

原子力人材育成プログラム補助事業

平成23年度成果報告書

平成24年3月

独立行政法人国立高等学校機構
福井工業高等専門学校

目次

1. はじめに	1
2. 実施計画	3
2-1 具体的な実施スケジュール	3
2-2 実施内容	3
2-3 事業実施体制	7
2-4 実施体制図	8
2-5 ロードマップ	9
3. 成果の概要	10
3-1 原子力・放射線に関する基礎教育の充実	10
3-2 課外活動クラブによる地域社会への放射線教育と情報の普及活動	10
3-3 女子学生を対象とした原子力・エネルギー関連施設見学会	10
4. 実施内容及び成果	12
4-1 学校全体での原子力・放射線関係授業・実験プログラム	12
4-2 電気電子工学科における原子力・放射線関係授業	14
4-2-1 電力システムⅠ	14
4-2-2 電気電子工学実験Ⅲ	16
4-3 物質工学科における原子力・放射線関係授業	18
4-3-1 放射線概論の講義（選択科目）	18
4-3-2 放射線を用いた卒業研究	19
4-4 電子情報工学科における核融合に関する特別講義	22
4-5 量子力学	24
4-6 サイエンスクラブによる体験学習	25
4-7 サイエンスクラブによる出前授業・デモ実験	26
4-8 北陸電力(株)志賀原子力発電所と連携した施設見学会の実施	28
4-8-1 エネルギー校外研修；事前学習（放射線と放射能に関する講義）	28
4-8-2 エネルギー校外研修；環境放射線測定実習	28
4-8-3 エネルギー校外研修；北陸電力(株)志賀原子力発電所見学研修	29
4-9 女子学生を対象とした原子力・エネルギー関連施設見学会	31
5. まとめ	35
6. 添付資料	36
6-1 原子力特別講義資料・アンケート結果	36
6-2 福島第一原子力発電所事故を受けて（アンケート調査）	49
6-3 原子力発電と今後の電気エネルギー（アンケート調査）	51
【執筆者一覧】	68

1. はじめに

本校が位置する福井県には原子力発電所が14基設置され、関西地区への重要な電力供給地域であり、2008年度の全国の発電電力量に占める原子力による発電割合は23%であったが、事故等により原子力による発電割合は稼働率とともに低下する傾向にある。しかし、地球温暖化による二酸化炭素ガス排出抑制が叫ばれる中、地熱、風力や太陽光の自然エネルギーへの転換に要する技術は未だ成熟しておらず、2004年の関西電力美浜3号機の蒸気噴出事故や、2011年3月の東北地方太平洋沖地震を端緒として発生した東京電力福島第一原子力発電所での水素爆発などの原子力事故等が起こったが、今後も原子力発電は基幹電源の一つに位置付けされると考えられる。したがって、前述したような事故に加え、新型転換炉「ふげん」の廃炉措置にも的確に対処できる以下のような実践的な技術者が必要である。

- (1) 原子力産業界に必要な実務的、かつ実践的な開発能力を持った専門技術者
- (2) 原子力プラントの開発・建設・運営に際しては、原子力工学のみならず、機械・電気・材料・化学等の多くの基盤技術分野に関する知見を持った技術者
- (3) 安全規制を含めた技術的議論や、事業者における想定外の事象（トラブル対応等）への対応として、構造強度、材料強度、腐食・物性等の幅広い基盤技術分野の知識を持った技術者
- (4) そして、以上のことを統括して安全に原子力技術を取り扱い、運用する倫理観を有した技術者

これらに加え、

- (5) 地域住民にも放射性物質と放射線を正しく理解してもらうことにより、「管理された少量の放射性物質」に対する不要な不安を取り除くこと。

しかしながら、最近の学生の就職希望はICT技術やナノテク技術等に代表されるような先端的・応用的な産業分野が目立ち、地味ではあるが産業・経済基盤とされるエネルギー分野への興味は低くながちで、安定した経済成長の観点から大きな課題である。

本校は昭和40年に設立された理工系高等教育機関であり、5年の課程の本科(機械工学科、電気電子工学科、電子情報工学科、物質工学科、環境都市工学科)の5つの学科から構成され、各学科の定員は40名/1学科)と、2年の課程の専攻科(生産システム工学専攻、環境システム工学専攻)の2専攻で構成され、1学年の定員は20名)が設けられている。本校には、原子力工学関連学科は設置されていないが、原子力発電所などの原子力関連施設においては、原子炉本体以外はほとんどが一般的な機械工学、電気工学、情報工学、化学工学などの工学技術が基盤であり、さらに原子力発電は地域の産業基盤ともなっていることから、本校設立以来、200名以上の本科卒業生・専攻科修了生が地元を始めとする原子力関連企業で活躍している。このため、本校ではこれまでに高等専門学校における教育制度の大きな特徴であるくさび形教育カリキュラムに原子力関連教育を一部導入し、実践してきた。本補助事業では、低学年から高学年にわたる継続的な授業や実験・実習に加えて特別講義・施設見学会の開催や卒業研究等による組合せを導入したプログラムを実践することにより、原子力・放射線教育を充実発展させ、(A) 基礎的な原子力・放射線関連知識、(B) 放射線関係電気・電子的知識、そして (C) 原子力施設の基礎知識、の十分な習得を目指す。この内、特に放射線に関する基礎的な知識と測定技術の習得並びに理解の更なる促進を図ることに主眼を置いている。これにより、原子力施設の集中地域である福井県はもとより、国内の原子力産業界で求められている幅広いエンジニアリングスキルを身につけた実践的な技術者の育成と、客観的なデータに基づき正しい評価ができる人材の育成を目指す。

本補助事業では、これまでに多くの卒業生を原子力関連企業に就職させた実績を有する3学科（電気電子工学科、物質工学科、電子情報工学科）と専攻科を中心に、本科低学年から専攻科課程における原子力・放射線に関する基礎教育の充実（講義、実験、特別講演、卒業研究）、課外活動（サイエンスクラブ）による地域社会への放射線教育と情報の普及活動、そして女子学生を対象とした原子力・エネルギー関連施設見学会を開催した。

本補助事業の実施により放射線や原子力に関する基礎的知識や技術の習得が期待でき、前述した人材輩出の観点から、本校の教育的役割に果たす効果は大きいと考えられ、学生の意識活性化を含め、1年間に10名程度の本科卒業生・専攻科修了生が県内を始めとする原子力関連企業に就職することを目標（申請時）とする。

2. 実施計画

2-1 具体的な実施スケジュール

学校全体で、原子力関係の基礎的技術の理解に基づく開発能力を持った実践的且つ創造性豊かな技術者の養成を目指して、主に以下のプログラムを実施する。

- (1) 低学年の一般基礎課程において、原子力と放射線の基礎知識の習得ために、2学年で開講している「物理」において関連基礎理論を教授する。
- (2) これまで、多くの卒業生を原子力関係事業所に就職させた実績を有する電気電子工学科、物質工学科、電子情報工学科の3学科、及び専攻科において原子力・放射線関連の専門課程授業を行う。また、これらの授業においては、北陸電力(株)志賀原子力発電所と連携した施設見学会を実施するとともに、あわせて放射線をテーマにした卒業研究(本科)に取り組む。
- (3) 本校の課外活動のクラブである「サイエンスクラブ」において、放射線を題材にした新たな実験に取り組み、随時、地元小中学生を対象にした体験学習や、地元商店街等での住民を対象にしたデモ実験等を行う。
- (4) 原子力エネルギーを産み出す施設・設備の現状を確認し、原子力エネルギーの優位性を正確に理解するとともに興味を喚起させるために、(財)若狭湾エネルギー研究センターと連携して女子学生を対象にした施設見学会を実施する。

2-2 実施内容

(1) 学校全体での原子力・放射線関係授業・実験プログラム

- ① 低学年(2学年)、及び一般科目教育課程における原子力・放射線基礎工学授業の実施
2学年の物理(必修・2単位)の授業において、原子と原子核関係について次の単元を教授する。
 - ・原子の構造
 - ・放射線とその性質
 - ・放射線の半減期
 - ・原子力の利用(核分裂と原子力発電)
 - ・核融合の利用
 - ・実験
 - ・霧箱による放射線の飛跡の観察
 - ・放射線の計測

授業名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
物理	2学年 全学科	約200名	電子と原子、放射線関係知識を習得する講義と実験

(2) 電気電子工学科における原子力・放射線関係授業

電気電子工学科では原子力発電と電気電子関係計測に関する教育を次の授業の中で行う。

① 電力システムⅠ (必修・2単位)

- ・原子力発電の特徴、原子核と原子核反応、核分裂と連鎖反応
- ・原子炉の基本構成と構成材料
- ・原子力発電の種類
- ・原子力発電の安全性と事故
- ・放射線計測 (組み立てガイガーカウンターを用いた標準試料と自然放射線の計測実験)

② 電気電子工学実験Ⅲ (選択・4単位)

- ・放射性物質の吸着実験 (セシウムのゼオライト、カーボンナノチューブなどへの吸着)
- ・セシウムの簡易検出

授業名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
電力システムⅠ	4 学年 電気電子工学科	約 40 名	原子力発電の基礎知識・技術の習得
電気電子工学 実験Ⅲ	4 学年 電気電子工学科	約 20 名	セシウムのゼオライト、カーボンナノ チューブなどへの吸着実験

(3) 物質工学科における原子力・放射線関係授業 (選択科目)

① 放射線概論

- ・放射線と放射能の違い
- ・原子質量と結合エネルギー
- ・半減期と壊変定数
- ・測定技術 (電離箱、比例計数管、ガスフロー型検出器、ガイガーミュラー計数管、シンチレーション計数管、半導体検出器)
- ・放射性核種の製造と分離
- ・原子炉、核分裂反応、核融合反応、原子力発電
- ・放射線及び放射能に関する事故 等

授業名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
放射線概論	5 学年 物質工学科	約 40 名	放射線関係知識を習得する基礎的知識の習得。放射線取扱主任者試験受験を目指す

(4) 電子情報工学科における核融合に関する特別講義

- ① 核融合科学研究所へリカル研究部の成嶋吉朗助教に依頼し、「核融合研究の現状と最前線～原子力発電に代わるもの～」のタイトルで特別講義を行う。

授業名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
特別講義	2 学年・3 学年 電子情報工学科	約 80 名	核融合研究の現状と最前線 ～原子力発電に代わるもの～

(5) 量子力学

- ① 原子核の構造
- ・放射性崩壊と崩壊系列
 - ・核反応と核エネルギー

授業名	学年・対象学科	受講学生数	内 容
量子力学	2 年 専攻科	約 20 名	原子核、核エネルギー等の基礎知識

(6) 「サイエンスクラブ」による女子中学生とその保護者を対象とした体験学習や、地元商店街等での住民対象のデモ実験

授業名	対象者	参加人数	内 容
体験学習	女子中学生とその保護者	約 95 名	霧箱をつかって放射線を観察しよう
デモ実験	地域住民	約 200 名	鯖江市商店街において第 38 回ご縁市 「サイエンス教室—君たちも小さな 科学者—」

(7) 北陸電力(株)志賀原子力発電所と連携した施設見学会の実施

内 容	場 所	講 師	参加人数
発電所の構造理解及び安全対策実地見聞	・北陸電力(株)志賀 原子力発電所 ・アリス館志賀 ・福浦風力発電所	北陸電力(株)志賀原 子力発電所所員	約 40 名 物質工学科 2 年生

(8) 女子学生を対象とした原子力・エネルギー関連施設見学会

内 容	場 所	講 師	参加人数
若狭湾エネルギー研究センターの施設見学会	若狭湾エネルギー研究センター	若狭湾エネルギー研究センター員	本科生11名(3年生5名、4年生6名)、専攻科生2名

2-3 事業実施体制

実施責任者 校長 池田大祐
実務担当者 副校長(教務主事) 上島晃智
担当者

(1) 物理、工学基礎物理

- ① 氏名 岡本拓夫
- ② 所属 一般科目教室
- ③ 役職 教授
- ④ 専門分野 基礎物理学
- ⑤ 学位 博士(工学)

(2) 電力システムI ・ 電気電子工学実験III

- ① 氏名 川本 昂
- ② 所属 電気電子工学科
- ③ 役職 教授
- ④ 専門分野 電気電子材料
- ⑤ 学位 博士(工学)

(3) 放射線概論 ・ 卒業研究 ・ エネルギー校外研修

- ① 氏名 小泉貞之
- ② 所属 物質工学科
- ③ 役職 教授
- ④ 専門分野 分析化学・環境分析・機器分析
- ⑤ 学位 修士(理学)

(4) 電子情報工学科における核融合に関する特別講義

- ① 氏名 高久有一
- ② 所属 電子情報工学科
- ③ 役職 准教授
- ④ 専門分野 核融合物理学
- ⑤ 学位 博士(理学)
- ⑥ 氏名 野村保之
- ⑦ 所属 電子情報工学科
- ⑧ 役職 教授
- ⑨ 専門分野 プラズマ物理学
- ⑩ 学位 博士(理学)

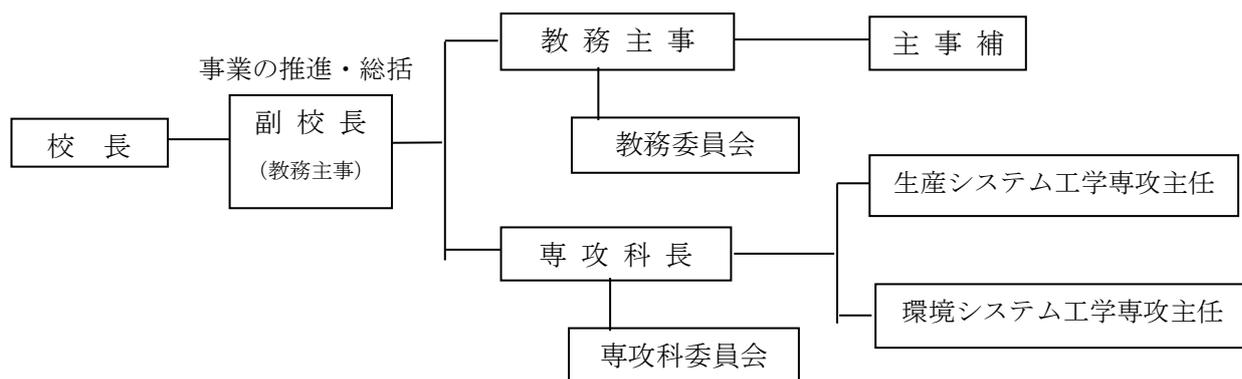
(5) 量子力学・サイエンスクラブによる体験学習

- ① 氏名 加藤清考
- ② 所属 一般科目
- ③ 役職 准教授
- ④ 専門分野 素粒子論、場の理論
- ⑤ 学位 博士(理学)

(6) 女子学生を対象とした原子力・エネルギー関連施設見学会

- ① 氏 名 米田知晃
- ② 所 属 電気電子工学科
- ③ 役 職 准教授
- ④ 専門分野 イオン注入・イオン散乱分光法・計測
- ⑤ 学 位 博士（理学）
- ⑥ 氏 名 田中嘉津彦
- ⑦ 所 属 機械工学科
- ⑧ 役 職 教授
- ⑨ 専門分野 液圧工学・トライボロジー
- ⑩ 学 位 博士（工学）

2-4 実施体制図（役割分担）



本事業の実施主体は、独立行政法人国立高等専門学校機構 福井工業高等専門学校（校長・池田大祐）である。本プログラムの中核をなす教育プログラムの実施は、各授業を担当する本校教員が当たるが、副校長（教務主事）が事業全体の推進者として総括を行う。組織的には、教務主事の下で教務委員会及び専攻科長の下で専攻科委員会が教育プログラムの責任主体となる。

また、施設見学は、(財)若狭湾エネルギー研究センター、北陸電力(株) 志賀原子力発電所の協力の下、(独) 国立高等専門学校機構 福井工業高等専門学校が実施する。

(注) 本事業のロードマップ（事業項目と実施学年・学科との対応関係の表）を次頁に示す。

ロードマップ【平成 23 年度原子力人材育成プログラム】

補助事業期間：平成 23 年 9 月 29 日～平成 24 年 3 月 23 日

	本科 2 年	本科 3 年	本科 4 年	本科 5 年	専攻科 1 年	専攻科 2 年
全学科 (5 学科)	物理、 工学基礎物理					量子力学
電気電子工学科			電力システム I、 電気電子工学実験 III			
電子情報工学科		電子工学基礎特別講義				
物質工学科	エネルギー校外研修 (志賀原子力発電所、 アリス館志賀、福浦風 力発電所)、 物質工学実験 I			放射線概論、 卒業研究		
女子学生を対象 とした原子力・エ ネルギー関連施 設見学会		若狭湾エネルギー研究センター			若狭湾エネルギー 研究センター	
クラブ活動 (サイエンスクラ ブ)	工作教室、体験学習、出前授業・デモ実験					

3. 成果の概要

本補助事業では、これまでに多くの卒業生を原子力関連企業に就職させた実績を有する3学科（電気電子工学科、物質工学科、電子情報工学科）と専攻科を対象に、(1)原子力・放射線に関する基礎教育の充実（講義、実験、特別講演、卒業研究）、(2)課外活動クラブ（サイエンスクラブ）による地域社会への放射線教育と情報の普及活動、そして(3)女子学生を対象とした原子力・エネルギー関連施設見学会を開催した。以下に、これら3つの各項目の成果の概要を示す。

3-1 原子力・放射線に関する基礎教育の充実

本補助事業では、本科課程から専攻科課程までに開講している原子力・放射線関連科目（講義、実験、特別講演、卒業研究）を対象に、次の事項を実施して基礎教育の充実を図った。

- (1) 物理学実験において放射線に関するテーマ（放射線測定、放射線の減衰測定放射線秘跡の観察）（全学科本科2年生200名）
- (2) 卒業研究における関連テーマ（テーマ名； γ 線透過測定法による道路舗装剤の均一性に対する検討、物質工学科5年生1名）
- (3) PBL型授業（放射性物質の効果的な吸着・回収法の提案）の実施（電気電子工学科4年生12名）
- (4) 原子力と放射線に関する講義・実験・演習（電気電子工学科4年41名、物質工学科5年16名、専攻科2年4名）
- (5) 専門家を招聘しての特別講義（演題；核融合研究の現状と最前線—原子力発電に代わるもの—、講師；核融合科学研究所 成嶋吉朗氏、電子情報工学科2、3年78名）
- (6) 原子力発電所・エネルギー関連施設の見学・研修（北陸電力志賀原子力発電所他1か所、物質工学科2年40名）。

3-2 課外活動クラブによる地域社会への放射線教育と情報の普及活動

本校の課外活動のクラブの一つである「サイエンスクラブ」（所属学生数約40名）は、放射線を題材にした中学生対象の体験学習（中学生67名参加）、そして地元商店街等での住民（約200名参加）を対象にしたデモ実験等を通して、地域社会住民に対しても放射線に対する正しい知識と情報の普及を図った。

3-3 女子学生を対象とした原子力・エネルギー関連施設見学会

一般的に女子は、特に原子力応用技術に対する興味が希薄であるといわれている。そこで、女子学生を対象に、原子力エネルギーを産み出す施設・設備の現状を確認させた上で、原子力エネルギーの位置づけを正しく理解させることに加えて、就労意識の高揚を図ることを目的に、原子力・エネルギー関連施設見学会を（財）若狭湾エネルギー研究センターにて行った（参加女子学生数13名）。

本補助事業で実施した放射線や原子力教育に関する教育改善、施設見学会、特別講義等に対する学生アンケート、作文や報告書等の内容から判断すると、ほとんどの学生が放射線や原子力に対して興味と関心を高めることができたと考えられる。特に放射線については、その基礎的な知識と測定技術の習得及び理解がより深まったことに加えて、その波及効果として本年度の原子力関連事業への就職内定者数は昨年度とほぼ同数の15名（5学科1専攻）となり、女子2名も含まれる。このように、本補

助事業の当初の目的は達成されたものといえ、低学年時から継続して放射線や原子力関連の正しい基礎知識と技術を教育していくことで、各学科の専門性の幅を広げる機会ともなり、いわゆる幅広い人材育成と輩出が期待できる。

さらに、本校で教育を受けた学生を帯同させてのデモ実験等の実施は、学生の放射線や原子力に対する理解の深化のみならず地域社会に対しても放射線に関する正しい知識を広く普及させることにもなり、地域社会における放射性物質と放射線に対する無用な混乱を避けるための基礎的素養の涵養にもつながる。

4. 実施内容及び成果

4-1 学校全体での原子力・放射線関係授業・実験プログラム

- 【授業の名称】 物理、工学基礎物理
【授業担当者】 岡本拓夫
【実施年月日】 平成 24 年 1 月 30 日
平成 24 年 2 月 1 日
平成 24 年 2 月 2 日
【対 象】 2 年生の全学科
【場 所】 基礎科学 I 実験室
【授業タイトル】 霧箱による放射線飛跡の観察、線量計による放射能の測定
【講 師】 岡本拓夫
【参加学生数】 200 名、+ α (希望者)
【授業の内容】

(1) 実施の概要

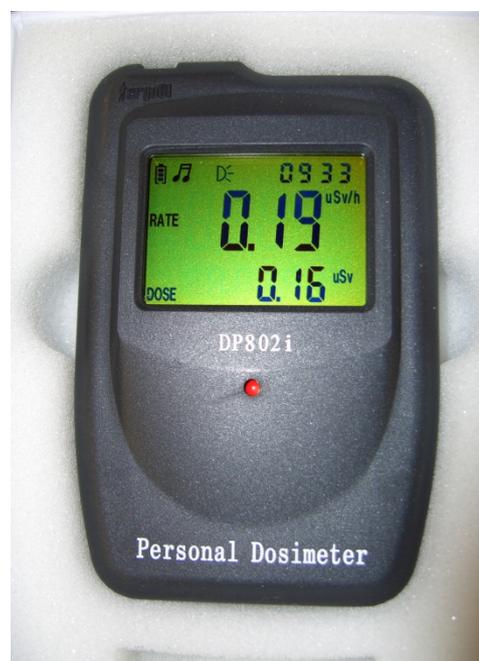
原子の世界、特に放射線について、その存在を確かめる事を目標とし、観察・計測を通して放射線の存在を認識することができた。

(2) 霧箱について

ドライアイスで冷やされた実験容器内にエチルアルコールを入れ、アルコール蒸気内を通過する放射線の飛跡が観察できる装置である。

(3) 線量計

放射線量を時間当たり量として計測できる装置を用いた (μ SV/hour)。



ガイガーカウンター

(4) 実験の様子と効果

各クラス、数人単位で観察を行った。放射線の出るタイミングや光の関係より見え難い点があったので、十分納得できるまで観察を続けた。ほぼ全員、飛跡を観察できた（レポートで確認）。放射線は直接見ることができない、見えないことによる危機管理の大切を、実感できたようだ（レポートで確認）。下記に、実験、観察の様子を写真で示す。



(5) 放射線量の測定

各クラス 10 班に分けて、線量計を携帯し、校内を各班数箇所選んで時間当たりの rate を計測した。各自が出したレポートの考察を読むと、最高値を記録した場所の値を年間の当たり量に計算し直しても、放射線の許容量以下であること分かり、安心したみたいである。（以下、写真で計測の様子を紹介する）



(6) 今後への期待

学生達の手いたレポートのほとんどに、高学年での原子力関連の授業、研修、研究等の取り組みに期待するコメントや被爆に対するコメントが載っており、今回の実験は人材養成の観点から十分な効果が得られたものと思われる。

(7) まとめ

原子の世界という難しいセクションでの授業、観察、計測となり、教育効果が期待できるか心配であったが、原子力人材養成という面で、十分な効果があったと判断できる（レポート等）。学生達の原子力関連への興味が、学年の進捗とともに深まっていき、未来を担う技術者として成長してくれると確信している。

4-2 電気電子工学科における原子力・放射線関係授業

【提案事業概要】

本校では、これまでも原子力関連の教育を行ってきたが、本プログラムではそれを更に充実発展させ、特別講演会、施設見学会の開催や卒業研究等による組合せを導入したプログラムによって、特に放射線に関する正しい知識の育成と理解の更なる促進を図り、地域や福井県の原子力産業界で求められている幅広いエンジニアリングスキルを身につけた、原子力関係の専門的で実践的な技術者の育成を目指している。

【目的・背景】

電気電子工学科では、従来、情報通信、エレクトロニクス、電力・エネルギー分野において、自ら考える力を身に付けた問題解決型の実践的技術者の育成を教育目標としている。電力・エネルギー分野では、「原子力関係の基礎的技術の理解に基づく開発能力を持った実践的且つ創造性豊かな技術者の養成」を目指して原子力教育及び放射線教育を行ってきた。原子力・放射線技術者にとって、原子力発電や放射線に関する基礎知識の習得は不可欠である。そこで、今回、原子力と放射線に関する基礎知識を実践的に習得するため実験・実習を交えた授業及び放射線に関する学生実験を実施した。「学生実験Ⅲ」では、ガイガーカウンターの組立、非放射性セシウムのゼオライトなどへの吸着実験を行い、表土や焼却灰から放射性セシウム 137 を効果的に吸着・回収する方法について提案を求めた。「電力システムⅠ」においては、昨年の事業で購入した「原子力発電モデル発電機」と「原子力燃料模型」、今年度購入した簡易放射線検出器や放射線鉱物標本、組立ガイガーカウンターを用いて授業展開した結果、理解が深まったと好評であった。

4-2-1 電力システムⅠ（必修・2単位）

【授業の名称】	電力システムⅠ
【授業担当者】	川本 昂
【授業時間】	2単位
【対象】	電気電子工学科 4年生
【場所】	電気電子工学科 4年教室
【授業タイトル】	原子力関連技術者教育のくさび形教育制度への導入と実践

【講 師】 電気電子工学科 教授 川本 昂

【参加学生数】 電気電子工学科 41名

【授業の内容】

電力システム I で計画した講義内容及び実験・実習内容を次に示す。

- ・原子力発電の特徴、原子核と原子核反応、核分裂と連鎖反応
- ・原子炉の基本構成と構成材料
- ・原子力発電の種類
- ・原子力発電の安全性と事故
- ・放射線計測（組み立てガイガーカウンターを用いた標準試料と自然放射線の計測実験）

原子力発電の座学は、本事業実施以前に作成したテキストと副読本である資源エネルギー庁編集の「原子力 2010」を用いて行なった。授業時間は12時間で、テーマは次のとおりである。(i) 世界のエネルギー資源、(ii) エネルギー資源と地球環境問題、(iii) 日本の一次エネルギーと発電電力量、(iv) 原子力発電の特徴、(v) 原子核と原子核反応、(vi) 核分裂と連鎖反応、(vii) 原子炉の基本構成と構成材料、(viii) 高速増殖炉、(ix) 原子力発電の安全性、(x) 原子力発電所事故。

実験・実習は昨年原子力人材育成事業で教材として購入した「原子力発電モデル発電器」と「原子力燃料製造過程模型」並びに本年度購入した簡易放射線検出器や放射線鉍物標本並びに組立ガイガーカウンターを用いて授業を行なった。ほとんどが計画どおり実施できたが、震災の影響で簡易放射線検出器の納入が大幅に遅れたため、自然放射線並びにユークセン石から放射される放射線測定はシンチレーションサーベイメーターを借りて行なった。実際、自然放射線の測定、ユークセン石から放射される α 、 β 、 γ 線の遮蔽実験を行い、放射線に対する理解を深めた。

【成果】

原子力発電の座学（電力システム I）については、授業終了後、試験を行なったところ平均点が74.9点となった。昨年より低かったが、原子力発電に関する基礎知識は習得されたものと思う。

続いて原子力発電の将来像について受講生に考えを述べてもらった。一文を掲載する。

「原子力発電は温室効果ガスを排出しないという点では、クリーンなエネルギーと言えるが、事故が起こった際のリスクは大きい。しかし、すぐに廃止してしまうと電力の供給が足りなくなり、私たちの生活に支障が生じる。原発を直ちに全て止めるのではなく、他の発電方式により電力が確保できるようにするのが先決だと思う。最終的には、原子力発電がなくてもよい状況になるのが望ましい。」

「福島原発の事故により、原子力発電の安全性に疑問が生じた。また、事故への対応、国民への報告も不十分であった。今、原子力発電の必要性が問われている。原子力発電の再開に一番必要なのは、地域住民の理解・協力だと思う。福井県では、長い間、市民と県とのやりとりがあり、問題を解決してきた。これからの原子力発電は、国民との確かな信頼関係の中で成り立たなければならない。」

「原子力発電と今後の電気エネルギー」と題した作文については、添付資料とする。以上、作文の内容からも、当初期待した成果は得られたと思う。

4-2-2 電気電子工学実験Ⅲ（必修・4単位）

【授業の名称】	電気電子工学実験Ⅲ
【授業担当者】	川本 昂
【授業時間】	4単位
【対 象】	電気電子工学科 4年
【場 所】	電気電子工学科 4年教室
【授業タイトル】	原子力関連技術者教育のくさび形教育制度への導入と実践
【講 師】	電気電子工学科 教授 川本 昂
【参加学生数】	電気電子工学科 12名
【授業の内容】	

電気電子工学実験Ⅲで計画した実験内容は以下のとおりである。

- ・放射性物質の吸着実験（セシウムのゼオライト、カーボンナノチューブなどへの吸着）
- ・セシウムの簡易検出

電気電子工学実験Ⅲは約1ヶ月かけて行う学生実験で、研究的要素のある実験である。今回、12名が3グループに別れ、4週間かけ、積み上げ方式で実験を行った。

実験内容は、ガイガーカウンターの組立と動作試験、放射線観測である。まず、基板にPICマイコン、3端子レギュレータ、トランジスタ、ダイオード、抵抗素子、コンデンサなどの電子部品とトランスをハンダ付けし、GM管、液晶表示パネルをセットしてガイガーカウンターを組立て、汎用のプラスチックケースに納めた。電源は、汎用電源をDC駆動電源とした。正常動作しているかどうかの確認は、既存のシンチレーションサーベイメーターとの比較実験により行った。実際に、組み立てたガイガーカウンターを用いて自然放射線並びにユークセン石から放射される α 、 β 、 γ 線測定を行うとともに、放射線の強度が、距離の2乗に反比例して弱まることを確かめる実験を行った。さらに、紙、アルミニウム板、鉛板などを用いて放射線の遮蔽実験を行った。

次に、非放射性セシウムのゼオライトなどへの吸着実験を行い、表土や焼却灰から放射性セシウム137を効果的に吸着・回収する方法について提案してもらった。福島第一原子力発電所の放射性物質漏洩事故により、環境中に多量の放射性物質が放出され、汚染が大きな社会問題となっている。放出された放射性物質は、主にヨウ素131、セシウム134、セシウム137である。この中でも問題となるのは半減期が約2年のセシウム134と約30年のセシウム137である。除去された土壌から放射性セシウム（水に溶解）を抽出・回収する技術とセシウム吸着剤の開発が求められている。そこで、ゼオライトやカーボンナノチューブ（CNT）のセシウム吸着実験を行った。ゼオライトは粉碎して水に分散し易くした。ゼオライトと非放射性セシウムの混合液を作って電気伝導度測定並びに通電特性の時間変化により評価を試みている。また、その間にセシウムの簡易検出を行った。

【成果】

ガイガーカウンターの組立と動作試験、放射線観測は予定どおり終了した。非放射性セシウムのゼオライトなどへの吸着実験は非放射性セシウムとゼオライト粉末の混合液の導電率の変化から評価するため、混合液の導電性について基礎実験を行なっている。実験テーマの社会的意義が大きく、また、緊急性が求められるだけに、学生は意欲に満ち溢れている。これまで実施した2班は、次のチームに引き継いでほしい課題、実験のやり方について全員がリストアップしている。一例を示す。(1)ゼオライトを粉末にしたことでゼオライトの微細な穴がつぶれていないか電子顕微鏡を

用いて確認する。(2) ゼオライトの結晶構造とカーボンナノチューブの結晶構造がどうなっているか調べること。(3) 電気伝導度の測定を行う際には、水温を計測する必要がある。

学生の感想：「セシウムの吸着実験は手探りの段階からのスタートだったので、最終目標が達成できなかった。次の班には、僕たちが準備したものを使ってもっと詳しく実験して、目標を達成してもらいたい。」

これまでの学生実験をとおして、学習効果は十分に得られたと思われる。また、当初期待した研究成果も得られたと思われる。

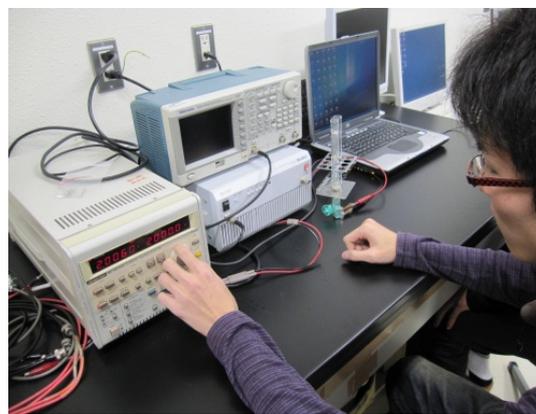
【取り組みの評価と今後の展開】

電気電子工学実験Ⅲでは、非放射性セシウムのゼオライト、カーボンナノチューブへの吸着実験を行い、計画時に期待した成果はある程度得られたが、今後においては、セシウム 137 が表土や焼却灰から高速で効率よく回収するためのアイデアの実現を図る予定である。



ケースに収めた組立ガイガーカウンター

プラスチックケースの上から見えるのが液晶表示パネルとGM管（ケースに穴）



非放射性セシウムのゼオライトへの吸着実験の様子（混合液の電気伝導性の評価）

最終的には交流電場を用いて導電率を評価するが、ここでは、直流電場による評価



堀場製作所製の電気伝導度セル

非放射性セシウムとゼオライト混合液の電気伝導率の時間変化が評価できる

4-3 物質工学科における原子力・放射線関係授業

4-3-1 放射線概論の講義（選択科目）

【授業担当者】	小泉貞之
【実施年月日】	平成23年4月～8月 毎週月曜日 1、2限
【対象】	物質工学科5年生 40名に対して開講
【授業の場所】	物質工学科5年教室
【授業タイトル】	放射線概論
【講師】	物質工学科 教授 小泉貞之
【授業の内容】	

目的：放射線概論化学の分野では、トレーサー利用や放射化分析、ECDを用いたガスクロマトグラフなど、放射性核種や放射線を用いることがある。放射性核種や放射線の取扱いでは、放射線による被曝を極力抑える必要があり、そのためには放射線に関する正しい知識が必要である。この講義では、放射線に関して入門的な事項を学び、将来、放射性核種や放射線を取り扱う必要が生じた際のより高度な学習の基礎とする。教科書及びプリントを中心に用いて講義を行う。このプリントには、空欄を持つ説明文が記載されており、授業中に説明しながら学生が記入する。また、計算演習問題があり、授業中にすべてできないので宿題とする。次の授業時間の最初に提出することとする。

行った講義の代表的なタイトルを以下に示す。

放射線と放射能の違い、放射線と放射化学の歴史、放射線（照射線量、吸収線量、等価線量、実行線量）の単位、放射線及び放射能の科学的活用、原子質量と結合エネルギー、質量欠損、原子質量単位、放射線の種類（ α 線、 β 線、 γ 線、中性子線）、壊変の種類（ $\beta+$ 、 $\beta-$ 、電子捕獲）、壊変図、半減期と壊変定数、作図法から求める半減期、放射能と壊変定数、放射平衡（永続平衡、過渡平衡）、ミルキング、医療に役立つTc、天然放射性核種（U系列、Th系列、Ac系列）、人工放射性核種（Np系列）、年代測定、中性子による放射性核種の製造、核分裂反応、核反応断面積、放射化分析、X線と物質の相互作用、質量減弱係数、半価層、線エネルギー付与、生物学的効果比、加速装置、陽電子放出型断層撮影、放射線の生物への作用、直接作用と間接作用、DNA損傷に対するフリーラジカル作用、体内被曝、測定技術（電離箱、比例計数管、ガスフロー型検出器、ガイガーミュラー計数管、シンチレーション計数管、半導体検出器）、不感時間、回復時間、分解時間、波高分析、個人被曝線量計、ラジオコロイド、標識化合物、ホットアトム化学、放射性核種の製造と分離、同位体希釈法、原子炉、核分裂反応、核融合反応、原子力発電、放射線及び放射能に関する事故、国際尺度

4-3-2 放射線を用いた卒業研究

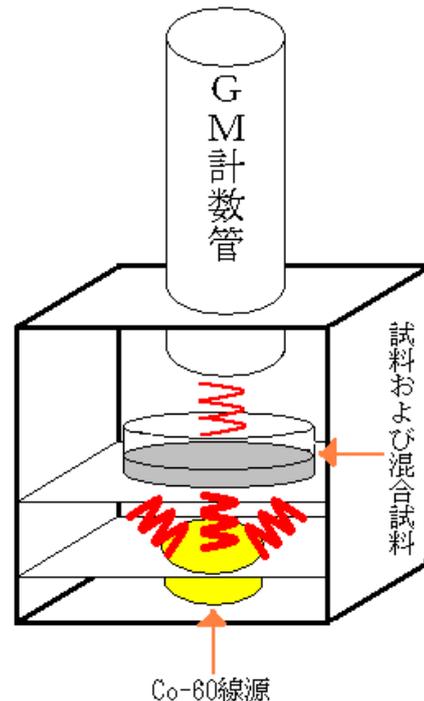
【授業担当者】	小泉貞之
【実施年月日】	平成23年4月～平成24年2月
【対象】	物質工学科5年生1名
【授業の場所】	物質工学科実験室1
【授業タイトル】	γ 線透過測定法による道路舗装剤の均一性に対する検討
【講師】	小泉貞之
【授業の内容】	

当研究室では、「樹木の資源循環型活用による持続可能な社会の構築」を目標として研究を進めている。木質バイオマスガス化発電の副産物として問題視されていた木質タール（ウッドピッチと命名）を活用する道づくりに着目し、このウッドピッチが再生アスファルト舗装の添加剤やアスファルトの代替物として有用であることを実証してきた。今回、この研究の一環として、アスファルト、再生添加剤、ウッドピッチの混合均一性を検証する必要性が生じ、これらの物質の γ 線透過性測定によって、検討を行った結果を示す。

本実験における γ 線透過測定には、GM測定装置のALOKS製JDC-123型を使用した。（それぞれ測定装置はTDC-105B、GM管プローブ（計数管）はGP-101、高圧信号ケーブルはCH-0110、そして測定台はPS-101を使用した。）概念図を右図に示す。放射線源には、社団法人日本アイソトープ協会放射線源課提供のCo-60放射能標準 γ 線源56-C0401を使用した。小型ポリシャーレは、アズワン株式会社製のアズノールシャーレ $\Phi 40 \times 15$ を使用した。試料として、(i)ストレートアスファルト、(ii)再生用添加剤、(iii)ウッドピッチのそれぞれ単独に加えて、(iv)ストレートアスファルトと再生用添加剤の混合物（混合比 92:8）、(v)ストレートアスファルトとウッドピッチの混合物（混合比 69:31）の5つを用いて行なった。

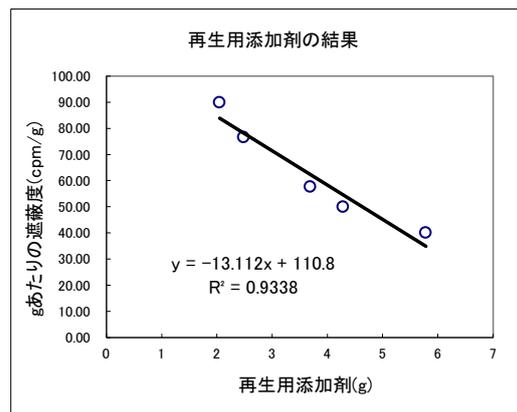
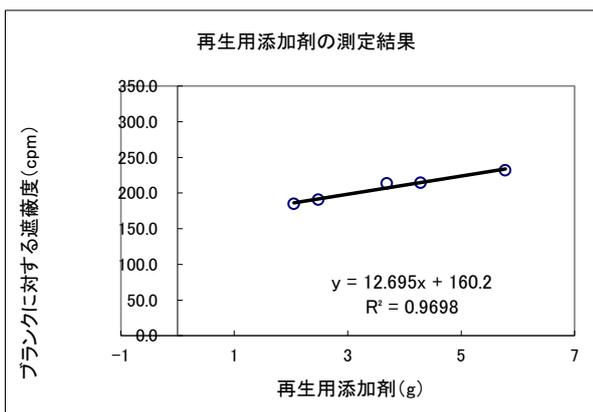
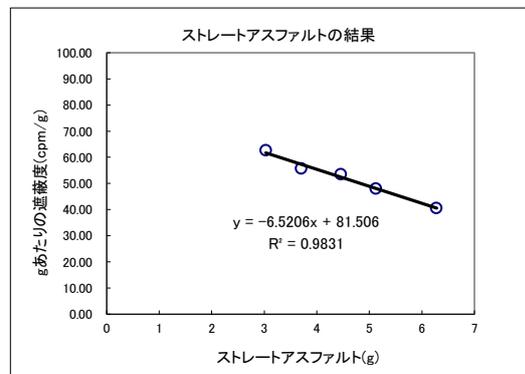
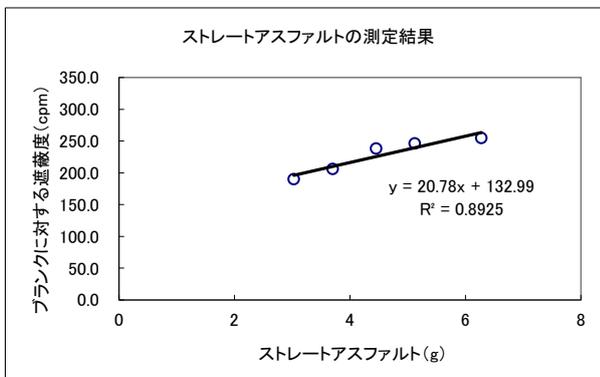
ストレートアスファルトは、常温で固体であるため試料採取をする前に予め加熱しておき、液体になったものを小型ポリシャーレに入れた。その際、小型ポリシャーレは、重量既知のものを用いた。(iv)及び(v)のそれぞれの混合物を精製する際は、ストレートアスファルトをシャーレに採って重量を量った後に、混合比どおりになるよう再生用添加剤及びウッドピッチを徐々に加えた。

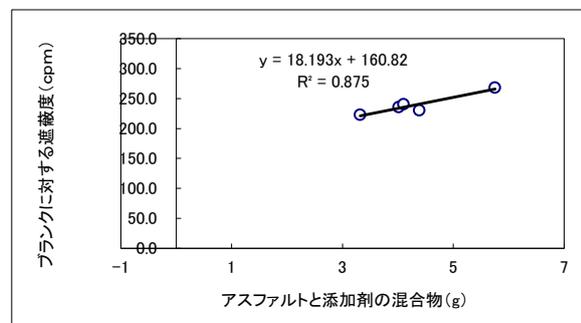
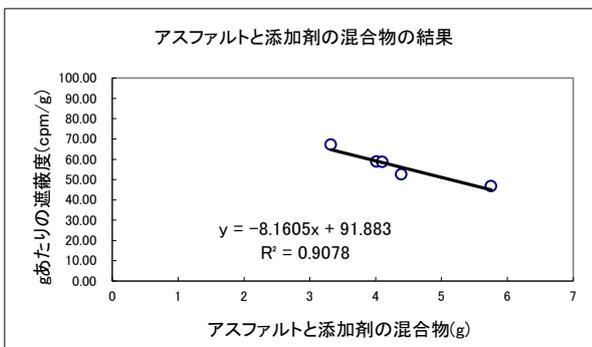
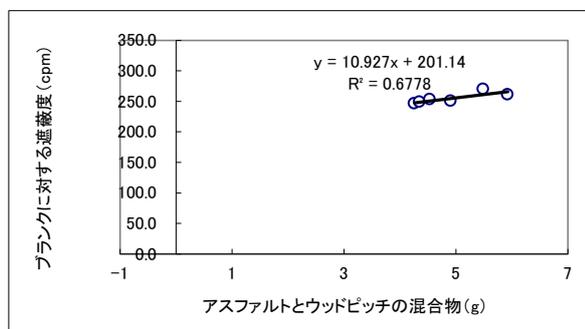
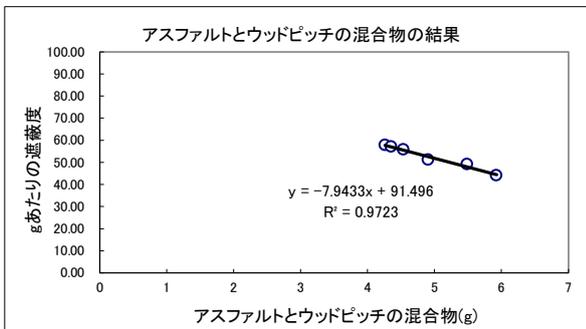
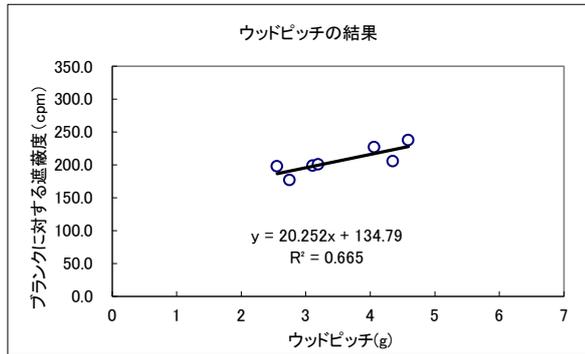
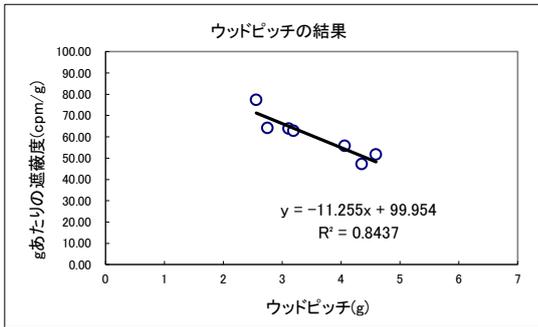
試料の(i)、(iv)、(v)は採取後、試料表面の凹凸を無くすためにホットプレートを用いて加熱した。水をホットプレート全体に薄く張り、ホットプレートの温度は80℃に保った。1つ1つのシャーレの下にそれぞれ時計皿に置き加熱した。加熱時間は、より混合するように10分加熱したのち、ホットプレートから取り出し爪楊枝でシャーレ内に円を10回描くように混ぜて、再び80℃のホットプレートで10分加熱した。加熱した試料は、測定する順番によって条件が変わらないように、全て十分に冷めてから測定を開始した。予備実験より、用いたシャーレは2.85g以上のもの



が適しており、試料量は 3.00g 以上が適していることが確認できた。

アスファルト、再生添加剤、ウッドピッチのそれぞれ単独を測定対象試料として用いた場合の、試料量に対する γ 線遮へい値の変化と、単位重量当たりの遮へい度を以下の図に示す。アスファルトと再生添加剤の遮へい値の変化の R^2 乗値は 1 に近いこと、逆にウッドピッチは、1 から相当はずれることが分かる。また、次ページのグラフは、アスファルトと再生添加剤の混合物を測定対象に選んだものを示す。遮へい度の傾きは、アスファルト及び再生添加剤の中間の値を示すが、一方、アスファルトとウッドピッチの混合物の場合、それぞれの単独の場合に比較して、傾きが異常に小さくなっていることが分かった。このことを更に検討すると、黒色物質の均一性への知見が得られるものと期待できる。





4-4 電子情報工学科における核融合に関する特別講義

【授業の名称】	電子工学基礎特別講義
【授業の報告者】	電子情報工学科 高久 有一、野村 保之
【実施年月日】	平成 24 年 2 月 23 日 (木) 9:00 ~ 10:30
【対象】	電子情報工学科 第 2 学年、第 3 学年
【授業の場所】	合併教室
【講演・講義タイトル】	核融合研究の現状と最前線 ~原子力発電に代わるもの~
【講師】	核融合科学研究所 ヘリカル研究部 助教 成嶋吉朗
【参加学生数】	電子情報工学科 78 名
【授業内容】	

核融合研究の現状とその最前線について紹介する。

核融合の簡単な原理や、核融合発電実現における課題・問題を示し、その解決に向けた研究内容などを講義する。

【実施概要】

核融合研究とは、水素原子同士を融合させて莫大なエネルギーを取り出すもので、様々なエネルギー源を比較して核融合の長所・短所を明確にした。また、核分裂と核融合との比較から両者の違いを明らかにした。核融合研究は現在研究途上であり、代表的な実験装置として核融合科学研究所の「大型ヘリカル装置」(LHD)の紹介がなされた。

核融合研究の二つのキーワードとして

- ① 水素原子の核融合 ② 超高温のプラズマ

が挙げられ、

①水素原子の核融合については、そもそもの核反応形態の違いから核分裂と核融合の違いを、また核融合反応のためには高温プラズマが必要であることを分かりやすく説明した。

②超高温のプラズマに関して、物質の第 4 の状態であるプラズマ状態について説明された。核融合実現のためには、高温・高密度・長い閉じ込め時間が必要である。通常の容器では高温・高密度のプラズマ閉じ込めが不可能なため、浮かせて閉じ込めると言うことを考え、磁力線の「かご」を作りプラズマを閉じ込める磁場閉じ込め方式が研究の主流となっている。その中でも、環状系の磁場閉じ込め方式が工夫され、核融合科学研究所においては、ヘリカルコイルによって磁場を形成して、プラズマ実験を行っている。

また、現時点の国内外での核融合研究の拠点が紹介され、次世代の核融合実験装置として「国際熱核融合実験炉」(International Thermonuclear Experimental Reactor: ITER 計画)が建設中であることが紹介され、核融合研究に興味ある学生に対して将来の進路を示された。

【得られた成果】

プラズマ・核融合と言う新たな原子力エネルギー開発について、興味を持つ学生が数多く見受けられた。

【成果の確認】

電子情報工学科第2学年及び第3学年アンケートより、項目3で確認され、自由記述欄では

- ・ 核融合の実験やプラズマを生み出すためには、なんとなく大掛かりなものだと知ってはいましたが、今回はっきりと知ることができました。
- ・ 核融合は従来型の化石エネルギーや自然エネルギー、原子力エネルギーと比べて、長所や短所が特殊でした。ただ、燃料が無限でありながら、地域や環境に左右されないというのは魅力的だと思うので、是非実用化してほしいと思いました。
- ・ 難しい分野だが、分かりやすく話してくれた。世間では核分裂エネルギーが知られているが、核融合も研究されていることが分かった。

【取組みの評価】

アンケートにあったコメントのように、プラズマ・核融合について関心を持った学生が多く、将来の進路として考える良い機会を与えた。

【今後の取組み】

プラズマ・核融合への興味を持たせ続けて、今後プラズマ・核融合へ進む学生を育成する。



特別講義のポスター



核融合特別講義 講義風景



核融合特別講義の受講風景

4-5 量子力学

【授業の名称】	量子力学
【授業の報告者】	加藤清考
【実施年月日】	平成24年1月24日1、2限、31日1、2限
【対象】	専攻科 2年生
【授業の場所】	専攻科棟講義室2
【講師】	加藤清考
【参加学生数】	専攻科 78名
【授業内容】	

専攻科における原子力・放射線関係授業

- ・ 本校専攻科2年生を対象に、「量子力学」の講義2回分を使って、原子核に関する基本的事項を講義した。
- ・ 講義内容は、原子核の構造、放射性崩壊と崩壊系列、核反応と核エネルギーについて述べた後、核分裂反応と原子力発電のメカニズム、放射線量の単位等にも言及した。放射性崩壊のメカニズムを、量子力学におけるトンネル効果に関連させて解説した。
- ・ 教科書は、担当教員が執筆したものをを用いた（下図）。
- ・ 授業内で、実際にランタンから出る放射線を放射線計で計測する実演を行った。レントゲン撮影1回の被ばく量、年間に浴びる自然放射線量などと比較することにより、放射線量の単位のイメージがつかめたと思われる。
- ・ 受講者の期末試験の結果から、本講義内容は十分修得されたと考えられる。



使用教科書

初歩から学ぶ基礎物理学「電磁気・原子」（大日本図書、2010年10月）の原子第3章。講義担当者（加藤）が執筆した教科書を用いた。

4-6 サイエンスクラブによる体験学習

【授業の名称】	女子中学生と保護者のための体験学習「霧箱をつかって放射線を観察しよう」
【授業の報告者】	加藤清考
【実施年月日】	平成23年9月24日
【対象】	女子中学生と保護者
【授業の場所】	応用物理実験室1
【担当者】	教員2名（加藤清考、池田昌弘）、サイエンスクラブ女子学生5名
【参加数】	女子中学生とその保護者（中学生67名、保護者28名）
【授業内容】	

女子中学生と保護者のための体験学習「霧箱をつかって放射線を観察しよう」。

- ・ 女子中学生とその保護者を対象とした体験学習に、今年度からサイエンスクラブも参加し、放射線の正しい基礎知識を解説するとともに、霧箱実験を用いて放射線の観察をした。
- ・ 女子中学生が対象ということで、サイエンスクラブの女子学生5名が放射線の基礎知識や、霧箱の原理に関するプレゼンテーション及び、霧箱実験のサポートを行った（写真参照）。
- ・ 霧箱実験では、女子中学生1人にキット1個を割り当て、放射線による飛跡の観察が出来た。

【効果】

- ・ この体験学習を通して特に、担当したサイエンスクラブの学生は、①霧箱実験補助及び放射線の知識を身につけることにより、本校学習教育目標JB（幅広い工業的要素、得意とする専門技術の基礎能力及び応用能力の育成）を、また②女子中学生とその保護者に分かりやすく説明することにより、本校学習教育目標JD（コミュニケーション基礎能力とプレゼンテーション能力の育成）を、達成させるのに役立てた。
- ・ この体験学習に参加した女子中学生とその保護者は、放射線及び放射能に関する基礎知識を学んだ上で、霧箱実験を用いて放射線の観測が出来た。

【今後の取り組み】

- ・ 今後も継続して、サイエンスクラブによる体験学習を実施していきたい。特に、霧箱キットや、放射線計測機などを使用した原子力関係のオリジナルな教材を開発したい。



体験学習の様子
サイエンスクラブ女子学生がパワーポイントを用いて放射線の基礎知識をプレゼンテーションした。



霧箱実験の様子
簡易霧箱を用いて、放射線の飛跡を観察できた。

4-7 サイエンスクラブによる出前授業・デモ実験

- 【出前授業の名称】 第38回ご縁市「サイエンス教室—君たちも小さな科学者—」
- 【出前授業の報告者】 加藤清考
- 【実施年月日】 10月9日9:00~14:00
- 【対象者】 地域住民
- 【出前授業の場所】 鯖江市古町商店街、市民ホールつつじ
- 【担当者】 教員3名（加藤清考、池田昌弘、五味伸之）、サイエンスクラブ学生25名
- 【参加者数】 地域住民（約200名）
- 【授業内容】

- ・ 鯖江商工会議所まちづくり企画部主催の第38回ご縁市にて、サイエンスクラブの出前授業を行った。これは2010年11月頃に発案し、以降鯖江商工会議所等と打ち合わせを重ねて実現したもので、当日は教員3名及びサイエンスクラブ学生25名が鯖江市古町商店街及び市民ホールつつじ内において「サイエンス教室—君たちも小さな科学者—」というテーマで行った。
- ・ サイエンス教室にはおよそ200名の子どもとその保護者が参加した。
- ・ この出前授業はブース型の出店方式で、霧箱による放射線の観察実験の他、スライム製作、ホバークラフト製作、ガウス加速器実験、ばね電話体験、空気砲体験を行い、各ブースはサイエンスクラブ学生が分担して担当した。

【効果】

- ・ この出前を通して特に、担当したサイエンスクラブの学生は、①各分担テーマの基礎知識を身につけることにより、本校学習教育目標 J B (幅広い工業的要素、得意とする専門技術の基礎能力及び応用能力の育成)を、また②地域住民に分かりやすく説明することにより、本校学習教育目標 J D (コミュニケーション基礎能力とプレゼンテーション能力の育成)を、達成させるのに役立てた。
- ・ この出前授業に参加した地域住民は、放射線及び放射能に関する基礎知識を含む、科学の基礎知識を学んだ上で、興味深い科学実験を体験することができた。

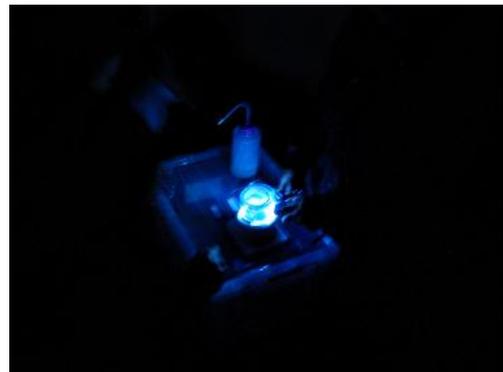
【今後の取り組み】

- ・ 今後も継続して、サイエンスクラブによる出前授業を実施していきたい。また、小学校への出前授業にも積極的に行いたい。



ご縁市での出前授業参加メンバー

教員 3 名と、サイエンスクラブ学生 25 名
で実施した。



ご縁市での霧箱実験の様子

市民ホールつつじ内の和室を暗室にし
て、霧箱実験を行った。当日は大勢の地
域住民が霧箱実験を含む科学実験を体験
した。

4-8 北陸電力(株)志賀原子力発電所と連携した施設見学会の実施

4-8-1 エネルギー校外研修；事前学習（放射線と放射能に関する講義）

【授業の名称】	物質工学実験Ⅰ（原子力関連講義）
【授業担当者】	小泉貞之、常光幸美、西野純一
【実施年月日】	平成23年11月10日 木曜日 7、8限
【対象】	物質工学科2年生 40名
【授業の場所】	物質工学科2年教室
【講演・講義タイトル】	放射線と放射能
【講師】	小泉貞之（福井工業高等専門学校・物質工学科）
【授業の内容】	

原子力に関する理解を深めるために放射線と放射能に関する基礎的事項を学ばせる。

【講義内容】

放射線と放射能、放射線を出す元素、主な放射線（ α 線、 β 線、 γ 線、X線、中性子線）、放射線と放射能、放射線に関する単位（ベクレル、Bq、シーベルト、Sv）照射線量、吸収線量、等価線量、実効線量、放射能の種類と透過力、自然放射線から受ける線量、体内、食物中の自然放射性物質、全国の自然放射線量、日常生活と放射線、放射線による影響の現れ方、放射線による人体への影響、放射線から身を守るには（遮蔽、距離、時間）、放射線から身を守るための三原則、放射能の減り方、半減期、活躍する放射線、放射線の利用（工業の分野、医療の分野、その他の分野）に関する講義を行った。また、半減期及び透過に関する演習を行った。

4-8-2 エネルギー校外研修；環境放射線測定実習

【授業の名称】	物質工学実験Ⅰ（原子力関連講義）
【授業担当者】	小泉貞之、常光幸美、西野純一
【実施年月日】	平成23年11月15日 火曜日 7、8限
【対象】	物質工学科2年生 40名
【授業の場所】	物質工学科2年教室
【実習タイトル】	放射線特性実験
【講師】	北陸原子力懇談会 専務理事 奥谷 外喜雄、技術部部长 野村 啓市
【授業担当者】	物質工学科 教授 常光幸美、准教授 西野純一
【授業の内容】	

放射線の計測を実際に行うことにより、放射線に関する知識をより深く理解、定着させることを目的とする。

【実習内容】

自然放射線（バック・グラウンド）の測定、測定材料を使った放射線の測定（付属の試料、鉱石試料など）、線源からの距離の実験、遮へいの実験（材質による違い及び厚さによる違い）を行った。また、霧箱の観察、原子力発電の模型の観察を行った。

4-8-3 エネルギー校外研修；北陸電力(株)志賀原子力発電所見学研修

【授業の名称】	エネルギー校外研修
【授業担当者】	小泉貞之、西野純一
【実施年月日】	平成24年2月15日（水）・8時間
【対象】	物質工学科 2年生 40名
【授業の場所】	志賀原子力発電所
【見学研修タイトル】	志賀原子力発電所見学、福浦風力発電所見学
【講師】	当該施設職員

【授業(事業)の内容】

平成23年3月11日の東北太平洋沖大震災及び大津波のため、福島原子力発電所の影響はただならぬものであった。その後の放射能拡散による汚染は甚大なるもので、これからの原子力エネルギーの開発に急ブレーキをかけるものである。しかし、資源エネルギーの多くを海外に依存する我が国において、安定的なエネルギー供給を実現することが要求されていることも考慮しないわけにはいかない。持続可能な経済発展のためには、エネルギー源の安定供給、石油代替エネルギー開発、省エネルギーの推進が政策の柱となっており、本校では低学年より、エネルギー関連施設を見学し、実感させる必要がある。これから先増大するエネルギーの需要に対して、他の国々より日本は立ち後れ、エネルギー自給率を増大させる以外に、持続可能な社会を形成することは困難であると思われる。原子力エネルギー開発を闇雲に反対するのではなく、相手を知り安全を第一に運用していく方が大事ではないかと考えられる。また、中国はこの先、50年間で100基以上の原子力発電所を増設することをうたっている。このように、原子力技術開発にも、また、近隣諸国からの放射能汚染から守るためにも原子力事業に携わり技術立国を果たさなければならない。

福井高専物質工学科の卒業生も、原子力関連の企業に就職している。本科の低学年における物理や化学の授業で壊変現象や半減期などの基本的な事象については、基礎知識として教授し、5学年においては「放射線概論」の講義も開講しているが、今回の体験的な実習でより身近なものとして感じられるに違いない。

<研修内容>

今回訪れた志賀原子力発電所は、沸騰水型軽水炉で、1・2号機合わせて180万VA以上の電力を供給している。そのために何重にも安全が図られ、万が一の災害にも十分に耐えられるような設備が施されていた。また、同地区には風力発電所も5基設置され、クリーン

エネルギーの施設も見学した。学生は、風力発電所と沸騰水型原子力発電所の内部を見学し、その実際の規模と発電されるエネルギーとの関係について体験した。また、原子力発電所の付設のアリス館志賀を見学した。



講義風景



見学風景



見学風景



制御棒駆動機構



風車下での集合写真

4-9 女子学生を対象とした原子力・エネルギー関連施設見学会

【授業の名称】	若狭湾エネルギー研究センター施設見学・放射線研修会
【授業担当者】	米田知晃 田中嘉津彦
【実施年月日】	平成24年3月15日(木)
【対象】	本科生11名(3年生5名、4年生6名)、専攻科生2名の女子
【授業の場所】	若狭湾エネルギー研究センター
【見学タイトル】	放射線とは？
【講師】	当該施設職員
【授業の内容】	

平成24年3月15日(木)に本科生11名(3年生5名、4年生6名)、専攻科生2名、引率教員2名の計15名で、若狭湾エネルギー研究センターの施設見学会及び放射線研修を実施した。若狭湾エネルギー研究センターは、原子力及びエネルギー関連技術の地域産業への普及等を通じて地域の活性化を図ることを目的として設立した施設であり、多目的シンクロトロン・タンデム加速器によるがん治療や品種改良などを目的とした放射線を利用した研究などが行われている。



図1 外からの写真



図2 施設説明時の写真

見学した若狭湾エネルギー研究センターの外観写真及び研修室内の写真を図1、2に示す。見学スケジュールは、若狭湾エネルギー研究センターの概要説明、ガイガーカウンターを用いた放射線測定研修、Ge半導体検出器を用いた食品内に含まれる放射性物質の量を測定することができる装置の見学、多目的シンクロトロン・タンデム加速器の照射室の見学である。図3～5に放射線測定研修時、Ge半導体検出器と多目的シンクロトロン・タンデム加速器の照射室の見学時の写真を示す。放射線測定研修内容は、以下のとおりである。

- 放射線とは
- ガイガーカウンターについて
- 放射線の距離依存性

● 放射線の遮蔽効果

これらの研修を通して、放射線が身近に存在していること、距離に二乗に反比例して放射線の強度が減衰すること、遮蔽物を置くことによって減衰し、その効果は密度に依存することを学ぶことができた。

その後、Ge 半導体検出器を用いた放射線のエネルギースペクトルの測定を見学した。研修で用いたガイガーカウンターでは放射線のエネルギーが分からないため、どのような放射性物質があるか判断することができない。しかし、Ge 半導体検出器を使用することによって非常にシャープなエネルギースペクトルを測定することができ、放射性同位体を区別することができることを学んだ。最後に多目的シンクロトロン・タンデム加速器の照射室を見学した。現在、整備中のため加速器の見学を行うことができなかったが、がん治療や品種改良に用いられる照射室を見学し、最先端の放射線利用の一端を知ることができた。

放射線測定の研修では、最初は放射線が怖いものであるといったイメージが強かったが、実際には身近にあり、むやみに怖がる必要がないということが理解できたようである。また、なかなか見ることがない実験設備を見学でき、勉強になったことは多かったようである。学生のコメントとしては、「放射線のことが分からず、イメージだけで怖がっていたような気がする。」「テレビのニュースなどで耳にする食品検査の装置を見学することができて良かった。」「難しくてよく分からないこともあったが、最先端の研究開発の一端を見ることが出来たように思う。」「出入りが管理されていて、放射線管理の重要性を改めて感じた。」「放射線の応用に非常にさまざまなものがあることを知った。」などがあった。

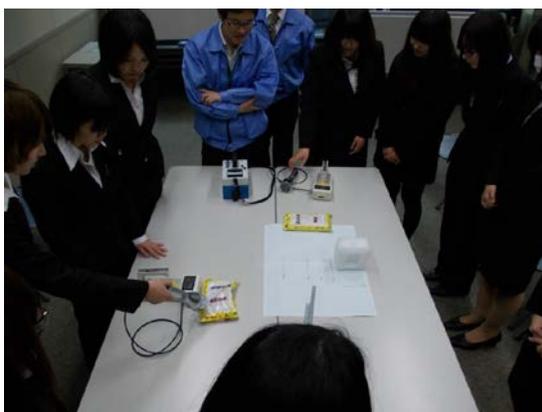




図3 放射線測定研修時の写真

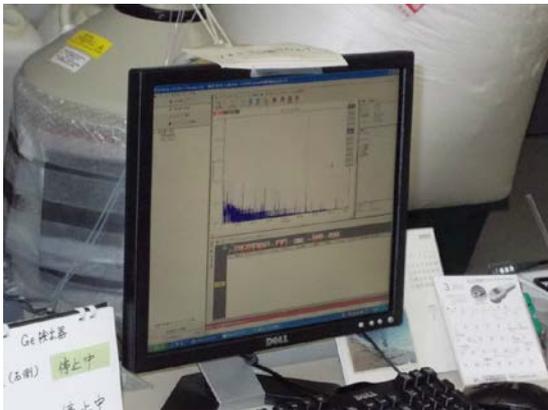
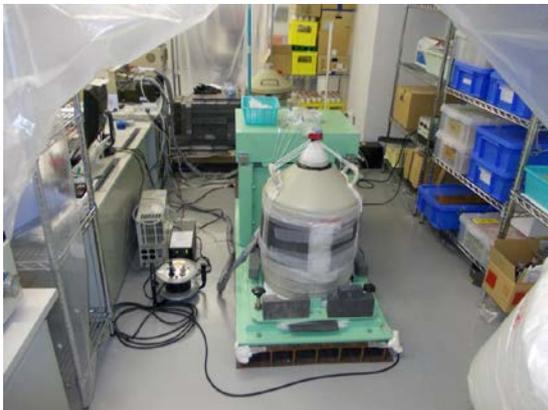


図4 Ge半導体検出器の見学



図5 多目的シンクロトロン・タンデム加速器の照射室見学

5. まとめ

本補助事業では、高等専門学校における教育制度の大きな特徴であるくさび形教育カリキュラムに原子力関連教育を導入し、学年を越えた継続的な授業や実験・実習に加えて特別講義・施設見学会の開催や卒業研究等を組み合わせたプログラムを実践することにより、(A) 基礎的な原子力・放射線関連知識、(B) 放射線関係電気・電子的知識、そして (C) 原子力施設の基礎知識、の十分な習得を目指し、特に放射線に関する基礎的な知識と測定技術の習得並びに理解の更なる促進を図ることに主眼を置いた。本補助事業の実施項目とその成果は、3. 成果の概要に記したとおりであり、原子力施設の集中地域である福井県はもとより、国内の原子力産業界で求められている幅広いエンジニアリングスキルを身につけた実践的な技術者の育成と、客観的なデータに基づき正しい評価ができる人材の育成及び輩出ができたと考える。さらに、地域社会に対しても体験学習や出前授業を通して放射性物質と放射線に対する基礎的素養を涵養する場を設けることができた。

一般に、基礎的かつ重要な事項は、繰り返し継続的に指導していくことで内容の理解もより深まり、教育効果も高まる。放射線や原子力分野についての学習も同様であり、今後とも隣接した原子力関係機関と連携しながら同分野の教育を推進し、有為な人材を育成していきたい。