

原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT CENTER TOPICS

1996.9.NO.38

目次

地中処分政策と研究開発の現状—米国、ドイツ	①
〈RADWASS Safety Series紹介〉「放射性廃棄物管理の原則」及び「国の放射性廃棄物管理システムの確立」	⑥
センターのうごき	⑧

地中処分政策と研究開発の現状—米国、ドイツ

まえがき

稼働中の発電用原子炉の数は、1995年12月現在、米国は109基、ドイツは21基である。全発電量に占める原子力の割合は、それぞれ22%と29%である。わが国は50基、33%である。原子力発電電力では米国はわが国の約2倍、ドイツは約半分の規模である。

地層処分に関しては、**両国とも早くから候補サイトを特定し、サイト固有の調査に入っている。**米国の候補サイトは砂漠地帯の地下水面上の厚い不飽和帯、ドイツの候補サイトは岩塩ドームであり、地下水による核種移行防止の点では理想的な条件を備えたサイトを選んでいる。しかし、**処分計画の進行状況は順調とはいいい難く、地層処分の問題は科学的アプローチだけでは済まない問題であることを示す結果になっている。**

ここでは、両国の取り組みの経緯を紹介するとともに、1995年の全米科学アカデミー（NAS）の勧告、再処理を含めて廃棄物政策に柔軟性を持

たせようというドイツの戦略など、両国のアプローチの現状を紹介する。

1. 米国での地中処分の経緯と現状

1) 経緯

1955年には原子力委員会主導のプロジェクトチームが結成され、岩塩層が選ばれ、その後約20年間にわたり、岩塩層を中心に検討が進められた。調査が進められるとともに当時候補に上げられていたサイトについての問題点が指摘され、1975年からDOEの前身であるERDAが36州にわたる広域の地質調査を行い候補サイトの絞り込みを進めた。

1982年に核廃棄物政策法が成立し、DOEが処分施設の開発の責任主体になり、9地点の候補サイトを選定して調査が進められた。1987年に核廃棄物政策修正法が成立し、Yucca Mountainが第一候補サイトに選定された。

2) Yucca Mountainの特徴と調査の実施状況

Nevada州の核実験サイトを囲む高地に位置している。帯水層の位置は地表面下600～800mであり、処分場はそれより300～600m上部の不飽和帯に約300mの横坑を掘って建設される予定である(図1参照)。この地域は砂漠地帯であり降雨は極めて少ない。

探査調査施設(ESF)の建設のため、トンネル掘削機(TBM)を使った掘削が1993年4月から開始され、1996年2月現在、トンネルの延長は約4,068mに達している。主要坑道の掘削は1996年度会計年度いっぱいかかる予定である。

1994年6月DOEの民間放射性廃棄物管理局(OCRWM)はYucca Mountainにおける調査に関し、「熱試験及びGhost Dance断層の調査を早期に実施するに必要な規模に限定してESFを建設する。」「100年間にわたる廃棄物の回収可能性を維持する。」など計画内容の変更を発表した。さらに1996年1月に計画を縮小し、詳細なサイト調査に代わって「実行可能評価報告書」を1998年中にまとめる計画に変更した。

なお、Yucca Mountainの処分基準については、全米科学アカデミー(NAS)の勧告を受けEPAが作成することになっている。この勧告は既に出されている。その要点とEPA及びNRCの検討状況を1996年HLRWM(High Level Radioactive Waste Management)会議での報告を基に後に述べる。

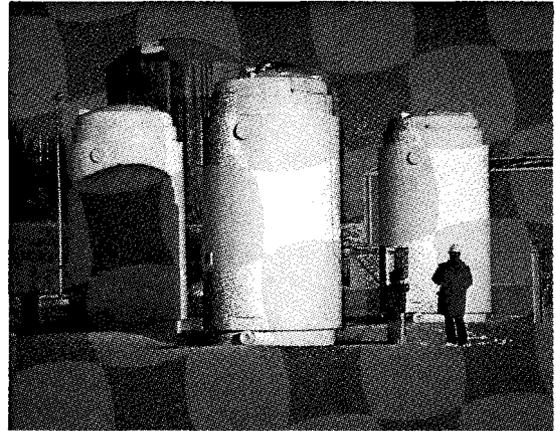


写真1 NSP社の使用済燃料の貯蔵キャスク
(J. Closs, et. al., Radwaste3, (3)26(1996)より)

3) 中間貯蔵施設計画と発電所サイトの貯蔵容量の拡大

Yucca Mountainの処分場完成までのつなぎとして、1982年の核廃棄物政策法で監視付き回収可能貯蔵施設(MRS)計画が示された。その後中間貯蔵施設に対する優先度が上げられた。1996年6月時点のDOEの計画では2002年に使用済燃料の受入れを開始する計画になっている。

貯蔵施設や処分場の遅れにより、発電所サイトでの使用済燃料の貯蔵能力に不足が生じ、貯蔵能力の拡大策が講じられている。例えばNSP社(Northern States Power Company)では写真1に示す貯蔵キャスクにより貯蔵能力の拡大を図

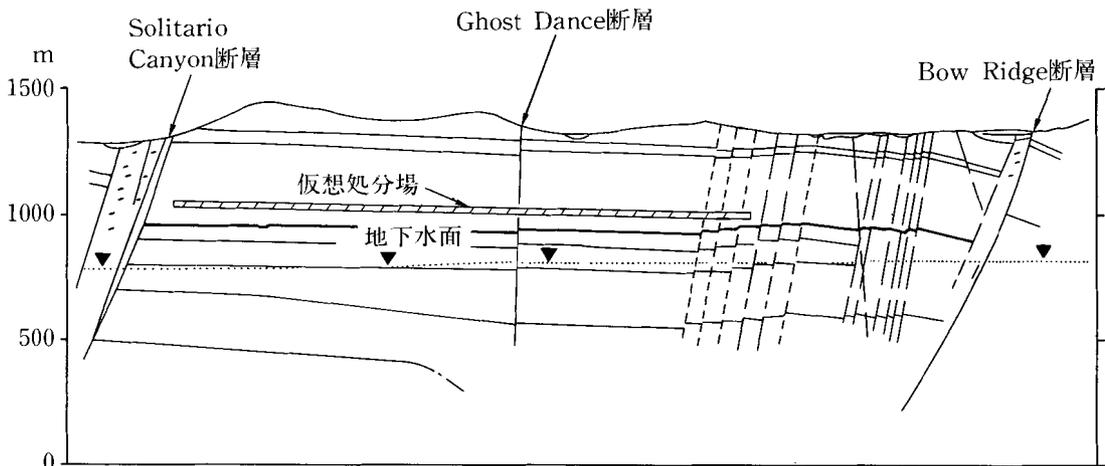


図1 Yucca Mountain処分場の想定断面図

っている。

2. Yucca Mountain基準についてのNAS勧告¹⁾

1) 勧告の概要

放射線防護目標、評価シナリオ、制度的管理等処分基準の基本的な問題について、1992年エネルギー政策法のSection 801にある検討事項に対応する形でまとめられている。そして、この検討は「科学的ベースについて広範な視野を採用したが、健康基準よりも処分場計画に大きな影響を与える可能性のある社会的、政治的、経済的な問題には触れなかった。」と述べられている。

科学的ベースに限定するということは、科学的ベースに立った検討の限界を示し、政策的に決定されるべき事柄が何であるかを明確にすることである。科学的ベースの限界の項で「政策的な問題と指摘した箇所では、健全な公共政策を通じてこれらの問題が適切な連邦機関、すなわちEPA又はNRCによる規制設定において取り扱われるべきだと勧告した。これらの問題に対して規則設定又はそれに相当する手続きをもって対処するプロセスを採用することで、公衆の参加の機会が全面的に確保されると共に、機関側にとっても、広範な公衆の意見をその最終的な公共政策判断に反映させる柔軟性が得られることになる。」と述べている。次に何が政策的に決定されるべきであるとされているかという点に着目して関連記述を列挙した。

(a) 一般公衆の健康保護目標

現行のEPAの基準(40CFR191)「処分場からの放射性核種の量を、世界の全人口における健康への影響を10年間に1,000件の死亡数の増加に制限する」という、近接可能環境への放射性物質の漏出量を制限するのではなく、「健康ベースの個人基準が一般公衆の防護のための合理的な基準として利用できる」と考える。しかし、線量当量ベースの基準ではなく、リスク・ベースの基準にすることを勧告する。」しかし、「受入れ可能なリスク・レベルは科学だけでは決められない。」とし、「規則設定プロセスは、適切な防護レベルという問題を取り扱う上での適切な方法の一つである。」として具体的な値は勧告しないとしている。ただし、この勧告には「政策決定者と公衆が極めて低い放射線量は無視できる程度のリスクしかもたらさないという点で一致する限り」という条件がついて

いる。

「個人リスク基準の期間を1万年もしくは他の数値に限定する科学的根拠はない。従って、最大リスクの発生する時点で基準遵守の評価を実行する。」ことを勧告している。しかし、「適用期間の選定には科学的要素だけでなく、この検討では取り上げなかった政策的側面も含まれていることに注意しなければならない。」としている。

(b) 性能評価シナリオの選定

「問題は、性能評価においてどのような被ばくシナリオを選ぶかである。そのための科学的な論拠がないことから、規制担当者が政策的な決定を下すことが妥当だと考える。」と勧告している。「被ばくシナリオの選定はリスク評価上最も困難で論議を呼ぶ側面であろう。」そのため「公的な規制設定プロセスによって、様々な代替シナリオの長所と短所をより総合的に解析できるし、完全な公衆の参加という利点も得られる。」とその理由が述べられている。

(c) 人間侵入と制度的管理

「政府組織が存続すると予測する科学的根拠は存在しない。人間の組織は交替を繰り返してきた。組織に一定の連続性は予想できるので、将来も能動的な制度的管理(監視システム等)が続けられる可能性はあるが、数世紀を超えた期間を対象としてこうした仮定を立てるための経験的な裏付けは存在しない。」また、「受動的な管理(標識、バリア、記録保管所の記録等)はそれが認識され、注意が払われている間は、潜在的な侵入者への警告として役立つ。しかし、受動的な管理にも限界があり、将来世代に引き継いでもらう必要がある。」と制度的管理が継続し、有効である可能性はあるが継続期間や侵入防止効果を予測する科学的根拠はないとしている。

しかし「特定のタイプの侵入事象(処分場に向けてのあるいは処分場を貫通するポアホールの掘削など)については、影響の計算を実施できる。」としている。この場合、侵入の形態や頻度が予測できないため、解析のための侵入シナリオの決定に判断を伴う。「いかなるシナリオが最も妥当かについて最大限の検討を行うためEPAが規則設定の中で決定を行う」ことを勧告している。

最後に、NASの勧告の要点を整理して次に示す。

NASの検討の結論及び勧告の要点

- ①個人リスク基準は一般公衆の健康も防護する。ただ、非常に低い放射線被ばくのリスクは無視できるとの概念が受け入れられるとしてである。基準への適合性は最大リスク時点で判断する。
- ②物理的、地質学的なプロセスは十分定量でき、不確実性の範囲も処分システムの性能評価に必要な程度には十分把握できる。
- ③EPAは規則設定プロセスの中で被ばくシナリオを設定すべきである。
- ④能動的な制度的管理は処分場の破壊または個人の被ばくが基準値を越すことを排除できない。
- ⑤10⁴年間の人間侵入の確率を科学的に予測することは不可能である。
- ⑥ALARAの原則あるいは1,000年間以上の人工バリアによる閉じ込め、地下水による移行期間等subsystem毎の要件を入れる科学的根拠はない。

2) EPAによるコメントの整理と今後の予定²⁾

約60通の書面によるコメントと口頭によるコメントが寄せられている。コメントは大略次のように整理できる。

「④の人間侵入を能動的制度的管理では排除できない」と「⑤の人間侵入を科学的に予測することはできない」という点については意見が一致している。

「①の決定グループの個人リスク基準が一般公衆を適切に防護するかどうか」と「⑥のsubsystemの要件が要るかどうか」については意見が分かれている。

多くのコメントでは「①の非常に低いレベルの放射線被ばくのリスクは無視できるとの概念」は合意が得られていない。また、「①のピークに達する時点まで計算する。」ことは支持している。

EPAは1996年中頃に基準案を提示し、公衆からのコメントを受け、ヒアリングをする期間を設ける。最終的には基準と関連文書を作成する。

3) 勧告の主な点についてのNRCの検討結果³⁾

(a) 総合的性能を示す指標について

NASは個人リスク又は線量当量限度という総

合的性能指標のみを法制化することを勧告している。現在の基準にある環境への放射性物質の漏出量限度よりも、その方が公衆の防護レベルについて関係団体と意思を交わしやすい。しかし、線量当量やリスクを計算するには環境での核種移行や摂取についての仮定が必要となる。個人のリスク又は線量当量が処分場の性能を評価するのに適切であるということには賛成である。ただし、基準作りの段階で被ばくシナリオと生態圏に関連する評価条件を適切に設定できることが前提である。

(b) 評価期間について

評価期間を変えると重大な結果になる可能性のあるシナリオ群（例えば、火山や気候変動）がリスク評価に違う結果をもたらす。もし、NASの勧告のように、10⁴年に評価期間を限定する科学的根拠がないとし、10⁶年のように長い期間まで評価することになると、これらのシナリオ群の寄与が大きくなる。一方他のシナリオ群の重要度が低くなる。また、シナリオ群の組み合わせも必要になる。

NRCのスタッフは、短い評価期間を設定する理由を規制、政策及び実行面から厳しく検討すべきであると信じる。

(c) Subsystemに対する定量的要件について

NRCの高レベル廃棄物の処分基準10CFR Part 60の公表時点では、確率基準を導入することに心配があったので、総合的性能目標を合理的に達成することを保証するsubsystem要件が入れられた。NRCスタッフは処分場の総合的性能指標のみを法制化するとNASの提案には賛同するが、処分場のsubsystemの性能を適切に調べ、総合的性能を評価する上で必要なsubsystemの性能を知っておくことはやはり必要である。NRCは基準作りにあたって、DOEに処分場の主な形状、工程及びsubsystemを提示することを要求すべきである。

1) National Academy of Science; "Technical Bases for Yucca Mountain Standards" National Academy Press (1995)

2) L. Weinstock, et. al., "NAS Report and Environmental Radiation Standards for Yucca Mountain" HLRWM Proc. p267(1996)

3) J.P. Kotra, et. al., "NAS Recommendation and Current Legislative Proposal" HLRWM Proc. p269 (1996)

3. ドイツでの地中処分の経緯と現状

1) 処分の実施及び研究開発

1964年には既に地中処分に適した母岩として、岩塩を選定した。北部地域には商業ベースにのらない岩塩鉱が多く存在し、まず、その一つであるLower Saxony州のAsse岩塩鉱がとりあげられ、1967年から1978年の間に低レベル廃棄物ドラム缶124,000本と中レベル廃棄物ドラム缶1,300本が処分された。

1970年代の終り頃に、当時の東ドイツとの国境の近くに位置するGorlebenの岩塩ドームが高レベル廃棄物処分場の候補地として選ばれ試掘調査が開始された。

岩塩ドームを覆っている地層中の地下水流の調査を主な目的とするボーリング調査は549本に及んだ。地震探査等の物理探査の結果も含めて、被覆層について約150kmの範囲の地下水理データが得られている。

処分予定深さ840mから採取した試料によると、少なくとも2.5億年は、その深さが地下水の影響を受けないことが示されている。なお、ドームは地表から260mからおおよそ3,500mの深さに達している。

次のステップとして2本の縦坑を掘削して、詳しい調査を行う計画が進められている。約270mの深さまでは-40℃に凍らせて掘削する方法がとられ1994年時点で約400m深さまで掘り進んでいる。最初の計画では1996年初めを目標に940mまでの掘削を終了することになっていたが、GorlebenのあるLower Saxony州政府の強い反対にあって、計画は大幅に遅れている。従って、処分場の操業目標は2008年に変更されている。(図2参照)

2) 政策

ドイツの原子力発電事情について、廃棄物政策を中心にT. Roserが最近の英国原子力学会誌に投稿し説明している⁴⁾。その記述から興味ある内容を紹介する。

原子力発電からは運転廃棄物、使用済燃料、解体廃棄物の3種類の廃棄物が出る。このうち使用済燃料は基本的には廃棄物ではなく価値ある商品であり、リサイクルすることが基本政策とされていた。1994年7月に原子力法の改定があり、リサイクルを選ぶか、直接処分するかは原子力発電事



図2 ドイツの放射性廃棄物処分場の位置

業者の自由選択に委ねられることになった。現時点での新ウラン燃料の価額をベースにする限り、どのように計算しても、直接処分の方が経済的である。HanauのMox燃料プラントに予算をつけることを止め、フランス及び英国へ委託している再処理を遅らせたり、再交渉したり、キャンセルし始めている。

中間貯蔵はボトルネックではない。原子炉サイト及びサイト外の使用済燃料の貯蔵施設の容量は通常運転から出る約10年分がある。AhausとGorlebenのサイト外貯蔵は乾式キャスクで使用済燃料をそれぞれ1,500t貯蔵できる。

これらの中間貯蔵は、最終的には再処理することを考えての中間貯蔵のようである。高レベル廃棄物の最終処分はまだ現実的になっていない。廃棄物処理処分は発生者責任の原則が基本政策となっており、核燃料サイクルの経済性は時間経過とともに容易に変動する。それ故、柔軟性のある解決策が歓迎される。

(中村治人)

4) T. Roser "Management of nuclear liability in Germany" Nucl. Energy 35, (3) 175-179(1996)

「放射性廃棄物管理の原則」及び「国の放射性廃棄物管理システムの確立」

1. SS-No.111-F放射性廃棄物管理の原則

RADWASS Safety Seriesの最上位文書である放射性廃棄物管理の原則は1995年9月出版された。ここでは原則の本文の翻訳を掲載した。

原則1：人間の健康の防護

放射性廃棄物は、人間の健康の防護を許容可能な水準で保証するような方法で管理されなければならない。

原則2：環境保護

放射性廃棄物は、環境保護が許容可能なレベルで行える方法によって管理されなければならない。

原則3：国境を越えての防護

放射性廃棄物は、国境を越えての、人間の健康および環境に対する潜在的な影響が考慮されることを確実にする方法で、管理されなければならない。

原則4：将来世代の防護

放射性廃棄物は、将来世代の健康に対して予想される影響が、現在受け入れられている影響のレベルよりも大きくならないような方法で管理されなければならない。

原則5：将来世代への負担

放射性廃棄物は、将来世代へ過度の負担を強くないような方法で管理されなければならない。

原則6：国の法的枠組

放射性廃棄物は、責任が明確に割当てられ、独立した規制機能が準備された適切な国内法的な枠組みの下で管理されなければならない。

原則7：放射性廃棄物の発生量の制限

放射性廃棄物の発生は可能な限り低減しなければならない。

原則8：放射性廃棄物の発生と管理の相互依存性

放射性廃棄物の発生と管理のすべてのステップにおける相互依存性は、適切に考慮されなければならない。

原則9：施設の安全性

放射性廃棄物の管理に係る施設の安全性は、施設の存続期間中、適切に確保されなければならない。

2. SS-No.111-S-1 国の放射性廃棄物管理システムの確立

RADWASS Safety Seriesの第2順位基準として、1995年9月に出版された。上記文書の原則6. を受けた内容として、「放射性廃棄物管理のための国の枠組み」及び「放射性廃棄物管理に関する責任」を主な内容としている。

国の枠組みとしては、「政策」、「戦略」及び「システム」の項に分けて記述している。システムについての記述のなかで「国は公衆への情報提供の必要性に留意し、放射性廃棄物の管理に関する公衆との協議に関する事項について考慮しなければならない。」と公衆との係わりがシステムを構成する一つに位置付けられている。

放射性廃棄物の管理に関する責任の部分では、関係各機関の責任を国、規制当局、放射性廃棄物発生者及び管理施設の操業者の3つのレベルに分けて記述されている。

近年、科学技術的な立場とは別に、社会的な立場に立った放射性廃棄物の処分の問題、特に将来世代への配慮としての記録の保存や万一の事態への備えが処分場の立地と関係して話題となることが多いように思われる。そこで、ここでは**社会制度**に関係すると思われる記述を列挙した。

1) 責任の継続性について

「放射性廃棄物の管理に係わる活動の安全性に関する責任は、廃棄物発生者及び操業者に割り当てられなければならない。これらの活動は、単独の操業者によって行われること、あるいは複数の操業者によって順番に行われることもある。後者の場合、国の責任は継続性を保証しなければならない。」としている。そして、制度的管理の意義について、「可能な限り制度的取決めに頼るべきではないが、特に、浅地中の処分施設の場合には、適切な期間の制度的管理が要求される。」とし、その理由として、①処分場への侵入防止②放射性廃棄物の移動や廃棄物との接触の防止③設計基準に対する処分場の性能のモニタ及び④必要な修復活動をあげている。そして、「操業者が安全評価

の中で役立つ制度的管理の最大の期間は、規制当局により決められるべきである。」としている。

長期の継続性が必要であるものとして、記録の保存がある。これについては、廃棄物発生者及び操業者の責任として、「放射性廃棄物のインベントリを含む、放射性廃棄物の発生、処理、貯蔵及び処分に関する適切な情報を記録し、保存すること。」また、「規制当局は記録についての長期保存の責任をとる場合もある。」としている。

2) 財政的責任について

処分場を閉鎖後、何か起きた場合どうするかがしばしば問題になる。特に財政的裏付けがしばしば問題になる。

まず、放射性廃棄物管理システムの基本的要件のなかに「処分施設の維持及び閉鎖後の監視を含む放射性廃棄物管理のための必要な資金計画及び資源の配分」があげられている。

次に、「国は放射性廃棄物の管理システムを支える財政的、人的及び技術的資源を確保あるいは将来提供されることを保証するための適切な措置をとらなければならない。」と国の責任の在り方が記述されている。

また緊急時計画に「放射性廃棄物活動が事故により、潜在的に人の健康と環境に対して好ましくなく影響する場合には、国は緊急計画を備え、事故に対応するために万一必要となるかもしれない準備をする必要がある。」としている。この記述は緊急 (Emergency) という言葉からみて処分場閉鎖後の予期しない事態への対処ではなく、操業時の事故についての記述と考えられる。しかし、閉鎖後の処分場で何か起きた場合は国が責任をもって行わなければならないと考えられる。

3) 国による選択

処分場の立地に関係して、国の関与のあり方がしばしば問題になる。国の責任の記述中に「国は、放射性廃棄物の管理活動の一部又は全部について、国の政府又は地方政府が直接の責任を引き受けるべきだとしてもよい。」として直接責任を引き受けることに対してはその国の選択肢と位置づけている。処分場閉鎖後の責任のあり方についても各国による選択肢の一つと考えてよいだろう。

「戦略」のところには、「放射性廃棄物管理政策を実施するための戦略の策定は、国の状況、構造、優先事項、放射性廃棄物の種類の多様性に依

存するであろう。」とし、国による選択の自由度が大きいことが示されている。

3. 固体廃棄物の放射性核種の規制除外レベル

SS-G-1.5として出版される予定で準備が進められていたが、合意が得られず、検討資料の位置付けてTECDOC-855として出版された。この資料について、各国で約3年間かけて検討し、計画の通りRADWASS Safety Seriesに組み込まれる予定である。規制除外濃度算定レベルの表のうち⁹⁹Tcのランクが本トピックスNo.30で紹介した時点より1ランク緩いランクに整理されているので、改めて次に示す。

(中村治人)

固体の規制除外濃度算定レベル (単核種濃度)

放射性核種	代表値
濃度領域0.1~<1.0Bq/g Na-22 Cs-134 U-234 Na-24 Cs-137 U-235 Mn-54 Eu-154 U-238 Co-60 Pb-210 Np-237 Zn-65 Ra-226 Pu-239 Nb-94 Ra-228 Pu-240 Ag-110m Th-228 Am-241 Sb-124 Th-230 Cm-244 Th-232	0.3Bq/g
濃度領域1.0~<10Bq/g Co-58 Ru-106 Ir-129 Fe-59 In-111 Au-198 Sr-90 I-131 Po-210	3Bq/g
濃度領域10~<100Bq/g Cr-51 I-123 Ce-144 Co-57 I-125 Tl-201 Tc-99m I-129 Pu-241	30Bq/g
濃度領域100~<1,000Bq/g C-14 Fe-55 Tc-99 P-32 Sr-89 Cd-109 Cl-36 Y-90	300Bq/g
濃度領域1,000~<10,000Bq/g H-3 Ca-45 Pm-147 S-35 Ni-63	3,000Bq/g

センターのうごき

第41回 理事会 開催

平成8年6月14日(金)開催し、平成7年度事業報告及び決算が承認されました。
また、役員人事については、次の方々が交替されました。

区 分	退 任	新 任	役 職
非常勤監事	近 藤 俊 幸		
	菊 池 功	中 里 良 彦	日本電機工業会会長
非常勤理事	大 石 博	近 藤 俊 幸	動力炉・核燃料開発 事業団理事長

原研・動燃・電中研等との業務連絡会議開催

平成8年7月16日(火)開催し、平成8年度に推進する調査研究について説明するとともに情報交換等を行いました。

電力各社等との業務連絡会議開催

平成8年7月24日(水)開催し、平成8年度に推進する調査研究について説明するとともに情報交換等を行いました。

平成8年度調査研究受託状況

平成8年4月1日以降、8月末までの間に、次の受託契約が行われました。

委 託 者	調 査 研 究 課 題	契約年月日
科学技術庁	・放射性廃棄物の処理処分に関する広報	8. 5. 10
	・仏国規制情報調査	8. 6. 10
	・廃棄体性能評価	8. 6. 25
電力各社等	・ハル廃棄物中の放射性核種の化学形態及び移行挙動に関する研究	8. 4. 25
	・返還低レベル廃棄物の事業所外廃棄確認に関する研究 (フェーズ2)	8. 8. 1

編集発行

財団法人 原子力環境整備センター
〒105 東京都港区虎ノ門2丁目8番10号 第15森ビル
TEL 03-3504-1081 (代表) FAX 03-3504-1297