

第13回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 平成31年4月2日（火） 13：30～14：35

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館6階623会議室

3. 出席者 内閣府原子力委員会
岡委員長、佐野委員、中西委員
内閣府原子力政策担当室
竹内参事官
東京大学
上坂教授

4. 議 題

- (1) 専門職大学院（原子力専攻）の状況について
- (2) その他

5. 配布資料

- (1) 専門職大学院（原子力専攻）の状況について

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13回原子力委員会を開催いたします。

本日の議題ですが、一つ目が東大専門職大学院（原子力専攻）の状況について、二つ目がその他です。

本日の会議は14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。

(竹内参事官) 議題1でございます。原子力委員会では、原子力分野における人材育成についての見解を昨年2月にまとめております。また、これまで海外での原子力分野の教育事情について、カナダ・マックマスター大学、米国・パデュー大学、イタリア・ミラノ工科大学の

状況についてヒアリングを行ってきたところです。本日は、人材育成の関連で、我が国の原子力専攻の状況として、東京大学の専門職大学院について、東京大学大学院工学研究科の上坂先生より御説明をお願いすることになっております。

それでは、上坂先生、どうぞよろしく願いいたします。

(上坂教授) 紹介にあずかりました東京大学原子力専攻、上坂でございます。本日は貴重な機会を与えていただきまして、誠にありがとうございます。

それでは、今日のお題の専門職大学院（原子力専攻）の現状について御説明させていただきますと存じます。

それでは、資料を開いていただきまして、本日のまず内容なのでございますが、日本の大学・大学院のこの数十年の動向をレビューしたいと思います。その上で、東京大学での学部と大学院専攻と専門職大学院、社会人教育の現状をお話しします。また、その国際展開である IAEA との原子力マネジメントプログラムについてお話しいたします。次に、これから始まるバイラテラルな国際協力の一例を御説明し、まとめたいと存じます。

まず、日本の大学・大学院の動向なのですけれども、本定例会でも何度かお話があったかと思いますが、現在、原子力人材育成ネットワークというものがスタートしておりまして、省庁からのサポートを頂いて、原子力機構、それから原子力産業協会の方に事務局、ヘッドクォーターがありまして、ここが我が国の原子力の人材育成の活動を全て情報を収集しております。そしてまた、情報をホームページで公開しているということでございます。ここが一つのハブ機関ということになってございます。

次のページでございます。

その中の一つの大学・大学院の原子力系の各大学院の教育に関する組織の変遷です。ここに主要な国立大学の組織の名前の変遷が書いてございます。原子力系の学科・専攻は、やはり、特に TMI とチェルノブイリの事故お後に、従来どおりに学生さんが集められないという状況が起り出しました。ので、原子力工学科とか原子核工学科がシステム量子工学科とか量子エネルギー工学専攻とか、名前を平成 5 年辺りから変えていきました。そして、従来の狭義の原子力工学にプラスして、システム工学的なところを入れたり、あるいは放射線物理化学的な要素を強調したりして、範囲を広げて学生さんを確保してきたと、そういう歴史がございます。

それで、次の本学の学部・専攻の状況を説明いたします。6 ページでございます。

平成 5 年に原子力工学科・専攻をシステム量子工学科・専攻に改名しました。これはシス

テムというキーワードを入れ、より放射線量子工学的要素も入れて、範囲を広げて学生の確保に努めたということでございます。一方、東海キャンパスの原子力工学研究施設や原子力研究総合センターは、そのまま改名はしませんでした。

そして、平成12年に学部を、次スライドにあるように他学科と融合しまして、非常に大きなシステム創成学科という、学生が150名いる学科に改編しました。

そして、当時、原子力カルネッサンスと呼ばれた時代に、平成17年度に原子力国際専攻（本郷）と、原子力専攻（専門職大学院）（東海）を前述の研究施設とセンターを改組する形で設置いたしました。

そして、平成20年に、システム量子工学専攻と環境海洋工学専攻、地球システム工学専攻が合体して、システム創成学専攻という、非常に大きな大学院が本郷にできました。

7ページです。

そして、そのシステム創成学科、学部なのですけれども、これは1999年に旧船舶工学科、旧資源工学、システム量子、旧原子力を融合させて、定員150名の工学部最大規模のシステム創成学科を設立いたしました。

そして、その学科は三つのコースに分かれておりまして、その1つの環境エネルギーシステムコースに原子力が入っております。原子力・海洋・地球系が3分の1ずつここで教育しております。それから、数理システムデザインコースがあり、ここでは原子力システムのシステム系の先生方が教育を行っています。それから、3番目が知能社会システムコースです。これは主に海洋・資源系の先生方主体で、技術経営系でございます。

工学部の中では、航空宇宙や物理工学や計数工学、それから、それに加えてシステム創成学科の知能社会コースが非常に人気がある学科であります。一方、現在、化学系が課題となっております。

一方、土木工学科は、以前から理工科系の公務員の方々を育成してきました。そして、20年前に名前を社会基盤工学科と改名して、特に国際プロジェクトコースが人気があります。

この社会基盤工学専攻、大学院なのですけれども、20年前から講義を全て英語化しています。つまり、国際化に関しては一番先陣を切っています。そして、原子力国際専攻がその後2005年設立で、講義を全て英語化で、今年が15年目になっています。こういう形で、教育のグローバルズムは社会基盤、原子力の順でございます。

それから、最近の工学部全体がマネジメント系を強化しているということでございます。次のページで、原子力教育・人材育成の動向です。

その学部・修士課程のマネジメント化です。

先ほど来御説明してありますように、平成に入って、原子力系の専攻や学科の名前にシステム等のキーワードの入れて、定員を確保してきました。

原子力リネッサンス時に、原子力国際専攻、原子力専攻（専門職大学院）が改組もあり、復活しました。今度、原子力国際専攻がグローバル化のために講義を全て英語化しました。これは社会基盤工学専攻の状況に鑑みたことでございます。

そして、現在、日本の産業の規模ですけれども、サービス業が非常に大きな規模で、製造業を上回っておりまして、また、学生の就職先もサービス業が製造業を上回っている状況です。

そして、これは日経のリクルート調査等みますと、理系と文系での就職先がほとんど変わらないというような状況になっています。

学生に必要な教育をする、つまりサービス業に行けるような、例えばAIとかディープラーニング、ロジカルシンキングやシナリオプランニングとか、こういう社会的コンピテンスを強化する講義の必要性も高まっています。

以上、狭義の理工学、エンジニアリングが現在の工学部ではマネジメントに拡大しているのではないかと感じております。つまり、従来は経済学部的な経営的ところがエンジニアリングにも入って、それがマネジメントに拡大している状況のように私は実感しております。

一方、その分、トータルの講義時間は同じですから、狭義の理工学分野の基礎教育が薄くなっていることは事実でございます。

次のページですが、社会人教育の必要性についてでございます。実質的社会人教育の、東大の原子力専攻（専門職大学院）は今年度で15年目になります。実績において、二つの国家資格、原子力主任技術者、核燃料取扱主任者に直結した修士（専門職）を出すことが有効であります。しかしながら、その両資格とも毎年それほど大きな数の新資格者がいるわけでもないので、15年間運営してきましたけれども、日本に一つ、定員15名が適当数ではないかなという実感でございます。

一方、原子力規制庁は、検査官の庁内資格（初級・中級・上級）を昨年度から開始しました。ここでは、原子炉主任技術者や核燃料取扱主任者、それから、原子力専攻修了者に免除制度を検討していると伺っております。

そして、技術士、これはプロフェッショナル・エンジニア、PE (Professional Engineer)ですけれども、建築土木分野とか、アメリカの機械学会の構造基準に基づく原子

炉設置申請に必要な機械系 P E、実務に直結できる資格が認知が上がっています。原子力・放射線分野の技術士がそのように認知が上がり、その取得のための教育をオールジャパンでできないかということでございます。

そういうことで、社会人教育の場合、資格に結び付けると、教育を受けようという動機、モチベーションも高まるでしょう。また、その教育の標準化にも役立つというふうに考えております。

次の 10 ページの東京大学の教育の組織なのでございます。工学系研究科の中に二つの組織がございまして、一つが原子力国際専攻で、こちらは本郷キャンパスでございまして、教育と研究を行っています。一方、原子力専攻（専門職大学院）は東海村にあつて、これは社会人の人材育成が主であります。それから、東海キャンパスには、現在廃止措置中ですが、研究炉「弥生」、それから電子ライナック管理部や重照射研究施設管理部という大型施設の運転管理部を持った組織になっております。

そして、11 ページ、これは本郷の一般の研究主体の専攻のカリキュラムの概要ですが、修士が 2 年で博士が 3 年でございます。そして、こちらは研究主体ですので、学生さんの修士課程でも 70% ぐらいのエフォートは修士論文の研究につぎ込まれ、また、博士課程においては、やはり 90% から 80% ぐらいのエフォートが博士論文研究につぎ込まれていると、そういう状況でございます。

一方、12 ページ、これが原子力専攻、専門職大学院で、こちらは社会人教育の人材育成の色彩も強いです。学生が 15 名で、これは日本語で行つていまして、学生は電力、メーカー、規制庁、それから地方自治体や研究機関からの社会人が主で、一部、学部からの進学生もいて、平均年齢は大体 30 歳ぐらいです。

教員ですが、東大内の教員が専任教員が約 15 名で、客員教員が日本原子力研究開発機構から 3 名、非常勤講師がとて多くて、これはオールジャパン、産官学連携で 40 名程度で、1 回だけ講義をお願いするような特別講師も 20 名程度、それから演習を指導していただくラーニングアドバイザーというのが 5 名程度で、加えて主に日本原子力研究開発機構の実験指導員が約 40 名くらいいます。

そして、次、13 ページですが、これがこの原子力専攻の国家資格の取得状況でございます。上の表が設立時からの原子炉主任技術者の資格取得者でございまして、総数と、原子力専攻のその卒業生の割合でございます。下が核燃料取扱主任者の同様の統計でございます。平均しますと、炉主任で 40% ぐらいで、核取の方で 50% 以上がうちの卒業生で占

めているということでございます。ただ、ここの資格を取得するには、当方の修士のみならず、原子力規制庁による法規の試験と面接試験が炉主任の場合、課せられます。また、核取の場合は、法規試験のみが課せられます。

次、14ページです。

こちらが、日本と欧州の教育と研究を比較してみました。日本の場合は、やはり高校までの大学受験に向けた非常に勉強のピークがあります。一方、アメリカの方は、若いうちは広い教養教育で、ボランティア活動や社会活動が非常に重視されておりますが、大学に入ってくると非常に講義が厳しくなってきました、特に私も1年留学して経験したのですけれども、修士1年がとにかくもう勉強だけということで、非常に厳しい講義と演習を受けなければいけないということでございます。そして、その卒業した後、研究をやる学生は博士課程に進学するということでございます。

つまり、日本の場合、座学の勉強のピークが高校3年生にあつて、一方、欧米は修士1年ですね、23、4歳ぐらいです。要するに欧米では、専門性の強いところに彼らの勉強のピークがあるわけでありませぬ。そういう意味では、原子力専攻というのは、欧米に近い教育をやっていることになるのかもしれない。

次の15ページで、教育と人材育成に関する議論がいろいろあるのですけれども、私の理解はこうでございます、教育は大学・大学院で行って、やはりそのエビデンスとしては学位、学士、修士、博士である。一方、人材育成というのは、産官学連携でやって、それに対して資格が付与できればいいのではないかというふうに考えております。

次のページで、いよいよ16ページから国際化の話でございます。

まず、17ページが、これは今年の7月、8回目になるJapan-IAEA原子力エネルギーマネジメントスクールです。これは3週間でIAEAのスクールを日本で行ってございまして、東大で2週間、それから福島や福井で1週間いて、実習を行っていきます。この写真が去年の開講式の写真で、岡委員長、基調講演をお願いし、また、ここに写っていらっしやいます。これが原子力マネジメントスクールで、今年が8回目になります。また7月の半ばにやります。

次の18ページですけれども、先ほど来説明した人材育成ネットワークの中で運営してございまして、これが内部の分科会構造なのですけれども、この分科会と並列した形で原子力エネルギーマネジメントスクールの運営委員会がありまして、ここで運営を行っております。

その下が日本の主催のスクールの特徴でございます。現在、この原子力エネルギーマネジ

メントスクールは世界で10ケースぐらい、ロシアやアメリカやヨーロッパやアフリカで実施されて、今、IAEAはこれをしっかりと監督する作業を行っています。

19ページですけれども、日本で開催のスクールの特徴を書いたものですが、やはり福島に第一と第二発電所には必ず見学に行きます。

それから、リーダーシップということで、東京電力の福島第二発電所の事故時のときのリーダーシップの講演ですね。

それから、カリキュラムについては、これはIAEAスタンダードに日本の特徴を入れております。

それからまた、グループワーク及びディスカッションもやり、また最近、質の管理ということで、IAEA作成のeラーニングシステムを入れて、そのスクール初めの試験、それから中間・最終試験もIAEAのeラーニングで行っています。

また、海外からは20名、日本から20名で計約40名、3週間一緒に行動しますので、そこでの若手人材のネットワーク構築が非常に重要です。それから、アジアの色彩ということで、韓国と中国の講師も招聘しております。

次のページですが、IAEAは7年前から、これをその3週間コースではなくて、修士課程に発展させようということで、このINMAというInternational Nuclear Management Academyを設立しました。私もそのメンバーです。そして、ここでその3週間コースを大学院の修士課程までに発展させようと動いてきました。

ここでは、原子力技術に立脚してマネジメント的要素も教育させます。

そのカリキュラムにはCompetence Area、教えるべき項目にはヨーロッパでの単位互換システムのヨーロッパのBologna Processもベースにし、また、教育の実践には、アメリカ発の方法であるBlomm's Taxonomy等を適用しております。

これに基づきまして、東大では、原子力国際専攻にNuclear Technology Management Programを提案しました。また、専門職大学院では、Nuclear Professional Management Programを提案しました。そして、このプログラムに対して、IAEAのピア・レビューをおととしの10月、1週間受けまして、そして、つい最近、認証を受けたということで、開始がこの4月からということがございます。昨日、原子力専攻の入学式と入学ガイダンスがありまして、この紹介をしまいりまして、明日が原子力国際専攻の進学式と進学ガイダンスがあつて、こ

の説明をしてみたいです。

それから、21ページが、そのINMAが設立されたときのホームページのコピーでございます。このINMAのメンバーの写真が出ておりまして、私も写っております。そこに入っている大学があるということですね。

次のページです。

まず、このIAEAのINMAは、原子力教育をやっている世界の主要大学の視察を行いました。これはFact Finding Missionと呼んでいますが、その後、プログラムの提案があったところでピア・レビューを実施する。そして、2015年が最初にマンチェスター大学、イギリスでピア・レビューが行われて、そこで認証されました。翌年、モスクワの物理工科大学でピア・レビューが行われて、こちらも認証されました。その後、東大やTexas A&M等のピア・レビューが実施されました。認証を受けたのが、東大はマンチェスター大とモスクワの物理工科大学の次の3番目でございます。

23ページが、これがIAEAが提唱した原子力マネジメント教育スタンダードのベースとなる、ヨーロッパの単位互換システム、そこにステークホルダーとの長年の議論に基づくカリキュラム、それからコンピテンスの教育、それ総称してボローニャ・プロセスと言いますが、それに関する説明資料です。これは、3年前にこの定例会でも御説明したので、この説明は省かせていただきますが、24ページにあります、ステークホルダー、社会との非常に慎重な重要な議論が続いて、社会に役立つ能力を持つ学生、専門知識、プラス社会能力を持った学生の教育ということが強調されています。

その教えるべきコンピテンスが25ページや26ページに書いてございます。また、ご参考文献を書いておりますので、詳しくはこちらを参照していただければと思います。

それから、27ページが、これがアメリカの教育手法でBloom's Taxonomyと言われておりまして、Knowledgeというのが知識を座学で教えることであり、Demonstrationは演習・実験によって知識を応用して理解を深めると、Implementationは知識を実践できるようにすることということでございます。

次のページです。

以上、我々の各科目のシラバスをこのIAEAスタイル、それはヨーロッパ型でBologna Processと、それからアメリカ型の教育手法のBloom's Taxonomyに基づくシラバス形式に書き換えていったということでございます。このページは、講義名と単位数とか、何を教えるかとか、それから何を何時間教えるかとか、単位が幾つだ

とか書いてありまして、これは大体A4で8ページ程度です。日本の大学院の各科目のシラバスだと大体この程度で、2ページで終わるのですね。

一方、29ページは、Bloom's TaxonomyのDemonstration、それからImplementationで何を教えるのかのことも書き込んでいきます。

それから、次のページですが、表は左のところがIAEAが形式的にはヨーロッパのBologna Processに準じて作ったコンピテンスエリアの中の教えるべき項目のリストがあります。右側には、講義の章構成があります。どこの章はIAEAのコンピテンスエリアのどこに対応し、それを何時間教えているということがここに書かれております。また、右側の緑の背景になっているところは、Bloom's Taxonomyに沿って、DemonstrationとImplementationを何時間教えているかと、こういった形で詳しく内訳を書いていきます。

各科目、8ページに及ぶこのようなシラバスを書いた後に、見にくくて恐縮ですけれども、31ページですけれども、これは原子力専攻のマネジメントプログラムの全体の講義数の表です。横の端の列の縦軸がコンピテンスエリアマップです。それから、右側に展開しているのが科目になっています。表中の数字がそれぞれ各講義で、コンピテンスエリアマップの項目を何時間教えているかと示してございます。

次のページです。

これをエクセルファイルに入力しますと、自動的にこのような戦力分布のようなものを作ってきます。これは、コンピテンスエリアをAspect Groupの1はExternal environment、つまりいろいろな世界の状況とかエネルギーの状況、エネルギー戦略とかセキュリティの問題とかで、2がテクノロジー、技術のことです。3がマネジメントで、4がリーダーシップを表します。

これは、原子力専攻、つまり国家資格に基づく技術を主に教える大学院に関するもので、各軸がコンピテンスエリアのそれぞれの項目に対応します。赤が入学時のレベルで、青が卒業時のレベルです。原子力専攻ですので、テクノロジーに関しては、かなり全方位的に教育がされておりますが、マネジメントはやはりまだ弱い面もあるということです。それが可視化されています。

原子力国際専攻に関する同様の表と図が、それぞれ33ページと34ページにあります。

こういうプログラムを提案し、IAEA様式で英語のシラバスを作成、このような分析データを作り、ピア・レビューを受けました。ここには、一昨年10月に行われたピア・レビュー

一のときのピア・レビューとオブザーバーが書いてあります。

次に36ページですけれども、こちらが正に今週から始まる原子力国際専攻のマネジメントコースの科目表でございます。テクノロジーコースでこれらの科目、マネジメントコースでこれらの科目で、このマネジメントコースでは、これらすべてが必修になります。

37ページが、これは、これを全て合格しますと、IAEAからこの修了証が発行されます。この専攻卒業生は、所定の単位と修士論文を書きますと、大学から学位がもらえて、この科目を全て履修して合格になりますとIAEAからもこの修了証がもらえるということでございます。

次の38ページは、東海村の原子力専攻でございます。そのマネジメントコースの提案です。

同様に、39ページが修了証であります。これは、IAEAから大学院のこういう教育コースに修了証が出されるということは恐らくINMAが初めてのケースではないかと思えます。我々としては、これが将来、原子力のMBAになるぐらいにしっかりとした質の高い教育プログラムにし、また、能力ある学生を輩出していく必要があるなど、責任を感じております。

40ページでございますが、これは教材でございます。原子力専攻の教科書を逐次日本語で出版し、また、これらを英語でもSpringer社から出版してございます。

それから、これを41ページのようにそのeラーニングシステム、電子版も作成中ございまして、これをIAEAのネットワークを通して世界に公開します。

42ページですけれども、これがIAEAのCyber Platformでありまして、これに原子力専攻のeラーニング教材を載せていく予定でございます。

43ページに、東大とIAEAで考案した背景が、デザインがここにあります。

次の44ページですが、静止画のみならず、動画像もふんだんに盛り込んだ盛沢山の内容になっていると考えています。

このeラーニングシステムけれども、著作権の使用許諾管理が非常に重要で、これを非常に時間を掛けて、しっかりと東大大学教育研究センターのシステムを使って行っております。ここまで7科目を完成してIAEAに提出しました。残りの7科目を、今年提出する予定です。今、IAEAの方でも、我々から納品した科目の様式の最終調整をして、数か月以内に数科目から公開をしていくということを伺っています。

この場合、IAEAと東大の間でライセンスアグリーメントを結びましたので、これで東大とIAEAの協定はできています。今度、IAEAとこれを利用する大学とのライセンス

アグリーメントがありまして、悪用しない等々のアグリーメントをした上で、パスワードを発行して、画面だけでそれを参照して教育に利用できるということでございます。もうすぐ世界で公開になります。

46ページは国際化のところのまとめで、原子力国際専攻の研究主体の教育と、原子力専攻の人材育成的専門職教育の中での、マネジメントプログラムのまとめです。IAEAのENDORSEを受けてスタートしました。それから、教材は我々で出版し、またeラーニング版はIAEAから世界に発信されていきます。

それから、最後、バイラテラル国際協力でございます。INMAにカナダの大学も入っています。マックマスター大学、オンタリオ大学、それからウェスタン大学等々が入っております。プラス、カナダでは、きっと長崎先生からお話があったと思うのですが、UNENEという、University Network of Excellence in Nuclear Engineeringという、全カナダでの社会人に対する教育の連合大学院が入っています。

ここにカナダ側から原子力の専門職大学院の教育方式を導入してほしい、また、IAEA、INMA認定の東大のマネジメントプログラムを導入してほしいという要請が来ました。1か月前、私はカナダに行つてまいりまして、ここに写真がありますけれども、長崎先生も左端に写っておりますが、会議してまいりまして、こういう教育連携を進めていこうという合意に達しました。今後、UNENEと東大でMOUを締結します。そして、その後に教員を派遣して、向こうでの教育を行っていく予定でございます。

以上、まとめですが、日本の大学・大学院の将来の一つ方向として、社会人教育があるのではないかと考えます。その方式の一つとして、資格と結び付いた学位を出せる専門職大学院が重要であります。これを国際化すべく、IAEA認定のマネジメントプログラムが、原子力国際専攻と原子力専攻で今年から開講することになりました。

また、eラーニングシステムですね。東大とIAEA共同のeラーニングシステムが今年からIAEAネットワークで公開されます。

また、この東大の専門職大学院やマネジメントプログラムが、カナダにも導入される見込みでございます。

以上です。御清聴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。

それでは、質疑を行いたいと思います。佐野委員からお願いいたします。

(佐野委員) 詳細な御説明、ありがとうございます。

まとめに書いてありますように、確かに今後の方向の一つに社会人教育というのが重要なのだらうと思います。

それで、ここに書かれているような専門職大学院ですか、これは日本だと東大だけですか、今のところは。

(上坂教授) はい。専門職大学院は法科大学院の原子力版なのですけども、これは岡委員長が作られたのですが。東大だけです。

(佐野委員) 東大だけ。

(上坂教授) そうです。

(佐野委員) 国際的にはどうなのですか。

(上坂教授) こういう資格に結び付く修士を出す大学院というのは、ないです。

(佐野委員) ない。

(上坂教授) 世界にはないです。けれども、ここにも申し上げましたように、欧米の大学院というのは修士課程がものすごく厳しいのですね。非常に難しい教科書演習を1年ずっとやり続けるのですね。ですので、専門職大学院というものは欧米にはないですけども、実質欧米の大学の修士課程というのが、様々な分野の実質の専門職大学院相当の教育になっています。

(佐野委員) そうしますと、国際的な比較といいますかのレベルでいうと、日本はそのキャッチアップの過程にあるということですか。

(上坂教授) 私のスライドでそれを比較した図があるのですけれども、14ページですね。ヨーロッパの場合は右側のように、修士に非常に厳しい講義があるということですね。日本の場合は、そこに厳しい講義があるのは専門職大学院だけです。一般の大学院は研究主体で、OJT的になってしまうのですね。

MITとか、すばらしい大学がいっぱいありますが、欧米の大学院の修士1年は、厳しさのレベルは高いですけども、基礎的なのですね。まだ教科書レベルなのですけれども、こちらの日本の原子力専攻の場合、ここに先ほど来申し上げたような産官学連携の講師陣もいて、非常に実用的な教育もしています。実用的な原子力教育を1年間でということになりますと、やはり世界一だと思います。それは、私もIAEAと10年ほど仕事していますけれども、IAEAもそう認識してくれています。

(佐野委員) そうですか。

それから、お話をお伺いしていると、IAEAが一つの水準を見る上でのベンチマークになっているというお話だったと思います。私もIAEAとは別の側面でお付き合いがあったのですが、基本的に開発途上国に対する技術協力とかという部門がありますよね。それとは別にいわゆる教育に特化した部局があって、そのレベルはかなり高いものがあるという、そういう理解でよろしいですか。

(上坂教授) ええ。先生がおっしゃられているIAEAの局は、TCですね。テクニカル・コーポレーション、TCだと思うのですが、これはNEなのですね。原子力エネルギー、エネルギー局の中にあるナレッジマネジメント課です。正直、どこの課も何らかの人材育成をやっているのです。でも、私もそういうのをかなり知っておりますけれども、一番システマティックに教育に関与しているのが、NE局のナレッジマネジメント課だと思います。その下で我々は動いています。しかしながら、IAEAというのは大学ではないので、直接教育はできません。結局INMAという世界の教授を集めた委員会を作って、原子力のマネジメントの世界標準を作ろうということなのです。

コンピテンスエリアという表がありましたが、こういうことを教えるべしというコンピテンスエリアマップを作りました。そのホームページをクリックすると、A4、1枚、2枚の、我々が作文した、こういうことを教えるべしと書いてあるAbstractがみえます。それで実際、教育をやるのは各大学です。フレームワークはIAEAが示しますが、どのように教えていくかは、大学が自由度を持ってやっていいということなのです。ただ、IAEAも修了証を出すからには、この表のように、IAEAが提示したコンピテンスエリアは確実に教えていることと認証します。

ただ、そこにはやはり各大学の特徴と違いがあるので、それはこういうアセスメントシートという形で提出させて、IAEAはそれを受けて、ピア・レビューを実施し、質問し、全科目に評価等を出しています。我々はレポートを受け取ります。東大もついこの間レポートを受けたのですが、やはりここが強いけれども、ここも強化すべきと、そういうようなコメントも頂きました。

ですので、IAEAは大学ではなく、実際は教えないということと、IAEAが示しているのは、世界の教員の委員会を作って、教育の一つのガイドラインを作ったというですね。(佐野委員) そういうことですね。

ヨーロッパにはEURATOMがございしますが。ヨーロッパは、恐らくIAEAの前にEURATOMの方と相当関係するのだらうと思うのですが、IAEAのエネルギーの

方にヨーロッパの参加は、積極的なのですか。

(上坂教授) IAEAはヨーロッパにあるので、シラバスの様式は、ボローニャ・プロセス、つまりヨーロッパ形式ですね。積極的なのはフランスと、それからスペイン。プラス、マンチェスター大学、イギリスですね。イギリスも教育ネットワークを組んでいます。ランカスター大学、バーミンガム大学、ロンドンの大学等でネットワークを組んでおまして、彼らもここに加わっています。かなりヨーロッパとイギリスの教育の標準化をベースにしております。

(佐野委員) それから、最後に、この実務に直結できる資格、この教育をオールジャパンでできないかという先生の問題提起ですが、具体的に何かステップをとられていますか。

(上坂教授) はい。非常にうまくいっている分野を見ますと土木建築なのですね。土木建築の分野で技術士がないと、現場監督になれず、仕事も受注できないということがあります。一方、アメリカも、機械学会系のプロフェッショナル・エンジニアがないと、原子炉の設置基準が出せないということなのですね。つまり、ビジネスに直結するというところのある資格が人材育成の中で出せると、土木建築やアメリカの機械系のプロフェッショナル・エンジニアみたいに、若い人としては、それを取得するモチベーションが出るかと思うのです。その一つの方向として、原子力規制庁の方で庁内資格を作ったのですね。ここに既存の資格との免除制度も作るということです。

土木建築とアメリカの状況を見ますと、やはり安全に関するしっかりとした教育で資格を取るということのが共通点なのです。安全の運転・建設に関わる知識に関わる資格ですね。ただ、それを余り過度にやり過ぎてしまうと非常に難し過ぎて、取る人が少なくなるのだと思うのです。そこの兼ね合いを、私はこれから土木建築やアメリカの機械学会の先生に伺っていきたくと思っています。

(佐野委員) ありがとうございます。

(岡委員長) 中西先生、どうぞ。

(中西委員) 御説明ありがとうございました。先生も含め、随分海外で活躍されているということがよく分かったのですが、15ページにございます、教育というのは学位と結び付くと。人材育成というのは資格に結び付くと。ということは、学部・専攻と専門職大学院の差がここにあると。専門職大学院は資格を取るのが主で、そのためには国際教育、例えばIAEAとの作っているものをきちんと取れるようにするという、今日は多分ここを中心に話されたと思います。ただ、専門職大学院を作りますと、学生の人は資格を取る方に一生懸命に

なって、その分野での研究について、やはり研究があって、その後ろ姿を見て、学生はその分野の研究者になろうというところもありますので、教育の一部でもあると思うのですが、その点はどういうふうにお考えか教えていただけますでしょうか。

(上坂教授) 10ページ見ていただきますと、そこはちゃんとシステムが作ってございます、今、私は主に御説明したのは専門職大学院と社会人教育ですね。ここは研究はやりません。勉強だけで資格を取っていく大学院です。一方、先生がおっしゃられる教育と研究ですね、こちらは本郷の原子力国際専攻でやっています。そして、私ども原子力専攻の教員は、この原子力国際専攻を兼務しておりますので、研究もやっています。これはほかの大学院と全く同じことになっております。

(中西委員) そうしますと、例えば日本の国内でのいろいろな共通化とか、一緒にいろいろなことを研究面でやっていこうと、最初にまとめられた幾つかの大学とその研究面ではこれからも協働していくと。

(上坂教授) ええ、もちろん、研究所、企業といろいろな形で共同研究やられています。それは、研究は原子力国際専攻主体でやっています。

(中西委員) はい、分かりました。それで、そのインターンシップが、専門職大学院の方は東大がリードしてまず資格の大学を作ろうと。

(上坂教授) そうです。

(中西委員) そうすると、長い目で見ますと、どうなのでしょう。いろいろな原子力に関わらず専門職大学院というものができているわけですが、そうしますと、その分野の研究よりも、どちらかというところすぐ会社で役立つというふうなところに割と目が行きがちで、研究は少し細るような気もするのですが、それは大丈夫ですか。

(上坂教授) 両方やれる。

(中西委員) 両方を見ていると。はい、分かりました。

(上坂教授) はい。全産業のために、原子力発電所の安定稼働は絶対必要です。しかし、今日説明したような事情で、なかなか従来どおりの学部と修士で十分な教育ができない状況、30年前のようにできない状況なのです。ですので、専門的な実務教育はもう一度、大学院に来ていただいて、原子力の場合は専門職大学院がありますけれども、そうでない場合は、社会人大学院生として入ってきていただいて、もう一度やるということだと思っただけです。ですので、法科大学院の先生方もやっているように、我々もその実務的な社会人教育と、若い学生に夢を持って研究させると、その二足のわらじを履いています。

(中西委員) 分かりました。

あと細かいことですが、長崎先生が来られて、実際に炉があると日本の教育は非常によくというふうにおっしゃっているのですが、そういうところも、やはり I A E A の中に少しモデファイして取り入れたりはされているのでしょうか。

(上坂教授) 当然、実習もあるのでありますが、先生御存じのとおり、日本で研究炉がなかなか稼働しない。京大炉、それから臨界集合体、近大炉、J A E A の安全研究炉 N S R R を実習・インターンシップで使いますが、非常に限られてしまっています。文科省の中の委員会でも、京大炉レベルの研究炉、それもただ中性子源ではなくて、炉物や炉工学もできるような臨界集合体的な要素もあるような研究炉がもう一つあってもいいのではないかということを議論しています。文科省の他の委員会。学術会議とか原子力学会で今、議論しています。

でも、それはすぐ今作れるわけではないので、日米施設共用プログラムも必要ですね。それは今ペンディングになっているようです。きっとまた始まると思うのですが、それであれば、日本で困難であれば、アメリカやヨーロッパの炉を使わせていただくということが、必要だと思います。

(中西委員) あと、最後にもう一つだけ。これも長崎先生も言われているのですが、留学生は日本の宝だというふうにおっしゃってありました。今、留学生のネットワーク化とか、後のフォローとかもやはり考えていただいているのですか。

(上坂教授) ええ。同窓会も当然作っていますし、学生さんは、この時代なので、L I N E 等々、もうネットワークに関しては、我々が何かする以前に非常に強くやっているようです。やはりいい留学生きてもらうということは非常に重要です。私も 37 年前にアメリカに留学したときは、工学部は留学生がとても、私もその一人なのですが、多かったです。今は日本がそういう状況になっている。であれば、是非そういう留学生を日本で就職させたいと思います。実際、今現在そうになっています。うちの研究室の留学生のほとんどが日本で就職しまして、そこで職を得て頑張って仕事をしております。そういう形でどんどん若い方を、大学というのはある意味、社会の港みたいなものですから、そこから若い人が入ってきて、日本で活躍していただきたいなと思っております。

(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す。大変努力されて、専門職の教育は国際的な、世界をリードするみたいなことで、大変感動いたしました。

私自身が一番の心配といいますか、興味は、日本の一般大学です。原子力の。専門職は一生懸命やっておられますが、一般の大学院のほうで、たがが緩んでいるところが教育であるのだったら、やはり幾ら高校で勉強がピークだと言っても、それでは済まないのではないかと。それで、特に授業はやりませけれども、その後のフォローと単位のところが非常に甘いのではないかと。ミラノ工大、それからマクマスターの長崎先生、それからパデューにおられた三輪先生に聞いてみても、やはり米国、カナダ等とは大きな差、あるいはミラノともかなり大きな差があるというところが非常に心配なところで、それに対する方策をどうしたらいいかというところが問題なのですけれども。

それで、少し米国に戻りますと、あるいはカナダに戻りますと、プロフェッショナル・エンジニアの資格を与えるために、専攻の評価、カナダのCEABとか、アメリカはABETといいますけれども、それがあって、ということ。ただ、これもその学位とは直接は関係ないような形ですよ。しかし、卒業生は全部PEをもらえるのかもしれませんが。そのあたりちょっとよく知らないのですけれども。今、東大のシステムの方は、学位は学位よと、PEはこれを取ったらもらえますよというシステムになっていて、それはどちらでもいいかもしれませんが。

アメリカのシステムのもう一つの点は、このPEを与えるというのは一つの結果で、それとバイディングしていることは確かなのですが、専攻、学科の評価がそれである。7年ごとになされて改善が進んでいくというか、それと共にそのオークションを公開されて透明性が高まっていくと。そのメカニズム、改善のメカニズムになっているところが魅力があるなと思っているのですが。

ただ、日本でこれが本当にできるかどうかということは、国立大学、それぞれ皆さん苦勞しながら法人化の中でやっておられると思いますし、私立大学では私立大学で。どうしたらいいのかというのが質問といいますか、考えどころだなと思っておりますが、先生は何か。(上坂教授) いや、もう日々悩んでいるのです。私がいます東大の原子力専攻の教員は非常に大変なのですけれども、非常にいい環境にいるなと思います。なぜかという、両方やれているということですね。実務的な社会人教育、それは本当の原子力の技術の教育がやれているということと、あともう一つは自由に広く研究ができているということなのです。

私としては、大学には多くの学生を集めて教育しないといけないと思います。今の日本の産業や社会の状況を見ますと、文系と理系の差がなくなっているような時代です。学生さんは大学受験までいろいろ頑張っ、あと、いいところに就職したい。それで、就職した

いところが文系も理系も変わらないとなると、そこに行くのが主題で学科はどこでもいい。そういう学生が大半だとすると、学科に専門職大学院的な教育を入れてしまって、一体本当に何人来るかなど。何度も何度もそういうことを考えたのですけれども、なかなか厳しいです。

しかしながら、こういう就職先には、やはり原子力界があり、電気機械もあり、いろいろあるわけですね。それで、ここに就職した学生さんは、やはり従来に比べて、ここまでの受けてきた、一般の大学・大学院で受けてきた教育は薄いのです。これでは使いものにならない。それを専門職大学院のような社会人教育で徹底的にやっていくと。そうしないと物をしっかり作って動かさないですよ。では、大学は今度はここをどうするかなのですけれども、一つは、今の産業界に合う教育、エンジニアリングがマネジメントになっていく方向ですね。学部・修士課程というのは、文理融合的な、ややモラトリアム的なところになっているのではないかと。

しかし、その中でも様々な教育はできるわけで、マネジメント的な教育、物理、化学のピュアな教育もできるわけです。自由度を持たせて、ダイバシティを持たせて、若い学生をいっぱい受け入れてやる。そのあと、各分野に入ったら、その分野で足りないところを専門職大学院専門職大学院とか社会人教育のところでやるですね。こう私は理解しているのですけれども。

(岡委員長) そうですね。今、既にここに書かれたことをおっしゃったと、あると思うのですけれども、その中で、東大の原子力国際専攻の方も、IAEAのこの修士課程修了者がサーティフィケートをもらえる制度にはなっていて、それはこれから出てくる可能性はある。要するに、専門職大学院は、どっちかというほとんどが社会人ですので、ある意味で、給料をもらいながら授業を受けているところがあって、目的は明快なのですけれども、今おっしゃったように、一般の専攻のほうに入った方もちゃんと勉強してもらわないといけないということで、今、国際専攻の方でも、これを取りなさいというふうなことを産業界がエンドースするとか、そんな形で進んでいく、あるいは日本のほかの英語で教育している大学、東大以外にもあると思いますけれども、そういう形で少し進んでいくというのものもあるかもしれないですね。

専門職大学院の教育は非常に優れている部分がある、厳しい部分があると思うのですけれども、例えば昔、東大がシステム量子工学科を作ったときに、原子炉物理学を知ってるつもりで採用したら、知らないと言われたことがあります。非常にまずいと思ったのですが、その教育

をある意味で、何か今、既に厳しいものが行われているものをうまく利用する手もいろいろあるのかもしれないですね。

(上坂教授) そうですね。

(岡委員長) ちょっと今の話から離れまして、先ほどのプロフェッショナル・エンジニアのことで、日本の状態なのですけれども、土木分野では、これは日本、技術士の資格は産業界といますか、十分使われているのですか。

(上坂教授) 使われています。

(岡委員長) 有用だということで。私はちょっと正確ではないかもしれませんが、技術士の資格とその教育の方、アメリカみたいにやろうとしたら、そういうことをやる大学がほとんどなかったと聞いているのですけれども、これは今は土木の方はどうなっているのですかね。

(上坂教授) 土木も、ですから、恐らく、社会基盤ですけれども、土木工学科は修士を取るとそれが技術士あるいは技術士補につながるのだと思うのですね。

(岡委員長) 日本の。

(上坂教授) 技術士補。

(岡委員長) 技術士補ね。

(上坂教授) はい。技術士になるには、もう1回試験を受けると思うのですね。もっと難しいやつですね。

(岡委員長) それと似たことは土木でやっているのだったら、原子力系のところでもできるわけですね。

(上坂教授) ええ。JZABEEの認証をとった大学・大学院では、修了するとと、技術士補になる。

(岡委員長) 今はもうなれるのですか。

(上坂教授) なれると思います。

(岡委員長) そうですね、僕はそれはよく分からないのですが。

(上坂教授) それで、技術士になるには、かなり難しい試験があります。

(岡委員長) 正になるにはかなり難しいと聞いている。

(上坂教授) はい、修士で技術士補になれたと思います。

(岡委員長) ちょっと私ばかり済みません。どうぞ。

(佐野委員) 1点だけ。この各大学が学部の名前を変えますね。これは平成5年に東大が先陣を切っているのですが、当時はどういう理由があってこのシステムにしているのでしょうか。

その直接的な原因は何だったのか。恐らく、ほかの大学は東大に倣ったのではないかと思われるのですが。

(上坂教授) 岡先生に。私はそのとき赴任したばかりなので。

(岡委員長) やはり東大の場合は、高校からの進学の人気というのを先生方は非常に気に、今も気にしていますけれども、私は気にし過ぎだと思えますけれども、それで、どこが人気があったかとかいうことに振り回され過ぎたのだと思います。

それから、やはり少し広がったと、対象分野が広がったということで、システム量子といえますか、フォトンといえますか、クオンタム・エンジニアリングとか何か、そういうイメージで発展したいのだと。

(佐野委員) 各大学が東大に倣ったということでしょうか。

(岡委員長) いや、ちょっとそれは各大学に聞いてみないと分からないので。結果的にはそう見えますけれども。

(佐野委員) 5年から9年に掛けてほとんど変わっていますね。

(岡委員長) ただ、名前があるという、そうですね、名前が中身を表しますから、それはよくなかったのかもしれませんがね。例えば、MITが何度も名前を変えようと案をいっぱい考えたけれども、変えていないです。東大がマネジメントと付けたら、それはいいと言われましたけれども。それより前に、いっぱい名前を考えたから、教えてやろうかと言われたことがあります。それだけやはりコアなところをしっかりとするという精神が米国の方ははっきりしていて、そこが非常に重要なことだと思うのですけれども、日本はちょっと変えてうまく応用した。

(上坂教授) MITは、デパートメント・オブ・ニュークリア・サイエンス・アンド・テクノロジーでそのままなのです。欧米では、中国も輸入しましたけれども、私が行っていたウィスコンシン大学もそうなのですけれども、エンジニアリング・フィジックスという言葉も使われますね。ニュークリア・エンジニアリングは、かなり多くの大学が、アメリカ、中国が、精華大もそうなのですけれども、エンジニアリング・フィジックスになりましたね。

(岡委員長) エンジニアリング・フィジックスぐらいにすればよかったかもしれませんがね。

(上坂教授) 何か英語で言うと格好いいのですけれどもね。

(岡委員長) ただ、名前よりも中身をちゃんと、コアなことをちゃんと教えるというところが、やはり重要なのだと思えますけれども。済みません、私が答えてしまった。

ほかにございますでしょうか。細かい点はいっぱいあるのですけれども。

よろしいでしょうか。

ちょっともう一遍申し上げますと、原子力委員会で、海外の大学の方、順番に聞いていきまして、やはり一番大きく違うのは、先ほどのスクーリングのところの厳しさ、ついこの間、二ノ方先生、授業の負担が2倍だとおっしゃって、教育が忙しくて研究する暇がないぐらいだとか、実際、細かいことで、やはり学生の面談とか、そういうのにすごく時間を取られるし、それから授業評価、専攻の評価による授業へのフィードバックとか、そういう改善の仕組みはやはりこの中に組み込まれていて、それはA B E Tだけではない、そういうところがやはり一番我々としては見習わないといけないところなのだと。どういう形でやるかは、それぞれの大学、それぞれ苦労しながら、皆さん、置かれた状況は違いますので、考えていただかないといけないのですけれども、ちょっと今日お話しさせていただきましたので、また考えて御提案することはしたいと思います。

よろしいでしょうか。

それでは、どうも今日はありがとうございました。

議題1は以上です。

議題2について、事務局から説明をお願いします。

(竹内参事官) 議題2は、今後の会議予定です。

次回第14回原子力委員会の開催につきましては、日時4月9日13時半から、場所、8号館6階623号室。議題は調整中で、後日、原子力委員会ホームページ等の開催案内をもってお知らせいたします。

(岡委員長) ありがとうございました。

そのほか委員から何か御発言ございますでしょうか。

御発言がないようですので、これで本日の委員会は終わります。

ありがとうございました。