙げてお願いいたします。

では、何かありましたらどうぞ。では、尾本委員からお願いいたします。

○尾本委員

またトップバッターですみません。

大変包括的な発表、上坂さんにいただきましてありがとうございます。

私は今後この人材ワーキンググループで考え、更に一層活動を強化するために考えていくべき事項を3点ほど考えています。もちろんそれが今の中でカバーされていないと、こういうことを言うつもりは一切ありません。まず第一は、これはまさに山本先生が指摘されていることです。大学教育機関は産業界のニーズに適合した社会人向けの研修プログラムを体系的に整備していく必要があるということをコメントされておりまして、これは全く同感で、私も第1回のワーキンググループのときに欠席でしたが、同様の趣旨のことを言っているつもりです。

えてして、その人材というときに、原子力を専攻した人という、あるいは、狭義で言えば原子力工学を学んだ人ということになりますけれども、実際に例えば電力会社でも原子力を専攻した人は原子力にかかわるエンジニアのうちにかたがた10%、10%以下というのが一般的だと思います。それ以外の電気とか機械とか化学とかを専攻してきた人がどんなふうに原子力の知識をちゃんと持って、それを継続的にアップデートしているか。CPDというのがありましたが、この部分が非常に重要なところだと思います。

特にここでは安全について議論が主体と思うんですが、安全はEverybody's Businessであるわけで、安全屋さんに任せておくというものでは決してないわけで、原子力にかかわる人みんなが安全に関する知識を持ち継続的に発展させていく、そういったことをより強化する必要があるというふうに思います。これが第1点。

それから、2番目は原子力施設を実際運営している主として電力会社におけるプロフェッショナルの育成と、それからプロフェッショナルを擁するという点について、やはりこれは外国に比べてみてもかなり違いがあるというふうに思います。これはいろんな理由があると思うんですが、会社が一体何を電力の技術者に期待するかということと、それから社会全体の問題として、先ほどヤンさんの言葉を使うとクロスファータライゼーションという意識が社会全体として十分ないと、こういうことが背景にあるかと思うんですが、そういう電力の中で原子力のプロフェッショナルをちゃんと育てていくためにはどうすればいいかと、こういうのが2つ目に考えるべき点だと思います。

それから、3番目は欧米との教育という点で、私は随分違いがあるんじゃないかと思っています。日本の場合には教育全体が、えてして知識を伝達する、知識を覚えると言いますか、そういったことにかかなり重きがあると思うんですが、基本的にはハウトゥーシンクをどうやって教えるか、そういう習慣をつけるということが重要で、それが様々に福島事故以降でもいろいろな海外からの報告書で指摘されているグループシンクの改善にも一種関係するかと思います。

以上3点を今後の人材育成の活動の中でちゃんと考えていく必要があるなというふうに、これは感想までです。

○山口座長

ありがとうございます。今のはご意見ということで、特にございますか、上坂委員。

○上坂氏（東京大学原子力専攻教授）

3つに1個ずつというよりは、共通のところから回答します。今日の説明や資料にもありますが、基礎基盤の学力が必要だと思います。それから狭義の理工学のみならず、文系文化的なところ、コミュニケーションとか、それから国際の知識とかが必要であるという議論が進んでいます。

そうしますと初等中等教育も広く教養ベースに教えて、議論やボランティア活動とか社会を見る活動も入れてやる必要があるのではないかと議論しています。そうしますと大学に入ったレベルで現状よりも数学、物理、化学の知識は減ってしまうのではないかなと考えます。そうしますと、そういうところは専門が決まりつつある大学、それから大学院修士、博士で極めていったらどうかと考えます。いずれにしても、ベースの基礎知識の習得は重要です。

アメリカではドクターのことをPHD、ドクターオブフィロソフィーと言います。ドクターをとった人はフィロソフィーを全員持っているんだということですよね。ですので、ベースの基礎知識は初等教育から築き上げていって、そして各分野の細かいところは専門が決まってから厳しく演習もやらせながら宿題やらせながら極めていく。

そういうことを考えていくと、私の資料の最後の方にありましたが、修士課程レベルの1年ぐらいが教育のピークであるべきと感じます。諸般の事情でそれが全ての大学でやるよりも、共通で社会人教育等の形でやる方が効率的な面もあると思います。

特にIAEAと連携している国際化に関しては、各企業さんの方で技術の教育や英語の教育はできるのですが、英語による技術の教育とか、マネジメントの英語での教育というのは、企業ではやりにくいようです。そこを共通に、産官学連携でやっていくのが必要ではないかなというような議論をいたしました。そういうことはこのロードマップには書いてございます。

○山口座長

ありがとうございます。8月以降、いろいろ制度設計なども含めて具体的アクションをとということですので、ぜひいろいろ今ご発言になった点も含めて、今後の中で提示していただいて、原子力小委との交換も含めて進めていければと思いますので。

○上坂氏（東京大学原子力専攻教授）

ぜひご議論いただいて、ご指導いただければと思います。

○山口座長

ありがとうございます。

では続きまして、谷口委員、お願いいたします。

○谷口委員

人材育成、あるいは人材の問題に関して少し思っているところを。

人材といっても、先ほど座長も言ったように現場での問題から事業者なりメーカーのそういう設計する人というか、いろいろなレベルがあるかと思うので、一緒くたには議論できないんだと思いますけれども、例えば大学は今原子力の世界でも留学生が大変多いと思うんですよね。そういう方もおられて、私は本当に人材不足というか、そういう問題についてなんですけれども、メ

一カーも今グローバル企業として、自らそういう展開をしていると思うし、研究機関も見れば外国人の方、外国人のそういうエキスパーディズムを持った人たちも、日本の中でも活躍していただくということで考えれば、ざくっと言っちゃえばグローバルに見れば人材の問題なんかは何もないんだと私は個人的に思うところがあって、そういう面では日本のそういう、要は競争環境にあっている人であれば、そういうふうな人たちがちゃんと処遇されるという環境があれば、学生であったって国内の学生だってインセンティブは働くわけで、そういう面では、そういう環境にしていけば、研究機関、あるいはメーカーとかそういうところに人材の問題が基本的に物すごくクリティカルになるということは基本的にはないんじゃないかというふうに個人的には思っているところです。

そういう面で言うと、ただ最近は本当に建設現場じゃないですけども、様々な外国人労働者も入っているような時代に入ってきて、例えばそういう人たちが原子力発電所の現場に下請の中から入ってくるような時代は来る可能性があって、そういうことはどう考えていかなきゃいけないのかという問題は一つあるのかなと思っています。

そういう面で、先ほど研究機関とかメーカーは、僕は余りそんなに個人的には気にしていないんですけども、事業者の世界はこういう例えば外国人労働者が入ってくる。すぐではないですけども、長期的に見たときに、そういうことをどういうふうに考えるのかなというふうにちょっと思っています。

当然言われるように、従業員信頼性確認の問題、いわゆる内部共有の問題、様々な問題、それはでも日本人であっても同じだと思うし、そういうふうな意味で電気事業者は例えばそういう労働力として、あるいはそういうふうな人材をどう見ているのかなというのが一つ、いずれどこかで聞いてみたいと思っているのと、今日EPR Iのヤン先生も来られているので、ちなみにアメリカの電気事業の現場の中には、もともといろんな国の方がおられる国ですからあれですけども、現場の中には外国人労働者みたいな形で、どういうふうになっているのかというのは、もし機会があればお聞きしたいなというふうに思っています。

そういうふうに考えて、現場のことは別にしても、先ほどのメーカーとか研究機関のことを考えると、最後はやっぱ先ほど大学教育じゃないですけども、教育環境の整備というのが基本的に問題になるんだろうと思うんです。これがグローバルにも魅力的かどうかということが最後の問題に帰着するんじゃないかなと個人的には思っていますけれども、そういう面では若干やはり今の大学、私もかかわっていて劣化しているなど、特に実験系、研究炉、山本先生も言われた研究炉がだんだん弱くなっているような時代、そういう面で学術のいわゆる研究基礎力が形成されていないと、できなくなってくることはもうこのままであれば明らかだと思います。

今の学生は教育プログラムが国際化、国際的な視点でということ、いろいろなプログラムが走っているので、そういうセンスは大変学生の中に出てきていると思っています。ただ、それはいつでも学術の専門能力自身は極めて弱いというのが実態ではないかなと思っていますし、それに加えて言うと、大学のいわゆる先ほど研究環境なり教育環境と言いましたけれども、教える側の人材の問題が顕在化してきているということだろうと思います。そこに広く原子力が持つべきディシプリンというか、そういうスペクトルがちゃんと教えられる人がそろっているかという問題が実は大きい。学生の問題じゃなくて、むしろ私は教える側の方の問題が大きいというふうに個人的には思っています。

それと、先ほどありましたけれども、私は技術と社会の問題を原子力の専門職大学で教えていますけれども、10年ぐらい教えてきたんですけれども、これはこれまで習っていないので教えているということがありますけれども、やはりこういう問題は教養というカリベラルアーツの世界でちゃんとやればいだけの話で、大学院なり学部はしっかりと学術とか基盤力をつくるための教育にやっぱり専念できるような環境になっていくことがやっぱり一番望ましくて、若いいわゆる教養の世界で科学技術と社会という問題はどういう問題があるのかということは、その段階で勉強すればいいわけで、今何か大学の院生に一生懸命教えていますけれども、やはり少しもう遅い、ここらは抜本的な改革なので大変難しいですけれども、コミュニケーターの育成だとか言うのは、基本的には余り関係ない話じゃないかなと、教育の中で、私は個人的にそう思っています。今教えていますけれども、本来はちょっと違う場で教えるべき問題だと、タイミングとしては、というふうに思っています。

いずれにしても、そういうことも含めて考えると、いずれ議論になる研究開発も基礎基盤にもう一回帰すべきだと、10年ぐらいかけて基礎基盤をもう一回がっちりつくって、将来の技術準備力をちゃんと持つというテクノロジーレディネスをちゃんと育てる、そういう方向に変わるべきだと私は思っています。何か大型のプロジェクトベースで人材を何とかとか言うのは、やはり違うんだと思うんですね。ただ、その基盤力って一体何かというのが問題なので、その議論はしっかりとすべき。

今何が失われているのか、失われる可能性があるのか、何を獲得しなきゃいけないのかは、本当にもう一回議論をする必要があると思うし、あえて言えば第五次科学技術基本計画を読んでの方向性を見ても、基盤力というふうに書かれているわけで、その林野モデルじゃないんだと、研究開発のベースのそこからイノベーションが起きるといふ、原子力についてここでちょっと言うと、科学技術基本計画に原子力がほとんどメンションされない。第四次のフォローアップの報告書を見ても原子力のことは一切書いていない。第五次にもほとんど書かれていない。

原子力はそういうものでいいと思っているのかどうかも含めてしっかりと考えるべきだと思うし、政府も原子力はちょっと別のものとして考えているのかどうかはわかりませんが、基礎基盤にもう一度大きく力を、リソースを注ぐということは、私は極めて重要なことなんじゃないかと思っています。それに伴って人材というのも育つんじゃないかと思っています。

○山口座長

ありがとうございます。多分、人材を大学の人材、それから研究機関、それから電力会社、あとはメーカーのような現場ですね、人材をそういう切り口で分けていって、それぞれどういう人材をという話と、それから環境というお話があったんですが、教える側とか研究炉のようなインフラストラクチャーとか、そういう2つの問題、そのほかに何点かご指摘いただきましたけれども、ヤン先生、あるいはウィルムスハースト先生に先ほどの最初の2つの点ですね、特に谷口委員からは電力会社のような現場の人材というお話もあったんですが、アメリカにおいてそれぞれの、EPR IはEPR Iで、あるいは電力会社は電力会社でと、その人材をどうキープしていくかという問題、それからそういう人たちのための環境を教育の場とか研究炉のような、そういうインフラストラクチャーのようなものとか、そういうものをどういうふうにも維持していつているのかとか、もしそのあたりでサジェスションなりございましたらお伺いしたいと思います。ちょっとご講演終わった後でエクストラなデューティーになってしまいますけれども、いかがでしょうか、何かありましたらご発言いただければ幸いです。

○ローザ・ヤン氏

では、私の方から。ただ、大事なこと、一つ指摘するべきなのは、EPR Iの強みの、EPR Iというかアメリカの強さと言うべきだと思うんですけども、やはりメルティングポットと呼ばれるようないろいろな国民の人が混ざっている、そういう国だということだと思うんですけども、私たちはアメリカで生まれて、いろいろな国際的な背景を持った人がいろいろな組織でアメリカ国内で仕事をしています。EPR Iにもいろいろな国籍の人が働いています。私自身台湾出身です。

また、ベンダー、メーカーも、それからNRCのようなところとか、政府の機関でも同じです。それがいろいろな意味で利点になると思うんです。すぐれた人がほかの国で教育を受けて、でもそれが原子力に限らずいろいろな分野でいろんな形で貢献をアメリカ国内でしているというのがあります。日本でもそういう方向への変更の兆しが見えるというところだと思います。ニールさんの方から言ってもらいましょう。

○ウィルムスハースト氏

ご存じないかもしれませんが、私、イギリス人です。英国人です。私は原子力潜水艦の要は海軍

の仕事から入りました。その後アメリカに行くように言われて、スリーマイルアイランドを買った会社に私いたので、16年も前ですけれども、ブリティッシュ・エナジー社、サイズウェルで私は仕事をしていたんですが、アメリカに行って気づいたことは、非常にいろいろと気づかされるところがありました。本当に人の動きというものがその流動性があるわけです。イギリスはそうじゃない、イギリスの場合はもう同じ会社にずっと勤めて、ほかの人と同じような仕事をやっている、それが強みだと思っていたんです。それが日本でも少し同じなのかなと思います。

でもアメリカはそうじゃない、会社から会社に移る人がたくさんいる、ほかの国から移ってくるような人もいます。そして、そのときにいろいろな良好事例、いろいろないいやり方を持ち込んでくる、そして例えば4年ぐらいそこで仕事をして、またその後転職をするというようなことをアメリカの場合はしています。

そういった視点が、例えばアメリカにいたらそういうものだと思っているから驚かないかもしれないけれども、イギリス人としてアメリカに行くと、本当にはっと気づかされるものでした。つまり、そういった会社から会社に人が移るといふ動きですね、流動性、それは文化的な部分が大きいとは思いますが、もしかしたら日本のこの業界でもそういうことを少し、例えば組織間を動く人材といったことも考えてもいいのかなと思います。

○山口座長

ありがとうございます。

では続きまして、高橋委員でしょうか、お願いいたします。

○高橋委員

上坂先生のこのご発表は主に大学以降の教育に関する人材育成だと思っておりますけれども、実際にやっぱりその大学に入ってくる段階で、もう既によく言われていることですが、原子力に対するかなりネガティブなアティチュードができてしまっていて、そこからそれを変えるということがやっぱり非常に大変だと私自身も大学にいて感じているところです。

それで、これはもしかしたら文科省の方にお聞きすべきかもしれないんですけども、実際に初等中等教育におけるという話も上坂先生の中にキーワードとして出てきているんですけども、そういったやっぱり初等中等教育におけるやっぱり原子力に対するもっと積極的な施策というのをぜひ考えていただきたいと。

現状は、例えば原子力文化財団とか、そういった外注の形でいろんな講師派遣とかで、そういった取組はされていると思うんですけども、もっと具体的な形で原子力に関する理解を深めてもらうようなものをもっと、下手したら小学校からでも私はいいと思うんですけども、そういったものがもう少し具体的な形で見えたらいいなというふうに考えています。

以上です。

○山口座長

ご意見としてお聞きすればよろしいですかね。

○高橋委員

はい。

○山口座長

ありがとうございます。

では続いて、大場委員、お願いいたします。

○大場委員

ありがとうございます。ご発表はもうそのとおりだと思ってお伺いしました。既に尾本委員や谷口委員の方からご発言いただいたことと重なるところもあるんですが、少しお話しさせていただきます。

まず、危機感のところでは挙げられていた3点を見ていたんですが、その後のお話を聞くと、どうしても、何かその危機感をどういうふうに捉えていらっしゃるんだらうか、これを何か本当に問題点をどこまで深掘りしたところが見えていなくて、実際にはいろいろご議論があったんだとは思いますが、例えば学生の原子力業界の関心度が大きく低下しているという中でも、でも必要な人材は増えているとか、福島のことでも新しい分野も増えていると。

今まで、福島事故が起きる前、私たちがやっていた各研究室の専門テーマというのを見てみると、もう細分化の細分化の細分化も突っついてたわけですよ。それがいきなり新しいことがぼんと増えちゃったというときに、どうしようかという、やはり先ほどご発言の中におりましたとおり、やはり原子力の専門にとどまらない人たちにこの業界というのをどう魅力を伝えるか、会社に入ったときに自分はほかのことをやりたかったのに原子力分野に配属されちゃいましたという方が出てくるわけですよ。あるいは途中からそうなっちゃいましたという方に、どうこの産業の魅力を伝えていくかというところの人材育成というのが重要になると思いますし、原子力以外の学生の原子力離れが著しいという中では、それでも原子力の専門性が必要だと、やっぱり私は基礎が重要だと思います。

私の今、所属しているところというのは、学部には原子力がなくて大学院から来るんですが、あなたどうやって前期の炉物理の単位とったんですかという学生がいるんですね、私が見ていてもこれどうしようかと思うところがありまして、やはりその基礎をきちんとどういうふうに教えなくちゃいけないかということは非常に重要だと思っています。

あと原子力の専攻の学科の志望者の減少に関しては、減少しているのも事実ですが、その中で

大学などの組織が存続していこうと思うとどうしてもレベルの低い学生が集まってきます。でも先生方が教えている内容がその学生を伸ばそうという、その学生をそもそものレベルまで上げようというような内容に変わっているかという、先生の講義内容はほとんど変わっていないというのが実情です。もちろん変えていただいている先生もいらっしゃるんですが、そうしたことということに関して危機感をもっと持つべきだと私は感じています。

また、谷口先生のことと同じことになるんですが、いろいろ拝見するとリスクコミュニケーターが必要だとか、あるいは私の専門としている技術者倫理が必要というふうに書いていただいて、大変にありがたいんですが、私自身それで給与をもらっているのに何だと言われそうですが、技術者倫理なんていう科目は教える必要ないと思っています。必要なのは、既にある科目の中でそれぞれの専門の先生がそうした考えだとかということは常に言っていく、ビルトインしていくことであって、技術者倫理とかリスクコミュニケーションなんて単独の科目をつくって、それで教えられることなんてもうかなり限定されてしまっていて、全く実践的ではありません。

ですから、私みたいな人間がやりたいのは、教員の先生方、教える、いわゆる専門を持っていらっしゃる先生方と議論して、その科目の中にそうした考えをどういうふうにビルトインしていくかということであって、そんな単独の科目をつくりましたとか、ボランティア活動させました、だから人材としてそういう能力を持った人が育成されましたなんていう甘っちょろいものではないということをやはり考えていただきたいというのが、それを専門にしている人間が言うものなんですが、常々思っていることです。

以上です。

○山口座長

ありがとうございます。こちらも特にご質問というわけではなかったと思いますので。

○大場委員

はい、意見です。

○上坂氏（東京大学原子力専攻教授）

1点よろしいですか。

○山口座長

はい、じゃ上坂先生。

○上坂氏（東京大学原子力専攻教授）

ちょっと説明足りなかったですが、確かに危機感は共通ですが、その後に議論の展開を原子力発電への人材育成ということで限定しました。ロードマップはですね。

ですので、核融合とか放射線医療応用とか、広い原子力の研究開発は大学ではやっているです

が、そこはこのロードマップには入っていません。一部が教育基盤のところのみに入っています。確かに大場先生が今ご指摘のことの全ての回答になっていないんですね。

学生さんに対しては、入り口は広くして、多くの方が興味を持って入ってきていただいて、その後専門性を高めていってほしいことは書いてあります。原子力発電含めた広い原子力の科学技術でどのように学生に夢が与えられるか、それをどう施策していくか、という、もっと大きい課題があります。

○山口座長

ありがとうございます。

続いて、秋庭委員、お願いいたします。

○秋庭委員

ありがとうございます。言いたいことはちょっと大場委員の話と関係があるかもしれません。

今、ご説明いただきましたこのロードマップのところですが、あるべき姿から人材要件、ギャップ、対応策、織り込むべき事項というふうにととてもわかりやすい図にいただきました。きっとこの中には大変たくさんの議論があって、ここの言葉には書いていないところというのがたくさんあるんじゃないかと思っています。

気になりましたのは、夢があるところにも書いてありますけれども、原子力人材にとってこれから新しい人材を増やしていくためには、夢があることは大変重要なんですけれども、その夢というのがどんなものかという議論がどのようになされたのかということが気になりました。

例えば、若い人たちがその議論の中に入っているのか、あるいはずっと経験してきた方の経験が話されたのかとか、そういうことがとても気になっています。なぜかというと、10年後のあるべき姿というところが、3.11、福島の復興再生のところは別にしても、ほとんどが3.11前の姿であるような気がします。3.11前も国際的な人材のことが言われ、国際貢献・国際展開ということが言われ、そして大学教育の充実ということも言われていたと思うんですが、しかし3.11を受けて、これからの原子力の魅力ということが何かということが余り、私が素人で申しわけありませんけれども、新しい視点というか、そういうことが入っていないように受け取りました。

そのことが一つと、もう一つは今、大場委員からご指摘ありましたリスクコミュニケーションのことです。これは質問なんですけれども、リスクコミュニケーションのところは何カ所か書いてありますが、わかりやすい言葉でコミュニケーションできる人材が必要ということで、誰でもが原子力・放射線リスクコミュニケーターという言葉がその次に対策と書かれています。

ここの流れがよくわからないんですが、例えば先ほど大場委員がおっしゃったように、それはわざわざ科目をつくったりとか、何か学部をつくったり研究機関をつくったりして、そういう能

力を養成するというのではなくて、かかわる人全員がそのコミュニケーション能力をつくって、誰でもがコミュニケーション、原子力・放射線リスクコミュニケーターとなれるようなことにしていくという意味なのか、そここのところの意味づけについて教えていただけるとありがたいと思います。

私自身としては、やはり研究者の資質として、今後はこのコミュニケーション能力ということには欠かせない、どんな研究をなさる方であっても、あるいは現場の方であろうが、若い人材であろうが、全ての人に、つまりこのことが、言っていることが言いながらだんだんわかってきたんですけれども、多分そんなことだと思うんですが、少しご説明いただけるとありがたいです。よろしくをお願いします。

○山口座長

なかなか難しいご質問ですが、上坂先生、お願いいたします。

○上坂氏（東京大学原子力専攻教授）

とても難しい質問でございますが、必ずしもそこを具体的にはこのロードマップにはまだ書けていないです。関連する活動でIAEAのスクールでリスクコミュニケーションのセッションがありました。そこで関西大学の土田先生にご講演いただきました。工学と言いますと、何か物をつくるということですね。ですので、工学者がリスクコミュニケーションというと、何か意見をつくるような方向を考えやすかったと。

しかしながら、やはり心理学的なコミュニケーションというのは相手を理解するということであると。そこまでで心理学は終わって、それでも非常に難しいが理解していくことだと教えていただきました。ですから、工学の考え方を誤解してリスクコミュニケーションに適用していたと反省しております。現在そのようなところも、議論しながら勉強しているところでございます。

○山口座長

少しほかの点もいろいろこれから検討にご反映いただければと思いますので。

それでは、いろいろと多くのご意見頂戴いたしました。活発な意見交換できたと思いますので、お礼申し上げたいと思います。

それで、先ほども申し上げましたが、本日のプレゼンテーションの内容、それから議論の内容につきましては、ロードマップ素案の検討の参考としていただくということで、後日事務局より日本原子力学会にお伝えして共有するというにさせていただきます。

それでは、本日非常によい議論ができたと思いますが、時間がまいりましたのでこのあたりで終わりたいと思います。

次回も軽水炉安全技術・人材ロードマップについて議題としたいと考えてございます。開催日

程につきましては、事務局より改めてご連絡させていただきます。

では、これをもちまして第3回自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループを閉会いたします。どうもありがとうございました。

—了—