

11. 生活環境部 平成14年度～平成22年度

櫻田尚樹

生活環境研究部

I. はじめに

生活環境部は、平成14年4月に、旧公衆衛生院の放射線衛生学部、地域環境衛生学部、生理衛生学部の3部が統合されて出来上がった部であり、その前後の経緯は2002年の保健医療科学特集号51(2)に報告されている。

研究部の設置目的は、水道、建築物を除く生活環境における保健衛生、安全対策及び快適化に関する調査・研究を司ることである。

具体的には、部は3つの室からなっており、環境物理室では、放射線等の物理的生活環境因子の測定、監視、健康影響、安全確保に関する調査研究を実施。環境化学室では、人の健康を損なう恐れのある化学物質その他の化学的生活環境因子の発生機序、測定、評価、安全対策および健康影響等に関する調査研究を実施。快適性評価室では物理的生活環境因子及び化学的生活環境因子等に関する生活環境への適応と快適性に関する調査研究をそれぞれ司ることを目的としている。

これらの種々の要因に関して、科学的な知見を積み重ね、明白な「科学的根拠を提示する」ことを目的に、それらのヒトへの曝露実態を評価し、リスク評価を行っている。

II. 職員の異動

平成22年度末をもって部・組織が再編されることとなったので、平成14年以降の職員の変遷を記しておく(表1)。設立時は部長・大久保千代次、環境物理室長・杉山英男、

環境化学室長・原宏、快適性評価室長・渡邊征夫、主任研究官・遠藤治、同・山口一郎、同・牛山明、研究員・増田宏(平成16年4月主任研究官に昇格)、同・寺田宙(平成15年4月主任研究官に昇格)の計9名であった。平成15年5月に原が辞職し東京農工大学へ転出し、環境化学室長は部長事務取扱となった。

部の所属する別館棟が二期工事での建設であったため、当初は旧・国立公衆衛生院の建物を白金台庁舎と称して使用していたが、別館棟の竣工に合わせ、平成16年9月に旧公衆衛生院より和光市へ移転した。平成17年3月に大久保、渡邊が定年退官し、大久保は同年4月からWHO環境保健ユニット職員としてWHO本部に着任した。

平成17年4月に、二代目の部長として、(財)放射線影響研究所から鈴木元が着任し、同時に、遠藤が環境化学室長に昇格した。平成19年4月に牛山が快適性評価室長に昇格、寺田が研修企画部室長に昇格となった。なお、寺田は生活環境部併任を任命され、研究活動を進めた。平成19年9月末に増田が辞職しフランスのボルドー大学へ転出した。平成20年2月に稲葉洋平が主任研究官として採用され、同年3月に遠藤が辞職し麻布大学に転出した。同年7月に内山茂久が環境化学室長として採用された。平成21年3月に鈴木が定年退官し、国際医療福祉大学に転出した。

平成21年4月に三代目の部長として、産業医科大学より櫻田尚樹が着任した。平成22年3月に杉山が定年退官し帝京平成大学に転出し、同年10月に山口が環境物理室長に昇格した。

表1

	平成14年度(2002)	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
			★和光移転						H23.3★東日本大震災
部長	大久保千代次		(H17.3.定年退官・WHOへ)	鈴木 元		(H21.3.定年退官・国際医療福祉大学へ)		櫻田 尚樹	櫻田 尚樹
環境物理室長	杉山 英男			杉山 英男			(H22.3.定年退官・帝京平成大学)	(部長事務取扱)	山口 一郎
環境化学室長	原 宏 (H15.4.東京農工大へ)	(部長事務取扱:H15.5～H17.3)		遠藤 治		(H20.3.辞職・麻布大学へ)	H20.7.内山 茂久		内山 茂久
快適性評価室長	渡邊 征夫		(H17.3.定年退官)	(部長事務取扱:H17.4～H19.3)	牛山 明				牛山 明
主任研究官	遠藤 治		(H17.4.環境化学室長へ)				H20.2.稲葉 洋平		稲葉 洋平
主任研究官	山口 一郎			山口 一郎				(H22.10.環境物理室長へ)	
研究員・主任研究官	寺田 宙	(H15.4.主任研究官へ)		寺田 宙		(H19.4.研修企画部室長へ異動・併任)			寺田 宙
主任研究官	牛山 明			牛山 明		(H19.4.快適性評価室長へ)			
研究員・主任研究官	増田 宏		(H16.4.主任研究官へ)	増田 宏		(H19.9.辞職・渡仏)			

Ⅲ. 研究活動報告

1. 環境物理室では、生活環境中の電離放射線・放射性物質、電磁波などを主対象に研究を行っている。

(1) 屋内ラドンの肺がんリスクに関する研究（鈴木・山口）

以前より鉱山労働者の疫学調査から、ラドンが肺がんのリスク要因であることはよく知られていた。2003年以降、屋内のラドンと肺がんに関する症例対照研究のプール解析結果が相次いで報告され、一般家屋の室内空気質としてもラドンが肺がんのリスク要因として注目されるようになってきており、WHOからハンドブックが出されている。屋内ラドン濃度が100Bq/m³増加するたびに、喫煙の有無に係わらず肺がんのリスクが10～20%程度増加するといわれている。非喫煙者が0 Bq/m³、100Bq/m³、400Bq/m³のラドン濃度下で生活すると75歳までの肺がん発生率は1000人に対してそれぞれ4人、5人、7人程度といわれている。一方、喫煙者の場合、肺がんの発生率はその25倍まで増加するといわれ、ラドンによる肺がんのほとんどは喫煙者に発生している。

最近の推定では諸外国ではラドンに起因する肺がんは6%から15%といわれたばこに次ぐリスク要因としてその対策の必要性がいわれている。

国際保健機関（WHO）や国際原子力機関（IAEA）、国際放射線防護委員会（ICRP）はラドンの参考レベルを改正しはじめており、WHOは屋内ラドンの参考レベルを100Bq/m³未満（それが実際的でない地域において300Bq/m³未満）に改訂した。

これらを受けて、わが国の屋内ラドン濃度を再調査し、米国環境保護庁EPAのリスクモデルを援用して肺がん寄与リスクを推計することを目的に研究を進めてきた。トロンとラドンを分別できる測定器を用いて人口加重屋内ラドン全国平均濃度調査を実施し、改めて肺がん寄与リスクの再評価を試みている。その結果、季節変動を調整した平均値（幾何平均値）は10.8Bq/m³であった。日本の屋内ラドン濃度は比較的lowく、この値は、OECD29カ国の調査結果中、下から3番目のlow値であった。

(2) 放射線事故被ばくにおける事後的線量評価（山口・鈴木）

原子力災害時、NBCテロに対する危機管理として、高線量放射線被曝者が発生する事故・事件が発生した際には、リアルタイムで線量評価を行い高線量被曝者のトリアージを行えるように準備することは、放射線に関する地域健康危機管理の体制強化として重要である。そのために、侵襲が少なく短時間で評価できる方法として、国内に唯一、米国ダートマス大学シュワルツ教授らが開発したLバンド電子常磁性共鳴（EPR）技術による線量測定機器を導入し、放射線照射により歯のエナメル質にできたラジカルを測定し、放射線の被曝線量を測定する基礎実験を進めている。本装置の開発は、放射線災害に対する危機管理体制の強化

に貢献するものと考えられ東京電力福島第一原子力発電所事故以降、他機関の研究者とも連携しながら研究を拡大してきている。

(3) 飲食品の放射能の安全確保に関する評価、対策研究（杉山・寺田・山口・樺田）

放射性物質の環境・食品における存在、分布、動態と被ばく線量評価について、チェルノブイリ原子力発電所事故あるいはJCO事故以降幅広く継続して実施してきている。輸入食品中の放射性物質を継続的にモニタリングし、輸入食品の安全性に関する調査研究の実施を行ってきた。また環境から食品への核種の移行・蓄積に関する放射生態学的研究においては、キノコが放射性セシウムを特異的に高濃縮することに関して調査研究を実施し、後述する東日本大震災における環境放射能汚染に対する対策においてもこれらの知見が幅広く生かされることとなった。

(4) 医療放射線の安全確保に関する研究（山口・樺田）

「医療分野での放射線利用の安全確保に関する研究」を実施しWHO世界保健機関 グローバルイニシアチブ「保健医療における放射線安全」に連携し、放射線の適正利用の促進と不必要な放射線照射を避けることで医療での放射線利用を安全なものにすることを目的に、国内の医療被曝線量の実態評価を行い、これらにより診断参考レベルの導入による被曝線量の低減と放射線診療の質の確保を図ることを目指している。これらに加え、医療における放射線利用に関する安全評価・安全対策の調査および医療放射性廃棄物の適正処理とクリアランスレベルに関する法規制やガイドラインの設置に関し、厚生労働省等と調整しながら実施している。

2. 環境化学室では、生活環境中、特に屋内環境中の有害化学物質の測定法の開発やその影響評価について調査研究を実施してきた。

(1) タバコ煙の有害性評価（内山・稲葉・遠藤・樺田）

喫煙による健康影響は、単一要因としては最も大きい健康阻害要因である。わが国でも、1981年（昭和56年）に故平山雄博士により、受動喫煙による肺がんリスクの増加を世界で初めて報告されるなど、多くの優れた研究がなされてきた。その後、1990年（平成2年）にたばこ事業法第39条によるたばこのパッケージ表記が「健康のため吸いすぎには気をつけましょう」から「あなたの健康を損なうおそれがありますので吸いすぎに注意しましょう」に注意喚起が盛り込まれ、2003年（平成15年）には、健康増進法第25条に受動喫煙の防止に関する努力義務が盛り込まれた。2003年にWHOによるたばこ規制枠組条約が採択され、日本は2004年6月に批准、2005年（平成17年）に発効したが、国内の喫煙率は、依然高率である。たばこによる害を無くすためには、科学的な知見を積み重ね、明白な「科学的根拠の提示」による禁煙啓蒙運動は必須の状況にあり、現在『WHOのたばこ製品の含有物及び排出物の新しい国際標準化試験法に関する研究室ネットワーク』（TobLabNet）の一員として、たばこ規制枠組条約に基づく国際会議や共同

V. 各部活動報告

研究事業に参画し、たばこ煙中の有害因子の分析技術の標準化と技術移転を実施している。平成22年7月にシンガポールで開催されたTobLabNetの会議において、当部で実施しているアルデヒドの分析法が評価され今後リーダーラボとして取りまとめを行っていくこととなった。またこれらの分析技術を用いて、無煙たばこ、電子たばこなど新たに市場に出てくる製品の有害性評価も行っている。

(2) 生活環境中の新規有害化学物質（タバコ煙、家庭用品、室内空気）の分析法開発、標準化（内山・渡邊・稲葉）

(3) 化学物質曝露の実態調査と生体影響評価（内山・遠藤・稲葉・鈴木・樺田）

生活環境中の有害物質濃度を低減化し、安全な居住空間をつくるためには、化学物質の人体への影響を総合的視点でとらえ、リスクの低減を目指すことが重要である。生活環境中で生成する二次生成物質及び関連物質の分析同定手法を開発するとともに実態把握調査を行っている。特に分析技術の中でもアルデヒド類に関しては、世界最先端の技術を有している。加えて、これらと生体反応の関係を各種バイオロジカルモニタリングを実施し評価してきている。

3. 快適性評価室では、電磁界の生体影響と健康リスク評価に関する実験的研究ならびにこれに関する情報収集と解析を行っている（大久保・牛山・増田・樺田）。

(1) 家庭内IH調理器から発生する中間周波数電磁界の生体影響評価

(2) 携帯電話で使用される無線周波数電磁界の生体影響評価

携帯電話の普及、リニアモーターカーの実用化、家庭内でのオール電化住宅化などに伴い、我々は知らず知らずのうちに身の回りで電磁界にさらされる機会が増加し、その健康影響に懸念を抱く人も多く存在している。また近年ではオール電化住宅化に伴い誘導加熱調理器（IH調理器）の普及が著しいがIH調理器使用に伴う電磁界曝露に対しても関心が高まっている。

電磁界による生体影響については、1979年にN.WertheimerとE.Leeperが「送配電線の配置と小児がん, Electrical wiring configurations and childhood cancer.」という論文を発表し、マスコミでも大きく取り上げられ関心が高まった。一方で、ひとくちに電磁界曝露といっても、その生体影響は周波数に依存し、IH調理器に使用されるのは20kHz周辺の中間周波数帯に属する電磁界である。この領域はこれまで、産業利用を除く一般環境下で幅広く使用されることはあまりなかったためヒトの疫学データ、動物実験を含め、生体影響についての評価も限られているのが実情である。しかしながら、IH調理器の使用に当たっては、老若男女を問わず一般市民が対象となるとともに、使用状況は調理という形で磁界の発生機器と使用者が距離を取らずに使用する曝露環境になる。加えて妊娠中の女性も対象となる。そのために胎児期への影響を含め発達期での中間周波数帯の電磁場曝露の影響は非常に重要な課題といえる。WHO

の環境保健クライテリア（Environmental Health Criteria, EHC No.238）においても、中間周波領域の研究の推進がうたわれている。そこで、我々は、動物に曝露可能な実験系を作成し、発生毒性、変異原性、神経、免疫、内分泌系への影響評価、生体顕微鏡下に微小循環を画像測定技術により評価できるdorsal skin-fold chamber；DSC法を用いた影響評価などの指標により、電磁界の生体影響と健康リスク評価に関する実験的検討を行うとともに、これらに関する情報収集と解析を行っている。

携帯電話の周波数域での曝露装置も工学系の研究者と共同のもと作成し、中間周波同様に幅広い生体影響について検討を進めている。

また電磁界の健康影響について氾濫する情報により不安を抱える市民も多く、中には、電磁過敏症といわれる電磁界によって健康症状を訴えるヒトも存在する。そこで携帯電話周波数域の電磁界の影響を評価するために、ヒトボランティア研究を実施し、携帯電話使用による主観的な健康症状と、実際の電波の有無に関しては関連性が無いことを明らかにした。

これらにより、国民が抱いている漠然とした非電離放射線（電磁界）の健康リスクの実態を明らかにしてきている。

(3) dorsal skin-fold chamber；DSC法を用いた微小循環影響評価

微小循環に対する顕微鏡イメージング技術を用いて、細胞・実験動物における各種要因の病態生理学的な機序を明らかにする実験手法を有しているが、これを用いて紫外線の皮膚障害作用など健康に対する障害予防への応用に向けての研究や、臓器移植、移植腫瘍における微小循環系の評価研究を他施設との研究者とも幅広く連携しながら継続している。

以上のように各種要因に対するリスク評価を行い、リスクコミュニケーションあるいは、これらのリスク要因に対する政策立案に資する研究を実施することを目指すとともに、いずれもWHOなど国際機関を通じた共同研究、情報の交換を積極的に進めてきた。

またホームページ上で、放射線、電磁界等に対する情報をまとめ、市民が持つ疑問に対する理解を深める情報を提供し、リスクコミュニケーションにつとめている。

IV. 研修教育活動

研修教育活動においては、短期研修プログラムとして「医療放射線監視研修」、「たばこ対策の推進（企画・調整）に関する研修」の主任を務めている。

「医療放射線監視研修」において、医療分野の放射線安全管理を担う者を育てる目的で、医療監視員と医療機関の放射線管理担当者を対象に遠隔教育と保健医療科学院における研修、および研修終了後もメーリングリストを活用した相談・情報提供等のサポートを行い、現場ニーズに即した研修を実施している。

11. 生活環境部

「たばこ対策の推進（企画・調整）に関する研修」は、単独の健康危害要因としては最大であるたばこ対策について、総合的な理解を深め、生涯における縦断的な保健活動機会を通して、対策の企画や関係者との調整などの業務を組織横断的に活用できるようになることを目的として、国際協力研究などの最新の知見を交えながら展開してきている。

短期研修に関しては、そのほかに地方衛生研究所や保健所等の自治体職員の地域健康危機管理に関する機能強化が強く望まれているところであり、そのための研修コースとして「研究機能強化のための疫学・衛生科学コース」を鈴木前部長が新規に立ち上げ実施したところ、受講生には好評であったが受講人数が定員割れのため廃止となった。自治体職員との連携強化は科学院にとっても非常に重要であり、新しい連携を模索するためニーズ調査を実施するとともに、接点を強化するため全国協議会等で院内の研究課題・研修プログラムの紹介を実施し、個別の研究課題において共同研究を実施するなど地方自治体職員の研究機能強化と連携強化を模索している。

そのほか、国際保健分野研修の「Environmental Health」および「放射線衛生学」、「適応生理学」、「リスクマネジメント」、「リスクコミュニケーション」、「毒性学」、「産業保健」等の科目において、上述の研究で得られた知見を交えながら教授している。

V. その他

1. 東日本大震災対応

平成23年3月11日に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故への対応として、発災翌日より東北地方太平洋沖地震厚生労働省災害対策本部の一員として櫻田と山口に9月まで併任辞令が発令されサポートを行った。その中で、福島から他県に避難した方や避難・屋内退避圏を通過した方で、放射線の影響に関する健康相談を希望する方々への対応として、放射線の影響に関する相談窓口、サーベイ、除染等の窓口を保健所などに設置するよう依頼する事務連絡「放射線の影響に関する健康相談について」を発出し、合わせて基本的な情報やQ&Aを整備した。また福島第一原子力発電所事故を受け、放射線の影響に関して妊娠中の女性や育児中の母親が持つような不安に答えるためのパンフレット「妊娠中の方、小さなお子さんをもつお母さんの放射線へのご心配にお答えします。～水と空気と食べものの安心のために～」の作成をサポートした。あわせて、放射性物質で汚染された御遺体の取り扱いに関して、健康局生活衛生課長通知「東京電力福島第一原子力発電所災害に係る避難指示区域内の御遺体の取扱について」を発出した。

その後、事故の拡大に伴い飲食品の放射性物質汚染が問題となっている。1986年のチェルノブイリ原子力発電所事故や1999年のJCOの事故を受けて、当部の前身の一つである国立公衆衛生院・放射線衛生学部において平成12年度厚生科学研究費補助金特別研究事業「原子力施設の事故等緊急時における食品中の放射能の測定と安全性評価に関する研究」（主任研究者：国立公衆衛生院・出雲義朗）が実施され、その報告書を踏まえ厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課（当時）「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」（平成14年）が作成されている。今回の事故において各自治体等の検査機関における食品中の放射性物質濃度測定の指針として利用された。

さらにその後は、山口が「薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会・放射性物質対策部会」委員、櫻田が「水道水における放射性物質対策検討会」委員として、食品、水道水の基準作り、測定マニュアル作り、被ばく線量評価などに参画した。

これらとともに、これまでも実施してきた、食品・輸入食品中の放射性物質測定に加えて、各自治体の飲食物の放射性物質測定を行い、食の安全・安心を確保する上で基礎となる知見を行政に提供してきた。合わせて、学会でのシンポジウム、特別講演をはじめ、自治体職員や市民を対象とした放射線・放射能に関する講演会を実施し東京電力福島第一原子力発電所事故に関する理解を深める活動を実施した。

2. 行政支援

研究成果に基づき、それらが政策（ガイドライン・指針等）に反映された事例がいくつかある。前述の、平成14年の「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」をはじめ、放射線関係の研究が多くを占める。

当部の研究成果が施策等に反映された例を表2にまとめた。

3. 国際協力研究

- (1) WHOたばこ製品の含有物及び排出物の新しい国際標準化試験法に関する研究室ネットワーク（たばこ研究室ネットワーク；TobLabNet）に参画し、特に、アルデヒドの分析においては、平成22年7月にシンガポールで開催された会議において、当部での成果を報告したところ、高く評価され、TobLabNetの中で今後数年間にわたって、分析標準化のためのリーダーラボを担当する。
- (2) アジア太平洋たばこ研究参画
- (3) WHO 電磁界プロジェクトへの参画
- (4) WHO, IAEA等国际機関と医療被ばく問題に関し連携など、国際的な活動を展開している。

V. 各部活動報告

表2. 生活環境部の研究成果が施策（ガイドライン・指針等）に反映された例

政策等で反映されたものの名称	研究成果の概要
緊急時における食品の放射能測定マニュアルの送付について（平成14年5月9日）	原子力関連施設の事故およびテロ対策の一環として、平成12年度厚生科学研究費補助金特別研究事業「原子力施設の事故等緊急時における食品の放射能の測定と安全性評価に関する研究（主任研究者 出雲義朗国立公衆衛生院放射線衛生学部長）」報告書を踏まえ、「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」がとりまとめられた。
密封線源の埋め込み治療のための放射線安全の確保（通知発出、平成15年7月15日）	密封線源埋め込み治療での放射線安全のルール整備のための放射線安全評価に貢献した。
診療用照射装置使用室での診療用照射器具使用の放射線安全の確保（省令改正・通知発出、平成16年1月30日）	厚生労働科学特別研究「診療用放射線の防護規制に関する緊急特別研究」を行い、前立腺がんの治療として行われる密封線源埋め込み治療が医療現場で円滑に実施されるための放射線安全確保策を提示し、規制整備に貢献した。
陽電子断層撮影における放射線安全の確保（省令改正・通知発出、平成16年8月1日）	厚生労働科学研究「PET検査施設における放射線安全の確保に関する研究」に参画し、PET診療に関する放射線安全に関する規制整備に貢献した。
放射性物質の規制下限値の取り入れ（省令改正・通知発出、平成17年6月1日）	文部科学省放射線安全規制検討会への参画や関係する厚生労働科学研究の推進により、医療放射線安全の規制範囲の見直しなどに関する規制整備に貢献した。
医療用放射性廃棄物に係る安全管理のルール整備に関する通知整備に向けての検討（平成22年度通常国会で公布された改正障害防止法の施行に向けて進行中）	放射線診療の基盤整備として安全で合理的な廃棄物処理方法の実現に向けて、文部科学省放射線安全規制検討会への参画や関係する厚生労働科学研究の推進により、平成22年度の通常国会における法改正のための技術的な準備に貢献した。また、文部科学省所管法令の政省令の改正や厚生労働省所管法令の通知の発出に向けての検討を進め、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律の一部を改正する法律の施行に伴う関係政令の整備に関する政令案」等に関するパブリックコメント（意見公募手続）の実施に貢献した。
医政指発第0319001号 放射性医薬品を投与された患者の退出について 平成20年3月19日	悪性リンパ腫の治療法として期待されるY-90を用いた放射免疫療法をわが国でも導入できるように、その放射線安全面の要件を平成18年度厚生労働科学研究「医療機関における適切な放射線防護及び関係する制度についての研究」の分担研究課題「放射性医薬品を投与された患者の退出基準」で明らかにし、規制整備につなげた。 この通知発出よりわが国でも、放射免疫療法が初めて導入されることになった。 また、この通知で言及されているSr-89を用いた疼痛緩和治療の放射線安全に関しても関連学会でのガイドライン作成に貢献した。
医政発0731第3号 エックス線装置をエックス線診療室を除く放射線診療室において使用する特別の理由及び適切な防護措置について 平成21年7月31日	核医学-CT複合装置の有効活用を図るために、その安全使用の要件を明らかにし、規制整備につなげた。 この通知発出より高額の医療機関の有効活用が安全になされることが期待される。
残存甲状腺破壊（アブレーション）治療の放射線安全確保に関する通知発出（平成22年11月8日）	甲状腺がんの術後に残存したがん細胞を破壊するために残存甲状腺破壊残存甲状腺破壊（アブレーション）治療の導入がわが国でも待ち望まれている。本法は、現行の退出基準を上回る投与量であるために、放射線治療病室数が少ないわが国ではこのままでは実施できない。そこで、外来治療でも可能な要件を厚生労働科学研究で明らかにした。
X線施設の放射線事前安全評価法に関する通知発出（現在、準備中）	X線施設の放射線事前安全評価法を定めた現行の通知は、米国NCRP No.102（1989）に準拠しており、新しい装置に対応していないことから、新しい評価法を提案した。提案した方法は、本院での研修を通じて、地方自治体の医療監視員に伝えられている。
線源登録制度（文部科学省による制度が平成23年1月より正式運用されている）	放射線源のセキュリティ対策の構築に、放射線安全規制検討会や厚生労働科学研究により貢献した。
診断参考レベルの策定	診断参考レベルは、放射線診療で受ける線量の目安となるものであり、それぞれの医療機関で診断に用いる放射線量と比較され、それと大きく違わないことを確認することなどにより最適化を進めるツールとして使用される。 厚労科研の成果として診断参考レベルを策定したことは、今後、わが国の医療の放射線安全に大きく貢献しうると考えられる。