講演

米国の放射性廃棄物管理計画の現状

Status of Nuclear Waste Management in the United States

By Sheldon MEYERS*

(増田純男 訳)

(1981年10月16日 「昭和57年分科会」特別講演として福岡・都久志会館にて講演)

座長(原研) 石川 寛 氏

S. Meyers氏は、米国と動燃事業団との間に発足した廃棄物管理に関する協力ワーキング・グループの米国側代表団6名の団長として来日された。

米国では、9月になって、レーガン政権の廃棄物管理政策が発表されたばかりであり、本講演内容は現時点で最も新しい米国の廃棄物管理計画の現状であると考えられる。当日は約90名の参加があり盛会であった。

原子力に関する国際共同体にとって、放射性廃棄物管理の問題は共通の問題であるにもかかわらず、技術的なアプローチの方法や研究計画などは、主要国がそれぞれ独自のものを実施しているのが現状である。したがって、本日のこのような会合は、各国で支援されている研究、開発に関する意見交換を促進するために、われわれ関係者一同にとって有益である。例えば、この数日間、われわれは動燃事業団の廃棄物管理計画の紹介を受ける機会を得てきた。われわれが受けた概況説明、動燃の職員と会合した機会およびその関連施設の視察は、非常に興味深く、かつ啓蒙的なものであった。私は、こういった精神にのっとり、ここに米国の廃棄物管理計画を紹介するものである。

I. 序

米国においては、炉から取り出される使用済燃料は、原子炉サイトで一定期間貯蔵される。今日まで米国は、この段階を越えてはならず、貯蔵プールのいくつかは、1980年代中ごろまでに満杯となる見込みである。この使用済燃料の過剰状態は、多くの電力企業にとって、まさに現実に関心事項に迫られた当面の関心事となっている。使用済燃料のサイト内貯蔵以外に、複数の原子炉から出る使用済燃料を収容するため、民間セクターによる集中貯蔵施設も当面の対策となっている。

再処理は、次に予定される段階である。国の再処理能力の拡大は、高レベル廃棄物プログラムの展開の鍵であるが、大統領は、原子力産業による再処理を援助する立場を公式に表明している。われわれは再処理廃棄物が、長期安定性の見地より、使用済燃料よりも一層望ましい形態になるものと信じている。更にこれにより、燃料中の相当量の未使用エネルギーの回収が可能となるだけでなく、高レベル廃棄物は国防計画からの遙かに大量の廃棄物と類似した特性なので、お互いの開発プログラムの成果を反映させ合うことができる。

次のステップである高レベル廃液の固定(または固化)に関しては固化体について、例えばホウケイ酸ガラス、シンロック、セラミックスおよび高シリカガラス等のいくつかの種類が考えられている。これらのいくつかは、各種の実験室およびパイロット工場規模で実証されており、さらにそのうちの数種のものについては実操業規模までいっている。高レベル廃液の輸送は現在、米国原子力規制委員会(NRC)により許可されていないため、固化は再処理廃液の重要な要件である。最終段階は、固化した高レベル廃棄物の生活圏からの隔離である。

私が、ここに概略を述べた事柄は、最大限の選択の柔軟性を与え、兵站上の偶発性を認め、かつ原子力に関する制約を保持するように企画された一連のステップである。これは詳細はともかく、数10年間も前に大筋においては、原子力のパイオニア達によりすでに配慮されていた方法である。

われわれが提案しようとしている廃棄物管理プログラムは、前政権の計画とは明らかに異なるものである。

* 米国エネルギー省核燃料サイクル・廃棄物担当次官補代理 (U.S. Department of Energy)
(1981年 11月11日 受理)

る。現政権の廃棄物管理政策は、まだその全容は明らかではないが、エネルギー省(DOE)の提案する計画は、旧 AEC および旧 ERDA により行われてきた30年にわたる研究開発の延長線上にあるもので、また米国以外の世界各国の廃棄物管理プログラムとも一致する。

Ⅱ. 米国の廃棄物管理プログラム

米国の廃棄物管理プログラムは、高レベルおよび TRU 廃棄物の隔離、低レベル廃棄物の商業用処分サイトを設置する上での各州政府への支援、およびニューヨーク州ウェストバレーにおける高レベル廃液の固化の実証を含み、かつ TMI における損傷を受けた原子炉の除染およびいくつかの補修プログラムを促進する広範な諸活動を含んでいる。AEC により着手され、ERDA に継続されて以来、広範なプログラムの目標は実質的には一貫したものであるが、詳細なプログラムの目標は、多年にわたる国家ニーズ、時の政権および議会の修正に応じて変化している。連邦政府の高レベル廃棄物処分場のサイト選定の速度を早めるため、このプログラムは1981年に再修正された。

Ⅲ. 処 分

処分計画 (Terminal Isolation Program) は、実際の候補サイト選定の見通しを早く得るために、再修正されている。以下に、現在 DOE が実施しようとしている提案の概要を述べる。

1. 具体的サイトの焦点合わせ

DOE は、1983年までに処分深さに至る原位置探査を始めるためのシャフト(探査孔)の建設を行うべき3つの具体的サイトの決定を提案している。プログラムの技術的現状を勘案すると、この3つのサイトの場所

は、おそらく下記となるはずである。

- (1) ワシントン州のハンフォードサイトの玄武岩
- (2) ネバダ州のネバダテストサイトの凝灰岩
- (3) 1983年までに決定される予定のサイトにおける岩塩層

DOE は現在、テキサス、ルイジアナおよびミシシッピのガルフ沿岸諸州のドーム状岩塩およびユタ州の Paradox ベーゼンと、テキサス州の Permian ベーゼンの層状岩塩の調査を実施中である。1983年には、探査孔を層状岩塩あるいはドーム状岩塩のいずれに掘削するか決定が可能となるものと予想されている。

2. 地下の構造特性

3つのサイトにおける原位置探査孔の掘削は1983年には始まり、現行プランでは1983年までに完了する予定である。永久処分施設としての各サイトの適応性を決定するための調査および現地試験が実施される。永久処分施設の“クリティカルパス”になると考えられるので、現政権は現地試験に非常に高い優先度を与えている。

3. 試験および評価施設 (Test and Evaluation Facility) 用の1サイトの選定

地下深所での3個所の現地調査に続き、試験および評価施設(T/E 施設)を建設する(許認可不要)ために、上記3サイトのうちから1サイトが選定される。この選定は、現時点では、1985年に予定されている。許認可の必要な本格的な処分場用サイトの詳細な地下構造特性に関する調査は、当然3つのサイトの全個所で続行される。

T/E 施設は、最大 200~300 本の高レベル廃棄物固化体が設置される予定である。パッケージは多重バリアを施され、完全にモニタでき、かつ再取出し可能な

写真 1 会場風景(講演中の S. Meyers 氏)

ように設計される。大量の廃棄物パッケージの取扱い方法が開発され、作業員の放射線被曝量をできるだけ低く抑えるための経験を得ようとするものである。

T/E施設において、廃棄物設置技術を開発する。最初の処分場サイトが、T/E施設のサイトと同じサイトであるかに関係なく、この技術が許認可プロセスに用いられる。さらに高レベル廃棄物を安全に取扱い、かつ貯蔵できることが実際の作業を通じて実証される。

4. T/E 施設の建設および運転

この施設の設計には2年を要し、地下構造物の建設にはさらに2年を要すると見込まれている。この見込みが正しいとすれば、1989年までに放射性物質が、この施設に設置されることになる。

5. NRC に対する最初の処分場用

許認可申請の提出

2つの技術上の条件が満足されれば、実規模処分場用の最初の許認可申請が、NRC に提出できる。

- (1) 2つの岩石タイプより成る最小限3つのサイトが、現地探査孔により調査され、かつ
- (2) 許認可審査に際し、NRC より求められる処分場および廃棄物パッケージの性能、周囲地質との相互作用に関する解析モデルの作成に必要なデータが備わっている。

必要な予算措置が順調になされれば、より詳細なサイト特性データが収集され、必要な技術開発が完了した後、1987年または1988年までに、上記2つの条件に適合できるはずである。許認可申請に対するNRCの審査は、T/E施設における研究開発と並行して行われることになる。

T/E施設の開発中に、他のサイトに関する調査が継続される。3箇所全部の現地探査孔における測定は、必要に応じ継続される。さらに、現地探査孔による最初の3箇所のサイトの1つとして選択されなかった岩塩層ならびに必要な応じて現地探査孔の設置が可能な花崗岩地域に関する十分な資料が、およそ1988年までに収集されると予測されている。NRC への最初の許認可申請の提出に関し、必要な決定がなされるように、プログラムに対し最大限の適応性が備えられている。

種々の地質に関するより長期にわたる評価および海洋底処分等の代替法の検討が継承される。

現地調査活動のほかに、商業用廃棄物処分プログラムには、工学バリアの研究、電気ヒーターおよび実固化体による現地試験、および各種の地層に対する処分場概念の検討が含まれる。

海洋底処分に関するフィージビリティ調査は、日本、カナダ、フランスおよび英国による国際的協力に基づき継続して実施されている。

Ⅳ. ウェストバレーにおける 実証プロジェクト

1954年、当時のAECは、核燃料サイクルを商業化するためのプログラムの一部として、使用済核燃料の再処理に、民間の参加を奨励し始めた。AECは、商業化のため、国防計画向けに開発された再処理技術を利用することを提案した。核燃料の商業再処理に従事するため、1962年、ニュクリア・フューエル・サービス社(NFS)が設立された。原子力および産業開発を促進させるため、ニューヨーク州は、ウェストバレーの近くのバッファローから30マイル南東のところに、サイトを取得し、ここを西部ニューヨーク原子力サービスセンターと名付けた。州およびNFSは、使用済核燃料の受取り、および放射性廃棄物の貯蔵と処分用施設を含む300 MT/yr 再処理プラントの建設および操業のための協定を締結した。

NFSは、1966年から1972年の間に、同センターにおいて、約600 tの燃料の再処理を行なった。地下タンクに貯蔵されている約560,000 ガロン(約2,100 m³)の高レベル廃液が、この再処理により生じている。これらの活動は、NRCの前任機関であるAECからの許認可に基づき規制されていた。

このプラントは、経済性および規制上の理由により閉鎖された。使用済燃料受入れ・貯蔵施設は現在も運転中であり、約164 tのU・Puを含む750 tの使用済燃料集合体により、容量の約2/3がふさがっている。約2,500,000 ft³の低レベル固体廃棄物がサイト内処分区域で処分された。

ウェストバレーにおいては、2種類の高レベル廃液がある。1つのタンクには、Uをベースにした燃料の、ビュレックス法による約550,000 ガロンの中和された高レベル廃液が入っている。もう1つのタンクには、Thをベースにした燃料の、トレックス法からの約12,000ガロンの酸性高レベル廃液が入っている。漏洩が生じた場合、複数の予備タンクが利用できる。

1980年9月、下院はウェストバレー実証プロジェクト法案を通過させた。同法案は、DOEが560,000ガロンの高レベル廃棄物を輸送および処分に適した形状に固化し、かつプロジェクト完了時点で、使用施設の除染および解体を可能とするものである。このプロジェクトは、NRCの許認可を必要としないが、NRCは総

括および勧告を行う役割を果たすこととされている。

ウェスティングハウス社が、廃棄物固化プロジェクト遂行のため選任され、1980年代末に固化を開始する予定である。固化体としては、ホウケイ酸ガラスになる見込みであり、直径2 ft(約60cm)、長さ10 ft(約3 m)、約300本のキャニスタを1990年までに製作する予定である。

V. TMI に関する廃棄物管理計画

DOE は、TMI-2 炉の除染に伴う廃棄物管理のための R & D を実施中である。これらの活動は、TMI-2 の除染を安全に実施しようとする上で、発電所のオーナーである General Public Utilities (GPU)、および NRC ならびにペンシルバニア州を支援し、同時に原子力産業に対し、一般的な便宜を図る情報を提供している。

DOE は、補助建屋における 500,000 ガロンの水の除染を行う際に EPICOR II システムにより生じた、特別に高い放射能を有する廃棄物を特性づけるための支援を行なっている。ゼオライトも一部含まれるが、主として有機の樹脂が入った 50 ft³ の缶 50 個の高レベルライナーが、このシステムから生じた。これらの樹脂は、主として ¹³⁴Cs、¹³⁷Cs および低レベルの ⁸⁹Sr、⁹⁰Sr を含んでいる。

この高レベルのライナーの 1 つを、特性試験用に、1981 年 5 月バットルコロンバス研究所に送った。これら廃棄物が、民間産業あるいは DOE によって以前に生じた廃棄物のいずれにも類似しない、例外的なものであるため、われわれはこのライナーの特性解明を行なっている。

DOE の TMI プログラム中には、商業用低レベル廃棄物処分区域における Epicor II ライナーの処分用に使用可能なコンテナの設計も含まれる。ライナーの特性試験計画によるデータはコンテナの設計に有用な情報も提供し、その健全性を保証する上でのたすけとなる。

VI. 修復活動プログラム (Remedial Action Program)

DOE の修復活動プログラムは、政府後援の原子力事業の結果としての放射性物質により汚染された資産を自由に使えるようにする上で、実施しなければならない除染活動から成る。これらの資産は、個人所有に属するか、あるいは過去において AEC/ERDA/DOE から譲渡されているかのいずれかである。これら資産は、放射線調査に関する記録、またはその他を一切伴わずに、譲渡ないし交換されたため、適用された規準

は、今日の放射線医学上の基準に照らした場合、一般大衆の保護には不適当と見なされる。

このプログラムは、民間の原子力施設だけでなく、政府が運営した施設向けのサブプログラムが含まれ、これは、①Grand Junction プログラム、②U 粗製錬工場鉍滓プログラム (UMTRAP)、③旧使用現場および④DOE の余剰施設として体系化される。

(1) Grand Junction プログラム

コロラド州、Grand Junction においては、鉍滓堆積に関し、制限規定が何もなくあったため、1966 年にこの慣行が停止されるまで、個人や業者が鉍滓サンドを建築および充填材料として広範囲にわたり使用した。公法に基づき、建築に用いられた U 粗製錬工場鉍滓に起因する放射線被曝を制限するため、連邦議会はコロラド州に対し、財政援助の提供を行なっている。

この連邦および州の協力による努力は、コロラド州保健局に対する契約に基づき実施されている。屋外の γ 線照射または屋内の Rn 娘元素被曝が、Surgeon General の 1979 年のガイドラインを越える約 740 の建造物を含む区域からの U 粗製錬工場鉍滓除去のため、修復活動が実施されている。連邦政府による提供資金はプログラムの所要資金の 75% を賄い、州政府が残りの資金を拠出している。

このプログラムは、FY 1981 年末までに、約 430 箇所の汚染現場の除染を完了するはずである。FY 1980 年までのこのプログラムの支出合計は、約 1,100 万 \$ に達し、1987 までに、このプログラムを完了するためには、さらに 1,200 万 \$ の支出が必要なるものと見込まれている。

(2) U 粗製錬工場鉍滓修復活動プログラム (Uranium Mill Tailings Remedial Action Program, UMTRAP)

1978 年 11 月、連邦議会は 25 箇所の休止中の U 処理現場および処理現場に起因する放射性物質により汚染された付近の資産の除染、および安定化を規定する公法を制定した。これらの現場の多くは、もっぱら連邦政府向けに U 製造を行なっていた。

このプログラムは、連邦政府および関連諸州、またはインディアン部族との間の協力協定に基づき実施される。修復活動の支出は、インディアン部族の場合は連邦政府が全支出額を、その他の場合は 90:10 のペースで連邦と州とが負担することになる。

DOE 以外にも、いくつかの連邦政府機関が、このプログラムに関与する。EPA は、何らかの工事が開始可能となる前に、それに基づき、修復活動を遂行し

なければならない一般基準の制定を求められる。NRCは、修復活動プランの選定に協力し、かつ、それぞれの最終処分サイトの許認可を行うことが求められる。内務省は、インディアン部族との協力協定に関連してこの相談に応じ、最終処分サイトとして国有地を活用するための権限を有している。司法省は、再生利用または修復活動に対する以前の現場のオーナーまたはオペレータの責任を確定することが求められる。

(3) 以前用いられたサイトの修復活動プログラム
(Formerly Utilized Sites Remedial Action
Program, FUSRAP)

このプログラムは、以前核物質貯蔵および処理施設として用いられたサイトにおける修復活動を確立し、実施するためのプログラムである。現在個人の所有に属するこれらのサイトは、以前行われた政府の事業活動により放射能汚染を受け、無制約の状態を利用を図る上で、現行ガイドラインに適合するためには、除染が不十分であることが確認されている。現在、19箇所が修復活動を要する現場として確認されており、他にも12箇所の現場で多分修復活動が必要となるものと見られている。

FUSRAP 現場の大部分における汚染は、天然Uまたは化学的に処理されたUか、あるいはThによる。U汚染はU粗製錬工場鉱滓修復活動プログラムに基づいて処理中の汚染に類似している。汚染土壌および建屋向けのEPAの暫定除染基準が、現在適用されている基準を、FUSRAP用に開発する際に考慮された。UおよびTh粗製錬工場および再処理サイトからの廃棄物処理に適用されるNRCの基準は、FUSRAPにも用いられる。

1980年に見積られたプログラムの支出額は、3億7,300万\$である。

(4) 余剰施設管理プログラム (Surplus Facilities
Management Program, SFMP)

DOEは、放射能汚染を受けた約500箇所の余剰施設を有している。この施設の中には、米国およびプエルトリコに散在する約20箇所のサイトにおける原子炉、燃料処理プラント、建屋、タンクおよび処理施設を含

む。このプログラムを通じてのDOEの目的は、可能な場合、他の生産活動のための利用を可能とし、同時に一般大衆の健康と安全および周囲環境に対し、予測される危険を減じ、かつ諸施設のメンテナンスおよび監視コストを減少させるため、これら施設の除染を行うことにある。将来、DOEの必要条件に対し、余剰と申告される汚染施設の処理も、この補助活動の範囲内で管理される。

Ⅶ. WIPP (Waste Isolation
Pilot Plant) 計画

現行法律により、ニューメキシコ州のカールスバッド付近の廃棄物隔離パイロットプラント(WIPP)の設計および建設の認可がなされている。米国の国防活動により生じた放射性廃棄物の安全な処分を実証するための研究、開発施設を提供するという目的のためのDOE国防活動として、WIPPは開発される。建設は、1981年夏に始まる2本の現地探査孔の掘削を手始めとして、段階的に進められる。この施設は、国防活動から生じたTRU廃棄物の処分を実証し、かつ、この施設で国防活動により生じた高レベル廃棄物を用いた実験が可能となる。政府活動となるため、WIPPはNRCの許認可の対象外となる。

Ⅷ. 結 語

放射性廃棄物プログラムに関連する参加者全員が、現実に参加している当事者として、われわれが担っている途方もなく大きい技術上の責任の重荷を認識し、かつ再確認することを、もう一度念頭に置かなければならない。しかし、それだけでは足りない。われわれのプログラムの成功には、新しい形の制度および政治上の調整、協力機能を発展させるとともに、自然科学と工学分野における新しい知識を巧妙に混ぜ合わせる必要がある。これらを結びつけるためには、われわれがプログラムのリーダーシップと、強いイニシアチブを取らなければならない。

(動燃・廃棄物対策室 増田純男 訳)