

自然放射線被ばく研究ネットワークの構築

実施予定期間：平成 21 年度～平成 23 年度
代表機関：独立行政法人放射線医学総合研究所放射線防護研究センター

代表者：酒井 一夫（放射線防護研究センター長）

国内参画機関：鹿児島大学大学院医歯学研究所

代表者：秋葉 澄伯（教授）

国内参画機関：琉球大学理学部

代表者：古川 雅英（教授）

国内参画機関：名古屋大学大学院工学研究科

代表者：山澤 弘実（教授）

国外参画機関：中国 輻射防護研究所放射線疫学研究部

代表者：Quanfu Sun（副所長）

国外参画機関：韓国 韓国原子力安全技術院放射線評価部

代表者：Ju-Yong Yun（室長）

国外参画機関：タイ チュラロンコン大学工学部

代表者：Supitcha Chanyotha（准教授）

国外参画機関：インド H. N. B ガルワル大学物理学科

代表者：Rakesh Chand Ramola（准教授）

I. 概要

アジア主要国（中国・韓国・タイ・インド）において自然放射線源による被ばく線量を標準化された手法を用いて評価することを目的として、被ばく評価手法の標準化、内部被ばく評価、外部被ばく評価、健康影響評価に関して国内 4 機関が合同で研究を進める。上記 4 カ国の研究機関の協力を得て、各国の現地調査を展開する。

1. 研究の目的

原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）2000 年報告によると、一般公衆が 1 年間に受ける自然放射線源による被ばく線量は世界の平均値として 2.4 mSv とされている。この値は法律で規制される原子力施設等から放出される放射線による線量の一般公衆に対する限度（1 mSv/年）の 2 倍以上である。しかし、この自然放射線源による被ばくの程度やその要因・内訳は国によって様々であり、UNSCEAR による報告値は大きなばらつきのある中の平均値に過ぎない。そのため、世界の人口の約半分を占めるアジア地域での自然放射線源による被ばくの実態やそれによる人体への健康影響を調べることは世界規模で意義深いものとなる。特に、ラドンによる被ばくは重要課題であり、世界保健機構（WHO）は 2005 年に国際ラドンプロジェクトを立ち上げ、屋内ラドンの被ばくに対する警鐘を鳴らし、屋内のラドン濃度を低減して、肺がんのリスクを下げるように勧告している。また、WHO は近年発表された疫学研究をもとに屋内ラドンの参考レベルとして 100 Bq m⁻³ を提案した。さらに、国際放射線防護委員会（ICRP）はこのプロジェクトの結果を受け、近々声明を出す予定である。

これまでに欧州や北米においてラドンと肺がんの疫学調査が実施されてきたが、自然起源放射性物質（NORM）に対する取り組みは国内外ともにほとんどなされていない。中国の黄土高原には多くの人々が洞窟式住居で暮らしているが、住居を取り囲む土壌や岩石中にはウラン、トリウム、カリウムといった NORM が多く含まれている場合がある。韓国では国際的な要請から昨年より屋内ラドン濃度調査が開始された。タイでは多くの希土類や石油等のプラントが存在しているが、その際に NORM による被ばくが社会的な問題となっている。インドでは急速な経済成長に伴い

エネルギーの需要が大きくなったため、トリウム燃料を用いた原子炉の開発が進められているが、トリウム系列核種による被ばくがトリウム含有量の多い地域で問題となっている。また、トリウム原料の採鉱や精製の工程における作業員の被ばく等にも関心が高まっている。そこで本研究では、これらのアジア諸国において自然放射線源による被ばく線量を標準化された手法を用いて評価し、健康影響評価も視野に入れながら、それらの成果を世界に向け情報発信することを目的とする。

2. ネットワーク構築の実現可能性

平成 17 年度より科研費基盤研究（B）（海外学術調査）による中国黄土高原での疫学調査のパイロットスタディを鹿児島大学とともに進めてきた。これまでの結果から、この調査以前にアメリカが主導で行い、ICRP の 2007 年主勧告の根拠となった大規模な疫学調査結果とは全く異なる結果が得られる可能性がある。韓国では昨年より屋内ラドン全国調査を開始した。測定器には申請者らが開発したパッシブ型ラドン・トロン弁別測定器が用いられている。一昨年 9 月には韓国から研究者 2 名が来日し、放医研において調査に適した測定器に関する情報収集を行った。昨年 12 月には申請者が韓国に招聘され、本調査計画に対する助言を行った。タイでは、政府からの依頼でチュラロンコン大学が NORM プロジェクトを立ち上げている。2003 年には同大学から原子力交流制度を利用して放医研に 4 ヶ月間在籍し測定技術の習得を行うとともに、同年申請者が専門家として同大学に派遣され講義や実験指導を行った。タイでは十分な調査や解析が進んでいないことから、我が国の技術を導入することにより新しい知見を世界に発信できる。インドの原子力政策の一環として、トリウム燃料を用いた原子炉の開発がある。インドにはトリウム含有量の多い地域がケララ州とオリッサ州に存在する。オリッサ州を対象とした調査はほとんど行われていないため、一昨年 H. N. B. ガルワル大学で開催された第 15 回固体飛跡検出器に関するシンポジウムに申請者が招待講演者として招かれた際、今後トリウム系列核種による被ばくが社会的に問題になる可能性があるため同地域における調査のための技術協力を依頼された。

3. 本制度により取組を支援する必要性

自然放射線源による主要な被ばく源として屋内ラドンが挙げられるが、最近の論文では、従来欧米で規制値として設けられていたラドン濃度よりも低いレベルで肺がんの有意性が示されたこともあり、WHO が国際ラドンプロジェクトを立ち上げた。これは屋内ラドンを低減しようという世界規模のキャンペーンである。本研究は、新たな技術を駆使した未開拓のフィールドでの調査を予定していることから、民間ベースの技術協力や既存のプログラムではカバーすることは難しい。また、屋内ラドンをはじめとする NORM を対象とした研究は、いずれ法令化も視野に入れて進めて行くべきものであることから、産業界主導で行うべき研究ではない。

4. 継続性の担保（特に課題期間終了後の取組）

放医研のラドン校正実験施設は、国際的なラドン標準機関である PTB（ドイツ：Physikalisch-Technische Bundesanstalt）との比較実験によって、その信頼性を確立してきた。現在、定期的に PTB で校正されたラドン測定

器を用いて、校正実験施設内のラドン濃度を値付けしている。本研究終了以降においても、継続的に PTB との比較実験によって測定値の信頼性を担保してゆく必要がある。また、国際電気標準化会議（IEC）では、ラドン標準場及び測定に関する規格を整備しており、申請者は本会議の中心的なメンバーとして活動している。今後も継続して、IEC において発言し、IEC に登録されるべき準備を進めていく必要がある。さらに、UNSCEAR や ICRP 等の放射線防護に関する国際委員会においても本研究で得た成果を引き続き発信していき、諸委員会が発行している報告書に掲載されるべく努力を進める。また、実務者への情報提供には NORM 関連の Web サイトの立ち上げは必要不可欠であり、本研究終了後にはこれらの整備に掛かる必要がある。これら Web サイトの充実化にもない、地下資源を多く保有するアジア及び関連諸国とのネットワークが拡大し、NORM による健康及び環境影響について世界に先駆けて情報発信していくことができると思われる。また、今回の研究ネットワークの構築がなされた場合、当研究所で運用している国際オープンラボ制度を活用し、経常的な国際協力体制の維持を進める。

5. 我が国を中心としたアジア・アフリカ諸国等との政府レベルでの協力関係の強化・構築への発展性

現在、地球温暖化を抑制できる手段として原子力エネルギーの利用が見直されつつある。その一方で、原子力の安全性に対する公衆の理解が十分に進んでいない。これには放射線による人体への影響が明確に示されていないことに起因していると考えられる。規制下におかれた原子力施設からの放射線に対する公衆に対する線量限度は 1 mSv であるが、自然放射線源による被ばくによる線量はその 2 倍以上であると見積もられている。従って、多種多様なフィールドを有するアジア地域において、自然放射線源による被ばくの実態の解明と健康影響を明らかにすることは、我が国のみならず世界規模で意義深い成果となる。また、本研究では NORM による被ばくを視野に入れた研究を展開するが、これまでその影響を懸念する認識はあったものの、実態解明等はほとんど手つかずの状態であった。現在では特に東南アジアにおいてこの種の問題が大きく取り上げられているため、IAEA や OECD も NORM に関して取り組みを開始した。

得られる成果のうち評価法に関しては国際標準となる可能性を秘めていることから、二国間あるいは他国間の政府レベルでの相互関与は十分に可能であり、協力体制の枠組み形成に展開されていくことを想定している。

6. 生命倫理・安全面への配慮について

該当なし。

7. 研究実施体制

a. 国外参画機関の役割分担

中国からは輻射防護研究所が参画する。黄土高原におけ

るラドンと肺がんに関する疫学調査（ケース・コントロール研究）を実施する。既に放医研との協同でこの地域でのパイロットスタディは完了し、十分な成果を見込めると判断している。本調査への移行は可能であり、実施すれば世界的にもインパクトの高い成果を示すことが可能である。韓国からは韓国原子力安全技術院が参画する。当該研究所は国際的な要請から昨年より屋内ラドン全国調査を 4 年間にわたり展開している。この調査に併せて屋内トロンへの挙動と被ばくの実態を解明する。トロンは十分に研究されていないこともあり、この調査は国際的にも注目度の高い研究である。タイからはチュラロンコン大学が参画する。当該大学はタイ政府から NORM プロジェクトを委託されている実績のある機関である。タイ国内の様々な産業界とのチャンネルを有しているため、これまで困難とされてきた NORM による被ばく調査の実施が可能となる。インドからは H. N. B. ガルワル大学が参画する。当該大学はラドンを初めとする環境放射能測定分野では優れた実績を有し、代表者は日本学術振興会（JSPS）フェローとして放医研にも滞在していた。インドにはトリウム含有量が豊富な地域が 2 カ所存在する。本研究ではオリッサ州の地域での調査を予定する。トリウム系列核種による被ばくの実態を調査するとともに、高自然放射線地域における疫学調査の可能性を探る。

b. 代表機関を含む国内参画機関の役割分担

(1) 測定技術の標準化： 未だ十分に確立されていない内部被ばく評価法を重視した手法の標準化を進めることになるが、各国で得られたデータの品質保証のため、放医研が中心となって放射性エアロゾルチェンバーを利用した校正を定期的実施する。

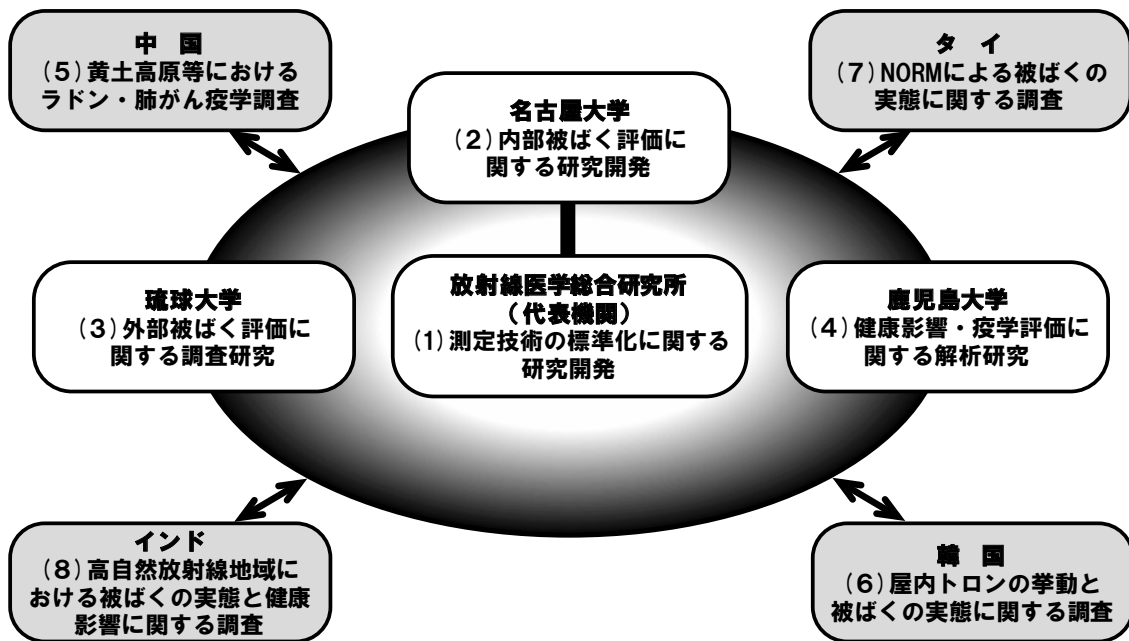
(2) 内部被ばく評価： 名古屋大学が主体となって、放射性エアロゾルを粒径別に捕集し測定する手法を導入して、アジア各国での内部被ばくに関する情報を収集する。

(3) 外部被ばく評価： 琉球大学理学部が主体となって、対象となる環境中の被ばく源を特定できる手法を導入して、各国の外部被ばくに関する情報を収集する。

(4) 健康影響・疫学評価： 鹿児島大学が主体となって、パイロットスタディを通じて、対象となる環境での疫学調査実施の可能性を探求し、可能な場合には本調査に移行する。

c. 責任体制及び機関間の連携を図る手法

放医研を中核機関として研究実施体制を構築する。機関間の連携に関しては定期的な会合（招へい及び派遣）の開催を通じて、進捗状況を相互に把握し問題点が生じた場合には迅速に対応できるよう情報の共有化を図る。共同研究の契約を締結し、成果の共有に関しては、特許等の知的財産に関しては共同で出願することをあらかじめ相互に認識しておく。



氏名	所属部局・職名	提案課題における役割
◎酒井 一夫	(独)放射線医学総合研究所放射線防護研究センター・放射線防護研究センター長	「研究統括」担当、研究代表者
石川 徹夫	(独)放射線医学総合研究所放射線防護研究センター・主任研究員	「研究実施体制の構築、測定技術の標準化、現地調査」担当、実施実務担当者
S. K. Sahoo	(独)放射線医学総合研究所放射線防護研究センター・主任研究員	「研究実施体制の構築、現地調査」担当
米原 英典	(独)放射線医学総合研究所放射線防護研究センター・プログラムリーダー	「研究実施体制の構築、健康影響・疫学評価」担当
吉永 信治	(独)放射線医学総合研究所放射線防護研究センター・チームリーダー	「研究実施体制の構築、現地調査、健康影響・疫学評価に関する解析研究」担当
M. Janik	(独)放射線医学総合研究所放射線防護研究センター・研究員	「研究実施体制の構築、測定技術の標準化」担当
大森 康孝	(独)放射線医学総合研究所放射線防護研究センター・研究員	「測定技術の標準化、現地調査」担当
岩岡 和輝	(独)放射線医学総合研究所放射線防護研究センター・研究員	「現地調査」担当
山澤 弘実	名古屋大学大学院工学研究科・教授	「内部被ばく評価に関する研究開発」担当
秋葉 澄伯	鹿児島大学大学院歯学研究科・教授	「健康影響・疫学評価に関する解析研究」担当
古川 雅英	琉球大学理学部・教授	「外部被ばく評価に関する調査研究」担当
Q. Sun	中国輻射防護研究所放射線疫学研究部・副所長	「中国黄土高原におけるラドン・肺がん疫学調査」担当
J. Y. Yun	韓国原子力安全技術院放射線評価部・室長	「屋内トロン挙動と被ばくの実態に関する調査」担当
S. Chanyotha	チュラロンコン大学工学部・准教授	「NORM による被ばくの実態に関する調査」担当
R. C. Ramola	H. N. B ガルワル大学物理学科・准教授	「高自然放射線地域における被ばくの実態と健康影響に関する調査」担当

8. 各年度の計画と実績

a. 平成 21 年度

- ・計画
- ・国内外参画機関との情報交換、研究開発及び調査の実施計画の協議等のため、参画機関間で研究打ち合わせを行うとともに研究全体会議を開催する。
- ・現地において協議等を行うことにより関連する情報収集を行い、それを踏まえた実施計画（案）を作成する。
- ・各参画機関のテーマについて、実施計画を固めるとともに所要の準備を進める。
- ・実績
- ・研究実施体制を構築するため、各国内外参画機関の研究者と研究打ち合わせ、調査予定の現地視察及び予備調査を行った。また、当該研究所において各国内外参画機関の研究者を招集し、現在の状況把握や今後の研究計画等について打ち合わせを行うための第一回研究運営会議を行った。
- ・当該研究所で所有しているラドン濃度、温度、湿度、エアロゾル個数濃度、エアロゾル粒子径を制御できる施設において、ラドンの連続測定器及びラドンチャンバーに関する関連機器のセットアップを行った。また、ラドン測定器の品質保証を担保するため、放医研が開発した積算型ラドン・トロン弁別測定器を定期的に校正した。さらに、当該研究所のラドンチャンバーを用いて、国内外の研究機関で用いられている積算型ラドン測定器の国際比較実験を実施した。
- ・当該研究所で使用している電離箱式ラドン測定器の品質保証を担保するため、国際的なラドン標準機関であるドイツ国物理技術研究所（PTB）との比較実験を行った。今年度は、ラドン測定器及びトロン測定器の比較実験を行った。
- ・トリウム含有量が豊富で高自然放射線地域であるインド・オリッサ州において、自然放射線源による被ばくの実態調査を実施した。調査では、当該研究所が所有するラドンチャンバーにより校正された積算型ラドン・トロン弁別測定器による家屋のラドン及びトロン濃度の測定を行った。また、連続測定器によるラドン及びその壊変生成物の測定、さらに調査地域はトリウム含有量が豊富であることからトロン及びその壊変生成物の測定を行った。

b. 平成 22 年度

- ・計画
- ・国内外参画機関との情報交換、研究開発及び調査の実施

計画の協議等のため、参画機関間で研究打ち合わせを行うとともに研究全体会議を開催する。

- ・各参画機関のテーマについて、実施計画に従って研究・調査を開始する。
- ・世界への情報発信・情報交換及びさらなるネットワークの拡大を目的として、国際ワークショップを開催する。
- ・世界における測定技術の標準化に関する研究開発の情報収集を行うため、国際電気標準会議（IEC）と国際標準化機構（ISO）の会合に積極的に参加する。

・実績

- ・研究実施体制を構築するため、各国内外参画機関の研究者と研究打ち合わせや調査地域の視察を行った。また、インド・ムンバイにおいて各国内外参画機関の研究者を招集し、現在の状況把握や今後の研究計画等について打ち合わせを行うための第二回研究運営会議を行った。
- ・ラドン測定器の品質保証を担保するため、放医研が開発した積算型ラドン・トロン弁別測定器を継続的に校正した。さらに、当該研究所のラドンチャンバーにおいて、国内外の研究機関から集まったラドン測定器に関する比較実験を実施した。
- ・各国の参加機関の協力を得て、積算型ラドン・トロン弁別測定器やトロン子孫核種測定器を調査地域に設置した。また、所定の設置期間が終了した積算型測定器を回収し、分析・濃度評価作業を進めた。
- ・高自然放射線地域であるインド・オリッサ州及び中国・甘粛省において、いくつかの連続測定器を持参して、ラドン・トロン、それらの子孫核種や空間ガンマ線などの自然放射線（能）の詳細調査を行った。
- ・千葉市内において、トロンに関する国際ワークショップを開催した。世界各国 17 カ国から約 50 名の外国人及び約 20 名の日本人が参加した。これにより、情報交換、研究ネットワーク拡大を行った。
- ・国際電気標準会議（IEC）と国際標準化機構（ISO）の会合に参加し、当該研究所で開発した測定技術を国際規格・国際標準に取り入れるように提案を行った。

c. 平成 23 年度

- ・計画
- ・国内外参画機関との情報交換、研究開発及び調査の実施計画の協議等のため、参画機関間で研究打ち合わせを行うとともに研究全体会議を開催する。
- ・各参画機関のテーマについて、実施計画に従って研究・調査を続ける。
- ・これまでの研究・調査結果の取りまとめを行う。

9. 年次計画

研 究 項 目	1 年 度 目	2 年 度 目	3 年 度 目
(1) 放射線医学総合研究所 (測定技術の標準化に関する研究開発)	校正場の準備・ 測定器の開発	校正場の高度化	取りまとめ
(2) 名古屋大学 (内部被ばく評価に関する研究開発)	粒径分布測定装置による実態調査		
(3) 琉球大学 (外部被ばく評価に関する調査研究)	外部被ばく線量の調査		
(4) 鹿児島大学 (健康影響・疫学評価に関する解析研究)	対象地域における健康影響調査		
(5) 中国輻射防護研究所 (中国黄土高原におけるラドン・肺がん疫学調査)	中国黄土高原における疫学調査		
(6) 韓国原子力安全技術院 (屋内トロンの挙動と被ばくの実態に関する調査)	韓国国内におけるトロンの挙動と実態調査		
(7) タイ・チュラロンコン大学 (NORM による被ばくの実態に関する調査)	タイ国内における NORM による被ばくの実態調査		
(8) インド・H.N.B ガルワル大学 (高自然放射線地域における被ばくの実態と健康影響に関する調査)	オリッサ州における被ばく実態調査及び健康影響調査		