

No.12

デコミ ニュース

第12号

目次

1. OECD/NEA参加国のデコミッションング
計画情報 … 1
2. 放射性金属スクラップの無拘束解放等
に関する評価プログラムの開発(米国:DOE) … 4
3. 米国の医療施設デコミッションングの経験 …… 8
4. サクストン炉の大型機器の輸送作業 …………… 11
5. WAGRデコミッションングのその後(英国) …… 14

RANIDEC

(財)原子力施設デコミッションング研究協会

1. OECD/NEA参加国のデコミッショニング計画情報

本情報はOECD/NEAの原子力規制活動委員会（CNRA）が2000年2月に取りまとめた報告書「Nuclear Regulation NEA/CNRA/R（99）4」に掲載されたもので、CNRAの調査に回答した国の情報である。なお、アメリカ、ロシアおよびフランス各国の調査結果の記載はなかった。

以下に調査結果の情報について紹介する。

ベルギー

ベルギーでは2原子力施設がデコミッショニング中である。

- (1) BR3 小型PWR
- (2) Eurochemic 再処理プラント

ドイツ

現在、ドイツでは16基の原子力発電プラント、29基の研究炉と臨界装置および6施設の核燃料施設が恒久運転停止状態にある。これらの中で発電炉2基、研究炉と臨界実験装置18基、さらに核燃料施設1施設がすでに完全にデコミッショニングされた。KKN（Niederaichbach）とHDR（Grosswelzheim）の2サイトでは、全施設を解体撤去し無拘束解放後、緑地状態に修復した。発電炉2基と研究炉3基は安全貯蔵状態にあり、他の発電炉も解体が進行中である。ほとんどの施設は、緑地化まで行うことが最終目標である。

イタリア

イタリアのすべての原子力発電所は、現在運転を停止しており、種々のデコミッショニングレベルにある。

- (1) ガリグリアノ発電所（BWR型、出力160MWe）は、1964年商業運転を開始し、1978年に恒久運転停止した。現状は以下の通りである。
 - 全使用済燃料をサイト外へ搬出（大半は国外再処理施設へ）
 - 322体の燃料をSaluggia-Avogadroの貯蔵プールAFR（Away From Reactor）にて貯蔵
 - 放射性廃棄物の処理は完了
 - 汚染マップの作成はほぼ完了
 - 簡単な除染は終了
 - デコミッショニング計画の第一段階（安全貯蔵）実施中
- (2) ラチナ原子力発電所（マグノックス型、初期出力210MWe、その後160MWe）は1964年に商用運転を開始し1986年に運転を停止した。現状は以下の通りである。
 - 全使用済燃料をサイト外へ搬出（大半は国外再処理施設へ）
 - 放射性廃棄物の処理を実施中

- 汚染マップの作成はほぼ完了
- 簡単な除染は終了
- デコミッショニング計画の第一段階（安全貯蔵）実施中

(3) トリノ原子力発電所（PWR型、出力270MWe）は1965年、商用運転を開始し、第9回の燃料交換後、第10サイクル運転開始直前の1987年に恒久的に運転を停止した。現状は以下の通りである。

- 全使用済燃料を炉心から撤去（大半は国外再処理施設へ搬送済み）
- 96本の燃料をAFRに貯蔵中（その内47本は同じトリノサイトのプールに、また、残りの49本はSaluggia-Avogadroの貯蔵プールに貯蔵している）。
- 放射性廃棄物の処理を実施中
- デコミッショニング計画の第一段階（安全貯蔵）実施中

(4) カオルソ原子力発電所（BWR型、出力882MWe）は1981年に商用発電を開始し、第49回燃料交換直後（第5サイクル開始前）の1986年に恒久運転停止した。現状は以下の通りである。

- 全使用済燃料はまだ原子炉建屋にある（新燃料160体を含む560体の燃料が圧力容器内にあり、632体が貯蔵プールに貯蔵してある）。
- 燃料を炉心からプールへ移す作業が開始され、1998年末に終了予定。
- 放射性廃棄物の処理を実施中
- デコミッショニング計画は規制当局によって評価中である。

日 本

- (1) 日本原子力研究所、動力試験炉JPDR（Japan Power Demonstration Reactor）の解体撤去は1996年3月完了した。
- (2) 日本原子力研究所、再処理特別研究棟（Japan Reprocessing Test Facility：JRTF）は1996年12月から解体が開始された。
- (3) 1998年3月31日恒久運転停止した東海発電所は、日本での商用発電炉の解体第一号である。デコミッショニング手続き準備中で、国が商用発電炉のデコミッショニング技術基準の策定を進めている。

日本の原子力施設の規制機関は、試験炉については科学技術庁（STA）、商用炉については通商産業省（MITI）である。

オランダ

1996年10月3日、SEP（Dodewaard原子力発電所運転会社の唯一の株主であるオランダ企業連合）の理事会は、この発電所を近い将来永久停止することを決めた。同炉は1997年3月27日

に停止された。その主な理由は以下の2点である。

- (1) オランダ政府は近い将来、国内で原子力エネルギー開発を推進する見通しを持たないこと。
- (2) Dodewaard発電所は元来、原子力エネルギーに伴う経験を得るために建設されたもので、収支上決して経済的ではなく、また、欧州電力市場の差し迫った規制緩和によって事情が厳しくなること。

Dodewaard発電所のデコミッショニングについては、40年間の安全貯蔵後に完全解体を行うこととし、そのためにプラントを整備することを表明した。40年間待機する唯一の理由は、資金を配分し実際の利率をデコミッショニング経費に含めることによって財政的利点を得ることにある。

スペイン

- (1) Vandellos-1原子力発電所（ガス冷却黒鉛減速型、出力480MWe）は、1989年の火災の後に運転を停止し、現在デコミッショニング中である。

産業省はプラント閉鎖の最終決定は下さなかった。それはCSNが要求しているプラントの再開には投資が必要であり、プラント所有者は財政的理由からプラントの再起動させることは決めなかった。その後、産業省は許認可がENRESAに移る前の数年間に、所有者は使用済燃料を搬出し、貯蔵プール等の種々のエリアを除染するようにとの決定を行った。所有者はENRESAとともに、移行条件が揃うまでプラント除染作業を行った。

1995年の終りに、CSNと産業省は移行条件は完全に揃ったとし、ENRESAはデコミッショニング計画と関連する安全評価を提出した。この資料は1998年CSNと産業省によって承認された。1998年1月1日、産業省は許可をHIFERENSA（所有者）からENRESAに移し、この時点で、ENRESAが唯一のVandellos発電所のデコミッショニングと解体の責任を持つことになった。

デコミッショニングの許可では、プラントのデコミッショニングをレベル2まで行うための期限は10年間であった。その後は、30年間解体を遅延してからレベル3に進む。

- (2) 現在、2つのウラン鉱山施設がデコミッショニングされている。3つの小型研究炉が燃料なしで安全貯蔵状態にあり、デコミッショニングはまだ開始されていない。

スイス

現在、スイスではLUCENSおよびDIORITの2つの研究炉がデコミッショニングされたが、発電炉はデコミッショニングされていない。

2. 放射性金属スクラップの無拘束解放等に関する 評価プログラムの開発(米国:DOE)

概 要

DOE原子力施設の除染や解体を行うことによって大量の金属スクラップが発生しているが、これら廃棄物の多くは、ごく僅かに汚染されているだけで、再利用可能なものが多量に含まれている。しかしながら、これら汚染の恐れのある廃棄物や汚染レベルの低い廃棄物は、正規の処分場で埋設処分等がなされてきた。これら廃棄物の中には高価なニッケル、銅、高品質のステンレス等のようにリサイクル処理を行うことにより、簡単に回収可能な物やそのまま再使用可能な設備・機器等が含まれている。また、大量に発生する炭素鋼については、再利用することにより、処分場での処分費用を削減できる。

これまでDOE施設から発生する解体廃棄物の解放については、DOE Order 5400,5等により規定されてきたが、明確な解放基準ないことから、ケースバイケースの処置が取られてきた。DOEは解体廃棄物の有効活用を図り、廃棄物の処理を明確でシステマティック行えるよう、廃棄物の解放に関するハンドブックを作成するとともに、そのハンドブックをサポートするための放射性金属スクラップの除染、リサイクル等に関する被ばくやリスクの評価を行うプログラムP2Pro (RSM)の開発を進めてきた。そのプログラムの評価結果は、放射性金属スクラップを解放するための添付資料として提出される。ここではその評価プログラムの概要について述べる。

日本においても、原子力施設のデコミッションングや放射性廃棄物の処理処分のためのデータベースを充実させ、それらの情報に基づく評価プログラムの作成が望まれている。今回、米国で活用されている評価プログラムの一例を紹介し、参考になれば幸いである。

プログラムの構成

P2Pro (RSM)は廃棄物を解放するにあたって、DOEの承認に基づく解放制限に添って廃棄物を処理できるよう、利用者に情報を提供するための評価プログラムである。このプログラムは、パーソナルコンピューターを使用し、このプログラムのために作成したデータベース(Relational database)を用いて画面を見ながら操作を行う。

データベースには、廃棄物に関する情報、基準コスト情報、放射性核種の線量変換係数、除染係数、二次廃棄物発生率等の放射性金属スクラップの解放にあたって、評価を行うために必要となる情報等が収納されている。利用者は、画面を見ながらデータベースに収納された初期データを選択するか、あるいはサイト特有の情報を入力するかにより廃棄物処理に関する評価を行うことができる。ALARAの原則を取り入れ、コスト評価やリスク評価を行うために、廃棄物の処理に関する種々のケースについて評価・検討が行えるように以下の6つのモジュールが作成された。

① モジュール1：放射線測定及び廃棄物の減容

モジュール1は、金属スクラップの放射線測定および廃棄物の減容に関するコスト評価を行う。金属スクラップの切断を行う場合には切断のボタンをクリックし、初期値として

入力されているトン当たりの切断単価（\$/ton）の選択（又は、任意の切断単価）、二次廃棄物の発生率等を入力して切断費用等を算出する。

② モジュール2：除染

このモジュールは、金属スクラップを解放する前に行う除染について、その除染費用等を評価する。除染方法は、アブレッシブ・ブラステイング（abrasive blasting）、水洗、溶融による精製等の種々の除染方法について評価が可能であり、また、その除染方法を細分化し評価を行うことができる。例えば、主要な除染方法としてアブレッシブ・ブラステイングを適用し、その研磨材としてプラスチック・ペレットを使用した場合等のコストや性能の評価を行うことができる。

③ モジュール3：リサイクル（金属溶融）

このモジュールは、金属スクラップを溶融し再利用する際の放射線被ばくやコストを評価するために使用される。利用者は、無拘束解放するか制限付き解放するかを選択、初期値として保存されている種々のプロセスシナリオや再利用する最終製品の指定などを行うことができる。また、施設特有の放射性核種の分配係数を使用し、修正を行うことも可能である。

④ モジュール4：輸送

このモジュールは、種々の輸送方法に対するコスト評価を行うもので、廃棄物の梱包費用、廃棄物の減容処理費等についても評価が可能である。利用者は、輸送方法、輸送距離、輸送回数（廃棄物の総量から廃棄物の収納効率を使い算出可能）等を任意に指定し評価を行うことができる。

⑤ モジュール5：再使用

このモジュールは、現在、建屋の再使用についてのみ評価が可能である。汚染した鉄筋や種々の金属製品を含む建屋の再使用について、評価することができる。この再使用モジュールの使用にあたっては、除染モジュールに収納されている除染方法の選択に充分留意し行う必要がある。

⑥ モジュール6：処分・埋設

このモジュールは、廃棄物の処分または埋設に関するコスト等の評価を行う。全質量については、金属スクラップの総重量や収納容器の収納効率等から算出し、処分（埋設）のための単位体積当たりの処分費用（\$/ft³）が登録されている初期値から選択するか、任意の単位体積あたりの費用を入力するなどして処分（埋設）コストを評価する。

ALARA を考慮に入れた評価

上記の6つのモジュールを適宜使用し、必要データを入力することにより、以下の解体廃棄物の処理方法について、ALARAの原則を考慮した分析を行うことができる。

① 無拘束解放

再利用可能な金属で、放射能レベルが規定値以下で、かつ無拘束で金属スクラップとして売却できる場合についてのコストおよび被ばくの評価を行う。ここでは、放射線測定お

よび減容のモジュールとリサイクルのモジュールが使用される。放射能レベルが低いことから、解放前の放射線測定と一般的な梱包作業を行うのみで、特別な減容処理や除染等については行わない。被ばく評価では、22の作業シナリオと7つの製品シナリオについて評価を行うことができる。

② 溶融精製後の無拘束解放

再利用できる金属スクラップを溶融し、インゴットにして規制無しに使用できるものとして売却する場合についての評価を行う。ここでの評価は、除染モジュールを使用するため、除染施設への輸送回数を減らすための減容処理も含まれる。除染を行った後、金属を溶融しインゴットとして鉄鋼業界に売却するまでのコスト評価を行う。これらのコストには、除染施設への輸送費用や二次廃棄物の輸送費用も含まれる。

③ 高圧水による洗浄後の無拘束解放

金属表面の汚染を高圧水により除去し、無拘束で金属スクラップとして売却するまでのコストの評価を行う。除染や減容処理で発生する二次廃棄物は、低レベル廃棄物処分場へ搬出することを想定している。被ばく評価では、22の作業シナリオと7つの製品シナリオについて評価を行うことができる。

④ 低レベル廃棄物処分場での埋設

ここでは、放射線測定及び減容、輸送及び埋設のモジュールが使用される。解体廃棄物は、輸送コストを低減するために減容処置を行い、低レベル廃棄物処分場へ埋設することを想定しコスト評価を行う。

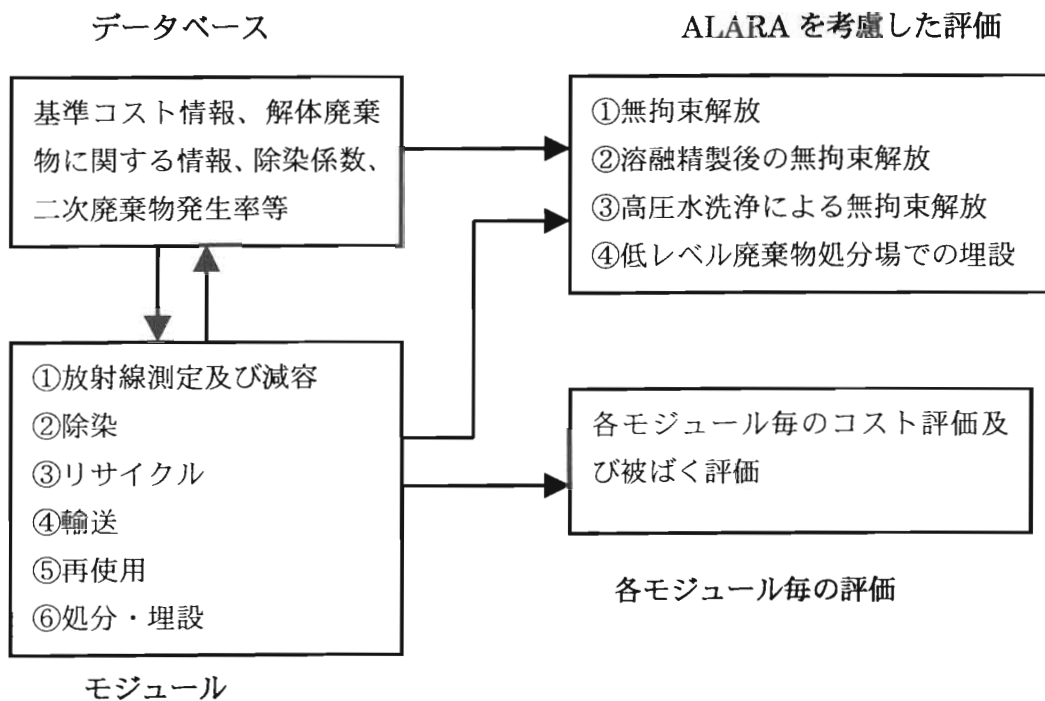
図一1に金属スクラップの無拘束解放等に関する評価プログラムの概念を示す。

上述したようにこのプログラムでは、ALARAの原則を考慮した種々の廃棄物の処理方法やモジュール毎のコスト評価や被ばく評価を行うことができる。このプログラムの評価結果の一例を図一2に示す。この出力は、解体廃棄物を種々の方法で無拘束解放する際の、一般公衆と作業者の被ばく結果を示している。

このプログラムはDOEやその請負業者に配布され、解体廃棄物を処理処分する際のツールとして利用される。また、このALARAを考慮に入れた評価結果の出力は、放射性金属スクラップを解放する際の参考資料として添付される。

<参考文献>

- ・ S.Y. Chen, Protocols for Implementing DOE Authorized Release of Radioactive Scrap Metals, Operational Radiation Safety.



図—1 金属スクラップの無拘束解放等に関する評価プログラム

Results of the Dose Assessment

Summary Results:

Display Options:

- View Public Dose Only
- View Worker Dose Only
- View Public and Worker Dose

Sort Options:

- Sort By Alternative
- Sort By Dose

Results of the radiological dose assessment (based on maximum contamination levels)

Alternative #	Alternative	Receptor	Product/Process	MEI	Population
1	Unrestricted Release	Worker	Slag Worker	1.63E-03	1.04E-05
1	Unrestricted Release	Public	Parking Lot	5.93E-05	6.37E-05
2	Unrestricted Release after Melt Refining	Worker	Slag Worker	1.63E-05	1.72E-08
2	Unrestricted Release after Melt Refining	Public	Parking Lot	5.93E-07	6.37E-07
3	Unrestricted release after a high pressure water wash	Worker	Slag Worker	1.32E-03	8.52E-06

(MEI dose in mrem/yr, Population Dose in Person-rem/yr)

View Details Economic Assessment Edit Alternatives Print Report

図—2 種々の無拘束解放に関する線量評価結果

3. 米国の医療施設デコミッショニングの経験

医療機関においては多種多様な放射性同位元素 (RI) が取扱われており、使用中のみならず、使用後の放射線安全管理には細心の注意が必要である。医療施設のデコミッショニングに関しては情報はかなり限られているが、今回のボストン大学の医療施設の解体は規模も大きく、そのデータも豊富であり、長年RIを使用した施設の放射線による汚染状況等を理解し、さらには、デコミッショニングを考慮する上で貴重な知見を提供しているのでニュースとして紹介する。

『ひとつの医療施設のデコミッショニング経験が次の同種施設の
デコミッショニングをより早くかつ安価なものにする』

ボストン大学医療センターでは、業務拡大に伴い50年以上の間、医学研究のため放射性同位元素 (RI) を多量に扱ってきた施設を除染し、デコミッショニングするとともに、隣接する病院を吸収した際にRI実験室を持つ病院の解体を行った。

最初のデコミッショニングプロジェクトは、1994年に10階建てのR (Research) -ビルディングの7階分を完全修復することになり、外側のみを残し内部構造物と機器を全部撤去することになった。次のプロジェクトは、最初のものとは別の吸収併合した3つの病院の建物の解体が1997年に行われた。

1. R-ビルディングのデコミッショニング (1994年)

この施設では ^{14}C , ^3H , ^{125}I , ^{32}P , ^{35}S を主に使用し、その他の γ 線放出核種や ^{238}U も使用した。デコミッショニング戦略のポイントは、①NRC1992年指針 (CR-5849) に準拠すること、②サイト外の廃棄物埋設を極小化すること、③過去の使用歴を考慮し放射線の影響のあるエリアと無いエリアに分けて汚染評価すること、④影響あるエリアは100%、影響のないエリアは10%について放射線サーベイすることであった。

デコミッショニング結果

医療センター全エリアの86%には汚染がなかった。「影響のあるエリア」では26%に汚染があった。除去できる汚染は全体の0.3%であった。本プロジェクトは7ヶ月で終了した。汚染状況を以下に示す。

- 「影響あるエリア」と「影響のないエリア」の汚染

この用語は表面の放射線の潜在性を表すNRC NUREG/CR-5849で使われている。影響あるエリアとは、かつて放射性物質を使用したか、またはその疑いのある場所でRSOが決定したものであるが、本施設582エリアのサーベイの結果では、影響あるエリア292から75汚染スポット、影響の無いエリア290から2スポットの汚染が見つかった。

- 固着汚染と除去できる汚染

^3H プロポーショナルカウンターによる測定から88の「影響あるエリア」から37エリア、

95の「影響のないエリア」エリアから解放限界を超える所が1スポット確認された。大半の汚染は固着汚染であった。所謂、除去できる汚染（ルーズコンタミ）に関して、全130エリアについて4,114ヶ所の「拭取り」テストを行った結果、12ヶ所が解放限界値以上であったに過ぎない。12ヶ所の汚染のうち5つはトリチウムであった。

●汚染物の特長

32ヶ所のフードから70汚染スポット、28の作業台上から70スポット、23の部屋の床から66スポット、9の部屋の棚の中から31スポットが見つかった。汚染平均レベルは30,000dpm/100cm²で、³Hと¹⁴Cが主汚染核種となっている。

2. 三つの病院のデコミッショニング（1997年）

病院の放射線管理者の放射線使用履歴についての知識に基づき、三つのビルは類似した汚染状況であることが分かった。作業には最初のデコミッショニングの時の経験を有する業者を雇い、マサチューセッツ州が最近作成した協定書および「MARSSIM」（施設解体等のための米国多省庁間マニュアル）に基づいてデコミッショニング経験を加味した戦略を策定した。そのポイントは、マサチューセッツ州保健局（DPH:Department of Public Health）に解体届けを提出し、ビル内の放射線汚染が規制値を超えることはないという考え確認し、施設全体の放射線の概括的サーベイ（Scoping Survey）を実施することである。

概括的放射線測定は次のように行う。

- ① 最も汚染がありそうな作業台やフード等を目標とし、「影響のあるエリア」の10%をサーベイする。
- ② 「影響のないエリア」として事務所や廊下等の1%をサーベイする。
- ③ ³H比例計数カウンター（窓なし、窓あり）、GMカウンターおよびNaIカウンターのみにより、表面を直接スキャンする。
- ④ 拭き取りテストはダクト、シンク等の立ちいれないエリアのみ実施する。
- ⑤ 汚染の特性を調べるには測定数を増加させる必要がある。

デコミッショニング結果

- ビルディング1は4階建ての看護病棟であり、15年間放置してあったがバックグラウンド以上の放射能は検出されなかった。
- ビルディング2も15年間放置された3階建ての研究棟である。影響あるエリアのサーベイ30エリアから4スポットに汚染が見つかった。汚染は³Hと¹⁴Cであり冷蔵庫の中の動物籠等にあった。結果的にサーベイ数は20%から100%に増やした。影響のないエリアでは解放限界以上の汚染はなかった。
- ビルディング3はデコミッショニングの数カ月前に空になった6階建ての研究棟で40年間放射性物質が取扱かわれてきた。21の影響あるエリアのサーベイから7箇所エリアにおいてスポット汚染が見つかった。2階のカウンター上で汚染が見つかったことから、この階の全カウンター上をサーベイしたが、これ以上の汚染はなかった。影響のないエリアの

3階の廊下1ヶ所に汚染があり、 ^{226}Ra と同定された。 $70\ \mu\text{Ci}$ の「こぼれ」が床下のコンクリート40平方インチを汚染させていた。換気装置を使用し、これら汚染を手持ち鑿岩機で除去した。結果的に「影響のないエリア」を100%、即ち、「こぼれ」が発見された3階の床、壁、階段、そしてエレベータを全てサーベイした。

3. 考 察

1994年のR-ビルディングの場合、医療研究棟で使われた類似のトレーサ量レベルの放射能では、解放限界値を超える汚染は恐らく無いといえる。従って、過去の使用歴と専門的判断から限定範囲の概括的サーベイでも上述の戦略の考え方が確認できた。1997年に行った限定範囲のサーベイでも廊下床の ^{226}Ra 汚染を見逃さずに検出できたことは、サーベイ方法の妥当性を示している。1997年の限定したサーベイ方法と94年の広範囲なサーベイを比較すると、時間と経費が節約できた他、法令に基づく規制要件が満たされていることが分かる。

最近のNRCによるデコミッションング関連規制の変更は、我々の手順が妥当なものであることを示している。新しいDG-4006規制指針は多くの汚染物質に対する表面解放制限値を大幅に高めた。トリチウムの固着汚染に対し、以前は $5,000\text{dpm}/100\text{cm}^2$ であったものが2万4千倍の $120,000,000\text{dpm}/100\text{cm}^2$ となった。さらに、拭取りテストは、有効ではないという我々の知見に関して、指針が固着汚染の10%が除去可能なものとしているのに対し、見つかったのは結局0.3%以下であった。

固着汚染限界が問題となるレベルでは、除去できる汚染に関し特別に許可使用者が情報を持っていない限りは、その汚染を評価する必要はない。一方、今回の限定されたサーベイ手法では検出されない汚染を見逃す恐れがある、と指摘する面もある。しかし、この新しい指針では、検出されずに残っている放射性物質による汚染の公衆への健康影響は無拘束解放下にあっても意味ある被ばく量とはならないとしている。

〈参考文献〉

- (1) Evdokimoff, V. : "Lessons Learned in Decommissioning Medical Facilities", Radiation Protection Journal, Vol.77, No.5 suppl. Nov. (1999) 77
- (2) NUREG-1575 (MARSSIM) . Washington, DC: U.S. Government;1997
- (3) U.S. NRC. "Guideline for decommissioning of facilities and equipment prior to release for unrestricted use. Washington, DC: U,S, NRC; 1993

4. サクストン炉の大型機器の輸送作業

1998年4月から廃止措置の「フェーズⅢ」に入っていたGPUニュークリア社*のサクストン原子力施設で大型機器(原子炉容器,蒸気発生器,加圧器)の撤去及びバーンウェル(ケム・ニュークリア・システム社の処分場)への輸送作業が行われた。原子炉容器の撤去作業は炉内構造物を含めた一括撤去方式が採用され、その総重量は遮蔽及び容器内に充填された低密度セメントを含め、約120トンである。

バーンウェル処分場へのサクストン原子炉容器の一括撤去処分はパスファインダー、ヤンキー・ローに続いて3基目となる。バーンウェル処分場への輸送には写真に示すように住宅地近く的一般道路、高速道路及び鉄道が使われた。サイトから28マイル離れた鉄道まで原子炉圧力容器は重量物運搬車、蒸気発生器と加圧器はトラックで(1998年11月2～3日)、その後処分場までの990マイルは鉄道で運ばれた(1998年11月16～20日)。

これら大型機器の撤去後、サクストンの原子力施設は廃止措置の「フェーズⅣ」段階にあり、現在格納容器建屋の汚染表面を取除くためのコンクリート表面の剥離作業が行われている。また、新しいNRCのサイト解放基準(10CFR Part20 Subpart E:認可終了のための放射線防護基準)に基づいて、施設認可終了計画書の再提出準備が行われている。これら一連の廃止措置は2001年末までには完了するべく検討中である。

[解説]サクストン炉はペンシルバニア州中央部のサクストンにあり、23.4MWtの加圧水型炉である。1960年から1962年にかけて建設され、1962年から1972年までの10年間研究及び訓練用原子炉として運転された。燃料には混合酸化物(MOX)燃料を使い、発生した蒸気は隣接する火力発電所のタービンへ送られていた。原子炉圧力容器は高さ5.4m、直径1.8mで、図に示すように出力制御は炉心下部から挿入する9本の制御棒で行われ、上部に計装装置が取り付けられている。

1972年運転停止後、燃料を炉心から取出し、サウスカロライナ州サバンナリバーのAEC施設に保管、原子炉施設は「SAFSTOR」状態に置かれていたが、1986年から本格的なデコミッションングに入っていた。なお最初の計画では原子炉容器は解体撤去されることになっていた。その後の検討で炉内構造物の一部に浅地処分ができないGTCC(Cクラス以上)のものがあつたが、原子炉容器の全体を平均化することで浅地処分が認められ、費用と工程(撤去日数)の観点から一括撤去方式を選択した。

*GPU社の下、実質的には「サクストン・ニュークリア・エクスペリメンタル社(SNEC)」が施設管理をしている。

〈参考文献〉

- (1) J.Hildebrand "Shipping Saxton's large components" Radwaste Magazine, September/October 1999
- (2) G.Kuehn "GPU nuclear, Inc. Saxton nuclear experimental Corp. (SNEC) facility reactor pressure vessel (RPV) disposition" TLG Services Decommissioning Conference, 1996
- (3) Nucleonics Week (日本語版)、1999.10.28 (40巻、43号)
- (4) デコミニュース 第1号 (ヤンキー・ローの原子炉容器の一括撤去)

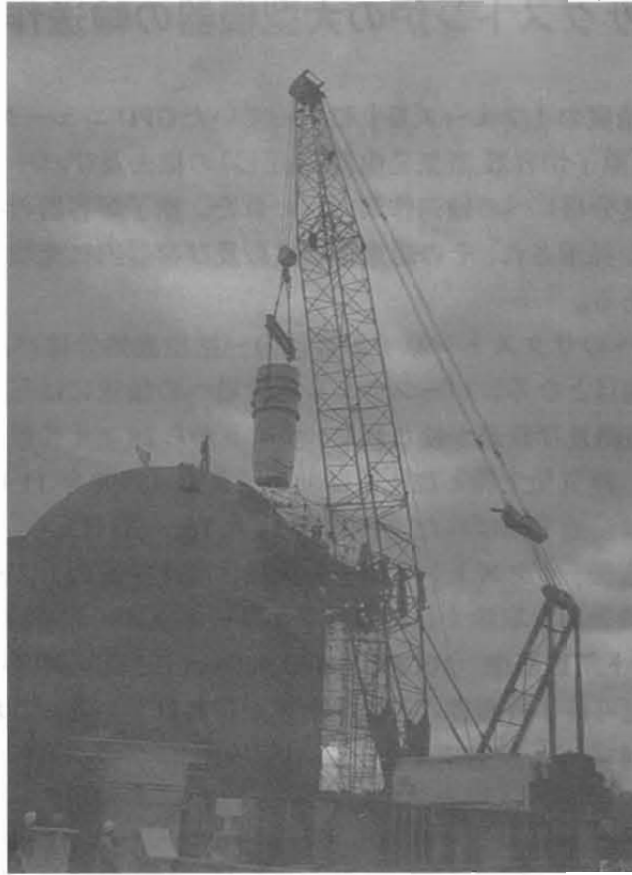


写真-1 原子炉建屋からの原子炉容器の吊上げ

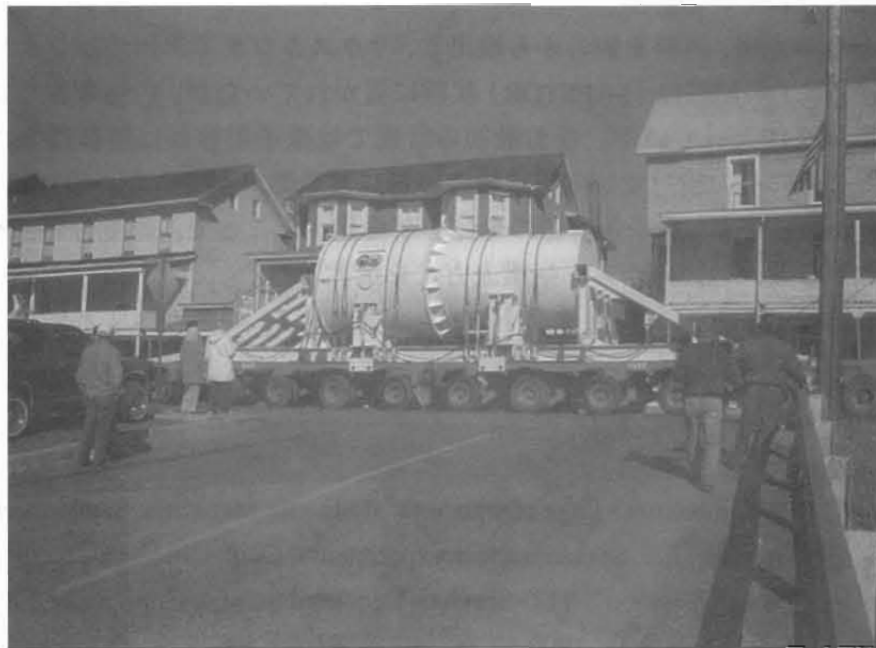


写真-2 Saxton の街中を輸送される原子炉容器

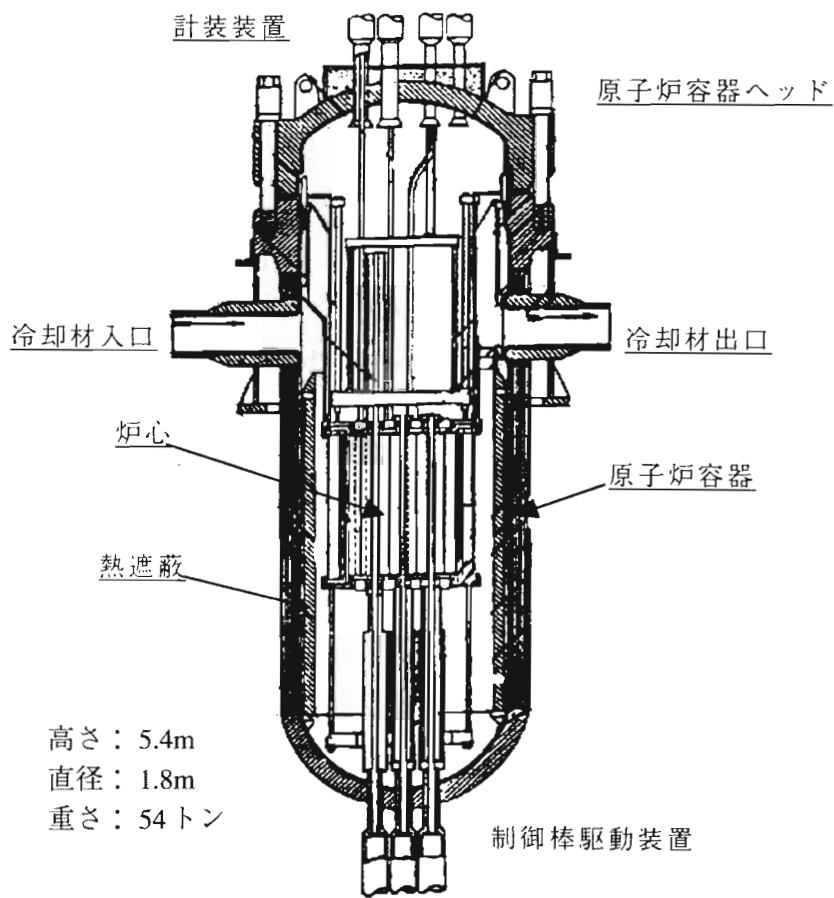


図 Saxton 炉の原子炉压力容器

5. WAGRデコミッションのその後(英国)

英国のWAGR (Windscale Advanced Gas-cooled Reactor、電気出力：3万6000kW)は、1963年3月に運転を開始し、1981年にその使命を終えて停止した改良型ガス冷却炉の原型炉である。英国の発電用原子炉を安全に、環境へのリスクを最小限に抑えて、低コストで解体できることを実証することを目的に1983年に解体を開始した。同炉の解体においては、解体を完了させるよりも、研究・開発を行い有用な情報を得ることに重点が置かれている。

WAGR解体プロジェクトは、ベルギーの研究用原子炉BR-3、ドイツの発電用原子炉グンドレミンゲン及びドイツのロシア型原子炉グライフスヴァルトと並びEUの原子炉解体研究開発プロジェクトの1つに指定され、資金援助を受けるとともに技術開発、解体等で得られた情報を提供している。

これまでに、解体・撤去工事と合わせて、遠隔操作による廃棄物取扱設備や原子炉の遠隔解体装置の開発を行ってきた。1998年から放射能レベルの低い炉内構造物の解体を始め、1999年の10月末から高放射化部の解体を進めている。同炉の解体については、デコミッションング技法No.12 (1995年)及びデコミニユース第3号 (1998年)でも紹介したが、解体工法、適用技術等も明確になってきているので廃棄物の処理方法も含めて紹介する。

炉内構造物の解体

炉内構造物の解体は、マニピュレーターを用いた遠隔解体装置 (Remote Dismantling Machine) を使用し、基本的には上部から下部へと解体が行われる。遠隔操作を必要としない解体作業はすでに完了しており、現在、空になった燃料チャンネルに保管されていた中性子遮へいプラグ、燃料集合体の部材、制御棒等の撤去が遠隔操作で進められている。

この後、ホットボックス→ループチューブ→中性子遮へい→炉心グラフィット→熱遮へい→下部構造物→原子炉圧力容器及び保温材→サーマル・コラムの順序で解体が進められる (図1参照)。

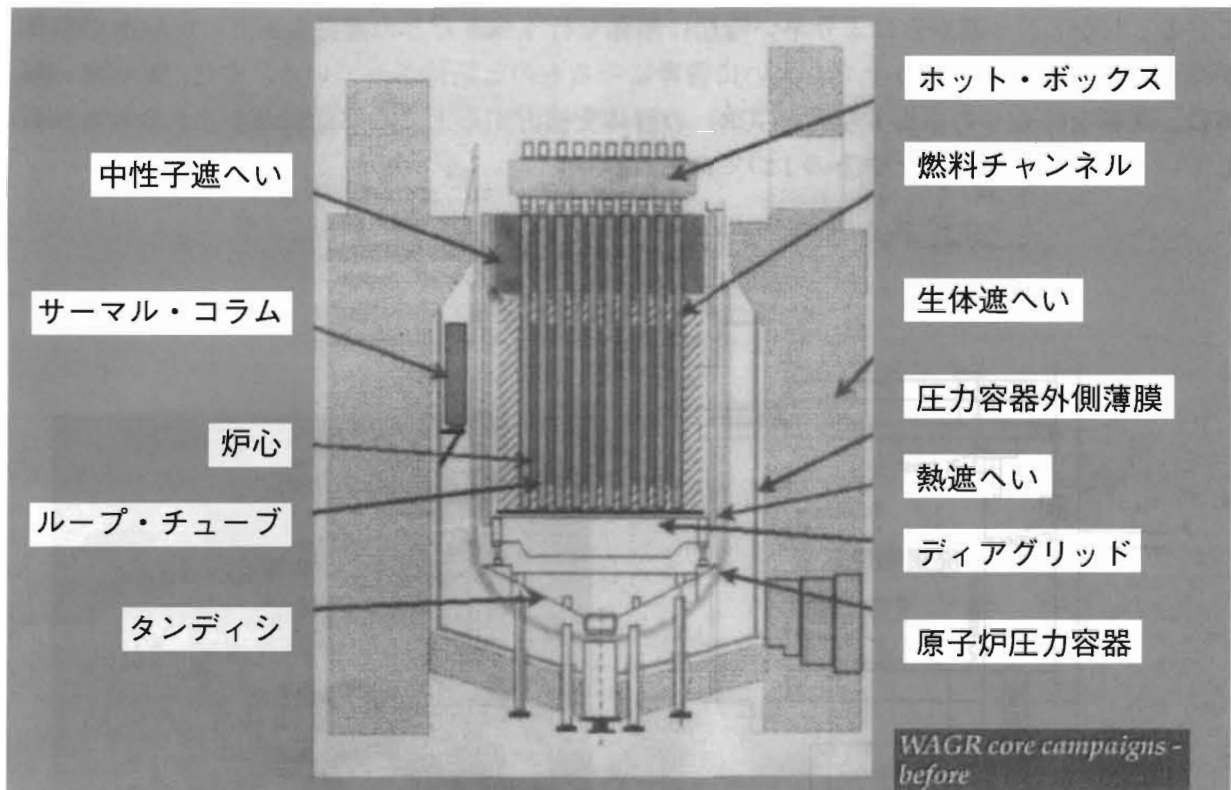
原子炉上部にあるホットボックス内部には、薄い鋼製のシリンダーやチューブが設置されており、それらの切断はプラズマアーク切断で行われる。チューブについては内側から、主要なシリンダーについては外側から切断を行うことを予定しており、高度の技術が必要になることから、解体プロセスの検討が進められている。

炉心グラフィットの撤去は、容量的には大量であるが、切断にはさほど時間を必要としない。計器類の撤去では、種々の配管の切断やその内部にあるケーブルの切断等難しい作業が生ずる恐れがある。

原子炉圧力容器の解体

WAGRの解体の大きな目的の1つは、原子炉圧力容器 (高さ：13.15m、直径：6.5m、厚さ：44～111mm)と保温材を撤去するための解体工法と解体機器を開発することにある。保温材は、圧力容器の外側に取り付けてあり、セメント、アスベストを含有する保温材、亜鉛メッキの金網、アルミニウム・シート等で構成されている。

圧力容器の解体は、開発した遠隔解体装置を用いてディスクカッターによる機械的工法と酸



図—1 WAGRの炉内構造物及び原子炉圧力容器

素・プロパンを使用しフレイム切断工法で行う計画である。生体遮へい体との間隔は76mmと狭く、解体では生体遮へい体を傷つけないように撤去する必要がある。炉内構造物と原子炉圧力容器の解体は、2006年に完了する予定である。

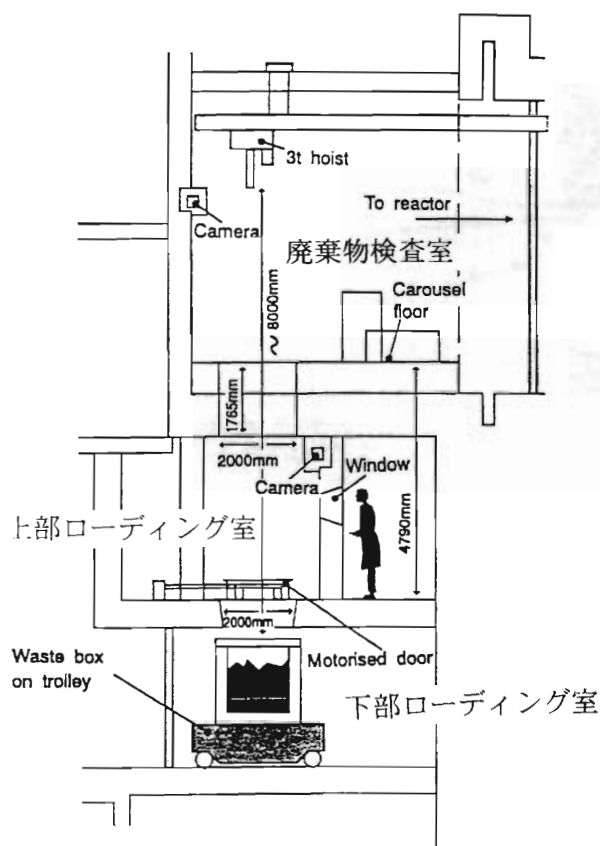
廃棄物処理

遠隔解体装置を使用し解体された炉内構造物等は、ホイストを用いて廃棄物検査室に移送される。そこで検査を行った後、上部ローディングセルに移し、最終チェックを行ってから下部ローディングセル内で遮へい付き収納容器に収納する(図—2参照)。原子炉圧力容器内の作業及び廃棄物の移送は、遠隔解体装置に備え付けのカメラや検査室等に取り付けられたカメラで監視しながら遠隔操作で行われる。

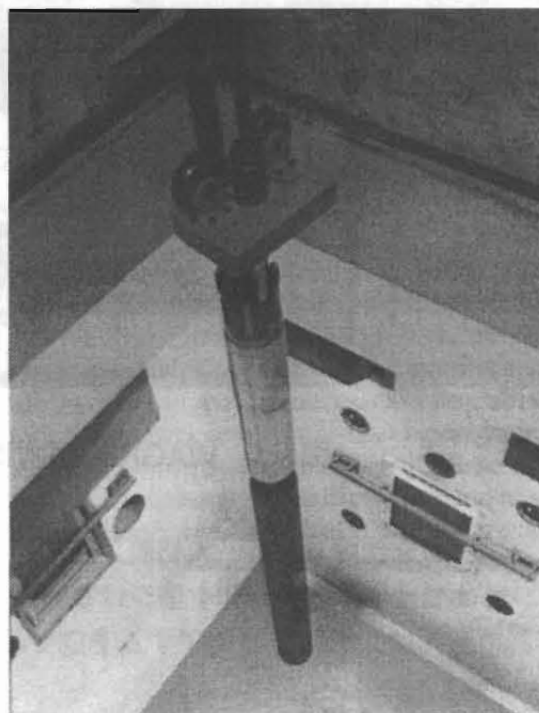
高放射化した中性子遮へいプラグを収納した中レベル廃棄物収納容器が、1999年10月に初めて搬出された。収納容器は、コンクリート性で廃棄物を収納した後、セメントを注入し、コンクリート製の蓋をしてサイト内の貯蔵施設に保管された。収納容器は高価なため、収納効率を良くするための配慮がなされている。WAGRの解体では、144個の中レベル廃棄物収納容器が必要になると予測されている。低レベル廃棄物はドリッグ処分場へ輸送されるが、中レベル廃棄物についてはサイト内に貯蔵される。

英国では現在、自然崩壊による放射能レベルの減衰、資金の運用面等で遅延解体が有利であるとの理由により、原子炉停止後130年間安全貯蔵を行った後、原子炉を解体する戦略をとつ

ている。しかし、一部からはより早い時期に解体を行うべきだとの意見もあり、WAGRの解体が遅延解体等の検討を行う上でも大いに参考になるものと期待されている。また、WAGRの解体は、運転を停止した東海1号炉（GCR）の解体を検討する上でも共通点が多く、今後も注目していくべき解体プロジェクトの1つであろう。



図一2 廃棄物処理の流れ



図一3 検査室での放射線測定

<参考文献>

- (1) Dick Kovan : Windscale- core decommissioning goes active, Nuclear Engineering International, February 2000
- (2) 石川広範 : ウィンズケール改良型ガス冷却炉 (WAGR) の解体、デコミッションング技報 No.12 (1995)

北米調査団のご案内

- (1) 期 間 平成 12 年 9 月 23 日(土)～10 月 6 日(金)
(2) 団 長 石樽 顯吉 埼玉工業大学 先端科学研究所 教授
(3) 参加会議 Spectrum 2000 (International Conference on
Nuclear and Hazardous Waste Management)
主 催 ANS (アメリカ原子力学会)
開催期日 9 月 24 日 (日) ～9 月 28 日(木)
開催場所 チャタヌーガ (テネシー州)
- (4) デコミッションング関連施設訪問 (予定)
① 9 月 29 日 (金)
◎オコニー原子力発電所 (サウスカロライナ州) : 運転中
運転期間を 60 年間に延期、経年変化プログラムの実施、
S/G 交換計画 (2003～2004)
② 10 月 2 日 (月)
◎コネチカットヤンキー原子力発電所 (コネチカット州)
2004 年までの予定で廃止措置中
③ 10 月 4 日 (水)
◎ジョージア工科大学研究炉 (ジョージア州)
2000 年に廃止措置完了予定
以上のほか、原子力発電所の機器除染、補修点検等を実施してい
る会社と交渉中です。
◎応募締め切り：7 月 31 日 (月) (定員 20 名)

賛助会員には、参加募集案内書をお送り致しました。

- ◎ 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 : amrandec@olive.ocn.ne.jp
◎ 調査団事務局 むらまつ あきら 村松 精 ・ はら くにお 原 邦男

デコミニユース 第 12 号

発行日 平成 12 年 6 月 13 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

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

