

第9回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和3年3月23日（火）13:30～14:40

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館6階623会議室

3. 出席者 内閣府
内閣府原子力委員会
上坂委員長、佐野委員、中西委員
内閣府原子力政策担当室
實國参事官
大阪大学 医学系研究科
西尾教授

4. 議 題

- (1) 医学物理士の役割・人材育成・今後について
- (2) 使用済燃料再処理機構の使用済燃料再処理等実施中期計画の変更について
- (3) その他

5. 審議事項

(上坂委員長) お時間になりましたので、第9回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本日の議題ですが、一つ目が、医学物理士の役割・人材育成・今後について、大阪大学西尾氏、二つ目が、使用済燃料再処理機構の使用済燃料再処理等実施中期計画の変更について、三つ目がその他であります。それでは、事務局から説明の方、よろしく願いいたします。

(實國参事官) 一つ目の議題は、医学物理士の役割・人材育成・今後についてでございます。

本日は、大阪大学医学系研究科教授西尾禎治様より御説明をお願いしたいと思います。どうぞよろしく願いいたします。

(西尾教授) はい、よろしく願いいたします。大阪大学の西尾と申します。今日は貴重なお時間を取っていただいて大変ありがとうございます。早速、私から、医学物理士の役割・人材育成・今後ということでお話をしたいと思います。お手持ちの資料を御参照ください。右

上の方にページ番号を記載しておりますので、それに従って進めたいと思います。よろしくお願いいたします。

まず1ページ目です。日本のがんの実情ということで、これは2020年のがんの統計の予測となります。今、日本国民は非常に長寿で、超高齢化の社会に突入しています。年齢と共にがんの患者数は増えますので、日本はがん患者が非常に多く、年々増加傾向にあります。

現在、国民の3人に1人はがんで亡くなる時代と言われております。2020年のデータでは、がんで亡くなった人が38万人、その他含め全体で亡くなったのは138万人ぐらいですので、がんで亡くなる方は多い現状にあると思います。

続きまして2枚目のスライドになります。がん治療としては、昔から三大療法というのが知られております。一つは手術、一つは薬を使う抗がん剤治療、もう一つは放射線治療になります。我々の医学物理士が関わるのが特にこの三つの中の放射線治療です。放射線治療がどれくらい利用されているかは、資料の下の方に黄色の枠で囲って記載させていただいております。日本ではがん患者の約30%ですので、がん患者が3人に1人は放射線治療を受けております。それに対して、欧米では60%から80%といわれており、日本よりも倍以上、放射線治療実施率が高い状況になっています。日本は欧米と比較するとがん患者に対する放射性治療の実施率が低い状況にあります。

日本でも、がん患者への放射性治療の実施率は、それでも年々増加傾向にあります。例えば、2000年頃の日本の放射線治療の実施率はがん患者の10%程度でしたので、その当時はがん患者が10人いると1人ぐらいしか放射線治療を行っていませんでした。この20年で日本でも30%になっています。今、欧米で60%から80%ですが、今後どんどんと増えていく可能性があります。

なぜ増加傾向にあるかと言いますと、がんの治療においては、がんを治すというのはもちろんですが、その治療後に、元通りの生活が送れるか、これをクオリティ・オブ・ライフ、QOLと言います。そのQOLの維持が高い治療であると言われております。放射線治療は非常に患者さんへの負担も少なく、臓器の温存性も優れている観点で実施の比率が増えているということになります。全身いろいろなところにがんができますが、例えば、手術では取るのが困難な深いところにできたがんに対しても、放射線治療では可能な場合もあり、放射線治療は世界的に広がっているということになります。また、放射性治療で人へ放射線を照射しても、痛いとか熱いといったことはありませんので、例えば体力がない高齢の方にも非常に適しております。短時間の外来治療も可能ですので、働きながら治療もできるという利点

もあります。

続きまして、スライドの3枚目になります。これはちょっと放射線の分類、放射線と一言で言ってもいろいろな種類がありますので、それを分類した例になります。この中で、左上の黄緑色、右の方の紫で囲まれている放射線が、現在、がんの放射線治療で利用されている放射線になります。特に、一般的ながんの放射線治療と言えば光子線、もう少し専門の言葉で言うと高エネルギーのX線ががん治療で使われています。その一方で、X線や電子線以外に、中性子線や陽子線、それと炭素線、日本ではよく重粒子線と呼びますが、このような放射線を使った治療技術も研究開発が進み、治療が普及しはじめております。

色々な種類の放射線を利用する理由の一つとして、重たい粒子の放射線はがん細胞に対して高い殺傷能力を持つためです。そのため、殺傷能力が高い放射線を使ってがんをどれだけ治せるのか、また逆に高い殺傷能力は臓器を傷つけてしまう可能性もあります。そのバランスを見ながら、新しい放射線をどのように活用すれば、がん治療を最適に行えるかの研究が行われております。そのような理由で、現在、様々な種類の放射線ががん治療で使われつつあります。

続きまして、スライドの4ページ目になります。放射線治療では、利用する放射線の種類に応じた放射線治療機器、装置、照射方法があり、この写真がその一例となります。X線治療と陽子線治療を示した写真です。現在、様々な機械的な技術、最近だとAIの技術なども、放射線医療の分野に入ってきています。それらの技術を駆使して、がんへの的確な放射線照射によって、例えばがんを見ながら正確な場所へ処方線量を投与するなど、技術開発が進んでいます。これら高精度な放射線治療というのは、放射線物理学や計測学、電磁気学、加速器技術学、原子核物理学といった幅広い物理学や工学の結集体で成り立っています。原子力分野の教育では、これらの学問科目は必須で受けていると思いますので、その意味でも、原子力関係の方々が放射線医療の分野へ入って行くことは、キャリアパスとしても非常に良いと思っております。

続きましてスライドの5ページ目になります。先ほどの話の繰り返しとなりますが、高精度放射線治療を提供するためには、医学と物理学を融合したような学問である医学物理学に関する研究が必要不可欠です。がんへの的確に放射線を照射する照射システム、がんを見るための画像のシステム、目に見えない放射線の状況を計算するシミュレーションシステムが必要です。また、それらシステムが正確に機能しているかを検証するツールも必要です。これら4つの先端技術を柱にする研究開発が放射線治療分野では非常に求められています。その

ため、医学物理学の研究開発を行えるような人材育成を大学等で実施することが非常に重要になります。そこで研究開発ができる医学物理士が必要だということになります。

続きましてスライドの6ページ目になります。今回のタイトルもあります医学物理士ですが、医学物理士の定義としては、「放射線医学における物理的及び技術的課題の解決に先導的役割を担う者」となっております。日本では医学物理士認定機構による試験が年一回実施され、それに合格した人を医学物理士と言います。現在、国内では約1,300名の医学物理士の有資格者がおります。この1,300人に対して、例えば米国では10倍以上の医学物理士がおります。

先に示した通り高精度放射線治療の発展による医療現場への新しい技術の導入に伴い、高品質の治療を安全に患者さんへ届けるためには、従来の放射線治療とは異なる項目、また、多くの項目についての品質管理業務を行う必要がでてきます。医学物理士はそれらの業務を行う職であるといえます。これまでは医師、看護師、診療放射線技師で放射線治療業務を行ってきましたが、高度な技術を医療で利用する必要になった場合に、これまで以上に実施しなければならぬ業務が増えることになります。特に、物理工学的な技術が入ってくると、それに関する専門的な知識が必要になります。そのため、高精度放射線治療が医療現場に入ってきた際にやらなければならない新たな実施項目について、対応するのが医療物理士の役割です。また、日本の医療は諸外国と比べて、職種ごとの縦割り業務ではなく、職種間で連携を密に取って協力しながら業務を行っていますので、医学物理士も、医師や看護師、診療放射線技師と様々な連携によって仕事をしています。それによって、良い治療を患者さんへ提供することが可能になっております。

繰り返し内容を一部含みますが、医学物理士の業務内容は大別すると4つになるかと思えます。医療現場において、患者ごとへの照射線量の精度管理を行うこと、新しい治療技術が導入されたときに、患者さんへ安全な治療を提供するための品質管理を行うことです。そして、大学や研究機関での医学物理士は、研究開発を中心に行うことで医学物理学の発展や進歩に貢献すること、大学等ではその人材育成を行うことが重要となります。

続きましてスライドの7ページ目になります。日本における医学物理士の認定に関する内容を簡単に示しました。年に1回、認定試験が実施されています。医学物理士は、医療系の資格ではありますが、国家資格ではなく、医学物理士認定機構が認定している資格になります。毎年秋に試験が実施されて、その合格率は30%ほどです。例年、200名ほどの受験生がおりますので、毎年、50-60名の合格者がでております。この30%程の合格率が

示すとおり、医療系の資格としては非常に難易度が高いこととなります。なお、医学物理士の受験資格条件は意外と敷居が低く設定されており、理工系の修士課程を修了見込みであれば受験することが可能です。そのため、例えば、原子力工学等の修士課程2年生の学生でも受験ができる仕組みとなっております。

続きましてスライドの8ページ目になります。今までのお話の繰り返しになりますが、医学物理士というのは臨床、教育、研究教育の三つの柱を基本とする業務を行います。例えば、臨床現場においては、患者さんへ安全で高品質な治療を提供するために、臨床的業務を中心に行う。この臨床型の医学物理士は、実際の医療現場に増えつつあります。また、大学や研究機関でなく医療現場にも、研究開発を行うことを業務の主軸の一つにしている研究開発型の医学物理士もおります。大学等での教育機関では医学物理学研究を通して、今後、この医学物理学分野を支えてくれるような若手人材を育成するための教育を行うことが医学物理士の重要な業務でもあります。

日本には医学物理士に関連する団体が3つあります。学術団体である日本医学物理学会、医学物理士有資格者が所属する職能団体である日本医学物理士会、そして、医学物理士資格を認定する医学物理士認定機構です。この3団体がうまく連携を取りながら、日本の医学物理士をどうやって増やし、そして、医療現場等へ配置可能かなどについて検討を進めているところです。

続きましてスライドの9ページ目になります。医学物理士に要求される能力については、洞察、解決、判断、理解、研究開発、教育の6つが必要かと思います。これらは医学物理士に限らず、他の分野でも必要な能力だと思います。更に、様々な知識と経験を活かすことによって新たな知恵を生み出すことが医学物理学分野でも非常に重要です。大学の理工学系研究室に所属する若手の学生は、何かパイオニア的なことのシーズを生み出すような教育を自然と受けていると思いますので、医学物理学分野に来ていただければ、更に活躍の場が広がるだろうと思います。

続きましてスライドの10ページ目になります。これまで、日本でも医学物理士の人材育成が行われております。一つは、文科省の支援による医学物理士人材育成で、通称、がんプロとよばれるものです。現在も、第3期がんプロである、がんプロフェッショナル人材養成プログラムが走っております。平成19年から5年ごとに第1期、2期と続き、現在の第3期は令和3年度までとなっております。このプログラムでは大学院生が対象であり、医師、技師、看護師、医学物理士等のがんの専門家の養成となっております。現在、第3期がんプロ

に参画している大学は、主幹が11大学、そこに81大学が連携しており、医学物理士の養成も複数の大学で実施しております。

もう一つは、文科省の支援による陽子線治療や重粒子線治療の粒子線治療に関わる人材育成が平成19年からの4年間の1期のみでしたが実施されました。対象は社会人であり、そこで粒子線治療を専門とする医師、技師、看護師、医学物理士が育成されました。特に医学物理士の育成が中心に行われ、現在、このプログラムで育成された医学物理士が国内の様々な粒子線治療に配置されて、活躍している状況です。

続きまして、スライドの11ページ目になります。先の国の支援とは別に、医学物理士人材育成に関して、医学物理士を認定する機構が各大学の大学院のコースを医学物理士教育コースに認定することを実施しています。現在、国内25大学の大学院で医学物理士を育成する医学物理教育コースを設置し、毎年、それらのコースから若手の医学物理士が育成されています。ただ、一つ注目をするポイントは、各コースに係る専攻分野についてです。医学物理教育コースの中で理工系専攻が絡んでいるのは極僅かしかなく、25大学中、2大学のみしかないのが実態です。そこで、理工系専攻が参画する医学物理教育コースを持つ大学数を2大学から増やす必要があると思います。今後、理工系の教室や分野、そして教員や学生等が医学物理学分野に絡んだ研究を展開することで、その結果として、参画する理工系が参画する医学物理教育コースを増やしていくことが重要と考えております。

続きまして、スライドの12ページ目になります。現在の医学物理士の状況を調べたアンケート調査結果になります。2016年に発表された結果で、アンケートの実施は2014年、2015年のため、少し古いデータとなります。5、6年に一度、医学物理士の状況確認のアンケート調査を行っており、昨年、実施したデータもありますが、まだデータをまとめて公表していないので、この場ではその結果を示すことはできませんが、その傾向としてこれまでとほぼ変わっていない状況です。

アンケート調査の結果から、病院で医学物理士職に相当する職に就いている医学物理士は約25%でした。ただ、このアンケート調査の回収率が3分の1ほどのため、残りの3分の2の状況が見えませんが、おそらく、その3分の2の方はほぼ医学物理士職に就いていない方が多く、それもあって多くがアンケート調査に回答して頂けなかったと推測しております。その辺の推測を考慮すると、実際は25%ではなく10%ほどと思われます。そのため、現在、医学物理士の資格を持っていても医学物理の職で働いている人は約10人に1人ぐらいしかないと思われます。そして、高精度放射線治療を実施している施設には、医学物理士職

がある場合が多く、特に粒子線治療実施施設では医学物理士職が100%あるといった状況です。また、医学物理士職に就く理工系の方は、この更に3分の1ぐらいですので、アンケート調査未回答分も考慮すると、おそらく2~3%ぐらいしかないと思います。そのため、現在、理工系の方で医学物理士職に就いて医療現場で働いているのは、100人に1~2人ぐらいしかいないと考えられます。医療現場へ入ってきている理工系の方が、まだまだ少ない状況です。その一方で、医学物理士の資格を持った理工系の方が少ないとも言えます。なお、現在、医学物理士有資格者で大学教員として病院で働いている方がいますが、医学物理士職と同様な傾向を示しています。

続きましてスライドの13ページ目になります。ここまでに、医学物理士の現状等についていろいろな話をしてきましたが、今後どうすべきか、ということのを少し考えたスライドになっております。

日本の現状からすると、放射線治療の実施施設で働く医学物理士の数は、やはり不足しています。その医学物理士の不足は、高精度ながん治療を患者さんへ提供する上で一つの大きな問題だと思っております。そこで、先にお話した内容と繰り返しになりますが、日本の理工系の若手研究者が放射線医療における医学物理学分野へ積極的に参画するということが非常に重要だと思っております。例えば原子力関係のことを学んでいる工学系の方は、放射線に関する非常に高い知識を若いときから教育されておりますので、医学物理学分野は新たなキャリアパスになると思います。

また、放射線医療における医学物理士の研究開発、放射線の管理という業務は、原子力分野に携わる人の業務と多くの共通点があると個人的には思っています。例えば、放射線物理学に関する基礎的な研究もそうですし、放射線の基礎特性を把握したり、計測したり、シミュレーションしたり、線量管理したりといったことは医学物理学分野で非常に重要ですが、原子力分野に携わる人はそれらに関する専門家だと思っております。放射線をしっかり管理するための手法や技術の研究開発を行うことも医学物理士には必要ですが、原子力分野でも同様のことと理解しております。医学物理学分野と原子力分野の業務が非常に類似していると個人的には考えております。

続きましてスライドの14ページ目になります。医学物理学分野での学術団体として医学物理学会がございまして、原子力分野だと日本原子力学会がございまして。そこで、例えば学会同士で密な連携を取ることが重要かと思っております。医学物理士という職があること、これが新たなキャリアパスになることを、まず、原子力分野にいる若手等に知ってもらうことが必

要です。医学物理学分野に関わる理工学系の若手がまだ非常に少ないという現状ですので、学会同士でうまく連携して、医学物理士へのキャリアパス、医療分野への新たな展開があるということを若手に十分知っていただく、更に教員の方にも知っていただくことが非常に重要と思っております。

繰り返しになりますが、認定されている大学院での医学物理教育コースが25大学中、2大学しか理工系専攻と連携していませんので、ここを何とか増やしていく必要があります。25大学であったら10大学ぐらい、即ち、医学物理教育コース認定大学の3分の1ぐらいで理工系が絡んだ医学物理教育となるような体制の構築、そのための整理ができると良いと思います。それを実現するための一つとして、例えば各大学の原子力分野が医学物理教育コースに関わるような新たな教育体制を開拓していただけると嬉しい限りです。

続きましてスライドの15ページ目になります。大学で医学物理士の人材育成を包括的に行うためには、様々な学部横断的教育体制を構築する必要があると思います。現在は、医学系が主軸で医学物理士の人材育成を行っていますが、先にお話したように、放射線医療自体が、理学、工学や医学の知識が必要ですので、横断的な医学部、理学部、工学部等との密な連携を強化した人材育成が大切と考えます。

続きましてはスライドの16ページになります。現在、日本には、大学院を出たあとに、ポストク相当でOJT中心とした医学物理士養成向けのレジデントコースがほぼありません。米国では約150施設で医学物理教育の専門コースが登録されており、その中の多くの大学に医学物理士レジデントコースが設置されております。残念ながら、日本での医学物理士レジデントコースは僅かに3つ、2大学1医療機関のみです。やはり数が少な過ぎるので、この医学物理士レジデントコースも増やしていく必要があると思います。例えば、原子力分野ではOJTを中心とした専門職大学院があると思いますので、これと同じような枠組で、医学物理士のプロを養成するための医学物理士専門職コースというのを構築できれば良いと思っております。

また、医学物理学の魅力という意味では、がんの患者のためといった目的が明確であること、医療に関する研究テーマは非常に沢山あること、医学物理学分野は日本ではまだ確立されていないので、若いうちからパイオニアになれる可能性もあることなど、理工系の人々が医学物理学分野に来ていただくと、自身の新たなキャリアパスの可能性が広がると思います。医学物理学の研究は、放射線と人体との基本的な物理反応から化学反応、生物反応を通して、治療としての結果までを通して見ることができるので、幅広い研究ができるというのも大き

な魅力の一つかなと思います。

原子力分野から多くの医学物理士の輩出を願って、今後も色々のご協力等いただけると幸いです。以上となります。

(上坂委員長) 西尾先生、ありがとうございます。それでは、質疑を行わせていただきます。それでは、佐野委員からよろしくお願いします。

(佐野委員) 西尾先生、大変分かりやすい御説明、ありがとうございます。がん治療において非常に将来性のある放射線療法、これが更にAI等の導入により将来に大きく開かれているにもかかわらず、日本においては少し立ち後れているという御説明だったと思います。

放射線治療は大変勇気づけられる分野だし、今後、どんどん伸ばしていくべき分野であると思います。そのために、医学物理士をどのように増やしていくか。一つは学際的な、医学部と理工学部の融合。もう一つは、現場の病院における待遇なり取扱いの問題ですね。

今後、この分野を伸ばし、医学物理士の人材育成を強化していくことは間違いなく、重要なことと思いますが、例えば、原子力分野の方々をもう少し医学分野に関心を示してもらえないかとかがあいまいですが、大学にとどまらず、政府として何かやるべきことがあるように思います。

先生は政府に対してどのようなことを要請されるか感じているところを率直にお話していただきたいと思います。

それから逆に、各分野、つまり、医学部、あるいは理工学部、あるいは病院等において、どのようなインセンティブを与えれば、欧米のような形でこの医学物理士の育成が進むのか。給与面とか、もう少し現実的なインセンティブが必要であるように思うのですが、その辺り、どのようにお考えか、その2点をお伺いしたいと思います。

(西尾教授) 御質問ありがとうございます。医学物理士においては、大学等での研究教育や人材育成が必要、例えば理工系からも来ていただきたいという育成と、また、医療現場の現状から考えると、放射線治療の高精度化に伴い、放射線の専門的な知識を持つことは非常に重要です。

現在、医学物理士の有資格者は1,300人ほどおり、放射線治療を実施している国内施設数が大体1,000施設ぐらいあります。そうすると、各施設に1人ずつアサインすると数が足りてしまうことになってしまいますが、実際はアンケート調査結果で示した通り、有資格者が医学物理士の職として就いていない、要するに資格は持っているけれども、それを活用できていない人がほとんどです。現在、医療現場であることですが、ある病院が高精度放射線を

やりたいので、そのために医学物理士が欲しいとなったときに、なかなか医学物理士の人が来てくれないという現状があります。

これには様々な問題があると思います。現在、医学物理士の資格を持っている人の多くは診療放射線技師の資格も持っており、病院で診療放射線技師として雇用されて活躍している方々です。診療放射線技師の職は、日本の各病院の医療現場で地位が確立されていますので、将来のステップアップの道もしっかりとできている感じになっています。

それに対して、ある病院で新たに医学物理士職を作りますとなった場合、もちろん、最初は一人採用枠ですし、しかも病院でのその先の将来はどうなるか分からないといった現状があります。そのため、それなりのパイオニア精神がないと、なかなかそのポストへ飛び込めない、職があってもその職に就こうとするにはちょっとした壁ができてしまいます。そういった新たな分野、ポストへ飛び込む勇気ややり遂げる精神という意味で、理学・工学系の人は対応できる人が多いと理解しております。そういった人が医学物理士の資格を持っていると、需要にあてはまる可能性が非常に高いと思います。

また、医学物理士は機構が認定している資格であり、国家資格ではないということも理由の一つだと思われます。医学物理士の国家資格化というのは非常に難しいというのは重々理解しておりますが、将来、国から何らかのお墨付きがいただけるような資格にしていかなければいけないと思っております。

それと、現在、非常に痛感しているのが、医学物理学研究教育や医学物理士育成を行っている大学は医学系がメインであり、理工系がほとんど参画していない点が大きな問題だと思っております。その一方で、諸外国は決してそうではなく、日本とは仕組みが異なりますが、諸外国の医学物理士のスタンダードは理工学を学んだ人となっており、更に大学院修了後は、米国だとCAMPEPという認定を受けた大学の医学物理士レジデントコースで医療現場のOJTを学ぶ体制ができております。そういった意味で、様々なバックグラウンドを持った人が医学物理士として医療分野へ参画できるような国のシステムができています。

ただ、日本はまだその辺りの環境構築や体制がなかなかできていない現状にあります。そのため、そこをどのように解決して変えていくかということが大きな問題ですので、関連学会とも慎重に相談しながら、この先、どう進んでいったら良いかを検討しているところです。
(上坂委員長) 取りあえずありがとうございました。

(中西委員) どうも御説明ありがとうございました。よく分かりまして、医学物理士は非常に大切だと思います。

ただ、医学物理士を増やして行きたいということと、この分野の研究を増やしたいということは少し違う面があると思うのです。今、伺っていますと、医学物理士に例えばなりたかった人がいた場合に、どうやればいいのか道筋が余りよく見えていないということと、医学物理士認定機構がしているということで、医学物理士を最後におっしゃったように国の資格、技術士の一部の中に入れていくともっと分かりやすいと思うのですが、そうしますと、この技術士の資格を取るためにはどういう教育が必要かにも通じてきます。

あと、研究を増やしたいということはちょっと別なような気もします。もちろん、その方が来ていいと思うのですが、そういう資格を国の資格まで持ち上げていくのは違うのではないかと思います。そういう努力というか、そういう道筋はいろいろ考えられているのでしょうか。

(西尾教授) 医学物理士の国家資格化へ向けての努力は関連する複数の団体を含めて様々な協議をしながら検討している状況です。

ただ、医療系資格の国家資格化を今後増やさない方向性が国の考え方にあるとも聞いておりますので、現状ですと、国家資格化を第一に目指して活動しましょうということにはなっていないとの理解をしております。現在、例えば高精度の放射線治療を行うためには、保険収載の条件の中に、その他技術者等という名前になっていますが、専門的な知識を持つ技術者が必要となっております。そして、その技術等に医学物理士が該当することになっております。勿論、将来的には国家資格になることが非常にベストではありますが、現時点では、それだけを中心に活動するのではなく、放射線医療の全体の現状を把握し、どのような形が良さそうかを考えながら進めている状況です。なお、最終的には国家資格として認めていただけることがベストではありますので、その基本は持ちながら進めているということになります。

臨床現場での医学物理士というのは、患者さん一人一人の治療に責任を持つ医療職の形で業務を行うこととなります。実際にそのような業務に関しても興味のある理工学系の人もおります。また、大きな意味での放射線医療を支えるといった観点では、関連する学問の発展や人材育成、医療機器メーカーとの連携で新たな治療法、技術、装置等の研究開発など、多岐に渡り様々なことができる医学物理士が大学や研究機関に限らず、医療現場でも必要とされます。それらに関しては、理工系の人の力が非常に必要だと思います。

特に日本の医療現場に導入されているX線放射線治療装置のほぼ100%が海外製となっている現状があります。これは非常に大きな問題となっています。現在、粒子線治療装置は

日本の大手メーカーが参画しており、日本メーカーが新たな装置を作り世界へ発信するという医療経済へのプラス効果に結びついていると思います。特に理工学系の人々が、例えば医学物理士の資格を取った上で、国内の医療機器開発メーカーに就職することは非常に重要です。多くの理工学系の人々が日本の医療機器メーカーへ就職するキャリアパスも、日本の医療経済を支え、底上げするために大変重要だと考えております。

(中西委員) どうもありがとうございました。

(上坂委員長) 上坂です。御説明ありがとうございます。思えば西尾先生とは20年前から一緒に医学物理の研究と教育をやらせていただいた。それから20年で医学物理士の数も非常に増えて、また分野も発展して、先生をはじめ関係者の努力に敬意を表したいと思います。

しかしながら、問題点は理工学系出身者が依然、少ないということですよ。

それで1点補足ですが、8ページの左側の医学物理士に、上が研究開発型医学物理士で、下が臨床型医学物理士とあります。この上の研究開発型医学物理士という言葉は西尾先生と私で20年前作った気もします。要するに理工学系が何もしなかったわけでもなく。11ページですけれども、医学物理士の人材育成プログラムを組む大学の表があります。この中で先生の問題点が理学系・工学系が少ないということです。やはり理工学系としては臨床型というよりは、研究開発型医学物理士といいますか、研究をやっつけようということ。私周辺でも今5名、大学の理工学系教員がいます。また企業で放射線治療の、粒子線治療が多いですけれども、装置をつくっている若い方も多々いる。そういう面で貢献はしている。理工学系も、臨床のところにはまだこれからかなという状況であります。

しかしながら、今日の資料にありましたように、例えば5ページ。正に治療計画ですよ。患者さんのがんをどのように放射線を当てればよいか。いろんな方向から、あるいはスキャンしてがんだけに当て、周辺の組織には当てないというのが治療計画です。これはもうこの絵で分かるように、コンピュータ技術を駆使した非常に高度な複雑な最適化問題です。これこそ正に理工学系の医学物理士がやるに値する業務だと私は思っているのです。

したがって、理工学系出身の医学物理士との役割分担を明確にして技術的な必要性を強調していくとよろしいかなと思いましたが、いかがでしょう。

(西尾教授) 医学物理士と一言で言っても、病院で働いて患者さんに近いところで行う仕事から、大学、メーカーで教育、研究開発を行う仕事まで、いろんな仕事、業務、職制があります。また、病院でも研究開発を積極的に実施している医学物理士も多数いると思います。その辺りの業務の違いをどのように考えていくべきかなどについては、まだ医学物理士の関連

団体も明確に踏み込めておらず、現在、各関連団体で協力して、もう少し、多くの人が理解し易いように整理を始めているところです。

また、患者ごとの治療に関する医学物理士業務を行う医療現場で、理工系の人、また、そういった技術やノウハウを持った人は必要ないかという、私は必要だと思っています。スライドの13ページに示しましたが、医療現場においても何が大事かという、放射線の基礎特性の理解、線量を正確に計測、そのデータ解析、シミュレーション実施を総合的に判断して、高い精度管理が維持された放射線治療を患者さんへ提供できているかを見極めることが必要です。この放射線の維持管理は正に原子力分野の仕事と非常に似ているのではないかなと思います。放射線に関する基礎や応用技術などの知識を十分身に付けていないとできない仕事だと思います。

例えば、装置の調子が急に悪くなった場合、仮に線量の照射精度が数パーセントずれていることが判った場合、すぐにその場で解決できる問題なのか、全体の治療の流れを総合的に判断して、このまま治療を続けた方が患者さんにとって高品質の治療を提供できるのか、それとも治療を中断して、必要に応じて治療装置メーカーと連絡を取るなどして時間を掛けてでも改善した方が良いのかを、その場で瞬時に判断しなければなりません。この瞬時に正しい判断をするためには、十分な専門知識と経験が必要不可欠です。また、これまで未経験なことに遭遇した際にも、的確な判断ができるかどうかは患者さんへ提供する治療の質に直結します。そのため、放射線の基礎を十分学んだ理工系の人でも医療現場へ入っても、十分に活躍できるだろうと考えております。

また、現在の日本において、放射線医療分野における研究開発をこれからどのように実施していくべきかというのは、非常に重要な課題の一つです。その課題を解決するためにも、特に医学物理学分野への研究者としてキャリアパスを目指す理工学系の人を重点的に参画してきていただけると、大変嬉しい限りです。

そのためにも、先程からの繰り返しとなりますが、大学院に認定された医学物理教育コースがある25大学の内、理工系専攻と連携したコースは僅か2大学しかないことが大きな問題だと思っています。また、国の支援によるがんプロで医学物理士育成を実施している大学は全て医学系が主体で理工学系が入っておりません。なので、現在、がんプロを実施している大学の工学系の専攻等が積極的に参画することで、何か良い方向へ変わるきっかけになるのではと思っています。

(上坂委員長) ありがとうございます。

それでは、佐野委員、どうぞ。

(佐野委員) お話を聞いていて、少しずつ数を増やしていくというこれまでの努力は非常に貴重だし、それから原子力分野の方にどんどん入ってきてもらうのは必要だと思うのですが、何かブレークスルーが必要ではないかという印象を受けました。そのためのインセンティブを是非考えていただきたいのと、それから独立した医学物理士というジョブの意識といいますか、それを確立していく必要があると考えます。

例えば、MBAという形で一時大きなブームになりましたけれども、あのような将来の給与面、あるいは仕事の面でも、非常に魅力的なジョブにしていく必要があるのではないかと。いろいろな分野に絡んでいるということは、逆にいろいろな分野に取られてしまうということもあるわけで、独自のものとしてしっかり確立していく必要があるという印象を受けました。

それから、これは質問ですけれども、例えば韓国や中国はどんどん欧米に学び行くということをお伺いしましたけれども、日本の1,300人いるポスドクの方々というのは逆に欧米に取られてしまうおそれはないのでしょうか。

(西尾教授) 1,300人という数値は、現在の日本における医学物理士有資格者数となります。また、日本の医学物理士の資格試験は修士卒見込みから受験可能ですので、その1,300人の内のほとんどは、放射線技術学系の修士卒業者であり、医学物理士の資格を持っているが医療現場で診療放射線技師として働いている人がほとんどです。

その1,300人の日本の医学物理士の人が海外に流れるということは、起こり得ないと思います。例えば米国ではCAMPEPで医学物理士レジデントコースを修了し、それとは別の医学物理士試験に合格した人でないと医学物理士として働けないという条件があります。

そのため、現状では、日本の医学物理士が海外へ流出することはないですが、今後、日本の若い優秀な人材が、日本での大学院修了後または大学院進学の間で米国のCAMPEPに参画し、そこで医学物理士の職に就くことが起こる可能性は少なからずあると思います。

(佐野委員) ありがとうございます。

(上坂委員長) よろしいですか。上坂です。今日の資料の説明でも言及いただきましたように、原子力系の学生にとって医学物理というのは非常に興味の高い分野でもあります。今後の医療現場での役割分担とか、待遇とか、あとはキャリアパスを充実させて、是非、更に発展させていきたいと期待します。

それから、産業界の一部は原子力と、放射線医療システムを大きな同じ部門と考えている

ところもあります。放射線医療システムと原子力というのはやはり共に発展していきたいかなと思います。

我々も委員会の方も人材育成の観点で是非この放射線医療、それから医学物理を応援していきたいと思いますので、今後とも一緒に協力させていただければと存じます。

では、本日はどうも、御説明ありがとうございました。

(西尾教授)引き続き、よろしく申し上げます。ありがとうございました。

(上坂委員長)それでは、議題1は以上になります。

では、議題2について事務局から説明をお願いいたします。

(實國参事官)2つ目の議題は使用済燃料再処理機構の使用済燃料再処理等実施中期計画の変更についてです。

それでは、事務局から御説明いたします。

お手元の第9回原子力委員会資料第2号及び関連する資料として参考資料第2-1号、第2-2号、第2-3号をお出ししております。

今回の実施中期計画の変更に対する、この後、御審議いただく見解でございますが、繰り返しになるかもしれませんが、経緯を簡単に冒頭御説明させていただきます。

平成28年に原子力発電における使用済燃料の再処理等のための積立金の積立及び管理に関する法律の一部を改正する法律案の附帯決議に、経産大臣が今後、この実施中期計画を認可する際には、原子力の平和利用やプルトニウム需給バランス確保の観点から、原子力委員会の意見を聞くものとし、その意見を十分に斟酌して認可の適否を判断するものとするものと記載されております。

この附帯決議を受けまして、経済産業省の方法から3月12日付けで使用済燃料再処理機構のこの実施中期計画の変更について意見を求めるという書面での連絡がありました。これにつきましては、先週の3月16日の定例会において経済産業省資源エネルギー庁及び使用済燃料再処理機構からこの実施中期計画の内容についてヒアリングを行ったところでございます。

また、関連することといたしまして、今月2日の定例会におきまして電気事業者及び日本原子力研究開発機構が公表しましたプルトニウム利用計画、これについてヒアリングをしていただき、その場での質疑等を踏まえて翌3月9日の定例会において原子力委員会としてのプルトニウム利用計画について見解をまとめていただいたところでございます。

今回の実施中期計画の変更に対する意見の取りまとめに当たりまして、これらのヒアリン

グした内容等を踏まえて事務局で一案整理させていただいたものでございます。

それでは、資料第2号について御説明させていただきます。

1枚目の部分は施行文でございます。おめくりいただき、別紙をご覧ください。

別紙について御説明させていただきます。使用済燃料再処理機構の使用済燃料再処理等実施中期計画の変更について、見解（案）でございます。

このたび、経済産業大臣から意見を求められた使用済燃料再処理等実施中期計画について、原子力委員会は、以下のとおり意見を示す。

今般の実施中期計画には、2021年度から2023年度の3年間における再処理及び再処理関連加工の実施場所、実施時期及び量が記載されている。

このうち、実施場所については、日本原燃株式会社の六ヶ所再処理施設及びMOX燃料加工施設となっているが、これらの施設及び関連する施設はいずれも国際原子力機関の保障措置活動の対象とされている。

また、実施時期及び量については、六ヶ所再処理施設及びMOX燃料加工施設の稼働時期を踏まえ、再処理に関してのみ2023年度に70トンの使用済燃料を再処理して0.6トンのプルトニウムを回収する計画となっている。この内容は、本年2月に電気事業者が公表したプルトニウム利用計画と整合性が図られている。また、六ヶ所再処理施設で回収されるプルトニウム0.6トンについては、加工や輸送等に必要な期間を踏まえて2026年度以降に全量をプルサーマル炉で消費することを想定しているが、消費時点でのプルサーマル炉の稼働状況が現在と同じ4基であったとしても十分消費可能な量となっている。なお、再処理加工量等については、今後具体的になれば、適宜実施中期計画に反映する方針とのことである。

一方、2023年度までの3年間における電気事業者以外の事業者等のプルトニウムの保有状況も踏まえると、この期間の我が国全体のプルトニウム保有量は減少傾向となる見込みである。

以上を踏まえると、今般の実施中期計画は、原子力の平和利用やプルトニウムの需給バランス確保の観点から、概ね妥当と考える。

ここがまず、実施中期計画に対する原子力委員会としての意見のまとめになります。なお、3点ほど要請事項等を付記附記しております。

まず1つ目でございます。ただし書になります。

ただし、2023年度以降、国内で回収されるプルトニウム量の増加が予想されるため、

今後、経済産業省におかれては、「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方」を踏まえ、プルサーマルの着実な実施に必要な量の再処理、生産されたMOX燃料の時宜を失わない確実な消費、プルトニウムの需給バランスの確保などを実現するために、機構をはじめとする関係事業者に必要な指導を行い、実現に取り組むことを求める。

2つ目でございます。

また、原子力委員会としては、機構の実施中期計画の下で事業を推進するに当たり、機構及び事業を委託される事業者の双方のガバナンスが重要であると認識しており、その観点から実施中期計画を実施するための適切な役割分担、実施体制の下、効率的・効果的に事業が推進されることを期待する。

めくっていただきまして、次のページの3つ目でございます。

更に、六ヶ所再処理施設及びMOX燃料加工施設が安全かつ順調に操業することは、核燃料サイクルにとって重要である。このため、原燃は、安全確保を最優先に適切な工程管理を行うとともに、技術的知見の蓄積・承継に取り組むことが必要であるが、原燃だけでは技術的知識を有する人材を必ずしも十分に確保できない可能性もある。電気事業者等からの十分な技術的・人的支援がなされることを期待する。

以上でございます。

(上坂委員長) ありがとうございます。

それでは、佐野委員。

(佐野委員) 御説明ありがとうございます。

この見解案の後半が原子力委員会の意見ということだと思いますが、ここに書いてあるように原子力の平和利用、それから2点目にプルトニウムの需給バランスの確保、この観点から概ね妥当であるということで私は差し支えございません。

それから、その下にあります1点2点の要請と2点1点の期待、これについてもこのとおりで是非、経産省においては原子力委員会の意見を十分斟酌していただけるようお願いしたいと思います。

以上です。

(上坂委員長) ありがとうございます。

それでは、中西委員、お願いいたします。

(中西委員) 御説明ありがとうございました。

私もこれは非常に分かりやすく、この書いてあることは特に異論はございませんし、この

とおりでと思います。

(上坂委員長) 上坂です。

ここまでこの計画につきましては、関連してもそうですけれども、電事連、それから日本原燃、それから経産省エネ庁から委員会定例会議にて何度か丁寧な説明を受けました。その後、委員会の方で慎重に議論しまして、この見解に至っているという認識であります。

佐野委員がおっしゃられたように、一番重要なこの2点、平和利用とプルトニウムの需給バランスの確保ですね、これが非常に重要で、これは確保されていると我々は考えましたので、妥当な計画かなと思います。

ただし、後半にありましたように、特に、非常に再処理、新しい事業ですので、やはり機構から日本原燃、それから事業者等、協力体制をつくっていただいて、人材確保を含めて、安全かつ順調に操業ができるということを非常に期待するところであります。

以上です。

ほかに委員の先生方はないでしょうかね。

ありがとうございます。それでは、議題2は以上になります。

では、議題3について事務局から説明をお願いいたします。

(實國参事官) 今後の会議予定について御案内いたします。

次回開催につきましては、3月30日、火曜日、13時半から、場所は8号館6階623会議室になります。

議題については調整中であり、原子力委員会ホームページ等の開催案内をもってお知らせいたします。

(上坂委員長) ありがとうございます。

その他、委員から何か御発言はございますでしょうか。

ないようですので、これで本日の委員会を終わります。どうもありがとうございました。