

第4回

放射線審議会 眼の水晶体の放射線防護検討部会

平成29年11月16日（木）

原子力規制委員会

第4回 放射線審議会 眼の水晶体の放射線防護検討部会

議事録

1. 日時 平成29年11月16日(木) 10:00～12:09

2. 場所 原子力規制委員会 会議室D・E

3. 出席者

委員

横山 須美 藤田保健衛生大学 医療科学部 准教授

神田 玲子 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 放射線防護情報統合センター センター長

専門委員

赤羽 正章 国際医療福祉大学 医学部 教授

大口 裕之 株式会社千代田テクノル 大洗研究所 主席研究員

樺田 尚樹 厚生労働省 国立保健医療科学院 生活環境研究部 部長

壽藤 紀道 長瀬ランダウア株式会社 技術室 技術顧問

辻村 憲雄 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部 線量計測課 主任研究員

東北大学

千田 浩一 医学系研究科 保健学専攻 放射線検査学 教授

産業医科大学

盛武 敬 産業生態科学研究所 放射線健康医学研究室 准教授

電気事業連合会

畠埜 恭介 九州電力 原子力発電本部 放射線安全グループ長

佐藤 暢秀 東京電力 原子力安全・統括部 原子力保健安全センター 主査

高木 正茂 関西電力 原子力事業本部 放射線管理グループ マネジャー

原子力規制庁

片山 啓 核物質・放射線総括審議官

佐藤 暁 放射線防護企画課長

寺谷 俊康 企画調査官

一瀬 昌嗣 企画調査係長

オブザーバー

北村 秀秋 厚生労働省 医政局 地域医療計画課 医療放射線管理専門官

朝長 健太 厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 労働衛生課 電離放射線労働者健康対策室 健康疫学専門官

4. 議 題

- 1) 第3回眼の水晶体の放射線防護検討部会での議論の要点
- 2) 医療従事者水晶体被ばくの実態調査 ～CT/ミエロ検査での被ばく～
- 3) 医療分野（特に循環器系IVR）における眼の水晶体の被ばく防護の実態
- 4) 原子力発電所における眼の水晶体の被ばくの現状について
- 5) MOX燃料施設における水晶体線量の管理現状と今後
- 6) 医療分野、原子力発電所、MOX燃料施設における水晶体被ばくの現状と課題
(ヒアリングをふまえた論点整理)

5. 配布資料

- 資料1 第3回会合における議論のまとめ
- 資料2 医療従事者水晶体被ばくの実態調査 ～CT/ミエロ検査での被ばく～
- 資料3 医療分野（特に循環器系IVR）における眼の水晶体の被ばく防護の実態
- 資料4 原子力発電所における眼の水晶体の被ばくの現状について
- 資料5 MOX燃料施設における水晶体線量の管理現状と今後
- 参考資料1 放射線審議会眼の水晶体の放射線防護検討会名簿

(常備資料)

- ・ ICRP Pub. 118
- ・ IAEA GSR Part 3
- ・ IAEA TECDOC No.1731
- ・ 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年4月 放射線審議会基本部会）

議事

○横山部会長 それでは、定刻になりましたので、第4回放射線審議会眼の水晶体の放射線防護検討部会を開催いたします。

まず、事務局から資料の確認と定足数の確認をお願いします。

○佐藤放射線防護企画課長 事務局の放射線防護企画課長の佐藤でございます。

それでは、まず、最初に配付資料確認をさせていただきます。本日は資料1から5までと、参考資料1種類ということです。資料1は4ページもののパワーポイントです。資料2につきましては、23ページまで番号を振っています。資料3につきましては、こちらは21ページまで番号を振っていきまして、資料4につきましては19ページまで。そして最後、資料5につきましては9ページまでの資料になっていきまして、参考資料は一枚紙というものでございます。資料の不足、重複などがございましたら、事務局にお申し出いただきたいと思っております。

続きまして、定足数の確認をいたします。放射線審議会令第三条の規定によりまして、本部会を開催し、議決するためには、委員の過半数の出席が必要となっております。本日は、委員でありますの横山部会長と神田先生のお二方がともに御出席いただいていることから、定足数を満たしていることを御報告させていただきます。

なお、専門委員でいらっしゃいます櫻田専門委員につきましては、鉄道事故による遅延ということで遅れるとの御連絡がございましたので、後ほど参加ということになります。

また、本日は、部会の委員以外の方にも御出席いただいておりますので、御紹介させていただきます。

まず、第3回会合から引き続きまして、医療分野における水晶体被ばくの実態に関するヒアリングということでございますので、まず最初に、東北大学の医学系研究科、保健学専攻放射線検査学教授の千田浩一様でございます。

続きまして、産業医科大学、産業生態科学研究所、放射線健康医学研究所准教授、盛武敬様でいらっしゃいます。

また、もう一つの議題であります原子力発電所における眼の水晶体被ばくの実態に関するヒアリングといたしまして、電気事業連合会から、九州電力、原子力発電本部放射線安全グループ長、畠埜恭介様。

東京電力、原子力安全・統括部、原子力保健安全センター主査の佐藤暢秀様。

関西電力、原子力事業本部、放射線管理グループ、マネジャー高木正茂様。

それと、説明の補助として5名の方に御出席いただいております。

それと、さらに、すみません、長々となりましたけれども、今回もオブザーバーとして厚生労働省から御出席いただいております。医政局、地域医療計画課の北村専門官、それと、労働基準局、安全衛生部、労働衛生課、電離放射線労働者健康対策室の朝長専門官に御出席いただいております。お二方におかれましては、質問・コメントがございましたら適宜御発言をお願いしたいと思います。

以上でございます。

○横山部会長 ありがとうございます。

それでは、議題のほうの確認をいたしたいと思います。議事次第を御覧ください。まず、議題1)でございますけれども、前回の議事、これまでこの部会では水晶体の見直しということで、各分野からヒアリングを行ってきました。それで、実態の把握をした上で課題を明確にするということを行ってきております。それで、まず、本日の議題1)といたしまして、前回の議事、第3回の議論の要点を確認させていただきます。それから、議題の2)といたしまして、2)と3)ですね、医療分野から、まず産業医科大学の盛武先生に御報告いただきまして、その次に東北大学、千田先生に御報告いただきます。それから議題4)、議題5)になりますけれども、議題4)で福島第一原子力発電所以外の発電所ということでの水晶体の被ばくの現状と課題ということで、九州電力の畠埜様。それから、議題5)では、MOX燃料施設における水晶体線量の管理現状と今後ということで、辻村専門委員から御報告いただきます。それから、最後になりますけれども、議題6)といたしまして、本日の議論、議題に対しての議論の時間を設けさせていただいておりますので、そちらのほうで議論していただきまして、測定の方法、それから留意事項といったことを整理してまいりたいと思います。

それでは、早速ですけれども、議題1)の第3回眼の水晶体の放射線防護検討部会での議論の要点について、事務局より御説明をお願いします。

○佐藤放射線防護企画課長 事務局の佐藤でございます。

それでは、資料の1に基づきまして御説明させていただきたいと思います。

早速2ページをお開きいただきたいんですけれども、前回の第3回の会合では、放射線技術学会、それと赤羽専門委員、壽藤専門委員から御説明をいただきました。それらをまとめたものでございます。

まず、最初に2ページということで、医療分野における作業現場の特性ということであ

ります。こちらは、まず統計的にということで見えますと、平成28年所の実績で、一般医療分野で35万人の放射線業務従事者がいる中で、年間20mSvを超えている従事者が約2,400名いると、年間50mSvを超えている従事者としては約430名という実情でございました。それで、前回では特に透視しながら手技を行うIVRというものがございませけれども、その手技やデバイスの高度化・複雑化によって長時間化や、撮影回数の増加のため、いわゆる特定の医師への集中が起こる傾向があるというようなことがありました。また、一般撮影・CTの分野では、患者を介助する必要がある場合には、被ばくが生じるということでもありますし、また、核医学検査・治療や密封小線源治療におきましては、 γ 線による被ばくが生じるというようなことで、特に γ 線は一般的に、X線よりもエネルギーが高いため、防護衣や防護眼鏡による遮蔽というのがX線に比べて期待できないという実情がございませ。

それで、二つ目として、現場における対応状況でございませ。防護板や防護眼鏡などについての防護策につきましては、IVRの現場では、線量が高いということもありまして、既に相当程度普及しておりますけれども、他の分野も含めまして、必ずしも導入が進んでいるというわけではございませし、普及啓発も不十分な場合もあるということもございませました。それで、防護板を初めとした、装置自体に講じる防護対策が重要でありまして、場合によっては、その防護板というのは、装置のリプレースの際に導入が期待されるというものであります。また、不均等被ばくが生じるというときには、頭頸部での測定が徹底されていない可能性があるという御意見もありました。そして、水晶体の測定に当たってのその3mm線量当量で算定するということは、現行法制上は求められていないということもありまして、試験的な実証を除いて一般的には行われていないという状況でもございませました。

そして、三つ目に、関連する知見、今後の方向性などにつきましてですけれども、防護につきましては、防護具やその人員の管理、職種の特性に依じた組み合わせによって、水晶体への被ばくを低減することは可能であると考えられるということでした。一部の学会においては、こうした防護策と選択的な手法が示されているという実情もあります。それで、二つ目として、その既存の防護眼鏡ということにつきましては、形状や使用状況について効果にばらつきがあるということですので、必ずしもこれだけに頼るということではないかなと思います。そして、三つ目として、不均等被ばくが生じる場合でありますけれども、頭頸部での線量測定について、この部分で、いわゆる普及・啓発を含めた運用の徹

底が必要ではないかということです。そして、四つ目として、こうした防護板や防護眼鏡の導入、あるいは、その現場の特性や職種に応じた管理による最適化が必要であるということでありまして、いわゆる関係学会、あるいはその他の関係者で、そうした標準的なやり方についての議論が期待されるということでもあります。また、防護具の導入実態によっては、関係省庁による支援というのにも検討されるべきかというような意見もございました。

そして、こうしたものを踏まえて3ページでございますけれども、実際にこうした作業現場において、どういった防護策があつて、あるいは測定をする際には、どういった点を留意すべきかというのをまとめたものがこの表であります。特に、ちょっと赤枠の部分が水晶体ということですので、この部分について、特に御説明させていただきますと、水晶体の等価線量について、作業現場、今回はこうしたX線を使ったIVR等の透視系、あるいは一般撮影、CTなどの撮影系、それと核医学というので三つに分けたところでもありますけれども、まず最初に、そのγ線を使う核医学・密封小線源などの治療については、不均等被ばくというよりは、どちらかという均等被ばくの例のほうが多いというようなことありまして、防護具がないというようなことがありました。それで、その場合には体幹部で測定をしていくということですが、※印の5番で書いてありますが、介助をする場合などの不均等被ばくが生じる可能性がある場合には、頭頸部での測定というのが必要ではないかという御議論はありました。

それと、鉛エプロンをつけていく、あるいは防護眼鏡をつけていくというようなことでいくと、こうしたX線を使うIVRなどの現場では、こうした防護具を使われているわけでございますけれども、そうした場合には、基本的に不均等被ばくということがありますので、頭頸部での測定ということでございます。ただ、その防護眼鏡のある・なしで二つに分けております。

防護眼鏡なしというのが※印の3のところ注書きにもありますけれども、頭頸部で原則的に水晶体の線量を評価するということですが、防護眼鏡なしというのは、比較的傾向として、その検査頻度や時間が短いような場合には眼鏡をつけていないというようなことでありましたけれども、ここにおいても、検査時間が長いとか頻度が多いというようなときには、眼の近傍での測定というのでも追加してというのもあり得るということではないでしょうかということ。それと、その下の防護眼鏡をつけているという場合は、こちらは、どちらかという傾向として、既にこうした検査などの頻度が多い、あるいは検査時間などが長いというようなことありまして、比較的その上限ぎりぎりまで、そういった

施術をされるという方の場合には防護眼鏡をとということでございましたが、こちらについても※の4を見ていただくと、側方までカバーできる防護眼鏡の場合ということで、やはり側方までカバーがある場合には、かなり、比較的しっかりと防護ができていますのでございますけれども、その際においても防護眼鏡の内側の近傍で測定を追加的に行うということで、これを水晶体の等価線量としてもいいという考え方もあるかと思えます。これはあくまで測定の観点からでございます。

というので一つ整理させていただいたところでございます。必ずしも、前回発言されたものよりも少し踏み込んで案を作成したところもございますので、その点をこれから御議論いただきたいと思います。

それと、最後に4ページをお開きいただきたいんですけども、前回の議論で、あまり詳しく扱われていなかったかなと事務局でちょっと認識しておるのが、実際のその水晶体の線量の算定方法について、現行法はその1cm線量当量、あるいは70 μ m線量当量のうちいずれか適切なものというふうになっておりまして、いわゆる3mm線量当量を、今、現行法では扱っていないわけでございますけれども、やはり水晶体のところその3mm線量当量ですね、今後、ある意味、基準が下がるという意味においては、少し厳格に運用するという意味において、3mm線量当量の扱いについては、改めて整理が必要ではないかということで掲載させていただきました。

事務局の説明は以上でございます。

○横山部会長 ありがとうございます。

それでは、まず、1)の第3回会合で確認された事項、それから、2)の医療分野の作業現場防護方策に応じた測定評価の整理（案）を提示していただきましたけれども、こちらのほうに関しまして、御意見がございましたらいただきたいのですが、何かございますでしょうか。

どうぞ、赤羽専門委員。

○赤羽専門委員 国際医療福祉大学の赤羽でございます。

前回の議論よりも少し踏み込んだ御提案という形で、この整理の案を拝見いたしました。どうすべきかは、もちろんこれから議論していくわけですので、問題を感じることに関してコメントだけしておきます。

まず一つは、この水晶体等価線量の鉛エプロンで防護眼鏡なしの状況における頭頸部測定の※3のところでございますけれども、防護眼鏡がない状況で、その眼の近傍、具体的

には目じりで測定すべきかどうか、あるいは、そのほうが有利かどうかに関してはあまり議論はございませんし、その方がよいというエビデンスもあまりないかと思えます。ですので、そもそもここで、この※3をつける必要があるかどうかを考える必要があるのかもしれない。

それから、その必要に応じて眼の近傍を測定するというのは、ここに限らず、今後どこかで、その追加といいますか補足としてコメントがつく可能性がある要件なのかと思えますけれども、それで何を考慮するか、その要素に関しては、ここでは検査時間の長さや頻度の多さが挙がっていますけれども、これらも多少参考になる可能性はあるかと思えますけれども、頸部で測定をしているわけですから、その頸部の線量が、例えば前月、あるいは過去3カ月高かったとか、そういうような、より具体的な指標で考えていったほうが、よりクリアに分けられる可能性もあるのかなというふうには思いました。これが一つ目でございます。

それから、もう1点は、その下にございます、防護眼鏡をつけている場合の※4に関してですが、これは、いろいろお考えになった結果のコメントだとは思いますが、※4の中のこの側方までカバーできる防護眼鏡の場合という文言をつけ加えた状況、これを、その状態で拝見しますと、では、その側方までカバーしていない眼鏡の場合には目じりで、眼の近傍で評価しないほうがいいのか、あるいは評価すべきでないのか、しなくてもよいのかというような形にも読めてしまうので、実際には、その側方までカバーしていなかったとしても、その使用状況に応じて、その効果は変わってくるわけで、前回の議論にもありましたとおり、真正面から受ける場合には、側方カバーがあろうが無かろうが、眼鏡の効果は期待できるわけですので、そういう状況では頸部だけ測定していると過大評価になってしまう状況が生じるわけです。この場合には、やはり眼の近傍での測定を追加したほうがよいということになりますので、この辺は、いろいろ工夫が必要な状況かなというふうに考えました。

以上でございます。

○横山部会長 ありがとうございます。

今、二つコメントをいただきましたけれども、※印の3ですね、これに関しては、やはり線量との関係ということになるかと思えますので、今後もう少し議論を進めていった上で、この検討になるかと思えますが。

それから、※印の4の側方にまでカバーできる防護眼鏡の場合というふうなことが書か

れておりますけれども、場に応じて、それと使用状況といったことに応じて、この部分は考えておくという必要があるかと思えます。

いかがでしょうか。ほかに、これに関してでも構いませんけれども、ほかに何かございますでしょうか。

どうぞ。

○壽藤専門委員　ちょっと細かいところの確認というか、最終的にまとめるときに参考にしていただければと思うんですが、この分類表の中で、体幹部で測定とか頭頸部で測定と、これまでの議論の経過をわかっていますので、ここの範囲ではそれで十分通用すると思うんですが、一般的に、最終的にまとめて表現する場合には、体幹部も頭頸部も、基本的には体幹部の被ばくの測定、要するに着用部位の違いなんですね。ですから、鉛エプロンの内側というようなのは当然体幹部についているんですが、何が違うかという、法律上は、体幹部の基本部位というのは胸部または腹部と、ですから、そこのポジションか、それを越えてほかの体幹部が被ばくする、より多く被ばくする場合に、例えば頭頸部に着用するかというようなことですので、一般的に最終版としてまとめるときには、その辺の誤解のないように少し補足をしていただいたらよろしいかなと思えます。

ですから、この分類表の一番下の皮膚の等価線量も体幹部と書いていますが、これも防護衣を使用している場合、使用していない場合では、実際にその評価基準のあるモニターのポジションは変わる可能性もありますので、要するに基本部位も頭頸部も、両方とも体幹部ということになりますので、最終版のときには、ちょっとその辺もお気遣いいただければありがたいかなと思っています。

以上です。

○横山部会長　どうぞ。

○佐藤放射線防護企画課長　ありがとうございます。また最終取りまとめをつくる際には、少し御相談、アドバイスいただきながら、用語、正確な定義に努めたいと思えます。

○横山部会長　ありがとうございます。

ほかに何かございますでしょうか。

今日また、議論が医療の分野に関しましてございますので、まだ追加、この後されていくものかと思えますけれども、今のところ、この幾つかコメントがございましたけれども、また、それに関しまして、今後考えていくというところでもよろしいでしょうか。

それから、(3)につきまして、その他の整理が必要な事項ということに関しまして、

これは後で議題6のところ、医療の分野だけのことではないかと思しますので、議論したいと思はすけれども、もし今、申し上げたいことがあるということであれば、何かございますか、よろしいでしょうか。

それでは、後ほど議論させていただくということで、こちらのほうではこのような形で、また、追加修正していくという形で進めさせていただきたいと思はす。よろしくお願ひします。

それでは、次の議題に移らせていただきます。議題2)といたしまして、医療従事者水晶体被ばくの実態調査～CT/ミエロ検査での被ばく～といたしまして、産業医科大学、盛武先生のほうから御報告いただきます。よろしくお願ひします。

○盛武准教授 産業医科大学の盛武と申します。

本日は、CT検査とミエロ検査での医療従事者被ばくの実態を、一部実測データをもとに御紹介したいと思はす。

2枚目のスライドです。まず、初めにCT検査とミエロ検査による被ばくの相場感を得るために、UNSCEAR、2000年のデータを御覧ください。こちらは検査数の割合で示したものなんですが、本日の話題としますCTは5%、恐らく、ミエログラフィーというのはその他8%の中に含まれているのではないかとと思はれます。

3ページ目、これを集団線量で表記しますと、CTは34%、その他は9%となり、医療従事者も、およそこの数字に応じた被ばくを受けているということが推察されます。

4枚目に行きますと、最初にCT検査での従事者被ばくとして、CT介助者というものについて見てみたいと思はす。重症患者や体動がある、そのような患者を多く取り扱う集中治療医、救命救急医、小児科医、放射線技師、彼らがCTガントリーの近くで介助する際に被ばくをすることになります。したがって、主なCT介助者というのは医師、診療放射線技師、看護師、患者の家族、このような方が被ばくする可能性がございます。

5ページ目、こちらにCT介助、検査介助のイメージをお示しいたします。介助には、頭部を固定する上のようなもの、あるいは、アンビューバッグを用いて換気作業をするというようなものがございます。

6枚目になります。ここでは、A病院で、今年の6月から7月にかけてCT介助が実施された10検査について概略を提示いたします。対象は、集中治療医による介助4回、診療放射線技師による介助6回の計10回です。作業内容は、アンビュー換気が4回、観察、患者さんを観察するということが3回、頭部固定、体幹部の固定、頭部と体幹部両方の固定、広範囲

にわたってですね、その固定がそれぞれ1回ずつという内訳になっております。

7ページ目、水晶体線量の測定は、蛍光ガラス線量計を防護眼鏡の左右、それぞれ内側と外側に合計4カ所設置して行いました。

8ページ目、最も高い線量を示したのは検査6の方ですね。これは集中治療医がアンビュ一換気を行ったときのものです。2番目に高い線量を示したのは検査9で、診療放射線技師が、頭、体幹両方を固定したと、要するにそのような作業時に被ばくしたものです。

9ページ目に結果をまとめますと、水晶体線量には大分左右差があるということが、この前の8ページ目の棒グラフで示すことができます。また、作業内容によって値もかなりばらつきがあり、さまざまであることがわかりました。例えば、最大線量を示した検査6では、防護眼鏡の外側に、1回の検査あたりに1.51mGy/検査、内側に0.64mGy/検査という値を示しております。仮にこの値を使って、線量限度20mSv/年を超える可能性というものについて見てみますと、もし防護眼鏡を使用していれば年間31回、もし防護眼鏡を使用していないとなりますと年間13回で線量限度に到達するおそれがあります。防護眼鏡にはおよそ40%程度、これまでの皆さんの結果とほぼ等しい線量の低減効果というものが認められました。以上から、このCTの介助者という方には、放射線防護のためには防護眼鏡の装着がほぼ必須であるというふうに言ってよろしいかと思えます。

10ページ目にCT介助者の被ばく対策ですけれども、現状、ほぼどの施設でも、防護装具というのは防護エプロンのみだと私は認識しております。ですので、さらに防護眼鏡の装着というのが必須であるということをお知らせしなければいけません。ただ、CTの検査時間というのは本当に10秒から数十秒以内ですので、また、散乱線の方向が、IVRのように左の下から上がってくるというわけではございません。ですから、防護眼鏡と、あるいは防護エプロンというものは、少々重くても鉛当量が大きくて、広範囲を覆う形状のもの、こういうものを用いるのがよいと思えます。そして、何らかの水晶体線量モニタリングが必要、いわゆる不均等被ばく、ないしは特殊な線量計を用いるということが必要になってくるかと思えます。

次、11ページ目、ミエログラフィーについての従事者の被ばくについてですけれども、ミエログラフィーというのは、腰椎から穿刺を行いまして、そこに造影剤を脊髄腔内に注入して、X線の透視ないしは撮影、これによって造影剤の拡散を観察いたします。そうすることで、脊柱管内の圧迫や狭窄の位置ないしは程度を評価することができます。主に整形外科医、脳神経外科医、神経内科医などがこのような手技を行います。所要時間は比較

的短いのですが、年間実施件数が数百から、場合によっては1,000件を超えるような施設も決して珍しくありません。

12ページ目です。ここでは、B病院で、2017年10月に実施した3検査について見てみたいと思います。ちなみに、このB病院というのは、医師2名で年間数百件の検査を行っております。

13ページ目、ミエログラフィーの実施方法は図にお示ししたとおりで、X線管はover tubeであるために術者の上半身が被ばくを受けやすいと、そういった傾向がございます。

14ページ目ですけれども、水晶体の測定方法はCT介助者のときと同様に、防護眼鏡の左右の内側2カ所にガラス線量計を置き、1検査毎に測定を行いました。

15ページ目に結果をお示しします。1検査当たり大体40 μ Gy台の被ばくというのが認められております。そして、左右差がやはりあります。右側が左側の約3倍という値となっております。

結果をまとめますと、16ページ目、水晶体線量にはやはり左右差がありまして、この場合、このポジションの場合ですね、この病院の場合は右が左側より高い値というものを示しました。最大線量は、大体防護眼鏡の内側で48 μ Gy/検査でしたので、この値をやはり同様に使いまして、線量限度を超える可能性というものを考えてみますと、もし防護眼鏡をしていれば年間420回、していないと、眼鏡による低減率40%というのを割り戻して計算しますと、年間250回程度ということになります。1回当たりの被ばく線量というのはとても小さいものなんですけれども、年間実施件数が非常に多いために、ミエログラフィーの術者というのは、やはり防護眼鏡の装着が必須であるというふうに言えます。

17ページ目に、やはり同様に対策について見てみたんですが、現状は、やはり防護エプロンのみという施設がほとんどではないでしょうか。防護眼鏡の装着が必須となります。ミエログラフィーも、検査時間、非常に1件当たり短いので、テレビ画面が、また管球と離れた方向に設置して、頭を右に左に振りながら作業するということがございますので、防護眼鏡と防護エプロンというのは、鉛当量が大きくて広範囲を覆う形状、こういうものが勧められます。もちろん、何らかの水晶体線量モニタリングというものが必要になってまいります。

18ページ目、ちょっとここでは実測データということから離れまして、別の角度から被ばくの管理上の問題について考えてみたいのですが、医療従事者の被ばくのカテゴリーは職業被ばくでありまして、線量限度が定められているということは今さら申し上げること

ではございませんが、現実としまして、現場の医師や看護師というのは、放射線業務従事者と非従事者、これが混在している状態にあるという問題がございます。もちろん、放射線管理区域にめったに立ち入ることがないような医師を放射線業務従事者として登録するという事は、病院経営側からしますと大きな出費ということになりますし、一方、常勤する病院で当然のごとく従事者登録をしておられても、大体IVR医療を行う先生方はいろんなバイト先の病院というのがございまして、こちらにまで個人線量計を持参しているかと言われれば、ほとんどそうではないのではないのでしょうか。

しかし、被ばくする医療従事者というのは、職業被ばくで管理しなければならないという規則がありますので、今後は、より厳密な入退室管理としまして、防護装具の着用、個人線量計の装着、個人線量管理のさらなる徹底ということを図ることが必要になると考えております。その際、杓子定規に個人の線量計を持ってこいとか、それを装着せよということに固執することは、今の医療の流れをストップしてしまうという可能性がございますので、もし何らかの理由でそこにはないというような場合には、一次立ち入りと同様に、電子式の線量計等を用いて測定して、その値を加味して、その病院の中で、その従事者の線量を管理するというような作業が一つ加わってもよいのかもしれない。

続きまして、19枚目ですね、個人線量管理という点に関しまして、既存の個人線量データ、どの施設でもお持ちだと思いますけれども、こちらを読み解くことで見えてくる実態というのがあります。これはC病院で実効線量と水晶体等価線量の年度別最大値ですね、トップ1ですね、この最大値を示したものです。明らかにここ15年、左側の列が2000年を前後とする5年間、右側が直近5年間ですけれども、この15年で実効線量、水晶体等価線量、いずれも増加傾向にございまして、また数字が違うということが、実効線量、等価線量が違うということは、要するに不均等被ばく管理、こういう対象者が増えているというものが見えてまいります。

20ページ目に、診療科の特徴についてお示しいたします。こちらはD病院での過去5年間の水晶体等価線量上位5名、トップ5ですね、こちらの値について見てみますと、青色の循環器内科、黒色の放射線科というのはいわば常連組です。ですけれども消化器、最近ですね、消化器内科、あるいは集中治療科というところが上位に食い込んできておまして、上位5名には、線量限度20mSv/年まで、もはや余裕がないということがわかります。一部超えている方もおられます。

ここで最も問題になるのは、背景をピンク色で提示しました、しかも数字の下に(-)と

いうふうになっているような方です。このような医師は、彼らは、防護衣の下の線量計1個だけによる均等被ばく管理であります。したがって、その水晶体の線量、そこに提示された実際の水晶体の線量は、恐らくこの提示された数字から数倍から、ないしは恐らく10倍近い値になるという可能性が極めて高いことです。このD病院で、もし水晶体被ばく対応の優先順位をつける、考えろというのであれば、不均等被ばく管理をしている常連組よりも、均等被ばく管理しかできていない新参組の消化器内科ないしは集中治療科ということになろうかと思えます。

21枚目、まとめになります。CT介助者とミエログラフィー術者の年間水晶体線量というのは非常に高く、放射線防護のためには防護眼鏡の装着が必須であります。また、何らかの水晶体線量モニタリング、不均等被ばく管理というものが必須だと思われまます。2000年頃と比べて、医療従事者の年間被ばく線量最大値は、実効線量、水晶体等価線量共に増大傾向にあります。総じて循環器内科医、消化器内科医、放射線科医、集中治療医、こういった先生方の水晶体線量は高い傾向にございます。医療従事者の場合、不均等被ばく管理を行っておられませんと、水晶体線量の実態というものが統計データに正確に反映されてこない、そのような可能性がございます。

22枚目になります。医療従事者の白内障防止には、高線量被ばくが想定される管理区域、CT室や血管造影室ですね、こちらに立ち入る際には、防護装具の着用、個人被ばく線量計の装着、個人線量管理のさらなる徹底というものが必要になってくるかと思われまます。白内障防止には、やはり不均等被ばく管理が欠かせません。循環器内科医、あるいは放射線科医の診療領域以外で、これまでにあまり注意が払われなかった医療行為に対しても、広く水晶体被ばく線量の実態調査というものを行うことが望まれます。もちろん、一律の防護策ということが必ずしもとれるとは限らず、また、とつても効率的である、効果的であるとは限りませんので、やはり実態調査の結果に基づきまして、各々の医療行為に即した個別の防護法ガイドラインというものを、関連学会等で協力して作成することが望まれます。

23枚目、最後になりますけれども、もし詳細な被ばく防護ガイドライン、このようなものをつくったとしまして、それを実施する仕組みというものがこれまでと全く同じであれば、もしかしたら何も線量に関しては変わらないのかもしれないかもしれません。このたびの水晶体等価線量限度量の引き下げというのは、単に水晶体線量限度20mSv/年を守ればよいというだけのことではございません。白内障のしきい線量が500mGy/年に引き下げられたという経

緯からいたしますと、線量限度20mSv/年を守った上で、さらなる防護の最適化ということが必要になってまいります。

そこで、どのように防護の最適化を実践するかということに関しまして、私が提唱した一つの方法としましては、もし個人被ばく線量、毎月ないしは3カ月ごとという値が手元に返されてまいります。この値が一定の数値以上検出された場合には、病院、産業医を中心としまして、放射線科医、診療放射線技師、看護師らによる院内の対策チーム、仮に放射線安全委員会等とこんな名称をつけても結構ですけれども、このようなものを組織しまして、被ばく原因の追及、あと、具体的な防護策の検討を行いまして、これを医療現場にフィードバックすると、いわゆるPDCA、Plan、Do、Check、Act、このサイクルの実践を推し進める方策が効果的ではないかと思われまます。もちろんガイドラインをつくりまますと、このときにどのように防護対策をとったらよいのかということをも具体的に考える指針になるかと思われまます。

以上です。

○横山部会長 盛武先生、ありがとうございました。

それでは、議題6)におきまして、ヒアリングを踏まえた論点整理ということで、ほかの議題とあわせて論点整理をさせていただきますので、ここでは事実確認に限って御質問がございましたらお願いします。何かございますでしょうか。

どうぞ。

○赤羽専門委員 赤羽でございます。

盛武先生、どうもありがとうございました。

1点だけ質問がございます。ミエログラフィーは、地域にもよるのかもしれませんが、穿刺、造影剤注入までは医師が行うことが普通、当然ですけれども、その後、撮影に移って技師に交代するような病院も結構あるかなと思うんですが、先生のこの調査は、撮影、体位の変換等も含めて全部、整形外科医がされたのか、それとも、撮影に関しては途中から技師が交代して、医師は退室したのか、どちらか教えていただけますでしょうか。

○盛武准教授 この3件に関しましては、医師が全部実施したという形になります。

○横山部会長 ありがとうございます。ほかに何かございますか。

よろしいですか、私から一つ質問させていただきたいんですけれども、CT検査で、この高い線量の方々がいらっしゃるんですけれども、防護眼鏡をしている場合、していない場合で回数を出していただいているんですが、実際にどれぐらいのCTの介助の回数ですね、

どれぐらいというふうに見込んでいるのでしょうか。

○盛武准教授 これはもう病院によって、現場によってさまざまなんですけれども、仮に、例えば大学病院クラス、あるいはまちの基幹病院、300から500床クラスの病院だと考えますと、恐らくそのような病院には集中治療部というものを一つお持ちだと思います。そこには、恐らく10床から20床程度の意識のない患者さんというのが大体収容されておりますので、その方が週に1回、今どのような病状にあるのかということを確認するという意味で、ほぼルーティン化してCTを撮影するということが日々行われております。そうしますと、単純に考えて毎週行いますから、年間50回はあります。その数にもよりますが、1人の集中治療医がいれば人数掛ける50という回数の被ばくを受けてしまうということになります。もちろん、集中治療部の方は5人や10人の先生方がいらっしゃいますので、必ずしも1人に集中するわけではございませんけれども、数からすると、もう余裕などはないと、もしかしたら超えているのではないかというふうに考えて扱ったほうがよろしいかと思えます。

○横山部会長 ありがとうございます。ほかに何かございますか。

どうぞ。

○壽藤専門委員 これは最後の討論のところもよろしいかと思うんですが、今御説明いただいた資料での18ページのところで、実は、その勤務をされている施設、病院さんが1カ所の場合はまだしも、2カ所、3カ所の場合に、果たしてその個人線量計の使用状況がどうであろうかという非常に大きい問題提起されておりましたので、本来でしたら、これは法律の種類によっても当然、具体的な表記方法には多少の違いはありますが、管理区域の中に入って放射線に関わる作業をする以上、個人線量計の着用は必須になっているはずでして、そのメインの事業所の線量計を持っていく、いかないというのは別な問題ですし、それぞれの施設の中における被ばく状況というのは、それぞれの施設管理者が把握するのが基本になりますので、その辺も踏まえて、最終的には、これはもう眼の水晶体の被ばく云々を超えた、その放射線防護一般の課題ですので、最後のところでも取りまとめて、上の審議会のほうに上げていただくのかどうするのかというのを、御確認いただければと思います。

以上です。

○横山部会長 どうぞ。

○朝長健康疫学専門官 ありがとうございます。厚生労働省の朝長です。

20ページなんですけれども、一番下に均等被ばく管理の、いわゆる括弧づけのところで、括弧づけハイフンのところがあるんですけれども、こういった実態があるということは今、確認させていただいたところなんですけれども、こういったことが起きる背景としまして、大体、例えば体制の整備ですね、いわゆる事業者自体がそういったものを用意していなかった場合、もしくはシステムをつくっていなかった場合、あと、医師本人が、システムはあるんだけど自分の意思としてつけていなかった場合、もしくはその他の理由、この辺りが理由として考えられるんですけれども、どのような背景でこういったことが起きているということを、もし、わかる範囲で結構ですので教えていただければと思います。

○盛武准教授 確かに今の御質問、問題点、提示されているかと思いますが、それに対する明確な答えを私が、一応研究者ですので、サイエンスに資するデータがあるかと言いますと、全くございません。ただ、私が個人的に、脳神経外科医であったという経過を踏まえて考えますと、この均等被ばく管理になっておられるこのピンク色というのは、大体近年、ここ一、二年の話ですね。それまでは常連組としては挙がってこなかったと、そのような状況からしますと、もしかしたら、不均等被ばく管理が必要であるということを、その担当の医師の方が知っていないか、あるいは、教えられていないか、そのどちらかでないかという気がいたします。赤羽先生、もし、臨床医として直感がございましたらコメントください。

○赤羽専門委員 僕もデータは持っておりませんが、やはりここ数年、透視を使う手技というのが、ここに挙げられているその消化器内科、あるいは集中治療、あとは、恐らく整形外科で、その診療の中で、透視を使いながらインターネーションするというような機会がどんどん増えて、それに対して、その意識が追いついていない。意識が追いついていないのはその本人だけではなくて、管理側も、この人たちは不均等被ばく管理が必要なのではないかと気がついていないというようなことなのかなと思います。

先ほどのあのミエログラフィーの件数のところで、数百～1000件を超える施設があるなんていう記載がございましたけれども、ミエログラフィー、一時減っていたのが、もしかしたら増えつつあるかもしれなくて、その背景には、結局、手術室でのその透視下の脊椎の手術に関する技術革新がかなり進歩が早いということがあるのかなと思います。それに関しては、整形外科医がここの常連組に入ってくるような時代も、もうすぐそこまで来ているのかもしれませんが、これに関しても、同じように注意が必要だと思います。

○朝長健康疫学専門官 ありがとうございます。

○横山部会長 今いただいた水晶体以外というか、被ばく、放射線防護全体の話ということで、なかなか、この部会で検討できるかというところはあるのですが、また、後ほど議論をさせていただきたいと思います。

それでは、続きまして、また、盛武先生には最後の論点整理のところでは御議論をお願いいたします。

それでは、議題3)といたしまして、医療分野（特に循環器系IVR）における眼の水晶体の被ばく防護の実態といたしまして、東北大学、千田先生、よろしく申し上げます。

○千田教授 東北大学の千田です。

資料3を御覧ください。

1枚めくっていただければと思います。本日の内容が、我々の先行研究の解説を簡単にさせていただきます。仙台厚生病院と共同研究を我々はやっておりまして、以前からやっております。仙台厚生病院は、以前から放射線に携わる医師・看護師が不均等被ばくを評価していると、そういう意味では、被ばく評価では先進的な病院でありましたので、そのデータを共同研究のデータを解説いたします。それから、あと、今後の研究紹介、規制庁の研究費をもちまして、そこに書いてあるような安全研究を今実施し始めたところですので、それについての紹介を簡単にさせていただきます。

それでは、もう1枚めくっていただきまして、3ページになります。これが論文の紹介のサマリーになります。上に書いてありますが、水晶体線量計、これは3mm線量当量を測定できる線量計になりますけれども、それを用いたIVR従事者、医師、看護師の水晶体被ばくを測定いたしました。後でお見せしますが、6カ月間、詳細に測定したということになります。その結果は、適切な放射線防護を行わない場合には、20mSv/年を超過するおそれがあるということになります。また、軽量タイプの防護眼鏡は、それなりに6割程度の防護効果が臨床でも確かめられたというようなことになります。期間が、2年ほど前の2015年の9月から2016年の2月までの半年間のデータということになります。

もう1枚めくっていただきますと、そのサマリーが書いてあります。医師が12名ですけれども、鉛眼鏡をつけている医師が9名、鉛眼鏡をつけていない医師が3名、看護師11名は鉛眼鏡無しということになります。その3mm線量当量をはかれるDOSIRISを、皆さん左眼付近に装着しております。あと、左の頸部付近に、プロテクター外側にガラスバッジをつけております。手技件数ですけれども、CAGというのが冠動脈造影、あとIVRはほとんどPCI、

冠動脈形成術になります、に携わった件数がそこに書いてございます。この状態で測定を行ったということになります。

次、もう1枚めくっていただいて5ページになりますけれども、それが測定といいますか、実施の風景写真になります。左側のほうですけれども、看護師さんが2人ほど立っております。ちょっと見にくいですが、そこに防護衝立があります。その後ろ側に、可能ならば入るようにしているということですが、当然、患者さんの側に行くこともありますし、物品を出したりしていることもありますので、必ずしもこの後ろにいるとは限らないということになります。また医師のほう、右のほうの下のほうの写真ですが、見にくいですが、天吊りの鉛防護板を原則的には使用します。ただし、邪魔になったりするときには外したりするというようになります。また、基本的には医師、第1術者と第2術者と2人おりますけれども、その2人どちらが、その2人をちょっと区別することはできませんでした。といますのも、入れかわり立ちかわり、第1になったり第2になったりということですので、どちらも混在した状態でのデータということになります。あとは、患者さんの右側からアプローチするというのがほとんどの症例になります。ですので、IVRの術者にとっては左眼が散乱線のほうに近い位置での測定がほとんどだというのが前提条件ということになります。

次のページを見ていただいて、実際の測定の様子ですけれども、DOSIRISを左目付近に装着してあります。左の頸部外側にガラスバッジをつけておりますということになります。そして防護眼鏡ですが、医師の場合、医師のみつけておりますけれども、全部同じタイプですね、そこに書いてあるように0.07mm鉛当量でも非常に軽くて負担の少ない、側面の防護も考慮されているタイプのものを、全員同じものを使っております。その使っている場合は中と外に、そのように配置して測定を行ったと、そういう状態のデータをこれからお示しいたします。

そして一つ、すみません、前に戻ってください。先ほど、赤羽先生の御指摘がありまして、資料の1でしたか、事務局様が用意していただいた、※印の3のほうで、頭頸部の測定が必要云々ということがありましたけれども、一つ目の5ページの写真、医師のほうの写真を見ていただきますと、その防護板の位置が必ずしも適切にないことが結構あります。何を言いたいかといいますと、防護眼鏡をしていなくても、していないときは頸部も眼も同じかといいますと、防護眼鏡をしていなくても、天吊り防護板がどこの位置にあるかで頸部が少なくなったり、目が少なくなったりということがありますので、一概に眼鏡をし

ていない人が頸部だけでいいのかというと、なかなかそうも言えないのかなというような、そういうのは実感として持っております。ちょっと話がそれましたけれども。

それで、結果のほうのスライドになります。7ページのほうを御覧ください。これは医師の6カ月間の積算したデータになります。縦軸が頸部バッジの6カ月間の積算のデータで、これは70 μ m線量当量になります。横軸がDOSIRISの3mm線量当量の値ということになります。青の線に見えますほうが、これがn=9ですけれども、防護眼鏡をしている医師の関係、相関ということになります。右、欄外上のほうにコメントを書いていますけれども、相関は良いほうかと思えます。頸部バッジは過大評価、当然ですね、防護眼鏡をしていますので、その内側の値ですので、頸部バッジは過大評価しているということになります。

それに対しまして赤線のほうですけれども、これはnが3しかありませんので、また点線が信頼区間になっています。赤のほうの点線は、もうかなり離れたところ、下のほうは、もうグラフに表示できないぐらいになっていますので、信頼区間はかなり幅広いと、信憑性はnが3ですので、それほどないデータという、参考値になりますが、そういう意味では、相関は良いかもしれないということは言えるかもしれませんが、信憑性はあまりありません。また、頸部バッジは過小評価している傾向があるということになります。この辺も、その先ほど言った防護板が頸部バッジの位置に入りやすいのかどうかというのは、ちょっとまだ検討しなくちゃいけませんけれども、いずれにせよ、その3例のデータでは、こういうデータが得られているということになります。

次のページを御覧ください。これは医師になりますけれども、先ほどのは6カ月間でしたけれども、それを単純に2倍にして、1年間の線量にするとどうなるかというものを比べたものになります。縦軸は1年間の各DOSIRISで用いた3mm、測定した3mmと、あと、頸部のガラスの70 μ mになります。それで一番左側がDOSIRISで鉛眼鏡をかけた方、n=9ですけれども、20mSv/年を超す人はいなさそうだということになります。真ん中のほうですけれども、shieldしていない医師の場合は20mSv/年を超過する人も出てくる可能性があるということになります。右側は、その眼鏡をした方、しない人、全部ひっくるめたn=12の状態ですけれども、頸部バッジで評価すると、全部総合すると過大評価する傾向ということにはなりません。ただし、先ほども言いましたけれども、眼鏡をした方に関しては、ドクターに関しては、頸部は過小評価するかもしれないということにもなりますけれども、全部まとめるとこういう形になります。

次ですけれども、次のページ、9ページになります。これは鉛の防護眼鏡、先ほど言っ

た軽量タイプの側面の防護も考慮されているものですが、その内、外ではかったデータ、 $n=9$ になりますけれども、おおよそ相関は高く、遮蔽効果は6割ぐらいということに、臨床のIVRの状況でも6割程度はありそうだということは言えそうということになります。

次のページからは看護師さんになります。看護師さん、縦がガラスバッジ、横がDOSIRISの線量ということになります。相関傾向は、ある程度ありそうだということになります。ただ、データのばらつきはそこそこありますということになります。頸部バッジはやや過大評価する傾向があるようだということがわかりました。

それを年間に推定したものが次のページになります。次のページですね、縦軸が年間に推定したものになります。DOSIRISではかりました眼の近傍のものですけれども、 20mSv/年 を超すことはなさそうかなということにはなりません。頸部バッジのほうがやや過大評価する傾向にはあるかもしれないということの結果が得られております。

以上をまとめたものが次のスライドになりますけれども、IVRの医師、PCI等に携わる医師ですけれども、防護眼鏡がない場合には 20mSv/年 を超過するおそれがあります。軽量型の防護眼鏡の遮蔽率は、臨床の調べてみても6割程度ということになります。IVRの看護師は 20mSv/年 は超えないですけれども、やはりデータのばらつきもありますので、最適化は必要であろうと思われます。頸部バッジは、全体を通して見ますと水晶体線量、DOSIRISよりも過大評価をする傾向があるということが一つ言えるということになります。

ここまででもう一つ、あまり関係ない話を補足しますと、この当時まではDOSIRISという線量計はフランスで読み取りをしていたものになります。空輸するものに伴って、多少DOSIRISの誤差があるんじゃないかというのを、我々の基礎実験で少し明らかになっているところがありますので、今後は日本で読み取りができますので、次の研究は、もう少し精度のいいデータがとれるかもしれないと期待しております。

次のスライドになりますが、次はあくまでも参考値です。昔の2009年にとったデータなんですけれども、仙台厚生病院でとったデータですけれども、これはDOSIRISではなくてガラスバッジ、不均等評価したときの評価になります。不均等評価で鉛防護具の内側と頸部外側にガラスバッジをつけて、PCIに携わる医師・看護師の評価をいたしました。

次、1枚、結果1枚だけ、等価線量のほうだけお示しいたしますけれども、14ページになりますけれども、医師、頸部バッジのみで、頸部バッジで評価しますと、やはり 20mSv/年 を超過する人が結構増えると、今回のデータと似たようなデータにはなっております。こ

ここで言いたいのは、もし均等評価をした場合には、内側で1個だけの場合には、そこに書いてありますけれども、平均1.0mSvという大幅に過小評価をしてしまうということになります。看護師に関しても、20mSv/年は超えませんけれども、赤のところですが、不均等評価した場合は、外側で評価した場合は4.73mSv、ただし、1個しかつけてない場合には、1.0mSvを下回る値になりますので、やはり不均等評価が必要だと、繰り返しになりますけれども、これをお示しする参考データということになります。

では、次のスライドに行きます。最後、残りの時間で、今、進行中の研究について若干紹介させていただきます。

1枚めくっていただいて、この研究は、規制庁様のおかげをもちまして、「安全研究」を今担当することができましたので、それで、どういうことをやるかという紹介になります。

次のページが目的になります。医療施設での検討を行います。これ、基本的には、もう国内の規制、どちらかといいますと、もう運用をどうするかと、実際の運用をどうすればいいのかというのに焦点を絞って、いろいろ検討しようと考えております。

次のスライド、18ページのところですが、今やろうとしていますのは、測定対象を拡大しようかと。先ほどの研究は、我々の研究は医師、看護師がメインでしたけれども、そのほかに放射線技師と臨床工学士、実は臨床工学士、ちょっと見にくいかもしれませんが、写真が、右側の下側、下2番目上ですかね、ME（臨床工学士）という写真が書いてありますけれども、臨床工学士の方は、結構、医師の側において作業をすることも多いですので、この方の水晶体への線量も評価しなくてはいけないというふうに考えておりますし、ちょっと話はそれてしまいますけれども、このように病院の臨床工学士の方は、多くの場合、被ばく管理、放射線従事者で取扱管理されていますけれども、ペースメーカー等を扱うようなMEの方、業者さんから派遣されてくるようなペースメーカーの方ですと、そういう方がよくカテ室に、放射線のところに立ち入ります。手術室なんかにも立ち入ります。そういう方のほとんどは放射線の被ばく管理がなされていない状態で立ち入りますので、そういう方が果たして、水晶体の被ばくがどうなっているのかと。実際のところ、1件ほど問い合わせを受けた、そういうこともあるんですけども、実際、はかっているのか何とも言えないというようなこともありますので。

あくまでも、今、議論の対象になっているのは放射線管理されている人が前提になっていますが、管理されていない人が実はそこそこ、医療の現場にはいるということも御理解

いただきたいということと、もう一つ、先ほどの盛武先生の話にも重なりますけれども、整形外科医とか麻酔科医とか、でも、病院によっては放射線取扱いの従事者になっていないところも結構あると思います。その状態で放射線作業を、一時的というようなことでやっているのかもしれませんが、ですから、被ばく実態が実はまだ、本当は明らかになっていないんじゃないかなというような、そういうところもあるんですけども、ちょっとそこまでは、今回の、私の今後の研究では、なかなか踏み込めないところはあるんですけども、いずれそういうところもチェックしていきたいなというふうに考えています。

話は戻しまして、先ほどのスライドの18ページになりますけれども、測定対象を増やすということで、あとはPCI、その他の心臓のIVRやERCPや、オペ室での手技、あと、一般撮影、ポータブル、さっき言いましたCT下でバイオプシをやる場合、または介助者ということになります。その他、各医学治療のほうまでいろいろ測定をしていこうというふうに考えております。

次のページですけれども、実際は、これはもう運用をどうするかというのが前提になっていますので、測定位置をどうしようかと、心臓のカテーテル検査は左眼でよさそう、医師の場合は左眼でよさそうな感じがしますけれども、看護師やほかの手技はどうなるか、ペースメーカーに携わっている人は右眼が多そうだというような予想もつきます。ですので、右眼、左眼、あるいはその中間部で測定をしてみたいという、そういう検討も行う予定であります。

または3mm、DOSIRISで測定できる、または国際的に推奨されているのは3mm線量当量ですけれども、それを必ずしも運用しなくちゃならないかどうかということも検討していきたいと思います。具体的には、頸部のガラスバッジ等の70 μ m及び1cm線量当量と比べてみたりというようなことも検討する予定です。

あと、プラスしまして、防護眼鏡も、先ほど使った防護眼鏡のほかにも各種ありますので、それについての検討も重ねていきたいということになります。

あと、④ですけれども、先ほど放射線管理されていない方もおるということになりますし、先ほども話題になりましたように、線量計をつけていない方もいるかもしれないというか、います。ですので、そういう方の線量を何とかモニタできないかというようなことで、実際に透視を使う手技では、透視の時間や、そういう面積線量とか、そういうものが表示される線量パラメータ等がございますので、それとのDOSIRISとの相関なんかも見ていきたいというふうに考えております。

次ですけれども、簡単に10月から測定を、少し開始することができました。まだ測定中ですので、データは出ておりません。また今後、機会がありましたら御紹介、必ずしたいと思っております。①、②の医師と①、②のスタッフと、あとは③脳血管系を今測定開始しているところということになります。

最後、まとめのスライドになりますけれども、今回のこういう我々の新しい研究を、今の研究によって、各手技、職種毎に最適なモニタ方法を提示できればと、それと水晶体線量計をつける場合はどこにつけたらいいかという。あとは、従来の頸部モニタ線量計で評価可能かと、頸部バッジも左がいいか、右がいいかと、そういうふうな検討も今しているところになります。繰り返しになりますけれども、3mm線量当量で必ず測定する必要があるかと、眼鏡をつけたときにはどうすればいいかと、また、その他パラメータで推定できないかというようなことを今後研究して行って、実際の水晶体の線量限度が下がったときに、具体的にどのように運用していけばいいかというようなところをデータを示していければなと考えております。

以上です。

○横山部会長 千田先生、どうもありがとうございました。

それでは、事実確認のみということをお願いしたいんですけれども、何か御質問はございますでしょうか。

どうぞ。

○赤羽専門委員 千田先生、どうもありがとうございました。

2点確認したいことがございます。

まず一つは、この最初の仙台厚生病院でのデータなんですが、眼鏡をかけている9人とかけていない3名は振り分けられたのか、それとも、そのときたまたましていなかったのか、どういうふうにこれが決められたのか、教えていただけますでしょうか。

○千田教授 これは、もうたまたまです。振り分けておりません。

○赤羽専門委員 なるほど。そうしますと、先ほど先生にコメントをいただいたとおり、僕も、やっぱり防護板の使い方がとても難しくて、それが不均等を生んでいるんじゃないかと思うんですが、この9ページのフィギュア4と、それから7ページのフィギュア2を比べて考えますと、低減率は概ね6割ぐらいとか。

○千田教授 防護眼鏡ですね。

○赤羽専門委員 ということですが、こちらのそのフィギュアの2のほうでは、これだと

10倍ぐらいの差があるということになりますので、それは、恐らくは、その防護板の使い方が両者で違って、それで、特に注目すべきは、この眼鏡無しの方のその頸部と目じりの比率だと思うんですが、個人的に持っているデータでも、それから前回、金沢の松原先生が御提示なさったデータでも、頸部の方が、むしろ、何もなければ頸部のほうが少し目じりよりも高いのが普通であるのに対して、この方々はむしろ、逆転しているような格好になっていますので、その遮蔽板が、頸部は遮蔽するけれども眼は遮蔽しないような形で使っていたので、これだけの差がついたという理解でよろしいかと。

○千田教授 まさにそのとおりだと思いますけれども、あと、こちらのデータ、3例ですけども、件数の少ないドクターも入っていますので、信憑性はそれほどはないんですが、やはり、防護板がどこに入っているかということで値が違っているということになります。

あと、先ほどのフィギュア6になりますか。

○赤羽専門委員 フィギュア4ですね。

○千田教授 防護眼鏡の効果の9ページのグラフになりますけれども、これ自体は単純に、本当に純粹に防護眼鏡の外と内の比較になっておりますので、先ほどのフィギュア2は、それにプラスして天井吊りの防護板が入った状態での評価ということですので、ちょっと見ているところは違うということになります。

○赤羽専門委員 ありがとうございます。

○横山部会長 ほかに何かございますでしょうか。

どうぞ。

○朝長健康疫学専門官 厚生労働省の朝長です。

今日はありがとうございました。先ほども研究の中で、今後の研究の中での発言で、いわゆる、そういった放射線を取り扱うところに、いわゆる入る、一部の人が、その放射線測定をしていないような発言があったかと思うんですけども、こちらとしましては、原則的に法令に基づいて適切に管理されているものというふうにはちょっと承知はしていたんですけども、そういったお話が今いただいていたということになりまして、研究の中としてのその課題として、今、先生がそういうふうには発言されたということは、いわゆる、そういった実態のエビデンスはその研究の中で示していただけるのかなというふうには捉えてよろしかったでしょうか。

○千田教授 今回は放射線管理を測定、放射線従事者登録されている人が、まずメインで研究いたしますので、補足してそういうこともできればやっていきたいとは思っております。

す。

○朝長健康疫学専門官 ありがとうございます。

○横山部会長 ありがとうございます。

ほかに何かございますか。よろしいでしょうか。

では、次の議題に進ませていただきます。どうもありがとうございました。

それでは、議題4)といたしまして、原子力発電所における眼の水晶体の被ばくの現状についてということで、九州電力の畠埜さんから御報告をお願いします。それで、ちょっと時間が押しておりますので、少し手短にお願いいたします。

○畠埜放射線安全グループ長 九州電力の畠埜と申します。

それでは、電気事業連合会といたしまして、原子力発電所における眼の水晶体の被ばくの現状について御説明させていただきます。

資料の4で御説明させていただきます。

まず、電気事業連合会の概要でございますが、14ページの参考の1を御覧いただきたいと思っております。10電力会社、北海道から沖縄までを会員とする連合会でございます。原子力に関しましては、沖縄電力を除きます9電力会社に加えまして、日本原子力発電、日本原燃、電源開発が参加して活動しているものでございます。この電気事業連合会の会議体の一つに放射線管理委員会というものがございまして、本日は同委員会の主要メンバーで対応させていただきたいと思っております。本日はよろしくお願いいたします。

まず、表紙にまた戻っていただきますと、目次がございます。本日は、原子力発電所におけます放射線管理、線量管理、作業環境、被ばく状況、まとめ・要望について御説明させていただきます。

1ページをお願いいたします。原子力発電所における放射線管理についてですが、まず、放射線業務従事者の管理でございますが、私どもは、被ばく線量管理登録制度というものを活用してございまして、制度の詳細は17ページの参考4を御参照いただきたいんですけども、原子力発電所の管理区域内で作業に従事する方というものは、放射線業務従事者の指定に先立ちまして、手帳発効機関におきまして手帳の発行を依頼と。この手帳には被ばく前歴、教育などの受講実績などが記載されております。また、放射線業務従事者の中央登録センターというところに登録されまして、この図は、放射線影響協会のホームページから抜粋させていただいているものですが、中央登録センターには記録の引き渡しも行われてございまして、被ばく線量などが一元的に管理されております。また、放射

線業務従事者へは事業者から月ごとの線量を通知いたしまして、法令・通達に基づきまして、原子力規制委員会のほうへも実効線量などを報告してございます。

2ページをお願いいたします。原子力発電所における放射線管理でございますが、作業の計画、工事の実施、実施状況の確認と、実績を踏まえた改善ということで、被ばくの低減に努めているものでございます。

3ページをお願いいたします。PDCAの例として放射線管理・実績の概要を示してございますけれども、計画には作業機関、場所、計画線量を計画しているものでございます。また、実績につきましては、実績の線量、作業環境などをまとめて次回の作業への反映などを検討しているものでございます。また、法定線量限度を超えないよう、実効線量で20mSv/年、若しくはそれよりも小さい値に事業者として自主的に目安値を設定して、管理をすることで、法令遵守ができるような仕組みをとってございます。

4ページをお願いいたします。原子力発電所での線量管理でございます。管理区域内で業務上立ち入る作業者を放射線業務従事者にしてございますが、月毎の線量管理につきましては、ガラスバッジやルミネスバッジなどを体幹部、すなわち胸部または腹部に装着してございます。これに加えまして、作業毎に線量を測定、管理するために、警報付電子式線量計を使用してございます。管理区域から退出するときは、このときの線量を記載しております、通知書は打ち出されるということなので、実績がわかるようになってございまして、細やかな線量管理ができるような配慮をしてございます。

5ページをお願いいたします。個人線量計での測定でございますが、1cm線量当量を70 μ m線量当量を測定してございます。 γ 線につきましては1cm線量当量、70 μ m線量当量。 β 線につきましては70 μ m線量当量。中性子線につきましては、その被ばくの可能性がある場合に、中性子線用の個人線量計にて測定を実施しておりますけれども、ほとんど検出されてございません。なお、3mm線量当量につきましては、被ばく線量の測定、評価マニュアルにも言及されておるんですけれども、体幹部の1cm線量当量又は70 μ m線量当量で測定管理すれば、現行の線量限度の範囲内では3mm線量当量管理できるため、実務上は1cm線量当量又は70 μ m線量当量の適切な値で管理をしているものでございます。

6ページをお願いいたします。線量の評価でございますが、個人線量計の測定結果から、実効線量については1cmと70 μ m線量当量はほぼ等しいと考えられるため、 γ 線の1cm線量当量又は γ 線の70 μ m線量当量で評価しております。皮膚の等価線量は、 β 線の70 μ m線量当量、 γ 線の70 μ m線量当量又は1cm線量当量で評価してございます。眼の水晶体につつま

しては、 β 線及び γ 線の70 μ m線量当量又は1cm線量当量評価してございます。

7ページをお願いいたします。原子力発電所の作業環境についてでございます。原子力発電所におきましては、放射線業務従事者の線量を低減させるため、さまざまな被ばく対策を行ってございます。

具体的な対策は18ページになるんですけども、少し、ちょっと触れさせていただきますと、線源自体を低減させるための水質管理を行う、装置を自動化する機器のモックアップ、模型を使用して作業の訓練を行うということで作業時間の短縮を図る、溶接線を減らすということで検査対象を少なくするという事などで、被ばくの低減を行っております。

7ページにまた戻っていただきたいのですが、現場での放射線測定の結果を踏まえ、作業毎の総線量、日最大線量などの計画線量を設定しています。また、局所的に放射線量が高い場所につきましては、遮へい材の設置、時間管理を行うことで被ばく線量を低減させております。表面また空気中の汚染レベルが高い作業につきましては、マスクなどの放射線防護具を着用して、内部被ばくや身体汚染の防止に努めてございます。

8ページをお願いいたします。原子力発電所での作業のイメージでございます。原子力発電所でございますので、原子炉内で発生した熱を、発生した水蒸気でタービン、発電機を駆動して発電をしておりますが、当然、発電所には、その水を送水するためのポンプ、蒸気を発生させるための熱交換器、または、その水位を調整するための弁などがありまして、これらを定期検査などで点検をしているものでございます。

ここにお示ししている例でございますが、参考で、15ページの参考の2のところに、加圧水型原子力発電所の仕組みをお示ししてございます。それとこの7ページを見比べながら御覧いただきたいんですけども、原子炉圧力容器の中には原子燃料が入ってございます。この原子炉圧力容器というのは、蓋がボルトで締められてございます。定期検査のときにおきましては、この蓋を開けて燃料を取り出すという必要がございます。この圧力容器の上の蓋を取り外している様子が、その8ページの右側の図でございます。加圧水型原子力発電所では、蒸気発生器で熱交換してタービンを駆動する蒸気を発生させておりますけれども、この熱交換器、蒸気発生器の伝熱管の非破壊検査を行う必要がございます。この様子が、その8ページの左側の図でございます。伝熱管に検査装置を挿入しているという様子を例として挙げてございます。

9ページをお願いいたします。沸騰水型原子力発電所の作業の例でございます。これも16ページの参考の3で、沸騰水型原子力発電所の発電の仕組みもお示ししておりますが、

これも同じく原子炉で発生した水蒸気でタービン、発電機を駆動してございますが、同じように、その定期検査におきましても原子炉容器を開けて燃料交換いたします。このときに水を張って燃料を交換するんですけれども、水を抜いた後に除染をしてございます。その様子をお示ししているのが、左側の、そのウェルの除染作業というものでございます。また、沸騰水型原子力発電所につきましては、原子炉容器の下から制御棒が挿入されているものでございますけれども、この制御棒の駆動機構の取付・取外作業は、9ページの右側の写真でお示ししているものでございます。

10ページをお願いいたします。原子力発電所の放射線源というものは、面線源又は体積線源のような形状をしているというふうに考えてございます。厳密に、もし環境線源を厳密に申しますと、眼と、例えば胸の位置での線量分布に差があるという可能性はございますけれども、作業者というのは、先ほどの作業例でお示ししましたように、ボルトを緩めたり外したりだとか、クレーンで作業したりだとか、さまざまな作業に従事してございます。これで、おそらく長時間にわたって同じ姿勢で作業を行うということはないと考えられますので、現行線量限度の範囲では、胸部又は腹部で線量測定を行っているものでございます。また、放射線につきましては、Co-60、Co-58等から放出される γ 線が支配的となっております。また、 β 線はほとんど検出されず、結果として、眼の水晶体の等価線量は、実効線量と同じ値になってございます。

11ページをお願いいたします。原子力発電所で被ばくの状況でございますが、3.11以降、すなわち平成22年度以降につきましては、ほとんどの原子力発電所は停止いたしましたので、これ以前の5年間のデータをお示ししております。原子力施設の運転管理年報から抜粋した実効線量の分布でございます。被ばく低減などに努めた結果、20mSv/年を超える者がほとんどいないということがおわかりいただけるかと思えます。

12ページをお願いいたします。まとめと要望でございます。12ページはまとめになりますので簡単に述べますと、原子力事業者としては被ばく低減に努めているということと、作業環境は γ 線が支配的と、作業者は一定の姿勢で長時間作業を行うため、体幹部で測定しているというのがまとめでございます。

13ページをお願いいたします。ここからは要望になりますが、眼の水晶体につきましてはブロック管理が必要となりますので、始期は実効線量のブロック5年の始期に合わせていただきたいというふうに考えてございます。また、発電所の個人被ばく線量システムの改修というものも必要になるかと思えますので、法令施行までに、その改修が対応可能と

なるような十分な期間を確保していただきたいと考えてございます。また、眼の位置での線量測定に関しましては、測定が必要となる場合の明確なその基準というものを提示していただければと考えてございます。被ばく低減に努めてございます原子力発電所の実績を考慮いたしますと、必ずしも、その全員が眼の位置で測定する必要はないというふうに考えてございます。このため、合理的な基準としていただきたいと考えております。その基準の策定、検討に当たりましては、事業者といたしましても、安全研究に御協力をしていきたいというふうに考えてございます。

以上でございます。

○横山部会長 ありがとうございます。

それでは、御質疑・御質問、こちらのほうも事実確認に限って御質問をお願いします。何かございますでしょうか。

どうぞ。

○片山核物質・放射線総括審議官 原子力規制庁の片山です。

13ページのところで2点質問したいんですけれども、一つが、システム改修に必要な期間をとってほしいということなんですけれども、十分なというものの定量的なイメージはありますか。1年とか2年とかというのが1点目です。

○畠埜放射線安全グループ長 よろしいでしょうか。九州電力、畠埜でございます。

予算の、やはり予算をとることが必要となりますので、予算の取得、工事、チェックということを考えますと、少なくとも3年程度は必要ではないかというふうに考えてございます。

○片山核物質・放射線総括審議官 それから、もう1点、三つ目の丸のところで、測定が必要となる場合の明確な基準というふうに書いてあるんですけれども、これはどの程度のことをイメージされているのか。つまり、発電所の中ではいろんな作業は当然あるわけで、プレゼンテーションにもありましたように、それぞれの作業現場に応じて防護の最適化をやって、線量低減に努めているというのが事業者側のプレゼンであって、現場を一番よく知っている、つまり、その不均等被ばくが発生するおそれがある、そういう作業があり得るのかどうなのかというところから測定が必要な場合というのは出てくるわけで、一番御存じなのは事業者なんですけれども、規制側に明確な基準を示せというふうにおっしゃっているというところは、何を明確にするということを求めておられるのかというのをちょっと御説明いただけますか。

○佐藤主査 東京電力の佐藤でございます。

当然、不均等被ばくとかはあると思うんですけども、実際に、これまでは線量限度が3倍違うということもございましたので、3倍を超えないような範囲であれば均等というような形でできたと思うんですけども、今後は線量限度が実効線量と同じということになりますので、その不均等というのは、どれぐらいのその差が出ると不均等かというところを明確にさせていただきたいなということでございます。

○横山部会長 いかがでしょうか。

○片山核物質・放射線総括審議官 すみません、どの程度の差が出れば不均等というのは、ある種、防護方策と実際の測定の結果から事後的に出てくるという話ではないかと思うんですけども、その意味がよくわからないんですけども、具体的にどういうことを求めておられるのか。

○横山部会長 よろしいですか。すみません、ちょっと辻村さんのほうから御説明いただけますか。

○辻村専門委員 恐らく、何倍以上違った場合に不均等とジャッジをして追加で線量計をつけるかというのと、あとは、どれくらい以上のこの線量だったならば、被ばくの線量が非常に低いというような場合に、例えば、今の不均等被ばく管理でも、果たして本当に2個つける必要があるのかどうかという議論は当然あると思います。ですから、そういったところを今はあまり明確に、そのマニュアルのレベルでもはっきり書いているものではなくて、一応目安として、その3倍といったものは幾つかのマニュアルには書かれてはいるんですけども、これはやはり線量限度50mSv、150mSvというその数字を、ある一つ、根拠にしていたところがあるんですね。ですから、今度その根拠が使えなくなるということは、じゃあ3倍なのか、2倍なのか、1.5倍なのかというところは、何らかのルールというのは、やはり業界としては私は必要だと考えています。

○片山核物質・放射線総括審議官 それを逆に言うと、要は、規制側でつくってほしいということが要望ということなんでしょうか。つまり、言ってみると、その線量限度というのは、あくまで線量限度としてあるわけで、それを実際にどう管理するんだということになってくると思うんですけども、そういうときに、何倍であったらこうしろというようなところというのは、要するに事業者側の管理の方法としてつくっていくということなのか、そこまでも、要は規制要求で明確にしてほしいということなのか、何となく限度は一つなので、少しちょっと違和感を感じるところがあるんですけども。

○島埜放射線安全グループ長 申し訳ございません、言葉、説明が不足して申し訳ございません。我々の申し上げたかったものは、ここの参考資料のところに外部被ばく及び内部被ばくの評価方法に関わる技術的指針というものがございます。この中で、先ほど辻村先生におっしゃっていただいたその検討というものがなされておりました、要は、その50mSvと150mSvを考慮することと、3mm線量当量と、そういう被ばく線量を考慮した技術的な検討が行われておりました、そこに検討結果があります。この検討結果で70 μ mと1cmで管理すればいいのではないかとということがうたわれています。この同じようなものが、このクレジット、放射線審議会になってございますので、こういったレベルのその成果をまとめていただけないかというのは、もうちょっと言うと砕けた要望になります。

○横山部会長 よろしいでしょうか。多分、技術指針、マニュアルで示すというところになるかと思えます。また、こちらのほうは、すぐに結論が出ることではないかと思えますので、今後、議論を進めていく上で検討していくべきことかなと思っています。

ほかによろしいでしょうか。

それでは、どうもありがとうございました。

それでは、次の議題に移らせていただきます。議題5) といたしまして、MOX燃料施設における水晶体線量の管理現状と今後ということで、今まで β 線、 γ 線、X線といったようなものの取り扱いだったんですけれども、MOX燃料施設ということで中性子の被ばく管理という点が挙がってくるかと思えます。

委員の辻村委員から、よろしく申し上げます。

○辻村専門委員 原子力機構の辻村でございます。

資料の5について、説明のほうをさせていただきます。

まず、資料をめくっていただきまして2ページ目、原子炉機構でMOX燃料のこの製造作業というのをやっておりました、ここでのその被ばくの管理についてです。まず、最初にお断りしておきますけれども、これは高速炉用のMOX燃料になります。ですので、プルトニウムの割合がかなり高いです。中性子のその被ばくが多いとか、ちょっとそういう特殊な状況がありますので、一般的なそのプルサーマルのものとはちょっと、随分毛色の違うものだというふうに考えてください。線源は γ 線、これはアメリカシウムの60keV γ 線、それと中性子があります。これをグローブボックスの中に閉じ込めて使用しているんですけれども、ここで作業をする際に、グローブのこのポート部分から手を入れると。その際に抜けてくる成分があります。そういったものの防護対策として鉛エプロンをつけると、2項

のような作業の形態になります。

それで、個人線量計のほうは3ページ目でございます。被ばく管理の方法は、基本的には、これは原子力安全技術センターのマニュアルがございすけれども、ほとんど、もうそれに準じた形になっております。水晶体の線量は、エプロンの外側につけた個人線量計から γ 線を、それから、エプロンの内側につけた個人線量計から中性子を、その二つを合算すると、そういった方法を使っております。それで、1cm線量当量を基本としているんですけども、我々の作業施設の γ 線のエネルギーですと、深さによって数字がほとんど変わりません。ですので、深さ1cmの線量当量、これを使って評価をしているということになります。

それから4ページ目になりますが、管理のちょっと現状ということで最大線量、その他、そういったことの報告になります。これは、つい先日、保健物理というその学会誌に論文が掲載されました、その抜粋です。平成14年、これは個人線量のデータベースの法改正に伴った改正が、ちょうどこのころにありまして、データがちょっと引用しやすかったという理由で2002年度分から引いてきております。これを平成25年の分までデータを整理いたしまして、MOX燃料施設、特に燃料製造部門ですね、こちらのほうで、この個人線量計を二つつけたもの、エプロンの中と外につけたもの、大体3,000人弱ですけども、このデータを集計いたしました。そうしますと、最大の線量は、そこに書いておりますけれども、18.9mSv/年、これは中性子、 γ 線、両方込みです。ただ、中性子の内訳は大体2割から3割ぐらいというところですね、平均的には。100としますと、そのうち20%から30%が中性子の寄与であるということになります。10mSvを超えたのが、全体としては7.6%ということになります。

これは散布図という形で、5ページ目のところにエプロンの中の γ 線の線量、これ横軸です、胸の線量。それから外側の線量、頸の線量ですね、これの相関図を出したものが5ページ目になります。それで、平均的には、大体2.5倍前後というところになるんですけども、広がっていることがちょっとおわかりになるかと思います。特に、この散布図の広がり一番この下側のラインですね、これちょうど、実はちょっと胸と頸が1対1のラインになってございます。

それで、不均等被ばくのバッジを出すルールというのは、我々、内部的には、鉛エプロンを着用して、かつ被ばくの線量の内外のこの差が3倍というのが、ルールとしてはそれを採用しているんですけども、実態としては、鉛エプロンをつけて作業をする可能性が

あるかないかのところで個人線量計を出しているというのが現状です。ですので、この1対1のラインの人たちというのは、ほとんど均等被ばくと、要するにグローブボックス作業は想定はしていたんだけど、実際には、現場の何かの別作業の立ち会いをやっていたのでエプロンをつけなかったとか、そういったケースの人たちになります。そういったところの人たちは大体1対1のラインになると。

ですので、逆の言い方をしますと、この不均等被ばくのその管理の方法を、今後、仮に変わったところで、既に、その1対1の人たちにも、もう個人線量計を追加で発行をもう既にしていきますから、モニタすべき人の数の増加というのは恐らくないだろうと。法改正とかがあった場合でも、モニタリングの対象人数はそれほど大きく変化はしないだろうというような現在の見込みになっております。

それ、これを、あとMOX燃料の製造施設をちょっと中心にデータをまとめるようにというふうに、私のほうで指示を出してまとめていただいていたんですけども、その追加データもちょっと要求したところ、MOX燃料製造とはちょっと別のところで、すみません、この6ページ目になるんですけども、MOX燃料製造とはちょっと別の工程のところ、20mSv/年超えというのが2名いるということが、ちょっとこの前に報告されました。これは燃料製造ではなくて、設備のその解体作業ですね、使わなくなったグローブボックスなどを解体していく作業というのが、最近、これがちょっと少し本格化してきたんですけども、この作業の立ち上げに当たって、中心的にその専従をしていた2名が少し突出して高くなっていたと、23.3mSvと20.7mSv、これは3番目の方が13mSvぐらいですから、例年並みということで、この2人だけが少し突出をしたということが現在わかっています。今は、このグループ、少し作業のローテーション化が進んで、ここまでの被ばくのレベルには至っていないということにはなっています。

ですが、今後、その燃料製造というよりは、設備のこの廃止措置の作業というのは総体的に増えてくる可能性というのもございまして、これらについては、新しいルールに合わせた被ばく管理の対応というのが必要になってくるかと思えます。具体的な方策としては、一つは管理目標の設定ですね。これは以前にもお話ししたかと思うんですけども、現在は実効線量についてのみ、我々の管理目標の数字というのを決めております。ですが、今後は、この水晶体に対しても何らかの数字を設定すると。具体的には、恐らく現在、実効線量についてのみ四半期3.7mSvという数字を設定しておりますが、これに似たような同等程度の数字というのが水晶体についても適用されるだろうと。これをやりますと、1カ月、

2カ月、そういった作業の段階では確実にフィードバックがかかりますので、かなりその上限の数字というのはコントロールができるだろうというふうに、ここは考えております。

それから、7ページ目のところで、ちょっと中性子のこの3mm線量当量の取扱いについての、ちょっと解説的なお話をしたいと思います。現在、現在といいますか、これはもともと中性子の3mm線量当量につきましては、かつての告示、平成12年度までのものにつきましては、これは告示の中に換算係数が全部載っていました。1cm、3mm、70 μ m、全て換算係数としては載っていたんです、出展はICRPのPubl. 51。ですが、数字の大小関係を見ますと、大方、大体1cm線量当量が一番大きいと。この部分というのが、ICRPのPubl. 74でも、これが追認されておりました、これが343段落からちょっと抜粋をしてきたんですけれども、基本的には、やはり大小関係はこうであると。これをさらに運用する形で、先ほどもお話ししました原子力安全技術センターのマニュアルの中にも、こういった記述を引用する形で、基本的に、3mm線量当量というのは、深さ1cmの線量当量で代用してよいと、これが、今はもう国際的な約束事として大体、あらかた運用されているかと思えます。これが現在の状況でございます。

これが、じゃあ今後どうなるかというところのお話をちょっとしますが、これは8ページ目です。まず、 γ 線のほうについては、これは国際規格のISO4037というものがございましてけれども、こちらのほうでは、円柱型のそのファントムでの深さ3mmの線量当量、これを導入するということが、これが、もうほとんど予定をされております。聞くところによりますと、年明け早々ぐらいにファイナルドラフトが出るんだということでした。一方、中性子につきましては、幾つかのこの研究グループが深さ3mmの換算係数の計算はしております。ですが、このISOなどでは具体的な取り入れに関してはまだ未検討、着手、議論すら行っていないというのが現状でございます。

ですので、恐らく、状況としては、当分の間は従来どおり、この深さ1cmの線量当量というのを使うことになるだろうという。国際的な動向を踏まえつつ、今後、対応を考えるということにはなるとは思うんですが、仮にそうなった場合でも、既に、例えば、もう公開されている幾つかのこの論文を使って、1cmと深さ3mmとで中性子の線量当量がどう変わるかという試算いたしますと、概ね1.0プラスマイナス数%ぐらいの範囲にはおさまるだろうと。ですので、仮にその変更があったとしても、具体的には個人線量計の構成のところ、どうにでも対応は可能なんだろうというふうに考えております。

9ページ目は参考文献ということになっておりますので、興味があれば、こちらのほう

を確認していただければと思います。

以上です。

○横山部会長 どうもありがとうございました。

それでは、事実確認のみということで御質疑、お願いします。何かございますでしょうか。

それでは、ちょっと私のほうからよろしいですか。

一つは、調査レベルの数値というか線量なんですけれども、これはどこから出てきている数字なんですか。

○辻村専門委員 これは非常に歴史的な数字ですが、もともとはICRPのPub1の35です。ですから、これは平成元年のその法改正があったときに、この数字を、当時、実効線量当量に採用しました。これが、内部的にはかなり定着をしていましたので、2001年のさらなる法改正に当たっては、数字を大きく変える必要もないということで、そのまま継続して使用しております。

具体的には、50mSvの3分の1をさらに四半期で割った数字か何かですね、たしか、そんな根拠だったと思います。

○横山部会長 ありがとうございます。

ほかに何かございますか。なければ、もう1点だけ御質問したいんですけれども、最後の、その中性子の線量なんですけれども、数値的な話なんですけれども、平板ファントムと円柱で少し違いがあるんですけれども、これはどういうところで変わってくるんですか。

○辻村専門委員 深さは同じなんですけれども、要するに、そのファントムが存在すると、その反射成分というの、その線量の値の中に組み込まれますので、その分の違いというのが少し出てきたと、平板のほうが少し換算係数としては大きめになるという理解で問題ないかと思います。ですが、これはイタリアのグループのその計算なんですけれども、別グループの計算結果だと、また、ちょっと数字が微妙に違うところもあるので、ここで数%の違いというのは、あまりここで議論をしてもちょっと意味がないかなと思います。

○横山部会長 ありがとうございます。

ほかに何かございますか。よろしいでしょうか。

では、時間も迫っておりますけれども、議題6)といたしまして、医療分野、原子力分野でのこれまでのヒアリングを踏まえた論点整理ということで議論を行っていきたいと思います。

それで、まず、資料1の、その第3回会合における議論のまとめ、これは医療分野のことになるかと思えますけれども、第3回会合で確認された事項を踏まえて評価の表を整理していただいたわけですが、かなり今回の内容に関しましても入っているかとは思いますが、まだ追加したほうがいい、それから修正したほうがいいというようなもの、それから、千田先生、盛武先生にお話しいただいた内容とあわせて、何かここで追加、議論していただきたいことというのはありますでしょうか。いかがでしょうか。

この表に関し、特に、今後、中間報告として審議会のほうに報告を予定しておりますけれども、そこでと、あと、最終報告という報告書案の中にも、このような表を載せていきたいというふうに考えているんですけれども、何かございますでしょうか。

先ほど、赤羽専門委員から言っていた部分に関しましては、書きぶりに関しましては、※印3のところでは検査時間が長い、頻度が多いというようなことを、線量がどうなのかというようなことに踏まえまして書き直すというか、修正するのがよいのかなと思っていますので、この部分に関しましては、赤羽専門委員、それから事務局と御相談しながら進めてまいりたいと思っておりますけれども。

それから、※印4のところですね、この場合に関しましては、CT等に関しましては、少しその横のカバーが必要かどうかというようなところもありますので、この書きぶりに関しましては、赤羽専門委員と事務局と御相談しながら修正したいというふうに考えていますけれども、よろしいでしょうか。

○佐藤放射線防護企画課長 事務局の佐藤でございますが、まさに赤羽専門委員から、先ほど、※4のところでお話があった、その側方までのカバーというのを、私ども事務局で案で書かせていただいたのは、決して、その防護の観点からでいえば、別に側方のカバーはなくても全く構わない、まさにメガネつけたほうが防護としては有効だというのはありますけど、ちょっとこの欄は、まさにその測定と評価の整理欄という意味において、逆に、その側方のカバーがなくて、でも、目じりにそういった測定器をつけて、逆に、かえって正確に測定できるのかなというのが、ちょっと事務局として心配だったものですから、ということで、ちょっと問題提起をさせていただいております。

○赤羽専門委員 よくわかる考え方なんですけど、ただ、先ほどの防護板のお話にもありましたとおり、要は、頸部と目じりとで不均等が生じている場合には目じりを測定する意義が出てくるわけで、その不均等が生じる要因というのは、防護眼鏡の側方カバーだけではなくてたくさんあって、ここだけコメントするのはとても不自然なのです。なので、不均

等かどうかという曖昧な記述にするか、不均等な状況としてこんなものが考えられるで、たくさん挙げるか、どちらを選ぶかということは、ここに関しては一つ。

それから、もう一つは、不均等があったら必ず測定しなければいけないとなると、かなりの人たちを目じりで測定しなければいけなくなりますが、先ほど辻村先生からもお話があったとおり、そもそもの線量が低ければ、不均等であっても測定する意義が低いわけですから、ある程度の高線量において、なおかつ、その頸部での測定結果では不都合があるような不均等が生じる場合というのをコメントには書いて、具体的な内容は別に記すとかというような形でもいいのかもしれない。

○佐藤放射線防護企画課長 ありがとうございます。よくわかりました。

○横山部会長 ありがとうございます。先ほど、赤羽専門委員、それから辻村専門委員からも言っていましたけれども、一つ不均等の、どういうふうにここで議論するかということと、不均等であるから、目じりに線量計をつけるかどうかということも、高線量であるという何か、その高線量というのを、どこを高線量とするのか、どういう場合につけるのかというのを一律に、なかなか決めるのは難しいかと思うんですけども、何らかしら、もう少し、今回の議論では、さらに先になるかと思えますけれども、議論を進めていければなというふうに考えておりますので、よろしくお願いします。

○片山核物質・放射線総括審議官 規制庁の片山でございます。

恐らく、その規制でどこまで求めるのかというレベルと、今日の先生方のプレゼンでもあったように、特に医療分野の場合には、どういう手術なのかということでも全然違うし、防護策の講じ方だとか、それが具体的にどの位置にあるんだということでも変わってくるということであれば、あまり細かく規制のレベルでそれを定義しようと思うと、もうわけのわからないことになってしまうんじゃないかと。恐らくそれは、いろんな学会での、もう、要するに現実に即したガイドライン的なもので補っていくというようなものと組み合わせていかないと、実際的なものというのは、なかなかでき上がってこないんじゃないかという印象を強く受けておまして、恐らく最後、この部会として中間取りまとめの案というのを、今後、御議論いただくことになるわけですけども、そういう仕分けというものも少し意識をしながら事務局では作業をする必要があるかなというふうに思っておまして、そういった考え方について、違和感があるかどうかというのが、違和感があるのであれば、ちょっとこの場で御指摘をいただいておりますけれども、大体そんな感じでもよろしゅうございますでしょうか。

○赤羽専門委員 よろしいですか、もう少し具体的に言うと、例えば、あまり踏み込まずに、この先は各関連学会等でガイドラインを定めたりというようなことが望ましいとか、そういうような書きぶりというような意味合いでしょうか。

○片山核物質・放射線総括審議官 はい。ある程度は、抽象的なレベルでこれぐらいのことはしなければいけないというようなことはあり得ると思いますし、まさしく今日、※印の3のところでも、拾い方が、もう少し広く拾ったらいんじゃないかと、※印の4のところでも、使用状況に応じてというふうに、むしろ抽象的にしたほうがいいんじゃないかという御議論があったと思うんですけども、そうならざるを得なくて、じゃあ、具体的に使用状況に応じてというのは何なんだという、さらに具体的なことは学会等というふうな、そういう仕分けかなというふうに思っております。

○横山部会長 恐らく、こちらの規制庁なり審議会でやらせていただく、この部会でやっていくものとしては、どういう、例えば論文等で大ざっぱなものが、大ざっぱなという言葉は正しくはないんですけども、方向性を示すと、こういう方法でやるといいのではないかというような方向性を示すところまではできるのかなというふうに考えておりますので、そのような形で報告書のほうにまとめていければと考えております。

どうぞ。

○壽藤専門委員 むしろ一番最初の、その資料1の最後のところですね、その他整理が必要な事項で総合討論というところなんです、少なくともこの部会で議論する範囲としては、その法改正にも直結する部分もありますので、まずは、その誤解をしないように気をつけたいと思っていますのは、その従来の方法でそのまま何とかなるかという部分ですね、水晶体について、それを、その1cm線量当量か70 μ m線量当量の適切なほうと、全ての議論がここからスタートし出しているような気がするんですが、基本的に、水晶体に対してもきちっと管理対象で挙げるとなると、防護量の基本としてとる数値というのは、まず、1cmと3mmと70 μ mの3種類、従前というか旧法令と同じようなスタイルからスタートせざるを得ないんじゃないかと。

その上で、実際にこの部会の対象である水晶体線量をどういう形で得ていくかという段階になると、均等被ばくのように体幹部の基本部位一つの線量計から持ってくる場合もあれば、不均等被ばくで体幹部の基本部位と頭頸部から持ってくるものもあれば、さらには、水晶体の近くにプラスアルファの線量計を使って、そこから持ってくる場合もあるというふうに分かれるだけなんです。それぞれの場合において、水晶体の管理ですので、3mm

線量当量を追求するんですが、そのときに、どういう線量計からどういう出し方がある、それから、着用するポイント、その線量計の数なんかも、この場合にはやっぱり、先ほどから議論されているように水晶体の近くにもう一つ置いたほうがいいのか、それとも、従来の方法の、今までの不均等被ばくというのは、どちらかという実効線量をベースとした印象での不均等と言っているんですが、今の評価マニュアルでも、本来、水晶体のような等価線量に対しても不均等な被ばく状況があればというのは入っていますので、そういう状況を踏まえて表現すればいいのではないかと思うんですね。

特に、さっき、電事連さんのほうから、その明確な基準というようなお話もありましたけれども、これは少なくとも規制レベルで明確なというふうに言われてしまうと、今の法律にあるように、体幹部の基本部位よりも多く被ばくするところがあれば、そこは管理しなさいの一言で終わってしまうと思うんですね。それ以上、2倍を超えたらとか3倍を超えたらというような表現は到底できるはずがないわけで、もともとの放射線防護の思想からすればね。だから、そこはさっき審議官がおっしゃったように、ある程度その実態を含めて、こういう状況のときにはこういう使い方、そのモニタリングの仕方がありそうだというような分類その他という大枠はある程度つくるにしても、それは、その法規制とは別な段階で、そういうようなことを考えて、例えば評価マニュアルや何かのほうに入れられるように、そこは、こういうカテゴリの部分については検討したらどうですかとか、そういう意味で、部会としてはそういう提案ぐらいいまでじゃないかという気がしていますが、いかがでしょうか。

○横山部会長 その辺でよろしいかと思えます。こちらのほうの、その不均等の話というのは、今、御議論いただいたような方向で進めていくのがよいかと思っていますので、よろしくをお願いします。

それでもう一つ、今、挙がっていましたが、この資料1の中で、第3回会合における議論のまとめということで、その他整理が必要な事項としまして、あとで議論させていただくというふうにしておりましたが、こちらのほう、御意見をいただきたいというふうに思います。水晶体等価線量の算定方法に関し、現行法令においては、対象としていない3mm線量当量をどういうふうに扱うかということなんですけれども。

○壽藤専門委員 じゃあ、今の補足のようなものなんですけど、これまでも各先生方から資料の御提示だとか検討をいただいていたその従来の方法という中に、その1cmもしくは70 μ mの数値の適切なほうからといったときに、これは当然、先ほど、辻村専門委員のほう

からもお話があったように、例えば、ICRPや何かできちっと、3mm線量当量に関する換算係数はこれですよというのが定義されて、それに基づきましょうというのが決まれば、従来の線量計においても出すべきは3mm線量当量なんですね。Hp(3)になって、1cmか70 μ mの適切なほうから選ぶという状況がまず変わる、そのことも含めて、ちょっと考えないといけないと。

○横山部会長　でも、実際的に、その3mm線量当量を、今の現行法令の前の、法令改正前の時点では3mm線量当量で測定する、評価するというような項目があったわけですけども、そちらに戻る、戻るという言い方はおかしいのかもしれないですけども、そういう方法で評価するというようなことを考えればいいのかどうかというところなんです。

○壽藤専門委員　基本的には、今の1cmであれ、70 μ mであれ、国際的にこの換算係数でという数値が決められている基準は何かというと、空気カーマからスタートしているんですね。例えばサーベイメータなんかの直読式のものには、直接その今の1cmであるとか、場合によっては実効線量というような単位系で見かけ上の校正のされているようなものもありますけれども、測定の基本からいったら、空気カーマに対して1cm線量当量はこの換算係数、70 μ m線量当量は、この換算係数。ということは、3mmに対する換算係数があれば同じことなんですね。ですから、そうやって考えると、3mmに対する換算係数はこれですよということを決めれば、そこからスタートすることを考えないといけない。

○横山部会長　ありがとうございます。

どうぞ。

○辻村専門委員　補足になりますけれども、今の部会長のほうからの御発言で、以前の状態に戻るのだというふうな話があったと思うんですけども、イメージ的にはそれで全然構わないと思います。換算係数のそのカーブが決まれば、既存の個人線量計、あらかたのものはそれに対応するように内部のアルゴリズムを変えるか、もしくは、校正を変えるかということで対応ができるはずです。

あと一つ、眼の近くに特別につける専用の線量計というのは、結局、今、そうやってニーズがあって出てきているんですけども、これに関しては、逆に、せっかく眼の近くにつけるのであれば、3mm線量当量を測定できたり校正するようにしないほうが、逆に意味がなくなると思いますから、これはISOとかJISとかの状況も考えますと、3mm線量当量というのはそのまま、今後使うという形になって何ら問題はないんじゃないかと思います。

あと、もともとこれ、平成11年のこの技術的指針の中の水晶体の等価線量ということの

意味を考えると、深さは基本的に3mmのはずであって、あ那时的その意見も、1cm線量当量、ないしは70 μ m線量当量をかわりに使ってもよいというのが、もともと技術指針の中身だったわけですから、実態としては、新しく3mmが入ったとしても、思想としてはほとんど変わっていないと考えていいと思います。

○横山部会長 ありがとうございます。

大口専門委員、特に何かございますでしょうか。

○大口専門委員 今、先ほど、辻村委員、壽藤委員から言われたとおり、個人線量計、特に積算線量計は、空気カーマから線量当量換算係数を用いて校正を行っています。現在、ISO4037が改定作業中なので、先ほど辻村専門委員から、来年ごろには発行されるのであれば、3mm線量当量として対応できることとなります。また、ISO4037が発行されれば、国の機関の校正場が整備され、それを基に線量計の校正システムが構築できるので、国内でも、3mm線量に対する測定システムが対応可能と考えています。

○横山部会長 ありがとうございます。

ほかに何か、全体を通して、今、こちらの議論のほうはこれで、3mm線量当量の扱いとしては、換算係数が整備されれば、3mm線量当量として評価するという考え方でよろしいかと思います。

あと、ほかに全体を通して何かございましたら、原子力のほうに関しましては、特にございますでしょうか。今、少し医療の、よろしいですか。

よろしいでしょうか、それでは、今回議論いただきました医療分野の話。

○片山核物質・放射線総括審議官 すみません、原子力施設関係で、基本的に原子力発電所、通常ですね、福島第一というのはちょっと特殊なので、それを除けば、基本的には γ 線を考えていけばいいというところで、そもそも、その不均等被ばくを想定しなければいけないような作業というのが通常は発生していないと。したがって、体幹部で γ 線を測定していれば、実際、線量の水準自体から見ても、眼の水晶体の等価線量限度というものが引き下げられても、それを守ることは可能だというふうに理解をしていけばよろしいでしょうか。

○畠埜放射線安全グループ長 九州電力の畠埜でございます。

基本的には、その御理解で問題はないというふうに考えてございます。

○横山部会長 どうもありがとうございます。

したがって、今回の医療の分野に関しまして、また論点を整理していただきまして、

事務局のほうで論点を整理していただきまして、また、表のほうの修正ということがあるかと思えます。

また、原子力分野に関しましては、今日は、福島第一以外の発電所ということで、今ございましたようにγ線の被ばくということで、安全研究のほうもございますけれども、基本的には均等被ばくというふうに考えてもよいただろうということになりそうだと思います。それから、今、辻村専門委員からお話がありましたとおり、中性子に関しましては、まだ換算係数の、どういうふうな、3mmで考えるかというところも、まだ議論が進んでいないということで、現状、1cmでの評価というものを取り入れていくというような考え方になるかと思えます。

これら、議論いただきました内容に関しましては、今後、総会で中間報告を行いますので、その際に、また次回のときに事務局のほうに整理していただきまして、議論をすることにさせていただくかと思えますが、それでよろしいでしょうか。

それでは、また、資料1と同じように事務局のほうで整理をしていただいて、また、次回の部会のときに提示していただくようお願いいたします。

その際、幾つか議論のあった内容については中間報告を取りまとめていく際に議論していくということで、よろしくお願ひします。

○佐藤放射線防護企画課長 承知いたしました。

○横山部会長 次回なんですけれども、医療分野とそれから非破壊分野の方から、また、有識者の方々からヒアリングを行いたいというふうに考えております。事務局のほう、準備をお願いいたします。

それから、先ほどから申し上げているように、次回の部会で報告書案の中間取りまとめを議論していただくこととなりますので、そちらのほうもよろしくお願ひします。

○佐藤放射線防護企画課長 承知いたしました。

○横山部会長 その他、何かございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、事務局から連絡事項のほうをお願いいたします。

○佐藤放射線防護企画課長 次回の日程でございますけれども、来月、12月8日、金曜日の午前中を予定しております。詳細については、また追って御連絡申し上げたいと思ひます。

以上です。

○横山部会長 どうもありがとうございます。

それでは、本日、予定しておりました議題は全て終了いたしました。委員の先生方におかれましては、活発な御議論をいただきまして、どうもありがとうございました。また、盛武先生、千田先生はちょっとお帰りになりましたけれども、それから電気事業連合会の皆様、オブザーバーの厚生労働省のお二方におかれましても、御協力いただきましてどうもありがとうございました。さらに、傍聴者の皆様におかれましては、円滑な議事進行に御協力いただきまして、どうもありがとうございました。

以上で、第4回放射線審議会、眼の水晶体の放射線防護検討部会を終了させていただきます。ありがとうございました。