

話 題 (Ⅱ)

IAEA 「トリウムの現状」諮問会議の 報告と今後の活動予定

京都大学工学研究科原子核工学専攻

木村 逸郎

1. はじめに

IAEA では、昨年暮約 4 年ぶりにトリウムの現状に関する諮問会議 (Consultancy Meeting) を開催した。前回 (1990 年) はトリウムサイクルを新しく見直そうということで議論し、小さなレポートをまとめたものの、その後ほとんど表だった動きはなかったが、昨年秋になって急に発電用トリウムの現状を再び見直すための諮問会議の開催が決まった (筆者は知らなかったが、もっと早くから準備のための動きがあったのであろう)。とはいっても、実際にトリウムを発電用原子炉に装荷する具体的な計画はインド以外にないが、次のような提案が最近数多くなされるようになったことが今回の会議開催の動機となったと思われる。

(1) 発電炉由来ならびに核兵器解体で発生するプルトニウムをトリウムと組合せて燃焼する。

(2) トリウム系原子炉は長寿命の超ウラン元素 (プルトニウムとマイナーアクチナイド MA) の生成が非常に少い。そこでこれを用いて通常の発電炉 (ウラン・プルトニウム系) で相当多量に生成する MA の燃焼 (消滅・転換) をする。

(3) トリウム系未臨界炉と加速器中性子源を組合せてエネルギーを発生し、発電する。従って、以下に示すように、この会議ではトリウムサイクルに関するオーソドックスなことに加えて、これらの新しいテーマが積極的に取り上げられたし、また今後の活動の方針の中でも重要視されることになった。そして、この会議でとりまとめが決った Thorium Based Fuel Cycle の現状に関するレポート編集の諮問会議が 6 月上旬に開催される予定である。

トリウムサイクルの研究開発は、我が国の原子力政策の中では取り上げられていないが、その重要性に鑑み、大学の研究者を中心に文部省科学研究費補助金による研究が続けられてきた。(残念ながら平成 3 年度で途切れている) そこで 4 年前に続き、今回も筆者がこの会議に出席することになり、科学研究費総合研究 (A) の成果を中心に我が国

の活動として発表した。しかしそれに加えて、新しい研究活動も存在するので、それらについてもできるだけ紹介するように努めた。また、上記レポートでも我が国の研究の現状をできるだけよく紹介しようと考えている。

2. 会議の目的、場所と日程、出席者および担当者

(1) 会議の目的

IAEA から出された文書にある言葉をそのまま示すと、「トリウム燃料サイクルに対し重要な考察をする上でコンサルタントの助言が必要となったため」とあり、具体的な目的として次のことを挙げている。

- ① 4 年前の諮問会議のレポート見直し。
- ② トリウムの現状に関するレポートの構成と目次の決定。
- ③ 上記レポート準備の日程を立案。
- ④ 上記レポート執筆者の立案。
- ⑤ 現在発表されている出版物の調査。

なお、後に示すように実際には、今後のトリウムサイクルに関連する調査研究活動の提案まで行うことになった。

(2) 会議の場所と日程

- ① 場所： オーストリア・ウィーン・IAEA 本部 A2715 号室
- ② 日程： 1994 年 11 月 29 日（火）～ 12 月 1 日（木）

(3) 出席者

諮問に当るコンサルタントは次の 5 名であり、Weisbrodt が議長となった。

- ① Mr. I.Slessarev（フランス・カダラッシュ研究所、ロシア・クルチトフ研究センターから派遣中、ロシアでは高速炉研究開発に従事）
- ② Mr. I.A.Weisbrodt（ドイツ、ジーマンス社に 30 年余勤めて退職、現在はコンサルタント的活動、機械工学・原子炉システムが専門）
- ③ Mr. I.Kimura（日本、筆者）
- ④ Ms. K.Balakrishnan（インド、バーバー原子力研究センター・炉物理研究室長、長く重水炉にトリウムを装荷する研究に従事、トリウムレディと呼ばれるという。筆者とは以前から知己）
- ⑤ Mr. V.S.Kagramanian（ロシア、オブニンスク物理・エネルギー工学研究所・原子炉システム解析研究室長、以前は高速炉に従事していたとのこと。最

も若い)

(4) IAEA の担当者

この会議を担当したのは、Nuclear Power Technology Section, Division of Nuclear Power, Department of Nuclear Energy and Safety であり、直接幹事として担当したのは上記 Section (課) の Mr. V.Arkipov であった。同氏もロシア、オブニンスク物理・エネルギー研究所出身者で、以前はやはり高速炉に従事していたが、IAEA に長く勤めて一たん退職し、最近再就職したらしい。なお、Section Head は Mr. J.Kupitz だがフィリピンへ出張中であった。Division Director は、Mr. P.E.Juhn (韓国出身) であり、同氏が開催の挨拶を行った。

3. 議事の概要

- (1) Mr.Juhn の挨拶では、前回の会議後のトリウムサイクルに関する新しい概念について議論し、今後の方針を打ち出して欲しいということが述べられた。そのあと、世界の政治上のリーダーであるアメリカが原子力では研究開発の多くをカットし、世界をリードしないのは残念だと強く訴えていた。
- (2) Mr. Weisbrodt が議長となった。
- (3) 各コンサルタントの自己紹介。
- (4) 幹事の Mr. Arkhipov より、今回はとくに ① 研究プロジェクトを立ててみることに、② 他の Division と共同で進めたいこと、および ③ 将来ある炉型や燃料サイクルを IAEA としても進めてみたいことが強調された。
- (5) 各国のトリウムサイクル研究開発の現状の紹介
 - ① ドイツでは発電炉燃料を再処理して出たプルトニウムが 11 t もあり、軽水炉でトリウムと組合せて燃焼する提案 (ジーマンス) がある。
 - ② ロシアでは発電炉などからのプルトニウム約 30 t に加え、核兵器解体によるものが 100 t もあり、その燃焼が問題で、高速炉で燃やすことのほか、トリウムと組合せて燃焼させる提案がある。
 - ③ フランスでは、軽水炉からのプルトニウムは主に高速炉で燃焼させる計画でトリウムのことは政策に入っていない。
 - ④ インドは、まず重水炉 (天然ウラン)、次いで高速炉、最終的にトリウム利用の予定で進んでいるが、既に 1 基の重水炉に 0.5 t の酸化トリウム燃料を装荷した。近く次のものでも試みる。さらに改良型重水炉に MOX と酸化トリウムを装荷する設計研究をしている。また、自己保持 (self sustaining、Th/ ^{233}U) 方式に

- についても研究中。以前トリウムバンドルを研究炉で照射し、再処理して ^{233}U を取り出し、これを使って臨界実験し、さらにそれを燃料とした研究炉を運転する。一方、トリウム-プルトニウム燃料集合体も照射し、再処理した経験がある。
- ⑤ 日本のことについては、国のプルトニウム政策を紹介。トリウムについては大学の研究者が中心に基礎研究を行っていることをレポートを配布して示した。
 - ⑥ トリウムの現状に関するレポートの検討
後に示す目次、それに参加が予想される国、頁数、原稿提出期限などを決めた。なお、できれば 1995 年 6 月にとりまとめのための諮問会議を再度開くことを提案した。（実際に開催の予定）
 - ⑦ トリウムサイクルに関連した今後の調査研究活動とくに IAEA の Coordinated Research Project (CRP) への提案後に示すようなテーマを CRP の候補として提案することになった。CRP のテーマについてはコンサルタント全員の投票で順位を付けた。
 - ⑧ 会合の報告書（Summary Report）のまとめ方とその内容の概要について検討を行った。あとは幹事の Arkhipov が（案）を作り、コンサルタントに送って了承をとる。この中では当然上記レポートの内容について触れるほか、IAEA への要望（recommendation）をしっかりと示すこととし、とくにその中で上記 CRP の必要性を訴える。
 - ⑨ トリウムサイクルに関連する最近の文献のリストを作ることとし、早々 INIS によるリストアップが始まった。

4. 「トリウムの現状」レポートの内容（本文）

- (1) 序論
- (2) 意義とその正当化（incentives justification）
- (3) 動力炉へのトリウム利用の現状（主な国の方針）
- (4) 通常以外の概念（熔融塩炉やスラリー炉）
- (5) 別のシナリオでのトリウム利用の方策
- (6) 核設計（計算コードとその評価を含む）
- (7) 核燃料サイクル技術（トリウム資源と産出予想、採鉱、燃料加工、燃料の性能、燃料再処理）
- (8) 中性子源駆動システム（加速器炉、核融合ハイブリッド炉など）
- (9) 毒性（toxicity）とこれに関連する事項
- (10) 拡散防止関連事項

(11) 結論および要望

これらのうちほとんどすべて我が国でも研究開発があるということで執筆に加わることになったが、とくに熔融塩炉については我が国のみが執筆担当となった。

5. IAEA の CRP への提案

- (1) トリウムと現存技術（軽水炉、重水炉など）を用いたプルトニウムの燃焼と削減のための各種の選択またはサイクル・・・順位（1）
- (2) トリウム燃料の多数回リサイクルの特長を含むあらゆる種類の長寿命廃棄物減少のためのトリウムサイクルの可能性・・・順位（2）
- (3) トリウム炉心実験に対する各種計算コードによるベンチマーク計算・・・順位（2～3）
- (4) 実証原子炉システムにおける各種トリウムサイクルの燃料コストと電力コストのウラン・プルトニウムサイクルとの比較・・・順位（4）
- (5) 拡散抵抗性のあるトリウム系サイクル・・・順位（4）
- (6) 臨界実験の結果・・・順位（4）
- (7) トリウム系燃料製造の現状・・・順位（4）
- (8) トリウム系燃料の再処理・・・順位（4）
- (9) トリウム特有の安全性と工学上のガイドライン・・・順位（4）

順位については、1 と 2 は圧倒的多数であったが、それ以下は散票であり、あまり意味がない。また、CRP としてそんなに多く採用されるはずがないということで同順位に多くあったりする。ただ、筆者は燃料の再処理と製造の重要性に鑑み、これらを高い点として投票したが他の者の支持がほとんどなかった。これは今回のコンサルタントが前回と同様に物理系に偏っているためかも知れない。幹事の Arkhipov の話では CRP 採択はある程度可能性があるようである。いずれにしても、プルトニウムの処分や長寿命廃棄物のことが抜きんできたのが今回の会議の特徴である。これについて、インドの Ms. Balakrishnan は、同国としてはそうしたことは方針がなく、トリウム利用はあくまで資源保持が第一であるが、個人的にはここで出たことに興味があると言っていた。

6. 今後の活動の予定、とくにレポート編集

トリウムの現状に関するレポートの編集と刊行が実現に向かって動き始めており、本

年3月末を期限に原稿が集められた。来る6月6日から9日まで、再度IAEA本部にて、諮問会議が開かれ、編集作業を行うことになっている。今回は米国（GA社）からもコンサルタントが出席するらしい。筆者は次の方々に原稿の分担執筆をお願いし、とりまとめてIAEAの方へ送ったところである。

伊藤靖彦（京大工）、室村忠純（原 研）、大澤孝明（近大原研）
小林圭二（京大炉）、竹田敏一（阪大工）、関本博 （東工大原研）
山脇道夫（東大工）、古川和男（東海大）、秋葉健一（東北大素材研）
池辺幸正（名大工）（なお燃料関係はさらに3名が分担執筆）

7. おわりに

以上述べたように4年ぶりに開催されたこの諮問会議は、プルトニウムの蓄積や長寿命廃棄物の問題を背景に、半数を占めるロシア人の思惑と実際に開発が進むインドの力が推進力となり、やや強引なしかしなかなかてきばき進めたドイツ人議長の采配で時間をあまりかけなかった割にかなり進展した。進展したというより進展しそうに見えるという方がいいかも分からない。正直いって我が国の立場は、筆者の努力にも拘らず、会議のリードはできなかったと反省しているが、あまりむやみに旗を振るのもどうかと思ったことも事実である。また、筆者が用意したレポート、科学研究費の報告書およびトリウム利用日印セミナー論文集はインパクトを与えたようであった。今後の進展の可否は、幹事の Arkhipov がどれだけこの会議の意見をうまくまとめ、強く訴えるか、また Section Head の Kupitz がどれだけ本気になっていくかにかかっているであろう。とにかくまずレポートの編集と刊行が進み始めたことはやる気を示す吉報であり、今後の進展も期待される。

我が国としては、この会議とそれに続く動きがトリウムに関連した研究開発に少しでも役立てればと考えるが、さらにこの際、我が国はトリウムについて実際どうすべきか真剣に考えて対処していく必要があるように思われる。

8. 謝辞

今回の会議出席に際し、以前進めてきた科学研究費総合研究（A）「21世紀以降の有望なエネルギー源としてのトリウムサイクルに関する総合的研究」の班員の方々にいろいろご協力頂いた。さらにそれ以外にも関係者の方々に沢山の資料の提供をお願いした。

この会議への筆者の出席についてご配慮頂いた文部省学術国際局国際学術課と核燃料課の方々にもお世話頂いた。さらに現地では、IAEA 日本代表部の方々にいろいろご配慮頂いた。併せてお礼を申し上げたい。