

北九州高専での原子力人材育成事業プロジェクト

中村裕之、橋本崇紀*

Nuclear Engineer Education Program at National Institute of Technology Kitakyushu College

Hiroyuki NAKAMURA, Suki HASHIMOTO*

Abstract

Starting from 2011, the Project of Nuclear Engineer Education program has been succeeded in the National Institute of Technology. The project was consisting of an initial 3-year project and a following 3-year one. In this report, the collaborations with the NIT colleges on this project and the original programs concerned with the project at Kitakyushu College have been described. The presented thesis studies consist of the measurement of the environmental radiation detection with the Ge semiconductor detector, NaI(Tl) gamma ray survey meter, etc.. The collaborations among the colleges of National Institute Technology are the TV lectures, measurement with pocket chambers, monthly report of the NaI(Tl) survey meter measurement at each college, and so on. At the every financial year end, we had the forum in which students presented a poster of their projects. The Program is expected to become the curriculum of the nuclear engineer education all over the National Institute of Technology.

Keywords : *environmental radiation detection, Ge gamma-ray detector, nuclear engineer education,*

緒言

2011年の大地震、大津波による福島第一原子力発電所の事故の約1年前から、高専機構全体では、かなりの人数が原子力産業関連の企業に就職しているにもかかわらず、原子力産業全体を見渡すような統一的なカリキュラムを実施している高専がないこと、1校だけで統一的な学科、カリキュラムを構成するのは難しいこと、から、各校の力を合わせて機構全体で、統一的な「原子力人材育成」カリキュラムが組めるようにするという目標をたて、長岡技術科学大学に原子力関連の大学院を設置するのと連携し、原子力業界、団体を巻き込んで、文科省、経産省の連携プロジェクト事業に応募し、機構主導で、活動に協力できる高専10数校で、フィージブルスタディを行っていた。このプロジェクトが終了する直前に福島第一の事故が起き、連携事業の軸足の一つとして、リスク管理、安全教育、廃炉研究等も重要な項目となった。これらを取り込んで、H23年から3年間の連携事業プロジェクトとして「原子力人材育成事業」を約半数の高専が参加する形で実施した。更にこの成果を踏まえ、継続して「国際原子力人材育成事業」としてH28年度までの3年間のプロジェクトを全高専での事業として実施してきた^{1)~6)}。本校では、最初からこれらの事業に積極的に参加して、全国高専との連携研究、長岡技術科学大学、JAEA等のインターンシップや、実験実習、と様々な連携事業を行なうと共に、本校独自に関連する卒業研究他^{7)~14)}を実施してきた。

本報告では、これまでの約7年間の原子力人材育成事業の一環としての本校での卒業研究、インターン実習参加他の関係する一連の実施結果の報告と総括を行う。次節から年度毎の事業の主な取り組み成果を記載し、最終節で、2つの連携プロジェクト全体の総括と今後の展望を述べる。

* 北九州高専専攻科 生産デザイン工学専攻

平成23年度の取り組み

当年度の始まる直前の3月11日に未曾有の大地震が発生し、その後の大津波、福島第一原子力発電所の事故と災害が拡大した。本校では、Ge半導体放射線検出器を稼働させ、事故直後から北九州市での環境放射線の変化をモニターし、状況が安定するまでの夏ごろまで、結果をホームページにも掲載した。3月の事故では、マスコミも含め社会的に放射能に関して無知なために、様々な風評が発生し、悪意を持ったグループのデマに世間一般が踊らされている現象が多く見られた。このため、当初予定していた卒業研究での取り組みを、太古から自然環境の中でも放射線が存在し、その中で我々が進化してきたこと、現在の放射線の強度や健康への影響について、実際の測定結果を示しながら、広報していくことと、各家庭でも使える簡単な放射線計測道具を開発して、自然放射能や放射線の影響についての社会的理解を深めることを主たるテーマとした。

機構の連携事業でも、同様に、放射線測定の経験をさせること、全国での放射能強度分布を知るために、NaI(Tl)ガンマ線サーベイメータを用いて全国高専での測定を実施し、機構のホームページでの測定結果の公開を始めた。学生への教育として、放射線測定の経験と環境放射能の存在を認識するため、個人用被ばく線量測定器の「ポケット線量計」を用いた放射線測定も、線量計を各校でバトンしながら、全国の高専で実施した。

卒業研究での取り組み

本校では、2001年の東海村での放射能事故を教訓に放射線安全教育を進めるため、高感度のポケット線量計、NaI(Tl)ガンマサーベイメータ、GMサーベイメータの他に、他高専にはほとんど設置されていないGe半導体ガンマ線分析器を所有

しており、福島原発事故直後から、微量環境放射能の変化の継続的測定を開始していた。Fig. 1にGe検出器(LEPS)と計測回路、MCA、PCの装置一式を示す。事故直後の除染前の福島の土や、夏に復興ボランティアで参加した東北地方の表土のサンプルを分析して、福島の土が ^{137}Cs 等で微量に汚染されていることを測定した。夏に採取した南三陸での土からはほとんど汚染は発見できなかった。簡単なGM式の放射線検出器の作成を試みていたが、Si-PIN半導体を用いスマートホンの音声入力とする携帯型の放射線計測器¹⁵⁾を開発し市販することになったため、この装置を使った使用テストを行った。



Fig.1 Ge半導体(LEPS)微量放射線分析装置一式

インターンシップ、実験実習での取組み

夏季に「日本原子力研究開発機構(敦賀)の見学会」が実施され、本校からは、生産工学専攻1年生が2名参加した。

平成24年度の取組み

卒業研究での取組み

前年度に引き続きGe半導体検出器での測定を主な取組みにして、北九州市近郊の土壌の環境放射能を調べた。火山や温泉地区が多いにもかかわらず、ラジウム等の放射線はほとんど観測されなかった。福島原発事故の影響も全く観測されなかった。2011年3月下旬の放射能雲による汚染は、原発周辺だけに収まっていることが確認された。また、大陸からの放射能核種の飛散も大きな強度の変化として観測されなかった。

インターンシップ、実験実習での取組み

長岡技術科学大学によるインターンシップに電気電子工学科5年生1名が参加した。専攻科1年生1名が放射線安全教育実習を受けた。また、ポケット線量計約40個を各高専で回り持ちして、一週間程度計測するプロジェクトも本年度からスタートして、電気電子工学科のクラスで実施した。

平成25年度の取組み

卒業研究での取組み

連携事業3年目のプロジェクト終了の年度となったが、新

たにエステー化学から簡易放射線計測器(エアーカーンタ)を200個無償で譲り受け、地域への放射線教育のための公開講座、改造して無線LAN対応にするなどの新たな卒業研究のテーマとするなどのプロジェクトを追加した。また、平成24年度の大型補正予算を獲得し、さらに高性能のGe半導体放射線計測器や、NaI(Tl)ガンマサーベイメータ、GMサーベイメータ、ポケットガイガーの追加などを実施した。既設のGe半導体(LEPS)による測定は機構の連携事業参加高専約10校から全国の土壌をサンプルに貰い放射能を測定し、データを共有することで、他校でもGe半導体を用いたガンマ線強度分布の測定、解析法の実習を行った。

インターンシップ、実験実習での取組み

本連携プロジェクトでのグループの一つとして放射線計測連携校の富山高専において、放射線計測シミュレーションソフトの実習を実施したので、本校電子情報工学科学生1名が参加した。島根高専が実施した放射線安全教育のインターンシップにも電子情報工学科学生1名が参加した。前述したように、放射線計測連携校とのデータ共有を図り、半導体検出器での計測実習を行った。

平成26年度の取組み

卒業研究での取組み

前年度後半に大型補正予算で納入された高性能のGe半導体の放射線検出器を稼働させ、市内の土壌他の環境放射能を測定した。またこれまでの土壌サンプルも再測定した。新Ge半導体装置は、液体室素の蒸発防止がしており、液体室素の補給をしなくても常時測定可能となった。運用コストも格段に少なくなった。Fig. 2に公開講座で使用した各種の放射線検出器の写真を示す。エアーカーンタ、ポケット線量計、NaI(Tl)ガンマサーベイメータ、GMサーベイメータが示してある。



Fig.2 公開講座で使用した放射線検出器各種

インターンシップ、実験実習での取組み

本年度も2つのインターン実習に参加した。富山高専での

放射線計測シミュレーションソフトを使った実習と、長岡技術科学大学での実習に物質化学工学科生1名が参加した。また、ポケット線量計を用いた各高専巡回測定では、本科学生1クラスにおいて実施した。連携事業の一つとして、本年度からTVを使った双方向性の遠隔授業の試みも開始され、これらの授業約15コマを聴講した。

本校での夏の公開講座を開き、エアーカウンタ、サーベイメータを使って、身近にある放射線の測定を市内小中学生と保護者に体験学習した。講座での資料の一部として、文科省が作成した放射線ガイドブックも配布した。また、同様の公開実習を北九州市環境ミュージアムの講座としても実施した。夏、秋のオープンキャンパスでも、これらの装置が見学できるようにした。

平成27年度の実践

卒業研究・特別研究での実践

卒業研究では、サーベイメータ、ポケット線量計での環境放射線の強度の経年変化を継続して計測することの他に、新たに加わったGe検出器を用いて、国内各地の土壌を採取して放射能を測定した。関東地区の土壌には、約3年前の福島原発事故の時に汚染したとみられる土壌があった。但し、この放射線強度は、土壌汚染として規制される量からは明らかに少ない量であった。特別研究のテーマとしては、富山高専でのインターンシップで用いた放射線計測シミュレーションシステムを本校でも立ち上げ、放射線計測の学修に役立てることを目指した。このシステムは、アップルコンピュータ上で稼働させることで、Mac OS X でのアプリケーションを使うことと、UNIX OSでのソフトウェア開発が1台で経験できるというICT技術の向上にも教育的効果が見込まれる。本校では、平成27年度から改組を行い、これに伴う設備充実の費用が認められたため、このシステムを学生実験のテーマの一つとして実施できるように数セットのPCとプリンタ類を購入し、平成28年度からこれらを使った実験実習の準備を始めた。

インターンシップ、実験実習での実践

富山高専での放射線計測シミュレーション実習に物質化学工学科生1名が参加した。ポケット線量計の測定も例年通り実施した。TVによる遠隔授業については、再放送でなく新規の分だけを受講し、昨年度の放送分については、録画を閲覧するようにした。

夏季の公開講座、オープンキャンパスは、ほぼ前年に準備したものと同様に実施した。環境ミュージアムの夏の講座として、放射線計測実習を実施した。前回の内容に加えて、霧箱を使ってアルファ線の飛跡を観察することも行った。

平成28年度の実践

卒業研究・特別研究での実践

卒業研究では、サーベイメータ、ポケット線量計、Ge半導

体検出器を用いた放射線の継続的な測定と学生実験に使えるシミュレーションシステム開発との2つのテーマで2名が従事した。特別研究では、放射線計測シミュレーションシステムを用いて、新Ge半導体放射線測定装置のスペクトル分布、検出効率の評価を実測値とシミュレーション値とを比較して行っている。Fig. 3に放射線測定シミュレーションソフトによるカロリメータ測定のスクリーンショットを示す。Fig. 4に本校Ge放射線測定装置での ^{60}Co 標準線源測定のエネルギー強度分布を示す。Fig. 4から判るように検出器での測定実測値とそっくりの強度分布が計算で再現できていることが示している。

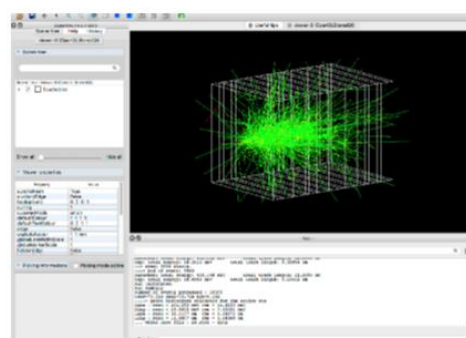


Fig. 3 放射線計測ソフトGEANT4によるカロリメータでの放射線測定シミュレーション出力のスクリーンショット

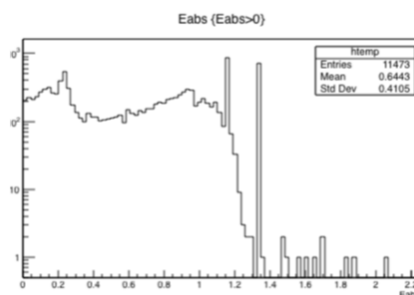


Fig. 4 放射線測定シミュレーションソフトGEANT4を用いたGe半導体放射線測定器でのエネルギー強度分布

インターンシップ、実験実習での実践

長岡技術科学大学のインターンシップと富山高専のインターンシップに物質化学工学科の学生各1名が参加した。持ち回りのポケット線量計での測定は、専攻科1年生のクラスで実施した。本年度は2回目の連携プロジェクトの最終年度となるため、12月にフォーラムを実施し、専攻科生が本校の

取組みを発表する。

原子力人材育成事業の総括

平成23-25年度の第一期の原子力人材育成事業と26-28年度の第2期の事業では、各年度の終わりにフォーラムを実施し、各高専での取組みを相互に確認している。Fig. 5-9に平成23年度からのそれぞれのフォーラムで学生が発表したポスターの縮刷版を示す。

北九州高専における原子力人材育成教育 ==福島原発事故の環境放射線への影響==

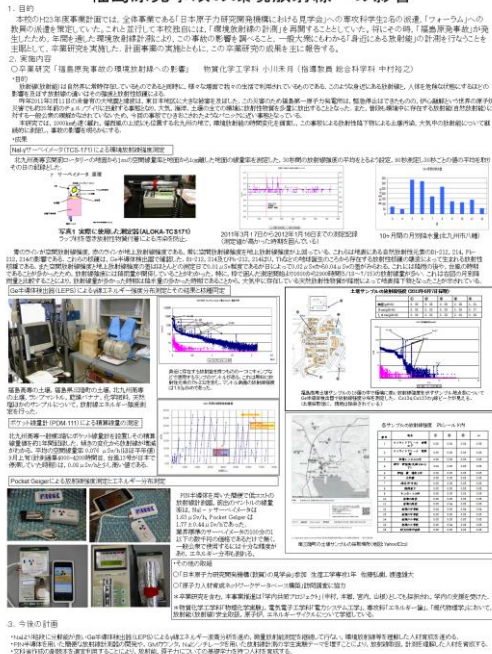


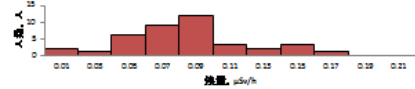
Fig. 5 平成23年度国立高専機構原子力人材育成事業フォーラムでの発表ポスター(縮小版)

北九州高専における原子力人材育成教育

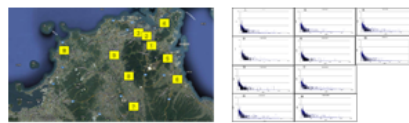
本科での電気電子工学科「電力システム工学」、物質化学工学科「物理化学実験(放射線の測定)」、専攻科での「エネルギー論」、「現代物理学」などの座学、実験を通して、原子力、原子核、放射能についての学修を行っている。卒業研究では、環境放射能の計測を概観して行っている。

1. 目的 311以後、放射能測定、除染・廃炉技術を持つ技術者の確保がますます必要とされている。本校では、この観点からの放射能、放射線計測、原子炉等の理解を深める教育を行う。また、放射線の理解を深めるデータを地蔵と共有できるようにする。
2. 実地内容 H24年度は、**連続プロジェクト参加と卒業研究実施**を行った。
 - ・長岡技術科学大学におけるインターンシップ 電気電子工学科5年生1名参加
 - ・原子力安全・防災関連授業 生産工学専攻1年生1名参加
 - ・ポケット線量計による生活環境での放射線量測定(下旬は、近郊1週間の測定結果)

北九州高専学生の生活環境での放射線量測定 空間線量率



- ・卒業研究 「環境中の放射能の経年変化と北九州近郊の土壌中の放射能」 物質化学工学科5年 原田祐也(指導教員 中村裕之)
- Ge半導体検出器を用いて、北九州近郊の土壌の放射能測定を実施。温度だけでなく放射線のエネルギー分布も分かることから、放射性核種の同定も可能。



3. 今後の計画
 - ・卒業研究では、Ge半導体検出器を使用した環境放射能の計測を概観する、12月のフォーラムにて物質化学工学科5年生1名参加し、卒業発表を行う。
 - ・連続事業、連続研究、地域連携では、電気電子工学科5年生、生産工学専攻専攻生が「夏のインターンシップ」等に参加する。Ge半導体検出器にて、食品環境放射能の強度、核種を別れる特徴を生かし、各地の試料を計測する。放射線計測、除染技術研究所に対しても連携を図る。H24年度補正予算にて「放射線安全教育システム」を構築し、Ge半導体検出器を拡充し、九州地区の放射線計測拠点として連携を図る。簡便なポケット線量計による線量計測の公開講座等、地域住民の放射線に対する理解を深める活動も計画する。

Fig. 6 平成24年度国立高専機構原子力人材育成事業フォーラムでの発表ポスター(事業パンフ掲載の縮小版から)

北九州高専における原子力人材育成教育

北九州での環境放射能変化と日本各地の土壌の放射能

北九州工業高等専門学校 物質化学工学科5年 徳山剛太 指導教員 中村裕之

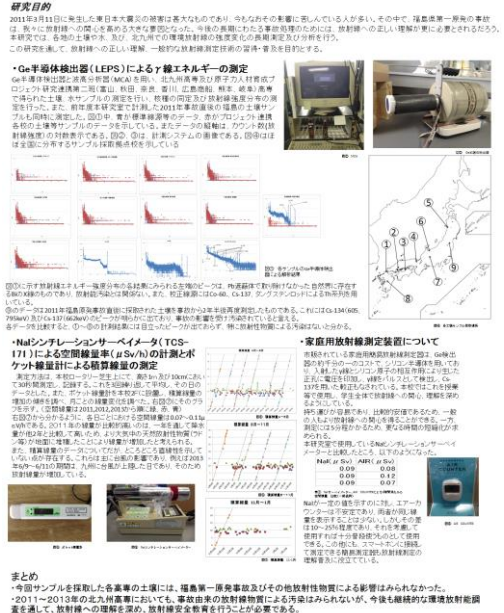


Fig. 7 平成25年度国立高専機構原子力人材育成事業フォーラムでの発表ポスター(縮小版)

た、北九州市のKIGS、環境ミュージアムのみなさんにも、放射線計測を広報する機会を頂いた。このほかにも多数の協力者の皆様に深く感謝する。

参考文献

- 1) 小川未月、平成23年度高専機構原子力人材育成事業フォーラム、ポスター発表、(2012年3月)
- 2) 原田拓也、平成24年度高専機構原子力人材育成事業フォーラム、ポスター発表、(2013年3月)
- 3) 徳山翔太、平成25年度高専機構原子力人材育成事業フォーラム、ポスター発表、(2013年12月)
- 4) 橋本崇紀、平成26年度高専機構原子力人材育成事業フォーラム、ポスター発表、(2015年3月)
- 5) 丸山夢都、平成27年度高専機構原子力人材育成事業フォーラム、ポスター発表、(2016年3月)
- 6) 橋本崇紀、平成28年度高専機構原子力人材育成事業フォーラム、ポスター発表、(2016年12月 予定)
- 7) 小川未月、平成23年度卒業研究論文、北九州高専
- 8) 原田拓也、平成24年度卒業研究論文、北九州高専
- 9) 徳山翔太、平成25年度卒業研究論文、北九州高専
- 10) 橋本崇紀、平成26年度卒業研究論文、北九州高専
- 11) 丸山夢都、平成27年度卒業研究論文、北九州高専
- 12) 平岩穂乃佳、平成28年度卒業研究論文 (予定)
- 13) 民田博章、平成28年度卒業研究論文 (予定)
- 14) 橋本崇紀、平成28年度特別研究論文 (予定)
- 15) ポケットガイガーのウェブサイト,
<http://www.radiation-watch.com>

(2016年11月7日 受理)