

VOL
2

デコミ ニュース

第2号

目次

1. 世界の発電用原子炉の廃止措置動向	1
2. メーンヤンキー原子力発電所デコミッションング計画を NRCへ提出	4
3. トロージャン原子力発電所のデコミッションング	6
4. ユーロケミック再処理施設のデコミッションング	9
5. OECD/NEA デコミッションング協力計画の今後の動向	11
6. フランスのUP1再処理プラント閉鎖、デコミッションングへ ..	14
7. 日本原子力学会 1997年秋の大会におけるデコミッションング 関係発表の概要	15

RAANIDEC

(財) 原子力施設デコミッションング研究協会

1. 世界の発電用原子炉の廃止措置動向

商用原子力発電炉は、米国エネルギー情報局 E I A の報告によると、32ヶ国で 440 基強が稼働し、1996 年の世界の発電量の 17% を占め、主要エネルギー源として定着している。

一方、1997 年 12 月現在までに閉鎖した発電炉は、3 万 kW 以上のもので、約 75 基に達する。また、発電をした小型パイロットプラントを含めると、89 基であり、建設、運転された発電炉の基数の 17%、発電設備容量で約 5% に相当する。国別及び炉型別に整理した発電用原子炉の閉鎖状況を表 1 に示す。

国別では、米国が一番多く (25 基)、続いてドイツ (16 基)、英国 (10 基)、フランス (10 基)、ロシア (10 基)、カナダ (4 基)、イタリア (4 基) などの順である。

軽水炉は、旧ソ連型 (VVER) を含む加圧水型炉、沸騰水型炉を合わせると、現在 350 基が運転中であり、閉鎖炉も 39 基に達する。重水を減速材に用いる重水炉は、圧力管を用いたカナダ型重水炉 (重水冷却) 及び「ふげん」(軽水冷却)、圧力タンクを用いた重水加圧炉を合わせると、36 基が運転中であり、閉鎖炉は、重水減速炭酸ガス冷却炉のものを含めると 11 基である。ガス炉は、炭酸ガス冷却炉 (GCR) 及び改良型炭酸ガス冷却炉 (AGR) を合わせて 35 基が運転中であり、閉鎖炉 21 基である。黒鉛減速軽水冷却炉 (RMBK) は小型炉 5 基を含めると 19 基運転中であり、また、チェルノブイリ事故炉を含め閉鎖炉は 12 基である。

これらの閉鎖炉のうち、解体撤去をし、無制限サイト解放まで行ったものは、米国のエリクリバー (BWR 型、2.3 万 kW 1974 年解体終了)、 SHIPPINGPORT (PWR 型、10 万 kW 1989 年) 及びフォートセントブレイン (高温ガス炉、33 万 kW 1996 年)、ドイツのニーダライヒバッハ (重水減速炭酸ガス炉、10.6 万 kW 1994 年)、日本の JPDR (BWR 型、1.2 万 kW 1996 年) など数例を数えるだけであり、完全解体を目標に解体を進めているものは約 10 基である。解体中で技術的に注目したいものに、ドイツのグンドレミンゲン炉 (BWR 型、25 万 kW)、MZFR (加圧重水炉、5.8 kW)、及びグライフスバルト 1～5 号 (旧ソ連型 PWR)、米国のヤンキーロー炉 (PWR 型、18.5 万 kW) 及びトロージャン炉 (PWR 型、117.8 万 kW) がある。その他の多くのは、安全貯蔵が選択され、すでに安全貯蔵中のもの、又は安全貯蔵のための工事中であり、最終解体時期も未決定のものが多いが、東海発電所 (ガス炉) の廃止措置が現実のものとなった現在、英国、フランスのガス炉廃止措置、特にウインズケールの WAGR 解体撤去、あるいはバークレー炉の長期の遮へい隔離工事に着目したい

このような状況の中で、1996～1997 年中に諸外国で 5 基のプラントが閉鎖された。特に注目されることは、米国の軽水炉ビッグロックポイント (BWR 型、7.2 万 kW)、ハダムネック (PWR 型、61.6 万 kW)、メインヤンキー (PWR 型、90 万 kW) の各炉がいずれも即時解体撤去方式 (DECON) を選択することで廃止措置計画書を NRC に提出していることである。これは、安全貯蔵方式 (SAFSTOR) とコスト的にほとんど変わらず、処分コストが上昇傾向にあること、原子炉運転経験者の活用が有効であること、将来の措置に対する不安等を考慮したものである。また、1997 年 5 月のヤンキーロー炉の圧力容器一括撤去後の処分場への輸送の成功 (デコミ・ニュース創刊号参照)、トロージャン炉の炉内構造物を含む圧力容器パッケージの一括撤去、処

分計画が進んでいることなどデコミッション技術の進歩によるものと推定される。即時解体方式を選択しても一括撤去方式は、廃棄物の発生量の低減、作業者の被ばく量低減、コスト低減の観点から有利であり、ビッグロックポイント、ハダムネック、メーンヤンキーの各炉で採用することを検討している。

米国では、単基サイトで故障等による稼働率、経済性が悪い理由で運転認可40年以内に閉鎖する炉が多くなっている。一方、最初の運転認可40年から60年に延長する実証プロジェクトが米国原子力エネルギー協会 (NEI) のもとでオコニー、カルバートクリフスなど7つの原子力発電所で検討が進められている。1995年6月発効した新規則で、認可取得者は、更新期間にわたって老朽化による影響を適切に管理できることを実証できれば、最初の40年間からさらに20年まで運転認可の延長が認められることになっている。寿命延長には、主要配管、蒸気発生器の交換などに5,000～2億ドルの費用が必要との評価もあり、電力の自由化の中でのコスト低減が要求されているだけに、経済性の面から厳しい状況にある。

寿命延長が困難であれば、運転認可期限前の閉鎖が多くなるだけに、今後の動向に注目したい。

世界各国の商業用発電炉の廃止措置に対する考え方は、各国の政治、社会、経済の状況が異なることから一致していない。また我が国では、原子炉の運転終了後できるだけ早い時期に解体撤去することを基本方針としており、解体撤去後の敷地は、地域社会との協調を図りつつ、原子力発電所用地として引き続き有効に利用することとしている。また、ドイツでもできるだけ早い時期での解体を基本としている。しかし、フランスでは数十年間の遮へい隔離後に解体する方式、英国ではガス炉を更に長期間の遮へい隔離後に解体する方式の採用が考えられている。米国では、従来20～50年間の安全貯蔵後に解体する方が経済的であるとしてきたが、ここに来て即時解体撤去の方が前述の例から望ましいとの考え方に向かっている。

表1 発電用原子炉の閉鎖状況 1997年12月現在

炉型	沸騰水型	加圧水型		重水減速				ガス炉			黒鉛減速 軽水冷却 (RMBK) LWGR	高速 増殖炉 FBR	ナトリウム 黒鉛炉 SGR	有機物 減速型 OMR	合計
		PWR	(旧ソ連 型PWR) VVER	重水冷却 CANDU	軽水冷却 LWCHWR	重水冷却 (加圧水型) PHWR	ガス冷却 HWGCR	ガス冷却 GCR	改良型 ガス冷却 AGR	高温ガス 冷却 HTGR					
国名	BWR	PWR	(旧ソ連 型PWR) VVER	重水冷却 CANDU	軽水冷却 LWCHWR	重水冷却 (加圧水型) PHWR	ガス冷却 HWGCR	ガス冷却 GCR	改良型 ガス冷却 AGR	高温ガス 冷却 HTGR	黒鉛減速 軽水冷却 (RMBK) LWGR	高速 増殖炉 FBR	ナトリウム 黒鉛炉 SGR	有機物 減速型 OMR	合計
アルメニア			1												1
ベルギー		1													1
オランダ	1														1
カナダ				3	1 (CANDU-B)										4
フランス		1					1	8							10
ドイツ	5	6				1	1			2		1			16
イタリア	2	1						1							4
日本	1														1
ロシア			2									8			10
スロバキア								1							1
スペイン								1							1
スウェーデン							1								1
ウクライナ											3				3
イギリス					1 (SGHWR)			6	1			2			10
アメリカ	9	8		1 (CVTR)						2	1	2	1	1	25
合計	18	11	9	4	2	2	3	16	1	4	12	5	1	1	89
運転中	94	205	47	28	1 (ATR)	7	0	21	14	0	19	*6	0	0	442

* (FBTRU基を含む)

2. メーンヤンキー原子力発電所デコミッショニング計画を NRC へ提出

メーンヤンキー原子力発電所（メーン州ウイスカセットにある電気出力910MWのPWR）は、1997年8月6日経済性を理由に閉鎖が決定され、8月27日、デコミッショニング計画を記載した停止後廃止措置活動報告書（Post Shutdown Decommissioning Activities Report）を NRC へ提出した。現在の所有者では経済的に運転出来ないと判断されたためである。

同発電所は、1996年12月以来安全性に問題があるため停止しており、5月に補修作業を中断して買手を探していた。フィラデルフィアにある PECO エナジー社が購入を検討したが、同社が経済性を理由に購入を見送ったため閉鎖が決定された。

同社の会長は、今後は安全に規則に則ってデコミッショニングを行い、この状況を市民に周知する、と述べ、さらに、このためメーン州住民とデコミッショニング進捗の重要個所について対話を行うために地域支援パネル（Community Advisory Panel）を設置する、と表明した。

同発電所は、1972年に営業運転を開始し、現在まで25年間に1190億kWh、メーン州の電力需要の約1/4を賄ってきた。（Aug.6,1997,Maine Yankee Atomic Power Co. press release）

〔関連事項〕

メーンヤンキー原子力発電所のデコミッショニング計画は、同社が1997年8月27日NRCに提出した停止後廃止措置活動報告（Post Shutdown Decommissioning Activities Report:PSDAR）によると以下のようになっている。

1. 主要なデコミッショニング活動

蒸気発生器、加圧器の撤去

上部及び下部炉心支持構造物の裁断

その他の炉内構造物の解体、切断、遮蔽容器への収納

クラスCを越える放射能濃度の構造物の裁断

原子炉容器の裁断、遮蔽容器への収納

原子炉容器周囲を囲む中性子遮蔽タンク支持物の解体、容器への収納

RCS及びその他の大口径パイプの解体、さらに放射能レベルに応じて除染、廃棄、処分の実施

大型構造物撤去に必要な建屋の改造

使用済み燃料を貯蔵プールから搬出した後の使用済み燃料建屋の除染、解体

2. 使用済み燃料

商業用原子力発電所から発生する使用済み燃料は、DOEが処分の責任を持っているが、DOEの見通しによると処分施設の運開は2010～2015年である。このため、メーンヤンキー社は、現在プールに貯蔵している1432体の使用済み燃料及び破損燃料ピン等を入れた4個の籠を、DOEが輸送完了するまでサイト内に建設する別の貯蔵施設に貯蔵する予定である。

3. サイト修復

自然と同様な状態にする予定である。

4. スケジュール

即時解体によるデコミッショニングを行う予定であり以下のように考えているが、廃棄物処分場が利用できるか否か、経済的要因、不確実な環境に左右される。

第1段階 準備・計画

サイトの区分け、計画、詳細な解体・処分手順の作成、特殊工具の設計・製作、諸準備であり、運転終了後8カ月を予定している。

第2段階 デコミッショニング活動及び許可終了

NSSS 構造物の撤去、運転終了後約3年半で終了予定。

全ての汚染区域から出る汚染された装置、材料の撤去、サイト建物の除染、使用済み燃料を別建屋の貯蔵施設へ搬出した後の貯蔵プール、関連システムの除染、解体これらの作業は運転終了後約5年で終了予定。

サイトの最終サーベイ、認可終了が終了するのは運転終了後約7年後の予定。

第3段階 サイト修復

封じ込め構造の残り及び原子炉建屋内部の制御爆破工法による解体、在来工法によるその他の建屋の解体

これが終了するのが運転終了後約8年後である。

5. デコミッショニングコスト

1997年の見積もりで\$508 millionである。

内訳をみると、1997年価格でプラントの解体、除染等の費用は\$380.6 millionであり、蒸気発生器、原子炉容器等を含む低レベル廃棄物の80%を2001年までにサウスカロライナ州バーンウェルの処分場へ処分することを想定して計算している。その他に使用済み燃料を2003年まで特性容器に収納してサイト内に保管する費用が\$128 millionとしており、合計で\$508 million(約660億4,000万円)になる。

3. トロージャン原子力発電所のデコミッショニング

—注目される大型原子炉圧力容器の一括撤去計画—

トロージャン原子力発電所 (Trojan Nuclear Plant) は米国、オレゴン州にあり、ポートランド市の中心から車で約1時間の所で、コロンビア河に沿った敷地に単基 117.8 万 kWe の PWR 型原子炉であり、現在、解体撤去工事中である。この炉は、17年間の運転後、蒸気発生器の故障をきっかけに、経済性が他の電源に比べて低いとの評価に基づき、1993年1月永久停止された。

すでに蒸気発生器が一括撤去方式で撤去、処分されている。次の主要工事は、原子炉圧力容器と炉内構造物の一括撤去である。この一括撤去方式 (One-Piece Removal) の設計はすでに終了し、NRCにこの工法採用のための許可申請中である。許可が出れば、1998年中には、実施される見込みである。

この工法は、蒸気発生器の撤去・処分と同様に軽量モルタルを圧力容器内に充填し、さらに圧力容器の胴外周部に鉄板による遮蔽を取り付け一体化し、一括撤去し、さらにそのまま処分場に送る方法である。

このデコミッショニング計画では、2001年頃までにNRCの規制を受ける原子炉の解体撤去を終了し、その後、2018～2019年頃建家解体を予定している。ただし、使用済燃料は、DOEが最終的に引き取り処分することになっているが、DOEの計画が遅れているため、サイト内にドライキャスク保管する施設を現在建設中であり、DOE引き取りまでサイト内に保管される。

<大型機器撤去、処分>

トロージャン原子力発電所の大型機器 (蒸気発生器4基、加圧器) を撤去し、ハンフォード処分場へ輸送する作業は1994年11月から開始し、途中、反原子力グループの介入による作業中断があったが、1995年11月、無事終了した。

蒸気発生器は、ポーラクレーンを500t用に補強し、格納容器の一部に開口部を設け、搬出している (写真1)。この蒸気発生器は、放射能汚染の固定化と遮蔽を兼ねるため内部に低密度コンクリート (21～25ポンド/ft³) を充填、密封溶接した蒸気発生器パッケージ (総重量約450t) を廃棄体としている。また、このパッケージについては、水平200ft落下、垂直60ft落下強度など設計評価が行われた。

輸送は、全体で5週間を要し、陸上31マイルを特殊トレーラー、コロンビア河270マイルをバージ (180ft長さ、50ft幅、14ft深さ) で行っている。

予算は、18.5百万米ドルを予定したが、実績の内訳は、主契約8.5、埋設費2.1 (56,000ft³)、マネジメント、放射線防護など6.3の計16.9百万米ドル

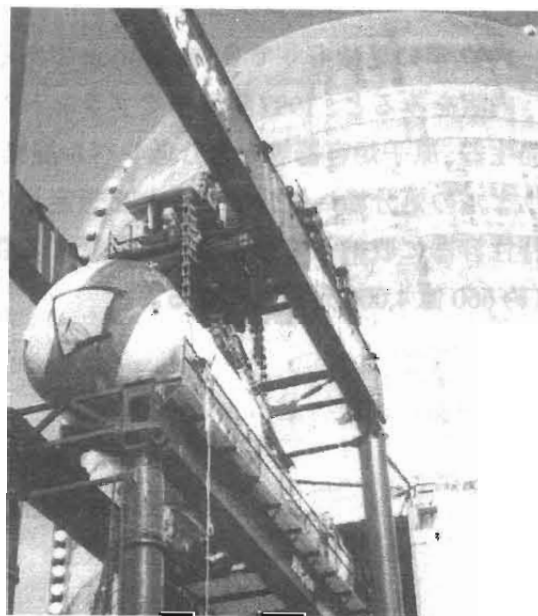


写真 蒸気発生器の取出し状況
(Radwaste Magazine Jan. 1997)

(約 21 億 9,700 万円) であった。

作業者の被ばく量は、計画値 115 人・レムに対し、実績値 54 人・レムであり、成功裏に作業が終了した。

<原子炉圧力容器と炉内構造物の一括撤去計画>

デコミッションング計画を 1995 年に NRC に提出した時点では、炉内構造物を別に解体撤去し、ヤンキーロー圧力容器の撤去 (1997 年 5 月完了) 例と同様に圧力容器だけ一括撤去する予定であった。その後、さらに検討した結果、炉内構造物と一緒に一括撤去することが技術的に可能であり、コスト低減、工期の短縮、廃棄物の発生量の低減など利点が多いことから、この方法で実施すべく、現在 NRC にライセンス変更申請中である。

トロージャン炉の炉内構造物の放射能インベントリは、原子炉停止後 5 年の時点で 2×10^6 Ci と高く、低レベル廃棄物 (LLW) として処分するには、現行の NRC の基準の低レベル廃棄物基準 C クラスを超えるため、実施できない。しかし、原子炉容器と炉内構造物を一緒に内部に軽量コンクリートを充填すれば、放射能平均密度は連邦規則「放射性廃棄物陸上処分のための認可要件」(10 CFR Part 61) の低レベル基準 C クラス以下となり、LLW として処分が可能であるとしている。

この一括撤去方式を採用すると、この工事コストは 15 百万米ドル節約となり、26 百万米ドルと見積もられている。作業者の被ばく量は、炉内構造物の解体撤去工事が無いことから 134 ~ 154 人・レムから 67 人・レムに低減すると評価されている。また、廃棄物輸送の回数も 20 ~ 25 回の代わりに 1 回の輸送で終了する。

炉内構造物を含む原子炉圧力容器パッケージは、原子炉圧力容器内に炉内構造物を入れたまま、軽量コンクリートを充填し、炉心領域を中心とする胴部を 5 インチ、ノズル部周辺を 2 インチ、下部胴部を 1 インチとそれぞれ鉄板で追加遮蔽する。ノズル部等開口部は溶接で密閉し、輸送容器基準を満足するパッケージとすると、総重量約 950 トンとなる。このパッケージは、原子炉キャビティの位置から垂直にフレーム架台を用いて持ち上げ、さらに水平に転位し、蒸気発生器を搬出した方法と同様に格納容器開口部から外部に取り出し、特殊トレーラで輸送し、さらにコロンビア河をパージでハンフォード処分場まで輸送する計画である。(図 1、図 2 参照)

<コスト評価等>

デコミッションングコストは、DOE のデコミッションングハンドブック及び AIF/NESP-036 のガイドラインを参考に、TLG サービス社により評価された。評価総コストは 1997 年の見直しで 425 百万米ドル (1993 年米ドル価格、約 552 億 5,000 万円) である。その内訳は、NRC 規制を受ける原子炉の解体、除染及び処分費約 200 百万ドル、使用済み燃料管理費約 170 百万ドル、非規制部分の解体及びサイト修復約 40 百万ドルである。

なお、トロージャンサイトの従業員は、運転終了時点で約 1,000 人であったが、4 ヶ月後に半分に減り、さらに徐々に減少し、1997 年現在約 170 人となっている。

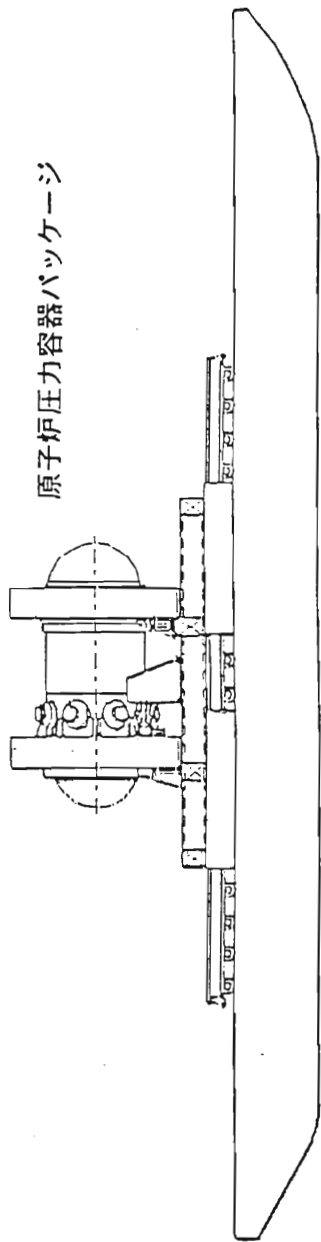
<作業者の被ばく線量評価>

プロジェクト全体での総被ばく線量評価値は、約 600 人・レムと計画されている。

[参考資料]

(1) Docket 50-344 Trojan Decommissioning Plan

(2) Radwaste Magazine Jan. 1997



原子炉圧力容器パッケージ

図1 輸送バージ

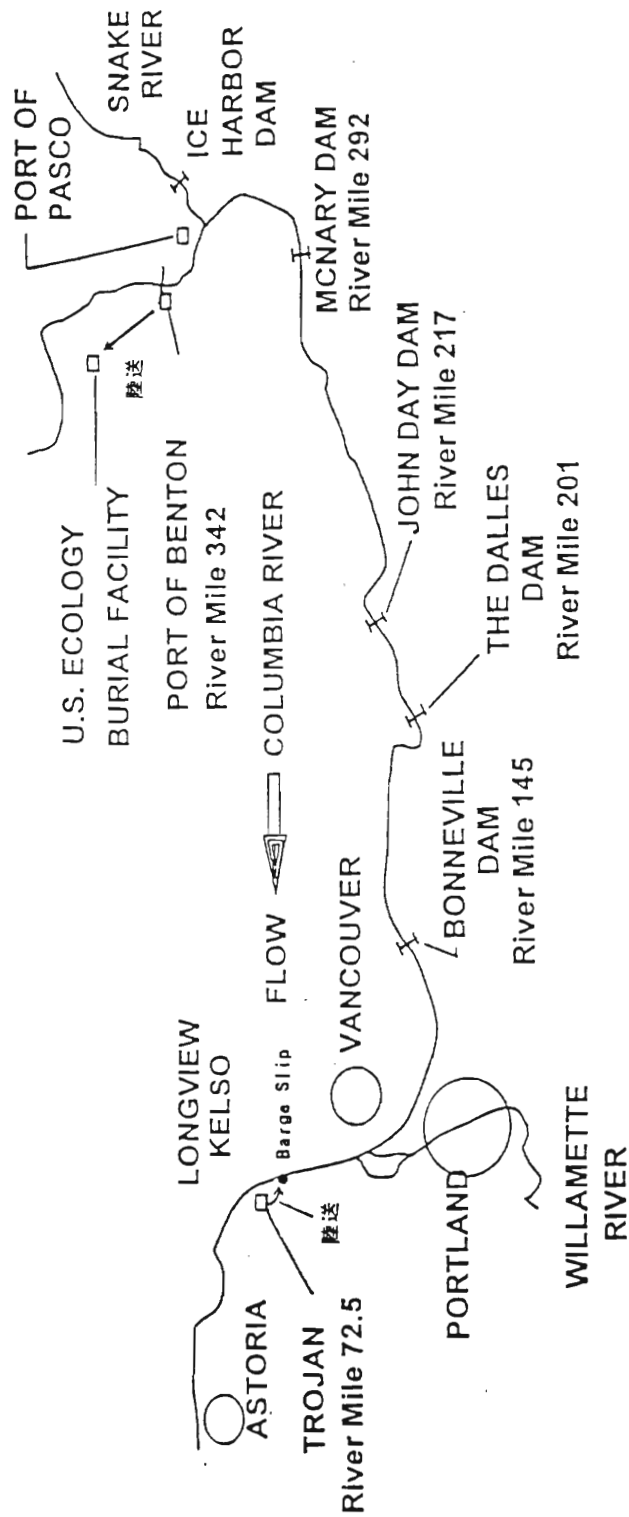


図2 トロージャン原子炉圧力容器パッケージの輸送ルート
(Trojan → Benton → 処分場)

4. ユーロケミック再処理施設のデコミッショニング

ユーロケミック再処理施設（処理能力：300kg/日）は、1966年～1975年まで運転された後停止され、1975年～1979年の間合理的なコストで安全に待機させるべく除染が行われた。その後徐々にベルギーに所有権が移行され、1983年以降は完全にベルギーに移り、デコミッショニング作業がベルゴプロセスによって行われている。

ベルゴプロセスは、再処理施設本体のデコミッショニングを開始する前に、ウラン及びプルトニウム貯蔵庫を対象としたパイロットプロジェクトを実施し、解体技術やコストの確認、要員訓練などを行った。

主建屋のデコミッショニングは1990年に開始され、2004年までの予定で実施されている。デコミッショニング対象の主建屋の概要は以下の通りである。

- ・ 建屋（7階建て）空間容積 56,000 m³
- ・ コンクリート容積 12,500 m³
- ・ コンクリート表面積 55,000 m²
- ・ 106のセルで構成され、
- ・ 機器・配管類に1,150tの金属が含まれる

デコミッショニングの基本方針は、解体物を出来るだけリサイクルすることとし、除染により放射能レベルを下げて、作業員による直接作業を原則とし、ロボットはコスト、効率の観点から採用しないこととしている。ただし、コンクリート表面除染のためのスキャブラー、shaver装置の自動化、プラズマ切断での平板金属のX-Y切断装置スタンドオフ自動化設定等の被曝低減のための自動化が取り入れられている。デコミッショニングで使用する技術は、一般産業界で実績のある既存技術を原子力用に改良することを基本としており、全く新しい技術の開発は計画していない。

解体作業は、8名のリーダーと20名のオペレータにより8チーム編成で平行して進められている。

1997年春までの進捗状況は、全部で106あるセルのうち22はバックグラウンドレベルまで除染が終了し、10セルではほぼ除染終了、42セルで機器の撤去が終了、残り32セルで作業が継続中である。全体では内装機器類の50%が撤去終了している。撤去した金属は乾式ブラスト法で除染を定常的に行っており、これまで解体金属567tのうち67%を規制なしで使用できるように開放しており、スウェーデンに送って熔融している。

ベルゴプロセスで開発された技術には次のものがある。

①安全作業用防護服

使い捨て方式で通信手段を備えたエアラインスーツ

②出入り管理用コンテインメント

木製の簡易コンテインメントで、作業員の防護具脱着用、汚染チェック用、解体廃棄物のドラム缶への収納用、搬出ドラム缶の表面サーベイ用の4つの部屋に分かれている。

③高所作業用プラットフォーム

天井の高さが18メートルにも達するセル内作業用架台で、金属ケーブルで上げ下げ可能である。

④粉塵処理用換気装置

バグフィルターを主体とする粉塵処理装置で、逆噴射パルスエアーによりバグフィルターを再生する方式である。

⑤コンクリート表面除染用スキャブラー

コンクリートの表面汚染を空気駆動式のスキャブラーで壁面等を除染する装置で除染深さは約3mmであり、除染能力は、床用で4～5m²/h、手動式壁用で0.5m²/hである。

⑥コンクリート表面除染用シェイバー

ダイヤモンド砥粒を埋め込んだ回転式ヘッドによりコンクリート表面を滑らかに削る装置である。表面が平滑となるため、 α 汚染の測定及び塗装が容易となる。X-Yフレーム式の遠隔制御自動化装置で、除染速度は15～25m²/hである。

⑦ブラスト除染

⑧油圧せん断による配管の切断装置

2インチ配管まで切断可能で、可搬式の切断装置である。

⑨ダイヤモンドブレードソー

コンクリートおよび鉄製の遮へいブロックの切断用

⑩ワイヤーソー工法

セルに開口部を設けるために使用している。

(RANDECによる訪問調査)

[解説]

世界の再処理施設のデコミッショニング状況を見ると、OECD/NEAデコミッショニング協力プロジェクトに、7つの再処理施設(当ニュース13頁のプロジェクト一覧表参照)が参加しており、何れも解体撤去の方式を選択している。

この中には日本原子力研究所の再処理特別研究棟(JRTF)も含まれている。JRTFのデコミッショニングの進捗状況は随時、「RANDECニュース」の「JRTF NOW」でお知らせしており、今後も継続していく予定である。

また、表中のWAK再処理施設では、遠隔解体を基本方針として行う計画であり、遠隔操作機器の開発を進め、現在モックアップ試験を実施している。前述したようなユーロケミック再処理施設の作業員の直接作業によるデコミッショニングと対比的である。

5 .OECD/NEA デコミッショニング協力計画の今後の動向

OECD/NEA（経済開発協力機構：原子力機関）デコミッショニング協力計画は、原子力施設デコミッショニングの科学技術情報の交換を目的に、1985年9月米国、フランス、イギリス、ドイツ、日本等7カ国、10プロジェクトが参加して開始された。当初は5年計画で開始されたが、その後2期目の5年間延長され、現在3期目の活動に入っている。昨年5件が加わり合計12カ国、35プロジェクトになった。

協力計画を実施するために、各プロジェクトのプロジェクトマネージャークラスから構成する連絡委員会（Liason Committee:LC）をおき、計画の進捗状況を管理し、目標、優先順位の調整等を行う。日本からは参加プロジェクト（JPDR、再処理特別研究棟：JRTRF）を有する日本原子力研究所が参加している。LCの下に各プロジェクトの技術者代表からなる技術支援グループ（Technical Advisory Group:TAG）をおき、LCから要請された技術的テーマの研究、あるいはTAG自らが提案し了承された課題の研究を行い、LCへ報告する。また、現在、デコミッショニングコスト、除染、リサイクル・再利用、開放のための放射能測定、の4つのタスクグループが活動中であり、1998～1999年にかけてそれぞれの報告書がまとめられる予定である。

35プロジェクトの内訳は、原子炉が25、再処理が7、燃料製造プラントが2、残りは放射性同位元素取扱施設である。

また、昨年10月のLCで参加が決まったプロジェクトは、ドイツ・カールスルーエ研究センターの小型ナトリウム炉（KNK）、カナダ原子力公社（AECL）のNRX炉付設廃棄物収納プール、韓国原子力研究所（KAERI）のTRIGA炉（M2、M3の2基、2月発行のRANDECニュース第36号に関連記事掲載予定）、イギリス原子力公社（UKAEA）の高速増殖炉（PFR）である。

今後は核燃料サイクル施設がその役目を終え、デコミッショニングのプロジェクトに加わるケースが増え、技術的には理解が深まっていくものと思われる。このため、これまでのケースバイケースの技術開発は少なくなり、標準化への方向性を探る議論がなされている。第3期目の後半、および延長が合意されれば2000年から開始される第4期目の活動内容は次のような点が必要になるのではないかと思われる。

①原子力施設が存在するサイトを、デコミッショニング終了後規制から外すプロセスは、次のステップが考えられる。

運転状態から閉鎖状態への移行

閉鎖状態

閉鎖状態から安全貯蔵状態への移行

安全貯蔵状態

解体

サイト解放または条件付き開放

上記の項目は各国の規制体系にもよるが、定義付けすることが必要である。

②クリアランスレベルの制定が必要になる。このためには二つの視点がある。

・わずかに汚染された物質による一般公衆の被曝レベル。この被曝レベルは現在国際的な値はなく、いくつかの国あるいは国際機関で、おおよそ10 μ Sv/y～250 μ Sv/yの範囲で議

論されている。

・年間被曝量から、Bq/g または Bq/cm³ で表されるクリアランスレベルを導き出す適切な計算モデルの使用。

- ③国内あるいは国際的な規制の制定をどのようにするかも課題である。例えば規制当局がサイト解放をどのようにして実施するかは技術的な事項も影響があり、規制側およびデコミッショニング実施者の双方をまじえて議論することが必要である。
- ④クリアランスレベルおよび解放基準を制定するに当たって、いかに一般公衆の理解を得るかも重要なことであり議論が必要である。
- ⑤汚染レベルが一定以上のため無制限には解放出来ない物質がある場合は、低レベル廃棄物処分施設が必要になる。関連して廃棄物処分基準、処分場の許可基準、輸送基準等が必要になる。このような整備がなされないと、デコミッショニングが開始できない。

(Nuclear Engineering International, Nov., 1997)

〈参考資料〉

- (1)THE NEA CO-OPERATIVE PROGRAMME ON DCOMMISSIONING The First Ten Years 1985-95, OECD/NEA
- (2)欧米諸国における除染・デコミッショニング活動の現状、柳原 敏、デコミッショニング技報 No.11、1994年11月30日
- (3)NUCLEAR DECOMMISSIONING RECYCLING AND REUSE OF SCRAP METALS, OECD/NEA

OECD/NEAデコミッショニング協力計画プロジェクト

施設名	施設分類/出力	運転期間	区分	備考
1. Eurochemic再処理施設、ベルギー	再処理施設	1966-74	3	解体中
2. BR-3,Mol、ベルギー	PWR (41MWt)	1962-87	3	"
3. Gentilly-1	BHWR (250MWe)	1967-87	1	1986達成
4. NPD,カナダ	PHWR CANDU (25MWe)	1967-87	1	1988達成
5. Tunney's Pasture Facility, Ottawa、カナダ	放射性同位元素取扱施設	1952-83	3	1994完了
6. Rapsodie,Cadarache,フランス	Na冷却高速炉 (20MWt)	1967-82	2	1994達成
7. G2/G3,Marcoule,フランス	ガス冷却炉 (250MWt)	1958-80	2	1993達成
8. AT-1,La Hague、フランス	FBR燃料再処理施設	1969-79	3	
9. EL4、フランス	重水減速ガス冷却炉 (70MWe)	1966-85	2	工事中
10. Building 211, Marcoule、フランス	再処理・ガラス固化施設	1963-94	3	解体中
11. KKN,Niederaichbach、ドイツ	重水減速ガス冷却炉 (106MWe)	1972-74	3	1994完了
12. MZFR,Karlsruhe、ドイツ	PHWR (50MWe)	1965-84	3	解体中
13. KWL,Lingen、ドイツ	BWR(with super-heater) (520MWt)	1968-77	1	1088達成
14. Greifswald Decommi. Project,ドイツ(5基)	VVER (440MWe/基)	1973-90	3	解体中
15. HDR、ドイツ	BWR,(Nuclear superheat)	1969-71	3	"
16. WAK、ドイツ	試験用再処理施設	1971-90	3	"
17. AVR、ドイツ	高温ガス炉 (15MWe)	1967-88	1	工事中(1→3)
18. Garigliano、イタリア	BWR(dual-cycle) (160MWe)	1964-78	1	1995達成
19. JPDR,Tokai、日本	BWR (90MWe)	1963-76	3	1996.3完了
20. JRTR,Tokai、日本	試験用再処理施設	1968-70	3	解体中
21. Bohunice A1 project、スロバキア	重水減速ガス冷却炉 (150MWe)	1972-79	1	工事中
22. Vandellós 1、スペイン	ガス冷却炉 (500MWe)	1972-89	2	工事中
23. WAGR,Sellafield、イギリス	AGR (100MWt)	1962-81	3	解体中
24. BNFL,Co-precipitation Plant,イギリス	Mox/UO2燃料製造施設	1969-76	3	1990完了
25. BNFL B204 Primary Separation Plant,英	再処理施設	1952-73	2	解体中
26. Shippingport,USA	PWR (72MWe)	1957-82	3	1989.7完了
27. West Valley Demonstration Project,米国	軽水炉燃料再処理施設	1966-72	3	解体中
28. EBWR,米国	BWR (100MWt)	1956-67	3	1996.2完了
29. Fort St. Vrain,米国	高温ガス炉 (330MWe)	1976-89	3	サイト解放(97.8.5)
30. FEMP,Plant 7,米国	燃料製造施設	1954-56	3	解体中
31. Paldiski、エストニア (2基)	潜水艦訓練炉 (70MWt, 90MWt)	1971-91		
32. KNK、ドイツ	小型ナトリウム冷却炉 (20MWe)	1971-91	3	解体中
33. 204A/204B Bays、カナダ	使用済み燃料プール(NRX)	1957-94		(除染中)
34. KAERI research reactor(2基)、韓国	Triga Mark II,III	1962-95		解体計画中
35. PFR,Dounreay、イギリス	高速原型炉 (250MWe)	1967-94	1	

区分 1 : 監視付き管理、2 : 制限付き敷地開放、3 : 無制限敷地開放

No.32~35 : 1997年9月参加決定

6. フランスのUP1再処理プラント閉鎖、デコミッショニングへ

フランスのマルクールにあり、COGEMA社が運転していたガス冷却炉の使用済み燃料再処理施設UP1は、昨年9月運転を停止し、デコミッショニングの準備に入った。

UP1は1958年運転を開始し、これまでに18,200トンの使用済み燃料を再処理した。この中にはスペインの原子炉からの燃料も含まれている。

デコミッショニングは1996年9月に設立されたコンソーシアム Codemが行う。

選択したデコミッショニング戦略はレベル2（制限付きサイト開放：IAEA定義のステージ2相当）であり、これは同じマルクールサイトに他の原子力施設があり引き続き操業するためである。フランス電力公社（EDF）が発電炉について考えている数十年安全貯蔵後の解体とは異なる戦略であるが、理由は再処理施設の場合、長寿命核種が多く存在するためである。

永久閉鎖のための許認可を行った後、1998年に廃棄物調整作業によりデコミッショニングが開始され、放射性廃棄物の処分場への輸送が終わる2040年まで行われる。

デコミッショニング費用は、約300億フランスフラン（現在の為替換算レートで52億US\$）と推定されている。費用は再処理を依頼した顧客が負担するとしており、国防省とEDFが各々45%、残りをCOGEMA社が拠出する。この金額には廃棄物処分費用は含まれていない。

(Nuclear Fuel Nov.17,1997)

[解説]

UP1再処理プラントは当初はフランス原子力庁（CEA）が設立したが、1976年のCOGEMA社設立の際に、COGEMA社の所掌となった。最初は軍事用プルトニウムを抽出していたが、1965年から民生用原子炉の使用済み燃料の再処理も行うことになり、フランス国内のガス冷却炉及びスペインのバンデロス炉の使用済み燃料の再処理を開始した。1997年9月、フランスのガス冷却炉Bugey-1の使用済み燃料の処理を最後に操業を停止した。

フランスでは、UP1の他にUP2（ラアーグ、軽水炉燃料用；処理能力800トン／年）、UP3（ラアーグ、軽水炉燃料用；処理能力800トン／年）及びAPM（マルクール、FBR燃料用；処理能力5トン／年）が運転中である。

デコミッショニングに関しては、高速増殖炉Rapsodie及びPhenixからの使用済み燃料の再処理用パイロットプラントAT-1のデコミッショニングが進行中である。AT-1は1979年に操業を停止し、1984年から5ステップの解体プロジェクトが開始されている。

同プロジェクトはOECD/NEAデコミッショニング協力計画に加盟している。

7. 日本原子力学会 1997 年秋の大会における デコミッショニング関係発表の概要

日本原子力学会 1997 年秋の大会は、昨年 10 月 15 日（水）～ 17 日（金）初めて沖縄で開催された。全体で 994 件の発表があり、その中で原子力施設デコミッショニング技術関係が 42 件と前回に比べて大幅に増加した。機関別、技術区分別の発表件数を表に示す。

分野別に見ると、原子炉解体技術が 27 件と最も多く、次いで解体廃棄物処理関係 10 件、遠隔作業関係 3 件等である。

原子炉解体技術の分野では、従来の解体、除染技術から、再利用技術、解体計画、評価等の報告が増加する傾向にある。

日本原子力研究所からは、昨年 5 月に原子炉等規制法に基づく解体届けが科学技術庁に提出された研究用原子炉 JRR-2 の解体計画（デコミニユース創刊号、1997 年 11 月参照）、現在デコミッショニングが進行中の再処理特別研究棟の解体計画等が発表された。

動燃からは、セル内大型機器の解体のための半移行式プラズマ切断法の切断特性について報告された。

日本原子力発電（株）が解体計画関連で、COSMARD（日本原子力研究所が開発した原子炉デコミッショニング管理のための計算コードシステム）を同社の東海発電所に適用して、解体に必要な人工数を計算しその結果を発表した。

原子力発電技術機構（NUPEC）は、優先酸化法による金属溶融分離技術、コンクリート再資源化技術の技術確証試験結果等について発表した。

当協会からは、ワイヤーソーによる切断技術の開発（モックアップ試験）、ラジカル法による除染技術の開発、安全作業用コンテインメント技術開発、ファイバ導光レーザーによる原子炉解体技術の開発、原子炉解体コストの簡易計算法、の 5 件の発表を行った。発表概要は RANDEC ニュース第 35 号（1997 年 10 月）を参照していただきたい。

技術的には、レーザーを用いた切断、除染に関する発表が 6 件あり、デコミッショニング分野でのレーザー技術の適用が注目された。

表 デコミッショニング関係発表件数

技術区分	原研、動燃	電力、メーカー	NUPEC	RANDEC
総論			1	
解体	2	4	1	3
除染	4	2	3	1
計測	1	3	3	
再利用	1		3	
解体計画・評価	4	2		1
遠隔作業	1	2		
計	13	13	11	5

デコミニュース 第2号

発行日 平成10年1月20日

発行 財団法人 原子力施設デコミッションング研究協会

〒319-1111 茨城県那珂郡東海村舟石川 821-100

電話：029-283-3010 Fax.：029-287-0022

