

「原子力人材育成ネットワーク」

アメリカ・カナダ訪問調査報告書

訪問調査担当者：

- | | |
|------------------------|------|
| 1. 日本原子力機構 原子力人材育成センター | 櫛田浩平 |
| 2. 日本原子力産業協会 | 上田欽一 |
| 3. 京都大学 工学研究科 | 村上定義 |

出張期間：平成 23 年 2 月 28 – 3 月 6 日

この訪問調査ではアメリカの 1 大学およびカナダの 1 機関と 2 大学を訪問した。各訪問機関では始めに調査団（櫛田）から平成 22 年度に新しく発足したこの原子力人材育成ネットワーク活動の趣旨と構成、活動目標、特に国際協力の内容などの紹介を行った。その後訪問大学・機関の対応者から、それぞれの大学・機関の概要、原子力人材育成活動の状況などに関する説明を受けた。さらに本ネットワーク活動との協力内容などについて議論した。

今回訪問した大学・機関の調査内容を以下に記す。

各訪問機関の調査内容

① テキサス A&M 大学 (TAMU)

訪問日：3 月 1 日（火）

面会者：K.L. Peddicord（教授、所長）、Yassin A. Hassan（教授、原子力工学部副専攻長）、William S. Charlton（NSSPI 所長）、W. Poston（NPI 副所長）、Paulo M. Barretto、Paul Nelson（NSSPI 副所長）、Claudio A. Gariazzo（研究者）、William H. Marlow（教授）、Raymond J. Juzaitis（専攻長）、Cable Kurwitz（研究者）、Frederick R. Best（SERC 部長）

調査内容：

テキサス A&M 大学は学生数約 44,000 人の総合大学であり、テキサス州ではテキサス大学と並ぶ 2 大大学の 1 つである。A&M は Agriculture&Mechanics から来ており、大学発足当初は農学と機械工学に重点を置いていた経緯があるが、現在ではその名前を踏襲しているものの、広い分野の総合大学として活動している。原子力人材育成の活動は主に原子核工学専攻が担っている。この専攻では 2 つの研究用原子炉を有し、原子力関係では米国最大規模の専攻となっている。スタッフの構成は教授 8、准教授 6、助教 5、非常勤 1 1

名であり、全体で30名である。全米の大学院教育ランキングでも上位（4位？）にランクされており、充実した教育が行われている印象を受けた。学部学生数は、2009年において全体で291人であり、ここ数年の傾向としては、2005年の191人から年々増加して来ている。内訳は、原子力関係と放射線医学の割合が約5：1程度となっている。ここ数年の学部生の増加は、テキサス州で現在8基の原子力発電所の建設が計画されており、原子力関係の就職を期待する学生が増加したためである。卒業後は約5割が大学院へ進んでいる。大学院生は全体で約100名程度であり、博士後期課程へは毎年6、7名が進学している。

原子核工学専攻での研究は以下の4つのグループから構成されている。

- ・ コンピュータ手法の開発
- ・ 放射線保健物理
- ・ 核材料および燃料サイクル
- ・ 原子力システム工学
- ・ 原子力安全工学と核不拡散

大学間協力に関しては、国際的な学生交流プログラムが実施されている。具体的には、フランス、ロシアなどの学生を3~6ヶ月の期間受け入れ、学生は学位論文のための研究を行い、一方テキサス A&M 大学の学生が同様にフランスやロシアで学位論文のための研究を行う。これにより、それぞれ自分の大学では出来ない研究を他の大学で実施出来ることになり、より広い知識と経験を持った学生を教育できるメリットがある。

原子核工学専攻においては、同大学の政府および公共サービスに関するジョージ・ブッシュ校と共同で原子力安全科学および政策研究所を設立している。ここでは、核物質の非拡散やテロ行為への対策の研究・開発、次世代の原子力安全に関するリーダーの育成などを目標としている。米国の国立研究所、エネルギー省、保険社会保障省、国防総省等との協力が行われている。特に、国防総省との関係は直接的な兵器開発に関連するものでなく、一般的な核利用に関する協力が行われている。

この他、原子核工学専攻には原子力研究所が設置されている。具体的な役割は、原子力関連企業からのニーズを分析し、対応する教育プログラムを開発・実施し、企業への就職を進めることである。実際テキサス州において計画されている原子力発電所が完成すると1基につき450人程度の労働者が必要であり、人材の育成が急がれている。また教育については、学生のみでなく、企業の労働者へもコース単位で行っており、これには遠隔授業システムが用いられている。この遠隔教育システムは2010年から導入し、現在18名ほどが登録し受講している。また高校生や教師などへのアウトリーチ活動、原子力分野への女性の進出の支援活動も積極的に行っている。End-to-Endすなわち小学生から博士レベルまでの原子力教育を目標とし実施している。以上の様にテキサス A&M 大学では、原子核工学専攻を中心として活発な教育活動が行われている。

質疑応答では、現在テキサス州で日立、東芝などによる原子力発電所の建設が考えられ、これらのグローバルな企業とのインターンシップなどの交流プログラムについて、日本の

現状とテキサス A&M 大学との交流の可能性について質問があった。また数カ国の大学院生が集まり研究等を行うことは人材育成において重要であると考えられ、本ネットワークプログラムの国際協力活動に期待しているとのコメントもあった。

特記事項：

なし。

② 原子力工学に関する先端的大学教育ネットワーク(UNENE)事務局、およびマクマスター大学 (MU)

訪問日：3月3日（木）

面会者：Basma Shalaby (UNENE 会長)、Victor Snell (UNENE プログラム企画部長)、Benjamin Rouben (UNENE 顧問)、Harold Haugen (物理工学部教授)、David Novog (物理工学部准教授)、Peter Mascher (研究渉外担当副部長)、John Luxat (工学物理部教授)。

調査内容：

当方側のネットワークの説明のあと、カレッジ（高専）の参画について、予算の出資元について（企業も出資しているのか？）、ANENT との関係について、等の質問があり、それぞれ回答した。

日本側の説明および質疑の後に続いて、UNENE 委員長の Shalaby 氏から UNENE の概要の説明があった。UNENE (University Network of Excellence in Nuclear Engineering) は 2002 年に発足した、カナダ政府と企業の出資による非営利団体であり、原子力企業と原子力教育を実施する大学とが直接間接に協力するユニークな共同体である。2002 年 6 月 22 日に発足して今年が 10 年目となる。事務所はマクマスター大学に置いている。出資企業としては AECL、ブルース電力、オンタリオ電力、カナダ原子力安全委員会など 7 団体が参加、大学としてはマクマスター大学、トロント大学、クイーンズ大学、オンタリオ技術大学 (UOIT) などカナダの約 20 の大学が参加している。その目的として、①大学での原子力に関する研究を支援する（研究予算配布を含む）、②MS、PhD などの優秀な人材を育成して企業へ提供する、③大学での研究と教育に関する優秀な教授を提供する（IRC と呼ばれる UNENE が選定任命した教授の給与提供を含む）、の 3 つを掲げている。それらの具体的内容、成果について説明があった。

また Snell 教授からは UNENE による遠隔教育 (E ラーニング) について説明があった。これは原子力企業に働く若手技術者を主な対象として、週末を利用して、大学教室での授業と同時にインターネットによる遠隔教育を行うものであり、試験やレポート提出を含む 10 単位の取得による「UNENE 原子力工学修士」の資格修得を目指すシステムである。受講希望者は所属企業を通して希望の大学に入学した身分でこのコースを受講し、通常 3-5 年ほどをかけて(企業で働きながら)修士号を取得できる。講義の資料と録音データは、教材

として保存され、リアルタイム受講ができない学生の時間差受講や復習に利用される。現在の運営規模としては、15人程度が直接大学の教室での授業を受け、10人程度が遠隔地で受講している。このシステムでは、年間のいつでも入学でき、単位を取得すればいつでも卒業できる。この制度は企業からも評価され、この制度の修士号取得者は企業での一層の活躍および昇進が期待・約束されている。この制度は、カナダの大学に形式上入学（入学金の支払いを含む）すれば、外国からの登録受講も受け入れるということである。（現在まではその例はないが。）

この遠隔教育に使われているインターネットシステム（ソフト）は **Elluminate Live** と言い、マクマスター大学の発注により民間ソフト会社が制作したものである。このシステムは別途マクマスター大学付属の病院で患者の治療管理にも広範に利用されている。

なお、UNENE と日本の本ネットワークとの協力については：

-UNENE の研究開発教育システムを **JN-HRD-Net** 事業に対して提供する用意がある。

-日本とカナダの学生の交換、交流も共通の利益となることであり、歓迎する。

とのことであった。日本側としても今後さらに具体的な協力の内容を協議し、実施してゆきたい。

また、マクマスター大学の研究用原子炉を見学した。3MW のスイミングプール型の炉は見学時に稼働中であり、水中の炉心の青いチェレンコフ光を美しく見ることができた。研究炉としては比較的大きく古い（約 50 年）炉であるが、現在も I-145 や P-33 などの RI 製造、放射化分析、中性子ラジオグラフィーなど多目的に活用されている。燃料はもともと 99% 近い高濃縮ウランを使っていたが、最近（10 年ぐらい前から）20% 以下の燃料と段階的に入れ替えて運転しているという。定期的な研修トレーニングの利用はないとのことであったが、一部学生の教育用、主には研究用、また一部は RI 製造の研究および定期的出荷（販売）などに利用されている。

炉室見学者の出入りについては、本人の所属、住所などを記入した個人データとパスポートを提示して入り、負圧管理、汚染チェックなどをしてしたが、ハンドバッグやカメラ、携帯電話なども（使用はできないが）そのまま持ち込みができ、着替えや靴の履き替えがなくそのまま炉室まで入ることができるなど、日本よりはかなり簡略化された管理ではあった。

特記事項：

UNENE は ENEN と協力協定を締結する事務作業を進めおり、今年中に締結になる模様である。

③ オンタリオ大学工学研究所(UOIT)

訪問日：3月4日（金）

面会者：George Bereznai（教授、専攻長）、Glenn Harvel（准教授、企画部長）、Greg Naterer

(教授、クリーンエネルギー研究所長)、Paul Spekkens (オンタリオ電力副社長)。

調査内容：

オンタリオ大学工学研究所 (UOIT) は産業界における工学系若手人材の不足を背景に産業界の強いニーズを受けて、2002年に設立された工学系専門大学である。キャンパスはトロント市内から車で1時間程度の OSHAWA という街にある。現在、7学部で7,000人以上の学部生、400人以上の大学院生が学んでおり、教授陣は約120名である。

UOIT は科学技術分野における21世紀型の革新的大学を目指している。具体的には、すべての学生が学習用のノートコンピュータ型一を大学から支給されて持っており、それを活用したコンピュータ・プログラムの実施やすべてのクラスがネットワークに繋がれている等の革新的な教育活動が行われている。また UOIT の特徴として、産業界との結びつきが強いことが挙げられる。産業界から資金的支援が行われていると同時に講師人材の提供も行われている。

UOIT での原子力人材育成は、エネルギーシステム・原子力科学部で行われており、学部生から大学院生までの幅広いレベルの教育が行われている。原子力分野で学士から博士号までの学位を授与しているカナダで唯一の教育機関である。

学部では、原子力エンジニアリング、保健物理・放射線科学、エネルギーシステムエンジニアリング、原子力の学位が授与されており、学部における原子力教育が活発に行われている。また、修士レベルでは、応用科学とエンジニアリングの学位が授与される。この他に、原子力6分野(燃料・物質化学、保健物理、オペレーション・メンテナンス、放射線応用、原子炉システム、安全・許認可規制)の学位が授与される。

UOIT のエネルギー・原子力科学部の教育活動は原子力産業界との結びつきが強く、多くの学生は卒業までに原子力に関連する企業や機関に数カ月のインターンシップに行っており、学生の研究活動や職業選択に大いに役立っている。また、カリキュラムにはトレーニング・プログラムが組み込まれており、産業界で活躍できる人材の育成を目指している。

エネルギー・原子力科学部においても、インターネットを活用した遠隔教育が行われている。実際に、キャンパスに来られない学生が授業を受けることが可能であり、またキャンパス内でも教室以外の場所で授業を受けることができる。UOIT は UNENE の遠隔教育にも協力しているが、大学内では UOIT 独自の遠隔講義システムにより学生の教育に利用している。

また今回の調査では、UOIT が有する最新の教育用シミュレーターを見学した。これは、コンピュータ技術を活用したもので、スクリーン上に実際の CANDU 炉の操作パネルと同じ映像が写しだされ、学生は原子炉の運転をバーチャル的に体験・学習することができる。この他にも教育用施設の充実が図られている。

産業界との強い結びつきは、教授陣の人材にも見られる。ほとんどの教授は、電力会社やメーカー等での実務経験者である。また、パートタイムで産業界から講師が派遣されており、より実務に根ざした教育が行われている。また、オンタリオ大学工学研究所では現

場で活躍している職業人に対しても教育訓練を行っており、訓練センターとしての役割も果たしている。

今回の調査では Cu-Cl サイクルによる水素製造の研究施設(クリーンエネルギー研究所)を見学したが、研究分野においても産業界との協力が積極的に行われている。

オンタリオ大学工学研究所では、産業界のニーズを受ける形で効果的に人材育成が行われており、産業界と政府が大学に積極的に支援を行っている。大学と産業界が人材育成の分野で補完的關係にあり、そのシステムが確立していることが印象的であった。

特記事項：

なし。

以上