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/施設・設備の共同利用の促進事業「放射線影響・防護ならびに医療分野における総合的人材育成」

〈実施機関〉

独立行政法人放射線医学総合研究所　人材育成センター

〈連携機関〉

なし

〈実施期間・交付額〉

２２年度８，２３０千円、２３年度６，３２８千円、２４年度５，８９５千円

〈当初計画〉

１．　目的・背景

日本の原子力平和利用技術を世界的に展開する中、重要視されているのは「安全」である。しかしながら念頭におかれるのは「工学的安全」であり、被ばく事故が発生した場合の対処や、工学的安全を支える、放射線の人体影響に基づくリスク評価に関する関心は少ない。「工学的安全」の追求と「万が一に対する対応」の充実は、原子力平和利用の両輪として成立するものである。このような背景の中、原子力安全委員会（平成 22 年当時）原子力施設等防災専門部会は「緊急被ばく医療のあり方について」平成 13 年 6 月（平成 20 年 10 月一部改訂)のなかで、各事業所周辺に初期および二次医療機関を設定しており、放射線医学総合研究所（以下、放医研）は三次被ばく医療の中心的機関として位置づけられており、我が国の放射線影響・防護ならびに医療を担う機関として存在する。

被ばく事故が発生した場合の対処に関しては、本年 6 月に国際原子力機関（IAEA）において、原子力事故又は放射線緊急事態発生時の国際的な支援の枠組みとして構築された、緊急時対応援助ネットワーク（RANET：Response Assistance Network）に、我が国は国内から関係国に対して、助言等を通じた援助（EBS：External Based Support）を行う国として登録した。さらに支援提供国が現地に専門家チーム（FAT：Field Assistance Team）を派遣して現地において援助活動を行う登録を検討中である。放医研は、緊急被ばく医療支援チーム REMAT（Radiation Emergency Medical Assistance Team）を独自に組織して EBS として登録し、FAT での登録を検討している。

放射線の人体影響に基づくリスク評価に関しては、例えば、人に対する放射線影響リスクを一定に抑えるために、工学安全を担保する遮蔽が考慮され、国際的な枠組みとしては、それまでの最新の知見に基づき、国際放射線防護委員会(ICRP)が、10 年程度に一度のペースで、ICRP 勧告を発表する。この勧告は、国際的な放射線防護の標準となっている。放医研は、最新の知見を研究報告として取りまとめ、IAEA の協働センターとしての役割を通じて知見を展開する一方で、新しい勧告が出された場合に、規制当局とともに国内法に取り入れる準備・調整を行っている。

本課題は、放射線の影響と防護を正しく理解し、原子力平和利用をソフト面から支えるとともに、万が一の際に対応が出来る人材を育成し、我が国の原子力の平和利用の国際的な展開に資するものである。アジアにおける原子力平和利用の牽引役として、放射線影響・防護ならびに医療を中心とした原子力災害対応の専門家を育成し、我が国の原子力平和利用の国際展開に貢献することを大目標とし、大学の学生から地域のリーダー、および国際機関などで活躍する人材までを総合的に育成することを目標とする。

２．実施計画

放射線医学総合研究所の研修施設および緊急被ばく医療施設などを活用し、以下の研修を行う。

（１）放射線影響・防護基礎課程

学生や社会人を対象とし（２０名程度)、将来的に関係の職業に就く人材を想定した講義と実習を実施。期間は５日間。

・放射線管理に関する基礎レベルの講義（物理、化学、生物、測定、管理、法令）
・サーベイメータでの測定実習、コンピュータによるシミュレーション

（２）放射線影響・防護応用課程

関係の職業に就いている人材を想定した講義と実習を実施。上記と同様だが、講義内容は応用レベルとし、汚染管理の実習も行う。期間は１０日間。

（３）緊急被ばく医療指導者育成研修【公募は２３年度より開始】

緊急被ばく医療指導者育成を目的とし（２０名程度)、若手医師、大学院生、看護師、診療放射線技師等の医療関係者や若手研究者を対象に生物線量計や汚染事故対応・汚染管理などを中心とした研修（講義・実習）を実施。期間は３日間。

・緊急被ばく医療のあり方と実務レベルでの指導者のあり方と役割
・最近の事故例とその対応－放医研の国外派遣訓練の経験から－

（４）個別カリキュラム【２３年度より開始】

京都大、千葉大、茨城大、首都大学東京（Ａ)、岐阜大学（Ｂ）などの大学３年生（理数系で放射線に関する知識を有し、放射線を取り扱う研究室に配属予定など）を対象とし（４０名程度を予定)、将来、当該分野で研究などを推進する人材育成を想定した講義、実習、施設見学を実施。一部は、日本放射線影響学会の有志との連携で推進する。期間は３日間。

・放射線防護や緊急被ばく医療の基礎的素養である、放射線生物学中心の講義と実習
・医学利用、リスクコミュニケーションに関する講義
・重粒子線がん治療装置、分子イメージング装置、静電加速器などの施設見学

〈実施状況〉

放射線医学総合研究所研修棟の教室を使用して講義を、同所研修棟の放射線管理区域内の実習室などを用いてサーベイメータなどを用いた実習を行った。また、全課程で同重粒子線がん治療装置を見学した。

いずれの研修でも講師作成の原稿を複写し（費用は事業費より)、１冊のファイルにまとめて講義・実習のテキストとして配布した。学生・院生の受講料・旅費・宿泊費、外部講師の旅費・謝金はすべて本事業費より拠出した（２２年度分は受講者全員無料)。

（１） 放射線影響・防護基礎課程

放射線管理に関する基礎レベルの講義（物理、化学、生物、測定、管理、法令)、コンピュータによるシミュレーション、およびサーベイメータ他の計測機器による測定実習を実施した。実習後の提出レポートに対し、講師からのコメントを記載して返却した。

講義：放射線の物理／放射線の測定／放射線管理基礎概論／放射線の生物／放射線の法令／放射線のモニタリング、実習とデモ：放射線の物理／放射線の測定、実習：放射線の管理、講義・見学：放射線取扱施設（廃棄物処理施設）

実施期間：第１回−平成２３年２月２８日～３月４日、第２回−平成２３年７月

２５日～７月２９日、第３回-平成２４年７月２３日～７月２７日、第４回-平成２４年１２月１０日～１２月１４日。
受講者：学生１９名、院生１９名、放射線管理要員１３名、消防士８名、海上保安官２名、研究・技術７名、原子力行政担当等５名、診療放射線技師１名、計７４名。

実習とデモンストレーション、放射線の物理

コンピュータを利用した測定実習のレポート作成風景

（２） 放射線影響・防護応用課程
基礎課程の内容をより深めた応用レベルの講義等のほか、非密封ＲＩを用いた汚染管理実習を実施した。
講義：放射線の物理／放射線の測定／放射線管理概論／放射線の化学／放射線の生物影響／放射線の人体影響／環境放射線／放射線発生装置／モニタリングと判断基準／放射線防護の原則と安全基準／非密封 RI の安全取扱／放射線の法令／汚染事故例と対策、実習とデモ：放射線の物理／放射線スペクトロメトリ／放射線管理、実習：計数値の統計とβ線の性質／空気中濃度の測定／液体シンチレーションカウンタ／ガスフローカウンタ／スクリーニングとモニタリング／内部被ばく線量の算定／非密封 RI の安全取扱／汚染対策、講義と見学：放射線取扱施設、見学：廃棄物処理施設／緊急被ばく医療施設
実施期間：第１回-平成２３年３月１４日～３月２５日（東北地方太平洋沖地震により中止)、第２回-平成２４年２月２７日～３月９日、第３回-平成２５年２月１８日～３月１日。
受講者：学生１７名、院生２０名、放射線管理要員５名、原子力行政担当１名、計４３名。

（３）緊急被ばく医療指導者育成研修
２２年度は「放医研 弘前大学 被ばく医療セミナー」として、２３年度からは「緊急被ばく医療指導者育成コース」として公募して実施した。
〇放医研・弘前大学・被ばく医療セミナー（平成２３年３月８日～３月１０日）
講義：緊急被ばくと我が国の被ばく医療体制／放射線とその生物影響／放射線の人体影響／内部汚染とその対応／放射線の計測-基礎知識とデモンストレーション／染色体による線量評価／放射線事故例／放射線事故時のメンタルヘルス／病院における初期対応、実習：汚染患者への対応、机上演習：放射線事故時の医療、施設見学：分子イメージング棟／緊急被ばく医療施設
参加者：弘前大学医学部健康支援科学領域および医療生命科学領域の准教授、講師、助教、助手。
〇緊急被ばく医療指導者育成コース（第１回：平成２３年９月７日～９月９日、第２回：平成２４年９月２６日～９月２８日）

講義：放射線の基礎知識／放射線の計測（選択）-①講義とデモ、サーベイ実習②線量評価と事例-／緊急被ばく医療の流れおよび放射線事故・テロ／放射線の医学利用／放射線の生物影響・人体影響・晩発影響／血球と染色体による線量評価／内部汚染／病院における初期対応／放射線事故例-歴史的事例、最近の事例／看護師の立場から見た被ばく医療／弘大における被ばく医療／診療放射線技師の立場から見た被ばく医療／日本の制度と現状、実習：汚染患者への対応、施設見学：緊急被ばく医療施設／分子イメージング棟／静電加速器棟

受講者：医師９名、看護師１０名、診療放射線技師１３名、医療系院生７名。

（４）個別カリキュラム【２３年度より開始】

放射線防護や緊急被ばく医療の基礎的素養である、放射線生物学中心の講義と実習、医学利用、リスクコミュニケーションに関する講義を実施した。主に放射線生物学を志向する学生を対象とした（Ａ）と主に放射線物理学および理科教員を志向する学生を対象とした（Ｂ）の２群に分けて実施した。

（Ａ）放射線生物学へのイザナイ

講義：放射線概要（基礎知識）／放射線生物（広島・長崎の原爆、修復、社会との接点、放射線生物学は生命の仕組みを解く鍵）／放射線防護、実習：酵母チェックポイント変異体／霧箱で放射線を見る／培養細胞への放射線影響／マイクロアレイ解析、施設見学：低線量実験棟／静電加速器棟

実施期間：平成２３年１２月２６日～１２月２８日

受講者：理学部１２名、薬学部３名、工学部・理工学部・医学部各１名、院生１名。

（Ｂ）放射線とリスクコミュニケーション

一部は大学の単位として認められた。

講義：放射線概要（基礎知識）／宇宙と放射線／放射線生物影響／放射線の医学利用／放射線のリスクについて／放射線の教育について、実習：環境測定／スクリーニング、デモ：霧箱／測定器／ゲルマニウム半導体検出器、施設見学：低線量実験棟(中性子線照射施設)／静電加速器棟／分子イメージング棟

実施期間：第１回：平成２４年３月１４日～３月１６日、第２回：平成２４年８月８日～８月１０日

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（年度毎）		
１）放射線影響・防護基礎課程	放射線管理に関する基礎レベルの講義と実習	理工学系学生及び院生、放管要員、消防士他	１９名	１９名	３６名
２）放射線影響・防護応用課程	放射線管理に関する応用レベルの講義と実習	原子力工学系院生及び学生、放射線管理者	０名（中止）	１９名	２４名
３）緊急被ばく医療指導者育成研修	緊急被ばく医療に関する講義と実習･演習	医師、看護師、診療放射線技師、医療系院生	２０名（弘前大）	１９名	２０名
４）個別カリキ	Ａ)放射線生物学	理学部３年、４年		１９名	

ュラム	中心の講義と実習	生、薬学部５年生他			
	Ｂ）放射線の基礎に関する講義と実習	岐阜大学教育学部物理学専攻２年、３年生他		２０名	１９名
		参加人数（実績）	１９名	９６名	９９名
		（参考指標） 交付額/参加人数	433 千円/人	66 千円/人	60 千円/人

表２．実施スケジュール（結果）

項目	２２年度（四半期毎）				２３年度（四半期毎）				２４年度（四半期毎）			
１）放射線影響・防護基礎課程				□		□				□	□	
２）放射線影響・防護応用課程				中止 ⟷				⟷				⟷
３）緊急被ばく医療指導者育成研修		□				□				□		
４）個別カリキュラム							A□	B□		B□		

〈成果と評価〉

（１）放射線影響・防護基礎課程

研修開始前後のテストで研修成果を確認した。研修前後で正解率が 4～16%増加し、いずれの回も成果が認められた。

研修についてのアンケート調査の結果、研修全体は 100 点満点に対し 80～87 点という評価を得た。研修内容については広範囲の知識を吸収出来て非常に役立ったとの意見が多く、特に計測に関する実習が充実していて知識の確認が出来たとの意見もあり実習の効果が確認された。講義内容、テキスト内容共にほぼ全員（97～98%）から５段階評価で３以上の評価を得た。実習は内容が多すぎて十分に対応しきれなかったという意見もあった。普段は見る機会がない施設の見学は非常に貴重な機会であったというのが多数を占めた。研修終了後アンケートを基に議論し、実習の順番や内容について改善の必要性を検討した。

（２）放射線影響・防護応用課程

アンケート調査の結果、研修全体に対する評価は 100 点満点に対し 85 点および 87 点であった。講義内容、テキスト内容共にほぼ全員（96%、97%）から５段階評価で３以上の評価を得た。研修全般については講義、実習、デモ共に充実していて分かり易く、放射線に関する知識を短期集中型でより深めることが出来、有意義であった、と研修の効果が確認できた。

研修開始前後に実施したテストの結果、正解率が約 9%増加し、研修の成果が認められた。

（３）緊急被ばく医療指導者育成研修【公募は 23 年度より開始】

研修開始前後に実施したテストの結果、正解率が約 12%増加し、研修の成果が認められた。

アンケート調査の結果、研修全体に対する評価は 100 点満点に対し 85 点であった。講義内容、テキスト内容共にほぼ全員（95%、99.5%）から５段階評価で３以上の評価を得た。実習・討論が時間不足であるとの改善を求める意見もあったが、研修全般についてはすべてが知識向上に役立つ内容であったとの評価が得られ、研修成果が認められた。

（４）個別カリキュラム【23 年度より開始】

アンケート調査の結果、（Ａ）の評価は 100 点満点の 82 点で、「放射線生物学が理解できた。」、「研究の現場や研究者に直に触れられてよかった。」という意見が多かった。一方で「もう少し実習時間があればよかった。」、「研究者の方々とキャリアパスなどについてお話しできる時間を作ってほしい。」等、今後の改善に資する意見も多く受けた。（Ｂ）の評価は 87 点および 88 点で、「放射線について新しい知識を吸収できた。」、「放射線の良い面、悪い面の両面を知ることが出来た。」との意見が多く、「施設見学を通して放射線の医学利用を実感できた。」など、施設見学の効果も確認できた。

〈今後の事業計画・展開〉

放射線影響・防護基礎課程は平成２５年度以後も放医研の運営費交付金で継続して開催する。同応用課程については現行（２４年度現在１１５回）の放射線防護課程を別途、社会ニーズに合わせて拡大展開したもので、今後は２年間の実績を加味して、放射線防護課程に統合して推進する。緊急被ばく医療指導者育成研修は初期・二次医療機関との連携により定期化することとし、現行の NIRS 被ばく医療セミナーと統合して推進する予定。個別カリキュラム A は、24 年度から事業主体を京都大学に移した。

〈整備した設備・機器〉

（１）研修生用ノートパソコン 24 台（平成 22・24 年度整備、約 3.3 百万円）

レポート作成における実習結果のデータとりまとめやアンケートの回答をＰＣ入力することで結果のとりまとめの迅速化を図るために使用。

（２）β線用サーベイメータ（スマートユニット付）3 台（1 台は講師用でパネルコンピュータ付）（平成 22 年度整備、約 2.3 百万円）

測定実習において、講師用の 1 台でデモを実施後、実際に測定を行ってサーベイメータによるβ線の測定方法を習得するために使用。

（３）シンチレーションサーベイメータ 4 台（平成 24 年度整備、約 1.7 百万円）

放射線の測定（特に環境放射線測定）の実習の充実のため既存の NaI シンチレーションサーベイメータに 4 台を加えて 1 台/2 人とした。

〈その他特記すべき事項〉

２４年度は、東北地方太平洋沖地震にともなう東京電力福島第一原子力発電所事故を契機に、放射線の測定、放射線の人体影響および放射線防護に関する知識の教授（講義、シミュレーション、実習）が今まで以上に必要となったことに対応して、放射線影響・防護基礎課程を年１回から年２回に増やして実施した。個別カリキュラム A は大変好評だった

ため、２４年度から事業内容を拡大して３年間にわたり京都大学を主体として、原子力人材育成イニシアティブとして継続する予定。

〈参考資料〉

（１）添付資料

１）平成２２年度原子力人材育成等推進事業補助金実績報告書、
平成２３年度原子力人材育成等推進事業補助金実績報告書、
平成２４年度原子力人材育成等推進事業補助金実績報告書、

２）原子力人材育成イニシアティブ用テキスト抜粋

別紙１

評価項目に係る事項について

①課題の達成度（採択時の所見対応を含む）	・課程の前後に行ったテストで課程後での点数上昇が見られ、研修の成果はあったと考える。また、アンケートでも放射線・放射線影響についての理解が進んだことが伺える。 ・アンケーでの実習の評価が高く、放射線の理解のための実習の有効性が確かめられた。
②特記すべき成果（例：ネットワーク化による人材育成機能の強化等）	放射線医学総合研究所､京都大学放生研を中心として放射線生物学を推進するネットワークを形成できた。
③事業の継続状況・定着状況	放射線影響・防護基礎課程は平成２５年度以後も放医研の運営費交付金で継続して開催する。同応用課程および緊急被ばく医療指導者育成研修は現行の課程と統合して推進する予定。個別カリキュラム A は、24 年度から事業主体を京都大学に移した。
④成果の公開・共有の状況	
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	・旅費援助などの学生優遇措置により、平均して半数程度が学生であった。 ・複数課程の受講者が数名有り、放射線影響分野への関心の高さが伺えた。 ・放射線取扱主任試験を受験予定者がいたが、結果は不明。 ･影響･防護応用課程では原子力工学系の学生が多く見られた。