

第36回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 平成29年10月20日（金）13：30～15：30

2. 場 所 中央合同庁舎第4号館1階共用123会議室

3. 出席者 内閣府原子力委員会

岡委員長、阿部委員、中西委員

東京工業大学 小原教授

東京大学 笠原教授

京都大学 高木教授、中島教授

九州大学 守田教授

日本電機工業会原子力部 多田部長

内閣府原子力政策担当室

進藤審議官、林参事官 他

4. 議 題

- (1) 第18回アジア原子力協力フォーラム（FNCA）大臣級会合の結果概要及び岡原子力委員会委員長の海外出張報告について
- (2) 岡原子力委員会委員長の海外出張について
- (3) 大学における原子力基盤教育の充実について（東京工業大学、東京大学、京都大学、九州大学、日本電機工業会）
- (4) その他

5. 配付資料

- (1-1) 第18回アジア原子力協力フォーラム（FNCA）大臣級会合の結果概要について
- (1-2) 岡原子力委員会委員長の海外出張報告
- (2) 岡原子力委員会委員長の海外出張について
- (3-1) 東京工業大学の教育体制と原子核工学教育カリキュラム

- (3-2) 東大原子力教育の概況
- (3-3) 京都大学 教育体制とカリキュラム
- (3-4) 原子力産業における教育界へのメーカー要望について

6. 審議事項

(岡委員長) それでは、時間になりましたので、ただいまから第36回原子力委員会を開催いたします。

本日の議題は、1つ目が、第18回アジア原子力協力フォーラム(FNCA)大臣級会合の結果概要及び私の海外出張報告、2つ目が、私の海外出張について、3つ目が、大学における原子力基盤教育の充実について、東京工業大学、東京大学、京都大学、九州大学、日本電機工業会。4つ目はその他です。

本日の会議は15時30分を目途に進行させていただきます。

それでは、事務局から説明をお願いします。

(林参事官) それでは最初の議題でございますが、10月11日にカザフスタンで開催されました第18回アジア原子力協力フォーラム(FNCA)大臣級会合の結果概要及び岡原子力委員会委員長の海外出張についてでございます。

まず、そのFNCA大臣級会合の結果概要について、事務局、大臣官房審議官、進藤審議官より御説明をお願いし、その後続いて岡委員長から出張報告をお願いいたします。

(進藤審議官) 進藤でございます。座りまして御説明させていただきます。資料は第1-1号が会議の結果についてございまして、第1-2号というのもございまして、これは後ほど岡委員長の海外出張報告として御紹介があると思います。委員長はカザフスタンでのフォーラム会合の後にクルチャトフという国立原子力研究センター、同国の、を訪問されましたので、その部分が海外出張報告ということで御紹介っております。

FNCAは御案内のとおり、1990年ごろからICNCAとっておりました、日本が主導して原子力協力を更に引き継いで、2000年から開催されているものでございまして、今回は第18回ということになります。日本はいろいろ主導していることもありまして、日本と外国と交互開催をしております、今回はカザフスタンでの開催ということになりました。

参加国は11か国でありまして、4. のところに書いてございます、別添1に実際に参加された方々がいらっしゃいます。実際には12か国参加国があるのですが、今回韓国

は欠席ということで、11か国でございました。

この中で一番トップはカザフスタンのエネルギー省大臣のボズムバイエフ大臣でございまして、そして岡委員長が共同議長的な形になっておられました。冒頭の挨拶をお二人でなさっております。それから、我が国の方からは私、それから事務局から数名、和田F N C Aコーディネータの方々に来ていただいているということでございます。カザフスタンはボズムバイエフ大臣のほかにジャフサリエフ副大臣ほとんどじっとついておりまして、またこの原子力センターのバティルベコフ長官もずっと張りつきで対応されました。

内容的には、全体概要の2つ目のポツにありますように、「環境保全への科学技術の応用」というトピックで各国の状況を紹介してもらったり、トピックを決めていろいろ議論をさせていただきました。そして、毎回定例なのですけれども、会合総括として「共同コミュニケ」というものを採択しておりまして、今後促進すべきテーマ、それからこの環境保全に関する取組への支援・協力などに言及しております。

プログラムは別添2ということでついておりますし、それからコミュニケについては英和、別添3、4でそれぞれございます。後ほど軽く紹介いたします。

今回地元での開催ということで、カザフスタンでは非常に期待は高く、テレビを含む多くのプレス10社程度が取材に訪れたという形になっています。カザフスタン自身が今年ちょうど将来のエネルギーということでE X P Oをやったり、それから後で出てきますが、低濃縮ウランバンクというものが8月に落成したりということもあって、いろいろこういった方向での活動が華やかであるということもありまして、関心は高いということでございました。

2ページ目にいきまして、冒頭発言、ボズムバイエフエネルギー省大臣と岡委員長の御発言がございました。大臣は先ほど申し上げました万博のこと、それから8月に落成しました低濃縮ウランバンクの活用等含めて今後とも積極的に原子力の平和利用に向けて国際貢献を推進するという旨の説明をなさいました。岡委員長の方からは、F N C Aが原子力の平和利用の重要分野で顕著な成果を上げてきたこと。それから、日本は福島以降の貴重な教訓を引き続き国際社会と共有して、原子力安全の一層の向上に貢献するということなどを御説明なさいました。

その後基調講演がございまして、これは結果としてカザフスタンからお二人お話を頂いています。一人は、このバティルベコフ長官からでございまして、カザフスタンにおける環境保全に向けた原子力科学技術の応用についての取組ということで、後ほど行いました円卓会

議に関連するテーマのカザフの状況を御紹介いただきました。

また、カザトムプロムという会社の社長さんが、IAEAとの協定に基づいてカザフスタンに設立されました低濃縮ウランバンクの内容や目的について説明をされました。これはIAEAが頼んで、このメンバー国がいろいろ低濃縮ウランを使いたいと言ったときに提供を受けることができるようにカザフスタンに設備を整えるということで、安定した供給体制を構築することで核不拡散あるいは原子力の平和利用に資するということで取組の重要性を強調されました。これについてはかなり多くの質疑がございました。

それから、国別報告というのも例年やっております、各国代表が自らの状況と、それから特に「環境保全への原子力科学技術の応用」に関連するテーマについて紹介、報告をしました。我が国からは、「原子力利用に関する基本的考え方」を策定したということ、それから福島第一以降の環境改善に向けた取組等の説明を行わせていただきました。

それから、円卓討議でございますけれども、「環境保全への原子力科学技術の応用」というのをテーマに討議をしたのですけれども、各国別に見ると、多種多様な課題がございます。これを踏まえて土壌汚染ですとか、大気汚染、あるいは気候変動、これはFNCAのプロジェクトでも対応を開始しているのですけれども、をテーマに汚染の状況ですとか、あるいは汚染をむしろモニターする際にこの原子力科学技術が使えるといったようなことについて、これまでもFNCAでも様々な取組があったということ、あるいは各国でいろいろな課題があることなどを確認をしまして、今後は是非この分野でも協力関係を更に評価していこうということを共同コミュニケに盛り込んでおります。

それから、今回初めて優秀な活動となったチームを懸賞しようということで、第1回FNCA賞表彰というのを行いました。これはオーストラリアの研究炉ネットワークチームというのが最優秀賞に輝きまして、チームの代表に来ていただいて、受賞演説というのをやりました。それ以外にも4チームほど優秀チームがございまして、バングラデシュの放射性腫瘍学、マレーシアの放射性育種、人材育成、フィリピンの電子加速器利用といったものが選ばれております。この医療・工業・農業、様々な分野から選ばれた形になっておりまして、原子力技術利用が非常に多岐の分野にまたがって必要不可欠なのだということが確認できたかと思っております。

そのほか、FNCA活動に関する進捗報告、これは全体の会合でもございますので、和田コーディネータからプロジェクトの関連についての御報告を頂き、また事務局の方からスタディ・パネルや「FNCAの会合ガイドライン」、これはTORと呼んでいるものですね

ども、それぞれの会議でどんなことを決めるのかとか、そういったことについての整理稿を説明して承認を頂きました。

共同コミュニケの概要は全文が後ろに載っておりますけれども、大きなポイントは4つありまして、一つがプロジェクトについてということで、いろいろ実は年度初めのころにアンケートを行っているのですけれども、その中で既存のプロジェクトというと例えば放射線育種ですとか、放射線治療、気候変動科学といったものに期待が高いということ。あるいはほかにもいろいろやりたいというアンケートをとると、原子力の特に安全といったところですね、保安といったようなところが大事だというようなこと、あるいは各国の持続可能な発展ということで、こういったものについて積極的に支持するというをまず書いてございます。

それから、国際機関との協力というのも引き続き進めていこうと。特に法的枠組みの関連では意見交換などに意義があるのではないかと。それからまた、知識共有、広報機能の強化に向けてウェブサイト機能を改善していく仕組みづくりをやっていこうと。

それから最後に、環境保全の話になりまして、更にFNCA活動を通じて強化しよう。例えばモニタリング技術というのはいろいろ取り上げられたすばらしいのですけれども、更に環境汚染に直接アタックするような科学技術の推進というものも、はっきりはまだ分かりませんが、そういうことも考えていけたらいいねということで、そういうこともコミュニケに記載してございます。

別添1、先ほど申し上げました出席者。別添2が英語ですけれども、今御紹介しましたアジェンダになっております。別添3と別添4は同じ内容のコミュニケでありまして、日本語の4を御紹介しますと。1枚目は前文でありまして、これもアンケートなど踏まえてどういったところに各国重要性があるかということで、原子力技術の平和安全利用ですとか、地球環境変化の中で原子力の重要な役割ですとか、知識。経験の共有の重要性とか、原子力セキュリティの必要性認識とか、原子力関連機関との国際協力の歓迎ですとか、FNCA賞の受賞を讃えるとか。研究開発の重要性も認識するといったようなことをまず前文で書いた上で、次の裏の方に、以下のとおり活動することを決定したというのが書いてあるところでございますが。1. が先ほど御紹介しました促進すべきテーマと活動ということで、放射線育種、治療、気候変動科学などの既存プロジェクト、並びに原子力の安全・保安など各国の持続可能な発展につながるであろう将来的なプロジェクトというのを積極的に考えていこうということでございます。

それから、2. が国際機関との協力というのを促進ということで、特にその関係機関との協力を推進するというのと並んで、スタディ・パネルというのを毎年勉強会のようにやっているのですが、2018年にその法的枠組みの強化というトピックでやっていこうではないかというような議論がまとまっております。

それから、3番目がウェブサイトの機能の改善といったような仕組みづくりに取り組んで、知識共有や広報機能を高めていこうということでございます。

それから、4. が環境保全問題ということで、環境保全をテーマとして円卓会議で取り上げられてきた課題に取り組むための協力をいろいろ強化しようということで。一つの事例は、議論の中で出たのですが、各国のいろいろな環境関係の規制、原子力関係の規制とかいったときのフォーマットがずれているとなかなか分かりにくいので、そういうフォーマットを整合化していったらおもしろいかもねといったことで、制度整合化などといったような言葉も事例として入っております。それから、先ほど申し上げましたとおり、モニタリングの技術は非常によく使われているのだけれども、直接環境汚染に取り組むための技術の推進というのも推奨しようというようなことも書かせていただきました。

会議については以上でございます。次回は恐らく1年後、また日本でということになると思っております。以上でございます。

(岡委員長) ありがとうございます。

それでは、私も出張いたしましたので、報告いたしますが。私の報告は資料1-2ですが、1から5は今のと重複いたしますので、2ページの6の下の方に、国立原子力センター訪問のところを御説明いたします。

国立原子力センターは旧ソ連時代の研究施設を引き継ぐと共に、広大なセミパラチンスク核実験場の跡地の管理をしております。NNCの原子力研究の展示館のほかに、テストサイトの博物館がございます。ここで行われた原爆、水爆実験の展示やビデオで説明されております。1949年に最初の原爆実験、1955年には最初の水爆実験が行われています。それから、核爆発を利用する土木工事ですが、人工の湖をつくる実験も1965年に行われております。核実験は大気中で1962年まで、その後は地中で行われています。核実験は総数で合計400回を超えておりますが、最後の実験は1989年に行われております。テストサイトが旧ソ連からカザフスタンに返還された後は、非核化やリスク低減、環境回復の活動が進められております。テストサイトの歴史や様々な放射線測定結果を含む現状は報告書にまとめられております。

大気中の核実験が行われた爆心地（グラウンドゼロ）を訪問することができました。この爆発は地上30mだったそうですが、爆発によってできたクレーターに水がたまって小さい池ができておりました。グラウンドゼロ付近はアルファ核種による汚染があるということで、歩くときはマスクと靴カバーをつけました。空間線量率は特に高くはなくて、バックグラウンドと同じです。テストサイト内、これはこの場所ということではないのですけれども、もっと広くいろいろなところにスポット的に線量の高いところ、例えば地下核実験のやったときの穴を掘った地上出口のところとか、そんなところですが、存在する。このグラウンドゼロでは爆発でできたガラス質の溶融物の小さいかけら、これはそれほど多くないのですが、探していると見つけて、それに計測器を近づけると少し高い線量率が計測される、そんな状況です。グラウンドゼロ以外はマスクと靴カバーは必要なかったです。少し、一、二キロ離れたところに全体計測用のコンクリートの建屋が残っているということです。

それから、テストサイト内には2か所、旧ソ連時代から研究炉と実験施設群があってそれを見学いたしました。一つはバイカル1と呼ばれる地区で、もう一つは大気中核実験の行われたサイトの近くのIGR研究炉を中心とする施設であります。

バイカル1には1960年代に建設されたIVR-1研究炉があって、ミサイルの原子力推進用に水素など原子炉で急激に加熱する実験が行われたとのことでありました。研究施設は地下につくられておりました、建屋上部が地上に出ているだけ、これはIGRの方も同様です。旧ソ連時代にカスピ海沿岸のアクタウ市で運転されたナトリウム冷却高速炉BN350というのがあったのですが、その使用済燃料がバイカル1のサイトに運ばれて多数の乾式貯蔵です、貯蔵キャスクで屋外に保管されていたということでございます。IVR-1研究炉の周りには研究施設が点在してまして、炉心溶融事故時の溶融物と原子炉容器や床との相互作用の実験装置などがありました。それから、材料研究所では東電福島事故関連の実験が日本との協力により行われておりました。

それから、IGR研究炉は少し別の場所にあるのですが、黒鉛減速のパルス炉で、燃料の破損実験に供されております。運転中は炉心の中央の照射孔がありますので、それから漏えい放射線があるために、原子炉運転建屋は50mほど離れた場所に建てられて、当然運転中は立入禁止ということになっております。これも研究炉の上部は地上に出ていますが、全体は地下にあるということでございます。IGRでは日本のナトリウム冷却高速炉の炉心溶融事故時の再臨界防止の仕組みを試験する燃料集合体の溶融実験（EAGLE実験）が行われました。

EAGLE実験はIGRの実験のみならず、オフパイルといいますか、電気加熱によりウラン燃料集合体を溶融させて流出凝固を確認する実験が行われておりまして、この施設はクルチャトフの町に近い放射線安全環境研究所内にございました。

それから、核融合研究ではトカマクをロシアの設計協力で作っております、間もなく正式稼働の予定とのことでした。

以上です。

それでは、何か御質問御意見ございますでしょうか。阿部先生、何かございますか。

(阿部委員) 進藤さんのFNCAでは会議の際にプログラムとしてどこか見学に行くとか、よくアレンジしますが、今回は何かありましたか。

(進藤審議官) 今回は、本来はEXPOをやっていた場所にすえたいねと言われていたのですが、前日の午前中に組んだのですが、結局市内見学みたいなふうになって、委員長が行けませんでした。一応EXPOの建物を見る感じ、ということでした。

もう一つは、この大臣レベルの会合ではないのですが、一つ前の日に組まれた上級行政官会合のところでは、ソ連の研究者たちがソ連崩壊のときにいろいろ流出する受け皿としてISTCという団体ができていたのですが、その本部が今アスタバにあるということで、その活動紹介というのを15分ほど、上級行政官の人たちで聞きました。

(阿部委員) 低濃縮ウランのバンクは見学は、恐らくあれはたしかどこか遠いところにあるのですね。だから、できないのですかね。

(進藤審議官) 現実問題行かなかったです。8月にそのイベントやりましたということでいろいろ紹介はあって、何回も言及されて非常に国際的にカザフスタンが平和利用の意味でやる気があるということを見せられるので、非常にいいというようなことを関係者は言っていました。

(阿部委員) セミパラチンクスはソ連が何度も核実験やって、後半は地下でやったのですよね。アメリカの核セキュリティ、つまりテロリストが何か使うのではないかという心配している人たちはあそこに実験を何度もやった結果プルトニウム鉱山ができているという説があって。つまり、北朝鮮もこの間やったと言ってますけれども。プルトニウム爆弾は例えば10キロでつくと10キロが全部きれいに爆発するわけではなくて、途中で爆発の熱と爆発で飛び散ってしまって、例えばそのうち5キロしか使えない、そうすると5キロ残るわけですね。それがどこかにたまっているに違いないということで、アメリカのテロ対策関係者はそれをテロリストがカザフスタンに行ってセミパラチンクスに行って地下を掘って採り出すと非常に危険だ

という話をしていました。なかなか僕はそこまでやるのは難しいなと思いますけれども、そういう心配をしている人もいるということで。同じことは当然ネバダにも埋まっているわけですね。というようなこと、これは核実験の話題としてありましたね。

(岡委員長) 今の点ですけれども、プルトニウムの爆弾の場合は地下を汚染するわけですね。大きな空洞ができますので、そういうところにバラバラに入っているということで。逆にそういうものがどういうふうに移動するかというふうなことも地下水の流れなども測定しております。いろいろな環境と放射線測定はかなりしっかりやって、報告書出ております。本も3冊、2017年に出ていることが分かりましたので、核兵器に反対される方はいろいろおっしゃるかもしれませんが、まずそういう本を読んで核実験場の実際の状況はどうかということを皆さんが理解してくださるのがいいのではないかと。

私もレポートもらいまして、それはホームページに載っていないので非常にいいレポートなのでと申し上げると、載せるからとおっしゃっておいりましたので、そういうのを御覧になって実際のところを理解いただけるといいのではないかと思います。

中西先生、何かございますか。

(中西委員) いえ、特にありません。どうもありがとうございました。

(岡委員長) よろしいでしょうか。

それでは、次の議題に移ります。

(林参事官) 次の議題2でございますけれども、岡原子力委員会委員長の海外出張でございます。事務局より簡単に御説明いたします。

資料第2号の方でございますけれども、出張先はイギリス、ロンドンということで、出張期間は10月24日から28日。目的は、英国の原子力関係者との意見交換、特に国民理解というかステークホルダーインボルブメント、そういったものに関して意見交換と、ロンドンで開催される第6回日英原子力年次対話への出席ということでございます。

以上でございます。

(岡委員長) ありがとうございます。

何か御発言ございますでしょうか。

それでは、御説明にあったとおり、来週イギリスに出張してまいります。

では、議題3についてお願いします。

(林参事官) 議題3でございます。大学における原子力基盤教育の充実ということで、今日は何人かの方に来ていただいておりますので、前の方へ移動をお願いします。

本日は、原子力人材に関する問題への取組として、まず大学における大学基盤教育の充実について御説明を頂くため、東京工業大学科学技術創成研究院先導原子力研究所、小原徹教授。東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻、笠原直人教授。京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻、高木郁二教授。京都大学原子炉実験所、中島健教授。九州大学大学院工学研究院エネルギー量子工学部門、守田幸路教授の先生方と、産業界から、日本電機工業会原子力部の多田伸雄部長にお越しを頂いております。

本日先生方のあいうえお順ということで、東京工業大学の小原先生、東京大学の笠原先生、京都大学の高木先生と中島先生、そして産業界からということで、多田部長より15分程度御説明を頂いた後、委員との質疑を行いたいと思います。

それでは、それぞれ15分ずつ、東京工業大学の小原先生からお願いいたします。

(小原教授) 東京工業大学の小原でございます。

それでは、資料第3-1号の方で東京工業大学の教育体制と原子核工学教育カリキュラムという内容につきまして御説明したいと思います。

この資料を見ていただきますと、私の所属、本務は先導原子力研究所の教授なのですが、教育の方は物質理工学院/工学院/環境・社会理工学院/原子核工学コース主任というふうになっておりまして、どうしてこういう肩書きになっているかということにつきましてもこの資料の中で説明していきたいと思います。

最初は、1枚めくっていただきまして、前半は東京工業大学における教育改革における新しい教育体制ということで、本学は平成28年4月から学内の組織体制が大きく改革されまして、教育体制も大きく変わりました。まずそれについて御説明した上で、原子力教育がどのような体制で行われているかということをお説明したいと思います。

それでは、資料3ページ目の方に行きたいと思います。こちらの資料3ページ目の資料は、現在の本学の教育研究体制でございます。左側が学院というのがございまして、理学院から環境・社会理工学院まで6学院あります。この学院というのは、従来大学で学部は学部、大学院は研究科というふうに2つに分かれておりましたが、学院におきましては学部と大学院両方の教育を一貫して受け持つというような組織になっております。そして、私が所属しておりますのは右上の方にあります科学技術創成研究院でして、もとの体制では原子炉工学研究所という附置研がありましたが、本学にありました4つの附置研が一つの研究院という形になりました。原子力工学研究所は先導原子力研究所と名前を変えております。

こういった体制の中で原子力教育はどのようなふうに行われているかということをお説明して

いきたいと思います。

次のページをお願いいたします。4ページ目の資料ですが、では、旧体制では原子力教育はどのようなふうに行われていたかということでございますが、旧教育体制では学部、理学部、工学部、生命理工学部の3学部がありまして、大学院は理工学研究科、生命理工学研究科等6研究科がありました。原子核工学専攻は理工学研究科の中の一つの専攻として存在しておりまして、学部の方には原子力に関する学科はありませんでした。そのため、本学におきましては原子力教育は主に大学院で行うという体制になっておりまして。例えば工学部などでも電気系の学科などがあると電気系の専攻もございますので、大体学生は同じ学科専攻に進んでいくパターンが多いのですけれども、原子核工学専攻についてはそういった学科がございませんでしたので、多種多様な学生さんに来ていただけるように努力していたということでございます。これが旧体制で、平成27年度までの体制です。

5ページ目の資料を御覧ください。これが平成28年度からの体制でございます。左側に理学院から環境・社会理工学院まで6学院ございます。各学院の中には系という組織がございます。例えば工学院のところを見ていただきますと、機械系、システム制御系、電気電子系、情報理工学系、経営工学系とございます。これは従前の概念で言うと学科とか専攻というようなとらえ方をさせていただいて結構なのですが、数としては従前の学科専攻よりはかなり少なくなっておりまして、改革の一つの考え方が、今まで余りにも分野が細分化されていたと、特に大学院の分野は細分化されすぎていて、社会の急激な動きに対する柔軟な教育ができていなかったのではないかというような考え方から、かなり大きくりの組織になっております。旧来は機械系も学科は3つありましたけれども、一つになってしまうとか、あるいは大学院だけあった総合理工学研究科の教員も全てどこかの系に所属するというような形になっております。

学生はどのようなふうに通じるかと言いますと、学士課程に関しては、学部ですね、旧来の学部では学士課程においてはそれぞれの系で勉強すると。現在のところ入試につきましては従前の類別の入試というものが行われておりますが、これは入試の制度を変える場合には周知期間が必要なために急激に変えられないということがございまして、現在は従前の類別の入試を行っておりますが、将来的には学院単位での入試を行うことになっております。学士課程に入った学生は機械系とかシステム制御系とか電気電子系というところに所属して勉強をするわけです。

大学院に行く場合はどうなるかと言いますと、例えば工学院、機械系のところを見ていた

だきますと、通常はそのまま機械コースにいくと。システム制御系だったらシステム制御コースと、コースという方が大学院の単位というふうに御理解いただければいいかと思います。ですから、こういったどちらかという古典的な学問分野で教育体系組織をくくってあって、機械系から機械コースへいくというようなコースがあるわけです。

この資料を見ていただきますと、右側に幾つにもまたがってコース名が書いてあるところがあるかと思います。これが今回の教育改革で新しくつくられた複合系コースというような概念のコースです。こちらのコースは、例えば機械系の学生が大学院へ行った場合には、もちろん機械コースにも行けるのですが、エネルギーコースとかエンジニアリングデザインコースとかライフエンジニアリングコースとか原子核工学コースにも行けるというような形になっております。この複合系コースの場合は、例えば原子核工学コースも設置されましたが、原子核工学コースの場合は機械系の学生も原子核工学コースへ行けるし電気電子系の学生も原子核工学コースへ行ける、それから材料系のコースも応用化学系のコースも、それから融合理工学系の学部の学生もこういった原子核工学コース、大学院のコースへ行くことができるというような制度になりました。

こういったやり方で、従前の原子核工学専攻は学部とのつながりはなかったのですが、複数の系、それから複数の学院にまたがるコースを創設いたしまして、それぞれの工学の分野の基礎を学んだ学生が原子力を学ぶというような体制を確立いたしました。これが従前の体制と大きく違うところでございます。

1枚めくっていただきまして、6ページの方ですが。これが学生の目から見たカリキュラムということで、1年生から入って現在は類別ですが、系に所属して、4年目で研究室で卒業研究をするわけですが、既にこのときに将来のコースに対応する研究室に行くことも可能で、修士課程からコースという形で修士研究、博士研究をするというような形になっていると、このような体制が昨年4月から実施されております。

私、教育改革のときに原子核工学コースの創設準備責任者というのをやらされていまして、こういうのをがちゃがちゃやっております、昨年度から初代のコース主任を務めております。

1枚めくっていただきますと、原子核工学コースの概要について御説明したいと思います。最初に、東京工業大学の原子力教育・研究のあゆみということですが、東京工業大学では1956年に理工学部附属原子炉研究施設というのが発足いたしまして、これが本学における原子力研究の始まりでございます。翌年の1957年に理工学研究科に原子核工学専攻が設

置されました。64年には原子炉工学研究所が附置研として発足したという歴史を持っております。

近年、この後もずっと教育活動続いていたのですが、この黄色に書いてあるような例えば21世紀CEOプログラムとか、大学院教育改革支援プログラムとか、博士課程教育リーディングプログラムとか、そういう外部資金を積極的に導入して大学院における原子核工学教育の向上に努めてまいりました。昨年、2016年4月に教育改革、組織改革が行われて、先導原子力研究所と複合系コースとしての原子核工学コースが発足したというような歴史となっております。

次の資料をお願いいたします。それで、どのような教育理念を持ってこの原子核工学コースは教育を行っているかということですが、まずこのコースに来る学生さんは、所属は材料系であったり応用科学系であったり機械系であったり電気電子系であったり融合理工学系であったり、ですから学生さんの籍としては本籍地としては材料系なのですが、住所としては材料系原子核工学コースとかそういう形になると。ですから、飽くまでも学生さんの所属しているのは各それぞれの系になっているのですが、原子核工学コースで勉強するという形になっております。

教育目標としては、原子核エネルギーと放射線の有効利用というのを目指して、もちろん原子核工学の高度な専門知識は言うまでもありませんが、高い倫理観と社会的責任感、それから幅広い視野と教養、論理的対話力、文書能力等々、単に専門知識に限らず、幅広くいろいろな分野で活躍できる人材。輩出する人材像としては、社会と環境に調和する安全な原子核工学技術の発展を担う技術者・研究者・国際的リーダーを輩出していこうということを目指しております。

どれぐらいの学生数が今いるかと言いますと、これは本年の4月現在、4月に入学した学生を入れて今年の4月現在ですが、修士課程には81名、まだこのコースとしてできてから2年しかたっておりませんので、修士の1年と修士の2年がおります。博士課程は30名ということで、こちらD1とD2の2学年の学生がいるということになっていると。

次の資料をお願いします。本コースの教育の特徴ですが、まず一つ目は、既に申し上げた複合系コースということで、様々な工学の分野の基礎を学んだ学生を対象とした教育ということで、最初表紙に3つの学院の肩書が書いてあったのは、このコースは3つの学院、5つの系にまたがっているコースなので、私はそれぞれの全部の学院に関わっているコース主任ということになっていると。

それから、体系的な核工学教育カリキュラムを目指して、原子力分野を広く網羅する授業科目を用意し、基幹科目の必修化をしております。具体的には原子炉理論、原子力安全工学、核燃料サイクル工学といったような科目は必修化しております。それから、実験・実習を重視いたしまして、熱流動・放射線計測実験、原子炉物理学実験、廃止措置・材料工学実験、核燃料デブリ・バックエンド工学実験、シビアアクシデント工学実験というのを選択必修して、できるだけ実験を受けさせると、手を動かして学ばせるということを行っています。

この実験科目の実施に当たりましては、もちろん京都大学のKUCAさん利用させていただきますし、あとは廃止措置関係につきましては文部科学省の廃止措置人材育成関連の予算を使って設備を充実させて教育を実施しております。

それから、マルチラボトレーニングでございますが、これは専攻時代からも行っていたのですが、研究室に入ってしまうともうタコツボ的になってほかの分野が分からないということになってしまわないように、修士入学後3カ月間はいろいろな研究室を順番に回って、ゼミとか実験に参加するというような経験をさせております。

それから、福島第一原子力発電所の廃止措置工学教育カリキュラムというのも実施しております。

海外インターンシップの派遣も積極的に行っております。

また、このコースの運営につきましては先導原子力研究所が全面的にバックアップしております。私自身も先導原子力研究所が本務の教員となっております。

次のページですが、だんだん細かい話になってきていますので、時間も大分使いましたので簡略にしますが。こちらが原子核工学コースの修士課程での科目体系図で、原子炉工学科目群、核燃料サイクル工学科目群というふうに、一応これ制度設計する際に原子力関係の基礎は必ず履修できるように科目は用意したつもりでございます。もちろんもっと幅広くいろいろな分野に関連した科目も入れたかったのですが、やはり時間数も限られておりますので、もう本当に基礎をしっかり学ぶという形でこういった形の科目構成にしております。

次のページが博士課程の科目ですが。博士課程も単に研究をやればよいというわけではなくて、授業科目の履修が求められると。

13ページ、次のページですが、これが原子核工学コースの修了要件です。何でこの修了要件の資料を出したかと言いますと、それぞれの学生は材料系とか機械系とかいわゆる昔の学科みたいところに所属しているのですが、修了の際の要件は全員共通です。ですから、原子核工学コースを出るためにはこの原子核工学コースが用意した科目を履修して修士研究

をやって卒業する、修了するというふうなことになっておりまして、所属する系にかかわらず修了要件は全く全員同じというような体制になっております。

14ページ目は、コース修了者・専攻修了者の進路ですが、これは単なる御参考ということでございます。

最後、まとめということで、教育改革後の新しい教育体制、それから原子核工学コースの概要等々を御説明させていただきました。

以上でございます。

(岡委員長) ありがとうございます。

それでは、続いて、笠原先生、お願いします。

(笠原教授) それでは、3-2の資料を使いまして東大原子力教育の概況について御説明させていただきます。

2ページ目、めくってください。目次ですが、最初に全体の原子力関係の教育の概要についてお話しした後、東大の教育の中心にある原子力国際専攻について詳しくお話ししたいと思います。その後、時間の許す限りほかの組織になりますが、原子力専攻とシステム創成学科についても御説明したいと思います。

それでは、次の3ページ目を御覧になっていただきたいと思います。3つの組織に分かれています。真ん中にあります原子力国際専攻というのがいわゆる普通の大学院です。修士課程2年の上に博士課程3年のある大学院です。ただ特徴として、全部の授業を英語でやっております。

それから、もう一つ、左側に原子力専攻というのがあります。これは専門職大学院で、1年間で修士課程をとると、専門職の修士課程をとるというものです。ここに入ってくる学生は、下に書いてありますが、原子力関連産業であるとか公共大学、大学の数年実務をやった、大体30歳前後の方が入ってきます。そういう方を対象に、1年間でみっちり全寮制で基礎基盤をたたき込んで、炉主任をとれる実力をつけるというものでございます。

対しまして、また真ん中の原子力国際専攻に戻りますが、こちらは普通の学部から大学生を受け入れるというものです。いろいろなところから来るのですが、最も割合が多いのは、右下にある東大工学部のシステム創成学科というところです。ただ、割合が多いときでもここから来るのは全体の3割弱程度で、それ以外はほかの学科ですね、機械であるとか電気であるとかあるいは物理であるとか、あるいは留学生もかなり来ております。

では、どういう学生が入ってくるかということをお次の4ページ目でもう少し詳しく御説明

いたします。

左側の円グラフにまず出身学科がありますが、オレンジの環境エネルギーというところが原子力に相当する部分です。これ以外にも計算科学系、電気、機械、物理、化学といろいろなところから入ってくるということが分かります。それから、右側が留学生の割合で、3分の1の学生が留学生です。全部英語の授業ということで留学生は非常に入りやすいことになっています。留学生の出身ですが、下にありますように、アジアばかりではなく、欧、米、それからアジアも、中国人がもちろん割合としては一番多いですが、各国から割とばらけて入ってきているというのが特徴でございます。

次に5ページ目ですが、専攻の教育の方針とねらいですけれども、大きく3つあります。持続可能な社会の構築に向けて、これは専攻創立以来の方針です。次に、福島原発事故から学ぶ、これが2011年の事故の後2012年にカリキュラムの大改正を行いまして、ここが入れた理念です。それから、最後は、強靱な社会の実現と国際貢献に向けて。この福島事故についてももう少し詳しく次の6ページ目で御説明したいと思います。

まず、これは1,000年に一度の非常に大きな経験なので、これを教育に反映するのはもう責務ということで、前面改定いたしました。具体的には、真ん中にある社会技術化力の育成ということで、いろいろ書いてありますが、特徴はなかなか言葉で表現できないのですが、高度教養といていまして、倫理であるとかリスクに対して立ち向かえるとか、本当にコミュニケーションが社会ととれるとか、こういったことを基盤として教えなければいけないというふうに認識しました。

それから、次が構想力と俯瞰力の強化。どうも日本人は一つのことに専念すると、そこは非常に専門性が優れるのですが、全体を俯瞰する能力が弱いと認識しまして、ここを強化しました。具体的には、下に※がありますが、2012年に専攻カリキュラムを刷新したと。あと、全部の科目を英語化したというのもこのときに行っております。それから、2013年からはレジリエンス工学横断型教育プログラム、これは後で御説明しますが、福島事故の教訓として、事故がもう起こるということを前提に、そこからどうやって復旧するかということに重きを置いた教育を新たに始めたということです。

次に、7ページ目が教育研究対象です。ここはほかの大学さんと似たようなところがあると思いますが、原子力安全／エネルギーということと放射線応用という2本柱を教育研究を行っています。ただ、この下に緑の土台がありますが、これが両方に共通する基盤の部分です。一番下の行には原子力基盤科学・工学となって、昔からの原子力工学で勉強してきたも

のですが、これともう一つ、高度教養、先ほど言いました福島から学んだ部分を、これも一つの基盤として全員に勉強させるということも新しく加えております。

次の8ページ目を御覧になってください。この図が原子力国際専攻のカリキュラムを1枚であらわしたものでございます。ちょっと見にくいのですが、この図は下から上に順番に向かって読み解くものです。左の方に軸がありますが、一番下の方は修士の1年、真ん中辺が修士2年、上が博士です。まず修士1年の下の段を見ていただきますと、いろいろな授業があるのですね。特に原子力をコア科目と言ってます基礎基盤の授業が多いということをご確認ください。だんだん1年から2年になりますと授業の方はこの黄色いコアから青、緑、それから赤とレベルが上がってくるということをあらわしています。それから、真ん中の△ですが、修士論文研究が1年のときはわずかですが、2年になると修士論文のかける割合が半分以上になってくるということをご確認ください。博士になると論文研究が中心になると。

それから、もう一つ、右側に青く塗ってある輪講とか演習／実習というのが、これが俯瞰力をつけようと思って加えたものです。俯瞰力というのはなかなか座学ではつきませんので、プロジェクトベースラーニングと今言われているアウトプット型の授業をかなりやらないとつかないということで、ここをかなり充実させました。

それから、先ほど小原先生のお話にもありました、一つの研究室で学ぶとタコツボ的になりやすいということはどうしてもあります。これ留学生とあわすとかなり日本の教育の特徴なんです。そこを補うために、この実習／演習というのは自分の研究室以外の研究室に行きまして、指導教官以外から指導を受けるということをご確認ください。

それでは、この各授業と演習について、少しだけ各論を9ページ以降に御説明したいと思います。9ページ目以降、授業の各科目名が色分けされていますが、この色というのは8ページ目の色と対応しています。例えば1のオレンジの部分はコア科目です。ここは従来からの本当にスタンダードな原子力の基盤が並んでいます。新たに加えたのは左側の真ん中にある社会科学基礎というものです。これは、倫理であるとかコミュニケーションであるとかこういうことを学ぶもので、修士1年の学生には原則全員学んでもらっているものです。

それから、緑色の専門科目は少しレベルが上がったものですが、ここでシステム保全学であるとかこういうものがあるわけですが、この中でも従来と違って授業の中で演習的な要素をふやして、なるべく俯瞰力であるとか自分の頭で考えるということをご確認ください。

それから、10ページ目、特論科目です。これは修士2年から博士の学生を対象にして最新の知識をさせております。

それから次に、11ページ目の4、青い字で書いた輪講・演習・実習科目の方にいきたいと思います。ここが先ほど言いましたアウトプット型の教育をして、俯瞰的なものの考え方とか実践力を鍛えることをねらったものです。いろいろな種類があるのですが、お時間もありませんので、典型的な例だけ12ページ目から御説明したいと思います。

12ページ目は今年の春先の例ですが、フィンランドのオルキルオト原子力発電所ですね、ここに学生を連れて行きました。EPRの建設現場です。行く前にプラントの授業をいろいろやっていって、その知識をもとに現場の技術者と質疑応答させました。日本のPWRと比べると、例えば下に絵がありますが、格納容器が二重になっているとか随分設計が違うわけですけれども、そういうことの背景について現場の技術者と質疑をさせて自ら考えると。あるいはどうしてこういうシステムになるかということを経験的に把握させるということを行いました。

同じように、もちろん福島第一原子力発電所、第二原子力発電所にも行って現場の東電の技術者と議論をさせております。

それから、もう一つの例は13ページ目ですが、日本とIAEAのジョイントで、原子力エネルギーマネジメントスクールというのを行っております。これは日本だけではなくて、主にアジアの若手の研究者、技術者を対象に、原子力のマネジメントについて集中的に学ぼうというものです。特徴は、海外から若手研究者がたくさん来ますので、海外の若手技術者、研究者と直接討論できると。グループ討論中心のこれは協力を行ったと。このようなのが演習の例です。

それから、次の14ページにいきたいと思います。レジリエンス工学横断型教育プログラム。レジリエンスというのはこの下に説明がありますが、一たん事故が起こったときに、早く復旧するための強靱な耐力を身につけようというそういう手法であります。それについての一般的なプログラムです。横断というのは、これは原子力に限らず、例えば金融システムであるとか自動運転システムであるとかそういうことにも通用するので、原子力以外にも横断的にプログラム教育をしているというものです。これを2013年から新たに設けました。

レジリエンスの具体的なカリキュラムが15ページ目にありますが、ちょっと時間がないので説明は割愛させていただきます。

このようにした学生の進路ですが、16ページ目、それから17ページ目に記載しております。いろいろな分野にいつてるということは分かると思います。

残り時間が少なくなってきましたので、18ページ目から関連する2つの教育機関について御説明します。

18ページ目からは原子力専攻です。専門職大学院です。18ページ目は教育、研究、それから施設の概要ですが、ちょっと飛ばしまして、肝心の19ページ目、教育について御説明いたします。原子力専攻は日本で唯一の専門職大学院で、2005年から始まったものです。1年間で原子力・放射線の専門知識を習得する。JAEAとの協力のもと、東海村にキャンパスがあって、JAEAの実験施設も使いながら実習をかなりやっています。毎日午前中は講義、午後は全部実験、演習という科目です。これまで12年間で184名の卒業生を輩出しております、受け入れている人は事業者、メーカー、いろいろな方を受け入れています。これまで炉主任にかなり高い合格率で学生を出しているということになります。

あと、御参考までに、教育以外に研究も行っています。20ページ目で研究の内容が書いてあります。

次に、学部ですね、21ページ目からシステム創成学科について御説明いたします。ただ、ここから入ってくる学生は全体の3割程度ですので、必ずしも大学院と直結しているものではありません。人数的に一番割合が多いということです。

21ページ目にいろいろ書かれていますが、肝心なのは最後のパラグラフで、システム創成学科はこのような観点に立ち、自然科学・工学から社会科学までを包含したカリキュラム設計により、産業や経済や行政の多様な問題を解決するだけでなく、システムとしての包括的な大局解を求め、大きなイノベーションに挑戦する人材を養成することを目的としていることです。

歴史的には日本のタコツボ教育の弊害をなくすために統合工学ということを大学全体で立ち上げました。その統合工学を具現化した一つの学科がシステム創成です。ただ一方、例えば原子力であるとか航空であるとか船舶であるとかというそういう具体的な対象の色は消しているのです。なるべく一般的な教育をねらったものです。

22ページ目にありますように、具体的には環境・エネルギーシステムコース、システムデザイン&マネジメントコース、知能社会システムという3つのコースに分かれております。この3つのコースは、分かれているところもあるのですが、共通部分も多いのです。

23ページ目は具体的なカリキュラムですが、左側にあるような具体的問題を解決するた

めの基礎工学、これは本当の工学の一般ですよ。それから、右側にある俯瞰的視野を養うための汎工学。これは総合工学ですが、余り色のない一般的な総合工学です。ここの部分は少数でして、真ん中にあるところだけ少しコースごとに色をつけているというものでございます。

最後、24ページ目、学生ですね、1学年135名ぐらいいるのですが、75%ぐらいが進学すると。ただ、その半分以上がシステム創成学専攻に行きます。残りが原子力国際専攻以降5専攻に分かれてきますので、各専攻ごとにこれは10名ぐらいということになっております。

以上で東大の御説明を終わらせていただきます。

(岡委員長) ありがとうございます。

それでは、次に、京都大学の高木先生、中島先生、お願いいたします。

(高木教授) 京都大学ですが、お手元の資料3-3に沿って御説明させていただきます。私は工学研究科原子核工学専攻の高木と申します。同じく一緒に教育をしております原子力実験所の中島先生も同席しておりますが、私が代表して説明させていただきます。

それでは、1枚めくっていただいて、まず2枚目、京都大学の組織について御説明させていただきます。私どもは工学研究科原子核工学専攻は研究科大学院の専攻なのですが、この図の一番上のところに原子核工学23名と書いたところに位置しております、研究科の中ではもちろん工学研究科。ただし改組がありまして、京都大学では情報学研究科とエネルギー科学研究科とか幾つかの大学院ができましたので、その足となっている工学部というのは若干複雑になってございますが、私どもの原子核工学は足が1本と言いますか、そこに下に伸びているのは工学部の物理工学科原子核工学コースという組織です。

下のところから見ていただきますと、まず工学部には6つほどの学科があるのですが、その中の物理工学科というところ、235名、全体の4分の1ほどの学生が所属するのですが、そこに原子核工学コースというのがございまして、ここで2回生から原子核の勉強をするということになります。大体そのまま大学院の修士課程の方に進学するというので、比較的6年一貫教育というのでございますが、後でそのことについてはもう少し詳しく説明させていただきます。

原子核工学専攻は今年60年を迎えまして、名前は同じで、組織も同じです。修士課程はですから変わっておりません。しかし、学部は以前は原子核工学科として1回生から配属されていたのですが、工学部の改組、1994年にありまして、そこから物理工学科という大

きなこの中に入るようになりました。ここが少し従前とは異なっているところがございます。

それで、原子核工学教室、教室というのは専攻と学部と両方あわせた言い方を私どもしているのですが、3ページ目ですが。理念と教育方針ということなのですが。以前から変わっていないのですが、ミクロな観点と言っていますが、もう少し分かりやすく言えば原子核の持つ優れた人類のフクリン役立てるといようなことがもちろん理念にございまして、そこで出てくる工学的な応用というのは、ほかの今まで御説明いただいた2つの大学の方と同じように、エネルギーとそれから放射線、それが2本の柱で、これを両輪として工学的な応用の展開先としてこの2つを考えて教育をするということです。

その方針としましては、これも以前から変わっておりませんし、ほかのところも多分同じ考え方だと思うのですが、問題を発見して解決するとか、あるいはプレゼンテーションするとかリーダーシップであるとかそういうようなことを私どもも目標にしております。

それで、カリキュラムについては後で説明しますが、少人数教育というのが多分少し特徴かなと思っております。教員が大体18名というか20名弱、それで学生が21名なので、大体学生1名当たり教員1人ということで、割ときめ細やかな指導ができていないかというふうに思っています。

めくっていただきまして、人数の話が出ましたので、4ページの御説明をいたしますが。先ほど言いましたエネルギーと放射線という両輪だと言いましたけれども、この原子核工学教室の教育に関わっている研究グループ、講座と考えていただいているのですが、ここに書いてあるとおり10ございます。ただし、ここに所属しているのは工学研究科だけではなく、中島先生も所属している原子炉実験所に協力講座になっていただいて、その協力講座が4つあります。ですから、内部が6つの、協力講座が4つ、合計10個の講座で教育をしているということですが。

その内訳を見ていただきますと、そのグループの名前はどうでもいいのですが、研究内容を見ていただきますと、例えば一番最初は、これはいわゆるハウガクであるということが分かるかと思えます。それから、核融合、それから材料、燃料、それから化け学、上の4つが原子力ですね。それから、次2つが放射線関係というふうに、ざっと見ていきますと大体エネルギー関係が10分の5、それから量子科学と私ども呼んでおりますが、関係が10分の4、残り一つは何かというと、ちょっとこれは特殊なのですが、下から4つ目に物理学の基礎理論とか量子情報という、原子核を支える更にベーシックな近代物理の講座がありまして、こういう講座が集まって教育をしているということでございます。

人数としましては、講師以上ということに限れば工学研究科の原子核、量子工学という組織もあわせて原子核とあわせると13人、それから協力講座は10名、合計23名ということですが、もちろん助教の先生方も学生実験とかには協力していただいています。

次に、そういう組織でどういうカリキュラムをしているかということなのですが、学部とそれから修士のカリキュラムの変遷をここに示しました。5ページでございます。赤枠でくったのはエネルギー関係、エネルギー関係と言いますのはこの下に注釈にありますように、原子力、核融合、発電、エネルギー変換で、その原子力というのはいわゆる炉物理、それから炉工学、それから安全工学、燃材料、核燃料サイクルなど、旧来のカリキュラムと違っていただいたら結構です。

量子科学は放射線関係、物理学はそれを支える基礎的な部分、それから工学というのは一般工学で、数学というのはここに書いてあるようなもの。

学部は94年の大学院重点化に伴います工学部の改組がございまして、専門的なものは修士です、学校ではできるだけ工学共通の教育ということでしたので、ここを境に大きく工学の授業がふえました。大体25%ぐらい、25ポイントと言いますか、このパーセンテージの差をとると25%ぐらい。それは例えば流熱とか流体力学ですね、それから熱力学あるいは一般的な機械工学的なもの、それから材料科学的なもの、そういうものが入っているわけです。ということは、ほかのものを減らしているわけございまして、例えばそれは放射線関係を10%ほど、それからエネルギー関係が15%ほど減らして、合計の数はあわせているということです。

ただし、減らすといっても全く何もかもやめてしまうというわけにはいきませんので、例えば炉物理を前後期やったものを半期にする。あるいは炉工学も2つあったものを一つにする、あるいは炉材料なども2つあったものを一つにする。演習をちょっと減らすというようなことで基本対応しまして。時間はさすがに減らさざるを得ないのですが、教えなければならぬものというのはできるだけ教えようということは続けております。

その結果というのはなかなか測るのが難しいのですが、例えば3回生の前期の段階でR I主任の1種の試験を受ける学生が多いのですが、多いときは3割以上の学生が合格していますので、あれはある程度放射線の基礎ができていないと合格できないものでしょうから、そういう基礎的な部分は3回生の前期で大体教えられているのではないかなというふうに思っております。

それから、量子科学の放射線の部分を若干減らさなければならなかったのですが、これは

実験とかそのあたりに少し効いてきています。一方、修士に関しましては原子核工学専攻、そのまま教育体制は変わっておりませんので、基本的には内訳は変わっておりませんが、さすがにその学部での重点化がありましたので、そのこのところできなかつたものを修士に上げるというような形で、それまでは学部で教えていたちょっとアドバンス的なものを修士で教えるということになっています。

それでは、続きまして、教育で私ども実習あるいは実験というのを重要視していますので、それについて説明をさせていただきます。原子核工学実験と書いてある6ページのものになるのですが、学部の学生実験です、これは。8割以上が履修と書いてますが、これは自慢ではなくて選択必修なので受けなければならないのでこれだけ受けているということですが。3回生の前期、後期に配当しまして、少人数であるということを生かしてというか、四、五名の班が順番に受講する。つまり、四、五名の班で一つのテーマをやって、それをグルグル回していますので、一遍に四、五名の班を一人の教員が2つ見るということではなくて、一人の教員が四、五名の班を1個ずつ見るというやり方で。中には回路計の実習のように一遍にやるものもあるのですが、放射線を使う実習というのは基本的に少人数教育で対応しています。

その結果、1年間でこれだけのものをやっています、メニューとしてはこれは以前と改組前と変わっておりません。ただし、どうしてもカリキュラムの関係上、時間が3分の2になりまして、そのこのところは例えば教員が事前に御膳立てをするというような形で採用しています。つまり、今まで学生で体が動かして覚えろというようなことをやっておりますもなかなかからちがあきませんので、仕方がないのでこっちがある程度御膳立てしてあげようというようなことで対応するなどして、できるだけメニューは減らさないという方針で今までやってきております。

中身については一々説明すると大変ですので省略させていただきますが、基本放射線、それは放射線もそうですし、R Iの部分、それから加速器を含めてですけれども、R Iは一般的な実験技術というようなものをかなり幅広くやっているというふうに思っております。

続きまして、これは3回生のどちらかという放射線関係ですが、7ページは今度は原子力の方の実験です。これは熊取の原子炉実験所にありますKUCA、臨界集合体を用いて基礎的な原子炉物理の実験を行っております。メニューとしてはこういうもので、ここに書いてあるとおりで、1週間というか5日間泊まり込んで、きめ細やかな指導を、特にレポートとしてはかなり厳しくしていただいております。これも非常にたくさんの学生が参加してお

りますし、ちょっと中断がありました。また今年度からこの実験を再開して、学生がレポートしているところがございます。

続きまして、8ページですが、今度は修士の方です。学部の方で基本的なことは学びましたので、先ほどのタコツボ的というようなことにも少し対応するのですが、自分がやっている実験とは違う実験を原子炉実験所の方でさせていただくと、そこはいろいろな先端的な実験をしているものですから、研究室とは全く無関係に自分がおもしろそうだった実験を選択して1週間の実験をするというようなことです。

ここに書いてあるメニューがございまして、研究炉のかなりいろいろな設備、ホットラボさえ使わせていただける。ウランを照射して分離するというような実験もさせていただいていますし、非常に貴重な経験をしています。逐一説明するのは時間の都合もありますので省略させていただきますが、次の9ページに実験のこういうものがある、あるいはその次の10ページでこういうことをしているということが書いてございますので、御参考にまた見ておいていただければ幸いです。

今度は大学院の方の受入れのことなのですが、私ども学部が20人で、修士定員が23人です。ですから、外部から学生に来てもらうということが必須でして、そこもありますし、もともと原子核工学専攻は、私どもは専攻からできたということもありまして、できるだけ一般的な問題にして基礎的な教科は広く設けようというポリシーで運営しております。

専門科目を見ていただいたら分かるかと思うんですが、この9問の中から3問選択していればいいということにして、例えば数学、量子力学、電磁気学、統計力学のようなどこでも並ぶような理系の学問をちゃんと押さえればもうそれだけで合格できるという体制です。つまり、中の人間といってもそんなに甘くはないという、そういう試験をしております。

その結果、内部生で落ちる学生もいるのですが、ここにざっと一覧を出していますように、外部の人間にもかなり来てもらっています。おおよそですが、修士の入った内訳は、外部が3分の1、内部が3分の2ぐらい。

その修士課程の科目については余り事細かに説明しても大変ですし時間もありませんので、これも省略させていただきますが。先ほど言いましたように、放射線とエネルギーという2つの両輪がございまして、そこを考えて、できるだけいろいろ学んでもらおうと。特に偏ることなくいろいろな勉強をしてもらおうというように、メジャー科目、マイナー科目、コア科目というのを積んで。それぞれとらないと、少なくともメジャーとらないと要件を満たさないようなそういう配慮をしています。

最後に、就職先でございませうが、アウトプットですな。大学院の進学ということにはちよつとこの総計から外してあります。学部生と修士課程の学生の進学先なのですが、学部生はほとんどが修士課程に行きますので、実際は修士課程の学生の進路だと思つてくださう。およそエネルギーが4割、量子科学、放射線関係が4割、残りということ。これは私ども原子核工学という名前、それからもとの方向性を考えるとエネルギー、放射線の両輪で生きていまするわけですが、就職先も大体そういうことになつていまして、これは以前からほとんど変わつておりませう。少し最近情報がふえてきたかなというそんな傾向は読み取れまするが、そういうことです。

ちよつとこれは蛇足というか何というか、今度は修士出た後の教育の成果というので、例えば原子力主任技術者試験というのがあるかと思つたのですが、これ非常に総計が不確かで、つまり私が聞き取つてそれでどのぐらい合格したかというのをちよつと調べてみたのですが、確かに以前に比べてやはり口頭試験、それから筆記試験とも合格率は低下しているようです。余り正確な統計ではありません。たかだか全部二、三十ぐらいしか聞いていませんので。ただし、そのセイカが91年ぐらいの修了生を境に起きているように思います。これも傾向です。そこからはほとんど変わつていまない。91年というのは入学年で言うると85年、6年ぐらいですな。そういう事故が何か影響したかという可能性はあるかどうかそこまではちよつと分かりませうが、いろいろな要因でこういう学生のモチベーションというかそういうものが変わつていまるのかなという気がしましたが、これはすみませう、蛇足でございます。

以上です。

(岡委員長) ありがとうございます。

それでは、日本電気工業会の多田部長、お願いいたします。

(多田部長) それでは、日本電機工業会、多田でございます。

今まで先生方に御説明いただきましたその受け手の一つとして、メーカーを代表してちよつと教育界へのメーカー要望ということでまとめてまいりましたので、御説明させていただきます。

この資料は、今まで私どもいろいろなところで同じような話をさせていだけいてありますが、そのプラントメーカーから教育界への要望、ニーズについて改めてまとめたものというふうに受け取つていだければというふうに思います。

それでは、資料3-4の1ページ目、1. というところから説明させていただきます。まず、メーカーが必要とする人材と現状がどうなつていまるかというところから説明をさせてい

たきます。

1 ページ目に書きました図 1、これは原子力発電において必要となる技術・人材ということで書かせていただいています。図の左からいきますと、設計・建設、運転、廃炉、これが通常の原子力発電所の進んでいく道というか、時系列的にこういうことが起こるということとでございます。それから、一番右は事故炉の廃炉という、これは福島第一の特別な例でございますけれども、書いてございます。

ここでどういう作業内容をして、主として必要となる知識は何かということが図の上の方に書かせていただいています。ここで言いますと、私どもプラントメーカーがやっているのは設計・建設という一番左のところになるわけで、主に必要となる知識というのは、原子力工学、これは原子炉設計とかシステム設計とかそういうことになりますけれども、になります。それから、機械とか電気工学、それから材料工学、化学、それから建築・土木といったような幅広い層の知識が必要になります。

下の方に少し書かせていただきましたけれども、やはり私どもプラントメーカーということなので、機器製造ということも大事になります。先生方教えていただいている原子力工学以外に機械とか電気といった知識の技術者が必要になってまいります。こういうのが求められる技術かなというふうにまとめてございます。

続いて 2 ページ目に移っていただきまして、図 2 を見ていただきますと、これは日本原子力産業協会さんが毎年東京と大阪でやっていただいている原産セミナーという業界の説明会やっているのですけれども、そこに来場している学生を統計をとったものでございます。2010 年度ちょっとバブル的に多かったのですが、2011 年度以降、事故が起こって以降はやはり急激に原子力・エネルギー系以外の訪れてくださる学生の数がドンと減っていると、こういった事実がございます。

それから、下の方にまいります。下半分にいきまして、(3) でございます。図 3 を見ていただきますと、これは主要プラントメーカーの技術系新規採用者の専攻推移ということでございます。統計的に 2012 年度以前はとっていないのでそれ以降のデータでしかないので、原子力の御出身の学生が 20～30 人、ちょっと最近 40 に近いところまでいってることありますけれども、ここは割とコンスタントにとらせていただいているということになります。これは上の図 2 の方でありましたように、原子力エネルギー系を出てこられている学生はそのままそれほど傾向が変わっていないのなかというふうに思っているわけでございます。

ところが、電気とか機械は、特に電気出身の学生はですけれども、非常に少のうございます。実際にプラントメーカーの中にいる人間を見ますと、原子力学科を出た学生よりむしろ機械とか電気の方が普通は多いわけです。ところが、これを見る限り、最近電気とか機械とかそういったところの人間がうまく思ったように採れていないというそういう事実があります。

それから、全体数はここに書いていないのですけれども、文章に書かせていただきましたけれども、全体としては事業見通しが不透明であるということもありますので、採用者数を少し抑えぎみになって動いています。今後、例えばプラントの新增設とかりプレースとかそういった時期が明確になって、まだ将来原子力には夢があるよねとっていただけないとなかなか数が採れないということになろうかと思えます。

それから、しばらく建設も止まっておりますので、過去に建設経験を持つ多数の技能者が今後退職していくということで、技術伝承の機会が急速に失われる懸念があります。これは次のページの図4にあらわしております。上側に2012年度、2015年度の数が書いてあって、横に棒グラフになっていますけれども、縦軸が年代、横軸が人数です。赤いのがプラント経験、建設経験のある者、青いのはない者ということでございますけれども。2012年度から15年度を見ただけで割合が減ってきているということございます。このままいきますと、例えば下の方にいって2025年度新設がないとなると、本当にどんどん建設経験者がいなくなるということございます。それから、採っている人数も少なくなっているんで、全体の数がやはり減ってくるというふうに思っております。

こういった危機感もあるわけですが、そういった中で教育界への要望ということを4ページ目以降にまとめさせていただきました。図5に全体の流れというか因果関係というかそういうことをまとめて書いてありますけれども。東京電力福島第一原子力発電所の事故以降、既存発電所の安全性維持向上、廃炉プラントの増加といったことから、引き続き優秀な人材の確保というのが必要だと思っております。一方で、図の右側の方ですが、社会的受容性が低下している。要するに原発いらぬのではないかという意見が多くなっていると、むしろ止めた方がいいのではないかという意見が多くなっているということから、志望学生数も減ってきている、全体としては減ってきているということございます。この技術・人材の維持・確保が必要ということと志望学生数が減少しているということが相反したというかそういうことになっているということございます。

そういうことを考えますと、原子力産業は引き続き安全性の維持・向上を担うというため

には、原子力産業に対する国民の合意形成が欠かせないというふうに思います。合意形成のためには長期的視野に立って義務教育期間から論理的、科学的思考とか科学リテラシーを高めるようなそういった学習が必要だというふうに思います。

2017年3月に新学習指導要領が公示されて、電力供給への考察とか放射線の科学的な理解、情報と情報の関係とか信頼性の確かめ方など、内容の充実が図られていることにはなりましたが、これらが効果的に実践されるだけでなく、高等教育機関においても継続的な取組の一つにこういったことを加えていただければなと思います。

それから、技術・人材の維持・確保のために私どもメーカー海外にも進出をしたいというふうに思っておりますが、国外では新興国を中心に電力需要が高まっているということから、原子力の新規導入を検討する国がふえてきています。先進国においても地球環境問題から引き続き原子力を有効活用という動きかなというふうに思います。日本の原子力技術に対する期待は大きいものだというふうに思っています。

ということ踏まえまして、5ページ目に、教育界に対しての要望をまとめさせていただきました。1番は、これは大学の先生方をお願いすることではないかもしれませんが、義務教育期間におけるエネルギー教育、放射線教育及びリスク教育、こういったことが必要なかなと思っております。資源に乏しい我が国におきまして、エネルギー問題は国民の日々の生活だけでなく、産業基盤の維持・発展を考える上でも根幹となるということです。そういったことから、放射線とか経済面の利益とか、放射線に関する基本的知識及びそのリスクと便益の関係等、論理的、科学的思考法により自ら考察する機会を設けるというのがエネルギー選択の国民議論において、エネルギーの生産地・消費地の状況を正しく認識して、価値観の対立を乗り越えて合理的な選択を考える一助になる。長ったらしく書きましたが、論理的にエネルギー選択を考えると原子力が必要だよねという帰結になるように、そういった基盤をしっかりと中学生以下から知識の導入を要望したいというふうに思います。

ここにおられる先生方は原子力工学の先生方ですけれども、大学において何が重要かという、実は教育学部における先生方、要するに将来子どもに教える先生方に対してもこういった知識をきちんと持っていただいて、その後義務教育に当たっていただくと、そういうことが必要なかなというふうに思っております。また、それにも関係するのですが、後にも出てきます。

2、原子力関連学科の大学教育について、これは直接ここにいらっしゃる先生方に関係するところだと思います。原子力関連分野の教育の詳細に関しては、既に「原子力人材育成ネ

ットワーク」の中でロードマップの提案等で述べられているとおり、原子炉物理の基礎基盤知識を習得し、研究炉等での実習を通じて、高い安全性やセキュリティの感性を身につけるということを期待しております。また、原子力の専門知識はもとより、特に科学リテラシー、基礎基盤となる論理的、科学的思考法、技術者倫理の涵養と共に、プロジェクトマネジメントとか総合的エンジニアリングができるようなそういった能力の素地として、専門分野だけにとどまらず、広く教養を身につけてもらうことを期待しております。先ほど来お話を伺っていると、きちんとされているのかなというふうに思って安心している次第ですが。これは一般的な大学の話を書かせていただいております。

3番目、原子力関連学科以外の学科における大学教育ということでございますけれども、先ほど来お話ししてありますとおり、原子力発電施設の設計・建設・保守等におきましては、原子力工学分野だけではなくて、機械・電気など多様な分野からの人材が必要です。これらの学科の学生においては、専門分野に対する基礎学力というのはもちろんしっかりと有していただきたいと思いますが、エネルギー分野に対しても関心を持ってもらいたい。原子力の基本的な情報を提供することにより理解を深める機会を持たせていただければなというふうに思います。

それから、エネルギー、放射線、リスクといったような情報は技術論としてだけでなく、政治・経済・生活にも深く関わる問題であることから、文系・理系共通の問題として取り組む必要があると考えます。この辺はいわゆる大学に入ってから教養のところでもやるべきことなのかなとは思いますが、原子力関連学科以外の学科においても原子力についてもう少し取り上げていただきたいなというふうに思います。

4つ目、国際展開へ対応する意欲のある人材についてということでございます。1Fの事故後も日本の原子力技術に対する世界の期待は大きいというふうに思っております。地球環境問題への対応の観点からも、新興国等への原子力導入計画に対して私どもメーカーは貢献したいというふうに思っています。日本の国際貢献、国際展開に対応する意欲のある人材の育成ということを私ども期待したいというふうに思っております。

以上でございます。

(岡委員長) ありがとうございます。

ちょっと質疑に入る前に、今日九大の守田先生、大学連絡教員協議会の代表ということでお出でいただいております。事務局で皆さん以外の大学のアンケートさせていただきました。それから、中島先生は研究炉の方でございます。

先生方、何か御意見とか要望とかございましたら何か、思いとか、原子力研究教育に。中島先生、いかがですか。

(中島教授) 中島でございます。

今多田様からお話ありました大学への要望の中での研究炉等での実習を通じてということございまして、我々それを一応担っているつもりではございます。ただ、御承知のとおり、ここ3年ほど規制対応ということで長く止まっていたと。やはり、今再開はしていますけれども、我々の原子炉施設も非常に古い設備であるということ、それからあとやはり大学の教員とそれから技術職員の定員削減ということでかなり維持管理というのでも厳しい中でやっている状況であるということ。当然それに加えて規制強化ということで更に対応を求められるということで、なかなか現場の方の維持管理は大学で今研究炉を持っていくのは非常に厳しい状況に置かれているという。ここら辺については今文科省の方でも今後の研究炉どうあるべきかとかという議論も始まっておりますし、学術会議などでもたしかやられるというふうにお聞きしておりますので、そこはありますけれども。我々今現場を持っている者としては今あるものを活用してこういった人材育成に役立てていきたいということでございますので、またよろしくお願ひしたいと思ひます。

(岡委員長) 守田先生、いかがですか、何かございますか。特には。はい。

御発表いただきました3人の先生、何か思いとか要望というのはございますか。もしあれば。なければまたあれですけれども、よろしいですか、何かございますか。

それでは、質疑の中でまたお答えいただければと思ひますが。それでは、質疑を行います。阿部委員から願ひします。

(阿部委員) 皆さん大変まとまった、考えた御説明いただきまして、ありがとうございます。特にありません。

(岡委員長) ありませんか。

(中西委員) どうも御説明ありがとうございます。私はいろいろあるのですが。

まず、東京大学の方からときどき漏れ聞こえてくることがあるので、少し厳しい意見かもしれないのですが。私は原子炉があつて、原子炉がなければその実習がやはり一番の基本だと思うのですね。ただ、これを見ますと、専門大学院大学以外は演習・実習が選択で、原子炉を見ずしてどうやって教育を進めるべきかというようなことをちょっとお聞きしたいと思うのですね。

それからもう一つ、専門大学院大学ということは別で、今回は原子力国際専攻の話ばっか

りでしたが、専門職大学院は福島の前と後でカリキュラムどのように変えられたかということをお伺いしたいなと思います。

質問だけ最初に。

(岡委員長) 順番にやりましょうか。今のは笠原先生、お願いします。

(笠原教授) まず第1点目ですが、もともと本学に研究炉があったのですが、ちょうど3・11を境に廃炉に向かいました。その後、いろいろ苦勞して、例えば東芝さんが持っている臨界試験施設を使わせていただいたりとか、あるいは海外に行ったりということをやっておりますが、なかなか難しいです。JAEAが近くにありますので、東海村の原子炉が使えればいいのですが、それもなかなか今難しい状況なので、これは大きな問題だと思っております。何とかしなければいけないと思っております。

それから、2点目の原子力専攻は、原子力国際専攻ほどドラスティックには変えておりません。というのは、原子力国際専攻と原子力専攻である意味分業しております。先ほど多田さんの方からお話出ましたように、社会との接点を福島以降随分求められたのですが、それをやるということはやはりどうしても過去の基盤的なことが減ってしまうのです。一緒にはなかなかできないので、原子力国際専攻は将来のリーダーあるいは国際的に活躍する人を教育しようということで最適なことをかなり入れたのです。原子力専攻の方は、最低限は入れているのですけれども、余り変えずに、やはり炉主任をしっかりとれるような人、従来の基盤を重視しております。

(中西委員) 最初の問題ですけれども、フィンランドとか福島にも行ったのではなくて、炉を使った教育をきちっとできるようになっていただけるといいなと思っております。どうもありがとうございました。

それから、東工大の方の小原先生の方なのですけれども、随分いろいろ苦勞していろいろな組織を変えたりカリキュラム変えたりいろいろ御努力されているようにお見受けするのですが、京都大学のお話を伺った後ですと、やはりいろいろ組み換えをするとなくなってしまうような、おそろかになってしまうところとか、もうちょっとここはきちっと持つべきだとかいうところもあろうかと思っておりますけれども、そこはきちんと考えられて組み換えをして。いろいろ原子力関係の人はいろいろなことをベースに知らなければいけないということは非常にいいことで、それは強くいろいろな知識を身につけることは非常にいいと思うのですけれども、それで専門の一番ベースなところがどこかおろそかになってないのかなと思っております。ちょっとお伺いしたかったのですが。

(小原教授) お答えいたします。私の用意しました資料の11ページをちょっと御覧いただきたいのですが、実はこの新カリキュラムをつくる際の基本的な考え方は、むしろ科目を減らして基本的な科目をしっかり勉強させるという方向で教育改革に臨みました。ですから、中性子輸送理論とか原子炉理論とか安全工学とか核燃料サイクル工学は必修にしてあります。あとは材料系の実験、化け系の実験、それから炉物理の実験、放射線計測の実験、それからシビアアクシデント関係の実験、これは選択必修で、5科目あるのですが、3科目か4科目とらないと卒業できないようになっていて、その基礎科目と実験科目をとると大体単位が足りてしまうようなそういうようなむしろ基本的なところはかなり絞る内容にいたしました。本当はいろいろな周辺分野とか複合的な領域の分野の科目もたくさんふやしたいところではあるのですが、やはり基礎を充実させるのが大事であろうという考え方でこういうカリキュラムになっております。

(中西委員) ありがとうございます。

あとは、手短かに。京都大学の方は炉を使って学生の実習をさせて、その後学部の学生を対象に1週間ぐらい自分の好きなことをさせると、非常に充実していると思うのですが。最近まで止まっていたのですよね、原子炉。その間はどういうふうに使われていたかというのをちょっと教えていただければ。

(中島教授) まず、学部のKUCA使った炉物理実験については、実はちょっと炉としては止まっていたので、天然ウランのピルを組んで、昔いろいろところで未臨界実験というのをやっていたけれども、それで未臨界の炉物理というのを勉強していただくと。講義は通常の原子炉物理の炉物理実験やる講義もやっています、そういった形で実験の事前講義ですけれども、やっていました。

あと、大学院の方は、もうちょっと原子炉KURの方が止まっていたので、ほかの加速器等を使った実験とか、あとは中性子線源使って線量測定周りやるとか、そういった代替実験、あるいはちょっともう計算上の演習で置き換えるとか、そういった各担当ごとに工夫してやっています。

(中西委員) それからまたもとに戻ったと。

(中島教授) はい、そうです。

(中西委員) どうもありがとうございます。

(岡委員長) 私の方は幾つかあるのですが。一つは、教育研究について外部の意見を取り入れる仕組みと言いますか、それは皆さんどうしておられるのかと思っております。大学に限

らず日本はそういう改善の仕組みが弱いのではないかと思って。米国ですと例えば7年ごとにエイベット（A B E T）に従って専攻挙げて一生懸命対応するというのがあるのですが、外部の教育研究に対する評価のところは皆さんどうしておられるのかちょっと順番に伺えればと思います。

（小原教授）東工大の小原でございます。

原子核工学コースのカリキュラムの実施状況とか、その内容についての第三者の方々による外部評価というのは、そういう体制というのは今とっておりません。ただ、現在大学の予算だけでは教育ができないので、たくさん外部資金を導入して教育プログラムを実施しておりますが、そういう個々の教育プログラムには必ず第三者評価というのがございましていろいろコメントいただきますので、そういった意見を常に教育カリキュラムの改良に反映するようにということはやっております。

（笠原教授）東大の笠原ですが。

まず、外部評価に関しましては、原子力専攻の方が先行しております。と言いますのは、国家試験と結びついていますので、定期的にジャビーの評価を受けなければいけないので、かなり細かい対応をしておりました。

一方、原子力国際専攻の方は余り経験がなかったのですが、これまで、外部評価と言えるかどうかですが、2回 I A E A のピア・レビューというのを受けています。1回目は3年前でして、まず大分欧米の教育と日本の教育は違うねというところから始まりまして、先ほど言いました例えば修士論文にこんなに時間をかけるなどという概念自身は向こうにはなくて、なかなか比較ができないというところから3年前は始まりまして。それから、最近はちょうど2週間前に受けたばかりなのですが、今度はそういうことはある程度理解できたので、ではどうやって数値的に置き換えて評価しましょうかということになっていまして。ピア・レビューなのでお互いに言い合うということで評価ということとは少し違いますが、一つの試みとしてそういうことを行っております。

以上です。

（高木教授）京都大学では外部評価は専攻として数年前に一度受けました。それ以降はもう工学研究科全体の外部評価と一緒にやっていただくということで、最近ではつい今週その外部評価を受けたばかりでございます。

外部評価ではないのですが、学生からの評価という意味では、各講義で学生に講義に対して評価をしてもらうということは学部も周知してやっております。それは全体の統計あるい

は個々の結果を教員側に付して、あとは教員に任せて自分で改善をしてくださいと、そういうやり方をしています。

(岡委員長) 評価結果で何か大きく直した、あるいはすごい参考になったという、そういうのは何か記憶ございますか、余りない。

(高木教授) 京都大学ですが。私どもの場合は大きく変えたということは特にはございません。

(岡委員長) 大分違うことが分かったこと自身が成果かもしれませんけれども、どんなことが行われましたか。

(笠原教授) 割と向こうは重視していたのは、知識を与えた後、そのデモンストレーションをして、最後リーダーシップを発揮するところまで持っていくという指標があって、それがなかなかこちらの授業の中では当てはまらないのですね。強いて言えば修士論文研究であるとかはそれになるのかなということで。そういった数量化ということこれからしていかないと国際的には通用しないのかなというのが相当学びでございました。

(岡委員長) 守田先生、ほかの大学はどんな感じですかね、外部評価。

(守田教授) 他大学のことについては存じ上げないのですけれども、九州大学の例で言いますと、まずシラバスについては産業界の方々にシラバスを見ていただいて、その内容についていろいろコメントいただくというようなことについては、我々の専攻ではないのですけれども、大学としてそういう取組をやってフィードバックをかけているというようなことはやっております。

先ほど東工大の方から例が御説明ございましたけれども、最近学部の方でなかなか演習科目、実験科目ができないのを大学院に重点化以降移しているようなことがございまして、その充実を図るために国の経産省、文科省、あるいは規制庁の人材育成プログラムを使ったような人材育成事業を大学で実施しているのですけれども、そのことについては当然成果あるいは途中の経緯についてはいろいろ外部の先生方から評価を頂いて、大学の教育研究プログラムの方に反映をしていると、そういうような形での評価はいただいているということになります。

(岡委員長) ありがとうございます。

もうちょっと全体のお話で、基礎基盤と言いますか、教育研究の基礎基盤のところのお話を伺いたいのですが。大分昔のものはもう随分古くていろいろ苦労してやっておられて、この充実が必要だというようなことはきちんと申し上げないといけないのではないかと思うのですけれども。皆さんそのあたりはどういうふうに苦労してと言いますか工夫してやって

おられるのか、順番にお伺いできればと思いますけれども。

(小原教授) 東工大、小原ですけれども。

大学、大学院教育における基礎基盤の充実で苦勞している点は何かという御質問かと思うのですけれども。先ほど京都大学の中島先生もおっしゃっていましたように、例えば実験をやるという場合に、核燃料を使った実験とかR Iを使った実験、大学で、大岡山でやっているのですけれども、やはり施設が老朽化していて、まず研究資金というのはそういう施設の改良には使えないし、教育の外部資金も施設改良とかには使えないので、どうしてもそういったものを維持するのが非常に困難になってきていると。それから、技術職員とかそういう方々がどんどん減ってしまって、そういったR Iとか核燃料を使った基礎的な実験をするための要員も不足しているというところが一番大きなところかなと思います。

もう一つ、より本質的な問題として、教える側の問題というのがありまして、例えばこういった教育の話になると大体学生さんが集まらないとか関心が低くなるとか、学生の方にはっきり関心が行ってしまうのですけれども、今大学が直面しているもう一つの大きな問題は教員が確保できるかどうかというところがあるかと思っています。若い教員がちゃんと例えば炉物理の教育を続けてやってくれるかどうかという、具体的な例で言うとそういうことなのですね。

今大学は本学なども競争原理が厳しくて、若い方が採用されたり昇進されたりするには論文をたくさん書いて外部資金たくさんとらなければいけないとか、そうすると自分の将来を考えると、そういうことができやすい分野にどうしてもシフトしてしまって、本当に原子力分野では基礎基盤で大事だと言われている分野の教員がだんだん減っている、これは国内的にということかもしれませんが、ということがあって、そういった面での教員の確保という点でも今問題に直面していると思っています。

(笠原教授) 先ほどと少し重複するのですが、基礎基盤の中身が多田さんもおっしゃったように、社会との接点というのが随分求められてきて、全員にこれ必要なので、そういうことも基礎としてやるべきなのかどうか。ただ、それをやるとやはり時間もかなり食ってしまうのですね。それで、東大の一つの解は、本郷と東海で分業しようということなのですが、ただやはりそれが一番いいとも思えなくて、どうしても時間が長くなってしまふと。そうすると、小原先生と同じなのですが、若い先生に相当負担がいて、負担感がかなりあると。これは原子力以外もですが、全学的にそういう傾向があって、教員の問題も考えなければいけないのかなと思います。

あと最後に、以前ですと例えば数学であるとか力学であるというのは教えなくても大体できる学生が多かったのですが、どうしても人気落ちるとそういうところでも影響が出てきて、補講を随分しなければいけないとか、試験に落ちるので個別に教えるとかというそういうこともふえてきて、それもやはり負担がふえているという面もちょっと残念ながら出てきております。なかなかいい答えがないのですが、考えていこうと思います。

(岡委員長) 京都大学、いかがでしょうか。

(高木教授) 小原先生が全部言ってくださったのでそれ以上のことはないのですが、施設が老朽化している、マンパワーが少ない、それからやはり教員が、今はまだいいのですが、これから5年先10年先を考えると非常に不安というか懸念しなければならない。

以上です。

(岡委員長) 逆にうまく更新していく、人の問題は一番厳しいのかもしれませんが、設備的に競争的資金などで更新していったりはされているのですか。余りそういうことはない。

(高木教授) 設備は競争的資金で更新はなかなか難しい。ほかのところでやられているかどうかは知らないですが。

(岡委員長) 使いにくいということですか。

(高木教授) 私どもで競争的資金で設備を老朽化をどうにかしたということはありません。

(岡委員長) ただ、研究目的でとった装置を後で教育に使うということは、終わった後教育に使うということはできますよね。

(高木教授) はい、装置はできます。ただ、設備の老朽化というより施設の老朽化の方が問題でございまして、例えば本当に配管の問題とかそういうところから考えますとそういう費用がなかなか難しい。

(岡委員長) 守田先生、何かございますか、今の点で。

(守田教授) 先ほど原子炉の実習が必要だというような御意見がございましたけれども、例えば私全国の大学を俯瞰したようなお話はちょっとできませんが、私どもの九州大学の例をとりますと、我々の時代は大学に原子核工学科に未臨界炉の実験装置がございまして、それで我々勉強させていただいたのですが、現状ではそういった未臨界炉の更新はできずに、もうそれを使ったような実験は今ではできないと。その代わり、京都大学のKUCAあるいは近大炉を使ったそういったような実習に切り替えて、何とか実際のやはり原子炉を使ったような演習・実験、実習とかそういうものが必要だということで、そういったものについては最優先で大学院の演習プログラムの中には組み込んでいると、そういうような状況でございます。

以上です。

(岡委員長) ありがとうございます。

関連で申し上げますと、JAEAさんにいろいろな共同研究の仕組みがあるのですが、これは先生によってやっておられて、一般的にはなかなか使いにくいのだと思いますが。JAEAさんにはそれを利用して大学の先生ともっとコンタクトしていろいろなことができるのではないですかというようなことは申し上げたりしたことはあるのですが。逆に使いにくいというお話も大学の先生からいただいたりしたこともあって、ちょっとこれを皆さんに御意見を伺うのもどうかとおもうのですが。何か関連のJAEAさんとの関係で何か御意見のある方がおられたらお伺いします。どうぞ。

(笠原教授) JAEA、それから旧原研の時代から、先ほどから原子炉を使った実験・実習重要という御意見があって、本学には原子炉ございませんので、もう毎年どこかの原子炉をお借りして実習をずっと継続してまいりました。もちろん京都大学のKUCAも活用させていただいておりますし、それから、かつてはJAEA、旧原研の臨界集合体を使った学生実験とか、東芝のNCAも使いましたし、2つか3つぐらいの班に分かれてそういったJAEA等の施設を使っていたのですが、残念ながら現在全部止まってしまって使いたくても使えないということがございます。

あと、JAEAの方、大学以外の施設の方では是非使ってくださいというようなお話をよくいただくのですが、やはり一度始めたら継続しなければいけないというのが大学教育として絶対必要で、3年やってみてちょっと来年度から都合悪くなりましたからやめますというわけには大学はいかないと。そうすると、一度始めたらもうずっとやってくださいよというところを是非お願いしたいところなのですが、なかなかやはりそれぞれの御事情があって継続できないと。そうすると、最終的には京都大学さんの施設を活用させていただく、利用させていただくというような形になるというところが。やはり継続性を十分御理解いただいた上で御協力いただくと非常に有り難いなと思います。

(岡委員長) ありがとうございます。

私ばかりでもあれですけれども。中西先生、何か。

(中西委員) 全然違うことなのですが、日本電機工業会の方からの要望についてというのをよくよく見てみますと、前も平成24年にも出したと。福島があって学生が来なくなったというのはことの成り行きでそうだろうと思うのですね。でも、当事者ですから、事故を起こした、電気業界というのは。ですから、国民目線でこれを見ますと、事故が起きて、そ

れで人が来なくなっていて、それで教育をとというのはちょっと筋的に、国民目線から見たらちょっと不思議なところもあって、やはりなぜこうなったかとか、事実の認識を伝えるのもやはり教育ですね。ですから、私ども「基本的考え方」とか白書を出すにしても、まず福島を踏まえてこうだったからこう考えるというのでまとめさせていただいたのですけれども、やはりここにも日本はエネルギーがないとかそういうことは当たり前というかよく分かっていることで、それでどこかできちんと確保しなければいけないというのはみんな理解するのですけれども、やはり姿勢としてと言うのですかね、もう少し福島のことを踏まえてというような文言が少しあってもいいのではないかなと思いました。感想でございます。ちょっと厳しめの。

(多田部長) まさにそのとおりだと思います。私ども日本電気工業会でも福島復興の話についても一番にさせていただいておりますけれども、今回は教育界へのメーカー要望というお題だったので、ちょっとその辺の話ははしょらせていただいたと言ったら語弊があるかもしれませんが、そこも当たり前のこととしてやらせていただいております。私どもも事故を踏まえていろいろな場面で福島第一の処理に対してですとかそういったことも御協力させていただいているわけですし、再稼働においてもいろいろと事業者さんのあとを押すというようなことを一生懸命させていただいて。それから、皆様方の御理解を頂くためのパンフレットをつくったり、いろいろなところで大学にも伺わせていただいております。お話をさせていただいたりとか、いろいろなことはもちろんさせていただいているのですが、今回ちょっと絞ったお題だったので、それに絞ってお話をさせていただいたということでございます。

(中西委員) やはり資料として出されるものですから、一般の人がパッと見たときにどう思えるかなというのもちょうと感じました。

(多田部長) はい、その点ちょっと配慮が足りなかったかもしれません。今後気をつけたいと思います。

(岡委員長) よろしいでしょうか。

私、教育についてはもっと基礎の基盤をしっかり教えてもらいたいなと思っていました。逆に福島で言うと、例えば過酷事故の連携みたいなことをやろうとしていますけれども、これは大学ということではなくて、日本全体でまだこれは非常に不十分だなと思っていて、畑村先生が事故の知識化と言っておられますが、経験をいろいろなケースに利用できるようにするということできていない。それから、日本は過酷事故実験結果も知識化・体系化できていない。逆にそういうところに大学の教育研究がもっと貢献する余地があってもいいか

など。

原子力委員会としては福島事故のことはこれはもう一番のベースで、常にそれをベースに考えています。この間のメールマガジンにも書きましたけれども、日本はいろいろなことが偏る可能性もあるから注意しないとイケないとか、いろいろ書きましたけれども、先生方もそれぞれ思いは共通するところがあるのではないかなと思います。

ちょっと笠原先生に聞きにくいのですが、東大の方はいろいろ苦労して工夫しておられるのは分かるのですが、やはり学部、東大に学部から入ってくる学生に対する原子力教育がやはり弱いと正直思いますけれども、それはもうお気づきになっておられるので、改めて申し上げるまでもないのだと思いますけれども。

(笠原教授) 3・11の起こる前ごろというのは原子力ルネサンスの時期でしたので、そのころに学部と垂直統合しようという準備は実はしていたのですが。先ほど3コースあるというふうに申し上げましたが、現状は、このA、B、Cですね、ページで言いますと22ページですが。福島の前というのはAコースは結構人気あったのですね。ただ、現状はC、B、Aの人気順なので、ちょっとこの段階でなかなか今やりづらいというのが非常に悩みでございます。

(岡委員長) それぞれ大学によっていろいろと苦労があることは。ただ、事故の後やはり原子力やりたいという学生もたくさんいると思うんですけども、全体に少子化ですので、皆さん定員との関係で学生を集めるというのに苦労した、これは全部の大学、集まっていた大学だけでなく、全体にそういうことだと思うのですが、それをどうするかは、留学生という案もあるでしょうし、それ以外のやり方もあるでしょうけれども。原子力委員会ですので頑張ってくださいと申し上げるといことは申し上げておきたいと思っておりますけれども。

大体時間になったのですが、先生、何かございますか。

(中西委員) 京都大学の2枚目の資料なのですが、右の方に一番上にエネルギー科学研究科というのがありまして、そこに行く学生さんは原子核工学を学ばないということになるのでしょうか、この道筋が正しいとすると。ちょっと分かれているのは不思議な気がして。

(高木教授) そうです。原子核工学、いわゆる放射線のこととか原子炉物理とかを学ぶのは原子核工学のコースの学生でございまして、エネルギー応用工学コースの学生はいわゆる化石燃料とか原子力以外のエネルギーのことを専ら学ぶ学生が多いので、エネルギー科学研究科とはそういうふうに少し分野を変えてございます。

(中西委員) どうもありがとうございました。

(岡委員長) ありがとうございました。

阿部先生、特にございませんか。

では、今日は大変ありがとうございました。

全体的に言えば、フィードバックの仕組みと言いますか、そこがやはり非常に気になっておりまして、事務局ともまた考えたいと思っておりますけれども。全体としては大学の原子力の基盤教育は非常に重要であるというようなことは原子力委員会でしっかり述べたいと思います。

今日は大変お忙しいところありがとうございました。

それでは、この話題は引き続き議論を行っていきたいと思います。

議題3について、事務局からお願いします。

(林参事官) それでは、その他の議題ということで、今後の会議予定について御案内いたします。次回第37回原子力委員会の開催につきましては、10月23日、来週の月曜日10時からになります。場所としましては、この中央合同庁舎の4号館のまさにこの会議室になってございます。議題としましては、根拠に基づく情報体系の整備を予定しております。議題の追加変更等がある場合はホームページ等の開催案内のもとお知らせをいたします。

以上です。

(岡委員長) そのほか委員から御発言ございますか。

それでは、御意見ないようですので、本日の委員会を終わります。

ありがとうございました。