

No.16

デコミ ニュース

第16号

目次

1. 英国ドーンレイ・サイトの環境復旧新計画 …… 1
 2. フランスにおける燃料サイクル施設の汚染除去と廃止措置 … 5
 3. スウェーデンにおける原子炉施設廃止措置の現状 … 8
- トピックス
- 世界の発電用原子炉の廃止措置概況 …… 11

RAINDIEC

(財)原子力研究バックエンド推進センター
デコミッションング技術本部

1. 英国ドーンレイ・サイトの環境復旧新計画

—100年から60年以内に期間を短縮へ—

英国原子力公社 (UKAEA) は、昨年10月にドーンレイ・サイトの環境復旧計画を発表した。ドーンレイ・サイトには、高速実験炉 DFR、高速原型炉 PFR、材料試験炉 DMTR のほか、関連する燃料サイクル施設が多数ある。

これまで100年かけてこれらの施設の廃止措置を行う計画であったが、新しい計画では約半分の50年から60年で実施しようという意欲的な計画である。総額40億ポンド(約6,850億円)と非常に大規模な計画で、国が大々的に取り組むのは初めてである。

このたび全8巻からなる詳細な資料がインターネットで入手できるようになったことと、また、2、3の記事が発表されたので紹介する。(ドーンレイ・サイトの現状を写真1に、復旧スケジュールを図1に示す。)

1. 概要

UKAEA は核施設の廃止措置とサイトの環境復旧に対して一義的な責任を持っており、UKAEA のドーンレイ・チームが2年以上にわたってこのサイトの復旧計画を検討してきた。ドーンレイ・サイトの環境復旧計画は、廃止措置、燃料処理、廃棄物管理、土地の整備など多くの個別の活動から構成され、発展的・効率的に、かつ意欲的で達成可能な計画である。

計画書は、概要、復旧戦略、廃止措置計画、放射性廃棄物管理文書、財産とユーティリティ計画、核燃料インベントリー管理計画、汚染土壌の回復計画、サイト復旧計画の8巻に分かれている。

新計画では、従来の計画期間の半分にあたる50～60年の期間を想定している。最初にすべての放射性物質を25年以内に除去するとともに、立抗(深さ約170m)と湿式サイロを空にする。廃止措置計画が完了した後、サイトを無制限使用に解放するには用心して監視を続ける必要があり、サイトはさらに300年のサーベイランスモニタの期間に入る。

ドーンレイ・サイトの廃止措置を完了させるために、数十年をかけるとの挑戦的な仕事であり、公衆とは長期間にわたり、信頼関係を維持することが必要であるとしている。

2. 外部因子

この環境復旧計画は多くの仮定を含み、次のような外部因子に依存している。

- ① サイト解放条件：サイト解放の最終段階は、原子力施設認可終了と同様な基準により定義される。
- ② 計画の同意：環境復旧計画は、新規プラント建設計画の場合と同様に、地域住民等との同意に長時間が必要である。
- ③ 中レベル廃棄物 (ILW) / 高レベル廃棄物 (HLW)：ILW は英国の原子力産業放射性廃棄物管理会社 (NIREX) の標準廃棄容器に詰められ、国の処分場が使えるまでドーンレイに貯蔵され、この貯蔵施設は100年間の寿命で設計される。
- ④ 低レベル廃棄物 (LLW)：ドーンレイ・サイトに既に存在するが、今後発生するLLWを管理するために、新規LLW施設をドーンレイ付近に建設するものと仮定する。

- ⑤ 極低レベル放射性物質 (VLRM)：サイトの廃止措置と復旧のために発生する大量の廃棄物は、極低レベル放射性物質のコンクリートと土砂の形になる。
- ⑥ PFR燃料管理：PFR燃料の管理戦略は、国民の判断に係るテーマである。この計画では、(a) 燃料はドーンレイで再処理、(b) 照射燃料はセラフィールドの軽水炉酸化物燃料再処理プラント (THORP) で再処理し、未照射燃料はドーンレイまたは国外で処理、(c) すべてのPFR燃料をドーンレイで中間貯蔵用または最終直接処分用に処理する、これら3通りの選択肢が考えられている。
- ⑦ DFR 炉心用燃料の移動：DFRの増殖用燃料を原子炉から取出して再処理するため、マグノックス再処理施設が運転中の間にセラフィールドに輸送する。
- ⑧ 国のインフラの有効活用：この計画では核物質と放射性廃棄物の連続した安全輸送が許可されるものと仮定する。
- ⑨ 有効な資源：計画に必要な財政的及び人的資源を十分満たせるものと仮定する。
- ⑩ 立抗とサイロ：立抗とサイロからの廃棄物の再取出し及びこの施設の廃止措置のために、この施設内で同時に実施する難工事が許可されるものと仮定する。

3. スケジュールと実施計画の把握

この復旧計画は全期間を5期に区分し、次のように各々10から15年間かけて行う。

(1) 第1期間 (2000～2015年)

この期間は、必要な施設の建設活動によって特徴づけられる。廃棄物処分及び核物質処理のため、HLWのガラス固化プラント、ILW処理・貯蔵プラント、LLW施設等、20以上の新規プラントを建設するほか、既存プラントを改造する。また、この期間、PFR、DFR等の廃止措置の準備作業は既存の施設で続けられる。

(2) 第2期間 (2010～2025年)

立抗とサイロから廃棄物が再取出しされる。この期間中、残留核物質の処理が行われる。燃料及び廃棄物処理プラントの運転が完了するため、これらの廃止措置作業が開始される。この期間の終わりまでに、全ての燃料及び廃棄物は貯蔵及び処理され、また、HLWは長期間貯蔵の最終処分に適した形に処理される。この期間の終了時には、ドーンレイの主な放射性物質が除去される。

(3) 第3期間 (2020～2035年)

この期間は、すべてのドーンレイ燃料処理及び廃棄物処理等のプラントが停止される。運転を終了したHLWの処理及び施設の解体が開始される。進行中の廃止措置計画を支援するために要求される廃棄物プラントの運転が続けられる。

(4) 第4期間 (2030～2050年)

ドーンレイにある原子炉3基すべての廃止措置が終了する。また、廃棄物プラント運転後のクリーン化及び廃止措置が行われる。

(5) 第5期間 (2040～2060年)

最終期間の末までに、廃止措置計画が完了する。すべての廃棄物プラントが解体され、廃棄物は固定化されて、目的に合った施設に収納される。また、汚染された土壌の回復が実行され、このサイトの主な場所は規制解除に適したものになる。

ドーンレイ・サイトの環境復旧計画は、廃止措置と廃棄物管理、インフラ整備、汚染土壌の回復等、すべての作業計画と有機的に結びついており、これらの計画実施の進捗状況は、設定した目標に対する達成度で示されることになる（各作業計画の関係を図2に示す）。

4. 資金計画

ドーンレイ・サイトの環境復旧計画は半世紀の長期にわたり、分割された1500の活動の統合化及び関連付けが要求され、総額40億ポンド（約6,850億円）が考えられている。この計画に対しては、中央政府によって資金が準備される。UKAEAは貿易産業省（DTI）とともにこの計画管理に責任を持ち、DTIはUKAEAの廃止措置計画を支援するために国庫財源からの投資を行う。

参考文献

- 1) “Dounreay Site Restoration Plan” , <http://www.ukaea.org.uk/sites/dounreay/rplan.htm>.
- 2) “Dounreay Site Restoration Plan” , Nuclear Engineering International, February 2001.
- 3) IEA ジャパン：“英ドーンレイのクリーンアップ計画 …… 100年から60年に期間を短縮”、
「欧州原子力情報」、2000、1月号。
- 4) “(英) UKAEA、ドーンレイ施設廃止措置60年計画を公表”、ニュークレオニクス・ウィーク日本語版、2000.10.12.



写真1 ドーンレイ・サイトの現状

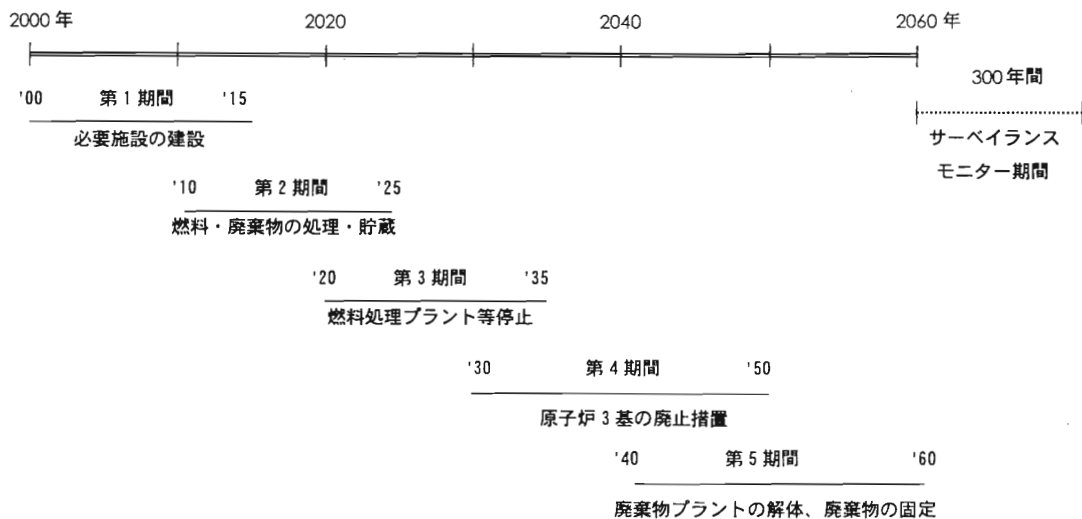


図1 ドーンレイ・サイトの環境復旧スケジュール

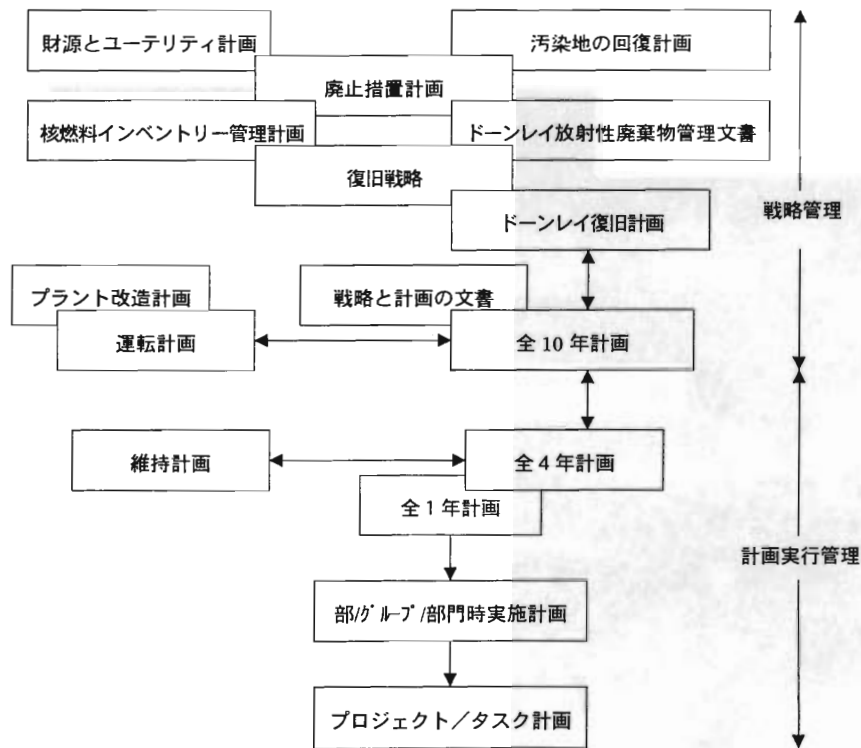


図2 ドーンレイ・サイト復旧計画の作業計画関係図

2. フランスにおける燃料サイクル施設の汚染除去と廃止措置

—CEAとCOGEMAの活動—

フランスでは、役割を終え、老朽化した核燃料施設について、CEAとCOGEMAが中心となって、各種デコミッションングプロジェクトを計画的に進めている。CEA、COGEMAでは、これまでの除染/解体プロジェクトの経験に基づき、廃止措置方式の選択、安全確保、施設特性調査、遠隔解体ツール設計・製作の観点で多くの知見を有している。

ここでは、プロジェクトを終了した①マルクールのパイロット再処理施設にあるPIVERガラス固化試験設備、②高速炉使用済燃料のATI再処理パイロット施設、③UP2-400再処理プラント及び④第一世代の商業再処理施設であるUP1プラントのデコミッションング・プロジェクトを紹介する。(各プロジェクトの概要を表に示す。)

PIVERプロジェクト

PIVERは、マルクールのパイロット再処理施設にある連続ガラス固化試験設備であり、核分裂生成物(FP)の濃縮廃液の貯蔵と固化処理を行うためのガラス固化セルとガラス固化体の貯蔵セルから構成される。ガラス固化セルは高周波誘導炉3基、プロセス廃液貯槽16槽及び配管総延長1,300mを有し、セルの床は、高放射能を有する雑多な廃棄物があった。このセル内に新しい研究開発装置を設置するため、完全な除染が行われた。

まず、準備作業として、放射能インベントリ調査の後、配管内部の除染を行い、回収した溶液4.5m³に 1.1×10^{14} Bqの放射能を確認した。この結果、セル内の放射能は著しく減少したものの、残存放射能はかなり高く、セル内での直接切断作業は無理であった。このため、セルに設置されているマニピュレータと遠隔操作治具を利用して解体した。

次に、ガラス固化セルの床に散在していた廃棄物を撤去した後、土台や配管を含むプロセス装置各部を細断し、撤去した。この結果、セル内の線量率が、セルの両側ドアを同時解放できるレベルまで低下したため、低放射能の大型装置(容器類及び凝縮装置)を一括して、1990年末にプロジェクトを終了した。

この結果、残存汚染はゼロ、数Gy/hあった吸収線量率は約0.1mGy/hになり、通常状態でのセル内作業が可能となった。このプロジェクト完了までに92,000人・時間を要した。撤去した放射能は、 3.2×10^{14} Bq(高レベル及び中レベル廃液は全体の61%の25m³、固体廃棄物は全体の39%の230m³)であった。集団線量は0.44人・Svであり、この内50%が取扱い治具の保守及び修理によるものであった。

AT1プロジェクト

AT1は、ラ・アーグにある高速炉使用済燃料の再処理パイロット施設であり、1969年から1979年まで運転され、その後、建屋を再使用するため除染が行われた。

最終停止後、プロセスラインを1年間近くかけて通水洗浄し、この間、600gのプルトニウムと1,700gのウランウムを回収した。この結果、主要なプロセス・セル内の吸収線量率は0.01Gy/h～1Gy/hの範囲に低下したが、いまだ、いくつかのセル内は入室が難しいため、放射線遮へい体を設置して作業を行うこととした。また、いくつかのセルはブラインドセルと呼ばれ、内部を見ることができず、しかも、遠隔操作マニピュレータが備えられていなかった。このため、

ATENAと呼ばれる遠隔切断及び撤去装置やBROKKと呼ばれるロボットキャリアのような特殊な自動ツールやロボットが改良され、使用された。

作業はまず、運転経費の節減を図るため、換気の必要な施設（ α セル、グローブボックス、FPタンク）の除染／解体を行い、その後、換気システムを停止した。

次に、入室可能なホットセルは、放射線遮へいを施して、ATENA及びその付属装置が設置できるように解体された。ブラインドセル内は高線量であるため、全てATENAを用いて解体された。このプロジェクトにおける推定集団線量は525人・mSvで、この作業による被ばく線量は、3人の作業員で2.1mSvであった。最後に、建屋壁の全体及び床のコンクリートを、BROKKに取付けたツールで表面をはく離し、作業は完了した。

なお、ATENA及びBROKKは以下のようなロボットである。

ATENA：長さ11mの伸縮自在型多関節アームの先端に遠隔マニピュレータまたは直接切断可能なツールを備えたロボットである。このアームは、気密性のある空洞シール機構を有する特殊な装置を取付け、壁の切断開口部を通してセル内に導かれ、操作される。

BROKK：遠隔操作できるキャリアに多様な重量ツール取付け、高い信頼度で解体作業が可能なロボット。

MAPu プロジェクト

MAPuは、ラ・アーグにあるUP2-400再処理プラントのプルトニウム精製の最終施設であり、酸化Puの溶媒抽出、濃縮、沈澱、乾燥、焼成、貯蔵及び梱包を行っていた。このプロジェクトは、各部屋への無制限立入りを可能とし、かつ、新装置を設置するために、全装置を解体すること及び壁、床を0.074Bq/cm²のレベルまで除染することであった。除染及び解体活動は1984年3月から1986年10月まで3段階に分けて行われた。

準備段階において、法的見地に基づく組織編成、解体する装置の放射能インベントリの確定、放射線の測定、各グローブボックスの解体手順の検討、切断ツールの選択、操作ツールの設置、作業区域の準備、容器類のドレインとパイプの洗浄、プルトニウムの回収、放射能レベルを少しでも低下させるための大まかな除染等を行った。

次の解体段階において、装置の除染及びペイント塗布による残存汚染の固定化、撤去するグローブボックス内の廃棄物と装置の撤去及びコンクリート壁の除染をサンドブラッシングによって行った。

最終段階は放射能検査であり、廃棄物はコンテナに収納される前に中性子検出法によって系統的にモニターされて、浅地処分場に輸送された。

このプロジェクトで発生した廃棄物の合計量は、パッケージ当たり平均 2.6×10^{10} Bqを含む廃棄物が1,312m³、プルトニウムを合計 5.8×10^{13} Bq含む100ℓドラム缶で126m³となった。累積作業時間は94,000人・時間であり、集団線量は0.29人・Svであった。

進行中の除染／解体プロジェクト-UP1 プロジェクト

マルクルのUP1プラントは、第一世代の商業再処理施設であり、1958年の稼働以来、1997年末の正式停止まで、ガス炉使用済燃料18,600トン再処理した。このプラントの除染と解体は、CEA、EDF及びCOGEMAの合併会社であるCODEMが行っている。

このプロジェクトは、汚染除去から開始して、①できる限り放射能汚染を減少させて、解体

段階における複雑な遠隔操作を少なくし、②廃棄物管理を最適に行い、③いくつかの部屋を簡単な放射線管理基準で使用できるようにすることである。現在、除染が進められており、2002年に完了予定である。

次にFP貯蔵及びFPガラス固化エリアの除染を3～4年かけて行う。解体は、解体工法と切断技術を十分に検討して、ロボット、遠隔操作マシン等広範な解体技術が適用される。2005年に約1,000セルの解体に着手し、2020年に完了予定である。放射性廃棄物の処理はサイト内で行われ、処理法には、ガラス固化、モルタル処理、圧縮、溶融等が用いられる。

放射性廃棄物の処分については、焼却処分されるものは、マルクール近郊で稼動した低レベル廃棄物の焼却施設で行われる。低放射能、短半減期廃棄物はオーブ処分場へ送られる予定である。フランスには現在利用できる高レベル及び長半減期廃棄物の処分場がなく、サイト選定の調査が進められている段階なので、ガラス固化体の高レベル廃棄物については、サイトにある一時貯蔵施設に保管される。また、極低レベル廃棄物についても、専用の処分場建設が予定されており、当面、サイト内の建屋に保管される。

UP-1解体プロジェクトは本格的な商業用再処理施設であるだけに、今後のプロジェクトの進行経過が注目される。

参考文献

- (1) J.F. Poupard, J.C. Bordier, L. Destrait, J.G. Nokhamzon “Lessons Learned from Decontamination and Decommissioning Fuel Cycle Facilities in France” 7th International Conference on Decommissioning of Nuclear Facilities, London, 30/31 October 2000
- (2) S. Roudil and G. Scelo (SGN), C. Deschaud and A. Jouan (CEA) “Decontamination and Dismantling of the Piver Prototype Vitrification Facility at Marcoule” Waste Management '92

表 フランス核燃料施設の除染・解体プロジェクト概要

プロジェクト名	対象施設	除染・解体方法等	結果
PIVER (マルクール)	パイロット再処理施設の連続ガラス固化施設	<ul style="list-style-type: none"> ・既設のマニピュレータと遠隔操作ツールを使用 ・セル内細断、ドラム缶梱包 	<ul style="list-style-type: none"> ・累積作業時間：92,000人・時 ・撤去放射能：3.2×10^{14}Bq ・吸収線量率：0.1mGy/hに減少 ・集団線量：525人・mSv
AT1 (ラ・アーグ)	高速炉使用済燃料用のパイロット再処理施設(10年間運転)	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔切断装置(ATENA) ・ロボット(BROKK) 	<ul style="list-style-type: none"> ・150m³のセルとタンクを26週間で解体 ・集団線量：2.1人・mSv
MAPu (ラ・アーグ)	UP2-400再処理プラント(前装置を解体、新装置設置を目標に、壁、床を0.074Bq/cm ² まで除染)	<ul style="list-style-type: none"> ・1984.3～1986.10まで3段階に区分して実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物量：1,312m³ ・Pu汚染廃棄物：126m³ ・累積作業時間：94,000人・時 ・集団線量：0.29人・Sv
UP1 (マルクール)	第1世代商業再処理施設(1958～1997年末まで運転、ガス炉燃料18,600t再処理)	<ul style="list-style-type: none"> ・汚染除去完了予定(2002年) ・FP貯蔵及びFPガラス固化エリア除染(～2005年) ・ロボット、遠隔操作マシンを使用し、約1000セルを解体(～2020年) 	

3. スウェーデンにおける原子炉施設廃止措置の現状

スウェーデンでは、発電用原子炉を12基（11基が現在稼働中）、研究用原子炉を2基、加圧型重水炉を1基及びその他の原子力施設を保有しているが、大規模な廃止措置は行われていない。この国では、解体廃棄物の貯蔵施設が完成するまで解体を開始しない方針である。近隣の英国やフィンランドが、被ばくの低減等を考慮して長期間の安全貯蔵後に解体を開始することを戦略としているのに対し、スウェーデンは、プラントを熟知した作業者を確保できる期間内に即時解体を実施することを方針としている。

運転期間を40年間と想定するとスウェーデンの原子力発電所は、2015～2025年の短い期間に寿命を迎えることになる。低中レベルの解体廃棄物を収納する貯蔵施設を新たに建設することにより、一時貯蔵施設や発電所サイト内の中間貯蔵施設を建設する必要がなくなる。このような理由から、解体廃棄物の貯蔵施設の完成後に、大規模な解体プロジェクトを開始する予定である。一方、長寿命の廃棄物については、最終処分場が建設されるまで一時的に中間貯蔵されることになる。現在は、デコミッショニング計画及び貯蔵施設の建設についての検討が進められている。

デコミッショニング計画

信頼性のある解体費用の見積と最終処分場のタイムスケジュールを明確にするため、原子炉施設の種々の解体方法や廃棄物の区分に応じた安全処分などについての検討が進められている。

検討結果では、廃止措置計画を作成する期間を除いて、原子炉停止から解体が完了するまでの期間は、BWR及びPWRともに同期間で約7年間と見積もられた。停止処置及び燃料搬出に18ヶ月が必要で、この期間中に作業員の被ばく低減を目的に原子炉圧力容器やプロセスシステムの除染を実施する。次いで、原子炉圧力容器や炉内構造物など、できるだけ放射線量の高い機器から解体を開始する。解体期間を短縮するため、解体作業は数ヶ所で平行して行う。

原子炉圧力容器の解体については、一括撤去方式と切断撤去方式の双方について検討している。代表的なBWRを一括で撤去する場合、計算では85mmの遮へい体（重量90トン）を取付ける必要があり、圧力容器との合計は900トンになる。炉内構造物も一体で撤去するとすると全体の重量は1500トンとなる。その場合、搬出時に建屋がその荷重に耐えられるかどうか強度上の問題が生ずる。

PWRの場合は、BWRよりも重量は軽いですが、放射化が進んでいるため遮へい体を厚くする必要がある。RPVや炉内構造物を切断する方法については、欧米のプラントで実際に使用されていることから、すでに実証された技術と見なしている。

建屋の解体は、放射化部や汚染部の除去から開始する。生体遮へい体は、放射化されているので、厚さ1mのコンクリートを撤去する必要がある。建屋は除染後、地上部は全て解体し、地下部分は埋め戻しを行い最終的には工業用の用地として緑地化される。

詳細なスケジュールの作成にあたっては、廃止措置のための法整備が必要であり、規制当局はその準備を進めている。法整備にあたって特に大切なことは、無拘束解放のための基準を明確にすることである。現在の無拘束解放基準は、運転中のプラントから発生するわずかな物量に対して適用されている。

解体廃棄物の最終処分

現在、低中レベルの廃棄物は、バルト海の海面下約50m深さの岩盤中のSFR-1施設で処分されている。この貯蔵施設は、4本の岩洞、1基のサイロ、サービスエリア及びオペレーションセンターで構成されており、現在の貯蔵許容量は、63,000m³である。

短寿命の低中レベルの解体廃棄物を処分するために、同種の処分施設の建設計画を進めている。その一案として、SFR-1の変更許可を取り、SFR-1の横に容量150,000m³の処分施設SFR-3を増設することを検討している（図1）。

ほとんどの解体廃棄物は、ドラム缶や収納容器に入れて標準型の輸送用コンテナで輸送し、処分されることになろうが、レベルの高い廃棄物は小型の収納容器に入れ、放射線レベルに合った遮へい付き輸送用コンテナで輸送されることになろう。

スウェーデンでは、現在、使用済燃料及び長寿命廃棄物は、中間貯蔵施設（CLAB）に輸送し、地上から30m下のプールに貯蔵している（図2）。これらは、40年間冷却貯蔵後、放射能が減衰されるのを待って最終処分を行う計画である。

解体で発生する制御棒、炉内構造物、原子炉圧力容器の炉心部等の長寿命解体廃棄物量は、約9,000m³と見積もられている。これらはCLABに20～30年間貯蔵されるか、遮へい付きコンテナに入れ、ドライ貯蔵されることになろう。最終的には、SFR貯蔵施設よりもさらに深い場所に、新しく建設される最終処分場に処分されることになろう。

解体費用

除染、解体、廃棄物管理等の解体関連のすべての費用は、MWh当たり約1.2USドルで電気料金の中に組み入れられている。十分な解体費用を確保するために、種々の検討が続けられている。12基の発電用原子炉施設の解体に要する総費用は、約1.0 billion U.Sドルと見積もられた（個々の原子炉解体費用は、66～110 million U.Sドルである）。BWR及びPWRの一例としてOskarshamn 3及びRinghals 6の解体費用内訳を図3に示す。コスト評価は、絶えず新しい技術と得られた経験を基に評価する必要があり、毎年見直しが行われている。

スウェーデンでは、原子炉の寿命に達したときに、直ちに安全かつ効率的に解体を開始できるよう準備が進められている。

参考文献

Jan Carlsson, SKB Decommissioning Status in Sweden, TLG Services, Inc. 5th Biennial Decommissioning Conference October 8-11, 2000

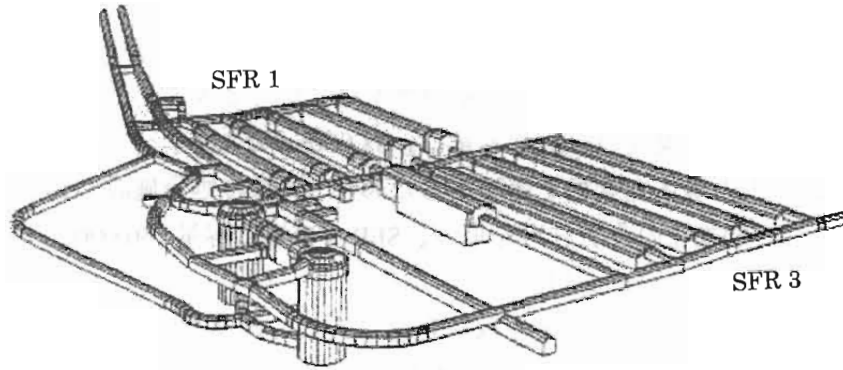


図1 拡張後のSFR最終処分施設の概念図

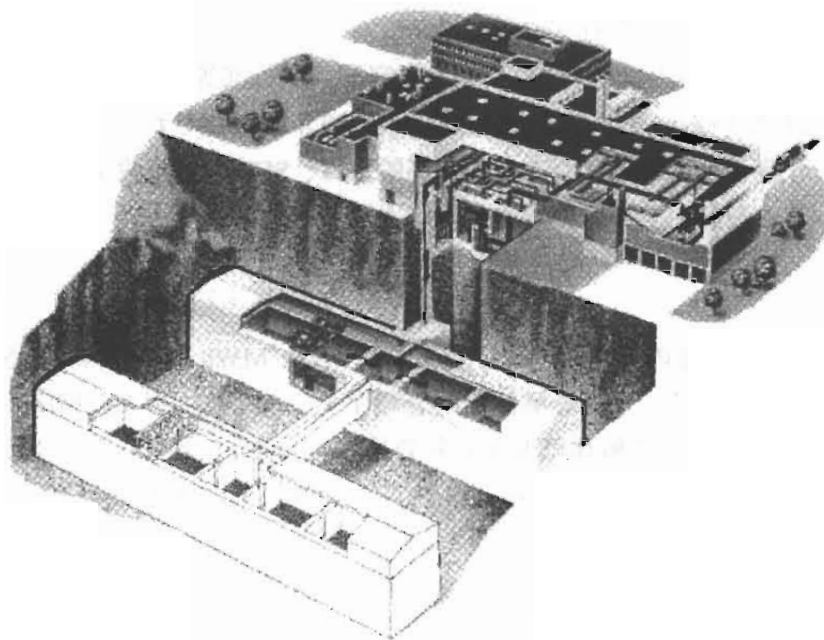


図2 高レベル廃棄物用の中間貯蔵施設CLABの概念図

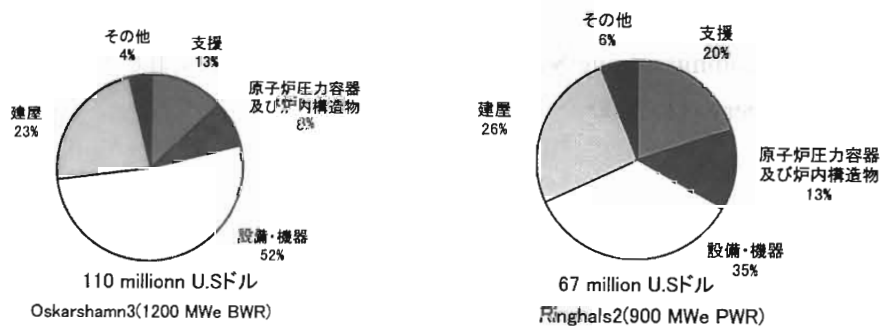


図3 BWR及びPWRの解体費用内訳

世界の発電用原子炉の廃止措置概況

世界の発電用原子炉の廃止措置概況について、NUCLEAR NEWS 3月号、RANDEC各種調査資料等に基づいて紹介する。世界の停止発電炉一覧を表（その1、2、3）に示す。

商業用原子力発電炉は、世界の31カ国で約440基（休止状態の約10基を含む。）が稼動し、主要エネルギー源として定着している。

一方、2000年末現在までに閉鎖された発電炉は、3万kW以上のもので約85基に達する。また、発電した1万kW以上の小型パイロットプラントを含めると98基である。その内訳は、米国が一番多く28基、続いてドイツ16基、イギリス12基、フランス11基、イタリア4基、ウクライナ4基、カナダ3基、日本2基（JPDR及び東海発電所）等である。

2000年には、ウクライナのチェルノブイリ3号機、イギリスのヒンクレーポイント1、2号機が永久停止した。

これまでに解体を完了した炉は、パイロットプラント（ERR、JPDR等）など8基であり、完全解体を目標にした解体中の発電炉は、21基である。また、安全貯蔵中か、安全貯蔵のための準備工事中のものが55基ある。その他、14基である。これまでは、パイロットプラントとしての使命達成、商業炉での経済性、安全性などを理由に停止されたものが多かったが、今後は、徐々に運転認可終了に伴い閉鎖される炉も増えることが予想される。

マグノックス型ガス冷却炉（GCR型）は、イギリス、フランス等に37基建設、運転され、そのうち19基がすでに経済性、安全性などの理由で停止された。現在、イギリスで運転中の18基のうち16基について、英原子燃料会社（BNFL）は、40年から50年の運転認可終了に伴い、順次、2010年までに停止する計画を昨年発表した¹⁾。

GCR型炉の廃止措置は、これまでイギリス、フランスでは長期の安全貯蔵—解体撤去方式が選択されてきた。しかし、フランスでは、長期間に閉鎖済み発電所に関する情報が失われるリスクを考慮すべきであるとの原子力施設安全局（DSIN）の見解に基づき、仏電力公社（EDF）は、解体を早めることを2000年末決定した。即ち、6基のマグノックス型ガス冷却炉を含む8基の第1世代原子炉を当初の計画よりも約25年早く2020年から2025年までに解体することを計画しており²⁾、今後の動向が注目される。

軽水炉は、旧ソ連型（VVER）を含む加圧水型炉、沸騰水型を合わせると、約350基が運転中であり、閉鎖炉も42基に達する。現在、解体中で注目されるものに、ドイツのビュルガッセン（BWR：67万kWe）及びグライフスヴァルト1～5号機（VVER：44万kWe）、米国のコネチカットヤンキー（PWR：62万kWe）、メインヤンキー（PWR：92万kWe）、ビックロックポイント（BWR：7.5万kWe）等がある。

米国では、1990年代に、9基の軽水炉を経済性等の理由で停止している。そのうち5基が即時解体を選択し、7～10年間で解体を終了することで計画が進められている。また、安全貯蔵中であった3基も解体を再開している。このように停止した炉については、コスト低減、人的資源の確保などの理由で全体的に早く解体する傾向にある。一方、1995年に米国の原子力法改

正によってプラス20年の運転認可の延長が認められることから、優良プラントの延命化、または40年の運転認可終了時点での閉鎖に二分化することが予想される。

ドイツでは、即時解体を原則とし、これまでに2基の解体を完了し、ビュルガッセンなど11基が完全解体を目指して解体中である。グライフスヴァルトのサイトでは、VVER型8基（44万kWe/基、うち3基未完成）を解体する世界最大の廃止措置プロジェクトが、2012年の完了を目標に本格化している。また、高温ガス炉など3基が安全貯蔵中である。

参考文献

注1) NUCLEONICS WEEK May 2000

注2) NUCLEONICS WEEK Jan. 2001

世界の停止発電炉一覧(その1)		(2000.12現在)				参考文献		
(パイロットプラントを含む)						①世界の原子力発電の動向(1998年12月) ②NUCLEAR NEWS, March 2001 ③RANDEC各種調査資料等		
No.	国	名称	炉型	出力(万kw) (グロス)	運転期間	廃止措置方式	停止理由	現状
1	Armenia	Armenial	VVER	40.8	1979.10-1989.02	不明	安全性	不明
2	Bergium	BR3	PWR	1.1	1962.10-1987.06	即時解体撤去	使命達成	解体中
3	Canada	Douglas Point	CANDU	21.8	1968.09-1984.05	安全貯蔵-解体撤去	経済性	安全貯蔵中
4		Gently-1	CANDU	26.0	1972.01-1978.05	〃	〃	〃
5		Rolphoton NPD-2	CANDU	2.5	1962.10-1987.08	〃	使命達成	〃
6	France	Bugey-1	GCR	55.5	1972.07-1994.05	安全貯蔵-解体撤去	経済性	安全貯蔵中
7		C.N.A. SENA	PWR	32.0	1967.04-1991.10	〃	〃	〃
8		Chinon A1	GCR	8.4	1964.02-1973.06	〃	〃	〃
9		Chinon A2	GCR	23.0	1965.03-1973.07	〃	〃	〃
10		Chinon A3	GCR	37.5	1968.03-1990.06	〃	〃	〃
11		Marcoule G2	GCR	4.0	1959.04-1980.02	〃	〃	〃
12		Marcoule G3	GCR	4.0	1960.05-1984.07	〃	〃	〃
13		Monts D'Arree EL-4	HWGCR	7.7	1967.10-1985.07	〃	〃	〃
14		Saint-Laurent A1	GCR	40.5	1969.06-1990.04	〃	〃	安全貯蔵準備中
15		Saint-Laurent A2	GCR	46.5	1971.11-1992.05	〃	〃	〃
16		Super-Phenix	FBR	124.0	1986.01-1998-12	〃	安全性	〃
17			Greifswald(Nord)1	VVER	44.0	1974.07-1990.12	即時解体撤去	安全性
18	Greifswald(Nord)2		VVER	44.0	1975.04-1990.02	〃	〃	〃
19	Greifswald(Nord)3		VVER	44.0	1978.05-1990.02	〃	〃	〃
20	Greifswald(Nord)4		VVER	44.0	1979.10-1990.06	〃	〃	〃
21	Greifswald(Nord)5		VVER	44.0	1989.04-1990.11	〃	〃	〃
22	Germany	Grossweilzheim HDR	BWR	2.5	1970.07-1971.04	〃	使命達成	解体完了(1998)
23		Gundermungen KRB	BWR	25.0	1967.04-1980.01	〃	経済性	解体中
24		Julich AVR	HTGR	1.5	1969.05-1988.12	安全貯蔵-解体撤去	使命達成	安全貯蔵中
25		Kahl VAK	BWR	1.6	1961.11-1985.11	即時解体撤去	〃	解体中
26		Karlsruhe KNK-II	FBR	2.1	1979.03-1991.08	安全貯蔵-解体撤去	開発中止	〃
27		Karlsruhe MZFR	PHWR	5.8	1966.12-1984.05	即時解体撤去	使命達成	〃
28		Lingen KWL	BWR	25.2	1968.10-1979.03	安全貯蔵-解体撤去	〃	安全貯蔵中
29		Neideraichback KKN	HWGCR	10.6	1973.01-1974.07	〃	開発中止	解体完了(1994, 8)
30		Rheinsberg AKW-1	VVER	8.0	1966.10-1990.06	即時解体撤去	安全性	解体中
31		THTR-300	HTGR	30.8	1987.06-1989.09	安全貯蔵-解体撤去	開発中止	安全貯蔵中
32	Wurgassen	BWR	67.0	1975.11-1995.09	即時解体撤去	経済性	解体中	

☐ : OECD/NEA協力参加廃止措置プロジェクト

世界の停止発電炉一覧 (その2) (パイロトプラントを含む) (2000.12現在)

No.	国	名称	炉型	出力(万kW) (グロス)	運転期間	廃止措置方式	停止理由	現状
33		Caorsa	BWR	88.2	1981.12-1990.06	安全貯蔵 - 解体撤去	政策変更	安全貯蔵中
34	Italy	Garigliano	BWR	16.4	1964.06-1982.03	〃	〃	〃
35		Latina	GCR	16.0	1964.01-1987.12	〃	〃	〃
36		Trino Vercellese	PWR	27.0	1965.01-1990.06	〃	〃	〃
37	Japan	JPDR	BWR	1.2	1963.10-1982.12	即時解体撤去	使命達成	解体完了(1996.3)
38		東海発電所	GCR	16.6	1966.07-1998.03	安全貯蔵 - 解体撤去	経済性	安全貯蔵準備中
39	Kazakhstan	BN-350	LMFBR	15.0	1973.07-1999.04	安全貯蔵 - 解体撤去	安全性	〃
40	Netherland	Dodewaard	BWR	5.8	1969.01-1997.03	安全貯蔵 - 解体撤去	経済性	安全貯蔵準備中
41		Beloyarskiy 1	RBMK	10.8	1964.04-1983	安全貯蔵 - 解体撤去	安全性	安全貯蔵準備中
42		Beloyarskiy 2	RBMK	19.4	1969.12-1990.01	〃	〃	〃
43		Novovoronezhskiy 1	VVER	27.8	1964.12-1984.08	〃	〃	〃
44		Novovoronezhskiy 2	VVER	36.5	1970.04-1990.08	〃	〃	〃
45	Russia	Siberia 1	RBMK	10.0	1958.09-1989	不明	不明	不明
46		Siberia 2	RBMK	10.0	1959.12-1989	〃	〃	〃
47		Siberia 3	RBMK	10.0	1960.12-1989	〃	〃	〃
48		Siberia 4	RBMK	10.0	1960.01-1990.11	〃	〃	〃
49		Siberia 5	RBMK	10.0	1961.01-1990.11	〃	〃	〃
50		Siberia 6	RBMK	10.0	1963.12-1990.11	〃	〃	〃
51	Slovakia	Bohunice A1	HWGR	14.4	1972.12-1979.05	安全貯蔵 - 解体撤去	事故	安全貯蔵準備中
52	Spain	Vandellos 1	GCR	50.0	1972.07-1990.05	安全貯蔵 - 解体撤去	事故	安全貯蔵準備中
53		Agesta	PHWR	1.2	1964 -1974.06	安全貯蔵 - 解体撤去	使命達成	安全貯蔵中
54	Sweden	Barsebaeck 1	BWR	61.5	1975.07-1999.12	安全貯蔵 - 解体撤去	政策変更	安全貯蔵準備中
55		Berkley 1	GCR	16.0	1962.06-1984.03	安全貯蔵 - 解体撤去	経済性	安全貯蔵準備中
56		Berkley 2	GCR	16.0	1962.06-1984.03	〃	〃	〃
57		Dounreay DFR	LMFBR	1.5	1963.07-1977.03	〃	使命達成	〃
58		Dounreay PFR	LMFBR	25.0	1976.08-1994.03	〃	閉発中止	〃
59		Hunterston A-1	GCR	16.9	1964.05-1990.04	〃	経済性	〃
60		Hunterston A-2	GCR	16.9	1964.09-1990.04	〃	〃	〃
61	UK	Hinkley Point A1	GCR	32.1	1965.04-2000.05	不明	安全性	不明
62		Hinkley Point A2	GCR	32.1	1965.05-2000.05	〃	〃	〃
63		Trawsfynydd 1	GCR	23.5	1965.02-1993.07	安全貯蔵 - 解体撤去	〃	安全貯蔵準備中
64		Trawsfynydd 2	GCR	23.5	1965.03-1993.07	〃	〃	〃
65		Windscale AGR	AGR	3.6	1963.02-1981.04	即時解体撤去	使命達成	解体中
66		Winfrith SGHWR	SGHWR	10.2	1968.02-1990.10	安全貯蔵 - 解体撤去	使命達成	安全貯蔵中

： OECD/NEA協力参加廃止措置プロジェクト

世界の停止発電炉一覧 (その3) (2000.12現在)

(パイロットプラントを含む)

No.	国	名称	炉型	出力(万kw) (グロス)	運転期間	廃止措置方式	停止理由	現状
67		Chernobyl-1	RBMK	80.0	1978 -1996	不明	政策変更	不明
68	Ukraine	Chernobyl-2	RBMK	100.0	1979.05-1991.10	〃	〃	〃
69		Chernobyl-3	RBMK	100.0	1982.06-2000.12	〃	〃	〃
70		Chernobyl-4	RBMK	100.0	1984.03-1986.04	安全貯蔵	事故	監視中,石棺プロジェクト準備中
71		Big Rock Point	BWR	7.5	1964.03-1997.08	即時解体撤去	経済性	解体中
72		Carolinag CVTR	CANDU	1.9	1963.12-1967.11	安全貯蔵 - 解体撤去	使命達成	安全貯蔵中
73		Dresden 1	BWR	21.0	1960.07-1984.08	〃	経済性	〃
74		EBR-2	FBR	2.0	1965 -1994.09	〃	開発中止	安全貯蔵準備中
75		Elk River	BWR	2.3	1964.07-1968.02	〃	使命達成	解体完了 (1974)
76		Enrico Fermi 1	FBR	6.5	1966.08-1972.11	〃	〃	安全貯蔵中
77		Fort St. Vrain	HTGR	34.2	1979.07-1989.08	即時解体撤去	経済性	解体完了 (1997, 8)
78		Haddam Neck	PWR	60.0	1968.01-1996.12	〃	〃	解体中
79		Hallam	SGR	8.2	1963.11-1964.09	永久埋設	使命達成	埋設管理中
80		Humboldt Bay	BWR	7.5	1963.08-1976.07	安全貯蔵 - 解体撤去	経済性	解体中
81		Indian Point 1	PWR	28.5	1962.10-1974.10	〃	安全性	安全貯蔵中
82		LaCrosse	BWR	5.5	1969.11-1987.04	〃	経済性	〃
83		Maine Yankee	PWR	90.0	1972.12-1997.08	即時解体撤去	〃	解体中
84	USA	Millstone-1	BWR	68.9	1971.03-1998.07	安全貯蔵 - 解体撤去	〃	安全貯蔵準備中
85		N Reactor	RBKM	86.0	1966.04-1988.02	〃	安全性	安全貯蔵中
86		Pathfinder	BWR	6.2	1966.03-1967.10	即時解体撤去	不明	解体完了 (1992)
87		Peach Bottom 1	HTGR	4.2	1967.06-1974.11	安全貯蔵 - 解体撤去	経済性	安全貯蔵中
88		Piqua	OMR	1.2	1963.11-1966.01	遮蔽隔離	使命達成	遮蔽隔離中
89		Puerto Rico Bonus	BWR	1.7	1964.08-1968.06	〃	〃	〃
90		Rancho Seco 1	PWR	96.6	1975.04-1989.06	安全貯蔵 - 解体撤去	住民投票	解体中
91		San Onofre 1	PWR	45.6	1968.01-1992.12	〃	経済性	〃
92		Shippingport	LWRB	5.2	1977.12-1982.10	即時解体撤去	使命達成	解体完了 (1989, 12)
93		Shoreham	BWR	84.0	1986.08-1989.06	〃	政治取引	〃 (1994)
94		Three Mile Island 2	PWR	95.9	1978.12-1979.03	安全貯蔵 - 解体撤去	事故	監視、安全貯蔵中
95		Trojan	PWR	117.8	1976.05-1993.01	即時解体撤去	経済性	解体中
96	Yankee Rowe	PWR	18.5	1961.07-1992.02	〃	〃	〃	
97	Zion-1	PWR	108.5	1973.12-1998.01	安全貯蔵 - 解体撤去	〃	安全貯蔵準備中	
98	Zion-2	PWR	108.5	1974.09-1998.01	〃	〃	〃	

OECD/NEC協力参加廃止措置プロジェクト

欧州調査団のご案内

- (1) 期 間 平成13年9月29日(土)～10月13日(土)
- (2) 団 長 石黒秀治
(財)原子力研究バックエンド推進センター・常務理事
- (3) 参加会議 ICEM'01 (放射性廃棄物管理と環境修復国際会議)
主 催 ASME 他
開催期間 9月30日(日)～10月4日(木)
開催場所 ベルギー ブルージュ
テクニカルツアー COVRA 廃棄物貯蔵施設(オランダ)、
ゴアレベン廃棄物処分場(ドイツ)等
5コース中から希望施設を選択
- (4) デコミッションング関連施設訪問(予定)
- ① エル・カプリル廃棄物処分場(スペイン)
 - ② バンデロス1号原子力発電炉(スペイン)
 - ③ ヴェルガッセン原子力発電所(ドイツ)

◎ 応募締切：7月31日(火)(定員 20名)

◎ お申込み・お問合せは事務局までお願いいたします。

Tel: 029-283-3010 Fax: 029-287-0022

E-mail: randecfn@olive.ocn.ne.jp

◎ 調査団事務局 なかやま ふ さ お 中山 富佐雄

詳細につきましては、後日ご案内申し上げます。

◎ デコミニュース 第16号

発行日 : 平成13年6月14日

編集・発行者: 財団法人 原子力研究バックエンド
推進センター
デコミッションング技術本部

〒319-1111 茨城県那珂郡東海村舟石川821-100

Tel. 029-283-3010, 3011

Fax. 029-287-0022

ホームページ: <http://www1.sphere.ne.jp/randec/>

E-mail : randec@olive.ocn.ne.jp