

RANDEC

ニュース

(財)原子力施設デコミッションング研究協会会報 Apr. 1995 No. 25

デコミッションング技術開発における今後の視点



日本原子力研究所 東海研究所

副所長 辻野 毅

昨年改定された「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」(原子力委員会)において、原子力施設のデコミッションングについて“安全確保を大前提として、地域社会との調和を図りつつ進めることが重要であり、このために必要な技術開発を進めること”とされている。

原研では、昭和56年度から、進めてきた関連技術開発とJPDRの解体実地試験によって、多くの技術蓄積を重ねており、平成7年度には、JPDRの解体試験を終了し、同年から解体に伴って発生する放射性廃棄物等の「分別・高減容処理計画(仮称)」および極低レベルの放射性廃棄物の埋設事業(一部試験)に、着手する予定である。

原研におけるこれらの成果から、原子炉施設のデコミッションングは、安全に実施できる技術的見通しが得られつつあり、さらに、商業用発電炉のデコミッションングに向け、データベースの充実と技術の普遍・高度化を進めている。一方、原子炉施設以外の施設は多種多様であり、原研では、代表的な再処理施設を対象に、再処理特別研究棟のデコミッションング計画の策定と関連要素技術開発を進めている。また、動燃等の核燃料施設における保守の経験が除染・解体の要素技術として、活用できるものと考えられる。

今後の技術開発における主要な視点は、コスト低減と発生廃棄物の低減である。前者については、種々な方式の対比、データベース等に基づいて最適化を図ることが中心となるが、後者については、

十分に検討し、立地および廃棄物の再利用、新技術の導入を含めて著しく低減化を図ることが望まれる。また、使用済燃料やPu等を取扱った核燃料施設では、さらに作業安全が重要となり作業員の被ばく低減化のため、遠隔自動工法、局部閉じ込め工法等の技術開発が必要であろう。

とくに、TRUを含んだ廃棄物の低減化のため、除染と廃棄物量の最適化のみならず、将来的には、TRUをできるだけプロセス内で回収し、リサイクルあるいは消滅(核種変換)させることが解体廃棄物の低減の観点からも重要である。さらにつけ加えれば、JPDRにおけるデコミッションングの経験から、廃棄物に対するこの視点と同じくデコミッションングを考慮した設計上の配慮が、コスト低減のためにも、重要な将来的課題であろう。

原子力施設のデコミッションングは、今や原子力開発利用に不可欠な重要課題である。

そのため、法体系および財政基盤の整備、地域社会の理解促進はもちろん、除染・解体のみならず発生廃棄物の処分と再利用を含めた積極的な技術開発が期待され、原研もこれらに寄与していきたいと考えている。

また、原子力施設のデコミッションングは、それ自体大きな技術体系であり、将来的に核燃料サイクルと同様整合性のとれたシステムに仕上げるのが望まれる。従って、単に研究機関のみならず産官学の協力が一層必要であり、RANDECの果たす役割は大きい。

グンドレミンゲンKRB-A炉（独）の解体（その2）

日本原子力研究所

バックエンド技術部

計画管理課 石川 広 範

4. 放射化機器の解体

- ・原子炉圧力容器蓋：原子炉圧力容器蓋は、厚さ7mmのステンレス・クラッド付きで、放射能濃度は母材が約0.4Bq/gでクラッドが約1.2Bq/gである。原子炉圧力容器本体の解体についての情報を得るため、原子炉圧力容器蓋を、プラズマ切断、フレーム（炎）切断及びソー切断の3工法を使用して切断し、各々の工法について以下の評価を得た。
- ・ソー切断：クラッド付きの厚い鋼板の切断を経済的に行えるが、スペース上及び装置サイズの面での制約を受ける。
- ・プラズマ切断：手動による切断では、技術的に限界がある。
- ・フレーム切断：4種類のフレーム切断試験では、原子炉圧力容器の外側からアセチレン・ガスを用いた切断で良い結果が得られた。

図-5に熱的切断試験におけるエアロゾールの発生割合を示す。原子炉圧力容器の切断には熱的切断が適しているとの結果を得たが、この熱的切断では換気を良く行い、防護マスクを着用する必要があった。

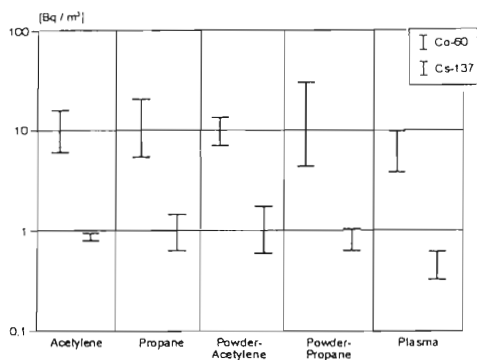


図-5 熱的切断試験におけるエアロゾールの発生割合

- ・炉内構造物の解体：RPV-スチームドライヤーは、燃料貯蔵プールに移送された後、回転式テーブル上で、上部にエアロゾール回収装置を設置しプラズマトーチで切断された。切断中における視界及び水中の放射能濃度は特に問題にならなかった。

気水分離器の切断には、ダイヤモンド・ケーブルを用いた切断を考えており、そのための予備試験が行われた。同工法による切断は可能であるとの結果を得たが、ダイヤモンド・ケーブルの信頼性の点で問題もあり、さらに調査が進められる。また、気水分離器の解体にはプラズマ切断やソー切断で行うことも考慮しており、検討を行っている。

5. 生体遮蔽体解体のモックアップテスト

生体遮蔽体解体の工法と手順を決めるために文献調査と合わせてモックアップ試験が行われた。そのため壁厚1.3m、高さ4mで内部の鉄筋や却配管、内側のスティール・ライナー等を備えた生体遮蔽体を模擬した試験体が作成された。

生体遮蔽体の実解体では、作業エリアの線量率を低減するため、内側部のスティール・ライナーを最初に撤去することになると思われるので、モックアップ試験では、初めに内側部のスティール・ライナーを円型鋸で遠隔操作により切断した。その後、ダイヤモンド・ケーブルソー及びダイヤモンド・チェンソーを使用し切断を行った。切断速度、2次発生廃棄物等についての試験結果を表-1に示す。

この試験により、ダイヤモンド・ケーブルソー切断技術はスプレー水の回収、スラッジの発生割合、信頼性等でも優れており、実際の生体遮蔽体の解体にはこの工法を採用すべきであるとの結論が得られた。

表-1 生体遮へい体解体のモックアップ
試験結果

Removal of the steel liner (per sheet 4 m x 0.6 m)			
- assembling and disassembling of the tool	[h]	0.8	
- time for cutting	[h]	1.8	
Core drilling (d = 125 mm)			
		vertical	horizontal
- depth of boring	[m]	4.0	0.5
- assembling and disassembling of the tool	[h]	2.3	1.2
- time for drilling	[h]	3.0	0.4
Concrete segmenting (per cut 5.1 m ³)			
		diamond cable saw	diamond chain saw
- assembling and disassembling of the tool	[h]	5.6	5.2
- time for segmenting	[h]	5.1	6.8
- kerf width	[mm]	11.0	16.0
- water consumption	[m ³]	~ 4.0	~ 4.0
- wire/chain consumption	[m]	~ 10.0	~ 1.0
- sludge arising	[m ³]	~ 0.1	~ 0.2

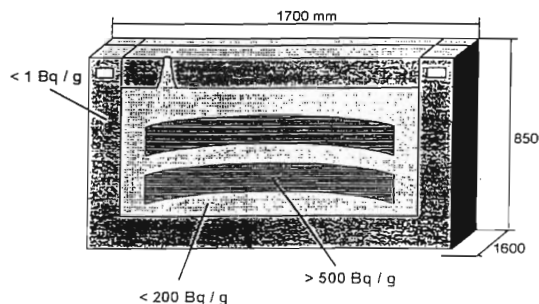


図-6 Onion package の概念

6. 原子炉圧力容器の最終処分用コンテナ

原子炉圧力容器及び炉内構造物の放射化計算から、溶融することにより原子力用に再利用可能な放射化金属廃棄物が約 150 トン発生すると考えられる。

放射能濃度が 500Bq/g を越える原子炉圧力容器切断片を重ね合わせてコンテナに入れ、その空間に 200Bq/g 以下の濃度の金属を溶かし込み固定する方法(Onion package)を検討中で、試験を進めている。このOnion packageを採用することにより、コンテナ数を最小限におさえることを考えている。図-6にOnion packageの概念を示す。

参考文献

- 1) N.Eickelpasch, et al., "Pilot Dismantling of the KRB-A Boiling Water Reactor", Commission of the European Communities, Third International Conference on Decommissioning of Nuclear Installations, Luxembourg, 26-30 September 1994
- 2) N.Eickelpasch, "Decommissioning of Gundremingen Unit A Plant", The WAND-Workshop "Decommissioning" April 23-25, 1991 in Niederaichbach
- 3) KRB Kernkraftwerk, PWE-Bayernwerk

第20回理事会開催

RANDEC第20回理事会は、平成7年3月10日霞が関ビル・東海大学校友会館にて開催された。

平成7年度事業計画並びに収支予算案が審議され、原案通り承認された。次いで、役員任期満了に伴う役員就任、理事長等の選任、評議員の選出等がなされた。最後に、平成6年度事業実施状況の報告がなされた。

引き続き第20回評議員会が開催され、役員選任等が審議された。

新任期の役員、評議員は次の通り。

理事長	村田 浩	
専務理事	松元 章	
常務理事	小松 純治	
理事	秋山 守	東京大学工学部教授
理事	倉茂 周明	大成建設(株)代表取締役副社長
理事	畔柳 昇	電気事業連合会専務理事
理事	佐竹 宏文	日本原子力研究所理事
理事	竹之内一哲	動燃事業団理事
理事	永井 信夫	日本電機工業会専務理事
理事	森 一久	日本原子力産業会議専務理事
監事	安藤 寛	

監事	濱田 茂宏	原子力安全技術センター常務理事
評議員	石博 顯吉	東京大学工学部教授
評議員	今田 喜久	日本興業銀行営業第五部副部長
評議員	大畑 宏之	動燃事業団総務部長
評議員	黒田 孝	清水建設(株)常務取締役原子力本部長
評議員	小杉 實	新日本製鐵(株)機器・プラント事業部副部長
評議員	榮 努	日本原子力研究所総務部長
評議員	塚田 浩司	日本原子力発電(株)取締役発電本部副本部長
評議員	徳丸 康彦	日本原子力産業会議総務部長
評議員	早瀬 佑一	電気事業連合会原子力部長
評議員	平川 路雄	日本電機工業会原子力部長
評議員	古屋 廣高	九州大学工学部教授
評議員	山口 輝雄	東京海上火災保険(株)理事本店営業第一部長

平成7年度事業計画

基本方針

我が国の原子力開発利用は開始以来ほぼ40年を経過し、原子力施設のデコミッションングが現実の課題となってきた。当初建設された研究用施設は、既にその一部がデコミッションングされつつあり、また、商業用原子力発電所のデコミッションングも将来必要となる時期を考慮すれば、早期にデコミッションングに関する技術の向上を図ると共に、諸制度の整備を含め適切に対応していく必要がある。原子力施設のデコミッションングは、世界の原子力開発利用国共通の課題であり、OECD、IAEAの国際機関を中心に盛んな情報交換、技術協力が行われている。当財団は、このような状況を踏まえて、デコミッションングに関する試験研究・調査、技術・情報の提供、人材の養成、普及啓発等の事業を通してデコミッションングに関する技術の確立に資することとする。

平成7年度においては、原子炉施設、核燃料施設の解体技術、解体廃棄物の処理処分方法並びに解体物の再利用技術に係る試験研究・調査を行うと共に、デコミッションングの安全規制に関する調査及び実証試験を行う。また、デコミッションングに関する国内外の情報及びデータを収集、評価し、これらをデータベース化して情報システムの構築を図り、併せて、デコミッションングに係る必要な技術、情報の提供及び技術指導を行う。さらに、デコミッションングに係る技術者の養成を図ると共に、成果の普及と広報活動に努める。これらの事業を効果的に実施するため国際協力を積極的に進める。

事業内容

I. デコミッションングに関する試験研究・調査

1. 原子炉施設の解体技術に関する試験研究・調査

原子炉施設の解体技術の開発のため、既存技術の実証と高度化を目指した試験研究・調査を行う。このため、デコミッションングに関する汎用廃止措置情報データベースの構築、汚染拡大防止式配管切断技術の開発、コンクリート構造物切断技術の開発、解体作業用安全コンテインメント技術の開発、広域残存放射能評価技術の開発及びレーザー解体技術の開発を引き続き行う。

研究用原子炉など原子炉施設のデコミッションングの方法、技術的課題等に関する調査・検討を行う。

原子力船「むつ」の解設計画の実施に必要な調査・検討を行う。

2. 核燃料施設等の解体技術に関する調査

核燃料サイクル施設等のデコミッションングの方法、技術的課題、標準工程に関する調査・検討を行う。

「再処理施設解体技術開発計画」に協力して、再処理特別研究棟(JRTF)の放射能インベントリの調査を行うと共に、解体に必要な技術の選定及びその開発を行う。

3. 原子力施設の解体廃棄物に関する調査

原子力施設のデコミッションングに伴って発生する解体廃棄物の発生量、性状等に関する調査を行うと共に、解体廃棄物の管理シナリオの検討、評価を行う。

解体廃棄物の効率的な処理システムの整備に関

する調査・検討を行うと共に、短期間に大量に発生する解体廃棄物の合理的な処分方法、貯蔵方式について調査・検討を行う。

4. 解体物の再利用に関する調査

原子力施設のデコミッションングに伴って発生する解体物の再利用に関する調査・検討を行うと共に、解体コンクリートの再利用に関する試験及び金属解体物の再利用に係る溶融技術の開発を行う。

5. 原子炉施設デコミッションングに係る安全規制に係る調査、実証試験

原子炉施設のデコミッションングに係る安全規制措置の確立に資するため必要な調査を行うと共に、解体コンクリート、土壌等の汚染浸透状況等に関する安全性実証試験を行う。

II. デコミッションングに関する技術・情報の提供

1. 技術情報の提供と管理

原子力施設のデコミッションングに関する情報を収集、整理し、解体計画の立案検討に資する。

OECDのデコミッションングに関する科学技術情報交換協力協定に基づく技術情報を収集、整理し、関係機関に提供する。

デコミッションングに関する技術情報システムを効率的に管理、運用するための方法について検討を行う。

2. 技術の提供

原子力施設の具体的なデコミッションング計画の実施に関して必要な技術協力を行う。

開発技術の提供及びそれに関する制度の整備を行う。

3. 国際協力

OECD, IAEA等海外との技術交流、情報交換等を積極的に推進すると共に、調査団を派遣して諸外国におけるデコミッションングの動向、研究開発の現状等について調査を行う。

スロバキアの原子炉解体計画に協力し、技術者の交流など必要な技術協力を行う。

III. デコミッションングに関する人材の養成

デコミッションングに係る人材の養成のため、関連機関、企業等の技術者等を対象とした専門講習会の開催、技術者の受入れ養成等を行う。

IV. デコミッションングに関する普及啓発

デコミッションングの円滑な推進と原子力の普及を図るため、デコミッションングに関するパンフレット、ビデオ等の作成、配布などの広報活動を行う。

デコミッションングに関する国内外の動向の紹介及び技術の普及を目的として会報及び会誌を定期的に発行すると共に、事業活動に関する報告会、講演会を開催し、啓発に努める。

「原子力施設デコミッションング 欧州調査団報告書」刊行

昨秋、当協会が実施した欧州調査団の報告書が出来上がりました。

内容は、ルクセンブルグで開催されたEU主催第3回原子力施設デコミッションング国際会議全発表論文の概要とSFR(スウェーデン)、バンドロス原子力発電所(スペイン)、BR-3及びHADES(ベルギー)の各施設の調査報告です。

なお、この国際会議は、5年ごとに開催され、EU加盟各国で実施しているデコミッションングに関する最近5年間の技術成果の報告会です。

購入ご希望の方は事務局までお申し込み下さい。

A4版 190頁

頒布価格 賛助会員 1部 8,000円

会員外 1部 10,000円

原子力における「国際協力」について（その3）



財団法人 原子力施設デコミッションング研究協会

理事長 村田 浩

したがって日仏の協定も必要ということになる。こういうことで日本は、大体受益するために必要な範囲で協定を作ってきた。しかし、日本の技術を外に出す時のための必要から協定はまだやっていない。ここらへんがこれからの問題だろう。さっきも言ったように、ロシアとの問題もあるし、もっと近い韓国もある。韓国では今9基の原子力発電所が動いているが、その中には米国製あり、フランス製あり、カナダのキャンドウもある。で、韓国はそういう国々と原子力協定を結んでいる。しかし、日本との間にはない。日本から売り込んでいることもない。

唯一例外的なのは中国です。日本と中国の間には色々議論があったんだが、何年位になったかな、もう十年以上前になりますかな。中国が秦山に自身で設計した30万kWの原子力発電所、軽水炉PWRをつくる時に日本側に協力を要請してきた。日中関係というのもあり、中国の話となると国会の先生方も熱心なんだな。それで特に向こうが希望している圧力容器と大型バルブなど、それらを日本から供給することになった。それで、圧力容器のような主要な機器を供給した以上は、やはり保障措置が必要ということで日中間で原子力協定を結ぶことになった。ところが圧力容器は三菱さんが造ったが、それを造るのに協定まで待っている訳にはいかないということで、先ず、政府間覚書をつくり、それから続いて協定を結んだ訳です。その範囲に止まっている訳です。

ここで、日中原子力交渉にあたって表に現れていないいわば秘話がある。それは日英交渉でも問題になった日本からの供給資材（圧力容器等）がいささかでも軍事利用に使われないよう保障を確認するために、今度は我が国が秦山発電所に対す

る保障措置、つまり査察権を求めた訳だ。これに対しタイジンの風格をもつ中国政府の担当者（国家科学委員会の賈蔚文さん）もさすがにすぐには受け入れなかった。その理由の一つは日本から核燃料の供給を受ける訳ではないし、いかに重要と言っても圧力容器の供給だけで軍事利用の恐れありという考え方は受け入れ難い。さらに、中国は日本と違って核保有国であり、そのための施設は別に所有しており、今更、原子力発電用の原子炉を使ってまで軍事用資材（具体的にはプルトニウム）を作る必要はない。それは常識でわかることではないか。ということですね。しかし、我が国には前述のように日米協定や日英協定などで保障措置、査察権の交渉で散々苦勞してきたので常識論では通せないと主張した。このため前述の覚書の段階では、先々圧力容器から取り出した中国産の使用済み燃料の冷却ポンドに念のため日本からの視察を受入れましょうということになった。何だかこれも形式論のような気がするが、原子力の世界の一つの特色は、平和利用といえども常に核不拡散問題がからむ訳だね。最近のプルトニウム利用突出論などを見るとよくわかりますね。

さて、中国との正式協定では、上記の平和利用を確認するための保障措置の問題は大体日本の要求するラインで協定が結ばれた訳だが、中国政府の交渉担当者もこの問題では相当苦勞されたらしい。後日、賈蔚文さんから聞いたところでは、国家科学委員会の中でも大議論があったが、賈蔚文さんが最後に「日本は世界で唯一の核被曝国である。その国民が軍事利用にこだわるのはもっともな話ではないか。だから特例的にでもみとめようじゃないか」と話をしてどうやら納まったということでした。

話を元に戻して、イギリスでの話をも少ししましょう。日本原子力発電（株）が発足（昭和32年11月）し、日英原子力協力協定が成立した後、今度は原電さんとUKAEAとの間でマグノックス炉への燃料供給についての具体的な契約を結ぶことになった。原電さんは前からイギリスのコルダーホール原子炉研修所に来ていた今井良雄氏を研修終了後もイギリスに残し、燃料供給交渉の細部取決めに当たらせることになった。しかし、原電は設立されたばかりだし、燃料供給保障は日英協定のもとで行われる訳で、自然に私も細かい相談を受けて交渉に参加しました。本来、原電はロンドンに事務所を自分で持ってやるべきでしょうが、交渉の経緯もあり、私との緊密な連絡の必要性もあったので当時の大野勝巳大使にお願いして、大使館内の私の事務室に今井さんの机を置かせて貰い、二人が一体となってAEAとの交渉に当たりました。お陰で割合スムーズに行ったと思います。常識的には大使館内に民間の人の机を入れることはあり得ないと思うが、当時、日本がイギリスからマグノックス・タイプの原子力発電所を導入するという事は日英友好関係の促進上非常に重要な問題であったために、こういう特別措置が可能となったのでしょう。ところで、その燃料供給契約の交渉ですが、天然ウラン炉といえども当時国内に燃料工場はないし、原料手当から燃焼率保証等に到るまでは自国ではとてもできないので全面的にUKAEAの供給保証を仰いだ訳です。

私自身も何度かスプリングフィールドの燃料工場を訪れたことがあります。既にイギリス内に数カ所のマグノックス炉が建設中ないし運転を開始していたので、直径約1インチ、長さ約3フィートのマグネシウム合金被覆の燃料棒が次々と大量に製造されているのを見て、まさに工業化段階に入っているなどの印象を受けました。当時イギリスには原子力発電所建設グループが三つあり、原電は購入に当たりこれらの入札を求めた結果、GECグループが落札（イギリスのGECはアメリカのGEとは関係はありません）、東海1号炉の設計・製造はGECグループが行った訳ですが、燃料だけはUKAEAの独占事業で、原子力公社と契約を結ぶことになりました。その時、私の記憶では燃料棒の設計はGECの案のごとく中空にしたこと、燃料の供給保証と併せ使用済燃料の引き取りと再処理を契約したこと、バーンアップは4000 MWD/tを保証したこと等が燃料交渉のポイン

トだったように思います。イギリスから日本まではるばる海を渡っての新燃料輸送や使用済燃料の輸送を考えると大変な仕事だなあという気もしたが、最近の情勢をみると僅か1基だけにとどまった東海1号炉（マグノックス型）の燃料契約としてはあれでよかったのだと思います。

東海1号炉の話はこれくらいにして、次に国際協力の主体となったのは当然ながらPWR、BWRという軽水炉関連であり、原子炉及び周辺技術については、すべて商業ベースで行われたので、国や原研の立場では安全性の試験研究が対象となったわけだ。当時の米国原子力委員会（USAEC）は、原子炉暴走実験など安全性確認並びに重大事故発生防止の目的で大掛かりな試験を計画、実施していた。軽水炉発電を推進する我が国としては是非ともそうした暴走試験のような日本ではなかなか出来ない実験データが欲しい訳だ。しかし、全くの他力本願というわけにはいかない。日本経済も段々発展してきたので安全性試験もできるだけ自前の研究が必要だ。そこで考えられたのがROSA計画と原子力安全試験炉（NSRR）計画だが、この研究は原研の関係者の大変な努力もあって直接的には勿論、間接的にも米国との国際協力を進めるのに役立ったと思う。初期時代の国際協力は協定や取極めを結ぶことによって、ほぼ一方的に米国から技術情報を貰うばかりだったけれども、時間がたつにつれて段々give and take 的に変わって行ったと思う。それでも包括的に言えばやはりアメリカの持ち出し分が多かったのじゃなからうか。

一方で、技術開発とは別に我が国の原子力開発が進むにつれ核燃料サイクルの核拡散防止問題がクローズアップし、協定に基づく米国の協力も厳しくなっていた。特に1978年に民主党のカーター大統領が出現するや、例の有名なonce-through方式を打ち出し、使用済み燃料を再処理し、ウランとプルトニウムを回収し、リサイクルする方式にクレームをつけた。いわゆるワンス・スルー方式をとるよう各国に要請した。1979年だったと思うが、私も原子力委員会の先生と共にワシントンを訪れ、国務省の大会議室でカーター大統領から直接にその提案を聞いた。彼の演説は大変上手かったように覚えている。しかし、原子力開発の当初から資源有効利用のため核燃料リサイクル方式を国の方針として進めることにしていた我が国にとっては大問題である。

今なぜデコミッショニング（廃止措置）か？（その7）

RANDEC 新谷英友

1 イギリスの原子力事情

イギリスは1950年代の後半から世界に先駆けて原子力発電を開始した国の一つです。現在35基の発電用原子炉が運転中ですが、その殆どはイギリスが独自に開発したガス冷却型原子炉です。このタイプには2種類あり、開発当初のものは GCRと言われるもので出力が30万kW以下の比較的小型のもので、その後、1970年代の後半からは AGRと言われる改良型のガス炉が登場し、出力も約70万kWまで高められています。

前号で紹介したようにフランスでも当初はガス炉路線を採っていましたが、アメリカがウラン濃縮技術を民間に開放したのを契機に原子炉の大型化が可能な軽水冷却型に全面的に切り換えました。このように世界の主流が軽水冷却型に変わっていく中で、唯一イギリスだけが当初のガス炉路線を長く維持しています。イギリスの場合は、北海油田の開発でエネルギー事情が好転したという特殊事情があるにせよ、誇り高いイギリス人の気質が伺われます。

イギリスでは既に9基の発電用原子炉が閉鎖され、一部で廃止措置が行われています。現在稼働中の35基の発電炉も30年を経過したものが10基、20年以上経過したものでは20基あり、廃止措置は現実の課題として電力会社において検討が行われています。また、核燃料サイクル施設および研究施設についても同様に廃止措置が必要とされており、BNFL社やAEA technology社が精力的に技術開発など準備を進めています。

2 イギリスのデコミッショニング

イギリスでは原子力施設の廃止措置の主な目的を①公衆、作業員および環境の継続的な安全を確保すること、②周辺環境の美観を損なわないこと、③用地を適切に他の目的に転用すること、および④経費負担を軽減することに置いています。

発電用原子炉の廃止措置については、電力会社はIAEAが定めた廃止措置方式の分類に基づいて、次の3段階の戦略を考えています。

- Stage 1 — 原子炉の閉鎖措置と燃料搬出
(準備期間5年)
- Stage 2 — 原子炉と生体遮蔽体以外の設備、建屋の解体、燃料搬出
(準備期間約5年)
- Stage 3 — 原子炉と生体遮蔽体の撤去、サイトのグリーンフィールド化
(準備期間約10年)

具体的にどのような廃止措置方式を選択するかについては、「解体延期」、「安全貯蔵」、「現位置廃止措置」（プラントの全てを土で覆う方法）など各種の方法が総合的に比較検討されました。その結果、経済性の観点から安全貯蔵方式(Stage 1)を採用し、原子炉の解体撤去(Stage 3)は運転停止後135年後に行うこととしました。ここで安全貯蔵方式とは運転停止後、燃料を搬出し、放射能を持つ全施設をコンテナメントで覆い、自然現象の影響による品質悪化を防ぐ方法をいいます。

核燃料施設の廃止措置は、BNFL社が担当しています。BNFL社は既に相当数の余剰施設を抱えていますが、遠からず GCRの時代が終わると更に余剰施設が増えると予想し、全施設を対象とした総合的な方策を立てています。それによると、廃止される施設は全て運転停止後50年以内に最終解体を行う予定です。

核燃料施設の廃止措置方式は、原子炉と異なる次の3段階の戦略で行う方針です。

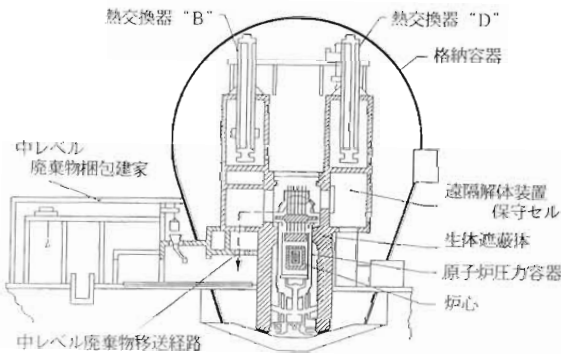
- Stage 1 — 初期廃止措置 (ID; initial decommissioning)
運転停止後除染の後、直ちに実施
- Stage 2 — 解体 (Ds; dismantling)
汚染設備の撤去、建屋は残存
- Stage 3 — 取り壊し (Dm; demolition)
残存建屋、設備の最終解体

BNFL社では廃止措置の準備として既に運転を停止している MOX施設とか、初期の再処理施設を対象に廃止措置技術の開発を進めています。

原子炉を含む研究開発用の施設（約100施設）

の廃止措置はAEA technology社が担当しています。対象施設の大部分が余剰施設になっているため、廃止措置が同社の主要な事業になっています。

前述のようにイギリスでは発電炉の「解体撤去」は運転停止後 100年以上経過してから行う方針ですが、廃止措置技術の開発は早期に進めて経験の蓄積を図るとの観点から、AEA technology社が所管するWAGR（出力3,63万kWの改良型ガス冷却炉）を対象に解体撤去方式(Stage 3)による廃止措置を進めています。



WAGRと廃棄物梱包建家の断面

この原子炉はウインズケール原子力研究所にあり、1962年から19年間運転が行われました。運転終了後に燃料が搬出されたことにより原子炉ライセンスの条件が変更され、「原子炉」から「放射性施設」(active facility)になったため維持管理費の大幅な節約ができたようです。

廃止措置作業は1983年から開始され、現在、原子炉圧力容器の遠隔解体作業が行われており、山場にさしかかっています。適用された特徴的な技術としては原子炉中心部に設置した遠隔解体機械システムがあります。これは 2.5m 移動可能なマストを持ち、先端に35kgの重量を支えるマニピュレータを装備しています。この先端に水素プロパンガストーチを取りつけ、原子炉内構造物などの切断を行いました。WAGRの廃止措置は1998年に終了の予定です。

3 廃棄物対策

廃止措置と廃棄物の管理は国の規制の下で実施されます。国が作成するポリシーに基づいて UK Nirex社と廃棄物の発生者が処理処分事業を

実施する構図です。特に廃棄物発生者は廃止措置と廃棄物の処理処分の費用を長期的に確保する責任が課せられています。

イギリスでは廃棄物を次の3種のカテゴリーで分類しています。

- 低レベル
 - ・アルファ 4 GBq/ton 以下
 - ・ベータ・ガンマ 12 GBq/ton以下
- 中レベル
 - ・低レベルの基準値を越えるもの
 - ・低レベルの基準値以下だが発熱するもの
- 高レベル
 - ・燃料再処理で発生するもの

これらの内、低レベル廃棄物はドリッグの処分場で処分されますが、中・高レベル廃棄物は発生者のサイトで保管されています。

しかし、今後遠からず GCRの廃止措置が行われるようになると廃棄物の発生量の増加が見込まれることもあり、UK Nirex社が中心になって処分方策の検討が行われています。Nirex社が担当する低・中レベル廃棄物の処分方法としては地下処分方式が有力視され、セラフィールドの近傍に地下処分施設 (Rock Characterization Facility) を建設する計画を進めています。今後、約10年間の調査研究を行い、21世紀の初頭に開設する予定になっています。これが実現するとスウェーデンの SFRに次ぐ地下処分施設になり、世界が注目しています。

4 廃止措置費用と資金準備

発電炉の廃止措置（安全貯蔵の場合）費用の試算が1989年に行われましたが、それを1993年価格で表すと次のようになります。

GCR（総費用）	6億3千万ポンド
（年2%の減額率）	1億4千4百万ポンド
AGR（総費用）	5億6千3百万ポンド
（年2%の減額率）	1億5千6百万ポンド

この中には総費用の20%が廃棄物対策費用として含まれています。

これを発電費用との対比でみると以下ようになります。（運転期間30年、設備利用率70%，年2%の減額率を想定）

GCR	0.12 ペニー/kWh
AGR	0.07 ペニー/kWh

安全貯蔵方式の採用によって廃止措置費用の発電コストに対する割合を小さくすることができたとしています。

これらの数値を基に電力会社とBNFL社は廃止措置と廃棄物対策の資金の積立を行っています。



ヨーロッパ人の環境保護感覚

九州大学工学部

古屋 廣高

昨年9月末、Decommissioning(以後デコミ)に関する国際会議がヨーロッパ連合(EU)の主催でルクセンブルグで開催された機会に、当研究協会の調査団の一員として、スウェーデンのSFR、スペインのENRESAとVANDELLOS原子力発電所、ベルギーのモル研究所を訪問する機会を得た。ヨーロッパでのデコミの事情はすでに多くレポートに紹介されているので、ここではヨーロッパ人の環境に対する認識を中心にその印象を綴ってみました。すがすがしい夏の季節も終わり、高緯度地方特有の覆いかぶさるような雲空のストックホルムが旅行の出発点となった。高台より北欧の美しい市街を展望した後、大江さんのノーベル賞も決まっていたので授賞、祝賀会場となるホールに出向き、感慨深く記念講演の演壇に替わるがわる立って見た。ストックホルム市内を抜けると人家も疎らになり、森林か雑木林の中の道路を次の宿泊地ウプサラへとバスは進んで行った。説明によると、こうした山、森林に育つ茸、木の実等の山の幸は、その土地が誰の所有であろうとすべての人の共有物となり誰でも自由に収穫できることが法律で決まっているとのことである。こうした体制が、子供の時からありのままの自然に親しむ機会を与え、自然環境を大切にすることを育てているような気がしてならない。入園料を払い松茸狩を楽しむわが国とは雲泥の差である。

マドリドに到着すると雰囲気は一変した。空港の玄関前は車であふれ、警笛が鳴り響きまさに喧騒の様相を呈していた。北国にはロマンがあり、南国には情熱があると思った。9月、北国では日一日と短くなる日照時間と気温の低下で表現できないようなわびしさの中で、美しい紅葉の季節を迎えられるが、南国では夏はまだ終わらず街は活気に溢れている。バルセロナでフラメンコを鑑賞したが、狭い舞台でドラム、手拍子(観客には禁じられている)等の激しいリズムの中で、まるで手の先まで計算機にでも制御されているかのように全身を調和させ、躍動的に踊る姿はまさに情熱そのものであった。インドの南部地方の舞踊、トルコのベリーダンスと共通する鮮烈さを感じた。ヨーロッパを旅すると、南北を問わず街の美

しさに誰しも感銘するのではないか。始めて旅行する時、その印象は強烈で多かれ少かれカルチャーショックを受ける。つい50年前まで戦争が絶えなかったにも拘わらず何故このように美しい都が維持できたのか疑問さえ生ずる。それは、ヨーロッパ人が自らを犠牲にしても自然環境のみならず住環境に対しても心を配り多くの投資をしてきたからであろう。わが国とは私と公の関係が根本的に違うように感じる。戦後のわが国では、人権とか、私的権利が公的秩序に優先し、それを主張する人があたかも文化人で進歩的であるように考えられ、秩序ある街、公的施設が建設できないのが残念ではない。まだ本当の民主主義が理解できていないのかも知れない。

EUの会議は、EUが進めてきたデコミ技術開発に関する第3次5カ年計画の成果の発表と第4次5カ年計画の発足を動機として開催された。ここでまず感心したのは、ヨーロッパでは原子力発電が本格化し始めた15年前の1979年以前にすでにデコミ計画が開始されたことである。ここでも、ヨーロッパ人の環境保護に対する強い信念を見た感じである。

15年前位、Decommissioning of nuclear facilityという言葉を読んだとき、何のことかさっぱり分からず英和辞典で探してみました。しかし、該当する単語は見あたらず、Commissionが委員会だから多分この施設の建設のための検討委員会が中断された位に解釈していました。その後頻繁に見かけるようになり、関係する論文も読む機会が多くなり誤解は解けたし、今やデコミという言葉を知らなければ原子力の専門家とはみなされない位に浸透しているかと思います。こんな経験があるので、一般の人々で始めてこの言葉を聞くとと思われる方には必ず意味を説明してから使うように心がけています。

ヨーロッパに比べると、わが国のデコミの歴史は浅いがその技術開発は急激に進展し先進国と肩を並べるようになりつつあります。今後、環境保護の立場からさらに技術開発を進め、原子力と地球環境を調和させ国民の理解を得ることが原子力を一層発展させる鍵になると思います。

JPDR, 「むつ」 & JRTF NOW

JPDR NOW

平成6年度末におけるJPDR解体実地試験の進捗状況は次のとおりです。

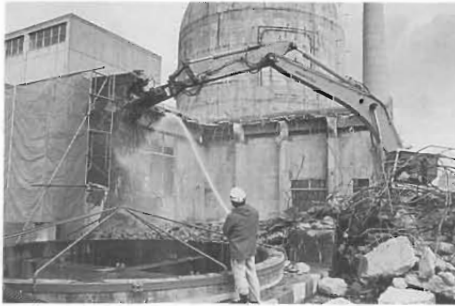
○建家コンクリート等の表面除染

炉格納容器地下1階をはじめ、全ての建家のコンクリート及び屋外コンクリートの表面除染が完了しました。

また、タービン建家、制御建家の確認測定が行われました。

○建家の解体

排風機建家、緊急用建家、非常用換気建家及び廃棄物処理建家の一部が解体撤去されました。



解体中の緊急用建屋

JRTF NOW

原研再処理特別研究棟（JRTF）は、わが国初の核燃料施設に係るデコミッショニング対象施設として平成2年度から「再処理施設解体技術開発」事業が開始され、平成3年4月にはOECD/NEAの「原子力施設デコミッショニングプロジェクトに関する科学技術情報交換協力計画」への加入が承認されました。現在、平成8年度からの開始を予定している「解体実地試験」に向けて、解体技術開発が進行中です。次に、同施設のデコミッショニングのスケジュールを示します。

年度（平成）	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
・廃存廃液の処理技術開発		プロセス廃液の前処理試験										
		TRUスラッジの固化処理試験										
・再処理施設解体技術開発		廃存廃液の処理技術開発										
		技術調査及び基本計画策定										
		解体技術開発										
		解体技術設計										
								解体実地試験				

「むつ」NOW

原子力船「むつ」の解体工事は第3段階を迎え2月末から、今夏に予定されている原子炉室一括撤去・移送のための準備が始まりました。

平成6年度末における進捗状況は次のとおりです。

○仮設工事

工用電源、保船用ボイラ等の設備が設置されました。

○防熱材等の撤去

船体切断線近傍の防熱材の撤去作業が開始され約90%が撤去されました。

○機器類撤去

船体切断線近傍のマーキングが実施され、また極低レベルタンク等、一部の機器が撤去されました。

○工場製作等

原子炉室一括吊り上げのための吊り金具、吊りピースが納品された。また、セミサブバージ（台船）の改造が終了し、機能確認のための浮沈テストが終了しました。



極低レベルタンクの撤去



原子炉室一括吊り上げ用吊り金具

原子力施設デコミッションングと 有害廃棄物関係の会議のご案内

(まだ参加申込みが可能な国際会議)

◎"Seminar on the Requirements for the Safe Management of Radioactive Waste"

開催期間; 1995年8月28日~9月1日

開催場所; オーストリ、ウイーン

主催者; 国際原子力機関(IAEA)

主な内容; 放射性廃棄物管理の諸原則(SP)安全基準(SS)指針(SG)および管理経験のほか、放射性廃棄物でない廃棄物のレベル基準、再利用、環境問題及び廃棄物管理の経験も踏まえた幅広い分野でのテーマが予定されている。

◎ I C E M

Fifth International Conference on Radioactive Waste Management and Environmental Remediation

開催期間; 1995年9月3日~9月9日

開催場所; ドイツ、ベルリン

主催者; 米国機械学会(ASME)

主な内容; 各種レベルの廃棄物および使用済燃料の管理、環境回復、原子力施設のデコミッションング廃棄物の処理と再利用、除染技術等の4テーマ、50セッションが計画。また、ASMEによる専門家向けショート・コースと展示会も会議期間中に開催される予定になっている。

◎ Global '95

International Conference on Evaluation of Emerging Nuclear Fuel Systems

開催期間; 1995年9月11日~9月14日

開催場所; フランス、ベルサイユ

主催者; SFEN, ANS, IAEA, OECD/NEA

主な内容; 燃料サイクルのバックエンド、コスト費用捻出方法、廃棄物の減容処理処分(貯蔵)、と消滅処理、アクチニド、核分裂生成物の変換処理等幅広いテーマと会議名称に相応しい地球規模の会議。

◎ NUCLEAR DECOM 95

International Conference NUCLEAR DECOM 95
-The Strategic, Practical and Environmental Considerations-

開催期間; 1995年11月29日~11月30日

開催場所; イギリス、ロンドン

主催者; 英国原子力学会、英国機械工学研究所
主な内容; 原子炉および放射性物質取扱い施設の高経年化に伴うデコミッションング戦略、法規制、コスト、費用捻出等から、除染、解体、遠隔操作、放射線管理技術、実地経験も含めたテーマが用意されている他、施設撤去後の環境回復まで幅広い分野でのセッションを予定されているデコミッションング専門の会議。なお、期間中、小規模ながら展示会も併行して開かれる予定。

◎"First International Conference of the European Union, Belarus, the Russian Federation and Ukraine on the Consequence of the Chernobyl Accident"

開催期間; 1996年3月18日~3月23日

開催場所; ベラルーシ、ミンスク

主催者; EU, ロシア、ウクライナ、ベラルーシ

主な内容; チェルノブイリ原発事故に関してECとCISの研究チームとの合意に基づいて、欧州諸国の約100研究機関からチェルノブイリ原発の事故解析、それに続く原子炉閉鎖、事故後の環境回復、エコロジー、原発サイト以外での緊急管理体制等について議論が重ねられてきたそれらの総合報告をかねた会議。なお、この会議は当初ドイツ、ドレスデンで1995年6月に開催が予定されていたが、事故後10周年に当たる1996年に延期、開催されることになった会議。

人 事

◎役員

○理事

退任(3月31日付け)

専務理事 新谷 英友

新任(4月1日付け)

専務理事 松元 章

○監事

退任(3月31日付け)

佐々木壽康

新任(4月1日付け)

濱田 茂宏

(勲原子力安全技術
センター常務理事)

◎職員

○退職(3月31日付け)

企画調査部課長 今 哲郎

研究開発部課長 大森 宏之

情報管理部次長 黒田 捷雄

○採用(4月1日付け)

参事 横田 光雄

企画調査部次長 布施 隆司

研究開発部次長 鶴巻 邦輔

情報管理部長 水野 決一

非常勤参事 新谷 英友

○異動(4月1日付け)

情報管理部調査役 島田 隆(情報管理部長)



◎ RANDEC ニュース 第25号

発行日: 平成7年4月30日

編集・発行者: 財団法人 原子力施設

デコミッションング研究協会

〒319-11 茨城県那珂郡東海村舟石川821-100

Tel. 029-283-3010, 3011 Fax. 029-287-0022