

RANDEC

Dec.2004 No.63

ニュース

(財)原子力研究バックエンド推進センター



不確定性原理と原爆開発のハザマ

前原子力委員会委員長 藤家 洋一

原子力発電が基幹電源としての位置を確保した21世紀の現在、原子力研究開発の歴史を振り返ってみる時期に来ているのかもしれない。19世紀の終盤のX線、電子、放射能の発見で原子の内部への関心が一気に深まり、物質の外の世界をほぼ完全に記述できる古典物理の世界から物質の内部を記述する量子力学への大きな転換がもたらされた。連続から飛び飛びへの、実在から確率的存在への哲学的ともいえる転換でもある。

20世紀前半の大きな変化のなかには不確定性原理に始まる量子力学の構築と同時にヨーロッパからアメリカへの核科学と巨大技術を中心とする科学技術の拠点の移動およびそれに結果する原爆開発がある。筆者はその中で1920年代から40年代終わりまでの核エネルギーの研究開発で大きな役割を果たした科学者たちに関心があり、これまでも文献を集めたり、ヨーロッパやアメリカの知人に情

報を求めてきた。そのいくつかはこれまでも著作の中で述べた。しかし表題について最も代表的人物はハイゼンベルグであろう。世界に名高い物理学者としての評価は定着しているものの、ドイツの原爆開発の責任者としての彼の行動にはなぞの部分が多い。中でもニールスボーアとの交友については戯曲コペンハーゲンにも見られるように師弟関係とともにお互い敵対する国の科学者としての不信感もあったようだ。またハイゼンベルグが戦後あまりこのあたりの話を明確にしていないこともあって、人によっては彼の人物像はおろか人格にまで踏み込んだ発言や著作が多く見られる。

私はまだ結論を出せるほど研究が進んでいないが、アメリカ訪問中に亡命を勧誘され、これを敢然と拒否してドイツに戻ったハイゼンベルグにシンパシーを覚えるところから見ている。いつの日か公表できればと考えている。

RANDEC ニュース目次

第63号(2004年12月)

巻頭言 不確定性原理と原爆開発のハザマ	前原子力委員会委員長 藤家 洋一	
第16回 報告と講演の会の開催	総務部	(1)
RANDEC 事業に関する近況報告		
・ ANDRA との Technical Meeting	技術開発部	(3)
・ カザフスタン高速炉 BN -350 の廃止措置専門家を迎えて	技術開発部	(5)
寄稿		
・ RI 廃棄物の現状と今後の課題	(社)日本アイソトープ協会 環境整備部長 古川 修	(7)
主要国における放射性廃棄物処分の概要(その2)		
・ オルキルト中・低レベル放射性廃棄物処分場	富樫 昭夫	(9)
海外出張報告		
・ OECD/NEA 「原子力施設廃止措置プロジェクトに関する科学技術情報交換協力計画」(CPD) 運営会議に参加して	榎戸 裕二	(11)
海外技術情報		
・ 再処理施設の廃止措置に関するコジエマの戦略	前田 充	(12)
・ UKAEA の GLEEP 炉(ハーウエル)のデコミッショニング最終局面に	榎戸 裕二	(15)
・ 米国規制委員会の廃止措置プログラムの現状	宮本 喜晟	(16)
・ 使用済み放射線源のための処分オプション	妹尾 宗明	(18)
・ 米国低レベル廃棄物処分場の現状と今後の見通し	石川 広範	(20)
カレントトピクス		
・ 解体、運転廃棄物等のクリアランスとは	宮坂 靖彦	(22)
日本原子力学会報告		
・ 日本原子力学会「2004年秋の大会」に参加して	中山 富佐雄、畠山 睦夫	(25)
RANDEC 委員会報告		(26)

第16回 報告と講演の会の開催

去る9月28日(火)にRANDEC恒例の第16回「報告と講演の会」が港区赤坂の三会堂ビル9階石垣記念ホールにおいて行われました。

主催者辻理事長の開会挨拶に続き、来賓としてご出席いただいた文部科学省研究振興局量子放射線研究課の小川課長からご挨拶を頂戴しました。

引続き講演に移り、先ず基調講演として前原子力委員長でこの7月からRANDECの特別顧問をお願いしている藤家洋一様から「宇宙時間と人類時間－放射性廃棄物の処理処分を考える－」と題してご講演をいただきました。「放射性廃棄物問題も原子力が持つ特殊性である放射能の存在に対する対応を明確にすることで、全体は人類文明の向かう方向に調和させることができるであろう。」また、「放射性廃棄物処分は、後世代に負の遺産を残さない、現世代の享受した快適な生活のツケ回しをしないという倫理観の中で取り扱われる課題であり、放射性廃棄物の質と量およびリスクの継続時間の認識が重要である。」等の大変興味深いお話に会場全体熱心に聞き入っていました。



辻 理事長 挨拶



基調講演 前原子力委員会委員長
藤家 洋一 様

続いて特別講演としてフランス放射性廃棄物管理機構(ANDRA)よりお招きしたJean-Louis M. TISON様から「フランスにおける低レベル放射性廃棄物処分の現状について」ご講演が行われ、「多種多様な低レベル放射性廃棄物の処分方策とこれらを受入れるANDRAの役割」等我が国のRI・研究所等廃棄物の処理処分事業の実現に向けて参考になる有意義なお話をうかがうことができました。

休憩の後、RANDECの事業報告に移り、はじめに足立専務理事より総括事業報告として、RI・研究所等廃棄物の処分地の立地等処理処分に関する調査についてと研究開発用原子力施設のデコミッションングに関する試験・調査及び技術・情報の提供について、また廃棄物事業及びデコミッションング技術に関する普及啓発等の取組みについてそれぞれ平成15年度における事業の成果と16年度の事業概要を報告しました。



特別講演 ANDRA

Jean-Louis M. TISON 様

続いてテーマ事業報告に移り、技術開発部の浅見参事からは、文部科学省の委託を受けて実施している「解体廃棄物リサイクル技術開発」において、解体金属廃棄物の再利用及び処理処分に係わる合理化検討に資するこ

とを目的に開発が行われてきた「解体廃棄物リサイクル評価コード(RECOSTEコード)」について報告を行いました。また、立地推進部の石堂参事より「低レベル放射性廃棄物処分場の立地選定手順」と題して、RI・研究所等廃棄物の処分地の立地等処理処分事業に関する調査を踏まえ、「適地を選定していくための評価基準と選定の手順」について報告が行われました。

当日は、予想以上に多数のご参加をいただき、開会時には既に満席の状態で、その後も引続き来場された皆様には、臨時の席や配布資料の不足から十分な対応ができませんでしたことを深くお詫び申し上げる次第です。ご参加いただいた皆様にここにあらためて厚くお礼申し上げます。



報告と講演の会 開催風景

RANDEC 事業に関する近況報告

1. ANDRA との Technical Meeting

「第16回報告と講演の会」を開催した翌日(9月29日)に、同会で特別講演をお願いしたフランス放射性廃棄物管理機構(ANDRA)のJean-Louis M. Tison氏と同じくANDRAから招聘したVincent Carlier氏に参加していただき、ANDRA-RANDECのテクニカルミーティングを開催しました。

日本側からは、中野先生(東京大学名誉教授)、文部科学省量子放射線課の梅田さんをはじめ、RANDECから15名、原研3名、サイクル機構2名、RI協会2名、その他3名の計27名が出席しました。

午前中は、日本側から日本の廃棄物処理処分の現状とRANDECの取り組み、日本のRI廃棄物の発生・集荷状況について、処分概念の合理化検討について説明するとともにTison氏からはANDRAにおける処分場安全評価の経験についての説明を受けました。

午後は、Carlier氏からフランスにおける病院、大学、研究所などの中小廃棄物発生者から集荷した廃棄物(全放射性廃棄物発生量の2%程度)の処理状況について説明を受けました。

半減期100日以上放射性核種によって汚染された廃棄物は圧縮性固体廃棄物、有機物の固体廃棄物、シンチレータの小瓶、液体及び溶剤、などに分別して2001年7月から384m³の処理を行い、処分を行ったとのことでした。

その後、前日の特別講演での情報の確認を含めて、質疑に入り以下のような情報を入手しました。

○ANDRAは現在中低極低レベル放射性廃棄物(ILVLL廃棄物)用に3つの処分場を運営

している。

・ラマンシェセンターは、1969年に低レベル廃棄物の処分を開始し、1994年に廃棄物の受入・操業を中止、2003年からモニタリングの段階に入った。

・オーブセンターは、低レベル廃棄物のために、1992年に操業を開始した。

・オーブセンターの近くのモルビリエセンターは、極低レベル廃棄物のために、2003年に操業を開始した。

○ANDRAは、汚染者負担の原則(Polluter Pays Principles)に基づき、処理・処分サービスの契約を廃棄物の所有者と直接結び、処分料金として、小廃棄物発生事業者から、500ユーロ/m³を徴収している。

○大規模廃棄物発生事業者である仏国電力機構(EdF)、仏原子力庁(CEA)及び仏核燃料会社(COGEMA)から処分料金として2,500ユーロ/m³を徴収している。ただし、これについて大規模廃棄物発生事業者は納得していない。

○オーブ処分場の初期建設資金、2億ユーロについてはEdF、CEA、COGEMAが契約に基づき費用を負担した。

○一方、モルビリエ処分場の初期建設資金、400万ユーロについては、ANDRAが廃棄物発生者の了解も得てほぼ全額を銀行借入により資金を調達した。この際、政府の債務保証が付けられ融資が受けやすくなり、金利も優遇された。

○フランスではクリアランスレベルの導入が再利用に際して国民の理解が得られない等の理由により見送られた。そのため、廃

棄物発生現場では、区域管理を行って、非放射性廃棄物との仕分けを行っており、極低レベルの発生総トン数が大きくなっている。なお、半減期100日以下の放射性核種のみで汚染された廃棄物は、放射性廃棄物でない廃棄物として取り扱われ、ANDRAの管理外である。

- サイト選定時の地域振興策、情報公開については、住民、自治体にこの施設が安全であることと、ANDRAが十分管理することが出来ることをPRするとともに、政府当局と技術者の意見を取りまとめる仲介者の役割を務めるようにしている。
- ANDRAは原子力安全局(DGSNR)が所管しており、その他の産業省(Ministry of Industry)、環境省(Ministry of Ecology)、研究省(Ministry of Research)、健康省(Ministry of Health)とも密接な関係があり、事業について報告する責務がある。ANDRAは、1991年に公益法人(Public Establishment)として設立され、その理事長は、政府が任命するとともに、政府からの経営者も入っている。
- ANDRAは、年間約3万個の放射性廃棄物を受け入れており、ANDRAの検査員が放

射性廃棄物発生事業者のパッケージング現場に赴いて検査をしており、更に抜き打ちの検査として、廃棄物中の放射能やその性状が申請書通りかどうか調べている。

- 各廃棄物発生者から受け入れた廃棄物の所有権については、ANDRAには所有権が移らず、かつ将来にわたっても廃棄物の発生者に所有権が残る。
- 万が一の事故については、民間レベルで対応できる範囲の保険も加入している。パリ条約のメンバーにもなっており、原子力損害賠償制度が適用される。
- ANDRAは現在ラジウムを含んだ廃棄物と原子力発電所で使用された黒鉛用の浅地中処分場の設計を行っている。処分場の選定はまだであるが、2010年ごろの操業を目標にしている。

海外の処分実施機関との技術情報交換はRANDECにとっては最初の試みであったが、今後事業化を検討するうえで有益な情報を入手するとともに今後の情報交換の必要性についての共通認識が得られたことも含め、有意義な会合でした。



ANDRAのVincent Carlier氏



ANDRAのJean-Louis M. Tison氏

2. カザフスタン高速炉BN-350の廃止措置専門家を迎えて

－第3回専門家会議とMHI長崎研究所訪問－

国際プロジェクトとして行われているカザフスタンの高速炉BN-350の廃止措置について、RANDECが進めている同炉の廃止措置技術検討の一環として、相互に専門家を派遣して専門家会議を開催し、技術的討論、意見交換等を行っており、カザフスタンからの専門家の訪日は今年で3回目になります。

今回はこれまでと違って、カザフスタンの専門家4名(過去2回は2名ずつ)に加えて、IAEAのBN-350支援関係者として、米国及び英国から各1名ずつの総勢6名が訪日しました。

専門家会議と施設訪問

カザフスタンからの来日者は、RANDECとの窓口である原子力技術安全センター(NTSC)からA. Klepikov氏、BN-350を管理しているKazatomprom会社からS. Andropenkov氏、廃止措置を担当しているKATEP-AE社からA. Galkin氏、それにAl Farabi国立大学教授M. Burkitbayev氏の4名です。また、IAEA関係者として米国のアルゴンヌ国立研究所(ANL-W)のJ. Michelbacker氏、英国の高速炉PFRの廃止措置を行っているREW-NUKEM社のA. Herrick氏の2名が参加しました。

8月30日、東海村で行われた「高速炉冷却材ナトリウムの除染技術に関する調査委員会」(委員長宮崎大阪大学名誉教授)の開催に合わせて、委員とカザフスタン専門家2名による専門家会議を行いました。カザフスタン側からBN-350の廃止措置活動の現状、同炉の冷却材ナトリウムのセメント固化に関する課題等が発表され、日本側からRANDECによるBN-350廃止措置研究計画及び高速実験炉「常陽」の放射性廃液処理の経験について紹介しました。これらの議題について討論が行われ、抜取った後にBN-350に残っているナトリウムの状況、彼等が実施しているセメント固化の基礎試験などの情報を入手することができ、改めて専門家による情報交換の意義

を認識することができました。

翌日、専門家6名及び日本側関係者12名がJNCの大洗工学センターを訪問し、JNCからナトリウム処理に関する技術開発について、カザフスタン側からBN-350の廃止措置について紹介されました。共通の課題としてナトリウムのセメント固化技術について活発な意見交換が行われました。その後、「常陽」をはじめ関連する施設を見学させて頂きました。後日、専門家から、「常陽」の新設計MK-Ⅲの運転成功について、高速炉の将来を勇気付けるものであるとのエールを頂きました。

9月1日、RANDEC東海事務所において専門家会議が開催され、これに引続きナトリウムのセメント固化試験のデモンストレーションを行い、三日間にわたる専門家の情報交換活動を無事終了しました。

長崎研究所訪問

9月3日、三菱重工の長崎研究所を訪問し、特殊なアルミナを使用して放射性ナトリウムから半減期が30年と長く、かつ強いγ線を放出するセシウム(Cs-137)を除去する方法の開発状況、試験結果の説明が行われ、続いて試験設備の見学を行いました。米国アルゴンヌ国立研究所の支援でBN-350は、特殊なガラス炭素を用いてナトリウムからセシウムを除去していますが、なお高い濃度のセシ

ウムが含有されていることから、このアルミナを用いる方法を採用することが可能になれ

ば、ほとんどセシウムを除去できることに関心を示し、積極的な意見交換が行われました。



委員会メンバーとカザフスタン専門家(於テクノ交流館RICOTTI会議室)
前列左から宮崎委員長、Klepikov氏、Andropenkov氏、石黒RANDEC常務理事
後列委員及び事務局メンバー



RANDEC会議室において討論中の訪日専門家メンバー
左からBurkitbayev、Andropenkov、Galkin、Michelbacher、Herrick、Klepikovの諸氏

RI廃棄物の現状と今後の課題

(社)日本アイソトープ協会 環境整備部長

古川 修

放射性同位元素(以下、「RI」という。)の使用に伴い、RIで汚染したバイアル、試験管、ペーパータオル等の放射性廃棄物(RI廃棄物)が発生する。これらRI廃棄物は、RI協会により集荷され、焼却、圧縮等の減容処理された状態、もしくは未処理のまま保管、貯蔵されている。平成16年6月「放射線障害防止法」の改正において、廃棄物の埋設処分が規定された。これにより、将来、RI廃棄物は適切に廃棄体化処理を施され、埋設処分されることになるであろう。以下、RI廃棄物の現状と今後の課題について紹介する。

1. RI廃棄物の現状

RI廃棄物は放射線障害防止法(RI法)、医療関連法令の規制下における事業所から発生する。RI協会はRI法の「廃棄の業」の許可を取得し、かつ医療関連法令の「RI廃棄物の廃棄の委託を受ける者」として指定を受け、RI使用事業所からRI廃棄物の集荷を実施しているわが国唯一の機関である。RI協会に登録されている集荷対象事業所数はおよそ2,200であり、RI協会はこれら事業所のうち年間約1,500事業所を訪問して約16,000本(200L容器換算)のRI廃棄物を集荷している。RI廃棄物の集荷数量はここ10年ほぼ横ばいであるが、放射線発生装置施設や大規模RI使用施設の廃止に伴って、数千本単位でコンクリートくずや土砂が発生することもある。RI廃棄物の特徴は、可燃物、動物死体、有機廃液、排気フィルタ等、種々雑多な廃棄物が少量発生(年間約700トン)することである。通常の非密封RI使用施設から発生する廃棄物は、紙類、プラスチック等の「可燃性固体廃棄物」が主で、これらの発生割合はRI廃棄物全体の約70%となっている。集荷されたRI廃棄物は廃棄物中継所に集積された後、法規制区分や廃棄物の種類に従い、RI協会の処理施設で焼却、圧縮等の減

容処理が行われている。現在、RI協会は6ヶ所の廃棄物貯蔵施設を保有しており、平成15年度末の貯蔵・保管数量(処理済保管体を含む)は、約94,000本に達している。

過去10年間に集荷したRI廃棄物中に含まれる放射性核種は約250種類に及ぶが、半減期が1年未満の核種数は全体の約80%である。また、RI廃棄物に含まれる核種別の放射能の割合は、H-3:44%、C-14:23%、Pm-147:19%、Ni-63:7%、Cs-137:4%となっており、これら5核種でRI廃棄物に含まれる放射能の約97%を占めている¹⁾。

2. 今後の課題

1) 埋設処分に係る重要核種の分別管理

原子力安全委員会は平成16年1月にRI廃棄物の埋設処分に関する報告書を取りまとめた²⁾。本報告書において、埋設処分時の廃棄体(埋設処分可能なRI廃棄物の形態)の放射能濃度を試算し、トレンチ処分相当の放射能濃度と比較している。その結果、RI廃棄物に含まれる長半減期核種(CI-36, Tc-99, I-129)や線量換算係数の大きい核種(Sr-90)の分別管理が合理的な埋設処分を実施するために重要であることが判明した。また、これらの核種

は測定が困難でもあり、廃棄物の発生段階での分別が不可欠となる。RI協会の調査によれば、この4核種を含む廃棄物を排出する事業所は約30と限定されることから、平成17年4月より、これら4核種で汚染した廃棄物について、分別集荷の実施を予定している。

2) 埋設処分に向けた処理技術の検討

RI廃棄物はRI協会の集荷基準に基づき分別管理されているものの、将来の埋設処分に向けた対応(廃棄体の健全性を損なう物質や重金属等の有害物質の分別等)はなされていない。先に述べたように、RI廃棄物に含有されている放射性核種の60%以上が「揮発性核種」であることから、廃棄体を作製する際には、これら核種と有害物質等の除去並びに安定化を図るため、熱処理(焼却、溶融)プロセスは有効である。また、廃棄体中の放射性核種と放射能濃度の確認のためにも、これら熱処理プロセスは重要となる。将来のRI廃棄物の埋設処分に向け、廃棄体中の核種絞込み、放射能濃度の評価並びに有害物質の溶出防止等の観点から、RI廃棄物(コンクリートくず、土砂を除く)の処理はすべて熱処理を行い溶融廃棄体とすることが望ましい。今後、溶融廃棄体からの有害物質の溶出率や核種の移行率等について、十分なデータ収集が必要となる。

3) RI施設の廃止措置

現在、経済産業省原子力安全・保安院にお

いて、原子炉施設の廃止措置に伴って発生する廃棄物のクリアランスに係る制度化の検討が行われている。この制度が整備されれば、「放射性廃棄物でない廃棄物」や管理区域からの「持ち出し基準」の考え方も整理され、判断基準が明確になると考えられる。現在、RI施設の廃止措置に係る唯一の判定基準は、「施設に汚染がないこと」であり、確認方法等の基準はない。今後、RI施設のクリアランスについても、これらの動向を踏まえ、RI施設の現状にあったクリアランス検認方法等の検討が必要であろう。

3. まとめ

RI廃棄物は可燃性物質の割合が多く、かつ測定が難しい揮発性核種によって汚染されたものが多い。将来、これら廃棄物を埋設処分するにあたっては、廃棄体の放射能評価や有害物質の安定化の観点から、熱処理プロセスが有効である。しかしながら、処理技術を選定するためには、埋設処分との費用対効果を評価して、合理性を十分考慮する必要がある。

RI施設の廃止措置等に伴って発生するRI廃棄物のクリアランスについては、原子炉施設のクリアランス制度の整備状況や原子力安全委員会における審議・検討を踏まえつつ、原子炉施設とRI施設との事業規模の著しい相異にも留意し、RI使用者に負担がかからず、かつ十分に安全の確保ができる制度の構築が望まれる。

参考文献

- 1) RI廃棄物処理処分検討委員会報告書;日本アイソトープ協会(平成15年9月)。
- 2) 放射性同位元素使用施設等から発生する放射性固体廃棄物の浅地中処分の安全規制に関する基本的考え方;原子力安全委員会(平成16年1月26日)。

主要国における低レベル放射性廃棄物の処分の概況(その2)

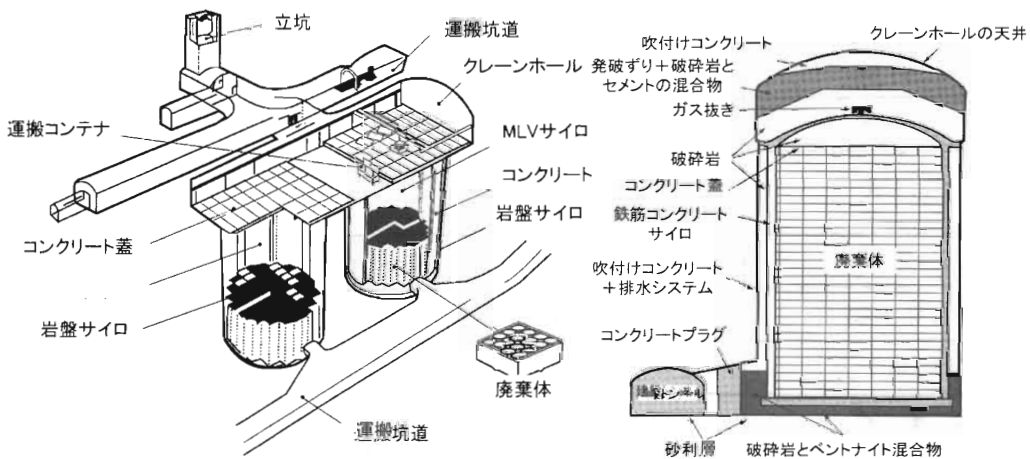
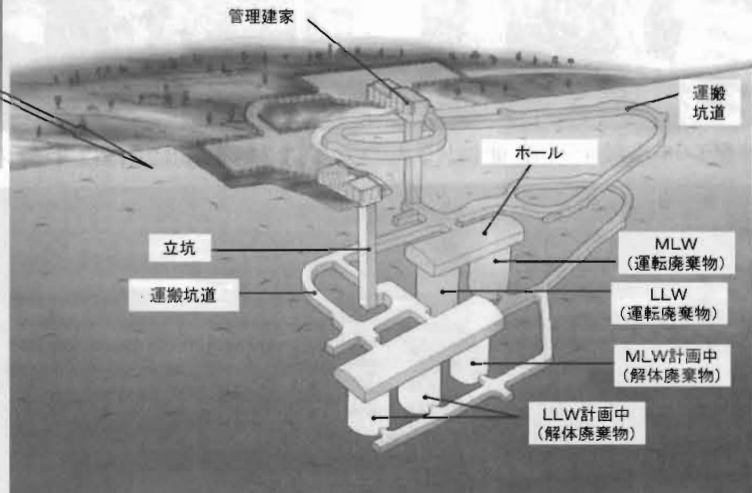
技術開発部 富樫 昭夫

フィンランド

オルキルオト中・低レベル放射性廃棄物処分場(VLJ)

オルキルオト(Olkiluoto)はヘルシンキから西北へ約250kmのバルト海に面したユーラヨキ(Eurajoki)村の島にある。そこには、テオリスーデン・ヴォイマ・オイ(TVO)の原子力発電所及び使用済燃料中間貯蔵施設を有し、同サイトに中・低レベル放射性廃棄物の最終処分場が設置された。

中・低レベル放射性廃棄物処分場は、地下約60~100mの岩盤をくり抜いて建設されたサイロ型である。本処分場はオルキルオト発電所の運転に伴って発生した廃棄物の処分を行っており、将来の施設廃止に伴う解体廃棄物の処分ができるよう、増設が計画されている。



VLJ処分場のサイロ配置

VLJ処分場のコンクリートサイロ(MLW用閉鎖時)

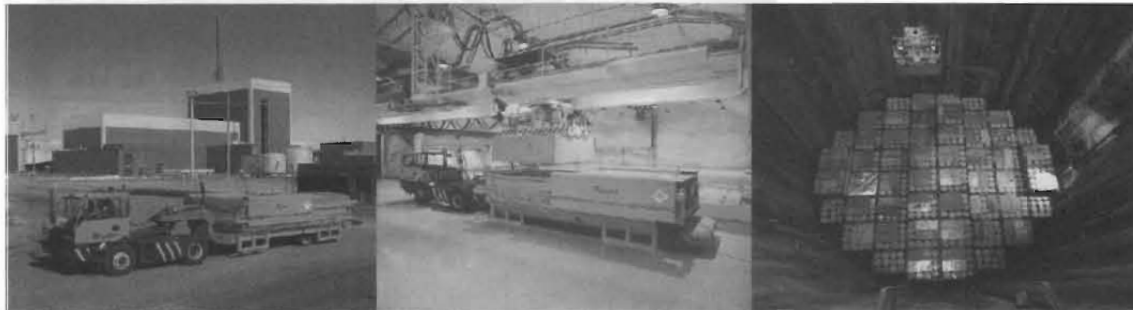
発電所廃棄物の
内容物一例



中レベル放射性廃棄物の
アスファルト固化処理



低レベル放射性廃棄物ドラムの大半は、処分前に、ほぼ半分の量に圧縮減容処理される



廃棄物の専用運搬車

クレーンホールにおける
コンクリート容器のハンドリング

低レベル放射性廃棄物用
サイロ内の廃棄物処分状況

処分場	オルキルト中・低レベル放射性廃棄物処分場 (VLJ)
位置	ユーラヨキ村 オルキルト島
方式	地下岩盤中に設けたサイロ型(2基) 23.6m ^Φ ×約35m ^H 、上端部までの深さ;約60m
処分規模	約8,400m ³
受入廃棄物	原子力発電所から発生する中・低レベル放射性廃棄物
廃棄物発生源	オルキルト発電所からの運転廃棄物と将来の解体廃棄物
事業者	TVO(民営電力会社)
操業状況	1992年操業開始

出典：第3回「RI・研究所等廃棄物の処分事業に関する懇談会」資料3(平成14年4月)
 (財)原子力研究バックエンド推進センター調べ(オルキルト情報)2003年10月
 (財)原子力環境整備促進・資金管理センター「放射性廃棄物ハンドブック」(平成16年度版)

OECD/NEA「原子力施設廃止措置プロジェクトに関する科学技術 情報交換協力計画」(CPD)運営会議に参加して

情報管理部 榎戸 裕二

10月24及び25日、パリのOECD/NEA開発センターにおいて上記会議が開かれた。本会議は、1985年に始めてOECD参加各国での原子力施設のデコミッショニングに関して科学技術面の情報交換を行うための協力協定のもとで発足した連絡委員会(Liaison Committee)の第23回会議と位置づけられていたが、実は本年から新協定が発効し鞍替えされたのに伴い、新協定下の第一回CPD運営会議として新たに動き出すことになった。新協定は、旧協定においては、協力計画の範囲、目的、参加者の条件、運営方法及び財務的事項について明確な規定がなかったこと、発足時に比し参加プロジェクトの増加、OECD以外の国も含めできるだけ広範囲な参加を促す目的もあり、2005年度の直近の5年計画の終了を待たず、本年1月から新協定が発効した。

新協定に参加した機関は原研、サイクル機構、原電及び当センターの日本の4機関を含む22機関である。また、対象となるデコミッショニングプロジェクトはこれまで36プロジェクトであったが、今会議においてサイクル機構のJFFF(プルトニウム燃料第二開発案)が他の4施設(全てフランス)とともにプロジェクト入りし新協定でのデコミッショニングプロジェクトは41(日本はJPDR、再処理特研、原電東海発電所、「ふげん」及びJFFFの5プロジェクト)となった。

会議は、CEAのNokhamzon氏が議長に選ばれ、新協定の内容と参加機関署名者の紹介、自己紹介の後、TAG(Technical Advisory Group)運営(例えば、年2回開催)等の活動内容では基本的な変化はないことなど説明された。また事務局としてTorsten Eng氏(SKB^{*1}出身)が専任で務めている。

本題としては、TAG活動の状況について、過去一年の実施内容と今後の予定、会議における問題点、会議における今後の活動のポイントについてTAGの議長であるカールスルーエ研究センターのValencia氏から詳しい報告があった。今後の活動の中では、再利用と遠隔操作技術の下部組織を立ち上げたいとして了解された。

次に、CPDのデコミッショニング協力活動20年の成果報告書の作成の件が議論されたが、結論は出なかった(過去2回、5年と10年の成果報告書は刊行)。さらに、前述の新規採用の5プロジェクトの内容紹介が詳細に行われた後、各国の現状報告がなされた。イタリアのSOGIN^{*2}が進める同国の発電炉、再処理、燃料製造等の施設のデコミッショニングの計画を広範囲に紹介した。

最後に、国際機関としてIAEAがその活動、特に安全・規制、教育、プロジェクトデータベース等の活動を説明した。ECの出席はなかった。OECD/NEAとIAEA等とではデコミッショニングへの関与の目的が多少異なっているが、相互に補完する役割があるのも明らかである。当センターは、わが国におけるデコミッショニング及び廃棄物管理の一貫した調査研究機関として、この分野における情報の収集分析を行っていくが、新協定の目的である「情報交換」に留意し、わが国のデコミッショニングに関わる科学技術的情報を提供できるような国内の枠組み作りが必要となる。関係機関のご協力をお願いしたい。

*1 スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社

*2 イタリア原子力発電所管理会社

再処理施設の廃止措置に関するコジェマの戦略

特別参号 前田 充

再処理施設の廃止措置は、取扱われる放射性核種及び発生する放射性廃棄物の量や多様性等によりバックエンドコストへの影響が極めて大きく、技術的課題も少なくない。

再処理施設の廃止措置に関するフランスの技術的蓄積や経験は、再処理技術そのもの程には突出した存在ではないが、フランスらしいアプローチで着実に取り組んでおり、その考え方は新法人の再処理施設を含め我が国のバックエンド関連施設の廃止措置にも参考となると思われる。ここでは、コジェマ社のG. Decobert氏の論文¹⁾を参考にしながら紹介する。

1. 再処理施設の特質

再処理施設には原子炉と異なる多くの技術的特質が有り、それらを考慮した廃止措置の取り組みが重要となる。

Decobert氏の論文内容と一部重複するが、主要なものとして下記が挙げられる。

- ①再処理施設は独立性の高い複数のプロセスモジュールから成り、各モジュールは独立した作業サイトとして廃止措置を進めることができる。また、多種多様な核種(α 、 β 、 γ 核種)の取扱いが必要となるが、それらの管理はセル単位の作業となる。このため、方法、手順、工程における自由度は、基本的に、高い。
- ②しかし、再処理施設における操作(化学処理、機械的操作)及び取り扱い材料の多様性により、より幅広いリスク管理と多様な技術の適用が求められる。
- ③ことに α 核種の取扱いは、作業に係る人工数とTRU廃棄物量の増大により解体コスト、解体廃棄物の処理処分コストの増大につながる。遠隔解体技術、作業者装備の軽量化・簡易化及び合理的な廃棄物管理が重要となる。

- ④一方、施設数が少なく、施設設計は定型化しておらず、原子炉に比べると廃止措置の実績・経験も少ないので、サイト条件や施設内容を考慮したケースバイケースの合理的な取り組みも重要となる。

2. コジェマの基本的考え方

(1) 再利用を前提とした即時解体

コジェマの基本戦略は、廃止措置後の施設を一般施設等に再利用することを最終目標とし、その前提で運転停止後速やかに解体することにある(即時解体)。

長寿命核種を扱う再処理施設では、核種の減衰を待つメリットは長期に及ぶ施設維持費用に比べて小さく、一方、運転員の雇用の継続、知識技能の活用さらには廃止措置に必要な各種インフラの利用を考えると即時解体による利益の方がはるかに大きいからである。

(2) 運転管理で得られた技術及び経験の活用

全施設の完全解体の実績は少ないものの、大規模な人工作業を必要とする改造、保守管理の経験は幅広く蓄積されている。実際、ラアグサイトでは、広範囲の除染、解体操作が施設の改造保守作業の一環としてほぼ定常

的に行われてきている。

これらの技術的経験は、廃止措置の安全計画作り、作業手順、技術管理等に活用できる。種々の試薬による洗浄・除染技術、直接操作する可搬型機具を用いた解体技術及び遠隔操作解体技術はその一例である。

(3) 合理的な廃棄物管理

再処理付帯施設は、本来、液体、スラッジ、固体廃棄物等多種多様な廃棄物を蒸発、共沈、仮焼、除染、圧縮、溶融、焼却及び固化する機能を有する。

サイトにある全ての付帯支援施設を最大限に活用するとともに、廃棄物の流れに十分留意した合理的な管理を行うことが重要である。

(4) 廃止措置経験の段階的蓄積と活用

ラアグAT1高速炉燃料再処理パイロット施設の完全な解体が成功裏に達成されている。このプロジェクトでは、ATENA（多機能の解体用パワーマニピュレータの一種）等様々な解体技術が開発・適用され、 α 核種で高度に汚染された一連のセルを解体する経験を得ている。これらは、その後の廃止措置計画に適用できる。

同様に、次に述べるUP1再処理施設の廃止措置の経験は、同世代の施設で多くの類似点を有するUP2 400再処理施設の廃止措置にも大きな助けとなるであろう。

3. UP1再処理施設の廃止措置計画

本計画については既に多くの解説的論文^{2,3)}が発表されているので、計画の骨子と現状のみを紹介する。

(1) 計画の概要

現在マルクールサイトで進行中のUP1施設の廃止措置プログラムは、規模、期間、予算においては過去最大規模の活動としては過去最大規模の活動である。1997年の運転停止後、直ちに、廃止措置活動に入り、40年以上にわたって継続される見込みである。

予想される全コストは56億ユーロ(約

7,800億円)、そのうち53%が廃止措置、47%が廃棄物回収・廃棄体化処理の費用と見積もられている。

この巨大な計画を遂行するために、フランス電力庁(EdF)、フランス原子力庁(CEA)及びコジェマによりCodemと呼ばれる合弁事業体が設立され、廃止措置に関する意志決定、資金調達及び運営管理を行っている。但し、廃止措置の実務そのものはコジェマが担当している。

(2) 事業の内容

下記二つのプロジェクトからなる。

(a) 最終運転停止措置と施設の解体

2020年頃まで主プラント(production facility)の解体を行い、その後、支援施設の解体を始める予定である。通常試薬及び特殊試薬を用いた工程洗浄及び必要により機械的操作を加えた、機器撤去が行われる。

2003年半ばまでの主要な実績として、プルトニウム除去:20kg(1,500TBq)、撤去設備:2,000t、処理放出物:11,000m³、除去廃棄物:5,400m³(ILW 5%、LLW 90%、VLLW 5%)、所要人工数:335,000人・時があげられる。

(b) サイト貯蔵廃棄物の回収と廃棄体化処理

現状では限られた活動となっているが、今後10年程度で増大し本プログラムが終了するまで継続される。廃棄物の回収、分類、廃棄体化処理が行われ、運転廃棄物、解体廃棄物に加えて、1958-1997年間のUP1施設の運転に伴う多様な燃料及び多種・大量の廃棄物が対象となる。

具体的には、60,000本のアスファルト固化ドラム缶、水中貯蔵されてきた500 m³のプロセス廃棄物(樹脂、黒鉛粉末、スラッジ等)、乾式中間貯蔵されてきた2,900tの構造物廃棄物(炉心黒鉛、金属製構造物材等)及び26tの α 保守廃棄物が含まれる。

(3) これまでに得られた教訓

1998年初頭に始まった主プラントの最終

運転停止に関する5年の経験は、廃止措置のガイドラインとなる下記のような教訓をもたらした。

- ①解体計画の検討は、運転段階から解体段階へ効率的に移行するため、できる限り早期に開始することが重要であり、これは合理的な廃棄物管理の助けにもなる。
- ②人及び技術資産を効率的に活用するための熟慮された計画作りが不可欠である。
- ③ 解体に先立つ放射能量及び物質に関するインベントリーの把握は最重要事項の一つである。
- ④ 最終的な施設状態に関する目標を明確にしておく必要がある。

4. 新法人施設の廃止措置等との関連

新たな独立行政法人となる日本原子力研究開発機構の設置法が定められ、設置目的、組織、業務の在り方等、その基本的枠組みが固まりつつある。その施設の廃止措置と廃棄物処理処分には巨額費用の投入と長期的な取り組みが必要となる。新機構の設置目的を的確に達成する上からも、費用の大幅削減に向けた努力が不可欠であろう。

現状の見積もりでは、廃止措置とその解体廃棄物の処理処分等は総バックエンド対策費用の2/3近くを含める大きなコスト要因に成ると見込まれる。

新法人の施設は多種多様であり、再処理施

設に関するフランスの考え方がそのまま適用できるはずはないが、Decobert氏が指摘するように、使命を終えた大半の施設については再利用を前提に速やかに廃止措置活動を始めることが総費用の削減につながると思われる。

現実には予算上の制約がネックとなる。しかし、少なくとも、供用停止後できるだけ早期に、かつ実施段階において競争原理を働かせてコストダウンを凶り得るレベルのきめ細かな廃止措置基本計画を策定しておくことは極めて重要であろう。これにより、準備活動を効率的に進めることも期待できる。

また、廃止措置から廃棄物処理処分活動を一体的に捉え、安全確保を凶りつつ費用削減を期待できる合理的な計画作りや効果的な固有の技術開発を進めることは、新法人においても同様に、重要な取り組みであろう。

新法人側2組織から強力な支援を頂きながら、15年以上にわたって廃止措置技術の研究開発を行い、また、RI・研究所等廃棄物の処理処分に関する調査活動を行っているRANDECにとって、蓄積した技術や基盤を最大限に活用し、新法人と一体となってコスト削減に向けた必至の努力を払うことはその使命であると感じている。

そして上のような取り組みにおいてこそ、RANDECが最も効果的に貢献し、協力できる分野と考える。

(参考資料)

- (1) G. Decobert, "Cogema's strategy for decommissioning," Nuclear Engineering International, July, 38-40(2004).
- (2) A. MacLachlan, "Cogema begins preparing to dismantle UP1, Its first Reprocessing Plant," Nuclear Fuel, Nov.17(1997).
- (3) J. Moulin et a, "The first step in the final shutdown of the UP-1 plan : Rinsing with chemical reagents," WM'02 Conference, Feb.24-28(2002).

UKAEAのGLEEP炉(ハーウエル)のデコミッショニング最終局面に

情報管理部 榎戸 裕二

かつて、6,000名のスタッフを擁し、研究炉、加速器、照射後試験等のホット研究施設等の数々の立派な施設を有し英国の原子力開発の最大の拠点であったUKAEAハーウエル研究所(現在名;ハーウエル国際ビジネスセンター)は、2025年までに現在STAGE2(安全貯蔵)にあるDIDOとPLUTOの両研究炉と中レベル固体廃棄物処理施設(B462)を残し、サイトを非原子力の一大ビジネスセンターに利用する計画である。すでに、これまでに多くの施設が撤去されたが、さらに約8億ポンド(1,600億円)をかけてサイト回復と開放を進めることとしている。

ハーウエルにある欧州最古の原子炉GLEEP(天然ウラン/黒鉛減速/空気冷却の出力最大100kWの研究炉)は、1990年の運転停止以降2003年4月まで、STAGE2状態に置かれていたが、黒鉛をSellafieldのDrigg低レベル廃棄物処分場で処分することとしたためか、STAGE3(解体撤去)に向けた炉心の黒鉛の解体撤去作業が開始され、2005年までにそれを完了する予定である。「安全貯蔵」を宣言した原子炉を「解体撤去」するのは英国でも初めてのケースと思われる。

GLEEP炉は、旧英国空軍の格納庫内に設置された約10m四方の小さな原子炉である。炉心には13,500個の黒鉛ブロック(各40kg)が積み、その放射能は核種H-3、C-14(約8GBq)、Eu-152(6GBq)を主体とする総量167GBqである。総放射能がこの程度であれば、人手によるブロックの解体・撤去が可能である。ただし被ばくをできるだけ避けた

めに、各黒鉛ブロックは簡易リフトで吊り上げる。このため、ブロックに自動で3本の穴あけとタップ切を行い、ネジは平板に固定し、それをリフトで吊り上げる方法をとっている、作業者が直接ブロックに接触するような作業は避けている。この半遠隔による方法はWAGR(ウインズケール改良型ガス炉)の解体において開発されたものである。

黒鉛ブロックは次の工程においてシュレッダーで粉碎する。シュレッダーで25mm程度の小片に粉碎して、200リッターのプラスチック缶に収納する。4ブロック分のデブリが1缶に納められ、格納庫内に短期間保管される。各缶の放射能はLLW(低レベル廃棄物)としての制限値はどれも超えるものはない。ハーウエルのデコミッショニング廃棄物の大半は「LLW」としてDrigg処分場に搬送される。なお、DriggのC-14の年間の受入数量は0.05TBqである。黒鉛の第2の処分ルートは「ILW」(中レベル廃棄物)として国立処分場において処分することである。ハーウエルの2,000m³あるILWはいずれ建設されるこのILW処分場で処分することを前提に、再梱包されステンレス缶収納の後サイト内のB462施設の貯蔵庫(Vault)に置かれている。第3の処分ルートは「焼却」であるが、同位体分離等の技術は期待されるものの、現状では環境負荷の観点から住民の受容性に乏しい。世界的には、黒鉛炉の炉心解体撤去の経験はほとんどなく、GLEEP炉の炉心黒鉛の解体と処分は、今後、世界の黒鉛炉の解体撤去の先鞭となるものである。

参考文献

1. "GLEEP in the Dark," Nuclear Engineering International, July (2004).
2. M. Wise, "Managing the UKAEA Graphite Liabilities," Radwaste Solutions, November/December, (2002).

米国規制委員会の廃止措置プログラムの現状

東海事務所 宮本 喜晟

米国規制委員会(NRC)は、2000年のWaste Management Conferenceから毎年同じタイトルで報告している。ここでは、5年目の2004年2月に開催の同会議に報告された論文¹⁾を使って、1) 最近のNRCにおける廃止措置プログラム活動、2) 発電炉及び放射性物質使用サイトの廃止措置の現状、3) 廃止措置の課題と規制・指針の制定等、廃止措置期間中の許認可取得者を支援するためにNRCが実施している活動の現状を紹介する。

NRCの活動範囲

米国規制委員会(NRC)の廃止措置プログラムは、NRCが関与する全ての施設(密封線源使用による日常の許認可から核燃料施設及び原子炉施設まで)の廃止措置を含んでいる。毎年、約300の放射性物質の許認可が終了し、これらの許認可終了の大半は日常業務化している。しかし、連邦規則である放射線防護(10 CFR Part 20)の制限条件付許認可終了基準(10 CFR 20.1403)で要求される原子力施設の廃止措置では、NRCの人材を多数投入する必要のある技術的な挑戦を伴う場合がある。例えば、原子力施設の場合、複雑な地下水モデルを含むサイト特有の被ばく評価が要求されており、公衆の健康と安全の防護を確保するために必要である。

これらの廃止措置プログラムでは以下の活動を行っている。

- 1) NRC職員及び許認可取得者を支援する規則及び指針の制定
- 2) サイトの廃止措置によって放出される放射性物質による公衆被ばく評価のためのデータ、技術、モデルの開発研究
- 3) 廃止措置計画(DP)及び許認可終了計画(LTP)の評価と承認
- 4) 許認可修正要求の評価と承認
- 5) 廃止措置中施設の検査

6) DP及びLTP評価に必要な環境評価及び環境影響説明書の整備

7) サイト最終状況検査報告の評価

8) サイト解放基準を満たす確認検査の実施

発電所と放射性物質使用サイトの廃止措置

NRCは最近、発電所の廃止措置管理を強化するため、原子炉規制室(NRR)から核物質安全・保障措置室(NMSS)へプロジェクト管理の責任を移管した。その結果、NMSSは現在15施設の廃止措置発電炉の規制プロジェクト管理の責任を持っている。2003年にはBig Rock Point、Yankee Roweの発電所のLTPを評価した。

現在、廃止措置中の放射性物質使用施設は45施設ある。このうち、サイト廃止措置管理計画段階(SDMP)が25施設、公式に許認可を受けた汚染サイトが8施設、廃止措置として新たに確認された放射性物質使用サイトが12施設ある。これまで、36サイトが廃止措置、または、他の機関への移転によって、SDMPから除外されている。2003年にはNRC基準に対応した廃止措置の終了後にSDMPリストからWatertown米軍総務所管施設が外された。

廃止措置に係る課題と規制・指針の制定

- 1) 放射性物質の管理

これまで、NRCは放射性物質の処分管理の方法については、米国科学アカデミー(NAS)に検討を依頼し、2002年3月にNAS報告を受け取った。このNAS報告等に基づいて、2002年10月、NRCは放射性物質の管理に対する特別の要求を展開するための規則制定の可能性と環境影響説明書(EIS)の概要について、公衆からコメントを求める官報の告示やワークショップを開催し、2004年7月に規制案、EIS、規制指針を作成した。

2) サイト部分解放

NRCは、2003年4月22日に発電所の部分解放または無制限使用に対して、新しい規則10 CFR 50.83を発行した。この新しい基準は、許認可が終了する前に一部を解放しても、サイト全体が許認可終了のための放射線上的解放要求を満足していることが、許認可終了規則(LTR)の中で求められている。

3) 財務保証

2001年6月、(特定核物質の生産・使用に伴い生じる放射性)副産物取り扱ひの許認可規則(10 CFR Part 30)、原料物質(ウラン、トリウム)取り扱ひの許認可規則(Part 40)、特定核物質取り扱ひの許認可規則(Part 70)に基づく放射性物質許認可取得者に対して財務保証上の要求を修正する検討を行い、修正規則が2003年10月に発行された。修正点は、1) 大型密封線源(大型照射)許認可取得者の廃止措置費用約7.8百万円(\$75,000)の確保、2) 全ての廃棄物取扱許認可取得者に対する財務保証の準備、3) 保証金の50%増額、4) 廃止措置費用を使用する場合、許認可取得者の3年毎の更新である。

4) ガイダンスの統一

NMSSは廃止措置のプログラムの政策をはじめ、ガイダンスの統一をはかった。この業務は、過去数年間にわたり発行されたNMSSの廃止措置ガイダンスの文書、廃止措置技術的支援要求、廃止措置許認可条件、及び廃止措置の連絡票について、評価、更新、統一することにある。この業務の結果は3巻の報告書として2003年9月にまとめられた。

5) 許認可終了規則(LTR)の実施による影響課題の分析

NRCは、2002年6月に許認可取得者が制限条件付解放のLTRの条文等を使いやすいように、制度上の管理課題を解決することに重きを置いたLTRの実施の課題の分析を行い、課題解決の提言を行った。また、NRCは廃止措置の多種にわたる規則の検討を計画している。例えば、1) 将来のサイトが負の遺産とならない方法に対する規則の制定、2) 制限条件付解放、オンサイト埋設、現実的な被ばくシナリオに対する規則の制定を裏付けるためや制度的な管理を明確にするためのガイダンスの改訂、3) モニタリング、報告、修復を促進するための検査方法と強化ガイダンスの改訂、4) NRCの方針及び活動について、広範囲な利害関係者へ知らせるための規制発行の要約、等である。

6) 廃止措置プログラムの評価

NRCは2003年に廃止措置プログラムの自己評価を行った。この評価目的は、1) 廃止措置プログラムの効果を評価、2) 個々に完成したまたは進行中のプログラムの変更/改良の評価、3) 将来の改良への提言である。これらの改良は、許認可、検査、実験室分析、ガイド、財政保証、規則の実践などの主にプログラム活動に対する種々の自己評価の実行を含んでいる。

今後、NRCの廃止措置プログラムに対して、規制された関係機関が過度の負担を避けるために、プロセスの実施や改良の確認、統一した廃止措置ガイダンスの実行、適切な管理を行っていないサイトに対する長期の制度的管理の方法の実施、公衆及び他の利害関係者との連絡の補強等を行う計画である。

参考文献

- 1) D. A. Orlando, et al., "Status of the Nuclear Regulatory Commission Decommissioning Program," WM'04 Conference, Feb.24-28 (2004).

使用済み放射線源のための処分オプション

技術開発部 妹尾 宗明

2003年3月、ウィーンで IAEA主催の国際会合¹⁾で、使われなくなった放射線源の安全性及びセキュリティについて議論が行われた。この会議の大部分は近々の問題、例えば放射線源の安全でセキュリティの高い保管等の議論に集中したが、長期の管理、特に処分についても、安全に処分するための処分場のシステム開発を中心として議論された。2004年のTucsonにおけるWaste Management (WM'04)では、上記会合の検討結果が報告²⁾されるとともに、ロシア等からも使用済み線源の処分オプション及び固定化のオプションが報告³⁾されている。

1. 放射線源の種類と半減期

放射線源には放射能レベルの低いものから高いものまで、また、含まれる核種の半減期の短いものから長いものまで種々のものが存在する⁴⁾。最も放射能レベルが高いものは、工業用の照射線源とRI電池用の熱源である。Co-60、Sr-90及びCs-137は高い放射能レベルのものが存在する。半減期が100日以下の線源は数年間の保管あるいは浅地中処分ですべて十分なレベルまで減衰することが期待できる。しかし、半減期が短いものは問題がないというわけではない。1996年、イランで185GBqのIr-192線源の管理ミスで重大な放射線事故が起きている。

密封線源の放射能強度の範囲は広く分布しており、Co-60、Sr-90及びCs-137の線源強度の最大値は1,016～1,017Bqの範囲にある。

100年後では、半減期5年以下の線源は全て規制免除レベル以下まで崩壊している。300年後では、Co-60はKr-85、H-3とともにすでに無害なレベルまで崩壊している。一方、Sr-90及びCs-137線源は依然として規制免除レベルを上回っており、これらが浅地中処分された場合には通常の制度的管理期間の終了後も高い放射能のポイントソースとして

処分場に残留し続ける。注意すべきは、規制免除レベルは線源が安全なレベルにまで減衰する期間を検討するための重要な目安であって、実際の処分の安全性は処分場の被曝シナリオに基づく安全評価でのみ判断されるということである。これらの線源は管理期間を例え1,000年に延長したとしても規制免除レベルを下回ることはない。

2. 使用済み放射線源の処分オプション

使用済み放射線源の放射線学的特性(半減期、放射能強度等)の範囲は非常に広いので、潜在的に適用できる放射線源の処分のオプションも、浅地中、鉱山坑道廃棄施設から、種々の深さのポアホール-タイプ施設や深地層処分場まで広い範囲のものがある。工学バリアについても線源の放射線学的特性とサイト特徴に従い、種々のバリア・システムを設計することができる。図-1は可能性のある使用済み線源の処分オプションを線源強度と半減期の関係で示したものである。

3. IAEAでの取り組み

原子力発電等の原子力産業活動を有しない国の中にも、使用済み放射線源の大きな放射

能インベントリが存在する状況にあり、ここでは、使用済み線源が安全に管理すべき唯一の放射性廃棄物となる。そのような国における使用済み放射線源の安全な管理について、現状は安全に貯蔵されているとしても、貯蔵のみに頼ることは、長い目で見れば持続可能ではないし、多くの場合、高いリスクを有している状況ともいえるとし、ボアホールタイプの処分を提案している。ボアホールでの放射線源の処分は、放射線源の所有者が半減期と強度に応じてそれぞれの異なる種類の放射線源に対して、単純なスキームで最も適切な処分オプションを決めることができることである。

安全性必要条件を満たすか及び経済的な

視点から魅力的であるかはサイトの条件等も含めて決まることであるが、豎坑またはボアホールでの放射線源の処分は、かなり柔軟なモジュール式で、初期投資額が小さく、従来の廃棄施設より人間侵入の可能性は少ないと考えられる。

現在、IAEAがスポンサーになって南アフリカにおいて地域技術援助プロジェクトを実施しており、その中で、アフリカ諸国で発生した使用済み線源を一箇所に集め、ボアホールタイプの処分の技術的な可能性と経済的な実現可能性の評価を行っている⁵⁾。2004年には、南アフリカでボアホール処分概念に関する国際ピアレビューが開かれることになっている。

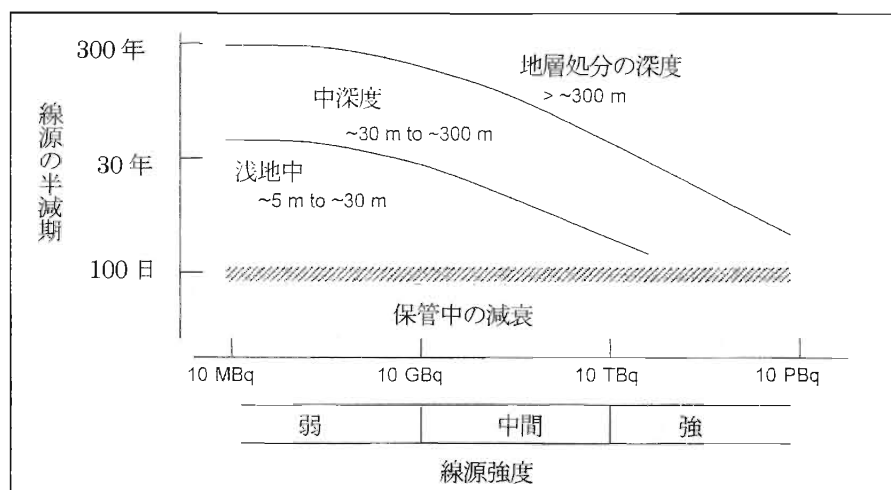


図-1 使用済み放射線源の処分オプション

参考文献

- 1) IAEA, "Security of Radioactive Sources," IAEA Proceedings Series (2003).
- 2) R. Dayal, "Disposal options for disused radioactive sources," WM'04 Conference, Tucson, AZ, February 29- March 4(2004).
- 3) M. I. Ojovan, W.E.Lee, I.A.Sobolev, et.al., "Metal matrix immobilization of sealed radioactive sources for safe storage, transportation and disposal," *ibid.*
- 4) R.Dayal and J.M.Potier, "Disposal of disused radioactive sources," Radwaste Solutions, July/August (2004).
- 5) Nel, B. . "Design for borehole disposal concept," NECSA Report GEA-1586, October 2002, NECSA, Pretoria, S.A.(2002).

米国低レベル廃棄物処分場の現状と今後の見通し

情報管理部 石川 広範

米国における低レベル放射性廃棄物処分に関しては、サンオノフレ発電所の原子炉圧力容器の長距離輸送やD. C. Cook発電所の蒸気発生器の鉄道輸送などの輸送面での問題があるが、処分場としては特に問題はなく、全ての廃棄物発生者からの廃棄物を受け入れており、現在は、処分場の受け入れ容量も十分確保されている。

しかしながら、バーンウェル処分場での低レベル廃棄物の受け入れが、2008年から3つの州に限定されることなどから、2008年以降の低レベル放射性廃棄物処分が懸念されている。米国の低レベル放射性廃棄物処分の現状¹⁾、今後の問題解決策に向けての提案等²⁾について紹介する。

1. 米国における廃棄物の分類

米国では、原子力施設から発生する廃棄物を下記の4つに分類している。

- ① HLW (使用済燃料の再処理から発生する高レベル放射性物質)
- ② TRU 廃棄物 (長半減期廃棄物)
- ③ LLW (低レベル放射性廃棄物)
- ④ 二次生成廃棄物 (ウランやトリウムの抽出等で発生する製錬鉍滓等)

LLWには、汚染した衣服や汚染防護靴カバーなどの低レベル放射性廃棄物から原子炉圧力容器内部の高レベル部材が含まれており、LLWはさらに、潜在的な危険性、処分及び廃棄物形状の要件に基づいてクラスA、クラスB、クラスC及びGTCC (クラスCよりレベルの高い廃棄物) に分類される。クラスAの廃棄物はクラスBより濃度の低い放射性廃棄物で、BからC、CからGTCCとなるに従い含まれる放射性廃棄物の濃度は高くなり、処分要件も厳しくなっている。

2. 低レベル放射性廃棄物処分場

- (1) NRC規制対象廃棄物 (商業用廃棄物)

現在、商業用の認可された供用中の低レベル放射性廃棄物処分場には、以下の3つの処分場がある。但し、何れの施設も、GTCC廃棄物を受入れていない。適切なGTCC廃棄物の処分政策が決定されるまで貯蔵保管される。

- ① ハンフォード処分場 (ワシントン州ハンフォード) : 北西部協定及びロッキマウンテン協定に加盟している州からの発生廃棄物の内、クラスAからクラスCの廃棄物を受け入れている。
- ② バーンウェル処分場 (サウスカロライナ州バーンウェル) : 現在、北西部協定及びロッキマウンテン協定以外の米国の全地域からのクラスAからCクラスまでの廃棄物を受け入れている。しかし、2008年からアトランティック協定 (コネチカット州、ニュージャージー州及びサウスカロライナ州) 加盟州からの廃棄物のみを受け入れ、それ以外の州からの廃棄物を受け入れなくなる。
- ③ エンヴィロケア処分場 (ユタ州クライヴ) : 米国の全地域からクラスAの廃棄物のみを受け入れており、クラスB及びクラスCの

廃棄物は受け入れていない。

(2) DOE規制対象廃棄物(政府部門廃棄物)

米国エネルギー省管轄の施設から発生するLLWについては、フェルナルド(オハイオ州)、アイダホ国立工学環境研究所(アイダホ州)、ロスアラモス国立研究所(ニューメキシコ州)等の処分施設が使用されている。原子力施設の運転等から発生するLLWの量は、廃棄物の減容技術の向上や高い処分コストなどにより年々減少しているが、近年、施設の廃止措置とサイトの復旧から生ずる廃棄物量は増加している。

3. 今後の見通し

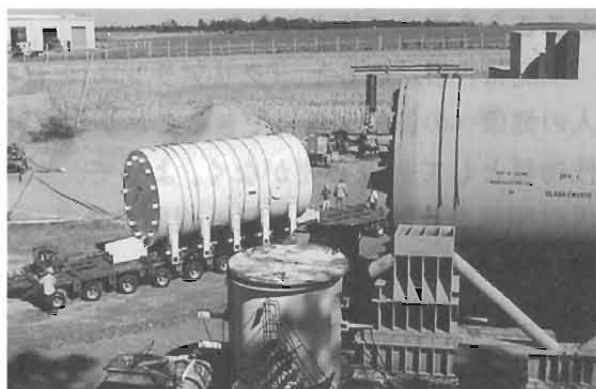
1985年に低レベル放射性廃棄物処分に関する法律の改正があり、州内で発生するLLWの処分については各州が責任を持つて行うことになり、地域協定に基づき共通の処分施設で廃棄物処分を実施することが可能になった。しかし、この地域協定の考えが米国内の

処分場サイトの普及を減速させることになり、この法律成立後、処分場の建設は実施されていない。Radwaste Solutions誌への寄稿者 Zacha氏は、低レベル放射性廃棄物の処分を今後もスムーズに進める方策として、以下の項目を例にあげ廃棄物処分問題の難しさを指摘している。

- ・ 廃棄物処理施設の改良、廃棄物の収納方式の改善等を行い原子力発電所からのBクラス及びCクラス廃棄物の発生を削減する。
- ・ 処分場の受け入れ容量を拡大する。
- ・ パーンウェル処分場が2008年からの受け入れ制限時期を延長する。
- ・ エンヴィロケア処分場がBクラス及びCクラス廃棄物を将来受け入れる。
- ・ テキサス州やカリフォルニア州が処分場を新設する。
- ・ 切断技術の向上、大型パッケージの輸送基準の改善等を進める。

参考文献

- 1) USA, National Report Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, DOE/EM-0654, May (2003).
- 2) Nancy J. Zacha, "There is no commercial low-level waste disposal crisis in the United States -Yet !," Radwaste Solutions May/June (2004).



ビッグロックポイント原子炉の定置作業、
右側はメインヤンキー原子炉
(パーンウェル処分場)



廃棄物収納容器の検査
(エンヴィロケア処分場)

解体、運転廃棄物等のクリアランスとは

技術顧問 宮坂 靖彦

運転を閉鎖した商業用発電炉の解体からは大量の極低レベルや放射性廃棄物に該当しない廃棄物が発生する。これらの廃棄物について、将来、資源の有効利用、放射性廃棄物の低減及び処分コストの観点からリサイクル、再利用することが検討されている。これは、研究使命を終えた研究用原子炉、核燃料サイクル施設、加速器施設の解体から発生する廃棄物、または運転中に発生する廃棄物についても同様である。

これらの解体廃棄物等の取扱い方法をめぐって、原子力安全委員会は、まず「放射性物質として扱う必要のないもの」を区分する放射能濃度（「クリアランスレベル」という）を平成13年度までにとりまとめている。以下「クリアランス」について、若干の解説、最近の概況を紹介する。

1.用語「クリアランス」等について

最近のIAEAの文書によると、規制除外(Exclusion)は、本質的に規制になじまず規制システムの外に置かれる被ばくに関するもの、規制免除(Exemption)は行為や行為の中の些細な放射線量やリスクしか生じないため規制要求しないことの決定に関すること、クリアランス(Clearance)は被ばくやリスクが些細であることに基づいて規制管理から放出される物質に関するもの、と整理されている。規制除外、規制免除及びクリアランスの放射線的区分概念を図1に示す。次に、主にクリアランスに係る用語を解説する。

英字辞書によると「クリアランス(Clearance)」とは、取り片づけ・排除、車両とトンネルの壁・天井などの間の間隙、秘密情報(文書)、蔵払い(在庫一掃セール:Clearance sale)、清算(金融)、すき間(機械)、通関手続き、腎機能検査の一つ(医学)、純益、管制塔が出す飛行機の離着陸の許可(航空)、クリア(ランス)(サッカー)など挙げられている。また、

関連用語の機械設計の精密加工でのクリアランス・ギャップ(例えば $\pm 0.2\text{mm}$)から規制関連での解体命令・金融・航空等の許可まで非常に広範囲で用いられている。

IAEAからクリアランス定義が示された数年後、デコミッショニング国際会議出席の際、米国ノックスビル市内でしばしば駐車場のゲートに「クリアランスレベル〇〇フィート」(高さ制限)の表示が見られ、米国の車社会にとって「クリアランス」が非常に身近な用語であることを改めて知らされた。

上記報告書によると、「クリアランス」とは、人の健康への影響が無視できることから放射性物質として扱う必要がなく、よって、当該放射線源を放射線防護に係る規制の体系(対象)から外してもよいことをいう。一般的には、ごくわずかの放射性核種を含む廃棄物や再生可能物が該当し、クリアランスされたものは、一般のものとして扱うことが可能となる。また「クリアランスレベル」とは、クリアランスの判断基準となる放射性核種濃度をい

う。「放射性物質」から「放射性物質として扱う必要がない」ことを満足する条件は、クリアランスされた物質に起因する線量が、「自然界の放射線レベルと比較して、十分に小さく、人の健康に対するリスクが無視できること」であり、実際には、この線量を放射性核種濃度に換算している。

この線量とは、我々が常に自然界から受ける平均約2.4mSv/年に比べ、1%以下と十分小さい10 μ Sv/年(0.01mSv/年)(IAEA等の国際機関から推奨されている値)が用いられている。クリアランスレベルは、この線量を基準に各種のシナリオに基づき検討・評価して換算している。各種のシナリオには、例えば、金属の壁材等への使用、体内摂取、地下水利用、埋設跡地利用などである。原子炉解体時の廃棄物の代表核種で例示するとCo-60では0.3Bq/g、Cs-137では0.8Bq/g程度である。ちなみに体重60kgの人の場合、体内に自然放射性物質がK-40は4,000Bq、C-14は約2,500Bq等で合計約7,000Bqある。

2. 諸外国及び国際機関の概況

諸外国では、英国、ドイツ、スウェーデン、フィンランド、ベルギー等で既に制度的に認められている。例えば、スウェーデンでは、原子炉解体金属、ウラン汚染金属等を2003年までに、約9,000トンを除染・溶融で処理、その約90%を無制限放出、8%を減衰貯蔵保管等の実績を残している。この中には、ドイツのヴィルガッセン原子力発電所の解体から発生した金属廃棄物の受け入れ分も含まれ、国境を越えたビジネス事業に発展している。これは、関係者が信頼を得るための努力の結果であり、鉄鋼業界は、積極的にインゴットの受け入れを行っている(原子力学会誌9月号参照)。また、米国でもこれまで段階的に規制当局のケースバイケースで判断実施されてき

たが、現在、最終的な制度化への検討が進んでいる。

EUのEC委員会は、放射線防護関連文書として、金属のクリアランスレベル(RP-89)、コンクリート等のクリアランスレベル(RP-113)及び一般クリアランスレベル(RP-122Part I)を2001年までにまとめている。これを受け、EU諸国では、各国の放射線防護令の改定が行われ、今後、クリアランス制度の取り入れが本格化する。

IAEAでは、世界保健機関(WHO)等と共同で、1996年に「電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準」(以下「BBS」という)を出版し、規制除外、規制免除及びクリアランスの概念を示すとともに、中程度の量(トンオーダー)までの放射性物質に対する規制免除が適用できる放射能濃度と放射能量(「BBSの規制免除レベル」という)を示した。また、技術文書「TECDOC-855」に示したクリアランスレベルについて、最新の知見等を取り入れ見直し、各国の専門家の意見交換を得て、さらにIAEA安全基準委員会で合意され、2004年8月「規制除外、規制免除及びクリアランス概念の適用」(IAEA安全指針RS-G-1.7)を出版した。この報告書は、天然起源及び人工起源の放射性核種ごとに、大量の物質に対する規制除外又は規制免除が適用できる放射能濃度が示されており、これらの濃度がクリアランスに適用の根拠となり得ると述べている。

3. 我が国のクリアランス制度導入への動き

総合資源エネルギー調査会は、「原子力施設におけるクリアランス制度の整備について」(平成16年9月14日)をまとめている。さらに放射線審議会、文部科学省の研究炉等安全規制委員会でもクリアランス制度等の導入に関する検討が行われている。

これらの結果を反映しつつ、国においては、現在、「クリアランス制度」法制化への準備が積極的に進められている。この制度導入には、信頼性の高い検認システムが必要である。クリアランスレベル検認には、クリアランスレベルを用いて、「放射性物質として扱う必要のないもの」であることを原子炉施設設置者等の原子力事業者が判断し、その判断に加えて規制当局が適切に関与を行うこととしている。この関与について、2段階から成るクリアランス方法の認可及び記録確認、抜取測定等による検認が検討されている。

原子力安全委員会、放射性廃棄物・廃止措置専門委員会は、RS-G-1.7で示された核種ごとの放射能濃度「規制免除レベル」の算出と同様の評価概念及び評価方法から、最新の知見など反映し、クリアランスレベルの再評価を終了している(平成16年10月15日)。この結果は、以前の評価と有意な差はないものと見なすことができとしている。また、国際的

整合性などの立場から、RS-G-1.7を採用することは適切であるとし、今後、国際的動向を見極めつつ、適時にその対応を図っていくことが望ましいとしている。

このように国内外ともクリアランスに関する基本的な考え方、基準等が一致する方向が見出されつつあり、我が国でも法制化の機運が高まっている。このクリアランス制度導入の議論が原子炉解体廃棄物だけでなく、運転廃棄物、保管廃棄物、あるいはRI廃棄物、放射線発生装置(加速器等)へも展開するのに、非常に重要な時期を迎えている。クリアランス制度の導入は、原子力開発の推進、特に各種研究開発の装置の更新等にも有益であり、安全、かつ合理的な廃棄物管理・処理構築のステップになり、今、必要なのは関係者の努力とともに、一般産業界、一般公衆の理解が不可欠である。そのためには、一層透明でオープンな議論と適切な情報開示が重要である。

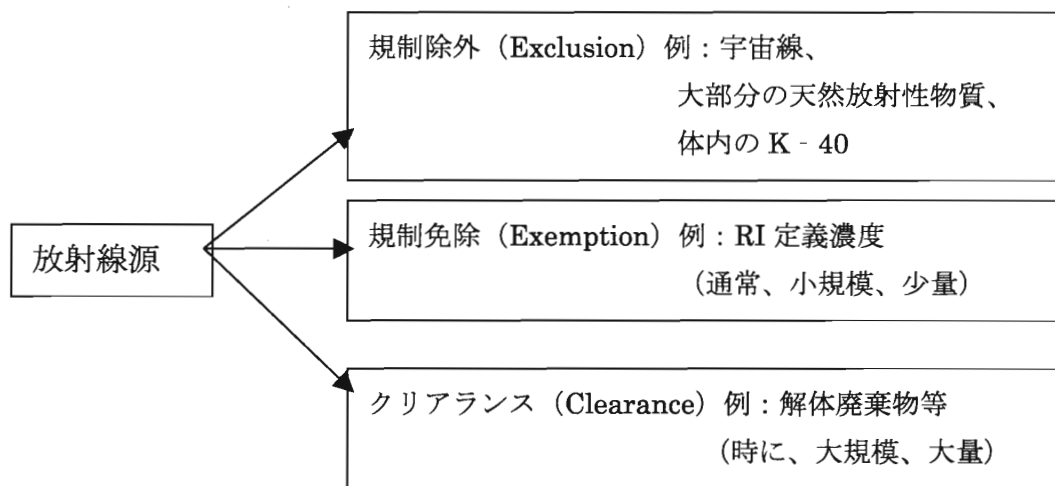


図1 規制除外、規制免除及びクリアランスの放射線的区分概念

日本原子力学会「2004年秋の大会」に参加して

技術開発部 中山富佐雄
技術開発部 畠山 睦夫

日本原子力学会「2004年秋の大会」は、9月14日(水)から9月17日(金)の3日間、京都大学において開催されました。RANDECからは2名が参加し、「 β 」-アルミナによるセシウム除去試験」及び「水浸漬法によるコンクリート中トリチウムの測定」について発表しました。

廃棄物及び廃止措置関連発表について

今回は放射性廃棄物処理について15日と16日の2日にわたり、45件もの発表がありました。原子力施設の廃止措置技術については17日の午後のみであり、発表件数は14件でした。

廃棄物処理については、高レベル放射性廃棄物関連が17件と最多であり、またクリアランス関連としてシリーズ発表が6件あり、クリアランスの法制化が近いことからこの分野の増加が目立ちました。今後、検討していかなければならない課題である有害物質を含む放射性廃棄物の処理処分関連として、鉛含有廃棄物の廃棄体製作に関する発表が2件あったのが注目されます。

廃止措置技術関連では、核燃料サイクル施設の廃止措置費用評価方法とその試算が発表されました。これについて建設関連出席者から、今後基礎データが増えて、そのスケールメリットを考慮していけば、廃止措置費用は

試算より少なくなるのではとの意見がありました。

RANDECからの発表について

平成15年度にRANDECが文部科学省からの委託事業として行なった「 β 」-アルミナによるセシウム除去試験」について発表しました。また、同じくRANDECが文部科学省から受託した「水浸漬法によるコンクリート中トリチウムの測定」について発表しました。

「 β 」-アルミナによるセシウム除去試験」に関しては、セシウム除去に要した時間、微量のセシウムが検出される理由、実用化するまで予想される課題について質問がありました。また、「水浸漬法によるコンクリート中トリチウムの測定」については、液体シンチレーションの種類と測定時間、測定対象とした原子炉構造材、コンクリート粒径の影響について質問がありました。これらの質問に対してはその場で説明し、理解されました。

委員会報告

平成16年10月以降に開催したRANDECの各委員会は以下のとおりです。

日 時	委 員 会
平成16年10月26日	委員会名:遠心機分離処理試験評価委員会(第2回)
	出席委員:石榑頭吉委員長(埼玉工業大学 先端科学研究所教授) 他5名
	主な議事内容: 使用済み遠心機の解体に伴う放射性廃棄物の低減に向けた、「放射性廃棄物でない廃棄物」とするための物理的な切削試験及びクリアランス化するための化学除染廃液に伴う二次廃棄物発生量低減試験の平成16年度計画と上期試験結果について検討した。
平成16年11月9日	委員会名:解体廃棄物リサイクル技術開発委員会(第2回)
	出席委員:阿部昌義委員長(財放射線計測協会 相談役)他4名
	主な議事内容: 解体廃棄物リサイクル技術開発に係る解体金属廃棄物の再利用技術開発に関し、平成16年度分としてこれまでに実施した金属廃棄物リサイクル試験(金属溶融試験)の結果の概要報告、審議・検討を行うとともに、試験に使用している3kg/バッチ規模及び100kg/バッチ規模の真空溶融炉の視察を行った。

総務部から

人事異動

○職員

採用(10月2日)

技術開発部部长 佐藤 博



ご案内

第16回「原子力施設デコミッショニング技術講座」

当センター主催の第16回「原子力施設デコミッショニング技術講座」を以下の通り開催いたします。皆様のご参加をお待ちいたしております。参加要項につきましては、別途ホームページ等でご案内申し上げます。

1. 開催日時:平成17年2月4日(金) 10:00～17:20
2. 開催場所:石垣記念ホール(東京赤坂三会堂ビル9F)
3. プログラム
 - 1) 原子力安全委員会におけるクリアランスレベルと廃止措置についての検討状況について
原子力安全委員会事務局 規制調査課長 吉田 敏雄 氏
 - 2) 東海発電所の廃止措置の現状と今後の展開
日本原子力発電(株)廃止措置プロジェクト推進室長 佐藤 忠道 氏
 - 3) 解体廃棄物の再利用技術の現状
原子力発電技術機構 技術部 調査役 石倉 武 氏
 - 4) 商業用核燃料研究施設解体・撤去工事実績
三菱重工業(株)神戸造船所 原子力保全技術部 主席技師 二宮 敏明 氏
 - 5) 核燃料施設廃止措置システムエンジニアリング技術の開発
核燃料サイクル開発機構 人形峠環境技術センター チームリーダー 杉杖 典岳 氏
 - 6) 原子力施設の解体技術の事例研究(WAKの廃止措置技術について)
核燃料サイクル開発機構 バックエンド推進部次長 林道 寛 氏
 - 7) わが国におけるバックエンド事業 -今後の展望-
埼玉大学工学部教授 松本 史朗 氏
 - 8) RI・研究所等廃棄物処分事業の検討の現状
(助)原子力研究バックエンド推進センター 常務理事 石黒 秀治

©RANDEC ニュース 第63号

発行日 : 平成16年12月24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
〒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://www.randec.or.jp>

E-mail : decomi@randec.or.jp