

令和3年度研究成果報告会（放射線安全規制研究戦略的推進事業）

議事録

1. 日 時 令和4年2月14日（月）9：55～16：49

2. 場 所 原子力規制委員会 13階 会議室B、C、D（ウェブ）

3. 出席者

外部有識者（五十音順）

研究評価委員会

占部 逸正 学校法人福山大学 名誉教授
小田 啓二 一般財団法人電子科学研究所 理事
国立大学法人神戸大学 名誉教授
鈴木 元 学校法人国際医療福祉大学クリニック 教授兼院長
二ツ川 章二 アルファ・タウ・メディカル株式会社
Radiation Safety Officer
吉田 浩子 国立大学法人東北大学大学院 薬学研究科
ラジオアイソトープ研究教育センター 准教授

研究推進委員会

石川 徹夫 公立大学法人福島県立医科大学 医学部 教授
高橋 知之 国立大学法人京都大学 複合原子力科学研究所 准教授
古田 定昭 古田技術士事務所 所長

研究代表者

岩岡 和輝 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門
放射線医学研究所 放射線規制科学研究部 主幹研究員
神田 玲子 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
放射線医学研究所 副所長
草間 朋子 学校法人青葉学園 東京医療保健大学 名誉教授（研究代表者代理）

數藤 由美子 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門
高度被ばく医療センター 計測・線量評価部生物線量評価グループ
グループリーダー

谷垣 実 国立大学法人京都大学 複合原子力科学研究所
粒子線基礎物性研究部門 核ビーム物性学分野 助教

坪倉 正治 公立大学法人福島県立医科大学 医学部 教授

平尾 好弘 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所 海洋リスク評価系
システム安全技術研究グループ 上席研究員

箕輪 はるか 学校法人慈恵大学 東京慈恵会医科大学
アイソトープ実験研究施設 准教授

渡部 浩司 国立大学法人東北大学
サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 教授

分担研究者及び研究協力者

緒方 良至 学校法人愛知医科大学 客員研究員

小島 貞男 学校法人愛知医科大学 名誉教授

高田 千恵 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料・バックエンド研究開発部門 核燃料サイクル工学研究所
放射線管理部次長

堀田 昇吾 学校法人青葉学園 東京医療保健大学 看護学部 講師

吉澤 道夫 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
原子力科学研究部門 原子力科学研究所 副所長

米原 英典 公益財団法人原子力安全研究協会 主任研究員

原子力規制委員会

伴 信彦 原子力規制委員会委員

原子力規制庁職員（事務局）

新田 晃 放射線防護企画課 課長

三橋 康之	放射線防護企画課	企画官
大町 康	放射線防護企画課	課長補佐

原子力規制庁職員（オブザーバー）

本間 俊充	放射線防護企画課	放射線防護技術調整官
三澤 丈治	放射線防護企画課	課長補佐
三浦 弘靖	放射線防護企画課	係長
野島 久美恵	放射線防護企画課	専門職
村山 綾介	監視情報課	課長
二宮 久	監視情報課	課長補佐
前田 英太	監視情報課	解析評価専門官
中村 尚司	放射線規制部門	技術参与
宮脇 豊	放射線規制部門	安全管理調査官
益子 真一	放射線規制部門	放射線安全審査官

4. 議 題

- (1) 令和3年度放射線対策委託費（放射線安全規制研究戦略的推進事業）に係る研究成果報告

5. 配付資料

- 資料1 令和3年度研究成果報告会 プログラム
資料2 令和3年度研究成果報告会 研究代表者発表資料
参考資料1 採択課題の評価について（令和元年度第1回研究評価委員会資料1-2）

議事

○三橋企画官 放射線防護企画課、企画官の三橋でございます。

定刻となりましたので、令和3年度研究成果報告会を開催いたします。

本日は、研究評価委員会の委員の皆様、プログラムオフィサー、研究代表者の皆様におかれましては、大変お忙しい中、御参加いただき深く感謝申し上げます。誠にありがとうございます。

なお、本報告会は、新型コロナウイルス感染症対策のためWEB会議システムによる開催とさせていただいております。インターネットで公開しております。

それでは、成果報告に先立ちまして、原子力規制委員会を代表して伴委員から一言御挨拶をお願いいたします。

○伴委員 原子力規制委員会の伴でございます。一言御挨拶を申し上げます。

この放射線安全規制研究戦略的推進事業、平成29年度から実施してまいりましたけれども、今年度が最終年度となります。最初の年には、規制側のニーズを重点テーマという形で、かなり具体的に提示して研究テーマを募りました。その後は、アカデミアの先生方のアイデアをできるだけ幅広く拾い上げるという形で進めてまいりました。この5年間の活動を通して、そのアカデミアと規制をつなぐという意味で、一定の役割を果たすことはできたのではないかと考えております。その間、御多忙の中、御尽力くださった推進委員会並びに評価委員会の先生方に、この場を借りて改めて御礼申し上げます。本当にありがとうございました。

今回の成果報告会もこれまでと同じように成果をきちんと共有して、そして、それが今後の規制に実際に役に立つものとなるように、限られた時間ではございますけれども、活発な意見交換が行われることを期待しております。本日より、どうかよろしく願いいたします。

○三橋企画官 本報告会は、放射線安全規制研究推進事業に採択されました課題及び放射線防護研究ネットワーク形成推進事業に採択されました課題の評価の一環として、年度ごとに、その研究成果を発表する場となっております。

研究評価委員会の委員は、一般財団法人電子科学研究所理事の小田委員、アルファ・タウ・メディカル株式会社 Radiation Safety Officerの二ツ川委員、学校法人福山大学名誉教授の占部委員、国立大学法人東北大学准教授の吉田委員、学校法人国際医療福祉大学クリニック教授兼院長の鈴木委員です。

また、本日の司会進行役は事務局が担当いたします。

次に、成果報告の進め方について説明いたします。各課題に割り振られた時間は、質疑応答の10分を含め、令和3年度に採択されました実施期間1年の課題については30分、実施期間2年以上の課題については40分でございます。

発表にはスライドを使用せず、事前に配付しております資料2、令和3年度研究成果報告会研究代表者発表資料に沿って御説明をお願いいたします。本資料は、原子力規制委員会

ホームページにおいて公開してございます。

質疑については、研究推進委員会委員からも受け付けいたしますが、研究評価委員会委員を優先させていただきたいと思っております。

また、WEB会議で議事を進行する上で御注意いただきたい事項がございます。発言される際は、カメラに向かって挙手し、事務局から認識できるようにしていただければと思います。また、発言は普段よりゆっくりお願いいたします。ハウリング防止のため、発言時以外はマイクをミュートに設定してください。

音声聞き取れないなど不具合が発生した場合は、事務局から指摘いたしますので、再度、発言をお願いいたします。

以上、御協力をお願いいたします。

なお、スケジュールがタイトでございますので、時間を厳守していただきますよう、併せてお願いいたします。

それでは、成果報告に移ります。

第1演題、題名は「看護職を活用した住民に対する放射線リスクマネジメントの推進-原子力災害支援保健チーム(NuHAT)の実現を目指して-」。発表者は、東京医療保健大学の草間先生でございます。研究代表者の明石先生に代わり御発表いただきます。よろしくお願ひいたします。

○草間氏 おはようございます。よろしくお願いいたします。

ただいま御紹介いただきましたように、看護職を活用した住民に対する放射線リスクマネジメントの推進ということで、原子力災害支援保健チーム(NuHAT)、Nuclear disaster Health Assistance Teamをつくりたいと思ひまして、その実現に向けてフィージビリティスタディを行わせていただきましたので、それについて発表させていただきます。

それでは、1ページの下を御覧いただきたいと思ひます。それぞれのワーキンググループの研究目的等につきましては、後ほど御説明させていただきますけれども、本研究は左のカラムにありますように、三つのワーキンググループに分けて検討させていただいております。それぞれインタビュー、質問調査、グループワークをやらせていただきまして、それぞれ予定したことはほとんど終わっておりますけれども、右側、第4四半期の部分の一番上にありますように、防災訓練に実際に参加させていただきまして、エスノグラフィ、要するに看護師の防災訓練における行動観察をしたいと思ひたのですけれども、それについてはまだ実施できておりません。

それに関連しまして、地方自治体の行政担当者のインタビューをすることにしておりますけれども、それもまだ実現しておりませんが、それ以外は全て予定どおり進めさせていただきます。

続きまして、2ページをお願いします。

2ページに研究体制をお示しさせていただきましたけれども、先ほど申しましたように、三つのワーキンググループに分かれて検討させていただいております。このグループには、QST、大学では本学以外から弘前大学、東都大学、長崎大学、大分県立看護科学大学のそれぞれ先生方にも御参加いただいて、この研究を進めてまいりました。

この研究の目的につきまして、2ページの下で説明させていただきます。原子力災害におきましては、既にF1事故（東京電力福島第一原子力発電所事故）以降原子力規制庁等が中心になりまして、緊急被ばく医療に関しましては既にネットワークができていたり、様々なシステムができつつありますけれども、住民を対象にした、特に中長期にわたる放射線リスクマネジメントというのが必ずしも進んでいないのではないかと思います。

そこで、F1の事故（東京電力福島第一原子力発電所事故）の後も専門家、私たちを含めまして専門家は、放射線リスクに対するエビデンスに関しては住民の皆様にしっかり伝えてきましたけれども、そのエビデンスは住民の皆様が本当に納得し、分かる状態で、自分たちで判断できる状態までできていない、要するにリスクマネジメントができていないということで、そのリスクマネジメントに関しまして、看護職、看護師、保健師、あるいは助産師を活用したらどうかと考えました。

なぜ看護師に着目したかということで、ここに書いておりますけれども、従来は看護教育、基礎教育の中に放射線がなかったわけですけれども、5年前に看護学モデル・コア・カリキュラムができて、その中に初めて放射線を入れてもらいました。そういう意味では、看護師の基礎教育の中に放射線が入ったということがあります。そうはいつでも、看護師たちの原子力、放射線利用に関する関心、認識等が不十分であるということで、私どもとしましては、放射線がカリキュラムに入ったこと等を考えまして、この看護師を放射線リスクマネジメントに活用し、住民の皆様の原子力災害の中長期にわたる対応がしっかりできるようになればと思ひまして、NuHATのフェージビリティスタディをさせていただきました。

次のスライドをお願いします。研究方法としましては、三つのワーキンググループに分けて、まず最初に、NuHAT全体の必要性、あるいはどういう形で構成したらいいか、

あるいは維持できていくかどうかということを検討するために、三つの方法で検討しました。

まず一つは、既存のDMATあるいは緊急被ばく医療ネットワークの先生方にインタビューをしまして、継続して運営していくためにはどうしたらいいかということ、御意見を伺うということにしました。

もう一つは、先ほども申しましたように、実際に原子力防災訓練が行われるわけですが、そこに参加をさせていただいて、看護師たちが実際に現在どのような活動をしているかというのを、エスノグラフィーを通して、実態を把握したいと思っております。

それと、もう一つは、NuHATをつくったときに本当に参加をしてくれるメンバーがいるかどうかということも大変重要ですので、参加意思があるかどうかということに対する質問・調査も行わせていただいております。全体としては、この三つをやることにしております。

2番目のNuHATのメンバー養成教育というのは、実際にNuHATをつくったときに、メンバーが放射線リスクマネジメントに関する知識、あるいは技術等を習得している必要がありますので、メンバーの質を高めるということで、実際に、特にこのNuHATに関しましては、看護職といっても大学院で教育を受けた看護師を対象にしておりますので、大学院教育の中に放射線リスクマネジメントの科目をどういう形で入れたらいいかということで、このワーキンググループにはモデルシラバスをつくってもらうということにしました。

三つ目のグループは、実際にできた人たちが常に活動できるように質を高めていかなければならないので、メンバーになる方たちに対して、定期的、継続的に研修するためにはどうしたらいいかということで、研修のモデルプログラムをつくるということ、このワーキンググループの目的とし、1年間進めてまいりました。

3ページの下で、研究成果について報告させていただきます。先ほど言いましたように、DMATあるいは緊急被ばくネットワークの先生方にインタビューさせていただきまして、得られた結果としましては、まず、しっかりした事務局が必要であるということと、DMAT等もそうですけれども、自然災害に対してはこういったチームがあるけれども、原子力災害の際の支援チーム、特に中期、長期にわたる支援チームというのは限られているのではないかとことでした。

もう一つは、やはりDMAT等については、自然災害は時々起こりますので、社会全体が、DMATの存在等はしっかり理解しているけれども、こういった新しいチームをつくったとき

に、新しいチームをしっかりと社会、特に原子力関係者に認識していただくということが重要ではないかという意見をいただいております。

そして、チームをしっかりと安定的に継続していくためには、財源と人材、特にメンバーをどう確保するかというのは大変重要だというお話を伺っております。

また、課題としましては、原子力災害は常にあるわけではありませぬので、NuHATメンバーのモチベーションをどう高めていくかという工夫と、それとメンバーに対する教育の機会というのが大変重要ではないかという御意見をいただいております。

私どもNuHATを定着し、継続していくための要件としましては、まず組織基盤をしっかりとするというのを考えており、これに関しましては、当面は日本放射線看護学会へ運営管理を依頼することを考えております。それと、チームの規模と必要なチーム数が幾つかということについては、後でお話をさせていただきます。NuHATのメンバーの確保と、財源等と、いかにNuHATを皆さんに知っていただくということが大きな課題ではないかと考えております。

次のスライド、4ページをお願いします。実際にNuHATが果たす役割は、私ども、こういう形でまとめました。3つの被ばく状況下に分けて、まず、事故直後に関しましては、防災訓練の参加結果を見てから判断しようと思ひまして、まだここには赤字で記入してあるので、最終報告の中で報告させていただくことにします。

そして、現存被ばく状況下、すなわち中期、あるいは長期にわたるNuHATの活用としては、住民とのコミュニケーションを図り、それにより住民に原子力災害に伴うリスク等をしっかりと理解してもらい、住民の方たちが自分たちで判断できるような形にしていくということが大事ではないかなと思っております。

先ほどモチベーションを保つことが大変重要だというお話をしましたけれども、原子力災害が起こったとき以外の、ここでは計画被ばく状況下と書かせていただきましたけれども、看護教育の中で放射線が取り入れられましたので、NuHATのメンバーは放射線専門看護師であったり保健師、大学院で教育を受けた保健師ですので、こういう方たちが看護教育の中にしっかりと教育者として寄与できればと考えております。

それと、平常時も、住民の皆様への原子力災害、あるいは放射線に対するリスクマネジメントについて、このNuHATが役割を果たしていければいいというふうに考えているところです。

大きなグループとして、NuHATが一つあればいいというふうに考えております。まず

DMATは1組3人ですけれども、NuHATの場合は1組2人のグループにしまして、それぞれ中長期の場合には、必要に応じて何組出すかというのは別ですけれども、1組2人ずつにして派遣することを考えております。通常時は1回に1組出すという形を考えております。

いずれにしましても、メンバーを派遣する場合には常に、DMATでもそうですし、災害支援ナース等における自己完結型で行い、派遣先には御迷惑かからない形で派遣するということを考えています。

4ページの下にNuHATの構成員の供給源を書いておりますけれども、現在、放射線看護専門看護師、これはCNS (Certified Nurse Specialist。専門看護師)と言いまして、大学院で教育を受けた人たちですけれども、既に三つの大学院で養成教育をしておりまして、36人が修了しております。その36人の方たちに、NuHATができた場合に参加するかどうかの意向調査をやらせていただきまして、36人の中で32人は必ず出たい、4人に関しましては、調査を行ったときの所属長等の関係で、直ちに返事ができないということでしたけれども、参加する意思がないという方は全くおりませんで、少なくともほとんどの方たちが、NuHATができれば参加しますという御返事をいただいております。

続きまして、5ページをお願いします。ワーキンググループ2では、既にCNSの教育をしているところ、あるいは保健師の大学院教育をしている関係の先生方に集まらせていただきまして、大学院の教育の中に放射線リスクマネジメントの項目をどう入れたらいいかということを検討させていただきました。

5ページの下にありますように、それぞれ大学院の単位は、保健師の場合32単位で、CNSの場合は38単位と決まっておりますので、その中で放射線リスクマネジメントに関しては、1単位、8コマぐらいが妥当であるということで、ここに示したシラバスをつくりました。これで見ると同じような感じですが、こちらの中にしっかり書かせていただきますけれども、かなり細かく決めておりますので、8コマあれば充分であると思っております。

6ページに行きまして、ワーキンググループ3では、メンバーの方たちの質向上という形の研修、研修プログラムを組んだらいいかを検討するために、2回研修を行いました。1回はオンライン、1回はフェース・ツー・フェースで行いました。当初、両方ともフェース・ツー・フェースでやる予定でしたが、コロナの関係で1回目はWEBになりました。

オンラインの場合は22名、対面の場合はコロナの影響で実際に参加していただいたのは6名でした。この方たちに、とにかく研修はアクティブラーニングという形で、演習とグループワークを中心にプログラムを組みました。そういったプログラムでやらせていただ

きまして、下にありますように、研修終了後のアンケートでは、演習をしっかりやってほしいということと、グループワークを通して知識がまとめることができよかったというような意見をいただいているところです。

次に7ページに行きまして、今回のNuHATのフィージビリティスタディ研究を通しまして、私どもとして今後の見通しとしましては、組織の管理運営としては、先ほども申しましたように、日本放射線看護学会にお願いしようと思っております。日本放射線看護学会の中には、既にCNSのネットワークができており、メンバーのほとんどがこの学会に所属していただいておりますので、いずれにしてもしっかり放射線看護学会と連携しながら進めていきたいと思っております。

リスクマネジメントに関する研修に関しましては、参加者から、こういった研修は定期的にやっていただきたいということですので、東京医療保健大学と相談をしまして、東京医療保健大学にお願いしようと思っております。

今回は、研究の中では演習、先ほども言いましたようにアクティブラーニングが大事ですので、演習では様々な機器が必要です。今回は業者から全部借用したわけですがけれども、定期的にやっていくためには、大学と交渉をしながら、その機器をそろえていかなければならないと考えているところです。実際に開発したプログラム、シラバスに関しましては、既にCNSの養成コース、あるいは大学院の保健師コースの中でやっていただくことで交渉をしているところです。

一番大事なことは、まず、原子力関係者にしっかりNuHATというチームがあるということとをぜひ御理解いただくということと、財政的基盤をどうするかということが今後の大きな課題だと思っております。

7ページの最後に、今後の進め方としましては、総合防災訓練が取りあえず宮城県で予定されているようですので、ぜひここには参加させていただきたいと思っております。

そして、放射線看護学会と東京医療保健大学との打合せをしっかり進め、今回のフィージビリティスタディで多分できるという確信が持てましたので、進めていこうと思っております。

以上です。どうもありがとうございました。

○三橋企画官 草間先生、御報告ありがとうございました。

ただいまの報告につきまして、御意見、御質問等ございましたら、お願いいたします。

小田委員、お願いします。

○小田評価委員 御説明ありがとうございました。着眼点は本当に理解できます。これまでに住民側に立つといいますか、住民と寄り添うという姿勢でのリスクミという観点が大重要であるということが指摘されておりました。

ただ、ここからちょっと質問なのですが、過去に、特に県内、福島県内でも自治体の方、あるいは他の組織の方とタグを組んで、保健師の方々がかなり活動をなされておられます。そういった方々の活動との関係というのはどうなっているのでしょうか。その辺、調査されたのか、あるいは既に接触されて意見交換されているのか、その辺をちょっとお聞かせいただきたいと思います。

○草間氏 ありがとうございます。今、私どもNuHATは、先ほども言いましたように、少なくとも放射線、あるいは放射線リスク等の教育については、もう既に教育を受けていて、大学院でしっかり放射線リスクマネジメントのことを考えております。

まだ保健師の大学院教育は必ずしも進んでいませんので、当面は先ほど言いましたように、既にCNS、専門看護師が36名おりますので、36名のCNSの方たちを中心にメンバーを組んで、そして保健師に関しましては、それぞれ、現在、全国に350近い保健所があるわけですので、そういったところとの連携を図りながら、今後、保健師の方、実際に今、保健師の方は本当に地元で活動していただいておりますので、ぜひ参加していただきたいと思っております。

今回の調査では、保健師との関わりというのは特にやっておりませんが、実際に働いていただくのは保健師さんたちですので、今後、実際に運営しながらやっていこうと思っております。ありがとうございます。

○小田評価委員 続けて、お願いなんですけれども、今、御説明いただきましたように、やはりこういうのは新たな組織をつくるというのはなかなか難しいし、既存で動いておられる方々との関係も、また問題になってくると思いますので、今、御指摘のありましたように、例えば看護学会の方に、あるいは看護学会の中にそういうコアといいますか、そういう組織を既存組織の中につくっていただいて、そして、現場の保健師さんたちがそこへ聞けばいい、そこに聞きに行くという形を取るとか、できるだけ既存の組織をうまく使いながら、そこへ、今提案されておられる内容を盛り込んだ形で発展させていただくという方が現実的じゃないのかなと思われました。すみません、最後……。

○草間氏 ありがとうございます。既に放射線看護学会の中には、放射線看護キャリア開発ネットワークというのをつくっておられて、そのネットワークの方たち、放射線看護

学会を中心にグループをつくりまして、保健師、公衆衛生学会等とも連携しながらやっ
ていこうと思っております。ありがとうございます。

○三橋企画官 では次に吉田先生、お願いします。

○吉田評価委員 ありがとうございます。

御説明ありがとうございました。今の小田委員の話にも関係するんですけども、まず福
島第一原子力発電所事故が起きまして、中長期でも復興期における住民の支援という観点
において、看護師さんであるとか、保健師さんが単独でリスクコミュニケーションを行う
ということは、「ない」と思います。

今、小田委員がおっしゃったように、お医者さんであるとか、それから地方自治体の方、
そして専門が全く違う、例えば環境であるとか、除染であるとか、農業であるとか、ある
いは動物、植物等の専門の方々と協働しながら支援をするということが求められています。
その中で、新たに、この看護職の方だけのNuHATというのを立ち上げるという意味が、少
し明確ではないと思います。

ほかの様々な活動とどういうふうに組み合わさって、実際に協働して対応していくか
というところが一番重要なところであって、何かその大分前のところをフィージビリティ
スタディとおっしゃっているというのが、少し、かなり現場の話からちょっと遠いような感
じが正直いたしました。

弘前大学と、それから長崎大学の先生方が入ってらっしゃいますので、その両大学の方
は様々な地域で復興期での長期にわたるサポートをされています。そういったところの話
というのをもっとインプットしていただいて、実際に今もう、起きていることについても
支援ができる話ということを検討していただければというふうに思いました。

以上になります。

○草間氏 ありがとうございます。私ども、このチームをつくって、グループだけで単
独に活動していこうとは思っておりませんし、既に福島事故の後のそれぞれの看護職等
の活動に関しましても、十分ではありませんけれども、検討させていただいた上でこうい
ったことを考えておりますので、今の先生の御意見も伺いながら、さまざまなグループな
どと具体的な連携を図っていけたらと思います。看護職といいましても、必ずしも看護職
だけではなく、診療放射線技師、あるいはこのグループには医師も入っていただくなど、
様々なことを考えておりますので、先生の今の御意見を参考にさせていただきながら、実
際の活動について、どうやっていくかということを考えていきたいと思っております。あ

りがとうございました。

○三橋企画官 では、二ツ川先生、お願いします。手短にお願いします。

○二ツ川評価委員 では、時間が短いので。お二人もお話しになりましたように、やはり既存の組織と行政、その辺との連携がこれから重要かなというふうに思うのですが、一つ、やはりそのためにも人材をきちんと確保していかなければいけないと思うのですが、お聞きすると看護師さんとか、保健師さんは非常にお忙しい。その中でこれは、通常の医療行為とはまた別の行為じゃないかなというふうに思うのですが、その辺を、例えば所属している組織とどういうふうに関連をつけて、こういう活動を進められるように考えられているのかを教えていただければと思います。よろしくお願ひいたします。

○草間氏 ありがとうございます。先ほども申しましたように、このグループの中心的なメンバーは、放射線看護専門看護師を考えています。その放射線看護専門看護師の方たちは、この放射線リスクマネジメントだけに特化した仕事をしているわけではなく、日常的に医療の現場で看護師として活動している方たちがほとんどです。そういった方たちが原子力災害において放射線看護専門看護師としてのスキルを生かすという意味で、このグループをつくらせていただいておりますので、その辺に関しましては、先ほど意向調査の結果を見ていただけて分かるように、それぞれがCNSとして、しっかりそういう役割を果たしていきたいということで、意向調査の中でもしっかり参加しますと言ってきています。この点については、DMATも災害支援看護師も同様です。

放射線リスクマネジメントは日常の行為と全く違うのではないですかというご意見ですが、私自身は決してそう思っておりません。医療の領域で様々な中でリスクがあるわけですが、本当に看護職が患者さん、あるいは住民の皆様が一番寄り添った、あるいは近い存在ですので、そういった看護師の、特に対応能力をしっかりとこの中で活用させていただきたいと思ひまして、こういった提案をさせていただいたわけですが。

○三橋企画官 では、占部先生と鈴木元先生、順番に手短にお願いいたします。

○占部評価委員 ありがとうございます。私は、看護師さんがリスクミのスキル向上を図るという計画は、大変賛成です。そのスキル向上のために専門的知識を身につけていくということと同時に、やはり実践的なコミュニケーション能力を向上させるということが非常に大事だと思うんですが。一つ、少し気になるのは、放射線被ばくによる被害者のメンタリティーと、それから普通の傷病者のメンタリティーというか、被害者、被害というか健康を損なっている方々のメンタリティーの間には、ひょっとして差がある、違いがある

んではないかという気がするんです。

その上で、そういうものを考慮してコミュニケーションを図るということが大事ではないかと思うんですが、そのためのプログラムが研修の中に少しないかなという印象を受けましたということと、それから、それを実践的に身につけるという観点が少し欲しいなという印象を受けましたので、その点についての見解があればお教えいただければと思います。よろしくお願ひします。

○草間氏 研修をどうプログラムをするかというのはすごく大事なのですが、今回、研修をやってみまして、本当に大事なものは、研修においてロールプレイができるということなんです。だからそういう意味では、研修の中でグループワークをどうしていくか。

もともと看護師は、私が他の職種に比べまして、コミュニケーション能力に関しては大変なところだと思っております。そこで、しっかりと放射線、特にリスクに関する知識を身につけた上で、看護師の特徴であるコミュニケーション能力を活用していくということです。そういう意味では、研修の中にグループワークの時間をできるだけ多くつくって、ロールプレイができるような形にもっていくということも一つ重要なことではないかというふうに考えております。

○占部評価委員 ありがとうございます。やはり被災された方々の気持ちというのは、なかなか専門家が寄り添ってくれないとか、専門家に理解してもらえないという気持ちがあるんですよね。だから、その点で看護師さんなんかは非常に有利だと思いますので、その点に関して、今後、貢献していただければと思います。ありがとうございます。

○鈴木評価委員 鈴木です。一つは、今までの災害支援ナースとどう違うのか、あるいは活動の場をどうすみ分けるのかというのが、あまり明確に伝わりませんでした。例えばDMATというのは、現存被ばく状況ではある程度活動できるけども、緊急被ばく状況の現場には入らないというような活動形態でしたが、その辺の整理がどうなっているかというのがちょっと見えなかったということ。

それから、中長期の支援というものを中心に考えていく場合は、これリスクマネジメントというよりは、どちらかというとチェルノブイリの後のETHOSプロジェクトとか、あるいは今、福島で現実に活動をしているような、住民を支援していくようないろんなチーム活動があると思うんですが、そういうところにもっと特化した提案が欲しい。何かまず名前もあるんじゃないかと、どういう活動を、どの現場でやるのかという意味でもう少し整理

されると、より私たちが評価する上で明確になるのではないかと思います。

○草間氏 ありがとうございます。その辺に関しましては、今日の発表では十分お伝えできませんでしたが、報告書の中でしっかり書かせていただこうと思っております。

私はF1事故を経験して、看護職が、放射線利用、特に医療の領域でも同じことが言えるわけですが、放射線に特化した知識をしっかり身につけて、看護職の特徴を生かして、原子力領域においても寄与できるようなシステムをつくりたいというのが、今回、NuHATをつくるきっかけになったということをぜひ御理解いただきたいと思います。

鈴木先生が言われたように、災害支援ナースとの違い、あるいはDMATとの違い等に関しましても、私ども、しっかり認識しているつもりですので、その辺に関しましては報告書の中でしっかり報告させていただきます。

○三橋企画官 草間先生、ありがとうございます。

次は、第2演題、題名は「水中の放射性ストロンチウムの安全、迅速、安価な分析法の開発」。発表者は、東京慈恵会医科大学の箕輪先生でございます。よろしくお願いたします。

○箕輪氏 慈恵医大の箕輪です。ビデオは始まっておりますでしょうか。

○三橋企画官 箕輪先生、映像は出ていないです。

○箕輪氏 声は聞こえていますか。

○三橋企画官 声は聞こえております。

○箕輪氏 これでどうでしょう。

○三橋企画官 映像、出ていらっしゃいます。よろしくお願いたします。

○箕輪氏 よろしくお願いたします。

それでは、お手元の資料、8ページになります。研究課題名「水中の放射性ストロンチウムの安全、迅速、安価な分析法の開発」について報告いたします。

背景・目的として、放射性ストロンチウムは、環境モニタリングにおける重要な核種ですけれども、その分析には多量の劇物を用いた複雑な化学操作が必要で時間を要するため、十分な分析ができていないというのが現状です。

本研究では、放射性ストロンチウムの安全、迅速、安価な分析法として、Sr吸着剤ピュアセラムMAqを用いた測定法を開発することを目的としました。

研究項目と実施状況は記載のとおりで、概ね計画どおり実施済みですが、一部計画どおりにいかなかったところがあります。こちらでは、3項目めのSr吸着率についてと、それ

から、6項目めのミルクキング法の開発についてです。こちらについては、後のスライドで詳しく説明いたします。

期待される成果として、本法の迅速測定により、測定頻度、測定箇所を増加し、かつ、コスト低減が可能となる。そして、安心できる情報をすみやかに公開することができて、一般公衆の被ばくリスクを低く抑え、健康・安全に貢献すると思われまます。本法の今度は精密測定の方ですが、そちらによって平常時においても信頼できる値が広範囲・高頻度で得られ、海洋の放射性物質の広がりの実態の把握が容易になると期待できます。

次のページ、9ページ目に、スライド3になりますが、本研究の研究体制を示しております。我々のグループでは、2014年頃からストロンチウム分析法の開発を目指して、化学分離及び放射線計測の研究を進めてきました。Sr吸着剤、ピュアセラムMAqの有用性に着目して、2019年頃より日本化学工業及び荏原製作所からSr吸着剤の試料提供を受けまして、基礎研究を開始しました。

本年度、こちらの研究費を獲得して研究を進め、現在、ストロンチウム分析法の開発がほぼ終了したところです。

この後、実際の海水試料の測定を九州環境管理協会へ依頼し、測定手法を検証する予定でしたが、研究が遅延して、こちらの検証については今年度内に終わることはできませんでしたが、実用化の道筋をつけるところまでは見えてきたと考えております。

次のスライド、9ページの下の段のスライド番号4番ですが、研究の背景について説明いたします。 ^{89}Sr と ^{90}Sr は、原子炉の中で生成される核種ですので、事故のときに放出される可能性があるわけですが、放射性Srを過剰に摂取すると、放射線障害が発生するという可能性があります。ですから原子力災害などの緊急時、また、平常時においても環境モニタリングにおいて ^{90}Sr というのが重要な核種となっております。環境放射線モニタリング指標において、 ^{90}Sr が対象核種とされています。

スライド下の部分には、緊急時におけるモニタリングの一例として、福島第一原発事故後の東京電力による公開されたデータ、2018年の例を示します。この図の中で原発周辺の港湾内の測定点、9地点あるのですが、このうちβ線を測定している ^{90}Sr の測定値は黄色い丸で囲んだ4地点のみです。また、測定数が3日に1回程度となっております。

一方で、γ線を測定している放射性セシウムについては、9地点で毎日測定されています。理想的には、β線放出核種であるストロンチウムもγ線放出核種であるセシウムと同程度の測定点、測定頻度となることが望まれますが、β線放出核種の測定には時間がかか

るため、このように低い頻度でしか測定されておられません。

このような背景を基に、本研究では、環境水中のストロンチウムを迅速に安全に分析し、それを海水などに適用できるということを目的としております。

次のスライド、10ページのスライド番号5番ですけれども、本研究の目的としては、ストロンチウムの安全・迅速・安価な分析法の開発。その方法として、ピュアセラムMAqという新素材であるSr吸着剤を用いて、海水から選択的にSrだけを吸着して捕集します。このストロンチウムの測定方法として、目的とする濃度に応じて迅速測定と精密測定の二つの方法を使い分けることを提案します。

1番の迅速測定は、緊急時モニタリングに適用し、ストロンチウム濃度の排水の基準濃度である30Bq/Lより十分低いことが確認できるとして、海水からSr吸着剤にSrを吸着させ、そのまま測定するというので、迅速な測定を実施します。

2番目、精密測定の方ですが、平常時や研究試料に適用するため、海水の一般的な ^{90}Sr 濃度である、1mBq/Lの測定できる方法とします。Srを吸着してから、 ^{90}Y の成長を待ち、吸着剤から ^{90}Y を分離して測定するというので、低い濃度まで測定できるようにします。これを、3番目として、天然海水試料へ適用し、迅速測定の場合は0.4Bq/L、精密測定の方は0.2mBq/Lを目標下限値とします。

次のスライド、スライド番号6番を御覧ください。本実験で使用するSr吸着剤はピュアセラムMAqという名称で、ケイ酸バリウムが主成分で、Srを選択的に捕集することができます。

海水から、まず、ろ過をして不要成分を除去し、pHを調整し、その後、Sr吸着剤によりSrだけを抽出して、カルシウムなどの主成分元素や測定の妨害となり得るセシウムなどと分離します。

迅速測定では、海水試料100mlに対して、Srを混ぜて2時間振とうし、吸着剤を濾紙上に集めて、濾紙ごと測定するという方法です。吸着剤をそのまま測定することで、迅速な測定を可能にします。また、少量の試料で測定できるため、海水中の天然放射性核種については無視できます。

精密測定の方は、海水20LにSr吸着剤を入れて攪拌し、その後、吸着剤を分離した後、2～3週間おいて ^{90}Y を成長させます。実際に海洋で試料を採取した場合、船の上で吸着作業まで終わらせ、大量の海水は廃棄して、吸着剤のみ持ち帰ることができます。その後、吸着剤をEDTAで溶解し、Yを分離して測定するというので、元の海水中のSr濃度の定量を

行うことができます。

次のスライド、11ページのスライド番号7の方には、他の分析法との比較を示しました。表の左側が迅速測定になります。東京電力で現在使われているSrレジンは、ピコベータ法は、分析に7日程度かかっているのに比べ、本研究では約3時間で結果が得られます。また、使用する試薬の価格も低く、安価に分析できるというメリットがあります。

精密測定法の方では、公定法であるストロンチウム分析法では、結果を得るまでに操作に1週間と平衡に達するまで合計約25日かかっておりましたが、本研究では操作は3時間、それに平衡に達するまでの時間を加え、15日間で結果が得られます。本方法では劇物は使用せず、安全にできるという点もあります。また、迅速測定、精密測定とも、本研究の検出限界値、下限値は既存の方法と同程度に達すると計算しております。

次のスライドを御覧ください。次には、11ページ、スライド番号8ですけれども、本研究のロードマップを示します。基礎研究については、天然放射能、 ^{210}Pb の評価について、及び ^{140}Ba の影響評価についても、計画どおり実施済みです。

次のSr吸着法の評価ですけれども、計画よりやや遅れておりますが、何とか実施を、進めております。

それから、 ^{90}Y のミルキング法の開発ですけれども、これは当初予定していたSr吸着剤から塩酸を用いて溶出しようと考えていたのですけれども、それがうまくいかなかったために、計画の変更を余儀なくされました。その後、試行錯誤をした結果、EDTAを用いて脱離できるということが分かりましたので、これによって実用化の目途がつかしました。

基礎実験の最後、大容量試料への適用ですけれども、これは現在、実施しているところで、この2月に行う予定です。

それから、応用実験として、迅速測定法の天然海水試料への応用、これも実験については計画よりも時間的には遅れましたが、現在実施中で、この研究期間内に終了できると考えております。

最後の精密試料の天然試料への適用、これは現在まだ実施しておらず、残念ながら研究期間内には終わるのは難しいかと思いますが、精密測定法の確立までできれば、そのまま適用できるものと考えております。

次のスライド、スライド番号9ですけれども、実施済みの課題が以下のとおりになります。一番最初、Sr吸着剤の ^{140}Ba の影響評価について、BaはSr吸着剤にほぼ定量的に吸着することが分かりました。迅速測定のような少量の試料の場合は無視することができる程

度ですが、大容量試料を使った精密測定の場合は、混入が疑われる場合、寄与を見積もって差し引くことで補正するということができるということが分かりました。

2番目、Y吸着率の確認についてです。Sr吸着剤におけるYの吸着率は10%以下であって、⁹⁰Sr分析の妨害とならないということを、トレーサによる実験において確認しました。

3番目、Sr吸着剤の確認についてですが、予備実験では98%以上という結果が出ていたのですが、そのような結果にはならず、今回の実験では1回の操作で90%以上という結果でした。原因としては、次に述べるピュアセラムMAqの劣化と推定しております。2回操作すれば98%以上を達成できるということを確認しました。

4番目、ピュアセラムMAqにおけるSr吸着率の安定性の評価についてですけれども、吸着率の低下は大気中のCO₂によるものと推定しました。保存状態による劣化の影響を確認して、劣化の予防法を検討しています。この試薬を実際に市販する際には、少量ずつ個包装するなどの対策を考えております。

次のスライド、スライド番号10ですけれども、実施中及び未実施の課題について、以下のとおりになります。⁹⁰Sr測定の整備について、低BGガスフローカウンタを導入し、⁹⁰Yの計数効率を測定しました。概ね30%前後という結果が出ております。このガスフローカウンタはバックグラウンドが非常に低いため、精密測定において非常に有効になると考えております。

6番目、迅速測定法を確立しました。次のスライドで詳しく述べますが、手順を人工海水とトレーサで確認し、Sr回収率が93%となりました。

7番目、この迅速測定法を天然海水試料へ応用し、⁹⁰Srトレーサで確認しました。適用条件としては、塩酸酸性でpHを2にすること、それからY担体がない場合は添加する、硫酸イオンが存在しているという条件において、この方法が使えることが分かりました。

8番目、精密測定法の確立についてですが、この⁹⁰Yの溶出、ミルキングの方法についてですが、当初考えていたように、Yのみを酸で溶出するのは困難であるということが分かり、試行錯誤の末、EDTAによる脱離が有効であるということが分かりました。これらを⁸⁵Sr、⁹⁰Yのトレーサで確認しました。

9番目、精密測定法の大容量試料への適用についてですが、これは現在実施していて、間もなくできる予定です。

最後、精密測定法の天然海水試料への応用ですが、現在は未実施ですが、精密測定法が確立すれば、すぐにでも適用できるものと考えております。

次のスライド、スライド11番目、確立した迅速測定法です。実験操作としては、海水試料100mLをろ過して、塩酸でpH=2程度に調整すると、それをSr吸着剤ピュアセラムMAq150mgを入れて攪拌します。2時間攪拌した後に、吸引ろ過により上清と沈殿に分離し、沈殿を濾紙ごとバイアルに入れ、液シンカクテルを入れて、液体シンチレーションカウンタを用いて測定しました。

実験操作に要する時間は約3時間。Sr回収率が平均93%、測定時間60分の場合、検出下限濃度が0.46Bq/Lとなりました。これは緊急モニタリングに十分使用できる安全、迅速、安価な方法であると考えております。

次のスライドは研究成果ですけれども、こちらに示すように、2021年度の放射化学会討論会において、関連する2件の発表を行いました。また、確立した迅速測定法とその海水試料への応用、また精密測定法に関して成果報告の準備をしております。

最後のスライド、自己評価になりますけれども、Sr吸着剤ピュアセラムMAqのSr吸着能の評価については、当初、試料100mLに対して100mgというふうに計画していたのですが、それでは吸着能が低いために、そのとおりに実施できないということで、必要量を増やし、150mgで2時間の攪拌で吸着率90%ということが確認できたので、当初の計画どおりではありませんが、代わりの手段によって目的を達成したと考えております。

放射性妨害核種の評価についてですが、Pb、Ba、Raの吸着率を測定しました。吸着率はPbが86%、Baが99.93%、Raが99.85%という実験結果が得られ、目標を達成しました。

迅速測定法の確立についてですけれども、操作時間約3時間、Srの回収率が90%となり、目標をほぼ達成いたしました。

迅速測定法の海水試料への応用についてですが、Sr検出下限が0.46Bq/Lとなりましたので、目的をほぼ達成したと考えております。

精密測定法の確立については、酸によるYのミルキングができませんでしたので、EDTAによるSrとYの脱離を行い、最終的にはY回収率98%になり、代わりの手段によって目的を達成したと考えております。

精密測定の大容量試料への適用についてですけれども、現在ではまだ目的を達成していませんが、今その準備をしていて、間もなく着手する予定で、試料量数リットルでの実験を今月実施予定にしております。

最後の精密測定法の天然海水試料への応用については、現時点ではまだ実施しておらず、実際、実施は研究期間終了後になってしまうかと思われませんが、Srの検出下限、目標値

0.2mBq/Lという目標値は達成できるだろうと考えております。

自己評価としては、迅速測定法を確立し、海水に応用。そして、精密測定については、克服すべき課題が生じて開発が遅れたが、実用化の目途がついたということで、・・・コメントとさせていただきます。

今後の実用化に向けて、基礎的検討はほぼ終了いたしましたので、成果を発表するとともに、メーカーと相談して販売し、実際に多くの方に使っていただくよう進めていきたいと考えております。

以上です。

○三橋企画官 箕輪先生、御報告ありがとうございました。

ただいまの報告につきまして、御意見、御質問等ございましたら、お願いいたします。

吉田先生、お願いします。

○吉田評価委員 ありがとうございます。

御説明ありがとうございました。二つ質問がございます。一つは、このピュアセラムというのを私はよく知らないんですけども、これはストロンチウムに対してスペシフィックに吸着をする吸着剤ですか。セシウムとストロンチウムと双方に対して吸着剤として使われているという印象がありましたので、実際の試料を使ったときに、 β 線を測るわけですけども、セシウムとの混在の場でストロンチウムをどれだけ測ることができるかというのが一つ目の疑問。

それから、もう一つの疑問は、吸着率が1回の操作だと90%であったということで、そうすると想定した97%、98%、これを達成するには2回必要ということは、時間も倍かかるということではないでしょうか。

そうすると、メリットとして、そこで1回というと0.4辺りBq/mlというようなところでしかないというようなところで、少しベネフィットというか、この方法の特徴というのが少し既存の方法と比べて、そこまでいいのかなという感じもあるんですが、そこを説明いただけますでしょうか。

○箕輪氏 一つ目のピュアセラムがストロンチウムとセシウムも吸着するのではないかという話ですけども、こちらはピュアセラムで幾つか開発していく中で、セシウムは吸着しにくい、ストロンチウムは硫酸塩にして吸着するということなので、セシウムについてはほぼ吸着しない。こちらはトレーサ実験を行ったのですけれども、液相の方に99.9998%、固相の方に0.0002%という、同じような条件で吸着させたときに、セシウムはほぼ吸着し

ない、ストロンチウムだけが吸着するという事は確認しております。一つ目はそれによろしいかしら。

二つ目のほうのメリット、2時間の攪拌で90%で、2回というのはつまり4時間ということなのですけれども、それで98%なのですけれども、迅速測定の方は、90%の回収率で2時間ですぐに測るという方法で、とにかく早く測るということを目指して行えば、我々の方法でも早くできるというメリットがあるかと思えます。

精密測定の方は時間をかけてもいいので、2回行って98%にして、きちんと定量をします。その2段階構えというか、二つの方法をそれぞれ場合によって使い分ければ、我々の方法はメリットがあるのではないかと考えております。

○吉田評価委員 ありがとうございます。

○三橋企画官 では、二ツ川委員、お願いします。

○古田所長 すみません、P0の古田ですけれども。ちょっと補足説明なんですけど、吸着率が落ちるとするのは、ピュアセラムの劣化というのが原因として今考えられています。そのために、劣化しないように個包装にされるとか、空気に触れないように保存する、あるいは生成仕立てのものを使う、そういうことをすれば98%程度は達成できるだろうということです、この辺は改善の余地があるというふうに考えております。

以上です。

○三橋企画官 ありがとうございます。

では、二ツ川委員、お願いします。

○二ツ川評価委員 ありがとうございます。

ストロンチウムの迅速測定、非常に重要だと思うのですが、今の吉田委員の質問とも関係があるのですけれども、やはりほかの元素、核種が混じって、それをトレーサで実験をしたというのであれば、その結果もきちんと報告していただかないと、やはり一番その点が気になるころだと思えます。

もう一つは、試料100mLに対して、最初の試料の量を増やしたというので、これは塩濃度、いわゆる対象が塩水でしょうから、その塩濃度とこの使うピュアセラムの量、その辺の関連は何か検討されているのでしょうか。その辺を教えていただければと思います。

○箕輪氏 つまりストロンチウムが、多いと飽和してしまうということになりますので、今、塩濃度としては海水の標準的な1L当たり8mg、安定ストロンチウムの量を考慮しておりますけれども、やっぱり安定ストロンチウムの量によって沈着率は変わってきます。例

えば陸水、淡水に応用することを考えているのですけども、その場合には、硫酸イオンをきちんと添加すれば、ストロンチウムの、そもそもの安定のストロンチウムが非常に少ないので非常に高い吸着率を示すということは確認できております。答えになっているかしら。

○二ツ川評価委員 はい。

○三橋企画官 占部委員、お願いします。占部先生、声が入っていないようです。

○小田評価委員 占部先生、声が入ってません。

○占部評価委員 すみません、どうも。

今回の場合は迅速測定と精密測定を分けて、それぞれ性能を向上させること。そして、それぞれを緊急時と平常時に使い分けるという考え方で研究をされていますけども、本当に欲しい、私たちには平常時のモニタリングにストロンチウムの測定というのをいかに生かすかという視点もまだ一方にはあると思うんですよね。

そういう観点で見ると、迅速測定ではサンプル量と、それから測定時間と様々なファクターで下限値というのが決められていますけども、それを最適値がどこにあるのかということによってサンプル数を増やしてみるとか、あるいは測定時間を上げてみるということをやると、もう少し下限値を、いや、本当はもう2桁ぐらい下げてほしいんですけど、平常時よりはちょっと上がってきたところを、いかに速く検出できるかという観点から、方法を最適化するという事も考えられてはどうかかなと思ったんですが、その辺りはいかがなんでしょうか。

○箕輪氏 今回は、迅速はとにかく速く計る、少なくとも数時間でその日のうちに答えが出るというのを目的としていましたけれども、今後、この研究結果を基に、より最適、かつ測定時間、下限値を下げる方法をうまく見つけていきたいとは考えております。ありがとうございます。

○三橋企画官 では、最後に小田委員、お願いします。

○小田評価委員 その前にちょっと緒方さんから手が挙がっているので、補足説明なのでしょうか。この機会に、はい。

○箕輪氏 補足説明、すみません。

○緒方氏 緒方です。ちょっと補足説明させてください。

吉田先生から非常に貴重な御意見をいただきましたけども、ピュアセラムでセシウムを吸着するというのが既に販売されております。それとは違う今回の製品です。

それから、2時間じゃなくて、2回目の攪拌は30分で十分に取れるということが分かっております。

それから、占部先生からも非常に大切な指摘を受けていると思いますけど、私自身も迅速と精密の中間というのかな、間の、いわゆる日常モニタリング法というのも今後考えていきたいというふうに考えています。

以上です。

○三橋企画官 では、小田委員、お願いします。

○小田評価委員 これは質問ではなくてコメントなんですけれども、1年間でタイトなスケジュールでやられて、最終的なところまでいかないかもしれませんけれども、もうあと限られた期間の中で、もちろん粘って実験いただくことはお願いしたいと思いますが、報告書をまとめるに当たって、今日いろんな質問がありました、指摘もありましたけれども、うまくいかなかったことも、何がうまくいなくて、このときはうまくいったということも報告書の中では記載していただいたほうが我々にとってはためになるんじゃないかと思っておりますので、そういう視点、いいことだけじゃなくて、失敗したことも、あるいは次の改善点、課題もまとめていただきたいなと思っています。あと限られた時間ですが、頑張ってください。

○箕輪氏 はい、分かりました。ありがとうございます。

○三橋企画官 では、時間となりましたので質疑応答を終了させていただきます。

箕輪先生、どうもありがとうございました。

○箕輪氏 ありがとうございます。

○三橋企画官 では、続きまして、第3演題、題名は「環境放射性モニタリングに適した半導体受光素子ベースの検出器の開発」。発表者は、京都大学の谷垣先生です。よろしくお願いいたします。

○谷垣氏 京都大学の谷垣です。

今日は、先ほど御紹介いただいたとおり、環境放射性モニタリングに適した半導体受光素子ベースの検出器の開発ということで成果の報告をさせていただきます。

1ページ目の資料の下側なんですけれども、この研究の概要なんですけれども、背景としては、KURAMA-II として実績のある受光素子であるMPPCを使ったシンチレーション検出器をベースにして環境放射線モニタリングに適した放射線検出器の開発や実装の研究を行うということで、実用化をターゲットにした様々な研究・開発ということを進めたいという

ことで取り組んでおります。

実施状況なんですけども、残念ながら私も新型コロナの影響で、物流とか半導体の調達困難とか、そういったようなもろもろの事情が影響してはいるものの、一応、概ね今年度予定していた成果については達成する見込みが立っている状況です。現在のところは、試作とか性能評価については基本的に終わっておりまして、環境中で試作品についての評価を続けているというところになっています。

今回の研究成果の中でも、後で紹介しますが、高線量率に対応したものということで開発したものについては、浜松ホトニクスから商品化を達成することもできたというのが今回の研究の大きな成果の一つかと思っております。

こういうような研究成果を基にしてどういうことが想定されるかといいますと、これまでモニタリングポストとかで採用されておりますNaI、それから電離箱、半導体検出器などの測定能力を維持、あるいは、そういうようなものを運用する上での負担を軽減して、そして測定結果の信頼性や評価の一貫性を高めるということで、こちらのほうで、新しい検出器でそういうところ辺を引き継いでいったときでもこれまでと同様の測定ができるようなもの、そして、運用コストとか負担を軽減することができるということを目指しているか成果というふうに期待しているということになります。

次のページに行きます。次のページの上側が研究体制で、私が研究の全体をやっておりますが、その中でも、後で紹介しますが、検出器で線量率の算出に用いますG(E)関数、それから、実際に試作した検出器の照射試験においては、JAEAの津田さん、それから星さんに研究協力者として協力いただいております。それから、実際の環境中での長期試験などでは松浦電弘社の松浦さんに御協力いただいております。そして、これらの実際の作業に当たっては、京都大学の技術職員3名に協力をいただくという、そういう体制になっております。

次、研究の背景のほうに進みますけども、下側のほうのスライドになるんですけども、既存のモニタリングポスト用検出器というのは、これまで皆さん、関係される方々の多大な努力と経験の積み重ねによって、一応、これまでのところ運用がしっかりと行われているということにはなっておりますけれども、やはりその際に、実際に運用に当たられる方々からは様々な、やはり苦勞というものがあるんだということを伺っております。例えばNaI検出器の場合だと、エネルギー情報が得られたり、低線量率でも安定した計測ができるんですけども、特に湿度とか外気温に影響されるということで、その辺の対策という

のが非常に大変であるということを伺っております。

また、電離箱においても、高線量率まで大変、エネルギー特性とか良好な測定ができるものの、低線量率での安定な測定に工夫が必要であったり、あるいは、やはり外気温や気圧、それから湿度に影響されることがあるということで、そこら辺が課題であるということとは伺っております。

半導体検出器についても簡便に安価で高線量率まで測定できるものの、やはりこれも耐環境性という面ではなかなか安定した測定については苦労されているということ伺っております。

そこら辺の話を踏まえた上で次のページに行くんですけども、私たちのKURAMAのほうで採用しておりますCsIとMPPCを組み合わせた全固体検出器ですね、シンチレータ検出器なんですけども、全て半導体とシンチレータということで、全固体でできているという検出器なんですけども、こちらはそこら辺の欠点を克服する可能性がある検出器と考えております。というのは、検出器は全てが半導体ベースになりましたので非常に小型化できて、検出器と受光素子も半導体化されたことで非常に小型化されて、この図の真ん中にあると思うんですけど、「ヘッダ」と書いているところにありますけども、この部分、非常に小さな容器の中に樹脂でモールドした形になってまして、周りの温度変化とか湿度とか、そういったような問題について影響を受けにくい構造が取りやすい、そして、非常に小さくコンパクトにまとめられることから、温度管理とかも非常にシンプルにできる可能性が高い。

そして、MPPCは半導体ですので、従来のNaIのようなkVオーダーの高圧電源というのは不要になります。50V程度ですので非常に精密な電圧制御ができますから、そこら辺でも安定度を維持するのに非常に有効であるということが考えられます。

さらに、MPPCはCsIと特にマッチングしているということで、シンチレータとしてCsIを使うということで非常に優れた能力を発揮することが期待できるということです。

その下にあるのが、検出器の温度管理をしないで運用した場合のそれぞれの検出器の温度特性なんですけども、従来のNaIやシリコン半導体というのは、外気温が変化すると外気温の変化につれて線量率が日時変動するということが報告されております。そのため、可搬型モニタリングポストとかではこのような温度変化が見られることから、固定モニタリングポストとかでは装置とかを、機器とかを設置している部屋と一体化することで、空調管理とかを行うことで、そういう温度変化とかを抑制したりとか、そういうような工夫もされていますけども、そのためには大きなシステムをつくらなければいけないというよ

うなことがあります。

しかしながら、我々が使ってきました浜ホトのCsIとMPPCの検出器の場合だと、検出器部分の温度変化の補正を適切に内部でかけてあるだけで、温度管理をしなくても外気温が1時間程度で急激に変わったりとかというのにも非常に安定して追従してくれるということが分かっております。ということで、これらを適切に環境モニタリングに導入することができれば、環境放射線モニタリングに非常に有効であるということが容易に想像できるわけです。

研究の概要なんですけども、下のほうのスライドに行きます。目標としては、モニタリングポストの能力維持と、それと、その維持管理コストというのを削減したいということです。

私たちが使っておりますCsIの検出器というのは、既に京大のアルゴリズムでその能力を最大限に発揮できるような高計数率対応の工夫とかがなされてきているものです。これに対して、環境放射線モニタリング向けの適切な材質や形状を持ったシンチレータを装備してあることで、そういう検出器を開発して、それを実際に特性評価したり実証試験してみようということになります。

具体的にどういうことに取り組むかということ、まずモニタリング目的に合致した線量率範囲を測定できる、こういう検出器をつくらうということ。そして、特性や価格面で、性能はいいけども極端に高いとか、あるいは安いけども性能的に問題があるというようなことがないようなバランスの取れたものをつくりたいということで、その材質や形状についての検討をしてみたいということ。

そして、耐環境性向上による維持管理コストの削減ということで、例えば温度や湿度管理のための空調のシステムとか、あとはヒーターとかいったものを省略できるとか、あるいはトラブル要因としてkVオーダーの高圧電源とかがあった場合には、それらのトラブルを抑制するための様々な対策が必要になるんですけども、そういうものもなくすことで、そこら辺の維持管理コストが削減できるのではないかと。そして、そういうようなものをつくっても、実際のモニタリングポストとの運用の連続性が確保できなければ意味がありませんので、そういうことを確認していきたいというのがこの研究の内容ということになります。

次のページに行きます。次のページの上側なんですけども、目標とする設定範囲、まず、その線量率としてどういう範囲を測定するべきかということを検討したんですけども、これ

は実際にモニタリングポストを設置されている自治体の方々などと意見交換したりとか、あとは可搬型モニタリングポストとかを導入、検討されているの方々など様々な、実際のそういう検出器に関心を持たれる方々と意見交換した結果、ここの赤で示してあるような二つの領域をカバーするような検出器を開発しようというふうに目標を設定しました。これによって主な事故時の判断基準になる線量率をカバーすることができるということ。そして、自治体の方々が特に困っておられるというふうに伺っておりますNaIのアンテナ運用について、特に適切なソリューションを与えてあげることができるのではないかと、そういう考え方からこの設定になっています。

ちなみに、その上にあります二つの検出器の測定範囲なんですけど、これが現在、KURAMAで採用されている二つのCsI+MPPCの検出器なんですけども、見ていただいて分かる通り、微妙にそのレンジがずれておりまして、実際のニーズとは若干ずれているというところがあって、そこら辺をうまく、そういう環境放射線モニタリングのニーズに適合したところに合わせていくということになっていくわけです。

このような線量率を設定した上で、次のページの下の方になるんですけども、シンチレータの形状について検討していきました。これについては、基本的にはどれぐらいの線量率まで計数できそうかということについては、これまでの既存のCsIとMPPCの組合せの計数率とか線量率のデータがありますので、その辺から大ざっぱなシンチレータの大きさを見積もって、その上でそれぞれの帯域に応じた形状とか特性とかを追い込むためのPHITSとかによるシミュレーション計算を行って、最終的な形状を決めていきました。

低線量率については、立方体の検出器ではどうしても角の部分で大きな異方性が出てしまうということが分かってきましたので、それをいかに減らすかということ念頭に置きました。従来はそれを、異方性を小さくするために円柱型のNaIのシンチレータが使われているんですけども、NaIのシンチレータの円柱型というのは、加工するときには、やはり非常に大変であるということで、その加工のコストということもコスト削減の一因として考えるべきだということで、加工のしやすさと、それと結晶の歩留り、それから異方性をなくすということで、シンチレータの形を八角柱とすることとしました。

しかし、基本的な考え方は円柱と同じで、直径方向と高さとがほぼ同じサイズになるという、これは我々のシミュレーションでも実際、八角柱でも同じようなことになっているんですけども、そういうような形状になっております。

高線量率のほうについては、結晶が小さくなっていきますので、 γ 線の平均自由行程の

影響が、影響というか、それがだんだん無視できなくなってきた、無視できなくなるというか、逆にそれによって形状の細かな差が見えなくなってくるような方向に移行していきます。

その下にある二つの662keVと122keVのPHITSの計算が、これは異方性で、上の図にあります対角線の張る面で青矢印の斜めにくるっと回したときと、それと赤の線の普通に赤道方向というか、普通に真っすぐに回したというのか、そういうような状況を二つそれぞれプロットしたものなんですけども、662keVの場合には、立方体でもそういう照射方向をいろいろ変えても異方性がほぼ見えない。そして、122keV、カドミの γ 線なんですけども、この場合でも、このときには平均自由行程が短くなって異方性が大きく出るはずなんですけども、それであってもJIS規格で規定されている範囲には十分収まるということがシミュレーションで確認できましたので、立方体のまま使えばいいだろうということで、高線量率については立方体を採用しております。

そして、それらを基に実際に試作していった試作品の結果を紹介いたします。これは次のページになるんですけども。次のページの上側が低線量率タイプ、いわゆる我々としてはNaIを $10\mu\text{Sv/h}$ 程度までの測定をカバーするようなものとして設計した八角柱タイプのものなんですけども、これについての試作品というのが左上にお見せしているような形状になっています。八角柱です。ほぼセンチメートルのサイズで全体の大きさが決まっています。

これをJAEAの核サ研にある校正施設で直線性、方向性及びエネルギー特性の試験を行いました。八角柱というのは従来使われたことのない形状ですので、特に慎重にやったわけなんですけども、まず直線性試験については、当初の予定通り、我々としては予定した範囲を十分カバーできる、 $80\mu\text{Sv/h}$ 程度までは、ごめんなさい、 $100\mu\text{Sv/h}$ 、 $83\mu\text{Gy/h}$ 程度までは測定できるということが、直線性試験からは確認できました。これは十分、NaIの従来の2inch型の領域をカバーできる能力があるということが分かったということです。

そして、方向性試験についても非常に良好な特性が取れまして、この図の中のピンクで示してあるところがJISで許される許容範囲なんですけども、それは十分満たしているということが分かりました。そして、特筆すべきは、光電子増倍管がなくなってしまって、MPPCの半導体素子になったおかげで、下側のほうに従来だとJISの範囲から除外されている部分があるんですけども、そちら側の部分の従来だと光電子増倍管で特性が悪くなる部分も、JISの要求を十分満たした異方性を持っているということで良好な特性が得られて

いるということが確認できました。

また、エネルギー特性については、これはG(E)関数の評価にもつながってしまうんですけども、ここにお見せてしている、その当時の試験の段階でも十分JIS規格を満たしているんですが、実はこのときのG(E)関数には問題があることが最近分かりまして、アルミのケースに入ってるんですけども、そのアルミのケースの厚さが、ちょっと設定が間違っていたということが分かって、それによってこれが改善する方向に動くことが確認されていますので、これについてはG(E)関数の評価が終わり次第、作製が終わり次第、もう一度、この得られた発光スペクトルデータから再度評価して最終的な特性を成果報告書のほうに載せたいと考えています。

そして、下側に行くんですけども、試作品の高線量率のほう、立方体のほうですけども、これについては直線性試験についての、残念ながら校正施設で直線性試験しか実施できなかったんですが、これはちょっとコロナとかの移動の制約もあって、うまくタイミングが取れなかったということとちょっと残念なところではあるんですけども、これまでの実績からいって、直方体の従来品のものでも方向性については十分JIS規格を満たすことが分かっていて、それよりもさらに改善する方向に結晶の構造を変えていってまますので、大きな方向性の劣化ということは考えにくいというふうに考えております。

計数率については、従来 of 検出器、我々がKURAMAで使っている検出器というのが、そのグラフの中の白抜きの四角で示されているものなんですけども、これでいくと大体2mSv/hぐらいまでしか測定できないということになるんですけども、それに比べて試作品、今回試作した●、それから▲というのは非常に大きく改善しているということが分かっていたかと思えます。6mm角と3mm角のシンチレータをつくったんですけども、6mm角については大体30mSv/h、25mGy/h程度まで、そして、3mm角については、残念ながらそのときマシンタイムをいただいたJAEAのFRSでは上限40mSv/hまでしか計れなかったんですけども、計数率の数え落とし補正なしでもかなり良好な状態を保っていますので、これをもう少し高線量域まで計っていけば、もう少し伸びるということが十分予見されるというふうに考えております。

それでは、次のスライドに行きます。これらを踏まえて、浜松ホトニクスと協議した結果、高線量率タイプについては十分、計数能力が大幅に向上して導入のメリットがあるということで商品化を実現しました。これはC12137-06HAという型番で、実際に石川県のほうのモニタリングポストとして導入が決まっております。

設置されている状況なんですけども、右側のほうにあります写真の右側のような容器の中に入れた状態で、その中身はどうなっているかという、その左側にありますような感じで、特段の温調管理とか、そういうことはしてないんですけども、安定して測定できるということが現在、実証されつつあるところです。

そして、これらの成果は原子力学会と、あとEPR2021で報告しております。

あと、一般向けの広報として、YouTubeでの取材がありましたので、それについての対応をしたりとか、あるいはこういうハードウェアをつくる人たちの一般の方々とか、スペシャリストとか、みんなが一堂に会して自分の成果を報告し合うみたいなMaker Faireという、そういうイベントがあるんですけど、そちらのほうもオンラインでしたけども、出展して今回の成果については紹介しております。

最後になりますけども、その下の自己評価になります。自己評価としては、それぞれ項目として検出器の試作、性能評価、運用試験、成果公表ということで四つ項目を設けているんですが、検出器の試作については、当初計画としては検出器の設計と製作を行うということですけども、実際やっていることとしては、PHITSによるシミュレーションとかを基にして、2inch NaI置き換えの八角柱型検出器と、それと高線量率対応の検出器を開発することができたということで、予定通り行うことができたと考えています。

それから、性能評価については、校正場による評価と、あとG(E)関数の妥当性を確認するという事なんですけど、先ほど御紹介したとおり、試作した検出器については一応評価を行って、そして、特に初めての形状となります八角柱型についても問題ない、現状でもJIS規格を十分満たす特性が、G(E)関数が製作できているというふうに考えています。

ただ、これは改善すべきポイントと方法は分かっていますので、今後それは改善結果を確認するという事を行いたいということです。これは一応、目標計画通りの結果が出たと考えています。

運用試験については、残念ながら新型コロナの影響で、実際の設置作業とか、そういったようなことについてかなり手間取っているところが現状ですが、ようやくこの1月ぐらいから実際の環境中での評価のための設置に着手できまして、現在そのデータが蓄積しつつある状況というふうになっております。これを何とか成果報告書の中にまとめるべく現在その作業を進めておりますので、この成果発表会後も引き続きその作業を進めて予定どおりの成果を得るようにしたいというふうに考えております。

最後に、成果公表と社会実装なんですけども、公表については学会等でやったというこ

とと、あともう一つは、特筆すべきは、高線量率用検出器を実際に商品化して、市販品として提供できる形にできたというところが大きいかと思っています。そして、低線量率型の2inch置き換え相当分も一応、現在のところ大きな問題がないということで、最終的な商品化に向けての作業に着手しておりまして、うまくいけば来年度早々にもロールアウトできるのではないかという見込みが立ってきております。ということで、このような自己評価をつけております。

私のほうからの報告は以上となります。

○三橋企画官 谷垣先生、御報告ありがとうございました。

ただいまの報告につきまして、御意見、御質問等ございましたら、よろしく願いいたします。

占部先生、お願いいたします。

○占部評価委員 先ほどは通信回線の不調でどうも失礼しました。

ちょっと2件ほど質問なんですけど、八角柱のシンチレータをつくっておられますけど、この結晶部分は円に比べて効率的というか、よくなるか分かりませんが、八角柱だとケーシングのデザイン、あるいは製品の均一性、あるいは中に入る反射材の均一性、光の反射効果の均一性とか、そういう様々な面で製品をそろえるというのが難しく、結局コストが高くなるという面はないのかというのが1件です。

それから、もう一件は、ちょっとごめんなさいね、コンピュータ調子悪いみたいなので。線量率なんですけど、高線量率用というのは、これをどのように使うかなんです、 $1\mu\text{Sv/h}$ から約25ですかね、 35mSv までという範囲なんですけど、緊急時等で必要な下限値との関係はどうなのかな、どう使うのかなということで、その適用範囲の可能性についての、2点を教えていただければと思います。

○谷垣氏 まず最初に、八角柱の話なんですけども、おっしゃるところは懸念材料としてあったんですけども、私たち、残念ながら浜松ホトニクスが依頼している、その結晶を製作している業者の方と直接話をするのができなかったんですけど、一応、この形状をつくったとしても、特に加工上、困難になることはないということは当初の設計段階から伺っておりまして、大きな支障は製造上はないものと考えております。

量産化についても現在検討を進めてもらっておりますけど、その辺についてハードルが高くなるということは特に伺っていないので、御懸念の部分については大きな支障はないだろうということで、試作品同等の性能の製品が供給できる見込みは一応あるというふう

に考えております。

それから、もう一つの $1\mu\text{Sv}\sim 20\text{mSv}$ 、 30mSv というやつを使い方なんですけども、これについては、私たちがこの $1\mu\text{Sv}$ と言ってるのは、比較的短いサンプリング測定周期の計測を想定しています。私たちが想定しているのは、走行サーベイとかでやっているようなレベルでの基準で、例えば $1\mu\text{Sv}$ とかまで計れるというような意味ですので、例えば2分とか10分とかということで長時間平均を取ることができれば、統計的などころの処理が、精度が上がってきますので、そういう評価はできるのではないかと。そのためにも、単に線量率を記録するというのではなくて、その基であるスペクトルデータを測定するときには常時記録しておいて、後からそういうバックワードというか、もう一度、そういう自在な解析ができるような測定記録にしておいて、その運用状況に応じた測定の方法というのが適用できるようにしておくのがいいのかなというふうに考えております。

○占部評価委員 分かりました。この検出器ってスペクトル情報は得られるんですか。

○谷垣氏 はい、得られます。

○占部評価委員 分かりました。ありがとうございます。

○三橋企画官 では、二ツ川先生、お願いします。

○二ツ川評価委員 高線量率計の測定器を商品化されて、八角形のものも今実施中ということで、今度の最終的な結果の中にはそのNaIとの比較等も出てくるのじゃないかなと思って期待しているところです。

一つ質問なんですけども、先生の自己評価をされたときの予算の執行状況のところの委託金額と支出金額が全く同じ金額が出ているのですが、これは何か間違いなのでしょうか。

○谷垣氏 いや、実は現地での作業等がかなり遅れているところもあって、これ、今、巻き返し中ということで執行を順次進めているところでした。そのための外注費とか、そこら辺がちょっと、逆に作業を短期間に進めるということでちょっと上積みになっております。それは流用範囲内なんですけども、そういうことで、今の見込みでは恐らくそれぐらいのぎりぎりまで使わなければ事業、時間短縮という意味での作業というのがちょっと大変かなということで、金銭的などころはそういうふうにかかせていただいております。

○二ツ川評価委員 一つ一つの項目も全く同じ金額が出ていたのだからと思ったのですが、そういうことではないということですか。

○谷垣氏 一応、計画して執行中でありまして、最終的には確かに前後するとは思いますが、一応その方向で今、作業を進行中です。

○二ツ川評価委員　そうですか。はい。

○三橋企画官　吉田先生、手短にお願いします。

○吉田評価委員　ありがとうございます。

非常に面白い着眼点で、説明もありがとうございました。

二つ質問がございます。一つは、エネルギー情報、もちろん得られるということで、分解能とか、それから、どれぐらいまでのエネルギーの測定ができるかというようなことがちょっと、どういうふうにお考えでしょうか。研究の概要のところにそういうエネルギー測定に関しての項目というのが書かれてはいなくて、ちょっとフォーカスが今回の開発と少し違うのかなとも思うんですが、お聞かせください。

もう一つの質問は、実際の実機というのが既に導入されているということでお写真があるんですけども、何かもっと小さいものになるのかなというふうに思ってたんですけども、意外に大きくて、これは結局、何か電源であるとか、いろんな装置が、そっちのほうが多くなって、実機自体はあんまり、これ小さくならないんですね。そういうことなんでしょうか。その2点、お願いいたします。

○谷垣氏　エネルギー分解能とかについては、従来のC12137シリーズと基本的には同じです。また、エネルギーのレンジについて、測定範囲については、環境放射線を想定してしますので3MeV以上確保するように設計されています。

そして、モニタリングポストの外径なんですけども、あれは、やはり形が大幅に変わってしまうと、一般の方が見られたときに何か変なことをしているのではないかという疑いを持たれるみたいな話もあるようで、やはり従来の形状で収めてほしいということ。

それから、私たちの場合は、電源とか、それから、もう本当に計測システム丸々全てここに入ってしまうんですね。ただ、従来のものだとモニタリングポストの中には高圧電源とか、そういうものを収められなくて、別途、測定局とか、そういうところに高圧電源を用意して、そこからケーブルを引いてということで、その設置コストも非常に高価になってしまうということで、あの中に全て収めて、最終的に電源とUSBケーブルだけみたいな、そういうようなことで動いているというふうに理解していただければいいかなというふうに思います。

○吉田評価委員　了解しました。ありがとうございます。

○三橋企画官　では、小田委員、すみません、時間になりましたので質疑応答は終了とさせていただきます。小田委員、手短にお願いいたします。

○小田評価委員 いや、結構です。コメントのほうに書いておきますので、次で結構です。

○三橋企画官 申し訳ありません。

では、時間になりましたので、質疑応答を終了とさせていただきます。

谷垣先生、ありがとうございました。

○谷垣氏 ありがとうございました。

○三橋企画官 では、続きまして、第4演題、題名は「自然起源放射性物質(NORM)による被ばくの包括的調査」。発表者は、量子科学技術研究開発機構の岩岡先生です。よろしくお願いたします。

○岩岡氏 よろしくお願いたします。量研の岩岡と申します。

研究課題名、「自然起源放射性物質(NORM)による被ばくの包括的調査」について説明を開始させていただきます。

なお、説明に当たっては、スライド右上に書いてございますスライド番号、このスライドではスライド1と書いてございますけれども、このスライド番号を用いて説明を進めさせていただきます。

また、本日の御説明ですが、まず最初に、2枚のスライドを使って研究の概要を説明させていただきます、その後に具体的な内容について説明させていただきます。

次のスライドの2を御覧ください。このスライド2は、研究全体の概要について記載したものになります。本研究は、放射線防護に係る中長期的課題への対応に向けたフィジビリティ研究であり、将来の規制検討課題を探るために実施したものでございます。

課題名は「自然起源放射性物質(NORM)による被ばくの包括的調査」でして、研究期間は1年間でございます。

次に、背景・目的を読み上げます。自然起源放射性物質による被ばくについて、我が国において規制管理方法の検討が進められているが、NORMは多種多様であり関連するデータは無数に存在するため、国内規制を検討できるほど情報が整理されていない。本研究は、NORMの被ばくに関する調査データを整理することにより、国内規制に繋がる新たな課題を探るものでございます。

次に、実施状況を読み上げます。量子科学技術研究開発機構のNORMデータベースのオリジナルデータや最新の貿易統計データを調査することにより、天然資源（岩石や鉱石など）の国内使用量と放射能濃度に関するデータの整理を行った。

次に、期待される成果を読み上げます。本事業の成果から、今後の調査の対象物質の優

先順位等が明らかとなる。すなわち、本事業の成果は、我が国の実情に応じたNORMの放射線防護のあり方に関する検討材料となることが期待できる。

次に、本研究の体制について御説明しますので、次のスライド3を御覧ください。全体の総括は量研、私、岩岡が行い、①使用量の調査、②放射能濃度の調査、③とりまとめの三つの課題に分けて、私、岩岡とそれぞれの課題を得意とするエキスパートが参加する体制で研究課題を進めております。

具体的には、①使用量の調査については、NORMのデータベース化に経験がある矢島氏にサポートいただき、また、②放射能濃度の調査については、放射性物質の濃度データ整理の経験がある富坂氏にサポートいただき、また、③とりまとめについては、この委託事業の目的が規制に貢献するということですので、規制科学の専門家の神田氏のサポートをいただきながら岩岡が中心となって進めております。

以上、ここまでが研究全体の概要でございます。

次のスライドから、本研究の背景や実施状況などの細かな部分について御説明いたします。

次のスライド4を御覧ください。まず初めに、なぜ本研究を行うに至ったのか、研究の背景を御説明します。御存じのようにNORM、すなわち天然の岩石などの天然資源には、ウラン、トリウムといった自然起源の放射性核種が必ず含まれているわけでございますけれども、この含まれている自然起源の放射性核種の量は天然資源の種類（品目や産地）によって大幅に異なり、たくさん含まれているものがございます。また、放射能濃度が低い天然資源であっても、産業利用で副産物に高濃度で濃縮されてしまう場合もございます。

したがって、天然資源の産業利用による被ばくというのは国際的な問題となっており、国際的な規制の整備が進められております。

例えばIAEAでは1,000Bq/kgという国際的な濃度レベル、具体的には計画被ばくの要件が適用されるレベルですが、これが最近示されたところですし、ICRPでは、NORMの産業利用に関する新たな勧告が発刊されたところがございます。

したがって、我が国についても、国際基準などの最近の状況を踏まえて、自然起源放射性核種を多く含む天然資源の規制を検討していく必要がございます。

次のスライド5を御覧ください。しかしながら、我が国でNORM規制を検討するに当たっては大きな問題がございます。実は、我が国において、どんな天然資源がどれだけ使われていて、自然起源の放射性核種がどのくらい含まれているのかという情報が、国内規制を

検討するほど整理されておられません。したがって、我が国の喫緊の課題として、我が国の実情に応じた最新のデータ、天然資源の国内使用量と放射能濃度、それぞれのデータを整理する必要があるわけですが、この整理を進めているのが本研究課題ということになります。

次に、具体的な本研究の実施内容、すなわち実施する課題、ミッションについて御説明します。課題は三つございまして、課題①NORMの国内使用量の調査、課題②NORMの放射能濃度の調査、課題③とりまとめでございます。

課題①のNORMの国内使用量の調査では、近年、我が国で使われている天然資源はどれだけのくらい使われているのか、我が国の実態を押さえます。具体的には、財務省貿易統計の輸入量、経済産業省のエネルギー統計の国内生産量などの最新の統計データから調査・整理いたします。

課題②のNORMの放射能濃度の調査では、どのような天然資源が高い放射能濃度を有しているのか調査・整理します。具体的には、最新のNORM、量研のNORMデータベースのオリジナルデータと私の最新の国内におけるNORMの実測データを活用して進めます。

課題③のとりまとめでは、課題①と②のデータを整理・分類いたします。

これら三つの課題、使用量の調査、放射能濃度の調査、とりまとめについて、現在、どのような進捗状況か説明しますので、次のスライドの6を御覧ください。

このスライド6には、それぞれの課題の研究計画のロードマップを示しております。この研究計画に対する進捗状況について、先にざっくりと申し上げますと、大きな問題もなく、当初の研究計画に沿って、抜かりなくきちんと進めさせていただいております。

それぞれの課題について、具体的な進捗状況を御説明いたします。まず、①使用量の調査については、一つ前のスライドで御説明した実施内容のとおり、国内使用量の統計データに調査・整理を行いました。これは第1・第2四半期で行い、既に完了してございます。

次に、②の放射能濃度の調査についても、一つ前のスライドで説明した実施内容のとおり、量研NORMデータベースのオリジナルデータと私の最新の国内NORMの実測データを用いて天然資源のウラン、トリウム放射能濃度を調査・整理しました。これは第3四半期に行い、これも既に完了してございます。

次に、③とりまとめについても、一つ前のスライドで説明した実施内容のとおり、①使用量の調査と②放射能濃度の調査で得られたデータを国内使用量と濃度の数量で整理・分類しました。これについても、報告書などの取りまとめを含めて、第4四半期中に确实

に完了する予定でございます。

これら三つのミッション、使用量の調査、放射能濃度の調査、とりまとめで得られたデータの一覧表を次のスライドに示します。

次のスライドの7を御覧ください。このスライド7に示しておりますのが三つの課題、使用量の調査、放射能濃度の調査、とりまとめを実施して得られたデータの一覧表でございます。物質は約200種ぐらいに区分されましたので、全部このスライドに掲載してしまうと画面をはみ出してしまいますので、イメージとして幾つかの種類 of 物質のデータのみをこちらに示しております。

使用量の調査については、成果①に示しております。放射能濃度の成果は、成果②に示しております。とりまとめの成果、すなわち使用量の調査、放射能濃度の調査をがちゃんこして整理した表というのは成果③に示しております。これらの一覧表はデータを整理、まとめただけの状態ですので、これらの一覧表から何が言えるのか、すなわちデータが足りないのはどの物質なのか、どの物質に注目して優先的に調査したほうがよいのかについて、次のスライド8で説明いたします。

次のスライド8を御覧ください。このスライド8には、本研究で整理したデータの中で、平均濃度が1,000Bq/kg、すなわちIAEAの濃度レベルを超える物質などを示してございます。具体的には、酸化セリウム、レアアースの鉱石、精油所のスケールといった物質です。

これらの物質を見ていただければ分かるように、これらの物質は「レアアース・レアメタル」や「化石燃料」といった産業工程での原料、あるいは産業工程で精製される物質であるため「レアアース・レアメタル」「化石燃料」に関連する物質というのは、高いレベルの濃度を有している可能性があるかと推測できますので、NORMによる被ばく防護を検討する上で優先的に調査したほうがよい物質と言えます。

ただ、「レアアース・レアメタル」や「化石燃料」に関連する物質を調査するといっても、やみくもにやっても仕方がございませんので、現在、我が国でどのようなタイプの「レアアース・レアメタル」や「化石燃料」の関連物質が使われていて、それらについて既に濃度調査されているのか、濃度データが既に存在するのか調べる必要がございます。次のスライドに、我が国で使用されている「レアアース・レアメタル」や「化石燃料」の関連物質の濃度データ数の一覧表を示したものを次のスライドで示します。

次のスライドの9を御覧ください。このスライド9には、「レアアース・レアメタル」「化石燃料」の関連物質で、かつ国内で使用されている可能性がある物質について、放射

能濃度データ数を示しております。放射能濃度データ数が0件のものについては濃度が不明であるということで濃度調査する必要があるということになるかと思えます。

この表から分かるように、「レアアース・レアメタル」については、多くの種類のものが国内で利用されていますが、濃度データ数は0件のものが多いです。特にこれら0件の「レアアース・レアメタル」については濃度が不明ということで被ばくし得るかどうか全く状況が分からないので、まずは濃度調査を実施していく必要があるかと思えます。

「化石燃料」については、ここに示してあるような様々な種類のものが国内で利用されていますが、これらの濃度の情報は比較的多く集まってきている状況でございます。したがって、さらに濃度調査を進めるというよりは、これまで取得してきたデータを参考に利用実態に応じた被ばく調査が必要であろうかと思えます。

以上が本研究の進捗状況とその成果でございます。

次のスライド10を御覧ください。このスライド10は、学会発表などの研究面での成果を示してございます。本調査の研究面での大きな成果の一つは、作成した濃度や使用量のデータ集でございます。このデータ集は、大量のデータを入手して整理するという非常に時間がかかる地道な作業の結果、得られたものであり、ほかに二つとないようなものがございます。このデータ集のうち新たな知見は、量研NORMデータベースに組み込んで、将来公開しようと思っております。なお、将来の円滑的な公開を踏まえ、データベースに組み込みやすいデータ形式に既に整えてございます。

また、ほかの研究面での成果として、データ整理を目的とした本研究では、学術成果を上げるのが難しいのですが、本研究の成果や取組を学会発表や審議会で積極的に紹介させていただきました。

そのほかには、関連するものとして、本研究で作成したデータ集の将来の公開に備えて、様々な放射線関連機関に積極的にNORMデータベースをアピールし、データ集の将来の普及に向けた活動も4件実施させていただいております。

次のスライド11を御覧ください。これまでの説明とかぶるところがあるかもしれませんが、最後に自己評価について説明いたします。このスライド11は、個別の項目の自己評価の説明でございます。

上から、実施体制については、研究計画通りに、4名のエキスパートで構成された研究体制で、限られた予算内で効率的に研究を実施させていただきました。この点から妥当と自己評価させていただきました。

研究期間・方法については、研究計画通りに、研究期間1年間で①使用量の調査、②放射能濃度の調査、③とりまとめを実施させていただきました。この点から妥当と自己評価させていただきました。

予算の執行については、計画時に適切に見積もられた予算額であり、コロナの影響で使用できなかった旅費を除き当初の計画通りに執行される見込みでございます。この点から妥当と自己評価させていただきました。

評価時点までの目標達成度については、本研究のミッション、すなわち三つの課題、①使用量の調査、②放射能濃度の調査、③とりまとめを計画どおりに進め、うち二つについては既に完了し、最後の課題についても、事業計画中に完了予定でございます。この点から十分に達していると評価させていただきました。

次に、評価時点までの研究成果については、研究計画に沿って計画どおりに進めまして、我が国の実情に応じた最新のデータを入手して、整理・分類してデータ集を作成できましたし、学術研究会や審議会で積極的に発表などを行いました。この点から成果を上げていると自己評価させていただきました。

これらの個別の評価に基づいた全体の自己評価について説明しますので、次のスライド12を御覧ください。全体的な自己評価として概ね計画通りに達成と評価させていただきました。

全体的に言いますと、研究計画に沿って問題なく進め、我が国の実情に応じた最新のデータ、つまり天然資源の国内使用量と放射能濃度のデータを入手して、整理・分類することができましたし、我が国のNORM規制検討のために「レアアース・レアメタル」の濃度調査、「化石燃料」の利用実態に応じた被ばく調査を必要な課題として提示することができました。これらは、放射線安全規制研究戦略的事業のフィジビリティ研究の事業目的、将来の規制検討課題を探るという目的に合致する成果と言えらると思っております。

私からの説明は以上でございます。御清聴、ありがとうございました。

○三橋企画官 岩岡先生、御報告ありがとうございました。

ただいまの御報告につきまして、御意見、御質問等ございましたらよろしくお願いたします。

では、鈴木先生、お願いたします。

○鈴木評価委員 ありがとうございました。ちょっと分かりにくいところがあったので質問です。被ばく調査と濃度調査ということを二つ出されてますが、今日、濃度調査のほう

についてはお話しされたんですが、被ばく調査というのは具体的に何をイメージしているのかというのの説明、お願いします。

それから、もう一つ、濃度調査のほう、まだ「レアアース・レアメタル」で調査されていないものがある。これを今後どういう風に、例えば産地によってサンプル数を分けないといかんだろうとも思うんですが、どのくらいのサンプル数を目標に、どのくらいの更新頻度でやっていけばいいのか、何かそういう提案がありましたら聞かせてください。

○岩岡氏 まず最初の被ばくの調査についてですが、本研究は、まずは物理量、濃度のデータを集めて、どういった物質が被ばくし得るか、被ばくのポテンシャルが高いのかというのを知るために、まず濃度の調査をさせていただいています。その濃度調査した結果、そもそも物理量の濃度のデータが少ないぞというのが分かったのが「レアアース・レアメタル」でございます。

そして、「化石燃料」のほうについては濃度データが集まってきてますので、今度はその次のステップとして被ばく線量の評価のほうを実施したらいいだろうというふうに思っています。その被ばく線量の評価なんですが、これは理想を申し上げますと、実際に現地に行って作業者がどこで作業していて、その空間線量率はどれぐらいなのか。また、実際に事業所からサンプルをもらって、そのサンプルの放射能濃度からシナリオを組んで被ばく量を推定するというのもできると思うんですが、なかなか現地に行って、はい、すぐやらせてくださいというわけにはいきませんので、まずは文献調査から、被ばくの程度がどれぐらいになりそうかというのをシナリオか何かを組んで計算してみようというふうに思っています。

そして、今後、レアアースについて、どうやって調査をしていくのかについてですが、まず今、「レアアース・レアメタル」について、線量評価の要となる物理量のデータが足りないということがありますので、まずは文献から放射能濃度のレベルがどれぐらいかというのを調査をしていこうというふうに思っています。

そして、更新の頻度ですが、基本的には物質の濃度が何年かですぐ濃度が変わる、天然資源の濃度が変わるということはないと思いますので、幅広い年代を見て情報を集めていければなというふうに思っています。

以上でございます。

○三橋企画官 ニツ川委員、お願いします。

○ニツ川評価委員 ありがとうございます。

今のにちょっと関連してなのですが、今回、放射能の濃度調査は、文献と実測をされるというふうにスライド3でお話しになったかと思うのですが、実際、実測はどれぐらいされたのかなというのが一つ。

もう1点ですが、スライド8を見ますと物質名が書かれているのですが、中には廃棄物が含まれているのですね。実際、廃棄物以外ですといろいろなことができると思うのですが、この廃棄物になってしまうと、今度、どこへ行くのか、これからの問題だと思うのですが、被ばくを追うこともできなくなってしまうのではないかなと思って、この廃棄物になってしまうことに関する問題点というのも指摘しておかなければいけないのかなと思ったのですが、その2点でございます。

○岩岡氏 質問、ありがとうございます。本調査は、実測を実際にしたということではなく、これまでのNORMのデータベースにたまってきているデータと、それ以外に、私そのNORMデータベースをつくった後に自分で実測した論文化されているデータをがちゃんこしてデータ整理したものになります。

その中で私が実際に実測したデータというのが、全部、データが大体2,000ぐらいあるとしたら、私が実測したデータというのは200~300ぐらいのデータになります。

また、スライド8の廃棄物の問題なんですけど、先生の御指摘のとおり、原料があつて、その後、どんなふうな使われ方をして、最終的に廃棄物になるので、濃縮されたりするので、どんなふうな経路でどういった被ばくがあるのかというのを、まさにその辺は調査しなければいけないところなんですけど、ただ、実態が今よく分かっていないというのが正直なところだと思いますので、まずは文献からどういった廃棄物が発生して、どういった被ばくがあり得るのかというところを今後見ていきたいというふうに思ってます。

○二ツ川評価委員 ありがとうございます。

○三橋企画官 では、吉田委員、お願いします。

○吉田評価委員 ありがとうございます。

規制の観点からは、今おっしゃられた「レアアース・レアメタル」、「化石燃料」、こういった濃度レベルが高い傾向にある関連産業において、まず、どういう使用実態にあるのかという、そこを文献調査のみならず調べることが重要なのではないかなと思います。でないと、やはり何かリアリスティックな評価ができないのではないかと。

それから、もう一つ、この研究自体、計画被ばく、それから現存被ばく状況の被ばく、そのどちらを対象にして規制を考えようとしているのかというところは、ちょっとはつき

りしないところがありましたので、その辺りを明確に最終報告書で示していただければと思います。

以上です。

○岩岡氏 御質問、ありがとうございます。NORMですので、もう元から存在している被ばくという観点で、基本的には現存被ばくのことを考えております。

もう一つの御質問でございますが、実際にどうやって被ばく調査するのかというところになってくるとは思います。どんな物質がどんなふうに使われているのかというのは、自然科学系の研究者が調べられる範囲は多分限られていると思います。情報が足りないというのが今回の調査で分かったので、それがまず一つの成果だと思っています。

その足りない情報に対して、どうやってアプローチしていくのかというのは、ちょっといろいろと考えるところがあると思いますけれど、まずは簡単なものとして文献調査がありますので、文献から見て、例えばこういった物質はこんなような使われ方をして、最終的にこんなような製品になっているというのが論文であれば、そういった情報を集めていければなというふうに思っています。

以上でございます。

○三橋企画官 では、小田委員、お願いいたします。

○小田評価委員 ありがとうございます。

この研究成果物上、委託調査研究っぽくなるのは仕方ないとは思いますが、鈴木先生も指摘されました、皆さん、指摘されたと思いますけれども、やはりその全体像が見えないので、例えばタイトルの被ばくの包括的調査というのにも引っかかるんだと思いますので、まとめるに当たって、規制課題を探るといふか、そういう最終目的がありますから、これを意識して、例えば全体計画は、被ばくのシナリオを考えることも入るのかもしれないけれども、こういう計画であって、今回のこの1年間の主に文献調査というのは、その第一段階であるんだとか、全体計画の中の一部であるということが分かるような、そういう記述の仕方をされてはいかかかなと思いました。

もう1点は、この研究自体が最後、規制の課題を探るといふことですから、ここまで、例えばこういうデータが集まってきたら、データがあるのでこういう課題があるんだとか、こういう課題のためには、解決のためにはこういうデータが必要なんだとかというところが最後の章というんですかね、結論のところにかかれるべきじゃないかなと思ったりします。この辺、まとめるに当たって御検討いただければと思っています。

以上です。

○岩岡氏 コメント、ありがとうございます。その辺については報告書のほうでまとめていければと思います。ありがとうございます。

○三橋企画官 では、岩岡先生、ありがとうございました。

午前の演題は以上となります。ここでお昼休憩とさせていただきます。

また、午後の演題につきましては、13時15分から開始といたします。よろしくお願いいたします。どうもありがとうございました。

(休憩)

○三橋企画官 それでは、再開いたします。ここからは、実施期間2年以上の課題、成果報告となりますので、発表30分、質疑応答10分間となります。

第5演題、議題は「染色体線量評価のためのAI自動画像判定アルゴリズム（基本モデル）の開発」。発表者は、量子科学技術研究開発機構の数藤先生です。よろしくお願いいたします。

○数藤氏 ありがとうございます。それでは、発表を始めさせていただきます。よろしくお願いいたします。

まず最初に、27ページ下段の資料でございます。こちらに研究の全体をまとめました。

課題名は、先ほど御紹介ありましたとおり、「染色体線量評価のためのAI自動画像判定アルゴリズム（基本モデル）の開発」で、2か年、今年度が最終年度です。

背景・目的の概略ですが、線量評価のための染色体異常判定の標準化及び効率化を目指して、人工知能、AI技術の一つである深層学習法を基盤とした染色体画像の自動判定モデルの開発を行います。

本事業で開発するモデルは、量研機構の基本モデルとします。汎用化に向けて、多様な染色体画像の品質への対応や、アプリケーション化のための技術についての検討も行います。

実施状況は、こちらにロードマップをお示ししましたが、今年度におきましてはPNA-FISH画像と同一のメタフェーズのギムザ画像のペア、2.0Gy照射、末梢血から作り出した2,638組を追加作成しました。

量研の基本モデルのアルゴリズムを作成し、良好な性能を得ております。また、それを搭載したPCは量研に設置いたしました。2月末まで改良を進め、その結果を年度末の報告書に記載する予定です。

品質のより低い標本などを用いたFISH画像を用いて基本モデルのテストを行いまして、技術検討を行いました。また、他機関での利用を考慮したアプリケーション化についても検討いたしました。

期待される成果は、AIの導入により、画像判定が1検体につき10分以下で可能となることが期待でき、大規模放射線事故における多検体トリアージの診断支援の大きな力となることです。

続きまして、28ページ上段、本研究の研究実施体制をお示しします。

全体の総活は量研の私、主任研究者である数藤が行います。

また、調査研究1は染色体線量評価に関して、それから画像解析技術に関する情報収集を、前年度に引き続き行っております。

また、調査研究2では、AI画像判別による染色体、線量評価法の開発としまして、まず、画像データの作成について、量研を中心に行いました。それから染色体判別モデルの開発は、私と、それから外部委託機関のエルピクセル社とで共同で行っております。線量評価の試験については、私のほうで行いました。

それから、全体的な技術的な検討をするために、各分野の専門家の先生を依頼しまして研究会を行っております。AI関連3名、物理線量評価について1名、被ばく医療についても1名、災害シミュレーション1名、統計学1名、染色体研究1名という構成です。

それでは、続きまして、研究の概要の背景と目的を、もう少し詳しく御説明いたします。

染色体線量評価では、あらかじめ線量と染色体の異常頻度から成る検量線を作成し、患者の末梢血リンパ球の染色体異常頻度を当てはめて、被ばく線量を推定します。染色体画像の作成までは、現在、装置の自動化により高速化されましたが、画像判定は依然、検査をする人の目視観察によっております。患者1名当たりの判定に、最も熟練した観察者で30時間以上の実働時間がかかる状況です。熟練者の養成は難しく、また、検査者により判定基準にブレが生じております。大規模な原子力災害に備えて、染色体異常の画像判定の標準化と効率化が最大で喫緊の課題であると考えております。

29ページ、上段、続き、背景と目的の続きです。

一方、近年、分子細胞遺伝学の発展により染色体の染色方法の選択肢が増えました。並行して人工知能、AIによる画像識別手法の開発には目覚ましいものがあります。主任研究者、私たちは平成30・31年度の本事業において、染色体画像判定におけるAI導入の有効性の検証を行い、この分野での先鞭をつけました。染色体線量評価において、下の図に示し

ますように、PNA-FISH法を適用することにより、AI利用による染色体画像判定アルゴリズム開発が有効であることを示しました。

ここで簡単に御説明しますが、左側、図の一番左側が、従来のギムザ染色法といたしまして、単一の染色をする手法です。ここでは、染色体の形態のみによって染色体異常の判定をしますために、例えば染色体がねじれていても、それが動原体なのか、ねじれなのかを判別することが難しいです。

同じ標本に対してPNA-FISHという蛍光標識によって動原体を染め分ける手法を用いますと、ここで、先ほど左の図で不明であったものについて、正確な判定ができるという状況をお示ししております。これを用いてフィージビリティ、30・31年度では試験的にAIを用いた検証を行いましたところ、一番右の図に示しますように、染色体の検出と分類がある程度できるということであるということをお示ししております。

下段に移ります。以上の背景を踏まえて、本研究では2か年でAI技術の一つである深層学習法を基盤とした染色体画像自動判定モデルの開発を目標としました。

本事業で開発するモデルは、量研の基本モデルとして量研に設置する。これによってトリアージのための線量評価の画像判定が、1検体につき約10分以下で可能となることを目指しました。

加えて今年度後半には、汎用化に向けた様々な品質の画像に対応するための技術検討、及び他機関での利用を可能にするため、容易にするためのアプリケーション化の技術検討を行いました。

続きまして、今年度の実施事項を紹介いたします。30ページ上段になります。

事業計画5か条ありますが、まず、その2ですが、量研モデルの作成としまして、今年度は教師用とテスト用、検証用の画像データを追加作成いたしました。また、令和2年度の試作モデルを基に画像データを用いて、訓練・検証・修正を行うことで基本モデルを作成しました。量研に設置したAI画像解析専用PCに搭載して試験中です。

それから、画像データの検討会40回及び研究会合2回は、予定どおり行っております。

続きまして、汎用化のための検討（事業計画3）では、他の検査機関での使用を考慮した汎用化に向けて、多様な品質の画像やギムザ染色画像に対応するための技術検討と、アプリケーション化のための検討を行いました。

3番目、事業計画1・4・5、情報の更新・成果の公表・事業の進捗管理です。本研究の推進に当たり、適宜、AI・画像解析技術・染色体線量評価法に関する情報収集を行い、また、

一部成果発表を行いました。それから、月末報告書として、P0、P0補佐に進捗報告を行っております。

以上が研究概要です。

続きまして、今年度の研究の進捗について、御説明いたします。30ページ下段になります。

まず、画像データの作成ですが、⁶⁰Co-ガンマ線2.0Gy照射をした末梢血のリンパ球染色体標本を用いて、メタフェーズ画像を追加作成、約2,600枚行いました。ここで二動原体をより多くしたかったのですが、線量を上げると、どうしても画像が死細胞などの影響により難しくなること、また、複雑な染色体異常が増えて、熟練者による教師画像作成に時間がかかりますので、程よい状態の2.0Gyというのを選んでおります。

PNA-FISHの画像作成は、以上です。

それから、同一細胞由来のFISH画像とギムザ画像を作成しました。AIの今年度の目標として、量研の基本モデルを作るためにFISH画像を用いております。

また、31ページ上段、研究の進捗(2)です。

以上の資料を用いまして、AIアルゴリズム、量研モデルの開発と設置を行いました。

量研モデルを、昨年を試作モデルをさらに開発・改良し、性能を向上させております。染色体検出効率は、一定してほぼ100%、ここで「ほぼ」と書いておりますが、具体的には93%以上、正しく染色体を検出することができております。したがって、問題は分類のミス、特に二動原体かどうかの分類のミスがあることが課題として、その分類性能を上げました。その改良の結果、感度・精度ともに向上して、特に二動原体の検出性能が良好になっております。

ここに示しました左側のグラフが分類の感度、右側が分類の精度を示してございまして、青色が正常染色体の検出、オレンジ色が染色体断片の検出、緑色が二動原体の検出で、それぞれのグラフ、左から、昨年度の試作モデル1月モデルと、今年度の5月モデル、そして今年度の10月モデルの結果をお示ししております。

ここに示しました分類の感度・精度ともに、特に二動原体で8割近くに行っておりますが、これは現在、医用画像のAI利用診断で学会発表などでお聞きした限りでは、大体7割～8割というのが、他の研究の報告でも聞かれますが、私たちでも、特に二動原体は8割到達、それから断片のほうは9割以上といった状態になっております。

続きまして、改良の結果の続きです。31ページ下段に参ります。

熟練者の判定を正解とした場合の判定一致率を調べました。ここに、表1にお示ししますように、二動原体、染色体断片について、熟練者の判定の結果との比較を示しております。一般的な染色体検査室の方々3名についてと、それから、私たちの昨年度モデルと今年度10月モデルとを比較しております。

一般的な検査者では、二動原体の一致率が82%±6%、染色体断片は52.6±18.4と、二動原体よりも断片のほうが不慣れなせい、若干低い結果になっております。これに対して1月モデル、昨年度モデルでは、まだ、二動原体一致率36.0%、染色体断片68.0%だったのですが、今年度の10月モデルでは二動原体81.8%で、ほぼ、一般検査者と同レベル。それから染色体断片に関しましては96.4%という、よい結果を得ております。

現状では、2.0Gyを超えたかどうかのトリアージ判定については、1検体当たり70メタフェーズ用いることで可能になっております。テスト回数20回で良好な結果を得ました。

それから、今まではvitro、照射実験をして得た染色体評価を使っておりましたが、被ばく患者由来のvivoデータですね。標本画像に対して試験的に用いましてトリアージを行い、観察者、ヒトの目視から逸脱しない有用であることを確認しております。

以上によって、現在、量研モデルを開発し、量研に設置しております。ここで、2022年2月末頃まで改良を続けて、最終的な結果は年度末報告書に記載させていただきます。

現状のスペックではトリアージができる70細胞で10分未満、1,000細胞、一般的な1,000細胞で正確な線量評価をする場合、1,000細胞を用いるんですが、これに56分かかっております。これは判定のみの時間ではなく、その前後で、人の手作業が若干ありますので、それで56分かかっております。

比べまして、ヒトの目視の観察の場合、熟練者で約2,000分、34時間以上かかります。それから、こちらには記載しませんでした。現在、深層学習ではなく、人がパラメータを用いて行う機械学習によるもので、市販されているソフトウェアがありまして、その場合ですと1,025枚、ADCIというソフトウェアなんですが、1,025枚に対して8コアのPCで68時間54分。それから、同じ1,025枚をスーパーコンピューターにかけたら1.4時間かかるという論文が、今年度出ております。私たちのモデルの場合は、判定自身には1分10秒とか2分以下、1,000枚で2分以下という状況でとなっております。

いずれにしても、どのような性能のコンピューターを使うか、あるいは複数台連結することによりスピードアップさせるといったこと、あるいはGPUをより高機能なものを搭載するといったことをすることで、さらなる高速が期待できます。

32ページに移ります。

32ページ上段、研究の進捗で、汎用化のための技術検討ですが、様々な品質の染色体画像への対応としまして、QST（量研機構）・弘前大・福島医大・広島大・長崎大で現在非常に強力で共同研究、あるいは実務的な共同作業というのをここ数年間続けておりますが、そのラボで共通のプロトコールに従って作成した、染色体凝縮の進んだ、厚みのあるメタフェーズの画像約2,000枚について、今年度の5月モデルでテストしました。

この結果、熟練者の目視観察において採択しないと決めたメタフェーズを、AIのほうでは採択する率が上がっておりまして、特に染色体断片の判定性能が若干下がる傾向が見られております。今後、他の医用画像診断のAI深層学習利用研究報告に見られますように、染色体画像を作成する機関ごとのファイン・チューニングを行う必要があると思われれます。

昨年度、メディカルAI学会で脳腫瘍の画像診断についての御報告がありまして、そこによると、ラボ当たり20枚の画像を借りてファイン・チューニングを行ったという発表がありました。

ただ、私たちのこの専門家を集めた研究、検討会合におきましては、それ、必ずしもうまくいくとは限らないので、幾つかの方法を示唆していただきましたので、それも含めて今後検討していこうと考えております。

また、特にアジアなどが含まれるんですけども、ギムザ染色しかできないラボへの対応として、先ほど若干お見せしましたが、ギムザ染色を用いても開発ができるように、教師データとしてPNA-FISH画像を用いるといったことで、そういったセットを今年度は作り上げました。来年度以降、もしこの開発を続けるとしましたら、それを用いたことは可能です。

それから、汎用化として他機関での利用としまして、実は現状の量研モデルでは、コンピューター言語やコマンド入力の知識が必要な状態です。したがって、他機関に配布して利用するといったことを考える場合には、ユーザーに使いやすいようなインターフェイスを開発する必要があります。今、調査したところは、大体1～2年間で1年500万円程度で外注できるといったようなことを聞いております。

今後、実際どのように運用していくか、あるいは他機関にどう対応していくかなんですけども、これについては、シナリオの作成と、それから特定の機関が集中的にこれを使って利用するという考え方、あるいは5センターに配付するといった、いろいろな考え方がありますが、いずれにしても複数のシナリオを考えまして、それぞれに必要な規模、

あるいはPCのスペック、そういったことも考慮しまして、ある程度の案を作って、それを原子力規制庁、あるいは専門家の皆様、あるいは5センターの皆様とも話し合っていく必要があると考えております。

実際には、今後、この他機関でも、特に弘前大、福島医大、広島大、長崎大との、その画像のシェアと、よりよい開発につきましては、現在、この5センター間での染色体線量評価部隊で分科会を持って、公的ではないんですがミーティングをしばしば持っておりました、現在、それぞれの機関の状況、実態調査というのを済ませておりました、2月、3月に行われます分科会あるいは線量評価部会の中で、具体的な協力について検討していただくような方向で打合せ中です。

続きまして、研究の進捗(5)、32ページの下段になります。

情報の更新、成果の公表、進捗管理としましては、まず、情報収集ですが、代表的な人工知能関係の集まりに参加しております。人工知能EXPO、第3回日本メディカルAI学会、日本人類遺伝学会第66回大会に参加しました。そして情報を集め、P0に報告しております。

それから、ISOですね、国際標準化機構のWG-18、25の会議に出席して、特に染色体線量評価の手法についての、実際の各国の代表委員によつての、まだ論文になっていないことも含めての情報交換を行っております。

それから、文献・ウェブ検索を行いました。

成果の一部は、後ほど御説明いたします。

進捗に関しましては、月末に、P0、P0補佐に報告書を提出といった形を取っております。33ページに参ります。

今年度の成果ですが、原著論文につきましては、投稿中2報ありまして、作成中2報です。どうしても、どの程度特許を取る方向にするかといったところがありまして、直結する内容については、ちょっと控えぎみな論文投稿の状態になっております。

学会発表に関しましては、1題予定しておりましたが、国際学会がコロナ感染症の影響で6月に延期になりましたので、まだ行っておりません。

そのほかに、参考までにですが、ASEANTOMのプロジェクトで、一つ、テキストの第8章を担当いたしました。また、国際標準化機構の会議で情報収集するだけではありませんが、今後、新規課題提案として「バイオドシメトリーの自動化に関する標準化」という課題を、議題を上げておりました、今年度10月から新規検討課題にしておりました、できるだけこれを実際の課題としてプロトコール作成にしていこうと考えております。

今のところは、世界的に認められているのは、従来型のパラメータを人間が設定する機械学習法なのですが、その中で、私たちの研究についても徐々に評価していただけるような方向で、特に論文投稿に力を入れて、検討課題に加えていこうと考えております。

以上で、今年度の御報告になります。

最後に今年度の自己評価ですが、この研究計画書に従って計画どおり進めております。ということで、概ね計画どおりとさせていただきます。ここでは、コメントをいろいろ書かせていただきましたが、実際、私たちの考えでは、この深層学習法を用いて、初めてこの分野で実際に実現したということ、それから、世界で先鞭をつけたということをお慮いただければと考えております。

以上です。御清聴ありがとうございました。

○三橋企画官 はい。数藤先生、御報告ありがとうございました。

ただいまの報告につきまして、御意見、御質問等ございましたら、よろしくお願いたします。

占部先生、お願いたします。

○占部評価委員 はい。ちょっと教えていただきたいんですが、このAIによる判定方法が、2.0Gyをそのトリアージの基準とするというようにされていますけど、実際に被ばくされた広島とか長崎とか福島とかの方々の、その検査をされる際に、やっぱり2.0Gyという辺りでトリアージをする必要があるのかどうかということを確認されたのかどうかということと、それから2.0Gyにした場合に、被ばく線量としての検体は、2.0Gyより下にどのぐらいあって、上にどのぐらいあるのか。

さっき2,000例ほど見たと言われますけども、何対何ぐらいの比になるのか教えていただければと思います。

以上、よろしくお願いたします。

○数藤氏 2.0Gyでよいか、どうして2.0Gyかということなんですが、まず、1.0Gyですと、私の学んだ範囲では100%の人が症状が出るわけではないんですけども、2.0Gyですと、かなりの方がARS、症状が出るといった状態で、結局、それで今、2.0Gyの方は確実に医療的な待機が必要、直ちに治療が必要ではないんですけども、経過観察が必要なラインであると認識しております。

それで、現在、国際標準化機構の線量評価の部門での話合いで、この2.0Gyというのをポイントにして考えるといった方向に、今ずっと、ここ4年ぐらいは、その意見で進んで

おりまして、私たちも2.0Gyということを目指しました。

実際には1.0Gyあるいは0.5Gyといったような試験標本を使ってやりまして、やっぱり0.5と1.0の差というのが区別がまだつきにくいというところもありますので、トリアージとしては、機械でざっと選別するには2.0Gyというところでもよろしいのではないかと。

あと、それ以下の、今のところ、その70細胞を20回とかといったテストで、それから、それ以外の線量ですね、試験的に作った3.0Gyとか1.0Gyといった標本でも、2.0Gy標本で見逃しはないという、95%信頼区間を入れて見逃しはないといったテスト結果を得ております。

すみません。2番目の御質問は、今の答えでよろしいのでしょうか。

○占部評価委員 はい。大体、実際の広島、長崎のデータ等で試験された場合に、2.0Gyを境にして、それより下が多かったのか、上が多かったのか、どのぐらいの数だったのかなと思ひまして。

○數藤氏 すみません。説明が悪くて、申し訳ありません。

広島、長崎の原爆とかいった患者さんではなく、普段、私たちが受け入れております軽い、何ていいますか、過去の患者さんの標本などを使って試しております。

で、これは何と比較したかといいますと、熟練者の目視と比較した結果、矛盾がなかったという答えを得ているところです。

○占部評価委員 はい、分かりました。ありがとうございます。

○三橋企画官 では、鈴木先生、お願いします。

○鈴木評価委員 すみません。最初に確認なのですが、今回の発表というのは、一応、ギムザの標本を使って判定していると。その正解のリファレンスとして、PNA-FISHを使ったという理解でよろしいでしょうか。

その辺が、研究の進捗(2)と進捗(3)の判定一致率というようなところのパーセント、このパーセントの、評価されているほうはPNA-FISHが100%として計算したという、そういう理解でよろしいですね。

○數藤氏 すみません。分かりにくくて申し訳ありません。

この31ページ下段のこの表1なんですけれども、今回は教師データも検証データも、全てPNA-FISH画像を用いております。AIに教えるのも、検証するのも、テストするのも、PNAを用いております。

それで、表1に関しましても、PNA-FISHの画像について二動原体と染色体断片の判定を、

一般の臨床染色体検査技師の方とAIとで行っております。

それで、ちょっと混乱を招いてしまって申し訳ありません。現在、PNA-FISHと同一の標本からギムザ染色をする方法も確立いたしまして、将来的に、今年度ではなく来年度以降、もしこの研究をできるとしましたら、そのPNA-FISHの正答率がここまで上がってきていますので、これを教師データとしてギムザ標本を読ませていくといったことに、開発に持っていけるということになります。

○鈴木評価委員 はい、分かりました。熟練者の判定を正解として見たという話ですね。はい。

それからもう一つ、染色体、凝縮の進んだ厚みのあるメタフェーズを扱った場合に、熟練者は不適格として対象にしないものを、AIの場合、まだ拾ってしまう。それを避けるためには染色体標本をきれいに作るというのも一つなんですけど、もう一つ、今のAIで、これは不適格というような判定をさせるアルゴリズムは可能なんじゃないでしょうか。

○数藤氏 はい。可能だと考えております。

ただ、今、100%、人間の場合は悩んでしまって、判定しないことに決める標本ということで、人間の目にはそう見えても、人工知能的には判定可能なものというのがある程度含まれておりますので、完全に人間が見た目で決めるわけにはいかなくて、現在、人工知能として適した標本かどうかの判定といったものは、できると考えています。

必ずしも、人間が見た目で分かりやすい画像をAIが選ぶわけではないんですけども、AIとして、そういった画像を判定に入れるか入れないかといったものを決めさせるアルゴリズムを作ることは可能で、それが、そのファイン・チューニングと先ほどちょっと申しましたが、それが今後、他機関、あるいは様々な患者さんの状態によっても、あまりきれいでない標本ができることはあるんですけども、そういった場合にこういったチューニングができるというふうに考えております。

現在、量研機構の通常の作成法によるきれいな標本を使っておりますので、それは必要ないというか、それにチューニングされてしまっている状態なので、今後、その標本作成法を統一化するのか、あるいはAIのほうで、ある程度画像を選別させるかどうかというのは、来年度以降のこの汎用化の実際の技術開発する場合に課題になってくるというふうに、現在話し合っているところです。

○鈴木評価委員 それから、最後にもう一つ。コンピューター言語は、何を使っていますか。

ある程度勉強すると、私、もう七十幾つですけども、Pythonを習い直して普通に扱えるんで、あまりそこ、実際は専門家しか、これ、使わないシステムだと思いますんで、そんなにユーザーフレンドリーなというのにこだわらなくても、普及を優先できるのかなという気がします。

この言語は何ですか。

○数藤氏 Pythonとかを使っています。実は私たちも、例えば一般検査技師さんの方でも、どういう、何を、どんな単語を入力していくかといったコマンドを全て一覧にしたものを御用意すれば、どなたでも、そのとおりに書き込めばできるということは、もちろん考えております。

要望があれば、そのインターフェイスまでやるのか、あるいは各国に配布する段階で、そこまでやるかといったことを含めて、ちょっと一応、その時間と価格、必要な予算について調べました。

○三橋企画官 吉田委員、手短にお願いします。

○吉田評価委員 ありがとうございます。

ちょうど同じく、31ページの表の1について、ちょっと小さな質問なんですけど、スピードアップのこと以外の、その判定の一致率で、確かに、二動原体のこの判定率の一致率が、熟練者の判定を正解とした場合ではございますけれども非常に上がっているんですけども、でも、それでも非熟練染色体検査者、一般の方と同程度という数値のように見えます。

で、これは、さらに改善することはできるのか、そしてまた、こういったケースで、これが一致していないのかという解析については、されていますでしょうか。そこを教えてください。

○数藤氏 はい。まず、こういったケースで一致しないかなんですけど、実は染色体が凝縮度が進んでいない、分裂前中期程度の染色体が非常に細長くて、絡まり合って、複雑に複数ものが絡まり合ったりしている状態、重なりが多いものをいった状態になります。

そこで現在は簡易的に、検出した染色体と、その固まりは1個という数え方に、人工知能的には1個になってしまうんですけど、それが、例えば35個以上50個未満というものだけをデータに取るとか、その数字は動かせるんですけども、そこを変えることでちょっと上げることはできています。

どうしても重なりがあるものと、それから一つの撮影画像の中に3個以上のメタフェーズが、まあ近くに、非常に近接して存在する場合など、この場合は検出染色体数が100個

を超えるので、もう、そこではねのけさせておりましたが、1個と半分とか、そういったものだと、どうしてもかかってきてしまっております。

そこで、その辺をより詳しくするかどうかなんですけれども、実は人間の場合もそうなんですけれども、例えばこの一般染色体検査者は、その方たちが作った検量線にかけると、最終的な線量が比較的正しく出るという長年の経験がございまして、この機械のほうでも、やはり、今、トリアージと申し上げておりますのは、このAIに作らせた検量線にかけると、熟練者が作った検量線で熟練者が観察した場合と同じような結果を得ているという、そういうことになっております。

○吉田評価委員 ありがとうございます。

○三橋企画官 はい。では、時間になりましたので、質疑応答を終了とさせていただきます。

数藤先生、ありがとうございました。

○数藤氏 皆様、先生方、ありがとうございました。

○三橋企画官 次は、第6演題、題名は「福島原発事故の経験に基づく防護措置に伴う社会弱者の健康影響と放射線リスクの比較検討に関する研究」。発表者は、福島県立医科大学の坪倉先生です。よろしくお願いいたします。

○坪倉氏 福島県立医科大学の坪倉です。今日はお時間いただきまして、ありがとうございます。よろしくお願いいたします。

研究課題名は、先ほどございましたように、原発事故後の経験に基づく防護措置、特に避難になりますけれども、これに伴う社会弱者の健康影響と放射線リスクの比較ということで進めさせていただいております。

34ページの下に目次がございます。御指定のと通りの概要、体制、進捗、成果という順番でプレゼンテーションさせていただきたいと思っております。よろしくお願いいたします。

本年度が2年目で、最終年度になります。

次のページ、よろしくお願いいたします。35ページの上のスライドになります。研究全体の概要ということで、課題名は先ほど申し上げたとおりで、今年度が最終でございます。

背景・目的は、原子力災害時における避難などの防護措置は非常に重要である一方で、先生方御存じのように、福島原発事故後の大きな教訓として、その後の、高齢者や、いわゆる社会的弱者の死亡が非常に大きかったということが知られているというふうに思います。それぞれの情報を体系的にまとめ、今後の対策に生かすといったことを目標としてお

ります。

昨年度、先生方からも御指導いただきましたけれども、特にこの避難すべきではないとか、避難したほうがいいのか、そういうところに焦点を置いているつもりはございません。そのどちらの場合であったとしても、どのような情報があるか、どのような教訓があるかというところに焦点を置こうというふうに考えております。

実施の状況になりますが、本研究課題は大きく三つのパートに分かれております。一つ目、二つ目、三つ目。一つ目が、災害時における医療・介護施設からの避難の影響についてのsystematic review、つまり、過去のほかの災害や、ほかのいろいろな洪水だとか、ハリケーンとかございますけれども、その影響での避難に伴う影響や、そのときのリスク比較等の論文を網羅的に調べるということを行いました。

昨年度からの進捗としては、ほかのデータベースも拡張いたしまして、後でお示しします幾つかのデータベースで、2,300ほどの論文をスクリーニングいたしまして、最終23の論文をまとめております。

二つ目がインタビュー調査になります。これは原発事故後の対応、特に5km圏内、20km圏内、20km圏外、及びDMATであったり、行政の方であったり、そういった方々に広く、その当時のことをお伺いする形で、教訓や、その当時のケースレポートといえますか、何が起こったかというのを、事細かに一つ一つまとめるといったところに焦点を置いております。

三つ目がOSCAARを用いたシミュレーションと、その結果を用いたWSということで、具体的には南相馬市立総合病院、原発から23kmの病院になりますが、その病院で実際に避難に当たられた、その当時の幹部職階といえますか、幹部の方々に、前もっての、このOSCAARを用いたシミュレーションをお渡ししたとして、する前と、した後で、今後判断に差が変わるか及び、どのような準備や情報及び対策がより必要と考えるようになるかというところを、WSでお伺いするといった三部構成になっております。

期待される成果といたしましては、今後の原子力災害の避難対策に関して、より安全に、より多くの弱者に負担がかからないようにといった形のところを目指しているという状況になります。

35ページ目の下に参ります。

研究体制としては、プロジェクトチームは①②③の三つのプロジェクトがございますが、基本的には、浜通りで実際に働いている医療者を主体としたチームでございます。福島県

立医大、私を含めて何名かおりますし、そのほかに、35ページのこの右側のところにありますけれども、ときわ会常磐病院、ひらた中央病院、南相馬、相馬といった、各その辺りの対応を行った実際の施設に、実際に勤務している医療者を主体としたチームでございます。プラス、統計処理及び予算処理の事務方で構成されるような、そういったチームでございます。

次のページに参ります。36ページの上側に参ります。

まず、今年度の研究概要の①として、systematic reviewの結果について御説明いたします。この左側、36ページ上の左側になりますが、データベース、Pubmed・CINAHL・Embase・PsycInfo・Scopusというふうに、昨年度はPubmedだけのデータベースだったのを、五つのデータベース、Scopusを含めてデータベースを拡張いたしまして、重複を除きます2,300のものを残しております。

2名でスクリーニングをし、その後、7名で中身をチェックをいたしまして、避難に関するリスクについて比較考量しながら、今後の対策について述べている重要な論文を集めるといったことを行っております。

右側、検索式に関しましては、これはPubmedにおける代表的な検索式をお示ししていますが、災害についてと、避難についてと、医療施設及び病院についての、この三つのキーワードで引っかかってくるものを集めているということになります。これはPubmedでございますが、ほかのデータベースであれば、ほかのデータベースに合わせた言葉を入れているといった、そういう形になります。

36ページ下に参ります。

これが今年度の進捗の二つ目、インタビュー調査になりますけれども、昨年度は約40名ほどの病院スタッフであるとか行政のスタッフに主にお伺いしているという形になりましたが、今年は追加で、約10名ほどに追加でインタビューをしております。双葉病院や小高病院及びDMAT、病院避難ですね、病院の避難を直接に行っておられた方々を追加させていただくと、左側、ほかの地域、特に九州の豪雨であったり、熊本の地震であったりする、東日本の後に起きた大きな災害になりますが、そのときに実際に避難に当たられた病院やスタッフ、及びDMATの方々にお話を聞いて、東日本からの進捗が何であったかといったことや、原子力災害との差が何であったかといったところを明らかにするとといったことで、追加でインタビューを行っております。

左下に、昨年度、先生方から、線量評価を行った人間へのインタビューをすべきである

というふうな御指摘をいただきました。これに関しては、実際、病院の中でいろんな方を探したんですけれども、実際にそれのみに当たられた方というのが、正直おられないというのも教訓の一つなのかなというふうに思いました。

ですので、実際に現場で対応に当たっておられた方で、院長先生とかがそういう対応をされておられるんですけれども、その中の線量評価に関する記載をまとめて、事務局に御報告するという形で行わせていただいております。

36ページ右側になりますが、成果の一覧に関しては、後で詳しく御説明いたしますが、大枠では一つ目、双葉病院に関する病院避難についてまとめたもの。二つ目、双葉厚生病院についてまとめたもの。三つ目、県立大野病院。これ三つがPAZ、今で言うPAZ内にございますけれども、その病院の報告というのは、公式にはほとんど、まあ残っていないことはないんですけれども、しっかり記載されたものがない状態でしたので、それを全て細かくお伺いして、その3病院について比較するといったことを行うということを行っております。これは現在、Submit中になります。

20kmのラインで、特にほかに精神科の病院、精神科の患者さんの対応というのは非常に難しいということが分かっておりましたので、小高赤坂病院の20km圏内の病院で避難をして、亡くなった方がおられなかったわけなんですけれども、その対応がどのようにうまくいったのかといったことを、細かくまとめるようなケースレポートの作成、及び20km～30kmで実際に避難が、すぐには行われなくても、屋内退避指示が出た後に徐々に避難を行っていくといったような、現在で言えばUPZに少し近いようなセッティングにあるような病院が、どのような困難に遭遇したかということをもとめるような、3病院の比較に関するまとめを行いました。

それぞれ、Submit中、Submission準備中という形で、あと、災害関連死に関することも問題になりましたので、そこの法律的な課題についても別枠でまとめる。災害対策基本法についても、今までの変遷を別枠でまとめるといったような形で、この辺りの医学的な問題点を、一つ一つまとめるといったことを行いました。

次、参ります。37ページになります。

37ページの上は、三つ目のOSCAARを用いたワークショップの件になります。実際に南相馬市立総合病院、23kmの病院で行いまして、プログラム・アジェンダは、この37ページの上のスライド真ん中辺りに書いていますように、まず最初にグループワークとして、何も情報をお伝えせずに、あの当時の難しかったこと、どういうことがあればよかったか、何

が足らなかったかということ、広く書いていただくということを行いました。

その後、OSCAARを用いた被ばく量の計算、これが37ページの上のスライドの下にあるような図になりますけれども、100TBqでシミュレーションを行った場合に、プルームの到達時間が大体どれぐらいになるか。シーケンスは今回の福島原発と同じようなタイプのシーケンスです。

その場合に、防護措置がない場合、その被ばく量がどれぐらいの分布をするかといったようなことをお示しし、また、我々がこのインタビュー調査や、過去の避難によって、これぐらいの方が命を落とされたといったようなデータが、もう、そろっておりますので、その辺りをお示しすることで、その後、今後の対応について、この情報をもし知っていたら、次、同じような今後の対策で何が必要かということをお伺いしたら、どういった反応が変わるかといいますか、必要な情報が変わるかといったことを、WSをしながらお伝えしていくということを行いました。

次、参ります。37ページの下のスライドになりますが、systematic reviewを2,600個に広げた場合の結果になりますが、最終的に残った論文は23個になります。ほとんどが昨年と同じになりますけれども、ハリケーンが大本になりまして、ハリケーンと今回の原発事故というのが、避難に関する比較考量とリスクについて詳細に述べている論文というふうに判断しております。

次のページに参ります。38ページの上側になりますが、これは、それぞれの論文でどのような対策が必要と考えられるか、今後、何が必要だというふうに著者が述べているかといったことを、実際に災害が起きる前と災害が起きた後と、それぞれのレベルでどういったことが推奨されているかというのを、一覧の表にしているものでございます。

国・自治体のレベルでは、災害計画をしっかりとしたほうがいいのか、医療費の保証をどうするかということ、施設レベルでは、このようなリソースを集めたほうがいいのか、避難訓練をこういうことをもっとやったほうがいいのかといったこととか、サイコロジカル・ファーストエイドの対応を前もってやるべきだといったような、様々な提案といいますか、こういうことをやっておいたほうがいいんじゃないだろうかという提案がされているという状況になります。

「震災中」というふうには書いておりますけれども、そのときに実際に比較考量についてどのように述べているかという、ハイリスク群を最初にどのように避難させるべきだといったような記載があるような論文であったり、とどまる、とどまらないのリスクベネフ

イットは、もっとういふうな形でやったほうがいいんじゃないかといったことを提案しているものであったりといった、多彩な論文があるということになります。そうですね、実際は、そういった形で、それぞれの26個の論文のものをまとめているということになります。

先に進ませさせていただきます。

38ページの下側のスライドになりますが、これが先ほどのインタビューの調査の一部になりますが、現在のそのPAZになります5km圏内に、その当時あったといいますか、今もありますけれども、病院のそれぞれの対応の違いというものをまとめております。

双葉病院、双葉厚生病院、県立大野病院と三つありますが、実際に驚いたといいますか、私自身も少しびっくりしたことでもありましたけれども、避難の完了の時刻というのが、県立大野病院は3月12日の朝8時にほぼ完了しているという状態。で、双葉厚生病院は次の日、双葉病院はその4日後という形になり、避難完了までに非常に時間差が開いているということが分かっています。

もちろん、前もつての患者さんのプロフィールが違うとか、そういったものもあるんですけども、その影響によって避難直後にお亡くなりになった人の数といいますか、人数というものが非常に変わっているということが、報告からといいますか、まとめからも明らかだということが分かっております。

実際に、この論文で今後述べていくことということに関しては、下にまとめておりますが、避難中から直後の死亡と、要は、避難すぐでお亡くなりになる方と、新しくその避難先に到着してから亡くられる方というふうに、死亡のそのパターンといいますか、生存曲線の落ちる部分というのが二つ、大きく二峰性があって、この二つの対策を大きく考えなければいけないというのが1点。

入院患者さん、重症患者、寝たきり患者さんの人数対、医療スタッフの数というものが非常にばらつきがあって、それによって対策が非常に後手に回ることが起こり得たということがあるということ。

また、実際に私立と公的な病院というので、情報の流通や、その後の対策が入るといった時間帯が非常に異なっているということも、現実として分かっているという状況になりました。

すみません。先に進ませさせていただきます。

次、39ページの上側のほうに参ります。

39ページの上側は、インタビュー調査の続きになりますが、こちらが、現状で言いますUPZ、実際には20km～30kmの屋内退避指示が行われた地域の病院、4病院あるんですけども、お話をお伺いした3病院を比較して、その後の対策と、何が困難だったかというのを、それぞれインタビューした結果で、差を見てまとめているというものになります。

まず、この南相馬市立病院、渡辺病院、大町病院という、この三つの病院を対象にしておりますけれども、やはり非常に難しいのが、この一番最初の黄色で線を引いていますように、もともと患者さんがいらっしゃる状況の中で、20km圏内からさらに患者さんを受け入れるといたしますか、より原発に近い側から、よりたくさんの患者さんを受け入れなければいけないということが、実際に起こってしまっていると。それによって、対応しなければいけないワークロードといたしますか、患者さんの数というのが非常に増えてしまったということがあります。

避難先の詳細は、新潟や県外や県内やという形でばらばらなんですけれども、各日の避難者数というのが、南相馬市立は18日から避難を開始していますが、例えば大町病院は1日遅れて19日から、そしてその避難指示が、避難が完了するまでに、時間が1日、2日ずれているといたしますか、これは実際に順番で対応していったために時間が少し遅れるわけなんですけれども、こういった状況がございました。

その結果ですけれども、非常に、下のまとめに書いておりますけれども、この39ページの上のスライドの下の括弧になりますけれども、避難が避けられない状態にもかかわらず、やはり避難計画はほとんど、その当時は存在していなかったというのが、まず大きな問題としてあります。

そして、実際には避難するしないという指示といたしますかね、その指示が最終的には決まるわけなんですけれども、そこまでの間に、非常に時間がかかって浮き足立ってしまう。つまり、今後、実際はどうすればいいのかというのを待つような時間が、ある程度存在するわけですけれども、その時間の中に、病院スタッフや患者さんも含めた病院の士気の維持が非常に難しくなってしまうと、そこをしっかりとサポートするような体制が、医療スタッフを含めて非常に必要だというふうに、お話を聞いていて感じています。

つまり、現状のUPZに関しても、線量を評価してからというふうになると思うんですけれども、その間に非常に浮き足立ってしまうといたしますか、なかなか、どうなるか分からないといった状態で、その不確実性に対応するというのが非常に難しく、それがほかの災害との大きな差だなというふうに感じています。

39ページ、下のスライドになりますが、この三つ目に関して、OSCAARを用いましたワークショップになります。

グループワークの内容として、39ページ、左側と右側で原発事故後に実際に困ったことと、右側が、線量の評価のデータをお伝えした際に何か判断が変わるかといったところを見ている状態になります。

このスライドは、もう、御覧になっていただきまして分かるように、管理や情報や不足しているものが何かといったことが、大まかにいろいろと出てくると。これはsystematic reviewと同じようなものが大体出てくるとというのが、私の印象でした。

右側で実際にシミュレーション結果をお伝えして、その後、どういうふうに考えるか、より必要なものが何かといったことになるわけですが、やはり実際に避難するしないのところをどうするかという話よりも、いずれにせよ、患者さんが避難をするのであれば、すぐに避難できるように、事前の準備であったりだとか、患者さんの紹介状とか、そういったものがしっかり送れるような体制をつくるであったりだとか、その災害の状況というものが、半日ぐらいで徐々に徐々にすぐ変わっていくわけですから、そのときの情報の流通がしっかりとないと、いずれにせよ、やはり判断できないといった意見が非常に多いというのが印象的でした。

この39ページの一番下になりますが、最終的にアンケートの結果として、もし同様の状況に遭遇した場合、とどまる、とどまらないについて、何か意見が変わりますかということも少し参考までにお伺いしているという状況だったんですけれども、結果は、そこにお示ししているとおり、「留まる」とお答えされるのが8人ぐらいで、「状況による」とお答えするのが6名ということでした。

これは、繰り返しになりますが、避難するしないが正しい正しくないといったことを議論するものではないということをお伝えした上での結果になります。

最後、40ページになりますが、論文、今年度の成果としては論文発表として、現在通過しているものが、双葉病院のまとめであったり、災害対策基本法等の現状の問題点であったりといったことになります。口頭発表は、お示ししているとおりになります。

今年度の自己評価といたしましては、概ねインタビュー調査やsystematic review及びそのデータを用いたワークショップという形で、概ね予定どおりのことはやってこれたのかなというふうには思っております。

ただ、我々としましては、それぞれ一つ一つのこの被災地域のデータというのを、記録

として残すといった意味合いも非常に強いと思っていまして、そのケースレポートの形で一つ一つをまとめております。ただ、これをほかの、次の災害対策であるとか、原発立地県の近くの医療施設等にお伝えするような場であったりだとか、啓発といいますかね、啓発というと失礼ですかね、こういったことがあったという教訓を、しっかりお伝えするよ
うな、そういった場というものが、より今後あればありがたいなというふうに感じている
次第でございます。

すみません。ちょっと長くなりましたが、一旦、発表は以上になります。ありがとうございました。

○三橋企画官 はい。坪倉先生、御報告ありがとうございました。

ただいまの御報告につきまして、御意見、御質問等ございましたら、よろしくお願
いいたします。

まず、二ツ川先生、お願いいたします。

○二ツ川評価委員 ありがとうございます。

38ページ目の下の3病院へのインタビューの回答のところ、双葉病院だけが非常に遅
れたというお話がありました。この遅れた原因は、例えば情報不足だったのか、それとも
病院のほうの問題なのか、その辺のことはどういうふうなことだったのかが分かれば、教
えていただければと思います。よろしくお願
いします。

○坪倉氏 ありがとうございます。双葉病院の、双葉病院単
独の件に関しては、例えばル
ポであったりだとか、裁判、訴訟等のこともありますので、様々な公開データがございま
す。

三つのグループに分かれて、第1陣、第2陣、第3陣という形で避難が3段階で行われて、
第1陣の避難のときには、病院スタッフがたくさん一緒にまとまって移動することができ
たんですけども、その後、院長と患者さん、多くの患者さんが残るといったような結果
になり、かつそれが、そういう状態になっているということが、自衛隊の方々が入るわけ
なんですけれども、そのときまでに少し情報のラグがあったということは間違いなくあり
まして。

それが、例えば県立大野病院と比較しますと、県立大野病院はスタッフがオフサイトセ
ンターでの会議に参加されているんですね。なので、要は県の方々との情報疎通が非常に
うまいというか早くいってまして、実際に3月12日の8時ですね、つまり避難指示が出る
のというのは、12日の朝の5時とか5時40分ですね、5時40分ぐらいに出ていると思うんで

すけれども、その2時間半後の8時ぐらいではもうバスが来て、全員避難しているといえますか、2時間半でもう一斉に避難が終わっているという状況なんですね。

それに対して双葉病院は、第1陣は避難するんですけれども、2陣、3陣のところで、自衛隊の方々がいらっしゃるの、時間は非常に数日後。その後、一度自衛隊の方が行かれるんだけど、その後、もう一回戻って、もう一度行くといったような、それは放射線防護の線量の関係もかなり関係していた。基準を超えてしまうのでといったようなことがあって、といったこともお伺いはしております。それによって全体的に遅れていったという状況になります。

なので、かつ精神科の病院ですので、もともと入院患者に対して病院のスタッフの数というのが非常に医療制度上少ないんですね。ですので、かといって避難するときにはやっぱり精神的に患者さんが不安定になるので、患者さんの横にスタッフがいないとやっぱり避難がうまく遂行できないという、非常に大きなミスマッチが起こるんです。それもあって、第1陣の避難で、何と申しますか、スタッフを使い切ってしまうと言うとちょっと表現がおかしいんです、悪いんですけども、要はそちらに全部行ってしまうという状況があって、かつ私立の病院だったので、情報がうまくいかないといったようなことになりました。

ただ、その中で、この精神科の病院でこの双葉病院の問題点がありましたので、先ほど御報告した20km圏内の小高赤坂病院という、ほかの精神科の病院がもう1個あるんですけれども、その病院は実は避難中の死亡がもう、ほぼないんですね。そのないというのが、なぜうまくいったかというのが、一言で言うと、その院長が素晴らしい方なんですけれども、そのときの細かいノウハウみたいなものを、別途、小高赤坂病院のケースレポートで残すといった対応をさせていただいています。

すみません。このお答えになっていればと思います。

○三橋企画官 では、吉田先生、お願いします。

○吉田評価委員 はい。ありがとうございます。大変具体的な内容を盛り込んでいただいて、非常に有用な研究成果になっていると思います。

それを踏まえた上で、論文、最終的な報告書をまとめるに当たってのお願いが二つあって、一つは、論文検索されているんですけども、そのときの適格性の審査についてクライテリアをはっきりと示していただきたいということ。

それから二つ目には、今お話に出ていました、病院を比較される際には、そのバックグ

ラウンド、規模であるとか患者さんのプロフィールであるとか、その辺りが分かるように書き込んでいただくと、内容がよく分かるかなと思いました。

三つ目は質問なんですけども、ちょっと気になりましたのが、OSCAARを用いた線量評価のシミュレーションでの説明の在り方というか、これ、先ほどおっしゃられたシーケンス、ソースタームにしても、福島第一原発事故の状況を反映した内容でのシミュレーションになっているかと思うんですけども、これは、ある意味ここで説明するのは後出しじゃんけんのようなもので、そのときにというのは分からないし、また次にもし事故が起きたとしても、原因、それからソースターム、それから原子炉の状況ですね。いろいろなことでやはり変わってくるわけで、ちょっと、確かにこの、ここではこのアンケート調査の結果として「留まる」という御意見が8名あったんですけども、ちょっとそれ、何の意味があるのかなという、ちょっとそこら辺の、このOSCAARはあくまでシミュレーションの後からの話なので、そこを少し切り分けて、内容を示していただくといいかなと思いました。

以上です。よろしくお願いします。

○坪倉氏 ありがとうございます。お答えする形でよろしいですか。はい。すみません。

まず1点目に関しましては、ありがとうございます。2,300からどういうふうに減らしてきたのかということに関しては、細かく記載したいと思います。大枠では、避難について、避難の状況を実際に現場で扱っている報告であること。つまり、何か後でまとめたといったようなものじゃなくて、大まかには実際に病院なり施設なりの担当した人間が書いている文章、もしくは、何といいますかね、そこに実際に関わった人間が著者なり関係者に必ずいるというものという形であり、かつ避難のこういうことが大変だったということと、実際の内容の中で、実際にどういう対応をすればいいか。そして避難しない、避難する、みたいなところの判断が非常に迷ったみたいの形の記載が、何かしらでもいいから少し書かれていることといったところを、インクルージョンクライテリアといいますか、含めるような基準としているという状況です。

2点目に関しましては、ありがとうございます。実際に論文として提出をしているものに関しては、テーブルが2個、3個ございますので、それぞれの病院であったりとか、医療スタッフの数であったりとか、その後の経過の話であったりとか、それは御指摘のとおりだと思いますので、それは報告書にも含めさせていただきますし、情報量を多くしているという形になると思います。

三つ目のコメントに関しましては、もう先生おっしゃるとおりでして、それも実際にこ

のワークショップで本間先生にも来ていただきまして、少し御説明していただいたりだとか、そういったこともしていただきました。ソースタームとシーケンスがもちろん場合によって全く違うという状況の上で、こんな計算が取りあえずはできますといったようなことをお示しするような形で、どちらかというところ、こういうタイプの計算ができますが、これがあるとして、言葉が悪いですけども、少し有用でしょうかとか、前もって何かこの情報が病院にあつたら何か判断って変わりますでしょうかみたいなのところを少しお伺いしているような、そんなイメージになります。

ただ、もちろんワークショップの大きな方向性としては、OSCAARは使っておりますが、どちらかというところ各病院の避難対策が、ごめんなさい、この地域でインタビューした結果がどうだったかということをお示しすることが半分。また、こういった計算ができるよということをお伝えするといったような目的が半分という形になります。

先生の恐らく御懸念は、例えば、あ、これ、被ばくは大したことなかったみたいな形のシミュレーションをしても大したことがないみたいな、そんな感じの結果に相手に伝わるような、そういう形には決してならないように配慮したつもりでございます。なので、おっしゃるとおり、このタイプのワークショップは非常に難しいといえますか、場合によるというのが答えだと思いますので。ただ、一つ一つの教訓をお示しすることは大切だと思いますので、実際の病院の話半分、OSCAAR半分という形でプレゼンテーションをさせていただいたと、そういった形になります。

すみません。お答えになっていればと思います。

○吉田評価委員 ありがとうございます。

○三橋企画官 P0の本間先生、お願いいたします。

○本間調整官 P0を務めております本間でございます。

今、吉田先生の御質問に対する回答は、もう坪倉先生がおっしゃったとおりでと思うんですが、一つだけ、私もこのワークショップに参加させていただいたので。後出しじゃんけんというような言い方をされたんですけど、決してそういう情報の与え方をしているわけではなくて、いろいろな気象条件のパターンがあつて、どういうポテンシャルの被ばくがあり得るか。到達時間もどういう分布を持っているとか、被ばく線量もいろんな条件でこういう違いがあります。そういう様々な情報を提供しているのであつて、福島状況をシミュレーションしたわけではないということだけは情報としてお渡ししておきます。

以上です。

○三橋企画官 はい。

では、占部先生、鈴木先生の順で、手短にお願いします。

○占部評価委員 はい。占部です。ありがとうございます。

避難の問題というのは非常に重要な問題で、福島での経験をこれほど詳細に具体的に整理されている例は少なかったと思います。それで、私、この研究成果というのは、ぜひとも、特に地方自治体の避難計画を立案する際の参考資料として、しっかりと伝えていただければというふうに思っています。

それで、一つ質問があるんですが、この避難に際して非常に大きな問題は、指揮命令系統をどのように確実に機能させるかという問題だと思います。で、避難指示、国からの避難指示があったとして、そして病院の方だとかその他の組織で、何かを意思決定する際に、先ほどここで言われた研究成果に基づくなら、最も重要なファクター、これまではほとんどモニタリング結果による線量ということが中心になっていますが、それ以外に病院の様々な問題だとか、あとは複合災害の条件だとか、様々なことが影響してくると思いますけども、その重要な要因というのを挙げるとすれば、線量評価に続いてどういったものがあるのか。もしこれまでたくさんあった情報の中から整理してまとめられるなら、二、三教えていただければと思いますけど。よろしく願いいたします。

○坪倉氏 ありがとうございます。また、少しぼんやりした答えになってしまうかもしれないけども、非常に思うのは、要は今のコロナの医療崩壊みたいな言葉に近いんですけども、何といいますか、病院の指揮命令系統が自壊するといいますか、言うことを聞かなくなってしまうとばらばらになってしまうみたいな状態になってしまうのが、非常に壊滅的な被害につながるなというふうなことは感じております。言葉があれなんですけど、ある程度やっぱり寝たきりの方を移動するという状況で被害を完全にゼロにするというのは、要はゼロリスクを求めるような形で非常に難しいというのが現実だなというのは感じているんです。その一方で、先生の御質問に一つで答えるとすると、周りから見ていっているということがちゃんと伝わるということ、見捨てていないということが伝わることの1点に尽きるかと思いました。

つまり、この20km~30km圏内の病院が特にそうなんですけれども、皆さんの避難を確実に遂行しますといったようなことが、ちゃんとメッセージとして、各病院のトップにしっかり入る。そういった状態になっていることというのが、その病院内をまとめるというま

すか、意思を、意思疎通をしっかりと維持しているといいますか、その状況に、維持していることが最も重要だというふうに感じました。つまり、どうなっているか分からない、外側から相手してもらっているか分からないとなってくると、噂が飛び交って、隣の病院が避難しているんだから私たちもといったような形で、ドミノ倒しにどんどんなっていく。それが最も危険なんだということを、インタビューしながら感じた次第になります。

少しぼんやりした答えになってしまって恐縮です。

○占部評価委員 いやいや。ありがとうございます。大変貴重な情報だと思いますので、よろしく願いいたします、今後も。

○三橋企画官 最後、鈴木先生。

○鈴木評価委員 はい。鈴木のほうから一つ質問です。やっぱりOSCAARに関する部分なんですが、線量の情報を入れた前と後で、病院長の価値判断というのはどういうふうに変わっていったのかというところに非常に興味を持っています。実際にああいう土壇場で本当に線量の情報の精度というのはあまりいいものは出せないわけなんですけど、そういう中でも、線量情報があったほうが決断がうまくいくのか、なくともいいのか。その辺、実際インタビューしていてどんな印象だったか、教えてください。

○坪倉氏 まず、福島原発事故の直後だと、いわゆる100mSvでどれぐらいのリスクとか、急性放射線障害がどれぐらい出得るかとか、そういった情報が職員全体にほとんど知識がなかったという、そのレベルだったのではというのが一つあります。ここをしっかりとクリアしていると、こういったOSCAARのデータがなくても、大体スタッフが桁感として判断できるので、言葉が悪いんですが、OSCAARのデータがあってもなくても、要は今現在〇〇 μ Svぐらいなのでまだ待てるのかなとか、そういったことを御自身で判断できるという状況には十分到達できるんだなというのを肌では感じています。

そして、その追加として今回のOSCAARの結果があった場合、僕の印象だと、20km、30kmの場所になると、より、何といいますかね、とはいっても大量に被ばくするリスクがあるかもしれないといった、その「とはいっても」というもののレベルが、要は5%なのか0.5%なのか0.01%なのかみたいなところの桁感が、僕の印象では、このOSCAARのデータをお伝えする前と後では、よりOSCAARのデータをお伝えしたときのほうが、距離が離れた場合には、思っているほどパーセンテージが高くないといったような印象を持たれているなどというのは感じました。

つまり、その「とはいっても」というのが、10%ぐらいで「とはいっても」というふう

に思っておられるのが、要はそれが100分の1ぐらいの、計算上はそうなるんだなといったような形で、より、すみません、僕の印象では、このOSCAARのデータをお示しすると、より30kmぐらい離れていると、大量に被ばくするリスクというのが、自分の思っているよりもちょっと低いんだなというふうな印象を持たれているなというのを感じました。

すみません。以上です。

○鈴木評価委員 あんまり避難時期に関する考慮に線量は影響しないというふうに思われますか。例えばこの図で一番早いところは、24時間でもうほとんど数百mSvくらい行くわけですよ。

○坪倉氏 ええ、そうですね。

○鈴木評価委員 そういうのを見せて、どんな感じなんだろうという。ただ、実際はもっと遅く、72時間、3日目ぐらいで1mSvにも行かないというようなのが大部分だというのは見えてとれるんだと思うんですけど、やっぱりその、何だろう、相場感みたいなのが、本当の意味で、どうすればああいう事故のすぐ後、住民に伝えることができるかというのは、やっぱり大きなテーマなんだろうと思っています。

○坪倉氏 確かにそうです。あまり時期に関しては、このOSCAARの情報で何か御判断が変わったという印象はありませんでした。

○三橋企画官 はい。では、時間になりましたので、質疑応答を終了とさせていただきます。

坪倉先生、どうもありがとうございました。

○坪倉氏 ありがとうございました。失礼します。

○三橋企画官 はい。では、第7演題、題名は「ICRP2007年勧告等を踏まえた遮蔽安全評価法の適切な見直しに関する研究」。発表者は、海上・港湾・航空技術研究所の平尾先生です。よろしくお願いいたします。

○平尾氏 もしもし、聞こえますでしょうか。

○三橋企画官 聞こえております。

○平尾氏 はい。それでは、「ICRP2007年勧告等を踏まえた遮蔽安全評価法の適切な見直しに関する研究」について、研究代表者の平尾から成果報告いたします。プログラムオフィサーは中村尚司先生です。

まず、43ページの課題の概要です。課題の背景と目的につきましては、ICRP2007年勧告とそれに基づく個別の勧告のことをここでは新勧告と呼んでいます、それらが国内法令

に取り入れられますと、外部被ばくに関しまして、実効線量換算係数の基礎的な数値の改訂が告示されます。今回の改訂では、これまで10MeVまで規定されておりました換算係数がゼロまで、高いエネルギーのほうに伸びます。それによって医療用リニアックのエネルギー範囲もカバーされまして、リニアックの設置審査は増えていて、遮蔽安全評価の機会も多いですので、今回、従来の10MeVから30MeVまで高い γ 線の遮蔽計算用のデータも作成しまして、 γ 線あるいは制動X線の線量計算もできるようにしました。

もう一つ、研究としまして、遮蔽でよく出てくる体系で、これまでうまく計算できなかった係数が二つあります。一つは二重層といたしまして、二つの異なる材料が並んでいる場合の遮蔽線量計算です。もう一つはスラブ遮蔽、 γ 線が垂直ではなくて少し斜めに透過する場合の線量計算です。これらの対応要請は古くからありまして、今回データをそろえて遮蔽計算法を拡張しました。

最後に、今回実施した見直しについて、従来からの変更点と遮蔽計算の特徴をまとめて、新勧告の取入れの理解と運用に資する γ 線遮蔽計算のガイドラインを草案しました。

研究期間は、昨年度と今年度の2年間です。昨年度は海外の新勧告取入れ等、遮蔽計算の実態を把握するために、米国の計算コードの仕様調査を行い、国内での実用性を考えて、遮蔽計算に使用するデータの見直し範囲と遮蔽計算法の拡張範囲を決定しました。遮蔽計算用のデータの見直しにつきましては、見直しの手順を検討して、実際に実用性の高い遮蔽材に対して、新しくデータを作成しております。新しい遮蔽線量換算係数に対応して30MeVまでの高エネルギーの γ 線にも対応しています。並行して、この見直したデータによる線量計算の妥当性と影響を確認するための計算コードも開発しています。

それから、今年度はまず遮蔽計算法の拡張を行いまして、スラブ遮蔽の斜め透過及び二重層遮蔽に対する線量計算法を検討して、コンクリートや鉄、鉛などに対してデータを整備しております。それから、例題を幾つか用意しまして、見直しの前後で計算結果がどう変わるか、見直しの影響を確認しました。

最後に、RI施設と放射線発生装置に関して、今回の見直しの範囲と遮蔽計算のフローを示しまして、今回の見直しが与える遮蔽の実務への潜在的影響を明らかにして、ガイドラインを草案してございます。

研究成果の公表につきましては、日本原子力学会で2件の一般発表と、放射線工学部会の企画セッションで依頼されて、4件の連続講演を実施します。また、放射線の遮蔽国際会議が2年延期されまして、今年の9月に開催されますので、そこに本件に関する論文を投

稿しております。

人材育成活動につきましては、同じ放射線工学部会で簡易遮蔽計算コードレビューワーキンググループを、今年は3回、昨年と合わせて計6回開催して、若手のスキルアップと、今回の見直しがスムーズに受け入れられるように努力してございます。

期待される成果については三つございまして、一つは新勧告と計算法の拡張に対応した遮蔽計算用のデータライブラリーの作成です。あとは、そうしてから見直しの妥当性を確認できる計算コードの開発も行いました。3番目は、本研究に主題であります新勧告を踏まえた γ 線遮蔽計算のガイドライン案でございます。

44ページに移りまして、計算体制についてですね。上のほうの三つの四角で囲んだところは所属の管理方と業務方でございます。その下が本研究の実施方になりまして、まず規制庁のプログラムオフィサーらの監督の下で、私が全体の研究の管理をやりながら遮蔽計算法の拡張研究を行いました。研究参加者は、同じ研究グループに属する大西、近内の2名、データの見直しとその妥当性の評価を行っております。右下の括弧で囲まれました外注作業を2件行いまして、我々の検討した手順に基づいてデータを整備するデータの作成支援作業が一つ。もう一つは、そのデータを使って遮蔽線量を計算するためのコード開発作業を外注しております。

で、研究活動ですね。外部の専門家にレビューしてもらうために、研究レビュー委員会を立ち上げております。右の真ん中の四角で囲まれたところに12名の外部委員から成る委員会を立ち上げ、RI施設、医療被曝ですね、あとは加速器、メーカーの専門家から意見を頂き、成果に反映しております。

あとは、先ほど申しあげました遮蔽の人材育成のためのワーキンググループ活動です。

44ページの下からが今年度の研究成果の概要です。まず、 γ 線の遮蔽計算用のデータの見直しについて、表にございますとおり、実効線量換算係数の改訂と高エネルギーへの対応がなされました。そのほかにも γ 線の相互作用として、今まで遮蔽計算で見過ごされてきた干渉性散乱も考慮してございます。ただ、この干渉性散乱につきましては、主に遮蔽が鉄より重い場合、低エネルギー部で差が出てくるもので、マイナーな話ですので、今回はちょっと説明を省略させていただきます。

次に45ページに移りまして、左の図に実効線量換算係数の新旧の違いを表します。新しいほうがICRP116、古いほうが90年勧告のICRP74ベースです。換算係数をグラフで並べても違いはよく分かりませんので、下の図に新旧の係数の比を取っています。すると、

100keV以下の低エネルギー一部で数十%の差があります。あと4秒を超えたところにも差があるのが分かります。RI核種の遮蔽につきましては、4MeVを超える γ 線を発するような核種は限られますので、結局この低エネルギー部の差が線量に効いてきます。一方、加速器なんかであれば4MeVを超えるところの差が多少影響します。

あと、右の図は、参考までですが、実用量と実効線量の差を示しています。従来100keV以下の低エネルギー領域のところ、実用量のほうが実効線量よりかなり大きいことが知られておりまして、今回、実効線量換算係数が改定されましたが、その差はほとんど変わりませんので、やはり今までどおり、測定と計算を比べる場合はこの辺りは注意するようにガイドラインに記載しています。

あと、最近になりまして、実用量の変更がICRUから勧告されました。それについてもガイドラインに記載しております。

45ページの下に移りまして、それでは、RI核種を遮蔽したときの新旧の差はどうかということなんですが、左の図が主に100keVを超える放射線を出すCo-60を鉄で遮蔽した場合の線量減衰と透過率を示しています。右の図は主に100keV未満ですね、20keV、30keVの放射線を出すヨウ素125を水で遮蔽した場合の図です。図の右側の縦軸、Y軸が実効線量透過率を示していて、その図の赤い線で新旧の比を示しています。大体1%を超えて、1を超えて、1.5%以内ですね、コバルトよりもヨウ素のほうが低エネルギーの発生が多い分、若干差が大きいですが、それでも新旧の比はせいぜい実効線量率で5%程度です。あと、遮蔽がないときの計算に使われる実効線量率乗数も、右下に表で値を示していますが、コバルトでは新旧で値は変わりません。ヨウ素の場合も数%変わる程度です。

というわけで、換算係数の改定でRI核種の線量に出てくる影響は大体この程度と考えていいかと思います。ただし、線量率が高くなるほうに変わりますから、既存施設の安全評価に対してどう対応するかというのは、議論は別途必要と考えます。実際の施設は安全裕度をかなり取っているはずですので、このくらいの差であれば吸収できるものと考えられます。

次に46ページに移りまして、次は加速器から出る高エネルギーの γ 線、制動X線による光核反応の影響です。

まず、左下の図を御覧ください。代表的な遮蔽材に高エネルギーの γ 線を当てて、光中性子が γ 線に比べてどのくらい発生するかということをおおよそ示した図です。御覧のとおり7MeV、8MeV辺りから光核反応の閾値を超えてきて、急激に中性子の発生量が多くなり

ます。特に鉛とか鉄の影響は、その辺りから顕著に表れます。

次にその上の図を御覧ください。左が8MeVの γ 線を鉄で遮蔽したときの γ 線と中性子の線量の減衰カーブを表しています。右の図が20MeVの γ 線を当てた場合です。8MeVの場合はまだ発生量が多くないので、56cmぐらい透過してようやく γ 線と光中性子の寄与が逆転します。ですが、20MeVの場合、発生量が多いので、鉄を8cm透過したところで中性子のほうが多くなります。逆転した後は、中性子はあまり減衰しませんし、捕獲で発生した二次 γ 線もビルドアップしてきますので、線量がオーダーでどんどん増加してきます。よって、遮蔽計算には注意が必要になります。例えば高エネルギーの γ 線がそうした材料に直接当てないとか、後方にやはり水素を含む中性子の遮蔽材を適切に置くなどの、そういう二重層とかの遮蔽が求められることになります。今回これらを γ 線と光中性子で分けて線量計算できるようにデータを整備しております。

以上がデータの見直しに関する研究です。

次は46ページの下に移りまして、遮蔽計算法の拡張についてです。表にあるとおり、全ての遮蔽材についてはありませんが、二重層遮蔽とスラブ遮蔽の斜め透過の線量計算に対応しました。ほかにも数cmの薄い遮蔽の線量評価も今回対応するように、評価できるようにしました。薄い遮蔽は大抵、評価では、安全評価では大体安全が無視されるんですが、例えば薄いタンクに汚染物が入っている場合なども、参考までに減衰を知りたいという要望もあって対応しております。この薄い遮蔽についてはマイナーな話ですので、今回の説明では省略いたします。

次のページに参りまして、47ページ目でございます。47ページ、これは二重層の遮蔽の話でございます。左下に二重層遮蔽の概念図があります。線源と線量評価点が二つの材料の遮蔽層を透過します。線源に近い側を第1層と言い、評価点側に位置するほうを第2層の遮蔽と言います。上の左側の図は第1層に鉄、第2層にコンクリートを置いて、15MeVの γ 線を当てた場合のビルドアップ係数の変化の図です。一次 γ と光中性子、そして捕獲で出る二次 γ のそれぞれの発生と線量の減衰の様子を代表している図と考えてください。この場合、鉄に入射してすぐに発生した光中性子が急激に斜め上に上がっているのが分かると思います。そしてそれが第2層のコンクリートに、16cmのところや32cmのところにかけているんですが、そこに当たると、今度急激に右下に、斜め下に下がっていくのが分かると思います。これは中性子の遮蔽で、中性子がコンクリートで遮蔽されたことを意味しています。同時に捕獲による二次 γ 線も、下のほうですけれども、図の下のほうから現れ

てきて、漸増し始めます。条件によっては第2層のコンクリートの遮蔽が厚くなると、寄与がコンパラですね、光中性子が下がって、二次 γ と同じぐらいにコンパラになる場合があります。鉛なんかだと、すぐ表れたりします。

次に右の図ですが、これは今度は逆に第1層がコンクリートで、コンクリートで、第2層が鉄の場合です。この場合は、光中性子は第1層ではほとんど出ないんですが、第2層の鉄に当たったところで、境界からいきなり中性子が発生して、斜め上に寄与が上がってきます。遮蔽が厚くなると全体としての線量は下がってくるんですが、 γ 線と中性子の線量の寄与の差は広がります。この場合はやはり、先ほど申し上げましたが、鉄の後方に、例えばコンクリートなどの追加の遮蔽を置いて、中性子を効率的に減衰することが要請される可能性があります。

以上、データのまとめ方としましては、ビルドアップ係数の変化は図にあるとおり、それぞれ一次 γ 線、中性子ともに滑らかにしか変化しないので、二次多項式を用いて、それぞれよく近似できることが分かります。よって、多項式の係数をデータとして整備して計算できるようにしました。

次に47ページ目の下に移って、スラブ遮蔽の透過についてです。斜め透過です。左の図の一番上にありますように、遮蔽材を大体垂直に γ 線が透過する係数について従来計算できたんですけども、実際、その下の図のように、少し線量と評価点が斜めに透過するケースがよくあります。これまで線源の位置とかをずらして対応してきたんですけど、以前から、斜めの影響を補正して、斜めのまま計算できないかという要望がありました。ここではコンクリートを32cm透過するとき、斜めの角度を変えたら線量比の変化がどうなるかというのを示したのが、その図です。図は、 γ 線が1MeV、4MeV、15MeV高くなるごとにそれぞれ示していて、横軸は斜めの角度の大きさです。角度が大きくなるにつれて線量はだんだん落ちていくんですけども、しかしエネルギーが高くなると、その落ち方はだんだん1、4、15と減ってきて、15MeVだと、斜めになってもあんまり下がりません。この例で言うと、 γ 線が1MeVで60度斜めにしても、せいぜい2割程度の補正ということになります。

一方、光中性子は15MeVの場合どのくらい発生して落ちるかという、右下の図になります。斜めにすると中性子はかなり急激に落ちます。これは25MeVの場合、25MeVの γ 線を当てても同じ図になりました。そういう特徴があります。

以上、こういうふうにデータをそれぞれ遮蔽材とエネルギーとかで整備しまして、補正

量を求めるときは、データの変数の間を適切に対数補間して求める形になっています。この角度の変化は、やはり先ほどと同じように多項式、このような場合は3次式、3次の多項式までで近似して、非常にいい相関係数で近似できますので、それでデータを整備しています。

以上が計算の拡張についての研究でございます。適用性が広がって使い勝手がよくなったと思っております。

それから、48ページに移りまして、次は γ 線の遮蔽計算ガイドラインについて、目次で概要を示します。

第2章で、新勧告に基づく外部被ばく線量評価係る従来との変更点を挙げてみました。

それから第3章で、今回、遮蔽評価ですので、特に実効線量の換算係数の改定、あるいはその実用量の規定について示しております。最近、ICRU、またICRPの最新レポートが続々出てきておりまして、次の主勧告の話が始まっていますので、それらについても外部被ばくに関する要点を示しておきました。

それから第4章で、今回の見直し研究の概要を述べています。4.3節におきまして、見直し後の遮蔽計算のフローと適用範囲の明確化を行っております。RI施設と放射線発生装置に対して、どのようにどこまで計算できるかを記載しています。

そして、第5章で今回の見直しが実務に与える潜在的影響について述べています。研究協力者らに委員会でアンケート調査を行って、その結果、今回の見直しで線量計算の結果が多少、先ほど示しましたように線量が変わってきますので、その場合、施設の安全性の再評価はどうするのかという意見が数件ありました。実際全ての施設に専門家がいるわけでもありませんし、再評価にかけられるリソースもそれぞれ限られるという指摘もございました。我々としましては、あらゆる施設について考えて対応をガイドすることはできませんので、一般に再評価に求められる計算のフローをお示しして、見直しで出てくる代表的な差を特徴的に表すと、示すということにしております。それが5.3節に当たるものでございます。

以上がガイドラインの目次になります。

48ページの下に移りまして、先ほど言った計算のフローですけれども、RI核種の取扱施設の場合、 γ 線の遮蔽安全評価の申請確認をどうするかというフローを、例を示します。施設の仕様と図面から、核種の数量、遮蔽材の種類と厚さ、配置等を確認していただいて、今回整備したデータとか計算コードを使って、実効線量率の定数、あるいは実効線量率の

透過率を計算します。この計算はガイドラインの記載に沿って非常に簡単にできます。それらを施設のもともとの申請で使ったデータと比べていただいて、もし見直した計算のほうの値のほうが高ければ、安全評価に僅かでも影響が及ぶ可能性がありますので、規制方と相談して再評価の判断をすることになると思います。

また、遮蔽の体系が複雑な場合の施設ですね。図の右端に示していますが、図面を基に体系を1から入力して、計算コードで遮蔽線量計算を行って、以前の申請の線量評価の結果と比べることもできます。比べてもよいと考えております。

49ページに移りまして、そういう遮蔽線量の計算が実務で使いやすいように配慮して、計算コードを、簡潔なものですが、つくっております。この場合は左上のほうにコバルトを線源として入力する、計算する場合の例を示しております。核種の名前と数量を入れてもらって、右の図にあるように、核種の置かれた、例えばこれだと容器に核種が入って、それを、その置かれた中に部屋があるということで、部屋の中にそれがあると、そういう体系を入力してもらって、例題でございますが、それをモニターで確認しながら計算を実行すると。そうすると、線量の計算結果も簡単に可視化して確認できるようにしております。

左下の表に、妥当性の確認のために使った例題を示しています。例題の上から4番目に放射線の発生装置、リニアックの例題もございます。これ、遮蔽計算実務マニュアルから取ってきたものでございますが、今回発表には入れておりませんが、制動X線も線源スペクトルさえ頂ければ、今回見直したデータを使って高エネルギーの光中性子を考慮した線量計算も可能でございます。ですので、RI施設だけでなく、リニアックのほうでも改めて線量を計算し直して、以前の申請で提出した評価と比べてもらうことが可能です。

49ページの下に移って、今年度の成果をまとめておりますが、外部発表と成果物につきましては既に述べたとおりです。下のほうにヒアリングとアンケート調査の実績を示しました。これ、光核反応について、また実用量の定義変更に関わる動向につきましては、外部の専門家にヒアリングを行って、今回ガイドラインをまとめております。KEK、産総研の方々に御協力いただきました。

最後に50ページでございますが、自己評価でございます。もう概ね計画どおり進められて、目的を達成できました。一昨年に開催されるはずの遮蔽国際会議が、2年間、今年の9月まで再延期されまして、それに参加して行うはずの調査が未達でございました。ただし、海外の調査は別途やりましたので、目的達成には影響はございません。代わりに本研究の

成果を論文で、その会議で発表することになりました。

今後の展望でございますが、見直した、せっかく見直してつくったデータ等、コード、計算コードを公開して、広く認可申請とか確認で利活用してもらいたいと思います。ガイドラインとともにですね。あとは、プログラムオフィサーらとも一致した意見なんですけれども、今後、今回γ線をやりましたので、中性子についても線量計算できるようにデータを見直したほうがよいかと思います。今回の実効線量換算係数の改訂におきまして、100keV以下の換算係数がおよそ従来のおよそ半分に減ります。それでその分線量は低くなりますが、計算で正確さを保証することは重要ですので、やっぱりこの中性子にも対応できれば、遮蔽で扱う放射線の種類はほぼほぼ全てカバーできて、取りこぼしなく実務の役に立つものと考えております。

長くなりましたが、報告は以上です。御清聴ありがとうございました。

○三橋企画官 はい。平尾先生、御報告ありがとうございました。

ただいまの御報告につきまして、御意見、御質問等ございましたら、よろしくお願いたします。

まず二ツ川先生、お願いたします。

○二ツ川評価委員 はい。ありがとうございました。

三つほど質問させていただきたいと思いますが、まず、前回もちょっとお話があったと思うのですが、今、一般のRI施設は、原安センターの遮蔽計算マニュアルを使っていると思うのですが、レビューの中にも原安センターの方がいらっしゃいましたけども、今後、この今回のガイドラインとその遮蔽計算マニュアルとの変更について、遮蔽計算マニュアルそのものを変更していくのか、その辺の方向性はどうかというのが1点。

もう一つは、先ほど公開、この計算コードを公開されるという方向だとおっしゃっていましたが、具体的にどのような形でみんなが利用できるような公開方法になるのかというのが2点。

3点目は、今回の計算によって、どのような施設が再計算が必要になるのか。例えばコバルトの照射施設は再計算が必要になるのだとか、何かその辺を示していただかないと、現在の施設としては非常に不安になると思うのですが、その辺の三つのことを教えていただければと思います。よろしくお願いたします。

○平尾氏 はい。御質問ありがとうございました。

まず第1点目でございますが、遮蔽計算実務マニュアル、皆様これを用いて今の計算を

行っておりまして、この原安技センターの方ともお話しして、今回の見直しを取り入れるための委員会を、あるいは内部か原安技センターのほうでつくりまして、それで取入れを検討することにしております。また、妥当性の確認も少し外部で第三者的にやる必要があると思いますので、そういう形で今後検討していくことになると思います。ただし、それほど大きい差はないところもございますので、変えなくていいところは変えなくていい、少し差が表れるところについてはそのようにガイドするというように聞いております。

第2点目でございますが、第2点目は……

○二ツ川評価委員 公開をどのように考えられているか。

○平尾氏 そうですね。計算コードとデータの公開でございますが、データとコードは別々に公開するということにしまして、コードにはデータも含めます。そして、まずコードは、一番初めに、まずは間違いがないか、妥当性、ちゃんと計算ができているかどうかを我々のほうでも確認しておりますが、それが十分かどうかですね。まずベータ版ということで、関係者の方々に配りまして、関係者と関心を持っていらっしゃる方に配りまして、計算をしていただいて、おかしいところがないかというのを半年から1年にかけて確認します。そして確認した後に公開することにいたします。公開につきましては、私たちの研究所を所有者にするか、規制庁のほうで所有者にしてもらうかというのは、ちょっと今いろいろと話し合いをしているところでございますが、いずれにせよ、ある程度無料で、フリーという形で、皆様に公開して利活用していただくと、そういう方向で考えております。

最後に、コバルトの遮蔽施設とか、今回もプログラムオフィサーら、あるいは規制庁担当者らとお話ししていたんですが、あまり核種等、施設を限定して、これは、この核種は影響がない、この核種は影響がある、この施設はどうだというふうに個別に特定してしまうと、やはりもうそれ以上、安全評価の見直しを、それぞれの施設の方がしたりしなかったり、はっきり態度が分かれてしまいます。一応、今回、広く実効線量換算係数が変わりましたので、皆さんに関心を持ってもらって、審査の手伝いというか再評価のために、一体どうなったかということを見てもらうためにも、あまり個別の特定の情報を出すことなく、エネルギーとか非常に影響の強いものとか、先ほど示したRIの一部について、代表的、特徴的なものの計算の結果を出して、このような差がありますので施設の再評価を考えたらどうですかという形で今回のガイドラインで示します。特定の範囲を示すということはちょっと差し控えたいと思っております。

以上です。

○三橋企画官 はい。

では、小田委員、お願いします。

○小田評価委員 はい。御説明ありがとうございました。

先ほどの二ツ川先生の意見の続き、質問の続きなんですが、この2年間でやられたことと、全体的には、将来的にはガイドライン等を更新するという事で、方向は分かるんですけど、この2年間でやられたことと、今後やらないといけないことというのを、報告書の中では区別していただく必要があると思うんですけど、例えば資料の48ページの上に、ガイドライン案の作成というのがあります。この表がありますが、この表は今回のもちろん2年間の事業で作られたことなんですけれど、これ、実際この内容はまだもうちょっと完成まで時間がかかるということなんじゃないでしょうか。

ついでに、この表の中の赤字があるんですけども、この赤字は何を指しているのか、ちょっと具体的に御説明をお願いいたします。

○平尾氏 一つは、このガイドラインはこの3月の終わりまでに仕上げ、皆様に提出することになっております。もう執筆はほとんど終わっておりまして、研究班会合、規制庁担当者らと個別に部分的に出して確認をしております。もう少しブラッシュアップが必要かもしれませんが、3月中旬に最後のガイドラインの確認がありまして、そこでブラッシュアップする。あるいは研究レビュー委員会が3月初めにありますので、そこでもガイドラインを提出して、意見をいただいて反映することになっております。

この赤字で書いたところは、特に重要なことということです。4.3節につきましては、遮蔽計算のフローと適用範囲の明確化は、今回見直しの範囲の明確化、非常に重要ですので、放射線施設が対象ということで、RI核種と放射線発生施設がそれぞれどのように計算で見直して対応して、また見直しの影響があるかということを書かなきゃいけない。48ページの下に示した図が申請の確認フローに当たるということで、赤字で特に示してございます。また遮蔽線量計算に想定される影響の示唆というのは、今回、実際には45ページあるいは46ページで示した実効線量換算係数の新旧の影響、あるいは光中性子を考えることによる影響を実際ここにまとめて書くということになります。それで赤字で示してあります。

以上です。

○小田評価委員 分かりました。じゃあ、このガイドラインが、別冊という形なり、そういう形で出てくるということですね。はい、分かりました。

○三橋企画官 はい。

次、吉田先生、お願いします。

○吉田評価委員 はい。ありがとうございます。

予算の執行状況を見ますと、1,243万円を線量計算用データの作成支援とコード開発の支援とに充てられていらっしゃるって、かなりの金額で作成されて。

で、確認なんですけれども、その開発されたものをきちんと妥当性を確認しているというのは、研究の主任、研究を主で担当されているところがきちんとされているという理解でよろしいんですね。プラスして、今後はそのデータの拡充等に伴ったさらなる妥当性の確認について、先ほどの御説明のように、ほかの方々にもお入りいただくという、そういう理解でよろしいのでしょうか。

○平尾氏 はい。それで結構だと思います。

今、実際に、データをつくったのは、12種類の主な遮蔽材に対して、結構80mfpとか、結構長い遮蔽の厚さに対してそれぞれデータをつくっていただいて、その妥当性をそれぞれ我々研究者の中、あるいは学会の協力者と共に確認しています。それについてはある程度保証できるものだと思いますが、我々は別途研究をずっと行って、影響の調査、あるいはデータをつくるための方法をずっと検討しておりました。その方法は全てガイドライン、成果報告書のほう、あるいはガイドラインでも一部書くと思いますが、成果報告書のほうに明らかになりますので、今後データを拡張する場合にはその方法と同じ方法を使えば同じ結果が出る。あるいは拡張も皆さんで遮蔽材を増やしたいときは、遮蔽材に対応した計算をしてどんどん拡張できますので、そういう形で、非常に透明性の高い、実用性の高い形で、皆さんに情報を提供することにしております。

以上です。

○吉田評価委員 ありがとうございます。それでは、最終報告書にはその辺りのことも書いていただければと思います。お願いいたします。

○平尾氏 分かりました。

○三橋企画官 はい。占部委員、お願いいたします。

○占部評価委員 占部です。

関連するんですけど、この研究体制というところを見せていただきますと、研究の内容に関するところは幾つかあるわけなんですけども、この外注作業というところに作成支援というのがありまして、ここに大半の費用は支払われているということになっています。

ということは、この外注作業とその他の作業の内容的な意味での貢献度の違いというのは、どの程度なのかなということを示し説明いただければと思います。

○平尾氏 先ほども一応申し上げましたが、全ての研究、実際に研究をしたのは研究者でございまして……

○占部評価委員 すみません。じゃなくて、研究者というのは外注作業でやったということですか。

○平尾氏 いえ、外注作業はその研究者には入っておりません。私たち研究主任と研究参加者でございまして。あとは若手の研究協力者の一部と、あと学会の関係者でございまして。

実際に例えばデータをつくる方法であるとか、コードをどのようにつくったら一番実務で使いやすいことになるかというのは我々で検討して、それに基づいてデータを、見直しのデータをつくっていただいて、計算コードも開発していただいたということになります。かなりきちんつくらないと、やっぱり実務で使えるようにはならないので、それで少しお金をかけて、実際につくっていただきました。

あと、妥当性の確認にもお金がかかりまして、それ、妥当性の確認は、まず外注作業側でチェックしたものを我々でもチェックするという形になっていきますので、そこにもお金をかけています。その成果の使い方等については、我々のほうで全て決めるということになってございます。

以上です。

○占部評価委員 はい。その妥当性の確認というところを、計算をやらせて、その結果、先ほどグラフを見せていただきましたけども、それは実測による確認ではなくて、何か確認の特別な方法というのは別にあつたわけなんですか。

○平尾氏 確認の方法は、様々なデータのつくり、データの内容によってそれぞれ違うんですけれども、一つは過去につくられたデータとの連続性を見て、そこからの差で大きく外れていない、内容によっては理論からも分かるんですが、大きく外れていないことをチェックする、そういったことをやっています。あとはモンテカルロ計算をベースにしていますので、モンテカルロ計算の信頼性によるところが大きいです。測定もそれに沿っていることになります。

あと、光核反応につきまして、光中性子の影響につきましては、最近、測定あるいは過去のベンチマークとの差を調べた論文が結構幾つか出ております。日本からも出ておりますので、それを基に1.5倍ぐらいの安全裕度をかけることが必要とか、そういうことも含

めて検討して、結果に反映できるようにしています。いろいろなベンチマーク実験とかの情報は見て確かめておりますけれども、そういうわけで実際に測定を我々の方ではやっておりません。

以上です。

○占部評価委員 はい。分かりました。ありがとうございます。

○三橋企画官 はい。

そのほか、御意見、御質問等ございますでしょうか。

(なし)

○三橋企画官 はい。ないようでしたら、平尾先生、ありがとうございました。

ここで5分間程度の休憩とさせていただきたいと思います。次の演題は15時20分の開始となります。よろしくお願いいたします。

○平尾氏 ありがとうございます。

(休憩)

○三橋企画官 それでは、再開いたします。

次は、第8演題、題名は「健全な放射線防護実現のためのアイソトープ総合センターをベースとした放射線教育と安全管理ネットワーク」。発表者は東北大学の渡部先生です。よろしくお願いいたします。

○渡部氏 はい。皆様、長い時間ありがとうございます。私は東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの渡部と申します。本日はこのような機会をいただきまして、ありがとうございます。

それでは、この資料51ページから本事業の説明をさせていただきます。課題名は、先ほども申し上げていただいたように、「健全な放射線防護実現のためのアイソトープ総合センターをベースとした放射線教育と安全管理ネットワーク」という課題名でございます。審査員の方、御存じの方が多いと思いますが、これ、研究期間が平成29年度から今年度まで5年間でしたが、最後の2年間、特に、最初の教育の部分は中断いたしまして、特に放射線業務従事者情報の共有化、一元管理に関する研究を遂行してまいりました。

したがって、実施状況のこの枠においては、この後半の部分ですね。「放射線業務従事者情報の共有化と一元管理については、各大学の様式を調査し、」というところで、共通フォーマットを作成、提案いたしました。また、SINETを利用した放射線管理のための専用ネットワーク上で、21大学のRIセンターを中心にこの一元管理のシステムを稼働し

まして、データコンバータ等を開発して、機能拡張をしてまいりました。また、様々な、後ほど御説明いたしますが、ワーキンググループを設定いたしまして、現状いろいろ問題となっている課題を整理いたしまして、その解決方法に関して提案させていただきました。また、海外の従事者の管理についてもアンケート調査を行いまして、本システムとの連携や将来の展開について、基礎的な知見を得ました。

成果として三つ挙げさせていただきました。安全利用検討会議等の開催、実習ガイド公開により、作業者の安全への知識と意識の向上。2番目、放射線利用及び安全管理に係る課題及びその課題の洗い出しと問題解決方法の提案。そして、放射線業務従事者情報一元管理に向けた課題を洗い出し、その解決方法の提案をさせていただきました。

52ページ、次のページでございますが、こちらがマイルストーン、平成29年度からのマイルストーンでございますが、先ほど説明いたしましたように、令和元年度で、一旦、上の部分は終了となりましたので、後半の部分、放射線業務従事者に係る管理情報の一元化に関しては、令和2年度から進めさせていただいております。

ここの部分を拡大させていただきましたして、令和3年度の事業計画をこの52ページの下の部分に示させていただきました。それぞれ実際に実施した事項は、次のページ、53ページの上に示させていただきました。

令和3年度、全体会議としましては、今年1月14日に開催させていただきました。継続的な利用のための試算・検討ということで、後ほど詳細に説明させていただきますが、ワーキンググループを設置し、議論させていただきました。そしてシステムの拡張に関しては、管理者モードの追加等の機能の追加、逆コンバータの開発をさせていただいております。そして利用マニュアル・接続マニュアルの整備としましては、コンバータのマニュアル整備、追加機能のマニュアルの作成をいたしました。そして利用機関における体制・規程等の整備のための雛型の検討ということで、これはワーキンググループを設置し、議論いたしました。そしてシステムの本格運用という形で、大学の、21大学プラス1大学、そして共同利用機関三つを加えて、現在運用しております。

53ページ、下の部分、研究体制でございますが、研究代表者が私、渡部ですが、あとは21大学の国立大学アイソトープ総合センターをメンバーと加えて、本研究を進めてまいりました。

では、54ページ、進めさせていただきますが、今年度の研究概要を御説明いたします。既に述べましたようにネットワークの全体会議を開催させていただきまして、2番目とし

て、大学・研究機関の放射線業務従事者情報の共有化と一元管理というところで活動をしてまいりました。最後の年ということで、全国的な共通理解の形成ということで、これも後ほど述べさせていただきますが、幾つかの学会等で本事業の説明の機会をいただきましたので、そちらの学会等で発表させていただきますして、本ネットワークの周知をさせていただきますいております。

そして、今年度の研究概要の(2)でございますが、大学以外の機関を含めた連携ネットワークの構築ということで、大学からの利用者が多い放射光施設・大型加速器施設のような共同利用機関からの連携を推進させていただきました。共同利用機関、具体的にはKEK、SPring-8、J-PARC、仁科加速器センターに、どのように外部から従事者を受け入れているのか、それらの管理方法等に関して現地調査を行いました。また、本事業の専用ネットワークに共同利用機関として接続して、システムの利用実験を行うということで、昨年度から検討させていただいておりますが、SINETにつなげられない機関、大学等も本ネットワークに組み入れるということで、対向VPNルータを新たに仕組みを構築いたしまして、本年度はこの対向VPNルータを使った接続を検討いたしました。

また、システムの拡張、これはソフトウェア的な拡張でございますが、利用の追加機能の開発を行いまして、利便性を向上させていただきました。また、各大学で独自に構築した個人管理システムと本システムの連携方法を確立するというところで、逆コンバータというところも開発させていただいております。

続きまして、55ページになります。本年度の研究概要の(3)ということで、今年度は将来も見据えたワーキンググループ、課題の洗い出しとその解決方法の提案として、五つのワーキンググループを構成させていただきました。①番目、個人情報/学内規定検討ワーキンググループ。②番目、継続的な利用のための試算・検討ワーキンググループ。③番目、運用拡張/利用マニュアル整備ワーキンググループ。④番目、次世代システム機能検討ワーキンググループ。⑤番目、教育訓練検討ワーキンググループ。こういう五つのワーキンググループを共同利用施設からのオブザーバの参加も含めて構築いたしまして、三、四回のネットワークを使った議論をさせていただいております。

また、事業進捗のPDCAは定期的にプログラムオフィサーに進捗を報告しまして、様々な相談をさせていただいております。

それでは、55ページ、下のほう、今年度の進捗をもう少し具体的に説明させていただきます。

1番、一元管理に関する全国的な共通理解の形成ということで、これ、後ほど成果としては報告いたしますが、シンポジウム等、様々なユーザを見据えた、大学だけではなく民間も含めた形で、本事業の周知を行いました。

2番目、大学以外の機関との連携ネットワークの構築ということで、これも先ほど説明しましたように、大型の加速器施設等につなげるようにSINETの整備を行ったんですが、SINETが今年度SINET5からSINET6ということで、システムの大幅更新ということになってしまいまして、SINET自身が新規の接続を認めないということになりましたので、今回はSINETの代わりに対向VPN方式による接続とさせていただきました。

続きまして、56ページ目、今年度の進捗の(2)でございますが、システムの機能追加として、まずは管理者モードの追加ということで、今後新規に接続申請があったときに、その新しいサイトに追加する機能をサーバ側に追加させていただきました。また、何か不具合があったときの詳細なログを追えるように、動作ログの取得を行えるようにいたしました。また、法令改正に伴う共通フォーマット、具体的には白内障、目の水晶体の被ばくの管理方法を変更いたしました。3番目、従事者情報のファイルの出力、CSV形式のファイル形式での出力を行えるようにいたしました。

本システムが出力した従事者情報ファイルを学内のシステムで利用する方法について、逆コンバータ、つまり共通フォーマットから逆に自分たちの管理しているシステムに送り込めるようなコンバータを開発はしたんですが、やはり実際には、各大学、共通フォーマット以上の情報を持っているということで、完全には、この逆コンバータという試みは完全ではないということで、これも今後の検討課題とさせていただいております。

続きまして、56ページ、下の部分、今年度の進捗(3)でございます。WGによる検討ということで、先ほど述べたように、5つのWGを設置いたしまして、それぞれのWG、21大学の先生方及び大型加速器施設の先生方にも加わっていただきまして、議論を進めさせていただきました。このWGそれぞれの報告は、全体会議、今年1月14日に行われた全体会議で報告させていただいております。

一つ、いろいろ提案はあったんですが、個人情報保護の観点から、事業者間での情報交換、これは56ページの下左側ですね、が現状我々が取っているシステムなんですが、将来的には従事者本人を介する方法、図の右側、必ず従事者の了解の下に個人情報をやり取りするという体制が必要ではないかということをご提案させていただきました。

続きまして、57ページ、今年度の進捗(4)でございます。WGによる検討のつづきですが、

一元管理システムを継続的に運用するための保守費用を、従事者1人あたりあるいは1施設あたりの利用料でまかなう場合の試算を行いました。従事者の初期教育訓練をオンラインで行うサービスを併設することで、負担側の理解が得られる可能性があるという提案をさせていただいております。一方で、システムを継続的に恒常的に運用するためには人員の確保が必ず必要であり、その点に関しては今後の検討課題とさせていただいております。

また、海外、Nがたくさんあるわけではありませんが、18か国の実際に放射線の従事者を管理している、いわゆる日本で言う主任者に対応する方にアンケートを取らせていただきました。そして、海外ではどのような形で従事者管理を行っているのかというアンケートを行った結果、国あるいは国に準ずる機関が業務従事者の一元管理を行っているというケースが18か国中9か国、50%あったということで、わが国においても導入を検討すべきではないだろうかという提案をさせていただいております。

また、これもかなりハードルは高いというのはよく分かっているんですが、現在はRI規制法と労働安全衛生法の二重規制により雇用者と施設の双方に従事者管理の義務がかかっており、非効率的であると。これは、この事業を通して、改めて明らかになったことです。外に行く、実際に自分の施設には使わないという従事者が相当いると。その管理に関しては、各大学、各施設、非常に頭を悩ませているという実情がよく分かりました。そこで、将来的には従事者の管理義務は雇用者側にも課す等の法令改正が望ましいだろうと提案させていただいております。

57ページ、今年度の成果でございますが、四つほど学会発表させていただきました。

第8回加速器施設安全シンポジウム。こちらは、主に共同利用施設を使う側、管理する側の方々がオーディエンスとなっております。

また、令和3年度大学等における放射線安全管理研修会では、従事者管理の情報をどのように管理しているかということを議論させていただいております。

また、③令和3年度の放射線安全取扱部会年次大会。こちらは、民間事業所、医療機関等もオーディエンスとして参加しておりますので、そういう方々向けに本事業の紹介をさせていただきました。

そして、④第3回日本放射線安全管理学会日本保健物理学会合同大会ということで、アンブレラ事業と合同シンポジウムを開催させていただきました。職業被ばくの線量登録管理制度との関連を含めて、全国的な一元管理のあり方について議論を行わせていただきました。また、今年度の成果のこのページには書かれておりませんが、先日、日本アイソ

トープ協会の広報紙である「Isotope News」に、本事業の説明の解説記事を掲載させていただいております。

58ページ、今年度の自己評価でございますが、概ね計画どおりとさせていただいております。ネットワーク全体会議を開催し、一元管理に関して進めさせていただきました。また、ワーキンググループを設置しまして、様々な問題に関して洗い出し及び提案をさせていただいております。

最後、今後の課題でございます。大学・機関ごとにばらばらだった従事者管理項目を統一し共通フォーマットを提案しました。これが本事業の一番の成果かと考えております。この共通フォーマットを用いた従事者情報の交換システムをセキュアな専用ネットワーク（SINET L2-VLAN）上に構築し試用しました。今後はこの経験をもとに個人情報の扱いや教育訓練との連携を取り入れた次世代システムに発展させていきたいと考えております。諸大学や共同利用施設の従事者管理システムとの連携はこれからの課題であり、それぞれの更新のタイミングで本システムとのデータ連携を取り入れるべく働きかけていくと考えております。

以上、私の発表を終わらせていただきます。御清聴ありがとうございました。

○三橋企画官 はい。渡部先生、御報告ありがとうございました。

ただいまの御報告につきまして、御意見、御質問等ございましたら、よろしくお願いたします。

では、小田委員、お願いたします。

○小田評価委員 はい。御説明ありがとうございました。

最初のほうのスライドに5年間の計画があって、そのうち直近の2年間はこのテーマに絞るということになったという経緯。そして、それは、その経緯からすると、この2年間の結局できたことというのは、最後の58ページですか、この58ページの下のほうの、共通フォーマットを提案した、まあ提案されたのはいいんですけども、その提案に、実際、各大学がこれに乗せて運用するということまで結局行っていないという、そういうことでしょうか。

○渡部氏 はい。ありがとうございます。実際はこのシステムを稼働して、運用の実績は積んでおります。

○小田評価委員 実際に各大学は一応参加しているということですね。

○渡部氏 はい。

○小田評価委員 分かりました。はい。

で、そういう、できたこと等、これ、今後の課題というよりも、やっぱりこれ、一応今年度でおしまいの事業になりますので、このシステムで、この5年間、実際には2年間でできたことというのは最終報告書にまとめていただき、最後に今後の課題ということだと思うんですけども、この計画の途中、例えば今年度に新たにまた五つのワーキングを立ち上げたりして、直感的には今年1年間で立ち上げて、すぐ結果が出るかなと思うぐらい、ペースが遅いのではないかと思っているんですけども。つまり、将来これ、この課題が続くわけじゃありませんから、その、何と申しますかね、この2年間、今年度で終わるところの締めと申しますかね、その辺を意識して最終報告書には書いていただかないといけないんじゃないかと思うんです。その辺、気をつけていただきたいと思います。

私から、以上です。

○渡部氏 ありがとうございます。承知いたしました。

○三橋企画官 はい。では、次、二ツ川先生、お願いいたします。

○二ツ川評価委員 はい。御報告ありがとうございます。

この一元管理システムを動かす上では、やはり各施設のメリットと、また、今後運営していく上で、費用という点が、先ほどもお話がありましたけれども、重要だと思うのですね。ですから、今、小田先生もお話しになりましたけれども、まとめの中に、将来的にこの各大学がどういうメリットがあって、そのためにどういうふうに費用を構築して、そして、この一元管理を実現していくかというところが書き込まれてこないと、ちょっと、はっきり将来性が見えないかなと思ったのですが、いかがでしょうか。

○渡部氏 ありがとうございます。

最終報告にはそのような形で記載させていただきますが、今回、この費用に関しては、様々なシナリオで検討しまして、やはり個人負担が、大学の場合には、どうしても学生等、そんなに費用を課せないというところもございますので、一つのシナリオとしては、民間を入れて、民間には多少負担を増やしていただくと。さらに言えば、教育訓練のコンテンツをこのシステムに導入することによって、かなりこのシステムを使いたいというところが増えるのではないかと考えており、実際に聞いてみると、ぜひ、教育訓練に関しては、取り入れてほしいという声が多かったので、その点は、幾つかシナリオはございますが、その辺りを報告書には記載させていただきますが、ぜひ、将来、これに継続する形で進めたいと考えております。

○二ツ川評価委員 はい。ありがとうございます。

○三橋企画官 はい。では、占部先生、お願いします。

○占部評価委員 はい。ありがとうございます。

先ほどの共通フォーマットの件で、少し追加して質問したいんですけども、これが、確実に、例えば、ある一定の大学からずっと広がっていくということが今のところなかなか難しいということのようなんですけど、なぜ、そういう状態になっているかということの分析を必ず入れていただきたいと思います。法律上の問題もあれば、各大学の事情の問題もあれば、今おっしゃったような費用の問題もある。様々あると思うんですけども、やはり大学とか研究所というのは、それぞれ独自の都合というのを持っておられると思いますので、それぞれがどういう要望があるのか、あるいはそれをどのように共通フォーマットとしてまとめていくのかというようなことについての展望をきちっと示していただければというふうに思います。

以上です。

○渡部氏 はい。ありがとうございます。

ぜひ、報告書には書かせていただきたいと思います。

○三橋企画官 はい。

では、吉田先生、鈴木先生の順でお願いいたします。

○吉田評価委員 はい。ありがとうございます。

このタイトルというのは、そもそも健全な放射線防護実現のための放射線教育と安全管理ネットワークという名称だったわけなんですけども、途中から、一元管理のところに話がやっぱり収束してしまって、この被ばく線量の管理というのは、この報告書の中にもありましたけれども、やっぱり個人の情報をどのように管理するかということで、個人から直接いただくにしても、そうすると、個人の同意書をどのようにして取るか。それから、保管をどうするか。記録をどういうふうにとっていくかと。非常にハードルが高いところに何か来てしまったような気がしまして、むしろ、教育訓練のコンテンツであるとか、教育訓練の受講履歴であるとか、そういったところというほうが、何かこのネットワークで行う管理、一元的に管理するに当たっては、非常に取っつきやすいところだったんじゃないかなと、ちょっとわたし的には思っております。

ではありますけれども、その一方、業務従事者というか、職業被ばくの一元管理というのも大きな課題でありまして、例えば、このワーキンググループに医療系の大学の医学部

のお医者さんであるとか、保健学科の診療放射線の技師さんであるとか、臨床系の方々というのは、入っていらっしゃるのかどうか。そしてまた、そういった方々の反応というのはどういうものがあるか。最初の報告書、作成に当たりましては、そういった具体的などころ、そして、それが課題であるとするれば、どういったところが課題となるのかということとを具体的に書いていただければいいのかなと思います。

以上です。

○渡部氏 ありがとうございます。

先生おっしゃるとおり、健康診断の結果が、一番、特殊性があつて、管理が難しく、かつ、各大学、管理方法が全く異なるというところで、ここの部分は、一番苦慮するところでございます。先生もまたおっしゃっていただいたように、教育に関しては、やはり大学人でございますので、我々、一番、プロフェッショナルとして供給できる部分で、今回、課題は、教育という部分を残させていただきまして、最後のワーキンググループでも、教育訓練等の提供という形で提案させていただきまして、やはり教育訓練、法改正によって、各大学が割と自由に教育訓練のコンテンツはつくれるようになったんですが、それが、むしろ混乱を招いている部分もございますので、我々、これ自身は、大学人としていろいろ提案できるんじゃないかなと考えております。ありがとうございます。これは、ぜひ、報告書に上げさせていただきます。

○鈴木評価委員 はい。鈴木ですが。

一番分かりづらいのが、一元管理をする、そして共通フォーマットを使うという中で、何を管理していくかという、その項目が何となく見えていなくて、線量情報もあるだろうし、特定健診、放射線の健診をやりますね、そういうデータだったり、あるいは教育訓練の実績のデータだったり、いろんなものがあると思うんですが、その中で、何は一元管理が現在できて、何が、先ほどから個人情報の問題とかがあつて、なかなか難しいとかということもありましたけども、そういうちょっと整理して、何を一元管理、今はできて、そして何ができないのか、そしてそのハードルは何なのかというような形で報告書をまとめてもらえると、こちらとしても理解できますし、また、行政のほうとしても、法改正が必要と言っているところがどこに当たっていくのかということが見えてくるんじゃないかなと思いますので、ぜひ、報告書、そのような、周りの人間が読んで問題点が分かるような書き方にしてもらえると、ありがたいです。

○渡部氏 ありがとうございます。

我々管理としては、教育訓練と被ばくと健康診断の結果、三つとも情報としてはやり取りするんですが、あくまでも、今回、我々がターゲットとしているのは、ある施設から外部のほかの施設へ使いに行くときの従事者の管理のデータをやり取りするところをフォーカスしておりまして、大学全ての従事者のデータを永年保管するとか、そういうところまでは考えておりません。ただ、それでも、やはり一時的にはネットワーク上にそういう個人情報がかかってしまうというところで、問題視される委員の先生方もいらっしゃると思いますので、その点は、十分注意して、対応方法に関しても考慮したいと思います。

ありがとうございました。

○三橋企画官 はい。

そのほか御意見、御質問、御追加等ございましたら、よろしく願いいたします。

(なし)

○三橋企画官 はい。では、ここで質疑を終了とさせていただきます。

渡部先生、どうもありがとうございました。

○渡部氏 ありがとうございました。

○三橋企画官 次が、最後の演題となります。第9演題、題名は「放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成」。発表者は、量子科学技術研究開発機構の神田先生です。よろしく願いいたします。

○神田氏 すみません。量研の神田と申します。資料番号は、通しで59ページからとなります。どうぞよろしく願いいたします。

本事業は、原子力機構それから原子力安全研究協会の先生方と一緒に担当をしております。事業を始めて5年目となりまして、まず、分担者に交代がございました。原子力機構の高田先生、それから原安協の米原先生が分担者となられております。

下のスライドを御覧ください。本事業の背景となります。近年、放射線防護の方策の決定に、ステークホルダーの合意形成が必要とされる場面が増えてきております。しかし、放射線防護以外の分野の先行事例を見ても、専門家の関与がまずくて、合意形成が失敗したというケースが結構ございます。専門家がまたそうした場面に呼ばれて適切に対応するためには、事前に情報が共有されていること、それから連携の場が築ける状況になっていること、そして協調できる関係を築いていることということが必要だというふうに考えております。そこで、本事業では、具体的な課題を解決しながら、そういった条件を

整えていこうというふうに考えてまいりました。

中段の実施状況ですけれども、今年度、最終年度は、アカデミアは自発的に調査した結果を基に提言をまとめました。また、課題解決型ネットワークでは、解決のための制度設計案をまとめまして、今後の自主運営について検討を行いました。特に、職業被ばくの個人線量管理に関しては、優先度の高いと思われました医療分野にフォーカスして設計した制度を、医療現場ですとか行政の方々と意見交換を行いました。

60ページ、上段を御覧ください。事業の実施体制となります。昨年度から、情報提供、調査、議論に、大変多くの先生方に御参加いただきまして、他学会の参加者も増えました。今年度は、昨年度とほぼ同じ体制で事業を行っております。

下のスライドを御覧ください。本事業では、採択時においては、当面の課題として、三つの課題を検討することとしておりました。それが赤字で表記した部分となります。安全規制研究の重点テーマ、緊急時対応人材の育成、職業被ばくの個人線量管理であります。

この事業をどういう体制で行ってきたかといいますと、オレンジの部分、放射線防護に関係したアカデミア、それから、左は、特定の課題解決を目的とした二つのネットワークであります。この二つが連携をしながら事業を進めるということで、各構成団体からの代表者から成る代表者会議が全体の事業をグリップしてまいりました。

5年間で検討する課題も広がってまいりまして、同時に事業体制も広がりました。例えば、昨年度、線量の新概念の国内導入に向けた議論をするために、代表者会議の下に線量ワーキンググループを立ち上げました。また、アンブレラの枠外の機関との連携に関しては、点線で囲っておりますけれども、こうした機関との連携も進めてまいりました。特に、今年度は、図の左側になりますけれども、ネットワークが開催したステークホルダー会合に大学ですとか医療関係者が議論に参加してくださったり、あるいはこちらから説明に向いたりといった広がりがございました。この体制で最終的には六つの課題について検討を行いました。

61ページ、上段を御覧ください。この六つの課題ですけれども、スライドの左上にあります、まず、緊急時対応の人材確保・育成と職業被ばくの一元管理、そして、右上に書きました安全規制研究の重点テーマ、ここまでは当初から予定していたことですが、そこから派生しました放射線防護人材の問題、そして、右下に記載しました線量に関する諸問題と事故の予防と緊急時対応に関してです。

この六つの課題、総花的に見えるんですけれども、横串の部分を御説明させていただき

ます。アンブレラ事業の根っこは、円の部分、アカデミアが課題を抽出して、その課題を議論する部隊を組織して、解決策を検討して、ステークホルダーと調整して、解決策を実施したり、あるいは提言をする。このサイクルを自発的に回すことができるようにするというのが目的でもあります。そして、その過程において、具体的な成果を創出するというのがこの事業のプランとなっています。

ただ、5年間で検討した6課題が全て一からスタートしているわけではありません。緑の部分、ネットワークの活動ですけれども、テーマは決め打ちで、2の担当部隊を組織するところからスタートしています。そして、昨年度まではステークホルダーとの対話を進めて、今年度は濃い緑のところまで進みました。

一方、アカデミアは、当面の課題であった重点テーマ、そして、そのスピノフとして検討した放射線防護人材の課題に関しては検討いたしまして、今年度は濃いピンクの部分、解決策の一部を実施するというところに至りました。そして、一からスタートした、課題抽出からスタートした線量と緊急時対応の問題に関しては、両方とも解決策をまとめまして、今年度はアカデミア内で合意形成のステージまで来たところでもあります。このように六つの課題を検討して、丸の全ステップを経験したというところとなります。

下段を御覧ください。また、六つの課題の検討を通じて、今後、アカデミアが規制に貢献する際の仕組みづくりも完了したということになります。今後、新たな科学的知見が得られて、これを規制に取り込むべきかどうかといった検討をする際には、アカデミアが中心となって情報収集や議論を行って、規制に反映する上での論点整理や研究を実施し、オーソライズをするといった段取りが求められると思っています。その際、情報収集だったらWebinarや国際動向報告会をすればいいでしょう、こういうときには複数の学会で合同の委員会を立ち上げればいいでしょうといった具合に、具体的な貢献の方法ということがはっきりしたと思っています。これであれば、規制側からも、このステップについては、アカデミアに協力を依頼したら、専門家の合意として、こうしたアウトプットが得られるだろうということが分かりやすくなったというふうに考えております。

62ページ、上段を御覧ください。今年度の活動のポイントとなります。一つ目は、事業の最終年度として、六つの課題、それぞれの解決策を取りまとめて、一部、実行いたしました。中でも、事業内で実施が難しいものは、外部と連携をして行いました。それから、コロナ禍の中で実施したWebinar、テーマを設定しての国際動向報告会、これはアンブレラの事業として定着した感がございましたので、これは事業終了後も続けることをにらん

で、取組を行いました。

それから、2点目ですけれども、昨年度の評価ですが、ちょっと手を広げ過ぎたのではないか、若手の人材育成はどうするの、といった御助言をいただきました。若手の支援に関しては、ポスト不足の問題ですとかキャリアパスがはっきりしないといったところとも関係しているので、直接、本事業でできることというのは限られているんですけれども、若手向きのWebinarを開催したり、事業の中で全活動において人材確保の視点を入れるということを行いました。これについては、効率的ではないのかもしれない。ただ、何もしないというのにはあまりにも問題が大きいということで、各学会にも独自の取組を行うことをお願いしております。これも事業終了後のことをにらんでのことです。

それから、事業終了後のアンブレラ、それからネットワークの将来像について、これは事業をスタートした時点から強く認識していることでもあります。この結論については、後ほどアカデミアとネットワークの進捗、それぞれのところで御説明をさせていただきたいと思えます。

下段を御覧ください。ここからは、個別の課題への取組の御説明となります。

最初は、安全規制研究の重点テーマに関してです。これまでネットワーク形成事業の代表者は、翌年の放射線安全規制研究の重点テーマについて、ヒアリングを受けてまいりました。細かい表で恐縮ですけれども、これまでアンブレラが提案しました課題が41課題ございます。こうしたテーマに関しては、提案しっ放しではなくて、フォローもしてまいりました。41課題のうち、重点テーマとして御配慮いただいたのが大体3分の1、それから、省庁の枠組みで実施されるような研究を含めても、約半分程度です。

そこで、学会や事業担当機関がドライ研究ですとか調査の一部を実施してまいりました。それが右の列となります。赤字の部分が今年度進捗があったものです。NORMに関しては、今年度、安全規制研究に採択されまして、先ほど御評価いただいたところがございます。それから、青の部分は、提言やWebinarの形で、課題の内容を深掘りしたり、プロモートしたりといったことを行いました、その部分です。このように、過去4年間の間で、何らかの進捗があったものが全体の7割というふうになっております。

63ページ、上段を御覧ください。このテーマは、重要だけれども、実際に担える研究者が今いるんだろうかというのが、重点テーマの議論をしてきたときに、新たに生じた課題でした。そこで、放射線防護人材についても検討することといたしました。これまでの調査から、専門家の数は、20年ぐらい前と比べますと、大体、2割ぐらい減っていると。そ

して、学会員の年齢分布も高齢者側にシフトしているんだけれども、必ずしも若手が減っているわけではなくて、40代、50代辺りが減少しているということが分かりました。つまり、若いうちは放射線防護の業界に興味を持って入ってきてくださった方々が、40代、50代になったときに、この業界から離れていく、離れざるを得ないといった状況にあるということでもあります。この理由についてですが、学会員の声から判断しますと、ポストの不足だったり、キャリアパスの問題が大きいというふうに解釈しています。

これに関して、できることは限られていますけれども、できるところから行うということで、青い部分で囲ったところが今年度の取組となります。具体的には、若手向けのWebinarを開催するとともに、若手が企画したイベントを支援しております。アカデミア参加学会にも御協力いただきまして、研究室を紹介するようなWebinarを実施したりとかされています。このような学会独自の取組というのは、今後の本事業終了後の取組にも継続するものだと思っています。

また、後ほど御説明いたしますけれども、今年度、アカデミアでは、緊急時対応の提言をまとめましたが、その中でも、生物学的線量評価を行う専門家の確保について言及しておりますし、緊急時ネットワークでは、緊急時に専門家として対応できる人材育成プランというものをまとめたところなんです。このように、具体的に育てる人材像というものを明確にして、関係機関が足並みをそろえるということが効果的だろうというふうに思っておりますし、アカデミアの役割の一つであろうと思っています。

下のスライドを御覧ください。コロナ禍においてWebinarは有用なツールということを考えて、今年も5回開催しております。テーマは昨年度末にアンケートを実施いたしまして、御希望が多かったものから選んでいます。人材育成と確保の観点でも、グローバルな活動を支援するようなもの、それから、やや取っつきにくい防護の話を魅力的に解説していただくような企画も考えました。こうした詳細な企画や運営も、学会に分担していただきました。これも、しつこいようですが、事業終了後を考えてのことです。

各回とも参加者数や職場の属性など充実しておりますし、チャット等での質問も多く、ステークホルダーとの対話も可能な場になったかなと思っています。特に、国際的な機関で活躍されている方々に経験談を話していただいた回では、実際にお聞きになった方がICRPの国内委員に問い合わせ、Mentee制度について伺われたというふうに聞いております。

こうしたことから、Webinarは、本事業終了後も自主的に継続すべき課題というふうに

アンブレラ事業側は考えております。これについては、後ほど御説明をさせていただきます。

64ページ、上段を御覧ください。ここからは、課題抽出の段階から取り組んだ活動の報告となります。まず、課題抽出の場として、国際動向報告会ですけれども、この報告会、5年間続けて行いまして、国際機関等で、今行われている議論に関して、その関係する国内の先生方に御報告いただくということを行ってまいりました。放射線審議会でも開催報告をさせていただくなど、情報共有と展開に一役買っております。

また、メインテーマを決めて、円卓討議も行ってまいりました。今年の活動は青で囲ったところですが、テーマはICRPの主勧告の改訂でした。御覧いただいたような観点で、論点が整理されました。

今後、次期主勧告の議論が本格化していく中で、日本の専門家も積極的に関わってまいりたいと思っておりますので、学術コミュニティとしてはいい予習の場に、この国際動向報告会がなっただろうと思っております。

下のスライドを御覧ください。国際動向報告会で課題を抽出して検討を進めた例として、実効線量と実用量の問題があります。これは、令和元年度の国際動向報告会で取り上げたテーマでもあります。線量の新たな概念を国内に導入した場合、どんな準備が必要かということについては、これまでもいろんな先生方、それから機関が検討しているところではありますけれども、学会間の共同研究的な体制で、これまでの国内外の議論を整理して、提言を取りまとめたところでもあります。

具体的な今年度の活動、四角で囲ったところですがけれども、関連学会や省庁に対して、それから、研究開発機関や専門家、あるいは実務者向けといった具合に、対象者を明らかにして、提言を取りまとめました。で、取りまとめに関しましては、パブリックコメントスタイルで広く意見を募っております。

提言内容としてちょっと特徴的かなというふうに思われるのは、社会への説明ということに重きを置いている点です。これは、ちょっと関心ですとか、専門性が違う学会が連携して行った検討の結果ということを色濃く反映しているかなと思っております。

このワーキングの報告書は、既にアンブレラのホームページ上で公表しておりますが、この線量概念の導入というテーマが大変重要ですので、今後も引き続き細かいところとか、抜けているところとか、いろんな枠組みで継続的に検討することになると思います。その継続性が重要だろろうと思っております。今後も、アカデミアの自主活動として、ステークホ

ルダーとの意見交換の場をつくったり、あるいはこちらから出向いていたりということができればいいなと思っています。

65ページ目、上段となります。昨年度、三つの学会は、緊急時対応というお題に対して、それぞれの専門性と関心に合ったテーマを選択して、海外の知見の収集と国内の調査という二つの方法で検討を行いました。検討結果は、それぞれの学会が報告書としてまとめたんですけども、今年度はA学会がまとめた報告書をB学会がレビューするというを行いました。他学会がまとめた報告書をレビューするというのは若干敷居が高かったんですけども、これをやっていただいたおかげで、専門性や関心が別々の四つの学会が、この内容だったら合意できるというような事実認識ですとか提言を抽出することができました。最終的には、線量ワーキングの提言と併せて、「提言 我が国の放射線防護方策の改善に向けて」というタイトルの提言を四つの学会と代表者会議の連名で公表いたします。現在、各学会が承認手続を行っている段階で、ほぼ終了段階となっています。

この提言の取りまとめに、総勢約80名の専門家に御協力いただきました。この報告書にも謝辞としてお名前を載せさせていただいておりますが、この場を借りまして、お礼を申し上げます。

私は、原子力や放射線医療の分野に比べて、放射線防護の関連学会が規制への貢献が限られている理由は、放射線利用の現場、現場ごとに学会が細かく分かれていて、なかなか専門家の意見を統一するというプロセスがなかったことじゃないかなというふうに思っております。この相互レビューというプロセスはこの点の克服につながると思っています。

下のスライドを御覧ください。提言の内容です。三つの課題に対して、それぞれ2ないし三つの名宛先への提言をまとめています。

一つ目、事故の予防、収束については、事業者に向けては、きめ細かい規程やマニュアルの整備、それから、規制当局には、事故の情報公開や専門機関による分析や検証を進めることを提言しています。

二つ目、大規模な災害発生時に関しては、生物学的線量推定に関して、特に、高度被ばく医療支援センターの間の連携、それから、トリアージ手法の検討、全国規模のネットワーク形成等をお願いしています。また、国や地方自治体には、原子力防災訓練に線量評価の要素を組み入れてほしいというお願いをしています。

三つ目、線量の新概念に関しましては、研究や管理の実務者には、メーカーと協力して、線量計や校正手法の規格に取り組むこと。それから、学会には、特に実効線量の意味や制

約に関する共通認識の形成をお願いしておりまして、行政にはその共通認識を普及することをお願いしています。

こうした提言は、つくってももちろん終わりではなくて、この後、提言の名宛人や、あるいは国際的な機関との意見交換に利用できればというふうに思っておりまして、今、提言の英語版もつくっています。名宛先の一つである高度被ばく医療支援センターに関しては、提言の作成途中から情報のやり取りをしておりました。提言の内容の一部には、もう既に着手されているというふうに確認をしております。

66ページ目、上段を御覧ください。事業終了後の在り方についてです。1年越しで議論しています。まず、1年前に代表者会議メンバーがアンブレラ事業の自己評価をしたんですけど、そのときに評価が高かった事業というのが1)～5)の部分です。この中で、学会の活動や目的と合致しやすいというものが赤字の二つ、学会で同じテーマで行う検討や調査とWebinarだと思っています。で、それなりに費用がかかるものというのは、自主事業ではやりにくいだろうということで、何か資金的な援助があればということで、今、一旦、脇に置いています。

それから、規制庁との対話ということは、やはり規制庁側にニーズがあるかどうかということが大事だというふうに思っていますので、来年度以降の制度設計に関しては、まず、赤字の二つの活動ができることということを念頭に行っています。

今、学会はどちらも連合する方向に向かっているので、モデルケースは幾らもあるんですけども、会費を集めたり、法人化をしたりとなりますと、またちょっとハードルが高くなりますので、現時点では比較的穏やかな連合体を考えています。

左下に会則（案）の一部を載せておりますけれども、今回は学会だけじゃなくて、大学とか研究所も加盟が可能な会則というものをつくりまして、今、学会に意見を募っているところです。

それから、こういった活動を末永く続けていくためには、中心となるような事業が必要だというふうに思っていますので、それが何かというものを今議論しているところですが、緊急時の人材育成ですとか職業被ばくの一元化の進捗をフォローしていくというのも、継続的な事業になり得るかなというふうに思っています。

下段を御覧ください。ここから先が二つのネットワークの活動についてです。時間の関係で、もう検討の結果だけをお話しすることになると思いますけれども、本事業はプロセスも大事だと言ってきたところでもありますので、このスライドでアピールポイントだけ御

説明をさせていただきます。

ネットワークの活動は、解決担当部隊を組織するところからスタートしているんですけども、この部隊をどうするかというので、半ば結論が決まってくるというところもありますので、ここがすごく大事だと思っています。結論で申し上げますと、どちらのネットワークにも、いろんな立場の専門家が検討に加わっています。緊急時のネットワークに関しては、今後、ネットワークに関わるだろう団体というのがある程度想定できたので、この5年間、そういう方々と対話をしながら検討してきました。一方、職業被ばくに関して、いろんな方と一緒に議論をスタートしたんですけども、ほぼ最終年度の段階では、優先順位をつけて、医療分野に特化して制度設計をすることになりましたので、今年度は医療関係者にアンケートを実施して、現場に見合った解決策を作成しております。

67ページ、上段です。緊急時ネットワークの活動となります。ネットワークの人材育成、対象となるのは、放射線に対して相応の知識を持った方々としております。この方々を緊急時に専門家として役立つようにするというので、これには体系的な研修が必要だと考えました。

今年度は、原子力緊急事態対応ガイドというのがほぼ完成いたしました。これはどういうものかと申しますと、例えば、環境モニタリングで測定分析担当になって、測定・採取班になって、指導的役割を果たすためには、こういうこととこういうことを知らなきゃいけない。それには学習素材として、これとこれとこれを学習するようにという星取り表のリストを作っていました。これに載っている学習素材それぞれに内容を概説したカードも作っていただいている。これをまとめてガイドというふうに呼んでおります。

これをベースに、実際に研修会を開催いたしました。スライドの②の部分です。環境モニタリングコースに70名、避難退域時検査コースに80名受講しまして、このアンケート結果を、この後、ガイドに反映します。これをもって、ガイドのバージョン0が完成となります。

ただ、これだけだと、まだ十分じゃないと思っていまして、緊急時はマニュアルどおりに対応するというわけにはいかないことが多々発生しますので、応用力も養えるように、日頃から課題解決に向けた検討に参加することが重要だと思っています。これがスライドの③に当たる部分です。若い方々には、シニアと一緒に検討してもらって、シニアの経験とかナレッジを継承する場として、有効活用していただきたいと思っています。

下のスライド、御覧ください。こうやって体系化した研修ですとかオン・ザ・ジョブ・

トレーニングで育成された人材をどのようにネットワーク化していくかですけれども、書いてあるのは理想的な形です。すなわち、人材をリスト化して、最新情報などを提供して、平常時からつながりを持っていくと。こうしたネットワークの活動になるには、やはり核となる機関が必要だなというふうに思っています、それが学会ですとか国などの支援を受けて運営することが望ましいというふうに思っています。

正直、どの機関もボランティアベースで行うには限界がある。荷が重いということはあるんですけども、このネットワーク活動を通じて、5年間感じたことは、やはり現場の危機感というのは半端じゃないというふうに思っておりますので、できるところからやっていきたいというのが、今回、分担者と代表者である量研とJAEAの思いです。具体的には、先ほど見ていただいたような研修会の実施やガイドの維持や更新というものをJAEAと量研が協力しながらやっていきたい。こうしたネットワーク活動を続けることによって、必要性、有用性を、国、地方自治体に認知していただけるようにプロモートしていきたいと思っています。

68ページ、上段を御覧ください。ここから職業被ばくの一元管理です。

左上、①過去の振り返りをいたしますと、職業被ばくの線量管理の一元化、先人たちも同じような提言をしていますけれども、実現には至らなかった、そのやはり最大の理由は、ステークホルダーからの理解が得られなかった点にあると思っています。国からも事業者からも支持は得られなかった。これは、防護の人間の考え方だと、原子力分野で可能なんだから、ほかの分野でも一元管理できるでしょう、行うべきだというふうになるんですけど、じゃあ、一元化を行ったことのメリットというのは、分野別にかなり状況に差があるというふうなことがよく分かりました。

②分野別に異なる状況を見ていただきますと、原子力分野では、中央登録制度が確立していますけれども、教育や研究分野では検出下限未満の方がほとんどであると。一方、医療分野では、検出下限以下の方々が20～30%程度、それから実効線量が年間20mSvを超える方々も結構いるということが分かっています。

制度案としては、御覧いただいている図の四つが考えられる中、ステークホルダーで意見を伺うと、国による一元管理を圧倒的に希望する方の声大きい。これは、お金がかかることだから国にやってほしいという意見なんですけど、ネットワークの結論といたしましては、赤字で記載させていただきましたとおり、医療分野から進めるのが現実的だろう。ただし、将来、分野が統合できるように共通性を担保しておくのが、このネットワークの

役割ではないかとしています。

下のスライドを御覧ください。ネットワークでは、これまでの議論を経て、医療分野のための具体的な線量登録のフローを医療分野に提案することといたしました。これが御覧いただいているフロー図となります。詳細は割愛しますが、これを実現するには、国と医療分野の両方が制度構築の必要性を認識していただく必要があります。大きな、やっぱりハードルはコストです。業界分野別制度の場合は、事業者が費用負担するということはどうも避けようがない。制度運用のためのシステム構築の初期費用、それから運用費、いかにコストダウンできるかというのは、これに何人参加するかということにも大きく関わってまいりますので、今、関係する機関と具体的な検討を始めて、どうコストダウンするのかということを議論しています。

今後の活動ですけれども、現在、ネットワークでは、国と業界の両方にこの提案をインプットしています。また、大学のネットワークも活動を継続されるということですので、その活動もフォローしてまいります。そのために、今後も、左下のような関係団体が参加するネットワークを維持、拡大して、推進へのアクションを継続していきたいと思っております。

69ページ、上段を御覧ください。今年度の発表等の成果です。口頭発表が例年より多くなりました。これは、職業被ばくの一元管理に関して、かなり現実的な制度案がまとまったということで、概して医療関係者からですけれども、話を聞きたいと、いろんなところからお声がかかりました。それで、ステークホルダーの場がアンブレラの外に広がったということで、これはよかった点かなというふうに思っています。また、こちらで記載した以外にも、アカデミアやワーキングが作成した提言ですとか緊急時ネットワークのガイドといった成果物、目に見える成果物もございます。

下のスライドを御覧ください。自己評価となります。代表機関、再委託先の分担機関ともに、今年度の事業は計画どおりの進捗をしたと思っております。

御報告は以上となります。どうもありがとうございました。

○三橋企画官 はい。神田先生、御報告ありがとうございました。

ただいまの御報告につきまして、御意見、御質問等ございましたら、よろしくお願いたします。

二ツ川先生、お願いいたします。

○二ツ川評価委員 御発表ありがとうございました。

大変広い分野でいろいろと御活躍をされているのですが、この事業の5年目ということで、66ページの上にありますように、この事業が終了した後にこの新たなアカデミアがどういう形で残っていくかというお話があったのですが、ちょっと分かりにくかったのですが、これを形として、事務局をどこかのアカデミアの学会に置くという意味なのか、それとも、何かそういう特別な事業体をもう一回つくるという意味なのか。ちょっとその辺の説明が分からなかったのですが、教えていただければと思います。

○神田氏 はい。一つモデルとしておりますのは、医療被ばくに関するネットワークです。医療被ばく研究情報ネットワークという学協会の18団体が連携している団体がございますが、これも法人格とかはないんですけれども、ここと量研は覚書を締結しておりますが、量研がこのネットワークの事務局を担当するという事になっております。一つ、それが、まあ、形としては想定していることなんです、これはやはり双方に何らかのメリットがなければ成り立たない契約でございますので、この新たなアカデミアが継続的に何をするのか、その事業にも深く関わってくると思っております。ですので、関わる全ての団体、そして事務局を引き受けるだろう団体にとっても、関係が深く、国の規制に役立つテーマを選びたいというふうに思っております。最終的には3月4日に開催される代表者会議で検討したいと思っております。

また、実は、参加している団体がこの時期2年交代の役員の改選の時期に当たっているところもございまして、実際、学会としては、このアカデミアに参加するかどうかの決定は、新役員が決まってからにしてほしいといった具体的な御提案もある中で、まだ不確実な部分は含んでいるということは、ちょっと御承知おきいただきたいというふうに思いますけれども、66ページの上段にまとめさせていただきました方向で、今、学会に御意見をいただいて、固めつつあるというところでございます。

○三橋企画官 はい。

では、鈴木先生、お願いいたします。

○鈴木評価委員 神田先生、ありがとうございました。

すごく精力的に多方面で活躍されている、また研究成果も上がってきているというようなことが、聞いていてよく分かりました。今後、どういうふうにアンブレラ事業を継続していくか。その費用なんかも含めて、ちょっと見えないところがあったんですが、例えば、Webinarをこれからやっていく、あるいはホームページを維持管理する、あるいは教育の試行というようなことも実際にやっておられました。かなりの部分は、これは、量研機構

とかJAEAとタイアップした形で実際は動いているんだろうと思うんですが、やはりアンブレラ事業としての大体の予算規模というようなもの、あるいは、例えばWebinarとか、教育の試行とかをやった場合に、それがどのくらいの社会を巻き込んだ、例えばWebinarの参加者というのがどのくらいいるとか、そういうような情報というのは、恐らくグラントを出すほうから言うと、結構重要な情報なんではないかと思います。

ですから、ちょっとそういうどのくらいのコストで、どのくらいの動員力を持っているかというようなことを教えていただければと思います。

○神田氏 はい。まず、Webinarから御説明させていただきますと、63ページに参加者数を書かせていただきましたが、大体100人から150人の方々が参加されていると。今年、5回開催して、600人ぐらいの方々が参加されています。かかる費用に関して申し上げますと、講師への謝金のみということになります。ですので、講師の先生方が一肌脱ぐよと云ってくだされば、ここに費用は発生しないということになります。

ホームページに関しましても、どこまでその内容に含めるかですが、今、量研のシステムを使っておりますので、よそのサーバーをお借りしてということはしておりません。昨年度まではそういう形にしていたんですけれども、今後、自主事業というか、自主運営になることをにらんで、もう既に量研の中のシステムに移行をしております。ですので、何か特別な記事を書いていただいて、そこに謝金が発生するということであれば、少しお金がかかるとは思いますけども、皆様方からこれまでのようにお寄せいただいた情報を載せて、一斉にアナウンスするというのであれば、ほとんど費用はかからないということになります。

研修事業に関しては、やはり今、自分たち、量研にしろ、JAEAにしろ、今行っている枠組みの中にどのように位置づけていくのかということを検討しているところであります。例えば、JAEAさんでありますと、NEATでやっているJAEAの方々のための研修にネットワーク関係者がオブザーバー参加のような形で視聴させていただくとか、加えていただくといった形で、できるだけ無理のない形、だけど、最終的には、放射線防護なり緊急時対応の底上げですとか裾野が広がって、JAEAにしろ、量研にしろ、自分たちが助かるようなことを考えています。そういう形で、みんながウィン・ウィンの関係になるような形じゃないと、やはり継続性は難しいし、私も次の世代につなげていけないので、そういう形で考えているところであります。

○三橋企画官 はい。

では、吉田委員、お願いいたします。

○吉田評価委員 はい。御説明ありがとうございました。

非常に多くの課題、まあ全方位的にもしかしたらなってしまうところもあるかもしれないんですけども、非常に多くの課題に真剣に取り組んでやってこられたというところが、非常に評価が高いかなと思います。

ではあるんですけども、一方、例えば職業被ばくの一元管理に関して、これは1年目から課題として挙がっていたものでありまして、それで、最終的に5年間の成果として、ここで書かれているような内容というのは、じゃあ、どこがこの事業として推進されたのかというところが、ちょっとなかなか分かりづらいところがあるのかなと思います。実際、ちょっとそこが見えないというほかからの意見もあったりして、まとめていただくに当たっては、きちんとその成果が出られているところと、やはりなかなかうまくいかなかったというところも併せて、その理由としてはこういうことということを挙げていただくとよいのかなというふうに思います。

あと、もう一つ、今後のことなんですけれども、これは評価委員としてではなく学会員としての印象なんですけれども、やはりアンブレラの活動というのは、この5年間、非常に精力的に神田先生が中心になってやってこられたところではあるんですけども、一方で、学会員の下のところはどれくらい伝わっているかというところが、非常に、ちょっと、そうでもないという御意見もあったりします。それは、今後、このまだ残っている課題をどういうふうに進めていくかという学会の課題でもあるんですけども、正直、予算という非常に大きな求心力がなくなった後に、学会全体が一丸となって活動しているわけでもない内容の活動にどれくらい学会として注力できるかというところが、学会、一学会員としても非常に不安なところで、これは規制庁のほうにむしろお聞きしたい。フォローアップとしてどういうふうにお考えなのかというところを、ちょっとお聞きしたいなというところです。

すみません。ちょっと、神田先生の御質問にもならなかったんですけども。

○神田氏 いえ。ありがとうございます。

まず職業被ばくのことから申し上げますと、防護の人たちが案をつくるということは、今までもやってきたことだし、できたこと。アンブレラ事業で大事にしていたことというのは、やはりステークホルダーの理解を得ることだったと思います。ちょうど医療法の改正があって、医療現場の放射線管理の問題というものがクローズアップされて、ステーク

ホルダー側の意識が変わったので、ここの部分が進んだ。もし、それがなければ、もっと進んでいなかった可能性はあったと思っています。それは、私どももいろんなことを手をつけましたし、職業被ばくに関しては、ずっと問題意識はあったけれども、相手のあることですので、この5年間でもっと進められたのかもしれませんが、今回は医療現場のほうの意識改革があって、この部分が進んだというふうに認識をしています。

5年たって、吉田先生がおっしゃるとおり、ようやくいろんなところとの話合いが始まって、耳を傾けてくださるようになって、医療現場の先生方は、いや、それでも前よりも大分よくなってきたんですよと言いながら、このままではよくないところから優先順位をつけてやっていくということと一緒に考えてくださっている段階になっているので、ぜひ、継続的に行っていききたいというふうに思っています。

それには、やはり学会という一つのステータスというのは重要なんだろうというふうに思っています。その活動をする中で、求心力の一つであったお金というものがなくなったときに、この後どうなっていくのかということですが、そこは喫緊性を現場が感じているところからの優先順位が高くなるのかなというふうには思っています。この六つの課題が全て同時並行で同じぐらいの重みづけで動くわけではない。先ほど申し上げましたけれども、緊急時の人材の枯渇というものは現場も強く意識しているところですので、そういった現場が強く感じているところは、やはり優先的に進めていくのかなというふうに思っています。この辺の問題意識として、学会、御自身それぞれが何をお持ちで、アカデミアのような集合になったときに共通項が見いだせるかどうかというのが大きなところだろうというふうに思っています。ここを、あと一か月で、少なくとも一つ、もしくは二つぐらいを見つけるということになろうかと思っています。

今回、提言をまとめさせていただいたんですが、その中で取り上げたのが、事故・緊急時対応と線量の話。これは四つの学会に共通してのことということでこのテーマだったんですが、学会さんからは、放射線防護の改善において、これだけが課題ではない。ほかにも大事な課題もあるので、それは検討して行ってほしいというふうなお声もありますので、具体的な声を拾って、検討していきながら、形をつくっていくんだろうと思っています。

下まで届いていないというか、学会の方々全員にまで届いていないということに関しては、私どもも宣伝不足だったのかなというふうに思っておりますけれども、Webinarのような、失礼ですけど受け身で参加できるようなものには、かなり参加していただいたのかなというふうに思っています。

四つの学会、会員数を足すと、2,000ちょっとぐらいになるんですけども、1人の方が複数学会に入っているケースもあると思うので、この業界のアカデミアの母集団、そんなに多くない中で、Webinarは聞いていただいたんじゃないかというふうに思っています。成果発表会も5年間続けて行いましたけれども、1年目、重点テーマに自分たちの研究領域が入るかもと思って参加してきてくださった方々、たくさんいらした。そして、それと同じだけの数の方が、今年、最終年度の成果報告会にも、今度はこの事業は継続するんだろうかということに、興味を、関心を持っていただいて、参加いただいたというふうに思っています。

ですので、裾野まで広がらなかったということに関しては、本事業、やはり成果をしっかりと出すということにかなり力を入れて、まあ、走ってついてきてくれる人、一緒に走ってくれる人だけ、すみません、お願いしますというところも正直あったと思います。その辺の反省点も踏まえて、自主運営に関しては考えていきたいと思っています。

○占部評価委員 よろしいですか。

私、この事業の非常に大事なところは、ステークホルダーの合意形成というところで、大きなムーブメントが起こってきているということではないかと思っています。特に、その中でも、協調関係というのを、ネットワーク活動を通じて実現していくという手法が使われていることが素晴らしいことではないかと思っています。

もともと、こうした活動は、新たな課題を発掘し、それから問題解決をしていくというサイクルを継続して回して行ってほしいんですが、そのためには、この5年の活動を経て、今の段階で、中核となる機関をどう置くかといったような問題、これは予算申請をどの窓口を通して行うかということと関係してくるかと思っています。それと同時に、この5年間で、各ステークホルダーにどんなメリットがあったのかということをはっきりと明確にお伝えいただきたいと思っています。例えば、規制庁に対して、あるいは医療関係者に対して、これだけのことができたということをやっぱりメッセージとして発信しないと、次への予算、あるいは次への協調関係に結びついてこないような気がします。

ですから、中核となる機関を明確にするということ、それから、やはり今回得られた成果をしっかりと、本当にこの素晴らしい進歩を関係者に伝えていくということはこの成果報告書で出していただきたいと思っています。

以上です。

○神田氏 はい。先生、アドバイス、どうもありがとうございました。

このステークホルダーへのメリットを明確化するというのは、まさしく先生がおっしゃってくださったとおりで、放射線防護のこれまでのやり方は、自分たちはよかれと思ってやっている。だけど、ステークホルダーにとっては、防護側に考えているメリットとそれ以外のものをてんびんにかけてときに、必ずしも同じ判断ではないということが往々にしてあって、受け入れられなかったということがあるというふうに思っています。それは社会の情勢によっても変わってくる場所でもありますので、例えば、今回の職業被ばくに関しては、医療全体の社会が変わってきたので、今こそということに関しては、医療現場にも御理解いただきつつあるところですが、文章としてしっかり示して、また様々なところで御説明をさせていただきたいと思っています。

今年度中にも、この先も、幾つもう既にお約束をしているところがございますけれども、医療機関であったり、それから学術コミュニティーであったり、また行政のところにも御説明をするという機会も既に頂戴しているところがございますので、先生のアドバイス、どうもありがとうございました。そのようにしてまいりたいと思います。ありがとうございます。

○占部評価委員 はい。ネットワークで、集合で知恵を出し合えば、すごいことができるということを私は実証しているように思いますので、ぜひともよろしく願いいたします。

○神田氏 どうもありがとうございます。

○三橋企画官 はい。

では、事務局から、新田課長、お願いいたします。

○新田課長 原子力規制庁の放射線防護企画課長の新田でございます。

この研究につきまして、先ほど吉田先生から規制庁の対応について御質問があったところでございますけれども、そもそもこの事業、原子力安全規制研究事業、この研究成果を踏まえて、安全規制のほうにどのように役立てていくかといったものを考えていくというものでございます。神田先生が代表者であるこの研究につきましても、非常に幅広い内容を含んでおりますので、そういった成果を踏まえて、では、どのように安全規制、あるいは規制庁、規制委員会の取組に役立てていけるかといったことを考えた上で、対応を検討していくというふうなものと考えております。

○三橋企画官 はい。では、神田先生、どうもありがとうございました。

○神田氏 どうもありがとうございました。

○三橋企画官 以上で、9課題、全ての成果報告が終了いたしました。研究評価委員会の

委員、プログラムオフィサー、研究代表者の皆様におかれましては、活発な御議論と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した。

今後の評価の進め方についてですが、本日の成果報告を踏まえまして、評価委員の皆様から個別評価票を明日2月15日までに事務局へ御提出いただきます。個別評価票の様式に関しましては、参考資料1、採択課題の評価についての別紙2にございます。その後、2月17日木曜日に開催いたします令和3年度第2回の研究評価委員会、こちらにおきまして、個別評価の結果を基に、委員会としての年次評価を決定いたします。研究評価委員会は、知的財産権の保護が必要な内容を含むため、非公開とさせていただきます。

評価の進め方について、御質問はございますでしょうか。

○小田評価委員 よろしいでしょうか。

○三橋企画官 はい。小田委員、お願いいたします。

○小田評価委員 はい。先ほど紹介されました参考資料1の課題評価の評価についての別紙2、個別評価票のことなんですけれども、この評価票の総合評価の基準が、A～Dあるわけですが、その文言が、Aが「一層の推進を期待」、これはいいんですけれども、例えば、Cですと、「計画を修正して実施」とか、D、「中止すべき」というような文言になっておりまして、次年度で継続を想定したものになっているんですけれども、今回は全て今年度で終了となっていますので、この表現はちょっとなじまないという指摘は二ツ川委員からもございましたので、今回、評価するA、B、C、Dの4段階で評価するんですけれども、これまでの研究の進捗を踏まえた上でのA～Dの評価ということでよろしいかという、委員の皆さんの認識を共有させていただきたいということと。

ついでに、もう一点、総合評価のコメントですけれども、この段階から計画を変更するというのは無理ですので、最終報告書をまとめる上で検討いただきたいこと、みたいなコメントを書いていただくといいのかなと思っております。こういう認識でよろしいかという確認をさせていただきます。

○三橋企画官 よろしいでしょうか。

はい。占部委員、いかがでしょう。

○占部評価委員 特に異存ありません。

○小田評価委員 ありがとうございました。では、そういう形で、皆さん、評価いただきたいと思います。ありがとうございました。

○三橋企画官 はい。

そのほか、御質問はございますでしょうか。

(なし)

○三橋企画官 はい。ないようでしたら、これにて散会といたします。

本日は、どうもありがとうございました。