

第12回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 平成31年3月26日（火）10:02～11:42

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館5階共用C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、佐久間参事官補佐
ミラノ工科大学
二ノ方教授

4. 議 題

- (1) イタリア・ミラノ工科大学における原子力教育事情について
- (2) 九州電力株式会社玄海原子力発電所の発電用原子炉設置変更許可について（3号及び4号発電用原子炉施設の変更）について（答申）
- (3) その他

5. 配布資料

- (1) イタリア・ミラノ工科大学における原子力教育事情について
- (2) 九州電力株式会社玄海原子力発電所の発電用原子炉設置変更許可について（3号及び4号発電用原子炉施設の変更）について（答申）

参考資料

- (2-1) 九州電力株式会社玄海原子力発電所の発電用原子炉の設置変更許可（3号及び4号発電用原子炉施設の変更）に関する意見の聴取について
- (2-2) 九州電力株式会社玄海原子力発電所発電用原子炉設置変更許可申請（3号及び4号発電用原子炉施設の変更）の概要について

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12回原子力委員会を開催いたします。一言御報告いたします。昨日25日、第11回原子力委員会臨時会議を開催いたしました。この会議は人事案件を審議することから、原子力委員会議事運営規則第2条2項の規定に基づき、議事を公開しないことといたしました。なお、臨時会議の議事録については、後日原子力委員会のホームページで公表します。

本日の議題ですが、一つ目がイタリア・ミラノ工科大学における原子力教育事情について、二つ目が九州電力株式会社玄海原子力発電所の発電用原子炉設置変更許可について（3号及び4号発電用原子炉施設の変更）について（答申）、三つ目がその他です。

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) 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27日にまとめております。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・マクマスター大学、米国のパデュー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が、本日はイタリア・ミラノ工科大学の二ノ方先生より御説明をお願いしております。

それでは、二ノ方先生、よろしく願いいたします。

(二ノ方教授) 御紹介ありがとうございました。それから、こういう機会を頂きまして感謝いたしております。

私は2012年、東京工業大学を定年になりました後、イタリアのミラノ工科大学に講義を中心として勤めて今年7年目になります。7年というのは最初の予定の2年を大幅に超過しておりますので、ぼちぼち引き上げてこようかと思っているところですが、我々の現役の頃の経験やら知識がどこかで未だ役立つのだろうか、中国の原子力の将来とか、そういうものを考えますと、やはりこのまま引退して何もしないでいるというのは、何となく不安な感じがします。そういう意味で、もうちょっと頑張ってみようかと思っています。

イタリアの原子力教育、よその国と比べると特殊な事情が背景にあるその中でも、幾つか我々日本が学ばなくてはいけない点があると思います。最後にそれらをピックアップしてまとめますので、今後の議論のネタになればありがたいと思います。

これからお話しするのは、イタリアの原子力事情と、それからミラノ工科大学の全体概要、

それから、エネルギー工学科・部門、学部とか大学院になるのですが、その中にあります原子力部門 C e S N E F と、我々がその中で行っている教育、授業とか学生の指導について手短にお話しして、最後にまとめてみたいと思います。

まずイタリアの原子力事情ですが、イタリアはかなり早い段階、第二次世界大戦が終わった直後から、民間が中心になって原子力開発を始めた経緯があります。開発の中心となった C I S E という会社がありますけれども、F i a t、O l i v e t t i、E d i s o n（電力会社）等が合併でつくり上げた会社です。原子力平和利用に着目し、それから発電を伸ばしていこうということで始め、その後に国が本腰を入れた。1950年ぐらいです。52年にイタリア原子力委員会の原型になりますCNRが発足して以来、60年にCNENに昇格、82年にENEAという原子力及び代替エネルギー研究開発機構になりました。I s p r a とかC a s a c c i a、B r a s i m o n e、B o l o g n a など10か所ぐらいの研究所を管轄している。そのENEAという組織が現在まで続いています。今は廃炉や廃棄物処分とか中小型炉、それからGEN-IVとか加速器ADS等についての研究を主に行っている。核融合炉なんかは大きな柱になっているのですね。

イタリアでは、研究炉というのが全部で14基ありました。その中の最初の研究炉（50kW）はミラノ市中心部に近いミラノ工大のレオナルドキャンパス内に1957年建設され、59年に臨界、その後20年ほど運転した後、1979年に運転を停止しております。2年ほど前に燃料を取り出しアメリカに返却、具体的にはA t o m i c I n t e r n a t i o n a l 社へ輸送を行っております。従いまして、炉心にはもう燃料はありません。

イタリアは高速増殖炉開発に熱心でした。その開発を特徴付けるものに実験炉P E C の建設があります。高速増殖炉実験炉「常陽」と同じぐらいの大きさの高速炉です。1972年に建設開始、紆余曲折を経て75%ほどまでできたところでチェルノブイリのアクシデントがありました。その後、結局全て工事を停止、最終的に計画が中止になったのが91年、今でも格納容器とか建物は、外からよく見えます。

それから忘れてならないのがS I E T という特殊な研究実施会社です。ENEAとENEL/C I S E が1983年に合併でつくった会社で、大きな高温高压の電熱利用のループを所有しています。そのループを使ったアメリカのA P 1 0 0 0 とかN U S C A L E などの許認可用データを出しています。研究実施・品質管理能力が世界的に高く評価された研究会社といえます。

ここから原子力発電についてお話しします。イタリアでは、たくさんあった小さな電力会社

が1962年に一つのENELという電力公社として国有化され、以来20世紀の末まで電気事業を独占していたわけです。しかしながらEU加盟後の電力市場開放政策によって分割民営化され、今はイタリアの30%弱の電気がENEL、あとは中小の小さな電力会社が関わっています。過去、原子力発電関係についてはENELが主導してきていましたが、停止後の原子力発電所は全て国策の廃炉措置SOGIN社の管轄になっています。現在ENELは（国内には原発を所有しませんが）EPRの開発に投資しています。またスペインとかフランス、スロバキア、ルーマニアの原子力発電所の権利を買って、イタリアに電力を輸入する。ほとんどが原子力発電由来の電気を輸入しているわけです。

イタリアの原子力発電所は、1963年にローマの郊外ラティーナにマグノックスを導入して以来、BWR、PWR、初期の原型炉に近い小さな商業炉ですが、それらを64年に導入。かなり早い段階ですので、技術的にまだ完全なものとは言えなくて、いろいろなトラブルがあったようです。結局作ったはいいけれども、実際の稼働率というのは極めて低かった。その後、福島原発と同じ形式のBWR（86万kW）のカオルソ原発が79年に運開し、チェルノブイリの事故があった時期まで運転をしております。あともう一つ、これは結構大きなBWRですが、これは完成目前にキャンセルとなっております。

イタリア人が原子力についてどう感じているのでしょうか。全体としては、反原発、批判的だと思われそうですが、今は原子力というのはあんまり話題にならないので、お互いに原子力の是非を議論することは聞いたことがありません。50年近く前は、サハラ砂漠でフランスが核実験を行ってました。しばらくは、南からの強い季節風が吹く季節になると、サハラ砂漠から巻き上げられた放射性物質がイタリアの土地に飛んでくるというので、かなり神経質な報道や議論があったみたいです。

それでもイタリアという国は、西欧科学技術を体現してきた国の一つです。科学的な知識というのは、かなり日常の生活に根ざしている。したがって、リテラシーというか、そういう知識がものの考え方に潜在的に影響を及ぼしているのではなかろうか、そういう意味ではゼロ放射線、リスクゼロを要求することはないのでは、と期待したくなります。ある程度合理的な考え方ができるのではないのでしょうか、と。今後その辺に着目すれば、これからお話しする原発放棄路線が将来的に徐々に変わっていくことが期待できるかもしれませんし、一時期そういう途を実際に辿っていたのですから。

1960年代後半、70年代にかけて第一次オイルショック、それからTMI-2とか、そういうことを経験した結果、電力の安定供給を目指すという意味で、原子力利用促進をう

たったいろいろな長期計画を立てておりましたが、結果的には実行できなかった。カオルソ BWR を最後に、つまり 69 年に発注して 79 年に運転開始以降は発注もなくて、原子力というのは停滞をしていたというのがイタリアの状況です。

そうこうしているうちに、86 年にチェルノブイリ事故がありました。87 年に国民投票があつて、結果的に原子力を放棄するような方向に向いました。90 年代になりますと、原発停止による損失補償やエネルギー価格上昇、グリーンハウスガスの排出制限・削減目標とか、金融不安などを経験し、世論にもやはり原子力でないと駄目だという意識が芽生えてきた。省エネ・再エネというのかなり努力しているのですが、1993 年にブラックアウト（大停電）を経験して、その結果、やはりイタリアも原子力に戻らなくてはならないという議論が大っぴらにされてきたわけです。そういうわけで、専門家、政・財・官、皆さんの努力もあつて、もうこれからは原子力の時代に戻り、新しい原子炉プラントを最初に 3 基、4 基つくっていこうというような計画が出てきたのです。

2000 年代に入りベルルスコーニの政権が成立してその計画をバックアップし、ついには原子力利用の再開を促す諸法律を議会において成立させたのです。この成立により、1987 年の国民投票の結果を受けて見直された政策に基づく（原子力放棄に繋がった）立法措置は否定されたことになりました。すなわち、1987 年の国民投票結果を 20 年ぶりに覆したことと同義なのです。その直後に福島事故が起こって、同年 6 月に国民投票が行われました。福島事故が起きたから国民投票を行ったものではありません。今述べた、議会によるいわゆる 87 年の国民投票結果に基づく立法措置を否定することの是非を 11 年 6 月国民投票によって問うことがもともと決まっていた。その投票直前に福島事故が起きたものだから、投票の結果は、皆さん御存じのとおり。国民の 50% 強が 1987 年の立法措置を、もう一度追認するという格好で決着を見たわけです。

国民投票というものは一体何なのだろうということなのですが、投票の争点は、法律の条文の廃止で、要するに原子力利用の是非の判断を直接国民に委ねるわけではない。これははっきりしています。その理由は、これは私が想像するところなのですが、原子力を放棄することによって、社会がどう変化して国民生活がどう変わっていくか、どう影響するかということの判断を国民に委託するには無理があるだろう、ということだと思います。つまり、こういう原子力利用の是非の判断を国民投票で行うことはしない。実際、法律の廃止を問う効力、それだけを問うものについて国民投票を行うと決められております。ですから、国家戦略とか原子力開発の是非を問うようなことはしない。

しかしながら、国民投票の結果というものは、原子力の放棄、原子力エネルギーを使わないということにつながっていますし、その結果として経済活動停滞に陥り、国の活力低下を加速した結果、失業率は下がりませんし、南北の格差は拡大するということで、大学なんかでも原子力の学科の継続とか存続とかということについて、大きな問題を投げかけたそうです。しかしながら、これから見ますように、大学においても原子力工学の教育体制というのはしっかり残っております。文科省とか国民の強いサポートも増えていると思います。

まず、ミラノ工科大学の簡単な紹介を申し上げます。これは1863年に創立以来ですから、つい先日150年の誕生日を迎えております。左側に見ていますロゴ、これが大学のロゴで、これはラファエロのSchool of Athens、アテネの学堂の絵の、この部分をミラノ工科大学(Politecnico)のロゴに採用しております。

大学の構成ですが、大きく分けて三つの部門があります。一つは建築学、学生は約9,000人から1万人程度、それからデザイン学部がありまして、これはその半分、4,000人程度、一番大きいのが工学部、エンジニアリングで、そこに現在は3万2,000人ほど、トータルで4万5,000人程度の学生が、七つのキャンパスに分かれて勉強をしているという状況です。

教授陣はトータルで1,300人程度の教授、准教授、それから助教授からなっております。大学国際化を目指していまして、今は修士課程の全学生の30%近くが外国から来ています。だから、右側のあるテーブルでいいますと、学部に入學する学生の数、年度ごとに約1万8,000人の応募者に対して約6,000人が外国人、という具合に外国人学生の割合が高い。

ミラノ工科大学の歴史は1863年からですから、156年、そんなにすごくない。ボローニャ大学は12世紀からですから。工科大学ですので新しい、ということで、東京工業大学とほとんど似たような感じですね。

少し補足しますが、標準的な大学生の場合、19歳から22歳までが学部学生で、Laurea(学士号)を取得するために勉強します。大学院に入るのが22歳から2年間でLaurea Magistrale(修士号)取得のための修士課程、24歳から3年間のドクターコースがあります。

これからお話ししますエネルギー工学科というのは学部教育と大学院教育をあわせ持っているコースということですが、修士課程の学生数1学年約260名というサイズの学科になります。現在のエネルギー工学科というのは、従来のエネルギー工学科に、原子力工学科、

電気工学科、材料及び化学工学科（イタリアのノーベル化学賞受賞者の名前を冠にした化学工学科があります）、これらの四つか五つの学科の有志が合流した結果です。つまり、それで一つの大きなエネルギー工学科といういれものが作られ、いろいろな分野の先生たち、研究者たちがそこに集まって、エネルギー関係の仕事をやっております。

教授が22名、准教授が47名、研究員が40名くらい、研究助手80名、それから約100名の博士課程の学生がいわゆるティーチングアシスタントの役割を担っております。外部からの講師なども含めると330名ほどが教育に携わっており、これがエネルギー工学科の一つの大きな特徴というか、結構教える先生方が多い。

そのエネルギー工学科で何をやっているか、もう少し詳しく話しますと、資源工学、化石燃料とか再生可能エネルギー、原子力がエネルギー資源工学の最初の出発点。

二つ目がエネルギーを変換するプロセスとかシステムについての研究、三つ目が変換されたエネルギーをどうやって配分するかとか貯蔵するかとか、転送するかとかそれからスマートシティみたいなことについても、ここで研究をしているということです。

四つ目の柱のエネルギーの利用につきましては、節約と効率に関する研究、最後に5つ目の大きな柱としては、エネルギー開発の戦略とか政策、それらのインパクトについていろいろ研究をするという、大きく5つの流れになっております。

所在地は画面の右上にありますボビザ、これはミラノの中心部からちょっと西の方に行ったところ、電車で5分ぐらいのところ。しかし画面下にありますレオナルドキャンパスの方がもっとミラノの中心部に近い。中心部に近すぎて原子炉を置いたものの周りの反対などで79年に止められたのですが、キャンパスが手狭になったのでエネルギー工学部門を中心として広いボビザに移ったという次第。トータル1万平米とは、これは建屋の敷地ではなくて、ラボのトータルの床面積になりますね。それと右側にあるのが、これはキャンパスの模型ですが、このようなかなり広いキャンパスに移りました。

ミラノ工大の原子力部門というのは、イタリアの大学の中では一番歴史が古い。先ほど述べた通りイタリアで最初の研究炉が初めて置かれたのがレオナルドキャンパスです。それ以来、その地域一帯とそこにある施設のことをCeSNEF（チェスネフ）と呼ぶようになりました。Centro Studi Nucleari Enrico Fermi、Enrico Fermiの略称です。そのCeSNEFがレオナルドキャンパスからボビザキャンパスに2008年に移ってきてからも我々のグループのことをCeSNEFというふうと呼んでおります。

エネルギー工学部門に合流するまでは独自の学科で学部、それから専攻としても独立に原子力工学は存在していたのですが、2008年以降は旧エネルギー工学、他部門と一緒にあって、一つのエネルギー工学研究部門を形成していることは先ほど述べた通りです。

これまで40人ほどの進学者だったのですが、実は一昨年、昨年と、増えてきてまして、1年前の年度だと65名の学生が進学してきました。これはヨーロッパで最大の原子力工学科というふうに言っていると思います。

なぜ増えたのかについては、後でも少し議論してみたいと思いますが、とりあえず最近の特徴としまして、外国人留学生が増えたということがあります。これは修士課程、博士課程の全ての講義を英語にした結果で、教える側の努力の一つの成果と考えられます。

左下にあります新しい建物B18、これは放射線防護とか放射線核化学、それから核物理関係、核医学など、いろいろな放射線生物学、そういうもの全体の研究を行えるような研究棟で新しく2015年にできました。こういう施設・設備を使えるということ、それから、ミラノ郊外にありますパヴィア大学にありますTRIGA炉を使った原子炉実習や、その炉を研究等に利用できることなど、原子力工学の習得のために必要な実習や実験設備の整備が進んできたことが大きな要因だと思います。

それから、このスライドの最後に書いてあるのが(前述の)S I E T、そこで学生が論文研究実験を行えることは大きい。また、大学にいろいろな研究施設、実験施設を置くよりは、こういう実験管理、実験実施においてアウトソーシングを利用しようじゃないかというので、そこに大学実験のループをお願いし管理してもらっております。多少お金は払いますが、その方が大学内の事故とかそういうことを心配しなくてもいいということもあります。安全面でもいいことですし、そういう意味で思い切って大学の実験設備、特に高温、高圧のものは、このS I E Tに置いて、ここで実験をするというような考え方をしております。

B18のことを申し上げましたけれども、凡そ25億円から30億円程度のお金をかけたと聞いております。60%が原子力の研究で、残りの20%は化学系、敷地を分けて共用にしております。

なぜこういうことを強調しているかといいますと、例えば福島事故以降にこういう研究施設を新たにつくるということは、世界中どこを見てもほとんどなくなっているからです。2015年ですから福島事故の4年後にこういう立派な施設をつくりまして、ちょっと時代錯誤しているのではないかと思う人もいるかもしれませんが、そうではない。要するに原子力エネルギーは放棄しているけれども、原子力工学という学問は放棄していないという

こと、これははっきり申し上げたいと思います。

ここから C e S N E F における原子力の教育事情について、少しお話ししたいと思います。これが 2003 年から去年、おとしまでの入学者の推移、変動です。2008 年にレオナルドキャンパスからボビザキャンパスに移ってきて、それ以来、大体 40 人前後の学生が入学をしてきていました。それが 2016 年に 46 名、2017 年に入学者数が 65 名というふうになっている。2011 年、これは福島事故の後、多少減りましたが、その後、増えてきているという傾向グラフです。

これは横軸を縦にしまして、縦軸に年度で 2003 年、2017 年まで棒グラフ、右側はどこかの学生がどこから来ているかということの色で示しています。ちょっと分かりにくいかもしれませんが、例えばエネルギー工学から原子力工学の方に移ってくる学生が 13 名ほどいると。物理学科から原子力工学の方に移ってくるのが 16 名、これは例年割と多いです。特に最近増えているのが留学生、今までゼロないしは 1 名だったのが、2014 年から 4、3、3、10、去年は 10 名でした。これは講義を全て英語に変えたことが理由だと思います。それで一番下がほかのイタリアの大学、トリノ工科大学とかピサとかローマとか、そういうところから来る学生がいることが分かります。

一旦修士課程に入りますと、欧州域内での留学とか、海外に出かけてインターンシップに参加する等、いろいろ可能性が広がります。そのときに単位の互換というものが話題になります。例えば、E r a s m u s 計画というのがありまして、これは欧州諸国の高等教育機関の交流、学生の交流ですが、交流を盛んにして、教育の質を上げる。その一環として単位互換制度 E C T S の確立が行われております。それは 1989 年ですね。

E C T S というのは、これを各欧州各国が法制化をしています。つまり、法律としてちゃんと決めなさいというふうになっているわけで、学修量の目安として、1 E C T S を一つの単位なのですが、例えば 25 時間の学習によって獲得すると見込まれる成果、それに同等の成果を生み出す学修量を 1 E C T S としています。成果の単位じゃなくて学修量の単位として 1 E C T S。例えば通常は 5 E C T S か、又は 10 E C T S の科目を設定するわけですが、例えば 5 E C T S の科目は 35 時間から 45 時間の授業時間、ですから先生がこれだけ働かなくちゃいけない。それが 6 週間とか 8 週間の間に 45 時間から 45 時間、あと学生はそれの 2 倍の時間をかけて予習、復習、宿題、課題学習などに費やす。そういったことが要求されております。40、45 時間の授業に対しましては、85 時間から 80 時間の学習、勉強をしなければいけません。合計、学生は 125 時間、これが 5 E C T S。10 E C T S

の場合は250時間、結構大変なのです。

修士課程の平均的學生に課せられる学修時間は、1学期間で750時間、30 ECTS、それから年間はその倍、それから2年間修士号を取得するまでは合計120 ECTS、つまり3,000時間の勉強をさせられる。大変な量の勉強になります。とはいいましても、東大や東工大も大体これと同じような勉強時間を學生に要求して単位を設定しています。

最初の年度の1年目の修士課程の取るべき選択科目、修士課程1年の科目、それから、これが2年目の科目の一例、大体10単位、又は5単位の科目です。

學生は原子力工学コース内での2年目、最後の学期までには、自分が何をするか、何に興味を持って、今までに培ったいろいろな経験とか、頭の中に入れたいろいろな知識、勉強した成果を修士論文に反映させたい。そこで学校側としては、三つのコースを用意しております。一つはNUCLEAR PLANTS、二つ目がNUCLEAR TECHNOLOGIESとなっていますが、これはいろいろな物性とか放射線とか放射線防護、そういうのに関連したコース、それから三つ目がNUCLEAR SYSTEMS-PHYSICS、ですから、ここは加速器とかプラズマ、核融合、そういった関係のコースです。

そういう中にどういうふうに納まるかといいますと、65名中13名がNUCLEAR PLANTS、ここは、炉物理、原子炉工学そういう分野の応用です。それからNUCLEAR TECHNOLOGIESが21名、それからNUCLEAR SYSTEMS-PHYSICSが31名です。ここで御覧になるように、プラズマ、加速器とか、核医学等は右側のNUCLEAR SYSTEMS-PHYSICSというふうに分かります。

2年間の履修においては、入學者の約7割から8割が規定の2年間で卒業していきます。残りは行方不明とか、もう少しゆっくりやりますという學生になります。原子力の場合は30%から50%の學生が博士課程に進学しています。2年前は55%。母集団が小さかったとはいえ、これはちょっと大学の中でも少し異常に高い数値です。エネルギー工学部門全体として博士に進学するのは5%から10%ぐらいですから。その背景には、原子力の修士課程、博士課程修了者の就職状況が極めていいというところもあるかもしれませんが、もっと勉強したいという意欲のあらわれでもあると思います。

ここにありますように就職状況は極めて良好なのですが、これは原子力関係の仕事があるというわけではありません。国内のリクルート、キャリアプロモーションだけについていいますと、就職状況は極めて良好です。原子力以外の業界から原子力の卒業生に対するデマンドのようなもの、来てくださいという状況は非常に高く、學生は100%就職しております。

す。

ここにありますが失業率、全国では3割を超えています。これは事実です。南北の差がありまして、南の方は3割を大きく超えた失業者の失業率です。北の方はイタリアの経済を支えており、失業率はそんなに高くありません。それでもやっぱり1割から15%くらいの失業率になっています。そういうことを考えますと、原子力コース修了生の就職状況は極めて良好であるというふうに申し上げたいと思います。

外国に就職するのは、全体の2割程度です。PhDになりますと、半分近くは外国に出ていくんじゃないかと思えます。

ここに示しますのは、原子力工学科における就職のキャリアサービスディビジョンの資料です。これを見ると、学生の76%が男性、女性が24%、だから4人に1人が女性であること、留学生が8%ということが分かります。2.8年かかって卒業するとありますが、これは先ほど申しました70~80%程度の学生が2年で修了するということに対応しております。それから卒業する年齢は26歳ぐらいが平均とのことでした。

ここでは25名の修了生について申し上げているわけですが、45%が就職、55%がドクターに進学するということです。その45%の就職する人たちのデータですが、1人当たり給与は平均月1,800ユーロ。日本円で20万円強。年収にすると、2万5,000とか3万ユーロぐらいですから、そんなに悪くはないかなという感じはします。彼らが外国で働く割合は22%。それから国内就職先には結構小さな会社が多い。これはイタリアの特徴になります。すなわち50人以下の規模の会社が半数近く、44.5%となっていますが、これはイタリアの企業風土、要するにあんまり大きくすると、国からのいろいろな規制が増えますので、会社があんまり大きくならない、社長も会社を大きくしたがる。結果として、こういう小さな会社の割合が増え、卒業生も結果的には小さな会社に勤める割合が、率が高くなっているということです。

以上で入学から就職までの修士課程のお話をしたわけですが、今までの話をした中で、幾つか事実をかいつまんでまとめたものが、次のスライドになります。

まず、原子力工学修士課程コースへの進学者が急増しているということですね。これは、どういうことだろうというふうに考えたのですが、やはりエネルギー工学部門の中での存在、要するにその中に原子力工学科が存在するというのが重要な要素だということです。学生はエネルギー工学部門の中でいろいろなことを勉強します、基礎的な物理とか化学とか。そういう基礎の視点でものを見ていますと、エネルギー工学の中にある原子力工学の存在という

ものが比較的よく目立つ。そこに何か興味を持ってくるというシナジー効果があったというふうに私は見ております。

留学生が増加した理由はやはり教員の努力でしょうね。学科の我々もそうなのですが、教員みんなが努力することを求められていまして、外国出張や国際会議等に出たときは、ミラノ工科大学の紹介とか、こんなことをやっているんだというPRをする。そのように心がけております。それと、大学の中の英語授業の徹底を図ったということですね。

修士課程における学生の興味をいろいろ調べてみますと、左にありますように、プラズマ、核物理、核医学、核融合、核分裂の順番です。核分裂に対してはほとんどゼロだったのですが、最近少しずつ核分裂炉に対する興味が出てきて、今でも順位は一番最下なのですが、それでも少しは核分裂炉に興味を持って、勉強してみたいという学生が結構来ております。それで中小型炉とかGEN-IVとか高速炉等への興味を持つ学生が、修士論文を書くようになったと。

インターンシップを大いに勧めておりまして、例えば先ほど申しましたErasmusとか、それからPoly2Nucというのは、トリノ工科大学とミラノ工科大学の間で共通のプログラムを持っていまして、1年間はトリノで暮らし、2年目がミラノで、そこでどちらかで修士論文を、そんな制度も整備されております。CIRTENというのはピサ大学とトリノ工科大学、ミラノ工科大学で共同研究の協定があって、その協定の中で修士論文を書けるようにという、そういう制度が結構充実してきたというのが、一つの人気の理由でもあると思います。

良好な就職といえますのは、学生の資質が結構高いからだと思います。これは主観的な判断になるかもしれませんが、優秀な学生、私の目から見ても結構真面目でよく勉強している学生が多い。彼らに対して教育、先生たちが頑張って良い教育を施すと、出ていく学生の質が高くなっていくということを世の中はよく分かっています。

原子力というのはいろいろなことを勉強しますので、いろいろな産業に応用ができる。そういう意味で原子力卒は潰しがきくということも、最近周りの方、産業界の方もよく期待してくれていて、学生は引く手あまたといえますか、就職には困らないということですね。

このスライドは留学生の数字です。2010年まではたった1名、それまではゼロ。ですので2013年ぐらいまではほとんどゼロだったのですが、以降少しずつ4名、3名、3名、突然2017年に10名。この15年、16年ぐらいから、いわゆる修士課程の授業の言語が英語に変わったという事実。それまではどう考えてもイタリア語でやった方が先生は楽で

すから、イタリア語の講義が多かったのです。それを強制的に英語で講義するよという
通達がありまして、それ以降ようやく英語での講義が100%になった。それはつい最近で
す。留学生の増加は、そのためではなかろうかというふうに我々は思っております。

ここから全体のまとめに入ります。

まず最初のポイントはエネルギー工学科に原子力工学部門が合流したこと。吸収されたとい
うのではなくて合流したというふうに言っていますが、その利点は、いわゆる学部時代の
学生たち、すなわち物理、化学、情報、生物、いろいろな基礎工学を学んだ学生たちにとっ
て、エネルギー工学部門の中に核とか放射線等を冠に置いた分野、そういう学科、研究分野
というものを、自分らが勉強した知識の延長線上にちゃんと捉えることができることだと思
います。そういう事実が原子力工学科にかなりの学生が来てくれることの一つの大きな理由
ではなかろうかと私は考えています。

二つ目のポイントは、特にエネルギー工学科なんかに入りますと、講義とか野外活動を通
して原子力に興味を持ち始める学生が多いこと。

三つ目のポイント。修士課程に入学後も原子力、特に先ほど核分裂の原子炉、軽水炉とか
高速炉、そういうものに興味を持ち始める学生も結構私は目にします。何もしなかったら多
分、学生は原子力プラントや核分裂炉には来ないでしょうね。結局はこういうプラントに興
味を持たせるといのも、先生たちの努力ではなかろうかと思えます。

四つ目のポイント、学部、学科又は部門が真剣に講義、教育に力を注いで、教育第一で研
究第二ということです。ですからどちらかというと教育、授業に多くの時間をとられ過ぎて、
自分らの本来の研究に費やす時間が少なくなる、これは教授陣の本音です。これには私も同
感でしたが、大学の教員というのは、やはり教育が第一なのだ、それが原点にあるのかな、
と最近思うようになりました。

部門が講義とか教育について力を入れている。例えば、全体のシラバスや講義計画、毎回
の講義終了報告、講義の中身や我々がつくっている講義ノートの部門内での公開、そういう
ものを部門がちゃんとチェックする。管理部門が我々の講義の中身、テクニカルな面を評価
するのは難しいと思いますが、講義の中身の在り方や形式については、チェックがちゃんと
入るわけです。また、部門による講義の評価には学生の授業評価が大きな比重を占める。だ
から学生と常に日常から接触をして、疑問がないかとか、そういうやりとりを行うように、
我々は義務化されています。

五つ目のポイントですが、新しい研究棟B18が2015年にできたと先ほど申し上げま

した。25億から30億円の予算を出したのは、イタリアの文科省です。この予算措置というのは本来だったら、福島事故が起きた後ですので、キャンセルされたかもしれなかったのですが、ここに書いてありますように、政府を褒めているわけではないのですが、事実として、イタリア政府というのは、発電は放棄しても、原子力工学が学問である以上は放棄しないという姿勢をとっている、と解釈しております。入学を希望する学生がいる以上は、シチリア島のパレルモ大学など全国に原子力工学科を持っている大学が八つありますが、それらの原子力工学科の運営の予算というものをきちんと出している。廃止もしないし、名前を変えることや改組もしないということです。

六番目のポイント。そういうことで、言い過ぎかもしれませんが、原子力工学コースは学生とイタリア文科省によって支えられていると思います。

七番目のポイント。卒業生の評判は、先ほども申しましたように、極めて高いということです。例えば、アメリカの大学の先生と国際会議などで顔を合わせると、博士課程に優秀な学生を採りたい、そのために優先的にミラノ工大の出身者を採るから進学希望者がいたら是非よこしてよ、というふうなことになるのですね。

八番目のポイント。そういうことを言われるとうれしくはなるのですが、でも、それは結局ミラノ工科大学というのは人材供給大学になっていて、イタリアのためではなくて、イタリア以外の国のために人材を供給するというような、ちょっとねじれた現象になっていることです。原子力産業がないわけですからしょうがないのですけれどもね。でもそれにも関わらず、すごくイタリア人はよく勉強して、こういうふうの世界で活躍をしているという、日本で耳にするイタリア人に対する（間違った）一般的な印象とは明らかに違う。これがイタリア人の本当の姿だということです。

最後に、我々は今後どうするのか、ということですが、原子力産業がありませんので、いずれ息切れはすることを考えなければなりません。そういうことで、競争的な資金の獲得に加え、留学生を獲得するということが重要になります。今、私が絡んでいるのは、西安とか上海、そういうところの工科大学との間でダブルデGREEプログラムを交わすことです。そこで中国の学生とミラノ工大の学生を一年間交換する、その際、下手をするとほとんど一方通行になる可能性もありますが、それでも中国からの多くの学生を教育して、中国のいわゆる原発、原子力の安全性等の向上に貢献をしたいというふう考えております。

以上でございます。

(岡委員長) ありがとうございます。

それでは質疑を行います。佐野委員からお願いします。

(佐野委員) イタリアにおける原子力の教育事情について大変興味深い御説明をいただき、ありがとうございます。

幾つか質問させていただきますけれども、一つはイタリアの原子力政策は大きく何回かぶれたわけですね、チェルノブイリ、それから今回の福島と。

現在は87年の立法措置を再確認したということ。ただ、この中身は原子力利用の是非の判断ではないということなのですね。民意は重要ですが、民意は事故の後とか、10年後とか20年後とか30年後で恐らく変わっていくのだろうと思います。他方、イタリアが言っているのは、原子力を放棄することにより、社会がどう変化し、国民生活にどう影響するか等の判断を国民に委ねることには無理があるということですか。

(二ノ方教授) はい、それは私の意見です。

(佐野委員) そうしますと、政策決定は政策決定論者、つまり民意を反映した議会や、政府が決めていく訳ですが、他方、国によってはレファレンダムによって決定していく国があります。がいずれにしても現在の時点の民意が将来の世代を拘束するわけです。あるいは、過去に行われた民意が今の世代を拘束する、そういう構造になっていると思うのですが、そのあたり先生はどう思われますか。つまり、先生の説明ですと、原子力を放棄したがゆえにイタリアの経済が停滞に直面したという事実もあるというときに、民意というのをどのように考えるべきかという、非常に素朴な疑問です。非常に難しい疑問なのですが。そのあたり先生はどう思われますか。

(二ノ方教授) イタリアの場合は、最初に申し上げましたように、原子力に対しては、危険なものであるとか、そういう放射線が嫌いな人というのは結構多いわけです。いわゆる諸手を挙げて原子力導入に賛成という方は、世界中どこへ行っても少ないとは思いますが、やっぱりイタリアでも同じです。他の国、ドイツなんかに比べても、直接サハラ砂漠からの放射性物質の影響というものを経験しているわけですね。車が真っ白に、砂が覆っていると、ガイガーカウンター持ってくるとか、そういう人もいないでもないわけです。しかし、こうした話を以ていわゆるそれが民意かと言われると、私は好きとか嫌い、怖いとかの話ではなくて、国民が持っている知識レベルというものが反応していなければならないと思います。本当はそれを以てもっと勉強してもらわなくちゃいけないとか、もっと科学・技術的にデータをきちんと見て、原子力はそんなに危険じゃないんだとか、そういうふうになるかならないかは別にしまして、それなりの判断基準を自分から作り上げ、その結果として民意が形成さ

れることを要求してしまう。しかしながら、判断材料を自分で集めて、それで自分の意思を明らかにするということは、そういうことまでを国民に委ねるとするのは、多分無理なのだろうと思っています。

ですから、国民投票、民意を反映するという意味が、どうもヘイトスピーチに絡んだような意見、ポピュリズムみたいな格好で動いていくというのを、一番僕は恐れています。どちらかというと、原発の動きというのがイデオロギー的になってきていて、ちゃんとした国民皆さんの一人一人が物を考えて、出した結論ではないと思いますね。ですから、私は原発の是非の話は政治の話題にしてはならないと思いますし、そういうものを受け入れて、政策を決めていくとすると、それこそポピュリズムになってしまうんじゃないだろうかと思います。

ですから、余りはっきりした民意とは何だと、どういうふうを考えるかというのは非常に難しい質問で、私はそういう専門ではないのでよい答えはできないのですが、例えば、台湾なんかは国民投票をもってきて、それで政権の政策の変更が決まったりするということがありましたよね。対比すると、イタリアのこのやり方^(*)というのは非常に合理的。何事も法律中心の法治国家、世界で一番古い法制史、ローマ法典からずっと今に至っていますよね。そういうところまで深読みをして、多分こういうことだろうというふうに思っている次第です。

(*) 説明者註：「イタリアのこのやり方」というのは、“国民投票では国家戦略や国の方針についての是非を直接問うことはしない”ということを指しています。(佐野委員) ありがとうございます。

それから、2つ目は学生が増えている理由として、1つは英語で授業したと。

(二ノ方教授) そうですね。

(佐野委員) 近年英語でやったということに若干驚いているのですけれども。つまり、学問に本来国境はないですよね。言語は正に国境を作ってしまうわけですから英語でやった、というのと、それからヨーロッパのほかの国で、原子力エネルギーは放棄するけれども、学問としての原子力工学は放棄しないという動きがなかったということはあるのでしょうか。

(二ノ方教授) 航空工学なんかはどちらかというと機械工学の先鋭化したものですね。対して、原子力工学というのは、ありとあらゆる分野の工学を集めていて、それは本当の意味での純粹の学問じゃないんじゃないかなと言う人もいるわけですよ。でも、我々はずっと原子力工学しか知らないと言ったら語弊があるかもしれませんが、原子力工学も飽くまで学問だと思います。学問を大事にするというのは、やはり歴史、国の成り立ちとか、そういうところか

らも絡んできますよね。イタリアの場合はダ・ヴィンチもいますし、国民みんなが心の底に誇りを持っていると思います。

それで、結局、言葉の問題なのですね。私もイタリアに住んでびっくりしたのは、大学の外では英語が通じなかったことです。今でも余り通じません。40歳以上の年代の人たちは、英語を本当にしゃべることができない。

(佐野委員) そうですね。

(二ノ方教授) 英語をしゃべることができる人、例えば繁華街で観光客をカモにする、ああい
う連中は英語はうまいです。大学の先生はこれまで必要性を感じていなかったし、英語をし
ゃべるのを嫌がっていたのですよ。しゃべらせるとうまいのですが。

例えば、学生の親御さんから、英語で講義をしないでくれというふうに大学が求めらるこ
ともあったし、裁判にかけられて、地方の裁判ですけれども、英語で講義をするのは憲法違
反であるというような判決も下りたことがあります。特に建築関係は、イタリア語でないと、
イタリアの文化というものは伝えられない。だから、イタリア語を英語にするのは反対であ
るとい、教授会でそういうことをやっているものですから、勇気づけられた先生もたくさ
んいて、英語でやらなくてもいいという。そうなってくると、外国の学生は来ません。

(佐野委員) そうですね。

(二ノ方教授) それがようやく徹底したのが二、三年前だと思います。

(佐野委員) ありがとうございます。

もう一点だけ、その増えている学生の中にアジア系の学生はいるのですか。

(二ノ方教授) 少ないです。

(佐野委員) 少ないですか。

(二ノ方教授) アメリカに比べると少ないです。中国、韓国、日本からはデザインとか建築関
係にはたくさん来ていると思いますが。機械系とか原子力だと、どっちかというとなメリカ
の方に行ってします。

(佐野委員) そうですか。むしろ少ない。

(二ノ方教授) はい。でも、これからアジアからの学生をたくさんとろうと。それはやっぱり
僕が向こう（ミラノ工大）で雇われている一つの理由じゃないかなと。

(佐野委員) ありがとうございます。

(岡委員長) 中西先生、いかがですか。

(中西委員) 御説明ありがとうございました。

イタリアのことを余り知る機会がなくて、よく昔は、イタリアは1%の天才が支えていくんだと言われていたのを聞きましたが、教育に物すごく力を入れているということがよくわかりました。そのため、大学で研究する時間がないとかいうお話がありましたけれども、日本はどちらかというところ、いい成果を出して、それを社会に還元する。まず、着目点が高才者を育てるということは、全然風土的に違うような気がしました。

日本の大学では教育も大切ということはみんなわかっているのですが、研究の方に力が入りがちだと思います。イタリアの場合、研究費というのは、どういうふうに工面しているのでしょうか。

(二ノ方教授) 予算額は分かりませんが、原子力関係の場合を申し上げますと、やはり産業がないということと、それゆえ産学連携がとれない。ですから、お金をとってくるというのは、共同研究、またはコンペティション、競争的な資金を獲得するとかですね。例えばイタリア国内の場合、政府、地方政府・自治体、民間の基金が胴元で、国外の場合はEUとかEC、OECDとか、そういうヨーロッパ全体の中でのプログラムが主なものです。1つもらえると、大体500万とかそんなものになりますから、大学としては結構な額になります。それだけに競争が激しいので、なかなかとれないのですけれども。あとは生活費というものを文部省から支給してもらっていて、それが結構な額になります。

(中西委員) それでも、インターンシップとか企業との関係は非常に強い。

(二ノ方教授) 海外でのインターンシップを例にとりますと、給料をもらったりしますので、学生としては余り負担しなくてもいいようなところだと思います。国内のインターンシップも似たようなものだと思いますけれども。

(中西委員) そうしますと国立の大学ということで、大学に納めるお金はそんなにないということでしょうか。

(二ノ方教授) はい、授業料は、減額とか免除などもあるみたいですが、年間4,500ユーロとか5,000ユーロ弱といったところです。

(中西委員) ありがとうございます。

これはちょっと関係ない話ですけども、アーキテクチャ、建築が日本ですと工学部の中に入っているのに、これで一つの学部になっているのは、イタリアってすばらしいなと。デザイン学もそうですけれども、デザイン学と建築学を合わせると、工学部の半分ぐらいの規模になるということでやっぱり風土があるなと思います。

最後に、最初のイタリアは背景に特殊事情があって、中国とか日本がそこから学ぶべきこ

とがあるのではないかということをおっしゃったのですけれども、それはやはり教育の力という部分でしょうか。

(二ノ方教授) そうです。私自身もかつては研究第一で、研究成果があって初めて教育ができると思っていました。でも、イタリアだと研究しないでも、よく教科書を読んで勉強して、それで学生に教え込むことができればよい、という感じかなというところですよ。

(中西委員) どうもありがとうございました。

(岡委員長) 大変詳しいお話をどうもありがとうございました。

日本でよく人材育成が重要だと言いますが、いろんな思いがそこに入っていて、幾つもの課題があると思うのですが、その中でも、日本の大学の教育、特に教育大学の教育というのはすごく重要だと思います。一言で言うとたかが緩んでいるところがあると、私はそう思っています。

二ノ方先生は両方御存じですし、若いときはMITの原子力に行かれましたし、日本の大学で教えておられて、今、御研究のことについておっしゃいましたけれども、ミラノ工大に行かれて、先ほど非常に教育が忙しくてというお話を伺って、どのあたりが日本と違うか、あるいは、大学の方も何か教育改善のためのメカニズムがいろいろあるようですよけれども、ちょっと幾つか違いをあげていただけないでしょうか。

(二ノ方教授) 大学が教授とかスタッフに与えるプレッシャーというのが、ちょっと違うと思います。

(岡委員長) どういうプレッシャーですか。管理のプレッシャーでしょうか、教育をちゃんとやっているか、授業のレビューを含めてでしょうか。

(二ノ方教授) ちゃんとやっているかどうか、を含めてですね。何時から何時まで講義をやったかとか、必ず講義の度に、何を教えたかとかいうのを報告しなくちゃいけないのですよ。面倒くさいのです。

(岡委員長) 人事管理みたいなものですね。

(二ノ方教授) はい。

(岡委員長) 日本の大学はそこが甘い。

(二ノ方教授) 極端な話、昔の日本の大学では講義室に行ってから今日これから何話しましょうかという感じでやっても叱られなかったと思いますが、そういうことはさすがにできませんね。

(岡委員長) あとは授業の方ですけども、演習とか、日本の大学も基本的にはそういうこと

をやらないといけないと決まっているのですね。だけれども、そこが曖昧になっていると。それをちゃんとやるとなると、学生に宿題を出してあるいは演習もやって、それでというのもちゃんとやらないといけないと思うのですけれども、そのあたりは。

(二ノ方教授) 先ほど25時間が大体1 E C T Sと言ったのですが、1時間講義をしたら、2時間の勉強をしなくちゃいけないのですね。そこには、例えば、講義の準備に何時間、講義に出席して何時間、講義を聞いた後に何時間、宿題何時間、のように、あまりきちんと分けられていないのですよ。ただ、1時間の講義を受けたら、2時間の勉強をしなさいという、それだけなのですけれども。これは例えば、マクマスター大学の長崎先生の話とか、MITとかああいうところになると、講義4時間に対して、2時間の予習と4時間の復習。それから、あと試験がいろいろあると思いますが、そういうふうきちんと分けている。そこまでやる必要はないんじゃないかというのが、こちらのやり方だと思います。

イタリアの場合は、トータル何時間というので、学生に勉強しなさいというふうになっています。演習は、僕なんかは授業中に演習問題を出します。1週間に9時間講義があり、高等学校みたいな感じで、毎日2時間、3時間。その中の週1回は演習で答え合わせをやったりとか、修士課程でこんなことまでやる必要あるのかなと思いながらやるのですけれども。そういう演習に割り当てた講義時間などを報告しなくちゃいけない。

(岡委員長) 報告しなくちゃいけないのですね。そこを管理されているところが日本の大学にはないと。だから、だんだん甘くなってしまうというところだと思うのですけれども。

(二ノ方教授) 学生もよく勉強してきます。

(岡委員長) そのあたりは各大学に運営上任されていることもあるのですけれども、原子力教育を議論するときとしてはそのあたりをよく見た方がいいのかもしれない。

あと、留年ですけれども、留年させるのは、当然勉強できなかつたら当然なのですけれども、日本の大学は余り留年させないというのが多いのですけれども。

(二ノ方教授) 学生の気持ちだけでやっています。ゆっくりやりたい子もいるし。1年半で終わりたいというやつもいるし。でも、基本的には先生が、お前、2年間で出ていかななくちゃいけないんだよ、とは言えないです、言わないですね。

(岡委員長) 単位のクオリフィケーションということではどうですか。やっぱり落とすということは、余り日本みたいにしないですか。

(二ノ方教授) クオリフィケーションというよりは、例えば、学生との口頭試問になるのですね。10点満点なら、7点、8点、9点などという点数がでる。先生によっては、5点ぎり

ぎりを与えたりとかいうことがあるのですが、そのときに学生が不満だったら言うてくるのですよ。もうちょっと点数くれと言って。お前の出来では、その点数以上あげられない。そうしたら、もう一回試験やってくれって。二、三回試験やることがありますね。

(岡委員長) 日本の大学、卒論とか修士論文があります。例えば、単位がそろわないと卒論に入れないとか、そういう運用ををしている私立大学の学科を知っています。例えば、単位数を、ある範囲まで満たさないと卒論に進めない、1単位不足しても駄目とか。落とすのは私は決して、大学にとっても悪くないですよ、授業料をまた払ってもらいますから。この学科は例外的で、一般的にはそこのところが甘い、日本の大学は甘いのかなと思いますけれども、そのあたりはどうですか。

(二ノ方教授) (甘いという話は) 余り聞いたことない。

(岡委員長) 余りないですか。卒論の研究って余りない。

(二ノ方教授) 卒論の研究指導は厳しいです。卒論というか、修士論文。

(岡委員長) 修士論文。それは大学院ですから、修士論文ですね。これ、2年間だからね。

(二ノ方教授) (研究指導は) 結構厳しい。結果的には通すのですけれども。

(岡委員長) だから、卒業させるかどうかは、日本は教員が集まって集計して決めるでしょう。イタリアでは各授業のクオリフィケーション、そのまま集計するだけでということですかね。それは日本の大学も一緒なのでしょうね。

(二ノ方教授) 見ていたら、(学生たちは) 結構真面目にやっていますので。

(岡委員長) 余り不真面目なのがない。

(二ノ方教授) それでも落とすのもあります。

(岡委員長) さっき、でも、平均修業年限が2.8年ってありましたので、というと2年間で40%、結構落ちているかなと思ったのですね。そうでもないですか。

(二ノ方教授) 落ちているのは2割から3割ぐらいじゃないかな。落ちているというか、卒業を伸ばすとか、ゆっくりやるとか、あと、ちょっと働いてから戻ってくるとか、そういうのが結構いますよ。

(岡委員長) 分かりました。。

あとは、S I E Tが実験装置をアウトソーシングしているということが、すごく興味深かったのです。S I E Tというのは民間会社ですね。日本の実験を受託したりしています。S I E Tの熱流動の実験装置というのは、どういうものがあってどういうふうに運営しているのですか。

(二ノ方教授) S I E Tという会社は、E N E AとC I S E、そういう会社が合併でつくった会社で、小さな会社です。昔の火力発電所いわゆるボイラールームとかタービン建屋の空間に、すごい高低差とれますから、そういうところに巨大、大きなブロック（空間）を確保しています。ボイラーはちゃんとありますから、高温高压の水蒸気を使った実験ができるということですね。飽くまで非営利目的ですが、その（高温高压）分高いお金をとって、（U S）N R Cとか日本の東芝、日立の人たちなんかにそこで実験をやらせていますね。大学がそこに共同研究、向こうの方が多少レベルが高いですから、どっちかというところ、共同研究というよりもむしろアウトソーシングをお願いをして管理してもらっている。学生はそこに行って実験を行うわけです。S I E Tの職員は20人ぐらいしかいないのですが、その彼らの管理の下に実験を行うということですね。博士クラスのエンジニアは十数人。最近ではニュースケール炉のライセンスデータなんかをそこで取ったのが話題です。

(岡委員長) そうするとイメージとしては、電力会社の研究所みたいな、そういう感じですね。大学の教員あるいはそういう学生もテーマによっては、一緒にやっているというところがある。それと、先ほど新しい放射線関係の施設ができたとおっしゃっていましたがけれども、あれは自分で運営しているのですか。

(二ノ方教授) 毎年、予算はもちろん、生活費はもらっているはずなのです。例えばいろんな新しい装置を入れたりとか加速器を入れたりとか、スペースがまだありますので、これからお金が入り次第入れていくのだらうと思います。ただ、運営費は不足気味ですかね。

(岡委員長) 例えば、日本の大学では、昔は技官という方がいて、かなり実験装置を運営していたけれども。

(二ノ方教授) 技官は（少ないけど）います。

(岡委員長) それで、日本では全部定員削減でいなくなって、装置自体も古くなって、装置がない状態になっていると思いますけれども。その装置管理というのは作るときはともかく、その後の管理が非常に重要な 이슈で、今はどうしているのかなと思ったのが質問の元なんですけれども。

(二ノ方教授) 結局、ポスドクとかああいう学生上がりと言ったら語弊がありますが、そういういわゆる研究者に依頼していると思います。

(岡委員長) 学生が維持している。

(二ノ方教授) はい、ポスドクも。

(岡委員長) でも、全くテクニシャンがいないとできないですよね。米国の大学ではテクニシ

ヤンを教授が雇っているケースもありました。

(二ノ方教授) エネルギー工学科に技官(テクニシャン)が数名います。ただし我々のところにべたっとくつつくということはないですね。

(岡委員長) 日本の大学では学生が実験装置の維持管理も行っているところがある、いい研究をしているところもありますものね。

私、幾つもまだ質問あるのですけれども、先生方ほかにございますか。

(佐野委員) 1点だけ。イタリアの場合、原子力を放棄したがゆえに経済停滞していった、国民の活力低下が加速したと一般的に言われているわけですか。それはかなり証明されているのですか。

(二ノ方教授) 常にそういうことが話題というか、政治の議論の中では如何に経済を活性化するかとかいう話をいつもやっているのですよ。ただ、そのときに原子力に戻ればよいとはならない。つまり、原子力をやっていないからこうなっているんだというような議論があっても原子力への回帰の議論はまずないと思います。我々、原子力をやっている人間から見れば一目瞭然ですが、一般の人は違う。原子力への回帰をできるだけ避けたい気持ちが強いために、そういうふうになっちゃうのでしょうけれどもね。

(佐野委員) 燃料コストが高いということですね。

(二ノ方教授) 高いです。発電の45%は天然ガスの燃焼ですが、天然ガスそのものは日本よりは安い。あと石炭が12%、これはどんどん減っています。再エネだと太陽熱は意外に低くて8~9%、風力が6%~7%ですね。水力が15~17%というところですよ。あと残りは石油、ちょっと後で調べてみます。結局、家庭用電気料金はkWhあたり今ドイツが40円から45円ぐらいのところですね、イタリアは30円から35円へと毎年上がっている。

(佐野委員) そうですか。

(二ノ方教授) 日本は25円から30円ぐらいですかね。イタリアは産業用の電気が世界で一番高い。なおドイツの産業用の電気代は20円弱とか、日本より安いはずなのですよ。イタリアは高く、25円から30円弱に上がっていくみたいだね。ですから、それもイタリアの産業の体質が弱いことの1つの大きな原因になっていますので、やっぱり原子力と思うのですが、そうもいかない。チェルノブイルの後に、例えばブラックアウトが生じた、大停電が起きたとか、いろんな供給の不安がありました。そういうものを国民が感知して、これは原子力に戻らなくては、原子力を入れないと駄目だと思ふようになったときに、例えば、専門家や、そういうディシジョンできる人たちが20年近くかけて、原子力にこれから行きますよ、戻りますよ

と言いながら、エネルギー政策を少しずつ変えていったわけです。最初に申しあげましたように、87年の国民投票の結果、原子力の開発を促進する法律措置はもう無効にしようということだったのです。今度はそれを実質無効にする法案を議会が議決したのです。その是非を国民がどう判断を下すかで、国民投票をやることになったのです。そのまま（福島原発事故が起こらず）投票をやっていれば、多分国民は原子力を認めたはずなのに、福島の事故もありましたので。

（佐野委員）なるほど。

（中西委員）すみません、あと1つだけ、文部科学省に随分頼っているということは、基本的に、例えば人件費とか、人員を減らしたりするとか、そういう議論はあるのでしょうか。

（二ノ方教授）しょっちゅうやっていると思います。私はそこまではコミットしないので、詳しくは分かりませんが。いつも減らされているといった不満を聞くことはあります。でも、なくなるということはないです。今までもなかったので切羽詰まることはないですね。

（中西委員）技官の人がいなくなったとか、そういうこともない。

（二ノ方教授）そういうことはないと思います。

（中西委員）どうもありがとうございました。

（岡委員長）原子力は総合工学ということで、原子力関係企業だけではなく、就職先の範囲も広いですいろいろな工学と関係がありますし、理工の境界でもある。それが能力的に生きるのかもしれないと思ったりもするのですけれども、質問は、大学院の場合は、学部から原子力関係専攻に学生を集めるのに苦労していると思います。人気がないわけでもないと思うのですけれども。ミラノ工大の場合は、学部から上がってくる学生に原子力の専攻に来てもらう、そういう人気の問題というのは余りないのですか。

（二ノ方教授）修士課程の入学という観点では、学生が見ているのはやっぱり就職がいいかどうかということはもちろんありますし、あとは自分の興味、ただ物理とか化学だけでなく、放射線化学、放射線核物理とか核化学とか、そういうところに割と興味を持ってくれるみたいですよ。

（岡委員長）それは学部教育がそうになっているからですか。

（二ノ方教授）そうです。学部が東大の教養みたいなものだと思うのですが。

（岡委員長）そういうことですか。

（二ノ方教授）3年ですからね、学部は。最初の2年の単位履修は他の学科の学生とほぼ共通、だから、何々学科に進んでからの一年でどうのこうのというのは余りないと思います。

(岡委員長) 余りない。

(二ノ方教授) 一般教養みたいなものをしっかりやる。重点はやっぱりエンジニアリングとか建築とかデザインなどの3つとか、5つぐらいに分かれるみたいです。でも、機械工学科をさらに細分化した選択とかそういうふうに分かれないと思います。

(岡委員長) 原子力工学に来た学生がいろいろなところに行くというのは、原子力総合工学だから当たり前。古いOBは原子力じゃない、1対1じゃないと思っているかもしれないけれども、私はそう思っていないくて、非常に広く勉強して、ITとか何とかももっとちゃんと教えて、いろいろな企業にも行く学生が出るようにすればよくて、その中の一部が原子力に行けばいいんだと思っておりまして。

(二ノ方教授) それはやっぱりエネルギー工学科の中の原子力と同じですね。

(岡委員長) あともう一つ、E r a s m u s 計画とECTSですけども、ヨーロッパの場合は大学がこれにコミットしていて、それを満たすようにやっていると、そういうことで動いていると、そういうことでよろしいのでしょうか。

(二ノ方教授) はい、ほかの国も皆、似たようなシステムで法整備することになっていて、文科省が各大学にそういうようにやりなさい、となっている。

(岡委員長) ヨーロッパ全体のEUの中の活動が各国に下りて、各国がそれぞれの国の大学を満たすようにしているということですね。単位の考え方などは、日本の大学もこれと同じ考え方なので、あとは管理の問題ですね。

(二ノ方教授) その通りです。いつも説明させられます。

(岡委員長) 元に戻りますけれども、学部での教育の負担って、どのぐらい大変ですか、日本と比べて。東工大ですと教えておられて。イタリアではほとんど教育ばかり。先生スペシフィックというんじゃないくて、いろんな先生がおられると思うのですけれども、平均的にやはり非常に教育の負担が、普通のワーキングアワーの6割、7割、そんな感じなのでしょうか。

(二ノ方教授) 6割、残りの4割はおしゃべり会議。

(岡委員長) 授業の週当たりの時間数って、比べると、それはどんな感じなのでしょうか。

(二ノ方教授) 僕、5単位の講義を教えていたのですけれども、週8時間です。

(岡委員長) 週8時間。それはトータルで8時間ですね。

(二ノ方教授) 2か月でやりますから。ただ、本当は10単位の講義は大体3か月から4か月、9月、10月、11月、12月、4か月ですね。10単位だと、やっぱり週8時間から9時

間。びっしりいくと80時間か90時間ぐらいになります。僕は半分で45時間、それを半分の期間（2ヶ月）でやりますから。

（岡委員長）感じとして、日本の研究大学は、教員の負担からいえば、教育負担は半分ぐらいの感じですかね。イメージとしてね。

（二ノ方教授）そうですね。僕なんかはこんなに講義やるのは初めてでしたね。

（岡委員長）そのあたりは、さっきの教育の時間数との関係で、本当はそうじゃないとおかしいのかもしれないね。

（二ノ方教授）そうかもしれませんね。

（岡委員長）先生方、ほかにございますでしょうか。

今日は、大変詳しい講演ありがとうございました。

大学の教育のところは、各大学に任せることとはいえ、全部向こうの大学の真似をしたらとような意味でもないのですけれども、やっぱり非常に重要なことで、海外の大学のことを二ノ方先生に今日はお話を頂きました。今日は大変ありがとうございました。

（二ノ方教授）ありがとうございました。

（岡委員長）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。

~~~~~（略）