

## ICRP Symposium on Radiological Protection Dosimetry を開催して

遠藤 章, 浜田 信行

*Endo Akira Hamada Nobuyuki*

### 1. シンポジウムの背景とねらい

国際放射線防護委員会 (ICRP) は、ICRP が開発する放射線防護体系に対する理解の促進や改善に向けた意見を求めるために、様々な活動に取り組んでいる。本シンポジウムは、この趣旨に賛同頂いた日本財団の助成事業として、2016年2月18日、東京大学本郷キャンパス工学部2号館において、延べ106名の参加者を得て行われた。

本シンポジウムは、ICRP 第2委員会が取り組む“放射線防護の線量”に焦点をあて、それを支える科学的基盤について、各課題担当者の講演を通じて理解を深めるとともに、将来の取り組みを検討することを目的とした。各講演の詳細は下記のサイトの資料をご覧くださいとし、本稿では概要を紹介する。

<http://www.icrp.org/page.asp?id=258>

### 2. セッションごとの概要

シンポジウムは、ICRP 関係者による10件の講演からなる4つのセッションと、2件の招待講演を含む今後の課題を議論するセッション、合計5つのセッションで構成された。

#### ○セッション1 ICRP の線量評価体系の概観

第2委員会委員長 John Harrison 氏の開会挨拶 (写真1) に続き、主題であるICRPの線量評価体系の全体像が紹介された。放射線防護の線量評価では、放射能や放射線のフルエンスから実効線量を評価する“線量係数”が重要な役割を担っている。線量係数は、人体モデル、放射性核種の体内での動きを表す体内動態モデル、放出される放射線や半減期に関する放射性核種データを基に、これらをコンピューターシミュレーション技術と組み合わせて導出される。第2委員会は、ICRP 2007年勧告に対応した線量係数の整備を進めており、セッション2以

降で紹介する基礎となるモデルから線量係数データベースの開発に至る一連の取り組みを概観した。

#### ○セッション2 線量計算に用いるICRPのリファレンスモデル・データの開発

線量計算に用いるモデル及びデータの開発に関する5件の講演があり、そのうち4件はファントムに係わるものである。線量評価の対象になる人体を模擬するファントムは、1950年代までは球などの単純形状ファントム、1960年代には人体を数式で表現した数式ファントム、1980年代にはCT画像を利用し人体を忠実に再現したファントムへと発展してきた。ICRPがPublication 110 (ICRP110) で開発したボクセルファントムは、全身のCT画像を数ミリの直方体 (ボクセル) に分割し、これをコンピューター上で再構築したモデルである。さらに2000年代になると、複雑形状のモデル化により適したポリゴンメッシュを用いて、CT画像の形状をほぼそのままコンピューターに取り込むポリゴンメッシュファントムが開発された。このファントムは、変形が容易で様々な体形のファントムの開発に有用であり、ICRPはこの技術を利用し、成人、複数の年齢



写真1 John Harrison 氏による開会挨拶

の小児、妊婦や胎児のファントムの開発を進めている。将来はこのタイプのファントムが主流になる。

続いて骨組織の線量計算法が紹介された。構造や組成が複雑な骨組織に対しては、マイクロCTで得られる高解像度の画像から微細構造モデルを開発し、放射線障害の標的として重要な活性骨髄や骨内膜の線量を計算している。3Dプリンタで作られた骨組織の模型を回覧し、工夫を凝らした解説がなされた。以上4件の講演から、ファントム開発の歴史は、線量評価の発展そのものであると理解できた。

内部被ばくの体内動態モデルに関しては、従来の単純なコンパートメントモデルに替わり、生理学的な要因を取り入れた新たなモデルの開発状況が報告された。これらの体内動態モデルは、放射線防護以外の用途でも有用であり、疫学研究の線量評価への応用例が紹介された。

○セッション3 リファレンスモデル・データを用いた線量係数の評価

セッション2で述べたICRPファントムを用いた外部被ばく線量係数に関する2件の講演が行われた。2007年勧告に対応した外部被ばく線量係数データ集ICRP116のレビューでは、従来のICRP74よりも放射線のタイプやエネルギー範囲が大幅に広がり、加速器施設における放射線防護や宇宙線にも対応可能になったことが述べられた。ICRP74と比較して線量係数の値は、光子については大きく変わらないが、中性子については小さくなる。

また、現在進めている環境中の核種に対する公衆の外部被ばく線量係数データベースの開発状況が報告された。ICRPは、これまで公衆に対する外部被ばく線量係数は提供していなかったが、東京電力福島第一原子力発電所事故を契機に、公衆の防護のために新たに着手した課題である。環境核種に対する評価では、空気による散乱や土壌による吸収等、複雑な放射線場を考慮する必要があるが、2017年の完成を目指して計算を進めている。

○セッション4 実効線量の適用とモニタリング

実効線量は、線量の制限や防護の最適化に利用することを意図して考案された。しかし、実効線量はその適用範囲を超えて利用されている状況があることから、実効線量の使用に関する課題を整理し、ガイダンスを提供する検討を進めている。医療被ばくでは、種々の診断手法の比較の指標として線量がある

用であるが、そのような用途への対応も含めて、数年をかけてガイダンスをまとめる。

放射線防護を実践する上で、線量のモニタリングは不可欠だが、人体の線量とモニタリングに使われる線量は異なる等、放射線防護の線量体系は複雑で分かりにくい。国際放射線単位・測定委員会(ICRU)は、ICRP116の完成を契機にモニタリングに使う線量の見直しを始め、実効線量に基づきモニタリング量を定めることを提案している。この提案は、ICRPと共同でまとめられる予定である。

○セッション5 今後の研究課題

日本原子力研究開発機構の佐藤達彦氏は、実効線量の評価に用いられる放射線加重係数について、生物効果の違いを考慮するために導入されたものの、放射線の線質によってはその効果を反映していない問題を指摘した。これを解決するために、近年のシミュレーション技術の進展を取り入れたマイクロドシメトリの評価が有効であると提案した。

放射線医学総合研究所の栗原治氏は、福島第一原発事故における線量評価の経験をレビューした。震災と原発事故の混乱した状況下で得られた情報を最大限に活用し、様々な評価手法を組み合わせることで、広範なエリアの住民とサイトの作業員の線量を再構築したプロセスと課題を整理した。

ふたつの講演ではいくつかの重要な問題が提起され、ICRP関係者や参加者から、検討すべき課題であると理解を得た。

### 3. シンポジウムを開催して

それぞれの講演は専門的なものであったが、導入となる線量評価体系の全体像の後に各論を聞くことで、線量係数の導出から適用までの流れを理解する機会になったとすれば幸いである。放射線防護の線量は、防護の考え方、生物影響等の科学的知見の集積、線量計算技術の進歩等が相互に関連し見直され、発展してきた。シンポジウムで得た意見を踏まえ、ICRPはこれらのバランスを取りつつ、最新の知見を取り入れながらより洗礼された体系へ発展させる努力を今後も継続して行く。

最後に本シンポジウムの開催にあたりご支援下さいました日本財団、東京大学の飯本武志先生、石川和美様にお礼申し上げます。

(国際放射線防護委員会)