

第2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9月5日（火）

原子力規制委員会

第2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9月5日(火) 14:00～15:56

2. 場 所 原子力規制委員会 会議室B

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ロ 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

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

高エネルギー加速器研究機構

平山 英夫 共通基盤研究施設 放射線科学センター 放射線遮蔽グループ
名誉教授

東京電力ホールディングス株式会社

白木 洋也 福島第一廃炉推進カンパニー プロジェクト計画部 部長
(放射線管理担当)

4. 議 題

- 1) 第1回眼の水晶体の放射線防護検討部会での議論の要点
- 2) 福島第一原子力発電所における眼の水晶体被ばく管理の状況と取組み
- 3) 個人線量算による β 線3ミリメートル線量当量測定について
- 4) 論点整理：福島第一原子力発電所における眼の水晶体の適切な放射線防護のあり方について

5. 配布資料

- 資料 1 第1回会合における議論のまとめ
- 資料 2 「今後の眼の水晶体の等価線量限度引き下げ」に対応した取組みについて
- 資料 3 個人線量計による β 線3ミリメートル線量当量の測定について
- 資料 4 TMI事故後の復旧作業等における水晶体の β 線防護対策
- 資料 5 労働衛生管理と放射線被ばく管理

(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2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。

○寺谷企画調査官 事務局の原子力規制庁企画調査官、寺谷でございます。

まず、資料の確認をさせていただきます。まず、机上にあるもの、資料としましては議事次第がございまして、資料1～5の横紙がございます。資料1が原子力規制庁の資料、資料2が東京電力のもの、資料3が平山先生によるもの、資料4がJAEA、辻村専門委員のもの、資料5は櫻田専門委員のものになりますが、それから、あと、青のドッチファイルがありまして、こちらにICRP、IAEA、その基準、文書等が入っております。資料の重複、不足等がありましたら、事務局までお申しつけください。大丈夫でしょうか。

では、続きまして、定足数の確認をします。放射線審議会の部会は、放射線審議会令第三条の規定によって、会議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。委員としましては横山部会長、それから神田委員のお二方となりまして、お二方も御出席いただいているため、定足数をしっかり満たしていることを御報告いたします。

事務局からは以上です。

○横山部会長 ありがとうございます。

よろしいですか。

それでは、議題1)といたしまして、第1回眼の水晶体の放射線防護検討部会での議論の要点に入らせていただきます。

まず、事務局から説明をお願いします。

○寺谷企画調査官 では、事務局から説明します。

資料1を御覧ください。第1回会合における議論のまとめという資料です。これは、7月25日に開催しました第1回会合において行われた議論をまとめたものです。

1ページおめくりください。ここから3ページにわたりまして、四つの柱について、前回の議論をまとめさせていただきました。

一つ目は、水晶体の等価線量の測定・評価のあり方についてです。

ここは三つに分けておりまして、一つ目は、水晶体の等価線量評価の手法についてです。これは、横山部会長からいただいた御発言内容をここに書いております。医療従事者が、頭頸部に装着した線量計で水晶体の等価線量を評価している場合、適切に評価されているかどうかという実態を確認すべきであること。それから、水晶体の等価線量の評価に70 μ m線量当量を用いる場合、 β 線について適切に評価できるかどうか検証すべきという御発言をいただきました。こちらをまとめますと、水晶体の等価線量の評価に当たり、①眼の近傍3mm線量当量を計測せずに頭部または頸部で計測する場合、②としまして、1cmまたは70 μ mの線量当量で評価する場合における計測のあり方、つまり、計測をするとしたらど

のようにするか、また、そのときの留意点について整理するとまとめております。ここから、四角の囲みは御発言内容をまとめさせていただいたものになっております。

(2)ですが、直接水晶体の線量測定をする場合の判断基準についてです。これも横山部会長からのコメントでして、現状では、過去のマニュアルに基づいて計測をするかしないかの判断は現場に任されているため、直接眼の近傍で測定する場合、頭部、頸部で測定する場合、こういった分の判断基準があることが望ましいということでした。これをまとめますと、もう少しヒアリングを続けた上で、実際に、はかる、はからないということになります。眼の近傍で測定ではかる、はからないという。つまり、不均等被ばくは、どういうときに不均等被ばくが起きるかということ整理していきたいと思っております。

ここまでは、はかることでしたが、三つ目になります。こちらは防護の話になりまして、防護具を着用した場合の補正についてです。これは大口専門委員からの御発言で、ISOでは、眼鏡を着用した場合の水晶体の等価線量の評価について、頸部での測定結果を適切に補正することが求められています。これも研究成果等が集積されてあると聞いておりますので、こちらを活用しつつ、利用可能な防護眼鏡を利用した場合の補正のあり方、例えば係数がこうであるとか、係数でない方法もあると思っておりますが、そのようなことを整理して報告書に盛り込んでいきたい、このように考えております。

次のページを御覧ください。こちらは、今度は放射線防護の最適化についてとタイトルをつけております。

これは、前回お話しいただいた電中研の浜田氏からいただいたコメントを抽出して、もともとにある今回のこの動きのエビデンスの話としては、これは、生涯線量を考慮すると、そもそも線量限度を守ればいいという話だけではなく、線量限度に加えて最適化を併用するのがそもそも前提になっているんだという御発言をいただきました。また、横山部会長からは、基準値の検討が進んでいる海外の取組を注視すべきであろう。横山部会長、辻村専門委員からは、最適化という概念を直接的に規制に取り入れるのは難しいです。ただ、管理の現場において最適化はどうやってできるか。例えば、管理目標値の既存の考え方も参考に最適化の考え方を整理したらいかがか、このようなコメントをいただいたところで

す。

これを大きくまとめると囲みにあるような二つと考えておりまして、まずは、しっかり線量限度引き下げには最適化を併用する必要がある、こういうことがそもそも必要だということをしっかり述べていくことが必要であろうと思っております。二つ目としましては、実際

に現場で、現場ごとに最適化をすればというふうにするか。防護具をつけるというのもあるし、管理目標値を設定する、いろんなやり方があると思います。なので、このようなものを整理して例示していく、このようなことを考えております。

最後のページを御覧ください。あと、大きく二つのテーマがございまして、医療現場等における課題と中長期的な課題です。

医療現場等における課題に関しましては二つありまして、一つ目は、医療従事者等の被ばくの実態の把握についてです。これは赤羽専門委員からいただいたコメントでして、IVRに携わる医師、看護師、診療放射線技師等の被ばくの実態を把握すべきであると。また、医師については放射線科以外の医師も放射線を昨今多く扱っておりますので、このような医師も広く対象とすべきだという御意見をいただいております。これをまとめますと、現在、動いています安全研究事業を活用するとともに、関係省庁、学会等の協力を得て、被ばくの実態をしっかり把握していきたいと思っております。これもなかなか把握し切れるのかという問題があるとは思いますが、現状にてわかることはしっかり整理しておきたい、そのように考えております。

(2)としましては、線量管理を適切に行う支援についてです。これは樺田専門委員からいただいたコメントです。個人の線量管理を適切に行うため、線量測定結果を個人にフィードバックする方策や指針の整備等を通じた医療施設等への技術的支援を検討すべきではないかということでした。これを整理しますと、まず、医療機関もそうですが、医療機関を含む施設ごとに従事者の線量を管理すること、しっかり管理していただくことというのはありますし、特に医療現場なんかでは特徴的だと思いますが、複数の施設にまたがってお仕事をされている方がいらっしゃいますから、そのような方々の放射線業務を行う作業者の線量管理のあり方について課題を明確化していき、論点を整理したいと思っております。これを全て解決するというのはなかなか難しいところがあると思っておりますが、少なくともこのような論点をしっかり整理していきたいと思っております。

なお、参考ですが、現在、厚生労働省では医療放射線の適正管理に関する検討会というものが開かれておりまして、ちょうど昨日、第3回検討会が行われました。神田委員も出席されていたと思っております。この会におきましては、神田委員から医療被ばくの適正管理のあり方についてのプレゼンもされていまして、退出基準の議論もありました。最後に、原子力規制庁から放射線審議会の動向について説明してほしいというオーダーを受けまして、私から放射線審議会の動向と水晶体部会のお話をさせていただいたところ、非常に活

発な御議論をいただいて、さらに、厚生労働省の事務局からも、今後こちらで得られた提言というのを生かして、厚生労働省でも引き続き検討していくということのようなコメントもいただいております。

では、資料に戻りまして、中長期的な課題というところを御覧ください。これは浜田氏からのコメントでして、ICRPの新しい基準は、「しきい線量が線量率によらず同じ」だという仮定、それから、「微小混濁」というのは、これは「視覚障害性の白内障に進行する」という、この二つの仮定に基づいたものであるということです。つまり、この仮定が今後変わる可能性もあるので、妥当性を検証していくべきだし、変わっていくことをしっかり注視しなさいというコメントをいただいておりますので、これをまとめますと、今後の科学的知見の集積状況や国際機関の動向を注視していくこと、大きな動きがあった場合には水晶体の線量限度等について改めて検討するということを事務局としてまとめさせていただきます。

前回の議論をまとめさせていただいたものが以上の資料となります。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。

それでは、委員の皆様から何か御意見ございますでしょうか。今、取りまとめたいただきましたが、水晶体の等価線量の測定評価のあり方について、それから、放射線防護の最適化について、医療現場等における課題、それから、中長期的な課題ということになっております。特にございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、今回まとめたいただきました議論のまとめをもとに、今後、部会を進めていきたいと思っております。よろしく申し上げます。

それでは、次の議題に移らせていただきたいと思います。

議題2)といたしまして、福島第一原子力発電所における眼の水晶体被ばく管理の状況と取組みです。

本日は、東京電力ホールディングス株式会社から、福島第一廃炉推進カンパニープロジェクト計画部の白木部長、原子力安全・統括部原子力保健安全センターの吉田所長、それから、補佐の方、3名の方に出席いただいております。

それでは、資料2に基づきまして、東京電力の白木さん、御説明のほどよろしく申し上げます。

○東京電力（吉田所長） すみません、東京電力の吉田のほうから説明させていただきます

す。よろしく申し上げます。

では、早速ですが、資料のほうを1枚めくっていただきたいのですが、資料につきましては、シート1からシート3につきましては福島第一の状況について記載させていただいております。

シート1のほうですが、こちらのほうは、福島第一における外部被ばくの管理状況についてです。震災時に拡散したフォールアウトの汚染の影響を受けて、構内全域を管理対象区域と設定しております。そこに立ち入る作業者は個人線量計を着用しています。個人線量の評価用として、ガラスバッジなどの積算線量計と、日々の線量の確認用として警報付電子式線量計の二つを着用しています。ほかに、末端部被ばくが想定される場合は、リングバッジ等を使用して適切にモニタリングしているというような状況になります。

次のページをお願いします。シート2のほうです。こちらのほうは構内のγ線量率の分布を示したものです。オレンジ色が多いところが1～4号機になります。真ん中辺りのところになります。瓦れきの撤去やフェーシングなどの環境改善によって、構内の大部分が、今はブルーである、大体 $5\mu\text{Sv/h}$ 以下にというような状況になっております。

次のシートをよろしく申し上げます。シート3ですが、こちらのほうは放射線防護装備のエリアを示したものです。震災当時は構内全域が全面マスクやカバーオール着用でしたが、環境改善が進みましたので、今は構内専用服、または一般作業服に防じんマスクのグリーンゾーンと言われるところが95%に拡大しております。それぞれのゾーンの装備状況につきましては、下のところにレッドゾーン、イエローゾーン、グリーンゾーンというようところで示させていただいております。ここで、β線の影響のあるエリアについてはレッドとイエローゾーンという一部になっております。見ていただくと、黄色のところは点線と実線というふうに分かれておりますが、こちらのほうの点線のエリアでは、パトロールや現場調査の場合はグリーンゾーンと同じ装備で入域することができるエリアを示しております。また、グリーンゾーンにおいても、作業内容に応じて当然ながら測定をして、イエローゾーンを一時的に設定して作業していきます。

次のページをお願いします。シート4からシート7に関しましては、眼の水晶体の管理についてまとめております。

シート4のほうを御覧ください。こちらのほう、まずは水晶体の線量限度です。こちらのほうは 150mSv/年 、御存じのとおりですが、眼の水晶体の線量評価につきましては、 3mm の深さで評価することになっております。測定に関しましては、2001年度以前の眼の水晶

体の等価線量につきましては3mm線量で、2001年度以降に関しましては、法令改正により、胸部の1cm及び70 μ mの測定を確認しておけば、3mm線量当量が等価線量限度を超えないように管理できるため、現在は測定は不要ということになっております。こちらを踏まえて、150mSv/年が50mSv/年、100mSv/5年に引き下げられた場合の課題について、次以降で説明させていただきます。

シート5のほうをよろしく申し上げます。眼の水晶体被ばくのモニタリングですが、測定器は、現状、ガラスバッジなどを装着しております。測定位置に関しましては胸部に着用しております。なお、遮蔽ベストを着用するケースがあるのですが、その際には、眼の水晶体に関しましてはベストの外側に着用したものを評価します。それとは別に、内側にも線量計を着用しております。等価線量の評価に関しましては、 β 線70 μ m線量当量と γ 線70 μ mまたは1cm線量当量の大きいほうを足し合わせて評価しております。胸部に着用し、眼の水晶体の評価線量を評価する上での課題としましては、 β 線が支配的なエリアでは、現在、水晶体の放射線防護による被ばく低減の観点から、全面マスクを指示しています。等価線量の評価としては、マスクの遮蔽の効果を含めず、現在は保守的に評価を実施しております。次に、 γ 線^{※1}の高いエリアでは、被ばく低減の観点で遮蔽ベストを着用することもあります。遮蔽ベストを着用している場合は、眼の水晶体の評価は、外側の線量計を使用するため、実効線量より眼の水晶体の等価線量が高くなっております。

※1 会議では「 β 線」と誤発言

次のシートをお願いします。シート6ですが、こちらのほうは2016年度の実績で、水晶体の等価線量が50mSv/年を超えた数は、21名おります。主な作業として、 γ 線の環境下での作業としては、1~4号機周辺のカバー設置工事などです。 β 線の環境下の作業においてはタンク解体作業関係になっております。また、50mSv/年を超えた方の作業環境の内訳としましては、右側のところに記載させていただいておりますが、 γ 線環境下では9名、 β 線環境下では12名となっております。なお、 γ 線環境下の方の実効線量は概ね35から40mSvで、 β 線環境下の方の実効線量は概ね2から3mSvとなっております。ということで、実効線量としては50mSv/年を超えているということはありません。

次のシート7を御覧ください。こちらのほうは、平成23年から平成28年度の20mSvを超える作業者の推移を示したものです。年々下がる傾向にあるということがわかると思いますが、26年度においては若干増えておりますが、ここに関しましては、凍土壁の設置工事などで、作業者が増えたことによるものです。また、後で説明させていただきますが、 β 線

作業環境下の作業であるフランジタンクの解体においては、平成27年度から開始している状況でございます。

次のシートをお願いします。シート8～13にかけましては、作業状況について説明させていただきたいと思っております。ここでは、β線の環境下の作業と、γ線の環境下作業について説明させていただきます。

まずはβ線環境下作業としまして、フランジ型のタンクの解体というのがあります。フランジ型のタンク解体の作業は、漏えいリスクを可能な限り低減するために、今現在、溶接型のタンクに変更しております。そのために解体作業が発生しております。こちらのほうのフランジ型のタンクにはRO濃縮水というのが貯留されておりました。RO濃縮水とはというところですが、参考として書かせていただいておりますが、建屋滞留水を、セシウム吸着装置を用いてセシウムを除去後、淡水化装置で濃縮しているため、ストロンチウムが残存しているというようなところになっております。

続いて、作業概況について説明させていただきます。まず、こちらのほうのタンクの解体におきましては、準備作業としましては、既設ラインの水を移送し、仮設ポンプを用いて水を移送します。その次に、残水処理としまして、残水をバキューム車を用いて処理します。この際にはタンクの内部に入って作業も行います。続きましては、飛散防止の観点で塗装のほうを行っております。続いて天板、側板、底部という形で解体していきます。最後の底部解体の際には、こちらのほうにも作業員が入るというようなところがございます。その後、解体片を減容するために切断装置で切断し、一時保管というようなステップになります。

次のシートをお願いします。参考ですが、こちらのほう、ステップⅡの残水処理の状況の写真をつけさせていただいております。こちらは底板のほう、ボルトで固定しておりますので、そこに堰ができていて、それを、残水を処理するために中に入ってバキュームアップをしております。

次のシートをお願いします。シート10ですが、こちらのほうは天板解体と側板解体、あと、底部解体の状況の写真をつけさせていただいております。中に入る際には、やはり作業環境は高くなりますので、遮蔽処置を行っております。遮蔽材としては、側面に関しましてはコンパネ、合板ですね。こちらを立てかけて、底面にはゴムマット、1～3mmのものを設置しております。これによりまして、遮蔽率に関しましては、70μm線量当量率で約90%の低減が得られております。

次のシートをお願いします。11ページ目です。シート11ですが、こちらのほうにしましては、フランジ型のタンクの解体になります。こちらにしましては、ボルト固定や切断面確認というところで作業員が、こちらのほうのものに近づくというところで、そういったところで被ばくするというような環境のところですので、そういったところの御紹介のためにつけさせていただいております。

次のシートをお願いします。次はγ線環境下の作業として、3号機原子炉建屋オペフロ上の作業について簡単に紹介させていただきます。こちらは、使用済み燃料取り出しに向けて、カバー等の設置工事を今現在進めております。作業に当たりましては、被ばく低減対策としては、無人重機の活用や瓦れき撤去、オペフロ面の除染・遮蔽等の設置などを実施しております。写真のほうは、震災直後のオペフロの状況、除染当初のオペフロ、遮蔽体の設置後の写真を掲示させていただいております。

次のページをお願いします。シート13にしましては、カバー設置におけるステップIからIXまでを、簡単にですけれども示させていただいております。今現在は、ステップVIであるドームの屋根の設置の状況です。

続きまして、次のシートをお願いします。ここから、シート14～18にしましては、自主的な取組みについて御説明させていただきたいと思っております。

ICRPによる「眼の水晶体の等価線量限度の引き下げ」勧告や、厚生労働省の通達などを踏まえて、福島第一原子力発電所の作業員の安全向上のための管理を段階的に導入したいというふうに考えております。自主的な管理としまして、水晶体の等価線量の管理値を50mSv/年、100mSv/5年を段階的に導入したいというふうに考えております。導入目標にしましては、50mSv/年に関しましては2018年度から導入を予定しております。100mSv/5年に関しましては、眼の水晶体の等価線量の管理はこれまで単体でやっておりますので、100mSv/5年の導入に当たっては、集計方法などの管理の方法というものも検討が必要になりますので、そういった検討が進んだ後に段階的に導入していきたいと思っております。

なお、こちらのほうにしましては、100mSv/5年を導入に当たりましては、当然ながら実効線量との始期というところも考慮しないといけないというふうに考えております。それと、あと、他社から異動してきたときの前歴線量というところも考慮する必要があるというふうに考えております。

次、シート15のほうをお願いします。管理導入に向けた取組みとしましては、β線の被ばくが高い作業に関しましては、全面遮蔽という効果を、今、保守的に評価をしております。

すので、それらを最適化するために、まず一つ目としては、当然ながら全面マスクの内側で測定するというのを考えていきたいというふうに考えております。もう一つは、胸元の位置で測定した結果、遮蔽効果を加味した水晶体の等価線量の評価というところも考えていきたいと考えております。γ線に関わるものに関しましては、こちらのほうは遮蔽効果というところが得られませんので、これも従来どおり作業環境の線量低減や遠隔工法などを採用して、ALARA活動を積極的に取り組んで、被ばくの低減に努めていきたいというふうに考えております。

次のページをお願いします。16ページになりますが、こちらのほうは先ほどの測定というところの課題ですが、現在は3mm線量当量というところの測定が法令に規定されていないことから、まずは、既存の線量計70μm線量当量の測定器を活用していきたいというふうに考えております。その際、作業安全を考慮し、視界を妨げないような測定位置というのを検討していきたいと思っております。それとともに線量計を選定していきたいというふうに考えております。また、今、3mmの線量当量を測定するような測定器もありますので、こちらの活用も考えていきたいというふうに考えております。

シート17のほうをよろしくをお願いします。全面マスクの遮蔽の効果なんですけど、こちらに関しましては、文献値で約80%というところが得られておりますので、それに伴いまして社内試験も実施しております。社内試験に関しましては70~80%というような、ほぼ文献値と同じような遮蔽効果が得られているというところの社内結果も得られております。社内試験の方法に関しまして、シート18のほうに記載させていただいております。

シート17で、その他としまして、厚生労働省の通達に基づいて協力企業の放射線管理員が集まる会議体にて、法改正による水晶体の等価線量限度の引き下げや、当社の取組みについての協力ということで説明をさせていただいております。また、今後、当社の水晶体管理の導入におきましては、社内及び協力企業に説明を予定していて、法改正前に、本取組みについての理解を得ていきたいというふうに考えております。また、水晶体のモニタリング方法の適用範囲ですが、作業方法の対象エリア等の「管理方法」をさらに検討していきたいというふうに考えております。

シート18につきましては、先ほどの社内試験の試験条件などを記載させていただいております。こちらのほうは割愛させていただきます。

シート19のほうをお願いします。まとめですが、まず、既存の線量計〔70μm線量当量〕の活用及び全面マスクの遮蔽効果を考慮した水晶体の評価というふうに記載させてい

ただいておりますが、まず、基本的には、眼の水晶体の等価線量については、原則として、やはり胸の位置の測定を継続したいというふうに考えております。ただし、眼の水晶体の被ばく線量が高くなる作業や、不均等被ばくが想定される作業については、適切な位置、眼の位置や頸部等、実測または、全面マスクの遮蔽効果を取り入れた評価により、等価線量の評価の適正化を図っていきたいというふうに考えております。また、一方で、新たな線量計の活用も検討していきます。

最後、20シート目ですが、こちらのほうは、今後の導入に向けたスケジュールを簡単ですが記載させていただいております。

東京電力からの報告は以上です。

○横山部会長 ありがとうございます。

それでは、議題4)のところで、論点整理のところで総合討論の時間を設けさせていただきたいと思いますので、こちらでは事実確認のみ御質疑いただきたいと思うんですけども、何かございますでしょうか。今お話しいただいた今後の水晶体の等価線量限度引き下げに対応した取組みということで、福島第一原子力発電所の現在の被ばく管理の現状とその取組み方法、それから、遮蔽も含めてという、被ばく低減の取組みというようなことをお話しいただきました。

○片山核物質・放射線総括審議官 原子力規制庁の片山です。

東京電力に一つ御質問なんですけれども、5年間の限度をどういうふうにするかというときに、実効線量の5年間の管理の始期と期間をどう合わせるのかというのが課題だという御説明があったんですけれども、現行、実効線量は、カウントは何年度を始期としてカウントをしているのでしょうか。

○東京電力（吉田所長） 平成28年4月1日が始期になっております。

○片山核物質・放射線総括審議官 昨年度から始まった新たな期間が始まっていると、そういうことでございますね。

○東京電力（吉田所長） はい、さようでございます。

○片山核物質・放射線総括審議官 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。

どうぞ。

○寺谷企画調査官 ちょっと数字の確認だけなんですけど、7ページに、現在までの眼の水晶体等価線量分布とありまして、平成28年に関しては、380名というのは20から50mSvの方

だと思うのですが、これは、前のページを見ると、全体で言うと1万4,167名のうちの380名という数ですよ。ちなみに、もしすぐわかればなんですが、平成27年度とか平成26年度の、要は、全体の数というのはどのくらいなのでしょう。

○東京電力（吉田所長） 平成27年度の作業員全体の数ですが、平成27年度は1万8,196名です。平成26年度は2万730名になります。

○寺谷企画調査官 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。

ちょっと私のほうから御質問をさせていただきたいんですけども、現在、遮蔽ベスト、 β 線の線量が高い場で遮蔽ベストを着て、 γ 線の被ばくを伴うというか、寄与もそこそこあるような場というのはあるのでしょうか。

○東京電力（吉田所長） 今、現状はそういった場はございません。 γ 線は γ 線、 β 線は β 線というようなところでございます。

○横山部会長 ありがとうございます。

ですから、今、福島第一のほうでは、高 β 線、それから、高 γ 線というような、それぞれの場について考えればいいというふうに考えてよろしいですね。

ほかに何かございますか。よろしいですか。

それでは、全体的な話は後で、総合討論のほうでまた御議論いただければと思います。

それでは、東京電力の吉田さん、どうもありがとうございました。東京電力の方には引き続きこの場にとどまっていたいで、最後の論点整理のときにまた御意見をいただければと思います。

それでは、次の議題に移らせていただきます。

議題3)といたしまして、個人線量計による β 線3ミリメートル線量当量測定についてといたしまして、高エネルギー加速器研究機構の平山先生に御説明いただきたいと思います。平山先生、お願いします。

○平山名誉教授 それでは、資料3に基づいて説明させていただきます。高エネ研の平山です。

1ページめくっていただいて、「はじめに」ですけれども、福島第一原子力発電所で重要なのは β 線による水晶体の被ばく線量だと思います。 β 線の測定については、線源を用いた検討について、既に辻村専門委員のもとで、いくつかの発表がされています。一方、

ICRPの勧告が出されて以降、特にヨーロッパを中心に、医療系の従事者を対象にした新しい線量計の開発がされてきています。一方、福島第一原子力発電所での核種についてはストロンチウム90、イットリウム90に限定されますけれども、作業の状況というのはかなり多岐にわたっていますので、線源だけではちょっと検討できない場合もあるということが考えられます。非常に広い線源が対象になる場合もあります。

次をめぐっていただきます。そういうことを考えて、本来は実測による検討が大変重要なんですけれども、計算コードを用いて、計算を中心にした線量計の検討を行いました。線量計の特性等については計算のほうが理解しやすい側面がありますし、いろんな場合について検討できるということから行ったものです。線量計の対象としては、新しく開発されてきました“DOSIRIS”と、実質的にフィルターの無いnanoDotを対象にして検討を行いました。基本的に、全体を理解するために、電子による3mm線量当量を理解して、具体的に、福島の場合にはイットリウム90のβ線が対象になりますので、イットリウム90のβ線を対象に、3mmの線量当量と個人線量計の応答の比較を行いました。

次のページをお願いします、4ページです。計算コードを使って行いますので、それが正しいかどうかということについての検証が必要になります。計算は二つ行っていますので、まず、3mm線量当量が正しいかどうかということを検証する必要があります。egs5というのは、KEKとミシガン大とSLACが共同で開発したモンテカルロ計算コードです。3mm線量当量については、ICRU-57以降、新しいデータがほとんど出されていませぬので、それを対象にして比較をしました。ICRU-57のデータというのは、いろんな研究者が、それぞれの計算コードを使って、ファントム材質もいろいろ使った結果をまとめたものでして、私が、前のバージョンのegs4を使って出した計算も含まれています。比較はいろんな角度で入ってくる場合も考慮する必要がありますので、 $H_p(3, \alpha)$ の角度依存の比較を行いました。次のページに示していますけれども、よく一致していますので、このコードを用いた3mm線量当量の計算そのものというのは妥当性があると考えます。

次のページです。もう一つは、実際の線量計の吸収線量を計算できているかどうかを検証する必要があります。これについては、長瀬ランダウアの小林さんに協力していただきまして、nanoDotを使って、表面の皮膚が非常に薄いアイソトープ協会製の10cm×10cmのストロンチウム90/イットリウム90線源を使って、nanoDotの前に何も置かない場合と、nanoDotの前に1mmあるいは2mmの密度1.2g/cm³のPETを置いた状態で中心軸上の5cmの位置で照射をし、計算と実測を比較しました。nanoDotの測定結果というのは、空気吸収線量

が出されていますので、これを人体等価物質に置き換えるために、セシウム137での γ 線に対する質量減衰係数の比を用いて変換しました。一方、egs5で計算したnanoDotの計算というのは、検出器素材の酸化アルミニウムの吸収線量を出していますので、これを人体等価物質に対する質量阻止能比を用いて人体等価物質の吸収線量に変換しました。計算と実験の比ですけれども、大体0.82-0.97で一致していますので、公称放射能濃度の誤差、あるいは均一性の誤差の範囲内で、実測とよく合っていると思います。

阻止能比のことは皆さんよくもう御存じだと思いますので省略しますけれども、計算する場合には、実際に同じ質量の物質であっても、物質によって阻止能が違いますので、こういった補正が必要になります。

9ページは、実際の計算と実測との比較です。裸の場合には、当然、ストロンチウム90の β 線も寄与しますので、ストロンチウム90のとイットリウム90の β 線の合計のものと計算したものを比較しました。比較するのはアスタリスクがついたもので、実測値のほうも、それから、egs5の計算も、人体等価の物質に置き換えたものです。以上の二つの比較から、計算結果が妥当であることがわかりましたので、具体的な線量についての考察に進みます。

10ページからDOSIRISについての検討結果を紹介します。DOSIRISというのは、IRSNで開発された眼の水晶体専用の線量計で、厚みが3mmのポリプロピレンのカプセルの内部に、100mg/cm²のフッ化リチウムを入れた構造になっています。これで吸収線量を計算して比較しました。

まず、一番基本的な線量計の性質である垂直入射の平行電子ビームに対する応答を比較しました。これは、構成の厚みだけを考慮したDOSIRISの吸収線量計算し、3mm線量当量の比較を行いました。次の結果で示しますけれども、基本的に、あるエネルギー以上では、人体等価物質に補正したDOSIRISの吸収線量は、ほぼ3mm線量当量に一致しています。それより低いところでは、過小評価になっているのは、この領域は制動放射の影響があるためでそういう意味で、基本的にDOSIRISの吸収線量は3mm線量当量をよく再現していると言えます。ポリカーボネートがある場合には、エネルギーの高い領域にシフトはしますが、基本的な傾向は同じです。具体的な比較を12、13ページで御紹介します。

12ページの図というのは、一つが3mm線量当量、それから、赤で描いたのがフッ化リチウムの吸収線量、それから、青で描いたのが、これは阻止能比で補正して人体等価物質に置き換えたものです。1.2MeV以上では、ほぼ実測と、Hp(3)と等しい応答が得られていることがあります。この特性がほぼ一致しているということは、大体どんな場合でもよく対

応することになりますけれども、エネルギーが低くなってくると過小評価の傾向が出るということが予想されます。

13ページは、線量計の前に2mmのポリカーボネートを置いた場合で、当然ながら入ってくるβ線のエネルギーが減少しますので、より高いエネルギーの電子でないと感度がないということになりますが、基本的な傾向は同じになっています。

以上の様に、基本的な特性が理解されましたので、次に、具体的なイットリウム90β線によるHp(3)線量等の検討を行いました。作業現場というのは、非常にローカルに強い線源がある場合とか、広い領域に分布している場合、さまざまありますので、まずは、面線源のサイズの依存性を検討しました。線源の条件としては1.05cm半径の比較的小さいもの、それから10cm×10cm、それから15cm半径の非常に大きいものを考えました。何もない場合、及び2mmのポリカーボネートがある場合を考え、線源の中心からの距離も5cmと10cmとし、途中に空気がある場合を考えました。

15ページを見ていただくと、線源の面積、それから、距離を変えた場合にどうなるかということですが、線源が大きくなると、当然、単位密度を同じにしていますので、合計の線量が大きくなるので増えますけれども、一定程度以上になると、ほぼそれが飽和す傾向が見られます。大体15cm半径ぐらいの領域を考えると、それ以上広がっても、ほぼあまり変わらないということがわかると思います。

前に戻っていただいて、防護具による遮蔽効果も見てみました。ストロンチウムは考慮せず、イットリウム90のβ線だけについてポリカーボネートの厚さを変えて減衰を見てみました。当然、この場合も線源の大きさによって違ってきます。

16ページがその結果ですが、一番減衰が小さいのは、当然のことながら垂直入射した場合で、これが点線になります。線源が大きくなって、距離が近くなるほど減衰の傾向が多くなりますけど、これは斜めに入っていくβ線が多くなるために、ポリカーボネートによる減衰が大きいためこういうことになっています。

具体的に、イットリウム90の線源に対するDOSIRISの応答がどうなるかということで、以下のことを行いました。線源の大きさは先ほど紹介した三つの線源。それから、線源からの距離を5cmと10cmに変えまして、防護カバーは、防護カバーがない場合の空気層のみ、それから、DOSIRISの前に1、2、3及び5mmのポリカーボネートがある場合を考え、DOSIRISの吸収線量を質量阻止能で比較した人体等価物質の吸収線量と3mm線量当量の比較を行いました。

次の17ページが結果です。ちょっといろいろばらつきがありますが、基本的に3mmぐらいまでの領域であれば、DOSIRISの結果は3mm線量当量に対して25%以内の差となっているというふうに思います。大きさとか、それから、距離が変わると若干変動はしますが、こういう状況です。ただし、非常に厚くなってくると、若干過小評価の程度が大きくなりますけれども、なぜこうなるかというのは、次の19ページを見ていただければわかると思います。

19ページは、前に置いたポリカーボネートの厚さによって線量計に入射する β 線のスペックがどう変わるかを計算したものです。当然のことながら、ポリカーボネートが厚くなるとだんだん高いほうが増減していき、実効的に平均エネルギーが減少することになります。そこに、3mm線量当量と、フッ化リチウムのDOSIRISの応答をプロットしていますけれども、見てわかるように、だんだん厚くなるに伴って過小評価、DOSIRISが過小評価する領域が多くなるために、全体として若干過小評価の傾向が出てくるということになります。以上の結果から、DOSIRISの場合は、実効的には光子と同じように β 線による3mm線量当量を評価できるということが示されたと思います。

次に、全くフィルター等がないnanoDotの場合にどうなるかということを検討してみました。nanoDotは、3mm線量当量につくられたものではない線量計が、特性を理解することによって、いろんな意味で3mm線量当量の測定にも使えるのではないかとということで検討してみました。nanoDotは酸化アルミニウムのOSL線量計で、フィルターはついていないのです、若干のポリエステルが酸化アルミニウムの前にあります。この構造を考慮する必要があります。それから、セシウムの γ 線で校正されているので、結果は空気吸収線量になっています。

先ほどと同じように、垂直入射の電子に対する応答がどうなのかということをもっと最初に比較してみました。これは当然ほとんどフィルターがありませんので、低いところまで感度があって、3mm線量当量とエネルギー応答がかなり違ってきます。

次の22ページ、23ページがその結果ですけれども、先ほどのDOSIRISの場合と違って、本来、3mm線量としては値のない領域まで広がっています。こういう状況で、ポリカーボネートがあると、若干状況は違いますが、基本的には似たような応答になります。この結果から類推されるのは、nanoDotの値というのは、そのまま使った場合には、当然、過大側に行くということがわかります。

先ほどと同じように、イットリウム90の線源に対して応答がどうなるかということをも

算してみました。比較した条件は先ほどと同じです。

結果が25ページにありますけれども、当然のことながら、だんだんポリカーボネートが厚くなってくると過大評価の傾向が増えていくということになります。垂直入射の場合が一番過大評価が小さくなります。垂直入射に比べて線源が広がっている場合、距離とかにもよりますけれども、2倍から3倍弱ぐらい過大評価になります。nanoDotの様なフィルターの無い線量計を使った場合には、線源の大きさによってかなりいろいろ変わってくるが、安全側であるということを使うのは一つの考え方だと思います。実際に近い状態で校正すれば、それなりの評価ができるということがわかると思います。

先ほど東電のほうから、当面措置として、全面マスクの内側で70 μ m線量当量を測定して管理するということがありましたので、若干、その場合にどんな状況になるかということ計算で行ってみました。やったことは、全面マスクの内側で70 μ m線量当量と3mm線量当量がどう変わるかと。これも当然線源の大きさによって変わるわけですがけれども、結果が27ページにあります。

これでわかりますように、線源の大きさによって、70 μ m線量当量で出した値がどれくらい過大評価になっているかという程度が変わってきます。一番小さいのが垂直に入射した場合で、多分これが下限になると思いますけれども、線源が大きくなってくると、当然過大評価の割合が増えてくるということが言えます。これはあくまで計算なので、そのまま使えませんが、これぐらいの効果があるということを念頭に置いて、今後の検討に使っていただければいいのではないかと思います。

まとめに移ります。28ページ、散乱線を含めた γ 線の寄与が無視できて、イットリウム90の β 線により水晶体の被ばく線量が決まるような場合には、全面マスクに設置したDOSIRIS、あるいは、適正に校正したnanoDot等によって、3mm線量当量を測定することが可能であると思います。DOSIRISの場合に、ポリカーボネートが非常に厚い場合には、若干過小評価は出てきますけれども、この場合にはもともと非常に減衰で、ほとんどなくなっていますので、そういうことを考えると、基本的に γ 線で校正した吸収線量で評価することが可能だと思います。nanoDotの場合にはフィルターがないので、若干過大評価になりますけれども、評価することは可能だと思います。2倍ぐらいは過大評価になるということを考えておけばいいと思います。当然のことですが、DOSIRISと、同じように、何かのフィルターをつければ、もっと改善できると思います。

そういった意味で、散乱線を含めた γ 線の影響が無視できない場合にも、DOSIRISによ

り γ 線と β 線による合計の3mm線量当量を測定することが可能であると言えますが、 γ 線と β 線の寄与を分離できないということに注意しておく必要があると思います。

次、まとめの(2)です。ここで行ったのはあくまで計算なので、実際の線量計については、照射実験を行って計算との比較により検証をすることが必要です。ただし、比較する場合は、 β 線というのは自己吸収が非常に大きいので、線源の構造等を正確に把握して計算で比較しないと、ちゃんとした比較にならないと思います。それから、当然ですけれども、 β 線は防護カバーで大幅に減らすことができますので、現場に支障のない範囲でこういったことを積極的に用いる必要があると思います。水晶体線量限度が引き下げられることを踏まえるならば、防護カバーを用いたとしても、 β 線による被ばくが想定される作業では、全面マスク内側で線量当量を測定して管理に反映することが望ましいと思います。ただし、非常に作業性の悪い環境になりますので、作業への影響がないような線量計を選択することが必要だと思います。

福島第一原子力発電所でのイットリウム90の β 線による被ばくというのは、今後長期にわたると見込まれます。そういう意味で、 β 線及び γ 線による3mm線量当量の線量計について、現実の場での実測を含めた検討を行って、より精度の高い測定に基づいた管理を目指すことが望ましいのではないかと思います。

最後に、以上の結果を踏まえて、福島第一原子力発電所で3mm線量当量測定用の個人線量計をどのように使用するべきかについて、私なりの意見を述べさせていただきます。

福島第一原子力発電所で3mm線量当量の個人線量計を使用する場合には、幾つかの点の考慮が必要だと思います。一つは、個人線量計が作業ごとではなくて一定期間中、普通は1カ月だと思いますけれども、積算線量の測定に使用されるということです。作業者はさまざまな作業に従事する可能性があるということです。それから、現在最も β 線による被ばくの可能性があるのはフランジ型タンクの解体工事なんですけれども、今後、廃炉作業が進展すると、原子炉建屋内でも β 線の被ばくが生じる可能性があることを想定しておく必要があると思います。 β 線による被ばくの可能性がある作業時には全面マスクの内側に3mm線量当量測定用の個人線量計を装着すると思われませんが、体幹部に装着した1cm線量当量で評価される他の場所での γ 線による3mm線量当量との関係を考える必要があります。特に、散乱線の影響を含むような γ 線の比較的高い原子炉建屋の作業時にどのような線量計装着し、その結果をどのように扱うかということを考えないと、過度に過大評価になる、 γ 線の線量をダブルカウントするようなこともありますので、この辺りを考慮して実際の

運用を検討する必要があるのではないかというふうに思います。

以上です。

○横山部会長 ありがとうございます。

少し時間がありますけれども、平山先生、追加でお話しすることはありますか。いいですか。

○平山名誉教授 また質問がありますから。

○横山部会長 わかりました。

では、こちらのほうも、最後に先生にまとめていただきましたまとめ(2)の最後のほうの部分は、また総合討論の中で櫻田専門委員、辻村専門委員のほうからお話があるかと思えますけれども、今確認しておきたいことで御質疑、御質問がございましたら。何かございますでしょうか。よろしいでしょうか。

今お話しいただきました内容なんですけれども、二つの線量計、こちらのDOSIRISとnanoDotなんですけれども、医療の現場でも、私も実際にどちらの線量計も使わせていただいて、水晶体の線量を測定するというところを行ってありますけれども、今、ちょうど、こちらにおられます、大口専門委員、それから壽藤専門委員のほうで、これらの線量計を実際に校正、それから販売しておられる千代田テクノル、それから長瀬ランダウアにご所属されておりますので、実際測定する上での何か御質問、御意見等はございますでしょうか。後で総合討論のときに気づいたことがありましたら言っていただければいいですけれども、それでよろしいでしょうかね。また、気づいたことがありましたらということで。

辻村専門委員のほうから何かお聞きしたいこととかはありませんか。

○辻村専門委員 後で伺います。

○横山部会長 じゃあ、また総合討論のときに、もう少しお話を深めさせていただきたいと思えます。

それでは、続きまして、議題4)に移らせていただきます。こちらから総合討論になるわけですけれども、論点整理といたしまして、今日ずっとお話をさせていただきましたように、福島第一原子力発電所における眼の水晶体の適切な放射線防護のあり方についてということで、お話を進めてきました。

それで、総合討論に入る前に、平山先生のほうからお話しいただきましたまとめのところ、まとめ2のところですね。二つ目のポツのところ、β線は防護カバーにより大幅に減らすことができるというようなことを書いていただいておりますけれども、今、平山先生

からお話しいただいたのは、測定をするというところでお話をいただいたわけですが、管理という意味では、測定をするのか、それとも測定をする必要のない状態にするのかというようなところがあるかと思います。そのような観点から、過去の事例を踏まえまして、辻村専門委員のほうからお話しいただきたいと思います。

○辻村専門委員 原子力機構の辻村でございます。

では、資料の4番に基づいて、スリーマイルアイランド原子力発電所事故のときの復旧作業の際にどんな水晶体のβ線防護対策がとられたか、その紹介をさせていただきます。

では、資料の2ページ目です。TMIの事故、これは、皆さん御存じのように、さまざまな要因が重なって、原子炉、冷却系のトラブルで原子炉の炉心が損傷を受けたという事故でございます。

外部に対する影響というのはあまり大きくはなかったんですけども、プラントの中のほうは当然汚染がございまして、そういったところの除染でありますとか、この復旧作業の際に、やはり、かなりのβ線の被ばくというのが、当時も問題となっておりました。

それで、特に特筆すべきポイント、これは資料の2ページ目の中段に書いてございますけども、当時の線量限度のほうです。これは、アメリカの場合に、これはNRCの管轄のほうですから、10CFRのパート20というのが放射線防護関係の法律になるんですけども、当時、全身の被ばくの線量、これの限度というのが1年間50mSv、四半期30mSvも別にあるんですけども、年間を通してみますと、全身で50mSvという限度がございました。

これとは別に、水晶体のほうの線量限度というのものもあるんですが、これも、実は1年間で50mSvと。要するに、全身の被ばくの線量と同じ限度というのが当時使われておりました。これは、1950年代のアメリカの場合、1950年代の線量限度をそのままずっと引っ張っていたということでもあります。

1990年代の前半ぐらいに水晶体のほうは150mSv/年に変更しておりますけども、スリーマイルの事故のときにはその前の数字を使っていたと。

そうしますと、数字の若干大小の違いはあれども、全身の被ばくの線量と水晶体のこの線量の限度が等しいという意味では、今後、国内の法令の適用が検討されている水晶体の線量限度が20mSv/年に下がるという、その状況と全く状況としては同じということになります。

それで、先ほど申しましたように、β線の被ばくというのがかなりありましたので、そうしますと、β線とγ線の両方の被ばくを受けるという場合には、必ず水晶体の線量のほ

うが先に線量限度に近づくということになります。そうしますと、ただでさえγ線の線量が高いですから、それに今度β線が加わるということになりますと、かなり作業が極端な話、できなくなってしまうという、そういった問題が生じますので、彼らが当時とった対策は非常にシンプルで、β線に関しては遮蔽をしてしまおうというものです。

これは、ニュークリアテクノロジーというアメリカ原子力学会の雑誌がございまして、これの第87巻、これは、スリーマイルのときの放射線防護とか、そういった対策の特集号になってございますけども、ここで、スリーマイルアイランドの原子力発電所の関係者、その社員の方が当時の防護対策に関する論文を出しております。

そこに書いていることは非常にクリアでして、とにかくイットリウム90のβ線、これの防護のために、眼の部分にも遮蔽を持たせると。これは、具体的にはマスクと、それに、例えば安全メガネのようなものを組み合わせて、厚さで言うと700mg/cm²、これは、比重が1のものを使いますと、ちょうど7mmの厚さに相当します。ですから、これは考え方としては非常にシンプルで、遮蔽が7mm、眼の水晶体の深さが3mm、合計で10mm。要するに、1cm分の遮蔽を入れてしまえば、あらかたのβ線はもう止まると、イットリウムぐらいのβ線のエネルギーがあれば、これだけの厚さがあれば十分にとまるというものです。

実際に当時の防護装備などの写真なども残っておりますが、実際にマスクの内側にメガネをつけるというようなことが当時なされていました。

それで、実際にこれがどれだけの効果があるかということで、少し我々のほうで実験をしてみました。これは3ページ目のほうになります。これは、我々のほうで普段使っている全面マスク、これはMSAという会社のものなんですけども、これは、眼の透明の部分というのが厚さで2.5mmございます。これは、素材がただしポリカーボネート、比重が1.2ぐらいですから、ちょうど比重1に換算しますと、3mmの厚さということになります。

これに、MSAの場合には、オプションでこのマスクの中に取りつけるメガネというのが別に販売をしておりますで、今回、幾つかの度数がついたもの、あるいは、度数の全くないものも市販してございますが、今回実験で使ったのは、ちょうどたまたま手に入った厚さのレンズの部分が1.9mm厚、これも比重で換算しますと、大体2.5mm厚相当ぐらいになります。ですから、全面マスクの透明な部分が合計で3mm相当、それから、この中につけるメガネが2.5mm相当ですから、合計で5.5mm、水晶体の深さ3mmを合わせますと合計で8.5mm、1cmよりも若干ちょっと薄いぐらいなんですけども、一応その状況で、条件下で実験のほうを行っております。

実験は、4ページ目、人体形状のこの頭の形のこのファントムというお人形さんがございまして、この眼のところに線量計をつけました。使ったものはTLDです。我々が使っているTLD、これは非常に薄い素材のTLDで、厚さが15mg/cm²、その正面にちょうど3mm相当厚のフィルターをつけています。ですから、実測ではちょうど深さ3mm~3.15mmの間のところの平均的な吸収線量をはかるという、実験条件としてはかなり水晶体の線量のダイレクトの測定に近い条件で実験を行っております。まず、防護具が全くない状態、それに全面マスクをかぶせた状態、さらに全面マスクの内側に防護メガネをつけた状態と、この三つのパターンで実験のほうを行いました。

それから、5ページ目、これが実験の結果になります。実験に使ったのは、ストロンチウム、イットリウムのβ線源、この線源は1.85GBqですからかなり強い線源なんですけども、ここにつきましては、70μm線量当量と3mm線量当量の基準の線量率というのが、これは実測によって設定された場で実験をしています。これは電総研ですから、今で言うところの産業技術総合研究所に以前出張校正に来ていただいて、線量率のほうの測定をしていただきました。ちょっとデータは古いですけども、一応半減期、ストロンチウム、イットリウムの半減期で補正をして、現在も実験には使っております。

まず、70μm線量当量、何ら遮蔽のない場合、3mm線量当量、それに対して、右から2列目のところが実際にTLDで観測した線量当量、一番右側が、マスクなしの条件に規格化した場合にどれだけ小さくなるかといったものを示しております。上段から、防護具が全くない場合、全面マスクをつけた場合、それから、全面マスクとメガネをつけた場合。比率のところだけから見ますと、全面マスクをつけた場合、あるいは、さらに、メガネをつけた場合と、これだけの防護装備を入れてやると、かなりβ線というのがシャットアウトができるということが、実験の結果のほうからもきれいに見てとれるのではないかと思います。

ですので、結論からいきますと、まず、当時スリーマイルアイランドのほうで対策としてとった、もうβ線は遮蔽をしてしまおうという対策なんですけども、非常にシンプルなわけなんですけども、非常に効果はあると、これはもう確実にあるんだということが、ここで一つ確認がとれると思います。

ですので、これは、例えば観念の考え方のところ、例えば、防護装備さえちゃんとすればβ線はかなり落とせるということがはっきりとしていけば、あるいは、まず十分な遮蔽を持たせるということをお大前提にしてしまっ、直接測定、β線のこの線量当量ですね、

これの測定はもうしないというような管理上の判断というのは当然あるだろうと思います。

それで、実際にTMIのときには、10mm、1cm線量当量、1cm厚さ相当の遮蔽を持たせるということを当時は行ったわけなんですけども、ただ、実際問題として、そこまでの厚さが本当に確保できるかどうかと。これは恐らく、私の後の樺田専門委員のほうからの御説明があると思うんですけども、作業性は恐らくかなり悪くなるわけですね、いろんなものを眼の前につけるということになりますと。そうしますと、遮蔽の性能と、あとは作業性のところのトレードオフといいますか、何かそういったものが恐らく入ってくるだろうと。

そういったことを考えたときに、例えば、現在使っているマスクの組み合わせであれば、今使っている個人線量計は、恐らくβ線ですと、0.1mSvぐらいまでは恐らくはかると思うんですけども、性能的に。ですから、例えば0.1mSvをも下回るところまで遮蔽ができる。それがどれぐらいのマスクの外での70μm線量当量なのかと。その部分の数字を決めてやれば、例えばこの作業環境で働けば、例えば何時間働いたところで、マスクの中の例えば3mm線量当量なり70μm線量当量というのが十分に小さな、要するに、個人線量計でもはかれないぐらいまで落とせるんだというふうな作業場所の分類などをやっていきますと、直接はからないというような管理の方法というのも十分適用ができるのではないかというふうに思います。

私のほうからの説明は以上です。

○横山部会長 ありがとうございます。

何か御質問はありますでしょうか。

どうぞ。

○平山名誉教授 ちょっと私がさっき出した減衰と違うので、疑問を持った方もいるかと思うので説明させていただきます。この研究で使われた線源というのはかなり強い線源なので、しっかりした被覆がないととてももたないので、表面に0.1mmのサスが入っている構造になっていると思います。そういう意味で線源条件が違ってきます。β線のエネルギーが一定程度低いほうにシフトしているイットリウムのβ線の減衰になっています。私のほうの計算は、イットリウムのβ線そのものがどう減衰するかということを検討しています。β線は周辺の物質の影響を大きく受けるので、実際の測定と対応をきちんと考えておく必要があるということだと思います。これ自身はそれで正しい結果だと思います。

○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。

一つよろしいですか。これはトレードオフということになると思うんですけども、要は、線量計の中に入れることも非常に負荷がかかるのかもしれないですけども、このメガネの重さは、今、これだとどれぐらいの重さの負荷になるのかはおわかりになりますか。

○辻村専門委員 すみません、私も実際これを試着してみればよかったですけども、ここまでではちょっと私のほうでも試着はしていません。

ただ、正直な話をすると、これは準備はしているんですけども、使っている方というのが我々のところでもいないんですね、実は。用意はしているんです。要するに、β線の線量が管理区域の中でそういうβ線被ばくがあっても、どうしてもこれを使わなければならないような線量のレベルではないんですね。ですから、ここの辺りのものは実際我々もちょっと使ったことがないので、これをつけたときの作業性に関しましては、私のほうでもちょっと何ともコメントのしようがございません。申し訳ありません。

○横山部会長 ありがとうございます。

実際、この写真を見た限りは、かなりつらいものがあるだろうなど。ただ、これは海外の商品ですけども、実際に日本の商品でも、β線を遮蔽するという意味ではないですけども、マスクの中にメガネをつけた場合のこういう道具というのはありますので、同じようなことになるかなど。

○辻村専門委員 あと、中につけるのではなくて、全面マスクの透明な部分にそのまますぽっと重ねるようなものもオプションで販売をしている例がございます。もともとβ線対策のために二重にできるような構造、そういったものを前提に市販をされているような製品もございます。

○横山部会長 ありがとうございます。

何かこの件に関して質問はございますか。よろしいですか。

それでは、作業効率という労働安全の観点からというお話で、樺田専門委員のほうからお話をさせていただきたいと思います。

○樺田専門委員 それでは、資料5に基づいてお話をさせていただきます。

今までのところは、放射線に特化したところでいかに防護していくかということ非常に詳しくお話しいただいていたんですけども、一般のまずページで振ってあるところでは2ページ目になりますけれども、一般の労働環境で労働者の健康管理をどのように見ていくのかということについて、ごく基本的なところを説明していきたいと思います。

労働衛生確保に関しましては、労働安全法であったり、作業環境測定法といったような

法律に基づいて、労働者の安全管理が守られているわけですが、そこでの基本的な考え方というのは、3管理と上に書いてありますように、作業環境管理、作業管理、健康管理、こういったものをやっていくと、それに加えて労働衛生教育ということで、従事する人たちに対して現場の状況を十分に知っていただく管理する場を教育していく必要があるというふうに考えられています。

具体的なものに関して言えば、下に漫画で示してあるのは、今議論になっているのは放射線あるいは放射性物質ということですが、労働環境におきましては、それ以外にも、いろいろな有機溶剤であったり、発がん性物質を含むような特化物と言われるようなもの、そういったものがさまざま利用されているわけですが、そういったものに対する管理としてどのように考えていくかといいますと、まずは、有害性のないものに置き換えていきたいと思いますというのが一番ストレートな考え方なんですけれども、これは実際のところ、今の現状においては目の前にあるものの中で作業をするということで、なかなか難しいところでもあります。

そうしたら、そういった環境の中で今後作業をする場合には、実際人がばく露される機会を減らすために、発散量を減らす、あるいは、空気中のダストとして放射性物質が飛ぶようなところにおいては、それを拡散していくのを防止するような形で、作業環境の管理をしていきたいと思いますということが求められます。その状況を把握するために、作業環境測定法に基づく測定を行っていくというふうなこと、ここまでが産業環境管理というふうな形で実施される場所でもあります。

そういったことを守っていても何らかの人への健康影響が出てくる可能性がある環境というのはさまざまありますので、そういったところにおきましては作業の方法を改善するということが、粉じんが発生したりダストが舞うようなところにおきましては湿式ということで、水を散布して飛散しないような形をとるといったようなことが、そういう作業方法の改善を行っていく、あるいは保護具を着用するということが、今も出てきた全面マスクの着用といったようなことで、体の中に入るのを防止する、こういった作業管理を行っていくというふうになります。

そういったことを行った上で、実際、人への影響がないのかということで特殊健康診断を実施して行って、状況に応じて事後措置をとっていくというふうなことが行われるこれが健康管理というものになります。

これらの流れは、当然のことながら上流からやっていったほうがいいわけで、さっきも

言いましたように、一番いいのは、有害化学物質を使うようなところであれば、それを有害性のないものに代替していくということですが、現状、今日の議論のところ、放射性物質に関しては目の前にあるというところで、いかに作業を安全に行っていくかが議論されるわけであります。

今は一般的な労働衛生の3管理というものについて、加えて労働衛生教育というものの原理をお話ししたんですけれども、次のページ、3ページのところでは、それを放射線防護の実務に落とし込んだ場合にどうなるのかということで、実際、3管理、教育というところについて考えていかないといけないことについて、ゴシックで示しているような状態であります。

作業環境管理ということに関しては、まずは、放射線の遮蔽、封じ込め、あるいは、実際の環境のモニタリングというふうなところになります。

作業管理に関しましては、作業の手順を検討する、事前の訓練を行っていく、あるいは保護具の着用をしていく、また、遠隔作業、ロボットを導入していくということで、これはさまざまなものが実際東電さん、あるいは関連メーカーが入って、今、現場でもトライがされていっているというのは、皆さんも御存じのところだと思います。その上で個人管理ということで、被ばくの管理と健康管理が実施されていると。

非常に大事になってくるのは、この3管理に加えて教育訓練を実施していくということになってきます。

では、実際問題、今ずっと議論してきたようなところで、東電の作業現場の中において労働者の被ばくと健康管理を行っていく課題というのはどのようなものになるのかといいますと、これは別に今の眼の水晶体のものだけに限らずに、放射線被ばく管理ということ全体をまとめてありますけれども、事故初期の緊急被ばく線量限度が変更される状況になった、これはもともと放射線審議会のほうで議論されていたものをすぐに導入して、公衆の安全確保のバランスの上で対応をとっていただいたというところですが、残念ながら、そこで設定された250mSvを超えた方が6名いたというふうな状況がありました。それと、事故当初は準備されていた個人線量計が全部使えなくなったような環境で、個人個人、一人ずつを評価するということができなくなったような状況も置かれたところがあります。それと、その上の250mSvを超えた方が6名いたというふうなことにも関連するんですけれども、先ほどの保護具の着用ということに関して、初期には不適切なマスクの着用ということで、高度の内部被ばくを来した結果、250mSvを超えるような人も発生したと。そうい

った意味での適切な保護具の着用の不備というふうなことが非常に大きな問題になってくるところもある。先ほど来議論があったように、線量測定というところと、こういったものの導入のバランスというのも考えていかないといけないところがあります。

それと、非常に難しい問題ですけれども、安全衛生管理の責任体制ということで、実際、東京電力、今、1Fサイトの中で働いておられる方は、日々数千名の方が働いておられるわけですけれども、非常に複雑な多重請負構造、下請構造になっていますので、その管理体制、管理責任者がどうなのかというふうなところですね。ここの情報の共有と日々の管理体制の確立ということも大きな課題になっていました。

そういった中で、実際、厚生労働省のほうからの指導とかも入りながら、いろいろと現場のほうで対応をとってきていただいたわけですけれども、先ほど辻村専門委員のほうからも御説明いただいたように、保護具を着用するというのが非常に、安全確保ということにおいて実施しやすいものなんですけれども、それを行うことによって新たなリスクも出てくる可能性がある。そのバランス、トレードオフの関係になるバランスをどのようにとっていった最適化するのかということも議論になってくることになります。

このβ線のことに限らずに、全体の放射線管理ということでいった場合には、全面マスクとかカバーオールを着用することによって、事故初期のときに、3月だったわけですけど、熱中症が非常に多発するというふうなことで、この対応もとられるようになりました。そのためには、厚労省のほうから14時～17時の日中時間の作業を禁止したり、作業そのものを早朝にシフトする、あるいは、当初は非常に難しかったんですけれども、だんだんとエアコン付きの休憩室の設置等の対応をとられて、労働者の健康管理が進められるようなところがあります。

全面マスク等を使用した場合には、当然視界が限定的になってくるものですから、そうなってくると、自分の見える視野の外に危険な作業が入ってくるというようなことで、安全確保が難しくなってくるようなことも発生します。そういったところのバランスをどのように考えていくのか。また、コミュニケーションも非常にしにくくなってきたりするところがありますので、周りからの注意喚起が届きにくくなったりということも可能性があります。

さらには、靴カバーの着用とかも行われておりますけれども、そういったものによってすべりやすくなってきて、転倒とか転落のリスクが増加するといったようなところで、個人の作業員を守るというためにやらざるを得ない、あるいはやったほうが良いような作業

があるわけですがけれども、それをやることによって新たなリスクを生んでくるというふうなトレードオフの関係にあるものをどのように考えていくのか、そういったことを考えながら、実際はかっていくほうがいいのか、遮蔽がいいのかという、先ほどモデルを出していただいたようなものについて議論していく必要があるというところだと思います。

全体の健康、労働者の衛生管理ということに関して言えば、私も時々サイトの中に入らせていただいていますけれども、東電さんのほうからも紹介ありましたように、フェーシングによって非常に線量率の高いところが少なくなっていったり、あるいは、飛散がしないような環境になってきていますので、マスクの着用エリアというのがすごく限定されているようになってきていますし、もともと働きやすい環境を形成しましょうということでも、食事の提供であったり休憩室の設備の完備というふうなことにしても非常に進んできていて、中に入ると、全く普通のところと同じようなコンビニがあって、外の世界とまるっきり変わらないよというふうなところも見えるような状態まで、今はしてきていただいているというところがあるかと思います。

一方で、先ほども多重請負とかの構造について指摘しましたけれども、労働衛生教育の機会がやっぱりすごく限定されていると。今、数千名の方が入られておりますけれども、やっぱり、月々新しい人が数百人入って、その割に合計数が変わっていないということは、数百人単位で月々入れかわっているわけでしょうから、まるきり新規の作業員も入ってくるわけですが、そういった人たちに対する訓練というふうなものも求められてくるでしょうし、また、それらの人たちを含めての一元的な線量管理というシステムについて、これもたびたび指摘されたところですが、やっぱり進めていかないといけないというところがあったかと思います。

そんな中で、今話題の白内障の問題であったり、あるいは、全体的な健康管理ということでは、放射線とかだけじゃなくて、ストレス対応とかを含めたメンタルヘルスのケアであったり、労働者の方そのものが6年前の被災者でもあるというふうな人たちも多にいるわけですから、そういった全体的なバランスを考えていかないといけないというところで、長期的な健康診断とか健康管理の推進ということが進められていく、こういったものに対しては既に非常に多くの対応策が提示されてやってきたところかと思います。

その背景として、厚生労働省のほうで、下に書いてありますような、東京電力福島第一原子力発電所における安全衛生管理対策のためのガイドラインといったようなものも昨年の夏に出されていたりといったようなところで、ただし、この中でも、今御指摘したよう

に、安全衛生管理体制の確立、安全衛生教育の充実、また、効果的な被ばく低減対策、健康管理対策等、こういったものについて、さらなる充実が求められるようなところというのは書き込まれていたところかと思います。

こういったバランスの中で実際どのように考えていくのかということ、この後、また皆さんと御議論いただければいいのかなというふうに思いました。

私のほうからは以上です。

○横山部会長 ありがとうございます。

ただいまの樺田専門委員のお話について、何か御質疑はございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、お話の全体的な議論を進めたいと思いますけれども、一番最初にありましたとおり、東京電力から、現在の福島第一における等価線量限度の引き下げに対応した取組みについてのお話がありました。

それから、平山先生のほうから、実際に3mm線量当量を測定するというところで、二つの線量計に対して、このような線量計が利用できるのではないかというようなお話、それから、辻村専門委員から、水晶体の防護という観点からTMIの事例、それから、樺田専門委員から労働安全とのトレードオフというところ、放射線の水晶体、白内障の影響というところだけを今ここでは取り上げているわけですが、それ以外にもさまざまな観点から捉えていかなければいけないというお話をさせていただきました。

四つお話があったわけですが、何かございますか。

どうぞ。

○大口専門委員 DOSIRISについて、ちょっと補足説明させていただきたいと思います。

今回御紹介しましたDOSIRISなんですけれども、まず、どういうものかという、今回、東京電力ホールディングス株式会社から御紹介いただきました16ページに、DOSIRISの写真が掲載されてございます。

もともと、このDOSIRISは医療系の従事者に対して設計開発されたものでございますので、ヘッドバンドがついてございまして、その先端に線量計が装着されています。写真のように、眼の付近に装着するように設計されているものです。今回、全面マスクを装着する場合には、ヘッドバンドが逆に邪魔になり、密閉度がよくなるということがありません。そこで、線量計の先端部分だけを全面マスクに装着できるような治具がございまして、そちらを使っていただくと対応することができます。全面マスク使用では、ヘッドバ

ンドの先端部装着を利用して頂きたいと思います。DOSIRISについて、紹介をさせていただきました。

○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。

先ほどの労働安全と絡むと思うんですけども、マスクの漏れという問題、それから、締めつけるヘッドバンドにさらにメガネをしている方もいらっしゃるので、そういう中で、さらに防護マスクをしてヘッドバンドをするというのは、かなり負担が大きいというところがありまして、線量計を着用する上での楽に線量計を着用してもらえそうな形ということで、先ほど大口専門委員から紹介のありましたような治具の開発等を進めていただいていると思うんですけども、それ以外に、壽藤専門委員からnanoDotのほうでお話は特にありませんか。

○壽藤専門委員 それでは、nanoDotというだけではなくて、もう少しほかのところ、もう総合議論になると思いますので。

平山先生から御紹介いただいたように、nanoDotというのは、ほとんどディテクターだけの状態なんですね。もちろん裸のままですと、ディテクターをプロテクトできないので、プロテクトをするためにカバーされていると、そんなような状態です。

ですから、逆に言うと、今回の福一のように、線源などが特定される場合には、それに応じたフィルタ+ディテクターのプロテクターを兼ねたようなものを付加することでのアジャストをできる余地も非常に大きいんですね。

あとは、これは辻村専門委員のほうからのお話にもあったように、線源なんかが明らかになっている場合、基本はまずはかるということにもありますけれども、一方では、実際に使用する全面マスク等である程度の遮蔽ができるのであれば、作業性とのトレードオフも含めて、必ずマスクの中に線量計を入れるのか、それとも、一定レベル以下であれば、通常に1cmと70 μ mをはかって、そのソースに応じた補正をすることで事足りるという場があるのかというようなことも含めて、もう少し実質的な測定というか、測定値を合理的に得られる手法というのをもう少し総合的に考えてもいいのではないかという感触を受けています。

ですから、もちろん、作業のエリアの線量レベルに応じて当然区分けがなされないといけないと思うんですが、必要な測定はしつつ、かつ、先ほどの作業性ということでのトレードオフも最大限に考えるということをもう少し見渡したほうがいいかなと思っています。

す。

それと、マスク内のようなところに入れた場合に、3mmについては測定値が得られますけれど、逆に70 μ mの値をどこで持ってくるか。要するに、皮膚の等価線量の部分も残りますので、そういうことも含めて総合的にもう少し区分けというか、整理ができればいいかなと思っています。

以上です。

○横山部会長 ありがとうございます。

今、お話がありましたように、3mmを測定、線量計をつけるに当たって、例えば、不均等な被ばくの場合には、現在ですと頸部につける、頭部、頸部につける場合と胸部につけるということをしているわけですが、それは、一つは実効線量を評価する上でもつけているというところがありますので、水晶体の線量、それで代表でき、全てを、実効線量の評価も水晶体の評価もできればいいんですけれども、今こちらに挙げていただいたDOSIRIS、nanoDotのほうはいろいろカスタマイズするということになると思うんですけれども、もう一つ線量計をつけ加えるような形になる、不均等な被ばくがある場合には、三つ線量計をつけるというようなところも含めて考えていかなければいけないのかなと。ですから、少し単純な話ではないのかなというふうに考えています。

ほかに何かございますでしょうか。

ちょっと話を整理させていただきますと、福島の場合、現状でということなんですけれども、高 γ 、3号機のオペフロの作業といったようなもの、それからもう一つ、こちらのほうが今議論の中心になっているわけですが、高 β のタンクの解体というような二つの場所に対しての考え方というのが、それぞれ被ばく低減と防護ということを考えていかなければいけないんですけれども、高 γ のほうは、最後に東電の方にまとめていただいたように、やはりALARAというか、被ばく低減ということをしていただかないと、遮蔽ということが難しいというところがありますので、努力をしていただくというところがあるかと思います。

β 線に関しては、今、逆に、ここで50mSv以上というふうになっているような作業者は過大評価し過ぎていて、実際には線量を超えているわけではないというところ。その線量が作業を抑えてしまうというか、制限をかけてしまうというところにつながっているというところがあるかと思います。

ですので、まずは、今、平山先生から御紹介いただいたような方法、二つの線量計を紹

介していただいたんですけれども、この方法でやるかというところはありませんけれども、そういうものでまずははかってみる、マスクの中の線量をはかってみるということはあるんですけれども、実際に線量計をつけて今後作業していただくということが必要なのか、それか、先ほど壽藤専門委員からもありましたけれども、どこかで換算して、係数を掛けてやって評価する方法もあるでしょうし、完全に遮蔽してしまって、今の福島の場合のように、 β と γ というふうに完全に分けることができるかと思うんですけれども、そうやって β 線は遮蔽してしまうというようなことをするのかというところなんです。そういうようなことが今お話にあったんですけれども、何かございますでしょうか、つけ足し、追加等は。

○辻村専門委員　ちょっと私のほうで補足なんですけども、基本的に β 線の被ばくの場合は、我々のケースなんかで言うと、基本的にやっぱり遮蔽ができるものであれば、もうしてしまうと。やっぱり、はからなくてもいいような管理の体制をつくるというのが基本的な考えなんだと思います。

それで、現在、一つ、少し話が混乱をさせてしまっているのは、3mm線量当量という用語の取り扱い等なんです、定義も含めて。確かに、平成12年度までは3mm線量当量、我々なんかも測定をしていました。あるいは、何らかの形で $70\mu\text{m}$ から換算をするということをかかなりの現場でも行っていたんですけども、13年度の法改正で少し測定を単純化したという、そういった経緯があるんですけども、これは、殊さら3mm線量当量という言葉にこだわらなくても、例えば、3mmの厚さの遮蔽の裏側の $70\mu\text{m}$ 線量当量という解釈も当然できるんだと思うんですね。

例えば、皮膚のこの線量をはかると。 β 線の皮膚の線量を $70\mu\text{m}$ 線量当量をはかる場合に、作業服の上に個人線量計をつける。そうすると、服の遮蔽が入らないわけですね。実際には皮膚には服を通った上で β 線が当たるわけですから、じゃあ、その分をどうするかというと、事業者によっては個人線量計の前に服と同じ分だけの厚さの薄いものをかぶせて、要するに、ダイレクトに体に β 線が当たっているのと同じような状況を個人線量計の側で作り出してやるというようなことを実際にやってこられているんだと思います。実際、それをやっている事業者なんかもあるんですね。それは、服の遮蔽の裏側の $70\mu\text{m}$ 線量当量をはかるという意味です。

ですから、同じような解釈をしてしまえば、マスクの裏の $70\mu\text{m}$ 線量当量、あるいは、眼の水晶体の深さの3mm分というのも遮蔽に組み入れてしまえば、例えば、5mm深さの裏側

の70 μ m線量当量とか、6mmの遮蔽の裏側の70 μ m線量当量という、当然そういうふうな解釈といいますか、実際、かなりの現場でそういうふうな考え方というのは、似たようなことはこれまでやっているわけですから、70 μ m線量当量用に構成をされた測定器を使って、その前の部分にマスクと眼の深さ3mm分の厚さを加えた遮蔽を持たせた上で、どれぐらい70 μ m線量当量の値が落ちるのかという、そういうふうな測定の仕方も私は考え方としてはありだと思いますね。

今後、法改正があって、3mm線量当量をはかれというふうなことが具体化を今後してくるんだと思いますけども、実際にそうなるまでのちょっと過渡期的な間でも構わないと思うんですけども、70 μ m線量当量をうまく有効活用するというのが、私は考え方としてはありだと思います。

○横山部会長 ありがとうございます。

どうぞ。

○壽藤専門委員 今の御意見に対してもう少し補足とか整理をさせていただきたいんですけど、確かに、今、福一の場合には全面マスクですし、当然カバーオールというような形で、すき間なく全身がそういうもので囲われていると。ですから、そういう場合は、当然、今、70 μ mの値の測定をするための線量計の取り扱いの話がありましたけども、これは衣服の中に着るわけです。

ただ、一方で、普通の例えば医療分野のプロテクターのようなもので、体幹部は覆われているけれども、体幹部を除く、例えば顔であるとか手足であるとかというところは、そういう衣服を通していない場合、これは当然、線量計も、今のような線量計の前に衣服をかぶせるのではなくて、裸の状態に使わないと話が合わないわけですね。

ですから、これは、一般の放射線作業をされる、実験等でやられる場合のコンディションと、福一のように全面マスクから全身のカバーオールを着てというような形では、作業の方法がもともと違いますので、やっぱり、それを考慮した上で、どうするのが合理的なのかというようなことでよろしいのではないかと思います。

とにかく実測する場合であれば、対象線源が明確になってきていますので、先ほどの平山先生の御説明にもありましたように、その核種に応じた補正を加えたりすれば、極端な言い方をすると、どういうタイプの線量計でも十分実用範囲内で御利用いただくことは可能だと思うんですね。

ただ、私ども、一般的な放射線施設の方には測定サービスというような動きをしますけ

れども、発電所さんの場合の作業者の管理方法は基本的に違う。毎日何百人という方が出入りする。そうすると、ああいう場所ですから、線量計も一人の人が同じものをずっと持ち続けるのではなくて、毎回配付したりというような作業性の違いもあるわけですから、そういうことも含めて、トータルで管理しやすい方法をもう少し工夫していただくと、楽に、しかも必要な管理がしていただけるのかなという気はしています。

以上です。

○横山部会長 ありがとうございます。

ほかに何か御意見はございますでしょうか。

○片山核物質・放射線総括審議官 原子力規制庁の片山です。

今、壽藤専門委員から御発言があった点について、逆に言うと、どういうルールにすれば、現場の状況に応じて適切な測定だとか評価という、ある意味でマトリックスみたいなものだと思うんですけれども、あまり硬直的にこれでなければやってはだめというルールをつくと、現場の実態に応じて回らないというふうになってしまう。だとすると、その組み合わせは一体どういう組み合わせがあり得るのかというのが、まさしくこの部会で答えを出していただきたいミッションだと思いますので、恐らく次は医療のほうの話にも行くと思うんですけれども、そういう各現場の実態を踏まえた上で、適切なこういうマトリックスができるのを、ぜひ事務局としては、御議論の結果、お願いしたいというふうに思っております。

それから、もう一つ、今度は東京電力のほうにお聞きしたいんですけれども、先ほどの平山先生のプレゼン資料の最後のところで、先ほど、部会長からは、今はβ線環境かγ線環境と分けることができるのでないかというお話があったのですが、平山先生のプレゼン資料には、将来は原子炉建屋の中の作業が始まると、両方一遍の環境というものが出てくることも十分考えなければいけないと書いてあって、辻村専門委員のプレゼンでは、まさしくTMIでは、そういうのを考えて、β線は遮蔽をしてしまうという割り切りをして、TMIの場合は廃炉作業をやったという実績の御紹介があったんですけれども、東京電力として、今日のプレゼンのまとめでは、要は、はかるというほうに力点が置かれていて、遮蔽をしまうんだというほうには力点が置かれていないんですけれども、その点について、今、どういう見解をお持ちなのか、あるいは、今後どういうことを検討されていかれるおつもりなのかというのを教えていただければと思います。

○東京電力（白木部長） 東京電力の白木でございます。

本日、辻村専門委員からお聞きした内容については、我々としてはあまり知識がなかったもので、やっぱり、管理区域内の放射線というのは、測るとというのが大原則でしょうという考えのもとで、今後もはかっていくということが必要だと思って、本日のような御説明をしていますので、この建屋内に入っていく場合にも継続してはかると。γ線が強い場合は、γ線を何とか被ばく線量を下げることが必要だ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 どういう場合でも、こういう測り方をしなさいというような結論にこの部会でなるのかどうかというのは、今後の部会の御議論だとは思いますが、すけれども、一方で、マスクの内側ではかるというものをつけることによって視認性が落ちるんじゃないかという議論もあって、労働安全衛生の観点からは、トータルで最適化はどうするんだというのは櫻田専門委員からあったわけですね。

ですから、そういう意味で、非常にγ線だけをとっても高線量下での作業が予想される現場の中での作業になりますので、とにかくはかるんだという路線だけでいいのかどうかというところは、少し柔軟な考え方も。今の規制要求がそういうふうになっているので、そういう考え方でいかざるを得ないというのはお立場としてはわかるんですけれども、今後、この部会での議論によっては、先々いろんな選択肢が考えられるかもしれない。そういうときには、いろんな論点があり得る世界だと思うので、ぜひ東京電力としても、主体的にこういうやり方がいいんじゃないかといったようなことをぜひ考えていただければというふうに思うんですが、いかがでしょうか。

○東京電力（白木部長） 今、御発言があったとおりのことをごさいますして、我々も、本日辻村専門委員からあったようなことで、きちんと労働者の線量も管理できるということであれば、まさに一番重要なのは労働安全ということだと思いますので、その点についても、本日こういう知見を得ましたので、これについても考えさせていただきたいというふうに思います。

○横山部会長 よろしいですか。

安全研究のほうも、福島第一原子力発電所での線量測定、それから、防護ということを考えておりますので、そういう中で東電さんと一緒に協力をして、どういう方法がいいのか。それから、いろいろ実際に、作業の方でどういう方法が一番やりやすい方法なのかというような御意見もお聞きしながら考えていく必要もあるのかなと思っています。

この部会の中でも、やはり安全研究の結果というか、状況を踏まえまして、幾つかの方

法を提示させていただきまして考えていければ、報告書に盛り込んでいければというふう
に考えております。

何かほかにございませんか。

赤羽専門委員は医療のほうですので、今回はなかなかこのお話とは違うかと思うんです
けれども、何か意見がございましたら。

○赤羽専門委員 ありがとうございます。全く出る幕はないのですが、ただ一つ、意外と
いいですか、そういうものなのかと一つ思ったのは、我々がDOSIRISを使うときには、医
療の現場で実際の被ばくを考えるとときには、右と左のどっちの水晶体が多分被ばく量が高
いだろうということが事前にわかっている、なのでそっち側につけるという形で片側だけ
つけるんですが、今回問題になっている作業は、左右の違いというのはないものなのでし
ょうか。

○東京電力（吉田所長） 基本的には面線源になっていますので、それほど左右の違いと
いうのはないと思っております。

○赤羽専門委員 全員にそれが当てはまるのならばいいのだと思いますが、何か特殊な作
業で左右差があって、つけている線量計の向きが違うということになると、具合が悪いか
なとは思いました。

○横山部会長 多分、その辺も少し安全研究の中で考えていかなきゃいけないものなのか
なというふうに思っております。というのは、 β 線の線源ということですので、飛程が比
較的短いということ。それから、今、ゴムシート等を敷いているかと思っておりますので、分布
が不均一になってしまっているところがあるかと思っておりますので、少し同じような、医療の
場合ですと片側からということになると思いますが、そのような点も含めて御検討
いただければと思います。

ほかに何かございませんでしょうか。

どうぞ。

○樺田専門委員 樺田ですけど、先ほどのトレードオフの関係でバランスをとってという
ことに関連してですけれども、先ほど辻村専門委員のほうから、遮蔽の効果が十分にとれ
るのであれば、そちらを優先にしてもというお話がありましたけれども、現場で実際今度
やるときに、そういう方向をとっていった場合に、例えば、事故処理のときに全面マスク
をつけて作業をされる建屋の外のエリアで、先ほど東電さんが出していただいた3ページ
目の分で、今はグリーンになっているようなGゾーンのようなところでも、当初は全面マ

スクが必要な状況でありまして、これは、ダストとして放射性物質がいっぱいあるから、それを吸入しないようにマスクをつけましょうというふうな意味でしたけれども、今度、β線源がいっぱいあるところでマスクをつける、あるいは、その上にメガネをつけるということに関しては、目的が違う使い方になっているというふうなところを十分理解するような教育が必要ですよというようなことをお話ししてきましたけれども、そういったことを十分に、放射線管理の人と一般の労働衛生管理の人がコミュニケーションをとれるような場で、実際に作業をする人たちに教育していくということを広げていかないと、同じマスクをつけるのにどうでもいいやみたいな感じになっていくと、意義が薄れていくと思いますので、今後どういう方向に落とし込んでいくかはわかりませんが、そこらのバランスをやっぱりきっちりしていただきたいと。特に、東電さんであれば、放射線管理業務をやっている部門の人たちというのは非常にスペシャリストの人がいるでしょうけれども、それと、一般の労働衛生管理をやっている人たち、その両方の部門の連携というのがどんなものなのかというふうなことについても、ちょっとそこは私自身もよくわからないところですが、随分改善はされているんだと思いますけど、そういったところの連携が十分に図れるような環境で今お話ししたようなことも対応をとれるようになっていくと非常にいいのかなというふうに思いました。

○横山部会長 ありがとうございます。

教育という話は、一番最初に私が出させていただいたときには中長期的な課題というふうに挙げていましたけれども、報告書、この先の話かと思えますけれども、労働安全と放射線の管理というものの連携というところ、そういう連携をしていきたいと思いますというところは書き込んでいるのかなというふうに考えております。具体的な例まではこの部会でできないかもしれませんが、そのようなことを考えていきたいと思えます。

ほかにございませんでしょうか。大体出尽くしたかと思えますけれども、東電の方から何かこういうことを議論していただきたいというようなことはございますか。よろしいでしょうか。わかりました。

それでは、今日の議論をまとめさせていただきたいのですが、一つは、福島第一原子力発電所での管理ということで、β線の被ばく、高線量のβ線、それから、高線量のγ線の現場ということで、高線量のγ線での作業を行う場合には被ばく低減、それから、β線に関しては少し検討が、安全研究も含めていろいろな方法を検討しておく必要があるのか。測定をしないというようなことも、β線の線量の測定を改めて3mmを特出ししてしないと

というような方向もあるかと思っております。

それから、平山先生のほうからもお話しいただきましたように、このような線量計、ただ、線量計を使うときにはいろいろ、例えば、モニタリングのサービスというときには、やはりどういう場で、どういう線源で、どういうエネルギーを持った核種がそこに存在するのかというのを十分に注意して使う必要があるというようなことも含めてお話しただいたかと思っております。

それから辻村専門委員、それから、樺田専門委員からも御意見をいただきました。このようなことを踏まえまして、事務局で本日議論いただきました内容を次回部会に取りまとめまして、議論、今後の進め方を中心としてまとめていただきまして、御提示いただきたいというふうに思います。

○寺谷企画調査官 ありがとうございます。

今回の検討では、やはり、いろんな技術的な課題が多少なりともあるといっても、いくつかの選択肢がある中で、ただ、それを結局は事業者がいろんなところに、しっかりそれぞれのところに適してやるしかないということになるんだと思うのですが、技術的にはいろんな選択肢があるよということを多分言っていたのかなと思っていますので、この辺りをちゃんとまとめまして、次回の検討会に今回の1枚目に出した資料のようなものをつくって、また御提示できたらと思っています。

○横山部会長 ありがとうございます。

それから、次回以降の話になりますけれども、今回は福島第一の現状ということでお話しいただきましたけれども、もう一つやはり考えていかなきゃいけないというのが医療系になってくるかと思っております。ですから、次回以降なんですけれども、医療系の特にIVRの術者という、医療スタッフというところの現状と課題について、議論していきたいと思っております。こちらにつきましても、事務局の方には医療系の関係者からヒアリングができるように、準備のほうをよろしくお願いします。

○寺谷企画調査官 しっかり準備してまいります。

○横山部会長 それからもう1点、これも事務局にお願いなるかと思っておりますけれども、審議会に年末までに一度中間報告をするようにというふうに言われておりますので、今回、第2回目で初めて実際の内容に入っていったわけなんですけれども、少しずつ準備を進めていきたいということで、たたき台を作成いただきますようよろしくお願いします。

○寺谷企画調査官 準備を始めてまいります。医療の話は次からになりますので、次まで

にできるかどうかはちょっとわかりませんが、中間報告についてはきっちり年内には皆様方に御提示しつつ、それをさらには総会のほうにお諮りできるような状態に準備してまいりたいと思います。

○横山部会長 ありがとうございます。

それでは、予定しておりました議事は以上ですが、ほかに何かございますでしょうか。

○寺谷企画調査官 そうしたら、事務局から、次回の日程なんですが、早速1カ月後になりますが、10月5日に皆様方の予定が合っておりましたので、10月5日の10時からを予定しております。場所も含めて、詳細については追って御連絡を申し上げます。

○横山部会長 ありがとうございます。

では、以上で全て終了になります。委員の皆様、先生方、御活発な御議論をありがとうございました。また、傍聴者の皆様には円滑な議事進行に御協力いただきましてありがとうございます。

以上で第2回放射線審議会眼の水晶体の防護検討部会を終了いたします。どうもありがとうございました。