

放射性廃棄物の最終的な取扱いに関する意見交換会

放射性廃棄物と、
その最終的な取扱いの考え方

ステップ1：廃棄物の最終的な取り扱いに関する前提の共有

- HLWでは地層処分が選ばれた経緯を共有。
- ✓ 廃棄物の性状、地層処分選定に至る考え方と条件、現在の規制体系などを共有
 - ❖ 資料1：放射性廃棄物の最終的な取り扱いの考え方（講師）BE部会
 - ❖ 資料2：原子力安全部会の論点（講師）安全部会
 - ❖ 資料3：用語の選定の重要性（講師）BE部会

1．放射性廃棄物と、その分類（原子燃料サイクルの廃棄物）

2．地層処分推進の背景と国内の経緯

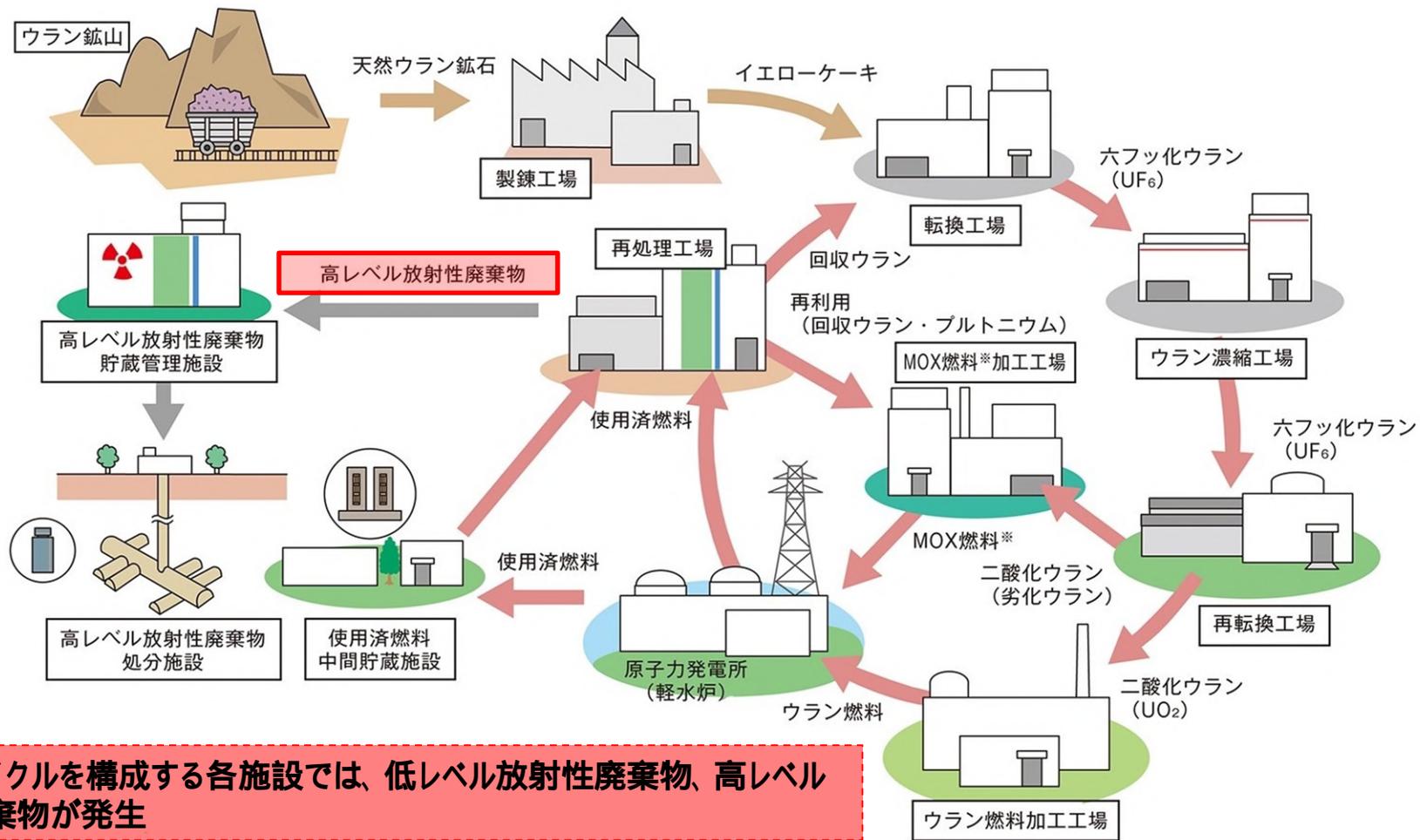
3．国の現在の基本方針と体制、および研究開発の状況

4．ステップ2に向けて

放射性廃棄物と、その分類

(原子燃料サイクルの廃棄物)

原子燃料サイクルと廃棄物



サイクルを構成する各施設では、低レベル放射性廃棄物、高レベル廃棄物が発生

※MOX (Mixed Oxide) 燃料：プルトニウムとウランの混合燃料

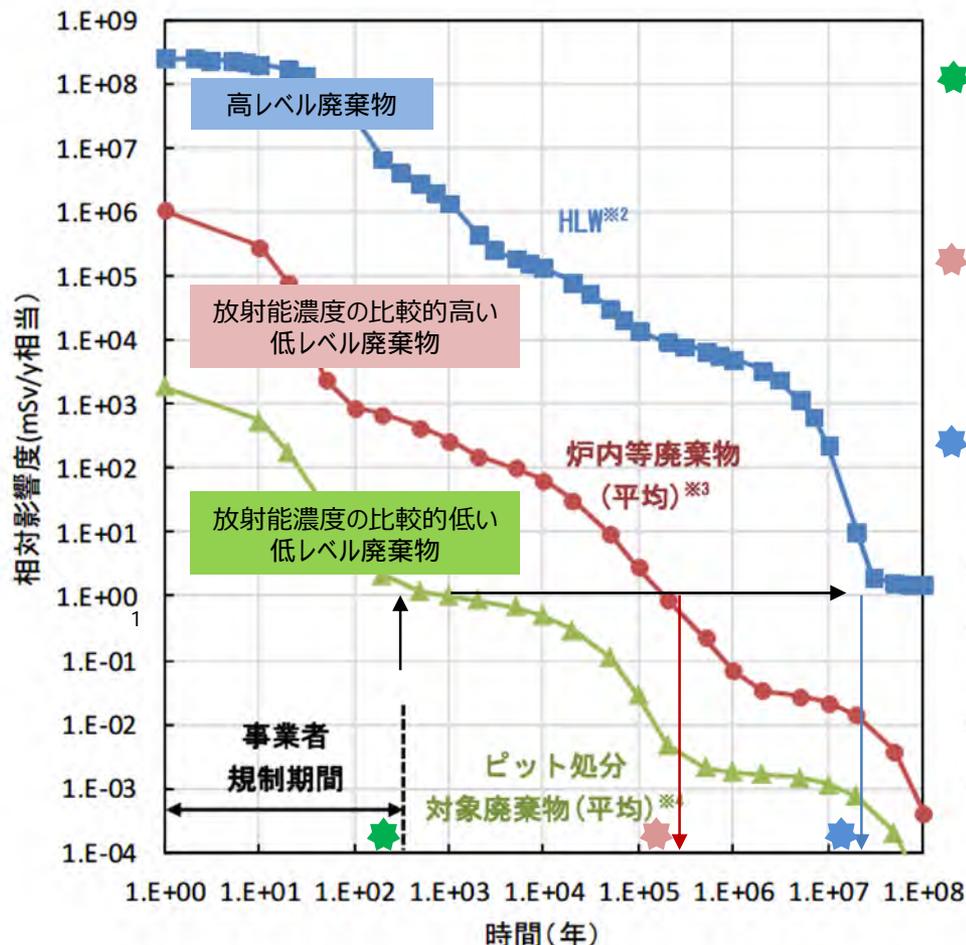
廃棄物の分類

発生源	廃棄物の種類	
原子力発電所	低レベル放射性廃棄物	放射能レベルの 極めて低い廃棄物
		放射能レベルの 比較的低い廃棄物
		放射能レベルの 比較的高い廃棄物
ウラン濃縮・ 燃料加工施設	低レベル放射性廃棄物	ウラン廃棄物
MOX燃料 加工施設		超ウラン核種を含む 放射性廃棄物 (TRU廃棄物)
再処理施設		高レベル放射性廃棄物

放射能の影響の観点での、廃棄物の違い

放射能濃度の比較的低い低レベル廃棄物の事業者規制期間（300年）終了時の相対影響度を1とする。
その程度の相対影響度に到るまでの期間は、廃棄物に応じて異なる。

放射性廃棄物の相対影響度 1 と時間の関係



- ★ 放射能濃度の比較的低い
低レベル廃棄物 300年
- ★ 放射能濃度の比較的高い
低レベル廃棄物 > 10万年
- ★ 高レベル廃棄物 > 1000万年

※1 放射性廃棄物中の放射性核種濃度をクリアランスレベルで除したものの総和が 100 となる濃度を 1mSv/y 相当として表記
 ※2 「高レベル放射性廃棄物ガラス固化体のインベントリ評価」核燃料サイクル開発機構東海事業者（平成 11 年 11 月）に示されている核燃料の燃焼条件等に基づいて、原子力規制庁が計算
 ※3 BWR、PWR、GCR 運転及び海外廃棄物の平均値（電気事業連合会「余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集（一部改訂）」（平成 26 年 12 月 25 日）より作図）
 ※4 JNFL2 号埋設（ピット処分）事業許可申請書記載の平均放射能濃度（日本原燃株式会社「六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業変更許可申請書」（平成 9 年 1 月）より作図）

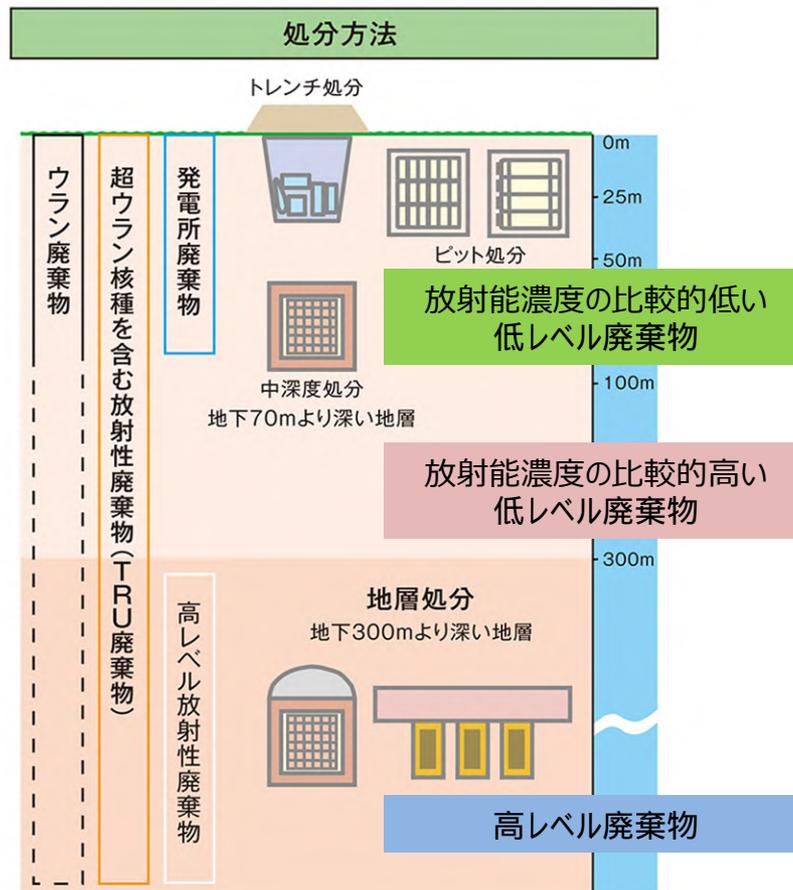
出典：（案）炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について、原子力規制庁、平成28年1月25日に掲載された図に、「1」と矢印を追記した。

廃棄物の分類と、想定されている処分の深さ

放射性廃棄物の種類と処分の概要

放射能レベルに応じた深度や障壁(バリア)を選び、トレンチ・ピット処分、中深度処分、地層処分に分けて処分が行われる。

発生源	廃棄物の種類	
原子力発電所	低レベル放射性廃棄物	発電所廃棄物
		放射能レベルの極めて低い廃棄物
		放射能レベルの比較的低い廃棄物
ウラン濃縮・燃料加工施設	ウラン廃棄物	放射能レベルの比較的高い廃棄物
MOX燃料加工施設		超ウラン核種を含む放射性廃棄物 (TRU廃棄物)
再処理施設	高レベル放射性廃棄物	



相対影響度が最も高い、 高レベル廃棄物（HLW）の性状・特徴

- * 相対影響度の観点では10万年オーダーの考慮が必要と思われる、
放射能濃度の比較的高い低レベル廃棄物についても、
ステップ2に向けて同様に整理していく

高レベル廃棄物（HLW）の性状・特徴

- ・使用済み燃料から、希ガス、ウラン・プルトニウムを除いたものがHLWになる : 核分裂生成物が多い
- ・核分裂生成物は、壊変に伴う発熱で温度が上がるような量含まれる : 発熱に対応できる安定化が必要
- ・核分裂生成物は、人に影響する場面とその影響とを、核種別に想定して、それらの影響を回避・低減する対策が必要なレベル (発熱以外への対策は長期間にわたることから制度的管理によらない方法が必要、とされている)

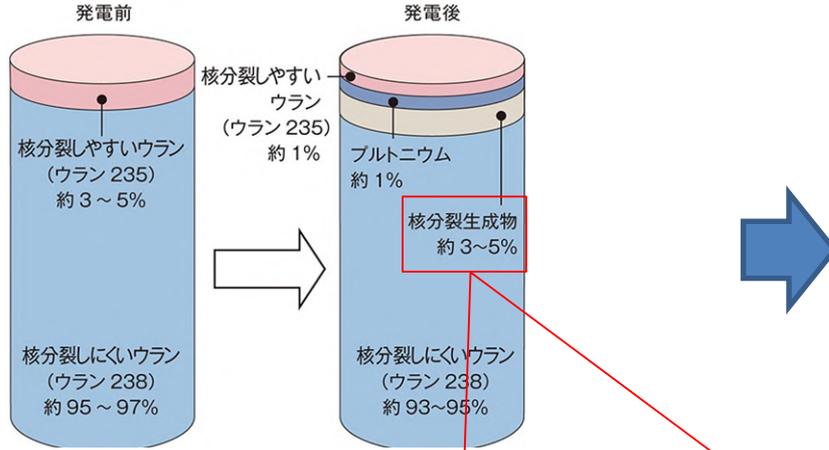


表1-1 PWRの使用済みウラン燃料中に含まれる元素(1/2)

	g/t	Bq/t(Ci/t)	W/t
アクチノイド			
ウラン	9.54×10 ⁵	1.50×10 ¹¹ (4.05)	4.18×10 ⁻²
ネプツニウム	7.49×10 ²	6.70×10 ¹¹ (1.81×10 ¹)	5.20×10 ⁻²
プルトニウム	9.03×10 ³	4.00×10 ¹⁵ (1.08×10 ⁵)	1.52×10 ⁻²
アメリシウム	1.40×10 ²	6.96×10 ¹³ (1.88×10 ³)	6.11
キュリウム	4.70×10 ¹	6.99×10 ¹⁴ (1.89×10 ⁴)	6.90×10 ⁻²
小計	9.64×10 ⁵	4.70×10 ¹⁵ (1.27×10 ⁵)	8.48×10 ⁻²
核分裂生成物			
トリチウム	7.17×10 ⁻²	2.55×10 ¹³ (6.90×10 ²)	2.45×10 ⁻²
セレン	4.87×10 ¹	1.47×10 ¹⁰ (3.96×10 ¹)	1.50×10 ⁻⁴
臭素	1.38×10 ¹	0(0)	0
クリプトン	3.60×10 ²	4.07×10 ¹⁴ (1.10×10 ⁴)	6.85×10 ⁻¹
ルビジウム	3.23×10 ²	7.03×10 ¹² (1.90×10 ²)	0
ストロンチウム	8.68×10 ²	6.44×10 ¹⁵ (1.74×10 ⁵)	4.50×10 ⁻²
イットリウム	4.53×10 ²	8.81×10 ¹⁵ (2.38×10 ⁵)	1.05×10 ³
ジルコニウム	3.42×10 ³	1.02×10 ¹⁶ (2.77×10 ⁵)	1.45×10 ³
ニオブ	1.16×10 ¹	1.93×10 ¹⁵ (5.21×10 ⁴)	2.50×10 ³
モリブデン	3.09×10 ³	0(0)	0
テクネチウム	7.52×10 ²	5.29×10 ¹¹ (1.43×10 ¹)	9.67×10 ⁻³
ルテチウム	1.90×10 ³	1.85×10 ¹⁶ (4.99×10 ⁵)	3.13×10 ²
ロジウム	3.19×10 ²	1.85×10 ¹⁶ (4.99×10 ⁵)	3.99×10 ³
小計	3.09×10 ⁴	1.55×10 ¹⁷ (4.18×10 ⁶)	1.96×10 ⁴
合計	9.95×10 ⁵	1.59×10 ¹⁷ (4.31×10 ⁶)	2.04×10 ⁴

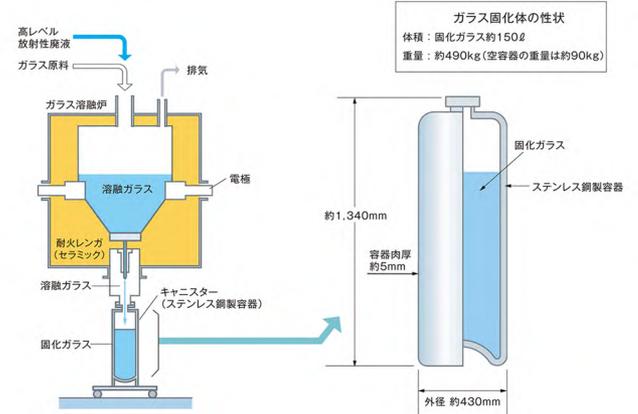
表1-2 PWRの使用済みウラン燃料中に含まれる元素(2/2)

	g/t	Bq/t(Ci/t)	W/t
パラジウム	8.49×10 ²	0(0)	0
銀	4.21×10 ¹	1.02×10 ¹⁴ (2.75×10 ³)	4.16×10 ⁻¹
カドミウム	4.75×10 ¹	2.20×10 ¹² (5.95×10 ¹)	2.13×10 ⁻¹
インジウム	1.09	1.32×10 ¹⁰ (3.57×10 ⁻¹)	1.04×10 ⁻³
スズ	3.28×10 ¹	1.42×10 ¹⁵ (3.85×10 ⁴)	1.56×10 ⁻²
アンチモン	1.36×10 ¹	2.95×10 ¹⁴ (7.96×10 ³)	2.74×10 ⁻¹
テルル	4.85×10 ²	4.96×10 ¹⁴ (1.34×10 ⁴)	1.66×10 ⁻¹
ヨウ素	2.12×10 ²	8.21×10 ¹⁰ (2.22)	8.98×10 ⁻³
キセレン	4.87×10 ²	1.15×10 ¹¹ (3.12)	3.04×10 ⁻³
セシウム	2.40×10 ³	1.19×10 ¹⁵ (3.21×10 ⁵)	2.42×10 ³
バリウム	1.20×10 ³	3.70×10 ¹⁵ (1.00×10 ⁵)	3.93×10 ²
ランタン	1.14×10 ³	1.82×10 ¹³ (4.92×10 ²)	8.16
セリウム	2.47×10 ³	3.06×10 ¹⁵ (8.27×10 ⁵)	7.87×10 ⁻²
プラセオジウム	1.09×10 ³	2.85×10 ¹⁵ (7.71×10 ⁵)	5.73×10 ³
ネオジウム	3.51×10 ³	3.50×10 ¹² (9.47×10 ¹)	2.65×10 ⁻¹
プロメチウム	1.10×10 ²	3.70×10 ¹⁵ (1.00×10 ⁵)	9.17×10 ⁻¹
サマリウム	6.96×10 ²	4.63×10 ¹³ (1.25×10 ³)	2.18
ユーロビウム	1.26×10 ²	5.00×10 ¹⁴ (1.35×10 ⁴)	7.19×10 ⁻¹
ガドリニウム	6.29×10 ¹	8.58×10 ¹¹ (2.32×10 ¹)	3.34×10 ⁻²
テルビウム	1.25	1.11×10 ¹³ (3.02×10 ²)	2.54
ジスプロシウム	6.28×10 ⁻¹	0(0)	0
小計	3.09×10 ⁴	1.55×10 ¹⁷ (4.18×10 ⁶)	1.96×10 ⁴
合計	9.95×10 ⁵	1.59×10 ¹⁷ (4.31×10 ⁶)	2.04×10 ⁴

これらの量は原子炉に装荷された新燃料中のウラン1トン当たりのものである。全体としての平均燃焼度は33,000Mwd/t、また平均出力30MW/tで、燃料取り出し後150日経過したものである。

これらの量は原子炉に装荷された新燃料中のウラン1トン当たりのものである。全体としての平均燃焼度は33,000Mwd/t、また平均出力30MW/tで、燃料取り出し後150日経過したものである。

希ガス、リサイクルするウラン・プルトニウム以外がHLWになる



8-3-1

原子力・エネルギー図鑑

出典：日本原研(株)パンフレットより転載

ガラス固化体製造時

- ・表面線量率1,500Sv/h
- ・表面温度200 以上

製造後30-50年経過想定値

- ・表面線量率160Sv/h
- ・表面温度100 前後

現在、原子力発電所などで保管されている約18,000トンの使用済み燃料を今後再処理すると、すでに再処理された分も含め、ガラス固化体の総数は約25,000本となる。(高レベル放射性廃棄物の地層処分について、NUMO殿資料より)

ガラス固化体25,000本 = 4,000m³弱、40,000本 = 6,000m³弱

4,000~6,000m³は、電車17両~25両相当(1両20×3×4m=240m³)、ワンボックス車(ハイエースなど)170~250台相当(1台約24m³)

高レベル廃棄物（HLW）の性状・特徴

- ・物量としては、鉱石750トンが燃料1トンとなり、燃料1トンからHLW0.5トンが製造される
- ・ウランが核分裂することで、使用後の燃料には核分裂生成物が含まれる : 放射性核種の種類が増える
- ・使用後の燃料はアクチノイドや核分裂生成物を含み、使用前より放射能が高くなる : 放射能 (Bq) が増える

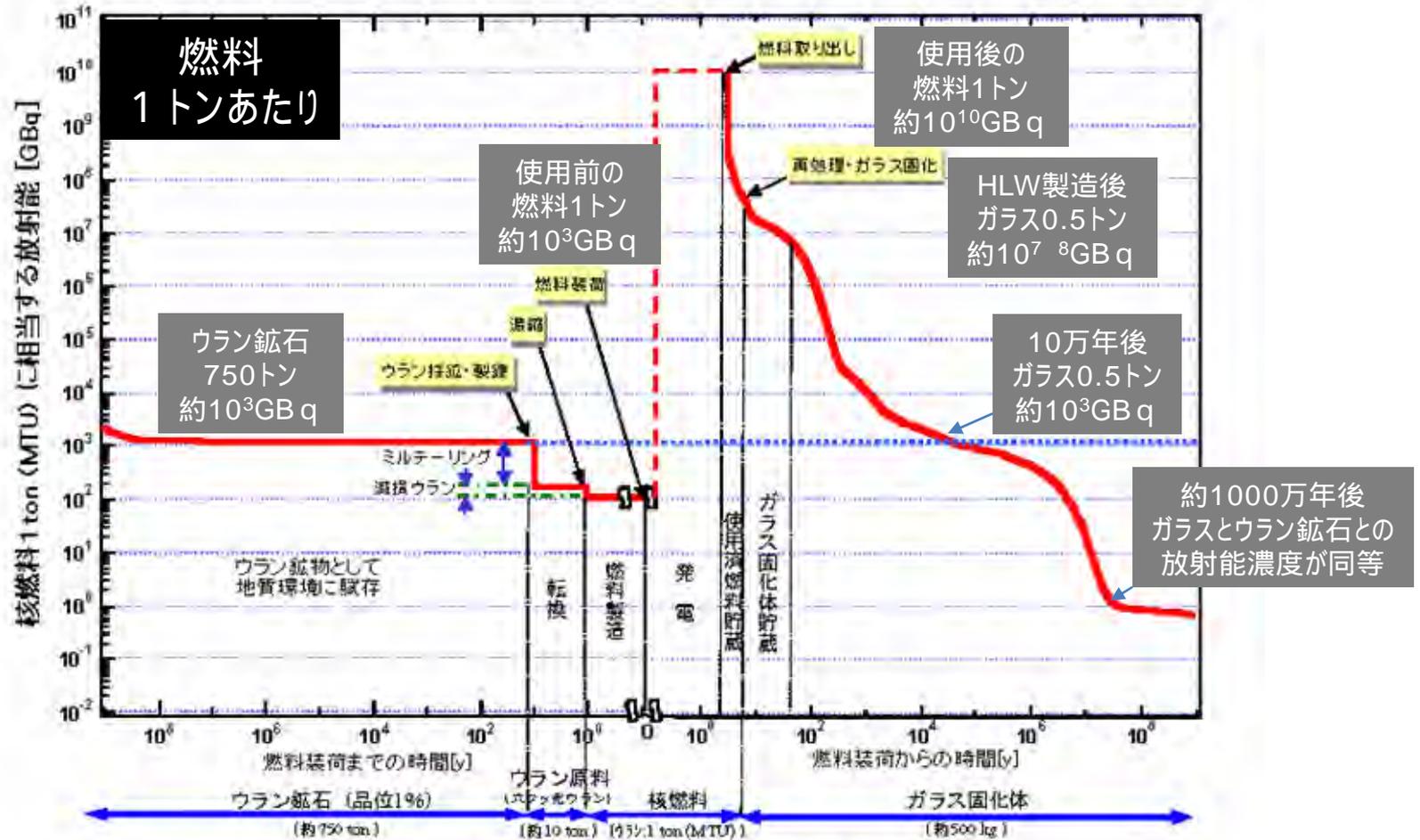
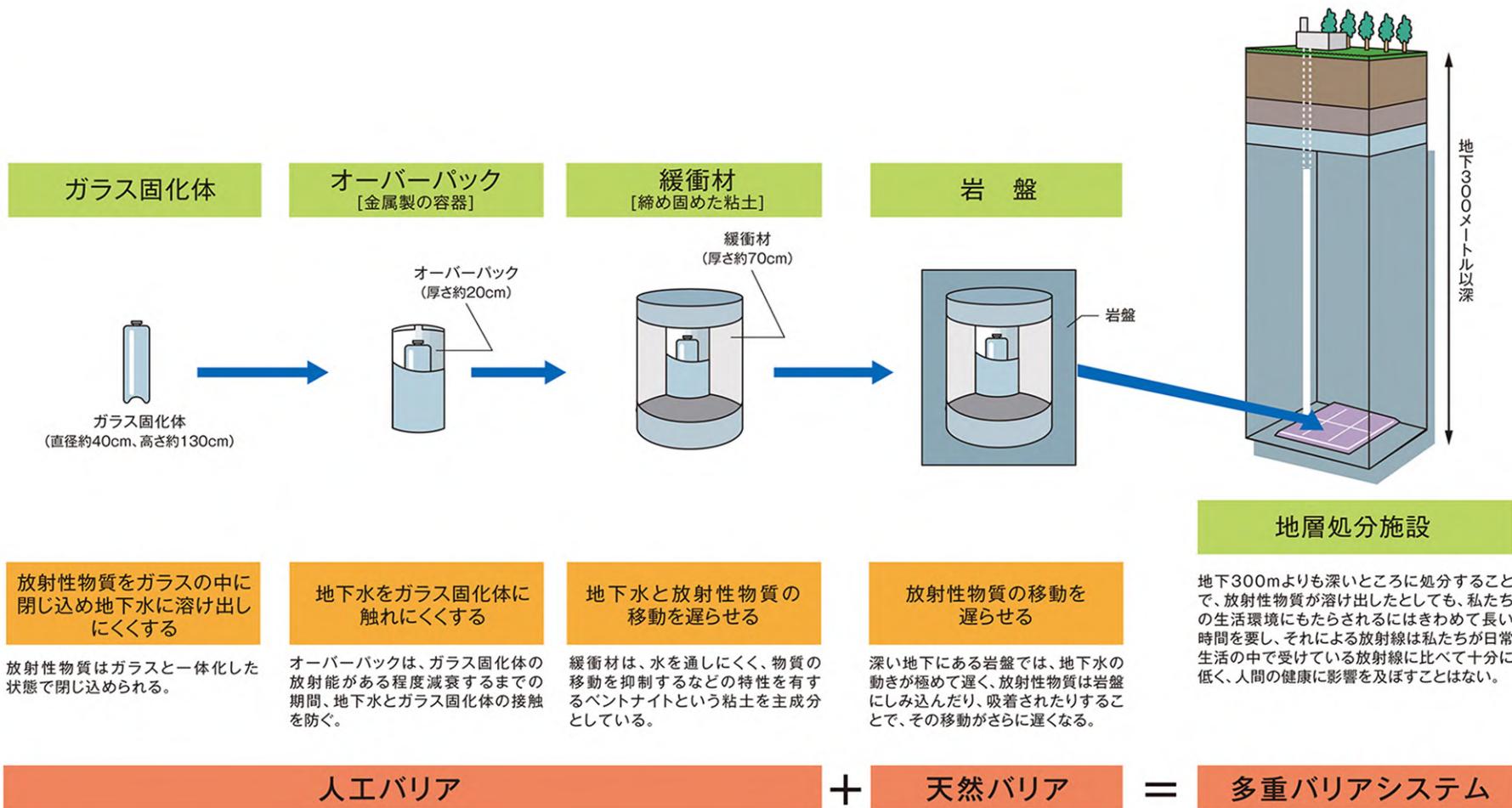


図3 ガラス固化体の放射能の推移

[出典] 核燃料サイクル開発機構: 一層処分研究開発第2次取りまとめ報告書、総論レポート、I-4(1999年11月26日)

HLWの性状・特徴を踏まえた最終的な取り扱い



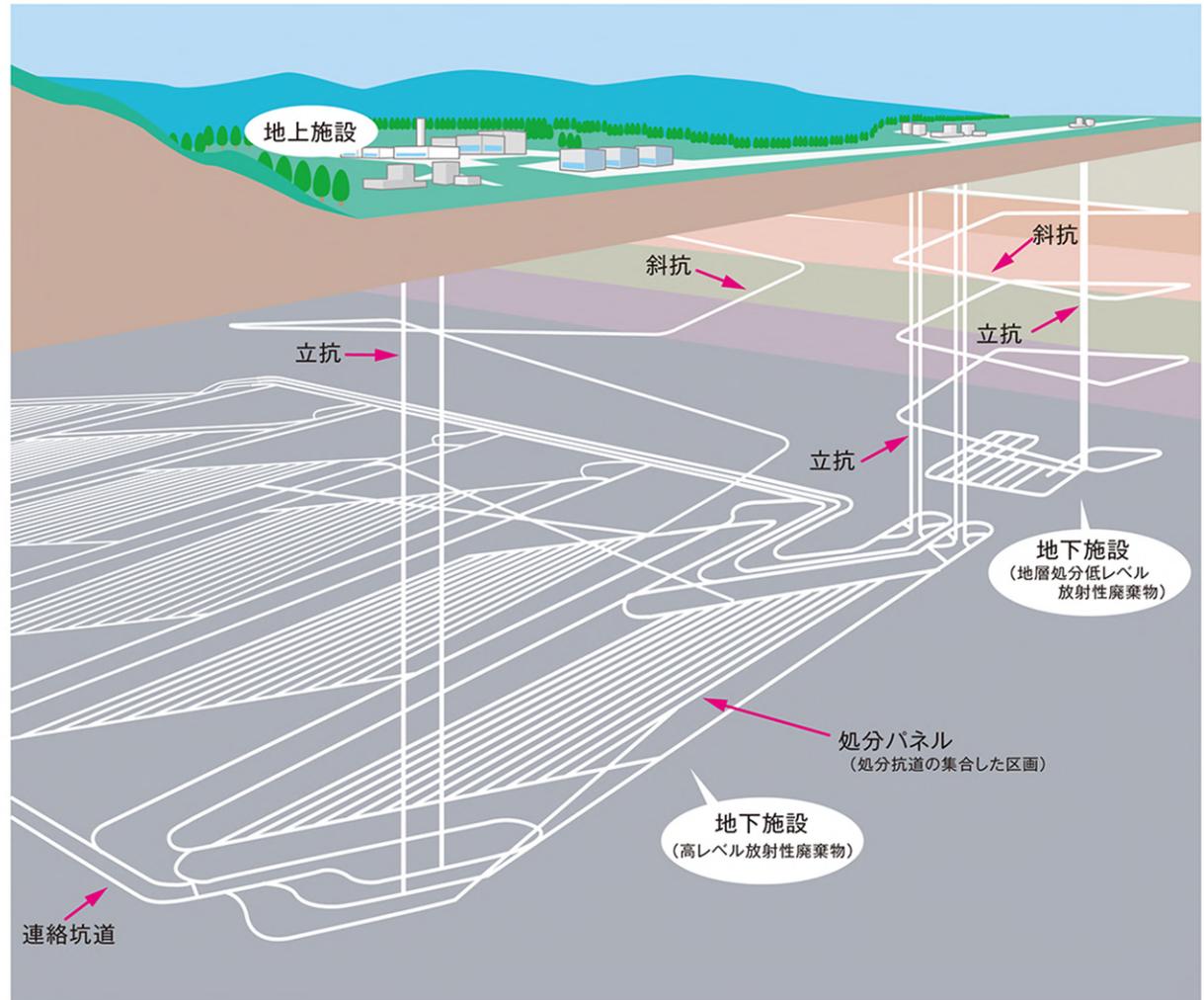
施設のイメージ

地層処分施設のレイアウト例

高レベル放射性廃棄物と地層処分低レベル放射性廃棄物の地層処分施設を併置した例

仕様の一例（結晶質岩、深度1,000mの場合）

地上施設	敷地面積1~2km ²
高レベル放射性廃棄物の地下施設	大きさ(平面) 約3km×約2km
地層処分低レベル放射性廃棄物の地下施設	大きさ(平面) 約0.5km×約0.3km



ステップ1：廃棄物の最終的な取り扱いに関する前提の共有

□ HLWでは地層処分が選ばれた経緯を共有。

✓ 廃棄物の性状、地層処分選定に至る考え方と条件、現在の規制体系などを共有

❖ 資料1：放射性廃棄物の最終的な取り扱いの考え方（講師）BE部会

❖ 資料2：原子力安全部会の論点（講師）安全部会

❖ 資料3：用語の選定の重要性（講師）BE部会

1．放射性廃棄物と、その分類（原子燃料サイクルの廃棄物）

2．地層処分推進の背景と国内の経緯

3．国の現在の基本方針と体制、および研究開発の状況

4．ステップ2に向けて

地層処分推進の背景と国内の経緯

地層処分が現実的であると認識されている背景

経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)が1982年にとりまとめた廃棄物全般の最終的な取り扱いに関する報告書*では、最終的な取り扱いについて、まず次のように整理している。

‘Disposal is the final step in waste management and may be simply defined as a method of dealing with wastes for which there is no intention of retrieval.’

「廃棄は、廃棄物管理の最終段階であり、簡単に言えば、回収する意図のない廃棄物を処理する方法と定義することができる」**

そして、廃棄物の最終的な取り扱いの目的を、次のように整理している。

‘The objective of waste disposal is to ensure that wastes are dealt with in a manner which protects human health and the environment, and minimizes any burdens placed on future generations while, at the same time, taking into account social and economic factors.’

「廃棄物処理の目的は、人間の健康と環境を保護し、将来の世代にかかる負担を最小限にすると同時に、社会的・経済的な要因を考慮した方法で廃棄物を処理することである」**

* OECD/NEA (1982): THE GOALS OF WASTE DISPOSAL, AN OVERVIEW OF THE PRINCIPLES INVOLVED

** 翻訳サービスDeepLによる日本語訳（このスライドの作成者の職歴や個人的な考えの影響を含まない訳として記載）

地層処分が現実的であると認識されている背景

* OECD/NEA (1982): THE GOALS OF WASTE DISPOSAL, AN OVERVIEW OF THE PRINCIPLES INVOLVED

続いて、**目的**を示し、その内容を整理して、具体的に何をどうするのか方向性を示している。

健康の保護 Protection of Health

- いかなる放射線被ばくも生物学的なダメージを伴うリスクがあるとみなされることから、何か行うことについて、このリスクに勝るベネフィットがない限りは、いかなる被ばくも許容されない。これは、何かを行う場合の“正当化”の原則である
- 被ばくが正当化された場合においても、全ての被ばくは、経済的にも考慮される社会的要素についても合理的に達成可能な範囲で可能な限り少なく保たれるべきである。この要求は、“ALARA”の原則として良く知られている。この原則が実際に遵守された意思決定には、常に批判も伴っている
- 通常の状態においては、いかなる個人も毎年の制限を超えて電離放射線の被ばくを受けるべきではない。ICRPが提案した制限値は、電離放射線の全ての線源からの被ばくを足し合わせさせるものであり、ただし、医療目的の被ばくと自然のバックグラウンド放射線の被ばくを除くものである。

環境の保護 Protection of the Environment

- 環境に対する姿勢は複雑で個人、集団、国によって変わる。環境を、資源とみなす人たちもいれば、快適さであるとみなす人たちもいる。ただ、広く広がっている感覚としては、環境は乱用し傷めるべきものではなく、環境の質は人の生活の質を決める大事な要素であるということである。とは言っても、環境の質を定義することは難しく、多くの国の規制当局では受容でき得る環境インパクトを定量化する取り組みがなされており、それには放射性廃棄物の処理処分も含まれている。
- 生体組織の感受性は、組織の複雑さとともに高くなる。人体は放射線感受性が最も高い生体組織の一つである。このため、放射線照射で生じ得る環境ダメージを考える場合には、自体を保護するためにとられる方法が他の生物の適切な保護となるとみなされる。ここで重要なことは、環境を保護するということは、生物種全体の生存維持に何の脅威もあるべきではないということである。十分考えられたモニタリングを行って、何の影響が生じているのか確定する必要があり、また、生態系の長期的な安定性が妨げられていないことを確実にする必要がある。

将来世代への責任 Responsibility to Future Generations

- 放射性廃棄物の処理処分についての議論では、将来世代の安寧（Welfare）が強調されるところに特徴がある。人々の姿勢に影響を与える原理原則（Principle）Principleには、避けられる被害を受けるような行動をとることは間違いであることと、ある活動でベネフィットを得た人がそのコストも負うべきであるということである。
- 原子力と放射線の様々な利用についても同じことが言え、多くのベネフィットは将来の世代にも及んでいる
- ただし、特に放射性廃棄物の場合には、リスクに比べてベネフィットを定量化することが難しい。 …（中略）…
- ベネフィットとリスクとの適切なバランスに到る過程において、「残しても良い許容可能なリスクの程度とは何なのか」という現実的な疑問が湧いてくる。どのような場合にも絶対的安全は保証できないから、今の世代が受け入れるよりも悪くない状況を将来に残す試みは一般には受け入れられている

地層処分が現実的であると認識されている背景

* OECD/NEA (1982): THE GOALS OF WASTE DISPOSAL, AN OVERVIEW OF THE PRINCIPLES INVOLVED

次に、目的を達成するための考え方と手段、現実的に取りうる方法への道筋を、概ね次のように示している

処分の選択肢

THE DISPOSAL OPTIONS

1 . 分散放出と閉じ込め Dispersal and Containment

・第一の選択は、対極に位置する分散放出と閉じ込めとの間にある。分散放出は、廃棄物を大気もしくは水で希釈して個人や集団への許容できないリスクを避けるに十分な低いレベルに希釈するよう計画的に放出する方法。注意深い管理が必要。閉じ込めは、核種の環境への放出を制限するために廃棄物の周囲に障壁を設ける方法である。障壁はナチュラル・人工のどちらでも良く、一つもしくは複数の障壁でシステム化される。障壁を多重に構成したシステムであれば、閉じ込めはより確実となる。実際には、分散放出と閉じ込めについて、作業員と公衆の被ばくの観点で評価してバランスをとることになる

2 . 受動的システムと、人が関与する永久保管 Passive Systems and Perpetual Care

・処分には2つの方法がある。一つは、長期的には人の関与をあてにしない方法、もう一つは継続的な行政上の管理の支援を必要とする方法である
・後者は、永久管理、あるいは無期限保管ともみなされる。これは、監視下に置くことが最善なのだろうから管理の効かない状態にするべきではないとの感覚 (feeling) を反映している
・監視と維持に無限の責任を要する以外の方法は、受動的と呼ばれる。この取り組み方には2つの側面がある。まず、将来世代に廃棄物の面倒を見る負担を残さないこと。次は、制度的な管理の寿命への悲観的な、制度的な管理はいつかなくなるという考え方を反映している。もしそのようなことが起きて、仮に処分場の場所が忘れられてとしても、リスクはほぼ、もしくは全く増えないとする立場である。
・制度的な継続的監視に賛同しない人達であっても、ある程度の期間は行政的な管理が維持可能であることは認めるし、その期間は受動的システム・ナチュラルバリアを部分的に代替するものとして用いることは合理的だと認める。問題はその期間であって、大多数の意見は数百年は超えない。
・つまり、この比較的短に期間内に減衰して無害なレベルになる廃棄物であれば制度的管理に依存する方法で処分すればよい。それ以外の全ての廃棄物については、そのような管理に依存しない受動的な処分方法を開発することがゴールである。

3 . 回収性 Retrievability

・Disposalの定義において、廃棄物の回収は考慮しない
・このため、施設閉鎖後は廃棄物の回収は必要ではない
・ただし、回収を考慮していないからといって、回収不能とする必要はない (廃棄物の種類によってコストや困難さは異なるとしても)
・また、技術的以外の理由で再取り出しを容易にするような機能を備えた施設とした場合には、この機能によって核種の放出が受容不能なほどに増えてはならない

地層処分が現実的であると認識されている背景

* OECD/NEA (1982): THE GOALS OF WASTE DISPOSAL, AN OVERVIEW OF THE PRINCIPLES INVOLVED

また、現実的に取りうる方法について、考察して意見を提示している *

原則の実践

PUTTING PRINCIPLES INTO PRACTICE

気体・液体の放出 Release of Effluents

- ・河川、湖沼、海岸沿いの海、および大気に、低濃度の、一般的には短半減期核種が放出されている。放出は原子力エネルギー利用の初期から実施されており、放出が適切に行われていることを確認する管理やモニタリングの手順も利用可能である。
- ・いくつかの事例について批判もなされてきており、これは放出の原則そのものに対する批判ではなく、生じ得る被ばくシナリオが全て網羅されていないアセスメントについて批判されているものである。

固体廃棄物の陸圏での処分 The Disposal of Solid Waste in the Terrestrial Environment

- ・陸上での処分は、地下埋設 (underground disposal) と呼ばれ、廃棄物を適した地下構造中に置き、求められる閉じ込めの程度を確保するように地質的な障壁だけ、もしくはナチュラルのバリアと工学バリアとが使われる
- ・浅地中処分 (Shallow Disposal)
短半減期核種を含む廃棄物のみに適していると考えられている。長半減期の核種が含まれると、サイトが通常利用に戻されたときに、人と環境に与えるリスクが受容されない
- ・深地中処分 (Deep Disposal)
再処理からの廃棄物や使用済み燃料のように長半減期核種を含む廃棄物の処分向けに最も大きな関心を集めている。ナチュラルの地質システムを、様々な工学バリア、例えば廃棄体・廃棄物容器・緩衝材・埋め戻し材で補完することが可能である。これらの性能は、工学バリアに加えて、サイトの特徴 (母岩材質の地質的性質、地震活動、水理的条件など) を考慮したセーフティ解析で評価されるべきものである。深い方が有利な点が多いが、コストと掘削のリスクが増大する。最終的なソリューションは、ベネフィットとコストとのバランスで決まることになる
- ・その他の地下処分 (Other Forms of Underground Disposal)
廃棄物の中には、高度な閉じ込めが必要ないものもあり、そのような場合は、既存の洞窟や中深度に埋設することで適切に安全であると言えるだろう

固体廃棄物の海洋環境での処分 The Disposal of Solid Waste in the Marine Environment

- ・ (ロンドン条約から対象外となるため省略)

地層処分が現実的であると認識されている背景

* OECD/NEA (1982): THE GOALS OF WASTE DISPOSAL, AN OVERVIEW OF THE PRINCIPLES INVOLVED

その上で、**方法の受容性**について、次のように述べている。

- 方法の受容性は、人に生じ得る被ばく、および、その被ばくを低減するために必要なコストの評価に基づくことになること、ただし、受容できる何かを決めるプロセスの全体は、公衆の考え・意見を含まなければならない、アセスメントを行う人にとって、自分たちの計算がどのような文脈で見られるかをよく理解することが大事。

また、方法を検討する上で、次の事柄が有効であることを述べている。

- リスクへの姿勢 (Attitudes to Risk)
- 被ばく量の算定 (Calculations of Exposures)
- 性能評価 (Assessment of Performance)
- 確率の導入 (Introducing Probability)

(確率：生じ得る被ばくシナリオごとの起こりやすさを考慮するための確率)

最後に、複数の異なるDisposalの方法、性能を評価する様々な手法は、いずれも、それぞれに長所と短所をもっており、長い目で見れば、必要な決断は、科学、政治、公共の分野の人々の知識・経験に基づいた判断の組み合わせによってなされるであろう、としている。*

1982-1984は、連続したシリーズものではないため、論旨がぴったりつながっているわけではない。

地層処分が現実的であると認識されている背景*

この報告書に続いて、OECD/NEAが1984年にとりまとめた廃棄物の地層処分に関する報告書**では、次の理由で地層処分を現実的としている。

- (1) 地層処分の長期的な安全の確保に人間の継続的な関与を必要としない
(埋設施設が閉鎖された後は、監視等を続けなくても安全が保てることを意味する)
- (2) 安全性が高い
(廃棄物が地下深部に隔離されることにより人間と廃棄物の接近が極めて起こりにくい。さらに放射性核種が処分施設から移動する可能性については、科学的根拠に基づく長期的な予測が可能である)
- (3) 世界各国のさまざまな地質環境への適用性の広さあるいは柔軟性がある
- (4) 処分施設の建設という工学的な事業が、現在の技術レベルで実現可能と考えられる
- (5) 処分された廃棄物の再取り出し、通常は必要なしとされている。ただし、何らかの理由で廃棄物を取り出す必要が生じた場合、地層処分ではこれは不可能ではない。

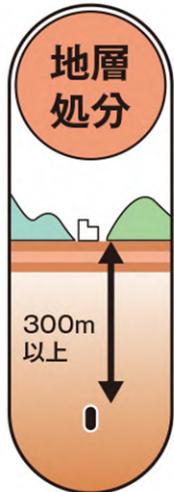
* 高レベル放射性廃棄物と地層処分、佐久間秀樹、応用地質32巻第6号、p.272-280(1992)

** OECD/NEA (1984): Geological Disposal of Radioactive Waste, An Overview of Current Status of Understanding and Development, OECD/NEA, 18p.

検討された方法

人間による恒久的な管理の継続は困難であり、将来世代にも管理の負担を負わせることになるので、最終的には人間による管理がなくなったとしても安全に処分できる方法が検討されてきた。

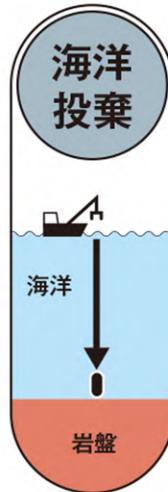
- ・地層中への処分は、地下資源などが長期間保存されてきた多数の実例があり、実現可能性が高い
- ・宇宙空間への処分は、発射技術等の信頼性に問題がある
- ・海の深いところに捨てる海洋投棄は、ロンドン条約により禁止されている
- ・極地の氷床への処分は、南極条約により禁止されている。また、氷床の特性解明が不十分である



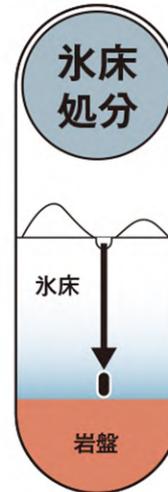
- 地層が本来もっている物質を閉じ込める性質を利用



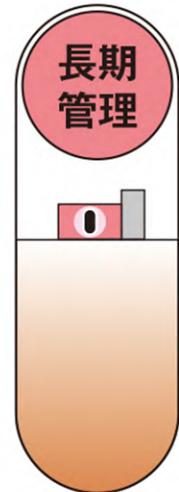
- 発射技術等の信頼性に問題がある



- 海洋投棄を規制しているロンドン条約により禁止



- 南極条約により禁止
- 氷床の特性等の解明が不十分



- 人間による恒久的な管理は困難
- 将来の世代にまで監視の負担を負わせる

国内の経緯

- 1962年 海洋投棄が最も現実的とされた。地層処分は第一候補ではなかった
- 1973年 ロンドン条約発効で海洋投棄は選択できなくなった
- 1976年 当面、地層処分に重点を置き、1980年ごろに方向付けを行うとされた
- 1980年 地層処分をプロジェクトとして進めること、および進め方を示した
- 1984年 地層処分を基本的な方針とした
- 1989年 国民的理解を得ること、そのための技術的信頼性の重要性を指摘した
- 1990年～2000年 研究開発に加え、技術的見通しと拠り所の整備、制度・実施主体整備
- 2000年～2015年 実施主体中心に、情報発信、技術開発、立地公募
- 2015年～現在 国・実施主体の役割を再定義し、情報発信、技術開発、立地公募



https://muse.aesi.or.jp/_media/ss/ss33-2-1_%E9%AB%98%E3%83%AC%E3%83%99%E3%83%AB%E3%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E3%BB%83%E6%A3%84%E7%89%A9%E5%87%A4%E3%85%86%E4%A6%E7%9F%A5%E3%81%AE%E6%A4%9C%E8%AB%E7%85%8C%E7%B7%AF%E3%81%B8%E8%AA%82%E%A1%8C.pdf

当初は、海洋投棄主体の検討

(紹介のために抜粋しています。抜粋部分だけを読むと、各報告の主旨を取り違える可能性があります。是非、引用元を参照ください。)

1962年

1962年4月11日 原子力委員会廃棄物処理専門部会中間報告書*1

…… 高レベルの放射性廃棄物の処分方式としては現状では閉じ込め方式を原則とすべきであることは前述のとおりであるが、現在各国が行なっているタンク貯蔵等の閉じ込め方式は常に監視を必要とするので最終的な処分とはいえない。したがって処分を行なった後は管理を要しない段階の処分方式すなわち最終処分方式を確立する必要がある。

この最終処分方式としては次の2方式があげられる。

- (i) 容器に入れて深海に投棄すること。
- (ii) 放射性廃棄物を人の立ちいることの不可能なかつ漏洩の恐れのない土中に埋没したり、天然の堅牢な洞窟あるいは岩石層に入れること。

これらの方式については放射性廃棄物の最終処分の問題の重要性にかんがみ、経済性、安全性について最も望ましい方式を確立するため、大きな努力を払って研究を進めなければならないが、国土が狭い、地震のあるわが国では最も可能性のある最終処分方式としては深海投棄であろう。

このため、海洋投棄を目標として処理方式および容器等についての総合的な研究開発を強力に行なう必要がある。

なお、現状では容器に入れ海洋に投棄する場合でも、廃棄物は低および中レベルのものに止めるべきで、高レベルのものについてはその研究の進展により、安全性が確認されるまでは行なうべきでないと考える。……

*1



http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/ugoki/gppou/V07/N05/1962_0506V07N05.html

*2



http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/ugoki/gppou/V18/N09/1973_14V18N09.html

*3



http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/ugoki/gppou/V18/N06/1973_14V18N06.html

1973年

1973年6月25日 原子力委員会環境・安全専門部会報告書*2

…… 高レベル固体廃棄物の処分方法としては、わが国では、アメリカ等と同様人造の保管施設を用いた保管方式を採用することとし、この面での国際的な技術の進展に注目しつつ研究開発をすすめることが適当であると考えられる。……

…… なお、本分科会は現時点において一応の実現の見通しが得られている技術に着目して検討をすすめてきたが、高レベル廃棄物の氷冠への処分、核消滅処理等の新しい処理処分方法、法制の整備等については、今後検討をすすめていくべき必要のある事項であると考えられるので、適宜検討が行なわれることを希望する。……

1973年7月3日 海洋投棄規制条約について*3

…… 本条約は、特定の有書物質の海洋投棄を全面禁止または規制することによって、海洋汚染の悪化を防止しようとするもので、有機ハロゲン化合物、水銀およびカドミウムおよびカドミウム化合物、耐水性プラスチック、高レベル放射性廃棄物など、特に有害な物質は全面的に投棄を禁止する品目として同条約に記載されている。……

1976年に海洋投棄が禁止され、他の方法を模索

(紹介のために抜粋しています。抜粋部分だけを読むと、各報告の主旨を取り違える可能性があります。是非、引用元を参照ください。)

1976年

1976年10月8日 放射性廃棄物対策について*4 (原子力委員会)

1. 高レベル放射性廃棄物対策について

(1) 基本的考え方

再処理施設から発生する高レベル放射性廃棄物は、量的には極めて少ないが、半減期が長くかつ高い放射能を有しているため、環境汚染を防止する見地から、半永久的に生活圏から隔離し、安全に管理することが必要である。

このため、高レベル放射性廃棄物は安定な形態に固化し、一時貯蔵した後、処分をするものとする。

処分については、各国とも各種の調査研究を進めているが、我が国としても今後早期にその見通しを得ることを目途として、これに必要な調査及び研究開発を推進するものとする。

高レベル放射性廃棄物の処理（固化処理及びこれに伴う一時貯蔵）については再処理事業者が行い、国は技術の実証を行うものとする。また処分（永久的な処分及びこれに代る貯蔵）については、長期にわたる安全管理が必要であること等から、国が責任を負うこととし、必要な経費については、発生者負担の原則によることとする。これらの具体的内容及び方策については、今後の研究開発等の進展に応じて検討するものとする。

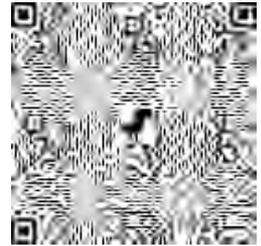
(2) 高レベル放射性廃棄物対策の目標及び推進方策

固化処理及び貯蔵については、試験施設の建設に係る期間を考慮し、今後10年程度のうちに実証試験を行うことを目標とする。また処分については、**当面地層処分に重点をおき、我が国の社会的、地理的条件に見合った処分方法の調査研究を早急に進め、今後3～5年のうちに処分方法の方向付けを行うものとし**、さらに昭和60年代から実証試験を行うことを目標とする。

このため、研究開発の中核となる動力炉・核燃料開発事業団及び日本原子力研究所の体制の強化及び人材の確保を図り、国立試験研究機関等の協力を得て、放射性廃棄物対策技術専門部会の策定した研究開発計画に沿って、総合的計画的に対策を推進することとする。

(引用元)

経緯の概要については、
第33回バックエンド夏期セミナー資料



https://nuce.aesi.or.jp/_media/ss/ss33-2-1_%E9%AB%98%E3%83%AC%E3%83%99%E3%83%AB%E3%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E5%B8%83%E6%A3%84%E7%89%A9%E5%87%AA%E3%85%86%E4%B7%82%E3%8F%85%E3%B1%AE%E6%A4%9C%E8%AB%E7%85%8C%E7%B7%AF%E3%B1%AB%E8%AA%82%E9%A1%8C.pdf

*4



<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/ugoki/gppou/V21/N10/197603V21N10.html>



https://muse.aegi.or.jp/_media/ss33-2-1_%E9%AB%98%E3%83%AC%E3%83%99%E3%83%AB%E3%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E5%BB%83%E6%A3%84%E7%89%A9%E5%87%A4%E5%88%86%E6%A0%82%E3%9F%A5%E3%B1%AE%E6%A4%9C%E8%AB%E7%85%8C%E7%B7%AF%E3%81%AB%E8%AA%82%E%A1%8C.pdf

1980年に地下埋設を有望視

(紹介のために抜粋しています。抜粋部分だけを読むと、各報告の主旨を取り違える可能性があります。是非、引用元を参照ください。)

1980年

1980年6月 放射性廃棄物対策に関する研究開発計画(中間報告)*5

第2章 廃棄物対策の基本的考え方

放射性廃棄物対策は、対象とする廃棄物の放射能レベル、形態、放出放射線の種類、エネルギー、半減期等によって採るべき方策を異にするが、本報告書作成に当っては、社会的な関心の高い再処理施設から発生する高レベル放射性廃液の対策及び原子力発電所等から発生する低レベル放射性廃棄物の対策を中心とし、併せてその他の廃棄物対策の一部について検討を行った。注) 検討に際しての基本的な考え方は、次の通りである。

(1) 高レベル放射性廃液対策について

再処理施設から発生する高レベル廃液は、極めて高い放射能と崩壊熱を有し、かつ長半減期の放射性同位元素を含むので、それらによる環境の汚染と公衆の放射線被曝を防止するためには、それらを当面半永久的に生活圏から隔離し、安全に管理すると共に究極的には安全な処分方法の確立をはからなければならない。

しかし、最終的処分方法としては、現在各国においても安定な地層中への処分に重点をおきつつ、他の代替方式を含めて各種の調査研究が進められている状況にあり、わが国で実施しうる処分方式を確立するに到るには、今後なお相当期間を要すると考えられる。このため、当面高レベル廃液は、一定期間のタンク内貯蔵後安定な固化体とし、再処理施設の敷地内等に設ける「取出し可能な工学貯蔵施設」に保管するのが妥当と考えられる。研究開発計画の作成に当っては、最終処分の確立に要する期間と地層処分に影響をおよぼさない程度にまで減衰する期間を配慮し、長期間の保管に適した固化及び貯蔵技術輸送方法等について、わが国の技術水準を考慮しつつ早期にその実用化を図ることを配慮することとする。

工学貯蔵に続く処分については、地層処分が有望と考えられるが、わが国においては調査研究が緒にたばかりであることを考慮すると、その調査研究を総合的に推進する必要がある、なおかつ処分法の確立が廃棄物対策の根幹であるので今後の対策の目標を示すべきである。また、わが国における地層が処分に必ずしも適さない場合のことを考慮し、処分ではなく最終貯蔵せざるをえないことを想定し処分の代替方法についても調査研究を行う必要があると考える。なお、地層に頼らず、消滅処理等人工的に解決する可能性について調査研究する必要があると考える。わが国は、高レベル廃棄物対策の技術経験が浅いので国際的な協力を図りつつ研究開発を進める必要がある。

.....(中略:研究開発の進め方などを記述).....

4.2 プロジェクトの目標及び推進体制

(1) 高レベル放射性廃棄物対策プロジェクト

今後10年の間に固化処理及び工学貯蔵のパイロットプラントを完成させ運転を開始することとする。また処分については昭和75年(2000年)頃までに見通しをうることを努力目標として地層処分を中心に調査研究及び技術開発を図る。

これらの推進体制としては、その中心となる動燃事業団がその体制を整備強化してこれに当り、原研、国立試験研究機関等がこれに協力するものとする。

*5



<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/ugoki/gappou/V21/N07/197622V21N07.html>

1984年に地下埋設を基本的な方針とした

(紹介のために抜粋しています。抜粋部分だけを読むと、各報告の主旨を取り違える可能性があります。是非、引用元を参照ください。)

1984年

1984年8月7日 放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告) 放射性廃棄物対策専門部会*6

2. 基本的考え方

使用済燃料の再処理により発生する高レベル放射性廃棄物(以下「高レベル放射性廃棄物」という。)は、発生量自体は少ないものの、極めて高い放射能を有し、また長半減期核種も含まれることから、その放射能が減衰して環境汚染あるいは放射線の影響のおそれが十分軽減されるまで、長期間にわたり人間環境から隔離する必要がある。

このため安定な形態に固化し、処分に適する状態になるまで冷却のための貯蔵(以下「貯蔵」という。)を行い、その後地層に処分することを基本的な方針とする。この基本方針の具体化に当たっては、国の重要なプロジェクトとして国及び民間の総力を結集するものとする。

1989年

1989年12月19日 高レベル放射性廃棄物の地層処分の重点項目とその進め方 放射性廃棄物対策専門部会*7

.....

(4) 本報告においては、地層処分による安全確保の基本的考え方を示すとともに、現在までの研究開発成果を踏まえ、地層処分の技術的可能性の見通しについて検討した。また、国民的理解のためには技術的信頼性がその基礎であり、地層処分技術の一層の信頼性の向上に向けて、当面の期間において特に重点的に進めるべき研究開発項目とその進め方についてとりまとめられた。

.....

(引用元)

経緯の概要については、
第33回バックエンド夏期セミナー資料



https://muse.aesi.or.jp/_media/ss33-2-1_%E9%AB%98%E3%83%AC%E3%83%99%E3%83%AB%E3%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E3%8B%33%E6%A3%84%E7%89%A9%E5%87%A8%E3%8B%86%E5%A6%82%E3%8F%85%E3%81%AE%E6%A4%9C%E8%AB%E7%85%8C%E7%B7%AF%E3%81%B8%E8%AA%82%E9%A1%8C.pdf

*6



<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/ugoki/geppou/V29/N08/198411V29N08.html>



<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/ugoki/geppou/V34/N12/198907V34N12.html>



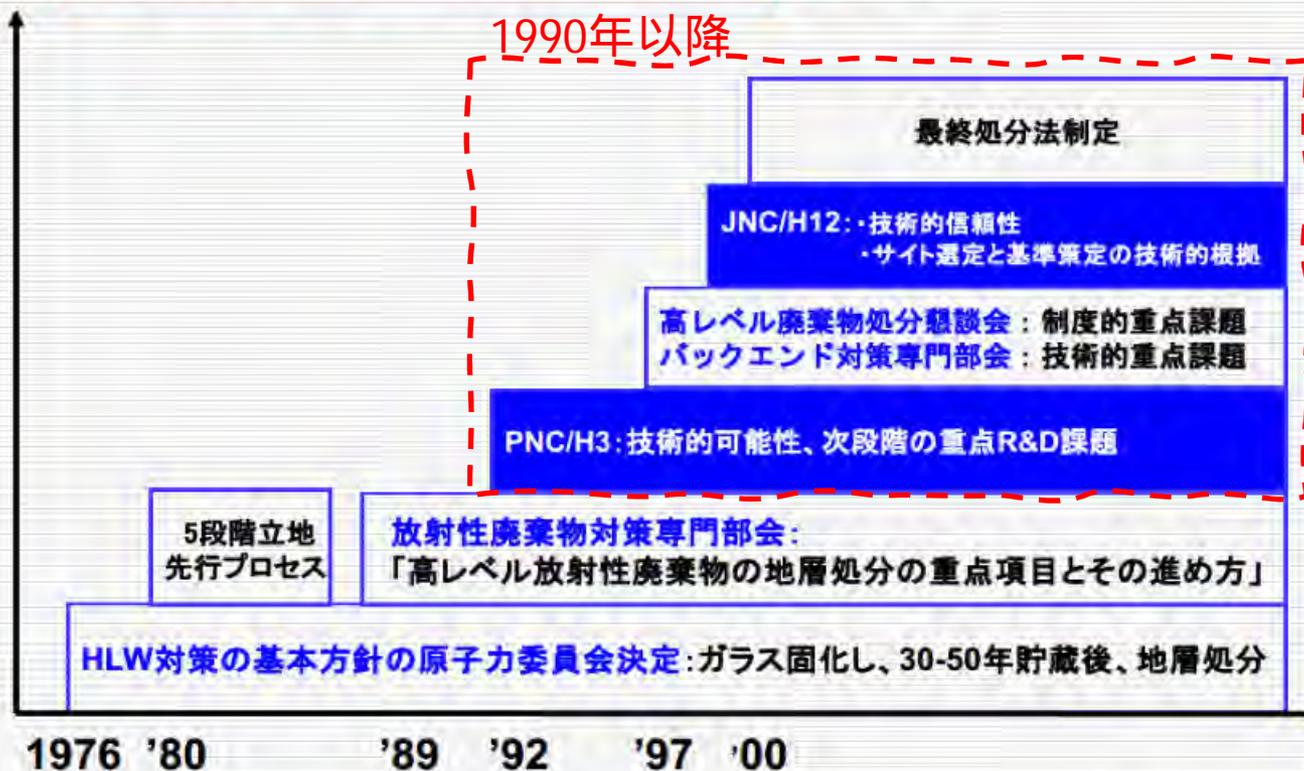
https://nuce.aesj.or.jp/_media/ss/ss33-2-1_%E9%AB%98%E3%83%AC%E3%83%99%E3%83%A6%E3%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E3%BB%83%E6%A3%84%E7%89%A9%E5%87%A6%E3%85%86%E6%A6%82%E3%8F%A5%E3%81%AE%E6%A4%9C%E8%AB%8E%E7%85%8C%E7%B7%AF%E3%81%B8%E8%AA%82%E9%A1%8C.pdf

1990年代に地下埋設の具体化を進めた

(紹介のために抜粋しています。抜粋部分だけを読むと、各報告の主旨を取り違える可能性があります。是非、引用元を参照ください。)

1990年代以降

研究開発段階から実施段階への進展



1990年 2000年にかけて、技術以外に制度も整備

技術

1992年

第1次とりまとめ（H3レポート）

PNC

地層処分の技術的有効性に関する総合的評価を行い、わが国における地層処分の安全確保を図っていく上での技術的可能性を明らかにしたもの

1995年

原子力委員会 原子力バックエンド対策専門会議設置

専門会議とりまとめ（1997）
「高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発等の今後の進め方について」

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryu97/siryu26/siryu32.htm>

1999年

社会・制度

高レベル事業推進協議会（SHP）設立（1993）

原子力委員会 高レベル放射性廃棄物処分懇談会設置

処分懇とりまとめ（1998）
「高レベル放射性廃棄物処分に向けての基本的考え方について」

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/old/waste-manage/sonota/sonota12/siryu1.htm>

高レベル放射性廃棄物処分事業に関する検討：中間とりまとめ 平成7年度（基礎的検討）（1996、電子版なし）

・主な内容：事業化計画、実施主体、事業資金の算定と確保策、地域との共生、国民理解の推進

総合エネルギー調査会原子力部会中間報告
高レベル放射性廃棄物処分事業の制度化のありかた（1999）
<https://www.rwmc.or.jp/law/file/2-11.pdf>

資源エネルギー庁
高レベル放射性廃棄物処分に係る制度の概要（1999）

特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（最終処分法）

<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=412AC0000000117>

2000年

第2次とりまとめ（H12レポート）

JNC

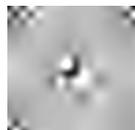
第1次取りまとめの成果を受けてさらに処分の技術的な信頼性を示すとともに、処分事業を進める上での処分予定地の選定、安全基準の策定に資する技術的拠り所を与えるもの

原子力発電環境整備機構（NUMO）設立（2000）

2000年以降、技術情報整備・発信を進め、立地を公募

2000年

2015年



特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成27年5月 閣議決定）

第2 概要調査地区等の選定に関する事項

（略）…このため、具体的には、国は、安全性の確保を重視した選定が重要であるという認識に基づき、科学的により適性が高いと考えられる地域（科学的有望地）を示すこと等を通じ、国民及び関係住民の理解と協力を得ることに努めるものとする。…（略）

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/012_s03_00.pdf

2017年



科学的特性マップ

https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/kagakutekitokuseimap/

2018年

包括的技術報告：わが国における安全な地層処分の実現－適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築－（レビュー版）

一般社団法人 日本原子力学会（以下、原子力学会）に設置された「NUMO包括的技術報告書レビュー特別専門委員会」（主査：朽山 修 原子力安全研究協会技術顧問）によって2018年12月～2019年12月にわたり技術的なレビュー

2021年

包括的技術報告：わが国における安全な地層処分の実現－適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築－（改訂版）

https://www.numo.or.jp/technology/technical_report/tr180203.html

他国の状況

国名	実施主体	対象廃棄物	処分量	処分場の候補サイトおよび岩種	処分深度	操業開始 予定時期
フランス	放射性廃棄物管理機関 (ANDRA)	高レベル・ガラス固化体	12,000m ³ (全量再処理の場合)	ビュール地下研究所の近傍 岩種:粘土層	約500m	2030年頃
日本	原子力発電環境整備機構 (NUMO)	高レベル・ガラス固化体	ガラス固化体 40,000本以上	サイトは未定 岩種:未定	300m以上	2030年代後半
ベルギー	ベルギー放射性廃棄物・ 濃縮核分裂性物質管理機関 (ONDRAF/NIRAS)	高レベル・ガラス固化体と 使用済燃料	11,700m ³ (再処理ケース)	サイトは未定 岩種:粘土層	未定	2080年
スイス	放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA)	高レベル・ガラス固化体と 使用済燃料	9,402m ³	3か所*の候補サイト区域を連邦 政府が承認 岩種:オパリナス粘土	約400m~ 900m	2060年頃
アメリカ	行政府に設置される独立機関として 形態を検討中 連邦エネルギー省 (DOE)	使用済燃料 (商業用が主) 高レベル・ガラス固化体 (国防用が主)	70,000t (重金属換算)	ネバダ州ユッカマウンテン (中止の方針) 岩種:凝灰岩	200m~ 500m	2048年
ドイツ	連邦放射性廃棄物機関 (BGE)	高レベル・ガラス固化体と 使用済燃料	27,000m ³ (2022年までに全ての 原子炉を閉鎖する場合)	サイトは未定 岩種:未定	300m以上	2050年代以降
フィンランド	ポシヴァ社	使用済燃料	6,500t (ウラン換算)	エウラヨキ自治体オルキオト 岩種:結晶質岩	約400m~ 450m	2020年代
スウェーデン	スウェーデン核燃料・ 廃棄物管理会社 (SKB)	使用済燃料	12,000t (ウラン換算)	エストハンマル自治体フォルスマルク (建設許可申請書を提出) 岩種:結晶質岩	約500m	2029年頃

※ジュラ東部(アールガウ州)、北部レゲレン(チューリッヒ州・アールガウ州)、チューリッヒ北東部(チューリッヒ州・トゥールガウ州)

ステップ1：廃棄物の最終的な取り扱いに関する前提の共有

□ HLWでは地層処分が選ばれた経緯を共有。

✓ 廃棄物の性状、地層処分選定に至る考え方と条件、現在の規制体系などを共有

❖ 資料1：放射性廃棄物の最終的な取り扱いの考え方（講師）BE部会

❖ 資料2：原子力安全部会の論点（講師）安全部会

❖ 資料3：用語の選定の重要性（講師）BE部会

1．放射性廃棄物と、その分類（原子燃料サイクルの廃棄物）

2．地層処分推進の背景と国内の経緯

3．国の現在の基本方針と体制、および研究開発の状況

4．ステップ2に向けて

基本方針

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/012_s03_00.pdf



特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成27年5月22日閣議決定）

特定放射性廃棄物は、多量の放射性物質を含み、その放射能が高い、又はその放射能の減衰に長期間を要するものであり、それを発生させた現世代の責任として将来世代に負担を先送りしないよう、その対策を確実に進めることが不可欠である。

こうした特定放射性廃棄物の対策として、①将来世代の負担を最大限軽減するため、長期にわたる制度的管理（人的管理）に依らない最終的な処分を可能な限り目指す、②その方法としては、地下深部に設けられた最終処分施設に適切に埋設することにより、人間の生活環境から隔離して安全に最終的に処分する、いわゆる地層処分が現時点において最も有望である、という国際認識の下、各国において地層処分に向けた取組が進められている。我が国としても、科学的知見の蓄積を踏まえた継続的な検討を経て、地層処分することとしている。

最終処分事業は、国のエネルギー政策を推進していく上での最重要課題の一つであるとともに、長期にわたる事業であることから、安全性の確保を大前提としつつ、安定的かつ着実に進めていくことが必要である。また、概要調査地区、精密調査地区及び最終処分施設建設地（以下「概要調査地区等」という。）の選定や最終処分の実施を円滑に実現していくためには、概要調査地区等の選定に係る関係住民の理解と協力を得ること、及びその前提として国民の理解と協力を得ることが極めて重要であり、事業の各段階における相互理解を深めるための活動や情報公開の徹底等を図る必要がある。特に、事業の実現が社会全体の利益であるとの認識に基づき、その実現に貢献する地域に対し、敬意や感謝の念を持つとともに、社会として適切に利益を還元していく必要があるとの認識が、広く国民に共有されることが重要である。また、最終処分の技術的信頼性に関する専門的な評価が国民に十分には共有されていない状況を解消していくことが重要である。さらに、これまでの原子力発電の利用に伴い、既に特定放射性廃棄物が発生していることから、速やかに概要調査地区等の選定に着手し、着実に最終処分事業を進めていく必要がある。

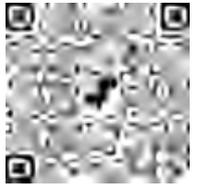
そのため、国、原子力発電環境整備機構（以下「機構」という。）、発電用原子炉設置者及び再処理施設等設置者（以下「発電用原子炉設置者等」という。）その他関係研究機関が適切な役割分担と相互の連携の下、関係住民及び国民の理解と協力を得ながら、それぞれの責務を果たしていくことが重要である。

本基本方針は、このような認識の下、特定放射性廃棄物の最終処分を計画的かつ確実に実施させるため、必要な事項を定めるものである。

なお、最終処分事業が長期にわたる事業であることから、本基本方針は、今後の技術の変化等、事情の変更に応じて、所要の見直しを行うものとする。

基本方針

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/012_s03_00.pdf



特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成27年5月22日閣議決定）

- 第1 特定放射性廃棄物の最終処分の基本的方向
- 第2 概要調査地区等の選定に関する事項
- 第3 概要調査地区等の選定に係る関係住民の理解の増進のための施策に関する事項
- 第4 特定放射性廃棄物の最終処分の実施に関する事項
- 第5 特定放射性廃棄物の最終処分に係る技術の開発に関する事項
- 第6 特定放射性廃棄物の最終処分に関する国民の理解の増進のための施策に関する事項
- 第7 その他特定放射性廃棄物の最終処分に関する重要事項

本会では、次の3つについて意見交換

- 第1 特定放射性廃棄物の最終処分の基本的方向
- 第4 特定放射性廃棄物の最終処分の実施に関する事項
- 第5 特定放射性廃棄物の最終処分に係る技術の開発に関する事項

基本方針

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/012_s03_00.pdf



特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成27年5月22日閣議決定）

第1 特定放射性廃棄物の最終処分の基本的方向

第一種特定放射性廃棄物は、固型化した当初は放射能が非常に高く発熱量も高い状態にあるが、時間の経過とともに放射能が減衰し発熱量も減少することから、30年から50年間程度貯蔵した後、順次、安全性を確認しつつ、最終処分することとする。

第二種特定放射性廃棄物は、第一種特定放射性廃棄物と比べて、その放射能及び発熱量は相対的に低いものの、当該放射能の減衰に長期間を要するため、固型化し、又は容器に封入した上で、順次、安全性を確認しつつ、最終処分することとする。

機構は、貯蔵期間を終了した特定放射性廃棄物を円滑に最終処分することができるよう、適切な時期までに十分な規模及び年間処分能力を有する最終処分施設を設置し、当該施設において安全かつ確実に最終処分を行うものとする。

基本方針

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/012_s03_00.pdf



特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成27年5月22日閣議決定）

第4 特定放射性廃棄物の最終処分の実施に関する事項

最終処分は、特定放射性廃棄物のまわりに人工的に設けられる複数の障壁（人工バリア）と、特定放射性廃棄物に含まれる物質を長期にわたって固定する天然の働きを備えた地層（天然バリア）とを組み合わせることによって、特定放射性廃棄物を人間環境から隔離し、安全性を確保する「多重バリアシステム」により実施するものとする。

最終処分に当たっては、機構は、実施主体として安全性の確保を最優先し、確実な実施を図るものとする。また、機構の最終処分事業に充てられる拠出金は、電力消費者が電力料金の原価への算入を通じて負担し、発電用原子炉設置者等が納付する、公共性の高い資金であることから、機構は、安全性の確保の前提の下、経済性及び効率性にも留意して事業を行う必要がある。加えて、最終処分事業は長期間にわたることから、機構は技術等の変化に柔軟かつ機動的に対応できる体制であることが必要である。

国は、特定放射性廃棄物の最終処分に関する政策を担う立場から、その政策的位置づけを明確にしつつ、機構に対して法律と行政による監督と規制を行うものとする。原子力規制委員会は、最終処分に関する安全の確保のための規制に関する事項について、順次整備し、それを厳正に運用することが必要である。原子力規制委員会は、概要調査地区等の選定が合理的に進められるよう、その進捗に応じ、将来の安全規制の具体的な審査等に予断を与えないとの大前提の下、概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項を順次示すことが適当である。また、国は、特定放射性廃棄物の最終処分に関する安全性の確保のための取組について、情報の公開に努め、国民との相互理解を深めるように努めるものとする。

発電用原子炉設置者等は、特定放射性廃棄物の発生者としての基本的な責任を有することから、法に基づき拠出金を納付する義務を負うほか、特定放射性廃棄物の機構への適切な引渡、機構に対する継続的かつ十分な人的及び技術的支援等を行うことが必要である。

最終処分事業は長期にわたる事業であることを踏まえ、最終処分を計画的かつ確実に実施させるとの目的の下で、今後の技術その他の変化の可能性に柔軟かつ適切に対応する観点から、基本的に最終処分に関する政策や最終処分事業の可逆性を担保することとし、今後より良い処分方法が実用化された場合等に将来世代が最良の処分方法を選択できるようにする。このため、機構は、特定放射性廃棄物が最終処分施設に搬入された後においても、安全な管理が合理的に継続される範囲内で、最終処分施設の閉鎖までの間の廃棄物の搬出の可能性（回収可能性）を確保するものとする。

基本方針

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/012_s03_00.pdf



特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成27年5月22日閣議決定）

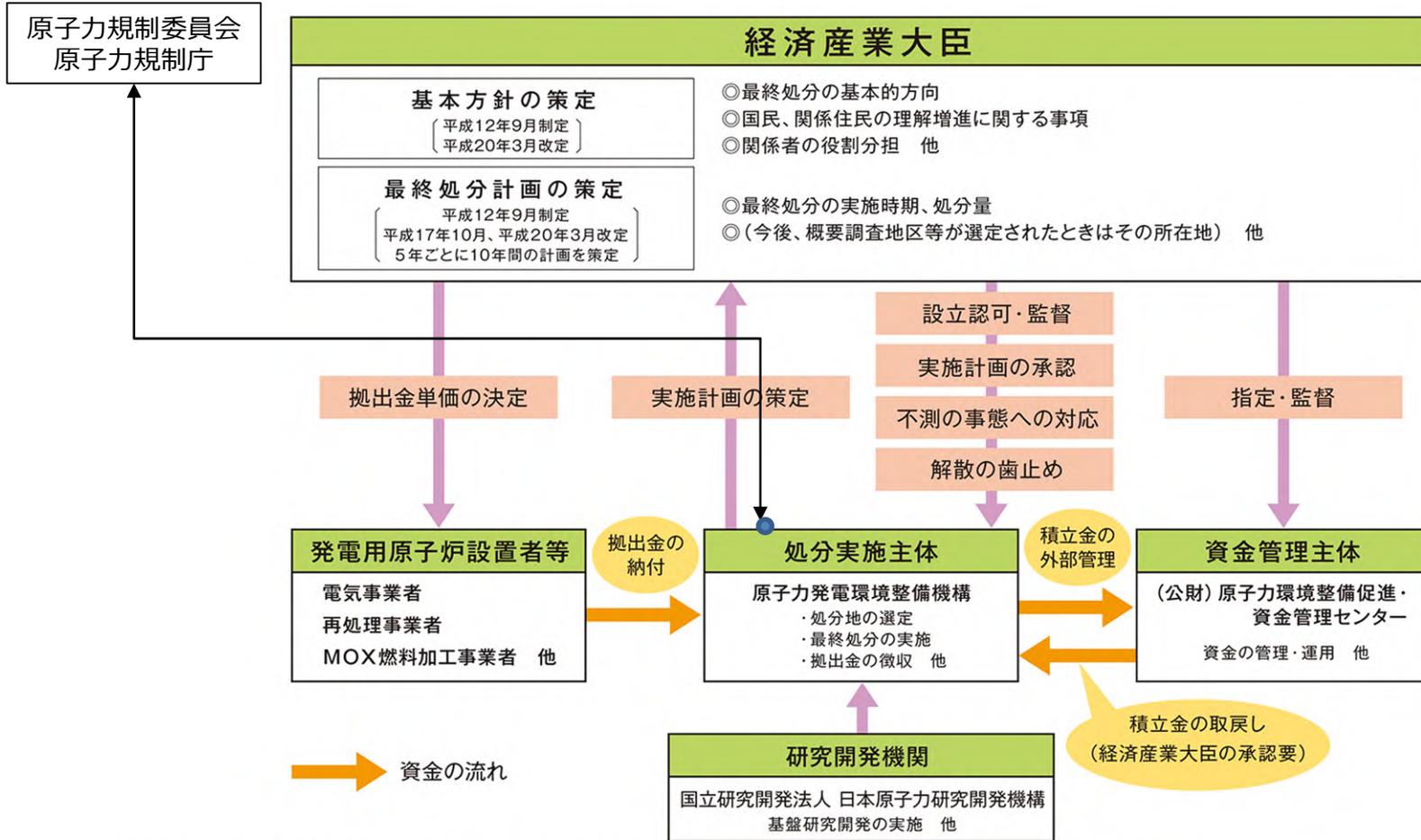
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/012_s03_00.pdf

第5 特定放射性廃棄物の最終処分に係る技術の開発に関する事項

特定放射性廃棄物の最終処分に係る技術の開発のうち、機構は、最終処分事業の安全な実施、経済性及び効率性の向上等を目的とする技術開発を担当するものとし、国及び関係研究機関は、最終処分の安全規制・安全評価のために必要な研究開発、深地層の科学的研究等の基盤的な研究開発及び最終処分技術の信頼性の向上に関する技術開発等を積極的に進めていくものとする。合わせて、最終処分施設を閉鎖せずに回収可能性を維持した場合の影響等について調査研究を進め、最終処分施設の閉鎖までの間の特定放射性廃棄物の管理の在り方を具体化する。当該技術開発等の成果については、最終処分事業や国の安全規制において有効に活用されることが重要である。また、国、機構及び関係研究機関は、連携及び協力を行いつつ、最終処分の技術的信頼性等の定期的な評価を行うことを通じ、全体を俯瞰して総合的、計画的かつ効率的に当該技術開発等を進めるものとする。

さらに、最終処分に関する国民との相互理解を深め、最終処分事業を円滑に推進するための社会的側面に関する調査研究も進めていくことが重要であり、国及び機構は、そうした調査研究が継続的に行われるよう、適切に支援していくものとする。また、国は、最終処分に関する研究者や技術者を養成し、確保する方策について、関係研究機関、機構及び発電用原子炉設置者等と協力しつつ、検討していくものとする。

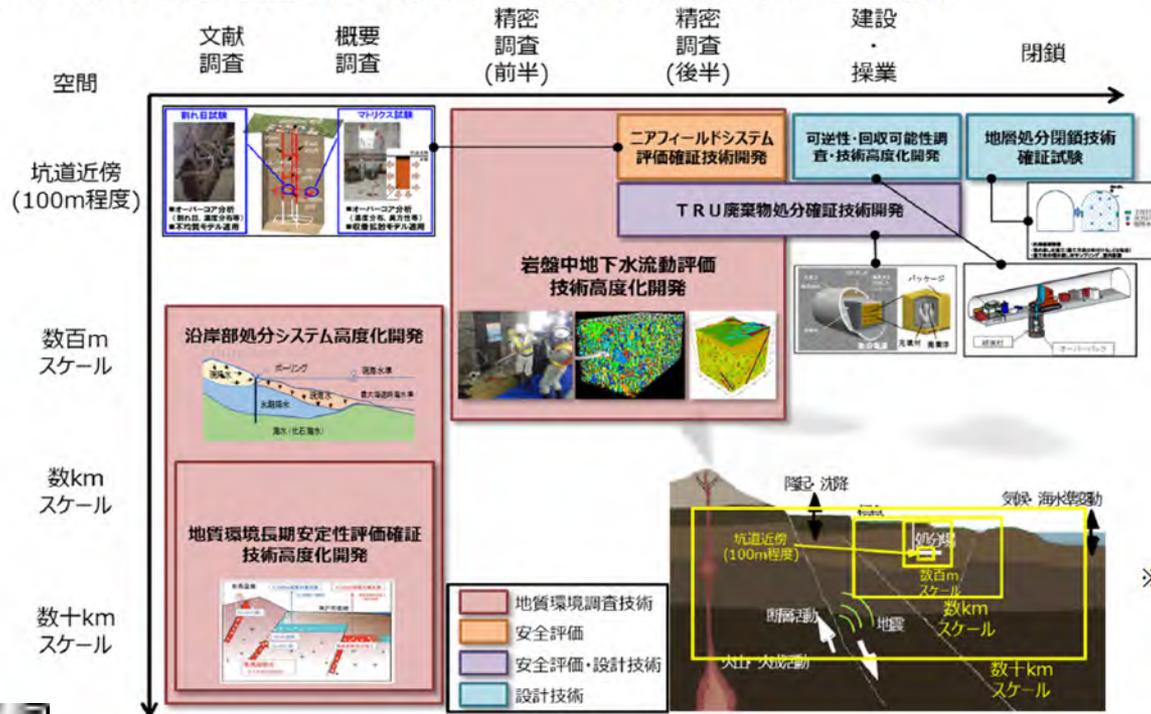
体制



(注) 最終処分法では、原子力発電により生ずる高レベル放射性廃棄物を固化したものを「特定放射性廃棄物」、地層処分については「最終処分」としている

研究開発の現状

- 「地層処分研究開発に関する全体計画（平成30年度～平成34年度）」に沿って、処分事業における各段階や各スケールに応じて着実に研究開発を進めている。
- 一方、回収可能性技術については、原位置試験を通じて廃棄体の取り出し技術を実証したものの、より実用性を高めていく必要が見いだされた（廃棄体の回収の迅速化など）。
- また、「最終処分に関する政府間国際ラウンドテーブル」での議論を踏まえ、技術的知見やノウハウに関して国外の関係機関との共有を加速させる。



※この他に「直接処分等代替処分技術高度化開発（安全評価技術）」を実施中

研究開発

(2005年原子力政策大綱以降)

- ✓ 原子力政策大綱（平成17年10月 閣議決定）で「国及び研究開発機関等は、全体を俯瞰して総合的、計画的かつ効率的に進められるよう連携・協力するべきである」とされた
- ✓ 同年、日本原子力研究開発機構（以下、「JAEA」という。）をはじめとする関係研究機関が参加する「地層処分基盤研究開発調整会議」（以下、「基盤調整会議」という。）開始
- ✓ 「原子力政策大綱に示している放射性廃棄物の処理・処分に関する取組の基本的考え方に関する評価について（平成20年8月 原子力委員会 政策評価部会）」にて、原子力発電環境整備機構（NUMO）に関して、「NUMOとしても、処分事業に必要な技術に係る研究開発が計画的、効率的に実施されるよう、関係研究機関の技術開発の実施内容に反映されるべき技術的要求事項等をより一層明確に提示するべき」との指摘
 - 同年、当初オブザーバー参加であったNUMOもメンバーとなり、NUMOが示したニーズを取り込みつつ、基盤研究開発が進められた。
 - NUMOは基盤研究開発の成果も踏まえ、平成25年に中期的な技術開発計画「地層処分事業の技術開発計画*1」を策定し、これに基づいた技術開発を実施している
- ✓ 「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針（平成27年5月 閣議決定）」に基づき、原子力委員会の下に関係行政機関等の活動状況に係る評価等を専門的かつ総合的観点から行う放射性廃棄物専門部会が設置され、地層処分に関する研究開発へ提言
- ✓ 同提言を踏まえて、基盤調整会議を地層処分研究開発調整会議に改組し、研究開発計画を検討。平成29年7月の最終処分関係閣僚会議で示された事柄も反映

❖ 地層処分研究開発に関する全体計画策定（*1に続く、平成30年度～34年度の5か年計画）

・令和2年3月に、継続的見直しとして、平成30年度～令和4年度の5か年計画に改訂

研究開発の全体計画（改訂版）

NUMOのリーダーシップのもと、包括的技術報告書を作成する過程で明らかとなった課題を全体計画として網羅的に設定することとした。また、これまでの研究開発過程で抽出された課題、国の審議会等で抽出された課題、科学的特性マップの作成及び提示に際して寄せられた技術的信頼性に関する国民からの声等も含めて網羅的に課題を抽出した上で、研究課題を整理した。

さらに、平成29年7月に開催された最終処分関係閣僚会議において、科学的特性マップ提示後の取り組みとして「研究開発の推進と体制強化」、「各国共通課題の解決に向けた国際的な連携、貢献」をすべきであると示されたことを踏まえ、事業実施に必要な技術マネジメント能力の向上や人材育成、国際連携・貢献に関する内容については、中長期的に研究開発を進める上での重要事項4として、全体計画に含めた。



https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/006_01_00.pdf

（地層処分研究開発調整会議）

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/index.html



（枠組み・相互関係・役割分担 説明資料）

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/006_02_00.pdf



（全体計画初版）

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/20180328_001.pdf



（新旧対応表）

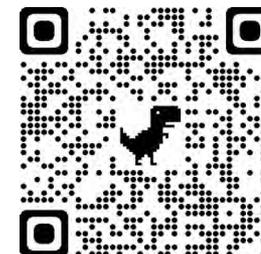
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/006_04_00.pdf



研究開発の現状を紹介する資料

METI

- 「地層処分研究開発に関する全体計画（平成30年度～平成34年度）」に沿って、処分事業における各段階や各スケールに応じて着実に研究開発を進めている。
- 一方、回収可能性技術については、原位置試験を通じて廃棄体の取り出し技術を実証したものの、より実用性を高めていく必要が見いだされた（廃棄体の回収の迅速化など）。
- また、「最終処分に関する政府間国際ラウンドテーブル」での議論を踏まえ、技術的知見やノウハウに関して国外の関係機関との共有を加速させる。



https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/005_03_01.pdf

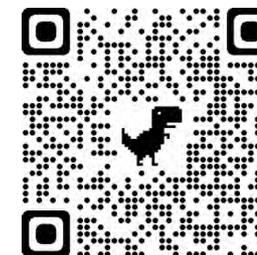
(NUMO)

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/05_03_02.pdf



(JAEA)

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/05_03_03.pdf



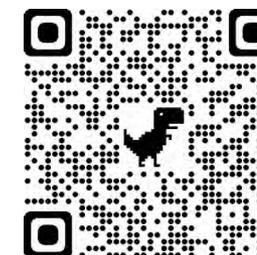
(RWMC)

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/05_03_06.pdf



(CRIEPI)

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/05_03_05.pdf



(AIST)

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/pdf/05_03_04.pdf



(各資料掲載ページ)

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/chiso_shobun/005.html



ステップ1：廃棄物の最終的な取り扱いに関する前提の共有

□ HLWでは地層処分が選ばれた経緯を共有。

✓ 廃棄物の性状、地層処分選定に至る考え方と条件、現在の規制体系などを共有

❖ 資料1：放射性廃棄物の最終的な取り扱いの考え方（講師）BE部会

❖ 資料2：原子力安全部会の論点（講師）安全部会

❖ 資料3：用語の選定の重要性（講師）BE部会

1．放射性廃棄物と、その分類（原子燃料サイクルの廃棄物）

2．地層処分推進の背景と国内の経緯

3．国の現在の基本方針と体制、および研究開発の状況

4．ステップ2に向けて

□ 論点の案と補足を提示（質疑応答の形で、意見交換・議論に入ることはOK）

□ ステップ2のやりかたについて意見交換

ステップ 2 に向けて

ステップ2での意見交換の目的

- 廃掃法では、有害物質を含む廃棄物であっても、ある条件を満たせば処分場は廃止され、以後、自治体が永久に存続することはないにも関わらず、自治体の管理下（跡地利用制限という監視下）に置かれる。
- 一般廃棄物・産廃を巡っては大変な問題が過去にあり、また現実に関今日対処しなければ大変困る問題であり、様々な議論、問題の発生、を乗り越えて今の状態に折り合いをつけていると思われる。
- そういう意味では、放射性廃棄物についても折り合いをつけるプロセスが重要で、先ず、少なくとも原子力学会のなかでは、その議論をしっかりとやりましょう。

- ・ ステップ2に向けては、議論用として整備した資料と、論点による（そのような）議論の目標を整理する
- ・ 意見交換においての、他のシステムとの比較をする場合の仕方・注意点
 - ✓ 比較するのはリスクとベネフィット
 - ✓ 比較する際の条件（先々を決めないままでの地上保管と最終的な姿としての地下埋設とは比較できない）

1. 処分の目的を達成するために考えるべきことは何か

処分の目的

健康の保護

環境の保護

将来世代への責任

将来の公衆に著しい被ばくをもたらすおそれがある事象は何か？

の事象を避けるために生活環境からの隔離が必要な期間は何年か？

我が国において地質環境の安定性について将来予測が可能な期間は何年か？

(専門家に広くコンセンサスが得られている期間) (地質学的な論点は何か)

>> ならどうするか? best effortで許されるか?

当該案を論点とした意見交換の糸口としての、参考意見

・これらについて、悩んで悩んで悩みぬいて、地層処分が一番よい（一番問題が少ない）という結論に達したのだと思われる。
・ただし、どんなに考えても、一番当てにならない人間の制度で対処する必要があり、最終意思決定の中では、制度の在り方は、現在を生きる人間として、出来るだけのことはきちんとしておきたい、という観点で大変重い要素。①～④について、悩み続けなければならない

・資料のうち歴史的経緯には、その悩み抜いた内容が含まれ（多すぎるので取捨選択が必要だとして）議論の手持ち資料として活用
・その意味で、議論のプロセスに現れてきた廃棄/保管のプロセス等々、それらを全て包含してきたであろうHLWだからこそ思い起こし、議論して、折り合いをつける内容、見切りをつける内容、あるいは、折り合いをつけてはならない内容の、各々の領域をできるだけ明確に理解できるようにする

・考える手立てとしてのリスクインフォームド、まさにRIDMとは何か、究極的な意思決定が求められている。原子力の世界に限らず様々な知見、ツールを総動員して考えるべきテーマ
・ここでは、まず現在の規制でできる限りの努力はしておこうというスタンスにより、悩み抜く=あらゆる状況/リスクの可能性を対象に検討する、これまでと今回の議論が向き合うエフォートを1つの別の言葉に置き換えて表現しているのがRIDMとしておく。

参考意見(続き)

- 現象や地質等の他に、超長期先の生活環境（生活圏）がどのように変化するか予想がつかない（不確かさが大きすぎる）ので、 から への想定にジャンプがありうる、 のbest effortで良いかどうか、ということだろうか。
 - ✓ 例えば今は温暖化が議論されているものの、寒冷化や氷河期も生じ得るところ、温度が安定する地下に生活圏が移る可能性は排除できず、掘削技術も以前議論した様に大きく進化して、地下構造の不確かさをあまり気にしなくなる技術も実現すれば、埋設した場所や方法に関する超長期の情報伝達の方法や標識の立て方などが主な課題になるのかもしれない。
 - ✓ また、そこはもはや日本ではなく、他の国に、つまり責任を負う筈だった国の在り方が変わってしまっているかもしれない。規制とは国が法律に基づいて国の責任の範囲で、規律の一種として関係者間に限定して行うことと考えれば、それも変わって / 無くなってしまっている可能性はある。
 - ✓ その様な状況（もはや誰の責任も及ばない事態）も想定に含ませて、④の現在行えるbest effortの具体的な意味を考える、といった問いになるのだろうか
 - ✓ これはたぶん、中深度でも類似で更に現実味を帯びた内容と思われる
- 中深度処分での議論（主な観点はオーバーラップしている）も忘れず念頭に入れる。リスク・インフォームドの観点での論点整理も検討する。
- 最初からHLWの安全等の議論に進むのではなく、地上管理など過去の議論の経緯、当面のガラス固化体の保管等現実的対応も踏まえた内容が論点に反映される様にする。

2. 処分の深さ（地表での長期管理ではなぜ対応できないのか）

当該案を論点とした意見交換の糸口としての、参考意見

「深さの根拠」については、施設設計の設計根拠書があるのかという問題だと思いますが、今後のしっかりとした議論をする上で重要な指摘だと思います。

どのような設備であっても「適当に造った」ということはなく、必ず設計で使った数値に対して技術的な根拠（考慮した事象とデータによる裏付け）を明確にしておかなければ、妥当性の確認もできないし、トラブルが起きた時に何が考慮不足だったのかあるいはデータが不適切だったのかがわからなくなってしまいます。

地層処分にとって「深さ」とは何か？ 隔離との観点から言えば深い方が良いですが、一方で、技術的にはベントナイトへの地熱の影響や工学的な掘削の限界があるかと思います。では、逆にどの程度の深さなら隔離と言えるのか。以前の余裕深度処分では人間侵入を避けることから当時は深度50mとしましたが、では、50mとか現在の中深度処分の70mで良いのか？ 浅地中処分での保全期間を短縮することと深さがバーターになると思えますが、定量的な議論がなかなか難しいかと思っております。

深さはいろんな要素で決まるのだと思いますが、「生活環境からの離隔（りかく）」という観点で、中深度処分の基準の考え方を準用すると、次のような考え方になるかもしれません。

- ・侵食を考慮しても70メートルを〇万年確保できる深度（〇は、何年隔離（かくり）を求めるか？で決まる）
- ・かつ、海水準変動の影響を受けない深度

論点として深さと管理・評価の時間の関係の整理があると良いかなと思いました。放射能濃度が高い廃棄物はより深い深度で処分、という図に加えて、減衰（人体への影響）・管理評価時間・深さのバーター関係を整理して図示ができるとより説得力のある説明ができるのではないかと

3. 放射性廃棄物の処理処分の法的な位置づけ

当該案を論点とした意見交換の糸口としての、参考意見

廃掃法では、事業活動に伴って生じた廃棄物を自らの責任において適正に処理する（廃掃法の概念は処分を含む）ことについて規定されています（第3条）。一方、放射性廃棄物については、従来、原子力委員会の報告書（S.59年頃ともう少し前）での発生者責任の記載を持って説明していますが、原子力基本法等において法的に事業者が廃棄物に対する責務、義務の規程がありません。

したがって、事業者に法的な責務、義務を求めてないことから、実は誰も事業者が処理処分に責任を持つことは事業者に求めることができず、原子力分野の方針をもとに事業者が安全上・倫理的・経済的な理由からば実施することにしかありません。例えば、私は地上で永久に管理すると言えばそれまでになります。

炉規法等の環境にかかる部分は環境基本法の中の特別法という面もあるようですが、炉規法・R I 法等をカバーする原子力基本法で何らかの法的な規定を設けるべきではないかと思っています。

浅地中処分では、廃止措置終了後、敷地開放されることが前提となっています。しかしながら、埋めている廃棄物が実際に無くなるわけでもない。

埋設施設の安全評価はあくまでも埋設していることが前提であり、その上で万一掘削した場合の評価はしているものの、掘り返した廃棄物が産廃処分場や建設残土としてどこかに処分されることを想定されているわけではなく、管理期間終了後にクリアランスレベル以下になっていることを保証しているわけではありません。

したがって、跡地の利用制限として、廃掃法における土地の形質規制のような制度を炉規法等に必要ではないかと思います。なお、中深度処分・地層処分では、埋設している区域の掘削制限がかけられています。

4 . 法体系整備

当該案を論点とした意見交換の糸口としての、参考意見

放射性廃棄物は核燃料サイクルからだけでなく、医療施設や研究施設等からでも発生しており、規制法としては炉規法、RI法、医療法、薬機法、臨床検査技師等法、獣医療法が関係します。また、放射性廃棄物ではないにしても福島を除染廃棄物も特措法として放射線影響の観点から絡んでおります。

一方、廃掃法をみると基本的には、日本の全ての事業・家庭から発生する廃棄物をカバーしており、発生する廃棄物は廃掃法でカバーされます。

さらに、少なくとも埋設施設は、原子力施設といってもプラントではなく、発電所等と環境影響があることが前提となった評価体系であること等もあること、放射性物質で汚染されたPbやHg等の有害物等もあります。ここは、炉規法ではカバーできません。

こう考えると、そもそもとして炉規法の中での規制ではなく、廃掃法と並ぶように、環境基本法体系化の中の法律として、放射性廃棄物処分法のような法体系を作り直した方が良いのではないかと思います。

5 . 廃棄物のNational Inventory把握

当該案を論点とした意見交換の糸口としての、参考意見

日本では、放射性廃棄物の所管が複数に跨ることもあり、実は本当に今放射性廃棄物がどこにどれだけあるのか把握して公表されている資料がどこにもありません。ご存じの使用済燃料と廃棄物安全条約の国別報告書でも中身をみるとカバーされていない廃棄物も結構あります。

法的な把握制度を作るべきではないかと思っています。

6. 言葉・用語の問題

当該案を論点とした意見交換の糸口としての、参考意見

- ・ 関係する技術者だけではなく、社会の多くの人々の理解を得る必要がある。
 - ✓ その為には「正確で分かり易い共通の言葉」を使って説明する必要がある。
 - ✓ 現在の処分の説明は「正確で分かり易い共通の言葉」を十分に考えているか？
 - ✓ 技術者や関係者（処分屋）の独りよがりには陥っていないか？
 - 例えば「処分」という用語は実際の廃棄物の取り扱いを正確に表せているか？
 - ここで言う「処分」は「最終的に人間の管理がなくなっても安全を保てる方法」を指す
 - 多くの方は「処理」と「処分」の区別もついていない
 - それ以外にも「処分屋しか分からない用語」が多数（セーフティケース、制度的管理、等々）
- ・ 日本語は元々の性質が「曖昧さ」を好む言語。
- ・ 重要な用語や表現を一つ一つ確認、再定義、改定することが、多くの人々の理解を得るための最重要課題。

まとめ：ステップ2の進め方について

ステップ1：廃棄物の最終的な取り扱いに関する前提の共有

- 勉強会の動機、地層処分をトピックにした理由、意見交換会の位置付け
- HLWでは地層処分が選ばれた経緯を共有。
- ✓ 廃棄物の性状、地層処分選定に至る考え方と条件、現在の規制体系などを共有
 - ❖ 資料1：放射性廃棄物の最終的な取り扱いの考え方（講師）BE部会
 - ❖ 資料2：原子力安全部会の論点（講師）安全部会
 - ❖ 資料3：用語の選定の重要性（講師）BE部会
- 論点の案と補足を提示（質疑応答の形で、意見交換・議論に入ることはOK）
- ステップ2のやりかたについて意見交換

ステップ2：前提を共有した上で意見交換・議論

- 最終的な取扱いの認識の共有を目指して、論点に基づいて意見交換し議論
 - ❖ ファシリテータを置く
 - ❖ 論点ごとにグループを分ける + 全体とりまとめもやる
 - ❖ 参加者の専門性の幅を狭めないようにする
- ✓ 議論のまとめ

ステップ3：議論のまとめ（何をして、何を話したか）を、学会として共有

- ❖ 学会誌に掲載
- ❖ 意見交換と議論を継続するための方法を検討する

ご清聴ありがとうございます。

コメント・質問・補足などをお願いします。

