

八戸工業大学における原子力基礎教育： 原子力と放射線を学ぶ研修

佐藤 学*・村中 健**・阿部勝憲**・齋藤正博**・
根城安伯**・熊谷浩二**・栗原伸夫**・藤田成隆**

論文要約

八戸工業大学では、各種原子力プラントや関連研究機関が集中立地している地域での学生のために、学科横断型で原子力の基礎と体験学習を組み合わせる教育カリキュラムを整備している。このカリキュラムコースは、すべての専攻および学科で履修することができる。原子力事故を踏まえ、安全対策と放射線防護について今年度は学んだ。

キーワード：教育，原子力工学，カリキュラム，人材育成

Basic Nuclear Education at Hachinohe Institute of Technology : Training to Learn Nuclear Power and Radiation

Manabu SATOU*, Takeshi MURANAKA**, Katsunori ABE**, Masahiro SAITO**,
Yasunori NEJOH**, Kohji KUMAGAI**, Nobuo KURIHARA** and Shigetaka FUJITA**

ABSTRACT

We have launched nuclear-related education and research programs to teach nuclear engineering knowledge and skills for the students in local area in which various nuclear industries and research facilities are in operation. The curriculum course for nuclear engineering is open to all of undergraduate and graduate students. Based on the nuclear accident, the students studied about safety measures and radiological protection.

Keywords : *education, nuclear engineering, curriculum, regional human resource*

平成 24 年 2 月 29 日受理

* 大学院工学研究科・准教授

** 大学院工学研究科・教授

1. はじめに

青森県には各種原子力プラントや関連研究機関が集中立地しており、地域での原子力産業群への人材育成が望まれる。八戸工業大学は、これらの現場からの最先端の情報を得られる立地にあって、原子力プラント・事業所では原子力工学や放射線技術に加えて多くの工学・技術分野が必要なことから、これまで多くの卒業生・修了生が関連分野に進んでいる。一層の地域貢献を目指して、学科横断型で原子力の基礎と体験学習を組み合わせる教育カリキュラムを整備している。この教育プログラムについては本研究所紀要において昨年度概説したところである。さらに、平成23年3月11日の東日本大震災に続いて起こった東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故では、放射性物質の放出に伴う不安の増大は風評被害を含めた社会的混乱を誘発した。原子力及び放射線教育の必要性がさらに認識されたところである。本報告では、原子力安全対策および放射線防護に重点をおいた原子力人材育成プログラムの実施について、大学院工学研究科での原子力工学専修コースにおいて実施している「原子力研修」を中心に報告する。

2. 原子力人材育成プログラム

平成23年度は経済産業省「原子力人材育成プログラム」を実施している。福島第一原子力発電所の事故では、協力会社を含めた技術者の役割が再認識された。安全対策には原子力の基礎知識を備えた幅広い分野の技術者の

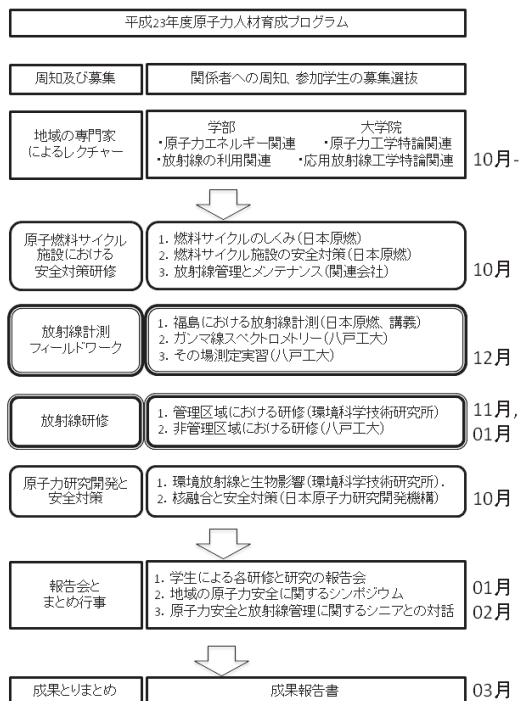


図1 原子力人材育成プログラム実施概要 右欄実施予定月

確保が不可欠である。原子力基礎教育カリキュラムにより原子力安全と放射線教育を強化し地域の各工学分野の学生が更なる専門知識を習得し、卒業生が原子力関連産業での積極的な活躍、ひいては原子力産業への地域企業の参画を促し、原子力理解の促進と地域原子力安全の強化に資することを目指している。地域に根ざした放射線教育による原子力安全基盤人材育成として実施した。この原子力人材育成プログラムの構成は図1に示す。プログラムには10月以降の実施項目が含まれている。9月以前の実施項目は、八戸工業大学の平成23年度特別研究助成費(プロジェクト研究)「原子力体感研修プログラムの実施(代表:佐藤学)」で実施している。主な実施項目は原子力発電所における安全対策研修(夏期研修)と東北電力株式会社東通原子力発電所や青森日揮プラント株式会社における1週間のインターンシップである。図1に示すように原子力人材育成プログラムでは、地域の専門家によるレクチャー、原子燃料サイクル施設における安全対策研修(秋期研修)、放射線計測フィールドワーク、放射線研修、原子力研究開発と安全対策研修(秋期研修)、学生による報告会他を実施している。工学部の原子力工学コースのカリキュラムの一つであり、工学部3年生で開講している「原子力体感研修」のシラバスに含まれている。

8月に実施した夏期研修(東通・むつ地域、2泊3日)では原子力発電所のしくみと運転に関する研修・発電所の建設に関する研修および研究開発として原子力船開発と加速器質量分析についての研修を行った。福島第一原子力発電所での事故を踏まえた安全対策の現場での実施状況についても学んでいる。

10月に実施した秋期研修(六ヶ所地域、2泊3日)では原子燃料サイクルのしくみと運転に関する研修・放射線管理とメンテナンスに関する研修および研究開発とし



図2 原子力発電所における安全対策研修(電源開発大間原子力建設所)

て核融合研究と環境放射線研究についての研修を行った。研修に先立って実施した事前学習では福島第一原子力発電所事故に伴い実施された放射線測定について日本原燃株式会社スタッフから学んだ。また、放射線測定実習に備えて、放射線の基礎と測定法と測定器についても学んでいる。



図3 インターンシップ（青森日揮プランテック）
非破壊検査実習

3. 原子力研修

平成22年度より大学院の「原子力工学専修コース」を設置している。専門科目「原子力工学特論」「応用放射線工学特論」「原子力研修」の内のひとつである大学院での「原子力研修」では放射線管理区域内での実習を財団法人環境科学技術研究所にて1泊2日の日程で行った。放射線管理区域内での作業実習を行うため、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則に基づき、管理区域に立ち入る前の教育及び訓練を定められた時間数と項目について実施した。放射線管理区域内での作業として、一般環境中に存在する放射能測定実習及び照射装置を用いた放射線測定実習を行った。

放射線管理区域外での実習では、八戸工業大学において下限数量以下¹の密封標準線源を用いた測定も行った。ガンマ線スペクトルを半導体検出器で測定したり、放射線の工業利用の例として、厚さ計やレベル計の原理を学び、超音波厚さ計での測定と比較したりする実習を行っている。またコリメートしたガンマ線源を用いてレベル計の基礎実験を実施した。これらの詳細を述べる。

3.1 放射線管理区域内での研修

（1）環境中放射能測定実習

環境中の放射能測定実習ではガスフローカウンターや液体シンチレーションカウンタを用いた測定を行った。測定試料は可搬型ダストサンプラ（100φろ紙）を用い

て屋外と地下ピットで50分間採取した。ろ紙は50φの円形に切断し、低バックグラウンドのアルファ/ベータガスフローカウンタ検出器で測定し、25φの円形に切断したろ紙は20mlバイアルにシンチレーションカクテルと一緒に入れ、液体シンチレーションカウンタで測定した。アルファ線やベータ線について試料採取直後から15分後、30分後、90分後に実施した。放射能濃度は、試料計数率、バックグラウンド計数率、捕集量、ろ紙有効面積換算率、計数効率、捕集効率を用いて算出し、半減期について検討した。この際、放射線管理区域への出入りについて履き替えや着替え、個人被ばく線量管理について実習している。退域時のハンドフットクロスモニタでの汚染検査や物品の汚染検査についても体感している。



図4 ガンマシミュレーターによる放射線測定
（環境科学技術研究所）

（2）照射装置を用いた放射線測定実習

ガンマシミュレーターと呼ばれる照射装置で使用されている111 GBq（検定日：2003年11月26日、112.4 GBq）のCs-137を用いた実習を行った。電子ポケット線量計を照射室の内外（すなわち、放射線管理区域境界の内外）へ設置し、照射実験前後での積算線量も測定した。照射装置からの方位（正面、18度方向、90度方向）による放射線量の違いを確認した。また、照射室内では電離箱を用いて線源からの距離による減衰や遮へい物の影響について、電離箱の表示を照射制御室から遠隔でモニターし調べた。遮へい物として、鉛ブロック（厚さ5 cm）、水（水槽厚さ18 cm）、コンクリートブロック（厚さ15 cm）を用い、比較した。電離箱の放射線感度の異方性についても確認した。経過時間減衰による現在の放

¹放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行令の第一条にある、放射線を放出する同位元素の数量及び濃度がその種類ごとに文部科学大臣が定める数量



図5 放射線を利用したレベル計の基礎実験
(八戸工業大学)

射能を算出し、Cs-137の実効線量率定数から基準とした1 m距離での線量率を算出した。1 mから4 mまで1 mごとに計測し、距離の2乗で減衰することを実測と比較し確認した。また、遮へい体による減衰は物質ごとの透過率を用いて算出し比較した。図4は制御室でテレビカメラにより電離箱での計測値を確認している様子を示している。

3.2 放射線管理区域外での研修

(1) 放射線の工業利用に関する実習

放射線の工業利用の例として実施したレベル計の基礎実験の様子を図5に示す。直径2 mmのコリメータ穴を開けた鉛ブロック製のボックス（図5の右側）に線源を入れ、検出器と正対するように設置している。検出器と線源の間にレベル測定を行う金属製容器を設置している。硫酸バリウム粉末を容器内に適量入れている。上下方向に微動できるステージを用いて10 mmの高さごとに計数率を測定した。一定の高さで計数率が変化することを確認し、レベル計の仕組みについて学んでいる。

(2) ゲルマニウム半導体検出器を用いた環境放射能測定

食品中放射能をゲルマニウム半導体検出器で定量測定した。標準体積線源を用いてエネルギー校正や効率校正を行った。必要に応じて粉碎した測定試料をU-8型容器に装填し、計測した。図6は、ポテトチップスを粉碎し装填しているところである。外部からのガンマ線を遮へいするために検出部は図5の右側のように鉛ブロックで囲っている。測定試料による制動エックス線や特性エックス線を遮へいするため内側は銅板とアクリル板を重ねている。食品測定では放射性セシウムは検出されなかったが、自然界に存在するK-40が測定された。カリウム中の0.0117 %が放射性のK-40である。ポテトチップス

では1キログラム当たり 490 ± 20 Bq程度あることが実測された。また粉ミルクでも1キログラム当たり 390 ± 80 Bq程度、インスタントコーヒーで 870 ± 160 Bq程度など、食品中の放射能の存在について理解を深めた。



図6 ゲルマニウム半導体検出器を用いた環境放射能測定
(八戸工業大学)



図7 放射線フィールドワーク
ゲルマニウム半導体検出器を用いたIn-Situ測定実習

4. 放射線計測フィールドワーク

原子力施設における緊急事態の発生時等、放射性物質が環境中に放出された場合を想定し、ゲルマニウム半導体検出器を用いてその場測定を行うことにより地表等に沈着した放射性物質の放射能濃度及び沈着物に起因する空間放射線線量率の推定を行う手順を模擬するための実習を行った。ゲルマニウム半導体検出器を屋外で使用できるよう設置架台や発電機を準備し、学内にて実施した。

図7は検出器を架台に設置し、左奥の発電機を電源として測定している様子を示している。測定試料をサンプリングしての測定に加え、より専門的な測定方法であり、かつ緊急事態の発生時への備えに結びつけられる手順を学んだ。

5. おわりに

八戸工業大学において平成21年度に開設した学科横断型原子力工学コースおよび平成22年度開設した大学院専攻横断型原子力工学専修コースは、地域の原子力施設および研究所を活用した学部コースの原子力体感研修、および大学院専修コースの原子力研修を履修することができる。原子力および放射線について世界屈指の現

場の教材を活用できる教育プログラムである。北東北で唯一原子力基礎教育を行う地元大学として、原子力の将来にわたる役割と安全確保のための努力と改善について今後とも発信していきたい。

謝 辞

放射線管理区域での実習については環境科学技術研究所で実施させて頂いている。深く感謝申し上げます。また、経済産業省「原子力人材育成プログラム」による教育研修にご協力・ご支援頂いている各事業所、青森県、経済産業省、八戸工業高等専門学校および八戸工業大学の関係者各位に感謝申し上げます。

