

第7回 原子力経済性等検証専門部会

平成25年度 第2回原子力分科会 合同会議

日時：平成25年11月26日（火）15：30～17：30

場所：県庁本館4階特別会議室

（司会）

それでは定刻となりましたので、ただいまから、原子力経済性等検証専門部会および原子力分科会の合同会議を開催いたします。

本日はお忙しい中、皆さま、ご出席いただきまして誠にありがとうございます。

それでは、はじめに、知事からご挨拶を申し上げます。

（川勝県知事）

有馬先生、また、委員の先生の皆さま方、今回、また、もう、これで、原子力経済性等検証専門部会も第7回を数えることになりました。この間、ご協力賜りまして本当にありがとうございます。

今日は、原子力経済性等検証専門部会と原子力分科会との合同会議ということになります。

本日も、また、中部電力の方からは、阪口副社長のお姿も見えますが、いつも、ご出席賜りましてありがとうございます。

本日の議題は2つございまして、1つは山名先生から、ご発表いただき、また、中部電力からもご発表いただくということで楽しみにしております。

この間、福島第1原発でも動きがございまして、山名先生などがご中心になられまして、廃炉に向けて、あるいは、汚染水の処理などについて、国際的な観点からやっつけようというような動きがあることを承知しております。

一方、中部電力におきましては、値上げの発表をされたのは、是非、これも、ここで、立命館大学の島先生から、いずれ、中部電力の提供いただく数字に基づいて、それが妥当かどうか。例えば、2千億近くかけて防波壁であるとか、様々な電源の設置。冷却を確保するための設備を整えられたわけですが、それが、全然、入ってないんですね。コストの中に。そうですか。そうしたものを、全部、見せていただいて、分かりやすくしていただくということがございます。

一方、公募していただきました研究が進んでおります。この研究につきましても、この委員会で、今度はもんでいただいた上で研究のテーマも決めていただくというふうなこともございます。

そうした中で、私どもは、この中部電力の今の特徴というのが、他の 8 の原発を持っている電力会社と比べまして、原発依存率が低いということがございます。そうした中で、安全について、より徹底した形で、比較猶予を持った形で、その仕事をされている中部電力というのがございまして、しかも、こういう原子力安全学術会議に対してのご協力は、他の電力会社と比べますと、もう月とスッポンぐらい違う。公開生、透明性を確保してなさってくださっているということがございます。

そして、また、今回、福島第 1 原発の 5 号機、6 号機も廃炉と決まりましたけれども、うちは、もう、1 号機、2 号機が廃炉ということで決まっておりますものですから、こうした、廃炉を商業ベースとする最初になるのではないかと存じます。

こうしたものが、膨大な放射性物質に汚染されている圧力容器や格納容器を、どのように処理していくか。さらに、プルトニウム。これが、リサイクルが、なかなか、難しくなっているという中で、どう処理していくか。さらに、放射性物質の半減期をどのように縮めていくかといったような研究も、いろいろな形でできるということがございまして、全体図として見ますと、原子力に係る安全技術、安全文化のメッカに、今、変わりつつあるのではないかとすら、そういう印象を持っております。

今日は、山名先生。それから、中部電力のご発表をいただきまして、その方向性などについても、ご議論いただければというふうに願っております。

どうぞ、よろしく願いを申し上げます。

(司会)

続きまして、本専門部会、会長で、県防災原子力学術会議の顧問でいらっしやいます有馬先生にご挨拶をお願いいたします。

(有馬部会長)

皆さん、こんにちは。有馬朗人でございます。

本日は、先ほど、知事さん、おっしゃられましたように、前回に引き続きまして、私が顧問を務めております静岡県防災・原子力学術会議の原子力経済性等検証専門委員会と原子力分科会との合同で会議を開催いたします。

両会議から広くご活躍の先生方にお集まりいただいております。心から感謝を申し上げます。

さて、本日のテーマであります「原子力発電に係る安全技術」につきまして、意見交換を行いたいと思っております。

福島第 1 原子力発電所の事故を受けまして、全国各地の原子力発電所に貯蔵されております使用済核燃料の安全性に対する不安が高まっております、放射性廃棄物の処理問題は、喫緊の課題として注目を浴びております。

本日は、この、核燃料バックエンドサイクルの解決策の 1 つとして、山名先生のいらっ

しやる京都大学原子炉実験所において、ご研究になっておられる加速器駆動未臨界炉を使った核変換技術についてご報告をいただくことにいたしました。

このテーマにつきましては、実は、「福島原子力発電所事故後の核燃料バックエンド問題と各変換技術の役割」と題しまして、明後日の 28 日に京都大学において国際シンポジウムが開催されることになりました。山名先生が組織委員を努めておられます。そして、山地先生も講演者としてご参加になっておられますし、私もお話をすることになっております。もし、お時間が許せば、この会議にご参加いただければ幸いですと思っております。

一方、中部電力では、原子力の安全技術に係る取組の強化を目指して、昨年 7 月に、浜岡に新研究所を設置されまして、今年度から研究を開始されておられます。この会議でも、何度かご報告いただきましたが、本日は、新たに始めます公募研究などにつきまして、ご報告をいただくことになっております。

新しい公募の研究は中部電力が特に力を入れておられるのでありまして、研究のテーマなどにつきまして、先生方から率直なご意見をいただければ幸いですでございます。

また、皆さまの机の上に、本年 5 月に静岡市において開催されました日本原子力学会中部支部原子力エネルギーシステム研究委員会の主催によりますシンポジウムによりました、トリウム燃料を利用した原子力開発の課題と展望の総括を予稿集として、置かせていただいておりますので、ご覧いただければ幸いですでございます。

喫緊の課題であります原子力発電に係る安全技術につきましては、真剣に議論を重ねてまいりました。そして、また、これからも続けていきたいと考えておりますので、皆さま方の活発なご意見、ご議論、ご提案を賜るようお願いいただければ幸いですでございます。このことをお願いいたしまして、私のご挨拶といたします。ありがとうございました。

(司会)

有馬先生、ありがとうございました。

本日、出席をいただいております皆さまにつきましては、お手元の出席者名簿と座席表をご参照ください。

原子力経済性等検証専門部会から 4 名。原子力分科会から 4 名の委員の皆さまにご出席をいただいております。

また、中部電力株式会社代表取締役副社長執行役員の阪口さま他、中部電力の皆さまにもご出席をいただいております。

それでは、お手元の会議次第に基づきまして進めさせていただきます。

これからの議事進行は有馬部会長をお願いいたします。よろしく願いいたします。

(有馬部会長)

それでは、議事に入らせていただきます。

本日の会議は「原子力発電に係る安全技術について」というテーマで審議を進めてまい

ります。

はじめに、山名委員から、「核変換技術と加速器駆動未臨界炉（ADS）」についてお話をいただきたいと思います。お願いをいたします。

（山名委員）

山名でございます。

これから、このタイトルでお話をさせていただきますが、既にご承知のように、原子力のひとつの大きな本質的問題っていうのが、バックエンドであります。これに対して、今日、お話する核変換技術（ADS）というのは、より積極的に技術的に、この問題にトライしようというものでありまして、そういう意味で、こういった取組に、静岡県がこういう機会を設けていただくということ自体が非常にチャーミングといいますか、ありがたい話でございます。

今日のお話の、正面見ていただいた方が、色がついていると思いますので、よろしいかと思えます。

1枚、送ってください。あまり、良くないな。お手元で見ていただいても結構ですが。

要するに、これ、総合資源エネルギー調査会の元で、今、廃棄物検討小委員会っていう、増田元総務大臣のチェアマンシップによって行われている議論があります。

既に、日本学術会議で、山地先生もこういう議論をされてきたわけですが、地層処分に関していろいろな問題が指摘されている。例えば、処分事業の必要性・安全に際する理解、合意を予測していたとか、あるいは、政府としてのコミットが不十分ではないかと。あるいは、地元が負う説明責任が重すぎるのではないかと。地域の住民の参加の在り方が不明確だったという、いろんな問題がある。これは、おそらく明確になってきていることです。

その中で、今後の反省として、この委員会がおっしゃっていることを、ひとつ、プロローグとして申し上げたいのですが、地層処分の長期安全性について、依然、不確実性が存在しており、国民の信頼を至るに至っていないという問題があります。

地層処分の専門家はこれがベストと。これは世界的に共通の認識でいっておるのですが、それに対する、不確実性に対する国民理解は、まだ、信頼を得るに至っていないという問題。

それから、2番目にありますように、科学的知見が蓄積された方法ではあるのですが、可逆性や回収可能性というのも重要であろうと。2番目の最後にあります、代替処分オプションの研究開発等を進めることが大事だというようなことがいわれておりまして、ひと言でいえば、地層処分があるから、もう、それでいいじゃないかという話ではないと。いろいろな意味で、代替オプションも含めたバックエンドの取組は重要であるということが指摘されているということです。

次、お願いします。

この絵に、簡単に書いてありますように、市民の方にこういう絵を使ってお示ししてい

ますが、そもそも、原子力を利用するかという疑問に対して3つの視点があるわけです。

例えば、エネルギーを海外に依存している日本だからエネルギー安全保障上、原子力は重要だという議論がされておりますし、片や、福島事故を見て、原子力の安全が不安だという真摯な意見が市民から寄せられています。同時に、最近、ニュースを賑わせますように、このバックエンドについて、再処理する、直接処分する、あるいは、地層処分するかどうか。そのバックエンドのエンドステートが分からないから原子力に対してイエスとはいえないという意見があるわけです。

そういうことで、原子力のエンドステートの分かりにくさが、原子力の社会理解を得にくい理由の1つになっている。これが実態であろうかと思えます。

次、お願いします。

そこで、原子力ってというのは、基本的にオープンサイクルと、クローズドサイクルの2つの考え方がある。オープンサイクルというのは直接処分といわれるもので、原子力発電所から発生する使用済燃料全て、廃棄物にして地層処分をしようという考え方です。これは、現に実行に移そうとしているのがフィンランド、スウェーデンあたりであります。

それから、クローズドサイクルに2つあって、1つは、我が国が今まで取ってきた再処理路線でありまして、使用済燃料からプルトニウムとウランは廃棄物にしないで、人工的な発電体系に閉じ込めたまま使っていこうと。それ以外のマイナーアクチニドといわれる放射性物質と核分裂性生成物といわれる放射性物質だけを地層処分しようという、これが、現在のフランスや日本が採っている路線であると考えてください。

今日、お話しします分離核変換の路線というのは、さらに、高度なクローズドサイクルです。つまり、プルトニウムもマイナーアクチニド核種も全て回収して、系内で減らすなり、減らすというふうに考えていただいてよろしいです、ことを目指しながら、核分裂生成物だけを地層処分しようと、こう考えているわけです。今日は、この技術についてお話することです。

次、お願いします。

この絵の軽水炉の使用済燃料中に入っている放射性核種の放射線毒性を縦軸に書いております。横軸は対数で経過年というのを書いておりますが、1番左が0.1年で、1番右が1千万年になっておりますが、使用済燃料の総合毒性は、この青い太い線のように、元々、燃料を取った自然界にあるウランと同じ毒性に至るのに10万年かかる。その内訳を見ると、長期ではプルトニウムが支配的であります。短期では核分裂生成物が支配的であります。そこで、プルトニウムと、それから、中間に、このマイナーアクチニドといわれる核種があるわけです。

原則的には、このプルトニウムと、マイナーアクチニドを廃棄物にしないで、系内に閉じ込めることによって、核分裂生成物だけを処分体とすれば、その毒性は約数百年程度で元のウランとおなじレベルに低下するということになります。回収したものは、当然、発電系内にありますから、そのまま、何もしないで置いておくと、直線で増えていくわけで

す。ですから、それを原子炉に戻しながら減らしていこうという発想が核変換ということになるわけです。

次、お願いします。

これは、もう、ほとんど、画面が見られないので、お手元の半分にした紙が配ってあります。ちょっと、私、ミスをしていまして、修正したものが半ペラで入っておりますので、これを見てください。

横軸が半減期。縦軸が放射性核種の持っている放射線毒性の指標と考えてください。具体的には体内に摂取した場合に、どの程度がん発生確率があるかという。がん発生確率とと思ってください。

こうして見ますと、半減期が長くて毒性値が高いものほど、いやらしい訳です。半減期が短くて毒性値が小さいものは、そんなに目くじらをたてる必要がないという放射性核種であります。

例えば、自然界にあるものでいうと、四角いマークのウラン 235。これが、大体、10 億年の半減期を持っている。それから、ウラン 234。これが、数十万年の半減期を持っていて、毒性が上から 1 本の線のところにあります。人工的に作り出すアルファ放射性のものを黒い丸で、画面上では赤い丸で書いておりますが、プルトニウムが、大体、この 1 番上のところにずらっと並んでいる。半減期が、大体、数万年、万年、千年、プルトニウム 242 については、10 万年オーダーになる。毒性値が、大体、天然界にあるウランの 1 桁弱高いものになるわけです。

プルトニウムは、元々、再処理路線では系内にクローズして燃料として使うという発想ですが、今回、申し上げますのは、マイナーアクチニド。太い四角でかかっている Np 237、ネプツニウム 237 という原子核。これは、100 万年オーダーの半減期です。アメリカウム 243、Am243 ですが、これが数千年の半減期です。アメリカウム 241 というの、Am241 っていうのがありますが、黒い四角を、ちょっと、つけ忘れていますが、これが 433 年の半減期。それから、キリウム、Cm244 というのが、18 年の半減期。こういった、半減期がやや長くて、毒性値がウランよりも、やや高いものは、これも回収して積極的に燃やしていこうという考え方になります。

それから、同じように、毒性値はかなり落ちますが半減期が長い P d 107、パラジウム 107 というのです。Z r 93 っていうのは、ジルコニウム 93。こういうのが、半減期の長い核分裂生成物といわれるものです。こういうのも核変換したいと思っている技術者がおります。簡単にいうと、このマイナーアクチニドでは、プルトニウム 4 を核変換装置に入れると、これが、高速中性子を使えば核分裂を起こします。熱中性子では核分裂を起こすのは、P u 239 と P u 241 だけなのですが、いわゆる、プルサーマルで燃えるものです。高速の中性子を使うと、こういうものが全て、核分裂の確率が高くなって、この図の中の左下の方にあるセシウムとか、ユーロピウムとか、そういう半減期の短いものに核分裂して変わるといいうわけでありませう。

そういうことで、今日、お話するのは、原則的に、高速中性子を使った反応体系で、重い原子核を半減期の短い核分裂生成物に変えるという技術であります。

次、お願いします。

2つの概念がありまして、1つは、いわゆる、高速増殖炉と同じです。福井県にあります「もんじゅ」あのタイプですが、プルトニウムもマイナーアクチニドも、全て燃料として炉の中に均質に燃料として入れることによって、高速増殖炉は高速中性子を使う炉ですから、マイナーアクチニドも減っていくという仕組みです。これが、我が国が、今まで、目指していた方法であるというふうに考えていただいているかと思えます。

もう1つが、下にあります、階層型と書かれているものでして、これは、発電を起こす高速炉の体系はプルトニウムだけをリサイクルする。そして、燃料を作る、扱う上でしやすいマイナーアクチニド。それは、別途、この核変換サイクルという別なシステムの中でリサイクルさせる。だから、ものが回るループが2つあるということで、階層型と呼んでいるわけです。

今日は、この核変換サイクルとして、未臨界のシステムを使うということをいいます。

次、お願いします。

ちょっと、政策的な歴史を紹介しますが、ここにありますように、実は、この技術は1988年から、旧日本原子力研究所、原研です。そこで、既に「群分離・消滅処理技術研究開発長期計画（オメガ計画）」というので、スタートしております。

2000年には原子力委員会のもとで、チェックアンドレビューを受けて、研究開発を着実に進めることが妥当だという判断。2000年には特定廃棄物の、いわゆる、地層処分の法律ができたわけですが、その附帯決議として、こういう放射性物質を核変換する技術の研究についても、国際的な協力などを得ながら着実に推進することが必要だということで、地層処分と並列に、その重要性は謳われた。

2005年の原子力政策大綱でも基礎的な研究としてやるべきということがいわれております。

それから、2009年には、原子力委員会のもとで、この分離変換技術の検討会というのが行われまして、ここでも、ある程度、工学的な研究に進むことが望ましいというようなことを答申しております。

次、お願いします。

民主党政権の下で、去年の9月に革新的エネルギー環境戦略という、ご承知のように、原子力ゼロ政策という方針が出されたのですが、その時にも、この中でも、民主党政権のひとつの方向性として、直接処分の研究にも着手する。「もんじゅ」については、国際的な協力の下で、高速増殖炉開発の成果を取りまとめ、廃棄物の現用および有害度の低減を目指した研究を行うことと。年限を区切った研究に移れということをしてあります。

つまり、高速炉についても、廃棄物減容の研究を進めろと。最後に、廃棄物の減容および有害度の低減等を目的とした使用済核燃料の処理技術、専焼炉等の研究

開発を推進する。分離核変換の研究も、ここで奨励されているわけです。

次、お願いします。

文部科学省、最近ですが、少し動きがありました。1つは、この科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会原子力科学技術委員会の審議において、廃棄物減容について、2つの審議が行われています。

1つは、「もんじゅ」の研究計画作業部会。これは、既に、答えを出しておりますが、高速増殖炉「もんじゅ」を使って廃棄物を減らす研究を、もっと進めていきなさいという答申を出しています。

2つ目が、群分離・核変換技術評価作業部会でありまして、阪大の山口先生に主査をお願いして、これも、10月30日に、既に中間まとめを行いました。核変換施設の整備の必要性や有効性について、一定の前向きな答申を出しております。

それから、3つ目が、文部科学省が公募研究の制度をやっておりますが、その中で、今年から、原子力システム研究開発事業の中で、環境負荷低減技術、研究開発の事業を開始されております。つまり、この核変換が、既に、公募研究のテーマになったということでありまして、これは、1年の予算が、大玉と小玉がありまして、大玉が1つ1年1億円ちょっとくらい。それが2本。それから、小玉の方が数千万のものが3つくらいということで、1年に、今、数億以上のお金を、公募研究で核変換研究等に当てているということが、既に動いております。

次、お願いします。

その山口先生にお願いした群分離・核変換技術の評価作業部会ですが、ここに書きましたように、核変換というものに、どういうふうに取り組むかということ審議するという

ことで、

次、お願いします。

こういうような答申を「中間まとめ」として出しておりますが、2つ目の「○」で「この技術が実現すれば、廃棄物の潜在的有害度の総量を大幅に低減すると、長期リスクの低減ができる。発熱の大きい核種を分離してコンパクトに処分することによって処分場の規模を縮小できる。あるいは、ロジウムやパラジウムのような白金族元素、いわゆる、レアメタルを有効資源として有効利用できるという効果がある」ということをいっています。

オメガ計画、1980年以来、着実に推進することが必要だということが進められて、こういった将来の政策的な柔軟性が広がることが期待される。

いってみれば、その地層処分オンリーだったものを、少し幅を広げていくことができる。自由度を拡大できるということを書いておりますし、「もんじゅ」に関しては、先ほどの計画、研究計画が出されたということを書いております。

次、お願いします。

ということではありますが、分離変換というのは、目的は2つです。

「放射性廃棄物処理処分の負担軽減」ということです。それから、2つ目が「資源の有効

利用」ということです。これは、先ほどいったレアメタルです。ルテニウム、ロジウム、パラジウム。ここに入っていないが、ロジウムというのが入ります。ロジウムっていうのは、自動車の排ガス触媒とか、そういうのに使われるものであります。

大事なことは、分離変換をやると地層処分が無くなると考えておられる方がたくさんおられます。多くの市民の方がそう考えておりますが、残念ながら、分離変換技術はマジックではございません。地層処分は何をしても必要になります。ただし、その地層処分の規模を小さくするとか、廃棄物を工夫することによって、合理的な廃棄処分ができるとか、そういう自由度を拡大するという効果を持っているというのが、この分離変換であります。

分離変換技術っていうのは、放射性同位元素を科学的に分けるといふ、分離するといふ分離技術と、これを原子炉に入れて変換するといふ核変換の技術。2つに分かれるといふことで、英語では「PT」と、我々、読んでおります。パーティショニング・アンド・トランスミューテーション。パーティショニングが分ける。トランスミュートは変えるといふ意味です。PTと読んでおります。あるいは、P&Tと呼んでおりますが、この2つの組み合わせからできるわけです。

次、お願いします。

この3つの意義を、2009年の原子力委員会で取りまとめておりますが、1つ目が「潜在的有害度の低減」これは、さっき言ったように、長半減期で高毒性のものを、短半減期の低毒性の核種に変えていくということです。核分裂させますから、長半減期高毒性の原子核を2つに分離して、核分裂させて、短半減期短毒性の2つの原子核に分けるといふことになります。

それによって、結局、廃棄体のポテンシャルハザードと、潜在毒性自身が減っていくということです。ただ、大事なことは、潜在毒性っていうのは、そこにある毒性が減っていくということです。実は、それが、地上環境に与えるリスクっていうのは、また、別なものです。リスクっていうのは、その存在するハザードに、それが地表環境に暴露してくる確率を掛けたものです。ハザード掛ける確率になります。今、いっているのはハザードを下げる。

別ないい方すれば、ハザードを下げて、暴露確率が高ければ元の本阿弥になります。逆にハザード確率が地層処分できずキープされていけば、暴露確率が地層処分という技術によって確保されていけば、潜在ハザードを下げてあまり意味が無いです。どうせ、出てこないのだからということになります。だからこれ、非常にコントラバーシヤルな議論です。

ただ、人工的に長い毒性のものを作り出すと。さっき、いった、ウランよりも、ちょっと、高いものを作り出していますので、元々、そんなものは無い方がいいに決まっているから、ウランよりも低いものにしていこうという、本質的な理念としては、当然、あつてしるべきです。元々、少ない方がいいものだということでもあります。

それをやることによって、地層処分に対する要求が軽減される。つまり、後でいいますが、面積を小さくできるとか、そういうことが出てまいります。あるいは、管理期間が小さくなるということが出てきます。

それから、廃棄物処分体系の設計の自由度を拡大する。これも大事なことです。

次、お願いします。

これは、先ほどお示ししましたとおりですが、使用済線量、そのまま直接処分したら 10 万年かかるものが、数百年になることを目指すということでもあります。

次、お願いします。

面積ですが、今の再処理体系でいくと非常に広い処分対面積が必要ですが、その面積を小さくできる。これ、発熱体が無くなるという意味です。発熱体が無くなると、地層処分の密度を上げることができます。つまり、小さい面積にたくさんの処分体を入れることができるということにして、究極の P & T をやれば、この、1 番小さいところぐらいにできるだろうと、こう、いわれているわけです。

次、お願いします。

それで、この加速器駆動未臨界炉ですが、省略して、アクセルレイター・ドリブン・サブクリティカルシステムを ADS と呼んでいます。これは、極めて特殊な原子炉でありまして、ここにあるのが原子炉ですが、これは「もんじゅ」のように臨界にはいたしません。未臨界の状態で動かしますが、そのためには中性子源の供給が必要です。そのために陽子の加速器を使って高エネルギーの陽子加速器で、陽子を、大体、1 ギガエレクトロンボルトギガぐらいに加速して、大電流の陽子ビームを、この系内に打ち込みますと、核破砕反応という反応が起きまして、核破砕っていうのは、要するに、高エネルギー陽子が、ヘビーな原子核、例えば、鉛に当たりますと、これがバラバラになります。その時に、中性子が 30 個ぐらい飛び出してくるという反応があります。そこで中性子を供給しようと。

ですから、未臨界であっても中性子が供給されるために、ある一定の中性子フラックスのレベルを維持することができる。それによって、さっきのマイナーアクチノイドやプルトニウムを核分裂させていこうということでもあります。

ですから、加速器でサポートされた未臨界の原子炉ということでありまして、これがうまくできれば、ここに書いてありますように、軽水炉 10 基ぐらいが作り出す放射性の核種を 30 万キロワットぐらいの発電設備の、この ADS でマネージできると。

だから、4 千万キロワットぐらいの軽水炉を持っていれば、4 基ぐらいの ADS を持てば、この核変換を、ある平衡状態に持ち込むことができると、こう、評価されているわけです。

次、お願いします。

この P & T、導入なしの場合に、直接処分して、再処理して、ガラス固化体処分すると、この 5500 立方メートルのものが出るのに対して、P & T を 2 階層で入れていけば、ここが ADS になりますが、こういう小さいものに持ち込むことができるということで、区分が増えるということと、体積・面積が減るという特徴を持っているということです。

それから、潜在毒性が減るということです。

次、お願いします。

これは、細くなるので省略いたしますが、ひと言でいうと「もんじゅ」のような発電

体系に燃料として、マイナーアクチニドを、全部、均質にリサイクルするケースと、さっきの階層型ADSのように、いやらしいゴミだけを専断的に加速器を使って燃やすケースの場合と、「もんじゅ」のような炉の中に、マイナーアクチニドだけの燃料を分散して入れるという非均質層化という3つのタイプがあるということだけ申し上げておきます。

ADSの場合が、1番、発電体系に与える負荷は小さいと。当たり前ですが、ややこしい物は個別に扱うという発想に立っているわけです。

次、お願いします。

例えば、イメージとして、軽水炉が40ギガワットあると。4000万キロワットです。それを再処理して出てくるマイナーアクチニドをADS4基で受けられればいいと。そうでない場合には、高速炉に40基ぐらいに回していくという。どちらがいいですかという話になるのですが、これ自身は、4基では発電量が、たかだか1.1ギガワットしかありませんから、電気を高速炉で行うのであれば、40基の高速増殖炉が必要であるということになってきます。

あるいは、高速炉が将来いらない。つまり、原子力を無くしていくという判断をするのであれば、この軽水炉が、徐々に徐々に40基から無くなっていくわけです。そこから、出る廃棄物を、このADSで受け止めて、どんどんゴミ燃焼炉として燃やしていくわけです。そうすれば、最終的に軽水炉も無くなり、ゴミもある程度燃やしきって、原子力の時代を終わるというオプションも可能になる。こういうわけであります。

次、お願いします。

ADSの概念ですが、これも、ちょっと、見えにくいので、お手元の資料で見ていただくと、未臨界の液体金属冷却炉がありますと。これは、鉛とビスマスを混ぜた合金を液体にして回しています。「もんじゅ」の場合には液体ナトリウムで冷やしますが、この場合には、鉛ビスマスの合金を液体化して回していると。低い場合には300℃ぐらいの温度で、炉の出口で、大体、407℃と書いてあります、ぐらいで炉を冷やすということになりますし、上から陽子が入ってきます。これによって、ここに書いてあります10パーセントマイナーアクチニド/年。入っているものの1割ぐらいが燃えて無くなっていくという反応を起こすことができるということです。

特徴とすれば、鉛ビスマスを使っているので、いわゆる、ナトリウム水反応という心配が無いという問題から解決されるってということが起こりますが、逆に、鉛ビスマスを使うと、今度は、容器の腐食とか、温度をあまり上げられないという問題が生じます。あるいは、中性子のエネルギーが、多少、高くできるので、燃焼効率が高くなるという特徴を持っております。

次、お願いします。

次の絵は、それに必要な開発を書いておりますが、私、今、明日にでもできるような話をしましたが、実はとんでもなくて、まだ、基礎研究の段階。これを作るには、巨大な加速器を作る必要があります。これは、なかなか、難しいものです。

それから、鉛ビスマス冷却の液体金属未臨界炉を開発する必要がありますが、炉物理的にも、この冷却システムの的にも、材料的にも、まだまだ、テーマがありますし、実は、このプロトンビームを打ち込むところの、ビームを導入する部分にも非常に工学的なものが必要になります。

次、お願いします。

旧原研を中心に考えておりました、この絵の左下にある小さく書かれているのが、今、私ども、京都大学原子炉実験所でやっているADS実験です。私どもは、FFAGという陽子加速器で150 ミリオンエレクトロンボルトの陽子ビームを、私どもの臨界集合体という原子炉に打ち込んで、今、この加速器駆動の実験を小規模で行っております。

原研はこれを受けて、今、このJ-PARCに新しい実験施設を設けようと考えていると。これが、後で申し上げますが、TEFという施設です。ところが、ベルギーでは、実はここには、MYRRHAと書いてあります。こういう比較的大きな加速器駆動炉を実現しようというプロジェクトを、今、考えております。ただ、これは、実際の放射性のものを燃焼するのではなくて研究炉です。小焼炉です。日本でいえば、JMTRの代わりになるようなものを、この加速器駆動未臨界型で実現しようと、ベルギーは考えている。100メガワットの炉です。

これは、私ども、京大炉が5メガワットですから、その20倍の出力。JMTRが50メガとか、80メガとか、それぐらいですから、それを凌駕するようなものを、実際にベルギーはADSで作ろうというプロジェクトを、今、動かしている。

次、お願いします。

これが、そのMYRRHAプロジェクトの炉の概念です。超電導陽子線形加速器から陽子をぶち込んで、鉛ビスマスで、この反応体系を作ろうと。燃料はモックスです。プルトニウムです。30パーセントの濃縮のプルトニウムを使って、これで、高速中性子の場を作って、ここで照射実験のユーザーに提供しようという考え方です。

次、お願いします。

これが、そのMYRRHAの炉心概念ですが、未臨界で動かす場合には50から100メガワットの出力です。これが、建設費が960メガユーロです。ですから、日本円でいたしますと、1000億位ですか。1100億ぐらいでしょうか。の建設費でありまして、ベルギー政府が40パーセントを負担すると。日本にも10パーセントぐらい負担してよというオファーが来ているというような状況で、原研はこれと密接な連携を取っていかうとしてるわけです。

次、お願いします。

我が国ですが、その原子力機構、旧原研が、虎視眈々と考えてきたのが、このJ-PARCの施設に、その加速器駆動の実験施設を入れるということです。J-PARCはご承知のように、このプロトンの線形加速器と、3GeVのシンクロトロンと、50GeVのシンクロトロンから構成されています。今、30GeVで動かしていましたか。

原研の構想は、この、プロトンLINACの陽子を取り出して、ここで加速器駆動破砕実験をやっという。こういう考え方です。そのための、ここに土地を空けてありまして、ここに施設を作りたいということで予算要求をずっと10年ぐらいやっていますが、ついでなかったんですが、ごく最近になりまして、ちょっと、予算を考えようと、文科省も考え始めておられるというような噂を聞いております。

次、お願いします。

この施設は2つからできています。このTEF-Tという施設。こっちがTEF-Pという施設。TEF-Tは鉛ビスマスの工学的な試験を行うシステムです。250キロワットという非常に強い陽子ビームを打ち込みます。このTEF-Pは、実際にマイナーアクチニドやプルトニウムを入れた炉心体系を作って、炉物理実験を行う施設です。従いまして、出力は10ワットと、ものすごく小さいです。ですけれども、炉物理的なデータはできるということでありまして、確か、このTEF-Tを作るのに200億円ぐらいの予算要求をやっていたというふうに思っておりますが、ちょっと、見えてきたと。

次、お願いします。

これが、私が研究計画を取りまとめたのですが、「もんじゅ」を使って、こういったマイナーアクチニドを低減していく研究をもっと従来以上に力を入れてやっというところが、既に方針として出されておりました、こういうことも将来考えていくと。

次、お願いします。

実は、フランスは、このADSに対して、ちょっと、ネガティブです。フランスはどちらかという「もんじゅ」タイプの臨界の高速炉を使ってマイナーアクチニドを燃焼してという、ASTRIDという炉を2025年に動かすということで、既にもう設計を進めております。

ですから、ベルギーはどちらかという、ADSを狙っている。フランスは、ADSより、この「もんじゅ」タイプの高速増殖炉タイプを狙っていると。日本は「もんじゅ」で高速炉でもやりながら、ADSにも、多少、魅力を感じていると。そんなようなご理解でよろしいかと思えます。

次、お願いします。

分離研究のこと、書いておりますが、今、炉のことばかりいいましたが、この放射性元素を分離をできなければ話にならないです。しかも、燃料を作れなければダメだ。これが非常にチャレンジングです。小規模な試験は、電力中央研究所は、原子力機構や、私の研究室等が、いろいろやってきておりますが、もっともっと工学的な研究が必要である。

ところが、ひと言、申し上げますと、実は、日本に、このマイナーアクチニドという、ネプツニウム、アメリシウム、キリウムを大量に使う施設は、現在、ございません。ですから、私が、今、話してきたことは、絵に描いた餅とっては申し訳ないんですが、炉はできるのだけ分離施設が無いということなのです。世界にはそういう施設もありますので、もっと、日本はこういうところも積極的にやらなければいけないということは言っ

います。

最後、まとめです。1番、最後の紙に書いてあります。

次、お願いします。

私の私見でございますが、未臨界炉心を利用してやっていくという革新性、これは間違いなくあります。反応度事故が少ないとか、炉心管理の裕度を期待できる。臨界体系ではできないことができるということで、ある種のチャーミングなどところがある。

それから、ある程度、加速器のエネルギーを投資して、こういったものを燃やしていこうと。つまり、今までは、高速炉炉心という、どちらかという、経済的に切り詰めてやるところに廃棄物燃焼も入れよう。入れていこうという考え方ですが、これは、積極的にエネルギーにお金を投資して燃やしていこうという、1歩踏み込んだ姿勢なのです。これは、バックエンドに対する積極性ということで、前向きだということです。

それから、炉心自体は、ナトリウム冷却であれ、鉛ビスマス冷却であれ、高速増殖炉と極めて似ている。それから、放射性元素を分別処理してクローズするという考えは、これは手間をかけすぎという批判はあるわけです。再処理反対という意見はたくさんあります。それに対して、これがコスト許容範囲であれば、こういう、ものを燃やしていけるということが出来るわけでありますからして、結局は、投資対効果の話なのです。

ゴミにいくら金をかけたら国民は納得できるかと。国民負担の範囲にあるかということが問われるわけです。ここが重要なところで。

私見でいえば、現在の原子力発電にかかるコストの、例えば、1割程度プラスで、こういうものが減るといえるのであればペイできるのではないかという荒っぽい考え方を私はどんぶり勘定の人間ですので、いたしますし、いや、それはけしからんという方もおられるわけです。

ADSは以下のような目的に利用可能ではないか。つまり、長半減期核種の累積量を減少する。つまり、一直線で溜まっていくもののカーブを寝させることができるわけです。さっきいったようにマジシャンじゃないからゼロにはできないのですが、上昇カーブを下げるということなんです。

それから、軽水炉体系で溜まってくるものを、処分を合理化できる。地層処分を楽にできるっていう話。それから、プルトニウムが、もし、日本でいらなくなるということであれば、これを減らしていくことができるわけです。プルトニウムは、何も増やす必要はなくて、ニーズが無くなれば減らす必要がありますが、実は、これは「もんじゅ」のような臨界体系で、これをゼロにしていこうと思うと、ものすごい時間がかかります。150年ぐらい、確か、かかる計算になります。ADSを使うと、もっと早く、これをゼロにできるという特徴を持っています。これが臨界と未臨界の違いです。

それから、ADSを利用することで、もし、高速炉を将来使うのであれば、高速炉という発電系の負荷を低減できるということです。ひと言でいえば、社会的な理解を得にくい原子力バックエンドというものに対する、ひとつの、あるポテンシャル技術が、ここにあ

るということでありまして、やはり、我が国としては、こういうものに、ある程度、地層処分と平行して、研究開発に取り組むという姿勢自身が、国民に対するバックエンドへの取組についての信頼を得るひとつのきっかけになるのであらうと思って、私ども、京都大学も、こういう研究に足を突っ込んでいるというわけでございます。

是非、静岡県でも、こういうバックエンドの前向きの取組というのを、多少でもご評価いただきまして、前向きの原子力ということで、ご理解をいただければ幸いです。

以上でございます。

(有馬部会長)

山名先生、大変、ありがとうございました。

非常に明確にお話いただきまして、私も、いろいろ、疑問があったところが明確になって、ありがとうございました。

それでは、皆様のご意見を賜りましょう。どなたからでもどうぞ。

まず、私が質問していいですか。

1番問題は、まず、分離をするっていうことがありますよね。現在、要するに、日本の再生処理について、ちょっと、混乱していて、その分離体制というのを、まず確立しなきゃいけないが、そここのところは、どういうふうにかえたらいいでしょうか。

(山名委員)

はい。

分離には、湿式法と乾式法というのがあります。湿式法は水を使う。酸を使う。乾式は全く水を使いません。

六ヶ所村にありますのは湿式法でピューレックス法といますが、これは、実は、プルトニウムとウランと他のものは分離できますが、先ほどいいましたマイナーアクチニドは分離できません。従って、あのままでは、今の構想はできないので、それに新たにマイナーアクチニドを回収して分離するという別な湿式システムを組み合わせる必要があります。

ただ、この湿式のために必要な薬剤の開発は基礎的にはかなり進んでおりまして、結構、いいものが、世界トップクラスのものが日本で発明されるにいたっております。

それから、乾式法については、湿式法とは全く違うのですが、電力中央研究所や私の山名研究室とか、そういうところがやってきました、ある程度できることは分かっている。ただ、工学的にそれを実現できる実証まではいっていません。ですから、もっと大規模で工学実験をやらないと何ともいえないってことになりまして、そういう意味では、やっぱり、分離をもっと実証性を上げるというのがキーになります。

(有馬部会長)

そうすると、まず、第1段階としては、分離を確立しなきゃいけない。

(山名委員)

そのとおりです。

(有馬部会長)

ただ、しかしながら、その分離をするという目的は、もちろん、いろんな目的がありますが、ひとつ、目的の中に大きなものがADSで処理をするってことですね。

(山名委員)

そのとおりです。

(有馬部会長)

そこを、まず、お聞きしたかったことです。それと、もうひとつ。

(山名委員)

分離が不完全になりますと、分離が不完全なまま、そのまま、消滅系に持ち込みますと、変なものが逆にできてしまうケースが出てきます。

それから、その反応系を目指してしまう可能性がありますので、できるだけまいこと分別処理をする必要があるっていうことで、分離が、やっぱり、性能のキーになってきます。

(有馬部会長)

分かりました。

そこは非常に、私、気になっていたことですので、大変、はっきりしてありがとうございます。文科省も、今年は、何か、少し動きそうになってきているので、私も、大変、喜んでいのですが、山地先生、ご質問ありませんか。

(山地委員)

コメントと質問があるのですが。

山名先生のお話の中にもありましたけど、分離変換技術っていうのは、ハザードのポテンシャルを減らそうという対応です。毒性を減らそうって考えなのです。だけど、我々が原子力の安全をいう時には、リスクを減らして、それが受け入れられるリスク水準かどうかという議論をする。

ただし、例えば、ドイツが原子力倫理委員会で議論した時には、原子力が持つハザードポテンシャルの大きさに着目して脱原子力を決めている。

私は、やっぱり、安全問題はリスクの方で捉えたいと思っているのですが、こういう

ハザードのポテンシャルを下げるという技術に取り組むということの重要性は認識します。だから、それを、まず、ひとつ、申し上げておきます。

もうひとつは、この問題ってかなり長い間、議論していきまして、私、いつも印象的に思っているのが、そのハザードポテンシャルですけど、配られている資料でいうと 3 ページにあたるんですが、1 枚開いていただいて上側の「相対的潜在毒性」というのが縦にあって、横軸に経過年があるのがあります。これ、元々の放射性物質を作ったというか、核燃料を作ったウランのレベルのところを横軸に引っ張って、そこまで毒性が下がるのに 1000 年ぐらいなのか、10 万年ぐらいなのかというデータです。

これは、見方によると非常に面白い。元々のウランの毒性というのは、これ、ずっと続く。ウランは 10 億年ぐらいでしたか。億年オーダーの半減期を持っていますから。それを、核分裂することによって、実は、地質学的年代である 10 万年とか 100 万年というオーダーであれば、ウランが持っている潜在ハザードを原子力の核分裂利用することによって減らしている。見方によったら、こういう考え方をする人にとっては、核分裂というエネルギー利用すること自体が、長期的な意味ではハザードポテンシャルを減らしている。こういう見方もできる。

従って、それが、10 万年後、1000 年にしたら、何か違うのか。なんとなく、人々の気持ちの中には、10 万年はとても想像つかないけど、1000 年なら、なんか分かるよねっていうことかもしれませんが、しかし、よりタイムスケールを延ばすと、今、私がいったような解釈もできるのです。そういうことを考えると、そこ、本当にこれ決定打なのか。やはり、これ、コストがずいぶんかかるし、実際には、さっきいった分離変換のところで、相当、難しい放射性物質を扱わなきゃいけないから、職業人被曝は、多分、増える傾向にある。

そうすると、我々の被曝っていうのは、いわゆる分離変換しない処分よりも、社会全体としての被曝量は増えるおそれがあると思います。このような評価も、幾つかそういう評価も、実は、なされていたと思う。大抵は増えるという評価になっている。だから、リスクでいうと逆効果になる可能性はある。

もう 1 つ、質問は、その下のスライドの、いわゆる、マイナーアクチニドっていわゆる超ウラン元素のところは、この分離変換を適用できると思うのだけれども、先ほどの図で 1 部ありましたけど、このヨウ素 129 ですよね。これ、ものすごく難しいと思います。この揮発性のものを分離して、しかもターゲットに当てて、短半減核種にできるのか。そこはどうなのでしょう。

(山名委員)

まさに核心でございますが、ヨウ素 129 っていうのは、100 万年オーダー。この難しさは 3 つあります。

1 つは核分裂しない。だから、むしろ、高速中性子よりも、熱中性子の高いフラックスで中性子吸収させて別に変える方が必要になるということになりますし。

次の難しさが、ヨウ素を燃料にする化学形状がない。無いといったら変なのですが、安定な化合物がなかなか無いという問題があります。

それから、ケミカルセパレーションのところで、結構厄介なところがあるという問題がありまして、このヨウ素の問題自身は、今の考えている消滅体系では変換効率が極めて悪い。ものすごく悪い。

だから、高速炉の中でも非常にハイフラックスにして、ものすごい、熱中静止フラックスの高いところに非常に安定な化合物でぶち込むようなことができないと、むしろ、それを処理する過程で、それが漏れたりするリスクが高まるということで、先生のおっしゃるとおりなのです。

ですから、ここは、ものすごくチャレンジングな話になってくるというふうに思います。

おそらく、私は、自分の私的な印象論的には、ヨウ素は、これは手を付けられない方が、おそらく、総合的にメリットがあるだろうという思いは持っております。

ただ、研究者として、もっと安定な化合物を考えている人もいるので、それはエンカレッジしたいというふうに思っています。

(有馬部会長)

ありがとうございました。

谷口先生。

(谷口委員)

まず、山地さんが言われたリスクの話は、よく 2 人で議論していますので、同じような意見を持っています。

あとは、聞いていて、この議論、この技術は、歴史の紹介もありましたように、昔からあって、こういうものだなと、なかなか、基礎的な領域。まだ、サイエンスの、いわゆる、科学政策の文脈でしか議論できるものでも無いと。だから、原子力政策の中で議論する、まだ、レベルに来てないだろうと、私は、常々、思っています。

ちょっと、聞いていて思うのは、やはり、今の日本を考えると、ここにもありましたけど、京大炉で地道に実験されているということも含めてそうなのですが、日本の中で、JEAもそうなのですが、研究炉が、だんだん、無くなっていく時代に来ている。おそらく、京大炉も、もう、そろそろ、だいぶ、経ちますよね。「弥生」も無くなりましたけれど、JEAの方も無くなっていくという。こういう意味では、これから、こういう研究やっていくにしても、本当に日本の基礎研究やっていくような施設の問題というところから考えないといけない。

だから、おそらく、私、ちょっと、東海村のむらづくりに関わっているので、J-PARCの議論もあるのですが、この議論も聞いてはいますけど、そういう面では、全体として、日本の研究炉というものを、どういうふうに位置づけてくのかとかいうか。そこ

が、決まらないと。決まらないっていうか、こういう議論も併せてやってかないと難しいなど。だから、研究室で、ただ、細々と、という時代ではもう無いと。

あとは、そういう面で、ベルギーの話もありましたけど、高速炉もそうなのですが、こういうのも、日本もこういう高レベルに悩んでるけど、世界が悩んでるとすれば、公共財としてどういうふうにするのかという議論は、常に、もう、原子力は、おそらく、1国では、もう、何もできない時代だと思うので、そういうところから含めると、こういう研究開発というのは、もう少し違う視点で議論されてきたのだと思うのですが。そこを、口ではいつも国際公共財として、国際協力の議論があるのだけれど、何か、高速炉の世界でも、どこでも、何か、まだ、日本の中では、どっかでは、ちゃんとやっておきたいという、何か、そこからは離れないで、国際協力の議論も1方であると。

何か、どうしても、二兎を追う世界みたいな感じがして、これも、そういうようなので、結局、どっちつかずで終わってしまうんじゃないかなというのが、ちょっと、全体を聞いていて、研究開発の在り方っていうのが、ちょっと、これについても、疑問というのじゃないんですけど、本当に、しっかりとした議論しないとダメなんじゃないかというのが、最初の感想。

(有馬部会長)

ありがとうございます。

山本先生以下、まだ、ご質問いただきたいとこだけど、時間が、ちょっと、予定を越えましたので、まずは、中部電力のお話を伺った上で、先生方から、両方併せてご意見賜りたいと思います。

中部電力から、原子力安全技術研究所における公募研究の取組について、ご報告をお願いいたします。

(中部電力)

中部電力原子力安全技術研究所の佐藤と申します。どうぞ、よろしく願い申し上げます。

原子力安全技術研究所の取組についてご説明させていただきたいと思います。

まず、本日、ご説明させていただく内容でございますけれども、1つ目に、原子力安全技術研究所におけます最近の研究成果につきまして、事例としまして、2つほど、ご紹介させていただきたいと思っております。

それから、大きな2つ目としまして、昨年、10月から12月まで、公募応募をいたしました公募研究25年度の研究開始分につきまして、状況について簡単にご紹介させていただきますと思います。

そして、大きな3つ目。これが、先ほど、有馬先生の方からもご紹介いただきましたとおり、今回、新たに特定テーマという公募を新設させていただきたいと考えております。

この内容。さらには、昨年、行いました従来の公募研究について継続をしていきたいと考えておりますので、この内容について、3つ目にお話をさせていただきたいと思っております。

特に、この3つ目につきまして、ご意見を頂戴したいなというように考えております。

まず、研究所の主な研究テーマについて、これ、その都度、提出させていただいておりますけれども、1つの、まず、目玉と申しますか、ポイントとしましては、現場密着型の研究を進めようということで、昨年7月に浜岡の発電所の中に研究所を設置させていただきました。

さらには、公募研究を実施させていただいておりますとおり、外部の大学、あるいは、研究機関さまとの連携を、しっかりと、今まで以上に深めていきたいということが、2つ目のポイントでございます。

4つのテーマにつきましては、そこに書かれているとおり、安全性向上。あるいは、廃止措置の改善に資する研究。さらには、3、4、5号機の運営の改善に資する研究。そして、将来技術に資する研究という4つを掲げて整理をしております。

最近の研究成果について2例ほど紹介させていただきますが、まず、1点目が多孔質ガラス、ポーラスガラスと呼んでおります。本日、実物を持ってまいりましたので、ちょっと、ご覧いただければと思います。

このポーラスガラスと申しますのは、元々、特徴としまして比表面積が非常に大きい。これによって吸着性能が大きいであろうということが考えられますし、孔径を一定に調整できるということで、吸着イオンの選択性の可能性がある。あるいは、通液性が良いということで、カラム方式で、この吸着を実施できるというようなものでございます。

さらには、吸着後、1000℃程度で焼結させることによりまして、安定なガラスになるということで、溶出の可能性が小さい安定した状態で保管が可能であるということで、このポーラスガラスについて、ゼオライトよりもセシウムの回収に適しているのではないかと、この考え方から、研究を、今、開始したところでございます。

目的としましては、そのゼオライトより、より良い吸着剤となる可能性があるかどうかをしっかりと検証したいという内容でございます。

今、お手元に回させていただきましたけれども、このポーラスガラスと申しますのは、元々は、硼珪酸ガラス、これでございますけれども、この母材のガラスを昇温して酸化シリカと、あるいは、酸化ホウ素、酸化ナトリウムの層に分層いたしましたあと、酸により、この酸化シリカの骨格とゲル。これを、抽出したものでございます。酸化シリカの組成が、大体、96パーセントということでございます。粒形、孔径等については、そこにあるとおりでございますが、比表面積がグラムあたり370平米ということで、非常に比表面積が大きくなってございます。

続きまして、吸着能力の基礎試験を行った結果でございます。

まず、セシウムイオンの吸着性能試験について、そこにありますとおり、ゼオライトに比べまして、約0.2パーセントほど良好な成績が残っております。試験数がポーラスガラス

のみ多いのは、これ、ロットの違いによるものを、しっかり検証したいということで、 $n=38$ となっております。

それから、ストロンチウムにつきましても、約 1 パーセントほど吸着率が高いという結果が得られております。

次に、セシウムイオンの脱離試験と書いてございますが、実際には、吸着、および、その後の脱離試験というものでございます。横軸にセシウムの積算量、入れた量というふうにお考えいただければというふうに思います。縦軸に漏出濃度ということで、出てきた量ということで、ドットが右肩上がりに上がってまいります。上がり始めたところから飽和して下に流れ出るということで、その左側のところが吸着した量というものでございます。

さらには、さらに右にいて、大きな右向きの矢印が書いてございます。ここからは、セシウムイオンを入れずに純水を入れたということで、その場合のセシウムの漏出がどうなっているかというのが、下の方に、ちょんちょんちょんと四角いドットが出ておりますけれども、ほとんど、純水を通して漏出してこない。溶出してこないということがお分かりいただけるかと思えます。

まとめとしまして、このポーラスガラスについてはゼオライトと同等。あるいは、それ以上のセシウム、あるいは、ストロンチウムの吸着能力を持つ。さらには、海水中でも実験をさせていただきまして、海水中でも吸着は可能である。さらには、大体、このゼオライトに比べて 10 倍ほど通液性が高いと。単位時間あたりに流れる量が 10 倍ほどございます。そういう意味で、ゼオライトは通液性が悪いものですから圧力を掛けてあげなければいけないという、そういう特殊性がございますが、ポーラスガラスは自然に通すことができると。カラム方式で吸着を行うことができるという特徴がございます。

夢のようなお話ばかりではなくて、今後の検討事項としまして、多核種の共存中での吸着能力の詳細な確認ですとか、あるいは、吸着能力のさらなる改善ということで、母材ガラスの組成変更って書いてございますのは、これ、微量元素の添加で、更に吸着性ですとか、あるいは、選択性というようなものをアップできないかということに取り組んでいきたいと考えているところでございます。

それから、これが、1 番、大きな問題かと思えます。安定した品質での大量生産手法。別ないい方をしますと、よりコストを安くするためにはどうしたらいいのかということ、しっかり、取り組んでいかなければいけないというように考えております。

次に研究成果紹介の 2 点目の津波監視システム。これは、津波の早期検知を行うシステムでございますけれども、ここに必要性が謳ってございます。いわずもがなの初動体制をより早く構築するため。あるいは、津波というのは、第 2 波、第 3 波がやってまいります。いつの時点で復旧作業等を行えるのかという判断も必要になっております。そういう意味で、津波監視技術をより正確に作っていきたいという内容でございます。

構成する要素としまして、4 つございます。1 つ目に J A M S T E C さま。海洋研究開発機構さまが取り組んでおられます D O N E T というものがございます。デンス・オーシャ

ンフロアー・ネットワークシステムというものですが、これは、尾鷲市の、大体、沖合 125 キロほどまで面的にカバーする形で、20 の観測点を設けまして、地震計ですとか、あるいは、津波を検知する水圧計を設置してございます。このデータを私どもがいただいて、津波の早期検知に役立てることができないかということで、さる 10 月 10 日の日に基本協定を、JAMSTECさまと尾鷲市さま、そして、中部電力という民間では初でございますけれども、3 者が協定を結び、データをいただくということを始めただけでございます。

2 つ目の要素としまして、国土交通省港湾局さまのGPS 波浪計のデータ、これをいただくこと。これは、GPS 波浪計。また、後ほど、ご説明しますが、全国で、大体、沖合 20 キロの所に 16 カ所、この波浪計がございまして。このデータをいただくことによって、潮位、あるいは、その津波というものを検知することができないかというものでございます。

さらには、当社独自で取り組んでおるものが下の 2 つでありますけれども、1 つ目に、電波による津波監視装置ということで、VHF レーダーを用いて海面の表面の流行ですとか、あるいは流速を検知しようという取組を今年の春から行っているところでございます。

そして、最後が高感度カメラによる津波監視装置ということで、浜岡のサイトお越しいただきますと、原子力館という高い建物があるというのをご存知かと思っておりますけれども、あそこの、1 番、高い所に高感度カメラ、これを設置しまして、先ほど、2 番目にありました沖合のGPS の波浪計、これを実際に見てやろう。それによって海水面の高さを見ようというようなものでございます。水平線を見る。あるいは、このGPS の波浪計を見るところでございます。

DONET につきましては、ちょっと、絵が見にくいと思いますが、左上のやや薄くグレーがかっている所が陸地でございます。白い所も、一部、海がございまして。そして、赤い線が、このDONET のシステムで、大体、沖合 125 キロ。深さにしますと 1900 メートルから 4300 メートルまでの所に、かなり面的に広く設置されております。なぜここかというのにつきましては、南海トラフ巨大地震の震源域になりうるというふうにいわれている所でございます。

そこで、このデータをいただくことによって、浜岡の前面を見るよりは、少なくとも、10 分以上は早く津波の可能性を検知できるのではないかと考えているところでございます。

こちらがGPS 波浪計の全国の展開の様子でございます。16 カ所にございまして。このデータを、今、伝送路を構築中でありましてけれども、国土交通省の港湾局さまから、気象庁を通じてという 1 つのルートと、もう 1 つは電気事業連合会を通じて当社で受けることができないかということで、現在、ルートを構築中という内容でございます。

こちらが、当社が取り組んでいる 1 つ目でありましてけれども、VHF レーダー。これが、実際に御前崎の灯台の近くと、それから、発電所の前面。この 2 カ所から、今、電波を発射しておりますけれども、その写真でございます。

ドップラー効果によって波の海水面の表面の流高、あるいは、流速を見ていこうという

ようなものでございます。

最後に、高感度カメラでございますけれども、これが、実際にカメラで見た映像でございます。昼間は、この水平線をしっかりと見ることが、大体、天気が悪いとどうしても見にくくなってまいりますので、大体、6割程度の日数が見れるのではないかと、今のところは考えているところでございます。

夜間につきましては、先ほど来、出ておりますGPSの波浪計。これが、船舶の衝突防止用に灯りを点けておりますので、この灯火を見ることによって、水面の高さを見ることができるという内容でございます。

これらをまとめまして、これは単なるイメージであります、レーダー、高感度カメラ、あるいは、DONET。さらには、GPSの波浪計のデータをいただくことによって、津波の予測解析としましては、津波の到達時刻、そして、津波の高さ。これをしっかりと予測できないかということ、今、検証しているというところでございます。

ここまでの、研究のご紹介でございます。

続きまして、昨年度、募集をいたしまして、今年度から研究を開始しております公募研究についてご紹介させていただきます。

応募総数は81件ございました。内訳としましては、大学から54件。研究機関から17件。企業からは10件という内容でございます。4つの領域にわけて整理させていただいております。

まず、領域1の原子力の将来技術に資する基礎基盤的研究。これにつきましては、全体で27件応募がございまして、そのうち、5件を採択してございます。そこにあるとおりでございます。

次の領域2。こちらは原子力発電所の安全性向上に資する研究。この領域が、1番、応募総数が多くて、35件の応募がございました。それに対しまして採択は5件というところで、ここで特徴的なのは、企業さん10件あるというお話をさせていただきましたが、静岡県磐田にある丸大鉄鋼さまという企業さまから、1件採択になっているというところでございます。

それから、領域3でございますけれども、浜岡原子力発電所の1・2号機の廃止措置の改善に資する研究というところでございます。これにつきましては、全体で14件、応募がありまして、その中から2件の採択という内容でございます。

領域4。どうしても、浜岡3・4号機の保守性・作業性というのは、現場を、一般の方々があまりご存知ないので応募総数は少のうございまして、5件、応募がございました。その5件の中から、1件を採択したという内容でございます。

本日、もう少し、進捗状況等を、ここでご披露させていただければ良かったんですけども、実は3月に採択を決定しましてから、私ども、初めての取組でもあり、やや契約に時間がかかってしまいまして、遅いところは、7月、ないし、8月、9月というところまで契約に手間取ってしまいました。この結果につきましては、こちらにありますとおり、研

究発表会でしっかりと広く地域の皆さまに研究内容、あるいは、その成果を公開していきたいなというように考えております。

基本的に2年というものと、1年というものと、それぞれ、ありますけれども、いずれにしましても、2年のものにつきましても、年に1回は中間報告書を出していただく内容でございますので、その成果について公表していきたいと考えております。

ちなみに、第1回目は来年の6月上旬頃、実施したいなというふうに考えているところでございます。

続きまして、特定テーマ公募研究および公募研究（継続）と。今、お話をしました公募研究について継続して取り組んでいきたいという内容と、その前に、新たに、特定テーマ公募研究というのをやりたいという内容でございます。

まず、その特定テーマ公募の概要であります、目的。これについては、ちょっと、読まさせていただきます。

将来にわたって原子力発電を推進・利用していくために必要性の高い将来技術・新技術について、従来の公募研究よりも大規模な研究を実施し、大学や研究機関と連携して取り組むことで、研究開発を、一層、進めるとともに、原子力の将来を担う人材の育成に貢献していきたいと考え、特定テーマに限定した公募研究を実施することとしました。ということが目的でございます。

仕組みとしましては、あるテーマを限定しまして募集をしております。何回か申し上げておりますけれども、従来の公募とは切り離す形で、あくまで、新たなものとして取り組んでいきたいと考えております。研究費総額、1件あたり1億円程度。研究機関としましては5年以内。1件を採択していきたいというように考えております。

この選考にあたりまして、あるいは、テーマの選定にあたりまして、専門部会の先生方にご意見・アドバイスをいただきながら、弊社で採択研究を決定していきたいというように考えております。

次に、その特定テーマ公募研究のテーマの事例でございます。

まず、1つ目としまして、使用済燃料・放射性廃棄物の処理・処分に関する研究ということで、もう少し噛み砕きますと、まず、1つ目の白丸であります、使用済燃料の貯蔵、あるいは、保管に関する新技術といったものでございます。例えていうならば、よりコンパクトな新型のキャスクですとか、あるいは、耐震性、耐蝕性、耐テロ性の高いキャスクが考えられないかといったようなことも考えていきたいなと思っておりますし、

2つ目の白丸、新概念の再処理や高レベルの廃棄固化に関する技術といったところでは、核種分離が、先ほども、山名先生からお話ございましたけれども、核種分離を考慮した乾式再処理ですとか、あるいは、レアメタルの回収といったようなものも含まれるのかなと考えております。

3つ目の白丸としまして、核変換等を用いた放射能の減容に関する技術ということでございます。まさに、先ほどのADSもそうかと思えますし、例えば、レーザー核融合の中性

子による核変換といったようなものも、これに該当してくるかなというように考えております。

②の方でございますけれども、こちらにつきましては、既存BWR炉の安全性向上のための新技術に関する研究といったようなもので、例えば、受動的熱崩壊除去に関する新技術。自然循環を用いた、例えば、緊急時の熱除去システムが考えられないかとか、あるいは、プールを設けておいて、重力落下を利用した冷却水の注入といったようなものが検討できないかというようなものが考えられるかなと思っております。

さらには、急速減圧等を利用した冷却性能の研究ということで、急速減圧をする時には、当然、温度は下がってまいりますので、これを、ただ、なかなか、実証した例がないのではなかろうかというようなことで挙げさせていただいております。

③としましては、新しい概念に基づいた新型原子炉の開発に関する研究といったものがございます。例えば、電力消費地の近傍に設置できる小型原子炉の開発に関する技術ということで、4S炉ですとか、あるいは、モジュール化によって、本当に経済性がどうなるのかといったような将来的なお話があるのかなと思っております。

さらには、冷却材として、軽水を用いない原子炉の開発ということで、トリウム炉も含めて、熔融塩炉、あるいは、超臨界炉、超臨界核融合炉といったようなものが考えられるのかなと思っております。

ここで、当社としましては、まず、今年、初めての特定テーマの公募にあたり、この①について取り組んで行きたいというふうに考えているところでございます。

その理由としましては、原子力発電を将来的にも継続的に運転していくためには、やはり、このバックエンドの問題。これをしっかりと道筋を、より一層、確立していく必要があるということで、私、本来は、国が主導して取り組むべき壮大なテーマなのかもしれませんが、実際に核燃料を扱っている我々、電力会社としても、そこに1歩踏み出していきたいといえますか、一助になればという思いで、今年につきましては、この①について取り組んでいきたいと考えているところでございます。

この辺のお話を、もう少し、イメージでまとめてございます。縦軸に、上にいくほど実用化に近い。下に行くほど、基礎基盤将来的。横軸に時間軸を設けまして、喫緊の課題なのか、中期的な視点なのか、あるいは、超長期、長期の視点なのかというふうに書いてございます。

今まで、私ども、電力会社が、自前で研究をするというと、どうしても、課題解決型の喫緊の課題について実用化に近いところで、このイメージ図でいいますと、左上に近い部分で取り組んできた。それと対照的なのが、国、あるいは、研究機関・大学で取り組んでいただいております革新的な技術概念の研究ですとか、基礎・基盤的な研究。これにつきましては、右の下の方に該当するのかな。そして、さらに、その間に、革新的な技術システムを実用化するための研究として、産業界が共同でやるものですとか、あるいは、より長期的なものでは、その革新的技術システムを実用化段階まで引き上げるための、発展さ

せるための研究として、国が主体で産業界が協力するようなものがあるのかなど。

この中で、一般公募につきましては、本日、別紙としまして、お手元に、昨年度の公募要領につけさせていただきました研究領域、あるいは、キーワードといった紙も、用紙も付けさせていただいております。それもお覧いただければと思いますが、かなり、先ほどの4つの領域ではあるものの、その領域の下にキーワードというものを設けまして、かなり、幅広い分野について、応募をかけさせていただきました。

そのキーワードがあったからこそ、実用化から、あるいは、トリウム炉というような、この幅の広い採択に至ったのかなどと思っておりますけれども、この一般公募とは切り離す形で特定テーマ公募につきましては、この特に右下の所のテーマについて、できるだけ、これを時間的に加速させることができないかという思いで、今回、設定させていただいたものでございます。

以上が特定テーマのお話でございます。

続きまして、公募研究の継続実施につきまして、ご説明させていただきます。

これにつきましては、先ほどのお話のとおり、第1期につきましては、今年3月、元々、10件の予定だったんですけれども、81件という非常に多数のご応募がありましたので、枠を拡大しまして、13件、採択させていただきました。

幅広いアイデアで、さらには、1件あたり500万。年あたり500万掛ける2年以内で10件という形で募集をしまして13件の採択に至ったということでございます。従いまして、総額としましては、当然1億円を超える公募研究になってございます。

この募集および採択についての中身の選考方法でございますけれども、選考方法につきましては、社外の学識経験者等で編成しますアドバイザーコミッティの審査を経て、26年度研究開始分についても、10件を採択していきたいと考えているところでございます。

1次選考、2次選考を設けます。1次選考につきましては、応募書類による書類審査。2次選考につきましては、応募者のプレゼン。それから、それに対します先生方の質疑応答によるヒアリング審査ということで、前回の例でいいますと、プレゼンが15分、質疑応答が20分という形で行わせていただきました。その具体的な評価方法ですけれども、その下に書いてございます弊社ニーズと合致することのほか、次の観点から選考ということで、例えば、1つ目に研究の独創性・萌芽性。2つ目に研究計画・方法の妥当性。3つ目に研究者の研究遂行能力。4つ目に地域貢献性やアピール性。こういう4つの観点を設けまして、それぞれに点数付けを行い、上位から13件は、前回は選んだという内容でございます。

アドバイザーコミッティの先生方について、お手元の資料には付いてないと思います。こちらのパワーポイントの画面の方をお覧いただきたいと思います。ご紹介させていただきますと、まず、アドバイザーコミッティの主査の先生につきましては、原子力のご専門の名古屋大学名誉教授の山根先生。副主査につきましては、津波工学災害情報のご専門の常葉大学の安倍先生。それから、委員の先生方につきましては、理論経済学のご専門の静岡大学の浅利先生。核燃料の再処理。これがご専門の福井大学の有田先生。燃料サイク

ルですとか、廃棄物処理がご専門の電力中央研究所の井上先生。それから、放射線計測がご専門の名古屋大学、瓜谷先生。地震防災や地震学がご専門の関西大学の林先生。それから、環境発がん、がん予防がご専門の静岡県立大学の若林先生。この 8 名の先生方をお願いをして審査をお願いしていこうと考えているとでございます。

公募研究等のスケジュールについて、これは、ちょっと、画面ではなく、お手元の資料も、ちょっと、字が小さくて恐縮ですけれども、ご覧いただきたいと思います。継続して実施します 500 万×10 件の一般の公募と特定テーマは、平行して流しますと応募される方が混乱をされるかなということで、まず、特定テーマ公募について、12 月から 1 月。この間で募集を行いまして、また、これは、勝手な考え方でございますけれども、2 月頃、この学術会議、専門部会等の先生方にご意見、あるいは、アドバイスをいただく機会があれば、いただいた上で決定をしていきたい、3 月には採択研究を決めていきたいと考えているとでございます。

それと、シリーズに流すような形で 500 万×10 件の一般公募研究につきましては、1 月から 3 月に募集を行いまして、4 月末には採択研究を決定していきたいというように考えているところでございます。

最後になりますけれども、当社としましては、研究の取組み強化をはじめ、原子力安全に係る取り組みを継続してたゆまず実施しながら、地元や社会の皆さまの安心につながるよう、全力で取り組んでまいりたいと考えているところでございます。

以上で、ご説明を終了させていただきます。

どうもありがとうございました。

(有馬部会長)

どうもありがとうございました。

それでは、みなさんのご意見を賜りたいと思います。

それでは、山本先生からお願いいたします。

(山本委員)

公募研究と、それから、いろいろな技術開発。例えば、多孔質ガラスを用いた放射性物質吸着にも非常に興味を持っております。うまくいくといいなと思いますが、今、回ってきたガラスを見ますと思ったより重い。孔の割合が小さいので、大規模にしたら、だいぶ、圧縮損失がありそうだなと思いました。

ですから、まだ、いろいろ、改善が必要である。研究が進めばいいものが出て来るかと思えます。

先ほどの話と一緒に、谷口先生がおっしゃったことと同じですが、全国の原子力に関連する実験施設は、大体、1960 年代に整備されたものである。それらを騙し騙し使ってきた。それが、どんどん、潰れていって、現在、大学で、R I、並びに、核燃料が使える所って、

もう、ほとんど残ってない。その意味では、京都大原子力研究所は、極めて重要な施設だと思いますが、名古屋大学でも、R I が使える原子力関連施設は、ほとんど存在しなくて、もう、私が居た研究実験室くらいです。

ということで、例えば、中部電力が公募してくださっても、実際に、R I とか、核燃料とか、そういうものを使って実験できる場がほとんど無くなってきました。そうでないところでは、何かアイデアの段階の研究はできるにしても、実際、原子力に係る研究開発というのは、やはり、ある程度、現場に近い核燃料、R I が使えなきゃダメだろうと思うわけですね。

そういう意味で、いろんな研究開発の議論をする時には、谷口先生、おっしゃったように、その研究開発基盤のそのことまで含めないといけません。

今、1 億円って非常に大きいお金が出ていますけど、その基盤があつてこそ、始めて活かされるというか、有意義に使える。その 500 万も、当然、そうですね。

そういうものが無いところで研究するのは極めて厳しい。夢物語に終わってしまう可能性もあつて、研究が進んできた時に、なかなか、それが進展しないという怖さがある。だから、そこも含めて、日本全体、世界全体かもしれません。議論が必要ではなからうかと思う次第です。

(有馬部会長)

ありがとうございました。

大竹先生。

(大竹委員)

専門外で、特に申し上げることも無いのですけれども。

公募研究については、さらに発展しつつあるようで、先々を楽しみにしております。

ローカルで細かいことになりますけれども、ご紹介頂いた津波関連のお話に一言コメントさせていただきます。

個々の要素技術については、ある意味、やればできるっていうところはあるわけです。問題は、それらの様々なデータを、上手にインテグレートして、リアルタイムの予測に役立てるようにするシステムの構築だと思います。この点に、力を入れて推進していただければありがたいと思います。

(有馬部会長)

ありがとうございます。

興先生。

(興委員)

まず、中部電力の説明に関連して。今、山本先生からもお話がございましたが、特定テーマの公募の関係で、先ほどのご説明の中に、本来は国が取り組むべきものなのですが、中電としても取組み、政府全体の取組の一助になればと、こうお話があったかと思います。

私は、極めて重要なのは、このテーマに関して、なぜ、今、中電が、国全体の取組み、我が国の関係機関の取組の中で、取上げるのかの説明がうまくできるかどうか、であります。今回、取り上げられるテーマについては、感覚的には理解できるのですが、どうしてもその点をきちんと整理しておかないと、場合によっては、取組み自身が、砂上の楼閣になりかねないと憂慮しているのです。1億円の資金でテーマを、この中に従来の公募研究よりも大規模な研究を行い、大学や研究機関と連携して取り組むこととか、或いは、一層、進め、原子力の将来を担う人材の育成に貢献と、記載がありますが、果たしてこれでもうまくできるかどうか重要なポイントなのであります。これからの審査とか、評価する際に、この点を真剣に見ていく必要があるだろうと、考えております。

今話題となっておりますポーラスの話も、成果として、なるほど、素晴らしいと思いました。ただ、こうした取組みは産業界がかなり積極的に取り組んできているのではないかと、現状が分かりません。中電の研究成果は、我が国全体の取組みの実態の中で、どういう位置づけにあるのか。そこを、お聞かせ下さることが必要です。そうした現状を踏まえたうえで、評価・検討していかなければ、この場での審議が空回りしてしまうので、困るなど、考えております。

それと、もうひとつ、指摘させて頂きます。中電の関係で公募研究の在り方について、今日の説明のパート 26 なのですが、公募研究について、「弊社ニーズと合致することのほか」と、こう書かれているのですが。この「弊社ニーズ」というのは何なのか良く分かりかねます。こうした表現ではなく、どういう目的なのか明確にしておかないと期待と成果のギャップが生じかねないと憂慮しています。

また、折角ですから、貴重な山名先生のお話に関連して、私も、山地先生がおっしゃるように、リスクの問題が、非常に重要なこととして、特に福島原発事故問題が発生してから重要になったのであらうと考えております。そうした取組みの重要性の前に、果たして、山名先生のお話で社会の懸念を払拭できるかということ、できないだらうと思うのです。

かねて、有馬会長も、群分離・消滅は喫緊の課題、喫緊というか、長期的な取組として重要だというのはありますが。私自身も、職務を通し、そういうものとして、長く受け止めてきたのでして、その取組の実現をとということになると、そう簡単にはいかなかったのであります。今回のお話をお聞きして、昔に比べれば、今はその取組みについて、国民に理解を得られやすくなりそうな感じはするのですが。

ただ、大事なのは、リスクについてどう考えられるかであります。原発の運転に伴い、放射性物質のみならず、いわゆる放射能が外に出てくるであらうリスクを、どう受け止めていくかということを考えていかなければ問題であります。究極は、国民の合意なり、国

民の理解を得ていくためには、このご説明だけで走れるかどうかは、なかなか難しい問題ではないかと考えています。

今、山名先生から、約、原発のコスト全体の中で、約 1 割ぐらいでしたか、取組みのための投資の金額が、もっと少なかったでしょうか、こういう多様性への投資は極めて重要だと考えますし、ご説明から、進展が図られて、進展が、出てきたのかなと思っておりません。

この研究への取り組みを進めて頂きたいと思えますけれども、今後は、福島原発事故によって、原発の懸念を再認識された国民の方々に、厳しく向き合って、理解を得ていくことが必要だろうと、思います。

以上、概観した意見です。

(有馬部会長)

ありがとうございます。

久保先生

(久保委員)

今、有馬部会長からご指名でございますけれども、中部電力のことと、やはり、私も、ちょっと、門外漢ながらも、山名先生に、ちょっと、お尋ねしたいことがあるのです。

中部電力の件に関しては、公募研究。これまだ、2 年目ですから、この形で進められて、少し成果が出ないと、次、どうしようかなってこと、全くいえないと思います。

中部電力の方として期待したいのは、この外へ出した、いわゆる、公募研究の成果を中部電力として、どう消化するかというところで、ちょっと、今のところ、なんか、研究成果を出して、得た成果を次にどういう形で中部電力の技術として取り込んでいくっていう方針が、まだ、明快ではないような気がいたします。是非、そのあたりは、来年の 6 月頃、研究成果発表会で結果報告書が出てきた後の段階において、中部電力として、それをどう消化していくかということ、を、そろそろ、お考えになる時期じゃないか。

それから、中部電力が、これだけの大きなテーマを出すということに関しては、多分、電力業界に対するひとつのイニシアティブを出すというのか。多分、皆さん方、電力共通研究とか、いろんな事業者の研究経費があつたりしますので、だんだん、この大きな組織への刺激として、この特定研究をやるっていうことは、多分、そういう目的じゃないかなと、私、受け止めていますので、まずは、取りあえず、長期的な課題に取り組むということとは受け入れられる提案だというふうに考えます。

それから、山名先生に、ちょっと、お伺いしたいのですけど。

私、全く、原子力に関しては大学の教養時代にしか習っていないということなので、多分、私の発想は市民に近いと思うのですけれども、この、まず、1 つは、若干、門前の小僧的な話になってしまうのですけど。

今、ご提案のADSというのを、今、処分に困っている廃棄物の処分を主にするのか、それから、もう少し積極的にサイクルの中で、将来にもわたって使おうとするという、多分、2つの方向性があると思うのです。これは、多分、国が、多分、国民の意見を聞いて政策的に、将来の原子力発電をどうするかによって決まると思うのですけれども、その方針によって、今のお話にいただいたプロセスの中で変わる点があるか、無いか。おなじプロセスでいいのかと。もう、全く、将来、原子力発電に我々は頼らないで、少し、別のエネルギー源を探すのであるような立場の条件の中での、このADSの在り方と、それから、将来にも、ある程度、原子力発電にエネルギーを依存していくという場合のADSの在り方というのがおなじシステムになるかどうか。それが1つ、意見を聞き、確認したかったことです。

それから、もう1点は、多分、私なりに先生の話を理解すると、要は、非常に半減期の長いものを短いものにするということで、一種の有害物質を無害化する。もしくは、有害物質を有益化するという発想は分かるのですけれども、私も、この原子力に、若干、携わってきたこともあって、フランスの人やなんかと話すこともあるんですけど、この再処理なんかでも、そのプロセスは綺麗なのだけれども、綺麗というのか、話としては心地良い話なのでも、実際にそこに使われるような廃液の問題だとか、2次的な有害物質というのが、2次的に不良物質が出てくる。そういうことが、これではないのでしょうか。

実際、FBRも、私も、今から30何年前に耐震の問題で、熱応力と地震力の問題で、リアルなことは聞きかじったことあるのですけれども、結局、ナトリウムという非常に扱いにくい物質に頼らざるを得なくなって、今の状態になっているわけです。

だから、その、このプロセスで、やはり、また、もうひとつの、別のアンフェーバブルな物質を作るという過程が、この中に含まれているかいないかというあたり。それか、そういうものが、先ほどのフッ素でしたっけ。ヨウ素でしたっけ。どうしてもできないっておっしゃっていた。ヨウ素。何か、そのあたりが、少し、素人、私どものレベルで分かるように話していただかないと、多分、国民同意には向かないと思われます。

それは、ちょっと、意見的な話と質問と、2つ、兼ねてお伺いしたい。

(有馬部会長)

非常に貴重なご意見、ご質問でありました。

山名先生、よろしく。

(山名委員)

まず、最初のご質問ですが、ADSを、その原子力終焉に向けて使う場合と、原子力を長期継続において使う場合の違いですが、骨格部分はあまり変わらないと思います。ただし、炉心の、炉心に入れていくものの物量と、その組成が変わってきますので、炉心の設計上のことは、多分、変わってくると思います。ただ、原理とすれば、多分、あまり変わ

らないと思いますし、規模感が、多少、変わってくると思います。

さっき、いったように、軽水炉を長期的に40基継続して使うなら4基のADSを同時並行で使っていれば、並行状態でいけるのですが、40基から、だんだん、だんだん、減らしていこうとなると、プルトニウムを積極的に燃やすという意味で炉心の設計が、多少変わってくる。それから、将来、物量が発生するものが減ってきますでしょ。上流が。ということは、こっちも減らしていかなければならないので、その時の最適な規模感の調整が、多分、必要になるのです。

ただし、ADSの優れたところは、加速器で中性子を作るから、その対象物が何であれ、中性子を強制的に供給できるのです。そういう非常に幅の広い自由度が採れるので、そういう意味では、大きな意味では変わらないかなと、こう思います。

それから、2つ目の件ですが、2つの話があります。

まず、2次廃棄物の話。これは原理的にいえば簡単なのです。2次廃棄物っていうのは、扱インベントリに、一般的には比例するのです。つまり、1のものを扱って、それに、0.1のものが2次廃棄物になると、わざわざ余計なものを回しますと、インベントリが100になりますから、100に0.1掛けると10出てくるってことになりますから、その2次廃棄物に移行する閉じ込め性能が変わらなければ、こういうふうに余計なループを組むと逆に増えてしまう。2次廃棄物が増えてしまう。こういうことになるのです。

ですから、大事なことは、さっきの分離の系統で漏れを減らす、2次廃棄物に移行しないようなケミカルプロセスをできるだけ採らないとダメと。これが、条件になってくるのです。だから、それが保証できないもので、やたら、面倒なものをたくさん回していると、却って、2次系に漏れるので、それだったら最初から、全部、地層処分した方がいいっていう、そういう本末転倒の議論になります。

ですから、まさにおっしゃるように、その閉じ込め系の設計にかかっているんです。それが非常に重要なこと。

それから、さっきのヨウ素の話は別として、これは、今のADSで余計な原子核ができてくるというのは、あんまり、無いと思ってください。本当は、一部、キリウムの重い物とか、248とか、245とかです、ちょっと、変なものができるんですが、それは、全体の毒性関係からいえば、ほとんど無視できる話なので、今のADSで見ると、放射性核種として、けたたましく余計なものが、余計にできるという感覚ではないです。むしろ、減らしていく方があるということです。

ですから、2次廃棄物への移行を抑えるということが、ものすごく大事なことです。それから、さっき、いったように、高速中性子です。鉛ビスマスとか、ナトリウムとか、高速中性子の体系で、これを持っていくことが、やっぱり、ものすごく大事です。熱中性子が増えてくると、さっきいったように、余計な半減期の長いものができてくる可能性があるのですが、そこがものすごく大事だということは、非常に大事なところかと思えます。

ご質問は以上でしたでしょうか。

(興委員)

申し忘れました。山名先生のご発言の中に、静岡県で、今日の説明を前向きに評価して下さって、それを行う場としては、この場だろうと思いますが、何を静岡県の取組みで期待されるのか、その辺り、ちょっと、ご説明頂けますか。

(山名委員)

それは、何を期待されるかって。まず、この場を与えられたことだけで大いに嬉しい。

なぜならば、私は昔、動燃事業団っていうところにいたのです。その頃、僕はこういうリサイクル的な発想を、もっと前向きに捉えるべきだといってきたら、コテンパンに嫌われたのです。地層処分があるのだから余計なことというなという感じだったのです。それが、今や、静岡県という地元ですら、バックエンドというものを真剣に、いろんなオプションを考えようという勉強会を設けておられるわけですから、少なくとも、そういう取組に目を向けていただいているということ自体で、もう、感謝感激。

だから、やっぱり、大事なことは、こういう議論を続けていくということです。評価していただくというのは、やっぱり、バックエンドに対するいろんなオプションを前向きに考えて、トリウムのことなんかも、知事、やられたわけです。それも、1つのいろんなオプションがあるものを、ちゃんと見ていきましょうっていうアプローチですから、そういうアプローチを取るっていうこと自身を、私は感謝申し上げるということです。

このADSがいいかどうかという議論は、また、別な次の段階の話です。技術的な問題も、多々、あるので。だけど、やっぱり、多分、今日の中部電力の、この、あれにも基礎的なところに入っていくってことがあって、これ自身がいいかどうか議論はあるのですが、私は、ひとつの代替コンセプト。そのオルタナティブに常に思いを寄せながら、今、ある原子力を良くしようという姿勢っていうのは、やっぱり、評価したいと思うし。

それを、中部電力みたいな民間会社がやっているということは、やっぱり、評価したいと思います。そういう意味で、今日、与えられた機会は非常にありがたかったということをお申し上げました。

(有馬部会長)

ありがとうございました。

私は、最後に、ひとつ。もうひとつ、質問。

今、非常に国際的な問題は、ヨーロッパ、特にイギリスにある、日本が処理を頼んだプルトニウム。それがフランスにもあるわけです。あれも、ADSがうまくいけば燃やせますか。

(山名委員)

まず、ADSというのが実現できるまでに、あと何年もかかります。おそらく、常識的にいえば、さっきのMYRRHAが2020何年ですから、本当にそれをやろうとしたら30年とか、それぐらいの期間が要りますから、すぐこれに期待するというのは、むしろ、間違いだと思います。

今、国際的に問われているのは、45トン、海外にプルトニウムを持ってまして。

(有馬部会長)

それをどうする。

(山名委員)

これを一刻も早く処理しろといわれているわけです。

これは現実的にいえば、もう、プルサーマルで。

(有馬部会長)

やっぱり、モックス。

(山名委員)

軽水炉にまず入れて、核兵器に使えないプルトニウムに変えていくのが、おそらく、1番、現実的な解であるというように思います。

(有馬部会長)

分かりました。

大変、重要な問題、今日、ご議論いただきました。

ありがとうございました。

まだまだ、私自身も質問がたくさんあるし、私の不満もあって、大体、J-PARCを出発させる時に、私は、オメガ計画実現するのだからやろうって行ってハンコ押したのですよ、科学技術庁長官として。全然、やってくれなくて。それは、科学者としてニュートリノが出てきた方もいいのだけど、せつかくあそこまで持って行って、J-PARCでオメガ計画の一部を実行するというので、大変期待していたのですが、なかなかできなくて、やっと今回、少しのオプションになったことを喜んでいるということを申しましょう。

とにかく、時間がかかるので残念に思っておりますが、よろしくご努力を賜りたいと思います。

それでは、時間がちょうど17時20分になりましたので、ここで意見交換は終わらせていただきたいと思います。今日は、大変、実りのあるご議論を、いろいろ、いただいたことを感謝申し上げます。

山名先生、大変、ありがとうございます。

そうそうそう、佐藤さんに、1つだけ質問があったのだ。

大変、細かい、ガラス。加工ガラス。あれ、非常にいいのだけれど、値段どうなの。

(佐藤委員)

課題のところ、ちょっと、申し上げましたが、今、非常に値段が高いというのが、正直なところ。これを下げるために大量生産技術をなんとか検討したいと思います。

(有馬部会長)

ありがとうございます。

それでは、最後に、川勝知事さんから、ご発言をお願いいたしたいと思います。

どうぞ、よろしくをお願いします。

(川勝県知事)

山名先生、どうもありがとうございます。

やはり、マイナーアクチニドですか。こうしたものを分離して、そして長い寿命の核種を短い寿命の核種に変えていくという。これは、当然、バックエンドを考える時に考えるべき筋の話だというふうに思います。

それから、このADSですか。これも、J-PARCでやられるそうですが、これは、やっぱり、高速の中性子を飛ばして、そして、やっていくっていうことは必要不可欠なことではないかというふうに思います。たとえ、それが30年かかっても、です。それはやらんといかんのではないかと思います。

一方、その先生のとこなどのような、研究炉、これ、日本にたくさんあるのです。研究炉の廃棄をどうするのだという問題も、やはり、日本の、いわゆる、商業用の原発ではなくて、研究炉の廃棄につきましても、当然、寿命があるはずなので、今、そういうお話も出ておりましたので、これについても、やはり、ちょっと、問題提起をされたような形になりましたので、重要だと思いました。

そういうことのためにも、やはり、こういう有害な核種を、どのように、より有害でないものに変えていくかということについては考えざるを得ないと。そのバックエンドについて考えざるを得ないというふうに思った次第です。

それから、中部電力さんでございますけれども、中に研究所を設けていただきまして、この多孔質のガラスで、セシウムだとか、ストロンチウムを、1グラムに370平米ですか。それぐらいの表面積を持っているものがあって、それを吸着していく。そういう性質のものを作り上げたということは、これ、大変な明るいニュースであるというふうに思います。

これをどういうふうにして、価格のことがいわれましたけれど、当然、需要もあるはずですから、それとの関わりで、これを商品化していくということも、商業ベースに乗せてい

くという話も重要ではないかと思いました。

さらに、また、JAMSTEC とやって、20 キロの向こうの所からですから、時速、大体、早ければ、50 キロで津波が来ると。だけど、20 キロから 60 キロの間とすれば、1 時間弱の余裕を持って、津波の到達について警告ができるということなので、この 2 つの研究です。研究に値することを 1 年余りの間になさったということは、大変、ありがたいことだと存じました。

そして、初めて、この公募研究について、どなたがアドバイザー・コミッティとしてなさっておられるのかということをおかれて、これでよろしいですかという議論はなかったので、分かったかっていう話ですよ。

ですから、しかし、私は、おそらく、それに勝るとも劣らぬ先生方がここにいらっしゃいますので「ああ」とか「なるほど」とか、いろいろな感想を持たれたと思うのです。ですから、そういう感想を持ちうるだけの見識のある方でいらっしゃいますので、私は、そこ、重なっている先生がいらっしゃらないので、こちらでも、こういう紹介して下さっているの、何か別に決定権はなくても、これでどうですかということについての意見を聞く。そういう機会を設けていただきたいと思います。次回のその公募で選ばれたものにつきましては。

それから、その公募の額が、2 年間とはいえ、今までの 1 千万単位から 1 億になったわけですから、大変なご立派な姿勢であるというふうに思う次第であります。ただ、ここに書かれてあります「当社といたしましては、研究の取組み強化をはじめ、原子力安全に係る取組を継続して」と書かれております。ところが、例えば、特定テーマ。非常に大きな額が用意されているわけですが、その目的は「将来にわたって原子力発電を推進・利用していくために必要性の高い将来技術、新技術について」と書かれていますが、それと、これと違うじゃないですか。

ですから、私は、この特定テーマにつきましても、対象は、決して、刈羽だとか、あるいは、仙台のあれではなくて浜岡原発ですわね。差し当たっては、浜岡原子力発電所の推進、利用、廃棄など、安全性を高める将来技術、新技術について公募すると。差し当たっては浜岡原子力発電所に係わるということで、中部電力としては、そこで、その対象を限定することができる。ただし、それ以外のものに、例えば、山名先生がなっておられるようなものが、すぐに、浜岡とは関わらないかもしれないので、差し当たってはというふうな形で、浜岡原子力の発電所につきまして、利用、推進、廃棄も、当然、ここにも廃炉についてのことが入っておりますので、しかも、最後は、この安全ということでもありますから、廃棄をするにしても、これは、廃棄を決めれば安全ってありませんので、廃棄に係る安全。廃棄にする時に、同時に、ひよっとすると発電っていいですか。それがコストだけではなくて、ベネフィットを生む可能性もあり得るということで、それを書くこと、かえって、中部電力の真摯な姿勢を示すことになるのではないかというように思いました。

それから、特定テーマにつきまして、①にしたいとおっしゃいますけど、それについて、

残念ながら、先生方の方からは、中部電力のご姿勢を評価されるだけで、これでいいとか悪いとかいわれなかったのが、私は、是非、次回には、このテーマでいいかどうかとかについてのご意見もお聞きする機会を、是非、やりたいというふうに思っているところでございます。

いずれにせよ、山名先生、それから、中部電力、有馬先生ほか、今日は、こういうバックエンドについても、正面から対象にしたということ。

それから、私も、例えば、③の小型原子炉の開発ってあるでしょう。つまり、研究炉の場合には、全く、これ、小型も小型もいいところです。これ、全く商業ベースに乗らないと。しかし、ある程度の小型のところまでいって、かつ、商業ベースに乗り、かつ安全性が、これだとコントロールできると。制御可能な大きさっていうのが、研究炉の場合は確実に制御可能です。安全性を制御できるっていうことで研究でしょう。

しかし、ある程度、大きくなれば、効率が上がるということで、安全性を確保しつつ、しかし、ベネフィットもあるという、そういう適正な規模などもあると思いますので、何も100万キロとか、100数十万キロでなくても、かつて、1号機は50数万キロワットの大きさでしたし、原発の潜水艦などはもっと小さい規模で動いているわけですから、にも関わらず、それは、有効なエネルギー源であるわけです。

ですから、こういう研究と、その利用といいますか。こうしたもののバランスも、規模という言葉が出てきましたので、考える時期に来ているのではないかということで、私は、この特定公募の概要につきましても、もう一度、精査していただき、それから、また、公募についても、やはり、対象を明確にするということで、私は浜岡原発を、差し当たって、研究対象にされるということ自体について、中部電力がお金を出されるわけですから全く問題ないということだと存じます。

それに係る津波自身。あるいは、その冷却、あるいは、廃棄処分等々につきまして、研究を、ここでしていくということが、中部電力の会社としての格を上げていくことになるというふうに感じております。

どうもありがとうございました。

(有馬部会長)

今日は、どうもありがとうございました。

では、事務局にお願いいたします。

(事務局)

本日は長時間にわたりご審議をいただきまして、誠にありがとうございました。

今、お話がございましたとおり、次回の原子力経済性等検証専門部会は、知事の冒頭のお話にもございました中部電力の電気料金値上げについての検証等々を含めまして、1月16日に開催をしていきたいというふうに考えております。

専門部会の委員の先生方におかれましては、是非、ご出席をお願いしたいと思います。
また、原子力分科会につきましては、山本会長とご相談しながら、テーマ・日程等を決めて参りたいと考えております。

それでは、以上をもちまして閉会いたします。

本日は誠にありがとうございました。