

高レベル放射性廃棄物処分手業の現状

原子力発電環境整備機構 土 宏之

1. はじめに

原子力発電所の使用済み燃料の再処理に伴い発生する高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）については、我が国に於いても諸外国と同様に、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、地下300m以深の地層中に処分されることが決定されている。

2000年6月には、高レベル放射性廃棄物の最終処分の計画的かつ確実な実施に必要な枠組みを制度化するため、「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）が制定され、本法律に基づき、同年10月には、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）が設立された。

原環機構は、2002年12月にその活動の第一歩として、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）について、全国の市町村からの公募を開始した。

本稿では、原環機構が取り組んでいる処分手業の現状について紹介する。

2. 高レベル放射性廃棄物の発生と対策

（1）高レベル放射性廃棄物とは

原子力発電所の使用済み燃料の再処理過程で再利用可能なウランやプルトニウムを分離した後に残る放射能の高い廃液については、取り扱いやすく安定した形態にするために、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（キャニスター）の中で固められる（「ガラス固化体」という）。わが国では、使用済み燃料の再処理に伴って発生する廃液およびそれを固化したガラス固化体を高レベル放射性廃棄物という。

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み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）。

（2）対策

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、数万年以上といった長寿命の放射能が長期間にわたり残存するため、人間の生活環境から長期間にわたり確実に隔離する必要がある。このように人間が直接関与しなくても、長期間、安全に隔離できる対策として、地層処分が多くの国々において、採用されている。

地層処分は、長期間物質を閉じ込めることができる地下深部の地質環境の性質を利用するもので、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地質環境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容器（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とを合わせて構築される。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

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、処分実施主体の設立、最終処分費用の確保・拠出制度の確立、概要調査地区等の選定プロセス等を定めた「最終処分法」が、2000年6月に公布された。これにより、我が国における地層処分事業の枠組みが制度化され、それまでのジェネリックな研究開発の段階から、サイトスペシフィックな事業推進の段階へと移行することとなった。

（1）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。

（2）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（電力会社等）は、経済産業大臣が決定した拠出金額を原環機構に拠出する。原環機構は、徴収した拠出金の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」に管理を委託し、年度ごとに作成する事業計画に応じ、必要な額を取り戻すことと定められている。総合資源エネルギー調査会原子力部会で示された試算によれば、現時点での最終処分費用の見積額は、約3兆円とされている。

（3）3段階の選定プロセス

最終処分法では、最終処分施設建設地の選定において、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段階の段階的選定プロセスをとることを規定している。併せて、それぞれの選定段階における法定要件、調査方法、確認項目等も規定されている。

原環機構では、国の計画（通商産業省、2000a）に従い、最終処分施設建設地を2023～2027年（平成30年代後半）頃までに選定することとしている。最終処分施設建設地の選定までの流れを図-1に示す。

- ①文献調査によって概要調査地区が選定される。
- ②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。
- ③選定された精密調査地区では、地表からの詳細な調査に加え、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。

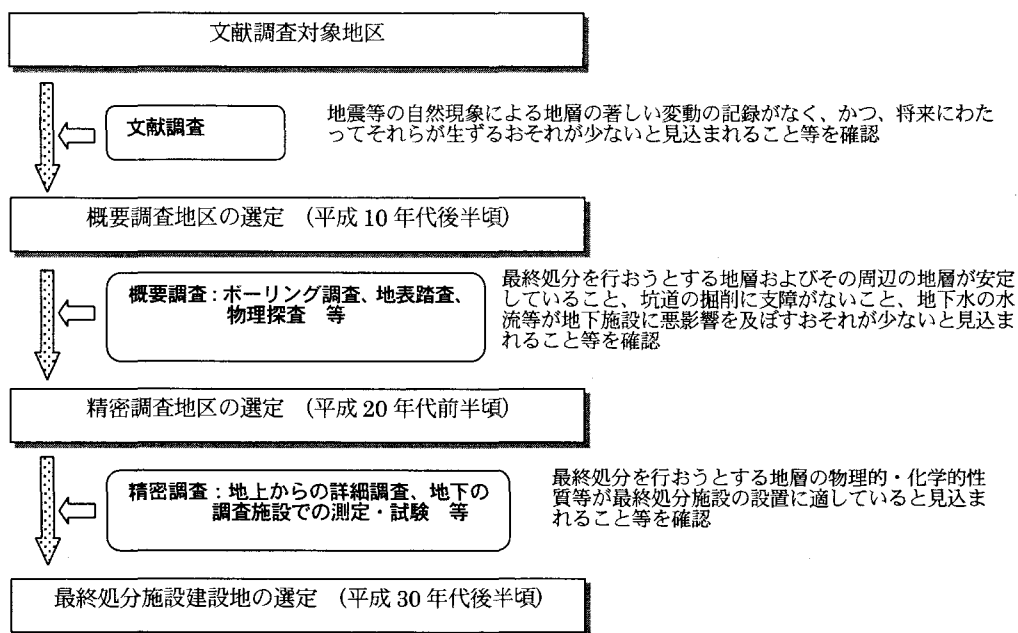


図-1 最終処分施設建設地の選定までの流れ

(4) 処分事業における関係機関の役割

最終処分法に基づき、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、また国及び核燃料サイクル開発機構(以下、「サイクル機構」という)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

(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、概要調査地区選定に当たっては、公募方式を採用することを示した。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。

公募方式の採用理由は、処分事業は極めて公共性が高いことに加え、長期の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。これにより、処分事業を進める上での公平性と透明性が確保され、利害関係者である地域住民が最初の重要な意思決定に積極的に参加する枠組みが整えられた。このことは、住民を巻き込んだ段階的な意思決定を行いながら事業を推進していくべきであるという国際的な議論を反映したものとなっている。公募の開始にあたり、原環機構では、「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)を全国の市町村に送付した。これらは上述の意思決定に関する議論の材料を提供するものである。

(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とすること、応募に必要な区域の面積は10km²程度を目安とすることなどである。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。

(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。

この「処分場の概要」に示された処分場は、下記の事項を前提に設計されたものである。。

- ①地下300m以深に地下施設を設置
- ②処分場の受入れ容量はガラス固化体4万本
- ③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)とする(図-2)。

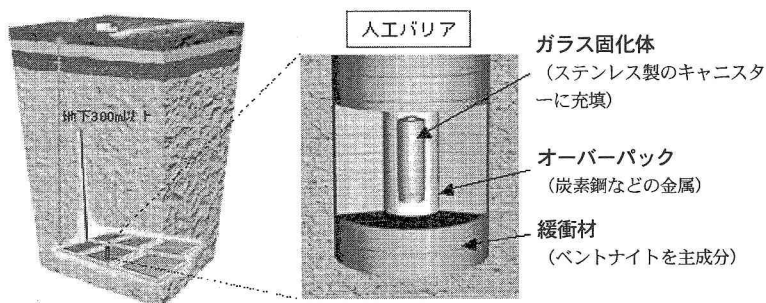


図-2 処分場と人工バリアの概念

内陸部の例

沿岸部の例

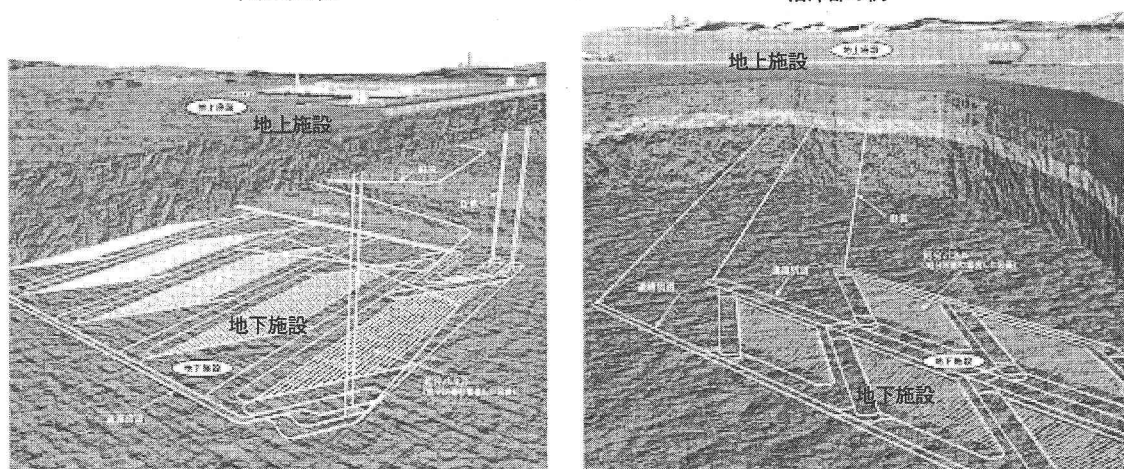


図-3 処分場の例(左図:内陸部の例、右図:沿岸部の例)

表-1 処分場の例

内陸部の例（図-3の左図に対応）	沿岸部の例（図-3の右図に対応）
地上施設 ・敷地面積：約1km ²	地上施設 ・敷地面積：約1km ²
地下施設 ・深度：1,000m ・ガラス固化体の定置方式：縦置 ・地質：結晶質岩 ・大きさ（平面）：約3km×約2km ・立坑：6本（建設・操業・埋め戻し用） ・斜坑：1本（操業用） ・坑道断面径：約7m（立坑） 約5m（斜坑、処分坑道ほか） ・坑道延長（立坑、斜坑除く）：約250km ・総掘削量（立坑、斜坑除く）：約630万m ³ ・立坑＋斜坑の延長：約20km ・立坑＋斜坑の掘削量：約60万m ³	地下施設 ・深度：500m ・ガラス固化体の定置方式：横置 ・地質：堆積岩 ・大きさ（平面）：約3.5km×約1.5km ・斜坑：3本（建設・操業・埋め戻し用） ・坑道断面径：約5m（斜坑ほか） 約2m（処分坑道） ・坑道延長（斜坑除く）：約200km ・総掘削量（斜坑除く）：約230万m ³ ・斜坑の延長：約20km ・斜坑の掘削量：約60万m ³

今後、地域が特定された段階で、調査結果に基づき、その地域の地質環境等の特徴を十分に考慮し、合理性や効率性を高めながら、安全性を十分に確保できるように、処分場の設計、建設、操業、閉鎖について具体的検討を進め、処分場の最適化を図っていくこととなる。

（４）「概要調査地区選定上の考慮事項」（以下、「考慮事項」という）

「考慮事項」は概要調査地区を選定する上で考慮する事項とその評価の考え方を示したもので、設定にあたっては、概要調査地区選定の透明性、公平性、追跡性及び客観性を確保するため、次のような基本的考え方を定めている（原環境機構、2004b）。

- ①最終処分法及び同施行規則（通商産業省、2000c）に示された概要調査地区の選定要件（以下「法定要件」という。）に関する考慮事項として、個々の選定要件に対する具体化を図る。（→「法定要件に関する事項」として設定）
- ②最終処分法に示されている精密調査地区及び最終処分施設建設地の選定要件や、建設・操業のために必要と考えられる条件等も考慮して、考慮事項の追加及び評価の具体化を図る。
- ③「除外すべき要件」だけでなく、除外されなかった地域を対象とし、その場所の特性について総合的、相対的な評価が行える考慮事項も設定する。（→②～④を「付加的に評価する事項」として設定）
- ④社会的、経済的な事項は対象として設定するが、政治的な事項は設定しない。
- ⑤情報量の不足により考慮事項の評価ができない場合には、次の段階での調査結果に基づく判断に委ねる。
- ⑥科学的な根拠や判断に基づいて、「考慮事項」を策定する。
- ⑦公募開始時に公表した考慮事項に基づき概要調査地区の選定理由を説明できること。

なお、「考慮事項」は総合資源エネルギー調査会原子力部会高レベル放射性廃棄物処分専門委員会技術ワーキング・グループでの「文献調査で分かる範囲で明らかに適性の劣るサイトを排除する」という見解を念頭におき、原子力安全委員会の環境要件を踏まえ、法定要件に基づき設定している。

a. 「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）。

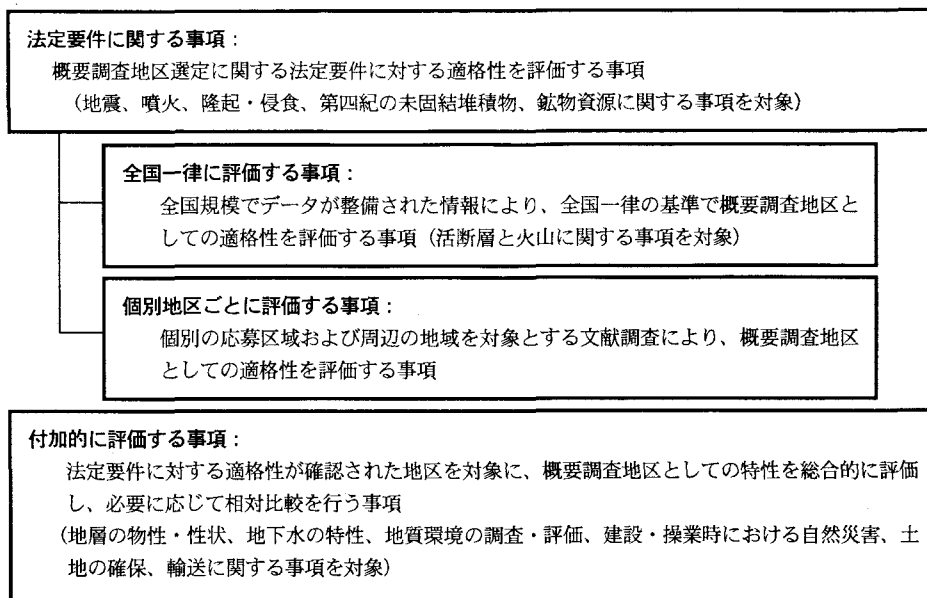


図-4 考慮事項の分類

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、全国を対象として、一律の判断基準で整理・取りまとめがなされた文献を使用する。

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して評価するために必要となる様々な文献その他の資料を使用する。

なお、概要調査地区選定に用いる文献情報は、公開されたものを使用することとする。

b. 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を以下に示す。

①応募した市町村への文献調査開始の連絡

原環機構は、応募要領に示された「応募いただいた区域の地質的な条件」により、応募区域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。「応募いただいた区域の地質的な条件」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。

②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、さらに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。

③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くなることもあるが、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。

④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。

(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、調査、建設、操業、閉鎖等の段階を経て行われる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には住民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。

(6) 概要調査

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て体系的な調査（「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

- ・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
- ・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
- ・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
- ・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サイクル機構の幌延及び瑞浪での深地層研究施設建設に係わる調査計画、成果等を参考に個別地点ごとに検討していくこととしている。

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で100年以上にも及ぶこれまでに類のない長期にわたるプロジェクトである。事業の実施にあたっては、地下300m以深に総延長200～300kmにも及ぶ処分坑道等を掘削し、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・品質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。このため、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土木等の技術と最新の知見を常に取り入れるとともに、残された課題も含め事業の実施に必要となる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<http://www.numo.or.jp/>で参照可能である。

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（2004a）：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-04-01、2004 年公表予定.

原環機構（2004b）：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-04-02、2004 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.