

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>

機関横断的な人材育成事業「高いレベルの放射線管理技術者キャリアアップ研修」

<実施機関>

公益財団法人原子力安全技術センター

<連携機関>

NPO 法人放射線線量解析ネットワーク、公益財団法人放射線計測協会、
国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所

<実施期間・交付額>

27年度12, 277千円、28年度9, 328千円、29年度7, 479千円

<当初計画>

1. 目的・背景

世界最高水準の安全性を有する原子力システムを提供するためには、安全確保を最優先にかつ継続的に行う必要がある。このためには、学生、研究者、教職員等の継続研鑽、特に放射線安全管理技術の向上を図ることが不可欠である。本事業では、単なる測定技術の習得ではなく、放射線を正しく測定、評価することのできる高いレベルの実務技術を持つ人材を育成することを目的とした。

2. 実施計画

本事業では次のような実施計画とした。

ア

(1) 研修会の準備

研修機材の整備、研修教材の作成、教材等検討委員会の開催、研修日程の調整、受講者募集等の研修会開催までの準備を行う。

(2) 研修会の実施

研修会として、線量評価研修会と実用校正研修会を実施する。平成27年度は、線量評価研修会を3回(8名/回)、線量評価研修会の受講者を対象に実用校正研修会を2回(12名/回)開催する。平成28、29年度は、各年度に線量評価研修会を5回(8名/回)、実用校正研修会を3回(14名/回)開催する。主な育成対象者は、原子力教育大学連携ネットワークに参加する、第1種放射線取扱主任者免状を有する、または医学物理士の資格を有する教職員、大学院生、学生等とし、育成人数は平成27年度に24名、平成28~29年度は各40名の合計で104名とした。

(3) 受講者フォローアップ

受講者専用WEBを整備し、継続研鑽によるフォローアップを行う。また、研修会開始前及び終了後に有効性評価委員会を開催し、有効性の評価を行う。線量評価研修会及び実用校正研修会の両方を終了した者は、受講者専用WEBにより、継続研鑽を行い、適宜、技能試験を受け、技能が身についたことが有効性評価委員会により評価された場合、線量評価キャリアパスポートを当センターが認定する。

＜実施状況＞

（１）研修会の準備

線量評価研修会及び実用校正研修会の準備のため、研修機材の整備及び研修教材の作成、教材等検討委員会、研修日程の調整、受講者募集等の準備を行った。

①研修機材の準備

平成 27 年度に NaI スペクトロメータ及び解析ソフト等を購入し、線量評価研修会の実験実習の体系を整備した。

②研修教材の作成、教材等検討委員会の開催

効果的な研修会の実施を目指し、研修教材の作成を行うとともに教材等検討委員を研修会の開始前に毎年開催した。委員会では当センター、放射線線量解析ネットワーク、海上技術安全研究所、及び放射線計測協会等の専門家が委員となり、研修会に関する受講者アンケートの結果等を使用して、研修教材及び内容の継続的な改善検討を行った。

平成 27 年度は、研修開始の初年度であることから、教材等検討委員会を 3 回開催し、講義資料の内容及び実習の進め方等について検討した。

平成 28 年度は、平成 27 年度の受講者のアンケート結果を受けて研修内容を改善した。主な例として、線量評価研修会では「実習時間が短かった」という意見に対して、実験実習では項目を重要なものに限定することで測定時間及びデータ処理の時間を短縮し、計算実習では計算過程で必要になるフォルダを事前に準備することで受講者が円滑に計算を行えるようにする等、実習を効率的に進められる等の工夫をした。また、平成 27 年度の実用校正研修会のアンケートでは「校正施設以外の施設も見学したかった」という意見があった。この意見を受けて、受講者が興味を持ってそうな施設について教材等検討委員会で検討した結果「加速器に興味を持った受講者が複数いたため J-PARC 施設の見学を検討してはどうか」との意見があり、加速器施設（J-PARC）施設見学の項目を追加した。

平成 29 年度は、平成 28 年度の受講者アンケートの結果から実用校正研修会の加速器施設（J-PARC）施設見学が好評であったため、引き続き実施することとした。

教材等検討委員会の開催日

平成 27 年度

平成 27 年 11 月 19 日 第 1 回

平成 27 年 11 月 30 日 第 2 回

平成 27 年 12 月 4 日 第 3 回

平成 28 年度

平成 28 年 6 月 22 日 第 1 回

平成 29 年度

平成 29 年 6 月 14 日 第 1 回

③研修日程の調整、受講者募集等

研修日程については多くの学生が参加できるようにするため、大学の夏季及び春季休業期間である 8～9 月及び 2～3 月を主として年間で幅広く開催できるように調整した。受講者の募集については学会のメーリングリスト、当センターのホームページ等で周知し、多くの学生、教職員等の方に周知できるように努めた。

（２）研修会の実施

線量評価研修会は、放射線線量解析ネットワーク、海上技術安全研究所等の専門家と連携して開催し、1 日目に放射線の基礎的な講義及び NaI スペクトロメータを用いてガンマ線を測定する実験実習を行い、2 日目に計算コードの講義及び PHITS 等を用いた計算実習を行い、3 日目に実験と計算で求めた 1cm 線量当量率等の値について比較検討した。受講者が円滑に実習を進められるように 8 名の少人数の定員とし、平成 27 年度は 3 回、平成 28、29 年度は 5 回開催した。

実用校正研修会は、校正施設見学を行うために連携機関である放射線計測協会で開催し、実用測定器の校正に関する講義及び校正施設の見学を行った。施設見学を効率的に進められるように最大で 14 名の定員とし、平成 27 年度は 2 回、平成 28、29 年度は 3 回開催した。

線量評価研修会の開催日

平成 27 年度

平成 28 年 1 月 19 日～1 月 21 日	第 1 回
平成 28 年 2 月 3 日～2 月 5 日	第 2 回
平成 28 年 3 月 2 日～3 月 4 日	第 3 回

平成 28 年度

平成 28 年 8 月 10 日～8 月 12 日	第 4 回
平成 28 年 9 月 7 日～9 月 9 日	第 5 回
平成 28 年 11 月 9 日～11 月 11 日	第 6 回
平成 28 年 11 月 30 日～12 月 2 日	第 7 回
平成 29 年 2 月 8 日～2 月 10 日	第 8 回

平成 29 年度

平成 29 年 8 月 8 日～8 月 10 日	第 9 回
平成 29 年 9 月 6 日～9 月 8 日	第 10 回
平成 29 年 11 月 8 日～11 月 10 日	第 11 回
平成 29 年 12 月 6 日～12 月 8 日	第 12 回
平成 30 年 2 月 7 日～2 月 9 日	第 13 回

実用校正研修会の開催日

平成 27 年度

平成 28 年 2 月 25 日～2 月 26 日	第 1 回
平成 28 年 3 月 14 日～3 月 15 日	第 2 回

平成 28 年度

平成 28 年 10 月 17 日～10 月 18 日	第 3 回
平成 28 年 12 月 8 日～12 月 9 日	第 4 回
平成 29 年 2 月 16 日～2 月 17 日	第 5 回

平成 29 年度

平成 29 年 10 月 26 日～10 月 27 日	第 6 回
平成 29 年 12 月 18 日～12 月 19 日	第 7 回
平成 30 年 2 月 22 日～2 月 23 日	第 8 回

(3) 受講者フォローアップ

受講者が継続に学ぶことができるように受講者専用 WEB ページを作成し、継続研鑽課題に取り組める環境を整備した。多くの受講者が参加できるように、全ての受講者が参加する線量評価研修会後に受講者専用 WEB の ID を個別に配布し、課題に取り組めるようにした。課題は、実効線量率の簡易計算から PHITS を用いた詳細計算等の問題があり、線量評価研修会で学んだ内容及び資料を用いて解答できる内容とした。

研修会開始前及び終了後には有効性評価委員会を開催し、教材の内容及び受講者のアンケート結果等から本研修の有効性を評価した。受講者専用 WEB の全課題を提出し、認定試験を受け、有効性評価委員会で制定した認定基準により技能が身についたことが評価された受講者に対して、線量評価キャリアパスポート認定証を交付した。

有効性評価委員会の開催日

平成 27 年度

平成 27 年 12 月 11 日	第 1 回
平成 28 年 3 月 25 日	第 2 回

平成 28 年度

平成 28 年 7 月 4 日	第 1 回
平成 29 年 3 月 13 日	第 2 回

平成 29 年度

平成 29 年 7 月 5 日	第 1 回
平成 30 年 3 月 7 日	第 2 回



(a) 講義



(b) 実験実習の体系



(c) 実験実習



(d) 計算実習

線量評価研修会の講義及び実習時の写真



(a) 講義



(b) 校正施設見学



(c) 加速器施設 (J-PARC) 見学

実用校正研修会の講義及び施設見学時の写真



受講者専用WEBページ

簡易計算

- 問1 実効線量率計算
- 問2 透過率データを用いた実効線量率計算
- 問3 ビルドアップ係数を用いた実効線量率計算

PHITSを用いた詳細計算

- 問4 実効線量率計算
- 問5 分散低減法を用いた実効線量率計算

医療施設における線量評価

- 問6 放射線発生装置取扱施設における実効線量率計算

光子ストリーミング計算

- 問7 DINの方法を用いた光子ストリーミング計算

受講者専用 WEB ページ及び継続研鑽課題の概要

表 1. 育成対象及び人数（結果）

実施項目	実施プログラム	育成対象者	育成人数		
			27年度	28年度	29年度
(1) 研修会の実施	線量評価研修会	教職員、大学院生、 大学生等	26名	37名	33名
	実用校正研修会	線量評価研修会の 受講者	22名	29名	25名
参加人数（実績）			26名	37名	33名
（参考指標） 交付額/参加人数			472 千円/人	252 千円/人	227 千円/人

表 2. 実施スケジュール（結果）

項目	27年度 （四半期毎）			28年度 （四半期毎）			29年度 （四半期毎）		
	(1) 研修会の準備 教材等検討委員会			3回 □	□			□	
(2) 研修会の実施 線量評価研修会 実用校正研修会			↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
(3) 受講者フォロー アップ 有効性評価員会 受講者専用 WEB			□	□	□	□	□	□	□

＜成果と評価＞

（1）研修会の実施

平成 27～29 年度の研修会の育成人数は、当初計画の 104 名に対して 96 名であり、原子力及び医療分野の方に対して効果的な育成を行うことができたと考えられる。また、平成 28 年度以降については申込書の参加理由に「過去の受講者の紹介」と記載した受講者が多数いたことから本研修会が受講者にとって効果的な研修になったと考えられる。

①線量評価研修会

研修内容を評価してもらうため、受講者に研修会全体、各講義の理解度、及び良かった点・改善点について各年度でアンケートを行った。

研修会全体についての満足度は、1～5 で評価した時の平均値が全ての年度で 4.6 以上であり、多くの受講者から高い評価を得ることができたと考えられる。

受講者の各講義の理解度は、1～5 で評価した時の理解度の平均値が全ての講義で 3.9 以上、実験及び計算実習の平均値は 4.2 以上となり、高い評価を得ることができた。また、研修前後に行った放射線の基礎的な内容に関する選択式の問題の解答結果が、研修前の正答率の平均値 71% に対して、研修後では 88% となったことから、受講者にとって理解しやすい講義になっていたと考えられる。

良かった点については「実験値と計算値の比較ができたこと」とコメントした受講者が毎年最も多くなる結果となった。同じ体系において自身で実験及び計算を行い、両方の値を比較したこ

とが受講者にとって特に効果的であったと考えられる。その他の良かった点として「少人数の実習形式であったこと」とコメントした受講生も多数いたことから、8名の少人数の定員も効果的であったと考えられる。改善点については「実習時間が短かった」という意見があった。これに対して実習項目及び進行を工夫した結果、改善点を述べた受講者の比率が平成27年度の受講者の27%（7名/26名）から平成28及び29年度の11%（4名/37名）及び6%（2名/33名）となり、年度ごとに減少する傾向にあったことから、改善の効果があったと考えられる。その他の意見としては、「今後も研修を継続して欲しい」等のコメントがあった。

② 実用校正研修会

研修内容を評価してもらうため、線量評価研修会と同様の内容について各年度でアンケートを行った。

研修会全体の評価は1～5で評価した時の平均値が全ての年度で4.1以上であり、多くの受講者から高い評価を得ることができたと考えられる。各講義及び見学の理解度では、講義と見学を比較すると施設見学の理解度の方が高くなる結果となった。アンケートの良かった点に「校正施設の見学ができたこと」及び「加速器施設（J-PARC）施設の見学ができたこと」をコメントした受講者が多数いたことから、受講者にとって興味はあったが普段見ることができない施設を見学することができたため、施設見学が高く評価されたのではと考えられる。

(2) 受講者フォローアップ

受講者フォローアップについて継続課題の問題ごとの取組状況を確認したところ、PHITSを用いた計算を行う箇所での提出に時間がかかる受講者が多い傾向にあった。自身でシミュレーションを行えるようになることの重要性を考慮しての出題ではあったが、難易度が高すぎると継続できなくなるため、認定証を交付した受講者に対して課題の難易度及び良かった点・改善に関する意見についてのアンケートを行った。

その結果、継続研鑽課題の1～5で評価した難易度の平均値は、PHITSを用いた問題の値が3.3～3.4となり、やや難しいものの難し過ぎる結果ではないことが確認できた。認定試験問題についても同様のアンケートを行った結果、難易度の値が2.4～2.7となり、適度な難易度の問題であることが確認できた。また、継続研鑽課題及び認定試験の良かった点として「実務的な内容であった」、「研修会で学んだことを再確認することができた」等の意見があった。

これらの結果から、研修会後における受講者フォローアップとして、受講者専用WEBを用いた継続研鑽課題、さらに認定試験による線量評価キャリアパスポート認定証を交付する効果的な研修体系を整備できたと考えられる。

(3) その他（評価項目に係る事項に対する考察 等）

別紙1に示すとおり。

<今後の事業計画・展開>

受講者のアンケート結果から研修を継続して欲しいとの要望もあるため、当センターの社会貢献の一環として本事業の効率化を検討し、原子力及び医療分野における人材育成を継続的に行う。

<整備した設備・機器>

(1) NaI スペクトロメータ及び解析ソフト2式（平成27年度整備、約2.9百万円）

線量評価研修会の実験実習においてガンマ線源を用いた1cm線量当量率の測定で使用し、計算実習の結果と比較して測定値の意味を理解してもらうために整備した。

<その他特記すべき事項>

なし。

<参考資料>

(1) 添付資料

- 1) 線量評価研修会のテキスト（抜粋）
- 2) 実用校正研修会のテキスト（抜粋）

3) 受講者専用 WEB を使用した継続研鑽課題 (抜粋)

(2) 事業成果の公開事例、関連する文献

1) 原子力安全技術センターホームページ

(<http://www.nustec.or.jp/project/rad-kensyu.html>)

2) 放射線安全管理学会「高いレベルの放射線安全管理技術者キャリアアップ研修の状況」
第 13 回 6 月シンポジウム (2016. 6. 16、東京)

3) 保健物理学会誌「高いレベルの放射線管理技術者キャリアアップ研修の取組みについて」
(Vol. 51(2)、123-125、2016)

4) FBNews「高いレベルの放射線管理技術者キャリアアップ研修について」No. 477
(2016. 9. 1 発行)

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。）	<p>本研修では、講義と実習を行う線量評価研修会、実用測定機器の施設見学を行う実用校正研修会、研修後における受講者専用 WEB を使用した継続研鑽、認定試験を行い、線量評価キャリアパスポート認定証を交付するステップアップして学べる研修プログラムとなっており、高いレベルの放射線管理技術者の育成に貢献できたと考えられる。</p> <p>また、学会発表、学会誌、学会のメーリングリスト等において本研修及び線量評価キャリアパスポート認定の周知に努めた。</p>
②特記すべき成果	<p>研修会後においても継続研鑽を行い、認定証を交付するまでの人材育成の研修体系を構築した。</p>
③事業の継続状況・定着状況	<p>当センターの社会貢献の一環として本事業の効率化を検討し、原子力及び医療分野における人材育成を継続的に行う。</p>
④成果の公開・共有の状況	<p>本報告書の＜参考資料＞に記載のとおり、学会での報告、学会誌及び放射線関連雑誌への掲載、当センターのホームページにおいて成果を公開している。</p>
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	<p>参加した学生数は 42 名、線量評価研修会後の公的資格取得者数は第 1 種作業環境測定士（放射性物質）1 名、技術士第 2 次試験（原子力・放射線部門）1 名、第 1 種放射線取扱主任 1 名であった。</p>