

第25回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和8年6月23日（火） 15：00～16：44

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館6階623会議室

3. 出席者 原子力委員会

上坂委員長、直井委員、吉橋委員、青砥参与、畑澤参与、岡嶋参与、
小笠原参与

内閣府原子力政策担当室

恒藤審議官、井出参事官、中島参事官

北海道大学医学研究院

教授 白土博樹

4. 議 題

- （1）粒子線治療装置の全国的な課題について（北海道大学医学研究院 教授 白土博樹氏）
- （2）令和7年度版原子力白書（案）について（内閣府）
- （3）その他

5. 審議事項

（上坂委員長）時間になりましたので、令和8年第25回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本日は、青砥参与、畑澤参与、岡嶋参与、小笠原参与に御出席いただいております。

本日の議題ですが、一つ目が粒子線治療装置の全国的な課題について、二つ目が令和7年度版原子力白書（案）について、三つ目がその他であります。

それでは、事務局から説明をお願いいたします。

（井出参事官）それでは、一つ目の議題でございます。粒子線治療装置の全国的な課題について、北海道大学医学研究院教授、白土様より御説明を頂きます。

本件は、原子力利用に関する基本的考え方の3の7、放射線・ラジオアイソトープの利用の展開に主に関連するものです。

それでは、白土様から御説明をお願いいたします。

(白土教授) 本日は、粒子線治療装置の全国的な課題について、「国産原子力イノベーション医学応用資産」継続発展型プラットフォームの必要性和題して話題提供させていただきます。

次、お願いします。

本日、内容的にはこの調査を北海道大学医学研究院、工学研究院、理学研究院の御協力の下、北大病院長及び北大総長の御支援を頂いて進めております。

次、お願いします。

COIとしては、10年ほど前まで日立と陽子線治療に関する大型共同研究をしておりましたが、現在は企業との共同研究などはございません。

次、お願いします。

まず、我が国の原子力イノベーション医学応用資産としては、現在、国産化を進めつつあると伺っておりますアイソトープ内用療法による核医学治療がありますけれども、エックス線、陽子線、重粒子線など、加速器由来の外部照射を利用する粒子線治療もこれに含まれます。

なお、この表は我が国の放射線発生装置の数を示しますけれども、75%が医療機関に存在すると言われているので、外部放射線治療装置の動向というものが我が国の原子力科学の観点からも重要な位置を占めていると言えます。

次、お願いします。

外部放射性治療は、生物医学的には左側のように放射線が原子レベルで物質に作用し、その結果として分子に変化が起き、がん細胞、腫瘍が消失しますが、臓器の機能は温存され、個体が存続することを利用しており、物理学、生化学、細胞生物学、病理学、解剖・生理学、放射線腫瘍学が対応します。

また、右側の医理工学的には、粒子を加速し、施設の遮蔽計算をして、医療画像を基にコンピュータで患者の治療計画を立て、患者さんに照射するため、それぞれ基礎物理学、加速器工学、放射線防護学、画像工学、医学物理学が対応します。

本日は、右側の医理工学的な話題提供で、粒子としては陽子と炭素を使う外部放射線治療に関する話題提供です。

次、お願いします。

現在、陽子線・重粒子線治療が保険収載されているがんの種類はスライドに示すとおりで、前立腺がん、肺がん、肝がん、膵がんなど、患者数が多いがん種も多く収載されつつありま

す。

次、お願いします。

我が国の年度別粒子線治療患者数は、炭素線、陽子線治療とも年々増加しております。施設数は現在24施設ですが、平成30年度からは増加のスピードが鈍化しております。

次、お願いします。

今年のトピックとしては、米国で中咽頭がんへのエックス線と陽子線の強度変調治療の多施設無作為化比較試験の結果、陽子線治療の方が生存率が有意に高く、有害事象が有意に少なかったという発表が「ランセット」に発表されたことであります。今後は他のがんの標準治療法としてもエックス線から陽子線に替わる可能性があることを示しております。

次、お願いします。

私は、内閣府から最先端研究開発支援プログラムFIRSTにて、2009年から5年間の支援を得て、陽子線治療装置の産学連携での研究開発をさせていただきました。FIRSTの後に日立が国内外の最先端の大学病院と19施設に粒子線治療装置を納入・受注いたしました。

次、お願いします。

また、住友重工は国内外の9施設に陽子線治療装置を導入・受注しております。

次、お願いします。

さらに、最近では東芝が重粒子線治療装置を国内外の7施設を導入・受注しております。

次、お願いします。

現在、世界における日本企業の陽子線治療装置のシェアは3分の1、炭素線治療装置のシェアは3分の2であり、医療機器の中では世界シェアが大きい国産資産であると言えます。

その一方で、日本国内では現場の悲鳴が聞こえており、撤退と縮小が始まっています。相澤病院は陽子線治療を今年の3月31日で撤退し、兵庫県粒子線医療センターも陽子線と炭素線治療の廃止が決定しております。その原因は、廃棄と更新の合理的な仕組みが十分に整備されてこなかったことにあります。世界シェアの大きい我が国の国産資産が、更新計画の欠如により崩壊の危機にあります。

次、お願いします。

これは、日本のある病院の陽子線治療装置の購入10年後に提示された11年目から20年目までの維持・更新費で、10年間で約14億円です。丸で示された年度に予防的に各項目の部分的交換や更新が予定されていますが、20年目以降の更新や廃棄に関しては記載が

ありません。しかし、病院側としては20年目以降の全体的な更新や廃棄の金額も想定した事業計画が必要となります。

次、お願いします。

国内の粒子線治療装置の開始時期と更新推奨時期を示しますが、5年以内に5割、10年以内に8割が15年を超え、更新時期を迎えつつある施設が多いのが分かります。

次、お願いします。

全世界でも陽子線治療装置は5年以内に5割、10年以内に8割が耐用年数を超え、更新時期を迎えます。一方で、重粒子線治療装置は世界的にはまだ新しい装置が多く、5年以内に1.5割、10年以内に5割が耐用年数を超え、更新時期はまだかなり先になります。

次、お願いします。

このように、世界的には重要性が増している粒子線治療ですが、我が国では高額な更新費用と未整備な配置計画により存続の危機にあります。相澤病院が休止することを表明したのに続き、各都道府県を代表するがんセンターなどの中核病院も更新を逡巡しております。

本日、僭越ながら我々としては日本の医療応用市場の技術基盤を堅持し、原子力産業全体の空洞化を防ぐために、政策・制度3本柱と二つの基盤からなる国産原子力イノベーション医学応用資産の継続発展型プラットフォームの構築を提案させていただきます。

従来のビルド&スクラップ方式からエコサイクル方式への転換を、①技術革新、②経済安全保障、③財務計画の政策的支援と、学術と人材基盤の確立を目的とすべきであるというのがこの後の話の骨子となります。

次、お願いします。

この図に示されているように、粒子線治療用の加速器内の金属は、加速粒子の衝撃で放射化し、2次粒子で部屋のコンクリートが放射化するため、装置の廃棄や施設の再利用で十分考慮する必要があります。

次、お願いします。

現在、粒子線治療装置の更新の方法は大きく分けて二つに分けられます。一つは、新しい建物・加速器・ガントリーを導入し、旧施設の運用を休止し、時間を置いて旧施設を廃棄するビルド&スクラップ方式です。もう一つは、建屋、遮蔽体などの主要構造物は再利用し、加速器・照射システム、ソフトウェアなどを全面更新するエコサイクル方式であります。装置の寿命が20から30年で、建屋自体は40年から50年の寿命であるため、同じ建屋で2サイクルを想定しています。

次、お願いします。

更新方法が「新築＋休止・廃棄」の場合というのは、旧建屋やインフラが十分に使用可能な状態のまま残ると、投資資本の活用という観点で効率性に課題が残ります。エコサイクル方式は、技術的ハードルは高いですが、既存建屋、遮蔽体などを計画的に活用できれば、更新の効率化とコスト抑制が期待できます。

いずれの更新方法でも、旧装置・施設の放射化部分については適切な評価と廃棄・処分の計画的な実施が不可欠であります。もし、解体や用途変更が進まない場合、旧施設が長期にわたり未使用となり、安全管理・景観・地域利用の観点から望ましくない状況が生じ得ます。

次、お願いします。

国際標準 I S O は、昨年サイクロトン型粒子線治療装置・施設の解体・廃棄の方法に関する国際標準を発表しました。その中で、代表核種が金属部分は ^{60}Co で、コンクリート部分は ^{60}Co と ^{152}Eu であり、ある一定のクリアランスレベルに照らして、放射化・非放射化領域を判定することとしております。

次、お願いします。

これは粒子線治療装置ではないのですが、例として医療 P E T 用のサイクロトンの廃棄を示します。左の写真のように防護服を着て装置を解体した後は、金属の放射化・非放射化領域を判断し、放射化物はドラム缶に入れて廃棄することが必要です。

次、お願いします。

サイクロトン式陽子線治療装置での廃棄に必要な金額を、ヒアリングに基づいて試算してみました。参考として P E T 装置を減衰を待たずに廃棄すると、ドラム缶 1 6 0 個で 8, 0 0 0 万円という試算になります。クリアランスレベルを参考に放射能減衰を待つと、ドラム缶数を減らせますが、その間は解体ができません。

ガントリー 2 部屋の施設では、該当部分 2 0 0 トンと仮定して、1, 6 0 0 個に解体したとして、ドラム缶 1 個 5 0 万円で計算しますと、ドラム缶だけで 8 億円となり、解体費用の総額が 3 0 億円弱になりました。解体中の陽子線治療ができないことによる減収が加わるため、医療機関には著しい経済的負担となります。

次、お願いします。

国内外の粒子線治療施設の更新状況を示します。欧米の巨大病院ではビルド&スクラップ方式が多く採用され、米国の MD アンダーソン病院では 1 億 6, 0 0 0 万米ドル、ペンシルベニア大学では 2 億 2, 4 0 0 万米ドルです。

これに対して、ハーバード大学のマサチューセッツ総合病院では、T o t a l S y s t e m R e s t o r a t i o n、TSRというエコサイクル方式を取り入れ、8, 000から1億米ドルとかなり減額しております。

日本では、筑波大学はビルド&スクラップ方式で更新されております。福井県立病院では、全体の更新ではなく、従来装置の段階的な更新を行っております。しかし、先ほど申し上げた兵庫県立粒子線治療センターと相澤病院では更新を断念しました。

次、お願いします。

ここで技術革新として注目すべきは、ハーバード大学のTSRです。施設は解体せず、装置を全面的に最新化する方法です。最新世代のP e n c i l B e a m S c a n n i n g ノズルへ全面的に替えて、電源・ケーブルも全面刷新、患者台と位置決め装置の更新、最新ソフトウェアへグレードアップ、サイクロトロン・ガントリー構造・磁石等を一部流用しつつ、修理・改修して、全体としてコストを削減しています。

次、お願いします。

英国では、良性の疾患では手術までの時間が長過ぎるなどの問題もありますが、貧富の差にかかわらず、公平な治療を提供するために厳しいコストパフォーマンスの解析を取り入れている先進国でもあります。その英国ではどうしているかというと、マンチェスターとロンドンに二つの陽子線治療センターを完成し、英国国民や国民皆保険制度、NHSで治療できます。現段階では明らかに陽子線治療がエックス線治療を上回っている疾患に適用を絞りつつ、徐々に施設を増やす戦略を取っています。

その他、個人払、民間保険で受けられる陽子線治療センターがロンドンに1施設あります。

次、お願いします。

ここで、日本と英国と米国の診療報酬額、保険機関側の負担、患者1人当たりの負担を示します。診療報酬総額は、米国は1, 000万から2, 000万などに比べて、日本は160から238万と著しく低いことが分かります。英国も推定する診療報酬額は800から1, 700万円相当で、患者負担は英国と日本のどちらも低いのですが、英国では保険者NHS側の1人当たりの負担が大きいことが推定されます。

次、お願いします。

英国と米国の診療報酬額の試算、計算式はまだ見付けられていないのですけれども、実質的には施設整備費の回収、更新費用の積立て、廃棄・解体費用を賄える水準に設定されています。それに対して、日本の診療報酬額ではこれらの費用を賄うことはできません。

次、お願いします。

日本の陽子線治療・重粒子線治療の保険収載は、現在二つの両極端の国のモデルを組み合わせた状態にあります。米国式を採用している部分は、施設整備・参入に国の規制が少なく、自由度が高いのですが、病院によっては稼働率が低い原因になります。英国式を採用している部分は、国民皆保険制度で保険がアクセスしやすいのですが、1人当たりの診療報酬額は抑制気味です。

結果として、患者にはよい治療がされているが、更新費用がないということが起きていると、そのように解釈しています。

次、お願いします。

英国では日本よりも患者負担が少ないわけですから、日本の国民皆保険制度が悪いわけではありません。日本では、診療報酬額の算定において、施設整備費の更新・廃棄費用が系統的に計上されていないため、粒子線治療のような高額医療インフラの更新時に安定的な財源が確保できないことが課題であります。

次、お願いします。

しかし、医療現場や関連医療機器メーカーは、自分たちの施設や会社の業績のことで頭がいっぱいで、将来の更新に関する改善策を議論できる状況にないというのが現状であると、学会幹部にお聞きしております。

次、お願いします。

ちなみに、中国では重粒子線・陽子線治療装置の配置計画数を発表しており、全国で60台を導入する計画に許可を出しております。既に国産化が進んでおり、製造会社もできております。欧州、日本と共に国際プレーヤー化しつつあります。

次、お願いします。

これは、先々週まで開かれていた国際粒子線治療学会のスポンサーですが、白粋は日本の企業で、赤粋は中国の企業です。今年から世界市場での販売を開始したようで、正確な確認は取れていないのですが、コスト競争力は高いと想像します。

次、お願いします。

このように、欧米がTSRのようなエコシステムを可能としつつあり、中国が後発の利点を生かしてコスト競争力を持ちつつある一方、日本では更新ができない施設が出現し、世界の潮流に取り残されそうになっているというのが偽らざる状況であります。日本の放射性治療医は、このままでは国産の粒子線治療装置が消滅してしまう危機的状況を迎えていると、

学会のフロアでは話し合っております。

次、お願いします。

今までの話をまとめますと、我が国では更新・廃棄についての費用に関しては未解決のまま、粒子線治療機器・施設導入が認められ、保険収載がなされました。どの施設も企業も更新につながる道を見付けられておりません。健康医療安全保障の観点から、我が国の粒子線治療を荒廃させないために様々な施策を考えるべきであると思います。

次、お願いします。

本日は、僭越ながら私なりに更新につながる道を考えてみました。技術革新、経済安全保障、財務計画が必要であると思います。

次、お願いします。

一つ目は技術革新です。皆さん御存じのように、Space Xは2015年にロケットの一部を垂直着陸で帰還させることに成功し、コストを大幅に削減し、宇宙版の更新の科学の重要性を我々に示してくれました。ロケット産業もかつては国家主導、1本ごとに数億から数十億ドル、年数回の打ち上げという、超高コスト・低更新産業でしたけれども、現在は政府契約という形で国が民間に委託し、Space Xは受注先の一つという立場です。

次、お願いします。

Space Xが変えたのは、ロケットそのものよりも更新の仕組みでした。イーロン・マスクは失敗の容認という方法も取り入れましたが、医療ではそれはできないので、更新を前提とした設計・運用・学習の仕組みを彼から学ぶべきだと思います。

次、お願いします。

粒子線治療装置は、宇宙開発と同じく、導入の科学から更新の科学へ移行することが必要です。20年から30年の中から長周期資産と捉えると、画像装置やソフトウェアの更新とミスマッチが起きて、技術進歩と設備更新ができず、質・安全・効率の改善速度も抑えられます。

次、お願いします。

粒子線治療が医療版のSpace Xをイメージして、更新の科学を発展させるべきです。ハード設計では、加速器の金属部分や床・壁のコンクリートなどの放射化を考慮した設計、ブロック化、カセット化、安全な取り外しや交換などを可能にして、全体のライフサイクルコストを削減します。情報層では、画像や治療計画データをハードやソフトの更新には影響を受けないよう管理できる設計にします。これら部分的更新を安全かつ迅速に行うため、P

MDAとの相談や国際標準機構への提案も重要です。このような更新と解体を見据えた粒子線治療の民間事業者への戦略的かつ弾力的な資金供給の強化が重要と思います。

次、お願いします。

それぞれのレイヤーで、現時点で実現可能な技術の具体的なパッケージを列挙してみました。例えば一番上の層では交換可能なハード設計、三次元放射化予測モデルの構築、実測・運転履歴・シミュレーションモデルを統合したライフサイクルツインの構築などが考えられます。

2番目の情報制度は、ベンダー中立的な更新を可能とすること。

3番目の制度・財政・規律の更新支援に関しては、この後の話でたたき台案を述べさせていただきます。

次、お願いします。

次に、経済安全保障です。具体的には、ダンピングの禁止と地政学的安定化推進が重要と考えます。

次、お願いします。

粒子線治療装置は、加速器工学の原子力イノベーションの技術基盤そのものを医療に応用したものであって、通常の手術器具などの医療機器とは本質的に異なる位置付けを持ちます。粒子線治療装置の製造・保守・廃棄を担う企業・技術者は、エネルギー分野の原子力装置、サプライチェーン及び人材を共有しており、医療応用市場の縮小、技術基盤の喪失は、原子力産業全体の空洞化に直結します。

原子力委員会が既に医療用アイソトープについて、経済安全保障及び支援産業育成の観点から重要と位置付けておられますが、粒子線治療も同様な観点から極めて重要であることをお伝えしたく存じます。

次、お願いします。

経済安全保障として、国内企業が消滅しないために、ライフサイクルコストに基づくダンピング防止の政策制度が必要です。従来、医療機関が粒子線治療を調達する際に、企業は初期価格のみを提示していましたが、それはライフサイクルコストを度外視したダンピングであるとも言えます。日本でもOECDの拡大生産者責任（EPR）制度の考えを取り入れ、初期導入後の運用・更新、解体・廃棄までの全期間を通した総コストの可視化と適正評価が必要です。そのため、粒子線治療装置の購入契約時にメーカーにライフサイクル総コストを含んだ見積りを提示することを義務付けるべきです。

次、お願いします。

なお、OECDの原子力機関、NEAでは既に医療用アイソトープの領域で、廃棄までを含めたfull-cost recoveryというEPR的な発想により、ダンピングを防止し、持続可能とする国際ルールを形成されていると、先日、原子力委員会の先生から教えていただきました。粒子線治療もアイソトープ治療と同じ構造を持っていることから、是非OECDで検討すべきだと思いますし、その原案は日本から提案し得ると思います。

次、お願いします。

例として、サイクロトロン式とシンクロトロン式の陽子線治療装置と周辺床コンクリートの放射化の比較を示します。サイクロトロン式ではDegraderという金属部分と、その周辺の床コンクリートの放射化が著しいのですが、シンクロトロン式では全体的に放射化される部分が非常に少ないです。

次、お願いします。

そのため、粒子線治療装置の廃棄マニュアルでは、シンクロトロン型では廃棄にコンクリートが放射化していないと判断してよいと記載されております。購入時にはサイクロトロンよりもシンクロトロン型が高額なのですが、今後は装置の購入・契約時にメーカーがライフサイクル総コストを含んだ見積りを提示することを義務付け、更新・解体費用を加えた初期費用を示すことがフェアであり、結果としてどちらのタイプの装置メーカーのためにも重要と思います。

次、お願いします。

ダンピングの防止は、地政学的な安定化推進という点からも重要です。人工呼吸器は既に特定重要物資に指定されているように、放射線治療装置・アイソトープ治療についても、原子力技術等の不可分性を根拠として、特定重要物資又は特定重要技術への指定を推進すべきだと思います。

まずは、粒子線治療産業が我が国から消えた場合の医療・原子力のリスクに関して調査して、WHO補助金規定及びGATTの規定の適用に関して国際法的な根拠を確定すべきです。そして、経済安全保障推進法における先端的重要技術の支援、枠組み及び特定技術物質の安定供給確保の観点から、国内に製造・保守拠点を有する企業（条件を満たす外資系企業の国内拠点も含む）に対する税制優遇措置等のインセンティブ付与を検討すべきです。

また、各社個別の保守体制から脱皮して、業界全体で部品プールを共有すべきです。これにより地政学的リスクへの耐性向上と維持コストの大幅な圧縮を同時実現すべきです。

次、お願いします。

三つ目は財務管理です。具体的には、ライフサイクルコスト管理と需給のガバナンスが重要と考えます。

次、お願いします。

財務管理の一つ目は、ライフサイクルコスト（LCC）管理です。診療報酬の技術料に装置と施設の減価償却・更新積立費、解体費に関するLCC加算を設けます。そして、LCC加算で回収した更新費相当額については、病院会計準則及び医療法人会計基準に改正により、各施設の「粒子線治療装置／施設更新引当金」として計上し、これを開示させます。これにより、粒子線治療での病院収入のうちの一部は強制的に装置と施設の更新のために積み立てられます。論理的には病院の患者数は十分に大きく、粒子線治療が多数行われている場合には、この制度により受益者負担の原則を守ったまま、更新が可能です。

次、お願いします。

これは、ある病院の最近の実績に基づくシミュレーションを示します。もし更新引当金制度があれば、青い線のように毎年収支のプラスの部分を積み立てることで、更新にかなり資する状況だったことが分かります。

次、お願いします。

また、LCC加算を受け取るための施設基準に、粒子線治療装置／施設更新引当金の計上とその開示を加えます。これは新たな立法を要することなく、会計基準と施設基準の改正を厚労省の「通知」での制度設計が可能と考えております。参考例として、退職給付引当金は新たな立法なく、通知で制度化されております。今既に待ったなしの状況であり、新たな立法を要さない、厚労省通知による迅速な制度設計で早期の課題解決を実現することが重要と思います。

次、お願いします。

次に、需給のガバナンスです。LCC加算の導入による過剰立地を惹起しないために、粒子線治療数の地域基準数、粒子線治療の部屋の、室の地域別基準数を医療計画に組み込み、その医療法改正を行います。医療法では基準病床数制度により、都道府県が地域ごとに病床数上限を設定・管理していますが、これに倣います。施設数は制限ではないので、既存施設の抵抗は少ないと予想しています。

次、お願いします。

廃棄抛出金制度も考えるべきです。これは第三者管理による外出し積立て制度です。廃棄

に関しては病院内で積み立てるのではなく、各病院が毎年外部の管理機関に拠出する方法です。その基金は一般財団法人、業界団体などが管理し、早期廃棄・解体時に交付される制度です。原子力発電所には、廃炉費用積立て制度があり、それを参考にできるかと思いますが、費用の標準化と外部積立てを支える制度基盤の整備が鍵でありまして、同時にこれは更新の科学による技術開発や経済安全保障の観点から、国が支援する領域で回ると思います。

次、お願いします。

以上のような政策や制度で、共創条件の平等化が確立し、安価ではあるが持続不可能な装置の売買を排除し、我が国の優れた原子力関連技術産業の衰退を防ぐことが早急に求められます。

次、お願いします。

ただ、粒子線治療以外の技術との比較において、粒子線治療だけにLCCやEPRの考えを取り入れることのリスクも考える必要があるのではないかという御指摘もあろうかと思います。

次、お願いします。

今ははっきりしているのは、粒子線治療装置に関しては、既存の診療報酬だけでは解けない問題であること、更新すべき時期が既に目前にあること、高額な医療機器や再生医療施設等の更新に関しては、粒子線治療装置と同様の問題を内包しているという視点も必要だと思います。ここは逆転の発想で、更新課題とニーズが時間軸、規模ともに最も具体化しているこの粒子線をモデルケースとして、医療インフラ改革のフロントランナーとするべきではないかと考えます。研究用の加速器の老朽化も問題になっているとお聞きしておりますので、原子力に関係する方々と共に、更新の科学の推進の旗頭となって、経済安全保障、健康医療安全保障を進めていければと考えます。

次、お願いします。

また、中長期的には発展のプラットフォームとなる学術基盤が必要です。日本が原子力イノベーションの医療応用において、更新の科学の研究教育を世界に先駆けて推進できれば、世界中の粒子線治療施設の更新に関して、日本が規範を提示するソフトパワーとなります。

更新の科学は、粒子線治療装置のエコシステムを推進し、ひいては我が国の原子力産業と関連産業の発展を推進できると考えます。

次、お願いします。

最後に、長期的プラットフォームとしては、人材基盤が重要です。原子力発電所に原子炉

主任技術者の配置が義務付けられているように、放射線治療、核医学治療を行う医療施設に専門職による体系的な関与が求められ、国家資格として制度的に位置付けることにより、その責任と権限の所在を明確にすべきであります。

原子力科学専門の要員の配置を制度的に義務付けることは、保健医療安全保障だけではなく、先端的重要技術の支援の観点からも、費用対効果の高い政策投資と考えられます。

最後のまとめ、次、スライドをお願いします。

技術革新、経済安全保障、財務計画をバランスよく推進しつつ、そのための学術基盤、人材基盤を確立することが、国産原子力イノベーションの医学応用資産の継続発展型プラットフォームとして必要であります。粒子線治療装置の全国的な課題解決は、日本の原子力イノベーションを更に発展させるため大変重要と考えます。

御清聴ありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、先生、粒子線治療に関する重要な課題に関する御説明、どうもありがとうございました。

それでは、40分間をめどに質疑を行います。直井委員からお願いいたします。

(直井委員) 白土先生、御説明どうもありがとうございました。陽子線及び重粒子線治療装置では、日本企業が世界的にも大きなシェアを持って、国内の病院においては25年くらい前から装置の導入が進められてきたものの、高額な装置の更新費や更新計画の不在によって撤退をする病院が出てきている。中咽頭がんでは、エックス線照射に比べて陽子線・重粒子線照射は明らかに治療効果が高いことが報告されていて、何とか撤退に歯止めを掛けるべく、継続・発展型のプラットフォームを構築するという御提案について御説明を頂きました。とてもスケールの大きい御提案で、プラットフォームは技術革新、それから経済安全保障、財務計画の政策制度の3本柱に、学術基盤と人材基盤でこれを支えるという、包括的でありながら、かつ具体的な御提案となっておりまして、大変分かりやすい内容でございました。

最初の質問ですけれども、非常にシンプルですけれども、更新できずに撤退する最大の理由というのは、更新費用が高過ぎるからなのではないでしょうか。更新計画が立たなかった理由として、31ページで日々の運営や当面の課題への対応が優先されやすく、改善策について議論する余裕を持ちにくいというような御説明がございましたけれども、治療効果が高くて、患者さんの数も多いこの治療で、なぜ更新計画に着手しなかったのか、にわかに分からなくて。いかがでしょうか、よろしくお願いします。

(白土教授) ありがとうございます。

バランスの問題だと思います。今、頂いている診療報酬額の額がもともとこういう高額な医療機器の導入にそぐわない状況にあるために、今までのルールだけでやりますと非常に1人当たりの診療額が低いところに設定されてしまっているというのが理由でして、患者数自体は英米と比べて大体同じか、いいところなのですけれども。やっぱり診療報酬額の算定のところに課題があったということで、現状としてはとても更新費用を出せない状況であるということだと思います。

(直井委員) ありがとうございます。

そうしますと、診療報酬を、更新を含めた形で上げるということが一つの大きな更新可能にする対策になるだろうということによろしかったでしょうか。

(白土教授) 痛みを伴うところなので、慎重にやらなきゃいけないとは思いますが、そうしないと多分、どこもみんな同じ問題で前に進めない、そういうことになるかと思っています。

(直井委員) ありがとうございます。

それから、プラットフォームの1番目の柱、技術革新ですけれども、これはエコサイクル方式で設備を更新していくための技術革新をするということで、40ページ、41ページで、第1層、第2層を実現するというために、装置の技術を支える民間企業の日立さんですとか東芝さん、それから住友重工さんに、それから病院の医師らユーザーさんに頑張ってもらい必要があるというようなことの理解でよろしかったでしょうか。

(白土教授) 具体的な例はまだ私の知識の足りなさで、もっといい案がきっとあるのではないかと思います。ただ、企業だけに任すといっても、更新できないということは企業にもお金が入らないということですから、全体の研究費の使い道をどうするかというときに、ちょっと足りないという状況になってしまっている可能性は十分あると思います。

今、例えば分子標的薬とか、そちらの方は1人当たりの一月の治療代が粒子線の治療全体のお金と同じぐらい、200万とか300万を一月、毎月、1年2年と使っている状況なわけで、そういうのに比べますと、ちょっと企業側に入る金額も少ないという問題もあるので、そこを何とか支援しながらこういう研究をしていく必要があると思っております。

(直井委員) ありがとうございます。

やはり民間企業さんに対しても、このエコサイクル方式で設備を更新していく設計はどうするかという、設計研究は間違いなく必要で、研究開発費用は間違いなく必要になるだろう

なというふうに思いました。

それから、今後このプラットフォームを実現していくために、どのような御計画を立てになっておられるか、教えていただけますでしょうか。

(白土教授) 今ちょっと聞き取りにくかったのですけれども。

(直井委員) このプラットフォームを実現していくために、今後はどういう計画を立てられておられますか。

(白土教授) 具体的な力が、今私にあるわけではなくて、今、僕がアドバイスのことを言えるとするれば、こういうことになっているというところなのですから。まず、例えば北大の方ではいわゆるどのぐらいの放射化があるのかというところの実測です。これを我々の装置はお陰さまで新しいタイプで、放射化の問題もかなり少なくなっているのですけれども、そういうのを実測して、次にこの第1層の具体的な設計に必要な基礎データを取ろうというところは、今、大学、それから先ほどちょっと出てきましたけれども、KEKの松村先生などと準備を始めているという、そういう段階でございます。

(直井委員) ありがとうございます。

学会の中には、例えばこの御提案をされましたけれども、この御提案を共有するというような、何というか、枠組みといいますか。

(白土教授) 7月には日本放射線腫瘍学会(JASTRO)の粒子線治療部会というのがあるので、そこで私、これを発表することになっておりまして、そこで多分みんながこのワーキンググループ的なものを作って、アイデアを出し合っていこうということにはなろうと思いますが、先ほど申し上げましたように、僕はもう現場からちょっと離れているので、こういうことを考える時間があるんです。もう現場は本当に毎日の治療のことでかなり一杯一杯になっているので、少し既にリタイアした方々の力も借りながら、こういうものを色々と進める必要もあるのかなと思っています。

(直井委員) ありがとうございます。原子力委員会としてもできることをやっていきたいと思っていますので、よろしくお願いいたします。

私からは以上です。

(白土教授) ありがとうございます。

(上坂委員長) それでは、吉橋委員、よろしくお願いいたします。

(吉橋委員) 白土先生、本日は粒子線治療、それから国際原子カイノバージョン医学応用資産の継続発展型プラットフォームの御説明を頂きまして、ありがとうございます。

私ごとになってしまいますが、大学の研究室で加速器を保有しております。先生の方からも何度か研究用加速器というお話もありましたが、非常に研究用加速器も厳しい状況でございます。外部からの使用者から使用料を頂いたとしても、やはり大学ですと同じように積立てができないですとか、様々な問題もありまして、維持管理するには足りず、ましてや装置を新しくするといったこともできず、非常に課題になっておりますので、今日、研究用加速器の維持もよい仕組みはないかと考えながら、先生のお話を伺っておりました。後半のお話は医療と工学を連携して、しかも医療だけではなくて、加速器そのものの人材育成であるとか、そういった視点でのお話もあったかと思います。医工連携でこの問題を進めていければいいな、強く思った次第です。

特に国産の加速器開発が現在、世界シェアもある中で、今後これが衰退していつてしまつて、世界的に遅れを取ってしまうというのは非常に望ましくない状況だと感じております。

私からは、エックス線から陽子線治療へどんどん替わっていきつつあつて、患者さんの数も増えているという中で、病院の数が増えていないということは、現状ではやはりどこかの装置に患者さんが集中していると思つてよろしいのでしょうか。

(白土教授) やはり多いところと少ないところというのはございます。多いところもでもそんなに繁盛して、十分更新費用が出せそうだという状況ではないので、どの文脈で捉えるかなんですけれども、昔に比べれば本当に保険を通していただいて、お陰で患者数はかなり増えてきていますが、1件当たりの金額で見ると、先進医療の方が1人当たりの金額は高かったものですから、保険収載で安くなった分、実は7割とか6割の金額しか病院には入ってこないですから、金額で見るとさほど前よりも伸びている感じはしないという状況かなという気はいたします。

(吉橋委員) ありがとうございます。

次に言葉の確認ですけれども、先生は御説明の中で更新と、それから維持というお話があったかと思つます。更新と維持という、これは同じような意味で用いているのかということと、維持ということは毎年の運用資金、こういったことも含まれていると思つてよろしいでしょうか。

(白土教授) 維持といったときには、電気代、それから細かな毎日の品質管理に携わる人件費とか、そういうものも含まれておりますが、更新という言葉を使ったときは、先ほどの定期的に替えるというときもあるのですけれども、15年たつてくると、その後はむしろ壊れたら直しますという状況になってきますので、そつちは故障対応という言葉の方がいいのかも

しません。そして、20年以降に関しては全面的な更新というような、そういうイメージでいくのかなと思います。

(吉橋委員) ありがとうございます。

今のお話を聞きますと、研究用加速器も維持管理が大変でして、毎年毎年の維持の管理、電気代であるとか、ちょっと故障したらそれを直すのを繰り返していて、そういったところも同じような問題だなということを感じました。やはりエコサイクル方式ということを進めていくというのは非常に重要だなということを感じております。

その中で、今回御説明のあったハーバード大学と、それから福井県立病院ですか。ハーバード大学の方はエコサイクル方式でTSRですか、福井県立病院の方は段階的に更新しているということだったのですが、このエコサイクル方式を用いると、例えば修理に止める時間というのは実際のところはずっと短いものだったのかということ。若しくは止めることなく更新・維持ができているのか。その辺りの時間的なものがもし分かれば教えてください。

(白土教授) ありがとうございます。

その点も凄く重要な点で、どうもハーバード大学は最近、マサチューセッツ総合病院ではないんですが、同じ系列に一つ陽子線治療装置を持った病院をボストンの中に持っているらしいんですね。それ以上の情報はちょっと今回取れなかったのですが、どうもこちらの直している間はそちらで肩代わりして、それで直ったら戻そうということを書いていました。

記事の中ではできるだけ短い間でこちらも直して、直ったらまた使うのだということは書いてあったんですけれども、その間はちょっと推測も入っていますから正確じゃないのですが、そういうことでございました。

(吉橋委員) ありがとうございます。

途中の資料にもありましたけれども、やはり更新のときに止めずに、ということも、病院の運営も非常に重要で、そのような仕組みを上手く取り入れられるとよいなと感じました。

最後になりますけれども、これは私、コメントになりますが41ページ目のところですか、医療版Space Xのお話の中で、私、工学部におりますが、上の方に書いてあった、守る／交換するなど、色んな項目があるんですけれども、一つ一つに関しては日本はそれぞれ技術を持っているのではないかと私は感じております。

なので、最初の方のコメントと一緒にになりますが、やはりこの問題、オールジャパンといえますか、工学も医工も医療も一緒になって更新して、考えていければよいなと思った次第

です。それに対して私も積極的に加わっていきたいと感じました。

私からは以上になります。

(白土教授) ありがとうございます。

(上坂委員長) それでは、参与からも御質問や御意見を伺います。青砥参与から御意見を頂ければと思います。

(青砥参与) 白土先生、どうもありがとうございました。

先生がおっしゃっている、急速に発展していく粒子線治療装置に代表される原子力技術医学応用資産が置かれている我が国の状況について、現状の紹介、それに対応する制度設計を含む様々な改善・改良提案をお聞かせいただき、ありがとうございました。私の理解では、概念として最後のページに書いてあるようなスパイラル的な改善の継続、機能維持、機能持続性を実現しようとする提案だと思いました。

それで、一つ質問なのですが、今も幾つか質問があって議論されていたエコサイクル方式ですが、概念的な意味合いは書いてあるようによく分かりました。しかし、実際にこれをやろうと、実施に移そうとすると、ここに書いてあるような主要構造物、建屋、遮蔽体、ガントリー鉄構など書いてありますが、この再利用については基本的には何らかの規制、何らかの基準、何らかの判断評価が必要となると思います。そうでなければ、ここに書いてあるような、従前からの外側のものを使っていいという保証はどこにもないからです。その辺りについては現在どのようにお考えになっているのでしょうか。お考えをお願いします。

(白土教授) 専門的な数値に関して、私もまだよく理解していないところもあるんですが、放射化物であるか、あるいは非放射化物と判断していいかという、そのクリアランスレベルに関しては色々な資料を見ますと、他の領域でのクリアランスレベルを参考にして運用すべしというような、ちょっとはっきり書いていないというのが現状でありました。

T S Rをやりますと言っているハーバードのところでも、それに関する論文がないかなと思ってかなり探したんですけども、やりますという記事は出ているんですけども、それに関する明確な論文が出ていないので、ちょっとそこが一回訪問して、どういうことですかねと聞いてみてもいいかなと思っているところです。

(青砥参与) 状況は分かりました。

(白土教授) リニアックの方では10MV以上のエックス線による放射化の問題も数十年前にどうするかという話合いが行われて、ある程度のガイドラインは出ているんですけども、こちらの方は先ほどのISOが出したサイクロトロン型の粒子線治療の中でも、数値自体は

まだちょっときれいには出ていなかったというのが実際のところですよ。

これはみんなが困っていることで出せないという状況なので、みんなで国際標準的なものを是非決めていく時期じゃないのかなという気もいたします。中途半端ですが。

(青砥参与) ありがとうございます。

私も少し誤解しており、先生がハーバード大学の例を出されたので、このTSRの中でそういった再利用するもの、あるいは廃棄していくものと、置換していくもの等の評価がなされているのではないかと考えました。今の先生のお答えでは、まだその辺りが十分に公開されていないということです、是非今後その辺りの情報について整理頂きたいと思います。

(白土教授) そのとおりです。

(青砥参与) 教えていただきたいと思います。ありがとうございます。

(白土教授) ありがとうございます。

(上坂委員長) 次に畑澤参与からも御意見をいただければと思います。

(畑澤参与) 白土先生、御説明いただきまして大変ありがとうございました。私は北海道大学の先生方をはじめ、またリニアックで開発を進めて、今現在、世界に普及しつつある重粒子線治療・粒子線治療の発展のご貢献に対しまして高く評価したいと思います。

特に、難治性の悪性腫瘍、膀胱がん、肝細胞がん、肝内胆管がん、それから脳腫瘍、これらの悪性腫瘍はたとえ早期に発見されたとしても治療成績が著しく悪かったわけです。これらの難治性の悪性腫瘍に対する粒子線、特に重粒子線治療の効果というのは、非常に患者様方に大きな期待を持っていただいております。そういう意味では敬意を表したいと思います。

私の方の最初の質問は、この更新、それから廃棄に費用が掛かるということは、設置する前には分かっていたことなのではないでしょうか。要するに、利用している間にその廃棄の経費がだんだん高くなってきて、今困った状態になっているということなのではないでしょうか。それとも、その更新・廃棄に費用が掛かるということを想定しないで設置してしまったというのが現状なのではないでしょうか。その点をまず教えていただければと思います。

(白土教授) ここはちょっと注意深く発言しなきゃいけないと思うのですが、科学としてはこういうことが起こるだろうということは分かっていたと思います。ただ、じゃ先ほど申し上げたクリアランスレベルが幾つだというのが決まっていない限り、じゃ本当にどのぐらい問題になるのかという定量的なことは多分、誰も提言できなかったのではないのかなという気がいたします。

一方で、我々が例えば学会として、保険収載というところに僕は関わったんですけども、

保険収載の前に先進医療という領域でまずこれは行われたのです。先進医療のお金を幾ら患者さんから頂くかという、そういう試算をするエクセルで作ったファイルみたいのがあって、そこに我々が色々と数値を入れていって、人件費幾ら、機械幾らみたいなことを入れていって、それで正当と思われる金額が設定されて、それがオーケーが出るんですけども、その算定のときに遮蔽体とか建物は入れないでくださいという、現在の日本の今までの方式ではそういうふうになっていますので、それは入れないでくださいという御事情でこの金額になってしまったという流れがございます。

ですから、むしろアンビバレントな気持ちを持ちながらも、こうせざるを得なかったという状況が当事者の中にはあったというのが現実であります。

(畑澤参与) ありがとうございます。

今回の粒子線・重粒子線治療の更新に際して、非常に高額な費用が掛かるということの大きな原因の一つは、廃棄物の処理に関係するところではないかと思いました。

(白土教授) そうですね。

(畑澤参与) それで、先生の資料によりますと、ドラム缶1缶50万円掛ける1,600個ですか、ガントリー2室の施設ではそのぐらい掛かるということです。この廃棄物は日本アイソトープ協会が担当しておりまして、現在国内に約9万ドラム缶分がまだ予備として残っています。年間6,000ドラム缶が回収されてきていますので、15年ぐらいは大丈夫です。ところが粒子線施設、重粒子線治療施設がこれに加わりますと、その期間というのはあっという間に短くなってしまうわけです。

(白土教授) そうですね。

(畑澤参与) これを解決する一つの方法としては、先生も御提案されておりましたように、放射性廃棄物、これは非常に低レベルの廃棄物ですので、クリアランスレベルでコントロールした廃棄物処理をするべきではないかなというふうに個人的には思っておりまして、これを原子力委員会でも一つの解決策として廃棄物の量を減らす、それから費用を軽減するというところで検討を開始しているところです。

ですから、是非医療用R Iの廃棄物に関する活動と、それから先生が今日御発表されました粒子線・重粒子線治療施設の更新で発生する低レベルの放射性廃棄物の処理について、協働して情報を交換しながら関係省庁に相談するというのも一つの手ではないかというふうに思いました。いかがでしょうか。

(白土教授) いや、全くおっしゃるとおりでございます。ありがとうございます。

僕もアイソトープ協会にこれだけ出したらちょっと処理できないんじゃないかなと思って心配していたんで、全く我々の方の学会の関係者の先輩方も多分そこが非常に重要だという意見を頂いておりますので、是非一緒に活動させていただければと思います。

(畑澤参与) ありがとうございます。畑澤の方は以上です。

(上坂委員長) それでは、岡嶋参与からも御意見頂ければと思います。

(岡嶋参与) 岡嶋です。白土先生、どうも今日は御説明ありがとうございました。重粒子線治療の現状といいますか、課題、それからそれに対応して更新等をどうやっていくかというような形で先生のご提案がよく分かりました。

それで、タイトルで継続発展型のプラットフォームとおっしゃっていて、一番最後のスライドがそのプラットフォームのあるべき姿というか、先生のお考えの姿だと思って聞いております。ただ、更新時期というのはもうどんどん近づいてきているのが現状だとすると、そのプラットフォームを、先生の中では大体いつ頃ぐらいまでに構築しないと、おっしゃるような医療体制の崩壊が始まるかということです。それゆえ、大きな危機感があるということが今日のお話だと思います。その辺の先生のイメージとして、このプラットフォームの中で、コストと、ある部分はルールだったりしているので、ルール改正等が必要だと思うんですけども、それらと技術革新とがあります。そのプライオリティーというのは何かあるのでしょうか。その点をちょっとお聞かせいただきたいと思います。いかがでしょうか。

(白土教授) ありがとうございます。

一番すぐ手が付けられるのは、多分財務計画のところだと思います。このプライオリティーは、僕は非常に高いと思っています。つまり、半年とか1年単位で何かが動かせるとすれば、先ほどのLCC加算と引当金制度を導入するというのが一番早くできることかなと思います。③(財務計画)のところはできると思います。ただ、僕も気付いていない色んな多分課題があるでしょうから、そこを潰すのに1年掛かっちゃうかもしれないですけども、少なくとも今2026年です。2028年改正とかを目指して、今年の秋ぐらいから動き出せばちょっとは前に進められるのではないかなというのが③(財務計画)です。

1(技術革新)は当然ながら非常に時間もかかるので、すぐ結果は出ないと思いますけれども、やっぱり希望が見えないと前にみんな進めないんで、1番の技術革新、更新というものに関してちゃんと国も目を向けてくれているのだとか、行政も目を向けてくれるのだということを示すためには、1番も凄く重要なことじゃないかなと。そうすると、みんなが色んないいアイデアを出してくれるのではないかと思いますので。

僕の頭で分かるのは、3番がF I R S T、しかし1番もF I R S T、時期的には同じぐらいの時期で、1番の結果が出るのはもっと先というところだと思います。

2番の経済安全保障というところは僕には全く知識がないので、分からないというところなので、是非この辺りは教えていただきながらやっていただきたいんですけれども、今、色んな領域で②(経済安全保障)のことは議論されているようですし、もし今の政府がこれにアプローチしていただける力をお持ちなのであれば、是非その中にこれも加えていただきたいなど、そのような感じです。

(岡嶋参与) ありがとうございます。

私、1番の方がもう少し座学でも、例えば返答はできるだろうと思っていましたが、ちょっとそこのところが先生と少し考え方が違うように思いつつお伺いしていました。

(白土教授) 考え方は多分僕が理工系の専門家じゃないので、多分理工系の方から見たら1番が一番早いと思っていらっしゃる方も多いのかなという気はします。

(岡嶋参与) いえ、ちょっとそのような感覚を持ったということだけです。どうもありがとうございます。よく分かりました。そうですね、財務計画のところは直接コストに関わってるところだというのが目に見えて分かりますし、技術革新も目的を持つという点で「更新と解体を見据える」というのは非常に大事なことだと思いますので、その辺のところでは全くそのとおりだと思います。どうもありがとうございました。

(白土教授) ありがとうございます。

(上坂委員長) 小笠原参与からも御意見を頂ければと思います。

(小笠原参与) 白土先生、どうも本当にありがとうございました。

この原子力委員会でも核医学の問題は継続的に扱ってまいりました。核医学は目覚ましい進歩を遂げているのは承知しておりますし、我が国国内でもその恩恵に広く均霑できるような体制・制度が徐々に整ってきているというのは本当にうれしいことだと思います。

また、核医学の中には高額になりがちなものもございます。今後、少子高齢化で我が国の国力が長期にわたって衰退傾向にあることが懸念される中で、いかにして我が国の医療制度を持続可能なものとしていくか、これが極めて重要な課題ではないかと思います。そのためには、経済性の観点からの分析が必要ですが、本日の御説明は正にそれに正面から取り組まれたものであり、私は高く評価し、学ばせていただくことが多くございました。

また、幾つかの具体的な提案を頂きました。その中で、私としてもハーバード大学の例に見られるように、廃棄コストの低減努力、あるいは工夫を行うべきだという点、それから更

新・廃棄に関わるコストを含めて、サイクルコストを投資の判断に当たっては考慮すべきだといった点については全面的に賛同をしたいと思います。

特にライフサイクルコストですけれども、これはやはり医療装置・設備を導入する当初の時点で考慮に入れるべきであって、重要なのは当初の投資判断のときにそれが考慮に入るような仕組みを確保するという、そういう制度設計が必要なのではないかと感じました。設備を入れてから廃棄・更新費用をどうするか考慮するよりも、入れる前にそこが負担できるのかということを判断して導入を考えるべきということ、その方がより合理的ではないかと思っています。

他方、ライフサイクルコスト、当初十分考慮せずに入れてしまった装置／設備につきましても、当初は考慮されていなかった廃棄ですとか更新のための費用、特に更新のための費用を、これを反映させて診療報酬額を上げるべきか否かという、その判断については他の治療方法との費用対効果分析の比較ですとか、あるいは保険制度全体の持続可能性といった観点からバランスを取って、更なる検討が必要なのではないかと感じた次第です。

先生の御説明にもございましたように、ライフサイクルコストを装置導入時の当初の判断に反映されるべきだということは、これは陽子線治療に関わる病院のみに求められることではなくて、全ての医療装置、設備、施設等についてこれを反映されるべきだと考えます。同じ手法をとりませんと、異なる治療方法の間で費用対効果分析を行う際にミスリードされてしまうというおそれがあるかと思っています。その部分は同じ条件の下で判断されるべきで、その点が重要なのではないかと思います。

こちらはコメントですが、以上にしたいと思います。大変勉強になりました。どうもありがとうございました。

(上坂委員長) それでは、上坂から意見を述べさせていただきます。

45ページにOECD/NEAでの活動が示されており、ここでも先生がおっしゃられたように、原子力委員会もOECD/NEAと協働して核医学の推進に関する活動を行っております。粒子線治療も日本の放射線医学界、日本企業が世界で主導してきたわけです、今日御説明がありましたように。その意味でも、日本側からOECD/NEAに提案して、今日の課題について国際会議を開いて、今後の継続発展の議題を取り上げていただくのが非常に適切かと思っています。

これに関しては、原子力委員会としても支援申し上げたいと思いますが、いかがでしょう。
(白土教授) 大変有り難いお言葉で、こういういい例があるのを僕は知らなかったのですか

ら、これを粒子線の方にも広げるというのは非常に受け入れやすい提案だと思いますので、是非御支援いただければ有り難いと思います。

(上坂委員長) もう1点ですが、先生は粒子線治療技術と原子力基盤技術が共通であるという御研究を頂きました。日本原子力学会では、大学研究機関における研究炉の廃止措置や放射線施設の廃止措置や更新に関する情報共有、議論の場の分科会の活動が行われております。ここでは各大学や研究機関のそういう廃止措置や廃棄物処理に関する規制庁との議論と状況等々が情報共有されて、学会としてワンチームを形成して規制庁と対峙すべきことを議論しています。

大学からも工学系の先生が参加されております。是非こちらの方にも、先生が冒頭におっしゃられたように、粒子線治療と原子力基盤技術の協働という意味で、こちらの分科会にも話題提供をしていただく。そういう共通の意識を持って議論するということも私から提案したいと思います。吉橋委員もその分科会のメンバーでありますので、そういう面で我々の方からも支援できるかと思います。いかがございましょう。

(白土教授) ありがとうございます。

僕らはそこが弱いところなものですから、是非そういう中で一緒にこの問題、解決するようには是非一緒にやらせていただきたいと思います。よろしくお願いします。

(上坂委員長) 白土先生、御説明どうもありがとうございました。

(白土教授) ありがとうございます。

(上坂委員長) 議題(1)は以上でございます。

それでは、白土先生におかれましては大変恐縮ですけれども、御退席の方をお願いいたします。

(白土教授) 失礼します。

(白土教授 退室)

(上坂委員長) 次に、議題(2)について事務局から説明をお願いいたします。

(井出参事官) それでは、二つ目の議題でございます。令和7年度版原子力白書(案)について、事務局より説明をいたします。

本件は、原子力利用に関する基本的考え方の全般に関連するものです。

それでは、中島参事官から説明をお願いいたします。

(中島参事官) それでは、事務局から令和7年度版原子力白書の案について説明をさせていただきます。お手元のタブレットに白書(案)の概要版と本体がございます。資料2-1が概

要版でございまして、そちらに沿って説明をいたします。

原子力白書の発刊につきましては、東日本大震災の後、7年間のブランクがございました。平成28年度版が発刊されて以降は毎年度発刊を続けておりまして、今回が10冊目の白書となります。白書の構成としましては、冒頭に特集を組みまして、原子力利用に関する重要な事項について詳しく解説し、続く1章から9章におきまして、原子力委員会が令和5年に決定した「原子力利用に関する基本的考え方」の項目立てに沿って、その年度に起きたことを中心に原子力利用に関する政策や取組の動向を説明するものとなっております。

特集のテーマにつきましては、昨年12月10日の定例会議におきまして、次世代に向けた核燃料サイクルの展望とすることを決定いただき、その後、委員・参与の皆様の御指導の下、特集の執筆を行いました。また、1章から9章につきましても関係機関からの情報提供を頂いた上で取りまとめることができたという次第でございます。

資料の1ページ、上段を御覧ください。冒頭で原子力白書の位置付けを記載しております。御案内のとおり、原子力白書は原子力委員会が決定する非法定白書という位置付けでございまして、閣議において配付されるものでございます。特集テーマの設定の背景としましては、テーマを決めた昨年12月の時点では、ホルムズ海峡の封鎖といった事態はまだ発生する前だったわけですが、あのような事態になったことによって、エネルギーの海外依存度を低減する必要性が以前にも増して浮き彫りになりました。このため、こうしたことも含めて今回、テーマとして核燃料サイクルを取り上げた背景・理由としております。

特集に移ります。次の2ページから6ページまでで、5ページにわたって特集の概要を説明しております。

2ページを御覧ください。

左側の下の方の図にございますように、天然ウランには核分裂しやすいウラン235が0.7%しか含まれておらず、残りの99.3%が核分裂しにくいウラン238であるということ、このウラン235を濃縮したウラン燃料を軽水炉で燃やすと、ウラン235が燃え残り、また燃えにくいウラン238から転換されたプルトニウムが使用済燃料の中に残るといったこと、そしてこれらを取り出して燃料として再利用する仕組みが軽水炉サイクルであるということを原子炉内で起きる反応を含めまして、その仕組みについても解説することで理解いただけるような内容としております。

ここまでの2ページ目までの説明でございます。

次の3ページでは核燃料サイクルの意義について大きく二つあることを説明しております。

一つは資源の有効利用の効果、もう一つは高レベル放射性廃棄物の減容化と有害度低減の効果でございます。具体的には軽水炉の場合、使用済燃料約1,000キログラムからMOX燃料を約100キログラム、ウラン燃料を約130キログラム製造できるといった点。また、直接処分と比べた場合は高レベル放射性廃棄物の体積を約4分の1に減容ができること、そして有害度が天然ウラン並みに低減する期間を約10万年から約8,000年に短縮可能と評価されていることを説明しております。

次の4ページを御覧ください。こちらは高速炉に関する内容です。

高速炉の仕組みにつきまして、原子炉内での反応が軽水炉とは違うということについて説明した上で、資源の有効利用の点では天然ウランの99.3%を占める核分裂しにくいウラン238を、プルトニウムに効率よく変換できることで、天然ウランを無駄なく利用できるということを説明しております。

また、高レベル放射性廃棄物についても、直接処分と比べ体積を約7分の1にできること、有害度が天然ウラン並みに低減する期間を約300年に短縮可能と評価されているところ、このように軽水炉と比べて格段に効果が高まるといったことを説明しております。

次、5ページを御覧ください。こちらでは核燃料サイクルに関する取組について説明をしております。

まず、軽水炉につきましては、ウラン燃料の供給体制の取組が進んでいること、また六ヶ所再処理工場とMOX燃料工場のしゅん工に向けた取組が進んでいること、プルサーマルの拡大に関すること、そして最終処分場の文献調査に関する取組などが進捗していることについて取り上げてございます。

高速炉につきましては、高速実験炉「常陽」と大型ナトリウム試験施設（A t h e N a）での試験研究について、また高速実証炉の2050年までの運転開始を目指した取組について取り上げております。

さらに、一番下ですけれども、諸外国の動向につきましては、米国をはじめとする主要な国の状況を取り上げております。

次のページ、6ページを御覧ください。こちらが特集に関する細部の取りまとめとなります。

軽水炉サイクルを進めるためにプルサーマル炉を増やす取組が進められていることや、1回のサイクルの先に複数回のサイクルがありまして、その実現に必要な技術の確立に向けて取組が進められていることを紹介しております。高速炉につきましては2050年までの実

証炉の運転開始に向け段階的な開発が進んでいることや、将来、高速炉が導入されれば少数でも資源の有効利用や高レベル廃棄物の減容化、有害度の低減といった、核燃料サイクルの効果が格段に高まることについて、イメージ図を使って説明をしております。

最後に、委員会メッセージとして五つの点を上げております。一つ目は核燃料サイクルの確立がエネルギー安全保障に寄与し、長期的な原子力利用のために重要であるという趣旨のことを述べております。

二つ目として、安全確保と平和利用を大前提に、国際社会に対する説明責任を果たしつつ、国際協力の下で進める必要があるという趣旨のことを述べております。

三つ目として、研究開発等につきまして、核燃料サイクルの将来像と長期的戦略に基づき進めていく必要があることを述べております。

さらには、四つ目として人材育成等の取組の重要性、五つ目として継続的取組と国民への分かりやすい説明の重要性について挙げまして、以上、五つを委員会のメッセージとしております。

以上が特集についての説明でございます。

続きまして、本文の1章から9章についてでございます。

これらは、令和7年度中の政策や取組の動向を中心にアップデートしたものでございます。

まず、7ページ目を御覧ください。第1章は福島第一原発の事故の反省・教訓と福島の復興・再生の取組に関するところでございます。

令和7年度のトピックとしては、福島の復興・再生については避難指示解除に向けた除染やインフラ整備の取組の進捗を説明しております。

福島第一の廃炉については、2号機での燃料デブリの試験的取り出しや、3号機でのマイクロドローンによる調査の実施について説明しております。また、福島第一事故の反省・教訓を踏まえた安全性向上に関しましては、中部電力浜岡3・4号機の審査における不正行為と事実関係の解明に向けた取組について取り上げてございます。

続いて、8ページを御覧ください。第2章は、原子力のエネルギー利用についてでございます。

原子力発電所の稼働の状況、また立地地域との共生などについて触れております。令和7年度の取組としては、東京電力柏崎刈羽6号機の再稼働、北海道電力泊3号機の原子炉設置変更許可、福井県と青森県における立地地域の将来像に関する共創会議の進捗などについて取り上げております。

続いて、9 ページを御覧ください。3 章では原子力の国際潮流と連携・協力に関して、主要国の動向などについて触れております。

令和7年度のトピックとしては、米国での昨年5月の大統領令によって、核燃料サイクル等の政策に大きな動きがあったということ。また、今年3月の日米首脳会議において、日米の戦略的投資の第2弾のプロジェクトとしてSMRの建設が発表されたことなどについて取り上げております。

続きまして、10 ページを御覧ください。4 章では、原子力の平和利用と核不拡散・核セキュリティの確保への取組についてでございます。

プルトニウムバランスの関係の最新の情報や、イラン核開発問題とホルムズ海峡の事案の動きなどを記載しております。

下段に移りまして、第5章は原子力利用に関する国民からの信頼回復の取組についてでございます。ここではNUMOによる全国の幅広い層への情報発信の取組などについて記載しております。

続きまして、11 ページを御覧ください。第6章は廃止措置及び放射性廃棄物の対応についてでございます。

これは、佐賀県玄海町、そして東京都小笠原村の南鳥島の文献調査などについて記載しております。

下段に移りまして、7 章は放射線及びラジオアイソトープの利用の展開についてでございます。これは原子力委員会が取りまとめたアクションプランのフォローアップなどについて取り上げております。

12 ページを御覧ください。8 章は原子力利用に向けたイノベーションの取組についてでございます。

次世代革新炉開発ロードマップが今年4月に取りまとめられたことなどを記載しております。

そして、下段に移りまして9 章が人材育成とサプライチェーンの維持・強化でございます。ここではダイバーシティーや女性活躍を含めた直近の動向を記載しております。

以上が1 章から9 章でございますけれども、それぞれの章にはコラムを一つないし二つ設けておりまして、注目いただきたいトピックを取り上げております。全体では15 のコラムを設けております。各コラムがどこにあるかについては、白書本体の目次の方にタイトルとページを掲載しております。

以上が白書の概要についての説明となります。白書の内容につきましては、委員、参与への御相談、関係各省への協議を経ることで、内容を正確で分かりやすいものとするために、読み手の負担を考慮しまして分量をコンパクトにする努力をしております。分量につきましては、昨年は252ページだったものを今回は204ページとコンパクトにまとめております。

そして、本白書の執筆に当たりましては、原子力を専門にしていない方にも関心を持って読んでもらえることを目指しまして記述をしております。とりわけ、特集につきましては核燃料サイクルという難解なイメージを持たれるテーマですので、ページ数を今回は22ページと抑えているということと、できるだけ簡潔に説明するという形で工夫をしております、図表や注釈を含めて読んでいただきますと、核燃料サイクルの仕組みと効果、政策や取組の動向について十分な知識が得られるものになっていると考えております。この白書を活用した情報発信ということでは、例年原子力学会の講演会や大学や大学院の講義などの機会をして事務局から説明をしております。

また、シンポジウム等のイベントでの議案や英語の概要版を作成しまして、IAEA総会の際に配付することを予定しております。

本日御審議いただきまして御了承が得られましたら、原子力委員会決定とし、26日の閣議にて配付をする手続きを取りたいと考えております。

説明は以上となります。御審議よろしく願いいたします。

(上坂委員長) 説明ありがとうございました。

それでは、今までの御説明につきまして30分をめでどで質疑を行います。直井委員からお願いいたします。

(直井委員) どうも中島参事官、御説明ありがとうございました。

特集記事であります核燃料サイクルの今後の展望に関わる記事につきましては、核燃料サイクルの全体像、それから核燃料サイクルの意義について、軽水炉サイクルと高速炉サイクルを分けて、その資源の有効利用ですとか、高レベル廃棄物の減容化、有害度低減に関わる説明を行って、その上で国内における取組状況、諸外国における取組、今後の展望について、コンパクトに分かりやすくまとめられたというふうに思います。

それから、この新しい白書の発信を強化していただくということにつきましても御説明いただきましたけれども、主要な高校や大学の授業などで使ってもらえるように、主要な大学、高校を行脚するとか、そういったことも含めて発信の強化について検討していただい

たいなというふうに思いました。

また、私自身委員として原子力委員会が関係します説明会ですとか講演会などに機会あることに白書を知ってもらえるように情報発信活動をしていきたいというふうに思いました。

どうもありがとうございました。私からは以上です。

(上坂委員長) 吉橋委員、お願いいたします。

(吉橋委員) 中島参事官、御説明ありがとうございます。

現在、エネルギーの確保であるとか、エネルギー安全保障に対する関心が非常に高まっていると思います。御説明にもありましたけれども、その中で特集が難しく書いてあると、それだけで皆さん、読むのをやめてしまうところを、今回非常に分かりやすくまとめていただいて、本当に感謝しております。

また、本編の方に関しましても、現在、人材育成ということに関して、女性活躍ということ、様々なところで取り上げられております。そういったところも載せていただいて、まとめていただいて、本当にありがとうございます。

先ほど直井委員からもございましたけれども、私も原子力委員として、それから大学の教員として、この原子力白書を多くの若い方に読んでいただけるように努めたいと思います。特集のテーマが次世代に向けたということで、これは幾つかの意味もあるかと思っています。核燃料サイクルを次につなげていくということ。それから、次世代の若者にこういったことを知ってもらって、そこにどんどん人が入ってきてもらうという意味も込められているのではないかと思いますので、そういったところに貢献していきたいと思っています。

私からは以上になります。

(上坂委員長) それでは、参与からも御質問や御意見を伺います。青砥参与から御意見を頂ければと思います。

(青砥参与) どうも御説明ありがとうございました。

両委員から既にありましたように、この特集内容は時機を得たものであり、内容もかなり工夫されて、分かりやすくできていると評価できます。特集設定の背景にあった国民の認知度を上げるという点からも、よい編集をされたと思いますので、そうしたことに役立つことを期待したいと思います。

さらに、本文第1章から第9章の内容もこの1年の様々な状況を的確に反映しており、様々な場所での参照に有用であると思います。

私からは以上です。

(上坂委員長) それでは、畑澤参与からも御意見を頂ければと思います。

(畑澤参与) 令和7年度の原子力白書の取りまとめ、大変御苦労さまでした。ありがとうございました。

特に特集に関しては、前年度は医療、農業、工業、産業への原子力の利用、今回はエネルギーに特化した一番コアになる核燃料サイクルを取り扱ったという、去年と今年のバランスも非常によろしいのではないかなと思います。

原子力というと、もう一般の方々は原子力イコールエネルギー、原子力発電所というようなイメージが多いかと思うのですが、それだけではなくて、広く国民生活に関係した分野に利用されているということが、この特集と、それから章立ての中で詳しく述べられていて、大変バランスがよかったと思います。

今後はこれをより広く情報発信をする手段を考えていただいて、世の中に原子力委員会が出している白書を見ていただければいいなと思います。その方法を是非考えていただければというふうに思います。

畑澤の方は以上です。どうもありがとうございました。

(上坂委員長) 岡嶋参与から御意見を頂ければと思います。

(岡嶋参与) 御説明どうもありがとうございました。

もうこれまでに皆さんがおっしゃっているとおりなので、余り言うこともないのですが、特集は、エネルギー安全保障という観点から、エネルギーの海外依存の低減化との観点から核燃料サイクルをもう一回見直すという形で書かれていると僕は思いました。

特に資源ということ、それから廃棄物という観点できちんと述べられているので、簡潔なのだけでも丁寧に述べられているというふうに感じています。そういう観点での核燃料サイクルの意義、現状、あるいは将来というものをここできちんと説明されているということ、最終的に、原子力委員会のメッセージの最後にありますように、国民に分かりやすい説明ということの一つの取組になっていると私は感じました。

また、併せて本編の方は、例えば福島の状態もアップデートされていて、最新の状況になっているかと思います。他の部分も言うまでもなくそういう状況になっており、現状を知る上で非常に有効な手段になっているのではないかと感じます。私も、何か説明する機会があればそういうところでこれを利用して説明していきたいと思います。

本当にどうも御苦労さまでした。ありがとうございました。

(上坂委員長) 小笠原参与からも御意見を頂ければと思います。

(小笠原参与) ありがとうございます。

今回の原子力白書で核燃料サイクルの特集をしたことは、誠に時宜を得たものだと思います。また、内容的にも分かりやすく、質的にも高いものができたと思い、高く評価したいと思います。

ウクライナ戦争、それから今年ホルムズ海峡の封鎖は、エネルギー安全保障の重要性を改めて浮き彫りにし、エネルギーの海外依存度をいかにして低下させるかという課題がいかに重要かということに改めて気付かされる機会となりました。

また、核燃料サイクルは使用済燃料を再利用することを可能にするもので、我が国のエネルギーの海外依存度の低下に貢献することが期待できます。

同時に六ヶ所村の再処理工場が本年度、またMOX燃料工場のしゅん工が来年度にそれぞれ予定されており、我が国の核燃料サイクルの構築も今、重要な節目を迎えようとしています。こういった観点から、今回核燃料サイクルを特集することは誠に時宜を得たものであると思っております。

それから、委員からのメッセージというものを発出されることになっておりますが、ここにある五つのメッセージはいずれも適切なものだと考えます。私の観点からは、2点に特に注目したいと思います。

一つ目は、今後、我が国の核燃料サイクルが高度化していきます。より機微な分野に踏み込んでまいります。したがって、国際社会への説明責任を果たしつつ、国際協力の下で取組を進めていくべきだというこのメッセージ、これは非常に適切なものだと考えます。

それともう一つですが、この核燃料サイクルの構築というのは長期的な取組であるほか、人材育成ですとかサプライチェーンの構築・維持といった、非常に広範にわたる取組です。また、技術面を含めて依然として不確実な面も残されています。したがって、こういった難しい取組を民間事業者だけに委ねるのではなくて、国がしっかりと役割を果たす、そういったメッセージもこの原子力委員会のメッセージの中に今回含まれています。これも非常に私は適切なメッセージだと思います。

以上です。どうもありがとうございます。

(上坂委員長) それでは、上坂から繰り返しのになってしまいますが、コメントさせていただきます。

福島原発事故から15年以上たちまして、その間、原子力規制委員会、規制庁による安全向上の尽力、またウクライナ・ロシア紛争による火力発電の料金の上昇など、外的要因もあ

り、国民の原子力の理解が上がり、15基の再稼働、建て替えの準備の開始、経産省、エネルギー庁による、2040年までに約2基から5基、2050年代までに2040年代分も含めて約11基から14基の建て替え目標が出されております。

そのような、今でこそ核燃料サイクルを白書特集で取り上げて、理解増進を図るべきと考えます。

先ほど出ましたロシア・ウクライナ問題、また今、合意が課題のイラン・アメリカ問題など、エネルギーの課題は複雑な国際環境の中で解決しなければなりません。その中で、ウランの同位体、0.7%のウラン235のみならず、使用済燃料の再処理、MOX燃料、プルサーマル、更には高速炉による残りの99.3%のウラン238をプルトニウム239に変えて燃料として活用することは、エネルギー安全保障にとって重要であります。

また、プルトニウムの不拡散に関しまして、我が国は利用目的のないプルトニウムは持たないとの原則を決定してまいります。さらに、再処理技術、高速炉技術の成熟化、コストダウンのためにも、高レベル放射性廃棄物の減容化及び有害度低減の推進のためにも、日本原電の再処理工場とMOX燃料工場のしゅん工を期待するところであります。

以上であります。ありがとうございました。

それでは、本件につきまして案のように決定するというところでよろしいでしょうか。

御異議ないようですので、これを委員会の決定とすることにいたします。

議題（2）は以上でございます。

次に、議題（3）について事務局から説明をお願いいたします。

（井出参事官） それでは、今後の会議予定について御案内をいたします。

次回の定例会議につきましては、令和8年6月30日火曜日、14時から、場所は中央合同庁舎8号館6階623会議室、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などによりお知らせをいたします。

以上です。

（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ございますでしょうか。

御発言はないようですので、これで本日の委員会を終了いたします。お疲れさまでした。ありがとうございました。

—了—