

第24回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和3年7月27日（火）14:00～16:09

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館5階共用A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
進藤参事官、實國参事官
仁科加速器科学研究センター
櫻井センター長

4. 議 題

- (1) 令和2年度版原子力白書について
- (2) 理化学研究所でのR I製造の取組について（仁科加速器科学研究センター 櫻井氏）
- (3) その他

5. 審議事項

（上坂委員長）それでは、時間になりましたので、第24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、一つ目が令和2年度版原子力白書について、二つ目が理化学研究所でのR I製造の取組について（仁科加速器科学研究センター 櫻井氏）、三つ目がその他であります。

それでは、事務局から御説明、お願いいたします。

（進藤参事官）一つ目の議題、これまで策定に向けて検討を行ってまいりました「令和2年度版原子力白書（案）」につきまして、事務局より御説明、お願いいたします。

（實國参事官）それでは、「令和2年度版原子力白書（案）」について御説明させていただきます。

先月の6月19日の原子力委員会で、「令和2年度版原子力白書（案）」の概要について御説明させていただきました。その後、内容について充実をさせまして、今回お手元の方に原子力白書（案）を冊子という形で配らせていただきました。

今回お配りした冊子の「令和2年度版原子力白書（案）」の内容に入る前に、簡単に今回の特徴について御説明いたしますと、まずお持ちいただくとお分かりかと思えますけれども、分量はスリム化されております。これは昨年までは420ページぐらいありました。今回は資料編入れても300ページということで、約7割の分量になっており、なるべくコンパクトにして、手に持っていただく機会を増やしたいと、こういうことも踏まえまして、事務局の方で頑張ってスリム化をしました。スリム化したということで、必要な中身を削ったわけではなく、必要な情報を盛り込んだ上でということでございます。

それから、紙面の構成でございますけれども、31ページと32ページの、これから御説明するところですが、「東電福島第一原発事故から10年を経て」というのは、見開きで収まるようにしております。この2ページに限らず、全てのページについて見開きで見ていただきますと、途中の改行が次のページに行くとかいうことはなく、これは委員長からの御指導もあり、この見開きをしてコピーを取って資料に使うことができるということもイメージして、そういう構成でこの資料を作っております。

中身についてですが、まず構成については、「令和2年度版原子力白書（案）」について」という概要の方を御覧いただければと思います。表紙を1枚めくっていただきまして、1ページのところになります。

構成については、前回は御説明いたしましたが、特集と、「原子力利用に関する基本的考え方」という平成29年に原子力委員会が決定した考え方の整理に基づく章立てという形で整理しております。特集については、「東京電力株式会社福島第一原子力発電事故後10年を迎えて」をテーマとしております。また、第1章から第8章については、基本的考え方に基づいて令和2年度に政府等が行った取組について紹介をするという形で資料をまとめております。

それでは、概要も見つつ、本体の方を御紹介させていただきたいと思えます。

まず、今回の特集でございます。本体では、特集のページが5ページから始まります。

今回の特集に当たって、事故後10年の取組及び福島の復興・再生状況を踏まえて、原子力委員会としての見解を整理するという観点でまとめました。その際に、定例会で伺った有識者の方々のお話や、あるいは我々もいろいろと関係機関等のホームページや文献などを調

べた結果、やはり福島の実況についてしっかり情報が伝わっていないのではないかと、こう
いうふうで理解いたしました。そこで、10年を迎えてという場合、通常は事故が起きた2
011年からだんだん現代に向かつて記述をするのが普通なのでしょうが、今回はまず、今、
福島がどういふ状況かをお伝えするというこゝで、6ページから12ページにかけて、オフ
サイトとオンサイトの現在の状況を紹介しております。

まず、6ページですが、これは福島県内の空間線量率の状況でございます。2020年9
月時点でどうなっているかということをして海外の主要都市との空間線量率との比較で記載して
おります。ほぼ同じ水準ということになっております。

それから、7ページ、8ページでございます。

7ページの方は、放射線による健康影響がどうなっているかということで、こちらについ
ては、福島県の県民健康調査の報告書を紹介し、また、今年の3月に国連の機関である原子
放射線の影響に関する国連科学委員会、UNSCEAR、が発表した報告書の内容も紹介し
ております。いずれも、県民健康調査の方では、事故から4か月間の累積外部被ばく線量に
ついては、放射線による健康影響があるとは考えにくいという評価、また、UNSCEAR
の報告書では、被ばく線量の推計、健康リスクの評価を行って、放射線被ばくによる住民へ
の健康影響が観察される可能性は低いということが書かれていることを紹介しております。

また、食品の関係でございますけれども、こちらについてもその下の段落で紹介してあり
ます。日本は事故後、国際基準よりも厳しい基準値を設定して検査を行い、その基準値を下
回る食品のみが国内外に出荷されております。米の全量全袋検査を始めとする関係者の様々
な取組によって、2018年度以降は農畜産物で厳しい基準値を超過したものは見られなく
なったということを紹介しております。

8ページの方では、生活環境の整備、具体的には、住まい、交通機関、買い物、教育、医
療・介護・福祉、働く場などが、いろいろ進展しているという話、その中でも特に浜通りの
新たな産業基盤の構築を目指した「福島イノベーション・コースト構想」の紹介とか、今回
の聖火台の燃料にも使われております、浪江町にある世界最大級の水素製造実証施設で製造
された水素の話も紹介しております。あわせて、福島の創造的な復興に不可欠な研究開発及
び人材育成に取り組むなどの中核拠点として、国際教育研究拠点を整備するという政府の方
針も紹介しております。

9ページ、10ページの方でございますけれども、今述べたように状況は大きく変わって
いるということではございますが、これは民間のシンクタンクの調査を例に出しております

けれども、10年たっても国内外における福島のイメージは依然として事故当時の印象が強く、多くの人にとって当時の印象が残っていると言わざるを得ないと記載しております。

その上で、9ページの下の方ですけれども、福島の復興を支えるためには、まず福島の現状を理解してもらうことから始める必要があるとまとめております。

一方、10ページの方で、2021年の3月時点では、まだ3.6万人の方が避難生活を送られています。こういう状況や、避難指示は解除されましたが、帰還困難区域など避難指示が残っている区域は県全体の面積のまだ2.4%あること、農林水産業や観光業を中心とした風評被害の影響が依然として残っていること、海外の一部の国や地域はいまだに福島県産農作物に対する輸入制限を続けていることを紹介しております。

また、避難指示解除地域の中でも解除が早かった自治体は帰還住民が多かった一方、解除が遅くなるにつれて、自治体によっては帰還が進まず、極端な人口減と少子高齢化、これに伴う医療介護問題やコミュニティ再生といった課題が顕在化しているという現状を記載しております。

11ページ、12ページは、オンサイト、東電福島第一原発敷地内の現状でございます。

こちらについても事故当時から随分改善されました。現在は敷地面積の96%で普通の作業服で作業が可能となっております。

また、周辺環境も大きく改善しております。12ページの上のところにグラフを描いております。周辺海域の放射性物質濃度、敷地南側での施設からの線量、それから汚染水の発生量、これらについても、事故直後あるいは事故から数年後と比べて2020年段階では影響がないと言ってもいいレベルまで下がってきております。

また、12ページの後段の方に書いていますけれども、実際、廃炉の取組ですけれども、使用済燃料については、今年2月までに3号機及び4号機からの取り出しが完了し、燃料デブリについては、現在内部調査を行って、海外で取り出し装置の開発に取り組んでいると、こういう状況をお伝えしております。

14ページ以降は事故の概要となりますが、これはいろいろところで述べられていることをまとめたただけでございます。

16ページの方についていただきますと、事故の中で今どういう状況かということを紹介しております。

最初の段落ですけれども、現在、処理水の貯蔵用タンクの数今年3月末時点で合計1,000基を超えていると。こういう状況で、この処理水の取扱いが課題になっているため、

今年4月、政府がALPS等の浄化装置の処理によりトリチウム以外の放射性物質について環境放出の際の規制基準を満たす水、いわゆるALPS処理水、こちらの処分方針を決定したということを紹介しております。

それから、オフサイトにおける事故後の対応ということで、17ページ、18ページに記載しております。オフサイトについては、まずは避難指示が出て、その後、避難指示区域が設定され、更には見直しが行われる中で、除染が進み、居住制限区域が2019年4月までに、また避難指示解除準備区域が2020年3月までに全て解除されたということを書いております。

18ページの下段の方では、一方で帰還困難区域の中でも、避難指示を解除し居住を可能とすることを目指す区域として、「特定復興再生拠点区域」が設定され、2022年から2023年の間の避難指示解除を目指して、双葉町、大熊町、浪江町、富岡町、飯舘村、葛尾村、この6町村で家屋の解体や除染等の工事が進められております。

また、2020年、昨年3月には常磐線の全線運転再開が行われました。これに合わせて、双葉町、大熊町、富岡町の特定復興再生拠点区域の一部の避難指示が先行して解除されたということも紹介しております。

19ページからは、事故の検証と教訓ということで、こちらについては、事故後に政府事故調を始め、様々な事故調査機関が立ち上がって、それぞれ提言や課題をまとめたということを紹介しております。

概要は、20ページの方に、政府事故調、東電事故調、民間事故調、国会事故調、学会事故調と並べております。こちらについては、大体オンサイトの事象あるいは政府の取組に対する分析が多くを占めているということでございました。当時の事故調の内容については、こちらもいろいろと当時から報告されておりますけれども、原因等についていろいろ言われております。その中で、国会事故調では、今回の事故は自然災害ではなく、明らかに人災であるというような結論を付けた調査報告書もございました。

こうした事故調を踏まえて、それぞれの事故調の提言の中でフォローアップをするようにということで、政府の方でその取組状況をまとめて毎年国会に報告をし、また、学会の方でも事故後、一定年数、5年後を過ぎた辺りから取組状況のチェックを行い、報告書の公表をし、また、民間事故調は10年後に第二民間事故調というプロジェクトが立ち上がって、その10年間の学びを検証した報告書が今年の3月に公表されております。

各種事故調の報告書が公表された後に進んだ取組ということで、21ページ、22ページ

に紹介しております。

いろいろな取組が行われておりますが、最近では、オンサイトの取組では、原子力規制委員会が、今年の3月に「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ 2019年9月から2021年3月までの検討」を公開しました。

また、東京電力の方でも、事故発生後の詳細な進展メカニズムに関する未確認・未解明事項を抽出して、調査・検討を継続しております。

また、21ページの③ですけれども、組織文化や枠組みに係る取組、こちらについては、規制委員会の設置を始めとする様々な取組が行われていることを紹介しております。

22ページの方では、東京電力の方でも取締役会の諮問機関である原子力改革監視委員会などを設置するなどして、自己改革を進めているという話、それから、規制制度については、深層防護の考え方を取り入れたこととか、2020年、昨年4月には「原子力規制検査」の運用を開始されたということ、また、22ページの下から4行目、5行目ですけれども、原子力事業者による自主的安全性向上に向けた取組も様々行われているということで、JANUSI、それからATENA、これらの設立、また、電中研に設置された原子力リスク研究センター、こういったものを紹介しております。

23ページを御覧ください。危機管理体制についても、原子力防災会議と原子力災害対策本部ということで、平時と緊急時、それぞれの体制が整備されました。

一方で、23ページの後段ですけれども、このように事故調報告書による指摘を踏まえた対応は進んでいる面がある一方で、提言や教訓の内容がまだまだ十分生かされていないということも散見されるということで、原子力規制委員会がIAEAで行う総合規制評価サービス（IRRS）ミッション、これを受け入れているのですけれども、この受入れによる評価、2016年に受けた13の勧告と13の提言のうち、マネジメントシステムや組織体制に関する項目については、未了であるという確認がされているという話を紹介しております。

また、新規制基準は世界で最も厳しい水準の基準とされていますけれども、基準を満たせば安全であるという慢心がはびこり、新たな安全神話が生み出される懸念があるということも事実であるというように指摘をしております。

「教訓を生かす」ということに関しては、事故の記憶を風化させることなく教訓を認識し続けることが、国や事業者等の原子力関係機関のみならず、広く国民に求められていますということで、23ページをまとめております。

24ページから福島の復興・再生状況を述べておりますが、まず、大前提である福島復

興・再生の意義を述べています。

今般の原子力災害は、福島に極めて深刻かつ特殊な被害をもたらすとともに、これまで国のエネルギー政策や産業政策に寄与してきた福島に重大な制約を与えるものとなったこと、そのため、政府としては、福島の復興・再生というのを東日本大震災からの我が国の復興の一環にとどまらず、世界に誇ることでできる活力ある日本を再生していくための不可欠な要素、このように位置付けております。そして、この前例のない原子力災害に国民全体が一丸となって、あらゆる英知と力を結集して乗り越えなければならないと呼び掛けています。

福島が直面している課題というのは、「固有の課題」と「普遍的課題」というものがあるという指摘があり、「固有の課題」というのは、長期避難生活、帰還困難区域、風評被害の影響等々でございますけれども、一方で「普遍的課題」というのは、震災前から我が国が直面していた人口減少、少子高齢化、医療・介護等の構造的課題、こういうものがあります。こうした両方の課題に取り組んでいくことが、福島の復興・再生には不可欠というふうに記載しております。

(2) の具体的取組以降は、前の話とも重複するところがありますので割愛しますが、特定復興再生拠点区域での家屋の解体、除染の工事などを紹介し、25ページ、26ページは、商業施設の整備、小中学校の再開、それから医療体制の整備、介護福祉あるいは商業施設の整備、こういったものを紹介しております。

27ページ、28ページについては、農林水産業や商工業のなりわい再生ということで、福島で活動している国、福島県、民間から成る「福島相双復興官民合同チーム」、こちらの被災12市町村の個別訪問による相談型支援、これの取組状況の紹介、また、営農再開率については、27ページの後段ですけれども、被災12市町村では32%にとどまっておりますけれども、いろいろと営農再開の加速に向けて、農林水産省からの常駐職員派遣による人的支援とか、広域的な高付加価値産地の展開あるいは農地の集積・大区画化、こうした取組が行われているということを紹介しております。

28ページの方ですけれども、漁業についても、昨年2月から全ての魚種で試験操業が実施され、今年の4月からは、試験操業から次のステップとして、本格操業までの移行期間としての漁を行っている、こういう取組を紹介しております。

一方で、28ページの下の方に、少し繰り返しになりますけれども、依然として海外の国で輸入規制が15の国・地域に残っているということを紹介しております。風評被害を払拭するとともに、輸入規制の緩和・撤廃に向けた食品の放射性物質への対応について、より分

かりやすい形で国内外に発信していくことが必要だというふうに書いております。

29ページ、30ページはインフラの整備状況、それから30ページの方は、国家プロジェクトとしての「福島ロボットテストフィールド」、「福島水素エネルギー研究フィールド」、国際研究拠点の新設の方向性、こうしたものを紹介しております。

以上を踏まえて、31ページから32ページでございますが、原子力委員会としての見解をまとめる項目になります。

まず、今回の事故というのが、この10年以上の長期にわたって大きな被害をもたらすということは、恐らく誰も予想していなかったのではないかということ的前提に、福島の復興は着実に進展しているけれども、道半ばであると。一方で、廃炉と復興の再生を着実に進めていかなければいけない。こうした中で直面しているのが風評と風化であるということです。二度とこのような事故を起こさないためには、そして福島の方々が誇りと自信を持てるふるさとを取り戻すことができるそのときまで、原子力に関わる全ての関係者は、原子力災害に関する記憶と教訓を忘れてはいけないというふうにしております。

原子力委員会で2017年に出した考え方の中で、この事故以前から我が国の原子力関係機関に内在する本質的な課題を指摘しておりました。特有なマインドセット、グループシンク、同調圧力、現状維持志向、また情報共有の内容や範囲について全体での最適化が図られない、結果として必要な情報が適切に共有されない状況が生じて、こうしたことなどがあり、これらについて、やはり当然のことながら、今後も原子力を適切に利用していくのであれば、平和利用を旨として、安全性の確保を大前提に、国民からの信頼を得ながら進めることは当然だが、原子力関係機関に継続して内在する本質的な課題の解決に向けた取組を継続することが必要としております。

こうした流れで、次の32ページの最初の1段目に書いていますけれども、原子力に関する安全確保を最優先にした体制や仕組みの構築、原子力に対する国民の信頼の再構築に向けた取組にゴールはないと。着実に一歩ずつ取組を重ねていく必要がある。

また、風評問題への対応ということで、これは少なくとも全ての原子力関係者が、それぞれの立場で風評を取り除くための努力を行っていくことが必要としております。

こうしたことを踏まえて、原子力委員会として、この10年を振り返って、全ての原子力関係者に対するメッセージということで、この青い枠で囲っている二つの項目、九つの指摘を整理しました。これは一度、前回の概要のときにも御説明していますが、簡単に申し上げますと、一つ目の柱として、全ての原子力関係者が忘れてならないことということで、まだ

避難生活を続けている人がいることや、風評が固定化されて福島の人たちを苦しめていること、また記憶と教訓を忘れないこと、安全確保や信頼構築の取組に終わりはないこと。

二つ目の柱として、協働して取り組まなければならないことということで、福島の復興・再生に携わっていくこと、安全確保や信頼再構築に向けた取組を継続すること、原子力関係機関に内在する本質的な課題の解決に向けた取組を継続すること、今回の原子力災害の記憶と教訓を風化させずに次世代に確実に引き継ぐこと、この国を担う次世代が原子力や放射線について科学的に正しい知識を身に着け、社会の中における原子力や放射線の位置付けについて自ら考え評価できるように、それぞれの立場で必要な支援を行っていくことという形で、原子力委員会のメッセージという形でまとめさせていただいております。

これが特集になります。

以後、1章から8章については、基本的に2020年度に取り組んだ内容の紹介になります。ざっと紹介させていただきます。

第1章は、今の福島の特集と重複するところが相当ございますので、少し割愛をさせていただきます。

特集の中では若干触れていなかったところもあったので、そこを少し紹介しますと、まず42ページのところで、農林水産物の放射性物質の検査結果、こちらについては、2018、19、20の状況について表をまとめております。42ページの図になります。これを御覧いただいても、農畜産物、基準値超過割合がないということはお分かりいただけると思います。

それから、45ページでございますけれども、福島県内の除染の状況について述べております。2)の口のところでございますけれども、この環境省の公表資料では、2021年度末までに県内に仮置きされている除去土壌のおおむね搬入完了を目指すということで、今年の3月末時点では、この輸送対象物質の約75%の約1,055万立法メートルの除去土壌の輸送を完了したということで、着実に今年度末の搬入完了に向けて進んでいるというところでございます。

それから、51ページでございます。風評払拭・リスクコミュニケーションの強化ということで、これは2017年12月から復興庁を中心に、風評払拭・リスクコミュニケーション強化戦略が取られております。この強化戦略では、知ってもらう、食べてもらう、来ってもらうの観点から、政府一体となって国内外に向けた情報発信に取り組んでおります。コラムの方で少し取組の内容というのを紹介させていただいております。

56ページには、特集の方でも少し触れました新たな検査制度、原子力規制検査の導入の概要について紹介をしております。

そして、58ページでございますけれども、この原子力規制検査の実施ということで、昨年発覚しました東京電力柏崎刈羽原発、こちらにおける事案について、この評価が重要度「白」とか、核物質防護の機能の喪失の話については、重要度「赤」と評価されたこと、これらを踏まえて、規制検査の対応区分が第4区分ということで、「各監視領域における活動目的は満足しているが、事業者が行う安全活動に長期間にわたる又は重大な劣化がある状態」と、こういう評価をされております。その後、原子力規制委員会が東京電力に、対応区分が第1区分になるまで柏崎刈羽原発からの核燃料物質の移動を禁止する是正措置命令を出したということを紹介しております。

次は、第2章でございます。第2章については、エネルギーの利用という観点から紹介をしております。特に2020年度、いろいろと動きがございました。

84ページのところでございますけれども、まず2020年9月に就任した菅総理大臣の所信表明演説、この中で、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする2050年カーボンニュートラルの実現を目指すという宣言、これがあつたことを紹介しております。

また、2020年12月には、こういった挑戦を経済と環境の好循環につなげるための産業政策としてグリーン成長戦略が策定されたこと、こういうことも紹介しております。

86ページ、87ページを御覧いただきますと、昨年、2020年3月22日時点での原子力発電所の許可あるいは審査の状況を紹介しております。

また、87ページの方では、既設発電所の運転年数の状況をまとめております。こちらについては、本文の方で、2021年3月末時点で関西電力高浜発電所1号機、2号機、美浜3号機、日本原電東海第二発電所が規制委員会から運転期間の延長を認められているという状況を紹介しております。その後の地元同意の状況については、注釈の10を御覧ください。

それから、91ページ、92ページのところには、グリーン成長戦略の内容について、原子力関連のところを中心に少し紹介をしております。

この中で、92ページですけれども、原子力産業の工程表ということで、小型炉、高温ガス炉、核融合、これの工程表が紹介されております。

あと、95ページのところですが、大きく状況が変わっているわけではないですが、世界における原子力発電の利用状況、これの状況について紹介をしております。

それから、101ページ以降でございますけれども、核燃料サイクルに対する取組ということで、いろいろ紹介をさせていただきました。

この中で、107ページ、108ページでは、使用済燃料の貯蔵及び再処理の推進、また、MOX燃料製造に関する取組ということで、昨年7月、使用済再処理工場の事業変更許可、それから昨年12月にMOX燃料加工工場の変更許可、こういうことが行われたことを中心に紹介しております。また、むつにある使用済燃料の中間貯蔵施設、こちらが昨年11月に事業変更許可を受けたということも併せて紹介しております。

109ページのところで、昨年12月に電気事業連合会が新たなプルサーマル計画を公表したということを紹介して、これも久しぶりに出た内容でしたので、紹介をさせていただきました。

第3章が111ページからございますが、こちらについては、海外での取組状況を紹介しております。

一つは、IAEAの取組、これは112ページに、新たなプロジェクトや統合的人畜共通感染行動、ZODIACという提案について、IAEAの理事会で承認されているという話。

それから、113ページには、特集でも紹介しましたUNSCLEAR、これの報告書の内容に触れつつ、UNSCLEARというものの紹介しております。

また、114ページのコラムでは、OECD/NEA、これが昨年6月に「新型コロナ感染症の流行下とその後における原子力の役割」と、こういうタイトルで四つの政策文書を出したということを紹介しております。

それから、122ページから124ページでは、グローバル化の中での国内外の連携・協力の推進ということで、様々な日本国としての取組状況を紹介しております。

124ページは、昨年のIAEA総会での井上内閣府特命担当大臣の演説の内容についても紹介をしております。

それから、125ページ、126ページは、まず二国間原子力協定に関する動向ということで、昨年の12月にイギリスとの間で現行の協定の一部を改める日英原子力協定改正議定書が署名されました。

また、次の127ページですけれども、原子力委員会の国際交流ということで、昨年11月、これはオンラインですけれども、インドネシア原子力省との共催で、「原子力技術研究に関する日インドネシア共同シンポジウム」というのを開催しました。研究高等教育機関の交流の促進、こういうものを進めようということを中心に、意見交換、発表などが行われて

おります。

また、130ページでは、アジア原子力協力フォーラム、こちら昨年12月に大臣級会合がオンラインで行われたという話も紹介しております。

第4章が133ページからになります。

こちらは平和利用と核不拡散、核セキュリティの確保ですけれども、135ページのところで、我が国の保障措置活動の実施ということで、上から2段落目ですけれども、我が国はIAEAから2003年以降、連続して拡大結論というものを得ております。こういうのをしっかりやっているということを紹介させていただきました。

また、138ページですけれども、これは先般、ここの定例会で御報告いたしました、我が国のプルトニウムの管理状況を、こちら2020年末時点版について記載し、紹介しております。

関連して、139ページ、140ページには、事業者などが出したプルトニウム利用計画、また、その内容についての原子力委員会の確認、そして142ページは、これは再処理機構が策定した使用済燃料再処理実施中期計画、これに対する原子力委員会のコメントなどを紹介しております。

それから、143ページからは核セキュリティの確保でございますけれども、145ページ、①の二つ目の段落になります。「また」から始まる「核セキュリティ文化とは」でございますが、昨年まではここの部分は記載がございませんでした。ただ、昨今の東京電力の柏崎刈羽等の事案を踏まえまして、安全対策と核セキュリティ文化というのは、包含されるものではなく、それぞれきちっとやる必要があると。特に核セキュリティ文化についての認識というのは、必ずしも事業者の間で薄いのではないかと、こういう指摘が原子力白書の議論をする中で委員会の方からも御指摘ございましたので、核セキュリティ文化についての説明を今回新たに追加いたしました。

それから、147ページでは、ちょっと繰り返し何度も出てきますけれども、原子力規制委員会の取組ということで、東京電力柏崎刈羽発電所におけるIDカード不正使用等々の話を紹介しております。

また、②で文部科学省の取組としては、人材育成支援ということで、バーチャルリアリティ技術や核物質防護の実習施設を活用したトレーニング、こういうものを紹介しております。

それから、151ページ以降は、核軍縮・核不拡散体制の維持・強化を紹介しております。一つ目が核不拡散条約、この取組、それから核軍縮に向けた我が国の取組ということで、1

994年以降、毎年国連総会に核兵器廃絶決議案を提出して、幅広い国の支持を得て、採択されているということを紹介しております。

153ページ、154ページについても、包括的核実験禁止条約、それからカットオフ条約、核兵器禁止条約、こういったものの紹介をしております。

軍備管理の枠組みについて、今年2月に米国、ロシアが新戦略兵器削減条約、新STARTを5年延長する旨、これを紹介しております。

次は、157ページの第5章になります。

5-1の理解の深化に向けた方向性、これについては、これまでも白書の中で触れているとおり、しっかり、情報体系の整備と国民への提供が必要だということで、毎年書かせていただいていますけれども、重要なので同じことを書かせていただいています。

それから、161ページから、様々な機関における取組ということで紹介しております。

162ページでは、高レベル放射性廃棄物の最終処分に関する対応型全国説明会、こうしたものの紹介、また、資源エネルギー庁のウェブサイトのスペシャルコンテンツの紹介、こういうものを行っております。

それから、167ページ、8ページ、立地地域との共生のところがございます。こちらについては、今年3月に原子力立地地域特措法の10年延長というのが国会で成立しましたが、それに先立って、原子力立地地域特措法の延長に関する見解、これを昨年12月原子力委員会で、立地地域の意見交換を踏まえてまとめた旨、これを紹介しております。

第6章は、廃止措置、放射性廃棄物の取組状況ということで紹介しています。

最初は、まず福島第一発電所の廃止措置、廃炉に向けた取組ですけれども、171ページのところで、後段の部分でALPS処理水の話について少し紙面を取って紹介しております。

それから、173、174、こちらについては、使用済燃料プールから燃料取り出しの状況、あるいは燃料デブリの取り出しに向けた取組状況、こういったものを紹介しております。

178ページでは、トリチウムというものの存在と取扱いについてということで、コラムとして、身の回りのトリチウムの存在と取扱いと、こういうものを紹介しております。

179ページからは、ほかの原子力発電所、研究開発施設等の廃止措置、こちらについて紹介をしております。

180ページのところでは、特にこの廃止措置の考え方として、IAEAの安全指針で取り上げられている、作業の進展に応じて変化するリスクレベルに応じて最適な安全対策を講じていく考え方という、グレーデッドアプローチ、この提唱している話を紹介しております。

規制委員会の方でも、こういったグレーデッドアプローチの積極的な適用により、安全上の重要度に応じて規制要件などを見直すことを、2020年度に取り組む重点計画の一つに取り上げていることを紹介しております。

181からは、廃止措置状況のデータを示しつつ、紹介しております。

186ページからは、高レベル、それから低レベルの放射性廃棄物の処分に関する取組状況を紹介しております。

201ページからは、第7章ということで、こちらはエネルギー以外の原子力の利用ということで、放射線・放射性同位元素の利用の展開ということで紹介しております。

202ページに、まず放射線の種類、こういったものがあるかという全体像、それから放射線源というのはどういうものかといった内容を紹介しております。

また、RIについて、どういう機関に供給されているかというところの紹介、それから、204ページでは、そういう放射性同位元素を使用している事業者数の推移などを紹介しております。

208ページですけれども、様々な分野で放射線利用ということで、毎年使っている図ではあるのですけれども、このように様々な科学、医療、工業、農業、環境保全、核セキュリティなどの分野でいろいろ使われているということを紹介しております。

211ページからは、医療分野での利用ということで、コラムでは、「高度な放射線治療を支える医学物理士」というものの紹介、それから212ページからは、放射性同位元素による核医学検査・核医学治療、こういうところ、どういう推移で、どういうところで使われているかということを紹介しております。

213ページ、214ページは、具体的な事例などコラムとして照会しております。

215ページ、216ページについては、中性子線ビームを利用したその治療法とか粒子線治療、こういったものの取組状況の紹介をしております。

218ページ、それから219ページ、220ページ、いろいろと中性子線ビームの利用、放射光の利用、RIビームの利用と、こういったことを紹介しております。

そして、第8章、223ページでございますが、こちらについては、研究開発などの基盤的な取組、それから人材育成について紹介をしております。

227ページ、228ページ、こちらについては、文部科学省と資源エネルギー庁が連携して取り組んでいる取組の紹介。

それから、229ページ、230ページでは、様々な軽水炉、高温ガス炉に関する研究開

発の状況を紹介しております。

232ページは、小型モジュール炉に関する研究開発なども紹介しております。

それから、239ページから、人材の育成・確保ということで、昨年の特集でも触れておりますけれども、人材育成・確保の動向と課題をまとめて、241ページ以降に関係機関の取組状況を紹介しております。

244ページ、これは福島の檜葉町にある施設、モックアップ施設というJAEAの施設で行われている廃炉創造ロボコン、この取組状況もコラムで紹介しております。

245ページ以降は資料編になります。

それから、前回の概要紙の説明のときに佐野委員と委員長から御指摘がありました、この白書の内容について海外に英語を使ってしっかり情報発信していくことについては、今回この案で御了承いただければ、それに沿って概要紙と特集にフォーカスした抄訳のようなものについて速やかに準備を進めていきたいと思っております。

長くなりましたが、以上でございます。

(上坂委員長) 詳細な説明、どうもありがとうございました。大変な御苦勞だったと思っております。

それでは、質疑させていただきます。

それでは、佐野委員の方から。

(佐野委員) 今年度の原子力白書のポイントを説明していただいたわけですが、大変分かりやすい白書になっていると思っております。

今回の白書の主要メッセージは、今年が福島事故以降10年ということで、福島の再生・復興、さらにその中における原子力の役割に特集を組んでいるわけです。問題は、二つあると思っております。一つは風評、二つ目は風化。

この風評が事故直後のものに固定化されてしまっていることに対して、私たちは明確なメッセージを出していく必要があります。つまり、放射線量がほかの主要都市と同じであるとか、放射線の健康影響とか、農林水産物への影響などを事実として広報していく必要があって、その風評の問題を何とか国内外の理解を得て、修正していく必要があると思っております。

もう一つは、事故の風化です。いろいろな事故調査委員会が報告、提言を出してきたわけですが、それをもう一度確認していくべき一つの区切りが10年だと考えます。特集の中でこの風評と風化の問題に焦点を当てて扱っていることは、極めて時宜を得たものと評価したいと思っております。

それから、10年というのは、一段落でも一区切りでも何でもないので、復興はずっ

と続いていくし、依然として3万6,000の人々が帰れないでいる、そういう現実というものを直視していく必要があるという意味では、この特集に福島を扱っていただいたことは、大変良かったというふうに思います。

それから、各章についてはコメントをすることは避けませけれども、もし今年が福島の10年でなかったら、例えば特集として地球温暖化問題も扱ってよかった訳で、現に2020年に現政権がグリーン成長を打ち出し、2050年のカーボンニュートラル、それから2030年の46%削減という、経済成長と地球温暖化政策の関係、つまり、グリーン成長戦略を打ち出したことは画期的なことです。その中で原子力がどのような役割を果たしていくべきかを考えていくことも大変重要だと思います。

そのほかの章も、原子力の基本的考え方の章立てに沿って、上手にアップデートされていると思います。全般的に読み物としても大変面白く、それから、データを確認する意味での資料としての役割も有益なものがあると思います。作成に尽力された上坂委員長、中西先生、それから事務局の方々の努力を高く評価したいと思います。ありがとうございました。

それから、今後は、内外に向けてこの白書の主要メッセージ、特に特集のメッセージを広報していく必要があります。現在でも14か国が輸入制限を撤廃していない状況があるわけで、そういった福島に関するイメージを改善する意味でも、内外における広報に我々は尽力していく必要があろうかと思えます。ありがとうございました。

以上です。

(上坂委員長) それでは、中西先生、お願いします。

(中西委員) どうも詳細な御説明、ありがとうございました。

今回の原子力白書で第一に福島のことを持ってきたということは、やはり時宜を得たすばらしい構成だと思っております。福島の話も、まず現状はどうかと。ずっとこれからのことを考えて、どういうふうに取り組まなければいけないかというのを、真摯に非常に細かくまとめくださったと思っています。今、佐野委員がおっしゃいましたように、私も少し関係してはいたけれども、このまとめ方も非常にうまく、きちんと、初めて見る人も、福島の今がどうで、どうしなければいけないというのが頭に入っていきまとめ方だと思います。

それから、1章から8章までは、1章は福島でございますけれども、2章、3章が、昨年1年間どういうことがあったかというのを、これ見るだけで非常によく分かり、一昨年と比べてみても、昨年からどういうことがあったかというのは、これを見るだけでほうふつとしてくる、非常にうまく時宜を得たまとめをしてくださったと思っています。それから、原子

力の在り方もきちんと議論してくださっています。

あと、コラムがすごくありましたね。私は、実は個人的な興味から、放射線の利用の方を見させていただいていたのですけれども、これも α 線治療の画期的なアイソトープによる治療ですね。診断でなくて、それをきちんと載せてくださっていて、新しいことを載せていただいて、これは非常に読んでいろいろな情報が入る。いい白書だと思います。

それから、最後の方も、基盤強化と原子力関係でどういう研究開発があるかというのも、全部サーベイしたようにうまくまとめてくださった、いいことになっております。上坂委員長も非常に大変な御苦勞があったと思います。佐野委員も先ほどおっしゃいましたけれども、いろいろ御意見を言われて、これはすばらしく良くできたものだと思っています。だんだん進歩というか、まとめ方がすばらしくなってきたと思いますが、さぞ大変だったと思いますので、事務局も御礼申し上げる次第でございます。どうも御苦勞さまでした。

以上でございます。

(上坂委員長) それでは、一部繰り返になってしまうかもしれませんが、私から幾つかコメントさせていただきます。

我々委員会も事あるごとに今後の原子力を語り、また作業実施するときに、福島での反省、それから教訓、それから廃炉、復興、これが原点であるということを申し上げています。正にこの10年目にそれを特集にしたということは、とてもそれが明確に出ていると思います。そしてまた、その上で原子力委員会のメッセージをこの32ページ、青で強調する形で、我々全ての原子力関係者が忘れてならないこと、それから取り組まなければならないこと、これを強調しているということも、これが最初に来るということは非常に重要かと思えます。これからスタートするのだということです。

それから、残念なことに、最近、核セキュリティの事案がありました。原子力の安全を全力で、特に福島事故後、強化しているところです。核セキュリティに関する事案があったということを深刻に受け止めて、ここでも核セキュリティ文化の醸成ということを強調していただいたということも非常に重要です。とにかく事故事案を起こさないこと、これが一番あります。これが信頼回復に一番であると思います。

その上で、エネルギー利用ですよ。それで、最近出たグリーン成長戦略のことが参照されて、それを満たすために、今申し上げたような安全、福島のしっかりとした反省、教訓の上に立って、原子力安全と原子力セキュリティの文化を醸成させて、そしてエネルギー利用を進めていくのだ。そういうことが重要なステップだと思います。

それから、信頼回復です。それで、分かりやすい、UNSCEARの説明がありました。この10年間での福島での放射線による健康被害の分析結果が3月に報告されました。そこで福島の住民の方々の放射線による健康影響が極めて少ないということ、トップの国際機関が報告してくださったということも言及しました。それでしっかりとした科学技術とそれから国際的な理解が得られているという下で、信頼回復をやっていくと。その際、分かりやすく説明するという、そういう精神で、今回分かりやすくまとめていただいております。この発信の仕方も、インターネットとかSNSとか、そういうメディアを十分使ってやっていく必要もあるかと思えます。そのこともちゃんと書いてあります。

それから、原子力の中のもう一つの大きな役目の放射線応用です。最近非常にいいニュースがあって、加速器BNCTが昨年、薬事法承認で、今、福島の南東北医療センターでの治療が始まっている。保険医療が始まっている。これも素晴らしいことでもあります。新しい放射線治療が始まったということですよ。

それから、中西委員もおっしゃられた α 線核種も含めた診断と治療、両方できるセラノスティクスが今後、非常に伸びていく可能性があります。そこも何とか日本は頑張って主導権取ってやっていきたいということも書いてあります。また、立地地域の特措法、立地地域の対策ですね、その重要な法律も10年延長、我々委員会、尽力して、これも国会を通したということで、今試行中だということでもあります。それも重要なことです。

そして、最後、原子力基盤なのですがけれども、ここでは原子力の研究開発と人材育成、今後の原子力を考えていくときに人材が全てです。若い人材をこの分野に持つてくるためには、やっぱり夢を感じてもらわないといけない。そのためには、研究炉ですとかそれから革新炉、SMR、高速炉、高温ガス炉、それから核融合炉。この横軸で時間軸ごとに段階を追って新しい炉ができていくという、夢があることもとても重要です。そうすれば若い方も夢を持ってこの分野に、また、エネルギーだけじゃなくて、医療応用や、その他の社会インフラ応用に放射線は貢献できるのだということが分かって、我々の分野に入ってくれることを期待します。

そして、それ以後、参事官がおっしゃられていた英語の概要。ここには、最新の原子力の状況がここに凝縮されていると思います。まずはこの概要を英訳していただいて、間に合えば9月のIAEAの総会に配布したいですね。それから、OECD/NEAも非常に興味を持っていますから、国際機関全てにこれを配布したいと思います。

それから、これもこうやって見てみますと、参事官からもお話がありましたように、こう

いう形で見開き、A4で、そのままプロジェクターで出すと、そのまま説明できるかなと思うのです。是非、大学とか大学院の特別講義で使っていただいてもよろしいかと思うのです。こういう方向はどうですかね。

(實國参事官) 委員長から御指摘のありました大学・大学院での講義等についても、関係機関と御相談しながら、是非やる方向で進めさせていただきたいと思っています。

(上坂委員長) 私も12月まで大学・大学院で教鞭を執っていたのですけれども、やはりこういう形式であると、非常に先生方も説明しやすいのかと思います。そうすると、若い学生が最新の原子力の状況を、今申し上げたようなしっかりとしたプロセスで勉強できるのじゃないかと、この流れですねと思います。

ありがとうございました。それでは、これは案のとおり原子力委員会として決定をすることとしたいと思いますが、よろしいでございましょうか。

では、御異議ないようですので、案どおり決定することといたしました。ありがとうございます。

それでは、次に議題2について事務局から説明をお願いします。

(進藤参事官) 二つ目の議題は、理化学研究所でのRI製造の取組についてでございます。本日は、理化学研究所仁科加速器科学研究センター長、櫻井博儀様より御説明を頂きます。それでは、御説明の方をよろしくお願いいたします。

(櫻井センター長) 理化学研究所仁科加速器科学研究センターのセンター長を拝命しております櫻井と申します。どうぞよろしく申し上げます。

今日のお話なのですけれども、理研の方ではRI製造を長年やっております、今回こういう機会、今まで黒子としてRIを利用した研究者の支援、共同研究をさせていただいたのですが、こういった表舞台で理研のアクティビティを説明できる機会をお与えいただきまして、大変ありがとうございます。

今日のお話なのですが、まず仁科センターの概要を紹介させていただいて、その後でどういうふうにRI製造をしているのか、それからその実績について説明いたします。理研の方で今、力を入れているのは、核医薬品用の α 核種の製造でございまして、その説明をし、最後にまとめたいと思います。

まず、仁科センターというのは、元素変換というのをキーワードにして、ScienceとTechnology、それからInnovationを推進しているセンターです。

ここに大きい三つの丸がありますが、まずサイエンスに関して言うと、元素は宇宙でどの

ように作られたのかと、宇宙での元素変換、それに関する研究です。

それから、もう一つは、人類は元素を自在に作ることができるのかと。例えばですけれども、ニホニウム¹¹²の生成・発見、これは数年前に御評価いただきましたけれども、そういった新しい元素の生成などにチャレンジしています。

このサイエンスの背後にテクノロジーというのを我々持っていて、そのテクノロジーというのは、重イオンの加速器、それから同位元素の分離技術です。この同位元素の分離技術というのは2種類ありまして、物理的な分離技術とそれから化学的な、いわゆる化学分離技術のその二つを我々持っています。このサイエンスとテクノロジーが両輪になって、発明・発見を生むような、そういう研究開発を進めています。緑色の部分はイノベーションで、世界人類にどう貢献できるかと。その中に医療用のRI製造を位置付けています。

我々、加速器を利用しています。釈迦に説法だとは思いますが、加速器というのは何のために使っているのかというのを簡単に説明したいと思います。

加速器というのは、これ正に元素変換を起こすために必要な道具でありまして、イオンを加速してエネルギーを与えます。エネルギーを与えて、元素の中に含まれる原子核に衝突させて、それで元素の中の陽子や中性子の数を変えると。

それで、例えばですけれども、皆さんが料理や、化学反応を起こさせる典型的な温度というのは、数百度や高くても1,000度ぐらいです。ただ、元素変換を起こさせるためには、温度でいって100億度以上が必要です。そういったものを、高いエネルギーを元素に付与するために加速器を利用しているというふうにお考えください。

加速器というのは、多種多様なイオンを加速できます。エネルギーの可変です。そういったところから、狙った元素を作ったり、それから効率的に元素変換を起こさせるということが出来ます。例えば、ここに例がありますけれども、ニホニウム¹¹²というのは、亜鉛のイオンをビームにして加速し、エネルギーを与え、ビスマス標的に照射して、それでニホニウム¹¹²を核融合反応で作りました。

それで、我々が持っている加速器というのはどういうものかということをこれから説明しますけれども、我々はRIビームファクトリーという、世界ナンバーワンの元素変換効率を誇る施設を運営しています。ここに施設の外觀図がありますが、施設のこの左側は1986年に完成した施設で、大分古いです。2006年に建設が終了した新しい施設、こちら側は世界的にかなり有名で、世界の研究者を集めて基礎的な研究をやっています。

このRIビームファクトリーというのは、水素からウランまでの全てのイオンを光のスピ

ードの70%まで加速することができる施設で、高いエネルギーの放射性同位元素を人工的に生成して、ビームとして取り出すことができるというのがポイントで、この施設というのは、日本人が自ら発案し、世界初の施設でございまして、今、一言で言うと、最高峰の性能を誇っています。

2007年に稼働を開始して以来、世界ナンバーワンの施設で、先ほど申し上げたとおり、元素変換効率は世界一で、新しい同位元素を数多く発見しています。それから、基礎科学の論文の出版数というのも、世界のほかの施設と比べると二、三倍ありまして、クオリティの非常に高い研究成果が出ています。

今、現状どうなっているかという、欧米各国がRIBFに追随すべく新しい計画を打ち出していて、それに負けないようにRIビームファクトリーのビーム強度を更に今の20倍にして、世界の先導的な地位を確保したいと、今そういう状況にあります。

次の5ページ目のスライドですけれども、これは何をやっているのかという、いわゆるサイエンスの部分をもとめた部分なのですが、元素は宇宙でどう作られたのかという観点で、金という元素が宇宙でどう作られたのかというのが実は世界最大の大テーマでございまして、この金の元素の起源を探るためには、中性子過剰な原子核を作って、その性質を調べる必要があります。そういった研究を世界で初めてやり始めたというのが、このRIビームファクトリーのすごいところ、その1です。

それで、それだけではなくて、新しい原子核の魔法の数を発見したり、 ^{78}Ni という、とても中性子過剰な原子核の二重魔法性に関する研究成果が出ています。

それから、人類は元素を自在に作るのかという観点では、日本発、アジア初の新元素ニホニウムというものを我々、見いだしたと。これが大きい成果の一つですけれども、元素を自在に変換することの大きい出口として、例えば放射性廃棄物の中に含まれる長寿命核種を安定核種若しくは短寿命核種に変えると、そういった基礎的な研究もやっております、IMPACTのプログラムで2014年から18年度、基礎的な研究をやらせていただいて、多くの成果が生み出されています。

次のスライド、6ページ目は、世界人類のための貢献ということで、社会貢献に関わるプログラムをやっているわけですけれども、重イオンビームを利用した新たな育種法を開発しています。

それから、重イオンビームを使って、宇宙で利用される半導体の耐性試験というものをやっています、最近この耐性試験のニーズがとても高まっています。

それで、今日のメインテーマのR I 製造というのを、これを3番目に挙げさせていただいています。この詳しい説明はこれからやっていきます。

それで、仁科センターのこの仁科というのはどこから来ているかというのを簡単にお話ししたいと思うのですが、この仁科センターの仁科というのは、仁科芳雄先生の仁科からお名前を頂戴して、センターの名前にしています。仁科先生というのは、戦前、理化学研究所の主任研究員として大活躍された先生ですが、現代物理学、それから原子力工学、加速器サイエンスの父として位置付けられています。

彼はいろいろなことをやっています。例えば理論研究であるとか、それから宇宙線の研究などなど、多くのことを手掛けているのですが、加速器を、特に世界で2番目のサイクロトロンというのを建設して、これを利用した加速器サイエンスというものをやり始めたというのが、大きな業績の一つです。

それで、この一番下に赤字で書かれているケミストリー、それからバイオロジーの分野でR I の利用として、サイクロトロンを利用してR I を作り、これを利用した基礎研究をやるということを、1938年からやり始めています。

武見太郎先生も仁科研にいらっしやいまして、こういった放射線の生物学的効果の研究をされていました。

それで、8ページ目のスライドですが、これは1938年から戦前、1941年まで、どういうR I が作られ、それでどういう研究が行われてきたかというのを1枚にまとめたものです。これは反応式、これはちょっとどういうふうに読むかなのですが、 ^{23}Na というのを標的にして、それでdというのは、これは重陽子です。重陽子をビームとしてぶつけ、それで重陽子の中にある中性子を ^{23}Na に付けて ^{24}Na にしましたという、そういう反応式です。重陽子から見ると、重陽子が陽子に変わりました。それは中性子が ^{23}Na にくっついて24になりましたという、そういうふうな意味を持っています。

それで、一々申し上げませんが、当時、重陽子ビームというのが理研の武器でございまして、重陽子ビームを使ったR I 製造をし、様々な研究に使われていたということです。

それで、9ページ目です。これは、今のR I ビームファクトリーを利用したR I 製造の基本的な理研の考え方というのを示した図です。

仁科センターは、R I の製造に特化した研究開発を行っています。R I 製造に特化しているがゆえに、R I を利用した基礎研究でありますとか、それから例えばですが、核医薬品開発の中心的な役割を担う仁科センター外の研究者と共同研究契約を結んだり、それか

ら研究成果有体物の契約をして、それで外の人とリンクを張り、それで研究開発を進めていくという、そういうスタイルを取っています。

仁科センターにR I 製造に関わる技術として、加速器技術、それからビーム照射、化学分離技術というのを我々は持っています。下の方に人の顔写真がございますけれども、まず加速器技術という意味では、加速器基盤研究部の部長さん、上垣外さんが世界最先端の加速器の維持・管理・高度化というものを担っていらっしゃる。それから、ビーム照射技術、化学分離技術に関して言うと、羽場さんという方が担っていらっしゃいます。理研のスタイルというのは、最先端の基礎科学をやるために技術が磨かれていて、それを応用してR I 製造をやっているというふうにお考えいただければと思います。したがって、羽場さんの夢は、新しい元素の化学的な性質を調べるところにあります。

次からちょっと具体的に話をしていきますけれども、R I B F で応用研究のR I を作る際に利用している加速器とか、それから関連装置・施設についてまとめたものがこのスライドです。

加速器に関して言うと、三つを利用しています。まず、A V F サイクロトロン、それから理研リングサイクロトロン、最後に超電導重イオン線形加速器、この三つを利用しています。

それで、それぞれのビームが出てくる照射場というか、標的にビームを当てる照射場のそばにこういったホットラボというのがございまして、そこで化学処理をします。理研の特徴として、こういった加速器施設だけではなく、同じ和光キャンパスの中にR I 実験棟というのがございまして、ここで必置密封線源を使うことができます。動物実験も可能ですし、それから核燃料物質を利用することができます。アクティビティの高いR I を扱うこともできまして、こういったホットセル、その他の装置も備えております。

それで、R I 製造技術の開発項目というのをここに列挙させていただきましたけれども、どういう核反応を使ってR I を作るのか、そのための基礎データをしっかり取るというところ、最終的に品質評価まで一連の大事な技術というものを一つ一つ丁寧に開発をし、それで実用化していくと、そういうことをやっております。

1 2 ページのこのスライドですけれども、理研R I B F でこれまで製造した応用研究用のR I のリストです。これはとてもビジーなスライドで、ここで強調したいのは、いっぱい作っているということを強調させていただきたいと思います。

次の1 2 ページのスライドで、どのくらいあるかという。周期表のほぼ全領域、1 0 0 種類以上のR I の製造実績があります。A V F、それからリングサイクロトロン、それから重

イオン線形加速器、このそれぞれの特徴を生かして様々な同位体を作っていると。様々なR Iを作っているというふうにお考えいただければと思います。したがって、例えばこういうR Iを作ってくださいというリクエストがあれば、我々の方でどれが最適かというのを検討して、では、これでいきましょうという形でR Iを作り、共同研究をすることができます。

これはちょっと宣伝ですけれども、「RIKEN Accelerator Progress Report」の特集号という、その中に様々なR Iの応用研究というのが収められておりますので、もしお時間があれば御一読いただければと思います。

次の14ページは、理研R Iを通じた共同研究のパートナーです。仁科センター以外の理研内のほかの部署と共同研究しておりますし、国内外の研究機関、大学と共同研究を推進しています。それから、企業との共同研究契約を結んで基礎的な研究開発を行っています。

今までの話は共同研究というスタイルだったのですが、それだけではなくて、R Iの頒布事業にも参加しております。日本アイソトープ協会とはこのMTAの契約を結んで、これは2007年から2020年度までの実績ですけれども、50の頒布先にR Iを届けました。

それから、大阪大学とはこのアスタチンという、後で出てくる α 線の核医薬品としてとても大事なものですけれども、このアスタチンを阪大とMTA契約を結んで供給しています。

それから、あと短寿命R I供給プラットフォームという、科研費のプラットフォームがありますけれども、これでも頒布事業に参加していて、一番ニーズが高いのはアスタチンです。

昨年度の実績なのですけれども、2019年度と比較すると、7割増えたり3割増えたり14%増えたりということで、最近R Iのニーズというのが高まっていると。これがコロナの関係なのかどうかよく分からないのですが、いずれにしても昨年度、非常にR Iの需要があったというふうにお考えください。

^{211}At の話をしていただきます。

^{211}At というのは、これは α 粒子を出す元素でございまして、 β 線と比べて α 線というのは飛程が短いので、いわゆる線エネルギー付与というのが高いというのが特徴です。この特徴を生かして、外からビームを照射してがん治療をするという、そういうタイプのものではなく、アスタチンと例えば抗体を結び付けると、抗体ががんのある細胞の方にアスタチンを運んでくれると。そこで、体の中にアスタチンを入れることによって、効率良くがん細胞をたたくことができるということで注目されています。

それで、この ^{211}At の特徴として、エネルギーの高い γ 線放出が少ないがゆえに、患者さんにアスタチンを投与した後、すぐに入院する必要がなく、外来治療を行うことができる

というのが、これも大きい特徴の一つです。これは加速器を使って作っているわけです。

加速器を使う場合にビームのエネルギーというのがとても大事で、これは横軸がビームのエネルギー、縦軸が収量ですが、29 MeVという、エネルギーよりも高いところにビームエネルギーを設定してしまうと、 ^{210}At というのができてしまい、これがトロニウムに変わりますので、純度が悪くなるということです。純度を上げるためには、29 MeV以下のビームを利用するということがとても大事なことです。

それで、理研の方では、AVFサイクロトロンから出てくる α ビーム、29 MeVの α ビームを利用しています。どういうふうに行っているのかというと、この下の方の絵を御覧いただいたのですが、ビームが左からやってきて、それでビームのエネルギーをしっかりと測り、29 MeV以下であるというのをちゃんと測った上で、それでビームを広げます。ビームを広げて、それでビスマス標的に照射すると。

この照射するとき、これ、大強度のビームがビスマスに当たると、普通に当てちゃうと溶けちゃうので、溶けないようにちゃんと水等々で冷却をしています。それから、効率良く止めるために、このビスマス標的というのをあえてビームに対して斜めに置いて照射しています。

照射した後、すぐそばにある化学分離施設でアスタチンを抽出するというのをやっています。ここに生産量が書いてありますが、1時間、それから40 μA というビーム強度の照射で、1.3 GBqのアスタチンが取れます。

これは、次のスライドは、アスタチンを使った供給実績で、これは共同研究です。国内17のグループに理研で製造したRIを共同研究して提供しております。

これは ^{211}At を使った基礎研究の成果です。ここでは三つ挙げさせていただきましたけれども、理研内の別のセンターの研究者と実施した共同研究の成果が、こういったケミカルサイエンスという比較的インパクトファクターの大きい雑誌とかに掲載され、かつ、この表紙に注目してほしいのですが、これ、忍者がアスタチンで、アスタチンが α を出してがん細胞をたたいているという、そういう表紙が採用されています。

あと、ほかに2例挙げさせていただいていますけれども、国立がん研究センター、星薬科大学、東北大学と共同研究した成果というのが今、論文化されているような、そういう状況です。

それから、今後の ^{211}At の製造計画ですけれども、AVFサイクロトロン、先ほど御紹介したこの加速器を使って、 ^{211}At の製造を継続してまいります。と同時に、将来、大強

度の α ビームを利用した大規模なアスタチンの製造技術というものを、今から磨いておく必要があるだろうということで、大強度 α ビームを利用した基礎研究開発をこれから進める予定で、このリングサイクロトロン、それから超電導重イオン線形加速器を利用して、 α ビームの強度がAVFを比べると約1桁上のビーム強度が出せるように今仕込んでありますので、こういった大強度ビームを使って製造開発をしていくと。

その製造開発の一番の中心は、どういう標的を用意するかなのですが、大強度ビームを当ててしまうとビスマスは、普通は溶けてしまいます。むしろ、じゃもう最初から溶かしておこうと。溶けたビスマスをおわんの中に入れて、ビームを上から下に照射するという、そういう方式の新しいシステムを今、開発しつつあります。

アスタチンだけではなくて、 ^{225}Ac の製造計画も考えていまして、我々、 ^{232}Th というのを100g程度持っていますので、まずこれを使ったテスト実験をしました。ビームは ^{14}N というビームを使ってテストをして、それでどのくらいの収量が得られるかという、とても基礎的な研究をしています。このテストから、やっぱり窒素では効率が悪くて、陽子ビームを使った方がいいねということが分かっています。来年度辺りからこのAVFサイクロトロン、それから出てくるビーム、それからこの ^{226}Ra という材料を使って ^{225}Ac を作ろうとしていまして、今、照射装置の開発というのが済んでいる状況で、バリウム標的を利用した模擬試験が今、完了しているような状況です。

ちょっと時間超過しましたけれども、これがまとめでございます。

仁科センターは1938年からRI製造をしていて、基礎科学の研究をやっております。

それから、RIビームファクトリーという施設は、最先端の基礎研究を推進している施設で、この最先端の基礎研究を支える基盤技術を我々が持っているというのがポイントです。これを利用してRIの製造に応用し、高度化を実施しています。

それから、御覧いただいたように、RIを利用した共同研究というのを実施しているのと同時に、頒布事業にも参加して、様々な方々にRIを供給しております。

それから、日本発、世界初の新たな新医薬品の開発に貢献していて、理研で作った ^{211}At が阪大病院にて治験に利用されるということになっています。

これは、 ^{211}At は約8GBqを2016年から供給していて、1時間で1.3GBqの生産能力を持っています。大強度ビームによる大規模アスタチン製造技術というものを開発中と。

アクチニウムに関しましても、トリウム標的を使った試験というのは実施済みで、ラジウ

ム標的を使用した利用した製造試験を今後やっていく予定です。

それで、今後R Iの製造を拡大していくためには、やっぱり人材育成、それから人員を増やさないといけないなどなど、新たな手当が必要になるかなと考えています。

それと、やっぱり世界でこの α 核種を利用した医薬品の研究開発というのが猛烈に進んでいて、こういった世界競争の中でどう我々日本が貢献できるかということ、世界的な視野で戦略を練って、効率的に、円滑に、オールジャパン体制で研究開発を進めていく必要があると思っています。

ちょっと長くなりましたが、以上です。申し訳ございません。

(上坂委員長) 櫻井先生、とても分かりやすい説明、ありがとうございます。

それでは、質疑させていただきます。

それでは、佐野委員、お願いいたします。

(佐野委員) 詳細な説明、ありがとうございました。大変すばらしい活動をされていることがよく分かりました。

最後の方で先生が今後の話をされていますが、世界で競争が激化する中、仁科センターの主要なコンペティターは、どこになるのでしょうか。

(櫻井センター長) 私の視点は、いつも日本対世界です。

例えばアクチニウムを作る、アスタチンを作る、そういったやつを作れるかというのは、日本国内、理研だけではなくて幾つかあります。例えばアメリカとかヨーロッパというのは、そういったそれぞれの地域にある加速器というものをネットワークで結んで、それでニーズとシーズというものをうまく組み合わせて、効率的に研究開発を進める体制を作ろうとしているのです。

では、我が国はどうかということなのです。だから、これからどれだけ例えばアスタチンを製造しないといけないのか、それからアクチニウムをどれだけ製造しないといけないのか、それに対して核医学界の先生方がどういうニーズがあるのか、何をしたいのか、そういったものを意見交換しながら、オールジャパンの体制を作っていかないと、世界から乗り遅れるという、そういう危惧です。

(佐野委員) 分かりました。

今、オールジャパンで、とおっしゃっているのですが、具体的にそのオールジャパンのコアとなるところがこの仁科センターだという理解でよろしいのでしょうか。

(櫻井センター長) R I 製造ということに関して言えば、もちろん我々貢献しますけれども、

一番まず大事なものは、どう情報をかき集めて、その情報を基にどういう戦略を作っていくかだと思っているのです。そうでないと、例えば仁科センター、これから来年はこれだけ例えばアスタチンを作れとか、アクチニウムをもっと早く作れとか、何かそういう日本国内の全体の中でこれからどういうふうに戦略性を持ってR Iを作っていくかという、誰かが、もちろん仁科センターでやれと言われればやりますが、そういった司令塔というものがどこかに必要かなと思っています。

(佐野委員) 先生は明確におっしゃっていませんが、結局、司令塔としての行政の役割ということをお考えですか。

(櫻井センター長) そうですね。基本的に、やっぱりこれ、例えば仁科センターだけではなく、Q S T、大阪大学、いろんところで加速器を持っていて、そういった運営費というのは国から出ているわけなので、本来であれば国が司令塔になっていただくのが一番筋がいいと思っています。

(佐野委員) 分かりました。

それから、一つ技術的な質問があります。放射性廃棄物中の長寿命核種の言わば短寿命核種への変換、放射性廃棄物の有害度の低減と減容化の話だろうと思いますが、この技術を使った有害度の低減及び減容化は、技術的には確立しているのでしょうか、実用化という観点からです。

(櫻井センター長) ありがとうございます。

これは、まだまだ研究開発を進めないといけなくて、I m P A C Tを2014年から2018年度、この期間、研究開発費を頂いて、理工連携、理研とそれから原研の研究者が一緒になって、どうやって長寿命核種を核変換していくべきかという議論をしながら、技術開発をやってきました。

それで、まず一番大事なのが、廃棄物中に含まれる長寿命核種をどうやって核反応を起こさせるかという、核反応を起こさせて、どうやって安定核種、それから短寿命核種に変えるかという、そのためには基礎的な反応データが必要で、その反応データをR Iビームファクトリーでまず取得したというところが一番大きいところです。幾つかの核種に関して反応データを取り、それをデータベースにし、それでシミュレーションができるような体制を作り、その上でどうやって核変換していったらいいかと。そこで出てきた提案が、エネルギーの高い中性子を利用したらどうかと。と同時に、そういった大量に核変換を起こさせるために、産業用の加速器というものを提案させていただいています。

データに関して言えば、まだまだこれから他の、例えば一番大事な ^{99}Tc のデータを取らないといけないですし、そのほかいろいろなデータを取らないといけない。同時に、こういった新しい加速器は、提案をさせていただいてはいるのですが、実際に造って動くというのを実証していく必要があって、そういった研究というのは交付金を一部使いながら、細々と今やっているような状況です。

(佐野委員) 最後に、その提案というのはどこに対して提案されたのですか。

(櫻井センター長) それは、コミュニティという言い方がいいかなと思います。例えば、一言で言うと、原子力学会の方でこの研究開発の中身というのは発表させていただけるということでございます。

(佐野委員) 分かりました。どうもありがとうございました。

(上坂委員長) 中西委員、お願いいたします。

(中西委員) どうも詳細な御説明、ありがとうございました。

ご説明の際に最後におっしゃった医療用のアイソトープを作るといえば、ネットワークが必要だと思うのですが、これはハイデルベルク大で最近有名になった、末期の患者さんが α 線の出す ^{225}Ac でラベルした、飲んで治っていくというのは、実は原子力白書にも今年初めて載ったのですが、ドイツは日本と比べてやっぱりネットワーク化が良かったのでしょうか。もし御存じでしたら、ドイツというと、カールスルーエとかユーリッヒとかすぐ思い浮かべるのですが、ハイデルベルク大でやった結果なので、ちょっと驚きました。

(櫻井センター長) ここでハイデルベルク大が企業と組んでやったというのが、これが最初の一步で、あれは一言で言うと機動性なのかなというふうに思っているのです。 ^{225}Ac の話がハイデルベルクでいい成果が出るというのが分かってから、ヨーロッパの方でネットワーク化が今進んでいるというふうにお考えいただければと思います。

(中西委員) 分かりました。

(櫻井センター長) ありとあらゆる有用なRIをいろいろな加速器施設、それから原子炉施設等々で作って、それで効率的に需要と供給を組み合わせるといって、そういうことをやり始めたというのがヨーロッパです。

(中西委員) 分かりました。

そうしますと、これからヨーロッパでも随分作られてくると。そうすると、例えば放射性医薬品の場合は、アイソトープを作っても、それを例えば抗がん剤とくっ付けるという、また別の化学合成の技術が必要だと思うのですけれども、そこら辺も理研でいろいろ模索され

ているのでしょうか。放射性医薬品開発。

(櫻井センター長) 抗体と、それから例えばですけれども、アスタチンをどう付けていくかという話ですよ。

(中西委員) はい。

(櫻井センター長) 先ほど、ちょっと研究成果というところで御紹介させていただいた理研内共同研究というのは、正にそういうところにございまして、理研内の研究者で標識化というのが得意な研究者がいらっしゃるのです。これは仁科センターの外です。抗体をお持ちの研究者、それから標識化が得意な研究者、それから仁科センターみたいな生産者、そういった医学、薬学、化学、それから物理という、こういう人たちと一緒に集めてチームにして、それで物事を進めています。

国立がん研究センターとの関係においても、実は星薬科大にいらっしゃる研究者というのが、正にがん研究センターの持っている抗体と我々のアスタチンの間を埋めていただいている薬学の先生がいらっしゃると。そういうストラクチャーになっています。

今アスタチンではこういう体制でやっていますけれども、アクチニウムはこれからどうやっていくとか、それからほかの元素はどうやっていくのかというのは今後の課題で、いろいろな方々と共同研究を結びながら、新しい核医薬品が社会に実装されるということを夢見て研究開発をしていると、そういう状況です。

(中西委員) すみません、最後にもう一つ、非常に画期的に少ない抗がん剤で末期の人が治ったというので、世界中で今、放射性医薬品、 α 線を作ろうとしていると伺いましたが、そうしますと、理研でもいろいろ作って供給していくとなりますと、私はどうやってその作ったものの値段を決めているのかよく分からないのですけれども、アイソトープ協会に出し、どこかに、基礎研究の間は無料かと思うのですけれども、何か理研でもベンチャー的なことができるのではないかなと思いますが、そういうことはされるのでしょうか。

(櫻井センター長) 正に新しいビジネスモデルというのを作るというのもすごく大事かなと思っていて、ちょっと飛ばしてしまいましたけれども、9ページ目の資料ですが、我々が持っている技術、それから仁科センターの外にある、先ほどの標識化とか抗体とかいろいろな知財を利用して、新しい核医薬品ができそうなどという、そういうタイミングで企業の方々との連携をしながら、投資していただいて、それで新しいベンチャー企業を作るというのはもちろん視野に入っていますし、そういうことができるようになってくると、日本の科学技術、それから社会出口の関係性といいますか、そういったモデル、模範となるような、何かそう

いったことができるといいかなと思っております。

(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。幾つか質問させていただきます。

まず、12ページにありますように、今まで、今もそうですが、とても多くのR Iを種類も含め製造されて、日本のユーザーに対して供給されてこられて、その理研の櫻井先生中心のグループにまず敬意を表したいと思います。ありがとうございます。先生方のR I供給がなければ、本当に基礎科学ができていないと思います。

それで、先ほど先生もおっしゃられた9ページで、ここには加速器技術と、ビーム照射技術と、それから化学分離技術が挙げられております。これがR I製造に必要な技術なのです。一方、放射線を外から当ててがんを治療する外用治療、粒子線治療に代表されるような、この臨床現場で活躍される医学物理士研究者あるいは教員のかかなりの多くの方が理化学研究所で学生や若い頃、実験をやられていた方々です。彼らは、外部照射だったので、主には加速器技術とビーム照射技術だったと思うのです。そして、彼らは医学物理という分野を作っていると思うのです。物理ですね。

しかし、R I製造になると、今度は化学分離技術が必要になりますね。そうすると、それをどんどん発展させる核医学で診断も治療もできるセラノスティクスとなると、必要な医療現場で理工科系の出身の科学技術者が臨床で活躍できるためには、今度、医学物理ではなくて、医学化学といいますか、メディカルケミストリーといいますか、それが必要だと思いません。

是非、先駆的にこういう医療用のR Iを作られている理研の方で引き続き、若い方を育成していただく。正に粒子線治療の医学物理士のような方が今後育成されていくのではないかと思いますけれども、どうでしょう。今、学生さんとか若い方、ここの化学分離をやられる方は多いですか。

(櫻井センター長) 先生が最初に御指摘いただいた、例えばですけれども、医学物理士で今、御活躍の方々が理研で何をやっていたか。なのですけれども、やっぱり優秀な人材はサイエンスで人を呼び込んでいるのです。例えば、医学物理士で今頑張っている方というのは、例えば元素は宇宙でどう作られたのかという研究をされていたわけです。

それで、医学、例えばケミストリーというか、化学に関して言えば、やっぱり優秀な方々は、例えば新しい元素の化学、そういったところに向かって、例えば大阪大学の優秀な学生さんが理研の方にお見えになって、それで研究を展開されているという、そういう状況があ

ります。

それから、良い人材を集めるためには、やっぱりいいサイエンスというか、一丁目一番地の最先端の研究を展開するというのがまず大事で、同時に、社会実装という意味では、最近の若い方は社会に役立つという観点で動機付けされる方も結構多いので、新しい核医薬品を作ろうという、そういったフラッグシップを立てると、また良い人が集まってくるのじゃないのかなと期待しています。

(上坂委員長) それと、先生の最後の御提案なのですが、まずは基礎研究のR Iの供給体制作り、ニーズをしっかりと吸い上げて供給していくと。例えば世界でいくと、アメリカのエネルギー省、DOEは、もうR I供給のホームページ持っている。そこに入力していくと、幾らで納期いつまでという情報が出てくるのですね。そういうのをやっている。それは、正直、先生のような原子核物理の学者の先生がやる仕事じゃなくて、正にエネルギー省のような行政がやる仕事のような気がします。

ですから、まずは、先生がおっしゃられているそういう業務はやはり行政でやる。そしてニーズがあったとき、先生のところをお願いに行くと。この辺のマネジメントは行政がやる。先生がおっしゃられているのは、そういうことでしょうかね。

(櫻井センター長) 日本にあるインフラをいかに効率的に有効活用していくかという観点で、必要なものはどういうふう将来手当てしていくのかと、そういった戦略を、今現状の情報を得ながら将来の戦略を担うことが大事かなと思っているのですよね。もちろんワンストップというか、ウェブサイト例えばアスタチン、1GBq頂戴みたいな、そういう窓口があることも大事なのですが、そういった窓口を作ることも含めて、どういう戦略性を持ってオールジャパンで臨んでいくかという、そのストラテジーを誰かが担わないといけないかなと思っています。

(上坂委員長) そうすると、例えば19ページの右下に、日本の体制が出ています。これはアスタチンですけども、例えばですね、企業さんも入っているので、まずはそういう供給のシステムを構築があると思うのです。先生がおっしゃられたように次の先の戦略、それは、今度は医療品をしっかりと作って供給していくし、また次の新しいものを作るとかいう、そういう戦略を練れる、実験現場だけじゃなくて、その戦略を練れることですよね。

(櫻井センター長) 基礎研究のレベルでは、まだ易しいのですよね。やっぱり治験とかそれから臨床試験というふう例えば踏み出していくたびに、必要なR Iの量というのがどんどん増えていきます。そのときにもう理研は手に負えません、恐らく、そんな。理研の加速器と

いうのは基礎科学に使われているところもあるので、今のその基礎科学研究ではいいのですけれども、じゃ大量に作る時にどこで作る、新たに例えば施設を造らないといけないのか、そういったものは全部企業の方で加速器を建設してもらおうようにするのか、そういったことも含めて、基礎の入り口から出口の核医薬品を作るところまで、シームレスにストラテジーを作るということが大事かなと思っています。

(上坂委員長) その中では、まず日本は今、医療用のR Iはほとんどが輸入です。先生のおっしゃられるシステムができると国産が進む。次の段階として、先の話ですけれども、まず国産化が達成されてからですけれども、その後、アジアの国とか開発国に輸出ですね、今度は。輸入ではなく輸出も考えられるかもしれない。加速器のようにシステムが小さくなれば、今度そのシステムの輸出の可能性も出るかもしれませんね。そういう夢も広がりますよね。

(櫻井センター長) ただ、これ、R Iの半減期というのがあるので。

(上坂委員長) はい、短過ぎるのね。

(櫻井センター長) はい。輸出するときにはなるべく早く輸出しなきゃいけないということで、いろいろあるのですが、だから短寿命の半減期の短いR Iは、むしろ日本国内の知財を海外で利用していただくという発想になると思うのです。

(上坂委員長) ええ、そうですね。ですから、分散型の加速器のようなものを輸出する。それで短寿命のR Iはジャストインで作って使う。そして長寿命のR Iは薬剤自身を輸出できるかもしれませんね。そういうふうなことを含めた戦略もあるわけです。

(櫻井センター長) あとは、やはり人材ですね。

(上坂委員長) はい。

(櫻井センター長) だから、例えば日本国内で人材を育てて、ハードだけではなく、ノウハウや経験というのも大事ですから、そういった人材育成も含めてトータルに考えていくということです。

(上坂委員長) 今、コロナワクチンがまだ国産のものが出てないというのがあります。40年前は日本の医薬品メーカー、世界のトップテンに何社も入っていた。今こういう状態になったということがいろいろ問題視されています。やはり技術の中には非常に安全保障的に重要なものがありますよね。システムと我々の命を守るインフラ、こういうものはある程度日本で国産化して持っている必要がありますよね。

(櫻井センター長) 基本的に、やっぱり日本国内に原子炉もありますし、それから高レベル放射性廃棄物もあるという現実から出発しないといけなくて、あと廃炉もあります。そういっ

た観点でいったときに、日本国家としてあとどういう基盤が必要なのかという、改めて考える必要があるのかなと思っています。だから、加速器だけではなくて、原子炉も含めて、若い方が夢を持って研究開発され、その過程で人が育ち、我が国の基盤を作っていくという。さっき核医薬品のストラテジーの戦略性の話、しましたけれども、全く同じ論理が、どういう国を作りたいのかという。そういった意味で、原子力委員会の先生方には是非頑張ってくださいと思います。

(上坂委員長) 重い宿題を言われてしまいましたけれども、頑張りたいと思います。いろいろと協力させてください。

(櫻井センター長) こちらこそよろしくをお願いします。

(上坂委員長) では、委員の先生方、ないですか。

じゃ、どうもありがとうございました。

(櫻井センター長) どうもありがとうございました。

(上坂委員長) それで、議題2は以上でございます。

じゃ、議題3について事務局から説明をお願いします。

(進藤参事官) 今後の会議予定について御案内いたします。次回の開催につきましては、8月3日火曜日14時から、場所は8号館6階623会議室でございます。

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ございますでしょうか。

ないようですので、それでは本日の委員会を終了いたします。

どうもありがとうございました。