

第16回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 2008年3月18日(火) 13:30～14:40
2. 場 所 中央合同庁舎4号館6階 共用643会議室(議題(1)及び(3)の
審議)
中央合同庁舎4号館7階 原子力委員長室(議題(2)の審議)
3. 出席者 原子力委員会
近藤委員長、田中委員長代理、松田委員、伊藤委員
日本原子力研究開発機構
岡田理事
エネルギー総合工学研究所
松井理事
東京電力
武藤執行役員
京都大学
山名教授
電力中央研究所
横山理事
文部科学省 研究開発局 原子力研究開発課
稲田課長補佐
経済産業省 資源エネルギー庁 原子力政策課
新井企画官
内閣府 原子力安全委員会事務局総務課
西山課長補佐
内閣府 原子力政策担当室
黒木参事官、西田参事官補佐

4. 議 題

- (1) 原子力の革新的技術開発のロードマップについて（公開）
- (2) 平成19年版原子力白書について（非公開）
- (3) その他（公開）

5. 配付資料

- (1-1) 原子力の革新的技術開発ロードマップ中間取りまとめ（案）
- (1-2) 課題毎の原子力の革新的技術開発ロードマップ（案）
- (2) 平成19年版原子力白書（非公開）

6. 審議事項

(近藤委員長) それでは、定刻になりましたので、第16回の原子力委員会定例会議を開催させていただきます。

本日の議題は、1つが、原子力の革新的技術開発のロードマップについて。2つが、平成19年版原子力白書について。3つがその他となっております。この2番目の議題につきましては閣議で配付するものでございますので、非公開で審議することになっております。したがってきょうの議題は順序を変えまして、1、3という順で審議させていただきますので、よろしく願いいたします。

それでは、まず最初の議題、原子力の革新的技術開発のロードマップについてご審議いただきます。これにつきましては、前回、中間取りまとめ(案)について御審議いただき、それに対して皆様方からいただきましたコメントを踏まえて、本日、修正案を事務局にて用意しましたので、これについて御審議いただきます。

なお、このとりまとめは、総合科学技術会議に報告するものです。こちらの会議の日程が必ずしも定かではないのですが、時期的には本日ここで中締めをしておいたほうが良いと思いますので、きょう御意見をちょうだいしました後は、それを踏まえての修正を含めて私に取扱いを一任させていただければと思います。このことよろしゅうございましょうか。

はい、それから、本日もまた有識者として日本原子力研究開発機構の岡田理事、エネルギー総合工学研究所の松井理事、それから東京電力の武藤執行役員、京都大学の山名教授、電力中央研究所、横山理事にお出でいただきました。よろしく願いいたします。

それでは、まず最初に、事務局から資料の御説明をお願いします。

(事務局) それでは、原子力の革新的技術開発ロードマップに関連しました資料について御説明させていただきます。

配付させていただいた資料ですけれども、議事次第、座席表に加えまして、資料1-1号として、原子力の革新的技術開発ロードマップ中間取りまとめ(案)です。また資料1-2として、課題毎の原子力の革新的技術開発のロードマップです。また、その中の総論のところのロードマップにつきましてはA3の紙で別途席上配付をさせていただいております。

配付資料としては以上でございますが、何かおそろいでない点がございましたら、事務局までお申し出ください。

それでは、原子力の革新的技術開発ロードマップの中間取りまとめ(案)につきまして、資料1-1号に基づきまして御説明をさせていただきます。

資料1-1号ですが、前回お配りしたのから変わっておりますので、その変わったところを中心に御説明をさせていただきます。

資料を開けていただきまして、3ページでございます。まず基本的な考え方ですけれども、ここにつきましては、今後省エネルギー、エネルギー利用の効率化に努めることはもちろん、エネルギー供給部門においても安全性、経済性に優れていることはもとよりであるが、発生エネルギー当たりの温室効果ガスの排出量が小さいエネルギー発生技術の採用を重視すべきということを基本的考え方として書かせていただいております。

また、今回の案では、内容につきまして小見出しを立たせていただきまして、①発電分野での対策としての原子力技術の重要性としましては、温暖化対策として発生される電力の効率の良い利用技術の採用を推進する一方、低炭素発電技術の導入が急務であり、かつ将来の需要増が見込まれ、発電設備の計画自体が多いはずであるから、その実効性は高いと予想されるという書きぶりとさせていただきます。

また、4ページですけれども、②の原子力発電のCO₂排出量につきましては、原子力発電の単位電力発生量当たりのCO₂排出量は、上の図1-2に見られますように3~40g/kWh程度であり風力発電と同様に小さいこと。

それから、5ページにまいりまして、原子炉の運転自体からはCO₂は発生しませんが、原子炉の建設、資材の製造、ウラン濃縮の作業、再処理、施設の廃止措置と、それらにより発生する廃棄物を含む放射性廃棄物の管理にはエネルギーを要しているため、これらのエネルギー分を原子力発電のライフサイクルにわたるCO₂発生量として計算した場合に、この工程のエネルギー使用量におきまして3~40g/kWh程度の開きがあるというような解説をさせていただきます。

また、③として、安全確保、核不拡散、核セキュリティの取組の必要性を明記させていただきます。ここにつきましては、世界的な原子力利用の拡大にあたっては、安全確保はもちろん、核不拡散、核セキュリティへの対応が不可欠であること。また、今後世界的に原子力エネルギーの平和利用が拡大していくためには、こうした活動を一層強化するための国際的な取組を強化していくことが必要不可欠であるということです。

また④として、地球温暖化対策としての原子力の積極的利用と我が国の対応です。これにつきましては、原子力発電は温室効果ガスの削減ポテンシャルが大きく、今後供給量を増大できる現実的な可能性が大きいこと、また安全、核不拡散、核セキュリティを確保しつつ、その導入を着実に進めることはエネルギー安定供給に貢献するだけでなく、地球温暖化対策

としても合理的であること。

6 ページにまいりまして、また国内の状況ですけれども、原子力発電技術につきましては、日本は産業技術力の面でやや先んじているものの、米、仏、露の主要メーカーと比べ海外市場への対応が遅れており国際競争力の維持、発展が重要であること。今後日本の高い技術力という長所を生かすとともに、我が国の持つ実績等について海外へ積極的に発信するなど、認知度を高めるなどの積極的取組が必要であること。

また、研究開発につきましては、高レベル放射性廃棄物の安全な処分についての研究開発。また、原子力エネルギーの供給技術その規模を拡大しつつ利用していくためには研究開発を通じて絶えずその性能を高度化する必要があること。また、基礎・基盤的研究を通じてより優れた特性を有する原子力技術を追及する研究開発活動を引き続き推進していくこと。また、原子炉を発電以外の用途の熱源として競争力のあるものにしていくための研究開発を推進していく必要があるということなどを書かせていただいております。

また、原子力分野以外の環境エネルギー技術との連携を積極的に進めつつ、引き続き充実していくことということも最後に書かせていただいております。

また、6 ページ下のほうですけれども、原子力の革新的技術開発のロードマップの目的につきましては、前回の記載から変わっていません。

それでは、8 ページにまいりまして、原子力の技術開発が目指す温暖化対策への貢献のあり方です。ここは最初に原子力技術の持ちますCO₂排出削減ポテンシャルにつきまして、あらかじめ明示的に書かせていただいております。

まず、現在、もしくは短・中期的なCO₂排出削減ポテンシャルとしては、①として、我が国の排出削減に係る現在の貢献というところです。これは2005年度で原子力発電につきましては年間3,062億kWhの電気を供給しているということです。これを仮にLNGの火力発電によって代替した場合に比べまして、我が国のCO₂排出量は約1億2,700万トンを下げている。これは2005年度のCO₂排出量の約1割に相当するという実績がございます。

また②として、設備利用率の向上による貢献としましては、現在我が国の原子力発電所の設備利用率は2006年度で69.9%ですけれども、これを仮に10%引き上げることができたならば、年間2,500万トンのCO₂排出量を削減できること。

また、③原子力発電の新增設による貢献としましては、135万kWhの原子力発電所を増設しますと、1基当たり年間600万トンのCO₂排出削減が実現すること。

また、④世界におけるCO₂排出削減に係る現在の貢献としましては、現在世界では370GWの発電容量がありますけれども、これを仮にLNGで代替した場合と比較して、年間11億トンのCO₂排出削減を実現していること、を書かせていただいています。

また、中長期的なCO₂排出削減ポテンシャルとしては、⑤2015年の我が国の原子力発電によるCO₂排出削減ポテンシャルとして、2015年の我が国の原子力発電の設備容量を50GWとし、これが稼働率80%で運転されるとすれば、CO₂排出量が年間2億トン少なくなるということ。

また、⑥2030年の世界の原子力発電におけるCO₂排出削減のポテンシャルとしては、国際エネルギー機関が刊行しましたWorld Energy Outlook 2007におきまして、IPCCによる最も低い温室効果ガス安定化レベルである450ppmを目指して地球温暖化対策に取り組むケースという形で需給を検討したケースがございます。それによれば、原子力発電の発電量は2030年で6,560TWhで、これが実現した場合は、仮にこれを火力発電で代替した場合と比較して、年間27億トンのCO₂排出削減が可能であるということを書かせていただいております。

また、9ページの下の方ですけれども、⑦輸送部門における原子力のCO₂排出削減ポテンシャルです。これにつきましては、まず水素製造プロセスについては現在用いられている天然ガスを用いた水蒸気改質プロセスでは、水素を1Nm³を生成する際に0.9kgのCO₂がプロセスとして発生してくるということです。これは投入エネルギーから出てくるものは含みません。あくまでプロセスの中でということです。

これを原子力を用いた水の電気分解、または核熱を使っての水の熱分解を行って水素を生産する場合は、製造過程でCO₂排出量をゼロにすることができるということを書かせていただいております。

ただ、この水素製造につきましては、燃料電池のライフサイクルにおけるCO₂排出量、あるいは輸送部門における新技術の普及対策など、輸送部門で実現できるCO₂排出削減ポテンシャルについては、より総合的な取組の議論の中で述べられるべきということを書かせていただいております。

10ページの(2)として、温暖化対策に貢献する原子力のビジョンです。これは前回お出ししたものからやや変えております。10ページの下の方ですけれども、まず①として、既存の技術である軽水炉による原子力発電技術が、事実上温室効果ガスを発生しない発電技術として、社会に受容されつつ、より効果的かつ効率的に地球温暖化対策に貢献しているこ

と。

それから、11ページにまいりまして②拡大する電力需要や原子力発電の取り換え需要に応じて次世代軽水炉技術が国際的にも地球温暖化対策に貢献していること。

また③として、持続可能な発展を目指す社会において、革新的原子力エネルギー供給システムが一段と大きな貢献をなしていること。

また④として、上記②、③の段階においては、原子力エネルギー供給技術が熱供給技術としても海水脱塩、水素製造等の熱需要に応えていること。

また⑤として、原子力科学技術がエネルギー産業の技術インフラやエネルギー技術革新インフラの一部として、原子力以外のエネルギー技術の供給や革新に貢献していること、というものをビジョンとして書かせていただいております。

また、原子力技術がこのような貢献を行うためのシステム性能要求を（3）として整理しています。これにつきましては、安全性、信頼性、それから12ページにございますような持続可能性。持続可能性の中身としては、放射性廃棄物処分場の確保の可能性、また、13ページにまいりますが、燃料の確保の可能性、核拡散抵抗性といったものを挙げています。また、経済性として、コストや投資リスクの低減といったようなことを書かせていただいております。また、14ページですけれども、立地制約の緩和といったものを主な性能要求として整理させていただいております。

また、こういったビジョンを実現できる技術システムの候補として、14ページから技術の候補を整理させていただいております。具体的には、ちょっとページが飛びますけれども、16ページのほうに、表2-1といたしまして、ビジョンと、それを達成できる技術の候補の関係を一覧表として整理しております。

それから次のページへまいりまして、3. 原子力分野における革新的技術開発のロードマップです。ここにつきましては前章までに明らかとなったビジョンを実現することに寄与できる可能性のある技術候補の中から、（1）としてビジョン1の実現という、直ちに成果が求められる短期の技術開発活動。それからビジョン2の実現という、すでに実用化候補技術となっている技術を実際に実用技術にまで発展させて、2030年頃には市場においてシェアを確保することを目指す中期的技術開発活動。

また、ビジョン3、4の実現という、現在実用化候補の実証を目指した取組がなされている革新的技術を2050年頃には市場に参入できるものとする技術開発活動や、現在実用化候補技術の探索が行われている技術を21世紀後半には市場に参入できるようにすることを

目指して行う技術開発活動。

また（４）として、このような原子炉エネルギー供給技術に共通して必要な安全確保技術、核燃料サイクル技術、核不拡散技術を改良・発展させていく技術開発活動、これらの活動に共通の原子力基礎・基盤技術の研究開発活動。

そして最後に、ビジョン５の実現という革新的エネルギー技術の実現に貢献する原子力科学技術の進歩を目指す技術開発活動という整理をさせていただいています。

具体的な技術開発活動、最初の点につきましては１７ページの３．１以降でございます。まず、既存軽水炉の有効活用を維持・充実していくための技術開発活動です。これにつきましては、まず既存の軽水炉についての耐震安全性確保、高経年化対応、燃料の高燃焼度化、あるいは検査制度の改善などを挙げさせていただいております。

続きまして１８ページにまいります。同じ軽水炉に関連して、現行の軽水炉がより高い設備利用率で運転をしたり、定格出力を上昇して運転できるような運転中機器検査診断技術の開発、あるいはリスク情報の活用といったものを挙げさせていただいております。

また（２）として、中期的観点から取組む技術開発活動としては、次世代軽水炉の技術開発、これは２０３０年前後に見込まれる既設軽水炉の大規模な代替炉建設需要に備えるとともに、世界的な原子力回帰に伴う原子力発電所の建設に対応するため、安全性、経済性、信頼性などに優れ、世界標準を獲得し得る次世代軽水炉を開発ということです。２０３０年の市場において優位性を有することを目指すとして書かせていただいております。

また、中小型炉の研究開発につきましては、途上国や島嶼国等において中小規模の発電需要に対応可能なコンパクトで安全性の高い中小型炉を開発するというです。これにつきましては原子力導入国の多様なニーズに対応し、国際的な原子力の利用拡大に貢献するというです。成果の時期といたしましては、２０３０年頃に新しい市場を生み出すことを目指すとして書かせていただいております。

また（３）長期的観点から取組む技術開発活動につきましては、①高速増殖炉については原子力発電共通の特長を有するとともに、ウラン資源の飛躍的な有効活用が可能となり、放射性廃棄物の潜在的有害度の低減に貢献でき、原子力の持続的利用に貢献することができる。具体的な時期としては２０５０年頃の実用化を目指して高速増殖炉「もんじゅ」の運転再開をはじめ、FBRサイクル技術を実用化するための研究開発を実施するというです。

また、②核融合エネルギーの開発につきましては、反応が連鎖的に起こる恐れがなく、安全性に優れる点、また燃料が豊富で地域的偏在がない点、高レベル放射性廃棄物が発生しな

い点において、より環境に優しく、持続可能なエネルギー源であると位置付けています。

また19ページですけれども、③水の熱分解による水素製造技術です。これは高温ガス炉により温室効果ガスを排出することなく水素を製造する技術を確立し、従来の水素製造技術を置き換えることができれば、温室効果ガスの排出削減に貢献できるということです。成果の時期としては、当面HTTRを活用して高温ガス炉及び原子炉熱を利用した水素製造技術を開発し、2020年から30年頃の実証を目指すというような書きぶりをさせていただいております。

また、(4)原子力エネルギー供給を持続させるために必要な技術開発活動としては、安全確保技術、それから核燃料サイクル技術などを書かせていただいております。

①の安全確保技術につきましては、核燃料サイクル技術あるいは原子力の基礎・基盤技術の中に含まれ得るということでこの場に位置づけさせていただきたいと考えています。

核燃料サイクルにつきましては、内容として、ウラン濃縮技術、それから使用済燃料の再処理技術、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究開発、あるいは低レベル放射性廃棄物の処理処分や原子力施設の廃止措置の改良改善といったものを挙げさせていただいております。

また、③の原子力の基礎・基盤技術につきましては、核工学、炉工学の研究、燃料、材料工学の研究、環境・放射線工学の研究などを入れさせていただきました。また、革新的核燃料サイクル技術の探索として、例えば海水等からウランなどの有用金属を回収する技術、あるいは長寿命核種を分離し、短寿命化などの変換が経済的にできれば、放射性廃棄物処分の負担を大幅に軽減することができる分離変換技術といったものを挙げさせていただいております。

また最後、(5)といたしまして、革新的エネルギー技術の開発や普及を支える技術開発活動として、量子ビームは材料改質や微細加工、微小試料の構造解析、軽元素や磁性体の解析などの物質・材料を原子レベルで「みる」「つくる」ことができる強力な手段と位置付けております。

ここまでの原子力技術に求められる性能要求と具体的な技術の関係につきましては、20ページにございます表3-1で整理させていただいております。

また、それぞれの技術のロードマップの概要につきましては、21ページに掲げております。これは前回お出しした資料とほとんど変わっておりません。

また、22ページにまいりまして、4. 実現に向けた推進方策、必要な基盤整備等です。

前回と変わっているところとしましては、（３）の科学的・合理的な規制の追求につきまして基準の整備もこの中で書かせていただいています。

また、２３ページにまいりまして、（４）国際展開、国際協力に向けた取組につきましては、核不拡散、核セキュリティ体制の強化をはかりつつ原子力を導入しようとする国々の原子力利用のための基盤を整備する取組に我が国としても協力を進めていくというようなことを挿入させていただいています。

また、２４ページ、最後のページですけれども、推進方策の中に技術移転、そして知識管理と人材育成といった項目を新たに追加させていただいています。ここの内容といたしましては、知識、技術の移転には人の移転のみならず、ノウハウの移転のために研究開発施設や設備の民間による利用も重要であることを踏まえまして、知的財産を適切に管理しつつ、効果的効率的な技術移転システムなどを構築することが必要であること。

また、研究開発機関や研究者は、実用化に向けた努力の早い段階から産官学相互の知的連携が図られるよう、研究開発活動の相互乗り入れや相互学習のためのネットワークの整備を心がけること。さらにはこれらを通じて世代を超えた知的財産管理の取組を推進していくべきであるということです。

また、国内外の人材の流動性の向上、研究データや関連情報の発信等のための基盤整備を進めるなど、多面的かつ国際的ネットワークも構築・整備していくべきであること。また、事業を進めていくためには適正な質と量の人材を確保することが不可欠であるから、原子力分野の人材育成のあり方について総合的に検討して関係者に発信し、産業界、教育界において責任ある適切な取組が行われるようにすることが重要といったことを書かせていただいております。

資料１－１の中間取りまとめ（案）につきまして、前回の資料からの主な変更点は以上です。

資料１－２につきましては、資料１－１の内容にあわせて関連する部分を若干変更させていただいておりますが、主なロードマップの内容は前回と同様でございます。

資料の説明は以上です。

（近藤委員長）ありがとうございました。

前回資料について、前半の記述を滑らかにするべく書き直してみたんですが、事務局にお願いしていて、なお、できていないところがあります。それは、８ページからの２．のところで各技術のポテンシャルの説明をどう記載するのがいいのか、思い切り良く、短期的なポ

テンシヤルと長期的なポテンシヤル、それから、国内でどうかというのと世界的にどうかの4つの視点で書くべきとお願いをしたんですけれども、まだ十分整理ができていません。これは、データのなものですから、書き込めばいいだけのことではあるとは思いますが、

前回山名先生から、ビジョンというか少し壮大な可能性の提示があつていいのではないかと御意見をいただいたんですけれども、この作業においては、こういうマグニチュードのものとなるポテンシヤルを持っているということをきちんとお示しすることが重要と考えて、そういう情報を入れ込むことをお願いしたということでございます。

その場合に発電部門以外の部分についての書き方なんですけれども、9ページ下にあるように、輸送部門を取り上げています。3ページの図にありますように、分野別の排出量を見ると、過去の例を見る限りでは発電部門とならんで、運輸部門が急速に伸びているので、この部分についてどう手当ができるかということと言及するのは合理性ありということからです。

それから、原子炉熱の利用先として、21世紀は水の時代といわれているぐらいに水の問題をどうするかということが世界的な課題になるところ、海水脱塩のエネルギー源を提供できるだろうと、それから、今後とも。炭化水素資源は重要でありつづけるところ、長期的にはオイルシェールのような莫大な資源量があるものを有効活用するための熱源ということもあるだろうとしています。

その上でビジョンを書いてあります。これは潜在するマグニチュードではなく、努力のかたに目指すものという趣旨で短期的にはこういうことを、中期的にはこういうことを、それから革新的な技術を通じて持続可能な社会の発展に貢献しているとか、非電力分野において貢献しているとか、基礎科学としての原子力科学技術を通じてエネルギー社会に貢献していると、原子力界が目指すべきはこの五つのビジョンであるとしています。

ついで、このビジョンの実現のために研究開発活動を行うところ、目指すのはどのような性能を実現することなのか、ここは実は定性的に項目を挙げています。研究開発する以上、これは定性的に言っているだけではなくて、具体的にどういうものを実現するつもりなのか言わなきゃなりませんので、ちょっと飛びますけれども、16ページから、ビジョンと技術の対応を示した上で、20ページに、具体的にそれぞれの研究開発が課題において何を目指すのか、とりあえず星取表を示し、後で技術ごとに安全性については何を目指し、燃料の確保あるいは経済性についてはそれぞれについて何を指すかを具体的に書くことにしています。私としては、これがいわば国民に対して税金を使わせてくださいという場合の接点、つまり、

こういういいものを開発したいのでお金を使わせてくださいというための根拠になるのですから、ここについてなるべく書き込んでおくべきと考えていますので、引き続きお手伝いいただけるとありがたいなと思っています。

以上が若干の補足説明です。それでは、御意見をいただければと思います。

はい、松井さん。

(松井理事) 順番からいくと同じようなところ、特に最初の輸送部門のところ、まことに結構だと思います。ただもうちょっと具体性があるというか、例えば以前に燃料電池自動車の普及シナリオがございましたね。2030年で1,500万台というやつ。正直言って2030年で1,500万台はちょっと無理だというのは明らかだとは思いますが。しかし、例えばそんなようなことをやると、輸送用燃料の例えば2割程度を賄える可能性はあるわけです。ポテンシャルとしてはそれを燃料電池でやるのか電気自動車でやるのかハイブリッドでやるのか何でも構わないんですけれども。輸送用燃料を代替できる可能性はあって、しかもなおかつそいつには原子力で補完できる可能性はあるわけです。それはそういうふうなことも入れてもよろしいかなとは私はちょっと思いました。

(近藤委員長) ちょっと途中で申し訳ないですが、燃料電池と書いていますが、電池の製造・廃棄活動で結構CO₂排出量があり、なかなかそうはならないと聴きましたが。

(松井理事) そのとおりですね。全体、ライフサイクルで見た場合、特に今の技術だとどうもトントンらしいですね。

(近藤委員長) ええ、で、トントンではビジョンになりませんから、そこは用心深く書いてあるのですが。

(松井理事) それが第3パラグラフですよ。

(近藤委員長) はい。どうぞ、続けて。

(松井理事) 次がこのビジョンのところなんですけれども。確かにこういうビジョンの設定が重要だと思いますが。ビジョンはやはりどうしても高いところにあるのがよろしいかと思えます。それで、それを個別の技術と直にリンクさせる表現だけは少し限られたほうがいいかもしれないなど。ビジョンの3、4、5は余り直接技術に直結してないとも読めるんですけれども、ほかは何かもろに読めばこれはこれじゃないかと。

(近藤委員長) 1と2はね。

(松井理事) それで、例えば1は明らかに短期であり、効率化であり、それは主として国内を見ている。2はちょっと中期的。一層の革新的効率化であり、そういつちゃなんでもない

かもしれませんが、新設と建て替えを見てるのかなと、大胆に言えばですね。そういう意味で区別はできるんですが、特別なものにリンクしているふうに見えるのは余りよろしくないような。ぱっと見たところその2点があります。

(近藤委員長) はい、ありがとうございました。ただ、お言葉を返すようで恐縮ですが、そこは、原子力界がいま目指すべきは、既存の供給力をちゃんとすることが一番重要でないかという御発言があった。水平線のかなたの絵姿という意味でビジョンを考えると、確かにきょうあすの話なので、ビジョンの名にふさわしくないという議論はあるのかなとも思いますが、努力のかなたに思い描くのは、今ある原子力発電所をきちっと動かすことということで書いたわけです。代替案ありますか。

(松井理事) 私は例えば①で既存技術である、例えば軽水炉の前で既存の原子力技術によりとか何とかそういうことで、なんせ自分の目の前にあることしか目にないように思われるのだけがしゃくであって、いや、それは軽水炉であることは自明ではあります。それらが重要なこと、それからそれを重視しなくちゃいけない、それはもう私もそう考えます。

(近藤委員長) どういう表現がいいと思いますか。

(松井理事) ただあれじゃないですか、「既存原子力技術により」でいいんじゃないですかね。(笑)

(近藤委員長) はい、わかりました。では、ほかに。

はい、岡田さん。

(岡田理事) ちょっと細かな点で申しわけないんですけども、1つ気になる文言がございまして、16ページの表です。ビジョン5の原子力以外での貢献というところで、量子ビームテクノロジーがアサインされているんですが。量子ビームテクノロジーというのはまさに原子力技術だと思いますので、この表現はできれば、例えば11ページの対応する部分、上のほうの⑤のところで、「原子力以外のエネルギー技術の供給や革新に貢献」と、こういう文言がありますので、混乱を招かないためには「原子力エネルギー以外での貢献」とかそういう文言にさせていただけたらいいかと、混乱がないんじゃないかなというふうに思います。

それだけなんですけれども。

(近藤委員長) だけなんて言わないでくださいよ。はい、ありがとうございました。

横山さん。

(横山理事) ちょっとまた細かい話で恐縮ですけども。最初は、5ページのところに③として安全確保、核不拡散、核セキュリティと書いてあるんですが、途中で経済性の話がちょ

っと入っています。これはちょっとつけたしなので題目の中から外されてるのかどうかはわかりませんが。ほかの3つと経済性、両方入っているなという気がいたしました。

(近藤委員長) 本当ね、消し忘れだ。申しわけございません。

(横山理事) それと、これちょっと明確な意見ではないのですが、11ページあたりに安全目標とかそういうことが今回入っています。安全性と信頼性というところに、いわゆる安全文化みたいなやつが内に含まれてるのかなと思いつつ読み進めていたんですが。技術開発で安全文化というのがあるかどうかちょっとわかりませんが、例えば国際展開の中にその安全文化の普及みたいなことが入ってもいいのかなという感じが1つしました。

(近藤委員長) ここはいわゆる性能要求ですよ。そのために、オーガリゼーショナルなアスペクトの研究開発が必要だということですかね。

(横山理事) 正確にちょっと文をつくれないうですけれども。

(近藤委員長) おっしゃるところ、ちょっと考えてみます。

(横山理事) それから、これ本当に細かくて申しわけないですけれども、13ページの下から4行目に、「広い地域で化石燃料発電や化石燃料による熱供給と経済的に太刀打ちできない限り」というふうに、熱供給ということで、これ限定して経済性の評価をやるということになっているのか。化石燃料に発電も入るのか、そこがちょっと、熱供給に限ってるのかなというのがちょっと気になりました。

(近藤委員長) いや、「化石燃料発電や熱供給と経済的に」ですから、これは両方、いずれにしても経済性ということですよ。

(横山理事) わかりました。

それともう1つ。4ページに「CCS装置を装備した化石燃料発電技術」という言葉があります。CCSは非常に重要な技術であると思っておりますけれども、実際的には非常に先の話ですということになりますし、それからこれでどれぐらい効率が下がるかということも、今はかなりわからないところもあります。実際、あとの原子力、水力とか再生可能エネルギーなどのレベルと比べると、CCSは火力部門の技術開発に大きく依存するところがありますので、ちょっとバランスが悪いのかなと。このCCSについてはちょっとそういうふうに思います。

(近藤委員長) バランス悪いとおっしゃるけれども、例えば世界エネルギー会議等、あるいはさまざまな専門的検討の場でこういう技術について言及され、こういう表までできている

中で、今の地球温暖化の議論の中で日本政府だけは、自らの判断からすると、まったく違うことを言うべきだと、要するに世界の理解、見解が間違っているという判断に基づくご提言ですか。

(横山理事) そういうつもりじゃないんですが。

(近藤委員長) そこが大事なんですよ、こういう仕事するときには。

(横山理事) そうですね。

(近藤委員長) えっ。(笑) 我々原子力界ではよくペーパーリアクターというんですけどね、美しいこんなすばらしい原子炉があるというときに、それは紙の上での話ねと。で、問題はCCSはペーパープランなのかどうかですが、私はCCSはすでに天然ガスの回収過程では実際に実現していると認識していますが。

(横山理事) CCS自体はですね。要するに貯蔵自体は可能と思いますが、すべての過程について考えると、それらを含めてそこまで明確に技術開発できるというのは、これはちょっと無理……。

(近藤委員長) いずれにしても、これから研究開発や実証試験を行なうわけですから。それがうまくいったらという注釈をつけたらいいということですね。

(横山理事) そうですね。

(近藤委員長) はい、それは大事なことだと思います。ただ、私としては、それなりにそういう議論がなされているという事実を前に、ひとり原子力委員会が勝手に判断するわけにもいかない。

(横山理事) むしろ、日本で火力発電のことをここまで技術開発が明確でない中で言い切るのかなと。

(近藤委員長) いや、私どもは必ず引用をつけるんです。クレジットをWECに求めて書き込む、でも、勿論、電力中央研究所がこれはだめという紙を出していただければ、それを使わせていただくことはやぶさかじゃありませんよ。

はい、ありがとうございました。ほかに。

どうぞ、山名委員。

(山名教授) 今の話にも関係するんですが、削減ポテンシャル、こういうふうにきれいにまとめていただいたのですが、前回の会議でも申し上げましたように、最終的にはディプロイアビリティというのが問われてくる。ディプロイメントですね。CCSだ、再生可能だ、それから輸送の水素だといったときに、最後はそれがディプロイするためにどれぐらいのイン

フラを変えるためのコストが必要であるとか。いかに大変かということは最後に必ず議論になるんですよ。絶対なると。

それで、原子力の持っているポテンシャルの1つの大きなことは、原子力の持っている種々人気のない問題さえ解決すれば、入れるというリアリティがかなりあるというところがやはり一番の強みなんですね。

(近藤委員長) 原子力関係者はそう言うんですが、他のエネルギーのファンもそのエネルギーについてそういう。(笑)

(山名教授) まあそれぐらい言っていていいと思うんですよ。それで、ただし嫌われているということが問題で。そのために核不拡散だとか放射性廃棄物の問題をきちんと原子力嫌いの人たちに対して説明ができるようになっていけば入るわけです。

何を言いたいかという、この削減ポテンシャルの中に、例えばCCSや再生可能とかあるは大がかりな省エネ技術のデプロイアビリティと比べたときに、原子力というのはやはりその気になればデプロイアブルというそのポテンシャルですね。つまり、マチュアとは言いませんが、結構マチュアであるということがもう少し原子力のビジョンに入らないのかなという気はするんですよ。

最後、さっき横山さんおっしゃったCCSの議論になったときに、CCSの実現時期をいつと見ると聞いたときに、恐らく電中研は100年たってもできないという。武藤さんはもうとんでもないお金になるから勘弁してくれとおっしゃる。さりとてヨーロッパあたりではやるやると言ってばんばんいつてるわけでしょう。その見解が離れる。その中で、いや、そこで将来はわからないCCSに対して、原子力であれば最低こういう問題さえ解決すればこれぐらいのところまで確実に入れるというシュアネスが1つの強みなんだろうと思うんですよ。その強みをどこかに表現できないかなと。

実はちょろっと入ってるんですけども、例えば5ページの下から4行目に、「今後その供給量を増大できる現実的な可能性も大きい」と。このフレーズが、現実的可能性というのが実に重い言葉でありまして。ここをもう少し強調するという必要はないのかという気がいたします。

そのときに、そういういつでも入れるポテンシャルを持っている、だけれどもそれを加速するためには次世代軽水炉とか廃棄物とか燃料サイクルとかそういう技術開発をもっとシュアなものに早く育てなければならぬということで、技術開発のニーズも高いということでありますから。何とかそういう表現を強調できないかなというふうに思いました。

(近藤委員長) ご指摘の点に関連して、2つ申し上げたいと思います。1つは、ここでは、フェーズ1、フェーズ2とは書いていませんが、時間的枠組みを意識して、すでにして実力があって寄与しているところを、その実力を存分に発揮している状態を目指そうというのが第一のビジョン。今行なっている作業は、ビジョンの実現に賛同していただいて投資していただくためですからね、原子力発電は、すでにして実力を発揮しているが、こうした取組により稼働率が10%伸びればこれだけのことができますよと。フェージングをしていないのですけれども、最も確かだということで、ビジョンの1番にこれを掲げているのです。

で、大事なことは性能要求とそれを達成するために必要な投資なんですね。ここに掲げる要求と現状との乖離が大きければ、所要投資も大きくなる。山名先生のご指摘は、原子力は、この要求をクリアする困難度をバリアと考えれば、バリア、つまり超えるべき障壁の高さが低いということですね。ただ、ここは宣伝会議じゃないので、そのビジョンを実現するには、研究開発の課題としてこういうことがあるとし、その実現のためのロードマップをきちんと示していくことが大事という立場で整理してきています。

ただ、各フェーズごとの性能要求はまだ、全部は整理されてない。例えば軽水炉でいえばすでにしてマイナス6乗のCDFが達成されているとして、これをもっと上げるべきか、あるいはそれなら、安全性については現状のままでいいとか、わかるようにしていくべきです。そうすることが、多分山名さんの問題提起へのこの作業における答え方だと思うんですけどもね。そこのところはちょっとまだ不十分。

(山名教授) 多分、さればディプロイアビリティというのは再投資効果みたいな、削減ポテンシャルのためにどれぐらいのお金がいるか、どれぐらいの構造変化がいるかということが最後問われますよね。今おっしゃったように、原子力の場合は安全性というのはどちらかというところとミニマムレベルを達成する、それが達成できなければ経済性にはね返ってくるので。結局いかに安く安心なものをできるかというところに最後かかるでしょう。ちょっとした開発できちんとした安全レベルのものが保てれば、もうそれでCO₂削減のポテンシャルを発揮できるということになります。

ところが、CCSとか再生可能エネルギーの場合には恐らくそこに大変な措置が必要である、火力を全部CCSにするために、例えば削減コストが数倍になるとかそういう一種の対投資CO₂削減効果のthreshold(しきい値)というか超えなければならぬバリューというのは必ずいろいろな省庁から出てくる提案についてるんですよ。

恐らく原子力はそのthreshold(しきい値)が一番低いと。それはあるきちんとしたミニ

マムな安全性を達成し、システム要求を満たせばいくらかでも社会が受け入れて入っていただけますよということを示すことが一番大事だと思うんですね。ただし、原子力でない人たちは何を言うかという、社会が嫌ってるんだから、それをやるには大変な投資がいるだろうと、またお金がかかるのかというような見方で見ると人もいますね。そういうふうになんとなくと見解が違うんですけれども。

我々は少なくとも今の原子力と次期中期ぐらいの原子力に関しては、ある程度の開発をやれば確実に安いコストでCO₂を削減できるという自信がある、というのが多分この原子力技術者の皆さんの見解だと思ってるんですよ。核拡散抵抗性などはそれなりに解決していくものであって、恐らくthreshold（しきい値）というものが無いような世界のものであると。それが長期になるときは燃料サイクルの問題があるから、これは長い目で乗り越えていかなきゃいけない課題であると。

そんな感じで、ほかのCCSや再生可能に比べてシステム性能要求がはっきりと安くて超えられるのが原子力であると、当面ね。

ということであるというふうに思っていて、そういうふうに原子力が主張していけるかどうかということが問われるんじゃないかと思うんですね。

（近藤委員長）原子力と他の技術の違いの見える化の問題ですね。これってそう簡単なことではないのですが、最近、経営コンサルタントのマッキンゼーが公表したレポートが縦軸にCO₂排出削減ポテンシャル、横軸にコストをとって、およそ思いつくすべてのCO₂削減手段を、たしか50ドル/トン以下の技術に限定してですけれども、コストが低い順から並べた。米国は30億トンの削減を2030年までにしなきゃならないということですが、左のほうには、負のコストの技術が並びます。つまり省エネ技術は採用すると儲かるというわけです。で、これで半分くらいは達成できる、それに続いて、低コストの技術がくるわけですが、原子力はそのグループに入っている。で、おっしゃるようにCCSは非常に高い、ハイエンドの50ドルに近いところに並んでいる。

私としては、CSTEPは日本についてのそういうものを作成するべきではないか、各エネルギー関係者にコスト等を申告させているようなんですけれども、そうではなくて、そうした作業を自らおこなうべきではないかと思っています。そこで、4.には、その他の留意事項ということで、原子力界としては、まず、国民との相互理解活動の充実としたのですが、今申し上げたようなさまざまな可能性のある手段における原子力の位置づけの相対化、見える化の作業も言及しておくのは適切だろうというふうに思います。山名先生の御意見に

つきましては、そのようにして対応させていただきたいと思います。

ほかに。どうぞ。

(武藤執行役員) 人材の件で、一番最後に書き加えていただきまして、お書きいただいたとおりだなというふうに感じて読ませていただきました。これを読んでいてまた1つちょっと感じたことですが、ここでお書きいただいたことは主に産業あるいは研究開発を担う人材の育成とか教育という観点で書いておられるわけです。これは全くそのとおりなんですけれども、もう1つあるかなと思いましたのが、原子力に対する興味だとか、あるいは国民相互理解という観点からの教育というのかりテラシーというのかわかりませんが、そういう視点もあるかなというふうに思いました。

PISAの調査が話題になりましたけれども、放射性廃棄物も設問の中にあって、日本の中学校を卒業したぐらいの世代の理解度というのをフィンランドと比べると、放射性廃棄物が何か知っていますかという問いかけに対して、知っている、あるいはちょっとは知っていますよというのは、日本はフィンランドの半分ぐらいでありまして、OECDの平均値も下回っているということだそうです。

そういうことを考えると、もうちょっと幅広く、PISAがすべてだということでもないと思いますけれども、これ原子力政策大綱にも確かお書きいただいていると思うんですけれども、初等中等教育というんでしょうか、そういうレベルでの原子力、もうちょっと充実させていくなんていう視点もどこかにあるのかなと感じました。

(近藤委員長) 現状ではほとんど書いてないですけど、それは従来、4の(1)のコンテキストで申し述べてきたところですよ。ここを少し膨らませていきたいと思っています。ありがとうございました。

ほかに。

ちょっとくどいんですけども、性能目標について。FBRの議論のときには性能目標をきちんと並べて、ある程度定量的な議論をしてきたので、他の分野についてももう少しあってもいいのかなと思うんですが。でも、あした持ってこいといっても無理なんだろうね、恐らく。

(松井理事) その件ですけども、僕は急ぐ必要ないんじゃないかなと思って。御存じのように、例の軽水炉で言えばURDとかEURとかもっとシステムティックですよ。性能要求もあり。我が国の場合の軽水炉の場合でも改良標準化を繰り返しましたとかね。

(近藤委員長) 既にあるのは書けないこともないわけだけども。

(松井理事) それはそうですけれども、そこまで書くのかなという気がして。第4世代も似たようなことが始まりましたし、それからIAEAでも多分あれINPROの一環としてコミュニティーズインフラ、あるにはある。もし書くのならそういうこと。

(近藤委員長) 私がややそれにこだわります理由は、これでいいますと6ページに書いてあることです。先ほどの山名さんのご意見に関係しますけれども、もう既に実力があるというなら、なぜこれからも研究開発をするのか、あるいは毎年1,000億円からの投資をして、10年後に何がどう変わるのと問われたときに、何がどう変わると言えるのか。政府投資なしに、これまでの技術をビジネスとしてちゃんと着実に運用していけば済むんじゃないですかという質問をされたときに我々としては、これだけの性能向上を実現すると、マーケットは拡大して、こんなに世のため人のためになるんだといたいわけですね。名前が次世代軽水炉だからいいんだというのでは、品格にかかわる、だから、そのURDでもあれば、それをリファインしたいですね。

どうぞ。

(田中委員長代理) 今おっしゃったとおりで、8ページの削減ポテンシャルというのは、これが一番重要なところだと思います。もちろん不確かなところもあるとは思いますが。これを達成するためのロードマップを具体的にしておかないといけないでしょう。それはたくさんのお金はいらぬもので、それを達成するために必要なデータベース、よりよい技術開発というのを、ここに明示しておくというのは非常に大事だと思いますね。

(近藤委員長) ここは、多分山名さんがWGで苦労することだと思うんです。ああいうところで原子力以外のエネルギー関係者と、お金の取り合いの議論をすると、日本のエネルギー研究開発の相当な割合は、原子力予算ですから、そうした水準の投資を続けることで、10年後にどういう絵姿になるんですかと。もし使わなかったらどうなるんですかという問いかけが必ず出てくるんです。ですから、そのところに私はこだわるんですよ。

どうぞ。

(山名教授) 先生おっしゃったとおりでね、今までその種の場合で非原子力から出てくる皮肉というのは、原子力は一遍やり始めたら後が大変でものすごいお金がかかるんだよねと。ふげんの廃炉に30年かかるんだってとかね、そんな話ばかり出てくる。それは実はまさにそうであって、今の原子力で何が不安定要因かということ、1つは社会的受容性ですよ。国民感情とか世論で非常に脆弱であるということがありますよね。それから、もう1つが長期で、最後の後始末がいかにも高そうに見える、後始末がないように見えるという問

題ですね。3つ目が、燃料がいつまであるんだという燃料供給上の安定性の問題ですね。4つ目が、例えばどこかの国でチェルノブイリみたいなことをまたやったときに、サブプライム問題みたいに世界中の原子力がショックを受けるという可能性ですね。そういう波及効果の可能性。今の原子力が内在している一番のリスクというのは多分技術的な問題じゃなくて、その4つぐらいなんですよ。

それに対して、いや、こういう原子力をやることで世界中が安心して余り不安なく原子力ができるんだよということを説得しないとだめだと思うわけですね。それは、廃炉なんかの問題も技術的にであればそんな大した問題じゃない、ちゃんと引き際の道はできると。それから、高レベルもできると。燃料はこういうことで長期に安定に供給できると。社会問題については安全性を、人にわかりやすい安全性を強化することで解決していけると。そういうことをやれば途上国にも入ると。そういうふうに、4つの不確定性に対してこういう取組をやりますよということをいえば、それに納得していただければ、うん、わかったと。底力ある横綱なんだから、じゃああと1,000億で効果が出てきますねという話になるわけです。

その4つの不確定性に対して我々は何をやるんだということをやはり言わなきゃいけない、先生おっしゃるようにね。これがないままで言うと、また30年前のことをやろうとしてるねといわれることになります。そこは本当は何をやりたいかというのを聞かれたときのアンサーとして用意しておかなきゃだめでしょうね。特に安全性、信頼性とかね。処分場のところなんていうのは、今言ったように、ほかの人たちが一番気にしているところなんです。中身が何なのかということに対して答えるのがやはり必要と思います。

ですから、この紙に書くべきかどうか知りませんが……

(近藤委員長) 11ページ、12ページ、13ページにそのことをるる書いているつもりですけれどもね。

(山名教授) なるほどね。

(近藤委員長) ただ、ここは総論なので、これを展開して、この投資はこういうことをねらってやるんだということを書きたい、それにお手伝いいただけませんかといっている。

(山名教授) いいですね。やりたいと思うんですが、お手伝いはしたいと思いますが、私もやはり最後そこを問われるというのはもう見えているような気がいたしまして、先生のおっしゃっていることには賛成です。

(近藤委員長) とりあえずは、できるだけ事実関係は正確に、例えば処分についても費用はあらかじめいただいていますので、サイトが決まり実証試験を着実にこなって安心できる状

態になるんですと、この研究開発はここに位置付けられますと。さらに将来において処分場の数をどんどんふやさなくてよい廃棄物処分を実現できる可能性を追求するべく、高速炉システムの開発をするんだと、そういう説明をきちんとすることが重要だというふうに思っています。

実は原子力の中でも競合技術が入っている、核融合のようにね。で、それをどう調整するか、原子力は欲張っている、調整してもってこいと怒られてしまうこともある。これはなかなかつらいんですね。夢があふれてきまして、夢は一つにまとまりませんから勘弁してくださいといって逃げ惑うこともたまにあるんですけれどもね。技術的には、ポートフォリオマネジメント、研究開発にはリスクがあるところ、リスクベネフィット分析の結果として、いろいろなことに着手しておくことが合理的、いま絞るのは愚劣ということなのですが、原子力関係者は常にそういう社会との接点において、きちんとした説明ができるようにすることが極めて重要と思っています。

他に、はい、田中委員。

(田中委員長代理) ちょっと一言だけ。8ページのポテンシャルのところですね、細かいことですが。上の②設備利用率向上による貢献のところは、「90%程度で運転されていることを踏まえて、仮に、10%」、となっていて10%で2500万トンとなっていますが、ここだと70と90だから仮に20%のほうが分かりやすいなというのが1つ。

それから、もう1つ、これどう考えたらいいのかわかりませんが、③のところ、今日本の場合は実現するかどうかはありますが、新增設の計画がありまして、2006年の計画だと2020年ぐらいまでに一応17ギガワットぐらいかな、増設するという提案が出ております。これをこのところに入れるという考え方もあるのかなと。

(近藤委員長) まだ手直しはできます。

(田中委員長代理) 細かいことですが、下の⑤に2015年の設備容量を50ギガワットとありますが、これは今でも50なんで、どう整理するか。

(近藤委員長) ご意見いただいて修正できると思っていますので、是非お願いします。

さて、それでは、今申し上げたように、ブラッシュアップのため、引き続き御意見をいただきたいのですが。最初に申し上げましたように、とりあえずは総合科学技術会議のワーキンググループに対して報告をすることが目標であるところ、それがいつか定かでないんですけれども、近々だという感触を得ていますので、とりあえずこれを基本に報告をしたいと考えますので、このこと御了解いただければと思います。

勿論、いただきました御意見を踏まえて引き続き趣旨がよく伝わるように整理をしていきたい、直していきたいと思っておりますので、皆様からぜひ御意見いただけたらと思っておりますけれども、その取扱いは私どもに御一任いただければというふうに思います。

よろしゅうございますか。 それでは、そのように処理させていただきます。

それでは、この議題、これで終わります。

どうもありがとうございます。

その他議題ですが、何かありますか。

(事務局) ただいまのロードマップにつきまして、今いただいた御意見以外に追加的な御意見ございましたら、総合科学技術会議のワーキンググループが早ければ21日でございますので、19日中までにいただければ、直させていただきますと、そう考えております。

ロードマップにつきましては以上でございます。

また、次の議題であります19年版原子力白書につきましては、これは非公開での審議でございますので、場所を移して別途引き続き開催していただきたいと考えております。

その他、公開での議題は特にございませぬ。

(近藤委員長) はい、ありがとうございました。

それでは、有識者の皆様には年度末の大変お忙しいところにもかかわらず、数度にわたり御参集いただきましてまことにありがとうございました。今御紹介申し上げましたようなことですので、引き続き御意見を賜れば反映できる可能性もありますので、ぜひぜひお願いいたします。本来こういうものはいつもきちんと持っていることが大事で、ドタバタでやるべきものではないというふうに思っています。最初に申し上げましたが、本来は私どもの研究開発専門部会が活動しているべきだったのですが、アップデートが間に合っていなかったもので、こんな形をとりました。今後は部会を活用して、こういうものを、いつでもどこでも説明できるものとしてきちんと整備していきたいと考えています。

これまでの御尽力に対しまして心から御礼申し上げます。 どうもありがとうございました。では、ここでの会議はこれで終わります。

了一