

No.8

デコミ ニユース

第8号

目次

1. サバンナリバーサイトの最近の動向について … 1
2. 小型ナトリウム冷却炉 KNK の
デコミッションング … 4
3. バイオデコンタミネーションの開発 …… 6
4. WIPP (米)、放射性廃棄物の地層処分を開始 … 8
5. カザフスタンの高速増殖炉 BN - 350
デコミッションングへ … 10

RAINDIEC

(財)原子力施設デコミッションング研究協会

1. サバンナリバーサイトの最近の動向について

米国エネルギー省 (DOE) のサウスカロライナ州とジョージア州の両州にまたがるサバンナリバーサイト (SRS : Savannah River Site) の最近の動向について紹介する。

1950年代当初、SRSは核兵器用のトリチウム (H-3) 及びプルトニウム (Pu-239) を製造することを目的に数多くの施設が建設され、1953～1988年までに36トンのPuを生産した。これらの施設が点在する敷地は、約25km×25kmの広大な面積を有し、SRSの運営はウエスチングハウスがDOEから委ねられ、別会社としてウエスチングハウス・サバンナリバーカンパニーWSRC (Westinghouse Savannah River Company) を設立した。WSRCの各チームの下にベクテル社、バブコック・ウイルコックス社、BNFL社も加わっている。現在、SRS全従業員は約14,000人で、その内訳はDOEが3.5%、WSRCが87.5%、下請9%で構成されている。

1998年8月頃から余剰Puの処分計画に関するDOE主催の公聴会がSRSの地元の両州で開催され、地元ではプロジェクトを進めることに対する支持者が大部分で、よい雰囲気の中で公聴会を終わることができたと言う。これもSRSの年間総予算額13億ドルの内、給与費が8.7億ドル、両州への物品調達費として約0.9億ドルが支払われており、地元への経済効果が大きいと納得できる。

SRSの主要な施設としては、5基の原子炉施設、使用済核燃料再処理施設が2施設、重水抽出施設、核燃料及びターゲットの製造施設、ガラス固化施設等が建設され、運転されてきた。

しかし、冷戦後のSRSは、環境回復計画、トリチウム処理、解体核処分計画などに主眼を置いて取り組んでおり、将来は年間160億ドルを必要とするPu処分計画のため、750人のR&D要員を有するサバンナリバーテクニカルセンター (STC) で技術体制を整えている。

WSRCは1996年に余剰設備や施設を整理・処分することを目的に組織体制を整備し、要員約130人を擁した施設廃止措置部 (FDD : Facility Decommissioning Division) なる新組織を設置すると共に、除染施設 (DF : Decontamination Facility) を建設した。

以下に、SRSのこれまでの主要な実績と現状について紹介する。

(1) トリチウム生産

DOEは商業用原子炉か加速器により継続してトリチウムを生産することを表明している。しかし、米国のトリチウム生産炉はSRSのK-炉 (重水炉) だけで、トリチウム生産する唯一の候補とされているため、廃止措置の計画はない。

(2) 再処理

使用済核燃料再処理の2施設 (サイト内の呼び名 : FキャニオンとHキャニオン) では、施設の安定化プロジェクトと称して、これら施設のクリーンアップが進められている。Fキャニオンでは、使用済核燃料の再処理を2002年までに処理する計画であり、HキャニオンのHBラインでは衛星電池用のPu-238の製造、火星探査衛星の燃料の製造を行うほか、高濃縮ウランの希釈混合作業を行っている。

(3) ガラス固化

使用済核燃料再処理施設からの高レベル廃液をガラス固化施設(DWPF)でガラス固化体を製造しており、1998会計年度は200体のガラス固化体を製造し、操業以来433体の固化体製造を達成している。今後発生するすべての高レベル廃液をガラス固化するにはあと25年程度を必要としている。(サイクル機構ガラス固化施設TVFと処理形式が同じ方法を採用)

(4) 解体Puの貯蔵施設

核兵器解体によるPu等を安定貯蔵するAPSF(Actinide Packaging and Storage Facility)施設の計画は、総額2億ドルの予算でF-キャニオンに隣接した場所に建設を予定し、1998年5月に掘削を開始した。施設の完成は2001年の予定である。

なお、この貯蔵施設には、SRSの核兵器解体によるPuばかりでなくDOEの関連施設からのPuも受入貯蔵の対象としている。

(5) 廃止措置

1997年7月D&D(Decommissioning and Decontamination)プロジェクトは、世界で最初のトリウム生産施設(232-Fビルディング)の廃止措置を2年間で、安全第一に解体を完了した。当施設の総面積は約1,580m²で、施設の付属スタックは鉄筋コンクリート製の地上部分の高さが61mで地下深さが6mである。

一方、本施設に係わる廃止措置の実績投資金額は、約7.6億円で当初の見積金額の1/3の資金を使用するに留まった。トリウム生産施設の解体前後の風景を別紙の写真に示す。

その他重水試験炉(HWCTR)燃料集合体の試験のため、1961-64年に運転した重水試験炉(HWCTR)の制御室、補助建屋等を解体し、1998年に炉心部を密封管理とした。また、燃料製造施設の廃止措置は1998年に開始したばかりで、3人程のグループを組み施設を部分的に解体している姿がみられた。当施設では、解体後の除染を実施するに当たり開発した高感度 α サーベイメータのテストを実施中であったが、感度等については公表できない状況にあった。

(6) 除染・再利用

これまでに解体した低レベル固体廃棄物、主としてステンレス鋼を対象に規制除外レベル以下に除染し、再利用または限定再利用することを目標に除染施設(DF: Decontamination Facility)がフル操業している。

この施設では、化学除染はほとんど実施されておらず、90%以上がブラスト除染であり、ブラスト材として炭酸ガス、樹脂、プラスチック、過加熱水、鉄粉-砂を使用しており、汚染物の種類や付着の度合によりブラスト材を使い分けているようだ。使用したブラスト材は焼却、洗浄等により二次廃棄物の発生を抑制している。

解体済の蒸気発生器は除染したのち、空地に山積されており再利用を図る計画としている。

[参考資料等]

- * Excess Facility Disposition
- * Deactivation & Decommissioning Overview
- * Decontamination Facility Business Plan
- * 説明者 SRSC : Craig McMullin (Director of Facility Decommissioning Division) & Heatherly Dukes (Manager of Decontamination Facility)



解体前



解体後

解体前後のトリウム生産施設 (232-F) の風景

2. 小型ナトリウム冷却炉KNKのデコミッショニング —デコミッショニングの進捗状況と今後の計画—

KNK（小型ナトリウム冷却原子炉施設）はカールスルーエ原子力センターにある電気出力20MWの実験炉で、1971年から1974年まで熱中性子炉として運転されていた。その後、1977年に高速炉心として認可され、ナトリウム技術の開発、高速炉燃料の試験、運転経験の蓄積、高速炉開発のための実験を行うために使用されたが、1991年8月23日に運転を終了した。

KNKはFZK（Forschungszentrum Karlsruhe GmbH）が所有・管理しており、FZKはKNKサイトを最終的にグリーンフィールド（緑地化）にすることで、デコミッショニングを行っている。

KNKのデコミッショニングは1993年から開始された。デコミッショニングは、10回に分けて許認可を得て実施することになっているが、現在は一部を除いて、第7回目の許認可内容までの作業が終了している。デコミッショニング作業は、予定の資金が得られるかどうかという問題があるが、2003年後半までに完了する計画となっている。

解体物については、リサイクルの考え方が浸透しており、例えばタービンを含めた水-蒸気系、非常用ディーゼル発電装置や燃料要素貯蔵ラックのポリエチレン遮へい体（18トン）といった汚染されていない解体物については、クリアランスの測定を行った後でリサイクルすることになっている。したがって、リサイクルの可能性のない解体物については廃棄処分され、放射化あるいは汚染された解体物については、FZKのHDB（Central Decontamination Plant Operations Dept.）に引き取られることになっている。

デコミッショニング作業は作業員の被ばくを伴うが、第1回目から7回目までの許認可を得た作業の被ばく結果は平均で20ミリシーベルトにとどまっている。今後、汚染あるいは放射化された1次システムの解体（第8回目の許認可）を行う際には、作業に伴う全被ばく量は200ミリシーベルトと予測している。30人までの作業員がこの作業に従事する計画であり、個人の年間被ばく量の計画上限の10ミリシーベルトは越えないようにしている。

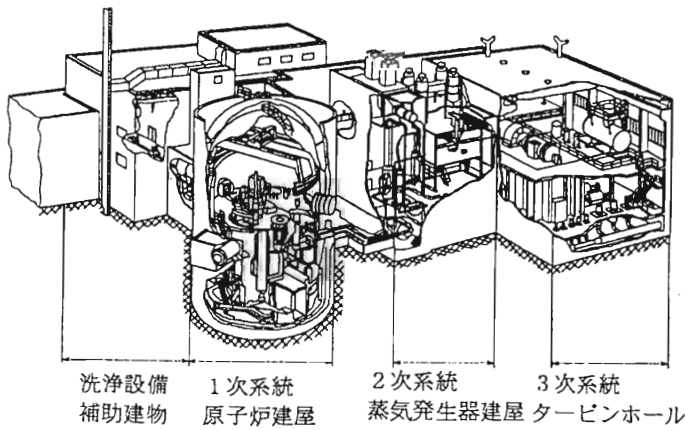
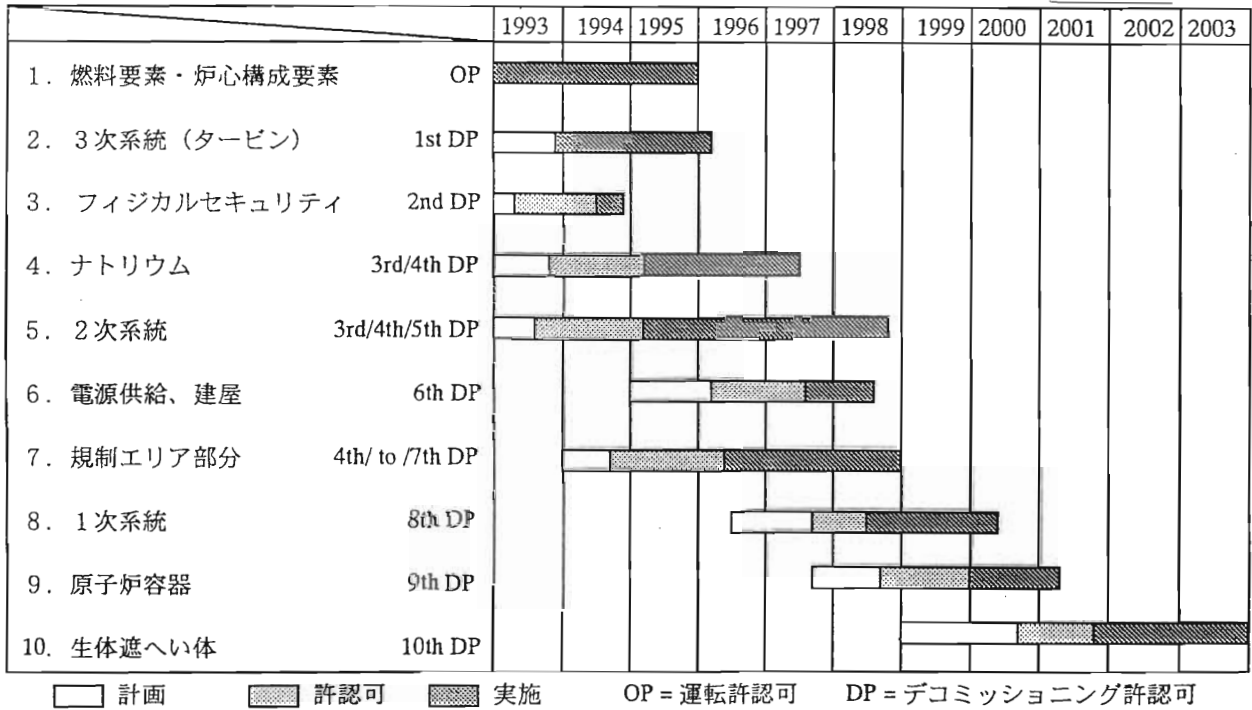
1998年末までに2次システムの解体と1次システムの解体準備が完了した後、今年には蒸気発生器建屋とタービンホール及び補助系建屋が解体される予定である。更に原子炉容器の回転プラグの撤去に続いて、1次システムの解体も今年末までに計画されている。2000年には原子炉容器の撤去、2001年には放射化コンクリートの廃棄処理、2002年には規制エリアの除染とクリアランスの測定、2003年には残りの建屋の解体を通常の建物の解体技術と同じ工法で行うこととしている。

〈参考資料〉

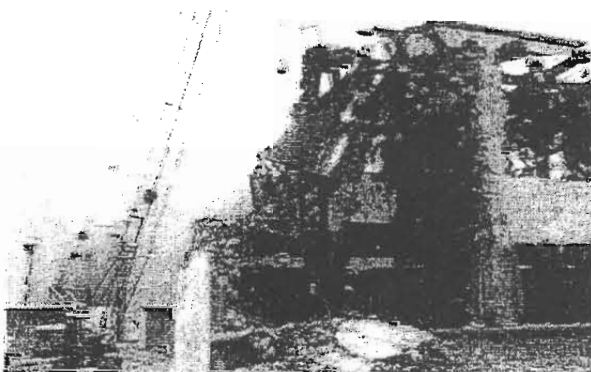
- (1) INSC Database Homepage
- (2) Decommissioning the KNK Compact Sodium-Cooled Nuclear Reactor, RADWASTE, Nov./Dec.1998

小型ナトリウム冷却炉KNKのデコミッションスケジュール

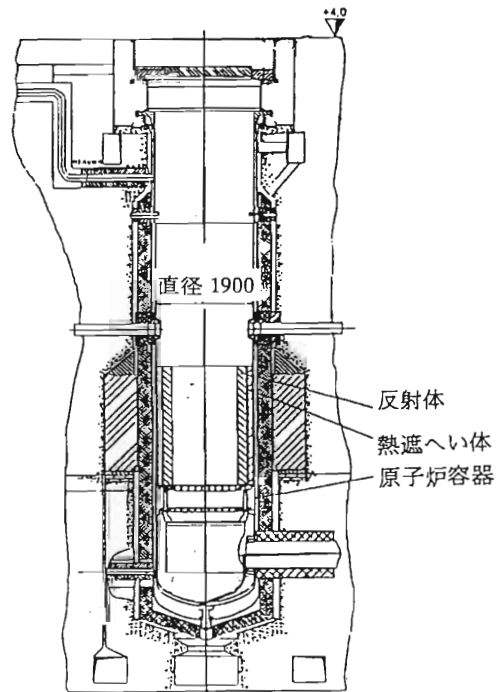
(1998年現在)



KNKの概念図



冷却塔の解体状況



回転プラグ撤去後の原子炉容器断面図

3. バイオデコンタミネーション (Biodecontamination) の開発

原子力施設解体にあたってのコンクリート除染を安全で効率的に進めるため、世界各国で除染技術の開発が進められている。本書では、英国のBNFL社と米国アイダホ国立工学・環境研究所(INEEL)が共同研究・開発協定を結び進めているコンクリート表面除染のためのバイオデコンタミネーション技術の開発を紹介する。

バクテリアを使用してコンクリートを劣化し除染する方法は、Microbially-influenced degradation (MID) と呼ばれ、1945年以降研究がなされてきた。MIDは、特殊なバクテリアを用いて強力な無機酸 (Mineral acids) を発生させてコンクリートを劣化する手法で、今回の研究ではMIDとして、硫黄酸化剤の Thiobacillus (Sulfer oxidizing genus thiobacillus) が使用されている。研究開発は、主に以下の3つ分野に重点が置かれた。

- ①バクテリア及び栄養源の適用性
- ②バクテリアの活動維持
- ③廃棄物処理のための劣化コンクリート表面の除去と梱包

研究室の実験及び実証試験により、コンクリート表面除染におけるバクテリアと栄養源の最適条件、所要浸透深さまで除染するための必要作用期間等が確認された。また、これらの試験により、バイオデコンタミネーションは、除染のための労力、放射線被ばく、除染コスト等を低減でき、空気汚染の拡大を防止できるなどのメリットがあることが証明された。

この除染方法は、垂直壁面及び水平壁面にも適用でき、コンクリート表面から深さ2～4mm程度まで除去することが可能である。除染に要する期間は、汚染の範囲や深さに依存するが、6～18ヶ月程度である。

高放射線環境下での作業等では、全て遠隔操作で行うことができ、また、バクテリアの活動のための最適な温度条件は25℃～30℃で、栄養剤を供給し、ある程度の湿度を維持するだけで、その他には必要とする物もなく、2次廃棄物の発生を大幅に低減できる。

現在の研究開発は、バクテリアと栄養剤を経済的、かつ効率的にコンクリート表面に供給するシステムの開発及びバクテリアの作用により劣化したコンクリートを効率的に除去する技術の開発に重点が置かれてる。1999年には、フルスケールの装置を使用して汚染区域内で実証することを予定しており、統合されたシステムが準備できるものと期待されている。

開発した技術を実証するため、米国内のどこの施設に適用するかについて検討が進められており、原子炉解体プロジェクトや East Tennessee Technology Park (ETTP) 等が候補地として挙げられている。英国では、バイオデコンタミネーションのプロセスの実証試験が Sellafield Pile Chimney 解体プロジェクトで進められている。

バイオデコンタミネーション法による除染手順及びそのプロセスを図-1、図-2に示す。

この除染方法は、機器、配管等への適用も考えられ、除染コスト、放射線被ばく、除染作業工数、放射性廃棄物の削減等に大いに期待されている。

<参考資料>

- (1) Biodecontamination : microbially cleaning massive concrete structures, Feb. 1999 Nuclear engineering international
- (2) Biodecontamination : cost-benefit analysis of a novel approach for decontamination of massive concrete structures

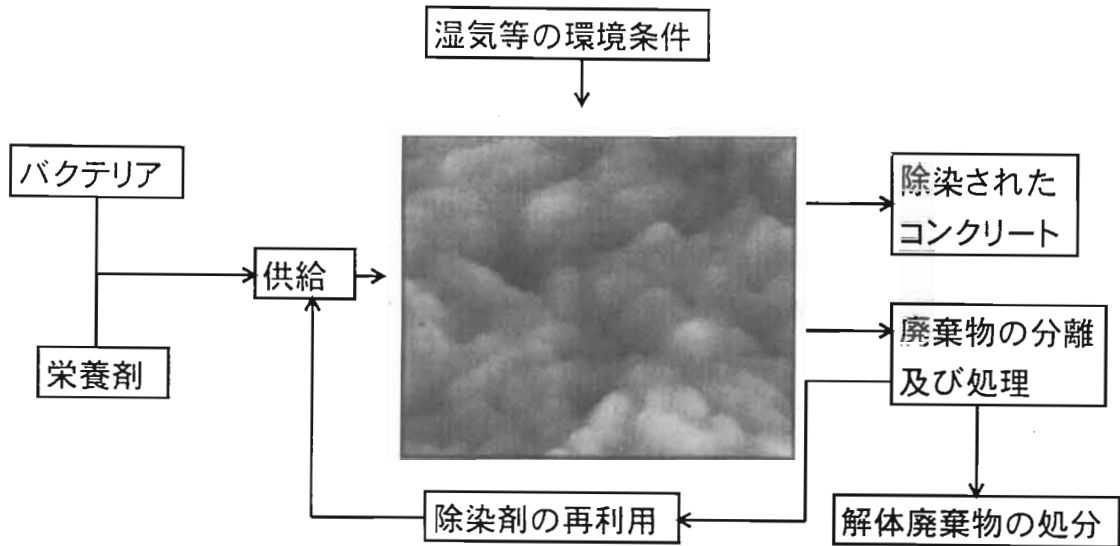


図-1 バイオデコンタミネーション法による除染手順

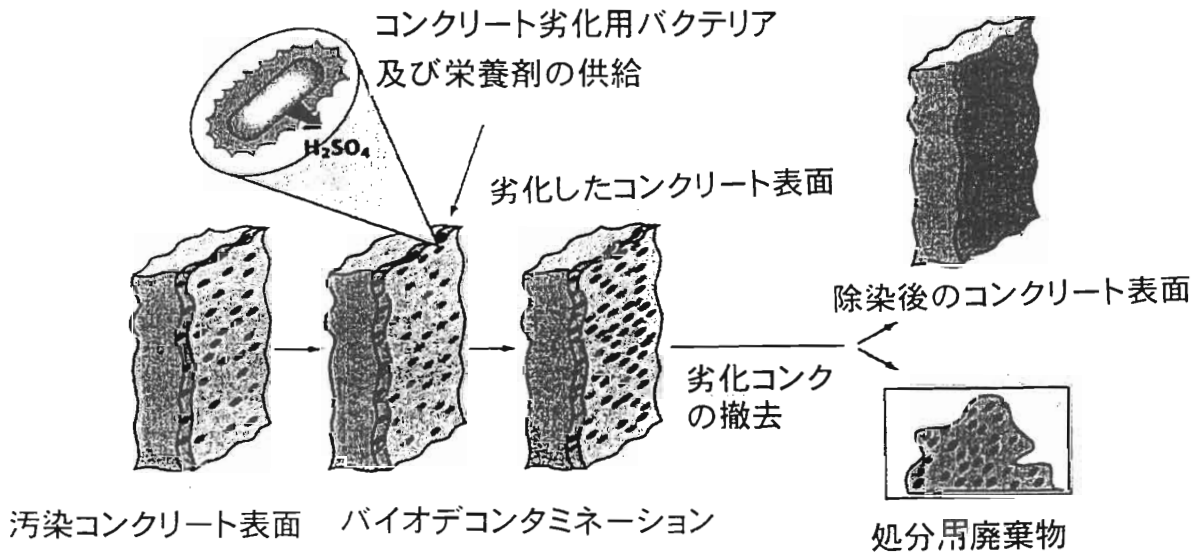


図-2 バイオデコンタミネーション・プロセス

4. WIPP（米）、放射性廃棄物の地層処分を開始

WIPP（廃棄物隔離パイロット・プラント）へ超ウラン元素（TRU）廃棄物が収納され、米国で初めての地層処分が開始された。このTRU廃棄物は、1999年3月25日午後7時49分にニューメキシコ州北部のロスアラモス国立研究所を専用トラックで出発し、翌日の午前4時頃にWIPPに到着した。廃棄物の一部は、地下約650mのところにある2.25億年前の岩塩層に掘削された7つの収納室のうちの1室に収納された。それぞれの収納室の大きさは、高さ4m、幅10m、奥行90mである。また、4つの立抗によって地上施設と地下の処分場が結ばれている。写真-1に地上施設を示す。

WIPPはニューメキシコ州南東部・カールスバッドから約42km離れた郊外に位置しており、様々な調査・検討の結果、不透水性で広範囲にわたって非常に安定した地層で安全性が高いことから、米国で初の放射性廃棄物地層処分場として建設費21億ドルで建設された。

TRU廃棄物のハイウェー輸送は、通信衛星による監視、訓練された専門家の配置など、走行中の情報伝達と安全確保が維持できるよう配慮した輸送システムの下に行われる。また、この他、ニューメキシコ州との協定により、地下における万一の事故時に対応できるよう救急車を配備するなど、救急システムも有している。図-1に輸送システムの概念を示す。

今まで米国では、東西冷戦時代の核兵器関連研究室で発生した多量の軍事用放射性廃棄物がオークリッジ、アイダホ、サバンナリバーなどの軍事施設で浅地層処分されている。しかし、これらの処分方法には長期的な閉じ込め性能に不安があることから、DOEは、軍事活動に伴って発生する半減期の長いTRU廃棄物を最終処分する施設としてWIPPをウエスチングハウス社に委託し1989年に完成させた。

しかしながら、規制的な要求事項や環境保護団体、ニューメキシコ州政府らが起こしていた訴訟によりWIPPは操業開始の遅延を余儀なくされていたが、このほど連邦地方裁判所が92年の差し止め請求を排除する判断を下し、「ロスアラモス研究所に一時貯蔵されている廃棄物の輸送に危険はない」との判決を言い渡したことから、米国初の放射性廃棄物地層処分が実現することになった。

連邦地裁判事は、WIPPがロスアラモスのTRU廃棄物の受け入れを開始できるとする判決を3月に下したが、一方裁判で争っている環境保護団体は、判決が適用されるのはロスアラモスの廃棄物のみであると主張している。

4月7日に、ロスアラモス研究所からの第2回目のTRU廃棄物がWIPPに搬入された。今後、ロスアラモス研究所からTRU廃棄物を週1回程度の割合で15回行う予定である。WIPPは、軍事利用施設から発生したTRU廃棄物を今後約30年間受け入れできるよう設計されている。

WIPPにおけるTRU廃棄物処分に関する技術情報や社会的問題に対する取り組みは、今後のわが国における半減期の長い放射性廃棄物処分を進める上で大いに参考になるであろう。

<参考資料>

- (1) NUCLEONICS WEEK. April 1, 1999
- (2) 原子力産業新聞 (平成 11 年 4 月 8 日)
- (3) RANDEC ニュース (平成 10 年 3 月、No 37)



写真-1 WIPP の地上施設

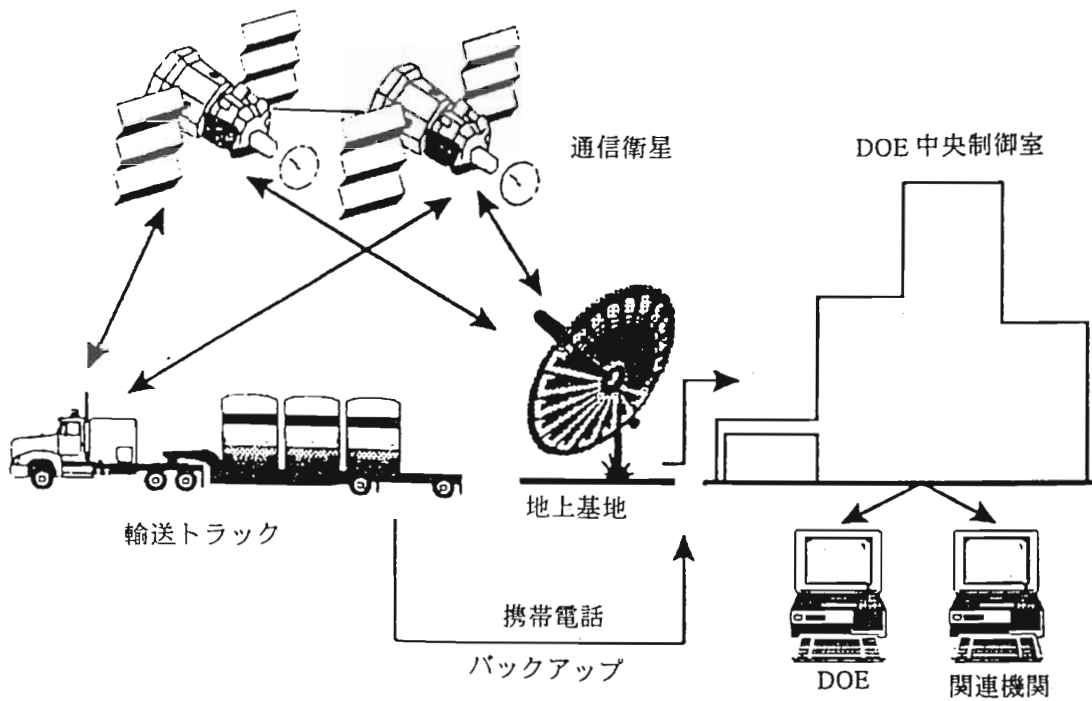


図-1 放射性廃棄物輸送監視システム

5. カザフスタンの高速増殖炉 BN-350 デコミッションングへ — IAEA ワークショップ速報 —

IAEA 主催の高速増殖炉 BN-350 のデコミッションング・ワークショップが去る 5 月 10 日から 14 日までカザフスタンの旧首都アルマトイ（1998 年に首都がアスタナに遷都）で、日本、米国、英国の専門家を招いて開催された。日本からは、当協会の宮坂が招かれた。

このワークショップは、BN-350 のデコミッションングについての安全性の枠組みを提示すること及びこれに対する IAEA の最良の支援をどのように行うかを検討するために、BN-350 の状況に関するデータを集めることにある。

BN-350 は、旧ソ連時代にカスピ海に面するアクタウ（旧称シェフチェンコ）に建設されたループ型ナトリウム冷却高速増殖炉（燃料は高濃縮ウラン）で、熱出力 1,000MWt、電気出力 350MWe（一般供給電力 150MWe、海水淡水化 200MWe 相当）で建設された。営業運転は 1973 年 7 月に開始されたが、初期段階で蒸気発生器のナトリウム漏洩事故が発生し、5 基の蒸気発生器伝熱管の全数取り替えが行われた。その後も同様のトラブルや燃料破損が続いたため、熱出力を下げた運転する対策がとられ、1976 年、熱出力を最高 650MWt に制限し運転されてきた。（写真に BN-350 の外観を、図に原子炉本体、発電及び海水淡水化系フローを示す）

それ以後は、設備利用率 80% を達成して運転経験も豊富になったが、設計の安全性と運転管理体制について IAEA-OSART（運転安全評価）から改善の必要性を指摘されていた。最近、原子炉本体施設の老朽化が進んでいること、廃液保管施設が満杯に近いこと及び設計寿命を越えているので漏洩の可能性があることが明らかにされた。さらには、固体廃棄物貯蔵施設がほぼ満杯であり、地下水面が施設そのものの底面に近くなっているなどの状況から、カザフスタン政府は今年 4 月に BN-350 の運転を永久に停止し、デコミッションングすることを決定するに至ったものである。

デコミッションングに当たっては、解体技術等について国際的な協力支援を求める方針を取り、今回のワークショップもカザフスタン政府の要請によって開催されたものである。本会合には、前記 3 ヶ国の専門家のほかに IAEA 当局、米、仏、伊のオブザーバー 10 名、カザフスタン側からは、規制当局、研究所、サイトの技術者など 15 名が参加した。

まず IAEA から、「規制上の要求事項」、「安全指針」、「クリアランス基準」、「デコミッションングコスト評価」、米国からは「デコミッションング手順」、「施設調査手順」、「米国のデコミッションング政策と経験」、英国からは、「デコミッションング技術」、「廃棄物と使用済燃料の管理」、「英国の高速実験炉 DFR、高速増殖原型炉 PFR を含むデコミッションングの経験」等が報告された。宮坂からは「デコミッションング計画」、「デコミッションングに関する規制手続」、「日本のデコミッションング政策と経験」を発表した。

さらに、仏 (EDF、NERSA) からラプソデーのデコミッショニング経験及びスーパーフェニックスのデコミ計画、米 (ARGONNE-WEST) から高速増殖実験炉 EBR-II のデコミッショニング計画、伊 (ENEL) から 4 基の発電炉のデコミッショニング計画が報告された。

カザフスタン側からは、次のようデコミッショニングの方針が示された。

(1) 第一フェーズ 施設安全貯蔵のための準備期間 (5 年間)

燃料の取り出しとサイト外貯蔵のための搬出、1 次系、2 次系ナトリウムのドレン、
デコミッショニング計画の立案

(2) 第二フェーズ 安全貯蔵 (約 50 年間)

施設のサーベイランス及び保守管理

(3) 第三フェーズ 完全な解体撤去

席上では、ラプソデーでは既に生体遮へい体と炉心を残して 1 次系、2 次系とも解体済みであること、スーパーフェニックスではこの 7 月から燃料取り出しが始まり、ナトリウムの処理処分及び系内残留ナトリウム処理については、ラプソデーの経験に基づいて検討した内容が報告された。英国の PFR はナトリウムを処分中であり、系内残留ナトリウムの処理は 2001 年から開始されることも発表された。米国の EBR-II も近いうちにナトリウムの抜き取り作業に入ることなどが示された。

カザフスタンでは、現在ナトリウムの精製、ドレントankからの移送、処理を行う適切な技術、装置、システムがないため、系内残留ナトリウムを含めて安全に処理することについては、大きな関心を呼び、質疑が集中した。

最終的には、当面の課題はデコミッショニング計画の立案及び停止後の安全対策であり、これについては施設の現状や技術的困難性等から、国際的な支援が必要であるとの認識で一致し、本年夏には次のワークショップを計画することになった。

(宮坂)



写真 高速増殖炉 BN-350

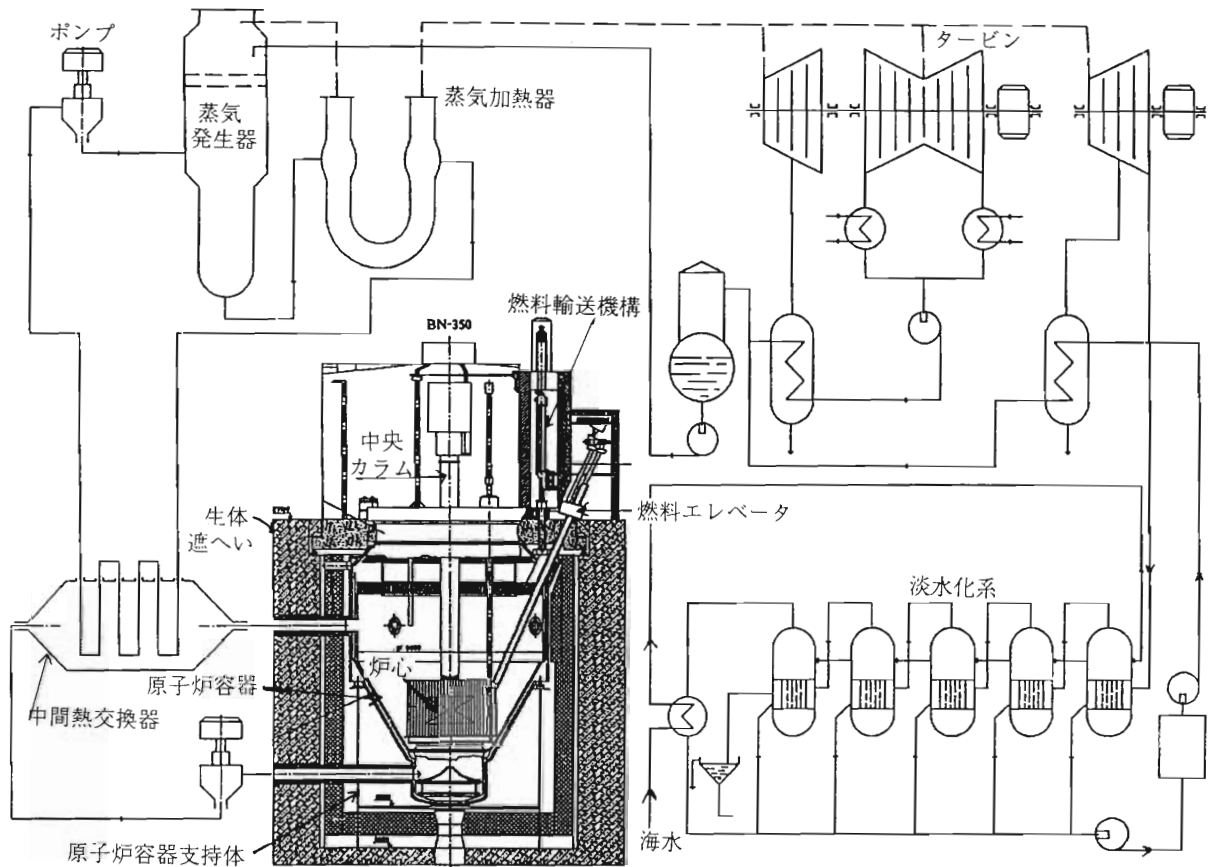


図 高速増殖炉 BN-350 フロー図

欧州調査団・募集のご案内

(1) 期間 11月7日(日)～11月20日(土)

(2) 参加会議 Euradwaste '99 (Radioactive Waste Management Strategies and Issues)

EC主催：第5回放射性廃棄物管理・処分・廃止措置に関する
EC会議

開催場所：ルクセンブルグ(11/15～18)

(3) デコミッションング関連施設訪問 (案)

- ① ユーロケミック再処理施設 (ベルギー)
- ② グライフスバルド (ドイツ)
- ③ グンドレミンゲン (ドイツ)
- ④ ビュルガッセン (ドイツ)

~~~~~

応募締切：7月30日(金) (定員20名)

お申込み・お問い合わせは事務局までお願い致します。

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

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

りんどう ひろし      かねこ ゆたか

調査団事務局：林道 寛、 金子 裕

デコミニュース 第8号

発行日 平成11年5月31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/>

©