

第2回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和2年1月21日（火）10：30～11：57

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
京都大学
高木教授
東京工業大学
小原教授

4. 議 題

- (1) 原子力分野の大学教育について④（京都大学 高木氏、東京工業大学 小原氏）
- (2) その他

5. 配布資料

- (1-1) 教育の現状と課題
- (1-2) 東京工業大学における原子力教育

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2回原子力委員会を開催いたします。

本日の議題ですが、一つ目が原子力分野の大学教育について、京都大学、高木先生、東京工業大学、小原先生。二つ目が、その他です。

本日の会議は、12時を目途に、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) それでは、議題1でございます。原子力分野の大学教育について、これまで関係大学より説明を頂いてきておりますが、本日は4回目のヒアリングを行います。本日お越しいただきましたのは、京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻、高木教授、それから、東京工業大学科学技術創成研究院先導原子力研究所、小原教授のお二方でございます。

それでは、高木教授、小原教授の順で説明を行っていただき、それぞれの説明のつど質疑応答を行わせていただければ幸いです。

それでは、御説明の方をよろしくお願いいたします。

(高木教授) 京都大学の高木でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

スライドは使わず、お手元の資料に従って説明をさせていただきます。

資料1-1を御覧ください。

最初は表題でございます。組織の名称については次に説明していただきますが、私どもは複合原子力科学研究所と共同で教育を行っていますから、中島先生と連名の発表ということにさせていただきます。

それでは、資料を1枚めくっていただきまして、学科と専攻との関係です。これはもう随分前の話になりますが、四半世紀前になりますが、大学院重点化ということがありまして、そのときに同時に工学部を改組いたしました。以前の学科から上の専攻と1対1の関係ではないようになりましたので、少し現在複雑になっていますし、名称も学部と専攻で少し違うという状態になっています。

京都大学の場合は、工学部は下に書いてございますように六つの学科、大学科に分かれて、私どもの原子核は物理工学科というところに入っています。これは定員が235名です。その学科の学生が2回生になりますとコース分けということをして、それぞれのより専門が明確になるようなコースに所属されます。ここに書いてございますように五つのコースに所属されます。原子核工学のコースは20名。これが以前、改組前の原子核工学科と同じと思ってください。定員としてはそういうことです。

学部20名で、一般の工学、機械とか材料とか、そういう一般の工学を学びながら原子核の専門も学ぶ。その後、大学院に進学するときは、その上に原子核工学専攻というのがありますので、そここのところにほぼ進学をします。ただし、修士定員が23名と書いてあることから分かりますように、学部から修士に上がる時定員が多うございますから、外部の学生にもたくさん来ていただくということになります。

組織としてはこういう形でして、原子核工学専攻は、創設以来60年、全く変えてはいま

せん。学科の方は、先ほど言いましたように、大学院重点化で少し形態が変わったと。ほかの機械系とか材料系とかと一緒に教育をするようになったということです。

どのくらいの志望者かというのが私ども非常に問題というか、気にしているところなのですが、物理工学科に入ってくる学生は235名で原子核は20名というように、かなり原子核コースは少数です。意識としては、物理工学科に入ってくる学生は、やはり宇宙とか機械とか、そういう定員が多いものですから、そういうことを志向する学生が多く、2回生の分属の段階で原子核を志望する学生は残念ながら20人ちょうどというわけにはいかずに、少しやはり少ない状態です。7割、8割ぐらいです。

ただし、そんなに非常に少ない、教育に支障を来すというわけではなく、第1志望がそれだけいる、第2志望もいるものですから、モチベーションとして原子核をやりたくなかったというような学生はほとんどいないというふうに思っています。その辺は、聞き取りをして確認をしています。

それから、大学院に行くときは、先ほど言いましたように、定員が23と多いですから、外部の学生に来ていただく必要があります。これについては、また数字を具体的に後ほど申し上げますが、志望者としては今のところ1.3倍とか、そのくらいの志願者数で、合格者数も、複数受験して辞退する学生もいますから、結果して合格者数は23より少し多い数で、最終的に大体定員に落ち着くというようなことで、修士としても学生は充足しているというところです。しかし、博士課程については、残念ながら100%というわけではなくて、今のところ70から80%ぐらいの充足率です。

現状こういうことで、これが傾向が以前と変わったかということ、ほとんどそれは変わっていません。改組以来、同じような状況が続いている。ただし、学部学生の20人という定員に対する倍率というのは、やはり1Fの事故の前よりは少し減ってきているというようなことを感じています。

続きまして、教育の体制です。

もちろん研究室というのが実際の専門的な教育の基礎になっている、ベースになっているわけですが、この四つのグループというふうに私どもは分けていまして、左に1、2、3、4というふうに書いてございますが、こういうグループで、いわゆる昔の講座研究室ですね。学生を指導しています。

所属として書いてございますが、先ほど少し申し上げましたように、私どもは協力講座として京都大学の複合原子力科学研究所、ここでは複合研と略していますが、そのこのところの

教員と一緒にやっているものですから、その研究グループも複合研の先生方にたくさん入っていただいています。QSEC、キューセックと私どもは呼んでいますが、これは工学研究科の教育研究施設でして、原子核工学と一緒に教育研究を行っている、そういう組織ですが、一つの研究室単位程度の規模のものです。

この三つの組織で一緒に教育を行っていきまして、大きく分けるとエネルギー、それから量子科学、それから基礎・物理。

ここにありますように、4のグループの一番最後の研究内容を見ていただきますと、物理学の基礎理論、量子情報と書いてありますように、少し原子核と一見直接関係がないように見えるようなところも、やはりベースとして必要だということで、こういう、私ども講座を持って教育研究をしているということです。

次のページを御覧ください。

先ほどの極めてシンプルなポンチ絵ですが、原子核工学教室の理念と教育方針と書いてあるところに簡単な絵がございしますが、関係としては、物理というのがベースになって、両輪としてエネルギーと量子科学、量子科学といたしましても実際は昔でいう放射線とさせていただいたらいのですが、そういう放射線の分野、それからエネルギーの分野、これがベースの上に乗かって、お互いに協力して教育をしようと、そういう考え方でやっています。この考え方は、以前から変わっておりません。名前として、量子科学は以前は放射線と呼んでいたというのが違うぐらいです。

理念としては、ここに書いてございますように、以前は原子核の持つ性質をとというような言い方をしていましたが、理念としてはミクロな観点から量子テクノロジーを追求するというようなことです。

教育方針は、ここに書いていますが、一々読んでもなかなかお題目的なところで分かりにくいと思いますから、その都度この辺のことについては説明させていただきたいと思いますが、少人数教育ができるというのが強味でして、6講座で学生定員20人ですから、恐らくほかのところよりは少し学生の割合が少ないのではないかと思います。そのため、少人数の教育ができるというのが強味でして、そういうことを重要視して教育を行っているというふうに思ってください。

それでは、次のカリキュラムです。

これは、博士課程のカリキュラムはそれほどございませんので、学部と、それから修士という、この二つのカリキュラムを示してございます。年度が四つありますけれども、この真

ん中の92年と2001年の間に大学院重点化と工学部の改組がありました。

見ていただいたら分かるように、一番上のエネルギーというのが、これが原子力——核融合も含めてなのですからけれども——の講義の割合なのですからけれども、改組によってどちらも減っています。割り当ての時間数としては、これだけ減っています。

では、どこが増えたかという、学部の場合は、はっきり分かるように工学一般の科目が増えました。これは当然でして、工学部の改組というのが、より専門なものから一般的な工学を学ぶというふうの方針を転換したものですから、今までは、例えば原子核で配当していなかった材料力学であるとか、そういうものも工学の基礎科目として配当するというふうになりましたので、割と広く工学のことを知っているという学生を教育するというようなことをしています。

しかし、そうすると専門科目がどうしても少なくなってしまうから、その分は修士で教育をするということです。ですから、学部の科目を修士に持っていったというものが幾つかございます。

修士も見ていただいたら分かりますように、必ずしもエネルギーがそんなに増えているというわけではありません。このエネルギーの内訳は数としては少し減ったように見えますが、実際のところは先端的な原子力に関する研究、そういうものを講述しようと、あるいは自分たちで学ぼうという講義の数が少なくなって、そのかわりに学部でより専門的な講義というのが修士に入ってきたということで、見た感じは少ししか変わっていないようですが、内容としてはかなり変わりました。

しかしながら、学部でその数は減らしましたが、種類を減らしたということはありません。やはり3回生の間にしっかりと基礎を学ぶということは非常に大事だと思っておりますので、例えば学生実験を少し減らすというようなこともしましたし、例えば以前の科目名でいうと炉物理であるとか、科学工学であるとか、炉材料であるとか、炉工学であるとか、こういうものの数を2から1に減らすというようなことはしましたけれども、それでも基本的なことは教えるということで、ここもできるだけ抜けがないようにということをしています。

結果としてコマ数は減りましたが、配当しなければならないというか、3回生で学ばなければならない原子力の基礎というのは、ここで十分学んでもらっているというふうに考えています。

それでは、カリキュラムにつきましては、このくらいです。

それからフローシート、これは非常に細かいですし、一個一個見ていただいても、そのつ

ながりが必ずしもこうかというようなところもあるかもしれません。というのは、フローシートというのはお互いの科目の関連を示すものなのですけれども、こういう科目というのは1対1に対応しているものではなくて、一つのベースの科目があったら、そこから派生的に複数の科目に枝分かれします。ただ、それを全部本当に書くとものすごい複雑になりますから、基本的な関係だけを示しているというもので、学生にとってこういうものを勉強したらいいなというのが分かるようにしているだけのものですので、御参考として掲載をいたしました。一応、重要であると思われる科目を明示して、学生に学習を促すというようにしております。

次に行かせていただきます。

私どもは、実験を割と重要視しています。ですから、学部の実験のことについて少し詳しく説明させていただきます。

原子核工学の実験、以前は4回生、3回生に担当していたのですが、そのカリキュラムの都合で3回生のみになってしまいましたが、前期と後期に担当しています。8割以上が履修しています。以前、少し学生実験の受講者数が減っているというように学会誌の方に書かせていただいたのですけれども、その後いろいろ学生に履修を促すというようにした結果、現在では割と後期も前期もかなりの学生が受講するようになりました。

特徴としては、その四、五名の班で1名の教員がついて実験をする。順番にその班を回していく。ですから、教員は、一つのテーマについて5回ぐらい同じ実験をして教えていくということになります。

内容は見ていただいたら分かりますように、基本的には放射線です。ここに書いてあるように、一番最初は放射線の基礎ということですがけれども、次の放射線の検出、 α 、 β 、 γ 、それからR Iの取り扱い講習とか放射化学、それからウランの化学、これは実際に核燃料を取り扱います。それから中性子を使った実験、これは実際に中性子源を使って計測をします。それから、熱流体は原子力の炉工学に関係することで、次は加速器を使ったP I X E・P I G E、それからR B Sですね、こういう実験。あとは一般的な実験が一番最後にありますが、基本的には管理区域の中で放射線を使う実験というのを重要視してまして、3回生からそういうことをしています。

それから、4回生になりますと、熊取にあります複合研の協力を得て臨界集合体の実験をします。以前、これも学生の受講率が非常に多かったのですが、規制基準の関係でしばらくとまっておりまして、その後、再稼働はしたのですが、その再稼働するまでの間、この学生

実験が途絶えていたものですから、今ちょっと学生の受講率が減っているところで、学生に適宜アナウンスをして受講を促しているところです。

普通は、修士課程に対してやっている実験を、学部4回生に同じメニューで行っていただき、ここに書いてございますようなメニューでやっています。基本的に、臨界、制御棒校正、そういうことを実際に計算して実験で確かめて、1週間かけて実験をするということで、非常に教育効果が高いものというふうに思っています。複合研の教員がつきっきりでこの実験を担当してくださっています。

これが学部の実験なのですが、修士課程でも実験を行っています。ただ、原子核工学の研究科の方では実験を行わず、複合研の方で全てやっています。これは1週間かけて泊まり込みで実験をするのですが、ざっと見ていただきましたら分かるように、全て原子力、それから、放射線に関する実験です。それぞれの複合研の教員が行っている最先端の研究に触れて、そのところでどういう測定をしているとか、どういう実験をしているかということと一緒にデータをとりながら学ぶと、自分の専門以外のところで実際に手を動かして研究をするといういい機会になっていまして、そういう、できるだけ専門と違うようなところで実験をしてもらいたいというふうに私どもは思っています。

個別の説明は省略させていただきますが、次のページに御参考として、どういうことをやっているかというのを簡単に書かせていただきましたので、もしお時間のあるときに見ただけいただけたらと思います。

続きまして、大学院の入試についてです。

どういうふうなことをしているかということ、ここに書いてあるとおりののですが、やはり原子核、原子力というのは学部で教えているところが少ないですから、たくさんのか、いろいろな分野の学生に来てもらいたいということになりますと、入試の専門科目を少し工夫しなければなりません。

私どもはこの三つ目にありますように専門科目、数学、量子力学、電磁気学、幾つか、九つぐらいあるのですが、そこから3門選択して、それでよいというふうにしていきます。その前に工学基礎とか、そういうもので学力をはかるということをももちろんしていますので、何かの専門性を持った学生であれば、あとは優秀であれば受け入れるという方針です。ただ、これに伴って、当然、修士では学部の放射線の基礎を教えなければなりません。

ですから、それは先ほど申し上げませんでした。先ほどのカリキュラムの中では修士の専門科目の中に、割と放射線の基礎のような科目も入っています。そのところで、その分

は勉強してもらおう。特に外部の学生にはそういうことを促して、放射線のこと、原子力のことを知ってもらおうということをしています。こういうふうな科目の選択をすると、例えば電気系、機械系、化学系、いろいろなところから入ってこられます。

結果としては、この資料に下の表にございますように、定員を超える受験生、それから定員を超える合格者数というのが出ています。一度、22人というふうに定員を割ったことがあります。基本的には定員は充足できているという状態です。

それで、ここには出てきていませんが、博士課程は、先ほど申し上げましたように定員を少し割るぐらいの程度で、七、八割の充足率ということなのです。

次の科目というところなのですけれども、修士に入学しますとどういう科目を学ぶかというのは、こういうふうに書いていますが、一応、コア科目、メジャー科目、マイナー科目とつけていますけれども、学生としては基本的に興味のあるものを取ってもらおうと。しかし、基本の部分はちゃんと取ってもらおうという考え方でやっています。どこでも多分似たような考え方をしていると思うのですけれども、あとは研究の関係性とか、そういうことです。それを考えて学生が自由に科目を選択できるように、余り縛りをかけないようにしています。

演習・O R Tにつきましては、ここにはこれしか書いていませんが、できるだけ海外で何か発表する、あるいは海外のインターンシップに行くということを推奨しています。これは特に組織立ってやっているわけではなく、学生個人の活動に任せているという状態ですが、研究室の指導で海外に発表に行く、あるいは海外の施設に実験しに行くという学生は結構増えてきています。

その後の修士課程の学生の進路ですけれども、学部の学生はほとんど上の修士に行くものですから、統計を余り出しても仕方がないと思って、修士の方しか出していません。修士課程の学生は、進学が大体2割ぐらい、残りはここに書いてあるとおりです。

原子核工学というのは狭義の原子力、エネルギーというのは原子力と考えてもらっているのですが、それほど多くないです。大体2割ぐらいしか行きません。以前は、1Fの事故の前は、これが3割ぐらいでした。これが2割に減って、大体その状態が続いているということですが、広義の原子力、放射線、それから、医療関係ですね。医療といっても放射線による治療とか、そういうものです。そういう放射線関係を量子科学とここでは書いていますが、そういうものを入れると大体4割ぐらいとなります。

それから、官公庁・研究機関で、研究機関は大体原子力系、放射線がほとんどですから、そこまで入れるとほぼ、進学を除くと5割ぐらい、進学を入れるとそこまでいきませんけれ

ども、4割ぐらいですか、そのぐらいの割合です。

この傾向は最近変わっていないのですが、それが1Fの事故によるものなのか、それとも、この情報・サービスという最後の枠、これが増えてきたのですが、これが単に増えて学生がそっちに魅力を感じて行っているせいなのかというのは、ちょっと分析ができていないところですが、数としては間違いなく情報・サービス、特にITですね、その関係に行く学生が以前よりも増えました。これのために、メーカー、それから、エネルギー関係が少しずつ減っているということです。これが最近の傾向です。

以上、簡単に説明させていただきましたが、お話ししていなかったことも含めて、まとめさせていただきます。これが最後のスライドです。

私どもの原子核工学は、修士、博士の大学院は改組せずに、ずっと原子核工学のままやっています。教育というのは協力講座も含めて京大の中の教員でほぼ賄っていると、全員で行っているという状況で、学生定員が少ないということを利用してというか、それを幸いにして、実習実験を重視した少人数教育を行っています。あとは、先ほど申し上げたとおりで、就職については余り言いませんでしたが、大体、比較的順調です。景気がよいということも多分あると思うのですけれども、割と学生は希望する分野のところに就職しているというふうに考えています。

この辺の上の段落は、概して以前からの教育をできている。学生も来てもらっているし、その就職についても、あるいは進学についてもそれほど悪い状況ではない。就職についてはいい状況であると。まとめると、そういうことが言えます。

ただし、その課題ということになりますと、これは今まで余り言わなかったのですが、やはりどうしても否めないのは、教員数が減少していますので、一人当たりの負担というのが増えています。これが一つ。

それから、実習実験の施設というのはRIの施設、核燃料の施設ですから、そういうものを維持するというのがなかなか大変になって、施設の老朽化というのがどうしてもございます。私どもの施設も昭和38年、1963年にできましたので、もう五十五、六年ですか、60年近くになります。さすがにそのくらいになると、いろいろなところでがたがきて、もちろん大規模な補修は予算をつけていただいてやりましたけれども、やはりいろいろなところで難しいところが出てきているというのが2点目。

そういうこともあるかもしれませんが、以前に比べると、やはりドクターに行って大学の教員、研究職を目指すという意識を持った学生が少し少なくなっているように感じてい

ます。これは非常に大きな問題です。ドクターに行っても、メーカーに就職すると。景気がいいということもあるのですけれども、メーカー就職も含めて視野に入れてドクターに行く学生が増えています。ですから、そのまま研究職にという学生が相対的にですが少なくなっている。そうすると、後継者の不足というのは組織の存亡にかかわりますので、とにかく教員数減少とか老朽化よりも、一番やはり問題視しなければならないのは一番最後の部分で、ただ、それでも教員はそれほどたくさん募集しませんので、今、全く不足して困っているということでは、現在困っているということではないのです。今このままいくと、若手の数というのが随分減ってしまうのではないかという危惧を抱いています。

ということで、以上、ざっと説明させていただきました。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。

それでは、それぞれの大学で質疑をしていただきたいと思います。

佐野委員からお願いします。

(佐野委員) どうもご丁寧な御説明、ありがとうございます。

大変おもしろい御説明だったと思いますけれども、幾つか大きな質問をさせて下さい。

まず、進路のところで、エネルギー分野が減っている原因として、情報・サービスが増えているがゆえにエネルギーが減っているのか、あるいは1Fの影響かも分からないということでしたけれども、この研官公庁・研究機関。これはパーセンテージでいいますとほぼ10%ぐらいですか。

(高木教授) はい、そのとおりです。

(佐野委員) この研究機関に行かれるドクターにしても、あるいはマスターの卒業生にしても、いわゆる卒業生たちの国際競争力といいますか、これはどうなのでしょう。つまり最近よく大学ランキング等がはやっていますけれども、あれは総合的な話ですが、原子力分野における研究職、研究機関に行かれる学生たちの欧米の学生と比べた国際競争力といいますか、その辺り、先生はどういう感触をお持ちですか。

(高木教授) まず、ここにお示しした進路は修士課程の学生ですので、研究職といってもドクターの学位を持って就職するわけではありません。ですから、この場合の研究機関というのは、具体的にはJAEAさんですかそういうところなのですから、そういう国際的というところを視野に入れた動向は、私どもは分析していません。もう普通の就職先というふうに考えています。

御質問は、恐らくドクターを出た学生さんのことだと思うのですが、余りドクター

についても、私どもはそこまでのことは考えていません。別に、日本の国内を勧めているわけではありません。アプライは外国にももちろん、ドクターを出た学生はしております。ただ、やはり傾向として、どっちも行けるということになると、まず日本の研究機関にというところが多いですが、しかしポストドクの場合、一時的に外国の研究機関に行って、そのうち日本に帰ってこようという、そういう学生はもちろんいます。ただ、統計がとれるほど何か数が多くありませんので、個別に判断して、やはりより自分のキャリアに益するところを選ぶというようなところだと思います。

(佐野委員) 2点目に、いわゆる知財の流出について、最近アメリカで盛んに言われて、日本もそういう方向になっているかと思えますけれども、外国人留学生の知財の流出に関する管理といいますか、その辺りは非常に機微な面もあろうかと思えますけれども、強化されているのか、あるいは外国人の学生の数が減っているのか増えているのか、その辺りの傾向を教えてください。

(高木教授) 輸出管理につきましては、法令、それから大学のガイドラインに沿って審査をして、その結果、可とされた学生を受け入れるということにしています。これは当然だと思うのですが、その結果、余り機微に触れるような研究をいきなりその留学生にやらせるということとはできない状態で、私どももその辺はテーマをやはり選んでおります。留学生がそれでいいということであればですけれども。ただ、そんな最初からそういう原子力の非常に機微に触れるような、つまり輸出管理項目にもうドンピシャ当たるような研究を希望する学生というのは、そんなに多くはありません。

ですから、多くは話し合いでこういうテーマでということ、あとは大学と相談して、これならいいでしょうという判断をもらってやっているということです。

(岡委員長) 中西先生、いかがでしょうか。

(中西委員) どうも、御説明ありがとうございました。

非常に学術に根差して何を教えるべきかということをととてもよく議論されていて、いい教育をしようとか心がけているのが非常に伝わってきます。科目内容、それから、実際に複合研があるので、どういう実験をさせるかという中身、時代に流されずに、やはり教えるべきことをきちんと議論されている気がしました。

ただ、私個人的には、少し理念というところで、これからやはり生命とか環境とか、多少広がっていくことを考えますと、物理が基礎であるのはそうだと思うのですが、化学的なところが少し少ないのかなと。ウランを扱えるとか、アクチニドの抽出実験があるとか、

放射化学的実験も非常によく教育されていると思うのですが、例えば、ちょっと細かい話で恐縮ですが、ホットアトムとかメスバウアーとか、そんなことを教えるようなことは含まれているのでしょうか。

(高木教授) 御指摘のとおりだと思います。ホットアトムやメスバウアーは教えておりません。学生の実験のメニューにもありません。化学は大事ということはもちろん私ども分かっているのですが、やはりもとの原子核工学の当初の構成がかなり理学寄りであったということと、現在、物理工学科というところに属しているということから、やはり化学のウェイトはほかのところよりも少ないかと思います。

ただ、化学を専門としている講座はございます。ですから、いわゆる放射化学とか、そういうところはしっかりと教えております。

(中西委員) 使用済み燃料の分離とか、環境を調べる際の生物への影響、やはりアイソトープを使えるかどうかというのが放射線の利用と並んでとても大切かと思いました。

それから、複合研ちょっと見せていただいて、やはり臨界を自分で経験できるという経験というのは、すばらしいところだと思うのですが、これはほかの大学にもオープンといますか、一緒にやられているのでしょうか。

(高木教授) はい、そのとおりです。先ほど少し申し上げましたが、ほかの大学の場合は修士課程の学生を受け入れて、それで同じメニューで実験をしているというふうに聞いております。

(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。

大変まとまった発表で、よくまとまった教育を着実にやっておられると思います。最後にまとめられた「教育研究環境の悪化は、後継者不足を招く」というのは、正に一番重要なポイントを押さえておられると思います。

ちょっと個別の質問なのですが、最初の方に履修科目のフローシートがございしますが、日本の大学はこの単位のとり方がばらばらでもいい。欧米では例えば熱力学を取らないと熱流動学は取れないとかになっていて、例えばインペリアル・カレッジ・ロンドンでも、その単位を取ろうとしたら非常に大変だったみたいなことが新聞記事にも出たりしていますが、この辺りは日本では修士と学部と併せて教育で苦労しながらやっているところもあって、実際はなかなかそうはということもあるとおもいますが、その辺りは御意見いかがですか。

(高木教授) おっしゃるとおりで、こういうところは本当はやはり次の科目ということの関連性というのは大事で、教えたいたのですけれども、今のところ学生にアナウンスはしています。それは、この科目を取ろうとすると、その前にこれを取っていることが望ましい、そこまでの強制力しかないのですけれども、そういうことは言って、基本はこれは押さえておきなさいよということはしています。

それ以上のことを考えたのですけれども、やはり恐れているのは留年する学生が増えるのではないかということと、並行して科目を取っていてもまだフォローできるかもしれない。それは学生の質によるのですけれども、そういうことを考えると、なかなか強制的に順番を決めるというか、条件をつけるというのは踏み切れない状態です。

(岡委員長) あとは、就職の進路がありますけれども、メーカーとエネルギーというのがあります。エネルギーの方にはかなりメーカーが入っているような感じもするのですが、このメーカーというのはどういうところでしょうか。

(高木教授) このメーカーは、例えば材料メーカーでありますとか、それから、電気関係、そういうようなところですね。具体的な企業名を言うと、ちょっと差しさわりのあるかもしれませんが、弱電です。半導体ではない弱電関係、それから素材関係、それからプラントでも原子力とは関係のないプラント関係、その辺はその企業一社一社の業務内容を見て分けております。

(岡委員長) あとは、学部の留学生を増やす方向で進んでいる。これは、京大全体の方向なのですか、それとも専攻の方針なのですか。

(高木教授) 京都大学では、Kyoto UPという制度を発足させまして、学部に留学生に来てもらっております。

(岡委員長) 大学全体の方針。

(高木教授) そうです、はい。それは日本語が最初はできなくても構わない。京都大学に来てもらって日本語を勉強する。最初は英語で講義を受けて学んでもらう。そのうち日本語になれてきたら、専門課程ぐらいではもう日本語の教育を受けてもらおうというようなことで、今までは日本語ができないとなかなか学部教育というのは難しかったのですが、日本語ができなくても英語ができて優秀であれば、それを受け入れるということを始めしております。それが、まだ始めたばかりで今後どういうふうになるか分かりませんが、そういうことをすると、学部内だから優秀な留学生がやってくる。そうすると修士、あるいはドクターにも行ってくれるのではないかという期待をしております。

(岡委員長) これは具体的には何か、その宣伝をすとかでしようか。

(高木教授) もう現地の方にエージェントが行きまして、そういうスカウトをしております。そういう活動で、幸いにも割とたくさんの受験生が来て来てくれています。

(佐野委員) 今の留学生、国別で言うとどういう感じですか。

(高木教授) 今の学部留学生の国別ということでは、私どもの場合は、やはり東南アジアが多いですし、Kyoto UPというのも基本的に東南アジアの学生を対象にしています。修士から、あるいはドクターからという留学生も、東南アジアに加えて、やはり中国が修士、ドクターになると多くなってきます。特に、修士課程に来る学生は中国が非常に多いです。

(岡委員長) 今のお話と関係しますけれども、今の学部を増やすというのは、新しい方針だなと思いつつ伺っていたのですけれども、学部や修士の授業は出身国で受けて、博士課程で来て来て研究をやってくれればという、そういうのもあると思うのですけれども、そちらの方の何か勧誘といひますか、そういう活動は何か組織的にはしておられない。

(高木教授) いや、それは先ほど申し上げたそのエージェントが実際に現地いってあります。

(岡委員長) その中でやっていると。

(高木教授) はい。

(岡委員長) だから、学部だけではなくて全体で。

(高木教授) 学部の方です、すみません。学部の方はそれをやっているということです。修士はそれほど全学的で組織立って何をしているということはありません。

(岡委員長) 博士は特にやっていると。

(高木教授) 博士も特にはないです。それは、やはり研究室の個別のつながりで博士から来るとかというのが多いです。修士の場合は、本当に何のつながりがなくても紹介といひか打診といひか、そういうところから始まることが多いといひうふうに思ひます。

(岡委員長) 過去に留学生だった方が戻って、それぞれ東南アジアとかいろいろでやっておられて、そういうその人材のネットワークの維持みたいなのは、いかがですか。

(高木教授) それは組織立ってはいませんが、やはり研究室単位となります。

(岡委員長) ありがとうございます。

あともう一つ、実験なのですが、京大の特徴は複合研究所があるということですが、今おっしゃった実験設備の方は、京都にあるので主にやっておられるのですか。

(高木教授) 複合研は大阪にございます。実験するときにはそこまで行くということですが、そのほか、ここで原子核工学とか書いてあるところは京都市内と、宇治にもキャンパスがあり

まして、そっちでもやっています。

(岡委員長) それで、老朽化で困難になりつつあるというのは主に京都の方。

(高木教授) はい、施設の維持がやはり、ちょっと大変になってきているということです。

(岡委員長) あと、今、宇治のお話が出ましたが、宇治にもたしか研究科があつて、原子力の先生もおられたと思うのですけれども、今はどういう状況なのでしょう。

(高木教授) 宇治は、現在は複合研の先生はいらっしゃらないです。ただ、組織としてエネルギー理工学研究所という組織がございまして、その先生方は宇治にいらっしゃいます。組織上、私ども原子核工学とは協力講座という点では、つまり教育という点では基本的には関係がありません。

(岡委員長) 先生はおられるという、そういう感じ。

(高木教授) はい。原子力、核融合の研究をされている先生方はいらっしゃいます。

(岡委員長) ありがとうございます。

あとは、大学の評価で教育の運営について、外部の声を聞く仕組みって、何か持っておられますか。それは特に。

(高木教授) そうですね、定期的にそういうことを実施しているということはありません。

(岡委員長) ありがとうございます。

先生方、ほかにございますでしょうか。

それでは、どうもありがとうございます。

(高木教授) ありがとうございます。

(岡委員長) それでは、東工大の方、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、本学の原子力教育について、御説明させていただきます。

私、本務はこちらの先導原子力研究所という研究所なのですが、こちらにあるように大学院の原子核工学コースを担当しています。ここにこういうふうに学院が三つ書いてある理由は、この後、御説明いたします。

今日、最初に、どうしても本学の原子核教育を説明するときには、全学的な教育体制がどうなっているかというのを少し御説明する必要があるかと思っておりますので、最初にそれを御説明したいと思っております。

それから、本コースの概要、それから、その中でも特に特色ある協力活動につきまして御説明したいと思います。

最後に、私の個人的な考えですが、原子力教育が直面している課題について御説明したいと思えます。

本学の教育体制は、この辺の内容は実は一昨年の定例会でも御説明した内容と重複しておりますが、背景ということで御説明させていただきます。

2016年4月に本学教育改革によりまして、教育体制が大きく変わりました。これに伴いまして原子核工学分野、あるいは原子力分野の教育体制も大きく変わりました。

これが旧教育体制でして、学部があって大学院研究科があるということで、学科は23学科、専攻は45専攻ございました。原子力教育は、ここの原子核工学専攻というところで行われておりまして、学部は持っておりませんでした。学部とはつながりのない、大学院だけにある専攻でした。ですから、学内から来る学生よりは学外から来る学生が多い専攻となっていました。

これは設立当初からなのですが、基本的な考え方としては、学部でまずそれぞれ機械とか電気とか物理とかの基礎をしっかりと学んだ後に、大学院で原子力教育を受けるというような考え方で、設立当初からこのようになっております。

4年前の教育改革でどう変わりましたかということ、まず、この学科とか専攻というのが全部なくなりまして、二つを合わせて一つにするとかではなくて、教員単位でばらばらにするというような大胆な改革が行われました。その結果どうなったかということですが、学科と言われていたものは、こういった系というものに全部まとめられました。

教育としては基本的に学修一貫ということで、学士課程と大学院課程を一貫して行っていくことになりまして、その一貫した学生教育を担当する組織として学院というのが設置されました。その学院の中には幾つか系があるのですが、この系のくくりはかつての学科よりもずっと大きくて、非常に広い範囲をカバーするような内容になっております。

大学に入った学生は、それぞれの系で学士課程の教育を受けて、更に大学院でコースということで教育を受けることとなります。例えば機械系の学士課程に入った学生は、大学院の原子核工学コースへ行って修了するというような形となります。

原子力教育はどこで行われているかということなのですが、こうなってしまうとどこで原子力教育を行っていいかというのが全く見えないわけですが、実は、こういったコースの中には複合系コースというのが設置されまして、これは複数の学院にまたがったコースということで、原子核工学コースはその複合系コースの一つとして設置されました。

原子核工学コースの学生は、例えば機械系から来る学生もいますし、電気・電子系から来

る学生もいますし、材料系から来る学生もいるということで、いろいろな学院に所属する学生が大学院では原子核工学コースへ入って原子力の勉強をすると、いろいろなバックグラウンドを持った学生さんが、大学院で原子力を勉強するというような体制に改められました。

これによりまして、今までは原子核工学専攻というのは大学院だけ単独だったのですが、こういった学士課程との教育のつながりができまして、4年前からの制度で継続的に学士課程の本学の学生がコースへ進むようになってきたというふうになっています。

ちょっと裏話をしますと、この統合の際には、かなり大もめにもめまして、それぞれの専攻も歴史がございますし、先生方もそれぞれの信念を持って教育に当たられているわけですから、統合されるとか解体されるのはとんでもないということで、大変、学内はもめました。原子核工学専攻も一時は環境エネルギーコースの中に入って、ほかの分野と一緒に教育をやりなさいというところまで一度話は行きかけたのですが、私も含めて、原子力というのはやはり体系的な教育体系が必要であるということを強く学内で主張いたしまして、それが認められてこういった形で、原子力だけ特出しするコースが学内に設置されたということがございます。

この原子核工学コースがどのような内容になっているかといいますと、重複してしましますが、歴史としては1957年に理工学研究科原子核工学専攻が設置されて、ほぼ同じ時期に研究所も発足しているわけですが、2016年に研究所の方は先導原子力研究所というふうになりまして、教育の方は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ことがございます。

この原子核工学コースの教育につきましては、先導原子力研究所の教員プラスほかの学院の教員も参画しております。教育内容、教育目標としては、こういった三つの学院、五つの系の学生が集まってやってくるコースということで、原子核エネルギーと放射線の有効利用というのを達成するために、こういった内容の教育を実施して、最終的な目標としては、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、国際的リーダーを育成するというような方針で教育を行っております。

学生数につきましては、今年度の4月当初の段階で修士課程は94名、うち留学生22名となっています。博士課程は45名、うち留学生は20名となっております。

それで、実は、原子核工学専攻時代は、修士1学年、大体30名程度だったのですが、修士1年と2年で94名ですから1学年40名以上になりまして、昨今いろいろ原子核工学、原子力工学専攻に入る学生さんは減っているのではないですかという御質問を方々から受け

るのですが、本学に関しては、この教育改革後、原子核工学、原子力を学ぶ学生数は飛躍的に増えております。

その教育の特徴なのですが、まず、複合系コースとしては、様々な工学分野の基礎を学んだ学生を対象とした、いろいろな系から来ますので、機械の人、材料の人、化学の人、いろいろ来ますから、そういう学生を念頭に教育を行うということです。

あと、カリキュラムとしては、体系的な工学教育カリキュラムを意識しておりまして、原子力分野を広く網羅する授業科目を用意しております。それから、基幹的科目を必修化しておりまして、原子炉理論、原子力安全工学、核燃料サイクル工学、これは必修となっております。

それから、実験・実習を重視しておりまして、原子炉物理や放射線計測の実験、実は、この原子炉物理の実験は京都大学さんのKUCAを使わせていただいているのですが、これは後で御説明しますが、廃止措置関係、材料関係の実験とか核燃料デブリ・バックエンド、これは化系の実験ですね。それから、熱流動・シビアアクシデント、これは熱流動とロボットの実験をやっているのですが、こういう実験科目を大学院の修士課程に用意いたしまして選択必修としております。

それから、マルチラボトレーニングというのをやっておりまして、修士課程に入った後に複数の研究室での活動を3か月ほど経験することで、タコつぼ的な教育から脱却を図ろうとすることを目指しております。更に、これも後ほど御説明しますが、1Fの廃止措置に重点を置いた教育カリキュラムというのを構築しております。

それから、海外インターンシップへの派遣を積極的に推進しておりまして、できるだけ外部予算の獲得に努めて、学生を海外にインターンシップや留学に派遣するように努めております。このコースの運営としては、先導原子力研究所の教員が主になって組織的に行っているというところでございます。

これが、今年度の科目の体系図です。ちょっと小さくて見にくいのですが、ここに囲んであるのが、この大きいのが原子炉工学科目群、それから、ここは核燃料サイクル工学科目群と核融合・加速器工学科目群と、あとはこちら、原子核工学基礎科目群というのは、これは倫理教育とか原子力法規などの教育科目も用意して授業教育を受けさせております。それから、あと、講究科目等ですね。この赤で囲ってあるのが原子炉の廃止措置工学に関連する科目ということになっております。

それから、博士課程も、実は前は博士課程の学生というのは研究だけやっていたらよかつ

たのですが、今は授業科目を取らなければいけないことになっておりまして、博士課程向けの専門科目も用意いたしまして、博士課程の学生も履修をしております。

修了要件なのですが、入ったときにはどうか、学生さんの身分自身は、例えば機械系であったり材料系であったりするのですが、原子核工学コースを修了するに当たっては、全員共通の要件を満たすことが求められています。ですから、原子核工学コースを出た学生が学士課程時代はそれぞれの専門を身につけているわけですが、修士課程、博士課程を出るときにはきちんと原子核工学の基礎を体系的に身につけているという保障をしようとしております。

進路なのですが、これはウェブサイトにも公開していますので差し支えないだろうということで私もコピーして、今日持ってきましたけれども、これが過去3年間の修士課程の修生の進路ですが、もちろん原子力以外にも進む学生はおりますけれども、東京電力とか日立製作所とか、あと日本原子力研究開発機構とか、こういった原子力の中核的な組織、機関にも多数就職しております。

あと、特徴は、博士課程の進学者が多くて、昨年度は少し減ってしまったのですが、比較的割合としては多くて、その博士課程に進学した学生はその後どうなっているかというところ、例えばJAEAとか日立製作所とか書いていますけれども、規制庁とか、こういった、やはり博士課程だとその専門性がかなり反映された就職先を選びますので、このように原子力関係の企業、機関に多数就職していると。

こういったところの会社が原子力関係で、こういったところが違うかという定義は難しいのですが、ざっくり言うと、大体3分の2ぐらいは修士、博士合わせて原子力関係に就職しているというふうに私は認識しております。

これは原子核工学コースの概要なのですが、その中で現在行っている教育活動で少し特色あるものを御紹介したいと思います。

五つほど御紹介していきたいと思いますが、最初は、これは文部科学省の英知事業という予算で実施いたしました、「廃止措置工学高度人材育成と基盤研究の深化」というものです。これは何かと言いますと、実はもうこれは昨年度終わっているのですが、平成26年度から平成30年度の5年間にかけて、廃止措置に不可欠な人材の育成と基盤的な研究の推進により、福島第一原子力発電所の事故収束に貢献するということを目標に掲げて、基盤的な研究と人材育成を実施するというプログラムでございました。

実際は、こちらのタイトルに書いてございますとおり、私たちとしては廃止措置は、この

プログラムが終わっても数十年続く事業ですので、そういった教育は継続して実施すべきであるということで、このプログラムとしては研究よりはこちらの人材育成の内容を充実させることに注力いたしました。

これがそのときの内容で、ごちゃごちゃした図で恐縮なのですが、こちら側が研究活動ですね。こちら側が人材育成活動です。

研究活動は、こういった分野でそれぞれ各先生方が研究を推進していくということでございます。

こちらが人材育成、本日のテーマとなっている人材育成活動ですが、廃止措置工学のコースを設けまして、まず、デブリ材料工学に関する人材育成活動を行う。デブリ化学に関する人材育成を行う。それから、シビアアクシデント後の遠隔計測技術に関する人材育成を行うということで、それぞれに対応した大学院の実験の授業の科目を新たに三つ立ち上げました。あとは、実験だけではなくて講義ということで廃止措置特別講義、これは、1Fの廃炉に特化した事故炉の廃炉に関する講義でございます。こちらは原子炉廃止措置工学ということで、通常廃炉の方の講義でございます。

実は、このプログラムをやっていて原子力産業界からお声が多かったのが、事故炉の廃炉の教育も大事なのだけれども、これから通常廃炉が増えるから、そういう教育もしっかりやってもらいたいという御要望がありまして、二つ、事故炉1Fの廃炉、それから通常廃炉の講義の二つ用意しているということでございます。

更に、キャリアパスということで、インターンシップ、それからセミナー等を開催いたしまして、こういった廃止措置事業への学生のモチベーションを高めるということにも取り組みました。これらの活動は、廃止措置を実際に行っている研究機関などと連携しながら実施したというところでございます。

それぞれの内容について簡単に御説明いたしますと、まずデブリ材料工学に関する人材育成ですが、これは本当は御説明用のスライドが何枚もあるのですが、1枚だけ写真が写っているものを持ってきたのですけれども、実際に放射化材料を使って実験をするということで、これは本学の先導原子力研究所にある材料実験用の非密封のRI使用施設で、こういった実験を行うということです。具体的な実験内容は余り書いていませんけれども、こんな感じで、実際にグローブボックスとかフードを使って材料特性の測定をするというような実験でございます。

デブリ化学の方は、これは、デブリ化学の方は実は内容的には再処理工学の実験と非常に

近くて、例えば精製・転換・再転換といったような、これも実際に核燃料の溶液を用いた実験を学生さんにしてもらおうというような実験でございます。前の材料の実験とこの化の核燃料溶液の実験は、実際の放射化物、あるいは核燃料物質を使った実験を学生をさせるということです。気持ちとしては、ウラン溶液は黄色とか覚えていても、本当にどんな色なのだと見たことないのはまずいのではないかというような気持ちがもともとありまして、なかなかこういう実験を継続するのは担当教員にとっては非常に負担が大きいのですけれども、頑張っ

て継続しております。次が、シビアアクシデント後の遠隔計測、これは1Fの廃炉ではロボットが非常に大きい役割を果たしておりますので、これは機械系の先生と協力いたしまして、ロボット工学の研究、あるいは超音波を使った遠隔計測の実験などもさせるものです。このプログラムでは、これらの実験を行うのに必要な機材とか分析装置とかをこのプログラム予算で購入して、カリキュラムを整備していったということです。通常、教育目的で高価な測定装置を買うというのはできないのですけれども、今回はそういう予算で実験カリキュラムを整備したということでございます。

あとは事故炉の講義、それから通常廃炉の講義を大学院の授業科目で実施して、特に事故炉の廃炉の方は、はっきり言って私どもの大学には事故炉の廃炉の専門家っておりませんので、今実際に廃炉に携わっている例えば東芝の方とか、そういう方に非常勤講師に来ていただいて、今何が課題になっているかとか、どういう技術開発をしているのかとか、今後どうい

うことが必要になってくるかというような講義をしていただいております。今申し上げた、このプログラムは昨年度で終了したのですが、実は今申し上げた授業科目は先ほどお見せした科目体系図に全部埋め込まれております。今年度以降も継続して実施することにしております。本プログラムで開発した授業科目は、原子炉廃止措置工学科目群として、この体系に組み込まれて現在も継続しております。特に、材料の放射化材料の実験、あとは核燃料を使った実験、それから熱流動・シビアアクシデント工学実験は選択必修になっておりまして、少なくともどれか一つ取らないと修了できないというふうにしてあります。これが、まず廃止措置に関する人材育成です。

次が、MITとの学生交流についての御説明をしたいと思います。

これは私が副代表になっていますが、MITとの学生交流をやっています、送り出す方が加藤先生で、受け入れてMITの学生の相手をするのが私なので、私の名前を入れてあります。

これは、今年度、この2019年9月から始まったのですが、MITの原子核工学科と授業料不徴収協定に基づく単位互換を伴う学生交流プログラムというのを始めました。大学にいらっしゃらないと余り意味がはっきりとりにくい表現ですけれども、授業料不徴収協定を締結するというのは非常に大変で、MITというのは年間授業料が300万円だか500万円だかと言われてはいますが、本学は年額60万円ですから、MITの学生はそれだけの授業料を払って東工大に来たときに、それだけの価値が東工大にないとMITとしては学生に損失を与えてしまうわけですね。だから、なかなかこれは大変でした。2019年から2年間のパイロットプログラムとして始めて、よければ継続的なプログラムに移行するという約束になっておりました、うちとしては是非継続するようにはしていきたいと思っております。

内容的には、学士課程4年生の学生2名程度を相互に派遣して、MIT側は原子科学工学科の4年生が来ております。MITの学生は、東工大での科目履修によりMITの科目の単位として認定されるというふうになっております。この場合は、MITの授業単位の定義が東工大——これは東工大の場合は日本全国と同じですけれども——定義と違いますので、そこをどう整合させるかという課題もありましたけれども、関係者が知恵を絞って解決したということです。

そもそも何でこういうのをMIT側が乗ったかというのも、締結してから本音を聞いてみたのですが、彼らが言っているのは、やはりMITにないカリキュラムが東工大にあるからこれは相補的な関係であると。だから、ボストンに半年いるのではなくて、大岡山に半年来て勉強する方がMITの学生にとってプラスになると我々は判断したから、このMOUを締結したというふうに言っておりました。

その単位認定というところがやはり非常にハードルが高かったのですが、今年度からやっていますが、東工大に入学したMITの学生がMIT学生履修対象科目、全科目ではないのですが、特に科目を選びまして、その科目を履修した場合、MITの単位として認定されることになります。この単位互換は、実は学科単位では判断、決定できるのではなくて、MITの全学カリキュラム委員会というのがございまして、そこで承認を受けなければいけなかったのですが、MITの原子核工学科の先生方も非常に尽力していただきまして、この委員会でいろいろ説明したり資料を提出したりしたことで、この交流が委員会で認められて実施の運びになったということでございます。

具体的にどういう科目がMITの学生が履修しているかということですが、幾つかオプシ

ョンを用意してあって、これを全部を取るわけではないのですけれども、こういった科目です。日本語なんかをやはり日本に来たら教育する方がいいだろうということで、こういう科目がありますし、あと、このプロジェクトという科目は原子炉設計を学生さんがする科目なのですが、MITの原子核工学科4年生にやはり設計プロジェクトという必修科目があって、必修科目があるときに留学してしまうと必修科目が取れなくて留年してしまうということ为了避免のために、東工大でこの科目を用意しまして、東工大でこの科目を取った場合にはMITの必修科目の単位として認定されるというふうになっています。

それから、この下の三つは、先ほど廃止措置プログラムで整備した科目、特に、こういった実験科目の評価が非常に高く、私はこの話を交渉したときにMITの授業科目を見ると、やはり実験が弱いなというふうなところが見えたので、この辺を強調したところ非常に評価していただいたということでございます。

次の特色ある活動としては、ロシアとの交流というのも実はやっておりまして、実は、これは私がヘッドになってやっているものでございます。これは、文部科学省の大学の世界展開力強化事業（ロシア）というのがございまして、これは平成29年度に採択されました。タイトルとしてはすごく長いタイトルなのですが、実は生命系の学院のコースと原子核工学コースと共同で応募したので「健康・医療産業や」とかが入っていますけれども、生命系と原子核で共同してやっているプログラムでございます。

内容としては、この三つのコースですね。そのうちの原子核工学コースですが、それがモスクワ大学、それから、ロシア国立原子力研究大学、ロシア科学アカデミーと共同して学生交流を実施するというものでございます。

具体的には、原子核工学コースは、このロシア国立原子力研究大学、これはロシアにおいては原子力研究ではトップの大学ですが、MEPhIと言っていますけれども、そこと学生交流を実施するというものでございます。

具体的には、これはごちゃごちゃして恐縮なのですが、これは時限のプログラムで2021年までです。これは生命と両方の人数を合わせてあるのですが、2週間の短期派遣と短期受け入れが毎年4名ずつと、それから3か月超の長期派遣、長期受け入れが1名という形で、今年3年目になりましたけれども、今もロシア人の長期派遣の学生が来ておりますし、東工大の学生が1名、向こうに派遣されております。

それから、次の御紹介が、これは原子力規制庁の方でやっている事業に採択された案件でございます、原子力規制庁の方の公募で行われております原子力規制人材育成事業に採択

されて、「原子力安全・核セキュリティ・保障措置教育の体系化と実践」というプログラムをやっております。これも2017年から2021年度の5年間ということで、これは核セキュリティ、それから保障措置といったものを特に強化して教育を行うというプログラムでございます。

実は、この前身となるのはリーディング大学院プログラムというのがありまして、そちらでも原子力安全とセキュリティ・保障措置に特化した教育を行ってございましたので、そういった経験を踏まえて、規制人材育成事業でセキュリティ・安全・保障措置に関する教育を行っているということで、講義、それから実習、インターンシップというものの三つからなっているものでございます。講義は、特にこういったセキュリティに関係するような講義がございますし、実習につきましては、これは海外の施設等も使って実施をしたりしております。

次のもの、これが最後の御紹介ですが、これは実は東工大だけでやっているものではないのですけれども、国際原子力人材育成大学連合ネットワークによる原子力教育基盤整備モデル事業、通称大学連合ATOMと言っている活動をやっております。これは国内18大学と連携してやっているのですが、本学が中心になりまして、事務局を置いて回しているというものでございます。

これは国際的な原子力人材をほかの大学と連携して育成していこうということで、国際原子力基礎教育のTVセミナー、これはテレビシステムを使って講義を各大学に配信する。それから、あとは、国際原子力実践教育道場というのは、実際に集まって合宿して教育を行う。それから、あとは、原子力国際人材育成ということで、IAEA等へ派遣するというような3本柱で、うちが中心になって各大学と連携してやっています。これは結構実は歴史が長くて、2010年ごろからこういった連携での教育活動をやっております。

フェーズ1、フェーズ2、フェーズ3、フェーズ4というのは、それぞれごとに予算が切れたのですけれども、また新しく応募して採択されて継続しているということで、もう10年以上継続しているプログラムでございます。学生派遣とかですね。海外出前講義というのは、初期のころだけやりました。各国に行って、うちの方から講義をするというのもやった経験がございますということです。

この中で特に学生さんに受けがいいのがIAEAへの学生派遣で、例年1名とか2名程度なのですけれども、2、3名程度なのですけれども、派遣をしているということの実績を有しています。これはうちの大学だけではなくて、各大学連携してやっていますので、いろいろな大学の学生さんが派遣されているということでございます。

以上が、原子核工学コースの教育の特徴の御紹介でしたが、最後に、私の個人的な考えにはなるのですが、今どういう課題に直面しているかということをお話しして終わりたいと思います。

まず、原子力教育といっても、これは工学教育の一部ですので、工学教育全般の共通の課題としてやはり教育の質をもっともっと向上させる必要があるだろうというふうに思っております。

その取組のアプローチはいろいろな議論があるところなのですが、その話は今日は置いて、意識として教員の意識転換が私は必要だろうなと思っています。例えばMITなんかとつき合っていると、ああいった大学並みの教育をしようとしたら、授業期間中はキャンパスの外へ全然出られないと。実際いろいろ話を聞いてみると、学生に常に指導していないといけなくなるぐらいのを実際にMITでやっているのですね。だから、あのレベルをやろうと思ったら、もう授業期間中は全く外へ出られないぐらいの多忙な教育活動になるのではないかと。

あともう一つは、「(及び社会の)」と書いたのは、やはり採用していただく側ですけれども、学生さんのスキルの評価に基づく採用というのも本質的には重要なこと。昨今いろいろ景気がいいこともあって、非常に早い時期からインターンシップとかに学生さんが行くのですけれども、修士の1年の夏休みからインターンシップへ行ったら、実は何か就職につながっているらしいなんていう話も耳にするわけですが、まだ何のスキルも身につけていない学生さんを青田買いするようなことでは、学生さんも大学での勉強のモチベーションが上がらないだろうと。

やはりアメリカの採用なんかを見てみますと、この人は何、私は何ができますと、あるいは、大学では成績はこうでしたということを主張して採用されているようですので、そういった採用側と教育側の意識がそっちの方へ向くと、必然的にクオリティというのは上がってくるのではないかなと思います。

それから、教育プログラムの継続性の確保ということなのですが、昨今いろいろなプログラムの公募があって、その予算でいろいろな教育が充実できるのは非常に有り難いのですが、どれも3年から5年の時限措置なんですね。それが終わった後どうするかというのは非常に大きな問題で、優れた教育であれば継続して実施しないと意義が薄いと。先ほどの大学連合ATOMのときは、切れてもまた次取る、次取るということで何とか10年続けておりました。廃止措置の方は、もう切れることは最初から分かっていたので、切れても継続できるよ

うにということで最初から制度設計いたしました。普通ああいうプログラムを取ると、海外に学生を連れていったりとか、大規模なシンポジウムをやったりとかするのですけれども、そういうことは一切しないで、教育カリキュラムの充実に全ての予算をつぎ込みました。そういうようなことを考える必要があるとおもいます。

あと、原子力教育固有の課題としては、これはもう昨今どこでも御指摘があるところですが、やはり原子力実験施設の廃止・停止が相次いでいると。学内の施設が停止・廃止が続いていまして、実は、炉物理実験を東工大はJAEA、旧原研のころからそういった施設を使っていたのですが、それらは全部とまってしまいました。自前の施設も、先ほど実験の紹介をいたしましたけれども、老朽化が激しくて規制も年々厳しくなりますので、教員による維持は限界に達しつつあると。研究炉、核燃・RI施設を用いた教育が困難になりつつあるのだと。あと、共同利用施設でやる場合には、これは忘れられがちなのですが、学生を派遣する旅費を捻出しなければいけないということで、実はそういうのもなかなか今は捻出が難しい時代になっています。

それから、次もこれもよく言われて指摘されていることですが、若手教員の確保ということで、大学での理工学分野間の競争が熾烈を極めておりまして、研究資金獲得と研究成果の圧力が極めて大きくなっています。そうすると、資金・成果が見込める分野でないと若手研究者が生きていけなくて、ほかの分野に流れていってしまうということが実際に今、進行しております。結果的に教育面で原子力教育の担い手がなくなるということが、実は進行しているというふうに申し上げても差し支えないかと思えます。

以上で、私からの御説明は終わります。

(岡委員長) ありがとうございます。

それでは、質疑を行います。

佐野委員からお願いします。

(佐野委員) 大変おもしろい御説明、ありがとうございます。いろいろ工夫されているなという印象でございますけれども、先生が今説明された点は、結局、社会のその時点の要請に合わせていろいろ柔軟に対応して特別コース等々を設けていらっしゃるというのと、特にMITとの協働が相互補完的なメリットがあるということだと思えます。この例えば特別コースというのは、社会の現実の状況の変化に合わせて、かなり柔軟に先生たちがお考えになってコースを設置できるものなのですか。

(小原教授) スライドでは特別コースというふうに書きましたけれども、実態は正式なコース

というわけにはなっておりません。正式には、原子核工学コースの中に完全に組み込まれた授業科目群というふうな位置づけになっております。

最初は、本当は特別コースを作ろうと思ったのですが、実は大学の制度上、非常にハードルが高くて、そこはもう諦めて、名より実を取ろうということで、コースの中に全部埋め込んで定常的に回るようにいたしました。

(佐野委員) 分かりました。

一つこの廃止措置の工学特別コースの中で、産業界との交流・協力というのが一番大きなテーマだと思います。実際産業界の方から資金提供とか、あるいは人材、先ほど東芝さんから講師がというお話がありましたが、そういう人材の側面、あるいは財政的な支援はあるのですか。

(小原教授) 講師の派遣等につきましては、お願いすると非常に皆さん快く引き受けていただいている、謝金等も要りませんみたいな感じでやられているのですが、具体的な資金を提供していただくというのは期待できないというか、お願いしても、まず無理というのが現状です。

(佐野委員) それから例えば廃止措置のコースを取る学生たちのモラルといいますか、士気、関心は高いものがあるのでしょうか。つまり、廃止と言いますと一般的に後ろ向きな印象を持つのですけれども、その辺りはどうでしょうか。

(小原教授) 実は、そういった御質問もよく受けるのですけれども、実際に学生と話していると、1Fの廃止措置に後ろ向きの印象は全然ないというのが標準です。むしろ、何でと言われるのが悔しいというか、要するに、今来ている世代は事故が起きてもう9年たちましたので、彼らの知っている事故と我々が経験した事故は多分違うのですね。やはりそういう人は廃炉を完遂させるということには意義があるというふうに強く思って、別に汚い仕事でも危ない仕事でもない、非常に社会に役に立つ大事な仕事だという高いモチベーションを持っている学生が多くて、正に1Fがやりたいとうちのコースに来る学生もおりますし、そこが世間一般が思われている認識と今の学生さんの、少なくともうちの学生さんの標準的な認識のずれだと思っています。

(岡委員長) ありがとうございます。

(中西委員) どうも御説明、ありがとうございました。

4年生まではいろいろなところの学部の人を集めて、原子力工学科は非常に幅広い人を集めて教育しているということが非常によく分かりました。

そこでその教育がもうちょっと必要だという場合には博士課程まで教育するということで、非常によく考えられていると思います。

あと、一番大きなことは学生の人数が増えたということで、出口を見据えたプロジェクト、研究が非常に盛んに行われているようですので、これからもいろいろな優秀な学生が輩出されることと思います。

あと、国際ネットワークのこともすごく考えられていて、原子力関係の学生を I A E A とか M I T とかいろいろなところに送ったりしていると。外国に行かれた後の学生ってどんなもんなのでしょうか。やはりモチベーションが上がるとか効果があるのでしょうか。

(小原教授) その留学、特に I A E A の、大学連合 A T O M では M I T はやっていないのですけれども、M I T はちょっと別予算なのですけれども、I A E A のインターンシップは非常に効果がありまして、私自身担当していたこともあるのですけれども、やはり行って帰ってくると人が変わったようになりますね。非常に自信を持って、はっきり自分の考えを言える、外国の人に対しても堂々と対応できるというような人物になって帰ってくる人が多いのですが、送り出す前にいろいろ面接して、今年の学生ちょっと弱いけど大丈夫かなと思って、行って帰ってくると非常に成長していますね。

毎月レポートを書かせていて、それを見ていると、1か月ぐらいはもう人と誰とも話せないとか、孤独だみたいなことは書いてあるのですけれども、やはりあるとき何か吹っ切れるようで、2か月目ぐらいになると急に何か吹っ切れたように、自分からいろいろなセクションに出向いて行って話を聞くとか、当時、天野事務局長にエレベーターで会ったから話したら昼食誘ってくれたとか、自ら動いていくような形になって、非常に人物が変わって帰ってきます。こういうのは非常に教育効果が高いというふうに、私は思っています。

(中西委員) なかなか大学ですと研究面ばかり見られがちなのですけれども、教育のことを物すごくよく考えられていて、これからもよろしく願います。

(小原教授) はい、ありがとうございます。

(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す。

いろいろ工夫されて、たくさんのことやっておられて、大変感銘いたしました。

米国だけではなくロシアも、いろいろ多方位にやっておられますし、それから、最初にお話しになったコースのお話は前にも伺った、大変苦労されたと思うのですが、非常に成功しておられると思います。

そうですね、何を質問しましょうか。余り質問することはないのですが、聞いていた印象を申し上げますと、一番重要なことは小原先生の次を継いでいく若いリーダーを育てるということではないかなと。こういうことをやっていける次の方をうまく育てるということをここに書いていないので、非常に重要なのではないかなと思いました。

留学生の数も多いのですが、東工大は、最初におっしゃいましたけれども、研究所があったので大学院がベースだと。今はもうかなり学部からもたくさん来ていると、そういう状況になっているのでしょうか。

(小原教授) はい。実は教育改革は4年前でしたので、ちょうど来年度から新制度になって学部に入った学生が大学院に来る年になりまして、それでやはり定常的に入ってくるようになりました。

(岡委員長) よかったですね。

やはりこういうまたがっているコースは、今申しあげましたけれども、それなりにリーダーがしっかりしないと、大学本部ともよくリンクしていないと運営が大変になることもあるかと思しますので、頑張ってくださいと思います。

留学生の数も随分多いのですね。そうですね。

(小原教授) ちょっとあやふやな数字を申し上げたかもしれませんが、正確な数字はここに書いてあると。

(岡委員長) 非常に狭く言ってしまうえば国費留学生、出身国の国費留学生を何人つれてこられるか。これは、彼らは世界中どこへ行ってもいいわけですから、それが本当に来てくれるというのがすごく、ある意味ではプレゼンスがあって、一つの指標にもなる。論文の引用数だけでなく、こういうのも大学の研究の、ある意味で指標にもなるのではないかなと思っているのですが。

あとは、それだけでは学生は足りませんから、いろいろな奨学金とかを利用してやらないといけない。奨学金の状況なんかはいかがでしょうか。

(小原教授) 奨学金はなかなか取れない。奨学金に関しては博士課程向けの問題と、それから留学生向けの問題とあると思うのですがけれども、博士課程向けには、大学独自の奨学金制度を最近また整備いたしまして、博士課程への進学の際に経済的な理由で断念することがないようにという制度を、来年度から実施させることになっております。その財源をどうするかというのは大学としては非常に大きな課題なのですけれども、そこはそういうふうに手厚くしていこうという方針、ここで全学的に今動いております。

留学生に対する奨学金は、今の国の政策、私の理解では余りODA的な奨学金、国費はやらない方針なのかなというふうに私は理解していて、そうするとやはり、今、岡委員長がおっしゃったように自国の奨学金で来ていただけるようにしたいと、そっちの方に移行したいなど私は考えていて、そのためにはやはり、これも岡委員長が御指摘のとおり、魅力があるかどうかというところは非常に大きいので、そういう意味では、MITなんかと頑張っているのも、実はその辺のプレゼンスとか、あるいは、もう一つ大事なものは、やはりやりとりをやっていて自分たちの教育の問題点が見えてくるというのがあって、それによって大学の我々の教育のクオリティを上げようということで、非常にプラスになっている活動になっていますので、その意味もあって進めております。

(岡委員長) あとは、いろいろな獲得した外部資金をうまく教育に落とし込んでやっているのが非常に印象的です。

あとは、課題で書いておられます教員の意識転換の必要性ですけれども、役所もいろいろ先生方をお願いすることが多くて、だけど、数からいえばそんなに多くはない、大部分の先生がそれをやっているわけではないので、この辺りはむしろ意識転換だけではなくて、別の課題もあるようにも思うのですけれども、その辺りはどんな感じでしょうか。

(小原教授) それは、実は教員によると申し上げた方がいいかもしれません。やはり学内での教育を充実するのが大学教員としての本務だとお考えの先生もいらっしゃいますし、やはり対外的なところで御活躍の先生に、そういった活動に御関心の強い先生もいらっしゃいますから、やはり、あれは余計なことだったかもしれないですけれども、MITなんかでやっていると、彼らはやはり授業期間中は全然どこにも行けないみたいなのですね。米国の原子力学会なんかへ行って会えるかなと思ったら、誰もいないと。それで、週の後半に大学に出向くと、授業があるから行けないのだよと。要するに、彼らは授業があつたら、学会にも来ないのですね。

だから、あのレベルのことをやろうとしたら、日本もやはりそうならざるを得ないのではないかということは今回だんだん感じるようになったので、こういうことをスライドに入れました。

(岡委員長) ありがとうございます。

そのほか、先生方、ございますでしょうか。

(中西委員) 原子力工学というのは、少し前まで多少危機感みたいなものがあつたと思うのですが、東工大のそのアクティビティは明るいですね。明るいというか、それから学生もすご

くよく育っていると思うのです。これはどういうことでそういう前向き思考がぐっと出たのかというところは何か要因があるのでしょうか。やはりいろいろなプロジェクトを手がけたということが要因となっている。

(小原教授) こういうことを公の場で答えていいのかどうか分かりませんが、一番大きな理由は、学内で生き残るためというところが大きいのですね。やはりほかの分野が今、非常に破竹の勢いです。ITもそうだし、AIもそうだし、バイオもそうです。そういうところは、教育も非常に充実していて学生も何もしなくても、ばんばん集まってくると。そういう中で原子力教育がなくなってしまうためには、自らの質を上げていくしかないのですね。そういう切迫感があって、常に質の高いもの、新しいものをするにはどうしたらいいかというのをずっとやっていたというのが、あるいは今もやっていると。今も決して安泰ではなくて、産業構造がだんだん変わるに伴って大学の工学教育のウエートも変わってきますし、学生さんのトレンドも変わってきますので、そういう中であってやはり新しいものを出していこうということが大きなモチベーションになっているというふうに申し上げていいかもしれません。

(中西委員) どうもありがとうございます。

(岡委員長) ありがとうございます。

そのほかございますでしょうか。

それでは、今日はどうもありがとうございました。

それぞれの大学で大変工夫してやっておられて、頑張ってくださいと思います。どうもありがとうございました。

それでは、議題1は以上です。

それでは、議題2について、事務局からお願いします。

(竹内参事官) 議題2、その他でございます。今後の会議予定について、御案内いたします。

次回、第3回原子力委員会の開催につきましては、日時、1月28日13時半から、場所、8号館6階623会議室、議題は調整中で、後日、原子力委員会の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す。

先生方、ほかに何か御発言ございますでしょうか。

それでは、御発言ないようですので、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。