

放射線医療科学の 先端を目指して

～長崎大学が取り組むグローバルCOEプログラム～

医歯薬学総合研究科放射線医療科学専攻
「放射線健康リスク制御国際戦略拠点」リーダー

山下 俊一 教授

Yamashita Shunichi



環境問題が深刻化するなか、健康リスクを踏まえ、一般の人も科学の正しい知識を得て安心できる生活をするのが重要です。そのために、現代社会にあるさまざまな健康問題を、「科学」をもって多くの人々とコミュニケーションできる人材を育てることが私たち研究者にできる役割の一つだと考えています。

前回のCOEのテーマ「放射線医療科学国際コンソーシアム」の大筋は、原爆医療を根幹として、海外に拠点を形成し、世界の放射線被ばく地域で教育研究活動を行い、放射線の人体影響を解明していくというものでした。今年は前回のテーマを拡大発展させた「放射線健康リスク制御国際戦略拠点」という新テーマで研究が進められます。ここでは放射線のリスク(危険性)を幅広い視点からとらえ、そのリスクコミュニケーションができる専門家の育成を中心に研究や教育が行われます。

- 専門分野 / 内分泌学
- 現在の主な研究活動 / 国際ヒバクシャ医療、分子疫学調査研究
- グローバルCOEに向けての抱負 / 伝統ある長崎大学の使命と責務を果たし、原爆医療、基礎と臨床医学の後継者育成につとめたい。平和共存の心で世界中に「守りの科学」を推進する同志をつくりたい。

◎ヒバクシャとは

原子爆弾被災の場合は原爆被爆者、その他放射線一般の被災者は被曝者、海外の放射線被曝者はヒバクシャと表現されますが、一般に被ばく者と書くことこれらすべてを含む用語となります。



長崎大学のCOE 2期目の挑戦

世界最高水準の教育を目指し、2002年から始まったCOEプログラム。第1回目は「21世紀COEプログラム」と題され、全国の大学からさまざまな研究テーマの申請がありました。

文部科学省の審査の結果、当時採択されたのは464テーマ中、113テーマ。採択されると、5年間重点的に研究費が支給されるほか、「大学の評価」という点でも一つの大きな基準になるとあって、どの大学も力を入れ申請を試みました。当時、長崎大学は、大学院医歯薬学総合研究科が「放射線医療科学国際コンソーシアム」というテーマで申請を行い、採択されました。

今年が第2回目となる「グローバルCOEプログラム」では、全部で281テーマ中、63テーマが採択。今回は前回のテーマの評価・検証も行われたため、厳しい競争となりましたが、長崎大学の放射線に関する研究テーマは引き続き採択されることになりました。長崎大学は、今年から「放射線健康リスク制御国際戦略拠点」というテーマのもとで教育研究等が行われます。今回はその内容についてお届けします。

COEプログラム/COEは、センター・オブ・エクセレンスの略。「卓越した拠点」という意味で、文部科学省が2002年から開始した大学教育改革の事業の一つ。

●長崎大学のグローバルCOEホームページ

http://www.sci.med.nagasaki-u.ac.jp/geoe/index_j.html



長崎大学はなぜ「放射線と人体」が研究テーマか

① 被爆を体験した大学としての使命

長崎には現在、62年前の原子爆弾で被災した被爆者が約5万人在住しています(平成19年8月現在)。今も原爆の後遺症で悩んでいる被爆者への医療活動として、長崎大学原爆後障害医療施設(原研)は、長年被爆者の定期的集団検診や放射線と人体への影響について研究を行ってきました。それは被爆を体験した長崎大学だからこそ、被爆者の医療活動を通して、新たに分かってきた放射線による人体影響(特にがんについて)を、世界に発信することが重要な使命であると考えているからです。

そこで今回のCOEでは、前回COEの活動の中心として研究が進められた原研での教育研究活動をさらに発展させることが計画さ

② 生活に関わる放射線

放射線は原爆の問題に止まらず、実は私たちの生活にも密接に関わっています。私たちは地球上で生きるかぎり、宇宙から地球に降り注ぐ自然放射線をはじめ、食物やレントゲン、温泉などからもごく微量ではありませんが、常に被ばくして生活をしています。

(※1)特に低線量被ばく(微量な放射線を長期間浴びること)で起こる人体への影響や、世界各地で起こっている原子力関連施設の事故による放射線被ばくが、数年後人体にどのような影響するのかという問題はほとんど分かっておらず、最近ようやくその解明の糸口が見えてきたというのが現状です。

放射線は人工的に生成されている場合もあります。主に工業製品の製造や原子力発電、医療の現場、食品の安全管



理などで使用されています。実際にもものづくりの段階(例えば半導体の改質や発泡ポリエチレン生成など)では、放射線が物体を通り抜ける性質を利用して製品の厚さや密度を測ったり、また食品分野においては滅菌や殺菌に放射線を利用しています。

21世紀COE プログラムでの成果

前回の「21世紀COEプログラム」のなかで長崎大学は、「放射線医療科学国際コンソーシアム」というテーマのもと、放射線医療科学研究を進める第一歩として、次の3つを得ました。

放射線の量 (mSv)	自然放射線 / 人工放射線
10mSv	ブラジル・ガラパゴスの放射線(年間/大地などから)
6.9mSv	CTスキャン(1回)
2.4mSv	1人当たりの自然放射線(年間/世界平均)
1.0mSv	一般公衆の線量限度(年間/医療は除く)
0.6mSv	胃のX線集団検診(1回)
0.3mSv	国内自然放射線の差(年間/県別平均値の差の最大)
0.2mSv	東京-ニューヨーク航空機旅行(往復)
0.05mSv	胸のX線集団検診(1回)
	原子力発電所(軽水炉)周辺の線量目標値(年間)

(※1)日常生活と放射線
(「放射線利用の基礎知識」東嶋和子著/講談社)
◎mSv(ミリシーベルト)
人がどれだけ放射線を受けたかを表す単位

これに限らず放射線はいろいろな場面で使用されており、私たちの生活が豊かで快適になっているのも事実です。だからこそ、私たちは放射線についてどこまでが安全で、どこからが危険なのかを正しく判断する必要があります。そのためには放射線が生体にも作用し、生体はどう反応するのかのしくみを科学的に明らかにしなければいけません。

「放射線=危険」と決めつけるのではなく、「放射線を「正しく怖がる」ことが大切なのです。

得ることができました。

① 18の海外研究機関・大学との連携と医療研究活動

② 低線量放射線の人体影響について分子レベルでの機構解明

③ 「放射線生命科学」という新しい研究分野の確立

【1】では、旧ソ連圏8拠点と欧米の10拠点の間で国際ネットワークを構築しました。ここでは、原発事故による放射能汚染が深刻なチェルノブイリや、核実験場のセミパラチンスクなどで、研究者や大学院生を相互に派遣しての医療研究活動教育活動が行われ、現在も継続して進められています。

【2】【3】では、今まで不明な点が多かった低線量放射線と人体の影響について、グレイ癌研究所と共同開発したマイクロビーム(※2)により、研究がより細部に渡り進められるようになるなどの成果を得ました。また、この5年間で基礎科学、疫学、医療科学が融合した「放射線基礎生命科学」という新しい分野を確立し、科学的に証明される成果も得ることができました。

(※2)マイクロビーム
イギリスのグレイ癌研究所と共同開発した放射線実験装置。細胞二つに対してマイクロン(1000分の1ミリ)以内での放射線照射が可能となった。放射線のピンポイント照射により、遺伝子変異やDNAの障害性を観察することができる。

長崎大学の「21世紀COE」から「グローバルCOE」への流れ

2002年

文部科学省:『21世紀COE』

長崎大学 『放射線医療科学国際コンソーシアム』採択

ここでは、1～3のプロジェクトを中心に研究活動が進められ、世界で活躍する国際放射線保健医療分野の人材育成も行われた。

1 諸外国大学と連携



●国際ヒバクシャ医療センター (医学部・歯学部附属病院)

2 放射線医療地域での研究

『21世紀COE』での長崎大学の主な成果

- 海外拠点の構築 (旧ソ連圏8拠点、欧米10拠点)
- 「国際連携研究戦略本部」設置
- 海外分子疫学調査研究、マイクロビーム放射共同研究、再生医療研究など
- 放射線医学総合研究所、放射線影響研究所、広島大学との連携など

3 低線量放射線の人体影響の解明

拡大 発展

2007年

文部科学省:『グローバルCOE』

長崎大学 『放射線健康リスク制御国際戦略拠点』採択

国際放射線保健医療研究

放射線リスク制御に取り組む人材育成



高村 昇 准教授

原爆医療研究

原爆被爆者の集学的がん診療法の開発など



塚崎 邦弘 准教授

放射線基礎生命科学

最先端放射線生命科学の基盤を修得し、さらに解明



永山 雄二 教授

【解決すべき課題】

- 世界の原発事故や放射線災害への対応
- 「緊急被ばくネットワーク」の整備
- 放射線のリスクとベネフィットの評価

【主な研究概要】

- ◎旧ソ連邦でのヒバクシャ分子疫学研究
- ◎緊急被ばく医療の応用展開
- ◎被ばくによる精神的影響の解明と対策

【解決すべき課題】

- 高齢化する原爆被爆者医療についてのあり方
- 在外被爆者や海外被爆者の医療に関する問題

【主な研究概要】

- ◎若年被爆者のがんデータバンクを確立
- ◎被爆者の集学的がん診療法の開発研究
- ◎低線量被ばくのリスク評価法の開発研究

【解決すべき課題】

- 発がん機構
- 慢性低線量被ばくのリスク評価と管理
- 放射線感受性の個人差

【主な研究概要】

- ◎放射線発がんの機序解明の研究
- ◎放射線リスク管理の個別化

社会と個人の安全と安心確保のための技術開発
地球規模の教育研究拠点の構築

「被ばく医療学」の確立

2012年

次のCOEに向けて…

長崎大学 『環境健康リスク制御教育研究拠点(仮)』

「被ばく医療学」を旧ソ連圏やアジア諸国、または、欧米へ向けて発信しながら教育研究ネットワークを拡大させ、さらに「熱帯病・新興感染症ネットワーク」「海洋環境生物資源ネットワーク」と協力し、研究を進める。

グローバルCOE
プログラムが狙うもの

今回、新しく採択された「放射線健康リスク制御国際戦略拠点」というテーマでは、前回のCOEプログラムを拡大発展させるため、以下の3つの分野に分かれて、さらなる研究人材育成が行われていきます。

- ◎国際放射線保健医療研究
- ◎原爆医療研究
- ◎放射線基礎生命科学

ここでは放射線を原爆医療面だけでなく、さまざまな分野から見たときに考えられる人体へのリスク(危険性)が前回よりも学際的そして複合的に研究されます。

同時に長崎大学では、長年積み上げてきた放射線の人体影響研究成果を広い分野で応用ができるよう、放射線に関する高度な知識を得た人材育成にも力を入れていきます。異なる分野から研究員や大学院生、あるいは放射線を扱う専門家を受け入れることで、「放射線健康リスクコミュニケーション(※3)」を主導する人材育成に重点が置かれているのも特徴です。

「放射線健康リスク制御」への取り組みは始まったばかりですが、ここから生まれる成果は、その5年後、幅広く環境と健康問題の解決につながる重要な糧となるものと期待されています。

(※3)放射線健康リスクコミュニケーション

放射線についての健康リスクを幅広い視点から考察し、私たちの生活にどのようなメリット・デメリットがあるかを正しく伝え、それらを理解し合うこと。

国際放射線保健医療研究

先日起きた中越地震の際、原子力発電所における火災や、放射能を含んだ水が海水に放出されたといった報道が連日に行われました。日本は原発という悲惨な経験もあり、放射線という「恐ろしいもの、危険なもの」というイメージで捉えることが多いのですが、放射線のリスクとベネフィットを正しく評価し、「何が安全で何が安全でないのか」、「安全でないとしたら、それに対してどのような措置・対策を講じればよいのか」をシステムティックに捉える必要があります。

このために長崎大学では、放射線被ばくによる健康障害についての研究や、チェルノブイリやセミパラチンスクをはじめとする世界レベルでの医療協力を継続する予定です。特に21世紀COEプログラムで形成したチェルノブイリにおける甲状腺がん組織バンクの活用、WHOと共同での遠隔診断支援システムの拡大などを計画しています。

放射線健康リスクをより社会的、グローバルな観点から捉え、それを社会に向けて情報発信できる人材を育てたいと考えています。具体的には放射線医療に携わる医師、看護師、保健師の方はもちろん、原子力関連企業のリスク管理者や海外の研究者など幅広い分野の方々に門戸を広げていきたいと考えています。



旧ソ連邦で医療活動を行う山下・高村両先生



スイス・ジュネーブにある世界保健機関(WHO)。手前にある桜の木は長崎大学をはじめとする日本から寄贈されたもの



高村 昇 准教授
Takamura Noboru

- 専門分野／公衆衛生学、国際保健学、分子疫学
- 現在の主な研究活動／チェルノブイリ周辺地区における国際医療協力、国内外のフィールドにおける分子疫学研究
- グローバルCOEに向けての抱負／長崎大学から世界のフィールドで活躍できる人材を輩出するため、夢のあるプロジェクトを構築していきたいと考えています。

この分野では、医師に限らず、幅広い分野から放射線の健康リスクについて研究する人材を募集し、世界レベルで放射線リスクに関するリーダーシップを取ることができる人材育成に力を入れていきます。

小澤 寛樹 教授
Ozawa Hiroki

- 専門分野
精神神経科学
- 現在の主な研究活動
被爆体験者実態調査
- グローバルCOEに向けての抱負
精神保健に関するWHO協力センターとして放射線障害および災害医療に対する社会精神疫学、心理社会的な研究と生物学視点から放射線障害に関連する神経幹細胞生物学的研究を展開していきたい。



大津留 晶 准教授
Ohtsuru Akira

- 専門分野
被ばく医療学、臨床腫瘍学、内分泌学、消化器病学
- 現在の主な研究活動
甲状腺未分化がん分子標的治療、グレリン臨床研究、国際的な被ばく医療ネットワーク構築、緊急被ばく医療
- グローバルCOEに向けての抱負
被ばく医療学・放射線生物学の切り口から癌研究及び治療に対する新しい知見を創出し、ヒバクシャの方々ができる医療と医学教育体制の構築。



原爆医療研究

高齢化する被爆者に今なお持続している高いがんリスクへ対応する全人的な包括医療に取り組みためのベースとして、被爆者の被爆・診療・健診情報と組織・細胞試料を用いた研究が特に重要です。「原爆医療研究」分野では、説明に同意された被爆者からこれらのデータを収集（バンキング）し、被爆による発がんという放射線障害のメカニズムを解明していきます。

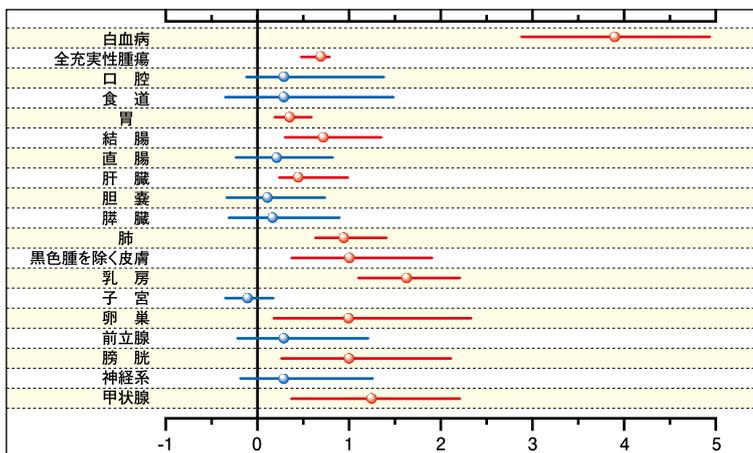
被爆情報、がんなどの診療・健診情報と組織・細胞・分子・遺伝子レベルでの異常をリンクさせることによる発がんについての研究を集学的がん診療法の開発に結びつけ、できるだけ多くの被爆者に診断と治療法の進歩という形で研究成果を還元させたいと考えています。また韓国など海外に在住している被爆者も対象として、集学的がん診療法の普及を目指します。被爆者の精神的なケアについての研究も行っています。



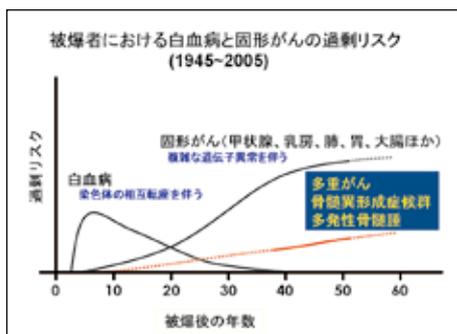
塚崎 邦弘 准教授
Tsukasaki Kunihiro

- 専門分野／血液学
- 現在の主な研究活動／原爆被爆者医療、白血病誘発機序解明
- グローバルCOEに向けての抱負／被爆者の健康リスクを評価し、診療に役立てたい。さらにはそれを、原爆から60年以上たった今なお持続する発がんリスクのメカニズム解明に結び付けたい。

これまで長崎大学が積み重ねてきた原爆医療を発展させ、長崎の原爆被爆者を対象とした集学的がん診療法の開発やがん組織の収集、低線量被ばくについての健康リスク評価法の開発を行います。



悪性腫瘍の部位別の1シーベルト当たりの過剰相対リスクの推定値と95%信頼区間 (1958~1987年)。相対過剰リスク0では放射線による発がん影響はないものの、赤線で示す白血病やがんでは明らかに被ばく線量による発がんリスクが高い。一方青線で示す臓器での発がんリスクに有意差はない。臓器により放射線発がんリスクが異なる。



被爆者における白血病と固形がんの過剰リスク
被爆後60年経った現在、被爆者に多重がんが増加している。

松田 尚樹 教授 Matsuda Naoki

- 専門分野
放射線生物・防護学
- 現在の主な研究活動
放射線リスク管理技術開発、放射線・紫外線の健康影響の機構解析など
- グローバルCOEに向けての抱負
放射線リスク管理の実務に直結した研究と教育でアジア各国に貢献したい。



中島 正洋 准教授 Nakashima Masahiro

- 専門分野
人体病理学
- 現在の主な研究活動
被ばく者腫瘍の分子病理学的特徴解析
- グローバルCOEに向けての抱負
唯一の被爆医科大学である本学出身の研究者として、被爆者医療に役立つ情報発信を目指す。被爆者腫瘍の分子疫学の基盤となる組織バンクを構築する。



放射線基礎生命科学研究

原爆被爆者では、被爆直後には白血病を発症した人が急増しました。その後5〜10年で白血病のピークは過ぎるのですが、ピーク終了後から約50年経った現在、高齢を迎えた被爆者に今度は固形がん、多重がん(多くの固形がんが同じ人に発症すること)が観察されるようになってきました。

『どうして62年前に起こった出来事の影響が、今頃固形がんや多重がんとなって発症するのか』、また、『今後、がん発症を予知したり予防できないか』を個人レベル(細胞・分子・遺伝子など)で研究する予定です。

「放射線が具体的に人のどこに影響を及ぼしているのか」という科学的な根拠を提示し、最終的には、私たち一人ひとりが「放射線による健康リスクを

いかにコントロールしていけば良いのか」について導き出すことを大きな柱としています。

今は過去の統計から放射線を浴びた量に応じてがん発症の確率は導けますが、例えば、「被爆して数十年後、どのようながんがどのような人に出てくるのか」ということは分かっています。

「被爆時子どもだった人と大人とでは、なぜ発症するがんの種類が違うのか」、「同じような状況下の人を比べた時に、がんにならない人もいるのはなぜか」など、個別にがん発症のメカニズムを細胞・遺伝子レベルで解明していく予定です。

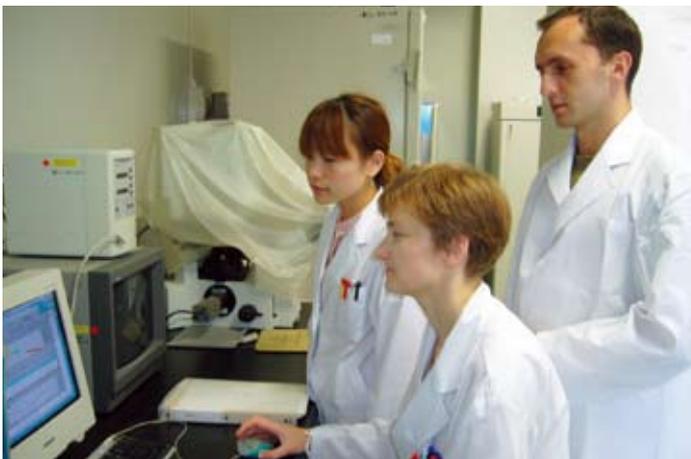
放射線健康リスクの生命科学研究が進めば、個別化医療と同様に、個人レベルでがん発症の予測や予防などの対策をとることが可能になると期待されます。



永山 雄二 教授
Nagayama Yuji

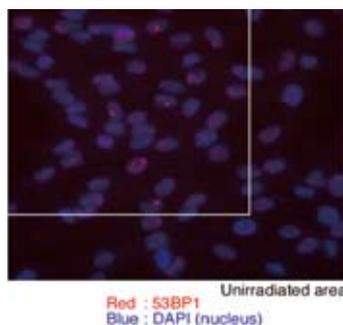
- 専門分野 / 内分泌学、特に甲状腺学
- 現在の主な研究活動 / 内分泌学、放射線影響学
- グローバルCOEに向けての抱負 / グローバルCOEの中の放射線基礎生命科学研究分野のリーダーとしての分野の取り纏めと、放射線リスク管理に生かせる基礎実験の展開。

放射線による人体への影響、特に発がんの因果関係について、細胞・分子・遺伝子レベルで放射線の応答を研究し、それらの機序を明らかにする研究です。



留学生らによる分子生物学の研究風景。

ベラルーシ共和国その他旧ソ連邦から常時5名前後の研究者が国際共同プロジェクトに日夜没頭している。



マイクロビーム照射による細胞内局所的DNA損傷の誘発実験結果。

マイクロビーム照射装置を利用して、培養された1つ1つの生きた細胞にピンポイントで放射線照射を行なうと、白枠内の指定した約20ミクロンの大きさの細胞核(青色に染色された部分)の中の直径約1ミクロンの領域に、局所的にDNA損傷(赤色の斑点)ができる。この方法を応用することにより、極めて低い線量の放射線の細胞内外への生物影響が明らかにされると期待される。

Unirradiated area
Red : 53BP1
Blue : DAPI (nucleus)

鈴木 啓司 准教授 Suzuki Keiji

- 専門分野
放射線生物学
- 現在の主な研究活動
低線量放射線応答、ゲノム不安定性、DNA損傷情報伝達の解明ほか
- グローバルCOEに向けての抱負
放射線基礎生命科学研究を通じて放射線健康リスク制御の基盤となる基礎情報を発信したい。



吉浦 孝一郎 准教授 Yoshiura Kouichiro

- 専門分野
分子遺伝学
- 現在の主な研究活動
疾患の原因遺伝子単離
- グローバルCOEに向けての抱負
放射線によるDNA障害の本質を明らかに出来る研究を行いたいと思います。また、同時に、何らかの疾患の原因遺伝子をつきとめたいと思います。

