

第17回原子力委員会臨時会議議事録

1. 日 時 2013年5月9日（金）10：30～11：55
2. 場 所 中央合同庁舎4号館1階123会議室
3. 出席者 原子力委員会  
近藤委員長、鈴木委員長代理、秋庭委員  
NPO法人「トリウム熔融塩国際フォーラム」  
吉岡理事長  
東京大学 人工物工学センター  
木下客員研究員  
内閣府 原子力政策担当室  
板倉参事官、氏原参事官補佐、前田参事官補佐、栗原主査、柳澤調査員
4. 議 題
  - (1) 平成25年度原子力研究、開発及び利用に関する計画（案）の検討について
  - (2) トリウム利用技術とその研究開発について（NPO法人「トリウム熔融塩国際フォーラム」理事長 吉岡律夫氏、東京大学 人工物工学センター客員研究員 木下幹康氏 他）
  - (3) 鈴木原子力委員会委員長代理の海外出張について
  - (4) その他
5. 配付資料
  - 資料1 平成25年度原子力研究、開発及び利用に関する計画（案）
  - 資料2-1 トリウム利用技術とその研究開発について
  - 資料2-2 トリウム熔融塩の開発の現状について（吉岡律夫氏資料）
  - 資料3 鈴木原子力委員会委員長代理の海外出張について
6. 審議事項  
（近藤委員長）おはようございます。第17回の原子力委員会、今日は臨時会議でございます

が、開催させていただきます。

本日の議題は1つが平成25年度の「原子力研究、開発及び利用に関する計画（案）」の検討について、2つ目が、トリウム利用技術とその研究開発について専門の方からご説明いただくということ。3つ目が鈴木原子力委員会委員長代理の海外出張について。4つ目がその他ということですが、よろしゅうございますか。

それでは、最初の議題、これは事務局からお願いいたします。

(板倉参事官) 最初の議題でございますが、「平成25年度原子力研究、開発及び利用に関する計画（案）」の検討についてでございます。

平成25年度原子力研究、開発及び利用に関する計画について、案文をお手元に配付しております。本日はこの案について原子力委員にご検討いただくものです。まずは事務局の栗原主査より案文の読み上げ及び説明をお願いします。

(栗原主査) では、「平成25年度原子力研究、開発及び利用に関する計画（案）」ということで資料1でございます。おめくりいただきまして、計画の表紙がございまして、その次が目次になっております。では、経緯等を含みまして「はじめに」から読み上げさせていただきます。

原子力委員会は、「原子力委員会及び原子力安全委員会設置法」第2条の規定に基づき、毎年、関係行政機関の原子力の研究、開発及び利用に関する経費（以下、「原子力関係経費」という。）の見積り等について企画し、審議し、及び決定している。

平成25年度の原子力関係経費の見積りを行うに当たって、原子力委員会は、我が国の原子力の研究、開発及び利用を巡る最近の動向等を踏まえて、関係府省が取り組むべき重要課題を示した「平成25年度原子力関係経費の見積りに関する基本方針」（以下、「基本方針」という。）を平成24年7月10日に決定し、関係府省に通知した。「基本方針」では、東京電力福島第一原子力発電所事故からの復旧・廃止措置に係る取組及び自然災害に対する頑健性とそれに対する信頼性の向上に寄与する取組、核燃料サイクルの様々な状況に対応できるための取組を優先すべきであるとした。また、人材確保や研究基盤（インフラ）の維持・確保、原子力の国際的側面への配慮の必要性を指摘した。

その後関係府省から資料の提供を求め、平成24年8月21日及び28日には、平成25年度原子力関係経費の概算要求構想に関して関係府省より聴取を行った。さらに、平成24年9月24日及び10月2日には、平成25年度原子力関係経費の概算要求について関係府省より聴取を行った。12月25日には関係府省からの概算要求に係る聴取を踏まえ、それ

らをとりとまとめて「平成25年度原子力関係経費の見積りについて」を決定した。

そこでは、原子力委員会においてはこれまで、原子力関係経費を見積り及び計画をとりとめるにあたっては、原子力安全規制行政に係る経費も計上してきた。一方、平成24年6月20日に改正された「原子力委員会設置法」では、原子力の研究、開発及び利用に関する経費の見積り及び配分計画から、安全の確保のうちその実施に関するものを除くこととされた。これを受け、原子力規制委員会に係る予算についてはこの計画から除外している。

また、環境省本省所管の除染、健康管理等に係る経費を含む東京電力福島第一原子力発電所周辺地域における取組については、一義的には東日本大震災からの復旧・復興のための事業と位置付けられ、平成25年度事業は平成24年度事業よりも更に本格化するものとなっている。一方、これらの事業は、放射性物質の管理の取組に有効な技術の開発、実証等が含まれており原子力関係経費と密接な関係にある。このため、本計画においてはこれらの取組に係る経費については、原子力関係経費に含まれるものではないが、参考として事実関係のみ記載することとした。

さらに核融合研究開発事業については、近年、装置開発や実験結果を幅広い科学技術へ展開することで様々な産業分野へ応用・普及させるという側面が非常に強くなってきていること、量子ビーム関連事業については、原子力の枠を超えた科学的基礎研究として中長期的に継続して取り組んでいくことが望まれ、既に原子力分野以外の様々な分野において実用化されていることも多いことから、この計画における取り扱いから除いて整理した。

12月26日に安倍内閣が発足し、今後の政権運営の基本方針が示され、平成25年1月24日には「平成25年度予算編成の基本方針」が閣議決定された。その後、関係府省は概算要求の見直しを行ったことから、3月14日及び3月26日に原子力委員会として改めて概算要求内容について、同概算要求と関連の深い平成24年度補正予算と合わせて関係府省より聴取を行った。

本文は平成25年5月〇日（〇印になっているのは、これは予算成立日を入れるために〇にしております。）に平成25年度政府予算が成立したことを受けて、本委員会が、こうした取組を経てとりまとめられた関係府省の平成25年度原子力関係経費及び当該経費による主な取組を「平成25年度原子力研究、開発及び利用に関する計画」としてとりまとめたものである。

以下、第1章には平成25年度原子力関係経費の概要を、第2章には平成25年度原子力関係経費予算額の総表を、第3章には「基本方針」に照らした平成25年度の原子力の研究、

開発及び利用の主な取組について記載している。

今後、関係府省においては、東京電力福島第一原子力発電所の事故からの復旧及び原子力発電所の安全対策の強化、国益に資する事業の維持・継続のため、適切に予算を執行することを期待する。

続きまして、第1章、1ページ目、「平成25年度原子力関係経費の概要」でございます。おめくりいただきまして2ページ目です。

## 1. 全体概要

平成25年度における原子力関係重要施策については、東京電力福島第一原子力発電所事故からの復旧・廃止措置に係る取組及び自然災害に対する頑健性とそれに対する信頼性の向上に寄与する取組、核燃料サイクルの様々な状況に対応できるための取組が中心となっている。平成24年12月に政権交代があり、予算の組み換えが行われたが、基本的な方針は変わっていない。また、政権交代後、平成24年度補正予算についても組換えが行われているが、平成25年度予算と合わせて15ヶ月予算として密接に関係があることから、同補正予算についても合わせてとりまとめることとした。

## 2. 予算概要

### ①全体

平成25年度予算における原子力関係経費の総額は3,254億円（一般会計：504億円、特別会計：2,751億円）となっており、平成24年度（当初）予算と比較して67億円の減額（2.0%減）となっている。一般会計は30億円の減額（5.6%減）、エネルギー対策特別会計は38億円の増額（1.4%増）、復興特別会計は75億円の減額（42.3%減）となっている。

省庁別では、文部科学省が1,687億円（10.4%減）、経済産業省が1,510億円（10.6%増）等となっている。

### ②一般会計

内閣府は1.8億円と前年比0.2%の増額となっている。

外務省は55億円と前年比21.3%の減額となっている。これはチェルノブイリ原発支援事業への支払いが終了したため、原子力安全関係経費拠出金が減額したことなどによるものである。

文部科学省は447億円と前年比3.3%の減額となっている。これは設備の減価償却による固定資産税等の減額や業務の合理化のため、日本原子力研究開発機構に必要な経費が減

額したことなどによる。

### ③特別会計

#### 1) エネルギー対策特別会計

電源立地対策の項目は1, 412億円となっており、平成24年度当初予算と比較して62億円の減額(4.2%減)となっている。電源利用対策の項目は1, 237億円となっており、同99億円の増額(8.7%増)となっている。

大きく減額している事項は、電源立地対策では、原子力施設等防災対策等交付金が原子力規制委員会等へ移管したため、97億円の減額、電源利用対策では、高速炉等の維持管理に必要な施設・設備の更新が終了したため、独立行政法人日本原子力開発機構施設整備費が9億円の減額となっている。

#### 2) 復興特別会計

文部科学省分の復興特別会計については、102億円となっており、平成24年度当初予算を比較して75億円の減額(42.3%減)となっている。これは核融合研究開発事業及び量子ビーム関連事業や平成24年度単年度計上の施設整備が完了したための減額となっている。

ここまでが第1章でございます。

おめくりいただきまして第2章ですが、こちらからは平成25年度原子力関係経費予算総表になっておりまして、おめくりいただきまして5ページ目ですが、こちらについては先ほど第1章のほうでご説明しましたことについて各会計別、それから府省別の内訳となっておりますので、説明については割愛させていただきます。5ページ目が原子力一般会計、それからエネルギー対策特別会計、復興特別会計まで合わせた合計の表です。

それからおめくりいただきまして6ページ目が一般会計の内訳となっております。

7ページ目でございますが、これはエネルギー対策特別会計の内訳でございます。

8ページ目、先ほど「はじめに」のところでご説明いたしましたが、東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う事業ということで、こちらは参考として掲示させていただきます。こちらが8ページ目、9ページ目、10ページ目でございます。

11ページ目に平成24年度補正予算事業ということで、3省のそれぞれ補正予算の取組について記載してございます。

それから、おめくりいただきまして12ページでございます。「平成25年度原子力関係経費の見積りに関する基本方針に照らした平成25年度に実施すべき取組について」でござ

います。こちらについては、「平成25年度原子力関係経費の見積りに関する基本方針」、それから昨年の12月25日に決定しました「平成25年度原子力関係経費の見積りについて」に基づき、13ページの第一段落については「基本方針」で掲げられました重要な政策目標5本をカッコ書きに記載しております。あとは平成24年12月25日の「原子力関係経費の見積りについて」に記載してあることと概ね変更ございませんので、詳細な説明は省かせていただきます。

20ページに別添としまして昨年の平成24年7月10日に決定いたしました「見積りに関する基本方針」をつけております。これに合わせて実施すべき主な施策をまとめたのが19ページまでということになります。

私のほうからは以上でございます。

(近藤委員長) ご説明ありがとうございます。それでは、これについてご意見を頂戴して、今日の議論を踏まえてさらに修正していただく作業を進めつつ、国会で予算が成立した段階で改めて会議を開いて決定することにしたいと思えます。そういうことで、この際、内容についてご意見があれば、頂戴します。鈴木代理から。

(鈴木委員長代理) それでは「はじめに」のところからいきましょうか。「はじめに」のところまでページがついていないのだけれども、ページは最初からつけるのかな。頭からつけると分かりやすい。どうですか。

(板倉参事官) 基本的につけていないんです、「はじめに」のところだけは。

(鈴木委員長代理) 最初のページに後半、「そこでは」というところがあります。「そこでは」は要らないのではないかと思うのですが。過去の経緯ですよ。3行目に原子力以下設置法の引用があります。これは正確な引用をしていただきたいので、鍵括弧で囲んで、「原子力の研究、開発」のところからですが、「安全の確保のうち」と書いてありましたか。

「安全の確保のうち実施に関するもの」でしたか。「安全の規制」ではなかったですか。

「確保」でいいですか。

(近藤委員長) 「実施」という言葉を使っている。

(鈴木委員長代理) 「実施」はそうですね。

(近藤委員長) 引用の全体が正確かどうかは自信ありませんが。

(鈴木委員長代理) ちょっと確認を。

(近藤委員長) そういう記述のあることは記憶にありますけれども。

(板倉参事官) 「」で引用しています。

(鈴木委員長代理) それから、中身に入って第1章の2ページ、3ページですが、ここが多分多くの人が見て今年の予算の概要をつかむところだと思うので、もうちょっと説明があったほうがいいかと思います。1番の「全体概要」のところでは中心になっている取組が3つ書いてあります。その予算がどうなっているのか、2番の説明では分かりにくいですね。

例えば全体的に減っているのはよく分かりますが、特別会計の中身が大きく変わっているのではないかと思います。5ページを見ると総表の中、特別会計で電源立地対策の中の経済産業省の部分がかなり増えています。100億円近く増えています。ここの部分の説明がないので、2ページの③の99億円の増額のところの説明があった方がいいかな。見ると、7ページに電源立地対策が増えているのは電源立地対策の4番と8番。これは主に安全対策と、それから福島対応なのか、8番というのは。原子力発電関連技術開発費補助金というのは何でしたか。説明ありましたか。要するに我々の基本方針に則ってやっていただいているということで、福島対応と燃料サイクルの柔軟性と最後に人材確保と基礎基盤がありますが、国際対応も入っていますが、大きなところと福島対応のところ、52億、42億、41億というのは多分それなのではないかと思うのですが、確かめてください。

要するに減っているところの説明は書いてあるけれども、増えているところの説明は書いていないので、そこだけをちょっと修正していただければ、今年の予算の特徴がここで分かるように。私からは以上です。

(近藤委員長) ありがとうございます。秋庭委員。

(秋庭委員) 私も同じようなことを思っております。今の2ページのところの経済産業省が増加した分は何かということを書いていただいたほうが概要が分かりやすいと思います。

そして全体的になぜ減ったのかという理由は分かりますが、増えた分が何なのか分かりにくいのではないのでしょうか。ここで見ても先ほどの7ページの8番の原子力発電関連技術開発費等補助金という、この項目はどこがどう違うのか、なかなか分かりにくい項目なので、具体的に書いていただくとありがたいと思っています。

その他、私どもの基本方針に則ってきちんとご説明してくださっているのが分かりやすくなっていると思います。以上です。

(栗原主査) 追記いたします。ありがとうございます。

(近藤委員長) 鈴木代理指摘のように、「そこでは」は不要ですね。その他、「てにをは」や「なお」「また」等の接続詞の使い方には私の趣味に合わないところがたくさんあるので、そこは後で申し上げたいと思います。それから、冒頭の安全委員会設置法、これは古いもの

ですね。今、安全委員会設置法というのではないのだから、ここは多分「これまでは」というニュアンスで書いているのだと思います。しかし、新しい原子力委員会設置法では安全の確保のうちの実務を除くとなり、一方、規制委員会は、行政機関として整備されたという、その流れが読み取れるように書いたほうが良いと思います。

それから、もう1つ大きな、目につく言葉として、「はじめに」の2パラで、基本方針では福島及び自然災害に対する頑健性と、それらに対する信頼性の向上と書いてあります。確かに、私どもの基本方針の冒頭のパラグラフはそういう総括になっているので、それを引用されるのは私どもとして責任がありますが、23ページのところにいきますと、新しい原子力発電の位置付けに対応するための取組というのは、自然災害に対する頑健性及びシビアアクシデント対策の強化とセットになっています。だから、これらについては、自然災害だけではなくて、シビアアクシデントに対する対策の強化とセットで引用したほうが、何を言わんとするかが伝わると思います。現在の表現だと、原子力発電所の安全対策の評価とは読みにくく、私どもの思いと違ってしまいます。私どもの基本方針の作り方が悪かったのかもしれないのですが、そこはなるべく分かりやすくするために、全体としてそういう詳細な表現を使っていたほうが良いのかなと思います。

あとは、いつも悩む話ですが、ここでいう計画とは何ぞやということ。所掌事務には予算の配分計画とあるのですが、それを従来「利用計画」としてきたという経緯があるので、継続性の観点からはそうすることはよしとしても、そういう性格の「(計画)」だということが分かるようにするべき。それが分かりやすさという観点から重要と思います。

「はじめに」の2ページ目になるところでは、そういう思いを伝えるつもりで書いたのだらうと思いますが、もう少し工夫することができないかなと考えています。時間があるから考えていただければと思います。

もう1つは確認ですが、規制委員会にかかわる予算は除いたと書いてありますが、これは24年度予算でもすでに外してあったような気もするのですが、違いますか。ここ、電源利用対策の中の3番目にある安全技術対策委託費が0、0、0になっている。これは24年度のこの表をまとめる時、最後の段階になって、規制委員会の発足が予定されることになったので、はずした結果と記憶しています。そこはちょっとチェックしてください。そうでないと文章で言っているところを踏まえると、規制委員会の発足で97億円しか移転してないことになる。ちょっとおかしいでしょう。

(氏原参事官補佐) その点については24年度予算から外れております。この表をまとめるに

あたっては24年度予算は、25年度の考え方に沿ってとりまとめておりますので、24年度から既に安全にかかわる経費は除かれております。

(近藤委員長) そうですね。その辺も分かるようにしたいと思いますのでね。

それでは、いただきましたご意見を踏まえて少し修正作業をいただきまして、国会の、新聞報道によれば15日ですか、予算が成立するというところで、その後ということでしょうか、会議で適宜これを審議、決定させていただくことにしたいと思います。よろしく願いいたします。

では、ありがとうございました。次の議題に入ります。

(板倉参事官) 2つ目の議題はトリウム利用技術とその研究開発についてです。まず、事務局の前田参事官補佐よりトリウム利用技術とその研究開発についての全体概要を説明いたします。そのうちトリウム利用技術とその研究開発の一例としてトリウム熔融塩炉の開発の現状について、NPO法人トリウム熔融塩国際フォーラムの吉岡理事長、東京大学人工物工学センターの木下客員研究員からご説明をいただきます。それではよろしく願いいたします。

(前田参事官補佐) 事務局の前田でございます。トリウム利用技術とその研究開発について、資料2-1号を用いまして全体概要を説明させていただきます。

資料2-1「トリウム利用技術とその研究開発について」。まず1ページ目でございますが、初めにトリウムについてご説明いたします。トリウムは元素番号90番の元素で天然に存在し、そのほぼ100%がトリウム-232となっております。トリウム-232自体は熱中性子を照射しても核分裂しませんが、中性子を吸収することでトリウム-233となり、これが2回ベータ崩壊して核分裂しやすいウラン-233に変換されます。トリウムそのものはエネルギー源になりませんが、トリウムから生まれるこのウラン-233をエネルギーに利用することができます。

続きまして2ページ目でございます。このトリウムの利用においてはいくつかの意見があります。まず核拡散抵抗性につきまして、トリウム-ウランサイクル中でのプルトニウムの発生量はウラン-プルトニウムサイクルよりも少ないとされております。核分裂性物質ができる元の物質の元素番号や質量数が小さいためでございます。このため核不拡散性が高いとの意見がある一方、米国ではトリウムから生成したウラン-233を兵器に転用した実績があり、1977年から1980年に実施された国際燃料サイクル評価では核不拡散性はプルサイクルと同等とされております。もちろんウラン-233の保障措置上の位置付けもプルトニウムと同等となっております。

続きまして3ページ目でございます。トリウムの利用についての②でございます。利用技術の検討状況については、第四世代の6つの原子炉システムの1つとしてトリウムを用いた熔融塩炉が対象の1つに採用されております。しかし、具体的な開発協力の検討を行うシステムの枠組みの取り決めには至っておらず、EUとフランスがその検討に着手している状況となっております。

日本原子力学会の核燃料部会では一昨年には軽水炉、高速炉におけるトリウム燃料の利用を検討し、研究開発課題の整理を行っております。

また、インドでは古くから利用技術を検討しており、現在は天然ウラン利用からウラン-プルスサイクルを経て、最終的にトリウム-ウランサイクルを目指す3段階開発を構想しております。

続きまして4ページ目、核燃料と炉型でございます。核燃料は核分裂させる物質、ウラン-235、プルー-239、ウラン-233、それら3つとまた母材となる物質、ウラン-238、トリウム-232を組み合わせるのが一般的となっております。

原子力開発の黎明期では研究や実験用の様々な型での原子炉で固体や液体などの様々な化学形態の燃料が試行されてきました。

トリウムについては、固体の酸化物として軽水炉で利用するもの、酸化物として高温ガス炉で利用するもの、熔融塩として液体燃料で利用するものが代表的となっております。このようにトリウム利用の方法がいろいろな形で提案されてきております。

続きまして5ページでございます。世界の検討状況としまして、近年、世界ではウラン利用もしくはウラン、プルスサイクル利用が主流となっておりますが、ウラン資源の節約等の観点から主として自国内にトリウムを持つ国がトリウム利用に着目し、原子炉の設計研究や物性研究等の基礎研究を実施しております。

固体燃料の利用が当面のターゲットとなっておりますが、こちらに書かれておりますようにインド、カナダ、中国、ロシア、ノルウェー、アメリカにおいて各々照射実験や机上の検討といった研究が行われております。

6ページ目も引き続きまして世界の検討状況でございます。欧州では戦略的エネルギー技術計画の枠組みの中で短期としまして2015年まで、中期としまして2020年まで、そして長期としましては2040年から2050年までの各々の目標を達成するための研究・開発・実証のロードマップが検討されており、意思決定者と科学者コミュニティに提示されております。

この戦略的研究及びイノベーションアジェンダの付録としまして、トリウム利用の研究開発の考え方をこちらに書かれていますように整理しております。

1つ目の項目としましては、ウラン—プルサイクルに代替し得る資源利用としてトリウム—ウランサイクルの魅力を取り上げ、その利用方法として軽水炉、重水炉、高温ガス炉、高速炉、熔融塩炉、加速器駆動炉の実績と長所、短所を分析しております。

そして、歴史的には熱中性子増殖炉としての利用が研究開発のインセンティブでありましたが、近年ではウラン資源の節約、ワンスルー利用による核物質防護性、プル燃焼といった点も魅力としております。

このような分析を踏まえ、トリウムの利用は長期的な原子力利用のオプションとし、高温ガス炉、こちらは固体燃料、また熔融塩炉、こちらは液体燃料でございますが、それぞれの研究開発を相互に協力させながらトリウム—ウランサイクルの利用技術について研究することを提案しております。

また、軽水炉でのトリウム利用を行いながら、技術変換を行っていくことは将来の評価と選択に資するものであるということもこちらのほうでは考え方として整理がされております。

最後のページでございますが、昭和53年の原子力長計で国内資源ではないことと、また技術的見通しの不明確さよりトリウム利用技術の研究開発については基礎研究ということで進められてきておりました。一方、我が国の原子力政策が大きな節目であり、また国内外の動向を踏まえ、原子力委員会は2012年12月25日に今後の原子力開発研究の在り方についての見解の中でこのトリウム利用について言及をしております。革新的に安全性を高めた小型炉、高温ガス炉を用いた核心的水素製造技術、トリウム利用、高出力レーザー応用技術、また海水等からのウラン回収技術などの原型技術段階の研究開発については、実用技術にまで開発の取組を行う機会を内外において広く探索し、その機会を逃さないようにするとともに、新しい着想に基づいて創造的破壊を繰り返すこの原型技術の開発の取組を中長期的に継続して進めていくべきとしております。こちらについて先ほど申しました今後の原子力研究開発の在り方についての見解の中で示しております。

以上、簡単ではございますが、事務局からの説明は以上でございます。

(近藤委員長) ありがとうございます。続いて吉岡さん、よろしくお願いいたします。

(吉岡理事長) トリウム熔融塩国際フォーラムの吉岡でございます。こちらにありますように、最初に熔融塩炉について簡単にご紹介した後、海外の動向を簡単にご紹介し、最後に日本の取組状況をご紹介したいと思います。

最初の1章)は熔融塩炉の概念です。熔融塩炉はフリーベというフッ化物熔融塩に親物質としてトリウムを、そして核分裂性物質としてウランまたはプルトニウムのフッ化物を混合するいわゆる液体燃料炉ということです。炉心の中にあるものは黒鉛だけで、燃料塩との両立性が高いということも分かっています。この燃料塩の熱を二次塩に伝熱し、最終的に水蒸気で発電するという仕組みで、高い水蒸気温度によって高い熱効率が期待できます。

2章)は熔融塩炉の特徴です。長所と課題をそれぞれ挙げております。①液体燃料なので、燃料成型加工が不要であり、経済性に優れ、燃料の放射線損傷や燃料破損が起きない。②燃料交換が不要であるので連続運転が可能である。③燃料転換率が1.0近傍と自給自足できる。④基本的に余剰反応度が不要なため、制御棒が少なく、核的暴走事故の危険性がほとんどない。⑤即発性の負の大きな温度係数を有する。⑥ウラン-トリウムサイクルなのでプルトニウムや超ウラン元素の発生量が少ない。⑦フッ化物熔融塩炉は高温でも化学的に不活性で、蒸気圧も低い。⑧出口温度が高いため発電効率は44%に達する。⑨燃料塩が炉外に流出しても下部のドレインタンクに回収でき、下部のドレインタンクには黒鉛減速材がないので再臨界事故を防止できる。⑩大量の放射能流出をもたらす苛酷事故の可能性を大きく減らせる。また、長期の電源喪失に対する設計も提案されている。⑪ウラン-233とともに生じる微量の232の崩壊過程でのγ線によって核拡散抵抗性に優れる。⑫トリウム利用により資源をウラン以外に拡大できる。⑬小型炉が有望であるが、大型炉も設計可能である。

一方、米国では実験炉が成功したものの、4年間の運転でありますので、以下、課題として6つほど挙げております。①黒鉛等、構造材の長期にわたる健全性の確証。②熔融塩の化学状態制御。米国の実験炉ではこれらの制御に成功しておりますけれども、実用炉でもそれを確認していく必要があるということでございます。③熱交換器・蒸気発生器の改良または開発ということで、熔融塩は熱交換器で熱交換しますので、その部分の検討あるいは米国の実験炉MSREで検証されなかった蒸気発生器については、もんじゅ等のナトリウムの技術が活用できると考えます。④長期の保守のための設備の開発と大型機器の開発。熔融塩炉の炉心は黒鉛外の炉内構造物がなく、制御棒も通常引き抜かれているため、一次系の動的機器は燃料塩ポンプだけです。したがって対象機器は少ないが、ポンプ、熱交換器などを保守する機器の開発が必要です。それからポンプの大型化等必要であるということ。⑤液体燃料炉の安全基準と許認可手法の確立。これは固体燃料と大きく異なるので、この関連する検討というのが新規に必要な。⑥廃炉技術の検討と開発。これについては実験炉の除染、廃炉についてオークリッジの国立研究所での検討報告書があるので、これを参考にして立案して

いく必要がある。

最後に一番必要なものは実験炉から40年経っていて、上記の工学的課題以外に熔融塩炉の技術者が必要だと考えます。

3章)は米国の開発実績です。米国は1954年に最初の実験炉として、飛行機に乗せるための熔融塩実験炉AREを建設・運転し、その後、1965年に熔融塩実験炉MSREというのを建設し、順調な運転実績を残しています。その後、70年代に100万kW eキロのMSBRを設計したものの、76年にこれらの研究は全て中止されました。その理由についてはオークリッジ国立研究所の所長であったワインバーグが自伝でいくつかの理由を挙げております。特にウラン-プルスサイクルと異なる為に、好まれなかったのではないかということを書いてあります。

その後、次のページにまいりまして2002年にGIF(第4世代原子炉)の1候補となり、米国はオブザーバーとしてフッ化物塩冷却高温炉、これをFHRと呼んでおりますが、これを提案しています。FHRは高温ガス炉で開発された黒鉛被覆燃料を使って、冷却にフリーベを使うという原子炉です。

後で中国の件をお話ししますが、米国DOEと中国科学院の間でFHRに関する協力協定が締結されたというニュースがありました。

次のページの4章)のところが中国の開発計画です。ここが一番大きく注目される場所です。2011年1月に中国科学院は公式発表を行いました。図6は、中国語のOHPで恐縮ですが、2015、2020、2030、2040と区切って開発をするという計画を発表しています。

中国がトリウム熔融塩炉を開発した理由については、幹部が「中国に豊富にあるトリウムを利用してエネルギー自給を図るため」と述べております。

このプロジェクトは中国科学院・上海応用物理研究所(以下SINAP)が担当しております。SINAPには現在500名の研究者がおり、今後さらに増員する予定ということで力の入れ方が分かります。

最初の実験炉は先ほどのFHR熔融塩冷却炉で2017年に臨界の予定です。これについては米国と共同で進めるということでありまして、具体的には米国原子力学会が委員会を作って、その中で共同でFHRの安全基準を策定する活動を今年度から始めるということです。今日時点では残念ながら日本が参加できる見通しを得ておりません。

これと並行して進めているのが、フッ化物熔融塩を液体燃料として使う実験炉で、これは

2020年頃に臨界の予定としております。2012年から5年間の開発予算として約500億円が計上されています。それ以降2020年以降に電気出力10MWeクラス、2030年頃に電気出力100MWeクラスの発電実証炉を建設するとしています。

次のページにまいりまして、それ以降にさらに大型化する計画もあるということだそうです。

以上が原子炉についてであります。初期燃料に必要なウラン-233は、並行して開発するADS（陽子加速器による原子核破砕中性子を用いてトリウムから233を作るというシステム）で大量製造するということを計画してまいりまして、これについても先ほどのSINAPと同額の約500億円の予算で研究を始めているということです。

その下の写真にありますように、全て中国製の設備で作られた熔融塩ループというものを完成し、最終的にはフリーベを使った実験炉模擬ループを設計・製作する予定となっております。

5章）は欧州の状況です。欧州はGIF（（第4世代原子炉の1候補に熔融塩炉がなりましたので、これについて参加をしております。現在、GIFでは、欧州は燃料も冷却剤も熔融塩の炉MSFRを提案し、米国は先ほどのFHRを提案して進めています。

欧州全体ではユーラトムの枠組みとしてMOSTプロジェクト、次のページにまいりましてALISIAプロジェクト、EVOL、ACCEPTなどのプロジェクトがユーラトムの枠組みで推進されています。

6章）はチェコの状況です。チェコは国立研究所がフッ化物熔融塩による核燃料再処理技術、これをFREGATと称しており、従来の乾式再処理は塩化物を使っていますが、フッ化物による再処理技術であるFREGATについて主に研究をしています。その他、臨界実験炉での実験や、熔融塩ループなども作って実験をしています。

図10にFREGATのフロー図が出ていますが、使用済み燃料をガスで揮発させ、取り出したプルトニウムやマイナー・アクチナイド・FPなどを処理して熔融塩炉で消滅させる、こういう計画を構想しております。

7章）はフランスの状況です。フランスは当初原子力庁が始めまして、主にアクチナイドの消滅ということで、現在は国立研究所（CNRS）が研究しております。

8章）はロシアの状況です。ロシアもプルトニウムや超ウラン元素の消滅炉として、研究所としてはクルチャトフ研などで研究しております。

次のページにまいりまして、9章）はインドの計画です。インドは2012年から熔融塩

炉研究プログラムを開始しております。インドは中国同様に国内にウラン資源がほとんどなく、トリウムが豊富に取れるのでエネルギー自給のためトリウムの固体燃料の研究を長年続けていたわけです。しかし、今年の1月になりましてインド原子力庁がトリウム熔融塩会議を開催し、インドは以前から水面下で熔融塩炉についても研究しているということが発表されました。

従来の固体トリウム燃料炉の路線は継続する模様ですが、この熔融塩炉についても研究を始めたということです。インドがこの熔融塩炉の研究プログラムを開始した理由ははっきりしませんが、固体燃料の再処理の問題があるのではないかと推測しております。

10章)は韓国の状況です。韓国も今年度にワークショップを開催し、今後、熔融塩炉の研究を進めるということであります。

最後の11章)は日本の取組状況です。古川和男らのグループが10～30万KWeの小型熔融塩炉F U J Iを提案し、オークリッジが提案した連続再処理設備を削除し、さらに黒鉛取替えをしなくても30年間運転が可能であり、燃料も自給自足できるということを示しました。

また、プルトニウムの生成量は軽水炉の1,000分の1以下であり、超ウラン元素の生成も軽水炉の25分の1であるということを示しました。

当初の軽水炉からのプルトニウムを初期の核分裂性物質として利用する設計については、これによって原爆材料となるプルトニウムを生産しない点と、プルトニウムが消滅できるという点が評価され、2006年には佐藤栄作賞最優秀賞をこの論文が受賞しております。

その他、超ウラン元素の生成が少ないこともあって、超ウラン元素の消滅炉として利用する設計についても提示しております。

次のページにまいりまして、当面は軽水炉から取り出されるプルトニウムを初期燃料として熔融塩炉を起動するが、大規模な導入が必要な場合は今後開発するADSによってトリウムから大量のウラン-233を製造することとしています。

その後、2008年に私どものトリウム熔融塩国際フォーラムが設立され、現在、世界13か国の熔融塩炉研究者が結集し教育・研究等を行っております。また、中国ともワークショップ等の会議を持っております。また、当NPOは2005年にG I FのMSRグループが設立されて以来の不定期オブザーバーとして情報交換を行っております。

最後の行ですが、その他国内では電力会社の公募研究により、大学と共同して熔融塩炉の安全性の基礎研究が行われるということであります。

13ページにまいりまして、熔融塩炉のキー技術は4つあります。①熔融塩技術、②黒鉛製造技術、③炉容器材料製造技術、④高温技術。幸いにも日本はこれら4つ全てを持っているということで優位な立場にあるわけです。

①熔融塩技術。熔融塩は従来の発電技術とはなじみがないものの、再処理では乾式技術として日本で研究が進んでいる。またフリーベ熔融塩は核融合のブランケットとしても利用され、国内各大学で研究されている。そういったことから国内の熔融塩技術者は海外よりも多く日本に優位性がある。また、原子炉用の熔融塩ポンプは既に国内企業が一般産業用に製造しており、その下の写真にあるように過去に国内で製作された原子力関連の数件の熔融塩ループは全て同社のポンプを使用している。

②黒鉛製造技術。黒鉛は熔融塩炉の唯一の炉内構造物であり、稠密性、耐照射性などが要求される。これはロシアが先行していると思われるけれども、近年の高温ガス炉の減速材として国内企業も製造して、国内外に供給している。

③炉容器材料製造技術（ハステロイN合金）。いろいろな種類がハステロイにはあるものの、熔融塩炉で使用する金属ハステロイNについては現在世界でハステロイNを商業的に供給しているのは開発した米国メーカー1社と国内1社のみと言われている。

④の高温融体技術。熔融塩は化学的に不活性であり、熱衝撃も液体金属に比べて小さいということで、もんじゅ等の高温融体の取扱技術が活用できると考える。

蒸気発生器の件は先ほど述べましたので省略します。

以下、木下さんの方から説明します。

(木下客員研究員) では最後のところですが、開発及びその検討につきまして、現状のご報告をワンパラグラフでございますが、いたします。

このトリウム熔融塩炉の開発にどれぐらいの資源が必要になるかですけれども、一応 mini F U J I、これは熱出力が2万KWぐらいです。実際の実用規模としては40万KW。これは現在の100万キロ電気出力の大体5分の1の電気出力を出すものですけれども、そのステップを踏んで開発するというのが一つ。

それから熔融塩の化学処理研究施設と処理プラントを作る、そういう必要がございます。評価としては15年間で約2,200億円とされております。簡単に申しますと、原子炉の開発と熔融塩化学処理の開発にほぼ同じぐらいの投資が必要になると考えております。しかしながら、このお金を簡単に出すということは難しいと思いますので、やはり欧米で行われているように国際共同研究プロジェクトに参加していくことが、あるいはそれを作っていく

ことが現実的であると考えられます。できれば日本が主体的に国際プロジェクトのリーダーになればいいなと考えているところでもあります。実際に現在チェコではアメリカとチェコとの共同研究で、原子炉でのフリーベ（ $2LiF-B e F 3$ ）での照射準備が進んでおります。

それから、固体燃料ですが、先ほど原子力政策担当室からご説明があったような固体燃料に関しましてはノルウェーのハルデン原子炉におきまして、下のほうに図19がございますけれども、照射が始まっております。ここでは計装つきの試験ができて、熔融塩についても現在検討中と聞いております。

それから、熔融塩の先ほどの再処理につながる技術でございますけれども、軽水炉の使用済み燃料からウランをフッ素によって揮発させてガス化して回収するという技術開発は既に行われておりまして、この部分はチェコ、ロシアで、特にFREGATという技術で実際に行われた経験がございます。日本でもJAEAや民間企業で開発・実証が行われております。

この技術は福島の高レベル放射性廃棄物の処理あるいは六ヶ所村から出てくるガラス固化体のさらなる減容にも展開できるという技術的な検討もございます。

それから、最後に原子力学会ですけれども、国内の考えられる専門家を結集いたしまして、現在、「熔融塩技術の原子力への展開」という研究専門委員会の設立の準備が進められているところでございます。

日本自身、先ほど説明がありましたように人材はあり、また技術もございますので世界に対して、特に実炉を作るのは予定では中国が最初ですが、そういった活動が、もし国際的にオープンになっていけば、それに何らかの形で日本の力をもって参加していくというか、国際協力体制ができ得ると考えております。それにつきましても原子力産業の活性化と人材育成のためにこの熔融塩関連の研究開発が原子力の中で位置付けられると良いと考えております。以上でございます。

(近藤委員長) ご説明、どうもありがとうございました。それでは、ご質問、ご意見等をよろしくお願いいたします。

(鈴木委員長代理) ありがとうございました。トリウムにつきましてはいろいろところで議論されていますが、ようやく原子力委員会で、表でお話しいただくことができありがたかったと思います。

今トリウムが注目されている大きな背景についてもうちょっと説明いただきたいのですが。たしかNHKでも扱ったと思いますが、レアアースの副産物として出てきて、既にかなりト

リウムがある。それを副産物として使うのだという話の流れですね。これが一体どうなっているのか。自国内にあって、これから取り出すという、そういうものはもちろんあるでしょうが、現実にどれぐらいの量が出ていて、それは本当に実用されるようなものなのかどうか。もしそうでなければレアアースの副産物としてのトリウムの価値は一体どうなっているのですかというのをお聞きしたい。逆に言えば廃棄物になってしまうわけですね。利用できなければ。

それから、もう1つは、やはりプルトニウムの消滅用にトリウムが使えないかという、今ご紹介いただいた中でもプルトニウムの消滅、消滅という言葉がいいのかどうか分かりませんが減らすと。それから、将来は廃棄物の燃焼にも使えるという、この点が注目されている。この辺はむしろ長期的な話と短期的な話と両方混じってしまっているところがあるのですが、その辺について今プルトニウムの取り扱いについてのトリウム利用というのはどう位置付けられているのかをお聞きしたい。これはむしろ固体燃料のほうが進んでいるのではないかと思います。

それから、3番目は最後の日本の取組のところですね。我々としては先ほど事務局から紹介されたように、いろいろな原型技術が世界にはあって、それらについて日本としても置いていかれないようにきちんと把握しておくという面で今日ご紹介いただいたわけですが、日本の技術として4つの技術が紹介されましたが、全部熔融塩ですね。熔融塩の要素技術として挙げられましたが、いわゆるトリウム利用の技術と熔融塩技術を分けて考えたほうがいいのか。熔融塩の方はいろいろな要素が考えられるわけです。実際にこれまでも日本では別にトリウム利用ではなくて熔融塩としていろいろやられてきている。これをしっかりやること。

一方で日本ではトリウム利用については一体どの程度技術があるのかということについても、もし不足であれば、それは国際協力でするということであればどういう可能性があるのか。この辺をお聞きしたい。

実際に長期の見通しとして新しい実験炉の建設とかあり得ると思いますが、まず今の段階で我々が把握しておかなければいけないものとして、その3つについてご紹介していただければ。

(吉岡理事長) まず、ご質問へのお答えの最初として、私の説明の中にありましたが、熔融塩炉について、そもそもトリウム塩炉といえはいいのですが、先ほどの海外の状況を見ると例えば中国、インドはエネルギー自給のためということですね。そういう意味で日本はあまり参考にならないところがあると思います。世界的に見ると一番大きいニーズはトリウムによる

資源利用、あるいはトリウムによるエネルギー供給というのがインド、中国の独自の理由と  
いいますか、そういうのがあるのだらうと思います。2番目として、先ほどのヨーロッパ、  
ロシアの状況で紹介しましたけれども、プルトニウムの転換といいますか減らす。あるいは  
消滅と書いていますけれども、そういうようなことを目的としている。ヨーロッパは特にエ  
ネルギー的にはある程度足りていますから、エネルギーがほしいということではなくてプル  
トニウムを、北欧は地下に埋められるかもしれないけれども、ヨーロッパ自体はそういうの  
ができないから何とかしたいということでこういう研究を進めている、そういう背景がある  
と思います。

3番目にレアアースの件でご質問がありました。今日お話ししなかった多くの国がトリウ  
ム熔融塩炉に関心を示している理由は、レアアースは世界中から採れる。レアアースの鉱石  
にもよりますけれども大体1割ぐらいがトリウムと言われています。年間レアアースをどの  
ぐらい掘っているかという、2011年の例で大体年間10万トンの世界の鉱山から掘り  
出している。10万トンということは、結局そのうちの1割、つまり約1万トンのトリウム  
を掘り出してしまっている。このトリウムを何とか利用してほしいというのがレアアース産  
出国の大きな願いです。ただそういう国、例えばトルコ、ベネズエラ、ブラジルという国は  
原子力がそれほど進んでいないのでこの熔融塩炉を自分からやりたいということは言えない  
けれども、やってくれる先進国はウェルカムというところはあると思います。この3番目の  
カテゴリーの国については今日ご紹介しませんでした。世界中レアアースはほとんどの国  
で採れます。残念ながら日本は採れないのですが、世界中のほとんどの国は採れて、そうい  
うようなところは自国の今のレアアースが採れた残りのトリウムを何とかしてほしいという  
希望が非常に強いと思います。

一番最後の熔融塩技術とトリウム技術をどう考えるかということでしたが、トリウム熔融  
塩炉で難しいといいますか、なじみがないのはトリウムと熔融塩というのがそもそも日本の  
原子力に今まであまり出ていないので非常になじみが少ないわけです。あまりなじみがない  
トリウムと熔融塩を別に扱ったほうが確かに意義としては理解しやすいのではないかと思  
います。

トリウムを熔融塩にどう利用するかについては、燃料の専門家である木下さんからご説明  
いただいたほうがいいのかと思います。

(木下客員研究員) まず、トリウムの国内の研究状況ですけれども、ご存じのように日本はト  
リウムですと昔はあまり核物質的な規制がなかったせいもあって70年代、特に80年代か

ら大学中心に原子力工学科の非常に重要な研究テーマになっていたと思います。ですから現時点での基礎力は非常に学術的にはある。

それから、高温ガス炉の燃料としてトリウムというのは、特にトリウム酸化物はウラン酸化物より500℃ほど融点が高いので高温向きです。ですからHTTRの燃料として、今はトリウムはまだ使われていませんが、基本技術はそこで開発されているので、工学的にも対応できると思います。

あと、なぜトリウムが、特にノルウェーなどで既に照射実験が開始されているかということ、実は軽水炉に固体トリウム燃料を入れてみると非常に性能が良かったということが70年代、アメリカで出ています。それをもう一遍実証するわけです。ノルウェー政府の基本的な姿勢には、先ほどの原子力政策担当室の方のお話にはあまりなかったのですが、核不拡散があります。単にプルトニウムを消滅するだけではなくて、ノルウェーはノーベル平和賞の国ですけれども、政府がトールエナジーというベンチャービジネスをサポートして、そして照射を開始させたという経緯があります。ですから、トリウムそのものに本来的にそういう性質があるということはコメントさせていただきたいと思います。

それからもう1つ、担当室の方の資料中に、ノルウェーの照射をアレバが支援しているという（アレバというのはフランスの会社ですが）記述がありましたが、現時点で照射研究に資本投下しているのはSolvayというフランスとベルギーにまたがっているケミストリーの会社です。一応フランスの会社が加盟していますけれどもアレバではございませんので、5ページ目でしたけれども訂正していただければと思います。

（鈴木委員長代理）レアアースから1万トンぐらいトリウムが採れているということは置いてあるんですか。どこかに置いてあるんですか。

（吉岡理事長）私もよく存じませんが、保管に非常に苦労しているということは聞いています。

（木下客員研究員）いわゆるNORM（ノルム）ですね。NORM（ノルム）というのは自然原因の放射性物質です。そういう形で非常に扱いにくい状況になります。ですから、考え方としてはトリウムをエネルギー生産に使えば、そういうところからのお金を産地にフィードバックしてレアアースで困っている産地ですね、いろいろなところがあります。中国だけではありません。そういうところにきちんとした施設が作れるのではないかとということもあります。

（鈴木委員長代理）それから、最後のところですが、トリウム利用技術は日本には一応あるという、燃料の技術もあるしそれなりにあるということですが、実際に国際協力をやる時に日

本が提供できる技術を、大学レベルや基礎基盤技術では多分だめだと思いますが、例えば国際協力をやった時日本が貢献できるものというのはどれぐらいありますか。トリウム利用技術という意味では。

(木下客員研究員) まず燃料の技術としては燃料製造技術、再処理技術、原子炉技術とかがあると思いますが、燃料製造に関しては問題なく、我々のところで十分作れます。日本の中で作れます。いわゆる燃料を燃焼させる技術ですね。そういったものがあります。

それから再処理に関しては、トリウムの燃料の再処理は水ではもともと溶けない、トリウム酸化物は水に溶けず非常にやりにくいので乾式再処理を使う。実際、熔融塩を使うわけですね。例えば電力中央研究所などでは塩化物の乾式再処理技術がありますので、それを使うとか。あるいはフッ化物はこれからの問題です。

最後に原子力技術ですけれども、例えば先ほどのノルウェーの原子炉で照射試験をするという時、その中で計装集合体を作る時の材料、熱伝達、設計技術、熱誘導、そういったものの十分な技術はありますので、日本でやろうと思ったらJMTRを使うべきですけれども、そういう技術は十分にあります。

(秋庭委員) ご説明ありがとうございました。私がお伺いしたいと思っていることは、今もお話がありましたが、トリウムのない日本でやる意味は何なのかということです。先ほどのお話ですと他の国ではレアアースを採った時に、その副産物として出てきたものの取り扱いに困っている。このままでは廃棄物になってしまうので、せつかく日本に貴重な技術があるので、それを生かして有用にしようということによろしいですか。

それで、そうなった時、それでも日本の国として、それをどうやっていくかという時に大義名分があると思います。先ほどノルウェーでは核不拡散性においてこれはとても重要な取組だということがありました。日本でも一番の大義名分は核不拡散性と考えればよろしいのでしょうか。

(吉岡理事長) そうですね。日本で利用する場合はエネルギーが、これから原子力が、がんがん伸びていく状態ではありませんので、例えばプルトニウムの消滅といいますか転換を図るとか、そういう核不拡散の問題という方向が1つの大義名分になると思います。先ほどおっしゃった日本の全く新規な技術なら取りかかるべきではないですが、日本はそういう要素技術を既に持っているということを利用したらいいということです。

(秋庭委員) 事務局からの説明によりますと核不拡散はプルトニウムサイクルと同等とされているという説明がありました。私はそこの専門的なことは分かりませんが、それでもやはり

日本では核不拡散性を考えると取り組んだほうがいいということですよ。

(吉岡理事長) そうですね。先ほどの評価はプルトニウム-239、ウラン-233という元素同士を比べた場合で、実際の製造過程とか原子炉の工程を考えるとやる意義があると考えております。

(秋庭委員) あともう1つは、今日ご説明いただいた資料に、2ページ、3ページに長所と課題が書かれております。長所を読むととてもすばらしいと思うのですが、課題もこうやっていくつか書いていただいております。しかし、先ほどのご説明を伺っていると、その課題は既に克服できる道がずいぶんあるように聞こえました。この課題の中で今日本が取り組もうと思うと、一番大きな課題となるものはどんなことなのでしょう。

(吉岡理事長) 全体的な流れとしては実験炉までは成功しているわけですから、問題は長期の運転ということで、そうなるやはり日本の長年にわたる原子力の知識が使えるようにならないかと思えます。

どこが一番利用できるかという、例えば4つ挙げましたので、高温融体の技術であるとか、それから熔融塩の技術、こういったところではないかと思えます。多分、本当に期待されているのはこういう要素をインテグレートするといえますか、組み合わせるといえますか、そのような技術は本当は日本は強いのではないかと思えます。

(秋庭委員) ありがとうございます。

(木下客員研究員) 課題の方から先に付け加えさせていただきますけれども、熔融塩そのものの化学処理ですね。再処理の技術はこれからやらなければいけない部分があります。オークリッジでやられたものは、一応の技術開発は行われたのですが、まだやることは残っている。

それから「廃炉」を書かせていただきましたが、最終的に動かしたはいいけれども、一番最後にどうするかというところはフッ化物熔融塩については新たにいろいろな考え方を投入しなければならないと考えます。

それからトリウムの核不拡散への適用ですが、技術的な問題はまたいろいろあると思うのですが、もっとも重要なのは兵器級のプルトニウムを消滅するというオバマ大統領のプラハ演説、そのための技術としてトリウムは最善です。プルトニウムを再生産しませんし、非常に性能良く燃すことができます。その点ではトリウムに注目していただきたいと思えます。

(近藤委員長) トリウム利用技術がいろいろあるところ、それらについてのプロコンの議論は昔からありますが、私がたえず申し上げてきているのは技術の蓄積が重要であるということです。世界では現実にはそうした取組がずっとローキーだったけれどもなされてきて、その上

にご紹介のあった今日の欧州の取組がある。トリウム利用対ウラン利用の対比といった原理主義的な議論をいくら繰り返しても現実是不会変わらないのです。最後におっしゃったプルトニウムのディスポジションにトリウムプルトニウムの MOX 燃料がいいといっても、その取組を計画しているアメリカでは、それを使うことにはなっていないわけです。すぐには使える技術でないからです。原理的に優れた技術の世界と現実に使える技術の世界を同一に論じられることが多いのですが、そうですかというには、その間のギャップはあまりにも大きすぎるのではないかと。そこを気にされないのは非常に問題と思います。

その点ヨーロッパで最近まとめた、先ほど事務局からご紹介のあった戦略研究アジェンダの中のトリウム技術と熔融塩炉技術の評価報告はコンパクトだけれども非常によくできています。日本原子力学会にも政策論議の参考にできるような、原段階の知見の取りまとめがあるといいねと申し上げ、何かまとめていただいたと記憶していますが、厚さはあってもこれだけの範囲はカバーしていないと私は理解しています。

ですから、この程度の仕事がどうしてもできないのか、そこが日本が抱えている問題点ではないかと申し上げたい。学术界がまずきちんとした技術評価なり、課題をとりまとめられないことには産業界も政府も動きようがないわけです。福島問題で日本の学术界の在り方が問われたのと全く同じ問題がここにあるように私は思います。学术界が意見の違いがあれば、それを明らかにした評価を用意して、議論のリファレンスとする。原子力委員会としてそういうようなまとめを作りなさいとお願いするべきなのかもしれませんが、本来的には学术会议なり原子力学会がプロフェッショナル・ソサエティとしてそうした活動をするのが普通ではありませんかね。

先ほどご紹介のあったように、米国原子力学会でも安全基準の検討を始めたということも、そうした積み重ねをしていく取組ですよ。私もアメリカ原子力学会の会員だから参加しても全然構わない、だから日本人はコミットできないということではないはずですよ。

皆さんの蓄積しつつある知識をそうして共有し、認識が共通化していくことで次のステップの合意も可能になる。そういう努力をすることが先人たらんとする人のいわば責任だろうと思います。そういうできるところから努力をされたらと私は絶えず申し上げてきたわけですが、いまだ、同じことを繰り返さざるを得ないのかなという感じを持ちます。今日ご紹介いただいたことを機会に、関係者が集って、そういう取組を皆様のほうで始めていただいたらと思います。

なお、海外の取組についてのご紹介の際に、その戦略的意味合いを強調されましたが、役

立つ可能性があるという話と現実に役立つという話は区別して説明されるべきだと思います。ノルウェーが核不拡散に対するコントリビューションの観点からその取組を始めたということでしたが、この国はプルトニウムを持っているわけではありません。もしうまくいったらそういうことで使う国があらわれるかもしれないということでしょう。日本がこの先、原子力発電を閉じると決めたら、プルトニウムをどうするか、燃やしてしまうのが義務だが、背各区そういう技術が使えるなら、米国はそうしていないけれども使うかという議論になるかもしれません。その時には、その技術が今すぐアベイラブルかということになる。

研究開発というのは基本的には長期的観点からなされますから、短中期の取組には使えないのです。短期、中期、長期、プランニングホライズンが全く違うのに、いつでもどこでもそれが万能薬のように説明してしまうのはいささか危険だと思います。物理的合理性がある、科学的技術としてそういう特徴があることは間違いない。プルトニウムは母材をトリウムにしてプルサーマル用軽水炉燃料にして使ったほうがアクチノイドの生成や、プルトニウム消滅率が大きいことは間違いない。それからどうするか、そのままディスポーズしていいか、あるいは再処理するか。木下さんはフッ化物の専門家でいらっしゃるからフッ化物再処理に話が限定されましたが、水プロセスもあるはず。ただ、トリウム酸化物は安定性が高いから水処理は溶媒量が多くなる、薄めて扱うしかないというのは常識です。しかし、それにもかかわらず従来は、その作業がなされてきたことも事実なわけです。しかし、三成分系の再処理技術というのはこれからでしょう。オークリッジ（ORNL）でやったと言っても、この欧州の評価では、ステージ1しかなされていない。プロナイゼーションがなされているわけであって、その先のプロセスについてはまだ手がついていないと。ですから、再処理技術はまだまだこれからという理解が適切なのだらうと思います。

それから、こういう原子炉を大量に導入することの意義は大きいといわれるのですが、そのためには、イニシャルフィードのフィッサイル、プルトニウムなり、濃縮ウランが大量に必要です。加速器増殖炉の実用化はずっと先ですから、軽水炉社会がしっかりしていないといけないということになるはず。

それから、運転に伴う反応度の補償をどうするか。ニアブリーダーに設計するから問題ないというけれども、フィッションプロダクトはたまるわけです。ちょっと計算してみればすぐ分かるように、クリプトンとかキセノンがたまってくるわけです。オークリッジではたしかガスバブリングでこれを引き出したと思いますけれども、再処理とかどうかは別にして、そういうFPがたまって発熱している溶融塩の純化技術が必要なわけです。それに大き

な黒鉛減速原子炉の場合には反応度係数が正になりがちですからね。

ですから、私はオークリッジで小型炉を4年運転したことで技術のデモンストレーションが終わったという説明をされることについては甚だ……、同じナトリウム冷却炉でも小型炉と大型炉では全く違う原子炉技術が必要です。常陽をさっさと作った日本がもんじゅでこれだけ苦勞していることからすれば、スケールアップはそう簡単ではないというのがプロでしょう。古川さんはそのことを分かりつつ言っておられたと知っているんですけども。

欧州では、だから、黒鉛炉ではなく、高速炉として設計し、高温炉を追求するとして、材料もハステロイでいいんだと。700℃出口でいいんだとはしていない。ニッケル、モリブデン、クロムの3元合金、ハステロイのモリブデンをタングステンに置き換えてもっと高温を狙う研究開発がフランスで進められている。第4世代炉ということで、新しい時代にふさわしいものを作るという姿勢です。ですから、日本としての取組を考える時にどういうプランニングホライズンで考えるか、何を目指すかというのはとても重要です。そのところが昔オークリッジで実証された技術で明日からすぐに炉の建設をいわれても、すぐにはできないことがすぐに分かるから、さて何を目標にという議論が大切になる。そうすると、例えばこういうスケジュールで、まずは高温溶融塩技術のR&Dを基礎研究から始めることが最も重要となるように思います。おっしゃるように熔融塩技術は原子力技術でも何でもないわけであって、産業界の非常に重要な技術なのである程度ものになっている人もいるから、それを原子炉冷却材に使う場合にはどういう問題があるかということについては当初シミュレーション技術で十分に検討可能でしょう。そういう格好で地道にサイエンスを積み上げていくという作業をぜひ関係者にお願いしたいと思います。

1990年代でしたかね、京都大学から提案をうけて、トリウムの炉物理特性だけは自分で測るしかないとして、学術振興会で京都大学が大量のプルトニウムを購入する費用を手当てした記憶があります。このように、これとこれとこれはエッセンシャルであり、汎用性とかユニバーサリティがある成果を生む研究であるとか技術開発については最低限日本として投資すべきだという議論になれば、日本はこれから研究開発費が大変厳しいけれども、それを議論のテーブルの上に乗せる可能性がないわけではないということもお考えになって、関係者がコミュニティとして説得力のある提案をとりまとめていくことがとても重要だと思います。いまは欧州の方が議論が練れているように思うのは間違いですかね。

以上、勝手なことをいろいろ申し上げましたが。今後ともよろしく、勉強されることを期待いたします。今日はこれで終わってよろしいですか。

はい、それではお二方には、ご説明、どうもありがとうございました。この議題、これで終わります。

それでは次。

(板倉参事官) 3つ目の議題でございます。鈴木委員長代理が5月11日から5月14日の日程でアメリカに出張されます。その渡航目的等について事務局の柳澤調査員より説明します。

(柳澤調査員) 鈴木原子力委員会委員長代理の海外出張につきまして、資料第3号に従いまして説明させていただきます。出張先は米国のサンフランシスコ。期間は今週末の11日土曜日から14日の火曜日まで。渡航の目的はカリフォルニア大学バークレー校主催の STS Forum on the 2011 Fukushima/East Japan Disaster に出席しまして、福島事故後の原子力政策に関する基調講演を行う他、会議に出席する有識者と意見交換を行うというものです。主要日程につきましては記載のとおりでございます。以上です。

(近藤委員長) 週末ですか。よろしく。

その次。

(板倉参事官) 次回第18回原子力委員会につきましては、開催日時は5月16日木曜日10時半から。場所は中央合同庁舎4号館4階、共用443会議室で開催いたします。以上です。

(近藤委員長) ありがとうございました。これで終わります。

—了—