

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＞

復興対策特別人材育成事業「被ばくの瞬間から生涯」を見渡す放射線生物・医学の学際教育」

＜実施機関＞

京都大学放射線生物研究センター

＜連携機関＞

環境科学技術研究所、弘前大学、東北大学、放射線医学総合研究所、電力中央研究所、福島県立医科大学、東京工業大学、放射線影響研究所、長崎大学

＜実施期間・交付額＞

24年度23,777千円、25年度18,063千円、26年度14,517千円

＜当初計画＞

1. 目的・背景

放射線生物・医学は、物理、化学、環境学、疫学、分子生物学等を基盤に発展し、その成果は、学術、医療、工学、そして原子力災害復興に活用される、まさに学際領域の典型である。日本の各地には、放射線生物・医学領域の各分野における専門機関が存在し、それぞれが、いわゆる「お家芸」をもって学術の深化・発展に貢献している。これらの機関に在籍する若手研究者（大学院生、研究員）は、「お家芸」にかかわる知識と技術に精通する一方、他の分野の研究経験に乏しい。また、これら専門機関での研究を志す若手（主に大学院生）の数も決して多くはない。最大の原因は、学部において放射線生物・医学関連の教育科目を履修できる機会が少なく、その存在すら知らないままに進路を決定する学生が多いことである。このような状況が継続すれば、我が国の放射線生物・医学領域の人材は、質、量ともに激減する。

放射線の人体影響、とりわけ放射線による癌の誘導のメカニズムは、当該分野の最大の研究テーマでありながら、未だその解明には至っていない。放射線による損傷と影響との因果関係を、時間経過にともなう生体内での変化を意識しながら、**広範に、深く研究することが必要である**。このため、次世代の研究者は、所属機関の「お家芸」のみならず、当該分野の種々の実験手法、モデル系、医療応用、疫学調査の結果等に精通し、これらを自らの研究に活用する必要がある。また、昨今の当該分野での大学院生の減少に歯止めをかけるべく、学部学生に放射線生物学の学術的・社会的重要性を伝え、大学院進学先の選択の際の指針とすべきである。

本事業の目的は、1) 学部学生を主な対象とし、放射線生物・医学領域への大学院進学を誘い、2) 大学院修士以上の学生、若手研究者を対象とし、当該領域の知識と技術を、分野の偏りなく習得させることとした。このため、当該分野の研究と人材育成において先導的な立場にある研究機関（6大学、4研究所）を主体として「放射線生物・医学 学際教育機構」を構築し、学部学生、大学院学生、若手研究員を対象とした育成事業を展開した。育成数の目標を下に示す。

表 1. 育成目標

実施項目	対象とする人材	育成する人数
実習と講義による研修会	学部学生	25名程度／年
インターンシップ、国際シンポジウム、集中講義	大学院学生・若手研究員	25名程度／年

2. 実施計画

京都大学にコーディネート事務局を設置し、広報活動を行い、受講生を全国から募る。本事業の専用ホームページを開設し、事業に関する情報等を受講生に配信する。当該領域の研究機関（6 大学、4 研究所）を主体として「放射線生物・医学 学際教育機構」を構築し、育成活動にあたる。

学部学生を主な対象とした研修会「放射線生物学へのイザナイ」（各年度当たり一回）は、ガイダンス講義と実習により、はじめて放射線生物学に「触れる」機会を与えることが目的である。大学院生・若手研究員には、各年 4 回程度の集中講義を開講、また、インターンシップ（研究室に 7～10 日間滞在して、主に実験技術を習得）を実施し、偏りなく当該分野の知識と技術の習得を目指す。各年度にシンポジウムを開催し、成果を口頭、あるいはポスターにより発表させる。

（1）「放射線生物・医学 学際教育機構」の構築

本事業では、放射線生物・医学の領域を、以下の主要 4 分野に分割した；

第一分野「防護と被ばく医療」：被ばく後、数ヶ月以内にあらわれる放射線による急性障害について、その原因と対処法等を取り扱う。

第二分野「疫学とガン治療」：放射線の晩発性障害について、分子・臨床的な疫学研究、さらに晩発性障害の典型であるガンについての治療法を取り扱う。なお、広島・長崎の原爆や世界の原子力災害の被害と健康調査についての解説等も取り扱う。

第三分野「個体応答研究」：被ばく後、数ヶ月から数年以内に観察できる生体応答について、主に動物モデルを用いた研究を取り扱う。

第四分野「分子応答研究」：被ばく後、数分から数時間以内に観察される細胞内の分子応答の研究を取り扱う。

それぞれの分野におけるエキスパートが所属する研究機関（5 大学、4 研究機関）が京都大学との連携機関として参加し、「放射線生物・医学 学際教育機構」を構築する。この機構から講師派遣、実習指導等をとおして人材育成活動にあたった。第一分野には「被ばく医療総合研究所」を擁する弘前大学、「災害医療総合学習センター」を発足させた福島県立医科大学、そして、東海村 JCO 臨界事故や福島原子力発電所事故で、被ばくした作業員に被曝治療を施した独立行政法人放射線医学総合研究所、第二分野には、原爆生存者の長期、大規模な疫学研究を行なった公益財団法人放射線影響研究所、分子疫学で先鞭をつけた長崎大学、日本唯一の放射線診療単科病院を擁する独立行政法人放射線医学総合研究所、第三分野には、低線量（率）放射線の影響研究で世界のトップを走る公益財団法人環境科学技術研究所、マウスの長期被ばく影響の研究で先駆的な業績を挙げた東北大学と一般財団法人電力中央研究所、そして第四分野には DNA の修復メカニズムの解明で顕著な実績がある東京工業大学、細胞周期と染色体・クロマチン動態に及ぼす放射線影響研究で長年の実績がある京都大学、放射線による細胞老化と癌化の研究で当該分野をリードする長崎大学が参加する。

（2）コーディネート事務局の設置

京都大学放射線生物研究センターにコーディネート事務局を設置する。この事務局を通して広報活動（ポスター発送、受講生への情報配信等）を行う。また、ホームページを開設し、事業の概要、各分野の履修内容や担当教官のプロフィール等を紹介するとともに、イベント（集中講義、シンポジウム等）のカリキュラム／プログラムを掲載する。

（3）研修会「放射線生物学へのイザナイ」の開催

学部学生（概ね 25 名）を対象とした 2 泊 3 日の研修会「放射線生物学へのイザナイ」を開催する。この研修会は、講義と実習をとおして放射線生物・医学に、はじめて「触れる」機会を与えるガイダンスが目的である。

（4）集中講義の開講

大学院生、若手研究者を対象とした集中講義（各年度 4 科目程度）を開講する。各科目に 5～10 名程度の受講生を想定している。それぞれの講義の期間は 1 泊 2 日、あるいは 2 泊 3 日を予定している。

（5）国際シンポジウムの開催

当該分野の研究で国際的に高い評価を受ける研究者の講演とともに、本事業の受講生によるポスター発表が主な活動である。受講生に対して、先端研究の成果を学ばせるばかりでなく、第一線の研究者に対して自らの研究成果を発表し、それらについて議論する機会を与える。開催場所は京都を予定している。

(6) インターンシップの実施

大学院生・若手研究員に対して、インターンシップ（研究室に7～10日間滞在して、主に実験技術を習得）を実施する。インターンシップ実習により、未習得分野の実験技術と知識を養う。受講生は、受講する実習テーマを選択し、開催時期について講師との合議の上、決定する。インターンシップ受け入れ可能機関は以下の通り；一般財団法人電力中央研究所、東京工業大学、京都大学、長崎大学

＜実施状況＞

本事業では、「被ばくの瞬間から生涯」にわたる放射線の影響とその対策について、幅広い知識と経験をやしなう放射線生物・医学に係る学際教育を行い、多面的な社会貢献において実践力を備えた人材の育成を目的とした。当該分野の研究と人材育成において先導的な立場にある研究機関を主体として「放射線生物・医学 学際教育機構」を構築し、学部学生と大学院学生を対象とした、集中講義、インターンシップによる実験実習、シンポジウム、研修会等を実施した。

(1) 「放射線生物・医学 学際教育機構」の構築

研究機関（5大学、4研究機関）が京都大学との連携機関として参加し、「放射線生物・医学 学際教育機構」を構築した。参加機関別の講師数は以下の通り；京都大学 13名、公益財団法人 環境科学技術研究所 4名、弘前大学 8名、東北大学 1名、福島県立医科大学 4名、一般財団法人電力中央研究所 5名、独立行政法人 放射線医学総合研究所 15名、東京工業大学 1名、公益財団法人 放射線影響研究所 8名、長崎大学 3名。 計 62名。

(2) コーディネート事務局の設置

京都大学放射線生物研究センターにコーディネート事務局を設置した。この事務局は、広報活動（ポスター発送、受講生への情報配信等）、配布資料の準備、開催場所の確保、旅費の支払手続き等を行った。また、ホームページ（<http://house.rbc.kyoto-u.ac.jp/hito8996/>）を開設し、事業の概要、各分野の履修内容や担当教官のプロフィール等を紹介するとともに、イベント（集中講義、シンポジウム等）のカリキュラム／プログラムを掲載した。受講生からの参加申し込みもホームページを通して受け付けた。

(3) 研修会「放射線生物学へのイザナイ」の開催

主な対象を学部学生として各年度1回の研修会「放射線生物学へのイザナイ」を放射線医学総合研究所（千葉）にて開催した。各種放射線の物理的特性、防護法、原爆生存者の疫学調査、生物影響、損傷修復機構等、幅広い分野について講義と実習を行った（詳細は、参考資料1：カリキュラムと、参考資料2：配布資料を参照）。各年度の開催日と参加者数は以下の通り；H24, 12/25～27、27名、H25, 12/25～27、20名、H26, 12/24～26、25名。



研修会「放射線生物学へのイザナイ」において、受講生が放射線照射後の生細胞の観察（左）と生体線量評価法の実習（右）に取り組む光景。

(4) 集中講義の開講

大学院生、若手研究者を対象とした集中講義（各年度に原則として4科目）を開講した。放射線生物・医学の領域の主要4分野（「防護と被ばく医療」「疫学とガン治療」「個体応答研究」「分子応答研究」）について偏りなく知識を習得させるため、それぞれの分野から年度ごとに一つの講義を開講した（カリキュラムの詳細は参考資料3に、また、講義の配布資料の例を参考資料4に示す）。

以下に講義タイトルと趣旨を示す；

H24 年度

■個体応答の研究 「-マウスを用いた低線量（率）放射線影響-」被ばく後、数ヶ月から数年以内に観察できる生体応答について、主に動物モデルを用いた研究について紹介した。参加者は21名。

■「原爆被ばく者の長期追跡調査」原爆被爆者の疫学調査がどのように行われてきたか、どのような結果が得られているか、また、「疫学調査概要（用語解説を含む）」「低線量リスクの計算」などの基礎知識を与えた後、「被爆者疫学調査の方法と結果の概要：白血病リスク・固形がんリスク・非がんリスク」「生物学的なメカニズムからみた年齢感受性」等の講義を行った。参加者は14名。

■第三回集中講義「ICRP publication111を読み解く」原子力事故または放射線緊急事態後の長期汚染地域に居住する人々の防護に関する国際放射線防護委員会の報告書である ICRP Publication 111 を講読し、長期汚染地域に住む人達を防護しつつ復旧・復興への対応を進めるために国等が果たすべき責任は何か、また行政・専門家・被災した住民・一般市民などがどのように関われば有効で復興につながる防護を実現できるのかについて議論した。講義内容がやや難解なため、事前に教材（ICRP publication111）を配布し、予習を促した。参加者は13名。

■第四回集中講義「細胞の放射線初期応答 -DNA 損傷と細胞周期制御-」分子・細胞レベルの放射線初期応答に関連する現象として、DNA 損傷、染色体異常、及び細胞周期の制御をキーワードとして、基礎的な内容から最新の研究内容まで幅広く紹介した。参加者は32名。

H25 年度

■第一回集中講義「放射線によって誘発される血管疾患と白内障について考える」

白内障と血管疾患について、放射線防護の経緯、しきい線量の根拠となっている生物学と疫学の知見と課題、これからの放射線防護へのインパクトに加え、タンパク質の異常凝集と、生物と疫学に使う統計学についても解説した。参加者は15名。なお、この講義の内容は、放射線生物研究 48(4), 401-406, 2013-12 に発表

■第二回集中講義「染色体不安定性症候群が物語る放射線応答因子の機能」

染色体不安定性症候群の原因遺伝子の多くは、細胞の内因性ストレス（DNA 複製フォークの停滞や毒性代謝産物）による染色体損傷の応答にも、放射線応答遺伝子が機能する。この講義では、染色体不安定性症候群の疫学、細胞・分子生物学的手法による研究を講義により紹介し、その後、最近の関連論文を受講生に解説させた。参加者は18名。

■第三回集中講義「幹細胞の放射線生物学」

近年、いろいろな組織幹細胞が同定されつつあり、組織幹細胞への放射線損傷の蓄積が放射線発がんの新たな機構として提案されている。本集中講義では、このような幹細胞の放射線生物学について解説し、さらに幹細胞性の低下・喪失を招く老化に着目し、細胞老化機構の専門家による講義を行った。参加者は36名。

■第四回集中講義「フロンティア放射線・粒子線医療」

ガン治療には、エックス線、ガンマ線などの「電磁波」と、また電子線、炭素線（重粒子線）、陽子線などの「粒子線」とが用いられる。本講義では、それぞれの物理的特性について解説した後、これらを用いた癌治療の最前線について、各フィールドの専門家により紹介した。参加者は20名。

H26 年度

■第一回集中講義「放射線の生体効果：発ガン誘導と抵抗性獲得メカニズム」

代表的な放射線の生体影響である「発ガン」と「抵抗性獲得」をテーマとした。前半部分では、「通常の発ガンと放射線によって誘導された発ガンとの間の共通点・相違点」を3つの領域（疫学、動物モデル、分子・細胞）の研究成果を通して考えることを目的とし、後半は、DNA 修復、放射線治療耐性がん細胞の解析、細胞周期、ストレス防御機構の観点から、放射線抵抗性の獲得分子機構についても解説した。参加者は26名。

■第二回集中講義「被ばく医療、その現状と未来」

被ばく医療の概論とケースレポートに引き続き、生物学的線量評価法の現状と未来、また線量評価法の基礎となる染色体への放射線影響について論じた後、被ばく医療における再生医療の原理と今後の開発課題等について解説した。参加者は16名。

■第三回集中講義「Frontier Radiation Biology, Now and In the Future」(使用言語：英語)

放射線の細胞応答にかかわる機能因子について最新の知見を紹介した。26年度の国際シンポジウムに先立つ本講義では、シンポジウムの講演者(9名)に講師を依頼し、彼らの業績と今後の課題について論じてもらった。また、彼らの所属機関における留学生受け入れ体制等についても解説があり、近い将来に留学を希望する受講生の重要な情報となった。さらに受講生の積極的な参加を促すため、受講生自身の研究を英語で解説させた。参加者は25名。



集中講義を聴講する受講生。 H25 年度第二回集中講義（左）と H26 年度第二回集中講義（右）にて。

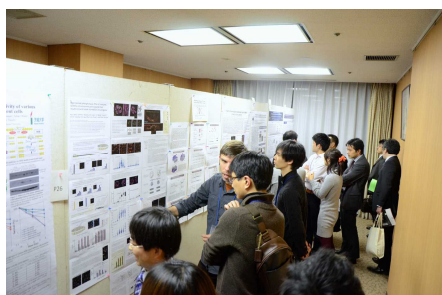
(5) 国際シンポジウムの開催

当該分野の研究で国際的に高い評価を受ける研究者の講演とともに、本事業の受講生による口頭、もしくはポスター発表が主な活動であった。受講生に対して、先端研究の成果を学ばせるだけでなく、第一線の研究者に対して自らの研究成果を発表し、それらについて議論する機会を与えた。また、海外からの招待講演者を、将来の留学先の指導者として意識し、受講生が直接のコンタクトをとれる機会として重要な意義をもつ。以下に、各年度のシンポジウムのタイトルと参加者数(本事業の受講生 + 一般聴衆)を示す；

H24 年度：「DNA 損傷ネットワークと放射線損傷」 14名 + 106名

H25 年度：「DNA 損傷とシグナル伝達そして修復への展望」 34名 + 104名

H26 年度：「Frontier Radiation Biology, Now and In the Future」 19名 + 85名



国際シンポジウムで発表する受講生。H25 年度のポスター発表（左）と H26 年度の口頭発表（右）。

(6) インターンシップの実施

大学院生・若手研究員に対して、インターンシップ（研究室に7～10日間滞在して、主に実験技術を習得）を実施した。インターンシップ実施のため、一般財団法人電力中央研究所に極微量分光光度計、京都大学にサンプル密閉式超音波破碎装置を設置した。インターンシップ受け入れ機関と主な指導項目は以下の通り；

一般財団法人電力中央研究所：放射線照射における動物組織内の分子動態解析法

東京工業大学：DNA 損傷依存的なタンパク質リン酸化の検出法

京都大学：1）放射線に対する分子応答の可視化法、2）DNA 損傷による細胞周期制御の解析法

長崎大学：放射線照射による細胞老化のマーカー分子の観察法

放射線医学総合研究所：低線量放射線に対する分子応答解析法

表2. 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		
			24年度	25年度	26年度
5) 国際シンポジウム	①ポスター発表 ②講演聴講	修士以上の学生と若手研究者	計14人	計30人	計16人
3) 研修会	①講義 ②実験実習	主に学部学生(学部学生以外の入門者も対象とした)	学部学生：24名 他：3名 計27名	学部学生：13名 他：7名 計20人	学部学生：18名 他：7名 計25人
4) 集中講義	24年度4回 25年度4回 26年度3回	修士以上の学生と研究者(実力のある学部学生も対象とする)	計80人	計89人	計67人
6) インターンシップ	①実験実習	修士以上の学生と若手研究者(実力のある学部学生も対象とする)	計6人	計10人	計7人
参加人数（実績）	69名	107名	61名		
（参考指標）	345	169	238		
交付額/参加人数	千円/人	千円/人	千円/人		

表3. 参加者（修士以上の若手研究者）のイベント参加回数（結果）

（註：学部学生を対象とするイベントは研修会「放射線生物学へのイザナイ」のみ（1回）であるので表は作成していない。）

事業期間（3年間）のイベント参加回数	人数
1回	43人
2回	19人
3回	16人
4回	6人
5回	5人
6回以上	15人

表 4. 本事業に参加した学部学生の所属大学（上位 10 位まで、結果）

茨城大学	11 名
長崎国際大学	10 名
京都大学	6 名
北海道大学	6 名
東邦大学	6 名
岡山大学	5 名
近畿大学	4 名
大阪府立大学	4 名
東海大学	4 名
九州大学	3 名
早稲田大学	3 名
北里大学	3 名

表 5. 本事業に参加した修士以上の
学生・研究者の所属大学・研究機関（上位 10 位まで、結果）

京都大学	17 名
茨城大学	9 名
早稲田大学	8 名
弘前大学	5 名
東京大学	4 名
岡山大学	4 名
日本原子力研究開発機構	4 名
広島大学	3 名
大阪府立大学	3 名
東京工業大学	3 名
筑波大学	3 名
東北大学	3 名
北海道大学	3 名

表 6. 実施スケジュール（結果）

項目	24年度 (四半期毎)				25年度 (四半期毎)				26年度 (四半期毎)			
① 事業の総合的 推進	←											→
② シンポジウム 開催			□				□					□
③ 研修会開催			□				□				□	
④ 集中講義開講				□		□		□		□		□
⑤ インターンシ ップ（実験実 習）開講	←											→

＜成果と評価＞

本事業の目的は、1) 学部学生（25名／年度）を主な対象とし、放射線生物・医学領域への大学院進学を誘い、2) 大学院修士以上の学生、若手研究者（25名／年度）を対象とし、当該領域の知識と技術を、分野の偏りなく習得させることであつた。これら2つの目的の達成度を中心に、その他の成果と併せて述べる。

（1）「放射線生物・医学 学際教育機構」の構築

■研究機関（5大学、4研究機関）が京都大学との連携機関として参加し、「放射線生物・医学 学際教育機構」を構築した。計62名の専門家により、当該領域の主要4分野（「防護と被ばく医療」：「疫学とガン治療」「個体応答研究」「分子応答研究」）をカバーできる講師陣を獲得し、申請時に提案したイベント全てを開催できた。分野ごとの講師数は以下のとおり；「防護と被ばく医療」15名、：「疫学とガン治療」11名、「個体応答研究」15名、「分子応答研究」21名。

（2）研修会「放射線生物学へのイザナイ」の開催

■各年度に1回（計3回）、開催した。3回の研修会への学部学生の参加者は計55名（表2）であり、このうち当該分野の修士課程へ進学した者は15名（コーディネート事務局で平成27年7月15日までに把握できている数）であつた。京都大学大学院（生命科学研究科、あるいは人間環境学研究科に在籍し、放射線生物研究センターで研究）へは、6名が進学したが、このうち4名の出身大学は、茨城大学、東京薬科大学、静岡大学、長浜バイオ大学であつた。本事業開始以前は、これらの大学からの進学者がいなかったことを考慮すると、研修会による当該分野への勧誘効果があつたものと考えられる。なお、学部学生以外の希望者（主に修士課程の学生で、所属機関で放射線生物学の基礎教育を受けられない者）も受け入れた。彼らが修士過程修了後に、博士後期課程の進学先として、当該分野を選択する可能性を尊重したためである。

■この研修会は「イザナイ」の愛称で生命科学領域に浸透し、継続開催の要望が強い。27、28年度は、放射線医学総合研究所の主催による開催が決定している。その後は、京都大学放射線生物研究センターの主催開催に向けて準備を進めている。

■この研修会で使用した教材を分割し、さらに内容を平易にしたものを高校生対象の特別授業、実習、出前授業に活用している。講義タイトルの例：「ようこそ染色体美術館へ」、「How to Science - 細胞周期の研究手法」、「放射線感受性遺伝子クローニングの大航海時代とその後の発展」。実習の課題の例：「チェックポイント変異体を探せ」、「傷ついた染色体を探そう」。京都大学では、H25、26年度に年度当たり500名を超える高校生に対して特別授業等を開講し、27年度以降の継続も決定してい

る。同様に、本研修会の「放射線生物学は生命を解く鍵」の教材から小中学生向けの教材を作製した。これを活用し、主に東北エリアで特別授業を開講した（主催：京都大学、連携参加：放射線医学総合研究所、東京工業大学、参加者数：H25：1150名、H26：2812名）。

（３）集中講義の開講

■H24、25年度は主要４分野からそれぞれ１講義（計４講義）を開講し、受講生にとって偏りのない知識を得る機会とした。H26年度は、第一回集中講義「放射線の生体効果：発ガン誘導と抵抗性獲得メカニズム」の日程を長くとり（２泊３日）、通常の集中講義２回分とした。また、主要４分野を融合した視点から「発ガン」と「抵抗性」について議論した。第二回、第三回においても、分野間の垣根を意識せず、多面的な視点からの解説と議論を心がけ、本事業の最終年度における締めくくりとした。

■申請時には各集中講義に５～１０名の参加者を想定したが、それぞれの集中講義には、これを大きく上回る参加者があった（平均２０名程度、特に人気があった講義：H24年度の第四回集中講義「細胞の放射線初期応答－DNA損傷と細胞周期制御－」参加者３２名、H25年度の第三回集中講義「幹細胞の放射線生物学」参加者３６名、年度ごとの集計は表２を参照）。

■採択時のコメント：「学部学生の育成を手厚く」を考慮し、学部学生の集中講義への参加を許可した。（ただし、研修会「放射線生物学へのイザナイ」に参加し、この研修会の講師陣が、熱意と実力を認めた者のみ。３年間で計１０名。）

■若手研究者（主にポスドク、助教）の要望を受け、H25年度以降は、一部の集中講義の終了後、受講生からの問題提起（口頭、あるいはポスター発表）に引き続き、集中講義の講師らと共にディスカッションをする機会を設けた（詳細は参考資料３）。

■本事業を通して、比較的短期間に異分野の知識、あるいは特定の分野の最新の研究成果等について情報を得られる集中講義は極めてニーズが高いことが認識された。これを受け、本事業終了後も、集中講義形式の勉強会が、「放射線生物・医学 学際教育機構」の参加機関、また本事業での受講生の一部が構成する「若手放射線生物学会」の主催で下記の通り、継続開催されている；

１）「腫瘍内微小環境から考える癌治療戦略」

主催：若手放射線生物学会

日時：2015年８月８日（土）～９日（日）

場所：東京医科歯科大学 M&D タワー13階 大学院講義室 2

２）「放射線生物学者のための疫学研修会」

主催：放射線影響研究所

日時：2015年８月24日（月）～25日（火）

場所：放射線影響研究所（広島）講堂

■使用した教材（主にパワーポイントファイル）の一部は、「放射線生物・医学 学際教育機構」の講師陣の間で共用し、今後も各自の所属機関での講義等に活用する。採択時に「事業終了後は連携大学において正式科目として単位化を検討されたい」との要望を受けた。この要望に応えるべく努力する一方、当面は、共用教材を活用し、既存の講義の内容のアップデート、改善等に務める。

（４）国際シンポジウムの開催（使用言語は英語）

■各年度に国際シンポジウムを計３回開催した。H24年度とH25年度には、それぞれ４名と１７名がポスター発表を行った。H24年度は、事業開始後約５ヶ月の開催であったため、準備期間が不足し、発表数が少なかったと考えられる。H26年度は３名が口頭発表を行った。H26年度のシンポジウムの直前の集中講義では、シンポジウムの招待講演者（９名）を前に、７名が口頭発表を行い、活発な議論を展開できた。

■国際シンポジウムは、若手研究者が成果の発表をするばかりでなく、海外の有力研究者と個人的に接する重要な機会であるので、今後も継続開催に務める。京都大学と放射線医学総合研究所は、共同開催に合意しており、すでに27年度は、タイトルを「Pathways and Players in DNA Repair」とし5月26日に開催した。次年度以降の開催も予定している。

（５）インターンシップの実施

■事業期間に随時、インターンシップ（研究室に7～10日間滞在して、主に実験技術を習得）を実施した。申請時には各年度20名程度の受講を想定したが、3年間での参加者は計23名にとどまった（表6）。比較的長期間にわたり所属研究室を離れる機会を作りにくい、また、受講希望者と受け入れ講師との日程調整が困難であったなどが、想定を下回った理由としてあげられる。

■受講者は少なかったものの、「お家芸」以外の実験手法を会得することは、研究者キャリアアップに重要である。今後、京都大学では、全国共同利用・研究拠点活動の一環としてインターンシップを取り入れることとした。

■インターンシップ実施のため設置した機器（一般財団法人電力中央研究所に極微量分光光度計、京都大学にサンプル密閉式超音波破碎装置）は引き続き、育成活動を中心に有意義に活用する。

（6）総括

■課題の達成度：①研修会「放射線生物学へのイザナイ」には学部学生56名が参加し、このうち15名が当該領域の大学院へ進学した。当該分野への勧誘活動として一定レベルの成果があったと考えられる。②修士以上の若手研究者を対象とした育成活動には計104人（実数、表3）が参加した。申請時の想定（75名）を上回る結果である。このうち42名は3回以上のイベントに参加し、偏りが無い知識・技術の会得に務めたものと判断する。

■特記すべき成果：①受講生側（若手研究者）の要望により、集中講義の一部に、彼らからの問題提起と、それに引き続く議論の機会を設けることができた（詳細は参考資料3参照）。

②使用した教材を簡易化することで中高生の育成に活用できた。また一部の教材を講師陣で共有し、既存の講義の改善等に利用している。今後、使用頻度の多い部分について改訂等を加え、電子教科書を作成することを検討している。

■事業の継続状況・定着状況：全てのイベントが以下の通り、継続開催されることになった；

研修会「放射線生物学へのイザナイ」：H27、H28は放射線医学総合研究所の主催

集中講義：本事業に参加した研究機関の独自開催

国際シンポジウム：京都大学と放射線医学総合研究所との共同開催

インターンシップ：京都大学放射線生物研究センターの全国共同利用・研究拠点の活動の一環として開催。

■成果の公開・共有の状況：

○藤通 有希、李 恵子、池田 裕子、放射線生物研究 48(4), 401-406, (2013-12) にH25年度第一回集中講義の内容を報告。

○松本智裕（本事業の実施責任者）「A training program for radiation biologists of the next generation.」放射線健康リスク管理国際学術会議（招待講演、福島、2013年2月25日）。

○松本智裕「人材育成事業 『被ばくの瞬間から生涯』を見渡す放射線生物・医学の学際教育の現状と課題」日本放射線影響学会第56回大会ワークショップ（口頭発表、青森、2013年10月18日）。

■参加した学生数：研修会「放射線生物学へのイザナイ」へは各年度25名の参加を想定し、実際には3年間で72名の参加があった。また、修士以上の若手研究者を対象とした育成事業には各年度25名の参加を想定し、実際には3年間で104名の参加があった。事業開始時にポスターを全国の生命科学系学部を擁する大学等に配布したが、参加者の所属大学、研究機関は比較的偏りがあった（表4、5）。ポスターによる周知には限界がある一方、本事業に対する関心の高い教員の推薦、あるいは本事業に参加した先輩から後輩への進言等が有力な参加動機になると考えられる。

■原子力関係機関への就職状況：

北海道科学大学保健医療学部診療放射線科准教授へ（1名）

弘前大学大学院医学研究科保健学科助手へ（1名）

広島大学原爆放射線医科学研究所助教へ（2名）

筑波大学医学医療系助教へ（1名）

■公的資格取得者数：本事業は公的資格取得の支援を目指したものではない。

＜今後の事業計画・展開＞

本事業の提案の動機は、①学部教育において放射線生物学領域を習得するカリキュラムが欠乏していること、そして、②若手研究者が当該領域の幅広い分野の知識と技術を会得する機会が少ないことであった。本事業の実施期間3年で、これらの問題が解消されたわけではなく、息の長い育成活動が必要である。

（１）学部教育の充実

研修会「放射線生物学へのイザナイ」を継続開催する一方、学部のカリキュラムに組み込むことを推進したい。まずは、研修会「放射線生物学へのイザナイ」への参加者が多かった大学（茨城大学、長崎国際大学、京都大学、北海道大学、東邦大学、岡山大学）において、半期、あるいは集中講義を実施し、正当な単位化に務めたい。

（２）オールジャパンの研究者育成体制の構築

当面は集中講義、国際シンポジウム、インターンシップが、本事業への参加期間が個別に継続開催するが、当該分野の育成事業として統合し効率化（集中講義の課題の重複をさける、開催日程と場所を集約し旅費等の負担を軽減する）を図るべきである。このため、当該分野の学術団体（放射線影響学会、放射線影響研究機関協議会等）が年次育成計画（目標、日程等）を立て、これに従った育成事業の実施を推進したい。

＜整備した設備・機器＞

（１）米国サーモフィッシャーサイエンティフィック社製 極微量分光光度計

（平成24年度整備、約2百万円）

電力中央研究所におけるインターンシップの実施と集中講義の教材作製のために整備した。

（２）東湘電機株式会社製 サンプル密閉式超音波破碎装置

（平成24年度整備、約2百万円）

京都大学におけるインターンシップのために整備した。

＜その他特記すべき事項＞

特になし。

＜参考資料＞

（１）参考資料

- 1) 参考資料1：研修会「放射線生物学へのイザナイ」のカリキュラム
- 2) 参考資料2：研修会「放射線生物学へのイザナイ」の配布資料（抜粋）
- 3) 参考資料3：集中講義のカリキュラム
- 4) 参考資料4：集中講義の配布資料（抜粋）

（２）事業成果の公開事例、関連する文献

- 1) 放射線生物研究 48(4), 401-406, (2013-12)
- 2) 「A training program for radiation biologists of the next generation.」放射線健康リスク管理国際学術会議、福島、2013年2月25日
- 3) 「『被ばくの瞬間から生涯』を見渡す放射線生物・医学の学際教育の現状と課題」日本放射線影響学会第56回大会ワークショップ、青森、2013年10月18日

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。）	■①研修会「放射線生物学へのイザナイ」には学部学生56名が参加し、このうち15名が当該領域の大学院へ進学した。当該分野への勧誘活動として一定レベルの成果があったと考えられる。②修士以上の若手研究者を対象とした育成活動には計104人（実数、表3）が参加した。申請時の想定（75名）を上回る結果である。このうち42名は3回以上のイベントに参加し、偏りがない知識・技術の会得に務めたものと判断する。（以上、10ページ、（6）総括 に記載） ■採択時の所見に従い、学部学生の育成を強化するため、10名の学部学生に集中講義（修士以上が対象）への参加を許可した。（以上、9ページ、（3）集中講義の開講 に記載）
②特記すべき成果	■受講生側（若手研究者）の要望により、集中講義の一部に、彼らからの問題提起と、それに引き続く議論の機会を設けることができた。（以上、10ページ、（6）総括 に記載） ■使用した教材を簡易化することで中高生の育成に活用できた。（以上、8ページ、（2）研修会「放射線生物学へのイザナイ」の開催 に記載）
③事業の継続状況・定着状況	■本事業の全てのイベントが以下の通り、継続開催されることになった； ○研修会「放射線生物学へのイザナイ」：H27、H28 は放射線医学総合研究所の主催 ○集中講義：本事業に参加した研究機関の独自開催 ○国際シンポジウム：京都大学と放射線医学総合研究所との共同開催 ○インターンシップ：京都大学放射線生物研究センターの全国共同利用・研究拠点の活動の一環として開催。（以上、10ページ、（6）総括 に記載）
④成果の公開・共有の状況	■藤通 有希、李 恵子、池田 裕子、放射線生物研究 48(4), 401-406, (2013-12) に H25 年度第一回集中講義の内容を報告。 ■松本智裕（本事業の実施責任者）「A training program for radiation biologists of the next generation.」放射線健康リスク管理国際学術会議（招待講演、福島、2013 年 2 月 25 日）。 ■松本智裕「人材育成事業 『被ばくの瞬間から生涯』を見渡す放射線生物・医学の学際教育の現状と課題」日本放射線影響学会第 56 回大会ワークショップ（口頭発表、青森、2013 年 10 月 18 日）。（以上、10ページ、（6）総括 に記載）

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	■研修会「放射線生物学へのイザナイ」へは各年度２５名の参加を想定し、実際には３年間で７２名の参加があった。また、修士以上の若手研究者を対象とした育成事業には各年度２５名の参加を想定し、実際には３年間で１０４名の参加があった。 ■本事業の参加者のうち、５名が原子力関係機関に就職した。 （以上、１０ページ、（６）総括 に記載）
--	--