

国際原子力人材育成イニシアティブ事業成果報告書

＜課題名＞

「機関連携による防災・安全教育を重視した実践的原子力基礎技術者育成の実施」

＜実施機関＞

独立行政法人国立高等専門学校機構

＜連携機関＞

長岡技術科学大学、(財)放射線利用振興協会

＜実施期間・交付額＞

23年度29,081千円、24年度29,303千円、25年度24,595千円

＜当初計画＞

1. 目的・背景

国立高等専門学校（国立高専）では実践的で開発型の技術者を育成し産業界に送り出しているが、近年就職後原子力関連業務を担当する者が多くなった。しかし、国立高専においては原子力学科等専門学科が設置されていないので、原子力に関する一環した教育体系が整備されていなかった。

したがって、この事業の実施を通じ、国立高専における原子力教育を教科書の作成等を通じて整備し、学生が理工学分野の基礎基盤知識に加えて原子力分野の専門知識を身に付けることができるようにするため、33校の国立高専が、長岡技術科学大学と連携し、さらに(財)放射線利用振興協会、(独)日本原子力研究開発機構と協力して、原子力・放射線関連の講義や実験・実習を行うと同時に、インターンシップ、見学による実際の体験を含む研修を実施する。

2. 実施計画

(1) 実行委員会の実施

本年度の事業を実施するに当たり、事業関係者が一堂に会し、事業実施内容についての共通認識を持ちつつ、どのような教育を実施するのかについて実行委員会を実施し、特別講演を行い、参加者との意見交換を行い、原子力人材育成の理解を深める。

(2) 参加高専で実施する原子力関連卒業研究・特別研究等の連携事業の実施

本年度は原子力・放射線関連の卒業研究・特別研究を行う17高専の学生・教員がその内容や実施方策について研究を推進すると共に、参加高専が連携して更に充実した研究を推進するために討論会も実施し、高専間連携の研究体制を構築する。

(3) 長岡技術科学大学におけるインターンシップの実施

長岡技術科学大学が教育の特徴とする原子力システム安全工学に関する講義や幅広い実習を取り入れたインターンシップを実施する。また、東京電力柏崎刈羽原子力発電所(バス使用)の研修を通じて、原子力システム安全工学に関する基礎知識を修得する。

(4) (独)日本原子力研究開発機構におけるインターンシップの実施

(独)日本原子力研究開発機構では、原子力施設での実践的なインターンシップを行う。実際には、照射試験炉センターホットラボでの実習、照射試験炉シミュレータ運転実習、放射性物質取扱取扱模擬体験、大洗研究開発センターの総合訓練の見学、高温工学試験研究炉の見学、HTTR 臨界近接模擬体験、環境モニタリング、等による実習、およびそれらに関する講義も行う。

(5) 原子力安全・防災関連授業の実施

(財)放射線利用振興協会の協力により、原子力・放射線防災・安全関連の授業を行い、実験・実

習ではドライアイスで冷やした霧箱を使って放射線の観察を行う。また、学生が提案した課題について毎日グループ討論し、学習内容や課題討論の成果について発表を行い、理解を深める。

(6) 富山高専での原子力・放射線関連実習

放射線の健康影響等の講義を行った後、放射線の安全利用の例として、X線発生装置及びX線フィルム等を用い、X線非破壊検査に関する実習を行う。

(7) 福島高専での原子力・放射線関連実習

原子力災害からの復興及び原子力安全に関連した講義と実習を実施する。原子力災害における放射線量測定技術や原子力発電に必要な材料の諸特性等に関する講義、実習では放射線測定技術を活用し、福島市からいわき市までの空間線量をバスの中から測定してマップを作成する。

(8) 松江高専での原子力・放射線関連実習

松江高専の位置する松江市は原子力発電所を有する全国で唯一の県庁所在地である。加えて、松江高専は約5kmと全国で最も原子力発電所に隣接している。本校の立地条件において、全国の高専生を対象とした、「防災・安全を考慮した原子力人材育成プログラム」を実施する。

(9) フォーラムの実施

平成23～25年度事業の総括として、本事業で得られた成果と今後の原子力人材育成教育に向けたフォーラムを実施する。このフォーラムには、33高専から教員と学生、連携・協力機関等が参加し、原子力の安全・防災を重視した実践的で開発型の技術者育成教育および各高専で得られた原子力関連の成果についてポスター発表する。

(10) 教科書の発刊

高専には原子力の専門学科が設置されておらず、高専生向けの原子力の教科書がなく、体系的な学習がしにくい状況となっている。こうした状況を踏まえ、平成25年度以降に各高専、長岡技術科学大学で行う原子力・放射線関係の授業において基礎知識を与える教科書を作成する。

(11) 評価委員会の実施

本事業の取組内容と成果について外部委員から評価を受け、次年度以降の原子力人材育成教育に反映させる。

(12) 成果報告書の作成

本事業の3年間の原子力人材育成教育の成果を報告書に作成し、高専で原子力関連教育を修得した実践的な原子力技術者として、今後の原子力災害復興および安全安心な原子力基盤技術者として社会に貢献できることを広く公開する。

＜実施状況＞

国立高専33校が、長岡技術科学大学と連携し、さらに(財)放射線利用振興協会、(独)日本原子力研究開発機構と協力して、原子力・放射線関連の講義や実験・実習を行うと同時に、インターシップ、見学による実際の体験を含む研修を実施した。

(1) 実行委員会の開催

本事業を実施するため、国立大学法人長岡技術科学大学と連携したほか、財団法人放射線利用振興協会、独立行政法人日本原子力研究開発機構の協力を得て実施した。

①開催場所

学術総合センター（平成23年度 東京都千代田区一ツ橋2-1-2 2階）

キャンパスイノベーションセンター（平成24年度、25年度 東京都港区芝浦3-3-6）

②実施期日

平成23年9月22日（木）、平成24年4月20日（金）、平成25年4月19日（金）

③実施機関 国立高等専門学校機構

④参加者

高専教員32名（平成23年度）、35名（平成24年度）、34名（平成25年度）長岡技術科学大学教員、放射線利用振興協会職員、日本原子力研究開発機構職員、機構本部事務職員

⑤日程

- (1) 13:30～14:00 挨拶 国立高等専門学校機構理事
- (2) 14:00～15:00 事業説明（国立高等専門学校機構、長岡技術科学大学）
- (3) 15:00～16:00 質疑応答・意見交換
- (4) 16:00 閉会

⑥関連経費

旅費、会議開催費

(2) 参加高専で実施する原子力関連卒業研究・特別研究等の連携事業の実施

国立高専の卒業研究・特別研究ではこれまでも原子力・放射線関連テーマについてお研究を行ってきたが、今回の事業では、参加17高専において、原子力・放射線関連の卒業研究、特別研究を実施した。その成果を毎年度末に実施したフォーラムで学生が口頭やポスター形式で発表し、質疑応答を行った。



参加高専で実施する原子力関連卒業研究・特別研究等の連携事業の実施
フォーラムにおける卒業研究・特別研究の発表の様子

(3) 長岡技術科学大学におけるインターンシップの実施

各高専の学生を対象に原子力システム工学，放射線安全，リスク管理・危機管理、原子力システムの基礎、システム安全の基礎についての授業を行った。



長岡技術科学大学におけるインターンシップ
技術コミュニケーションに関する対話集会の様子

- ①実施場所 長岡技術科学大学
- ②実施期日 平成24年3月5日(月)～8日(木)、平成24年8月20日(月)～24日(金)
平成25年8月19日(月)、8月23日(金)
- ③参加学生 平成23年度 17名(15高専)、平成24年度 26名(23高専)、

平成25年度 21名（17高専）

④実施機関 国立高等専門学校機構、長岡技術科学大学

⑤実施内容（平成23年度の例）

（1）1日目 ラボツアー（原子力に関連する研究室の活動紹介）

（2）2日目 原子力に関する講義・実習

講義 原子力システムの基礎、放射線の基礎および取扱いシステム安全の考え方、リスク管理・危機管理放射性物質の除染および廃棄処理について

（3）3日目 実習および見学

放射線の測定に関する基礎実習、東京電力柏崎刈羽原子力発電所の見学

（4）4日目 原子力施設での事故を踏まえた安全管理に関してのコミュニケーション実習

⑥関連経費

人件費、旅費、諸謝金、消耗品費、印刷製本費、借損料、雑役務費

（4）（独）日本原子力研究開発機構におけるインターンシップの実施

各高専の学生を対象とした実践的原子力基礎技術者の育成を行うため、原子力の基礎、放射線に関する安全教育、照射装置の見学、照射材料の評価法、ホットラボにおける実習を行った。



（独）日本原子力研究開発機構におけるインターンシップ
運転訓練シュミレータの見学

①実施場所 日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター（茨城県大洗町）

②実施期日 平成23年9月25日（月）～30日（金）、平成24年9月18日（火）～28日（金）、
平成25年8月19日（月）～30日（金）

③実施機関 国立高等専門学校機構、日本原子力研究開発機構

④参加者 平成23年度 8名（4高専）、平成24年度 8名（8高専）、
平成25年度 16名（16高専）

⑤実施内容

下記の日程でインターンシップを行う（平成23年度の例）

9月	9:20-10:30	10:50-12:00	13:00-14:30	14:50-16:00	16:20-17:30
----	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

26 日 (月)	オリエンテーション、大洗研究開発センターの概況	JMTR 見学	JMTR の概要	原子炉の安全性、JMTR の安全性、大洗センターの防災対策と対応
27 日 (火)	JMTR HL 見学	放射性物質取扱模擬体験 (MMF)	常陽の安全性、常陽見学、運転訓練シミュレータ実習	グループ討議
28 日 (水)	HTTR 見学、HTTR の安全性、臨界近接模擬体験		大洗研究開発センターの総合訓練見学	
29 日 (木)	安全管理、危機管理、放射線取扱概要		環境モニタリング施設見学	
30 日 (金)	成果発表会、レポート作成、アンケート調査、修了式			

⑥関連経費

人件費、旅費、印刷製本費、雑役務費

(5) 原子力安全・防災関連授業の実施

放射線利用振興協会の協力を得て、「原子力安全・防災関連授業」を開催した。実際には、先ず、講義で、「発電炉、研究炉の概要」、「原子炉施設の安全確保のしくみ」を説明した。この後、「高温ガス炉、材料試験炉」、「核融合研究施設 J-PARC」を見学した。最後に原子力エネルギー利用に係る課題についての自由討論を行い、討論を行うことにより理解を深めさせた。



原子力安全・防災関連授業

自由討論の様子

- ①開催場所 いばらき量子ビーム研究センター（茨城県那珂郡東海村）
- ②実施期日 平成24年3月5日(月)～3月9日(金)、平成25年3月4日(月)～3月8日(金)、平成25年8月26日(月)～8月30日(金)
- ③実施機関 国立高等専門学校機構、放射線利用振興協会
- ④参加者 平成23年度 21名(17高専)、平成24年度 21名(17高専)、平成25年度 13名(10高専)
- ⑤実施内容

本事業では、原子力安全・防災関連授業として、3.5日程度の授業を、茨城県東海村における日本原子力研究開発機構等の施設において実施する。

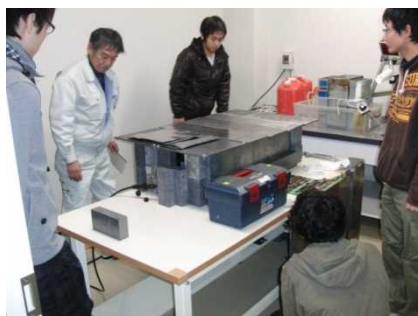
3 月	9:00-10:30	10:50-12:15	13:00-14:30	14:30-17:00
5 日 (月)			I オリエンテーション II 放射線と生活環境	
6 日 (火)	III 放射線測定の実理と実習 (I) (講義)		IV 放射線測定の実理と実習 (II) (実習)	
7 日 (水)	V 施設見学：放射線被曝の人体影響		VI 施設見学：放射線総合医学研究所 緊急被ばく医療施設／重粒子線棟	
8 日 (木)	VII 自然エネルギー概論・エネルギー利用と環境	VIII 原子力発電の実理と安全確保の考え方	IX 原子力防災	
9 日 (金)	X 討論・成果発表会 修了式			

⑥関連経費

人件費、旅費、諸謝金、消耗品費、印刷製本費、借損料、雑役務費

(6) 富山高専での原子力・放射線関連実習

各高専の学生を対象に、放射線の健康影響等の講義を行った後、放射線の安全利用の例として、今回調達する X 線発生装置及び X 線フィルム等を用い、X 線非破壊検査に関する実習を行った。



富山高専における原子力・放射線関連実習

X 線非破壊検査実習の様子

- ①開催場所 富山高等専門学校本郷キャンパス専攻科棟
- ②実施期日 平成 23 年 12 月 17 日 (土) ～ 18 日 (日)、
平成 24 年 8 月 22 日 (水) ～ 24 日 (金)、
平成 25 年 8 月 22 日 (木) ～ 24 日 (土)
- ③実施機関 国立高等専門学校機構
- ④参加者 平成 23 年度 17 名 (10 高専)、平成 24 年度 27 名 (22 高専)、
平成 25 年度 11 名 (9 高専)
- ⑤実施内容

(1) 講義

- ・「放射線の健康影響と安全管理」
- ・「X 線取り扱いの規則(仮)」

(2) 実習：学生を3グループに分け、それぞれ3テーマを順に行わせた。

- ・ X 線、超音波等による非破壊検査実習

(調達予定の X 線発生装置、X 線フィルム他を使用した。)

- ・ 放射線シミュレーションコード：GEANT4 による放射線遮へい安全計算実習
- ・ シンチレーション検出器の組み立て実習と Ge 半導体検出器によるバックグラウンド放射線計測実習

(調達予定の NaI (TI) シンチレータ、光電子増倍管、同軸ケーブルを使用した。)

⑥年度ごとの研修内容

	実施項目	H23	H24	H25
講義	放射線管理と健康影響	○	○	
	実習にあたっての安全教育	○	○	
	放射線と物質の相互作用			○
	放射線の健康管理と安全教育			○
	原子力発電所における安全確保対策			○
	放射線計測の基礎と X 線の安全取扱い			○
実習	X 線、超音波などによる非破壊検査実習	○	○	○
	放射線シミュレーションコード：GEANT4 による放射線遮蔽安全計算実習	○	○	○
	シンチレーション検出器の組み立て実習と Ge 半導体検出器によるバックグラウンド	○	○	○

⑦関連経費

人件費、旅費、諸謝金、設備備品費、消耗品費、印刷製本費、雑役務費

(7) 福島高専での原子力・放射線関連実習

原子力災害からの復興及び原子力安全に関連した講義と実習を実施した。講義としては「放射線量測定開発技術」、「照射試験用微少試験片による強度測定」、「放射線量測定に関する講義」、「放射線廃棄物の処理と処分について」、「原子力発電に必要な材料の特性」を行った。また、実習としては、放射線測定技術を活用して、福島市やいわき市の空間線量とマップ作成、食品や土壌の放射線量測定、微少試験片を用いた強度特性などを行い、原子力工学材料の特性と放射線量測定の技術と正しい知識を習得させた。



福島高専での原子力・放射線関連実習

無人ヘリコプターを用いた空中線量の測定の様子

- ①開催場所 福島工業高等専門学校 機械工学科棟
- ②実施期間 平成24年9月5日(水)～7日(金)、
平成25年8月27日(火)～29日(木)
- ③実施機関 国立高等専門学校機構
- ④参加者 平成24年度 14名(13高専)、平成25年度 13名(8高専)

⑤実施内容

(1) 講義

- ・「原子力災害対策ロボットと放射能計測ヘリ」
- ・「照射試験用微小引張試験片による強度特性評価」(高専機構特命教授)

(2) 実習

- ・微小試験片による強度特性評価(引張試験および押し込み試験)
- ・SEMによる微細組織観察
- ・いわき市内の放射線量測定(土壌や砂浜等の放射線量濃度分析とマップ作成)
(NaIシンチレーションサーベイメータは近隣高専から参加学生が持参する)

⑥2年間の実施内容

	実施項目	H24	H25
講義	放射線量測定技術開発	○	
	照射試験用微小試験片による強度特性	○	
	放射線量測定に関する講義	○	○
	放射性廃棄物の処理と処分について		○
	原子力発電に必要な材料の特性について		○
実習	原子力災害対策ロボット、放射能計測ヘリコプター、シンチレーションファイバー、γ線カメラなどの実演	○	
	微小試験片による強度特性	○	○
	いわき市、あるいは福島市までの放射線量マップ作り	○	○
	食品、砂、土壌の放射線量測定	○	○
	放射線測定に関する実習(Ge測定器、ホールボディカウンター、空間線量マップ)	○	○

⑦関連経費

人件費、旅費、諸謝金(外部講師1名、TA2名)、消耗品

(8) 松江高専での原子力・放射線関連実習

松江高専の位置する松江市は原子力発電所を有する全国で唯一の県庁所在地となっている。松江高専も原子力発電所から5Kmと近い。このような立地条件のもと、県庁周辺の位置情報の収集や、原子力防災まちづくりワークショップへの参加を行った。参加学生には放射線・原子力の基礎知識と実際に防災に取り組む地域の様子を実感させることが出来た。

- ①開催場所 松江工業高等専門学校、島根県原子力防災センター、島根原子力館
- ②実施期間 平成25年8月26日(月)～28日(水)
- ③実施機関 国立高等専門学校機構

④参加者 平成25年度 12名（8高専）

⑤実施内容

	実施項目	H25
講義	原子力発電に関する知識の習得	○
実習	島根原子力発電所校内見学・実習	○
	位置情報の実習	○
	島根防災センター	○
	県庁周辺の位置情報収集	○
	原子力防災まちづくりワークショップ	○
見学	島根原子力発電所3号機施設	○
	島根県防災センター	○

⑥関連経費

雑費（バス、1台（1日））、旅費諸謝金（TA2名）、消耗品

（9）フォーラムの実施

今回の事業に参加した33の高専の学生と教員、さらに、連携した長岡技術科学大学、協力した財団法人放射線利用振興協会、独立法人日本原子力研究開発機構及び文部科学省関係者が集まり、事業の報告、基調講演、学生による成果発表を行った。このフォーラムにより、参加関係者のネットワークを築くとともに平成23、24年度においては成果を次年度の取組に生かした。

①主催 独立行政法人 国立高等専門学校機構、独立大学法人 長岡技術科学大学、

②参加機関 33高専、財団法人放射線利用振興協会、独立法人日本原子力研究開発機構

③日時 平成23年度 平成24年3月12日（月）

平成24年度 平成25年3月13日（水）～14日（木）

平成25年度 平成25年12月21日（土）

④場所

キャンパスイノベーションセンター（平成23年度、25年度 東京都港区芝浦3-3-6）

学術総合センター（平成24年度 東京都千代田区一ツ橋2-1-2 2階）

⑤参加状況

	学生数	高専教員数	関係者	合計（人）
平成23年度	43	35	13	91
平成24年度	40	33	11	84
平成25年度	36	35	13	84
合 計	119	103	37	259

⑥日程（平成23年度プログラム）

12:20～13:00	受付
	司会：浜田栄作（八戸高専（当時））
13:00～13:15	開会 主催者挨拶 独立行政法人国立高等専門学校機構理事 五十嵐一男

13:15～14:00	基調講演 元徳山工業高等専門学校校長 天野 徹
14:00～14:15	(第1部) 取組み事業の学生による成果発表 司会：高田英治（富山高専）
14:15～14:30	1) 原子力安全・防災関連授業の成果報告 八戸高専 物質工学科5年 渡辺 壮
14:30～14:45	2) 長岡技術科学大学での原子力安全・防災に関するインターンシップ成果報告 富山高専 電気工学科4年 内田雄大
14:45～15:00	3) 日本原子力研究開発機構大洗研究開発センターにおける インターンシップ成果報告 福島高専 機械工学科5年 波立健吾
15:00～15:10	4) 富山高専における「安全・防災のための放射線計測技術を 中心とした実習」の成果報告 沼津高専 物質工学科5年 勝又美香
15:10～16:00	(休憩)
16:00～17:20	(第2部) 各高専における取組み事業のポスター発表 司会：箕田充志（松江高専）
17:20～17:50	・原子力および放射線関連卒業研究・特別研究の成果発表 (苫小牧、福島、富山、岐阜、沼津、舞鶴、香川高専)
17:50～18:00	・参加33高専の取り組みの成果発表(担当は原則として主：学生、副：教員)
	・NaIシンチレーションサーベイメータおよびポケット線量計を用いた全国の線量 測定の結果報告
17:20～17:50	全体討論 司会：佐東信司（福島高専）
17:50～18:00	まとめと閉会 太田泰雄（舞鶴高専）

⑦関連経費

人件費、旅費、諸謝金、印刷製本費、雑役務費、会議開催費

(10) 教科書の発刊

高専では高専生の原子力人材育成教育に合致した教科書が無かったため、今回、参加高専の教員と長岡技術科学大学が協力して、高専の低学年から高学年まで使用可能な教科書を作成した。題名を「基礎原子力工学」として、「原子力とエネルギー」、「放射線とは」、「原子力プラント入門」、「原子力プラントの安全と防災」、「核融合炉」、「放射線と応用」を章とする内容の教科書を作成し、各高専で実際に使用した。



今回の事業で作成した教科書

高専教員が長岡技術科学大学と連携して作成した

①打ち合わせ開催場所 学術総合センター会議室（東京都千代田区一ツ橋２－１－２）

②実施期日 第１回 平成２３年１０月２０日（木）、

第２回 平成２４年１月１６日（月）、

第３回 平成２４年１０月１８日（木）

③参加機関 国立高等専門学校機構、長岡技術科学大学

④参加者（執筆者）高専教員１７名、長岡技術科学大学教員３名、機構理事１名

⑤関連経費

人件費、旅費

（１１）評価委員会の実施

本事業の取組内容と教育成果について、外部の原子力関連有識者から評価を受ける評価委員会を毎年度末に実施した。委員長を木村晃彦氏（京都大学エネルギー理工学研究所教授）に依頼した。



評価委員会の開催（Ｈ２５ 木村委員長による講評の様子）

①主催 独立行政法人 国立高等専門学校機構、独立大学法人 長岡技術科学大学、

②委員 出町和之（東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻准教授）（Ｈ２３～２５）、

河村弘（日本原子力研究開発機構大洗開発センター副センター長）（Ｈ２３～２５）、

木村晃彦（京都大学エネルギー理工学研究所教授）（Ｈ２３～２５）、

山下清信（（独）日本原子力研究開発機構原子力人材育成センター長）（Ｈ２３）、

小林雅彦（（株）東芝電力システム社原子力事業部技監）（Ｈ２３）、

久保田健一（（株）東芝電力システム社原子力事業部技監）（Ｈ２４～２５）、

西村健（関西原子力懇談会副部長）（Ｈ２４～２５）

③参加者 高専教員２名 長岡技術科学大学教員１名

④日 時 平成２４年３月１９日（月） １３：３０～１５：３０

⑤場 所 東京都千代田区一ツ橋２の１の２ 学術総合センター２階

⑥日 程

（１）１３：３０～１３：４０ 挨拶 独立行政法人国立高等専門学校機構理事

（２）１３：４０～１４：００ 事業内容説明 事業運営委員

（３）１４：００～１５：００ 評価委員よりの質疑

（４）１５：００～１５：１０ 休憩

（５）１５：１０～１５：３０ 講評

（６）１５：３０ 閉会

(12) 成果報告書の作成

今回の本事業の3年間の成果をすべてまとめ、今後の原子力人材育成教育の参考とするためと、今回、得られた成果を広く社会に発信し成果を社会と共有すると共に、社会からの評価を受けるための報告書を作成した。

表1. 育成対象及び人数(結果)

実 施 項 目	H23	H24	H25	合計
インターンシップ・高専間実習へ参加した学生数	62	93	85	240
卒業研究・特別研究・研究連携	7 高専 : 27	17 高専 : 57 本科 : 42 専攻科 : 15	24 高専 : 69 本科 : 44 専攻科 : 25	153
ポケット線量計による測定	316 8 高専	951 25 高専	1197 33 高専	2464
NaI シンチレーションサベイターによる測定	54 27 高専	54 27 高専	54 27 高専	162
合 計	463	1204	1528	3195

インターンシップ内訳

	H23		H24		H25		合計 (のべ)	
	人数	高専数	人数	高専数	人数	高専数	人数	高専数
長岡技大	17	15	26	23	21	17	64	55
原研	8	4	8	8	16	16	32	28
放振協	21	17	21	17	13	10	55	44
富山高専	17	10	27	22	11	9	55	41
福島高専			14	13	13	8	27	21
松江高専					12	8	12	8
合計	63	46	96	83	86	68	245	197

表 2. 実施スケジュール（結果）

年 度		平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度
実 施 内 容	原子力安全・防災関連授業の実施	◆	◆	◆
	教科書、教材、シラバスの開発を行う	←→	→	
	原子力安全・防災に関するインターンシップ、見学会の実施			
	1) 原子力機構における事業	◆	◆	◆
	2) 長岡技術科学大学との連携事業	◆	★	◆
	3) 高専における連携事業	★	◆	◆
	4) 見学会	◆		
	卒業研究、特別研究	←	→	→
	連携			
	教員対象講習会	◆		
	フォーラムの実施	◆	◆	◆
	成果報告書作成			◆

＜成果と評価＞

平成 25 年度の評価委員会では、3 年間の評価として次の様に結論づけられた。

高専機構には、本事業が開始される以前から、実践的原子力人材育成に対する強い気運があった。その気運の具現化に向け、本事業による支援を効果的に活用し、高専の科目には無い、原子力の教科書の作成や原子力実習・インターンシップをはじめとする原子力教育を極めて効果的に展開した。また、本事業を通じ、全国の多数の高専間に、原子力をテーマとして、研究連携のための人的・教育設備的ネットワークを構築することに成功した。これらの成果は、高専機構の組織的・機能的な事業運営によるものであり、高く評価する。

今回の原子力をテーマとする研究連携の成功は、原子力以外の分野に対しても、今後の研究連携協力のケーススタディーになると期待できる。また、本事業を通じ、原子力のように、社会と密接

にかかわる問題を教育に取り組む機会を各高専に提供できた点は、将来の高専教育の在り方に良い影響を与えると期待できる。

原子力を取り巻く厳しい状況のなか、本事業への参加者が年々増加していることも本事業の成果の現れであり、高く評価するとともに、この活動を今後も継続していくための措置が執られることを強く希望する。以下、各取組ごとに評価委員会の評価を中心に記述する。

（１）実行委員会

３年度にわたり、参加校全校の担当教員が参加し、その年度の取組に対する説明と質疑応答を行った。具体的成果としては、参加学生数の調整や意義を説明することにより円滑な実施を行うことが出来た。当初の期待した成果を上げることが出来た。今後も実施する事業において、当初の実行委員会の開催は必須と考えられるが、TV 会議システムを用いて効果的な方法を考慮したい。

（２）参加高専で実施する原子力関連卒業研究・特別研究等の連携事業の実施

具体的成果としては、取組に参加した学生が原子力・放射線関係の教育的研究を１年間行ったことにより、原子力・放射線関係の基礎知識をある程度まで深く理解させることが出来たことが挙げられる。今後の事業でも原子力・放射線関連の研究をさらに増やして、参加校を広げて行きたい。達成度は９０％、波及効果は、全国の高専で今後、原子力・放射線関連の卒業研究・特別研究の増加が考えられる。

（３）長岡技術科学大学におけるインターンシップの実施

具体的成果としては、単に、原子力・放射線関係の知識を理解させたのではなく、システム安全工学により、どのような事態でも安全側に制御する「フェイルセーフ」の考え方を理解させることが出来た。また、終了後のアンケート調査や学生からの意見などから、ほとんどの学生が良く理解出来たとしている。達成度は８０％、波及効果は、今回での長岡技術科学大学での研修結果が全国の高専での実験・実習に広がることが考えられる。

インターンシップ終了後の学生のアンケート結果は下記のとおりである。

①講義について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成２３年度	６人	９人	２人	０人
平成２４年度	１	１２	１３	０
平成２５年度	４	１６	１	０
合計	１１（１７％）	３７（５８％）	１６（２５％）	０（０％）

②実習について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成２４年度	９人	１４人	３人	０
平成２５年度	７	１２	２	０
合計	１６（３４％）	３７（５８％）	５（１１％）	０（０％）

講義についてはほとんどの学生が理解出来たとしている。また、実習ではさらに理解度が上がる結果となっている。

（４）（独）日本原子力研究開発機構におけるインターンシップの実施

具体的成果としては２週間にわたり、高専では受けることの出来ない原子力関係の専門教育を受けることが出来ることが挙げられる。そのまま、各高専の単位に振り替えられることも有り、当初から

の参加希望も多い。特に問題点はなくこれからもこのような事業の中で継続して行きたい。達成度は 90%、波及効果は、今後さらに多くの高専からの参加者が増加することが考えられる。

インターンシップ終了後の学生のアンケート結果は下記のとおりである。

①講義について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成 23 年度	1 人	5 人	2 人	0 人
平成 24 年度	4	3	1	0
平成 25 年度	1	14	1	0
合計	6 (19%)	22 (69%)	4 (12%)	0 (0%)

②施設見学について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成 23 年度	2 人	4 人	2 人	0 人
平成 24 年度	5	3	0	0
平成 25 年度	9	6	1	0
合計	16 (50%)	13 (41%)	3 (9%)	0 (0%)

講義については 80%以上が理解出来たとしている。また、施設見学はさらに理解度が進み、約 90%が理解出来たとしている。

(5) 原子力安全・防災関連授業の実施

具体的成果としては、原子力・放射線工学の知識を丁寧な実験・実習によって学生に理解させることが出来たことである。また、原子力・放射線に関する防災についての知識を詳しく理解させることが出来た。課題としては、今後同様な事件・実習を高専機構内でも実施出来るように実験器具の整備などをして行きたい。終了後の学生からのアンケートによれば、原子力・放射線の知識と防災に関する知識が習得できたとして評価されている。達成度は 90%、波及効果は今後参加高専での原子力関連事業所への就職が増加することなどが考えられる。

取組終了後の学生に対するアンケート結果は次のとおりである。

① 講義について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成 24 年度	1	12	8	0
平成 25 年度	2	7	4	0
合計	3 (9%)	19 (56%)	12 (35%)	0 (0%)

②施設見学の理解度

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった

平成２３年度	１６人	３人	１人	０人
平成２４年度	９	９	３	０
平成２５年度	６	６	１	０
合計	２１（４８％）	１８（４１％）	５（１１％）	０（０％）

講義については６０％以上の学生が理解出来たとしている。施設見学ではさらに理解度が上がり、「通常の施設では見ることの出来ない、施設や装置を見学できて、貴重な体験であった」などの意見があった。

（６）富山高専での原子力・放射線関連実習

具体的な成果としては、今回導入した NaI(Tl)シンチレータなどの機器を使用して、学生に放射線測定技術を正確に測定する方法を理解させることや、高専生のこれまでの学習内容を理解しているので、そのバックグラウンドを活かしてさらに進んだ知識を習得させることが出来た。課題としては、これらの研修内容をデジタル記録などにより学習教材化して、各高専での教育に活かすことが挙げられる。達成度は９０％、波及効果は、今後、富山高専以外の高専においてもこのような実験・実習が広がることが考えられる。

研修が終了後の学生のアンケート結果は下記のとおりである。

① 講義について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成２４年度	８人	１１人	６人	２人
平成２５年度	０	７	４	０
合計	８（２１％）	１８（４８％）	１０（２６％）	２（５％）

② 実習について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成２４年度	４人	１５	８	０
平成２５年度	２	９	１	０
合計	６（１６％）	２４（６３％）	８（２１％）	０（０％）

講義については、半数近くが理解出来たとしているものの、理解出来ない学生も少数見られる。実習については８０％以上が理解出来たとしている。実習後の意見では、「シミュレーションや放射線の計測をとおして、実際の放射線の性質を理解出来た」、「講義を受けた後に実習を受けたので、放射線に関する現象を良く理解することが出来た」などのコメントがあった。また、 γ 線がコンクリートを透過する実験にも興味を示す学生が多かった。今後も、多くの実習を取り入れた研修が重要と考えられる。

（７）福島高専での原子力・放射線関連実習

具体的な成果としては、大きな災害があった地域での研修により、学生は真剣に、原子力災害からの復興及び原子力安全に関連した講義と実習を実施した。この結果、原子力安全・防災に関する知識

を正しく習得することが出来た。特に、無人ヘリコプターを用いた空中線量の測定やロボットを用いた放射線測定の実習に学生は深い興味を持ったようであった。達成度は90%、波及効果は、今後、福島高専以外の高専においてもこのような実験・実習が広がることが考えられる。今後ともこのような取組を続けて行きたい。

研修終了後の学生のアンケート結果は下記のとおりである。

① 講義について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成24年度	3人	9人	2	0
平成25年度	2	6	5	0
合計	5 (19%)	15 (55%)	7 (26%)	0 (0%)

(8) 松江高専での原子力・放射線関連実習

具体的な成果としては、原子力発電所から5Kmと近い地域での、事故発生からの防災計画や避難経路の研究等人文社会的な防災研究の紹介などにより参加学生の原子力防災に関する正しい知識を理解させることが出来たことである。さらに参加学生には放射線・原子力の基礎知識と実際に防災に取り組む地域の様子を実感させることが出来た。このような研修は事後のアンケートでも学生にも好評であり、取組を続けて行きたい。達成度は90%、波及効果は、今後、松江高専以外の高専においてもこのような実験・実習が広がることが考えられる。

①講義について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成25年度	2人	8人	2人	0
合計	17%	66%	17%	0%

②実習について

年度	大変理解出来た	理解出来た	普通であった	理解出来なかった
平成25年度	2人	8人	2人	0
合計	17%	66%	17%	0%

講義ではほとんどが理解出来たとしている。また、実習では、「ワールドカフェと言う方式で討論することにより、放射線や原子力に関する知識を効率の良く、知ることが出来た」、「放射線量と原子力発電所の位置の関係を実際に知ることが出来た」などの意見が得られた。

(9) フォーラムの実施

具体的な成果は、今回の事業に参加した33の高専の学生と教員、さらに、連携した長岡技術科学大学、協力した財団法人放射線利用振興協会、独立法人日本原子力研究開発機構及び文部科学省関係者が一堂に集まり、学生の発表に対して質疑応答を行い、実際に学生にどのような理解が得られたかを知ることが出来た点である。また、このフォーラムにより、参加関係者のネットワークを築くことが出来た。達成度は90%、波及効果は、高専機構内や、長岡技術科学大学、(独)日本原子力研究

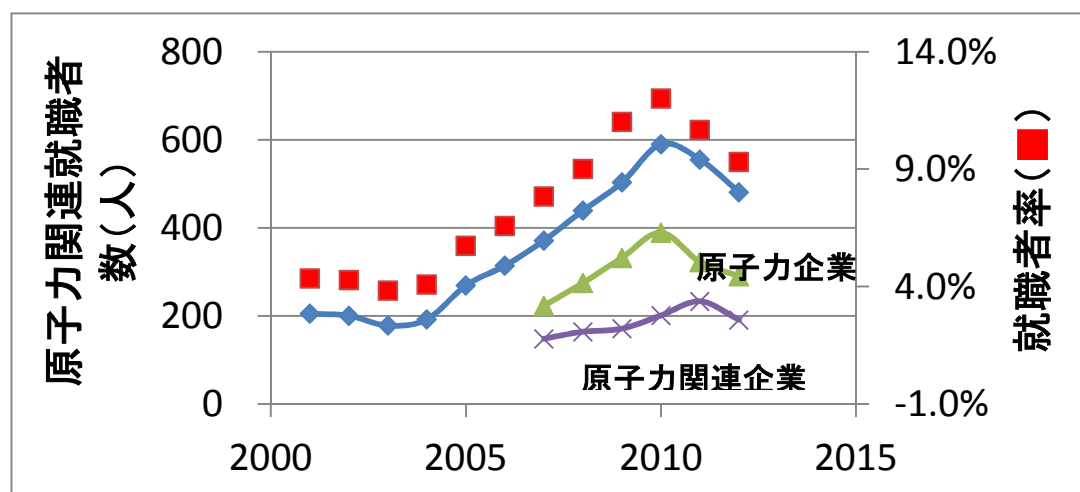
開発機構などにおいても、さらに原子力教育のネットワークが広がることが考えられる。

(10) 教科書の発刊

具体的な成果としては、高専では高専生の原子力人材育成教育に合致した教科書が無かったため、今後、この教科書を用いて、高専の低学年から高学年までの原子力・放射線関係の教育が可能となった。課題としては、就職後に原子力分野では海外での仕事に従事する卒業生が多いため、学生に原子力関係の専門用語や事象を英語で教育するために、この教科書の英訳化が望まれる。達成度は90%、波及効果は、今後、この教科書を用いて、高専全体で原子力教育が進むことが考えられる。

(11) 高専から原子力関連事業所への就職状況

国立高専では毎年1万人近くが卒業し、その半数程度が就職する。この中で原子力関連事業所への就職者は2002年頃から次第に増加し、2010年には約600人となった。しかし、2011年の東北大震災により2012年度には500人程度まで減少している。しかし、卒業者の1割程度が原子力に関連する企業等に就職している。下図は2000年から2012年までの高専から原子力関連事業所への就職者の推移を示したものである。この図では未だ、示されていないが2014年の速報値では原子力関連事業所への就職が増加に転じている。



高専から原子力関連事業所への就職状況

<今後の事業計画・展開>

高等専門学校では、原子力関係の実践的技術者を育成するために、講義や実験・実習を通じて理工学分野の基礎基盤知識に加えて原子力分野の幅広い専門知識を身につける教育を実施している。また、原子力関連施設の維持・運転・建設などには、原子力工学のみならず、機械・電気・材料・化学等多くの基盤技術分野の知見が不可欠である。特に、事業者における技術的問題（トラブル対応等）への対応においては、構造強度、材料強度、腐食・物性等幅広い基盤技術分野の知識が必要である。このため、文部科学省の今回のような事業に申請を試み、高等専門学校学生を対象とした原子力分野での人材育成を行っていく。また、すべての高専の参加を促す。

(1) 実行委員会の実施

事業実施にあたり、実行委員会を開催し、事業に参加する高専や連携機関・協力機関に実施内容を説明することは重要であると考えられる。今後は、TV会議システムを利用するなどの効率的な方

法で実施したい。

（２）参加高専で実施する原子力関連卒業研究・特別研究等の連携事業の実施

高専では原子力や放射線を専門とする教員を中心に、原子力・放射線関連の卒業研究・特別研究を実施している。今回の事業で全国のような卒業研究・特別研究を連携して実施した。今後も参加高専や、参加教員を増加させて実施することにより、研究の質の向上を図り、高専間研究連携を進める機運を高める。

（３）長岡技術科学大学におけるインターンシップの実施

長岡技術科学大学が、システム安全工学や原子力安全工学を教育・研究の特徴の一つとしている。したがって、今後も原子力システム安全工学に関する講義や幅広い実習を取り入れたインターンシップを実施して行きたい。また、東京電力柏崎刈羽原子力発電所に近い位置にあるので、同発電所での研修を通じて、原子力システム安全工学に関する基礎知識を修得させていきたい。

（４）（独）日本原子力研究開発機構におけるインターンシップの実施

（独）日本原子力研究開発機構での研修では、実際の原子力施設を用いて、原子力専門家から研修が受けられるので、これまでの参加学生から評価が高い。特に、照射試験炉センターホットラボでの実習、照射試験炉シミュレータ運転実習、放射性物質取扱模擬体験、大洗研究開発センターの総合訓練、HTTR 臨界近接模擬体験などは実際の体験が出来ることから学生に好評であり、今後もインターンシップとして続けて行きたい。

（５）原子力安全・防災関連授業の実施

今回は、（財）放射線利用振興協会の協力により、原子力・放射線防災・安全関連の授業等を行った。また、放射線被ばくの健康への影響、生活水準の向上を目指した原子力科学技術の活用について学習した。これらは学生に理解しやすい内容と教育手法であったが、経費などを考慮して、今後はこれらの授業などを高専機構内で研修に盛り込み、事業の効率化としたい。

（６）富山高専での原子力・放射線関連実習

高専における原子力人材育成教育は本来であれば、高専機構内で主体的にやるべきであるが、高専には現在、原子力専門学科などが存在しないために、原子力工学科や専攻を持つ大学や、（独）日本原子力研究開発機構などと連携して取組を行っている。したがって、今後は富山高専のような高専内での研修やインターンシップを増加させていきたい。

（７）福島高専での原子力・放射線関連実習

2012年に大震災を受けた、福島市からいわき市までの空間線量の測定や食品や土壌の放射線量を同地域で測定することは学生に、放射線量測定の技術と正しい知識を修得させるのに重要と考えられる。今後も、このような実習を続けて行きたい。

（８）松江高専での原子力・放射線関連実習

松江高専は全国で最も原子力発電所に隣接している高専であり、原子力防災や、原子力発電所で事故が発生したときの避難経路の研究が進んでいる。これらの原子力安全に関連した講義・施設見学・市内の位置情報収集実習など防災対策に関する新たな知識を修得する実習を今後も続けて行きたい。

（９）フォーラムの実施

事業で得られた成果と今後の原子力人材育成教育に向けたフォーラムを実施することは重要である。フォーラムには、参加した学生、高専教員と、連携・協力機関等が参加し、学生の発表とそれに対する質疑応答を行う。参加学生の発表の場として、あるいは、原子力人材育成関係者のネットワークがさらに広く構築される場として、今後の同様な事業においても重要な取組としたい。

(10) 教科書の発刊

これまで、高専生向けの原子力の教科書がなく、原子力工学の基礎を体系的な学習がしにくい状況であった。したがって、今回の事業において教科書を作成し、実際に使用中である。今後、高専卒業生が原子力関連事業所に就職した場合、海外における活躍の場が多いことを考えると、教育のグローバル化に対応して、今回の教科書の英訳化が今後望まれる。

(11) 評価委員会の実施

事業の取組内容と成果について外部委員から評価を受け、次年度以降の原子力人材育成教育に反映させることは今後も重要である。

(12) 成果報告書の作成

事業の3年間の原子力人材育成教育の成果を報告書に作成し、成果の評価を受けると共に、情報を社会に公表することは重要であると考えられる。

＜整備した設備・機器＞

(1) X線発生装置1台（平成23年度整備 約4百万円）

富山高専での原子力・放射線関連実習におけるX線非破壊検査に関し理解を促した。

(2) 放射能分析システム一式（平成24年度整備 約5百万円）

福島高専での原子力・放射能関連実習における放射能分析に関し理解を促した。また、卒業・特別研究に使用し研究を推進した。

＜その他特記すべき事項＞

(独) 国立高等専門学校の今回の事業に対して、電気新聞の、平成25年度「エネルギー教育賞」を受賞した。同賞は毎年、エネルギー教育に貢献のあった、小学校、中学校、高等学校、高等専門学校に贈られるものである。

また、今回の事業に参加した高専生1名が、日本原子力学会フェロー賞を受賞した。

＜参考資料＞

(1) 添付資料

1) 平成23, 24, 25年度事業紹介パンフレット

(2) 事業成果の公開事例、関連する文献

1) テキスト「基礎原子力工学」原子力工学テキスト委員会編(2013)

評価項目に係る事項について

①課題の達成度（採択時の審査評価委員会所見への対応を含む。）	平成 23 年に発生した、東京電力福島第 1 原子力発電所における事故被災も、今後の大きな教訓として原子力人材育成事業の学習事項とし、今後、原子力防災にも取組可能な技術者の育成が大きな課題であった。このため、インターンシップや実習・実験によって実践的な研修を行い、原子力システム安全に関する講義や防災に関する講義・実習を行った。事業終了後の学生に対するアンケート結果や評価委員会からの結果でも課題は達成されたと考えられる。
②特記すべき成果	高専機構の 33 校の高専が長岡技術科学大学や日本原子力研究開発機構などと連携して事業を実施した。これにより、高専機構の中で原子力教育に関するネットワークが構築された。これまで、高専機構の中で、特定の教育分野での連携の例はほとんど無く画期的であるとされている。
③事業の継続状況・定着状況	事業終了後、平成 26 年度文部科学省「機関横断的な人材育成事業」に、「原子力基礎知識習得と国際性向上を目指した実践的原子力基礎技術者育成の実施」の題名で全国立高専が参加する事業として申請し、採択を受けた。この新事業は本事業の成果を活かして高専が全体として原子力人材育成事業に取り組むものであり、本事業の継続と定着もめざしている。
④成果の公開・共有の状況	事業年度内に毎年度事業パンフレットを作成し関係機関などに配布した他、本事業の成果報告書を印刷し、全国立高専、関係大学等に配布した。さらに、事業の様子が毎日新聞、読売新聞、京都新聞、NHK 京都ニュースなどで紹介された。
⑤参加した学生数、原子力関係機関への就職状況、公的資格取得者数	今回の事業の(独)日本原子力研究開発機構での研修、長岡技術科学大学、富山高専、福島高専、松江高専でのインターンシップ、及び原子力安全・防災関連授業に参加した学生のうち、原子力関連事業所へ就職した学生数は平成 23 年度 10 名（全体で 63 名）、平成 24 年度 18 名（全体で 96 名）、平成 25 年度 9 名（全体で 86 名）、原子力関連大学へ進学した学生数は平成 23 年度 4 名、平成 24 年度 6 名、平成 25 年度 2 名であった。全体的に、今回の事業において参加者の平成 23 年度は約 22%、平成 24 年度は 25%、平成 25 年度は約 13%が原子力関係へ進んだ。この最終結果より、今回の事業は一定の役割を果たしたと考えられる。今回は短期の研修であるので、公的資格取得者はいない。