

放射線災害・医科学研究拠点 第10回国際シンポジウムを開催

平成28(2016)年4月に広島大学・長崎大学・福島県立医科大学の3つの大学によるネットワーク型共同利用・共同研究拠点として設置されました「放射線災害・医科学研究拠点」は、連携研究の推進およびその成果の国内外への発信を目的として、国際シンポジウムを毎年開催してきました。

本年度の第10回国際シンポジウムは、令和7(2025)年10月24日から26日にかけて、広島国際会議場(広島市中区)において、日本放射線影響学会第68回大会および第6回アジア放射線研究会議(JRRS/ACRR 2025)との合同開催として実施しました。会期中、合同会議1日目(10月24日)のシンポジウムに加えて、2日目(10月25日)にスペシャルレクチャーを開催し、さらに大学院生を含む多くの若手研究者によるポスター発表のセッションを設けました。国際会議との合同開催であったこともあり、国内外から延べ320名の参加者を得て、分野横断的かつ活発な情報・意見交換が行われました。

シンポジウム (Symposium: SY1~SY6)

本シンポジウムでは、公益財団法人放射線影響研究所・神谷 研二 理事長および広島大学 原爆放射線医科学研究所・田代 聡 教授を座長として、放射線影響・防護分野を牽引する第一線の研究者による講演が行われました。

SY1 「WHO's role in leading global health sector's preparedness for nuclear disasters」
Zhanat Kenbayeva (World Health Organization: WHO)

最初に、世界保健機関(WHO)のケンバエヴァ・ザナット氏から、「核災害に対する世界の



保健医療分野の備えを主導する WHO の役割」と題したビデオ講演がありました。

地政学的緊張の高まりと核紛争の脅威が続いているなか、世界保健機関(WHO)は、保健分野における国連の専門機関として、核災害に対する世界の保健医療の強化にも貢献しています。WHOでは、国際保健規則(IHR)に基づき、その発生が偶発的か意図的かを問わず、核災害という緊急事態に保健医療関係者が迅速に対応できるよう、加盟国に対して取り組みを促しています。具体的には、世界的な専門家ネットワークであるREMPANとBioDoseNetにおいて関連する能力を構築するための活動を調整しながら、放射線・原子力緊急事態に関する機関間委員会等において、危機発生前および発生時に必要な国際協力関係を確認・維持しています。

2025年の世界保健総会では、「核戦争の公衆衛生への影響」に関する決議を採択するという大きな節目を迎えました。核実験の影響を受けた国々によって提案され、加盟国が賛同したこの決議に従い、WHOでは、核戦争と核兵器が健康と保健システムに与える影響に関する報告書を2029年までに作成することを目標に、科学分野の国際協力を推進しています。

SY2 「A summary of UNSCEAR evaluations on radiation-associated cancer risks」
Jing Chen (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR)

次に、UNSCEARの前議長であるジン・チェン博士から、「放射線関連がんリスクに関する

UNSCEAR 評価の概要」についての講演がありました。



原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR) は、1955 年の国連総会において設立されました。その任務は、電離放射線被ばくレベル、影響、およびリスクに

関する最新の科学的データを評価し、放射線安全のための独立した客観的かつ最新の科学的根拠を提供することです。過去 70 年間、UNSCEAR は、電離放射線被ばくの影響とリスクを定期的に評価し、1964 年に最初の附属書 (1958 年報告書) を公表して以来、20 以上の附属書を刊行してきました。

2025 年の第 72 回会合において、UNSCEAR は、電離放射線とがんの疫学的研究に関する科学的附属書案とそれに関連する電子資料を承認しました。新たに作成された附属書案では、広島・長崎の原爆被爆者における放射線関連がんリスクと共に、2006 年報告書を刊行してから 2020 年 4 月までに発表された医療、職業、環境被ばくに関する疫学研究の情報を包括的に提示しています。放射線関連累積過剰がんリスクは、原爆被爆者だけでなく、医療、環境、職業環境で被ばくした集団に関する研究における線量反応モデル推定値を用いて算出されており、様々ながんにおける放射線被ばくリスクについての理解をさらに深めることに役立つと期待されます。

SY3 「Challenges related to the assessment of radiation-related health risks in the elaboration of the next ICRP recommendations and beyond」 Dominique Laurier (French Nuclear Safety and Radiation Protection Authority: ASNR)

続いて、国際放射線防護委員会 (ICRP) の委員を務めるフランス国原子力安全・放射線防護機構 (ASNR) のローリエ・ドミニク博士が、「次期 ICRP 勧告の策定およびそれ以降における放射線関連健康リスク評価の課題」について講演されました。



ICRP の第 1 専門委員会では、細胞レベルから個体群レベル、生態系レベルに至るまでの電離放射線の影響 (がんの誘発、遺伝性影響やその他の疾患、組織・臓器機能の障害、発達障害等への影響) について考察・評価しています。

ICRP では、今後数年内に新たな基本勧告を公表することを目指して活動を展開しており、放射線防護体系の見直しに関わる検討を進めるなか、健康影響評価に関する課題に関しては 10 の専門タスクグループが活動しています。主な検討テーマには、放射線関連健康影響の細分類、放射線関連がんリスクの変動に関する個人要因の考慮法、次世代への放射線被ばく影響に関する文献レビュー、確率的影響と組織反応 (確定的影響) の両方に係る放射線生物学的効果に関する最新情報のレビュー、世界の様々な地域に固有の放射線障害のベースライン策定、生涯がんリスクの計算方法とがんの重み付けパラメータの妥当性評価、放射線障害の解釈の改善、放射線障害 (特に長期の非がん影響) の解釈、およびヒト以外の生物相と生態系に対する放射線関連影響の評価法があります。こうした広範な課題への取組みにより、放射線関連リスク評価の進化の道筋が示されつつあります。

SY4 「Advancements in Applied Radiation Biology and Oncology: Insights from International Atomic Energy Agency Coordinated Research Projects」 Oleg

Belyakov (International Atomic Energy Agency: IAEA)



続いて、国際原子力機関 (IAEA) のベリャコフ・オレグ氏から、「応用放射線生物学と腫瘍学の進歩：共同研究プロジェクトからの知見」についての講演がありました。

IAEA は、臨床放射線腫瘍学と応用放射線生物学の研究を促進・調整することを通して、放射線治療と応用放射線生物学の分野における専門知識の醸成を図っています。なかでも、共同研究プロジェクト (CRP) は、関連分野における国際規模の研究を実施するためのメカニズムとして重要な機能を果たしています。放射線腫瘍学に関わる CRP では、肺がんおよび子宮頸がん患者の治療における空間分割放射線治療 (SFRT) の有効性評価、腫瘍の位置同定における人工知能の支援と説明可能性の可能性探求等に取り組んでいます。放射線生物学研究に関する CRP では、放射線腫瘍学、核医学、診断・介入放射線学における生物学的線量測定法の応用に 2024 年まで取り組み、2025 年からは放射線誘発病変の治療を目的とした間葉系幹細胞を用いた再生医療技術に焦点を当てた新たな CRP が始まっています。さらに、2026 年には、生物学的線量評価のための自動化および AI 技術の探求と題するプロジェクトが開始される予定です。こうした活動から、CRP は、多様なステークホルダーの関与を促しながら成果を重視した国際共同研究を計画・実施する効率的かつ効果的なアプローチであることが実証されています。

SY5 「The critical role of c-NHEJ in RBE: Models for the underpinning mechanisms」
George Iliakis (Universitätsmedizin Essen,

Universitätsklinikum)

続いて、ドイツ国エッセン大学医学部のイリアキス・ジョージ教授から、「RBE における c-NHEJ の重要な役割：基盤となるメカニズムのモデル」についての講演がありました。



高 LET 放射線 (HLR) は細胞死と癌誘発において劇的に高い効果を発揮しますが、その基盤となるメカニズムは依然として推測の域を出ません。DNA の二重鎖切断 (DSB) の複雑性はその説明として挙げられており、DSB 近傍に存在する塩基損傷と一本鎖切断として定義されます。DSB クラスターは、DSB 複雑性をさらに高めるものです。真核細胞は、HR、c-NHEJ、alt-EJ、SSA という 4 つの異なる修復経路を用いて DSB を処理します。HR を除くすべての経路は、程度の差はあれエラーが発生し易く、それらの経路の活性化が細胞死と癌の頻繁な原因となっています。この過程では、確率論的な根拠に基づく選択があるとは考えにくく、ゲノムの完全性を達成するための経路選択における何らかの論理が存在する可能性が高いと言えます。私たちは、細胞が、ゲノム内に DSB が残らないように、まずエラーが発生しにくい修復経路を選択し、次に忠実度 (fidelity) の低い経路を選択するメカニズムを進化させたと考えています。これを裏付ける知見として、HLR 後の 4 つの修復経路による DSB の変化に関する分析から、DSB プール全体の分析では修復経路選択に関連する特性が隠れていることが示されました。また、c-NHEJ、HR、および alt-EJ が HLR 後の細胞死滅に対する放射線感受性に与える影響を分析した結果、機能的な HR および alt-EJ を背景として c-NHEJ がほぼ完全に抑制され、寄与がシフトしていることが明らか

になり、DSB クラスターが HLR 効果の顕著な特徴を再現することが分かりました。私たちは、HLR 効果をより深く理解するには、細胞死滅の基礎となる DSB のサブセットの特性をより適切に定義する必要があると考えています。

SY6 「Overview of the Health Effects of Atomic Bomb Radiation Elucidated by the Radiation Effects Research Foundation and Future Perspectives」Kenji Kamiya (Radiation Effects Research Foundation: RERF)

最後に、公益財団法人放射線影響研究所（RERF）の神谷 研二 理事長から、「放射線影響研究所が解明した原爆放射線の健康影響の全体像と今後の展望」と題した講演がありました。



原爆傷害調査委員会（ABCC）を前身として1975年に発足した放射線影響研究所（RERF）では、約12万人の原爆被爆者に加え、胎内被爆者や遺伝学調査コホートといった大規模集団を対象に、寿命調査（LSS）をはじめとする長期疫学調査を75年間にわたり実施してきました。これらの取り組みにより、白血病や乳がんなどの様々な固形がんのリスクが線量依存的に増加することが示され、各臓器・組織の放射線感受性や単位線量当たりの過剰相対リスク等が定量化されてきました。例えば、放射線誘発がんのリスクは、概ね低年齢の被爆者ほど高く、乳がんと子宮体がんのリスクはそれぞれ初潮時と初潮直前にピークを迎えます。白内障や心血管疾患など、がん以外の疾患も線量の増加に伴い増加することが示されています。一方、遺伝子を分析した結果からは、被爆者の子孫において統計的に有意な影響は認められて

いません。これらの知見は、被爆者の健康管理と福祉の向上に寄与しただけでなく、世界の専門家から高い評価を得て、国際的な放射線防護システムの重要な科学的基盤として活用されてきました。放影研では、長期の追跡調査で得られた成果を集約し、それを基盤として、これまでに収集された約230万点の生体試料を先端的で高度な技術によって分析すること等により、放射線が健康に及ぼす影響の生物学的メカニズムの解明に取り組んでいます。

スペシャルレクチャー（Special Lecture: SL1～SL3）

ネットワーク型共同利用・共同研究拠点「放射線災害・医科学研究拠点」の新たな試みとして、スペシャルレクチャーを企画しました。本セッションでは、Bhabha Atomic Research Centre（BARC）のBadri Narain Pandey氏および広島大学 原爆放射線医科学研究所の田代 聡 教授を座長に迎え、放射線生物学分野を牽引する先生方から講演を頂きました。

SL1 「The Immersive Role of Radiation Biology in Modern Radiotherapy」Tom K. Hei (Soochow University, School of Radiation Medicine and Protection, China)



最初に、中国蘇州大学放射線医学・防護学院のヘイ・トム・ケイ教授から、「現代放射線治療における放射線生物学の重要な役割」と題した講演が行われました。本講演では、放射線生物学発展の歴史を概観するとともに、放射線生物学が放射線治療発展の基盤として果たしてきた役割、さらに現代の高度医療における新たな課題について概説されました。従来の放射線

治療における細胞・組織の応答を説明する「4R (Repair of sublethal damage、Redistribution of cells within the cell cycle、Repopulation、Reoxygenation)」の概念に加え、腫瘍微小環境の再構築や腫瘍免疫応答の活性化といった観点を取り込むことの重要性が示されました。特に、腫瘍微小環境の動態変化を理解し、「臨床で制御可能な指標としての放射線生物学」を確立する必要性が今後の研究課題として強調されました。

SL2 「Radiobiology Research and Relevant Education for Addressing Human Health Issues」 Kaushala Prasad Mishra (Bhabha Atomic Research Centre: BARC)

次に、インド国バーバ原子力研究センター (BARC) の ミシュラ・カウシャラ・プラサド博士が「ヒトの健康問題への取り組みのための放射線生物学研究と関連教育」について講演しました。本公演では、放射線生物学の知見が、基礎研究にとどまらず、医療応用・教育体系・社会的リスク理解へと広範に波及していることが示されました。放射線による生体影響の分子基盤を整理するとともに、高精度放射線治療やラジオセンシタイザー研究、さらには神経系を含む難治腫瘍における放射線抵抗性機序への挑戦が強調されました。また、低線量被ばく影響や疫学的限界に対する科学的議論は、放射線災害後の健康影響評価や社会的受容性に関わる重要課題であることが強調されました。さらに、専門家教育、国民理解、国際連携による教育基盤形成の必要性が示されました。



Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University)



最後に、広島大学 原爆放射線医科学研究所の田代 聡教授から、「放射線生物学における染色体研究」と題した講演がありました。医療放射線被ばくの増加を背景に、その生体影響評価における染色体異常解析の重要性について講演されました。講演では、二動原体染色体や環状染色体などの不安定型染色体異常が、放射線被ばくの信頼性の高いバイオマーカーとして利用可能であることが示されました。また、ギムザ染色から PNA-FISH (Peptide nucleic acid-fluorescence in situ hybridization) 法への技術的進展により、解析精度が向上している点についても紹介されました。さらに、CT 検査前後の血液検査により、非がん患者において染色体異常が有意に増加すること、ならびに個人差が大きいことから、放射線感受性を考慮した医療放射線利用の必要性が示されました。

ポスターセッションおよび閉会の辞

本シンポジウムでは、若手研究者を中心に国際発表の経験を積む機会を提供することを目的として、上記の招待講演に加えて、全国の大学・研究機関等から 32 件のポスター発表が行われ、2 日目 (10 月 25 日) の夕刻に設けられたポスターディスカッションのセッション中は各ポスターの前で終始活発な議論が行われました。いずれも質の高い優れた内容でしたが、27 名の若手研究者の中から松村 梨紗さん (広島大学・大学院生)、藤田 明日香さん (広島大学・大学院生)、宇波 大輝さん (慶應義塾大学・大学院生) の 3 名に若手ポスター賞が授与されました。

SL3 「Chromosome Research in Radiation Biology」 Tashiro Satoshi (Research



最後に

本シンポジウムは、これまでと異なり、国内外の学会との合同開催という形で実施されましたが、特段トラブルもなく盛況のうちにつつがなく執り行うことができました。筆者を含む運営に協力した当該拠点のメンバーは大いに安堵し喜んでおります。この場をお借りしまして、関係者の皆

様の多大なるご協力とご尽力に深甚なる謝意を表する次第です。

次回（第11回）の国際シンポジウムは2027年2月に長崎大学を当番校として開催される予定です。

（文責：保田 浩志、笹谷 めぐみ）

