

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 月 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. まとめ

第2章 処分事業の責任分担の在り方、諸制度の整備などについて

1. 責任分担の在り方と実施体制
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

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、試験研究用原子炉など）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ており、また、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。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。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基本的考え方を取りまとめた。

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 3）

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 T R U 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（G B q / 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）

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年原子力委員会報告書「T R U 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。その累積発生量は、一定の仮定のもとに試算すると²2030年時点で約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（200㏩ドラム缶に換算すると約10万本相当）となる。

（参考資料 7）

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を、減衰による濃度の変化を考慮して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 8）

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、解体撤去することとした。

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 9)

- (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 $10\text{ }\mu\text{Sv/y}$ （以下「目安線量」という。）を超過するが、最大で数 mSv/y のオーダーである¹。

(参考資料 10)

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放射性核種の濃度の減少を考慮して数百年間²管理を行うことに加え、管理期間経過

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 1.3mSv/y を含めて、約 2.4mSv/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 0.4mSv/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

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。

このため、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) 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、安全を確保するとともに、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、あらかじめ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

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 $10 \mu\text{Sv}/\text{y}$ 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するのが適当である」とされている。

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のような一般的であると考えられる事象に対しては、それが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、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。

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

地下数十m程度の深度で考えられる処分施設としては、海外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（円形立坑）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。なお、対象廃棄物の放射性核種濃度を勘案すると、処分施設に、廃棄物の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 11）

トンネル型やサイロ型の地下空洞施設の技術的な成立性については、既に類似の処分施設が海外で施工されていることや、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、海外における放射性廃棄物の処分施設として、現在操業中のもののうちスウェーデンのSFRやフィンランドのVLJは、60～100m程度の深度であり、スウェーデンではサイロ型とトンネル型、フィンランドではサイロ型が採用されている。

（参考資料 12）

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など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 13）

（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。（参考資料 13）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。

（参考資料 14）

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 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。

(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

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。

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、処分にに関する記録は、管理期間中、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。

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.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、人間が廃棄物に直接接触することにより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り、(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。

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

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 15)

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、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。

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 16)

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。

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れば、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を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、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。

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も想定される。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 18）

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

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流入した河川水の利用によって、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³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と共に放射性核種が地下水によって地中を移行する距離を確保する。

（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

³ 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。

に依存するので、処分施設の周囲をベントナイト混合土⁴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 17、18)

⁴ 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. 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）。
- (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在り方、諸制度の整備などについて

1. 責任分担の在り方と実施体制

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。経済的、技術的に十分な能力のある専門の事業者（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、処分事業主体が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と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な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、安全が確保され则认为られる。

今後、このような処分概念に関して、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。

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。

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200℔ドラム缶換算で約1600本程度が発生すると推定される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る。

¹ 線源を200℔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

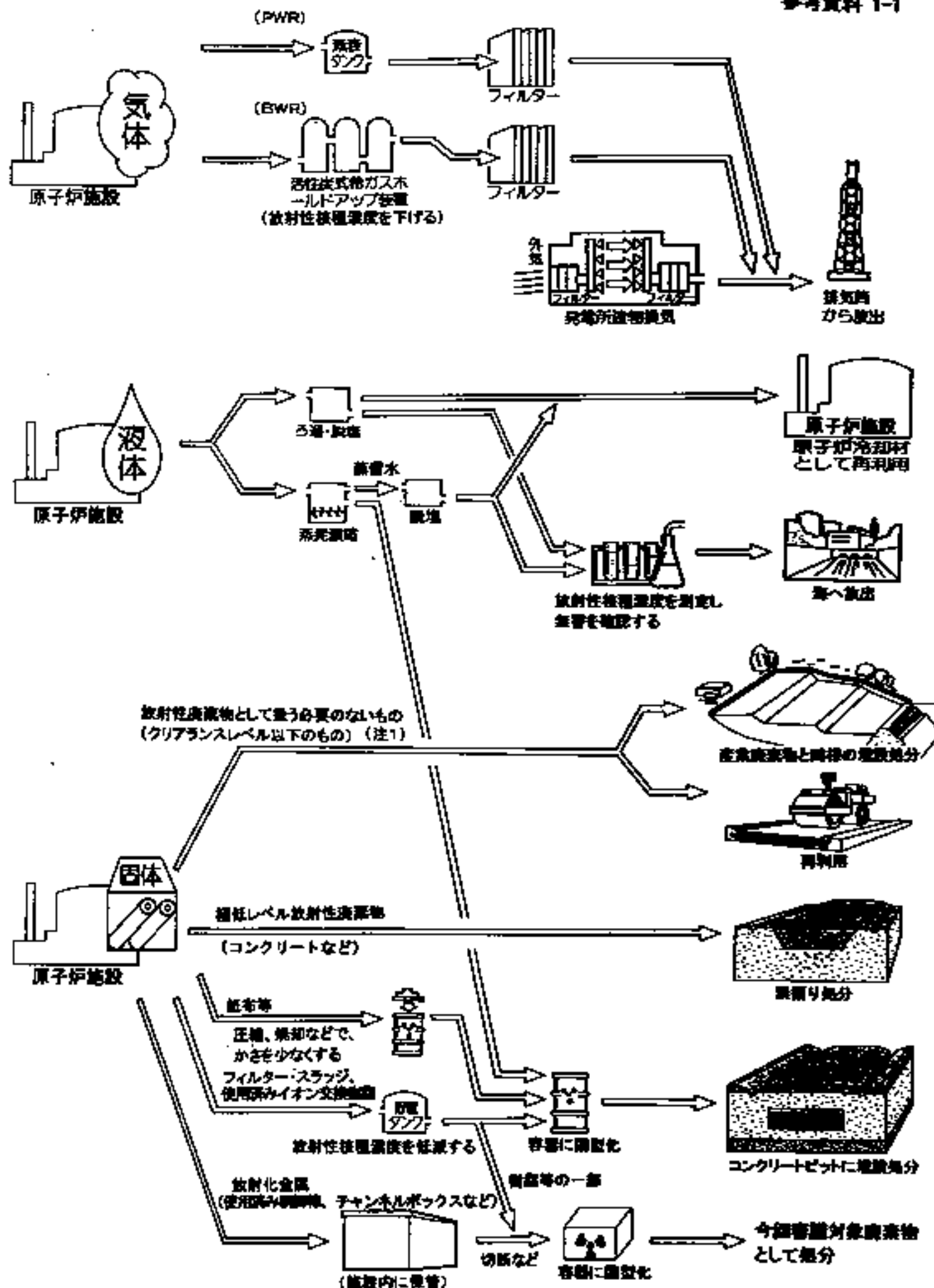
原子炉施設の運転及び解体に伴って発生する放射性廃棄物のうち、処分方策が確立していなかった現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物の処分方策について、検討を行い、基本的考え方を取りまとめた。

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。

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、このような一連の取り組みにあわせて、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。また、前述したように、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、これが適切に公開されることは、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り、今後、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。

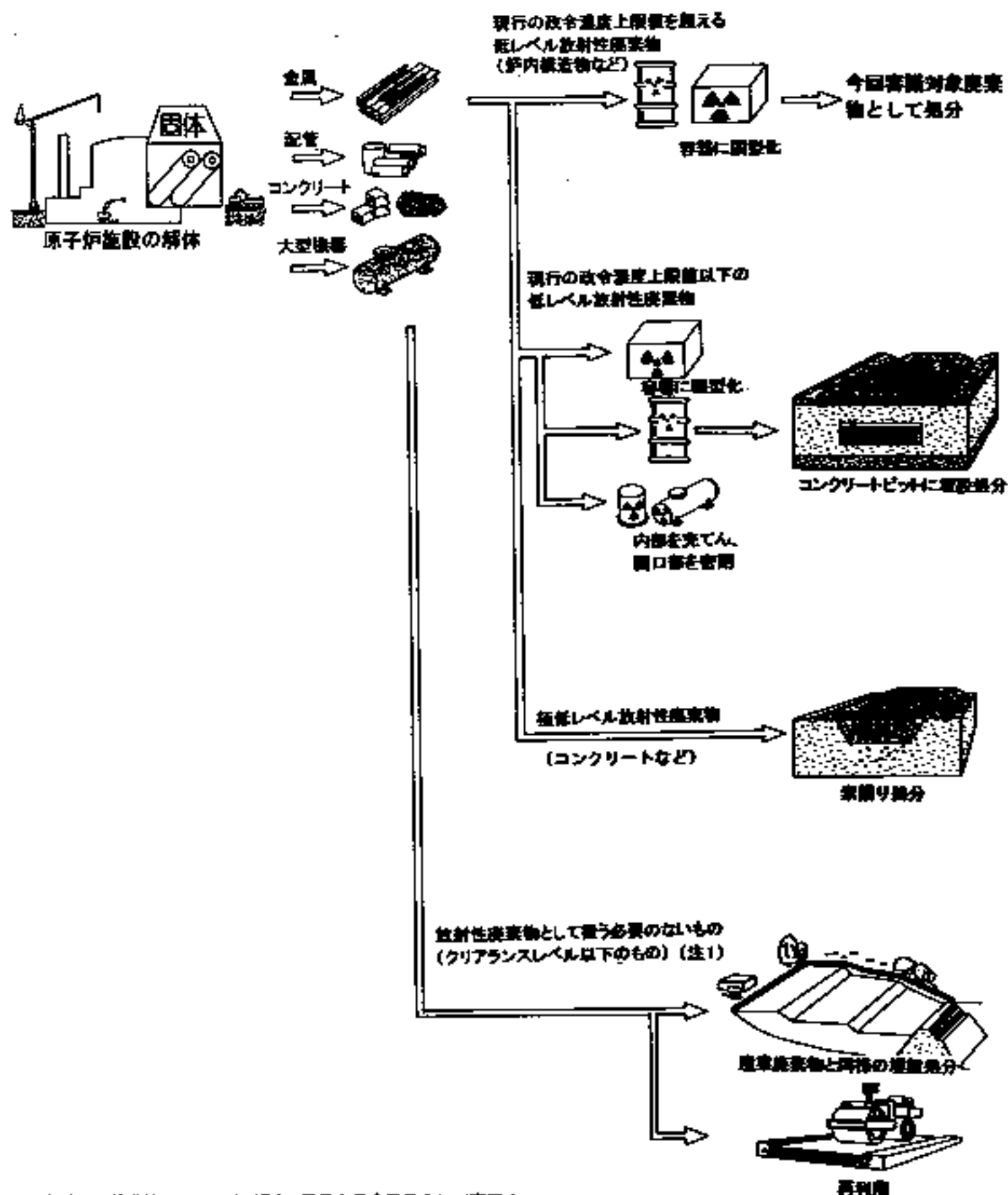
このように、制度が整備され、また処分事業に関わる情報が的確に提供されることにより、処分事業全体についての透明性が確保されることが、国民の理解を得て処分を実施するうえで不可欠であると考ええる。

参考資料



(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原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原料物質によって汚染された物であって、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								イ							一						
に物質を生じたり、放射性物質を含むもの（放射性物質を含むもの）								を閉じ、その中に放射性物質を含むもの（放射性物質を含むもの）							を閉じ、その中に放射性物質を含むもの（放射性物質を含むもの）						
α核種		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	α核種	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	α核種	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu
1.110 Bq/t		1.11T Bq/t	746 Bq/t	1.11T Bq/t	11.1T Bq/t	3.16 Bq/t	370 Bq/t	1.110 Bq/t	1.11T Bq/t	746 Bq/t	1.11T Bq/t	11.1T Bq/t	3.16 Bq/t	370 Bq/t	1.110 Bq/t	1.11T Bq/t	746 Bq/t	1.11T Bq/t	11.1T Bq/t	3.16 Bq/t	370 Bq/t
四								三							三						
に物質を生じたり、放射性物質を含むもの（放射性物質を含むもの）								を閉じ、その中に放射性物質を含むもの（放射性物質を含むもの）							を閉じ、その中に放射性物質を含むもの（放射性物質を含むもの）						
α核種	²⁴¹ Am	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	α核種	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	α核種	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu	²⁴¹ Am	²⁴¹ Pu
17M Bq/t	360M Bq/t	100M Bq/t	4.7M Bq/t	7.2G Bq/t	8.1B Bq/t	150M Bq/t	110M Bq/t	17M Bq/t	100M Bq/t	4.7M Bq/t	7.2G Bq/t	8.1B Bq/t	110M Bq/t	3.0G Bq/t	17M Bq/t	100M Bq/t	4.7M Bq/t	7.2G Bq/t	8.1B 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放射性物質に固型化された放射性固体廃棄物のうち、現在、海中処分されている廃棄物の放射性核種濃度上限値である。

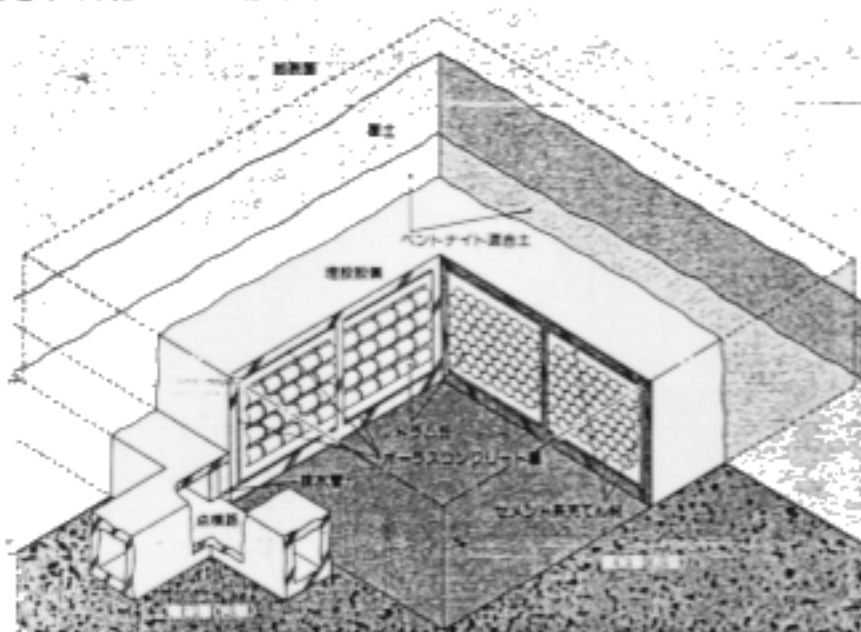
注3) MBq/t:メガベクレル毎トン(100万ベクレル毎トン)

GBq/t:ギガベクレル毎トン(10億ベクレル毎トン)

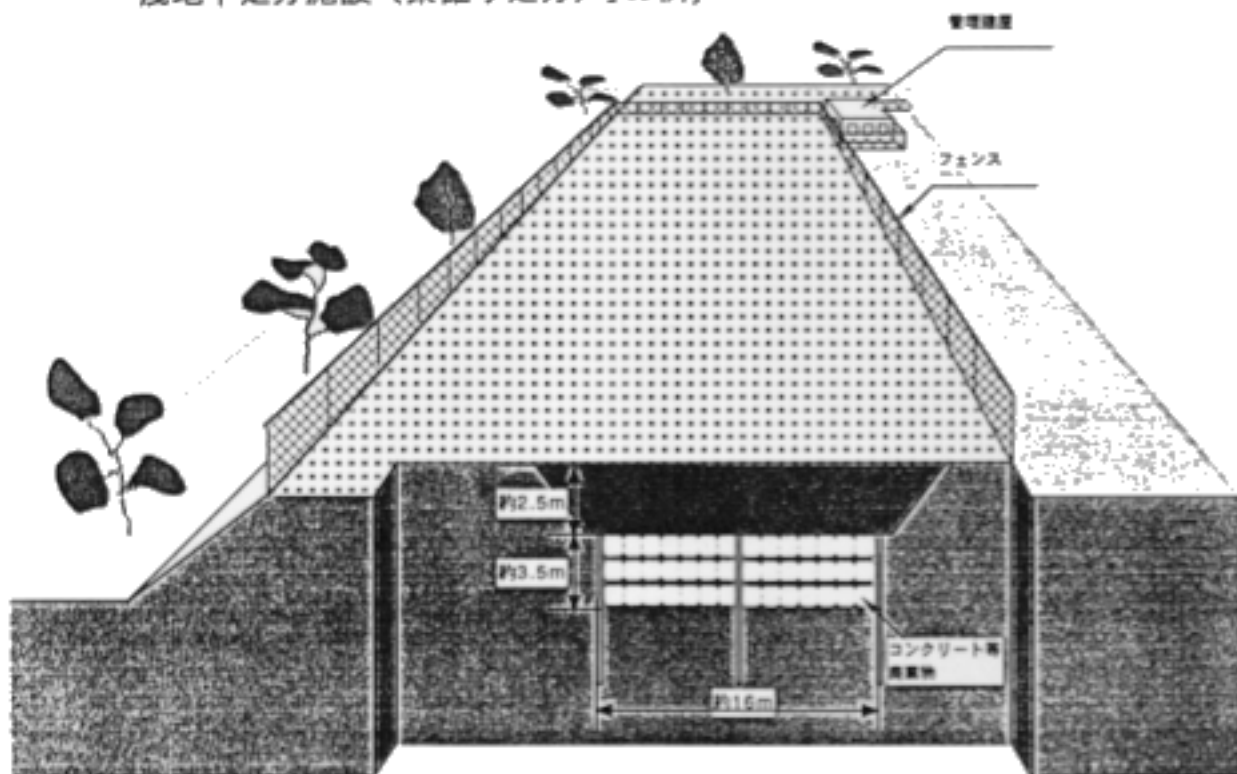
TBq/t:テラベクレル毎トン(1兆ベクレル毎トン)

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及ぼす要因であるため、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あたっては、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棄物でありα核種及びβγ核種のいずれも高濃度で含まれる。

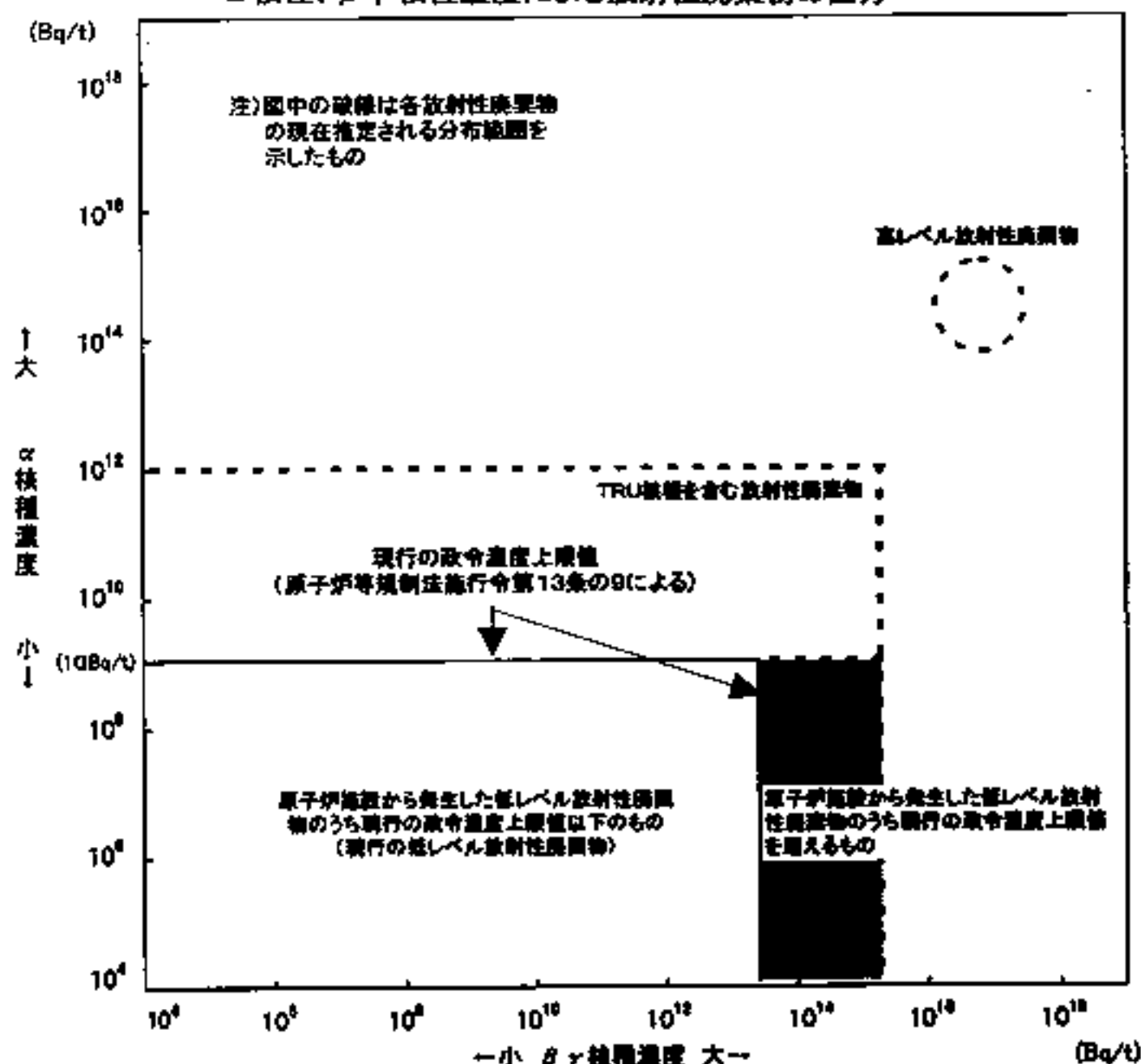
③TRU核種を含む放射性廃棄物

再処理工場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。

α 核種、 β γ 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進捗報告書」(物方部・核燃料開発事業部、平成4年9月)

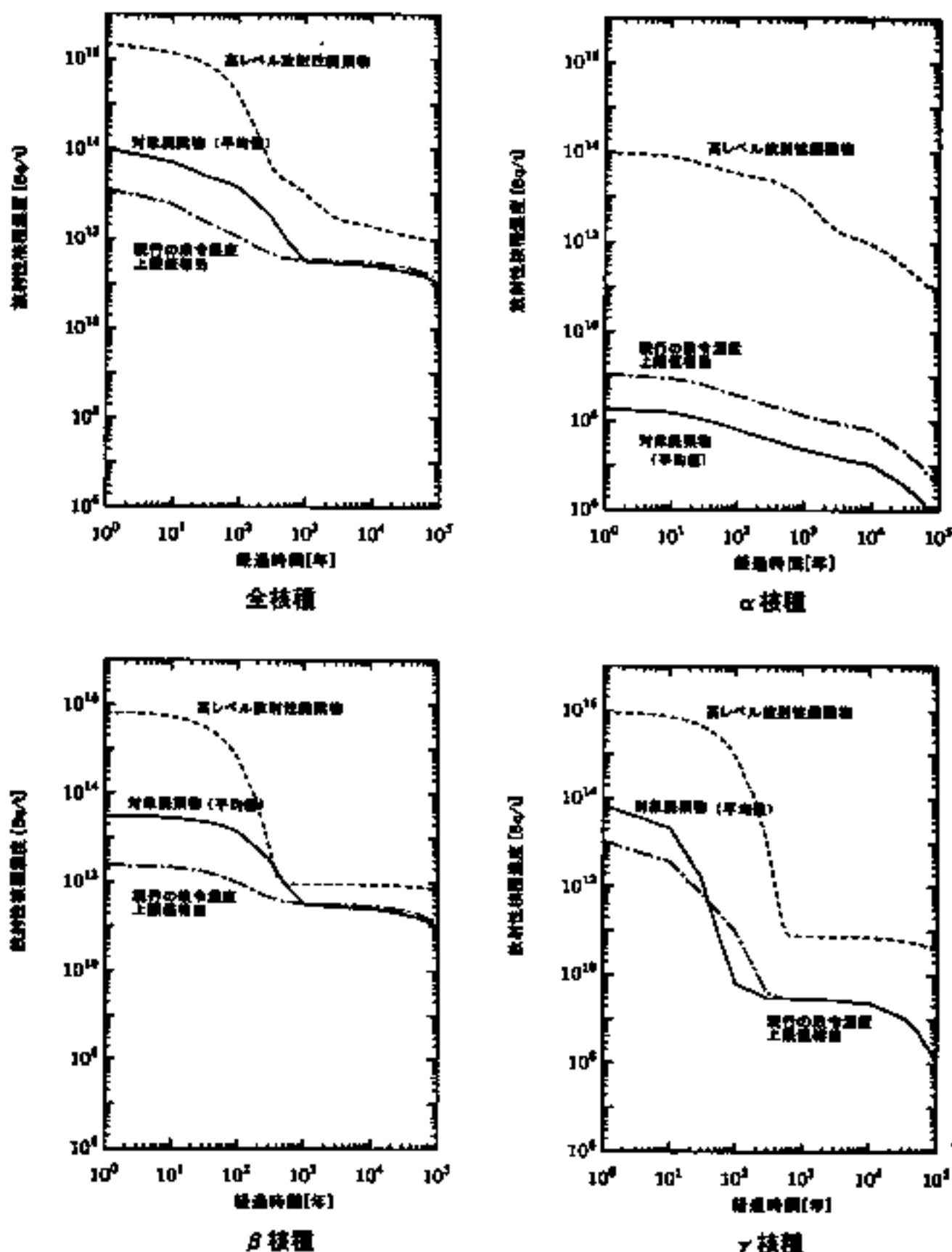
「国外から運搬されるガラス固化体の受入れ施設」(電気事業調査会報、平成7年3月)

通産省委託調査「放射性廃棄物地層処分放射性濃度(平成8年度)」(財団法人環境整備センター) などより作成

上図は、 α 核種濃度と β γ 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。

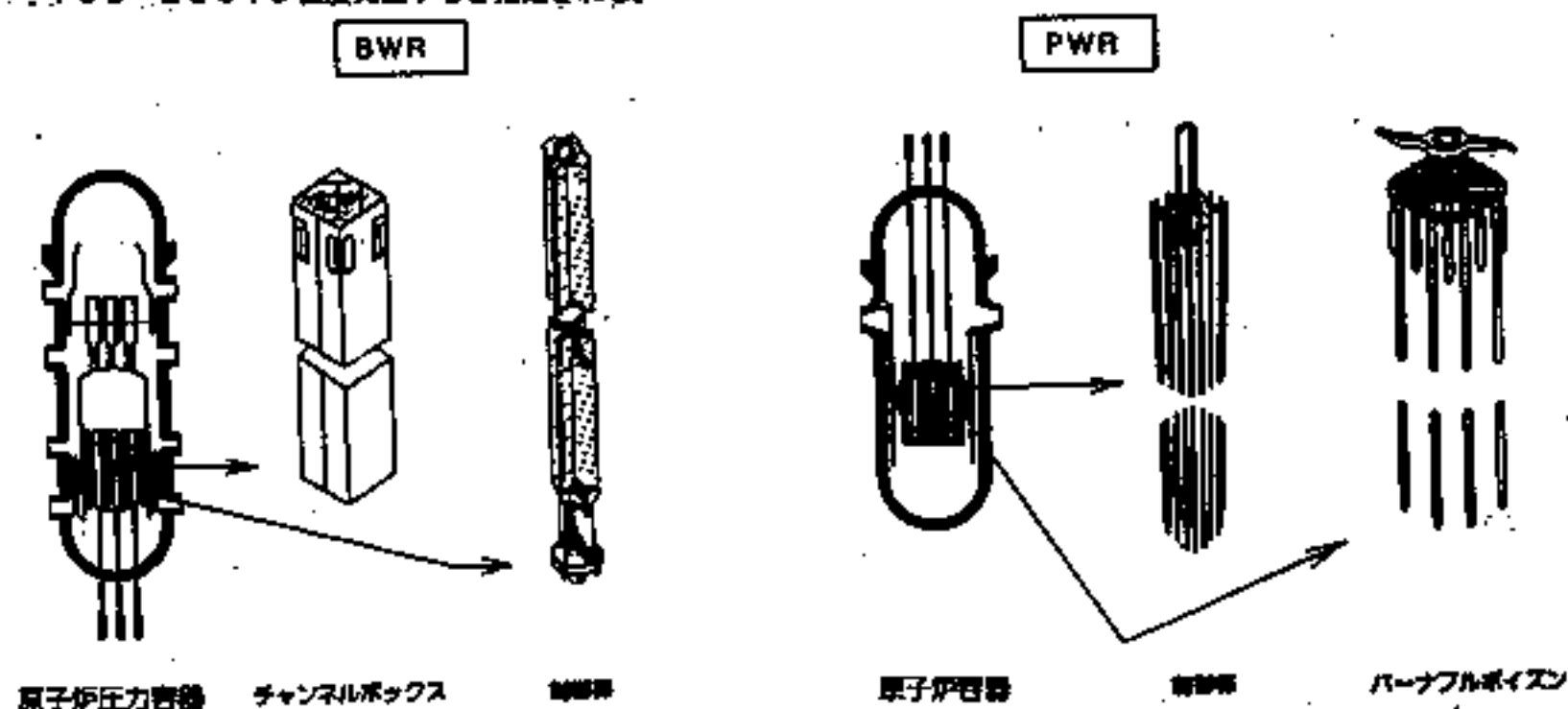
放射性廃棄物の放射性核種濃度の経時変化の試算例



- 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。これら代表核種の他、対象廃棄物で評価した ^{90}Nb 、 ^{90}Zr 、 ^{90}Y 、 ^{90}Zr 、 ^{90}Nb 、 ^{90}Zr 、 ^{90}Nb についても現行政令濃度上限値を設定した処分モデル、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。

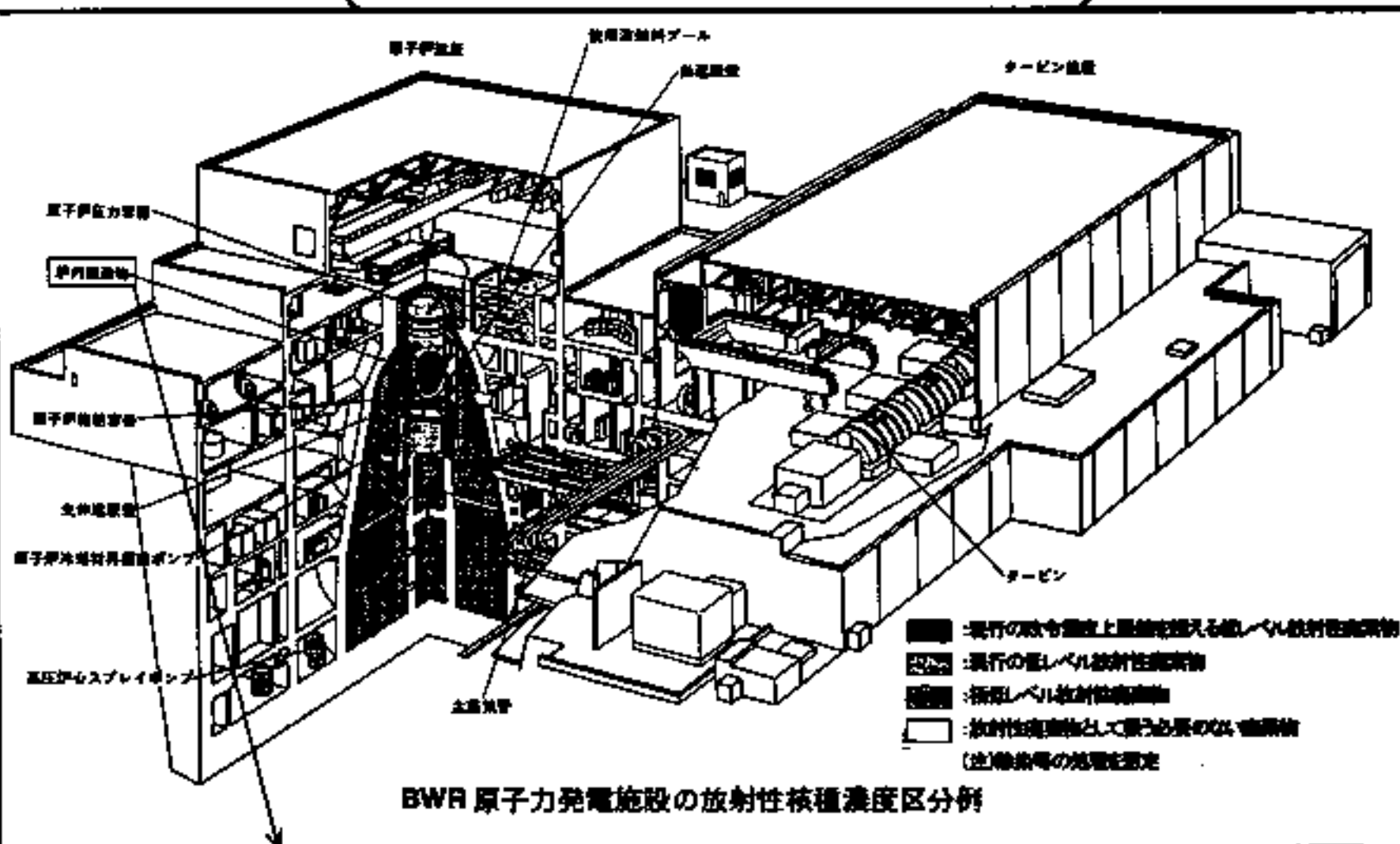
原子力発電所の運転中に発生する現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物

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。



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

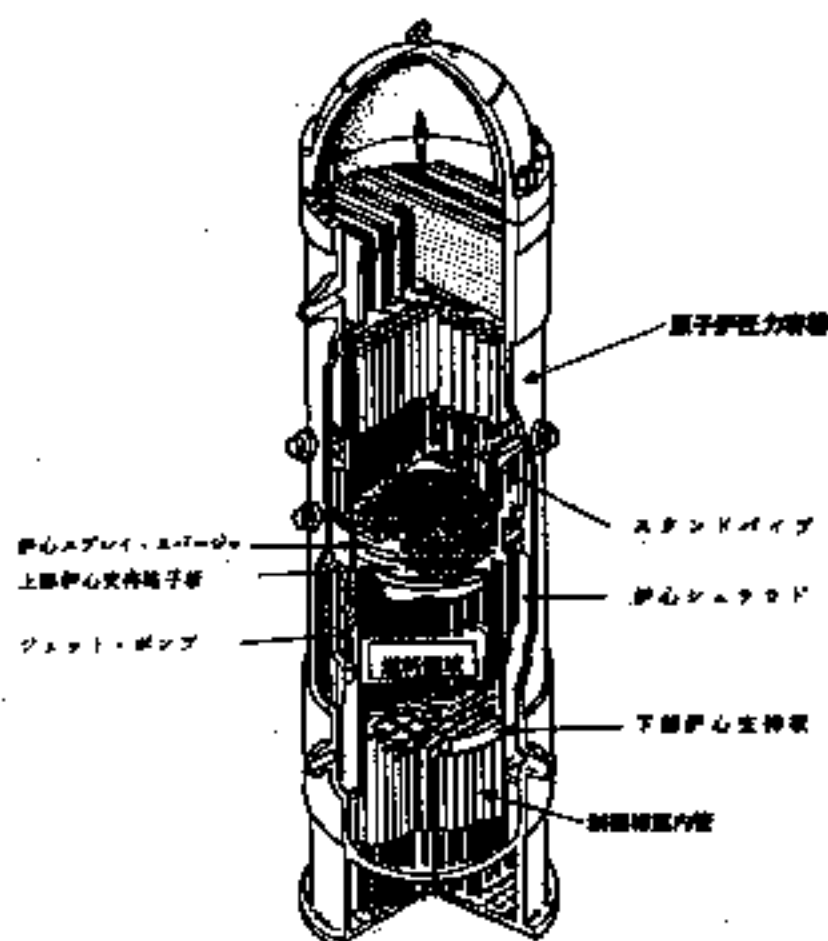
原子力発電所の解体で発生する廃棄物(1/3)



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、炉内廃棄物がある。

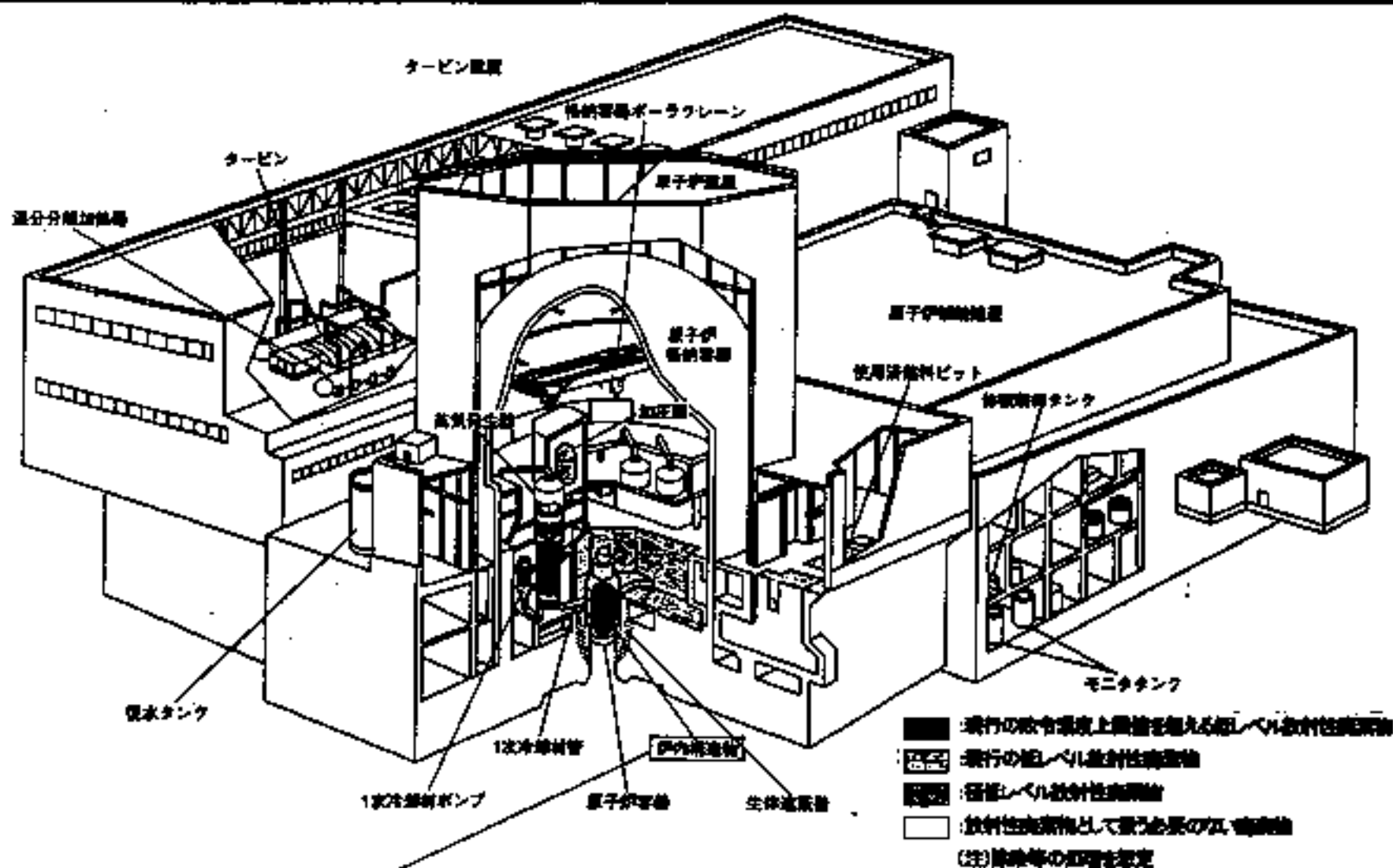
炉内廃棄物は、複数の部品で構成されており、原子炉圧力容器内にあり、燃料を支持し、原子炉内を循環する冷却材（水）流路を形成している。

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

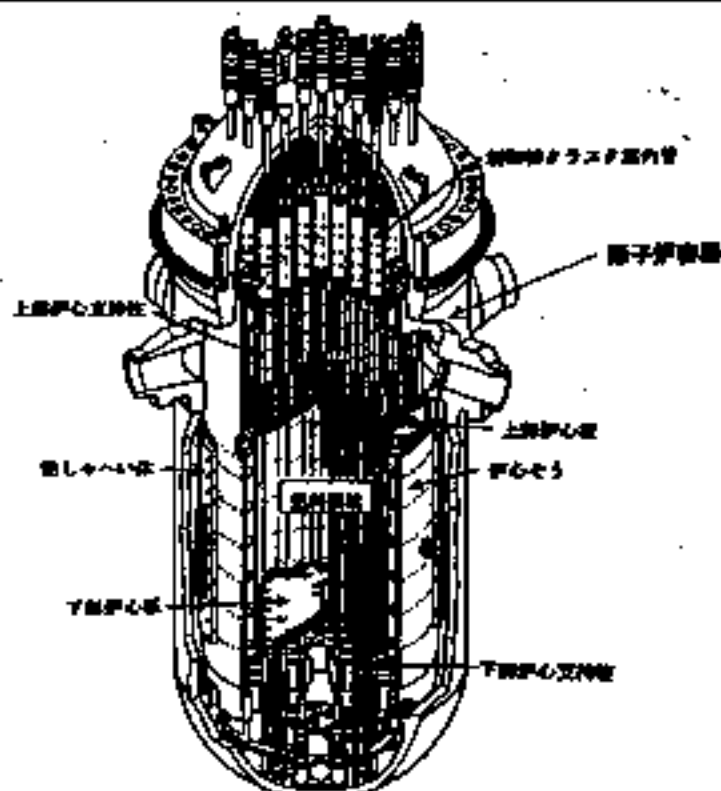
原子力発電所の解体で発生する廃棄物(2/3)



PWR 原子力発電施設の放射性核種濃度区分例

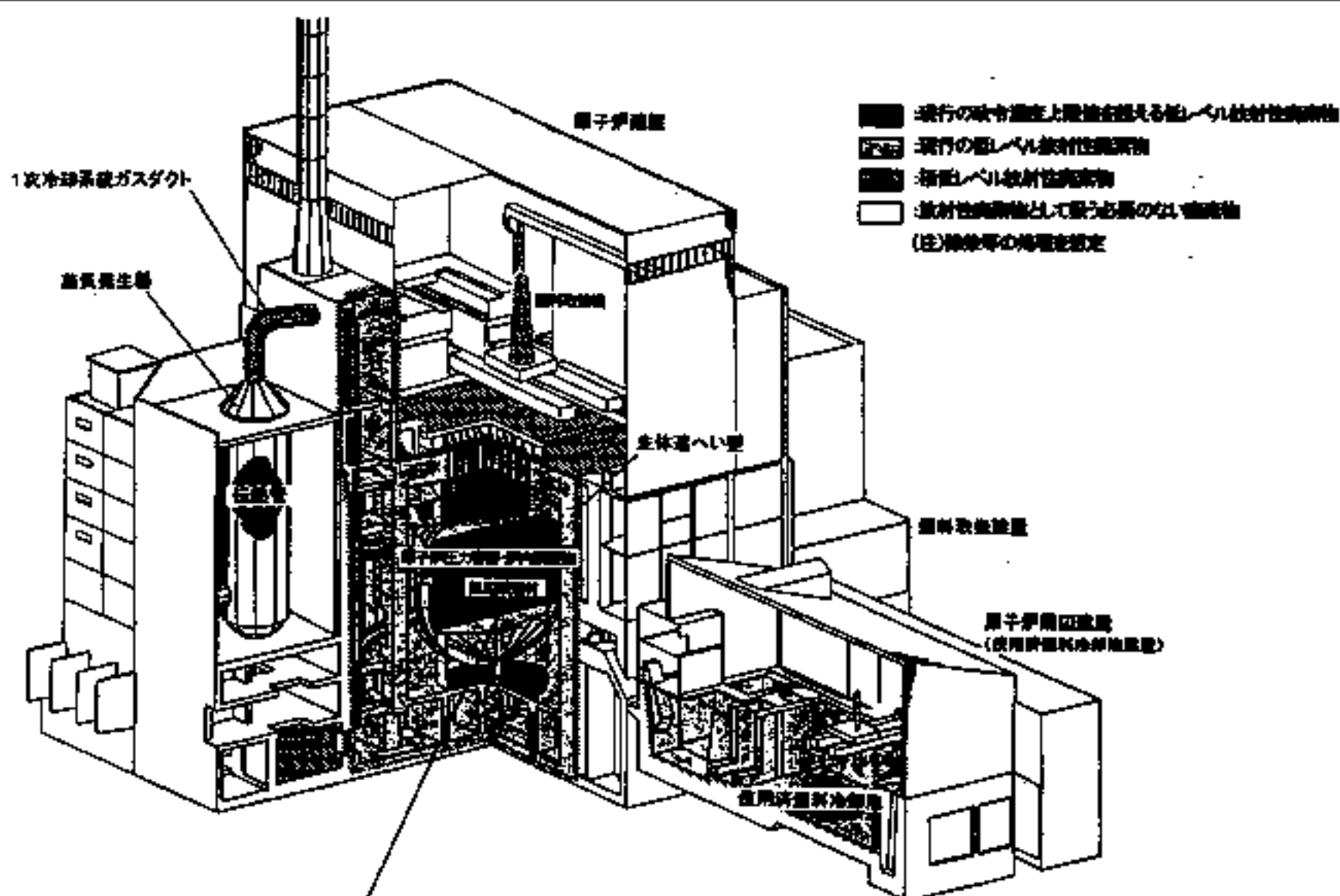
原子力発電所の解体で発生する現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物の代表的なものに、炉内構造物がある。

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)



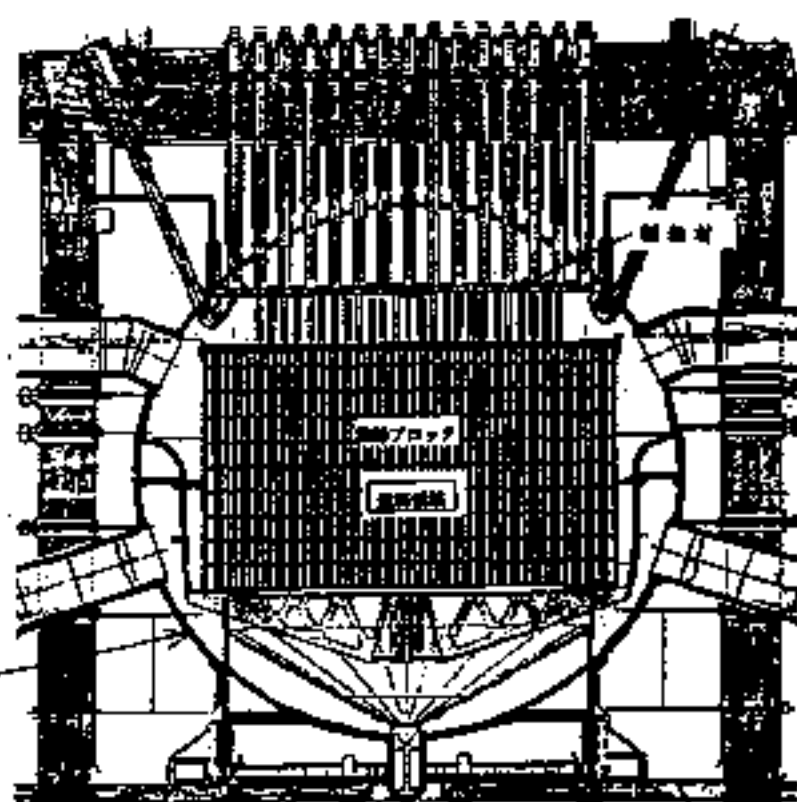
GCR 原子力発電施設の放射性核種濃度区分例

原子力発電所の解体で発生する現行の法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。

右記、部品の全部または一部分が現行の法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	
		総量 万トン	総量 %	総量 万トン	総量 %	総量 万トン	総量 %
低レベル 放射 性廃棄物	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	8
	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16万kW級原子力発電所をBWR及びPWR40年間、GCRを30年間運転し、5年間の安全管理、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の検査員のクリアランスレベルを参考にした。
- ③ 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を設定し試算。

注2: 除染処理のため合計は合わないことがある。

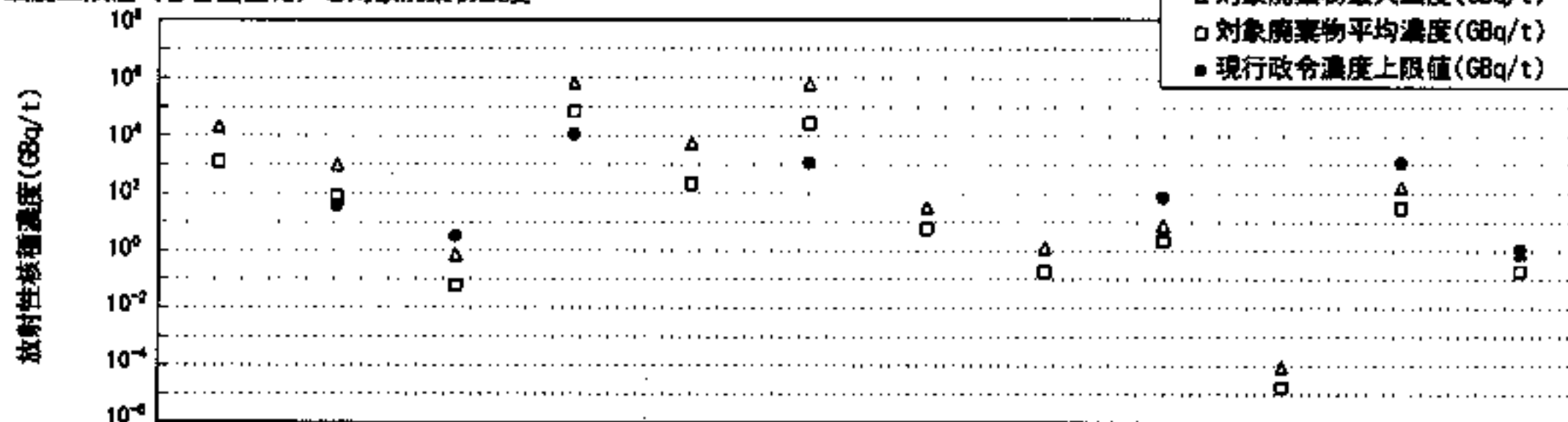
- 4) 放射性廃棄物として扱う必要のない廃棄物は、平成4年に原子力安全委員会が定めた「放射性廃棄物でない廃棄物の基本的考え方」による廃棄物も含む。

注3: GCRは、BWRやPWRに比べ原子力発電所が小さく、これを取り囲む生体圏へも大きいことから、放射性廃棄物の発生割合が大きい。

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			α線を放出する放射性物質
核種	H-3	C-14	Ca-41	Co-60	Ni-59	Ni-63	Nb-94	Tc-99	Sr-90	I-129	Cs-137	
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方針に基づき、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況との関連を勘案した検証評価を実施し、核種が選定されている。

（注1）日本原子力発電株式会社（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）

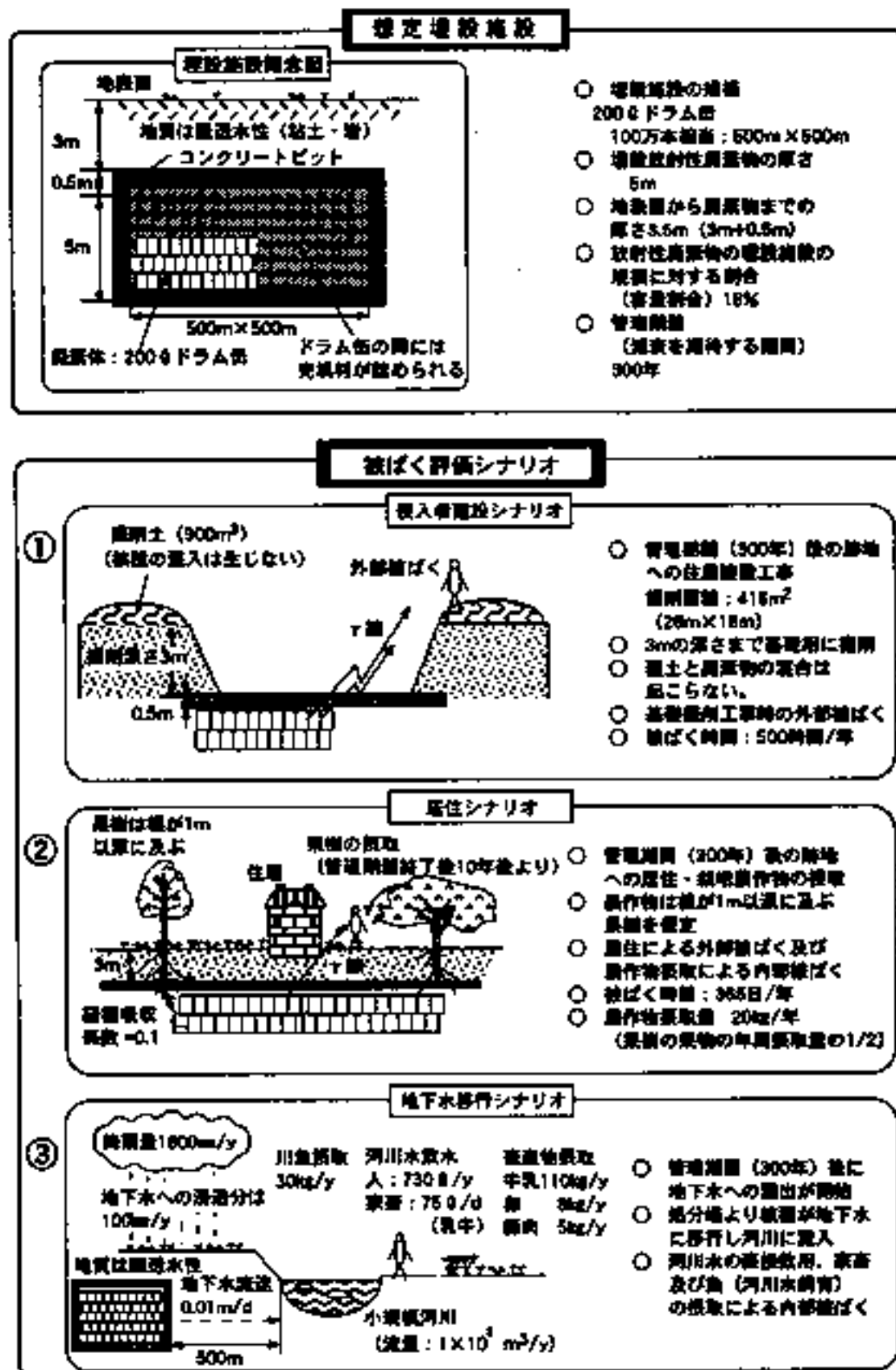
低レベル放射性廃棄物処分場から一般公衆が受ける被ばく線量は $10\mu\text{Sv}/\text{y}$ を超えないことをめやすとする。

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)

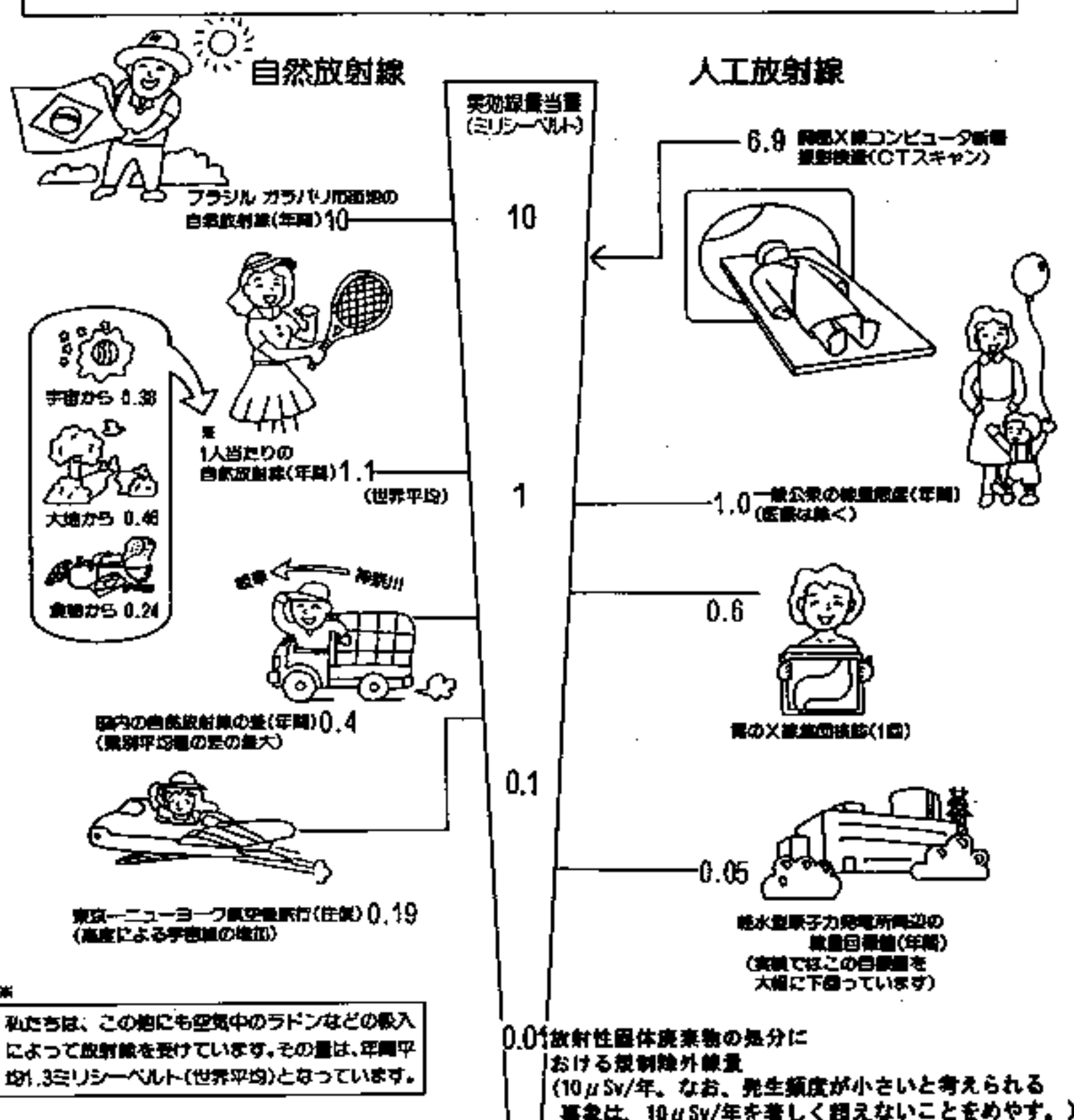


原子炉等規制法施行令第13条の9、一号及び二号の放射能濃度上限値 (参考 2 に示す表の一及び二) は、上図に示した以下のシナリオ等により導出されている。

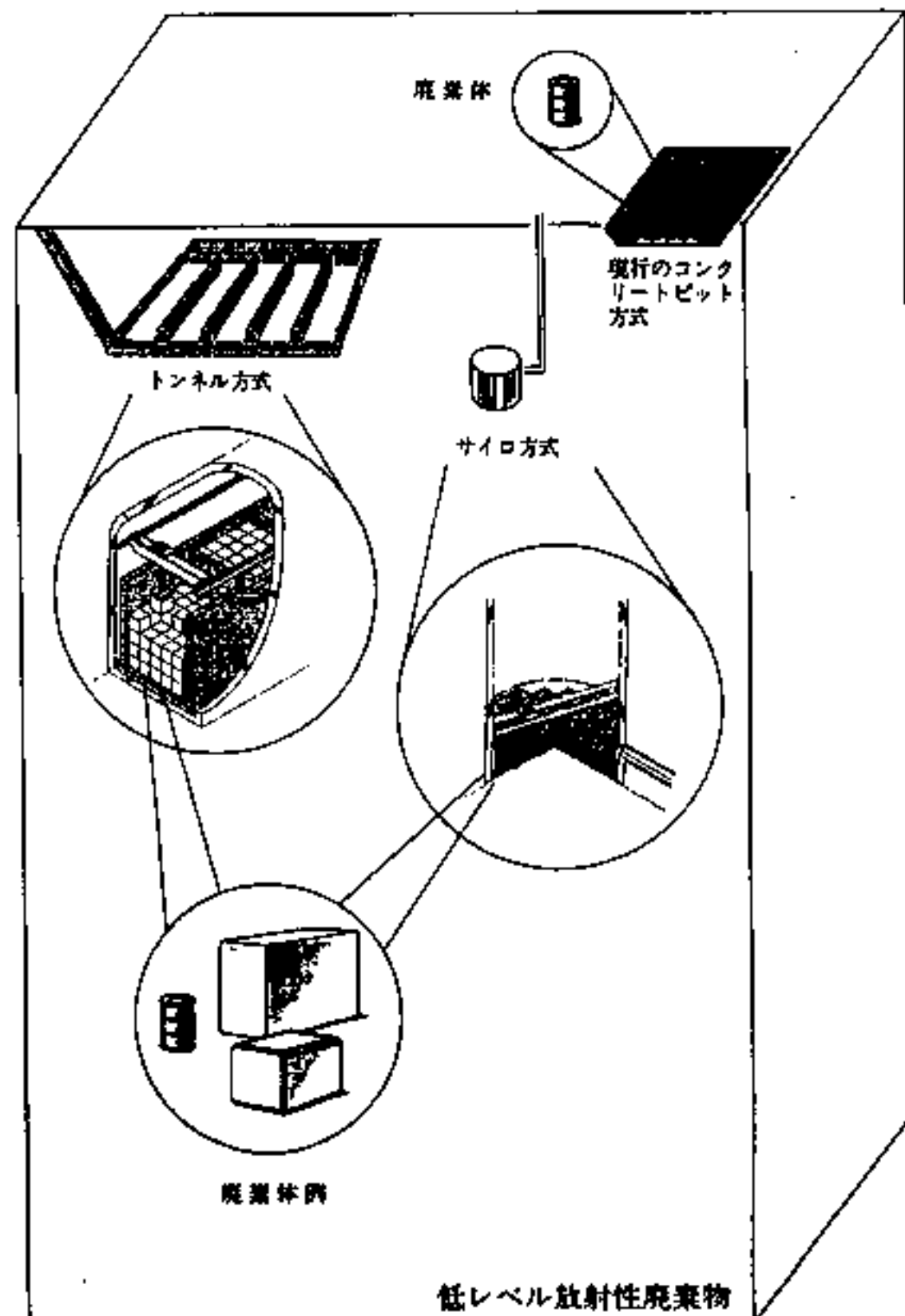
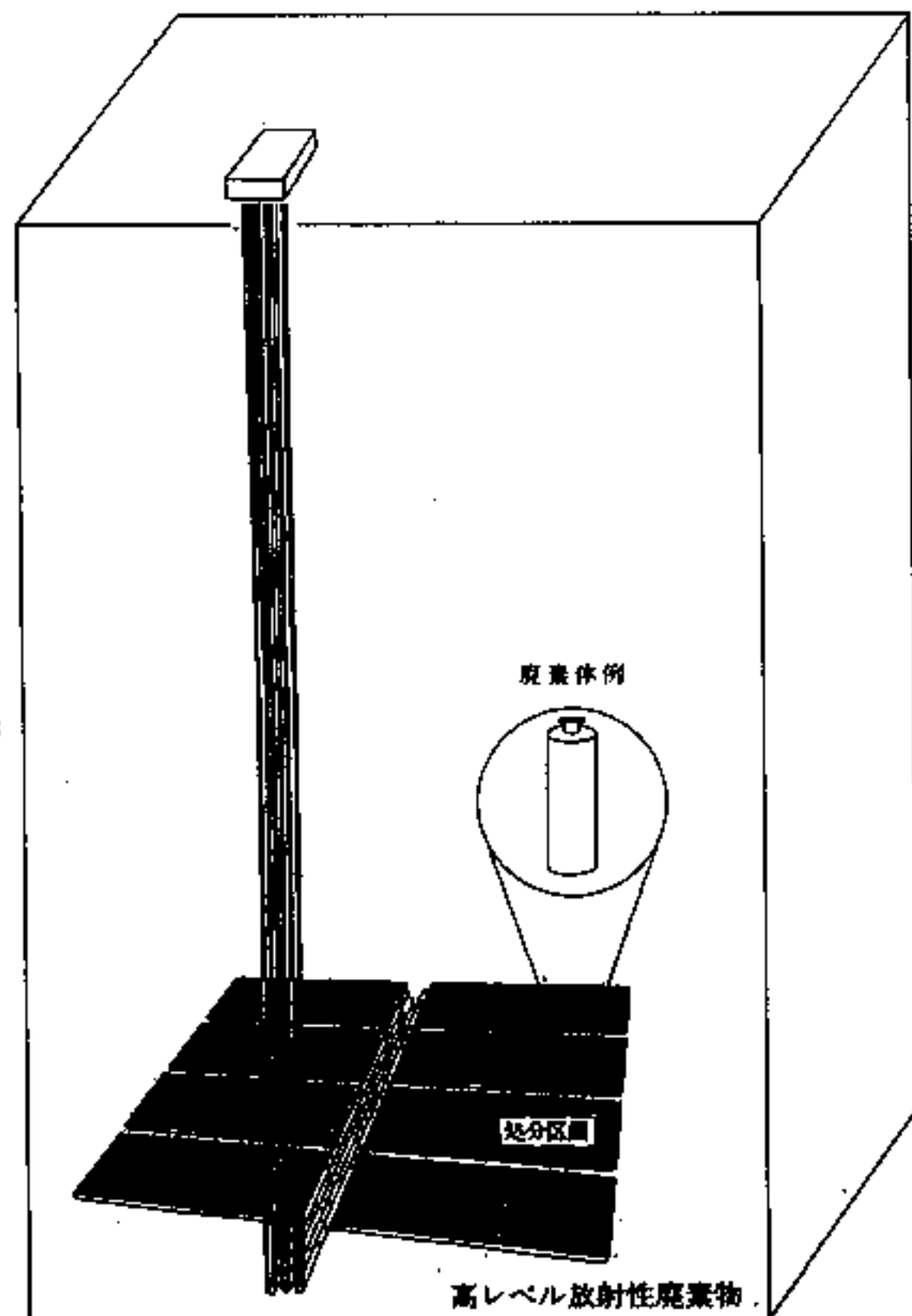
濃度上限値の導出の際には、管理期間終了後以後の線量評価に当たって使用する被ばく線量として $10 \mu\text{Sv/y}$ が用いられている (原子力安全委員会「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について」昭和 62 年 6 月)。

- ① 処分場跡地に住居を建設するため、掘削工事が行われ、施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

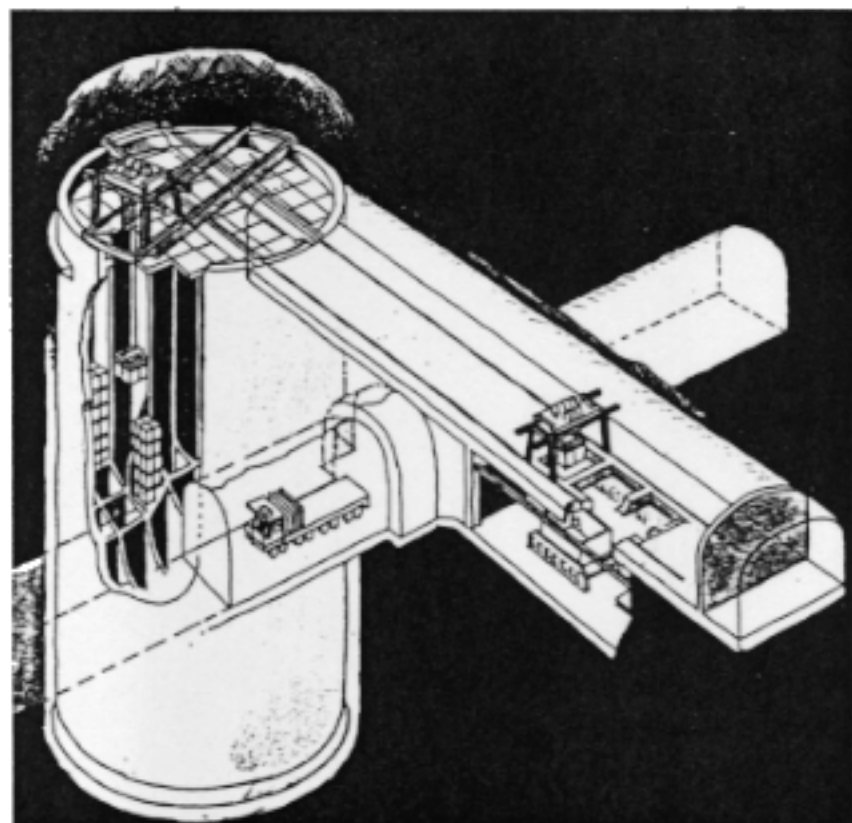


出所：「1993年国連科学委員会報告」ほか

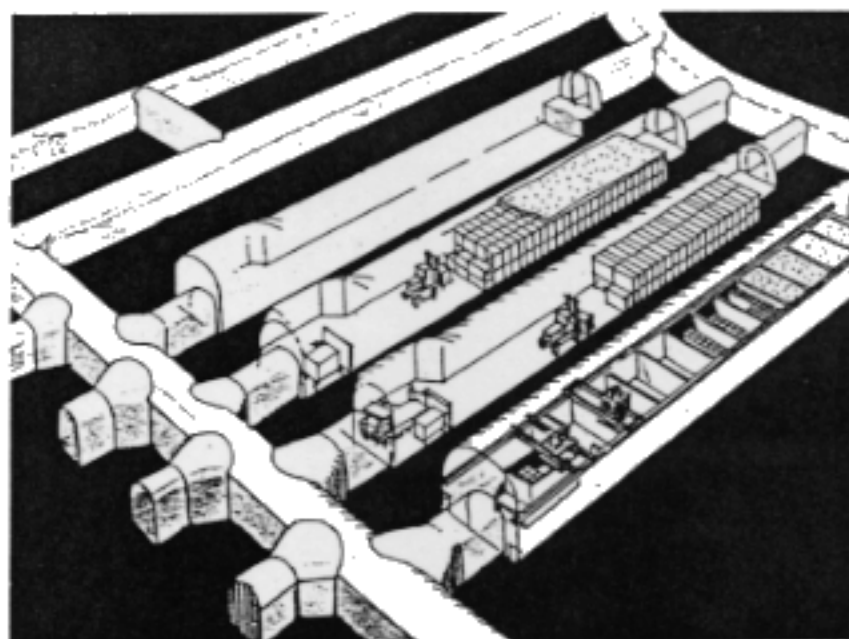


処分施設概念図

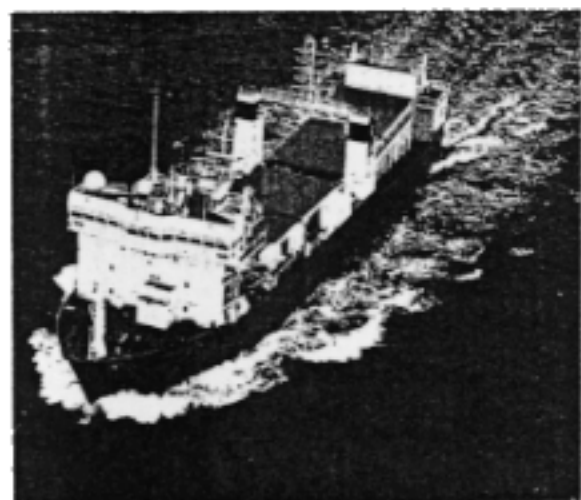
スウェーデンの放射性廃棄物処分場 SFR(操業中)



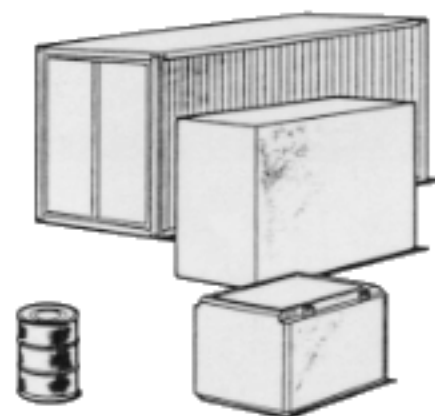
廃棄物ハンドリング概念図 (サイロ)



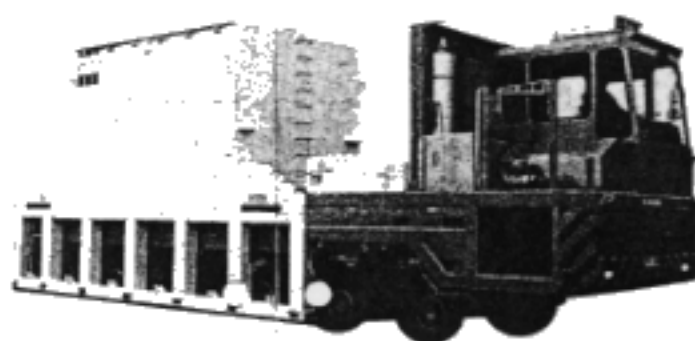
廃棄物ハンドリング概念図 (トンネル)



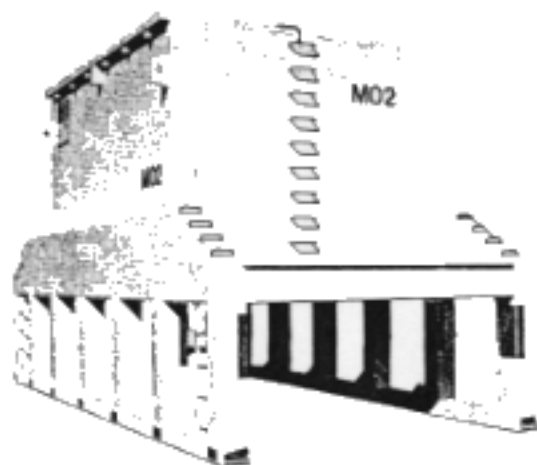
廃棄物専用運搬船 シギン



廃棄物処分容器

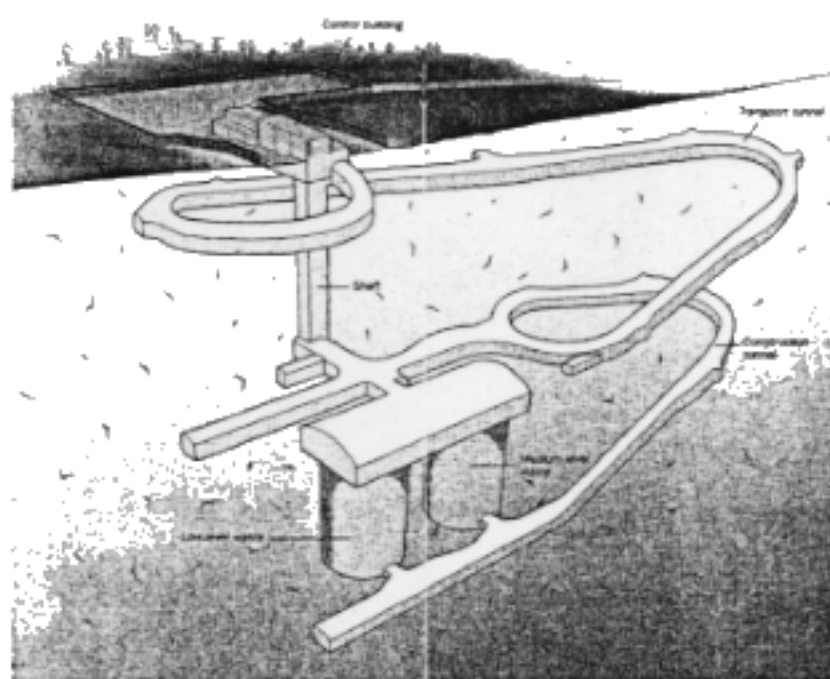


廃棄物搬入用車両

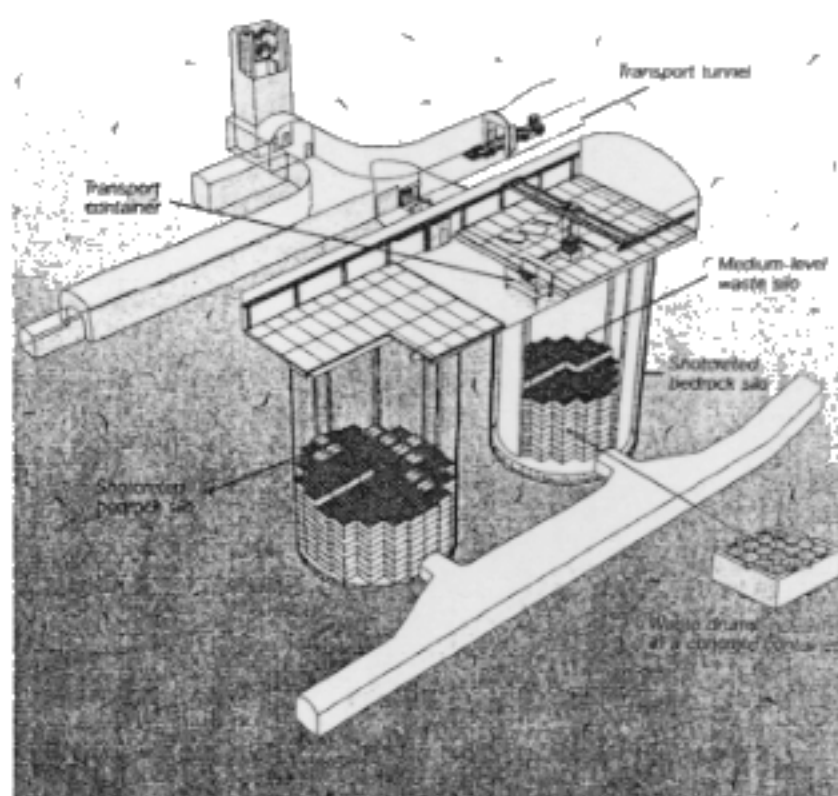


廃棄物用コンテナ

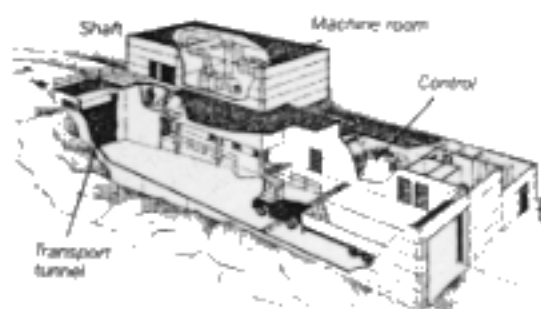
フィンランドの放射性廃棄物処分場 VLJ(操業中)



処分施設全体図



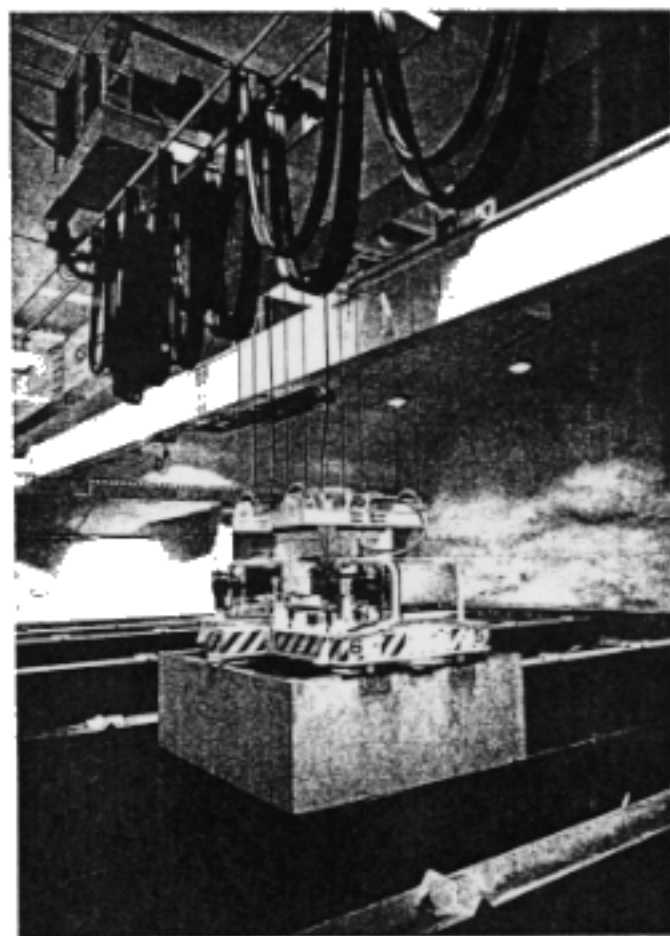
廃棄物ハンドリング概念図



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)

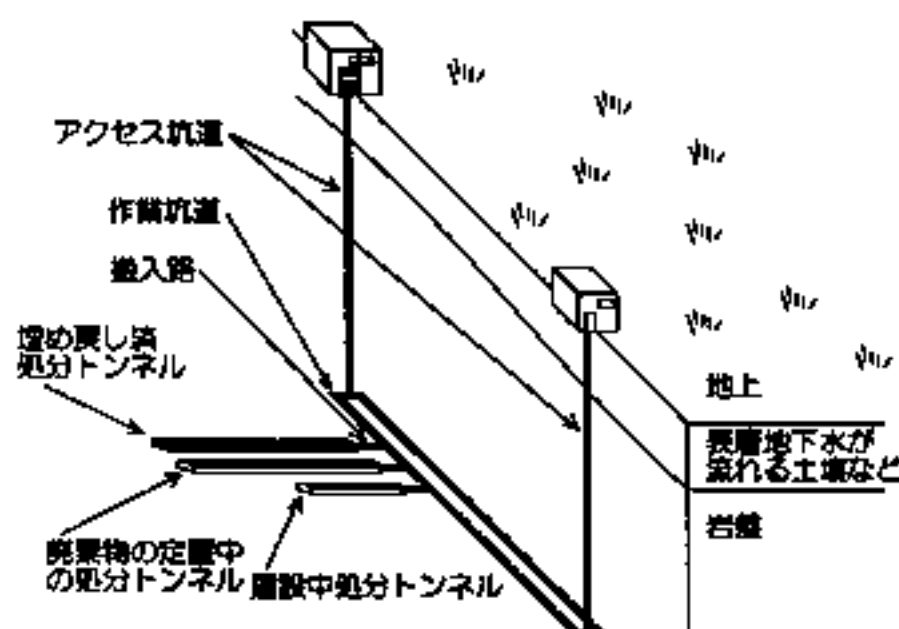


天井クレーンによるサイロ内への廃棄物の定置

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(註1)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。

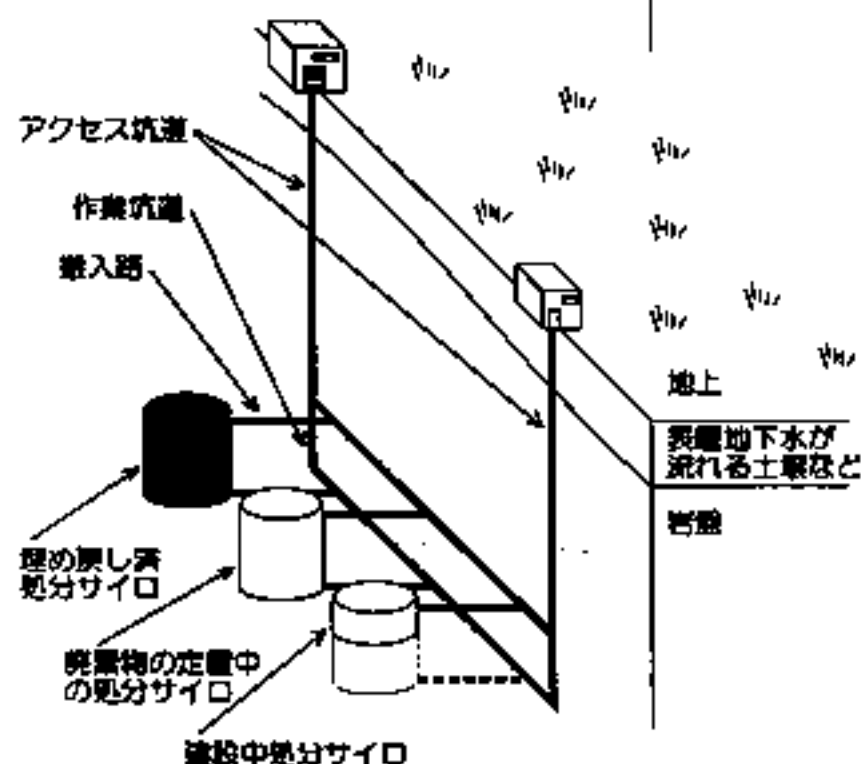


トンネル型処分施設

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ビット(註2)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。

処分トンネル内のビットに廃棄物を定置して、定置が完了すればビットに覆いを施し、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隙間は構造上、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ビット(註3)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。

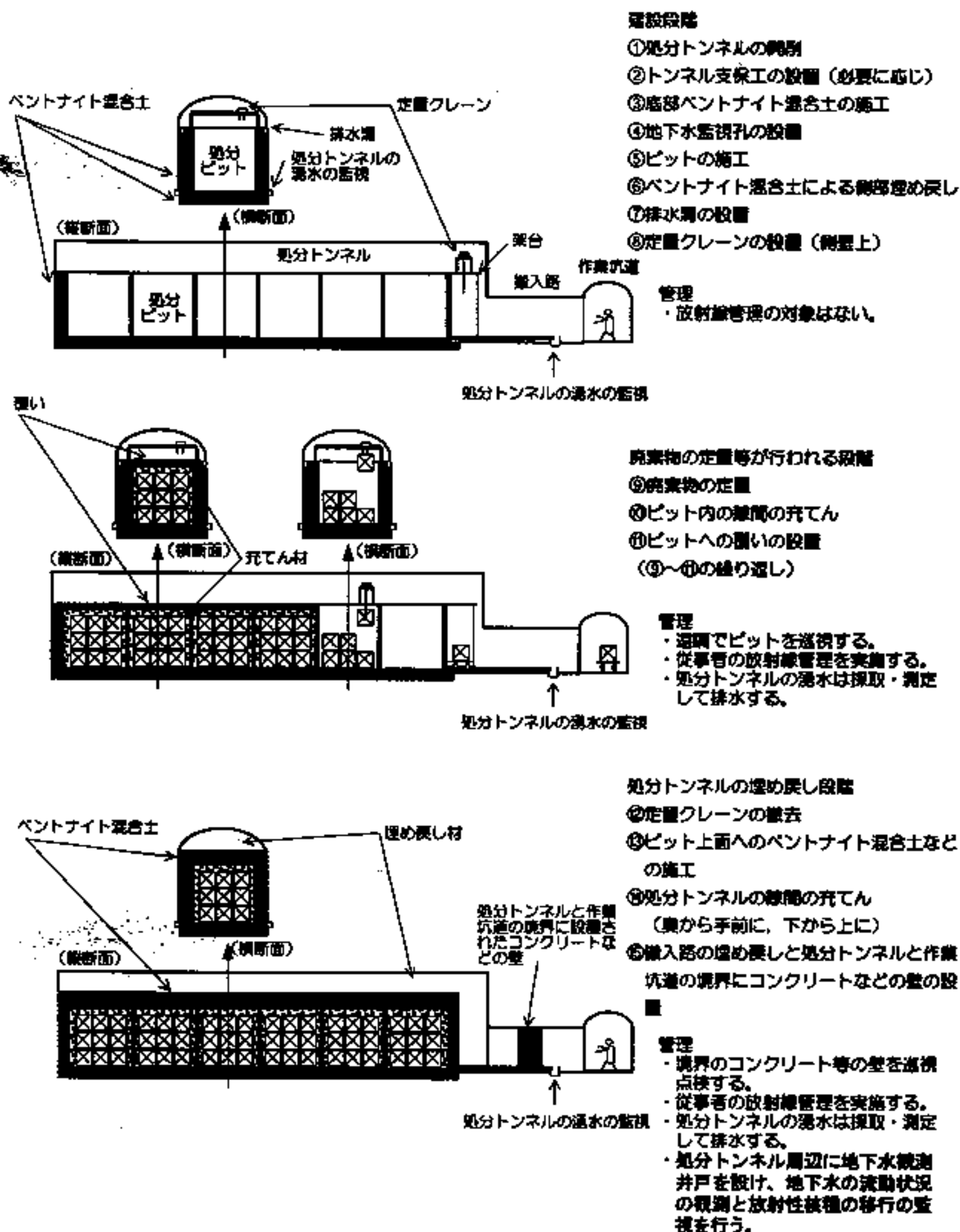
処分サイロ内のビットに廃棄物を定置して、定置が完了すればビットに覆いを施し、処分サイロ自体を埋め戻す。このとき、処分サイロ上部の隙間は構造上、安全上の問題とならないように土砂などで充てんする。

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。

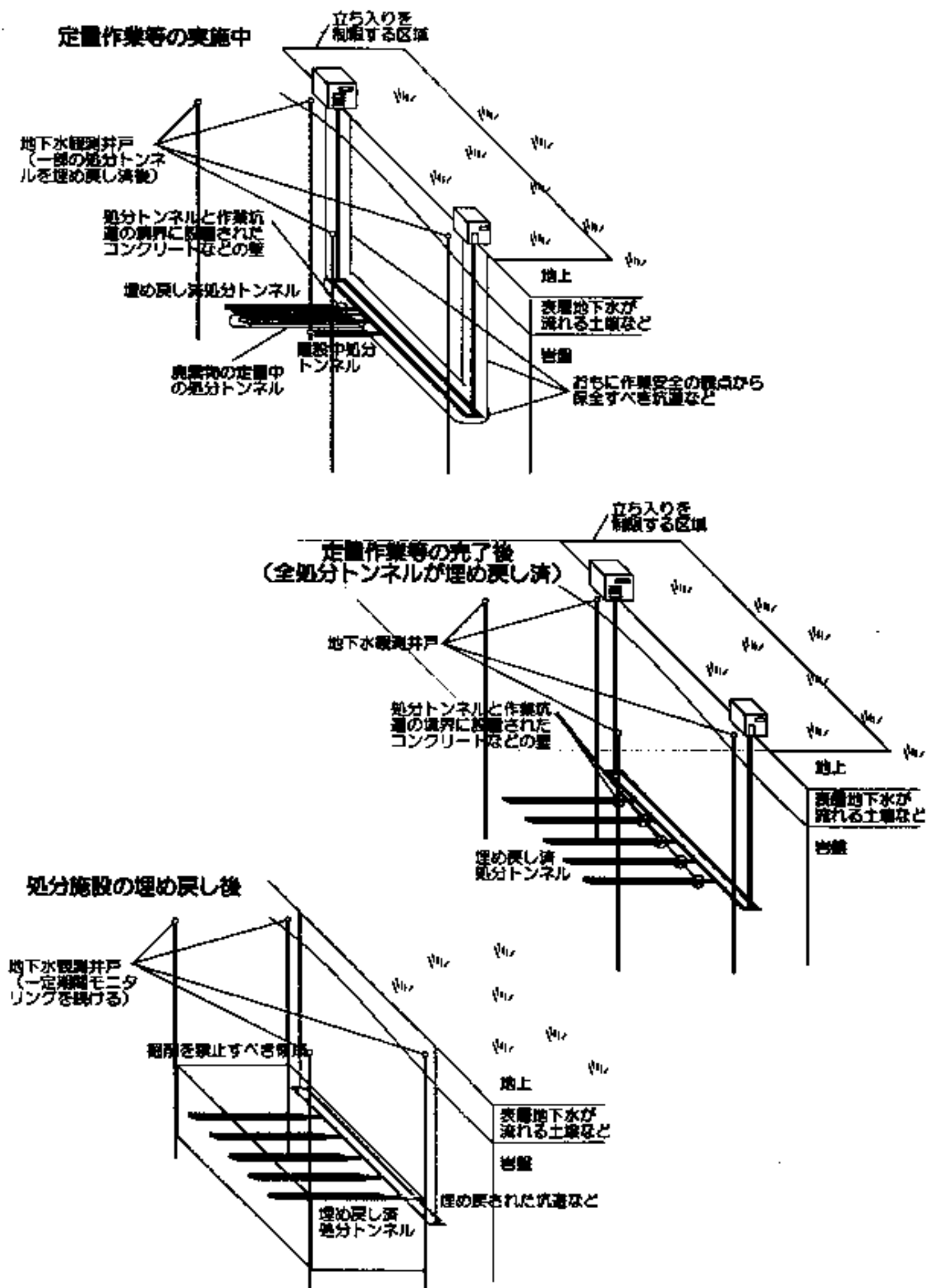
2) 例えば、処分トンネルの規模(幅十数m、長さ百m程度)に応じたコンクリートビット。

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ビット。

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-



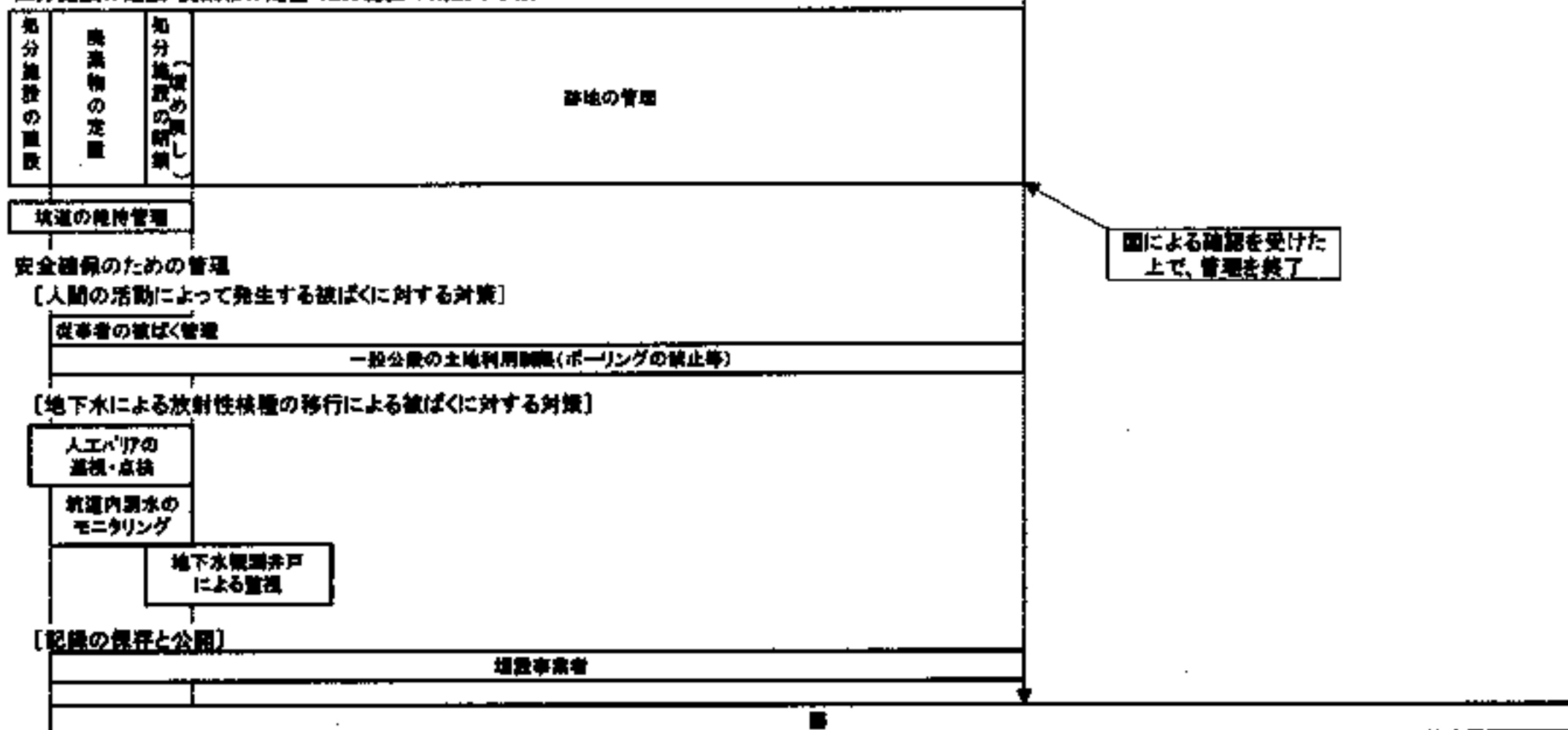
トンネル型処分施設の管理（例）



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

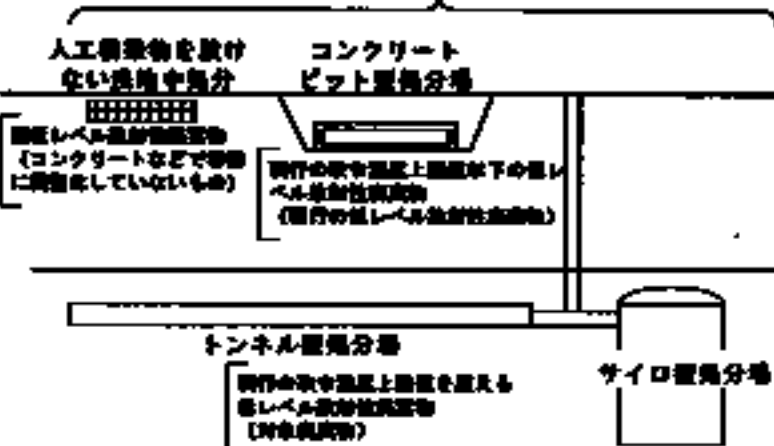


処分施設の建設・廃棄物の定置・処分施設の閉鎖の手順

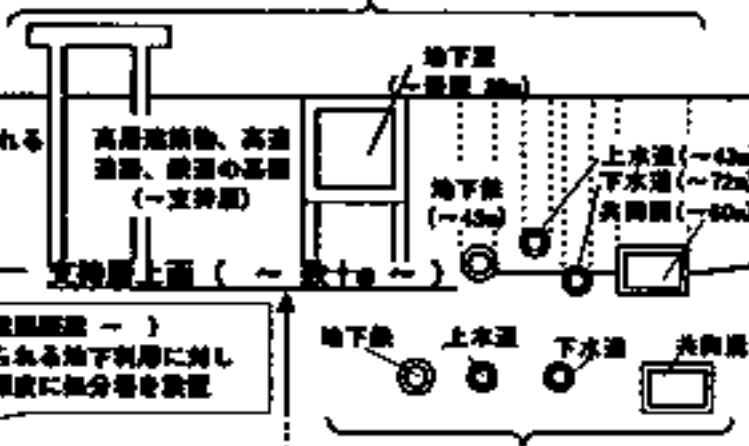


地下利用の実態と現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物処分場の想定深度

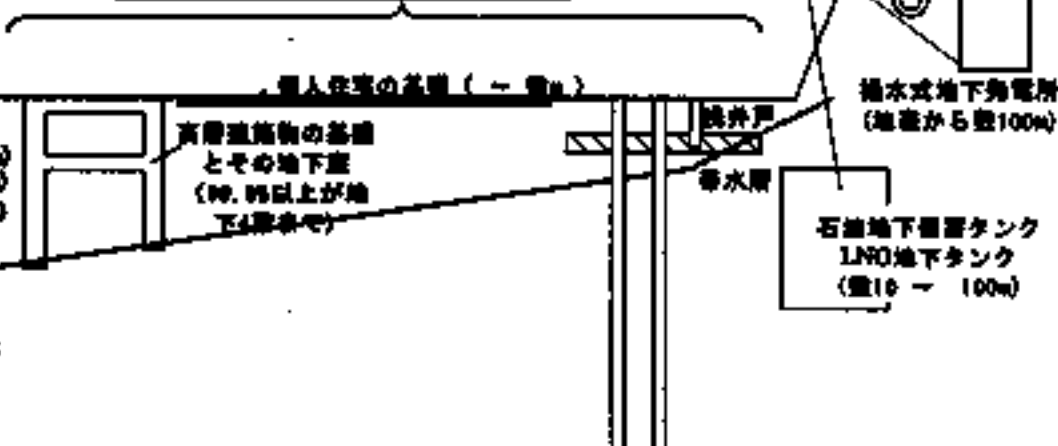
放射性廃棄物処分場



公共的な地下利用

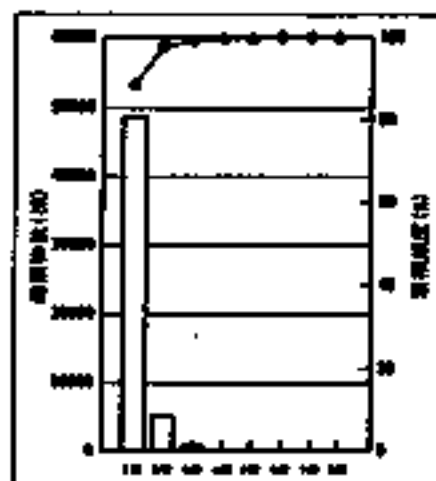


一般の土地所有者による地下利用



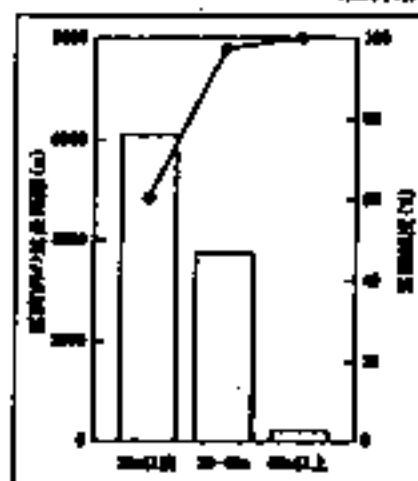
将来の地下利用

（支持層上面 ～ 100m が現在考えられている）

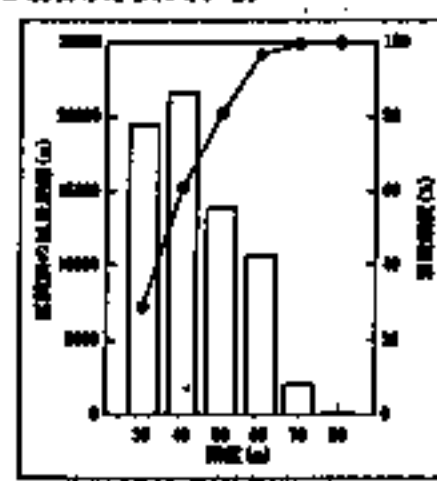


東京都における地下室の
深度分布

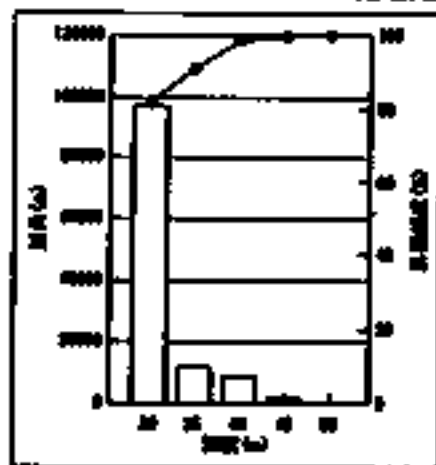
（最浅は、国金国管線の地下8階（深度30m）である。）



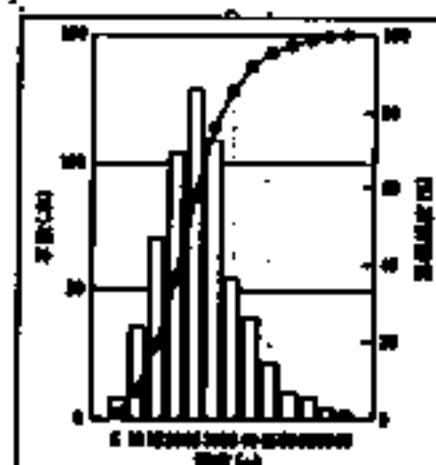
上水道における深度分布



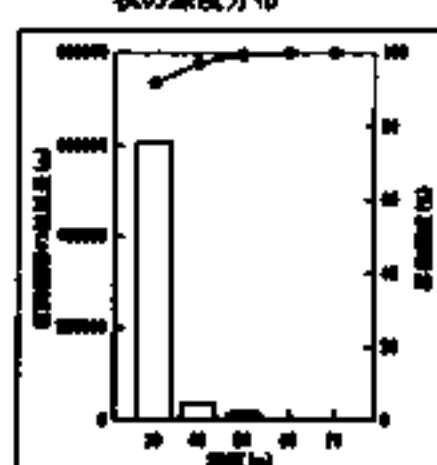
首都高速道路高層部高層
鉄道の深度分布



東京都における地下鉄
トンネルの深度分布



高層建築物高層部の
深度分布



成田幹線の基礎軌の深度分布

（臨時大規模地下利用調査会 等）（臨時大規模地下利用調査会 平成10年6月）
（「大規模地下利用調査への人間侵入の観点から見た地下施設深度分布調査」（基本編、日本原子力学会、平成10年6月） などより

開井戸調査ボーリング、
開井戸（～ 300m）

地下資源調査ボーリング
（～ 2,000m）

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）^{(*)1}の整備が検討されている。

現地調査としては、測量・試験などが行われる。

(*)1 国土空間データ基礎の整備及び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、「国土空間データ基礎（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に広範囲に利用される我が国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^{(*)2}、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発達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・構造などを調査する
物理調査	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、 或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で掘孔し、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
物理探査	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、流量、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

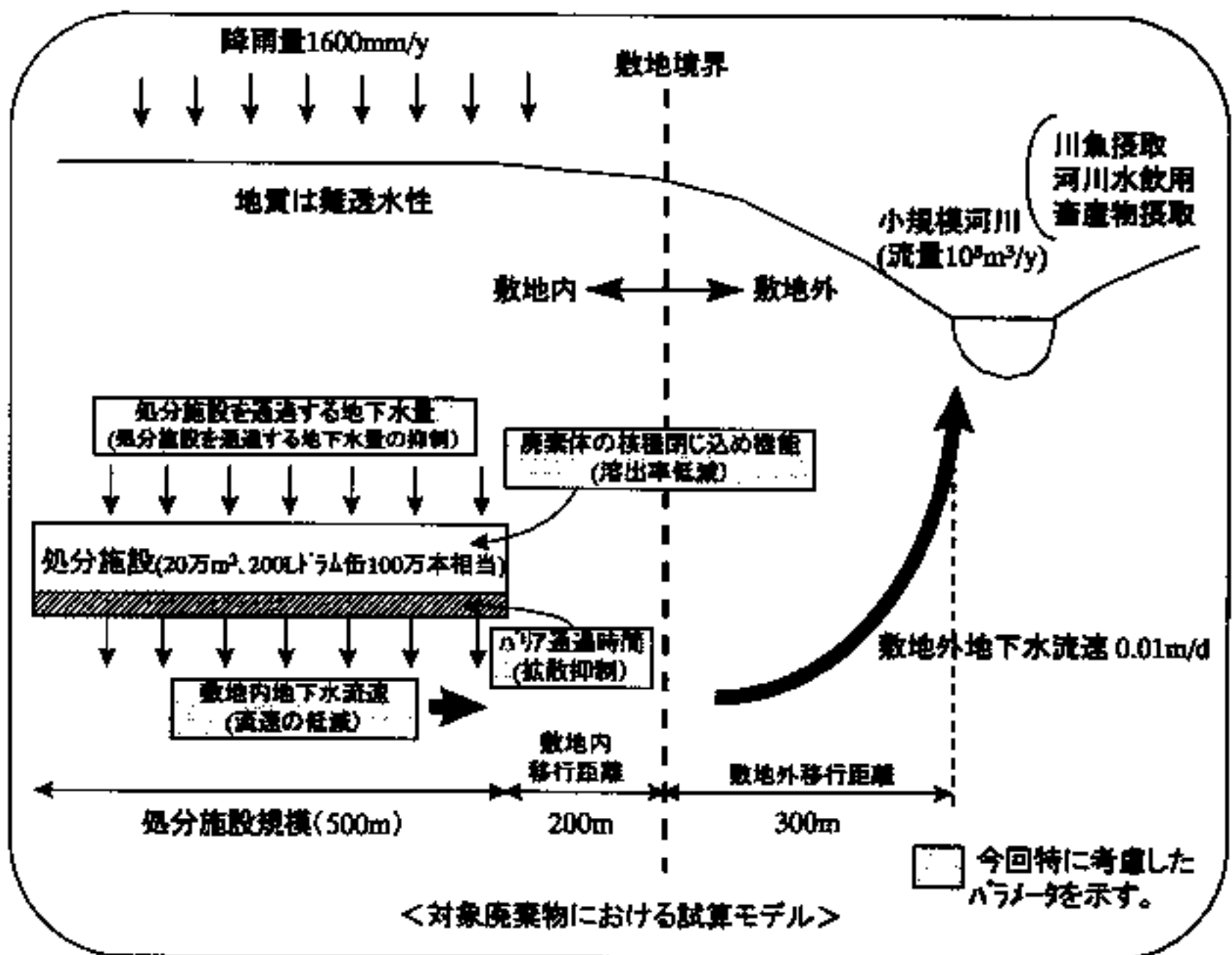
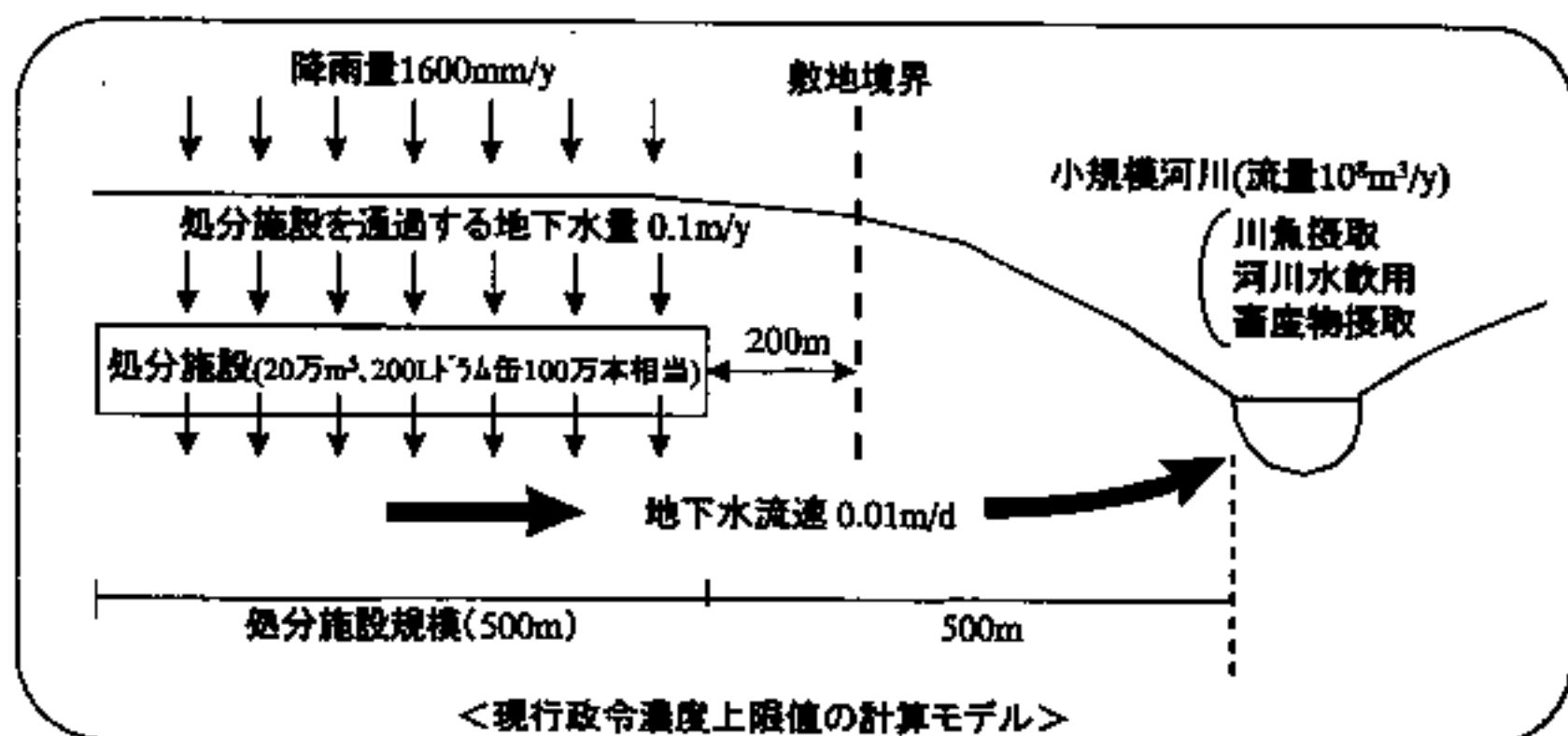
4. 「施工管理調査」

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		敷地外の地下水流速は 0.01m/d, 敷地外の移行距離は 300m で設定した	
	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		
	ベントナイト混合土等による浸透水量抑制	溶融体、放射性金属の溶出率の低減	不透水性材料などによる核種の拡散抑制	地質や深度の選択による流速の低減	敷地内における地下水移行距離の確保		
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(管理期間終了後)

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

偶出現シナリオの政令を処置濃度使用上限値及び評価

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: $\sim 10 \mu\text{Sv}/\text{年}^{1)}$

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産物を通じた被ばく)
被ばく線量: $\sim 10 \mu\text{Sv}/\text{年}^{1)}$

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

処分場跡地利用への対策
処分場跡地の掘削等による → 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

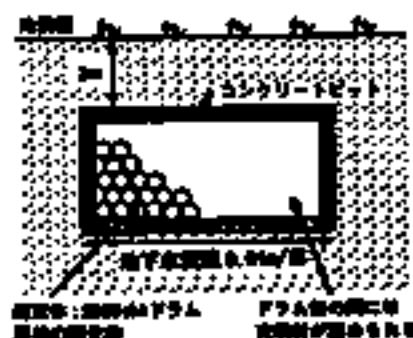
【処分の安全性】

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産物を通じた被ばく)
農産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、 $0.01\text{m}/\text{日}$
・深度3mの浅地中にコンクリートピットを設置

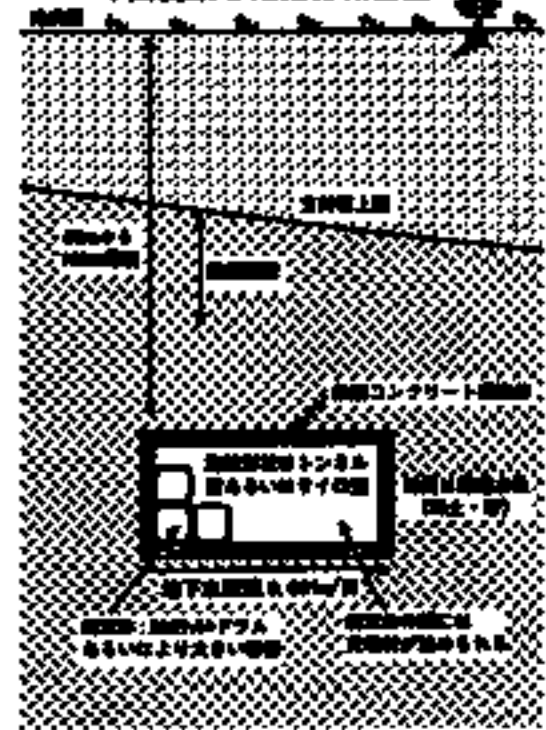
現行の政令濃度上限値を導出した処分概念図



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 $10 \mu\text{Sv}/\text{年}$ を下回ることとはできない。

処分場
・地下水流速は、例えば $0.001\text{m}/\text{日}$
・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

今回提案した処分概念図



一般的であるとは考えられない(線量が小さい)事象例

③六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター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
・地下敷設を有する建物の建設工事による被ばく
農産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
農産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²⁾
被ばく線量: $10 \mu\text{Sv}/\text{回}$

処分場に関する記録の効果的な保存と公開

農産物と人間の接触の可能性の一層の低減

安全の確保

注1) 農産物中の放射性核種の濃度等について、電離放射線等による値を用いて試算した。
注2) 処分施設を含む地下利用が計画された際に、処分の記録が入手されなかった等の理由で処分施設が存在が確認できず調査が進行し、処分施設に連なる調査が行われ、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。

《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焼却中処分を進め、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。

あ

IAEA (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。

RI :

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。

RI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 :

放射性物質による被ばくが、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IAEA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難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RI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

コンクリートビット処分：

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、コンクリートビ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。

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。

Sv（シーベルト）：

放射線に全身が照射され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。

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⁶⁰Co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10¹²Bqに達するものから、¹⁹²Irのように10⁷Bq程度のものである。

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、²³⁷Np（半減期：214万年）、²³⁹Pu（半減期：2万4千年）、²⁴¹Am（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）。

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。

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

廃棄物：

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。

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。

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

β γ 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 β γ 核種であり、比較的短い半減期を持つ核種が多い。

ほ

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。

放射線の特徴を活用し、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。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害与が大きい。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線の中間であり、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¹⁴C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⁹⁰Sr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部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：

原子炉圧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）TRU核種を含む放射性廃棄物の処理処分に關する事項
- （3）ウラン廃棄物の処理処分に關する事項
- （4）RI廃棄物及び研究所等廃棄物の処理処分に關する事項
- （5）原子力施設の廃止措置に關する事項
- （6）その他、原子力バックエンド対策に關する重要事項

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

部会長	秋石	元	勇	巳	三菱マテリアル株式会社取締役社長
	一	博	顯	吉	東京大学教授
	大	政	満	子	茨城大学教授(第10回～)
	岡	桃	洋	一郎	財団法人環境科学技術研究所専務理事
	川		芳	明	東京大学教授(第15回～)
	神	人	武	樹	財団法人原子力環境整備センター理事長
	草	田	啓	治	京都大学教授(第15回～)
	熊	間	朋	子	東京大学助教授
	小	谷	信	昭	大阪大学名誉教授
	小	島	圭	二	地圏空間研究所代表
	森	西		攻	NHK解説委員
	坂		一	久	社団法人日本原子力産業会議副会長(第9回まで)
	佐々	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	木	史	郎	日本原燃株式会社代表取締役副社長
	鈴	藤	壮	郎	通商産業省工業技術院長
	鈴	木	篤	之	東京大学教授
	関	木		進	社団法人日本アイソトープ協会理事
	池	本		博	東京工業大学教授(第15回～)
	鷺	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)
	須	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～)
	竹	田	忠	義	動力炉・核燃料開発事業団副理事長(第12回まで)
	田	内	榮	次	動力炉・核燃料開発事業団副理事長(第13回～)
	田	中		知	東京大学教授(第10回～)
	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
	中	尾	欣	四郎	北海道大学名誉教授(第9回まで)
	中	西	準	子	横浜国立大学(第9回まで)
	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
	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	文	京都大学教授(第10回～)
	山	内	喜	明	弁護士

開催日

第1回	平成7年	9月25日	(月)	第10回	平成9年	5月27日	(火)
第2回	平成7年	11月9日	(木)	第11回	平成9年	7月25日	(金)
第3回	平成7年	12月4日	(木)	第12回	平成9年	10月2日	(木)
第4回	平成8年	3月14日	(木)	第13回	平成9年	12月1日	(月)
第5回	平成8年	6月26日	(水)	第14回	平成10年	2月5日	(木)
第6回	平成8年	9月26日	(木)	第15回	平成10年	4月3日	(金)
第7回	平成8年	11月15日	(金)	第16回	平成10年	5月28日	(木)
第8回	平成9年	2月13日	(木)				
第9回	平成9年	4月9日	(水)				

**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

(主査)	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	知貴	東京大学大学院システム量子工学科教授
	田中	貴	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
	東松	邦夫	京都大学大学院原子核工学科教授
(査)	松元	重良	財団法人 原子力施設「コミッション」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	裕文	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5回	平成 9 年	9 月 17 日 (水)			
第6回	平成 9 年	10 月 24 日 (金)			
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)			