報 告

令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業 / 日本保健物理学会放射線防護標準化委員会「シンポジウム：水晶体防護に係るガイドラインを考える」

横山 須美*1, #

1. はじめに

2019年7月20日(土)に、TKP スター貸会議室の日本橋カンファレンスルーム 3B (東京)において、令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業(安全研究)の一環として、(一社)日本保健物理学会放射線防護標準化委員会(標準化委員会)と連携して「シンポジウム：水晶体防護に係るガイドラインを考える」が開催された。本シンポジウムは2部構成となっており、第1部は、「水晶体の放射線防護に係るガイドラインについて」と題され、標準化委員会の活動概要及び2つの関連ガイドライン(案)の内容が紹介がなされた。第2部は「パネルディスカッション」と題され、4名のシンポジストからガイドライン作成において、水晶体の線量モニタリングや防護におけるさまざまな課題が示され、総合討論が実施された。第1表にスケジュールを示す。

2. 第1部：水晶体の放射線防護に係るガイドラインについて

第1部は、標準化委員会の元副委員長である橋本周氏((国研)日本原子力研究開発機構, JAEA)が司会を務めるとともに、標準化委員会の活動内容やこれまでに作成したガイドラインの紹介等がなされた。水晶体関連のガイドラインの概要については、2つのガイドラインのうち、水晶体の線量モニタリングに関するガイドラインについて、安全研究の主任研究者であり、標準化委員会委員の筆者が当該事業の概要、ガイドライン作成の体制、目的、背景、構成等について紹介した。水晶体線量モニ

第1図 筆者が水晶体線量モニタリングガイドラインの概要を紹介している様子

タリング関連のガイドラインの作成ポイントとしては、①標準化委員会の形式で作成すること、②放射線審議会等の意見具申での検討結果を反映すること、③国際放射線防護委員会(ICRP)等の考え方に沿うこと、④(財)原子力安全技術センターがICRPの1990年勧告を法令に取り入れる際に、放射線審議会の外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針(平成11(1999)年)を踏まえて作成した被ばく線量の測定・評価マニュアル(2000年)の水晶体関連部分を見直すこと、⑤安全研究の成果を参考にする、⑥国際関連機関や諸外国のガイドライン等を参考にすること等であるとした。ガイドラインの構成については、適応範囲、判断規準、判断規準に関する解説、Q&A形式での具体的な例示等とすると紹介した。2011年にICRPが勧告した水晶体の等価線量限度を取り入れたとしても、この水晶体の等価線量限度と比べて十分に低いような多くの放射線従事者については、管理方法が大きく変わるわけではない。一方、水晶体の等価線量が高線量になるおそれのある放射線従事者は、被ばく低減とより正確な水晶体の等価線量測定・評価の必要が出てくる。どのような場合に水晶体の等価線量を3mm線量当量により算定する必要があるのか、現行法令と整合を保ちながら、過大評価しすぎることを避け、過剰に労働を制限することなく、事業者や管理者がわかりやすい判断めやすを準備しておく必要があると考えている。また、判断を容易にするため、フロー図等の準備も進めていることを説明した。さらに、管理基準と不均等被ばくの考え方については、水晶体の等価線量だけでなく、放射線管理全般に及ぶことから、どのような考え方をすればよいのかが非常に難しいため、第2部

Sumi YOKOYAMA; Symposium; Guideline for Radiation Protection of the Lens of the Eye.

*1 藤田医科大学医療科学部：愛知県豊明市杣掛町田楽ヶ窪 1-98 (〒470-1192)

School of Medical Sciences, Fujita Health University; 1-98, Dengakugakubo, Kutsukakecho, Toyoake-shi, Aichi 470-1192, Japan.

Corresponding author; E-mail: sumi0704@fujita-hu.ac.jp

第1表 シンポジウムスケジュール

第1部 水晶体の放射線防護に係るガイドラインについて 司会 橋本 周（原子力機構）	
1. 標準化委員会の活動経緯	橋本 周（原子力機構）
2. 水晶体線量モニタリングガイドラインの概要	横山 須美（藤田医科大）
3. 医療分野におけるガイドライン概要	大野 和子（京都医療科学大）
第2部 パネルディスカッション 司会 岩井 敏（JANSI）	
1. 管理基準と不均等被ばく	辻村 憲雄（原子力機構）
2. 水晶体線量測定方法	関口 寛（長瀬ランダウア）
3. 水晶体線量評価のための線量計の校正	加藤 昌弘（産総研）
4. 医療分野における現状と課題	樺田 尚樹（産業医科大）
5. 総合討論	

のパネルディスカッションにおいて、あらためて詳細な説明と議論を行うとした。

もう一つのガイドラインである医療分野における水晶体の放射線防護に係るガイドラインについては、安全研究の分担研究者である大野和子氏（京都医療科学大学）が、本ガイドラインの目的、構成等について説明を行った。本ガイドラインの検討にあたっては、まずは診療科に横断的な放射線防護のガイドラインを準備する必要があるとし、（公社）日本医学放射線学会をはじめ、医療関連の15学協会のほか、（一社）日本保健物理学会（著者他）の代表が参加し、議論を行っている。職業被ばくの防護体系は進化し続けているが、医療分野においては、放射線を利用し始めた初期から医療従事者の放射線障害の事例が報告されているにもかかわらず、患者を前に医師の使命感が強く、「防護」に対して関心が注がれてこなかった。また、医師は「労働者」意識が薄く、被ばく管理への要求が低い。このような現状から、多くの診療

科では放射線防護のガイドラインが存在しないとした。当該事業でのガイドライン作成は、水晶体の放射線防護を通し、術者の安全な放射線利用と医療放射線の防護を組織全体で考える良い機会であるとのことであった。医療分野の放射線防護のガイドラインの特色としては、水晶体線量モニタリングのガイドラインと同様に、水晶体の放射線防護に関連した安全研究の成果を取り入れることはもちろんのこと、放射線防護の説明に具体的な写真や親しみやすい図（マンガ等）を多用して説明し、医療スタッフの理解を促す。ガイドラインの構成としては、診療科共通の課題である放射線の安全利用、生体影響に関する説明、皮膚障害に関する事例等も紹介し、他のガイドライン等との整合性を図ることに注意したいとのことであった。

3. 第2部：パネルディスカッション

パネルディスカッションでは、岩井敏氏（（一社）原子力安全推進協会）が司会を務め、辻村憲雄氏（（国研）日本原子力研究開発機構）から、「管理基準と不均等被ばく」と題して、個人線量計の着用の基本的考え方と水晶体の線量算定のための線量計の着用の考え方について説明があった。現行の個人線量計の着用の基本的考え方については、1965年に国際原子力機関（IAEA）が示した考え方に基づいていること、その考え方とは、「必要な場所に必要だけ着用する」ということであること等が紹介された。また、水晶体の線量モニタリングのために眼の近傍に線量計を着用するような事例としては、「胴体に着けた1個の線量計では不十分な場合」や「特定部位の線量が限度に近付く場合」であるとのこととした。不均等被ばくの場合、何をもって相違の有無を考えればよいかということについては、数値的な条件の候補として、①ICRPやIAEAが示している個人線量計の不確か

第2図 大野和子氏が医療の放射線防護に係るガイドラインの概要を紹介している様子

さであるファクター 1.5 ～ 2, ② ANS/ HPS N13.41-2011 にある複数線量計を用いる際のクライテリアとしてのファクター 1.5, ③ 記録レベルからの誘導として、ファクター 2 といった案が示された。しかしながら、これらの課題として、防護衣等を使用（着用）している場合、体幹部不均等被ばくの判断は比較的容易である（防護衣の内側と外側の線量が著しく異なる）が、防護衣なしの場合について、作業場の空間線量率分布や作業内容や姿勢等、さまざまな要因が影響する中、胸部（または腹部）と水晶体位置の線量勾配が 1.5 ～ 2 という値を、事前に予測できるかということが課題であるとのことであった。

引き続き、個人線量計測定機関協議会の主幹事業者の代表として関口寛氏（長瀬ランダウア（株））より、現行法令での線量モニタリングの考え方や水晶体専用の線量計について説明があった。水晶体専用の線量計としては、現在 2 社が頭部や眼鏡に装着可能な小型の熱ルミネッセンス線量計（TLD）の頒布、モニタリングサービスを開始している。特に医療分野では、防護眼鏡なしでは 20 mSv/年を超えるおそれのある従事者が他分野に比べて多いことが予想される。このため、水晶体専用の線量計への関心が高く、会場からは、水晶体の等価線量限度が見直され、法令が施行されるまでに、線量計の大きさ、形状、装着方法等、現在のものよりも使いやすくなるよう改善してほしいといった要望があった。

加藤昌弘氏（（国研）産業技術総合研究所）からは、「水晶体線量評価のための線量計の校正」について紹介があった。産総研では、平成 29 年度及び 30 年度の安全研究において、3 mm 線量当量の導出方法の開発を行って

きた。当該研究所では、X 線については、ISO4037-3：2019 に換算係数が与えられている N シリーズの換算係数のほか、IEC61267：2017 に規定されている RQR 線質や JIS Z 4511 に示されている QI シリーズに対する換算係数も準備している。 β 線については、Sr-90/Y-90 以外の低エネルギー β 線については、十分な換算係数が与えられていなかったが、同安全研究において Sr-90/Y-90 線源だけでなく、Ru 線源や Sr-90/Y-90 線源とアクリルを組合せてエネルギーを調整した場も開発し、さまざまなエネルギーに対応し線量計を校正できるとのことであった。今後は、現在改定中の ISO 6980 に示される予定の換算係数も提供できる予定である。

樺田尚樹氏（産業医科大学）からは、厚生労働省の「眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会」（検討会）において議論された水晶体被ばくの現状と課題について説明があった。検討会は、2019 年 8 月上旬に終了し、同年 9 月 24 日に検討会の報告書が厚生労働省のウェブサイト公開された。検討会では、医療分野の中でも特に眼の水晶体の等価線量が高くなる医師に対して、現状と介入後の線量調査が実施され、多くの医師が、立ち位置や防護具の使用等の介入（防護策）を講じることで、ICRP の新しい水晶体の等価線量限度を超えないよう被ばくを低減することが実現可能であることが示された。一方、一部の医師では限度に近い、もしくは超えるおそれがあることも示唆された。そこで検討会の報告書では、おおむね放射線審議会の意見具申を取り入れることが可能としたものの、十分な放射線防護措置を講じて、なお高い被ばく線量を眼の水晶体に受ける可能性のある者については、「一定の期間、眼の水晶体の等価線量限度が年間 50 mSv を超えないこととすることが適当である」としている。この一定期間とは、ガイドライン等の周知や専門家の指導等により改善するまでに要する期間や新たな放射線防護用品が開発されるまでの期間として、「約 3 年」とした。また、「事業者は、対象となる労働者について、可能な限り早期に新たな水晶体の等価線量限度を遵守することが可能となるよう努めることが望ましい。」としており、線量測定や被ばく低減等については、われわれが進めているガイドラインの作成も大きな意味をもつものと考えられる。

このほか、指定発言者として、電気事業連合会より、要望が示された。現在、原子力事業者における被ばく管理は均等被ばく管理（胸部または腹部に線量計を着用）を行っている。その考え方は、被ばく線量の測定・評価マニュアルに基づいていること、東電福島第一原子力発

第3図 辻村憲雄氏が管理基準と不均等被ばくの課題を紹介している様子

電所においては、高線量ベータ線被ばくをともなうタンク解体作業を行う従事者については、眼の近傍での測定を行っていること、この結果として、50 mSv (70 μ m 線量当量を測定) を超えないことを確認しているとのことであった。水晶体の等価線量限度が改定された場合にも実態にあった合理的な管理が可能ないようにガイドラインの作成を行ってほしいとのことであった。

4. さ い ご に

現在、関連行政機関では、水晶体の等価線量限度に係る関連法令の見直しの検討が行われている。第144回の放射線審議会では、審議会の意見具申のフォローアップが行われ、関係行政機関に水晶体の等価線量限度に関す

る法令の見直しについて意見を聴取したところ、多くの機関から2019年度末をめどに公布、2021年度より施行を目指していると回答があった。

本ガイドライン作成については、今年度をめどに課題を整理し、関係者間での合意をとる予定である。このため、検討が急ピッチで進められている。

会場の定員は72名であったが、満席であり、活発な議論が行われた。関係者内での関心の高さや本ガイドラインへの期待がうかがわれた。多くの関係者に利用いただけるようより良いガイドラインの作成を目指し、関係者間でしっかりと議論を行い、作業を進めていきたいと考えている。