

## 令和元年度研究結果の概要

研究課題名：不均等被ばくを伴う放射線業務における被ばく線量の実態調査と線量低減に向けた課題評価に関する研究

研究代表者：櫻田尚樹

### 研究目的

国際放射線防護委員会（ICRP）による眼の水晶体等価線量の年間限度を 150 mSv から 5 年平均で年間 20 mSv となる引き下げ勧告、またその勧告の国際原子力機関（IAEA）一般的安全要件（GSR；General Safety Requirements）への取入れを受け、適切な放射線防護体系の運用の観点からも、新しい線量限度の国内規制取入れが急務となった。原子力施設・医療施設等、従事者が受けている眼の水晶体の被ばく及び防護の実態を把握するとともに、線量の適切な推定方法を確立することで、水晶体等価線量の引き下げを国内法令に導入するに資することを目的とした。初年度に引き続き、開発した簡便な線量算出方法を用い、放射線業務従事者の被ばく線量を測定することで、効果的な防護最適化に関する基盤技術の確立を目的とした。最終的に様々な放射線場における基礎データを計算と測定により揃えとともに、規制の最適化を考慮した“放射線防護マネジメントシステム”を提唱する。

### 研究方法

#### 1. 医療現場での線量評価と医療実施との最適化に関する研究

医療現場において、高感度な蛍光ガラス線量計を郵送し検査毎の被ばく線量評価と、検査実施時の X 線発生装置の条件や検査時の写真を送付してもらうことで、線量評価とともに、線量低減の介入実施の妥当性を検証・実証した。

さらに一般に流通している防護眼鏡および水晶体線量計の基本性能評価を行った。

#### 2. 学術分野の加速器施設におけるシミュレーション

不均等被ばく状況を網羅的に調査するため、医療現場以外に、学術分野において加速器施設に簡易物理ファントムを置いて OSL 線量計を取り付け放射線作業を模擬し、体幹部線量に対する目の水晶体等価線量・末端部等価線量の比について測定を行った。

#### 3. “放射線防護マネジメントシステム”の提唱と実践

放射線被ばくマネジメント手法の検討と、放射線防護マネジメントシステムの開発、及び導入に際しての課題の整理を行った。

#### 4. 海外諸国での眼の水晶体の新しい線量限度の取入れ状況に関する動向調査

対象国は、G7 とし線量限度や罰則などの情報を収集した。

なお、本研究・調査の実施にあたっては、厚生労働省・文部科学省の「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」にもとづき、産業医科大学および国立保健医療科学院における倫理委員会に申請・承認を経て実施した。

### 結果と考察

#### 1. 医療現場での線量評価と医療実施との最適化に関する研究

##### ・蛍光ガラス線量計を用いた検査 1 件毎の水晶体被ばく線量評価と線量低減対策

各関連学会より推薦いただいた 59 施設より前年度までの実績で水晶体線量の高い 15 施設 17 名の医師を対象に、十分な放射線防護措置を実施することにより、新たな眼の水晶体の等価線量限度を遵守することが可能か検証した。その結果、適切な放射線防護方法などの介入を実施し、防護眼鏡内側で算定することで対象者全員において、現状の施術実績数を考慮して推計した 1 年間に受ける水晶体等価線量は 20 mSv 以下に保つことが可能であった。

その他、ERCP、脊髄腔造影、血管撮影、ミエログラフィなど様々な医療現場での医師、および看護師の被ばく実態を評価するとともに、防護方法の改善例を示した。

なお、調査の過程において、線量計装着が適切に実施されていない状況が観察された。

合わせて、現在市販されている代表的な高機能・最新型防護眼鏡の実臨床での遮蔽効果とその使用感に関する調査を実施し、課題を抽出した。

#### ・0.75mm鉛当量防護眼鏡の臨床評価

適切な保護具の開発・検証のために、心臓 IVR にて、鉛防護眼鏡 (0.75mmPb 当量) の遮蔽効果を臨床的に明らかにした。防護眼鏡の遮蔽率は約 80%であった。一方、80g とかなり重く密閉性が高く曇りやすいと、医師からの指摘もあった。

#### ・水晶体線量計の詳細な基本性能評価

3mm線量当量を測定できる水晶体線量計ドジリスの基本特性をはじめて明らかにし、有用であることを示した。

#### ・ガラス線量計の応答特性評価

本研究班が開発した線量計の値から、装着した医療従事者の水晶体等価線量を紐付けするため、線量計に与えられる適切な校正定数が必要である。今年度は、ガラス線量計応答のエネルギー及び角度分布特性の文献及びシミュレーション計算による調査を進め、使用するガラス線量計のエネルギー応答特性が、国際規格 IEC 62387:2012 に定める基準値内に入るとともに、ISO 規格を満たすことが分かった。

### 2. 学術分野の加速器施設におけるシミュレーション

加速器施設に簡易物理ファントムを置いて OSL 線量計を取り付け測定を行った結果、眼の水晶体線量が体幹部線量と近い一方で手指についてはなんらかの防護対策を取るべきであることが示唆された。

### 3. “放射線防護マネジメントシステム”の提唱と実践

基本方針として、①法定の線量限度を厳守すること、②被ばく量を可能な限り低減すること、関連法令を確実に順守することを目的として定め、リスクアセスメント手法として、放射線照射機器、診療行為の種類および職員ごとの作業の3つの側面から標準的な管理手法を決定したうえで、前年度の線量実績をもとに被ばく線量を推定して調整するという方法を開発した。さらに、管理手法を確実に実行し、継続的改善を図るための仕組みとして、システムマニュアルと各種下位文書から成る放射線防護マネジメントシステムの文書体系を作成した。

### 4. 海外諸国での眼の水晶体の新しい線量限度の取入れ状況に関する動向調査

G7 各国において水晶体の等価線量限度引下げ状況は、米国は 2016 年 12 月の段階で導入を見送り、カナダは導入検討中であったが、それ以外は、導入されていた。なお、フランスは 5 年間の経過措置が講じられていた。罰則に関しては、各国において、歴史的な経緯も踏まえ規制が整備されていると考えられた。

## 結論と展望

水晶体の等価線量限度の低減化を国内法令に導入するに際し、各種現場での測定評価を通じて、被ばく線量低減化の検討を行い、産業保健的視点からも検討した。さらに放射線防護では労働安全衛生マネジメントシステムに基づく“放射線防護マネジメントシステム”が有効に働くことを明らかにし、現場への適用に向けた文書体系を整備した。

以上の成果の多くは、厚生労働省「眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会」資料に反映され、2019 年 9 月 24 日に報告書に取りまとめられ公開された。

さらに、検討会での研究班成果報告を踏まえ、2019 年 11 月 1 日には厚生労働省労働基準局安全衛生部長より「放射線業務従事者等に対する線量測定等の徹底及び眼の水晶体の被ばくに係る放射線障害防止対策の再周知について」通知が発出された。2019 年 12 月 23 日開催の放射線審議会において、厚生労働省からの諮問において一連の上記資料が重ねて幅広く提示・議論された。上記厚労省検討会では「国は安全衛生管理体制を確立するために支援していくことが望ましい」とされたところであるが、今後は、本研究班成果に基づき医療機関へのマネジメントシステムの導入をサポートしていく予定である。