

松江市・松江市議会合同学習会（第2回）

日時：平成21年1月29日（木）9：30～12：05

会場：第1常任委員会室

清水市長室長

おはようございます。それでは定刻になりましたのでプルサーマル計画に関する本日が第二回目ということでございます。松江市及び松江市議会合同学習会を開催をいたしたいと思っております。

開会にあたりまして、執行部と議会を代表いたしまして、市長がご挨拶を申し上げます。

松浦市長

おはようございます。議会と執行部の合同学習会を開催をいたしましたところ、大変皆様方、ご多用の中をご出席をいただきまして、ありがとうございます。

この中国電力のプルサーマル計画につきましては、今月の20日からいろいろな分野の専門家の先生をお招きをして安全審査の結果、質問事項の回答内容、耐震安全性の結果についてご意見を伺うということにしているところでございます。

その中で本日は第2回目として、山名先生と出光先生においでをいただいております。お二人の先生は、平成18年に開催をしましたプルサーマルのシンポジウムにもパネリストとしてご出席をいただきました先生方でございます。この学習会の講師をお願いをいたしましたところ、快くお引き受けをいただきましてご多用の中をご出席いただいた次第です。厚く御礼申し上げます。本日はどうぞよろしくお願いを申し上げる次第でございます。

清水市長室長

ありがとうございます。なお、市長公務のため、途中で中座をさせていただきますのでよろしくお願いいたします。それでは引き続きまして、本日、ご出席をいただきました講師の先生をご紹介します。

まず、山名元先生からご紹介をさせていただきます。山名先生は東北大学大学院工学研究科博士課程を修了され、工学博士学位を取得をされております。旧動力炉・核燃料開発事業団東海事業所を経て、現在は京都大学原子炉実験所教授をされております。ご専門はアクチニド化学、再処理化学工学、核燃料サイクル工学でございます。内閣府原子力安全委員会・核燃料安全専門審査会委員、経済産

業省資源エネルギー庁電気事業分科会原子力部会委員、核燃料サイクル技術検討小委員会委員などを務めておられます。昨年、『間違いだらけの原子力・再処理問題』を出版され、安定した原子力利用体系の確立を提唱をしておられます。

続きまして、出光一哉先生をご紹介します。出光先生は九州大学大学院工学研究科応用原子核工学専攻を修了され、工学博士学位を取得をされております。旧動力炉・核燃料開発事業団東海事業所を経て、現在は九州大学大学院教授をされております。ご専門は、放射性廃棄物処理・処分、核燃料開発でございます。日本原子力学会バックエンド部会長、資源エネルギー庁「放射性廃棄物共通技術調査」技術評価検討会委員、佐賀県環境放射能技術会議委員などを務めておられます。共著に『原子炉崩壊熱とその推奨値』がございます。以上でございます。よろしくお願い申し上げます。

それでは、本日の会議の進め方でございますが、まず、プルサーマルの安全審査結果および質問事項等の回答について、先に出光先生からでございます。出光先生および山名先生からご意見をいただきます。概ね 40 分ずつお話しをいただきたいと思います。合わせて 80 分を予定をしております。先生からのご説明が終わりまして、概ね 11 時ごろから 1 時間程度ご質問いただき、先生方にご回答をいただくという形で進めさせていただきたいと思います。それでは、先生方よろしくお願い申し上げます。

出光講師

それでは、ご紹介をいただきましてありがとうございます。九州大学の出光でございます。ちょっと座らせてやらせていただきます。お手元のところにスライドのコピーがあるかと思いますので、これに従いまして進めていきたいと思っております。

最初の 2 枚です。これは 2 年前に来たときにもお話し申し上げましたが、プルトリウム利用につきましては、軽水炉でのプルトリウム利用につきましては、『1 / 3 MOX 報告書』と呼ばれているものがあります。『発電用軽水型原子炉施設に用いられる混合酸化物燃料について』という、長い名前ですが、『1 / 3 MOX 報告書』と略称で呼んでおります。

ここら辺、以前ご説明されて皆さんもご承知だと思いますが、プルトリウム含有率『1 / 3 MOX 報告書』ではペレット、小さなペレットですが、ペレットの最大値で約 13%。島根ではこれを約 10%と計画されているようです。

それから、核分裂性のプルトリウム富化度というのがあります。これもペレット最大で 3 分の 1 MOX 報告書で 8%、これは島根では約 6%にするということになっております。

あと、炉心装荷率、それから最高燃焼度等がこのようになっております。詳細につきましては、後ほどもう少し詳しくやります。

それと『1 / 3 MOX 報告書』には留意点というのがございまして、ペレットの融点、熱伝導度が低下する、それからクリープ速度が増加する、ガスの発生が高めであると、それからプルトニウム含有率の不均一が生じる可能性があるということでございます。全部を説明していきますと時間がかかりますので、今回、先ほど赤字で示しましたところを中心に説明していきたいと思います。

本日、私の説明します主要論点、この 6 項目ですが、概ね上の 4 項目を重点的に説明したいと思います。

まず、プルトニウムの富化度、それから制御棒の安全裕度、これはペアになっております。それからプルトニウムスポットについても、これは一応まとまった形になっておりますので、ここを重点的に説明させていただきます。それと、海外での実績について、幾つか質問事項も出ているようですので、もう少しここも詳しくやっていきたいと思います。それから、あとは使用済み MOX 燃料について、あるいは最終処分についてという質問が出たかと思いますが、これにつきましては時間が許す限りご説明したいと思います。

ということで、最初のプルトニウム富化度等につきまして、ご説明いたしますが、少し専門的な話になりますので、できるだけ分かり易くとはと思ってスライドを用意してまいりましたが、もしわかりにくいことがありましたら、質問のところでおっしゃっていただければと思います。

まず、言葉の定義からですが、プルトニウム含有率、それから核分裂性プルトニウム富化度、先ほどの『1 / 3 MOX 報告書』に出ておりましたが、再度ちょっとおさらいをさせていただきます。

プルトニウム含有率といいますのは、ウランとプルトニウム、燃料に入っておりますウランとプルトニウムの全重量、これを分母にいたしまして、その中でプルトニウムの重量、これを割ってやる。つまりプルトニウムが全体のどれぐらい入っているかということになります。

核分裂性プルトニウム富化度といいますのは、このプルトニウムの中で核分裂しやすいもの、しにくいものがございます。そのうちの核分裂しやすいプルトニウムの割合、これを示したのが核分裂性プルトニウム富化度と呼ばれております。

核分裂性プルトニウムと呼ばれますものは、原子核の重さで区別しておりますが、核分裂しやすいもの、これがプルトニウムの 239 と 241 になります。奇数番号が核分裂しやすいということです。

それから、非核分裂性プルトニウムというのもございまして、プルトニウム 240、242 というのがございます。これは偶数になります。

す。これはウランも同じなんですけれども、ウランは核分裂しやすいものが 235、核分裂しにくいものが 238。これも奇数が核分裂しやすく、偶数が核分裂しにくいと、そういう性質を持っております。これらにつきまして、もう少し詳しく説明していきたいと思えます。

ここは忘れていただいてもいいんですが、核分裂のしやすさ、しにくさというのを核分裂断面積という言葉でやっております。断面積といいますのは面積なんですけれども、核分裂のしやすさを表します。ここに数字を並べておりますが、少しマンガで説明をしたいと思えます。

ウラン 235、表では 680 という数字が書いてあります。これが中性子を吸収する確率だと思ってください。単位は非常に小さい数字なんですけれども、もともとが非常に小さい数字なので 680 という形になっておりますが、数字そのものは無視していただいて、あとで絵のほうで説明いたします。680 のうち核分裂をするのは 577 になります。

今、横に絵を出しておりますが、ここに赤い丸と青い縁取りがされていると思えます。今、面積比をこのまま表しております、ちょっと想像していただいて、ここに中性子が入ってくると思ってください。核分裂というのは中性子が入ってウランなりプルトニウムなりが中性子を吸収して核分裂を行います。今、画面に向かって中性子が飛んできてると思ってください。真っ白い部分、そこは通り抜けていきます。後ろに行きます。赤い部分に入ると核分裂をすると思ってください。今、簡単のため、赤いところに入ると核分裂をして新たに中性子が 2 個出て行くと、そう思ってください。それから青い縁取りのところに入ったらそこで中性子が吸収されて後ろには通り抜けていかないと、そういうふうに思ってください。これがウラン 235 です。それからウラン 238、これが非常にちっちゃくなりまして数字が小さいのがわかると思えますが、吸収が 3 で核分裂が 0.0005 と。ちっちゃすぎるので 10 個まとめて書いてありますが、横に青いポチポチが出てきました。これがウラン 238 の断面積になります。ですから、これ、中性子から見たときに、1 個 1 個の丸が、ウラン 235 が中性子から見てどう見えるか。ウラン 238 が中性子から見てどう見えるかということです。ですから、中性子がこの画面に向かって走って行った時にどこでぶつかるかということを表しております。

これ核分裂の連鎖反応で考えていきますと、中性子が流れていきまして、赤いところに当たると 2 個になる。青いところにあたると吸収されて先に進めないと。ちょうど臨界というのは、わかりやすく言いますと、この青い面積と赤い面積が同じになったときが、ち

ようど臨界です。青いところが増えれば全体的にだんだん青いところで吸収されて通り抜けられなくなります。赤いところに入ると2倍になりますけれど、青いのが多ければどんどん減っていくわけですね。これを未臨界状態というふうに理解していただければと思います。赤いところが多ければだんだん中性子の数が増えていくということがお分かりになるかと思います。赤いところと青いところの面積、これが今、簡単に言うと、1対1ぐらいに同じぐらいになれば臨界で、青が多ければ未臨界、中性子がどんどん減っていく。ブレーキがかかる状態。それから、赤が増えれば加速している状態。中性子がどんどん増えていく状態。臨界超過と、超臨界と呼ばれることになります。そういうふうに理解してください。

プルトニウムがどうなるかという話ですが、これ、プルトニウム239、赤い部分が増えます。ウラン235に比べて赤い部分が増えますので核分裂しやすいというふうになります。同時に縁取りの青い部分も増えてまいります。それから、ウラン240、これは核分裂しにくいということですが、こういうふうに青で大きくなります。こちらはどちらかというとブレーキ側になります。但し、プルトニウム240、中性子を吸収しますと、プルトニウム241になりまして、先ほどよりも赤い部分が大きくなります。これがまたさらに、その縁取りの青い部分で中性子を吸収しますと、これはまた中性子を吸収する物質、プルトニウムの242になると。こういう具合に進んでいきます。プルトニウムが中性子を吸収して核分裂しなければ次の順番、239は240へ、240は241へ、核分裂しなければこういうふうにだんだん重くなっていきます。

それから、こういう燃料をいろいろ組み合わせてつくっていくわけですが、止めるときにどうするかということで、制御棒というのを入れられますが、そのときにホウ素だとかカドミウム、そういったものが使われます。それがどのぐらいのものかと言いますと、1個当たりでホウ素がこのぐらいになります。それから、カドミウムがこんな大きさになります。ですから、燃料が入っていて運転しているときに、止めたいというときはホウ素かカドミウムを入れてやると、この青い部分の面積が増えますので中性子がどんどん減っていくということになります。

あと、もう一点、プルトニウムの241ですが、これは割りと半減期が短くて、半減期が14年ぐらいなんです、アメリカシウムの241というのに変わっていきます。これがアメリカシウムの241の断面積なんです、中性子を吸収する物質に変わっていくということで、プルトニウムの241は時間が経つとだんだん、核分裂する物質だったのが中性子を吸収する側に変わっていき、こういう性質も持っております。おさらいしますと、赤い部分が多ければ臨界超過にな

ってエネルギーを出す能力が高くなると。それから、青い部分が増えればまとめる側の作用になるということです。

それから、次に、核分裂の連鎖反応、燃料を原子炉に入れて使っていくということですが、今ちょっと四角く書いておりますが、これは集合体の中の先ほどの赤と青の面積比だと思ってください。ウランの 235 と 238 が入っていて、こんな割合で入っていると思ってください。原子核以外に全体にちょっと青くハッチングを入れておりますが、これは水とかが入っております。それから、被覆管も入っておりますして、これらも実は中性子を吸収いたします。当然、水とか被覆管、金属ですが、これは核分裂いたしませんので、吸収するだけということになっていきます。これが青が多くなれば、もうこれは燃料にならないですね。燃料自身が臨界にする能力がないということになります。実は、天然ウラン、ウラン 235 は 0.7% ぐらいしか入っていないんですが、これだけで原子炉をつくりますと、燃料をつくりますと、今の原子炉では臨界にすることができません。それで、今の原子炉ではこのウラン 235 を濃縮して使っているわけです。平均濃縮で 3%。BWR で平均濃度 3% ぐらいで使うとするとこんな割合になりまして、赤い部分の面積がこのぐらい増えないと燃料としては使えないということになります。

MOX 燃料ですが、これは今、島根で計画されているものでは平均の濃縮度でウランの 3% 相当ということです。面積比的に少し赤が増えてるように見えますが、青い部分も増えてまいります。これで比で決まってまいりますので、この場合はさほど大きくはないというふうに見えるかと思います。これは原子炉の中に入れていきますと、だんだん核分裂をして先ほどの赤い部分が減ってまいります。

その様子をちょっとマンガにしていますが、上がウラン燃料の場合、下が MOX 燃料の場合という形で見ていただければと思います。少し使っていくと、核分裂をして減っていくわけです。水色の部分がもともとあったところ、燃料があったのが核分裂しやすい物質が核分裂をして別のものになると。変わりますと、これは中性子を吸収する物質になることがあります。ちょっと水色で書いておりますが、それは何になるかによって変わっていきますので水色にしておりますが、こういう形でだんだん赤い部分が減ってまいります。燃料末期になりますと、取り出し燃料ぐらいになっていきますと核分裂する物質がずい分減ってくると。実はこの段階になりますと、この燃料を寄せ集めても原子炉を臨界にすることができなくなります。だんだん燃料の核分裂する物質が減ってまいりますので、能力的に落ちてくるということになります。古い燃料だけでは臨界維持が困難ですと。

やっとな話、濃縮度の決め方といいますか、プルトニウムの富化度

の決め方になるんです。これはちょっと PWR の例で持ってまいりますが、PWR のほうがより濃度が高いほうで使いますけれども、そのときの濃度の決め方の絵を表したものです。今ここに絵がありますが、縦軸、これは先ほどの赤い部分、青い部分の面積比だと思ってください。ちょうど 1 のところ、ここを超えれば臨界にできます。1 を下回ると臨界にならないということです。

この青い線、これはウラン燃料を、PWR の場合ですが、青い燃料、一番最初、新品の燃料を入れますと、このぐらいのところにあります。1.2 から 1.3 のところにあります。元気がいいので臨界にしやすいわけですね。これ、だんだん使っていきます。横軸が燃焼度になっておりまして、だんだん使っていくと核分裂性のものが減っていきますと、だんだん下がってまいります。30000 を少し超えた辺りで 1 を下回ってきますので、こういった古い燃料だけでは原子炉を臨界にすることができなくなります。

今のウラン燃料を使っている場合、これは新しい燃料、中くらいの燃料、古い燃料と、大体 3 回あるいは 4 回で入れ替えながら使っていくと。ですから、古い燃料だけでは臨界維持ができませんので、新しい燃料を足して全体的には PWR の場合はここです。集合体平均で約 4.1%、1 をちょっと超えるぐらい。BWR の場合は 3.7% だったと思いますが、同じぐらいなところに設定をされております。これがウラン燃料の場合。こういうふうに減ってくるということなんです。

プルトニウムを入れた MOX 燃料の場合です。MOX 燃料は中性子を吸収して核分裂しやすいというのがありますが、中性子を吸収しやすいということもあります。それから中性子を吸収してどんどん重さが重くなっていくとまた核分裂しやすい物質に変わったりというのがありますので、この減り方が、この青い線がウランですが、緑の線、プルトニウムの場合は減り方が少ない、そういう性質があります。

これで全体を入れ替えながら使うときに PWR の場合は全体の集合体平均、これをウランのときの炉心の 4.1% に合うように、こういう線のところに持ってくる。ここの初期の 1.1 をちょっと超えている部分、ここがプルトニウムを入れるときの初期装荷用の燃料のプルトニウムの濃度の決め方ということになります。

BWR の場合、島根の場合等ですが、平均が 3.7% 相当になるように入れるということで PWR に比べまして BWR に入れるプルトニウムの富化度、それからプルトニウム含有率と核分裂性プルトニウム富化度、この割合は PWR より少し低めになっているということがあります。このようにして、最初に入れるプルトニウムの量を決めるということでございます。

それから PWR、BWR、今回の場合は BWR ですが、ウラン、プルトニウム MOX 燃料に関わらず、割とへりのほうで同じ、もし、組成のものを入れて、へりのほうで出力が高くなるということがございます。というのは、これは全体、燃料が詰まっておりますと、中性子が外から入ってきますと外側のほうでだんだん使われていって内側のほう、中性子が減ってまいります。現在の BWR 燃料では真ん中にウォーターロッドというのが入っておりますして、ここでまた中性子を少し増やしてやる。熱中性子と呼ばれるものですね。これを増やしてやるということで燃料全体の中性子の数があまり変化がないようにという仕組みがとられておりますが、それでもへりのほうで少し高めのところが出てまいりますので、集合体の中ではへりの部分は濃度を低めにというふうにつくられております。

ちょっと、この図では字がちっちゃくて見にくいですが、これは以前に中国電力さんの資料にあったものと同じですが、その説明を再度しているところです。こういうふうに燃料の中で、集合体の中で燃料の富化度あるいは含有率、そういうのを変えることによってこの集合体全体で平均的にエネルギーがでるようにすると、そういう仕組みがとられております。

それから、ここに、ちょっとちょん切れで書いてあります。この十字の切れてる部分、ここが制御棒になります。集合体 4 体に 1 つずつの割合で、こういうふうに十字形の制御棒が入ってくる。こういう仕組みになっております。

仕様ですけれども、先ほども何度もご説明いたしましたが、最高燃焼度につきましてはウラン燃料が 55000MW に対しまして、MOX 燃料は 40000 にして設定してあります。ちょっと低めに設定をしています。

それから、平均燃焼度、ウラン燃料は 3.7 ですが、MOX 燃料は 3.0 重量パーセント相当。それから燃料形式がウラン燃料は 9×9 で、MOX 燃料は 8×8 。ということで、本数的にはウラン燃料が 72 から 74 本ですが、MOX 燃料は 60 本と。このうち、MOX 燃料が入る燃料棒は 60 本中の 48 本ということになっております。

それから有効長が、燃料、大体 4m ぐらいあるんですが、ウラン燃料 3.7m になりますが、MOX 燃料は 3.6m と少し、10cm ほど短くなっておりまして、その分、議論にも出ておったと思いますが、ガスの放出分の余裕をここで設けると。その分、プレナムと呼んでおりますが、ガスが入る体積を少し増やしております。

それから、ペレット密度といいまして、これ、ペレットを焼いたときの理論密度に対する割合なんですけど、少し低めに焼いております。ここでもガス貯めの部分を少し増やすという意味で、少し密度の低い燃料に焼くということをしております。

それから、次に原子炉の停止余裕というところになりますが、先ほど申し上げましたように、今度は炉全体の実効増倍係数と呼ばれるもので、これも1を超えますと臨界超過、ちょうど1のところは臨界です。それから1以下にしますと、これは未臨界ということです。定常運転時は1ちょうどにしまして同じエネルギーがずっと出ていくように、安定して使うということですが、立ち上げ時はこれを1を超えます。超臨界状態にしまして出力をだんだん上げていくと。止めるときは1を下回れば、これは減っていくということになります。ですから、1を下回れば、これは臨界になりません。

先ほどの赤い面積、青い面積でいきますと、青い面積が増えますので、中性子がどんどん減ってまいります。急速に減りますので、出力が上がっていかないわけですが、一応、止める設定としましては0.99ぐらい、ここまで下げなさいということになっております。さらに、それを、今の炉心では0.98ぐらいにするということが考えられているわけです。横軸が燃焼度になっておりますが、未臨界状態、停止する場合には、今ウラン燃料棒がありますが、ここに対してMOXが入った場合には大体0.98ぐらいということになっております。制御棒が入りますと、1に比べまして、わずかかと思われるかもしれませんが、これだけ差がありますと臨界にはなりません。もう、1を下回りますと、直ちに中性子が減っていきますので出力が下がってまいります。設定値が0.99ですから、ここまで行けば大丈夫ですが、さらに今の炉心の設計では、さらにそれよりも低いところに設定してあると。

よく、ウラン炉心に比べてMOX炉心が効きが悪くなっていくという話ですが、この点線部分と実線部分、この差のことをいわれているということですが、設計上は、もう0.99であれば十分であるということで、これよりも1に近づくということになりますと、それは設計上、よくないということですが、これも余裕を持ってつくられた数字ですが、それよりもさらに低くてその部分での変動だということで、これは十分に臨界を起こさない状態、つまり止めている状態というのを維持できると。これは非常に十分な量だというふうに考えております。

次の話に移らせていただきます。ちょっと時間がなくなってきましたが、プルトニウムスポットについて。粒があると危ないんじゃないかという話が出てたかと思います。ペレット内のプルトニウムスポット、これにつきましては設定がありまして400マイクロ以下、0.4ミリ以下にする。直径で0.4ミリ以下にするということが言われております。現在、スポットにつきまして、これも多分出てたと思うんですが、フランスでつくっております、MIMAS法、それからイギリスのSBR法で、それぞれで、最大、こういう200マイクロ

ン、0.2 ミリとか 0.1 ミリのスポットが見られたことがあるというのが報告されていたかと思います。伴さんでしたか、小林さんだか忘れましたが、何か、こちらの MIMAS の方が悪いとか、小林さんでしたか、ということをおっしゃっていたかと思いますが、これは、こういうのが見られたということで、後ほど説明をまたいたします。これだけではどっちがいいという判断にはならないということをおとで述べさせていただきます。

スポットがあった場合に何が悪いのかという話ですが、実を言いますと、0.4 ミリ以下の場合、スポット内の温度上昇というのは周りの燃料に比べまして数℃程度。融点とかでの話があったかと思いますが、これは数℃というのはほとんど誤差範囲内であります。あとで、また図を説明しますが、スポットがありましても、これは初期に消滅いたします。それから異常時の判断につきましても、これも出たかと思いますが、現在、原子力機構になっておりますが、NSRR という試験炉がありますが、そこでプルトニウム、プルトニウム酸化物だけを無理やり混ぜた試料をつくりまして、最大 1 ミリぐらい、こういうものを使った試験で影響がないということが調べられております。

製造方法、これはもう簡単に飛ばしますが、フランスのメロックス社がつくっている燃料のつくりかたですが、2 回混合をやります。ウランとプルトニウムの粉末を先ず混合しまして、ここは約 1 対 1 になっております。ですから、プルトニウムの酸化物の単体の粒ができるということはこの時点でまず防がれております。これをさらに、ウラン粉末と混ぜまして、所定のプルトニウム含有率にしていくということです。こういうふうに 2 段の混合になっております。それから、ペレットに押し固めまして、それを焼結して焼いて、表面を研磨して形を整えて被覆管に入れて燃料棒にして最終的には集合体に組み上げると、そういう工程であります。

それから、次が、これがイギリスの昔、BNFL といっておりましたが、今はセラフィードリミテッド社と名前が変わっておりますが、その燃料を混ぜるところの部分だけを表した図ですが、アトライタミルという羽がありまして、これで粉末をぐるぐる強制的にかき混ぜて、このときの力で粉末を細かく押して、それから混ぜていくと、そういう方式をとっておりますが。あとの工程は同じで、燃料の組成調整をして圧密して焼いて形を整えると、あとの工程は同じです。

プルトニウムスポットにつきまして、ちょっと大雑把な絵を描いてますが、二段混合、MIMAS では先ほど言いましたように、2 回に分けて混合して、SBR 法では 1 回だけでアトライタミルでやると。プルトニウムスポットにつきましては 214 ミクロンというのが見つ

けられたと。それから SBR では 100 ミクロンぐらい、0.1 ミリぐらいであったということですが、両方とも 400 ミクロン、0.4 ミリは十分満足しております。

それから、もっと詳細な図は前に国の方から出ていたということですが、追加情報、そこでの説明があったかもしれませんが、追加情報をいたしますと、プルトニウムスポットについて、こういうふうに顕微鏡写真等で見つけることもできますし、 α オートラジオグラフという方法を用いまして、この黒い部分、これがプルトニウムスポットになるわけですが、スポットがありますよというのを調べることができます。これは大体 100 ミクロンぐらい、100 ミクロンよりちょっとちっちゃいぐらいのスポットになりますが、こういうものがばらばらと入っているということです。

フランス、先ほど 200 ミクロンぐらい大きいのがあったという話ですが、あれは実は、昔の製法で、今は製法が変わっております。途中にふるい工程というのが入りまして、一つふるいにかけて、より細かい粒、それを使うように肯定が変わっております。昔の方法ですと、30 ミクロン以上、0.03 ミリ以上がプルトニウムの入っている粉末が 25% あったんですが、それが 10% 以下に減っているということで、フランスの方の製法をさらに変えております。

それから、プルトニウムスポット、先ほど消滅していきますよという話をしたかと思いますが、燃焼度が 20000 ぐらいになったときのプルトニウムスポットがどうなったのかという照射後試験というのがありまして、その試験結果です。燃料の中の外周部、それから中心の温度が高い分、それぞれのところにスポットがあったと思われるところですね。そのこの部分の写真、ここは写真になっております。

この中の元素分析をした図が下にずっと書いてあるんですが、プルトニウムがこういうふうに、まだここにプルトニウムがたくさん入っておりますが、これはもともと、ここに大きな粒があったと思われてます。ちょっと目盛りが見にくいかもしれませんが。これは大体 100 ミクロン、0.1 ミリぐらいですね。ちょうど、この丸ぐらいが 0.1 ミリぐらいになります。温度の低いところで、こういうふうに細かい粒々になってしまっておりまして、もともと大きかった粒ですが、使われていきますと、こういうふうに粒々、もっとちっちゃくなっていきます。それから中ぐらいの温度、それから温度の高いところというところで、温度の高いところはもう少しこちらの粒よりは大きめの粒になりますが、元の粒に比べれば十分、ちっちゃくなってしまっております。特に、こういうふうになったからといって、燃料の性能に大きな影響を与えるものではありません。というか、まったく性能には影響を与えません。

そのときに、ガスがどういうふうになっていたかというところで、大体、ちょっとここに線を引いてないんですが、中に残っております。ここのこの部分にガスが残っておりますが、高温部分につきましてはガスが少し抜けていくということがあります。これは、ただ、プルトニウムが入っている MOX 燃料だからということではなく、ウラン燃料でも同様に高温部分ではガスが抜けてまいります。

ちょっと関係ないかもしれませんが、ここ、セシウムという化合物があります。これは揮発性なんですけれども、揮発性のセシウムはやはり温度が高いところで抜けていくと、そういう現象もわかっております。燃焼によりまして、プルトニウムスポットというのはだんだん分解されていくということがわかっております。特に、燃料の性能に影響を与えるものではないということです。

詳しく説明するのは省きますが、NSRR で、これは定常時ではなくて事故時にどういう挙動を与えるかという試験がやられております。ここで一番大きなスポット、ここに、お手持ちの資料で見えるかもしれません。この被覆管のへりの部分に結構大きな粒がつけられておりまして、ここの真ん中にぽこっと黒い目玉のような穴が空いておりますが、ここの部分、実はプルトニウムの塊です。プルトニウム酸化物そのものの粒が被覆管に接する形で無理やりにつくられた試料ですね。一番燃料を壊しやすい条件でつくられております。

それで、急激な負荷上昇、中性子が急激に増えると。出力が急激に増えるという試験をやっております、これ見ていただきますと、この目玉の部分というのは、実は燃料が熔融しております。融かしているわけですね。こういう溶けるような、部分的に燃料が融けるような、急激な試験をやっておりますが、被覆管には影響を与えていないと、こういう結果が得られております。これは、事故時で、どういうふうな挙動をするかということでやられたものですが、このような 1 ミリぐらいのものがあって、急激に、事故時のように急激な変化があっても、この被覆管は大丈夫であったという例の一つになっております。

時間がなくなってきましたので、実績のほうにいりますが、これは 2 年前に示しました各国の実績です。2004 年末で 4700 体ぐらいでした。今、どうなってるかと言いますと、2007 年の末でこれが合計が 6018 体が増えております。赤字で示しております、こちらの、お手元は白黒でわからないかもしれませんが、上から 5 つ目まで、ここまで増えております。現在、プルサーマルを使っているのは、この上の 5 つの国、フランス、ドイツ、ベルギー、スイスです。

フランスは毎年 200 体ずつぐらい使っていきます。それから、ドイツも 100 体ずつぐらいは増えていっている状況にあります。それから、ベルギー、スイス、それぞれが少しずつ。それから、最近、

また復活したということで、アメリカが増えております。アメリカは今 1 基でやっております。

どういう具合にやっているかというところですが、ヨーロッパ、地図になってますが、ここはフランスです。こちらがドイツ。それからスイスとベルギーというところになっておりまして、現在、動いているのがフランスで 20 基、それからドイツで 10 基、スイスで 3 基、ベルギーで 2 基、ここで、現在 35 基でプルトニウム MOX 燃料が使われております。

それと、ここはアメリカですが、アメリカのデュークパワーというところで、2 年ほど前から始まりました。ここの燃料はちょっと異色の燃料です。ここで使われているプルトニウムはもともとは爆弾だったプルトニウムです。これは解体核で出てきましたプルトニウムをアメリカがフランスに頼んで燃料に加工してもらって、それをこちらで燃料にしていると。ですから、爆弾をエネルギー源、平和利用に変えているという、一つのエポック的な燃料になっております。

今までの実績ということとは、これは島根で使っているもの数十年分、100 年以上と言ってもいいかもしれません。それぐらいの実績がございます。ちょっと、フランスの話ですが、フランスは今、高速炉を入れますと 59 基ですが、軽水炉でいきますと 58 基あります。フランスの EDF に聞きましたところ、2007 年の原子力の発電比率 88%。2006 年 78% というのが国の資料等であったかと思いますが、EDF に聞きましたところ、88% ぐらいだという話をしておりました。

このせいと言えますか、驚異的な炭酸ガス放出の低さを示しておりまして、kWh 当たりで EDF、フランス電力では 40g です。日本の平均は 1kWh で 400g 出ます。実を言いますと、石炭を燃やしますと、1kWh で 1000g 出てきますが、ほんのちょっとでも、つまり 10% でも石炭を使えば、すでに 100g になるんですが、フランスは 40g しか出さないと。二酸化炭素を出していませんっていうのを強調しておりました。

この 58 基の原子炉のうちの 20 基でプルサーマルを実施しております。ここ、今、赤枠で示しております。この 20 基で実施しております。これはいずれも 90 万 kW 級の原子炉でやっております。フランスにはそれ以外に 130 万 kW、150 万 kW という原子炉があるんですが、規格化のためにフランスでは全部 90 万 kW で燃料を使用しております。追加ライセンスを実は取っておりまして、上のほう、今ちょっと青く枠をくくりましたが、Gravelines 5, 6 号、これが 2007 年の 11 月 3 日にもうライセンスが出ております。ですから、今 20 基で運転しておりますが、22 基ライセンスがあります。

それから、この下の方に Le Blayais というところがあります。こ

こは 3,4 号。これは実は上の Gravelines 5,6 号と同時に出してたんですが、ちょっと遅れました。遅れた理由は境界地域になんか湿原があって、そこに渡り鳥か何かが来るのがわかって、それについて再評価しなさいというふうになったということで、プルサーマルの安全性と全く関係ないところで遅れているということで、これも 2009 年にライセンスを取る予定だというふうに言っております。

あと、もう一点。出力の低いところでしかやっていないという話ですが、実は今、上のほう、Flamanville というところに EPR という、出力 160 万 kW の新型の炉を建設中で、こちらのフル MOX、つまり全部 MOX 燃料で発電ができるということですが、こういうのを今建設をしております。ここにも将来的には MOX 燃料を入れる予定であるというふうにフランスは言っております。

世界の実績、これはもう飛ばしますが、BWR のグンドレミンゲンだけなのですが、残りは PWR です。これは、よく B のほうが少ないというふうにいわれますが、ある程度仕方がないのは、ヨーロッパは PWR が多いです。フランスは PWR しかありません。ですので、実績的に PWR が増えるのは致し方がないというところがあるかと思えます。それでもグンドレミンゲン、ドイツでやっておりますが、出力 130 万 kW のところで装荷率 26% で最高の燃焼度で 55000 までいっております。島根と比較してもらえばグンドレミンゲン 1 基でも結構な割合で使っているということがわかるかと思えます。もう 10 年以上前から、1996 年から装荷して実施しております。特に、トラブルは起こっておりません。

まとめのところは、ウラン資源の有効利用ということで、小林先生が何か 0.1% しか増えないとかいう話をされていたようですが、6 体、例えば、1 トンのウランですけれども、この使用済み燃料 6 体から新たに 1.4 本の MOX 燃料、それと 1.4 本の、もし回収したウランを用いれば 1.4 本の新しい燃料をつくることができるということです。ですから、これだけリサイクルしてこれだけの新たな追加の燃料をつくることができますということで理解していただければと思います。

時間がなくなってきました。この辺、少し飛ばしていきますが、再処理工場についていろいろあるかと思いますが、2010 年から第 2 再処理工場について検討を開始するというふうになっておりますが、これは将来的にどういうふうにしたらいいかというのは、今、これから検討するということです。

一つは再処理方法の高度化というのがあります。いろんな方法が発達してまいりました。今やられておりますピューレックス法以外にあるんじゃないかということでいろんな研究を盛り込むか盛り込まないかと、こういうところの検討が始まります。

もう 1 個は対象使用済み燃料をどうするかという話です。今の六ヶ所工場では、2025 年までに発生するウラン燃料、これを再処理するというので、そのうちの部分をやるというふうになっておりますが、さらに、軽水炉の使用済み燃料が残っておりますので、それもしなきゃいけません、新たに MOX 燃料、それから高速炉の燃料、こういったものが入ってきました、これらのところをどこまでを対象にするかというのを第 2 再処理工場で検討しなきゃいけない。進み具合に応じてどこまでを第 2 再処理工場で担うかということを決めていくということになります。

それから、高速炉の使用済み燃料につきましても酸化物燃料以外、この場合はプルトニウムは 30% ほど入っております。非常にプルサーマルに比べまして高い濃度でプルトニウムが入っております。それから金属燃料という高速炉のタイプも考えられておりまして、こういった燃料が出てくる可能性もあるということで、これについて 2010 年以降に検討するということになっているという状況です。ですから、今の段階で、どういう再処理にするかというのは技術の進み具合或いは方針の決め方によって変わってまいるということになるかと思えます。

ちょっとここは飛ばします。先ほど、残ったウランは使い道がないという話がありましたが、実は使い残しの回収ウランもウランの 235 が 1% 近く入っております。天然ウランは 0.7% ぐらいしか入っていないんですが、それに比べましても、濃度の高いウランの 235 の含有率になっているということです。

ちょっと、最終処分について時間がなくなってきましたので終わりますが、廃棄物の量にしましては、今、深さに応じまして濃度の高い、放射能の高いものは深いところに。少ないものは地表に近いところに捨てるというふうになっております。すでに六ヶ所村でコンクリートピットの処分が始まっているということはご承知だと思います。

アメリカのところで一点だけ強調させていただきますが、ユッカマウンテンの処分場という、あの使用済み燃料の処分場、今計画中ですが、この下に書いておりますが、前の政権、ちょっとオバマさんによってどうなるかというところがありますが、前の政権の方、DOE エネルギー省にしまして、環境省にしまして、再処理はしたほうが良いというふうになっております。再処理をすることによってこの処分容量というのは数倍に上げることができるんだということで DOE も、それから NRC のほうも、それから環境省のほうも、本当は再処理したほうが良いんだというふうになっておりました。ちょっと時間切れで中途半端になってしまいました。あとの残りの部分については質問のところで受けたいと思います。すみま

せん。時間、超過しました。これで終わります。

清水市長室長

ありがとうございました。それでは、引き続き、山名先生のほうからお願いをいたします。

山名講師

皆さん、おはようございます。1、2年前に一度伺ってお話をさせていただきましたが、また今日、少し補足的にお話をさせていただきたいと思います。

私のほうはお手元のほうに紙を配っております。補足的にこちらにスライドを映そうと思ってパソコンを用意しておりますので、係りの方、私のスライドを映していただければ幸いです。

今日は私は、まず私の紙に沿ってお話しいたしますが、ちょっと着席させていただきます。私の今日の意見陳述の立場は冒頭のところに書いてありますが、松江市長さんから国のほうに質問を出されてそれに対する回答が揃ったと。これは市長室のほうから送っていただきまして全部拝見いたしました。それについて、私は国の立場を代弁するような立場には全くございませんので、一個人として私はこれをどう考えるかということを見聞として、パーソナルオピニオンとして率直にお話をしようということで、皆様がこの質問に対する回答を理解される参考にしていただければと思うと、こう思っております。ですから、私は公的発言とかそんなものは全く持っておりません。私はこう思ってますよということをお伝えしたいと思います。

まず、じゃ、スライドを。映らないようですので、ちょっとそれをお任せをいたしまして、文章のほうで、まず資源エネルギー庁からの回答についてのお話をさせていただきます。核燃料サイクルの確立についてということがもっとも皆様方、懸念されていることだと思うんですが、簡単に言いますと、我が国はこれから福田ビジョンにしたがって、2020年に温暖化ガスを14%削減するという方向にいきます。それから非常に大きな省エネルギーの努力を行うことによって、それを達成していこうと考えている。そのときに、原子力というのはかなり大きな役割を担うことになるというふうに考えています。もし、スライドが映ったらそれでやろうと思ったんですが、少なくともそういうことです。そうしますと、原子力を長期に利用していかざるを得ない。これは再生可能エネルギーが今2030年で最大導入するという戦略を立ててますが、太陽光発電が5000万kW設備ぐらい入ってくる予定になってますが。それでも発電全体の中で再生可能エネルギーが担える部分は4%程度というふうに

見られておりまして、原子力がかなり担わなければならないということになります。

そうしますと、原子力を長期に使っていく場合に問題がありまして、燃料の流れを確保するということです。それは海外からウランを獲得してくること。それから、もう一つは使用済みの核燃料をきちんと管理するということです。

2 ページ目にいきまして、結局、そうやって長期に原子力をやっていくときに、その使用済み燃料の管理には2つのオプションしかありません。ほかに理想的なパーフェクトな解というのは存在しないということでありまして、2 ページ目の円のようにありますが、使用済み燃料をそのまま廃棄物として処分する方法、これを直接処分といいます。それも出てきた燃料をそのままそっくり金属の容器に封じ込めた上で、地層処分をするというものであります。

もう一つが、その使用済み燃料の中からプルトニウムというものだけを回収して、それは廃棄物にしないという手法をとるわけです。それが我が国が採ろうとしている再処理リサイクル路線、そしてプルトニウムという、燃料として使えるものは電源系統の中に閉じ込めて、使うときには使うと、増やすときには増やすという体系を採っていきこうと。つまり、分別処理というのがこの再処理リサイクル路線なわけです。

ちょっとここに、概要を書いてますが、まず原子力の全体像をご理解いただきたい。と言いますのは、この勉強会にすでにおいでになっている伴さんや小林さん、プルサーマルの反対意見をいろいろおっしゃっているのを何度も聞いておりますが、要は反原子力を主張されているということです。ただ、私は原子力がないと日本はやっていけないと思っております、ここにありますように我が国の基本的な方向性、エネルギー安全保障、それから国内低炭素、それからグローバル低炭素、3つあります。複合的な取り組み方策として省エネルギー、社会システム制度の改善、再生化のエネルギーの促進、その他の低炭素技術の導入、それからほかのエネルギー資源の確保、いろいろ努力していきますが、その中でも原子力というのはかなり大きな役割を担うと、こう考えているわけです。

それをやるときに、2つのオプションがある。1つは、今言ったように使用済み核燃料を全部廃棄物にするオプション。或いは、これを再処理して使えるプルトニウムだけは電源系統で利用していきこうという考え。それが当面はプルサーマルで、将来は高速増殖炉。そして放射性廃棄物はなるべく環境的速やかに地層処分をするという体系になっていくわけです。

簡単にいいまして、このオプションの選択というのは極めて難しいものでありまして、真ん中にピンクのところを書いてありますが、

例えば、ウラン資源がどういう見通しにあるか。或いは、毒性物質をどう提言していくか。経済性が許容範囲にあるか。社会的なリスクは受容範囲にあるか。国際情勢はどうか。いろんな判断があるわけですよ。

例えば、極端な例をいいますと、画期的なエネルギーが開発されました。何か、私たちの孫の時代が何かもの凄い発明をして、そうなりますと、この原子力自体も要らない可能性もありますし、再処理もしない可能性もあります。わかりません。

しかし、今の状況でほかのエネルギー源がない。そして、低炭素を目指していくという、しかもウラン資源の将来性がわからないというときに、我が国は使えるものは使いながら、捨てるべきものだけは早く捨てようという路線をとろうという考えでやっているわけですね。これが今の我が国の再処理の路線なんです。ですから、今後、状況を見ながら、常にこういうことは政策的に考えていくということになります。

但し、私たちは当面こっちを目指すという戦略をとっているというのが我が国の考え方なんです。これは先ほどお話ししました、今後の原子力ですけれど、簡単に言っておきますと、最大導入ケースという、もう非常に省エネルギーを進めるケースを我が国は目指すことになります。これは松江市辺りにとっても大変なインパクトがありますね。例えば、新築の家屋には全てソーラーパネルをつけますし、冷蔵庫も全部買い換えていただくというような、そんなスタイルになっていきますが、そのときに 2030 年に原子力が発電全体系の 49% になることになるだろうと、こう考えられております。

ということで、原子力は避けざる選択だと思ってまして、こういったように、火力、水力、原子力、再生化の、いろんな出力の安定性とか環境対応とか経済性とか、社会需要、こういうふうに採点してみますと、必ず丸バツがつくわけです。白馬の王子はいないと書いてありますが、孫達が白馬の王子を発明するまでは私たちはこういうものをうまく使っていくしかないわけです。ですから原子力を選んでいく。

そういうことで、そのときに、バックエンドについては先ほど言いましたような、全て廃棄物にするんじゃなくてプルトニウムというものをうまく使っていこうと。捨てるものだけ早く捨てていこうという路線をとろうという考え方をもっておりまして、その使えるものを使える発電所に戻すのがプルサーマルとういわけでありま。将来的にはこれは高速増殖炉でできれば一番効率がよくて技術者はとにかくそっちを目指すべきだということで今、全力を尽くしている。ただ、高速増殖炉については当面経済的にぼーんと入る状況にございません。2050 年ぐらいに何とか目指そうということで進

めているということで、プルサーマルをやっていこうと、こう考えているわけであります。

結局、繰り返しになりますが、発電所から出たものを全て廃棄物にするんじゃないくて、分別処理をして使えるものだけを発電体系の中で持っておこうと。捨てるものを早く地層処分をしようという路線を私たちは選んでいるということであります。

次に、皆様方の大きな懸念の一つに、一度使った使用済みの MOX 燃料が将来どうなるんだと。おそらく、この島根に、ずっと置いておかれるんじゃないかという懸念を持っておられる。国の回答をみますと、2010 年から政策的な審議を行いますと、こう書いてあります。国としては、おそらく、それしか言えないですね。だって、そこで審議することになってますから、今どうするとは言えないわけです。

ただ、私、常識的に考えてみますと、ここに絵を描いてますけれども、これは 1 年に 1000 トンずつ出ているわけです。このままだと、2060 年ぐらいで 80000 トンぐらいの燃料が出てくるわけです。六ヶ所再処理工場というのはこれから動きますが、40 年動いて 32000 トンの処理しかできないですね。ですから、その間、ほかに出てくるウラン燃料、それからこれから出てくる MOX 燃料の処理は今計画されている範囲の中ではまだ書かれていないわけです。ですから、六ヶ所再処理工場の次に何らかの再処理工場があるんじゃないかと、こう、普通の人は考えるわけですね。ただ、今言いましたように、そのことはこれから審議することになってますから、何とも言えない。

ただ、私は 2 ページの下のところを書いてますが、ちょっと読ませてもらいますけどね。「審議を待たねばなりません、考えられる選択肢は多くはないはずですよ」と。その白馬の王子はいないわけです。「発電所は、長期の使用済み燃料の貯蔵を行うことを目的とする場ではないので、使用済み MOX 燃料が発電所サイトに置き続けられることはありえませんか、なるべく早く次の再処理工場の建設を進めてそこで処理するか、使用済み燃料を中間貯蔵として保管した上で遅らせて処理をするのか、の二つに限られるのではないか」と思いますと。これが私の率直な想像ですね、ということになります。

もともと、発電所の立地、事業許可が下りているときに、島根 2 号炉の許可の時には、必ず使用済み燃料はいずれ適切に再処理することが条件につけられております。それを条件に許可をしているわけですね。ですから、ここに置いておかれることはないわけです。結局、その行き先が次の再処理工場か、全日本でどこかで、例えば中間貯蔵施設を受けるところがあれば、そこに持っていくか

の違いになるわけですよ。

それは、先ほど言いましたように、将来的なウランの価格状況とか、国際状況とかいろいろ見ながら、今後柔軟に考えていくと。つまり、この私が最初に示したピンクのところね。ウラン資源見通しとか、経済性とか、国際情勢、これを見ながら、要は将来的に判断していこうということになりますし、その最初の議論が2010年から始まる。こういうわけでありまして。少なくともそういう立場であるということをご理解いただきたいと思います。

それから、プルトニウムの利用計画と核不拡散、これはプルサーマルをやると、核不拡散が進むと、小林さんは前回のシンポジウムで発言されました。私は全く反対であると思っています。

と言いますのは、2つの理由がありますが、まずプルサーマルというのは今日本は使用済み燃料を7100トン、海外で再処理してもらってます。フランス、イギリス。そこで約35トンのプルトニウムが海外に保管されている。まず、これを使い切ってしまうことが大事なわけです。先ほど出光先生も同じことをおっしゃいました。ですから、今の島根のプルサーマルは中国電力がフランス、イギリスに委託再処理して出てきたプルトニウムが何トンかあるわけですよ。35トンのうちのごく微々たる量ですけど。何トンでしたかね、2トンとか3トンとか1トンとか、その程度のものですが、まず、それを消費していくということを目指す。これがプルサーマルです。

それから、六ヶ所再処理工場で今後出てくるプルトニウムは、出ればどんどん発電所に回して使っていくという流れをつくっていくということでありまして、言ってみれば、プルトニウムを消費しながら、当面やっていこうというのがプルサーマルの考え方です。

しかも、それを使うときにはIAEAの国際保障措置、査察を受けた上で日本は世界で最高の公開性を持ってるわけです。全ての情報をIAEAに見せておりまして、核兵器に日本が転用することはありませんというのを全て公開しているわけでありまして、この点については全く心配がないということでもあります。

因みに、ドイツは脱原子力政策というのを未だに残しております。残しておりますというのは、2000年にその政策を決めまして、原子力から撤退していくよと言いましたが、全く撤退はしていないんですけれども、使用済み燃料を海外再処理委託をしたわけです。すでに、フランスへ。プルトニウムを回収してますから、ドイツではそのプルトニウムをプルサーマルで使っている。出光先生のお話にありましたように、大量にプルサーマルを行っています。脱原子力政策を進めているドイツがプルサーマルをやっているというわけでありまして。

伴さんや小林さんは脱原子力政策を進めているドイツを見習えというんですが、プルサーマルに関しては日本では反対だとおっしゃっているから、日本のプルサーマルには反対のようですが、ドイツのプルサーマルにはお二方は賛成しておられるはずです。その辺がよくわからないところですが。

いずれにせよ、プルサーマルというのは、そういうふうに、プルトニウムを使っていくんだということでありまして、脱原子力をやっているドイツがやっているということはプルサーマルの安全上の話というのはドイツじゃないということの意味しているわけですね。出光さんのさっきの、設計にもありましたけれども。そういうことなわけですよ。

次に、回収ウランの利用、出光先生もおっしゃいましたけれども、これに対する質問に、資源エネルギー庁は答えてますが、これが、お手元に入ってませんけれど、新しい濃縮ウラン燃料に入っている、その核分裂を起こす力、厳密にはそうじゃないですが、燃料としての力が100の燃料を入れますと、それが燃えたあとの使用済み燃料にウラン235が20ぐらい燃え残っているんですね。それからプルトニウムというものが新たにできて、プルトニウムはつくられながらも燃えて電気をつくっているんですけれども、30ぐらい残るわけですよ。ですから、100のパワーの新燃料に対して、30足す20の50の力が残っているのは使用済み核燃料なんです。ですから、これは廃棄物じゃないと私たちは考えていて、これもどちらも、将来、我が国は使っているエネルギーの96%を全部世界から輸入している、世界最低の他人のふんどしで生きている国なんですけれども、そういう国がこういったものはやはり潜在的な資源として戦略的に使えるポテンシャルを残すべきだと、こう考えているわけです。

ですから、回収ウランに関しても、プルトニウムがまさに今のプルサーマルとして使っていくわけですね。回収ウランについてはこれが残ってますから、いずれ使えるようにとっておこうと、こういうわけです。何故、いずれ使えるかといったかと言うと、今は天然ウランという新しいウランを買ってきてつくっちゃうほうが、これを再利用するより安いんですよ。ですから、しゃにむに、これを再利用するよりもウランを買ってきてやるほうが電力代が上がらないということになりますから。

しかし、将来、このウランの価格が上がっていく可能性が非常に大きくあります。ここ10年でウランの価格は10倍に跳ね上がっています。それは中国とか他の国がウランの買い付け競争を始めているからです。そうしますと、こっちの価格が上がると、こっちを利用した方が安い可能性が当然出てくるわけですね。ですから、将来的にこれを使える可能性を残すというのが我が国の戦略です。です

から、回収ウランについては、ウラン価格の動向を見ながら将来的に判断していくということになるわけです。

それから、再処理プルサーマルを行うということは、その廃棄物のためでもある。これは出光先生もおっしゃったとおりですが、使用済み燃料をそのまま捨てると、こんな図体のかいもので、ウランもプルトニウムも全て廃棄物にすることになってしまいます。それに対して再処理すると、本来捨てるべき放射性廃棄物だけをガラス固化体に固めて、これだけを処分することになりますから、処分の大変さがかなり違ってくるというふうにすでに考えられているというわけで、実は再処理プルサーマルというのは廃棄物をきちんと管理するためにも極めて有効なわけです。

伴さんや小林さんは高速増殖炉とか、将来の資源性のことばかりを主張されますが、廃棄物としてはこういう効果があるわけです。もちろん、私、ここに、5 ページの上半分のところに書いてますが、再処理を行うと TRU 廃棄物というものが発生してきます。これが伴さんが主張している、増えるというのはその通りなんですが、TRU 廃棄物が増加するのはここに書いてありますように、私の試算だと、大体発電全体で出る量の 2 割増し程度になってきます。TRU 廃棄物というのは先ほどのガラス固化体と違って、かなり簡単に捨てれるものですから、あまり大きなコスト的にインパクトにはなりません。ですから、少々増えてもあまり問題がないわけです。

ですから、簡単に言うと、この両者の比較は、ちょうど真ん中のところに書いてありますが、「再処理を行えば、低レベル廃棄物が 2 割程度増加するが高放射性廃棄物の処分は楽である。直接処分では、低レベル廃棄物の発生はないが、高レベル放射性廃棄物の処分に課題が残る」と、こういう比較なんですね。どっちがいいかという話でして、私たちは高レベル廃棄物の処分の合理化というのは非常に大きなメリットだというふうに考えております。ですから、TRU 廃棄物が増えることはそんなに目くじらを立てる話じゃないというふうに思っております。

それから、これは世界的な原子力発電の傾向、お手元の資料だと白黒コピーになっちゃったんで、色がわからないので、これをもう一遍出しましたけれども、要は、茶色いところは新規原子力発電所の増設を計画している国です。青いところは既にあるところですね。ですから、世界中で今、原子力を増やす方向にいつているというのが一つの典型的な傾向です。それから、ドイツがプルサーマルを続けているということはそこに書いております。

それから 6 ページにいきますが、原子力安全保安院からの回答です。まず、何よりも、お手元の 6 ページの図を見てほしいんですが、伴さんや小林さんが安全余裕が下がるという言い方をいつもされる

わけなんです。出光先生の、さっきの未臨界のお話にもありましたね。一番大事なのは安全余裕というのがどの程度の影響かという、定量性の問題なんです。安全余裕が減ると、まるで一言で、まるでとんでもない危険な世界に入るような聞え方がしますが、そうではなくて、どの程度の話なのかという話なんです。

この6ページの図は、私なりの原子力の安全裕度の考え方を書いておりますが、定常時のレベルがあります。リスクだと思ってください、縦軸は。それが定常時にある程度変動するであろう。しかも異常があったら、この点線のところまで上がるだろうと、こう考えて、それを越えるところにある運転目標というのを設定するわけです。それ以上に上がらないように絶対運転するよという目標をついているわけです。さらに、その上に安全余裕2というのをにおいて、絶対ここを超えないという管理レベルというのを設けるわけです。実は、それ越えても問題はなくて、さらにその上に本当にだめになるところの上限レベルがある。これが安全余裕1と書いたところです。

簡単に言いますと、150キロメートル毎時で運転したら爆発する自動車があると考えてください。その150キロというのが一番上の線になります。絶対そこにはやりたくないから100キロまでは絶対上げないというレベル、100という死守する目標を設定している。それが2本目の線ですね。ところが、その100は実はもっと下のところで管理して運転上、50キロを絶対超えないことというルールを運転士さんに設定している。これが下の異常時何とかというところなんです。ところが、さらに、実際に運転するのは30キロぐらいで運転するわけです。そういう運転をしているわけですね。

このプルサーマルに関しては、今の例で言えば、30キロメートルで運転しているのが、30と同じぐらい、或いは30.5ぐらいな、それぐらいの線です。殆んど、今のウラン燃料の炉心の持っている状況を変えない程度にしか、MOX燃料を使わないという設計にしているわけです。ですから、ほとんど増えていないですね。多少は、30が31ぐらいに上がっているかもしれませんが、ただ、大きな安全裕度、150までの道のりというのはまだまだあるわけですから、安全裕度が減っているというよりは現状のレベルの範囲に抑えて設計しているといったほうがはるかに適切な表現なんです。

ですから、そこを定量的に議論する必要があるわけです。ですから、小林さんなんかは安全裕度が減るとおっしゃいますが、定量的に示して議論する必要があるということでもあります。

それから、次に保安院に地震のことを聞かれています。ここは次回に勉強会で専門家をお呼びになると聞いておりますので、その結果を待つべきだと私は地震については素人なんです。

ただ、素人見解で 6 ページの下から始まりますが、一般的に見て、プルサーマルは燃料の機械設計、これは構造や熱水力設計ですが、現行のウラン燃料と変わらないことから、MOX 装荷時の原子炉の動特性が現行のウラン炉心とあまり変わらないということですから、プルサーマル固有の問題としての耐震問題が存在するとは考えていません。つまり、耐震問題というのはプルサーマルの話じゃなくて原子力発電所全体の問題ですと、いうことを言っております。

それから、地震時においても、制御棒の挿入に問題がないというような実験も行われておりますから、特別問題が起こらないだろうと、こう考えているわけです。

柏崎刈羽で中越沖地震が襲いまして、私も 2 回ぐらい見に行ったんですが、それに応じて今、耐震のバックチェックが、今、島根発電所でずっと行われておりますから、その結果をまず待つ必要があると。ただ、一つの参考ですが、柏崎刈羽において想定していた基準地震動を超えた地震力に対して、原子炉が全て問題なく停止し、主だった損傷や問題が発生しなかったということを挙げるができます。

これは 2 つの問題があって地震動の想定が誤っていたということの意味しますね。想定していた以上の地震が新潟で来ましたので、ですから、地震動の想定には極めて慎重であるべきという一つの大きな教訓を得られております。

しかし、その想定を越えた地震がきても柏崎の発電所は何一つ、原子炉の本体部分には何一つ問題はありませんでした。原子炉と関係ないところで変圧器が燃えて煙が出たり、そういうことが起こってますが、つまり、これは先ほど私が言いました安全裕度がいかに大きいかということですね。如実に示している例なわけです。

ですから、原子力発電所というのは、耐震に関して、6 ページの安全余裕のところの絵で、どの辺にあるのか私もよくわかりませんが、専門家の方に聞いていただきたいんですが、おそらく、耐震基準地震動を定めて、それに対してさらに余裕のある設計をして上から 2 番目の線ぐらいに多分おいてるんだというふうに思います。あと、残余のリスクとか機械的な安全の裕度を含めて十分に安全に設計するというのがポリシーですから、そうなってるということを専門家の意見からご理解いただければというふうに思います。

それから、一つ飛ばしまして、燃料の扱いについては簡単に言えばこういうことです。MOX 燃料というのはウラン燃料よりも出てくる放射線は強いからそれを扱う人たちに影響がないように遮蔽を施した状態で扱うと、いうことです。それは大丈夫かとおっしゃれば、今の発電所では使用済み核燃料という放射線がたくさん出ている燃料をたくさん扱っています。それをちゃんとやっているということ

は MOX 燃料の扱いというのは、への河童ということですね。使用済み核燃料のほうが圧倒的に放射線の量は大きいですから、それはちゃんと扱っていることは、その扱いについても特に問題がないということの意味しているということでもあります。

それから、制御棒の効きなんですけれども、出光先生がおっしゃったとおりですね。基本的に、私のおります研究所も原子炉を持っているわけです。京都大学研究炉という原子炉を持っています、私たちがそれを動かしているわけです。私たちも制御棒というのを持っている、これは国の規制で 1 本の制御棒が入らなくても止まれることをきちんと証明せよということで、私たちはいろんな技術的な仕組みを入れてそれを担保しているというわけです。

原子炉というのは、止めるというのは 2 つの課題があります。それは動いている原子炉をブレーキをかけるというスクラムという方法があるんです。これはスクラム反応度と言いますね。高温状態で動いている原子炉を止めるときのスクラム反応度がどうなるかという話と、そのあと、きちんとそれが未臨界状態で維持できるという未臨界の余裕。この 2 つが問われるわけですね。スクラム反応度については中国電力がいろんな動的な解析をやっておりまして、今のウラン燃料と変わらないということを数値的に示しておりまして、それを国が安全審査をして OK を出したということでもあります。

それから、停止状態の未臨界度は、出光先生のお話にあったように、基本的に 1 以下であれば問題ないんですよ。0.99999 でもいいんですよ。但し、さっき言ったように、安全裕度を持たせるために 0.99 は絶対担保しろという目標を持ってるわけです。国の方は未臨界ならいいよという基準だと思いますが、発電所のほうでは 0.99 以下にする。つまり、100 分の 1 ですね。1% 以上、未臨界があるということを担保するという方法を取っていると。出光先生の図にあったように、実際の MOX 燃料で、ウラン燃料で 2% ぐらいいっているわけだから、ここにも裕度があるというわけです。

因みに、さっきの中国電力の解析ではウラン燃料よりもちょっと MOX 燃料の方が未臨界度が浅い方にいっていたと。これを安全裕度が減ったという言い方をする人もいるわけなんですけれども、これはですね、燃料の入れ方が変わると、逆に MOX のほうが深くなったりするんです。PWR の場合には典型的にそういうのがありますね。逆にウラン燃料炉心よりも MOX 燃料炉心の方が未臨界度が深くなるケースも出てきます。何故かということ、先ほど、出光先生が最初にわかりやすくお話しいただいたプルトニウムの持っている中性子吸収の能力、そういうのが生きてくるケースが出てくるわけです。ですから、ウラン燃料と MOX 燃料の未臨界度が少々上下して、どちらがどう上に行こうが下に行こうが、どちらもどっちなんですよ。

だから、それを MOX のほうが裕度が下がるという言い方はきわめて不適切であって、どちらのも同程度の未臨界度になるように設計しているという表現の方が間違いなく正しいというふうに思っております。

それから、保安院の中で、出力アンバランスの話がありましたけれども、これは中国電力が議会に平成 18 年に出された、おそらく、皆様方、一度お聞きになっていると思いますが、その燃料集合体の、8 ページの下の図ですけれども、燃料が担っている出力、発熱量なんですけれども、これの分布をウラン燃料と MOX 燃料と比較したものがありますが、言ってみれば、どっちも同じようなものであるということでありまして、つまり、そこは燃料の入れ方をうまいこと工夫してやっていくということで、アンバランスが生じないような燃料装荷をやるということなんです。

そうしますと、皆さん方、今度は、小林さんなんか、同じようにおっしゃるんですけれども、ヒューマンエラーがあって、オペレーターがミスをして入れ間違えたらどうするんだという話が当然出てきますよね。私も確かにそう思います。ですから、間違いないようにしてほしいと、これが私の答えになるんですけれども、その話は今言うべきなんです。ウラン燃料の炉心でもやっぱり出力の不均一化というのがあって、それを調整するように入れ替えてるんですね。だから、ウラン燃料のときにちゃんとやっていると思うんですけれども、それは今も言っていたきたいという話で、中国電力にそういうヒューマンエラーが起こらないように、きちんとした仕組みをつくりなさいというようなことは私も言わないといけないと思いますが、今までウラン燃料で燃料の配置替えのミスを起こしたという話は聞いたことがないんで、それはそこそこ、きちんとするはずだというふうに見ております。

それから 9 ページですが、プルスポットの話は出光先生のお話で、私自身、よく勉強しましてよくわかりました。特に問題ないと考えてます。

それから、原子力安全委員会からの回答について、この絵を見てください。お手元に入っていないですけれども、これはフランスでのウラン燃料の設計と MOX 燃料の設計と日本の設計と比較したものです。これを見ると、ウラン燃料でもフランスの設計と日本ではフランスの方が低いんですね、3.7%。日本は 4.1%。PWR で、島根とはちょっと違います。MOX 燃料も日本が集合体平均で 9% でフランスは 6.7%、低いんですよ。それで、海外よりも日本の MOX の富化度が高いから、世界初の実験をどこどこでやるつもりかということをお林さんはおっしゃるんですが、実は、ウラン燃料でもフランスのほうが低いんです。

それは何故かというのと、両国で原子炉の運転のパターンが違うんですね。フランスでは実に、合理的な運転をやってまして、低い濃縮度でも同じ高い燃焼度。燃焼度はフランスの方が高いでしょ。濃縮度が低いのに燃焼度は高い。つまり、フランスのほうがうまく使っているわけなんです。日本は規制的に、これができない。ですから、濃縮度の違いというのは、実は、運転の仕方、或いは規制の仕方によって結構違うものであって、MOX燃料の濃度が違うのは別にMOXの濃度によって安全に差があるからではないんです。簡単に言えば、国が違うからということになります。

さりとて、ここの10ページにグンドレミンゲンと日本のBWRのMOX仕様の比較を書いておりますが、出光先生の話にあったように、プルトニウムの濃度というのはペレット1個の最大の濃度と集合体の平均の濃度っていう2つの数字があるわけなんです。これをはっきりおっしゃらないで、高い、高いとおっしゃる人がいるんですが、13%という高いやつは理由がはっきりしてます。2つの理由があります。

一つは中性子の濃度があまり高くないところに入れる燃料なんです。つまり、燃えにくい場所に入れるために少し濃度を高めて入れている燃料なんですね。ですから、燃える量としては、結局低いプルトニウム濃度で燃えやすいところにおいてのとさほど変わらないわけなんです。であるからして、そのためであるというのが一つです。

それから、もう一つは9ページの下の方を見ていただければ、プルトニウム同位体組成の例というのが書いてありますけれども、出光先生のお話にあったように、プルトニウムには同位体があって、燃えるプルトニウムと燃えないプルトニウムが混ざっているわけです。日本で出てくる使用済み燃料でも、この燃えるプルトニウムの割合が、一番下に64%と書いてあるでしょ。こういうふうに、低いやつだとか、中ぐらいで68%とか、非常に高くて81%とか、いろいろあるわけですよ。13%のペレットのものというのは核分裂性割合が一番低い燃料が入った場合ですね。つまり、燃えるものが少ないからプルトニウムの全体量を高めているだけのことなんです。それは、だから、核的にはあまり影響を与えないわけです。つまり、核的に影響を与える燃えるプルトニウムの少ないものを、全体量として多く入れているわけだから、結局、同じに近いわけですよ。だけど、プルトニウムという元素の量としては13%でやや高くなっていますが、燃料の融点ですとか、熱伝導度には多少影響があるかもしれませんが。ただ、その影響の程度はほとんど無視できるという程度。融点でも2℃とか、2800度で融けるやつが2℃ぐらゐの変化であるというわけでありまして。

それから、そろそろ、最後になります。そういうわけで、グンドレミンゲンの10ページの表を見ていただくと、おそらく、集合体

平均の核分裂性プルトニウムの富化度というのは、表の真ん中よりちょっと下に書いてありますけれど、グンドレミンゲンで 3.7% 程度です。程度じゃなくて、これはドイツの規制値で決まっているんですよ。3.7% ですが、島根では先ほどの同位体組成によって 2.3 から 3.6% ぐらい。これが先ほど、出光先生がおっしゃったウランと等価の濃度ということになるわけですよ。つまり、同じなわけですよ。両方で差がないということです。

じゃ、BWR の数が少ないじゃないかとおっしゃるんですが、これは世界的に BWR をとったほうが電力事業として経済的か、PWR をとったほうが経済的か、経営判断で決めている話であって、安全性はどちらも安全のレベルを担保しているもんですから。そりゃ、数が少ないというだけのことであって、BWR が特に問題というわけではありません。

さらに、補足しますと、BWR というのは、はっきり申しますと、MOX 燃料プルサーマルには PWR よりより向いた炉です。それは炉心の構造から見て MOX 燃料を、実は燃やしやすい炉なんです。ですから、青森県の大間町には MOX 燃料を全部使う炉を、今 BWR でつくっていると。ABWR ですね。これは島根 3 号炉みたいな、でかい炉ですけども。要は B の方が MOX に対してはかなり頑強な炉です。

それから、最後に、事故基準の話ですが、これは安全委員会のマターですので、私は何も言えないんですが、出光先生のお話にあったように、とにかく反応度事故というのには NSRR というふうな炉を使って実際に燃料を破損させるというような実験もやっています。それから、フランスのカブリという炉を使って実験したりしてまして、その健全性の実験が行われているということです。

それから、中国電力からの回答については、ざあっと書いてありますが、使用済み燃料の貯蔵量のお話がありました。簡単に言うと、ウラン燃料をこのまま貯めていきますと 2045 年ぐらいにいっぱいになるという評価になっております。これは全部青森に持って行っていただいて MOX 燃料に加工して、ここで使用すると、この使用済み燃料が出ますから、これが大体 5 分の 1 ぐらいです。2045 年の満杯になるやつの 5 分の 1 ぐらいになるという感じですね。

プルサーマルというのは、実は、多くの市民の方々が誤解されていて、今ある状態が続いてさらにプルサーマル燃料が来ると。増えるというふうに考えておられるんですが、そうじゃなくて、さっき言ったようにウラン燃料を取り去って再処理して、もう一度リサイクルするということです。ですから、最終、プルサーマルというのは、今貯まって行っているウラン燃料をこの発電所から持って行く措置なんですね。但し、再利用するから MOX 燃料が戻ってくる。

それが大体、ウラン燃料の 5 分の 1、6 分の 1 の感じに入ってくるということです。それで、MOX 燃料は使用済み燃料として当面発電所に置いておきますが、さっき言ったように 2010 年、或いはそれ以降の議論で、それを適切に処理することを考えていくということになるんです。

ですから、極論すれば、再処理、プルサーマル路線を島根は拒否するということになった場合には、ウラン燃料を持って行く場を自ら断つことになりますよね。それは今は設置許可に書いてあるように、青森の再処理工場に持って行くということで許可しているんですが、それをやめるということは島根にウラン燃料が貯まっていくということの意味しています。

今度は、これをどうするかという問題になってきまして、当然、それは島根県独自で再処理をやるわけがないから、どこかの中間貯蔵に置くしかないわけです。おそらく、中間貯蔵施設のどこに置こうかということは日本全体の問題で、一電力が考えるような話では多分ないと思います。だから、今度は中間貯蔵施設をどこかに置こうと。どこか希望する県がありませんかというような話になっていくはずですよ。

そういうようなことになっておって、いずれにせよ、ウラン燃料をきちんとならしていくということを最優先に考えて再処理プルサーマルをやっているということを先ずご理解いただきたいわけです。そういうことです。

それから、最後に、電気料金、これは再処理をやることで、直接処分よりも大体 0.5 円、kWh 当たり 0.5 円ぐらい高くなるということなんです。これは電力料金で平均化して考えてみますと、1% 以下ですね。0.何% ぐらいの話だと思います。中国電力は、今日はもちろん中国電力はいないですね。いないから、悪口を言わせていただきますと、石炭火力 50 何% やっているんですね。石炭火力というのはグローバル環境では最悪の電源なんですけれども、電力料金は石炭って比較的安いので多少安く抑えているはずですよ。天然ガスでやると、二酸化炭素は出さないけれども、料金が高くなる。だから、安かろう、悪かろうというのが大体中国発電。凄い言い方ですが、ちょっとここでオフスコにさせていただきたいんですが、だから、原子力、少しでも増やしていこうとして、上関の計画とか考えてるわけなんですけれども、その全体の電力の中で、原子力、今、島根は 20% ぐらいですが、0.5 円上がったって本当に微々たるものなわけですよ。その程度で電力のユーザーにご負担いただいて、きちんとした燃料管理をしていくなら十分にいいじゃないかということを国としては判断しているというわけでありまして。

大体、お話ししたいことは以上ですが、私の話したことがあとで

文章で読んでいただければ大体お話になっておりますので、ぜひ、また文章を読んでいただければ幸いであるというふうに考えます。以上でございます。

清水市長室長

ありがとうございます。それでは、ここで5分程度休憩をとらせていただきたいと思います。よろしく願いをいたします。

(休憩)

清水市長室長

それでは、時間がまいったようでございますので、再開をさせていただきたいと思えます。これからは質疑応答という形で進めさせていただきたいと思えます。ぜひ、活発な質疑をお願いをいたしたいと思えます。

それでは、早速どなたか。それじゃ、角田議員さん。

角田議員

両先生方、講演、大変ありがとうございました。私は4点ほどお伺いしたいんですが、先ほどから出てますように、使用済みMOX燃料の行方ですね。それから、MOX燃料を製造する場合の問題点とか、こういうのもありますし、それから一番大きな問題で、プルトニウムスポットの問題ですね。これがどうしてもちよっとわからないということ。それから、各国のMOX燃料の富化度について、この4点でちよっとお願いをしたいんですが。

その中で、先日の国のプルサーマル住民説明会では、核燃料サイクルの核のごみというのが保存が不満がたくさん出てるわけですね。それで、山名先生がおっしゃいますように、今後適切に処理をするとおっしゃいますけれども、やはり、この地域に2045年までに満杯になるまでは置いておくということが果たしていいのか、きちんとした中間施設がここなんだという確定がないと、私たちはここへ置かれるということになると、とても納得できないというので、行方がどうなるのか、それから、六ヶ所の再処理の、今はアクティブ試験でガラス固化の過程で行き詰っているというようなことも聞きますし、それから、もんじゅのトラブル続きですね。こういう問題からして、果たして核燃料サイクルが上手くいくのか、こういうのが一番大きな問題でして。

それから、エネ庁の高レベル固化体の地層処分には全く見通しが立ってなくて、最初の調査である、文献調査を開始するまでにいたっていない。こういう回答ではとても我々地元としては核のごみ

がどんどん貯まるのではないか。先ほどは、ウラン燃料、使用済み燃料は出されるから大丈夫だって山名先生はおっしゃいますけれども、それが40年もこうしてこの地元に置かれるというのは大変私たちとしてはとても納得できないんですが、その点をまずお願いしたいと思います。

それから、MOX燃料の製造する場合の燃料加工事業者の品質保証ということで、中国電力は今後当社が国内燃料メーカーが締結する国内燃料加工契約を適切に盛り込んでいきますと、こう回答されているわけですがけれども、関西電力事件のデータ改ざんですね、こういう問題を全く反省していなくて、きちんと立ち入り調査をするんだと、こういうことが書かれてないと、とてもこのMOX燃料がきちんと製造されるかどうか心配でならないわけですし、その点をお伺いしたいと思います。

それから、プルトニウムスポットの問題ですがけれども、これは安全性からいって、皆さん、いろいろご意見がありますが、私としては、このプルトニウムスポットの保安院から出されている回答がペレットの試験がウランペレットを、プルトニウムスポットの径分布が安全の左右について、ペレット研削能力の調査はウランペレットを用いてやっているんだということが中国電力の回答で出されているわけですね。それから、プルトニウムスポットの存在することでガス放出率の問題とか、或いは反応度の問題ですね。これもやはり、この保安院の回答のところには、製造実績調査およびそれについてはウランペレットを用いた試験をしているということが書いてあるわけですが。何故、プルトニウム燃料を使っている試験をされていないのか。そうしないと、私たちは本当にこの回答では納得がいかないということが、このウランペレットの試験について問題点があるんじゃないかということを聞きたいと思います。

それから、各国のMOX燃料の富化度ですがね、安全委員会はより低い数値を使用している各国のMOX燃料使用に関わる安全評価基準に設定した経過等の資料は承知しておりませんと、こう回答されているわけですね、安全委員会は。こういう回答ではとても私たちはこの、本当にMOX燃料の富化度が各国は何故低いのか、そういう調査をどうしてやったんだということをきちんと示していただかないと、各国は各国ですからというご回答ではとても私たちは納得できないので、この安全性、プルトニウム燃料の安全性について本当に大丈夫なんだと、こういうことを言っていたかかないと、とても私たちは賛同できないということを、こういう気持ちがありますので、その点についてお伺いしたいと思います。よろしくお願いします。

山名講師

はい、ありがとうございました。MOX燃料、使用済み燃料の行方の話ですね。極めて重要なことでもありますし、先生のご心配もよくわかるわけです。まず、最初に、今おっしゃったように、将来それがどこへ行くか決まらなないと受け入れられないとおっしゃったわけですね。ということは、逆に中間貯蔵施設が決まれば受け入れるということでしょうか。それならそれでですね、よろしいと思うんですよ。

いずれにせよ、大事なのは、そうではないんですか。そういうわけではない。とにかく、先の処理がまだ決まっていないうのは確かなんです。2010年から議論することになっていて。さっき言ったようにオプションは2つしかなくて、将来、いずれどこかの再処理工場で引き取るか、どこかに中間貯蔵施設をつくるかのオプションなんです。それしかないんですね。ただ、そのどちらも今決まっていなから、今これをスタートできないというような時間的に、喫緊の状況にあるわけではなくて、そこはやっぱり国民でもう少しよく審議してからやろうよというのが国の政策なわけですね。ですから、確かに今強制的に、どこか中間貯蔵施設を何とか県に置きなさいよって、政策的に進めさせてそれができたっていうやり方はできないでもないです。

ただ、それは民主的ではないから、もちよつと考えていくべきだと私も思います。それはさっき、私が最初にお見せしましたように、いろんな状況に応じて柔軟に考えていかないと。あまり硬直にするべきではないんです。ですから、よく見ながらやろうというのが私の提案でありまして、そういう意味で、今どこに中間貯蔵施設をつくるとか、どこに再処理工場をやるとかね、そういうことは今はお答えできません。国も2010年から審議するという今の方針しか多分言えないと思うんです。

それで、ご安心いただきたいのは永遠にそれが置かれるということはないわけです。それは事業の設置許可にいずれどこかに引き取るということが書いてあるわけですよ。ですから、そのままあるから永久にここにあるというのはちよつと短絡した想像でありまして、要はいつの時点でそういう判断をして、どこに持っていくかということをも早く審議してほしいというご要望でしたら、それはその通りで、2010年からどんどん審議していくべきだというふうに思っています。

それから、六ヶ所再処理工場が、今ガラスとおっしゃいましたが、そこでいろいろトラブってるんですけど、それは一つの工程の一つの技術的な問題で、いろいろまだ調整が必要だというような感じも受けますし、運転に収束するということも必要だというのは私も

感覚持っています。それはある技術のある一部分の話であって、それは直していくべき話であって、今、私たちが考えている全体像を変えるような話ではありません。言ってみれば、初期故障とか、いわゆる産みの苦しみに近いところでありまして、それをなるべく早く乗り越えていくということは強く望まれるというのは確かだというふうに思います。

そういうことで、MOX燃料の使用済み燃料の行方の話は、とにかく、国全体で一生懸命考えて柔軟にいろんな状況を見ながら判断していくということに近々なるというふうに思っております。私も今お聞きしたようなお考え、率直に言っていただいて大変ありがたいんですが、立地県の方はこういう心配を持っているということは機会がありましたら、そういうところにも、もちろん出していきますし、そういう意味で2010年からの審議というのはやっぱり真剣に早くやらにゃいかんというのは強く感じます。大体、そういうことです。後の質問、出光先生のほうが詳しいので、ちょっとバトンタッチをします。

出光講師

それでは、製造の話のほうをやりたいと思いますが、先ほどのBNFLの関西電力の話とか出まして、また立ち入り調査をやるべきじゃないかという話ですが、今、私、九州電力、それから四国電力の伊方ですね、それ用の燃料、それから中部電力の浜岡の燃料、特に今、フランスでは浜岡辺りをつくってるんじゃないかなと思うんですが、九州電力の分は、もう製造は終わってます。

ちょうど2年ぐらい前に製造が始まった頃にメロックス社を見に行きました。電力会社、九州電力は駐在しております。おそらく、四国電力の方も来られる。それから、中部電力の方も行かれていますと思います。ちょうど、たまたま、私が行ったときに、私の教え子がたまたま九州電力に就職したものが駐在で行っておりまして、残念ながら、工程上の検査があるからといって途中で中座して検査のほうに行きましたので、私は話が直接できなかったんですが、助手の方、一緒に来られている助手の方とお話をしたところ、非常にオープンに見せてくれるということはおわれておりました。工程上、邪魔になるときはちょっとどいてもらわなきゃいけないけれども、工程を止めるとか、そういうのでない限りはここを見せてくれというところには大体見せてくれますという話をされてました。非常にオープンですということはいわれておりました。

関西電力のBNFLのデータ改ざんと異物混入というのがありましたけど、あれについてですが、まずデータ改ざんについてはBNFLのやり方は当時は手作業で計るということだったというふうに聞い

ておりますが、メロックスを見に行ったところ、今殆んど自動化されてます。人が手で計るところはありません。人が手どころころ転がして調べるのは本当に傷がないとか、そういうのを目視検査をやる場所だけです。あとは殆んど自動化されてます。大きな傷だったら、これも自動でレーザー計測やってますので、それで自動で検知できるようになってます。表面の粗さとか、そういうのも全部、今コンピュータ化が進んで自動化されてます。メロックス社の話になりますと、ペレット 1 個で 80 項目検査しているといっていましたね。もう全てです。それはほとんど全数検査、殆んどいいますか、全数検査です。それで自動化されているということです。

BNFL で異物混入ありましたが、集合体 1 体で、1 本当たりに大体 300 何十個かペレットが入ってます。PWR の場合にはそれ 250 本ありますから 10 万個ぐらいありますね。それを手作業といっても、昔は本当に手作業で計ってたんじゃないで、ちゃんと自動化されて、それを確認ということなんですが、あれを入れ替えるメリットというのはちょっと私にはよくわかりません。何でそういうことをしなきゃいけないのかということとはよくわかりません。それと、よく、あれを見つけたなということもあります。ペレットだけで 10 万個ぐらいあるんですよ。縦、横、高さとか、いろんな方向で計ります。そのデータの中のどこかからどこまで間違っているというのがわかっていて調べるのも大変だと思いますけれども、よく見つけたなというふうに思います。

異物の混入についてですが、これも燃料を入れる前に昔も今もずっとやっているんですが、健康診断と同じで、ペレットの全部の X 線検査をやりま。ペレットが詰まってないところがないとか、変なものが入ってないとかというのは、全数チェックされます。レントゲン写真が全部 4m の長さのレントゲン写真、何本かずつ一度に撮りますけれど、それ全部残ってます。確か、16 本ずつとか、そのぐらいの本数で一度に、PWR の場合は 17、17 で入れますから 17 本ずつとか、そういうレベルで 4m の長さ一括で X 線検査をやりま。それから、異物とか、或いはペレットの詰まりが悪いとか、そういうのは全部チェックされます。そういう施設、撮られてます。

そういうところも電力会社さん、行ってみることが出来ますし、外注で細かいチェックというのをやるのを、ほかの会社に頼んでやるというのでもやられますから、そういう意味では品質管理上、かなりしっかりやるんだと思います。中国電力がそれをどうやるかというのはわかりませんが、今までの過去の会社は同じようなやり方でやってきておりますので、そういう意味では BNFL、関西電力であったようなことは起きないというふうに思います。

それから、研削のサイズの話も聞かれたかと思いますが、フラン

スに行ったときにびっくりしたのは MOX 燃料、外周をやはり同じ方法で削るんですね。センタレスグラインングという方法で削るんですが、ウラン燃料よりもはるかに厳しい基準でやっていました。±1000 分の 1 ミリでスペックを決めていると言っていました。1000 分の 2 ミリ違ったものはスペックアウトということで、またすり潰して燃料に戻すと。ですから、燃料棒の中には、1000 分の 2 ミリを超えたものはもう入れないと、そういう独自のルールでメロックス社はつくってました。ウラン燃料ですと、大体 1000 分の 5 とか 1000 分の 10 とか、そのぐらいの範囲内であればいいということなんです。MOX 燃料をつくるあそこの会社は非常に厳密にやってました。ちょっと言っちゃ悪いですが、フランス人がここまでやるのかと思うぐらい厳密にやってました。そのぐらい、きちんとつくっているという様子は見てまいりました。

それから、集合体で被爆が多いとかいう話がありますけれども、貯蔵しているところはちゃんと遮蔽してありまして、集合体検査のところというのはやはりあるんですが、メチャメチャ危ないとかそういう感じではなくて、適切なといいますか、治具を使って検査とかやれるようになっております。MOX 燃料が貯蔵してある部屋なんかも見せてもらいましたけれども、ちゃんとした管理は、被爆に対する管理というのはちゃんとされておりました。

製造につきましてはそういうところで、あとスポットの話は先ほど説明いたしましたので、平常時の運転上は特に問題は起きないというのはいろんなところでやられております。先ほど説明しましたメロックスでつくっているときに、プルトニウム単体のスポットというのはもうできないつくり方になってますので、それについては問題がないと思います。

先ほども説明しましたが、事故時の応答につきましては、あれはプルトニウムの酸化物を大きなペレットの粒をつくってそれを無理やり入れたと、そういう試験ですので、あれで問題が起きないということは富化度云々というのはありますけれど、一番厳しいところにプルトニウムの、あんなでかい塊を入れて大丈夫だということを試験をやったということは、あれは一つ凄いい実験だというふうに私は思ってます。

それから、ガスの放出についてですけれども、ガスの放出も、これもプルトニウムをいろいろ変えた実験をやっていないじゃないかという話があるかと思いますが、これは、ちょっとスライドを使いましょうか。

何が影響するかという話で、ちょっと実験の結果だけお見せしますが、これ、よく小林さんも前使われたんですが、こういうグラフがあります。この黒い点、ここがガス放出、縦軸がガス放出率でこ

ちらが燃焼度で、ここの黒い点、これが MOX なんですね。1995 年のデータで出ていて、こっちがウラン燃料で、この図だけを見てよく MOX のほうがガスがいっぱい出るんだという話をされてたんですが、ちゃんとこの論文に書いてあるんですけども、最終サイクルですね。燃料の最後のほうになったときに、こういうところですね。最後のところで、どういう履歴を受けたかと。どういう出力を受けたかというところで、こういう高いところのやつというのは最終サイクルでもの凄く無理やり熱を出させられたと、そういう試験がやられてるんですね。そういう部分のところの特殊な燃料だけを持ってきていると。最終的に、先ほどの私のスライドでありました、少し燃料として弱ってきている、最終段階の燃料、その部分を無理やり、周りに元気な燃料をいっぱい寄せたかって寄せ集めて、どんどん使った場合に出力を上げた場合にはこういうふうにガスが出てくるということがわかってます。つまり、最終サイクルでどういう経験をしたかと。それでガスの放出というのが決まってくると。これがわかっているんですね。

最新データといいます。これもちょっと古くなっていますが、最終サイクルで、じゃ、普通の燃料と同じようにやった場合にはどういうふうになるかというのがまた別のデータで出ております。これですね。MOX 特有、つまり、プルトニウムを入れた燃料特有のガスの放出の増加というのは起きてませんという、そういうデータが出ております。これがさっき出た前のデータなんですが、最終的な出力、これを同じにしたときはこの辺りですね。赤がウランで、このちょっと色がついている三角形がプルトニウム入りですが、この範囲内で。ウランも上がるしプルトニウム入りも上がるし。この最終段階のところになってくると、やっぱりガスが出やすくなってきます。そういうところではあまり変わらないということがあまりわかっております。

プルスポットが急になったときに、中が燃料が破損するというような話、プルトニウムが入ったほうが破損しやすいという話がどこかで出てきていたみたいですが、そういうことはなくて燃料の破損というのは純粹に、事故時にどれだけのエネルギーが投入されたかで、それで決まります。そのときにはプルトニウムが入っているから入っていないからと、そういうことではなくて、事故と言いますか、反応度投入事故というのがあるんですが、投入のされ具合、そのエネルギーがどれだけ追加で危急に与えられたか、それで決まります、ということがわかっているということをお伝えして、プルトニウムのせいじゃないですよということを私は言いたいということがご理解いただければと思います。以上です。

山名 講師

じゃ、最後にプルトニウムの富化度のご質問です。もう一度、少しみんなで見てもう一度と思うんです。10 ページの下の表をもう一度見ていただきたいと思いますと思うんですが、先ず何よりも先ほど言いましたように、ペレット最大のもので集合体平均の濃度というのは、意味が違うわけです。全く意味が違うわけです。それで、ペレット最大濃度といえ、原子力安全委員会の指針 13% に対して、島根も浜岡も 10% というふうにしておりまして、ドイツでは実はペレット最大に対する規制値というのはないんですよ。要するに、いくら入れてもいいですよということです。

むしろ、大事なのはこの集合体平均のところ、表で言えば真ん中のところで、先ほどお話ししましたように、ドイツでは核分裂性のプルトニウムが 3.7%、島根や浜岡は最大で核分裂性で 3.6%。但し、先ほどお話ししましたように、場合によってはもっと低い可能性もあるということですし、燃焼度はドイツは最大燃焼度の規定がなく、日本は 40000 と。ただ、平均で言えば 33000。ドイツは集合体平均では 55000 までグンドレミンゲンの B のほうは燃やしております。だから、ドイツの方が燃やしているという感覚ですね。ですから、少なくとも富化度については BWR では日本とドイツでは差がない。

それから、PWR もついでに紹介しておきますが、ちょっとスライドをお願いいたします。先ほどお話ししましたように、日本、PWR、これは北海道の泊 3 号機のことを書いてますが、フランスとドイツは、PWR も MOX をやっているわけです。この比較ですが、大体、集合体を炉心の中で全体のどれぐらい入れるかということについては大体こちらの PWR が、大体 3 分の 1 ですよね。日本の PWR も 3 分の 1。但し、実際には北海道電力とかは 4 分の 1 以下でやるという、実質的に下げることをやっております。

それから、ペレット最大については、先ほど言いましたように、よそでは規定がないんです。13% というのはさっき言ったように、核分裂性物質の濃度が低いものに関してあたかも増えてるように見えますが、実は核分裂性物質の濃度としてはあまり差はないということになります。

それから、さっき言ったように、運転のパターンがヨーロッパと日本で違うので、核分裂性プルトニウムの富化度は 6.1、4.5、4.6 ですから、ちょっと高めに見えますよね。けども、それはさっき言ったように、濃縮ウランでも日本のほうが富化度は高い。同じ理屈なんです。それは MOX 燃料の安全性の話ではないということです。

それから、特に燃焼度を見ていただくとわかりますけれど、最大

燃焼度で言えば、むしろ、ヨーロッパの方が高いところを狙っているわけです。経済性がきつと高いんだと思いますが、日本は45000以下にしている。BWRのときには40000と。平均で言えば33000程度になるということになりますので、集合体の平均燃焼度から見ても、日本のほうがやや低いところで抑えるという方向がとられている、というわけです。

ですから、富化度の問題は、多分、小林先生なんかは、このペレット最大の13%というのは非常に気にしているんですが、ペレット最大濃度というのは1個1個高いところ、しかも中性子の密度の低いところに入れるものですから、化学的な組成があまり大きく変わらなければ、反応度としては同じなわけです。ですから、核的には大差ない。13%とペレットの濃度が10%で、化学的な性質がどれくらい違うか、熱伝導度とか、融点がどれくらい違うかというのと、そんなに大きくは違ってこない。先ほどお話ししました安全裕度のはるかに低いところの範囲であるというふうに考えてます。ですから、この富化度の話は、私たちは海外と比較してもそんなに大差はないと。むしろ、安全側に寄っているという理解を得ます。以上です。

清水市長室長

ありがとうございます。よろしゅうございますか。それじゃ、片寄議員さん。

片寄議員

山名先生には4点ほど質問がありまして、出光先生に2点ございますが、室長さん、山名先生に対しての複雑な質問がございまして、ここは一問一答でやらせていただいてよろしいでしょうか。

最初に、山名先生に伺いますが、先生の資料の2ページ、使用済みMOX燃料の処理についてと書かれておりまして、発電所に貯まることはないということをご説明のくだりがございます。下から3行目のほうで書いておられますが、もともと燃料の貯蔵を行うことを目的としていないので、発電所サイトに置き続けられることはありませんと、こうおっしゃって。

その理由となるべき論理としては、次の再処理工場の建設を進めて、そこで再処理をすると。それから中間貯蔵も考えられると。こういう、大きく2つの論理で貯まることはないとおっしゃってるんですが、この2つの前提条件ができない場合、2045年以降の再処理工場が遅れた場合と、それから中間貯蔵施設が住民の反対などでできない場合。先生の前提条件が崩れた場合は、私は第3の選択肢と

して、そこに、サイトに置かざるを得ないという状況もあるうかと思いますが、先生は２つに限られるというように結論付けていらっしゃいますが、第３の選択肢は論理上考えられるのではないのでしょうかということです。

山名 講師

さっきも言ったように、燃料の中間貯蔵っていうのは日本って小さい国ですから、日本全体で考えるべきことだと思うんですよ。それは青森に再処理工場を置いたように、日本全体で考えるべきで、例えば、どこの県がどう負担しながら、こっちは発電しているというふうな、ある種の負担の均等化みたいなのを図って、日本っていうのは生きていく国だと思っているんですね。ですから、全く、再処理工場も中間貯蔵施設もよそではあり得ないということは、私はそれはないと思いますね。実際に中間貯蔵施設は今青森の陸奥市に一つ建設中です。ただ、これはある特定の電力事業者が契約しているものですから、オールジャパンをカバーするものではないんですけれども、そうやって建設しておりますし、ほかの電力会社でもいろんなオプションが提示されて、多分、今、検討されている状態ですね。

第３のオプションといわれても、はっきり言って、日本としては、今言った２つのオプションを目指すべきだとしか、私は言いようがないんですけれども。第３のオプションがあるかといわれても私はそれはないようにしていくべきだとしかいいいようがないですね。

あくまでも、今の原子力発電所の事業許可は発電を行うために行われているわけですよ。さっき言ったように、いずれ使用済み燃料は搬出するということが条件に書かれています、設置許可の最後のところに書かれてるわけですから、その事業としてはそこに永遠に燃料を置くという事業は許可してないですよ。ですから、国はそれはそんなことは認可してないということです。

片寄 議員

これについてはこれでおきますけれども、原子力政策上の方針上はそうかもしれませんが、現実問題、その２つの前提条件が崩れた場合には私は第３の道もあり得るのではないかと個人的には思います。これは見解が違うかもしれません。

それから２つ目の質問になりますが、これは７ページに、先生、柏崎刈羽の原子炉事故、全く問題がないというふうに捉えましたけれども、主だった損傷の問題が発生しなかったとおっしゃいましたが、現実には放射能漏れが起こった。或いは核燃料を移動させるクレーンに損傷が起きた。それから未だ原発が再開されていない。

こういう現実を全く問題がないという評価でくくられるんでしょうか。

山名講師

誤解しないでほしいんですが、私が言っているのは原子炉の中枢部分には全く問題がないということを申し上げました。それで、柏崎はさっき言ったように東京電力は想定地震動の設定を誤ったわけですよ。大きな問題があつてそれはこれからきちんと改善していかなければいけない。そのためには原子炉の中枢部分以外のところで、放射能漏れが起こつたということは燃料の貯蔵しておるプールの水がじゃばじゃばとこぼれたという話であります。その量というのはごく微々たるものであります。

それから、クレーンのギアが一つ噛んだか、ギアの部分が壊れたというのがありますが、これも、実は、原子炉の中枢部分に影響を与えない仕組みをきちんと稼動しているんです。クレーンが落ちこないような仕組みがつけてあるんですけれども、それは動かすためのギアが故障した。

それから、ご承知のように内部変圧器といって、原子炉の中枢部分と関係ない変圧器が油火災を起こしたとか、或いはそのサイトの中で地盤の基礎が弱い付属建屋みたいなところが壊れたりしたことはたくさん起こっています。

ですから、私は全く問題がないというのは、別に発電所全体で全く問題がないではなくて、原子炉の安全性の中枢部分ではないところではいろいろ問題が起こっていて、それに関しては想定地震動評価の反省が多々あります。だけれども、原子炉の中枢部分、つまり、制御棒が入るとか、冷却機能が働くとか、或いは、循環系のポンプが異状を起こすとか起こさないとか、破断があつたとか、そういうことは全く起こっていないということを申し上げたかったのであつて、決して全て問題がないとは言っておりませんので、そこをよろしくご理解ください。

片寄議員

3番目ですが、MOX燃料の実績という問題ですが、日本では6体で試験が行われたと。これについては、先般、小林先生が、ここで使ったペレットは中心部がくり抜かれているということをおっしゃったわけですが、これは事実でしょうか。もし、そうであるならば、一遍そういう試験のやり方というのは科学技術の検討をする上では、全く問題だらけじゃないかと思うんですが、ちょっとそれについての見解を伺いたい。

出 光 講 師

中空ペレットを使っていたということと、あれは試験のどの段階をやるかというところにありますけれど、6体を使った試験はプルトニウムを入れたときに燃料が普通に使われるかどうかと、そういうところの制御性の話でありまして。中空ペレットにして壊れないようにするというところはあったかと思います。何らかのことが起きることも想定してそういう安全対策をとったんだと思います。

もともとの6体を使うときの目的は燃焼度は上げておりませんが、ウランの炉心の中に、MOX燃料を入れて、この範囲内でも出来る限りの安全をさらに、先ほどの裕度の話ができましたけれど、裕度に裕度を重ねたことをやって、要は制御性のところですね。プルトニウムが入ることによって何か変わるのかというところ。起きないというのを設計上はわかっているわけですが、さらに裕度を以ってやはり変わらなかったというところを見るための試験体ということになっております。

そういう意味で、それぞれの実績という意味で、どこをどうとるかというところにはよるかと思いますが、まず、あそこの試験では制御性についての知見を得るためだったというふうに私は理解しております。

先ほどの事故時とかにつきましては、それほど、壊していいような試験。先ほどのNSRRとかありますが、あそこはもう本当に壊していい試験をやりますから、どこまでいったら壊れるかという試験と、それと取り扱い、それから制御性をやる試験と、そういういくつかに分かれておりますので、実績の中では入れておりますけれども、そういうものだというふうに思っております。

あれを実績と言っちゃいけないという話、どこをどう取るかによるかだと思います。小林さんが、あれは実績にならないといわれているかもしれませんが、入れて使ったと。燃焼度が低いかもしれませんが、20000以上は使っているわけです。そういうエネルギーを出したと。制御上、特に問題がなかったと。そういう試験のための実績だったというふうに理解しております。

山 名 講 師

ちょっと私から。これは、技術的なものの考え方の話になるんですが、私の紙の11ページの2段落目を見ていただきたいんです。上から。原子炉の炉心及び燃料というところがありますよね。その行の2行目のところから、経験的につていう文章を書いておりますが、つまり、「実際の炉による実際の規模の実験を行うことは必ずしも必要ではありません。経験的に十分信頼性のある手法であれば、その拡張性の妥当性を確認した上で、これを拡張して利用すること

は、良く行われることです。そこでは、代表的な条件による実際の結果と計算結果を対比することによって、その手法の妥当性が確認されることが重要です。」これをベンチマークと呼んでます。このベンチマークという言葉をちょっと覚えておいてください。「このベンチマークが適切に行われていれば、その評価手法を用いて、例えば新しい炉心の設計も可能となります」と。つまり、こういう新しい燃料の設計をやっていくときに大事なことは、それを評価する手法をまず、きちんと確立すること。そして、その手法をベンチマークすることなんですよ。

もし、全てのものが実際の規模の実際の条件で実証されなければやってはいけないということになったら、何も新しいものはできませんね、普通は。例えば 9 階建てのビルがあったとして 10 階のビルをつくろうといったときに、10 階建てのビルを実証しないとつくってはいけないと。そうすると、10 階建てのビルをつくる実験も行われないことになって、全て伸びない。ところが、それは 9 階建てのビルでいろいろデータをとって、そのデータをもとに評価手法をきちんと検証して、これで 10 階建てのビルをつくるという設計まで拡張できて、しかも余裕があるということを確認するわけです。それによって今度は新しい 10 階建てのビルをつくっていく。技術というのはそうやって伸びていくものなんですよ。だんだん 11 階、12 階と伸びていく。

日本でやった実証は世界の実証の中のごく一部なんです。さっき言ったようにグンドレミンゲンや PWR、もう 6000 体の実証が行われていて、十分すぎるほどの評価手法の実証が行われている。日本ではその初期の頃に、まだあれはツルイチ（敦賀 1 号機）というのはもう 20 年ぐらい前ですよ。だいぶ前なんですけれども、その考え方を立証していくためにその試験をやってきたわけですよ。そこで、きちんとウラン燃料と MOX 燃料で差がないという確証を得て、評価手法も大丈夫だという確証を得て、さらに外国のデータなどを見ながら、設計手法の妥当性を確認してきたという。それが今の原子力安全委員会の安全真意なんです。そうやって、やってきている。

だから、敦賀のときに、今の島根と同じ条件ではないのはけしからんというのは、実は、ごく一部のことしか言っていないということになります。ですから、国内での実績はそれですけども、海外での実績、ほかの実験データ、ほかの臨界実験とか燃料の破損実験のデータを全て集めて、その手法の妥当性を確認して今設計している。

しかも安全余裕を持たせている。ということですから、敦賀の例は、ある部分の、非常に重要なベンチマークを果たしたということ

で、かなり重要な意味があると思います。ただ、それだけで、その事実だけで全てのプルサーマルをやっているだけではないんです。ごくごく一部の情報であるからして、あまりその問題は本質的な問題にはならないというふうに考えております。

片寄議員

4 つ目は高速増殖炉、この FBR の問題なんですが、世界各国で FBR から撤退をしているということを聞きましてアメリカ、イギリス、ドイツ、フランス等々ですね。日本が FBR を進める方針を持っているわけですが、他国に突出した技術的基盤があって、そう進めようとしていらっしゃるのか、全く希望的観測で FBR を目指していらっしゃるのか、そこら辺の技術的なレベルの到達点を聞かしていただきたいと思います。

山名講師

まず、私から。出光先生はまた何か補足があれがお願いします。まず、世界が撤退していると今おっしゃった話は、17 年前ぐらいに発言されたら正しかったんですが、今は違うんです。インドでは、今 2 基、50 万 kW の発電能力を持った高速増殖炉を建設しています。それから、ロシアでは濃縮ウランを使った高速炉が実際に今運転中です。それから、BN600 という 60 万 kW を実際に運転しています。今 BN800 というのを建設中です。それから、フランスは 2020 年に高速増殖炉の実証炉を建設するというふうにもう決めております。アメリカでも 2020 年までに高速増殖炉と同じタイプのナトリウム冷却型の高速炉を建設することを決めています。今、世界中が高速増殖炉の建設に前向きに取り組んでいる状況です。

何でそうかと思われまして、冒頭に私が申し上げた 2 つの問題がありますね。燃料のバックエンドには資源としての問題と廃棄物としての問題が 2 つあるわけですよ。世界中が、その資源的な問題とその使用済み燃料、先ほど、私が言った直接処分、なかなか不確定要素があるということを真剣に考え始めているんです。ですから、それをきちんと再処理したり後始末をする高速増殖炉の必要というのを世界中が再認識している状態にあるということです。

それから、日本の高速増殖炉の技術ですが、そういう意味では十数年前に、ドイツとかが開発を中断しているんです。それ以降の日本の高速増殖炉技術の進歩というのはありまして、今で言えば、多分世界トップの高速増殖炉の技術を持っていると言っていいでしょう。今、我が国が設計を試行している高速増殖炉も非常に何ていうんですか、革新的な技術を使っています、これが今開発の実証段階にありますけれども、かなりレベルの高いものだというふうに理

解していただいていい。

それから、今、期待であるかというような、おっしゃられたんですが、これは高速増殖炉の技術はそのインドで、もう発電炉をつくっているのです、つまり、もうできるんです。私に言わせれば、ある適当な設計をすればいつでもできます。

但し、2つの問題があつて、経済的に電力会社が入れていける炉でないと意味がないわけですよ。電気料金が倍になったら市民はたまつたもんじゃないですから。安い炉にしていけないといかんということがタスクがあるわけです。それから、安全性をきちんと確保するというタスクがあります。ですから、この安くする、安全にするというところで、もっともっと開発を進めていかなければいけないというふうに考えてまして、それは低いレベルの話というよりは、むしろ、できるだけいいものを目指すというアプローチを今日本はやっているわけですね。その姿勢においては世界でトップクラスであると。

むしろ、フランスやアメリカが我が国の高速炉技術に質問を出してきている。或いは共同研究を申し込んで一緒にやっっていこうというような段階になっているわけですよ。そういうようなレベルですので、単なる期待がどうのこうのということではなくて、かなりのレベルのものをもっといいものにしていこうという技術段階にあるということです。

国としては、これは第3期科学技術計画の中の国家基幹技術という、トップ5の重要開発課題として重視するということを決めて、その立場で今開発を進めているということです。その技術性についてはあまり心配されないほうがいいというふうに思ってます。以上です。出光さん。

清水市長室長

片寄議員さん、質問はもう2問ですが、ほかの議員さんとの関係。出光さん、どうぞ。

出光講師

高速炉の燃料ですけれども、例えば、かなり進んでいるというようなことは言えてると思います。

一つ、例を上げますと、例えば、燃焼度でいきますと、今、軽水炉で、先ほど55000とか出てましたけれど、MOXで40000とか言っていましたけれども、日本の高速炉で、燃料がまだ1回も壊れてないんですが、10万以上燃えている燃料があります。燃料、びんびんしてます。まだまだいけるという状況にあります。ですから、そういうデータ、フランスとかもいろいろとってはいますけれども、日

本のデータも燃料、非常にいい燃料をつくれているというふうに思っております。というところをちょっと紹介をしておきます。以上です。

清水市長室長

ちょっと、ほかの議員さん、どなたかご質問がございますでしょうか。時間的に、12時5分までということでございました。あれば。森脇議員さん。

森脇議員

先般も、小林先生の方でもお聞きしたんですが、先ほどご説明がありました10ページの、今のペレットの含有率だとか、富化度とか燃料の集合体の数であるとか、どうかこうのというところが、私はちょっとなかなか理解ができないもんなんですが、例えば、そういった数字が、ペレットの最大の含有率であるとか、富化度のことであるとか、また燃料集合体の最高燃焼が40000MWとか数字が表されているところだとか、いうところと、山名先生が言われました、例えば、ドイツのほうではそういったものはペレットについては無制限だよとか、大丈夫だよというところとの兼ね合いが、例えば、温度のところで制限をしておいて、例えば、中身をそれだけ入れても大丈夫だということのことがなかなか理解ができないもんでして、その辺との、どういいますか、整合というのをちょっと教えていただきたいと思いますが。

山名講師

ありがとうございます。出光先生も多分補足していただけると思うんですけど、富化度の話が、そもそも何に影響があるかというのは2つの側面があるわけです。核的性質の側面と化学的な側面、ケミカルな側面と2つあるわけですよ。

核的な特性のプルトニウムというのは多少ウラン235とか核的性質が違うので、出光先生のお話にあったように、その違いを十分許容出来る範囲に設計する必要があるということですよね。ですから、核的な面から言えば、ウラン235の持っている核的な性質と、どれぐらい似たところでやるかというのが問われるわけですよ。ですから、そういう意味では核的な性質を決める核分裂性のプルトニウムの濃度をいくら位にするかというのは多分一番大きなファクターになってくると、これが一つです。

それから、もう一つは化学的な特性としてウランとプルトニウムとを混ぜた固溶体というのをつくりますので、燃料の融点が10度ぐらい変わったり、それから、熱伝導率が多少変わったりするよう

な事象が起きてきます。或いは先ほどお話しがあった、ガスの移動速度が多少変わってくるというようなことがあります。これは確かにプルトニウムという金属の化学的な濃度に依存しますから、ある、問題のない範囲に抑える必要があるわけですよ。

じゃ、ドイツで、何故ペレット最大でプルトニウムの最大濃度を決めていないか、フランスも何故決めていないかということを考えますと、結局化学的特性の部分には、そこに敢えて、ペレット最大で 10 だ 20 だということを入れなくても、そこを重視する必要がないと考えてるからのはずなんですね。これはもちろん、想像ですよ。

ということは一番大事な核的な反応の話でありまして、結局、核分裂性プルトニウムの濃度がウランの燃料の炉心とどれぐらい違うのかということが一番問題になるということが一番問われるということです。

それから、燃焼度の話はこれも大事な話でありまして、燃料が燃えれば燃えるほど被覆管という、外の金属のさやがどこまで持つかという問題が出てくるわけです。中の燃料と被覆管の反応がないかとか、被覆管の機械的応力が大丈夫かとか、そういうところが問われてくるわけですよ。だから、言ってみれば、高い燃焼度ほど、技術的に難しい方向にいつているんですよ。ただ、ウランの燃料で言えば、日本では言えば 55000 まで。もちろん、いつてますよね。それに対して、プルトニウムのこの BWR の 40000 というのがいかほどのものかということになりますから、同じ被覆管を使っていますから、55000 までいつているもののうちの 40000 ぐらいであれば、常識的にそんなに問題にはならないだろうということはお理解いただけたらと思うんです。あとはプルトニウムが入っていることで、それが例えば、被覆管と悪さをしていないかとかということが問われることになりますね。

ただ、プルトニウムは今のウラン炉心も入ってますし、その程度がどうかということになって、その状況をいろいろな試験で調べてきた結果、40000 以下であれば大丈夫だという判断をしているということなんですよ。ですから、燃焼度という感覚でいけば、今、BWR の最大の 55000、島根 3 号機とか、上関 1 号機はこれなんですけれども、それに対して、プルサーマルの場合には 40000 以下と。平均燃焼度で言えば、33000 ということで、相当余裕があるところでやっているなというふうに理解されてよろしいかと私は思っております。出光先生、ちょっと。

出光講師

例えば、山名先生の資料の 9 ページに低 fissile、高 fissile というのがあると思いますけれど、ちょっとそこら辺がまだよくご理解

いただいてないのかなというふうに、ちょっと説明いたしますと。

例えば、プルトニウムを炭だと思ってください。fissileというのは炭の黒い部分、だけど燃えないプルトニウムというのは燃えにくいプルトニウムがあるわけですね。それは実は灰になっている部分と、そういうふうに思ってください。そしたら、灰の多い炭を入れるか、全部炭のものを入れるかと。それで、灰がたくさん入っている、燃えないものがいっぱい入っているようなものを入れるときにはちょっと多めに入れなければいけない。それがさっきの13%なんですね。燃えるものがたくさん入っているのであれば量は少なくてもいいと。

それで、制御しましょうということで、最大値だけが出ているんであって、全部最大の、最大のってやっていくと、もの凄く多く入っているように見えますけれど、実際は入れるときにはウラン燃料と同じぐらいの反応度を持っているような燃料で入れます。でないと、逆に、集合体の中でここだけが凄いと、ここだけ弱いとかいうふうになりますと、制御しにくいわけですね。

ただ、その範囲はある程度あります。先ほど、新品の燃料から古い燃料まであるわけですから、それを混ぜて、今でもウランを混ぜて使っているわけですね。その中に、同じぐらいのその範囲内にあるようなプルトニウムの入った燃料を入れていくということですから、特段、このプルトニウムが入りすぎてて危ないとか、そういうものを入れると、そういうことではないんです、ということです。

清水市長室長

よろしゅうございますか。大体、時間がきたようでございます。それでは、ほかになれば、これをもちまして学習会を終了させていただきたいと思えます。

両先生には長時間にわたっていろんなご説明をいただきまして、大変ありがとうございました。拍手をもって御礼を申し上げたいと思えます。

なお、次回の学習会でございますが、明日、1時からこの場で講師の先生は広島工業大学の中田先生をお願いをいたしております。よろしくお願いを申し上げます。

それでは、以上をもちまして合同学習会を終了させていただきたいと思えます。ご苦勞様でございました。