

【セッション3「使用済み燃料再処理の技術はいかにして確立したか
各国の建設と運転経験」】

4月26日(木) 14:00~15:40

於 六ヶ所村文化交流プラザ

議長：鳥井 弘之 日本経済新聞社論説委員

<パネリスト>

P.プラデル 仏核燃料公社(COGEMA)再処理事業部長
S.イオン 英国原子燃料会社(BNFL)研究開発部長
川口 昭夫 核燃料サイクル開発機構東海事業所再処理センター副センター長
大塔 容弘 日本原燃(株)理事・六ヶ所本部再処理事業所再処理建設所副所長

本セッションは、再処理工場の建設が進む六ヶ所村に会場を移してのセッションであり、再処理を中心に取り上げることにした。六ヶ所再処理工場は6割強の工事が進んでおり、2005年には操業開始を予定している。再処理工場は原子力施設と云っても、化学工場としての特色を色濃く持っている点において、発電所等とは相当に趣が違っている。化学工場には化学反応による腐食などが付き物で、材料面等の技術が重要になる。まず、そういった点を踏まえて、再処理技術がどう発展してきたか、技術的な課題は何だったのか、トラブルや事故の経験などを、英国、フランス、サイクル(JNC)から発表。さらに六ヶ所再処理工場の建設を進めている日本原燃(株)(JNFL)からプロジェクトの進捗状況と今後の計画を報告してもらった。

その上で、安全確保、事故・トラブルの評価、情報公開、技術移転など、六ヶ所再処理工場を考える上での課題を話し合ってもらった。また、本セッションを通じて参加者や地元の方々に再処理技術の特色や、日本がなぜ再処理を進めようとしているのかなど、改めて考えてもらうことがねらい。

<パネリストによる講演>

P.プラデル 仏核燃料公社(COGEMA)再処理事業部長

再処理事業は環境面・安全性を第一に進められてきた。COGEMAのUP3は六ヶ所再処理施設の姉妹プラントであり、20年をかけて様々な改良を加えてきた。そしてCOGEMAは再処理分野での高度な技術力を基に技術的知見を集積し、再処理事業 放射線防護・保守管理 廃棄物減量 環境負荷低減 を業務の4つの柱に据え、良好な財務状況 労働環境の充実 環境負荷の低減 等を達成している。

COGEMAはマルクール再処理施設のUP1(処理能力400tU/年、1997

年閉鎖)、ラ・アーク再処理施設のUP2-800、UP3(共に処理能力800tU/年)の操業を通じ、この25年に1万6000tU以上の使用済み燃料を再処理した。UP1はガス炉燃料用の天然ウランを、UP2-800とUP3は軽水炉用の濃縮ウランを処理する。UP3は海外からの委託による再処理を行なうが、UP2-800は国内の使用済み燃料を再処理している。またUP2-800はMOX燃料の再処理にも対応が可能である。

COGEMAは放射線防護・保守管理にも力を注いでおり、自動化、遠隔操作技術を発展させ、過去25年間で従業員の被曝線量を15分の1にまで低下させた。ラ・アーク再処理施設では現在従業員の被曝線量が平均0.087mSv/人/年となっている。

また施設内除染を徹底したことにより、液体廃棄物処理から生じるアスファルト固化体、保守管理から生じるコンクリート、ガラス固化体等の廃棄物も大幅に減量した。加えてユニバーサル・キャニスタ(4種類のキャニスタを1種に標準化)の開発などにより、廃棄物圧縮技術が大きな進展をみた。さらにCOGEMAは93年よりACCワークショップを開始し、CEA(仏原子力庁)の指導のもと自発的に廃棄物圧縮技術の開発に取り組んでいる。

最後に環境負荷の低減に関しては、ラ・アーク再処理施設での許容線量が0.15mSv/年ではあるが、COGEMAはISO14001取得へ向け「ゼロ・インパクト」という目標を掲げ、現在0.03mSv/年以下を目指し努力している。

S.イオン 英原子燃料会社(BNFL)研究開発部長

セラフィールドは英国再処理施設の本拠地であり、50年近い実用規模の再処理経験をもつ。1952年に操業を開始したウインズケール再処理施設(B204、1964年閉鎖)は、被覆管を機械的に除去し、硝酸を用いてウラン、プルトニウムを分離させる溶媒抽出法を採用していた。溶媒抽出法はシンプルな設計で信頼性が高いものだった。1964年に操業を開始したマグノックス再処理工場(B205)は、マグノックス燃料を再処理するプラントである。B205ではHLWのガラス固化等廃棄物処理技術の開発・改良経験を積み、これまで4万tU以上を処理している。

BNFLは1960年代後半より、海外のBWR/PWR用酸化物燃料の再処理事業を重視し、酸化物燃料再処理工場(THORP)の開発を開始した。THORPに係わる技術の多くは、研究・実験段階から、パイロット・プラントを経て、実証されてきている。THORPはプロジェクト実施期間中、研究や設計の専門家だけでなく、運転の専門家も技術情報の検討に加わり、その結果、湿式再処理技術開発、操業の分野で世界一の経験を有することとなった。

THORPは1994年に操業を開始したが、事前に様々な試験を行なっている。再処理プラントは一旦操業を開始すると修正が非常に難しく、それゆえにあらゆる運転条件がテストされる。再処理プラントが最適なパフォーマンスを達成するには、設

備・従業員・プラント全ての面でかなりの時間がかかるのである。そして実際に発生したトラブルは全て予想通りのものであり、操業実績は予想をはるかに上回るものであった。またどのようなトラブルがあろうと、研究所がプラントと同じセラフィールドにあるため機敏に対処することが出来るという利点もある。

今後はラ・アーク再処理施設、THORP、東海再処理施設など既存のプラントの運転を通じて、相互に運転情報を交換し合い、反映していくことが大切である。再処理技術は成熟しており改良の余地があまりないが、BNFLは、使用済み燃料の中で回収可能なものは全て回収できるように、また、あらゆる技術を活用できるように、さらなる改良を加えていこうと努力している。

川口 昭夫 核燃料サイクル開発機構東海事業所再処理センター副センター長

再処理工場は一種の化学プラントと言えるが、次の点で一般の化学プラントとは違った技術的難しさが伴う。一つは、ウラン、プルトニウムといった核物質を扱うことであり、国際的な枠組みの中で厳重な管理が求められると共に、臨界を防止するための特殊な技術が要求される。もう一つは、核分裂生成物などの放射性物質を扱うことであり、放射性物質の閉じ込めや放射線に対する遮へい、被曝管理などについても高度な技術が必要となる。

東海再処理施設は、わが国初の再処理工場として、1960年代に設計、70年代に建設、試運転を行ない、1981年から本格操業している。この間、ホット試験開始にあたっては、日米再処理交渉が行なわれ、核不拡散の観点からプルトニウムを単独で製品化せず、ウランと混合して製品化する混合脱硝技術を開発した。東海再処理施設の使命は、国内再処理需要の一部をまかなうと共に、パイロットプラントとして再処理技術の国内定着を図ることにあった。主工程の設計は海外技術に依存したが、許認可、建設、試運転を通じ、国内メーカーも含め技術の咀嚼・習得に努めると共に、技術の改良・開発に取り組んだ。

世界的には、1950年代から天然ウランを用いたガス炉の使用済み燃料再処理が始まったが、軽水炉燃料の再処理は、日本を含め1970年代前後に開始されてきている。軽水炉燃料は、ガス炉燃料に比べ、被覆管の材質・形状が異なる、燃焼度が高い、不溶解残渣が多いなどの特性を有することから、世界各国が技術開発において多くのことを学んできた。

東海再処理施設では、試運転以降、酸回収蒸発缶や溶解槽等、相次ぐ主要機器の腐食故障を経験し、材料開発や施工方法の改良等、国産技術によりこれらの困難を克服すると共に、高放射線量下における遠隔操作による保守技術を蓄えてきた。また、わが国特有の事情に鑑み、環境保全のための放出放射能低減化、核不拡散に係るフルスコープ査察の受け入れや保障措置技術の開発、ウラン・プルトニウム混合転換技術の開発・実用化等、他に類を見ない技術開発にも取り組んできた。さらに、軽水炉燃料の再処理に特徴的な集合体せん断機の改良、不溶解残渣に起因する詰り除去技術の開発や

清澄工程の改造等、運転効率向上の面でも改善を積み重ねてきた。加えて、試運転以降の初期故障を踏まえ、数年おきに集中的に予防保全を行う計画停止期間を設けることにより、1980年代後半以降は安定した運転を継続している。

六ヶ所再処理施設については、東海再処理施設でこれまで蓄積してきた運転・保守データや技術的知見の提供はもとより、技術者の派遣、実規模のホット・フィールドを活用しての試験の受託や研修生の受け入れ(433名)等を1980年代から継続してきているところである。今後は一層の技術移転・技術協力を推し進め、技術開発やトラブル・シューティングのバックアップ用のフィールドとして貢献していきたい。

また、情報公開の促進を図る観点から、JNCはトラブルについて「法令報告」「軽微」「軽微未満」の3つに分類し、各分類ごとに報告の方法を決めている。発生したトラブルの軽重にかかわらず何もかも同じように報告すると、かえって混乱を招きいたずらに不安感を煽ることになりかねないからである。さらにインターネットを有効に活用し、web上で再処理施設の運転状況(トラブルも含む)を積極的に公開している。今後は、発信した情報の内容、意味合いが、相互に共有できるようわかりやすい情報の伝え方についても工夫をしていく必要があると考えている。

大塔 容弘 日本原燃(株)理事・六ヶ所本部再処理事業所再処理建設所副所長

六ヶ所再処理施設は、3月末現在、工事進捗率は約64%、約128tU(554体)の使用済み燃料を搬入している。再処理施設本体設備は、この4月に通水作動試験を開始し、今後化学試験、ウラン試験、アクティブ試験を経て、平成17年7月に竣工する予定である。

日本原燃は、安全・安定操業へ向け、これまでに以下の取り組みを進めてきた。まず技術の選択においては、国内外の最良の技術を採用するとの方針から、再処理施設主工程は、軽水炉燃料再処理の実績が豊富、800tU/年規模の先行プラントを有し、その運転経験の反映が可能、東海再処理施設と同根の技術であり、その経験の活用が可能、との理由でフランス技術を採用した。また、減圧蒸発技術はイギリス技術を、ヨウ素除去技術はドイツ技術を、ウラン脱硝、ウラン・プルトニウム混合脱硝、高レベル廃液ガラス固化の各技術は、JNCの技術を採用した。これらを全体として整合性のあるものとするため、各技術のインターフェースの調整に最大限の努力を傾注した。設計の妥当性に関しては、基本設計・詳細設計について、設計管理基準に合致されているかという観点から確認した。また、今後も試運転を実施し、最終的に確認する予定である。JNC東海再処理施設で運転経験がない設備、あるいは処理能力に違いのある設備については、実機模擬設備を設置し種々の試験を行い、技術の定着化に努めた。

またCOGEMA、BNFLから運転報告書を手し、運転状況を詳細に検討し、そこに記載される不具合経験についてより詳細な説明を受け、必要であれば設計あるいは運転方法にそれを反映した。再処理施設全般にわたり、設計・建設・試運転、運

転の各段階で調査する必要のある課題が発生した場合は、JNCからコンサルティングあるいは技術情報提供を受け、必要なものがあれば、反映したい。建設工事管理については、社内品質保証体制を確立し、それに基づく品質保証活動を適正に実施している。

設備の機能と性能の確認及び不具合箇所の摘出とその是正を目的として、試運転を実施するが、機器個別の作動、そのまとまりである系統及び施設全体へと範囲を拡大しながら、またその取り扱う試験媒体も水、化学薬品、ウラン溶液そしてプルトニウムを含むアクティブ溶液へと、またその取り扱いも慎重度と困難さを高める方向へと変化させながら、実施する予定である。保安規定は、ウラン試験開始前に合わせ、現在、使用済み燃料受入・貯蔵施設に適用されているものを変更し、これを遵守した運転を行う。日常点検と保守に努め、操業後は年1回の施設定期検査と施設定期自主検査を行う。

一方、要員育成としては教育訓練体系を構築し、それに基づき要員の育成を計画的に実施している。実機模擬設備を活用しての教育訓練、建設工事、これからの試運転の実務を通じて、実際に現場に据え付けられた設備に対する知識と技能の習得を行っている。これまでラ・アーク、THORP、東海の既存再処理施設に中核となる要員を派遣し、実践教育を行っている。さらに、操業後に採用した要員の教育として、訓練設備の設置について検討を開始している。

関係機関との協力においては、設計・建設・試運転の各段階において海外ライセンサー、国内メーカー、JNCとの密接な協力体制のもと、それぞれの役割が十分機能していることを確認しながら進めている。

< パネル討論 >

鳥井議長：日本は、最近JCO臨界事故、JNC東海再処理工場のアスファルト火災爆発事故を経験したが、六ヶ所再処理施設での臨界事故や火災爆発事故の可能性はどうか。

大塔氏：再処理施設では、異常の発生防止 異常の拡大防止 放射性物質の放出抑制、といった多重防護の考え方を設計の基本としている。臨界事故や火災爆発事故の防止においても同様な多重防護の考え方を採用しており、万全な対策がとられている。

鳥井議長：それぞれの再処理工場で経験した運転開始初期のトラブルについてコメント願いたい。

川口氏：運転開始初期というと試運転段階であり様々な試験を実施するわけであるが、いずれの試験でも様々なトラブルが発生した。しかし試験は不具合を発見するために実施するのであり、いずれも設計検証の中で起きたトラブルである。それらのトラブ

ル経験から学んだ結果、現在の東海再処理工場があると言っても良いだろう。

プラデル氏：完璧を期すためにも多重防護の考え方は非常に重要である。再処理施設では低温・低圧・臨界防止・放射性物質の閉じ込めがキーとなるが、トラブルに対処する意思決定の迅速さも求められる。もちろん初期段階での多少のトラブルはあるが、いずれも安全性を脅かすものではない。

イオン氏：配管の腐食等のトラブルはもちろんあるが、いずれのトラブルも想定範囲内のもので、すでにバックアップのシステムが組み込まれていた。こうした多重防護の考え方を基に包括的なリスク分析を行ない、どのようなトラブルにも迅速に対処することが重要である。プラントの立ち上げ段階では、従業員皆が「大丈夫だ」と確信してから次のステップに進む、ステップ・バイ・ステップの姿勢も必要である。

鳥井議長：六ヶ所再処理施設の運転の際もトラブルは起こると思うが、各トラブルをどう評価するかがポイントになると思われる。その点は、どのように考えているか。

イオン氏：どこでトラブルが起こりうるのかを徹底的に分析し、事前に対処方法を編み出す必要がある。万が一トラブルが起こった場合は、深刻な事態なのか軽微なものなのかをエンジニア/オペレーター/規制当局者が協力して評価し対策を講じれば、万全な体制で運転再開を目指すことが出来るであろう。

プラデル氏：それぞれのトラブルをエンジニア/オペレーターが分析し、安全当局や一般の人々と一緒になって考える必要がある。仏にはそうした委員会が存在し、我々はその間に全情報を提供し委員会の判断を仰ぐようにしている。この種のコミュニケーションは非常に重要であり、我々もラ・アグの情報サイトを立ち上げ、トラブルも含めた全運転情報をインターネットで公開している。

鳥井議長：日本に限ったことではないのかもしれないが、何かトラブルが起こって報道機関がそれを報じ、後になってから「実は軽微なトラブルでした」と言っても一般の人々に不信感が残ることになると思うが、何か工夫はないものか。

川口氏：運転中に起こる様々なトラブルが、それぞれどのように安全性に影響を与えるものであるかが、一般の人々には分かりにくい。そのためJNCでは、東海再処理工場の運転再開前に、運転中に起こるであろうトラブル(機器の故障・不具合等の事象)をマニュアル本のようにファイリングし、国・地方自治体・報道機関等に配布した。今後も努力を続け、発生したトラブルを測る共通のものさしを作っていきたい。

鳥井議長：ジャーナリストの立場から言って、CD-ROMの形で記者クラブ等へ配布してもらい、「今回のトラブルは 一番の事象」と言われれば、記者がそれを検索しその事象の内容・影響が即座に分かるような形になれば非常に効果的である。先達の意見を踏まえ、日本原燃ではトラブルへの対処や情報提供をどのように考えているか。

大塔氏：想定範囲のトラブルであることを予め説明し、理解してもらうことが重要だと考えている。工事施工・計測機器・機械装置等の想定される不具合を分類し、これらの情報を事前に報道機関に周知していきたい。

鳥井議長：MOX燃料の需給動向は世界的にどうなっているのか？

イオン氏：まず重要なのは、将来に対して展望を持つことである。MOX燃料は未だ発展途上であり、MOX燃料の供給量は再処理施設からの処理量に依存する。資源の有効利用の観点から、MOX燃料の利用拡大をはかり、プルトニウム・リサイクルの活用を全面的に推し進めていくことが肝要である。

プラデル氏：MOX燃料は欧州で30年近い使用実績がある。COGEMAでは180tU/年の需要を見込んでいる。さらに近い将来需要はますます拡大すると考えている。

鳥井議長：日本では現在MOX利用計画がなかなか動き出さない状況にある。一方で余分なプルトニウムを生産すると核不拡散の観点から負担が増えるということもあり、六ヶ所再処理施設の2005年からの操業開始というのは、MOX燃料の需要動向を考えれば現実的ではないのではないか。六ヶ所再処理施設がフル操業できるための社会的条件は何か。

大塔氏：2005年の操業開始から徐々に処理量を増し、4年後ぐらいにフル操業に持っていく予定である。確かにMOX利用計画をめぐる社会的状況は厳しいものがあるが、2010年までに16基から18基でのMOX燃料装荷を目指すという国の目標にはいささかも変更がないと認識している。また電力会社も全力で取り組んでいると承知している。よって再処理施設の生産体制に、影響は何もないと考える。

鳥井議長：16基程度がMOX燃料を装荷したとしても、800tU/年の処理能力を持つ六ヶ所再処理施設がフル操業したら余るのではないか。

大塔氏：現時点では国策に従うのみと考えている。

鳥井議長：フル操業できないと、その分コストが高くなるのではないか。

大塔氏：核燃料サイクルは再処理のコスト面のみでとらえるべきではない。エネルギー・セキュリティ、資源の有効活用等の観点からプルトニウム利用は有効である。

鳥井議長：六ヶ所再処理施設の操業開始後、JNCの東海再処理施設はどうなるのか？

川口氏：六ヶ所再処理施設が軌道に乗った後は、東海再処理施設の用途は研究分野に特化される。高燃焼度化燃料、MOX燃料の再処理等の研究を行ない、その知見を今後に反映していきたい。

鳥井議長：まとめとして、本セッションでの意見交換を通じ明らかになったことは、何が起こりうるのかを明確にし、地元との信頼関係をしっかり構築することが、六ヶ所再処理施設が順調に動く「要(かなめ)」であるということである。どうかこのことを念頭において関係者は努力してもらいたい。