

わが国の放射性廃棄物処分の検討状況について[†]北山一美^{††} 藤原啓司^{††}

わが国の放射性廃棄物処分の検討状況、発電所廃棄物、高レベル放射性廃棄物および再処理等廃棄物の特性およびその処分方法の相違点を整理した。また、各処分方法の整合を図り、合理的な処分を行う上での今後の課題を整理した。

Keywords: 放射性廃棄物, 検討状況

This paper describes an outline of current status and the issue of the radioactive waste management in Japan. Especially, it focus on the difference in wastes characteristics and disposal concepts among operational wastes from nuclear power plants, HLW vitrified wastes, and wastes from reprocessing plants and MOX fabrication plants.

Keywords: radioactive waste, current status

1 はじめに

わが国の放射性廃棄物対策は、原子力発電所の操業に伴い発生し、原子力発電所内に多量に保管されている、所謂、低レベル放射性廃棄物の処分方法から検討が開始された。その後、原子力発電所の廃止措置が具体的なスケジュールに乗るようになると、廃止措置に伴い多量に発生する極低レベル放射性廃棄物や炉内構造物のように現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物（以下、「高βγ低レベル廃棄物」という。）の処分方法が検討されてきた。

このように、これまでの処分方法の検討は、廃棄物特性（放射能レベル、核種組成）を踏まえつつ、原子力発電所の操業・解体に伴い発生する放射性廃棄物（以下、「発電所廃棄物」という。）を中心に進められてきた。また、これら発電所廃棄物については、現在、原子力安全委員会で審議中の高βγ低レベル廃棄物などの一部の廃棄物を除き、原子炉等規制法の廃棄物埋設事業の対象とし得る放射性廃棄物の範囲を定める政令濃度上限値が設定され、技術基準も整備されてきた。（Table 1,2）

いっぽう、使用済燃料の再処理の過程で発生するガラス固化体（以下、「高レベル放射性廃棄物」という。）については、地層処分するという方針のもとに、その処分の安全性に係わる検討が進められている。

しかし、放射性廃棄物は、発電所廃棄物、高レベル放射性廃棄物だけでなく、再処理施設、MOX燃料加工施設等のサイクル関連施設、RI使用施設や研究所等からも発生することを考えると、これら廃棄物を発電所廃棄物等の処分方法の整合を図りつつ、いかに処分するかが今後の課題と考えられる。

そこで、以下では、処分方法が整備されつつある発電所廃棄物、高レベル放射性廃棄物と、現在、原子力委員

会で処分方法の検討が進められている再処理施設およびMOX燃料加工施設の操業・解体に伴い発生する放射性廃棄物で高レベル放射性廃棄物以外のもの（以下、「再処理等廃棄物」という。）の廃棄物特性、処分方法を概観し、それらの相違点を整理することとした。

2 廃棄物特性

2.1 処分形態

発電所廃棄物、再処理等廃棄物は、発生形態、減容・安定化のための処理方法等が多種多様であり、それらの処分形態は、主に、セメント系材料やアスファルト、プラスチック等により容器に固化されたものである。いっぽう、高レベル放射性廃棄物は、現状、ガラス固化体1種類である。（Fig.1）

2.2 発生量

発電所廃棄物は、2030年までに累積で約31万m³（廃棄物ベース）発生し、その内訳は、極低レベル放射性廃棄物と低レベル廃棄物が約29万m³、高βγ低レベル廃棄物が約2万m³と試算されている。いっぽう、高レベル放射性廃棄物および再処理等廃棄物は、2030年代半ば頃までに、夫々、累積で約4万本（ガラス固化体）および約5.6万m³（廃棄物ベース）発生するものと試算されている。

2.3 核種組成および放射能レベル分布

原子力発電所では、核分裂により発生した中性子等により、原子炉を構成する金属材料やその腐食生成物、遮蔽体等を構成するコンクリートが放射化され、それを起源として様々な放射能レベル、形態の放射性廃棄物が発生する。また、原子力発電所では、燃料の核分裂により発生した核分裂生成物や中性子を吸収して高次化した超ウラン核種は基本的に燃料中に閉じ込められており、廃棄物中に含まれる核分裂生成物や超ウラン核種は、主に、金属材料中に極微量に含まれる不純物ウランを起源とするものであり、その生成量は僅かである。

[†] Current status of the radioactive waste management in Japan, by Kazumi Kitayama (T0429456@pmail.tepco.co.jp) and Hiroshi Fujihara.

本稿は、日本原子力学会バックエンド部会第15回夏期セミナーにおける講演内容に加筆したものである。

^{††} 東京電力(株) 原子力技術部 サイクル技術センター Nuclear Fuel Cycle Engineering Center, Nuclear Power Engineering Department, Tokyo Electric Power Company 〒100-0011 千代田区内幸町 1-1-3

Table 1 History of regulation for NPP's wastes disposal.

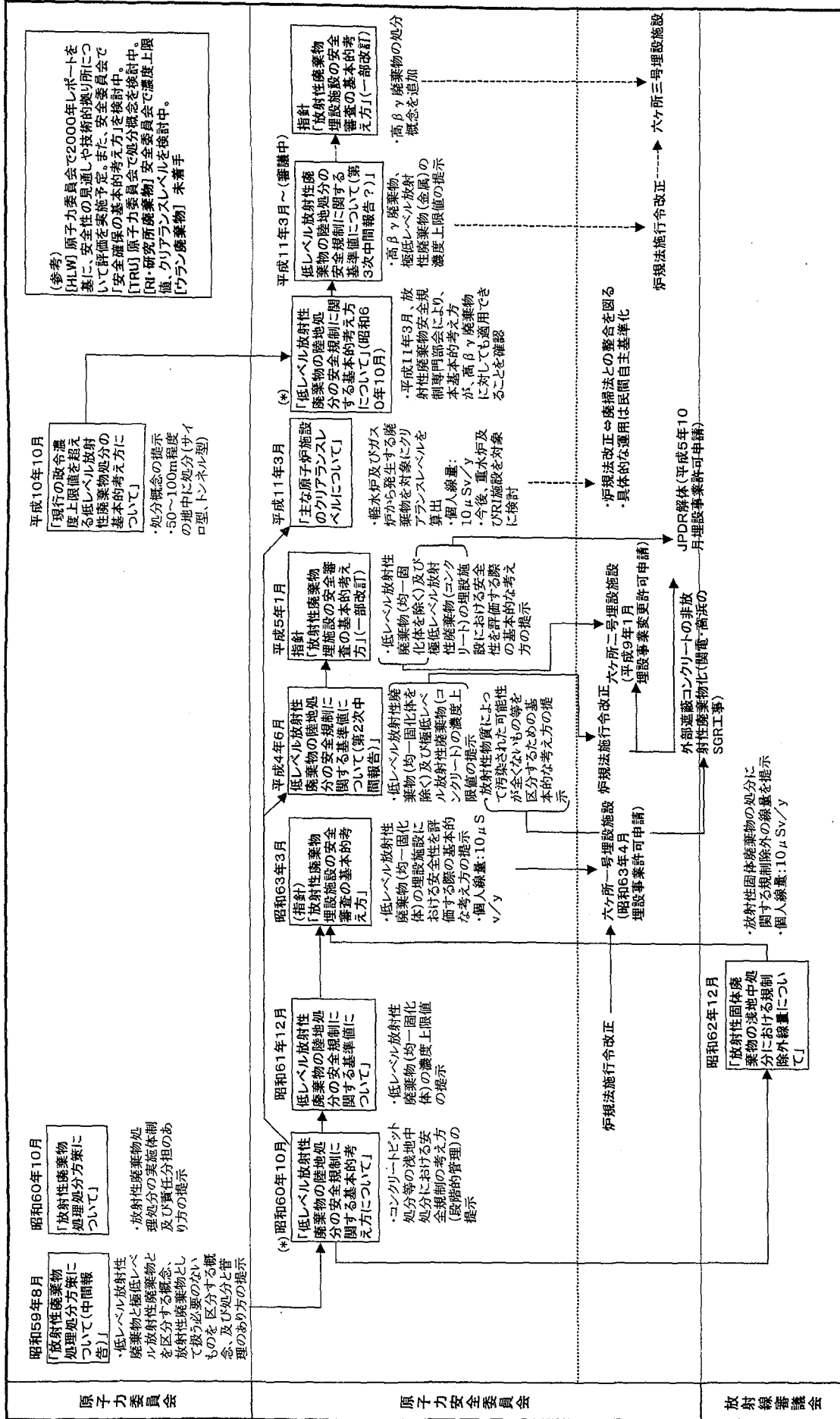


Table 2 Status of regulation for NPP's wastes disposal.

廃棄物の区分		原子力委員会		放射線審議会		原子力安全委員会		関連法令の整備		
放射能レベル	対象廃棄物	処分概念	実施体制及び責任分担のあり	規制除外線量	安全規制の考え方	処分場における制限	個別施設の審査方法	政令(濃度上限値)	総理府令(技術基準)	科技庁告示(技術的細目)
放射能レベルを超えないもの(高βγ低レベル)	放射化金属 風 里紗 使用済樹 脂	検討済 「現行政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物処分の基本的考え方について」(平成10年10月)	検討済 「放射性廃棄物処理処分方策について」(昭和60年10月)	検討済 「放射性固体廃棄物の浅地中処分における規制除外線量について」(昭和62年12月)	検討済 「放射性廃棄物安全規制専門部会にて現行低レベルの考え方が適用できることを確認」(平成11年3月)	検討中 放射性廃棄物安全基準専門部会(平成11年3月～平成12年上期頃)	検討中 放射性廃棄物安全基準専門部会(平成11年3月～平成12年上期頃)	整備済 (昭和62年3月)	整備済 (昭和63年1月)	今後整備 (平成13年度頃)
		「放射性廃棄物処理処分方策について」(昭和60年10月)	「放射性固体廃棄物の浅地中処分における規制除外線量について」(昭和62年12月)	「低レベル放射性廃棄物の陸地処分に関する基準値について」(昭和62年2月)	「放射性廃棄物安全規制の基本的考え方」(昭和63年3月)	「放射性廃棄物施設設計の安全審査の基本的考え方」(昭和63年3月)	「放射性廃棄物安全基準専門部会」(平成11年3月～平成12年上期頃)	整備済 (昭和62年9月)	整備済 (平成5年2月)	今後整備 整備済 (平成6年9月)
放射能レベルの低いもの(低レベル)	均一固体 雑固体 放射化 コンクリート 大型金属 類 コンクリート 金属類	検討済 「放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告)」(昭和59年8月)	「放射性廃棄物処理処分方策について」(昭和60年10月)	「放射性固体廃棄物の浅地中処分における規制除外線量について」(昭和62年12月)	「低レベル放射性廃棄物の陸地処分に関する基本的考え方」(昭和60年10月)	「放射性廃棄物安全規制の基本的考え方」(昭和63年3月)	「放射性廃棄物施設設計の安全審査の基本的考え方」(昭和63年3月)	整備済 (平成4年9月)	整備済 (平成5年2月)	今後整備 整備済 (平成6年9月)
		「放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告)」(昭和59年8月)	「放射性廃棄物処理処分方策について」(昭和60年10月)	「放射性固体廃棄物の浅地中処分における規制除外線量について」(昭和62年12月)	「低レベル放射性廃棄物の陸地処分に関する基本的考え方」(昭和60年10月)	「放射性廃棄物安全規制の基本的考え方」(昭和63年3月)	「放射性廃棄物安全基準専門部会」(平成11年3月～平成12年上期頃)	「放射性廃棄物施設設計の安全審査の基本的考え方」(昭和63年3月)	整備済 (平成4年9月)	整備済 (平成5年2月)
放射能レベルが極めて低いもの(超低レベル)	コンクリート 金属類	「放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告)」(昭和59年8月)	「放射性廃棄物処理処分方策について」(昭和60年10月)	「放射性固体廃棄物の浅地中処分における規制除外線量について」(昭和62年12月)	「低レベル放射性廃棄物の陸地処分に関する基本的考え方」(昭和60年10月)	「放射性廃棄物安全規制の基本的考え方」(昭和63年3月)	「放射性廃棄物施設設計の安全審査の基本的考え方」(昭和63年3月)	整備済 (平成4年9月)	整備済 (平成5年2月)	今後整備 整備済 (平成6年9月)
		「放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告)」(昭和59年8月)	「放射性廃棄物処理処分方策について」(昭和60年10月)	「放射性固体廃棄物の浅地中処分における規制除外線量について」(昭和62年12月)	「低レベル放射性廃棄物の陸地処分に関する基本的考え方」(昭和60年10月)	「放射性廃棄物安全規制の基本的考え方」(昭和63年3月)	「放射性廃棄物安全基準専門部会」(平成11年3月～平成12年上期頃)	「放射性廃棄物施設設計の安全審査の基本的考え方」(昭和63年3月)	整備済 (平成4年9月)	整備済 (平成5年2月)
放射能レベルを超えないもの(クリアランスレベル)	コンクリート 金属類	「放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告)」(昭和59年8月)	「放射性廃棄物処理処分方策について」(昭和60年10月)	「放射性固体廃棄物の浅地中処分における規制除外線量について」(昭和62年12月)	「低レベル放射性廃棄物の陸地処分に関する基本的考え方」(昭和60年10月)	「放射性廃棄物安全規制の基本的考え方」(昭和63年3月)	「放射性廃棄物施設設計の安全審査の基本的考え方」(昭和63年3月)	整備済 (平成4年9月)	整備済 (平成5年2月)	今後整備 整備済 (平成6年9月)
放射能レベルを超えないもの(非放射性廃棄物)	コンクリート 金属類	「放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告)」(昭和59年8月)	「放射性廃棄物処理処分方策について」(昭和60年10月)	「放射性固体廃棄物の浅地中処分における規制除外線量について」(昭和62年12月)	「低レベル放射性廃棄物の陸地処分に関する基本的考え方」(昭和60年10月)	「放射性廃棄物安全規制の基本的考え方」(昭和63年3月)	「放射性廃棄物施設設計の安全審査の基本的考え方」(昭和63年3月)	整備済 (平成4年9月)	整備済 (平成5年2月)	今後整備 整備済 (平成6年9月)

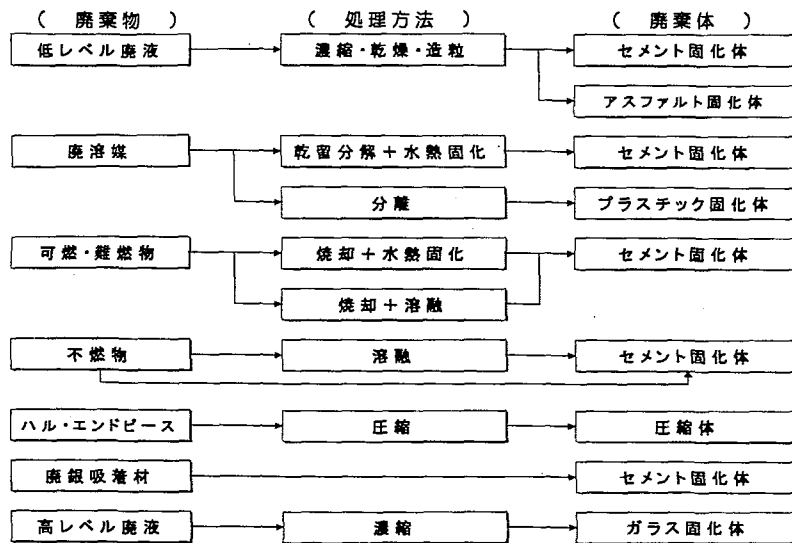


Fig.1 Example of treatment methods of wastes from reprocessing plants and MOX fabrication plants.

このため、発電所廃棄物は、放射化に起因する ^{14}C 、 ^{60}Co 等が主な核種となり、炉内構造物の様に、放射化の影響を強く受け、放射能レベルが比較的高い廃棄物から、施設内の低汚染区域から発生し、放射能レベルが極めて低い廃棄物まで幅広く存在している。

いっぽう、再処理施設では、使用済燃料が解体され、ウラン、プルトニウムの回収が行われるが、その過程で、 ^{129}I のように気相に移行し易い核種を除き、使用済燃料中に閉じ込められていた大半の核分裂生成物と超ウラン核種は高レベル廃液として分離・濃縮・固化され、ガラス固化体、すなわち、高レベル放射性廃棄物となる。また、残りのごく一部の核分裂生成物と超ウラン核種は再処理の各工程に分配され、それを起源として様々な放射能レベル、形態の放射性廃棄物が発生する。また、MOX燃料加工施設では、再処理により回収されたウラン、プルトニウムにより汚染された廃棄物が発生する。

このため、高レベル放射性廃棄物は、核分裂生成物および超ウラン核種が主な核種となり、長寿命核種を多く含み、放射能レベルも一様に高い。いっぽう、再処理等廃棄物も、高レベル放射性廃棄物ほど含有量は多くないものの、核分裂生成物および超ウラン核種が主な核種となり、発電所廃棄物と同様、放射能レベルが比較的高い廃棄物から、放射能レベルが極めて低い廃棄物まで幅広く存在している。なお、再処理等廃棄物には、核分裂生成物および超ウラン核種による汚染に加え、原子炉内での放射化の影響を受け、 ^{14}C などの放射化生成物を含むハル・エンドピースや、長寿命核種である ^{129}I （半減期は約1570万年）を多量に含む廃銀吸着剤という特徴的な廃

棄物が存在している (Figs.2,3)。

3 処分方法

3.1 処分の基本的考え方

放射性廃棄物の陸地への処分方法としては、管理型と隔離型がある。管理型は、放射能レベルが低く、かつ、長寿命核種を殆ど含まない放射性廃棄物に対して適用され、放射能レベルが十分に減衰するまでの間、放射能レベルに応じた段階的管理に依存して放射能の影響を防止する方法であり、段階管理終了後は、特定行為の禁止等の措置を必要としない無拘束段階となる。また、管理型処分では、段階管理を終了する際の判断基準とすべき線量（規制除外線量）として現在は $10\ \mu\text{Sv}/\text{年}$ が用いられている。管理型処分の具体例としては、低レベル放射性廃棄物の浅地中コンクリートピット処分や高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物の一般的であると考えられる地下利用に十分余裕を持った深度（例えば、50-100 m程度）への処分方法がある。

なお、発電所廃棄物に対しては、原子炉等規制法の廃棄物埋設事業の対象とし得る放射性廃棄物の範囲を定めることを目的に、原子炉等規制法施行令に政令濃度上限値が規定されている。政令濃度上限値は、廃棄体特性や処分方法を想定し、安全性評価から求められる $10\ \mu\text{Sv}/\text{y}$ （作業中は $1\ \text{mSv}/\text{y}$ ）に相当する廃棄体濃度に対し、多数の廃棄体の濃度分布を考慮して10倍の値として設定されている。ただし、上限値を下回れば直ちに埋設処分できるわけではなく、埋設処分の安全性は、安全審査により特定の処分場毎に判断されることとなっている。

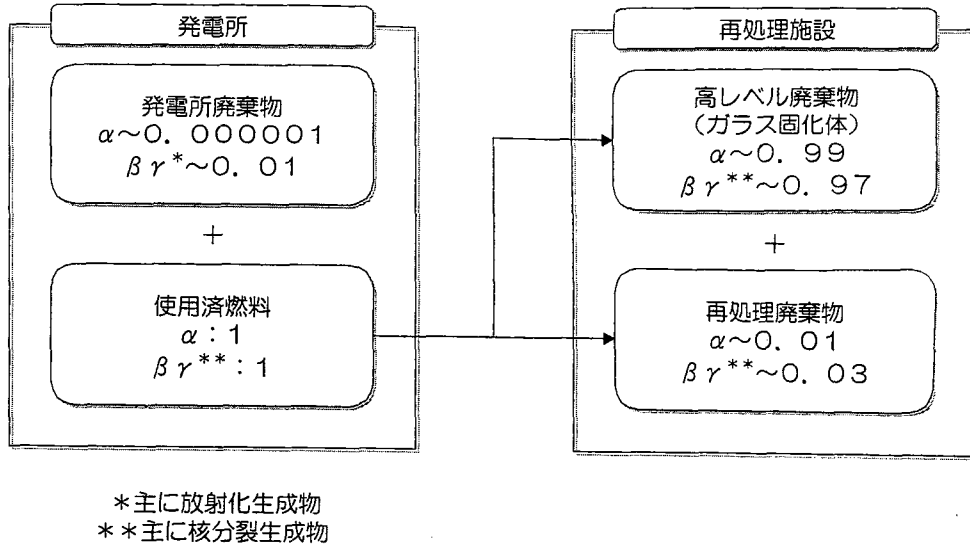


Fig.2 Rough estimate of each waste radioactivity (Bq/MTU).

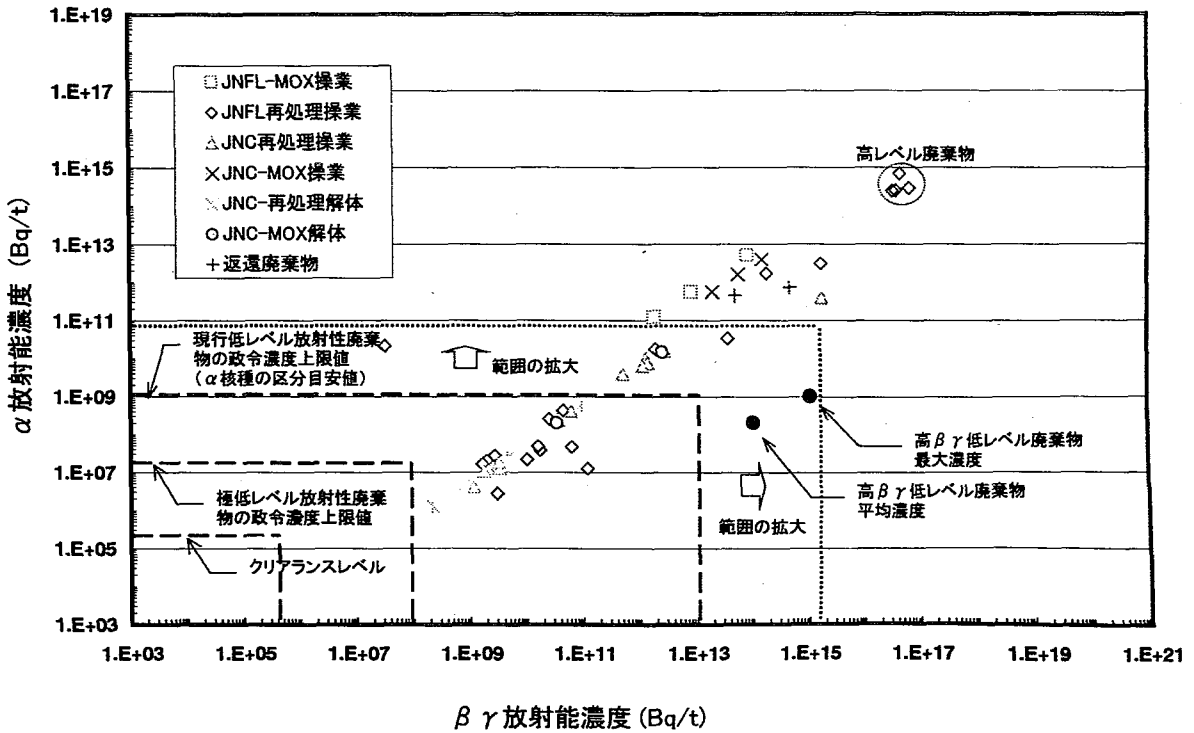


Fig.3 Schematic diagram of radioactivity distribution of each waste category.

いっぽう、隔離型は、高い放射能を有し、長寿命核種を相当量含む放射性廃棄物に対して適用され、長期に亘り、物理的に生活環境から十分離れ、かつ、安定なところに安全に隔離する方法である。隔離型処分の具体例としては、高レベル放射性廃棄物の地層処分がある。

以下に各処分方法の概要を紹介する。

3.2 発電所廃棄物の処分方法—低レベル放射性廃棄物

低レベル放射性廃棄物の処分方法は、浅地中（地表下数 m 程度）のコンクリートピットの中に廃棄物を処分する方法であるが、地表から廃棄物層までの距離が近いことから、管理期間（300 年程度）終了後の人と廃棄物との接触を考慮し、基本的に以下の 3 つの被ばくシナリオを想定し、処分の安全性を確認することとなっている。

- ① 処分場跡地において住居を建設する人の被ばく
- ② 処分場跡地において建設された住居に居住する人の被ばく
- ③ 放射性核種が地下水とともに河川に移行し、その水を介して受ける被ばく（地下水移行シナリオ）
 - 河川水の飲用
 - 河川水で飼育した家畜の肉や牛乳の摂取
 - 河川で捕れた魚の摂取

3.3 発電所廃棄物の処分方法—高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物

高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物は、現行の低レベル放射性廃棄物に比べ核種の放射能レベルが比較的高いため、これまでの様に浅地中コンクリートピット処分を行うと、管理期間（300 年）終了後、上記②の処分場跡地において建設された住居に居住する人の被ばく線量が、規制除外線量を満足できない。

このため、高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物の処分方法では、人と廃棄物との接触を避けるため、一般的であると考えられる地下利用に十分余裕を持った深度（例えば、50-100 m 程度）への処分すること、将来利用が可能と考えられる地下の天然資源が存在しない場所を選定することに加え、大規模な地下利用が計画された場合には種々の調査により地下埋設物の認知がなされること、また、処分に関する記録が適切に保存、公開されることを考えれば、以下に示すような処分場跡地利用による被ばくシナリオ（接近シナリオ）が排除できるとしている。

- 建設・居住
- 地下数階を有する建物の建設工事
- 鉱物資源探査ボーリング
- 深井戸掘削

ただし、何らかの理由で、調査の初期段階で処分施設の存在が認知されず、処分施設に到達するボーリング調査などが行われ、ボーリングコアなどを通じて人間と廃

棄物が接触する可能性は完全には否定できないとして、これを念のための事象として取扱い、その影響が小さいことを確認している。

従って、高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物の処分方法では、上記 3.2 節③の放射性核種が地下水とともに河川に移行し、その水を介して受ける被ばくを中心に、安全性の評価が行われることとなるが、処分深度が比較的深いことから、低レベル放射性廃棄物の処分方法に比べ地下水流速の小さい場所が選択できるという特徴を有した処分方法である。

3.4 高レベル放射性廃棄物の処分方法

高レベル放射性廃棄物は、先に述べたように、長寿命核種を相当量含むため、発電所廃棄物の処分方法で想定されている管理期間内（300 年程度）では有意な減衰を期待することはできない。このため、長期に亘り生活環境からの隔離が期待できる地下深部（数 100~1,000 m 程度）に廃棄物を隔離すること（地層処分）を目的として、適切な地質環境を選定するとともに、天然の地層（天然バリア）と人工の構築物（人工バリア）を組み合わせた多重バリアシステムにより、処分の安全を確保する。人工バリアとしては、放射性核種をガラス中に取り込み、その地下水への溶出を抑制するガラス固化体、ガラス固化体を一定期間密封・保護するオーバーバックおよび止水による核種移行抑制等の機能を持つ緩衝材による構成が提案されている。

さらに、このような考え方にに基づき具体的に安全性を確保するための対策としては、サイト選定と工学的対策が挙げられている。

サイト選定においては、火山、断層活動、隆起・侵食等の自然現象による許容し難い大きな影響が想定される場所や天然資源が存在する場所を避けるとともに、放射性核種の生活環境への移行を抑制するような地質環境（例えば、地下水流速が小さく還元性など）を選定する。

いっぽう、工学的対策として、人工バリアを含む処分場は、地質環境条件に適合しながら長期間必要な機能を維持し得るような設計とするとともに、その建設・操業・閉鎖にあたっては、構成する施設や設備の厳密な品質管理 / 品質保証を行う。

サイト選定や工学的対策が適切であることについては、数値解析による多重バリアシステムの性能評価等を含む安全評価を実施することにより確認するが、その際には、放射性核種が地下水に溶出し多重バリアシステムを経て人間の生活環境である地表に運ばれる地下水移行シナリオで評価することが一般的であると考えられている。

これに対して、隆起・侵食等の自然現象あるいは人間活動に起因して人間と廃棄物とが接触する接近シナリオについては、適切なサイト選定により、その発生頻度は

低く抑えられると考えられている。このため、接近シナリオについて、念のための事象として評価すべきかどうかについて議論がなされているところである。

なお、地下水移行シナリオの線量評価において、低レベル放射性廃棄物の処分の場合、線量ピークが現れる時期は処分後遅くとも 10^4 年オーダーであるのに対して、高レベル放射性廃棄物処分の場合、 10^6 年オーダーになる評価例が示されている。従って、高レベル放射性廃棄物処分の安全評価においては、自然環境や社会環境に関する不確実性が時間の経過とともに増すことについて、人工バリアの経年変化、時間の経過に伴う地質環境データの不確実性の増大および遠い将来の社会環境の変化を十分に考慮する必要がある。ただし、人間の関与する社会環境については遠い将来の予測はきわめて困難であるため、安全評価においては現在の社会環境を前提として評価を行うことが妥当であるという考え方もある。

安全評価の指標としては主として線量とリスクが用いられているが、わが国では、それらに対応する基準は、今後決められる予定になっており、現状は、諸外国の $0.1 \sim 0.3$ mSv/年という線量基準を参照して評価が行われている。また、上記に述べた不確実性の観点から、安全評価の時間枠、補完的安全指標についても検討が行われている。

3.5 再処理等廃棄物の既存の処分方法への適合性

再処理等廃棄物は、2.3節で述べた様に、廃棄体の放射能レベルは幅広い範囲に分布し、発電所廃棄物のそれとの重なりも大きい。例えば、再処理等廃棄物の総発生量約 5.6 万 m^3 のうち、現行政令濃度上限値（全 α 核種濃度としては約 1 GBq/t）および政令で規定されていない核種については政令濃度上限値相当濃度を下回るものは、約 3.8 万 m^3 存在する。このように、再処理等廃棄物中には、発電所廃棄物を対象とした処分方法で処分できる可能性のある廃棄体が相当量存在するものと考えられる。（Fig.4）

このため、再処理等廃棄物に対して、発電所廃棄物（現行の低レベル放射性廃棄物）処分の安全評価手法を用い、その処分方法への適合性の評価例では、再処理等廃棄物の総発生量約 5.6 万 m^3 の内、約 2.3 万 m^3 （全体の約4割）が浅地中コンクリートピット処分で規制除外線量を下回るという結果が得られている。

また、高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物の処分方法で処分可能な廃棄物の範囲については、原子力安全委員会において審議中であり、現段階で同処分方法で処分可能と考えられる再処理等廃棄物の範囲を評価できないため、一定の仮定の下で、高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物と再処理等廃棄物の類似性を被ばくの影響の観点から検討した。その結果、再処理等廃棄物のうち、全 α 核種濃度で、数十 GBq/t程度までの

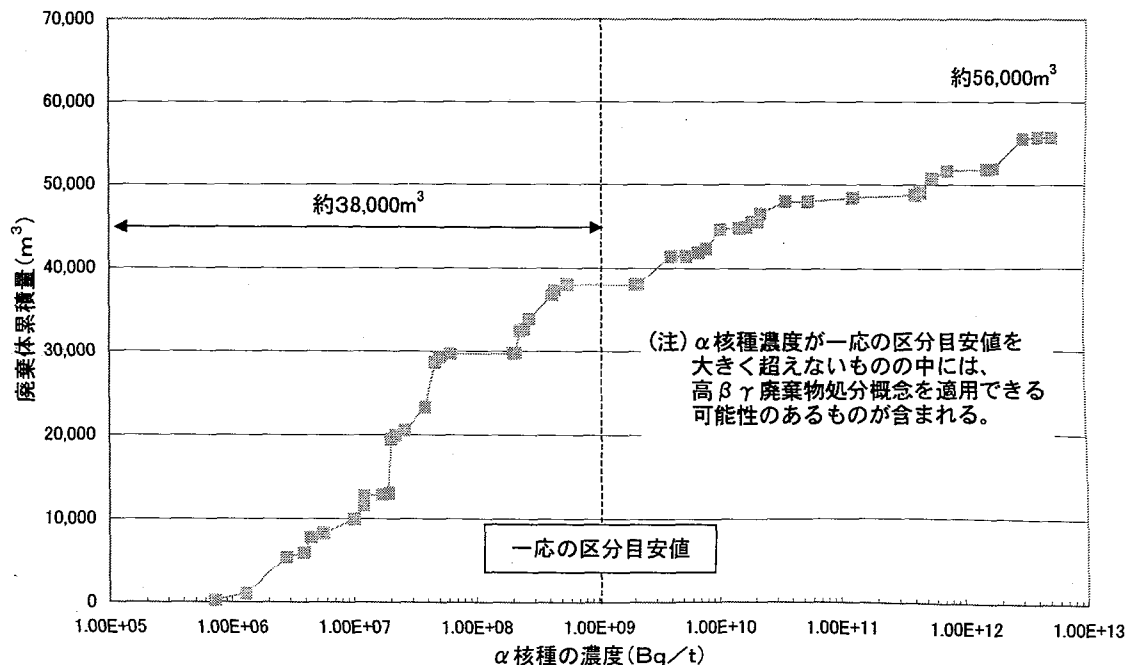


Fig.4 Total amount of radioactive wastes from reprocessing plants and MOX fabrication plants.

範囲の廃棄物は、高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物との類似性があることが認められる。

以上のように、再処理等廃棄物中には、かなりの部分、発電所廃棄物の処分方法で処分可能と考えられる廃棄体があり、それ以外の処分方法で処分が必要となる廃棄体は最大でも約1万数千m程度と考えられ、これについては、高レベル放射性廃棄物処分に準じた隔離型処分の適用が考えられる。

4 各処分方法の整合を図る上での主な課題

4.1 管理型と隔離型の区分

これまで、管理型処分で処分可能な廃棄物は低レベル放射性廃棄物までであったため、同廃棄物の浅地中コンクリートピット処分に対応する政令濃度上限値のうち、全 α 核種濃度に対する約1 GBq/tが浅地中処分とそれ以外の処分（隔離型処分）を区分する暫定的な区分値（区分目安値）とみなされる傾向があった。

しかし、その後、高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物の処分方法が検討され、管理型処分と処分可能な放射能レベルの範囲が見直される方向にあること、また、これ以外に新たな管理型処分の処分方法も想定し難いことから、高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物処分の濃度上限値が新たに管理型処分と隔離型処分を区分する区分値となるものと考えられる。

従って、高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物処分の濃度上限値は、処分事業全体の枠組みを考える上で重要な位置付けのものであり、その設定にあたっては、発電所廃棄物だけでなく、廃棄物の発生源を広く考慮すると共に、処分方法そのものの性能が適切に反映される必要がある。

4.2 政令濃度上限値の一部撤廃

現行の低レベル放射性廃棄物の処分に対する、政令濃度上限値は、3.1節で述べた様に、原子炉等規制法の廃棄物埋設事業の対象とし得る放射性廃棄物の範囲を定めるものであるが、それを下回れば直ちに埋設処分できるわけではなく、埋設処分の安全性は、個別の安全審査により特定の処分場毎に判断されることになっている。

このため、高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物処分の濃度上限値が設定され、発電所廃棄物の処分方法が整備された後は、シンプルで合理的な処分システムの構築のために、これまで、発生源毎に複数の核種に対して設定してきた既存の政令濃度上限値の存在意義について改めて検討することも必要と考えられる。

特に、管理型と隔離型の区分値、原子炉等規制法の枠の内外を規定するクリアランスレベルを規定すれば、その間にある極低レベル、低レベルに対する政令濃度上限値の存在意義は薄い。このため、これらについては、濃

度上限値を撤廃し、基準線量と評価方法を定め、個別の安全審査により、申請者側で廃棄体特性に応じて処分方法を選択できる様にすべきと考える。

4.3 地層処分の安全性について

地層処分の安全性については、国際的に合意が得られつつあり、我が国における核燃料サイクル開発機構（JNC）を始めとする諸機関の研究成果によっても、技術的には問題ないと言える。

ただし、高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、隔離すべき期間が超長期にわたるため、その安全性を示すにあたって、以下に示す「人間接近の考え方」、「安全評価の時間枠」、「安全評価の指標」に代表されるように、今後もさらに検討を深めるべきものが残されている。また、そこで行われる安全確保の考え方の検討は、社会に安全、安心と認識してもらうための安全確保策として何を提示すべきかを幅広く考慮することであり、安全規制は、安全確保策の中で、最低限必要となる事項について、規制するという決めることとえられる。

a 人間接近の考え方

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、危険を認識した上での意図的な侵入については安全を保証せず、安全評価における取り扱いはい偶発的な侵入のみに止めるべきであるという点で国際的な合意が得られているものの、その取り扱いについては、未だ様々な議論があるため、放射性廃棄物処分全体の整合を図る上で、今後も検討されるべき最も重要な課題であると考えられる。

ただし、安全確保の観点からは、処分深度の設定、有用資源の存在しない地点を選定する等の技術的対応で、人間接近の可能性は十分小さくできることが前提であり、念のため人間侵入があったとしても大きなリスクを生じないことを確認し、個別の安全審査から除外（許認可条件としない）することが重要である。

また、安全確保策として、土地利用制限、記録の保存、モニュメントの構築等の対策を講じる場合でも、それを安全評価の前提とすべきではないと考える。

なお、50～100m深度への処分を想定している高 $\beta\gamma$ 低レベル廃棄物などの管理型処分と高レベル放射性廃棄物との接近シナリオの考え方の違いを明確にすることも必要と考える。

b 評価の時間枠

高レベル放射性廃棄物処分の場合、地下水移行シナリオの線量評価においてピークが現れる時期は 10^6 年オーダーになる評価例が示されている。将来の人間活動や超長期の地質環境の変化に対する不確実性があるものの、JNCの2000年レポートでの高レベル放射性廃棄物処分の評価では、現状、少なくとも線量のピークが現れるまで

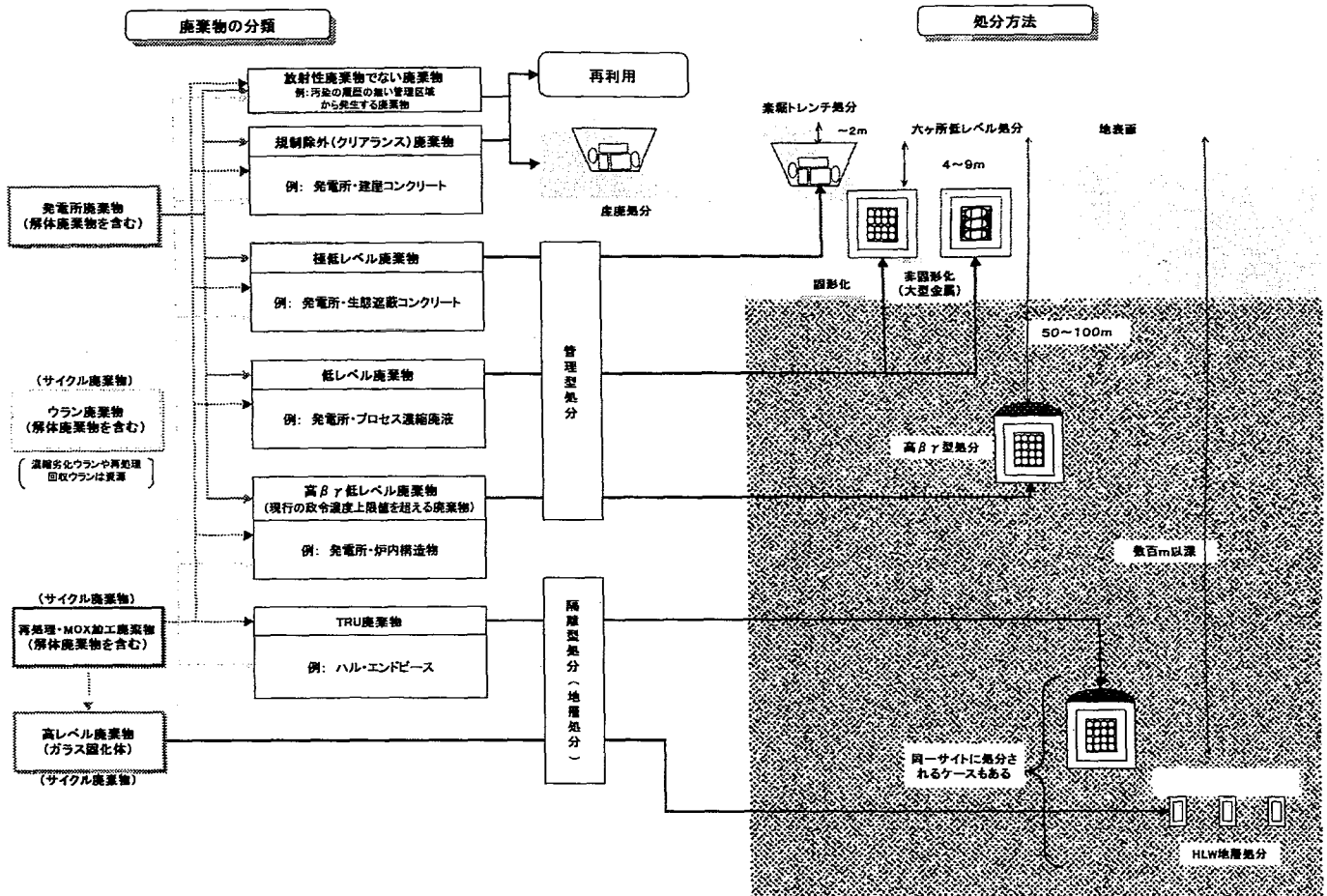


Fig.5 General concept of radioactive wastes treatment and disposal.

評価を行っている。しかし、不確実性が增大する超長期、例えば、わが国で地質環境の推定が可能とされる10万年程度以降の安全性をどう説明するか、また、安全規制の枠組みとして評価期間をどうするかという課題がある。

このため、安全規制の評価期間は、地質環境や人工バリア等の物理化学的挙動を十分な説得性をもって説明できる期間とすべきである。また、それを超える期間においても、不確実性は漸増していくものの、直ちに急激に安全性が損なわれる等の変化のないことを、社会に安全、安心と認識してもらうための安全確保策の1つとして示す必要がある。

c 安全評価の指標

わが国の高レベル放射性廃棄物に対する指標は、今後決められる予定になっており、JNCの2000年レポートでは、1 mSv/年からの割り当てという考え方を基に設定されている諸外国の0.1~0.3 mSv/年を参照して、線量を基準とした評価が行われている。しかし、評価のタイムスケールが超長期にわたること、地質環境条件の不確実性などの観点から、安全規制に対応した評価期間内は線量

またはリスクで評価し、それ以降は別の指標（補完的指標...天然放射能レベル、フラックス等）で評価することも検討する必要がある。また、これを契機に低レベル廃棄物の線量基準についても、諸外国並に、1 mSv/年からの割り当てという考え方を適用し、無拘束（クリアランスレベル）に相当する10 μSv/年の埋設処分への適用を見直すことも考えられる。

5 おわりに

これまでの発電所廃棄物を中心とした、わが国の放射性廃棄物処分の検討状況を紹介しますと共に、発電所廃棄物、高レベル放射性廃棄物および再処理等廃棄物の特性およびその処分方法の相違点について概観し、発生源を異にしても、同様の廃棄物特性を有するものは、同様の処分方法の適用が可能であることを改めて確認した。

今後は、既存の発電所廃棄物の処分方法等と整合を図りつつ、同様な廃棄物特性を有する放射性廃棄物には、同様な処分方法が適用できるよう、廃棄物特性と処分方

法を対応させ、シンプルで合理的な処分システムを構築することが必要と考える (Fig.5).

また、管理型と隔離型という処分方法の違いに起因する安全評価の指標、時間スケールや接近シナリオに対する考え方等の違いについて、共通の認識を得るための検討も引続き必要である。

参考資料

- [1] 原子力安全委員会放射性廃棄物安全規制専門部会報告書：低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基本的考え方について (1985).
- [2] 原子力安全委員会放射性廃棄物安全基準専門部会報告書：低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について (1992).

- [3] 原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会報告書：高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発等の今後の進め方 (1997).
- [4] 原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会報告書：現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物処分の基本的考え方について (1998).
- [5] 原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会 (第23回) 資料：超ウラン核種を含む放射性廃棄物処分の基本的考え方の検討状況について (1999).
- [6] 原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会 (第24回) 資料：超ウラン核種を含む放射性廃棄物の地層処分の検討状況について (1999).