

第45回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 2010年8月24日(水) 9:45～12:00

2. 場 所 中央合同庁舎4号館 6階 643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、大庭委員

原子力安全・保安院 原子力発電安全審査課

黒村統括安全審査官

資源エネルギー庁 原子力発電立地対策・広報室

杉本室長

産業技術総合研究所

赤井主幹研究員

日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門

小川部門長

東京大学工学系研究科

関村教授

内閣府

平岡副大臣、泉政策統括官、梶田審議官、

中村参事官、吉野企画官、金子参事官補佐、山口上席政策調査員

4. 議 題

- (1) 九州電力株式会社川内原子力発電所の原子炉の設置変更(1号及び2号原子炉施設の変更)について(諮問)(原子力安全・保安院)
- (2) 九州電力株式会社川内原子力発電所3号機の設置に係る公開ヒアリングの報告について(資源エネルギー庁)
- (3) 次世代軽水炉開発の今後の取り組みに対する見解について
- (4) 第4回原子力政策大綱の見直しの必要性に関する有識者ヒアリング(産業技術総合研究所主幹研究員 赤井誠氏、日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究部門長 小川徹氏、東京大学工学系研究科教授 関村直人氏)

(5) その他

5. 配付資料

- (1-1) 九州電力株式会社川内原子力発電所の原子炉の設置変更（1号及び2号原子炉施設の変更）について（諮問）
- (1-2) 九州電力株式会社川内原子力発電所原子炉設置変更許可申請（1号及び2号原子炉施設の変更）の概要について
- (2) 九州電力（株）川内原子力発電所3号機の設置に係る第一次公開ヒアリングの開催について（終了報告）
- (3) 次世代軽水炉等の技術開発に対する見解（案）
- (4-1) 長期的エネルギー技術ロードマップと原子力（赤井誠氏資料）
- (4-2) 原子力政策大綱における「研究開発の推進」について（小川徹氏資料）
- (4-3) 原子力政策大綱の見直しに関する意見（関村直人氏資料）
- (5) 第18回原子力委員会定例会議議事録
- (6) 第19回原子力委員会臨時会議議事録
- (7) 第20回原子力委員会臨時会議議事録
- (8) 第23回原子力委員会臨時会議議事録
- (9) 第24回原子力委員会臨時会議議事録
- (1 0) 第27回原子力委員会臨時会議議事録
- (1 1) 原子力政策大綱の見直しの必要性に関する検討スケジュール

6. 審議事項

(近藤委員長) おはようございます。第45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、九州電力株式会社川内原子力発電所の原子炉の設置変更について、原子力安全・保安院からご諮問いただく件です。2つが、九州電力株式会社川内原子力発電所3号機の設置に係る公開ヒアリングの実施結果について、資源エネルギー庁からご報告いただきます。3つが、次世代軽水炉開発の今後の取り組みに関する見解について、これは原子力委員会の見解でございますが、これについてご審議、ご決定いただきたいと思います。4つが、第4回原子力政策大綱の見直しの必要性に関する有識者ヒアリング、今日はお

三名の方にお話を伺うことを予定しております。5つが、その他でございます。よろしゅうございますか。

それでは、最初の議題からまいります。これは事務局からお願いします。

(1) 九州電力株式会社川内原子力発電所の原子炉の設置変更（1号及び2号原子炉施設の変更）について（諮問）（原子力安全・保安院）

(中村参事官) 1番目の議題でございます。九州電力株式会社川内原子力発電所の原子炉の設置変更（1号及び2号原子炉施設の変更）につきましては、昨日諮問がありました。その内容につきまして、原子力安全・保安院原子力発電安全審査課の黒村統括安全審査官から説明をお願いいたします。

(黒村統括安全審査官) それでは、ご説明させていただきます。資料については、資料1-1号が諮問文となっております。資料1-2号が概要についてとなっております。まず、設置変更許可申請の内容について、1-2号によりましてご説明をさせていただきたいと思っております。

開いていただきまして、1ページでございます。申請者は九州電力。発電所としては川内原子力発電所、1号及び2号炉に係る変更となっております。申請年月日といたしましては、平成21年11月でございます。今年8月に一部補正がなされてございます。変更の項目については、後ほど図面等を用いましてご説明をさせていただきます。

工事計画については3ページを見ていただきたいと思います。今回の変更は2点ございまして、1点目は、2号炉の蒸気発生器の取替えでございます。それを平成26年の第22回定検に行う予定としてございます。2点目が、固体廃棄物貯蔵庫の貯蔵能力の変更工事ということで、ここがございますように平成25年から大体1年程度の工事を計画しているものでございます。

戻っていただきまして、2ページでございます。まず、この工事に要する資金でございますけれども、蒸気発生器の取替え及び固体廃棄物貯蔵庫の貯蔵能力の変更に要する資金といたしましては約180億円でございます。これについては自己資金等により調達する計画としてございます。

それでは、変更の概要でございます。まず1点目が、蒸気発生器の取替えでございます。これについては、4ページの図を見ていただきたいと思います。左側が取替え前の蒸気発生

器でございまして、右側が取替え後の蒸気発生器でございまして、2号炉には3基ございまして、それを全部取り替えるということでございまして。

取り替える目的といたしましては、耐食性の向上ということで、信頼性向上の観点から取り替えるとなっております。その中ほどに仕様概要を書いておりますけれども、ポイントといたしましては伝熱管のところございまして、伝熱管の材料を従来のインコネルTT600からTT690に変更するというものでございまして。これは耐食性向上の観点からのものでございまして、これに伴って熱伝導率が低下するというので、伝熱管本数を変更するとともに、直管長を若干長くしているというものでございまして。

2点目が、固体廃棄物貯蔵庫の貯蔵能力の変更でございまして、5ページの図を見ていただきたいと思っております。右下のほうに2-固体廃棄物貯蔵庫というところがございまして。これを一部拡張いたしまして、先ほどご説明申し上げました蒸気発生器を取り替え、取り外した蒸気発生器をこの拡張した部分に保管するというものでございまして、それが6ページの図となっております。

これは平面図でございまして、太い破線で囲ってございまして、ここが拡張部分となっております。ここに取り替えた蒸気発生器を保管する。また、その取替えによって発生する付属品についてもここに保管するという内容でございまして。

変更の内容については以上のものでございまして、これについて保安院で審査を行った結果、これが1-1の資料にまとめてございまして。これが諮問文でございまして。

審査の結果といたしましては、別紙を見ていただきたいと思っております。項目といたしましては、平和利用、計画的遂行、経理的基礎という3点について保安院で審査を行いました。平和利用及び計画的遂行につきましては、原子炉の使用目的を変更するというものではないということ。また、使用済燃料の再処理の方針、国内の再処理事業者あるいは協定を締結している国の再処理事業者で再処理を行うということ。また、それによって発生したプルトニウム、これについて海外に移転しようとするときは政府の承認を受けるという方針を変更するものではないということ。また、放射性廃棄物についても原子力政策大綱の基本的考え方に沿って適切に処理・処分するという方針を変更するものではないということで、平和利用、計画的遂行について妥当だと判断してございまして。

もう1点、経理的基礎に係る部分でございまして、これについては先ほどご説明させていただきましたが、全体として約180億円でございまして、これらについては自己資金等で調達するという事になってございまして、九州電力における総工事資金の調達実績から、

資金調達が可能だと判断してございまして、今回の原子炉設置変更に必要な経理的基礎があると認められるという判断をしております。

ご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。

何かご質問ございましょうか。

よろしいですか。

それでは、ご諮問いただきましたことについては、検討の上、後刻委員会として意見を申し上げることにいたします。

どうもありがとうございました。

では、次の議題。

(2) 九州電力株式会社川内原子力発電所3号機の設置に係る公開ヒアリングの報告について (資源エネルギー庁)

(中村参事官) 2番目の議題でございます。九州電力株式会社川内原子力発電所3号機の設置に係る公開ヒアリングが開催されましたので、その結果につきましてご報告をお願いするものでございます。資源エネルギー庁原子力発電立地対策・広報室の杉本室長からご説明をお願いいたします。

(杉本室長) 資源エネルギー庁の杉本でございます。

それでは、九州電力川内原子力発電所3号機の設置に係る第一次公開ヒアリングの開催についてご報告いたします。

今年の5月18日、鹿児島県の薩摩川内市におきまして、九州電力の川内原子力発電所3号機の設置に係る第一次公開ヒアリングを、経済産業省主催のもとで9時半から18時20分の間開催いたしました。薩摩川内市の一番大きな会場である川内文化ホールで行いました。それぞれの陳述人の意見に対する説明は、九州電力株式会社が行いました。

意見陳述人につきましては、事前の公募では31名の応募がありましたが、そのうち様々な幅広い意見を採用する観点から20名の方を選考させていただき、その20名の方全員が参加されました。薩摩川内市内の方々、そして隣接する阿久根市及びいちき串木市の住民の方々が意見陳述人となっております。

傍聴人につきましては、全登録者数が1,074名のうち903名の参加がございました。

内訳としては一般の傍聴人が772名、そして自治体等の関係者の方々が131名ということでございます。

開催状況につきましては、9時30分に開会后、まず30分間九州電力から概要の説明を行いまして、その後陳述人の方々1名ずつ順番に10分程度の持ち時間で陳述していただき、それに対して九州電力が説明したり質問に答えるという形で、20名の方々が順番に行ったということでございます。議事は円滑に進行しまして、混乱なく予定された全ての意見陳述及び質疑は終了いたしました。

陳述内容につきましては、次のページにありますように項目としては、原子力発電の必要性や原子力発電所の安全性、あるいは環境影響、また地域経済に与える影響、こうした幅広いご意見をいただきまして、地元住民の方々の原子力に関する関心の広さ、深さ、高さがうかがわれました。

議事の内容につきましては小冊子にまとめまして、現在それをホームページで公表するとともに、薩摩川内市及び鹿児島県、それらの自治体等において現在縦覧を行っているということでございます。その案内につきましては、3枚目の参考2に書いてございます。この8月31日まで、1カ月強の間の縦覧ということにしておりますが、引き続き報告書本体については経済産業省のホームページに全てアップしておりますので、こちらで見ていただくことができるということになってございます。

以上でございます。

(近藤委員長) ありがとうございます。

久しぶりに行われた第一次公開ヒアリングが行われたご報告ですね。報告に対するご意見、ご質問をお願いします。

ありませんか。

私どもとしては、地元住民の皆さんのご意見に関心がありますので、ご報告をその点から勉強させていただくことにしたいと思います。ご報告、どうもありがとうございましたこれでこの議題はこれで終わります。

(杉本室長) ありがとうございます。

(近藤委員長) 次の議題も事務局をお願いします。

(3) 次世代軽水炉開発の今後の取り組みに対する見解について

(中村参事官) 3番目の議題でございます。次世代軽水炉開発の今後の取り組みに対する見解につきまして、委員の方々で取りまとめられた案を今お手元にお配りしてございます。それでは、まず事務局より読み上げさせていただきます。

(山口上席政策調査員) 1枚の資料ですので、そのまま読ませていただきます。

次世代軽水炉等の技術開発に対する見解

本委員会は、本年8月17日の定例会議において、経済産業省、電気事業連合会、(株)東芝、日立GEニュークリア・エナジー(株)及び三菱重工業(株)、並びに(財)エネルギー総合工学研究所から、国の支援の下で(財)エネルギー総合工学研究所が中核となり、関係機関が一体となって平成20年度から開始している次世代軽水炉等の技術開発の取り組みに係る中間的総合評価の結果と、それを踏まえて関係者が取りまとめた次世代軽水炉開発の今後の取り組みについて報告を受けた。

この中間的総合評価では、これまで進めてきた要素技術の開発成果を踏まえて構築されたBWR及びPWRのプラント概念は、2030年前後から国内で盛んになると予想される軽水炉の更新の取り組みにおいて採用される軽水炉やこの時期の海外市場で競争力がある軽水炉が備えるべき性能目標をほぼ達成できるとの見通しが得られたとするとともに、これらの基本設計を取りまとめるために今後取り組むべき要素技術開発課題が同定されたとしている。本委員会は、このことから、これまでの取り組みは適切に推進されてきていると評価する。

また、2015年までに基本設計を終了させるための取り組みを中心とする今後の取り組みについての報告内容は妥当と評価する。

今後は、次のような点に留意しつつ、プロジェクトの推進におけるリーダーシップを明確化し、その下で各機関が協調しつつ示された取り組みを着実に推進していくことを期待する。

- ・ フロントエンドからバックエンドまでの原子炉廃止措置や核燃料サイクルのあり方も含むトータルライフサイクルマネジメントの観点からのシステム設計の必要性
- ・ システムモデルを熟成させるスパイラルアプローチとシミュレーションによるフロントローディングの取組みを強化することの重要性
- ・ 国際社会における安全基準制定活動や原子力発電に関する技術とビジネスモデルのイノベーションをリードしていくことの重要性
- ・ 大学や国の研究開発機関における基礎・基盤研究や安全研究の取り組みとの効果的な

連携

以上です。

(近藤委員長) ありがとうございます。

それでは、これを私ども委員会の見解とすることについて、おはかりします。いかがでしょうか。

ご意見がなければ、私の方から、確認のために、留意事項について少し意見を述べます。次世代の軽水炉については、まず、60年、80年という長い期間運転できることの確からしさ、その後の廃止措置のやりやすさ、これには発生する廃棄物の管理も含まれますが、そして、燃料サイクルの上流と下流のトータルについての観点を忘れないで設計するべきと。

第二には、研究開発の進め方に関して、研究開発専門部会における政策評価の結果として長期にわたる大きなR&Dプロジェクトの推進にあたってはスパイラルアプローチとかフロントローディングの重要性・有効性に配慮するべしとしたところ、こうしたことについて十分配慮されたいということ。

それから、3つ目、これは何を言っているか分からないといわれることを恐れますが、次世代軽水炉が市場で競争するのは、2020年後半から30年です。その時代の国際市場における競争優位を決めるのはどういう要素になるかは、今は必ずしも明確ではない。しかし、優位でなくてはいけないのですから、今腹をくくるべきは不確実な未来において優位性を実現できるように様々な技術とビジネスモデルのイノベーションに先進的にチャレンジしていかなければならないということではないかということで、皆さん協調してプロジェクトを進めるようにとしつつ、肝心なことはこういうことでリードしていくべきことを強調させていただいたと。

そして最後に、こうしたことが国内の研究開発機関あるいは大学等における活動としっかり連携して、効果的に連携して進められることが、かなりの金額の国民の税金を投入する取り組みでもあますので、重要なことではないかと、念のためこの4点を留意事項として指摘することがよいと判断したところです。

それでは、これをもって我々の見解とすることについて、ご異議なしということによろしいですか。

(一同異議無しの声)

(近藤委員長) それでは、そのように決定させていただきます。

ありがとうございました。

- (4) 第4回原子力政策大綱の見直しの必要性に関する有識者ヒアリング（産業技術総合研究所主幹研究員 赤井誠氏、日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究部門長 小川徹氏、東京大学工学系研究科教授 関村直人氏）

(近藤委員長) 次の議題は、第4回になりますが、原子力政策大綱の見直しの必要性に関する有識者ヒアリングということでございます。今日は有識者として、産業技術総合研究所の赤井主幹研究員、日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究部門の小川部門長、そして東京大学工学系研究科の関村教授にお越しをいただいています。

お三方には、本日暑い中、またお忙しいところお越しいただきまして、まことにありがとうございます。心より感謝申し上げます。

今日の進め方でございますが、最初にお三人それぞれ15分程度、テーマは原子力政策大綱の見直しの必要性ということでございますが、それぞれあまり狭くこれを解釈することなく、皆様のお好きなことをおっしゃっていただいて良いので、ご意見をいただきまして、その後委員との間で意見交換をしていただければと思います。よろしく願いいたします。

それでは、先ほど申し上げましたお名前の順番で、赤井主幹研究員からご発言いただきます。よろしく願いいたします。

(赤井主幹研究員) 産総研の赤井でございます。よろしく願いいたします。

実は鈴木委員からこういう話をして欲しいということで、恐らく原子力ベッタリではなくて、ブロードな視点から、私の最近やってきた仕事について紹介しろという趣旨だと思っております。

1枚めくっていただき、両面になってはいますが、3ページ目に私が最近関係してきた、最近と言いますかここ五、六年ですね、主に経済産業省におけるエネルギー技術戦略とかロードマップ作成という作業の俯瞰図みたいなものを示しております。2004年ぐらいから始めて、最初にでき上がったのが超長期エネルギー技術ビジョンという、これは経済産業省のドキュメントとしては、他のものに比べるとオフィシャルさにおいては少し下がるのかもしれませんが、これがその後の色々な施策だとかロードマップづくりの一つの基礎をなしているということと、これが100年のスコープを見た最初のものだったということで、これについて若干強調してご説明させていただきます。

その後、一番上のほうに技術戦略マップというのがずらっと並んでいます。毎年改定されているものですが、これは2030年ぐらいまでを見越した技術開発のあり方を取りまとめたもので、そういう意味では今日の議論からすると少しスコープが短いというものです。

下の方には関連しまして、当時の政権下での新・国家エネルギー戦略だとかエネルギー基本計画、これはこの間に2回改訂されまして、最近新しいものが出ておりますけれども、それと長期エネルギー需給見通しだとか、色々と具体的な施策に直接関わるようなものがあります。

真ん中の一番右、Cool Earth、エネルギー革新技术計画ですが、これも前政権のCool Earth 50というイニシアティブに沿って、2050年までを見越した世界でのCO₂半減という当時の安倍総理のイニシアティブに沿った技術開発のあり方を議論したものです。

これについては、現在ちょうど改定作業が進んでいるところで、もしかしたらCool Earthという名前は取れるかもしれませんが、これは2050年までを見越したということで、これについてもちょっと後で述べさせていただきます。

1枚めくっていただきまして、最初に、超長期エネルギー技術ビジョンということで、2100年までを見越した資源と環境制約下で、技術開発の備えをどうすべきかということ、これはかなり大がかりに議論したものです。今から思い返すと、確か飛び交ったメールが五、六千通になりましたし、開催された委員会だとかワーキンググループの数が多分100回近くあったような気がしますけれども、そういったものです。

2100年からのバックキャストと書いてありますけれども、仮定として、資源制約として2050年にオイル生産量ピーク、それから2100年に天然ガスの生産量もピークに達するという、このあたりについては色々な議論があって、石油についてはもうピーク間近だという議論もありますけれども、とりあえずこう置いたというものです。

CO₂の制約については、GDP当たりのCO₂を2050年、2100年にそれぞれ3分の1、10分の1とすると。これはIPCC等のいろいろなシナリオをベースにして、結果的にはほとんど世界での排出量が一定か、2100年に向けて若干下がるぐらいの、現在議論されているものに比べると少し緩いんですけれども、こういった仮定を置きました。

GDPについては幾つかの経済モデルを見ながら、日本と世界でそれぞれ2100年には日本で2倍、世界で10倍ぐらいになるだろうと。これはかなり今としては大きな、過大な

評価であるということも言われていますけれども、こういったことをベースに技術を洗い出したというものです。

1枚めくっていただいて、左下にページ数を打っていますけれども、6ページ、極端条件によるケーススタディと書いてあります。これは何をやったかという、とりあえず需要サイド、民生、家庭とか業務、それから運輸、産業部門における技術の検討を進める一方、それに対して供給側はどうあるべきかということ、極端ケースを幾つか想定して議論した方が技術の洗い出しにも便利だということで、三つのケースを設定したという図です。

上にあるケースAというのが化石資源に依存するケース。それから、右下のケースBが原子力に依存するケース。ケースCが再生可能エネルギーに依存するケースと、それぞれの頂点にいてしまうことはまずあり得ないので、実際にはこの三角形の中のどこかに良いバランスのとれたところに行くというのが現実ですけれども、それぞれの極端なケースを想定したときに、ではどういう技術が必要なのかということ、洗い出すためにこういう一種の試行実験をやったわけです。

それぞれ化石、原子力、再生可能という三つの俯瞰シナリオがありますけれども、この場合には資源量だとか、特に二酸化炭素排出制約がありますので、化石資源に依存する場合にはCCS、いわゆるCO₂の回収・隔離という技術がセットになることが必須であると。原子力については、ウラン資源のことを考えると、100年先まで、あるいはその先の持続性を考えると核燃料サイクルが確立していることが必須であると。それから、再生可能エネルギーについては、色々な楽観的なご意見もありますけれども、やはりそれだけで全てをまかなうとしたら、需要側については究極までの省エネ技術というのが出てこないと難しいだろうということで、それぞれエネルギー資源と、それからそれに伴う制約的な条件がセットになって初めて成り立つんだよということを前提にその技術を洗い出したということです。

ちなみに、その間の検討結果は端折りまして、では2100年については技術スペックあるいは全体のエネルギーの大まかな様子はどうなんだということで、ちょうど右側7ページ目にありますけれども、化石資源プラスCCSという極端ケースについて、ざくっと絵を書いてみるとこんなふうになるということです。需要側から見ますと、産業分野については化石燃料を消費するときには、8割以上のCO₂を回収して処分しなければいけない。そういう回収・処分が困難なものについては、産業部門についても電化、あるいは使える場合には水素というのもあると思いますけれども、いわゆるゼロエミッションの二次エネルギーを使うということを進めないといけない。それから、運輸と民生については、電気と水素で10

0%を供給する。

それに対して、では転換分野あるいはエネルギー供給分野という言い方でも良いかもしれませんが、そちらについては、そういった需要を満たすために、発電量、発電電力量あるいはその一部は水素でも構いませんけれども、原料の総発電量の約8倍というとてもつもの量を供給しないとイケない。要は需要サイドが、水素というのを無視して考えますと、完全に電化してしまいますので、原料の供給量ではとても足りないということで、ざくっと計算すると約8倍になってしまう。これはGDPがそれだけ増えるということにも起因しているんですけども、そうなってしまうと。

では、そのときに、この場合は化石資源を使いますので、CCSが供給サイドで必須になりますので、ではどれぐらいのCO₂を処分するんだということをざくっと計算しますと、年間約40億トンぐらいになってしまうと。これは日本の現在の総排出量の3倍ぐらい。全てを化石に頼りますので、CO₂の発生量もどんどん転換分野で多くなるのでこんな数字になってしまうと。

だれが考えてもほとんど不可能なシナリオですけれども、極端ケースだとこういうふうなことになるということです。

この委員会の関係する原子力については、次の8ページ目に絵が書いてありますけれども、需要分野はもうほとんど同じで、要はゼロエミッションの電力あるいは水素が供給されるということにおいてはCCSプラス化石燃料というのとほとんどシナリオは同じです。転換分野での供給量は現状の約8倍が必要だということになります。

9ページは再生可能エネルギーのケースが書いてあります。ここは簡単に述べますと、まずエネルギー需要を7割とか8割ぐらい需要分野で低減しておいて、再生可能エネルギーあるいはバイオマスでも足すということで。この場合にも電力供給量が約2倍になってしまうというのがこちらのざくっとした2100年のイメージです。要は、これらの三つの極端ケースではなくて、その中間をとっていくべきだということになります。

10ページ以降は、詳細なロードマップもあるんですけども、それぞれの分野について簡単にロードマップ的なものを示したものです。10ページが産業分野、11ページが運輸分野、12ページが民生、13ページが転換の分野で、真ん中に原子力の活用という形で簡単に書いてありますけれども、ここで示しているのは2100年にCO₂排出原単位はこの分野でゼロを目指さざるを得ないと、こういったシナリオを達成するためにはこのあたりまで努力する必要があるということになります。

14ページにこのビジョンの詳細検討とか、あるいはこれに伴っていわゆるエネルギーモデルを使ったシナリオ分析等も色々やったんですけれども、それからの示唆でまとめたものがあります。ここに幾つかポイントがありますけれども、省エネがとにかく鍵になります。

それから3番目が、原子力とCCSがあることによってCO₂排出制約下でのエネルギー需給のフレキシビリティが増える。これは世界中に色々な研究がありますけれども、どこでも言われていることです。

こういうことから、社会イメージというのを叙述的にあらわすと次のようになると。赤で書いてありますけれども、短中期的には必要に応じてCCSにより急激な気候変動を回避し、長期的に見れば再生可能エネルギーを最大限活用しつつ、省エネを究極的に行い、原子力を安定的に運転していく、というのが健全な解だろうということで、この検討の中では一致した見解として出されております。総花的と言われればそんなんです。

その次に、Cool Earth、エネルギー革新技术計画についても触れさせていただきます。これは20年3月に出されたもので、2050年の世界での大幅削減に向けて我が国として重点的に取り組むべき技術を特定し、ロードマップを作成し、そのロードマップを軸とした国際連携のあり方を検討したものです。

下の緑で囲ったところにありますように、改訂作業中で、前回選んだ革新技术の選定と、それに対するロードマップ策定ということで、ここは若干技術の再整理等を行っております。

それから、2番目がCCSと原子力になるかと思うんですけれども、技術だけでは問題は解決しないというものについて具体的なアクションプランを検討していこうという作業が含まれております。

16ページめくっていただきますと、これが現行のCool Earth、エネルギー革新技术計画で取り上げられている21の重点課題ということで、原子力が5番目に入っております。

原子力については、17ページに示すような技術開発ロードマップ、2050年に向けたロードマップというのが策定されております。このあたりは国の原子力政策大綱とかそういったものに一致したような表現になっているはずでございます。

18ページが、そういった21の技術を勘案したときの2050年の排出削減の費用を円グラフにしたもので、右上の高効率火力から原子力、太陽光、産業、民生、次世代自動車といったところで大体6割ぐらいがこの21技術で寄与できるのではないかという試算を取りまとめた結果でございます。残りは現行の在来技術の高度化とかそういったことで適用する

というものです。

それから、関係するものとしてご紹介してあるのが19ページからで、これは環境省が中長期のロードマップというのを作成してしまっていて、技術寄りというよりも施策寄りに近いかもしれませんが、こういうものがあるということでご紹介しておきます。3月には当時の小沢大臣の私案という形で、一種中間取りまとめ的なものが出されておりました、その後中央環境審議会の下の小委員会で、ここに出た中間取りまとめの詳細化という作業が進んでおります。

そこについても、20ページには将来の温室効果ガス排出量の削減の絵姿、どのセクターからどれくらい削減する必要があるかといった試算。21ページにはエネルギー供給のところだけ、再生可能エネルギーはもっとたくさん出ているんですけども、化石燃料と原子力に係るところだけ引用してありますけれども、一番下のところに安全の確保を大前提とした原子力発電の利用拡大ということでロードマップに書き込まれております。

22ページには数値的なものがありまして、原子力発電については現状の54基を2020年には最大62だとか、稼働率を最大88%までもっていただくとか、そういった、これは国の政策に沿った数値をそのまま入れ込んだような形で全体評価がなされております。

ただ、問題はと言いますか、数字が細かいので一々ご説明はしませんけれども、こういったロードマップに沿って国立環境研で例えば発電電力量が23ページ、それから24ページが設備容量なんですけれども、2020年とか2030年までのこういった電源構成について検討しているんですけども、この数字を詳しく見ていったときに、果たしてこういう電源構成というのは健全なものとして成り立ち得るのかどうかといったことについては、私自身もそうですけれども、色々なところで専門家の方々の間でも色々な議論があるところがございます。

25ページには、これは国内の話ではないんですけども、IAEAのエネルギーテクノロジーパースペクティブ2010という最近出たレポートで、世界での2050年半減シナリオが書いてありますけれども。この場合には原子力が約6%の費用を行うという試算が出されております。

最後、26ページですけれども、まとめというか原子力政策への期待を述べようということで、個別についてはこれまでも、あるいは今日以降も色々なご専門の方々がお話されると思うんですけども、私としては原子力を賢く使いこなさなければ日本というか世界も将来はないのではないかという思いがあります。言い換えれば、原子力ぐらい使いこなせるぐらい

賢くなれよ、人間は、というふうに思っております。

何が言いたいかといいますと、2050年、80%削減と言われているのが国際的にも出されていますけれども、そうなってしまうとオール電化、あるいは水素は良いんですけれども、二次エネルギーはゼロエミッションとならざるを得ないと。そうしたときにやはり電力の持つ役割は非常に重大で、原子力は当然非常に重要になるということです。

これは最初にご紹介した中長期エネルギービジョンの2100年の断面とほぼ同一で、それが50年に圧縮されたようなビジョンですので、今やっている議論は私にとっては五、六年前にやった議論とほぼ同じだなと思いながら色々なところで検討に参加しております。

もう一つは、再生可能エネルギーを増やすのは全く反対ではないんですけれども、そういったもの、要するにコントロールできないものがどんどん増大していくときに、需給調整をどう考えるのかといった、単なる平均値だとか色々なエネルギーモデルとかそういうものは私自身もやっていてストレスを感じるんですけれども、平均値であったり積分値でしか議論ができないと。そうではなくて、我々が生きているのは瞬間値であったり微分値であったりするので、そういうところをきちんと表現した分析、あるいは考え方に沿って色々なことを議論すべきだと思うんですけれども、どうもまだ平均値とか積分値での議論だけが先行している。そういうことを考えると、こういった需給調整だとかそういう瞬時のものについてどう対応するんだということをきちんと考える必要があると思っております。

その中で、では原子力はどうするんだ、負荷追従するのか、それとも大規模な電力貯蔵システムをつけて対応するのかといったようなことについても検討していく必要があると思っています。

それから、研究開発。私も研究開発の現場におりますのでこの辺が気になるんですけれども、やはり大きく分けて二つの、課題解決と目標達成という一種プロジェクトでやっていくものが当然あってしかるべきだと思うんです。しかし、その他にやはり人材の面が心配で、人材確保とか、言い換えれば科学技術の基盤を強化するようなことに注力する必要もある。この辺のバランス、あるいは健全なポートフォリオにのっとった研究開発施策というのが大事ではないかと思っております。

下については言い換えれば、逆にバッシングを受けるかもしれませんけれども、選択と集中とかアウトカムという言葉が過度に強調されすぎている今の現状というのが問題ではないかと思っております。誤解を恐れないで言えば、研究というのは、特に大学とかの研究は半分遊びというかそういう要素がないとやはり良い人材も育たないというのは今まで見てきて

いますので、そういったことも、あまり杓子定規にならないようなシステムも必要であるというふうに考えております。

以上です。

(近藤委員長) ありがとうございます。

それでは、続いて、小川さん、よろしくお願いします。

(小川部門長) 原子力研究開発機構の小川です。今、赤井さんから全体にわたってトップダウン的なお話をいただいて、その最後に科学技術基盤強化で、過度な選択と集中、アウトカム至上主義、こういったものについてご意見をいただいたんですが、私はそれを受けるような形で、少しボトムアップ的なところからお話をさせていただきたいと思います。

今お手元に3ページほどの資料があるんですが、その資料に入ります前に、少し私の最近の経験から思うところを申し上げたいと思います。私は今原子力研究開発機構の中で基礎・基盤研究を推進している者なんですが、その少し前、原子力二法人の統合の頃にその準備の事務局をやっておりました。そこで初めて色々な産業界の方ですとか行政の方のご意見を伺ったんですが、基礎・基盤研究に期待することは何ですかと。そうすると、残念ながら、あまり前向きなご意見は伺えませんでした。

それで、一番前向きだったのは、駆け込み寺であってくれば良いという、これはありがたいようなありがたくないような話なんですが、要するに定常的には要望なんて何もありませんよと、何か困ったことがあったらいきますから、何でも良いからやっておいてくださいと、そういうご意見でした。

それから、基礎・基盤研究にお金を入れるというのは、これはお布施を払うようなものだ。要するに見返りなんか求めていません。お布施を払ってお寺のようなものであってくれば良いということでした。

これは、しかし、ある意味日本の原子力技術開発に特有の現象かなという感じがいたします。これはもちろん我々基礎・基盤の研究者の側にも大変な問題があったわけなんですが、そういうところで改めてこの基礎・基盤研究というものの本来のあるべき姿は何なのか。これを特に、実は今原子力商戦という言葉が非常に新聞等でも取り上げるようになってきて世の中変わったなと思うんですが、今、国際競争のまさに前哨戦というべき時代に入っていると思います。そういう中で、今我が国は製造技術ではよそに負けないとか、それから非常に優れた安全管理技術を持っているとか、こういうところで何とか各国に対してアドバンテージを強調しているわけなんですが、我が国のアドバンテージが例えば韓国ですとかインドと

いった国々に対してどれだけこの先も維持できるのかということについては、私は個人的には大丈夫かなという危惧を持っております。

そういう観点から、少しこの基礎・基盤研究のあり方というものについて、もしもこの政策大綱を改訂するのであれば、もう少しいろいろな角度からご意見を伺えると良いなということこの資料を持ってまいりました。

それでは、この1枚目から少しお話をしたいと思います。まず、1番目は、研究開発の段階分けについてということです。これは、現在の原子力政策大綱では国の研究開発資源の配置と関連しまして、研究開発課題を、ここに書いてありますとおり、おおむね5段階に分けて、そこに段階ごとに国と民間との役割を整理してあります。この整理は大変丁寧に行き届いたものですので、その基本的な考え方ですとか、特に原子力エネルギー開発における国と民間との役割分担の考え方、これについては現時点ではあまり大きく変える必要はないのではないかと、そういう感想を持ってはいるんです。しかしながら、先ほど申し上げたようなところから言いますと、基礎・基盤とか安全研究が第一段階で閉じたかのようなそういう印象を受けるように聞こえます。これは必ずしも意図したことではないとは思いますが、そういうことで、様々な段階で基礎・基盤研究が基礎・基盤研究の側から積極的に関わるとか、また色々なプレーヤーから活用されるというダイナミズムが少し読みづらいのかなというのが気にかかります。

それから、これはもう少し副次的な意味なんですけど、放射線利用とか量子ビーム技術、これは原子力エネルギー開発と同様の段階分けをされているわけなんですけど、これはそこまで緻密な議論がこういう分野については必要なのかなということについては、多少私としては疑問を持っております。

量子ビーム技術を例にとって申し上げますと、これはまさにビッグファシリティ、ハイインスツルメント、スモールサイエンス、こういったものでありますので、段階分けで区別するというのとは少し馴染まないのかなという印象を持っております。

それから、今日お話しする中で最も大事な話として、この上記の5段階の中での4、5の段階を含めて、産官学が広く課題を共有して問題解決に取り組む、そういう場というものを意識的につくるという、それが今日本に求められていることではないかということを感じております。

それで、今年の2月ですが、原子力委員会から原子力研究開発機構の次期中期目標の策定についてということで見解をいただきました。その中で、イノベーション・エコシステムの

維持・発展ですとか、スパイラルアプローチ、こういうことについて大変重要なご指摘をいただきました。これは我々がきちんとできていないよということで、我々自身が強く反省しなければいけないことなんです、その中で、一人の研究者としてそれを受け止めますと、多様な主体が自律的な活動を行って、それらが連関する、そこで初めて技術発展ができるんだという、そういうエコシステムの考え方、これを非常に明確にご指摘いただいたということ、大変ありがたく感じているところであります。

今、国の予算が一層効率化を求められている。それから、国際競争も激化していく。そういう文脈の中ですと、各法人ともあるいは組織とも、選択と集中をしない限りは予算の中で適切な仕事ができない。ですから、これは不可欠なんです。しかし、個々個別に最適化をしていくと、原子力の健全な発展のために大切な機能のあるものが失われていくという懸念も出てきているのではないかと。そういうことで、このあたりはもう少しよく現状を見ておく必要があるかなというふうに思います。

それから、同じ見解の中で、技術開発というものが不可避免的に持つ予測可能性の誤差というものがあると。特に原子力エネルギー開発は規模が大きく、また、実用化まで長期にわたる技術蓄積を要するというので対処が難しいわけなんです、その中でどうリスク管理をしていくのかということについてよく考えろという強いご指摘をいただきました。

それで、まず、様々な技術課題あるいは新技術の発想の芽というのは、これは開発の現場の中でその日々の活動の中で見出されるものだと思うんですが、その課題解決のための新しい視点あるいは新しいツール、こういったものは持続的・体系的な基礎・基盤研究の中から、これは大変残念なんです、予測しがたい形ではしかあらわれてこないというものであると思います。ですから、この両側面の間で人とか情報とかものの行き来がきちんとできているのかどうなのか、これが将来の状況変化にどこまで柔軟に即応できるのか。あるいはそういうことで将来の国際競争力を決める大切なファクターではないかと思えます。

それで、ここには書かなかったんですが、世の中の大勢とは少し違ったような視点だとかアプローチ、こういったものを用意して、ときにおいて提供するということも基礎・基盤研究の大事な役割ではないかというふうに思っております。そういう少数者の視点というものを持ち続けることができる、ときにおいて出すことができるという、そういうある人の集団というんでしょうか、そういうものも原子力の健全な発展というものにおいては必要ではないかというふうに思っております。

それで、言うまでもなく、原子力というのは高い安全性と経済性、システム全体にわたる

精緻な物質収支の評価、それから廃棄物までに及ぶ品質管理、これはほかの産業でもこれまで例を見なかった高度なシステムであるというふうに思います。しかし、民生用産業の規模としては決して飛び抜けて大きな方ではないということで、その内部だけで抱えることのできる専門知識・技能というものには限界がある。そういう広範な科学技術全体との連携というものを、どこでどうやって意識的に保ち続けることができるのか、これも大切な問題ではないかというふうに思います。

それで、こういう問題意識を持って現在の状況を見るとどうなるかということを中心に申し上げたいと思います。まず、これは先進国に共通する問題として、大型のホット試験というのが規制の強化、安全性に対する意識の向上ということから大型のホット試験はますます大きな投資が必要ですし、長い準備期間を必要とします。そういうことから、一方では計算機資源の単価は今後も大きな低下が予想される。ですから、これは原子力委員会からもたびたびご指摘をいただいていることですが、計算科学というものをやはりもっと活用していかないといけない。しかし、計算科学の活用に当たっては、信頼性の高い基礎データですとか、現象に関する原理的な理解というものを欠かすことができません。このために、これは一つ注目する必要があると思うんですが、欧米に限らず、中国や韓国、インドにおいても、標準データベースや標準コードの開発といった基盤的な活動、さらには、極めて基礎的な物理・化学研究等に大きな重点を置くようになってきております。国際的な核セキュリティの強化ですとか、技術競争激化の中でどのような枢要的な知識やデータというものを国際協力はもちろんなんですけれども、その中でも自前のもので確保できる能力、それを持っておくということについて、極めて意識的であるというふうに感じております。

それで、基礎・基盤成果と実用技術開発現場のニーズ、こういうものとの間で双方向的な「橋渡し機能」、これを意識的につくるということも大事だなと、ブリッジングの機能ですね。このような双方向の活動の中で鍛えられた人材というのが原子力の諸課題について世の中の人たち、社会と交流することで初めて正確でわかりやすい情報が提供できるようになるんじゃないかなということも期待しております。

しかし、今我が国の状況を見ますと、国全体として原子力基礎・基盤研究の断片化ですとか、科学技術の他の分野に比べての手法あるいはアプローチの陳腐化が懸念される状況にあります。これは米国でも実は「原子カルネッサンス」という言葉がある一方では、研究開発者がそもそも枯渇してきている。Brain drainなんていう言葉も最近聞いたんですけれども、それに対する対応を緊急にしないといけない。そういう意見も米国の中で出て

いるというふうに聞いております。

しかし、我が国も産官学を問わずに楽観できる状況にはないのではないかと。例えば日本原子力学会を見ますと、やはり会員の全体的な高年齢化。それから、これまで学会活動をベースに専門家としての力量を蓄え、その上で行政や自治体への協力を担ってきたそういう人材が将来的に枯渇してきはしないか。そういうことも懸念される状況になっていると思います。

それから、原子力研究開発機構を見ますと、研究系、技術系職員ともに平均年齢は既に40歳を超えており、基礎・基盤研究施設・設備の老朽化とあわせて長期的な活力の低下も懸念されるところであります。

それで、この策定会議の議論、今後活発化していくと思うんですけども、そういう中でぜひ国際動向も参照しつつ、将来の競争力の確保ですとか、喫緊の諸課題への対応、それから先ほどの赤井さんのお話にもあったんですけども、人材の確保・育成ですね、そういう観点から国全体の科学技術エコシステムの中での基礎・基盤研究の役割や価値ですとか、国が原子力研究開発基盤として維持・整備すべき施設・機能の選定のためのガイドラインですとか、それから国際協力、競争が不可避な中で長期的セキュリティの観点での技術的自立を確保するための行動原則、こういったものについて少し踏み込んだ議論をいろいろな角度から、あるいは色々な分野の方々からご議論いただくと良いかなというふうに感じる次第であります。

以上であります。

(近藤委員長) ありがとうございます。

それでは、関村先生、よろしく申し上げます。

(関村教授) 東大の関村でございます。現在の所属は原子力国際専攻でございます。私から大綱の見直しに関するご意見を幾つか申し上げさせていただければと思います。

内容としましては、2ページ目でございますように、大綱にあるような具体的な中身について、さらに現場レベルも含めた具現化の手法について、先ほどのお話にありますように、技術戦略マップ等を具体化するという点についてお話をさせていただければと思います。それから、人材、国際、あるいは標準化、研究開発と、こういった点について幾つかご意見を申し上げさせていただきたいと思っております。

3ページ目でございますが、「はじめに」ということでございまして、まずは結論としては、政策大綱の方向性ということについてはこれまでどおり同じことをきちっとやっていくということについては、私は変更する必要はないという意見を持っております。

一方で、先ほどの話にありましたように、具体化ということあるいは重点化ということについて、具体的な方法論をきちっと進めていくということが必要だと思っています。これは技術戦略マップの話の後から申し上げますが、課題のフォアキャスト、バックキャスト、先ほどの話と全く同様です。それから、多様なステークホルダーの役割というのを具体化し、効率的に進めていくということ。それから、さまざまな基盤、これは制度、知的基盤、人材基盤、施設基盤、財政基盤、幾つかあるわけですが、それぞれの相互関連のプロセスを具体的な形で明示していくということ、こんなことが必要だというふうに思っています。

それで具体的な話をさせていただければということで、4ページのほうでございますが。まずは、大綱の具現化という意味で、先ほど赤井さんのほうからございました技術戦略マップ、この件について原子力で具体化を急ぐべきであるということをお話しさせていただければと思います。

実は原子力学会では2005年から産総研の方も横目でらみながら、技術戦略マップ、いわゆるロードマップの策定を始めてまいりました。2005年にできた段階で産総研の体系的な技術戦略マップの考え方、これを我々も勉強させていただくという時間をとらせていただきまして、2007年から幾つかの分野について、技術戦略マップという形で提示をしていくという活動を、これは産官学細々と始めさせていただいているということです。技術戦略マップ、これは産総研からの受け売りの部分が相当あるということを知っていただければというふうに思います。

導入シナリオ、これは大綱にあるような様々なフレームワークを含めた導入シナリオを明確化すること。それのもとでの技術課題をマッピングするということ。さらに、それを時間軸に配置するというのでロードマップをつくっていくという、こういう三層構造が必要だというふうに考えています。

大綱の中にもうたわれておりますように、短期的な課題、中期的な課題、それから長期的な課題、これを同時に進めていくということについて、これらをさらに中期的な課題から短期的な課題へ、あるいは長期的な課題の中の短期的な問題ということをやうまく整合的に示していくと、こういうことがこの三層構造の中で具体化できると考えております。

それから、いわゆる産官学という役割分担、責任ということを示していく必要があると思いますが、一方で、先ほどからお話がありましたように、このようなステークホルダーが集まる場としての学会等の活用ということ、これを非常に重要視した形でこの技術戦略マップを具現化していくことが必要だと考えています。

それから、大綱の中でもきちっとうたわれておりますように、評価のシステムづくり、これをきちんと提示をしていくことがこの中で可能になると理解をさせていただければと思っています。

具体的には、導入シナリオあるいは境界条件の変更に伴って議論をすべきもの。あるいは成果、これは自己評価も含めて継続的な話を当然当事者がやっていくべきもの。さらに、公表、外部点検に基づいて研究資源配分をどのように重点化していくべきかというような意味での評価システム、これらを具体的にこの技術戦略マップの中に入れていくべきだと思っています。

具体的な中身としては、当然研究開発課題を具体化していくというところはあるわけですが、そのベースとなっているようないわゆる技術情報基盤の確立、それから成果の形式知化、これは規格・基準化という意味もありますでしょうし、産業界の中では自社の中でのさまざまなルールメイキングというところも当然あります。さらに人材確保と国際協力、これはきょうもご指摘があったとおりでというふうに思っております。

技術戦略マップ、これは我々としても分野ごとに進めていくというステップをとりながら、原子力全体を見定めていくということが必要かなと考えております。そういう意味では具体化が急がれる分野として核燃料サイクルに関する分野があろうかと思えます。高速増殖炉サイクルの実証プロセスの研究会等ではこのようなご指摘は既にいただいているところでございますが、これはある意味では技術課題をマッピングするところの前段階と導入シナリオに関するさまざまな意見を取りまとめたということでございますので、これをさらに具体的に役割分担、それから時間軸へ落とし込むということも含めた具体化をしていって、それをローリングという形で進めていくということが必要かなと思っております。

さらに、地震安全に関する分野、これは耐震だけではなくて安全という概念を地震に対する考え方の中で整理をしていくということも含めた、地震安全と申し上げて良いんだらうと思えます。このような分野も産官学の中で進めていくことが必要だと思いますし、既に幾つかの芽が出されていて、学協会の連携で今これが進んでいると理解をしております。

それから、我々進めてまいりました一つの例でありました高経年化対策あるいは燃料高度化、水化学、現象の高度利用、これは熱出力向上等のものにつきましては、これを全体としてまとめて、保守管理高度化、あるいは設備利用率向上、リプレースと新增設、さらにこれに加える形で次世代軽水炉を全体としてまとめた技術戦略マップ、これをつくる時期にきていると理解をしております。ぜひ次世代軽水炉に関しましては、この中に明示的に含めてい

くということにつきまして、原子力委員会におかれましても明示的なご指示をいただくことが必要と思っています。

それから、高速炉、高速増殖炉サイクルの件でございますが、サイクルについては、一番初めに申し上げたサイクルの中で含まれて考えられるものかと思っておりますが、高速炉の開発等に関する議論は今ファクトとして進んでいるところが第一の段階等が求められつつある。それを考えると、現在具体化すべき分野、例えば燃料の製造等に関する件、あるいは燃料の製造に関わるような規格化、こういう分野も現時点で進める必要があると考えているところです。このような観点からはこのような高速炉に関する分野も具体化が必要だと思っています。

それから、先ほどもご指摘があったように、安全・品質保証、これは全ての分野に関わってくるところでございますが、これらについてもあえて具体的な課題として取り込んだ形で分野としてもつくっていく必要があると考えているところでございます。

次に6ページ目にまいりまして、人材基盤の構築というところについて、大学の立場も含めてお話をさせていただければと思います。

多様で高度な人材の育成が必要であるというふうにうたわれているところでございますが、大学で言えば原子力という専攻の分野だけでは明らかに不足であると考えております。そういうことを考えますと、例えば工学部の中では様々な専攻群の協力ということが必要としていると思いますし、大学で言えば総合大学であれば総合大学における文科系の方々と一緒になったような人材育成、これが必要だと思っております。そういうことから、様々な重点化すべき課題を踏まえて、高等教育機関の各層との連携が必要だと思っております。

もう1点、その観点から指摘をしておきたいのが、各種の人材育成プログラム、これは文部科学省、経済産業省に進めていただいているわけでございますが、全体を見通すという形で、日本学術会議の提言機能をうまく使いこなしていただくということが必要だと思っております。日本学術会議の改革以降、例えば連携会員等の数を調べてみますと、原子力ということからまとめていくということには必ずしも十分ではないというふうに考えております。

それから、一つつけ加えますと、例えばJAEA、日本原子力研究開発機構はあれだけの予算を扱いながら、日本学術会議の中で発言権をあまり得ていないという点も当然指摘をすべきかというふうに思っております。それはさておきまして、全体的な立場からの提言機能というところでは、日本学術会議も巻き込んだ議論をしていくということが人材育成の具体化につながると思っております。

それから、高等教育機関における人材育成でございますが、これについては三つの観点が必要であると理解をしております。まず1点目が、東京大学でも進めております専門職大学院の充実、発展ということがあります。東京大学においては5年間専門職大学院を続けてまいりまして、1年間に15名というような非常に少ない数でございますが、特にJAEAのご協力をいただきながら、多大な労力をかけながらこれを進めてまいりました。これについてはオールジャパンの形で人数の拡大も含めて議論を深めていく必要があると理解をしております。

もう1点が、これ非常に当たり前のことですが、大学の学部から大学院、特に大学院の修士課程まで、こういうプログラムの充実ということについてです。これにつきましては最初に申し上げました人材育成が十分ではないということから考えますと、原子力工学以外の専攻群を含めた様々な基盤分野の研究ネットワーク、これは研究資金の充実という面も含めて必要になってくると思っております。

それからもう1点は、最近進んでおります国際的人材の教育、あるいは英語による教育、国際ネットワークを通じた教育ということの充実も必要だと考えております。

それで、これと分ける形で、博士人材の育成についても述べさせていただければと思います。博士人材についても、原子力プロパーのみで博士を生み出していくということだけでは産業界あるいは研究開発の現場ということでは不十分であると考えております。例えば物理学分野で博士号をとられた方々を原子力界にきちんと迎え入れていくような、こういう仕組みを充実させていくということが必要だと思います。これはちまたに言われているような、博士が専門ばかに近いというようなお話とは違った側面をきちんと評価をしていくといった、問題設定能力、課題解決能力、これらを備えた人材というのが博士であると。東京大学は少なくともそういうふうに理解をしておりますし、これは他の大学でも同様と思っております。こういう人材をきちんと原子力界に迎え入れていくと、こういうことが必要だと思っております。

そういう意味で、全体としてニーズ、シーズというところにこだわらない産業界の教育への一層の参画が必要だと思っております。

次のページにまいりまして、その観点から具体化ということなんですが、同じことを言っているというふうに理解していただいても良いんですが、産業界におかれましては、博士人材を積極的に活用する、これが必要だと思っております。

それからもう1点、我々も留学生が非常に多くなっております。博士課程では半分近くが

留学生ということでございます。しかしながら、国内の産業界がそれらの人材を受け入れていただけるということについては、原子力においては幾つかの問題があるというのが現状だと思います。そういう状況を長く続けていくということは、国際化等の課題を解決することにつながらないと理解をしておりますので、何らかの国の施策を提示をしていただきまして、我々留学生、英語による教育等も含めて充実をさせていただければと考えておりますので、産業界等でこのような人材がきちんと受け入れられていく、これをぜひお願いをしたいと思います。

もう一つの観点で、コードエンジニアたる人材を高く評価すべしという点でございます。規格・基準をつくっていくというようなことができる人材、これが高く評価されること、さらに次の視点では、国際機関等でこのような形で活躍できる方々、あるいは国際機関で活躍した方々が帰って来られたら、そういう方々を高く評価をして、さらに国内のさまざまな施策に取り込んでいただくと、こういうことがどうしても必要になってくると思っております。

そういう観点で、我々国際協力・国際貢献と人材育成の視点というのは文部科学省からもご提示をいただいているところでございますが、三つぐらいの視点があると思っております。そこにありますように、グローバルコミュニティに対して新しい価値を創造するチームの一員となるというような人材育成。さらに、海外の現場で現地の方とコラボレーションできるということ。それから、立場や世代を越えてコミュニケーションできると、こういう三つの視点を備えた観点で国際的な視点を備えた人材育成を進めていければと考えております。

例えばIAEA等の規格化でこれから原子力を進める国々に対してプレッシャーを与えていくということと、現地でコラボレーションをしながら協力をしていく、こういう例えば両面性を持った施策とか国際貢献・国際協力になっていくと思っております。

このような観点を総合して、産業界・官界・学界が人材育成という観点から一つのまとまったポリシーのもとに動いていると、こういうことをぜひ進めさせていただくことをお願いしたいと思います。そのためには、国際的なということも含めて、原子力の教育機関ネットワークというものを充実させていくべきだというふうに考えております。

それから次のページ、8ページ目、民間規格の件でございます。先ほども申し上げた件なんですが、標準化の戦略というものの重要性については言を待たないと考えておりますし、最初に申し上げました技術戦略マップのアウトプットをどのように具体化していくかという意味でも、学協会における規格化の活動というのが非常に重要だと思っております。これは人材活用という面でも当然必要でございます。

ここに投入すべき人材マスとしての大きさ等について、きちんとした我々は評価あるいはその資源配分という意味での議論が必要だと思っています。

規格を学協会等につくっていくという民間規格の場合もそうでございますし、規格の原案を、これは産業界を中心としながらきちんと策定をしていくいわゆるコードエンジニアが本質的な意味で活躍できる場。さらに、安全規制の側が技術評価を行う、この独立性の確保。さらに具体的な安全審査等で規制基準をうまく使いこなしていく、こういう観点から非常に人材が必要になってくると考えておりますので、オーバーラップが許されないところもあるかと思っておりますので、人材配分について施策を明示していただくことが必要だと思っております。

国際性、それからコードエンジニアを高く評価するという事は申し上げたとおりでございます。

以上のような観点から、9ページ、まとめでございます。研究開発という意味が広くとらえれば、吉川先生がおっしゃるような「本格研究」という形でとらえるべきものだというふうに思っておりますので、この俯瞰的な政策の決定と具現化、これをセットにしてぜひ進めていただくようお願いをできればと思っております。

それから、国際的な展開、これはもう議論が相当進んでいるところでございますが、国益の観点から国民にも説明できるように様々な共通的な議論を進めていただくということをお願いできればと思っております。

以上でございます。

(近藤委員長) どうもありがとうございました。

それでは、質疑に移らせていただきます。今日は委員が3人しかいませんので、十分時間をお使いになって結構です。鈴木代理からどうぞ。

(鈴木委員長代理) ありがとうございました。

今日のお三方のお話は、総合すると非常にパッケージで話を聞いて大綱に非常に役に立つ議論ができるかなと思いました。質問は個別にさせていただきたいものと、共通したものが1個あります。

皆さん中身については一所懸命言っていたんですが、お三方が全然お話しされなかった予算の話を知りたいんですね。赤井さんにはエネルギー研究開発予算全体についてですけども、果たして今のエネルギー研究開発予算、絶対的な金額も含めて、あるいは分配の仕方を見たときに、今日のお話の中で要はもう少し必要だとか、あるいは、いや、今の予算

よりもこれから減っていく可能性もありますから、どこにどういうふうに重点配分したら良いのかということをお聞きしたい。小川先生と関村先生にはむしろできれば原子力予算の中でどういう配分が良いのかなとか、あるいは絶対やはりここが一番大変厳しいというような予算のご指摘をいただければありがたい。

さらに、赤井さんには個別に、色々なエネルギー技術の専門家、あるいは研究者、それから産業界の方とも随分話されていますけれども、そういった観点からお聞きしたい。エネルギー技術のイノベーションというのは世界的に見ても主に市場で起きていることが多くて、国の研究開発から出てきたものはあまり多くないと言われているんですけども、予算とも関係するんですが、赤井さんから見て、エネルギー研究開発のイノベーションを国が主導することの中で何が一体足りないのか、もしできれば赤井さんの個人的な体験からご意見を伺えればありがたい。

それから、原子力という社会、原子力というコミュニティをごらんになっていて、恐らく、これも言いにくいかもしれませんが、原子力は特別だとよくおっしゃっているところなんですけれども、その意味を、どの辺が特別で、巨大システムという面もあると思うんですけども、何をどういうふうに変えていったら良いのかというのを伺えればありがたいと思います。

ここで1回止めたいと思います。

(近藤委員長) では、予算のことからいきますかね。

(赤井主幹研究員) まず、そのお話の前に、関村先生のご説明の中で、技術戦略マップについて産総研とおっしゃったんですが、あれは経済産業省です。

(関村教授) 産総研で技術戦略マップ自体に対してご研究をされていると、こういう観点から勉強をさせていただいたという意味でございます。どうもありがとうございます。

(赤井主幹研究員) ありがとうございます。

予算の話ですけれども、どちらかというと私もそういう予算をいただいて活動してきたので、言ってしまうと我田引水みたいな話になってしまうんですけども、一応公式にはリタイヤした身ということで、少し後輩のために述べさせていただきます。

予算については量と質、両方の問題があるような気がします。量的なもので言えば、やはり I A E A の統計などで見ると、日本はエネルギー関係の技術開発予算はアメリカよりも多い、世界トップ。何で日本がアメリカとか EU とかと競わなければいけないのか良く分からないんですけども、トップクラスにあるということですけども、そのうちの国の予算を

考えると、やはり必ずしも多くはない。

科学技術振興策などでも、エネルギーだけではなくて技術開発予算をやはりGDP何%とかそういうよく言われるんですけども、産業界の方だとすぐお分かりのように、景気が悪くなると研究開発予算、企業が最初に切られるところですね。そういった不安低なものをベースにして、国と民間とあわせてこれぐらいを確保するというのは、政策でも何でもなくて、むしろ国がこれだけ確保するというそういう言い方が大事ではないかなと思っています。総枠についてはそうです。総額はまだまだ私はそういう意味では不足していると思います。

もう一つは、経済産業省などでも過去的一种トラウマみたいになって、大規模なプロジェクトに対する投資というのがもうほとんどない。例えば年間10億円ぐらを超えると総合科学技術会議でSABCの対象になる。年間10億を超えるのが大きなプロジェクトと言われているんですけども、エネルギー関係で年間10億というのは大した額でもなくて、エネルギーはとにかくマスで勝負する分野ですので、やはり大型のものをつくって動かしてみないと分からないという要素は多分にあるので、やはり総量ではなくて、ある分野についての予算というのはやはりもっと重点化すべきであって、大型予算というのは、原子力は大きいですけども、それ以外の分野について、やはり特定のプラント技術、特定の実証についてはもう少し重点化すべきかなというふうに思っています。

あとは、予算については使い方の問題もあって、色々な仕分けとか色々な議論はありますけれども、予算の流れの問題が一つありますよね。どういう根拠がよくわからないんですけども、2000年過ぎにいろいろな組織が一緒くたに独立行政法人という名前をかぶせられるとか。その中にも色々な性格のところがあるのが一緒くたになってしまうと。

最近の仕分けでは、独法から独法への国の流れがおかしいとかいう、もともとの成り立ちの経緯も何もなしで、いきなり一律の議論がされてしまう。それから、国から公益法人へのお金の流れについても同じようなことが言われる。それは、それぞれの団体設立であって、それぞれの目的があったはずなんですけれども、そういうことを一切考慮せずに一律の議論しかしないと。そもそも論が全くされないような今の予算に対する議論というのは私はいかなものかというふうに思っています。

それから、次の国が主導することで何が足りないのかということなんですけれども。昔20年ぐらい前読んだアメリカの本で、エネルギーアクタマスという本があって、あれに書いてあるのは、国プロ、国が主導したプロジェクトはものにならないという主張があって、非常におもしろいなと思いました。ただ、国が主導してある特定の部分に予算をつけるという

ことで、何か市場に対して一種のメッセージは出せると思っています。実際のものづくりあるいは技術づくりについては、やはりメインプレーヤーは企業の方たちですし、大学とか我々のような公的な研究機関というのは、リソースのことを考えても、何かお手伝いできる分野があればお手伝いするということだと思えます。ただ、そういった国がこの方向に行くんだというメッセージを出すということが大事かなと思っています。

私の経験で言うと、技術戦略マップとかこういうロードマップづくりいろいろお手伝いしていて、地方のどちらかというところと中小企業の方々から、こういった技術戦略マップというのは、ぱっと見ますとこういう技術の名前があってそこにロードマップが書いてありましてものすごいものだ。だから、うちも業態を少し変えることにしましたとかいう方がいらっしゃるんですね。そういう方の話を聞くと、やはりこういうのは真面目につくらないといけないなと逆に刺激されたりしたことがあるんですけども、やはりそういうメッセージというのが大事かなと思っています。

それから、原子力コミュニティは特別だなと。これは悪い意味をあまり言ってもしょうがないんですけども、いい意味で、例えばこういう技術戦略ロードマップとかこういうものをつくる時に、原子力分野をどうしようかということですけども、原子力分野は例えば経済産業省の仕事ですから、原子力政策課にお願いしてそこでやってもらったものをそのまま使えばいいやと。それはもう例えばこの検討に何十人の専門家の人をお願いしたとしても、原子力の分野で投入されているリソースに比べればはるかに小さいはずなので、議論も原子力分野の方々がやっていただいたものをベースにするのが良いのではないかと、そういう意味で特別扱いをしているということですね。

それから、ついですがですけども、人材育成については、同じこの総合科学技術会議のエネルギーのチームに入っているんですけども、そこでも昨年度相当議論されてレポートにもなっているんですけども、何かそういうのが具体的な施策として見えてこないという面があるので、そのあたりもあわせてご検討いただければと思います。

(近藤委員長) 途中ですが、お話しに関して、二つだけコメントさせてください。一つは、アメリカの国の研究開発の役割論のところ、今おっしゃったように、評価してみたらみんなろくなものがないということですが、一方で、議会では成功確率の高い研究開発は当然民間の仕事。国がやるのはもともとサクセスプライオリティが例えば25%を超えることなれとか。それが国の予算をつける条件だとする意見もあるんですね。だから、そのところはそういう点から見なければならぬ。

それから、ロードマップから原子力分野を仲間外れにさせていただきたくないと申し上げたい。ロードマップというのは何のためにつくるかという。あれはあそこではこの時期にそういうことをやっているということが分かって、じゃあ、自分はいそこと組もうと考えることができるようにしたい。そういう相互裨益の関係をネットワークキングの機会を増大させるのが趣旨。ですから、原子力界の研究開発活動も見えた方が非原子力分野にとって有益です。逆方向も真で、お互い、ウィンウィンの関係になる可能性が増大するはずなので、コミュニケーションをとってやっていただくことが大事ということを強調させていただきたい。

(赤井主幹研究員) こういう作業と一緒にやっている人たちはあまり知らないんですけども、私も原子力出身で、ドクターも原子力でとっていますので、むしろ個人的には原子力の方が非常に気になりながら取りまとめをやらせていただいていますので、これからもよろしくお願ひします。

(鈴木委員長代理) 予算のことだけ、小川さんと関村さんにも。

(小川部門長) 予算の質問を実はいただくだらうなと思いつつ、しかしお答えするのも大変難しいなと思っております。予算が足りないかと言われるば、私は基礎・基盤研究の部門を扱っている者として足りないと言わざるを得ないんです。ただ、その足りなさの程度というのをどの程度社会に対して説得力をもってご提示できるかという、なかなか難しいなという印象を持っております。

原子力機構、やはり独立行政法人としては、これは他もそうだと思うんですけども、大変な勢いで予算は毎年減ってきております。その中でJ-PARC、JMTR、JT60、これは一般会計の事業ですけども、他に特別会計の事業ではもんじゅあるいはFACTといった大変大きなものをこなしております。

しかも、その一方で、実は原子力研究開発機構に期待される役割というのはますますある意味で増えて、核セキュリティの問題も最近変わっておりますし、それから人材育成ということでは大学とか産業界に今まで以上に寄与しないといけない。あるいは、施設共用というものについてももっと力を入れなければいけない。そしてなおかつ、やはり研究開発機関として様々なデータあるいはコードといったものを世の中に提供していかないといけないということなんです。

そういう中で、例えば私の基礎・基盤研究部門で言いますと、大体真水の研究費はつかみで言いますと、一人200万円ぐらいのところまで落ちております。ただ、幸い色々な競争的資金、外部資金をいただけるようになっておりまして、現在200人で年間50件ぐ

らの受託研究をこなしております。

ただ、国の色々な競争的資金から言いますと、実を言うと原子力というのはある意味差別を受けているなという感じを受けております。原子力予算そのものが多いのだから、あまり他の競争的資金にしみ出してこないでほしいという、そういう目に見えない差別というものは依然としてあると思っております。

それから、色々と競争的資金で非常に困るなと思っておりますが、競争的資金の使い方が、特に国の資金は厳しいものですから、汎用機器は買ってはいけないことになっているんですね。しかし、我々のところは今、色々な施設、設備を更新しようと思うと、なかなか運営費交付金で更新できるような状態にありませんので、そうするとなかなか汎用機器が更新できない。極端な話が、電子顕微鏡は昭和のものをまだ使っております。昭和のものを大変大事にしながら使っておるんですけれども、いつ壊れてもおかしくはない。それから、アトムプローブ顕微鏡は大学のお古をもらってきて、自分たちでフェムト秒レーザーをくっつけて最新の性能を出しているんですが、やはり故障が多くて若手研究員が泣きながら使っているというような状況があるんです。

そういうところを、これは地べたに近いところからの発言になるんですけれども、やはり競争的資金のあり方というもの、これは原子力だけではないんですけれども、色々なところのお話を伺わせていただいて、もう少し現場の希望に沿った形に改めていただければ良いなと感じているところです。

(関村教授) ありがとうございます。私からも少し違った観点でお話をさせていただければと思います。原子力研究開発予算全体のマスが多いか少ないかという議論は当然あるかと思いますが、それを受ける側、大学、国立大学も国立大学法人になっている。大学全体の経営的な感覚を考えると、当然研究費を外部資金も含めて我々競争して取ってくるということになろうかと思います。例えばJSTだったりJSPSからいただけるような資金の中には、当然間接経費という形で何十%のお金というものを直接経費以外にも工面していただけると、こういう仕組みがアメリカの例等倣いながらきちんと整備をされてきているというふうに理解しています。

そのカテゴリの中でも、あるいは外も含めてなんですが、原子力の予算というのは国家予算としての出どころ、特別会計という仕組みの中の制約が幾つかあるということから、いわゆる間接経費という配分が極めて薄いものが幾つかあると考えています。これは先ほど申し上げましたように、色々な原子力プロパー以外の分野の方々と一緒になって研究していく、

あるいは大学が原子力の研究に参画をしていくということは、大学の整備あるいは人材をもうちょっと広い意味で、あるいは文科系の方々等含めてきちんとやっていくという意味では当然間接経費の充実ということが必要な施策だと思っています。

これについては、例えば工学系研究科の中で予算の一覧を見ますと、原子力予算はあるマスを持っているわけですが、間接経費の全体像という中ではしっかりとしたコントリビューションを必ずしもできていないというふうに考えていますので、これについてはぜひご検討いただく必要があると思っています。それが結果として様々な鍋かまという議論をしてきましたが、我々が定常的に必要なものになっていくと思っておりますし、他の分野との強調という観点からも重要な視点になっていると思っております。

(鈴木委員長代理) では、小川さんに一つだけお伺いしたいんですが、最初に、資料に書かれていないけれどもおっしゃったコメントの中で、「世の中の大勢にない、あるいは少数派の視点を提供できるような研究も重要だ」というご指摘をされたんですが、実は、前に京大の山名先生も似たようなことを、多分同じような趣旨だと思うんですけども、おっしゃっていました。これは私も重要だと思うんですが、今日書かれている資料の中で今のメッセージにつながるころはどこなんでしょうか。いわゆる研究開発予算が例えば原子力と言えば原子力政策大綱に則ってやればお金はついてくると、大綱に則っていないとお金がつかないと、こういうことかなと思うんですけども、そういうようなことなのか。あるいは違って、もう少し汎用性のあるものを自由にやらせてくれれば良いというような意味なんでしょうか。ここのところを具体的なご指摘をいただきたいなと思います。

(小川部門長) まず、1つ目に、この資料全体は原子力研究開発機構の基礎・基盤だけということではなくて、基礎・基盤一般ということの一つ柱に置いて書きました。

その中で、ご質問いただいた少数派の意見というんですか、他とはまた違った視点あるいはアプローチを提供することも基礎・基盤の役割だと、これは一つ原子力委員会の見解の中でもいただいたリスク管理ということですね、そこに結びつく話ではないかなというふうに思います。

やはり太い柱というものはしっかりつくって、太い道筋は原子力政策ですから歩かないといけないと思うんです。しかし、リスク管理ということ考えたときには、やはり違った視点、違ったアプローチといったものをあるところで見えておかないといけないのではないかな。そこも実は大きなお金を必要とするわけではないんですが、大学も含めた基礎・基盤研究の大事なファンクションではないかなと思っております。

(鈴木委員長代理) それはいわゆる研究の多様性というような考え方ということでよろしいですかね。

(小川部門長) 多様性という言葉の中にはくくれると思います。ただ、そこを少し意識的にやらないと、先ほどの駆け込み寺になってしまうと。私は駆け込み寺という言葉はありがたいんですが、一方で困った言葉だなと思っております。

(鈴木委員長代理) では、関村先生には二つ質問があります。

まず、何回も最後に言われていた、コードエンジニアの話なんですけれども、コードエンジニアに対して評価が低いというのは、日本が特殊なんですか、それとも原子力における特殊性なんですか、その辺がちょっとお聞きしたいのと、なぜそうなっているのか。大学の研究から考えますと、やはり論文を書いて新しい技術革新をやる方が当然評価が高いというのは良く分かるんですけれども、日本でコードエンジニアの重要性が低いというのは、なぜそういうふうになってしまったのかなど。逆に、研究開発の一般的から考えるとどうしても低くなってしまふのが常ということであれば、意識的にコードエンジニアを高く評価しようとするれば、これまた国の役割として何か特別な施策が必要なのかどうかということ。この辺をお聞きしたい。

もう一つ、日本学術会議の提言能力の活用ということをおっしゃったんですが、これは私も大変重要だと思うんですけれども、具体的にどうしたら良いのか。現実にはなかなか難しいことがあると思うんですけれども、その辺をお聞きしたいと思います。

(関村教授) ありがとうございます。コードエンジニアは、どうして評価されていないかというよりも、やはりコードエンジニアたるべき人をどう生み出していくかという歴史の浅さというところにまだ起因しているところがあるかと思っています。アメリカで様々な活動が進んでいると理解をしておりますが、例えば機械学会であり原協会であり原子力学会であっても、まだ数年間安全規制に活用していただけるような規格基準をつくってきたという歴史の浅さというものはあるかと思っています。まさにこれからどのようにそれらを国も含めて評価していただくかという点が当然あるかなど。

(鈴木委員長代理) それは日本の特殊性ですか。日本全体の特殊性と考えて良いですか。

(関村教授) 特殊性というよりも、今まで歴史的な経緯を踏まえると、アメリカ等からの技術導入という形で自主技術を開発し、かつそれを外にもきちんと提示できるような実力を蓄えてきた、その歴史的経緯。本来はコードをつくれる人がそれを引っ張っていくべきところを、歴史的経緯から今これからコードエンジニアに評価を高めていく段階にあると理解をしてお

ります。

(近藤委員長) ちょっと発言させてください。この点は分野によって違います。土木系ではコードエンジニアは非常に重要だと認識され、学界においても、業績リストに論文と並んで、こういうコードづくりを主導したとリスペクトする、そういう習慣があったように理解しています。原子力分野においても、今後はそういうことにしていけば良い、と思っています。

(鈴木委員長代理) 国の役割としては何かあるんですかね。

(関村教授) はい、そういう意味では、研究開発の大事なアウトプットをいわゆる研究成果、論文という形だけではなくて、まさに今おっしゃっていただいたように、コードとして取りまとめていくということも含めて評価をする体制というのをつくっていただくということかなと思います。

そういう意味では、技術戦略マップのところは研究開発の成果を摘み取っていくということの具体化というのは、多分具体的にコードをつくり上げました、こういう規格をつくりましたということになるわけですので、あるいはその改良をどのような形で設定していったら良いのかという観点からも必要です。あるいは、海外にこの技術を導入するに当たっては、どういうものの考え方で技術を出していくべきなのか。その議論は裏を返せば規格をどのように改定をしていくべきなのかと、こういう議論ですので、ぜひそういう研究開発の中でこういう視点を明示的に取りこんでいただくということになろうかと思います。

あと、学術会議の件がございましたので、1点申し上げたいと思います。学術会議では、例えば原子力という専門部会をつくるということではなく、総合工学部会等の中で、第3部の中ですね、で言えば総合工学部会の中で原子力というものをどう考えるべきかという議論を進めることになろうかと思います。

しかしながら、原子力に関する様々な学会等のマスがやや小さかったということもあり、あるいは先ほど少し名指しで申し上げました原子力研究開発機構から優秀な研究者はいらっしゃるんだけど、学術の中でどういうふうな役割を果たしていこうかというそういうマインドがやや希薄な部分があったということから、会員、連携会員の数がやや少ないということになろうかと思います。これは他の宇宙とかそれ以外の分野とは大きく違う観点だと思いますので、まずはそのファーストステップを、連携会員等を充実させるというところから進めていくべきだと思っています。

(近藤委員長) それでは、大庭委員。

(大庭委員) お三方とも非常に興味深いご発表、ありがとうございました。私は手短かに幾つ

かの質問をそれぞれの先生にさせていただきたいと思います。

まず、赤井先生に対して一つは確認ですけれども、ケースA、ケースB、ケースCという三つの極端なシナリオというかケースというものを考えていらっしゃるって、ケースCだけが究極の省エネと組み合わせていて、AとBはそうではないということですが、これは再生可能エネルギーを使う場合では結局省エネと組み合わせないとどうしようもないのである、という前提があつてのことなのか、それとも何か別の条件が違うのか、いかがでしょうか。というのは、複数のケースを比較するときに、他の条件が一定にしておいて比較するというのが素人目からは自然なような気がするのですが、省エネの程度の設定について、ケースCだけが違うというのはなぜなのか、説明していただきたいというのがまず1点です。

それからもう一つは、シナリオAの評価で、極端ケースですが、化石資源を使うときにはCO₂が出ますが、それはシナリオAの評価上非常によろしくない点ですよ。そうすると、原子力も実は廃棄物をどうするかとか、あるいは原子力というものに関わるいろいろなコストなどのマイナスポイントがあると思います、それら原子力のよろしくない点を、どのぐらい試算に入れてどのような評価をしたうえで、最終的な総合的なシナリオを描かれているのか。この二つについて、赤井先生にお願いしたいと思います。

(赤井主幹研究員) ありがとうございます。再生可能エネルギーのときにだけ極端な省エネを描いたというのは、常識的に考えて再生可能エネルギーの供給量には限界があるというのがまず1点です。そのために、供給サイドではなくて需要サイドも同時に考えないといけない。

それから、化石と原子力については、エネルギー供給の点で日本の需要を考えたときに、極端な省エネをセットにしなくても良いだろう。ただ、現実には、実はこの検討で省エネのところが一番時間がかかったんですけれども、そこにある省エネ技術をセットにすることによって、実はケースAとかケースB、原子力とか化石の世界も非常に楽になるというんですか、供給量が楽になって、フレキシビリティが非常に増えるということで、日本の国にとっても多分この中で一番おいしいシナリオは省エネ技術を極端に進める。そのための技術開発をする。再生可能エネルギーも得意な分野はあるので、得意なところを伸ばすと。

ただ、それだけではどうしようもないので、化石資源と化石技術、原子力技術を一つの基幹的なエネルギー供給技術として入れていくことによって、全体のフレキシビリティとトータルのコストが非常に少なくなるだろうという判断を最終的にはしております。

それから、原子力については、この検討自体が資源の制約と、それからCO₂の排出の制約、その2点だけを考えてやったもので、そういう意味では他のエミッションというか、原

子力で言えば廃棄物、そのあたりについては制約としては取り扱っていません。ただ、重要な点として、バックエンドの対策というのは重要だということはもちろん議論の中では認識されておりますし、バックエンドに対する技術開発だとか施策の必要性というのは当然議論の中には取り込まれております。それがあつての原子力開発だという意識は持って進めております。

以上です。

(大庭委員) 分かりました。ありがとうございました。

それでは、小川先生に二つ質問をしたいと思います。ご発表の中で、一つには基礎・基盤研究とそれから実用技術開発の現場のニーズとのブリッジングであるとか、あるいは産官学との連携の場であるとか、そういうものが必要だということで、その点を検討していただきたいということですが、小川先生個人の目からすると、ブリッジングや連携の場として、どのような形というのが望ましいとお考えなのかということがまず1点です。

すなわち、どこにどのような場を設けるのか。例えば非常に政府の近く、あるいは政府の中に設けるものであるとか、あるいはJAEAの中に設けるなど、色々なパターンがあると思うんですけども、その辺のイメージがもしおありになればお知恵を拝借したいと思います。

それから、もう一つはもしかしたら少し的外れかなと思いつつお伺いするんですけども、いただいた資料の中に、日本の技術的自立確保に尽力するということが書かれていたと思います。その行動原則を作って欲しいということですが、今これだけいろいろな意味でグローバル化が進んでいて、それで様々な技術が様々なパターンを経て移転したり、あるいは何か施設をつくったりするときでも様々な技術を様々なところから導入したり、またそれを元に開発しているわけです。けれども、そういうような国境を越えた技術の行き来がどんどん進んでいる中で、日本が技術的自立というものをとにかく確保し続けなければならないのである、という主張の正当性をどのように説明なさるのか、お伺いしたいと思います。

少し本質論に関わってくるところですが、そこはもしかしたら社会に対しての説明の際に非常に重要になってくる点でもあると思いますので、よろしくおねがいます。

(小川部門長) それでは、まずブリッジングの機能なんですけど、これはどこに置かなければいけないということではないんです。一つは、例えば文部科学省で色々な競争的資金をご用意いただいでいて、その中で一種のコンソーシアムをつくって、そこで競争的資金に応募して、何かアウトプットの明確なものについてしっかりやる、こういう仕組みも用意していただい

ております。

例えば、私たちのところだと、原子力エネルギー基盤連携センターというものを最近作っているんですけども、そこは民間企業のイニシアティブを受けて、民間とそれから原子力機構の研究者と一緒にチームを作って、そこでアウトプットが明確なものについて、5年を一つのめどとして活動する、こういうものもあります。

ただ、もう少しブリッジング機能というものを広く考えたときに、関村先生の資料の中にもネットワークといったような言葉があったと思いましたがけれども、基礎・基盤研究の国の全体のリソース配置、こういったものをもう一度良くとらえ直して、やはり基礎・基盤研究と言うものが健全な形でそれぞれお互いに刺激しあいながら、またそういうところが産業界とも接点を持ちながら活動していく、そういうネットワークの形成といったものをもう少し促していくということが必要ではないか。これは先ほどのアウトカムの強調という話もあるんですけども、アウトカムということの一つ手前ですね。

例えば一つ、最近私の専門分野ですとおもしろい話題がありまして、これはプルトニウムオキシドの融点がどうやら350度ぐらい、従来考えていたよりも高そうだというデータがヨーロッパから出てきたんですけども。これは、プルトニウムオキシドの融点が350度高いからといって、軽水炉MOXには何も困らないですね。しかし、こういう情報というのは、実はこの先高速炉の高富化MOX、そういう中に例えばTRUを入れていくといったようなときの物性を考える上では大変大事な情報です。こういう情報がすぐにそのネットワークの中を駆け巡って色々な研究が進展される、そういう環境というものが本当はあるというのが望ましいなと思っているんです。

残念ながら、日本の今この分野の基礎・基盤研究の体力というのは非常に落ちていて、大学の方にも錚々たる方々がいたんですけども、もちろん今も優秀な先生方がいらっしゃいますけれども、やはりトータルの人数としては随分減ってきている。ここをもう一回活性化したいなということで、今ネットワーク活動というものを東北大、あるいは京都大学の原子炉実験所、そういうところと一緒に何とか起こそうといったような活動もしております。

そのこのところの機能の充実ということについて、もっと意識的でありたいなということを感じております。

それから、2つ目の質問の技術的自立ということなんですけれども、これは私はやはり原子力の特有の問題というのが一つあるなと思っています。これはやはり核セキュリティといったような問題で、今日本の計算コードの中で相当重要な位置を占めているのがモンテカル

ロの計算コードがあるんですけども、これは実はアメリカで大変な人手と労力をかけてかつて作ってきた。それが規制ですとか、あるいは事業者さんに使われていると思います。

ところが、このコードというのは核セキュリティ上は非常に機微技術に属するものですから、アメリカが出したくないといったようなことをこのごろ言い始めているといったようなこともあります。

そういうことで、国際協力・国際協調ということで、引き続きアメリカとしっかりやりながらそういう技術を使えるようにするということはとても大事なことなんですけれども、しかし一方で、そのバックアップになるようなものというものもしっかり国として持ってないといけないのではないかな。

そのことについて、このごろ韓国のような国は意識的だなと思いますのが、核データベースの世界があるんですが、アメリカがENDF、それからヨーロッパがJEFF、日本がJENDLという三大核データベースというんですが、この頃は中国も韓国も自前の核データベースを用意するようになってきているんですね。そういう意味で三極が五極あるいは六極になろうというような世の中になるんです。

何でそんなことをやっているかといったら、やはりそのところは自分のところでしっかり力を蓄えておかないといけないなというその意識ではないかなというふうに思っております。

どれをどこでやるのが良いのかというのは、これは議論のあるところですから学会その他できちんと議論していただければ良いんですけども、やはりそういう核セキュリティというものと国際競争というもの、二つのファクターを置いたときに、日本が枢要技術として引き続き最低限これはきちんとやっておかないといけないよねという、そこは見ておく必要があるかなというふうに思います。

(大庭委員) ありがとうございます。私がこの質問をしましたのは、決して日本の技術的自立の確保について否定する立場からではなく、その意義ということについて明確に理解したかったからでしたので、その点をご理解ください。

それでは最後、関村先生にお尋ねします。今のお話とも重なる話なのですが、国際化ということを進めるという方向性と、それからお話の中で出てきたことで、産官学連携、オールジャパンを目指すという方向性、それらを併せると、具体的にはどういう形が望ましいとお考えなのでしょうか。

つまり、留学生をどんどん受け入れると、なるべく留学生の受け入れ先として日本企業も手

を挙げて欲しいというイメージが一方であり、そして日本人はもっと海外に出て活躍の場を広げて欲しいと。その上で、いわば日本という国家の枠というものを念頭に置いて、それでオールジャパンをやっていくというのはどのようなイメージを描いていらっしゃるのか、具体的に説明していただきたいと思います。

(関村教授) ありがとうございます。一見言葉の上では矛盾しそうな概念になり得ることはよく私も承知をしております。一方で、国際化について日本が国際貢献をし、さらにそれを色々な形で安全規制をきちんと高めていくということと同時に、日本の技術をきちんと海外で使っていただくと、この両面があることについてはもうご理解をいただいているものというふうに思っています。

そういう観点で、では日本全体でどういうふうに議論を進めていったら良いかということなんですが、目的をどう設定するかということの前の時点で、やはり技術に関する議論というものをどの場でどうやっていくのかということについては、先ほどのご質問にもあったように、本当にどの場が適切なのかということについては、この原子力の中では定まったものが必ずしもないかもしれない。だからこそ、国が今まではきちんとリードをしていただいたというふうに考えています。

例えば、原子力学会等の場が適切な議論ができる場所があるかもしれないですね。しかしながら、例えば耐震技術というものを考えると、原子力学会だけではまだ不十分ですので、建築の学会とか、あるいは地震工学会というのもありますし、あるいはもう少し地盤がどうなっているかというようなことを検討されているような場もある。

そういう意味で原子力技術の広がりというものを考えると、日本全体で議論する場も含めて、すそ野を広げていく、そういう必要があるというふうに考えています。それを充実させていくということが結果として国際的な側面から幾つか我々がコントリビューションすべきものがあり、そこに対して貢献できるものになっていく。これは先ほど核セキュリティという観点から様々な技術についても検討しなければいけないというバックグラウンドがあることは全く同様かというふうに理解をしております。

(大庭委員) ありがとうございます。

以上です。

(近藤委員長) それでは、私から少し。赤井さんの紙の最後のページをさっきからながめていて、「賢く」と「バランス」という二つのキーワードが気になっています。で、原子力を賢く使いこなすと言われると、そのとおりだと言いたくなるんですが、同時に、あなたの頭の

中で何がイメージされているか知りたい。教えていただくとありがたいと思います。なお、私自身は、ソーシャルマネジメントというコンテキストで、スマートというのが良いかどうか分かりません、ラショナルなアプローチで十分と思っていますが、これが実現できないかと悩んでいるわけですが、お考えをぜひお教えいただければと思います。

また、このバランス。まさにバランスの取れた研究開発スキームの在り方、これを常に悩んでいて、小川さんのような現場におられる方から我が国のそれはバランスが悪いと言われて、あんなに思いながら、しかしバランスのとれた状態はどんな状態かとなると先ほどの質問に対してもなかなか皆さん明確に答えておられるわけでもない。だから、これは永遠に悩んでいくしかないということなのかもしれないですが、今はバランスが悪いんでしょうか、どう悪いのでしょうか。

これは日本の科学技術政策トータルの問題としてバランスが常に話題になる、あれと同じということですか。原子力の世界ですと、やはりプロジェクトと基礎・基盤研究のそれをどうしたら良いかということ。JAEAをつくったときはバランスというよりはその共存による相乗効果を、美しく言うためにだけであったのかもしれませんが、期待した。それは産総研の設立においてもそういう説明があったわけですね。ですから、日本の各地でそういう議論というか、問題だとの連呼がなされ続けている。仏作って魂入れずの状況にあるということなのでしょう。で、あえてこういうことをおっしゃっているので、少しエラボレートしていただけるとありがたいなと質問します。

(赤井主幹研究員) 私も何気なく使ってしまいましたが、賢くという言葉、ここは言い換えればと言った方が本音です。個人的に言えば、私が原子力というのを初めて知ったのは多分小学校の低学年ぐらいで、そのときはやはり夢だったですね。やはりこれだけのエネルギー、これだけのサイエンスを手に入れたものをそう簡単に手放すべきではないと私はもう本当に思っているんですね。

ただ、それを本当に賢く使えているかという、色々な意味で、先ほどご質問になったバックエンドをどうするかといった、そこに対するきちんとした考え方、もちろん専門家の方々はもう嫌になるほど議論されているかと思うんですけども、それがやはりパブリックコミュニケーションという意味では必ずしもうまくいっていない。そういったこととか。それから、もちろん核拡散の問題、要するに軍事利用の問題とか、そういったことを含めた意味での賢く、要するに人類のサステイナブルにするための非常に良いものが目の前にあるのに、それを色々な不幸なことも含めてうまく使いこなせていないと。

ですから、極端な言い方をすると、私は時々色々な講演をして、原子力をどう思いますかと言われたときに、いや、原子力が使いこなせないぐらいなら人類の先は無いよと、極端なことを言うてしまうこともあるんですけども、やはりそういう意味で私自身も賢くというのは色々な意味があって、やはり少なくとも国内だけでも賢く使う方法というのを常に議論していく永遠の課題かもしれませんけれども、そういうものかなと思っています。

バランスについても、これも5対5にするとかそういった意味の定量的なものではなくて、極端に走りすぎるという今の、言葉は悪いかもしれませんが、何か全体主義的な、あるきっかけがあればこっちへドンと行ってしまって、また反対にいつてしまうと、そういうことはやめましょうよと。少なくとも人材育成の面から、あるいは日本の技術的自立とおっしゃいましたけれども、そういった意味からも、例えばこの基盤研究のところは重要なのはもう分かりきっているわけですし、そこに対する投資というのは必ず戻ってくるものだと私は信じていますので、そういうものを単に駆け込み寺で、あるいは研究者しょうがないから、自分の役所の所掌の研究所の研究者を食わせておくためにしょうがないから金を置いておくかみたいな判断ではなくて、きちんと戦略的なプロジェクトを、あるいは日本の国の原子力の方向性を検討した中で、それを支える部分が必ずいるんだということをきちんと認識して、施策化していただきたいなと思っております。

ですから、予算的なことについても、そういう意味ではやはり今どうしても基盤とかそちらの方は冷遇されるようになっている風潮があるので、そこについては一点歯止めをきちんとする。まさにそれこそ先ほど先生がおっしゃったように、そういうところこそ国が見なければいけないと。ビジネスになるものなら別に国がそんなに肩入れする必要はないという、まさにおっしゃるとおりだと思うので、そういうところこそきちんと見ないといけないなと思っています。

あとは、使い方ではまた爆弾発言になるかもしれませんが、こういう人材育成のために投下したリソースが回収できないことが結構多い。それは、例えば極端なことを言うと、例えば私なんかのある予算でもどこかに発注して、そのシンクタンクなりメーカーの人と一緒に研究をやってきて、やっと育ってきたなと思ったときに、随意契約禁止だから公募してくださいと言われた途端に、その人に投資できなくなるわけですね。それまでに投下したものの全部が無駄になってしまう可能性が出る。そういった、これもさっきの一律主義なんですけれども、一律何でもかんでも随意契約が悪だとか、何でもかんでも入札だとか、そういった政策のあり方にも非常に問題がある。

つまらない話かもしれませんが、例えばうちの研究所でこの間聞いたところによると、昨年そういう会計処理の担当者の人が4人倒れてしまった。それはそういう事務量がものすごく増えてしまって、そのためにリソースを投入して、それも足りなくてそういうことが起こっていると。その方がはるかに行政コストの無駄になっているのではないかと思う。少し話が逸れましたけれども、そういった色々なところのシステムを見直す必要があるなと思っています。

(近藤委員長) それと同じで乱暴な議論になるかもしれませんが、先日テキサス州の研究開発予算の使い方の基本方針の紙を見たんですけれども、基礎研究に2割回せとはっきり書いてあるんですよ、そういう方法もあるのかなと思ったりしますけれどもね。何か大事だといって、バランスとかいってもなかなか政策につながらないので、そういうピン止めをするというアプローチもあるかもしれませんね。現場からそういうことを一言言っていただくこともあるように思うのですがね。ありがとうございました。

次に小川さんへの質問ですが、2ページ、3ページの核セキュリティという言葉、我々は核セキュリティは今やセーフティのセキュリティの意味で使っているところ、ここはその意味ですか、そうではなくて、お話からすると技術安全保障という意味で使われているのかなと思ったんですけれども。

(小川部門長) 技術安全保障という観点はとても大事なんですが、ただ、色々国際的な基本的な情報の流通ですとかツールの流通というところに案外核セキュリティという観点からの変な制約が加わりつつあるなという感じは持っています。先ほどのモンテカルロコードの話も一つです。そういう中で、やはり自分自身のところできっちり確保しておかないといけないというそういう視点を、今まではあまりなかったんですけれども、少し必要かなという感じは持っております。ただ、そのことをあまり強調しすぎるのはどうかなとは思っています。

(近藤委員長) そうですか。濃縮技術に関する知見を機微情報として移転制限するべきという主張は受け入れられているけれども、核セキュリティの確保の観点からモンテカルロ計算コードの移転を制限するというのは、どうですかね。それは持っている側が決める権利があることですが、今までいわば共有して、それが利用できることを前提にそれを活用する方法を共同開発していた相手に対して今日からはこれ、さわらせないというのは信義に反しますね。今日からはあらゆる技術は軍事技術であり、さわらせないと言い出したら、もう相手にできない国ということになる。核セキュリティに関してはリスク分析がしっかりしていないから、そういう教条主義的な対応が突出する可能性を危惧する声が米国内にもあるのですがね。な

かなか難しい問題提起であり、政策的対応をどうするかは重要な研究課題ですね。

もう一つ、原子力委員会はここにご指摘のように、JAEAの中期目標策定に際して、イノベーション・エコシステムという言葉をおぼえて使って、少しそういうエコロジカルシステムとして研究開発システムの設計を行ってくださいとしたんだけど、現場にはこのメッセージ、どういうふうに取り取られたのでしょうか。小川さんに聞くのが適切かどうかかわからないけれども。

(小川部門長) もちろん原子力研究開発機構も研究開発で生きている集団ですから、この見解については前向きに受け止めてやっているところです。やはりエコシステムというこの言葉を出していただいたということはとても大事なことではないかなと思っております。私は以前から基礎・基盤研究というのは干潟みたいなものだといったようなことを言っています。要するに、表面に見えていないところで色々な人が色々なことをやっていて初めてできてくるものがあるんですね。そこをいかに見える化するかということで、これは基礎・基盤の側も努力しないとイケないんですが、やはり原子力研究開発機構の経営企画といったようなところもこれから意識してやっていくべき課題だなと思っております。

(近藤委員長) なるほど。何か、お役に立てることがあるか、考えてみましょうかね。

最後に、関村さんのお話ですが、こちらからどういう立場からご意見をとお願ひしなかつたので、色々な立場でいろいろな注文があつたのですが、ご意見のコアとなるビジョンが聞き取れませんでした。例えば技術戦略マップのお話をされたけれども、私からすれば、関村さんは材料研究の第一人者ですから、燃料被覆管材料開発の一点に絞って、例えば今次世代軽水炉でステンレスを被覆管に使おうという、これ昔は使つたこともあるわけですがけれどもね。非常にチャレンジングなテーマを掲げている。それから、高速増殖炉で言えば、今のもんじゅで使っているような被覆管ではとてもではないけれども実用炉には使ひものにならないわけで、2倍、3倍の燃焼度に耐える材料を用意しなければならない、その先の核融合炉についてもそうだし、それから最近マスメディアが取り上げる長寿命炉心なんかも、高燃焼度に耐える材料あつてのみ成立する、他に例えば最近、積層金属というのは非常にユニークな特性を示すとか、炭素複合材料もまだまだ使ひこなしていく価値があるとか、潜在的にポテンシャルのあるものもあつて、それをどこかでものにできれば断然トップに立てるといふそういうものがあるわけですね。ですから、こういうキーテクノロジーの研究開発の成功が将来の日本の在り方を左右すると私は思うのですが、専門家として、我が国の原子力研究、開発そして利用の取組みの在り方について、特に、こういう材料研究開発の切り口から見た

学会なりその分野の専門家が知恵を結集して、研究、開発、利用の政策かくあるべしとか、内外の動向をロードマップで示すところになっているので、政府はこういう政策対応を考えるべきとかご提言いただくとありがたいと思いますがね。今日は、ちょっと何か一般的にあれも大事これも大事と言っていたいただけたけれども、そういうパンチのあるものはなかったですね。

以上が感想ですが、もう一例申し上げますと、ここの、国際社会のところ、7ページ、これも書いてあるとおりにただけれども、これは結局あなたの大学やっていますか、やっていませんか、やっていればよし、やっていないので誰かにやってくれというのはなぜということになる。大学がこれを行うことを妨げている要因の指摘があれば伺いますが。我々に何をしてくれと言っているのか、そういうことについて拍手をしてくれと言っているのか、命令してくれと言っているのか、その分お金をくれと言っているのか、何が希望なんですか。

(関村教授) はい、まず、材料に関する技術というのをどうとらえるかという問題と、それから産業界も含めてなんですが、今後材料という視点でものを見るとき、どういう産業界の構造も含めて我々考えていかなければいけないか、そういう2点について申し上げたいと思います。

材料開発が従来型のメタラジの材料開発ではなくて、やはり例えばジルコニウムにおける水素の効果についても、今まで実験研究、海外の原子炉を使ってこういう実験をやればこうなりました、では国内でも使えますよという、そういう長期間の研究開発だけではなくて、次世代軽水炉にもありますように、様々なシミュレーション技術ですね、そういうものを含めたものが材料技術になっているということは確かだと思います。

では、それをどうやって全体として提示をしていくものになり得るのかという点については、そういうものにしていく努力を我々がしているというふうに言うこともできますし、それをどうやってメーカー等も含めた人材の中に因習させていくかという点もあるかと思いません。

まずは一般論で言うと、産業界のところではこのような材料技術というものについては、いわゆる材料技術者が極めて少なくなっていると、こういう問題はあろうかと思えます。次世代軽水炉の中でも随分議論を進めさせていただいているんですが、今まで材料開発はきちんとやってきたはずなんだけれども、この何年間か、10年、場合によっては20年近く、本当の意味での材料開発をやってこなかった。やってこなかったという意味では、材料開発の持っている意味付けというのが単なるものをつくり出す技術だけではなくて、その評価技

術であり、深いところまで評価するところまですそ野が広がっていると、そういうことがあろうかというふうに思います。

そこをとらえてどういうふうにご支援をいただけるかという点は、先生のご指摘のあったとおりだというふうに思いますので、この整理の仕方を含めた我々側の検討、それからその幅広いところでご支援をいただくということについての見解、それはぜひお出しいただくということについてはお願いをしたいと思います。

それから、国際的な面では先生のご指摘のとおりかもしれません。やっている人はやっているから、やっている人を褒めてくださいねという観点と、やっている人をきちんと見て、それを支援するような、他のコミュニティにおける何らかの支援をお願いしたいという面。

しかしながら、本当に全体が国際化するのが適切かどうかという問題も含めて議論をすると、何らかの形でマスをきちんと提示しなくてはいけないというふうに考えています。それは教育の面で専門職大学院もあり、学部レベルと修士レベル、これを結びつけたようなもの、それから博士レベルという三つぐらい分けてお話をさせていただきましたが、そういう意味では、先ほども国際貢献の立場で三つぐらい分けて議論すべきだということでは止まっているところなんです、ではどのレベルをどのように重点化して、どこについて具体的な支援をお願いをするべきなのか、この辺の議論はぜひ詰めさせていただくということは我々の側、我々というのは学会あるいは大学等の立場でやるべき話かなというふうに理解しています。

(近藤委員長) それでは、時間になりましたので、質疑はこれまでとします。今日は3人の講師の方から大変適切な内容のあるご見解を開陳いただきまして、また質疑に御懇切に対応いただきましたこと、まことにありがたく、こころから御礼を申し上げます。ありがとうございました。

(5) その他

(近藤委員長) その他議題はありますか。

(中村参事官) では、事務局から資料11号をご紹介します。原子力政策大綱の見直しの必要性に関しては、準備ができ次第次回予定等をご案内しているところでございます。今回お配りしておる資料でございますけれども、新しく予定が定まったものとしまして、2ページ目の有識者ヒアリングの第6回と第7回が追加になってございます。第6回は9月1日、三菱商事の小島会長、それから第7回は9月7日、田中教授、それから谷口 IAEA

事務次長ということで準備をしてございます。よろしく願いいたします。

(近藤委員長) それでは、他に先生方からはよろしいですか。

(中村参事官) 最後に、事務局から、第46回の原子力委員会定例会議につきましての御案内です。次回は8月31日、火曜日、10時からということで、いつもより時間が30分早くなってございますので、よろしく願いいたします。

(近藤委員長) それでは、これで終了させていただきます。

—了—