

Radiological Sciences

放射線科学

2007.06

Vol.50

第50巻 第6号



特集

「緊急被ばく医療の教育・訓練」
—アジアの現状—

ISSN 0441-2540

Contents

04 特集 「緊急被ばく医療の教育・訓練」 —アジアの現状—

- 05 1. 座談会「アジア各国の緊急被ばく医療トレーニング」
/司会：藤元 憲三(放医研)
- 16 2. 「Education and Training on Radiation Emergency Preparedness in Pakistan」
/Khalid Saleem
- 20 3. 「Education and Training on Radiation Emergency Preparedness in Thailand」
/Chairat Temlaksup
- 23 4. 「放医研での外国人対象緊急被ばく医療トレーニングコース」
/緊急被ばく医療研究センター 被ばく医療部 立崎 英夫
- 26 5. 「放医研での国内対象研修」
/緊急被ばく医療研究センター 運営企画ユニット 上田 順市
- 28 6. 「アジアにおける被ばく医療教育・訓練の今後によせて」
/緊急被ばく医療研究センター センター長 明石 真言

30 印象記

「ビキニ環礁」

放射線医学総合研究所 監事 林 光夫

35 書評

「放射線と現代生活 マリー・キュリーの夢を求めて」
坂内 忠明

36 印象記

放医研国際シンポジウム
「細胞および分子レベルでの放射線応答の可視化」
企画部 伴 貞幸

42 随想

市川 龍資

43 編集後記

マーシャル諸島共和国の
首都マジュロが存在する環礁の一部 ▶



▲ 船着き場から見たビキニ島の海岸



▲ ビキニ環礁エニユ島(ビキニ空港がある)の核実験観測棟で、核実験の場所は写真後方、船で数十分のところ



▲ ビキニ島観測区域のヤシの木には番号がつけられている。標識の右横は汚染土壌から滲出する水を採取するための井戸

緊急被ばく医療の教育・訓練

—アジアの現状—

はじめに

東及び東南アジアには、経済力の高い国から低い国まで多くの国々が存在しますが、それらいずれの国でも農業、工業、医学などの分野での放射線利用が行われ急速に発展しています。また、原子力発電を既に行っている国が現在は4ヶ国、つまり中国（台湾も含めて）、韓国、北朝鮮、日本があり、その計画は、ベトナム、フィリピン、インドネシアで進んでいます。このようにアジアでは原子力や放射線の利用が盛んに行われるようになってきました。さらに南アジアまで含めれば、核兵器保有と見なしうる国が4つ（中国、北朝鮮、インド、パキスタン）あるのが現状です。これらの状況を考えれば、アジアで放射線被ばく事故の発生しうる可能性も低くないと考えられます。そして、N（核・放射線）テロの危険性もあります。そこで、もしもの事態に備え、被ばく医療体制を整備し、人材育成することが求められる事になります。

放射線や原子力の事故は、事故自体を起ささないように予防することが大切である事は言うまでもありませんが、その可能性が0にできない以上、起こった場合に最善の対処ができることが必要で、その意味から緊急被ばく医療を含む緊急時対応の教育・訓練は重要です。

本特集では、このように重要性を増しているアジアでの緊急被ばく医療教育の現状にスポットをあてました。まず、いくつかの国の関係者の座談会で各国のおおよその現状を紹介してもらいます。さらに、2つの国の教育の状況を詳細にレポートしていただきます。また、アジアの1国である日本に関しても、外国人向けと日本人向けの短期研修の状況を、放医研の活動を中心に紹介します。最後にまとめとして、これから先の展望にも言及してもらいます。この分野は、十分に発展、整備されていない面は多く残されていますが、この特集が今後の展望を考えるきっかけとなればと願います。

緊急被ばく医療研究センター 被ばく医療部 障害診断室 室長 立崎英夫



IAEA/RCA 放射線事故の医学的管理に関する地域トレーニングコース (平成16年3月)

1.座談会「アジア各国の緊急被ばく医療トレーニング」

2007年2月、放医研はアジアにおける緊急被ばくに関する教育のための会議を開催しました。その中で標記討論会が行われました。討論は英語で行われましたが、緊急被ばく医療研究センターにおいて和訳し、この記事としました。なお、紙面の都合で、発言要旨を損なわない範囲で発言の一部を削除させていただきました。



出席者 藤元憲三（司会：放医研）／シャーリー（インドネシア原子力庁）／カマラ・ズルニヤティ・ヤパス（インドネシア原子力庁）／キム・スンシル（韓国原子力医科学院）／明石真言（放医研）／ブルガン・バトデルガア（モンゴル、国立がんセンター）／カハリッド・サリーム（パキスタン、ピンステック複合病院）／エウリニア・メンドーサ・バルデスコ（フィリピン原子力研究所）／アドゥル・パウドゥクル（タイ、ノポラット・ラジャタニー病院）／ティー・ラン・フオン・ナグイエン（ベトナム、核医学・腫瘍学研究所）

（司会を除き国名アルファベット順。職名は当時。無発言の出席者名は除く。）

明石：では、司会のセンター長の藤元先生を紹介します。保健物理学者でいらっしゃいますね。

藤元：その通りです。皆様こんにちは。日本によろこそ。我々の施設のご訪問を歓迎いたします。

参加者一同：ありがとうございます。

藤元：ところで、今回のセッションでは私が司会を務めさせていただくのですが、アジア地域での放射線緊急事態対応に関するいくつかの基本構想、特に教育について、検討します。人々に対するトレーニング、人員の指導や育成には何が必要であるのかなどです。

世界的にみれば、世界保健機関（WHO）にはすでに放射線緊急事態に対応するシステムがあります。REMPAN（Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network of WHO）と呼ばれるものです。

明石：放射線緊急時ネットワークですね。

藤元：そうです。REMPANです。そして現在、我々の

施設は、REMPANの連絡機関を務めております。現在我々はREMPAN協力センターになることを申請しています。

サリーム：確か、世界中に16のセンターがありますね。

藤元：REMPANのシステムに加えて、互いに、特にこの（アジア）地域で相互に協力していくために、さらにしっかりと基本構想を確立したいと考えています。この地域では、この問題の対処能力に質のばらつきがあります。我々がかつて、IAEA-RCA（国際原子力機関-原子力科学技術に関する研究、開発および訓練のための地域協力協定）の枠組みのなかで、RCAのトレーニングコースのような考え方について検討したことがあります。我々の施設でも、1度か2度トレーニングコースを実施しました。原子力発電所を所有し、そこで事故が起きる可能性のある国もあれば、原子力発電所を持たない国もあります。しかし、ご存知のように、放射性核種や放射線発生装置のある施設では、放射線事故が起きる可能性があり、すでに起きている事例もあります。つまり、各国でこのような放射線事故が起きる可能性があり、過

去に事故が発生しているのです。事故が起きた場合、実際に放射線事故であるのかどうかを見極めなくてはなりません。そして、被害者の症状を確認し、これが通常の皮膚やけどであるのか、放射線によるものであるのかを区別することが非常に重要です。このような症状を見つけた後、被害者を専門病院に送る必要があるかもしれません。もしそういった被害者を自国で処置できない場合には、日本、韓国、中国などの周辺諸国へ搬送することになるかもしれません。インドも対処が可能であるとお聞きしています。我々には、何らかの構想が必要であり、発生した事例が放射線事故であるのかどうかを判断することのできる人員が必要なのです。

先に申し上げましたように、IAEA-RCAにおいて、2度のトレーニングコースを実施したのですが、残念ながらその後（この枠組みでの）トレーニングコースはできないかもしれません。現在、日本の原子力安全委員会では、このようなトレーニングコースの実施を提案していますが、はっきりしたことはまだ決まっておられません。我々は、どのように人員のトレーニングコースを行うか、そしてこのシステムをどう推進していくか議論したいと考えています。昨年3月に、我々は、韓国、中国、フィリピンに加えて、WHOのスタッフの方にも助けをいただきながら議論を行いました。もしいくつかの場所で2年か3年に1度、定期的にトレーニングが実施できれば、各国にとって非常に有益ですが、費用、つまり財政問題を避けて通ることはできません。昨年3月には、この問題についても議論しましたが、結論はでませんでした。我々は、日本が数年に1度このようなトレーニングコースを行うことができるかもしれないと提案し、その時に韓国に対して数年に1度のトレーニングコースを実施することができるか頼みました。

明石：まず、各国につき1名がこのシステムに対して発言し、アジアではどのようなトレーニングコースを行う

べきか意見を述べてはどうでしょうか。これをきっかけに、その後の議論に入るとよいと思います。

藤元：ご意見ありがとうございます。ひとつ思い出しました。皆さんは、この分野で、国内でのトレーニングコースをすでに実施されているかもしれません。もしそうでしたら、どのような活動かご説明いただけますでしょうか。

先に述べましたように、放射線事故は何件か発生しているのですが、我々は、テロリストが放射性物質、または核爆弾を使って襲撃してくる可能性も考えなくてはなりません。特にバリ島では、事故、つまりテロリストの襲撃事件が起きています。

ヤバス：しかし、核事故ではありませんでした。



藤元（左写真）：確かにそうです。ですが、ロンドンでは昨年11月に、ポロニウム210が使用されています。テロリストがこの種の物質を使用し、爆発物に混入して、放射性核種を拡散させるようなことがあれば、ポロニウム210はこのような使用に非常に効果的な物質となります。

1人を殺すために数100ngで十分なのです。

バルデスコ：検出が大変困難です。

藤元：おっしゃる通りです。さて、皆さんの中に国内でのトレーニングコースを実施している国がありますか。

明石：これまでに聞いたことがあるのですが、（トレーニングに関して）韓国での詳細な状況をご説明いただけないでしょうか。

キム（右写真）：わかりました。私は国立の緊急被ばく医療センター（National Radiation Emergency Medical Center）であるKIRAMS（韓国原子力医学院）に勤務しています。医療センターでは、国の22ある原子力発電所に対してトレーニングを行い、地域の病院の協力のほか、大学病院の協力、つまり大学と軍に所属する18の病院の協力を得ています。それらの病院には緊急医療チームがあり、韓国全体では256名が構成員となつてProfessional Response Medical Team、あるいはRadiation Emergency Medical Teamができています。我々のセンターでは、Emergency Medical Teamに放射線に関するトレーニングを行いました。1年で7回、定期的なプログラムがあり、講義、実習、訓練を行います。訓練とトレーニング全体の費用は私たちが負担しています。新しく放射線医療チーム（Radiation Medical team）を立ち上げる場合は、1年に18時間のコース、翌年からは1年に8時間のコースを継続プログラムとして受講します。



藤元：キムさんありがとうございます。韓国にはすでにこのような緊急時システムが発達していることがよくわかりました。国内でのトレーニングコースでは、外国人研修生は受け入れておられますか？

キム：現在準備中です。それは私たちのセンターの役割でもあるわけですから。現在勉強しています。今回の来日でも、勉強させていただいています。プログラム、人員、実習、手法、教授法、そういったことをすべて。つまり、私達のセンターは準備しているところです。

明石：現在準備されているのですね。わかりました。では、

アジアの保健物理学者や医師によるトレーニングコースはまだ行われていないのでしょうか？

キム：まだです。

藤元：それなら、国内でのトレーニングコース等を開催する際に、私達の研究所から、講師として専門家の派遣が可能です。

キム：まさに私達に必要なことです。

藤元：このような構想は非常に効果的で、実際費用もそれほどかからないため、実施が可能です。仮に、我々が（15人程度の参加者）を日本にお呼びした場合、40,000または30,000米ドル程度が必要になりますが、我々が各国に専門家を2、3名派遣するのであれば、大幅に費用を抑えることができます。

キム：わかります。素晴らしいお話です。

藤元：韓国ではいかがでしょうか。韓国の費用で、何か国かに専門家を講師として派遣することはできますか？

キム：試してみようとは思っています。

明石：期待しています。

藤元：私の考えとしてですが、日本と韓国は、アジア諸国にこのような貢献が可能だと考えています。しかし、他の国では、残念ながら簡単ではありません。国内で何らかのトレーニングコースを実施している国は、他にもありますか？一ヶ国ずつお聞きしてみましょう。放射線事故に対する緊急時の備えについて、何か体制はありますか？まずインドネシアから。



ヤバス (左写真)：私はBATAN、つまりインドネシア原子力庁に勤務しています。BATANは、放射性物質を扱う施設としてはインドネシア最大です。実際のところ、定期的なトレーニングコースはまだありません。BATAN内部では、自分たちの職員のためのトレーニングコースを実施し、またBATANが諸外国に医師を派遣したり、放射線防護専門家を派遣し、トレーニングコースを受ける場合もあります。しかし、内部ではセミナー、一日のセミナーを行う程度で、参加者は、インドネシア国内各地域の医師や看護師、病院の救急部門（のスタッフ）のほか、119番の、バリでは118番の救急隊員です。しかし、これは真の意味のトレーニングではなく、セミナーに過ぎません。テーマは、放射性物質、そして放射線事故とは何かを説明し、どのように放射線事故であることを知るか、どのように患者体内の放射性物質を検出するか、そして病院に患者を搬送する前のプレホスピタルでの対処方法に関するものです。また、救急部門には、専門部門、つまり放射線事故だけを専門とする部門は不要だと考えています。その代わりに、緊急部門の一部に除染室を設置する場合もあると説明しています。放射線事故の被災者を受け入れる場合は、私達はその被災者の処置のために部屋の一部を手直しできます。というのは、放射線事故の被災者に対応するため、専用の建物や専門病院が必要だと考える人が私の国ではいるのですが、我々はそれは正しくなく、救急部門の一部で対応可能であり、それを放射線事故の被災者の処置のために一部変更するだけでよいと考え、これを理解してもらうよう努力しています。私達は、BATAN周辺の病院のために、医師や看護師、そして放射線防護専門家を対象に集中的なトレーニングコースを実施したいと考えています。その理由は、これまで、私たちは放射線事故の被災者を紹介する病院を決

めていないためです。現時点でそうできていません。その理由は、彼らに放射線事故への対処法についての知識がないためであり、我々が看護師や医師やその他の参加者向けのトレーニングコースを実施することができればと思います。そして私たちは、話をする人、つまり講師を求めています。というのは、私の知識を他の参加者に伝える力について、確信がもてないのです。また、外国からの講師ということで、(受講者は)さらに熱心に放射線事故について学ぶでしょう。そういうものです。

明石：なるほど、ありがとうございました。このような会議の開催により、あなたが非常に優秀な指導者となることにつながればと期待しています。

私が、昨年BATANを訪れたとき、JAEA（日本原子力研究開発機構）がインドネシアでトレーニングコース立ち上げに支援を行っていましたが、トレーニングコースはもう始まっていますよね？

シャーリール：現在2年目です。

明石：最良のトレーニングコースが確立される事を期待しています。また、私たちも支援できますし、JAEAもトレーニングコースの設立を支援できると思います。さらに、韓国からの支援も得られることを期待しています。

キム：いいですね。ありがとうございます。

藤元：我々があなたの国に専門家を派遣するというのは、非常に良い考えだと思います。

一方で、我々は、あなたの国の研修生をこちらに招くこともできます。医師や保健物理学者がこちらに来られて、数カ月のトレーニングを受け、十分な知識を修得して帰国し、彼らが国内のトレーニングコースを構築することもあるでしょう。

ヤバス：はい、得るものは大変大きいと思います。

明石：それでは来年にはこのようなトレーニングコースができるかもしれないですね。

シャーリール：ええ、今年中にできると思います。

明石：今年の11月ですね。

藤元：ありがとうございます。次はモンゴルにお願いします。

バトデルガア (右写真)：私は、国立がんセンターの放射線治療部に勤務しています。私たちの国には緊急被ばく医療部門はありません。その役割は、我々の唯一の国立がんセンターが負っているわけですから、我々の部門が緊急被ばく医療部門にあたると思います。1年に1度、緊急被ばく医療の1日の小さなセミナーが開かれます。私たちの部の全てのスタッフ、もう1つの病院、第2病院から、そして内科から参加します。(年)1回だけです。



明石：何枚かモンゴルの写真を持っています。モンゴルで行われているトレーニングコースの写真です。日本からの医師、そして他の諸外国からの医師も、モンゴルでトレーニングコースに加わっているようです。写真で見ました。これがこれまで唯一のトレーニングコースですね。

藤元：このような(短期間の)セミナーにでも、我々は講師を派遣することができ、彼らにある種の知識をお伝えすることができるでしょう。我々にはこのような形の協力もできます。さて、パキスタンではいかがでしょう

か。

サリーム (右写真)：はい、パキスタンから来ましたカハリッド サリームです。PINSTECH（パキスタン原子力研究所）で、病院担当として勤務しています。PINSTECHは、Institute of Nuclear Science and Technologyの略称です。この研究所には2つの研究用原子炉があります。私はここで2001年にIAEA/RCAによる最初のトレーニングコースを実施しました。最近も、2月12日～15日の日程で医師のためのトレーニングコースを行い、パキスタン全土から30名が参加しました。このトレーニングコースが終わって、こちらにうかがったのです。我々は、今後のために現状報告をまとめ、このプロセスを継続することにより、全国の各地域の各都市の医師がこのコースへ参加できるようにしていこうとしています。



明石：そのトレーニングコースは、国際組織の支援を受けていますか？

サリーム：いいえ、地域レベルでの活動です。

明石：地域レベル、ということはあなたの国の政府が支援しているのですね。

サリーム：そうです、地域レベルで行っています。(これらのコースは、)特に、パキスタン原子力委員会(Pakistan Atomic Energy Commission)の医師のためです。実際に、パキスタンでは、すべての核関連施設がパキスタン原子力委員会の所有であり、2つの研究用原子炉、30の核医学センターといくつかの動力炉が

あります。ですから、(コースは)パキスタン国内の各地域の核医学センターのすべての医師や、またそれぞれの地域の保健医療部門の医師が参加します。

藤元：あなたの国には、廃止した施設はありますか？

サリーム：(ありますが、)しかし、これまでここでは事故は起きたことがありません。

藤元：しかし、そのための施設は設置されていないのですか？

サリーム：設置の準備は整えていく予定です。

藤元：わかりました。インドネシアの先生がおっしゃっているように、我々は、必ずしも事故のための専用の建物を設置する必要はなく、緊急時には事故に適した形に病院を一部変更することが可能です。そこで、放射線緊急事態に備えるため、私たちは一般の病院をどのように一部変更するのかの指針を見つける、あるいは示す必要があります。

特に放射能汚染を受けた被災者を受け入れる場合、それなりの事前準備が必要となります。ですから、もしそういった指針やプロトコルなどがあれば、そしてそのような基本線に沿って行動できれば、一般の病院を、放射線緊急事故の場合に使えるよう準備しておくことができます。

明石：日本には、各地域でのトレーニングコースがあり、(たとえば)ある北海道の施設でトレーニングコースが実施されていますが、普通の病院を使用し、床と壁をビニールシートで覆い、放射性核種に汚染された被災者受け入れのための訓練を行います。ですから、通常の建物、一般の病院の使用が可能で、専用の施設は必要ありません。

我々の機関は、まさに専用の施設を所有していますので、我々が普通の病院の医師や保健物理学者のトレーニングを行わなくてはなりません。このことがさらに重要です。我々の病院は、非常に特別な施設なのです。

ヤバス：訓練が必要になりますね。

明石：訓練、そのとおりです。

藤元：我々は、準備用にマニュアルを作成することが可能です。非常に便利であり、大変有用なものです。我々にとって今後の課題の1つです。

ヤバス：宿題ですね。

藤元：ええ、協力して一緒に(つくって)いきましょう。ありがとうございます。次はフィリピンにお願いします。



バルデスコ(左写真)：ありがとうございます。バルデスコといいます。私は医学物理学が専門ですが、放射線防護の業務にも多く携わってきました。同僚である医師2名と来ています。カシノ先生は、フィリピン原子力研究所(PNRI)の医師です。私は、PNRIに勤務しています。カシノ先生は、我々の医師で、カプノ先生は、キリノ記念医療センター(Quirino Memorial Medical Center)で働いています。

明石：キリノ記念医療センターですね。

明石：キリノ記念医療センターですね。

バルデスコ：ダルマシオン医師の同僚です。ダルマシオ

ン医師はフィリピンの緊急被ばく医療対応を整備する責任者です。

現在、フィリピンの状況は、諸外国と必ずしも同じというわけではありません。70年代に原子力利用を決定したため、早い段階から着手はしていました。我々の国の放射線緊急事態計画(National Radiological Emergency Plan)は、この地域のどの国よりも早く始まっていました。しかし、ご存知の通り、我々は最初の原子力発電所を建設するところまでは行いませんでした。1986年に、それは棚上げになりましたが、放射線緊急時のための国の組織体制(National Organizational Structure for Radiological Emergency)は、すでに設立されており、我々にとっての強みとなりました。特に、現在は、ダーティーボム(dirty bomb:核汚染物質を含んだ爆弾)といった核テロリストの脅威も、ますます高まっています。(アジア)地域の原子力発電所は増加しています。しかし、我々は原子力発電所を稼働させていません。台湾には稼働中の原子力発電所がいくつかあります。我々が米軍基地を受け入れる前に、原子力潜水艦(事故)のシナリオのための準備をしなくてはならず、人工衛星が落下する前に、放射線緊急事態につながる可能性のある出来事に備えた準備が必要です。現在、我々の施設には、核に関するトレーニングセンターがあります。すでに長い間運営されており、我々は、定期的な放射線防護、ラジオアイソトープの技術、工業的使用などのトレーニングコースを提供しています。このようなコースではいずれも、放射線事故に関するモジュール、放射線緊急事態の対処法が含まれているのですが、放射線事故のみに特化したコースは設けられておりません。ただし、今後、最初の一次対応者のための専門コースを実施する予定です。というのは、道路や他の場所で発生した事故において、最初に対応するのが警察、消防士であり、また診察すべき外傷等があればある程度まで医師が対応することを、我々は認識しているためです。当

然のことながら、事故の被災者が病院に搬送される場合に、被災者は救急部門に運ばれるため、担当は、放射線に関連するテーマのトレーニングを受けた核医学の専門家や、放射線腫瘍医ではないことも、我々は認識しています。そこで我々は、救急部門の担当者を、放射線障害を認識できるよう訓練する必要があると考えたのです。これは、タイの事例から、医師が放射線障害を即座に判断することができておらず、このような被災者の処置で、さらにできることがあることがわかったからです。そこで我々は、フィリピンでの第一優先事項として、医療対応に着目し始めています。というのは、測定をする人たちは、(我々はそれなりのレベルに達しており)、IAEAにチームを派遣することさえもできる段階にきているからです。我々は、放射線事故のシナリオに対処できるチームを持っています。実際に、韓国の実習に参加したチームがあります。現在は、ウクライナにチームを派遣しています。5月には、IAEAがトレーニングコースをウクライナで開催します。これは、実際の放射線のある環境で行われるものです。

そこで我々にとって必要なのは、医療対応を第一優先とすることです。我々が、被災者の受け入れ病院として特定した病院に必要な設備を配置する必要がありますが、我々の資源には限りがあります。実際、我々がコースを実施する場合は、可能なのは机上演習だけです。全範囲で実習を行うほどの費用は、我々にはありません。この部分に、日本からの援助を期待しています。私は、国の行うトレーニングコース実施を支援するために、提案が2つあります。フィリピンの医師すべてが参加することになるわけですが、日本が技術面での専門家を派遣していただければ、とても助かります。そして、私のような地元の保健物理学者がお手伝いをしてトレーニングコースを行うのです。さらに多くの緊急事態に対応できる医師のトレーニングを行い、放射線障害を認識し、そして放射性物質に汚染された患者をどう管理するかわか

るようにする必要があります。

現在、この地域、つまりアジア地域では、ご存知のように事故が常に起きているというわけではなく、すべての国が専門医療が可能な病院を設置することは実用性が低いと思われます。我々に必要なのは、このような対応ができるリージョナルセンター（regional center）であり、私が思うに、日本の経験と日本がJCO事故に対処してきた実績をもって、事故の被災者にたいして日本が専門的な医学的支援を行い、リージョナルセンターとなることに、問題はないのではないのでしょうか。地域レベルで、ネットワークがあるべきです。

さて、ネットワークを構築するだけでは、十分とはいえません。我々には、ロジスティックな問題の解決が必要です。仮にフィリピンで被災者がでた場合、私の国の費用で日本に搬送することはできません。ここで、ある種の地域基金が必要となります。1つの国の患者を別の国に搬送するための基金ですが、どのようにこの基金を設置するか私にはわかりませんが。というのは、共同協約では、フランスは事故の被災者を受け入れることは可能でも、事故発生国からフランスへの被災者の搬送費用を負担することはないとなっているからです。どのような二国間協定があれば、これが可能となるのか私にも説明できないのですが、これは問題の1つです。リージョナルネットワークを設立するだけでは、解決できない部分です。事故発生国から、治療実施国へと患者を搬送する場合、これを支援するためのある種の仕組みが必要です。これらが私の提案です。日本がこの問題を検討してくれるよう望みます。

藤元：バルデスコさん、ありがとうございます。我々がアジア諸国のなかでリージョナルセンターとしての役割を果たすことは可能と考えます。ただ、各国である程度までの被災者までは対応が可能であり、必ずしも全員を日本や韓国に搬送する必要はないということをお話し

ておきたいと思います。放射性物質に汚染された被災者であっても、ある程度までの患者は、各国で対応できるのです。非常に対処困難な症例や、体内被ばくの症例が発生した場合には、日本や韓国への搬送もありえます。そして、我々は、どのレベルの患者までが自国で対応可能かを示す分類基準のようなものを定める必要があります。また、何らかの施設や一般病院、専用マニュアルが緊急被ばく医療症例のために準備されていれば、どのレベルの患者まで自国で対応可能か、私達が指導することもでき、施設の紹介や、場合によっては薬をお送りするなどの援助も可能です。このような支援により、自国での被災者への対応も可能になるでしょう。

体外被ばくのみの場合、我々の国に被災者を搬送するべきではなく、自国での対応が可能です。何も問題ないと思われます。骨髄移植を要する場合であっても、そのような場合に自国で対応することが可能です。一方、我々が必要性の有無を助言することもできます。事故の重篤度から判断し、線量がある量まで達しており、骨髄移植の必要性がでて来るかもしれません。その場合、我々は、その骨髄移植に適合するドナーを見つけるよう提案するかもしれません。このような支援、薬剤、その他何らかの指導を行うことで、自国でもある程度までは被災者への対応が可能なのです。対応しきれない場合には、その被災者を搬送することもあります。我々は、スムーズな対応のためにマニュアルのようなものを準備する必要があります。自国での被災者への対応が可能であれば、財政的に問題はありません。（自国で対応する場合、）搬送費用や、外国で被災者の対応を行う場合の入院費用なども心配なくなります。以上です。ありがとうございます。

それから、バルデスコさんは我々は潜水艦についても考える必要があると述べました。最近日本でも同じで、3つの港で米国潜水艦を受け入れています。彼らには救急事態のための専用計画があります。かつて、随分昔で

すが、衛星の事故がありました。彼らが今もプルトニウムを使用しているのかどうかわかりませんが、電源や熱源としてプルトニウムを使用しているとすれば、我々は、これについても心配しなくてはなりません。通常の核災害や放射線事故に加えて、潜水艦や衛星についても検討する必要があります。

藤元：では、次はタイからお願いします。

パウドゥクル：タイから同僚2名と一緒に来ています。こちらは、チャイラット先生、放射線技師です。そして、ワナさんは、私の病院のスタッフです。私は、パウドゥクルと申します。元来は神経内科医なのですが、産業医学の仕事もしています。ですから私には2つの役割があります。タイでは、事故が一件起きており、皆さんすべてご存知だと思います。2000年以降・・・

明石：2000年ですね。

パウドゥクル（右写真）：コバルト60による事故です。大企業の敷地内から盗まれ、売られたのですが、コバルト60に汚染した多くの患者がでました。これを発見した医師は、私の生徒のひとりだったのですが、2カ月のコースで産業医学を学んでいました。私はこの件を懸念しています。タイの原子力庁（OAP）は、この問題について非常に活発に活動しています。彼らはOAPのスタッフに対し、一般市民に影響する緊急事態に備えてトレーニングを行っています。

この5年間、私は産業医学のコースを設立し、放射線学のコースの1セクションを含めています。これは、工場で彼らが放射線を使用するからなのです。最初の3年



は、指導する側の医師が一人もいなかったため、このような放射線学のコースはできませんでした。ご理解いただけるでしょうか。その後は、放射線緊急事態はタイで発生していません。タイでは多くの化学物質事故、化学物質災害が、大規模なものから、ごく小さなものまで、年に20件程度発生しています。このため、タイではこちらが第一優先なのです。

しかし、私の病院、ノボラット・ラジャタニー病院は、化学物質中毒治療センター（Center for Treatment for the Chemically Poisoned）でもあり、第3次国立化学物質安全計画（Third National Chemical Safety Plan）の毒物センター（Poison Center）でもあります。ですから、私は、化学物質緊急事態にも対処しなくてはなりません。化学物質緊急事態に関してすら、毒物学者、毒物を専門とする医師は、タイにおそらく10名もいません。ですから、私の生徒である産業医学の医師が毒物学者の役目も果たしていたのです。

そして、我々はタイ全体で緊急時の化学物質の扱いについてトレーニングを行っています。1年に3、4程度の県で行っていると思います。そこで、私たちの医療省がこのイベントを通知されたとき、彼らは私に伝え、私の名前を（候補者として）放医研に送ったのです。これは、化学物質や放射性物質を同じ方法で処理できると彼らが考えているからです。我々はその化学物質の種類、放射性物質の種類を知っておく必要があります。我々は情報センターを設置する必要があります。国立がんセンター（National Cancer Institute）と同じ省の下にこれを置き、その中で放射性物質の扱いや化学物質の扱いについては、同じに扱っています。ただし、化学物質に対しては、我々はまず患者の除染処置を行う必要がありますが、放射性物質においては、患者の治療が最初で、それから除染処置を行う必要があります。

帰国したら、私は、原子力庁や国立がんセンターと相

話し、我々は、放射線緊急事態に対する実働チームを作るつもりです。このチームは、我々の化学物質に対するチームと共同して活動することになるでしょう、両方も災害ですから。我々は（災害対策）計画のなかで、協力していく予定です。しかし、もし我々が医師達に、安全だと言っても、放射性物質に汚染された患者を扱っても安全だと言っても、内に入ることができると言っても、洗浄することができると言っても、そのほかどのような行為も、紙のシートとエプロンがあれば安全に行えることを説明しても、医師は私たちを信じないだろうと思います。私が思うに、まず我々の見解を取り込んでもらわなければならないのであれば、タイで指導者のためのコースを設置する、これが私の計画なのです。それから、あなたはアジア諸国での支援について話しましたが、我々もまた、産業医学で同じような計画を考えています。じん肺、珪肺、または石綿肺については、米国に行き、読影の資格認定を取得するために試験を受ければ、その後には帰国して胸部X線画像の診断を行うことが可能となります。我々は何人かの日本の医師と話をしました。その医師の名前は、今は思い出せませんが、我々は、自分たちのアジア読影チームを設置し、そうすれば自分たちで（診断を）行うことが可能であると思います。これはあくまでひとつの例です。さて、何らかの事故が発生し、我々があなたの国に患者を搬送することについてです。もし我々が少しばかり問題をかかえていたとします。あなたはあなたの問題を対処しなければいけないわけですし、我々も我々の問題に対処していかなくてはなりません。もし我々の政府が、「我々にはあなたの国に患者を紹介すれば済むのだから、（対応体制を整える）開発費用をかけない方がいい」と考えたとすれば、我々にとって、非常に困難な状況になります。（予算が削減されるから。）ありがとうございました。

藤元：ありがとうございました。では、ベトナムの方、

お願いしてもよろしいでしょうか。

ナグイエン（右写真）：私は、放射線医学の研究所に勤務しております。我々の職務は、放射線事故の被災者を受け入れることですが、実際には十分な施設がありません。国内でのトレーニングコースは、一般的な放射線防護方法に関するトレーニングだけが実施されています。この範囲で、我々はスタッフ、X線検査装置を使用するスタッフや、核医学部門のスタッフを教育していますが、そのプログラムのなかでは、放射線緊急事態についての講義のみを行っています。私は、放射線緊急事態のためのシステムを構築する必要があると思うのですが、それはベトナム政府が、10年以内に原子力発電所を建設しようと計画しているからです。我々には、施設を設置することとトレーニングを行うことにあなた方の支援が必要です。ありがとうございました。



藤元：ありがとうございました。タイからの参加者だったと思いますが、彼は、化学物質の毒性について話していましたが、化学物質の毒性や、その他の災害について考えると、放射線事故や放射線災害の優先順位は低くなります。そのことは理解しています。しかし、今回は放射線事故に関する懸念が主であり、放射線緊急事態に互いに支援しあうため何らかの枠組みを構築する必要があります。議論を通じて、この地域に能力の普及と強化をし、この地域の人材育成をするため、すぐれた方法があることが指摘されました。1つの方法は、専門家を国内のトレーニングコースに派遣することで、あるいは日本、韓国に皆さんの国からの研修生を受け入れること、または、緊急時の準備のための諸手続きや、そしてただの枠組みだけでなくロジスティック面も含むネットワー

ク組織の作成、具体的な被災者の分類法、さらに国内トレーニングコースのためでなくセミナーなどごく短期間で専門家を派遣し講義を行い重要情報を提供する方法についても示されました。また、IAEAにもバルデスコさんが述べられたようにある種のプログラムがあります。RCA放射線防護の枠組みのなかではまだありませんが、IAEAには、ある種の基本構想もあります。しかし、それは、少し異なる分野のものでしたが、ただ、その活動を利用することはできるでしょう。明石先生、他の側面についてまとめてくださいますか。

明石：結構です。それで（先生の総括で）十分だとは思いますが・・・

インドネシアの先生からのお話でしたでしょうか、彼女は、放射性物質に汚染された被災者のために、一般病院を何らかの専用の施設に一部変更するマニュアルが必要であると述べました。実は、我々はそのようなトレーニングコースを日本で開設しており、おそらくそれを英語で行う、あるいはビデオを撮り、2、3カ月で英語に翻訳し、提供するというのが1つの考えだと思います。我々がそれを実施できればお役に立てると思います。

藤元：さらに、IAEAとWHOも、放射線緊急事態のための教育マニュアルを出していました。私たちはこのような教材を利用できます。この方がずっと簡単です。

サリーム：それはSafty Seriesですか？

明石：Safty Seriesと、それから他にいくつか・・・

藤元：いいえ、それだけではなく・・・

バルデスコ：Emergency Seriesですね。

サリーム：ああ、Emergency Seriesですか。

バルデスコ：彼らは、今はIAEAのウェブサイト上に、一次対応者マニュアルを掲載しています。

藤元：マニュアルのことでなくある種の、CDや、ええ、講義ノートなのですが。

バルデスコ：なるほど。

藤元：このマニュアルは、あなた方の国内のトレーニングコースにも使用できます。

残念ながら、終了時間のようです。ここで話しておかなくてはいけない重要事項はおありでしょうか。

明石（右写真）：皆さんが講義や訓練のための何らかのトレーニングコースを開催する場合、そしてあなたが何人かの専門家、または医師を必要としている場合、私達はこれらの人員を派遣することができます。



参加者一同：それはいいですね。

明石：わかりました。そろそろ終了の時間です。ありがとうございました。

参加者一同：ありがとうございました。

藤元：ご参加ありがとうございました。非常に有益な議論ができたと思います。

2. Education and Training on Radiation Emergency Preparedness in Pakistan

Khalid Saleem
PINSTECH Complex Hospital,
PINSTECH, PAEC, Islamabad, Pakistan



Past few decades have seen an intensive increase in application of radioactive sources in industry, medicine, agriculture and research and development fields throughout the globe. Nuclear Power generation is also increasing at a substantial rate specifically in our part of earth. The use of such sources has helped the mankind in significant ways but the associated threats always remained a big concern for their use. Though the recent advancement in incorporating enhanced safety features in design and operation of such sources and facilities have done a great job there still exists plenty of chances that any of such source or facility can pose a serious threat to public and environment. Considering these possibilities many nations of the world have developed their education and training programs for general public and radiation workers in order to educate them for dealing with nuclear accidents and radiological emergencies.

Pakistan has well established infrastructure of its nuclear and radiation facilities, which are geared towards generation of power, research and development, industrial non-destructive testing, medical and agricultural use of radiation and radioisotopes. Most of the facilities are under the operational control of Pakistan Atomic Energy Commission (PAEC). The major facilities of radiological significance in the country are two power reactors, two research reactors, radioisotope production facilities and radiation sources used in agriculture, research, industry and medicine. All these

facilities are operating under strict regulatory control of independent national regulatory body known as Pakistan Nuclear Regulatory Authority (PNRA).

Pakistan is well aware of the importance of nuclear/radiation emergency planning and preparedness. To meet the radiation emergency requirements, Pakistan has a modest emergency preparedness infrastructure in place. The radiation emergency preparedness programme has two levels; the facility based emergency preparedness programme and national programme. The facility based emergency programme includes emergency plans and emergency procedures, which are laid down as facility specific documents which are reviewed time to time to include the new concepts and improve any short comings. These plans and procedures are regularly tested by mock emergency exercises, which are critically reviewed by the inspectors of regulatory authority. The findings of the exercises are used to improve the emergency planning and preparedness programmes at all the facilities. The same is observed at Pakistan Institute of Nuclear Science & Technology (PINSTECH), which is a multidisciplinary institute where two research reactors and a radioisotope production laboratory are located.

As far as the education and training in the field of emergency preparedness is concerned, regular short and well thought courses are arranged to train the manpower working at nuclear or radiation facilities. These short courses are arranged by various facilities like PINSTECH where the participants are invited from all the facilities in the country. These courses are

of two natures one, which is meant for technical work force, engaged in handling radiation facilities and radioisotopes whereas another course is specifically arranged to train the country's medical doctors to handle the victims of any radiation emergency (Fig. 2-1). At PINSTECH a very detailed course spanning



Fig. 2-1 Second short training course for doctors on radiation emergencies held at PINSTECH Islamabad

over six to eight weeks is arranged for the radiation workers of the institute wherein the syllabus is chalked out in consultation with Pakistan Nuclear Regulatory Authority. Results of the course are also conveyed to PNRA as a part of regulatory requirement.

Same considerations were being felt since long at PNRA, which convened several meetings, training courses and seminars for education of radiation workers in protection against emergency exposure during their work practices. The IAEA through its safety standards series GS-R-2 on "Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency" also require national infrastructure for education and training of radiation workers and general public

so as to make them capable to deal with radiation emergencies.

The national emergency preparedness programme has its hub at Pakistan Nuclear Regulatory Authority, which runs a National Radiation Emergency Coordination Centre (NRECC), which is twenty-four hours manned with all the time available communication links.

In December 2003 International Regulatory Review Team (IRRT) Mission visited Pakistan and recommended that the Government of Pakistan should (continue to) pay attention to, and provide for adequate resources for the Research and

Development program of the PNRA to ensure that its competence and knowledge are maintained at state-of-the art level. Pursuant to this recommendation, PNRA initiated its program for education and training for its own staff and as well as for the radiation workers. PNRA School for Nuclear and Radiation Safety is established within PNRA for this purpose. It is anticipated that this School will help us strengthening the professional competence of regulatory staff and will also serve as the platform for educating general public through seminars and media campaign. This program for education and training would also focus on establishing arrangements to ensure adequate preparations exist at a national level in response to radiation emergencies.

Medical management of contaminated or exposed individuals as a result of an accident is a vital area of work for PNRA. Pursuant to PNRA Ordinance-III of 2001 & under Regulations on Radiation Protection (PAK-904), it is the mandate of PNRA to develop and execute a national policy to deal with medical surveillance of exposed/contaminated individuals in case of radiological accident. Since its inception, PNRA has put significant efforts in establishing and strengthening the infrastructure for medical management of such victims at national level.

As a first step towards establishment of such infrastructure, PNRA proposed that the PAEC & other Government Hospitals may develop strategies for the development of national capabilities for the management of radiological accidents victims. Several meetings on this issue were arranged at PNRA HQ in July 2005, which was chaired by SM, PNRA. It was agreed to develop a committee comprising of officials from PNRA, PAEC and other Governmental Departments. The committee would designate hospitals that will develop an infrastructure for dealing such casualties. The committee will also define the strategy for the training of the personnel. During the second meeting held in September 2005, one of the participating organizations voluntarily committed to establish a model infrastructure for dealing radiological emergencies in their premises while other hospitals will develop a minimum infrastructure for initial treatment of exposed/contaminated individuals. These hospitals will highlight their requirements and PNRA will coordinate with the Government, if requested for the provision of funds. The volunteer

Hospital is in the process of establishing separate area exclusively for handling and management of exposed individuals for which a sketch of the block prepared by RSD, PNRA had already been submitted for completion of administrative & financial formalities. In parallel to this, PNRA is coordinating with NCMC (NDMA) to develop a National Emergency Plan and to ensure the availability of minimum capabilities for handling such accidents.

As medical practitioners are seldom aware of the importance of early diagnosis of radiological injuries, training of medical and paramedical staff is extremely important. For their training, PNRA arranged a one-day seminar for medical/paramedical staff of major hospitals in Islamabad on "Handling & Management of Exposed/Contaminated Individuals" during April 2006. PNRA is also developing a training programme for trainers on the same issue for education and training of medical and paramedical personnel.

PNRA has also developed guidelines for medical practitioners on "Handling and Management of Contaminated/exposed Individuals". Public information brochures have also been developed by NRECC, which contain information on self-protection from radiation sources and about the agency, which is to be informed if any of the radioactive material is found in public domain. Standard operating procedures for various practices to be carried out by the licensees are also being prepared. All these efforts are in continuation of PNRA's activities towards the education and training of workers/medical community as well as for general public.

【和文要約】

パキスタンにおける放射線緊急時対応の教育・訓練

ピンステック複合病院 (パキスタン)

カハリッド・サリーム

パキスタンは、原子力・放射線のしっかりしたインフラを持ち、発電、研究開発、産業利用が加速しており、ほとんどの組織はパキスタン原子力委員会 (Pakistan Atomic Energy Commission; PAEC) によって管轄されている。主な施設は2つの発電炉、2つの研究炉、アイソトープ産生施設、そして産業利用の放射線源施設である。これらは、独立した規制組織、パキスタン原子力規制庁 (Pakistan Nuclear Regulatory Authority; PNRA) によって厳しく規制されている。

パキスタンの緊急対応プログラムは各施設のものと同様のものと2つのレベルがある。施設毎のプログラムは、文書にまとめられ訓練も行われ、規制機関にチェックされている。パキスタン原子力科学技術研究所 (Pakistan Institute of Nuclear Science & Technology; PINSTECH) は2つの研究炉と1つのRI産生施設を持つ多分野の研究所であるが、ここでも同様の緊急対応プログラムが行われている。

非常事態対応の教育訓練は作業者のために定期的短期コースやより深いコースが準備されている。短期コースはPINSTECH等の機関で開催され、2種類ある。放射線を扱う技術者向けのもの、国内の医師向けに緊急被ばく医療を教育するためのものである。PINSTECHでは、所内放射線作業者に対する6-8週の詳細なコースも準備され、カリキュラムはPNRAと相談して作られている。

PNRAも、この分野の教育のために、会議やセミナーを開催している。国の非常事態対応プログラムはPNRAを中心とし、国家放射線緊急時調整センター (NRECC) が運用されていて、ここには24時間職員が常駐し連絡

体制が維持されている。

2003年12月に国際規制調査チームがパキスタンを訪問し、PNRAがそのレベルを維持できるよう支援することを政府に勧告した。この勧告に沿って、PNRAはそのスタッフと、放射線作業従事者に対する教育訓練プログラムを開始し、核放射線安全のための学校 (School for Nuclear and Radiation Safety) を設立した。この学校は、規制スタッフの教育に加え、セミナーや報道を介して一般公衆教育にも資する事が期待されている。この教育訓練プログラムは、放射線緊急事態対応も含む。

緊急被ばく医療もPNRAの職務の欠くべからぬ1つである。このためのインフラを整備するため、PNRAやその他の政府機関からなる委員会が組織された。この委員会が緊急被ばく医療受け入れ施設を決めることになっており、その中の1つの病院がモデル設備を備え、その他の病院は最低限の設備を整える方向である。またPNRAは、国の緊急時計画を立てることになっている。

PNRAは2006年4月に、イスラマバードの主要病院の医師及び医療スタッフ対象に、「被ばく/汚染患者の処置と管理」(Handling & Management of Exposed/Contaminated Individuals) という1日のセミナーを開催した。この課題に関して、PNRAは医師及び医療スタッフのための指導者要請プログラムを策定中である。

さらに、PNRAは、医療従事者向け被ばく/汚染患者対処のガイドラインを作成し、NRECCは一般人向けパンフレットを作成した。また、認可事業所向けの標準作業手順書を準備中である。これらを通して、PNRAは作業員、医療関係者、公衆の教育訓練のために活動している。

(和文要約 被ばく医療部 立崎)

3. Education and Training on Radiation Emergency Preparedness in Thailand

Chairat Temlaksup
Radiation Oncology Department
National Cancer Institute Bangkok, Thailand



Introduction

Radioactive materials and ionizing radiation are used for a wide variety of purposes in medicine, industry, agriculture, research and other. The Office of Atoms for Peace (OAP) is meant to monitor and control safety procedures of these substances (Fig. 3-1). On February 2000, the people at Samut Prakan in outer Bangkok had exposure to radiation that leaked from a cylinder containing radioactive cobalt-60, a radioactive material used in a radiotherapy machine for treating cancer patients. The people have been exposed to the cobalt-60 radiation leak. Those were being treated at Ratchavithi Hospital (Fig. 3-2). The doctors reduced the severity of patients but they were lacking instruments and experience to treat. Some of the victims have suffered the worst side effect, hair-lose and burns to the groin. The other victims also developed radiation burn on their hand and leg and two hundred and fifty-eight people living in a 50-metre radius of the leakage were believed to have been exposed to the radioactive substance, although none had direct contact with it. The Ministry of Public-Health office plans to continue the monitor for 10 years. This incident was the first time radioactive

leak in Thailand.



Fig. 3-1 The Office of Atoms for Peace (OAP)



Fig. 3-2 The Ratchavithi Hospital

Education and Training Course

After cobalt-60 incident, Thai government have done many aspects to prevent the future accident happening again. The OAP is main organization in charged of radiological activities in the country, who has to ensure that all activities will not pose undue risk to public and environment. The OAP believe that best way to ensure safety aspects is giving operators knowledge regarding to their task. Therefore, the OAP provides numbers of training to staff and other radioisotope user, such as reactor operation, radiation protection, and emergency preparedness and responses, etc.

(A) Training Course and Emergency Exercise

Beside in-house training course and local instructor, the OAP also seek for international co-operation such as International Atomic Energy Agency (IAEA), Australian Nuclear Science and Technology (ANSTO), U.S Department of energy (USDOE), etc. One of them is a bilateral agreement with Japan Atomic Energy Agency (JAEA) to deliver technical co-operation between the two organizations. This results in many radiation and nuclear fields. One of the important topics is Training Course and Exercise on Emergency Preparedness and Response. Methodologies used in this course are classroom lecture, laboratory practice and exercise. Instructors are expert from OAP and other relevant organizations such as JAEA (international organization) and the Department of Disaster Prevention and Mitigation (domestic organization).

The scenario was set up by the OAP with consensus of the JAEA each year before exercise, for example; the accident occurs during movement of irradiated sample which cause operators' injury and radioactive release. The course has been delivered for 3 times, once a year, for the last 4 years. The OAP received good co-operation from outside support such as police, hospital and rescue team.

In 2006, The OAP obtained the co-operation from the Ministry of Interior, the Department of Disaster Prevention and Mitigation whose responsibility is the first responders in any disaster situation, conducting education training courses and exercise for first responder. This course was conducted 2 times in different parts of the country, North-eastern and Eastern part of Thailand, respectively.

(B) Status of Academic Courses in Radiation

Radiation Science has been included in curriculum of science study in every universities and colleges. Some universities have master's degree course in radiation field, for example, Radiation Oncology, Medical Physics, Nuclear Technology, Radiation Technology, etc. Medical societies in radiation field have been established as shown in Table 3-1.

(C) Education for Students

There is effort to cooperate basic radiation subject in the learning material of primary and secondary schools. The OAP has cooperated and supplied information relating to radiation and radioactive materials to units for developing the learning material.

Academic Associations and Societies	Established Year	Number of Regular	Total
Nuclear Society of Thailand	1994	600	600
Thai Society for Non-destructive testing	1991	30	30
Thai Medical Physicist Society	1975	100	100
Nuclear Medicine Society of Thailand	1985	170	170
The Society of Radiological Technologists of Thailand	1967	800	800
Thai Society of Therapeutic Radiology and Oncology	1981	600	600

Table 3-1 Academic Associations and Societies in the Radiation Field in Thailand

The OAP also participates in the events arranging for special occasion; Science day, Youth day, etc.

Conclusion

Thailand has started nuclear program since 1954. Radiation accidents in country rarely occur and are mostly in level 0-1. After cobalt-60 accident in 2000, the emergency preparedness and response plan has been revised to serve both research reactor and for other radiation facilities. Training and exercise on nuclear or radiation emergency is prepared for

4. 放医研での外国人対象緊急被ばく医療トレーニングコース

緊急被ばく医療研究センター
被ばく医療部 障害診断室 室長
立崎 英夫

an emergency response and to get acquainted with emergency procedures. However, the OAP is also the main deliverer of training on emergency preparedness and response for other organization.

【和文要約】

タイにおける放射線緊急時対応の教育・訓練

国立がん研究所 (タイ)

チャイラット・テムラクスブ

イントロ

タイでは、原子力庁 (OAP) が放射性物質のモニター、制御、安全を担っている。2000年2月に、癌患者の放射線治療用のコバルト60の事故があり、バンコク郊外のサムト・プラカンの人々が被ばくした。患者はラチャピチ病院で治療されたが、何人かの患者は脱毛や鼠径部、手、足の放射線熱傷といった症状を呈した。半径50m以内の258人の住人が被ばくしたとされている。公衆衛生省は10年間フォローアップを続ける予定である。この事故がタイで初めての放射線事故であった。

教育とトレーニングコース

この事故の後、タイ政府は将来事故を起こさないため多くのことをした。OAPは、安全を確保するための最良の方法は、作業員にその職務に関する知識を教育することだとし、原子炉の運転、放射線防護、緊急時への準備と対応といった事について、放射線作業従事者に多くのトレーニングを行ってきた。

(A) トレーニングコースと緊急時訓練

OAPは、国内講師による内部コースに加えて、IAEA, ANSTO, USDOEなどの組織との国際協力を行っ

てきた。それらの1つがIAEAとの協力協定で、この中の重要なトピックスが緊急時の準備と対応に関するトレーニングコースと訓練である。講師陣は、OAP、IAEA、災害予防対応省などの専門家である。教育方法としては、講義、実験室実習、訓練が用いられ、シナリオに基づいた演習も含まれる。このコースは、既に3回開催されている。OAPは、警察、病院、救助隊などの協力も得ている。2006年には、初動対応人員のためのコースが2回開催された。

(B) 放射線の学術コースの現状

放射線科学は、大学の自然科学のカリキュラムの中にも含まれており、いくつかの修士課程もある。関連学会もいくつか設立されている。

(C) 学生教育

小中学校教材に、放射線の基礎的知識を含める努力もされている。OAPはサイエンスデーや若者の日といったイベントの運営にも参画している。

(和文要約 被ばく医療部 立崎)

被ばく医療コース開催の難しさ

緊急被ばく医療は、医学の中で特段特殊な分野と言うわけではないと考えられるが、放射線被ばく事故は希な事象であり、多くの経験やエビデンスを積み重ねることは困難である。したがって、この分野に携わる専門家の数は、既発展国でも多くなく、発展途上国では極めて限られる。また、この分野は多くの領域と関連した複合的分野であり、救急医学、放射線医学のみならず、集中治療、皮膚科学、熱傷学、血液学、外傷学、移植学、災害医学、精神医学、等といった分野と関連する。従って、特に発展途上国においてこの分野の研修会を独自に開こうとしても、十分な講師陣の確保や運営が難しいのが現状である。この点は、国際協力によって克服できる部分があり、日本を含めた先進国に役割が期待されるところでもある。

放医研コース

これらの国々の被ばく医療の発展を支援するため、放医研では過去いくつかのコースを開催してきた。(表4-1)

2001年に開催した「IAEA/RCA-放医研放射線事故に対する医学的準備と対応に関する地域トレーニングコース」は、RCA((アジア太平洋地域における)核科学技術に関する研究、開発、研修のための地域協力協定)の枠組みでIAEA(国際原子力機関)と共催で行われ、IAEA担当官を含む3人の外国人講師と18人の国内講師の協力を得た。構成は、基礎知識の講義に加え、事故例の研究やビデオ供覧、演習なども取り入れられた。

2004年の「IAEA/RCA放射線事故の医学的管理に関する地域トレーニングコース」も上記の2回目として同様の枠組みで行われた。このコース内容は後述する。

2005年に開催された「KIRAMS/NIRS緊急被ばく医

開催時期	コースタイトル(英文/和文)	日数	参加(受講)国数	受講者数
2001年8月	IAEA/RCA-NIRS Regional Training Course on "Medical Preparedness and Medical Response to Radiation Accidents" IAEA/RCA-放医研放射線事故に対する医学的準備と対応に関する地域トレーニングコース	5	12	22
2004年3月	IAEA/RCA Regional Training Course on "Medical Management for Radiation Accident" IAEA/RCA放射線事故の医学的管理に関する地域トレーニングコース	5	10	14
2005年1月	KIRAMS/NIRS Seminar on "Radiation Emergency Medical Preparedness" KIRAMS/NIRS緊急被ばく医療セミナー	3	1	22
2005年9月	Seminar on "Medical Treatment of Patients Contaminated with α Emitters" α 核種汚染患者の治療に関するセミナー	2	1	15

表4-1 放医研で開催した外国人向け緊急被ばく医療トレーニングコース



写真左上：
図4-1 外国人講師講義風景(2004年3月：
IAEA/RCA放射線事故の医学的管理に関する
地域トレーニングコース)

写真左下：
図4-2 被ばく医療棟での解説(2004年3月：
IAEA/RCA放射線事故の医学的管理に関する
地域トレーニングコース)

写真右上：
図4-3 実習風景(2005年9月： α 核種汚染患
者の治療に関するセミナー)

療セミナー」は、韓国原子力医学院（KIRAMS）と共催で、韓国全土の被ばく医療担当者を対象に全般的研修が行われた。

2005年に開催された「 α 核種汚染患者の治療に関するセミナー」は、台湾からの依頼に基づき原子力産業会議が主催し放医研が協力する形で、台湾国内の既に基本的知識を持った被ばく医療担当者を対象に、特に α 核種への対応に焦点を絞った研修が行われた。

これまで4回の外国人向けのトレーニングコースを開催したわけであるが、多数国を集めての研修では、受講生間の知識レベルに差が見られたりして、演習等の実施により細かい配慮が必要となる。また、文化的背景の異なる受講生を受け入れる上で、運営面でも特別な注意が必要となる。しかし、いずれのコースも受講生からは概ね好評をえている。

代表的カリキュラム

緊急被ばく医療の短期研修会で学んでもらえる内容には限りがあるが、受講生の中に未だあまり緊急被ばく医療に馴染みのない者も混じっている現実を考えれば、放射線の性質といった初歩的内容から初め、関連する内容を全般的に取り上げる事が最善と考えられる。従って、取り上げるべき内容は多岐にわたる中で、重要ポイントを浅く取り上げることになる。また、机上演習や、実習は知識を定着させるのに有効であり、積極的に組み入れられている。

放医研で開催しているコースのカリキュラムは、例えば2004年のIAEA/RCA地域トレーニングコースでは(表4-2)のようなプログラムであった。これは、IAEAの担当官と調整して選ばれたものだが、基本的には国内向けの被ばく医療セミナーと同じである。

このように放医研は、外国人対象にした被ばく医療教育も行っており、アジア地域各国の被ばく医療の向上に多大なる協力をしてきた。

<p>Keynote lecture – Radiation accidents and the preparedness</p> <p>Basic radiation physics with the view of radiation protection</p> <p>Basic radiation biology</p> <p>The roles of IAEA</p> <p>IAEA guidance in emergency preparedness and response</p> <p>Radiation detection and measurement: Presentation and demonstration</p> <p>Acute radiation syndrome: general aspects</p> <p>Radiation injury to the lung, GI-tract, and skin</p> <p>Radiation injury to the bone marrow and its treatment</p> <p>Local radiation injury</p> <p>Late effects of radiation exposure: epidemiology on Hiroshima and Nagasaki survivors</p> <p>Cytogenetical dosimetry</p> <p>Physical dose estimation</p> <p>Psychological aspects of radiation accidents</p> <p>Treatment of contamination</p> <p>Video: Pre-hospital response in radiation emergencies</p> <p>Hospital response</p> <p>Orientation for Drill</p> <p>Tour of the radiation emergency handling suite and visit to whole body counter</p>	<p>Drill: Handling of contaminated patients</p> <p>Causes and medical response in selected radiation accidents</p> <p>Power plants: Health consequences of the Chernobyl Accident</p> <p>Treatment of ARS among Chernobyl victims</p> <p>Unknown Source: Georgian accident (Lia)</p> <p>Known source; Youkaichiba accident, Shanghai accident</p> <p>Pregnant (Xinzhou)</p> <p>Accidents in hospitals: Poland, Costa Rica and/or Panama</p> <p>Other radiation accidents in the World, their causes, consequences and lessons to be learned: Goiania, Transportation accident</p> <p>Radiation emergency in Samara, Russia: causes, consequences and lessons to be learned</p> <p>Radiation accident in Thailand</p> <p>Criticality Accident- Tokaimura</p> <p>Table-top drill Case studies</p> <p>Discussion – Selected participants present the radiation accident preparedness of their own country and discuss how the medical preparedness can be implemented</p> <p>Emergency preparedness and response: overview, principles, medical response</p> <p>General Discussion</p>
---	---

表4-2 放医研でトレーニングコースプログラム例

5. 放医研での国内対象研修

緊急被ばく医療研究センター
 運営企画ユニット企画推進室 室長
 上田 順市

防災基本計画（平成17年7月、中央防災会議）の第10編原子力災害対策編の中で、「国は、防災業務関係者に対する研修の充実・強化に努め、原子力防災専門官に対し、その能力の維持・向上のため原子力防災等に関する研修を行うものとする」とされ、「地域の三次被ばく医療機関（放射線医学総合研究所、広島大学）は、関係医療機関の放射線障害に対する医療の能力向上のため、医師及び看護師等に対する研修プログラムを実施するものとする」とされている。さらに、原子力安全委員会の「緊急被ばく医療のあり方について」（平成13年6月）では、緊急被ばく医療は、現実に行われる頻度が極めて低いものの、万一それが必要になったときには万全の対応が求められる。したがって、被ばく患者の発生に即応するために、被ばく医療に関する知識と技能を備え、良く訓練された医療関係者の確保が必要であり、放射線防護及び線量評価を含む被ばく医療全般について、一定水準以上の知識並びに技能を有する人材を育成し、確保しておく必要があると被ばく医療に関する人材育成の必要性が述べられている。このような考えの下に、国の原子力防災研修は表に示すように原子力緊急時支援・研修センター（表の中のオレンジ色）、原子力安全技術センター（ピンク色）、原子力安全研究協会（黄色）、及び放医研（水色）が国の委託を受けて研修事業を行っている。その中で、放医研は表に示すように3つのセミナーを開催しており、その特徴としては放医研の既存の施設・設備等を利用して原子力防災に係る指導者の育成を図ることである。

緊急被ばく救護セミナー（3日間）は原子力災害時で救助・人体放射能汚染計測・救急処置に携わる多職種の原子力防災関係者が、相互に連携・協力して、被災者の救助・搬送、放射線管理を円滑に行うために必要な知識と技術を総合的に習得することを目的とし、原子力発電施設等の所在・隣接道府県の自治体関係者（消防、警察等）、緊急被ばく時に救護活動に従事する医療関係者及び放射線管理要員（原子力発電施設等の設置者等）等を

対象に年4回行っている。内容は、1日目が緊急被ばく医療体制と緊急被ばく救護の流れについての講義から始まり、放射線の人体影響、放射線事故例、放射線計測についての講義と実習、2日目に原子力施設内における汚染事故での初動に係る机上演習を行い、3日目は汚染事故発生時の初期対応及び汚染拡大防止策を含めた汚染患者への対応に関する実習を行っている。

緊急被ばく医療セミナー（3日間）は放射線被ばく患者、もしくは放射性核種による汚染を伴う患者の診療を行う医療関係者を対象として、自らの安全を確保した上で患者に対しての最良の医療を行うために必要な知識を習得し、所属機関における被ばく患者対応全般において指導的な役割を担えるようになることを目的とし、緊急被ばく医療に対応する原子力施設等の所在・隣接道府県の初期・二次被ばく医療機関、三次被ばく医療機関及び緊急被ばく医療ネットワーク会議参加機関等の医師・看護師・診療放射線技師・病院職員等、原子力施設等の所在・隣接道府県の保健福祉・防災部局関係者等を対象に年3回行っている。内容は、1日目が緊急被ばく医療体制、放射線の人体影響、放射線計測についての講義と実習、2日目に染色体による線量評価の講義に続き、病院における汚染患者への対応の実習を緊急被ばく医療棟施設で行い、3日目は放射線事故例、事故時のメンタルヘルスの講義と放射線事故想定における設問に答える形式での事故時の医療に関する机上演習を行っている。

緊急被ばく医療放射線計測セミナー（3日間）は被ばく事故発生時において、被ばく医療施設に求められる放射線計測に係わる技術水準を確保し、迅速かつ正確に線量評価の支援業務が機能する緊急被ばく医療体制を構築することを目的とし、原子力施設等の所在・隣接道府県にあるホールボディカウンターを備えている被ばく医療機関において、被ばく事故発生時に被災者の線量評価等の実務に従事する診療放射線技師等を対象に年1回行っている。内容は、1日目が検出器によるγ線計測法の原

理と測定実習、2日目に体外計測法概論と体内放射能測定実習、3日目は内部被ばく線量算定法と算定演習、総合討論を行っている。

緊急被ばく救護セミナー及び医療セミナーは平成14年度から現在（平成19年3月）までの受講者数はそれぞれ568人、358人となっている。緊急被ばく医療放射線計測セミナーについては平成16年度から実施されて

おり、現在まで34人が受講されている。これら受講者が各自治体等に帰られて原子力防災に係る指導者として活躍されていることを期待する次第である。

平成18年度 防災研修事業一覧

区分	基礎研修(入門編)	実務研修(中級) ^{*1}	専門研修(上級) ^{*2}	
研修対象	研修・講座名	研修・講座名	研修・講座名	
原子力防災専門官	原子力防災専門官基礎研修 ^{*3}	原子力防災専門官応用研修 ^{*3}	原子力防災専門官緊急時対応研修 ^{*3}	
災害対策本部及び オフサイトセンター等での 対応関係者 ・国職員 ・都道府県職員 ・市町村職員 等	共通基礎講座	行政実務講座	ERSS運用研修 ^{*3}	
			オフサイトセンター 機能班訓練 ^{*3*4}	
			緊急時広報対応研修 ^{*3}	
消防関係者			消防関係実務講座	緊急時モニタリング専門講座
警察関係者			警察関係実務講座	
防衛省関係者			災害救助支援実務講座	
海上保安庁関係者			海上防災実務講座	
救護所活動関係者	救護所活動実務講座			
緊急時環境放射線 モニタリング関係者	緊急時モニタリング基礎講座	緊急時モニタリング実務講座 SPEEDIネットワークシステム実務講座		
消防団関係者	消防団基礎講座	消防団実務講座		
医療関係者 ・医師、看護師、診療放射線技師 ・救急隊員 ・保健所職員 等	緊急被ばく医療基礎講座I ・除染コース ・搬送コース		緊急被ばく医療セミナー ^{*5}	
	緊急被ばく医療基礎講座II ・ホールボディカウンター(WBC)コース		緊急被ばく救護セミナー	
			緊急被ばく医療放射線計測セミナー	

※1：実務研修(中級)は、事前に基礎研修の受講が望ましい研修です。
 ※2：専門研修(上級)は、訓練などを通じた実践研修です。
 ※3：経済産業省原子力安全・保安院の所管事業です。
 ※4：原子力緊急時支援・研修センター、原子力安全基盤機構、原子力安全技術センターの共催です。
 ※5：放射線医学総合研究所及び広島大学が開催します。

(文部科学省のホームページより抜粋)

6. アジアにおける被ばく医療教育・訓練の今後によせて

緊急被ばく医療研究センター
センター長
明石 真言



アジアにおける緊急被ばく医療に関する教育のための会議(平成19年2月)

もう12年も前のことである。平成7年(1995年)3月、警視庁は多くの捜査員により山梨県上九一色村にある当時のオウム真理教の教団本拠地の捜索を行った。この捜索には化学兵器の専門家である自衛隊員も含まれたとされ、自衛隊との合同捜査という警察の犯罪捜査としては異例であった。現在その上九一色村は、北部が甲府市にまた南部が富士河口湖町と合併しもう存在しない。当時の新聞・テレビで印象に残るのが、捜査員がカナリアを携行していた時の画像だ。カナリアは学名 *Serinus canaria* といい、毒物に敏感であるため毒ガスの検知手段として戦場や犯罪捜査で使われていたことがある。放射線と言うサーベーターである。麻薬に対する犬、トリフに対する豚もある意味では検出器である。今では化学物質に対する検出器もあると聞くが、微生物の検出器はない。放射線領域では検出・測定技術が一步進んでいる。放射線は過剰や誤った使用により人体に

重篤な障害が起きるが、検出技術と定量性により制御することで社会における利用が可能になっている。“毒物”といえば最近ヒ素は急性前骨髄球性白血病(M3)、またサリドマイドが多発性骨髄腫の治療に使われている。こういうかつては“毒物”として知られたものが病気の治療に受け入れられる根底には、おそらく情報の浸透と教育がある。放射線には色やにおいがいいこと、被ばくしてもすぐには症状が現れず被ばくしたこと自体がわかりにくいこと、線質に応じて適切な機器により測定できること等、放射線とは何かを医療従事者に正しく理解をさせることが被ばく医療の一步である。また放射線防護と保健物理学の専門家との共同作業が被ばく医療であることも忘れてはならない。

最近必要性が声高く叫ばれているものの一つにテロ対策がある。テロといえば爆発や火器によるものが圧倒的に多い。放射線や原子力(核)によるテロや災害の頻度

は非常に小さいと考えられるが、ゼロにすることはできずこの対応も必要である。医療の現場では知識もさることながら経験に基づいて行動がとられることが多い。しかしながら被ばく医療では少ない経験を生かし、不幸にも世界中でおきてしまった事故から得られた知識と情報を共有することによってのみ成り立つ。わが国には先進国として得た知識と情報を地域的に近いアジア諸国と共有し、アジアで被ばくや汚染が起きてしまったためのために協力するシステムを構築することが求められている。アジア諸国では原子力発電所建築の計画が増えており、また原子力施設のない国でも放射線は利用されている。原因はどうか、つまりテロでも事故でも健康影響があれば診断・治療を行うのが医療の原則である。今年に入り5月まででアジア諸国からの被ばく医療に関する問い合わせは、講習の派遣依頼を含め韓国、台湾、ベトナム、フィリピン、インドネシアからの5カ国に及ぶ。このように被ばく医療体制構築に関して日本に支援を求めてくるアジア諸国は多い。

放医研はアジア地域の医療関係者のための研修をIAEA/RCAの枠組みで2回、独自に2回、その他にも要請に応じて行ってきた。受講者の多くは必ず言う。「日本の最新の施設、機器を使った研修は意味があるが、自分たちの国には最新の施設も機器もない。自分たちの施設で自分たちの機器を使った研修が必要だ」。つまり各国から参加者を集めて、各国のリーダーとなるべき人材に行う研修とその国でその施設を使って行う研修の2種類が必要なのである。事故時の医療対応が円滑に行われるためにはまず関係者が被ばく医療を理解し、それに基づきそれぞれの国の事情にあったシステムが構築されるべきである。もっとも事故そのものが多くないため、技術・情報・機材・医薬品など必要に応じて近隣諸国との協力が得られることも重要となる。南アメリカでは緊急被ばく医療対応に関して各国が協力できる体制を構築している。アルゼンチンとブラジルが中心となり定期的

に会合を持ち、専門家が少ない染色体分析による線量評価に関しても検討を開始している。その他の例ではEuropean Union(EU)が急性放射線症(ARS)の診断と治療に関する合意のための会合を開き、体内汚染の治療に関する講習を行っている。地域協力によるものとしては北欧諸国が共同で行った原子力防災訓練がある。いずれも参考にはなるが、アジアでこれらを行うことができるとは思えない。まず原子力施設を持つ国はもとよりそうでない国にも被ばく医療に関する研修を立ち上げ、各国が独自に取り組むことができる情報を与えることが第一歩である。このためのサポートが「アジアにおける被ばく医療の理想像」への敷石である。

印象記

ビキニ環礁

放射線医学総合研究所 監事
林 光夫

放射線医学総合研究所は昭和32年に科学技術庁の研究所として設立され、平成13年に他の国研の多くと同じように独立行政法人に衣替えをしている。本年7月には設立50周年を迎えるが、その設立に当たっては、放射線利用の増大、原子炉開発への着手など原子力利用を促進するに当たり放射線障害の防止に努め、また、相次ぐ核実験による環境汚染に対応するためにこの分野の研究を行う機関が必要であるとの判断と、併せて、広島、長崎に続き、第5福竜丸に代表されるビキニの核実験の被害を受けた我が国が放射線医学の研究体制を整備すべきとの判断があった。このたび、当研究所設立の一つの契機であったマーシャル諸島共和国マジュロ環礁にある首都マジュロとビキニ環礁に出張の機会を得たので現地の事情を紹介する。出張には、発達期プロジェクトの島田義也、山内正剛が同行した。



船着き場から見たビキニ島の海岸

1, マーシャル諸島共和国の概要

マーシャル諸島共和国は、ミクロネシア（ギリシア語で“小さな島々”の意）と呼ばれる地域の東部に位置する。珊瑚が堆積した珊瑚島で、29の環礁（珊瑚礁でできたリング状の島）と小島で構成され、海拔はせいぜい数メートル。従って、雨水を貯め利用するしかないが、気候は熱帯性海洋気候で降水量は多い。面積はあわせて約181平方キロ（霞ヶ浦とほぼ同じ。）、人口は約56000人。

世界史の上では、1528年スペイン人アルバロ・デ・サベドラにより発見され、スペインが領土権を宣言したが実質的な統治はしなかった。その後、1885年にドイツの保護領となり、第1次世界大戦時に我が国が無血占領し、1920年委任統治が認められた。第2次世界大戦後は米国の占領時期を経て、1947年太平洋信託統治領として米国が統治。1979年米国から独立、1991年国連に加盟。1788年英国海軍の提督マーシャルがこの地を訪れマーシャル諸島と命名し、以来この名で呼ばれている。

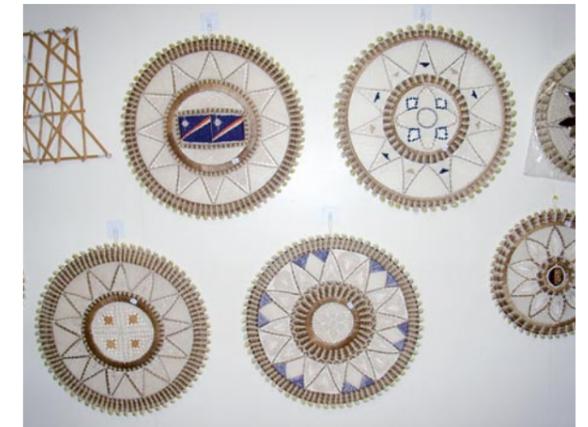
議会で大統領を選出する議院内閣制をとり、1院制議会。国家予算は約1億ドルで、そのうち6割は米国からの援助。一人当たりの国民総所得は2930ドル(2005年)で、わが国の約8%。国民の9割がプロテスタント、1割はカトリック。失業率は32%といわれる。

主要産業は農業（ココヤシの胚乳からとったコブラ）、漁業。輸出・土産はコブラ石鹸、ヤシの葉などで作ったハンディクラフト、黒真珠。輸入は、食料品、機械・車両、製造品に渡り、生活必需品の多くを輸入に依存している。ブラボーのコード名で水爆実験の行われた3月1日はビキニデーで祝日。

環礁の島で面積も狭いことから農作物に乏しく、食事の偏りが住民の健康に与える影響が大きい。「野菜・果物を食べよう。肉・魚は揚げ物にせず焼くか煮て食べよう。」を内容とする糖尿病予防キャンペーンのチラシが郵便局におかれていた。

首都はマジュロ環礁にあるマジュロ（東京から約3700キロ）で約10平方キロの環礁に25000人が住む。日本の他、米国、台湾が大使館をおく。

日本からのアクセスは、グアムとハワイオアフ島を結ぶ定期路線があり、どちらかからこれを利用。グアムからは、約1時間ごとに止まる飛行機で5個目の島がマジュロ。アイランドホッピングと呼ばれる。



ハンディクラフト



マジュロ環礁(Google Earthより転載) 東経171度、北緯7度近辺
対岸まで90キロ×25キロ程度の距離があり、東京都くらいの範囲になるが、島はリング状に幅が狭く、陸地部分がとぎれとぎれのため陸地面積は約10平方キロ程度



ビキニ島の核実験観測設備

2. ビキニ環礁での核実験

1) 人類初の核実験は、1945年7月ニューメキシコ州アラモゴードで行われたプルトニウム型の原爆によるもので、その後、広島、長崎で大量破壊兵器として実際に使用された。

2) ほかに、ソ連が1949年、英国が1952年、仏国が1960年、中国が1964年に、それぞれ、初めての核実験を行い、その後も、インドが1974年、パキスタンが1998年、北朝鮮が2006年に行っている。

3) 米国は、第2次世界大戦後の1946年7月マーシャル諸島ビキニ環礁でクロスロード作戦と呼ばれる原爆実験を行い、連合軍の古くなった艦艇に併せ、戦艦“長門”など日本、ドイツの艦艇など71隻を目標に破壊力確認実験を行った。ただ、1回目の実験では、爆発の予定地点を大きくはずしてしまったため、5隻の小艦艇が沈没したのみであったので、約3週間後に2回目の実験を水中爆発の形で実施し、爆心地から1000メートル離れた場所にあった“長門”も数日後に沈没した。

4) マーシャル諸島では、1945年からの13年間に67回の核実験が行われた。場所は、マーシャル諸島の西に位

置するビキニ環礁とエニウェトク環礁で、実験回数はほぼ同程度である。その後、南太平洋での実験には費用がかかることから、米国の実験場所は順次ネバダ、アラスカなどに移された。

5) ビキニ環礁での核実験のなかで特記すべきは1954年3月1日の水爆実験（ブラボ）の際の第5福竜丸の被曝である。この日、マグロ漁船第5福竜丸（約100トン）は米国が当初設定した危険区域の外ではあるが、マーシャル諸島近海（ビキニから約150キロ）で操業していた。せん光を確認し、その後、白い灰のようなものが降り始めたところ、第5福竜丸では危険を察知し、海域からの脱出を図ろうとしたが、延縄の収容に時間がかかり、数時間にわたり放射性降下物を受け続け、船員23名全員が被曝した。米国がこの水爆の規模を4～8メガトンと見積もっていたところ、実際の威力は15メガトンであったことによるとされる。この区域に多くの漁船が操業しており、放射性降下物を浴びた漁船は数百隻、被曝者は20000人に上ると見られている。我が国の漁船および採取した魚から、放射能が検出された例も多い。この核実験による被曝のため第5福竜丸の無線長が、約半年後に肝機能障害による黄疸を呈し死亡した。死因は急性放射能症とされている。

6) 第5福竜丸自体は、科学的な検査・調査の後、除染され、東京水産大学の練習船として使用された後、現在は、東京夢の島第5福竜丸展示館に永久展示されている。

7) 第5福竜丸に乗船していた23人は、年齢が18～39歳（平均年齢24.5歳）であった。無線長を除く22人は約14ヶ月の入院生活後退院した。

放射線医学総合研究所では、これらの人たちの健康状況を長期的に調査し晩発性放射線障害を調査することを目的として、継続的な実態調査を行ってきている。

また、東シナ海や相模湾などで、ビキニ起源と考えられるPuが堆積していることが認められ、ビキニ起源のPuの移行に北赤道海流や黒潮などが重要な役割を果たしているとする研究や、米国ローレンスリバモア研究所と共同で、マーシャル諸島の土壌中のPu239/240の同位対比を分析し、40年経過した当時も核実験の影響が強く残っていることを示した研究などを行い発表している。

3. ビキニの現状

1) ビキニ環礁はマジロから北北西約500キロ。マジロからは米軍基地があるクワジェリン環礁を経由してビキニ環礁のエニュー島まで、週1往復の定期便があり、ビキニ島にはボートで約25分。ビキニ島は2.37平方キロの広さ。

核実験の開始に伴い島民は強制的に他の島に移住させられた。今では、放射能レベルは、短期間の滞在には問題ない程度に下がったとされているが、旧島民の帰島は許されていない。一方、有数のダイビングスポットであり、ダイバー、釣り人を対象にしたホテルがある。ビキニ環礁自治体のノート市長（マジロに在住）によれば、まだ、一部にバックグラウンドが高いところがあり、子供たちは、すでにマジロの生活に適應してしまったことから、生活環境の整わない今の状況で、旧島民が島に帰ることは難しいとの意見。また、旧島民の中には、観光



リッチな島と云われるビキニ旧島民の移住しているエジット島

書 評

放射線と現代生活

マリー・キュリーの夢を求めて

著者/訳者名 アラン・E. ウォルター/著 高木直行/共訳 千歳敬子/共訳
 出版社名 E R C出版 (ISBN: 4-900622-39-7)
 発行年月 2006年11月 サイズ 315p 21cm

産業にビキニ島の再興を賭けたいと願っているとも聞かれるが、旧島民が移住した島の一つのエジツト島には現在約800人が暮らし、立派な教会、家、ボートが見られ、どのようなタイミングでどんな風に帰島が実現するかは今後の動き次第とみられる。

2) 核実験の時には住民は他の島に強制移住させられていたことから、実験終了後もビキニ環礁での環境影響調査は余り行われず、風下にあたり放射性降下物を受けて被曝者が出たロンゲラップ環礁に重点が置かれた。

1970年代後半になって、ビキニ島に旧島民の帰島が許されたが、環境中のカリウムと類似の挙動を示す放射性セシウムがヤシに選択的に取り込まれ、食事を通じて島民の体内に移行する程度が許容限度を超えていると判断されたため、再度強制移住させられた。そのため、地面の30センチ程度の土壌を除去するという大規模なクリーンアップが1980年代に実施された。現在も年1回の残留放射能モニタリング調査が実施されているが、ビキニ島の一部には、土壌の除去を行わなかったモニタリングエリア(ヤシの林)が放射能調査の対照群として保存されている。

米国による年1回の環境放射能調査については、今後とも継続的に実施される見通しである。

4, その他の訪問先

1) Nuclear Claims Tribunal (核補償請求裁定委員会)

“核実験に関連するマーシャル諸島共和国の政府、市民、国家の過去、現在、未来のクレームに対する完全決着”のため、米国は15年で1億5千万ドルの補償金を支払うこととしたが、この補償金の管理・分配、適正な執行のための監督を行う機関として1988年設立された機関である。がんなど核実験の影響による個人の健康被

害(personal injury)と核実験で損失を受けた住居の対策・放射性物質のクリーン化など財産(property)を対象に補償金を分配してきた。調停や裁定は米国人が行っている。

ビキニ環礁、エニウェトク環礁は実験時に島民が移住したので、主に、財産に対して、風下にあたり実験の被害を受けたロンゲラップ環礁、ウトリック環礁には、被曝による健康障害と財産に対して補償している。15年の期限の切れた2003年に追加補償誓願を出しているが認められていないので、今後の健康被害や4地域以外で発生した健康被害には対応できない。

追加補償が認められなければ、2007年中にも委員会はその任務を終わる可能性がある。

被曝線量の推定方法、低線量被曝の影響、閾値のない直線モデルの妥当性等に関心があった。

2) College of Marshall Island, Nuclear Institute (マーシャル大学核研究所)

マーシャル大学は、マーシャル諸島共和国で唯一の大学で、学生数は現在約600人。核研究所は1997年に設立され、現在、マーシャルにおいても風化しつつある核実験の経験を教えている。講義内容は、ミクロネシア、ポリネシアでの核実験、広島・長崎の原爆の歴史と被災状況である。多くの情報は諸外国の文献から得ており、図書館には、世界各国の核実験や原子力施設の事故による被曝関係の図書が充実している。心配は、2世、3世にも放射線影響が残ることであった。現在研究所に学ぶ学生は6人であるが、いずれ中・学高校の先生になる予定の人が多く、次世代への核実験の歴史の継承に大きく役立つと考えているとのことであった。

この本の序文はマリー・キュリーの孫娘であるエレース・ランジュバン・ジョリオが書いている。キュリー夫妻がラジウムを発見するまでの経緯とそれ以後の放射線の分野での発展、放射線の利用を述べ(もちろん、広島・長崎の悲劇も忘れずに)、人類に大きな恩恵をもたらすためにこそ、マリー・キュリーの発見を役立てようではありませんかという言葉で結ばれている。

放射線がいろいろな分野で利用されていることを知り、放射線に恩恵を感じている人にとって、世間では放射線の利用について無知であったり、その価値を低く考えていたりすることについてもどかしい思いをしたことがきっとあろう。

この本は、世界中(アメリカで出版された本なのでアメリカが中心であるが)で放射線がいかに効果的に利用されているかを書いた本である。日本で書かれたこのタイプの本は、日本国内での話が多く、世界的な視野で描かれているものは少ない。それだけ放射線利用の世界は奥が深いとも言えるが、他の国でどのように利用されているかは気になるのではなからうか。

内容は最初に放射線の物理的性質からリスクまで簡単に説明したあと、利用に必要な「放射線の作用」や「特徴」をまとめている。その後、利用について、農業、医療、電力、近代産業、運輸、宇宙探査、公共安全(犯罪捜査等)、考古学と芸術、環境保護(環境の調査等)、と項目を建てて述べ、終わりに現代の経済への寄与と将来の展望にも書いている。

ページの配分を見ると医療、電力、近代産業、宇宙探査、環境保護に重点をあてているのがわかる。「医療」では器具の滅菌はもちろん、診断から治療まで書かれている。日本ではまだ一般的ではないと思われるスマートレット療法も掲載されているので面白いが、放医研の人間としては、重粒子線治療について書かれていないのが残念である(アメリカに重粒子線治療施設が無いからだと思うが)。「電力」は当人の専門であるためか力が入っている感じがする。原子力発電の仕組みから、他の発電方法

との長所短所の比較、原子力発電の問題点までかかっている。「近代産業」では、製造工程管理、トレーサー利用、材料開発、材料試験など多岐にわたって書いてある。この工程を経て作られる製品はいずれも身近なものばかりである。これらの製品をスーパーやホームセンターで手に取る時、放射線を連想できる人はどれだけだろうか? 「宇宙探査」は動力源の問題が中心に書かれている。この章の終わりに宇宙旅行時の放射線による健康影響について簡単に触れているが、「飛行機搭乗時の件は考えなくても良いの?」という疑問が生じた。環境保護は環境調査におけるトレーサー利用が中心であるが、放射性物質による汚染についても触れられている。負の面を避けがちな本と比較するとバランスがとれていると言えよう。

これらの取扱いと比較すると芸術関連は、当人が興味をあまり持っていないためなのか協力してくれた人の所為なのか、ページ数が少なく内容も乏しい感じがする。文化財保護や美術品の鑑定、研究に放射線が使用されていることを簡単に触れているが、面白い話題が多いと思われるので、もう少し詳しく書いた方が良かったかもしれない。

経済への寄与は、アメリカでの調査についての報告のあと日本及び中国での調査を比較している。日本の農業分野での利用が品種改良にほとんど限られるため、この分野はアメリカと比較して極端に低い値になっているのが興味深い。また、1997年の統計なので現在は様子が違っているかもしれないが、日本における医療での寄与ももう少し伸びても良いような気がする。

全体的に細かいところを読むと「あれ?」と思うところもないわけではない。一般向けとしては厚く気軽に買える本ではないだろう。しかし比較的専門外の人に対しても分かりやすく、非常に興味深く書かれており、非常に内容の濃い本であると思う。

坂内忠明 環境放射線影響研究グループ

印象記

放医研国際シンポジウム

「細胞および分子レベルでの放射線応答の可視化」

企画部 国際・交流課 課長
伴 貞幸

NIRS International Symposium on
Visualization of Radiation Response at the Molecular and Cellular Levels

12&13 March 2007
Lecture Hall,
Research Building for Charged Particle Therapy 2F,
NIRS, Chiba, Japan

NIRS National Institute of Radiological Sciences
International and Research Cooperation Section at
E-mail: kokukou@nirs.go.jp
www.nirs.go.jp/ENG/info/070312.shtml

H. Bryant, Sheffield, UK
The Therapeutic Use of PARP Inhibitors in Homologous Recombination Deficient Cancers

Y. Fujibayashi, Chiba, Japan
Glycolysis-Associated Gene Expression as a Marker of Prognosis after Stereotactic Radiosurgery: Cell and FDG-PET Studies

E. Hara, Tokushima, Japan
Visualization of Oncogenic Stress Response in Living Animals

K. Iwabuchi, Kawakita, Japan
3BP1 in Repair of X-Ray-Induced DNA Damage

T. Kato, Chiba, Japan
Molecular Visualization of DNA Double Strand Breaks

D. Kajihara, Tokyo, Japan
The Latest Trend of *in vitro* Imaging in Cancer Research

C. Li, Aurora, USA
Visualizing Tumor Response to Radiation *in vivo*

Y. Michikawa, Chiba, Japan
Radiation-induced Delayed Responses of Mouse SCCVII Cancer Cells Observed by Time Lapse Microscopy

S. Nakajima, Sendai, Japan
Analysis of Cellular Responses to Various Types of DNA Damage in Living Cells; Damage Responses of Proteins Involved in Translesion Synthesis

M. Tomita, Komae, Japan
Imaging Analysis of Radiation-induced DNA Damage Induced by Accelerated Heavy Ions or Synchrotron X-ray

G. Vares, Chiba, Japan
On Radiation-Induced Adaptive Response in Fetal Mice: II. A Comparative Microarray Analysis of Gene Expressions in Mouse Fetuses

B. Wang, Chiba, Japan
On Radiation-Induced Adaptive Response in Fetal Mice: I. A Study at the Cellular and Whole-Body Levels

P. F. Wilson, Jr., Livermore, USA
Interphase and Metaphase Cytogenetics: New Insights into Cellular Responses to Low Dose Ionizing Radiation Exposure

T. Yasuda, Chiba, Japan
UV-damage Recognition in the Context of Nucleosomal DNA

シンポジウムポスター

近年、蛍光プローブの飛躍的な開発が進み、生きたままの細胞内での種々の生命活動が鮮明なイメージで観察できるようになっている。このような技術を用いて医療用放射線あるいは環境放射線に暴露された細胞内での小器官あるいは分子レベルで何が起きている

管内および生体内細胞に及ぼす放射線の影響の可視化、DNA 損傷とその修復の可視化、放射線診断およびがん治療への応用等の 14 演題の講演がなされた。当日は、所内、大学、公・私立研究機関、企業から 120 名もの参加者があり、活発な質疑応答がなされた。

のかを理解する試みもなされてきている。細胞・分子イメージング研究の近年の発展を背景にして、国際・交流課と重粒子医科学センター・粒子線生物研究グループとの共催で、3月12-13日に「細胞および分子レベルでの放射線応答の可視化」(Visualization of Radiation Response at the Molecular and Cellular Levels)と題する放医研国際シンポジウムを開催した。

シンポジウムの開催発案が1月半ばで、開催までにわずか2ヶ月間しか無いと言う時間的制約があったが、海外から3名、国内から5名の著名な若手研究者と、所内から6名のアクティブな若手研究者を演者として招待することができ、非常に魅力あるプログラムを編成することができた。シンポジウム委員長は高橋千太郎理事で、プログラム委員は岡安隆一グループリーダー、加藤宝光研究員と、筆者が担当した。高橋委員長による開会の挨拶の後、試験

演題要旨紹介

道川祐市博士(放医研)は放射線照射後の個々の培養細胞の動態を経時的に観察した。放射線照射により、細胞の非対称性分裂が多くなり、分裂後の娘細胞間でも致死的損傷の違いが観られた。本研究は、放射線被ばくの記憶が長期間にわたって細胞内に維持されていることを直接に観察する上で重要な研究である。

細胞あるいは小動物に前もって非常にわずかの放射線を照射してから大量の放射線を照射した場合に、大量の放射線の生物学的効果が非常に小さく出ることが観察される場合がある。これを放射線の適応応答と言う。Wang Bing 博士(放医研)はマウス胎児の生存率と奇形形成を指標として、放射線の適応応答効果を調べた。適応応答は線量、線量率、動物種、胎児期によって非常に異なり、また、p53 がホモ接合体でなければならないようである。

Guillaume Vares 博士(放医研)は、Wang 博士の研究で適応応答の観られた実験条件下での遺伝子発現をマイクロアレイ技法を用いて調べた。彼は 166 個の適応応

答関連遺伝子を見つけたが、これらの多くは胎児成長に重要な働きをするものであった。転写活性を指標として見る限りにおいては、適応応答関連遺伝子中には DNA 修復に直接に関与する遺伝子は含まれていなかった。しかし、適応応答の始まる前にヒストン H2AX のリン酸化(このリン酸化 H2AX は γ H2AX と呼ばれる)が多くなることから、適応応答に DNA 修復系が関与する可能性もある。

HIF-1 α は腫瘍の増殖に関与している。Chuan-Yuan Li 博士(コロラド州立大学)は、HIF-1 α の ODD(酸素依存領域)にルシフェラーゼ遺伝子を融合して ODD-luc 遺伝子を作成した。融合遺伝子を造腫瘍性細胞に導入して、低酸素あるいは薬物によりストレスを与えるとルシフェラーゼ活性が上がった。融合遺伝子導入細胞をヌードマウスに移植すると、腫瘍の大きさ、転移腫瘍の増殖等が見事に可視化された。また、腫瘍に放射線あるいは制がん剤を投与するとルシフェラーゼ活性がはっきりと上昇した。本研究は放射線治療の条件を決めたり、腫瘍中の血管新生の機構を明らかにする上で極めて重要な研究である。



演者とシンポジウム世話人一同



シンポジウム会場の風景

原英二博士（徳島大学）の講演も、融合遺伝子を用いて遺伝子の挙動を可視化した研究についてであった。p21Waf1/Cip1/sdi1 は細胞周期チェックポイント、細胞老化、細胞分化等の、腫瘍抑制のすべてのプロセスに関与する重要な遺伝子である。ところが、p21Waf1/Cip1/sdi1 を欠損するマウスで特に腫瘍が発生しやすいということは無い。それで、生体内における p21Waf1/Cip1/sdi1 の挙動を調べるためにルシフェラーゼ cDNA を融合した遺伝子 p21-Flec を作成して、マウス中の p21Waf1/Cip1/sdi1 遺伝子の転写活性を可視化することに成功した。p21-Flec-マウス系はがんの治療効果を評価する上で新たな知見を得るための有用なモデルとなると思われる。

Paul Wilson 博士（ローレンス・リバモア国立研究所）は2つの研究成果を報告した。ヒトの放射線感受性には非常に大きな個人差があることは分かっている。その個人差は何を意味するのだろうか？放射線感受性の高いヒトでは DNA 修復能が低下しているのだろうか？もし

そうならば放射線高感受性のヒトはがん感受性も高いのだろうか？あるいは、放射線高感受性のヒトに放射線治療を施すと放射線による副作用が大きいのだろうか？これらは古くから出されている問題であるが、未だに一つも明らかにされていない。放射線を照射すると DNA 二本鎖切断 (DSBs) が誘発され、そこにあるヒストン H2AX がリン酸化される。γ H2AX の存在と数は抗 γ H2AX 抗体を使っての免疫染色法で調べることができる。DSBs が減少すると γ H2AX も減少することから、γ H2AX を計数することによって DNA 修復能と修復されない DSBs の量を評価することができる。Wilson 博士は、65 人の健常人から樹立した線維芽細胞の放射線損傷の修復を γ H2AX のフォーカス数を計数して調べた。65 細胞系間には DNA 修復能と修復されない DSBs の量に大きな個人差があり、その中には放射線高感受性として知られる遺伝病患者由来細胞に匹敵するほどに修復能が低下している細胞もあった。ただし、線維芽細胞で評価した放射線感受性が正常ヒト個人の放射線感受性

をどこまで反映するのかを明らかにするのが今後の課題である。次に、彼は、Rad51 を欠損する [すなわち、相同組換え修復 (HRR) を欠損する] 細胞では S 期が非常に放射線高感受性になっており、FancG を欠損する細胞と類似の染色体異常を示したことを報告した。この研究は、ファンコニー貧血症候群遺伝子が HRR に関与することを示唆しており、今後の発展が期待できる。

高度にハイスループット化された自動画像処理と画像解析技術と蛍光標識技術の発展は、ハイコンテンツ解析 (HCA) という画像解析研究を可能にした。梶原大介博士 (GE ヘルスケア バイオサイエンス社) は HCA の説明と、HCA を使った例として細胞周期の解析法と放射線照射後の非小細胞肺癌 (NSCLC) 細胞の反応を示した。EGFR に突然変異を持っている NSCLC には分子標的治療薬剤として有名なイレッサが非常によく効く。NSCLC 細胞は EGFR に突然変異を持っているかどうかで放射線への応答も異なることが HCA によって奇麗に示された。しかし、突然変異のある場所によって放射線感受性が異なるようなので、例数を増やして突然変異位置と放射線感受性との関係を明らかにすれば、NSCLC の放射線治療に大きな成果が得られると思われる。

紫外線を浴びると DNA 上に種々の損傷が誘発される。その中でも、DNA 一本鎖上に生じるピリミジンダイマーと 6-4 光産物が主な損傷である。このような損傷は主に塩基対除去修復 (NER) 系によって修復される。NER 系とは、損傷の近くにニッキング酵素により切れ目が入り、エンドヌクレースによって損傷を含む幾つかの塩基が切り出されて、その後、ポリメラーゼが相補性 DNA を鋳型にして除去された部分の DNA を複製し、ライゲースが元の DNA 末端と新生 DNA 末端を結合して修復が完了する機構である。さて、DNA はヒストンたんぱく質にからまって高次構造を形成している。高次構造の中にある紫外線誘発 DNA 損傷をどうやって認識するのか

について、安田武嗣博士 (放医研) は非常にわかりやすく説明した。NER 系においては、XPC たんぱく質複合体と UV-DDB たんぱく質が損傷認識にあっているらしい。XPC たんぱく質複合体が結合できる DNA 損傷は剥き出しになっていなければならないし、また損傷の無い DNA 部分にもある程度は結合してしまうという2つの欠点を持つ。UV-DDB たんぱく質は高次構造中にある損傷を認識して、その部分の DNA をむき出しにする。そこへ XPC 複合体が結合して損傷を認識することにより、NER が開始するらしい。UV-DDB たんぱく質は損傷の無い DNA 部分を剥き出しにすることは無いので、その部分の DNA は XPC たんぱく質複合体から保護されることになる。

DNA 上に損傷が誘発されても、その損傷を何となく乗り越えて DNA 複製を進めてしまう '複製後修復' という機構が存在する。複製後修復にはポリメラーゼ η のような特別な DNA 合成酵素が関与する。中島敏博士 (東北大学) は、細胞に波長の異なる紫外線を照射することにより、DNA 一本鎖切断 (SSB)、塩基損傷、DSBs を誘発させて、いずれの損傷部位にも RAD18 が速やかに集積し、長時間そこにとどまることを観察した。彼は、RAD18 の中央部にある小さい部分と SAP 部位が複製後修復に必須であることを示した。中島博士によると、複製後修復に関与するタンパク質の機能は DNA 複製には関与していないようである。

加藤宝光博士 (放医研) は、G2 期にある細胞に炭素線を照射後に抗 γ H2AX 抗体と抗 Rad51 抗体で二重染色して免疫染色を行ったところ、γ H2AX のフォーサイと Rad51 のフォーサイの位置がほぼ一致することを観た。Rad51 は HR 修復系で働く酵素であるから、重粒子線によって誘発された DSBs も HR 系で修復されることが示唆された。

DNA-PKcs は DSBs に対する非相同性末端結合 (NHEJ) 修復系における重要な酵素たんぱく質である。

富田雅典博士（電中研）は、DNA-PKcs は高 LET 重イオン線によって誘発された DSBs を効率よく認識できるが、高 LET 放射線によって誘発される DNA 損傷は非常に複雑であるために NHEJ 修復系が簡単には働かないことを示した。多くの DSBs 修復たんぱく質が知られているが、これらのたんぱく質の放射線直後の挙動があまり知られていない。富田博士は、細胞に X 線マイクロビームを照射したところ、NBS1、リン酸化 DNA-PKcs、ATM、リン酸化 Chk2、SMC1 は細胞核の照射部位に集まっていたが、リン酸化 Chk1 と ATR は核全体に分布していることを観察した。これらのことは、DNA 損傷を受けた後の DNA 修復と細胞周期チェックポイントの各プロセスの関わりを調べる上で有用な情報である。

岩淵邦芳博士（金沢医科大学）は、53BP1 と 53BP2 を同定し、放射線照射された細胞中では 53BP1 が γ H2AX と共存すること、ATM 依存性であること、53BP1 欠損細胞が G1 期で放射線高感受性を示すことか

ら、53BP1 が NHEJ 修復系で働くことを証明した。しかし、53BP1 が関与する修復には Ku70、Ku80 および Artemis たんぱく質を必要としないが、ligase IV を必要とした。すなわち、NHEJ 修復系には、ATM-Ku70/Ku80 (with or without Artemis) -Ligase IV/XRCC4 の系と ATM-53BP1- Ligase IV/XRCC4 の系があるようである。

藤林康久博士（放医研）は、培養されたヒトがん細胞を使って放射線照射直後のデオキシグルコース (DG) と解糖系にある遺伝子産物の発現を調べた。その目的は、PET による放射線照射直後の腫瘍の反応を評価するための基礎的データを得ることである。照射後 3-5 時間で DG の蓄積が増加した。また、腫瘍組織中のグルコース代謝における高線量放射線の急性効果を観るために、放射線治療前後の 2- 18 F フルオロ -2- デオキシ -D- グルコース (FDG) の腫瘍内への取り込みを測定した。照射線量は 24-32Gy であった。19 の脳腫瘍のうち 18 腫瘍

で FDG の取り込みが増加し、その増加は腫瘍サイズの減少と関連していた。FDG-PET は脳腫瘍の放射線治療の結果を予測する上で有用であることがわかった。

ヒトの一個の細胞中の DNA は活性酸素等の攻撃により一日におよそ 10000 個の一本鎖切断を受けるようである。これらの一本鎖切断は PARP という酵素によって修復されてしまうので、一日に 10000 個もの DNA 一本鎖切断が生じて細胞自体には何らの影響も無い。Helen Bryant 博士（英シェフィールド大学）は、自然に誘発される DNA 一本鎖切断をがん治療に使うという全く新しいアイデアを提唱した。PARP の働きを無くしてやると、DNA 複製箇所に一本鎖切断が来ると岡崎フラグメントのところで DSBs が起きたような状態になる。しかし、正常細胞では HR 修復系が働いて、その DSBs もきれいに修復してしまう。今までの多くの研究からがん細胞の中には HR 修復系を欠損する細胞が多く存在することが知られている。例えば、乳がんの 5-30% のケースでは BRCA1 あるいは BRCA2 たんぱく質を欠損するために HR 修復系が働かない。これらのたんぱく質の欠損は遺伝子上の突然変異によるものもあるが、ほとんどの場合遺伝子のプロモーター部分がメチル化されることによって遺伝子がサイレントの状態になっているからである。さて、PARP インヒビターは毒性の全く無い量で完全に DNA 一本鎖切断の修復を抑制する。HR 欠損細胞に PARP インヒビターを処理すると、DNA 複製箇所の DSBs を修復できないためにその細胞は致死的な作用を受ける。次に、Bryant 博士は、正常細胞には全く無害の量の PARP インヒビターが動物に移植したがんを治療する上で非常に有望であることを示した。BRCA2 欠損細胞をヌードマウスに移植して腫瘍を形成させてから、PARP インヒビターを処理したところ、その腫瘍は完全に消失してしまった。もちろん宿主マウスには薬の副作用は全く観られなかった。この素晴らしい治療法が実際の臨床に応用されることも近いと思われる。

終りに

シンポジウムの最後に Li 博士が、本シンポジウムは今後の効率的な研究を推進するうえで最新の研究内容を相互に把握・交流し、理解し合うための有意義な意見交換の場となったと総括された。今回のシンポジウムは、所内の 4 つの研究センターから演者を出していただくという、放医研では初めてのセンター横断的な会合とすることを試みてみたが、その意図は Dr. Li の総括に述べられているとおりでである。本シンポジウムが、全所的な研究交流・協力のきっかけとなり、国内外の著名な研究者との交流を育む機会ともなることを切望する。なお、講演内容は英語版報文集として発行する予定なので、そちらも是非参照していただきたい。

謝辞

すばらしい研究成果を発表していただいた演者の先生方、座長をお引き受けくださった酒井一夫先生、丹羽太貫先生、岡安隆一先生、Paul Wilson 先生、Helen Bryant 先生、Chuan-Yuan Li 先生に深く感謝する。本シンポジウムの事務全般にご尽力いただいた伊藤悦子氏に感謝する。外国人演者の招聘手続きにご尽力いただいた足立和子氏、国内演者の招聘手続きにご尽力いただいた大熊智子氏、ポスター、パネルを作成していただいた飯田治三氏、道下恭子氏、会場運営にご尽力いただいた横塚哲也氏、中村幸子氏、三代重子氏、上島泰子氏、畠山裕子氏と、粒子線生物研究グループの若手研究者の皆様方に心より感謝する。



シンポジウムをアナウンスする立看板

皇后と皇太子妃と放医研

市川龍資

皇太子妃雅子さまがまだとてもお元気であられた頃のことであった。赤坂御苑の園遊会への招待状が宮内庁から届いたので、家内ともども出掛けていった。

園内には多くの人達が集っていたが、偶然にも宮内庁の重要人物八木貞二侍従次長（当時）にばったり会った。彼は大学院時代有名な魚類学者である末廣恭雄教授の研究室にいて、ぼくのいた放射能御三家の一人である松山義夫先生の研究室と極めて親密な関係にあったから、お互いによく知っていた。いつ頃であったか末廣先生が宮内庁に推せんして彼を東宮侍従にしまったのである。もちろん現天皇が皇太子だった頃の生物学のお相手としての東宮侍従であった。

御料牧場でつくった羊の肉とか他のところではお眼にかかれぬものを教えてくれて、いくつか味わったが、どのあたりにいると良いかも教えてくれた。ついて行くと比較的狭い道の部分だった。この辺にいと良いのですと云ってくれた。どうしてなのかわからなかったが、理由はあとになってわかった。

ある時間になると、皇族の方がたがゆっくりと天皇陛下を先頭にして歩いてこられた。広い場所ではどうしても距離をおいて見ることになる。この狭い道では、直ぐ目の前を通ってゆかれるので最も近くで会えることになる場所だったのである。天皇陛下は微笑を浮かべながら左右に会釈しつつ歩いて行かれたが、美智子皇后はぼくの胸の名札に眼をとめて立ちどまれ、ぼくの方に近づいて来られた。ぼくの胸には放射線医学総合研究所と大きく書いた横四角の布がとめてあったのである。美智子皇后は、「放射線のことを研究しておられるのですか」とお訊ねになられた。原子力発電など原子力の平和利用に関して環境の放射能の防護についての仕事をしていますとお答えしたように思うがよくおぼえていない。あとになって、もっとくわしくお話しすればよかった惜しいことをしたと反省した。皇太子殿下も天皇陛下と同じように、にこにこして通り過ぎてゆかれたが、どういう偶然の力が働いたのであろうか、雅子

皇太子妃も美智子皇后とまったく同じようにぼくの胸の放医研の名札に眼をとめて立ちどまれ近づいて来られた。そしてさきほどと同じように「放射線のことを研究しておられるのですか」とお訊ねになられた。ぼくは皇后陛下と皇太子妃とお二人ともそろって放射線のことに関心をお持ちになっておられることに驚いた次第であった。さきほどと同じように原子力平和利用の分野における環境放射能の研究をしていますとお答えしたところ、「大層重要なことと存じます。是非進展させて下さい」というようなお言葉を頂戴した。

皇室では男性より女性の方が放射線に対して興味と理解がおりなのであろう。大変結構なことである。皇后陛下が皇太子妃であられたとき、お一人で放医研にご視察に来られたこともあった。明仁皇太子殿下がおいでになられたときは、ぼくもウナギを使った実験をご覧に入れることができたが、この時はその機会はなく、放医研敷地の入口近く（守衛所が片側にあったところ）でお帰りをお見送りした。面白かったのは、守衛所の外側の道に放医研の近くにある彌生幼稚園の園児たちが先生につれられてきて一列に並び、旗を持って美智子妃殿下のお見送りをしていたことである。美智子さまもそれに気付かれて笑顔でお手を振っておられていたのを記憶している。この幼稚園の女性の先生は経営の才にすぐれ、頭のまわる人だったので美智子さま放医研ご来訪を知ってアレンジしたものと思われる。園児たちは家に帰って美智子さまにお会いできたことを両親に報告したのであろう。

それとはともかく、女性皇族お二人がそろってぼくの放医研の名札に気付かれご質問を下されたことは極めて意義深いことである。わが国のエネルギー安全保障という国の重要な問題における原子力の持つ役割は極めて大きい。近い将来、六ヶ所村に使用済核燃料再処理施設も操業が開始されることになっている。皇室の方々にも原子力と放射線に深い関心を持っていただくことは喜ばしいことである。

ICHIKAWA RYUSHI（元放医研科学研究所研究官）

編集後記

2007年6月号は、特集に始まり、ビキニ環礁の印象記と国際シンポジウムの印象記のいずれも、海外からの情報を多く含む話題をお届けする次第となりました。特に同調を図って揃えたわけでもなく、偶然重なったわけではありますが、それだけ放医研の海外交流が盛んになったことの1つの表れではないかとポジティブに解釈したいと思います。また、放医研がビキニ環礁での第5福竜丸被ばく事故の障害治療を目的に設立された経緯を考えますと、特集とビキニ環礁の印象記は、放医研の設立当初からの課題に関連の深い話題です。一方、放射線応答の可視化シンポジウム印象記は、モダリティ横断的かつセンター横断的な企画でしたが、放射線影響（あるいは応用）研究の最先端と言えます。その意味からは、興味深い新旧対比ができたものと感じます。また、今回は放射線科学としては珍しい海外からの投稿をいただきました。これら英文原稿の掲載方法に関しては、編集委員間でも議論がありましたし、それぞれ利点欠点はありますが、原文尊重の点から、英文原文に和文要約を付ける形で掲載させていただきました。基本的に和文誌である放射線科学が海外で広く読まれることはあり得ませんが、今後も、外国人からの投稿が増えれば情報により幅ができ、より楽しい紙面にできるのではないかと期待しています。

次号予告

特集「ここまできた重粒子線治療—現状と将来展望—」

辻井博彦	重粒子医科学センター長
鎌田 正	重粒子医科学センター病院
金井達明	物理工学部
野田耕司	物理工学部
北川敦志	物理工学部
村上 健	物理工学部
西澤かな枝	重粒子医科学センター
松藤成弘	臨床治療高度化研究グループ
岡安隆一	粒子線生物研究グループ
古澤佳也	粒子線生物研究グループ
今井高志	ゲノム診断研究グループ
安西和紀	粒子線生物研究グループ
安倍真澄	先端遺伝子発現研究グループ

編集委員会

委員長 酒井 一夫	金澤 光隆	石井 伸昌
委員 内堀 幸夫	小橋 元	立崎 英夫
白川 芳幸	菊池 達矢	鈴木 敏和
高田 真志	長谷川純崇	杉森 裕樹
玉手 和彦	神田 玲子	
加藤 博敏		
事務局 近江谷敏信		

放射線科学

第50巻第6号

2007年6月15日発行

編集・発行

独立行政法人 放射線医学総合研究所
〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1
電話 043(206)3026 Fax.043(206)4062 Eメール info@nirs.go.jp

（禁断転載）



<http://www.nirs.go.jp>