

# 付録 1

補足資料 ( 1 ) ~ ( 1 6 )

以下に示す資料は、当委員会の議論を進める中で、報告書本文を補足する資料として作成した資料並びに各分野の専門家諸氏に御講演頂いた際の資料を補足資料として取りまとめたものである。

#### 1.1 専門用語に関わる資料

- (1) 国民への説明に用いる原子力関連語彙について  
(林教授講義録)
- (2) セーフティーケースの日本語訳について
- (3) 地層処分における安全とリスクについて (メール討議要点)
- (4) リスクという言葉の積極的使用について

#### 1.2 地層処分に関わる資料

- (5) 隔離処分に関わる基本的考え方ー歴史的経緯を踏まえてー
- (6) 地層処分概念の開発経緯 (増田氏講義資料)
- (7) 処分問題の論点-CAREの提案- (朽山氏、増田氏講義資料)
- (8) ガラス固化処分と使用済燃料直接処分の比較
- (9) 核燃料サイクルの選択肢評価；  
柔軟な燃料サイクル政策と直接処分 (鈴木教授  
2014年日本原子力学会 秋の大会 企画セッション講演資料)

#### 1.3 議論の背景情報に関わる資料

- (10) 我が国の原子力政策の変遷と社会的時代背景
- (11) 放射性廃棄物の区分と処理処分の概念
- (12) 使用済燃料の地層処分に関する IAEA 保障措置  
(堀氏講義資料)
- (13) 政策形成に関わる倫理問題 (義澤氏講義資料)

#### 1.4 コミュニケーションの実践に関わる資料

- (14) 本当に理解されているか？ー原子力広報経験者からみた  
処分事業ー (久保氏講義資料)
- (15) 高レベル放射性廃棄物～処分地選定への地域対話～  
(崎田先生講義資料)
- (16) サイエンスアゴラにおけるトークセッションについて  
(サイエンスアゴラ参加報告)

## 補足資料（1）

《本補足資料は、本報告書を読まれる皆さんに、言葉の難しさの一端をご理解いただくことを目的として、2013年7月30日に開催した第5回委員会における林史典先生のご講演で用いられた資料のうち、【基本的考え方】の部分について、原資料の箇条書きと当日の議事メモを基に文章化した上で、林先生のご確認・修文を頂いたものです。》

### 国民への説明に用いる原子力関連語彙について ～日本語学者の視点から～

聖徳大学教授 筑波大学名誉教授  
前文化審議会委員（国語分科会長）  
林 史典

#### 1. 通常語と専門用語の相違

通常、社会で用いられている語が通常語であるが、その多くは経験的に獲得されたものであり、意味・用法には個人差がある。

通常語が母国語である場合は、通常語は母国語の特徴を持つことになる。母国語は、人々の使っている言葉の使用を通じて形成される「脳内辞書」により解釈され、用いられる。つまり個々人の記憶の中にある辞書が使われるから、個人差が大きい。また通常語が外国語であれば、その意味・用法は既存の辞書などに依存して知ることになるから、個人差は小さくなる。

個人差の例として、「姑息な手段」の意味は、70%の人が「卑怯な手段」であるとし、本来の意味である「一時しのぎの手段」という意味で使う人はずっと少ない。「つまらない手段」という意味で使う人もいる。

災害対策基本法などで使われる「避難勧告」と「避難指示」について、どちらが強いと受け取られるかも人により分かれる。その「指示」については、①指し示す「方向を指示する」「指で指示する」と、②指図する「指示を与える」「指示に従う」という意味があるが、①の意味に解する人は「避難勧告」より「避難指示」の方が弱いと感じる。

また、通常語には、情緒的意味（affective connotations）が伴いやすい。例えば事故前には先端テクノロジー、クリーンエネルギーというイメージがあった「原子力発電（所）」も、事故後は、危険だ、恐ろしい・・・といった情緒的意味を伴うようになった。

一方、専門用語は、専門的内容を表す語として専門分野で用いられるものであり、知識として獲得されたものであるから、意味・用法に個人差が小さい。また、一般に情緒的意味は伴わない。しかし、一般人に対して用いられれば、受け取る側は通常語として受け取る。

専門用語は、①学術用語や法律用語などのように、定義ないし定義に準じる意味規定がある場合と、②定義ないし定義に準じる意味規定はないが、業界用語などのように専門分野共通の知識・理解に基づいて用いられる場合とがある。②の場合は①の場合に比べて意味的に曖昧である。

また、専門用語は専門分野だけに通用すればよいから、仲間だけに通用する語として‘符牒化’しやすい。符牒というのは、特殊集団の特殊性が強く排他性のある語である。指す内容が明確なら、必ずしも語としての意味には拘泥しない。また、簡単な語形が好まれる。時には一般社会に流通する場合もある。例えば「骨太の方針」（経済財政運営の基本方針 01 年）がそうである。

## 2. 専門用語の特徴

専門用語の特徴は、次のように述べることができる。

- (1) 専門外の人に理解されることを予想する必要がないため、そうしたことは想定していない。
  - (2) 既存の語（通常語）では表せない用語を必要とすることが多い。即ち、表そうとする意味が既存語彙ではカバーできない意味領域にある場合が多い。
- (ア) 既存の語を用いる場合

この場合は、既存語に新しい意味を加えることになる。これは、無理を生じやすく、従って必要に応じ必要な説明を加えて新しい意味を定着させることになる。例えば、果実の中心にある種子(を保護する固い部分)を意味する「核」から、「原子核」「細胞核」などの語を作り、さらに「核＝原子核」の意味から「核兵器」が生まれ、「核＝核兵器」の意味から「核廃絶」が生まれる。

(イ) 既存の語を組み合わせる場合

この場合は新しい複合語を作る。適切な組み合わせが必要である。例えば、「放射」と「能」を組み合わせて「放射能」となり、さらに「放射・性」、「放射性・核種」「放射性・物質」「放射性・廃棄物」といった組み合わせにより新たな語が作られる。

- (3) 同じ事実・事態に関しても、見方・考え方によって異なる用語が用いられることがある。
- (4) 専門用語でも、定義ないし定義に準じる意味規定がない業界用語などの場合には、暫定的ないし便宜的に用いられるうちに定着してしまうものが多い。

い。一旦使い始めた用語・表現は改めにくい。

### 3. 専門用語を社会に対して用いる場合の留意点

専門用語を社会に対して用いる場合の留意点は以下のとおりである。

- (1) 社会では「通常語」のレベルで、ないしは、「通常語」の意味する範囲で理解される。
- (2) 社会では用語だけで理解される。したがって、説明されても聞かれず、あるいは読まれないこととなり、用語が「一人歩き」しやすい。
- (3) 平均的社会人の知識・理解力には個人差があり、幅がある。したがって、どのあたりに照準を合わせるか、留意が要る。
- (4) 危機情報の語彙には不安を感じやすい。安全を信じたい気持ちと不安の心理との戦いに留意が要る。

### 4. 社会への対応法

社会への発信などに当たっては、以下のような諸点に留意する必要がある。

- (1) できるかぎり適正な用語を用いる。しかし、完全な理解は期待できない。
- (2) わかりやすい説明を用意し、適切に活用する。
  - (ア)客観的説明（「1/1,000,000の確率」など）と主観的説明（「安全と考えていい」など）の使い分けが必要である。
  - (イ)主観的説明には難しさがある。例えば、「直ちには影響がない。」は、「将来のことは分からない。」「将来は影響があるかも知れない。」「将来は影響がある。」のいずれにも受け取られる。
- (3) 用語・説明の混乱を避ける。

同じことを言うのに異なる用語・表現を用いない。

既に定着している用語・表現は、余程のことがないかぎり変えない。
- (4) 国民の「知る努力」を促す。

国民と専門家の間の良いコミュニケーションのためには、国民の知る努力を促すことも必要である。そのために、国民が知る機会を増やし、理解しやすい方法を工夫することも重要である。

第5回委員会の講演に際し例示された原子力用語について、別添【具体例：通常語として解釈した場合】に例示したので参照願いたい。

以上

(講演後の質問に対する林先生のコメント)

- ・ 専門用語は符牒化しやすい。知識を共有しない人にはマイナスに働くことに気をつけなければならない。
- ・ 専門家が一般の人に説明すると、通常語の違いを意識せずに説明してしまい、共通の理解が得られた気持ちになってしまうことがある。きちんと一般の人に理解してもらうためには、専門家は丁寧に、必要なときに必要なだけ説明する姿勢が大切である。
- ・ メディア側でも用語の選択においてバイブル的な辞書を作ることが必要では、という意見に対し、基本的な用語は新聞協会「用語委員会」などで検討されているとのこと。
- ・ 近年のメール利用によって若い人の文字依存度、文字を使う機会は増えている。しかし、言葉の内容を知る努力は衰えている。これは、新しい文字文化といえる。
- ・ 「『地層処分』は確かに限られた集団の中で作られた用語であるが、当初は正確な解説を『注書き』して用いていた」という意見に対し、「解説」が無くなってしまうとたちまち誤解されるのは用語の宿命であり、注意が必要ということである。
- ・ 政府の IT 総合戦略本部が統括する委員会の一つ「情報共有基盤推進委員会（仮称）」の下に作られる「共通語彙基盤 WG」では、組織によって異なる名称や、名称が同じでも異なる内容を表す語を、必要な範囲で整理してコンピュータによる伝達・処理の効率化・正確化を図ることを目的とした検討がなされるようである。

補足資料（１）別添【具体例：通常語として解釈した場合】

1 「再処理」

専門用語：再利用するために処理を施すこと（核燃料として使用する前の過程では「加工」） reprocess の訳語から

通常語：２度目の処理

「処理」・・・特定の目的に合った状態すること 始末すること

「事務処理」「情報処理」「防水処理」「安全処理」・・・

⇒ 用語としては定着

→（参考）「再利用のための処理」「再加工」

2 「直接処分」「地層処分」「最終処分」

専門用語：「処分」・・・「再利用」せず、安全な状態にして廃棄すること

「直接処分」・・・再処理しないでそのまま廃棄すること？

「地層処分」・・・地下深く廃棄すること

「最終処分」・・・永久廃棄すること？

通常語：「処分」・・・捨てること 捨て去ること 手放すこと 始末すること

「廃棄処分」「焼却処分」「夏物最終処分セール」・・・

「直接処分」・・・そのまま（or何も介さないで）捨ててしまう

「地層処分」・・・（特定の＝安全な）地層（stratum）に埋めて（or捨てて）しまう

「最終処分」・・・最終的な処分をする 最後の処分をする

⇒ 用語としては定着 → 改めるのは適当でないが、「処分」という語にこだわれば・・・

→ 「処分」・・・「管理する（＝安全な状態を保つ努力をする）ことをやめて廃棄してしまう」という含意を感じさせる可能性

→ 人類が作り出した、自らの生存環境さえ破壊しかねない危険きわまりない物質を、不要になったからといってそのまま廃棄してしまっているのか、といった誤解を生む余地も無しとしない

→ 長期に保存・管理して安全な状態になってから自然に戻す（それまでは「管理する」という考え方を表す用語・表現は？

(参照) 「暫定保管」(原子力委員会「見解案」)、「中間貯蔵施設」

「可逆性」「回収可能性」・「保存・管理」

「地層」・・・堆積してできた層と解する(or感じる)人が多い?

「処分」するのはどのような地層? → 地球科学・地質学の用語と異なる?

→ 「直接処分」「地層処分」「最終処分」・・・いずれにしても安全性についての説明がカギ

### 3 「世代間倫理」「世代間の公平性」「将来世代に負担をかけない」

専門用語: 「世代間倫理」・・・後の世代に対してとるべき「人としての道(=考え方・行い)」  
intergenerational ethics の訳語から?

通常語: 「世代間倫理」・・・世代間で互いにとり合うべき「人としての道(=考え方・行い)」

⇒ 負の遺産(だけ)を将来に遺さないという考え方は、他の領域(環境・経済など)と共通・・・共通の用語・表現を用いる?  
名詞形である必要はない?

→ (参考) 「将来に負の遺産を遺さない」「後の世代に負担をかけない」など

### 4 「将来世代の選択権を尊重」

専門用語: 「将来世代の選択権」・・・将来世代が現世代とは異なる政策をとる(=異なる選択をする)ことができる権利

通常語: 「将来世代の選択権」・・・専門用語とほぼ同じ

⇒ 「世代」・・・「子の世代」「孫の世代」などのような具体的な「世代」を指す用法ではない?

→ 名詞形で表現することにこだわると無理を生じやすい

(参考) 「将来、方針や政策が転換される可能性を尊重する」(or

考慮する)」「将来的な方針・政策転換の可能性を考慮(する)」など

## 5 「処分事業の安全性」

専門用語：「処分(=埋立処分)」事業自体(方法・技術・作業)の安全性(=「処分」事業が安全に行われるか)、および「処分」後の放射性廃棄物の安全性(=「処分」された放射性廃棄物の安全性)

通常語：「処分」事業自体(方法・技術・作業)の安全性(=「処分」事業が安全に行われるか)

⇒「安全性」・・・何が誰に対して安全であることを意識した表現を検討する

何が・・・「処分事業」？「処分後の放射性廃棄物」？「処分事業と処分後の放射性廃棄物」？

誰に対して・・・「作業関係者」？「人類」？「作業関係者と人類」？

→(参考)「処分(=埋立処分)事業の安全性」「(処分された)放射性廃棄物の(長期)安全性」に分ける。

(注)「埋設」・・・地下に埋めて設備すること 地中に設備すること

「埋蔵」・・・地中に埋めて隠すこと/地中に埋めて残しておくこと「埋蔵金」(天然資源が)地中に埋まっていること「埋蔵量」

→「地下処分」「地中処分」など

## 6 「リスク概念」「潜在リスク」「想定外リスク」「残余のリスク」

専門用語：「リスク概念」・・・「リスク(=危険性)」についての考え方(=「リスク」をどういうものとするか、その考え方)

「潜在リスク」・・・隠れているが存在すると考えられるリスク

cf.「顕在リスク」・・・その存在が確認されたリスク

「想定外リスク」「残余のリスク」・・・あらかじめ想定しきれないリスク、想定から除外されたリスク



して採られる安全対策の効果  
を評価すること

通常語 : 「確率論的安全評価」・・・専門用語とほぼ同じ  
「決定論的安全評価」・・・理解が難しい？  
「決定論」・・・あらゆる事象はあらかじめ外的な原因  
(神・自然など)によって決められて  
いる(=規定されている)という考え  
方 determinism

⇒ 「決定論的」は誤解を招きやすい？  
→ (参考) 「決定論的安全評価」→ 「個別安全評価」な

ど

## 9 「放射性核種の移行シナリオ、地下水シナリオ」

専門用語 : 「放射性核種の移行シナリオ」・・・放射性核種が空気  
や水の流れなどによ  
って環境中に移動・  
拡散してゆく想定上  
の道筋〔地上〕

「放射性核種の地下水シナリオ」・・・放射性核種が地下  
水の流れによ  
って移動・拡散して  
ゆく想定上の道筋  
〔地下〕

⇒ 「移行」は「移動・拡散」？  
「移行シナリオ」「地下水シナリオ」は対照性が不明確？  
→ 「地上・地下」  
「シナリオ」は「シナリオ」または「想定上の道筋」？  
→ (参考) 「放射性核種の移動・拡散シナリオ〔地上〕」「放  
射性核種の移動・拡散シナリオ〔地下〕」、「放  
射性核種が移動・拡散する想定上の道筋〔地上〕」  
「放射性核種が移動・拡散する想定上の道筋〔地  
下〕」など

## 10 「国民に対する理解促進、理解活動」

専門用語 : 「国民に対する理解促進」 : 国民の理解を促進させるこ  
と

「国民に対する理解活動」 : 国民の理解が進み、広がる  
ように活動すること

通常語 : 「国民に対する理解促進」 : ‘構文的’に不明確

→ 「理解」の主体が曖昧

① 「国民に対する理解」の「促進」

→ 「理解」の主体は原子力関係者（＝原子力関係者が国民を理解するのを促進）

② 「国民に対する」「理解の促進」

→ ① 「理解」の主体は国民（＝国民に対して {国民が理解する} のを促進）

② 「理解」の主体は原子力関係者（＝国民に対して {原子力関係者が理解する} のを促進）

「国民に対する理解活動」：「理解」「活動」はともに自動詞的

→ 「理解活動」の主体は同一と見なされやすい（国民or 原子力関係者）

① 国民に対する理解」活動・・・国民を理解しようとする（原子力関係者の）活動

② 「国民に対する」「理解活動」・・・国民に対して行われる「理解活動」

→ ① 「理解」の主体は国民（＝国民に対する {国民が理解するための} 原子力関係者の活動）×

② 理解」の主体は原子力関係者（＝国民に対する {原子力関係者が理解するための} 原子力関係者の活動）

⇒ 用語化する必要があるか？

→ （参考）「国民の理解を得るための活動」など

## 1 1 「社会的合意」

専門用語：社会的に意見・意思が一致すること

通常語：専門用語と同じ

⇒ 一般に広く用いられる用語

→ （参考）（1）用語として検討すべき関連語

→ 目標をどこに置くかによって、より適切な用語を用いる

① 社会的 国民的

② 合意 同意 承認 理解

合意 同意 …… 積極的（意見・

考え方 など) 承認 理解 . . .  
消極的 (方法・決定 など)

(2) 「社会的合意」を成立させる方法、成立を  
判断する根拠が問題

1 2 「人工バリア」「天然バリア」「多重バリア」

専門用語：「人工バリア」 . . . 人工的防護壁 人工的放射能遮断  
装置

「天然バリア」 . . . 自然の防護壁 (= 処分地の地層)  
「多重バリア」 . . . 幾重もの防護壁 人工的防護壁と  
自然の防護壁を総する語

通常語：「人工バリア」「天然バリア」「多重バリア」のいずれも  
通常語として解釈できる

1 3 「廃棄物回収可能性」「事業の可逆性」「政策の可逆性」

専門用語：「廃棄物回収可能性」 . . . 「処分」した放射性廃棄物  
を必要に応じて回収する  
可能性

「事業の可逆性」 . . . 事業を元に戻したり方向転換さ  
せたりすることができること

「政策の可逆性」 . . . 政策を元に戻したり方向転換さ  
せたりすることができること

通常語 : 「廃棄物回収可能性」 . . . 専門用語と同じ  
「事業の可逆性」 . . . 事業を元に戻すことができると  
「政策の可逆性」 . . . 政策を元に戻すことができると

⇒ 「可逆性」は元に戻すことだけでなく、方針・政策を変更・転  
換することまで含む？ 新たな方針・政策に変更・転換すること  
まで含む？

→ (参考) 「事業の変更・転換可能性」「政策の変更・転換可能  
性」など

1 4 「地質環境の長期安定性」

専門用語：高放射性廃棄物を埋める予定の地中 (or 地層) の「環境」  
の長期安定性

通常語：(高放射性廃棄物を埋める予定の) 地質的「環境」の長期  
安定性

⇒ 「地質」「環境」は適切か？

「地質」 . . . 地殻を構成する岩石・地層の性質・状態 →

地球科学・地質学の用語と異なる cf.「地層」  
「環境」・・・周囲の状況や諸条件  
→（参考）「（高放射性廃棄物を埋める）地下（or岩盤）の長期安定性」など

#### 1 5 「保障措置」「核不拡散」

専門用語：「保障措置」・・・プルトニウムが核兵器に転用されることがないように措置すること  
「核不拡散」・・・核兵器を有する国が増えないようにすること  
通常語：「保障措置」・・・他から被害などを受けることがないように保護する措置  
「核不拡散」・・・専門用語と同じ 一般化した用語  
⇒「保障措置」は何を保障するのかが明示されないと理解しにくい  
→（参考）「（プルトニウムの）安全管理を保障する措置」  
→「安全管理保障措置」 など

#### 1 6 「地域振興」「地域共生」

専門用語：「地域振興」・・・地域が主導する地域振興策に協力し、または、それを支援すること  
「地域共生」・・・地域と事業の実施主体とが相互依存すること。地域と事業の実施主体とが相互に利益を受け合うこと  
通常語：「地域振興」・・・その地域の経済活動などを活性化させること。「専門用語」としての用法は通常の用法の範囲内  
「地域共生」・・・地域と地域とが相互に利益を受け合って共に栄えること  
⇒「振興」と「共生」  
「振興」・・・産業・経済などを盛んにすること、盛んになること  
→ 振興しようとする主体（自治体・住民など）、主体の上位にある組織（政府・自治体など）の取り組みについて言うことが多い  
→（処分事業の）事業主体が地域に対して使うと自尊的になる？  
「共生」・・・ともに生きていくこと 相互に（or 一方だけが）利益を受けながら共に生活すること  
→ 同等・対等の関係にあるもの同士について言うこ

とが多い

→ 「地域共生」は（処分事業の）事業主体が地域に対して使うと自尊的になる？

→（参考）「地域振興」→「地域振興への協力・支援」など

「地域共生」→「地域の一員として・・・」「地域との共生（事業主体を主体とした表現）」など

## 1.7 「過酷事故」

専門用語：炉心が大きく損傷し、大量の放射性物質が漏出・拡散するような、極めて重大・深刻な事故 severe accident  
の訳語から

通常語：（人にとって）ひどすぎる（or 厳しすぎる）事故

「過酷」・・・（人に対して）厳しすぎる、ひどすぎる

「過酷な環境」「過酷な条件」「過酷な労働」・・・

⇒「過酷事故」は原子力関連領域特有の用語 「重大な事故」よりさらに重大な事故、「深刻な事故」よりさらに深刻な事故を言う？

→（参考）「きわめて重大な事故」「きわめて深刻な事故」「（きわめて）重大深刻な事故」など



## 補足資料(2)

### 「セーフティケース」の適切な日本語は何か

放射性廃棄物処分のための IAEA の安全要件は、**Safety case** (セーフティケース)及びこれを裏付ける安全評価書の開発を要求している。**Safety case** (セーフティケース)の概要は IAEA 安全基準の個別安全要件 No. SSR-5「放射性廃棄物の処分」[1] によれば、以下のとおりである。<sup>1</sup>

**Safety case** (セーフティケース) とこれを裏付ける安全評価書 (**Safety assessment**) の開発は、規制機関及び関心のある関係者によるレビューに向けられるが、これは放射性廃棄物の処分施設の開発、操業及び閉鎖のプロセスで中核をなすものである。

**Safety case** (セーフティケース) は、処分施設の安全を立証し、その安全に対する信頼の獲得に貢献する。**Safety case** (セーフティケース) は、処分施設に関する全ての重要な意思決定に必要な不可欠な判断材料となる。**Safety case** (セーフティケース) は、処分システムそのものを理解し、処分システムが時間の経過と共にどのように振る舞うかを理解する基礎となるものである。**Safety case** (セーフティケース) では、処分施設の立地面及び工学面を取り扱い、設計の論理とその論拠を示すとともに、安全評価により裏付けられなければならない。また **Safety case** (セーフティケース) では、安全に対して重要な全ての側面の品質を保証するためのマネジメント (以下「品質保証」という。) システムを取り扱わなければならない。

処分施設のいかなる開発段階においても、**Safety case** (セーフティケース) は、その段階における未解決の不確実性及びその安全上の重要度について特定して認め、併せその不確実性に対するマネジメント (以下「不確実性の管理」という。) を特定し、認めなければならない。

**Safety case** (セーフティケース) には、安全評価の結果を含まなければならない。さらに、その裏付けとなる証拠、施設の頑健性 (**robustness**)<sup>2</sup> 及び信頼性の論拠、設計、設計論理、及び安全評価の品質とその基礎的前提に関する品質を含まなければならない。

**Safety case** (セーフティケース) には、放射性廃棄物の処分に関するより一層一般的な論点、及びより広い視野で安全評価の結果を見るための情報を含めて

---

<sup>1</sup> [1] については原子力安全基盤機構(JNES)の日本語翻訳版がある。ただし訳文は直訳に近く、内容の理解は専門家であってもおそらく容易でない。以下は、その翻訳版にはとらわれずに記述した。

<sup>2</sup> フィンランドの Posiva は、頑健性を、「振る舞いを理解すること及び予測することが困難な概念や構成要素を回避すること」を意味すると解している [8]。IAEA は予想外の事象に対する処分システムの強靱性 (**resilience**) を評価すべきとしている [1]。

良い。Safety case (セーフティケース) においては、施設の開発の任意の段階、もしくは操業または閉鎖の段階におけるいかなる未解決の論点も認められなければならない、その解決に向けての作業の手引きも示されなければならない。

安全評価<sup>3</sup>は、処分施設に関連する危険性 (hazards) を体系的に評価するプロセスであり、その設置場所の能力と施設設計が安全機能を成就し、技術的要求を満たすかどうかを評価するプロセスである。

安全評価には、性能の全体水準の数量化、関連する不確実性の分析、及び関連する設計要求及び安全基準との比較を含まなければならない。処分システムを設置する環境は、工学的システムと異なり標準化できないので、安全評価はサイト固有のものでなければならない。

設置サイトの環境調査及び設計研究が進展するに従って、安全評価は次第に詳細化し、その場所固有のものになる。サイト調査の終了時には、完全な評価のために十分なデータが利用できなければならない。科学的理解、データ及び解析のいずれかに重要な欠陥があれば、安全評価の結果に影響する可能性があり、そうした点は安全評価のなかで特定されなければならない。

施設の開発段階によって異なるが、安全評価は、調査研究の焦点を合わせるために用いることもでき、調査研究の結果は、安全確保の目標を満たし、安全基準に準拠するかどうかの評価に用いることもできる。

以上は IAEA 安全基準の内の個別的な安全要件 [1] からの抜粋である。

### Safety case (セーフティケース) という用語の国際的使用状況

IAEA では、安全基準の内の各施設に関する勧告指針のひとつとして、放射性廃棄物の処分前管理 (中間貯蔵等) 及び放射性廃棄物の処分のそれぞれの分野の「セーフティケースと安全解析」を取り纏めている [2], [3]。また、OECD/NEA においても、閉鎖後の処分施設のセーフティケースに関する報告書 [4] や、放射性廃棄物分野のセーフティケースの原則や良好事例に関する国際ピアレビュー結果の報告書 [5] 等多数のセーフティケース関連の報告書が出版されている。

即ち、国際的に Safety case という用語は、放射性廃棄物管理分野の専門家の間では既に共通語として一般化しており、我が国でも専門家の間では、カナ書きの「セーフティケース」で通用している。ただし、米国では 'total system

---

<sup>3</sup> IAEA は、用語 risk assessment (リスク評価) は safety assessment (安全評価) に含まれるとしているが、地層処分については同義と見て良いだろう。安全性について定義を記載している公の国際規格向けのガイド ISO/IEC Guide 51 では、safety は「容認できない危害が発生するリスクがないこと」(freedom from unacceptable risk) と定義されている。即ち、「安全」は「リスク」を用いて定義されている。[付録 C]を参照こと。また、ISO31000 リスクマネジメント-原則及び指針では「リスク」を「目的に対する不確かさの影響 (the effect of uncertainty on objectives, whether positive or negative)」と定義した。JIS Q 0073:2010 リスクマネジメント-用語(ISO Guide 73 : 2009)でも同様に定義。

performance analysis (トータルシステム性能解析) フランスでは 'dossiers de sûreté (安全性の書類)」、ドイツとスイスでは 'Sicherheitsnachweis (安全証明)」、スペインでは 'estudio de seguridad (安全研究)」を用いる等、国により国民の間で用いる用語は異なっている [2]。

セーフティケース (Safety case) の発祥国である英国及び英語圏では、この場合の 'case' の意味は 'a set of facts and arguments supporting one side of a debate or controversy' あるいは 'a set of facts and arguments supporting one side in legal case' [Oxford Dictionary of English] (討論や論争あるいは訴訟事件の一方の当事者を支援する一連の事実や論拠) であるが、そのままカタカナにしたセーフティケースではそうした意味が通じるとは考えにくい。むしろ何のことを言っているのかと疑問を惹起するおそれがある。即ちコミュニケーションを途切れさせ、阻害しかねない言葉であり、一般に使用することは禁じた方がよいということになる。適切な日本語を必要とする所以である。直訳に近い表現の例は安全論拠集、安全申立書あるいは安全準備書面である。<sup>4</sup>

セーフティケースが、事業者からの情報源として社会に存在し、関心あるすべての関係者への情報提供を考慮している文書あるいは情報集である以上、出来るだけ一般に用いられる通常語でこれを言い表すことが望ましい。より一般的な言葉で言えば、処分場の安全評価書、あるいはリスク評価書が含まれ、安全説明書 (リスク説明書)、安全報告書 (リスク報告書) であると言える内容を持つものである。あるいは処分場の安全白書と言っても良いかも知れない。さらに一般的に言うなら安全文書 (safety document) である。

セーフティケースの日本語として、どのような通常語が相応しいかを考えるために、まずセーフティケースは誰が何の目的で作られ、どのような内容を有するものと考えられているかを明らかにしておきたい。とりあえず、「セーフティケース」を「Safety case (安全文書)」と記して論述をすすめる。

「Safety case (安全文書)」とは何か、どのように説明されているか

IAEA の安全用語集 [6] によれば、「Safety case (安全文書)」とは「ある施設又は活動の安全を裏付ける論拠及び証拠を収集したもの」であり、「これには、通常、安全評価の結果及びこれらの結果に対する信頼性に関する表明が含まれることになる」とある。原子力施設全体に通じる説明であるが、実際には放射性廃棄物の処分関連分野で用いられている。

「Predisposal Management of Radioactive Waste, Safety Standard Series No. GSR Part5」, International Atomic Energy Agency, (2009) の JNES の翻

---

<sup>4</sup> 英語圏文化あるいはキリスト教文明の文化にあって用語 case は対立と論争を前提としているが、和を尊ぶ日本文化において、情報の共有、知識の進化、理解の深化と普及、政策のコンセンサスを求めるプロセスに係る文書につき、その呼称を検討するにあたり、文化的背景への考慮は不可欠であろう。

訳では、さらに、「その中でなされた安全評価と仮定の頑健性と信頼性についての情報（裏付ける証拠と理由を含む）を一般的に含むことになる」とある。

さらに IAEA 安全用語集 [6] には「放射性廃棄物処分場の場合、Safety case (安全文書)は所与の開発段階に関係している。このような場合 Safety case (安全文書)は、未解決のいかなる問題の所在も認めると共に、これらの問題を将来の開発段階において解決する作業のためのガイダンスを提供すべきである」とある。

OECD/NEA は放射性廃棄物の処分場について、「Safety case (安全文書)」とは:「ある特定の処分場の開発段階において、処分場の長期（閉鎖後）の安全を裏付ける論拠を収集したもの」であり、「安全評価により得られた知見及びその知見に対する信頼に関する記述を含むもの。また、未解決のいかなる問題の存在も認め、将来の開発段階においてのその解決に向けての作業のガイダンスを提供しなければならない」とあり、段階的に開発されていくものとしている [7]。

IAEA と NEA の説明に本質的な違いはない。以下 IAEA の手引書 [2]等 から、その内容、役割等について抜き出すと以下の通りである。

Safety case (安全文書)は、どのような情報を含むものか

- 処分施設の安全性を裏付ける科学的、技術的、行政上及び経営上の論拠及び証拠を収集したものである。
- 施設用地と施設の設計、建設及び操業の適合性、放射線リスクの評価、並びに、処分施設に関連する全ての安全関連活動（リスク管理関連活動を含む）の妥当性と品質の保証を含むものである。
- その不可欠な部分である安全評価は、放射線の危険有害性の体系的評価から導かれる重要な構成要素である。
- この安全評価には、線量・リスク基準と比較するため、処分施設に起因する放射線量及び放射線リスクの定量評価も含まれ、放射性廃棄物が有害である期間全体に亘って、通常状態及び擾乱事象下での処分施設の振る舞いについての理解の仕方が提示される。
- 安全の証明及び許認可の基礎となる内容を含む。
- 処分施設の開発が進展するにつれて進化する内容を含む。
- 場合により、核物質防護及び核拡散防止のための保障措置も含まれる。

Safety case (安全文書)は、誰が作成するか

- Safety case (安全文書)及びこれを裏付ける安全評価書は、処分施設の開発の各段階、操業期間中及び閉鎖後に、必要に応じ、処分事業者、処分施設の運転者により作成され更新されなければならない。

Safety case (安全文書)は、誰にどう役立つか

- 立地、設計及び操業に関する意思決定を助け、指針となるものである。
- 関心のある関係者と対話を行う際に依拠する主要な基礎であり、処分施設の安全に関する信頼の醸成の基礎となるものである。

- 主として処分事業者自身、処分事業の直接関係者及び関心を有する関係者にとって、依拠できる情報集として役立つものである。

#### Safety case (安全文書)の役割は何か

- 閉鎖後の期間における処分システムの振る舞いと性能について、関連する情報を、構造化されトレース可能で透明性のある方法により、統合して示すことにより、どう理解するかを明らかにすること。
- 処分システムの振る舞いと性能に係る不確実性を識別し、不確実性の重要度を分析すること。さらに重要度の高い不確実性の管理システムへのアプローチを特定すること。
- 処分施設が人の健康及び環境を保護する方法において、所要の性能を発揮するという合理的保証を提供することにより閉鎖前及び閉鎖後長期間の安全を論証すること（場合により、核物質防護及び核拡散防止のための保障措置も含まれる）。
- 処分施設の開発の多段階アプローチにおける意思決定を支援すること。
- 処分施設に関する論点について、関心のある関係者とのコミュニケーションを容易にすること。

この記述で注目すべきは、処分システムの振る舞いと性能に係る不確実性の管理に言及している点である。この管理は、処分システムに関する Safety case (安全文書)を最初に作成した時点から、処分施設の開設、操業をへて閉鎖に至る期間における管理を指しており、作成時点または更新時点から見て将来の所定の期間における施設運転者の管理戦略あるいは管理計画への取組み方法を示すものと考えることができる。

#### Safety case (安全文書)の成立要件は何か

- Safety case (安全文書)は処分施設の概念作成時から作成されなければならない。施設の存続期間全体に亘って、即ち施設の閉鎖及び許可終了まで維持されなければならない。その全期間に亘り、品質保証管理が適用されなければならない。
- Safety case (安全文書)の開発と使用に関心のある全て関係者の関与を容易にする仕組みが整備されねばならない。
- Safety case (安全文書)及びこれを裏付ける安全評価書は、処分施設の開発の各段階、操業期間中及び閉鎖後において、必要に応じ処分施設の運転者により作成され更新されなければならない。
- Safety case (安全文書)及びこれを裏付ける安全評価書は、規制機関に提出し承認を得なければならない。
- Safety case (安全文書)及びこれを裏付ける安全評価書は、規制機関に対し、また各段階の意思決定に対し必要な技術情報を提供するために十分詳細かつ包括的でなければならない。
- 場合により、核物質防護及び核拡散防止のための保障措置に関する情報は別途管理される。

Safety case (安全文書)の構成要素を図1に示す [2]。この図は各要素を示すほかに、要素間の作用をも示している。図の右側にある「不確実性の管理」と左側の「反復処理と設計最適化」の矢印が示す繰り返しの入出力作業が、処分システム全体の信頼性を向上させるというマネジメントサイクル (PDCA サイクル等) の実施プロセスを前提にしていることに注目すべきであろう。

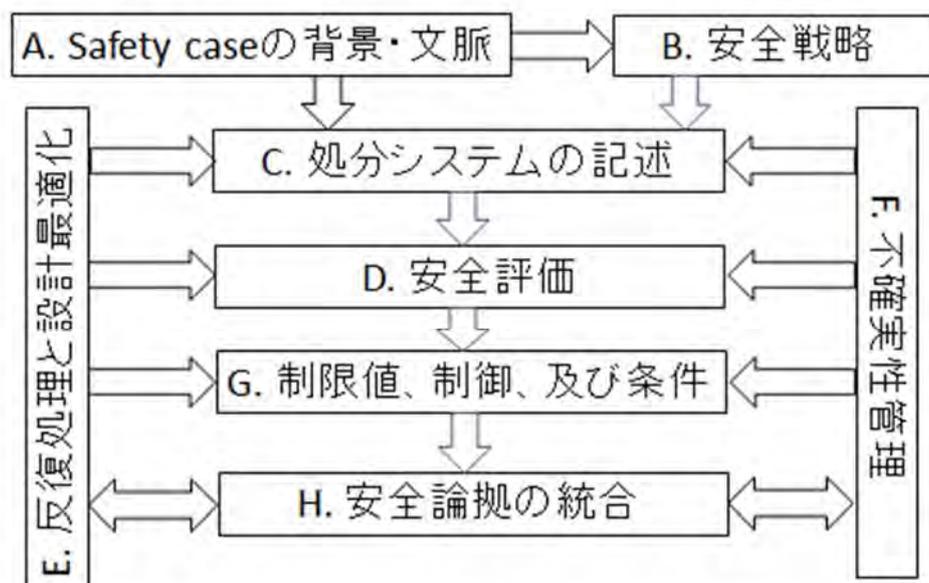


図1 Safety case(安全文書)の構成要素

さて、以上のような内容、役割、要件等を有し、かつ問題点や未解決点の解決に向けての進化プロセスというマネジメントメカニズムを前提として生成される Safety case (安全文書)は、処分施設の事業者、操業者が更新作業を持続し、少なくとも閉鎖時の安全評価の終了までは維持されるものであるが、その作成目的は何であると考えられるか。

処分施設の開発はその概念の検討に始まり、調査、設計、建設、受け入れ貯蔵、操業を経て閉鎖に至るまで、長期にわたり段階的に進められる。この間に安全評価は、立地関連調査や処分に係る研究開発の進展を踏まえ進化するとともに、技術の進展や規制の変化等への対応による進展も考えられる。こうした変化に適切に対応するため、Safety case (安全文書)の作成と更新は、以下の目的を持って進められる必要がある。

- 特定の処分場の開発、操業及びリスク管理に必要な知識及び情報を最新の状態に保ち、その管理と関連情報の共有を容易にする。
- 特定の処分場の開発と操業に必要な調査研究の目的、焦点を明瞭にする。
- 特定の処分場の開発と操業を安全限度内で行い、処分場閉鎖後の長期安全を証明するために必要な情報の維持・更新・継承を容易にする。
- 特定の処分場の開発と操業に必要な人材の知識管理と知識継承を容易にする。

- 特定の処分場の開発と操業に関心ある関係者への一貫した情報提供を容易にする。
- 特定の処分場の操業終了にあたり、その後管理を行う者への最新情報の引き継ぎを容易にする。

こう見てくると、**Safety case** (安全文書)は、主として処分事業者の内部及び処分事業直接関係者間で必要な知識、認識、情報の共有を促し、その関係者間の良好なコミュニケーションに資する重要な文書（または一連の文書群）という性格を有するものであり、その目的達成のためには、そのための全体管理のシステムを必要とするものであると言えよう。

**Safety case** (安全文書)及びその裏付けとなる安全評価関連文書のどの範囲を公開とするかは、事業者の開示基準と経営姿勢によるであろう。

**Safety case** (安全文書)作成の実例として、フィンランド **Posiva** の場合を見てみよう。**Posiva** は 2012 年 12 月に処分施設の建設認可申請を行ったが、その申請を支える長期安全評価の節は、**Safety case** に基づいているとしている。**Safety case** (安全文書)について、国際的に認められた定義、即ち「計画中の処分場の安全性及び安全性に関する専門家による信頼性水準を定量的に示しかつ立証するための証拠、解析及び論拠を編集したものである」によるとした上で、多数の文書からなる **Safety case** (安全文書)の構成とその刊行計画を 2005 年に公表、その後 2008 年には **Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK)** の勧告も踏まえ、その改定計画を公表した。これらの関連文書も公表してきている。

ちなみに **SAFETY CASE PLAN 2008, Posiva Report, POSIVA 2008-05, July 2008** は 80 ページの文書で、目次は次のようになっている。

- 1 INTRODUCTION (序論)
- 2 MAIN ELEMENTS OF THE SAFETY CASE (安全文書の主要な構成要素)
  - 2.1 Description of the disposal system (処分システムの記述)
  - 2.2 Features, Events and Processes (機能、事象及びプロセス)
  - 2.3 Formulation of scenarios. (シナリオの設定) Posiva
  - 2.4 Models and data (モデル及びデータ)
  - 2.5 Analysis of scenarios (シナリオの解析)
  - 2.6 Complementary considerations. (補完的考察)
  - 2.7 Summary of the Safety case (安全文書の要約)
- 3 SUPPORTING ACTIVITIES (支援活動)
- 4 MANAGEMENT OF UNCERTAINTIES (不確実性の管理)
- 5 MANAGEMENT OF QUALITY (品質の管理)
- 6 IMPLEMENTATION (実施)
- REFERENCES (参考文献)

Posiva は、「Safety case (安全文書)の大部分は不確実性に関する議論である。不確実性の管理の最も重要な部分は、研究、技術開発及び設計を通じて行われてきた不確実性の識別、回避、縮小、評価であり、これはさらに将来に亘り継続される」と述べている (図 2 参照)。また、「不確実性に関するコミュニケーションは通常、Safety case (安全文書)に係るすべての報告書作成過程における必須の部分である。しかし明らかに、ある程度の不確実性は常に残り、意思決定の支援にはその評価が必要だが、大半の残余の不確実性を定量化することは容易でない。」と述べている。いわば Safety case (安全文書)が、不確実性を明らかにし、リスク評価の信頼性を高めるべく進化する安全説明書であり、設計及び安全評価を裏付ける安全詳解書であることの証左であるが、その定量化する評価あるいは確率論的評価には限界のあることも指摘されている。

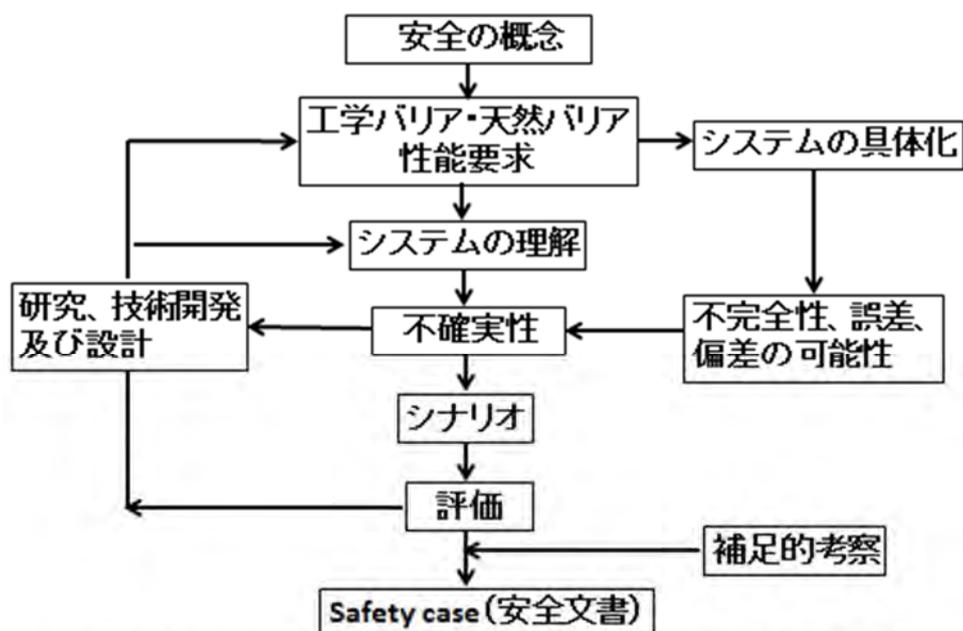


図2. 不確実性、safety case (安全文書)、研究、技術開発及び設計活動の相互関係  
出典 Safety Case Plan 2008, July 2008, Posiva Oy.

この Posiva プランでは、不確実性の管理に加えて、品質の管理についても 1 章を割いている。研究開発から設計、さらに建設、操業に進む処分システムの形成と運用全体の品質保証が安全の基礎となることは言うまでもない。

以上、Safety case (安全文書)を様々な側面から見てきたが、その内容と役割を表す適切な日本語は何であろうか。処分システムの開発開始から閉鎖に至る経過の中で、ある時点における Safety case (安全文書)は、その時点までの安全評価を含む安全報告書であると同時に、その時点で未解決な問題点に対する将来の取組みを示す安全計画書でもある。そして関心のある関係者に対する一貫した情報源であり、いわば重要な公共財である。

以上の諸観点を踏まえると、IAEA や OECD/NEA の示す Safety case (安全文書)に相当する日本語として、一言で表す簡潔な日本語は見当たらない。しかし、

その多くの役割を含めることのできる言葉として、20xx年版「安全説明書」、第n次「安全報告書」または「安全白書」を提案する。これらの名称は、Safety case (安全文書)の大半は公表されることを前提に作成され、更新されるという前提で提案したものである。

我が国の原子力安全規制においては、放射性廃棄物の最終処分事業における Safety case (安全文書)に相当する文書の位置付けは、従来の事業規制と同様に事業許可申請時に何らかの申請図書を必要とするであろうこと以外に特に定めはない。Safety case (安全文書)は法規制と密接に関係する内容を有するであろう。いずれ規制との関係も整理されなければならない。

NUMOは、国の安全審査の段階で「安全評価の結果を裏付けるさまざまな証拠や論拠をセーフティケースとして取りまとめ、このセーフティケースに基づいて地層処分システムの安全性を提示」し、「事業許可以降の建設から事業廃止までの段階では、新たに得られた知見に基づき安全確保策の妥当性の確認や安全評価を行って安全性の確認を行い、安全レビュー報告書として取りまとめて国に提出する」としている[9]。Safety case (安全文書)は、処分場の概念設計段階から閉鎖段階にいたるまで一貫して、事業者として維持・更新・進化させるべき文書であることが望ましく、いずれそうした方針がNUMOより明らかにされることを期待したい。

事業者及び規制機関は、国際標準用語 Safety case を、国際コミュニケーションにおいてどのように用いるかを明らかにする必要があるが、国内コミュニケーションのための用語あるいは名称は、作成者である事業者の判断で決めることができるものと考えられるのが適切であろう。ただし「セーフティケース」というカナ書きは国内では望ましいものとは考えにくい。[[付録A] 候補名称例のリスト]を参照されたい。

原子力発電環境整備機構 (NUMO) の報告書「地層処分事業の安全確保 (2010年度版)」<sup>5</sup>は、特定の処分施設サイトを対象としたものではなく、日本列島の適地を想定した一般的乃至共通の報告書であるから、その限りではIAEAの示す Safety case (安全文書)ではない。しかし、一般的ではあっても日本での安全な処分の実施に係る技術的信頼性に関する技術報告という内容を有するのであれば、これが「Safety case (安全文書)」に相当する「安全報告書」または「リスク報告書」の第0次版であると言って良いということになる。「セーフティケ

---

<sup>5</sup> この報告書 (770 頁) 中、リスクに関する記述は、①放射線被ばくによる個人のリスク限度、②自然過程に対する線量拘束値またはリスク拘束値、③極めて長期にわたる期間の安全評価に付随する不確実性を踏まえた評価としてリスク論的考え方の適用、及び④地層処分事業期間のリスクマネジメント (ISO31000 の適用) の 4 か所に見られる。用語「安全」が 3,211 ヶ所で使われているのに対し、用語「リスク」は 98 ヶ所、「セーフティケース」は 130 ヶ所、「不確実性」は 557 ヶ所である。ちなみに、概要版(140 頁) では安全 730 ヶ所、リスク 11 ヶ所、セーフティケース 27 ヶ所、不確実性 91 ヶ所である。

ース」という特殊な業界用語を使用せず、一般に通用する通常語で記述することは十分可能である。

時間的に事業申請に先立って始められるサイト選定及び立地プロセスにおいてどのような安全評価（リスク評価）関連の文書または情報集を準備すべきかについては、科学、工学、安全評価上の検討課題であると同時に、事業リスク管理に係る社会科学面からの研究課題でもある。リスク対策要素として、技術、制度、管理、教育、コミュニケーションなどがある。こうした文書が、科学技術に関する道徳的健全性（Scientific integrity）を備えていなければならないことは言うまでもない。こうした文書と原子炉等規制法及び最終処分法の関係についても今後明らかにすべき検討課題である。

以上の議論は、再処理後のガラス固化体等高レベル放射性廃棄物の処分と使用済燃料の直接処分とで基本的に相違はない。両者の相違は、処分対象物の物質組成と性状の相違からくる放射線防護、環境保護、核物質防護、核拡散防止のための保障措置のそれぞれの方法、必要時期等の相違である。

[以上、本メモの作成には、植田浩義、佐々木憲明、山本隆一、諸葛宗男の各氏のご意見を参考にしました。ここに感謝を申し上げます。(岸本洋一郎 2013.09.10)]

#### 参考文献

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSR-5, IAEA, Vienna (2011).  
[JNES の日本語翻訳版あり。ただし訳文は直訳に近く、内容の理解は専門家であつてもおそらく容易でない。]
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. SSG-23, IAEA, Vienna (2012). [未翻訳]
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety case and Safety Assessment for Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-3, IAEA, Vienna (2013).
- [4] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Post-closure Safety case for Geological Repositories: Nature and Purpose, OECD, Paris (2004).
- [5] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, International Peer Reviews in the Field of Radioactive Waste: Questionnaire on Principles and Good Practice for Safety cases, Rep. NEA/RWM/PEER(2005)2, OECD, Paris (2005).
- [6] IAEA safety glossary : terminology used in nuclear safety and radiation protection : 2007 edition.
- [7] Confidence in the Long-term Safety of Deep Geological Repositories Its Development and Communication, NUCLEAR ENERGY AGENCY, 1999
- [8] Safety Case Plan 2008, July 2008, Posiva Oy
- [9] 地層処分事業の安全確保（2010 年度版）、原子力発電環境整備機構

## [参考 A] 候補名称例のリスト

処分場の安全説明書、リスク説明書

総合的安全説明書、XX 段階の総合的リスク説明書、第 n 次総合的リスク説明書、・・・

総括的リスク説明書、リスク説明総記、・・・

処分場安全報告書、リスク報告書

総合的リスク報告書、・・・

処分場安全白書、処分場リスク総記、処分場リスク白書

安全調査及び計画書、リスク調査及び報告書、安全成績及び計画書、安全成績及び計画詳報、・・・

リスク論拠書、リスク論証書、リスク論考書、リスク考証書、リスク解明書、安全解義書、安全信証書、・・・

安全申立書、安全準備書面、・・・

## [参考 B] フィンランド Posiva の SAFETY CASE PLAN 2008 における不確実性の管理の章目次

### MANAGEMENT OF UNCERTAINTIES. 不確実性の管理

#### 4.1 General principles

一般原則

#### 4.2 The approach to uncertainty management

不確実性の管理へのアプローチ

##### 4.2.1 Uncertainty in theoretical (conceptual) understanding of the FEPs

FEP<sup>6</sup> の理論的（概念的）理解に係る不確実性

##### 4.2.2 Uncertainty in the models used to describe the processes

プロセスを記述するモデルの不確実性

##### 4.2.3 Uncertainty in the data

データの不確実性

##### 4.2.4 System sensitivity to uncertainties in the data, parameters and alternative theoretical assumptions

データ、パラメータ、及び代替の理論的仮定の不確実性に対するシステムの感度

##### 4.2.5 Range of uncertainty in results

結果の不確実性の範囲

##### 4.2.6 Potential to diminish the uncertainties

不確実性を縮小する潜在的可能性

---

<sup>6</sup> FEP は、地層処分システムの特徴（Feature）、特性に影響を与える事象（Event）、システムの時間的変遷の過程（Process）の略称。



## 補足資料（3）

### 地層処分における安全とリスクについて

#### ー学際委員会の企画セッションを発端としたメール討議の概要ー

参加者；岸本、諸葛、寿楽、河田、佐々木、山本

当委員会においては、正規の委員会活動に加えて、メールを使った意見交換も適宜実施してきた。以下は「2013年秋の大会における学際委員会の企画セッションメモ」の修正に関するやり取りを発端として、平成25年9月9日から5日間ほどの期間で、上記の参加者が次々と参加し「地層処分における安全とリスク」について意見交換した内容を、今後の議論の糧とすべく、テーマごとに分類・整理したものである。

#### 1. 安全とは何か

- ✓ 安全は先験的、絶対的には存在しない。
- ✓ 安全とは、①内在している危害を示し、②その危害が顕在化しないよう対策することによって、③危害が顕在化する可能性を社会が受け入れられる水準以下に抑えること。
- ✓ 内在しているハザード（危険源）による悪影響が顕在化する頻度の程度（レベル）及び万一顕在化した時被る悪影響の程度（レベル）が、それぞれ別々にあるいは積（すなわちリスク）として、社会が納得する程度（レベル）を下回るようであれば「安全」と見なされるはず。
- ✓ メーカーでも事業者でも、国あるいは自治体でオーソライズされた基準があれば「判断できる」のではないか。その判断の妥当性に関する確認は国あるいは自治体が行うということになる。
- ✓ 「社会が受け入れられる水準」は文字通り「社会」全体で決めた、という政治的な正統性が必要。政治的な正統性を最終的に担保するのは国政の手続きであり、その意味で国が最終的な責任を負うべき。
- ✓ 社会の受忍限度を規制立法・規制行政等によって示し、エンフォースするのは、一般的に政府の重要な役割の一つだが、その受忍限度の設定自体は、社会的な意思決定によって決まってくる。政府が独りで判断するのではなく、その背後には社会全体の判断がまずあって、それに実効性を持たせるのが政府。具体的には、社会的論議を踏まえて国会が立法によって基本的な考え方や原則、制度設計などを示し、それに実効性を持たせるのが政府による行政行為（具体的な規制基準の設定、審査・検査等による規制遵守の確認、等）。

- ✓ 立法や行政のさまざまな段階で、別途、市民参加型手法で社会の意向を確認するのが昨今のならい。
- ✓ 社会の実感が少ない事象（地層処分）に対する安全の基準については、社会の意向を確認するその前に、社会（国民、住民、自治体等）自らによる勉強なり理解なりを行ってもらうことが重要であり、そのための仕組みの構築（資金・情報の提供等）が重要。スウェーデン等ではこのような仕組みが充実しており、社会（国民、住民、自治体等）自らが納得するまで、勉強し理解することが容易なように工夫されている。
- ✓ 「市民参加型手法」は、むしろ、そうした熟議のプロセスを指す言葉であり、安易に多数決をしたり、声の大きいアクターの主張を重点的に反映したりするようなプロセスを指すものではない。スウェーデン等は、まさに「市民参加型手法」先進国。

## 2. 地層処分における受忍限度

- ✓ 地層処分の場合、「社会が受け入れ可能なレベルまでリスクを抑え込んだかどうか」をいわゆる通常の意味での（直接的な）「実証」によっては確認できない。
- ✓ 英語では demonstrate という単語が使われ、「実証」という和訳が当てられているが、demonstrate には「論証」という意味もある。
- ✓ 地層処分の場合、その受忍限度が十分な社会的議論を経ずに、テクノクラシーの中で決まってきた、そして、テクノクラシーはその限度の値を（他の利害のために）値切っている。
- ✓ この表現が、「地層処分」という概念にすべて当てはまるものか疑問。我が国の地層処分のことであると限定しても、受忍限度は決まっていないので、この表現のような事実はないと反論される。
- ✓ この部分は「決まってきたとの批判を受けてもやむを得ない面がある」という評価の議論、あるいは「値切っているとの疑念を持って社会から見られている」という、認知についての議論。なお、テクノクラシーの中で多くを決めてきてしまったのではないか、との反省は、すでに処分懇において同様の見解が示されている。
- ✓ 地層処分の場合には、時間軸の長さ（操業安全の議論から超長期の安全の議論までの幅、あるいは事業期間の有意な長さの問題、等）や上述した通常の意味での（直接的な）「実証」の困難性等の理由から、安全確保の論理そのものについて社会的に知恵を練り上げる必要がある。
- ✓ このため、「どのように基準を設定するのか」「どんなやり方で受忍可能なリスクの度合いを設定するのか」「具体的にはどのような定量

的基準がそれに適しているのか」「そもそも、HLW のリスクに対してどのような対処を原則とするのが社会的に望ましい、あるいは正当か」等も含めて議論する必要がある。

- ✓ この作業は行政裁量の枠内には必ずしも止まらないもので、これが過去あるいは現在において各国でほぼ確実に処分の取り組みが行き詰まりを経験した大きな要因の1つとなっている。

### 3. 地層処分に対する一般の人々の疑問・批判

- ✓ 以下のような一般の人びとからの疑問・批判に真摯に応えることが必要。暴論、極論と退けてはならない。
  - ・ 「このような長期施設では、社会が受け入れ可能なレベルまでリスクを抑え込み続けること、それを保証することは困難」
  - ・ 「だとすれば、将来世代に対して完全に責任を果たすことはできない」
  - ・ 「そのような対処困難な廃棄物を生み出す原子力利用はやめるべき」
  - ・ 「そもそもこういう難しい理屈の議論をしないと「処分」したことにならないようなものを生み出す活動（＝原子力の発電利用）は社会や環境とは相容れないのではないか」

### 4. 国民との対話

- ✓ 事故以前は、学会での議論が必ずしも十分に自由なものでなく、異論から学ぶ契機を失った。異論を言われる方も、相当な勇気を持って発言されているのだと理解。このことは我々も肝に銘じるべき。
- ✓ 「自由な論議」について今後学会がどのような改善策を最終的にまとめるのか、注目している。
- ✓ 本委員会での議論や報告書で、こうした社会からの疑問に丁寧に答える作業ができれば幸甚。
- ✓ 専門家と一般の人びとの意見の違い、あるいは立場の異なる専門家間の意見の違いを、「合理性の違い」として捉えよう、というものがある。合理的かそうでないか、理性的か感情的か、ではなく、どのような観点・基準において合理的かが違う、と考えるもの。「合理性の複数性」と考えるべき。
- ✓ 専門家の間での議論の際にも、意識してそうした「別の合理性」からの見方をインプットしてみれば、今回のような根本的な問いかけへの答えを見いだせる（あるいはそのヒントはつかめる）かもしれない。
- ✓ 「工学者のミッションは設計」であるが、「設計」に自信をもつあまり、それが最善であると自己判断し、その上で結果を社会に説得的に

伝えるような態度にままなりがち。これが、社会から見れば不信と反発の一つの根源。

- ✓ 設計を行うためには、守るべき基準なり指針なり達成すべき要件なりがあり、設計工学者はそれを守りながら如何に自分の見識知識を發揮し工夫して要件を達成するか、心血を注ぐ。従って、自分の設計に自信あるいは誇りを持っていて、基準・指針・要件を満足していると強調するのであろう。自信過剰は問題だが、社会の不信と反発を生む大きな原因の1つとして、設計の基準・指針・要件等が適切であったのか、ということもある。
- ✓ そうした技術者の矜持は尊重・尊敬されるべきと思う。問題は後段の部分で、「基準・指針・要件等」が、「決め方」と「中身」の双方において、本当に社会から納得・支持されるものであるか、という点。原子力の場合には、「基準・指針・要件等」を原子力関係者の側が、敢えて言えば「お手盛り」で独善的に決めていたのではないかと、これが社会からの不信・批判の核心の一つ。
- ✓ 一方で、「社会のニーズ」が専門家から見れば端的に誤りのように見える場合には、「最大限反映」するよりも、体を張ってでも止めることが必要かもしれないが、これと上記の「自己判断→説得」のまずさとはどう違うのか。
- ✓ 少数の専門家が専門家としての知見に基づく信念あるいはデータに基づき警告していたにもかかわらず社会の多数あるいは意思決定者の理解や賛同が得られないため、結局警告通りのことが発生してしまった、というようなことは歴史的にも例がある。スペースシャトルの事故もこの例に該当し、福島事故もその1例だと言う人もいる。求めるのは簡単だが、専門家がこれと信じることを主張し続けるしかない。技術者倫理の問題でもあり、社会が技術者・専門家を如何に尊敬するか、尊敬されるように技術者・専門家が如何に振る舞うかと言うことが原点のように感ずる。
- ✓ 「これと上記の「自己判断→説得」のまずさとはどう違うのか」への答え方の一つは、判断の主体、根拠、道筋が明らかにされ、検証可能なかたちになっている（記録が残され、公開されている等）かどうか、といった基準、あるいは、その判断が全ての利害関係者の参加を得て行われているか、などの点で判断する、というもの。

## 5. リスク論と決定論

- ✓ 安全を議論する時に決定論とリスク論の違いと適用範囲をきちんと認識する必要があるが、それを認識している人が少ない。

- ✓ リスク論は「受忍可能なリスクの度合い」にのみ使われているのであって、事故対策の「深層防護」(第4層)は「決定論」。
- ✓ 深層防護は「受忍可能なリスクの度合い」で線引きした確率以下の事故が起きることも想定することを求めている。すなわち、第4層の事故の影響緩和対策はそれ以下の確率で起きる事故に対しての備えも求めている。
- ✓ 原子炉の方ではそのようになされているかもしれないが、サイクル関係では、現状は以下のような状況。
  - ・ 深層防護の第3階層は、いわゆる「設計基準事故」に対する対策であり、この「設計基準事故」の選定は、まだ決定論的に選定されており、事故の頻度を評価して選定されてはいない。
  - ・ 第4段階は、「設計基準事故」を超えるような厳しい条件を想定したうえで、大きな影響を与える事故(重大事故)を考察しそれらに対する対策を考えるというものであり、現時点では頻度に基づいて重大事故を選定しているわけではない。
- ✓ 残る議論は第3層までに組み込む事象の選択。最近はそこに2段階の線引きをする案が出ている。
- ✓ ただし「これが分かっているのでは話にならない」式に却下する論理にもなり得るので、注意が必要。「難しいことをいって煙に巻こうとしている」といった反感を持たれることもある。
- ✓ こうした部分(リスクとどう向き合うか、という問いに対する答え)を異なるステークホルダー間で如何に上手くやりとりして、社会的な合意に近づくか、というのが、「リスクコミュニケーション」の重要な課題のひとつ。日本ではこの定義を共有する人が少ないのが現状。

## 6. 「リスク」という言葉について

- ✓ 工学では「リスク」を安全論理に適用する考え方、といった含意で使うが、社会科学では、「リスク論」とは、社会の構成原理の中心が利益の分配からリスクの分配へと変貌している現代社会の実相を解き明かそうとする諸学のことを指す。
- ✓ 他分野の方との議論の際には注意が必要かと思う。「話が通じなくなる」きっかけを作りかねないキーワード。
- ✓ 日本の地層処分においても、他国や他分野の安全の考え方(リスク管理の考え方)を安易に借りてくるのではなく、「なぜそれでよいのか」を自分たちの言葉で説明可能なものを(日本で)作らないといけない。
- ✓ 特に、直接処分の場合に、安全確保の考え方(より正確に言えば、セキュリティやセーフガードも含む総合的なリスク管理の考え方)がど

う変わりうるのか、どこに課題が出て来るのか、逆に、どの部分はより取り組みやすくなるのか、等を整理することができれば、「そのレベルでの議論」に近づける。

- ✓ 社会科学、特に社会学の「リスク論」においては、「リスク」は、「危害の発生確率及びその危害の程度の組合せ」との定義を認めつつも、「そうした可能性のうち、とくに自己の選択に原因帰属される場合をいうこともあり、日常的な用法はこれに近い」。「この概念は、損害可能性を考慮しつつあえて行為選択するとき好機を入手しようという含みを持つ。」
- ✓ これは、「未来の出来事が自然や神や宿命によってではなく、人間の決定により生ずる、あるいは人間によって制御しようという概念が社会に定着しなければ、リスク管理という発想は生じ得なかった。」という見方が、社会学がリスクを論じる際の重要なポイントになっているゆえ。
- ✓ N. ルーマンは、「将来の損害が自己の決定（決定しないという決定も含めて）に帰属されるときこれをリスクとして、自己の制御の及ばない外部に帰属される危険 danger から概念的に区別した。」としている。そして、「リスク」について「社会学ではこのように、人間や組織の決定と関連づけてリスク現象が分析され、それによりマクロな社会記述にとどまらず組織論や制度論との接続が可能となり、決定と責任帰属の関連を問うていく可能性も拓ける」との見立てが得られ、社会学が「リスク論」を展開することが可能になった。
- ✓ 人や環境への損害を内在する産業や事業等は、人間の制御の及ばない自然からの危険 danger も考慮しなければ成立しないので、そのリスク論には、人の過誤・失敗はもとより自然現象の影響を含めたリスク評価が行う必要がある一方、社会学のリスク論は、対象が人間あるいは人間が作る組織とすることから、自然のことは対象外である、ということか。産業や事業等における自然現象に起因する事故も、天災だからしょうがない、とは済まされない。
- ✓ 天災の影響も含めて、人智により制御・管理可能である、という考え方が、「リスク」という概念そのものの基礎である、というのが社会学における「リスク論」の基本的な考え方。そのような考え方が生まれる以前においては、自然現象による影響は文字通り「天災」であり、人間は運命として受け止めるしかないもの（あるいは、神の差配）であった。議論の中で、木下富雄先生のご指摘が引用されていたが、大航海時代に「リスク」の考え方と言葉が生まれた、ということは、ル

ネサンス、つまり、人間の主体性を回復する運動の勃興があった（＝神様の領分が縮まった）ことと深く関わる。

- ✓ したがって、社会学のリスク論は自然現象起因の事象を対象外にしている、ということはない。むしろ、中世においては、「天災＝運命＝不可抗力」と受け止められていた事柄が、現代では「人災＝過失＝本来は防げた災厄」と受け止められるようになった、といった変化そのものを探究するのが社会学のリスク論の姿勢。
- ✓ 社会学では、「受容可能なリスクの水準の設定」は、特定の尺度で定量化したリスク水準にある基準点を置く、という話ではなく、そもそも何がリスクで、それはどう計測可能で、なぜその尺度が正当で、どうしてその基準値でいいのか、といった全てが「社会的に規定・処理・配分・転嫁」される対象だと理解されるので、例えば、規制が安全目標を定める、その目標の具体的な値はCDF<sup>1</sup>とかCFF<sup>2</sup>とかで表す、ということ自体を、社会学では自明視はしない。
- ✓ 「それで良いことになったいきさつ」を調べたり、「そうでない決め方もあるはずだ」と言い出したり、「そうやってリスクの責任帰属を誰かに転嫁してはいないか」と批判したり、最後には、「そのリスクは本当に管理可能なのか（＝本当に「リスク」なのか／「danger」なのではないか）」とちゃぶ台返しをしたりする。
- ✓ これは、そもそも「リスク」という考え方自体が、西欧近代の人間中心思想の産物である、との見方ゆえのもの（人間が生み出したものであるなら、他のありようもあるはずだ、という前提も正当化される）。
- ✓ 日本社会においては、天災は「danger」に近い感覚で受け止められ、いわゆる事故＝人災は「リスク」というよりも、「刑法上の過失」「結果責任」として処理されている。
- ✓ これは、日本においては、西欧近代は便宜的な借り物であるという、日本近代におなじみの根本問題に深く関係しそう。そもそも「リスク」の考え方が欧米ほど社会の基本的前提として共有されていない中で、原子力のような技術をどう使いこなすかは、非常に重い問題。
- ✓ 工学者と社会学者だけではなく、他の専門家もそれぞれの用法で、しかも、自分が使っている意味で皆も使っていると思いついで使いがち。また、（リスクという用語には）うまく対応する和語がない。これも厄介。
- ✓ リスクという言葉の背後には、冒険やチャレンジングという意味が含

---

<sup>1</sup> CDF(Core Damage Frequency): 炉心損傷頻度

<sup>2</sup> CFF(Containment Failure Frequency): 格納容器機能喪失頻度

まれている（木下富雄）

#### 7. 地層処分における重大事故の取り扱いについて

- ✓ 閉鎖後は、能動的な制度的管理を行わなくても安全が確保できるようにする、というのが地層処分の安全の思想。「重大事故」の発生が否定できなければ、また確信が持てなければ閉鎖してはならないし、できない。
- ✓ 「重大事故」は発生しないとして閉鎖した後に、万一環境影響等が生じるようなことがある場合には、その時点で国が必要な対策を取る、ということを含め国民に説明し、了解を得ることが必要。
- ✓ what if として、万一の事象を想定して安全解析を行い、安全が確保できないという結果となれば、地層処分のハードの対策を見直すということが必要になる。これは当然セーフティケースに含めることになる。もちろん、what if の想定が妥当であるかどうかは、大きな議論になる。

#### 8. 地層処分における深層防護について

- ✓ 「放射性廃棄物を人間の生活環境から空間的・物理的に十分隔離できる性能を有する場所に定置して、含有する放射性核種の人間の生活環境圏への移行を抑え、被ばくリスクを許容値以下まで下げる。」という「隔離型処分」の考え方には、深層防護の第4層は適用不可能。
- ✓ 「隔離型処分」の場合は、設計で想定した以上のリスクがないということ立証しなければならないことになりそう。
- ✓ 「絶対安全はなく、リスクゼロはない」という一般テーゼを受け入れ、かつ、「許容レベル以下と評価されてもそのリスクが社会的に許容されない」のであれば、リスクマネジメントは必要になるのではないか。
- ✓ 即ち、閉鎖後の「管理」のない将来のリスクは許容レベル以下であるという証明が、社会に受け入れられない場合、やはり何らかのリスクマネジメントは必要ということになる。
- ✓ 社会の安心のためのリスクマネジメント（モニタリング等を言うと理解。）を行うことは十分に考えられるが、そのマネジメントは安全性に影響を与えてはならないということが既に OECD/NEA 等でも指摘されている。すなわち、社会の安心のためのリスクマネジメントと安全確保のためのリスクマネジメントとは、区別して考える必要があることを認識することが重要。
- ✓ この論点は社会学や科学技術社会論の最新の論争と深く関わるものと拝察。「（市民）参加を拡大するのはよいが、際限なくそれを進めると、今度は衆愚的な過ちが生じ、専門的見地から見た妥当性が

損なわれるような場合もあり得る」「いやしかし、その懸念を口実にして、専門家支配を改めて認めてしまうことになりはしないか」といった論争。

- ✓ ただ、「安心のためのリスクマネジメント……は安全性に影響を与えてはならない」との論は「安全性」の測定尺度や基準自体も社会的な意思決定によって定まってくる以上、循環論法になる可能性もある。
- ✓ なお、個人的には、「安全」と「安心」をやたらと分けて議論するここ 10 年来の流行には極めて批判的。
- ✓ 深層防護第 4 層のマネジメント問題へのアプローチとしては、地層処分におけるシビアアクシデントは何であるかを認め、そのリスクをどうアセスするか見通しを付けることと並行して考えなければならない問題
- ✓ 第 4 階層に該当する閉鎖後のシビアアクシデントは、地層処分においては有り得ない概念。一方、操業中及び閉鎖前の段階では、他の原子力施設と同様に、シビアアクシデントとその AM 策は検討する必要がある。
- ✓ 「リスク」の考え方は、「未来の出来事が自然や神や宿命によってではなく、人間の決定により生ずる、あるいは人間によって制御するという概念」。従って、「人知を超えるリスク」<sup>3</sup>は本来的には「リスク」ではない。具体的に言えば、統計的に意味のある確率として把握できるほどサンプル数がないような原子炉の過酷事故などは、本当は字義通りの「リスク」とは性質が異なる
- ✓ 「統計的に意味のある確率として把握できるほどサンプル数がないような原子炉の過酷事故」というのは、現在人間が持っているデータに限界があるため「リスク評価の信頼性には課題が残っている」ということではないか。サイクル施設では原子炉と比べてその施設数が少ないため機器の故障率データが少ないので、リスク評価の信頼性に課題があると言われ、それを承知のうえで利用可能なリスク情報を活用すべきと考え、そのデータを収集する努力もなされている。データが少ないから「リスク」とは性質が異なる、というのはよいか。

---

<sup>3</sup> 「人知を超えるリスク」をどのようなリスクと理解し、取り扱うかについては、直接処分においても研究課題である。いわゆる「未知」のリスクの取り扱いについては、本ページ後段から次ページ、次々ページに議論され、[付録 1. 本文補足資料 (3) リスクということばの積極的使用 について]にも述べているので、参照されたい。

- ✓ これは、「リスク」の定義に依存する問題。確かに、低頻度で、これまでの経験的データのサンプル数が十分ではないものも、「リスク」という概念で扱う、という立場はありうる。
- ✓ ただ、サンプル数が十分に多くて、統計的な確からしさを実証的に十分担保できるようなリスク情報と、推論で得られるリスク情報は質的にきちんと区別して扱うべき。後者に対する備えを確率ベースで行うことには疑念がある、というのが、ラスムッセン報告以来の課題であり、今回の事故の教訓。次項で言う「誤解」は両者を同一視してしまった、という意味での「誤解」。2つ下の項も同様。
- ✓ 欧米はそのことをよくよく理解し、決定論と深層防護で対応した。日本はその領域まで「リスク」として管理できると誤解した。
- ✓ 「原子力専門家は過酷事故を上記の狭義の「リスク」と見なし、「管理可能」だと言いつのっていたが、実際にはそれは「リスク」の領域ではなく「未知」だった（だからこそ「想定外」）、そしてまだそのことを認めていない」というのが「安全神話」のもう少し丁寧な解釈。
- ✓ 「未知」だったというより、外部事象を軽視してきたということではないか。他の国では外部事象も含め過酷事故のリスク評価として、レベル1, 2, 3のPRA評価を行っているのではないか。やれば相当にできたはず。
- ✓ ここいう「未知」は「経験的によく知っている」とはとても言えない状態にある、という程度の意味。そして「未知」だからお手上げではなく、それに対する対処は色々ありうるのだが、本当のところはそれがよく分からない「未知」への対処において、経験的に確率をよく知っている「リスク」への対処と同一の構えで向き合ったことが問題。両者を混同していた過去の日本においては、今回のような外部事象も、ここで言う前者の意味の「リスク」として管理できる、と思われていたのであって、その時の関係者には「軽視」したつもりも、「やるべきことをやらなかった」つもりもないと思う。後知恵的には、「軽視」と「不作為」以外の何者でもない、と言えてしまうが、本質的には後者のリスク（ここで言う「未知」）に対する構え、対処の仕方を根本的に見誤り、その目線からしか具体的な対応が取れなかったことが今から思えば恐ろしい間違いだった。
- ✓ 安全上の懸念をどこまでも「リスク」として「制御可能」だと思っているわけではない、ということ、そういう領域には、別途の対処を考えている、そしてそれにも限界はあることは認める、ということ、工学者から社会に対してもっと強調してよい。

- ✓ 限界がある、残余のリスクはあることを認めると言うことが、正にリスク論ではないか？
- ✓ 起こったこと（＝福島事故）について後からそれ（残余のリスクの存在）を言う工学の専門家がいるが、それは言い訳であり、社会に対する背信。最初から、社会、電力事業者、政府に対して、それを主張していなければならなかった。現実には、そこは専門家間で共有するにとどめ、社会に対しては、「リスク低減の最大限の努力をすること」を「安全を絶対に保証する」という意味の言い方で済ませてしまったのではないか、というのが、いわゆる「安全神話」あるいは「御用学者」批判の言いたいことの一つ。
- ✓ 社会の側も同じような後出しジャンケンをしているかもしれない。技術の利用に当たり、専門家に残余のリスクを強調されることは、社会の多くのステークホルダーにとって都合の良いことではない。政府も、企業も、あるいは一般市民でさえも、「そこは専門家がきちんとやっている」ことにして、当面は技術の恩恵を謳歌する方が、楽だし得。とりわけ、政治家や行政官、経営者は戦略的、意図的に、技術者にそういう役割（「安全」を裏書きする役割）を負わせている感がある。その証拠に、原発は危ない、というのが社会の大勢になった途端、今度は「原発は危ない」を専門家に「証明」させ、自分たちはそれに従っているだけだ、という体裁を整えようとしている（例：原子炉直下の活断層存否問題）。
- ✓ だからといってそれに工学者の側が甘えてはいけない、そこは何といわれようとも、正直ベースで話す方が、社会のためにも、工学者自身のためにもなる。これも技術者倫理と深く関わる問題。
- ✓ PRAは「リスクが低いことを数値で表す」ということよりも、どれだけ対策をしてもリスクが残っている、ことを認識し、周知するためのツール
- ✓ このこともPRAの一面であるが、全てではない。
- ✓ 地層処分多重バリアシステムは受動的な安全システムであり、多重のバリアのそれぞれの要素に独立した機能を求めるのではなく、システム全体として防護の頑健性を発揮することが求められる。
- ✓ この論を推し進めると、個々のバリアに対しては機能を要件とせず（例えばオーバーパックの閉じ込め機能は1000年を規定要件とする等）、トータルとしての安全基準（例えば被ばく線量）を満足すれば良い、ということにつながる。このような考え方は従来からあるが、本当にこのような考え方で良いか検討することが重要。

- ✓ 地層処分は、「直接的な安全の実証」が不可能なシステムであり、様々な解析と論証で安全性を「擬似的に実証」しなければならない。安全規制そのものが、単なる数値的安全基準で割り切れず、様々な不確定要因を飲み込んだ上での社会としての受忍限度を相互確認するようなプロセスになり、従来の命令型・制御型の規制から、より交渉型・自主型の規制に移行するのかもしれない。
- ✓ したがって、原子炉で確立した5層の深層防護の考え方を、ア prioriに地層処分にそのまま適用せよというのは無理があり、地層処分という事業の特殊性を考慮したうえで「それを適用するのが適切かどうか」という議論から始める必要がある。
- ✓ 現時点では、地層処分では、シビアアクシデントという概念はなく、したがってアクシデントマネジメントが出てこないというのは事実。
- ✓ 地層処分の場合、おそらく”What if”シナリオの評価で「ここまで過激な状態を想定しても、なお深刻な事態に至らない」ということを示すことで代替しようというのがこれまでの作戦だった。さらにそれを可逆性やBAT<sup>4</sup>などという概念で包み、なんとか社会との折り合いをつけようというアプローチ。
- ✓ 深層防護の理論的リーダー、ラクソネン博士の膝元のオルキルト処分場は直接処分の処分場でもあるし、どのような議論があり、どのような評価がされたのか、委員会でも精査してみる価値がある。
- ✓ 地層処分ではこれまでの人類の文明史のスパンを超える時間を扱う。超長期の安全管理を、人間による管理ではなく、自然の摂理に依存した受動的システムに預けようという選択をした理由もそこにあるが、そうした選択の倫理的正当性についても、国内では自らの文化や価値観のもとできちんと議論したわけではなく、借り物だった。この機会にあらためて議論が必要。
- ✓ 地層処分の場合には、深層防護のようなカチツとした概念よりは、予防原則をベースとしたBATのようなふんわりした概念の方がなじみやすいと感じている。
- ✓ BATは、要は「最善を尽くす」というような意味であると理解。不確実性の高い課題に対して「最善を尽くす」のは当然のことであると社会は思う。よって、「最善の努力」が確実に実施できるような仕組みの確立とその証明が要求される。ただ、「最善を尽くせば許されるのか」という問題はそれでも残るので、不確実性への対応として別の枠組みを考えることも必要。

---

<sup>4</sup> BAT (Best Available Technique): 技術的に最善の手段、利用可能な最善の技術

- ✓ また、仮に予防原則を適用するのであれば、そこにはおのずとそれを適用することが適切な時間枠のような議論が必要になり、さらにそうした時間枠を設ける正当性についての議論も必要になるのではないか。
- ✓ 閉鎖後の安全確保については「制御可能」と見なす立場を、最初から、いわば「前向きに」あきらめて、最初からどこか決定論—深層防護に近い発想で対処しようという提案。
- ✓ 「閉鎖後の安全確保について『制御可能』」との文言が、「人による制度的管理が可能」という意味であれば、この考えは地層処分の基本的考え方とは異なる。
- ✓ 原発の深層防護の第4層と地層処分の閉鎖後の安全確保の論理は中身、発想においては180度反対。
- ✓ 隔離型への移行（≡閉鎖）に際して、適切なかたちでモニタリングを残しつつ、漸次、完全な受動安全に移行するのがカギになる。
- ✓ 閉鎖の判断を行うということは、「能動的な安全確保策は不要であり、受動的に安全は確保される、という確信があって初めて行われるもの」というのがこれまでの地層処分の基本的考え方。モニタリングを行わないと閉鎖後安全が確保できないようであれば、その処分施設は不可というのがこれまでの考え方であるが、安心のために行うということであれば、これまでの考え方と矛盾しないか。
- ✓ 「直接的な実証」の困難さと安全確保の考え方や規制のあり方との兼ね合いが中核的なポイント。

## 9. 日本流の受け止め方について

- ✓ 天災に対する運命論的な受け止め方や、「人災」をどこまでも責任論で受け止めようとする風潮は、困った事象に対する日本流の受け止め方。
- ✓ 「自然災害による外部事象については、すべて発生確率ベースではなく決定論的に対処方策を予め準備する」という考え方を日本の安全規制が打ち出せば（現実も少々それに近い）、これは、「リスク」の考え方の適用範囲を欧米よりも狭め、むしろ、深層防護の第4層的な対処の範囲を広げるものとも言えるかもしれない。日本社会の「相場観」としては、こういう考え方の方が、確率論的な評価に基づく最適化を先に進めるような立場よりも人びとに受け入れられやすいのではないか。
- ✓ 「リスクが能動的な概念である」ことは、危険や脅威の管理そのものが目的という意味ではなく、あくまでも何かを成し遂げる上で、という含意を持つ、という点も、欧米と日本の基本的な考え方の違いに気をつけるべきポイント。

- ✓ 例えば、スペースシャトルに「エンタープライズ（進取の気性、冒険心）」とか「チャレンジャー」とか「エンデバー（企て、試み、成し遂げようとする努力）」と言った名前を付ける社会と我々の社会の間にはやはり大きな隔りがあるように思う。
- ✓ 我々はそういう事業を必ずしも肯定的に受け止めない価値観すら持っている。「リスク」の和訳は「危険」と新聞に載ってしまうあたりからも、このあたりのニュアンスの違いが読み取れる。

#### 10. 不確かさへの対応

- ✓ 地層処分が「受動的な安全システムであっても『直接的な安全の実証』が不可能なシステムである」ということは、不確かさがつきまとうシステムであるということ。
- ✓ 地層処分システムは、いわば「運転と保全」を自然に任せるシステムとして考えられているから、能動的な安全システムと異なる不確かさへの対応をどうするか、地層処分システムをどのようなシステムと考えることができるのか、一層の研究が必要。避けられない不確かさへの何らかの対応策が必要であることは自明。
- ✓ その対応方法はいわゆる工学的な対応にとどまらず、倫理的・文化的側面まで踏まえた社会的議論・合意によって選択され、実際の対応においても工学の枠を超えた対応が必要。
- ✓ 「学際的評価」委員会ではその部分に力点を置いた議論と報告書の取りまとめが行われたので、本委員会ではその知見を活かしつつ、特に直接処分の場合に新たに浮上する論点等を中心に議論できれば早道。
- ✓ 人間は管理できないが、自然の持つ摂理には依存できるのではないかと、この考えは、「地下深いところは長期に安定で地下水や物の移動が極めて遅い、核種を閉じ込める性質が自然に備わっている場所がある」ということを実感し、科学的にも証明できる可能性が高いと考えられたから。
- ✓ 地層処分の仕組みにおいて不確実性をできるだけ無くすために、
  - ① 安全解析では、できるだけ単純なモデルで、保守的なパラメータを用いる（単純なモデル化が可能な地層処分の仕組みを構築することが重要）。
  - ② 人工バリアは、自然界で長期にその安定性が証明済みの材料を採用すべきであること（この点から、緩衝材には自然界に存在する粘土が選定され、また容器についても、自然界に存在する銅、鉄のようなものが望ましいとされている。逆に人工物であるコンクリートなどは、短期の性能しか期待しない）。

- ③ 天然バリアは、長期的に安定であること。
- ④ 安全の尺度は、わかりやすいものであること。
- ✓ 長期安全性を確保し信頼性高く説明できるサイトの選定、人工バリアの構成・仕様、安全解析の方法を再度検討し、安全性を信頼することができる全体システムを検討することが必要。
- ✓ 明快でわかりやすい地層処分（直接処分）の仕組みや評価を示すことが重要。そのためには、これまでの検討内容の見直しや考察が必要。

## 11. 安全文化について

- ✓ 我が国ではこれまで「事業者の不断の努力」のカルチャーがなかった。深層防護の具体的な対策として、真っ先に求められているのがこの「不断の努力」。これは法律を超えて事業者が自主的に行うものだから、国からとやかく言われる筋のものではないが、事業者が自主的にどのような取組をしているのかは、現場に行ってみれば一目瞭然。規制官、検査官の心証に影響しないと言えば嘘になる。
- ✓ EUはどこかの発電所で自主的に実施している工夫をEUや政府の基準に取り入れることをせずに、良いと思った工夫を自主的に取り入れさせる手法をとっている。
- ✓ 我が国はどこかの電力会社が工夫していることを知ると、それを国の基準に取り込んでハードルが上がってしまうので、電力会社間で、お互いに抜け駆けで安全性を高めることを自重する空気がある。この悪しき文化を払拭して「自主性尊重」の文化を根付かせなければならない。
- ✓ 確かに自主保安を行政が規制しては語義矛盾だという考え方もある反面、先般の炉規制法改正では「原子力事業者等の責務」の条文が加えられた。また、原子力安全推進協会（JANSI）の設立や日本版NEI<sup>5</sup>の議論など、上記の趣旨を具現化しようという動きもそれなりにはある。他方で、「悪しき文化を払拭」するのは容易ではなく、「自主性尊重」はまだどこかスローガンの。
- ✓ 地層処分の場合には、事業の期間が長いし、継続的な安全向上努力をどのように担保するかは、一層重要な論点になる。
- ✓ 「事業者の不断の努力」については、改正炉規制法で、「事業者は自主的に、定期的に、最新情報に基づき安全性の総合的評価を行う」ことが求められている。このなかで国は、事業者の調査、分析、評価方法の適切性のみ確認し、事業者の評価の内容自体は評価しない。評価

---

<sup>5</sup> NEI:Nuclear Energy Institute（米国原子力エネルギー協会）

の実施は義務だが、最新情報に照らして安全性向上のための措置が必要かどうか、どこが弱いかを判断し、どのような措置を行うのがよいか等は自主的に評価し判断し実施すればよいということ。地層処分（直接処分）についても同様な評価が必要ではないか。

以上

## 補足資料（４）

### リスクということばの積極的使用について

近年は、「リスク」という言葉を「事象の発生確率と事象の結果の組み合わせ」（旧版の ISO/IEC Guide 73:2002）という比較的良く使われる意味で用いることが多い。しかし、人により分野によりその使い方は多様であるので、当面は、どういう意味で使っているか明記した方が良いでしょう。ここでは「リスク」という言葉は、設計における工学的な意味や医療における医学的な意味よりもずっと広い意味で、組織のマネジメントや社会のガバナンスの対象として、「不確かさの影響（effect of uncertainty on objectives）」という意味をも含めて使っている。

我が国の原子力利用あるいは放射線利用の分野では、放射線の影響あるいはリスクというと、放射線の人々の健康への影響、即ち死亡、急性障害、発がん、先天異常といった身体的影響と遺伝的影響（あるいは確定的影響と確率的影響）という意味で使われてきた。このため、原子力利用に伴うリスクを個人または集団の被ばく線量という量により表し、様々な判断の尺度として用いてきた。そして我が国の原子力発電所の立地は、重大事故の発生を仮定して周辺の公衆に放射線障害を与えないこと、さらに仮想事故の発生を仮想して著しい放射線災害を与えないことを目標<sup>1</sup>にして規制されてきた。さらに、原子力発電所の運転等、実際の利用に伴う人々の健康への放射線影響については、社会的・経済的要因を考慮に入れながら合理的に達成できる限り低く被ばく線量を制限することを基本原則としてきた。

原子力発電所の事故リスクに関して、初めて確率論的リスク分析を行ったラスムッセン報告<sup>2</sup>では、「リスクは、広く用いられ様々な意味を人々に伝える言葉であり、通常の辞書的定義では『人や財産に対す

---

<sup>1</sup> 原子力安全委員会．原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて

<sup>2</sup> U.S. Nuclear Regulatory Commission. Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants. WASH-1400 (NUREG-75/014). Washington, DC: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1975. (通称ラスムッセン報告) この報告書はその後独立グループによりレビューされ、いくつかの問題点は指摘されたが、広く用いられるべき方法と評価された (ルイス報告、Risk Assessment Review Report to the U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG/CR-0400,1978)。

る損害や障害の可能性』である」と述べた上で、リスク推定の対象を、「原子力発電所及び原子力以外の事故による人の死亡及び障害の潜在的可能性並びに財産の損害」とした。同報告では、「リスクの概念には、事象の発生尤度（起こり得る確率）と結果の両方を含む」と説明した。

3

当時 William W. Lowrance は、「リスクは有害な影響の確率と重大度の尺度である (Risk is a measure of the probability and severity of adverse effects.)」とし、さらに「リスクが容認できると判断されるものなら、それは安全である (A thing is safe if its risks are judged to be acceptable.)」と述べ、安全とリスクの関係を明示した。<sup>4</sup> 片やラスムッセン報告等の原子炉安全研究が進展し、片やこうしたリスク一般への理解が進んだ時代背景の下で、リスクを定量的かつ極力一般化してリスク分析に使えるように表現したのが Kaplan & Garrick の提示した、今や古典的とも言える定式化<sup>5</sup> である。即ち、シナリオ  $S_i$ 、尤度（起こり得る確率）  $p_i(\varphi_i)$ 、及び結果  $p_i(X_i)$  の 3 重項  $\langle S_i, p_i(\varphi_i), p_i(X_i) \rangle$  の完備な有限集合として、リスク  $R$  を  $R = \{\langle S_i, p_i(\varphi_i), p_i(X_i) \rangle\}_c$  と表した。現実には、情報や知識の不足でこのような定量表現に至らないリスクが多数存在するわけであるが、完備な集合としたのは、数学的には可能なリスクシナリオを包絡でき、漏れているシナリオがないようにすることが出来るという意味がある。

ここで、リスクの定量化に関して 2 つの困難な問題を指摘できる。1 つ目は、未経験あるいは未知 (Known unknowns and unknown unknowns) であるが故に描写されないリスクシナリオが存在する可能性をどのように扱うかである (完備性の問題)。この問題は、見方を変えると経験則の限界、即ち観察される事象の共通性に依拠する帰納法の限界であり、これをいかに克服するかという問題でもある。2 つ

---

<sup>3</sup> ラスムッセン報告では、原子炉事故のリスクについては、放出放射能により事故後 50 年間に生じ得る人の死亡として発がん死、人の障害として甲状腺障害、遺伝的影響、及び財産の損害を考慮。また、各種の事故に伴う社会的リスクの比較に当たっては、次の定義を用いている。

$$\text{Risk} \left\{ \frac{\text{consequence}}{\text{unit time}} \right\} = \text{Frequency} \left\{ \frac{\text{events}}{\text{unit time}} \right\} \times \text{Magnitude} \left\{ \frac{\text{consequences}}{\text{unit time}} \right\}$$

<sup>4</sup> William W. Lowrance. Of Acceptable Risk: Science and the Determination of Safety, William Kaufman Inc., Los Altos, Calif., 1976.

<sup>5</sup> Kaplan, S., Garrick, B J. On the quantitative definition of risk. Risk Analysis, 1981; 1(1):11-27.

目は、リスクシナリオに関連する事象発生の原因関係及びその時間的変化の複雑さのために生じる定量表現の困難さの問題である。福島第一原子力発電所の事故は、1 つ目の困難さに伴い発生した事故であると見ることが出来る。即ち、狭い経験則の範囲内に視野が留まり、全ての関連情報に基づくリスク分析を怠ったために、巨大地震及び津波に伴うリスクの考慮とその影響分析に失敗し、そうしたリスクの顕在化を未然に防止出来なかった事故と見ることが出来るのである。

福島第一原子力発電所事故では、放射線被ばくのリスクを回避または低減するため周辺地域住民の避難を行ったが、それでもなお個人の健康、環境及び社会へのさまざまな影響（副次的、二次的、三次的影響、あるいは共生的、拮抗的、競合的、対抗的影響等の複雑な影響）が生じた。上述 2 つ目のリスクシナリオの複雑さが現実に生じたということである。この結果は、原子力利用のリスクが、放射線被ばくによる健康影響として直接的に測定できるもの以外に、環境影響と社会的、経済的な様々な影響が複雑に相乗して生じ、かつ時と共に変化するものであることを如実に示したものと言えよう。こうした経験を踏まえると、原子力事故のリスクを全体的視野の下に改めて捉え直す必要があるのではないか。その際、公衆の個人及び集団の被ばく線量をそのリスクの唯一の尺度とするのではなく、間接的に起こり得る健康被害や物的損害の損害額等をも尺度とすることも含め、リスク分析方法の妥当性を再検証する必要もある。こうした被害や損害が従来の検討範囲を超えているから、あるいは定量分析が困難であるからといって、事故リスク分析の考慮対象から除外して良いということにはならない。実際に経験した被害や損害をもたらすリスクについて、リスク分析とリスク管理の立場<sup>6</sup> からどう理解し対処するかが問われているからである。

影響が広範かつ複雑なリスクについては、その定量化の限界を意識しつつも、できるだけ全体的視野の下に把握に努める必要がある。そのためには「リスクを一層包括的に捉え、「人間の活動の諸目標に与える不確かさの影響」（ISO Guide 73:2009）あるいは「人間にとって価値があると考えるものに関連する、事象または活動の不確かな結果」

---

<sup>6</sup> 我が国の国内の原子力発電のリスクガバナンスを司る立場を、視点の中心に据える必要がある。また、この立場は、国家インフラ全体のレジリエントガバナンスの一環として位置づけられるべきであろう。

7 であるとするこゝも有益であろう。この「不確かさの影響」は、立場や価値観の相違により異なるというのが現実であり、ここにリスク理解の3つ目の困難さを指摘することができる。「リスクは物理的現実であると同時に、社会的構成概念 (social construct) であり、その両面が密接にリンクしている。例えば、リスクの科学的アセスメントでは、仮定の置き方や不確かさの取り扱い方等において、社会の選好に応じて取り扱うべき価値観への配慮を伴う。同時にリスクを可能な限り客観的に分析することが死活的に重要である。したがって、科学的なリスクアセスメントに対し、一方で政治的影響からの独立性を大幅に保証することと、同時に他方で分析者、リスク管理者、利害関係者の代表者及び一般の人々の間での情報交換を組織的に行うことの両者の最適なバランスを取る必要がある。」<sup>8</sup>

さらに O. Renn が「リスクは精神的『建造物』である。リスクは現実の現象ではなく、人間の心に生まれるものである。」<sup>9</sup>とも言っているように、人にとってリスクは心理作用、精神作用により創造され認知されるものであるという点も重要である。社会心理学の立場から良く言われるように、人はリスクに対して、事実に基づいてではなく認知に基づき、回避なり対処なりの行動をとるということでもある。不確かさの影響あるいは不確かな結果が実際に現れた時点では、リスクは「現実」であるし、あるいはその情報の伝達物であるが、それ以前の段階では、「概念」、「心象」あるいは「精神的創造物」となっていて、そうしたベースの上に受け手の立場や視点の違いにより様々な捉え方が生じるということであろう。いわゆる風評被害もこの部類である。リスクは、不確かさだけでなく、事象発生 of 因果関係や時間変化に伴う複雑さや価値感の曖昧さから、結果の解釈に幅をもたらし、さらに人の心理との相互作用を伴うものである。

ちなみに、こうしたリスク理解の文脈で見ると、「安全とは、受け入れ可能と考えられるリスクのレベルである」<sup>10</sup> という安全の理解については、心理作用も含め全体として捉える必要が生じる。そうすると、

---

<sup>7</sup> IRGC's White Paper "Risk Governance – Towards an Integrative Framework" in 2005. The full text of this document can be downloaded from [www.irgc.org](http://www.irgc.org).

<sup>8</sup> Emerging Systemic Risks in the 21th Century, OECD 2003.

<sup>9</sup> O.Renn, Precaution and Ecological Risk, Human Ecology. Vol.[4] of Encyclopedia of Ecology, 5 vols. pp. [2909-2916] Oxford:Elsevier 2008.

<sup>10</sup> "Safety is the level of risk that is deemed acceptable." (前出 William W. Lowrance, 1976)

「安全とは、心のなかの創造物として受け入れられないリスクのないこと」となり、従って「安心」を指向するものとなる。このような「安全」は、個々人それぞれに心理的に受け入れられ、容認されるものであり、客観的に共有可能な目標として達成すべきものであると捉えることは出来ない。このことは、裏を返せば「安全とは、例えば無事故無災害の記録といった客観的『結果』であり、過去を示すものとしてしか存在しないもの」という経験則にも通じることである。安全確保への効果的、実際的アプローチは、潜在しているリスクに対し関係者全員が情報を共有しつつ互いに協力して向き合い、対処することを通じてしか生まれえないということである。

我々がかつて現場の小集団活動で実践してきた作業安全のためのKYT（危険予知訓練）は、素朴な行動かも知れないが典型的なリスクへの向き合い方であり、チーム共通の意識の持ち方のひとつであったと言えるだろう。我々が「安全」ではなく「リスク」という言葉を積極的に使う意図は、決してゼロとは言えない潜在的リスクについて、どう理解し、どう備え、どう対処するかという重要な鍵となる問題意識<sup>11</sup>を関係者間で共有したいということでもある。

我々は、福島第一原子力発電所事故やチェルノブイリ事故により経験した公衆の個人、社会及び環境への広範で多種多様な影響を、原子力事故にともなう広い意味での放射線災害リスクと見なして、できる限りその実態を調査分析し、そこから今後のリスク低減のための教訓を導く必要がある。この問題は、米国では原子炉立地の当初より考えられ、TMI事故の経験も踏まえて取り組まれてきたと考えられるが、我が国の規制と防災ではどうであったのか。原子炉施設の安全に関する各種指針類<sup>12</sup>の整備は進められてきたものの、原子力事故に伴うリスク低減のための規制上の課題が、新たな知識と経験を踏まえつつ規制体系全般に亘って全体的視野の下に絶えず検討され、合理的、実際的、実務的方向にバランス良く改善が図られてきたとは言えないので

---

<sup>11</sup> こうした問題意識こそが、①何が起こり得るか、②どの程度起こりやすそうか、③起きた場合にいつの時点でいかなる結果をもたらすかというリスク理解のための基本的疑問や、④リスクへの対処法、⑤その費用、便益、リスク、効き目、⑥選択する対処法が将来に及ぼす影響といった、リスクを管理するための検討や疑問の源泉となる意識である。

<sup>12</sup> 旧原子力安全委員会の安全審査指針類（原子炉立地審査指針、発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針、発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針、シビアアクシデント対策、原子力施設等の防災対策等。）

はないか。そして、福島第一原子力発電所事故は、我々にリスクへの向き合い方の変革を要請しているのではないか。

9.11 から 13 年、2004 スマトラ島沖地震から 10 年近く経ち、3.11 からでも既に 3 年経過したが、今からでも我々のリスク感覚のシフトアップに、遅いということはない。日本の原子力界においては、安全という言葉使うのは極力止めてリスクという言葉に変え、真摯誠実にリスク分析を行い絶えざる改善に取り組むこと、加えてそうした態度を相互に尊ぶことといった意識と規範の改革が必要になっているのではないか。同時に重要であるのは、こうした改革がオープンに、かつ関心のある人々全員の参画の下に進められることである。「リスクを明らかにして、情緒的議論を排し、論理的な議論のできる場を作る。これを通じて社会的許容、コンセンサスを獲得していく道筋を作ることが大切である」との指摘<sup>13</sup> は、組織事故、社会事故の国内での多発を背景に、既に 2000 年に示されているのである。(岸本洋一郎 2014.04.10)

---

<sup>13</sup> 日本学術会議 安全に関する緊急特別委員会「安全学の構築に向けて」平成 12 年 2 月 28 日

## 補足資料（５）

隔離処分に関わる基本的考え方－歴史的経緯を踏まえて－

平成 26 年 4 月 16 日

使用済燃料直接処分に関わる社会環境等研究専門委員会

山本 隆一

### 1. はじめに

これまで我が国が規定路線としてきた全量再処理／ガラス固化体地層処分が福島第一発電所の事故に際し問題となった使用済燃料蓄積問題に端を発して再処理することなく使用済燃料自体を地中深く埋設する「直接処分」について検討を進めることとなった。このことは、埋設する物は変わっても、埋設した以後は人の関与を必要としない地層処分の基本的考え方は踏襲されることを意味するものと考えられる。

原子力に関与してきた人たち（原子力村と揶揄されている人たち）はこれを自明のこととして受け止められるが、これまでの当委員会における様々な分野の専門家の意見から、一般国民にとっては、決して自明ではなく、再度の解説ないしは議論が必要と思われる。

そこで、本文中には簡単に記したが、ここに改めてこれまでの経緯と処分の考え方についておさらいをすることとした。おさらいに当たっては以下の二つの資料を参照／引用し、必要に応じてこれらの引用資料を確認し、補足した。また、それぞれに資料において引用されていた文献については巻末に提示した。

- ① 地層処分研究開発第 2 次取りまとめ 別冊 地層処分の背景 (JNC TN1400 99-024)
- ② 総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会放射性廃棄物小委員会 (平成 25 年 5 月)参考資料；高レベル放射性廃棄物処分について

### 2. 歴史的経緯

#### (1) 諸外国における経緯

米国における HLW 対策は軍用再処理廃液の貯蔵から始まった(1945 年頃から?) ことは広く知られている(米国原子力委員会資料；U. S. NRC, 1978, NUREG-0412 など)。当初は炭素鋼製貯槽に貯蔵管理されていたが、(1956 年頃から) 幾度となく漏えいが検出され 1973 年にはハンフォードサイトにおいて大規模漏えいが発生した。

この事態から以下の二つの疑問が提起された。

- ① HLW を液体のまま長期間保管管理して良いのか？
- ② 長期的な安全確保に関し、人の関与に信頼を置くべきか？

これが、人による管理に対して共通認識として疑問符が付いた最初と思われるが、HLW について、いずれは「人の関与から離すべき」という考え方はこの事象以前からあった。この発想の背景には、ハンフォードサイト等で廃液貯槽の増設を継続せざるを得なかったこと、及びその負担を軽減するために上澄み液の化学処理、蒸発処理等の追加処置をせざるを得ない、といった当時の状況があったことは、次に紹介する全米科学アカデミーの報告書から読み取れる。

1955 年 9 月（前記のような状況から）米国原子力委員会は全米科学アカデミーに、放射性廃棄物を地層中に処分することの可能性とそのための研究開発について検討を委託した。これを受けて全米科学アカデミーと全米研究評議会が設置した委員会が 1955 年 9 月に開いた会議は地層処分に関する最初の本格的な会議と言われている。この会議から 2 年間の検討の結果「放射性廃棄物は、地下に貯蔵する場合、可能な限り永久に生物から隔離すべきであるという前提を容認する」とし、近い将来最も有望な方法は岩塩層への処分であるとされた<sup>1)</sup>。1965 年にはオークリッジ国立研究所がカンザス州の岩塩鉱山において HLW 処分の研究を開始した。

これらの動きとは別に、1969 年にコロラド州のプルトニウム工場で起こった火災に伴い多量の汚染廃棄物が発生。当時のルールによりアイダホ州の貯蔵所に運ばれたが、同州知事はこの種の廃棄物の処分場とされることを懸念して 1970 年代までにこのような廃棄物は同州から撤去するという約束を取り付けた。このような背景もあって、米国原子力委員会は 1970 年に前記のカンザス州の岩塩鉱山を処分場とする旨発表した。ところが、この決定が地元への事前説明無しに行われたことから、地元の強い反対を招き、この計画は 1972 年に中止された。その後、米国原子力委員会は HLW を地上の施設で長期間貯蔵管理するとの計画を発表したが、これも地元や環境保護庁の反対に遭い 1975 年にこれも中止された。

1970 年代中ごろは世界的に環境問題への認識が高まってきた時期であり、その文脈から、HLW の処分についても原子力利用の条件として考えようとする世論が高まってきていた。OECD/NEA が 1977

年に公表した「原子力発電により発生する放射性廃棄物の管理に係わる目的、概念及び戦略」<sup>2)</sup>と題する報告書(通称 Polvani レポート)はその代表例と言えよう。この中で、「現世代は、放射性廃棄物を一定期間、安全に貯蔵する技術能力を保有するが、貯蔵には、人間による制度的・継続的な管理が必要、いろいろな社会的、倫理的側面を考慮すると、最終的には制度的な管理を必要とせず、事後に措置しなくても人間環境から必要なだけ隔離できるような手段を開発することが望ましい」とし、

- ① 処分オプションとして、地層処分、海洋底下処分、海洋底上処分、氷床処分、宇宙処分、消滅処理を検討した上で、
- ② 安定な地層中に閉じ込めることが最も進歩した解決方法である。
- ③ 長寿命廃棄物の処分に適していると考えられている地層として、岩塩層への処分が関心を集めているところであるが、粘土質層と硬岩層も候補。
- ④ 深地層に設ける“実証過程”の試験中は廃棄物の回収が容易であり、その措置は貯蔵の一形態とみなされるが、もはや、廃棄物を回収しないとしたら、その試験は処分とみなされなければならない。貯蔵と処分の明確な区別は困難。

と結論づけた。同様な結論は 1980 年に米国<sup>3)</sup>においても提示されている。先の岩塩層への処分は自然の地質環境に大きく依存する仕組みであったが、この時期に確立された地層処分の考え方は以下のような特徴を持つものとなった。

- ① 一定の条件を満たす地層であれば、その種類を問わず地層処分の場として検討の対象となり得る。
- ② 処分の安全性については天然の地質環境のみに依存するのではなく、工学的な対策を含むシステム(多重バリア)全体によって確保する。
- ③ 地層処分システムの性能が長期にわたり満足できるものか否かについては、合理的で科学的かつ現実的な評価が要求される。

1980 年代に至って、各国で研究開発が本格化し、国際共同研究も様々な領域で実施されるようになった。代表的なものとしてスウェ

ーデンの旧鉱山を場とする OECD/NEA の国際ストリパ計画がある。これには我が国を含む 9 か国が参加し 1992 年まで継続された（例えば；The International Intraval Project, Phase 2, Summary Report, NEA\_OECD, Paris, 1997）。

1990 年には米国とフランスにおいて、有識者グループから地層処分計画の問題点を分析し提言をまとめた報告書が相次いで公表された。このうち米国の「高レベル放射性廃棄物処分の再検討」と題された報告書では以下のような改善勧告を行っている<sup>4)</sup>。

- ① 地層処分システムが通常の工学システムとは異なることを認識すること。
- ② 地層処分の長期にわたる安全性が、科学を適切に活用して解決すべき問題であると同時に、その一部は社会的な判断により決まる問題であることを認識すること。
- ③ 地層処分の安全評価を、地層処分システムの挙動についての長期的予測と明確に区分すること。
- ④ 地層処分に関する公平性、信頼性等についての道義的、倫理的な要求を、地層処分の本質的な要素として認識すること。

また、フランスにおいては、国会議員（クリスチャン・バタイユ下院議員）が中心となって作成した「高レベル放射性廃棄物の管理に関する報告書」が国民会議に提出された。この報告書は①放射性廃棄物は恐れる必要があるのか、②どうしたら安全に処分できるか、③なぜ調査計画が凍結されたのか、④放射性廃棄物の処分は避けられるのか、⑤地層処分は本当に危険なのか、⑥現在の袋小路から如何にして抜け出すか、といった論点に関するもので、以下のような結論を導き出している<sup>5)</sup>。

- ① 処分の必要性については、a. 消滅処理等の方法が実用化されるまで廃棄物を貯蔵しておいても問題ないと思いたくなるのも頷ける、b. 地下研究所と処分場との関係について当局の説明は不適切であった、c. 地層処分の再取出し性に関する責任者の答えは明瞭さと一貫性に欠けていた、d. 再取出しの条件と方法は地下研究所での試験を経て処分場開設の際の規則には明記される必要がある。
- ② 今後の対策として、a. 放射性廃棄物管理の問題はこれまで技術な問題とされ、専門家間で秘密裏に行われるものとされて

きたが、現実にはこれが誤りであることを示した。b. 近代民主主義ではある種の制約を伴う事柄を市民のコンセンサス無しに行うことはできない。c. 今日の問題は「現状を維持、即ち貯蔵を続けるべきか」、あるいは「廃棄物を発生させた世代が最終的な処分の方法を見出すべきか」の選択に帰着することとなり、その判断は議会が下すべきである。

この様な議論がなされている中で、1999年3月米国において軍事利用で発生した TRU 廃棄物を地層処分するパイロットプラントとして WIPP が操業を開始した。655m の深さにある岩塩層への埋設処分であり、岩塩の持つ性質(徐々にクリープ変形する)から埋戻し操作を要しない特徴を持っている。

カナダでは、2005年に NWMO がおおよそ次のような内容の報告書<sup>6)</sup>を出した。

- ① 処分オプションとして、地層処分、長期貯蔵を検討。
- ② 貯蔵オプションは、少なくとも今後175年以内は良く機能すると期待できる。期待する性能が発揮されるかどうかを決める主要な因子は、貯蔵アプローチにおける管理システムの安全性と有効性を確保するための制度と能動的管理への依存度。そうした制度と能動的管理を行う能力は、予見できる将来に対しては強固であるが、非常に長い期間に対しては不確実であると予想。カナダ国民が必要であると言明する「責任ある慎重なアプローチ」は、数千年、数万年にわたって「強固な制度及び能動的な管理能力の存在」に依存しないタイプのもの。よって、いずれの貯蔵の選択肢も、長期アプローチとして好ましいとは提案しない。
- ③ 地層処分は、使用済燃料の隔離のために人工バリア及び天然バリアを併用することから、非常に長い期間での目標に対して良く機能すると判断される。主な弱点は、市民が重要な目標だと考えている柔軟性を欠くこと。
- ④ 我々が望ましいとするアプローチである“適応性のある段階的管理”は、調査した3つの各アプローチの長所に基づいているが、さらにカナダ国民の関心と願望に応える重要な特質があると考えている。

フランスにおいては2006年にCNE（放射性廃棄物等の管理に関する

研究・調査の進捗状況を評価する国家評価委員会)が以下のような報告書を出した<sup>7)</sup>。

- ① 処分オプションとして、地層処分、長期貯蔵、核種分離・変換を検討。
- ② 地層処分を最終廃棄物の管理に関する基本方策として採用するとともに、徹底的に研究すること。
- ③ 例えば300年にわたる中間貯蔵：施設の耐久性の問題を考慮する必要があるが、これについては現在まだ納得のいく回答を受けていない。長期中間貯蔵は、将来世代に（放射性廃棄物の究極的な将来を引き受けなければならないという）重い負担を負わせるもの。
- ④ 核種分離・変換は少なくとも数百年単位の期間にわたる原子力利用の場合にしか意味を持たない息の長いプロセスである。この研究は、未来の原子力システムに係る産業全体のニーズを踏まえて実施しなければならない。現段階では、ヨウ素などの一部の放射性核種の核種変換は殊の外難しいものの、それほどの残留リスクを伴わない他の放射性核種の核種変換は得られるだろうと予想。

スウェーデンではSKBが2011年に提出したフォルスマルクへの処分場設置許可申請書において以下のように記述している<sup>8)</sup>。

- ① 処分オプションとして、地層処分、超深孔処分、核種分離・変換、長期貯蔵、氷床処分、海洋底下処分、宇宙処分 等を検討
- ② 超深孔処分については、定置プロセスが管理下に置かれておらず、環境もさほど好ましいものではないため、将来の氷期においても、このタイプの処分の安全性は基本的に、岩盤、大深度、そして地下水が静止しているという仮定に基づくものとなる。たとえ岩盤が良好なバリアであるとしても、それだけで安全要件が満たされることを明示するのは困難な可能性がある。将来、氷河作用や地震が生じた場合、それによって深層ボーリング孔概念による最終処分場の安全性にどのような結果的影響が生じ得るのかについては、多大な不確実性が存在する。
- ③ 核種分離・変換により、長寿命放射性核種の含有量は劇的に

低減するが、一部の高レベル・長寿命廃棄物は残り、使用済燃料の直接処分の場合と類似した管理を実施する必要がある。地層処分場で処分しなければならない長寿命放射性核種の量を効果的に低減する手段として分離・核変換を使用する場合、極めて長い期間、即ち100年を超えて原子力発電活動を維持する必要がある。使用済燃料の超ウラン元素の大規模な核変換は、原子炉に類似したプラントで行わなければならない。核分裂プロセスが大量のエネルギーを放出する点においても、このプラントは原子炉に類似したものとなる。

- ④ 長期貯蔵では、人間による監督及び規制管理が維持される限り、環境、安全性及び放射線防護面での要件を順守することができる。またおそらくは、乾式貯蔵でも湿式貯蔵でも、安全性を損なうことなく、少なくとも100年間にわたって調査を継続することができよう。しかしこれよりも長い期間については不確実性が大きくなる。従って監視付き貯蔵は、最終処分に関して設定される要件を満たすものではなく、単に最終的な解決策の延期を実現するだけである。

最後に2012年に出された、米国ブルーリボン委員会の結論を紹介する<sup>9)</sup>。

- ① これまでに入手可能なエビデンスに基づくと、坑道掘削型地層処分場の開発を重視する米国のプログラムの現行の方針を変更する理由はない。
- ② 地層処分のもう1つの形態である超深孔処分については更なる調査が必要。

## (2) 我が国における経緯

さて、我が国においては、米国で廃液貯槽から漏れが検知された頃(1956年)に、原子力三法が施行され、原子力委員会が設置されている。その原子力委員会が設置した廃棄物処理専門部会は1962年に高レベル放射性廃棄物の処分方式として、次のような基本方針を示している<sup>10)</sup>。

- ① 中低レベルの放射性廃棄物については、容器に入れて深海に投棄するか、人の立ち入ることの不可能な、かつ漏えい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

れることが考えられるが、

- ② 高レベルの放射性廃棄物については、研究の進展により安全が確認されるまでは行うべきではない。

1973年には、原子力委員会環境・安全専門委員会放射性固体廃棄物分科会は「高レベル固体廃棄物の処分方法としては米国同様に人造の保管施設で保管する方式として研究開発を進めるべき」と報告している<sup>11)</sup>。この時点でもHLWの処分の話は出てこない。

その後、1976年に至って、ようやく原子力委員会から「再処理施設から発生するHLWは量的にはきわめて少ないが、半減期が長くかつ高い放射能を有しているので、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」とし、そのために「HLWは安定な形態に固化し、一時貯蔵した後、処分する」と言う方針が示された<sup>12)</sup>。

1980年には、原子力委員会より、可能性のある地層の調査(第一段階)、有効な地層の調査(第二段階)、模擬固化体現地試験(第三段階)、実固化体現地試験(第四段階)、試験的処分(第五段階)と言う手順を踏むことが公表された<sup>13)</sup>。この決定を受け、動燃事業団は第一段階の調査を進め、1984年に原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会に報告した<sup>14)</sup>。その中で「未固結岩等の明らかに適性の劣るものは別して、岩石の種類を特定することなく広く考え得るもの」とし、「むしろ、地質条件に対応して必要な人工バリアを設計することによりシステムとして安全が確保できる」とした。また併せて研究開発の手順が見直され、1985年に第二段階以降は、処分予定地の選定(第二段階)、予定地における技術の実証(第三段階)、処分場の建設・操業(第四段階)と言う手順を踏むと共に、処分の事業主体についてはプロジェクトの進捗状況を見極めて適切な時期に決定することが公表された<sup>15)</sup>。

その後、幌延や東濃地区における動燃施設の立地や施設建設に絡んで、地元との関係を再考せざるを得なくなり、処分事業全体の見直しが必要となった。一方で、研究開発自体は順調に進展し、1992年に動燃事業団より「高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術報告書」(第一次取りまとめ)が提出された。1995年には原子力委員会は原子力バックエンド対策専門委員会および高レベル放射性廃棄物処分懇談会を設置し、それぞれ、地層処分計画の技術的側面、社会的側面に関する検討に着手した。このうち前者からは1997年に

「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」が、後者からは1998年に「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」が取りまとめられた。1999年には核燃料サイクル開発機構（現日本原子力研究開発機構）が取りまとめた「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第2次取りまとめ-」により、技術的信頼性が示され、我が国でも地層処分が可能であることが示された。翌2000年にはこの第2次取りまとめに基づき、地層処分の技術的信頼性について国（原子力委員会）が確認した。

これらを受けて、地層処分について法制化が進められ、2000年に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が制定され、同法に基づき、処分事業の実施主体として特別財団法人原子力発電環境整備機構が、また処分事業に必要な電力会社等からの拠出金に係る資金管理機関として、(財)原子力環境整備促進・資金管理センターが設置された。

### 3. 国際的合意の形成

1990年代に至って、国際的な交流が新たな広がりを見せ、①地層処分に関する研究開発の進捗状況を相互に確認し、次の段階に進むための国際的コンセンサスの形成を目指す動きや、②地層処分に対する社会的な需要を目指す動きが出てきた。この成果としてOECD/NEAの二つの報告書がある。一つ目は「放射性廃棄物の処分、長期にわたる安全性は評価できるか？国際的集約意見」（1991年）で、次のような結論が記載されている<sup>16)</sup>。

- ① 注意深く設計された放射性廃棄物処分システムが、人間及び環境に与える長期の放射線学的影響を適切に評価する安全評価の手法は今日得られていることを確証し、
- ② 地層処分の場として提案された場所から得られる十分な情報と併せて、安全評価の手法を用いることで、特定の処分システムが現在と将来の世代にとって、満足すべきレベルの安全を社会に提供できるか否かを決定する技術的な基礎を用意するものと考察する。

二つ目は「超寿命放射性廃棄物の管理、地層処分の環境的及び倫理的基礎、集約意見」（1995年）<sup>17)</sup>で、結論として以下のような記述がある。

- ① 地層処分という方策は、倫理や環境の側面における基本的な考察に対して敏感であり、即応的であるように計画され実施され得ることを確認した。
- ② 数100年以上生物圏から隔離されなければならない長寿命の放射性廃棄物の地層処分場の開発を継続することは、環境上も倫理上も正当化される。
- ③ 地層処分計画を段階的に実施することにより、科学の進歩と社会の受容性に照らし合わせて、数十年にわたって状況の変化に適応できる余地が残り、将来において他の選択肢が採用される可能性を除外しないことを結論する。

この他、米国科学アカデミーは2001年に以下のような報告をしている。<sup>18)</sup>

- ① 多くの科学技術関係者が、地層処分は、HLWの長期的管理を行う安全なアプローチの一つであると共に、将来世代の負担を最小限にするとの倫理的な目標を最もよく満たすものであるとの見解を表明してきた。他方、不確実性は存在しており、一部の科学者は全面的に処分に移行するのは時期尚早と感じている。しかし地層処分を開始する上での最大の課題は、社会的なものである。
- ② 技術及び社会的な不確実性を考慮した場合、科学的な理解を継続して改善していくことのできる段階的なプロセスが、意思決定にとって適切なやり方である。

IAEAは2003年に「地層処分は、現時点で利用可能もしくは予見可能な将来に利用可能となりうる最良の選択肢であるというのが、国際専門家の共通認識」と指摘した<sup>19)</sup>。これとは別に、OECD/NEAは2006年に次のような見解を公表している<sup>20)</sup>。

- ① 将来の社会、科学技術の発展に関する推測に依存せず、エンドポイント及びその実現に向けた道筋を明確に定めた「閉じた」廃棄物マネジメント戦略を構築することが必要。
- ② これまでに最終段階の政策決定を行っている全ての国で、エンドポイントとして地層処分が選択されている。
- ③ 長期管理の計画には、現世代が影響力をほとんど及ぼせない重大な不確実性が伴う。

- ④ 廃棄物マネジメント戦略に将来世代の選択の柔軟性をビルトインすることで、なしうる限りの対策を実施するという現世代の責任がないがしろにされるべきではない。

この他2008年にはOECD/NEAは次のような見解も公表している<sup>21)</sup>。

- ① これまでに、様々なオプションが検討され、政治または安全面での理由から放棄されてきた。先進的な核燃料サイクルの利用を通じて廃棄物の一部を核種変換することも、おそらく数十年後には実現可能になるかもしれないが、それが実現したとしても現時点で存在する廃棄物や核種変換の後に残る長寿命高レベル放射性廃棄物等を管理する必要性がなくなるわけではない。
- ② 長期的に見た場合、地表または地表近くに貯蔵された廃棄物は、地下深部に処分された廃棄物よりも、極端な自然事象やテロ行為に対して脆弱な状態となる。
- ③ 地層処分への取組を遅らせること、すなわち「先送り」戦略を採用することは、廃棄物やその貯蔵施設に対し、一層の厳格な配慮が求められる。現世代の責任として地層処分に向けた取組を開始するだけの十分な情報がいまや整っている。

#### 4. 天然原子炉等からみた地層処分の妥当性評価について

地層処分の妥当性を説明する中でよく引き合いに出される、いわゆる天然原子炉は 1972 年にガボン共和国のオクロ鉱山で発見された。ウラン 235 の割合が現在より高かった太古の昔においては、地下水など適当な減速材の存在により臨界状態に達することは、理論的にはあり得ても、それを達成するのは、(断続的であっても) よほど条件に恵まれる必要があり、人の手を要せずに、自然環境で実現されるチャンスはごく僅かであろうことは想像に難くない。ATOMICA では、次のように紹介されている。

「フランス原子力庁は、1972 年 9 月に、ガボン共和国のオクロ鉱床中で天然原子炉が作動していた証拠を発見したと公表した。発見の発端は、オクロ鉱床で採掘された試料中の  $^{235}\text{U}$  の同位体存在比が、天然ウラン中の値よりも低かったことである。その原因は、ウラン鉱石にあることが明らかになり、天然原子炉の存在の可能性が証明された。オクロ鉱床以外には天然原子炉が発見されてい

ないから、オクロ原子炉とも呼ばれている。天然原子炉は 1985 年までにオクロ鉱床で 12 個発見されている。No. 1～No. 6 までの天然原子炉が放出したエネルギーは、約 6,000,000MWd である。天然原子炉が機能していた期間は約 60 万年間、誕生した時期はおよそ 20 億年前と思われる。また、天然原子炉の中で生成した  $^{239}\text{Pu}$  や核分裂生成物は殆ど散逸せずに、当時のままの状態が保持されていた」

オクロ鉱床の研究の結果、太古の原子炉で生成されたプルトニウムや核分裂生成物の多くが地層環境において散逸していなかったという事実は、HLW の地層処分の研究者に大いに勇気を与えたことは疑いが無い。

地層処分で扱う時間はこれまで人類が記録に残せた時間をはるかに超えている。そこで、地層処分の考え方の妥当性を検討する手段として、自然現象から学ぶ、ナチュラルアナログと言う手法がある。冒頭紹介したオクロ原子炉は、典型的な事例ともいえ、放射性核種の地下環境におけるふるまいの推定に活用できる。埋蔵文化財としてたまたま鉄器が掘り出されることがある。この鉄器が置かれた環境や鉄器の腐食状況を調査することで、ガラス固化体のオーバーパックの腐食評価／耐久性評価をより合理的にすることができる。また、太古の火山活動によって噴出され堆積している「火山ガラス」の表面状況などを観察することで、自然環境でのガラスの腐食速度が推察でき、高レベル廃液を固めるガラスの耐久性を推定できるようになる。これらの自然環境中で見いだされる現象を広範かつ詳細に調査することで、地層処分で用いる人工バリアの耐久性の評価、人工バリア損傷後の放射性物質の溶出挙動、溶出した放射性核種の地下環境における以降挙動、といったものが理解できるようになる。

これまで、このような調査研究が国内外で広く実施され、地下環境におけるガラス固化体の健全性についてはかなり詳細に記述できるようになってきており、少なくともガラス固化体については、その長期安定性に関する知識は十分といえるところまで蓄積されている。一方、使用済燃料直接処分については、その研究の端緒についたばかりであり、今後の積み上げが期待される。

## 5. まとめ

- (1) HLW を人の管理から切り離して、生活環境から注意深く隔離し、将来においても人に害を及ぼさないように処分するという考え

方は、核兵器国による HLW の管理上の失敗とこれに伴う巨額の経済的負担といった経験がその源泉となっている。

- (2) 宇宙処分も含めた様々な隔離方策が議論されたが、国際的にその妥当性について合意ができているのは地層処分だけ。
- (3) オクロ原子炉を含めた自然現象の研究は地層処分の妥当性を確認する上で重要。

最後に、本資料をまとめるに当り、冒頭紹介した基礎資料に加え、原子力安全研究協会の増田さんから頂いた資料（当委員会での御講演資料）を参考にさせて頂いたことをここに紹介し、謝意を表したい。

以上

参考文献；

- 1) US National Research Council : "The Disposal of Radioactive Waste Management on Land" 1957
- 2) OECD/NEA 1977 : Objectives, Concepts and Strategies for the Management of Radioactive Waste Arising from Nuclear Power Programmes
- 3) DOE/EIS-0046F : Management of commercial generated radioactive waste, 1980
- 4) NAS/NRC(1990); Rethinking High-Level Radioactive Waste Disposal, A Position Statement of the Board of Radioactive Waste Management
- 5) Office Parlementaire d' Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (1990) Rapport sur la Gestion des Dechets Nucleares a Active, par M.Christian Bataille, Depute
- 6) NWMO/Canada (2005) : Choosing a Way Forward -The Future Management of Canada' s Used Nuclear Fuel- Final Study
- 7) CNE/France(2006) : Rapport global de la Commission nationale d'evaluation des recherches conduites dans le cadre de la loi du 30 decembre 1991
- 8) SKB/Sweden(2011) : Environmental Impact Statement / Interim Storage, encapsulation and final disposal of spent nuclear fuel
- 9) Blue Ribbon Commission on America' s Nuclear Future(2012) : Report to the Secretary of Energy
- 10) 原子力委員会廃棄物処理専門部会(1966)中間報告書
- 11) 原子力委員会環境・安全専門部会固体廃棄物分科会(1973)報告書
- 12) 原子力委員会(1976) : 放射性廃棄物対策について
- 13) 原子力委員会 放射性廃棄物対策専門部会(1980) : 高レベル放射性廃棄物処理処分に関する研究開発の推進について
- 14) 原子力委員会 放射性廃棄物対策専門部会(1984) : 放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告)
- 15) 原子力委員会 放射性廃棄物対策専門部会(1985) : 放射性廃棄物処理処分方策について

- 16) OECD/NEA, IAEA, CEC(1991) : Disposal of Radioactive Waste, Can Long-term Safety be Evaluated?
- 17) OECD/NEA(1995) :The Management of Long-lived Radioactive Waste. The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-Lived Radioactive Waste, A Collective Opinion of the NEA Radioactive Waste Management Committee
- 18) NAS (2001) : Disposition of High-Level Waste and Spent Nuclear Fuel: The Continuing Societal and Technical Challenges
- 19) IAEA (2003): The Long Term Storage of Radioactive Waste: Safety and Sustainability
- 20) OECD/NEA (2006) : The Roles of Storage in the Management of Long-lived Radioactive Waste
- 21) OECD/NEA(2008) : Moving Forward with Geological Disposal of Radioactive Waste”



## 補足資料（6）地層処分概念の開発経緯

## 地層処分概念の開発経緯

2013.7.19

増田純男

masuda@nsra.or.jp

1

## 高レベル放射性廃棄物(HLW)対策の歴史

- 第1期(1950年代～1970年代中頃)
  - HLW問題の認知と対策の模索
- 第2期(1970年代中頃～1980年代末)
  - HLW対策技術として地層処分の選択、その基本的概念確立
- 第3期(1980年代末～2000年頃)
  - 地層処分の研究開発段階から実施段階に移行
- 第4期(2000年頃以降)
  - 地層処分サイト選定等の事業段階に入り、社会的課題に留意した地層処分概念の議論
    - 貯蔵と処分の関係
    - 考慮すべき時間軸
    - 決定の可逆性と廃棄物の回収可能性
    - 地層処分概念の多様性
    - 核種分離・変換の効果

2

## 第1期(1950年代～1970年代中頃)

- 1957年、全米科学アカデミー(NAS) レポート:  
“The Disposal of Radioactive Waste on Land”
  - ハンフォードサイトにおいて、タンク貯蔵中のマンハッタン計画により発生した高レベル放射性廃液の漏出による深刻な汚染発生
  - 米国原子力委員会(AEC)はHLW対策の必要性認識
  - 1955年、AECが地層処分の技術的可能性を検討する会議をNASに委託
  - この会議の成果として、岩塩層への定置が有望な方法であるとされ、岩塩に関する研究を開始すべきと提言
- 1965年、ORNLがカンザス州Lyonsの廃坑となった岩塩鉱山にて試験開始
- 1970年、AECが当地を処分場サイトとすると発表、地元と州政府の反対により1972年に計画中止

3

## 第1期(1950年代～1970年代中頃):日本の状況

- 1962年、原子力委員会廃棄物処理専門部会中間報告書
  - 高レベルの放射性廃棄物の処分方式として、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。
  - 最終処分方式として、次の2方式があげられる。
    - ① 容器に入れて深海に投棄すること
    - ② 天然の堅牢な洞窟あるいは岩石層に入れること
  - ・国土が狭いので、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。なお、現状では低及び中レベルの廃棄物に留め、高レベルについては研究により安全性が確認されるまで実施すべきでない。
- 1973年、原子力委員会環境・安全専門部会放射性固体廃棄物分科会報告書
  - 高レベル固体廃棄物の処分方法として、人造の保管施設を用いた保管方法について、国際的な技術の進展に注目しつつ研究開発を進める。
- 第1期においては、地層処分は検討対象ではなかった。

4

## 第2期(1970年代中頃～1980年代末):国際的経緯

### □ 国際的な環境問題への認識の高まり

- **スウェーデン**: 新規原子炉への燃料装荷の許可条件として、電力会社が使用済燃料(SNF)あるいはHLWを安全に処分できることを示すことを要求する「**原子力条件法**」が1977年に成立、1983年には、SKBが地層処分の実現性評価書(KBS-3)公表
- **スイス**: 国民投票により原子力発電の継続にはHLW対策の技術的実現可能性の提示が条件とされ、1978年に原子力施設の必要性の証明と放射性廃棄物の恒久的な安全管理の保証を求めよう**原子力法**が改訂され、1985年には、NAGRAが放射性廃棄物処分の実現可能性に関する報告書「**Project Gewähr '85(保証プロジェクト1985)**」を連邦評議会に提出
- **カナダ**: 「核燃料廃棄物管理プログラムに関する1978年の**連邦政府とオンタリオ州政府との共同声明**」に基づき、AECLが地層処分の研究開発を実施することを決定

5

## 地層処分の選択経緯(1)

### □ 1977年、OECD/NEA/Polvani レポート

- 「原子力発電計画にともなう放射性廃棄物管理の目標・概念・戦略」  
"Objectives, Concepts and Strategies for The Management of Radioactive Waste Arising from Nuclear Power Programmes"
- 現世代は、放射性廃棄物を一定期間、**安全に貯蔵する技術能力を保有するが、貯蔵には、人間による制度的・継続的な管理が必要**、いろいろな社会的、倫理的側面を考慮すると、最終的には制度的な管理を必要とせず、事後に措置しなくても**人間環境から必要なだけ隔離できるような手段を開発することが望ましい**。
    - **貯蔵(storage)**: 回収する意図を持って廃棄物を措置すること。継続的な監視を要する一時的な手段
    - **処分(disposal)**: 回収する意図なく廃棄物を放出あるいは措置すること

6

## 地層処分の選択経緯(2)

### □ 1977年、OECD/NEA/Polvani レポート(続き)

- 長寿命廃棄物のための**処分オプション**(深地層処分、海洋底下の地層処分、海洋底上の処分、氷床処分、地球外処分、消滅処理)のうち、安定な地層中への閉じ込めることが、最も進歩した解決方法
- 長寿命廃棄物の処分に適していると考えられている**地層**として、岩塩層への処分が関心を集めているところであるが、**粘土質層と硬岩層**も候補
- 貯蔵と処分の明確な区別が困難な状況
  - 深地層に設ける“**実証過程**”の試験中は**廃棄物の回収が容易**であり、その措置は**貯蔵**の一形態とみなされるが、もはや、廃棄物を回収しないとしたら、その試験は**処分**とみなされなければならない。

7

## 地層処分の選択経緯(3)

### □ 1980年、米国「商用放射性廃棄物の管理に関する環境影響評価報告書」

“Final Environmental Impact Statement Management of Commercially Generated Radioactive Waste” (DOE/EIS-0046F)

- 評価対象処分オプション:
  - **地層処分、超深孔処分、岩石熔融処分、島内地層処分、氷床処分、井戸注入処分、海洋底下処分、核種分離・消滅処理、宇宙処分**
- 処分方式の比較の判断基準:
  - 放射線学的、非放射線学的な影響が小さいこと、技術開発の十分な見通しがあり妥当な期間で開発可能なこと、国内法、国際的な合意に合致すること、将来の原子力産業の規模、方式の推移に影響されないこと、万一の場合の修正、修復措置の可能性があること、長期的な維持管理、監視の必要性がないこと
- **結論**: **地層処分は開発の優先権が与えられる処分方法である。**

8

## 第2期における日本の状況(1)

- 1975年8月末、投棄による海洋汚染を防止するため、廃棄物(すべての廃棄物を対象)の海洋投棄を国際的に規制しようと、15カ国の批准により海洋投棄規制条約(ロンドン条約)が発効
- 1976年、原子力委員会決定
  - 「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進め、今後3~5年のうちに処分方法の方向付けを行い、1980年代後半から実証試験を行うことを目標とする」

9

## 第2期における日本の状況(2)

- 1980年、放射性廃棄物対策専門部会報告書  
「高レベル放射性廃棄物処理処分に関する研究開発の推進について」
- ◆ 5段階の手順を経て行う地層処分計画
  1. 可能性ある地層の調査:  
地層処分の対象となり得る可能性のある地層を抽出
  2. 有効な地層の調査:  
有効な地層を絞り込み、その地点において工学バリア原位置試験を行い地層処分の試験地を選定
  3. 模擬固化体現地試験:  
選定された試験地において模擬固化体を用いた原位置試験を行いコールドでの処分システムを確立
  4. 実固化体現地試験:  
実固化体による試験によってホットでの処分システムを確立
  5. 試験的処分:  
ガラス固化体を試験的処分場に搬入して試験的処分

10

## 第2期における日本の状況(3)

- 1984年、放射性廃棄物対策専門部会報告書  
「放射性廃棄物処理処分方策について(中間報告)」
  - わが国における「有効な地層」としては、未固結岩等の明らかに適性の劣るもの以外は岩石の種類を特定せずに可能性
  - 同一種類の岩石でもそれが賦存する地質条件によって適性に差異
  - 地質条件に対応して必要な人工バリアで安全確保可能
  - 処分予定地の選定にあたっては自然的条件と社会的条件等に柔軟に対応する余地あり
  - 処分予定地の選定は、動力炉・核燃料開発事業団が電気事業者等の協力を得て行い、選定の結果については、国が所要に評価等を行って、その妥当性を確認
  - 処分の実施主体については、適切な時期に具体化

11

## 地質環境の固有隔離性能に関する議論

- 1983年、全米科学アカデミー(NAS)レポート  
“A Study of The Isolation System for Geological Disposal of Radioactive Wastes”
  - 対象廃棄物: HLW(ガラス固化体), SNF, TRU
  - 生活圏への2つの移行経路
    - ✓ 人間侵入や自然事象による廃棄物への接近
    - ✓ 地下水による放射性核種の溶解と運搬
  - 廃棄物を地上に置く場合は放射能インベントリーの大きさが安全性の支配的要因の一つであるが、地下に置く場合は、放射能の地下水への移行量が支配要因

12

# 地質環境の固有隔離性能に関する議論

□1983年、全米科学アカデミー(NAS)レポート(続き)

## ■ 地層への閉じ込め技術には2種類のシステム

- 1つは廃棄物と接触する地下水が長期間存在しないことによる完全な閉じ込め性能 (岩塩のケース)
- 第2のものは地質環境が本来的に備えている隔離性能\*

(\*)

### ■ 地質特性 (geologic properties)

- 岩盤による隔離性

### ■ 水理特性 (hydrologic properties)

- 透水係数、間隙率、動水勾配

### ■ 地球化学特性 (geochemical properties)

- 核種の地下水への溶解度限界
- 放射性核種の岩石への収着特性

Table 3 Solubilities and Retardation Factors\*

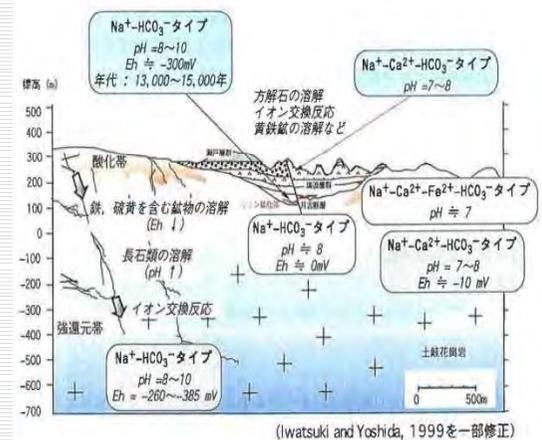
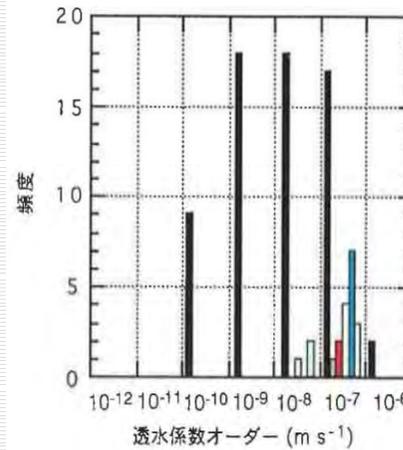
Element	Most Probable	Solubility: log ppm				Retardation Factor*						
		Reducing: Eh=-0.2 pH=9	Reducing: Eh=0 pH=6	Oxidizing: Eh=0.2 pH=9	Oxidizing: Eh=0.2 pH=6	Granite	Basalt	Tuff	Clay, Soil, Shale	Salt		
Se	-3(?)	---	---	---	---	5	5	5	5	50	200	30
Sr	High	-0.2	High	-0.2	High	10	50	20	50	10	100	1
Zr	-4	-4	-6	-4	-6	5,000	5,000	5,000	5,000	1,000	1,000	1,000
Tc	-3	-10	High	High	High	5	5	5	5	5	5	5
U	-3	-3	-5	High	High	50	50	40	50	200	20	50
Np	-3	-4	-4	-2	-1	100	100	100	100	100	50	100
Pu	-3	-5	-4	-5	-3	5,000	2,000	5,000	20,000	10,000	10,000	10,000
Am	-4	-8	-5	-8	-5	500	50	500	200	500	500	500
Cm	-3(?)	---	---	---	---	2,000	500	500	2,000	1,000	1,000	1,000

13

# (参考) 深部地下水の特性

岩盤の透水係数(H12レポート)

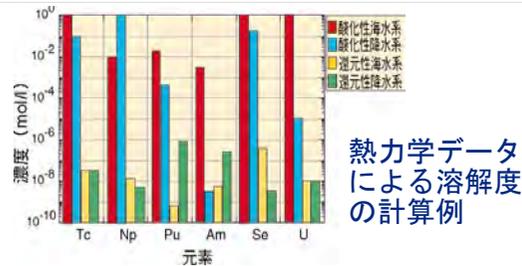
地球化学特性(H12レポート)



わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 地層処分研究開発第2次取りまとめ, JNC TN1400 99-020 (1999)

14

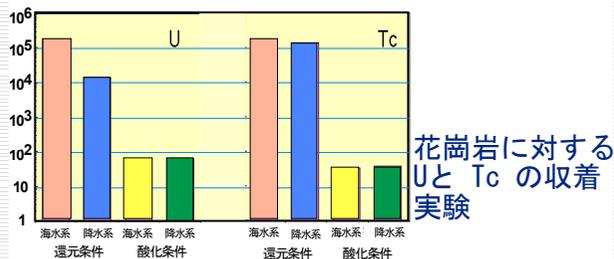
# (参考) 地下水中の溶解度と分配係数(H12レポート)



熱力学データによる溶解度の計算例

□ 深部地下水への核種の溶解度は微小

□ 岩盤の核種移行遅延機能は大



花崗岩に対するUとTcの収着実験

わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 地層処分研究開発第2次取りまとめ, JNC TN1400 99-020 (1999)

15

# 日本の研究開発方針の転換

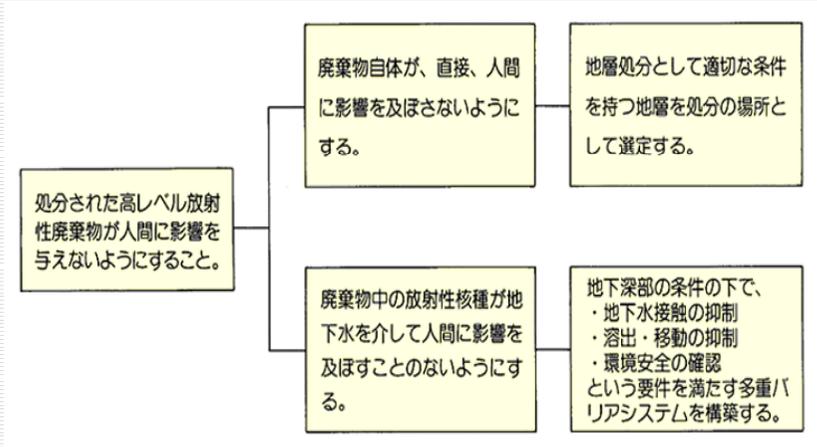
□1989年末、原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会報告書:「高レベル放射性廃棄物の地層処分の重点項目とその進め方」

- 5段階立地方式の難航から、計画推進に当たって、地層処分についての国民的理解の重要性を再認識
- 国民の理解を得る重要性に鑑み、多重バリアシステムの性能を明らかにし、これに基づき長期間にわたり安全性が確保できる技術的方法を具体化
- 地層処分の技術的信頼性に関する研究開発成果を報告書にとりまとめ国が評価するにあたっての重点項目とその進め方を提示

16

## 日本の研究開発方針の転換

### □「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」(続き)



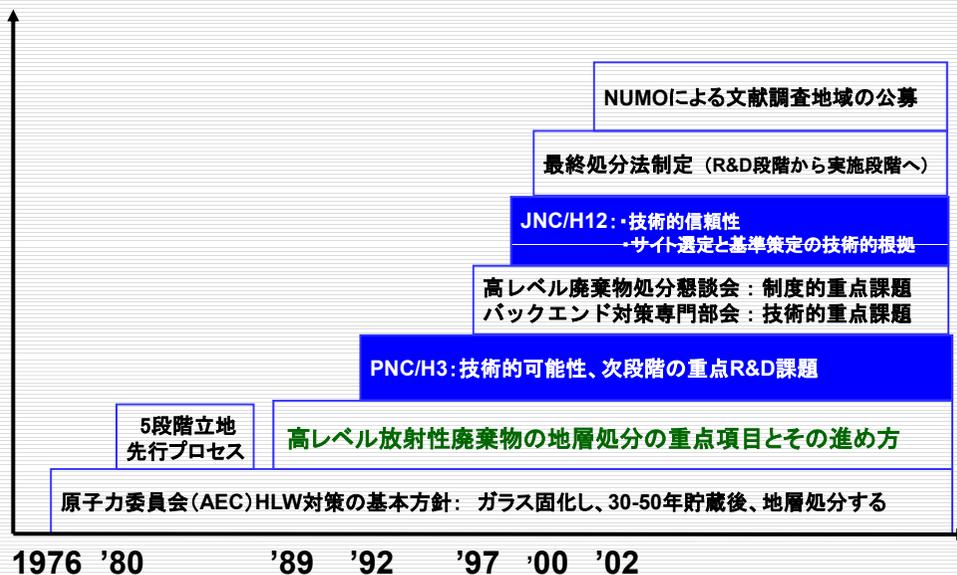
地層処分の基本概念

## 日本の研究開発方針の転換

### □「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」(続き)

- 地層処分の安全性を決定づける重要な要素は人工バリアとその近傍の地層(「ニアフィールド」という。)における安全性能であり、その外の広い地層(「ファーフィールド」という。)における性能はその安全性をさらに確かなものとするという役割
- このため、今後は、ファーフィールドの地層に関する研究を着実に推進しつつ、ニアフィールドの人工バリアとその近傍の地層の研究に重点的に取り組む
- 多重バリアシステムの性能評価研究に、地質環境の研究成果と人工バリア等の工学技術の開発成果を集約する研究開発アプローチ

## 日本の地層処分計画の進展

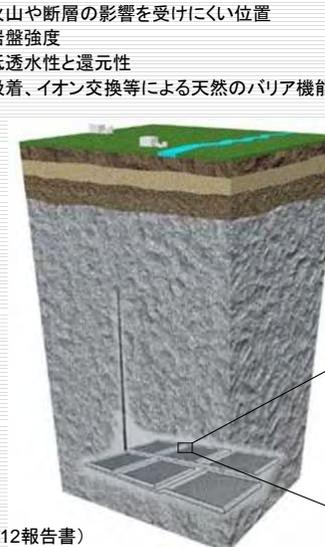


## (参考) 地層処分における多重バリアシステム概念

### 安定な地質環境

- ・ 火山や断層の影響を受けにくい位置
- ・ 岩盤強度
- ・ 低透水性と還元性
- ・ 吸着、イオン交換等による天然のバリア機能

### 頑強な人工バリア



#### ガラス固化体

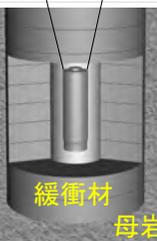
- ・放射性核種を均一かつ安定に固定
- ・化学的耐久性
- ・熱や放射線に対する耐久性

#### オーバーパック

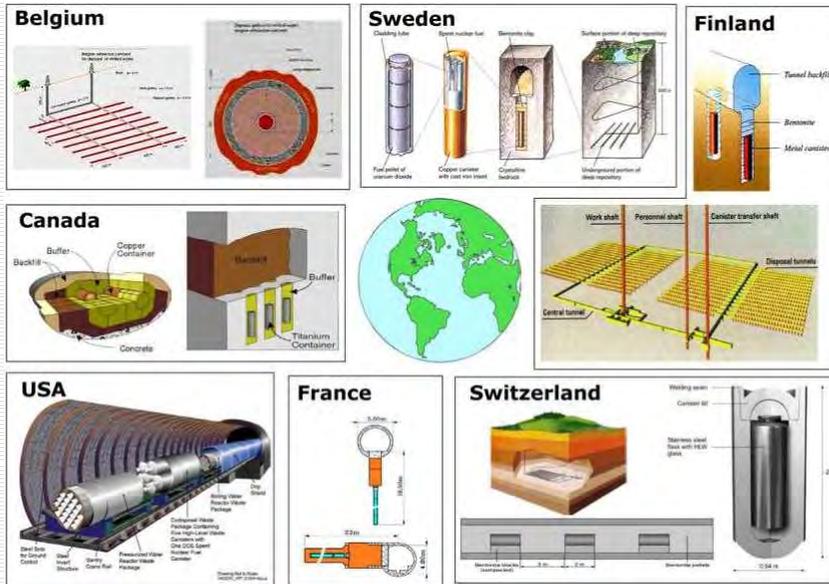
- ・炭素鋼製
- ・地下水との接触を抑制
- ・化学的に還元性を維持
- ・放射性核種の腐食生成物への収着

#### 緩衝材

- ・圧縮ベントナイト製
- ・低透水性
- ・放射性核種の収着性
- ・膨潤性と可塑性
- ・低溶解度
- ・コロイド等のフィルター効果



## (参考) 諸外国における地層処分概念



21

## 第3期における国際的議論(1)

- 1990年 米国NAS 「高レベル放射性廃棄物処分の再検討」  
“Rethinking High-Level Radioactive Waste Disposal: A position Statement of the Board of Radioactive Waste Management”
- 主要な改善勧告
  - 地層処分システムが**通常の工学システムとは異なることを認識**すること
  - 地層処分の長期にわたる安全性が、**科学を適切に活用して解決すべき問題**であると同時に、その一部は**社会的な判断により決まる問題**であることを認識すること
  - 地層処分に関する**公平性、信頼性についての道義的、倫理的な要求**を地層処分の本質的な要素として認識すること

22

## 第3期における国際的議論(2)

- 1991年 OECD/NEA, IAEA, CECの共同報告書「放射性廃棄物の処分、長期にわたる安全性は評価できるか？」 “Disposal of Radioactive Waste, Can Long-term Safety be Evaluated?”
- HLW処分システムの**安全評価に用いられる科学的手法に関する専門家の共通認識**を国際的な集約意見としてとりまとめ
  - 注意深く設計された放射性廃棄物処分システムが、人間及び環境に与える長期の放射線学的影響を評価する**安全評価の手法は、今日得られていることを確認**
  - 地層処分の場として提案された場所から得られる情報と併せて、**安全評価の手法**を用いることで、特定の処分システムが現在と将来の世代にとって、満足すべきレベルの安全を社会に提供できるか否かを決定する**技術的な基礎を用意し得るものと考察**

23

## 第3期における国際的議論(3)

- 1995, OECD/NEA 「地層処分の環境・倫理的基礎に関する集約意見」 “The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-Lived Radioactive Wastes”
  - **受動的な安全確保**: 社会構造が遠い将来まで変わらないという想定や技術は進展し続けるという想定を置かず、**制度的管理に依存しない対策を目指すべき**
  - **計画の段階的实施**: 科学的進歩と社会的受容性を考えて、後の段階で他の選択肢が考慮される可能性を排除しない
  - **回収可能性**: 地層処分は将来の政策変更の可能性を完全に閉ざした**非可逆的なプロセスではない**
  - **世代間の負担の公平性**
    - 不当に将来世代の選択の自由を奪わない
    - 将来世代に過度の負担を課さない
    - 汚染者負担原則 (PPP)
  - **世代内における負担の公平性**
    - 政策決定プロセスへの公衆参加
    - 適切な資源配分

24

## 米国WIPP操業開始

- 1999年3月26日、WIPPにおいてTRU廃棄物処分開始
  - 処分場の深度: 655m, 岩種: 岩塩層
  - 計画処分容量: TRU 廃棄物 576,000m<sup>3</sup>

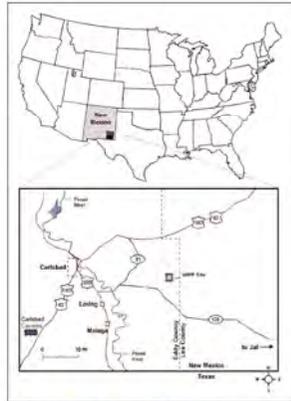


図8 WIPPの位置  
[出所] U.S. DOE, WIPP: WIPP Graphics  
<http://www.wipp.energy.gov/photographics/map1.htm>

25

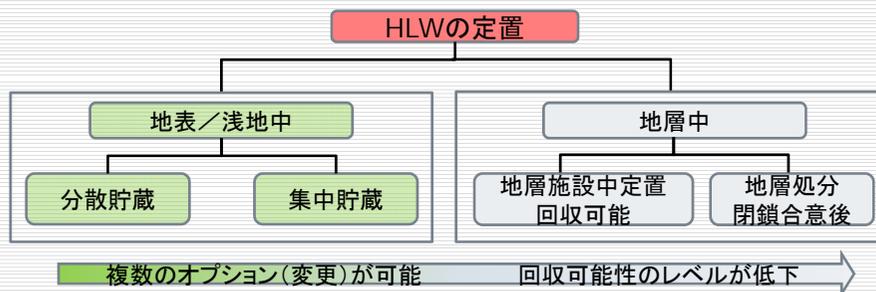
## 第4期における主な国際的議論

- 地層処分サイト選定等の事業段階における社会的課題も考慮した地層処分概念の要求の拡大
  - 貯蔵と処分の関係の整理
  - 考慮すべき時間軸
  - 廃棄物の回収可能性
  - 地層処分概念の多様性
  - 核種分離・変換の効果

26

## 地層処分の代替オプション

- 2001年、全米科学アカデミー(NAS)レポート;  
“Disposition of High-Level Waste and Spent Nuclear Fuel - The Continuing Social and Technical Challenge”
  - 予期しない事態のバックアップとして、代替オプションを策定・維持すべきである。
  - 地層処分の代替オプションとなり得るものは今のところ貯蔵期間の長期化しかない。
  - 必要な経費やリスク、倫理上の問題及び両オプションが有する不確実性などを考慮して、地上貯蔵施設での貯蔵を継続するか、あるいは地層処分を段階的に実施するかを判断することになる。



27

## 貯蔵と処分の関係

- 2006年、OECD/NEA 「長寿命放射性廃棄物の管理における貯蔵の役割」 : The Roles of Storage in the Management of Long-lived Radioactive Waste” : ROST 報告書
- 貯蔵の役割拡大
  - 最終処分決定前に貯蔵を当面の終結点とする廃棄物管理戦略
    - オランダ/HABOG施設
  - 廃棄物管理戦略の選択肢の一つとして長期貯蔵概念を位置付け
    - フランス/バタイユ法 (核種分離・消滅処理、回収可能性付地層処分、地表貯蔵)
    - カナダ/核燃料廃棄物法
    - 英国/CoRWM
  - 小規模原子力国は多国間地域共同処分場を待つまでの貯蔵に関心
    - チェコ、ハンガリー、スロバキア、スイス

OECD/NEA “The Roles of Storage in the Management of Long-lived Radioactive Waste” (2006)

28

## ROST 報告書: 長期貯蔵/貯蔵の長期化に関する動機\*(1)

1. 実際的な理由 (適用可能な方策の欠如)
  - 地層処分場が利用可能になるまでに長期間
2. 将来技術への期待
  - 例えば「核種分離・変換 (P&T)」技術
3. 将来、資源となる可能性 (特に使用済燃料の場合)
4. 倫理・社会的配慮
  - 将来世代による選択肢の排除は必ずしも倫理的とはいえない
  - 取り消し不能な決定を避ける社会的・政治的傾向
  - 処分概念に対するパブリック・アクセプタンス未成立
5. 技術及び信頼面での理由
  - 地層処分システムの長期安全性、処分技術の立証に必要とされる時間確保の可能性

\* 様々なステークホルダーはそれぞれ異なった理由により長期貯蔵を支持あるいは不支持

## ROST 報告書: 長期貯蔵/貯蔵の長期化に関する動機(2)

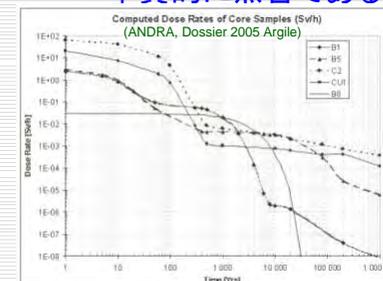
6. 経済的及びそれに関連する技術的な理由
  - 支出の発生を遅らせることによる費用節減可能性
  - 短期間で処分場を建設し、廃棄物の収容作業を行う方が経済的(処分場の建設前に廃棄物の蓄積が進んでいる方が有利)
  - 放射性崩壊により、廃棄物をより高密度で定置可能
7. 政治的理由
  - 立地地域の政治的な反対や一般市民の反対によって国の政策の実施に遅れが生じたり、妨げられたりする可能性
8. イデオロギー的な理由
  - 期限を定めない貯蔵を支持することにより原子力に反対する可能性
9. 国際的・多国間での解決策実現を待つこと
  - 廃棄物の量が比較的少ない国々の場合、他の国と共同出資して一カ所の処分施設を開発することにより、経済面で重要な利益が得られる可能性

## ROST 報告書: 処分の代替となる永続的貯蔵の可能性

- 期限が設定されない貯蔵に関する計画は終結点を定義することができず、その責任を将来の世代に引き渡すことになる。
  - 1940年代後半以来提案されている、永続的な貯蔵(perpetual storage)と保護(guardianship)の概念(例えば、霊廟タイプ施設の利用)は、保護や監視が一定の期間を超えて実効性を維持できると想定することはできない。
  - 必要な決定を先延ばしにすることによって廃棄物を際限なく貯蔵し続けることは、安全性の観点から、最も多くの不確実性を伴う最悪のオプションである。
- したがって貯蔵は、決して、放射性廃棄物管理にとっての終結点となることはできない。

## 地層処分の時間軸に関する考察(1)

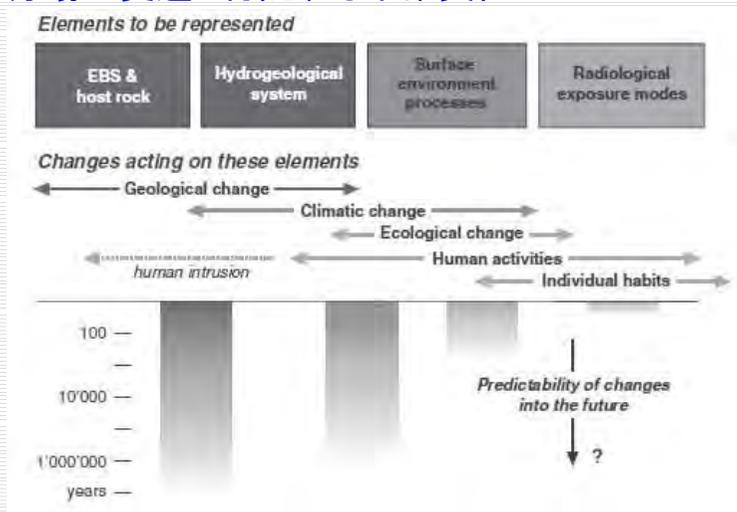
- 危険の性質
  - 外部被ばくによる潜在的線量
  - 放射性核種の摂取または吸入による潜在的線量
  - 廃棄物や容器に含まれる化学毒性物質による潜在的影響
- 危険性の変遷
  - SNFやHLWの潜在的危険性は時間と共に顕著に減少するが、本質的に無害であると言えるようになることはない



- 外部被ばくの危険性の面から重要と考えられる核種は百万年以上残留  
(<sup>237</sup>Npの子孫核種の<sup>209</sup>Tlは百万年後でも遮蔽が必要)

## 地層処分の時間軸に関する考察(2)

### □ 処分場の変遷と付随する不確実性



OECD/NEA, "Considering Timescales in the Post-closure Safety of Geological Disposal of Radioactive Waste" (2009)

33

## 地層処分の時間軸に関する考察(3)

### □ 地質環境の安定性と予測可能性

#### ■ サイト選定における要件

- 安定な地質環境とは、その内部、外部からの擾乱に対する緩衝能力により、長い時間軸にわたって**突然のあるいは急速な有害な変化を受ける可能性が低いもの**
- 安全評価に必要な情報を与えることができる程度に**予測可能**であること

#### ■ 地質環境の予測可能性

- 地質環境の履歴が理解されている程度とその理解がどのくらい将来までの予測を可能とすると考えられているかに依存

OECD/NEA, "Considering Timescales in the Post-closure Safety of Geological Disposal of Radioactive Waste" (2009)

34

## 地層処分の時間軸に関する考察(4)

### ■ 時間枠の全体像

- 処分場を開放したままにすることさえも含めて、処分場サイトを数百年管理する方策を認めており、この期間は国の機関により管理される。しかし、**300年前**は今日の欧州の国々の約半数は存在していなかったことは注目に値する。
- 人間の歴史の記録の全ては過去**5,000年**の間になされた。これはいくつかの国の処分概念で廃棄物容器の健全性が維持されると期待される時間
- 人類はおそらく**200,000年前**に始めてアフリカに出現したと信じられている (McDougall et al., 2005)。使用済燃料の放射能と毒性レベルがもとのウラン鉱石と“交差”するに至る時間
- **40,000年前**まで人間はヨーロッパに到達していなかった。これは深部の粘土層で水が1メートル動くのにかかる時間



500年前のヨーロッパの国境

OECD/NEA, "Considering Timescales in the Post-closure Safety of Geological Disposal of Radioactive Waste" (2009)

35

## 回収可能性に関する議論の進展

- 多くの国の地層処分計画が実施段階に近づくにつれ、廃棄物の回収可能性に関する見通しがステークホルダーの関心事に
- 廃棄物管理の意思決定と措置に可逆性を持たせることを法定要件とする国、あるいは処分計画に取り入れ社会的・政治的・経済的な自由度を確保しようとする国など
- 国際的にも様々なフォーラムや報告書で議論

- **廃棄物管理戦略に組み込むべきか否か**; 例えば、The Management of Long-Lived Radioactive Waste -The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal. (OECD/NEA,1995)
- **どの程度組み入れるべきか**; 例えば、Reversibility and Retrieval in Geologic Disposal of Radioactive Waste: Reflections at the International Level. (OECD/NEA, 2001).
- **政策や安全規制に取り入れるべきか**; 例えば、RWMC Reversibility and Retrieval Project: Phase-2 (OECD/NEA, 2009).
- **回収の技術的意味合いは**; 例えば、Geological Disposal of Radioactive Waste: Technological Implications for Retrieval. (IAEA, 2009)
- **回収可能性のスケールは**; 例えば、Reversibility of Decisions and Retrieval of Radioactive Waste -Considerations for National Geological Disposal Programm- (OECD/NEA, 2012).

36

# OECD/NEA\_R&R プロジェクト最終報告書

R スケール: 回収可能性の考え方を示す尺度(国際的に合意された回収可能性に関する段階的区分)



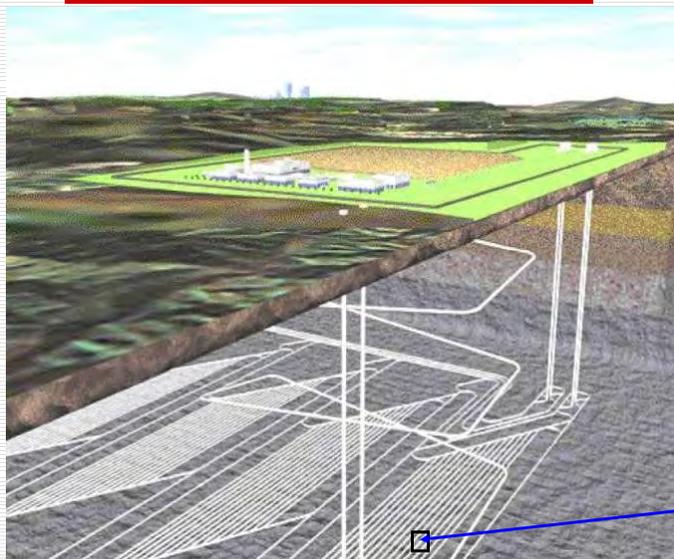
Reversibility of Decisions and Retrievalability of Radioactive Waste -Considerations for National Geological Disposal Program- (OECD/NEA, 2012).

# 処分概念開発の境界条件の変化

- 世界の地層処分場の「標準」設計の多くは1980年代に開発されたもので主目的は地層処分のフィージビリティ検討
- サイト特性や地域コミュニティの要望等サイト固有の条件に対して柔軟性のある処分概念の要求
  - 応募地域の地質環境特性に対する最適化
  - 応募自治体等の要求や不安解消への適合性
- NUMOの「処分場概念カタログ」\*
  - 複数の処分オプション提示
  - カタログの中から応募地域の条件に適合しやすい特定のオプションを選定

\* NUMO, "Development of repository concepts for volunteer siting environments", NUMO-TR-04-03, 2004.

# H12概念に基づく地層処分場の設計例



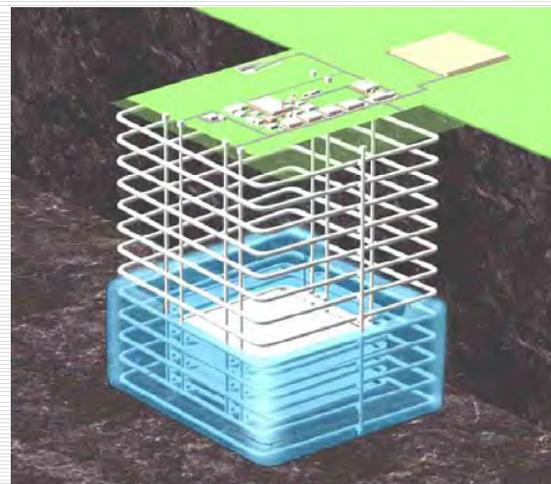
- 地上施設  
・敷地面積: 約1km<sup>2</sup>
- 地下施設  
・深度: 300m以深  
・廃棄体本数: 4万本  
・大きさ(平面): 約3km × 約2km  
・立坑:  
6本(建設・操業・埋め戻し用)  
・斜坑: 1本(操業用)  
・坑道断面径: 約5~7m  
・坑道延長: 約250km  
・総掘削量: 約630万m<sup>3</sup>



NUMO, "Development of repository concepts for volunteer siting environments", NUMO-TR-04-03, 2004.

# 代替処分概念例: 水理バリア方式

高透水性岩盤の処分サイトの場合に適用

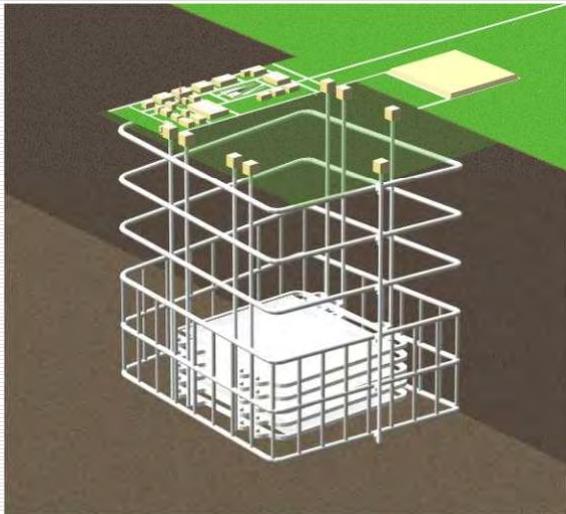


多層の処分パネルの外側周囲にスパイラルな坑道を設け最終的な坑道の埋戻し時にグラウトして強固な水理バリア形成

NUMO, "Development of repository concepts for volunteer siting environments", NUMO-TR-04-03, 2004.

## 代替処分概念例: 水理カゴ方式

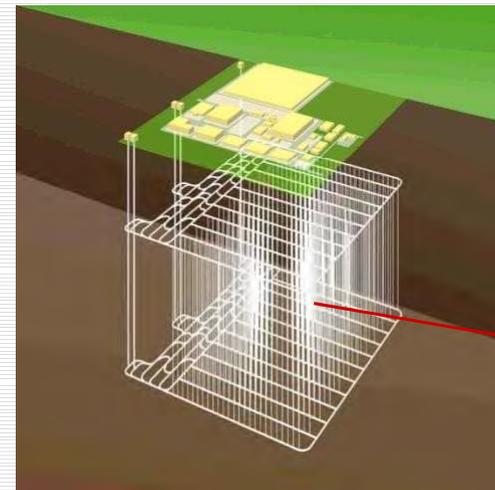
部分的に高透水性岩盤が含まれるサイトの場合



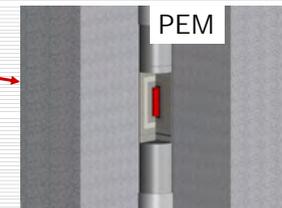
処分場の周囲に高透水性の領域を設け水路を形成

## 代替処分概念例: 垂直ボアホール方式

敷地面積の制限に適応可能なコンパクトな設計

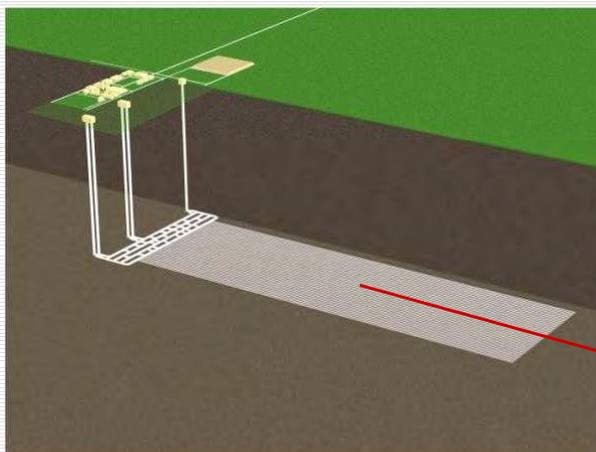


- 地下の空洞から垂直に処分用ボーリング孔
- 処分用ボーリング孔にプレハブの人工バリアモジュール(PEM)設置

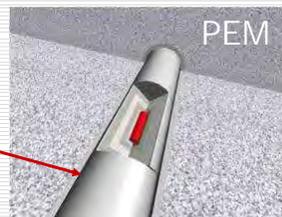


## 代替処分概念例: 水平ボアホール方式

狭隘なサイト条件、特に沿岸の軟弱岩盤等

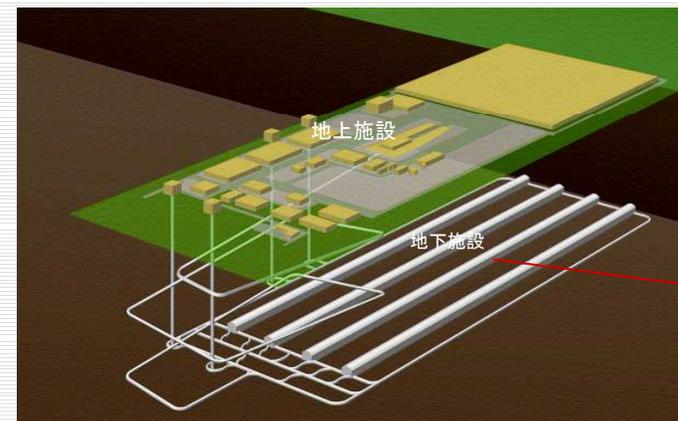


- 地下の坑道から水平に処分用ボーリング孔掘削
- ボーリング孔にPEMを挿入

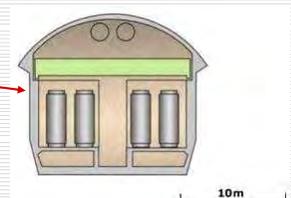


## 代替処分概念例: 大空洞内定置方式

回収可能性やモニタリングの要求に対応し、狭隘なサイト条件の場合にも有利



地下の大空洞に複数の廃棄物パッケージをモジュール化して定置

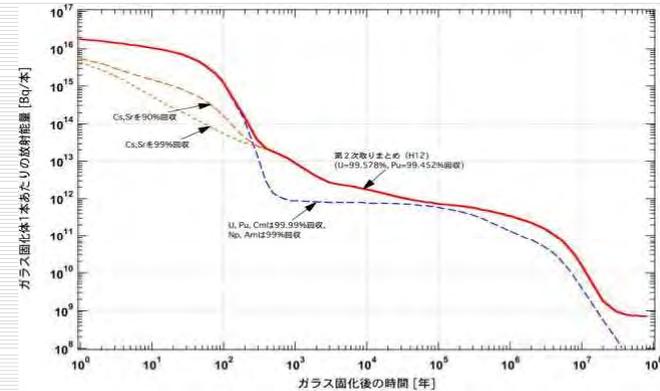


# 分離変換 (P/T) に関する議論

- 安全性の支配要因は、廃棄物を地上におく場合は放射エネルギーとなり得るが、地下におく場合は、地下水への移行量(溶解度)である。
- 放射能毒性がリスクの支配的要因ではなく放射能が生態系に達するプロセスとその確率が考慮されるべき
- 地層処分安全解析では、Tc-99, I-129, Cs-135等FPIによる放射線量が懸念されるが、アクチノイドの分離・変換によっては解決不能
- 新たに分離施設と変換施設が必要になり、さらに廃棄物が増加
- 地層処分の安全性が国民レベルまで理解されていないのは、まだ、十分に伝わっていないためであり、不安全なためではない。原子炉の安全性が理解されるようになったのは、つい最近のことである。
- P/Tと地層処分のトレードオフは純技術的には成り立たない。技術的に成り立たないものは、結局国民を裏切ることになり、社会的受容に有利とはならない。

T.H. Pigford, "Actinide Burning and Waste Disposal", An Invited Review for the MIT International Conference on the Next Generation of Nuclear Power Technology, UCB-NE-4176, October 5, 1990

# P/Tによる放射能除去効果



- 核分裂生成物(Cs, Sr)を90%以上除去することにより、ガラス固化後約200年間にわたって最大1桁程度下げることができる。
- アクチノイド(U, Pu, Np, Am, Cm)をそれぞれ99%以上除去した場合、約300年後から1桁程度下げることができるが、5万年後あたりから両者とも支配核種がTc-99(半減期 $2.13 \times 10^5$ 年)となるため、核種分離を行わない場合とほとんど変わらなくなる。

地層処分における核種分離・消滅処理技術の効果 核種分離変換分科会資料(分)5-5 平成11年9月17日

# P/Tによる地層処分の安全性向上効果

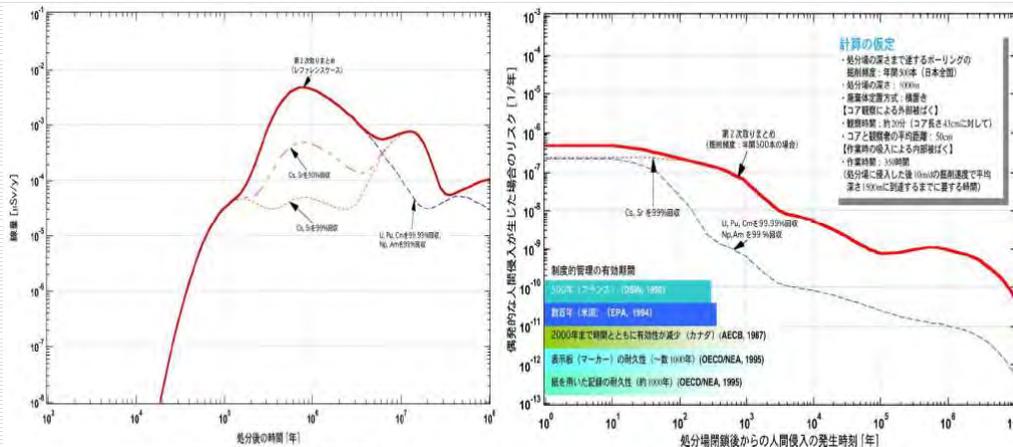


図-12 核種分離した場合の安全評価結果

図-13 核種分離した場合の人間侵入によるリスク

# まとめ

- 1950年代にアメリカにおいて初めて検討されて以来、HLWあるいはSNFの最終処分の方法に関する実現性の最も高いオプションとして、世界各国において地層処分が採用されている。
- 地層処分に関する多くの公開文献にもとづけば、地層処分を放棄するような決定的(あるいは、致命的)欠陥が見いだされているということはない。
- 1983年のNASレポートが、現在日本を含め各国で採用されている地層処分概念具体化に輪郭を示すこととなった。
- 海洋底下処分と分離・変換技術は、ある程度の規模で研究開発が行われた(ている)が、代替オプションとはなっていない。
- 現在までに実績のあるHLW対策技術は地表における貯蔵と岩塩層中での地層処分(米国 WIPP; 現在は貯蔵状態)である。
- 地下に定置した貯蔵状態から、施設を閉鎖する最終的な合意が得られるまでは回収可能性を残す、という考え方が国際的なトレンドになりつつある。
- 結局、地層処分事業とは地下貯蔵事業であり、処分事業が終了して初めて地層処分概念が成立することになる。



## 補足資料（7）地層処分概念の柔軟性について



## 再処理/ガラス固化体処分と使用済燃料直接処分 の比較評価

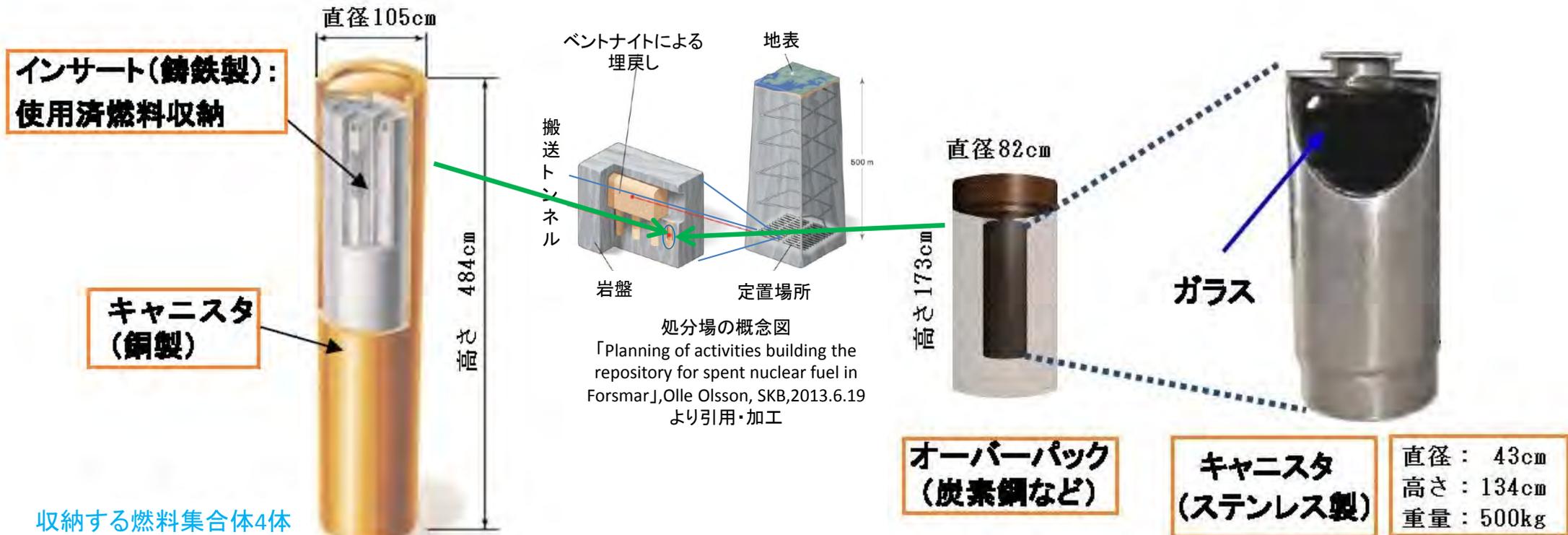
高レベル放射性廃棄物の処分の一形態である使用済燃料直接処分について議論するに当たり、これまで我が国が進めてきた再処理リサイクル路線の副産物としてのガラス固化体を地層処分する場合との比較で、その利害得失も含めて評価してみた。

なお、再処理リサイクル路線を採用する場合は、この他に地層処分となるTRU廃棄物やより簡便な処分形態となる低放射性廃棄物が発生するので、特に取扱う放射能の総量については、この二つの方式の間で大きな差異は無くなるが、議論の複雑化を避けるため、ここではこれら副次的に発生する廃棄物については比較評価外とした。

# 処分体の概念図

## 使用済燃料直接処分

## 再処理/ガラス固化体処分



### 使用済燃料直接処分体の概念

(スウェーデンの例; 使用済燃料2t相当)

### ガラス固化体処分体の概念

(我が国の例; 使用済燃料0.83t相当)

再処理路線においてTRU廃棄物の併置処分を考慮すると、処分場の規模において両者の間に大きな差はない

# 直接処分で見扱う処分体の特徴(ガラス固化体との比較)

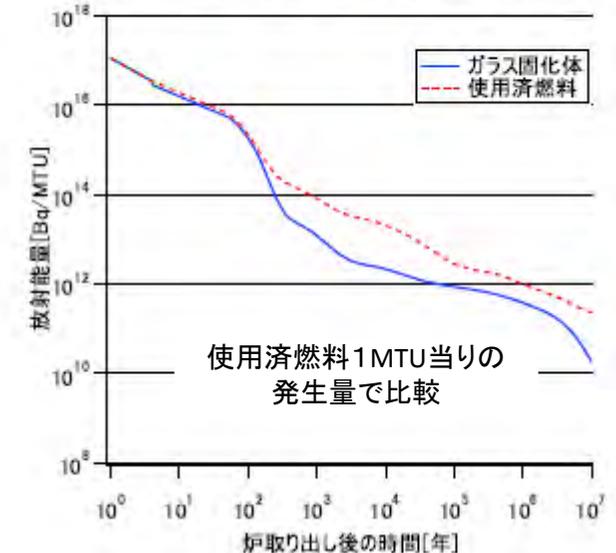
## 直接処分の処分体が含有する物質と状態

- ガラス固化体に含まれる核種に加え,
  - U, Pu およびそれらの娘核種, 揮発成分を含有。
  - 燃料( $UO_2$ )中に存在する放射性核種に加え, 燃料被覆管などの構造材中に放射化生成物を含有。

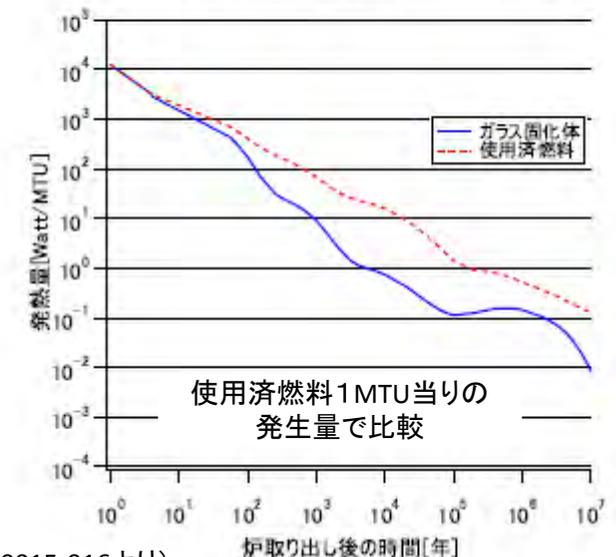
## 直接処分における設計・安全評価上の留意点

- ガラス固化体に比べて,
  - 全放射能の減衰が遅く, 発熱量が高い。
  - 寸法・重量が大きいいため, 人工バリア(処分容器, 緩衝材), 地上施設, 地下施設, 搬送・定置設備等の対策が必要。
  - 核分裂性物質が多く含まれることにより, 臨界可能性を考慮した設計・評価, 保障措置, 核物質防護に係る諸制度の適用等についての検討なども必要。
- 燃料や構造材からの核種の溶出挙動が複雑
  - 地下水と接触した際の速やかな溶出(瞬時放出:IRF - Instant Release Fraction)
  - $UO_2$ マトリックスや金属の溶解に伴うゆっくりした溶出。
- 非収着性のC-14やI-129が影響。

## 全放射能量の時間変化



## 発熱量の時間変化



(直接処分第1次取りまとめJAEA Research 0015-016より)

# 基本的な安全対策

項目		直接処分	再処理/ガラス固化体処分
2.1	放射線の遮へい	<ul style="list-style-type: none"> <li>○輸送中:使用済燃料輸送キャスクで遮へい</li> <li>○貯蔵中:鋳鉄製インサートとキャニスタで遮へい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○輸送中:キャニスタと輸送キャスクで遮へい</li> <li>○貯蔵中:キャニスタとその貯蔵施設の壁で遮へい</li> </ul>
2.2	放射性物質の閉じ込め	<p><u>多重バリアシステム</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①燃料集合体とキャニスタにより閉じ込める</li> <li>②キャニスタや燃料集合体が破損し、地下水に溶出(定性的にガラス固化体に比べ溶出しやすい?)したとしても緩衝材(ベントナイト)により放射性物質の移動速度を緩和。</li> <li>③さらに周辺地盤により放射性物質の移動速度を緩和(不活性ガスは隙間から上方に移動;ガス田と同様な状況)</li> </ul>	<p><u>多重バリアシステム</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①ガラスマトリックス、キャニスタ及びオーバーパックにより閉じ込める</li> <li>②オーバーパックやキャニスタが破損し、ガラス固化体の表面や割れ目から少しずつ地下水に溶出したとしても緩衝材(ベントナイト)により放射性物質の移動速度を緩和</li> <li>③さらに周辺地盤により放射性物質の移動速度を緩和</li> </ul>
2.3	臨界防止	<p>どのような異常時においても臨界に至らないよう、評価と防止対策が必要</p>	<p>ガラス固化体に微量含まれるプルトニウムが地下水に溶け、移動し、処分場近傍の一か所に凝集して、臨界に至るといった状況は考えにくいことから、特別な臨界防止対策は不要。*</p>

# 技術的課題

項目		直接処分	再処理/ガラス固化体処分
3.1	他の廃棄物との併置処分	既に存在しているTRU廃棄物やガラス固化体との併置処分の検討が必要	TRU核種で汚染された固体廃棄物 (TRU廃棄物) の併置処分の検討中
3.2	回収可能性との関係	右記に加え、 ○回収可能性確保により核燃料物質が入手できることになるので、核セキュリティ上/保障措置上の課題は大きくなる。	○回収可能性確保の目的は将来世代の民意の変遷への配慮。レアメタル等有用資源確保の面と悪用の両面がある。 ○不測の事態により長期安全性を保証できなくなる可能性を想定すると、回収可能性の確保が重要になる。 ○回収に要するコストとしてはどの程度を妥当とするか要検討。
3.3	核セキュリティとの関係	閉鎖後であっても核兵器材料等としての核セキュリティ/保障措置が求められる。	ダーティボム材料としての核セキュリティが求められる。保障措置上、追加議定書の対象になり得る。
3.4	コスト*	サイクル全体;1~1.02円/kWh 処分費用;0.1~0.11円/kWh  処分費用自体は若干高いがサイクル全体としては必要な施設が少ない分だけ安い	サイクル全体;1.39~1.98円/kWh 処分費用;0.04~0.08円/kWh  処分費用自体は多少安いがサイクル全体としては必要施設が多い分だけ高い

\* 原子力委員会試算(平成23年11月)「割引率3%のケース」より

# 想定される事故

項目		直接処分	再処理/ガラス固化体処分
掘削／ 操業時	破砕帯遭遇	廃棄体/配送機器等損傷/流出・集積 ⇒短時間での汚染発生・拡大の可能性有、また臨界の可能性要考慮⇒シビアアクシデント要検討	廃棄体/配送機器等損傷/流出・集積⇒ 短時間での汚染発生の可能性及び臨 界の可能性小⇒シビアアクシデントに はなり難い
	鉱山性事故	○落盤による定位置外での埋没 ○落盤、ガス噴出等による人的被害/ ガス爆発⇒短時間での汚染発生の 可能性有、また臨界の可能性要考慮 ⇒シビアアクシデント要検討	○落盤による定位置外での埋没 ○落盤、ガス噴出等による人的被害/ ガス爆発⇒短時間での汚染発生・拡大 の可能性及び臨界の可能性小⇒シビ アアクシデントにはなり難い
	廃棄体の落 下・衝突	内容物である使用済燃料は状況によ り相当の損傷を受けキャニスター内 に汚染が拡散する可能性有。閉込め 能力はキャニスターの健全性に依存	堅牢な固化体とオーバーパックで構成 されており、落下・衝突の影響は限定 的と考えられる
埋設後	断層直撃	右記のようにキャニスターが耐えられ れば、問題は生じない	シミュレーションではオーバーパック外 側の充填物は変形するものの廃棄体 には影響は及ばない
	マグマ直撃	?	?

# リスク比較

項目	直接処分	再処理/ガラス固化体処分
世代間倫理との関係	<p>○核燃料サイクルによる核拡散リスク拡大を防止することが目的の一つだが、放射能が減衰する300年程度後にはそのリスクは再度大きくなる。</p> <p>○使用済燃料をそのまま埋設し、将来世代による回収・利用の可能性を確保しておく。</p>	<p>○現世代で最善と思われる方法で処分し、将来世代に負担を残さないという考え方が国際的な共通認識。</p> <p>○一方で将来世代の選択肢を狭めるという懸念もある。</p> <p>○資源利用や消滅処理といった新技術の適用可能性を確保するため、又は資源不足自体に備えるため回収可能性を確保する選択肢もあり得る</p>
核拡散リスク	<p>プルトニウムは廃棄物として地層処分して生物圏から隔離→当面の核拡散リスクは相対的に低、ただし廃棄物由来の線量が減少する300年後からある程度増大</p>	<p>再処理で発生するプルトニウムは地上で能動管理→現世代での核拡散リスクが相対的に大</p>
政策変更リスク	<p>原子力撤退を含めた様々な政策シナリオへの対応余地が相対的に大。ただし現時点での政策変更に関する政治・社会・経済的負担には要対応</p>	<p>核燃料サイクル政策が不首尾の場合、十分な投資回収ができず、解体コスト、地元の社会信頼喪失のリスクがある。原子力政策全体に波及する可能性もある。</p>
操業リスク	<p>U, Puを含む廃棄体を処分場に大規模輸送。相対的には核セキュリティリスク大</p> <p>使用済燃料の健全性等、廃棄体が処分に最適化されていないことに起因する技術的課題</p>	<p>再処理やガラス固化処理における技術的課題や事故発生リスク⇒事業の長期化⇒コストの増大⇒廃棄物処分も含めた原子力プログラム全体への社会的信頼の低下</p>
破壊行為リスク	<p>様々な放射性物質が拡散、特に揮発性のものが拡散し環境を汚染(回収はかなり困難)</p>	<p>放射性物質を閉じ込めたガラスの飛散による環境汚染あり(回収は容易か)</p>

# 理念の違い

項目	直接処分	再処理/ガラス固化体処分
世代間倫理との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>○現世代で最善と思われる方法で処分し、将来世代に不当・過度な負担を残さないという考え方が国際的な共通認識。</li> <li>○一方で処分の進捗に伴う可逆性の低下が将来世代の選択肢を狭めるという懸念もある。</li> <li>○現世代における核拡散リスク拡大防止には奏功するが、放射能が減衰する300年程度後にはそのリスクが再度大きくなる点には注意が必要。</li> <li>○他方、将来の原子力利用の趨勢によっては処分後に再処理の要請が生じる可能性もあり、回収可能性確保の要請が増すという考え方もありうる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○資源利用や消滅処理といった新技術の適用可能性を確保するため、又は不測の事態に備えるため回収可能性を確保する選択肢もあり得る</li> </ul>
将来世代の負担	<ul style="list-style-type: none"> <li>○処分廃棄体の中のU, Puはエネルギー源と見なさないの で、その分の代替エネルギーを確保する必要がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○核燃料サイクルを完成させる必要がある</li> </ul>
将来世代のメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>○処分完了(処分場閉鎖)後は、自らが排出したのではない廃棄物処分に費用をかける必要がない</li> <li>○長期にわたって環境汚染の可能性は低い</li> <li>○再処理に伴う追加的問題に対処しなくてよい</li> <li>○処分完了後、少なくとも300年程度の間はPuの地上管理よりも核セキュリティ上のリスクを有意に下げられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○再処理によって得られたU, Puをエネルギー源として利用できる</li> </ul>
将来への責任の取り方	<ul style="list-style-type: none"> <li>○現世代で最善と思われる方法で処分し、将来世代に不当・過度な負担を残さないという考え方が国際的な共通認識。</li> <li>○一方で処分の進捗に伴う可逆性の低下が将来世代の選択肢を狭めるという懸念もある。</li> <li>○現世代で確実に遂行できる見通しの下で処分を開始し、原子力利用が続く限り、続く世代に引き継ぐ</li> <li>○現世代での原子力の貢献余地を保守的に見積もり。将来の政策の柔軟性を優先することで「後悔の最小化」を図る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○処分に関しては現世代での開始を目指す。サイクル全体として直近数世代程度までの努力継続を前提</li> <li>○原子力を中長期にわたって期待できる主要なエネルギー源と見なし、供給面で将来世代の選択余地を広げる</li> </ul>
技術や社会に対する見方	<ul style="list-style-type: none"> <li>○超長期の事業になる廃棄物処分に関しては、将来の技術革新に頼らない</li> <li>○将来の政治的社会的混乱、文明の崩壊などの悪いシナリオをも考慮</li> <li>○中長期の技術発展への期待大だが、現時点のサイクル技術利用に対する態度は保守的(サイクル未完)</li> <li>○社会構造の変革を期待、エネルギー確保について楽観的</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○短中期の技術発展について楽観的(サイクル完成)</li> <li>○当面は現代のエネルギー多消費型産業社会が継続すると認識し、エネルギー確保について保守的</li> </ul>

# 核燃料サイクルの選択肢評価 —柔軟な燃料サイクル政策と直接処分—

日本原子力学会「2014年秋の大会」  
「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」  
研究専門委員会報告

平成26年9月9日

鈴木達治郎

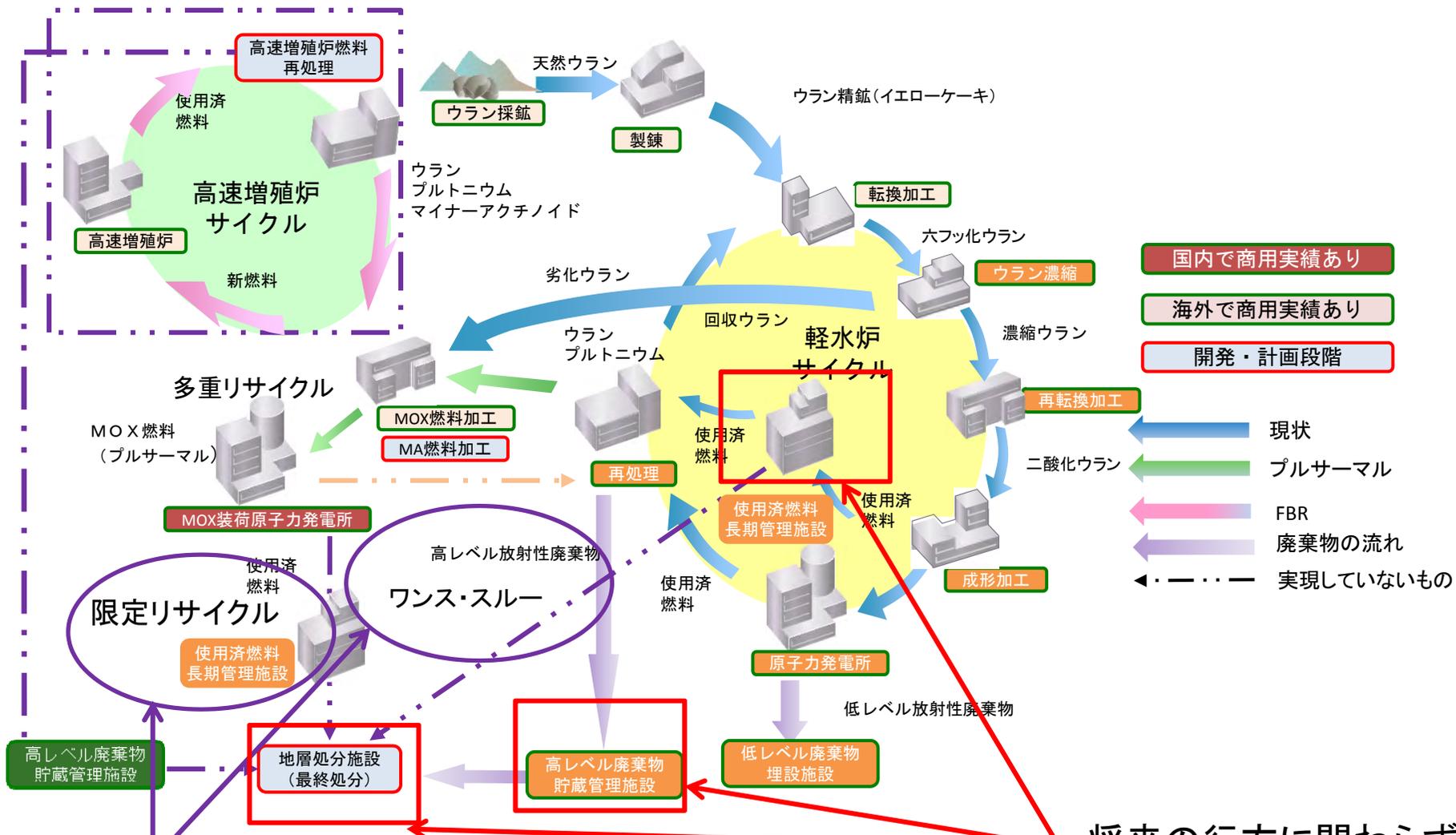
長崎大学 核兵器廃絶研究センター(RECNA)

副センター長・教授

# 要旨

1. 3・11以降の原子力政策の優先順位は大きく変わり、福島対応が最も優先される課題である。安全性向上、国民との信頼醸成、廃棄物処分等、将来の行方に関わらず必要な取組を優先すべきである。
2. 核燃料サイクルの選択肢評価では、直接処分が経済性、核不拡散・核セキュリティの面で有利であり、資源効率のみMOXリサイクルが有利、被ばくリスク、廃棄物処理・処分では大差がない、という結果となった。
3. 核燃料サイクルについては、硬直的な全量再処理政策を脱却し、将来の状況に応じて柔軟性を高める取組を優先すべきだ。 **中間貯蔵の拡大、直接処分を可能とする取組はその代表例**として進めることが重要だ。特に、プルトニウム在庫量の削減は国際社会の安全保障上からも必須の課題である。

# 核燃料サイクルの現状と将来の選択肢



新たに追加された選択肢

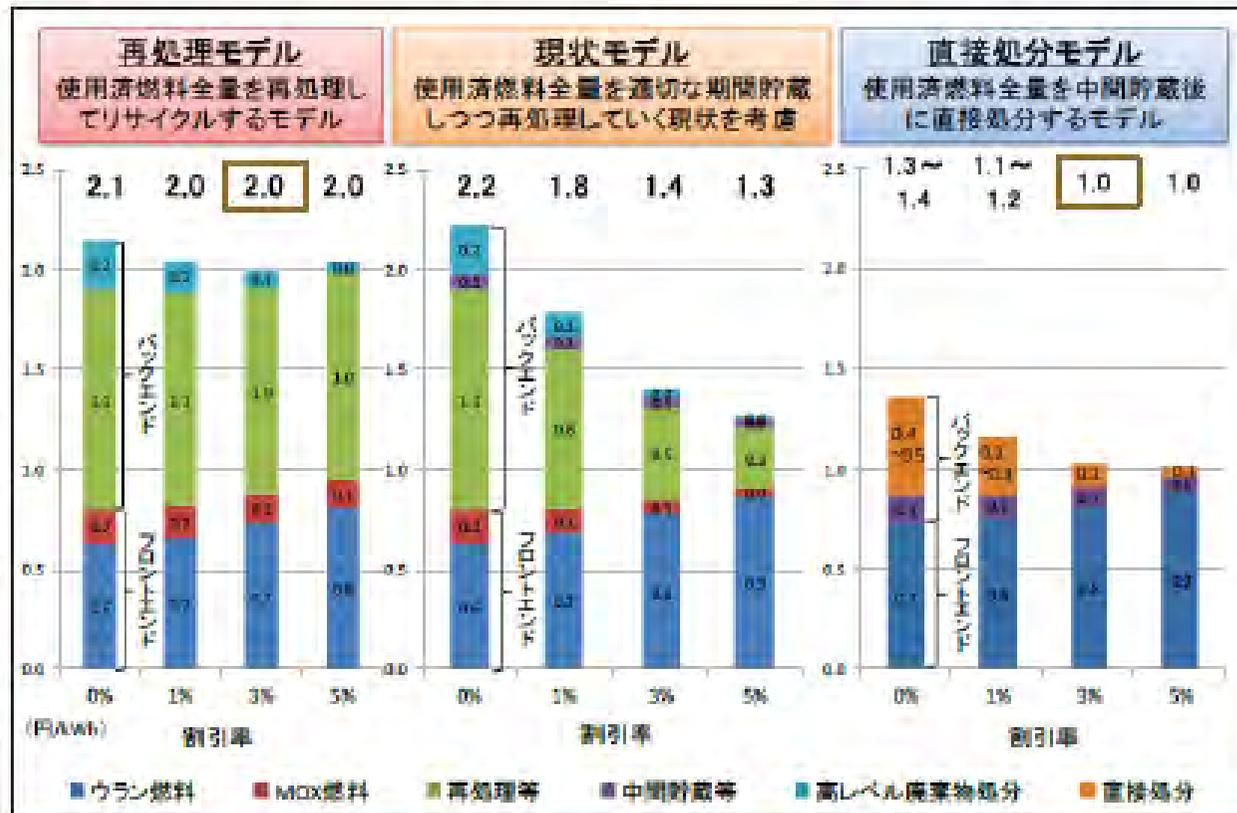
将来の行方に関わらず  
 必要な取り組み

# 第1ステップ：核燃料サイクル技術評価

## まとめ(8)

- 今後20～30年を見通した場合、MOXリサイクルとワンスルーのみが実用化する技術選択肢である。両者の相違点は、資源効率、経済性・核拡散・セキュリティリスクである。
  - 資源効率でリサイクル、経済性・核拡散・セキュリティリスクでワンスルーが優位。安全面、廃棄物面では決定的差異はない。
- 長期的(30年後以降)な選択肢としては、資源効率や廃棄物面でFBRが最も優れた特徴を有する。一方で、核拡散リスク・セキュリティ面で課題がある。
  - 他の革新的技術については不確実性が極めて高いが、ウラン資源制約の緩和案を含め、代替案となりうる可能性がある。

# 経済性：核燃料サイクルコスト(2/2)



出典：エネルギー・環境会議コスト等検証委員会報告書(2011)

2012/3/1

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

30

# シナリオ総費用の比較(2030まで)

	シナリオ1 (全量再処理)	シナリオ2 (再処理/処分併存)		シナリオ3 (全量直接処分)
兆円, 割引率 0%		中間貯蔵分 を再処理	中間貯蔵分 を直接処分	
原子力比率 0%	—	—	—	8.1~8.7
原子力比率 15%	14.4	14.4		10.9~11.6
原子力比率 20%	15.4	15.4	15.3	12.0~12.8
原子力比率 35%	18.4	18.4	17.3~17.4	13.9~14.8

## まとめ(6)

- **核不拡散**: ワンスルーが最もリスクが低く、MOXリサイクル、FR/FBRの順でリスクが高くなるため、より高度な保障措置が必要となる。
  - ワンスルーでは使用済燃料中にプルトニウムが含まれるため、地層処分後も長期的な保障措置の必要性が指摘されている。
  - リサイクルオプションでは、分離プルトニウムが生成され、在庫量管理が重要。純度の低いプルトニウムでも軍事転用は可能だが、FBRでは特に純度の高いプルトニウムが生成されることが課題。核拡散抵抗性を高めたりリサイクル技術が開発されているが、その効果については意見が分かれている。

# 直接処分の保障措置について (IAEAの見解)

「事前に計画をすれば、他の原子力施設の保障措置より困難となることはない」と判断される」(2010)

- The IAEA has examined the safeguards challenge raised by geological disposal of spent fuel and determined that *“with appropriate advanced planning, the operational and safety impacts of applying routine traditional IAEA safeguards in a geological repository is no greater or more technically challenging than those affecting other types of nuclear facilities.”*
  - Technological Implications of International Safeguards for Geological Disposal of Spent Fuel and Radioactive Waste, IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.21, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2010.

## 核燃料サイクルの意義② 廃棄物の減容・無害化

○高レベル放射性廃棄物の体積を1/4～1/7に低減可能。

○さらに、高速増殖炉サイクルが実用化すれば、高レベル放射性廃棄物中に長期に残留する放射エネルギーを少なくし、発生エネルギーあたりの環境負荷を大幅に低減できる可能性も生まれる。

※ 直接処分では、ウラン、プルトニウム、核分裂生成物等を全て含んだまま廃棄物となるが、再処理後のガラス固化体からは、ウラン、プルトニウムが除かれるため、放射能による有害度が低減される。

※ また、高速炉では、半減期の極めて長い核種を燃料として使用できるため、さらに有害度の低減が可能となる。

○他方、プルサーマルに伴い発生する使用済MOX燃料に関し、以下の点に留意が必要。

①使用済ウラン燃料と比較してマイナーアクチニド(MA)の含有量が多いこと等から、その発熱量が高く、再処理した場合、発電電力量あたりのガラス固化体発生量が2倍近くなるとの試算があること(注)

②使用済MOX燃料の処理の方策は現時点では六ヶ所再処理工場の運転実績等を踏まえて検討する課題とされていること

(注)2008年9月 JAEA「高レベル放射性廃棄物処分への分離変換技術の導入意義」(原子力委員会研究開発専門部会第一回分離変換技術検討会資料)

比較項目		技術オプション	直接処分	再処理	
				軽水炉	高速炉
処分時の 廃棄体イメージ					
発生体積比※1			1	約4分の1に減容化 約7分の1に減容化	約0.22
潜在的 有害度	天然ウラン並になるまでの期間※2		約10万年		約8千年
	1000年後の有害度※2		1	約8分の1に低減 約240分の1に低減	約0.12
コスト※3	核燃料サイクル全体 (フロントエンド・バックエンド計)		1.00～1.02 円 / kWh		1.39～1.98 円 / kWh
	処分費用		0.10～0.11 円 / kWh		0.04～0.08 円 / kWh
					試算なし ※高速炉用の第二再処理工場が必要

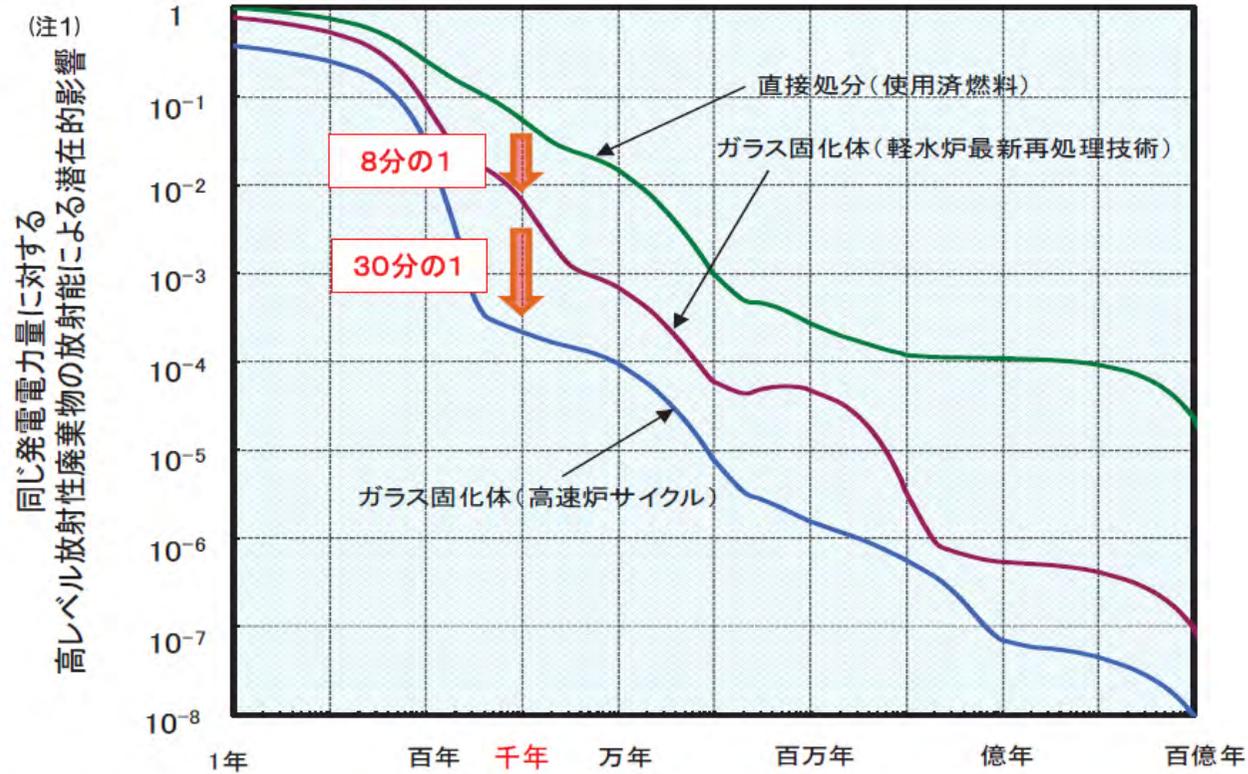
※1 数字は原子力機構概算例 直接処分時のキャニスタを1としたときの相対値を示す。

※2 出典:原子力政策大綱 上欄は1GWyを発電するために必要な天然ウラン量の潜在的有害度と等しくなる期間を示す。下欄は直接処分時を1としたときの相対値を示す。

※3 原子力委員会試算(2011年11月)(割引率3%のケース) 軽水炉再処理については、使用済燃料を貯蔵しつつ再処理していく現状を考慮したモデルと、次々と再処理していくモデルで計算。

9

# 廃棄物：高レベル放射性廃棄物の潜在的有害度(毒性) (2/2)



(注1) 高レベル放射性廃棄物と人間との間の障壁は考慮されておらず、高レベル放射性廃棄物の実際の危険性ではなく、潜在的な有害度(経口摂取による年摂取限度で規格化)を示している。使用済燃料取り出し直後の潜在的影響を1とした相対値。

出典：原子力委員会 原子力政策大綱(平成17年)を基に編集

2012/3/1

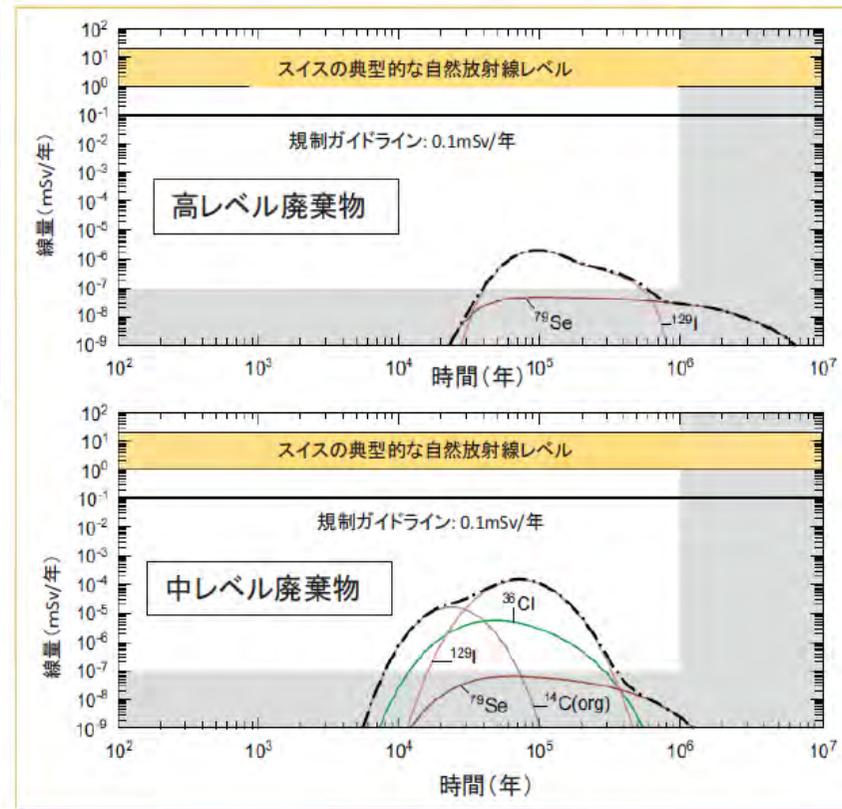
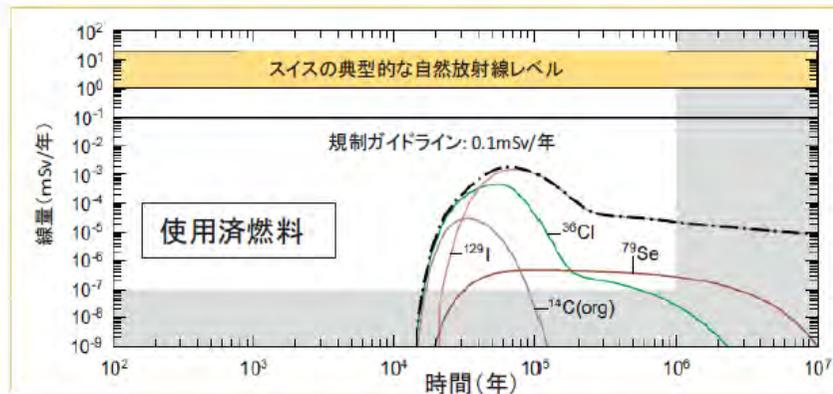
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

42

# 廃棄物：高レベル放射性廃棄物の被ばくリスク(2/2)

## スイスの解析例

“what if”ケースとして、地下水の流量をリファレンスケースの100倍と仮定した場合の放射線量



直接処分の場合(左上図)及び再処理を行った場合(右上+右下図)のいずれも、廃棄物からの被ばく線量は、諸外国で提案されている安全基準(0.1~0.3mSv/年)に比べて十分低い

出典：Nagra Technical Report NTB 02-05(2002)より事務局作成

2012/3/1

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

48

# 安全性：ライフサイクルでの被ばくリスク(2/3)

## 核燃料サイクルの主要工程毎の被ばく量概算値について

核燃料サイクル工程	操業後500年間にわたるヨーロッパの一般公衆の集団被ばく線量 解析値 (manSv/GWe-year)		作業従事者の集団被ばく線量 (manSv/GWe-year)	
	Once-through	Recycle	Once-through	Recycle
採掘、精錬	1	0.79 (1)	0.7	0.55 (1)
転換、濃縮	0 (2)	0 (2)	0.02	0.016
燃料成形加工	0.0009 (4)	0.0007 (3)	0.00657 (5)	0.0941 (3)
発電	0.65 (6)	0.65 (6)	2.7 (7)	2.7 (7)
再処理、ガラス固化、中間貯蔵	0	1.534 (8)	0	0.012 (9)
合計	1.65	2.97	3.43	3.37

### 注釈

- (1) 天然ウラン必要量に基づいて算出、作業従事者の線量はUNSCEAR88による
- (2) 燃料成形加工による影響に合算した
- (3)  $UO_2$ とMOX燃料の重量(21.1t、5.5t)で重み付けして算出
- (4) 一般公衆:解析結果:Romans  $3.21 \times 10^{-4}$ 、Melox  $2.51 \times 10^{-3}$
- (5) 作業従事者:Romans  $6.57 \times 10^{-3}$ 、Melox  $4.3 \times 10^{-1}$
- (6) 一般公衆:海岸 0.54、内陸 0.65
- (7) 作業従事者:フランス 900MW(e)プラントの平均
- (8) 一般公衆:サイトを特定しない一般的な評価
- (9) 作業従事者:La Hagueにおけるデータ

出典:

・OECD/NEA, "Trends in the Nuclear Fuel Cycle: Economic, Environmental and Social Aspects" (2001).

参考文献:

・UNSCEAR88, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation(UNSCEAR): "Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, 1988, Report to the General Assembly, with annexes", United Nations, New York, 1988.

2012/3/1

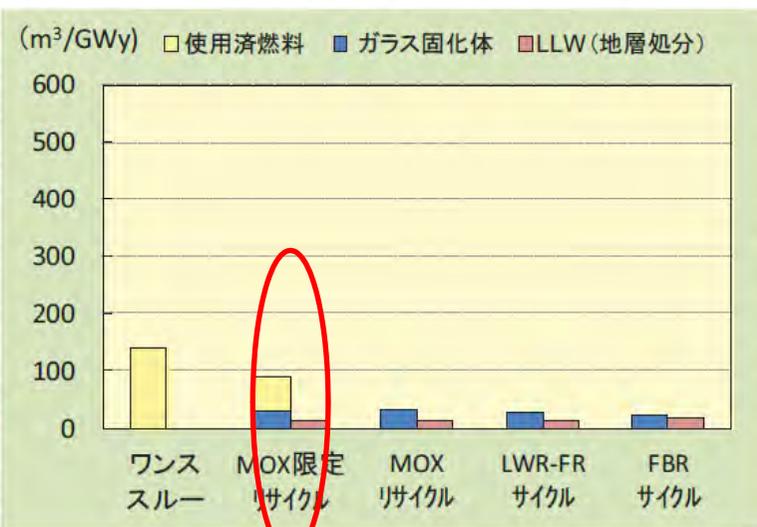
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

27

# 廃棄物：放射性廃棄物の発生量(2/3)

- ・放射性廃棄物の発生量(体積)には、低レベル放射性廃棄物が大きな影響を及ぼす。
- ・再処理の実施により、低レベル放射性廃棄物の発生量が増加する一方、高レベル放射性廃棄物の発生量は低減する。
- ・LWR-FR/FBRサイクルでは、発電所の熱効率の向上や燃料の高燃焼度化を図ることにより、高レベル、低レベル共に放射性廃棄物の発生量を低減できる。

単位発電量あたりのHLW(使用済燃料及びガラス固化体)並びにLLW(地層処分)発生体積

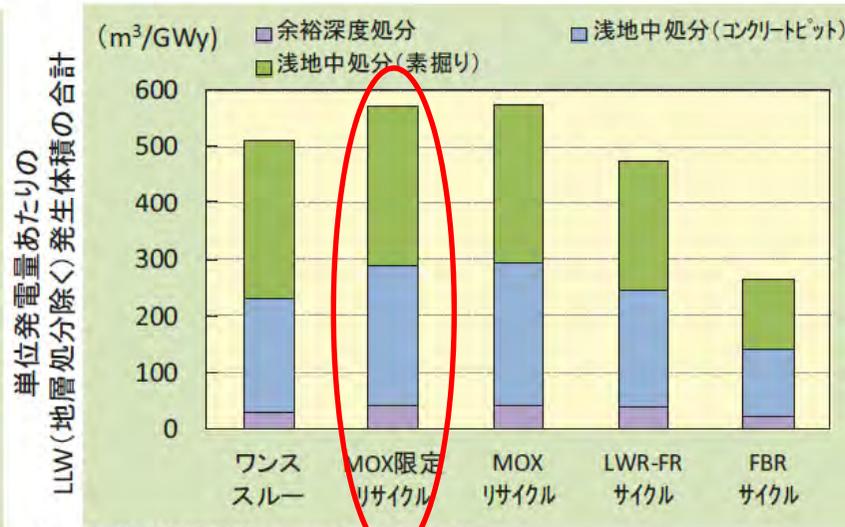


ガラス固化体製造条件

ー 発熱量制限: 2.3kW

ー FP酸化物含有量制限: 10%

FRケースでは、FRとLWRの比率が1基対2.7基の割合で存在すると想定した。



低レベル放射性廃棄物(LLW)は以下を含む。

(地層処分(ガラス固化体等と同様、地下300mより深い地層中への埋設処分: グラフではHLWに合算して左図に示す))

余裕深度処分(一般的な地下利用に対して、十分余裕を持った深度(例: 地下50~100m)への埋設処分)

浅地中処分(コンクリートピット)(コンクリートピットを設けた埋設処分(例: 深さ数m))

浅地中処分(素掘り)(人工構築物を設けない浅地中への埋設処分)

2012/3/1

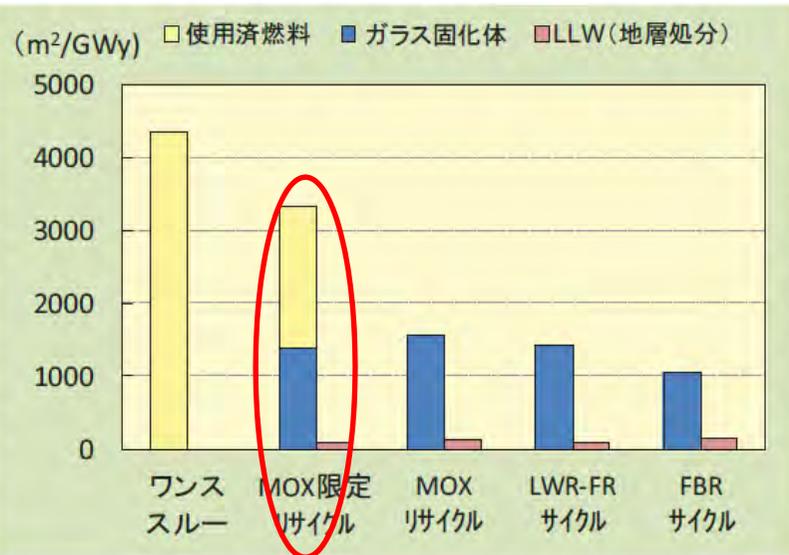
原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

44

# 廃棄物：放射性廃棄物の発生量(3/3)

- ・廃棄物処分場の面積には、放射能や発熱のレベルが高い高レベル放射性廃棄物が大きな影響を及ぼす。
- ・再処理の実施により、高レベル放射性廃棄物が減少するため処分場の面積は低減する。高速炉サイクルでは、さらに低減する。
- ・再処理の実施により、低レベル放射性廃棄物の処分場面積はわずかに増加するが、高速炉サイクルでは、低減する。

単位発電量あたりのHLW(使用済燃料及びガラス固化体)並びにLLW(地層処分)の処分場面積



単位発電量あたりのLLW(地層処分)の合計



(注) 上記は硬岩竖置きの場合。前回の政策大綱の試算と同様に、使用済MOX燃料の直接処分に要する面積は、使用済ウラン燃料を直接処分する場合の4倍程度と想定。ガラス固化体の専有面積についても前回政策大綱と同様に想定。

# 再処理は処分のためではない

◇埋めるよりよい方法ない――朽山修・経済産業省地層処分技術ワーキンググループ委員長

再処理は使用済み核燃料の中に残ったウランやプルトニウムに取り出す価値があるから行うのであり、処分のためではない。使う価値がないなら再処理せずにそのまま埋める「直接処分」の方がいい。核燃料を溶かして一度危険な状態にする上、捨てにくく技術的課題が多い超ウラン元素（TRU）廃棄物が出るなど、再処理は不利なものだ。

一毎日新聞、「論点、核のゴミ、最終処分への提言」、2014年5月23日朝刊

政策選択肢に対する各委員のご意見	
田中委員	原子力発電を一定規模維持し再処理を進めるのは、将来のウラン資源価格上昇、資源の枯渇に備えてであり、我が国にとって重要なエネルギー政策である。高速増殖炉開発を進めることは、将来のエネルギーセキュリティリスクを低減できるメリットがある。選択肢の総合評価においては、短中長期のエネルギーセキュリティ、環境負荷低減の観点を重視し、また経済性にも留意しつつ、頑健性+柔軟性が重要な指標。政策に柔軟性を持たせることによって、留保しなくても適切な対応を取り得る。
伴委員	全量直接処分政策は、原子力比率に左右されないで成立する政策である。また、他の政策選択肢と比較してもっとも経済性が良い。更に、プルトニウムを抽出しない、核不拡散、核セキュリティなどの諸点で、国際的に最も高く評価され、歓迎される政策である。モラトリアムは、プルサーマルへの合意が困難であること、六ヶ所再処理工場のガラス固化の不具合等、再処理事業の将来が見通せない中で、選択肢①～③が決まらなかった場合の選択肢である。
又吉委員	原子力比率Ⅳの場合は、全量直接処分政策が現実的であり、それ以外の比率では再処理・直接処分併存政策が現実的である。原子力利用の今後の見通しが不透明な現状では、両方の長所を残しておく選択肢が現実的である。政策変更により民間企業の事業性が著しく変化した場合、何らかのセーフティーネットが必要。
松村委員	原子力比率Ⅳの場合は、直接処分以外に選択肢は無い。原子力比率Ⅰ～Ⅲでも、全量再処理政策を続ける積極的な意義はない。全量再処理を選択するということは、現段階で第2再処理工場を建設することをコミットすることであり、合理的な選択肢ではない。全量再処理以外の政策をとるのであれば、政策変更費用を如何に削減し、柔軟な政策選択肢を確保するかが重要。プルトニウム利用計画が不確実な状況では、再処理にかかわる決定を留保する選択肢も評価の対象にすべき。
山地委員	使用済燃料の一定量を再処理し回収されたプルトニウムとウランは軽水炉で利用、残りは一定期間貯蔵後全て直接処分するという、再処理・直接処分併存政策が他の選択肢と比較して最も現実的で合理的である。選択した政策の中で実質的に留保と同じことができるので、留保を選択肢として加える必要はない。
山名委員	原子力利用を一定規模で継続する場合、再処理・直接処分併存政策を基本とする。将来の高速炉利用の探求は有力な選択肢として続け、直接処分も可能性のある選択肢として重視し研究開発を進める。全量再処理を前提に既に構築された制度、仕組み、社会合意等を尊重し、政策変更によりこれらに必要な修正をおこなうための政策的な措置を実施する。また、留保というのは基本的に不要であり、政策を決めた後できちんとレビューする仕組みをきちんと行うことが大事。

注) 上表は14回技術用検討小委員会(平成24年5月8日)、資料第6号「原子力発電・技術等検討小委員会メンバーからの提出資料」のご意見を整理し、委員の確認を得たものである。

## 原子力委員会決定

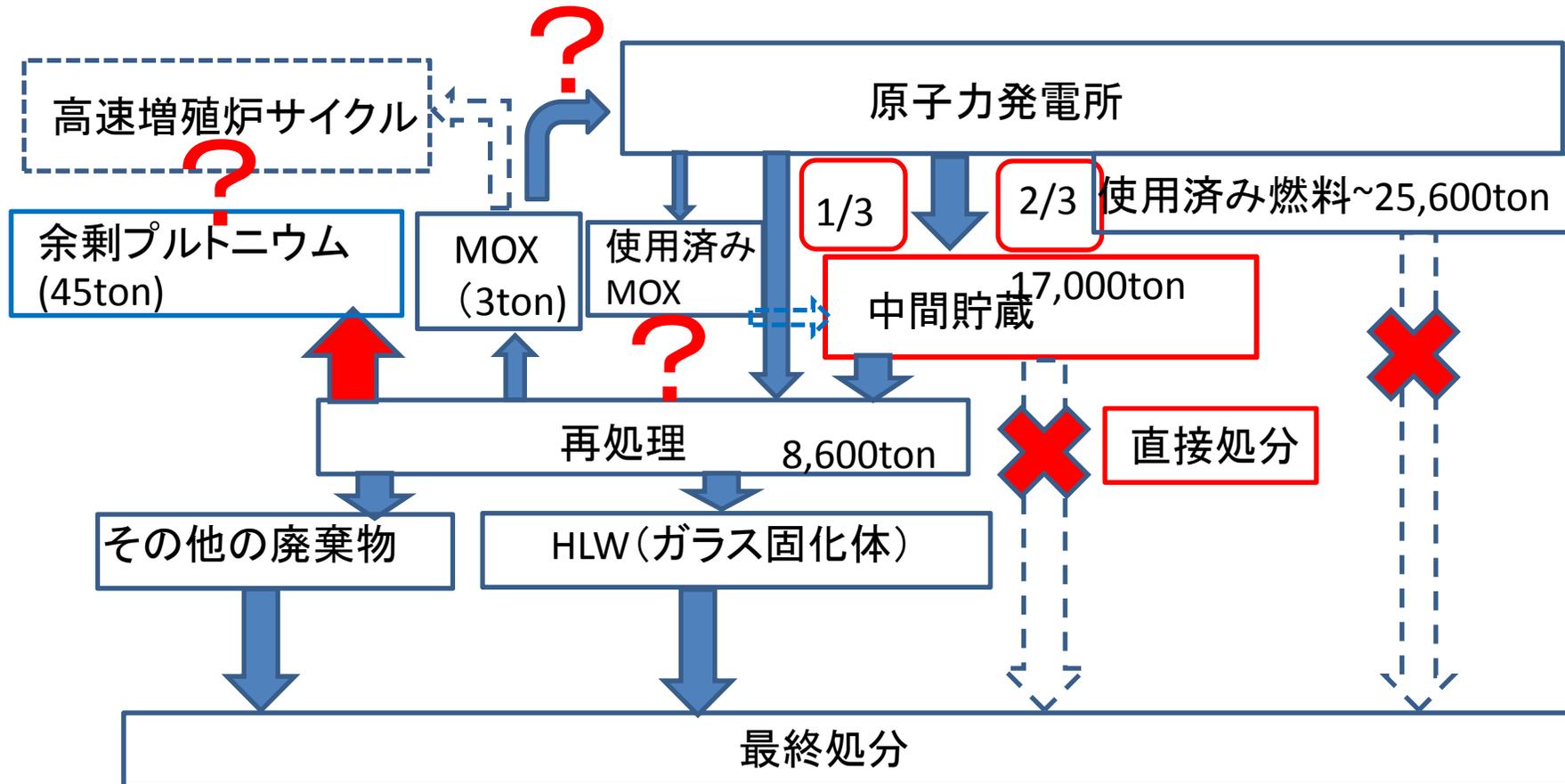
「核燃料サイクル政策の選択肢について」(2012/06/21)(1)

### 推進に当たっての重要課題

- 技術小委の提言にもあるように、現時点でどの選択肢を選ぶにせよ、将来の政策変更に対応できるような備えを進めることが重要
- 政策変更決定の責任はすべて国が負うべきものであり、全国の原子力発電所所在自治体、特に国の核燃料サイクル政策に長年にわたり協力し、関連施設を受け入れてきた立地自治体との信頼関係を崩すことのないよう、万全の対策をとることが必要
- 現在の政策を変更して別の政策を選択し、推進していく場合には、様々な調整が必要になり、そのための投資も必要

# 核燃料サイクル柔軟性の必要性：

全量再処理路線で再処理は1/3以下、利用したPuは~6%程度  
使用済みMOX燃料等の将来は不透明



# 世界のプルトニウム在庫量 (2012)

## 再処理をすればプルトニウム在庫量が増える

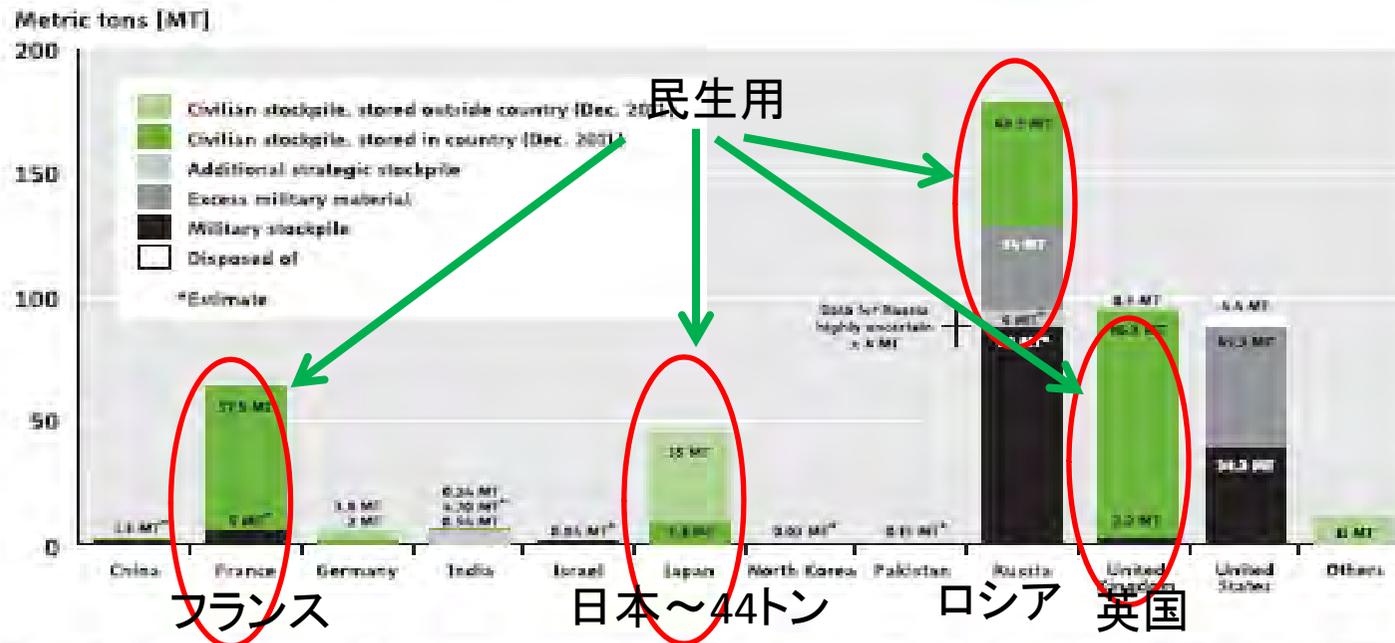


Figure 1.4. National stocks of separated plutonium as of 2012. Civilian stocks are based on the INFCEC/549 declarations published in 2012, which report material as of 31 December 2011 and are listed by ownership, not by current location. Weapon stocks are based on IPFM estimates except for the United States and United Kingdom whose governments have made declarations. Uncertainties in estimated military stockpiles for China, France, India, Israel, Pakistan, and Russia are on the order of 10-30%.

The plutonium India separated from spent heavy-water power-reactor fuel has been categorized by India as "strategic," and not to be placed under IAEA safeguards. Russia has 6 tons of weapon-grade plutonium that it has agreed to not use for weapons but not declared excess. The United States has disposed of 4.4 tons of excess plutonium as waste in its underground Waste Isolation Pilot Plant, in New Mexico.

## 「余剰プルトニウムを持たない政策」

- 2003年8月、原子力委員会は、従来の「余剰プルトニウムを持たない政策」を強化して「プルトニウムの基本的考え方」を発表。
- 電力会社は、再処理を実施する前に、プルトニウム利用計画を毎年発表することとする。
- その計画は以下の情報を含むこと:
  - (1) 現在のプルトニウム在庫量
  - (2) 再処理したプルトニウムの利用計画(使用する原子炉、サイト、使用期間)
  - (3) 再処理量(年間)
  - (4) プルトニウム利用量(年間)
  - (5) MOX燃料加工契約量(年間).



## 六ヶ所再処理工場からのプルトニウム利用計画(FY2010)

	在庫量(f FY 2009末時点)	Pu 回収量 (FY2010)	Pu 在庫量 (FY2010末 時点)	Pu利用される原 子炉	年間Pu消費 量	利用期間
北海道	72kgfis	0	72kgfis	泊i#3	0.2tonfis/y	FY2015~
東北	78	0	78	女川#3	0.2	FY2015~
東京	748	0	748	3~4基(福島 第一#3を含む) (計画中)	0.9~1.6	FY2015~
中部	182	0	182	浜岡#4	0.4	FY2015~
北陸	9	0	9	志賀#1	0.1	FY2015~
関西	556	0	556	高浜#3,4 大飯(1~2基)	1.1~1.4	FY2015~
中国	84	0	84	島根#2	0.2	FY2015~
四国	133	0	133	伊方 #3	0.4	FY2015~
九州	315	0	315	玄海 #3	0.4	FY2015~
日本原電	140	0	140	敦賀#2. 東海 i#2	0.5	FY2015~
J-Power	(他電力から購入)			大間	1.1	NA
総計	2,317	0	2,317	--	5.5~6.5	--

# 民生用原子力協力に関する日米二国間委員会 第2回会合(2013/11/4)

- 核セキュリティに関し、日本と米国は両国政府の核セキュリティにおける姿勢を引き続き強化し、テロリストが核物質を取得する脅威を根本的に減少させていくことを約束した。これらの目標に向けた主要なステップは以下を含む。
  - 核兵器に利用可能な核物質の量及び魅力を減少させること

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2013/siryo41/siryo2-2.pdf>

# 核セキュリティサミット(2014/3)

- 世界的な核物質の最小化への貢献に関する日米首脳による共同声明

- 日本はFCAの特殊な核物質を全量撤去することを決断したことにより、その指導力を示した。これは、核物質の保有量を最小化するというこれまでの全てのサミットのコミユニケの精神に則ったものである。日米両国は、更なるHEUとプルトニウムの最小化のために何ができるかを各国に検討するよう奨励する。

[http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/n\\_s\\_ne/page18\\_000244.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/n_s_ne/page18_000244.html)

- ハーグサミット共同コミュニケ

- 我々は、国家がそれぞれの国内的要請と一致する形で、HEUの保有量を最小化し、また分離プルトニウムの保有量を最小限のレベルに維持することを奨励する。

[http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/n\\_s\\_ne/page22\\_001001.html](http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/n_s_ne/page22_001001.html)

# エネルギー基本計画

## 核燃料サイクルについて(14/04/11)

- これまでの経緯等も十分に考慮し、関係自治体や国際社会の理解を得つつ、引き続き推進する。
  - プルサーマルの推進、六ヶ所再処理工場の竣工、MOX燃料加工工場の建設、むつ中間貯蔵施設の竣工等を着実に進める。また、**利用目的のないプルトニウムは持たないとの原則を引き続き堅持する。これを実効性あるものとするため、プルトニウムの回収と利用のバランスを十分に考慮しつつ、プルサーマルの推進等によりプルトニウムの適切な管理と利用を行うとともに、米国や仏国等と国際協力を進めつつ、高速炉等の研究開発に取り組む**
- 技術の動向、エネルギー需給、国際情勢等の様々な不確実性に対応する必要があることから、**今後の原子力発電所の稼働量とその見通し、これを踏まえた核燃料の需要量や使用済燃料の発生量等と密接に関係していることから、こうした要素を総合的に勘案し、状況の進展に応じて戦略的柔軟性を持たせながら対応を進める。**

<http://www.meti.go.jp/press/2014/04/20140411001/20140411001-1.pdf>

# プルトニウム利用計画に3つの提案

-個人的見解(2013/03/26) 原子力委メルマガ(13/03/29)

## 1. 「供給ありき」からの転換

- 「利用の見通しのないプルトニウムは生産しない」、という原則を厳守し、利用の見通しを明確にしたうえで、再処理を実施する
- この考え方を実現するためには「使用済み燃料の貯蔵容量拡大」が不可欠

## 2. 在庫量の削減

- 核セキュリティや核拡散問題が深刻化する今、在庫量の削減につながるような利用計画にすることが極めて重要

## 3. 柔軟な利用・処分計画

- 今後の原子力政策の不透明性を考えれば、現在の計画(16~18基でプルサーマル利用)に固執することなく、柔軟にプルトニウム利用や処分の方法・選択肢を検討する必要がある
- その際重要な原則として、国民負担をできるだけ少なくするよう「コスト」の最小化、核セキュリティリスクを少なくするために「輸送や施設数の最小化」、できるだけ早く削減を進めるために「削減量の最大化」を考慮すること

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/melmaga/2013-0123.html>

## プルトニウム蓄積懸念を増大させないための方策

- 再処理後のPu: 国内の原子炉(発電炉、専焼炉)で燃焼
  - MOX燃料を装荷できる軽水炉でのプルトニウムの燃焼(軽水炉(大間含む))
  - 高速炉、高温ガス炉(TRISO型被服燃料によるディープバーン)、加速器駆動型炉、岩石型燃料の適用によるPu燃焼(核不拡散・核セキュリティ上の効果と廃棄物の減容の効果)
- プルトニウムの処分方法(高い核拡散抵抗性が要)
  - プルトニウムのガラス固化・セラミック化(FP混合を含む)
  - 深地層処分
  - 海外(核兵器国)での処分
- プルトニウムの売却(譲渡)・スワップ(英仏からのPu、回収Uの返還)
  - 既にMOX利用を行っている国へのウラン燃料へのスワッピングを関係国との議論で解決
  - プルトニウム売却(譲渡)政策
- MOXを国際監視下で貯蔵

14

出所: 久野裕輔、「日本における核燃料サイクル政策継続の意義(特に核不拡散の観点から)」日本軍縮学会、2013年8月31日

<http://www.disarmament.jp/pdf/2013/Kuno2013JADS.pdf>

# 英国のプルトニウム管理政策と海外所有のプルトニウムの取扱いについて



## 英国が海外顧客のプルトニウムの所有権を取得する場合の一例

- > 2012年7月に英国気候変動省(DECC)は、英国内に貯蔵されている独電力が所有する4トンのプルトニウムをスワップすることに合意した(結果NDAが当該プルトニウムの所有権を取得した)。
- > ユーラトムが承認した取引内容:
  - > 新しいプルトニウムを英国に持ち込まないこと
  - > 英国内のプルトニウム全体量を増加させないこと
  - > 欧州に貯蔵中の分離プルトニウムの実質的総量の縮小化を図ること
- > NDA、独電力、Areva社間の契約内容:
  - > 独電力の物質をMOX燃料加工するため仏で供用可能にすること
- > DECCは、英国に大きな利益をもたらすとして、この取引内容に合意した、特に以下の諸点を重視した:
  - > 独電力が有利な商業条件のもとで、MOX燃料を加工できる事となり、英から仏へのプルトニウム輸送を回避できた事。
  - > 英国が所有権を取得することで、プルトニウム管理にかかる長期コストを相殺し、英国に財務上の利益をもたらした事。
  - > 独電力が原子炉閉鎖計画前にMOX燃料を装荷することが可能となった事。



出所:リチャード・オッペンハイム、「英国のプルトニウム管理について」、原子力委員会第56回定例会議、資料、2012年12月21日、<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2012/siryo56/siryo1.pdf>

# プルトニウム直接処分技術

英国で不純物の入ったプルトニウム固定化用に計画されている技術



- 左側の容器には、粉末状の物質が入っている。プルトニウム処分用の場合には、プルトニウム、カルシウム、ジルコニウム、チタンの酸化物の混合物が入る。
- 右側は、8～9時間、「熱間等方圧加圧法(HIP)」処理を施した結果、粉末が5リットルの固体セラミックになったもの。提供：英国国立原子力研究所(NNL)

出所：田窪雅文、Frank von Hippel, 「プルトニウムの分離を終わらせる日本の使用済み燃料管理のもう一つのアプローチ」、2013年8月、

[http://www.asahi.com/special/nuclear\\_peace/academic/August2013\\_japanese.pdf](http://www.asahi.com/special/nuclear_peace/academic/August2013_japanese.pdf)

## 補足資料（10）

### 我が国の原子力政策の変遷と社会的時代背景

#### 1. はじめに

当研究専門委員会で検討を進めた高レベル放射性廃棄物の処分や使用済燃料の直接処分は、問題提起にも述べられるように、バックエンド事業のみを対象にしたのでは全体を網羅できない。やはり、処分対象となるフロントエンド事業、発生源（発電）、使用済燃料の扱いに関する全ての関係を俯瞰する必要がある。

そこで、本付録では、我が国の原子力発電の導入から今日までの生い立ち、社会的な時代背景と原子力政策の変遷とを比較し、読者の理解に参考とすべく年表として整理した。

#### 2. 我が国の原子力政策の変遷と社会的時代背景

我が国の原子力政策の変遷と社会的時代背景を表1に示す。本表では、1956年（昭和31年）に策定された第1次原子力開発利用長期計画（いわゆる、原子力長計）から、2014年（平成26年）に策定された第4次エネルギー基本計画までそれぞれ、計画策定に至るまでの期間の社会一般の出来事、エネルギー、原子力に関連した出来事、事故等を、エネルギー利用、核燃料サイクル、再処理、プルトニウム利用、動力炉、放射性廃棄物処理処分に分野分けし整理した。特に事故、故障、等、トラブルについては**太字(ゴシック)**で表記した。

また、我が国のエネルギー状況の変化及びエネルギーと原子力との関係性、再処理の歴史について図1-1～1-3及び図2にまとめた。

#### 引用資料

- 1) 2013年7月：内閣官房・原子力委員会の在り方見直しのための有識者会議(第1回) 参考資料3-2 「原子力開発利用長期計画と原子力政策大綱」(内閣府資料)
- 2) 2014年4月：総合資源エネルギー調査会原子力小委員会第1回会合 参考資料2「エネルギー基本計画 平成26年4月」(事務局提出資料)
- 3) 一般財団法人 高度情報科学技術研究機構「原子力百科事典ATOMICA」原子力資料集(年表)
- 4) 日本原子力産業協会ホームページ 日本の原子力発電炉（運転中、建設中、建設準備中など）2016年12月
- 5) 平成27年度エネルギーに関する年次報告 エネルギー白書2016（経済産業省資源エネルギー庁）
- 6) 経済産業省資源エネルギー庁ホームページ 総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）1955～1965, 2015速報
- 7) 内閣府ホームページ 内閣府統計情報・調査結果（2001.6.21公表）
- 8) 平成24年度エネルギーに関する年次報告 エネルギー白書2013（経済産業省資源エネルギー庁）
- 9) 日本原子力産業協会ホームページ 国内ニュース
- 10) 電気事業連合会ホームページ プレスリリース

表 1 (1/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	1951年(昭和26年)～1957年(昭和32年)	第1次・原子力開発利用長期計画 1956年(昭和31年)9月決定
エネルギー利用	<p>1951 日本の電力システム大幅構造再編</p> <p>1953 NHK、民放、テレビ放送開始 電調審、電力5ヶ年計画決定 米アイゼンハワー大統領「Atoms for Peace」演説</p> <p>1954 原子力予算2億3500万円成立(ウラン235に因む)</p> <p>1955 原子力三法成立 電気釜発売(家庭電化時代はじまる)</p> <p>1956 原子力委員会(以下、「原子力委」、発足 原研・原燃公社発足 通産省、1957年以降の電力危機予告 東海道本線完全電化 佐久間ダム(35万kW)完成</p> <p>1957 電力9社、原子力発電計画を決定 正力原子力委員長、海外技術導入の方針を決定。正力一河野(自民党)論争に終止符</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力の研究、開発および利用は、<u>わが国のエネルギー需給の問題を解決するのみでなく、産業の急速な進展を可能にし、学術の進歩と国民の福祉の増進をもたらすもの</u></li> <li>今後おける原子力開発の基本は原子燃料の供給態勢如何によることが大であるので、速やかに態勢を確立するよう努力する</li> <li>原子炉に関する研究は、原研を中心として行い、その施設は関係研究者に開放することとし、原子炉の建設は当分の間同研究所に集中する</li> </ul>
核燃料サイクル	<p>1955 政府、日米原子力協定、仮調印</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>将来わが国の実状に応じた燃料サイクルを確立するため、<u>増殖炉、燃料要素再処理等の技術の向上</u>を図る</li> </ul>
再処理関係	<p>1951 (英) 初のプルトニウム(プルトニウム)分離に成功</p> <p>1953 (米) NRTS、アイダホ化学処理工場操業開始 (溶媒抽出による濃縮ウラン燃料の再処理を実施)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料要素の再処理については、<u>極力国内技術によることとし、原子燃料公社をして集中的に実施する</u> (国内の再処理役割分担を方針に盛り込み)</li> </ul>
プルトニウム利用		<ul style="list-style-type: none"> <li>原子燃料の有効利用等の見地からウラン(ウラン)、トリウム(Th)及びプルトニウムについて<u>十分な基礎研究を実施する</u></li> <li>核燃料物質の基礎研究は<u>原研にて実施する</u></li> </ul>
動力炉		<ul style="list-style-type: none"> <li>主として原子燃料資源の有効利用の面から、<u>増殖型動力炉の国産に目標を置く</u></li> <li><u>増殖実験炉1基の建設を目指し、原研にて設計研究を行う</u></li> </ul>
放射性廃棄物処理		<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄物の分離処理については、その初期には原研が研究的に実施するが、その後は核燃料物質の散逸を防止し、安全性を確保するため、<u>原子燃料公社において集中的に実施する</u></li> </ul>

表 1 (2/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	1958年(昭和33年)～1961年(昭和36年)	第2次・原子力開発利用長期計画 1961年(昭和36年) 2月決定
エネルギー利用	<p>1958 ポリエチレン量産開始(石油化学が本格化)</p> <p>1959 東海道新幹線、起工 八幡製鉄戸畑工場1500トン高炉稼働(日本最大高炉)</p> <p>1960 池田内閣発足(所得倍増計画、石炭→石油、原子力へのエネルギー転換、工業化、内需拡大を推進) 出光興産、ソ連と原油輸入契約調印(6年間に600～800万トン) 電調審、東電など3社に重油専焼5火力発電設備着工を許可 カラーテレビ放送認可</p> <p>1961 原電、東海1号、着工 電源開発、御母衣ダム(21万5000kW)完工 通産省、JPDR認可</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期計画による研究開発の進め方は、第1に既に海外において高水準に開発されている技術を導入し、これを消化するための技術基盤を確立するとともに、さらに進んで外国技術をわが国固有の条件に適合させ、改良発展させるための研究を一方の柱とし、他方これと並行してわが国の独創性による構想に基づくやや将来の発展を期待した研究を他の一つの柱として力を注ぐことが最も適当である。</li> <li>・前期10年間：原子力発電開発規模 電気出力約100万kW前後</li> <li>・後期10年間： 原子力発電を出来る限り開発 電気出力約600万kW～850万kW程度</li> </ul>
核燃料サイクル	<p>1958 政府、核燃料物質の暫定国有化、決定 政府、日米原子力協定改定議定書、調印 (返還プルトニウム利用の明確化)</p> <p>1961 原子力委、核燃料物質の所有方式を決定 原燃公社、国産ウラン原鉱石から約200kgの金属ウラン製錬に成功</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済燃料の再処理および劣化ウランの再使用に関する技術の開発を並行して進めることにより、燃料サイクルを国内で自立できるように努力する</li> </ul>
再処理関係	<p>1958 原研、国内初のプルトニウム分離に成功</p> <p>1960 原子力委、核燃料再処理中間報告発表(パイロットプラント建設を提唱)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・将来再処理事業は原子燃料公社に行わせる</li> <li>・1960年代後半完成目標として、原子燃料公社に再処理パイロットプラントを建設し、工業化試験を実施する</li> </ul>
プルトニウム利用		<ul style="list-style-type: none"> <li>・プルトニウム燃料としての利用は、高速増殖炉(FBR)が最も有利だが、濃縮ウラン代替利用の研究開発を進める</li> <li>・プルトニウム燃料の研究は、原燃公社及び原研にて特別の研究開発体制を設けて強力に推進する</li> <li>・1970年代の前半に熱中性子炉への実用化を目標とする</li> </ul>
動力炉		<ul style="list-style-type: none"> <li>・高速中性子増殖炉等の研究開発を原研にて進める</li> <li>・小規模の実験炉を建設し、主として安全性に関連した研究を行い、実用規模炉のための工学的研究を推進する</li> </ul>
放射性廃棄物処理	<p>1959 (米)AEC、放射性廃棄物の海中投棄認める 日本放射性同位元素教会、廃棄物処理事業開始を発表</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今後廃棄物の発生量の増加が見込まれ、適切な時期に廃棄物処理のための機関を新設する他、原研等において廃棄物処理の研究を推進する</li> <li>・海洋投棄に関する研究を積極的に行う</li> </ul>

表 1 (3/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	1962年(昭和37年)～1967年(昭和42年)	第3次・原子力開発利用長期計画 1967年(昭和42年) 4月決定
エネルギー利用	<p>1962 奥只見ダム(36万kW)完工</p> <p>1963 原研JPDR、定格全出力達成 通産省、今後10年間の一次エネルギー需要予想、石炭換算4億3000万トン(1962年度の2倍) 関電黒部川第4ダム(23万4000kW)完工</p> <p>1964 東海道新幹線、営業運転開始 電力6社、原子力発電所建設10ヵ年計画を発表 第18回オリンピック東京大会開幕</p> <p>1967 富士製鉄、東海製鉄を合併(粗鋼年産1000万トン) 公害対策基本法公布</p> <p>〔営業運転開始プラント〕：カッコ内数値は出力(万kW) 1966 東海1号(17)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>昭和50年度原子力発電規模； 約600万kWと見込む</li> <li>昭和60年度頃までの原子力発電開発規模； 3,000万kW～4,000万kW程度</li> </ul>
核燃料サイクル	<p>1963 政府、日米原子力協定改定議定書、調印</p> <p>1967 動力炉・核燃料開発事業団発足（原燃公社改組）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>核燃料の加工、使用済燃料の再処理、プルトニウムの利用等を国内で行なうことにより、わが国に適した核燃料サイクルの確立に努める</li> </ul>
再処理関係	<p>1962 原子力委、再処理専門部会が報告（0.7～1t/日の規模の再処理工場を1968年頃から実働できるよう建設すべき） 原燃公社、核燃料再処理工場設計契約で米英仏の10社に照会(規模700kg/日)</p> <p>1963 原燃公社、(英)NCP者へ予備設計依頼</p> <p>1964 原子力委、再処理施設安全専門部会発足</p> <p>1966 (仏)ラ・アーグ燃料再処理工場、操業開始 原燃公社、再処理施設詳細設計を(仏)SGNと契約</p> <p>1967 原研再処理試験室、プルトニウム18gの回収に成功</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>動力炉の使用済燃料の再処理は、国内で行うことを原則</li> <li>原子燃料公社による再処理工場の建設（1970年度完成、1971年度操業）</li> <li>昭和60年頃には更に年間1,000トン程度の処理能力が必要となると見込まれ、新たな再処理工場が必要であり、民間企業において行われることを期待</li> </ul>
プルトニウム利用	<p>1964 原子力委、使用済燃料の国内再処理とプルトニウム買上げに関する措置案を決定</p> <p>1965 原燃公社、東海製錬所プルトニウム燃料開発室、完成</p> <p>1966 原燃公社、米国からプルトニウム260g受け入れ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高速増殖炉が実用化されるまでの間、核燃料有効利用の観点から、熱中性子炉での利用に関する研究開発を行う</li> <li>熱中性子炉の利用は1975年頃の実用化を目標に、実用炉または新型転換炉の原型で実証試験を行う</li> </ul>
動力炉	<p>1962 原子力委、動力炉開発専門部会を設置</p> <p>1963 原子力委、国産動力炉の炉型を重水減速型に決定</p> <p>1964 原子力委、FBR懇談会設置を決定、開発方針を検討</p> <p>1965 原子力委、新型転換炉(ATR)とFBRのワーキンググループ設置を決定</p> <p>1966 (英)FBR実験炉DFR(25万kW)、建設決定</p> <p>1967 原研東海研、FBR臨界実験装置(FTA)、臨界動力炉・核燃料開発事業団（動燃）発足 動燃、ATR第1次設計開始 (仏)FBR実験炉Rapsodie、運転開始</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高速増殖炉は将来の原子力発電の主流となるべきもの</li> <li>高速増殖炉の開発は、国のプロジェクトとして自主的に実施</li> <li>1990年頃までに実用化することを目標とし、ナトリウム(Na)冷却型高速増殖炉を開発</li> </ul>
放射性廃棄物処理	<p>1965 原子力委、再処理施設の排出廃液の海洋処分に関する調査研究を開始</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中レベル(MLW)及び高レベル放射性廃棄物(HLW)は最終処分区域の決定を慎重に検討、当面は貯蔵に向け検討する</li> <li>低レベル放射性廃棄物(LLW)の海洋処分は固化等適切に処理し、汚染の防止に留意する</li> </ul>

表1(4/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	1968年(昭和43年)～1972年(昭和47年)	第4次・原子力開発利用長期計画 1972年(昭和47年)6月決定
エネルギー利用	<p>1968 大気汚染防止法、公布</p> <p>1969 石炭対策関連4法改正、以後閉山続出 八幡製鉄・富士製鉄、合併契約調印 東電・東瓦斯、液化天然ガス(LNG)の輸入を開始</p> <p>1970 日本万国博覧会開催 世界初の液化天然ガス専焼火力発電所(南横浜火力)(35万kW)、運転開始 国勢調査、人口1億人突破 雄別炭鉱、他34炭鉱閉山(880万トン/年)</p> <p>1971 NHK総合テレビ全カラー化(テレビ普及率82%、カラー40%) 常磐炭鉱、他15炭鉱閉山(525万トン/年)</p> <p>1972 OPEC、原油公示価格値上げ</p> <p>【営業運転開始プラント】：カッコ内数値は出力(万kW)</p> <p>1970 敦賀1号(36)、美浜1号(34)</p> <p>1971 福島第一1号(46)</p> <p>1972 美浜2号(50)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 将来の原子力発電開発規模(電調審電源開発長期計画から推定) 昭和55年度；約3,200万KW 昭和60年度；約6,000万kW 昭和65年度；約1億kW を原子力発電で賄う</li> </ul>
核燃料サイクル	<p>1968 政府、日米原子力協定改定交渉、調印 理研、隔膜法によるウラン濃縮に成功 動燃、小型遠心機によるウラン濃縮に成功 ウラン濃縮研究懇談会設置</p> <p>1972 ウラン濃縮技術開発に関する基本方針→濃縮技術開発ナショナルプロジェクト化</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 加工事業、再処理事業その他核燃料関連の育成強化をはかり、わが国に適した核燃料サイクルの確立に努めることが必要</li> </ul>
再処理関係	<p>1967 原電、東海発電所使用済燃料再処理、英と契約</p> <p>1968 原研、国産1号炉使用済燃料棒からプルトニウム105gを抽出 動燃、東海再処理工場(TRP)、安全審査開始</p> <p>1969 原電、東海発電所使用済燃料を英へ輸送開始</p> <p>1970 動燃、TRP、設置許可、承認</p> <p>1971 動燃、TRP、建設着工 米国、バーソウェル再処理工場着工</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 再処理は国内で行うことを原則</li> <li>・ 動燃において建設中の再処理施設は1974年度に操業予定</li> <li>・ 1977年度頃には使用済燃料の発生量がこの処理能力を上回る見通し</li> <li>・ 動燃施設に続く再処理工場の建設に早急に着手する必要があるが、第2工場以降は民間において行われることを期待</li> </ul>
プルトニウム利用	<p>1968 動燃、米GETR炉でプルトニウム燃料ビンのカプセル照射試験を開始 動燃、ATRの設置場所を原電敦賀PS内に決定</p> <p>1969 動燃、FBR原型炉の第1次詳細設計、開始</p> <p>1970 動燃、FBR実験炉建設でメカと契約 動燃、ATR「ふげん」、建設着工</p> <p>1972 動燃、プルトニウム第二開発室(MOX燃料製造施設)完成</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プルトニウムサイクルは天然ウランおよび濃縮ウランの所要量をそれぞれ15%程度節減できるため、プルトニウムを軽水炉燃料として役立てることが必要</li> <li>・ 軽水炉利用の技術は民間が主体となって一層効率的に研究開発が行われることを期待</li> </ul>
動力炉	<p>1972 (露)高速増殖炉BN350(35万kW)完成、BN600着工</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ FBRは将来の原子力発電の主流となるべきもの</li> <li>・ 動燃を中心としてNa冷却型の実験炉、原型炉の建設を進める</li> <li>・ 実用化は1985年～1995年と見込まれ、実証炉の建設など積極的に実用化の方策を講ずることも考慮</li> </ul>
放射性廃棄物処理	<p>1969 (仏) CEA、高放射性廃棄物の処理法完成</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ LLWは固化し、陸地処分や海洋処分を検討し、その可能性について1980年頃までに見通し</li> <li>・ LLWのセメント、アスファルト等による固化技術の確立</li> <li>・ HLWは当面慎重に保管し、長期貯蔵のために必要な固化等の技術開発を進める</li> </ul>

表 1 (5/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	1973年(昭和48年)～1978年(昭和53年)	第5次・原子力開発利用長期計画 1978年(昭和53年) 9月決定
エネルギー利用	<p>1973 関電美浜1号、燃料棒曲り、SG漏洩 OPEC、原油公示価格12%再値上げ 資源エネルギー庁発足 第1次オイルショック、第4次中東戦争、勃発</p> <p>1974 通産省、電気料金値上げ認可 インド、プルトニウムで核実験</p> <p>1975 東電福島第一2号、燃料C/B損傷、公表 総合エネルギー対策閣僚会議、「総合エネルギー政策の基本方針」を決定(石油代替エネルギーの重要な柱の一つ)</p> <p>1976 通産省、北電・関電・東電の電気料金値上げ認可</p> <p>1977 米国カーター政権、原子力政策変更(再処理やFBR計画放棄)</p> <p>【営業運転開始プラント】：カッコ内数値は出力(万kW)</p> <p>1974 島根1号(46)、福島第一2号(78)、高浜1号(83)</p> <p>1975 玄海1号(56)、高浜2号(83)</p> <p>1976 美浜3号(83)、浜岡1号(54)、福島第一3号(78)</p> <p>1977 伊方1号(57万)</p> <p>1978 福島第一4/5号(156)、東海2号(110)、浜岡2号(84)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>昭和60年代までの原子力発電開発規模 昭和60年度；3,300万kW 昭和65年度；6,000万kWを目標</li> <li>(総合エネルギー対策閣僚会議) 我が国の将来のエネルギー供給構造を安定的なものとするために、<u>上記の原子力発電規模を大きな遅れなく実現させる必要</u></li> </ul>
核燃料サイクル	<p>1973 政府、日米原子力協定改定議定書、調印</p> <p>1976 原子力委核燃料サイクル問題懇談会、中間報告で核燃料サイクル各分野の事業化の在り方と官民分担明確化 核拡散防止条約(NPT) 批准</p> <p>1977 国際核燃料サイクル評価(INFCE) 開始(～1980)</p> <p>1978 原子炉等規制法一部改正、可決(民間再処理の道) 動燃、人形峠ウラン縮小プラント、運転開始</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>我が国の核燃料サイクルの自主性の向上を図ることが重要</li> </ul>
再処理関係	<p>1974 電事連、濃縮・再処理準備会、発足</p> <p>1975 動燃、TRP、化学試験終了 動燃、TRP(コルト)試験開始</p> <p>1976 電力、英に使用済燃料(4,000ト)再処理委託を決定</p> <p>1977 動燃、TRP(コルト)試験終了 電力9社・原電、仏COGEMAと再処理委託契約 米、TRP日米合同調査。99ト限度で日米共同声明</p> <p>1978 動燃TRP、酸回収蒸発缶故障(国内技術で交換) 日米専門家会議、TRP混合抽出法実験実施を決定</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再処理は国内で行うことを原則</li> <li>東海再処理施設の運転を通じ技術の確立を図るとともに、我が国における再処理需要の一部を賅う</li> <li>第二再処理工場の施設、運転は、電気事業者を中心とする民間が行うものとし、昭和65年の運転開始を目途に速やかに建設に着手することが必要</li> </ul>
プルトニウム利用		<ul style="list-style-type: none"> <li>FBRの実用化までの熱中性子炉にサイクルすることでウランの所要量を軽減することが重要課題</li> <li>ATR原型炉の運転等を通じ実証を行うとともに、軽水炉プルトニウムサイクルの実証試験を進める</li> <li>プルトニウム燃料加工は、実用化に必要な研究開発を進め実証を行うとともに、事業化の検討を行う</li> </ul>
動力炉	<p>1974 (仏)FBR原型炉Phenix、送電開始 (英)FBR原型炉PFR、臨界</p> <p>1977 動燃、高速実験炉「常陽」、臨界</p> <p>1978 動燃FBR実験炉「常陽」、定格出力達成</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽水炉からFBRへが基本路線</li> <li>1995年～2005年に本格的実用化を図ることを目標として開発</li> </ul>
放射性廃棄物処理	<p>1973 IAEA専門家会議、放射性廃棄物の海洋投棄基準勧告案を作成</p> <p>1976 原子力委、放射性廃棄物の基本方針(HLW：ガラス固化/地下処分)を決定 原子力環境整備センター、発足 (スウェーデン)政府、原発促進関係法案、公表</p> <p>1978 (IAEA)、スウェーデンHLW貯蔵計画を承認(ガラス固化後、地下500mの花崗岩層に埋設)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LLWについては海洋処分と陸地処分を組み合わせで実施</li> <li>海洋処分の安全性確認、本格処分に移行</li> <li>HLWは固化処理、一時貯蔵の後、処分</li> <li>固化処理及び貯蔵について、1990年頃までに実証試験</li> <li>地層処分について、1990年頃から実証試験</li> </ul>

表 1 (6/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	1979年(昭和54年)～1982年(昭和57年)	第6次・原子力開発利用長期計画 1982年(昭和57年) 6月決定
エネルギー利用	<p>1979 第2次オイルショック <b>(米)TMI事故、発生</b></p> <p>1980 閣議、石油代替エネルギー供給目標を決定、1990年度の石油依存度を50%に</p> <p>1982 夕張炭鉱閉山(92万トン/年)</p> <p>【営業運転開始プラント】：カッコ内数値は出力(万kW)</p> <p>1979 大飯1号(118)、大飯2号(118)、福島第一6号(110)</p> <p>1981 玄海2号(56)</p> <p>1982 伊方2号(57)、福島第二1号(110)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 長期的な原子力発電規模の見通し 2000年総発電設備の約30%(約9,000万kW)を想定(1980年度は約12%)</li> <li>・ これを踏まえ長期的な視点に立って我が国の原子力開発利用を計画的に進めていく</li> </ul>
核燃料サイクル		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 核燃料サイクル関連事業の確立及びプルトニウム利用等により、<u>国産エネルギーに準じた高い供給安定性が期待できる。</u></li> </ul>
再処理関係	<p>1980 民間再処理会社「日本原燃サービス」、発足</p> <p>1981 動燃TRP、本格運転開始 <b>動燃TRP、酸回収精留塔故障・補修・運転再開</b> <b>動燃TRP、溶解槽故障運転中断</b>、遠隔補修技術及び新溶解槽設置決定 (仏)政府、ラ・アグ再処理工場拡張、認可</p> <p>1982 動燃TRP、プルトニウム蒸発缶故障・補修・運転再開</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大部分を海外への委託によって対応しているが、<u>再処理は国内で行うとの原則</u></li> <li>・ 当面、<u>年間再処理能力1,200トンの民間再処理工場の建設を1990年頃の運転開始を目途に促進するとともに、さらに将来の需要の伸びに対応する再処理計画についても今後検討</u></li> </ul>
プルトニウム利用	<p>1979 動燃、ATRふげん、本格運転開始</p> <p>1981 動燃、ATRふげん、初の国産プルトニウム-MOX燃料装荷 通産省原子力部会、FBRとプルトニウムサイクルの検討開始</p> <p>1982 動燃、MOX燃料製造累積50トン達成</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高速増殖炉の実用化までの間、<u>プルトニウムの蓄積が予想されるので熱中性子炉で利用</u></li> <li>・ 高速増殖炉に先立ってプルトニウムの早期利用を図るため<u>ATRの開発及び軽水炉によるプルトニウム利用に関する開発を進める</u></li> <li>・ 軽水炉については、<u>実用規模での実証を1990年代中頃までに終了すること</u>を目標に民間が積極的に進めることを期待し、国は必要な支援を行う</li> </ul>
動力炉	<p>1980 動燃FBR実験炉「常陽」、定常運転開始 電事連、FBR推進会議の設置を決定</p> <p>1981 動燃FBR実験炉「常陽」、通算1万時間運転記録</p> <p>1982 STA、ATR実証炉検討を民間に正式要請 政府、FBR原型炉「もんじゅ」建設を了解</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エネルギーセキュリティ上の意義に鑑み、早期に実用化すべきであり、<u>2010年頃の実用化を目標に開発に至らしめるよう早急に建設を進める</u></li> <li>・ <u>1990年代初め頃に着工すること</u>を目標に実証炉計画を推進し、それ以降については実証炉の経験を踏まえて進める</li> </ul>
放射性廃棄物処理	<p>1979 政府、海洋投棄規制条約承認条件を国会提出 (スウェーデン政府)、放射性廃棄物貯蔵センター建設承認 (西独)首相会議、放射性廃棄物政策で合意(コアラヘボン再処理廃棄物センター構想の廃止) (仏、国立放射性廃棄物管理公社(ANDRA)設立</p> <p>1980 原子力委、HLW処理処分に関する研究開発報告書、発表 (スウェーデン)、原子力国民投票、過半数が条件付支持(原発12基、2025年目途に徐々に廃止)</p> <p>1981 (米)DOE、廃棄物隔離PP(WIPP)計画認可 (米)NRC、HLW地層処分技術基準案、発表 動燃、高レベル放射性物質研究施設、完成</p> <p>1982 原研、HLWのガラス固化ホット試験開始 動燃、実廃液のガラス固化ホット試験開始</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ LLWは海洋処分と陸地処分を併せて行うこととし早期に試験を実施。本格処分に移行</li> <li>・ <u>HLW固化処理、貯蔵技術の研究開発を推進</u></li> <li>・ <u>1980年代後半にバレットプラントを建設、実証を行う</u></li> <li>・ <u>HLW処分技術は2000年以降できるだけ早期に確立</u></li> </ul>

表 1 (7/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	1983年(昭和58年)～1987年(昭和62年)	第7次・原子力開発利用長期計画 1987年(昭和62年) 6月決定
エネルギー利用	<p>1986 (露)チェルノブイリ原子力発電所、爆発事故</p> <p>【営業運転開始プラント】：カッコ内数値は出力(万kW)</p> <p>1984 福島第二2号(110)、女川1号(52)、川内1号(89)</p> <p>1985 高浜3号(87)、高浜4号(87)、福島第二3号(110)、柏崎刈羽1号(110)、川内2号(89)</p> <p>1987 敦賀2号(116)、福島第二4号(110)、浜岡3号(110)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力発電開発規模は従来見通しに比べ、小さくなるものと見込まれる。</li> <li>原子力発電割合は着実に拡大し、<u>2000年では総発電電力量の約40%を占めるものと見込まれる。</u></li> <li><u>2030年においては、原子力発電設備容量は1億kWを超え総発電電力量の約60%を原子力発電が占めるものと考えられる</u></li> <li>1990年(平成2年)、総合エネ調、新長期エネビジョン「需給見通しをまとめ、2010年、7,250万kWへ下方修正。</li> </ul>
核燃料サイクル	<p>1984 動燃、再処理回収ウランプラント用ATR燃料4体完成 電事連、青森県に対し原燃サイクル4施設の立地申入</p> <p>1985 動燃、人形峠ウラン濃縮原型プラント着工 日本原子燃料産業(JNFD)設立(濃縮・埋設事業)</p> <p>1986 科技厅/通産省、燃料サイクル事業化役割分担で覚書</p> <p>1987 政府、新日米原子力協定署名(包括事前同意方式)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>これまでの研究開発の成果を活かし、官民の密接な協力の下にこれらの核燃料サイクル事業化を成功させることが必要である。</li> </ul>
再処理関係	<p>1983 動燃TRP、溶解槽、酸回収蒸発缶故障、交換</p> <p>1985 動燃TRP、新溶解槽、試運転開始・工場運転再開</p> <p>1986 原安委、再処理施設安全審査指針、決定</p> <p>1987 原燃サービス、仏SGN社と再処理技術で調印 動燃TRP、運転再開</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再処理は国内で行うことを原則。海外再処理委託については慎重に対応</li> <li>国内再処理能力を上回る使用済燃料については、<u>再処理するまでの間、適切に貯蔵・管理</u></li> <li><u>1990年代半ば頃の運転開始を目的に青森県六ヶ所村に年間再処理能力800トンの民間第一再処理工場の円滑な建設・運転を推進</u></li> </ul>
プルトニウム利用	<p>1984 通産省、MOX燃料事業化促進調査、新金協へ委託</p> <p>1985 (仏)Edf、プルトニウム採用決定 通産省原子力部会、新プルトニウム利用の検討開始</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>できる限り早期に軽水炉及びATRで一定規模でのプルトニウム利用を進める</li> <li>少数規模実証計画は、PWR、BWR 1 基に装荷</li> <li>実用規模の実証計画、1990年代前半を目的にPWR及びBWRそれぞれ1基に最終装荷規模で4分の1炉心のMOX燃料を装荷し、<u>1990年代後半にも本格的利用へ移行できるよう計画を進める</u></li> </ul>
動力炉	<p>1983 動燃、FBR実験炉「常陽」、熱出力10万kW達成</p> <p>1984 動燃、仏からの返還プルトニウム輸送、東海に搬入</p> <p>1985 電事連、ATR実証炉の建設計画、承認 動燃、FBR原型炉「もんじゅ」、着工</p> <p>1986 (仏)FBR実証炉スーパーフェニックス(124万kW)、送電開始 (西独)FBR原型炉SNR300の運転認可、凍結</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FBRは将来の原子力発電の主流にすべきものとして開発を推進</li> <li>FBRによるプルトニウム利用体系を構築していくことを積極的に目指すことを基本とする</li> <li>FBRの技術体系の確立は、<u>2020年代から2030年頃を目指す</u></li> <li>原型炉「もんじゅ」は1992年に臨界に至らしめるよう建設を進める</li> </ul>
放射性廃棄物処理	<p>1983 (米)DOE、HLW最終処分場の立地選定指針を発表</p> <p>1984 (米)DOE、HLW処分3候補地選定</p> <p>1985 (スウェーデン)、使用済核燃料の岩盤内貯蔵、開始 原子力委、放射性廃棄物処理処分方策報告書発表</p> <p>1986 動燃、幌延町で深層ボーリング開始</p> <p>1987 科技厅、放射性廃棄物対策推進室、設置 原子力委、放射性廃棄物対策専門部会、設置</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発機関等は、放射性廃棄物の効果的で効率的な処理・処分を行う技術の研究開発を先進的に進めるべき</li> <li>HLWの地層処分に係る研究開発を着実に進めていくことを期待。国は、こうした研究開発の進捗を踏まえて、安全規制に係る制度等を整備することが必要</li> </ul>

表 1 (8/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	1988年(昭和63年)～1994年(平成6年)	第8次・原子力開発利用長期計画 1994年(平成6年)6月決定
エネルギー利用	1989 幌内炭鉱閉山(112万トン/年) 1991 <b>関電美浜2号、SG伝熱管破断事故(初ECCS)</b> 中東湾岸戦争、勃発  【営業運転開始プラント】：カッコ内数値は出力(万kW) 1989 島根2号(82)、泊1号(58) 1990 柏崎刈羽2号(110)、柏崎刈羽5号(110) 1991 泊2号(58)、大飯3号(118) 1993 大飯4号(118)、志賀1号(54)、柏崎刈羽3号(110)、浜岡4号(114) 1994 玄海3号(118)、伊方3号(89)	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力供給における原子力発電の割合は今後とも着実に拡大し、商業用原子力発電の総発電電力量に占める割合は2000年において約33%、2010年において約42%を占めるものと見込まれる</li> <li>長期的展望としては、2030年における原子力発電の設備容量は約1億kWに達することが期待</li> </ul>
核燃料サイクル	1988 動燃、ATRふげんに自前SF再処理回収プルトニウム燃料を装荷 日米原子力協力協定、発効 原燃産業、六ヶ所濃縮工場着工 1992 六ヶ所濃縮工場運転開始	<ul style="list-style-type: none"> <li>核燃料サイクルは、資源や環境を大切に、また放射性廃棄物の処理処分を適切なものにするという観点からも有意義であり、将来を展望して着実に取り組んで行く。</li> </ul>
再処理関係	1988 動燃、高レベル廃液固化技術開発施設(TVF)、着工(独)ヴァッカーストルフ再処理工場、建設中止 1989 原燃サービス、再処理施設事業申請、提出 1990 (仏)ラ・アーグUP3、操業開始 1992 日本原燃(JNFL)発足(JNFSとJNFI合併) 原子力安全委、六ヶ所再処理施設(RRP)、事業認可 1993 日本原燃、RRP着工 1994 動燃、ガラス固化技術開発施設(TVF)の試運転開始(英)BNFL、再処理工場THORP操業開始	<ul style="list-style-type: none"> <li>再処理は国内で行うことを原則。海外再処理委託については慎重に対応</li> <li>国内の再処理能力を上回る使用済燃料についてはエネルギー資源の備蓄として再処理するまでの間、適切に貯蔵・管理</li> <li>現在建設中の六ヶ所再処理工場については、<u>2000年過ぎの操業開始を目指す</u></li> </ul>
プルトニウム利用	1989 動燃、プルトニウム第3工場でもんじゅ燃料製造開始 1993 あかつき丸、プルトニウム輸送 1994 科技厅、プルトニウム国際専門家円卓会議、開催	<ul style="list-style-type: none"> <li>一定規模の核燃料リサイクルの実現が重要で、<u>軽水炉とATRによる実現を図る</u></li> <li>軽水炉によるMOX燃料利用を計画的に進める</li> <li>1990年代後半からPWRとBWRの小基数で利用を開始、<u>2000年頃に10基、2010年頃までに十数基程度まで計画的・弾力的に拡大</u></li> <li><u>2000年過ぎには年間100トン弱程度国内MOX燃料加工の事業化が必要</u></li> </ul>
動力炉	1991 動燃、FBRもんじゅ、総合機能試験開始 1992 動燃、FBRもんじゅの臨界、1993.10に延期 1993 動燃、FBRもんじゅ、燃料装荷開始 1994 電力業界、FBR実証炉を2000年初頭着工を決定 動燃、FBR原型炉「もんじゅ」、臨界 原子力委FBR専門部会、FBR2030年頃実用化	<ul style="list-style-type: none"> <li>FBRを相当期間にわたる軽水炉との併用期間を経て、将来の原子力発電の主流にすべきものとして、計画的かつ着実に開発</li> <li>原型炉「もんじゅ」は性能試験を着実に進め、<u>1995年末の本格運転を目指す</u></li> <li><u>2030年頃までには実用化が可能となるよう技術体系の確立を目指す</u></li> </ul>
放射性廃棄物処理	1991 (スウェーデン)国会、原発早期廃止決議を破棄 1992 (仏)、放射性廃棄物法(ハタチ法)、発効 1992 政府、返還HLW施設に事業認可 日本原燃、返還HLW施設、着工 動燃、地層処分技術開発報告書、公表	<ul style="list-style-type: none"> <li>海洋投棄は行わない</li> <li>発電所LLWは浅地中処分</li> <li>HLWは地層処分を基本方針とし、2000年を目安に処分事業の実施主体を設立、<u>2030～2040年代半ばまでに操業開始を目指す</u></li> <li>地層処分の研究開発は動燃を中核として推進、深地層の研究施設を整備</li> </ul>

表1 (9/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	1995年(平成7年)～2000年(平成12年)	第9次・原子力開発利用長期計画 2000年(平成12年)11月決定
エネルギー利用	<p>1997 三井三池炭鉱閉山(223万トン/年)</p> <p>1998 原子力委、新田卓会議の設置を決定 COP3議定書、署名 核燃料サイクル開発機構(JNC)発足(動燃改組)</p> <p>1999 <b>原電敦賀2号、冷却材漏えい事故</b> <b>JCO東海事業所、臨界事故</b> 〔営業運転開始ポイント〕: カッコ内数値は出力(万kW) 1995 女川2号(83) 1997 柏崎刈羽7号(136)、玄海4号(118) 〔廃止措置移行ポイント〕: カッコ内数値は出力(万kW) 1998 東海1号(17)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力発電は、既に国内総発電電力量の3分の1を超える電力を供給し、我が国のエネルギー自給率の向上及びエネルギーの安定供給に貢献するとともに、エネルギー生産当たりの二酸化炭素排出量の低減に大きく寄与しており、引き続き<u>基幹電源に位置付け、最大限に活用</u></li> </ul>
核燃料サイクル	<p>1995 科技庁、核燃料サイクルに関する国際円卓会議、開催</p> <p>1997 原子力委、当面の核燃料サイクル具体的施策決定</p> <p>1998 原子力部会、使用済燃料をリサイクル燃料資源とする報告書、策定</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国民の理解を得つつ、使用済燃料を再処理し回収されるプルトニウム、ウラン等を<u>有効利用していくことを国の基本的考え方とする。</u></li> </ul>
再処理関係	<p>1995 動燃、リサイクル機器試験施設(RETF)、着工 <b>動燃TVF、ガラス温度低下トラブル</b> 日本原燃、RRP使用済燃料受入を1997年へ延期</p> <p>1997 <b>動燃TRP、アファルト固化処理施設、火災爆発事故</b></p> <p>1998 日本原燃、RRPへ試験用使用済燃料搬入</p> <p>1999 日本原燃、RRP操業開始時期を2005年に変更</p> <p>2000 JNC、RETF2期工事、中断 日本原燃、六ヶ所村、近隣6市町村と安全協定締結。 RRPへ使用済燃料本格搬入開始</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>核燃料サイクルの自主性を確実にする等の観点から、<u>再処理は国内で行うことを原則。</u></li> <li>民間事業者は、我が国に実用再処理技術を定着できるように、<u>初の商業規模の再処理工場を着実に建設、運転していくことを期待</u></li> </ul>
プルトニウム利用	<p>1995 電源開発、大間ABWRフルMOX計画、発表</p> <p>1997 電事連・電力11社、プルトニウム全体計画、発表 科技庁/通産省、柏崎・福井でプルトニウム公開討論会</p> <p>1998 関電/東電、プルトニウム事前了解願を福井/福島県に提出</p> <p>1999 東電、プルトニウム事前了解願を新潟県に提出 新潟/福井県、プルトニウム計画を了承 電調審、大間ABWRフルMOXを了承 <b>関電高浜3号MOX燃料、BNFLのデーク改竄を発表</b></p> <p>2000 東電、福島第一3号、プルトニウム計画を延期</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プルトニウムは、ウラン資源の有効利用を図る技術であるとともに、原子力発電に係る燃料供給の代替方式であり、内外の利用準備や利用実績、安全性の評価を踏まえれば、<u>計画を着実に推進していくことは適切である。</u></li> <li>国内MOX燃料加工事業が<u>早期に産業として定着</u>するよう努力する。</li> </ul>
動力炉	<p>1995 原子力委、国策の大間ATR実証炉中止を決定 <b>動燃FBR原型炉「もんじゅ」、Na漏洩事故発生</b></p> <p>1997 原子力委、高速増殖炉懇談会の設置を決定 高速増殖炉懇談会、もんじゅ事故一般公聴会開催 (仏)国務院、スーパーフェニックスの運転認可取り消し</p> <p>2000 JNC、福井/敦賀にNa漏洩対策工事計画を提出</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原型炉「もんじゅ」は我が国におけるFBRサイクル技術の研究開発の場の中核として位置付け、<u>早期の運転再開を目指す。</u></li> <li>FBRサイクル技術として適切な実用像とそこに至るための研究開発計画を提示することを目的に、核燃料サイクル開発機構(JNC)で実施している「<u>実用化戦略調査研究</u>」を推進</li> </ul>
放射性廃棄物処理	<p>1994 科技庁、返還HLW最終処分地扱いを青森に回答</p> <p>1995 動燃深地層研究所、岐阜県東濃に建設を公表 原子力委、HLW処分懇談会を設置 動燃、瑞浪超深地層研究所計画、地元と協定締結</p> <p>1997 原子力委、HLW処分地域意見交換会を開催</p> <p>1998 青森県、仏返還HLW陸揚げを許可 原子力委HLW処分懇談会、実施主体の在り方提示</p> <p>1999 JNC、2000年レポートを原子力委に提出</p> <p>2000 原子力委、超ウラン(TRU)廃棄物処分基本方針決定 政府、「特定放射性廃棄物最終処分に関する法律」閣議決定 最終処分実施主体NウランMO、発足</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射性廃棄物については、早期に安全かつ効率的な処理及び処分が行えるよう発生者等の関係者が<u>十分協議・協力し、具体的な実施計画を立案推進</u>し、<u>国は必要に応じ関係者の取組を支援</u></li> <li>最終処分の安全の規制・評価のために必要な研究開発や深地層の科学的研究等の基盤的な研究開発及び地層処分技術の<u>信頼性向上の技術開発を推進</u></li> </ul>

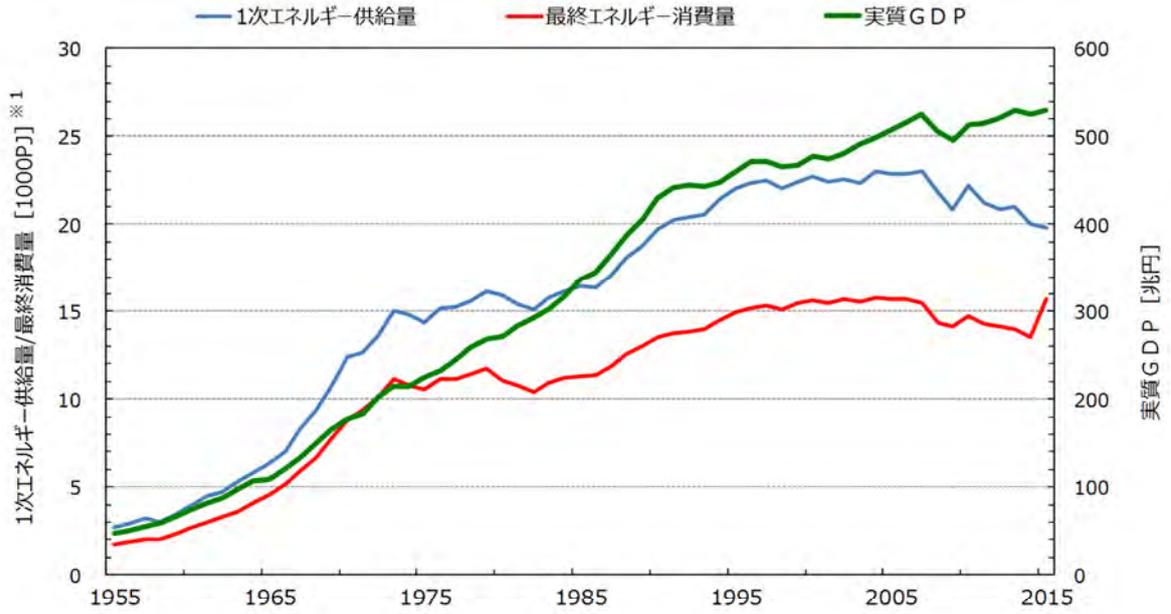
表1 (10/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3)</sup>	原子力政策 <sup>1)</sup>
	2001年(平成13年)～2005年(平成17年)	原子力政策大綱 2005年(平成17年)10月決定
エネルギー利用	<p>2001 政府、中央省庁再編 美浜商工会等、関電美浜増設要望を町議に提出。町議、請願・陳情を採択 原電、東海1号廃止措置、第1期工事開始</p> <p>2002 政府、エネルギー政策基本法、参議院で可決成立 福井県/敦賀市、原電敦賀3/4号増設事前了解了承 <b>東電、福一/二/柏崎刈羽、自主点検記録不正</b> <b>東電、福一1号格納容器漏洩率偽装、1年停止処分</b></p> <p>2003 <b>東電、一連のデータ不正問題で全炉17基を停止</b> 政府、「エネルギー基本計画」閣議決定 中部/北陸/関西電力、珠洲発電所計画、凍結表明 東北電、巻原発の建設断念</p> <p>2004 <b>関電美浜3号、2次系配管破損事故、11名死傷</b></p> <p>2005 日本原子力研究開発機構(JAEA)発足(原研・JNC統合) 【営業運転開始プラント】：カッコ内数値は出力(万kW) 2002 女川3号(83) 2005 浜岡5号(138)、東通1号(110)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力発電がエネルギー安定供給及び地球温暖化対策に引き続き有意に貢献していくことを期待するためには、<u>2030年以後も総発電電力量の30～40%程度</u>という現在の水準程度か、それ以上の供給割合を原子力発電が担うことを目指すことが適切</li> </ul>
核燃料サイクル	<p>2001 原子力部会、核燃料サイクル技術検討小委設置を決定</p> <p>2002 政府、核燃料サイクル協議会を開催</p> <p>2004 東電、使用済燃料中間貯蔵施設立地協力、青森に要請 原子力委、核燃料サイクル政策中間取り纏め(再処理と直接処分のコスト比較)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>核燃料資源を合理的に達成できる限りにおいて有効に利用することを目指して使用済燃料を再処理し、<u>回収されるプルトニウム等を有効利用することを基本的方針とする。</u></li> </ul>
再処理関係	<p>2001 日本原燃、RRP通水作動試験開始</p> <p>2002 <b>日本原燃、RRP燃料貯蔵プラントインゲ漏洩</b> JNC、TRP1000処理達成 日本原燃、RRP化学試験開始</p> <p>2004 日本原燃、RRPウラン試験開始</p> <p>2005 日本原燃、RRP竣工時期を2007年5月に延期 <b>日本原燃、RRP使用済燃料貯蔵プラントより出水</b> 再処理等積立金の積立・管理に関する法律施行</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>核燃料サイクルの自主性を確実にする等の観点から、<u>再処理は国内で行うことを原則。</u></li> <li>国は、再処理に係る積立て金に関する法律等の措置を講じてきているが、効果的な研究開発を推進、<u>所要の経済的措置を整備すべき</u></li> <li>事業者には、<u>六ヶ所再処理工場等の建設・運転を着実に実施、責任をもって核燃料サイクル事業を推進することを期待</u></li> </ul>
プルトニウム利用	<p>2001 刈羽村、プルトニウム計画住民投票反対過半数獲得</p> <p>2002 新潟県、東電柏崎刈羽3号プルトニウム計画、了解撤回 福島県、東電福島第一3号プルトニウム計画、了解撤回</p> <p>2003 JNC、ATRふげん運転終了</p> <p>2004 福井県、関電高浜3/4号プルトニウム計画再開を了承 四電伊方3号プルトニウム計画事前了解願、県・市申入 四電伊方3号プルトニウム計画、町住民説明会開催</p> <p>2005 経産省、九電玄海3号プルトニウムを認可</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>当面、<u>プルトニウムを着実に推進することとする。</u></li> <li>国においては、<u>国民や立地地域との相互理解を図るための広聴・広報への積極的な取組を行うなど、一層の努力が求められる。</u></li> <li>事業者には、<u>プルトニウムを計画的かつ着実に推進し、六ヶ所再処理工場の運転と歩調を合わせ、国内のMOX燃料加工事業の整備を進めることを期待</u></li> </ul>
動力炉	<p>2002 経産省、もんじゅNa漏洩対策改造工事を認可</p> <p>2003 JNC、FBR実験炉「常陽」、MK-III炉心、臨界</p> <p>2005 JNC、もんじゅ改造工事着手</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>FBR、2050年頃から商業ベースでの導入を目指す</u></li> <li>研究開発の中核と位置付けられる「<u>もんじゅ</u>」の<u>運転を早期に再開し、10年程度以内を目途に「発電プラントとしての信頼性の実証」と「運転経験を通じたNa取扱技術の確立」という所期の目標の達成を優先して取り組むべき</u></li> </ul>
放射性廃棄物処理	<p>2001 NウランMO、フィンランド・ポシヴァ社と技術協力協定締結</p> <p>2002 エネ庁、HLW処分で公開討論会 NUMO、HLW最終処分地調査の自治体公募開始</p> <p>2003 JNC、北海道幌延深地層研究所、着工</p> <p>2005 JNC、TRU廃棄物処分技術検討書、取り纏め 政府、「特定放射性廃棄物最終処分計画」閣議決定</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発機関等は、放射性廃棄物の効果的で効率的な処理・処分を行う技術の研究開発を先進的に進めるべき</li> <li><u>HLWの地層処分に係る研究開発を着実に進めていくことを期待。国は、こうした研究開発の進捗を踏まえて、安全規制に係る制度等を整備することが必要</u></li> </ul>

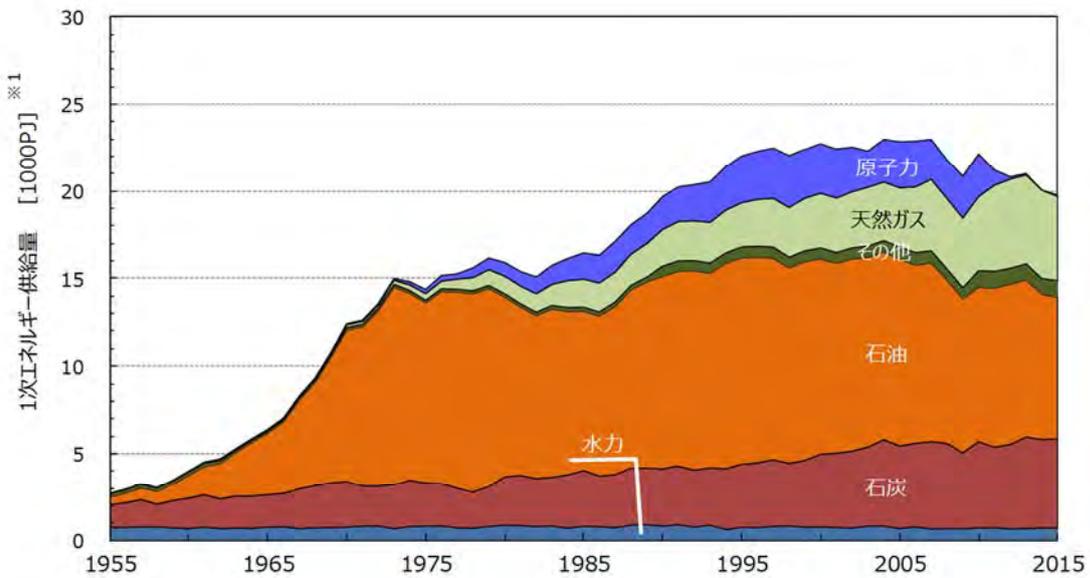
表1 (11/11) 我が国の原子力政策の変遷と社会的背景

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3),4),9),10)</sup>	原子力政策 <sup>2)</sup>
	2006年(平成18年)～2016年(平成28年)	第4次・エネルギー基本計画 2014年(平成26年)4月決定
エネルギー利用	<p>2006 経産省、「新・国家エネルギー戦略」策定 原子力部会、「原子力立国計画」取り纏め</p> <p>2007 新潟県中越沖地震、東電柏崎刈羽4基自動停止</p> <p>2011 <b>東日本大震災、東電福島第一原発SBO事故</b> 原安委、全原発のストレス実施要請を決定</p> <p>2012 国内原子力発電所、全基停止 原子力規制委員会発足 政府(民主党政権)、革新的エネルギー・環境戦略とりまとめ、2030年代原発ゼロを打ち出す</p> <p>2013 原子力規制委、新規制基準決定</p> <p>2013 電力各社、新規制基準適合性審査、申請</p> <p>2014 自公政権、2030年代原発ゼロ撤回 改正電気事業法(電力小売完全自由化)可決成立</p> <p>2016 規制委、高浜1,2号、60年運転延長、認可 規制委、美浜3号、60年運転延長、認可 電力、使用済燃料対策推進計画、策定</p> <p>〔営業運転開始プラント〕：カッコ内数値は出力(万kW) 2006 志賀2号(121) 2009 泊3号(91)</p> <p>〔廃止措置移行プラント〕：カッコ内数値は出力(万kW) 2009 浜岡1号(54)、浜岡2号(54) 2011 福島第一1号(46)、2号～4号(78) 2013 福島第一5号(78)、6号(110) 2015 敦賀1号(36)、美浜1号(34)、美浜2号(50)、島根1号(46)、玄海1号(56)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力は安全性の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与する<u>重要なベースロード電源</u>と位置付ける。</li> <li>原子力依存度は可能な限り低減させる方針の下で、我が国の今後のエネルギー制約を踏まえ、安定供給、コスト低減、温暖化対策、安全確保のために必要な技術・人材の維持の観点から、<u>確保していく規模を見極める</u>。</li> </ul> <p>〔2015：経産省、長期エネルギー需給見通し〕 2030年時点のエネルギーミックスにおける原子力電源比率は20～22%を見込む。</p>
核燃料サイクル	<p>2006 日米がGNEP協力で合意</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>核燃料サイクルについて、技術的課題やトラブルの克服など直面する問題を一つ一つ解決することが重要。その上で関係自治体や国際社会の理解を得つつ取り組むこととし、<u>再処理やプルトニウム等を推進する</u>。</li> </ul>
再処理関係	<p>2006 日本原燃、RRPアクティブ試験開始</p> <p>2008 日本原燃、RRP最終段階アクティブ試験開始 <b>日本原燃、RRPガラス溶融炉、流下不十分で停止</b></p> <p>2010 日本原燃、RRPガラス溶融炉熱上げ開始 日本原燃、RRP竣工時期、2012/10に延期</p> <p>2013 日本原燃、RRP竣工時期、2014/10に延期</p> <p>2014 日本原燃、RRP新規制基準適合性審査、申請 日本原燃、RRP計画上完成時期を2016/3に延期</p> <p>2015 日本原燃、RRP計画上完成時期を2018/上に変更</p> <p>2016 再処理抛出金法、成立 使用済燃料再処理機構、発足</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全確保を大前提に、<u>プルトニウムの推進、六ヶ所再処理工場の竣工、MOX燃料加工工場の建設、むつ中間貯蔵施設の竣工等を進める</u>。</li> <li>利用目的のないプルトニウムは持たないとの原則を引き続き堅持する。</li> <li>プルトニウムの推進等によりプルトニウムの適切な管理と利用を行うとともに、米国や仏国等と<u>国際協力を進めつつ、高速炉等の研究開発に取り組む</u>。</li> </ul>
プルトニウム利用	<p>2006 電事連、RRP回収プルトニウムの利用計画を公表 原安委、四電伊方3号プルトニウム認可</p> <p>2007 経産省、中部電力浜岡4号プルトニウム計画認可</p> <p>2008 電源開発、大間ABWR原発建設、着工</p> <p>2009 北電泊3号、中国電島根2号プルトニウム事前了解 九電玄海3号、プルトニウム発電開始</p> <p>2010 日本原燃、JMOX工場事業許可。2016/3竣工予定</p> <p>2015 日本原燃、JMOX工場の完成時期を2019/上に変更</p> <p>2016 電事連、プルトニウム利用計画(従来規模)原子力委説明</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>もんじゅは、廃棄物の減容・有害度の低減や核不拡散関連技術等の向上のための国際的な研究拠点と位置付け、徹底的な改革を行い、<u>もんじゅ研究計画に示された研究の成果の取りまとめを目指し、克服しなければならない課題について、国の責任の下、十分な対応を進める</u>。</li> </ul>
動力炉	<p>2006 文科省、FBR研究開発方針を提示</p> <p>2010 JAEAもんじゅ、性能試験再開 <b>JAEAもんじゅ、燃料交換中継装置脱落事故</b></p> <p>2013 <b>規制委、もんじゅに運転再開準備停止命令</b></p> <p>2015 <b>規制委、文科省に対し「もんじゅ」運営勧告</b></p> <p>2016 高速炉開発会議、高速炉開発の方針、提示 <b>政府(原子力関係閣僚会議)、もんじゅの廃炉決定</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>核燃料サイクルに関する諸課題は、状況の進捗に応じて、<u>戦略的柔軟性を持たせながら対応を進める</u>。</li> </ul>

分野	国内外の主要な出来事 <sup>3),4),9),10)</sup>	原子力政策 <sup>2)</sup>
	2006年(平成18年)～2016年(平成28年)	第4次・エネルギー基本計画 2014年(平成26年)4月決定
放射性廃棄物処理	<p>2007 東洋町、NUMOの文献調査公募に応募 東洋町新町長、NUMO文献調査応募取下げ 衆院、HLW最終処分法案、可決</p> <p>2008 政府、特定放射性廃棄物最終処分基本方針閣議決定</p> <p>2011 NUMO、地層処分事業の安全確保(2010年レポート)</p> <p>2013 政府、最終処分に関する取組、方向性を決定</p> <p>2013 総合エネルギー調査会原子力小委、HLW/処分技術WG設置</p> <p>2014 総合エネルギー調査会原子力小委WG、中間とりまとめ発表</p> <p>2015 政府、最終処分法に基づく基本方針、閣議決定 エネルギー、全国非公開説明会、少人数ワークショップ開催</p> <p>2016 総合エネルギー調査会地層処分技術WG、科学的有望地に係る要件・基準の検討結果まとめ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HLWの問題の解決に向け、<u>国が前面に立って取り組む必要がある。</u></li> <li><u>可逆性・回収可能性を担保し、将来世代が最良の処分方法を選択できるようにする。</u></li> <li>直接処分など<u>代替処分オプションに関する調査・研究を推進する。</u></li> <li><u>国は、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。</u>また、多様な立場の住民が参加する<u>地域の合意形成の仕組みを構築する。</u></li> </ul>



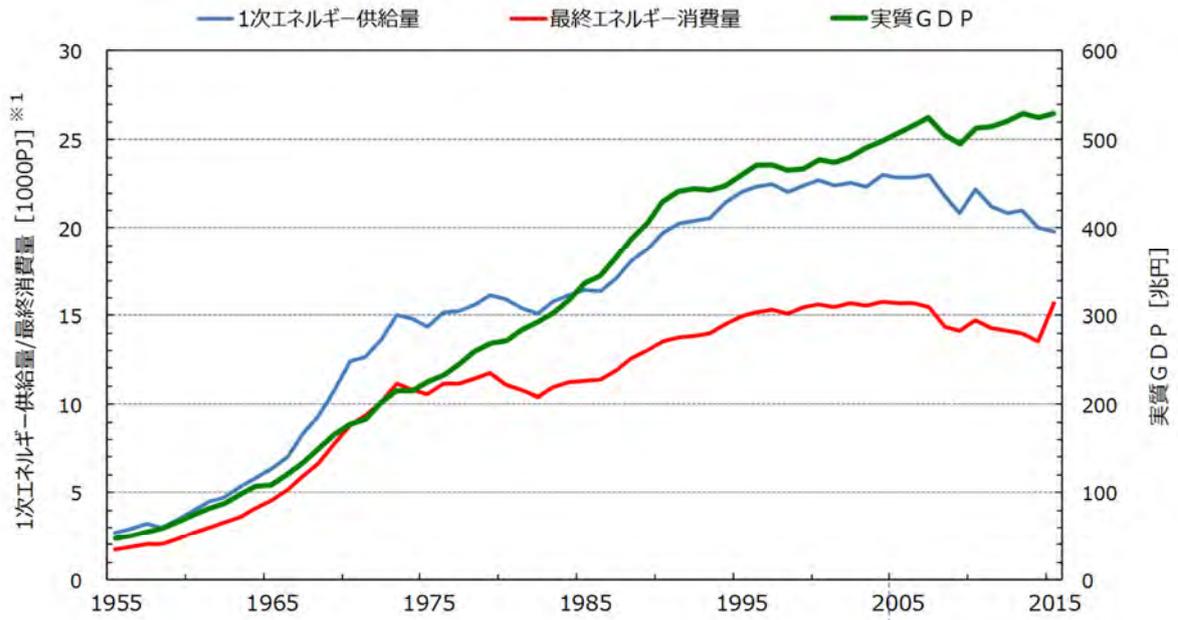
(a) エネルギー需給と実質GDP (5),(6)



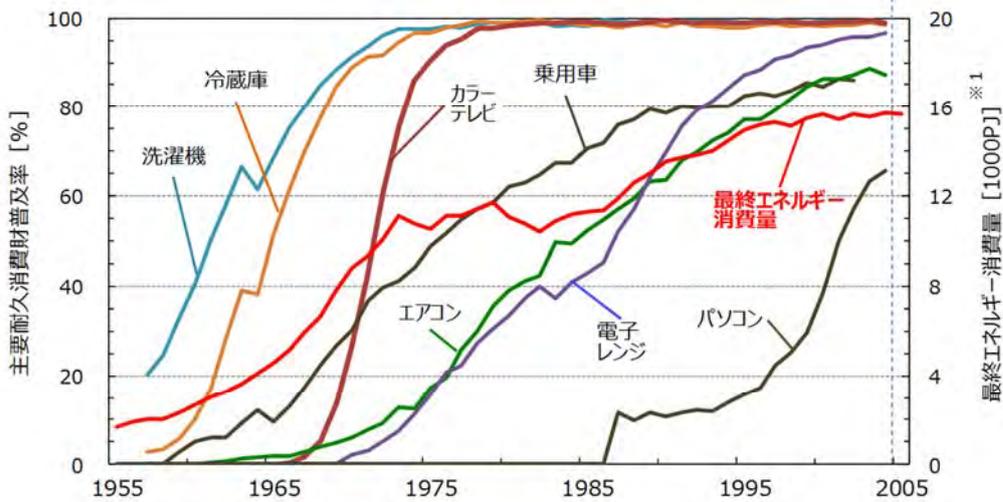
(b) 1次エネルギー供給量の内訳 (5),(6)

(※1) 1PJ(=10<sup>15</sup>J)は、原油約25,800kℓの熱量に相当 (PJ: ペタジュール)

図1-1 我が国のエネルギー状況の変化



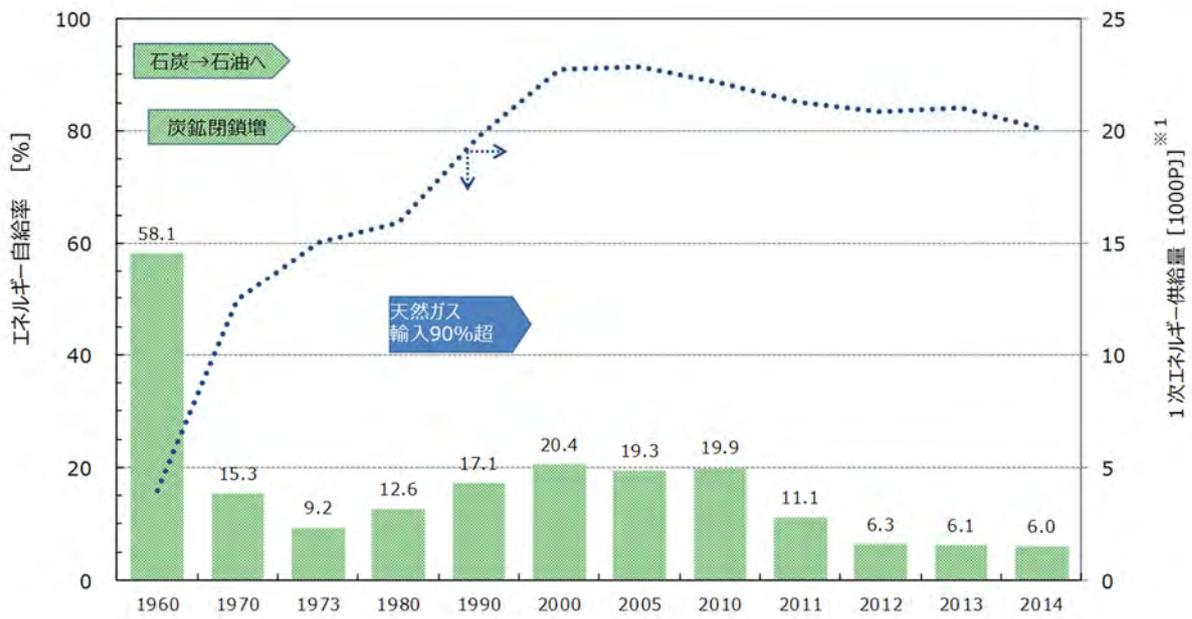
(a) エネルギー需給と実質GDP (5),(6)



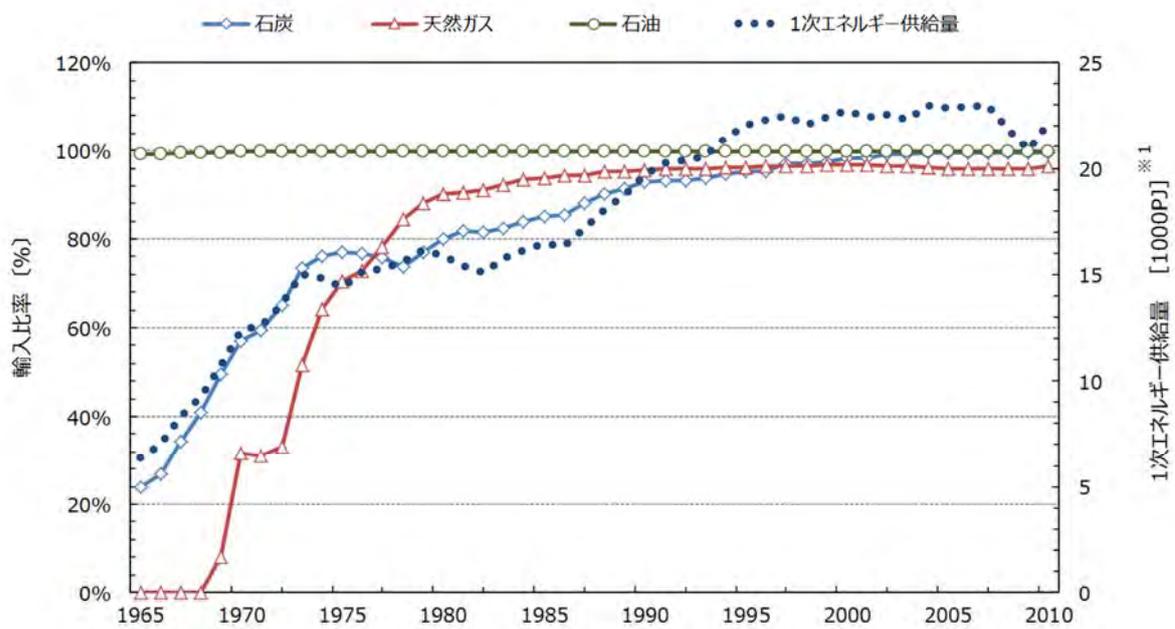
(c) 主要耐久消費財の普及率と最終エネルギー消費量の変化 (5),(7)

(※1) 1PJ(=10<sup>15</sup>J)は、原油約25,800kℓの熱量に相当 (PJ: ペタジュール)

図1-2 我が国のエネルギー状況の変化

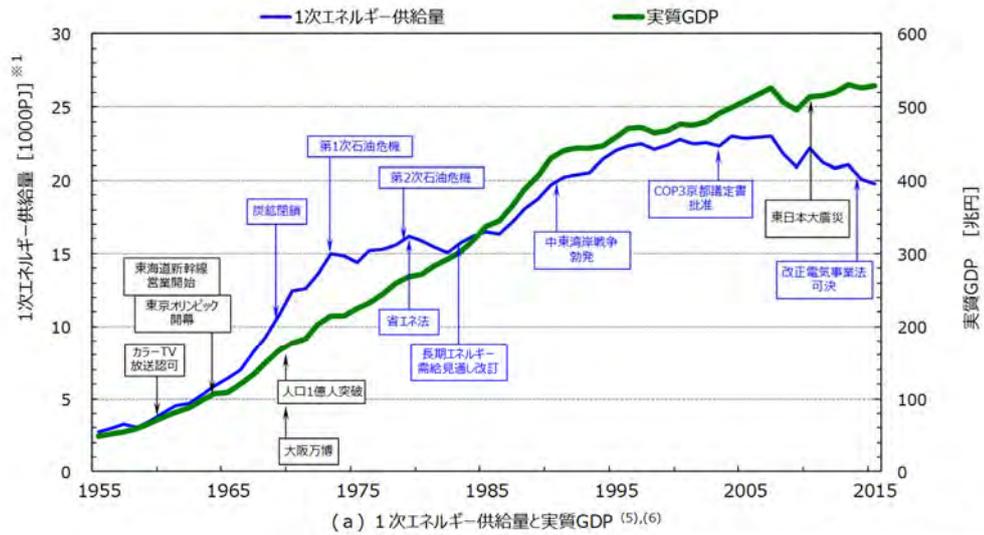


(d) エネルギー自給率の変化<sup>(5)</sup>



(e) エネルギー源別輸入状況の変化<sup>(8)</sup>

図1-3 我が国のエネルギー状況の変化



(※1) 1PJ(=10<sup>15</sup>)は、原油約25,800klの熱量に相当 (PJ: ペタジュール)

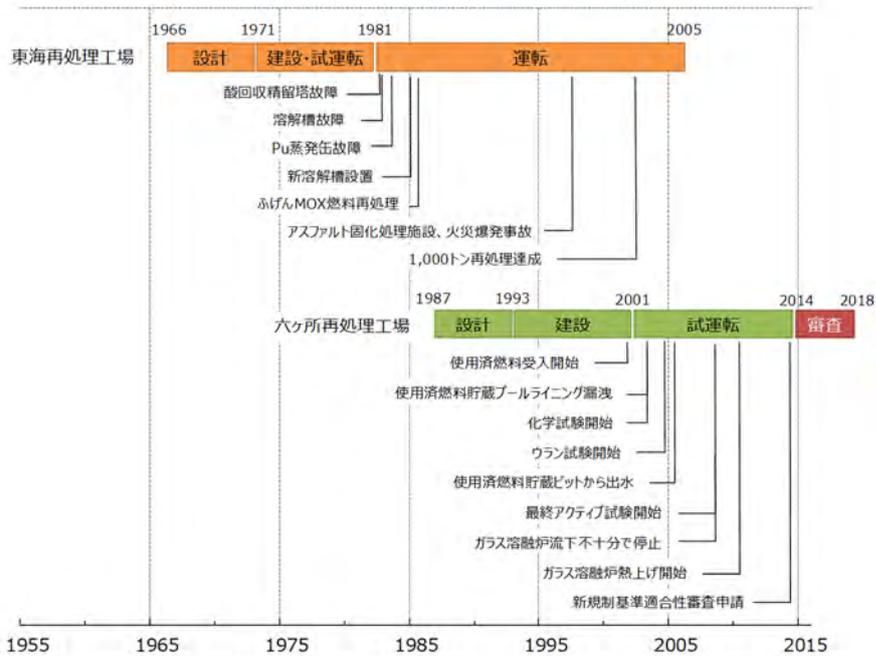
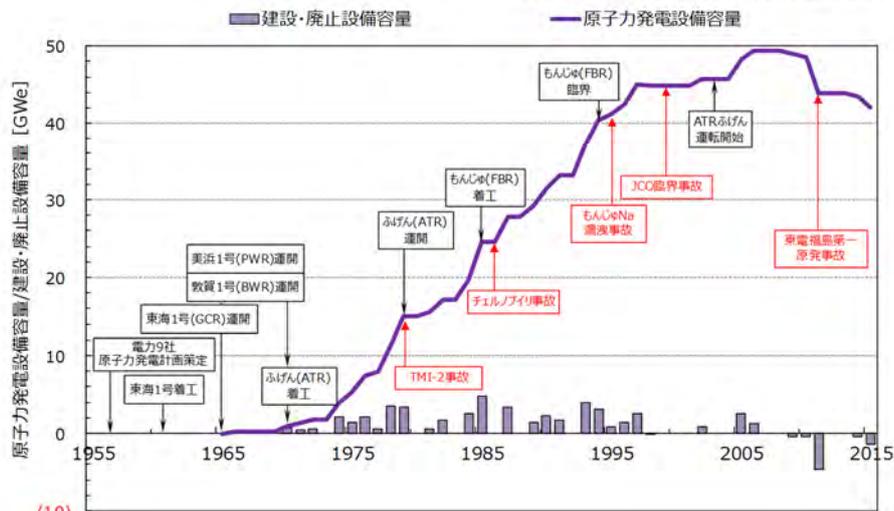


図2 我が国のエネルギー状況と原子力との関係性、再処理の歴史



## 放射性廃棄物の区分と処理処分概念

### 1. 放射性廃棄物の定義

#### 1.1 原子力関係法令等から見た放射性廃棄物の位置づけ

いわゆる放射性廃棄物については、 $^{32}\text{P}$ 、 $^{60}\text{Co}$  等放射線を放出する放射性同位元素の取り扱いを規制する「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」（以下「放射線障害防止法」という。）、及び、核原料物質、核燃料物質（U、Pu、Th）及び原子炉による災害を防止し、関連する事業・運転等を規制する「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）によって定義されている。

次に各法律において廃棄物を定義している条文を示す。

##### 1.1.1 放射線障害防止法

放射線障害防止法における廃棄物の定義は以下の条文に定義されている。

*第一条 この法律は、原子力基本法（昭和三十年法律第百八十六号）の精神にのっとり、放射性同位元素の使用、販売、賃貸、廃棄その他の取扱い、放射線発生装置の使用及び放射性同位元素又は放射線発生装置から発生した放射線によって汚染された物（以下「放射性汚染物」という。）の廃棄その他の取扱いを規制することにより、これらによる放射線障害を防止し、公共の安全を確保することを目的とする。*

##### 1.1.2 原子炉等規制法

原子炉等規制法そのものには放射性廃棄物に関する定義はないが、同施行令中の規定を実施するために制定された各規則にその定義がなされている。一例として「核燃料物質の使用等に関する規則」において廃棄物を定義している条文（抜粋）を示す。

*第一条 この規則において使用する用語は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和三十二年法律第百六十六号。以下「法」という。）において使用する用語の例による。*

*2 この規則において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。*

*五 「放射性廃棄物」とは、核原料物質又は核燃料物質によって汚染された物（以下「核燃料物質等」という。）で廃棄しようとするものをいう。*

### 1.1.3 放射性廃棄物に相当しない廃棄物（クリアランス以下の廃棄物）

#### (1) 原子炉等規制法

クリアランスについては、原子炉等規制法「第六十一条の二第一項」に定められており、以下の条文の通り、放射能濃度が基準を超えないことについて原子力規制委員会の確認を受けたものは、汚染されたものではないものとして取り扱われる。

第六十一条の二 原子力事業者等は、工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質についての放射能濃度が放射線による障害の防止のための措置を必要としないものとして原子力規制委員会規則で定める基準を超えないことについて、原子力規制委員会規則で定めるところにより、原子力規制委員会の確認を受けることができる。

2 前項の確認を受けようとする者は、原子力規制委員会規則で定めるところによりあらかじめ原子力規制委員会の認可を受けた放射能濃度の測定及び評価の方法に基づき、その確認を受けようとする物に含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価を行い、その結果を記載した申請書その他原子力規制委員会規則で定める書類を原子力規制委員会に提出しなければならない。

3 第一項の規定により原子力規制委員会の確認を受けた物は、この法律、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和四十五年法律第百三十七号）その他の政令で定める法令の適用については、核燃料物質によつて汚染された物でないものとして取り扱うものとする。

#### (2) 製錬事業者等における工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質の放射能濃度についての確認等に関する規則

当規則には資材その他の物に含まれる放射性物質の放射能濃度についての確認等に関する規則が定められている。

なお、規則の名称に「製錬事業者等」の語句が用いられているが、第一条第2項に「製錬事業者等」の定義が次のように示されている。

2 この規則において「製錬事業者等」とは、製錬事業者、加工事業者、発電用原子炉設置者、使用済燃料貯蔵事業者、再処理事業者及び廃棄事業者（旧製錬事業者等、旧加工事業者等、旧発電用原子炉設置者等、旧使用済燃料貯蔵事業者等、旧再処理事業者等及び旧廃棄事業者等を含む。）をいう。

一方、当規則の第二条には放射能濃度の基準が定められているが、現状では、発電用原子炉設置者及び加工事業者（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料材を取り扱うものを除く。）において用いた資材に関してのみの基準が定められている。

また、基準に関しては発電用原子炉設置者向けが別表第一に、ウラン加工事業者向けが別表第二に示されている。第二条及び各別表を以下に示す。

○製錬事業者等における工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質の放射能濃度についての確認等に関する規則（抜粋）

(放射能濃度の基準)

第二条 発電用原子炉設置者が発電用原子炉を設置した工場等において用いた資材その他の物のうち金属くず、コンクリートの破片及びガラスくず（ロックウール及びグラスウールに限る。）に含まれる放射性物質の放射能濃度についての法第六十一条の二第一項の原子力規制委員会規則で定める基準は、次に掲げるものとする。

一 評価に用いる放射性物質（別表第一の第一欄に掲げる放射性物質に限る。次号において同じ。）の種類が一種類である場合にあつては、測定及び評価を行う範囲（以下「評価単位」という。）における当該放射性物質の平均放射能濃度の値が同表の第二欄に掲げる当該放射性物質に応じた放射能濃度の値を超えないこと。

二 評価に用いる放射性物質の種類が二種類以上である場合にあつては、評価単位におけるそれぞれの放射性物質の平均放射能濃度の値を別表第一の第二欄に掲げるそれぞれの放射性物質に応じた放射能濃度の値で除して得られるそれぞれの割合の和が一を超えないこと。

2 加工事業者が加工施設を設置した工場等（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料材を取り扱うものを除く。）において用いた資材その他の物のうち金属くずに含まれる放射性物質の放射能濃度についての法第六十一条の二第一項の原子力規制委員会規則で定める基準は、次に掲げるものとする。

一 評価に用いる放射性物質（別表第二の第一欄に掲げる放射性物質に限る。次号において同じ。）の種類が一種類である場合にあつては、評価単位における当該放射性物質の平均放射能濃度の値が同表の第二欄に掲げる当該放射性物質に応じた放射能濃度の値を超えないこと。

二 評価に用いる放射性物質の種類が二種類以上である場合にあつては、評価単位におけるそれぞれの放射性物質の平均放射能濃度の値を別表第二の第二欄に掲げるそれぞれの放射性物質に応じた放射能濃度の値で除して得られるそれぞれの割合の和が一を超えないこと。

表 1

別表第一（第 2 条関係）

第一欄	第二欄	第一欄	第二欄
放射性物質の種類	放射能濃度(Bq/g)	放射性物質の種類	放射能濃度(Bq/g)
$^3\text{H}$	100	$^{106}\text{Ru}$	0.1
$^{14}\text{C}$	1	$^{108\text{m}}\text{Ag}$	0.1
$^{36}\text{Cl}$	1	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	0.1
$^{41}\text{Ca}$	100	$^{124}\text{Sb}$	1
$^{46}\text{Sc}$	0.1	$^{123\text{m}}\text{Te}$	1
$^{54}\text{Mn}$	0.1	$^{129}\text{I}$	0.01
$^{55}\text{Fe}$	1000	$^{134}\text{Cs}$	0.1
$^{59}\text{Fe}$	1	$^{137}\text{Cs}$	0.1
$^{58}\text{Co}$	1	$^{133}\text{Ba}$	0.1
$^{60}\text{Co}$	0.1	$^{152}\text{Eu}$	0.1
$^{59}\text{Ni}$	100	$^{154}\text{Eu}$	0.1
$^{63}\text{Ni}$	100	$^{160}\text{Tb}$	1
$^{65}\text{Zn}$	0.1	$^{182}\text{Ta}$	0.1
$^{90}\text{Sr}$	1	$^{239}\text{Pu}$	0.1
$^{94}\text{Nb}$	0.1	$^{241}\text{Pu}$	10
$^{95}\text{Nb}$	1	$^{241}\text{Am}$	0.1
$^{99}\text{Tc}$	1		

別表第二（第 2 条関係）

一欄	第二欄
放射性物質の種類	放射能濃度(Bq/g)
$^{232}\text{U}$	0.1
$^{234}\text{U}$	1
$^{235}\text{U}$	1
$^{236}\text{U}$	10
$^{238}\text{U}$	1

以上より、発電用原子炉及び加工施設において用いた資材等のうち、上表の値以下の廃棄物については規制庁の許可を得たうえで放射性物質として扱う必要のないものとして扱われる。電気事業連合会のウェブサイト<sup>1)</sup>によれば、原子力発電施設の解体撤去にともなって発生する廃棄物は、「廃棄物の 97% はクリアランスレベル以下」であり、廃棄物発生量は「110 万 kW（キロワット）級の原子力発電所を解体すると、クリアランスレベル以下の廃棄物発生量は沸騰水型炉（BWR）で 53 万 t（トン）、加圧水型炉（PWR）で 49 万 t と試算されています。」としている。

ところで、上表において福島事故由来の放射性物質である  $^{134}\text{Cs}$  及び  $^{137}\text{Cs}$  の放射能濃度限度（クリアランスレベル）は 0.1 Bq/g（100 Bq/kg）とされているが、環境系の法令では、8,000 Bq/kg 以下の廃棄物は埋め立て処分することができるとしている。本件に関し、法令上どのように位置づけられているかについては次項にて述べる。

## 1.2 環境関係法令等から見た放射性廃棄物の位置づけ

### 1.2.1 廃棄物の処理及び清掃に関する法律

廃棄物の処理及び清掃に関する法律は、第一条に「この法律は、廃棄物の排出を抑制し、及び廃棄物の適正な分別、保管、収集、運搬、再生、処分等の処理をし、並びに生活環境を清潔にすることにより、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図ることを目的とする。」とあるように、我々の生活や事業活動によって排出される廃棄物全般の取り扱いについて定めたものである。

このため、広義的な視点に立てば、放射性廃棄物についても当法律のスコープ内と考えられるが、放射性廃棄物は次のとおり同法には定義されていない。

#### ○廃棄物の処理及び清掃に関する法律（抜粋）

*第二条 この法律において「廃棄物」とは、ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であつて、固形状又は液状のもの（放射性物質及びこれによって汚染された物を除く。）をいう。*

なお、当法律では廃棄物は「固形状又は液状のもの」に限定されており、気体状のものは定義されていない。気体状の廃棄物については、廃棄物のカテゴリではなく、大気汚染のカテゴリに位置づけられている。

因みに、大気汚染防止法では、平成 25 年 4 月 19 日付「放射性物質による環境の汚染の防止のための関係法律の整備に関する法律案の閣議決定について」<sup>2)</sup>により、放射性物質による大気の汚染及びその防止については適用しないこととする規定が削除されるとともに、環境大臣は、放射性物質による大気の汚染の状況を常時監視し、その状況を公表するとする条文が追記されている。

## 1.2.2 平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法

平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法(以下、「放射性物質汚染対処特措法」という。)の第一条には、「この法律は、(中略)事故由来放射性物質による環境の汚染への対処に関し、(中略)事故由来放射性物質による環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を速やかに低減することを目的とする。」とあり、そのため、本特別措置法においては「事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の処理及び除染等の措置等」に重点が置かれている。

また、放射性物質汚染対処特措法における「事故由来放射性物質により汚染された廃棄物」については、環境省「放射性物質汚染廃棄物処理情報サイト」の「廃棄物関係ガイドライン(平成25年3月第2版)」<sup>3)</sup>によれば、次のように分類されている。

### (1) 特定一般廃棄物

(特定一般廃棄物)

規則第28条 法第二十三条第一項の環境省令で定める廃棄物は、次のとおりとする。

- 一 除染特別地域内又は除染実施区域内の土地等に係る土壌等の除染等の措置に伴い生じた廃棄物
- 二 一般廃棄物処理施設である焼却施設から生じたばいじん及び焼却灰その他の燃え殻(次に掲げるものに限る。)
  - イ 福島県に所在する一般廃棄物処理施設である焼却施設から生じたもの
  - ロ 岩手県、宮城県、山形県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県又は東京都(島しょ部を除く。)に所在する一般廃棄物処理施設である焼却施設から生じたばいじん
- 三 稲わらが廃棄物となったもの(岩手県、宮城県、福島県又は栃木県において生じたものに限る。)
- 四 堆肥が廃棄物となったもの(岩手県、宮城県、福島県又は栃木県において生じたものに限る。)
- 五 前各号に掲げる廃棄物を処分するために処理したものであって、これらの廃棄物に該当しないもの

(特定産業廃棄物)

規則第30条 法第二十三条第二項の環境省令で定める廃棄物は、次のとおりとする。

- 一 除染特別地域内又は除染実施区域内の土地等に係る土壌等の除染等の措置に伴い生じた廃棄物
- 二 水道施設から生じた第七条に規定する廃棄物(次に掲げるものに限る。)
  - イ 福島県に所在する水道施設から生じたもの
  - ロ 宮城県、栃木県又は群馬県に所在する水道施設から生じたものであって、当該施設に係る

天日乾燥設備を用いて乾燥したもの

三 公共下水道又は流域下水道に係る発生汚泥等（次に掲げるものに限る。）

イ 福島県に所在する合流式の公共下水道又は流域下水道に係る終末処理場から生じた汚泥等の堆積物（当該終末処理場に係る焼却設備を用いて焼却したものに限る。）

ロ 福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都（島しょ部を除く。）又は神奈川県に所在する公共下水道又は流域下水道に係る終末処理場から生じた汚泥等の堆積物（当該終末処理場に係る焼却設備（流動式焼却設備を除く。）を用いて焼却したもの（ばいじんに限る。））に限り、イに掲げるものを除く。）

ハ 福島県に所在する合流式の公共下水道又は流域下水道に係る終末処理場から生じた汚泥等の堆積物（当該終末処理場に係る脱水設備を用いて脱水したものに限り、イに掲げるものを除く。）

四 福島県又は栃木県に所在する工業用水道施設から生じた第十条に規定する廃棄物

五 産業廃棄物処理施設である焼却施設から生じたばいじん及び焼却灰その他の燃え殻（次に掲げるものに限る。）

イ 福島県に所在する産業廃棄物処理施設である焼却施設から生じたもの

ロ 岩手県、宮城県、山形県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県又は東京都（島しょ部を除く。）に所在する産業廃棄物処理施設である焼却施設から生じたばいじん

六 堆肥が廃棄物となったもの（岩手県、宮城県、福島県又は栃木県において生じたものに限る。）

七 前各号に掲げる廃棄物を処分するために処理したものであって、これらの廃棄物に該当しないもの

## (2) 指定廃棄物

放射性物質汚染対処特措法（抜粋）

（特別な管理が必要な程度に事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の指定等）

第十七条 環境大臣は、前条第一項の規定による調査の結果、同項各号に定める廃棄物の事故由来放射性物質による汚染状態が環境省令で定める基準に適合しないと認めるときは、当該廃棄物を特別な管理が必要な程度に事故由来放射性物質により汚染された廃棄物として指定するものとする。

「廃棄物関係ガイドライン」<sup>3)</sup>によれば、指定廃棄物は「セシウム 134 及びセシウム 137 の放射能濃度の合計値が、8,000 Bq/kg を超えるものとする。」としている。

なお、原子炉等規制法に基づくセシウムのクリアランス基準は 100Bq/kg であるが、放射性物質汚染対処特措法では、一般に処理できる放射能濃度の上限を 8,000Bq/kg としていることについて、環境省廃棄物・リサイクル対策部は、「100Bq/kg と 8,000Bq/kg の二つ基準違いについて」<sup>4)</sup> という文書の中で「原子炉等規制法に基づくクリアランス基準(100Bq/kg) については、「廃棄物を安全に再利用できる基準」であり、また、「放射性物質汚染対策特措法に基づく指定基準(8,000Bq/kg) につい

て」は、「廃棄物を安全に処理するための基準」である、と述べている。一方、厚生労働省の「食品中の放射性物質の新たな基準値」<sup>5)</sup>によれば、これまで「野菜類、穀類、肉・卵・魚・その他」における放射性セシウムの暫定規制値を「500 ベクレル/kg」としていたが、平成 24 年 4 月 1 日より新基準値として「一般食品」の値を「100 ベクレル/kg」に変更している。

さらに、環境省作成の「災害廃棄物の広域処理の推進に係るガイドラインに関する Q & A」<sup>6)</sup>では、「不燃物を埋立処分する場合には、8000Bq/kg 以下の災害廃棄物であれば、焼却灰と同様に管理型最終処分場<sup>7)</sup>に埋め立てることができ、受入側に負担をかけることなく処分が可能です。」としている。

なお、本件は、放射性物質汚染対処特措法に基づく処置である。一方、原子炉等規制法では、後述のとおり、例えば、Cs137 の放射能濃度が「百メガベクレル毎トン」(100,000Bq/kg) を超えない放射性廃棄物を埋設の方法により最終的に処分する場合には、「トレンチ処分」することとなるが、処分を実施する前に、「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」に基づき「第二種廃棄物埋設の事業の許可」の申請が必要としている。

### 1.3 他の法令による放射性廃棄物の位置づけ

放射性同位元素の取り扱いに係るその他の法令として、「医療法施行規則」、「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律施行規則」、「臨床検査技師等に関する法律施行規則」（いずれも厚生労働省所管）がある。

#### 1.3.1 医療法施行規則

医療法施行規則では、放射性廃棄物を「医療用放射性汚染物」と定義している。

*(廃棄施設) (抜粋)*

第三十条の十一 診療用放射性同位元素、陽電子断層撮影診療用放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物（以下「医療用放射性汚染物」という。）を廃棄する施設（以下「廃棄施設」という。）の構造設備の基準は、次のとおりとする。

#### 1.3.2 臨床検査技師等に関する法律施行規則

臨床検査技師等に関する法律施行規則では、放射性廃棄物を示す個別的なワードはなく「検体検査用放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物」と表現されている。

*(衛生検査所の登録基準) (抜粋)*

第十二条 法第二十条の三第二項の厚生労働省令で定める基準は、次のとおりとする。2 衛生検査所の管理者は、検体検査用放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物の廃棄を、医療法施行規則（昭和二十三年厚生省令第五十号）第三十条の十四の二第一項の規定に基づき別に厚生労働省令で指定を受けた者に委託することができる。この場合においては、前項第五号の規定中廃棄施設にかかる部分は、適用しない。

#### 1.3.3 医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律施行規則

「薬事法」は平成26年11月21日付「薬事法等の一部を改正する法律の施行に伴う厚生労働省関係告示の整理に関する告示」において「次に掲げる告示の規定中「薬事法」を「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律」に改める。」とされ、名称が変更された。なお、本項中においては、便宜上同法を「薬事法」と呼ぶ。

一方、同規則内に放射性廃棄物の定義に係る記載は見当たらないが、薬事法における放射性物質の規制については、厚生労働省医薬食品局の資料<sup>8)</sup>に、「原則として、

放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（昭和 32 年法律第 167 号。以下「放射線障害防止法」。）により規制。」とあり、薬事法の下で取扱う放射性廃棄物については放射線障害防止法と同様の定義がなされているものと考えられる。

#### 1.3.4 獣医療法施行規則

獣医療法施行規則では、放射性廃棄物について、以下の通り、「獣医療用放射性汚染物」と定義されている。

*(廃棄施設) (抜粋)*

第六条の十 診療用放射性同位元素、陽電子断層撮影診療用放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物（以下「獣医療用放射性汚染物」という。）を廃棄する施設（以下「廃棄施設」という。）の構造設備の基準は、次のとおりとする。

## 2. 放射性廃棄物の区分と処分の方法について

### 2.1 第一種廃棄物埋設及び第二種廃棄物埋設

放射性廃棄物の廃棄については、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」の廃棄の事業許可の項目において、放射能濃度に応じた処分の区分が定められている。以下に地層処分に相当する「第一種廃棄物埋設」及びL1～L3処分に相当する「第二種廃棄物埋設」について、それぞれの定義及び放射性物質の種類・濃度に関する基準等を示す。

(事業の許可) (抜粋)

第五十一条の二 次の各号に掲げる廃棄(製錬事業者、加工事業者、試験研究用等原子炉設置者、外国原子力船運航者、発電用原子炉設置者、使用済燃料貯蔵事業者、再処理事業者及び第五十二条第一項の許可を受けた者が製錬施設、加工施設、試験研究用等原子炉施設、発電用原子炉施設、使用済燃料貯蔵施設、再処理施設又は同条第二項第七号に規定する使用施設に付随する同項第九号に規定する廃棄施設において行うものを除く。)の事業を行おうとする者は、当該各号に掲げる廃棄の種類ごとに、政令で定めるところにより、原子力規制委員会の許可を受けなければならない。

- 一 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、これらに含まれる政令で定める放射性物質についての放射能濃度が人の健康に重大な影響を及ぼすおそれがあるものとして当該放射性物質の種類ごとに政令で定める基準を超えるものの埋設の方法による最終的な処分(以下「第一種廃棄物埋設」という。)
- 二 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前号に規定するもの以外のものの埋設の方法による最終的な処分(以下「第二種廃棄物埋設」という。)

～ (以下、略) ～

また、「第一種廃棄物埋設」に関し、政令で定める放射性物質の種類・放射能濃度は次のとおりである。

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(抜粋)

(政令で定める放射性物質の種類等)

第三十一条 法第五十一条の二第一項第一号の政令で定める放射性物質は次の表の上欄に掲げる放射性物質とし、同号の人の健康に重大な影響を及ぼすおそれがあるものとして政令で定める基準は同欄に掲げる放射性物質の種類に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる放射能濃度とする。

炭素十四	十ペタベクレル毎トン
塩素三十六	十テラベクレル毎トン
テクネチウム九十九	百テラベクレル毎トン
よう素百二十九	一テラベクレル毎トン
アルファ線を放出する放射性物質	百ギガベクレル毎トン

第一種廃棄埋設に相当する放射性廃棄物については、平成27年01月26日付け原子力規制庁作成の「第二種廃棄物埋設に係る規制制度の概要」<sup>9)</sup>によれば、放射性廃棄物に含まれる放射能の濃度が上表（原子炉等規制法施行令に基づく表）の値を超える物については地層処分、また、以下に示す「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」において、別表第一の値を超えるものは「余裕深度処分」、別表第二の値を超えるものは「ピット処分」、超えないものは「トレンチ処分」とされている。

核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（抜粋）  
（定義）

第一条の二 この規則において使用する用語は、法において使用する用語の例による。

2 この規則において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

一 「放射線」とは、原子力基本法（昭和三十年法律第百八十六号）第三条第五号に規定する放射線又は一メガ電子ボルト未満のエネルギーを有する電子線若しくはエックス線であつて、自然放射線以外のものをいう。

二 「放射性廃棄物」とは、核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物（以下「核燃料物質等」という。）で廃棄しようとするもの（第二種廃棄物埋設の事業に係るものに限る。）をいう。

三 「余裕深度処分」とは、地表から深さ五十メートル以上の地下に設置された廃棄物埋設地（第二種廃棄物埋設の事業に係るものに限る。以下同じ。）において放射性廃棄物を埋設の方法により最終的に処分することをいう。

四 「ピット処分」とは、地上又は地表から深さ五十メートル未満の地下に設置された廃棄物埋設地において別表第一の上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放射性廃棄物を埋設の方法（次のいずれかの方法に限る。）により最終的に処分することをいう。

イ 外周仕切設備を設置した廃棄物埋設地に放射性廃棄物を定置する方法

ロ 外周仕切設備を設置しない廃棄物埋設地に放射性廃棄物を一体的に固型化する方法

五 「トレンチ処分」とは、地上又は地表から深さ五十メートル未満の地下に設置された廃棄物埋設地において別表第二の上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放射性廃棄物を埋設の方法（前号イ及びロの方法を除く。）により最終的に処分することをいう。～（以下、略）～

別表第一（第一条の二第二項第四号関係）

炭素十四	百ギガベクレル毎トン
コバルト六十	一ペタベクレル毎トン
ニッケル六十三	十テラベクレル毎トン
ストロンチウム九十	十テラベクレル毎トン
テクネチウム九十九	一ギガベクレル毎トン
セシウム百三十七	百テラベクレル毎トン
アルファ線を放出する放射性物質	十ギガベクレル毎トン

別表第二（第一条の二第二項第五号関係）

コバルト六十	十ギガベクレル毎トン
ストロンチウム九十	十メガベクレル毎トン
セシウム百三十七	百メガベクレル毎トン

## 2.2 RI・研究所等廃棄物の埋設

RI・研究所等廃棄物の埋設については、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」の「廃棄の業の許可」に関する項目において

(廃棄の業の許可) (抜粋)

第四条の二 放射性同位元素又は放射性汚染物を業として廃棄しようとする者は、政令で定めるところにより、原子力規制委員会の許可を受けなければならない。

七 放射性同位元素又は放射性汚染物の埋設の方法による最終的な処分（以下「廃棄物埋設」という。）を行う場合にあっては、次に掲げる事項

イ 埋設を行う放射性同位元素又は放射性汚染物の性状及び量

ロ 放射能の減衰に応じて放射線障害の防止のために講ずる措置

とされているのみであり、「廃棄の業」に関する規制については存在するが、廃棄物の区分等については同法では規定されていない。また、医療法等に基づく廃棄物が「廃棄物埋設」の対象とされているか否かについても、同法では明確にされていないが、平成18年9月12日付けで「原子力分野の研究開発に関する委員会」がRI・研究所等廃棄物作業部会からの報告を受け了承した「RI・研究所等廃棄物（浅地中処分相当）処分の実現に向けた取り組みについて<sup>10)</sup>」の中で、RI・研究所等廃棄物とは、「RI使用施設の操業、放射線発生装置の使用等から発生する放射性廃棄物（例：RIが付着した試験管、注射器、ペーパータオル、排気フィルター等）及びこれらの施設等の解体により発生する放射性廃棄物（例：RIが付着したコンクリート、金属やこれらが放射化したもの等）をいう。」としており、放射線障害防止法のほか医療法、薬事法及び臨床検査技師法に基づき廃棄されたRIが対象になっていると思われる。

一方、これら廃棄物の処分について同資料では「RI・研究所等廃棄物としては、処分方法による分類により地層処分相当、余裕深度処分相当、コンクリートピット処分相当及びトレンチ処分相当の廃棄物がある。」としており、考え方としては、原子炉等規制法の第二種廃棄物埋設とほぼ同等とされている。なお、RI・研究所等廃棄物作業部会において主として浅地中処分相当（コンクリートピット処分相当及びトレンチ処分相当）の廃棄物について詳細な検討を行っており、余裕深度処分相当の研究所等廃棄物については、「原子力安全委員会等における審議を踏まえて今後引き続き検討していくことが適当である。」としている。

### 3. 放射性廃棄物の種類と物量について

#### 3.1 放射性廃棄物の種類

ここでは便宜上、原子炉等規制法に定める「放射性廃棄物」、放射線障害防止法に定める「放射性汚染物」、医療法等が定める「医療用放射性汚染物」等について、一元的に「放射性廃棄物」呼ぶこととする。

一方、これまでは、法令等に基づく放射性廃棄物の定義を見てきたが、以後からは、国及び事業者が放射性廃棄物及び処分に関する説明をする際に用いている表現を使用することとする。

##### 3.1.1 低レベル放射性廃棄物

低レベル放射性廃棄物は、原子炉等規制法に定義される「第二種廃棄物埋設」として処分可能な廃棄物で、電力会社の原子力発電所、ウラン燃料の成型加工（転換、濃縮を含む）施設、再処理施設、研究施設および放射性同位元素（Radioisotope：以下「RI」という）使用施設、医療機関等から発生する。種類については4種類に分けられている。それぞれについての詳細を以下に示す。

###### (1) 原子力発電所の廃止措置及び運転等に伴い発生する放射性廃棄物

電気事業連合会作成の「原子力発電所の廃止措置と低レベル放射性廃棄物について<sup>11)</sup>」によれば、原子力発電所の廃止措置に伴い発生する廃棄物については、放射能濃度ごとに次の3種類に分類されている。

○比較的放射能レベルが高いもの。（余裕深度処分 L1）

⇒制御棒、使用済樹脂、炉内構造物、チャンネルボックス、バーナブルポイズン、原子炉近傍のコンクリートなど。

○比較的放射能レベルが低いもの。（ピット処分 L2）

⇒原子炉圧力容器（L1 領域を除く）などの大型機器、ポンプ、配管など。

○極めて放射能レベルが低いもの。（トレンチ処分 L3）

⇒原子炉周辺設備の解体で発生する、給水熱交換器（大型）や配管・弁等多種多様なもの（コンクリートガラ、金属など）。

なお、原子力発電所の運転や定期検査などにもなって発生する放射能レベルの低い「低レベル放射性廃棄物」については、すでに日本原燃(株)により六ヶ所村にお

いて埋設が行われている。日本原燃(株)の web サイトの「低レベル放射性廃棄物埋設センターの運転情報（日報）」<sup>12)</sup>によれば、2016 年 3 月末現在、1 号廃棄物埋設施設の埋設本数は 148, 147 本（ドラム缶）、2 号廃棄物埋設施設の埋設本数は 135, 352 本（ドラム缶）となっている。その他の埋設の実績としては、旧日本原子力研究所において JPDR（動力試験炉）解体廃棄物のうち埋設対象廃棄物約 1670 トンが廃棄物埋設用トレンチに埋設されている。<sup>13)</sup>

## (2) ウラン廃棄物

原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会が取りまとめた「ウラン廃棄物処理処分の基本的考え方について」（平成 12 年 12 月 14 日）<sup>14)</sup>によればウラン廃棄物について、「原子炉施設の運転に使用されるウラン燃料は、その原料となるウラン鉱石から、製錬、転換、濃縮、再転換、成型加工などの工程を経て製造される。これらの各工程を行う施設の運転・解体に伴い放射性廃棄物が発生する。これらの放射性廃棄物をウラン廃棄物という。」と定義している。

## (3) TRU 廃棄物

日本原子力研究開発機構（以下、JAEA）の TRU 廃棄物処分技術検討書（第 2 次 TRU レポート）<sup>15)</sup>によれば TRU 廃棄物について「大部分が再処理施設と MOX 燃料加工施設において発生し、一部は海外からの返還廃棄物の管理施設から発生する。現状では、主に、JNC の東海再処理工場（作者注：現 JAEA 東海再処理施設）と MOX 燃料取扱施設において発生しており、今後は、海外再処理委託に伴う返還廃棄物や国内の民間再処理施設、民間 MOX 燃料加工施設及び返還廃棄物管理施設の操業廃棄物、さらに長期的には操業を終了したこれら施設の解体による TRU 廃棄物の発生量の増大が見込まれる。」としている。

## (4) RI・研究所等廃棄物

平成 10 年 5 月 28 日原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会が取りまとめた「RI・研究所等廃棄物処理処分の基本的考え方について<sup>16)</sup>」によれば、RI・研究所等廃棄物について、「RI は、主に放射性医薬品や研究用等のトレーサとして様々な利用が行われている。医療分野では血液検査、肝機能検査、がんの検査等に利用されており、最近では、RI を利用した PET（ポジトロン断層診断装置）を用いる診断法も行われている。また、トレーサ利用としては、遺伝子情報解析等が挙げられる。密封線源としては、注射器等の医療器具の滅菌、微量物質の検出に用いるガスクロマトグラフ用の検出器、工業製品の厚さ計等に利用されている。さらに、溶接

部の検査等の非破壊検査用としても用いられている。

このように RI の利用は、日常生活の向上や科学技術の発展に寄与してきたが、RI の利用の進展と共に、RI 廃棄物も増加している。RI 廃棄物には、医療機関から発生するものとして放射性医薬品用プラスチック試験管や注射器、ペーパータオル、ガラス容器等、研究機関から発生するものとして試験管等のプラスチックやガラス製の器具、ペーパータオル、金属容器、排気フィルタ等が挙げられる。RI 廃棄物に特有の廃棄物としては、動物実験後の動物死体も発生している。また、加速器の利用においては、放射化した金属やコンクリート等の加速器本体と建屋の一部が廃棄物となる」としている。

### 3.1.2 高レベル放射性廃棄物

原子力百科事典 ATOMICA によれば高レベル放射性廃棄物について「再処理施設で使用済燃料からウランとプルトニウムを分離・回収する工程で種々の放射性廃棄物が発生する。」「使用済燃料溶解液から溶媒によりウランとプルトニウムを抽出した残液（一次抽出廃液）には核分裂物質を中心に元の使用済燃料中に含まれていた放射性物質の大部分が残されており、これが「高レベル廃液」と呼ばれる。高レベル廃液は安定な固化体とするためガラス固化される。その固化体を「高レベル放射性廃棄物」と呼んでいる。」<sup>17)</sup> としている。

### 3.2 放射性廃棄物の物量について

#### 3.2.1 ウラン廃棄物

平成25年12月5日付原子力規制委員会資料「ウラン廃棄物処分の考え方について」<sup>18)</sup>によれば、2050年頃までのウラン廃棄物の発生量は、埋設処分廃棄物が31,500トンになるとのことである。同資料の引用個所を図-1に示す。

#### 3.2.2 原子力発電所の廃止措置に伴い発生する廃棄物

「原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について（平成27年2月12日電気事業連合会）」<sup>19)</sup>によれば、原子力発電所の廃止措置に伴い発生する廃棄物の量は、商業用原子力発電所（57プラント）の合計で、余裕深度処分が約8,000トン、ピット処分が約63,000トン、トレンチ処分が約380,000トンになるとしている。同資料の引用個所を図-2に示す。

#### 3.2.3 事業を行っている廃棄物埋設施設

「第二種廃棄物埋設に係る規制制度の概要（原子力規制庁）」<sup>20)</sup>によれば、既述のとおり、日本原燃（株）濃縮・埋設事業所（通称：低レベル放射性廃棄物埋設センター）において、原子力発電所から発生した放射性廃棄物の浅地中ピットへの埋設が行われている。廃棄物埋設施設の埋設能力は1号廃棄物埋設施設が約4万 $\text{m}^3$ 、2号廃棄物埋設施設が約4万 $\text{m}^3$ 、であり、200リットルドラム缶相当で約それぞれ20万本相当、合計40万本の埋設能力を有するとのことである。同資料の引用個所を図-3に示す。

#### 3.2.4 TRU 廃棄物

原子力環境整備促進・資金管理センターの公開webページ<sup>21)</sup>によれば、TRU廃棄物の現在の発生量に将来の見込みを含めた発生量については、民間の再処理、MOX操業により発生するTRU廃棄物の量は97,635 $\text{m}^3$ 、JAEAからの発生量は30,182 $\text{m}^3$ 、返還（廃棄物）については12,457 $\text{m}^3$ 、合計140,274 $\text{m}^3$ としている。同資料の引用個所を図-4に示す。

また、海外再処理に伴い返還される返還廃棄物については、「平成22年3月30日第1回海外返還廃棄物の受入れに係る安全性チェック・検討会（青森県）」において電気事業連合会及び日本原燃株式会社の連名で報告された資料「海外返還廃棄物の

受入れについて」<sup>22)</sup>によれば、「電気事業連合会は、海外からの返還廃棄物について高レベル放射性廃棄物に続き、低レベル放射性廃棄物の受入れ及び貯蔵を計画。」としており、「仏国 AREVA NC 社（旧 COGEMA 社）から返還される低レベル放射性廃棄物については、固型物収納体及び低レベル放射性廃棄物ガラス固化体の形態で 2013 年から返還開始する計画。」であり、また、「英国 Sellafield Ltd 社（旧 BNFL 社）からの低レベル放射性廃棄物については、代わりに高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）にて返還する計画。」としている。

なお、同資料の引用個所を図-5 に示す。

### 3.2.5 高レベル放射性廃棄物

原子力環境整備促進・資金管理センターの公開 web ページ<sup>23)</sup>によれば、高レベル放射性廃棄物の現在の発生量に将来の見込みを含めた発生量については、「平成 22 年以降の各年における発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理後に生ずる特定放射性廃棄物の量を平成 21 年と同程度という前提をおいた場合、それぞれ当該時点まで、の発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理後に生ずる特定放射性廃棄物の量の総量は、平成 25 年頃に約 3 万本に達し、平成 32 年頃には約 4 万本に達するものと見込まれる。」としている。同資料の引用個所を図-6 に示す。

### 3.2.6 RI・研究所等廃棄物

平成 18 年 7 月 21 日原子力分野の研究開発に関する委員会 RI・研究所等廃棄物作業部会が取りまとめた「RI・研究所等廃棄物作業部会報告書-RI・研究所等廃棄物（浅地中処分相当）処分の実現に向けた取り組みについて-」<sup>24)</sup>によれば、RI・研究所等廃棄物の発生量について「研究所等廃棄物は、主として原子力機構、大学・民間企業等において、RI 廃棄物については、主として RI 協会において管理されているが、平成 16 年度末現在の発生量と平成 60 年度までの発生見込み（いずれも 200 リットルドラム缶に換算した廃棄体の本数。）は以下のとおりである。」として、報告書内の表中で、平成 60 年度末までの発生量を 200 リットルドラム缶換算廃棄体本数については 59.0 万本という数値をあげている。報告書内の表を含めた概要について図-7 に示す。

## 4. 放射性廃棄物の処理処分について

### 4.1 放射性廃棄物の処理（廃棄体化）

放射性廃棄物の処分にあたっては、廃棄物をそのままの姿で処分するのではなく、必ず処分に適した状態（廃棄体）にしたうえで、処分することが法令等により定められている。

#### 4.1.1 第一種廃棄物埋設において埋設される廃棄体

第一種廃棄物埋設における埋設の対象となるものは、ガラス固化体及び低レベル放射性廃棄物のうち、放射能濃度が政令で定める基準を超えるもの（ハル、エンドピースなど）があり、これらは「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」において、地下三百メートル以上の政令で定める深さの地層に埋設することとされている。

一方、第一種廃棄物埋設の事業については、法令に基づき、埋設されるもの（廃棄体）の技術上の基準について次のように定められている。

*核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第一種廃棄物埋設の事業に関する規則*

*（埋設しようとする放射性廃棄物等の技術上の基準）*

第十二条 法第五十一条の六第二項に規定する技術上の基準（第一種廃棄物埋設の事業に係るものに限る。）は、次の各号に掲げるとおりとする。

- 一 埋設しようとする放射性廃棄物が廃棄体であること。
- 二 当該廃棄体が次に定めるとおりであること。
- イ 放射線障害防止のため、放射性廃棄物を容器に封入し、又は容器に固型化してあること。
- ロ 放射能濃度が許可申請書等に記載した最大放射能濃度を超えないこと。
- ハ 廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質を含まないこと。
- ニ 埋設された場合において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。
- ホ 著しい破損がないこと。
- ヘ 容易に消えない方法により、廃棄体の表面の目につきやすい箇所に、当該廃棄体に関して前条の申請書に記載された事項と照合できるような整理番号を表示したものであること。

第一種廃棄物埋設において埋設される放射性廃棄物の廃棄体については、総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 放射性廃棄物ワーキンググループ（第18回）- 配布資料「知ってほしい今、地層処分」に概略が掲載されている。当該箇所の引用部を図-8に示す。

## 4.1.2 第二種廃棄物埋設において埋設される廃棄体

### (1) 廃棄体の種類

「JAEA-Technology 2014-046 焼却灰のセメント固化試験手引書」<sup>25)</sup>によれば、第二種廃棄物埋設において埋設される廃棄体について、「現行の法体系では、廃棄体の要件は技術基準として「核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則」（以下「埋設規則」という）及び「核燃料物質等の第二種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術的細目を定める告示」（以下「埋設告示」という）において定められている。廃棄体の区分は埋設告示の第四条に定められており、次の2つに分類されている。「告示第四条の2項に定められているもので、通常「均質・均一固化体」と呼ばれるもの」及び「告示第四条の3項に定められているもので、通常「充填固化体」と呼ばれるもの」である。

### (2) 法令に基づく各廃棄体の技術上の基準

以下に、第二種廃棄物埋設における廃棄体に関わる規則、及び告示を示す。

*核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則  
(埋設しようとする放射性廃棄物等の技術上の基準) (抜粋)*

第八条 法第五十一条の六第二項に規定する技術上の基準（第二種廃棄物埋設の事業に係るものに限る。）は、次の各号に掲げる場合に応じ、当該各号に定めるところによる。

2 廃棄体に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるとおりとする。

- 一 放射線障害防止のため、放射性廃棄物を原子力規制委員会の定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。
- 二 放射能濃度が申請書等に記載した最大放射能濃度を超えないこと。
- 三 表面の放射性物質の密度が第十四条第一号ハの表面密度限度の十分の一を超えないこと。
- 四 廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質を含まないこと。
- 五 埋設された場合において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。
- 六 著しい破損がないこと。
- 七 容易に消えない方法により、廃棄体の表面の目につきやすい箇所に、放射性廃棄物を示す標識を付け、及び当該廃棄体に関して前条の申請書に記載された事項と照合できるような整理番号を表示したものであること。

## 核燃料物質等の第二種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術的細目を定める告示

(封入の方法及び固形化の方法) (抜粋)

第四条 規則第八条第二項第一号の長官の定める方法は、次の各号に掲げるところにより、固形化材料を用いて、又は固形化材料および骨材、添加剤等の混和材料を用いて容器に固形化する方法とする。

3 固体状の放射性廃棄物（前項に掲げるものを除く。）については、次の各号のいずれかの方法によるものとする。

一 次に掲げる方法により容器に封入する方法

イ容器は、日本工業規格 J I S Z 一六〇〇（一九九三）に定める金属製容器又はこれと同等以上の強度及び密封性を有するものであること。

ロ封入に当たっては、容器内に有害な空げきが残らないようにすること。

二 次に掲げる方法により容器に固型化する方法

イ固型化材料は、日本工業規格 J I S R 五二一〇（一九九二）若しくは日本工業規格 J I S R 五二一一（一九九二）に定めるセメント又はこれらと同等以上の品質を有するセメントであること。

ロ容器は、日本工業規格 J I S Z 一六〇〇（一九九三）に定める金属製容器又はこれと同等以上の強度及び密封性を有するものであること。

ハ固型化に当たっては、あらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料を容器内の放射性廃棄物と一体となるように充すること。この場合において、容器内に有害な空埋げきが残らないようにすること。

### (3) 均質・均一固化体及び充填固化体の概要

現在、低レベル放射性廃棄物の埋設を進めている日本原燃(株)の web ページ「現在埋設している低レベル放射性廃棄物」<sup>26)</sup>には、均質・均一固化体（1号廃棄体）は、「原子力施設等で発生した低レベル放射性廃棄物であって、濃縮廃液、使用済樹脂、焼却灰などをセメント、アスファルト、プラスチックを用いてドラム缶に均質・均一に練り混ぜて固形化」したものであり、また、充填固化体（2号廃棄体）は「原子力施設等で発生した低レベル放射性廃棄物であって、金属類、プラスチック、保温材、フィルター類などの固体状廃棄物を分別し、必要に応じ切断・圧縮・熔融処理などを行い、ドラム缶に収納後、セメント系充填材（モルタル）で一体となるように固形化」したものであると説明されている。

均質・均一固化体及び充填固化体の区分は、法令等に基づく技術基準に沿ってなされているため、各者における廃棄体の製造方法が前述の日本原燃(株)の例と多少異なることはあっても、区分そのものは原子力発電所の廃棄物のみならず、R I ・研究所等廃棄物、T R U 廃棄物においても、同様となる。図-9に均質・均一固化体及び充填固化体の概略を示す。

#### (4) 放射性廃棄物を廃棄体化する体制

##### ① 高レベル放射性廃棄物

高レベル放射性廃棄物の廃棄体はガラス固化体であり、現状、国内においてガラス固化体を製造・保管する施設を有する事業者は日本原燃㈱及び JAEA の 2 者のみである。なお、日本原燃㈱では、返還ガラス固化体の保管も行っている。

##### ② 低レベル放射性廃棄物

低レベル放射性廃棄物は、放射性物質を取り扱う医療機関、研究機関、教育機関、民間企業等のほぼすべてから発生する。このため、低レベル放射性廃棄物の処理(廃棄体化)については、規模の大小に関わらず漏れや抜けが無いよう、次のような枠組みで処理を行うことが計画(一部実施)されている。

##### i) 大学・民間等の研究施設等廃棄物の処理

大学及び民間の研究施設において発生した原子炉等規制法に基づく低レベル放射性廃棄物については、公益財団法人原子力バックエンド推進センター(以下、「RANDEC」という。)へ処理を委託することにより、集荷・処理・処分(処分事業者への引き渡しまで)を RANDEC が行うこととなっている。

RANDEC 作成資料「大学・民間等廃棄物の現状について」<sup>27)</sup>によれば、RANDEC は「平成 20 年度～24 年度 大学・民間等の研究施設等廃棄物処理事業の事業化を検討」し、「平成 25 年度 大学・民間等主要発生事業者の総意・要請により、RANDEC は公益法人化し、研究施設等廃棄物処理事業の準備を開始」しており、当初より、大学・民間等から発生する放射性廃棄物の処理が期待されている。

RANDEC の定款第 3 条(目的)によれば、RANDEC は「原子力施設の廃止措置及び原子力開発利用に伴い発生する放射性廃棄物等の処理・処分<sup>(※)</sup>の原子力バックエンドに関する事業の実施及びその成果等の普及を通じて、地球環境の保全及び原子力開発の円滑な発展並びに国民が安心できる安全な社会の形成に資することに努め、もって科学技術の振興に寄与することを目的とする」法人であるとしており、大学・民間等の放射性廃棄物の処理を行うことが定款において明確化されている。(※) 集荷・処理後に処分事業者 JAEA への引き渡しを行う。

## ii) RI・研究所等廃棄物の処理

公益社団法人日本アイソトープ協会（以下、「RI 協会」）は、「研究用、産業用、医療用の各種アイソトープの安定供給に努めるとともに、廃棄物の集荷・処理事業など活発な活動を展開」している法人であり、アイソトープ廃棄物については、全国を地域別に巡回して集荷を行っている。また、「集荷したアイソトープ廃棄物は性状に応じた処理をし、処分を行う事業者を引き渡すまで安全に貯蔵」とし、既に茅記念滝沢研究所において、「焼却、圧縮など減容性に優れた方法で、安全にかつ効率よく処理」されているとのことである。（以上、RI 協会 web ページより引用。）<sup>28)</sup>

## iii) JAEA から発生した低レベル放射性廃棄物の処理

JAEA は機構法において、「機構の業務に伴い発生した放射性廃棄物及び機構以外の者から処分の委託を受けた放射性廃棄物の埋設の方法による最終的な処分」を実施することとされており、JAEA から発生した低レベル放射性廃棄物、及び、外部から委託を受けた低レベル放射性廃棄物については、JAEA が処理を行うこととなる。なお、RI 協会、RANDEC、JAEA は「研究施設等廃棄物連絡協議会」を設置し、定期的に放射性廃棄物の処理処分に係る情報交換・調整を行っている。3 者の放射性廃棄物の処分体制について図-10 に示す。

## iv) 原子力発電所から発生した放射性廃棄物の処理

図-11 に電気事業連合会の web ページに掲載されている「原子力発電所の廃棄物処理方法」<sup>29)</sup>を示す。図のとおり、原子力発電所から発生する放射性廃棄物は各発電所において処理される。なお、ピット処分 (L2) 相当の放射性廃棄物については、既に各発電所において処理されたうえで、日本原燃(株)の低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて埋設処分がなされている。

## v) 日本原燃(株)から発生した放射性廃棄物の処理

日本原燃(株)の web ページ (図-12) によれば、余裕深度処分について「現在操業している 1 号及び 2 号埋設施設に続く「次期埋設施設」として、低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて埋設が可能かどうか確認するため、調査検討を進めています。」<sup>30)</sup>としており、低レベル放射性廃棄物を処分するための前提条件となる廃棄体化についても他法人で行うことなく日本原燃(株)自らにおいて実施されるものとする。

## vi) ウラン廃棄物の処理

ウラン廃棄物の処分に係る安全規制関係法令については、図-13 のとおり、現状、未整備の状態である。このため、処分の前提となる廃棄体化については、安全規制関係法令の整備により廃棄体化の技術基準が「核燃料物質等の第二種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術的細目を定める告示」と異なる可能性も考えられることから、現時点においては、ウラン廃棄物の処理についてここでは言及しない。

## 4.2 放射性廃棄物の処分

### 4.2.1 高レベル放射性廃棄物の処分

高レベル放射性廃棄物の処分については、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律に基づき設置された原子力発電環境整備機構（以下、「NUMO」）が実施する。NUMOの定款第1条には、

第1条 本機構は、発電に関する原子力の適正な利用に資するため、発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理等を行った後に生ずる特定放射性廃棄物の最終処分の実施等の業務を行うことにより、原子力発電に係る環境の整備を図ることを目的とする。

とあり、最終処分の実施が目的に定められている。また、同条内においては NUMO が最終処分することができる放射性廃棄物を「特定放射性廃棄物」としている。「特定放射性廃棄物」は原子炉等規制法で定義されているものではなく、NUMO の設立等が定められている「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」に定められている。このため「特定放射性廃棄物」という表現を用い、また、定義することにより、NUMO が処分可能な放射性廃棄物の範囲を明確にしているとも言える。

#### (1) 特定放射性廃棄物（第一種特定放射性廃棄物及び第二種特定放射性廃棄物）

特定放射性廃棄物については、特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律において、所謂、高レベル放射性廃棄物であるガラス固化体を「第一種特定放射性廃棄物」それ以外の放射性廃棄物を第二種特定放射性廃棄物として、以下のように定義されている。また、それぞれの区分の概要を図-14 に示す。

##### (目的)

第一条 この法律は、発電に関する原子力の適正な利用に資するため、発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理等を行った後に生ずる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に必要な措置等を講ずることにより、発電に関する原子力に係る環境の整備を図り、もって国民経済の健全な発展と国民生活の安定に寄与することを目的とする。

##### (定義) (抜粋)

第二条 この法律において「特定放射性廃棄物」とは、第一種特定放射性廃棄物及び第二種特定放射性廃棄物をいう。

2 この法律において「最終処分」とは、地下三百メートル以上の政令で定める深さの地層において、特定放射性廃棄物及びこれによって汚染された物が飛散し、流出し、又は地下に浸透することがないように必要な措置を講じて安全かつ確実に埋設することにより、特定放射性廃棄物を最終的に処分することをいう。

～（中略）～

- 5 この法律において「使用済燃料の再処理等」とは、次に掲げるものをいう。
- 一 使用済燃料の再処理（使用済燃料から核燃料物質その他の有用物質を分離するために、使用済燃料を化学的方法により処理することをいう。以下同じ。）
  - 二 特定加工（原子炉等規制法第二条第九項に規定する加工のうち、使用済燃料の再処理により使用済燃料から分離された核燃料物質の加工をいう。以下同じ。）
  - 三 再処理施設等の解体（使用済燃料の再処理又は特定加工の用に供されたものの解体に限る。以下同じ。）
  - 四 代替取得（発電用原子炉設置者が、その発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の国外における使用済燃料の再処理又は特定加工に伴い使用済燃料、分離有用物質又は残存物によって汚染される物（以下「被汚染物」という。）に替えて、原子炉に燃料として使用した核燃料物質その他原子核分裂をさせた核燃料物質を化学的方法により処理することにより当該核燃料物質から核燃料物質その他の有用物質を分離した後に残存する物を国外において固型化した物（当該被汚染物を固型化し、又は容器に封入した場合における当該固型化し、又は容器に封入した物に比して、その量及び経済産業省令で定める方法により計算したその放射線による環境への影響の程度が大きくないものに限る。）を取得することをいう。以下同じ。）
- 6 この法律において「分離有用物質」とは、使用済燃料の再処理により使用済燃料から分離された核燃料物質その他の有用物質をいう。
- 7 この法律において「残存物」とは、使用済燃料の再処理に伴い使用済燃料から核燃料物質その他の有用物質を分離した後に残存する物をいう。
- 8 この法律において「第一種特定放射性廃棄物」とは、次に掲げる物をいう。
- 一 残存物を固型化した物
  - 二 代替取得により取得した物
- 9 この法律において「第二種特定放射性廃棄物」とは、使用済燃料の再処理等（第五項第一号から第三号までに掲げるものに限る。）に伴い使用済燃料、分離有用物質又は残存物によって汚染された物を固型化し、又は容器に封入した物（代替取得に係る被汚染物を固型化し、又は容器に封入した物を除く。）であって、長期間にわたり環境に影響を及ぼすおそれがあるものとして政令で定めるものをいう。

～（以下略）～

## (2) 第二種特定放射性廃棄物の定義

第二種特定放射性廃棄物の定義については、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律施行令」によって、次のように定められている。なお、第二種特定放射性廃棄物については、余裕震度処分～地層処分相当の放射能濃度が高い低レベル放射性廃棄物となっている。

(第二種特定放射性廃棄物) (抜粋)

第三条 法第二条第九項の政令で定めるものは、次に掲げる物とする。

- 一 次に掲げる物を固型化し、又は容器に封入した物
- イ 発電用原子炉の炉心に装てんされ、発電の用に供された金属であつて、使用済燃料の再処理に伴って使用済燃料とともにせん断されたもの
- ロ イに掲げる金属を収納した容器に充てんされた水及び当該水のろ過に用いられたろ過材
- ハ 使用済燃料の再処理に用いられたりん酸トリブチル溶液(よう素及びその化合物の除去が行われていないものに限る。)の精製に用いられた炭酸ナトリウム溶液
- ニ 使用済燃料の再処理に伴って再処理施設から排出される空気に含まれるよう素及びその化合物の吸着に用いられた金属
- 二 前号に掲げる物のほか、使用済燃料の再処理等に伴い使用済燃料、分離有用物質又は残存物によって汚染された物を固型化し、又は容器に封入した物であつて、次の表の上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るもの

炭素十四	八十七テラベクレル毎トン
塩素三十六	九十六ギガベクレル毎トン
テクネチウム九十九	一・一テラベクレル毎トン
よう素百二十九	六・七ギガベクレル毎トン
アルファ線を放出する放射性物質	八・三ギガベクレル毎トン

#### 4.2.2 低レベル放射性廃棄物の処分

現在、低レベル放射性廃棄物の最終処分を行うとしている事業者は、NUMO, JAEA, 日本原燃(株)の3者である。3者の最終処分に対する関わりはそれぞれ特徴があることから、3者の処分事業の概略について以下に述べる。

##### (1) 原子力発電環境整備機構 (NUMO)

NUMOが最終処分を行う低レベル放射性廃棄物は、既出のとおり、第二種特定放射性廃棄物と言われるもので、余裕震度処分～地層処分相当の放射能濃度が高い低レベル放射性廃棄物を対象としている。

また、NUMOの定款によれば、低レベル放射性廃棄物の発生個所については「発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理等を行った後に生ずる特定放射性廃棄物」としており、NUMOが最終処分の対象とする放射性廃棄物は核燃料サイクル施設から発生するものとなっている。

## (2) 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）

「平成 26 年 6 月 20 日付け 自由民主党 政務調査会 資源・エネルギー戦略調査会 放射性廃棄物処分に関する小委員会 最終取り纏め」<sup>31)</sup>によれば、JAEA による低レベル放射性廃棄物の処分の関わりについて「発電由来以外の研究施設等の放射性廃棄物の処分は最終的に JAEA が行うが、JAEA 自身を除く発生者からの放射性廃棄物の集荷・廃棄体処理までは、放射性同位元素使用施設・医療機関については RI 協会が実施しており、大学や民間企業の施設については RANDEC が行う計画である。その際、高レベル放射性廃棄物等の地層処分対象の放射性廃棄物についても、経済産業大臣の認可の下で NUMO が処分出来る。」としている。

JAEA は国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法において、実施する業務の範囲が定められており、放射性廃棄物の処分について、次のように記載されている。

(業務の範囲)

第十七条 機構は、第四条の目的を達成するため、次の業務（第一号及び第二号に掲げる業務にあっては、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構法（平成十一年法律第百七十六号）第十六条第一号に掲げる業務に属するものを除く。）を行う。

(中略)

五 放射性廃棄物の処分に関する業務で次に掲げるもの（特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（平成十二年法律第百十七号）第五十六条第一項及び第二項に規定する原子力発電環境整備機構の業務に属するものを除く。）を行うこと。

イ 機構の業務に伴い発生した放射性廃棄物（附則第二条第一項及び第三条第一項の規定により機構が承継した放射性廃棄物（以下「承継放射性廃棄物」という。）を含む。）及び機構以外の者から処分の委託を受けた放射性廃棄物（実用発電用原子炉（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和三十二年法律第百六十六号）第四十三条の四第一項に規定する実用発電用原子炉をいう。第二十八条第一項第四号ロにおいて同じ。）及びその附属施設並びに原子力発電と密接な関連を有する施設で政令で定めるものから発生したものを除く。）の埋設の方法による最終的な処分（以下「埋設処分」という。）

ロ 埋設処分を行うための施設（以下「埋設施設」という。）の建設及び改良、維持その他の管理並びに埋設処分を終了した後の埋設施設の閉鎖及び閉鎖後の埋設施設が所在した区域の管理

(以下、略)

以上から、法令上も JAEA が実施する処分の対象となる放射性廃棄物は、NUMO が処分するもの、実用発電用原子炉及び関連施設（加工施設、再処理施設など）から発生したもの以外の放射性廃棄物と読むことができる。また、JAEA が処理する放射性廃棄物の概略を図-10 に示す。

### (3) 日本原燃株

図-15 のとおり、日本原燃株においては、原子力発電所、ウラン濃縮工場、再処理工場、MOX 工場から発生する放射性廃棄物について、埋設処分を実施する方針。なお、ウラン濃縮工場から発生するウラン廃棄物については、処分方法について「今後検討」としている。

#### 4.2.3 ウラン廃棄物の処分

ウラン廃棄物の処分に係る安全規制関係法令については、図-13 のとおり、現状、未整備の状態である。また、JAEA 及び日本原燃株以外から発生するウラン廃棄物の処分の実施主体については、明確化されていない。

以上

- 1) : 電気事業連合会  
<http://www.fepc.or.jp/nuclear/haishisochi/clearance/>
- 2) : (環境省) <https://www.env.go.jp/press/16574.html>
- 3) : 「廃棄物関係ガイドライン」(環境省)  
<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14643>
- 4) : 「100Bq/kg と 8,000Bq/kg の二つ基準違いについて」(環境省)  
[https://www.env.go.jp/jishin/attach/waste\\_100-8000.pdf](https://www.env.go.jp/jishin/attach/waste_100-8000.pdf)
- 5) 「食品中の放射性物質の新たな基準値」(厚生労働省)  
[http://www.mhlw.go.jp/shinsai\\_jouhou/dl/leaflet\\_120329.pdf](http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/leaflet_120329.pdf)
- 6) 「災害廃棄物の広域処理の推進に係る ガイドラインに関する Q&A」(環境省)  
[https://www.env.go.jp/jishin/attach/memo20111011\\_shori-qa.pdf](https://www.env.go.jp/jishin/attach/memo20111011_shori-qa.pdf)
- 7) : 管理型処分場 : 「管理型最終処分場は、(～中略～) 廃油 (タールピッチ類に限る)、紙くず、木くず、繊維くず、動植物性残さ、動物のふん尿、動物の死体および燃え殻、ばいじん、汚泥、銹さい等およびその廃棄物を処分するために処理したもの(施行令第2条第13号)を埋立処分します(施行令第7条第14号ハ)。」  
また、構造基準は、「浸出液処理施設の設置」及び「二重の遮水層の設置」とされている。(財団法人 日本産業廃棄物処理振興センター)  
<http://www.jwnet.or.jp/waste/knowledge/saishushobunjou.html>
- 8) 原子力委員会原子力防護専門部会 (第9回)  
6-2号 : 薬事法における放射性物質の規制について  
<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/bougo/siryo/bougo09/bougo-si09.htm>
- 9) : 第二種廃棄物埋設に係る規制制度の概要 (廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合 平成27年01月初日第1回会議資料)  
<http://www.nsr.go.jp/data/000095925.pdf>
- 10) RI・研究所等廃棄物(浅地中処分相当)処分の実現に向けた取り組みについて (文部科学省)  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/toushin/06110922.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/toushin/06110922.htm)
- 11) 原子力発電所の廃止措置と低レベル放射性廃棄物について(平成27年2月12日電気事業連合会)  
原子力規制委員会 第2回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合

資料 2-1

<http://www.nsr.go.jp/data/000096058.pdf>

12) 低レベル放射性廃棄物埋設センターの運転情報（日報）

2016年4月28日発表分

<http://www.jnfl.co.jp/ja/business/about/llw/daily/disposal.html?20160428>

13) 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所

[http://www.jaea.go.jp/04/ntokai/backend/backend\\_01\\_04\\_01.html](http://www.jaea.go.jp/04/ntokai/backend/backend_01_04_01.html)

14) ウラン廃棄物処理処分の基本的考え方について

平成12年12月14日原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会

[http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2000/siryo78/siryo1\\_1.htm](http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2000/siryo78/siryo1_1.htm)

15) TRU 廃棄物処分技術検討書（第2次 TRU レポート）バックエンド研究開発部門廃棄物対策・埋設事業統括部

[http://www.jaea.go.jp/04/be/documents/docu\\_01/2nd\\_report/2.pdf](http://www.jaea.go.jp/04/be/documents/docu_01/2nd_report/2.pdf)

16) RI・研究所等廃棄物処理処分の基本的考え方について

平成10年5月28日原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/old/backend/sonota/sonota04/siryo1.htm>

17) わが国の放射性廃棄物の種類と区分原子力百科事典 ATOMICA

[http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat\\_detail.php?Title\\_No=05-01-01-04](http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=05-01-01-04)

18) 2050年頃までのウラン廃棄物の発生量

原子力規制委員会平成25年12月5日ウラン廃棄物処分の考え方について

<https://www.nsr.go.jp/data/000052689.pdf>

19) 資料 2-1 原子力発電所等の廃止措置及び、運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について（平成27年2月12日電気事業連合会）

原子力規制委員会第2回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合

[http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/hairo\\_kisei/20150212.html](http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/hairo_kisei/20150212.html)

20) 資料 1-1 第二種廃棄物埋設に係る規制制度の概要（原子力規制庁）

原子力規制委員会第1回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合

[http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/hairo\\_kisei/20150126.html](http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/hairo_kisei/20150126.html)

21) 放射性廃棄物の処分について

原子力環境整備促進・資金管理センター

<http://www.rwmc.or.jp/disposal/tru/1-3.html>

22) 平成22年3月30日第1回海外返還廃棄物の受入れに係る安全性チェック・検討会（青森県）報告資料（2010年3月30日付け「海外返還廃棄物の受入れについて」（電気事業連合会日本原燃株式会社）

[http://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/energy/g-richi/files/siryos3\\_1.pdf](http://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/energy/g-richi/files/siryos3_1.pdf)

23) 放射性廃棄物の処分について 高レベル放射性廃棄物の発生量及びその見込み  
原子力環境整備促進・資金管理センター

<http://www.rwmc.or.jp/disposal/high-level/1-3.html>

24) 「RI・研究所等廃棄物作業部会報告書－R I・研究所等廃棄物（浅地中処分相当）処分の実現に向けた取り組みについて－」原子力分野の研究開発に関する委員会 RI・研究所等廃棄物作業部会

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/toushin/06110922/001/001.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/toushin/06110922/001/001.htm)

25) JAEA-Technology 2014-046 焼却灰のセメント固化試験手引書  
現在埋設している低レベル放射性廃棄物

26) 日本原燃(株)web ページ「現在埋設している低レベル放射性廃棄物」

<http://www.jnfl.co.jp/ja/business/about/llw/summary/now.html>

27) 平成27年7月22日付公益財団法人原子力バックエンド推進センター「大学・民間等廃棄物の現状について」より引用

28) 公益社団法人日本アイソトープ協会 <http://www.jrias.or.jp/>

29) 電気事業連合会 web ページ 「原子力発電所の廃棄物処理方法」より引用。

[http://www.fepc.or.jp/nuclear/haikibutsu/low\\_level/shori/sw\\_index\\_01/index.html](http://www.fepc.or.jp/nuclear/haikibutsu/low_level/shori/sw_index_01/index.html)

30) 日本原燃(株)web ページ「低レベル放射性廃棄物の種類と処分方法」

<http://www.jnfl.co.jp/ja/business/about/llw/summary/>

31) 平成26年6月20日付け 自由民主党 政務調査会 資源・エネルギー戦略調査会 放射性廃棄物処分に関する小委員会 最終取り纏め

## 1. 放射性廃棄物等の法令等に基づく定義

法令等名	定義	廃棄物の名称
放射線障害防止法	放射線発生装置の使用及び放射性同位元素 又は放射線発生装置から発生した放射線によって汚染された物	放射性汚染物
原子炉等規制法 (核燃料物質の使用等に関する規則)	「放射性廃棄物」とは、核原料物質又は核燃料物質によって汚染された物(以下「核燃料物質等」という。)で廃棄しようとするものをいう。	放射性廃棄物
医療法施行規則	診療用放射性同位元素、陽電子断層撮影診療用放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物	医療用放射性汚染物
臨床検査技師等に関する法律施行規則	検体検査用放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物	同左
医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律施行規則	原則として、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律により規制。	放射性汚染物
獣医療法施行規則	診療用放射性同位元素、陽電子断層撮影診療用放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物	獣医療用放射性汚染物
放射性物質汚染対処特措法	除染特別地域内又は除染実施区域内の土地等に係る土壤等の除染等の措置に伴い生じた廃棄物、または、一般廃棄物処理施設の焼却施設から生じたばいじん及び焼却灰その他の燃え殻(セシウム134及びセシウム137の放射能濃度の合計値が、8,000Bq/kg以下のもの。)	特定一般廃棄物
	除染特別地域内又は除染実施区域内の土地等に係る土壤等の除染等の措置に伴い生じた廃棄物、水道施設から生じた廃棄物、公共下水道又は流域下水道に係る発生汚泥等、産業廃棄物処理施設の焼却施設から生じたばいじん及び焼却灰その他の燃え殻(セシウム134及びセシウム137の放射能濃度の合計値が、8,000Bq/kg以下のもの。)	特定産業廃棄物
	特別な管理が必要な程度に事故由来放射性物質により汚染された廃棄物(セシウム134及びセシウム137の放射能濃度の合計値が、8,000Bq/kgを超えるもの。)	指定廃棄物
原子炉等規制法	原子力規制委員会規則で定める基準を超えないことについて、原子力規制委員会規則で定めるところにより、原子力規制委員会の確認を受けたもの。	クリアランスレベル (再利用可能な資源であり、廃棄物ではない。)

## 2. 放射性廃棄物の埋設区分

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律の 廃棄の事業に関する規制における放射性廃棄物の埋設区分		基準		処分形態	
第一種廃棄物埋設	第五十一条の二（抜粋） 一 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物であつて、これらに含まれる政令で定める放射性物質についての放射能濃度が人の健康に重大な影響を及ぼすおそれがあるものとして当該放射性物質の種類ごとに政令で定める基準を超えるものの埋設の方法による最終的な処分（以下「第一種廃棄物埋設」という。）	・炭素14 ・塩素36 ・テクネチウム99 ・よう素129 ・α線を放出する放射性物質を超えるもの。	10PBq/t 10TBq/t 100TBq/t 1TBq/t 100GBq/t	地層処分	
		・炭素14 ・コバルト60 ・ニッケル63 ・ストロンチウム90 ・テクネチウム99 ・セシウム137 ・α線を放出する放射性物質を超えるもの。	100GBq/t 1PBq/t 10TBq/t 10TBq/t 1GBq/t 100TBq/t 10GBq/t		余裕震度処分
第二種廃棄物埋設	第五十一条の二（抜粋） 二 核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物であつて前号に規定するもの以外のものの埋設の方法による最終的な処分（以下「第二種廃棄物埋設」という。）	・コバルト60 ・ストロンチウム90 ・セシウム137 を超えるもの。	10GBq/t 10MBq/t 100MBq/t	ピット処分	
		・コバルト60 ・ストロンチウム90 ・セシウム137 を超えないもの。	10GBq/t 10MBq/t 100MBq/t		

### 3. クリアランス

別表第一(第2条関係)

第一欄	第二欄	第一欄	第二欄
放射性物質の種類	放射能濃度(Bq/g)	放射性物質の種類	放射能濃度(Bq/g)
$^3\text{H}$	100	$^{106}\text{Ru}$	0.1
$^{14}\text{C}$	1	$^{108\text{m}}\text{Ag}$	0.1
$^{36}\text{Cl}$	1	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	0.1
$^{41}\text{Ca}$	100	$^{124}\text{Sb}$	1
$^{46}\text{Sc}$	0.1	$^{123\text{m}}\text{Te}$	1
$^{54}\text{Mn}$	0.1	$^{129}\text{I}$	0.01
$^{55}\text{Fe}$	1000	$^{134}\text{Cs}$	0.1
$^{59}\text{Fe}$	1	$^{137}\text{Cs}$	0.1
$^{58}\text{Co}$	1	$^{133}\text{Ba}$	0.1
$^{60}\text{Co}$	0.1	$^{152}\text{Eu}$	0.1
$^{59}\text{Ni}$	100	$^{154}\text{Eu}$	0.1
$^{63}\text{Ni}$	100	$^{160}\text{Tb}$	1
$^{65}\text{Zn}$	0.1	$^{182}\text{Ta}$	0.1
$^{90}\text{Sr}$	1	$^{239}\text{Pu}$	0.1
$^{94}\text{Nb}$	0.1	$^{241}\text{Pu}$	10
$^{95}\text{Nb}$	1	$^{241}\text{Am}$	0.1
$^{99}\text{Tc}$	1		

別表第二(第2条関係)

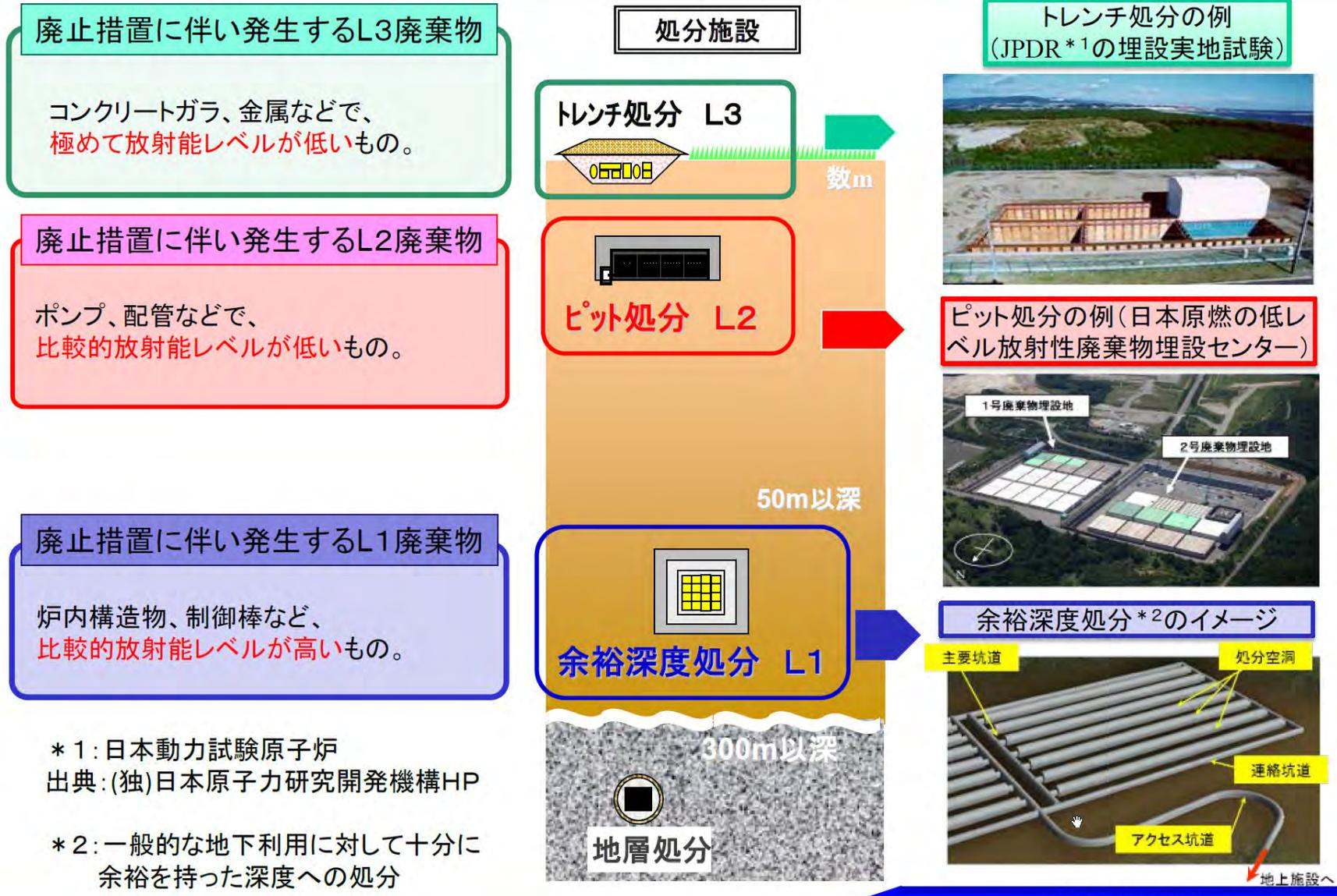
第一欄	第二欄
放射性物質の種類	放射能濃度(Bq/g)
$^{232}\text{U}$	0.1
$^{234}\text{U}$	1
$^{235}\text{U}$	1
$^{236}\text{U}$	10
$^{238}\text{U}$	1

クリアランスについては、原子炉等規制法「第六十一条の二第一項」に定められており、放射能濃度が基準を超えないことについて原子力規制委員会の確認を受けたものは、汚染されたものではないものとして取り扱われる。

別表第一が発電用原子炉設置者向け、別表第二がウラン加工事業者向けのクリアランスである。

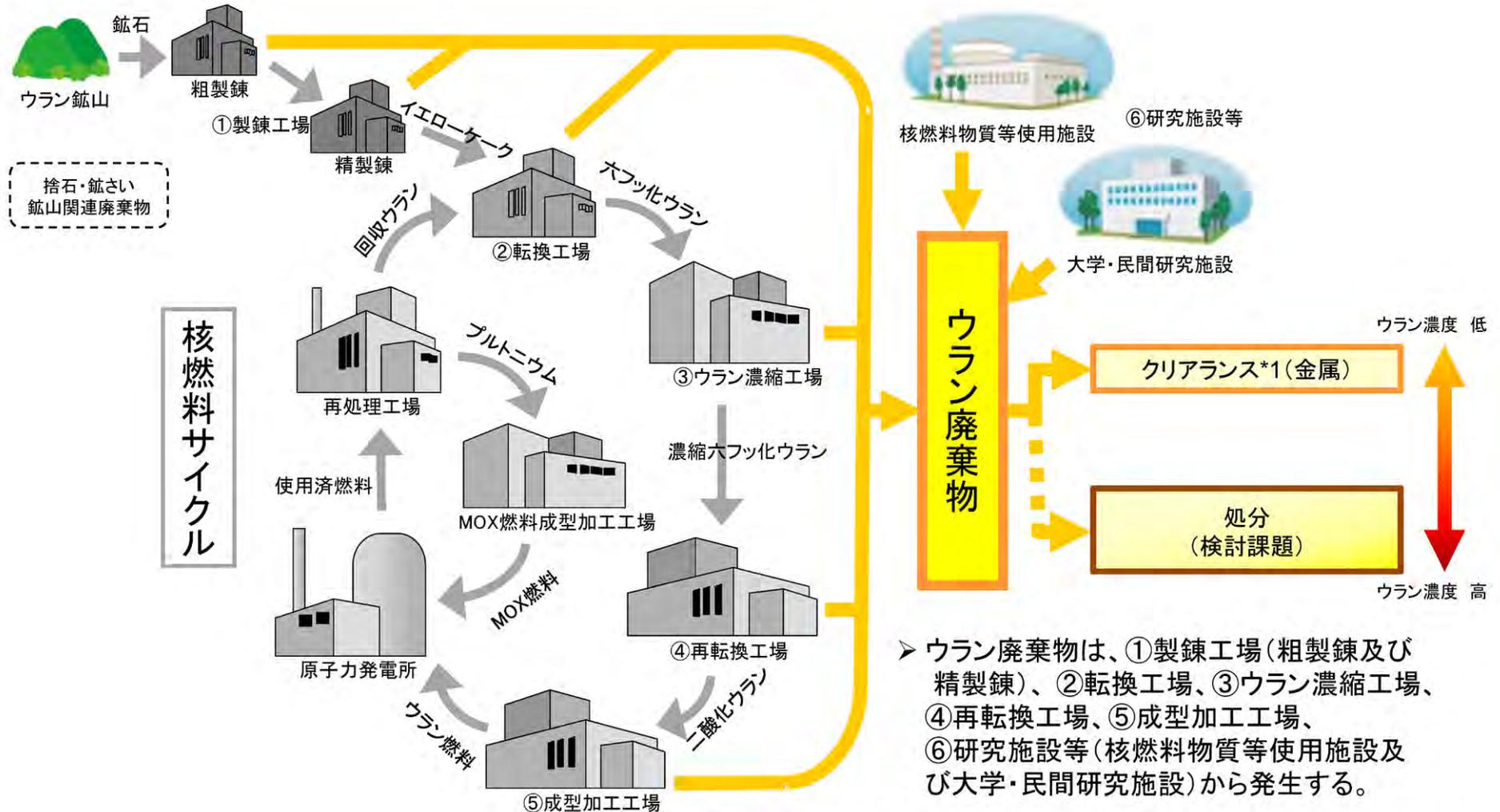
#### 4. 放射性廃棄物の種類(原子力発電所廃止措置)

## 低レベル放射性廃棄物の分類と処分方法



## 5. 放射性廃棄物の種類(ウラン加工施設等)

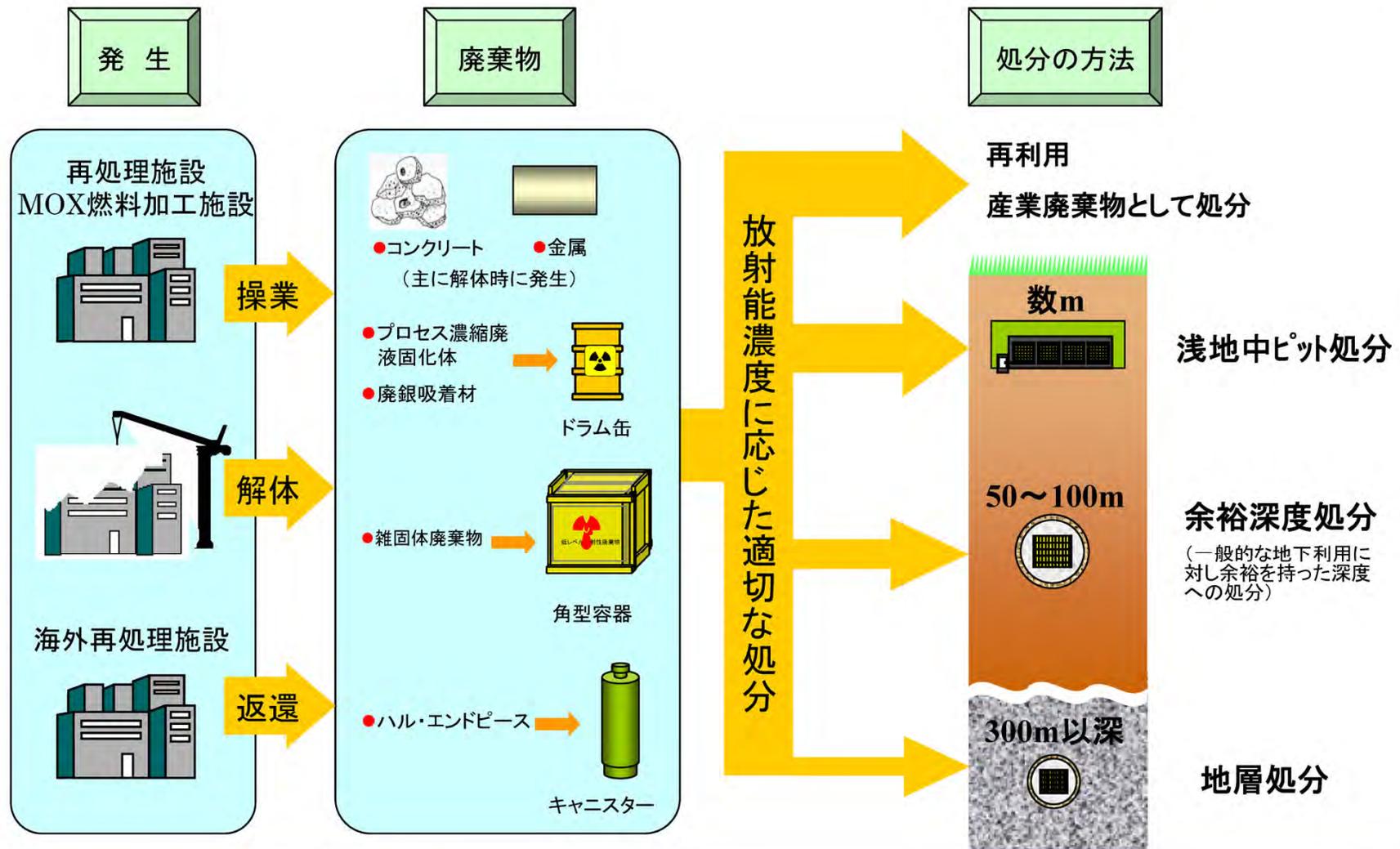
# ウラン廃棄物の発生元



\*1 原子力施設の解体などで発生する金属のうち、放射能レベルが自然放射線と比べて極めて低いものを放射性物質として扱わず、一般のリサイクル物と同じように再利用することができるようにすることをいう。

## 6. 放射性廃棄物の種類(ウラン加工施設等)

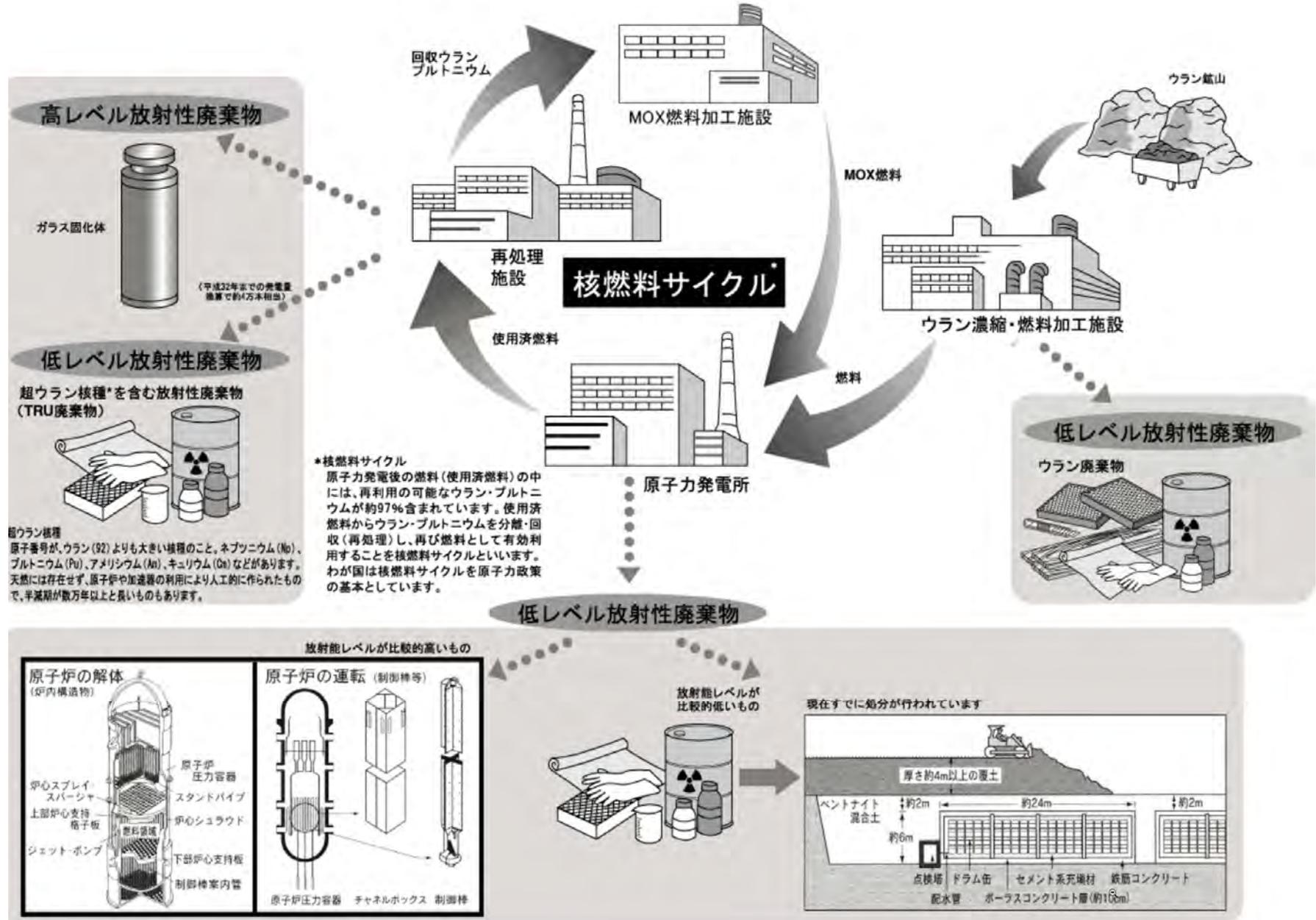
# TRU廃棄物の処分の方法



第2次TRUレポートの概要 平成17年11月

平成17年11月28日付 日本原子力研究開発機構 電気事業連合会  
「TRU廃棄物処分技術検討書—第2次TRU廃棄物処分研究開発取りまとめ—(略称:第2次TRUレポート)の概要」より引用。

# 7. 放射性廃棄物の種類(高レベル放射性廃棄物)



## 8. RI・研究所等廃棄物の埋設区分

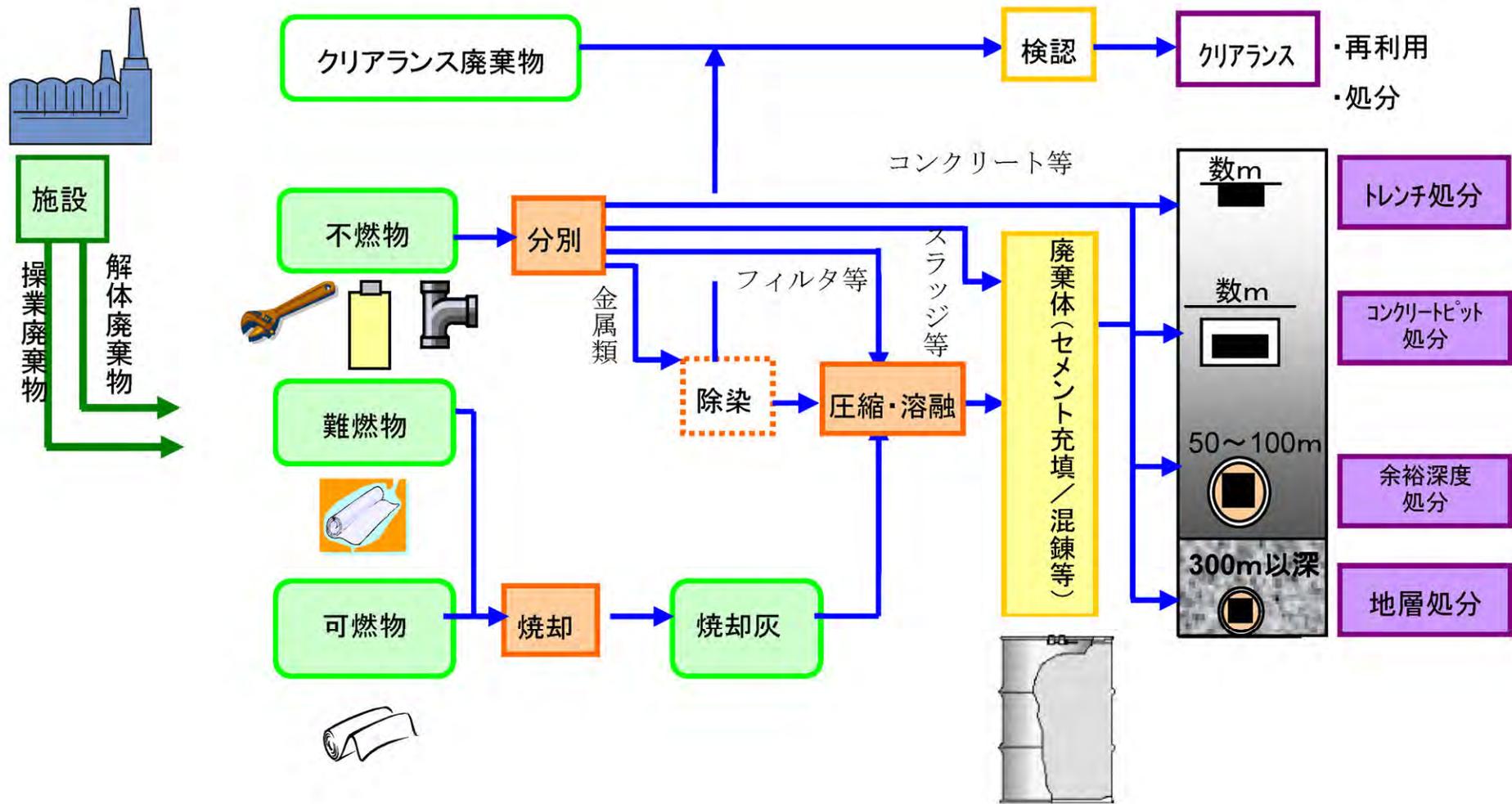
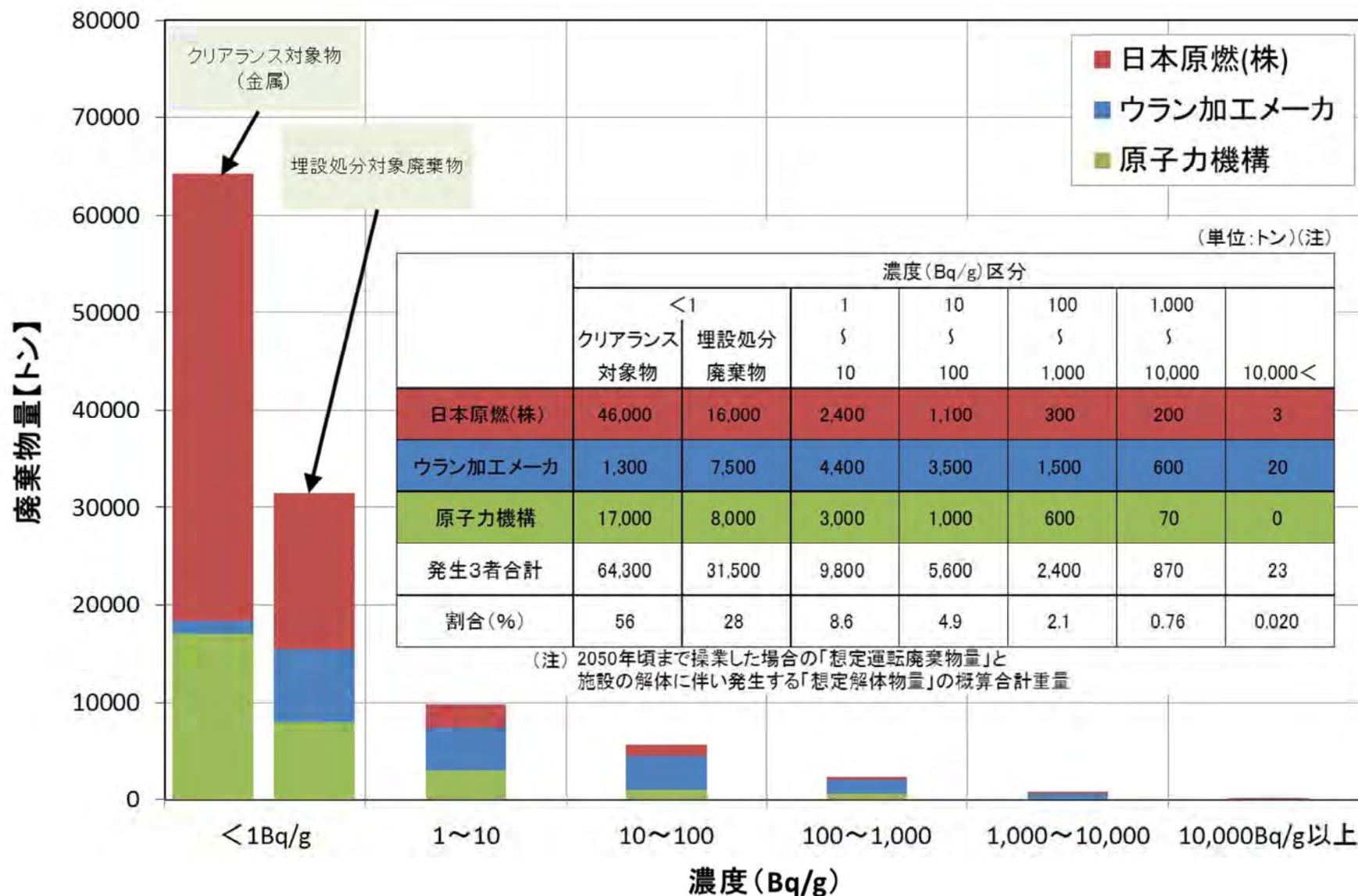


図1. RI・研究所等廃棄物の処理処分の基本フロー

# 2050年頃までのウラン廃棄物の発生量



○平成25年12月5日付原子力規制委員会資料  
「ウラン廃棄物処分の考え方について」より引用。

図一 1

# 原子力発電所の廃止措置に伴い発生する廃棄物の量

単位: ton

区分	商業用原子力発電所 (57プラント)の合計	
L1	約8,000	LLW合計:
L2	約63,000	約450,000
L3	約380,000	⇒約2%
CL	約890,000	CL:約5%
NR	約18,500,000	NR:約93%
合計	約20,000,000	合計:100%

【注】東海発電所, 浜岡1,2号機は実態調査を反映。それ以外は標準プラント(BWR/PWR×大中小規模)の評価データをもとに積算・集計。(建設中の2プラントは含まない)

単位: ton

区分	BWR 小規模	BWR 中規模	BWR 大規模	PWR 小規模	PWR 中規模	PWR 大規模	GCR
L1	50	70	80	120	190	200	1,540
L2	760	830	850	710	1,230	1,720	8,950
L3	5,530	6,750	11,810	1,850	2,570	4,040	12,300
CL	9,710	9,750	28,490	3,970	8,080	11,660	41,100
NR	130,620	220,430	495,420	187,150	215,750	477,300	128,700
合計	146,670	237,830	536,650	193,810	227,820	494,920	192,400

電気事業連合会

原子力規制委員会第2回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合 資料2-1原子力発電所等の廃止措置及び、運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について(平成27年2月12日電気事業連合会)より引用。

図一2

## 3-1. 現行の廃棄物埋設事業

### ①事業を行っている廃棄物埋設施設

	日本原燃（株） 濃縮・埋設事業所 (通称：低レベル放射性廃棄物埋設センター)		(独) 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
	1号廃棄物埋設施設	2号廃棄物埋設施設	
所在地	青森県上北郡六ヶ所村		茨城県那珂郡東海村
処分方法	浅地中ピット処分 (地下数mのコンクリートピットへの処分)		浅地中トレンチ処分 (素掘トレンチ)
受入廃棄物	原子力発電所で発生する濃縮廃液、使用済樹脂等をセメント、アスファルト等で容器に固型化したもの (均質・均一固化体)	原子力発電所で発生する金属類、保温材、プラスチック等の雑固体をセメント系充てん材で容器に固型化したもの (充てん固化体)	日本原子力研究所(当時)の動力試験炉(JPDR)の解体に伴って発生した汚染コンクリート等廃棄物で容器に固型化していないもの
埋設能力	約4万m <sup>3</sup> (200ℓドラム缶20万本相当)	約4万m <sup>3</sup> (200ℓドラム缶20万本相当)	2,520m <sup>3</sup> (2,200ℓ)
事業許可日	1990(平成2)年11月15日	1998(平成10)年10月8日	1995(平成7)年6月22日
事業開始日	1992(平成4)年12月8日	2000(平成12)年10月10日	1995(平成7)年11月27日
埋設量	147,507本(200ℓドラム缶)	113,032本(200ℓドラム缶)	1,670ℓ(埋設完了)

備考・日本原子力研究開発機構の埋設施設は覆土が完了し、平成9年10月からは保全段階。

・埋設量は平成26年4月末現在。

## TRU廃棄物の発生量

廃棄物分類		総発生量 ( m <sup>3</sup> )	
民間	再処理操業廃棄物 ( CB 、 BP 除く )	38,085	97,635
	再処理操業廃棄物 ( CB 、 BP )	12,366	
	MOX 操業廃棄物	922	
	再処理解体廃棄物	44,259	
	MOX 解体廃棄物	2,004	
JNC <sup>注)</sup>	再処理操業廃棄物	18,286	30,182
	MOX 操業廃棄物	1,307	
	再処理解体廃棄物	8,544	
	MOX 解体廃棄物	2,045	
返還	COGEMA	937	12,457
	BNGS	11,520	
合 計		140,274	140,274

(注) JNC : 核燃料サイクル開発機構 (現 日本原子力研究開発機構 (JAEA))

原子力環境整備促進・資金管理センター  
放射性廃棄物の処分についてより引用。  
<http://www.rwmc.or.jp/disposal/tru/1-3.html>

## 1. 返還数量及び返還時期

		返還数量	返還計画
仏国AREVA NC社	固型物収納体 (CSD-C)	最大約4,400本 (現在見通し1,700本~2,600本)	2013年度返還開始を計画
	低レベル放射性廃棄物 ガラス固化体 (CSD-B)	最大約28本 (現在見通し10本程度)	
英国Sellafield Ltd 社	セメント固化体:約2,700本 雑固体:約5,100本	高レベル廃棄物 約70本	廃棄物交換を計画

## 2. 受入れ・貯蔵施設

- ・日本原燃株式会社の低レベル廃棄物受入れ・貯蔵施設（貯蔵容量8,320本）を建設（再処理工場から発生するハル等圧縮体も年間約700本受入れ）
- ・日本原燃株式会社の高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター（受入余裕650本）に受入れ

## 3. 処分

- ・「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」では、第二種特定放射性廃棄物（TRU廃棄物）に該当し、最終処分を計画的かつ確実に実施させるための措置等を規定<sup>7</sup>
- ・概要調査地区の候補となる区域の公募を実施中

## 高レベル放射性廃棄物の発生量及びその見込み

### 発生量

平成12年末までの原子力発電の運転により生じた使用済燃料から換算されるガラス固化体の本数は、約14,400本となる。このうち、国内に貯蔵されているガラス固化体は、平成13年5月末現在574本(青森県六ヶ所村に464本、茨城県東海村に110本)である。

### 発生見込み

平成12年1月1日から平成21年12月31日までの発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理後に生ずる特定放射性廃棄物<sup>1)</sup>の量は、電気事業法第29条第1項の規定により経済産業大臣に届け出られた供給計画(平成12年度)を基礎として算定した結果、以下の表のとおりと見込まれる。

年 (平成)	左欄の年における発電用原子炉の運転に伴って生じる使用済燃料の再処理後に生ずる特定放射性廃棄物の量の見込み(本)
12	1,100
13	1,100
14	1,100
15	1,100
16	1,100
17	1,200
18	1,200
19	1,300
20	1,300
21	1,400

平成22年以降の各年における発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理後に生ずる特定放射性廃棄物の量を平成21年と同程度という前提をおいた場合、それぞれ当該時点までの発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理後に生ずる特定放射性廃棄物の量の総量は、平成25年頃に約3万本に達し、平成32年頃には約4万本に達するものと見込まれる。

表1. 事業者における廃棄体の発生量（平成16年度末）と発生見込み（平成60年度末）  
200リットルドラム缶換算廃棄体本数（単位：万本）

事業者区分	コンクリートピット※ <sup>1</sup>		トレンチ※ <sup>1</sup>		合 計	
	H16年度末※ <sup>2</sup>	H60年度末※ <sup>3</sup>	H16年度末※ <sup>2</sup>	H60年度末※ <sup>3</sup>	H16年度末	H60年度末
原子力機構※ <sup>4</sup>	5.6	18.9	7.2	25.8	12.8	44.7
RI廃棄物※ <sup>5</sup> (RI協会報告)	1.3	2.8	0.4	8.5	1.7	11.3
大学(国立・私立)	0.00	0.03	0.01	0.19	0.01	0.22
民間機関等	0.01	0.03	2.09	2.74	2.11	2.8
合 計	6.9	21.8	9.7	37.2	16.6※ <sup>6</sup>	59.0

(四捨五入のため合計が合わない場合あり)

- 注1. 原子力機構の再処理施設やウラン濃縮施設、民間の照射後試験施設等から発生する、ウラン、TRU(Transuranic,超ウラン)核種を含む浅地中処分相当の廃棄物を含む。
- 注2. 原子力機構については平成15年度末の試算値
- 注3. 平成16年度末(原子力機構については平成15年度末)の本数を含む。
- 注4. 原子力機構で発生するRI廃棄物を含む。  
原子力機構の廃棄体数量は、TRU二次レポート及びTRU廃棄物(地層処分)の制度化に際して見直しを実施したものである。原子力機構のトレンチ処分の廃棄体数量については、24.4万本であるが、二法人統合準備会議で算入していたSPring-8(財団法人高輝度光科学研究センターの大型放射光施設)が解体された場合の解体廃棄物量1.4万本を従来との整合性のため、原子力機構の物量に加えた表記としている。
- 注5. 高エネルギー加速器研究機構の大型加速器が解体された場合の解体廃棄物(トレンチ処分)7.45万本を含む。J-PARC(高エネルギー加速器研究機構と原子力機構が建設中の大強度陽子加速器施設)から将来発生の可能性のある解体廃棄物は含めない。
- 注6. 廃棄物の場合には200リットルドラム缶51万本。

## 地層処分は どうやって行うのですか？

人工バリアと天然バリアを組み合わせた「多重バリアシステム」で、長期にわたり放射性物質の動きを抑え閉じ込めます。

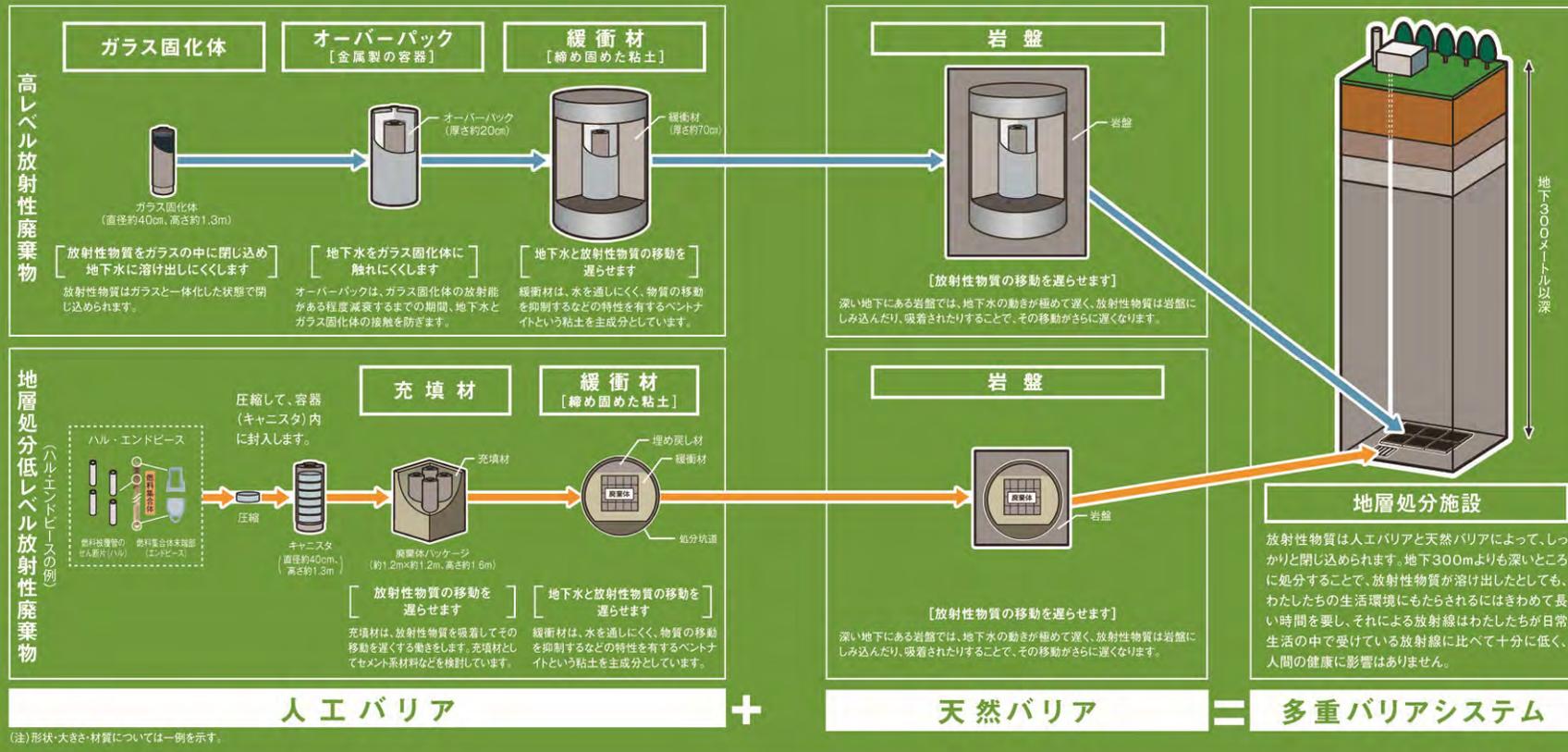
高レベル放射性廃棄物と地層処分低レベル放射性廃棄物は、廃棄物の特徴に応じた適切な人工バリアを施したうえで、地下300mより深い安定した地層（天然バリア）中に処分します。

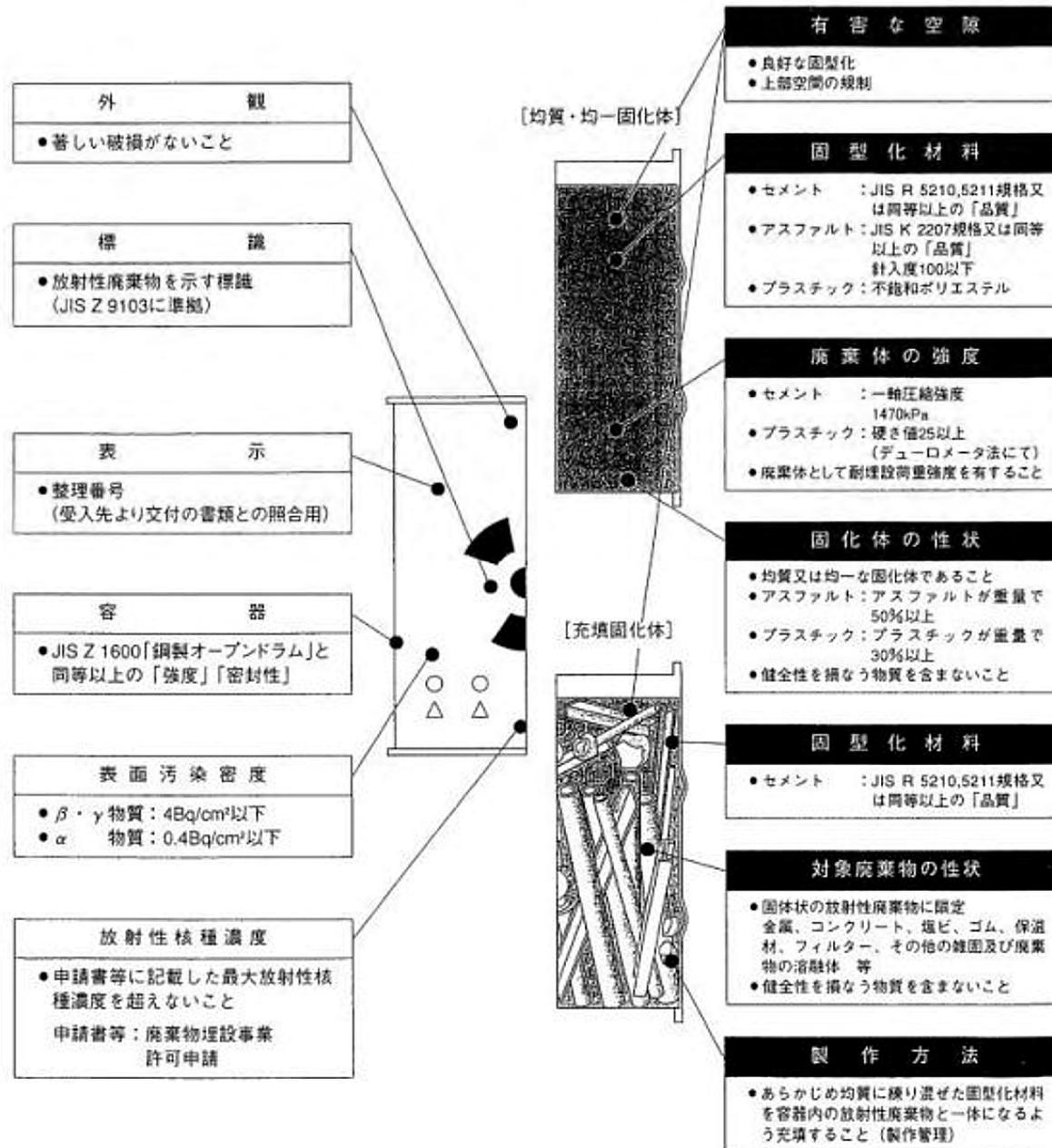
人工バリアと天然バリアを組み合わせた「多重バリアシステム」で閉じ込めることにより、長期間にわたり安全に放射性廃棄物をわたしたちの生活環境から隔離することができます。

高レベル放射性廃棄物は、放射能が高く発熱が大きいことから、それがある程度減衰するまでの期間（少なくとも1000年間）、ガラス固化体が地下水と接触しないようにオーバーバックと呼ばれる厚い金属製の容器に収納し、1体ずつ間隔を空けて処分します。

これに対し、地層処分低レベル放射性廃棄物は、十分に放射能が低く発熱が小さい<sup>※</sup>ことから、そのような容器に収納せず、ハル・エンドピースを例にとると、廃棄体をまとめて廃棄体パッケージにし、積み重ねて処分します。

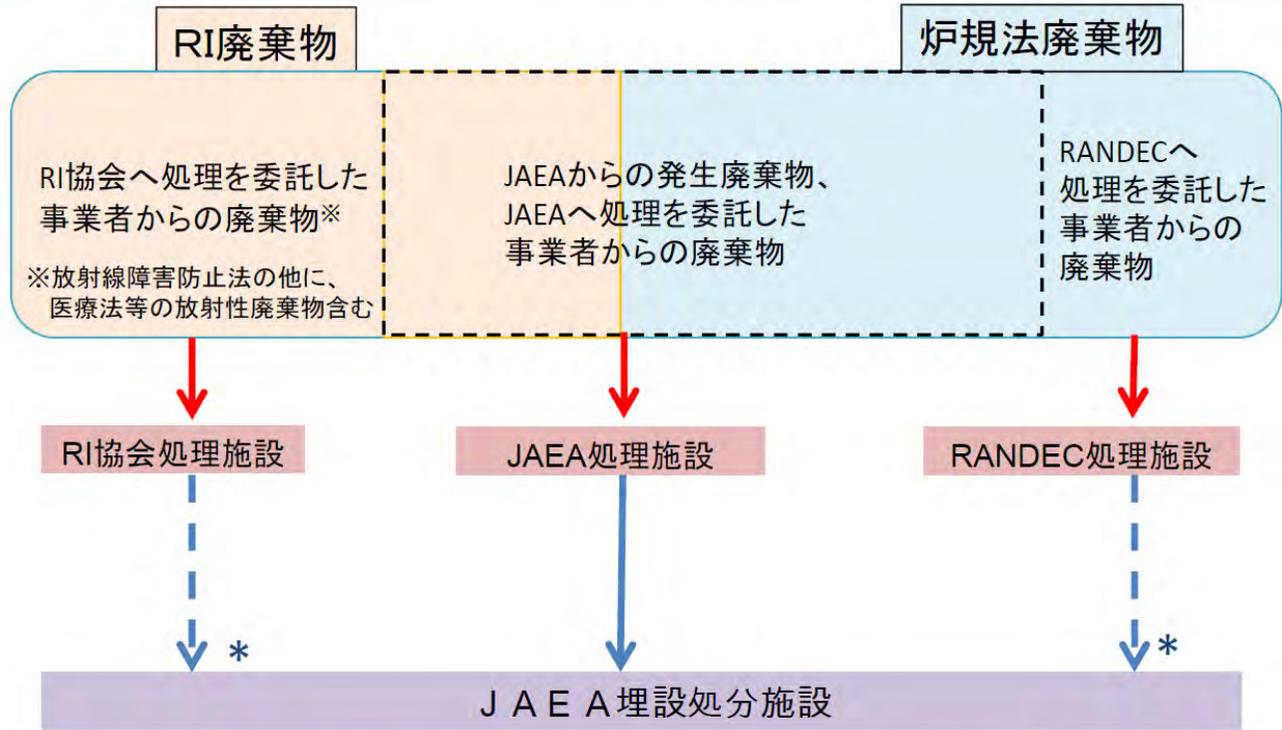
※処分直後の時点で高レベル放射性廃棄物の約80分の1（放射能）、約130分の1（発熱）です（地層処分低レベル放射性廃棄物のうち、放射能が高く発熱の大きい、ハル・エンドピースの場合）。





# 1. 研究施設等廃棄物の処理・処分体系

我が国全体として抜け落ちのない効率的な放射性廃棄物の処分体制の構築を図る。



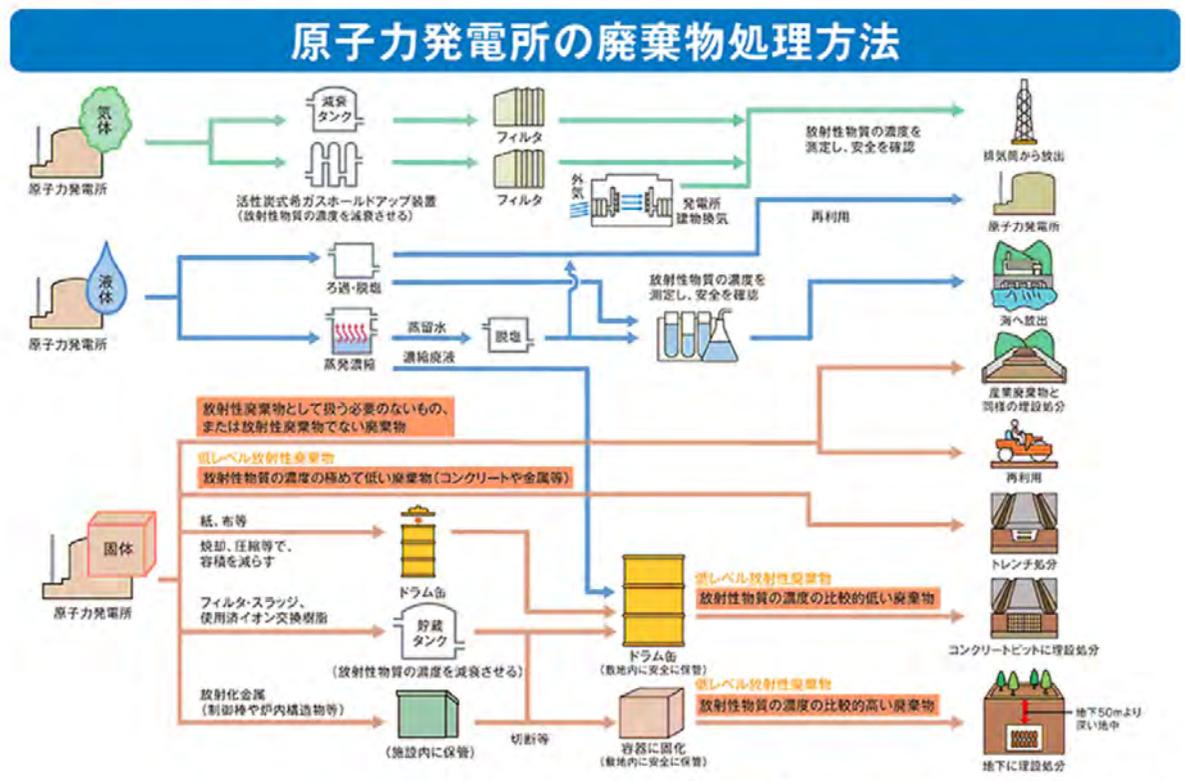
\* JAEA, RI協会, RANDECで研究施設等廃棄物連絡協議会を設置し、廃棄物の輸送・処理・処分に関して、情報交換・調整を実施

科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会 原子力科学技術委員会研究施設等廃棄物作業部会(第13回)配布資料 平成27年7月22日公益財団法人原子力バックエンド推進センター「大学・民間等廃棄物の現状について」より引用

図一10

印刷する

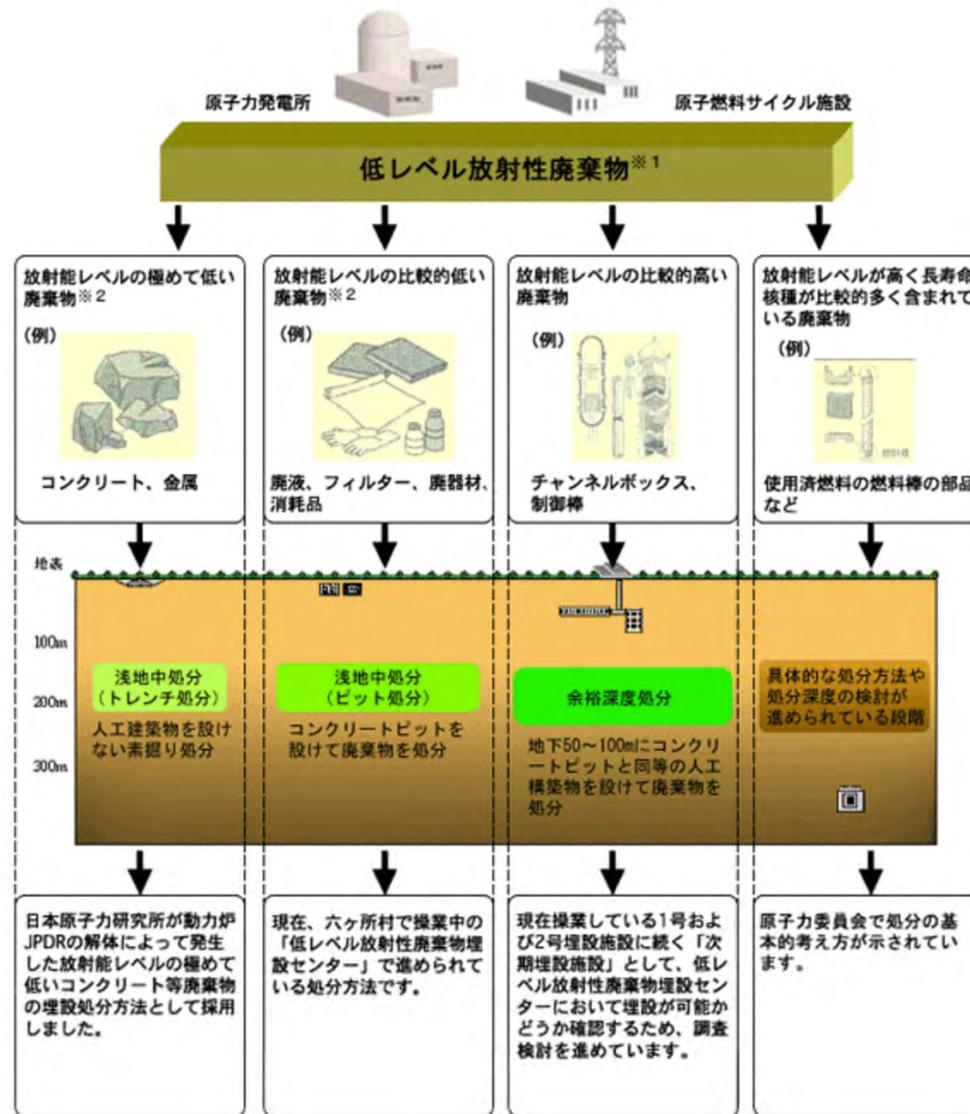
### 原子力発電所の廃棄物処理方法



出典:「原子力・エネルギー」図面集2015 8-1-3

原子力発電所で発生する廃棄物は、気体・液体・固体に大別され、性質や濃度によりそれぞれ適切な方法で処理・処分されます。

# 低レベル放射性廃棄物の種類と処分方法



※1：低レベル放射性廃棄物には、原子力発電所、原子燃料サイクル施設以外に、医療機関・研究機関から発生するRI廃棄物や、試験研究炉・核燃料物質使用済燃料施設などから発生する研究所等廃棄物もあります。

※2：現在法令等が整備されているのは発電所廃棄物です。

# 放射性廃棄物に係る規制制度検討状況

- 浅地中(ピット)処分事業は、原子力発電所の運転に伴い発生する低レベル放射性廃棄物を対象に青森県六ヶ所村で日本原燃(株)が進めているが、他の廃棄物については、処分施設の立地が進んでいない。
- 研究施設等廃棄物、ウラン廃棄物等については制度の整備が済んでいないものがある。

## ●処分方法別

	処分方針 (原子力委員会)	安全規制 関係法令	安全審査指針 (原子力安全委員会)	備考
高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体) 【地層処分】	整備済	整備済	未整備	NUMO(原子力発電環境整備機構)が立地活動を実施中。
低レベル放射性廃棄物	長半減期低発熱放射性廃棄物 (うち【地層処分】相当の廃棄物)	整備済	未整備	NUMOが、立地活動を実施中。
	【余裕深度処分】対象 放射性廃棄物	整備済	整備済	電事連及び日本原燃(株)が処分について調査・検討中。
	【浅地中(ピット)処分】対象 放射性廃棄物	整備済	整備済	日本原燃(株)が青森県六ヶ所村で平成4年に操業を開始。
【浅地中(トレンチ)処分】対象 放射性廃棄物	整備済	整備済	整備済	JAEA(日本原子力研究開発機構)の廃棄物埋設実地試験施設で実績あり。

## ●処分方法共通

	処分方針 (原子力委員会)	安全規制 関係法令	安全審査指針 (原子力安全委員会)	備考
低レベル放射性廃棄物	長半減期低発熱放射性廃棄物 (うち地層処分相当以外の廃棄物)	整備済	一部整備済	電事連等が事業構想を検討中であり、その検討結果を踏まえ、関係法令を整備。
	研究施設等廃棄物	整備済	一部整備済	JAEAが、処分事業実施。
	ウラン廃棄物	整備済	未整備	未整備

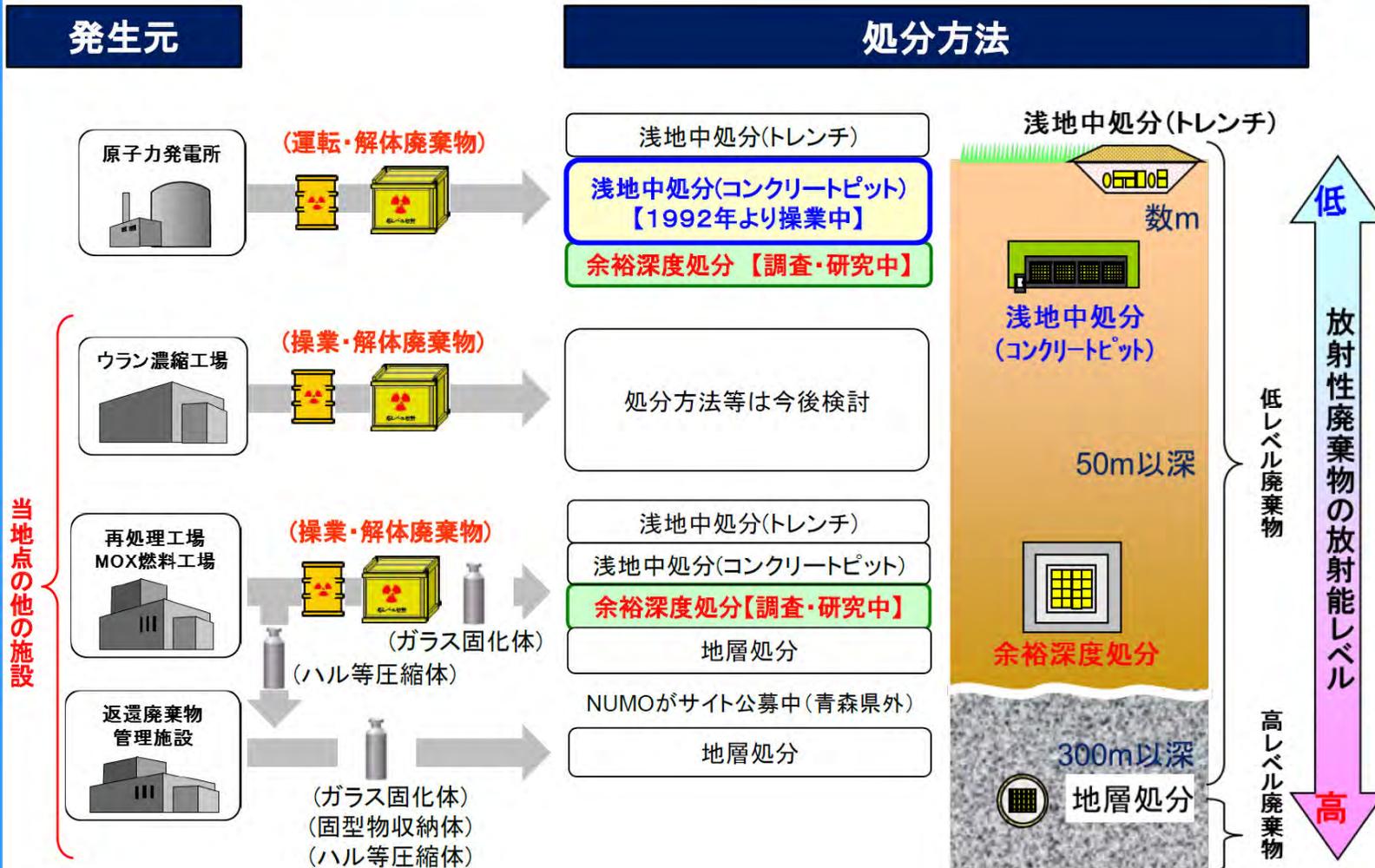
原子力委員会 新大綱策定会議(第5回)(平成23年3月8日)  
資料第3-1号「放射性廃棄物の処理・処分を巡る取組の現状について」を基に修正

## 放射性廃棄物の区分

(原子力発電環境整備機構(NUMO)が最終処分を行う対象となる廃棄物)

特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律により区分された放射性廃棄物の名称及び定義		定義									
特定放射性廃棄物	第一種特定放射性廃棄物	使用済燃料の再処理に伴い使用済燃料から核燃料物質その他の有用物質を分離した後に残存する物を固化したもの、または、代替取得により取得した物。									
	第二種特定放射性廃棄物	<p>ハル、エンドピースなど及び使用済燃料の再処理等（再処理、MOX、に伴い使用済燃料、分離有用物質又は残存物によって汚染された物を固型化し、又は容器に封入した物であって、放射能濃度がそれぞれ以下の放射能濃度を超えるもの。</p> <table border="0"> <tr> <td>炭素14</td> <td>87TBq/t</td> </tr> <tr> <td>塩素36</td> <td>96GBq/t</td> </tr> <tr> <td>テクネチウム99</td> <td>1.1TBq/t</td> </tr> <tr> <td>よう素129</td> <td>6.7TBq/t</td> </tr> <tr> <td>α線を放出する放射性物質</td> <td>8.3GBq/t</td> </tr> </table>	炭素14	87TBq/t	塩素36	96GBq/t	テクネチウム99	1.1TBq/t	よう素129	6.7TBq/t	α線を放出する放射性物質
炭素14	87TBq/t										
塩素36	96GBq/t										
テクネチウム99	1.1TBq/t										
よう素129	6.7TBq/t										
α線を放出する放射性物質	8.3GBq/t										

# 2-1. 放射性廃棄物の区分と処分方法



2014年5月20日付 日本原燃株式会社作成資料「資源・エネルギー戦略調査会 放射性廃棄物処分に関する小委員会 低レベル放射性廃棄物の処分事業について」より引用

図-15

---

# 使用済燃料の地層処分に関する IAEA保障措置

---

2013年5月22日

堀 啓一郎

日本原子力研究開発機構

原子力科学研究所 福島技術開発特別チーム

計量管理技術開発グループリーダー

# 内容

---

- 保障措置手法検討の歴史
- フィンランド、スウェーデンの計画
- 使用済燃料の保障措置
- IAEAの方針
- 保障措置手法
- フォンランドの保障措置
- フィンランドの地層処分施設建設計画

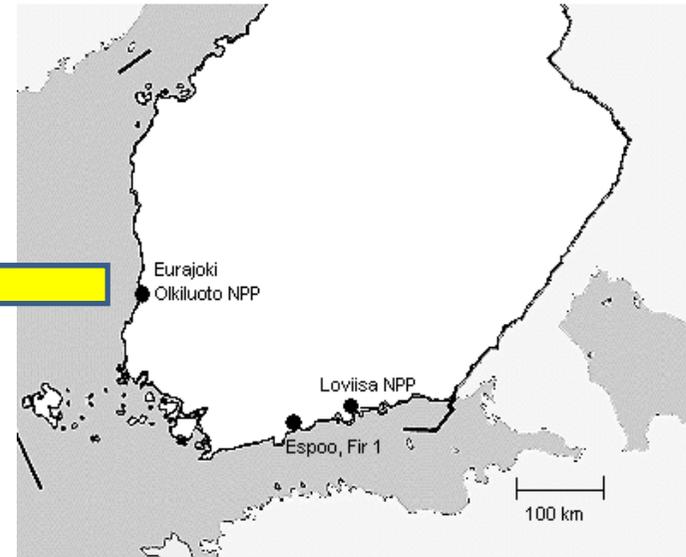
# 保障措置手法検討の歴史

---

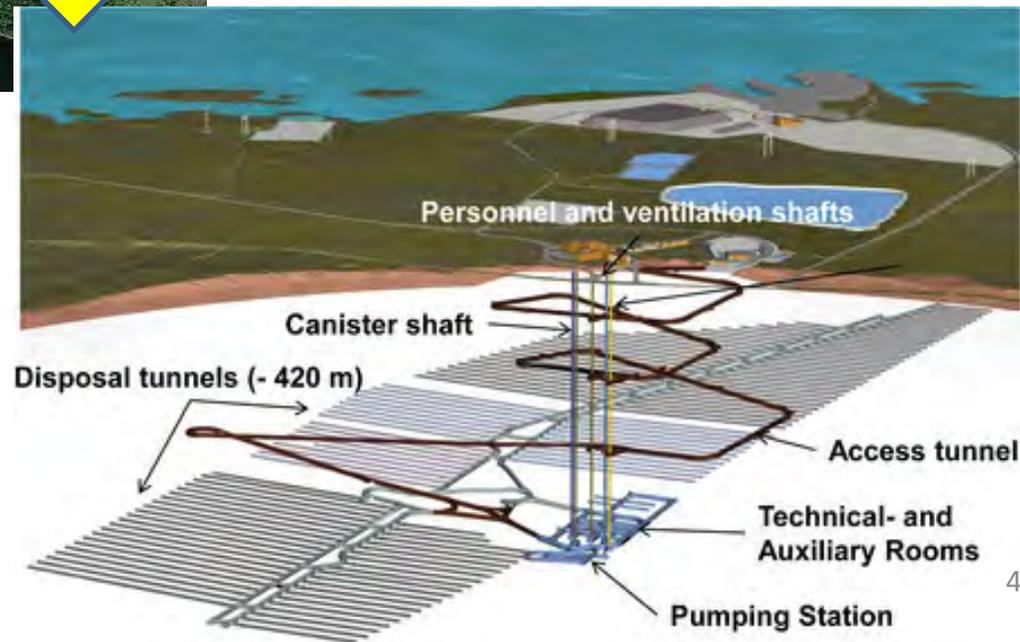
- 1980年代末: 保障措置手法の検討を開始
- 1994-1998: SAGOR – Development of Safeguards for the Final Disposal of Spent Fuel in Geological Repositories
- 1998-2005: SAGOR-II
- 2004: EU諸国に追加議定書が発効
- 2005-現在: ASTOR – Application of Safeguards to Repositories
- 2010-2011: 一般的保障措置手法を作成
  - 収納施設(Encapsulations Facility)の保障措置手法
  - 地下トンネル(Repository)の保障措置手法
  - 個別の施設に対する、保障措置手法は施設に合わせて別途開発

# フィンランドの計画

## Olkiluoto



## Onkalo

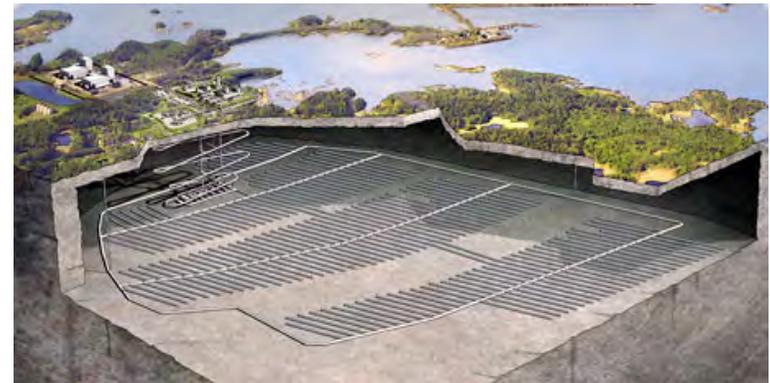


# スウェーデンの計画

Clab – Central interim storage facility for spent nuclear fuel



CLINK  
Interim storage facility  
and encapsulation plant



# 使用済核燃料の保障措置 手法

---

- 原子炉から取出された以降は、知識の継続 (CoK: Continuity of Knowledge) を維持
  - CoKが切れた場合は、再検認
- 湿式貯蔵施設 (使用済燃料プール) の保障措置
  - 照射済みの直接利用物質 (プルトニウム) を含むことから、原則3カ月毎に在庫量を検認
  - 未申告の核物質、原子力活動が無いことが確認されている場合は、年1回の実在庫の検認
- 乾式貯蔵施設の保障措置
  - 貯蔵容器に収納する際に全数を検認
  - 貯蔵容器の開封を検知する封印と、貯蔵容器の移転を検知する封印の取付け
  - 年1回の実在庫検認で封印を確認

# 使用済核燃料の保障措置 検認手法

- 検認の方法
  - 員数確認、ID確認
  - 属性の検認 → ICVD、DCVD、IRAT, SFAT
  - 部分欠損の検認 → (DCVD、FDET)



Improved Cerenkov  
viewing device



Irradiated fuel attribute tester



Fork detector irradiated  
fuel measuring system

# 使用済燃料の保障措置 検認機器

---

- ICVD Improved Cerenkov viewing device
  - Hand-held light intensifying device optimized to view Cerenkov light (near ultraviolet) in a spent fuel storage pond. System can be used in a lighted area. Primarily used to identify irradiated light water reactor fuel assemblies
- DCVD Digital Cerenkov viewing device
  - Highly sensitive digital device for viewing Cerenkov light from long cooled, low burnup fuel
- IRAT Irradiated fuel attribute tester
  - Gross defect device used for verifying fission product presence in an irradiated fuel assembly
- SFAT Spent fuel attribute tester
  - Gross defect device used for verifying the presence of fission product or activation product at the top of the irradiated fuel assembly
- FDET Fork detector irradiated fuel measuring system
  - Detector system that straddles light water reactor fuel assemblies with pairs of neutron and  $\gamma$  ray detectors. Gross  $\gamma$  ray and neutron intensities and ratios of intensities can give specific information on the fuel assembly

# IAEAの方針

## (Policy Paper 15)

---

- 保障措置協定に基づく保障措置を適用する
- 保障措置は、「設計情報の検認」、「受入と流れの検認」、「知識の継続」が基本的な方法になる
  - 実在庫の検認が出来ない
- 一度封入された燃料の再検認が出来ないこと、長期に施設が存在すること等を考慮する
  - 耐性のある、信頼性の高いシステム
- 保障措置システムは施設の設計に組み入れる

# 手法

- 収納施設

- 建設中

- 設計情報の検認

- 運転開始後

- 流れの検認と在庫の検認
- 補助的手法として、封じ込め/監視の適用
- 処分する使用済燃料の核物質量の検認

- 運転終了後

- 施設が解体されたことの検認

- 地下トンネル

- 運転開始前

- 建設前の状況の検認
- 設計情報の検認
- 未申告の活動の無いことの検認

- 運転開始後

- 設計情報の検認
- 搬入の検認
- 封じ込め/監視の適用
- 未申告の活動の無いことの検認

- 運転終了後

- 将来検討

- 通常の保障措置手法

- 建設中

- 設計情報の検認

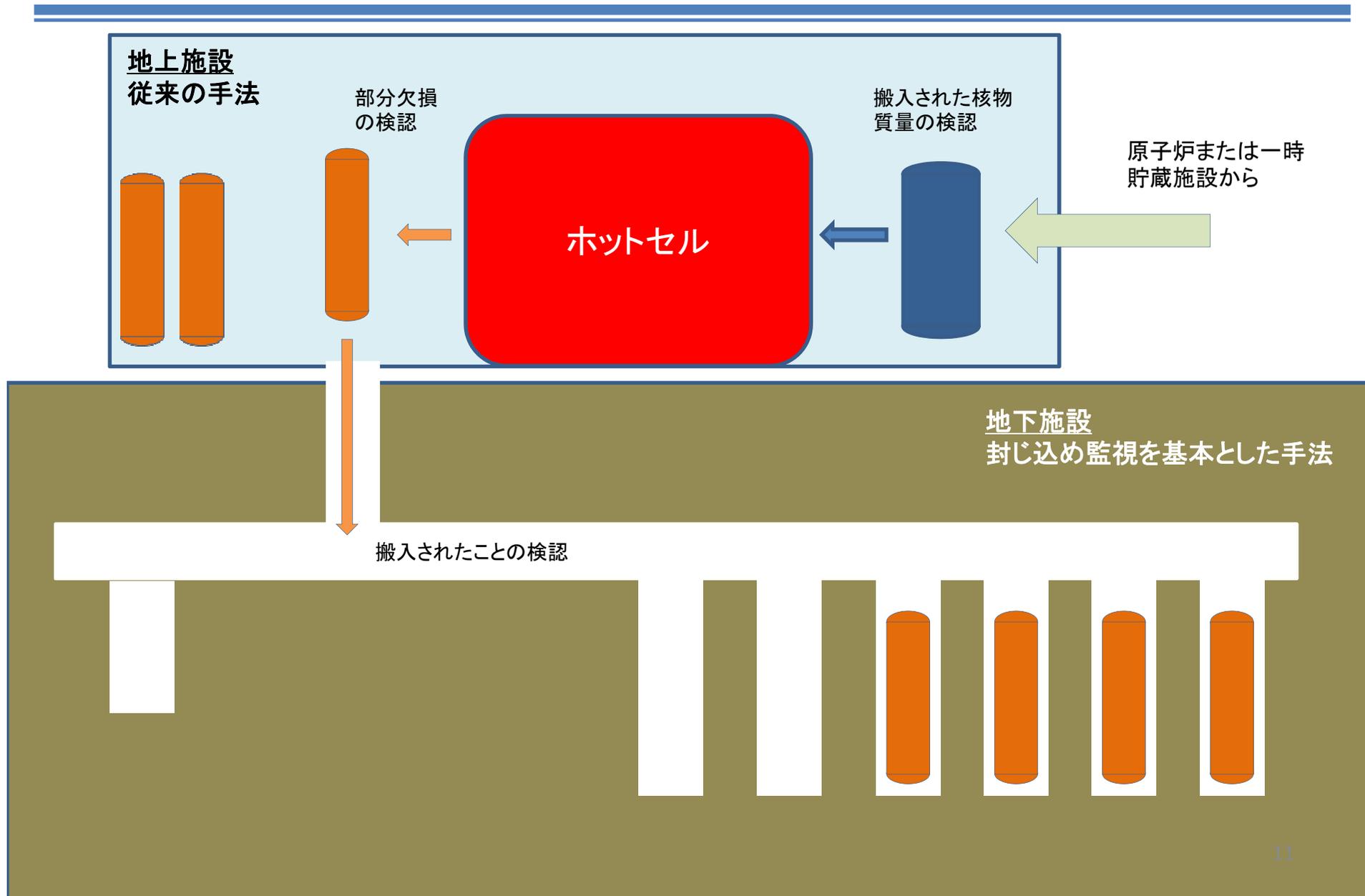
- 運転中

- 核物質の流れの検認と在庫の検認
- 補助的手法として、封じ込め/監視の適用

- 運転終了後

- 施設が解体されたことの検認

# 測定 と 封込め/監視



# 査察機器の例

---

- 従来の査察機器
  - NDA装置、カメラ、放射線検知器、ゲートモニター等
- 衛星画像
- 今後開発される使用済燃料中の核物質検認装置
  - $\gamma$ 線CT装置、NGSI等
- 3次元レーザースキャナー装置
- 微小地震検知装置
- 地下GPS装置
- 地下貫通口レーダー 等

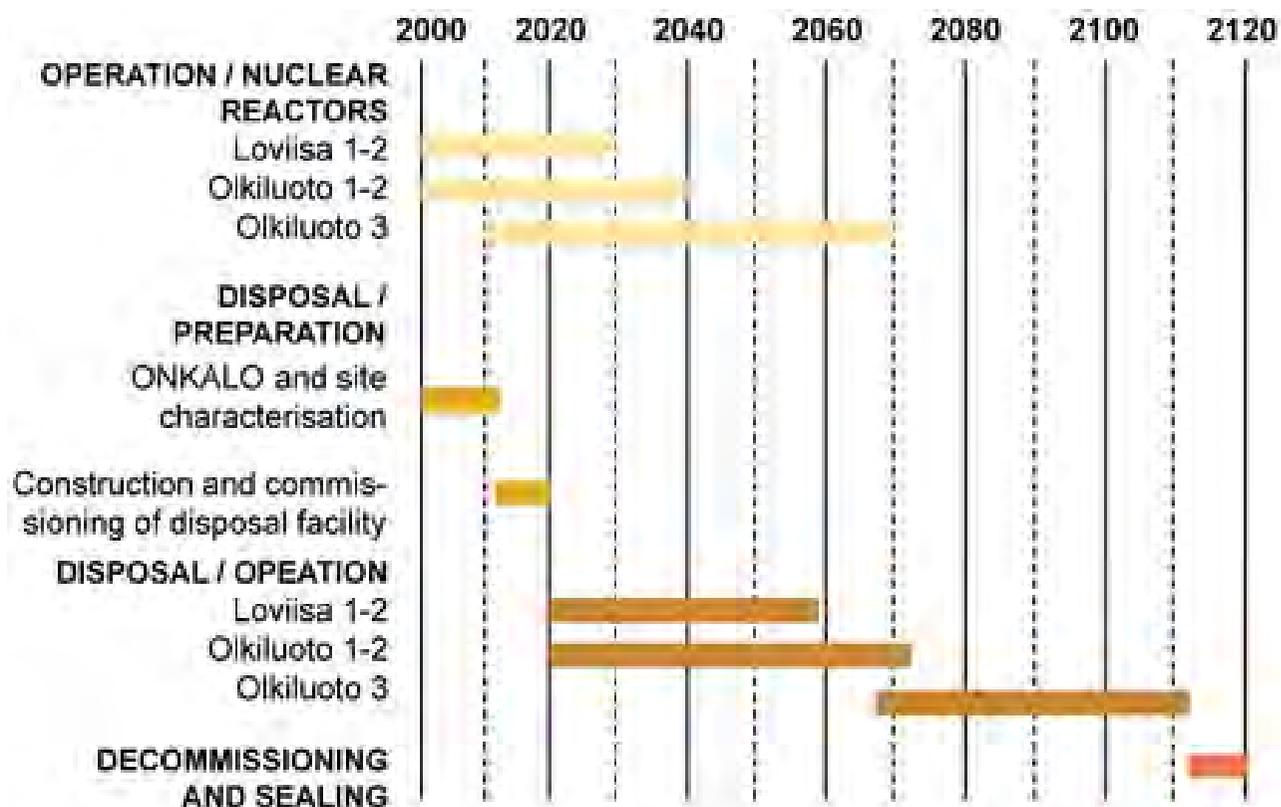
# フィンランドの保障措置

---

- 国内保障措置制度を維持
  - STUK (Radiation and Nuclear Safety Authority Finland)
  - IAEA、EURATOM、STUKが、合同または個別に査察を実施
- 地層処分研究のための施設にボランティアでIAEAの検認を受け入れ
  - 建設前の状態の検認、トンネルの設計情報の確認
- 施設者に核不拡散の措置を要請
  - 施設設計に使用済燃料の測定、検認場所を確保
- IAEA保障措置に積極的に貢献
  - 広域CAの受入、査察対象外の施設にIAEAの検認を受入 等
- 次期DDGはSTUKから

# フィンランドの地層処分施設建設計画

- 2001 政策決定
- 2004 地下トンネルの建設開始
- 2012末 建設許可申請
- 2015 建設開始
- 2018 運転許可申請
- 2020 運転開始
- 2012 運転終了
- 2120 トンネル閉鎖



直 15-3

第15回「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」研究専門委員会

## 政策形成にかかわる倫理問題について

組織の意思決定論の視点から

2014年6月20日

**MRI** 株式会社三菱総合研究所  
科学・安全政策研究本部

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc.

株式会社三菱総合研究所

### 経歴

1990年3月	九州大学応用原子核工学科修了(専攻:放射線工学)
1990年4月	三菱総合研究所入社(現在に至る) 入社直後からは原子力関連の業務に従事
2002年10月	リスクマネジメント関連部署に異動(主に安全政策分野を担当)
2005年10月	民間向けのコンサルティング部署に異動(主に食品安全分野を担当)
2010年10月	食品・農業関連部署に異動(主に食品安全分野を担当)
2012年10月	原子力関連分野に異動(主に福島県関連案件への対応を担当)
これまでに 担当した分野	放射線安全、疫学、安全政策、医療安全、副作用対策、食品安全、新 型インフルエンザ対策、行政機関の広報戦略、民間企業の危機管理対 応支援など

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc. 2

株式会社三菱総合研究所

## 政策決定と倫理的な課題に関して最近思ったこと

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc. 3

株式会社三菱総合研究所

### 倫理学の分類から見た政策決定や組織の意思決定(1/5)

- 倫理学の分類
  - 記述倫理学(倫理学史など)
  - メタ倫理学(倫理的な命題についての議論など)
  - 規範倫理学(政策や意思決定の立案・遂行に関わる議論など)

倫理理論の概念整理の例(梅津著、「ビジネスの倫理学」丸善(平成18年)より作成)

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc. 4

株式会社三菱総合研究所

### 倫理学の分類から見た政策決定や組織の意思決定(2/5)

- 規範倫理学とは、個人や組織等が行う行為や判断の善悪を考察する学問分野とされている。この善悪の判断の方法は以下の2種類に分類される。

分類	概要
帰結主義	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 行為の結果や波及効果といった帰結(結果、結末)を手がかりに議論を進める考え方。</li> <li>■ 行為の正当化をその行為の結果から検討する考え方。</li> </ul>
非帰結主義	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 行為以前の動機や合意などに注目して議論を進める考え方。</li> <li>■ 行為の正当性を結果ではなく動機や合意から検討する考え方。</li> </ul>

倫理理論の概念整理の例(梅津著、「ビジネスの倫理学」丸善(平成18年)より作成)

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc. 5

株式会社三菱総合研究所

### 倫理学の分類から見た政策決定や組織の意思決定(3/5)

- 帰結主義の分類

考え方	主な思想家など	備考
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 善の最終的な根拠を人間の「快(Pleasure)」の感覚に求め、それを積極的に評価する。</li> <li>■ 帰結における自己の利益の最大化を図る行為を正当化する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ミルトン・フリードマン(主著:「資本主義と自由」、「選択の自由」など。ノーベル経済学賞受賞)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 「リバータリアニズムと呼ばれる社会哲学に展開され、米国のレーガン大統領の政策に大きな影響を与えたとされる。</li> <li>■ とすると市場万能主義となり社会的な混乱を引き起こす可能性がある(サブプライムローンに端を発したリーマンショックなど)。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 善の最終的な根拠を人間の「快(Pleasure)」の感覚に求め、それを積極的に評価する。</li> <li>■ 「最大多数の最大幸福」という功利性原理にもとづくものであり、「自己の最大利益」を追求する倫理的功利主義とは異なる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ベンサム(数量的功利主義)</li> <li>■ J.S.ミル(質的功利主義)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現代の社会の一般的な善悪の決め方(多数決による意思決定など)。</li> <li>■ 公的な利益や福祉を強調する根拠となる考え方であり、官公庁の政策決定の根幹となる原則とも言える。</li> <li>■ 費用・便益分析の考え方に通じる。</li> <li>■ 少数派の便益をどのように守るかという課題がある。</li> </ul>

倫理理論の概念整理の例(梅津著、「ビジネスの倫理学」丸善(平成18年)より作成)

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc. 6

MRI 株式会社三菱総合研究所

### 倫理学の分類から見た政策決定や組織の意思決定(4/5)

- 非帰結主義
  - 義務論(カントの思想...)
  - 社会契約説
    - 正義論(倫理的利己主義や功利主義に相対する考え方)
    - 倫理学における正義の分類

分類	概要
応報的正義	因果応報 (正しいものが報われるという考え方)
補償的正義	壊したものは弁償することが正しい (罪は償うことが正しいという考え方)
配分上の正義 (※正義論が注目する正義)	得た報酬や富などの正しい分配方法 (分け方の公平さ) 金品のみでなく、自由、権利、名声、機会なども分配の対象とする

倫理理論の概念整理の例(梅津著、「ビジネスの倫理学」丸善(平成18年)より作成)

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc. 7

MRI 株式会社三菱総合研究所

### 倫理学の分類から見た政策決定や組織の意思決定(5/5)

- 正義の原則(ジョン・ロールズ)

分類	概要
第一原則	■ 他人の持つ自由の体系に抵触しない限り、最も広範かつ包括的な基本的自由・平等の権利を有する。
第二原則 (※ロールズが注目した原則。極端な不平等にどう対応するかという議論。)	■ 社会的、経済的不平等は次の二点が勘案された場合にのみ許される。 ■ 最も不遇な立場の人々の利益が最大となるような不平等であること(格差原理)。 ■ 公平な機会均等という条件のもとで、全員に開放されている職務や地位結び付くような不平等であること(公正な機会均等の原理)。

- 「正義論」からの問いかけ
  - 「最も不遇な立場の人々」にどのような配慮をするのか?
  - 「全員に対する公平な機会均等」をどう確保するのか?

倫理理論の概念整理の例(梅津著、「ビジネスの倫理学」丸善(平成18年)より作成)

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc. 8

MRI 株式会社三菱総合研究所

### 関連した話題の例(生命倫理)

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc. 9

## 生命倫理の社会的リスクマネジメント—研究概要—

「生命倫理の社会的リスクマネジメント研究シンポジウム」  
2005年1月20日、三菱総研セミナー室

三菱総合研究所  
安全政策研究部

義澤宣明

## 研究体制

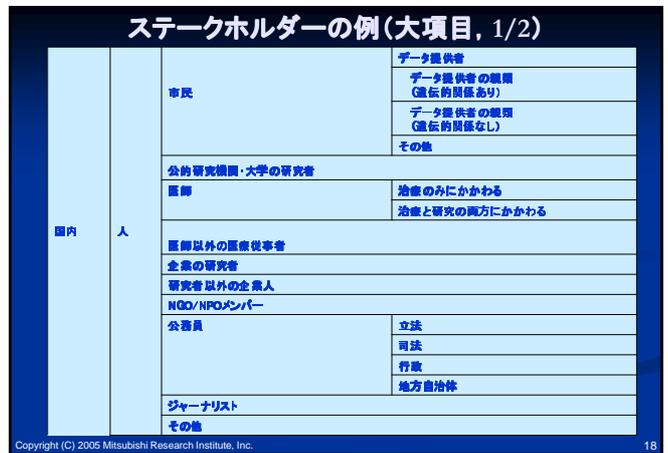
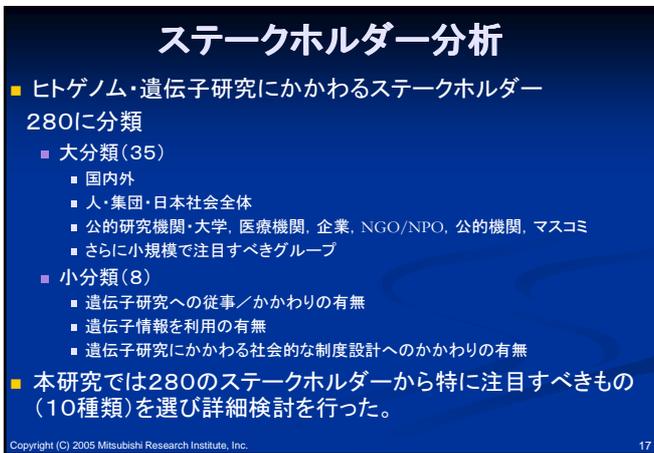
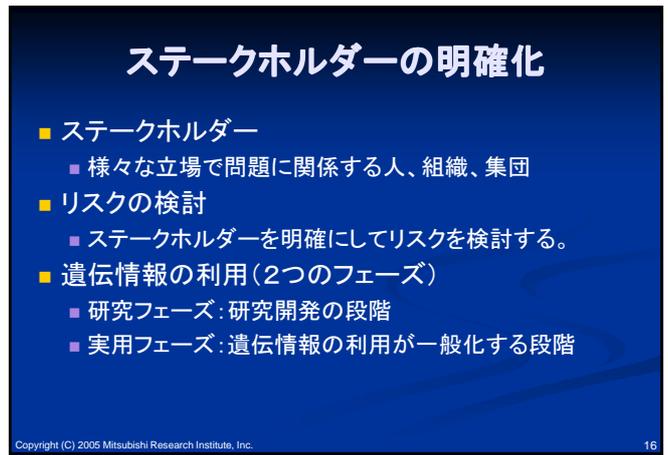
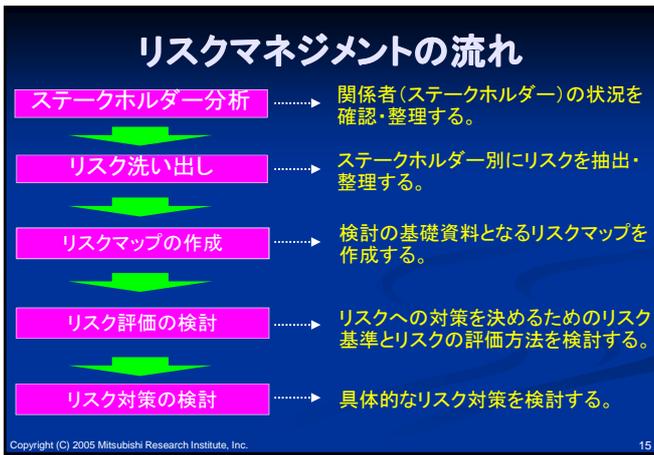
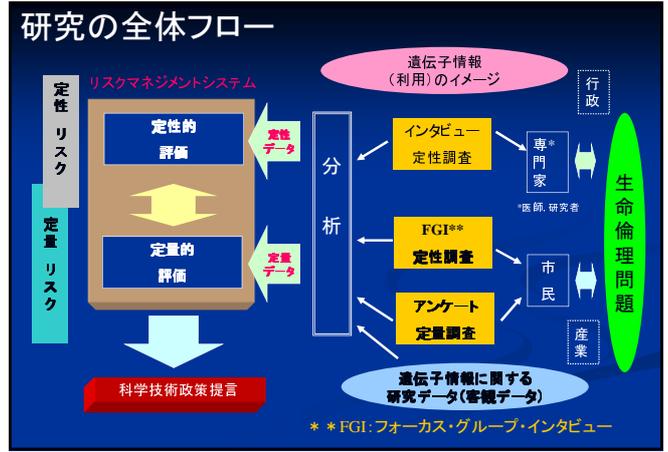
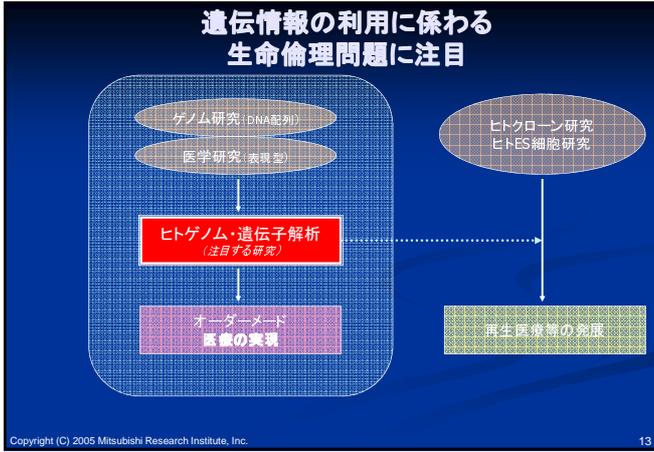
- 生物・医学分野  
国立医薬品食品衛生研究所  
国立成育医療センター
- 社会学分野  
東京大学人文社会系研究科
- 科学技術政策分野  
科学技術政策研究所
- 法学分野  
横浜国立大学
- リスクマネジメント分野  
三菱総合研究所

Copyright (C) 2005 Mitsubishi Research Institute, Inc. 11

## 用語の確認

- 本研究で用いる「リスク」は、「信頼の失墜」など科学技術政策を進める上で重大な障害となることを含む広い意味である。
  - 特定の疾患や健康への影響のみを示すものではない。
- 「リスクマネジメント」は、様々なリスクのもとでの適切な意思決定を検討・実施するためのツール(手法)である。
  - 特定のステークホルダー(組織等)に注目するものではない。

Copyright (C) 2005 Mitsubishi Research Institute, Inc. 12



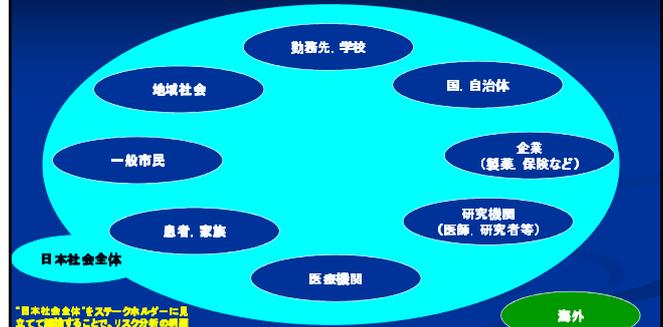
## ステークホルダーの例(大項目, 2/2)

■外	集団	公的機関・大学	
		医療機関	
		企業	製造
			保険
			その他
		NGO/NPO	学会
			医師会
			患者団体
			宗教団体
			その他
		公的機関	立法
			司法
			行政
地方自治体			
マスコミ			
その他			
日本社会全体			

Copyright (C) 2005 Mitsubishi Research Institute, Inc.

19

## 本研究の詳細検討で注目する主なステークホルダー



「日本社会全体」はステークホルダーに属してはいるが、リスク分析の中心となるべきではない。ただし、最終的には、重要なステークホルダーへの影響にブレークダウンする。

Copyright (C) 2005 Mitsubishi Research Institute, Inc.

20

## リスク洗い出し

- リスクの存在の検討
  - ステークホルダー別
  - フェーズ別
- 影響の種類
  - 望ましくない影響
    - 一般的なリスクのとらえ方
  - 望ましい影響
    - 広義にはリスクととらえることも可能

Copyright (C) 2005 Mitsubishi Research Institute, Inc.

21

## 各ステークホルダーへの影響の例(実用フェーズ)

ステークホルダー	遺伝情報利用に関する望ましい影響	遺伝情報利用に関する望ましくない影響
患者 家族 一般市民 地域社会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生命、健康面での利益を得る。</li> <li>・心理面での利益(満足)を得る。</li> <li>・金銭面での利益を得る。</li> <li>・新しい治療を受けられる。</li> <li>・新しい医薬品を利用できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生命、健康面での不利益を得る。</li> <li>・心理面での不利益を得る。</li> <li>・金銭面での不利益を得る。</li> <li>・不平等な機会を得る。</li> </ul>
勤務先、学校	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雇用人、学生の健康管理に役立てる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・法的責任を問われる。</li> <li>・存続の危機に立たされる。</li> </ul>
医療機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>・治療や診断の成績が向上する。</li> <li>・医療機関の経営等が発展する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・法的責任を問われる。</li> <li>・存続の危機に立たされる。</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学術的な成果が出る。</li> <li>・医療等への応用が可能な成果が出る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究成果が出ない。</li> <li>・法的責任を問われる。</li> <li>・存続の危機に立たされる。</li> </ul>
企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・企業活動が順調に進む。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・法的責任を問われる。</li> <li>・存続の危機に立たされる。</li> </ul>
国、自治体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安定した状態が継続する。</li> <li>・政策目標が達成される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・法的責任を問われる。</li> <li>・信頼を失う。</li> <li>・海外から非難を受ける。</li> </ul>
海外	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自国が発展する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自国が不利益を得る。</li> </ul>

Copyright (C) 2005 Mitsubishi Research Institute, Inc.

22

## 各ステークホルダーへの影響の例(研究フェーズ)

ステークホルダー	遺伝情報の研究に関する望ましい影響	遺伝情報の研究に関する望ましくない影響
患者 家族 一般市民 地域社会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ提供に意義を感じる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ提供を強いられる。</li> <li>・データ提供の際に健康被害を受ける。</li> <li>・データ提供したことで不安を感じる。</li> <li>・データ提供したことで第三者から差別等を受ける。</li> <li>・データ提供したことの意味がなくなる。</li> </ul>
医療機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究が医学的な利用に繋がる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・医師等の法的責任が問われる。</li> <li>・医療機関としての存続に影響が出る。</li> </ul>
研究機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新しい科学的な知見が増える。</li> <li>・期待された研究成果が出る。</li> <li>・研究機関の発展に繋がる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・期待された研究成果が出ない。</li> <li>・研究が制限、中断、中止される。</li> <li>・研究者等の法的責任が問われる。</li> <li>・研究機関の存続に影響が出る。</li> <li>・海外から、研究に対する批判が高まる。</li> </ul>
国、自治体 など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・支出した研究費等の意義が高まる。</li> <li>・政策への支持が高まる。</li> <li>・研究を通じて、国や地域が発展する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・支出した研究費等が無駄になる。</li> <li>・政策の変換を求められる。</li> <li>・行政上の責任を問われる。</li> <li>・組織の存続に影響が出る。</li> <li>・海外からの批判が高まる。</li> </ul>
企業(製薬等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新薬の開発に繋がる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・企業経営に影響が出る。</li> </ul>

Copyright (C) 2005 Mitsubishi Research Institute, Inc.

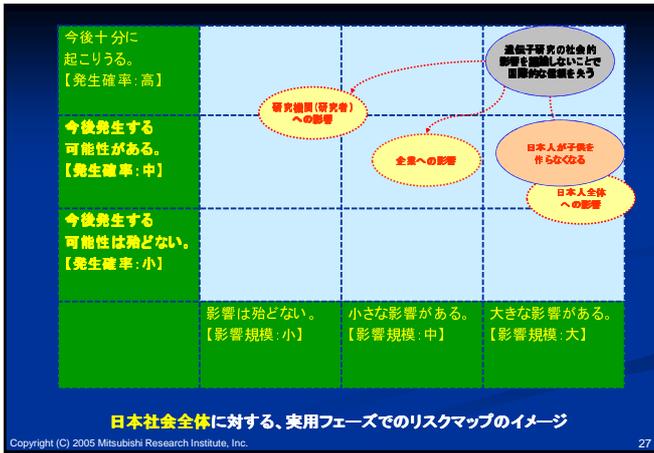
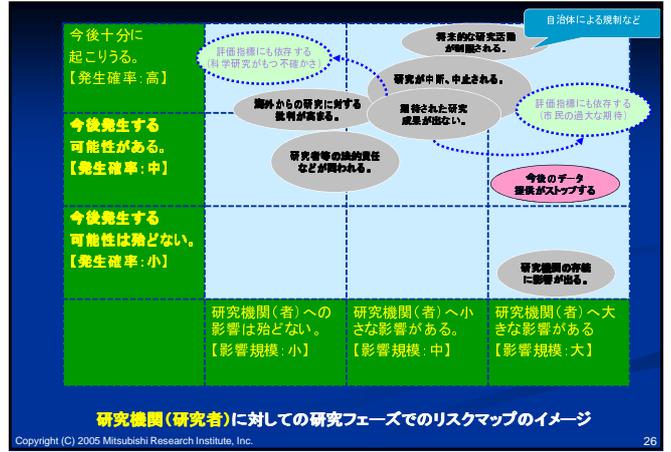
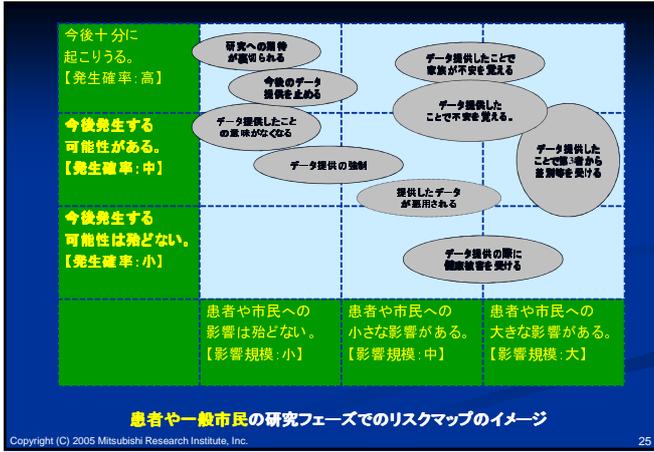
23

## リスクマップ

- リスクマップを用いることの利点
  - 様々な懸念事項を目で見える形で展開できる。
  - 議論の過程での問題点が分かりやすい。
  - ステークホルダー別の検討
  - 多分野の専門家の共同的な議論のガイド
- 目に見える議論のためのツール
  - リスクマップ上での議論
  - リスクに対して対応策の有効性をマップ上で検討できる。

Copyright (C) 2005 Mitsubishi Research Institute, Inc.

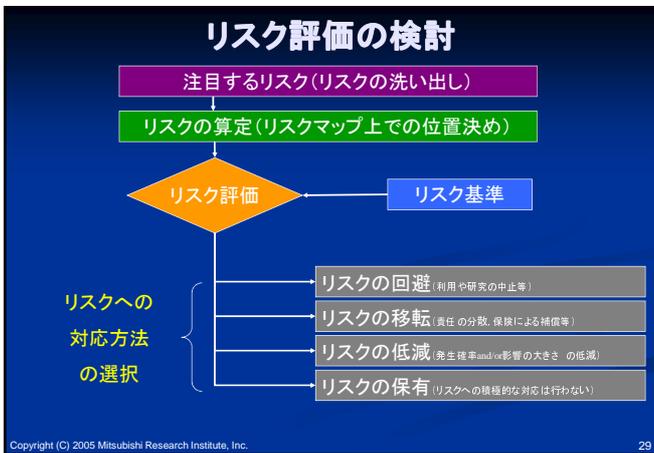
24



## リスクマップの整備と利用

- 定量調査等の結果をもとにリスクマップを整備する。
- 整備したリスクマップをもとに対策系(生命倫理問題に対応する仕組みや機関等の有効性など)の議論を検討する。

Copyright (C) 2005 Mitsubishi Research Institute, Inc. 28



## リスクの算定 (リスクの位置決め)

- リスクマップの精緻化
  - ブレインストーミング等でリスクマップの原型を作成
- 多くのステークホルダーが納得できる方法論の提示
  - 発生確率の考え方
  - 影響の大きさの考え方
- ステークホルダーによるリスクの捉え方の違い
  - 同じリスクでもステークホルダーにより大きさが変わる
- 実体のともなう納得の重要性
  - ステークホルダー間の相互確認

## 発生確率の算定方法の例

- 起こりやすさの求め方
  - アンケート等による調査
  - 安全理論による解析
  - 統計手法
  - 経験、他事象との相対比較
- その他現状の知見で整理 例
  - 現在起きている
  - 過去に経験したことがある
  - 自社では経験していないが、日本で起きている
  - 日本では発生していないが、他国では発生している
  - 理論上可能性がある

## 発生確率のレベル設定(案)

- 既往事例による発生確率の設定が難しいことから、以下の基準を設定する。

レベル	発生確率 (1/年)	設定の根拠
大	1/5	・研究期間5年の場合に、検討する事象が1回顕在化する程度
中	1/20	・類似した研究の実施期間(20年)に1回顕在化する程度 ・注目する技術の実用期間中に1回顕在化する程度
小	1/100	・人が一生に一度、経験するかしないかという程度

発生確率の設定については、定期的な見直しや、根拠の再検討が必要となる。  
研究課題の増加や、研究にかかわる人数の増加に伴い、発生確率が上昇する点についても注意が必要である。

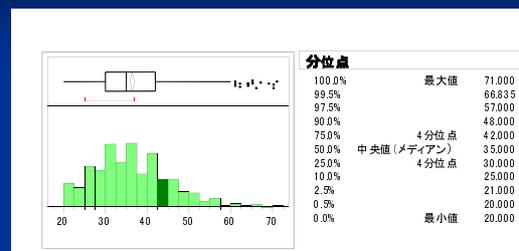
## 影響の種類と大きさのレベル(例)

項目	レベル	内容(案)
①生命・健康	大	治療による回復可能性が低い(5%以下)
	中	治療による回復可能性がある(7%~25%程度)
	小	治療による回復可能性が高い(25%以上)
②精神的(心理面)な健康	大	日常生活に支障をきたす程の不安をいだく
	中	日常生活にある程度支障をきたす程の不安をいだく
	小	日常生活には支障をきたさない程の不安をいだく
③金銭	大	個人(健康)、組織(経営危機、1,000億円*)
	中	個人(大きな負債)、組織(経営への影響大、100億円)
	小	個人(負債)、組織(経営への影響、10億円)
④議会に対する影響	大	行動選択の幅が狭まる(議案選択等を含む)
	中	行動選択の幅がある程度狭まる(議案選択等を含む)
	小	行動選択の幅が狭まらない(議案選択等を含む)
⑤日本社会全体の文化	大	影響を受ける人数(日本人の50%以上)
	中	影響を受ける人数(日本人の30%以上)
	小	影響を受ける人数(日本人の20%以上)
⑥影響の継続時間	大	取り返しがつかない(影響が消えない)
	中	取り返しはつく(影響は消える)
	小	ほとんど継続しない

## 定量調査によるリスクの検討

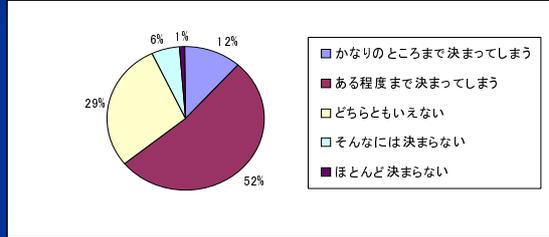
- インターネットモニターを利用したアンケート
    - 1,032名(男性516, 女性516名)
    - Web画面での回答形式(24問)
  - 定性調査(FGI\*)の結果等を考慮して質問を構成
    - 遺伝子情報に関するイメージ
    - 遺伝子情報の利用に関するリスク等を調査
  - インターネットが利用可能な集団という特殊性
    - 大規模な世論調査とは傾向が異なる可能性あり
    - 調査の特殊性を考慮したうえでデータを利用する
- \*フォーカス・グループ・インタビュー

## 回答者の年齢構成



## 遺伝子と健康

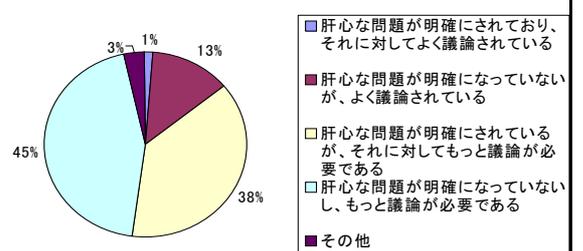
遺伝子によって個人個人の健康状態はどの程度まで決まるという印象をお持ちですか？



N=1,032(一般市民)

## 生命倫理について

「生命倫理」に対する議論について、どのようにお考えですか？



N=1,032

## 議論が十分でない理由

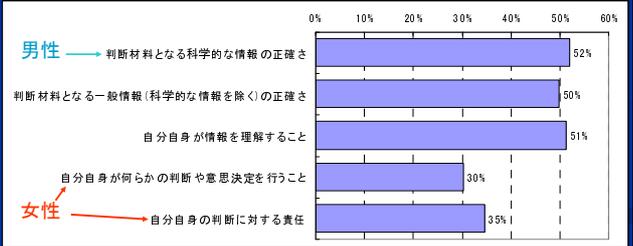
議論が十分でない原因をどのようにお考えですか。次の中から、あてはまるものを1つ選んでください。



N=1,032

## 議論参加の際の不安要素

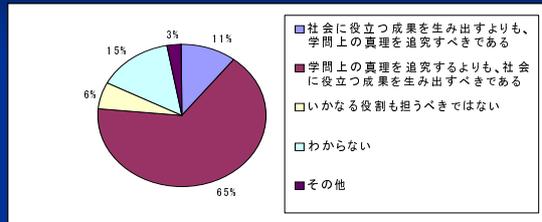
遺伝子情報の利用に関して、今後あなた自身が何らかの議論に加わったり、判断する必要が生じた場合に不安を感じる点は？(複数選択)



N=1,032

## 他のステークホルダー(研究者)への期待

遺伝子情報を利用する研究者は、どんな役割を担うべきだと思いますか？

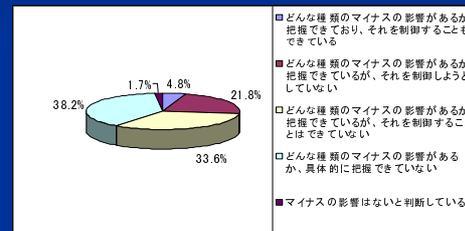


期待が裏切られた場合 → 信頼の失墜 → リスクの発生へ

N=1,032

## 研究者のリスク把握に対する市民の認識

遺伝子情報を利用した研究を行う専門家は、社会または個人が受けるマイナスの影響をどのように把握していると思いますか。次の中から、あてはまるものを選んでください。



N=1,032

## 参考情報

---

「生命倫理の社会的リスクマネジメント研究」の詳細については以下をご覧ください。

科学技術振興調整費

成果報告書

科学技術政策提言

「生命倫理の社会的リスクマネジメント研究」

<http://scfdb.tokyo.jst.go.jp/pdf/20031460/2004/200314602004rr.pdf>

直6-3

# 本当に理解されているか？

—原子力広報経験者からみた処分事業—

平成25年8月27日

久保 稔

(公財)つくば科学万博記念財団

## 1.The Strongest Existence in the world

### The Edo era

1. Earthquake
2. Thunder
3. Fire
4. Father

### Now in Japan

1. Mass Media
2. Mass Media
3. Social Media
4. Mother

## 2. Public Opinion Survey

### (1)FNCA Activities in Asian Countries

(China, Indonesia, Japan, Malaysia, The Philippines, Thailand, Vietnam)

### ①Public Opinion Survey of Senior high school students on Nuclear Energy within FNCA Countries (2002)

Q2. Sources of information on Science & Technology

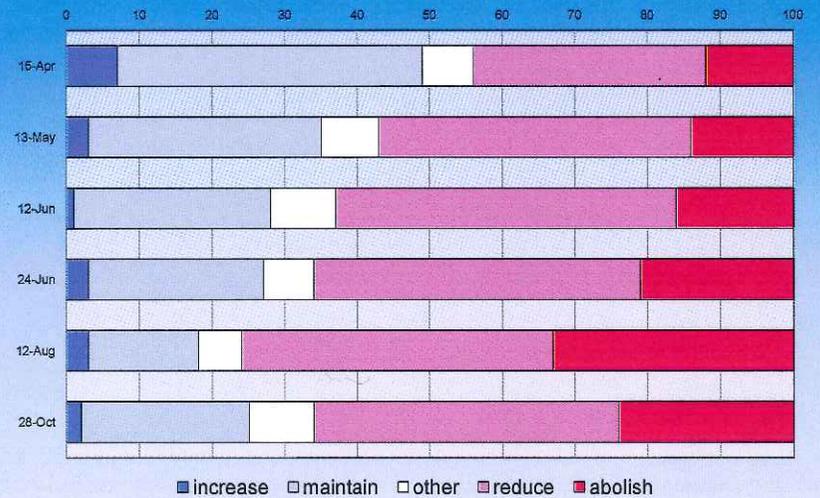
RANKING	COUNTRY						Korea
	China	Indonesia	Japan	The Philippines	Thailand	Viet Nam	
1	TV&Radio 82.3	TV&Radio 82.3	TV&Radio 84.7	TV&Radio 87.8	TV&Radio 86.2	TV&Radio 95.1	TV&Radio 74.8
2	Scientific Magazines and Books 60.8	Newspapers 65.4	Newspapers 62.3	Internet 77.7	Newspapers 62.5	Newspapers 83.8	Internet 71.7
3	Internet 58.8	School Teacher(s) 65.3	School Textbooks 41.2	School Teacher(s) 67.1	Internet 50.0	Scientific Magazines and Books 55.9	Friends 45.4
4	Newspapers 58.2	School Textbooks 59.5	Internet 40.1	Newspapers 61.0	School Teacher(s) 39.7	Internet 50.6	Newspapers 32.5
5	Friends 38.1	Friends 57.0	School Teacher(s) 35.8	Scientific Magazines and Books 67.4	School Textbooks 36.9	School Teacher(s) 39.1	School Textbooks 31.3
6	School Textbooks 35.4	Scientific Magazines and Books 52.4	Family Members (Parents and Brother/Sister) 26.2	School Textbooks 55.4	Friends 35.3	Friends 34.9	Scientific Magazines and Books 27.2
7	Family Members (Parents and Brother/Sister) 32.2	Internet 50.7	Cartoons and Comic Books 24.3	Exhibits, Fairs, or Seminars 54.7	Scientific Magazines and Books 30.0	School Textbooks 32.7	Cartoons and Comic Books 27.1
8	School Teacher(s) 30.6	Family Members (Parents and Brother/Sister) 44.9	Scientific Magazines and Books 18.3	Friends 47.3	Exhibits, Fairs, or Seminars 28.8	Family Members (Parents and Brother/Sister) 32.7	Family Members (Parents and Brother/Sister) 14.4
9	Cartoons and Comic Books 18.3	Exhibits, Fairs, or Seminars 39.1	Friends 15.3	Family Members (Parents and Brother/Sister) 45.3	Family Members (Parents and Brother/Sister) 27.2	Exhibits, Fairs, or Seminars 29.7	School Teacher(s) 11.9
10	Church, Mosque, or Temple 5.7	Church, Mosque, or Temple 20.5	Exhibits, Fairs, or Seminars 8.5	Cartoons and Comic Books 19.9	Cartoons and Comic Books 10.9	Cartoons and Comic Books 15.8	Church, Mosque, or Temple 0.93
11	Exhibits, Fairs, or Seminars 2.7	Cartoons and Comic Books 18.4	Church, Mosque, or Temple 1.4	Church, Mosque, or Temple 14.0	Church, Mosque, or Temple 1.7	Church, Mosque, or Temple 3.2	- ※1 -

In the chart: Choices (above) percentage selecting (below)



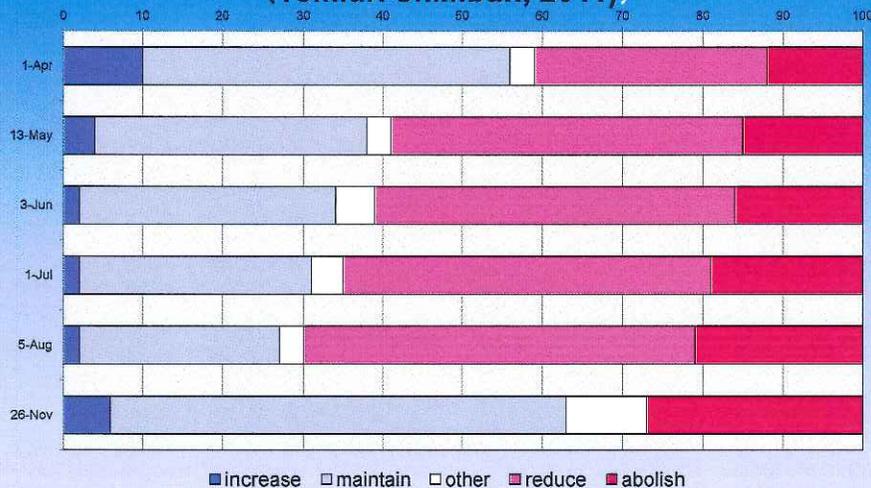
### ③ マスメディアによる世論調査

### To Use Nuclear Power (NHK, 2011)



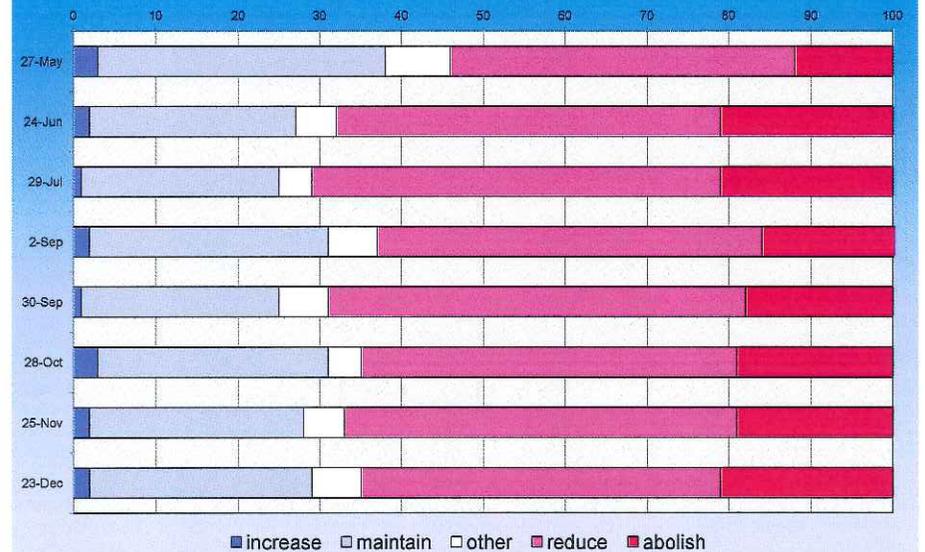
Q What will you think to a nuclear power plant from now on?  
Telephone interview / effective response: about 1100-1800.

### To Use Nuclear Power (Yomiuri Shimbun, 2011)



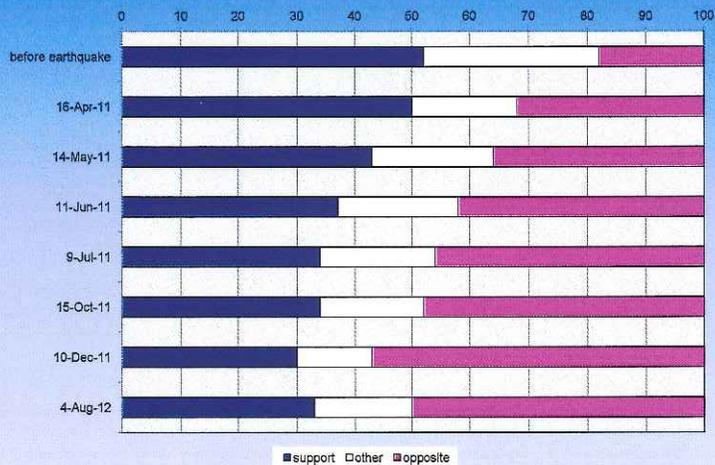
Telephone interview / effective response: about 1000.  
The investigator unified the choice of "reduces" into "abolish" by the investigation in November.

### To Use Nuclear Power (Nikkei Shimbun, 2011)

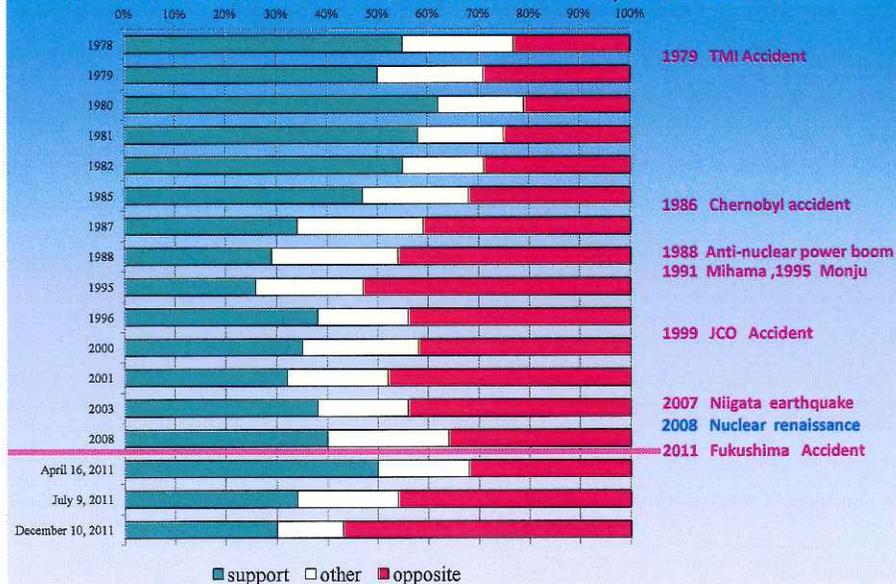


Telephone interview / effective response: about 800-1000

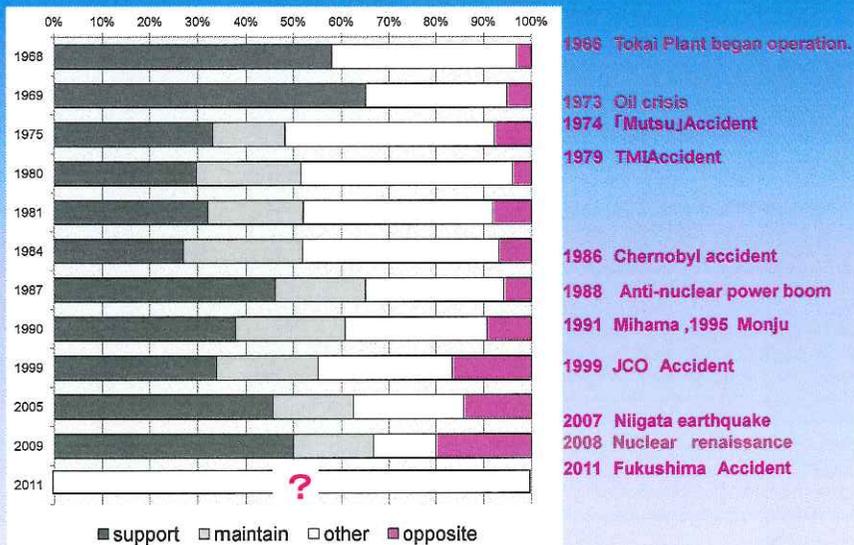
Q What do you think to nuclear power ?



To Use Nuclear Power (Asahi Shimbun, 1978-2011)



To Use Nuclear Power (Cabinet Office, 1968-2009)



To Use Nuclear Power (Asahi Shimbun, May 2011)



Asahi Shimbun carried out in mid-May in Japan. The American Harris interactive company carried out in countries other than Japan. Survey was conducted by telephone in Japan, Korea, Germany, France and the U.S. It was conducted by telephone in Russia and China.

### 3. マクルーハンの世界

(カナダ・トロント大学教授)

1. メディアはメッセージである。
2. **「熱い」(Hot)なメディア**: 単一の感覚を「高精細度」で拡張するメディア  
受容者によって補充される部分が少なく、受容者の参与性が低い  
例: ラジオ、映画、写真、印刷物
2. **「冷たい」(Cool)なメディア**: 「低精細度」のメディア  
与えられる情報量が少ないため、受容者の参与性、補完性が高い  
例: テレビ、電話、漫画

17

### 4.1 文字文化と電子メディア文化

(マクルーハンの分析)

#### 文字文化

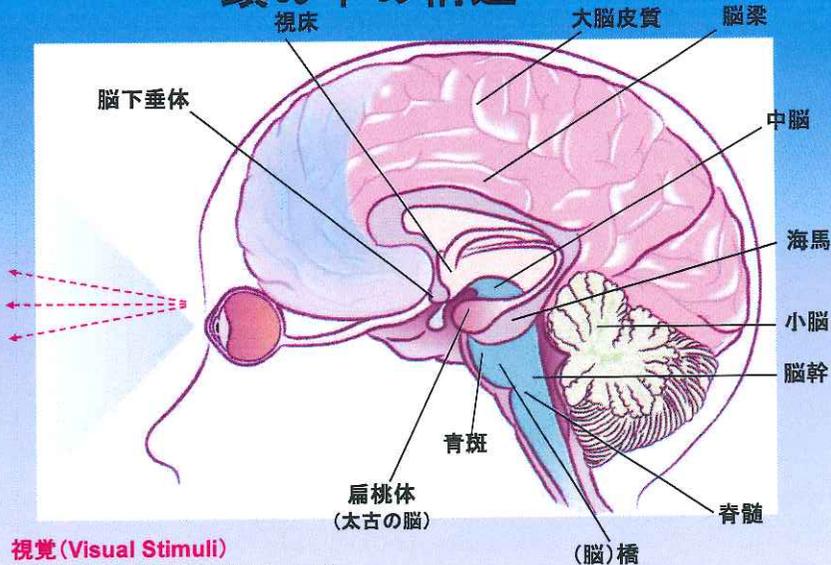
- 機械の時代
- 活版印刷技術の発明以降
- 視覚的
- 分断化・細分化
- 線状的論理性・連続性・画一性
- 画一性・反復性
- 分離・分割
- 部族人の外爆発  
(Explosion)

#### 電子メディア文化

- 電子メディアの時代
- 1960年代以降
- 聴覚的
- 統合的
- モザイク的、複合体
- 多目的、複合性
- 統合、共同
- 部族人への回帰(内爆発)  
(Implosion)

18

### 頭の中の構造



#### 視覚 (Visual Stimuli)

視覚のシグナルは最初に視床に送られる。ここでは情報をフィルターにかけ、扁桃体に流すか、他の関

19

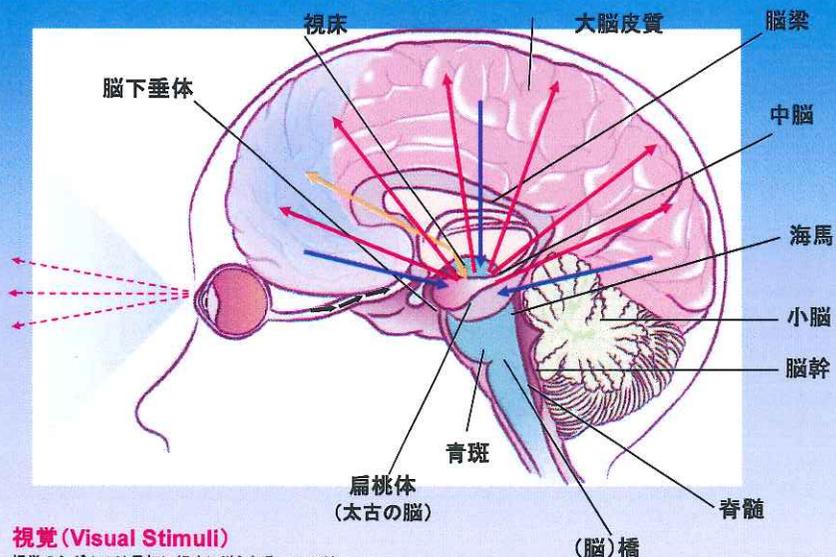
### 視覚とイメージの関係



Wikipediaの写真より

20

## 頭の中の構造



### 視覚 (Visual Stimuli)

視覚のシグナルは最初に視床に送られる。ここでは情報をフィルターにかけ、扁桃体に流すか、他の関連皮質に流すか決定する。

21

## 刺激に対する脳各部の反応を説明する画像(1)

2002年8月19日タイム誌インターネット版より

### ● Auditory Stimuli (聴覚刺激)

視覚、聴覚からのシグナルは最初に視床に送られる。ここでは情報をフィルターにかけ、扁桃体に直接流すか、関係する皮質に流すか決定する。

### ● Amygdala (扁桃体)

脳の感情中枢。恐怖反応を起こす基点。扁桃体を通過した情報は感情反応を引き起こす。

### ● Bed nucleus of the stria terminalis (分界条)

瞬間的の不安反応を起こす扁桃体と違い、ここでは不安反応を持続させる。従って神経症のような長期間の不安を作り出す。

### ● Cortex (大脳皮質)

視覚、聴覚情報の大まかな判断をする場所。何を見ているか、何を聞いているか我々はここで判断する。皮質の一部である前頭前野皮質は危険が去った後に警戒解除のシグナルを出す重要な役割をされると考えられている。

### ● Hippocampus (海馬)

記憶中枢。感覚器から来る生加工の情報を記憶する。扁桃体を通過してここに来る情報には感情処理が施されている。

22

## 刺激に対する脳各部の反応を説明する画像(2)

2002年8月19日タイム誌インターネット版より

### □ Locus Ceruleus (青斑)

扁桃体から情報を受け取り古典的の不安反応を発生させる。例えば心臓亢進、血圧上昇、発汗、瞳孔拡大等。

### □ Olfactory Stimuli (嗅覚)

嗅覚、触覚のシグナルは視床をバイパスして直接扁桃体に送られる。だから匂いは視覚、聴覚より強い記憶や感情を呼び起こす。

### □ Tactile Stimuli (触覚)

説明は上に同じ

### □ Thalamus (視床)

視覚、聴覚の処理センター。映像は大きさ、形、色に分けられ、音声は音量、耳障りの良し悪しで分けられて大脳皮質の関係部分に送られる。

### □ Visual Stimuli (視覚)

視覚、聴覚からのシグナルは最初に視床に送られる。ここでは情報をフィルターにかけ、扁桃体に直接流すか、他の関連皮質に流すか決定する。

23

## Amygdala

(By Ms. Regina Bailey, About.com Guide)

The amygdala is an almond shaped mass of nuclei located deep within the temporal lobe of the brain. It is a limbic system structure that is involved in many of our emotions and motivations, particularly those that are related to **survival**. The amygdala is involved in the **processing of emotions such as fear, anger and pleasure**. The amygdala is also **responsible for determining what memories are stored** and where the memories are stored in the brain. It is thought that this determination is based on how huge an emotional response an event invokes.

24

## Cortex

(Wise GEEK clear answers for common questions)

The cortex function of the frontal lobe is especially critical. This lobe of the cerebral cortex is involved in emotions, problem solving, critical thinking, the ability to plan, and the recognition of parts of speech. Often, these areas are active simultaneously, interacting to interpret and respond to stimuli. Vast numbers of connections can be found in the brain to coordinate brain activity, and the human brain in particular has an especially complex network when compared to the brains of other animals.

25

## 頭の中の基本的な思考過程

1. 安全か危険か？
2. 敵か味方か？

26

## 4. 海外での経験

社会認知には実証(立証)に勝るものなし

27

### 4.1 老子(約2,500年前の言葉)

1. 聞いたことは、忘れる。  
(講義)聞いたことは、10%程度記憶に残る。
2. 見たことは、思い出せる(覚える)。  
(見学)見たことは、15%程度記憶に残る。
3. やったことは、わかる(理解できる)。  
(疑似体験や実体験)体験したことは、80%程度記憶に残る。

28

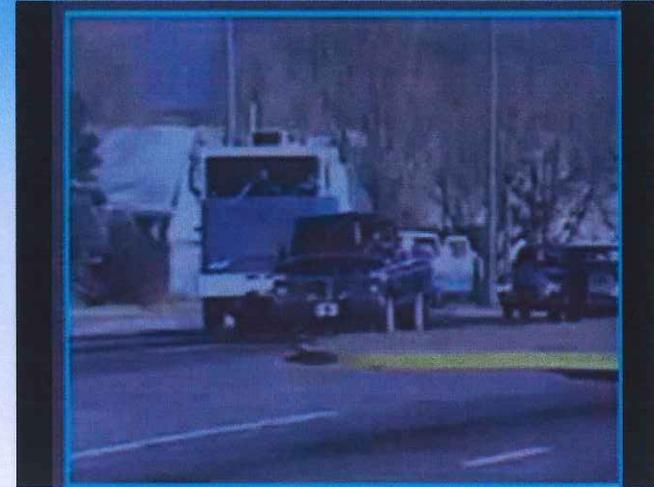
## 4.2 Jürgen Habermasの分類

(Habermasはスピーチには4種あるとしている。)

Speech(Discourse-談話)	求められる要素	例
Communicative Speech	わかりやすさ	埋立地はゴミを清潔に処理して埋める場所です。
Constantive Speech (事実に関する)	正しさ	〇〇町の埋立地は46ヘクタールの面積を有しています。
Regulative Speech	規範的な公正さ	埋立地を作る計画は選ばれた市民の方々が監視しながら行うべきです。
<b>Representative Speech</b> (感情に関する)	<b>誠実さ</b>	私は埋立地から出る騒音が耐え難いものにならないかを心配しています。

29

## 4.2 SNL Train Cask Crash Test



30

## 4.3 カザフスタンのクルチャトフ研究所で 上坂冬子先生と



31

## 4.3.1 クルチャトフ研究所の実験場



32

## 5.1 上坂冬子先生の疑問

1. 科学的なデータを説明すれば一般の人は理解できていると思っているのか？
2. 何万年後の予測で人は納得するのか？
3. 人は科学技術を信頼するのでしょうか？人を信頼するのでしょうか？

33

## 5.2 発表と記事掲載の分析

原子力機構関係プレス発表等件数及び新聞記事件数

(平成23年4月～平成24年3月)

(単位:件)

区分	発表等形態	発表件数 (a)	記事件数 (b)	記事掲載率 (b/a)
A	研究開発成果発表	44	115	2.61
B	事故・トラブル発表	12	268	22.33
C	勉強会・見学会・懇談会等	29	256	8.83
D	週報等による発表	119	215	1.81
E	単独取材対応	—	86	—
	合計	204	940	4.61

34

## 5.2 サイエンス・ギャラリー主催者の話

Dr. Daniel Glaser (The Wellcome Trust UK)

信頼を得るには？

- Media Training for Scientists
- Science Training for Media
- Grass root public organization
- Café Scientifique

「一般の人々の関与: 活動的な科学者と自律的な一般の人々」 2007年3月国際シンポジウム、於国立科学博物館、

35

## 5.3 最近交わした議論

1. 原子力の是非の問題は科学技術の分野から感情の分野になっているのではないか。  
(嫌いという感情の問題には科学データの蓄積だけではこの問題を解けない。科学者、関係者の倫理観が重要。)
2. 何万年もかかる廃棄物処分問題は人間の理解の時間領域を超えている。  
(自分の目で確かめられないものは信頼できない。)

36

## 5.4 産業と時代

私たちが目的にすべきは「人々が豊かで、不安のない社会を形成していくこと」である。「経済」や「産業」はそのための有力な手段に過ぎない。

産業、企業は時代とともに変転していく。人びとが暮らしていく「地域」は永遠に続いていく。

関満博、2008「地域産業に学べ！ モノづくり・人づくりの未来」  
日本評論社

37

## 5.5 照射食品の受容、管理、貿易に関する 国際会議の議論

各国政府は、特に食品照射を許可しようとしている政府は、食品照射について明瞭で適切な情報を提供するようにすべきである。その際、消費者団体を含むあらゆる関心を有している団体の参加を得るようにすべきである。  
( 8勧告のうちの1つ)

(1988年12月、於ジュネーブ、  
FAO/IAEA/WHO/ITC-UNCTAD-  
GATTの共催)

38

## 5.6 Volunteer Work



ご清聴を有難うございました。

40

■ 2013.10.29 「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」  
研究専門委員会

# 高レベル放射性廃棄物

## ～処分地選定へ地域対話～



福島県HPより

崎田裕子

ジャーナリスト・環境カウンセラー

NPO法人持続可能な社会をつくる元気ネット理事長

# 自己紹介

これまでのリスクコミュニケーション

くらし・地域の環境負荷に  
生活者・NGOとして責任を持ち  
持続可能な社会づくりに貢献したい！

くらしの  
ごみとCO2

くらしの  
化学物質

高レベル  
放射性廃棄物

放射性物質  
の影響

市民・企業・行政の  
パートナーシップで解決めざす

アジア3R 推進市民  
フォーラム(環境省と連携)

3R市民リーダー育成  
(3R推進団体連絡会と連携)

くらしの課題として  
学び合う場づくり

「電気のごみ」  
地域WS  
(資源エネ庁と連携)

多分野の  
専門家の  
情報共有

「環境回復  
勉強会」

# NPO法人持続可能な社会をつくる元気ネットとは

1995年からごみ問題解決へパートナーシップ育み  
2001年以降全国の個性ある地域環境活動を応援する  
「市民がつくる環境のまち“元気大賞”」表彰実施

■ 地域の環境活動リーダー  
が参画する全国ネット  
■ 応募約500団体とも  
ゆるやかにネットワーク



YUKO SAKITA 2013



# 2007. 関心を示した東洋町長のリコールが報道され、「電気のごみ」問題への気づき

- ◆「原子力発電」からでる「ごみ」、市民が自らの世代の課題として考えること大切ではないか。
- ◆資源エネルギー庁委託事業「放射性廃棄物に関するワークショップの開催」に応募。  
市民・事業者・行政が真摯に話し合う社会を願い、市民参加で準備する「地域ワークショップ」を企画・実施。
- ◆2009年EU調査を自己資金で実施。  
スウェーデン、フランス候補地視察



## 「電気のごみ

地層処分最前線を学ぶ  
たび」リサイクル文化社

放射性廃棄物ワークショップ開催のご案内

放射性廃棄物ワークショップ 共に語ろう 高レベル放射性廃棄物

地域ワークショップ開催報告

2012年度開催

2011年度開催

2010年度開催

2009年度開催

2008年度開催

2007年度開催

【参考】地域ワークショップ開催お助けBOOK(平成24年度)

## ■ 地域ワークショップとは？

「放射性廃棄物の地層処分に関するワークショップ」とは、国からの一方的な政策紹介ではなく、各地のオピニオンリーダーの方々と一緒に、放射性廃棄物の地層処分、処分事業と地域共生のあり方、情報のあり方、地域の将来像などについてさまざまな考え、価値観、立場を持つ方々が集まって意見交換し、お互いが学び合う場です。

ワークショップを通じて、地域の方々一人ひとりが地層処分について関心を持ち、これを自らの問題としてとらえて互いに学び合い、そして、自分たちのできることは何か、地域の将来はいかにあるべきかを考えていただければと願っています。

また、本ワークショップは、東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえて、地層処分について地域の方々がどのように感じているかをおうかがいし、今後の施策に反映させる場としても非常に重要と考えています。

## 高レベル放射性廃棄物の処分事業とは

■54発電所から事故前は電力の2.5～3割が原子力  
使用済核燃料からウランとプルトニウムを取り出し  
残渣は「高レベル放射性廃棄物」として処分の方針

⇒2012年度までの発生量2万4千t

「ガラス固化体」に凝縮すると、2万5千本分。

⇒貯蔵施設で30～50年かけて冷却。

⇒地層処分。300m以深で管理

■放射性廃棄物 最終処分に関する法律2000年

⇒最終処分地はどこに？ 調査地を公募中

13自治体が関心持つが、住民不安で立ち消え

## 参加型「地域ワークショップ」のねらいと特徴

■原子力の将来への意見は多様。けれど廃棄物問題は  
この時代に暮らす私たち社会の課題として考えようと提案

①全国各地で、市民・事業者・行政の「対話」の場づくり  
・電力供給県    ・電力大消費地

⇒「情報発信」「情報交流」「対話」で育む顔の見える信頼

②地域リーダー(ファシリテーター)の参加で企画・実施

⇒今後の「地域のつなぎ手」として、人材育成機会

⇒地域間交流  
による全国の  
FTネットワーク  
づくり



# 相互コミュニケーションの内容 HP(資源エネ庁)で情報発信



放射性廃棄物のホームページ TALK, 考えよう、放射性廃棄物のこと。  
お知らせ お問い合わせ リンク集 サイトマップ

Home 放射性廃棄物の概要 高レベル放射性廃棄物 理解促進活動 審議会情報 放射性廃棄物関係

放射性廃棄物ワークショップ  
共に語ろう 電気のごみ  
～もう、無関心ではられない～

放射性廃棄物ワークショップは、エネルギー資源庁と市民団体が連携して開催し、国、事業者、専門家等からの説明だけではなく、様々な地域の、様々な立場の市民が放射性廃棄物処分について学び、自らの問題としてとらえ、自分たちができることを考え、行動につなげていくための意見交換をする場としたところに特徴があります。市民への参加呼びかけは、NPO法人持続可能な社会をつくる元気ネットを中心とする市民ネットワークを通して行っています。

名古屋新聞報道  
札幌市庁舎報告

## 全国交流会の報告

全国交流会には、全部で47名が参加されました。内訳は以下の通りです。

表 参加者

地域NPO等	専門家	資源エネルギー庁	その他
33名	6名	3名	5名

- 3月1日午後

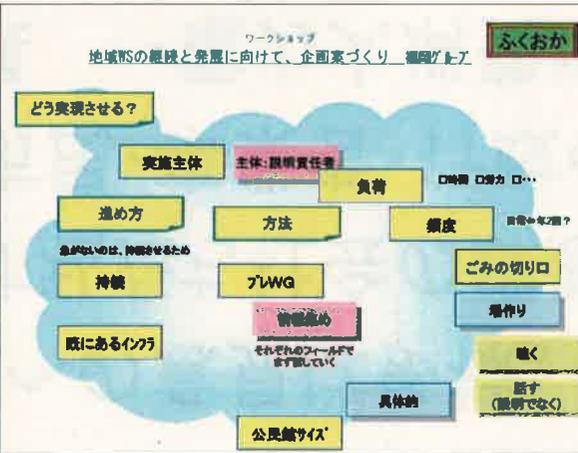
瑞浪超深地層研究所研究坑道の地下100mにある掘削現場を見学しました。  
写真はこちら



坑道入口



坑道の中



## 参加者からの質問・疑問

- そもそも「エネルギーのことをもっと知りたい！」  
再生可能エネルギーをもっと増やせないのか
- 放射性廃棄物 地層処分「技術は本当に安全か」  
放射線って？ ガラス固化体って？  
地震国なのに大丈夫か？ 地下水への影響は？  
長い年月、地下をどう管理するの？
- 処分地を「決める仕組みはどうなっているのか」  
調査候補は一度手を挙げても断れるの？
- 海外では「どうしているのか」
- 「情報・学び・コミュニケーションの機会が少ない！」

# 「電気のごみ」地域ワークショップの声

## ■総論 「この課題を知らなかった」「漠然と不安」

- ①教育現場・普及啓発・マスコミなどでもっと議論を
- ②専門機関・NGOが納得する、統一情報がほしい
- ③調査地域・処分地域に、全国が感謝する意識を
- ④海外ではどうしているのか、状況を知りたい

## ■候補地になったら？ ⇒「市民参加で考えたい」

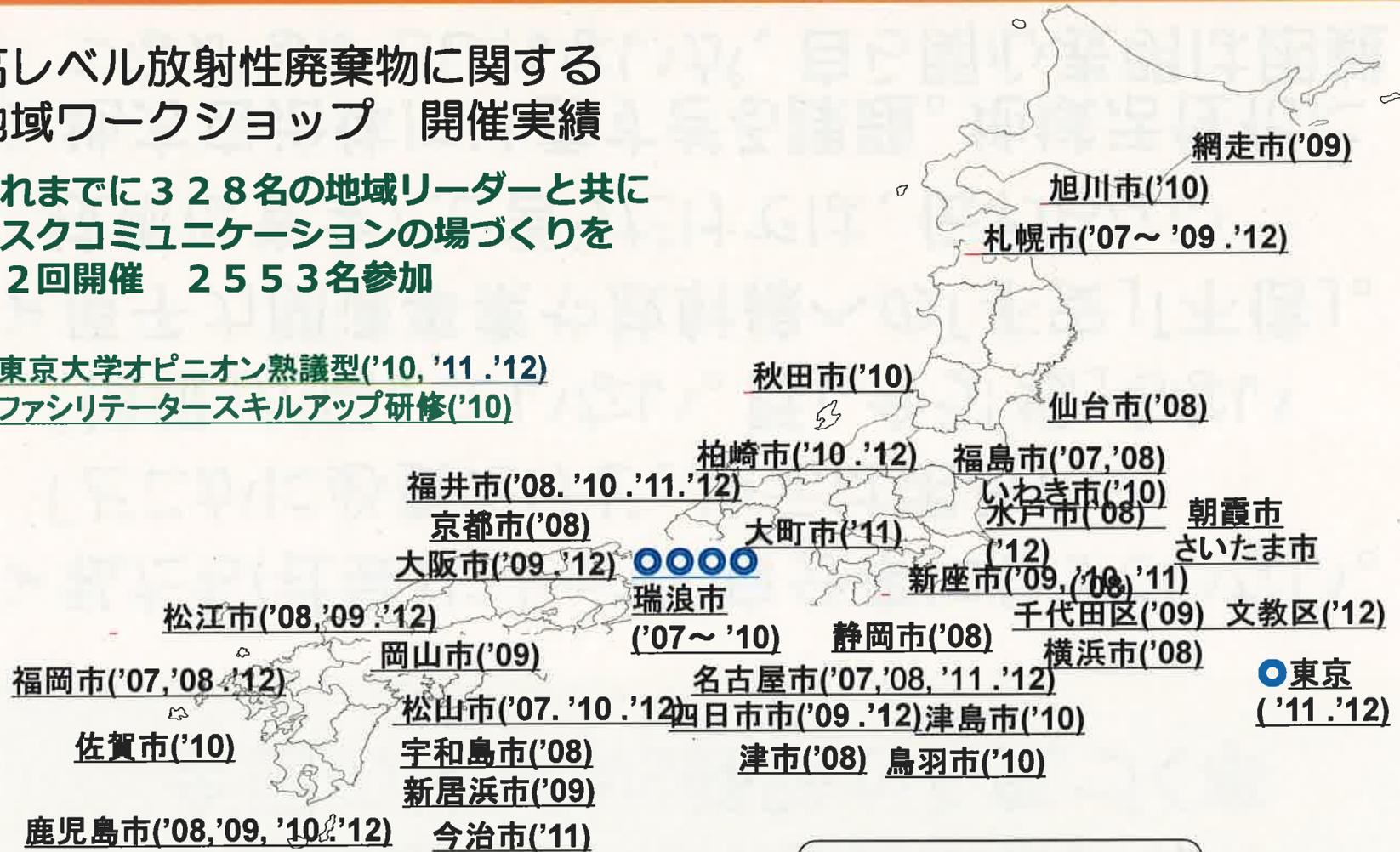
- ①住民・自治体が「誇り」を持てるよう全国の理解を
- ②「安全」への努力の「顔の見える」信頼感醸成を
- ③「地域活性化」「見える化」と近隣自治体との連携
- ④住民自ら学び考え地域の将来を話し合える場を

# 6年間の全国開催による 人・組織とのネットワーク形成 NPO法人持続可能な社会をつくる元気ネット

## 高レベル放射性廃棄物に関する 地域ワークショップ 開催実績

これまでに328名の地域リーダーと共に  
リスクコミュニケーションの場づくりを  
62回開催 2553名参加

- 東京大学オピニオン熟議型('10, '11, '12)
- ファシリテータースキルアップ研修('10)



● : 全体会議開催回数  
( ): 開催年度

## なぜ選定プロセスは進まないのか 全国の地域WS経験から気づく事

- 私たち(社会)にとって、自分事になっていない。  
「どこかに必要だけど、地元は困る」  
「情報」が届いていない。話し合う「場」もない
- 原子力関連事業や放射線への「不安」「不信」。  
技術は安全だと言うだけでは、伝わらない
- 地方自治体には重すぎる課題。地域活性化につながるかもしれないが、自ら関心表明は困難
- 国の申し入れが追加されたのは、重要な変更



# 東京電力福島第一原子力発電所事故 前後の参加者の声の大きな変化

- 「トイレのないマンション」状態という社会課題を知らなかった。なぜもっと国民に伝えないのか。
- 情報もないし、学校で教育を受けた記憶もない。



- 全国の原子力発電所に使用済み核燃料が保管されている現実が広く浮き彫りに。
- 立地地域からは特に、早く処分の道筋を着けて欲しいという声。消費地の危機感が薄いと不満

## (参考2) 高レベル放射性廃棄物処分に対する意識(NUMO定点観測)(第2回小委員会資料より)

【調査概要】※2002年以降、年2回程度実施

- ・調査方法: インターネット調査
- ・調査地域: 全国47都道府県
- ・調査対象者: 20~69歳の男女個人 2000サンプル(全国9ブロックの人口を勘案して割付け)

【最新の調査結果(2013年2月4日~6日)】

○高レベル放射性廃棄物の処分は必要: 84.6% (n=2000)

○高レベル放射性廃棄物の地層処分は必要: 71.5% (n=2000)

- |              |                        |       |
|--------------|------------------------|-------|
| ー必要と考える理由    | ・今すぐに解決しなくてはならない問題だから: | 61.6% |
| (複数回答可、上位4つ) | ・国際的に共通した処分方法であるから:    | 29.7% |
| (n=1429)     | ・安全性が実証されているから:        | 13.4% |
|              | ・国の方針であり信用できるから:       | 7.9%  |

高レベル放射性廃棄物の地層処分は必要ではない: 5.9% (n=2000)

- |               |                            |       |
|---------------|----------------------------|-------|
| ー必要ではないと考える理由 | ・安全に処分できないから:              | 62.4% |
| (複数回答可、上位4つ)  | ・別の手段で解決すべきだと思うから:         | 44.4% |
| (n=117)       | ・処分ではなく、地上で人間が管理すべきだと思うから: | 23.9% |
|               | ・今すぐに解決しなくてもいい問題だから:       | 6.0%  |

○自らの居住地域への処分施設の建設に賛成: 16.7% 反対: 44.5% (n=2000)

- |              |                          |       |
|--------------|--------------------------|-------|
| ー反対の理由       | ・日本は地震大国であり、大きな地震があるから:  | 68.1% |
| (複数回答可、上位4つ) | ・地下水を通じて放射能が漏れ出す恐れがあるから: | 44.4% |
| (n=888)      | ・未だ実例がなく、安全性が実証されていないから: | 40.2% |
|              | ・地域の農林水産業や観光業に悪影響を与えるから: | 36.7% |

## 解決に向けて重視したい 3課題

- ①地層処分への信頼が醸成されていない
- ②立地選定過程への信頼がない……
- ③発信される情報への信頼がない



福島県HPより

## ①地層処分への信頼が醸成されていない

- なぜ地震国で地層処分を選んだのか。  
他の選択肢はきちんと検討したのか、  
そもそもの情報不足。  
どの様な規模の施設か、イメージもわからない



- 処分事業の技術、現状、などの情報を基に  
意見交換できる場づくりが、全国で必要。  
発電所立地地域も電力消費地も

## 「安全」への努力が信頼感醸成

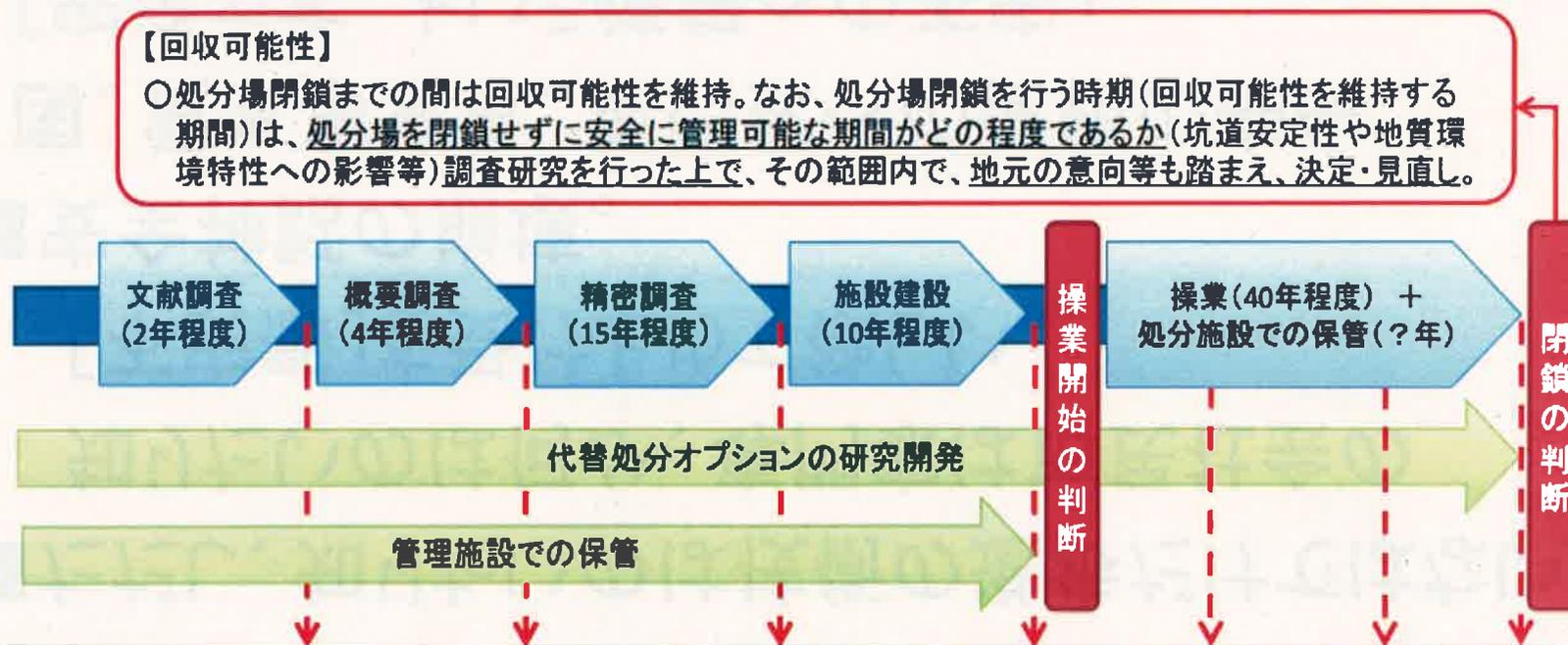
- ただし、知りたいのは技術の進歩だけではない。  
知りたいのは何か、専門家は市民社会の「不安感」を受けとめて欲しい。
- 安全神話の崩壊。  
国、電気事業者、専門家への信頼の喪失  
「安全です、という情報への不安」  
「どんなリスクを・どう管理し・削減めざすのか」
- 安全への努力の具体的内容や姿勢が知りたい  
「可逆性」「回収可能性」明記はその第一歩

## (5) 可逆性・回収可能性を担保した形での地層処分事業の考え方 ②

### 第3回WGで示した考え方

- ・ 可逆性・回収可能性を担保し将来世代の柔軟性を確保しつつ、地層処分の実現のために不可欠な立地選定活動等の取組を、現世代が最大限進めるとともに、
- ・ 将来世代が処分方法を再選択することが可能となるよう、代替オプションの研究開発等を実施しつつ、処分場閉鎖の最終判断がなされるまでの間、処分方法の見直しを継続的にやっていく

### 【可逆性・回収可能性のある地層処分の具体的なプロセス(案)】



### 【可逆性】

- 5年毎の最終処分計画の改定のタイミングや概要調査地区等を選定する際に、地層処分や代替処分オプションの研究開発の状況、概要調査等の結果などを踏まえ、処分方法の見直しを実施。
- 特に、処分場の操業開始や閉鎖のような重要な判断を行う際には、しっかりとした社会的合意形成プロセスを経る。

## ②立地選定プロセスへの信頼がない

■文献調査・概要調査・精密調査と進めるたび  
市町村の首長の意見を聞き、無理に進めない  
という選定プロセスが決まっているが…



- 一旦調査を受け入れてしまったら、不都合がわかって、もう止まらないだろう
- 「首長」に地域住民の声が届いているのか。地域の思いを伝える方法がないという不満

# 市民参加の場「地域対話」を立地選定プロセスに明確に位置付けることが信頼につながる

## スウェーデン



### ■SKBと地域コミュニケーション

常に謙虚に時間をかけていい関係を築いてきた

### ■NGO放射性廃棄物レビュー(MKG)

- ・法律上の位置づけ 年予算3000万円
- ・許可のプロセスに市民も参加するための他の団体との場づくり
- ・プロフェッショナルに建設的な手法で

## フランス



### ■地域コミュニケーションと

地域情報フォローアップ委員会(CLIS)

【法の下、情報収集と協議、情報のやり取りを仲介する機関】

- ・科学的に検証した情報を地域に発信
- ・地域の人のために小規模な会合で対話をし、反応やニーズを把握する。年予算30万€

## 日本

■既に4人家族で1ヶ月20円払っている。基金は3000億円  
ここから市民のコミュニケーションに使えるのは？

# フランス「地域情報フォローアップ委員会」 (CLIS) クリスに学ぶ

➤ 候補地での「地域対話」を選定過程に明記

■ 1999年設立。ANDRA(実施主体)の研究活動に関する情報を関係住民に提供し、研究と結果のフォローアップを実施する。

➤ 州と原子力事業者から資金提供。年30万€

➤ 情報提供、議論、会議セミナー、見学、WS等

■ 構成は91名。農業・商工団体・労働組合・環境団体・科学者・市町村長・知事・議員等

# 地域目線で考える

## 処分事業と地域との共生の在り方

- 国の申し入れ、または関心表明自治体に日本版クリスを設置。情報公開と地域対話の場を創出することを、選定過程に明記を



- 処分事業に関心をもつ自治体・住民が「誇り」を持てる社会に
- 地域住民が自らの地域の将来を考える、住民参加型の話し合いの場づくりを

### ③発信される情報への信頼がない

- NUMO・電気事業者・国の信頼が薄れている
- ・ 専門家や立場により使用データが違う。
- 「信頼できる情報」はどこにあるのかという声
- ・ 事故による「安全神話の崩壊」で一層進む



- ・ NUMO・電気事業者等の調査や情報を評価する「第三者機関」の設置を

# 「信頼できる情報源」として市民の信頼を得る「第三者機関」とは

## ■ 第三者機関のイメージ

- ・NGOを含めたステークホルダーが参画
- ・「信頼できる情報」の発信源・交流の場
- ・NUMOの調査情報を評価(チェック)する

## ■ 検討イメージ

- ・スウェーデンのNGO「MKG」  
(SKBのチェック機関・年間予算を政府が出資)



今の政策を評価し応援し、共に歩むために  
自ら自分ごととして話し合える社会をめざして



## 補足資料 16

### 一般市民との対話の試み～サイエンスアゴラでのトークセッション開催～

#### 1. テーマ

10 万年間の安全～高レベル放射性廃棄物を考える～

#### 2. 対応体制

当委員会を中心として他の学会員にも協力要請することとし、「日本原子力学会員等の有志」として登録。

#### 3. 開催日時

当企画はサイエンスアゴラの初日の平成 28 年 11 月 3 日の午前中（10：30～12：00）に配置された。

#### 4. 開催場所

日本科学未来館 7 階第 3 会議室

#### 5. 当日の参加者等

10 月の初めから 1 か月を掛けてサイエンスアゴラ事務局が用意した Web 上での公募を掛けたが、結果的に事前登録頂いた参加者は 14 名に止まった（本企画の目的が一般市民との対話であったことから学会関係者への声掛けは最小限に止めると共に、可能な限り原子力と縁のない知人に頼ることとした）。しかしながら、8 名の当日参加者があり、トークセッション開始時点において一般参加者は 21 名（最終的に 22 名、内オブザーバー希望 1 名；途中退席）となった。そこでオブザーバー希望 1 名を除く 20 名を 5 つのグループに分け、主催者側よりファシリテーター及び記録担当をそれぞれ配置した。また、グループ討議開始後において 1 名の飛び入り参加があったので、その方にもグループの一つに入ってもらった。

#### 6. トークセッションの概要

最初に、主催者側代表として本委員会の鳥井主査より趣旨説明を行った後、総合司会の寿楽委員の進行で NHK の「10 万年後の安全をどう守れるか」と題した番組（約 15 分）をストリーミングで視聴して頂いた。途中、映像が途切れることが有り、その後の議論の時間が圧迫されることにつながったことから、参加者から若干の不満があった。



(当委員会鳥井主査による趣旨説明)

その後、(オブザーバーを希望された1名を除いて)20名(途中1名飛び入りがあり、最終的に21名)の皆さんに5つのグループに分かれて頂き、グループ討議を開始した。このグループ討議には約40分を充てた。グループ討議終了後、各グループのファシリテーターより各3分程度で議論の概要を紹介した。本来であれば、ここで全体の意見交換を行いたいところであったが、時間制限から、各グループで出された意見の紹介に止めた。



(グループ討議の風景)

それぞれのグループで出された意見のうち、主なものとしては、

- ① 放射性廃棄物については政府任せにするのではなく一人一人が考えて判断すべき
- ② 科学で分らないところをもっと国民に知らせて欲しい
- ③ 処分の方法を今全て決めるのか、新技術も出てくるのではないかと柔軟に対応できないか
- ④ 専門家間の合意はどこまでできているのか教えてほしい
- ⑤ 「現世代」というのが、20代もそこに入るのか、若手の中で議論が必要、興味をも

てる説明が欲しい

- ⑥ 10 万年という長期ではなく、手前の数百年というところに重きを置いて議論してはどうか、

といったものが有った(各グループで出た意見の詳細については別添 1 参照)。また、特に専門家に聞きたいという要望が有った幾つかの質問には事前に指名しておいた当委員会の二人のメンバーが、研究開発機関及び事業者の立場からそれぞれ回答した。(この QA については別添 2 参照)

最後に当委員会の岸本幹事よりトークセッションの総括と参加者各位への御礼が述べられた。なお、主催者側の他のメンバーはトークセッション運営上の役割分担に専念し、各グループへの助言等は差し控えた。

終了後、一参加者から「他の説明会に比べて専門家サイドの意見開陳がほとんど無く、自由な雰囲気で見聞が述べることができた」とのコメントを頂いた。これは参加者の一部の方の認識かもしれないが、トークセッション中はどのグループでも活発な意見交換がなされていたことと合せて、本企画の目標であった「一般市民との間で互いの認識を共有すること」が多少なりとも達成できたことの証なのではないかと考えている。

## 7. 反省点など

主査を含む一部のメンバーを除いてサイエンスアゴラに関する知識も経験も無く、またメンバーの大半はファシリテーターの経験もなかったものの、寄せ集まり集団の利点で、メンバーの経験を持ち寄って、手探りで準備を進めた。特にファシリテーションは素人ではなかなか大変な役割であるが、その経験が豊富なメンバーから、短時間ではあったが演習を通じてポイントを伝えてもらうことで対応できた。

トークセッションの参加者数としては 1 グループ 5 名として 6 グループ、即ち 30 名程度を見込んでいたが、当初からの懸念通り、原子力関係者集団の弱みから、原子力に関わっていない人を休日はどうやって集めるかという点が最後まで課題として残ってしまった。そういう中で、日本科学未来館のサイエンスコミュニケーターが 3 名参加してくれた他、NPO としてコミュニケーションに取り組んでいる方や、遠方から(放射性廃棄物の処分に興味を持っている) 学生さん、更には原子力に批判的な立場の方の参加もあった。既成の枠組みの中で、また限られた時間の中での対話の試行であったということも影響していたかもしれないが、この種の活動の困難さと大切さの双方を体験させられたようにも思う。(別添 3 にサイエンスアゴラ参加の経緯等について示す)

以上

(別添1)

## 各グループで採取した意見

### A グループ

(時間の長さがもたらす問題)

- ・ 僕は来年のことも分からない。想像できるのはせいぜい100年程度だ。
- ・ 10万年後には人類はいないかもしれない。10万年後の人類の安全を考えなくてもよいと思う。
- ・ 自分のお墓を子供や孫に引き継いでいつまで守っていけるかと考えると、100年程度だ。責任を持てるのは100年くらいだ。
- ・ 政府が10万年後の安全を保証するとは、無理な話だ。

(リスクとベネフィットそして責任の取り方)

- ・ 原子力発電を始めたときに、政府は処分場の場所も決めておいておくべきだったと思う。なぜ気づかなかったのか。
- ・ 我々は交通事故のリスクがあるのを分かって、便益をとって車に乗っている。電気も同じである。
- ・ 自分たちが電気を使って出したごみなのだから、自分たちの責任で処分しなければならない。国民が考えるべき問題である。
- ・ 地上管理は最悪な方法と思う。次世代が安全に暮らせると確信できる方法で、我々の世代で処分する必要がある。

(私たちが取るべき態度)

- ・ 一人一人ができることは小さいが、一人一人が考えたり、選挙などの方法で政治に関与することで動かすことができると思う。
- ・ 一人一人が考えることが国の政策になるべきである。
- ・ 政府はなぜ無理に10万年先まで安全だと言うのかが判らない。どこまで安全なのかは私達が考えるべきことだと思う。
- ・ 今までは国民が黙っていたから政府が10万年先まで安全だと言ってきたが、本当は国民自身が安全なのかどうかを考えて物を言うべき。(これをグループの結論にしても良い)

### B グループ (ポストイットの記載文より)

(時間の長さがもたらす問題)

- ・ 10万年の長さ
- ・ 10万年は長すぎて管理できないのでは
- ・ 今までやったことない
- ・ 失敗できない
- ・ 長いので不安

- ・ 10 万年もつか
- ・ 将来の人にどう伝えるか  
(時間の問題を楽にする技術開発)
- ・ 10 万年を短くできないか (分離変換)
- ・ 時間を短くする技術開発
- ・ 短くできるならそこに研究費を掛けるべき
- ・ 時間を短くする技術って可能? 専門家は合意?  
(科学界の問題)
- ・ 科学と国民とのコミュニケーション
- ・ 科学の議論が分かりにくい、混乱、低線量被ばくが
- ・ 分かりにくいのは学会の責任
- ・ 専門家の意見がバラバラ⇒決める
- ・ 多数派の意見を明示する
- ・ 技術だけでない、人文科学、コミュニケーション  
(意思決定の課題)
- ・ 決めたことなので処分しなければならない
- ・ どうやって処分地を決めたのか
- ・ 処分方法を決める/決めない
- ・ 合意形成が必要
- ・ 白黒で決めきれない
- ・ 今全部決めない、決め打ちしない
- ・ 行政 (決める) と科学 (裕度、将来)
- ・ 取り出せるようにしておく、柔軟に⇒決めない
- ・ 国民で議論していくことが重要
- ・ 科学では決めきれない、そのことを伝えること重要
- ・ 決めるべきか決めざるべきか? ⇒科学で決められない問題を国民に伝えていない⇒ま  
ずは教えて!!
- (その他の意見)
- ・ 考えても仕方がない
- ・ 他にも負の遺産有

#### C グループ (ポストイットの記載文より)

- (時間の長さがもたらす問題)
- ・ 10 万年、100 万年の記録保存は大丈夫か? 人間が行う故  
(責任の所在と責任の取り方)
- ・ 10 万年と言って問題先送り。我々世代の一部の責任である
- ・ 現世代で解決はできるのか
- ・ 技術の進歩に期待していた (当時の人は)

- ・ 62年前の人はいない。今の人に責任を押し付けていいのか？
- ・ 62年前で原子力予算を確保した以降の責任
- ・ 62年前に核のゴミ予想していない？
- ・ 廃棄物処理法は放射性廃棄物を除いている。産廃は事業者の責任。原子力も同じにすべき
- ・ 現世代で解決すべき問題⇒責任の所在を明確にし、結論を出す  
(解決の方策)
- ・ 原子力だけでなくいろいろな業界の協力が必要
- ・ 分散立地で一か所集中させない。
- ・ 10万年維持されているもの余りない。静的でなく動的に考えたほうが良い
- ・ 場所決めが大変。決めないで移動式とする(持ち回り式)  
(専門家への質問)
- ・ 海外との比較が無い(地質条件)。変動帯の存在など(専門家へのQ)

#### D グループ

##### ○ビデオの感想

- ・ 「10万年保存」について、例えば自治体として考えると受け入れられるとは思えない。
- ・ 一般のごみ処理場のことも知らないし、知る機会もない。
- ・ 現在が良ければそれで良いのではないか。

##### ○10万年と聞いてどう感じるか

- ・ 想像がつかない、別世界という感じ。
- ・ 10万年前を振り返っても、この先10万年同じなのだろうか。文明の発達などにより、同じではないように感じる。

##### ○高レベル放射性廃棄物の放射能が人の健康に影響を及ぼさない程度に減衰するには10万年、地下に埋設と聞いてどう思うか。

- ・ 年月がかかるだけリスクが大きいのではないか。
- ・ 距離をとることで安心につながると思う。
- ・ 距離をかせいでも、そこに存在しているという不安はある。
- ・ 埋めた後は、ほったらかしという感じ。近くに置かれた人にとっては不安が続く。
- ・ 地下に埋めたとしても、技術の進歩なども考えられることから、100年後くらいに取りだせるようにした方が良いのではないか。

##### ○地下に埋設してなお不安ということだが、高レベル放射性廃棄物はどうすれば良いと思うか。

- ・ 廃棄物を増やさないために、原子力発電をやめる。
- ・ 災害が多く、狭い日本ではなく、広い土地のある海外に処分をお願いする。
- ・ 日本はまだ場所が決まっていないが、結局どうするつもりなのか。
- ・ 地方の人口の少ないところでも難しいと思う。
- ・ 10万年先も遠いが、もっと近い将来この先研究を担っていく研究者はいるのか。

- ・ 若い人々もきちんと勉強し、その上で専門家の意見を聞いて判断したい。
- ・ さまざまな意見を聞いて判断していくしかない。

○専門家等にしてほしいことは何か。

- ・ 「我々の世代で」というが、自分（20代）はそこに入っているのか。若い人たちの意見を聞いてみたい。
- ・ 専門家の意見が分かっていると、誰を信じれば良いかわからない。
- ・ 中立的な立場で伝えてくれる人が必要。
- ・ 身近な人の話は信頼できる。
- ・ 専門家の意見を聞き、自分の考えを整理していきたい。
- ・ 最終的には、自分で判断するしかない。

○具体的な要望は。

- ・ 興味を持てるような工夫をして説明してほしい。
- ・ わかりやすい冊子を作ってほしい、おおまかな内容で良い。
- ・ 映像や教材などがあると良い。
- ・ 教育用の原子力ハンドブックに、これまでは廃棄物の説明がなかった。最近は入ってくるようになったので、教育現場で使って行きたいと思っている。

## E グループ

(10万年とそれまでの時間)

- ・ 10万年という数字が、あたかも高レベル放射性廃棄物問題を象徴するかのごとくに扱われるのは間違っていないか。(10万年の一人歩き)
- ・ 10万年の安全を繰り返し言われ続けると逆に不信感を持ってしまう。それほど自信を持って安全を強調しうるほどの科学的根拠および科学的予測の信頼度は確立しているのかと。
- ・ むしろ、不確実なこともあることを率直に言うことが必要。
- ・ 要は、自らにとって都合の良いことばかりを強調し、不都合なことには蓋をしておくとの印象を持たれたら、信頼など望むべくもない。
- ・ 100年、1000年といった比較的近い将来の時間スケールで安全を考え、社会として解決していくことの共有化。

(管理)

- ・ 人の管理から地球に預ける（委ねる）。その時に感じる不安感をどう補うか。(不安感を補うもの)
- ・ 「不安感を補うもの」としての暫定保管
- ・ 暫定保管：100年位半地下に貯蔵し、その間に研究、技術開発を進め100年経った時の世代に判断を任せる。(二段階方式)
- ・ 今までの人類の歴史は、「人による管理」に基づくもの。地層処分は、この概念によらない人類が新たに創造しようとしている概念。

- ・ ④の新しい概念を確立していく過程では、③のような段階的なプロセスを導入して徐々に進化していく必要があるのではないか。

#### (リスク、確率 (論))

- ・ 日常生活の中で一般の人々が考える不安やリスクを見直しつつ、全体感（俯瞰する取り組み姿勢）をもって社会全体を考えることの必要性。
- ・ 確率のとらえ方について存在する科学技術の専門家と国民の間のギャップ。確率的に安全と専門家から言われても、「万一起きたら」という問いかけは一般の人々にとっては極めて素直な問いかけである。
- ・ 「万一起こったら」との一般の人々からの疑問に、科学者、技術者は適切に答えているのだろうか。そうでなければ科学者、技術者への信頼は生まれない。
- ・ 福島原発事故は想定外と言われているが、「万一起きたら」に対する備えもなかったということではないか。このギャップに科学技術の専門家の説明が聞こえてこない。

#### (社会の様々な課題と地層処分)

- ・ 社会には解決すべき課題が多々あるなかで、なぜ今地層処分が解決のための優先度が高いと関係者は主張するのか。
- ・ 様々な課題を一つひとつ解決してゆく中で、高レベル放射性廃棄物の取り扱いにおいても今何を優先していくべきか、あらためて考える必要があるのではないか。
- ・ 高レベル放射性廃棄物の地層処分問題に現在どの程度のお金をかけるのがよいのか。
- ・ 第二次世界大戦後の我が国を考えると、公害対策、ごみ問題など様々な課題を解決しながら現在に至っている。では現在の差し迫った課題は何かを考えると、福島環境回復や事故炉の廃炉に向けた技術開発など優先すべき。高レベル放射性廃棄物はその先の課題。

#### (福島（環境汚染・回復、廃炉）と地層処分)

- ・ 社会的には、福島第一原子力発電所の廃炉のほうが大きな課題。この課題を優先的に解決させる。
- ・ 福島の問題をきちんとしていかないと地層処分といわれても響かない。
- ・ 福島第一原子力発電所事故のことを思えば、10万年への信頼が揺らぐ。
- ・ 工学的には福島の問題と地層処分は別のこと。並行して考えてゆけばよいのでは。

## 別添 2

### 専門家への質問と回答

Q1 ; 高レベル廃棄物の核種の分離・変換などにより 10 万年を短くして処分の負担を軽減する技術はどういった状況なのか。

A1 (研究者の立場から) ; いろいろな検討があるが、たとえば高速炉での燃焼などで一定の効果は期待できるであろう。しかし、完全に消滅させたり安定核種にしたりすることはほぼ不可能で、どうしても処分は必要である。また、すでに発生しているガラス固化体もあり、こうしたものへの現実的な対処という面からも、処分の必要性は高いと思われる。

Q2 ; 地層の安定性は容易には分らないのではないか？

A2-1 (研究者の立場から) ; ここでいう安定性とは、地層処分の文脈での安定性ということで、ヨーロッパの大陸のような 10 億年このかた安定といったことを要求されているわけではない。いわば所定の時間的・空間的な範囲における安定性、ということである。

火山の発生や岩盤の隆起など、10 万年程度であればリスクの高いところを避け、そういった意味での安定な場を選ぶことはできると考えられる。

A2-2 (事業者の立場から) ; 最初から全てが分かるわけではなく、段階的なサイト選定により、地質の調査をして確認していく。調査の結果、選定基準を満たさないと分ったらそれ以上は進めない。

(別添 3)

## 経緯及び当日の役割分担など

### 1. きっかけ

平成 28 年 4 月に開催した幹事会において、鳥井主査より一般市民との対話を試行する枠組みとして JST のサイエンスアゴラへの応募が提案され、幹事会として決定した上で、メールにて全委員及びオブザーバーに周知した。

### 2. 開催までの段取り

#### ① 企画書提案

その後、JST 主催の説明会に参加し、企画提案書を練り、5 月の第 35 回委員会にて確認を取った上で締め切りとされていた 6 月 1 日にサイエンスアゴラ事務局に Web 提出した。この中で、事業者として技術情報を持つ NUMO の活用を視野に入れつつ、より幅広い知見を集めるため委員会外の学会員にも声を掛けることとなり、当委員会と交流があった「放射性廃棄物地層処分の学際評価研究専門委員会」監事の蛭沢氏、NUMO 加藤氏、NUMO 布目氏の協力が得られることとなった。

#### ② 企画書採用から開催準備（タスクチームの立ち上げ）

上記企画提案はサイエンスアゴラ事務局により採用され、7 月より通常の委員会活動と並行してサイエンスアゴラ対応のタスクチームを立ち上げ、上述の協力者の参加を得て、具体的な企画の詰めを開始した。企画を具体化した案は 8 月 24 日にサイエンスアゴラ事務局に Web 提出し、9 月 5 日には会場の視察を有志で実施し、6 つの小グループを設置して対話するという想定で、テーブルの配置などを検討した。

#### ③ トークセッションの目標と進め方

「一般市民との間で高レベル放射性廃棄物の処分について互いの認識を共有すること」を目標として、6 つ程度の小グループでのトークセッションを中心に据えることとした。とはいえ、非日常的テーマで短時間のうちに初対面同士で対話に入るのは困難との認識から、対話のきっかけとして NHK で放映され同局の Web サイトで公開されている「10 万年後の安全をどう守れるか」と題した番組（約 15 分）をストリーミングにより視聴してもらうこととした。

#### ④ 役割分担

以上のような枠組みを設定した上で、開催当日（11 月 3 日）の関係者の都合も勘案しながら、各グループで対話を促すファシリテーター及びこれをサポートする記録担当を当委員会内及び前記の委員会外の学会員より選出し、10 月に入ってから委員会の開催と並行してこのファシリテーター候補を中心としてグループ討議の進め方、ファシリテーションのポイント等について教育・訓練も兼ねて意見交換した。この他、当日の会場内を取り仕切るための役割分担についても別途調整した。

⑤ 当日の役割分担

以下に当日の役割分担を示す。(敬称略)

下記のうち、ファシリテーター及び記録担当については当日の参加者数を勘案して、事前に割り振っていた役割分担をベースに、個別に指名した。

実施責任者；鳥井弘之（冒頭挨拶）

総合司会；寿楽浩太

ファシリテーター；諸葛宗男、土屋智子、村上朋子、布目礼子、蛭沢重信

記録担当；八塩晶子、深澤哲生、大場一鋭、植田浩義、亀井玄人

専門家（質疑応答担当）<sup>1</sup>；植田浩義（事業者側）、亀井玄人（研究開発機関側）

タイムキーパー；雨宮 清

写真撮影担当；大澤隆康

支援（全体観察）担当；岸本洋一郎（閉会挨拶）、村岡 進

全体調整担当；山本隆一

---

<sup>1</sup>植田氏及び亀井氏には記録担当と専門家役を兼務してもらった。



# 付録 2

用語解説集

本資料は、原子力特に地層処分について予備知識の方々にもこの最終報告書をひも解いていただけるよう、本文中で使用されている専門用語について解説を試みたものです。行き届かない点は多々あるかと思いますがご高配の上ご活用いただければ幸いです。

## 用語解説集

2017年2月28日

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
1	B型輸送容器	キャスク	使用済燃料などの放射性物質を輸送するのに使用される容器。輸送中に予想される事故に耐えることを、落下試験、耐火試験、浸漬試験等で確認することが要求される。	使用済燃料については、輸送と貯蔵を兼用する輸送容器による乾式貯蔵が計画されている。	2.3
2	2次廃棄物		使用済燃料や放射性廃棄物の処理、あるいはMOX燃料加工等の操作に伴い2次的に発生する廃棄物。	使用済燃料の再処理で発生する2次廃棄物は、高レベル廃棄物とそれ以外の、いわゆるTRU廃棄物に分類される。MOX燃料加工工程で発生する2次廃棄物はTRU廃棄物に分類される。	1.3
3	ANDRA		フランスにおける放射性廃棄物処分の実施主体及び高レベル放射性廃棄物処分の研究機関	ANDRAはフランス政府の指示に従い、1994年から1997年にかけて地下研の地質適用調査を実施、その後国の公開審理で、ムーズ県ビュールに地下研の建設が決定、2001年から建設開始。2005年に発行した粘土層を対象とする地層処分の実現可能性を示す研究成果報告書において、回収可能性を含め、可逆性を有する地層処分概念を提示している。	2.4
4	GBI	放射性物質の移行	Geosphere-Biosphere Interfaceの略 地質環境と生物圏の接点	地層処分の安全評価モデルにおいて設定する地圏(地質環境)と生物圏の境界を指す。	2.2.1
5	He	ヘリウム	原子番号2の元素。原子量4.0026。希ガス元素のひとつで、常温(20℃程度)の環境では無色無臭の気体。	化学的に安定で、わずかな隙間からも漏れ出る性質があることから、その性質を利用して、使用済燃料を長期間貯蔵するキャスクの内蓋と外蓋の間の空間にヘリウムを充填し、その圧力を監視することで、漏れの有無を検知することに用いられることがある。	2.3
6	IAEA		International Atomic Energy Agency 国際原子力機関	原子力の平和利用に関する国際協力を推進することを目的に設立された国際機関。国連での審議を経て1956年にIAEA憲章が採択され、1957年に発足した。	2.2.1
7	ICRP		International Commission on Radiological Protection 国際放射線防護委員会	専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行う国際組織。1928年の国際放射線医学会総会で設置された委員会で、放射線防護の基本的な考え方、防護基準、放射線防護の方策などについて検討し、検討結果は勧告あるいは報告(Publication)という形で公表され、各国の放射線防護基準の規範となっている。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
8	JAEA		Japan Atomic Energy Agencyの略 日本原子力研究開発機構	特殊法人改革の一環として日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構の統合で発足した我が国唯一の総合的原子力研究開発機関、独立行政法人	2.1.2
9	JAEA KMS	評価基盤	JAEAが開発した知識マネジメントシステム (Knowledge Management Systemの略)	JAEAに蓄積された地層処分に関わる研究開発成果をデータベースとして取りまとめたもの。広く活用するためにJAEAの公開ホームページ上で閲覧できるようにしている。	2.1.2
10	MOX燃料	ウラン燃料	ウランとプルトニウムの混合酸化物燃料	使用済燃料を再処理して回収されるプルトニウムとウランの酸化物を成型加工した燃料。本来は高速増殖炉での使用を意図したものであるが、炉心設計を工夫することで軽水炉でも使用可能。この場合、ウラン濃縮の費用が削減できると共にウラン資源の節約にもなる。	1.3
11	NDA(英国)		Nuclear Decommissioning Authorityの略 英国原子力廃止措置機関	原子力債務を管理するイギリスの外郭公共団体。2004年に可決されたエネルギー法に基づき2005年4月1日に設立された。稼働を終えた原子力発電所の廃止措置と使用済み核燃料再処理を管理する。	2.2.1
12	NDA(非破壊測定)技術	DA(破壊測定)	Non-Destructive Assayの略 一般に使用済燃料集合体や放射性廃棄物等に含まれる核物質の量や種類を非破壊的に測定することをいう。	破壊測定は精度は高いものの時間がかかる上、二次廃棄物を生み出す難点があり、査察現場での実施は限定せざるを得ない。一方、非破壊測定は一般に精度は劣るものの、査察現場で即時に実施できる利点がある。非破壊測定の方法としては放射線を利用したものが中心であるが、これはさらにパッシブ法とアクティブ法に区別される。パッシブ法では、核物質が放出するガンマ線や中性子線から核物質の種類や量を同定する。アクティブ法では対象物質に中性子線やガンマ線を照射し、その際に発生する中性子やガンマ線、X線を測定することによって、対象物質中の核物質の量、組成等を知る。	2.1.1
13	OECD/NEA		Organisation for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agencyの略 経済協力開発機構 原子力機関	いわゆる先進国で構成されている国際機関であるOECDに併設された原子力問題をもっぱら取り扱う専門機関。OECDには我が国も1964年に加盟。NEAは当初欧州原子力機関として発足したが、1972年に我が国が加盟するに至り現在の名称に変更。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
14	SKB		スウェーデン核燃料廃棄物管理会社	スウェーデンの原子力発電炉を保有する電力会社4社(ハッテンファール社、バーセベック社、OKG社、フォルスマルク社)は、1972年に主に核燃料の調達を行う民間の株式会社SKBF(Swedish Nuclear Fuel Supply Co.:スウェーデン核燃料供給会社)を協同出資で設立した。その後、SKBFは核燃料供給と放射性廃棄物の輸送、貯蔵、処分前処理および最終処分を業務とすることになり、SKB(Swedish Nuclear Fuel and Wastes Management Co.:スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社)に改組された。	2.4
15	TRU廃棄物		長半減期の超ウラン元素で汚染された廃棄物。反面、発熱は低い。低レベル放射性廃棄物の一種として分類されている。	原子力発電所から排出される使用済燃料を化学的に処理(再処理)する作業、並びに再処理により回収されるプルトニウムを原子炉の燃料に加工する作業に伴って発生する廃棄物。プルトニウムやアメリカウムといったウランよりも大きな原子番号の核種が含まれることからこのように呼称する。	2.1.2
16	UO <sub>2</sub> マトリックス		二酸化ウラン焼結体の結晶構造	通常原子力発電所(軽水冷却型原子力発電所)で使用される燃料を構成するウラン酸化物の焼結体(ペレット)の結晶構造を言う。ウランが原子炉内で核分裂反応をすると様々な新たな核種が生まれるが、気体あるいは気化しやすいものを除いて、それらのほとんどはこの結晶構造に閉じ込められている。	2.1.2
17	浅地中処分	浅地中トレンチ処分、浅地中ピット処分	地表付近の浅い地中への放射性廃棄物の処分。	低レベル放射性廃棄物のうち、放射能レベルの比較的低い廃棄物について地表から数m程度の地中(浅地中)に埋設処分する方法をいう。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(浅地中トレンチ処分)とコンクリートピットなどの人工構築物を設置して埋設する方法(浅地中ピット処分)の二つがある。	1.3
18	イオン	陰イオン、陽イオン	電荷を持つ原子、または分子。	電氣的に中性の状態の原子や分子が、1個または複数の電子を失うか取り込んで生じる。地層処分においては、埋設した放射性廃棄物が地下水が接触すると、それに含まれる放射性物質の一部が陰イオンあるいは陽イオンとなって溶け込み、やがて地下水の流れによって、周辺の鉱物等への吸着や脱着等を起こしながら人の住む環境に出てくる可能性があるとして安全性を評価する。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
19	移行経路		地層処分において廃棄物に含まれる放射性核種が移動し、生活圏に到達する経路	地層処分においては高レベル放射性廃棄物やTRU廃棄物に含まれる放射性核種が100年を超える長期間の間に少しずつ地下水に溶け込み、地下水の流れに乗って、あるいはガス状態で人の生活圏に到達するという仮定を置いている。この放射性核種が移動する道筋を移行経路という。	2.1.2
20	ウラン	U	原子番号92の元素	地殻中に広く分布し、百種以上の鉱物に含まれる天然元素。核燃料またはその親物質として用いられ、原子力発電の世界的な普及・拡大とともに重要なエネルギー資源となっている。	2.2.1
21	エスポ地下研究所	SKB	SKBがエスポ島の南の花崗岩中に建設した岩盤地下研究所	スウェーデンでは使用済燃料の直接処分場の設計及び適切なサイト選定を目的として、科学的な研究を行うために、地下研究所を建設することが研究開発プログラムに盛り込まれた。 1995年から研究が開始されている。	2.4
22	オーバーパック		地層処分において廃棄体を包み、地下水を所定の期間接触させない機能を持つ容器。	左記の目的のため、核種閉じ込め性、耐食性、耐圧性、放射線遮蔽性、耐放射線性、耐熱性が設計要件として求められる。このほか、所定の期間、他の人工バリアに有意な影響を与えないことや製作・施工が容易といった、人工バリアの成立性に係る要件が求められる。このような観点から、材質は炭素鋼などの金属が考えられている。ガラス固化体のオーバーパックの設計寿命として1000年が設定されている。この間、地下水との接触を避けることによって、セシウム137のような比較的短寿命の核種は、オーバーパック内での十分な減衰が期待できる。	2.1.2
23	オープンソース情報		公開されている文献、各種学会報告やマスコミ報道、等に依拠する情報	原子力活動あるいはそれと一見関係が無さそうに見える活動についても、マスコミ情報などを手掛かりに、秘密裏の核兵器開発など、国レベルの異常な活動が無いか確認できる可能性がある。	2.1.1
24	回収可能性		処分場を閉鎖する前のいかなる時点においても廃棄体(ガラス固化体あるいは使用済燃料)の回収を可能とすること	将来世代の選択肢を確保する一つの手段として、廃棄物の定置開始から処分場の閉鎖に至る過程でやり直しができるようにする「回収可能性」は重要。この「回収可能性」を確保することで段階的な合意形成を目指そうとする考え方がある。「将来世代の選択肢の確保」と言う観点からは、仮にこのような決定をしても将来意思決定の変更もあるとする。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
25	海洋底下処分	海洋底処分	放射性廃棄物を数百メートルの深さの海洋底の堆積物中に処分する方法。	技術的検討は行われたものの、ロンドン条約(廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約)において放射性廃棄物その他の放射性物質の海洋への投棄は禁止された。ロンドン条約に係る1993年11月2日付原子力委員会決定においても「海洋投棄の実施は、政治的、社会的見地から今や極めて困難」としている。	1.3
26	化学形態	化学形	原子または分子の化学結合やイオン化の状態	元素の結合状態や電荷などの化学的な基礎情報。放射性物質の移行や拡散挙動に影響する。	2.1.2
27	核セキュリティ	核物質防護、核テロ対策	テロリストなどが核物質や放射性物質などを不正に入手したり、テロ行為に使用したりできないように、防止すること。国際原子力機関(IAEA)を中心として、国際的取り組みが進められている。	従来の「核物質防護」、即ち核物質の不法移転及び原子力施設又は核物質の輸送への妨害破壊行為に対する防護対策に加え、放射性物質の盗取及びその関連施設又は放射性物質の輸送への妨害破壊行為に対するセキュリティ対策、さらに規制上必要な管理の外にある核物質及びその他の放射性物質への対応も含めたものをいう。このような仕組みは地層処分場においても求められる。	2.4
28	核燃料サイクル開発機構	日本原子力研究開発機構/JAEA	動力炉・核燃料開発事業団(動燃)の改組により設置された特殊法人。動燃時代に手掛けていた業務から、その役割を終えたとみなされたウラン濃縮技術開発、ウラン資源探査については廃止とされ、スリム化された。地層処分に関わる研究開発については引き続き取り組むこととされた。	地層処分に関する研究は、当該機構の他、旧日本原子力研究所でも行われていたが、平成17年の両法人の統合により、日本原子力研究開発機構となったことから、国としての研究開発体制が一本化された。	2.1.2
29	核不拡散	核拡散防止条約	核兵器を保有する国(又はグループ等)を増やさず、また核兵器を保有している国は、核兵器の量の増加の抑制及び減らすこと。	ウラン235やプルトニウムは核兵器の原料としても使われることから、それらを取り扱う場合には、その取り扱いが平和目的のみに行われているということを明確に示す必要があること。また、ウラン235やプルトニウムに対し人間が容易に接近できないようにすることや、容易に核兵器に転用できないようにすることをいう。地層処分においては、特に使用済燃料直接処分の場合において考慮すべき課題の一つに上げられる。	1.3

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
30	核分裂生成物		核燃料の核分裂反応により燃料中に生成する物質。	核分裂生成物のうち、放射性のものについては半減期の短いものや長いものがある。また、放射性ではない安定なものもある。地層処分では長半減期の放射性核種が安全評価上重要。	2.1.2
31	確率論的安全評価	確率論的安全解析 Probabilistic Risk Assessment, PRA	原子力施設等で発生するあらゆる事故を対象として、その発生頻度と発生時の影響を定量評価し、その積であるリスク(危険度)で安全性の度合いを評価する手法	日本では、原子力発電所を対象にして法体系を整備し、評価を実施し、その成果はシビアアクシデントに対抗するアクシデント・マネージメントの検討に反映されている。同様に、放射性廃棄物処分の長期安全性評価に伴う不確かさの評価にもPRAが必須とされている。米国、スウェーデンでPRAが実施されている。日本ではJAEAが中心にシナリオ、モデル、パラメータの不確かさを定量化するPRA開発が行われている。	1.2
32	ガラス固化体		使用済燃料を再処理して発生する放射能レベルの高い廃液をガラス原料とともに高温で溶かし、キャニスターと呼ばれるステンレス製の容器に入れて冷やし固めたもの。	TRU廃棄物とともに、現在、我が国の地層処分対象の廃棄物である。ガラス固化体は放射性物質を多量に含み、放射線が強く発熱していることから、地層処分の前に一定程度の冷却期間が必要。また、処分場への搬入や定置に当たっても放射線と熱の考慮が必要となる。	2.1.2
33	環境の生態学的感受性		環境に存在する生物種の毒性影響の受けやすさ。	地層処分閉じ込め体系から漏洩すると想定される放射性核種による生物種への放射線影響の度合。	2.2.1
34	緩衝材	人工バリア	高レベル放射性廃棄物を含む金属製容器(オーバーパック)を地下300メートルより深い、安定した地層中に埋設する際に、オーバーパックの周りを覆う粘土のこと。	オーバーパックと岩盤の間に充填し、地下水の侵入と放射性核種の溶出・移行を抑制するもの。さらに岩盤の変位を物理的に緩衝するクッションの働きや、地下水の水質を化学的に緩衝して変化を抑える働きを持つ。候補材としてベントナイトが考えられている。	2.1.2
35	キャニスタ		原子力分野では、鋼製またはステンレス製の蓋付き円筒状密封容器を言うことが多い。	使用済燃料を保護し、特に、保管や貯蔵の期間において放射性物質が容易に漏れ出さない様にするための金属製容器を言う。蓋は溶接され、密封状態で使用済燃料を保管することが可能。処分の際には、さらにオーバーパックと呼ばれる容器の中に入れられる。なお、高放射性廃液のガラス固化で用いるステンレス製の封入容器もキャニスタと呼称している。	2.3

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
36	掘削影響領域		掘削により岩盤の性質が掘削前とくらべて変化した領域のこと。破壊特性や変形特性などの力学特性、透水係数などの水理特性、また、空気の侵入に伴い酸化還元電位などの地球化学特性が変化するとされる。	掘削部の周辺では地下水が流れやすくなり、その結果放射性核種が移動しやすくなる可能性があること、さらにトンネル閉鎖の機能にも影響を与える可能性があることから、掘削影響領域の特性を十分に把握する必要がある。また、できるだけ掘削影響領域を少なくする掘削技術が望ましい。	2.1.2
37	軽水	重水 トリチウム	原子核が陽子1個のみで構成される水素原子2個と酸素原子が結合してできた水。自然界の水のほとんどはこの軽水。この他、水素原子に中性子が付加された重水素や三重水素で構成された水もごく僅か存在する。	軽水は原子炉で核燃料が核分裂した際に放出される中性子の速度を下げるための減速材に適している。併せて、常温で液体であることから原子炉の冷却材としての利用も容易である。自然界に多量に存在しており、人類がその扱いに慣れていることも大切なポイントと言える。	1.3
38	軽水炉	重水炉 液体金属冷却炉	原子炉压力容器の中に普通の水(重水と区別して軽水という)を満たし、低濃縮ウラン燃料を装荷する原子炉	軽水炉では普通の水が減速材と冷却材を兼ねることができるので、発電システムの設計が比較的容易。	1.3
39	決定論	決定論的安全評価(解析)	安全設計での決定論とは、発生確率に係わらず、その事象が起きることを前提として設計することを言う。	原子力施設の安全設計の考え方の一つ。確率論と対比される。決定論では発生確率に係わらず、その事象が起きることを前提として設計する。これに対し、確率論では当該事象が起きる確率とその影響を評価した上で、設計で考慮するか否かを判断する。	1.2
40	原子力安全委員会	原子力規制委員会	1978年に原子力の安全確保の充実強化を図るため、原子力基本法の一部を改正し、原子力委員会から分離、発足。	安全審査のダブルチェック(二次審査)を実施し、また、規制調査等を通じた規制官庁への監督を管掌。東電福島事故後、原子力規制委員会の設立に伴い廃止された。原子力規制委員会は原子力安全委員会と行政庁が担ってきた安全規制業務を一元的に担うことになった。	2.1.2
41	原子力委員会	原子力規制委員会	原子力基本法(1955年12月成立)に基づき、国の原子力政策を計画的に行うことを目的として1956年1月1日に総理府の附属機関(のち審議会等)として設置。	東電福島事故後見直しが行われ、これまで最大の任務とされてきた原子力政策大綱の作成任務が廃止され、原子力の平和利用の担保を中心とする任務に限定されることとなる。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
42	減速材	中性子	熱中性子を利用する原子炉において、核分裂によって放出される中性子を減速し核分裂連鎖反応を起こしやすくする役目を担う。軽水炉では冷却材としても使われる普通の水がこれにあたる。	地層処分では、地下水が減速材の役割を果たすので、使用済燃料の直接処分では特に臨界安全評価が必要となる。なお、ガラス固化体処分の場合にも念のため評価する必要がある。	1.3
43	硬岩	軟岩	岩掘削の施工性を考慮した岩区分の一つ。火成岩、変成岩及び中生代以前の堆積岩の多くが硬岩、新生代の堆積岩が軟岩に区分される。	硬岩系及び軟岩系の岩盤への地層処分が検討されている。日本の硬岩ではしばしば亀裂が発達し、顕著な地下水流動が見られることがあり、そのような場所においては対策が必要となる。軟岩においても同様な性状を示すことがあるほか、処分場の操業期間を通じ、坑道に力学的な補強(支保)を施す必要が生じることがある。	2.1.2
44	構造強度		構造物が保有しなければならない強度。内包する機器に基づく重量や熱などの要因と共に、地震に代表される自然災害や航空機事故といった要因についても必要に応じて考慮する。	一般論として、原子力施設は十分な構造強度を持たせなければならないが、これは地層処分に関わる施設や使用済燃料貯蔵施設でも同様。これらの施設については、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境、並びにその環境下での腐食、クリープ、疲労、応力腐食割れ等の経年変化に対して、十分な強度、性能を維持し、必要な安全機能を失うことのないように設計する必要がある。	2.3
45	高速増殖炉	軽水炉、高速炉	高速中性子で核分裂連鎖反応を維持し、かつ燃焼が進むとともに炉内の核分裂性物質の量が増加していく原子炉。高速中性子を利用するため、燃料の冷却材として中性子の速度に影響を与えにくいナトリウムなどの液体金属を用いる。	地層処分との関係では、ガラス固化体に長半減期核種ができるだけ含まれないようにすることが、ガラス固化体の長期安全性を高める上で有利。再処理の過程でこの長寿命核種を分離し、プルトニウムなどと共に高速増殖炉で燃焼させ短寿命の核種に変換してしまうことが研究されている。	1.3
46	高レベル廃液	高レベル放射性廃棄物	使用済燃料の再処理によりウランとプルトニウムを分離・回収した後に残る放射能の高い硝酸廃液	高レベル廃液は使用済燃料ウラン1トン当たり0.5m <sup>3</sup> 程度発生する。多量の放射能が含まれ、高発熱性であるため、沸騰を防止するために常時攪拌・冷却される。高レベル廃液はガラス原料と共に熔融炉でガラス熔融され、溶けたガラスは容器に流し込まれてガラス固化体が作られる。	2.3

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
47	高レベル放射性廃棄物	ガラス固化体	我が国においては、今のところ、使用済燃料を再処理して発生するガラス固化体を指す。	使用済燃料を再処理せずにそのまま直接処分する場合には、使用済燃料そのものが高レベル放射性廃棄物となる。本報告書ではガラス固化体を主に意味しているが必要に応じて使用済燃料そのものを言う場合もある。	2.1.2
48	コロイド	真正コロイド 疑似コロイド	物質の微細な粒子が、気体中や液体中に分散している状態。	地層処分においては、地下環境に存在するコロイド粒子が地層中の核種移行に及ぼす影響について評価することが必要である。	2.2.1
49	再処理工程	再処理プロセス Purex法	使用済燃料から再び原子炉の燃料となるウラン、プルトニウムを回収する化学的な処理工程。	(1)使用済燃料の受入れ・貯蔵、(2)せん断・溶解、(3)清澄(固形粒子等の除去)、(4)共除染(核分裂生成物等の除去)、(5)(ウラン・プルトニウム)の分離・精製、(6)ウラン・プルトニウム脱硝(酸化物への転換)、(7)高放射性廃液ガラス固化などの工程で構成されている。	2.1.2
50	最大線量	最大許容被曝線量 線量限度	観測期間中最大の被ばくを与える時期の被ばく線量	高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、処分する廃棄物に含まれる放射性核種の崩壊と、含まれる放射性核種の周辺地層への拡散状況から地表で生活する人類に与える放射線影響がきまる。これらは人工バリア、天然バリアの性能にも依るが、処分から一定の期間を経て最大と評価される被ばく線量が計算される。	2.1.2
51	再飽和			廃棄体定置時、緩衝材の含水率は低い(不飽和)状態であるが、定置後地下水の浸透に伴い緩衝材が膨潤し飽和状態に至ること。再冠水ともいう。	2.4
52	サテライト情報		軍事衛星も含めて、人工衛星から得られる情報(施設形状、位置、温度異常、等)	地層処分場の場合は、その侵入口等地上施設の状況変化や、地表面温度変化の有無などが監視対象になると考えられる。	2.1.1
53	酸化還元フロント	化学フロント	自然界にみられる酸化還元反応が行われる先端部分。	処分場の環境は一般に還元的であるが、その建設・操業により大気が入るため酸化領域が岩盤内部に形成され、酸化還元領域の境界が生じる。このように何らかの理由で岩盤内に生じた酸化還元領域の境界を酸化還元フロントと呼ぶ。地下水中の元素が酸化されたり、あるいは還元されたりすることによってその元素の地下水への溶解度が変化し、元素の沈殿や濃集が生じる。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
54	暫定保管		高レベル放射性廃棄物をいつでも取り出せるように暫定的に地上や地下に保管すること	日本学術会議が原子力委員会から審議依頼を受けた回答書の中で、処分方法に関する合意形成を図るための提言の1つ。ガラス固化体や使用済燃料を、保管後の扱いを予め定めずに、いつでも取り出し可能な状態で厳重に管理する。期間の目安は、数十～数百年が考えられており、この期間に地質環境についてのより正確な理解や、半減期を短縮する方法等の研究開発を期待するとともに、合意形成を段階的に進め、最終的な選択は将来世代に残すことで、安全な最終処分の方法を確立するまでのモラトリアム期間を設けるという考え方。	2.4
55	自然循環方式		熱対流といった自然現象だけで循環を維持する方式。	高発熱性の収納物(ガラス固化体や使用済燃料等)を乾式で貯蔵する場合、これを内包するキャニスタやキャスクの表面の温度が高くなることから、空気の自然循環流が発生する。それによって内部の収納物が除熱される。	2.3
56	シナリオ		放射性廃棄物処分直後の状態をもとに、超長期間のうちにその状態を変化させる可能性のある一連の現象を想定し、これらを組み合わせて処分システムの将来の状態から人の被ばくに至る状況について描いたもの。	シナリオの作成にあたっては、システムの安全性を論ずる上で重要な要素となる・システムの特徴(features)・そこで生起する事象(events)・プロセス(processes)を抽出したリストが用いられる(それぞれの頭文字をとってFEPリストという)。	2.1.2
57	シナリオ区分		放射性廃棄物処分システムの状態を人の被ばくに至る状況まで、超長期間にわたって描いたシナリオの区分。	地殻変動等によって廃棄体と人間との間に十分な距離を確保できなくなるシナリオ(「接近シナリオ」)や、廃棄体から地下水に放射性核種が溶け出して地上に至るシナリオ(「地下水シナリオ」)がある。	2.1.2
58	支配的核種		放射性廃棄物処分の安全評価において被ばく線量への寄与が大きい核種。	支配的核種は廃棄体の種類や処分方法、処分環境、評価対象時期などによって異なる。例えば直接処分の評価事例では5000年程度の比較的近い将来においては、半減期の比較的短い核種(炭素14等)が、また10年以上の遠い将来においては、半減期の長い核種(ヨウ素129等)が支配的核種となっている。	2.1.2
59	遮へい		電界、磁界、光、放射線、音、熱などの影響が対象物に及ばないようにすること。一般的にはこれらが透過しにくいもので覆う。	放射線の影響が対象物に及ばないようにすること。γ線の場合鉛や鉄、中性子線の場合、水や有機材料が透過しにくい材料としてよく用いられる。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
60	集合体部材		燃料集合体の部材	原子炉への装荷及び取出しに際し一体となって取扱えるよう、核燃料は集合体となっている。軽水炉用の燃料集合体はウラン酸化物をペレット状に焼き固めて、約4mの長さのジルカロイ合金のさやに封入され、これを四角の格子状に束ね、上下に冷却材が通る穴のあいた支持板を、中間には燃料棒の間隔を保持するための支持格子を取りつけた構造になっている。これらの部材は原子炉内で中性子により放射化される。中でも、再処理の工程内でプルトニウムなどで汚染されるハル等については、廃棄物として処理・処分される際にはTRU廃棄物に分類される。	1.3
61	受忍限度		ある行為を営む上で発生する騒音・振動などの被害の程度が、他の人にとって社会通念上我慢できるとされる範囲。	放射性廃棄物処分を行うに当たり、その安全性は技術的な安全評価シナリオによって定量的に評価される。ただし、安全評価シナリオで示されるリスクの許容できる範囲(受忍限度)は、技術者による仮定条件そのものではなく、社会的な共通認識として合意形成される必要がある。	1.2
62	瞬間溶出挙動		水との接触により直ちに全量が水中に溶け出すこと。	地層処分における仮想的な考え方。放射性廃棄物や使用済燃料が水と接触することにより、含まれている放射性核種が直ちに全量が水中に溶け出るものと仮定した場合の放射性核種の挙動のこと。	2.1.2
63	使用済燃料	照射後燃料	原子炉で使用された後の燃料。	原子力発電所で所定期間発電のために使用された後の燃料。使用済燃料中にはウラン、プルトニウム、核分裂生成物等が含まれている。	2.2.1
64	使用済燃料の最終処分		原子力発電所から取り出された使用済燃料の最終的な処置の仕方を言い、再処理リサイクル方式と直接処分方式がある。	最終処分には、使用済燃料を再処理し、そこから発生する液状の廃棄物をガラスで固めてそのガラス固化体を処分する場合と、再処理せずに使用済燃料をそのまま専用容器に封入して処分する場合とがある。	2.3
65	使用済燃料の中間貯蔵		原子力発電所から取り出された使用済燃料を原子力発電所外において中間的に貯蔵すること。	我が国においては、現時点では使用済燃料を再処理するまでの間、発電所敷地外の他の場所に貯蔵しておくことをいう。直接処分を選択した場合は処分までの期間の保管を言う。貯蔵法としては内部を不活性ガスに置換した容器(乾式キャスク)に収納しておく「乾式貯蔵」を採用している。海外では、処分前にプール水槽内に貯蔵しておく「湿式貯蔵」を採用している施設もある。	2.3

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
66	使用済燃料の直接処分	直接処分	使用済燃料を専用の容器に入れて処分すること。	使用済燃料を再処理せずに地層中に処分すること。処分に当たっては、そのために設計された専用の容器に収納される。処分に關する考え方は、基本的にガラス固化体と同様。	2.1.2
67	消滅処理	核変換処理	放射線を放出する放射性核種に、粒子線を照射することにより、放射線を出す期間が短い、または、放射線を放出しない安定した核種に変換させること。	高レベル廃棄物に含まれる超ウラン元素のような長寿命核種や放射能の強い核種を安定核種・短寿命核種に変換することで、処分システムに期待する閉じ込め期間を短くし、そのことで地層処分の信頼性を上げようとするもの。	1.3
68	処分孔		廃棄物を埋設処分するために、地下の岩盤中に掘削した空洞(穴)。	放射性廃棄物や使用済燃料を処分地層中に定置するために掘削する堅穴、もしくは横穴。放射性廃棄物を固めた処分体もしくは専用の容器に入れた使用済燃料を収納し、かつその周りに放射性物質の移動を妨害する粘土を配置できる程度の容積持つ。	2.1.2
69	処分坑道		処分するための人や機械のアクセス用のトンネル。	放射性廃棄物や使用済燃料を搬入し埋設するために、処分孔へ作業や機械がアクセス(近接)するための坑道。処分孔を兼用する場合もある。	2.1.2
70	処分システム		処分に必要な仕組みの構成	放射性廃棄物もしくは使用済燃料の地層処分を実施するための全体の構成。ガラス固化体もしくは専用容器に収納した使用済燃料といった廃棄体、受け入れ施設、一時貯蔵施設、処分坑道、処分孔といった一連の処分施設、人工バリア及び天然バリアからなる多重バリア等を含む。	2.1.2
71	処分施設	処分システム	処分に必要な施設	処分用施設、地上施設と地下施設に大別される。地上施設は、検査設備一式を含む受け入れ施設、処分孔に埋設するまでの間保管する一時貯蔵施設等で構成される。地下施設は処分坑道、処分孔、廃棄体を取り扱うための機械設備等で構成される。	2.1.2
72	人工バリア	処分場	人工的に放射性核種の移行を阻害するために設ける障壁。	廃棄体の周りを覆う金属製のオーバーパックや粘土に代表される緩衝材等で構成される。	2.1.2
73	深層防護		IAEAの深層防護は、第1層;故障の発生防止、第2層;異常発生の検知と制御、第3層;設計基準事故の制御、第4層;設計基準事故を超える事故の進展防止と影響の緩和、第5層;避難等の防災対策、とされている。	これまで、地層処分の深層防護は、多重バリアのことでとされてきたが、多重バリアは多重障壁にしか過ぎないとの指摘もあり、見直しが必要との意見がある。原子炉安全の場合は事故リスクが比較的大きいことから、原子炉の深層防護は事故対策が対象となっているが、地層処分の場合は設計データの長期的不確定性にリスクがあることから、このことを対象とした深層防護にすべきとの考え方がある。	1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
74	水理	水脈	水の流れ	地下水が移動する道筋。	2.2.1
75	スタンドオフ攻撃		敵の迎撃可能性範囲外からの攻撃、アウトレンジ攻撃とも言われる	上記勧告では、使用済燃料直接処分に関し、核セキュリティ対応の基本的考え方の中に新たな脅威への対策としてスタンドオフ攻撃やサイバー攻撃に対する防護が定められている。	2.1.1
76	ステークホルダー		法人等の活動によって直接的・間接的に影響を受ける人々や政府、自治体、関係団体など利害関係者のこと	経済協力開発機構(OECD/NEA)のForum on Stakeholder Confidence(FSC)で採用されている定義によれば、放射性廃棄物管理に関する意思決定プロセスにおいて果たすべき役割を持つか、あるいは同プロセスに興味を持つすべての人々。	1.3
77	生活環境		日常的に人間活動が及ぶ範囲	人間が日々の生活・活動で使用する範囲。地上に加え、地下街や地下鉄、通常の範囲での地下水の利用もこの範囲に入る。	2.1.2
78	生存環境		人間や他の生命体が共存共栄できる環境。	人間や他の生命体が生存できる環境。	2.2.1
79	生物圏	接近可能な生物圏	近年は、生活圏ともいう。地層処分の安全評価において、人間の生活環境である地表環境を指す。	生物圏での核種移行プロセスと、これによる被ばくの経路についてモデルを構築して評価を行うことを生物圏評価という。少なくともこれまでの地層処分の考え方においては、人間に対する線量やリスクを安全評価の指標としており、環境は防護対象と考えていない。	2.2.1
80	全交流電源の喪失	ステーション・ブラックアウト	外部電源系が喪失した後、非常用ディーゼル発電機なども使用不能となり、原子力施設に全ての交流電源を供給できなくなる事象。特に炉心の冷却等で多量の電気を必要とする原子力発電所では重大な事象	2011年3月11日の東日本大地震により事故が発生している福島第一原子力発電所では、全交流電源喪失が発生した。地層処分においては、操業開始から閉鎖までの間は本件に対する考慮が必要。また、回収可能性を維持する場合には正にこの電源の維持が重要になる。	2.3
81	潜在的毒性	放射能毒性	放射性廃棄物や使用済燃料の有害度を示すために、含有される放射能から計算される値	放射性廃棄物や使用済燃料に含まれる放射能に起因する被ばく線量の総和を取ることで計算される。	1.3
82	操業中		処分場のシステム、施設等が稼動している状態。	処分場が廃棄体を受入れ、一時貯蔵や埋設作業を継続している状態。受入れが完了し、かつ受け入れた廃棄体の埋設が完了すると、処分坑道も埋め戻され、処分場は閉鎖される。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
83	増殖炉	高速増殖炉	消費した核燃料以上に、新しい核燃料を生成する原子炉。高速中性子を利用した増殖炉を高速増殖炉という。	天然資源であるウランや使用済燃料の再処理で回収されるプルトニウムを有効に活用できる開発中の原子炉。増殖炉システムでは使用済燃料は再処理を行って核燃料物質を回収することが大前提。高速中性子は多くの核種の核分裂反応に使えるので、地層処分の長期安全性の向上のため、高速中性子を用いた長半減期核種の核変換への応用も検討されている。	1.3
84	多重バリアシステム		複数の障壁で放射性核種の移行を抑制すること。	処分された放射性廃棄物中の放射性物質が、地下水によって人間環境に運ばれることを抑制するための仕組み。人工的に設けられる多層の安全防護系である人工バリアと地層である天然バリアよりなる。	2.1.2
85	炭素14		質量数14の放射性炭素、半減期5730年	炭素14は地下水中で有機炭素化合物あるいは無機炭素化合物を生成し、挙動が複雑である一方、比較的長半減期であることから、ある種のTRU廃棄物や、直接処分において安全評価上重要な核種と考えられている。	2.2.1
86	地下施設		処分場を構成する施設のひとつで、廃棄物を定置するために地下に建設する一連の施設。	地上施設から廃棄物や建設資材などを搬送するためのアクセス坑道や連絡坑道、換気用立坑、廃棄物を定置するための処分坑道あるいは処分孔などから構成される。また廃棄物の搬送や坑道建設に必要な施設、廃棄物の搬送・埋設作業や地下施設の維持管理に必要な作業等の安全性を維持するための施設も建設される。	2.1.2
87	地球外処分	宇宙処分	放射性廃棄物を宇宙空間に処分する方法。	放射性廃棄物の処分方法として検討されたが、廃棄物を宇宙に運ぶための発射技術等の信頼性に問題があることから、現在では現実的な処分方法とは考えられていない。	1.3
88	地圏	生物圏	地層処分においては地質環境と同義	地層処分においては、処分場を包含する地層または岩盤を指し、地表近傍の人間の生活の影響が及ぶ領域(生活圏または生物圏)より深い領域をいう。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
89	地質環境	地質環境条件	地層処分の観点からみた地下の環境。岩盤とそこに含まれる地下水などからなる。	岩盤や地下水の持つ物理・化学的な性質(地質環境の特性)と、それらの長期にわたる安定性(地質環境の長期安定性)に分けて捉えることができる。処分事業における地質環境の特性としては、人工バリアの設置環境及び天然バリアとしての機能の観点から、地下水の流動特性、地下水の地球化学特性、岩盤の熱特性・力学特性及び岩盤中での物質移動特性が重要。また、地質環境の長期安定性としては、これらの岩盤や地下水の性質に大きな変化を及ぼす可能性のある自然現象(地震・断層活動、火山・熱水活動、隆起・侵食/気候・海水準変動)の発生の可能性やそれらによる影響が重要。	2.1.2
90	地上施設		処分場を構成する施設のひとつで、廃棄体を受け入れ、埋設するまでの間、貯蔵管理するための施設やオーバーバックへの封入等、地下に搬送し埋設するための準備を行う施設、並びに地下施設の維持管理やそこで行われる作業を支援する施設。	地層処分場の地上施設には左記の他、地下施設の建設で発生した岩や土砂(掘削土)を埋め戻し材として再利用するための保管場所、さらに廃棄体を受け入れるための港湾施設や専用道路も処分場の敷地内に含まれる場合がある。処分場の安全性を評価する上では、放射線安全ばかりか核物質防護や核セキュリティ上の脅威への対処も含めて、施設操業期間中における、これら地上施設の安全性確保は重要。	2.1.2
91	地層(岩盤)		地表の下にある岩石の層。また、岩石でできている地盤。主として堆積岩からなり、層理が見られる。	地層処分においては、「地層」という言葉に火成岩も含めているなど、他の学問上の意味合いと「地層処分」で用いられる用語の意味が一致していない部分が散見されることから、用語上も他分野の専門家や一般国民の理解を得る上で難しくなっている点がある。	2.1.2
92	地層処分	深地層処分	地層処分とは、原子力発電所から発生する使用済み燃料の再処理の際に発生する高レベル放射性廃棄物やTRU廃棄物、あるいは使用済み燃料そのものの最終処分方法の一つであり、海洋底処分や宇宙処分、氷床処分などの選択肢から唯一実現性が高い技術として国際的な議論の中で選定された方法。	わが国では、再処理から発生する高レベル廃棄物やTRU廃棄物(以下、処分廃棄物)は安定な形態に固化し、地下深部の地層中に適切に埋設(地層処分)することとしている。地層処分は高レベル廃棄物等を長期にわたって人間の生活環境から隔離し、将来の世代を含めた人類が影響を受けないようにすることを目的。地下深部に埋設された処分廃棄物中に含まれる放射性核種は漏出したとしても、人工バリアと天然バリアの組み合わせにより、人間の生活圏に到達するまでには長期間を要するようにすることで、安全を確保する。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
93	地表		地球の表面。	地層処分の文脈の中では、かならずしも「地表」のみが人間の生活環境という意味で位置付けられているわけではない。評価上の人間の生活環境は生活圏または生物圏と呼ばれ、地表近傍の地下も含まれる	2.1.2
94	超ウラン核種	TRU核種	原子番号がウランよりも大きい元素の核種。ネプツニウム237, プルトニウム238, 239, 240, 242, アメリシウム241, 243, キュリウム244等。	TRU核種を含み、放射能濃度が高い、あるいはヨウ素129や炭素14などに富む廃棄物については、地層処分する必要があると考えられている。	1.3
95	長期的安全		地層処分の多重バリアシステムに要求される安全の考え方。高レベル放射性廃棄物等には、超寿命の放射性核種が存在するため数千年から数万年に渡る長期間の安全確保が必要になる。	高レベル放射性廃棄物の放射能は、製造直後は極めて高く、時間の経過とともに減衰するものの、ウラン鉱石並となるまでに数万年を要する。そのため、長期の安全確保が必要である。この目標を達成するためには、地下深くに埋設する地層処分により高レベル放射性廃棄物を人間の生活環境から安全に隔離する方法が、わが国を含め国際的に最も好ましい方法として考えられている。	2.1.2
96	テロ対策	核セキュリティ対策	テロリストなどが核物質や放射性物質などを不正に入手したり、テロ行為に使用したりできないように、防止すること。国際原子力機関(IAEA)を中心として、国際的取り組みが進められている。	核セキュリティにおいて主に想定されている脅威には、核物質の盗取、盗んだ核物質から核兵器を製造すること、「ダーティボム」などと呼ばれる放射性物質を放出する兵器の製造、および、原子力施設に対する破壊・妨害行為、などがある。この4点は2007年に発行した「核テロ防止条約」において規定されている。	2.1.2
97	電気事業連合会	電事連	日本における電気事業の運営の円滑化を図るため設立された電力会社各社の連合会。	電気事業の円滑な運営を目的として、1952年に全国の電力会社が設立した組織。電力会社間の情報交換・意見交換のほか、電気事業に関する資料・情報の収集、広報活動、意見表明などを行う。2000年3月に沖縄電力が加盟し、現在10電力体制。法人格はなく、任意団体として運営されている。	2.1.2
98	天然バリア	人工バリア	地層処分において、放射性物質が人間環境に運ばれるのを抑制するために障壁として利用される天然の岩盤。人工バリアと合わせて、多重バリアシステムを構成する。	地下深部は、基本的に還元環境であることからガラス固化体や使用済燃料を包む金属製容器(オーバーパック)の腐食速度が低減され、その容器の腐食・破損後も放射性核種の溶解度を抑制する。また、移行媒体となる地下水の流速が遅く、地層または岩盤には放射性核種の一部を収着する能力がある。これらの性質を利用することによって人間の生活環境に至る核種の量や移行速度を低減できる。このような天然の地質環境そのものが備えている核種移行抑制機能を天然バリアと呼ぶ。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
99	電離放射線	放射線	電磁波、粒子線のうちで、直接的または間接的に空気を電離する能力をもつもの。	地層処分においては、埋設した放射性廃棄物(ガラス固化体、使用済燃料、等)から内包する放射性物質が漏れ出しやがて人の生活圏に出てくることを想定して、それから放出される電離放射線による被ばく線量を評価する。もちろん、地層処分場の作業中における被ばくも当然考慮の対象になる。	2.2.1
100	動的機器		「動的機器」とは、例えば弁、ポンプ、しゃ断器リレー等をいい、これに対して「静的機器」とは、例えば、タンク、配管等をいう。(S45年4月原子力委員会)	使用済燃料を貯蔵する場合、それが発生する崩壊熱を除去(冷却)し続ける必要がある。この冷却をポンプや送風機といった機械に頼る場合、この機械を動的機器と言っている。建物やダクトなどで構成された流路に沿った空気の流れだけで(熱対流等)で冷却が可能な場合は動的機器を必要としない。水プールで貯蔵する場合は水の浄化も必要なので動的機器が必須となる。	2.3
101	動力炉・核燃料開発事業団	・核燃料サイクル開発機構 ・日本原子力研究開発機構	原子炉の開発及び再処理技術の開発等を行うために設立された特殊法人。後の核燃料サイクル開発機構、現日本原子力研究開発機構	我が国における地層処分研究はこの事業団を中心に進められ、その活動は後継の核燃料サイクル開発機構(現日本原子力研究開発機構)に引き継がれている。また、これらの成果は事業主体であるNUMOに開示され、我が国における地層処分事業の技術的バックボーンとなっている。	1.3
102	特定放射性廃棄物		放射性廃棄物の内、再処理により排出される高放射性廃液のガラス固化体(第一種特定放射性廃棄物)及び地層処分対象のTRU廃棄物(第二種特定放射性廃棄物)をいう。	2000年6月に高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する法律「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が制定され、実施主体「原子力発電環境整備機構(NUMO)」が設立されるとともに、最終処分積立金が設けられた。2007年には法律の一部が改正され、「使用済燃料の再処理後に残存する物を固化化したもの」が「第一種特定放射性廃棄物(ガラス固化体が対象)および第二種特定放射性廃棄物(地層処分対象TRU廃棄物が対象)」に改められた。	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
103	トランス・サイエンス		科学の問題ではあるが、科学だけでは解決できない課題をいう。物理学者・原子核工学者のワインバーグが1972年に書いた論文の中で提唱。科学技術のもたらす問題の中には、科学的な議論をすることはできるものの、もはや科学だけでは解決できないものが増えており、こういった問題の解決のためには科学を超えた次元での議論が必要だと主張した。	人びとの素朴な科学観とは裏腹に、そうした問題においては科学は必ずしも一つだけの正解を得るとは限らない。したがって、そうした科学・技術に関わる判断においては、科学者や技術者だけでは人類にとって正しい結果が得られるかどうかは分からないことから、人文・社会科学の専門家を含む異分野の知恵の結集、さらには政治の判断を要することが少なくないという指摘。本文中でも指摘したように、使用済燃料直接処分も含めて、地層環境中に放射性廃棄物を埋設するという考え方は正にこのトランス・サイエンス問題と言える。	3.1
104	日本原燃株式会社	JNFL	核燃料サイクルの事業化を目的として設立された株式会社。	本社は青森県上北郡六ヶ所村。低レベル放射性廃棄物の埋設、高レベル放射性廃棄物の貯蔵管理、ウラン濃縮工場の運転などを行っている。再処理工場は試験運転中。	2.3
105	熱的特性	力学的特性	地層処分場に求められる長期的安全性を評価する上で重要な要素となる岩盤の特性のひとつ。	人工バリアや処分施設の設計・施工条件として、岩盤の熱および力学に関する特性は重要な要素である。岩盤の熱的な特性は処分場の温度環境を支配し、人工バリアの性能にも影響を及ぼす。特に緩衝材の化学的な安定性にとって重要であり、場としての地温が低く、岩石自体の熱伝導性が高いことが好ましい。	2.1.2
106	燃料サイクル	再処理サイクル 原子燃料サイクル	原子力利用に係る独特の考え方。核燃料にかかわる核種および資源の循環・再利用の繰り返しを意味している。商用炉を中心とする原子炉用核燃料の製造から再処理による核燃料の回収や放射性廃棄物の処分を含む。	地層処分事業を考える上では、核燃料サイクルから出てくる高レベル廃液にガラス固化体や超ウラン元素を含むTRU廃棄物がその対象となる。一方、使用済燃料直接処分を選択する場合は使用済燃料そのものが地層処分対象となるが、これをワンスルーサイクルと言い、核燃料サイクルの一形態として扱うことがあるが、本来の意味での核燃料サイクルではない。	2.1.2
107	廃棄体		処分に適した形状とするため、放射性廃棄物を直接容器に封入、または、固化剤などで固めたうえで容器に封入したもの。廃棄物の処分のための最終形態	放射性廃棄物の性状に合わせ、固体のものは圧縮、液体のものは濃縮するなどにより減容した後、ガラス、セメント、モルタル、アスファルト、プラスチックなどの固化材により固化するケースがある。直接処分においては、使用済燃料を収納したキャニスタが廃棄体となる。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
108	廃棄物の毒性低減		廃棄物の毒性は、一般的には化学毒性を意味するが、放射性廃棄物の場合には放射線による害も毒性と表現している。放射線の毒性は放射線量で決まるが、これは時間と共に低減するという特性がある。	地層処分の対象となる放射性廃棄物には様々な核種が含まれているが、処分場の管理の上では特に長寿命の核種が問題となる。この長寿命の核種に中性子を当てることにより短期間で崩壊する核種に変換することができる可能性があり、その研究がなされている。長寿命核種を短寿命核種に変換することにより、将来における放射線の毒性を大幅に低減することが可能となる。	1.4
109	バッファ		緩衝すること。緩衝材。化学プロセス等において工程間の余裕・余地を与えるためのタンクや貯蔵場を指す場合もある。	①地層処分において、廃棄体容器と岩盤の間に設置する緩衝材のこと。 ②処分事業において、放射性廃棄物や使用済燃料が発生した時点と処分を始める時点との間に時間差が生ずるので、その調整という意味にこの言葉を用いている。処分サイトにおける一時貯蔵もこれに当たる。	2.3
110	バリア機能	多重バリアの効果	災害や攻撃、有害物から対象物を防護する機能。	放射性廃棄物の処分では、人工バリア(ガラス固化体とオーバーパックからなる廃棄体、緩衝材)と天然バリア(周辺の母岩)で構成される「多重バリアシステム」が安全確保の基本概念である。	2.2.2
111	搬送定置	遠隔操作技術	廃棄体等を処分場の所定の場所まで搬送し、定置すること。	地層処分場においては、遠隔操作により廃棄体を地下に搬入して処分孔に定置し、処分孔との間に緩衝材を充填する。この一連の作業を搬送・定置と呼ぶ。	2.1.2
112	非収着核種	C14など	人工バリアや天然バリアに吸収・吸着されずにすり抜けてしまう放射性核種	埋設施設に侵入した地下水と廃棄体が接触することにより溶出した放射性核種のうち、セメント系材料やベントナイト等の人工バリア及び母岩等の天然バリアに収着されにくいとされる核種。	2.1.2
113	被ばく	放射線・放射能	生物の身体が放射線に曝される事。	生物が過度の放射線に曝された場合、または、一定量(核種によりことなる)の放射性核種を摂取、吸入した場合、身体に種々の障害が発現する可能性がある。	2.1.2
114	被覆管の切断片	ハル	使用済核燃料被覆の廃材	使用済核燃料を再処理する際、核燃料を細断片にするが、その核燃料の被覆廃材をハルという。ハルの典型的なものとしては、ジルコニウム製被覆廃材があり、TRU固体廃棄物として処理、処分される。	1.3

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
115	非放射性有害物質	放射性有害物	放射線は発生しないが、微生物や有毒化学物質などの生物にとって有害な物を含む物質	放射性の有害物以外にも、微生物や有毒化学物質などの有害物質を含む廃棄物については、法令等の趣旨に沿って健康被害防止措置や環境影響を低減する措置が必要。	2.2.1
116	評価基盤	JAEA KMS	地層処分に関わる様々な論拠を支える知識ベース	研究開発の進捗によって得られた数々の成果について、地層処分の安全確保の考え方や評価に係る様々な論拠を支える「知識ベース」として体系化したもの。	2.1.2
117	評価の頑健性		多少の変動要因があったとしても評価結果にぶれがないこと。いわゆるロバスト性。	超長期間の安全性の担保を求められる地層処分事業においては、評価を行う上で想定した条件の一定程度の変化に対して、評価結果にぶれがなく、妥当性が失われないことが求められる。	2.2.1
118	フォルスマルク処分場		スウェーデンの高レベル放射性廃棄物(使用済燃料)の処分場。	スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社(SKB社)が2009年に選定、2011年に立地・建設許可申請提出。2029年操業開始予定。地下約500mの花崗岩中に埋設する。約12,000トンの使用済燃料を約6,000体のキャニスタに封入して処分することになっている。	1.2
119	深部地質環境		放射性廃棄物の地層処分が想定される深度における、地層処分の観点から見た地下の環境。岩盤とそこに含まれる地下水などからなる。	地層処分サイトの選定にあたっては、その地域が地質学的に安定であること、具体的には、過去に遡って地震、断層活動や火山活動の発生する確率が低く、隆起・浸食速度が低いことが望ましい。	1.3
120	物理化学的特徴		固い、柔らかい、熱に強い、といった物理的性質並びに水や空気との反応性といった化学的性質のこと	処分の対象となる廃棄体の違いによって、含まれる放射性物質の種類、量、及び固化剤の種類、容器の材質等が異なるため、それぞれの物理化学的特徴を考慮した安全確保方策が必要となる。	2.1.2
121	フラックス		地層処分においては、環境への放射性物質の放出量を意味している	<p>廃棄体起源の核種フラックスを天然起源の核種フラックス(ウラン鉱床)と比較することにより環境に有意な影響を及ぼさないことを評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄体起源: 処分場を含む岩盤が侵食されることによって生じる核種のフラックス(核種毎の毒性を等価なU-238の核種フラックスに換算)</li> <li>・天然起源のフラックス: 岩盤(花崗岩やウラン鉱床を想定)が侵食されることにより生じるフラックス</li> </ul>	2.2.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
122	ブルーリボン委員会		オバマ大統領の命で、ユッカマウンテンプロジェクト廃止に伴い、同プロジェクトに代る使用済燃料管理政策を検討するために発足した様々な専門家からなる臨時委員会	2013年1月にDOEはブルーリボン委員会の報告を踏まえ、今後のスケジュールとして2021年までの中間貯蔵施設の試験プラントの操業開始、2025年までの大容量の中間貯蔵施設の操業開始、2048年までの地層処分場の操業開始 等の方針を示した。	3.4.2
123	プルトニウム	使用済燃料	アクチノイド系列の放射性元素	使用済燃料にはガラス固化体に少量しか含まれないプルトニウムが多量に含まれている。プルトニウムは少量の吸入摂取で健康被害が発生する恐れがあることから、埋設処分した使用済み燃料から地下水に溶出するプルトニウムの移行挙動についてはしっかりと評価する必要がある。	2.1.2
124	閉鎖後管理段階		処分場閉鎖後の一定期間において、処分場の状況が核物質防護上あるいは核セキュリティ上の懸念も含めて、安全確保上支障のないように管理すること。	処分場閉鎖後の制度的管理は、一般に「能動的制度的管理」と「受動的制度的管理」に区分されている(IAEA, 1999)。 ・能動的制度的管理: フェンスや他の物理的障壁の設置による侵入の防止, 処分場が閉鎖後も期待される機能を維持していることを確認するための各種モニタリング等によって実施 ・受動的制度的管理: 処分場の存在に関する知識の維持, 特定の行為に対する土地利用制限等の手段によって実施	2.1.2
125	併置処分	低レベル放射性廃棄物 高レベル放射性廃棄物	高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)とTRU廃棄物等を同一のサイト内に処分する処分方法(METI資料より)	TRU廃棄物(長半減期低発熱放射性廃棄物)と高レベル放射性廃棄物を併置処分することにより、処分場の数を合理化でき、ひいては経済性が向上することが見込まれる。	2.1.2
126	ベントナイト	人工バリア材	モンモリロナイトという粘土鉱物を主成分とする粘土	モンモリロナイトを主成分とし、石英、クリストバライト、沸石、長石などからなる粘土状態物質の材料名。水を含んで膨潤すること、陽イオン交換性を有することを特徴とする。地層処分では緩衝材や処分坑道の埋め戻し材の原料として用いられる。ベントナイトの膨潤により、緩衝材の透水性が低下し、ガラス固化体への地下水の接触を抑制する。また、溶出する核種の移行が遅延され、イオン交換性により核種を収着する。このほか、廃棄体の保持、地下水に対する化学的緩衝性などが期待できる。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
127	崩壊熱		放射性物質は、その性質の応じて $\alpha$ 線や $\beta$ 線を出して別の物質に変わる性質を持っておりこれを崩壊と言っている。前記の放射線は周辺の物質に吸収され熱に変わる。これを崩壊熱と言っている。	使用済燃料は核反応を起こしていなくても、それに含まれる放射性物質の崩壊熱を除去するために冷却し続ける必要がある。特に、原子炉停止からあまり時間が経っていない時期においては多量の放射線を放出する(多量の熱を出す)放射性物質がたくさん残っていることから、その冷却が重要となる。キャスクによる貯蔵ではその冷却が困難であることから、炉から取り出した直後は水プールで冷却される。十分冷えた後、キャスクによる輸送や貯蔵が可能となる。	2.3
128	ホウケイ酸ガラス		ホウ酸とケイ酸を主成分として含むガラス	高レベル放射性廃液のガラス固化に用いられる。化学構造的には、主にケイ酸とホウ酸が網目構造を形成するので、結晶質構造とは違い、イオン半径の異なる多種類の放射性物質が網目の中に入り、均質で安定な一体化した物質となる。	1.3
129	放射化生成物	放射化核分裂生成物	安定核種の原子核に高エネルギーの中性子、陽子、重陽子、アルファ粒子などの核粒子あるいはガンマ線が衝突することにより、核反応が起こり生成される、放射性核種のこと。	使用済燃料の構成材料(ステンレス鋼、ジルカロイ等)に含まれる安定同位体窒素14に使用済燃料から発生する放射線が当たると放射性の炭素14が生成される。この炭素14は廃棄体周辺に配置されたベントナイト等に吸着されにくいことから、使用済燃料の直接処分の評価では、この影響も考慮する必要がある。	2.1.2
130	放射性核種	放射性同位体 放射性同位元素	原子核(核種)の内、安定に存在し得ず、時間とともに放射線を放出しつつ、他の核種に変化(崩壊)していく核種のこと。	地層処分においては、放射性廃棄物に含まれる放射性核種の移行経路を想定したシナリオに基づき、一般公衆が放射性物質から受けると想定される線量を評価することは、処分場の長期的な安全確保の観点から重要。	2.1.2
131	放射性ヨウ素		放射能をもつヨウ素	放射能をもつヨウ素には数種類のものがある。原子力発電所の事故では、ヨウ素131(半減期8.06日)が目される放射性核種であるが、地層処分においてはより寿命の長いヨウ素129(半減期1570万年)が目される。	2.2.1
132	放射線分解		放射線が物質に当たることにより、電子にエネルギーが付加され、結果として、分子レベルで別の物質に変化したり、化学反応を引き起こしたりすること。	地層処分においては、埋設した廃棄体から放出される放射線による水などの放射線分解反応により、その周辺の酸化還元状態が変化し、廃棄体からの放射性物質の漏れ出しに影響を与えることが評価上の問題となる。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
133	放射線防護レベル		放射線防護において用いられる被ばくのレベル。通常は参考レベルを意味する。	地層処分においては、埋設した廃棄体からいずれ漏れ出すであろう放射性物質がやがて人の生活圏に到達し、人の放射線被ばくに寄与するとして被ばく評価をする。この際、国際的な基準を参照しつつ、我が国において、どの程度まで許容するか決めた目安値が放射線防護レベルとなる。処分場の設計に当たっては、この放射線防護レベルを下回るように人工バリアや天然バリアの組み合わせを検討する。	2.1.2
134	膨潤		高分子物質や乾燥した粘土などが水や油といった溶媒を吸収し、体積が膨張すること。	地層処分では、人工バリアを構成する緩衝材が有する特性のこと。緩衝材は天然の粘土(ベントナイト)と砂(ケイ砂)を締め固めて製作し、水を吸収すると膨潤する性質を利用して、オーバパックと周囲の岩盤との間に充填し、地下水による膨潤で隙間を埋め、地下水と放射性物質の移動を遅らせる機能を有している。	2.4
135	保障措置		核不拡散条約(NPT)、IAEA憲章などにに基づき、核燃料物質が核兵器に転用されない様にそれらを封じ込め、監視する枠組みを言う。IAEAにより、この仕組みの指針が提示され、IAEAとの協定を締結した各国がそれを遵守するための国内の仕組みを構築する。	使用済燃料には多量の核燃料物質が含まれることから、地層処分とも言ってもこの保証措置の対象となる。高レベル廃液のガラス固化体の場合は、それに含まれる核燃料物質が極わずかであることから、所定の手続きの後、対象から除外される。	2.1.2
136	マイナーアクチノイド		アクチノイドに属する超ウラン元素のうちプルトニウムを除いたもの	マイナーアクチノイドのうちアメリシウム、キュリウム、ネプツニウムは自然界に存在せず、原子炉内でウラン、プルトニウムから生成され、長寿命の $\alpha$ 線を出し、使用済燃料の直接処分を考える上で大きな問題となる。	1.2
137	無機形態		用語としては生命現象に起因しない化合物の形態と言う意味。炭素を含まないか、もしくは単純な一部の炭素化合物(グラファイト、ダイヤモンド、一酸化炭素、炭酸カルシウム、等々)をいう。	放射性廃棄物処分の観点から有機に言及すると自動的に無機も出てくる。炭素14の収着性能はその化学形態に大きく依存し、一般に無機形態の炭素では収着性が大きく、有機形態の炭素では小さいことが知られている。	2.1.2
138	有機形態		生命現象に起因する化合物の形態と言う意味。炭素や水素を含む化合物の形態(例えばメタン、など)	例えば使用済燃料の直接処分の場合、安全評価では、地下水中に溶け出す炭素14やヨウ素129の化学形態が有機形態が無機形態かで、地中での移行状況が異なる。有機形態の方がより複雑である。	2.1.2

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
139	輸送物		放射性物質などの収納物と輸送のための容器(キャスク)を合わせて輸送物という。	使用済燃料の乾式貯蔵の場合には使用済燃料を含む輸送物を、ほぼそのまま貯蔵することになるので、輸送物として求められる要件に加えて、長期健全性及び貯蔵施設としての安全要件が求められる。	2.3
140	容器ハンドリング		地層処分の対象となる廃棄体、容器を埋設する場所に定置するまで間に取り扱い・移動する方法	地層処分対象の廃棄体は200l、500lドラム缶、キャニスタ、角型容器で重量、放射線量、処分形態に応じて廃棄体パッケージ(容器)に収納され、処分坑道の形状に応じて、フォークリフトやクレーンで持ち運びを行う。	2.1.2
141	余裕深度処分		地下50m～100m程度への放射性廃棄物の処分	低レベル放射性廃棄物のうち、放射性物質濃度の比較的高い廃棄物(L1廃棄物)については、放射性廃棄物に接触する可能性が十分低く余裕を持った深度(地表面下50m～100m程度)への埋設が考えられている。これを余裕深度処分という。	1.3
142	力学的化学的に安定		高い圧力に耐えられる、崩れにくいといった力学的な安定性と、熱分解しにくい、他の物質と反応しにくいといった化学的安定性を併せ持つこと。	放射性廃棄物処分地下施設に求められる設計要件のひとつ。トンネル掘削において容易に崩落しない頑強な岩質であると共に、掘削により流れ込む空気や埋設する廃棄体やその周りに定置する緩衝材と容易に反応しない化学的安定性が求められる。	2.1.2
143	リサイクル方式		使用済燃料を再処理することで、核反応に有害な核種を取り除き、有用な核燃料物質をリサイクルする方式	リサイクル方式では、使用済燃料からウラン、プルトニウムを回収することから、地層処分場に持ち込む廃棄体はよりコンパクトになり、発熱量も小さくなる。このため、処分場の設計がかなり楽になる。また、取り出された核燃料物質は原子炉で使用できるので資源が乏しい我が国に向けた仕組みと言える。。	2.2.1
144	リスク		ある行動に伴って、危険に遭う可能性や損をする可能性を意味する概念。語源は有る利益の獲得をめざす際に、それに付随して現れる可能性のある危険性を意味している。	「リスク」という用語も専門分野によって意味が異なる。例えば、原子力発電所の安全設計ではPRAで求められる事故確率と影響度の積をリスクと言う。地層処分においても同様。また社会科学の世界では人による制御が可能な危険性をリスクと呼ぶ。	1.2
145	臨界		核分裂連鎖反応が持続し大量の熱と放射線が放出される状態を意味する。	使用済燃料の直接処分では重要な評価項目の一つとなる。核燃料物質を取り除いた高レベル廃液のガラス固化体でも留意すべきである。	2.1.2
146	臨界安全解析		核燃料施設が臨界にならないことを計算コードを用いて解析すること	原子炉以外で核燃料を取り扱う施設では、工程内において臨界とならない様、臨界安全性の評価に基づいた設計が行われる。	1.3

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
147	冷却材	減速材	核燃料が発生する熱を取り除くために用いられるもの	軽水炉では普通の水が使われる。高速増殖炉では中性子を減速しにくいナトリウムなどの液体金属が用いられる。	1.3
148	レジリエント→レジリエンス		回復力、抵抗力のある、と一体意味。ぜい弱性性の反対の概念。心理学、生態学、社会学、経済学で使われる。	外的ショックを、しなやかに受け止め、仮に被害を受けても、致命的な傷を負わない強靭性を持つ社会、システム、組織の特性をいう。	3.2
149	レファレンスケース	現行対策推進ケース、追加対策ケース、技術進展ケース	放射性廃棄物処分の安全評価で基本シナリオの評価を考える上で中心となるケース	第2次取りまとめでは、レファレンスケースとは、埋設してから1000年後に、腐食によりオーバーパックの機能が損なわれて、地下水とガラス固化体が接触し徐々に放射性物質が溶け出し、人間の生活環境に達することが想定されている。なお、地質環境は現状のまま変化しないことが仮定されている他、ガラス固化体を封入しているステンレス容器は評価上考慮されていない。	2.1.2
150	レベル1PSA		原子炉施設の確率論的安全評価(PSA)の分類の一つ。プラントの設計、運転を分析し、炉心損傷に至るシーケンスを同定し、その発生頻度(CDF; 炉心損傷頻度)を求める。	原子力施設において、機器故障・運転誤操作等の内的事象や地震・火災・浸水・飛来物等の外的事象によって起こる重大事故(炉心損傷)の発生頻度を評価する。	1.2
151	レベル2PSA		レベル1の結果を踏まえ、閉じ込め性能の応答を解析し、格納容器からの放射性物質の漏えい量とその確率(CFF; 格納容器損傷頻度)を求める。	格納容器破損シーケンスの分類を行った上で、レベル1で起こった炉心損傷後の事象進展や放射性物質のふるまいを評価する。	1.2
152	レベル3PSA		レベル2の結果を踏まえ、環境に放出される放射性物質の量とその確率(LRF: 大規模放出頻度)を求める。環境における放射性物質の移行及び一般公衆への健康被害の影響等を評価し、公衆のリスクを求める。	レベル2によってもたらされる環境中への放射性物質の移行や公衆の被ばく線量を評価する。	1.2
153	連絡坑道	処分坑道、主要坑道	主要坑道間を結ぶ坑道のこと。	廃棄体を定置するための坑道を処分坑道といい、その処分坑道の周囲を主要坑道が取り囲んでいる。その主要坑道間を結ぶ坑道を連絡坑道と呼ぶ。	2.4

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
154	六ヶ所再処理工場	RRP	日本原燃(株)が所有する我が国初の商用再処理工場	日本原燃サービス(現、日本原燃)は、フランスのUP3再処理工場の設計を基に、国内外の最新の技術を採用して六ヶ所再処理工場の設計を行い、1989年、事業指定を国に申請し安全審査を経て、1992年に事業指定を受け、1993年に工事を開始した。この再処理工場は、軽水炉使用済燃料を最大800トン・U/年を処理する規模を持つ。機械的前処理とピューレックス法溶媒抽出を主工程とする湿式再処理工場で、現在2014年の本格操業開始を目指している。	1.4
155	ワンススルーサイクル	ワンススルー方式	使用済燃料に含まれる多量の核燃料物質を利用することなく、直接処分する方式	原子炉の燃料としては有用な核燃料物質は、地層処分においては保障措置上の問題も含めて、取扱いや安全評価に慎重な考慮が必要な物質である。なお、ワンススルー方式は、リサイクル方式と比較して、天然ウラン1トンからの電気発生量や単位電気エネルギーあたりの廃棄物毒性の観点からは不利であるが、経済性に関し僅かに有利と言われる。	3.2
156	過酷事故、過酷事象		原子力関連施設に関する大規模事故	予め想定していた「設計基準事故」を大きく超える事故となり、原子炉の中の核燃料の冷却や制御が不可能になり、炉心が重大な損傷を受け、内包される放射性物質が生活環境に大量に放出されるような事象を指す。旧ソ連のチェルノブイリ、米国のスリーマイルアイランド、日本の福島第一原発の事故例が該当するとされる。	3.2
157	蓋然性		ある事柄が起こる確実性や、ある事柄が真実として認められる確実性の度合い、確からしさ。これを数量化したものが確率である。	地層処分においては、技術実証が現実的に不可能であることから、「可能性」としてリスクが提示されるが、一般人にはそれがどの程度蓋然性があるのか(確からしいのか)は直感的には理解できない。この点が地層処分技術に対するリテラシー向上の壁となっている。	2.2.2
158	拡大結論		申告されたされた通りの活動であることが検認され、それ以外に未申告の原子力活動や核物質が存在しないと結論	国際的な合意の下で使用済燃料直接処分を行うには、少なくとも、IAEAから拡大結論を得、統合保障措置に移行していることが条件の一つとなるのではないかと推定される。	2.1.1
159	核セキュリティ		テロリスト等により、核物質や放射線源の悪用が現実のものとならないよう採られる防護措置のこと。	地層処分においては、ガラス固化体であっても使用済燃料集合体そのものであっても、核セキュリティの概念は適用される。ただし、使用済燃料はプルトニウムを内包する故にその防護はより強固なものが要求される。	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
160	核不拡散	保障措置	核不拡散は、兵器を保有する国(又はグループ等)を増やさず、また核兵器を保有している国は、核兵器の量の増加の抑制及び減らすことである。	使用済燃料直接処分においては原子炉級とはいえプルトニウムを内包することから、深地層中に埋設したとしても核不拡散上の手立てを求められる。	2.1.1
161	核物質防護	核セキュリティ フィジカル・プロテクション	核物質を盗もうとする者や、原子力施設や核物質輸送を破壊や妨害しようとする者から核物質や施設を守ること。	使用済燃料の処分場からの使用済燃料の回収・盗取行為を防ぐための一連の措置。	2.1.1
162	確率分布		確率変数の確率分布とは、確率変数の各々の値に対して、その起こりやすさを記述したものである。	処分技術においては、埋設後に廃棄物の周辺で起こりうる様々な事象の起こりやすさを表す指標として取り扱われる。	2.2.2
163	経路依存的現実		最初の経験が、環境で変わったとしても後の行動に影響を与えることを経路依存性という	全量再処理とガラス固化体処分という政策やそれによって形成された社会状況という経路依存的現実があり、ガラス固化体と使用済燃料の処分問題は狭い意味での技術的な評価や判断を大きく超える問題であるとされる。	3.1
164	計量・管理システム		保障措置を達成する一手段として原子力事業者が行う核物質の在庫管理システム	IAEA核セキュリティ勧告(INFCIRC/225/rev5)では使用及び貯蔵中の核物質の不法移転に対する措置の要件として計量・管理システムが必要とされ、計量・管理に用いられるコンピュータシステムはサイバー攻撃から防護されるべきとされる。	2.1.1
165	検認		施設における申告核物質の転用や未申告の核物質・活動、及び国全体の核物質・核活動を検査して確認すること。	使用済燃料やガラス固化体に含まれる核物質の量を検査確認すること。	2.1.1
166	原子炉級プルトニウム	兵器級プルトニウム	商用原子炉である軽水炉から得られるプルトニウムのこと。 <sup>240</sup> Puの同位体比は20%以上である。	兵器級プルトニウムに比べて爆発装置の製造が困難。兵器としての信頼性にも欠けるため、原子炉級プルトニウムで核兵器を作るメリットはほとんどないと考えられているものの、核不拡散の観点からは扱いは同等とされている。	2.1.1
167	自己放射線防御能力		その物質から放出される放射線により接近が困難になる能力・特性。	使用済燃料から放出される放射線(主にγ線)により使用済燃料への接近が困難になる特性。炉から取り出し、300年程度経過した使用済燃料では放射線量が大幅に低下するため、この「自己放射線防御能力」が低下し、これに含まれる核燃料物質の転用が懸念されるようになる。	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
168	実効線量限度		実効線量とは、放射線被曝による個人の確率的影響(がん、遺伝的影響)のリスクの程度を表す線量概念である。内部被曝や外部被曝といった異なる形式の被曝を、1つの値でその被曝の程度を表現できる点が特徴である。	放射性廃棄物を地層処分すると廃棄物と地下水の接触により、やがてそれに含まれる放射能が人の生活環境に至り、その時点の人の放射線被ばくに寄与することになる。そこで、処分システムの妥当性を評価する指標として、実行線量限度が用いられる。	2.2.2
169	実在庫検認	在庫量の検認	核燃料物質の実在庫を検認(検査確認)すること、及びその際(棚卸時)の査察。通常1回/年実施される。	使用済燃料の直接処分においては、埋設後も含めて、使用済燃料中のプルトニウム等の核物質が申告通りの場所と形態で存在することを確認すること。	2.1.1
170	接近可能な生物圏		人により利用されあるいは人への到達が可能な地下水、地表水及び海洋資源を含むこれらの環境の要素を一般的に含むもの	IAEAや諸外国では放射性廃棄物処分に関する安全要件が検討されており、生物圏の考え方が示されている。IAEAでは1996年から生物圏モデル・評価(BIOMASS)プログラムが開始され、2003年に放射性廃棄物処分場の長期的安全性評価に適用する「参照生物圏」の構築方法が示されている。	2.2.1
171	設計基礎脅威		仮想敵の種類、人数、能力など現実的・合理的に想定し得る複数の脅威を設定した上で、それらをまとめて一つの設計基礎脅威として策定し、事業者が核物質防護システムを構築する際の設計の基礎とする。	使用済燃料の処分にあたり、IAEAが作成した国際ガイドラインである核物質および原子力施設の防護に関する勧告(INFCIRC/225)に沿って、核テロ等による放射性物質の盗取や処分施設の妨害破壊行為を防止する手立てを設計構築するための想定。	2.1.1
172	属性検認		特定の物体に共通して備わっているとされる性質や特徴の確認を持って、そのものであることを検認すること。例えば、使用済燃料集合体のID番号、使用済燃料ゆえの高い放射線の存在を確認すること等を持って、申告されたものであると認めること。	使用済燃料集合体中の核物質質量を検認する場合など破壊測定が容易ではないものに対して、そこから放出されているγ線や中性子線等を測定してそれが申告されたものであることを確認する方法。使用済燃料については、チェレンコフ光を測定することで申告された核燃料物質について大きな欠損や一部の欠損がないことを確認する検認方法が開発された。	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
173	多重防護		福島第一事故前において、原子力施設特に原子炉の安全確保のために考慮されてきた多重の安全対策をいう。異常の発生防止、事故への拡大の防止、外部への影響の緩和、といった概念で構成される。深層防護と似ているが、事故に至らせないための対策に重点が置かれ過ぎ、「安全神話」を生み出す基になった。	地層処分、特に閉鎖後においては原子炉と異なり動的機器が存在しないことから深層防護の考え方は取り入れにくい。そこで、特に超長期の安全確保策として、処分体の安定化、長期間の腐食環境に耐える容器、容器損傷後の放射能移行の遅延策、といった多重防護の考え方と類似の方策を採ることになる。	2.2.2
174	貯蔵容器の移転		核物質の貯蔵容器を他の場所へ移すこと。	乾式貯蔵施設において、使用済燃料の貯蔵容器を別の場所や他の施設へ移動させること。	2.1.1
175	等級別手法		原子力施設に対する妨害破壊行為に伴い、標的が危険にさらされた場合の潜在的な影響を評価し、これに比例した物理的防護措置を適用すること。	使用済燃料の処分にあたり、IAEAが作成した国際ガイドラインである核物質および原子力施設の防護に関する勧告(INFCIRC/225)に沿って、核テロ等による放射性物質の盗取や処分施設の妨害破壊行為を防止する設計をする際の考え方。使用済燃料直接処分においては、操業開始から埋め戻し完了までの間が特に注意を要する。	2.1.1
176	統合保障措置	包括的保障措置 追加議定書	申告された活動について検認する従来型の保障措置と、未申告活動の有無を確認する新しいタイプの保障措置を統合することで、保障措置業務の合理化を目指す枠組み。異常な活動は無いと認められた国に対して実施される合理化された保障措置のこと。	従来 of 計量管理に基づく保障措置(包括的保障措置)を基本としつつ、新たな保障措置(追加議定書)を単純に強化するだけではなく、保障措置の効果をあげるとともに、両者を一体不可分の保障措置として構築しようとするものである。従来 of 保障措置活動との重複を回避するために、これまで実施されていた包括的保障措置協定に基づく保障措置活動が緩和される。	2.1.1
177	負の決定的評価(ステイグマ)		他者や社会集団によって個人に押しつけられた負の烙印でネガティブなレッテル	全量再処理とガラス固化体処分という従来 of 原子力政策が福島事故により信頼できないアクター(原子力村)によって形成され維持されてきたという誤った方針(負の決定的評価)であるという認識が社会に広まったことが、使用済燃料の直接処分という代替案が浮上した考えることもできる。	3.1
178	封じ込め/監視		核物質が密かに移動されていないことを確認するため核物質が入れられた容器等に「封印」を取付け、また、監視カメラ等により、常時核物質の移動を監視をすること。	使用済燃料直接処分を行う場合、地層処分場の地上施設については従来 of 保障措置手法が適用されるが、地下施設については、封じ込め監視を基本とした手法に基づく、新たな技術開発が必要となっている	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
179	物理的防護システム		悪意のある行為の完遂を防止しようとする統合された一連の物理的防護措置。	使用済燃料の処分にあたり、IAEAが作成した国際ガイドラインである核物質および原子力施設の防護に関する勧告(INFCIRC/225)に沿って、核テロ等による放射性物質の盗取や処分施設の妨害破壊行為を防止する方法の一つ。 アクセス遅延(access delay: 敵対者が原子力施設への侵入に時間を要するように設計された構造物など)は物理的防護システムの一要素である。	2.1.1
180	分配的正義		正義における概念のひとつで、各人に各人のものを配分すること、各人が持つべきものを実際に持つよう働きかけること。	例えば、地層処分も含めて、原子力システム全体の安全を真に確保するためには、限られた資源をどう配分すれば社会全体にとって正義であるか、というようなこと。配分的正義ともいわれるが、全ての当事者が承諾する分配的正義を意義づけるため、権利と義務を割り当て、社会的協働の利益と負担を適切に配分する制度配置をいう。	3.3.1
181	兵器級プルトニウム	原子炉級プルトニウム	プルトニウム239の同位体比が90%以上であるプルトニウムのこと。	軽水炉ではプルトニウム239が90%以上のプルトニウムを製造するのは困難であり、使用済燃料中に含まれるプルトニウムの同位体比はせいぜい60%程度。その上、高いレベルの放射能を持っていることから冷却期間を100年オーダーで確保しない限り核兵器化は簡単ではない。	2.1.1
182	保障措置	核不拡散	ウランやプルトニウムなどの核物質その他の原子力資機材の使用が平和利用に限定され、核兵器等の核爆発装置やその他の軍事目的に転用されていないことや未申告の核物質がないこと、原子力活動が行われていないことを確認するための検認制度である。	ガラス固化体の場合はプルトニウムをほとんど含まないことから固化体とし、IAEAの査察を受けた後は保障措置の対象から外すことができるが、使用済燃料直接処分の場合は、埋設後も保障措置の継続が求められる。	2.1.1
183	保障措置クライテリア		保障措置活動における様々な判断基準やそれを含んだ枠組み	使用済燃料直接処分を実施するに当っては、このクライテリアについてIAEAと合意する必要がある。	2.1.1
184	保障措置に関する知識の継続		核物質がその場所にあることを継続的に確認すること。保障措置の封じ込め/監視手段は知識の連続性を保証することができる。	使用済燃料貯蔵施設において、使用済燃料が所定の場所にあることを継続的に確認し、不正な転用等が無いことを保障するための措置。	2.1.1

No.	用語	類義語または関連する用語	意味	解説又は本報告書における意味あい	抽出原稿
185	保障措置評価		核原子力施設ごとの保障措置クライテリアに基づき設計された施設固有の保障措置手法を用いて、当該施設の保障措置の有効性を評価すること。	我が国では査察を無通告で実施することなどにより査察の回数が削減されることが期待される統合保障措置が2004年から段階的に移行され、保障措置評価についても統合保障措置の考えに沿ったものとなっている。	2.1.1
186	保障措置目的		核物質を検認する活動を通じて、核物質が平和目的だけに利用され、核兵器等に転用されないことを担保すること。	保障措置目的を達成しつつも、評価効率向上の観点から、より柔軟なアプローチとしてIAEAにより国家レベルの保障措置手法(国レベルのアプローチ)が適用されている。特に使用済燃料直接処分の場合、超長期にわたって保障措置目的を達成する必要があり、国レベルの安定した社会の維持が必須要件となる。	2.1.1
187	補完的なアクセス	保障措置	IAEA査察員が①核物質が存在すると申告された施設等に未申告核物質が存在せず、原子力活動が行われていないことを確認する。②IAEAに提供された情報の正確性/完全性に関する疑義を解消し、当該情報の整合性に関する問題を解決する。	使用済燃料直接処分の場合、左記と同様な取扱いが必要となる。	2.1.1
188	包括保障措置	検認	NPT締約国である非核兵器国の平和的な原子力活動に係るすべての核物質を対象として実施する検認制度(査察を含む)。	使用済燃料直接処分の場合はガラス固化体の場合と異なり、これに関わる全ての行為が保障措置の対象となる	2.1.1
189	放射性同位元素	放射性同位体	放射能をもつ同位体元素。法律上は、「リン32、コバルト60等放射線を放出する同位元素及びその化合物並びにこれらの含有物(機器に装備されているこれらのものを含む。)で政令で定めるものをいう。」と定義されている。	2001年9月11日の米国同時多発テロ以降、核物質を用いた核爆発装置だけでなく、放射性同位元素の発散装置(いわゆるダーティボム等)の脅威が懸念されるようになった。このため、それまでは核燃料物質を対象とした核物質防護が求められていたが、近年は放射性同位元素まで含めた「核セキュリティ」が求められている。	2.1.1
190	未申告施設	未申告核物質 未申告活動	IAEAに申告して(届け出て)いない核物質を用いたり、申告していない活動を行っている施設。	IAEAに核物質の使用を届け出していない施設。例えば、直接処分したはずの使用済燃料を回収するために、IAEAに申告することなく、新たな施設を設置することは国レベルの意志があれば不可能ではないと考えられ、この回収用施設が未申告施設に該当することになる。	2.1.1



# 付録 3

「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」

研究専門委員会名簿

平成 24 年 11 月より開始した 5 回の準備会合及び 45 回の委員会に参加した委員及びオブザーバーの一覧を示します。4 年余りにわたる委員会であったことも有り、途中参加された方は勿論のこと、諸般の都合で退任せざるを得なかった方も含まれています。所属等については平成 29 年 3 月末時点としていますが、途中退任された方は退任時点お所属としています。

「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」研究専門委員会  
委員構成

主査	鳥井 弘之	NPO 法人テクノ未来塾
幹事	岸本 洋一郎	—
	諸葛 宗男	NPO 法人パブリックアウトリーチ PONPO
	山本 隆一	(国研) 日本原子力研究開発機構
委員	森 信昭	(一社) 日本内燃力発電設備協会
	河田 東海夫	—
	千崎 雅生	(国研) 日本原子力研究開発機構
	亀井 玄人	(国研) 日本原子力研究開発機構
	大澤 隆康	(国研) 日本原子力研究開発機構
	深澤 哲生	日立 GE ニュークリア・エナジー(株)
	大場 一鋭	三菱マテリアル(株)
	森 行秀	三菱 FBR システムズ(株)
	黒田 一彦	三菱重工業(株)
	八塩 晶子	(株)大林組
	雨宮 清	(株)安藤・間
	植田 浩義	原子力発電環境整備機構
	土屋 智子	NPO 法人 HSE リスク・シーキューブ
	村上 朋子	(財) 日本エネルギー経済研究所
	寿楽 浩太	東京電機大学
	大久保博生	(株)三菱総合研究所
	柳澤 務	(国研) 日本原子力研究開発機構
	石川 博久	(公財) 原子力安全研究協会 (H26 年 5 月より)
	内山 軍蔵	(国研) 日本原子力研究開発機構 (H27 年 5 月まで)
	佐々木憲明	(独) 原子力安全基盤機構 (H26 年 2 月まで)
	久保田和雄	(独) 原子力安全基盤機構 (H26 年 2 月まで)

オブザーバー

村岡 進	原子力規制庁 (平成 25 年 5 月より)
西山 潤	東京工業大学 (H27 年 4 月より)
渡辺 凜	東京大学大学院 (H27 年 4 月より)
蛭沢 重信	(財) エネルギー総合工学研究所 (平成 25 年 8 月まで)

(注) 所属は 2017 年 3 月時点、但し中途退任者の所属は退任時点



# 付録 4

「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」

研究専門委員会

活動記録

平成 24 年 11 月から平成 29 年 3 月までの間の当委員会の活動を示します。

「使用済燃料直接処分に関わる社会環境等」研究専門委員会  
活動実績

1. 準備会合

- |             |             |      |       |
|-------------|-------------|------|-------|
| (1) 第1回準備会合 | 平成24年11月21日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (2) 第2回準備会合 | 平成24年12月19日 | 東京大学 | 小島ホール |
| (3) 第3回準備会合 | 平成25年1月23日  | 東京大学 | 小島ホール |
| (4) 第4回準備会合 | 平成25年2月26日  | 東京大学 | 小島ホール |
| (5) 第5回準備会合 | 平成25年3月21日  | 東京大学 | 小島ホール |

2. 委員会

- |              |             |               |   |
|--------------|-------------|---------------|---|
| (1) 第1回委員会   | 平成25年4月25日  | 東京大学          | 小島ホール                                       |
| (2) 第2回委員会   | 平成25年5月22日  | 東京大学          | 小島ホール (主査による文章力講座、核不拡散・核セキュリティ専門家の専門家講演を含む) |
| (3) 第3回委員会   | 平成25年6月14日  | 東京大学          | 小島ホール                                       |
| (4) 第4回委員会   | 平成25年7月19日  | 東京大学          | 小島ホール (処分技術開発の歴史に関する専門家講演を含む)               |
| (5) 第5回委員会   | 平成25年7月30日  | 東京大学          | 小島ホール (国語の専門家による講演を含む)                      |
| (6) 第6回委員会   | 平成25年8月27日  | 東京大学          | 小島ホール (企業広報経験者の講演を含む)                       |
| (7) 第7回委員会   | 平成25年9月19日  | 東京大学          | 小島ホール                                       |
| (8) 第8回委員会   | 平成25年10月29日 | 東京大学          | 小島ホール (市民との対話活動実践者の講演を含む)                   |
| (9) 第9回委員会   | 平成25年11月21日 | 東京大学          | 山上会館  |
| (10) 第10回委員会 | 平成25年12月24日 | 東京大学          | 山上会館  |
| (11) 第11回委員会 | 平成26年1月23日  | 東京大学          | 山上会館  |
| (12) 第12回委員会 | 平成26年2月25日  | 日本原子力学会事務局会議室 |   |
| (13) 第13回委員会 | 平成26年3月24日  | 日本原子力学会事務局会議室 |   |
| (14) 第14回委員会 | 平成26年5月27日  | 日本原子力学会事務局会議室 |   |
| (15) 第15回委員会 | 平成26年6月20日  | 東京大学          | 山上会館 (政策形成に関わる倫理問題の専門家講演を含む)                |
| (16) 第16回委員会 | 平成26年7月15日  | 日本原子力学会事務局会議室 |   |
| (17) 第17回委員会 | 平成26年8月20日  | 日本原子力学会事務局会議室 |   |
| (18) 第18回委員会 | 平成26年9月30日  | 日本原子力学会事務局会議室 | (処分概念の柔軟性に関する専門家講演を含む)                      |
| (19) 第19回委員会 | 平成26年10月28日 | 東京大学          | 山上会館  |
| (20) 第20回委員会 | 平成26年11月19日 | 東京大学          | 山上会館  |

(21)	第21回委員会	平成26年12月12日	日本原子力学会事務局会議室
(22)	第22回委員会	平成27年1月13日	東京大学 山上会館
(23)	第23回委員会	平成27年2月12日	日本原子力学会事務局会議室
(24)	第24回委員会	平成27年3月18日	東京大学 山上会館
(25)	第25回委員会	平成27年4月20日	日本原子力学会事務局会議室
(26)	第26回委員会	平成27年5月28日	日本原子力学会事務局会議室
(27)	第27回委員会	平成27年6月23日	日本原子力学会事務局会議室
(28)	第28回委員会	平成27年7月29日	日本原子力学会事務局会議室
(29)	第29回委員会	平成27年8月25日	日本原子力学会事務局会議室
(30)	第30回委員会	平成27年10月19日	日本原子力学会事務局会議室
(31)	第31回委員会	平成27年11月17日	(株)日立 本社 第3会議室
(32)	第32回委員会	平成28年1月8日	日本原子力学会事務局会議室
(33)	第33回委員会	平成28年2月16日	日本原子力学会事務局会議室
(34)	第34回委員会	平成28年3月14日	日本原子力学会事務局会議室
(35)	第35回委員会	平成28年5月17日	日本原子力学会事務局会議室
(36)	第36回委員会	平成28年6月28日	日本原子力学会事務局会議室
(37)	第37回委員会	平成28年7月15日	日本原子力学会事務局会議室
(38)	第38回委員会	平成28年8月23日	日本原子力学会事務局会議室
(39)	第39回委員会	平成28年9月16日	日本原子力学会事務局会議室
(40)	第40回委員会	平成28年10月28日	日本原子力学会事務局会議室
(41)	第41回委員会	平成28年11月14日	日本原子力学会事務局会議室
(42)	第42回委員会	平成28年12月16日	日本原子力学会事務局会議室
(43)	第43回委員会	平成29年1月20日	日本原子力学会事務局会議室
(44)	第44回委員会	平成29年2月13日	日本原子力学会事務局会議室
(45)	第45回委員会	平成29年3月13日	日本原子力学会事務局会議室

以上の委員会における議事概要については日本原子力学会ホームページ

([http://www.aesj.or.jp/special/minute/2013/r\\_shiyouzuminenryou2013.pdf](http://www.aesj.or.jp/special/minute/2013/r_shiyouzuminenryou2013.pdf))にて公開されているので参照願いたい。

### 3. その他の会合

(1)	第1回幹事会	平成25年4月16日	東京大学公共政策大学院会議室
(2)	第2回幹事会	平成25年5月22日	東京大学 小島ホール
(3)	2014春の年会企画セッション打合せ	平成26年3月6日	日本原子力学会事務局会議室
(4)	第3回幹事会	平成26年6月20日	東京大学 山上会館談話室
(5)	2014秋の大会企画セッション打ち合わせ	平成26年8月22日	東京大学 610会議室

- (6) 第4回幹事会 平成27年4月9日 東京大学 山上会館談話室
- (7) 第5回幹事会 平成27年7月8日 東京大学 山上会館談話室
- (8) 第6回幹事会 平成28年4月12日 日本原子力学会事務局会議室
- (9) SGTC (サイエンスアゴラ対応タスクチーム) 打合せ  
平成28年6月28日 日本原子力学会事務局会議室
- (10) SGTC 打合せ 平成28年8月23日 日本原子力学会事務局会議室
- (11) SGF (サイエンスアゴラ企画セッションのファシリテーター) 打合せ  
平成28年10月20日 日本原子力学会事務局会議室
- (12) SGF 打合せ 平成28年10月28日 日本原子力学会事務局会議室

#### 4. 委員会外との対話

- (1) 日本原子力学会定期大会での企画セッション
  - ① 2014年日本原子力学会春の年会企画セッション  
「使用済燃料直接処分の課題－異なる分野の専門家の対話から－」
  - ② 2014年日本原子力学会秋の大会企画セッション  
「直接処分の諸課題への対応策 —倫理問題—」  
(柔軟な核燃料サイクル政策に関わる専門家講演を含む)
  - ③ 2015年日本原子力学会春の年会企画セッション「国民的合意への道筋」
  - ④ 2015年日本原子力学会秋の大会企画セッション「若手研究者との対話」
  - ⑤ 2016年日本原子力学会春の年会企画セッション「若手研究者との対話(その2)」
  - ⑥ 2017年日本原子力学会春の年会企画セッション「最終報告書を取りまとめて」
- (2) 2016年サイエンスアゴラにおけるトークセッション  
「10万年間の安全～高レベル放射性廃棄物を考える～」  
(委員会外の学会員の協力も得て、原子力学会有志として提案)

