

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

(案)

平成10年10月16日

原子力委員会

原子力バックエンド対策専門部会

目 次

はじめに

第1章 対象廃棄物処分に関する安全確保の考え方

1. 放射性廃棄物処分の基本的考え方
2. 対象廃棄物の特徴
3. 対象廃棄物処分の基本的考え方
4. 処分施設概念
5. 管理期間中の管理のあり方
6. 管理期間経過後の安全確保
 - 6.1. 管理期間経過後の人間の活動に対する安全確保
 - 6.1.1. 一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った深度への処分
 - 6.1.2. 処分施設に達する地下利用の回避
 - 6.1.3. その他の地下利用に対する対策
 - 6.1.4. 人間と廃棄物の接触を想定した場合の被ばく線量の試算例
 - 6.2. 管理期間経過後の放射性核種の地下水移行に対する安全確保
7. その他の安全対策
8. まとめ

第2章 処分事業の責任分担のあり方、諸制度の整備などについて

1. 責任分担のあり方と実施体制
2. 処分費用の確保
3. 安全確保に係わる関係法令の整備
4. 実施スケジュール
5. 積極的な情報公開、情報提供

第3章 R I 廃棄物について

おわりに

参考資料

はじめに

原子炉施設（実用発電用原子炉施設、試験研究用原子炉施設など）の運転に伴って発生する低レベル放射性廃棄物には、洗濯水や冷却水などの処理に伴って発生する廃液をセメントなどで均一に固型化した廃棄物や、定期検査時の補修などで発生する金属、保温材、フィルタ、プラスチックなどの固体状廃棄物がある。これらの廃棄物の大部分は、その放射性核種濃度が「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令」第13条の9に規定された濃度¹⁾（参考資料2）（以下「現行の政令濃度上限値」という。また、放射性核種の濃度が現行の政令濃度上限値以下の低レベル放射性廃棄物を、以下「現行の低レベル放射性廃棄物」という。）を下回り、このうち実用発電用原子炉の運転に伴って発生した放射性廃棄物で、均一に固型化されたものについては、平成4年度より、日本原燃（株）六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて人工構築物（コンクリートピット²⁾）を設けた浅地中の処分が開始されており、その他の固体状廃棄物についても、同埋設センターに処分することが計画されている。また、原子炉施設の解体に伴って発生する廃棄物については、日本原子力研究所動力試験炉（JPDR）の解体実地試験が昭和61年から平成8年にわたって行われ、これに伴って発生したコンクリート廃棄物のうち極低レベル放射性廃棄物については、「人工構築物を設けない浅地中処分（素掘り処分）」により埋設実地試験が実施されている。

（参考資料1、3）

一方、原子炉施設の運転に伴って、使用済み制御棒など、その放射性核種濃度が現行の政令濃度上限値を上回る廃棄物が発生し、現在、原子炉施設内に保管されている。また、平成10年3月末に日本原子力発電（株）東海発電所が営業運転を終了し、その廃止措置が具体化されていくが、今後実施される原子炉施設の解体に伴い炉内構造物などの一部から同様の廃棄物が発生することとなる³⁾。これらの廃棄物については、これまでその処分方策は確立されておらず、制度は整備されていない。我が国における発電量の約3分の1が原子力発電によって供給され、原子力発電が我が国の電力供給の重要な部分を担っている状況の中で、これにより発生する廃棄物の処分への対応を急ぐ必要がある。したがって、原子炉施設から発生する廃棄物のうち、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「対象廃棄物」という。）の安全かつ合理的な処分を実施するため、その処分方策を確立して、諸制度の整備を図り、最終処分に向け具体的に取り組むことが必要である。

このような状況を踏まえ、原子力バックエンド対策専門部会は、対象廃棄物の特徴を明らかにし、既に実施されている低レベル放射性廃棄物処分の考え方を参考に、安全で合理的と考えられる処分方策について検討を行った。平成10年6月には報告書案を公開し、1ヶ月間国民各層の意見を求め、159名から180件の意見が寄せられた。これらの意見を踏まえ、更に議論を深め、対象廃棄物の処分の基本的考え方について報告書を取りまとめた。寄せられた意見には、ここで検討の対象とした廃棄物処分に関してのみならず、原子力全体に対する不安、不信、原子力に係わる者の意識、モラルの問題などを指摘するものも多数見ら

れた。原子力関係者は、このような声を真摯に受け止め、原子力に対する国民の信頼を獲得する努力を重ねていく必要があると考える。

なお、本報告書を読まれる方の便に供するため、巻末に参考資料及び関連する用語の解説を添付した。

-
- 1) 原子炉施設から発生し処分容器に固型化された放射性廃棄物を、コンクリートピットなどの人工構築物を用いた処分施設を設置して浅地中処分する場合などの濃度上限値。
 - 2) コンクリート製の箱。この中に廃棄物を収納し、隙間をモルタル等で充てんした後、全体に覆土を施す。(参考資料 3)
 - 3) J P D Rの解体によって発生した廃棄物の一部にも同様の放射性核種濃度を持つものがあり、現在、日本原子力研究所内に保管されている。
-

第1章 対象廃棄物処分に関する安全確保の考え方

1. 放射性廃棄物処分の基本的考え方

本報告書において、対象廃棄物の処分について検討するに当たって、前提となる放射性廃棄物処分の基本的考え方を以下のように整理した。

放射性廃棄物の処分にあたっては、廃棄物に含まれる放射性核種が生活環境に対して及ぼす影響を未然に防止しなければならない。このため、処分方法に適した安定な形態に処理した後、その放射性核種の濃度が時間の経過に伴って減少して安全上問題がなくなるまでの間、生活環境から安全に隔離することが処分の基本となる。この処分の安全性は、廃棄物に含まれる放射性核種が放出する放射線の種類（アルファ（ α ）線、ベータ（ β ）線、ガンマ（ γ ）線など）、放射性核種の半減期の長短、放射性核種が地中を移行する速さを左右する因子である土壌や岩石への核種の吸着性の大小などに影響される。したがって、廃棄物の生活環境からの隔離方法及び期間は、廃棄物の性状、特にそれに含まれる放射性核種の種類及び濃度を考慮して設定する必要がある。（参考資料 4）

長半減期の α 核種の濃度が低く $\beta \gamma$ 核種の濃度も低い低レベル放射性廃棄物（例えば、六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターで処分を現在実施中あるいは計画中の低レベル放射性廃棄物）については、地下数m程度の浅地中のコンクリートピットなどに処分し、時間の経過に伴う放射性核種濃度の減少に応じた段階的管理が行われる。再処理により使用済燃料から分離され、 α 核種及び $\beta \gamma$ 核種の濃度がいずれも高い高レベル放射性廃棄物については、物理的に生活環境から十分離れた安定な地層¹⁾に長期にわたって安全に隔離する地層処分が検討されている。また、再処理施設などから発生する TRU 核種（超ウラン核種）を含む廃棄物については、全 α 核種の濃度が約 1 ギガベクレル毎トン (GBq/t) の値を区分目安値として設定し²⁾、この区分目安値を踏まえた処分方法の検討が行われている。

（参考資料 5、6、7）

1) 高レベル放射性廃棄物処分では、従来より地質学上の堆積岩を指す「地層」と、地質学上は「地層」とみなされない「岩体」を含めて「地層」という用語を用いている。

2) 「区分目安値」は、浅地中処分される可能性がある放射性核種濃度の上限に関する一応の目安値として、平成3年原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会報告書「TRU核種を含む放射性廃棄物の処理処分について」に示されているものであり、原子炉施設から発生する放射性廃棄物の全 α 核種の現行の政令濃度上限値を目安に設定されている。

2. 対象廃棄物の特徴

原子炉施設の運転と解体に伴い、使用済み制御棒や炉内構造物などの放射性廃棄物が発生するが、これらのうち一部は、含まれる放射性核種の濃度が現行の政令濃度上限値を超える。このような廃棄物の大半は、ステンレス鋼などの金属が燃料近傍で中性子照射されて生

じた放射化金属¹⁾であり、この他、コンクリート、使用済みのイオン交換樹脂などが含まれる。このような廃棄物は、全国の原子炉施設でこれまでに約8千トン発生し、原子炉施設内に保管されている。また、2030年時点での累積発生量を、一定の仮定のもとに試算すると²⁾約2万トンと推定される。このうち約1万5千トンが運転に伴う廃棄物であり、約5千トンが解体に伴う廃棄物である。「核燃料物質等の埋設に関する措置等に係る技術的細目を定める告示」第4条に定められている放射性廃棄物を処分容器に固型化する方法³⁾を参考に、この対象廃棄物を固型化した場合、その体積は約2万m³（200ℓドラム缶に換算すると約10万本相当）となる。

（参考資料 8）

この廃棄物の主要な放射性核種は、放射化によるものとしては三重水素(³H)、炭素14(¹⁴C)、コバルト60(⁶⁰Co)、ニッケル63(⁶³Ni)、ニオブ94(⁹⁴Nb)などであり、その他、汚染によるストロンチウム90(⁹⁰Sr)、セシウム137(¹³⁷Cs)などであるが、これらは、現行の低レベル放射性廃棄物に含まれる核種と同様のものである。

これらの廃棄物に含まれる放射性核種の濃度は、それぞれの廃棄物が発生してから処分されるまでの間に時間の経過とともに減少するが、廃棄物が発生した時点の値で整理すると、政令で濃度上限値が規定されているβγ核種については、その平均濃度がそれぞれ現行の政令濃度上限値をおよそ1～2桁、最大値がおよそ2～3桁上回り、α核種の濃度は、最大でも現行の政令濃度上限値を下回ると推定される。

（参考資料 9）

-
- 1) 金属材料に中性子が照射されることによって、金属材料を構成する原子の一部が放射線を放出する性質を持つ原子に変わったもの。
 - 2) 電気事業者などの試算による。実用発電用原子炉のうち、軽水炉については運転期間を40年、燃料取り出し期間を1年、ガス炉については運転期間を30年、燃料取り出し期間を5年とし、軽水炉、ガス炉とも5年の安全貯蔵期間を経た後、解体撤去すると仮定した。また、現在運転中の試験研究炉については、2030年までに解体撤去すると仮定した。
 - 3) 使用済みのイオン交換樹脂などの放射性廃棄物については、セメントなどの固型化材料と放射性廃棄物を均一に混合して固型化すること、これ以外の固体状の放射性廃棄物（金属など）については、固型化材料であるセメントなどを処分容器内の放射性廃棄物と一体になるように充填して固型化すること、などが定められている。

3. 対象廃棄物処分の基本的考え方

対象廃棄物の処分方策を検討するに当たって、安全を確保すること、及び、将来世代に負担を残さないという観点も踏まえ処分場跡地については一般的であると考えられる利用が制約されないようにすること、を基本的な考え方とする。

対象廃棄物の処分方策を検討するため、まず、現行の低レベル放射性廃棄物について実施

されている処分と同様の浅地中のコンクリートピットへの処分を行った場合の一般公衆の被ばく線量について、現行の政令濃度上限値を設定した際に用いられた評価シナリオを適用して試算を行った。すなわち、廃棄物を地表面から深さ3 mより下に設けられたコンクリートピットに処分し、300年の管理期間を置き、放射性核種の濃度の低減を図り、管理期間経過後について、以下の被ばく形態の検討を行った。

(参考資料 10)

- 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た被ばく

その結果、処分を開始する時点で放射線被ばくに大きく寄与すると考えられる短半減期の ^{60}Co などは、本試算において仮定した300年の管理期間中に、現行の低レベル放射性廃棄物と同様その濃度が減少し、管理期間経過後に想定される上記①～③の被ばく線量への寄与は十分小さくなる。一方、これらに比べて半減期が長い ^{63}Ni などの核種が管理期間経過後の被ばくに主に寄与し、上記①から③の被ばく線量は、原子力安全委員会において示されている「被ばく管理の観点からは管理することを必要としない低い線量」である $10\ \mu\text{Sv}/\text{y}$ （以下「目安線量」という。）を超過し、最大で v/y のオーダーとなる¹⁾。

(参考資料 11)

したがって、対象廃棄物を安全に処分するためには、現行の低レベル放射性廃棄物処分と同様に地中の処分施設に埋設処分を行い、その後、放射性核種の濃度の減少に応じて放射性核種の施設からの漏出の監視や土地利用制限などの管理を数百年間²⁾行うことに加え、管理期間経過後も、処分場跡地の利用に伴い人間と廃棄物が接触し安全上問題となるような被ばくが起きないようにしておくとともに、放射性核種の地下水による移行が十分抑制されていることが必要である。

具体的には、管理期間中は、一般公衆の被ばく線量を、法令に定める線量限度を超えないことはもとより合理的に達成できる限り低く抑え、管理期間経過後は、上記①から③のような一般的と考えられる事象に対して「目安線量」である $10\ \mu\text{Sv}/\text{y}$ を超えないようにすることを基本³⁾として、処分場の管理期間中及び管理期間経過後を想定してそれぞれについて以下のような対策を講じることが必要であると考えられる。

1) 自然放射線による被ばくは、空気中のラドンからのもの約 $1.3\text{mSv}/\text{y}$ を含めて、約 $2.4\text{mSv}/\text{y}$ （世界平均）である（1993年国連科学委員会報告より）。国内における地域差は約 $0.4\text{mSv}/\text{y}$ の範囲である（1988年放射線医学総合研究所調べ）。

2) 具体的な管理期間の長さについては、処分される放射性廃棄物の種類と濃度によって安全上支障のない濃度以下に減少するまでの期間が異なるため、これを考慮して処分場毎に適切に設定される必要がある。

なお、現行の低レベル放射性廃棄物を浅地中のコンクリートピットに埋設処分する場合

については、昭和 63 年原子力安全委員会「放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方」(解説)において、原子炉施設から発生する廃棄物中に含まれる放射性核種のうち、量が多く、処分施設の放射線防護上重要な ^{60}Co 、 ^{137}Cs などは、300～400年経過すれば一千分の一から一万分の一以下に減少しこれらの放射性核種の量は極めて少なくなることや、外国における例も参考として、「有意な期間」内に終了し得る管理期間の長さとしては、300～400年を目安として用いることとされている。

3) 昭和 62 年放射線審議会「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」において、「特定の事象に対する個人線量の算定結果が $10\mu\text{Sv/y}$ を超える場合であっても、当該事象の発生頻度が小さく、その事象から受ける個人のリスクが十分低いときは、このようなケースについても規制除外する際の判断基準を満たしているものと考えているのが適当である」とされている。

(1) 管理期間中

①

対象廃棄物に含まれる ^{60}Co 、 ^{137}Cs などによる従事者及び一般公衆の外部被ばくを考慮して、廃棄物の埋設が完了するまでは、適切な放射線遮へいを設けることと一般公衆の接近を防止する管理を行う。

②

廃棄物が埋設された後も、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs などの濃度が十分減少するまで、発生すると安全上問題となるような被ばくを生じる行為、すなわち処分施設に到達するボーリング調査など人間が廃棄物に接近する可能性のある行為を禁止し、人間が廃棄物に接触しないよう管理を行う。

③

所要の期間、処分施設からの放射性核種の地下水による漏出と、生活環境への移行の監視なども行う。

(2) 管理期間経過後

管理期間経過後については、前述したように、安全上の問題が生じないとともに、将来世代に負担を残さないという観点も踏まえ処分場跡地の一般的であると考えられる利用が制約されないようにすることを基本的な考え方とする。このために、様々な人間の活動により人間が廃棄物に接触して生じる被ばくと、地下水による放射性核種の移行によって生じる被ばくに対し、廃棄物を埋設処分する時点で次の対策を講じておく必要がある。

①人間の活動によって発生する被ばくについて

住居の建設や居住のような一般的であると考えられる人間活動に対しては、それが処分場跡地で起こっても人間が廃棄物に接触することのないような処分深度を確保する。さらに、その他の事象についてもできるだけ起こることのない深度に処分することによって、人

間が廃棄物に接触する可能性が十分小さく、かつ、万一人間が廃棄物に接触した場合でも安全上問題となるような被ばくが起きないようにする。

②地下水による放射性核種の移行による被ばくについて

地下水による放射性核種の移行については、地下水流速が十分小さい地中に処分施設を設置し廃棄物を処分することや、地質条件などによっては処分施設の核種閉じ込め機能をより高くすることにより、放射性核種の処分施設からの漏出や地中での移行を抑制する。

上記(1)及び(2)のような対策は、「5.管理期間中の管理のあり方」、「6.管理期間経過後の安全確保」で後述するように、

①

現行の低レベル放射性廃棄物が処分されているコンクリートピットと同等以上の放射性核種閉じ込め機能を持った処分施設を、

②

放射性核種の移行抑制機能の高い地中で、

③

人間の活動によって人間が廃棄物に接触する可能性が十分小さいと考えられる 地下数十m程度の深度へ設置することによって
実現できるものと考えられる。

なお、廃棄物対策に当たっては、環境負荷の低減の観点から、処分される廃棄物の量を低減することも重要である。近年、実用発電用原子炉施設において、原子炉冷却水の浄化システムや原子炉内の出力分布を制御する方法を改善することなどにより、対象廃棄物として発生する使用済みのイオン交換樹脂やバーナブルポイズンの量は低減されてきている。このような実績も踏まえ、今後も、対象廃棄物の発生量の低減を図ることが重要である。

以下、具体的な処分施設概念、必要な管理方法、適切な処分深度などについて検討した結果を示す。

4. 処分施設概念

海外においては、対象廃棄物相当の廃棄物が実際に処分されている事例は多くないが、このような廃棄物を含む放射性廃棄物の処分施設についても検討が進められており、操業されているものもある。(参考資料 12) それらは、アメリカのように地下約10m程度に素掘り処分を実施した例、スイスのように山腹からトンネルを掘り処分するもの、ドイツ、イギリスのように地下約数百m～1000m程度のトンネルにTRU核種を含む放射性廃棄物などとともに処分するものなど、様々な形態をとっている。スウェーデンのSFRとフィンランドのVLJは、いずれも主に原子力発電所から発生する低レベル放射性廃棄物処分を主たる目的とした処分施設であり、60～100m程度の深度である。スウェーデンではサイロ型(円形立坑)とトンネル型、フィンランドではサイロ型が採用されている(いずれも現在操業中)。

(参考資料 13)

地下数十m程度の深度で考えられる処分施設としては、上述の海外の処分施設及び我が国の地下施設を参照すると、トンネル型あるいはサイロ型のような地下空洞の内部にコンクリート構造物を設置し、廃棄物を収納し埋め戻す施設が考えられる。このような処分施設については、我が国においても地下水力発電所や大規模なトンネルが既に存在しており、設計及び施工技術上の問題はないと考えられる。なお、廃棄物の発熱が処分施設に与える影響については、今後、具体的な施設設計などが行われる際に考慮されることとなるが、対象廃棄物の放射性核種濃度を勘案すると、発熱に対する特別な対策は必要ないものと考えられる。

(参考資料 14)

5. 管理期間中の管理のあり方

対象廃棄物に含まれる放射性核種濃度の減少を考慮した数百年間の廃棄物処分場の管理については、①廃棄物を処分する地下空洞（以下「処分空洞」という。）の埋め戻しが終わるまでは、廃棄物からの直接 γ 線などを防ぐ被ばく管理を行うとともに、放射性核種が処分施設から外に漏出しないことを監視する必要がある。また、処分空洞の埋め戻し後は②放射性核種が処分施設から生活環境へ移行することが抑制されていることを所要の期間監視する¹⁾とともに、③一般公衆が廃棄物に接触することを防止するため、当該区域での特定行為の制約又は禁止などを行う必要がある。また、この管理期間は、④管理期間経過後の安全が確保されることを確認するための、地下水流動状況など処分場に関するデータを蓄積する期間でもある。なお、実際の管理期間の長さについては、廃棄物の種類と濃度を考慮して適切に設定される必要がある。

このような管理の具体的な方法について、トンネル型とサイロ型の処分施設の例を想定して検討した。

(参考資料 15、16)

1) 監視が必要な期間は、処分施設の設計や処分場の地質、地下水の条件などによって異なる。具体的な期間の長さは廃棄物埋設事業の申請において個別に審査される。

(1) 処分施設の建設、廃棄物の定置、処分施設の閉鎖などの手順

対象廃棄物を処分空洞（トンネル型あるいはサイロ型）に処分するに当たっては、まず、地表から処分空洞の深度に至るための坑道(アクセス坑道)と、この深度で処分空洞の建設や廃棄物の搬入に利用される坑道(作業坑道)を掘削することになる。アクセス坑道や作業坑道は、処分施設の建設から処分施設全体の閉鎖に至るまでの期間継続して使用されると考えられる。これに対して処分空洞は廃棄物の量に応じて複数本（個）建設されることが考えられるため、処分空洞の建設、空洞への廃棄物の定置、廃棄物の埋め戻しは、複数の処分空洞で並行して実施され、アクセス坑道などが埋め戻されるのは、全ての処分空洞への廃棄物の

定置、及び処分空洞の埋め戻しなどが終わった後になる。

(2) 管理の内容

以上のような処分施設の建設、廃棄物の定置、処分施設の埋め戻し作業などの手順を前提とし、 β γ 核種の濃度が初期には高いことを踏まえれば、以下のような管理を行うことが必要であると考えられる。

なお、処分施設の建設においては、天然バリア¹⁾の一部である周辺岩盤への影響も考慮した施工管理を行うことが必要である。

① 廃棄物の搬入に伴う管理

β γ 核種の濃度が初期には高い状態である廃棄物を扱うことになることから、廃棄物からの直接 γ 線などによる被ばくを低減するための管理を行う。

(主な管理内容の例)

- 被ばく管理のための敷地内及びアクセス坑道などへの立ち入り制限（なお、これは管理期間中継続される）、放射線遮へい機能を持つ輸送容器の利用など

② 廃棄物の定置作業中の処分空洞を対象とした管理

この段階においては廃棄物が天然バリアに完全には囲まれていないため、天然バリアの機能によらず、コンクリートの人工構築物など(人工バリア²⁾)により安全を確保することとなる。すなわち放射性核種を人工バリアによってこれより外へ漏出させないこととなるので、この人工バリアの健全性を確認する。この期間中に、万一、放射性核種の漏出が認められた場合には、その補修など所要の措置を講じる。

(主な管理内容の例)

- 人工バリアの巡視及び点検(廃棄物の定置作業開始後は遠隔にて実施)
- 処分空洞からの放射性核種の漏出の監視のための湧水の採取・測定

③ 埋め戻された処分空洞を対象とした管理

人工バリアと天然バリアにより安全を確保する段階、すなわちこれらのバリアにより放射性核種の移行を抑制する段階であり、そのバリアの機能が安全設計上要求されているものと同等以上であることを確認する。この期間中は、放射性核種の環境への移行の監視などにより、必要に応じて放射性核種の移行抑制などの適切な措置を講じる。

(主な管理内容の例)

- 処分空洞と作業坑道の境界に設置されるコンクリートなどの壁³⁾の巡視及び点検
- 処分空洞からの放射性核種の移行の監視のための湧水の採取・測定
- 処分空洞周辺に設けた地下水観測井戸などを用いた地下水の流動状況の観測と放射性核種の移行の監視

④ アクセス坑道を含む処分施設全体を埋め戻した後の管理

主に天然バリアにより安全を確保することとなるが、地下水観測井戸などを用いた地下水の流動状況の観測と放射性核種の移行の監視は埋め戻し後も所要の期間継続し、天然バリア機能の確認を行う。また、必要に応じて放射性核種の移行抑制などの適切な措置を講じ

る。その後は、廃棄物への人間の直接の接近を防止することを主体とした管理を行う。

(主な管理内容の例)

- 所要の期間、地下水観測井戸などを用いた地下水の流動状況の観測と放射性核種の移行の監視
- 処分施設の掘削などを防止するための特定行為の制約・禁止

⑤ 処分に関する記録の保存

現行の低レベル放射性廃棄物の処分においては、処分に関する記録は、管理期間中、廃棄物埋設事業者及び国(国の指定機関を含む。)において保存される。また、事業者が管理を終了し廃棄物埋設事業を廃止する際には、事業者から国に記録が引き渡され、その後も、処分場の所在地、処分された廃棄物の性状及び数量、含まれる放射性核種の濃度などの処分に関する記録が、国において期限を切らずに保存される。

対象廃棄物についても、現行の低レベル放射性廃棄物と同様に、処分に関する記録を適切に保存する。

以上のように、対象廃棄物に含まれる放射性核種濃度の減少を考慮した数百年間の管理を行ったうえで、この間に蓄積された地下水の流動状況、放射性核種の移行状況などの処分場に関するデータに基づき、被ばく管理の観点からは処分場を管理することを必要としないことを国によって確認した後、管理が終了されることとなる。

-
- 1) 人工構築物または埋設された廃棄物の周囲に存在し、埋設された廃棄物から漏出してきた放射性物質の生活環境への移行の抑制などが期待できる土壌など。
 - 2) 埋設された廃棄物から生活環境への放射性物質の漏出の防止及び低減を期待して設けられるコンクリートピットなどの人工構築物、廃棄物の固型化材料、及び処分容器。
 - 3) 処分空洞を埋め戻す際、埋め戻し材の崩落と、湧水が作業坑道に流入することを防ぐために、その境界にコンクリートなどの壁が設置される。

6. 管理期間経過後の安全確保

特別な管理を必要とする管理期間が終了した後に想定される一般公衆の被ばくは、

① 様々な人間の活動によって処分された廃棄物に人間が直接接触する事象

② 処分された廃棄物に含まれる放射性核種が地下水によって生活環境まで移行する事象に起因して生じる。このような事象に対する安全を確保するためには、「3.対象廃棄物処分の基本的考え方」で述べたように、①の人間の活動によって発生する被ばくについては、まず住居の建設や居住などの一般的であると考えられる人間活動に対して、それが処分場跡地で起こっても人間が廃棄物に接触することのないような処分深度を確保する。さらに、その他の事象についてもできるだけ起こることのない深度に処分することによって、人間が廃棄物に接触する可能性が十分小さく、かつ、万一人間が廃棄物に接触した場合でも安全上問題となるような被ばくが起きないようにしておくことが必要である。②の放射性核種の地

下水による生活環境への移行によって発生する被ばくについては、放射性核種の処分施設からの漏出と地中の移行が抑制されるよう、放射性核種の移行抑制機能の高い地中を選ぶなどの対応が必要である。

6.1. 管理期間経過後の人間の活動に対する安全確保

6.1.1. 一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った深度への処分

人間の活動については、現行の政令濃度上限値を定めた際に想定している地下数m程度の浅地中処分施設に対象廃棄物を処分した場合を想定すると、一般的であると考えられる土地利用として住居の建設工事などが行われると、目安線量を超える被ばくが生じる可能性がある。したがって、このような被ばくを防ぐためには、一般的であると考えられる地下利用に対して、十分な余裕を持った深度に処分することが必要である。また、これにより、一般的であると考えられる土地利用が制約されないようにすることも重要である。

一般的であると考えられる地下利用の形態に、地上の構築物を支持する基礎の設置と地下室の建設がある。このうち大部分は住居などであり地下数mの範囲の利用である。この他に、必ずしも一般的であるとは考えられないが、大都市部を中心に、高層建築物の基礎や深い地下室によって、これより深い深度までの利用が行われている。将来、このような地下利用を制約しなくても人間が廃棄物と接触せず地下利用に伴う被ばくが起きないように、処分施設はこのような地下利用をも避ける深度に設置されるべきである。高層建築物などの基礎の設置深度は、これを支えることができる支持層¹⁾が存在する深さによって決まる。一方、地下室については現在例えば東京都における建築物の地下階の99.9%までが地下4階までであり²⁾、最も深いものでも地下30m（国会図書館—地下8階）となっている。これらの地下利用の実態を踏まえ、処分施設を設置する際は、高層建築物の基礎が設置される支持層の上面又は地下室の深さに、これらを設置する地盤の強度などを損なわないために必要な離隔距離を確保することが必要であると考えられる。

また、地下鉄、上下水道、共同溝などの施設のために利用されている深度は、地表付近から順次利用が進んでいるが、大都市においても大部分は50m程度以浅である。このように、地下利用は深度に伴って急激に減少し、50m以深の利用は極めて少ない。

（参考資料 17）

したがって、具体的な処分深度は立地場所の地質条件などにより異なると考えられるが、現在の大都市における地下利用の状況を踏まえても、支持層の上面よりも深く、これに基礎となる地盤の強度などを損なわないための離隔距離を確保し、例えば地表から50～100m程度の深度の地下に処分すれば、住居建設などの一般的であると考えられる地下利用はもとより高層建築物などの建設を制約しなくても人間が廃棄物に接触することは避けられ、これに伴う被ばくは生じない。また、その他、地下鉄、上下水道、共同溝などのような利用を含めても、人間が廃棄物に接触する可能性は十分小さくなると考えられる。

1) 建築物を支持することができる一定の支持力のある地盤。ここでは高層建築物の荷重を

支えることができる支持層を想定。

2) 「臨時大深度地下利用調査会答申」平成10年より

6.1.2. 処分施設に達する地下利用の回避

前項で検討した対象廃棄物を処分する深度の地下空間について、都市部においては地下鉄、上下水道、共同溝などへの利用の可能性が現在検討されており、また都市部以外においては、既に山岳トンネル、地下発電所、地下石油備蓄施設などの利用例がある。このような深度の地下利用を計画する場合には、通常、「立地条件調査」、「支障物件調査」、「地盤調査」などの様々な調査が事前に行われる。(参考資料 18) 限定された区域での大規模な空洞である地下発電所などのドーム状構造物と、経路が長大であり複雑多様な地質構造に対処するトンネルなどの線状構造物とでは調査項目が異なるが、前述したとおり、処分に関する記録が管理期間経過後も期限を切らずに国において保存されることや、処分施設が適切な地質条件の地中を選んで設置されること、想定される処分施設の規模などを考慮すれば、これらの調査によって処分施設の存在が十分認知されるものと考えられる。即ち、実際の処分場跡地の地下利用の可能性については、その立地場所によっても異なり、また、このような深度に達する地下利用が計画されるか否かについては処分を行う時点で明確に見とおすことは難しい面もあるが、仮にそのような地下利用が計画されたとしても、処分施設の存在は十分認知されるものと考えられる。

加えて、処分に関する記録が適切に保存、公開され、地下利用を企画する者がこれに容易にアクセスできるようになっていけば、大規模な開発行為とそれに伴う被ばくに至る前に地下利用の計画が変更される、あるいは処分施設の認知につながる適切な調査計画が立てられる確実性がいっそう高まると考えられる。また、対象廃棄物処分の安全性に関して社会的に安心を得るという観点からも記録の保存と公開は重要であると考えられるので、管理期間経過後における処分に関する記録の効果的な保存と公開のあり方について検討を行うことが必要である。

6.1.3. その他の地下利用に対する対策

この他に、地下の天然資源を採取することを目的とした地下利用も考えられるため、予め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処分場に選定することによって、このような地下利用による人間と廃棄物の接触を避けるべきである。

6.1.4. 人間と廃棄物の接触を想定した場合の被ばく線量の試算例

以上より、具体的な処分深度は立地場所の地質条件などにより異なると考えられるが、地下の天然資源の存在状況を考慮するとともに、支持層の上面よりも深く、基礎となる地盤の強度などを損なわないための離隔距離を確保した、例えば地表から50～100m程度の深さに処分することにより、一般的であると考えられる地下利用によっては、被ばくは生じず、将来の人間の活動によって人間が廃棄物に接触して被ばくする可能性は十分小さいと考えられる。

一方、処分施設を含む地下の利用が計画された際に、処分の記録が入手されなかったなどの理由で処分施設の存在が初期段階で認知されず、調査が進行し、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が廃棄物に接触するような場合を仮定して被ばく線量を試算した。その結果は、管理期間経過時点（試算においては300年を仮定）における地質調査によるボーリングコアを観察することに伴う被ばくは、一定の仮定を置いて試算すると数十 μSv のオーダーであり、このような行為によって安全上問題となるような被ばくが起きることはないと考えられる。

（参考資料 20）

6.2. 管理期間経過後の放射性核種の地下水移行に対する安全確保

放射性核種の処分施設から生活環境への移行は人工バリアと天然バリアの組み合わせによって防止又は抑制されるが、時間の経過によって人工バリアの機能が低下したとしても安全が確保されるようにしなければならない。対象廃棄物は $\beta\gamma$ 核種の濃度が現行の政令濃度上限値より高いので、現行の低レベル放射性廃棄物と同様の処分を行った場合には、 ^{14}C などを含む地下水が河川などに流入した場合に、その河川水などの利用によって、一般公衆に対し目安線量を超える被ばくが生じる可能性がある。したがって、このような被ばくを十分抑制するためには、現行の低レベル放射性廃棄物と比べ、放射性核種の生活環境への移行をより一層抑制する対策をとる必要があるので、処分施設を、より放射性核種の移行抑制機能の高い地中に設置することを基本として考えることが適切である。放射性核種の移行抑制としては、処分施設周辺の土壌などによる移行抑制を基本にし、処分施設周辺に難透水性材料を設置するなどの対策が考えられる。

具体的には、以下の方策が考えられる。

① 天然の土壌などによる移行の抑制

－透水性の低い地層、動水勾配¹⁾の小さな地下などに処分施設を設置することにより、処分施設を通過する地下水量の低減、及び放射性核種の移行速度の低減を図る。また、放射性核種が処分施設から漏出した場合にそれが生活環境に達するまでの距離が十分長くなる地中を処分場を選ぶことにより、放射性核種が生活環境に至るまでにその減衰により濃度が低減するのに要する時間を確保する。

② 難透水性材料などによる移行の抑制

－処分施設からの放射性核種の漏出は、処分施設を通過する地下水量や拡散速度に依存するので、処分施設の周囲をベントナイト混合土²⁾などの難透水性の材料で取り囲むことによって、処分施設を通過する地下水量を小さくしたり、放射性核種の拡散を抑制することにより漏出速度を低減する。

対象廃棄物に対する上記対策による被ばく線量の試算結果によれば、天然の土壌などの機能によって十分小さい地下水流速が確保される場合には、天然の土壌などのみによって、また、天然の土壌などの機能だけでは不十分な場合においても難透水性材料などによる核種閉じ込め機能の向上によって、または、これらの組み合わせによって、放射性核種の処分

施設からの漏出と生活環境への移行が抑制され、一般公衆の安全が確保できると考えられる。

(参考資料 19、20)

-
- 1) 地下水の流れを起こす水圧差。一定の距離当たりの水圧差で表される。この値が大きいほど地下水を流す力が大きいことを示す。
 - 2) 凝灰岩などが風化して生成した粘土鉱物の一種であるベントナイトを土と混合したもの。ベントナイトは、水に浸すと膨張する性質があり、水を通しにくい。
-

7. その他の安全対策

本報告書においては、対象廃棄物の特徴を踏まえ、処分の安全確保を図る上で特に重要と考えられる事項として、管理期間中の管理のあり方と、管理期間経過後の、人間活動と放射性核種の地下水移行に対する安全確保について検討を行った。

現行の低レベル放射性廃棄物処分の安全審査の考え方を示した「放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方」(昭和63年原子力安全委員会)には、処分場の基本的立地条件として、その敷地及び周辺において大きな事故の誘因となる事象が起こらず、万一事故が発生した場合において影響を拡大する事象が少ない場所を選ぶために、地震、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪などの自然現象などや、社会環境を考慮することを求めている。また、地震や、それ以外の自然現象、火災・爆発、電源喪失に対して設計上の考慮などの安全対策を講じることを求めている。

対象廃棄物の処分についても、現行の低レベル放射性廃棄物の処分とは処分深度などが異なることを踏まえつつ、このような事項に対する安全対策を行うことが必要であると考えられる。

8. まとめ

原子炉施設から発生する対象廃棄物は、既に埋設処分が実施または計画されている低レベル放射性廃棄物と比較すると、含まれる放射性核種の種類は同様であるが、放射性核種の濃度については、 $\beta\gamma$ 核種の濃度が平均で現行の政令濃度上限値を1～2桁、最大で2～3桁上回り、 α 核種の濃度は最大でも現行の政令濃度上限値を下回ると推定される。

このような廃棄物を安全かつ合理的に処分するとともに、数百年の管理期間が経過した後の処分場跡地について一般的な土地利用が制約されないようにするためには、以下の対策を講じる必要がある。

①一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に処分する(すなわち、高層建築物などの基礎が設置できる支持層上面より深く、これに基礎となる地盤の強度などを損なわないための離隔距離を確保した、例えば地表から50～100m程度の深度に処分する)とともに、地下の天然資源の存在状況についても考慮する。

②放射性核種の移行抑制機能の高い地中を選ぶ。

③ 現行の低レベル放射性廃棄物が処分されているコンクリートピットと同等以上の放射性核種閉じ込め機能を持った処分施設を設置する。

④ 放射性核種濃度の減少を考慮し、数百年間処分場を管理する。

第2章 処分事業の責任分担のあり方、諸制度の整備などについて

1. 責任分担のあり方と実施体制

対象廃棄物は、前述したような処分方法を採用することで、数百年間で管理が終了する処分を行うことが可能であると考えられる。したがって、対象廃棄物の処分に係る実施体制と責任分担については、現行の低レベル放射性廃棄物処分と同様の考え方とすることが適当である。

すなわち、対象廃棄物はその発生者の責任において安全かつ合理的な処分が実施されることが原則であり、対象廃棄物の発生者たる電気事業者や試験研究用原子炉などの設置者（以下「原子炉設置者」という。）は、その責任を踏まえ、処分計画の作成、処分費用の確保などに適切に取り組む必要がある。専門の事業者（以下「処分事業主体」という。）が廃棄物を集中的に処分する場合については、処分事業主体は、処分を安全に実施し長期にわたる処分場の管理を行うに十分な技術的、経済的能力が要求されることは当然であり、また、処分の安全確保に関する法律上の責任を負うことになるが、現在行われているように、廃棄物の発生者である原子炉設置者は、廃棄物の埋設処分と数百年にわたる処分場の管理が安全に行われるよう、処分事業主体に適切な支援を与えることなどにより、安全な処分に万全を期すことが必要である。

このような考え方を踏まえ、原子炉設置者は、対象廃棄物の安全かつ合理的な処分が実施できるよう、実施体制の確立を図る必要がある。なお、試験研究用原子炉などから発生する対象廃棄物を含む研究所等廃棄物の処分の実施体制などについては、R I・研究所等廃棄物事業推進準備会¹⁾を中心に検討が行われることとなっているが、同準備会は、関係機関とも十分連携し、確実に処分が実施できる体制を構築することが必要である。

また、国は、対象廃棄物の処分に係る安全基準・指針の整備などを図り、これに基づく厳正な規制を行うと共に、原子炉設置者や処分事業主体において、対象廃棄物の管理や処分が適切に行われるよう、関連法令に基づくこれらの事業者への指導監督などの必要な措置を講じることとする。

1) R I・研究所等廃棄物の処分の実施スケジュール、実施体制、資金の確保などについて検討を進めるために、平成9年10月に日本原子力研究所、動力炉・核燃料開発事業団（現、核燃料サイクル開発機構）及び（社）日本アイソトープ協会により設置された。

2. 処分費用の確保

前述のとおり、対象廃棄物は、その発生者たる原子炉設置者の責任の下で安全かつ合理的に処分されることが原則であり、原子炉設置者はこれに必要となる適正な費用を確保しなければならない。

特に、実用発電用原子炉施設の解体に伴う廃棄物処分の費用は、施設を廃止した後に発生するが、これは発電に伴う費用であり、あらかじめその運転中に確保しておくべき性質のも

のである。しかしながら、対象廃棄物の処分概念が定まっていなかったことなどから、これまで合理的積算が行われていない。したがって、今後、前述した処分方法を踏まえ、合理的積算を行った上で対象廃棄物の処分費用の確保を図っていく必要がある。

また、試験研究用原子炉などから発生する対象廃棄物に関しては、今後、R I・研究所等廃棄物事業推進準備会を中心に、処分費用の確保の具体的方法について検討を行う必要がある。

3. 安全確保に係わる関係法令の整備

対象廃棄物の処分については、現行の低レベル放射性廃棄物処分と同様に放射性核種の濃度の減少を考慮して数百年間の管理を行うことに加え、管理期間経過後も、処分場跡地の利用に伴い、人間と廃棄物が接触し安全上問題となるような被ばくが起きないようにしておくとともに、放射性核種の地下水による移行が十分抑制されていることにより、安全が確保されると考えられる。

現行の低レベル放射性廃棄物については、既に原子力安全委員会において安全規制の基本的考え方、放射性核種濃度の上限値、安全審査の考え方などが取りまとめられ、これらを踏まえて、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」、同法施行令などに、廃棄物埋設事業の許可、保安規定の認可、埋設廃棄体の確認など一連の手続きが整備されるとともに、政令濃度上限値、技術基準などが定められ、安全規制が行われているところである。今後、対象廃棄物についても、その処分概念を踏まえて、上記と同様に安全規制に関する基本的考え方、政令濃度上限値などについて検討し、これらを踏まえ関係法令の整備を行う必要がある。

(参考資料 21)

4. 実施スケジュール

対象廃棄物は、原子炉施設の運転、及び解体によって発生する。このうち、運転中には定期検査時などに使用済み制御棒などが廃棄物として発生し、現在は原子炉施設内に保管されている。また、原子炉施設の解体に関しては、昭和61年～平成8年に行われたJ P D Rの解体に伴って発生した対象廃棄物が日本原子力研究所内に保管されている。さらに、平成10年3月末でその営業運転を終了した日本原子力発電(株)東海発電所については、早ければ平成13年にも廃止措置に係る手続きが開始される計画であり、今後、原子炉施設の廃止措置に伴う解体が具体化していくことになる。

放射性廃棄物を安全かつ合理的に処分することは、これを発生した者の責務であり、発生した廃棄物の安全かつ合理的な処分が先延ばしされることなく実施される必要がある。したがって、以上のような状況を踏まえ、原子炉設置者においては実施体制など対象廃棄物の処分の具体化に係る検討を行うとともに、国においては対象廃棄物の処分に係る制度整備を図り、早期に処分に着手できるよう取り組むことが重要である。具体的には、今後の廃止措置に関するスケジュールも踏まえ、2000年頃を目途に、原子炉設置者は、実施体制を含めて対象廃棄物の処分計画の明確化を図るよう取り組むとともに、国は、安全確保に係わ

る関係法令の整備を行うことが重要である。また、このような取り組みは、原子力利用に対する国民の信頼を得る上からも重要である。

5. 積極的な情報公開、情報提供

放射性廃棄物処分事業の実施に当たっては、安全が確保されるとともに、処分事業に対する国民の理解が得られ、国民はもちろん立地地域に受け入れられなければならない。このためには、諸制度の整備や実施体制の確立などの一連の取り組みとともに、対象廃棄物の処分に関する的確かつ分かりやすい情報を積極的に提供していくことが不可欠である。特に対象廃棄物は、原子炉施設の運転や解体に伴って発生する廃棄物の一部であるため、原子炉施設の運転や解体に伴い、全体としてどのような廃棄物が発生し、それぞれどのように処分されるか、という点についても、併せて情報提供を行うことも重要であると考えられる。今後、このような点を踏まえ、原子炉設置者及び処分事業主体が中心となり、積極的な情報提供を行うとともに、国においても当該事業の必要性や安全確保の考え方などについて、国民の理解が得られるよう取り組みを進めていくことが重要である。その際、求められている情報が何であるかに十分留意し、受け手にとって必要で分かりやすい情報が伝わるよう、誠実な対応に心がける必要がある。また、情報提供が的確に行われるよう、情報伝達の手段や体制などについても改善を図っていくことが重要である。廃棄物の処分が開始された後についても、処分に関する記録が保存されることはもちろん、これらの記録や処分の実施状況が、適切な方法を用いかつ国民に分かりやすい形で公開されることは、処分事業についての社会的な安心と信頼を得る上からも重要である。したがって、今後、処分に関する記録の効果的な保存と処分の実施状況を含む情報の公開・提供のあり方について検討を行うことが必要である。

第3章 R I 廃棄物について

本報告書においては、原子炉施設から発生する放射性廃棄物のうち、現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物について検討を行った。原子力利用の一つに放射性同位元素（以下「R I」という。）の利用があるが、「R I・研究所等廃棄物処理処分の基本的考え方について」（原子力バックエンド対策専門部会平成10年5月）で述べたように、R Iの利用形態の一つである線源などが放射性廃棄物として処分される場合に、発電所廃棄物について定められた現行の政令濃度上限値を超える放射性廃棄物に相当する廃棄物が発生すると考えられる。このうち、 ^{60}Co （半減期約5年）、イリジウム192 (^{192}Ir)（半減期約74日）のような半減期が数年以下の密封線源などは、処分の前に一定期間保管することによって放射性核種濃度を十分減少させれば、現行の低レベル放射性廃棄物として取り扱うことが可能であると考えられる。したがって、現在使用されている線源などのうち、処分の時点で現行の政令濃度上限値を超える放射性廃棄物になると考えられるのは、医療器具の滅菌などに使われる ^{137}Cs を用いた線源の一部や、研究用に使われる ^3H のターゲットの一部であると考えられる。これらの廃棄物の放射性核種濃度は、対象廃棄物と同程度であると考えられ、2030年時点での累積発生量は、200 μCi ドラム缶換算で約1600本程度と推定される¹⁾。 ^{137}Cs を用いた線源、 ^3H のターゲットは、それぞれ単一の放射性核種のみを含み、その核種はいずれも対象廃棄物に含まれる核種であるため、この廃棄物についても、前章まで検討してきたような対象廃棄物と同様な処分を行うことが適当である。

このようなR I 廃棄物については、放射線障害防止法によって規制されているが、前章まで検討した原子炉施設から発生する放射性廃棄物について規制している原子炉等規制法と整合性を図りつつ、関連する法令整備を行う必要があると考えられる。

なお、このようなR I 廃棄物の処分費用の確保や実施体制などについても、R I・研究所等廃棄物事業推進準備会を中心に、検討を行う必要があり、前述したとおり確実に処分が実施されるよう、関係機関との十分な連携が必要である。

1) 線源を200 μCi ドラム缶に収め、セメントを充填して固型化することを想定した。

おわりに

原子炉施設の運転及び解体に伴って発生する放射性廃棄物のうち、処分方策が確立していなかった現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物の処分方策について、検討を行い、基本的考え方を取りまとめた。

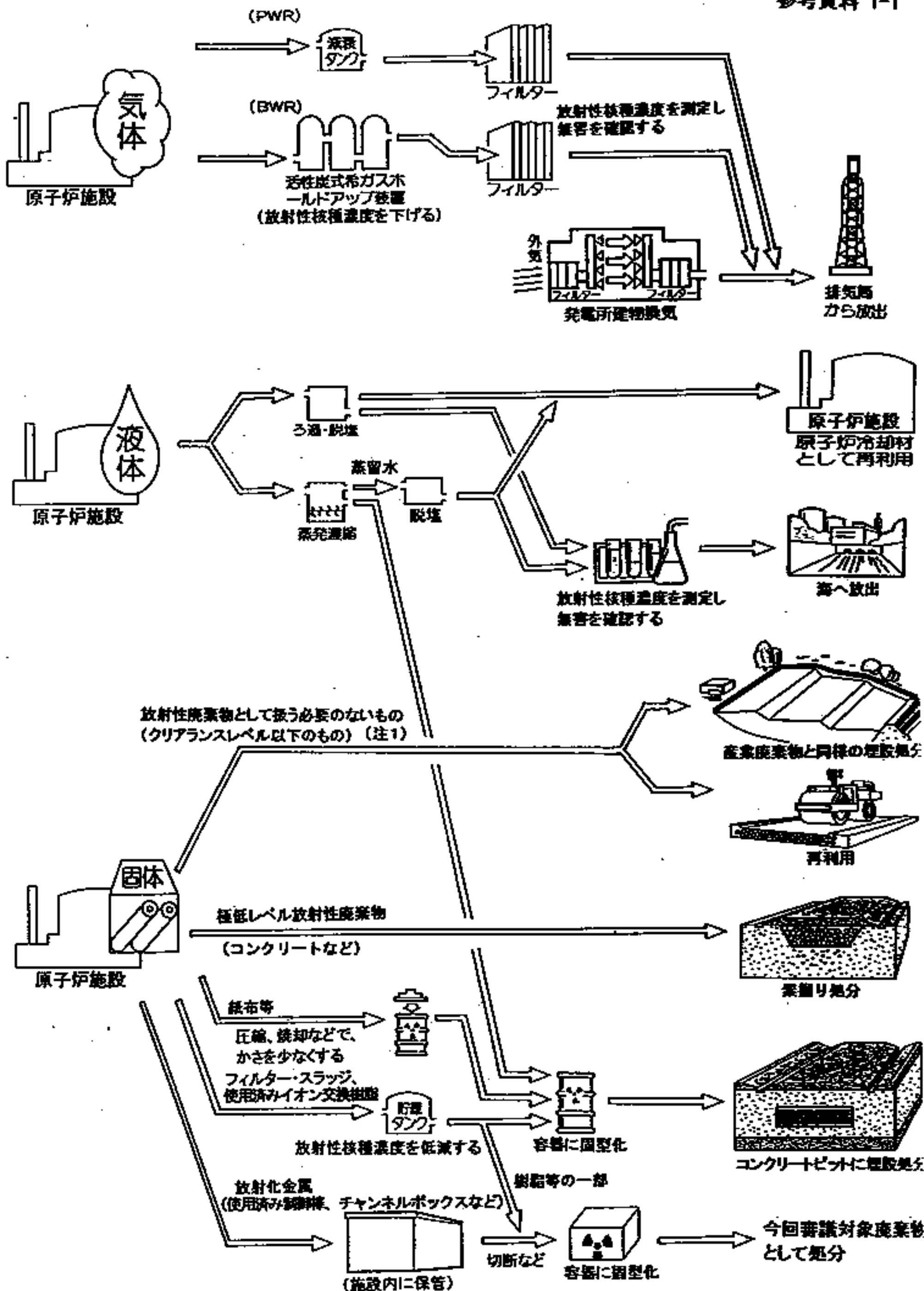
原子炉設置者、及びR I・研究所等廃棄物事業推進準備会などは、処分が着実に行われるよう、実施体制の整備や処分費用の確保など、処分事業の具体化に向けた諸準備に早急に着手することが重要である。また、当専門部会としては、本報告書で示した処分方法により、対象廃棄物を安全かつ合理的に処分できると考えているが、この処分方法に対して適用される安全規制についての基本的考え方、また処分できる放射性廃棄物の濃度上限値などについて、今後原子力安全委員会において検討が行われることを期待する。この結果を踏まえつつ、国は、遅滞なく必要な制度の整備を図ることが重要である。また、前述したように、対象廃棄物の処分に関する的確かつ分かりやすい情報を国民に提供していくことが不可欠である。

このように、処分実施体制や諸制度が整備され、また処分事業に関わる情報が的確に提供されることにより、処分事業全体についての透明性が確保されることが、国民の理解を得て処分を実施するうえで不可欠であると考えられる。

参考資料

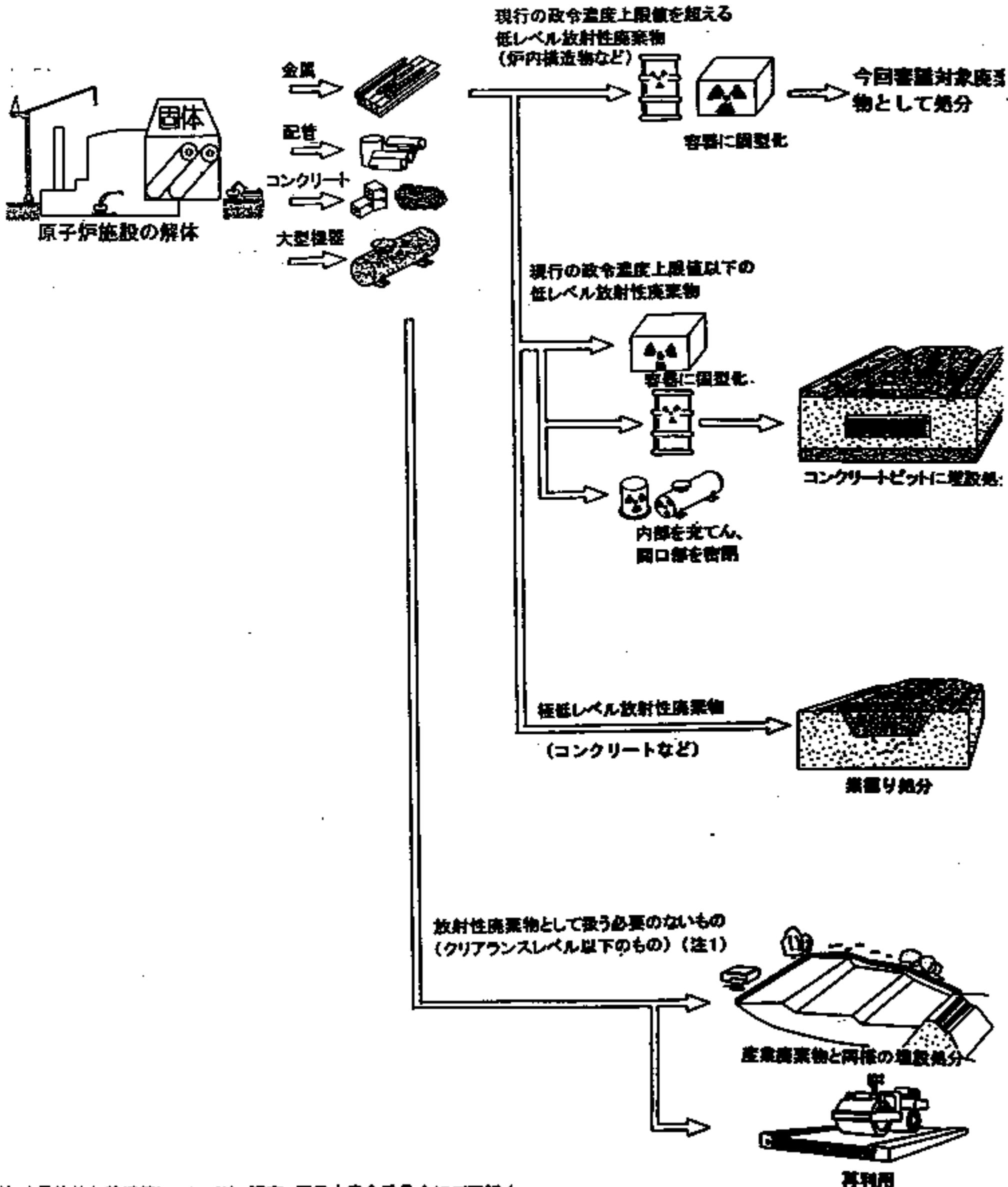
参考資料目次

- 参考資料 1 原子炉施設の運転と解体に伴って発生する廃棄物処理処分のイメージ
- 参考資料 2 原子炉等規制法における埋設処分に係る放射性核種の濃度上限値
- 参考資料 3 現在の低レベル放射性廃棄物処分場の例
- 参考資料 4 処分方法を検討するうえで考慮すべき主な項目及び主な放射性廃棄物の特徴
- 参考資料 5 我が国における放射性廃棄物の発生状況
- 参考資料 6 α 核種、 β γ 核種濃度による放射性廃棄物の区分
- 参考資料 7 放射性廃棄物の放射性核種濃度の経時変化の試算例
- 参考資料 8 原子力発電所の運転と解体に伴って発生する現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物
- 参考資料 9 現行政令濃度上限値と対象廃棄物放射性核種濃度の比較
- 参考資料 10 現行の低レベル放射性廃棄物処分の安全確保策の概要と評価シナリオ
- 参考資料 11 日常生活と放射線
- 参考資料 12 対象廃棄物相当の放射性廃棄物を含む海外の処分場例
- 参考資料 13 スウェーデンとフィンランドの放射性廃棄物処分場
- 参考資料 14 処分概念図
- 参考資料 15 地下に設けた施設の建設、廃棄物定置、埋め戻しの手順（例）
- 参考資料 16 トンネル型施設の管理例
- 参考資料 17 地下利用の実態と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場の想定深度
- 参考資料 18 地下利用における調査について
- 参考資料 19 対象廃棄物の埋設処分に係る地下水移行における安全確保の見通し
- 参考資料 20 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に係る安全確保策（管理期間終了後）
- 参考資料 21 現行の低レベル放射性廃棄物埋設事業の規制体系
- 参考資料 22 現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物の処分方策



(注1) 具体的な基準値については、現在、原子力安全委員会にて審議中

原子炉施設の運転に伴って発生する廃棄物処理処分のイメージ



(注1) 具体的な基準値については、現在、原子力安全委員会にて審議中

原子炉施設の解体に伴って発生する廃棄物処理処分のイメージ

原子炉等規制法における埋設処分に係る放射性核種の濃度上限値

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令」

第13条の9

法第五十一条の二第一項第一号の政令で定める核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物は、次の表の上欄に掲げる核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物であつて、その埋設を行う時以後において、同表の中欄に掲げる放射性物質についての放射能濃度がそれぞれ同表の下欄に掲げる放射能濃度を超えないものとする。

二								一							
設置した原子炉施設を								設置した工場または事業所にお							
ける放射性物質について								ける放射性物質について							
の放射能濃度がそれぞれ								の放射能濃度がそれぞれ							
同表の下欄に掲げる放射能濃度を								同表の下欄に掲げる放射能濃度を							
超えないものとする。								超えないものとする。							
α核種	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶³ Ni	⁶⁰ Co	⁴¹ Ca	¹⁴ C		α核種	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶³ Ni	⁶⁰ Co	¹⁴ C		
1.11G Bq/t	1.11T Bq/t	74G Bq/t	1.11T Bq/t	11.1T Bq/t	3.1G Bq/t	37G Bq/t		1.11G Bq/t	1.11T Bq/t	74G Bq/t	1.11T Bq/t	11.1T Bq/t	37G Bq/t		
四								三							
を								を							
除								除							
く								く							
る								る							
も								も							
の								の							
物								物							
に								に							
買								買							
い								い							
り								り							
線								線							
生								生							
と								と							
照								照							
核								核							
い								い							
に								に							
射								射							
線								線							
の								の							
放射能濃度がそれぞれ								の放射能濃度がそれぞれ							
同表の下欄に掲げる放射能濃度を								同表の下欄に掲げる放射能濃度を							
超えないものとする。								超えないものとする。							
α核種	¹⁵² Eu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶³ Ni	⁶⁰ Co	⁴¹ Ca	¹⁴ C	³ H	α核種	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶³ Ni	⁶⁰ Co	¹⁴ C	³ H
17M Bq/t	360M Bq/t	100M Bq/t	4.7M Bq/t	7.2G Bq/t	8.1G Bq/t	150M Bq/t	110M Bq/t	3.0G Bq/t	17M Bq/t	100M Bq/t	4.7M Bq/t	7.2G Bq/t	8.1G Bq/t	110M Bq/t	3.0G Bq/t

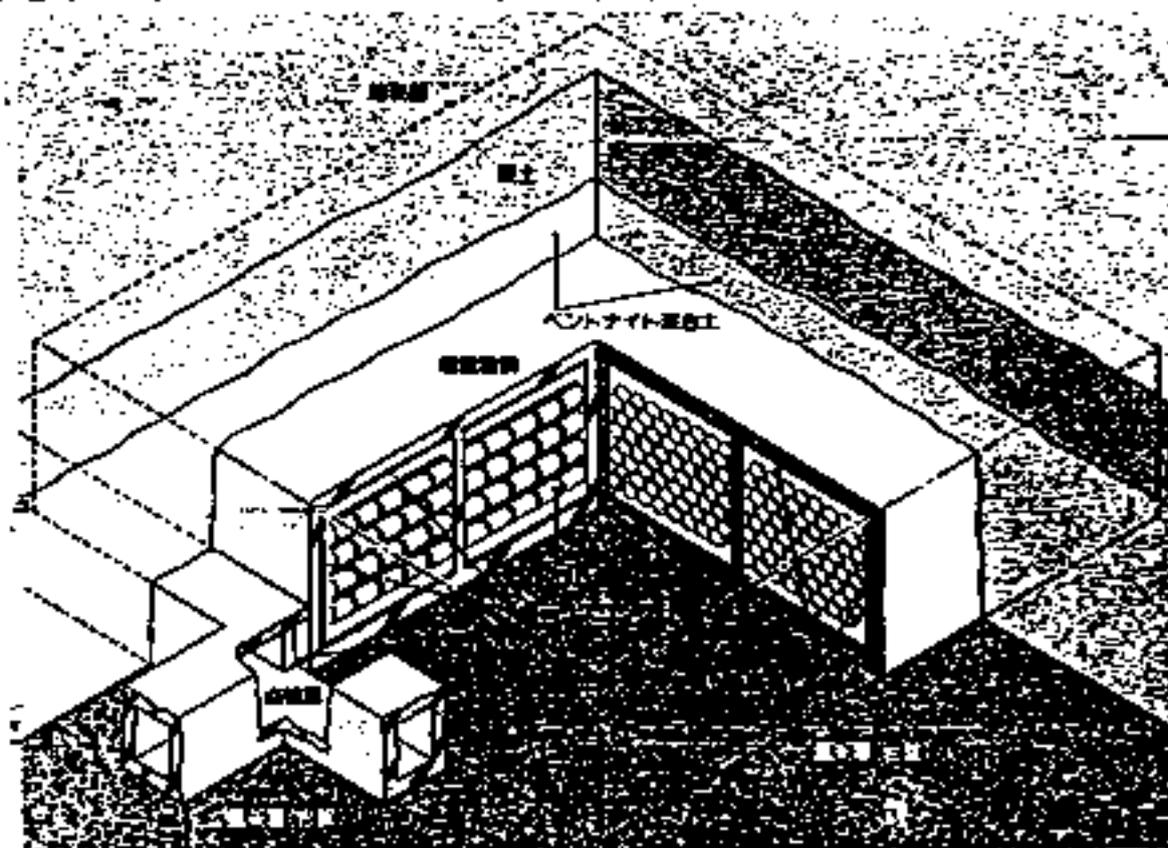
注1) 本報告書における「現行の低レベル放射性廃棄物」とは、放射性核種の濃度が上記の表の一、二に掲げる放射性核種の濃度以下の放射性廃棄物であり、「極低レベル放射性廃棄物」とは、上記の表の三、四に掲げる放射性核種の濃度以下の放射性廃棄物である。

注2) 上記の表一、二に掲げる放射性核種の濃度は、原子炉施設から発生した容器に固型化された放射性固体廃棄物のうち、現在、浅地中処分の対象としている廃棄物の放射性核種濃度上限値である。

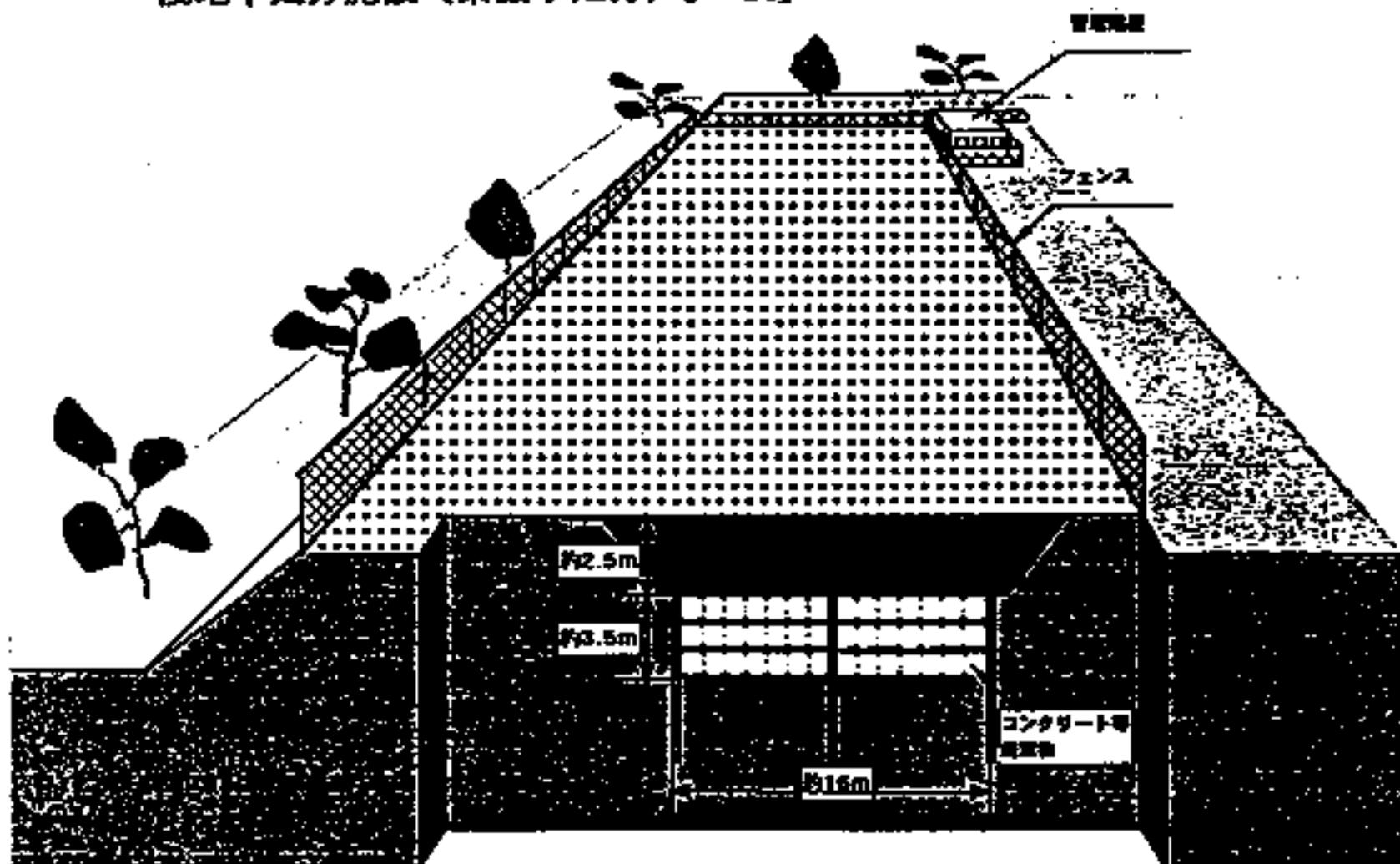
注3) MBq/t : メガベクレル毎トン (100万ベクレル毎トン)
 GBq/t : ギガベクレル毎トン (10億ベクレル毎トン)
 TBq/t : テラベクレル毎トン (1兆ベクレル毎トン)

現行の政令濃度上限値以下の低レベル放射性廃棄物処分施設の例

- (1) 日本原燃(株)六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターの処分施設
 [固型化された低レベル放射性廃棄物のコンクリートピット処分施設の例]



- (2) 日本原子力研究所の廃棄物埋設実地試験施設
 [極低レベル放射性廃棄物(コンクリートなど)の「人工構築物を設けない浅地中処分施設(素掘り処分)」の例]



処分方法を検討するうえで考慮すべき主な項目及び主な放射性廃棄物の特徴

1. 処分方法を検討するうえで考慮すべき主な項目

①放射性核種の濃度

放射性核種の濃度は、埋設処分における放射線被ばくに大きく影響を与える要因であるため、廃棄物を放射性核種の濃度により適切に区分し、それぞれの区分に応じた処分方法を検討する必要がある。また、放射性核種濃度が非常に高い場合は、廃棄物の発熱を考慮することも必要となる。

②放射性核種の半減期

放射性核種の量が、壊変によってその最初の量の半分になるまでの時間。半減期は、放射性核種によって定まっており、放射性核種によって数十億年以上といった長いものから、百万分の一秒以下の短いものまで種々ある。半減期の長い放射性核種を含む廃棄物の処分に当たっては、長期の影響を評価する必要がある。

③放射性核種の種類

α核種：α線を放出する放射性核種。半減期が非常に長いものが多い。α線は、外部被ばくの恐れはないが、人体内に取り込まれた場合の内部被ばくの影響が大きい。
(例：高レベル放射性廃棄物やTRU核種を含む放射性廃棄物には、半減期が約432年の ^{241}Am や約210万年の ^{237}Np などが含まれる。)

βγ核種：β線、γ線を放出する放射性核種。短半減期の核種が多いが、一部には半減期が長い核種も存在する。β線、γ線は、外部被ばく及び内部被ばくの両方の影響があるが、内部被ばくの影響はα線よりも小さい。
(例：発電所廃棄物には、短半減期核種としては半減期が約5年の ^{60}Co や約30年の ^{137}Cs などが含まれ、長半減期核種としては半減期が約5730年の ^{14}C や約2万年の ^{94}Nb などが含まれる。)

④放射性核種の化学的特性（核種の吸着特性など）

放射性廃棄物処分の安全性の確保においては、放射性核種の処分施設からの漏出及び地中を移行する速さを抑制することが重要である。この放射性核種の移行速度は、放射性核種の人工バリア材（例えば、セメント）や土壌などへの吸着の大小などに影響される。

2. 主な放射性廃棄物の種類と特徴

①発電所廃棄物

原子炉施設の運転、解体に伴って発生する廃棄物であり、主要な放射性核種は、 ^{60}Co のような短半減期のβγ核種である。長半減期のα核種、βγ核種も含まれるが放射性核種濃度は低い。放射性核種濃度に応じて、現行の政令濃度上限値を超えるもの、現行の政令濃度上限値以下のもの、放射性核種の濃度が極めて低いものに区分される。

②高レベル放射性廃棄物

再処理により使用済燃料から分離された高レベル放射性廃液でありα核種及びβγ核種のいずれも高濃度で含まれる。

③TRU核種を含む放射性廃棄物

再処理施設及び混合酸化物(MOX)燃料加工施設から発生する廃棄物であり、半減期の長いα核種やβγ核種を含む。放射性核種濃度は幅広い分布を持つ。

④ウラン廃棄物

ウランの転換、成型加工、濃縮などの施設から発生する廃棄物であり、半減期の長いα核種であるウランのみを含む。

我が国における放射性廃棄物の発生状況

放射性廃棄物の種類 [*]	発生源	主な廃棄物 (処理前の形態)	累積保管量 ^{**} 及び保管場所
高レベル放射性廃棄物	再処理施設	再処理により使用済燃料から分離された高レベル放射性廃液	サイクル機構：(ガラス固化体) 62本 ：(高レベル放射性廃液) 約850ト ：(未処理使用済燃料) 約96ト 日本原燃 ：(ガラス固化体) 128本 海外再処理へ搬出された使用済燃料 : 約 6千9百ト 全国の原子力発電所 ：(使用済燃料) 約 8千ト
低レベル放射性廃棄物	発電所廃棄物	原子力発電所等の運転及び解体 <運転廃棄物> 濃縮廃液、雑固体廃棄物、制御棒、イオン交換樹脂、等 <解体廃棄物> コンクリート、原子炉容器、炉内構造物、配管等の金属、等	全国の原子力発電所 ：約50万本 日本原燃六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターに受入済み ：約11万4千本 (平成10年9月末現在)
	TRU核種を含む放射性廃棄物	再処理施設及びMOX燃料加工施設	サイクル機構 : 約 8万7千本 海外再処理に伴うTRU核種を含む放射性廃棄物は、今後日本に返還される予定(数量及び時期については現在事業者間で調整中)
	ウラン廃棄物	ウランの転換・成型加工・濃縮等	民間燃料加工工場 ：約 3万7千本 日本原燃 : 約 2千本 サイクル機構 : 約 4万2千本
	RI・研究所等廃棄物	試験研究炉を設置、核燃料物質等の使用を行っている研究所等及び放射性同位元素等の使用施設等	RI廃棄物 ：ガラス片、紙、フィルム、金属、コンクリート、密封線源、等 研究所等廃棄物 ：廃液、雑固体廃棄物、金属、コンクリート、等

* 廃棄物の分類は、「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」(原子力委員会 平成5年)による。

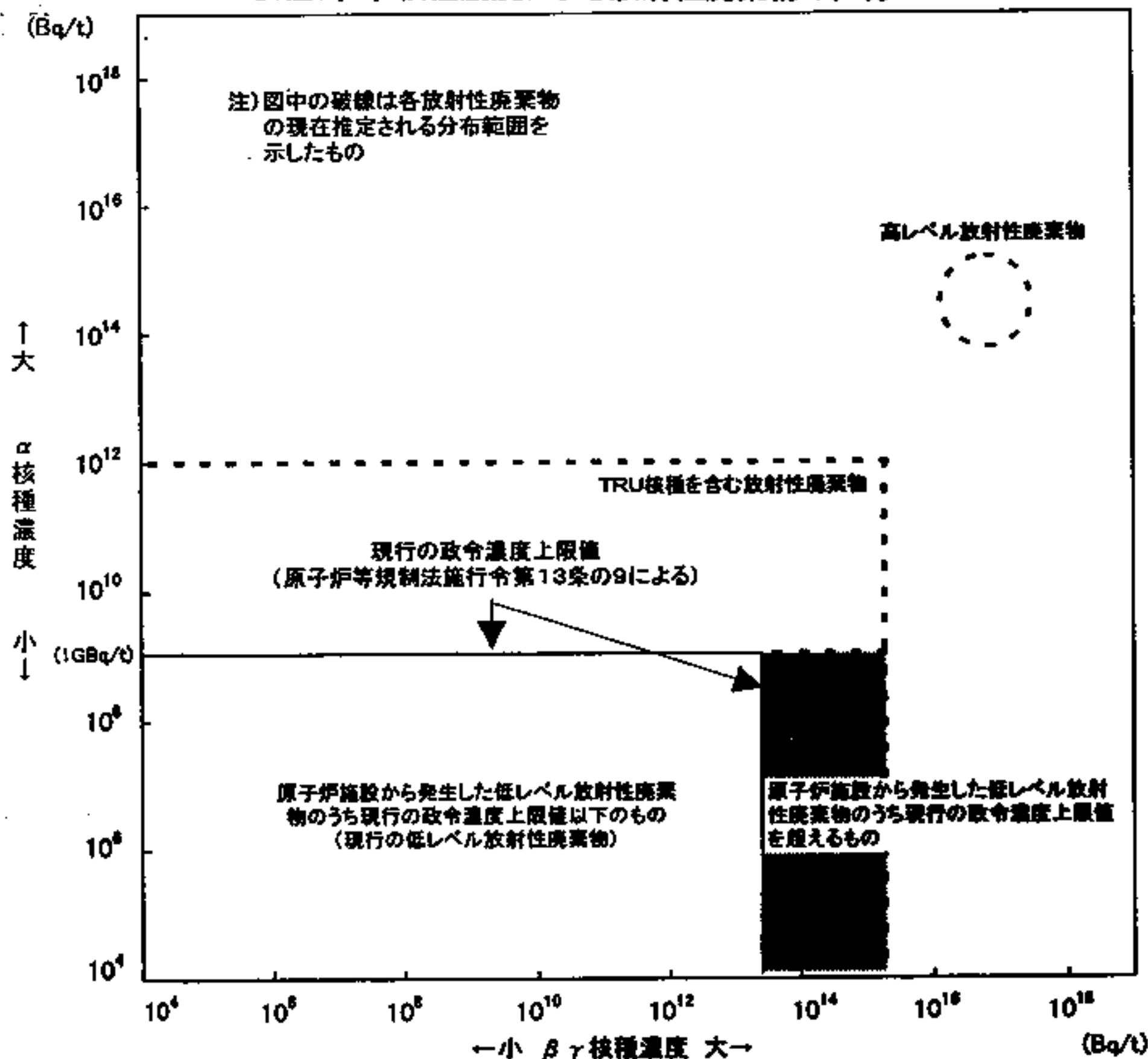
** 廃棄物の累積保管量は、特に記述のない限り平成10年3月末現在の値。各廃棄物の本数は、ガラス固化体を除き2007年3月末現在の量。現在の形態における量であり、処分に適した形態に処理される段階で変化するものもある。

*** 原研の研究所等廃棄物の本数にはRI廃棄物の本数を含む。

**** サイクル機構の研究所等廃棄物の本数にはTRU核種を含む放射性廃棄物、RI廃棄物の本数を含む。

(参考) 放射性物質の濃度が極めて低く、放射性物質としてその特殊性を考慮する必要のない基準(クリアランスレベル)については、平成9年6月より原子力安全委員会の放射性廃棄物安全基準専門部会にて審議中。

α核種、βγ核種濃度による放射性廃棄物の区分



(出典) 「高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術報告書」(動力炉・核燃料開発事業団、平成4年9月)

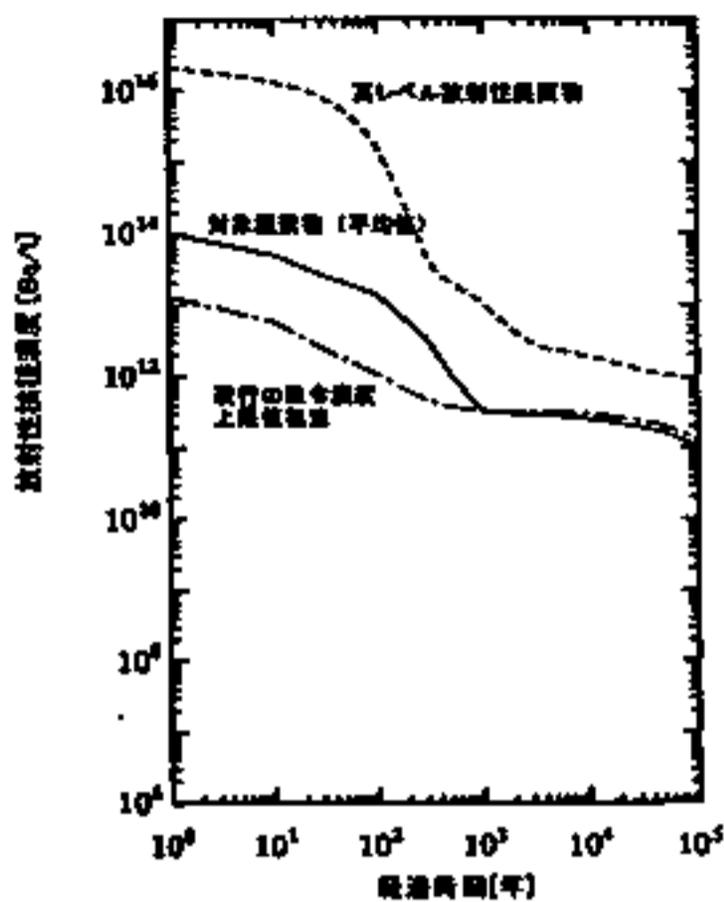
「海外から運送されるガラス固化体の受入れ概要」(電気事業連合会他、平成7年3月)

通原省委託調査「放射性廃棄物処理処分経費性調査(平成8年度)」(財)原子力環境整備センター) などより作成

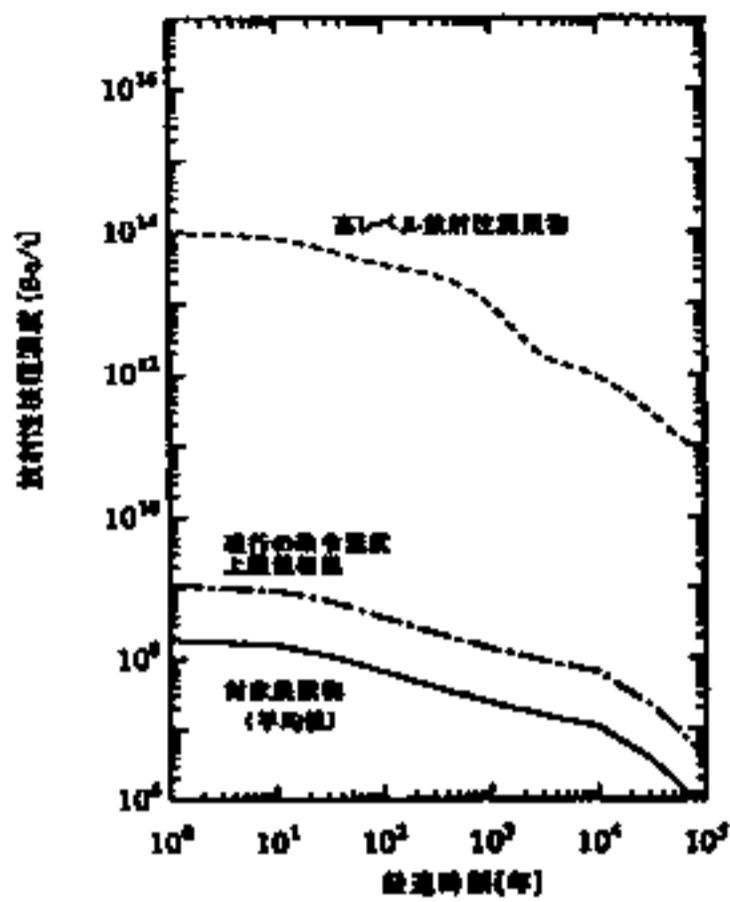
上図は、α核種濃度とβγ核種濃度により、放射性廃棄物を区分し、それぞれの廃棄物に含まれる放射性核種の濃度の範囲を示したものである。

現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物、TRU核種を含む放射性廃棄物及び高レベル放射性廃棄物は、上記報告書などにおいて推定される放射性核種濃度の範囲を例示した。

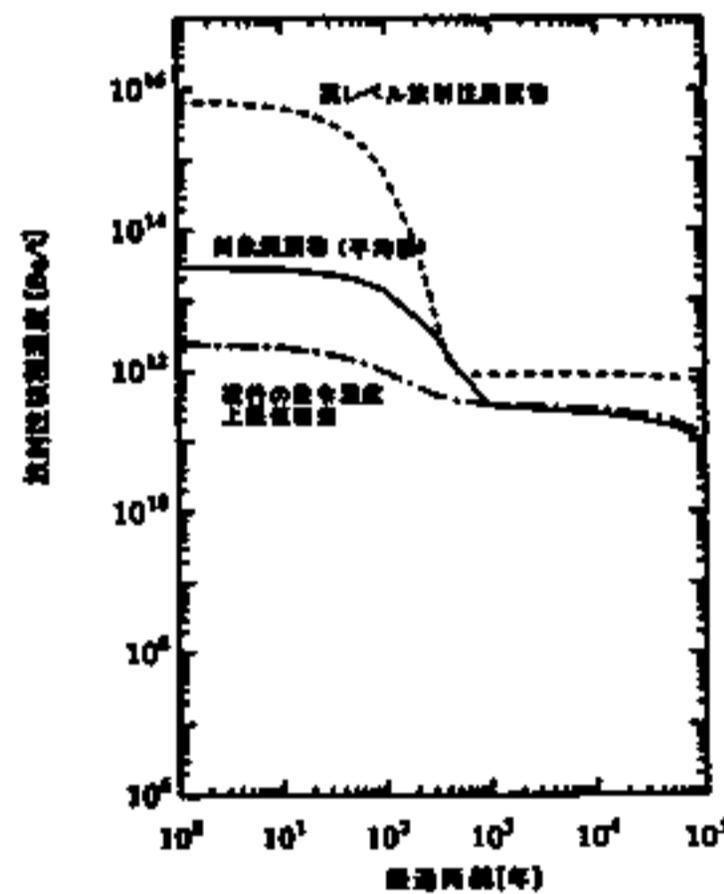
放射性廃棄物の放射性核種濃度の経時変化の試算例



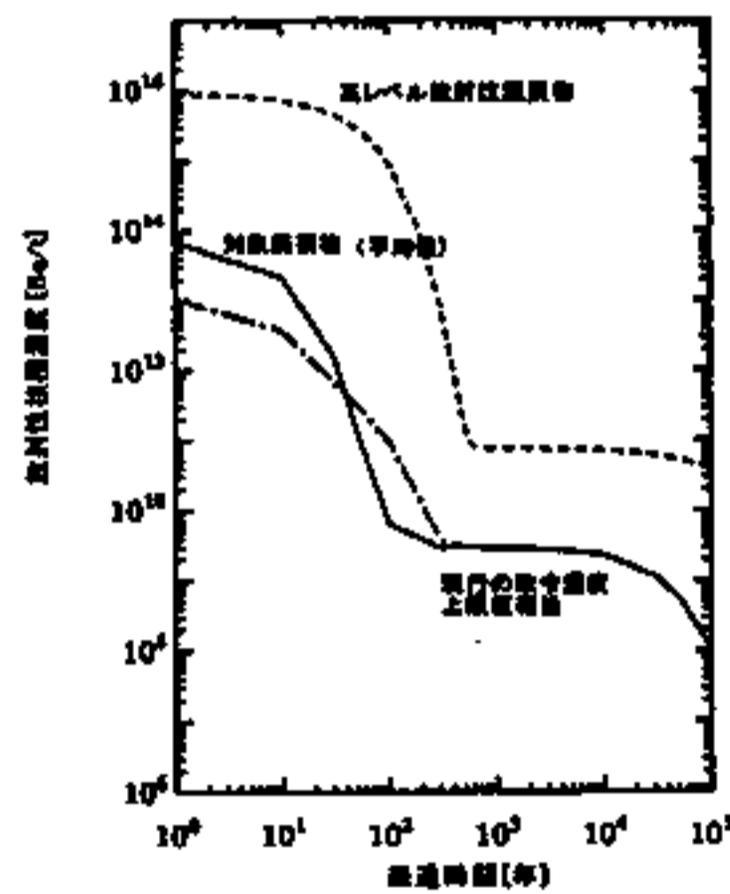
全核種



α核種



β核種



γ核種

α核種: ^{241}Am や ^{239}Pu 等が代表的な放射性核種。α線を放出し、人体に取り込まれた場合の内部被ばくの影響が大きい。

β核種: ^{14}C や ^{90}Sr 等が代表的な放射性核種。β線のみを放出し、外部被ばく及び内部被ばくの両方に影響するが、内部被ばくの影響はα線よりも小さい。

γ核種: ^{60}Co や ^{137}Cs 、 ^{90}Nb が代表的な放射性核種。β線だけでなくγ線を放出し、β線と同様外部被ばく及び内部被ばくの両方に影響する。γ線はα線やβ線と比較して透過力が大きいので、外部被ばくへの寄与が大きい。

高レベル放射性廃棄物 : 動力炉・核燃料開発事業団による評価値。出典「高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術報告書」(平成4年9月)

対象廃棄物(平均値) : 電気事業者などによる試算値。

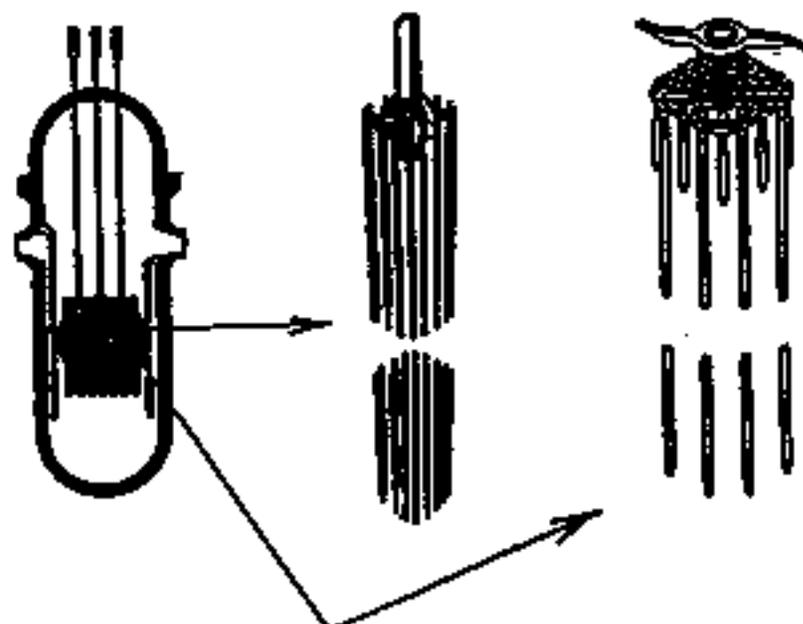
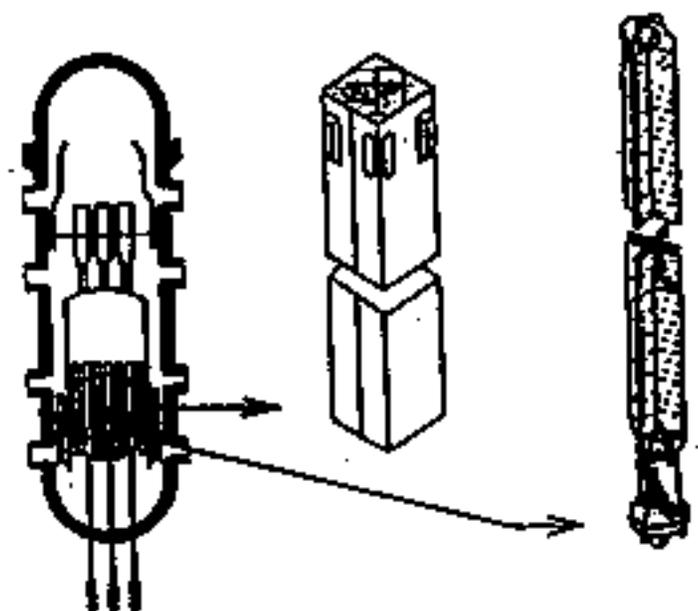
現行の政令濃度上限値相当 : 現行の政令濃度上限値は、 ^{14}C 、 ^{60}Co 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、α核種を代表核種として選定し、規定されている。これら代表核種の外、対象廃棄物で評価した ^{63}Ni 、 ^{90}Nb 、 ^{99}Tc 、 ^{129}I についても現行政令濃度上限値を設定した知分のモデル、シナリオを用い、上限値相当の核種濃度を算定し、政令濃度上限値と合計して経時変化を示した。

原子力発電所の運転中に発生する現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物

原子力発電所の定期検査などで発生する廃棄物には、使用済み制御棒やチャンネルボックスなど、燃料集合体近傍にあって中性子による放射化の程度が大きいものや、炉心を冷却した1次冷却材を浄化した使用済みのイオン交換樹脂などのうち汚染の程度が大きいものも含まれる。これらは110万KW級の軽水炉を40年間運転しておよそ100~200トン程度発生すると推定される。

BWR

PWR



原子炉圧力容器

チャンネルボックス

制御棒

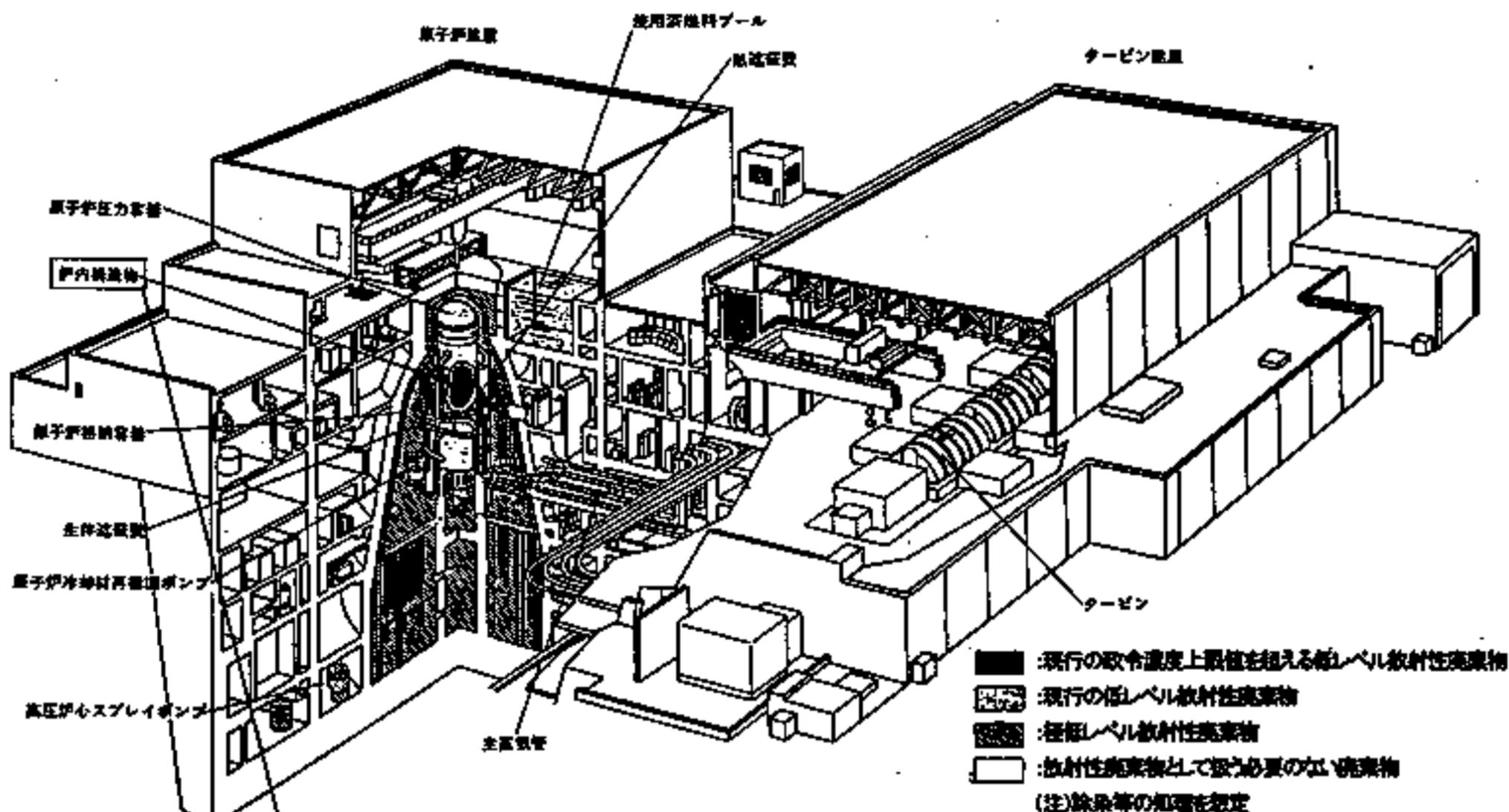
原子炉容器

制御棒

バーナブルボイズン

現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物の処理処分について

原子力発電所の解体で発生する廃棄物(1/3)

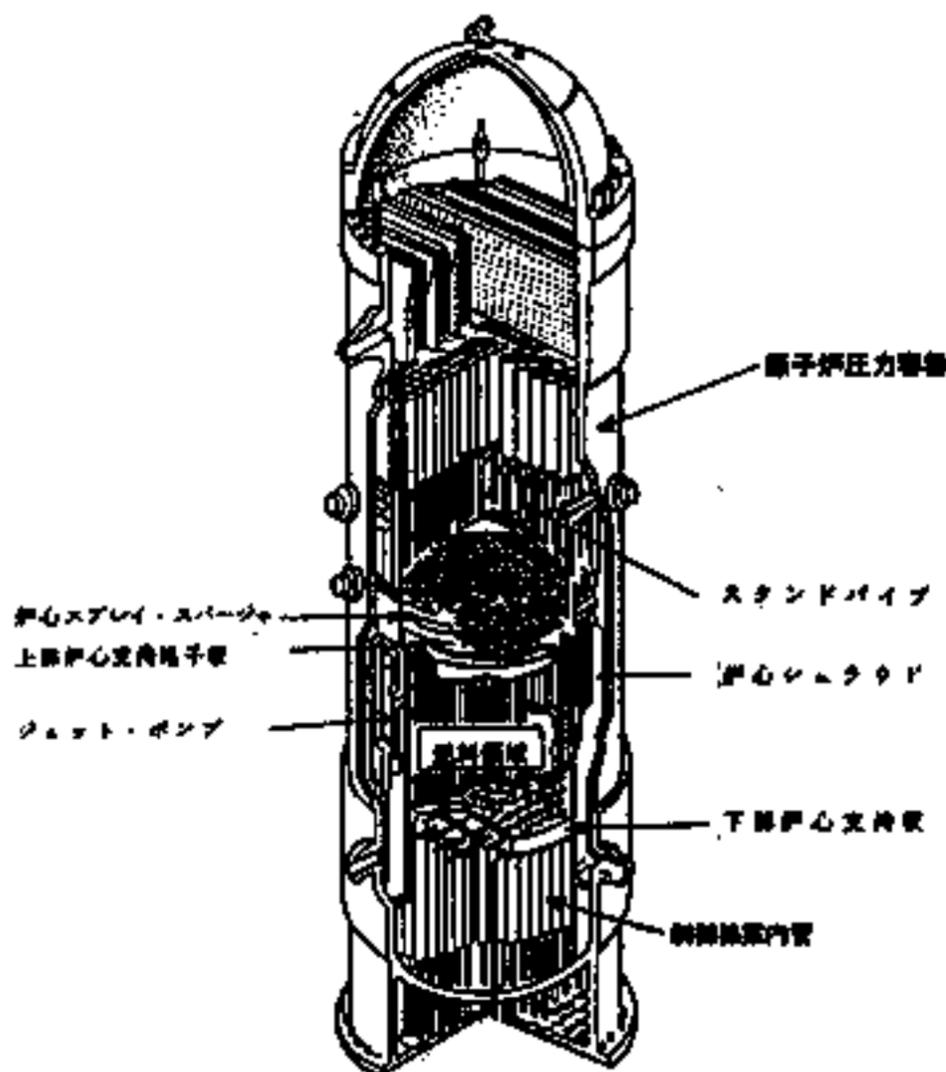


BWR 原子力発電施設の放射性核種濃度区分例

原子力発電所の解体で発生する現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物の代表的なものに、炉内構造物がある。

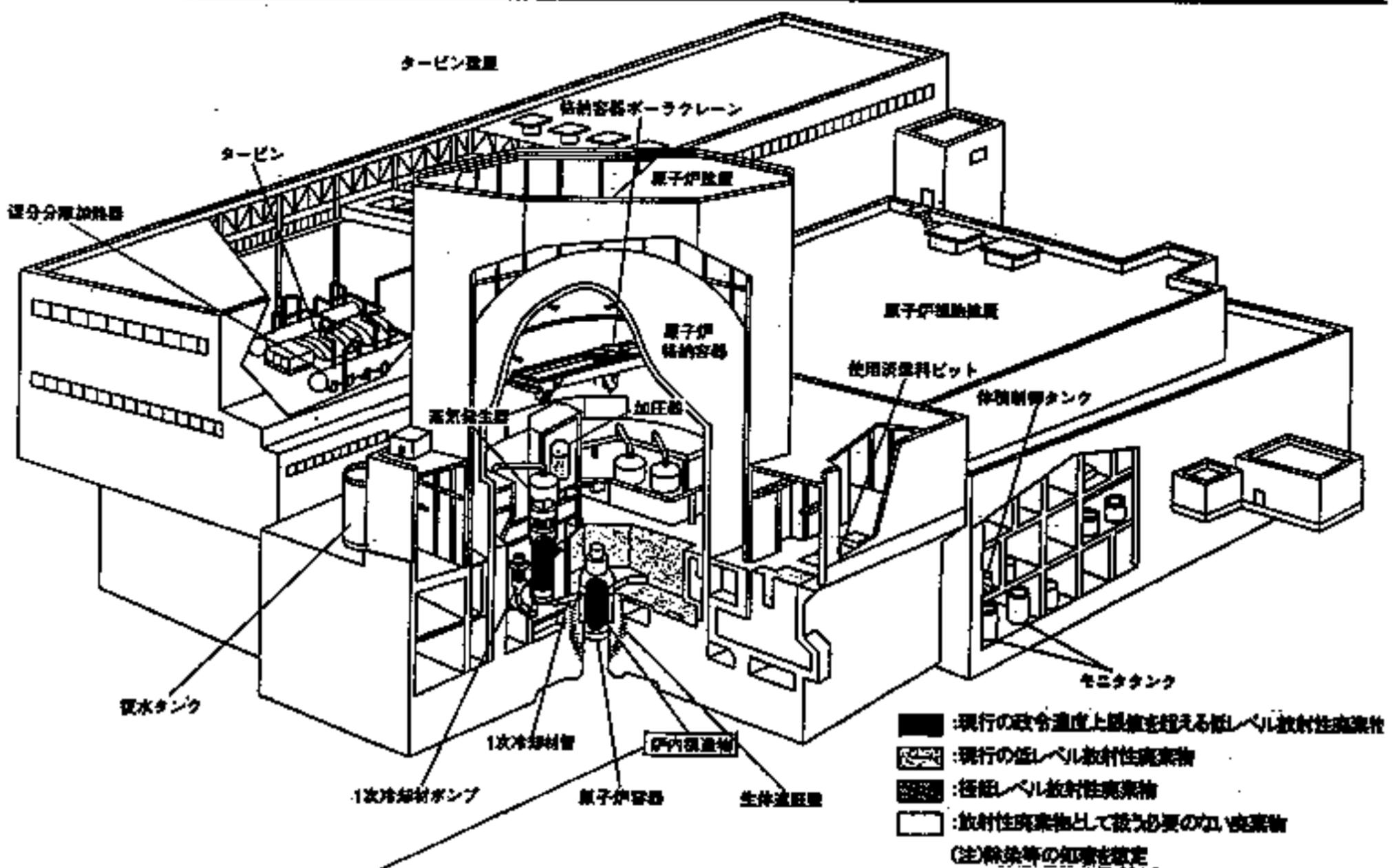
炉内構造物は、複数の部品で構成されており、原子炉圧力容器内にあり、燃料を支持し、原子炉内を循環する冷却材（水）流路を形成している。

右記、部品の全部または一部分が現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物と推定される。



原子炉圧力容器内部

原子力発電所の解体で発生する廃棄物(2/3)

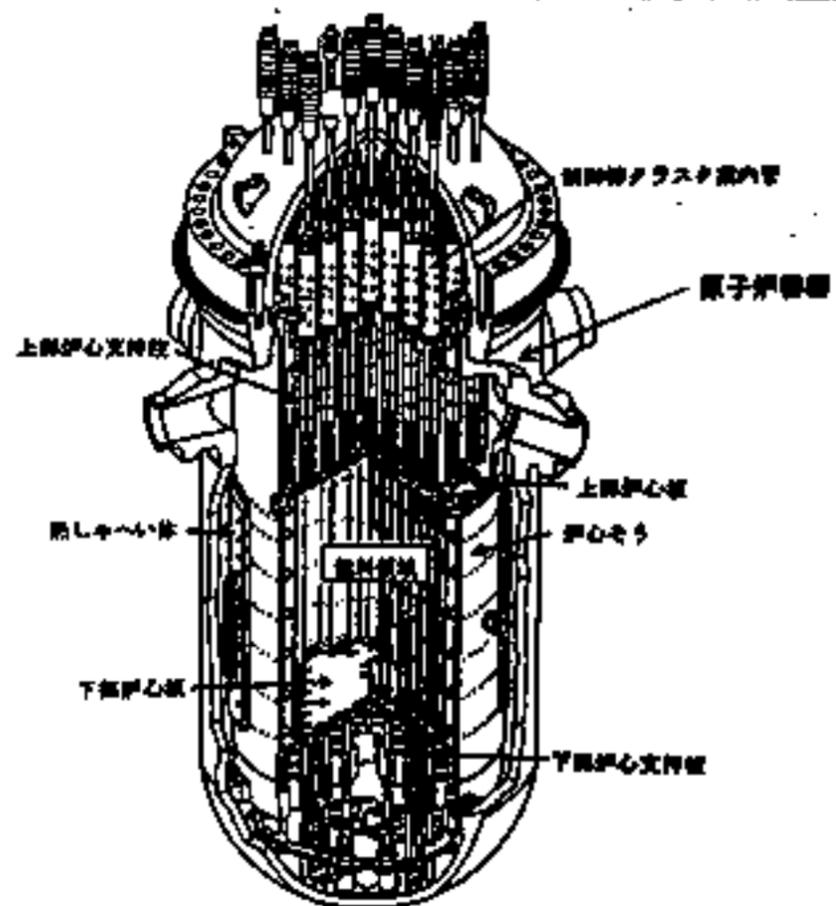


PWR 原子力発電施設の放射性核種濃度区分例

原子力発電所の解体で発生する現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物の代表的なものに、炉内構造物がある。

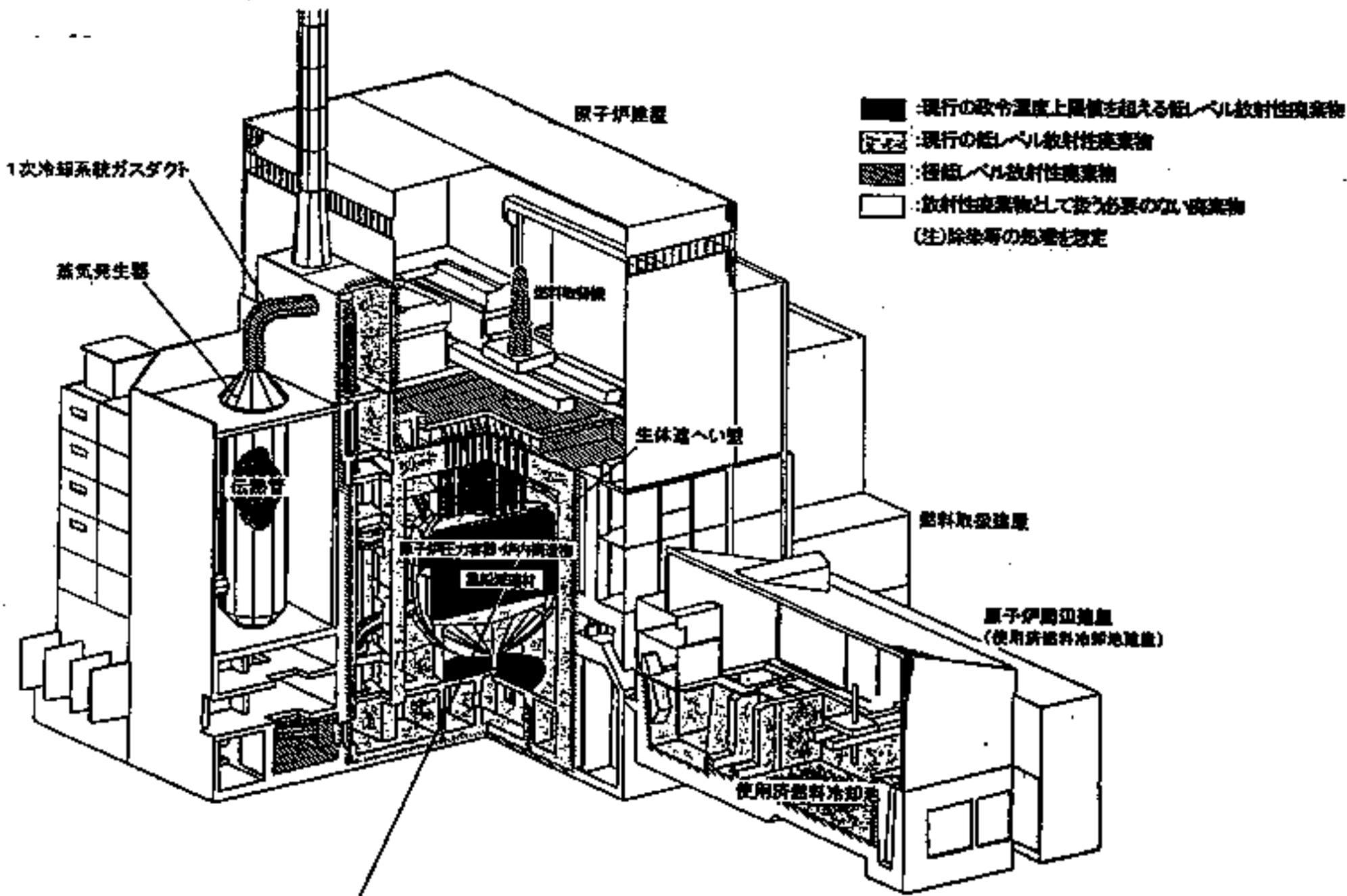
炉内構造物は、複数の部品で構成されており、原子炉容器内にあり、燃料を支持し、原子炉内を循環する冷却材（水）流路を形成している。

右記、部品の全部または一部分が現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物と推定される。



原子炉容器内部

原子力発電所の解体で発生する廃棄物(3/3)

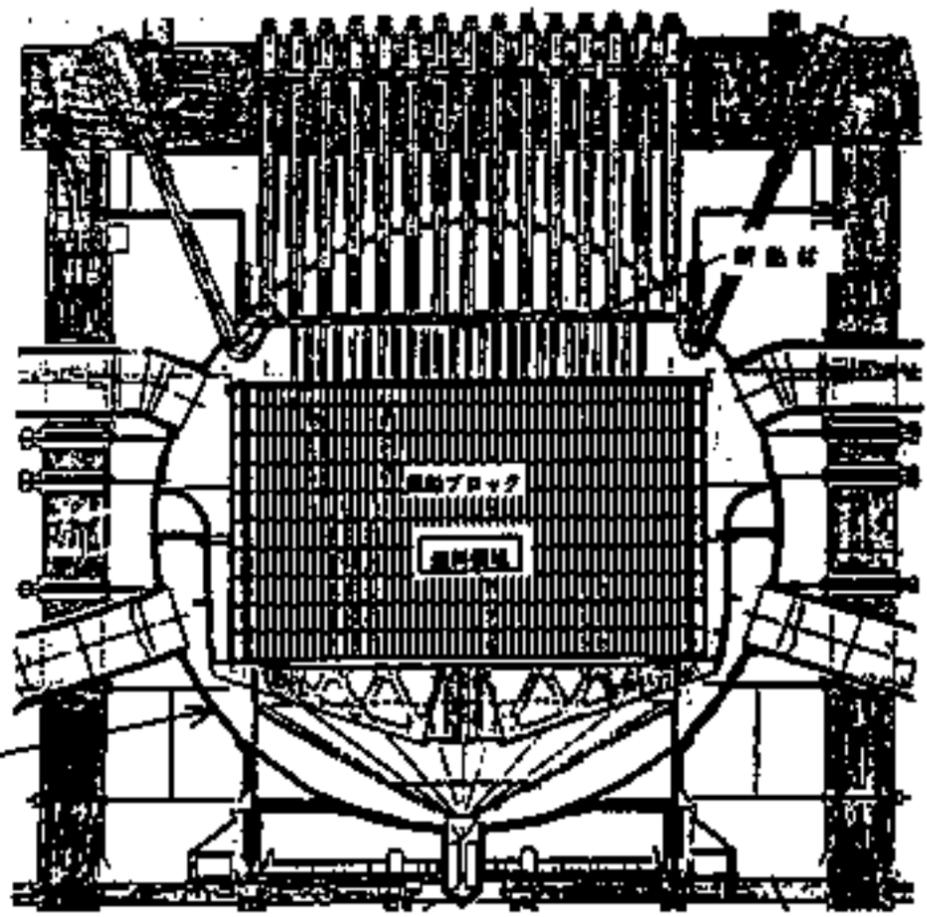


GCR 原子力発電施設の放射性核種濃度区分例

原子力発電所の解体で発生する現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物の代表的なものに、炉内構造物がある。

炉内構造物は、複数の部品で構成されており、原子炉圧力容器内にあり、燃料を支持し、原子炉内を循環する冷却材（ガス）流路を形成している。

上記、部品の全部または一部分が現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物と推定される。



原子炉圧力容器

原子炉圧力容器内部

解体廃棄物の発生量の試算例

区分		BWR		PWR		GCR	
		概略 万トン	概略 %	概略 万トン	概略 %	概略 万トン	概略 %
低レベル 放射 廃棄物	現行の政令濃度上限値を超える 低レベル放射性廃棄物	100トン	0.1以下	200トン	0.1以下	0.3	2
	現行の低レベル放射性廃棄物	0.2	1以下	0.3	1以下	1.2	6
	超低レベル放射性廃棄物	1	2	0.3	1以下	0.8	5
放射性廃棄物として扱う必要のない廃棄物*)		53	98	49	99	13	85
合 計		55	-	50	-	16	-

注1： 試算の前提条件

- ① BWR及びPWRは110万kW級、GCRは18万kW級商業用原子炉をBWR及びPWR40年間、GCRを30年間運転し、5年間の安全貯蔵、除染等を実施し解体撤去した場合の試算。
- ② 放射性廃棄物として扱う必要のない廃棄物の区分は、IAEAの提案値のクリアランスレベルを参考にした。
- ③ 超低レベル放射性廃棄物及び現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物は、現行の政令濃度上限値より保守的に区分値を設定し試算。

注2： 焼却処理のため合計は合わないことがある。

注3： GCRは、BWRやPWRに比べ原子炉が大きく、これを取り囲む生体遮へいも大きいこと等から、放射性廃棄物の発生割合が大きい。

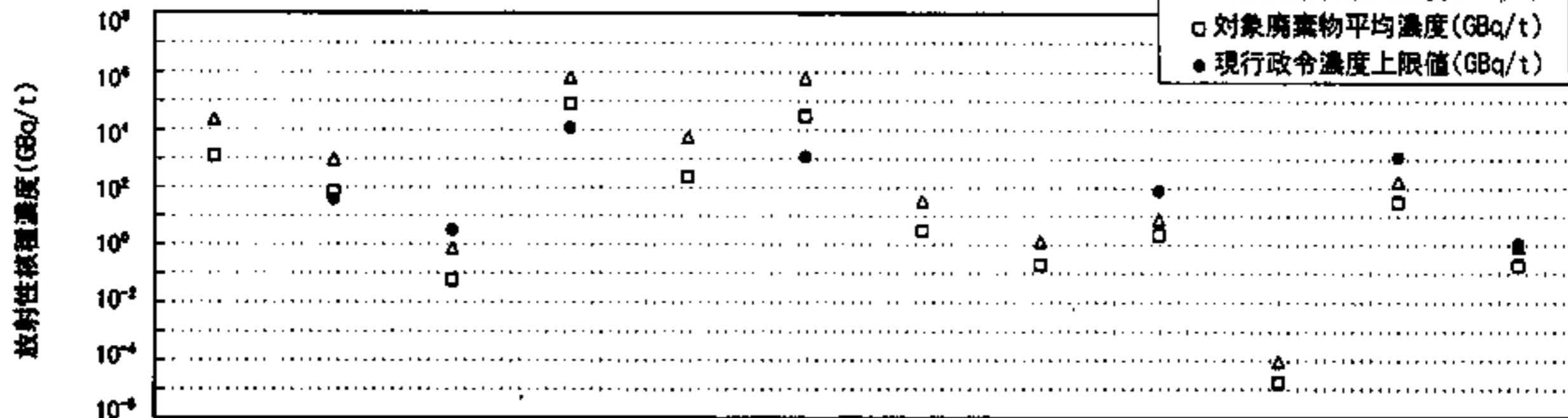
- *) 放射性廃棄物として扱う必要のない廃棄物は、平成4年に原子力安全委員会が定めた「放射性廃棄物でない廃棄物の基本的考え方」による廃棄物も含む。

「商業用原子力発電施設の廃止措置に向けて」(総合エネルギー調査会原子力部会 平成8年1月) などより作成

現行政令濃度上限値と対象廃棄物放射性核種濃度の比較

起源	放射化								汚染				
	核種	H-3	C-14	Ca-41	Co-60	Ni-59	Ni-63	Nb-94	Tc-99	Sr-90	I-129	Cs-137	α線を放出する放射性物質
半減期		約12年	約5700年	約10万年	約5年	約7万6千年	約100年	約2万年	約21万年	約29年	約1600万年	約30年	-
原子炉等規制法施行令13条の9（容器に固型化したもの）		-	○	○	○	-	○	-	-	○	-	○	○
六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター1号、2号（注1）		○	○	- （注2）	○	○	○	○	○	○	○	○	○

政令濃度上限値（容器固型化）と対象廃棄物濃度



原子炉等規制法施行令では、原子炉施設から発生する廃棄物に含まれる放射性核種の組成を考慮し、また我が国における一般的な自然/社会環境条件の下に、国際機関、米・仏国での安全評価に用いられた被ばく経路を参照した安全評価を行い、放射線防護の観点から重要な代表核種が選定された。六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターの埋設事業許可申請に当っては、政令濃度上限値を定めた際の考え方に基づき、埋設施設個々の段階管理の計画、設計並びに埋設センター及びその周辺の状態との関連を勘案した線量評価を実施し、核種が選定されている。

（注1）日本原燃協廃棄物埋設事業変更許可申請書（2号廃棄物埋設施設の増設及び1号廃棄物埋設施設の変更）平成9年1月30日申請

（注2）政令では、コンクリート等の放射化を考慮して埋設濃度上限値を規定した核種を含んでいるが、六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター1号、2号廃棄物埋設事業許可申請対象廃棄物にはこのような廃棄物は含まれていない。

（注3）対象廃棄物の放射性核種濃度は、電気事業者などによる試算値

現行の低レベル放射性廃棄物処分の安全確保策の概要

1. 基本的な考え方

放射性核種の濃度が時間とともに減少し、人間環境への影響が十分に軽減されるまで、人工バリアと天然バリアを組合せ、放射性核種の濃度に応じた管理を行うことで、放射性廃棄物を安全に人間環境から隔離する。

2. 管理の考え方

(1) 管理期間

放射線防護上重要な ^{60}Co 、 ^{137}Cs の半減期や外国の例を参考にして、有意な期間として300~400年をめやすとする。

(2) 段階管理

管理期間中は放射性核種の濃度の減少に応じ、「第1段階：人工バリアにより放射性核種を封じ込める。」、「第2段階：人工バリア及び天然バリアで放射性核種の移行を抑制し、所要の監視を行う。」、そして「第3段階：主に天然バリアで放射性核種の移行を抑制し、廃棄物の掘り起こし等の行為を禁止・制約する。」と放射性核種の濃度に応じた管理を行う。

3. 一般公衆の安全

(1) 線量の基準（管理期間終了後）

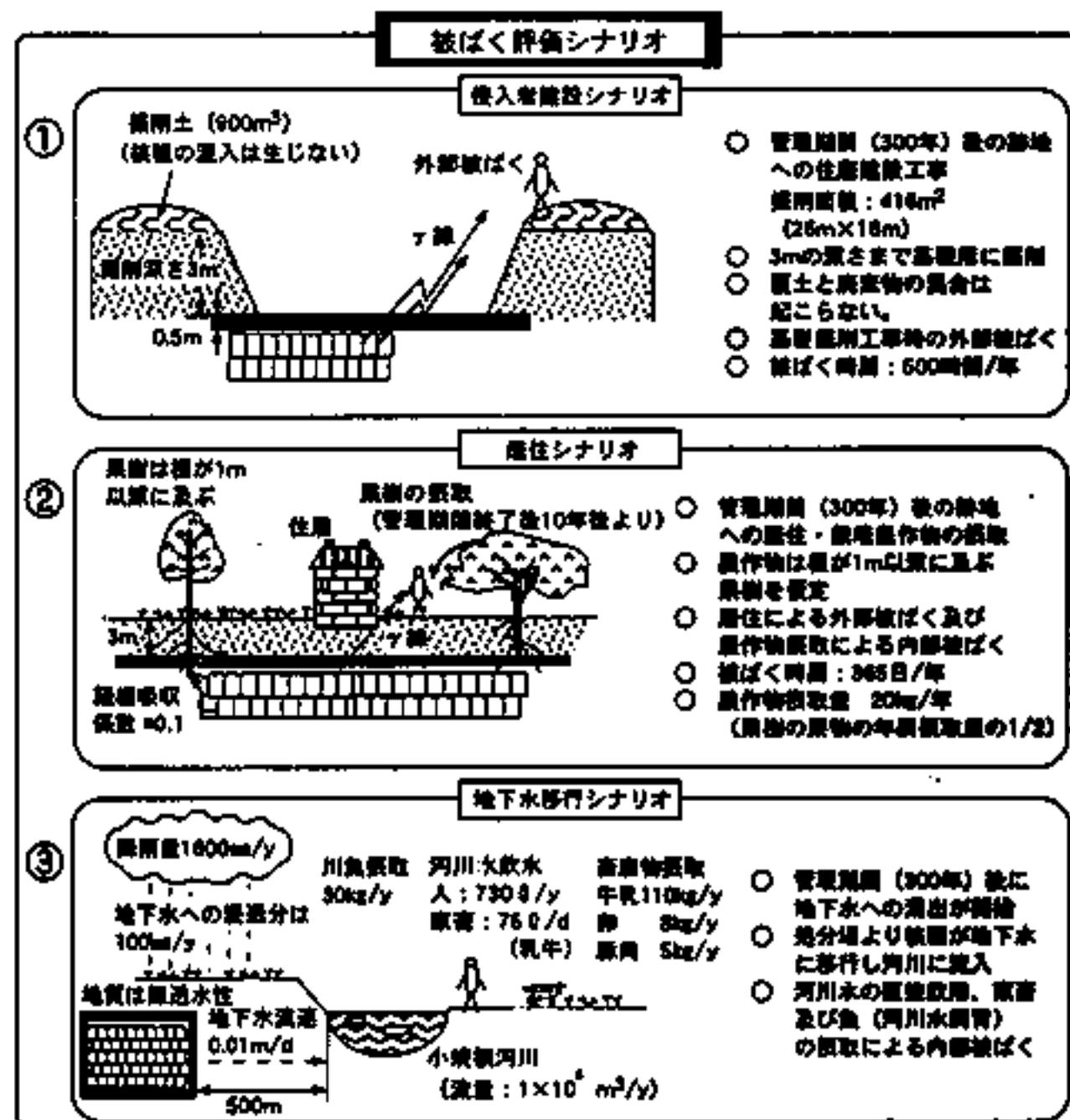
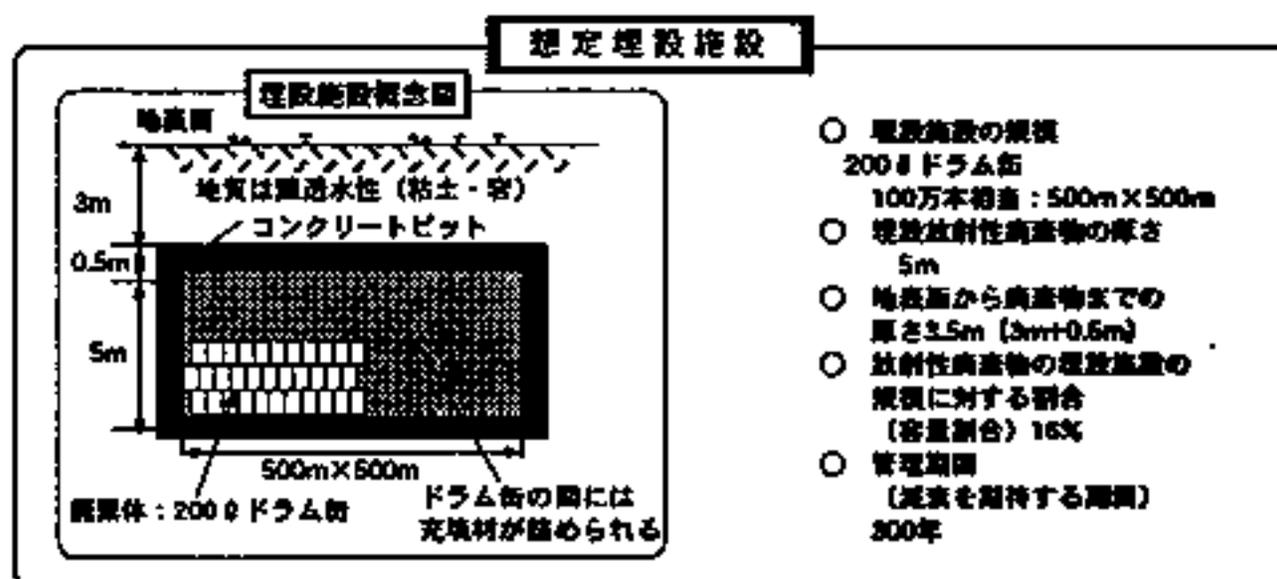
低レベル放射性廃棄物処分場から一般公衆が受ける被ばく線量は $10\mu\text{Sv}/\text{y}$ を超えないことをめやすとする。

発生頻度が小さいと考えられる事象については $10\mu\text{Sv}/\text{y}$ を著しく超えないことをめやすとする。

(2) 線量評価（六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターでの事例を参照）

- a. 第1段階：廃棄物からの直接 γ 線、スカイシャイン γ 線からの被ばく
- b. 第2、3段階：放射性核種が地下水とともに生活圏へ移行することによる被ばく
- c. 管理期間終了後
 - 放射性核種が地下水とともに生活圏へ移行することによる被ばく
 - 人間活動に伴う廃棄物への接近等による被ばく
 - 一般的と考えられる事象：一般住宅の建設・居住
 - 発生頻度が小さいと考えられる事象：地下数階を有する建物の建設・居住、浅井戸の利用

現行の政令濃度上限値導出シナリオ
(コンクリートピット処分の被ばく評価シナリオ)

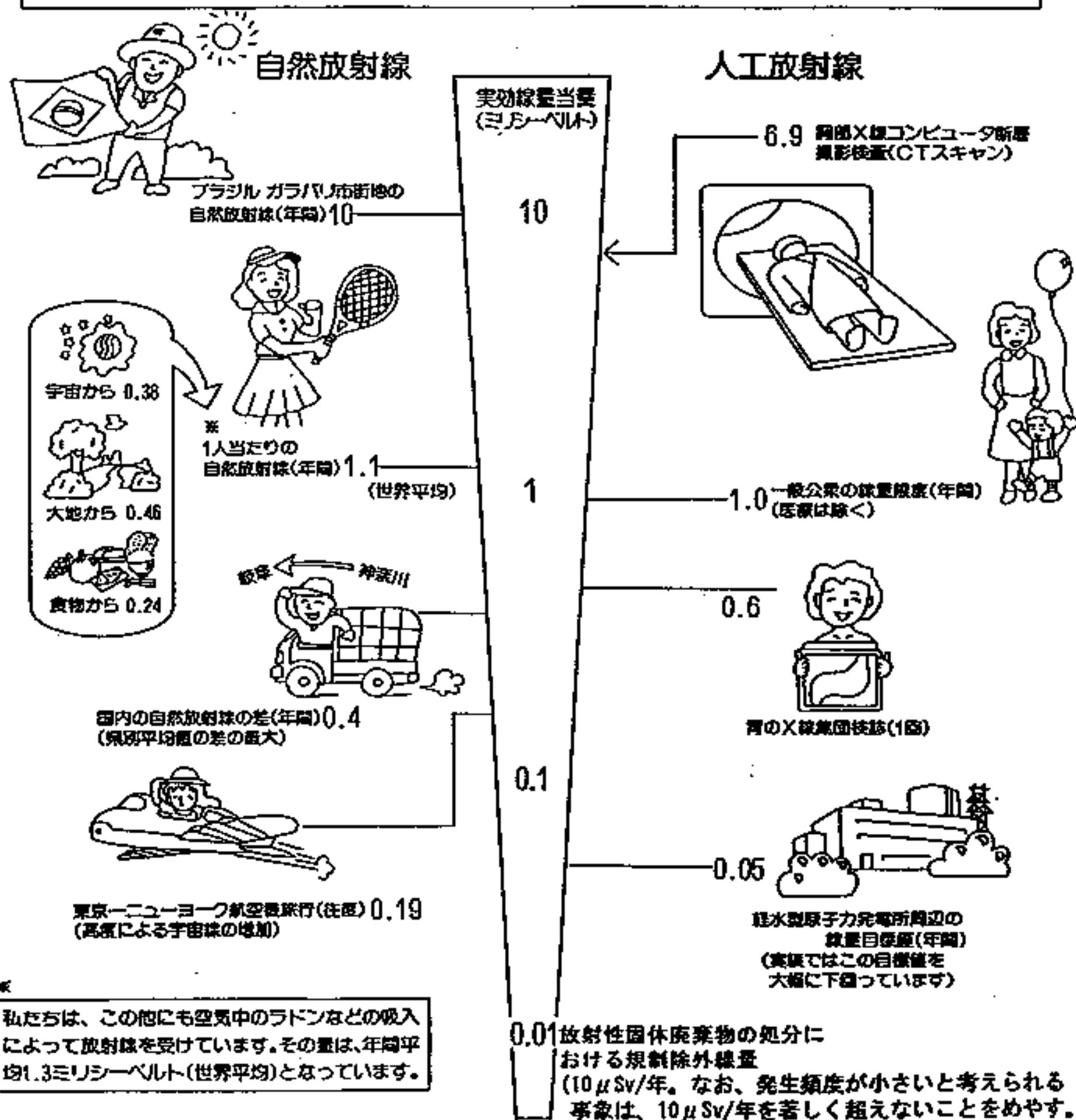


原子炉等規制法施行令第13条の9、一号及び二号の放射能濃度上限値(参考2に示す表の一及び二)は、上図に示した以下のシナリオ等により導出されている。

濃度上限値の導出の際には、管理期間終了後以後の線量評価に当たって使用する被ばく線量として10μSv/yが用いられている(原子力安全委員会「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」昭和62年6月)。

- ① 処分場跡地に住居を建設するため、掘削工事が行われ、建設作業者が埋設された廃棄物により、外部被ばくを受けるシナリオ
- ② 処分場跡地に建設された住居に居住し、廃棄物による外部被ばく及び住居の周囲で栽培した農作物を摂取して内部被ばくするシナリオ
- ③ 放射性物質が、地下水とともに地中を移行して河川に流入し、この河川水を利用して内部被ばくするシナリオ

日常生活と放射線



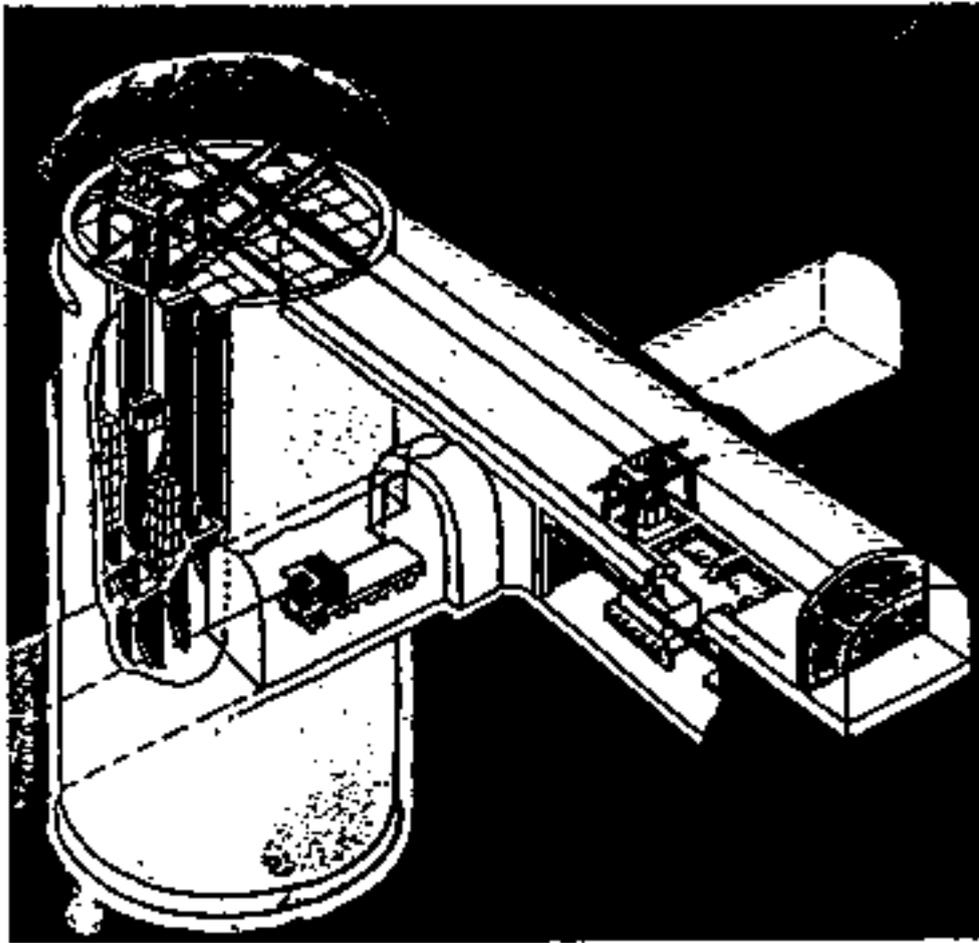
出所：「1993年国連科学委員会報告」ほか

対象廃棄物相当の放射性廃棄物も処分の対象に含む¹⁾ 海外の放射性廃棄物処分場例

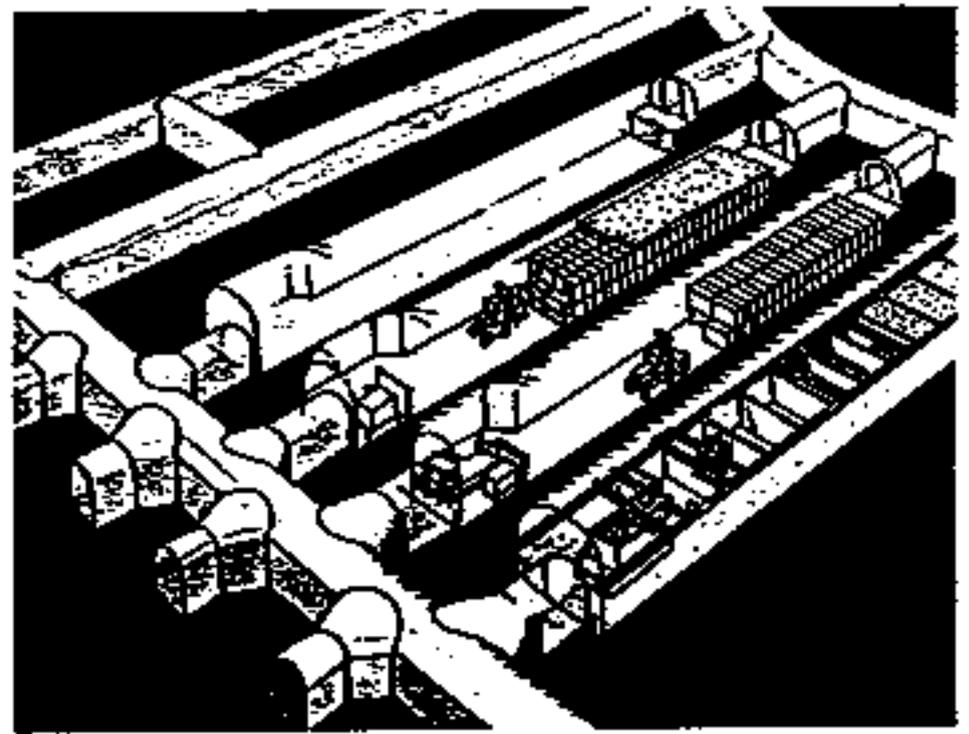
(注) 本報告書で対象とした廃棄物のみが処分されている放射性廃棄物処分場はない。ここでは、発電所から発生する他の低レベル放射性廃棄物や、再処理工場などから発生するTRU核種を含む廃棄物と共に処分が実施または計画されている例を、以下にまとめた。

処分事例	実施主体	立地場所	施設形式	処分深度	廃棄物種別	処分容器	操業状況	備考
Richland アメリカ	U.S.Ecology	砂漠	トレンチ	地下 約10m	主に原子力発電所で発生する放射性廃棄物(医療、研究所などの廃棄物を含む)	角型容器 200ℓドラム	1965年 操業開始	同様のHanford処分場で、ウヰングポート発電所の炉内構造物を原子炉容器と一体化処分の実績あり
SFR スウェーデン	SKB (スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社)	地下空洞	トンネル サイロ	海底下60m (水深5m以深)	主に原子力発電所で発生する低中レベルの放射性廃棄物(医療、研究所などの廃棄物も含む)	コンクリート角型容器(中レベル使用済燃料交換機など) 200ℓドラム(純固体廃棄物)	1988年 操業開始	液体廃棄物は拡張された施設に受入予定。ただし、炉内構造物は今後処分場を決定予定
VLJ フィンランド	TVO (産業電力会社)	地下空洞	サイロ	地下 90~100m	原子力発電所で発生する低中レベルの放射性廃棄物(放射化金属を含む)	200ℓドラム(中レベルアスファルト固化体、純固体廃棄物)	1992年 操業開始	液体廃棄物も処分予定
Welleberg スイス	NAGRA (放射性廃棄物貯蔵 全国組合)	山岳地	トンネル	山岳地表から 600~1000m	主に原子力発電所で発生する非発熱性の低中レベル放射性廃棄物(医療、研究所などの廃棄物も含む)	200ℓドラム	計画中	
Konrad ドイツ	BfB (連邦放射線防護庁)	鉄鉱山開坑	トンネル (開坑)	地下 800~1300m	原子力発電所の運転廃棄物、再処理プラントの液体廃棄物、医療、研究所廃棄物	200ℓドラム 円筒コンクリート容器 円筒鋼鉄容器 積載コンテナ	計画中	
Sellafield イギリス	NIREX (原子力産業放射性 廃棄物管理会社)	地下空洞	トンネル	地下 約900m	再処理プラント、原子力発電所の運転から発生する非発熱性の低中レベル放射性廃棄物(研究所廃棄物を含む)	200, 500ℓドラム(中レベル放射性廃棄物) 3m ³ 角型容器(低レベル放射性廃棄物) 12m ³ 角型容器(低レベル放射性廃棄物)	計画中(検討中)	低レベル放射性廃棄物は、IsDriex処分場にて処分の実績あり

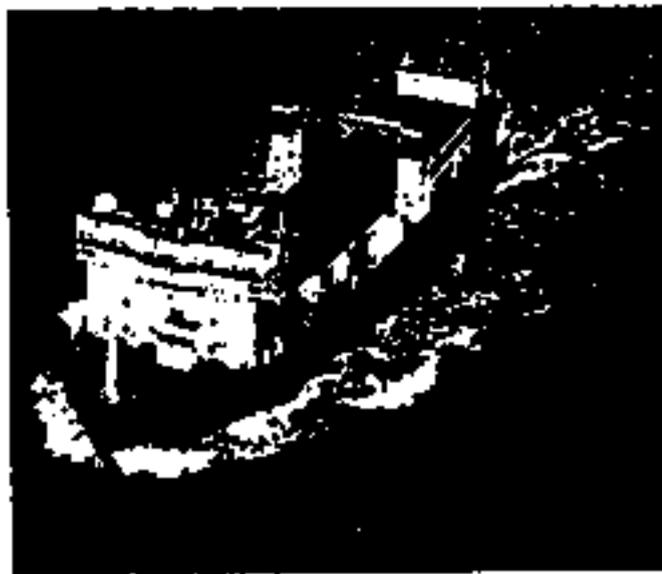
スウェーデンの放射性廃棄物処分場 SFR(操業中)



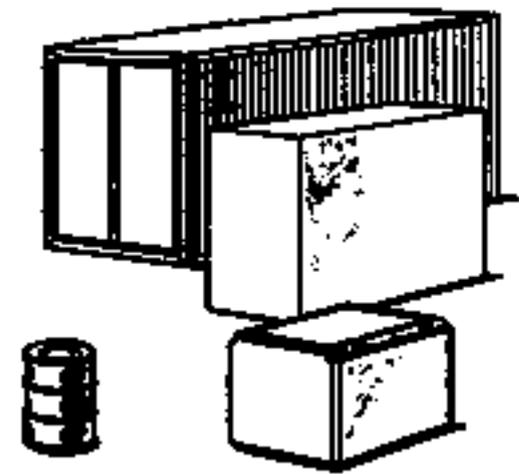
廃棄物ハンドリング概念図 (サイロ)



廃棄物ハンドリング概念図 (トンネル)



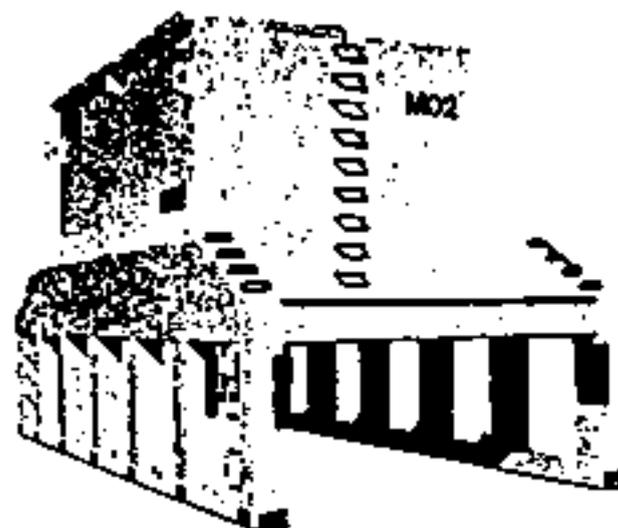
廃棄物専用運搬船 シギン



廃棄物処分容器

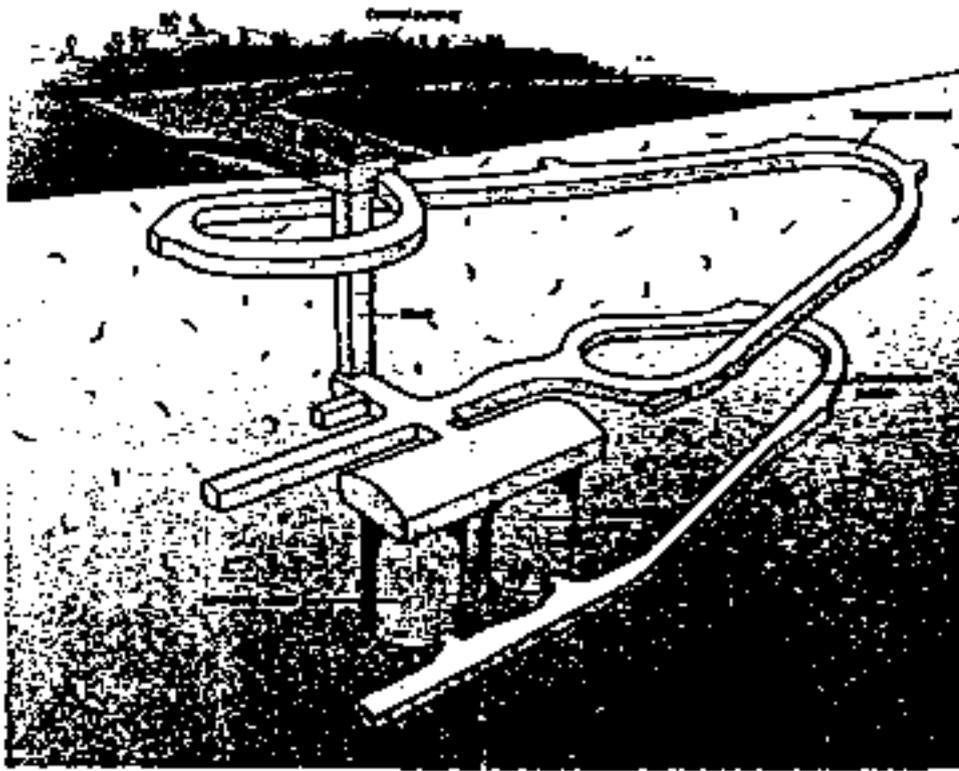


廃棄物搬入用車両

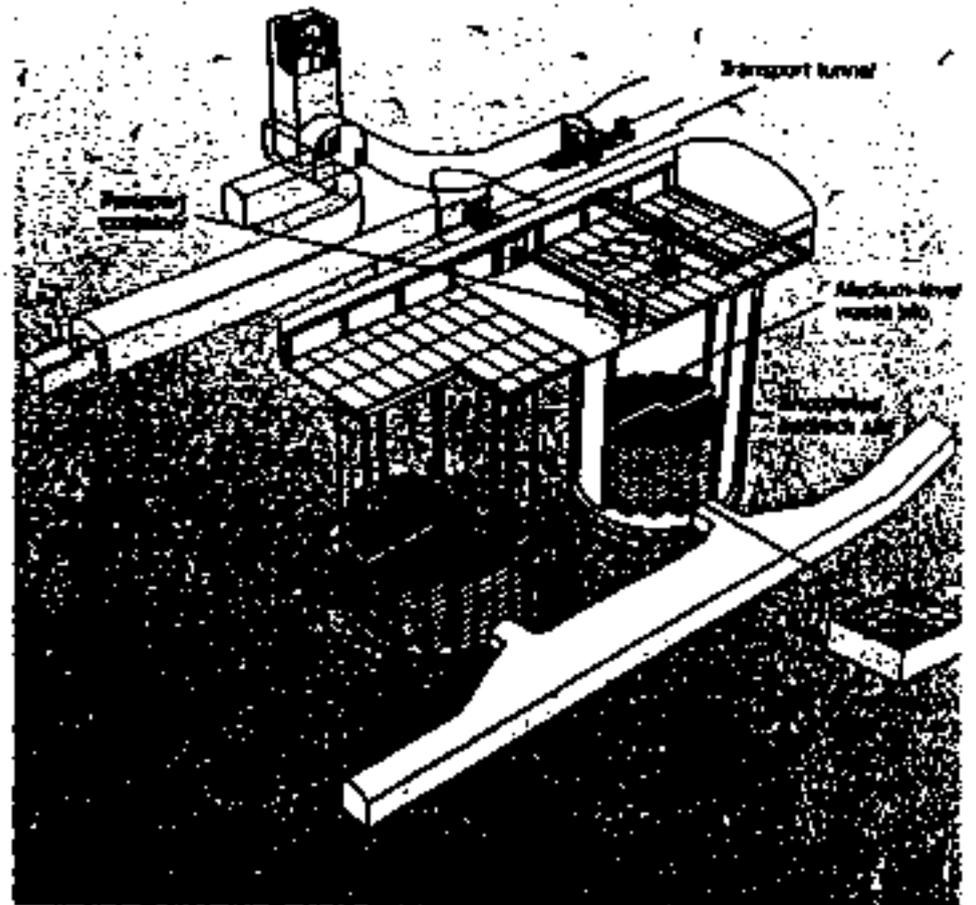


廃棄物用コンテナ

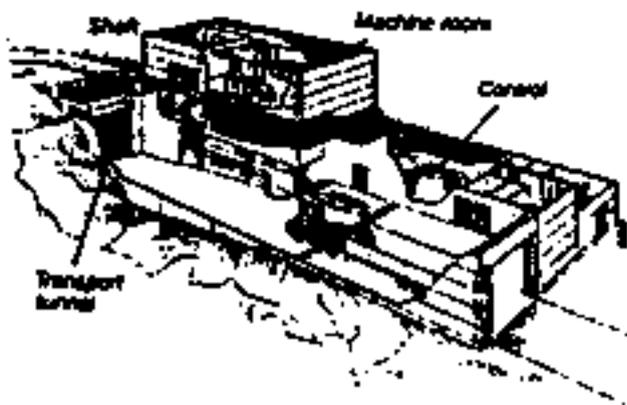
フィンランドの放射性廃棄物処分場 VLLJ(操業中)



処分施設全体図



廃棄物ハンドリング概念図



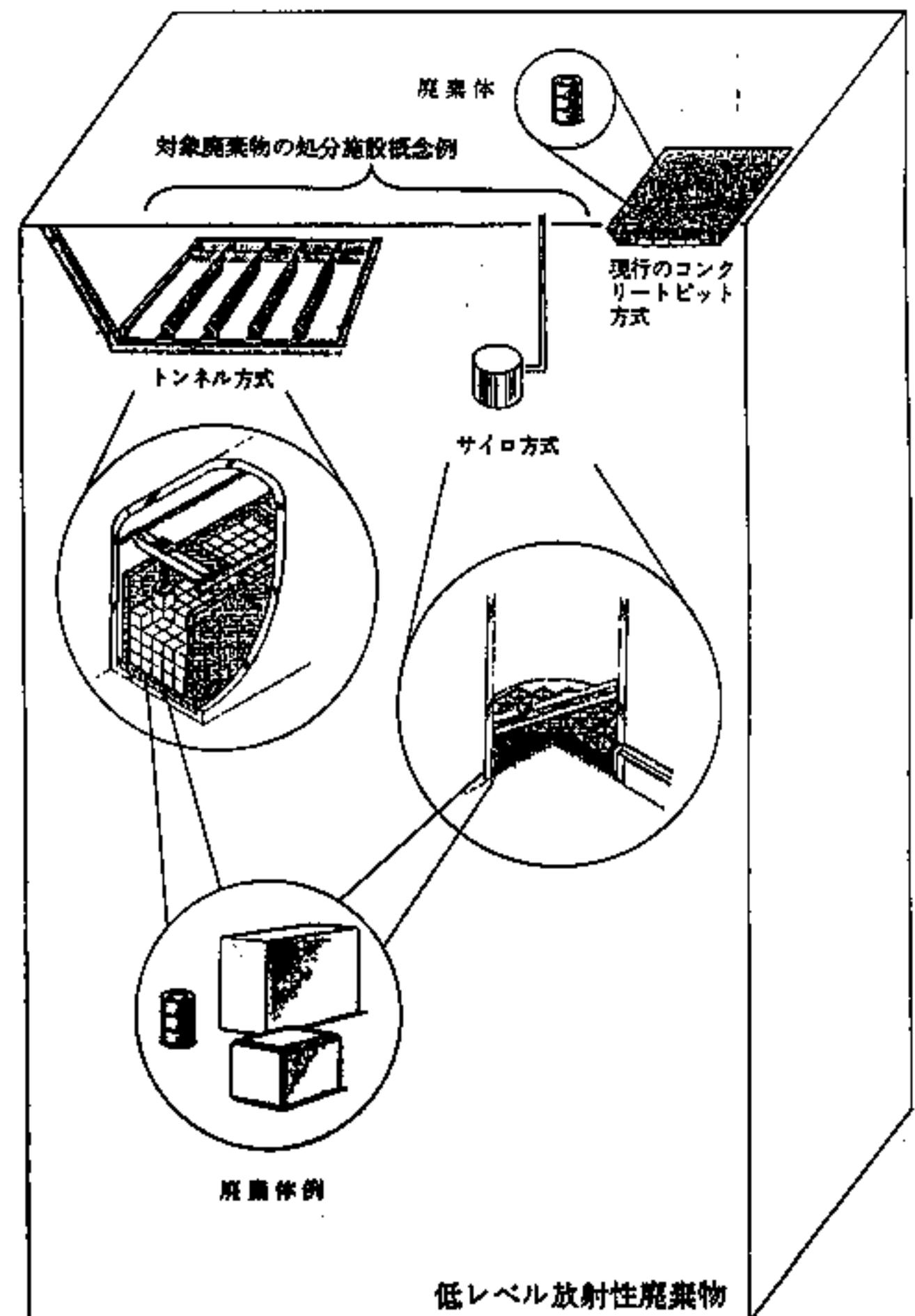
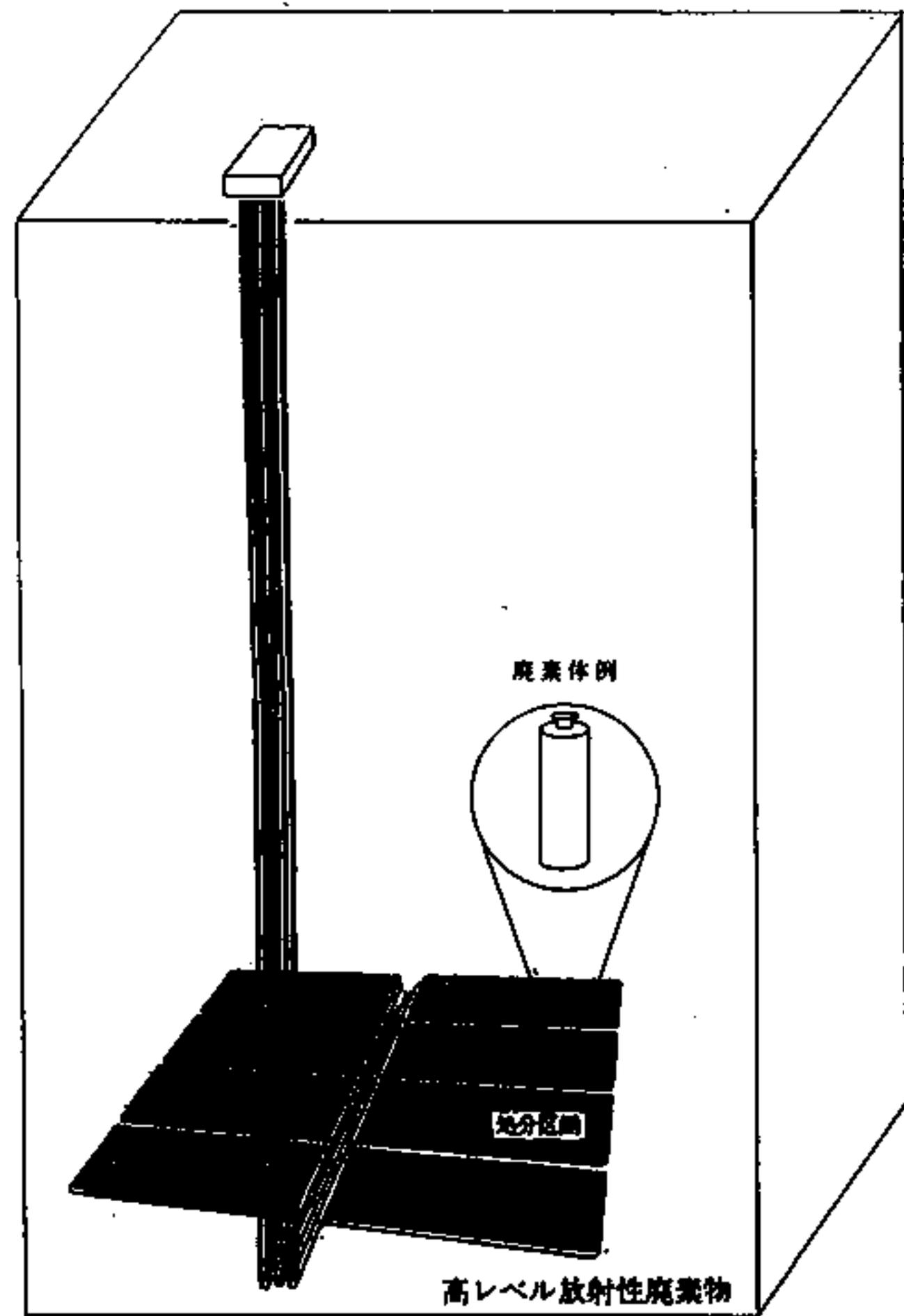
廃棄物搬入車両(斜坑入口)



廃棄物搬入車両(地下クレーンホール)



天井クレーンによるサイロ内への廃棄物の定置

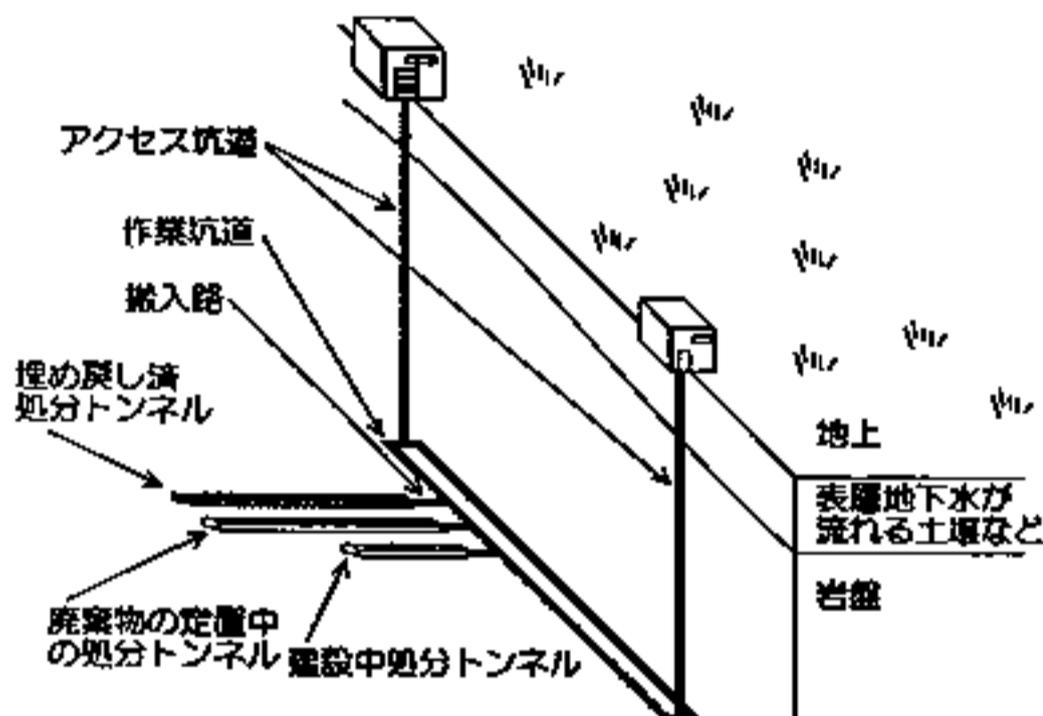


処分施設概念図

地下に設けた処分施設の建設、廃棄物の定置、埋め戻しの手順（例）

総論

- ① 処分トンネルや処分サイロを建設するためには、アクセス坑道 (a1) を設けて地中に入り、作業坑道を設けて建設の拠点となる空間を確保する必要がある。工事作業や放射線防護に係る安全対策から、これら坑道は2系統に分け、物と人などの動線が交わらないようにするのが基本である。
- ② これらの坑道には、その維持管理のために保護工を施すとともに、地下水の水圧で保護工等が崩れないように、その背面から湧水を排水する管理が行われる。
- ③ 処分トンネルや処分サイロは、これらの坑道から枝分かれする形で掘削される。
- ④ アクセス坑道や作業坑道は、経済効率の観点から、処分の需要がある限り継続して使用されると考えるのが一般的である。このため、地下施設の建設、廃棄物の定置、埋め戻しは並行して実施され、アクセス坑道などが埋め戻されるのはすべての作業が終わった後になる。



トンネル型処分施設

処分トンネルの掘削で発生した捨て石は搬入路等を通じて地上に搬出する。

処分トンネルの掘削完了後にピット (a2) を施工し、構造上、安全上の問題とならないように廃棄物の搬入経路以外（側部）を埋め戻す。

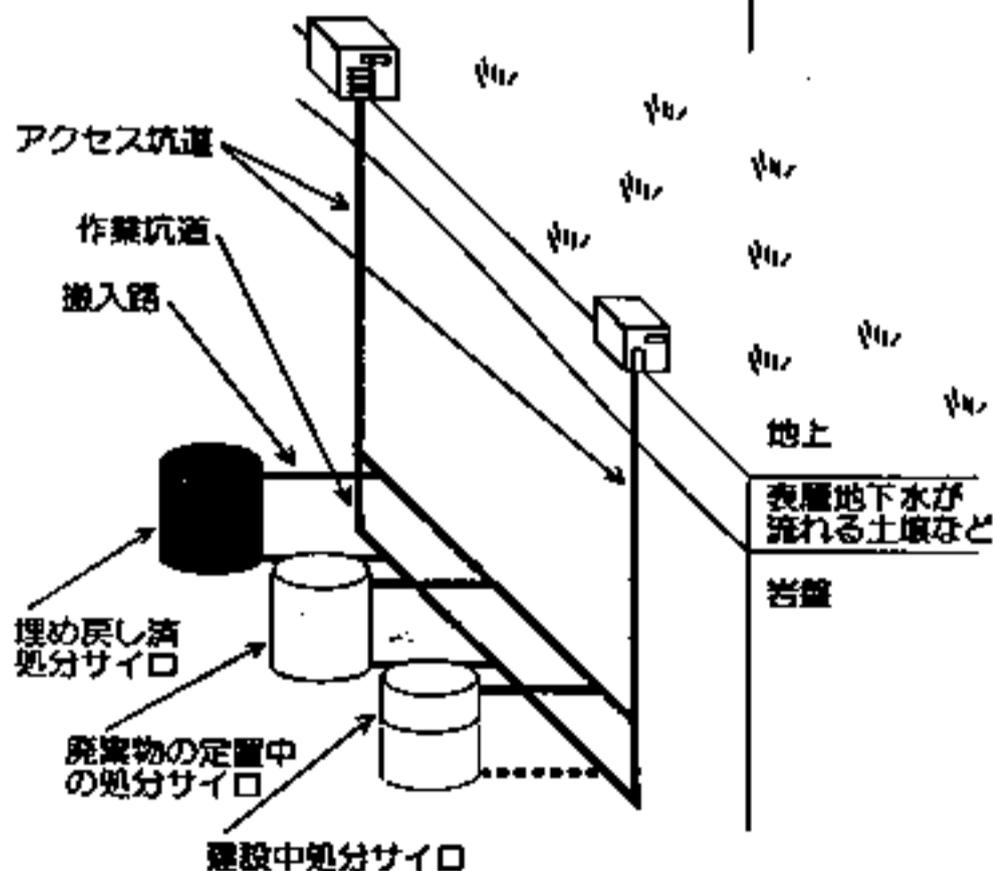
処分トンネル内のピットに廃棄物を定置して、定置が完了すればピットに覆いを施し、処分トンネル自体を埋め戻す。このとき、処分トンネル上部の線間は構造上、安全上の問題とならないように土砂などで充てんする。

サイロ型処分施設

処分サイロは、基本的に上から下へと、壁面の支保工を施しながら掘削・建設する。発生した捨て石を効率的に運び出すため複数の搬出路（下部搬出路）が設けられる。

処分サイロの掘削完了後にピット (a3) を施工し、構造上、安全上の問題とならないように廃棄物の搬入経路以外（側部）を埋め戻す。

処分サイロ内のピットに廃棄物を定置して、定置が完了すればピットに覆いを施し、処分サイロ自体を埋め戻す。このとき、処分サイロ上部の線間は構造上、安全上の問題とならないように土砂などで充てんする。



注1) アクセス坑道には立坑、斜坑、スパイラル坑などの形態があり、施設要件、岩盤特性や物の搬入出方法（エレベータ、軌道車両、自走式車両等）などを踏まえて選定される。

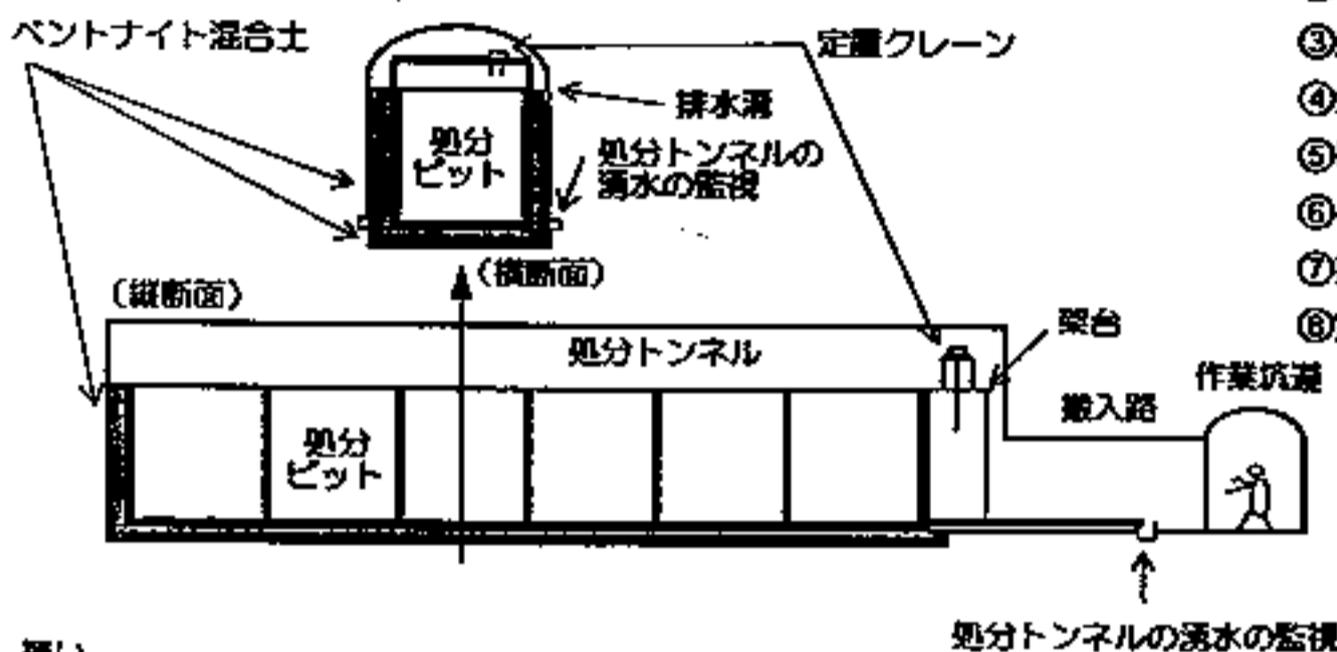
2) 例えば、処分トンネルの規模（幅十数m、長さ百m程度）に応じたコンクリートピット。

3) 例えば、構造壁で内部を区分した処分サイロの規模（直径数十m、高さ五十m程度）に応じたコンクリートピット。

トンネル型処分施設の建設、廃棄物の定置、埋め戻しに係る検討(例)
 -ベントナイト混合土を施工する場合-

建設段階

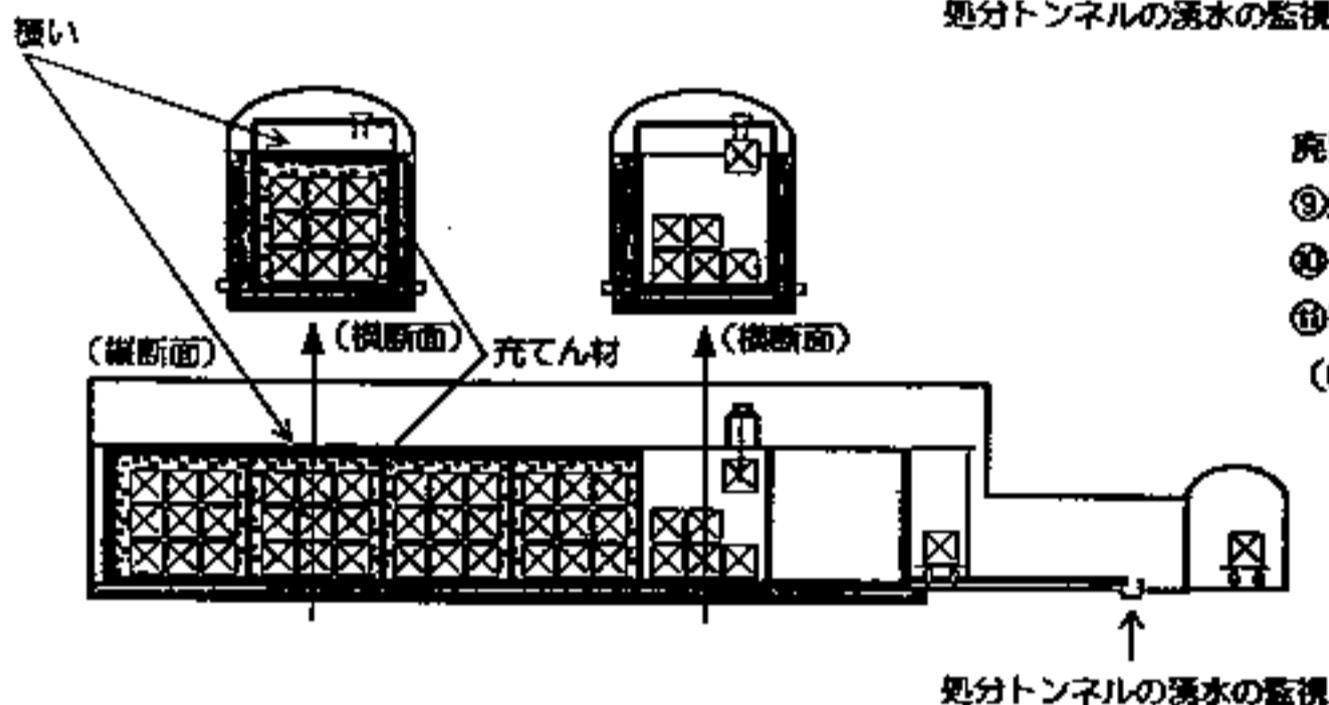
- ①処分トンネルの掘削
- ②トンネル支保工の設置(必要に応じ)
- ③底部ベントナイト混合土の施工
- ④地下水監視孔の設置
- ⑤ピットの施工
- ⑥ベントナイト混合土による側部埋め戻し
- ⑦排水溝の設置
- ⑧定置クレーンの設置(側壁上)



管理
 ・放射線管理の対象はない

廃棄物の定置等が行われる段階

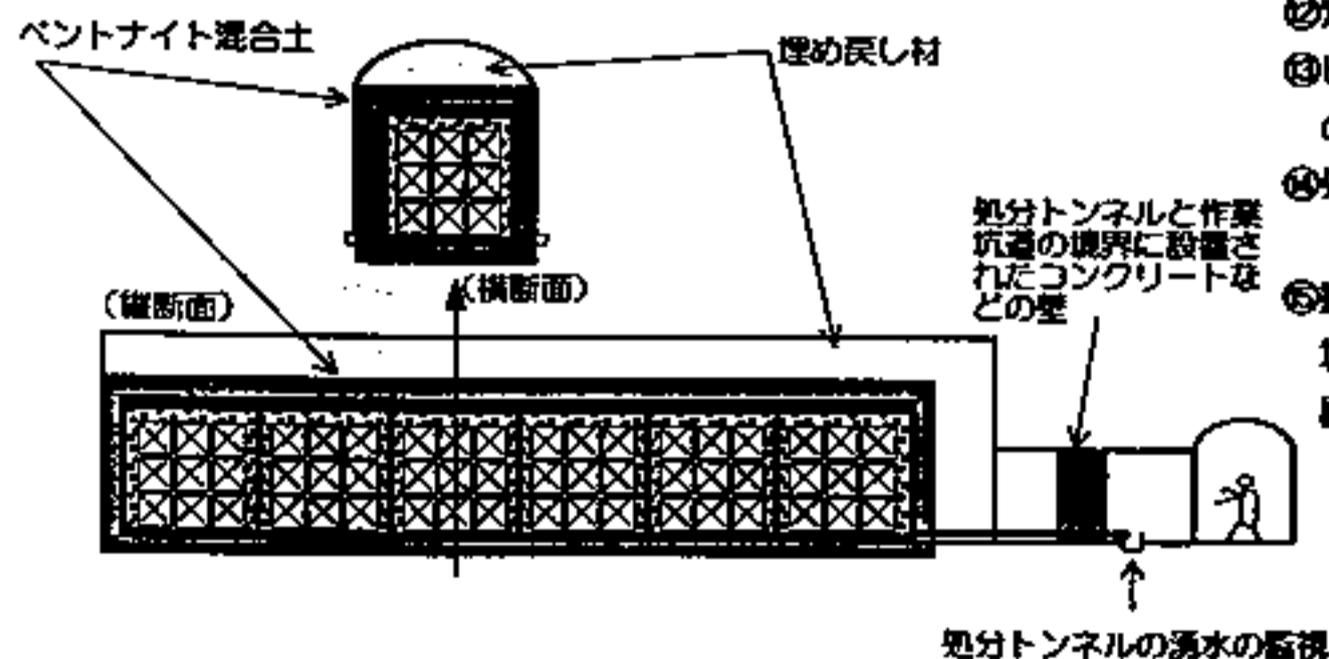
- ⑨廃棄物の定置
- ⑩ピット内の隙間の充てん
- ⑪ピットへの覆いの設置
- (⑨~⑪の繰り返し)



管理
 ・適隔でピットを監視する。
 ・従事者の放射線管理を実施する。
 ・処分トンネルの湧水は採取・測定して排水する。

処分トンネルの埋め戻し段階

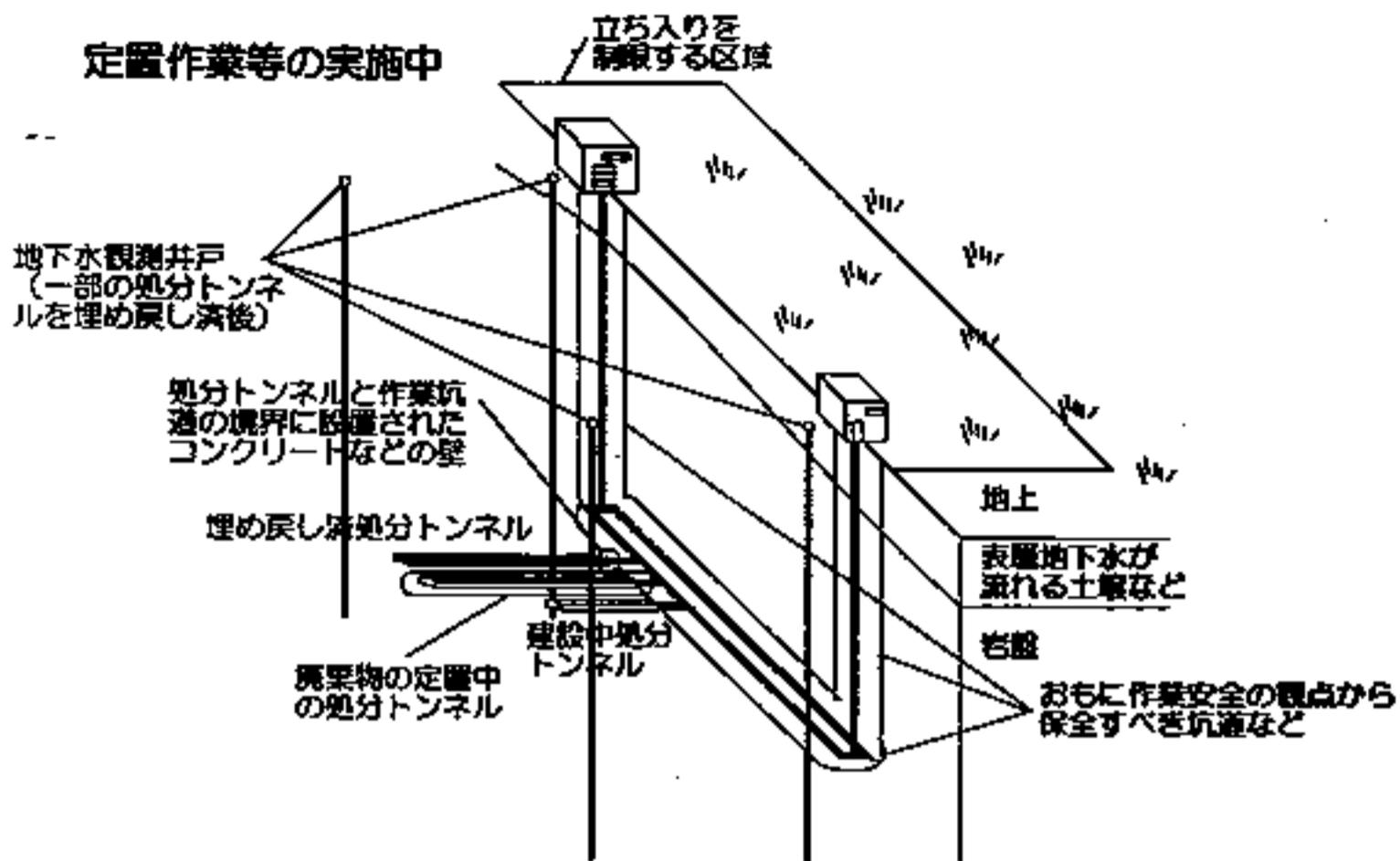
- ⑫定置クレーンの撤去
- ⑬ピット上面へのベントナイト混合土などの施工
- ⑭処分トンネルの隙間の充てん(奥から手前、下から上)
- ⑮搬入路の埋め戻しと処分トンネルと作業坑道の境界にコンクリートなどの壁の設置



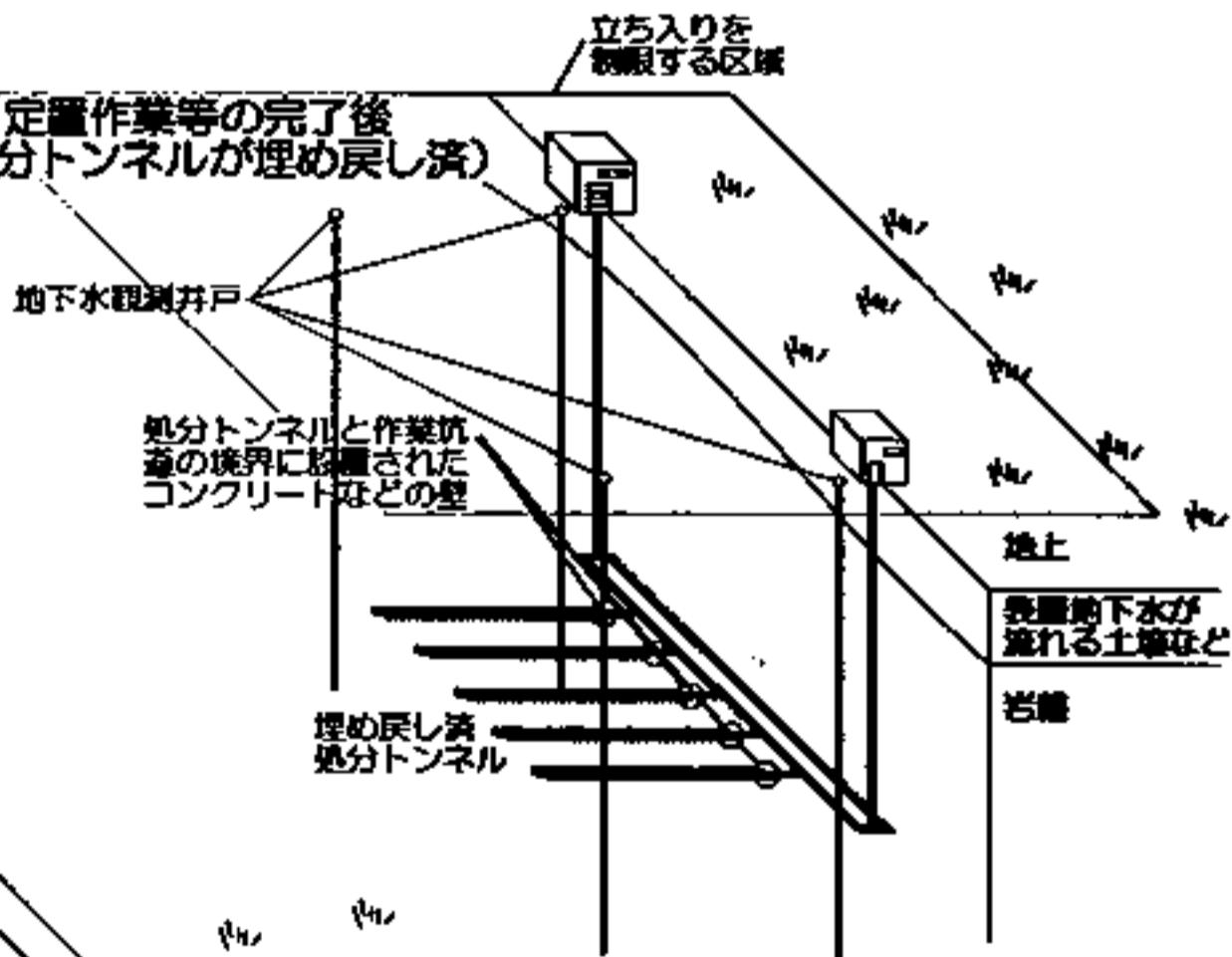
管理
 ・境界のコンクリート等の壁を監視点検する。
 ・従事者の放射線管理を実施する。
 ・処分トンネルの湧水は採取・測定して排水する。
 ・処分トンネル周辺に地下水観測井戸を設け、地下水の流動状況の観測と放射性核種の移行の監視を行う。

トンネル型処分施設の管理 (例)

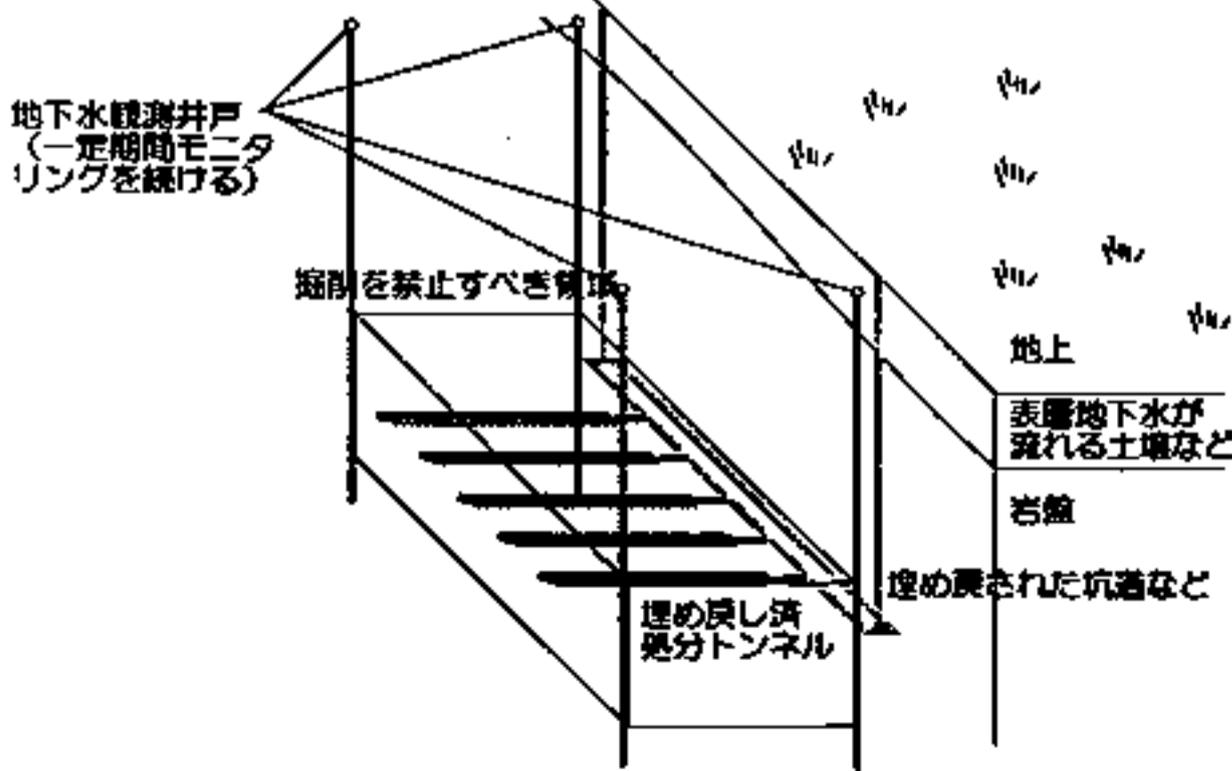
定置作業等の実施中



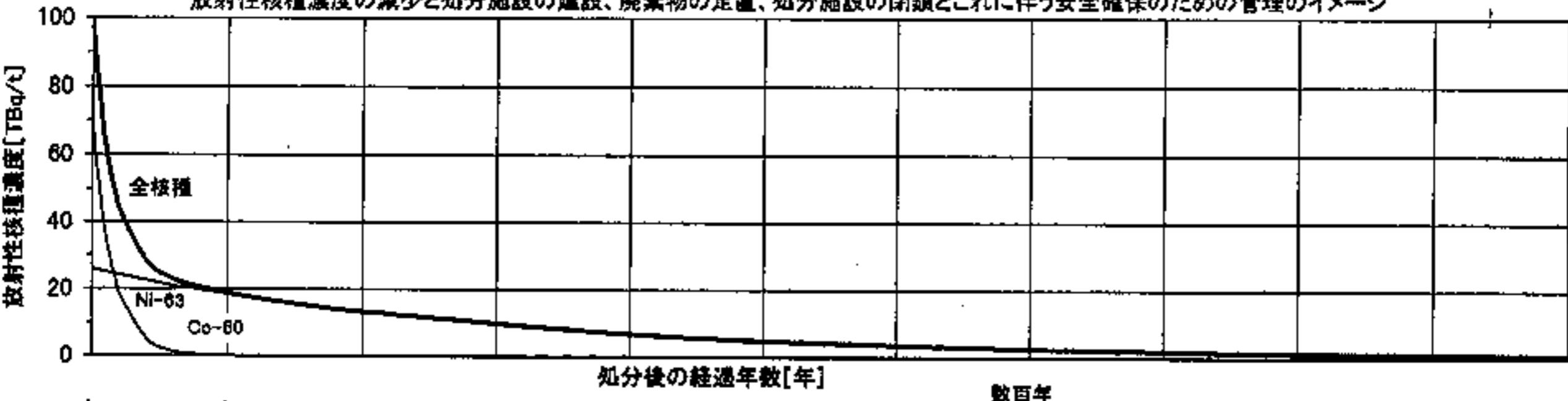
定置作業等の完了後 (全処分トンネルが埋め戻し済)



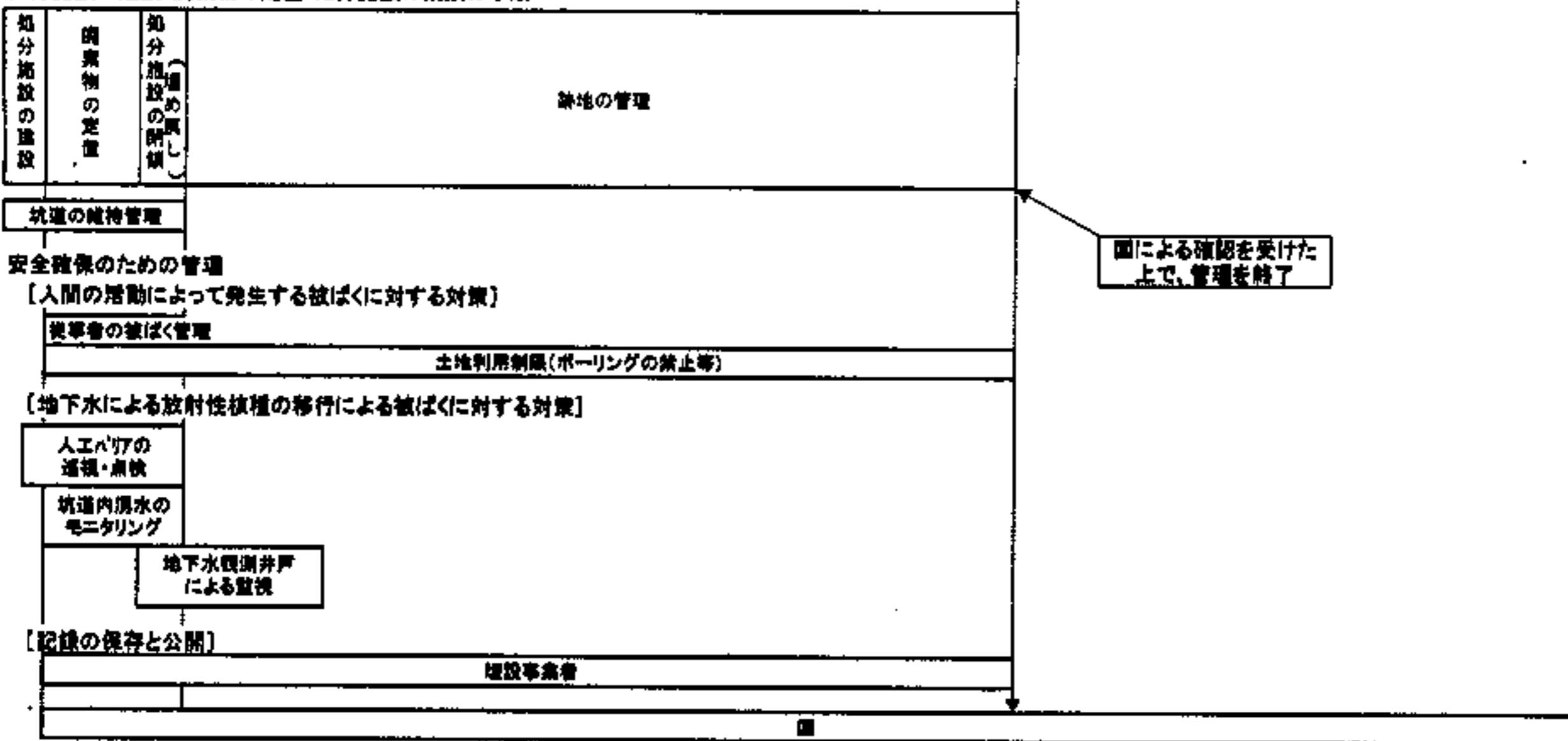
処分施設の埋め戻し後



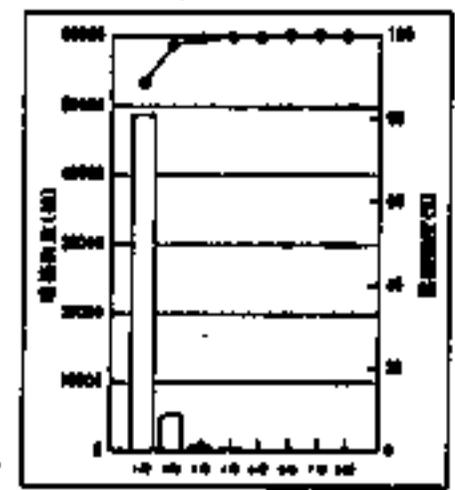
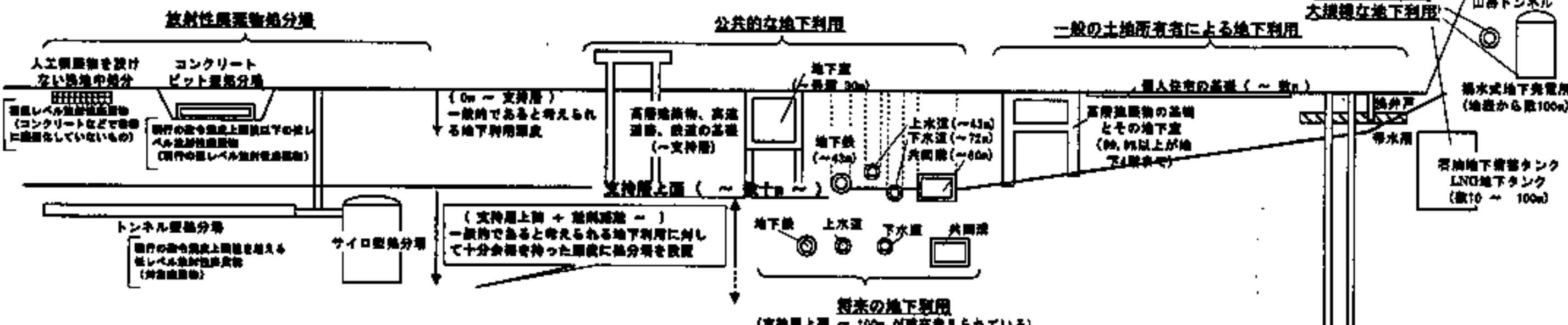
放射性核種濃度の減少と処分施設の建設、廃棄物の定置、処分施設の閉鎖とこれに伴う安全確保のための管理のイメージ



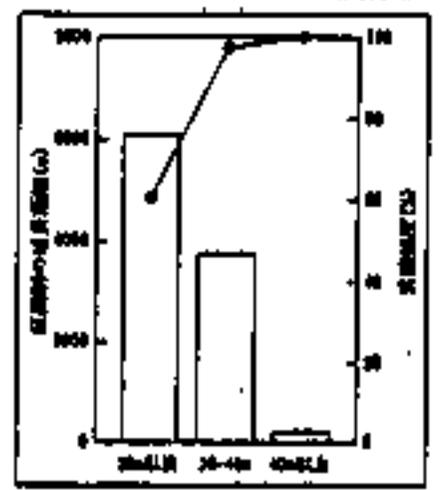
処分施設の建設・廃棄物の定置・処分施設の閉鎖の手順



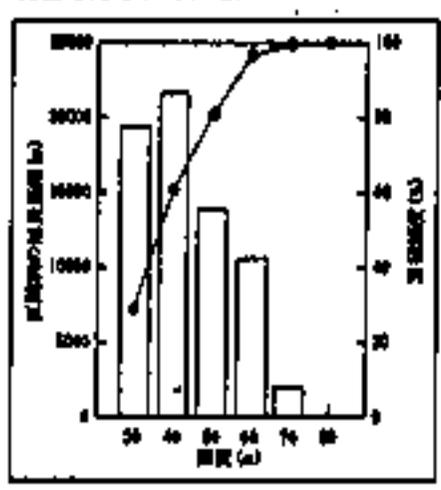
地下利用の実態と現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物処分場の想定深度



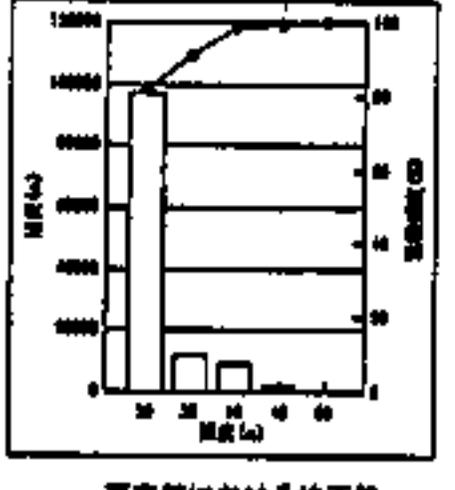
東京都における地下室の階数分布
(最奥は、国会図書館の地下8階(深さ30m)である。)



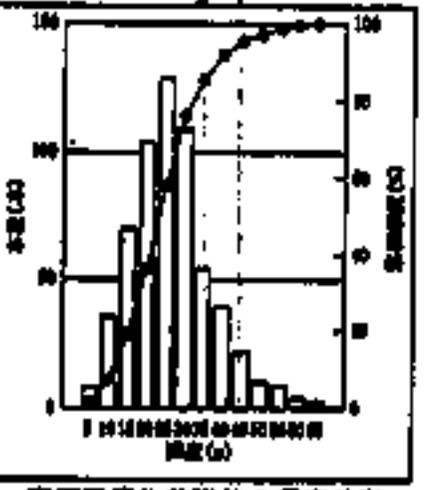
上水道における深さ分布



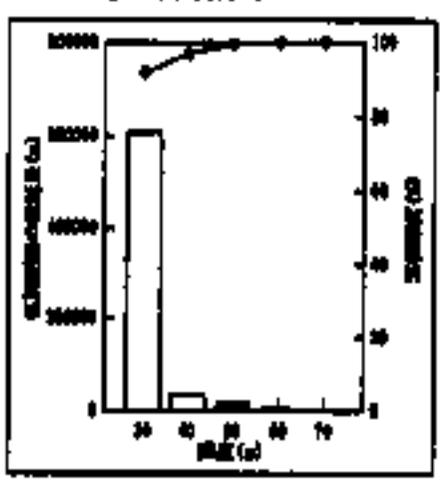
首都高速度鉄高層部基礎杭の深さ分布



東京都における地下鉄トンネルの深さ分布

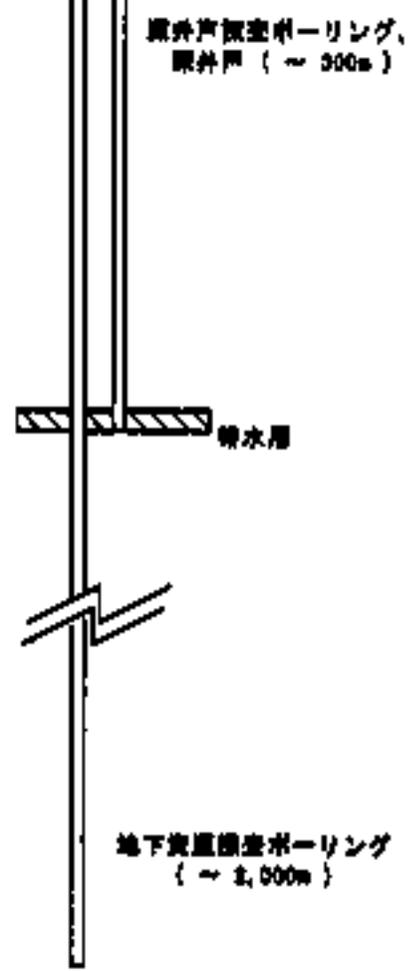


高層建築物基礎杭の深さ分布



京新幹線の基礎杭の深さ分布

「臨時大規模地下利用調査 概要」(臨時大規模地下利用調査会 平成10年8月)
「TRU廃棄物処分場への入国費入の観点から見た地下構造物深さ分布調査」(澤本ら、日本原子力学会誌、平成2年8月) などより



地下利用における調査について

地下構造物の建設にあたっては、設計・施工に係る情報を得るため、各種の調査が行われる。「地下空間」利用ガイドブック（財）エンジニアリング振興協会編）によると、主要な調査としては「立地条件調査」、「支障物件調査」、「地盤調査」、「施工管理調査」及び「環境保全調査」があげられる。

1. 「立地条件調査」

地下利用を計画している地域の土地利用の状況、及び施工時の作業基地や残土処理などの支障が生じないかなどに関する調査であり、権利状況については、一般的な土地使用権などのほか、地下資源に関する鉱業権及び水利権などについて調査する。

2. 「支障物件調査」

地下構造物の建設によって影響を受ける恐れのある諸物件あるいは支障となる諸物件の現況の調査であり、調査対象は、地上・地下構造物とそれらの基礎状況、ガス、上下水道、電力、通信などの地中管路、井戸などである。

支障物件調査は、資料調査と現地調査からなる。

資料調査は、行政資料(公図、埋設物台帳など)及び構造物管理者資料などを閲覧したり、地形図、災害記録などの各種の記録を参照して行われる。

このような調査が煩雑であるため、一元的に管理するためのツールとして、最近、一部の公共埋設物に関して、コンピュータを利用した地理情報システム(GIS)^(*)の整備が検討されている。

現地調査としては、測量・試掘などが行われる。

(*)国土空間データ基盤の整備及びGISの普及の促進に関する長期計画(平成8年12月18日 地理情報システム(GIS)関係省庁連絡会議決定より)において、「国土空間データ基盤(GISの利用を支える地図データ及び位置参照情報、その上に掲載されるGISに広範に利用される我が国土に係る統計情報などのデータなど)は、道路や上下水道などのハードの社会基盤に匹敵する利益をもたらすものであり、社会基盤として位置づけ、行政が中心となってその整備と相互利用の環境づくりを先導することが適当である。21世紀当初までにGISの全国的普及を進め、国土空間データ基盤のひととおりを整備する。」旨、示されている。

3. 「地盤調査」

地盤は、地下構造物の設計や施工を行う上で極めて重要であり、いろいろな視点からの調査が必要である。調査の初期段階では広い地域の調査を行い地盤特性の概要及び問題点を把握した後、建設の基本計画に照らした、本調査を行う。地盤調査の主な方法は、資料調査、物理探査^(**)、ボーリング調査などである。

(*2) 地盤に、振動や電気などを加えて生じた物理現象または地盤に関連して自然に生じている物理現象を計測して地盤の性状や構造を推定する。利用する物理現象によって様々な技術がある。

主要な地盤調査技術

調査方法	調査の内容と技術
資料調査	既存の地盤図などを利用し、地盤の状況を調査する
地質調査	地表・地質などの観察・調査によって、地表及び地下における地層などの性状・構成・構造などを解析する
物理探査	弾性波探査（地震探査ともいう。地表面から振動（弾性波）を発生し、異なる地層間での弾性波の屈折、 あるいは反射を地表で受信観測することで地下構造などを調査する方法） 電気探査（大地に大電流を流し、観測地点間の地層の比抵抗など電気的物性の差異により、地下構造や地 層を調査する方法） トモグラフィ（医学のCT法と同じような原理で弾性波や比抵抗などを利用して地盤の内部を調査する） など
ボーリング調査	孔径60～120mmで削孔し、調査・試験用試料を採取するとともにボーリング孔は各種調査に利用する
孔内原位試験	ボーリング孔で直接に地盤の強度などを調査する
物理検層	ボーリング孔を利用して行う物理探査法
地下水調査	帯水層（地下水で飽和している地層）の性状・分布、水位・水圧、流動状況、湧水量、水質などの調査
土・岩石の物理試験	粒度分布、含水比、単位体積重量などを求める試験
土・岩石の力学試験	圧縮強度、引張強度、変形特性、圧密特性などを求める試験

「「地下空間」利用ガイドブック」（財）エンジニアリング振興協会編）などより作成

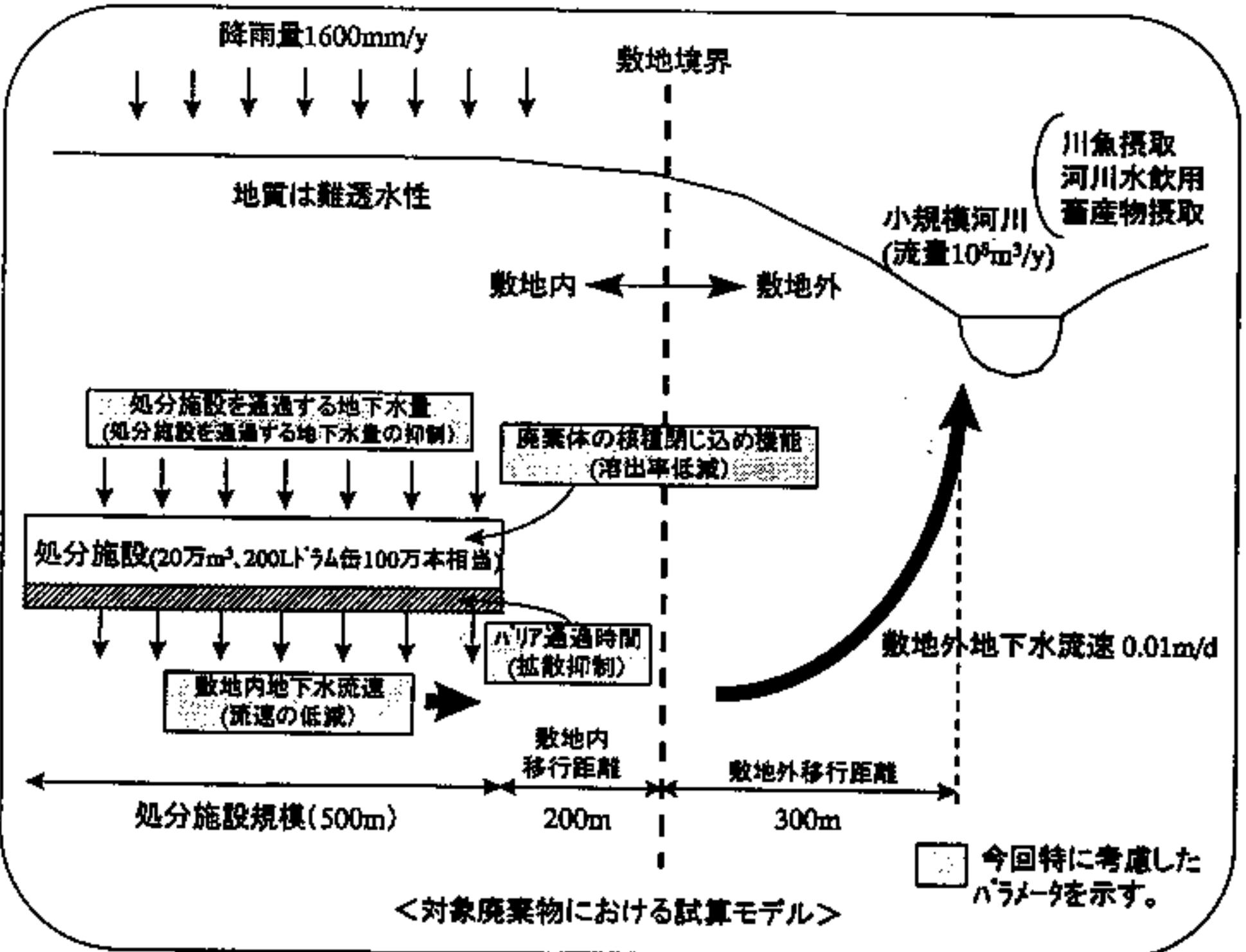
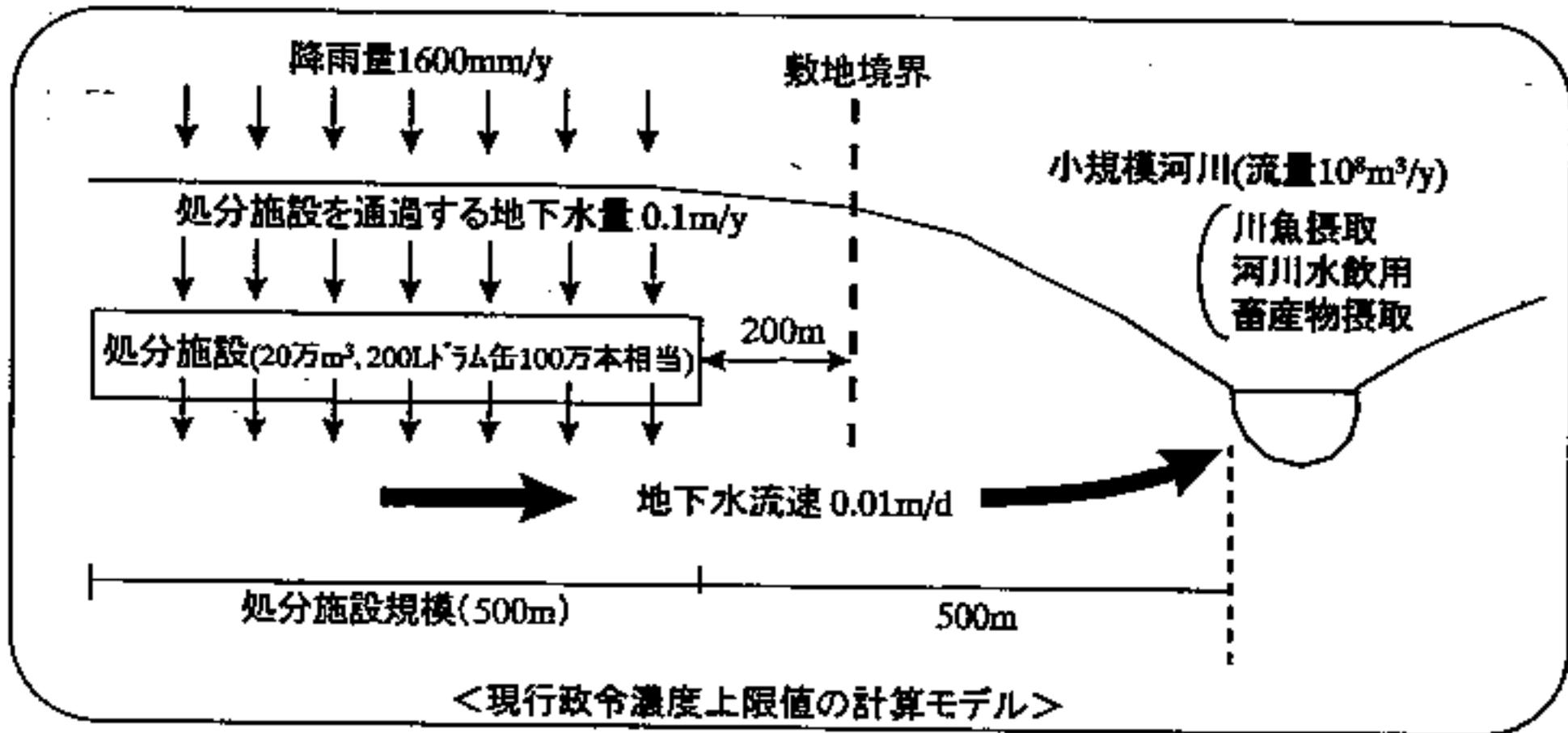
4. 「施工管理調査」

工事に伴って地盤が事前情報による予測とは異なった挙動をすることがあるので、地下構造物の施工中の地盤及び構造物の挙動を観察・計測し、データに基づいて、当初計画を見直しながら工事を進める。調査対象は、掘削に伴って発生した地中応力による地盤の変形（地山の挙動）が主体で、地盤・湧水状況などの地山観察及び建設空間の内空変位・支保工の変形などを計測する。

更に、近年、山岳トンネルの施工において、事前調査で破砕帯など施工上の支障が懸念される場合、安全上の確認を行うため、掘削しながら切羽前方の探査を行い、安全上の確認を行っている例がある。

5. 「環境保全調査」

周辺環境への影響が予想される現象については、工事前、工事中、場合によっては工事完了後にも調査を行う。調査対象は、自然環境、振動、騒音の変化など、周辺地盤の変動及び沈下、地下水の変動及び水質の変化などである。



地下水移行に係る安全確保試算モデル

対象廃棄物の埋設処分に係る地下水移行における安全確保の見通し

ケース No.	敷地内			敷地外		判定
	不透水性材料など			天然の土壌など		
	処分施設を通過する地下水量	廃棄体の核種閉じ込め機能	不透水性材料などを通過する時間	地下水流速	敷地内の移行距離	
現行の政令濃度 上限値計算条件	0.1 m/y	なし	なし	0.01m/d	200m	×
1				1桁低下		○
2	3桁低下					○
3	2桁低下	考慮*				○
4	2桁低下	考慮	考慮			○

凡例

- : 10 μ Sv/yを下回るケース
- × : 成立見込みが小さいケース

* ケースNo.3ではケースNo.4よりも廃棄体が放射性核種を閉じ込める機能を高く評価している

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に係る安全確保策(管理期間経過後)

現行の政令濃度上限値以下の低レベル放射性廃棄物と同様な浅地中処分

今回提案した処分概念

[安全確保策]

[処分の安全性]

値出現し行なうための政令を処置分使用上限値及び評価を評

①処分場から漏出した放射性物質が地下水中を移行し、食物連鎖を通じた被ばく
被ばく線量: ~数 $\mu\text{Sv}/\text{年}^{(1)}$

②処分場跡地利用による被ばく
・処分場跡地での住居建設
・処分場跡地での居住
(処分場跡地内で耕作された農耕を通じた被ばく)
被ばく線量: ~数 $\mu\text{Sv}/\text{年}^{(1)}$

地下水による放射性物質の移行対策
放射性核種の移行 → 地下水流速の小さい場所の選択等
速度の低減が必要

処分場跡地利用への対策
処分場跡地の掘削等による被ばく防止 → 高層建築物等の支持層の上面よりも深く、適切な距離を確保した地下への処分

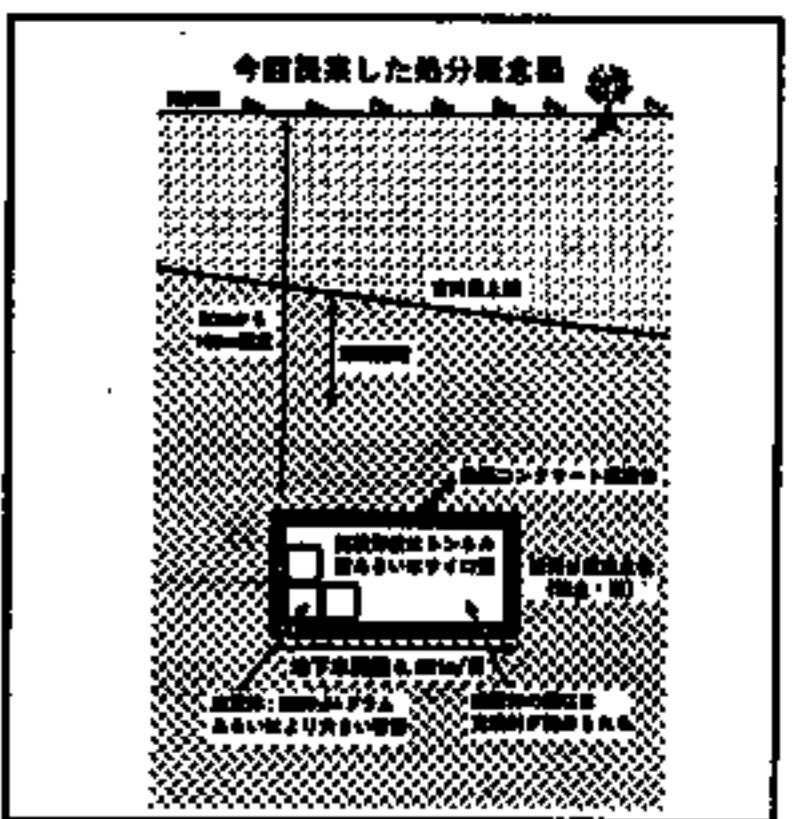
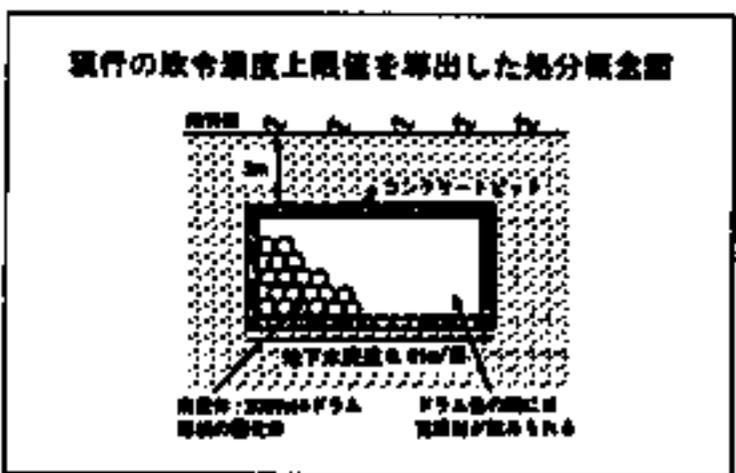
一般的であると考えられる事象

①処分場から漏出した放射性物質が地下水中を移行し、食物連鎖を通じた被ばく
被ばく線量: 10 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ 以下

②処分場跡地利用による被ばく
・処分場跡地での住居建設
・処分場跡地での居住
(処分場跡地内で耕作された農耕を通じた被ばく)
廃棄物と人間の接触は無く、被ばくは生じない。

処分場
・地下水流速は、0.01m/日
・深度3mの浅地中にコンクリートピットを設置

処分場
・地下水流速は、例えば0.001m/日
・例えば深度50~100mの地下にトンネル型又はサイロ型の処分場を設置



(一般的であるとは考えられない) 事象例

③六ヶ所低レベル放射性廃棄物場設計上の事業許可申請書に記載された発生頻度が小さいと考えられる評価シナリオ
・地下敷地を有する建物の建設工事による被ばく
廃棄物と人間の接触は無く、被ばくは生じない。

④高層建築物の建設工事による被ばく
廃棄物と人間の接触は無く、被ばくは生じない。

⑤地下利用計画に伴う調査として行われるボーリング調査を想定
被ばく線量: 数十 $\mu\text{Sv}/\text{年}$

安全の確保

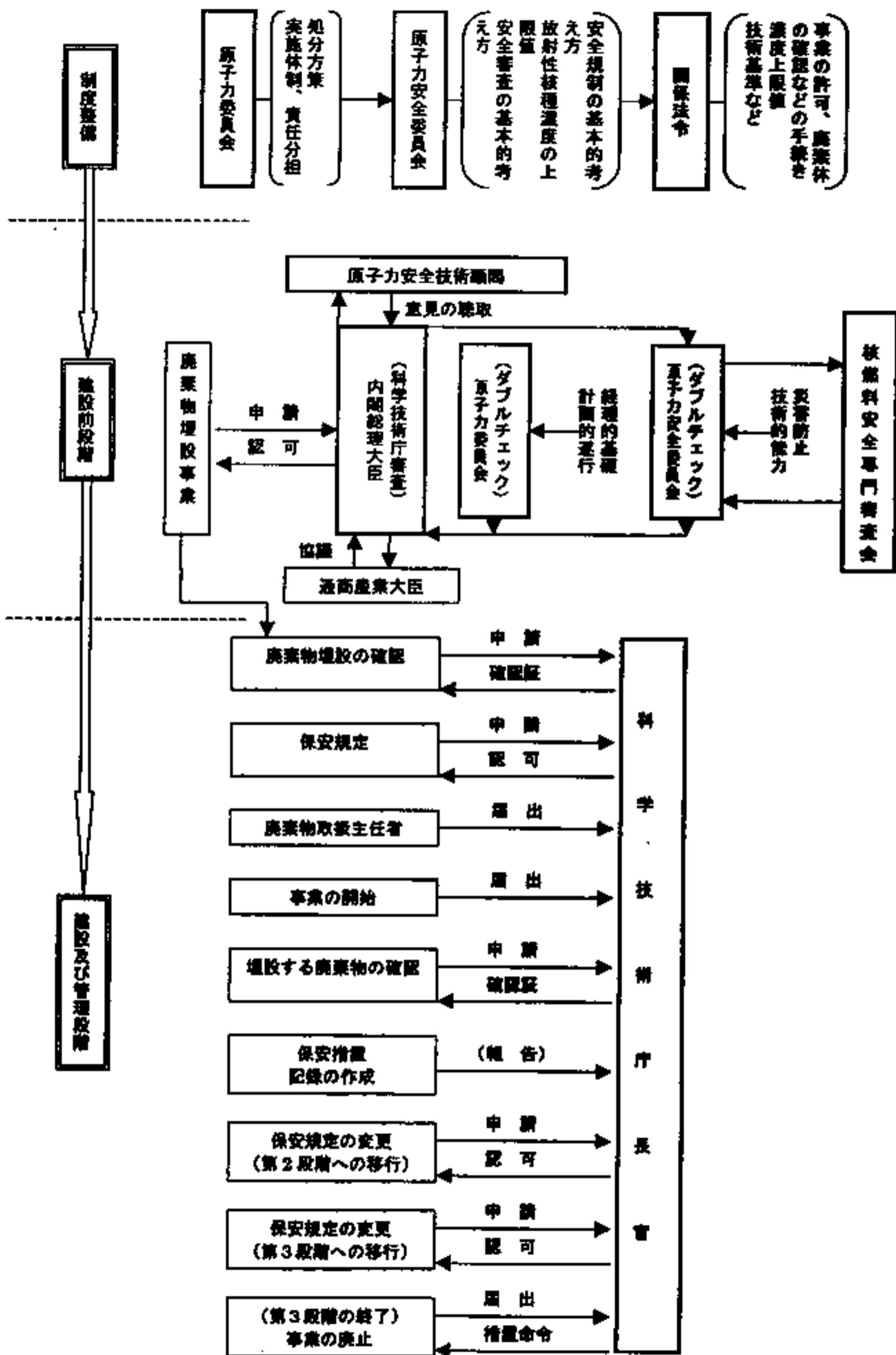
処分場に関する記録の効果的な保存と公開

廃棄物と人間の接触の可能性の一層の低減

対象廃棄物は、現行の政令濃度上限値を導出した際の処分概念の評価シナリオを適用すると、被ばく線量10 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ を下回ることはできない。

注1) 調査中の放射性核種の濃度等について、電気測定等による値を用いて試算した。
注2) 処分場を含む地下利用が計画された際に、処分場の記録が入手されなかった等の理由で処分場の存在が調査で明らかでなく調査が行われ、処分場付近に直する調査が行われ、ボーリング調査を通じた被ばくが生じる場合を想定した。

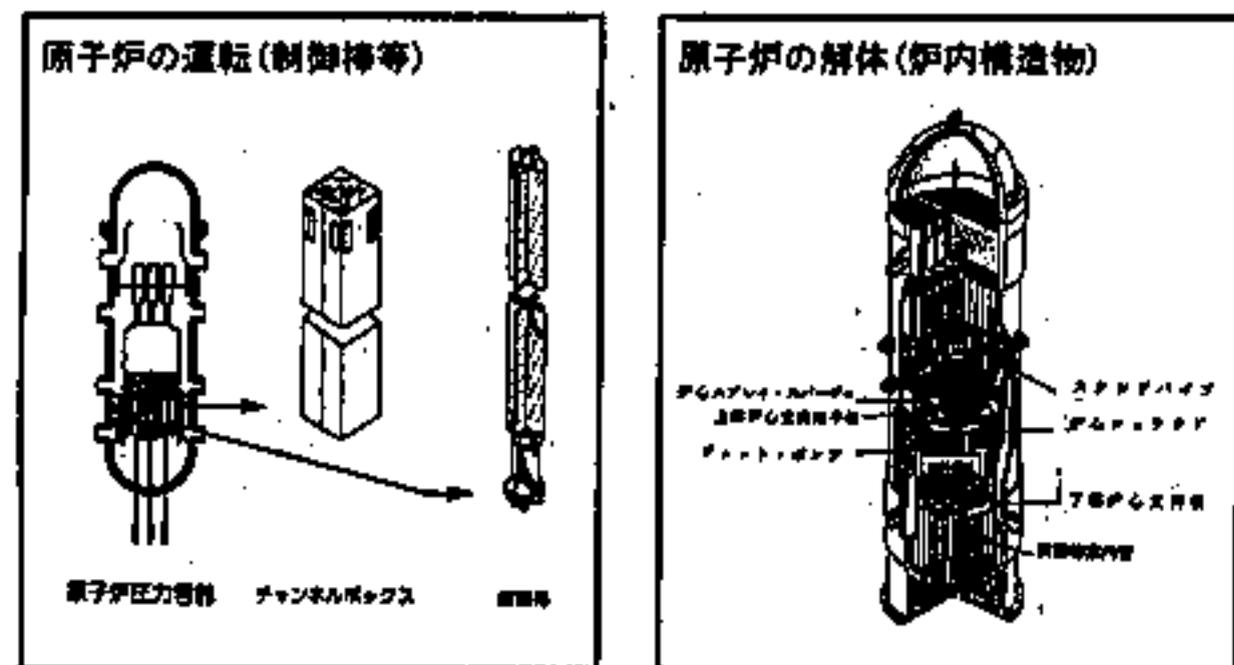
現行の低レベル放射性廃棄物埋設事業の規制体系



廃棄物の特徴

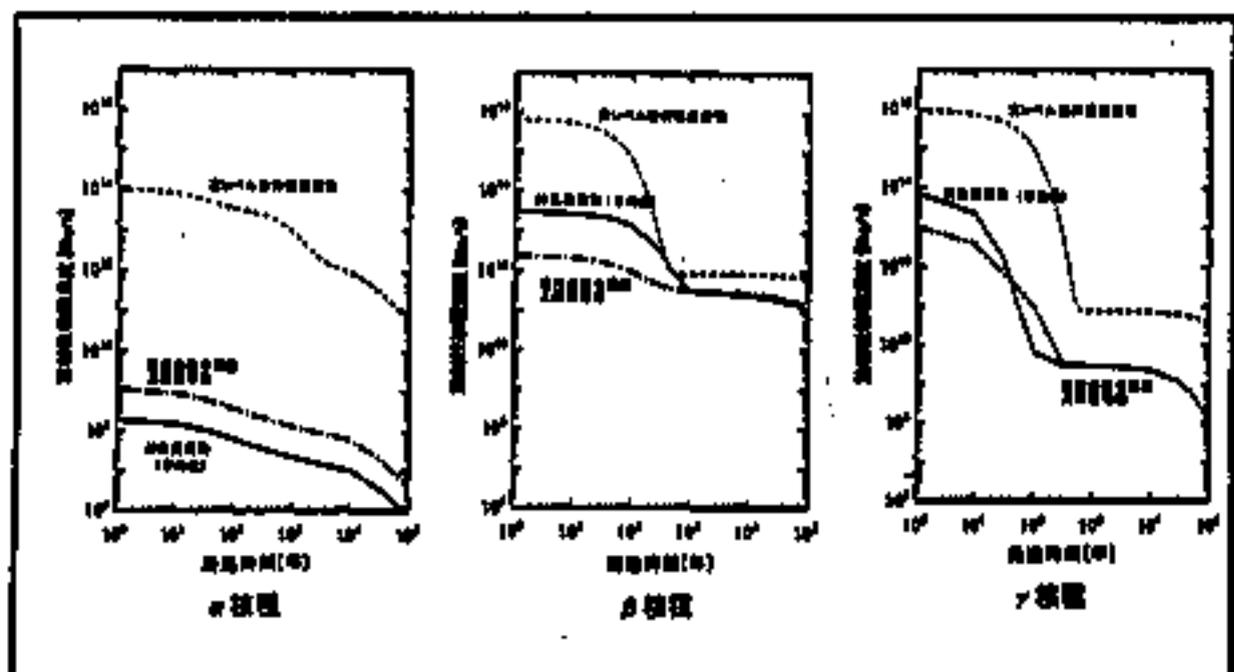
○主な廃棄物

・金属廃棄物が主要なものであり、2030年までの発生量は約2万t。



○主な放射性核種及び濃度

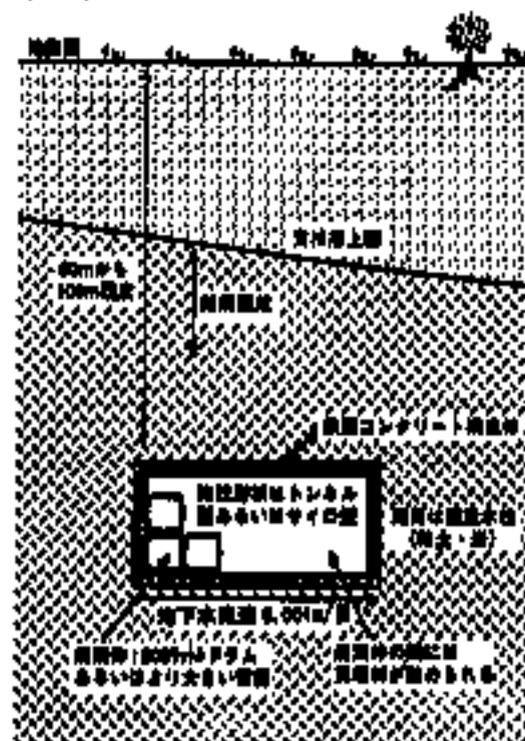
- ・主要核種：²H、¹²C、¹⁶O、⁵⁴Ni、⁹⁴Nb、¹³⁸Sr、¹³⁷Cs等。
- ・βγ核種濃度(平均値)は、政令濃度上限値に比べ、1~2桁高い。
- ・半減期の長いα核種の濃度は政令濃度上限値に比べ低い。



安全確保の考え方

このような廃棄物を安全かつ合理的に処分するとともに、数百年の管理期間が経過した後の処分場跡地について一般的な土地利用が制約されないようにするためには、以下の対策を講じることが必要である。

- ① 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に処分する(すなわち、高層建築物などの基礎が設置できる支持層上面よりも深く、これに基礎となる地盤の強度などを損なわないための離隔距離を確保した、例えば地表から50~100m程度の深度に処分する)とともに、地下の天然資源の存在状況も考慮する。
- ② 放射性核種の移行抑制機能の高い地中を選ぶ。
- ③ 現行の低レベル放射性廃棄物が処分されているコンクリートピットと同等以上の放射性核種閉じ込め機能を持った処分施設を設置する。
- ④ 放射性核種濃度の減少を考慮し、数百年間処分場を管理する。



諸制度の整備など

- ① 廃棄物処分は、発生者(原子炉設置者)の責任において実施。
- ② 今後の原子炉施設の廃止措置に関するスケジュールも踏まえ、2000年頃を目途に、
 - ・原子炉設置者は、実施体制を含め、処分計画の明確化。
 - ・国は、関係法令の整備。
- ③ 原子炉設置者は、処分に必要な適正な費用を確保。
- ④ 積極的な情報提供(処分に関する記録の効果的な保存・公開など)。

注) 現行の政令濃度上限値について

原子炉施設から発生する低レベル放射性廃棄物は、含まれる放射性核種の濃度に応じて

- ① 放射性核種の濃度の比較的高いもの
- ② 放射性核種の濃度の比較的低いもの
- ③ 放射性核種の濃度が極めて低いもの

の3種類に分類される。

このうち、②は容積に固型化してコンクリートピット処分、③は飛揚り処分、による施設処分の許可申請を行うことができる廃棄物であり、それぞれ原子炉等規制法施行令にその濃度上限値が規定されている。現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物とは、①の廃棄物である。

②、③の低レベル放射性廃棄物は、施設処分の基準などが既に整備されており、処分が開始されている。

《原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画抜粋（原子力委員会 平成6年6月24日）》

原子力発電所等において発生する低レベル放射性廃棄物（発電所廃棄物）については、電気事業者等原子炉設置者に、直接の廃棄物発生者として当該廃棄物の処分を適切かつ確実にを行う責任があります。当該廃棄物のうち、放射能レベルの比較的低いものについては浅地中処分を進め、放射能レベルの比較的高いものについては、その発生の実態、関連する研究開発の進展状況等を考慮しながら、合理的な処理処分が安全に行われるよう引き続き検討を進めていくこととします。

用語解説

あ

I A E A (International Atomic Energy Agency) :

世界の平和、健康及び繁栄のための原子力の貢献を促進、増大することを目的に、国際連合の提唱により、1957年7月に設立された専門機関。保障措置の実施など原子力が軍事目的に利用されないようにすることのほか、技術援助や科学者、技術者の訓練などをその主な業務としている。

R I :

放射性同位元素(Radioisotope)のこと。元素のうち原子番号が同じで原子核の質量数の異なるものを同位元素という。同位元素の中で放射性を有するものを放射性同位元素という。

R I 廃棄物 :

放射性同位元素を使用した施設、医療機関や医療検査機関などから発生する、放射性同位元素を含む廃棄物。主な廃棄物は、プラスチックの試験管、注射器、ペーパータオル、手袋などである。法律上は、「放射線障害防止法」、「医療法」、「薬事法」、「臨床検査技師法」により規制を受ける施設より発生した廃棄物を指す。

α 核種 :

α 線(「放射線」を参照)を放出する放射性核種。 α 核種のほとんどが、ウラン及びそれ以上の重さを持つ核種、又はそれらが順次壊れることによってできた核種であり、半減期が長いものが多い。

い

イオン交換樹脂 :

水中の不純物を除去するために用いられる樹脂。

か

拡散 :

水などの流体媒質内にある物質は、その物質の不規則な運動(動き)によって、濃度の高い領域から低い領域へと移動する。この現象を拡散といい、流体の移動に伴って起こる物質移動(移流)と区別される。

き

規制除外・規制免除 :

放射線による被ばくが、被ばく管理の観点から考慮する必要がないほど十分小さければ、放射線障害の防止の観点からは規制を行う必要がなく規制から除外、免除されるという概念。exemption、exclusion、clearanceなどの用語で I A E Aなどで検討されている。

け

研究所等廃棄物：

原子炉等規制法による規制の下で、試験研究炉などを設置した事業所並びに核燃料物質などの使用施設などを設置した事業所から発生する放射性廃棄物。試験研究炉の運転に伴い発生する放射性廃棄物は、原子力発電所から発生する液体や固体の廃棄物と同様なものである。その他は、核燃料物質などを用いた研究活動に伴って発生する雑固体廃棄物が主なものである。

また、試験研究炉の運転、核燃料物質などの使用などを行っている研究所などにおいては、併せて R I が使用されることも多く、原子炉等規制法及び放射線障害防止法の双方の規制を受ける廃棄物も発生している。

こ

コンクリートピット処分：

廃棄物を浅地中処分する1つの形態で、地表を掘削したのち、コンクリート製の箱を設置してその中に廃棄体を定置し、モルタルなどで充填するもの。原子炉等規制法においては、原子炉施設から発生する放射性物質を含む廃棄体を対象として、処分場跡地に居住した場合などを考慮し、コンクリートピット浅地中処分が可能な放射性核種の濃度上限値が設定されている。

さ

再処理施設：

使用済燃料を、再び燃料として利用できるウラン、プルトニウムと、高レベル放射性廃棄物に分離する施設。

し

試験研究用原子炉：

研究所や大学などにおいて、発電以外の目的で設置された原子炉。

G C R（ガス冷却炉）：

冷却材として炭酸ガス・ヘリウム・空気などの気体を用いた原子炉。日本における実用発電用原子炉では、平成10年3月末で営業運転を終了した日本原子力発電（株）東海発電所

の原子炉（炭酸ガス冷却）が唯一である。

支持層：

建築物を支持することができる一定の支持力のある地盤。ここでは高層建築物の荷重を支えることができる支持層を想定。

実用発電用原子炉：

電気事業者などにより、発電を目的として設置された原子炉。

S_v（シーベルト）：

人体が放射線を受けた結果生ずる影響に着目した線量の単位。

処分容器：

放射性廃棄物を処分する際に用いる容器。六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターに現在埋設されている廃棄物の場合には200ℓドラム缶が用いられている。廃棄物の形態や外部放射線量によって、より大きなサイズの処分容器や、遮へい機能を持つ処分容器の利用が考えられる。

人工バリア：

埋設された廃棄物から生活環境への放射性物質の漏出の防止及び低減を期待して設けられるコンクリートピットなどの人工構築物、廃棄物の固型化材料、及び処分容器。

す

素掘り処分：

コンクリートピットなどの人工バリアを設けず、素掘りの溝状などの空間に廃棄物を定置して埋設する処分方法。原子炉等規制法においては、原子炉施設から発生するコンクリートなどの放射性廃棄物を対象として処分場跡地に居住した場合などを考慮し、素掘り処分が可能な放射性核種の濃度上限値が設定されている。

せ

セメント固化：

廃棄物を容器に固型化する方法として、セメントを固型化材料として用いる方法。

浅地中処分：

低レベル放射性廃棄物の処分のうち、地表付近（数十m程度まで）で行われる処分のこと。IAEAの定義によれば、地下数mの素掘りトレンチ処分、コンクリートピット処分、地下

数十mの岩洞への処分を含む処分概念である。これに対して、地層処分は、地下数百mへの処分概念について用いられている。

線源：

ガンマ線の照射用や放射線測定器の校正用標準物質として、一定量の放射性物質を金属容器などに封入したものなど。代表的な線源としては、癌の治療に用いる ^{60}Co の線源が挙げられる。用途により含有される放射性核種の量は大きく異なり、10gの線源1つで 10^{12}Bq に達するものから、 ^{192}Ir のように 10^7Bq 程度のものまである。

ち

チャンネルボックス：

沸騰水型原子炉（BWR）の炉心を構成する燃料集合体の外とう管

て

TRU核種（Transuranium）を含む放射性廃棄物：

再処理施設及びMOX燃料加工施設から発生する低レベル放射性廃棄物で、ウランより原子番号の大きい人工放射性核種（TRU核種）を含む廃棄物。TRU核種には、 ^{237}Np （半減期：214万年）、 ^{239}Pu （半減期：2万4千年）、 ^{241}Am （半減期：432年）のように半減期が長く、 α 線を放出する放射性核種が多い（「放射線」、「 α 核種」を参照）。

天然バリア：

人工構築物または埋設された廃棄物の周囲に存在し、埋設された廃棄物から漏出してきた放射性物質の生活環境への移行の抑制などが期待できる土壌など。

と

透水性：

岩盤などにおける水の流れやすさ。水が流れにくいことを、透水性が低いと言う。

動水勾配：

地下水の流れを起こす水圧差。一定の距離当たりの水圧差で表される。この値が大きいほど地下水を流す力が大きいことを示す。

な

難透水性材料：

水が流れにくい（透水性が低い）材料。粘土などが相当する。

は

廃棄体：

低レベル放射性固体廃棄物を、ドラム缶にセメント固化するなど、十分安定化処理するか又は容器に封入し、最終的に埋設可能な形態にしたのもの。

(原子炉施設の) 廃止措置：

役目を終えた原子炉の運転終了後の取り扱いをいう。我が国は原子炉の運転終了後できるだけ早い時期に解体撤去することを原則としている。

バーナブルポイズン：

原子炉内の出力分布を均一に保つために用いる出力調整作用を持つ物質。ホウケイ酸ガラスなどが用いられる。燃料集合体に組み合わせて用いられる。

半減期：

放射性核種の量が半分になるまでの時間。半減期は、放射性核種によって定まっており、半減期は、放射性核種によって数十億年以上といった長いものから、百万分の1秒以下の短いものまで種々ある。

反応度 [原子炉の]：

原子炉内の中性子数の増減を示す量。正なら中性子数は増え、負なら減る。

ひ

被ばく線量：

体外にある放射線源あるいは体内に摂取された放射性物質から個人が受ける放射線量をいう。

へ

Bq (ベクレル)：

放射性核種が崩壊して放射線を出す特性の単位。1 Bq は、放射性核種が崩壊する数が1秒につき1個であるときの量。1 Ci (キュリー) = 3.7×10^{10} Bq

$\beta\gamma$ 核種：

β 線及び γ 線 (「放射線」を参照) 又はそのいずれかを放出する放射性核種。低レベル放射性廃棄物に含まれる放射性物質の大部分は $\beta\gamma$ 核種であり、比較的短い半減期を持つ核種が多い。

ベントナイト混合土：

凝灰岩などが風化して生成した粘土鉱物の一種であるベントナイトを土と混合したもの。ベントナイトは、水に浸すと膨張する性質があり、水を通しにくい。

ほ

放射化：

物質に中性子が照射されることによって、物質を構成する原子の一部が放射線を放出する性質を持つ原子に変わること。

放射線：

不安定な原子核が自然に壊れて別の原子核になるときに放出される高速の粒子又は波長のごく短い電磁波。主に α 線、 β 線、 γ 線からなる。放射線が人体に与える影響や物を透過する能力は、その種類とエネルギーによって異なる。それぞれの放射線を放出する放射性核種を α 核種、 β 核種、 γ 核種と呼ぶ。

放射線の特性を活用し、非破壊検査、がんの治療、血液検査、滅菌処理、トレーサー利用などで、放射線や放射性物質が利用されている。一方、放射線は、受けた放射線量に応じてがんなどの発生確率が増えるなど、人体への影響を考慮する必要があるので、原子力の利用に当たっては、一般公衆及び放射線業務従事者に対する放射線被ばく管理が重要である。

α 線：原子核から放出されるヘリウム原子核(陽子2個、中性子2個からなる)。 α 線は、空気中を数cm程度しか飛ばないため、衣服の表面で α 線が吸収され、外部からの放射線の被ばく(外部被ばく)による影響はほとんどない。しかし、 α 核種の場合、呼吸や食物により体内に放射性物質を摂取し、放射性物質が肺や骨などの組織に沈着などして人体の細胞や組織への影響を及ぼす(体内被ばく)ことによる被ばくの寄与が大きい。このため、主に α 線を放出するウランやTRU核種(参照「TRU核種(Transuranium)を含む放射性廃棄物」)については、内部被ばくを避けることが重要である。

β 線：原子核から放出される高速の電子。物を透過する能力は α 線と γ 線の間であり、人体は、外部被ばく、内部被ばくの両方の影響を受ける。 β 線を放出する核種の場合、放出する β 線のエネルギーが低い ^{14}C や ^3H などは、外部被ばくよりも体内被ばくによる影響を避けることが重要となる。エネルギーの高い β 線を放出する ^{90}Sr などは内部被ばくに加え外部被ばくを避けることも必要となる。

γ 線：原子核から α 線や β 線が出たあとに残ったエネルギーが電磁波(光の仲間)の形で出てくるもの。物を透過する能力が高く、この放射線を止めるには鉛板や分厚いコンクリート壁を必要とする。外部被ばく、内部被ばくによる人体内への影響があるため、両者を避けることが重要である。

放射線遮へい：

外部被ばくを与える中性子線、 γ 線やエネルギーの高い β 線を遮ること、又は遮るためのもの。

ボーリング調査：

地下の地質、水質、資源などを調べるために、直径数cmの穴を掘削して行う調査。調査孔から水などをくみ上げて行う調査、掘削した岩石などを試料とする調査などがある。

ボーリングコア：

ボーリングによって取り出された岩石や土壌の試料。これを用いて地質の調査や、地層の力学的特性の調査などを行う。

ろ

炉内構造物：

原子炉压力容器内の炉心を構成する部材の総称。燃料集合体、制御棒などを直接に支持または拘束する構造物。

原子力バックエンド対策専門部会の設置について

平成7年9月12日

原子力委員会決定

1. 目的

今後の原子力開発利用を円滑に進めていくためには、平成6年6月に原子力委員会
が定めた「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」に基づき、社会的理解を得
てバックエンド対策を推進していくことが重要であり、原子力開発利用の長期的見通し
も背景に据えつつ、バックエンド対策を推進していく具体的な方策について調査審議す
るため、原子力バックエンド対策専門部会（以下、「専門部会」という。）を設置する。

なお、放射性廃棄物対策専門部会は廃止する。

2. 審議事項

- (1) 高レベル放射性廃棄物の処理処分に係る技術的事項
- (2) T R U核種を含む放射性廃棄物の処理処分に関する事項
- (3) ウラン廃棄物の処理処分に関する事項
- (4) R I 廃棄物及び研究所等廃棄物の処理処分に関する事項
- (5) 原子力施設の廃止措置に関する事項
- (6) その他、原子力バックエンド対策に関する重要事項

3. 構成員

別紙のとおりとする。

4. その他

専門部会の下に、必要に応じて、分科会を置くものとする。また、専門部会は、必要に応
じ、専門部会構成員以外の者からの意見を聞き、あるいは、報告を受けるものとする。

原子力バックエンド対策専門部会構成員

(第10回以降)

	秋元勇巳	三菱マテリアル株式会社取締役社長
	石樽顕吉	東京大学教授
	一政満子	茨城大学教授
	大桃洋一郎	財団法人環境科学技術研究所専務理事
	岡芳明	東京大学教授(第15回～)
	川人武樹	財団法人原子力環境整備センター理事長
	神田啓治	京都大学教授(第15回～)
	草間朋子	大分看護科学大学学長
部会長	熊谷信昭	大阪大学名誉教授
	小島圭二	地圏空間研究所代表
	小西攻	NHK解説委員
	坂本俊	社団法人日本原子力産業会議理事・事務局長(第10回～)
	佐々木史郎	日本原燃株式会社技術顧問
	佐藤壮郎	通商産業省工業技術院長
	鈴木篤之	東京大学教授
	鈴木進	社団法人日本アイソトープ協会理事(第16回まで)
	関本博	東京工業大学教授(第15回～)
	池亀亮	電気事業連合会原子力開発対策会議委員長(第11回まで)
	鷺見禎彦	電気事業連合会原子力開発対策会議委員長(第12回～)
	田中知	東京大学教授
	田中靖政	学習院大学教授
	徳山明	常葉学園富士短期大学学長
	鳥井弘之	株式会社日本経済新聞社論説委員
	須田忠義	動力炉・核燃料開発事業団副理事長(第12回まで)
	竹内榮次	動力炉・核燃料開発事業団副理事長(第13回～18回まで)
	中神靖雄	核燃料サイクル開発機構副理事長(第19回)
	永倉正	財団法人電力中央研究所名誉特別顧問
	東邦夫	京都大学教授
	藤岡淳介	社団法人日本アイソトープ協会常務理事(第17回～)
	松浦祥次郎	日本原子力研究所副理事長

松 田 美夜子 生活環境評論家 (廃棄物問題とリサイクル)

森 山 裕 丈 京都大学教授

山 内 喜 明 弁護士

開催日

第10回 平成 9年 5月27日 (火)

第11回 平成 9年 7月25日 (金)

第12回 平成 9年10月 2日 (木)

第13回 平成 9年12月 1日 (月)

第14回 平成10年 2月 5日 (木)

第15回 平成10年 4月 3日 (金)

第16回 平成10年 5月28日 (木)

第17回 平成10年 6月25日 (木)

第18回 平成10年 9月 2日 (水)

第19回 平成10年10月 8日 (木)

低レベル放射性廃棄物（現行の政令濃度上限値を超えるもの）分科会の設置について

平成9年5月27日

原子力バックエンド対策専門部会

1. 設置の目的

原子力バックエンド対策専門部会における、炉内構造物、制御棒等の放射能濃度の高い低レベル放射性廃棄物の処理処分に関する事項の審議に資するため、「低レベル放射性廃棄物（現行の政令濃度上限値を超えるもの）分科会」を設置する。

2. 分科会の構成員

原子力バックエンド対策専門部会の部会長が、別途指名する。

3. その他

低レベル放射性廃棄物（現行の政令濃度上限値を超えるもの）分科会は、その検討状況を、適宜、原子力バックエンド対策専門部会に報告するものとする。

低レベル放射性廃棄物(現行の政令濃度上限値を超えるもの)分科会構成員

飯村秀文	日本原燃株式会社理事、環境整備部長
大迫政浩	国立公衆衛生院廃棄物工学部主任研究官
鈴木康夫	東京電力株式会社理事
田中知	東京大学大学院工学系研究科教授
田中貢	日本原子力研究所バックエンド技術部長
田代晋吾	財団法人原子力環境整備センター理事
辻倉米蔵	関西電力株式会社副支配人、原子力建設部長
中村裕二	放射線医学総合研究所第4研究グループ総合研究官
永田勝也	早稲田大学理工学部教授
(主査) 東邦夫	京都大学大学院工学研究科教授
松元章	財団法人 原子力施設デコミッションング研究協会専務理事
松本良	東京大学大学院理学系研究科教授
森山裕丈	京都大学原子炉実験所教授
柳沢栄司	東北大学大学院工学研究科教授
油井宏平	日本原子力発電株式会社廃止措置計画部長

開催日

第1回	平成 9年 6月11日(水)	第11回	平成10年 3月16日(月)
第2回	平成 9年 6月26日(木)	第12回	平成10年 4月22日(水)
第3回	平成 9年 7月 8日(火)	第13回	平成10年 5月14日(木)
第4回	平成 9年 8月26日(火)	第14回	平成10年 7月29日(水)
第5回	平成 9年 9月17日(水)	第15回	平成10年 8月20日(木)
第6回	平成 9年10月24日(金)	第16回	平成10年 9月10日(木)
第7回	平成 9年11月18日(金)		
第8回	平成 9年12月16日(火)		
第9回	平成10年 1月22日(木)		
第10回	平成10年 2月23日(月)		