

第 4 7 回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 2008年11月18日(火) 10:30～11:30
2. 場 所 中央合同庁舎4号館10階 1015会議室
3. 出席者 原子力委員会
近藤委員長、田中委員長代理、広瀬委員、伊藤委員
元FNCA Tc-99mジェネレータ開発プロジェクトリーダー
源河様
日本学術会議 放射線・放射能の利用に伴う課題検討委員会
柴田委員長、佐々木委員
内閣府
土橋参事官
4. 議 題
 - (1) 放射性同位元素の供給の現状と課題について
 - (2) その他
5. 配付資料
 - (1-1) 世界のMo-99の供給 現状と課題
 - (1-2) 提言「我が国における放射性同位元素の安定供給体制について」

6. 審議事項

(近藤委員長) それでは、始めましょうか。おはようございます。今日は第47回になります、原子力委員会定例会議、開催させていただきます。

本日の議題は、一つが、放射性同位元素の供給の現状と課題についてと題して御説明を伺います。それから二つが、その他事項でございます。よろしゅうございますか。

では、最初の議題。

(1) 放射性同位元素の供給の現状と課題について

(土橋参事官) 最初の議題、放射性同位元素の供給の現状と課題についてということで、元FNCATc-99mジェネレータ開発プロジェクトリーダーの源河様と、それから日本学術会議放射線・放射能利用に伴う課題検討分科委員会の柴田委員長、それから佐々木委員に御説明を頂きたいと思います。それでは、よろしくお願いいたします。

(源河) 皆さん、おはようございます。源河と申します。私、かつて2001年から2006年までFNCATc-99mジェネレータ開発プロジェクトのリーダーをしておりました。放射性同位元素のうちMo-99というのは非常に世の中で広く使われている核種であって、FNCATc-99m加盟国の大半はほとんど外国から輸入していることから、そういう途上国にも非常に取り組みやすい、原子力機構と化研という会社で開発したPZCというモリブデン吸着剤を使ってTc-99mを取り出す技術を途上国に発展させたいという理念からそのプロジェクトは始まったものがあります。

今回私に与えられた課題は、そういう過程でいろいろ見聞した世界のMo-99の状況を話すようにということだったので、資料を用意してまいりました。

御承知のとおり、Mo-99は世界の核医学で非常に多用されておりまして、核医学検査の80～85%はその娘核種のテクネシウムを使ってやられています。世界的には年に約2,500万件、1日だと6万5,000件ぐらい検査が行われています。我が国でも100万件内外の核医学検査がなされています。

日本での供給はほとんど外国に現在頼っておりまして、世界の四大供給業者、MDS Nordion、これはカナダです、それからCoviden、これは前のMallinckrodtという会社、IREがベルギー、NPTというのが南アフリカです。我が国はほとんど大部分をカナダから、部分的に南アフリカとかオランダから入れていると聞いており

ます。

ここに図がありますがジェネレータというのは、要するにモリブデンが吸着されているカラムに生理食塩水を通すとテクネシウムだけ溶離されて、そのテクネシウムを診断に使うということの概念図であります。

次のページのTG-3というページですが、これは今の話を図に示したものです。この五つの原子炉で世界の95%ぐらいをまかなっている。しかも、ほとんど全部高濃縮ウランをターゲットとして使用しております。これがこの四つの供給業者を通して世界各地の製薬会社、我が国の場合は富士フィルムRIファーマとか日本メジフィジックス、こういったところに供給されているわけであります。

次のTG-4の表を見ていただきたいのですが、この初臨界のところを見ていただくと、ほとんど40年から50年以上たった原子炉で頑張っているというのが実情であります。カナダのNRU、これは1957年、もう51年も前になります。それから、稼働率を見ますと、これは相当に高い稼働率で、いわば老骨に鞭打って頑張っているという印象ですが、こういう状況でやっています。それから、最後の充当率とありますのは、世界のモリブデン需要をどれぐらい満たしているか、参考値ですけれども、こんな程度にそれぞれ満たしているというのが実情です。

その他の大体5%内外ですけれども、オーストラリアで建設は終わっているけれどもまだ稼働していないOPAL、それからアルゼンチンの炉のRA-3、インドネシアの炉のGAS-MPR、HWRという中国の炉、Dhrubaというのはインド、そういったところでも小規模ながら供給しています。

次のTG-5のグラフですが、核医学利用では診断用が治療用よりは10倍ぐらい多く使われているわけです。これも1996年の時点で大体年間成長率を仮定してエスティメートしたグラフであります。今2008年ですが、たまたま最近 Nuclear Engineering International という雑誌に載っていた値を参考までにプロットしてみたのですが、これもしっかりしたデータというのはなかなか入手が困難ですが参考値として見ていただきたいと思います。

次に、我が国の状況ですが、モリブデン-テクネシウム・ジェネレータとして供給されている分と、それからテクネシウムを抽出してそれでいろいろな注射剤にしたりという製剤のほうとありまして、日本の場合、需要は圧倒的に製剤のほうが多いわけです。病院ではそのままお医者さんが診断に使用できますので、こちらのほうが需要が多くなっております。こ

れは日本アイソトープ協会のデータをもとにグラフを作ったものでございます。

それで、先ほど申しましたように、この世界のM o - 9 9を供給している炉が最近相次いでトラブルを起こしまして、例えばカナダのN R U炉が去年の暮れに緊急時冷却ポンプ電源系統の不備のために1カ月ぐらい止まりました。それでいろいろパニックをきたしましたので、特別立法でとにかく動かしたという経緯がありました。それから、NRUの代替炉M A P L E - 1、2が、これはもう何年も前からできていたのですが、運転許可がもらえないで、いろいろ安全上の問題も解決できなくて、結局5月に廃棄してしまう。これも非常に衝撃的なニュースだったわけです。今現在進行中のトラブルですが、オランダのHFR炉の一次冷却系配管の腐食変形ということで今修理中ですが、来年の2月ごろまでは動かない。それから次に、ベルギーのIREという、照射したモリブデンを処理して精製しているところですが、これが今年の8月にスタックからヨウ素が放出されて、全部で大体1．2キューリーぐらいが、環境に出てしまったということがあって、これも止められていたのですが、最近ようやく稼動が許されました。それから、これはメジャーではありませんが、オーストラリアのO P A L炉が2007年4月に完成して、盛大な落成式があったのですが、その後燃料板の位置ずれが見つかったり、それから、重水反射槽の中に冷却用軽水が滲みだして、その重水濃度が薄まってしまう、そういうトラブルがございまして、その問題解決に1年以上かかっておりますが、これも今年末ぐらいには何とか稼動にもっていけるのではないかと聞いております。

TG-8に、今話題にしましたNRUの建設当時の写真が載っております。この右下の図のM A P L E - 1と2と、それからNew Processing Facilityが全く稼動しないまま廃棄ということになってしまったのです。

それともう一つ。原子炉の老朽化という問題の他に、これは高濃縮ウランを使うものですから、いわゆる核拡散防止条約上監視すべき物質であるわけです。特にアメリカのD O EはR E R T Rという枠組みで何とか高濃縮ウランの使用、とくに民間における使用を減らしたいということでいろいろ努力しています。相当数の研究用原子炉の燃料は随分減らすことができたのですけれども、モリブデン製造に高濃縮ウランを使っているところがなかなか切り替えることができず遅々として進んでいないのが現状です。

さらに米国における同時多発テロを受けて、G T R Iという枠組みのイニシアチブが、これは実質的な予算も持っていて、かなり活発にやっています。

あと、医療関係者の団体でI P P N Wというのがあって、その中でI C A Nというキャン

ペーンで医療に何とか高濃縮ウランを使うのをやめてほしいということでいろいろ運動しています。

米国も我が国と同じように全くの輸入に頼っているわけですね。1989年までは国産もあったのですが、その後、例えば原子炉が活断層の上にあるからとか、その他安全上の理由で閉じたりいろいろあって、今は輸入に頼っているわけです。しかも、外国では米国から高濃縮ウランを入れて、それでもってモリブデンを作るものですから、その量は年間85kgに達している。これは原爆の4個ぐらいは作れるような量だということのようです。米国のジレンマというのは、その輸出を止めてしまうと自国で使うテクネシウムの供給ができなくなってしまうので、米議会でSchumer修正法というのができまして、これは高濃縮ウランを輸入する側にいろいろ義務を課しているわけですね。その一つはできるだけ速く低濃縮ウランによる製造法に切り替えること。これは米国から高濃縮ウランを輸出するたびにどこまでその展開が進んだかという報告を求めるなど、一応そういう中でやっている。それと、先ほど話しましたMAPLE-1、2の計画が止まってしまったので、それまでに輸出した高濃縮ウランの返却を求めるというような話も起こっています。さすがに米国ではすべて海外に頼っていることに対して危機感を抱きまして、何とか国産化すべきだという話が今非常に盛り上がっているようです。核医学会の中でタスクフォースを立ち上げていろいろフィージビリティスタディを始めております。

次にTG-11ページですが、低濃縮ウランへの切り替えについてはなかなか問題も多いということです。例えば濃縮度が低いものですから5倍近いウランの原料が必要なわけです。ということは、廃棄物も5倍近く増えることになります。

それから、もう一つやっかいな問題は、Pu-239が低濃縮の場合のほうがかえって25倍ぐらい多いという問題点もあります。アメリカのANLなどが熱心に研究していきまして、例えばターゲットをフォイル状にしてそれを溶かす薬品の量を減らすとか、それで廃棄物を減らす努力はいろいろしているわけです。

TG-12、これは実はANSTOのRex Boydさんの試算ですが、要するにこれには施設費とか人権費とか入れてませんで、ただ今ある施設を使ってウランの核分裂で作る場合と、天然モリブデンから作る場合とのコストの相対比較をしてみているのですね。それで、結論としては、核分裂をやるとキューリー当たり57ドル、かたやキューリー当たり83セントぐらいで済む。これはしかし10年ぐらい前の評価です。

それとは別に、現在の世界のモリブデン、これはほとんどウランの核分裂で作ったもので

すけれども、流通している値段はキューリー当たり250ドル程度だということを述べている報告もあります。

そこで、冒頭に申し上げましたFNCAの活動に戻るわけですが、FNCAには東南アジアの9カ国が加盟しております。国によっては炉が小さすぎて実用規模のモリブデンを供給するというのは難しいけれども、中国とか韓国、インドネシア、日本、これらの国がそこそこ大きな炉を持っていまして、ある程度国内の需要に対応できるのではないかと、そういう観点があったので、FNCAに加盟している国が関心を持って実験などに参加していたのです。オーストラリアは参加しておりませんでした、そのほかの8カ国は毎年データを持ち寄って検討しておりました。

次の14ページの図ですが、これも繰り返しになりますが、濃縮ウランの場合は比放射能が1万Ci/gとものすごく高いけれども、天然モリブデンの場合はその5千分の1ぐらいしかない。こういうものでは普通のアルミナ吸着材ではなかなか実用なものではないのですが、そこで新しい吸着剤としてPZC、Poly Zirconium Compoundというのが開発されて、それを使えばγ法で作ったモリブデンでも何とか実用的なジェネレータできるのじゃないか、そういうことでFNCAでやっているいろいろなデータを積んだわけでありまして。

その次15ページでは、このPZCというのは、粉末というよりも顆粒なんです、ここに顕微鏡写真がありますが、この顆粒の一つ、直径が0.5mmぐらいの粒をスライスしてX線分析にかけたものですが、緑の点はジルコニウムで、赤い点がモリブデンです。ここで見たかったのはそのモリブデンの点が表面だけでなく中のほうにも相当入り込んでいること、したがって吸着能力が高いという解析結果です。

実際にFNCAでは臨床試験も少し実施しました。過テクネチウム酸ナトリウムによる全身像とか、Tc-99mで標識したMIBIというテクネチウム製剤で心筋の血流検査など実際にFNCAプロジェクトの中で試験をしたものであります。

最後のページになりますが、先ほど米国の場合フィージビリティスタディが始まっているといいましたけれども、一番の可能性があるのは、ミズーリ大学の10メガワットの研究炉を、ここに少しお金をかけてグレードアップして、せめて年間米国で使用している量の50%ぐらいをまかないたいという計画が動いております。

それから、欧州ではAIPESという団体が音頭をとって、まず欧州に幾つかある研究炉をうまくネットワークで結んで、相互のバックアップ体制を構築しようとしています。また、

新しい専用炉も必要であるということで、これもE Uで何とかならないかというようなキャンペーンもしているようであります。

それから、我が国の場合ですが、これは原子力機構がJ M T R運営・利用委員会というのを立ち上げまして、その中に医・薬学界、医薬品業界、その他関連団体などで構成された「M o - 9 9 国産化検討分科会」を最近設立しまして、そこで国産化の技術を検討しているところであります。

I A E Aでも最近この世界の状況を非常に心配してしまして、とにかく研究炉の古いものが幾つか稼動しているのだけれども、運転管理を効率よくして、何とかモリブデンの不足を少しでも緩和したいということで、最近そういうアピールをしております。

結論というほどでもないのですが、新規に製造プロセスを立ち上げる場合は、もう高濃縮ウランでやっている時代ではありませんので、何としてでも天然モリブデンの中性子放射化でモリブデンを作る方向が望ましいわけで、実際に我が国で国産化を検討している人たちはその方向で考えておられるわけです。

最後に、原子力機構と株式会社化研が共同開発して特許を持っていて、それと先ほど申しましたアジア原子力協力フォーラムで実証試験も幾つか実施したモリブデン吸着剤がありますので、それを使えば多少なりとも国内需要をカバーできるのではないかと、現実にもそういうことで動いておられるように聞いております。

非常に駆け足ですけれども、以上のところが私からの御報告です。

(柴田委員長) それでは、引き続きまして、資料1 - 2ですか、これは先ほど御紹介ありましたように、日本学術会議の中に放射線・放射能の利用に伴う課題検討分科会を作りまして、そこでいろいろ審議した結果をまとめたものでございます。

その中で、我が国における放射性同位元素の安定供給体性についてということについて審議を行いました。

表紙の横に委員の名簿がございますが、原子力分野の方、それから医療分野の方、それから生命科学分野の方、そういう方々からなった委員会で、この問題に関しましては関係する原子力機構、それからアイソトープ協会、それから理化学研究所、そういうところから協力を得てまとめたものでございます。

細かいことがいっぱい書いてございますが、主なことは次のページの要旨というところがございますので、それに沿って御説明いたします。

まず、作成の背景でございますが、先ほど源河さんのほうからT c - 9 9 mの話が出まし

たが、放射性同位元素一般に非常に広く扱われているのですが、我が国で作られているというものが非常に少ないという問題がございます。したがって結局輸入に頼っているわけですが、輸入に頼りますと幾つかの問題があって、輸送中のトラブルとか製造所のトラブルだとかで入ってくるものが途絶えるとか、研究や学術研究なんかで非常に新しいのを使いたいというときにすぐに対応できないとかいろいろな問題がございます。それから、医療の分野では薬事承認という問題がございます、そこが止まってしまうと供給ができなくなってしまうということがございます。そういうことでその状況を把握しようというのが作成の背景でございます。

現状と問題点では三つのことを書いてございます。安定供給の安全保障に関する課題、そういうところでは、輸入であるために短半減期核種の利用に限られる。研究・開発上で新たなR Iが必要なときに早急な対応が難しい。製造所のトラブルとか輸送中のトラブルで利用に支障を来す。それから、海外の製造所が一方的な中止をしてしまうと、それが研究や開発に支障を引き起こすと、そういうような問題がございます。医療の問題ではこれがかなり深刻な問題になりまして、先ほどのお話にあったT c - 9 9 mの問題なのですが、去年の11月ごろにカナダの原子炉のトラブルで入ってくるところが1カ月ぐらい止まってしまいました。今、日本はカナダからほとんど輸入しているのですが、オランダ、それから南アフリカからも多少輸入しているので、そちらのほうからのものでどうにか最悪の事態は切り抜けたということがございました。そういう非常に大きな問題になりそうなことが起こっていたということ。それから、標識化合物、それから精製R Iに関しましても、現在かなりの部分が製造所で中止になって支障が来している。いろいろ生命科学の分野で使われているものは代替法が出てきていますので研究全体が止まるほどのことはないので、ラジオアイソトープでやったほうが精度が上がるという問題がございますので、必要なものに関しましては我が国で供給できるということが望ましいことが言えると思います。

それから2番目としては、放射性医薬品の利用ということで、これは結局医薬品としての薬事承認ということが通りませんと使えません。放射性医薬品が抱える問題としてそこに挙げましたのは、これは通常の薬ですとかなりな量である、10mgとか100mgとかいう量が使われるわけですが、放射性医薬品というのは放射能で診断・治療を行いますので、それ自身の量は10mg、100mgというものではありません。ずっと少ない量で済むわけです。そういうことがありますので、一般の薬の安全の審査基準と放射性医薬品の放射線に関する安全とは非常に重要でございますので、安全基準が違っていいだろうと。それで、放

放射性医薬品に関しましては合理的な審査基準があつていいのではないかとこのことをそこで問題点として挙げてございます。それから、PET、ポジトロンエミッショントモグラフィーがこのごろ非常に盛んに行われるようになってきていますが、薬自身は当然医薬品としての薬事承認がいるのですが、作るその薬剤製造装置自身もこの薬事承認が必要になりまして、これができるものが同じであればいいという考え方ではなくて、製造装置自身の薬事承認が必要なために、メーカー側がそれに対してもう足を踏み出さない状況がでございます。

それから3番目としては、RIの製造の新展開ということでございます。これは中性子を用いて製造するRIは原子炉で作られているのですが、加速器で中性子を作るということはほとんど開発が行われておりません。J-PARCは中性子を使うということで大きな装置を作ったのですが、もっと小さなものでできる可能性があると思うので、そういう方向に開発を進めるということがあるのではないかと。それから、J-PARCだとか、理研のRIビームファクトリーでは、これまでに使えなかったRIの製造が可能になりますので、そういうことを考えてはどうかということをここで課題として挙げてございます。

提言の内容としましては、安定供給の安全保障という観点からすると、現在日本では原子力機構のJRR-3、JRR-4がRIの製造をやっているわけですが、JMTRで現在改修計画が進められていて、今後きちんと安定供給しようという意味で頼りになるのがJMTRだと考えておりまして、それがちゃんとRI製造に使えるように整備をされることが望ましいということが書いてございます。

それから2番目は、先ほどの放射性医薬品の薬事承認、そういうところが合理的に進めば使えないものが早く使えるようになったり、PETの薬剤製造装置の承認が合理的に行われれば、薬剤メーカー及びその機械メーカーが、今までよりはうまくできる方法があるのではないかと合理的に進められるべきであることを言っております。

それから、3番目のRIの製造の新展開につきましては、加速器の研究をやっている研究所というのは幾つかあるのですが、小型加速器で中性子を一所懸命出そうというのが今のところございません。これはぜひやっていただきたいということで、ここに書きました。

それから、J-PARCだとか理研のRIビームファクトリーというのは非常に特殊なRIを作ることが可能だと考えられますので、そういうところでの製造が整備されることが望まれるということを書きました。

それから以降は細かい話になりますが、二、三ちょっとお話をしますと。下のほうにページ数がございますので、その5ページのところですね。5ページの上のほうの段落のところ

でございますが。そのところは今まで供給されていたものが、製造所の都合で止めてしまったということで、標識化合物、精製R I の化合物、そういうものでどういうものがどのぐらいやめられたかがそこに書いてございます。それから、5 ページの下のほうですが、これは先ほど源河さんからお話がありましたT c - 9 9 m、M o - 9 9 についてかなりの量が日本で使われている。また、件数も相当使われていると、これが結局多くはカナダに頼っているということです。6 ページの上のほうにその辺のトラブルのことがちょっと書いてございます。カナダの炉がトラブルを起こしたということと。それから、カナダの炉は先ほどお話ありましたように、新しく更新した炉を作ったのですが、それが結局動かずに廃止してしまったというようなことがありました。結局供給という観点から見ると、今の状況というのは安定な供給源とはとても言えないところがあって大きな問題であると言ってございます。

それから、7 ページの2 番目のパラグラフに、日本原子力研究機構は原研とサイクル機構が一緒になったわけですが、そのときの特殊法人の整理合理化についてという形で閣議決定がなされております。そこにありますように、海外からの輸入可能な中長寿命なR I は製造停止。それから、安定大量需要の工業用R I の線源は民間移転ということで、結局原子力機構では製造販売はやめたわけでございます。しかし、今問題になっているようなことに関しましては、特に医薬品の場合には短寿命なものでございますし、それから標識化合物についてもかなりなものが、半減期が短いものが多いです。そういうところがありますので、そういうものの国内生産に関してはこの閣議決定に悖るものではないと考えております。

それから、9 ページのところには、9 ページの2 番目のパラグラフ、そこには医療分野における問題点ということで、幾つかの医薬品の中で日本でまだ使えないというのがございます。疼痛緩和剤であったり、それから前立腺がんの治療薬、そういう欧米あるいはそれ以外の国でも使われているものが日本では使えていない状況でございます。これも薬事承認が合理的になされれば使えるのではないかと、もちろんこれお医者さんが使うと言わないとだめなのですが、そういうところで実際に日本で使えないというのがございますので、薬事承認の合理化がやはり求められるのではないかと書いてございます。

以上が大体のところ、次のページには課題のまとめと、先ほど御説明しました提言が書いてございます。

1 3 ページ以降は参考資料という形で、ラジオアイソトープがどういう分野で、どういうものとして、密封型、非密封型ございますが、それがどういう量がどこで使われているかということ。それから、そのうちの国内生産と輸入がどのぐらいか、そういうデータがついて

おりますので、御参考になればと思っております。

以上でございます。

(近藤委員長) 御説明、どうもありがとうございました。

それでは、御質疑をお願いいたします。

伊藤委員。

(伊藤委員) ありがとうございます。大変ショッキングな結果だとお伺いいたしました。先ほどお言葉の中にカナダで問題になりそうなことが起こっていたという、まさに警鐘がもう既に鳴らされていて、待ったなしの状況にあるという状況を今御説明されたところだと思います。

R I の分野は幅広いわけですが、そういう中で我々の国民の健康用、医療用というのは非常に大きな役割を果たしているわけです。最近その医療は例の後期高齢者の問題とか介護の問題とかあるいは医師不足とかいろいろ言われていますが、この問題は割とこういうふうに大きく指摘されたことがないので、まだ一般の方が認識していないところが多いに思います。そういう意味で、問題はハードの問題、ハードウェアをどう整備していくかという問題と、もう一つはやはり手続きの問題、ソフトの問題、両方問題があるということで、医療行政の問題、そしてその問題の所在を広く認識してもらう必要があるということで、立法府あるいは世論にも強く働きかけながら何とか改善していかねばならないとおもいます。もう既にM o - 9 9 を作っている原子炉が世界中で5基しかなく、しかも40年以上たったのが95%と、極めて肌寒い状況だと思いますので。

この貴重なレポートをいろいろ働きかけて、改善されるようにしていく努力をみんなでしていかなきゃいけないなと、こんなふうに思います。

以上です。

(近藤委員長) 田中委員。

(田中委員長代理) 医療用のアイソトープの利用ということでいうと、このモリブデン・テクネシウム、イリジウムとか限られた核種に大体絞られているのかなとは思いますが、そういったものが我々の健康というところで重要な役割を果たしているということです。

P E T も含めて、伊藤さんがおっしゃったように、国民にそうした効能がよく知られていないというところがあると思うんですね。そういう趣旨でこの委員会でもお話をしていたんだと思いますが、今幸いなことにJ M T R ではそういう方向で動いているから、少しみんなで努力していく方向に行くように、うまく成功させていただきたいと思います。アジ

ア地区のネットワークを構築するという形で何とか安定供給の方向にいけばいいなと思います。

それから、柴田先生からありました、いろいろなアイソトープの利用は学術研究とかそういうところにいくときりがありませんね。それをどうするかは別途考えないといけないと思います。要求に全て応えようとすると収拾つかなくなる。供給側にいた経験からそういう点で大学の先生からはいろいろな要求を出してくるんですが、それに全部応えるというわけにはいかないところがあるので、そこはうまく別途考えて、整理したほうがいいんじゃないかと思います。

(近藤委員長) 広瀬委員。

(広瀬委員) 私は技術的なところは全く分からないので、その点については何もお聞きできないのですが、こういったものが国別に縦割りになっていますが、医療用の問題です。で、先進国間の協力といったような話があってもいいと思いますが、ことさらに国境を高くする必要のないもののような気がします。特に高濃縮ウランを使わないというようなことになれば、国際協力の方向で進められるのではないかなと思うのですが、その辺のことについてお伺いしたいのですが。

(源河) 確かに世界でそういうふうに関係し合うと良いとは常々思うのですが、現状はそうになってないんですね。要するにもう世界は、四つの業者でマーケットが分割されていまして、昨年末カナダの炉が運転停止になって大騒ぎとなったときに、じゃあその分をオランダから供給してくれないかと随分やっただけなんですけれども、そういう体制になってないものから、それも結局不発に終わってしまった。そういうのが現状なんです。

しかし、グローバルにどこでイニシアチブをとるか。例えば I A E Aなどでそれをやるべきなのかもしれませんが、今のところ、IAEAはN P T絡みで何とか高濃縮ウランを減らそうと、それは一所懸命やっていますが、医用アイソトープをお互いにバックアップし合って供給を確保するというようなことは全くやられていない。ただ、先程申しましたように最近、そういうことを懸念する動きは出てきております

(柴田委員長) 多分高濃縮は問題が多いので、今 J M T R でやろうとしているのは、ウランを使わない方法でやるということでございます。これはまだ、先ほど F N C A で実際の治療までやってはいるのですが、全世界の需要のかなりの部分を占めるというほど大量供給が本当にできるかという段階にはまだ至っていないのです。実証できればいいと思うんですが、J M T R をやっていく中でそれがちゃんと実証できるんじゃないかとは思ってはいるん

です。そうすると、ウランの高濃縮ウランでなくてできますので、そういう形になれば炉の問題さえ解決すれば進められるわけです。炉の問題を解決しても、高濃縮を使わないとだめだということになるともう先にいかないわけですね。

ですから、そういう形でのモリブデンのNガンマといういわゆるウランを使わない方法が確立すれば、どこかが炉を、国際協力でどこかに炉をちゃんと置いて、それから作るということになれば、お話のようなことが進められるわけですね。

だから、そういうことでぜひJMT Rできちんとした形でそれが実証できるような方向に動けば、大きな前進につながるのではないかと期待はしております。

(佐々木委員) 今回こういう問題を原子力委員会で取り上げていただきまして大変にありがたいことだと思っております。ラジオアイソトープを診断や治療に使う分野を核医学と呼んでおります。この核医学というのは、アメリカが一番、アメリカの核医学会、SNMが一番大きいのですが、日本は一国としては恐らくそれに次いで早くから核医学をやっておりますし、会員も3,500人ぐらいおりまして非常に大きな学会で、核医学診療も大変に積極的に行っている、アジアの中では一番最も多くやっているところだと思います。

その私たち現場にいる者にとっては、すべての放射性医薬品を外国から輸入している状況というのは大きな問題。特にTc-99mの供給が途絶えるということは、もう何度か起こっておりまして、そのたびにこういう状況では困るということは大きな課題であります。私自身は旧原研に対しましても何度も国産でラジオアイソトープを医療のために供給していただけないかということをお願いしたことがございますが、なかなかそれが実現しない。今これが我が国でも大きな問題でもありますし、世界的にも、先ほど源河さんからお話がありましたように、SNMというところも問題にしている。それから、ヨーロッパ核医学会というところでも問題になっている。そして、日本の放射性医薬品業界でも問題にしておりますので、非常にいい機会だと思います特に、日本の原研で開発した技術がもし新しいTc-99mの供給としてうまくいくのであれば、恐らく世界にこれが普及する可能性が、先ほどの高濃縮ウランの問題も解決されていくわけでありですね。

そういう意味で、今非常に世界的にも盛り上がっているので、核医学会もそれぞれの国の学会の連合として世界核医学会と、それは1970年、日本で第1回の会合を開いて以後4年に1回会議が開かれて、アジア・オセアニア核医学会というのも行われておりますし、これも日本のリーダーシップで作られたものでありますから、そういう学会レベルでももっとこういうお話し合いをして、盛り上げていく必要があろうかなと思っております。

ただ、そのためには、最終的には商品として売ればたくさん売れるものだと思いますけれども、そういう体制ができるまでには今の新しい方法もまだ研究段階のものがあると伺っております。例えば吸着剤なども大量のTc-99mを作るためにはもっと検討が必要だと言われておりますので、あるそういう研究的な部分に対しては国の予算がある程度入りますと、それがきっかけになってさらに民間ベースでも進んでいくのではないかと、そんなふうに思っておりますので。この問題については関心を持っていただければと思います。

近藤委員長が、メルマガでしたか、この医療の問題にまで触れていただいたのを拝見したときは私大変にうれしく、こういうことにまで関心を持っていただいていることに感謝をいたしております。

(近藤委員長) 質問は二つあるんですけども、一つは、今佐々木さんがおっしゃっていた、新しい方法についての技術の開発の現状ですね、なお開発課題があるというのと、それは今どれかやっているんですか、それからどのぐらいの規模の開発課題が残って、実際には実証もしてみたけれども、実はまだまだ大変だというなら、どのぐらいのマグニチュードの大変さなのかということについて教えていただきたい。

それからもう一つは、柴田先生がRIの製造の新展開で、「小型加速器を使って中性子ばんばん出してくれば」とおっしゃったけれども、既に小さな加速器で中性子発生する装置があるのは御存じでおっしゃっておられるんだと思うんですけども、プロダクションに使う規模になると、小型加速器と大型加速器でコストエフェクティブネスを考えると、本当に小さな、実験で小さな中性子出すのはいいんですけども、プロダクションという観点から本当に合理性があるということで検討された上でおっしゃっているのか、そこが分からなかったんで教えていただきたいと思います。

(源河) では、前のほうのお尋ねですが、実はその新しい吸着剤を使ってこの技術を何とか生かして国産しようという話は実は起こっております。ただ、FNCAでいろいろ試験したのは、大体一つのジェネレータが500ミリキューリー程度、普通300ミリキューリー、そういうのが結構実用になるという感触は得ておりました。けれども、日本の需要は膨大ですから、工場に大きなジェネレータを設置しまして、それからテクニシウムを定期的に得て、それを病院に届ける。日本のような交通のインフラがしっかりしているところはそういうことも可能なわけです。

そういう大きなジェネレータを工場に設置するというアイデアに対しては、そこで使う吸着剤に100キューリーも200キューリーも吸着させて大丈夫かと、放射線によるダメー

ジが起こるのではないか、そこで吸着力が落ちるのではないか、そういう心配は実はまだクリアされていないわけです。

それで委員会のほうで問題になったと思うんですが。その実験をどこかでやりたいということで、今のところ化研という会社がインドネシアのBATANに共同研究を提案しまして、向こうではP Z Cを供給してくれれば自分のところの原子炉でモリブデンを作ってやってみるという協定をこの間結んできたところなのです。

(柴田委員長) 近藤委員長の「小型加速器でものになるほど中性子が出るか」という問題ですが、これは確かに余り簡単ではないと感じてはいます。幾つかの需要はあるわけなので、例えばJ-PARCでは非常にいろいろな今後いい成果が出てくると思うのです。その中で産業利用に使えるという形で随分産業利用で中性子の利用が必要さが叫ばれるように今後なっていくだろうと思っています。

そのときに、J-PARCしかないのではこれはやはり産業利用のところまでは全然広がらないわけです。年に3日ぐらいのビームタイムしかもらえないというようなことだったら、産業利用にはいけませんので、やはり小型な中性子でもって大きな民間企業は研究所にそれを送るということが、原子炉というのはちょっとできませんので、そういうことが需要としてございます。

それから、医療の分野ではBNCTという治療法がございます。ボロンの10が中性子を吸ってリチウムとアルファに壊れるのですが、それをがん細胞にだけ入れてやっておいて中性子をパッとかけると、正常細胞に対しては余り影響がなくて、がんだけが潰れると。そういう方法がございまして、現在原子力機構の炉、それから京大原子炉の炉、今ちょっと止まっていますが、そういうところでかなり成果が上がってきております。

それも、病院に置こうと思ったら原子炉では無理なので、加速器でやれたらということで、NEDOのプロジェクトで小型加速器で中性子を作って、BNCTで使えるほどの中性子を出そうということが今年の3月までの3年間で行いました。

そこでは、結局何が難しいかというと、そこそこのエネルギーが高い中性子はいらないので、低いのであればビームのエネルギーは高くなくてもいいんだけど、量を出そうとすると大量のビームを出すので、受ける側のターゲットが溶けちゃうのです。そのところがうまくいかないという問題がございまして、例えばリチウムだとか液体金属かなんかを使うということをやればいいんだと思うんですけれども、そこまで頑張る人は今のところいない。

それで、NEDOでやったのはどういう方法かというと、FFAGという、これは大河千

弘先生が日本で原理を考え出した加速器なのですが、非常に運動量のアクセプタンスが大きいから、薄いフォイルを置いておいて、通った後エネルギーロスしてもそいつがまた再加速できるんですね。だから、薄いターゲットを入れておいてくるくるくる何度かプロトンが回ると、そういうふうなことのアイデアが出て、それをNEDOのプロジェクトでやりました。大体1,000回周るということが分かったですね。そうするとどういうことかというと、必要な、今までの加速器で必要な電流の1,000分の1で同じだけの中性子が得られるということでございます。

そういうことが、まだ実証機というところまではいってないんですけども、原理的なことは実証できましたので、そういうふうなことを進めていけば。それを、BNCTというのは結構な中性子がいらしますので、それをもっとRI製造用に最適化すればそこそこの量はつくれるのではないかと。ここ実はまだきっちり……

(近藤委員長) 京大炉でつくっているの、違いましたっけ。

(柴田委員長) 京都でやってるのです。京都でやっています……

(近藤委員長) まだうまくいってないんじゃないですか。

(柴田委員長) 京都は二つあって、一つは臨界集合体にFFAGで加速した150ミリオンのを入れようというのがやって、それは非常に苦労して、原因がわかってようやくこのごろ外へ取り出しは成功しました。それで、今、もう出ればあとはトランスポートだけだから数カ月うちにはちゃんといくんじゃないかと思っています。

それから、その横で小さいのをNEDOの炉で作ったのです。それはちゃんとうまくいきまして、1,000回回るといふのをやっています。

それから、もう一つ、京都では小野先生という、これはお医者さんのBNCTの専門家ですが、小野先生が住重でサイクロトロンを作ろうというのでやっておられます。それうまくいけばいいんですが、ターゲットのところが非常に難しいんじゃないかと思っているのですね。そのメンテナンスのことも入れると非常に大変な作業をやらなきゃならない。一方、今言いました1,000回も回せば薄いターゲットホールでちょっと変えればしまいですから、いろいろいいんじゃないかと思っていますが。

そういうような動きがあるので、小型中性子というのは全く夢物語ではないだろうというふうに思っております。

(近藤委員長) はい。それを産業として成立させる、産業としてのフィージビリティスタディがあるかどうかをお聞きしたつもりだったのですが、わかりました。

今度は意見ですが、モリブデンとかテクネシウムの話は、いろいろ問題はあるにしろすべてこれコマーシャルなアクティビティとして確立している分野ですよ。コマーシャルなアクティビティが成立しているところに、国が口を出すには作法がありますよね。

デイリーなデマンドに対して安定した供給をするという商業上の責任を果たし得ない可能性がショートタームにもあるしロングタームにもある、で、このビジネスに公益ありということで、そのビジネスリスクマネジメントに関する官民の役割分担いかにあるべきかという問題提起をされている。国というか、国際社会のそれに対する対応は、まずは供給者がただか十指に満たないのですから、相互の流通システムを作るとかして、顧客に対して供給者トータルとして安定供給確保の手段を、リスクマネジメントの手段を講じるべきと提言することでしょうね。もうやっているのかもしれませんが。

ここで、新たな供給者をパブリックな形で用意するのは、いわば商売を邪魔することになるから、バックアップシステムというならあり得ますが、普段売れないとなるとラストリソーとしての国際共同事業ではあってもなにか有効活用を考えるべきとなりますね。それから、モリブデンの照射というのは新しい、本当にコストがちゃんと計算されているのかどうか怪しいんだけど、御呈示いただいたテーブルだけではにわかには信じがたいんですけども、俗に言うディストラクティブイノベーションというカテゴリに属する、市場の供給者のスペクトラムを変えるインパクトのある技術なのかもしれない。これはまたこれで、本来的にはベンチャーキャピタルをあてに企業家精神を発揮して、先行して利益をかせぎたい人の登場あるべしということになるのですが、そこが現われないのはまだその技術がよほど頼りないと思われているのか。一方、それが現われることによって医療費全体が削減できるならば、先行しての公共的な取組が排除されるべき理由はない、そのところの見極めが今必要なのかもしれない。

ただ、幸いというか、たしか、JAEAのJMTRでこれにチャレンジするということですから、そこについては早晩見通しが出てきて、それがうまくいくデモンストレーションされれば、既にインドネシアも多分そういうことを頭に置いてチャレンジしようとしているのだと思いますから、国内の資本がそれに基づいてコマーシャルの世界での競争関係に参入しようとするかもしれない。それなら、それをあるレベルまで国としてサポートするのは大変大事なことだと思います。これをラストリソーとして、臨機に行えるようにしておくという選択もあるかもしれません、

それから、皆さんがことさらに高濃縮ウランの話を話題にされるのはどうか。それについ

ては、現実にそれに基づいて供給がなされていること、テロ対策の問題をおっしゃるんだけど、当然それなりの対策がとられて活動がなされているわけで、現実に米国議会もそれに納得してこそ毎年ちゃんとカナダに供給するということを決めているわけですから、そこは丁寧な議論をしていただいたほうがいいのかなと思います。

いずれにしても、田中委員あるいは伊藤委員おっしゃったように、こういうことで国民のある健康管理を支えるアクティビティが原子力あるいは核医学、正確に言えばその一部ということでしょうけれども、その分野で非常に大きな貢献をしているということについては情報を共有していくことが極めて重要というふうに思います。なお、放射性医薬品の承認の問題については、放射性医薬品以外の医薬品の分野で医療技術一般について承認行為の合理性について様々な機会に話題になっているところの一部と考えるべきだと思いますので、そこに我々原子力委員会として指を突っ込むのは適切かどうか、ちょっと事務的に考えていただきます。私ども、関係者に対して発言をしていくことにやぶさかではございませんが、まずは皆様が関係者に問いかけるのが一番と思います。

こんなことで今日はよろしゅうございますか。

どうぞ。

(伊藤委員) 今委員長が言われたので、私も蛇足になるかもしれませんが、改めて。いずれにしても、これ技術的にも様々な問題あり、あるいは今の高濃縮ウランの核拡散の過程の問題、いろいろな問題があるのは事実なので。しかし、一方で国民の健康にとってもうものはや待ったなしという中で、この提言を何とか早く具体的に解決する道に、ロードマップにつなげてどうするかという、このプラットフォームをどうかしっかり整理してやるような働きかけで。このせっきくの提言ですから、ぜひそういうものにつなげるようお願いしたいと思います。

(近藤委員長) それでは、これで質疑を終わらせていただいてよろしゅうございますか。

それでは、どうもありがとうございました。

(2) その他

(近藤委員長) 次は、その他議題ですが、事務局、何かありますか。

(土橋参事官) いえ、事務局のほうからはございません。

(近藤委員長) 各委員、何か。よろしゅうございますか。

それでは、次回予定を伺って終わりにいたします。

(土橋参事官) 次回、第48回の原子力委員会定例会議でございます。来週の11月25日火曜日、時間も本日と同じように10時半、場所につきましても本日と同じこの場所を考えてございます。

以上でございます。

(近藤委員長) はい、ありがとうございました。

それでは、終わらせていただきます。

どうもありがとうございました。

—了—