

## 第7回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和8年2月17日（火）14:00～15:27

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、畑澤参与、岡嶋参与、小笠原参与  
内閣府原子力政策担当室

井上統括官、井出参事官、中島参事官  
株式会社NovAccel

山下代表取締役、早野取締役（CTO）

4. 議 題

(1) 超伝導電子線LINACを用いた医療用RI製造国内拠点の早期実現に向けて（株式会社NovAccel 代表取締役 山下了氏、取締役（CTO）早野仁司氏）

(2) 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7回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本日は、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。なお、岡嶋参与はオンライン出席であります。

本日の議題ですが、一つ目が、超伝導電子線LINACを用いた医療用RI製造国内拠点の早期実現に向けて、二つ目が、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。

超伝導電子線LINACを用いた医療用RI製造国内拠点の早期実現に向けてについて、株式会社NovAccel代表取締役山下了様、取締役（CTO）早野仁司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、山下様、早野様から御説明をよろしく願いいたします。

(山下代表取締役) ありがとうございます。株式会社NovAccelの山下と申します。本日は、お時間をいただきまして誠にありがとうございます。

早速ですが、資料をめくっていただきまして、2ページ目ですね。

私どものプロジェクトのきっかけは、医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン2022年、こちらがまさにスタートポイントでございます。これを拝見し、その後、製薬企業、それから、特に核医学会等の医学会からの色々な課題であったり期待というものをその後よく聞き、特に、ベータ線を利用した治療薬が既に実用段階にあると。

次はアルファ線であるということで、アルファ線の利用。これはTargeted Alpha Therapyですね。アルファ線標的療法へ向け準備を進めるということで、それに合わせて私どもは技術設計と、それから事業計画、資金計画を進め、プロトタイプ・施設の準備を2025年、昨年行いまして、いよいよ今年、本建設という段階に至っております。今年、2026年度中にはラジオアイソトープの生産をまずは第1拠点である広島大学のラジオアイソトープの施設において開始をするという計画でございます。

この基盤の技術に関して、後ほど早野からまた説明を申し上げますけれども、超伝導電子線加速器を小型化するという技術を持ちまして、このアクチニウム、特にアクチニウムを生成するための専用の仕様、設計においては独自の設計を作りまして、もう一つの重要な技術である化学の分離抽出とかラジウムの取扱い、安全、規制、それから化学エンジニアリングといったところにおいては学際共同で、特に最も実績のあるQST、旧放医研の永津チームですね。それからあと、東京大学アイソトープセンター長の高橋先生のチーム、それから東北大学のチームと一緒に開発を進めてまいりました。

それからもう一つ、電子を発生するための電子銃に関しては、これレーザーを用いるのですけれども、そこに関しては理化学研究所の協力を得て進めております。

第1施設の準備においてですけれども、こちら第1施設はもちろんラジウムを標的にするということとなります。ラジウムの調達とともに、施設に関しては広島大学に先ほど申し上げましたけれども、正確には放射線総合実験棟というところが工学部の所管でございまして、そちらを改修しております。変更申請をこれからかけるというところでございます。

ラジウムに関しては、海外からの調達を昨年から進めておりまして、この中でも特にIA

E Aのグローバルラジウム226、マネジメント・イニシアチブというフレームワークがございませう。そこに関して、私どもは国内の民間では初めて参加が承認されて、参加をいたしているというところだす。そして、もう一つが、IAEA枠外からの独自ルートということになります。

アクチニウム225の生産事業計画におきましては後ほどまた詳しく説明しますが、2026年度中には広島大学の施設内で生産を開始、品質を確認後、国内の第2拠点の設置に向かうと。複数の拠点にすることによって安定供給を確実にするという、そういう計画でございませう。

開発拠点は、本社は茨城県土浦市にございませう。後ほどまた御紹介させていただきます。創業は6月24日、2024年ということで、まだ創業してからの期間は短いですが、それまでの準備期間がかなり長かったものでございませう。

1枚めくっていただきまして、先ほどが今日のお話の中身の概要のようなものですが、これはあくまで参考ですが、御存じのとおり、これはアクチニウム225を例に取っておりますが、生産方式は色々ございませう。ジェネレーター、原子炉、サイクロトロン、それから、常伝導での電子線加速器、そして超伝導での電子線加速器ということになります。私どもは超伝導の電子線加速器ということになります。

商業規模ではジェネレーターはもう海外のみ生産しているというところですが、小規模では東北大なども供給をしているところだす。それから、原子炉においては「常陽」で計画があり、サイクロトロンではQST、理化学研究所、そして日本メジフィジックス、常伝導の電子線加速器では東北大学、日立が計画を進めており、私どもの超伝導加速器が一番最新のものということになるかと思ひませう。

こちらの下のところは、いわゆるリガンド療法というものの概要ですが、もともとPET診断が行われておりましたし、スペクトというガンマ線で血流を測る、そういう検査薬が放射性医薬品としてございませう。それに対してベータ線を用いた今度は治療に向かったと。これはルタテラとかだすね。そういうベータ線を用いたものが実用段階になって、そして、今後はアルファ線。何が違うかという、飛程が全く違う。体の中で飛ぶ距離が数十マイクロンという、細胞数個レベル程度ということになります。いわゆる癌にくっつく物質のお薬とともに、それをアルファ線が出る物質をくっつけて、そこからのアルファ線でがんの細胞自身を殺すという、そういうやり方だす。短い距離でエネルギーを落とすので、いわゆる死滅させる効果が強いということになります。

その中でも3種類ほどよく言われている材料がございます。アクチニウム、鉛、アスタチン。半減期が長いものと短いものがあって、10日程度のアクチニウム。これはいわゆる長距離輸送等で運びながら使うことができる。鉛とかアスタチンは半減期が短いですので、逆に言えば地産地消型に適しているということになります。相補的な関係にあるかと思えます。

右側にあるのはよく言われている図ですけれども、2016年に公表されたドイツでの治験で、言ってみたら、播種性、飛び散ったがんもがん細胞が死滅しているという状況を示しているものです。その後、世界的に急激に、特にアクチニウムを中心に開発が進んでいるというところがございます。

めくっていただきまして、我々の事業はどこまでなのかという話をよくお聞きするので、概要だけちょっとお伝えしておきます。私どもはあくまで材料を作る、つまりラジオアイソトープの材料を作るところまででございます。一番左側にあるのが、これ投資企業である東京大学エッジキャピタル、UTECですね。そこから投資を頂き、それ以外にも自己資本とか様々なもので資金を得た上で、加速器の技術と化学の技術のところを実際に作り、設置し、運用し、ラジウムに関しては自己で調達をし、そして、できたアクチニウムを製薬会社にお納めするということになります。

めくっていただきまして、ここからちょっと技術の紹介になりますので、早野の方から紹介させていただきます。

(早野取締役) それでは、加速器技術について具体的に説明してまいります。

このイラストに示しますように、全長10メートルの中に、右側が電子を出す加速空洞が入っているクライオスタット。短いブルーの円柱のもの。その次に長いブルーの円柱のものは、加速空洞が4台入ってビームを40MeVまで加速していく加速器、そして、左の方に照射するターゲット室というのを概念的に示したものでございます。この加速器は4K、絶対温度4度で運転するもので、40MeVまで電子を加速し、ラジウム226に照射する加速器になります。

次のページに行ってくださいまして、そのサイズ感ですけれども、長さ方向10メートル、幅方向は3メートル、電子銃と加速器の本体だけで5.5メートル、ビームを収束するところが2.5メートルというコンパクトなものに仕上げさせていただきます。加速管は、このブルーの円柱の中に入って絶対温度4度まで冷やされる。その冷やすものが、そのそばについているGM冷凍機という市販の冷凍機で、これはヘリウムが中に入っていますが少量ですので高圧ガス規制に掛からず、自由な設計、自由な運転ができる、そういう小型の冷凍機になって

おります。電流は50マイクロアンペアでスタートし、それから、RF増幅器を増強して100マイクロアンペアまで、電子のエネルギーは40MeVが最適なエネルギーということでここまで加速をし、運転時の総使用電力約100キロワットということで、冷凍機の性能が上がれば更に電流は増幅可能ですし、それから、超伝導ということで100キロワットぐらいの電力で長時間運転できます。

次のページの7ページになります。

この加速器に用いる技術は四つほどポイントがありまして、一つは、超伝導加速器は世界で1.3ギガヘルツのニオブ空洞が開発されております。これ実用レベルになっておりまして、大きな加速器ができております。その技術を2.6ギガヘルツという2倍の周波数のものにデザインし直し、さらに温度4K、絶対温度4度で性能を出すことのできるニオブ3スズという膜を内面に成膜することで小型化が可能になります。

2番目。この4K冷却というのは、市販のGM冷凍機と、それから伝導冷却法により実現することが可能になります。

そして3番目、フォトカソードRF電子銃。これは非常に高品質の電子ビームを生成するのにレーザーを使うということで、それによりビームロスのない加速を実現することができます。

4番目。全固体RFアンプを採用することで小型化を行って、RFのパワーを加速管に供給するという技術を用いております。

イラストがその下に示してあります。

次のページ、お願いします。

開発スケジュールなのですが、2024から25年にかけては開発インフラを整備し、単空洞、単セル空洞という非常に短い空洞を使って表面処理の最適化を行い、12メガボルト/メートルまで実現することができております。現在は、その技術を9セル加速空洞に応用し、本番の加速器を製造している段階になります。これを大体夏頃までに製造し終わって、組み付けを行って広島大学に設置し、試運転を開始するのが今年度の秋になります。そして、27年度は電子ビーム加速を連続的に行って、アクチニウムの製造を開始します。

それでは次、ムービーをちょっと紹介したいと思います。これによって、加速器がどんな動作をするかがイメージできると思います。

(動画視聴)

(早野取締役) まず、レーザーを用いるということで、この黒い小箱でレーザーを表していま

すが、そのレーザーを最初の超伝導空洞のフォトカソードに照射し、そこから非常に短い電子ビーム、それから、非常に小さな電子ビームを取り出していきます。そしてすぐ加速をしていきます。このブルーのところは加速電場で、紫のところは磁場になります。ここから出た電子ビームは、すぐさま続く4つの9セル加速空洞で加速され、Q（キュー）マグネットで収束されて、ターゲットに照射され、ここでラジウムに照射することになります。これがイメージでございます。

それでは。

(山下代表取締役) 引き続きまして、生産可能能力についてですけれども、2026年度から、先ほどのとおり、サンプル提供を開始する予定でございます。これは、品質評価、いわゆるバリデーションを各製薬会社に頂きまして、あるいは、研究用に使い始めていただくというものでございます。2027年度は、およそ100ギガベクレル規模の、これは臨床にするのと数千人規模になりますかね、の規模で提供をする。その後、2028年は定常的にそれを更に増産できるようにしていきますけれども、2029年度までには第2拠点を運営する予定でございます。こちらにおいては生産能力を大きく拡大しまして、1テラベクレル規模ということで運用をする予定でございます。これは需要に合わせて供給量を増やしていける我々のシステム、加速器を増設する、あるいは拠点を増やすということがやりやすい構造を作っておりますので、それによって需要に合わせて拠点を増やしていくという予定でございます。

それから、モリブデンについても生産は可能でございます。アクチニウム225と並行で、これはモリブデンを専用にとりよりも二重標的で同時に生産することができるという利点がございまして、モリブデンについても供給はしていくことは可能かと思っております。

ただし、モリブデン99においては、モリブデン100という、いわゆるエンリッチドサンプルですね。基本的にモリブデン100を80%、90%といった高い頻度で持っているものを使うことができれば生産能力が高くなるので、十分必要な量に近い量が生産することは可能でしょうけれども、自然のモリブデンではなかなかそこまではいかないかと思っております。

11ページをお願いします。

弊社のアクチニウム225生産での留意点、設計コンセプトについて説明させていただきます。これは後ほどの日本の特殊性とか、これからの課題解決につながる話なので若干お話しさせていただきますけれども。

まず1つ目が、世界的にレガシー線源という必要な材料ですけれども、これは再利用をし

てずっと使い続ける訳ですけれども、それでも国内に調達しないといけない。それを用いてアクチニウムを製造する訳ですが、それがそもそも世界的に少ないという現状がございます。さらに、ラジウム利用上の注意点というのがございます。ラドンが発生するとか、それから、廃棄物の貯蔵・管理が、アルファ線というのは特にそこら辺の対策というのが重要になってございます。国内でもそういうことができる拠点というのはそれほどございません。

レガシー線源が極めて希少であるということ、アルファ線核種の廃棄に課題があること、それから、非密封アルファ線核種の貯蔵可能施設・利用可能施設が少ない。これが日本特有の特殊事情とも言えるところだと思います。

それがございますので、生産能力を上げるために原料であるラジウムを沢山使えばいいというそういう考え方は全く用いず、むしろラジウムが少なくてもしっかりと生産できるシステム、アクチニウム専用の加速器、どういうものが必要かという加速器から考え直すというところからスタートしてございます。ですので、私たちの加速器自身がアクチニウム専用仕様が決められ、設計も決められたものであるということが一番重要なところかと思っております。

技術的観点、できるだけ少ない電力、より低い放射線発生、より少ないラジウムの利用で行われるようにということで、超伝導を用い、そして直線型加速器を用いる。これ放射線、それからビームの質という意味で極めて重要なことでございます。

それから、あとは、基礎物理研究用の加速器から、ラジオアイソトープ生成用に必要仕様だけ重点化し、それ以外のところはむしろダウングレードした。特に、加速をする瞬発力ですね。この基礎研究、特に宇宙の研究であったり素粒子研究では、瞬発力、つまり最高到達エネルギーがとても重要になるのですが、医療用では適したエネルギーというのがあって上げ過ぎてはいけないということで、加速勾配に関しては通常の基礎科学研究用に比べて数分の1に落としております。それから、ビームの品質というのも、いわゆる素粒子研究なんかで数キロメートル、あるいは、数十キロメートルの巨大コライダーという衝突型加速器がございすけれども、そちらに必要なナノメートルであったりマイクロメートルに絞り込むようなビームというのは使いませんので、エミッタンスという、そういう言葉になりますけれども、それにはこだわらない設計になっております。

そういうところでダウングレードができるおかげで、4 Kのオペレーションでこれだけ小型化のできた加速器で設計ができたということでございます。

こういうことを持ちますと何がいいかと言いますと、もちろん日本にも適した、それから、

できるだけ少ない電力等がございますけれども、いわゆる初期投資のコストが少なく済むとか、それから、拠点が放射線の許容量が少なく済むといったことで、分散拠点化に適した仕様であるということが我々にとっては重要であると考えております。これは、世界的な安定供給を確実にするためには必ず必要なことだと思っております。

1枚めくっていただきまして、これは先ほども申し上げた学際研究のところでは、それぞれのところで大変非常に大きな御尽力、御協力を頂いておりますし、一つのチームとしてやらせていただいております。特に、広島大学は設置場所であるだけでなく、加速器に関しても共同で研究をしておりますし、QSTにおいては化学的な化学エンジニアのところ、それからラジウムの取扱い、ラドンに対する取扱い等に関してまさに中核的なお力を頂いているところです。東北大学では、まさに今週も照射させていただきますけれども、電子線加速器がございまして、そこでの照射、そして電子線ビームを用いたラジオアイソトープの実際に今まで生産をしてきた実績を持つということで、申請においても様々な参考意見を頂いているところです。理化学研究所はレーザー、そして、東京大学はアイソトープセンターを中心とする化学的な最適化の部分で大きな力を頂いているところです。

めくっていただきまして、これは釈迦に説法ですけれども、ひと通りのプロセスで見ますと、まず電子線で照射いたしまして、右の上ですね、電子線でラジウムを照射いたします。ラジウムを照射するとラジウム226からラジウム225、そしてラジウム225がアクチニウムという、そういう変換でアクチニウムが生成されます。それを化学分離によってアクチニウムを抽出し、ラジウムをそのまま今度はまた再利用するということになります。そのラジウムを再利用して標的をもう1回作ったところで更にもう1回照射をする。このサイクルを約1週間に1回ほどのサイクルで、年間を通じて何回もやっていくというのが我々の手法でございます。

次のページ、めくっていただきまして、これは先ほど申し上げた東北大学で照射したというものですけれども、実際にラジウムのターゲット、これは我々のラジウムを東北大学の指標の標的にした上で、それを東北大学で照射させていただいたというものでございます。一番重要だったことは生成量と弊社の数値予想値。まさに数値で予想したアクチニウムの生成量がぴったり実際に作られた量と一致したということで、我々の生成量についての検証ができたということ。

それから、もちろんラジウム226とアクチニウム225の分離に関しては量研機構QSTをはじめとする様々な実績を基に行っておりますし、自動化についてもQST、東京大学

と一緒にやっておりますけれども、実際のプロセスを使って分離をしてみて、測定とそれから輸送するという一連のアクションをしたというところでございます。

ここに色々ピークが見えていますけれども、これアクチニウムの娘核種でございまして、これでアクチニウムがこれだけできました。それから、アクチニウム以外のものは検出されませんでしたけれども、これ以下であるということを実際に測定することもできております。

今週中にもう1回照射し、3月にはもう1回、第2回目の結果が出てくるところでございます。

開発現場について、また早野から説明させていただきます。

(早野取締役) 本社施設、まず1号棟について説明します。

この1号棟を借りたのは2024年から借りておりまして、2024から25にかけて単セル空洞という、右下の写真にありますような1個だけ膨れている、そこに電磁場をためる加速空洞、これを使いまして、ニオブ3スズ成膜の技術の確認ですね、これを行っております。その他に、超伝導空洞を扱うクリーンな設備、内面を観察したり、冷やして電界試験をしたりという設備をして、ここで開発を行っております。

その次のページを御覧ください。その次のページは、1号棟の隣に2号棟というところを借りることができまして、1号棟の2倍の広さを持つ1階のフロア、ここにクリーンブースを作って超伝導加速器を組み立てる工場を今盛んに製作、設置をしているところでございます。ここでクリーンブースの中で超伝導空洞をゴミが入らないようなアセンブリをして、クライオモジュールという、先ほどの直径40センチのクライオスタットという筒に入れ込む作業を行って、そして試験をし、動くことが確認された時点でもう一度分解して、今度は広島大学へ送ることになります。

それでは、次の17ページお願いします。

広島大学の施設は、工学部の中の放射線総合実験棟（F3棟）というところ、ここを使うことができました。このF3棟、左下の図にありますように加速器室、それがコンクリートシールドで作られたものがありまして、さらに真ん中の右側のところには化学処理室というものもございまして、ちょうど我々のアクチニウム製造に最適な場所ですので、広島大学と共同講座を作りまして、この施設で加速器を運用しようということで、右の上の写真、加速器室をリフォームしまして塗装し直し、ちゃんと使えるようにして、右の下の平面図にありますように、加速器を据えますとちょうどぴったりとはまる大きさの部屋になりますが、ここの中でさらにコンクリートシールドを積んで照射室というのを作って、この中でラジウ

ムにビームを照射していくことになります。

次、お願いします。

(山下代表取締役) 加速器及び化学についての準備が整うとともに、ラジウム、こちらが極めて重要でございまして、少量でも私どもやっぱりラジウムがどうしても必要であるということでございますが、残念ながら国内にはラジウムが極めて少ないという状況でございますので、しばらく時間を頂きながら様々なところと話し合いをしましてまいりました。

その結果、ここに書いてあるとおり、外務省、経産省、JAEA、QST、日本アイソトープ協会、それから放射線医薬品協会といったところから大変な御指導、御協力いただきまして、特に外務省様には多大な御協力いただきまして、2025年9月11日にIAEAのグローバルラジウム226、マネジメント・イニシアチブに参加を承認いただくことができました。9月14日には手続を完了し、すぐに各国個別の連絡を取り始めまして、現在は複数の国と、特に政府機関になりますけれども、そちらと協議中でございます。うち一部とは既に調達の基本合意まで至っているというところでございます。

これからもまだ何か国かから調達を進めたいと思っておりますし、輸送とか様々なところでまだこれからの段階のところもございます。しかし、今回このIAEAのグローバルラジウム226、マネジメント・イニシアチブに参画させていただいた、このときの外務省様の対応の早さに改めて感謝を申し上げたいと思っております。

特に、これからまだまだ課題ございますけれども、共通の課題というのがございまして、各国の貯蔵状況の情報を得る必要がございます。

これ、ちなみにIAEAのフレームワークって御存じない方、もしかするといらっしゃるかも知れないので簡単に説明いたしますと、これはラジウムを持っている、特にレガシー線源といって昔医療用に使った、あるいは、そのために作られた特にラジウム針のようなものです。そういう70年前ぐらいのものでございますけれども、それを廃棄しようと思っ持っている国と、リサイクルして医療用に使おうと思っ持っているところを結びつけるためのそういうフレームワークでございまして、データベースがございまして、どういうホルダーがいてということがこちらからしっかりと見られるような状況になってございます。そこと実際に個別に協議を行って、そして調達をするというようなシステムでございます。

このための、どういうところがどれほどのラジウムをお持ちで、それから線源の仕様はどうで、貯蔵容器の仕様はどうで、そして、ラドンとか出てきますけれども、機密性がどうでといった細かい情報が実は必要になりまして、これは輸送計画であつたり事前の調達可能性

の検討にどうしても必要です。ですので、こういう情報をしっかりと把握しながら進めるということが非常に重要でございます。

それから、もう一つが、いざ調達できるとなっても海外から国内に持ってくる先がないといけない。広島大学で第1拠点やりますけれども、その後、自社施設を作るまでの間、つまり2026年、2027年、2028年の間は、海外から例えば数百ミリグラムあるいはグラムオーダーでのラジウムをせっかく調達できても移送する先がもしかするとないかもしれないということになりますので、これ密封線源、非密封線源とございますけれども、国内の一時貯蔵の施設の情報というのも国内でしっかりと把握しながらやっていかないといけないということになります。

以上がラジウムに関する現状と課題ですけれども、次をめぐっていただきまして、こちらは最初のページで説明いたしました概要そのものですので、ここはスキップしていただきまして、最後のページに行っていたきたいと思います。

関係機関と協力して解決すべき課題、期待についてまとめさせていただいております。

まず、今後のラジオアイソトープ事業共通での課題。これは、一つは輸送がIAEAの基準が変更される予定であると。つまりは、それぞれの核種において、例えばA型、タイプA、タイプBという輸送容器に応じて、あるいは特別容器、そうでないというものに応じて、1回で運べる、1つの箱で運べる量というのが制限が変わるという予定になっているとお聞きしております。ですので、これに対応して容器の、例えばB型容器だったら承認を取り直すことが必要になりますし、A型、B型に関しても様々準備が必要でございます。我々もこれを一緒にやっていきたいと思っております。

それから、国内のアルファ線核種においては、廃棄の道筋というのがまだまだこれから更に明確に増強、強化していかなければいけないところではないかと思っております。

ラジウムの調達、国内貯蔵においては、ラジウムの国内貯蔵の施設において、どこがどれだけの線源を許容量として持っているかという、利用可能量の情報というのが実は一つにまとまっているものというのが私どもも持っておりませんし、関係各所でもなかなかそういうものはないということでございます。ラジウム、これから国内にしっかりと輸送し、確保し、使っていくというためには、貯蔵施設に関してもオールジャパンでの協力がこれから必要になると存じ上げます。

海外のラジウムホルダーの保有情報をしっかりと把握することが必要であるというのは先ほど申し上げましたとおりですけれども、こちらにおいても政府関係機関の御協力を頂きた

いと思っているところでございます。

それから、重要なところというのは、もう一つ、人材について。これ、人材教育というのがこの分野は、技術的には非常に面白いものが沢山ありますけれども、それだけじゃない、いわゆる幅広い分野の集合体でございますので、人材教育、そして、しっかりとした管理、特に放射線を扱いますのでそういう管理もできる、そういう人材をしっかりと育て上げることが必要であると。技術の継承においては、秘密保持をしっかりとしながら技術継承するという、こういうことが必要になります。これも、できれば幾つかの共通する課題を持っている大学、研究機関、あるいは民間と我々が一緒になってこういうことを進めていければなというふうに思っているところです。

最後に、私ども、もちろん民間で資金を集めながらやっていますが、当然、国の補助金であったりサポートをいただければなというふうにも思っているところでございます。ただし、難しいということも感じています。それは何かといいますと、通常分野と違ましてラジオアイソトープを作る分野は産業でもあり、つまりは材料生産であり、スーパーレアメタルでありますけれども、希少な材料を作る次世代技術であり超伝導利用でありという産業であり産業技術であるという側面と、先端医療に向けた医療でもある。実際、医療の一環であるという見方と、そして、原子力政策のこういったアクションプランの下で進めていただいているという話と。これ、またがっているからいいじゃないか、という考え方もありますが、実際にはそうではございませんで、例えば補助金等で既存の枠内、枠組みで、こういう分野、こういう分野、こういう分野という、実はこういうまたがっているところというのは逆になかなか補助金は取りにくいというところでございます。制度的にも、どこのどこに該当するんですかという。あちらに該当すると、こちらでも二重では無理でございませうというものが普通でございませう。

ですので、例えばですけれども、アメリカのDOEなどはラジオアイソトープのための専用のプログラムを作って官民への補助金を実際に出しています。今アメリカで例えばアクチニウムを生産しているところというのは、多くのところはラジオアイソトープのモリブデンプログラムで拠点のための設備投資のお金をアメリカ政府から受託したところが、今、アクチニウムの生産に向けて走っているというところでございます。

ですので、できれば政府系の補助金でラジオアイソトープに関するプログラムというのを是非御検討いただけないかというところでございます。

私からの話は以上でございませう。ありがとうございました。

(早野取締役) ありがとうございます。

(上坂委員長) 山下様、早野様、御説明ありがとうございます。

それでは、ただいまの御説明に関しまして、40分間をめぐりに質疑を行いたいと思います。

それでは、直井委員から、お願いいたします。

(直井委員) どうも、山下様、それから早野様、御説明ありがとうございます。

4ページの事業範囲の御説明の中で、NovAccelさんを中心に超伝導電子線加速器によるアクチニウム225の製造に向けて、幅広い関係者との連携協力の下で取り組んでおられるということがよく分かりました。特に、専用加速器の小型化の技術ですとかターゲットの化学分離技術、生産能力などについても御説明を頂きました。

それで、10ページとか11ページですが、26年度からサンプルの提供が始まって、27年度には100ギガベクレル規模での生産計画のお話ございましたけれども、エンドユーザー側との治験の計画などと、これらの提供というのはリンクしていると考えてよろしいのでしょうか。

(山下代表取締役) 私どもどこまで言っているかというところがございましてなかなか難しいところがございまして、私どもがお話をさせていただいているのは、特に国内だと、もちろんラジオアイソトープを使っているところと、それから、むしろグローバル製薬会社のグローバル本社の方と直接にお話をしているところが多いです。どこもアクチニウムが足りない状況で、臨床治験が実はアクチニウムの量で制限されているというのが現状です。ですので、アクチニウムは品質の下での安定供給がとても重要なので、できる限りの安定供給をしてほしいというふうに期待の声を各所から頂いているというところでございます。

(直井委員) ありがとうございます。

(山下代表取締役) ちなみに、治験・臨床はたしか10近いがん種で30近いパイプラインがアクチニウムに関しては走ってまして、非常に沢山のお薬が開発中でございます。

(直井委員) どうもありがとうございます。

それから、11ページのところの御説明で、超伝導電子線加速器の製造から、とにかくアクチニウム225製造用にカスタマイズするというようなことで開発をされてきたというお話ございましたけれども、一方で、モリブデンも平行で作ることができるというお話もございました。それで、この場合はどういう設計に、設計といいますか、今アクチニウム225製造用に作っている加速器をそのままモリブデンの製造にも使うという計画でしょうか。

(山下代表取締役) 3種類の方法がございまして、一番中心なのは、これもあまり言うと当社

の秘密がどんどん漏れていくところがございますが、ダブルターゲット、二重標的で、小さいラジウムの周りをモリブデンで囲むという。ラジウムって小さくて、それでアクチニウムが十分できる訳ですけれども、熱伝導率がいいもので、外側を巻いてあげて熱を外に逃がしてあげるといふことが必要になります。それは普通の金属で十分できるのですが、そこをモリブデンでやると、モリブデンって実は融点も高く熱伝導率も高いので、自動的にモリブデン99もできるということになります。ただ、それは、一番生産効率の高いところはラジウムに使用しますので、同時にできる代わりに生産量は落ちてしまうと。

もう一つのやり方は、ラジウムに照射している時間はラジウムとモリブデンの二重標的。でも、空いている時間、化学処理をしている時間というのは空いているから、そこはモリブデンの標的、塊の標的に照射すると。これが2個目のやり方。若干生産量は上がります。

3つ目は、モリブデン専用と同じ加速器を、ただ単にラジウムの標的の代わりにモリブデンを当てる。これは生産量が格段に上がります。ただし、モリブデンは薬価もなかなか高くないというところもあって、各社モリブデンの供給にはなかなかビジネス的、商用的には厳しいところがあるというふうに言われています。

我々、ダブル標的の場合には、いわゆるアクチニウムと同時生産ですので、コストはアクチニウムの方でしっかりと取る。モリブデンに掛かるコストはただということも言えなくもないということでございます。

(直井委員) どうもありがとうございます。

それから、最後の質問ですけれども、アクチニウムの生産に向けてラジウム226の調達にかなり御苦労されているというようなことで、IAEAのグローバルラジウム226、マネジメント・イニシアチブに参加されて、各国個別に交渉されているというお話ございました。一部についてはその調達のめどが、一部ですけれども立っているというようなお話がありました。

それで、その中で、ラジウムの国内貯蔵がなかなか難しいというお話がありました。このIAEAのイニシアチブにQSTさんも、それからJAEAも参加されておりますので、ラジウムの貯蔵に関してはJAEAだとかQSTはそういう施設を既にお持ちだと思いますので、是非そういったところと御相談していただければなというふうに思いました。

私からは以上です。

(山下代表取締役) JAEA、QSTとは、実は常にこれを相談させていただいております。

QSTにおいては、大量なラジウムの保有をしない申請になっていますので、QSTでは

残念ながら必要な量はちょっと置くことができません。

JAEAの方は、そういう施設があるかのようにもお聞きしていますが、使用目的はやはり若干違うところもございまして、そこの調整が必要になるかと思えます。

先生の御意見はまさに重要な御意見、これからもちょっと一緒に検討させていただきたいと思っています。

(直井委員) 是非頑張ってくださいと思います。

私からは以上でございます。

(山下代表取締役) ありがとうございます。

(上坂委員長) それでは、吉橋委員、お願いいたします。

(吉橋委員) 山下様、早野様、御説明ありがとうございます。色んなアクチニウムの製造方法がある中で、非常に小型で安定供給のできるこういった加速器のシステムというのは非常にすばらしいなと思いました。

それで、安定供給のところ少し教えていただきたいのが、13ページ目ですけども、ラジウム再利用というところでリサイクリングという話もあったかと思えます。つまり、製造してターゲットを取り出したりする訳ですよ。加速器とそのターゲットの交換であったり、運転のスケジュールを分かる範囲で教えてください。

(山下代表取締役) 分かりました。基本は、簡単に言えば1週間1バッチとだけいただければいいです。5日間、あるいは4日から6日間の間、大体5日間照射して、化学処理に1日という、そういうあなばいでございます。

(吉橋委員) 分かりました。だから、1週間、4日、5日運転して1日取り出して、1日空いている間、先ほどの話だとモリブデンや他のものを作って、次のターゲットを入れてということですね。

(山下代表取締役) そうです。それをずっと年間通じて繰り返すということでございます。

(吉橋委員) ターゲットなんですけれども、今回ここで見せていただいたようなサイズのターゲット、企業秘密なのかもしれないですけども、ターゲットのサイズ感というのは、先ほどのお話ですとすごい小さなターゲットで十分な量が作れるということですよ。

(山下代表取締役) 技術的にはそこら辺も含めて企業秘密で、申し訳ございません。

(吉橋委員) 分かりました。すみません。

あと、加速器のところ、先ほどシミュレーションで動画を見せていただいたのですが、この加速器は基本的にはパルス運転なんですか、それとも、CW(連続)運転ですか。

(早野取締役) 基本的にパルス運転でございます。1ミリセックぐらいを10回、1秒間に10回繰り返すという、そういうパルス運転になります。

(吉橋委員) ありがとうございます。

あと、電流量が100マイクロアンペアだったかと思うのですが、これが最大ということだと思ってよろしいのですか。

(山下代表取締役) 違います。

(早野取締役) 出そうと思えば色々と装置を追加して出していくことは可能ですけれども、やっぱり当初の目的としてそれぐらいのターゲットがちょうどいいのではないかとということで、そういう設定をさせていただいております。

(吉橋委員) ありがとうございます。

最後、人材育成のお話があったかと思うんですけれども、御社で考えているような人材育成というのは、先ほど色んな幅広く医療に関する人だとかあったかと思うんですけれども、御社が言っている人材育成というのはこういった加速器のことも含めた、そういうR Iの取扱いというような人材が必要ということでよろしかったでしょうか。

(山下代表取締役) チームになりますので、決して1人で全ての分野をカバーできる人材という意味じゃなくて、それでも実はラジウム一つ取っても、ラジウム取扱いってなかなか簡単じゃない訳です。例えばラドンが出てきますよと。それからあと、アルファ線って測るのが難しい。止めるのは簡単なんですけれども、逆に言うと測るのは難しいですよと。

それからあと、加速器も先端的な技術って、これは、パッと見ると先端の先端行っているように感じるじゃないですか。ロケットもそうですけれども、先端だってよく言いますが、先端じゃないですね。逆に言ったら、ローテク的にできるだけ上手く使うというところがポイントで安定にしっかり動く。というのは、できるだけキーデバイス以外は全て市販品であったり使い古された技術を使うこと。そういうことをできる人材ってなかなかいないです。現場をやらない限り育たない。

先端の先端だけだったら、これ研究の先端で別に育っていくんです。大学でも何でも育つんです。だけど、先端とローテクを組み合わせでしっかり動くものを作るという現場って、かつてみたいに予算もしっかりあってどんどん新しい装置を作っていけるトライアンドエラーができるような環境でしたら、大学、研究機関でもなかなかやれた部分もあるんですけれども、今現実にはなかなかそういうことなく。

だから、民間でどんどん現場を作っていく。民間の現場に色んなところから人材、実際に

来てもらって、そういう現場を体験してもらって一緒に作っていくというのがとても重要なというふうに思っています。

(吉橋委員) ありがとうございます。

私は大学におりますので、加速器を安定に動かすのは非常に難しく、私も陽子線加速器を大学の方で持っていますけれども、安定に動かすというのは非常に難しいので、そういったところの人材を現場をやりながら育てるというのは非常に重要だなと感じました。

私からは以上になります。

(山下代表取締役) ありがとうございます。

(上坂委員長) それでは、畑澤参与から御意見を頂ければと思います。

(畑澤参与) 本日は、医療用R Iの国内製造拠点ということで、御社の技術、詳細に御説明いただきましてありがとうございました。多くの患者さんが待ち望んでいる分野ですので、今日の御発表を聞いて大変心強く思った次第です。ありがとうございました。

(山下代表取締役) ありがとうございます。

(畑澤参与) 私の方の質問は、アクチニウム225に関して言いますと、以前の定例会でJ A E Aの方から「常陽」を使った製造計画が進んでいるということを御発表いただきました。国内にも、先ほどの御説明の中にありましたように、日立製作所であるとか日本メジフィックスであるとか、幾つかの製造拠点ができる訳です。こういう他の製造拠点との関係という意味で言えば、どういう形になるのでしょうか。簡単に言いますと、御社と各製薬企業が1対1で契約をしていくという形なのか、その辺のビジネスプランといたらないのでしょうか、将来像というか描いているところを少し教えていただければと思います。

(山下代表取締役) 分かりました。ありがとうございます。

基本的には、それぞれファーマとの1対1の協議というのが基本でございます。私どもも既に多くのいわゆる製薬メーカーとお話をさせていただいております。ですので、そこにおいて、例えばサプライアグリーメントを結局結ぶことになる訳ですけれども、そこに課題があるというよりは、どちらかというとなんか輸送であったり貯蔵であったり法規制であったり、それから輸出入というのに関係してきます。ですので、そういうところの手続であったり責任の取り方、範囲ですね、責任範囲と。それからあと、品質保証については、特に二つの質量分析器で化学的な品質を保証することと、それから、放射線測定で品質をちゃんと保証することと、この2点が重要になると。それ以外は、基本的には材料の供給ということで、他のいわゆるビジネスと変わりはありません。

(畑澤参与) ありがとうございます。

企業の側のインタビューをしてみますと、それから現実にもそうですけれども、企業はサプライヤー1社と契約することはなくて、必ず複数の企業さんとサプライヤーと契約をします。これは供給の不確かさがどうしても残るものですから、そういう形を取っているというふうに聞いています。そのときに、供給される原材料、アクチニウム225を含む溶液の品質というのは、やっぱりサプライヤーごとに違うのではなくて、標準化された品質で提供していただきたいというのがメーカー側の方の、放射性医薬品企業の側からの要望というふうに聞いています。

そのときに、各社ごとに品質が異なる基準で製造されていると、やはり医薬品メーカーにとってもそうですし、それから、保険収載を目指してPMDAに申請したときの領域の品質が各社ごとにばらつきがあると、やはりこれもなかなか認可されにくい状況が想定されてしまいます。

ですから、ある程度の何か国内製造のアクチニウム225に関する標準的な品質保証、品質とそれを保証するような仕組みが必要なのではないかなというふうにも思っているんですけども、そういう考え方についてはいかがでしょうか。

(山下代表取締役) これは私に対しての。

(畑澤参与) そうです。そうですね、御社にとってはどうでしょうか。

(山下代表取締役) まず、世界のマーケット市場は実は基準がまだ決まっていないというのが現状です。それは、例えばアクチニウムの226であったり、アクチニウム227といった225以外のものがどれぐらい混ざっていてもいいのか。これppmレベルの話になります。100万分の1のレベルですね。それから、他の核種もあります。それらが生産プロセス、例えば原子炉で作るのですか、あるいは、サイクロトロンで作る、陽子でたたくのか、電子線でたたくのか、それから、どれぐらい時間を置いてから抽出するのか。これミルキングという手法で純度を上げるものもあります。

様々な手法があるのですが、そのどれだったら承認薬としてふさわしいかというのは、一つはまだ承認薬が出ておりませんので、今臨床のフェーズ1、2、3の段階で沢山走っていると。ですので、承認薬ができた段階で、実はその承認薬に用いられた材料が一つの基準になるというふうに我々はお聞きしているところです。これは、特にアメリカを主とした現状でございます。

日本国内において、複数のサプライヤーから同質のものが必要であるという話は、私自身

は、私どもは実は聞いたことはなくて、特にサプライヤー側は品質が良ければそれでいいと。安定供給がその次にはとても重要であると。特に止まってもらっては困るんですと。そこが一番重要だと。品質基準がまだ決まっていない段階なので、例えばジェネレーターというのが今臨床で治験で使われているんですけども、核の廃棄物から抽出するというやつですね。それが今一つの基準になっている。それよりも純度が高ければ基本的には良いという考え方に今なっているというのをお聞きしてございます。

だから、煎じ詰めて言うと、まず、品質基準がどこまでだったら、例えば放射線での純度、それから化学的な純度、それ以外の純度。これがそれぞれこれであればいいですよというのが確立した段階で、それに満たすようにサプライヤーが各社当然努力をするというのが基本だと思います。

それを同じ基準で一つの、例えば混ぜて同じものにしますというのは、これは作り方も違うし供給のタイミングが違いますので、実現は不可能だと思います。

(畑澤参与) 私は御社の考え方には反対なんです。基本的には、やはり、混ぜて使うとかそういうことではなくて、ある一定の品質を担保した上で、製薬企業、それから患者さんに提供するという、そういう枠組みが必要ではないかなというふうに思っておりますし、国際的にもそういう方向で現在、品質保証をある一定の基準を設けましょう、ということで活動が続いているというふうに理解しています。

ですから、1社と製薬企業が単独で契約を結んでそれを進めるということだと、なかなか将来的に効率が悪いのではないかなと思いますし、あと、日本国内では、福島復興事業のF-REIの4番目のプロジェクトの中で、そういうアクチニウムとか他の国内製造の医療用RI原材料の品質基準を現在検討しているところで、それに従って国内の製造されたRIは前に進みましょうというプロジェクトが動いておりますので、そこのあたりのこともよく情報収集していただいて考えていただければなというふうに思いました。

これは私の希望ですので、将来的に考慮していただければというふうに思います。

畑澤の方からは以上です。

(山下代表取締役) 一言よろしいですか。

そういう基準ができてそれに準拠すればいいという共通基準ができること自身は、我々にとっては物凄く有り難い話です。ただ、それがいつできるのか、そういうものがいつどのようにしてできるのかというのが明確でないと、なかなかプランニングができないということと、それから、海外は既に、特にメガファーマなんかは各社、数企業と既にサプライアグリ

ーメントを結んでいます。どんどんそれをしっかりネットワーク化していくと。だから、スピードが非常に求められる。

安定供給できるようになるということが、いわゆる患者さんのところにしっかりとお届けできるということになるんだと思いますので、もちろん基準を早く決めていただければとてもいいと思いますし、基準の下で我々もしっかりと協力させていただきたいと思いますが、基準を決めるのが時間掛かるという、いつまでたっても患者さんに届かない。それからお薬ができない、開発すらできないということになるので、そのところを是非、時間をタイムリーに是非御検討いただきたいと思っております。

(畑澤参与) ありがとうございます。

私も国際的な会議に出席して、世界各国がどういうふうな基準で進めているかというのは把握しております。それで、最初の頃は不純物、異核種の混入が大問題になっておりましたけれども、それについては既に解決されているというふうに理解しています。やはり国際的に企業が、沢山の企業がありますけれども、企業の各々に任せておいてはなかなか最終製剤の性能にも影響するというので、ある一定の基準を決めましょうというのは、これ国際的なコンセンサスになっていると思います。

ですから、例えば最初に成功した企業の基準に従って他が全てそれに従わなくては行かないというふうなことには全くなっておきませんので、そのところは、やはり少し時間は掛かるかも知れませんが、一定のルールに従った基準で行うのが国内にとってもよろしいのではないかなというふうに思っておりました。

これについては、また今後どんどん基準作りの情報も入ってきますし、また、国内でのプロジェクトも現在進んでおりますので、そんなに何年も掛かるというようなものではなくて、数か月の単位である提案は出てくるというふうに聞いております。ですから、そういうことも含めて少し考慮をしていただければなというふうに思います。

(山下代表取締役) ありがとうございます。数か月であれば大丈夫でございます。

(上坂委員長) それでは次に、岡嶋参与から御意見を頂ければと思いますが、聞こえますか。

(岡嶋参与) 岡嶋です。私の声は届いているでしょうか。

(上坂委員長) はい、聞こえます。お願いします。

(岡嶋参与) それでは、山下さん、早野さん、どうも御説明ありがとうございました。

(山下代表取締役) ありがとうございます。

(岡嶋参与) 率直な感想としては、8ページです。開発スケジュールを見ますと、僅か3年で

こんなにまで進められるのかと、非常に精力的にされているのだなどの感想を抱きました。そういう意味では、タイトルどおり早期実現という点にどんどん近づいていっているのだなという印象を持っております。そういう点で、本当に敬意を表したいと思っています。

そこで、今日のお話、主に加速器のお話でした。アクチニウムの開発だけじゃなくて、国内で製造する拠点を早期実現という点からしますと、製造という点で見ますと、この後段のところに、たしか13ページでしたか、ラジウムのリサイクルのようなお話もありましたけれども、この中で抽出等々化学的処理の部分が必要になってくると思います。このお話が今日あまり出なかったように思うのですが、現状、この辺のところの課題とか、どういう方法を使っているの見通しがあるのかないのかとか、そのあたりのことを簡単にでもいいので御説明していただけると有り難いんですが、いかがでしょうか。

(山下代表取締役) 広島大学で行う化学プロセスについては、既に目途がついております。設備についても、非常に高価なものですけれども今既に製作中でございます。

それから、遮蔽を用いながらの作業になりますので、これグローブボックスが必要になります。そのグローブボックスに関しても、9月に移設して10月には設置が完了するという、そういうスケジュールで物事進んでおります。プロセス自身は公開されている手法と何ら変わりはないんですけれども、いわゆる樹脂、それからイオンフィルターですね。それを用いて、あとは、酸だけを用いた極めてシンプルな手法です。QSTが一番その経験をお持ちですけれども、QST、それから東京大学で実践を既にしているところでございます。

以上でございます。

(岡嶋参与) ありがとうございます。

ということは、カラム抽出法、今までもあるようなのを利用してされていくということだと思っております。

(山下代表取締役) そうでございます。

(岡嶋参与) とはいえ、広島大学でのお話までの状況だと理解できますが、その次の第2の工場を作っていくあたりについては、やはり量が増えます。先ほどのお話だと何倍だったか、桁で増えたと思っておりますけれども。

(山下代表取締役) そうです。10倍に増えます。

(岡嶋参与) そうなると、セルの調達、遮蔽等々がかなり大きな課題になってくると思います。そのような理解でよろしいですか。

(山下代表取締役) 全くおっしゃるとおりです。特に、グローブボックスが普通のグローブボ

ックスじゃなくなってきましたので、マニピュレーター型になってまいります。できるだけ半導体も使わないような自動化装置を広島大学での抽出の中で既に実践して、それをベースにアップグレードしようという計画でございます。

(岡嶋参与) 分かりました。

そちらの方のところもこれからまた色んな課題が出てくるかもしれませんが、是非その辺のところも含めて早期実現に向けて御努力していただけたら有り難いなと思って聞いておりました。これからもよろしくお願ひしたいと思ひます。

私からは以上です。

(山下代表取締役) ありがとうございます。

(上坂委員長) それでは、小笠原参与から御意見を頂ければと思ひます。よろしくお願ひします。

(小笠原参与) どうも本日は御説明ありがとうございます。

この取組は、原子力委員会が決定した医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプランと、こういう文章がございますけれども、これが提起した課題、今日の資料の中でも引用されておりますが、医療用R Iの国内製造・安定供給、これが非常に大きな問題としてこのアクションプランでは取り上げておりますけれども、この問題に真正面から答えていただいているもので高く評価したいと思ひます。

また、国内の多様な学際的なステークホルダーと協力されて、優れた技術を確立しようとしてされているということにも高く敬意を表したいと思ひます。

本日、最後のページ、20ページですか、ここに関係機関と協力して解決すべき課題、期待というものをまとめていただいておりますが、ここにも傾聴に値する示唆が多く含まれていると思ひます。

核医学というのは、分野をまたがった学際的な取組ですので、現場で色々な問題が生じているということはこれまでもこの原子力委員会の議論の中でもしばしば取り上げられてきました。特に廃棄物の処理等、規制面で複数の省庁、あるいは、法律の管轄が重複してしまうので、それに対する対応が非常に複雑になっているということ。また、そのことが限界を画していることについても指摘されてきました。

今日の御指摘いただいた課題、期待の中では、規制面のみならず、補助金対応という政府からの授益的な行政、こういった面に関しても実はその管轄が重複することによって複雑な問題が現場では生じているのだと。適格要件を有しながら検討の対象にならないということ

が起こっているという、これは非常に重要な指摘だと思います。特に、現在、戦略的な分野に政府が積極的に支援を行っていくということは国際的な潮流になっていますので、この問題についてもしかるべき検討が行われることを、私は期待したいと思います。

2つほど御質問させていただきたいのですが、まさにこの原子力委員会で決定した医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプランの問題提起に応える形で、現在、多様な企業ですとか機関が、このR Iの国内製造に取り組んでおられます。その状況を3ページにまとめていただいておりますが、現在は医療用等ラジオアイソトープ、需要が供給を大きく上回っていることが大きな問題な訳ですが、これだけ多くの方々が国内製造に一気に取り組み始めている状況を見ますと、将来的に需給関係はどうなっていくのか。もちろん需給関係が改善されていくことが短期的には望ましい訳ですが、将来的にどのような状況の見通しを持っていらっしゃるのかについて伺いたいと思います。

特に、この競争的な状況が出てまいりますと、参加者のレベル・プレイング・フィールドという観点が非常に重要になってまいります。3ページに示していただいたように主体には国の機関もごございますし、NovAccelさんのように純粋に民間のお金でやっぴらるところもありますので、そういったところの競争条件、そこら辺が将来的に問題になってくるのかどうか、について伺いたいと思います。

それから、もう一つ、今日御説明していただいた技術、非常に国際的にも優れたものではないかと思いますが、将来的には拠点建設が容易だということから海外に展開されることも視野に置いていらっしゃるのかどうか。半減期がアクチニウムの場合は短いので製品の輸出はなかなか難しいのかもしれませんが、拠点として技術を輸出されるということについては、大きな可能性が秘められているのではないかという気もいたしますが、そこら辺の展望をどういうふうに考えていらっしゃるのか、その2点について、御認識を伺わせていただければと思います。

(山下代表取締役) ありがとうございます。まさに事業プランに関するお話だと思いますけれども、まず、2つ目の御質問に関しては、海外展開当初から考えております。それがゆえに、拠点をできるだけ分散拠点型できるようにということで、我々の技術は、2つの意味で、施設自身を自社で海外に作ると。建屋も含めてという意味です。あるいは、既にある製薬メーカーが供給するようなところに、いわゆるライセンスでこの技術を提供するという考え方と、この2つがございます。それで、その準備は当然進めているところでございます。

もう1つの御質問の、この幾つか沢山の供給元が出てくる状況の中で将来像はどうなるの

かということでございますけれども、私たちの立場から言えば、どういった生産効率が最も高い、そして品質がしっかりと保証される、そして安定な供給ができるところがしっかりと生き残っていくと。かといって、1社独占という状況というのは好ましくない訳です。これ安定供給の面からもしっかりと幾つかが柱としてしっかりと国内でも、そして海外でも展開するということが必要な分野でございます。これは、ある社が例えば何かの問題で営業が止まってしまうとなると、それで治療ができないということはあってはならないということで、我々は、ここに出ている幾つかのところをしっかりと一緒になって、我々と共に柱としてやっていけるようにということを願っているんですね。

それから、生産効率とか品質に関しては、私どもは自信を持ってお届けできると思っております。

以上です。

(小笠原参与) どうもありがとうございます。大変参考になりました。

そういう複数の柱が共存するというところで、将来像を描いておられるのであれば、この20ページで示された色々な課題とかについても、そういった複数のところで協力されて取り組まれるとより効率的な結果に結びつくのではないかといます。その点も期待したいと思います。どうもありがとうございました。

(山下代表取締役) ありがとうございます。

(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たいと思います。

まず、御社の最近の講演は、今年の11月の核医学技術学会、それから仙台でありました短寿命ラジオアイソトープ利用研究会で拝聴しております。それで、そこでは、今日の資料では5ページから7ページの動画辺りにありますように、早野様が御説明になりましたように、大出力を狙う小型加速器の設計がとても分かりやすく説明されております。この小型の大出力加速器の重大な問題点が、大出力を狙うがあまりビーム源からの大電流ビームが十分に加速されない低エネルギー領域で加速管や真空チャンバーの内壁に衝突してしまうロス。それから、最終エネルギーに加速されたビームが大きく偏向されて横方向に広がって、また真空チャンバーに当たって損失するロスでありますね。これらのロスがノイズ放射線になって放射線管理上の問題になります。また、発熱も起きまして超高真空も保てなくなって加速が困難になると。

その解決策が今日の御説明であったように、それは資料で言えば一番分かりやすいのは例えば7ページです。7ページの右上の図の中に、これ右端がレーザーフォトカソード高周波

電子銃で、非常にビームサイズの小さいビームが発射されて、すぐに大きな超伝導加速空洞で加速されると。そのため、ほぼ100%近く加速されるということで、低エネルギーのビームロスが回避される。

それからまた、6ページの絵図の右端には、直線加速器でターゲットに当てて何か利用する場合、直線上ですと低エネルギー領域からのノイズ放射線が当たりますものですから。ノイズが多いということで曲げたいと。これ角度は何度ですか。

(早野取締役) 角度は10度になります。

(上坂委員長) 10度ですね。極力少ない10度であるというところが。

(早野取締役) これ以上は曲げられません。

(上坂委員長) 大きく曲げられないということが非常に重要であります。そういうことで、ここまでの世界レベルで見て、小型の大出力加速器の問題点が、ここで本当に解決される設計案になっているなというふうにお見受けいたしました。是非これを適切な小型大出力加速器のモデルケースとして是非ビームがちゃんと出ましたら論文を書いていただいて、世界の加速器界に周知してほしいと思います。よろしく願いいたします。

(早野取締役) 承知しました。

これは本当に早野様や他の方々と本当に長く議論していたことなので、まさにここで実現しますので、こういうことが学会でも発表されて実現されることはとてもいいことだと、世界的においてもですね。是非それをお願いしたいと思います。

それから、11ページに課題があるのですが、その中のアルファ核種ですね。アルファ核種の背景の課題でございますが、これは、昨年のアクションプラン第3回のフォローアップにおいて、固体放射性廃棄物は現状、RI法と医療法で別々に処理されているのです。それを統一して、そしてRI廃棄物としてアイソトープ協会が管理されている千葉県の保管場に保管するという方向で現在関係者で調整を開始しているところで。もし統一されれば、アルファ核種も、他のRI廃棄物と一緒に保管できるということを期待するところであります。

また、中長期的には、文科省、JAEAが検討中の研究機関等からの低レベル放射性廃棄物の埋設処理施設に移動しまして、そこで埋設するということが期待される訳でございます。この件はアクションプランでも今検討中でございますので、次回フォローアップ等で報告申し上げたいと思います。

それから、人材育成ですね。20ページの人材育成。これも非常に重要な課題であります。これも第3回のフォローアップでも議論しましたし、それ以降も担当の先生方にこの定例会

議で御説明いただいた。核医学の医師、技師、看護師、加えて医学物理士の、I A E Aのガイドラインに沿った教育プログラムを日本で構築していただけるというように、現在、京都大学、核医学会理事長の中本先生、技師・看護師教育に関しては京都医療科学大学の大野先生。それから、医学物理に関しては大阪大学の西尾先生に今一緒に検討をお願いしているところで、これをまた第4回のフォローアップでしっかりと議論したいと思います。この定例会議で申し上げましたように、現在、新しく専門部会をアクションプラン改定に向けて検討中でございます。そこでも人材育成の問題を議論して、先ほど申し上げたようなことを実現させていきたいと考えております。

また、最後ですが、これは事業へのサポートの話もございましたすね。

(山下代表取締役) 最終ページで。

(上坂委員長) 最終ページですね。下から2番目のところですね。これに関しても、先ほど申し上げた、次期専門部会や第4回の今年のフォローアップで議論したいと思います。その際に、やはりオールジャパン体制が必要だと思ひまして、ワンチーム体制が必要だと思ひます。今までもそうでしたように、核医学技術学会、それから放射性医薬品協会、アイソトープ協会ですね。加えて日本加速器学会、それから日本原子力学会等でまとまって意見を出せることが非常に重要だと思ひます。引き続き、その面でも御協力の方、お願いしたいと思ひます。いかがでございましょう。

(山下代表取締役) もちろんでございます。むしろこういう例えばオールジャパンで新しい枠をとということになると、それこそオールジャパンの枠がすぐにできると思ひます。ですので、是非、我々も幾らでも汗かきますし、ただし、やはり御指導をいただきながら。海外、これ何度も言うようで本当に恐縮なんですけれども、海外の動きはとても早いです。これ欧米だけじゃなくて色々とI A E Aなんかで畑澤先生もお聞きになっていると思ひますけれども、ロシア関係とか他のいわゆるつながっていないところもかなりの勢いで進めているというふうに聞いております。

そうすると、国際基準、標準がまさにどこで作られてきたのかということがあるので、日本もできるだけ早くにやはりしっかり、技術的には我々は世界を抜くつもりでやっておりますので、できるだけシステム上も何とぞスピードを大事によろしくお願いいたします。ありがとうございます。

(上坂委員長) 分かりました。ありがとうございます。

それでは、議題1は以上でございます。

それでは、山下様、早野さん、どうもありがとうございました。それでは、説明者及び随行者におかれましては、恐縮ですけれども、御退室の方、お願いいたします。

(山下代表取締役) ありがとうございました。

(株式会社NovAccel 退室)

(上坂委員長) 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。

(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2月24日火曜日14時から、場所が中央合同庁舎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—