

総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会
原子力小委員会 第25回会合

日時 令和4年3月28日(月) 10:00~12:03

場所 オンライン

議題 エネルギーを巡る社会動向と原子力の技術開発

1. 開会

○山口委員長

おはようございます。定刻となりましたので、ただ今より総合資源エネルギー調査会第25回原子力小委員会を開催いたします。

委員および専門委員の皆さま方におかれましては、ご多忙のところご出席いただき大変ありがとうございます。

まず本日の会議の開催方法などにつきまして、事務局から説明いただきます。お願いします。

○遠藤原子力政策課長

はい。事務局でございます。本日の小委員会の開催方法につきましては、現在の状況に鑑みまして、前回までの対面とオンラインの併用をさらに進めまして、オンラインにて行わせていただきます。

また、本日の会議の様子は、YouTubeの経産省チャンネルで生放送をさせていただきます。

オンライン開催ということで、皆さまには事前にメールで資料をお送りしてございますが、Teamsの画面上でも適宜投影をさせていただきますので、どうぞよろしく願いいたします。

○山口委員長

はい。ありがとうございます。

それでは本日の原子力小委員会でございますが、早速進めたいと思いますが、まず本日は細田経済産業副大臣にもご参加いただいております。ぜひ細田副大臣からごあいさつをお願いしたいと思います。どうぞよろしく願いいたします。

○細田経済産業副大臣

はい。先生方、おはようございます。経済産業副大臣を拝命しております細田健一でございます。どうぞよろしく願いいたします。

本日はお忙しい中、山口先生をはじめ、委員の先生方にはご参加を頂きまして心から御礼を申し上げます。原子力小委員会の開催に当たりまして一言ごあいさつを申し上げます。

先週、東京電力、東北電力の管内におきまして、電力需給がかなり厳しい状況がござい

ました。先生方にご心配をお掛けしたことを、これをおわびを申し上げるとともに、皆さま方のご協力、節電のご協力で、これを何とか乗り切ったわけでございますけれども、節電にご協力を頂いた全ての関係者の皆さまに心から御礼を申し上げます。

安定的で安価な電力供給は、国民生活、日本経済に欠かすことのできない基盤であると考えております。当省といたしましては、今後とも責任を持って電力の安定供給に努めてまいりたいと考えております。

このような状況の中で原子力を活用すべきとの声も高まっているわけでございますけれども、ただ、一方であれだけの大きな事故がございました。やはりまだまだ世論、厳しい世論というものもございます。このような状況を踏まえながら、日本経済を支えるエネルギー供給、とりわけ原子力発電の活用について、今こそ腰を据えて議論をしていくべきタイミングであると考えております。

本日は革新炉開発や原子力を支える技術・人材の現状や課題について議論をお願いをしております。カーボンニュートラルの潮流や国際情勢の変化の中で革新炉がどのような価値を発揮できるか、産学官の関係者でどのような将来像を共有していくか、また、日本に強みのある技術、人材をどう強化していくかといった焦点について、ぜひ先生方からのご意見を頂ければと思っております。

先生方におかれてはぜひ忌憚（きたん）のないご議論をお願いいたしまして、私のあいさつの結びとさせていただきます。本日はどうぞよろしくようお願いいたします。ありがとうございます。

○遠藤原子力政策課長

どうもありがとうございました。

それでは事務局のほうから1点ご報告をさせていただきます。本小委員会、前回、約1年ぶりの開催となりましたが、前回以降、委員に変更はございませんが再任がございましたのでご報告をさせていただきます。

伊藤委員、遠藤委員、越智委員、小野委員、斉藤委員、豊永委員、中島委員、又吉委員、新井委員、坂田委員の10名の方々が再任ということで、引き続きご就任を頂いてごいません。

総合資源エネルギー調査会運営規定に基づき、本小委員会の上位組織である電力・ガス事業分科会の山内分科会長の委員指名権限において引き続き委員とさせていただいております。

なお、本日、大橋委員、杉本委員におかれましては遅れてのご参加、早めのご退席。伊藤委員、山下委員におかれましては本務のご都合上、ご欠席の連絡を頂いております。

以降の議事進行は山口委員長にお願いすることとしますので、委員長、よろしく願いいたします。

2. 説明・自由討議

○山口委員長

はい。山口でございます。それでは早速本題に移らせていただきます。

本日の小委員会では、エネルギーを巡る社会動向と原子力の技術開発について議論していただきたいと存じます。また、今回ご欠席をされました伊藤委員から、本日の議題についてご意見をあらかじめ頂いております。こちらは資料7にあります。まず、これらにつきまして事務局からご説明いただきます。どうぞ、お願いいたします。

○遠藤原子力政策課長

はい。事務局でございます。

まず資料3、「エネルギーを巡る社会動向と原子力の技術開発」につきましてご説明を申し上げます。1枚おめくりを賜りまして、2ページ以降。前回の原子力小委での頂いたご意見をまとめをさせていただいております。時間のご都合上、細かくはご説明申し上げますませんが、このページ、それから次のページにわたりまして、赤字で書いてございますところが今回ご議論いただくテーマに沿ったご意見でございます。例えばエネルギー安全保障、地政学リスク、そしてカーボンニュートラル、国際情勢、こういったものを踏まえて原子力の必要性という意見がございました。

それからおめくりを賜りまして3ページでございますが、革新的な安全性の向上等に向けた取り組みということで、長期的な革新炉技術開発に対する必要性、新增設の必要性、それから国としての投資の重要な判断基準とし、社会的なニーズの変化を踏まえてどのような付加価値を付けていくかという議論も頂きました。それから発電以外の原子力の持つポテンシャルも含めて議論を進めるべきといったご意見も頂いております。

4ページでございます。原子力の安全を支える人材・技術／産業基盤の維持・強化ということで、足下でサプライヤが疲弊している現状、研究基盤、大学等も含めました人材・技術の維持についてのご意見を賜りました。

さらには5. でございますが、革新炉開発について国際的にどう関わっていくのか、小委の中で議論をする意義があるといったご意見を頂いております。

これらのご意見を踏まえまして、まず今回につきましてはエネルギーを巡る社会動向と、それを取り巻く技術的な研究開発、それからサプライチェーン、こうしたものについてご議論を賜ればと思っております。

それでは資料のご説明に移らせていただきます。6ページ以降でございます。こちらにつきましても、かいつまんでのご説明となる点をご容赦ください。

まず6ページでございますが、カーボンニュートラルに向けた社会変革ということで、これは前回の委員会において説明をさせていただいた資料でございますが、脱炭素社会に向けた大競争時代に突入をしているということ。

それから1ページおめくりを頂きまして7ページでございますが、具体的には産業界、特にファイナンス、金融界でこうした動きがどんどん進んでいると。

8 ページをご覧くださいと、具体例としてEUタクソミーの例を載せてございます。

9 ページをご覧くださいますと、海外企業の具体的な取り組みの例も載せてございます。

こうしたカーボンニュートラル全体に向けて、2050 年のカーボンニュートラルに向けたエネルギー構造の変革ということで10 ページ以降をまとめてございます。これも前回ご説明をさせていただいてございます資料でございますが、将来に向けまして電力部門における脱炭素電源の拡大、それから産業・民生・運輸部門での脱炭素化、水素、メタネーション、合成燃料、さらにはデジタル化に伴う電化の進展によって電力需要の増大が見込まれてございます。

1 枚おめくりを頂まして11 ページでございますが、1 例といたしまして2050 年の電力需要予想の例を載せてございます。2030 年以降、電力需要が電化に伴って進みまして、電化率の上昇、水素生産用の需要増等が見込まれてございます。

12 ページもご紹介だけさせていただきますが、例えばEV、自動車の電動化目標ということで、世界各国が2030 年代にかけて自動車の電動化目標を掲げる動きが出てございます。

13 ページをご覧くださいますと、消費電力量の将来予測例が付いてございます。これは通信・産業部門の例でございますが、熱需要の電化、それから水素生産等も含めまして、将来に向けた電力需要が増えていくという例をお示しをさせていただいてございます。

それから1 枚進みまして、設備容量がこうした中であって減少していく火力発電の代替の必要性というのを15 ページに載せてございます。今後の新規の新設案件がなかなか火力ではないということであれば、現在電力供給を賄っているこうした電源以外の手段を確保していく必要がございますが、16 ページをご覧くださいますと、世界全体で見ますと、特に今後の経済成長に伴って電力需要の増大が見込まれる東南アジアでは、いまだに火力に依存しているという状況でございます。逆に申し上げますと、これからこうした国々におきまして脱炭素電源への置き換え、こうした需要が大きく出てくるということが見込まれてございます。

1 枚おめくりを頂まして2-2 でございます。再エネの導入拡大に伴うネットワークの変革というものを載せてございます。これも再エネをどんどん導入いたしますと、ご案内のとおり、変動再エネの導入に伴いまして必要な調整力が増大をしていくということになります。ここの電源をどうやって確保をするか、それからこうした動きに伴いまして、分散型のエネルギーシステムをどのように構築をしていくかということが1つの課題になります。

18 ページには分散型の電力システムの推進ということで例を載せてございます。

それから1 枚おめくりを賜りまして、時間の関係上、すいません、ちょっと早く進めさせていただきます。「電力レジリエンスへのニーズの高まり」と書いてございまして、これは災害、自然災害、それから国際的な地政学リスク、そういうものを考えた場合の非常時のエネルギー安定供給の重要性、これが、先般の停電の危機もございましたが、現在に

至って非常に顕在化をしてきているということで、20 ページには例えば近年に大型の災害が相次いだ。それに伴って、大規模停電等が起きたという例を載せていただいております。

21 ページをご覧くださいますと、例えばこうした突発的なトラブルが生じた場合に、電源構成全体を安定的な構成にしなければブラックアウトが起きてしまうという例を載せてございます。技術的な説明は、すいません、割愛をさせていただきます。

それから22 ページをご覧くださいますと、こうした大型の災害が起きた際に、日本の系統を全体で考えた場合の大規模災害時のレジリエンスも考える必要があるということを書いてございます。

おめくりを頂きまして、23 ページでございます。以上、ご説明申し上げましたのが電力セクターの課題でございました。

ここからは電力セクター以外の課題ということで、製造業のカーボンニュートラルに向けた変革ということで、現在、製造業で大量・安価かつ安定的な水素・熱・電力の供給が求められており、そうした取り組みをご紹介します。

24 ページをご覧くださいますと、製造業における電力以外の需要の実態ということで、電気が約4分の1、残りは化石燃料を主体とする熱や燃料が、今、製造業におけるエネルギー源として使われてございまして、こうした状況は、コスト、それから状況はさまざまでございますが、これから水素、熱利用、電力の利用といったところに置き換えていく必要があるということでございまして、1枚おめくりを頂きまして25 ページ、それから26 ページには、時間のご都合上、説明は割愛させていただきますが、世界全体で水素の活用に向けた取り組みが進んでいるということのご紹介でございます。

26 ページに、わが国として水素産業をどのように育てていって製造業を含めた産業全体で使っていくかという工程表をお示しをしております。

27 ページにも水素の製造方法をご参考で載せてございます。

それから2-5でございます。これは電力以外の全体の地政学リスクの対応ということで、より幅広い視点で書いてございます。例えばコンビナート、火力発電所もそうでございますが、産業の需要地、こうしたところの需要が大きいところに密集する形でこれまでエネルギーも含めたインフラをつくってきてございましたが、どこから輸入をするのか、それからどこに持ってくるのかということも含めて、レジリエンスがこれから重要になっていくということでございます。

29 ページに直近のウクライナの情勢の影響を参考で付けさせていただきます。またこれは時々刻々と状況が変わってございますので、ウクライナ以外にも例えば中東、サウジ、それからUAEといったところの状況にも伴ってまた変わりうるものがございますが、非常に地政学リスク、海外の地政学リスクに伴ってボラティリティが高まってきているということが言えるかと思っております。

それから2-6といたしまして、循環経済への移行というテーマを掲げさせていただきます

ました。国際的に資源需要が増えていく中で、廃棄物の処理システムの機能不全、こうしたものも起きてございますので、循環型の経済への移行というものが志向されてございます。

それから2-7でございます。エネルギー以外の分野へのイノベーションの波及といたしまして、ここでは例としてラジオアイソトープ、放射線利用の経済規模、それから具体的にどのような形で使われているかという形でご紹介をさせていただいております。

以上、原子力以外のエネルギー全体を取り巻く世の中のニーズ、システムがどう変わってくるのかというところをかいつままでご説明をさせていただきました。

続きまして革新炉による貢献の可能性ということで、33 ページ以降をご紹介をさせていただきます。一覧表といたしまして、33 ページに先ほど申し上げた社会的な要請、ニーズに対応してどのような形で今後革新炉が貢献をしていく可能性があるのかという表をまとめさせていただきました。以降、簡単にご説明を、例を幾つか紹介をさせていただきます。

34 ページの3-0でございますが、いわゆる革新炉では炉心を冷却するシステムを外部電源喪失の場合においても備える等の固有の安全性を有するということで、軽水炉、SMR、高温ガス炉、ナトリウム冷却高速炉というところの例を載せてございます。

35 ページをご覧くださいと、安全性を高める事故耐性燃料のご紹介をさせていただいております。こうしたものは当然のことながら、福島、東京電力福島第一発電所事故の反省を踏まえてこうした新たな設計を、プラント、それから燃料の双方でやっているということでございます。

36 ページをご覧くださいと、電源の脱炭素化への貢献ということで、電源ごとのライフサイクルで比べたとしても原子力はCO₂が非常に低い。それと合わせましてエネルギー密度が非常に大きいということで、特に石炭火力のようなどころから電源の脱炭素を進めていくに当たっては非常に有力な選択肢になるという例を書かせていただいております。

38 ページをご覧くださいと、石炭火力の発電の廃止を念頭に大型の軽水炉を導入する動きというものが世界で例がございまして、こうしたご紹介も参考までに38 ページに付けてございます。

それから3-2でございます。再生可能エネルギーが大量に導入をされていく中では、先ほども申し上げましたとおり、調整電源として負荷追従をどのように行っていくかということが1つの大きなテーマでございますが、これもいわゆる革新炉において、新たにこうした仕組みをしっかりと担っていくという研究開発がされているということでございます。

それから3-2でございます。レジリエンスということで申し上げますと、災害対応、それから地政学、国内での地政学リスクということを考えますと、それからネットワークの分散化というものを踏まえますと、分散型、あるいは可搬型のエネルギーの供給というものが1つのテーマになろうかと思っております。こうしたものに向けまして、マイク

ロ炉、それから船舶搭載炉といったような研究開発もなされているということでございます。

41 ページをご覧くださいますと、先ほど申し上げました電力全体の構成、ブラックアウト等へのリスクを踏まえると、電力系統内での慣性力の維持ということで、インバータ型ではない同期電源としての原子力発電の価値も認められるということを書いております。以上、電力ネットワークでございました。

それから3-4以降でございます。製造部門における熱利用・水素製造への貢献ということで、鉄鋼等の産業部門における、特に水素を活用して水素還元製鉄等を行っていく場合に、例えば高温ガス炉を活用していただいて水素を大量に供給をしていく、コージェネのイメージを書いております。

それから3-5に進みまして、技術自給率の維持ということで、地政学リスクの軽減ということで、今まで国内で原子力をつくってきたときには国産化率、いわゆる技術自給率というものが非常に高かったということを書いております。

それから45 ページをご覧くださいますと、国際連携のプロジェクトにおける貢献ということで、これも前回の小委でもご説明申し上げましたとおり、さまざまな国際プロジェクトにわが国のサプライチェーンが参画をしているということを書いております。

3-6でございます。廃棄物・資源問題への貢献ということで、核燃料サイクル、高速炉の例を載せてございます。

47 ページをご覧くださいますと、非エネルギー分野への貢献ということで、医療用のラジオアイソトープの活用ということで「JRR-3」、それから「常陽」のご紹介をさせていただいております。

以上が世の中のエネルギーに対するニーズの変遷、それから革新炉がそれに対してどのような貢献の可能性があるかというところを駆け足でご説明をさせていただきました。

ここから続きまして革新炉の現状でございます。まず世界の原子力市場の拡大見通し、それから世界各国のカーボンニュートラルの達成に向けた原子力推進の動きと、49 ページ、50 ページは前回の小委でご説明をさせていただいた資料が続いております。51 ページ、52 ページの中露が出てきているという状況も同様でございます。

53 ページ以降も、最後のご紹介でございますが、こうした中で米英はサプライチェーンを今のところ喪失をしておりますので、54 ページにございますように原子力技術リーダーシップの再興を目指して、政府主導で原子力イノベーションの促進に向けまして、予算面、それから法律面での環境整備を進めているというご紹介をしております。

具体的には55 ページをご覧くださいと、国内での大型軽水炉の支援、それから研究開発支援として、将来の革新炉の研究開発に対する支援をやっているということでございます。

56 ページも前回のおさらいでございますが、フランス、韓国は国内のサプライチェーンの立て直しということで、57 ページに飛んでいただきますと、大型軽水炉の国内の新設に向けてのサプライチェーン支援、それから将来の研究開発に対する支援をやってござい

す。

58 ページをご覧くださいと、こうした動きを海外の市場と連動させて進めていくということで、韓国政府は国を挙げてサプライチェーンの海外への売り込みと、こうしたものをやっているということでございます。

59 ページをご覧くださいと、先ほども申し上げましたとおり、日本のサプライチェーンに対する期待が非常に高いということで、米英などのさまざまなプロジェクトで、日本のサプライチェーンが、今、協力をしつつあるということでございます。

60 ページ、61 ページ、62 ページに具体例が載ってございますが、今日のご説明は割愛をさせていただきます。

こうした形で、米英では、それからフランス、韓国も含めまして、さまざまな形で将来の研究開発に進もうとしていると。それらにおいて、日本のサプライチェーンに対する期待というものも高いということでございます。

65 ページをご覧くださいと、例えばカーボンニュートラル社会を見据えて、革新炉が評価されております。右側のイギリスをご覧くださいと、さまざまな炉型がある中で、特に高温ガス炉をさまざまな観点から評価をするという形での重みづけも行ってございます。

それから66 ページは、ブルーブンドと、実証できているということで、大型軽水炉を愛好するという動きもあるということでございます。

67 ページ以降は、翻ってわが国がどのような形で研究開発をしているのかというところを付けてございます。ざっと申し上げますと、67 ページ、68 ページはグリーン成長戦略に書かせていただいた4つの炉型の研究開発を進めていくということ。それから69 ページ以降は、現在日本国内で原子力技術開発支援ということで、私ども経済産業省と文部科学省さん、JAEAさんとタッグを組みながら研究開発を進めているということで、具体例をそれ以降、数ページにわたって載せてございます。

ただ、75 ページをご覧くださいと、まとめて申し上げますと、現在の日本の課題は、予算規模で申し上げますと年間 100 億円程度の予算規模。今後、研究開発が進展してくれば、さらなる拡充が必要となってくる可能性がある。さらに非予算措置で申し上げますと、予見性を高めていくための、事業者のイノベーションを見いだすための規制や法律といったものが今後課題となっていく。実際に開発、それから実装の工程表というものを考えていく場合は、現在は国際プロジェクトとのアライアンスということに依存と申しますか、そこしか見いだせてございませぬので、今後、これをどういう形で広げていくかというところが課題になると。

参考で、米英仏ではさらに大型の予算でございますとか、審査プロセスの策定を義務付けるような法律がございませぬとか、市場の予見性を高めるための優先順位、重みづけというものをしているという例を書いております。

それから76 ページ以降でございますが、こうした中でもう既に日本のサプライチェーン

は危機にひんしているという状況でございます。かいつまんで申し上げますと、78 ページをご覧くださいますと、右側に原子力事業から既に撤退をしている企業が複数出てきてしまっているという例を書いております。

79 ページをご覧くださいますと、今、日本国内のこうしたサプライチェーンがピラミッド構造であるということでございますけれども、80 ページをご覧くださいと、こうした原子力従事者も原子力事業の撤退と相まって減ってきている、また、大学等におきましても学生の関心がなかなか高まっていかない、低くなってきてしまっているという現状を書いております。

81 ページをご覧くださいますと、今後これを変えていくためには、例えばこのサプライチェーンにおける日立さん、東芝さん、三菱重工さん、いわゆるプラントメーカー3社さんだけに頼るのではなくて、各サプライチェーンの企業の皆さまが海外のプロジェクトも含めて事業機会を開拓をしていく、こうした取り組みが必要になってくると考えてございますが、82 ページにございますとおり、こうした取り組みは過去にございましたけれども、直近はどんどん減ってきてございます。

こうしたことを政府としてもバックアップをしていく必要があると思っております、83 ページをご覧くださいと、どのようなサプライチェーンの海外展開、ビジネスの機会の確保に向けた取り組みが必要かというヒアリングの結果を載せてございますが、こうしたニーズに応じまして、的確に政府としてバックアップをしていかなければいけないという問題意識を持っております。

すいません。ここまで大変駆け足でございましたが、86 ページに今後具体的に議論をしていくべき論点の例としまして書かせていただきました。例えば、国としてのエネルギー政策上の原子力に関する目標設定というものをもとに考えるべきではないか。原子力の持続的な活用の必要性、その在り方の具体化・明確化が必要ではないか。その場合に、今ほど若干ご紹介申し上げましたが、日本の技術、サプライチェーンが有する強み、それと今後の改善・強化に向けた課題を具体化・明確化して手を打っていく必要があるのではないかと1. が全体論でございます。

2. 以降は具体論でございます、例えば限られたリソースの中で、欧米でも例がございましたが、社会ニーズに応じた開発をどのように重点化をしていくのか。

それから1枚おめくりいただきまして87 ページでございますが、具体的にこの開発を進めて実装していく工程表、それを踏まえたリソース投入の在り方をどうするか。この中では例えば予算措置だけではなく、さまざまな制度的な検討も必要ではないかということ。

それから(3)といたしまして、サプライチェーンの劣化が懸念される中、技術・人材の維持をどのように進めていくかと。

最後に全体の大きな課題といたしまして、社会に対し上記の原子力の目標設定や価値、工程表をどのように説明・共有していくかという形でご議論いただく論点の例を提示をさせていただきます。

続きまして資料の7、伊藤先生からご説明を頂いた、ご提出を賜ってございます資料を私のほうからご紹介をさせていただきます。

伊藤先生からの資料でございます。1つ目のパラグラフ、まず3月22日の先般の電力需給逼迫（ひっばく）、これを踏まえてエネルギー、日本の電力供給が抱える構造的な脆弱（ぜいじゃく）性を再認識させられた。こうしたことについて、ウクライナ情勢の影響で今後コストの上昇、料金が避けられず、国民の生活、生命、産業に直結する課題、問題になることを説明すべきで、安全性が確認できた原子力発電の再稼働の検討についても国が言及すべきだと。

2つ目のぼつでございます。こうした中で北朝鮮が新型のICBMをEEZ内に意図的に落下をさせているということ。こうしたことを考えると、地震、津波リスクだけではない、「攻撃・テロ」というリスクに日本ではどのように対応できているのかという点についても説明が必要となると。

3つ目でございますが、こうした状況も相まって、今後は脱炭素で安定供給ができる安全な革新炉の研究開発が求められている。そうした中で、国民の疑問、不安、期待を含めてコミュニケーションを取っていくことが必要だということ。特に多くの国民にとって新たな原子力発電に求めるものの第一は安全であって、種類の違う多様なリスクに対してどのように安全なのか、そこは細かく知りたいところであるということで、具体的なコミュニケーションの在り方についてご意見を賜ってございます。私からは以上でございます。よろしく願いいたします。

○山口委員長

ありがとうございます。続きまして、資料4について、一般社団法人海外電力調査会上席研究員の黒田さまからご説明を頂きます。どうぞ、お願いいたします。

○黒田上席研究員

本日は世界の革新炉の開発動向ということでお話しさせていただきます。

まず目次、2ページをご覧ください。革新炉とはという後に、世界の概要についてお話しし、最後に注目されていますSMRの展望ということでお話ししたいと思います。

では最初に4ページをご覧ください。ここに革新炉の定義ということで、私がお話しする範囲を書いてございます。まず革新炉として出力で大型、小型を30万で一応区切っておりますが、こういった区分と、軽水炉、第4世代炉という炉型の区分がございまして。本日の新型軽水炉、それからSMRといわれる小型モジュール炉は、こういった定義の範囲になるかと思っております。このSMRの定義につきましては、実は国とか機関でいろいろあるということをご下の表で示してございます。

ではその次に5ページをお願いします。5ページでは、注目されているSMRの特徴が書いてございます。OECD/NEA等において、SMRの特徴として、この1番～6番まで多くの特徴が示されております。その中で期待として3つ書いてございますが、今のカーボンニュートラルの世界的な動きの中で脱炭素化に役に立つだろうと。それから、変

動型再エネ導入の出力変動に対応する補完ができるんだろうと。それから小型であるということで、需要の小さい国や地域への導入が期待されていると。こういったところが今後の目標になると考えられます。

次に7ページをご覧ください。ここからは世界の状況ということのお話になります。この新型軽水炉すなわち大型軽水炉の世界の開発状況がこの下の表に書かれております。これは2022年1月現在の米国、フランス等のいろいろなタイプ、代表的なAP1000とかEPRとか、こういった炉型ごとの運転中の基数、それから建設、計画中の基数が書かれております。これを見ますと明らかにというか、ロシアのVVER1200とか、それから中国の華龍1号という国産型が、非常に世界的に今後開発されるであろうということが見えるかと思えます。

ロシアにおきましては、さらにVVER-TOIという新しい改良型がもう既に建設に入っており、今後出てくると。中国におきましては華龍1号が昨年初めて初号機として運開したわけですが、もう国内外を含めて今後これに置き換わっていきだろろうと考えられております。

こうしたロシア、中国に対抗するわけではないんですが、フランスで、今、EPRの改良型であるEPR2というものの設計も進んでおります。先日もフランス大統領の発言がありました。このEPR2を6基、さらに8基まで新設していこうと。そしてその初号機は2028年に着工し、35年ごろの運開を目指すということが発表されております。

次に8ページをお願いします。ここにはその新型の軽水炉、大型のもの以外のものの状況が書かれております。まず大型の第4世代炉におきまして、これにはロシア、中国の高速炉、高温ガス炉等の開発が入るわけですが、ロシアにおきましてはBN-800というのが2016年に運転を開始しており、中国におきましても高温ガス炉、HTR-PM600等の開発も進んでいるという状況です。

さらにSMRという最近注目を浴びているものについて、IAEAが2020年に世界全体のことをまとめたのがこの下の表になります。この表は、各国でこうした軽水炉とか第4世代炉に当たるこういった炉型のものの設計がどのように開発されておるか、どれだけ開発されているかということを示したものです。これには70種類以上のこうしたSMRが今、開発されているということが示されております。この中で米国、ロシアが少し、この中ではリードしているということが見えるかと思えます。

次に9ページをご覧ください。9ページには、代表的な革新炉として先ほどの70から選んだものとか、大型の第4世代炉が入ってございます。この中で、こういった設計者とか開発段階が示されています。最後の開発状況では、もう既に運転中のものは黒丸にするなど、5段階で示してあります。

これで見ますと米国ではかなりの数があるわけですが、一方、ロシア、中国は、この開発段階を見ていただければ分かるように、かなり実用化されておるなり、また建設中のものがあるということで、ロシア、中国がこの革新炉の分野でも進んでいるということが言え

るかと思えます。

次のページ、10 ページをご覧ください。これは今申しました代表的な炉の中を、少し、誰が推進しているか、それからどこでそのプロジェクトが進んでいるか、その予定はどうなっているかということを示した図になります。この一番下の建設スケジュールにおきましては、運開までの着工だとか安全審査開始の予定時期も書いてございます。

これで見ますと、先ほど申しましたように米国、英国、カナダでプロジェクトの数としてはかなりあるんですが、いずれも稼働時期というか運開時期が 2025 年以降です。20 年代後半になっているということが特徴です。

一方でロシア、中国ですが、既に運開しているベロヤルスクの高速炉、BN-800 等、こういったものとか、この KLT-40S があります。これは船舶に付けた原子炉ですが、小型原子炉として世界で初めてといわれている、SMR の世界実用化はロシアが初めてになります。それを追い掛けるように、中国では高温ガス炉の HTR-PM とか、それから CNNC の小型の陸上型のものも建設が始まっているという段階で、これらからロシアと中国が世界で今先行しているというのが分かるかと思えます。

続きまして 12 ページをお願いできますでしょうか。今まで注目されている SMR を中心にお話ししていますが、この SMR が今後どうなるであろうということについて、OECD/NEA がこうしたレポートにおきまして、今後の課題を指摘しております。

まず課題としては 2 つあって、規制および法的枠組みの整備という、法律的、条約的な話があります。こういった整備に加えて、(2) ですが、世界的展開に向けた課題ということで、SMR が今後市場の中で出てくるためには、まずは技術的に実証されなければいけないと。その上で②になりますが、さらにそれが経済的に成立しないといけないということになるかと思えます。それを支えるサプライチェーンと、それから濃縮度の高いウランを使うことが多いんですが、こういったものの供給も大事ということですよ。

4 番目に規制当局による円滑な安全審査や、それから世界の規制体制の調和なども必要と。5 番は言わずもがなですが、社会的受容性が必要ですよとっております。

次に 13 ページをご覧ください。今申しましたその課題の中で、規制関係と経済性についてだけ少し取り上げて説明しております。ここは規制関係を示しており、世界原子力協会、WNA でございますが、規制上の課題を指摘し、また今後の方向について提案しております。

現在 SMR の共通的な課題として考えられるのは、そこに書いていますが、技術の多様性への対応や、モジュール性ということの取り扱い、それから製造するに当たり工場とサイトでどういうふうに分担するかとか、こういったものが共通的な課題です。右側の表には炉型ごとを書いています。軽水炉型と、それから第 4 世代炉のいろんな型において、今後許認可に当たって課題が多いものと少ないものがございます。この○、△と書いていますが、課題が比較的小さいものは○、少し、少なからずあるけれども何とかなるというのは△、かなり厳しいというか、これからの課題が多くあるというのは×になっています。

これで見ますと軽水炉はほぼ問題なさそうですが、高温ガス炉、高速炉については△ということで、少なからずあるけれども何とかなる。ところが熔融塩炉、マイクロ炉になるとかなり課題としては大きいと考えられるということを示しています。

こうした規制上の課題解決に向けて、WNAではこの4つの方向の提案をしております。1つはベンダーと規制当局の意見交換が必要でしょうと。世界には、後の参考資料でご覧いただければと思うんですが、こうしたベンダーと規制当局の意見交換のための認証制度があるということとか、この認証制度について柔軟にさらに改善しているという現状があります。この辺は米国、英国、それからカナダも含めて、こういった意見交換だとか柔軟化の施策が行われております。

それから国際的な基準というのもやはり必要だということで、これについてはIAEAで少しずつですが進捗（しんちよく）しているという状況です。

その他、関係国の規制機関の間での情報交換とか協力も必要だろうとしています。この例としては米国のNRCとカナダのCNSCでの審査の協力覚書といったものもあって、既に実績も上がってきております。

さらに多様な型に対応できる新しい規制技術ということが求められており、今、米国のNRCでは新規則の策定が目指されております。これは10CFR53と名前が付けられますが、技術的な包括、それからリスク情報の活用、パフォーマンスベース、といった方針の下に今作成中ということなんです。

最後に経済性ですが、SMRの経済性は、大型炉に比べて、先ほどの特徴でありましたけれどもコスト削減の可能性はあるんですが、現時点ではまだ不透明です。5割以上、5割程度高くなるというような見方もあります。このためか、今、世界で電力会社が関与している例はあまりないといえますか、少ないかと思えます。

先行するロシア、中国では電力会社が既に関与しています。ただ、これらのプロジェクトは国家的ニーズが主導してしまっていて、まだ経済性ということで導入されたわけじゃないという状況です。

経済性に関して、現在公表されている数値ですが、右側の表にありますように、このVOYGRというニュースケール社のものとか、BWRX300とか、こういった目標の数値が示されております。一方で最近の大型炉のキロワット当たりのドルも記載しておりますが、これを見ますと、大体この大型炉の低い水準というんですか、国によって幅があるんですが、それらの低い水準をSMRは目指している状況かと思えます。

その他、電力会社が既にプロジェクトとして絡んでいる例として、1、2、3、3つの例を挙げています。米国のVOYGRに関わるUAMPSという電力事業者が進めているもの。次にTVA、テネシー、バレーの会社の状況を示しています。テネシー州、クリンチリバーでは、SMR建設はまだ検討中で、炉型も決まっておりませんが、BWRXが有力と聞かれております。

それからカナダのオンタリオ州営電力会社。これはもう決定いたしました、GE日立

制のBWR X-300 を既存のダーリントン原子力発電所につくろうということで動いております。

私のお話の最後のまとめですが、これまでお話しした内容で大体触れているかと思しますので、この説明については省略させていただきます。

あとは参考資料として革新炉の導入を検討している国の動き、それから主要国、5カ国ですが、この革新炉を開発しようとしている国の個別についてのお話を書いてございます。以上、ご参考になれば幸いです。以上です。

○山口委員長

ありがとうございました。続きまして資料5について、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の理事でいらっしゃいます大島さまから説明を頂きます。よろしいでしょうか。お願いいたします。

○大島理事

よろしくお願いたします。改めまして原子力機構の大島でございます。私のほうからは国内の新型炉技術開発の現状ということで、高温ガス炉と高速炉を例としまして、その技術開発の現状を説明させていただきたいと思っております。

1 ページ目をお願いいたします。既にこれまでもさまざまな社会ニーズが述べられてきておりますけれども、やはりポイントとしましては、エネルギー産業として地球温暖化を抑制すること、それから安定で長期に持続可能なエネルギー供給システムを提供すること、そして地政学的なリスクへの対応力に集約されると思っております。

このニーズを満たすべく、原子力、そして新型炉に求められる要件を、ここでは評価軸というところでまとめております。左下にあります。安全性は当然大前提としまして、再エネとの共存や多目的といった柔軟性、それから安定供給、資源循環性が挙げられます。安定供給の中に技術自給というワードが入っておりますけれども、資源確保に加えましてエネルギーを生み出す技術、いわゆるコア技術、これを自国で持つことが地政学的リスクを抑える点でも重要です。また高レベル放射性廃棄物問題の解決にも貢献することが重要となります。

それでどこに重点を置くかによりまして、炉としては、ベースロード電源としての例えば大型炉、それからより柔軟性を有する小型炉、SMR、それからプルトニウム・マネジメントであるとか廃棄物減容に重点を置いた場合には燃焼炉・専焼炉、といった選択肢が考えられますけれども、高温ガス炉や高速炉はこれらに対応可能な革新技術といえると思っております。

次のページをお願いいたします。この表は、グリーン成長戦略と高速炉戦略ロードマップの記載に基づけば、高温ガス炉と高速炉開発の目標とその到達時期はこうなるという1つのイメージを示したものでございます。高温ガス炉につきましては、2030年ごろに、ブルーではありますけれども水素製造実証と蒸気供給の実証を経まして、2050年ごろにはガスタービン発電と水素製造のハイブリッド、実用炉の運転開始を、それから高速炉につき

ましては 2050 年ごろに中規模の実証炉としての初号炉の運転、SMR であれば調整電源としての実用炉の 1～2 基運転。そして 21 世紀後半には複数基導入といったイメージとなります。

次のページをお願いいたします。

ここからは高温ガス炉の技術開発について概説いたします。左の図は大洗研究所にあります高温工学試験研究炉、HTTR の概要図になります。被覆粒子燃料を用いておりますけれども、被覆燃料粒子が 1600℃、実力としては 2000℃程度まで被覆が破損しないこと、黒鉛を使っておりまして、これの熱容量、熱伝導率が大きいということがありまして非常に高い安全性を有しておりますけれども、さまざまな安全設計基準外事象に対しましても炉心溶融が発生しないということが、規制庁の新規制基準への適合性確認審査においても認められております。

次のページをお願いいたします。

こちらのシートは、高温ガス炉の機動性、柔軟性を示したものでありまして、これは既に先ほど事務局のほうからの説明にもありましたので細かい説明は省略いたしますが、高温を利用することで、コージェネとしては高い熱利用率を得ることができますし、水素製造、熱源、再エネの発電変動量の調整など、さまざまなニーズへ対応が可能となります。次をお願いいたします。

こちらのシートは原子力機構で現在進めております高温ガス炉関連の技術開発をまとめたものでございます。

炉心冷却の喪失試験を含みます安全性実証試験を、OECD/NEA の国際プロジェクトとして進めてございます。この図は 30%出力状態から冷却材ガスの循環器を停止しまして、スクラムも入らないという状況でも燃料温度が下がり安定するというを示した試験結果でございます。今後、100%出力運転状態から同様の試験を予定しておりまして、自己制御性に優れた固有の安全性の実証をさらに進めます。

真ん中の水素製造に関しましては、原子炉の熱を利用するために水素製造施設との接続が必要となりますが、その接続技術を開発するとともに、実用化に向けて安全確保の考え方、基準の案を策定する技術開発を進めております。

また右側になりますけれども、グリーン水素製造技術としまして、IS プロセス法と呼ばれます高温と化学反応を利用しました製造法の開発を進めておりまして、実用工業材料で製作しました試験装置によりまして 150 時間連続水素製造運転を達成いたしました。

このような技術開発の成果に加えまして、HTTR は運転時の出口温度の 950 度という世界記録も有しておりまして、高温ガス炉技術は現時点では世界のフロントランナーであると言えます。イギリスやポーランドからも注目されておりまして、具体的な技術協力を検討しております。次のページをお願いいたします。

ここから高速炉の技術開発になります。この図は開発の経緯をまとめたものでございます。ご存じのとおり、原子炉の開発は、実験炉、原型炉、実証炉、実用炉というステップ

を踏みますけれども、実験炉「常陽」、原型炉の「もんじゅ」の建設・運転、そして実証炉に向けた FaCT プロジェクトと進んでまいりましたけれども、東日本大震災のときにこの FaCT プロジェクトが凍結となりまして、その後、日仏、日米など、国際協力によりましてそのポテンシャルを維持しております。

新規規制基準対応を巡りまして、もんじゅの廃止措置が決定しましたけれども、その決定に合わせて高速炉の開発方針が示されまして、その後、2018 年には高速炉戦略ロードマップが策定されています。昨年のグリーン成長戦略、さらには第 6 次エネルギー基本計画におきまして、高速炉開発を着実に推進することが明記されております。これらの記載に基づきまして技術開発が展開されております。次のページをお願いいたします。

こちらのページは実験炉「常陽」、それから「もんじゅ」の成果をまとめたものでございます。常陽につきましては、現在、これは西側で唯一の高速炉になりますけれども、これまでに高速増殖炉としての基礎・基盤技術を実証するとともに、照射炉として燃料、材料の開発に貢献しております。特に福島第一発電所と同様の事故が発生しましても、高い自然循環崩壊熱除去の性能を持っているということを、実際に実証した実験を行っており、これは非常に大きな実績だと思います。

また、もんじゅにつきましては、40%での出力運転、これを最後に廃止措置が決まりましたけれども、それまでに設計、建設、こういったノウハウ、それから高速増殖炉のシステムとしての発電の実証、さまざまな評価手法の開発・確立など、多くの成果を得ました。残念ながら長期に運転して、その運転・保守管理の合理化とか経年劣化のデータの取得には至っておりません。

以上のような貴重なデータ、ノウハウというものはナレッジベースとして集積されておきまして、実証炉の設計に活かされていくこととなります。次をお願いいたします。

こちらのページは実証炉、実用炉に向けての技術開発の概要を示したものであります。実証炉、実用炉に向けましては、高速炉サイクル実用化研究、先ほど申しました FaCT、それから 1 F 事故後は日仏の ASTRID 協力、こういった協力を通じまして研究開発を着実に進めてきております。1 F の事故の後に、特に安全性向上技術開発に力点を置きました技術開発を進めておりまして、その成果をプラント設計技術に反映しまして、安全性と経済性を両立するプラント概念の構築を行っております。

また、社会実装に不可欠となります安全設計基準等も、これは国際標準化を目指しまして、新型炉開発国で構成されております第 4 世代炉国際フォーラムにおきまして、こちらは日本が主導で安全設計基準、それからガイドライン、SDC、SDG と書いてありますけれども、これを取りまとめるとともに、IAEA の基準としての国際標準化を達成すべく活動を進めております。次のページをお願いいたします。

こちらのページは燃料サイクルに関します技術開発の成果例を示したものでございます。原子力の利用を継続するために廃棄物の問題の解決が必要となりますけれども、そのためには高レベル廃棄物となりますマイナーアクチノイド、MA を燃料サイクルの輪から出さな

いこと、すなわち使用済み燃料から MA を分離・抽出しまして、再び燃料として高速炉で燃やすということが有効と考えます。これを実証すべく、SmART サイクルと称しました研究を進めておりまして、ここでは常陽で使用しました燃料から MA を分離しまして、これを MA 含有燃料、MOX 燃料として再び常陽に戻して燃焼させるものです。ここでは既に、2 グラムではありますけれども世界最高レベルの MA 回収も達成しています。次のページをお願いいたします。

高速炉におきましても、再生可能エネルギーとの共存や水素製造という柔軟性の観点での技術を検討しております。1 つは蓄熱技術と組み合わせました発電システムの検討です。溶融塩を用いました蓄熱技術は既に実用化されておりますけれども、これを高速炉と組み合わせたシステムの開発をビル・ゲイツ氏の TerraPower 社で今進めており、ここの協力を念頭において検討を進めております。

また、高速炉、これは 500℃～600℃程度の熱源になりますけれども、こういった熱源でも水素製造は可能でありまして、そのシステムの検討も進めております。次をお願いいたします。

最後、終わりにとしてまとめてありますけれども、カーボンニュートラル達成やエネルギーセキュリティ確保に向けましては、先進各国で電力供給に既に実績を有する原子力技術は現実的な選択肢と考えます。次世代炉も再エネをサポートするとともに、産業・輸送部門のカーボンニュートラルに貢献できる柔軟性を有しております。その原子力を持続的に進める以上は、プルトニウム管理、放射線廃棄物減容・有害度低減、ウラン資源の飛躍的な利用効率アップ、これを実現しまして、高い安全性を有する高速炉サイクルの実用化は不可欠と考えます。

技術レベルとしましては、高温ガス炉は水素製造技術とともに現在トップランナーでありまして、高速炉につきましては、先ほどもございましたけれども、ロシア、中国が実用化レベルに達しつつあるも、日本も実証レベルまで到達していると考えます。

しかしながら実用化に向けましては計画の具体化は進んでおりませんで、結果としてサプライチェーンの維持、優秀な人材の確保が困難になりつつあり、技術レベルの維持が危ぶまれるところまで来ていると考えます。やはり実用化に向けた計画を具体化するとともに、民間の投資環境を改善するために次世代炉に対する安全規制・基準の構築、予見性の確保、そして国内開発や国外開発の参入に対する国の施策が重要と考えます。

以上、私からの報告を終わります。ありがとうございました。

○山口委員長

どうもありがとうございました。

それではこれから自由討論、それから質疑応答に入らせていただきます。ご発言、もしくはご質問がある方、委員の方は、オンライン会議のチャットシステム、オンライン会議システムのチャットボックス、そちらにお名前と発言希望の旨をご記入ください。あるいはオンライン会議システムの「手を挙げる」という機能で意思表示していただいても結構

です。順次、指名させていただきます。なお、発言時間でございますが、できるだけ多くの方にご発言いただくという趣旨で、恐れ入りますがお1人当たり3分程度を目安にお願いいたします。3分よりも30秒前か1分前ぐらいに、1度チャットボックスで「あと、残り幾ら」ということでご案内いたしますので、そのようにご了解ください。

それから専門委員の方、ご発言の希望があれば、お時間の許す限りご発言いただきたいと思っておりますので、お願いいたします。

一通り皆さまからご意見を頂いた後で、もし余裕がありましたら事務局からコメントを戻したり、あるいは希望がある場合に再度ご発言いただくということも考えさせていただきます。

それでは、まず最初に杉本委員、お願いいたします。

○杉本委員

はい。福井県知事の杉本でございます。細田副大臣、いつもありがとうございます。また、山口委員長はじめ委員の皆さま、よろしくお願いいたします。

私からは3点、お話しをしたいと思います。まず革新炉の開発について申し上げます。革新炉の研究開発を進めるということを決める場合には、そもそも何のためにするのか、研究開発そのものが目的化することがないように、合わせて将来の新增設、リプレイスについても議論が必要になるというふうに考えております。また、いつ頃までの導入を目指すのか、目標を明確にすることが重要だと思っております。かつての原子力開発利用長期計画ですとか原子力政策大綱におきましては、さまざまな研究開発について、その意義や開発方針、実用化の目標年次を含む将来目標などが具体的に描かれておりました。今、こうした長期計画などの役割は、エネルギー基本計画に委ねられていると思っております。この小委員会の下に革新炉ワーキンググループを設けるとの資料もありますので、革新炉開発の中身はそちらに委ねるとしましても、開発の目的ですとか目標などにつきましてははっきりこの場で議論をして、次のエネルギー基本計画に反映させるべきだと考えております。

また、資料では「革新炉による貢献の可能性」として、発電の他に水素製造ですとか熱利用など、原子力利用のさまざまな方向性が示されていますけれども、そもそも原子力全体でどれだけの規模が必要なのかを議論した上で、革新炉はそのうちどの程度を担うのか、それを合わせて検討するべきだと考えております。

続きまして、今回、革新炉の中に高速炉も位置付けられておりますけれども、わが国では核燃料サイクルの実現を目指す一貫した方針の下で、高速炉については先ほどもご説明がありましたけれども、平成28年のもんじゅ廃止の際に政府が「高速炉開発の方針」を定めて、さらに平成30年には「戦略ロードマップ」を策定しておりまして、現在、これらに基づく取り組みが他の革新炉に先行して進められているところでございます。

一方で前回も少し申し上げましたけれども、政府方針に定める、もんじゅを含む周辺地域の高速炉研究開発の中核的拠点化につきましては、その具体的な内容はいまだに示されていないところでございます。国際連携の面では、米国の高速炉開発への日本企業の参画

など、具体的な動きも見えてきた中で、国内の研究基盤の充実も着実に進めるべきでございまして、国におきましては政府方針の実現に向けて具体的な調査や構想の策定に着手すべきだと思っております。

最後にサプライチェーンにつきましては、今回は海外プロジェクトへの参画など、革新炉開発に関係した議論が行われようとしていますけれども、技術、人材、産業基盤などのサプライチェーンの維持、強化は、今あるプラントの運転ですとか維持管理に深く関係をしておりまして、立地地域の安全に直結する極めて重要な課題だと考えます。原子力の将来像が明らかになっていない中で、足元の安全がおろそかになることのないよう、この小委員会で立地や現場の声をよく聞いた上で、既設炉の安全、安定運転に向けた技術や人材の確保策について改めてしっかり議論することが必要だと思っております。以上でございます。どうぞ、よろしくお願いいたします。

○山口委員長

はい。ありがとうございます。続きまして斉藤委員、お願いします。

○斉藤委員

東京大学の斉藤です。まず最初に、本日ちょっと遅れての参加になりました。申し訳ありません。

私からは、主に革新炉のところに絞ってコメントさせていただきたいと思います。

33 ページ、事務局説明の資料にもございましたし、あと繰り返しいろんなところでも述べられておりましたが、革新炉は確かにさまざまなポテンシャルを備えていると、私も思います。ただ実際には、そういったポテンシャルは当然その炉型に依存しておりまして、炉型によっては得意・不得意が当然あります。また、さまざまなこれから国際プロジェクトに参画していく中で、技術を維持・発展させていくというのはもちろん望ましいですし、必要だとも思います。各国、革新炉に期待しているところというのは、国の社会構造ですとか産業構造を反映して、微妙に違っているのだと思います。そういった中で、日本としても、これまでのR&Dの成果を踏まえながら、実際どの程度リソースをどこに割っていくのかというのを具体的に議論していく、そういったことが必要だと思えます。

私個人としては、熱利用や水素利用などの付加価値の部分と、あとサイクルのところですね。本日、大島理事からご説明がありましたように、革新炉をうまく使っていくためには、当然それに係わるマテリアルフローのところですね。サイクルをきちんと確立していく必要があります。炉のR&Dと比べて、サイクルの部分がまだまだというところも多分にあると思います。そういったところのバランスも含めて、これから総論としての革新炉に加えて、各論として少し踏み込んだ議論をしていく必要があると思えます。

原子力システムの開発のリードタイムを考えると、2050年というのはそんなに先の話ではないのだと思います。当然2050年に貢献するためには、それより少し前にシステムが導入されている必要がありますし、そのためには政策の持続性ですとか予見性も必要ですし、何より規制環境の整理が私も必要だと思えます。それに加えて、それまでの間にできるこ

とというのも多分あると思います。そういった中で安全性を高めた軽水炉の新增設というのも避けて通れないというように個人的には考えております。

私からは以上です。

○山口委員長

続きまして、松久保委員、どうぞ。

○松久保委員

ありがとうございます。原子力資料情報室の松久保です。今日はご説明ありがとうございました。私のほうから3点お話ししたいと思います。

まず1点目、資料のつくりからお話しいたします。日本軍がいかにか失敗したかというのを分析した『失敗の本質』という本があります。この本で著者たちは、進化する組織は学習する組織であるということ、また日本軍は、失敗の蓄積・伝播を組織的に行うリーダーシップもシステムも欠如していたということを指摘されています。

その観点で、この今回の資料を眺めてみると、前回は申し上げましたけれども、資料に、あまりにも希望的観測が多過ぎると。また過去の反省も全く見えないということが非常に問題だと思います。

日本の新型炉開発は、これまで多くは失敗してきたわけです。原発輸出プロジェクトもことごとく失敗してきました。原子力産業とその働き手の確保問題について、2006年の原子力立国計画の時点で、既に日本の原発建設の長期低迷ということが予測されておりまして、海外輸出などで維持するという方針も示されています。これも失敗したわけですね。

どうしてこういう戦略がことごとく失敗するのか。個人的には原発推進という戦略目標自体が誤っているから失敗するのだと思いますけれども、少なくともいろんな過去の反省を踏まえなければ、過去の失敗を繰り返すことになってしまうというふうに思います。ぜひ、これからは過去の失敗に立ち戻って検討し直していただきたいというふうに思います。

2点目、もう既に皆さんからご指摘があったところだと思いますけど、SMRニーズというところです。日本でSMRニーズがあるのか、ないのかというところですね。これは非常に重要な問題だと思います。ないのであれば、そもそも国費を費やして研究開発する必要自体がないわけですよね。あったらいいなというぐらいのニーズでも不要だというふうに思います。実際に切実な必要性があって、それを国が支援する必要性というもの認められて初めてこういう国の予算が付けられるということになると思います。

そもそもOECD/NEAが取りまとめている過去のエネルギー研究開発費、国が出しているエネルギー関連の研究開発費を見ると、日本は福島第一原発事故まで、大体3千億から4千億円、エネルギー関連の研究開発費を出していますけれども、支出額の7～8割は原子力です。事故後、削減されたとはいえ、いまだに支出が最も多いのは原子力なわけです。これだけ支出をして原子力を支えてきているにもかかわらず、いまだにこういう国から支援をしなければならぬという議論が出てくること自体が非常におかしいというふうに思います。現在、支出している研究開発費さえ多過ぎるというふうに思います。

3点目、戦争のリスクです。ロシア軍がウクライナ侵攻をしましたがけれども、チェルノブイリ原発、ザポリージャ原発など、一定規模の防衛部隊が配備されているところでさえ、戦禍に巻き込まれて攻撃を受けると、占領されるという事態にまで発展しました。原子力発電所が戦略的目標になり得るという事態は、これまでとは全く別のフェーズに入ったと考えざるを得ないのではないのでしょうか。

原発は、衝突、対テロなど、一定の対策を行われているとはいえ、戦時下に耐えられる施設ではありません。一方で内包する放射性物質を考えると、仮に止めたとしても、危険度はなかなか下がらないという特性を持っています。さらに今日のテーマであるSMRに引き寄せて考えれば、小型炉が遠隔地にたくさん散らばって存在するという状況を、このウクライナ侵攻を踏まえれば、なかなか厳しい状況になったのではないのでしょうか。

例えばウクライナはニュースケール社とMOUを締結しています。SMRの検討をしていたわけですね。SMRがウクライナに建っていなくて本当に良かったなというふうに思っています。誰がそのSMRのセキュリティーを担保するのか、そのコストは一体誰がどう負担するのか、非常に深刻な問題を抱えているというふうに思っています。

また、今回のスコープ外の意見ですけれども、原発に与える戦争の影響に関しては、国民的関心も高いところだと思います。本委員会でも検討するべきではないかと思えます。

長くなりました。以上になります。ありがとうございます。 それでは越智委員、どうぞお願いいたします。

○越智委員

すみません。東京慈恵会医科大学の越智小枝といいます。私は、皆さんもご存じのとおり、かなり門外漢というところでこちらに関わらせていただいているというところで、今回の議論で少し気になったのが、他産業への貢献という部門です。他の産業へ貢献されるということが資料には載っているんですけども、やはり結局エネルギー業界内であったり、原子力界への貢献にとどまっているのではないかなと思います。

例えばこれだけの安全対策を講じているのであれば、地域社会全体のオールハザードアプローチの災害対策にももっと例えば貢献できると思いますし、また革新高速炉などにおいても、どれだけのメリットがあるかというご説明については分かったんですけども、その革新を生むために必要とされた技術というのが、他の技術、他の産業についても汎用性のある技術が革新したのか、原子炉の技術として閉じた技術だけが革新的であったのか、そういうところを分けてご説明いただかないと、原子力の中、エネルギーの中だけで閉じて貢献しているというものは社会には響かないのではないかと。

例えばIoTとかICTというものは、もうとにかく汎用性というのが原則になっていますけれども、そこが見えてこないとなかなかそこにだけ投資をする、そのロジだけを使うということを議論するのがどうしても難しくなってしまうかなと思いますので、これはもう発信の仕方かなとは思いますが、汎用性についてももう少し国民の皆さんにも伝えていただければかなと思います。

以上です。

○山口委員長

続きまして、竹下委員、お願いいたします。

○竹下委員長代理

東工大の竹下でございます。今日は革新炉についてのご説明をいただいたわけですが、世界のカーボンニュートラルの流れに従って、米国のニュースケール社の軽水炉 SMR とか テラパワー社のナトリウムなんかが 2030 年というところをめどに実用化を目指していると。またカナダで選定された GE 日立の BWR X も同様です。2030 年ということをお考えますと、わが国の SMR 開発というのは、出遅れはどうしても否めないなというふうに思いますが、NEXIP 事業などを通して、開発速度を上げていく必要があるだろうと。

ただ、革新炉の開発のスケールを、時間的なスケールをお考えますと、当面は軽水炉の再稼働、これが重要になろうと思います。私のようなバックエンドの専門からしますと、持続的な原子力利用ということをお考えた場合には、まずはその軽水炉の再稼働を急いでいただいて、まずベースロードを確保していただくと。そして、早期にそのプルサーマル、あるいは軽水炉でのマルチサイクルですね、こういうことを進めていただいて、その後、それまでに開発を進めてきた、例えばプリズムのような高速炉 SMR ですね、これらを使って、分離変換をしっかりと行っていただくということで、プルトニウムの利用であるとか、あと廃棄物の有害度低減とか、あるいは高レベル放射性廃棄物の減容とか、そういうことを同時に達成できるようになると思います。

こうした環境ができれば来世紀にかけて発生するガラス固化体の本数を大幅に減らすことができるとお考えます。例えば 1 か所の最終処分場のガラス固化体の本数は 4 万本というふうに、われわれはいつも基本ケースとしていきますけども、軽水炉から高速炉 SMR の時代、あるいは将来の大型の高速炉の時代も含めて見通していけば、2050 年までに、ガラス固化体の発生本数は基本ケースを越えない。直接処分に比較してガラス固化体の発生本数というのは大幅に減らすことができ、原子力で一番問題になる廃棄物問題、これを大幅に低減できるだろうというふうに思っております。

ですので、この SMR の、さらに SMR の負荷追従運転を備えていただきながら、変動再エネが増えていった場合でも、原子力が出力安定化に寄与して、なおかつこの廃棄物の問題も同時に解決していく。しっかりとそここのところを検討しながら、SMR の将来計画を立てていただければと考えております。

以上でございます。以上でございます。

○山口委員長

続きまして大橋委員、お願いいたします。

○大橋委員

ありがとうございます。本日の議題に関連して 2 点ですけれども、まず 1 つは、エネル

ギーをめぐる社会動向ということで、ウクライナの情勢が長引くにつれて、欧州のエネルギーにおけるロシアの依存低減ということがかなり本格的に進み始めると、この冬に向けて、わが国は既にキロワットでみたときの供給力が危ないと言っている中で、昨冬のような燃料切れを起こす可能性がかなりの確率で高いかなというふうに思っています。

そうした中で、既設の設備の稼働をどう考えるのかということを実際に考えないと、国民生活がかなりの制約を受けることにもなりかねないかということをお心配しています。この辺りはかなり政策的判断が重要だと思いますけれども、ぜひ早めの検討をされたほうがよろしいのではないかというふうに思っています。

2点目は、原子力の技術開発に関してですけれども、本日、高温ガス炉について大変勉強させていただいたところです。こうした技術開発を今後国際的にも共同開発していくということですが、ぜひこうした開発をわが国の国力につなげる意味でも、知財の考え方をしっかり踏まえて、進めていただければというふうに思っています。

以上です。ありがとうございます。

○山口委員長

続きまして小野委員、お願いいたします。

○小野委員

事務局資料の28～29ページにも記載のとおり、国際的なエネルギー資源価格の高騰や足下のウクライナ情勢を踏まえ、地政学リスクや市況に左右されにくいエネルギー源である原子力の重要性は高まっていると認識しています。

先般の需給逼迫（ひっばく）も、貴重な供給力である原子力の必要性を再認識させました。一連の事象で顕在化した新たなリスクへの対応を前提に、わが国にとっての原子力の位置づけを再認識した上で、その活用に向けた検討を加速すべきと考えます。

その上で、事務局資料23ページや42ページに、製造業のカーボンニュートラルに向けた取り組みについて記載いただいております。熱需要の脱炭素化や産業プロセスの転換を進めるにあたって、産業界からの水素への期待は大きく、安価で安定的な水素供給は、企業の脱炭素化に向けた取り組みの、いわば前提条件です。この点、水素製造といった新たな用途を念頭に、原子力の今後の活用の在り方を考えていくことが重要だと思います。

加えて2030年、2050年に向けた温暖化問題への対応はもちろんのこと、足下の電力需給やエネルギー資源をめぐる不確実性を考えれば、既存原子力発電設備の再稼働はもとより、設備のリプレースがわが国にとって避けて通れない課題です。かかる観点から革新炉開発においても、大型軽水炉の革新的安全性向上は重要なテーマの一つと考えます。

○山口委員長

続きまして豊永委員、お願いいたします。

○豊永委員

委員長、ありがとうございます。2点申し上げます。

1つ目は革新炉の開発など、今後の利用・開発促進に関する法律をつくるべきだという

点です。予算措置だけでは予算が基本的に1年以上の期間を対象とすることができないことから、その翌年以降の政府の関与を見通すことができません。また、予算の規定は支出の観点から詳細に規定されたものであって、あるプロジェクトについて何がどうなるのかという観点からは極めて分かりにくいものになっています。

これに対して、法律を制定することにより国のビジョンが明確になることで、国民に対して予見可能性を与えるとともに、事業者が投資を呼び込むことができるというメリットがあります。電気事業は先生方もご存じのとおり、多額の初期費用や運転費用を必要とするため、国内外の投資、特に海外の投資を誘引するためには、今後の見通しが法律の形で明確になることがより重要であるというふうに考えます。

また、革新炉の開発を促進する目的として、エネルギー安全保障やカーボンニュートラルに資するものであることがより明確になり、革新炉の開発が私益の追求ではなく、私の利益の追求ではなく、公益を目的とすることが明らかになります。

加えて、これらの目的のため、水素だけ、再エネだけ、SMRだけという発想ではなく、既存の軽水炉の運転延長などを含めて、それらを組み合わせて既存のインフラストラクチャーなど資産を有効利用しながら、国民が電気を利用して、それぞれの人生を楽しみ、幸福を追求し、企業が産業活動を行うことができるという究極の目標のために、革新炉を開発することが明確になるというふうに考えます。

もう一つは、SMRなどの新規技術を導入するに当たり、法律だけではなくて規制についても今の段階から作成していくことが望ましいという点です。これまでは原子力に限らず、ある技術の導入をするめどが立ってから、立った後に規制を用意することが多かったように思います。もちろん全くの新規の技術などの場合にはそのような対応もやむを得ませんけれども、現在想定している革新炉については、既存の軽水炉の技術と重複する部分もありますので、また諸外国にも規制の先例がありますので、軽水炉にない革新炉の特徴を、完全に同じというわけではありませんけれども、どのような規制にするのか。特に安全規制について、あらかじめ用意することも考えられます。

安全規制の点については、原子力利用のリスクについても規定することが考えられます。周辺住民の意志を反映する手続きや異議申し立ての手段についても、あらかじめ定めることにより、透明性があり、納得感のある革新炉の開発が可能になると考えます。

以上です。委員長、ありがとうございました。

○山口委員長

続きまして又吉委員、お願いいたします。

○又吉委員

ありがとうございます。革新炉の現状と国内の課題についてご説明、整理いただきましてありがとうございます。目標設定を踏まえた政策課題について2点コメントさせていただきたいと思います。

まず1点目なのですが、グリーン成長戦略において、原子力産業が重点分野に指定され、

革新炉の社会実装に向けた野心的な工程表というものも示されながらも、実はグリーンイノベーション基金による支援等、その後押しをするための政策というのが、やや他産業に比べると控えめなのかなというふうに考えております。

事務局資料にも示されておりますが、予算措置、非予算措置に関する日本の課題、あと海外事例との比較というのが示されております。原子力産業への民間投資の呼び込みに際しましては、原子力の活用と投資回収の在り方に予見性を担保するような事業環境の整備といった非予算措置も非常に重要と考えておりますので、後押しのための政策動員も早期にご検討いただけないかというふうに考えております。

2点目ですが、革新炉の技術開発、その進展に不可欠な人材の維持・確保は、非常に重要な課題だというふうに思っております。一方で、その社会実装に向けては一定の時間を要すると思いますので、サプライチェーン維持という観点からも、新規性基準が適用されたブルーブナ技術がビルドインされている既設軽水炉をいかに活用していくかという視点が重要でないかと考えております。この点もぜひご検討いただければと思っております。

以上、ありがとうございました。

○山口委員長

続きまして小林委員、お願いいたします。

○小林委員

ありがとうございます。社会動向に関してですが、まず原子力が社会に提供し得る価値は何かという根本的な議論が必要だと感じています。そのためには、エネルギー戦略上の原子力の位置づけから議論をスタートするのが一つの方法だと思います。昨今のウクライナをめぐる情勢や先日の電力需給逼迫などにより、エネルギー問題やエネルギー政策について、国民の当事者意識も高まってきていると思いますので、今が良い機会ではないかと思えます。

現状の日本のエネルギー政策である、安全性を大前提とし、自給率、経済効率性、環境適合を同時達成するという大原則は、実際にはこれにエネルギーの継続的な安定供給、さまざまなリスク、技術開発への投資等、その他の要素も加わって、何を重視するか、何を優先的に推進していくかを定める、非常に複雑な最適化問題とみなせると思います。

安全性を大前提とするということは、最適化問題には制約条件となりますし、その他の要素は、トレードオフの関係になる場合もありますが、単純なトレードオフではなく、複雑なトレードオフとなりますので、そのトレードオフをどのように考えていくかがポイントになると思います。

この問題を国民一人一人が考えていくには、的確なエビデンスや関連情報の提供が重要でして、対話によるコミュニケーションだけではなく、SNSやeラーニング等を利用するなど、情報提供の工夫が必要であると思えます。

また、この議論においては、時間スケール別に課題を短期的、中長期的視点で整理することも重要だと思います。さらに、個々の意見の形成を集約する原子力政策の決定の在り

方も、信頼性、透明性、公正性など、国民が納得する方法を示す必要があります。特に公正性に関しましては、性別・地域・年代の格差がないようにすべきと考えております。

こういった思考のプロセスの中で、必然的に既存炉の再稼働というオプションの存在や、ベース電源の必要性、革新炉の開発をはじめとするイノベーションの必要性等が明らかになってくると思われまますので、その上で幾つかのシナリオについて、その戦略を共有する方法が必要だと思えます。

革新炉の開発に関しましては、必要性の有無の議論が必要で、そのためには技術的内容や安全性の説明だけではなくて、開発を社会としてどのように支えていかや、社会にどのように役立っていくかの明確なパスを見せる必要があると考えております。

また、人材確保については、特に若手の人材確保には夢が必要でして、イノベーションというのは本来魅力的なものはずですので、原子力分野に対する魅力度や将来的なビジョンを示すなど、情報提供の工夫が必要だと思えます。

技術開発に関しましては、日本の強みを推進していくことと、弱い部分を補強していくことのバランスが重要で、例えば原子力分野におきましては、ソフトウェアの研究開発が欧米と比較して大きく遅れておりますので、そういう部分の人材確保、研究開発の枠組みの作成等、バランスの取れた基盤技術の推進が不可欠だと思っております。

以上でございます。

○山口委員長

続きまして村上委員、お願いいたします。

○村上委員

今回は技術開発に焦点を当てたご説明をどうもありがとうございました。原子力は必要である、積極的に進めていくべしというトーン一色であることに違和感を覚えながら聞いておりました。

例えばウクライナ情勢を踏まえ、自前のエネルギーの必要性がさらに強く認識されたのはもちろん理解しますが、伊藤委員の指摘にもありましたように、ウクライナの原子力発電所がロシア軍に占拠されて、非常に危険な状態になっているということについてどう考えているのか。日本はどのようなリスクを想定して、どう対策をしているのかということについてもぜひご教示いただきたいと思えます。

それから、資料3の末尾の論点の書き方についても、とても違和感を感じております。

1、2は原子力の持続的な活用の必要性は自明のように書かれていますが、まずはその必要か否かということ自体が論点になるべきではないでしょうか。3番を見ても、原子力の必要性は自明であり、その目標設定や価値、工程表を社会にどのようにして説明・共有していくかということが論点であると書かれていますが、必要なのは、進めると決めたことを説明・共有することではなくて、社会的、倫理的な観点も含めて、さまざまな便益と課題、リスクを整理した上で、進めるかどうかを専門家やステークホルダー、それから今、小林委員もご指摘されましたように、広く国民も含めて、さまざまなレベルで対話

をし、検討をしていくテクノロジーアセスメントの考え方を入れることが大変重要だと思っています。進めていくことありきのコミュニケーションでは、これまでと同じ轍（てつ）を踏みますので、この点はぜひ真剣に検討していただければと思います。

その観点から今回、資料6でワーキンググループの設置の文書に関しても示されていますけれども、ここで確認させていただきたいと思います。「原子力発電の新たな社会的価値の再定義」とありますけれども、社会的価値には負の側面もあるということは十分認識されていると思います。例えばテロを含めたさまざまなリスク、過酷事故が発生したときにそこで働く人々の健康や安全はどう確保できるのか、その地域の人たちはどうなのか、ふるさとを喪失するような可能性などなど、倫理的、社会的な諸影響などについても、ワーキングで総合的に議論・評価していただけるのかどうかということを確認させていただきます。

技術の優位性や経済的ポテンシャルだけを議論しても、社会的受容性もきちんと予見しておかないと、結局、建設可能な地域はなくて、無駄な投資になってしまうということになると思います。松久保委員もご指摘されておりましたように、ぜひそういう深いところから議論をスタートしていただければと思います。

○山口委員長

続きまして中島委員、お願いいたします。

○中島委員

中島です。ありがとうございます。私からは、社会ニーズの変化への対応というキーワードが出ておりましたが、これについて少しコメントしたいと思います。

当然今から20年後、30年後、社会がどうなっているかということ推測しながらやるわけですが、それはかなりの不確実性が入ってくるということになるかと思っています。その不確実性に対応して、ある程度、今回ですとエネルギー供給という技術も変化していく必要があるのではないかと考えております。

ただ、そういうことをやろうと思うと、原子力、先ほど村上委員からは、まずそもそも論からやるべきだということがありましたけれども、今、原子力は必要だという前提で話をします。原子力を導入するにしても、新しい技術を入れようとする、今のやり方ですと、どうしても始めてから運開までというのは非常に長期に時間がかかっています。このところをそれなりに改善していかないと、社会の変化に対して、今つくっているものが出来上がったときには、もうそのニーズが、ちょっと見方が変わっているということになってしまいます。

これは規制の問題が多分一番大きいかと思いますが、あと今日の資料にもどこかにありましたが、型式認証等の積極的な活用ということ、特にSMRみたいにモジュール型であれば、そういった利便性が非常によく上がってくるんじゃないかと思っています。

そういった意味で、この革新炉のワーキンググループですか、この中ではそういった規制上の課題も含めて議論していただきたいと思っています。

特に、SMRでは5%を超える、いわゆる5%超の濃縮度の燃料を使うということですが、現国内ではこれに対応できる燃料製造工程はございませんので、研究炉の燃料も全て海外で作らざるを得ないということになります。HTTR、非常に良い技術で、非常にうまくいっていますけれども、これの燃料も元は日本で作っていましたけど、今は国内で作れる場所がないと、そういった状況になっております。そういったことも含めてしっかりと対応していただきたい。

それから、SMRの資料の中で、キロワット当たりだったかな、建設のコストの評価がございまして、これについては、最終的にどこまでのコストがかかるかという、廃止も含めて、あるいは燃料サイクルのコストも含めた評価が必要であろうと思っております。SMRに対してサイクルはどんなのが成り立つかというところの議論がまだ多分十分に進んでいないとは思いますが、最終的にはそういったところも必要と思っております。

ただ、いずれにしてもそれをやるには、私が前回申しましたけれども、まだ少し時間がかかるということであれば、先ほども他の委員からもありましたけれども、当面は既存の軽水炉技術の活用、あるいはかなり技術的に確立している高速炉の技術の活用と、こういったことを進めていくのが必要と思っております。

以上でございます。

○山口委員長

続きまして岡田委員、どうぞお願いいたします。

○岡田委員

私はちょっとトーンが変わりますが、人材育成の観点からお話しさせていただきたいと思っております。

理工系の広い分野から原子力に興味を持ってもらう必要があるというのは前回もいろんなところで議論がありましたけれども、原子力の必要性が明確で、将来ともに必要であることが全く周知されていない。今、原子力の必要性から皆さんがお話ししたほうがいいんじゃないかというご意見もありましたけれども、それも踏まえて、将来ともに必要であるかを国民に周知して議論をしていかないといけないと思っております。

小型原子炉は、地域分散型エネルギーとして、また災害を最小限にとどめることにおいても、今後必要だと私も思うのですが、研究開発の継続は必要で、明確なロードマップを国民に示す必要があると思っております。小型原子炉は日本では研究段階のため、原子炉の必要性を国民に明確に示すには力が薄いと私は思っているんです。原子炉の人材育成は、前回もお伝えしたように待ったなしです。

私の例をお話ししますが、私が大学に就職したころの学生は既に50代半ばです。彼らの退職も目の前に来ています。先日、昨年ですけれども、稼働したJAEAのJRR-3に実験に行ったんですが、そのときに担当する技術者のほとんどは研究用原子炉ではありますが、稼働した状態を知らない人たちでした。これも多分、原子力発電所も同じだろうと考えています。

人材育成の観点から考えますと、日本での原子力発電の必要性和安全を確保した再稼働をするのが重要だと、先ほど中島委員もお話ししていましたが、軽水炉の再稼働が重要で、そのためには、稼働年数の見直しや長期サイクル運転などを早期に検討をお願いしたいと思っています。

技術者にはバランス感覚が必要だと思っています。ぜひ将来ではなく、今の若者や今の現場で働いている技術者の育成を考えてもらいたいと思います。併せて女子学生が一定程度おります。その女子学生が卒業して技術者として力をいかに発揮できるような環境も大切だと思っています。

もう一点、一般国民は、SDGs といえば再生可能エネルギーを思い浮かべています。残念ながらそれだけでまかなえると思込んでしまっています。ぜひ日本は多様なエネルギー源で成り立っていることも教育の現場で伝えていってほしいと思います。

少しトーンが変わりましたが、私の意見でお話しさせていただきました。以上です。

○山口委員長

続きまして朝野委員、お願いいたします。

○朝野委員

朝野です。よろしくお願ひいたします。事務局から提示された論点に関して3点ご指摘したいと思います。

第1は、今議論になっています、なぜ原子力が必要なのかという点です。カーボンニュートラルに向けたエネルギー構造の変革を目指す中で、発電電力量、アワーの価値として原子力が必要であり、2050年という時間軸を考えれば、新增設・リプレースが不可欠になるというふうに私は考えています。

私から配布しました参考資料に記載した2の研究成果では、第6次エネルギー基本計画が掲げる再エネの最優先原則と最大限導入の下で、わが国特有の自然条件や社会制約への対応を考慮した再エネ導入シナリオを検討しています。GIS、地理情報システムを活用し、土地利用、海域利用に関わる法規制による影響を受けにくい地域で再エネが最大限導入されると想定して、その発電電力量を求めたところ、約6,500億kWhであることが明らかになっています。

他方、事務局のスライド11にあるように、2050年の電力需要は1.3から1.6兆kWhと試算されています。つまり2050年に必要となる脱炭素電源の発電電力量の半分程度しか再エネでまかなうことができません。もちろんわれわれが試算した6,500億kWhという数字は再エネの上限ではありません。技術開発や人々の需要性の変化などによって変わる可能性はあります。しかし再エネ以外の脱炭素電源の選択肢が必要となることがほぼ確実で、ここに原子力のアワーとしてのオプション価値が生まれます。その価値を認めるならば、これを維持するために新增設・リプレースが必要になっていくというふうに考えます。

第2は、論点2の政策課題についての炉型選択と時間軸の考え方です。参考になるのが

事務局資料のスライド 66 にあるオランダの意志決定です。オランダにおける検討過程では、経済性、安全性、そして時間軸の観点から各種炉型を比較、考量し、SMR も魅力的な選択肢であるとしながらも、2050 年までに導入が間に合うプループンな技術として、第 3 世代+の大型軽水炉 2 基の新設を選択しています。この検討過程は公開されていて、わが国の議論でも参考になるはずですが。

第 3 は、論点 2 で示されたサプライチェーン戦略についてです。なぜ国の関与が必要なのか、どのような関与が必要なのかという点に関しては、プループンな技術である大型軽水炉と、技術開発段階にある革新炉とは異なる考え方で整理すべきだと考えます。

前者の大型軽水炉のサプライチェーンについては、国が果たす役割とは、新增設・リプレースを実施するという意思決定と、新增設の投資予見性を向上させる枠組みづくりになります。この意思決定がなされれば、現時点でわが国の大型軽水炉のサプライチェーンが存在するため、サプライチェーン内の各主体が自由に連携することで最適な取引が実現するはずですが。わが国のサプライチェーンの強みというのは、スライド 53 に記載がある米英での大型軽水炉のサプライチェーン喪失により取り戻せなかった技術は何なのか、喪失により具体的に何が問題になったのか、より解像度を上げることで逆に分かってくることもあるのではないかと思います。

後者の革新炉の技術開発については、何のための技術開発か、これをどう評価するのかという視点が肝要だと思います。政府が技術開発政策を実施する目的の一つは、長期的に国際的な産業競争力を獲得し、日本経済をけん引していくのかという視点です。

事務局スライド 75 にある日本の課題だけではなくて、例えば NEDO プロの研究開発体制や、その評価研究の蓄積を踏まえて、どういう研究開発を志向すべきかということを考えていくことを期待します。

以上です。

○山口委員長

ありがとうございます。続きまして佐藤委員、お願いいたします。

○佐藤委員

佐藤丙午です。エネルギー安全保障の観点と、社会科学の観点から 2 点申し上げたいと思います。

エネルギー安全保障観点から、さまざまなオプションを日本国内に技術として確保していくことは非常に重要だと考えております。特に先ほど来出ておりますウクライナ情勢と、その後の国際秩序の変動を考えていきますと、世界が大きく二分されていく可能性がありますので、その中でわれわれとして、またわれわれの陣営として、技術的な優位性を保っていくことは非常に重要だと思っております。

その中で、2 点目申し上げます、まず重要な点が、過去の教訓から学ぶということがあります。先ほど松久保委員のお話の中にありましたように、研究開発においては、過去の失敗からさまざまな教訓を得ることが重要だと思いますので、その点において政策決定の

過程で、また技術開発の過程で、過去どういう経緯があったのかということに関する研究分野への人材育成も同時に必要だということは強調しておきたいと思います。

また、これは軍事論の観点から考えると、戦時における原子炉の脆弱性は、先日のウクライナ問題で明らかになったと思います。戦時において攻撃対象としての原子炉の脆弱性は、ロシアや中国も含めて、原子炉を保有する国は等しく抱えている問題だと思います。国際法上、そのような攻撃はあるべきではないものではありますが、戦闘の経緯の中で起こりうる問題でもあります。したがって、その安全確保をいかに進めていくか、そしてそれに関する合意形成を日本が主導することも、国際的な貢献になるのではないかと思います。以上です。

○山口委員長

続きまして専門委員の方で、坂田専門委員、お願いいたします。

○坂田専門委員

委員長ありがとうございます。本日の事務局資料に「カーボンニュートラル実現に向けた社会全体の変革」とあり、この点を踏まえましてご意見申し上げたいと思います。

世界的な脱炭素化の流れの中で、わが国におきましても、S+3Eの3つのEのうち、特に近年におきましては、環境のEを重視する傾向にあったのではないかと思います。しかしながら今般のウクライナ危機、さらには先週の電力需給逼迫に直面し、そうした政策運営の優先順位について改めて見つめ直す必要があるのではないかと思います。

具体的には、エネルギー自給率の向上や電力の安定供給、あるいは可能な限りのエネルギーコストの抑制といったエネルギーセキュリティのEと、経済性、効率性のEに重きを置いた対応、すなわち安定的で効率的なエネルギー供給を重視した政策を推進していくことが重要ではないかと申し上げておきたいと思います。

また、そうした政策対応を図っていく上で、原子力が果たすべき役割の重要性を今一度再認識した上で、安全の確保を現場第一線で支える人材・技術の持続可能性を確保していくために、あらゆる施策を講じていく必要があると思います。

前回の会合でも申し上げましたとおり、また先ほど事務局から説明もありましたとおり、原子力産業のサプライチェーンの人材・技術基盤は危機的な状況にあります。また、現下のエネルギーコストの高騰、あるいは電力需給逼迫はもはや産業・企業で働く者の努力だけでは解決し得ない課題となっております。こうした待ったなしの現状を打開するためには、まずは何よりも安全性が確保されたプラントの再稼働と、その長期運転に最優先で取り組む必要があるのではないかと思います。

さらにそうした取り組みと同時並行で、人材や技術力を深化させていくことが必要ですが、SMRといった革新炉が直ちに社会実装されるには一定の時間軸を要することを踏まえ、例えば最新型の軽水炉へのリプレース等を実現させながら、併せてSMRや高速炉、高温ガス炉を活用した水素製造といったイノベーションを同時並行的に進める目標を立て、挑戦をしていくことが重要ではないかと思いますし、ぜひともそうした明確な将

来展望が見いだせるような議論をお願いしておきたいと思います。

○山口委員長

引き続き専門委員の方、新井専門委員、お願いします。

○新井専門委員

私からは3点申し上げます。1点目は社会のニーズに応える原子力の最大限活用についてです。世界的な脱炭素、脱化石燃料の潮流により、化石燃料の需給見通しが不安定化し、急激な価格高騰をもたらしていますし、またウクライナへのロシア侵攻に伴い、欧州の脱ロシア依存により原油・天然ガスの供給不足が懸念されます。さらに先日、関東地方において初の電力需給逼迫警報が発令されました。こうした状況から、エネルギー供給面での安定性を補完するため、原子力の活用を期待する声は大きくなっているというふうに思います。

ウクライナでは原子力発電所がロシア軍に制圧されたことから、原子力利用を懸念する声もありますが、政治状況とは独立して、国際原子力機関、IAEAが原子力利用の安全が確保されるよう努めており、当協会を含め世界の原子力産業界は、IAEAの取り組みを強く支持するものです。

わが国では現時点で廃止措置にない原子力プラントが、建設中を含め36基ありますが、これまで再稼働したプラントは10基にとどまっています。原子力安全、すなわちSを大前提に3Eに優れる原子力が厳しいエネルギー情勢下で供給力として十分に貢献するよう、社会のニーズに応えられるように政府および産業界は一致協力して既存炉の早期再稼働、運転期間延長等、また将来を見据えた新增設・リプレース等、原子力の最大限活用を図るべきというふうに考えます。

2点目はサプライチェーンについてです。原子力発電のサプライチェーンについて建設が続いていた時期は、先ほども説明がありましたが、およそ9割が国内調達で、技術が国内に集積している状況でした。しかしながら運転停止継続や建設の中断により、サプライチェーンを構成する企業の離脱が見られている状況です。原子力の持続的活用の観点から、高品質の機器製造、工事、保守業務などの供給は必須であり、エネルギー需給率が重要であることと同様に、これらが国内で一貫して行われることが重要です。

サプライチェーンの技術・技能維持、人材確保・育成は、起業の設備投資や人材の新規採用が大前提であり、そのためには関連産業の長期的展望が開けていること、すなわち既存炉の徹底活用と、新增設・リプレースの明確な見通しが示される必要があるというふうに考えます。

3点目は技術開発についてです。国内の原子力関連企業やJAEA等がそれぞれの戦略で技術開発を実施しており、より安全性を高めた大型炉から、海外企業と共同で推進する革新炉まで、選択肢の幅が広がりつつあります。その中には既に海外で許認可のフェーズにある小型炉もあり、それぞれの実用化時期を踏まえて、導入検討がなされるものと思われます。21世紀後半に本格的な利用が期待される高速炉や、その後の核融合炉等の革新的

技術開発についても、実現までの時間軸を意識しつつ、限りあるリソースをどう活用していくのか、議論・整理が必要と思います。

さらに、こういった革新炉の取り組みが、サプライチェーンを含めた技術の維持・発展、人材確保・育成に資するという視点も大切というふうに考えます。

以上でございます。

○山口委員長

続きまして、松村専門委員、お願いいたします。

○松村専門委員

ありがとうございます。電気事業連合会の松村でございます。本日はご紹介いただきましたように、原子力技術は発電への貢献はもちろんのこと、高温ガス炉を用いた水素製造や、高速炉の活用によるウラン資源の有効利用を通じたエネルギーセキュリティの確保など、将来の社会ニーズに対してさまざまなポテンシャルを有する重要な技術であり、私ども電気事業者といたしましても、原子力技術を将来にわたって最大限活用していくことが不可欠と考えております。

そのためには、2050年といった将来に向けた開発のみならず、足下にも目を向け、産業基盤の維持の観点も踏まえた計画的な技術開発を推進することが必要と考えております。

私どもが現在運用しております軽水炉においては、福島第一原子力発電所事故の反省を踏まえ、多くの協力会社の協力の下、安全性をさらに向上させるため、新しい技術も導入しながらプラントの大幅な改造を進めているところでございます。これまで培ってきた技術は、将来の革新炉開発にも役立つものであり、既に国内のプラントメーカー様におかれましても、安全性を大幅に向上させた、革新的な軽水炉の開発が進められていると認識しております。

一方、産業基盤に目を向けますと、至近の軽水炉建設から10年以上が経過し、国内の産業基盤の維持が困難になりつつあり、電気事業者としても非常に心配しているところでございます。また、建設のみならず、原子力発電所を運転・維持する上でも、人材をはじめとした産業基盤の維持が重要となります。原子力が未来ある技術であり、革新的な技術開発が精力的に進められ、そして社会実装されていく姿を若い世代に示すことが産業基盤の維持につながり、ひいてはカーボンニュートラル社会を実現させることになると考えております。

電気事業者といたしましても、技術開発の動向を注視するとともに、国内の議論の場に参画するなど、事業者の立場からの協力についても、しっかり取り組んでいきたいと思っております。

以上でございます。

○山口委員長

ありがとうございます。遠藤委員、ご発言希望ということで、どうぞお願いします。

○遠藤委員

ありがとうございます。前回の小委員会にて、ロシアによるウクライナ侵略による足下の資源価格の上昇や、中長期的な供給元の脱ロシア化が進む中、現時点で唯一の自立電源である原子力の重要性について申し上げた次第です。

今回、原子力を取り巻く社会動向につきまして、事務局資料では原子炉の重要性が、カーボンニュートラルをはじめとして多様な観点から述べられております。いわゆる従来のエネルギー政策の要諦、3E+Sという考え方がベースですが、3E+Sで何よりも重要であるのは、社会基盤を支えている電力の安定供給であることが、ウクライナ侵略で事実として突きつけられたと考えます。先ほど、トレードオフの問題があるというふうにおっしゃった委員の方がおられました。少し乱暴ではありますが、経済を衰退させさえすれば環境性も解決するのですから、安定供給が全ての前提だと思います。

ベースロード電源である原子力が欠かせないことというのは、近年頻発する危機的な電力需給の逼迫を見ても、明らかだと思います。再エネのバックアップも含めて、LNGに過度に依存するキロワットアワー供給というのは、極めて脆弱な電力システムで、原子力の再稼働の加速に、規制当局も含めて、政府には真摯に取り組んでいただきたいと考えております。

次に革新炉の技術開発について申し上げます。SMRの需要について懸念されておられる、特に国内需要についてそう指摘されていた委員も多くおられたのですが、米国においての革新炉開発は、専門家と議論をしていますと、明らかに大型軽水炉のグローバル展開で優位にある中ロへの対抗措置として、モジュール化という新しいビジネスモデルへの転換を仕掛けている戦略的な動きであると考えております。

日本の半導体産業のDRAM敗戦を例に取っていいのかわかりませんが、投資が集中する技術こそ進化をして、最終的にそのコストを引き下げていくというイノベーションの流れがあると思います。安全性も同じく進化するもので、将来の原子力市場が一変する可能性もあるということです。

もちろん現在の原価償却が進んだ軽水炉の活用というのは重要なのですが、将来に向かって、米国との連携を図りながらグローバル市場の開拓をすることは、日本の原子力産業の維持のためにも重要であろうと考えております。

日本の先端半導体技術は残念ながら衰退してしまいましたが、原子力産業については、専門委員の方々も仰せでしたが、唯一性を確保できるかもしれないぎりぎりの状況だと思います。アンカーテナンシーとしての国の、これは責務とっていいと思いますが、責務の履行を期待します。

加えて中島委員、豊永委員も仰せでしたが、こういう新しい革新炉の市場をつくっていくためには、規制、損害賠償制度等の整備も必要条件となります。これは事業採算性に見合うかどうかの経営判断をするためにも重要です。NRCなどの海外の規制当局との連携を図りながら、制度設計を進めていくべきであると考えます。

以上です。

○山口委員長

ありがとうございました。その他には発言希望の方はいらっしゃらないようですが、一通り各委員にはご発言いただいたと思います。もしよろしければ、皆さまからご意見をうかがうのはこれまでとさせていただきます。どうもありがとうございました。

本日の議論は大変興味深いもので、いろいろなご意見をいただきましたが、一つは、今われわれが扱おうとしている問題というのはいろいろなことが複雑に関わってきているだろうと。それは地球温暖化の話、それからエネルギーのセキュリティーの話、それから今、資源高騰しているエネルギーコストの話、それにウクライナ問題とか水素の活用とか、地政学的リスク、地経学的リスク、そういったものですね。そういったものを併せてわれわれが解決していくというのがこの小委員会のミッションだと思っていますので。そうすると、グローバルな視点をどういうふうを持っていくか、どう持てるのかと。それから、原子力政策のよりどころといいますか、何を根拠に何をよりどころにしてここで議論していくのかというところを明確にする必要があるかと思います。それがエネルギー基本計画であり、それからグリーン成長戦略であり、そこには原子力を適切に活用していくということが示されていると認識しております。

それから2番目に思ったことは、国によっていろいろ戦略が違う、オランダ、フランス、イギリス、アメリカ、いろいろな例が出されましたけれども、じゃ日本にとっての戦略は何なのか、そこをしっかりと踏まえた上で、戦略的に、持続的に原子力が活用できるような道筋を描いていくと、それがターゲットであると思いました。

それから3点目に、過去の教訓に学ぶというお話がありました。これは過去の教訓は学ぶことは大切で、一方、成功例に学ぶことも大事なことです。日本で原子力利用の、いろいろ大変な時期があったのは、ロードマップとかゴールとか技術マップとか、そういった道しるべが明確に共有できていなかったんじゃないか。それから、法的な枠組みですね。予見性が十分ではないというふうに言われることもあるんですが、そういうことも改善すべき点があると思います。そういう意味で、海外ではそういう点に非常に注目した上で、原子力のイノベーションを進めているという点は印象に残ったところです。

それから最後に4点目に、人材、サプライチェーン、そういったお話がありました。これは気が付くとだんだん劣化していくといったもので、失われると本当に将来困るというものは明確にして適切な維持をする仕組みが要るんだろうと、そういうようなことを考えました。

またぜひ各委員には、この場で、今日最後に指摘されました論点、この辺りについて意見をまた頂戴したいと思います。ありがとうございました。

それで今日、非常にご意見いただいた革新炉につきましては、より専門的な議論を深めていくということが必要なんではないかと思っています。そこで、専門的なワーキンググループをこの小委員会に設置させていただきたい。これについて事務局から説明をお願いしたいと思います。よろしく申し上げます。

○遠藤原子力政策課長

事務局でございます。資料6に付けてございますが、今日いただいたような議論も踏まえまして、わが国の炉型開発にかかる道筋等を示していくために、総合エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会の下に「革新炉ワーキンググループ」を設置するものでございます。

委員についてはまだ調整中でございますが、2枚目に案を示させていただいてございます。山口委員長とご相談の上で、委員長のご指名の権限に基づきまして、記載のとおりとさせていただいてございます。座長につきましては先ほど事務局の資料でもご説明申し上げました、NEXIPの委員、それから文部科学省もんじゅ研究計画作業部会委員でもある、京都大学複合原子力科学研究所教授の黒崎先生をお願いをしております。今後、この案で委員長と調整の上で委嘱等の手続きを進めさせていただきます。

また今日の議論の中で、中島委員、村上委員をはじめ各種のワーキングで議論をすべき内容についてのご意見も賜りました。こちらにつきましても委員長とご相談の上で、また随時、状況を各委員にご報告を申し上げます。

以上でございます。

○山口委員長

ありがとうございました。このような形で、革新炉についてはこのワーキンググループを設置させていただきたいと思っております。

それでは最後に事務局からお願いいたします。

3. 閉会

○遠藤原子力政策課長

本日ご説明申し上げましたエネルギーをめぐる社会動向と原子力の技術開発において提起されている論点、そして本日、委員の皆さまからいただいたご指摘も踏まえまして、山口委員長とご相談の上で、今後の議論のテーマを設定させていただき、委員の皆さまに事務局から個別にご説明を申し上げます。

また次回以降の開催日程につきましては、事務局で調整の上、委員の皆さまに個別にご連絡を申し上げますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。

○山口委員長

どうもありがとうございます。

皆さまからいただいた意見、今、事務局からお話がありましたように、整理させていただいて、改めてご審議いただくように取り計らいたいと思っております。

それでは、今画面に出ていただいておりますが、今日冒頭ごあいさついただきました、細田経済産業副大臣、また一言最後をお願いしたいと思います。

○細田経済産業副大臣

委員の先生方、本当にお忙しいところ、ご熱心な議論をいただきまして、本当にありがとうございました。改めて心から御礼を申し上げます。

冒頭、私が申し上げましたとおり、安定的で安価な電力需給というのは、国民生活、あるいは日本の経済・社会にとって本当に必要不可欠なものであるというふうに考えております。これが本当に途絶することのないように、役所としては全力で取り組んでまいりたいと考えております。

今日、本当にさまざまな観点からご意見をいただきました。ぜひご理解いただきたいと思っておりますのは、政府が昨年取りまとめたエネルギー基本計画におきまして、2030年の電源発電比率、原子力発電の比率は2割強という目標を出しております。これはいわゆるカーボンニュートラルでありますとか、あるいは安定供給性、あるいはコスト面ということを勘案した上で、こういう数字をはじき出しておりますけども、この2030年原子力発電比率2割強という目標を達成するために何が必要かという観点から、いろいろなお話をいただければというふうに思っております。

もちろん過去の失敗、あるいは政策の検証やあるいは反省、これは当然ながら必要なことだというふうに考えております。これも冒頭申し上げたとおり、あれだけの大きな事故があったわけですから、あの大きな事故の反省も含めて、私どもは、先生方の検証等々はしっかりと行った上で、また前に向かって進んでいきたいというふうに思っております。

ぜひ山口委員長をはじめ委員の先生方、引き続きのご指導、ご鞭撻、そして忌憚のない意見交換を行っていただきますように、改めて心からお願いをいたします。

本日は本当にありがとうございました。

○遠藤原子力政策課長

細田副大臣、どうもありがとうございました。

それではこれもちまして、第25回原子力小委員会は閉会とさせていただきます。本日はどうもありがとうございました。