

わが国における高レベル放射性廃棄物処理事業の現状

原子力発電環境整備機構 高橋美昭

1. はじめに

国の「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」（以下、「原子力長計」という）では、エネルギー資源の乏しいわが国にとって、総発電電力量の約3分の1を占める原子力発電は、エネルギー自給力の向上、エネルギーの安定供給、二酸化炭素の排出量の削減のため、引き続き基幹的な電源として位置付けられている。原子力発電の利用にあたり、長期的なエネルギーの安定確保などの観点から、原子力発電に使用した燃料（使用済燃料）を再処理することにより、有用な資源であるウランやプルトニウムを分離・回収し、再び燃料として利用する「原子燃料サイクル」がわが国の原子力政策の基本方針とされている。再処理の過程で発生する高いレベルの放射能を有する廃液は安定な形態に固化し30～50年間程度冷却のため貯蔵される。その後、数百m以深の安定した地下に処分すること（地層処分）により廃棄物を人間や自然環境から長期的に隔離することとしている。

2000年には、実施主体である原子力発電環境整備機構（以下、「原環機構」という）が設立され、2002年12月に原環機構は高レベル放射性廃棄物の最終処分施設（以下、「処分場」という）の設置可能性を調査する区域（以下、「応募区域」という）を全国の市町村から公募することを開始した。

本稿では、原環機構が取り組んでいる処理事業の現状を中心に紹介する。

2. 高レベル放射性廃棄物の発生と対策

再処理の過程で使用済燃料からウランやプルトニウムを分離した際に残る放射能の高い廃液は、取り扱いやすく安定した形態にするため、ガラス原料に混ぜ合わせて、高温で溶かしステンレス製の容器の中で固められる（「ガラス固化体」という）。ガラスは、その網目構造の中に放射性物質を取り込み長期間安定な状態を保つことが可能である。わが国では、使用済燃料の再処理に伴って発生する廃液およびガラス固化体を高レベル放射性廃棄物という¹⁾。

ガラス固化体の発生量は原子力発電量に応じ、たとえば、100万kW級の原子力発電所を1年間運転するとガラス固化体が30本程度発生する。電力消費の側から見ると、標準的な家庭10万世帯が1年間に使用する電力を原子力発電でまかなった場合、およそ1本のガラス固化体が発生することになる。1966年に最初の商業用原子力発電所の運転が開始してから2002年12月末までに発生した使用済燃料は、ガラス固化体に換算して約16,600本に相当する。また、2020年頃には約4万本に達すると見込まれている（通商産業省、2000a）。

ガラス固化体は初期の放射能や発熱量が高く、時間とともに放射能が減衰し発熱量も減少する性質を有するが、その後も数万年以上といった長寿命の放射能が残存するため、人間の生活環境から長期間にわたり隔離する必要がある。このような長期にわたり人間が直接関与しなくても安全に隔離できる対策として、地層処分が多くの国においても採用されている。

地層処分は、地下深部が長期にわたって物質を閉じ込めることができるという性質を利用するものである。その特徴としては、一般に①地表に比べて人間活動や自然現象の影響を受けにくいこと、②地下深部は酸素がほとんど存在しない還元性の環境にあることから化学的な反応が起こりにくいこと、③地下水の動きが極めて遅いため、物質は動きにくいこと、が挙げられる。処分システムは、地下深部の岩

¹⁾ 諸外国の中には使用済燃料を再処理しない方針の国（たとえば、米国）もあり、その場合は、使用済燃料自体が高レベル放射性廃棄物となる。

盤が有するこれらの性質を利用した天然バリアと、ガラス固化体を金属製のオーバーパックに入れ、その周囲に粘土を主成分とする緩衝材で覆うことによって形成される人工バリアによって構築される。これら天然バリアと人工バリアで構成される多重のバリアにより高レベル放射性廃棄物に含まれる放射性物質を長期間にわたって人間の生活環境から安全に隔離することができる。

3. わが国の地層処分事業の枠組み

3.1 「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」の制定

2000年6月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」（平成12年法律第117号）（以下、「最終処分法」という）が公布された。最終処分法は、原子力発電所の運転に伴い生じる使用済燃料の再処理によって発生する高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）の最終処分を、計画的かつ確実に実施することを目的として制定され、①処分実施主体の設立、②最終処分費用の確保・拠出制度の確立、③概要調査地区等の選定プロセス等を定めている。

3.2 処分実施主体の設立

最終処分法に基づき、処分実施主体として原環機構が2000年10月18日に設立された。原環機構の業務は、処分地の選定、最終処分施設の建設・操業、拠出金の徴収などである。

3.3 最終処分費用の確保・拠出制度の確立

発電用原子炉設置者は、経済産業大臣が決定した拠出金額を原環機構に拠出し、納付された拠出金は、管理等の透明性を確保する観点から「財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター」が管理し、原環機構は計画に応じ必要な額を取り戻すことと定められている。

3.4 3段階の選定プロセス

最終処分法では、最終処分施設の建設地を選定するうえで、概要調査地区の選定、精密調査地区の選定、最終処分施設建設地の選定という3段階の選定プロセスを規定している。

国の計画（通商産業省、2000a）にしたがい最終処分施設建設地は2023～2027年（平成30年代後半）までに選定することとされている。最終処分施設建設地の選定までの流れを図-1に示す。

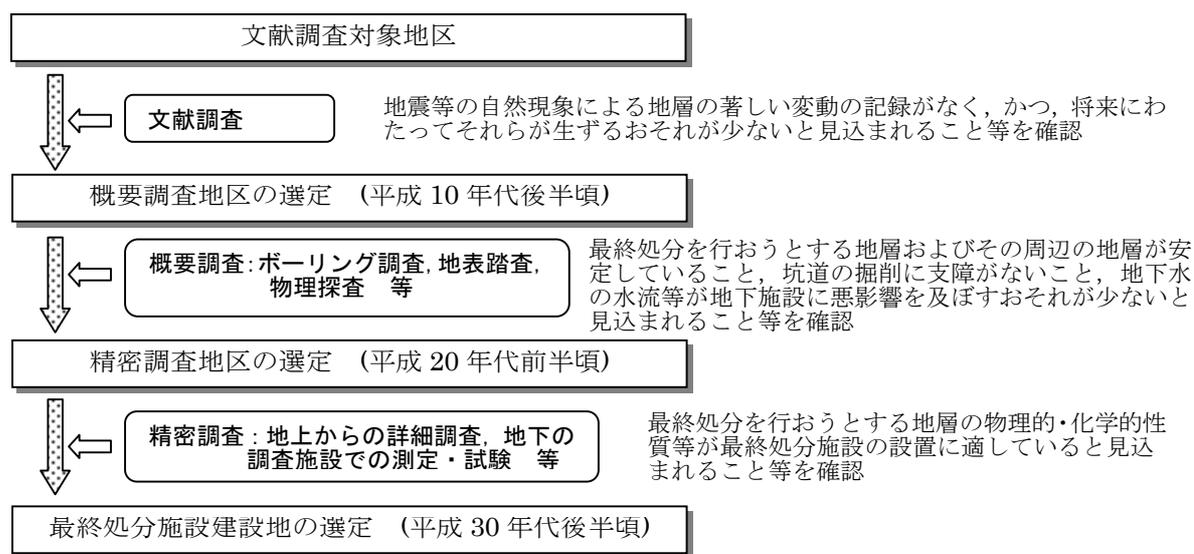


図-1 最終処分施設建設地の選定までの

図-1に示すように、まず文献調査によって概要調査地区が選定される。選定された概要調査地区では、ボーリング調査や物理探査等の地表からの調査（概要調査）が行われ、その結果をもとに概要調査地区の中から精密調査地区が選定される。選定された精密調査地区では、地表からの調査に加え、地下施設での測定及び試験による調査（精密調査）が行われ、その結果をもとに精密調査地区の中から最終処分施設建設地が選定される。なお、概要調査地区等の選定にあたっては、経済産業大臣は都道府県知事、市町村長の意見を十分に尊重しなければならないと定められている。

3.5 処分事業における関係機関の役割

最終処分法にもとづき、国は、処分事業が適切に実施されるよう「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針を定めた件」（通商産業省、2000b）（以下、基本方針という）及び「特定放射性廃棄物の処分に関する計画を定めた件」（通商産業省、2000a）（以下、最終処分計画という）を策定している。2000年11月には、原環機構が行う処分地の選定経過や選定の理由等について外部からの確認を行うことを目的に、経済産業省の総合資源エネルギー調査会原子力部会の下に「高レベル放射性廃棄物処分専門委員会」が設置されている。

また原子力長計（原子力委員会、2000）では、地層処分に必要となる技術開発について、原環機構は最終処分事業の安全な実施、経済性及び効率性の向上等を目的とする技術開発を、また国及びサイクル機構などの関係機関は最終処分の安全規制、安全評価のために必要な研究開発や深地層の科学的研究等の基盤的な研究開発及び地層処分技術の信頼性の向上に関する技術開発等を進めていくことを定めている。

4. 原環機構の取組みの現状

4.1 公募の開始

原環機構は最初のマイルストーンである概要調査地区の選定に向け、「特定放射性廃棄物処分の概要調査地区等の選定手順の基本的考え方について」（原環機構、2001）を2001年11月に公表し、公募による選定の考え方を示した。その後、総合資源エネルギー調査会原子力部会の高レベル放射性廃棄物処分専門委員会での検討を経て、2002年12月に応募区域を全国の市町村から公募することを開始した。

公募という方式を採用した理由は、処分事業が極めて公共性の高いものであることに加え、約100年もの長期にわたる事業であることから、これを進めるためには処分場を受け入れる地域の自主的な意思決定が不可欠であるとの考えに基づく。これによって、処分事業を進めるうえでの公平性と透明性が確保され、利害関係者としての地域住民が最初の重要な意思決定に積極的に参加できる枠組みが整えられた。このことは、段階的な計画の推進にあたって国際的な議論を反映したものとなっている。公募にあたり、原環機構では、公募関係資料として「応募要領」（原環機構、2002a）、「処分場の概要」（原環機構、2002b）、「概要調査地区選定上の考慮事項」（原環機構、2002c）および「地域共生への取組み」（原環機構、2002d）を取りまとめ、全国の市町村に送付した。これらは、上述した意思決定のための判断材料を提供するものである。以下の4.2～4.5に、これら公募関係資料の概要について紹介する。

4.2 応募要領

「応募要領」には、応募に必要な一般事項が記載されている。たとえば、応募の主体は市町村であり、応募に必要な区域の面積は10km²程度を目安としている。この面積は、最終処分施設の地下施設レイアウトが多少変更されることも考慮し、広めの裕度を持った必要面積を地表に投影したものとなっており、沿岸や島においては海底部を区域に含めることも可能としている。また、地上施設部分の面積は1km²程度が想定されている。ただし、10km²程度という応募区域の面積はあくまで目安であり、これより狭い面積でも地下施設設計等の柔軟な対応により技術的に可能な場合もあることを付記している。

4.3 処分場の概要

「処分場の概要」は、応募の検討にあたり、処分場のしくみや建設、操業、閉鎖といった事業展開、安全性等に関する理解促進に資することを目的に、例を図示しながら取りまとめたものである。

最終処分法等にしたがい、原環機構が建設する処分場は下記の事項を前提に設計する。

- 地下 300m 以深に地下施設を設置
- 処分場の受入れ容量はガラス固化体 4 万本
- 年間の処分量はガラス固化体 1000 本

処分場を構成する基本要素は、ガラス固化体、炭素鋼オーバーパック、ベントナイトを主成分とする緩衝材からなる人工バリアと、それが設置される安定な地質環境（天然バリア）である（図-2）。

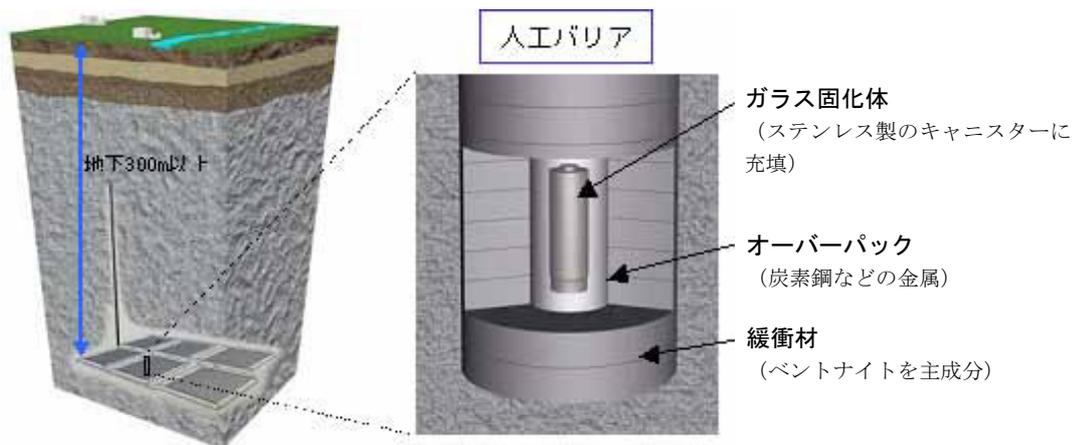


図-2 処分場と人工バリアの概念

処分場が建設される地域の環境条件の特徴に応じて、操業に必要な地上施設と地下施設が建設される。とくに沿岸部の場合は、沿岸海域下に地下施設を建設することも可能である。例として、図-3 及び表-1 に内陸部と沿岸海域部に建設した場合の処分場の例を示す（原環機構，2003a）。

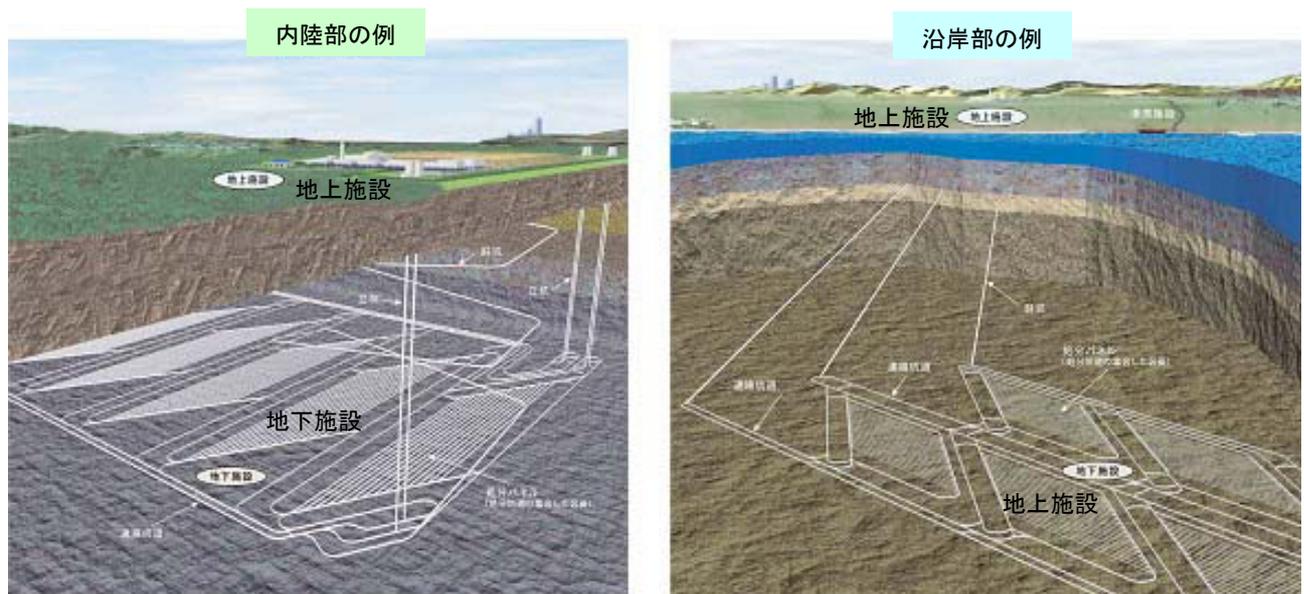


図-3 処分場の例（左図：内陸部の例，右図：沿岸部の例）

(2) 考慮事項の分類

考慮事項は法定要件に関する事項と付加的に評価する事項に分類され、法定要件に関する事項は、さらに全国一律に評価する事項と個別地区ごとに評価する事項からなる (図-4)。

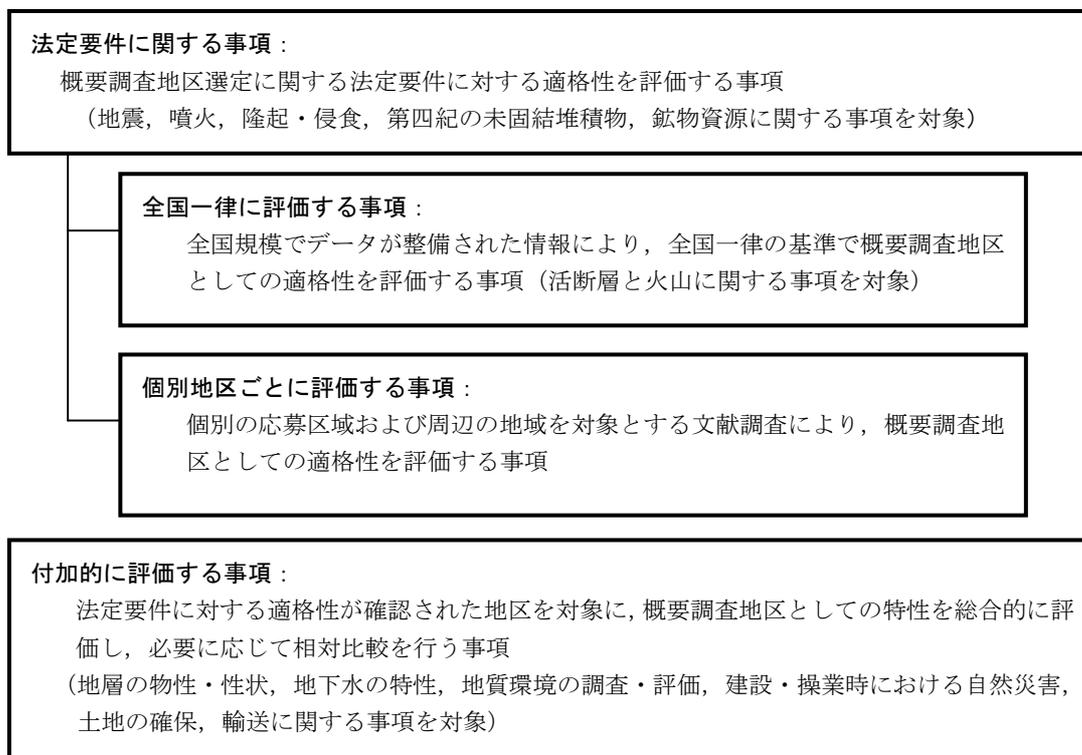


図-4 考慮事項の分類

全国一律に評価する事項の評価に用いる活断層、火山に関する文献は全国的な整理・取りまとめがなされた全国各地で入手可能な文献を使用する。

また、個別地区ごとに評価する事項、付加的に評価する事項の評価にあたっては、応募区域およびその周辺の地域を対象とする公開された様々な文献その他の資料を使用する。

(3) 概要調査地区の選定過程と「考慮事項」の適用

市町村による応募から概要調査地区選定までの流れは、概ね次のようになる。

(i) 応募した市町村への文献調査開始の連絡

事前確認では、応募区域の地質的な条件が文献調査の対象となるかどうかを確認したうえで、文献調査の開始を応募した市町村に文書で連絡する。事前確認に必要な地質的な条件には、活断層と火山に関する全国一律に評価する事項の考え方を適用した応募区域として避けるべき条件が示されている。

(ii) 文献調査の実施

応募区域およびその周辺の地域を対象に文献調査を実施する。法定要件に関する事項により、概要調査地区としての適格性を確認し、適格性が確認された地区を対象に付加的に評価する事項により概要調査地区としての特性を総合的に評価し、必要に応じて相対比較を行う。

(iii) 概要調査を行う範囲の設定

文献調査の結果に基づき概要調査を行う範囲を設定する。この範囲は、法定要件に関する事項の活断層、火成活動等に該当する地域は含めないように設定され、地質条件等により応募区域より広がることもあるが、応募区域の外側の部分については、概要調査等を実施することはあっても最終処分施設建設地として選定されることはない。また、広域の地質・地質構造、水理地質構造、活断層、火成活動、隆

起・侵食等の評価のため、概要調査地区の周辺においても補足的に調査を行うことも想定している。

(iv) 文献調査に関する報告書作成及び概要調査地区の選定

原環機構は文献調査の結果を報告書に取りまとめ、公告・縦覧・説明会を実施し、地域住民等の意見も配意し、概要調査地区の選定に関する申請を行う。これに対し、経済産業大臣は、関係都道府県知事および市町村長の意見を聴き、これを十分に尊重するとともに、原子力委員会の意見を聴いて概要調査地区の選定に関する申請を承認する。

4.5 地域共生への取組み

処分事業は、公共性の高い事業であるとともに、100年にも及ぶ調査、建設、操業等の段階を経て行われる他に類例のない長期的な大規模プロジェクトでもある。このため、事業の基盤となる処分場の立地地域の発展がなければ、事業の継続は困難となることが想定される。原環機構は、地域との共生のためには住民の方々の意見が反映されることが不可欠と考えており、地域の一員として共に考え、行動し、地域と支え合いながら共に発展するための「共生関係」を築いていくこととしている。

4.6 概要調査の概要

文献調査に基づき選定された概要調査地区において、地表踏査、トレンチ調査、ボーリング調査、地表・空中・水中での物理探査、ボーリング孔を利用した物理探査等を適切に組み合わせる体系的な調査（「概要調査」と呼ぶ）を実施し、精密調査地区の選定を行う。精密調査地区選定の法定要件は、「①当該対象地層等において、地震等の自然現象による地層の著しい変動が長期間生じていないこと、②当該対象地層等が坑道の掘削に支障のないものであること、③当該対象地層等内に活断層、破碎帯又は地下水の水流があるときは、これらが坑道その他の地下の施設に悪影響を及ぼす恐れが少ないと見込まれること、④その他経済産業省令で定める事項（現時点では未定）」とされている。具体的な調査計画については、今後、諸外国の調査事例や核燃料サイクル開発機構の第2次取りまとめ（サイクル機構、1999）及び電力中央研究所・電気事業連合会の事業化技術報告書（電中研・電事連、1999）等を参考に個別地点ごとに検討していくこととなる。

5. おわりに

処分事業は概要調査地区の選定から処分場の閉鎖および閉鎖後の管理を経た事業の終了まで、これまでに類のない長期にわたる業務である。事業の各段階から次の段階へ進むためには、応募した地域や国との合意のもとで常に意思決定が行なわれる。原環機構はその意思決定に必要な技術的に信頼性の高い判断材料を提供するとともに、組織としての信頼を得るために積極的な情報提供・情報公開を行っている。また、提供する情報の品質を確かなものとするため、関連する技術分野の専門家の方々からなる、「技術アドバイザーー国内委員会」及び「技術アドバイザーー国際委員会」による評価を得ている。さらに高レベル放射性廃棄物の地層処分は多くの国で採用されており、そこで得られた知見や経験の多くはわが国においても極めて有益であることから、欧米の主要各国の実施主体との技術協力を推進するとともに、国際機関が行うプロジェクトにも積極的に参加している。

処分事業では地下300m以深に総延長200～300kmの処分坑道を掘削し、廃棄物を安全に搬送・定置し、坑道を適切に埋め戻さなければならない。処分場の建設・操業・閉鎖に当たっては、適切な設計・施工管理が要求されるとともに、埋め戻し後の長期にわたり処分システムが機能することを評価しておく必要がある。原環機構は、これまで鉱山やトンネル、地下発電所、地下貯蔵施設等のプロジェクトにおいて蓄積された技術と最新の知見を常に取り入れるとともに、事業の実施に必要な技術開発を実施していくこととしている。

原環機構の活動に関する情報は、下記のホームページアドレスで参照可能である。

<http://www.numo.or.jp/>

以上

【参考文献】

- 電力中央研究所・電気事業連合会（1999）：高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術。
- 原子力安全委員会（2002）：高レベル放射性廃棄物処分の概要調査地区選定段階において考慮すべき環境要件について，原子力安全委員会（平成14年9月）。
- 原環機構（2001）：特定放射性廃棄物処分の概要調査地区等の選定手順の基本的考え方について，平成13年11月8日，官報（号外第238号）。
- 原環機構（2002a）：応募要領，高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募関係資料-1。
- 原環機構（2002b）：処分場の概要，高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募関係資料-2。
- 原環機構（2002c）：概要調査地区選定上の考慮事項，高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募関係資料-3。
- 原環機構（2002d）：地域共生への取組み - 地域と事業を結ぶために - ，高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募関係資料-4。
- 原環機構（2003a）：高レベル放射性廃棄物地層処分の技術と安全性－「処分場の概要」の説明資料－，NUMO-TR-03-01，2003年公表予定。
- 原環機構（2003b）：概要調査地区選定上の考慮事項の背景と技術的根拠－「概要調査地区選定上の考慮事項」の説明資料－，NUMO-TR-03-02，2003年公表予定。
- 原子力委員会（2000）：原子力の研究，開発及び利用に関する長期計画，平成12年11月24日 28-34。
- 核燃料サイクル開発機構（1999）：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分研究開発第2次取りまとめ－，JNC TN1400 99-020-024。
- 通商産業省（2000a）：特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画を定めた件，平成12年10月2日，通商産業省告示第592号。
- 通商産業省（2000b）：特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針を定めた件，平成12年10月2日，通商産業省告示第591号。
- 通商産業省（2000c）：特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律施行規則，平成12年9月1日，通商産業省令第151号（改正 平成12年10月31日，通商産業省令第258号）。
- 特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律，平成12年6月7日 法律第117号。