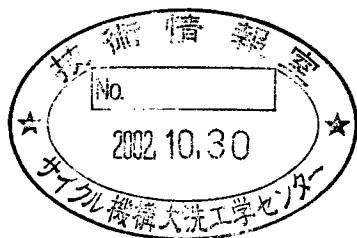


高レベル廃棄物と地層処分の理解促進の ためのPAツールの構築（Ⅱ）

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

1998年12月



株式会社 アイ・ジー・エー・ジャパン

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquires about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
4-49 Muramatsu, Naka-gun, Ibaraki 319-1194,
Japan

1998年12月

高レベル廃棄物と地層処分の理解促進のためのPAツールの構築（II）

根本和泰*，風間武彦*，橋本 韶*，清藤康司*
成 義勝*，野元洋一*，遠藤弘美*，歌田美保*

要 旨

「高レベル廃棄物と地層処分」は、これまで様々な手法や手段が試みられてきたにも係わらず、国民に十分な理解が得られているとは言い難い。しかし、近い将来に高レベル廃棄物の地層処分を控えた我が国にとって、パブリック・アクセプタンス（PA）活動の重要性は、今後ますます高まると予想される。そこで、1997年度調査では、PA・教育手法の現状調査分析に基づいて、一層効果的なPA活動に資する手段を考案し、その概念設計を行った。さらに、設計の有効性を検証するためのプロトタイプ（システムおよびデータ）を作成し、そこで実現すべき機能を明らかにした。

1998年度調査では、さらに「地層処分研究開発・第2次取りまとめ・第1ドラフト」の内容をバックアップするためのシステムおよびデータを作成した。

本報告書は、株式会社アイ・イー・エー・ジャパンが核燃料サイクル開発機構の契約により実施した研究の成果である。

契約番号：100C0115

機構担当部課室および担当者：2000年レポートチーム 情報化グループ

グループリーダー 河本治巳

*：エネルギー環境研究部

JNC TJ1420 98-033
December, 1998

A Construction of PA Tool for Promoting Public Understanding of HLW and Geological Disposal (II)

K.Nemoto*, T.Kazama*, T.Hashimoto*, Y.Seito*,
Y.Nari*, Y.Nomoto*, H.Endo*, M.Utada*

Abstract

"High-level Radioactive Waste (HLW) and Geological Disposal" is a subject which comes to have more and more importance in public acceptance (PA) activities. In PA activities various methods or tools have been tried, however, apparently not with an appreciable effect yet. In this study therefore, based on the survey and analysis of the status of educational methods in PA activities, a more effective tool for those activities was devised and its concept was designed. Moreover, a prototype (data system and sample date) was made up for verifying effectiveness of the concept, and functions to be realized were clarified.

Work performed by IEA of Japan Co., Ltd. Under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC)
Contract No. 100C0115
JNC Liaison:Information Materials Group Geological Isolation Research and Project, Harumi
Komoto
*: Energy and Environment Department

目 次

要 旨

Abstract

1. 本 P A ツールの必要性と目的.....	1
2. 本ツールの特徴.....	3
3. 本ツールのシステムの概念.....	4
4. ハードウェアおよびソフトウェア環境.....	5
5. P A ツール・その 1：使用例.....	8
6. P A ツール・その 2：使用例.....	14
7. 今後の開発・改良プロセス.....	23
8. データファイル	
8. 1 データファイルの構成.....	25
8. 2 高レベル放射性廃棄物の地層処分：第2次取りまとめに向けて.....	33
8. 3 第2次取りまとめに向けて.....	51
8. 4 第2次とりまとめ・第1次ドラフト：導入編.....	68
8. 5 第2次とりまとめ・第1次ドラフト：研究開発編.....	82

1. 本PAツールの必要性と目的

電力の1／3を原子力に依存している我が国にとって、原子力発電によるエネルギー生産に伴って発生する放射性廃棄物の対策は避けることのできない国民的課題であり、関係者による総力を挙げた取り組みがなされている。こうした中、核燃料サイクル開発機構は、日本において高レベル放射性廃棄物（HLW）の地層処分が安全に実施できることを科学的・技術的に明らかにすることを目標として地層処分研究開発に取り組んでいる。そこでは、できるだけ広い地質環境（地層や地下水など）に設置できる多重バリアを対象とし、地質環境を特定することなく地下水に対する多重バリアシステムの性能を明らかにするための研究に重点がおかされている。また、日本の地質環境、火山の噴火や隆起・侵食といった自然現象についても、地層処分の観点から、基本的なデータ・情報を収集・整理している。

一方、HLW処分事業を進めるにあたっては、処分場の確保が重要であるにも関わらず、その解決は大きな課題として残されている。HLW処分場を最終的に自治体に受け入れてもらうためには、その地元住民の理解が必要不可欠であるが、未だ国民のHLWに対する関心は低く、これまで国や電力会社等によって実施してきたHLWに関する広報の効果は十分であったとは言い難い。

平成7年現在、国民の中で自分の自治体が高レベル廃棄物処分場建設のための地質調査の要請を受けた場合に同意すべきであるとする人の割合は3割、自分の自治体が処分場の立地に最適であることが判明した場合に処分場を受け入れる人は15%となっている。HLWについて多少なりとも関心を持つ層（全体の65%）でも、自分の自治体が（高レベル廃棄物処分場建設のための）地質調査の要請を受けた場合に自治体が同意すべきであると回答する人の割合は4割、自分の自治体が処分場の立地に最適であることが判明した場合に処分場を受け入れるとする人は2割弱と低い水準となっている。

このため、HLWの処分問題を解決するためには、HLW処分に関する偏見の無い情報

を積極的に提供し、国民の HLW 処分に対する理解を深めていく必要がある。具体的には、国民に対する十分かつ効果的な HLW 処分に向けた取り組みの情報提供を戦略的に計画し、一定の節目ごとに理解を深めてもらう努力が重要である。ごく近い将来の大きな節目としては、核燃料サイクル開発機構が西暦 2000 年前にまとめることになっている第 2 次技術報告書の発表がある。これは日本の HLW 地層処分の技術的信頼性を明らかにすることを目標とするものであり、それゆえ、国民に同報告書を理解してもらうことが当面の PA・教育活動の第一目標といえよう。そのための有効な手法、特にセミナーや説明会等における手法の確立が待望されている。

こうしたことから、パソコンを活用した平成 9 年度の「高レベル廃棄物と地層処分の理解促進のための PA ツールの構築」の実績に基づき、地層処分研究開発に関する第 2 次技術報告書（「第 2 次とりまとめ」）の理解促進に向けたツールの展開を図るため「第 2 次とりまとめ」の内容をバックアップするデータからなる具体的かつ効果的な PA ツールを構築、運用した。これにより、セミナーや説明会等の準備上の労力とコストを大幅に削減するとともに、対外 PA・教育活動の頻度と質を向上させることとした。

2. 本ツールの特徴

本ツールは、以下のような3つの主要な特徴を有している。

① Q対応に適したビジュアル・ツールである

本ツールは、PCを活用して、画像や音声データをフレキシブルに提示すべく開発されている。PCを直接プロジェクトに連結することにより、従来のOHPのように図表に止まることなく、動画や音声データを自由に活用することができる。また、ビデオ上映とも異なり、個々のテーマ毎に画像・音声データが独立しているため、聴講者からの質問に対しても適宜対応が可能である。マルチ・メディア時代の双方型ツールと言える。

② 進化しうる広報ツールである

【インターネットホームページとの差別化】

本ツールは、対話集会等で直接聴衆に提示するものであるため、発表での質疑応答を通して聴衆の「生」の声を反映することができ、ツールの内容を進化・充実させていくことが可能である。

【パンフレット・ビデオ等との差別化】

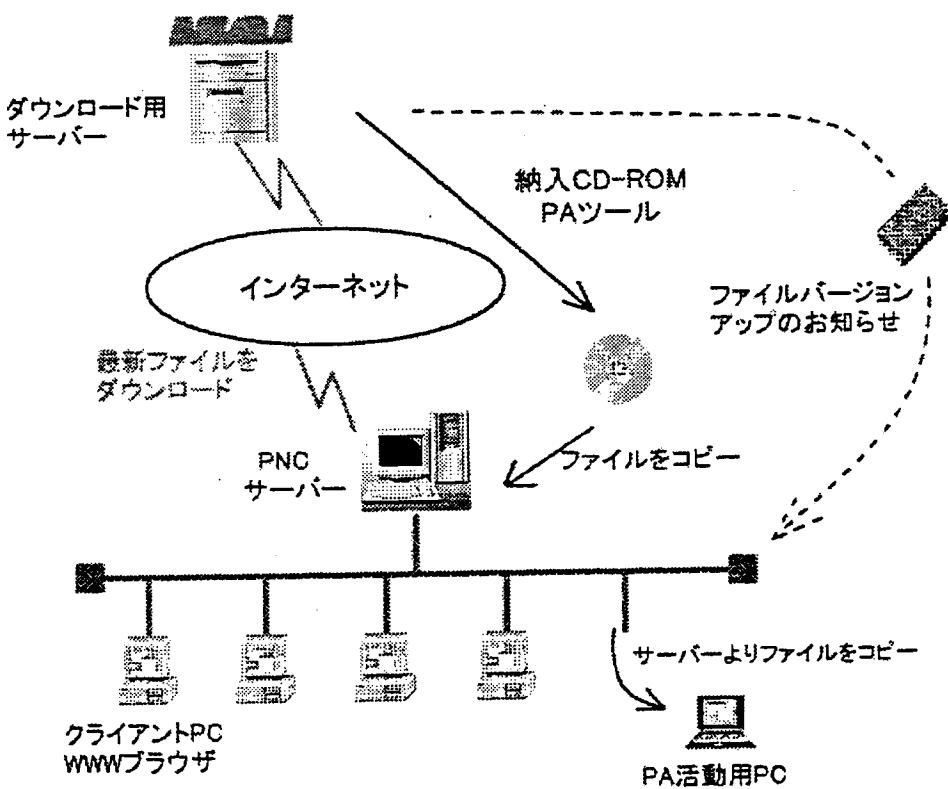
1つの画面（ページ）は、（テキスト、イメージ画像、動画、図表、ビデオのファイル等の）部品の集合体で構成されているため、必要に応じて加筆・修正・変更等の改良が可能である。

③ 可逆性の高い（ターゲット・パライアブルな）ツールである

インターネットホームページでは、情報提供する対象を1つ、例えば一般向けに限定しなければならない。これに対して本ツールは、内容を臨機応変に変えることができるため、プレゼンテーションする対象に合わせたシナリオをあらかじめ複数用意することが可能である。「マスコミ向け」「一般聴衆（大人）向け」「大学生向け」「中小学生向け」など説明対象に応じて異なった説明をすることが可能な汎用プレゼンテーションツールである。

3. 本ツールのシステムの概念

本ツールはハードウェアに対する汎用性が高く、展示館用のデスクトップから講演会用のノート型までと、広範囲のハードウェア環境での使用が可能である。データのインストールや更新はフロッピー・ディスク（FD）やCD-ROM（CD）のような記憶媒体の利用のほか、インターネットを用いたデータ転送も可能である。本ツールの作成・更新システムの概念を以下に示す。



本ツールのシステム概念図

4. ハードウェアおよびソフトウェア環境

(1) ハードウェア

本ツールはハードウェア的にはパーソナルコンピュータ（P C）およびプロジェクタから構成されている。個々のスペックについては、

- ① データを格納する記憶装置に十分な容量と適切なアクセス速度が確保されること
- ② 動画や大容量のグラフィック・ファイルがスムーズに表示できること
- ③ 適切な解像度および表示色数があること

などを基本的な条件として決められている。③に関しては、画像表示領域を可能な限り大きくすることが望ましい。現段階では、普及型の高解度プロジェクタの性能に合わせ、 800×600 ピクセルで製作されている。

(2) ソフトウェア

本ツールでのデータは、インターネットで広く普及している World Wide Web (WWW) に則り、ブラウザ上で表示可能なように、HTML という言語で記述された文書ファイルで構成される。基本的にデータ 1 項目を 1 ファイルにまとめ、図表、写真、動画などのデータファイルにリンクをはっている。

本ツールは最も普及しているインターネット閲覧ソフト（ブラウザ）である Netscape Navigator 上で作動するように構築されている。Internet Explorer 等、他のブラウザでも作動可能であるが、Netscape の使用を推奨している（「(3) ハードウェア・ソフトウェア環境」参照）。

また画像データは、インターネットにおける WWW 上で急速に普及した動画形式であ

る Shockwave で記述されているため、データ表示のためにはブラウザーに Shockwave のプラグインを組み込む必要がある。同ソフトはブラウザーの配布時に添付されているほか、インターネット上で Macromedia 社のホームページ^{注1)} から無償でダウンロードすることができる。

(3) ハードウェア・ソフトウェアの仕様

以上のハードウェア・ソフトウェア要件の元、本ツールは以下の環境で動作するよう構築されている。

a. Windows 環境

- ① Intel486 以上、または Pentium プロセッサ あるいは同等以上の CPU
- ② VGA モニタ (256 色以上)
- ③ マウスまたはポインティングデバイス
- ④ 16MB 以上の空きメモリ (32MB 以上推奨)
- ⑤ 15MB 以上の空き容量があるハードディスク (20MB 以上推奨)
- ⑥ Microsoft Windows 95 日本語版、NT4.0 日本語版またはそれ以降のバージョン
- ⑦ Netscape Navigator3.0、またはそれ以降のバージョン
- ⑧ Shockwave Flash のプラグイン

b. Macintosh 環境

- ① 68040 以上のプロセッサを搭載した Macintosh または Power Macintosh コンピュータ
- ② マウスまたはポインティングデバイス

^{注1)} <http://www.macromedia.com/shockwave/download>

- ③ 11MB 以上の空きメモリ (16MB 以上推奨)
- ④ 15MB 以上の空き容量があるハードディスク (20MB 以上推奨)
- ⑤ 漢字 Talk7.5 またはそれ以降のバージョンの Mac OS
- ⑥ Netscape Navigator3.0、またはそれ以降のバージョン
- ⑦ Shockwave Flash のプラグイン

5. PAツール・その1：使用例

【Windows版 CD-ROM の起動】

このCD-ROMにはShockwave Flash ムービーが収録されている。従って、PCにこれを再生するための ActiveXコントロールをインストールする必要がある。下記の方法にて必ずActiveXコントロールをインストールする。ActiveXコントロールをインストールした後、PNC_PA-TOOL.exeをクリックするとスタートする。

■ActiveXコントロールのインストールの方法（Windows95/98/NT用）

- 1) CD-ROMドライブを選択する。
- 2) CD-ROMドライブのルートディレクトリにある"FlashAXInstall.exe"をダブルクリックするとインストールが開始される。

■起動の仕方（Windows95/98/NT）

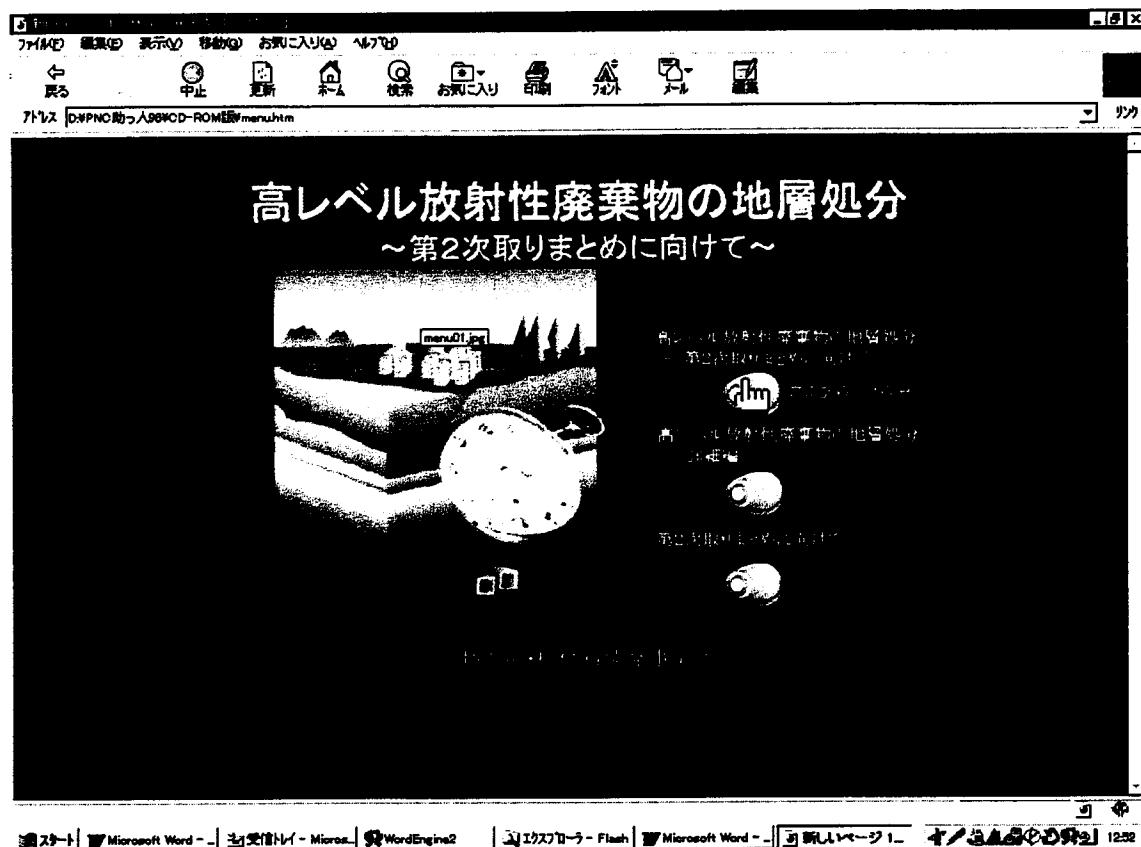
CD-ROMドライブにディスクをセットし、CD-ROMドライブを選択する。
CD-ROMドライブのルートディレクトリにある"PNC_PA-TOOL.exe"をダブルクリックする。

注：画面サイズはS V G A (800×600ピクセル) サイズ、カラーは
High Colorで見ることを推奨。

【MAC版の起動】

- ① Shockwaveのプラグインを組み込んだブラウザ（Netscape Navigator, Communicator）を起動させ、ディレクトリ内にあるtop.htmファイルを読み込む。

【操作：MAC・Windows 版共通】



〔第5. 1図〕メニュー画面

まずメニュー画面が表示され、3つのテーマを選択できる
(緑のボタンをクリックする)。

(1) "高レベル放射性廃棄物の地層処分---第2次取りまとめに向けて"の使い方



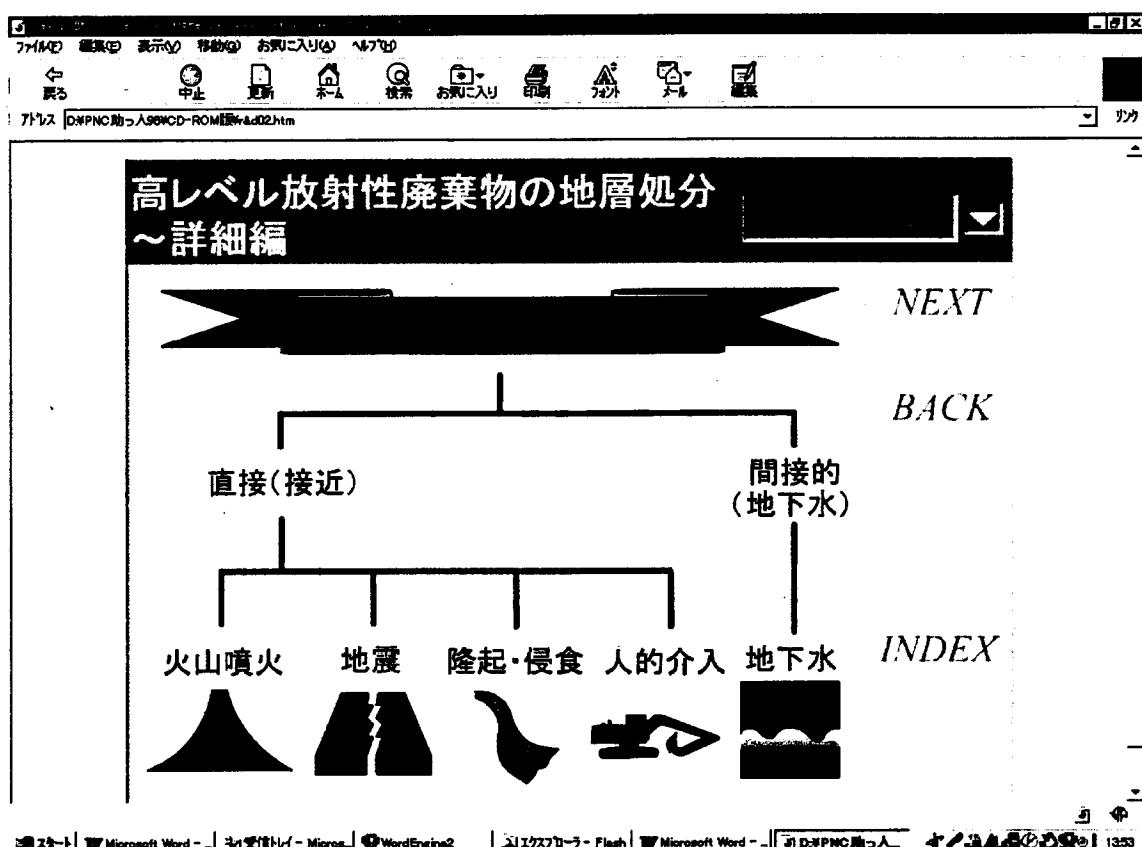
[第5. 2図] 「音声あり」画面

- ① それぞれのコンテンツはナレーションと同時に自動的に再生される。次のコンテンツを見たい場合には「NEXT」ボタンをクリックする。
- ② 今見ているコンテンツをもう一度最初から見たい場合には、アニメーション表示領域の右下にあるボタン「rew」をクリックする。
- ③ 「BACK」ボタンをクリックすると一つ前のコンテンツが再生される。
- ④ 「INDEX」ボタンをクリックするとメニュー画面に戻る。
- ⑤ 終了したい場合は「QUIT」ボタンをクリックする(Windows版)。

注：マシンの環境によっては読み込みに時間がかかる場合がある。

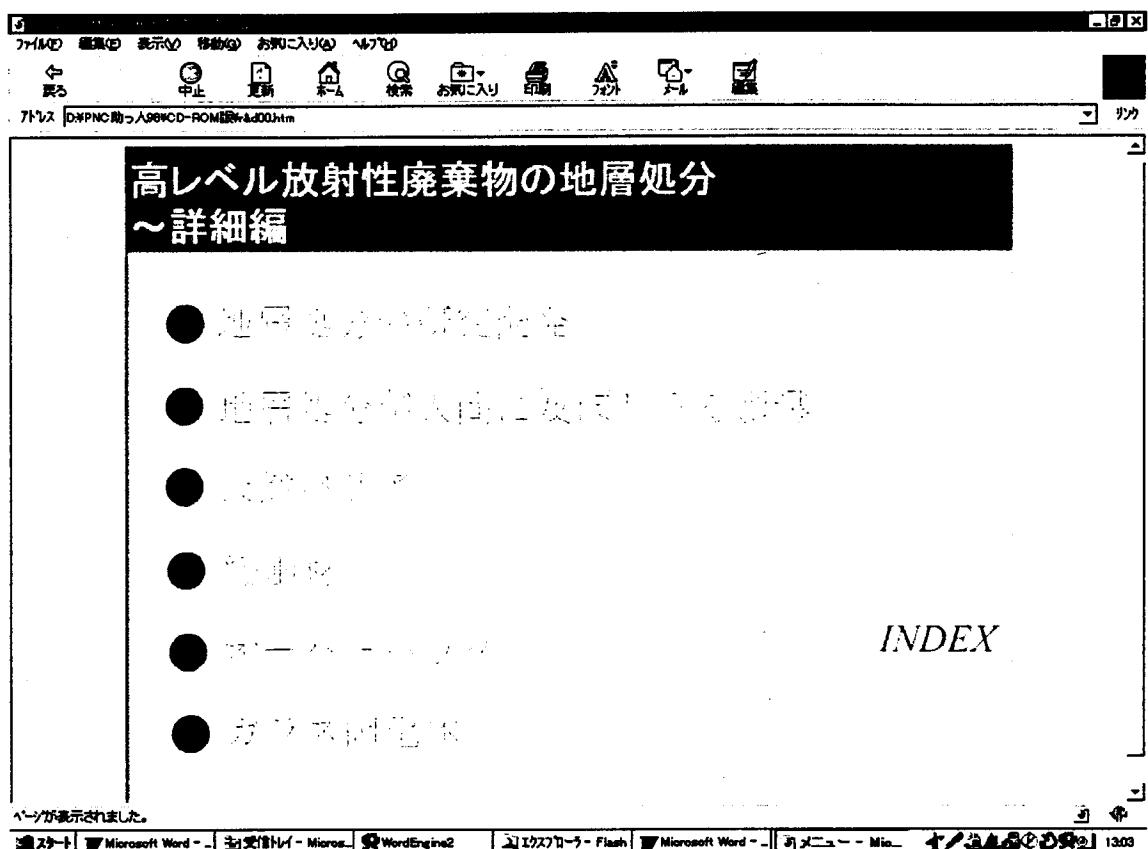
これは各内容に共通する動きである。

(2) "高レベル放射性廃棄物の地層処分...詳細編"の使い方



[第5.3図] 詳細編の画面

- ① それぞれのコンテンツは任意の項目を手動で再生させることができる。画面上の任意のボタンをクリックすることで操作することができる。次のコンテンツを見たい場合は「NEXT」ボタンをクリックして下さい。
- ② 「BACK」ボタンをクリックすると一つ前のコンテンツが再生される。
- ③ 「INDEX」ボタンをクリックするとメニュー画面に戻る。
- ④ 任意のコンテンツを選択して進める形式になっている。
タイトルバーの「コンテンツリストへ▼」をクリックすると、の横にあるスクロールテキストから見たいコンテンツを選ぶことができる。



〔第5. 4図〕 コンテンツリストの画面

リストの中からアクセスしたい項目を選びクリックすればその画面が表示される。

(3) "第2次取りまとめに向けて"の使い方



[第5. 5図] “第2次とりまとめに向けて”の画面

(2) と同様に任意のコンテンツを選択して進める形式になっている。

タイトルバーの横にあるスクロールテキストから見たいコンテンツを選ぶことができる。

6. PAツール・その2：使用例

(1) インストール

本ツールのハードディスクへのインストールは以下の二つの手順にしたがって行う。

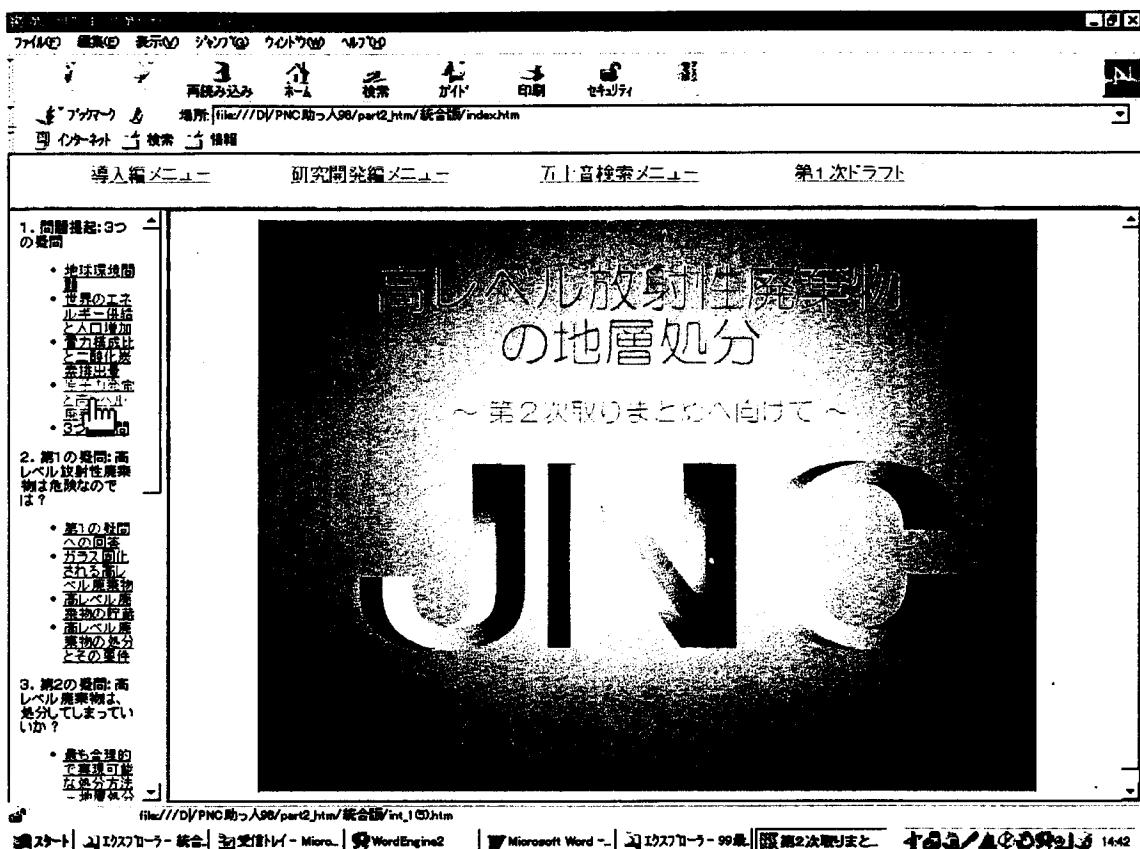
- ① PCハードディスク内に本ツールを格納するためのディレクトリを作成（名称は任意）
- ② 本ツールの収納された記憶媒体（FD、CD等）内のデータファイルを①で作成したディレクトリに全てコピーする

(2) 使用例

本ツールは、WWW閲覧と同じ要領で使用することができる。手順は以下のようになる。

- ① Shockwave のプラグインを組み込んだブラウザ（Netscape Navigator, Communicator）を起動させ、（1）で作成したディレクトリ内にある index.htm ファイルを読み込む。
- ② 画面上で青下線、あるいは記号により明示的に作成されているボタンをマウスクリックすることで次の別のデータを読み込む。ツール内では、画面上部と左側にフレームと称される分割画面が表示され、その中に各項目名を示すボタンが表示されている。必要とされる項目をマウスで選択し、当該データを表示させる。また、画面中央のメインフレーム内では、画像データの動作を制御するボタンが明示される。必要に応じてマウスで選択する。

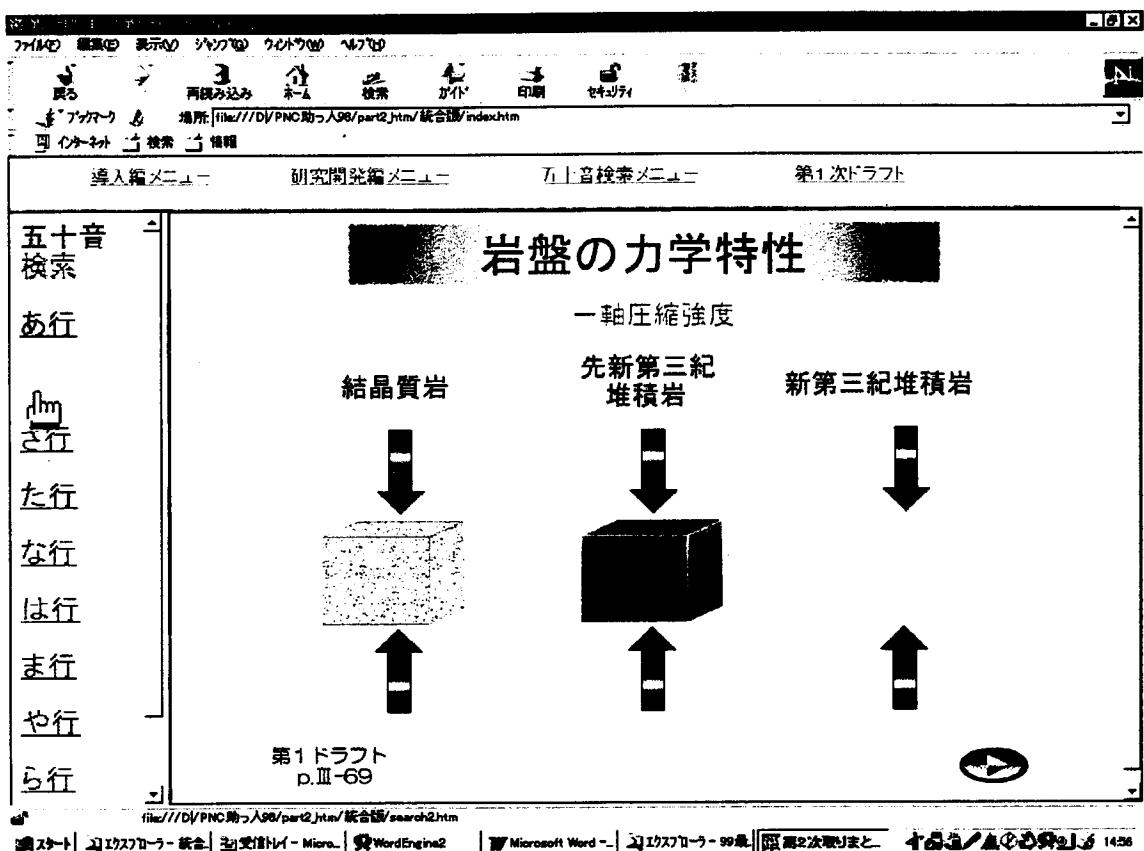
具体的な使用例を〔6. 1図〕～〔6. 8図〕に示す。



[第6. 1図]サブフレームのメニューから必要とするデータ画面を表示させる

PAツールで表示される画面には、常に画像データのメニューがフレーム枠内に表示されている。各項目の上にマウス・ポインタを移動させると、自動的にポインタは手の形に変化する。必要とする項目を選択し、マウスクリックを実行することで目的とするデータ画面を表示させることができる。ここではその例として、「原子力発電と高レベル廃棄物」という項目の画像データを表示させる。

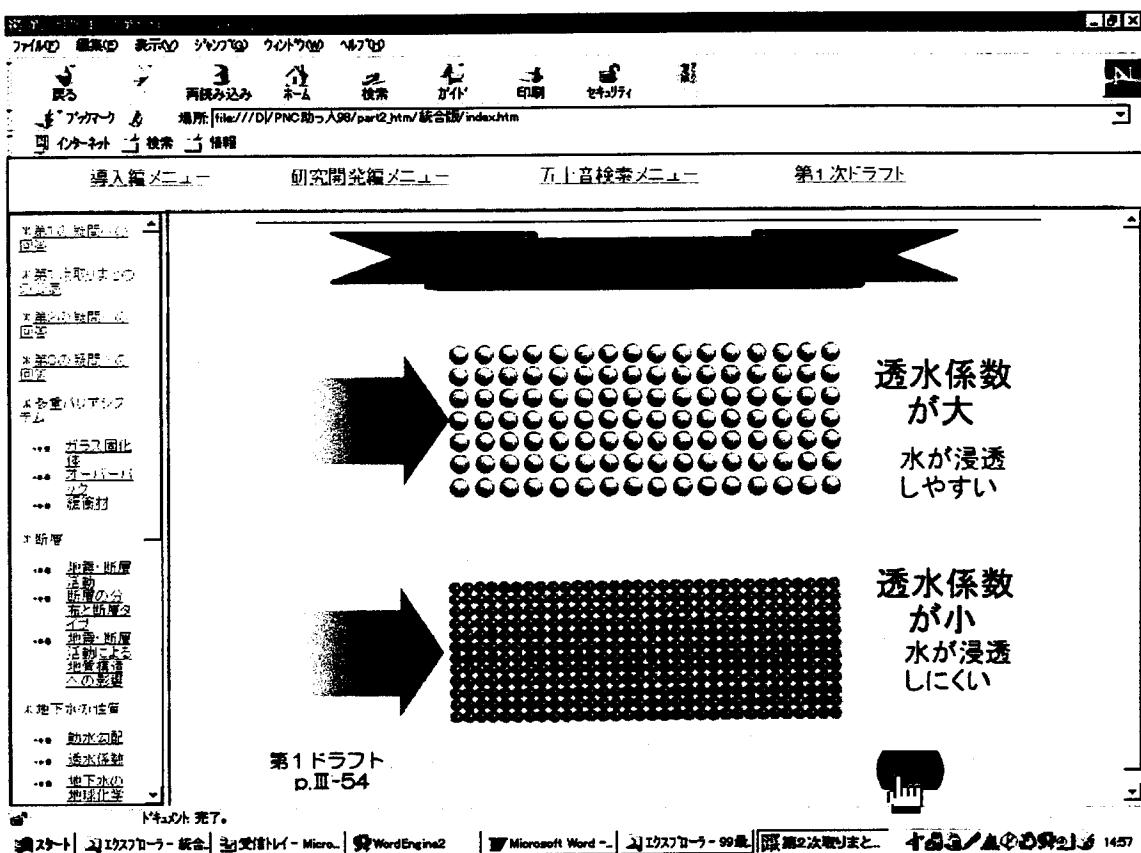
なお、立ち上げ時は、導入編のメニューが左側に表示されているが、上部メニューの「研究開発編メニュー」をクリックすると「研究開発編」のメニュー画面が表示される。



〔第6. 2図〕画面上のメニューから必要なデータ画面を検索・表示させる

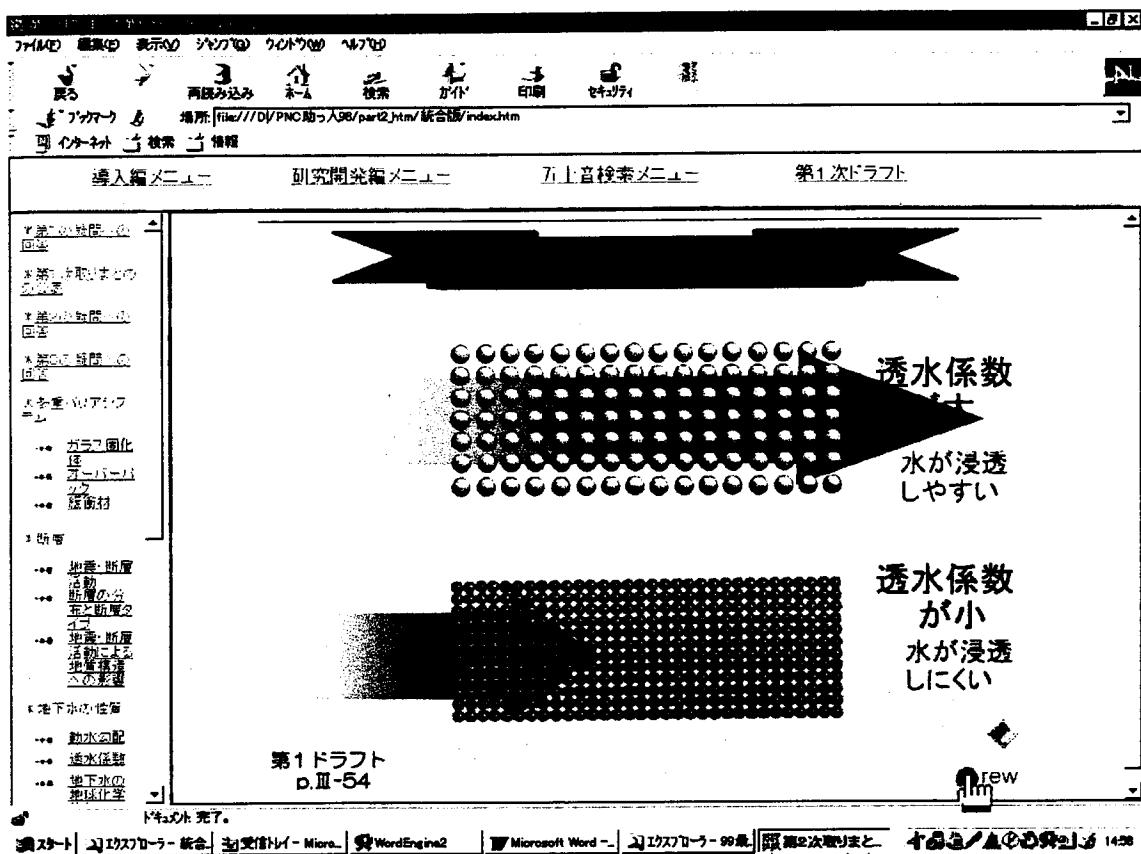
上部枠内の「五十音検索メニュー」を選択してクリックすると、左側に五十音検索メニューが表示される。目的の画面、例えば「岩盤の力学特性」の画面を表示させたい場合は、「か行」をクリックして「か行」のキーワードメニューを表示させ、その中から「岩盤の力学特性」を選択してクリックするとその画面が表示される。

また、「第1ドラフト」を選択してクリックすると「地層処分研究開発 第2次取りまとめ 第1ドラフト」の報告書を表示することができる。



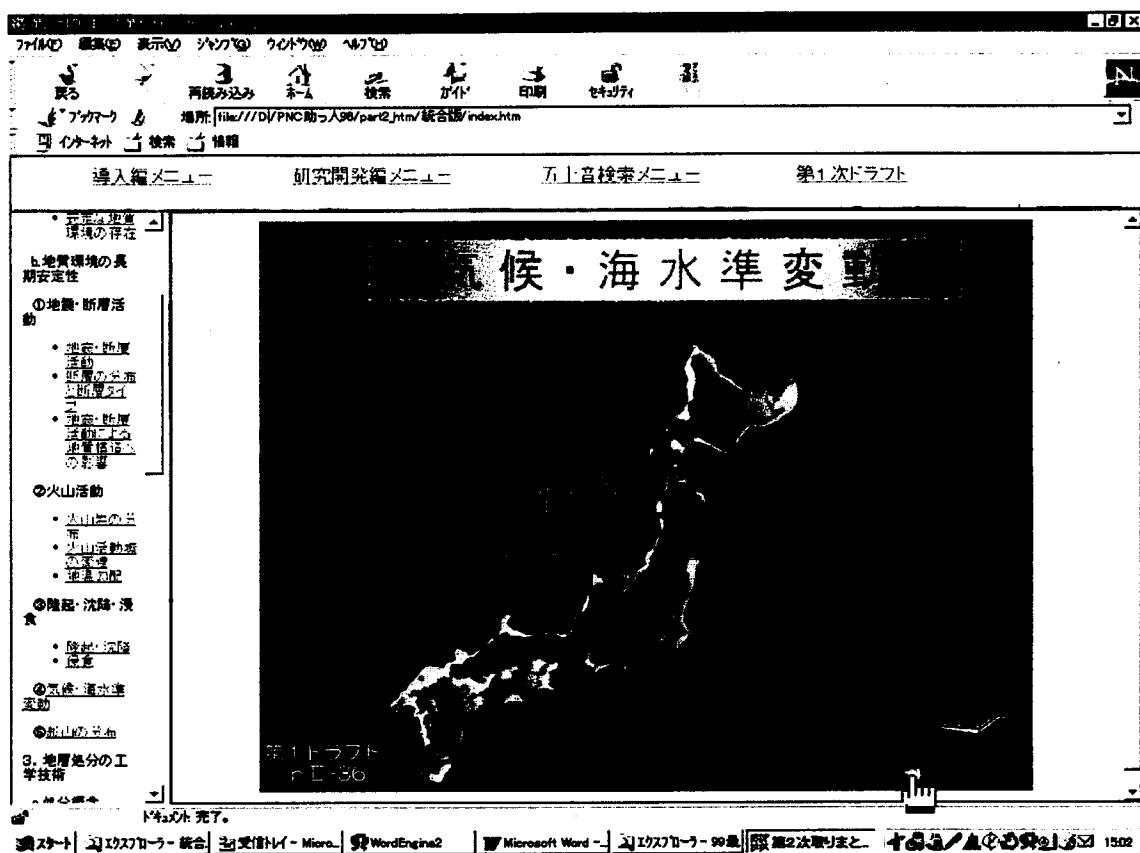
〔第6. 3図〕動画を開始する

再生ボタンの上にマウス・ポインタを移動させる。ポインタはボタン上で自動的に手の形に変化する。左クリックすると動画が始まる。



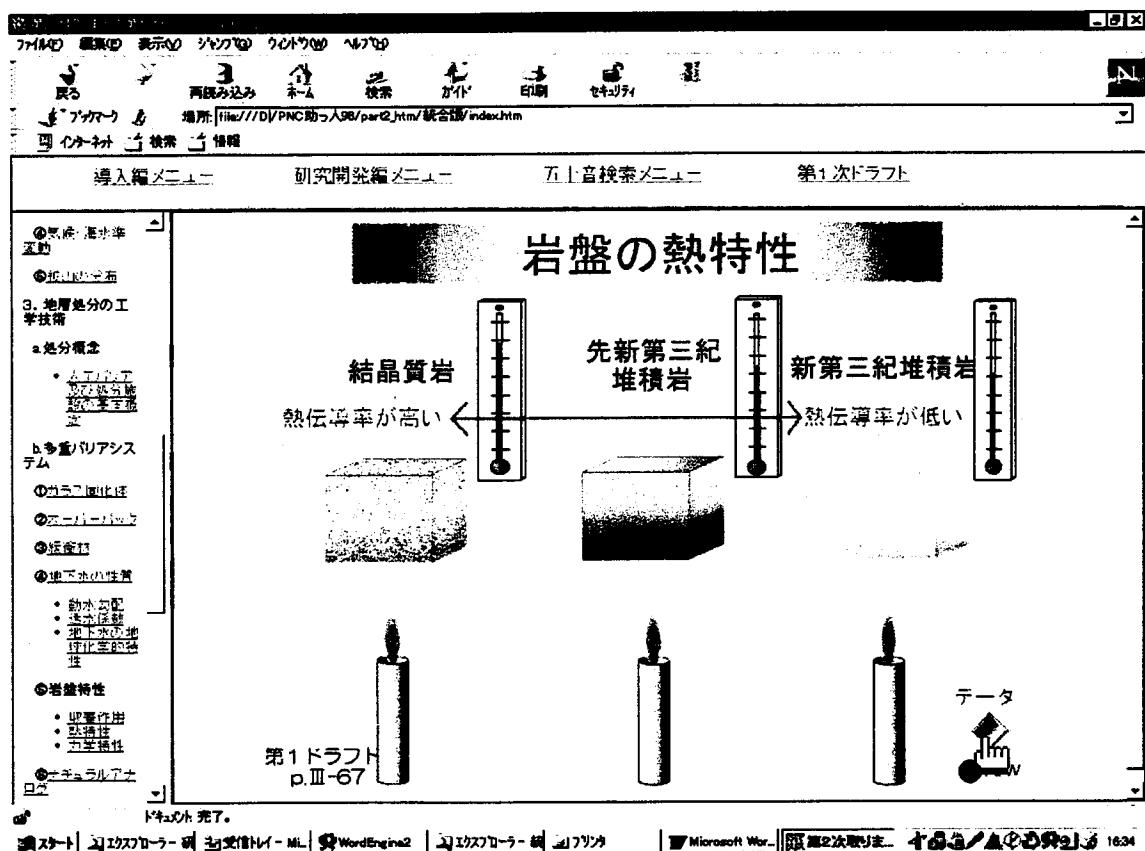
〔第6. 4図〕再生した動画を再生前の初期画面に戻す

巻き戻しボタンの上にマウス・ポインタを移動させる。ポインタはボタン上で自動的に手の形に変化する。左クリックすると再生前の初期画面に戻る。



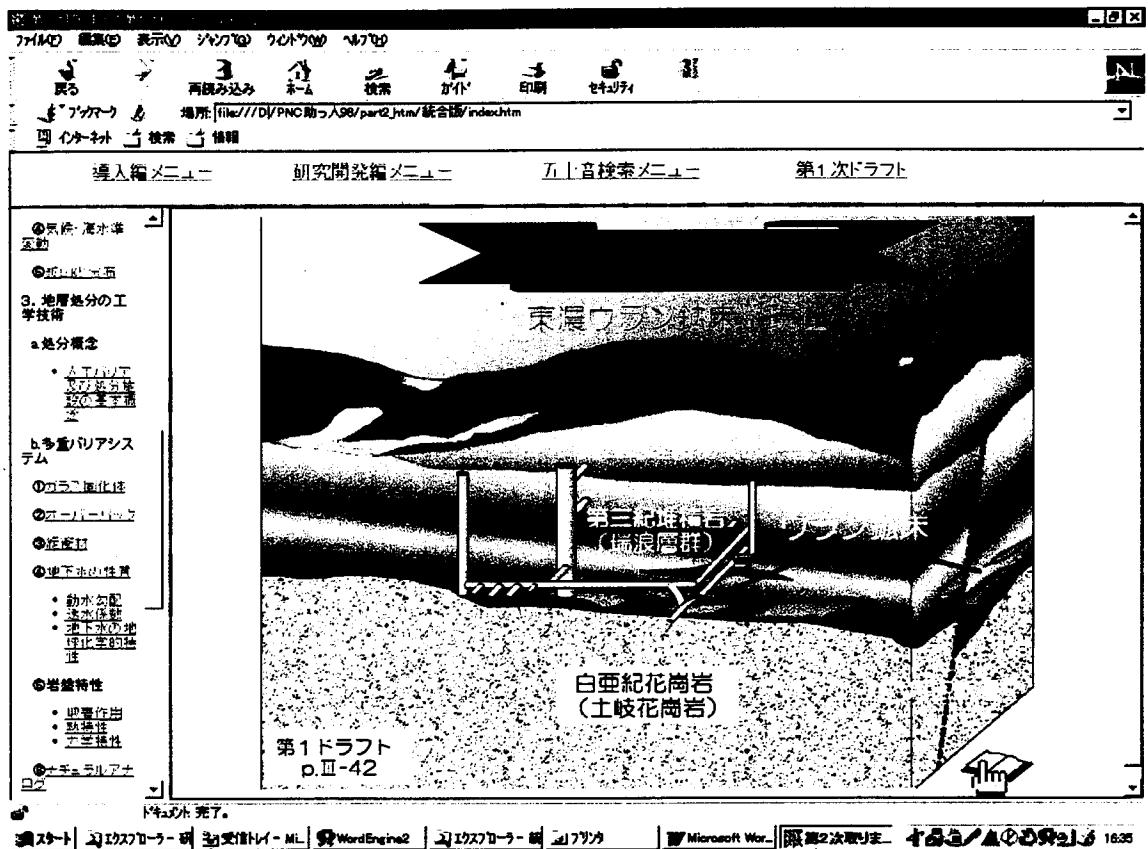
〔第6. 5図〕 一つ前の画面へ戻る

マウス・ポインタを「戻る」のボタンの上に移動させると、ポインタは手の形に変化する。左クリックすると、1つ前の画面が表示される。



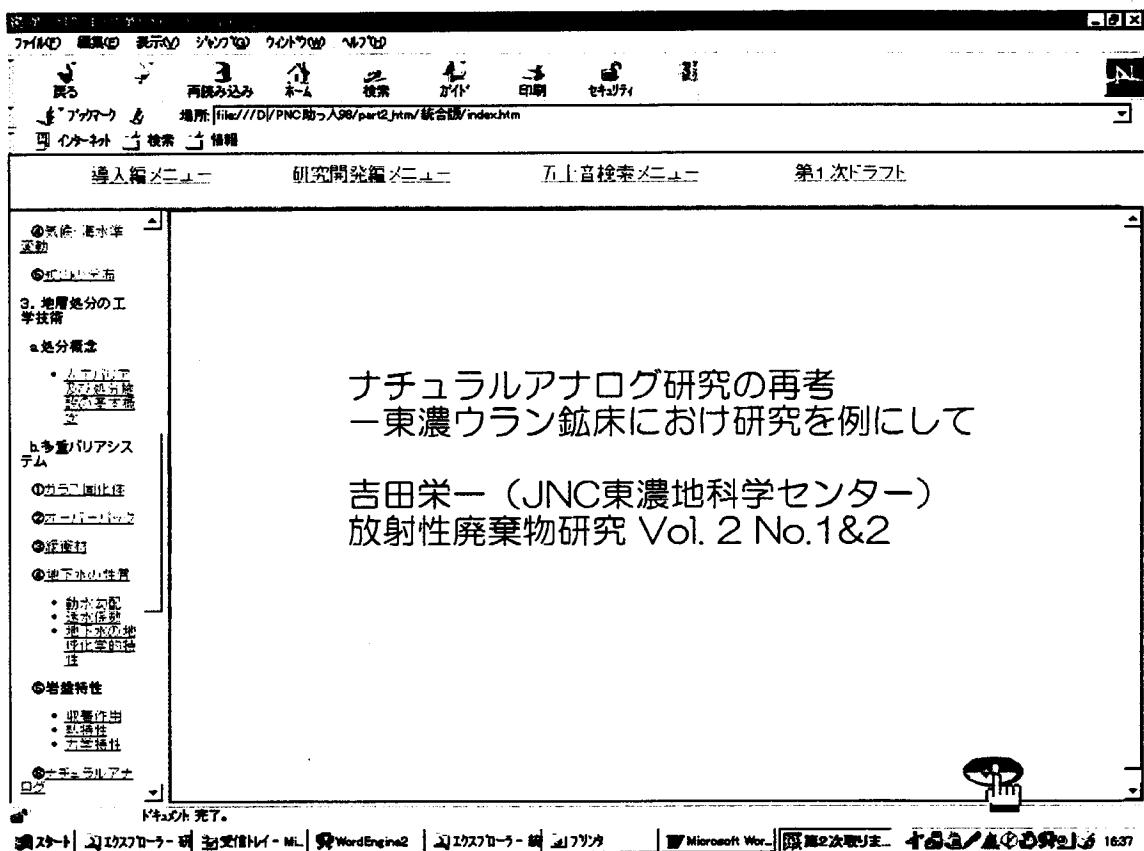
[第6. 6図] 詳細なデータを表示させる

メインボタン以外にも小型のボタンがある場合、そのボタンには詳細データがリンクされている。ボタンの上にマウス・ポインタを移動させるとポインタは手の形に変化する。左クリックすると目的とする詳細データが表示される。



[第6、7図] 実験条件や出典を見る

マウス・ポインタを「本」マークの上に移動し、左クリックする。



〔第6. 8図〕出典の例

「戻る」のボタンを押すと前画面に戻る。

7. 今後の開発・改良プロセス

本プロジェクトにより仕様が具体化されたPAツール・システムの今後の開発、改良について簡単な展望を示す。

本プロジェクトで作成されたデータ構成は、聴衆のターゲットを「ジャーナリスト」や「原子力産業の関係者」という、原子力や地層処分に対する知識の高い層に向けた内容に絞られている。今後はこの対象となる層を、「小中学生」や「高校生」あるいは「主婦層」などへと広めていく必要がある。

また、本プロジェクトで提示したシステムは、その特徴として聴衆からのフィードバックにより改良が積み重ねられていくところに将来への大きな可能性が内蔵されている。したがって、今後の開発はより多くの聴衆からの意見を元に行うことを念頭に置いて進めることが要請される。

実際の作業においては、核燃料サイクル開発機構の発表する各種技術報告書をはじめ、一般向けのパンフレットやインターネットで公開されているホームページ、さらには第2次技術報告書の原案などの情報を元に、最終報告書との整合性を踏まえつつ内容を充実させていかなければならない。今後加速的に提出される第2次技術報告書に関する情報を、迅速かつ正確に本ツールに取り込み、研究の進展状況と方向性を明確化していくことが要求される。

データファイル

8. データファイル

8. 1 データファイルの構成

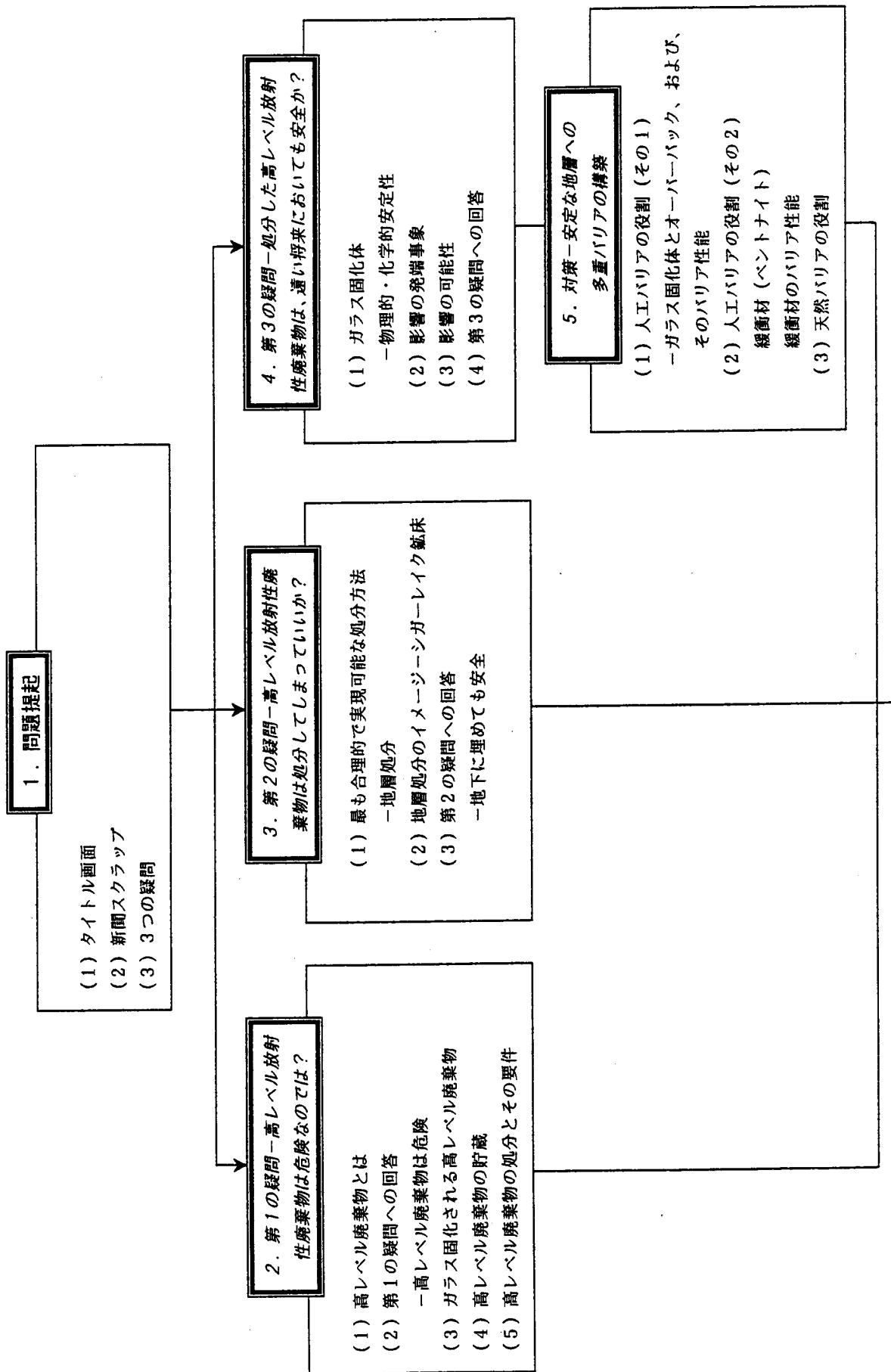
作成したデータファイルは、次の5つから構成されている。

- (1)高レベル放射性廃棄物の地層処分：第2次取りまとめに向けて
- (2)第2次取りまとめに向けて
- (3)高レベル放射性廃棄物の地層処分：研究開発編
- (4)第2次とりまとめ・第1ドラフト：導入編
- (5)第2次とりまとめ・第1ドラフト：研究開発編

(1)から(5)のデータファイルの構成図は次ページ以降に示す。

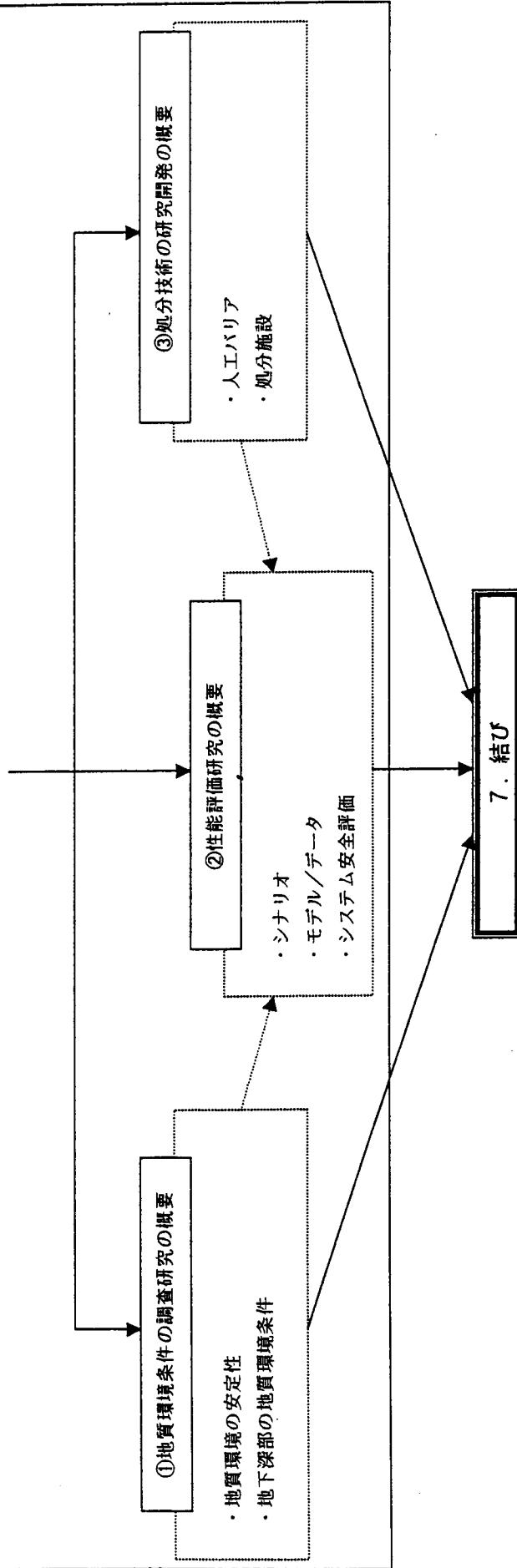
なお、本冊子にはこれら5つのファイルのうち、1997年度事業の内容と重複する(3)のデータは割愛した。

(1)高レベル放射性廃棄物の地層処分：第2次取りまとめに向けて



6. 動燃の地層処分研究開発「第1次取りまとめ」から「第2次取りまとめ」へ

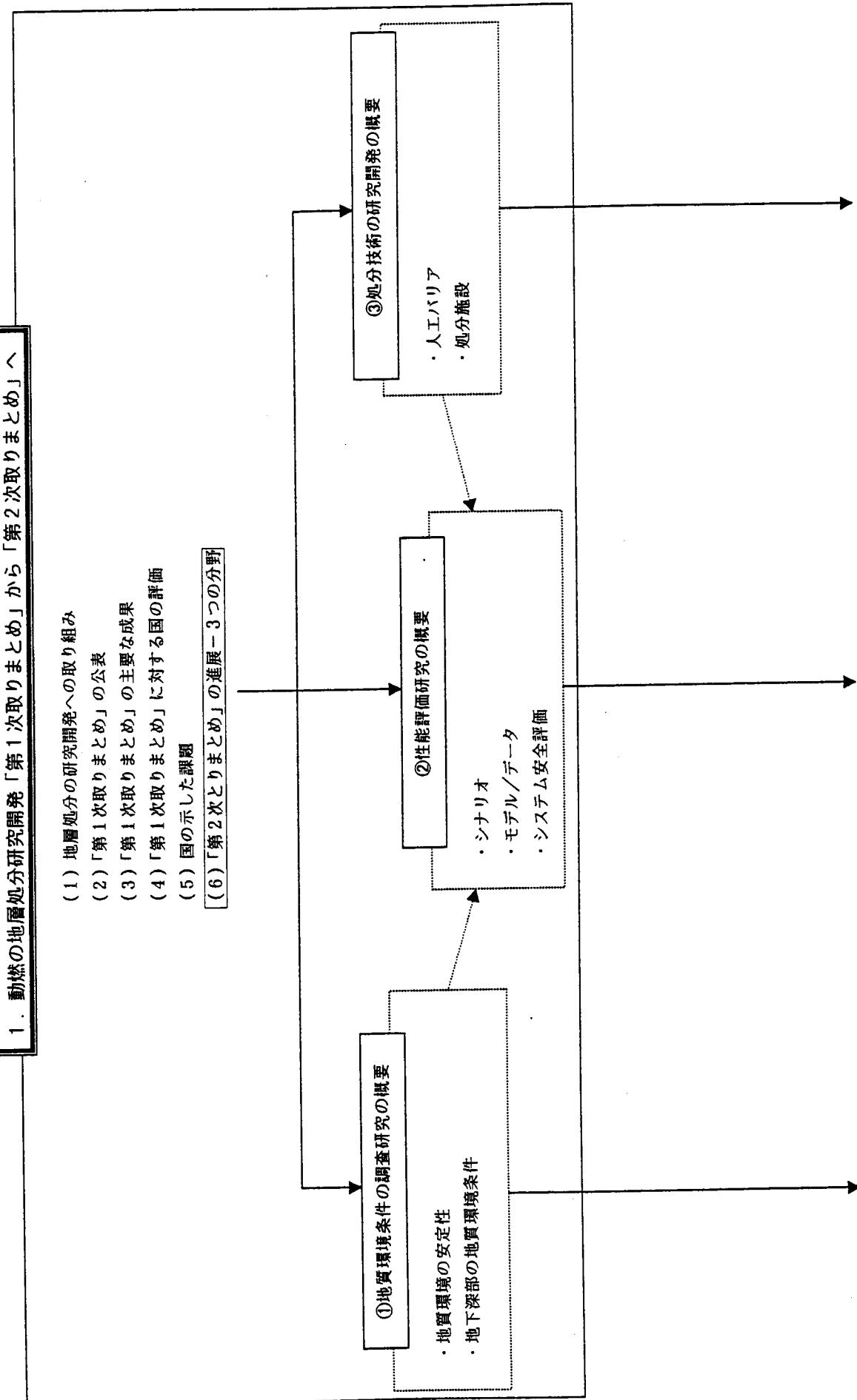
- (1) 地層処分の研究開発への取り組み
- (2) 「第1次取りまとめ」の公表
- (3) 「第1次取りまとめ」の主要な成果
- (4) 「第1次取りまとめ」に対する国の評価
- (5) 国の示した課題
- (6) 「第2次取りまとめ」の進展－3つの分野

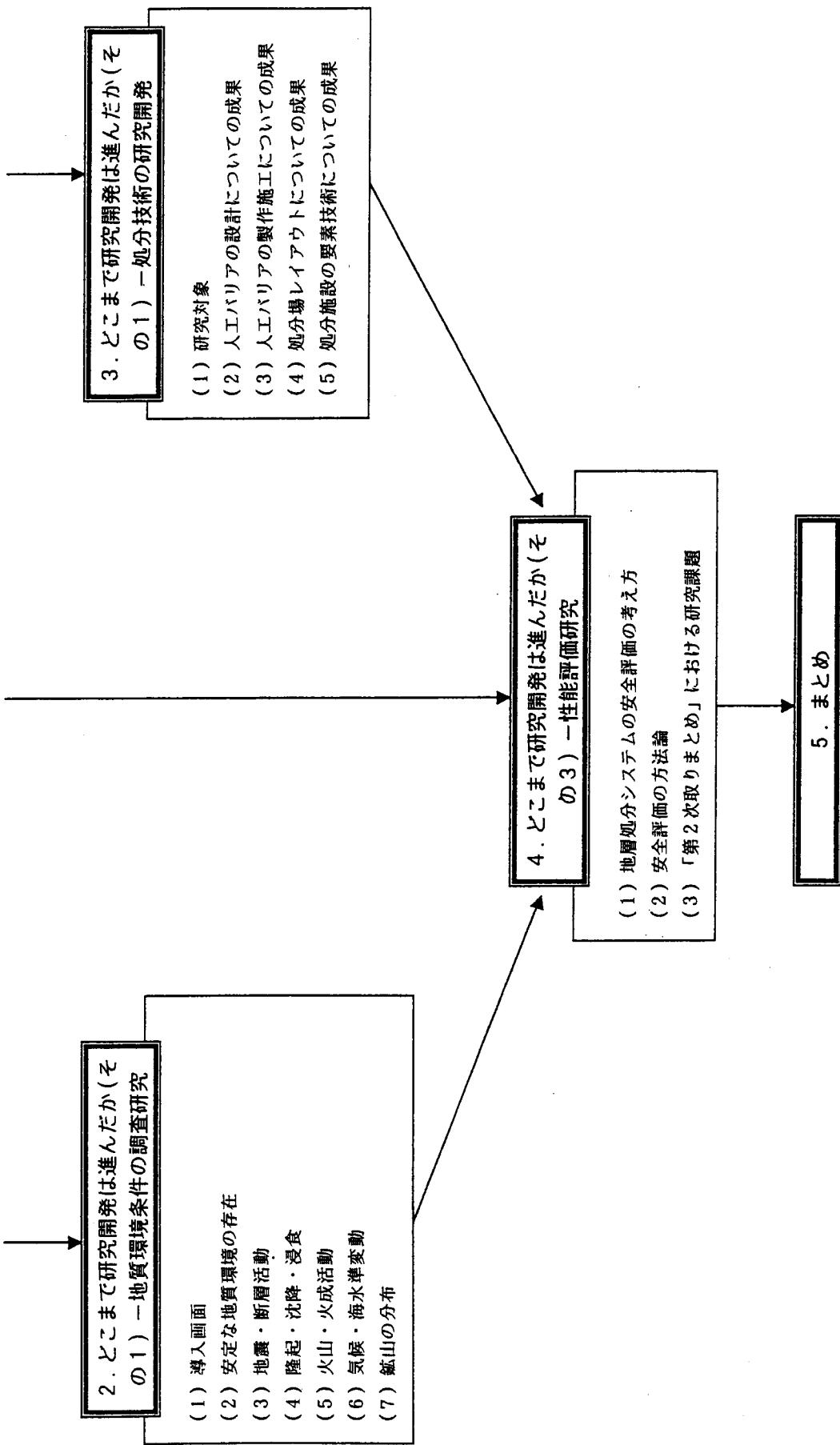


(2) 第2次取りまとめへ向けて

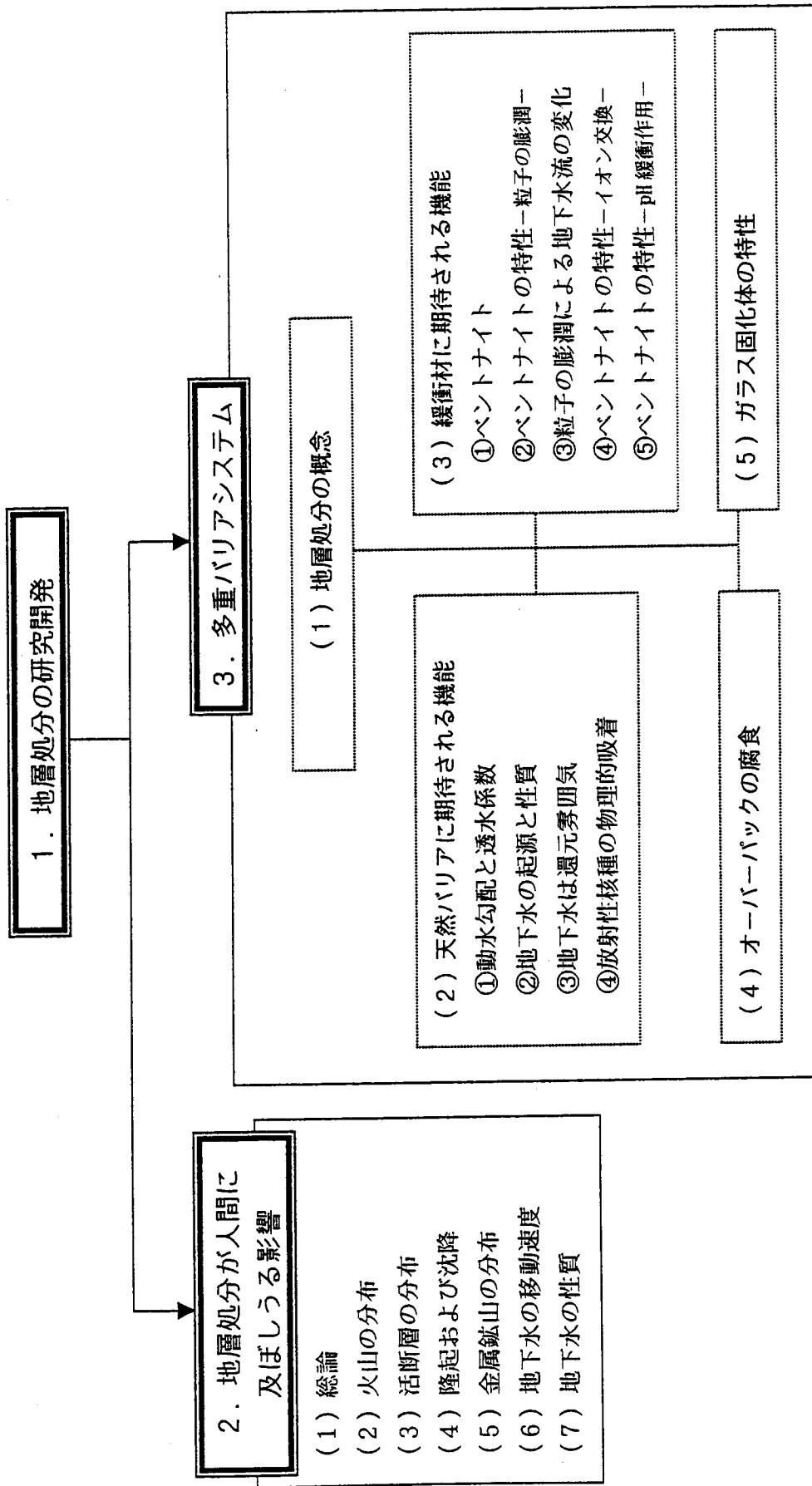
1. 動燃の地層処分研究開発「第1次取りまとめ」から「第2次取りまとめ」へ

- (1) 地層処分の研究開発への取り組み
- (2) 「第1次取りまとめ」の公表
- (3) 「第1次取りまとめ」の主要な成果
- (4) 「第1次取りまとめ」に対する国との評価
- (5) 国の示した課題
- (6) 「第2次取りまとめ」の進展－3つの分野

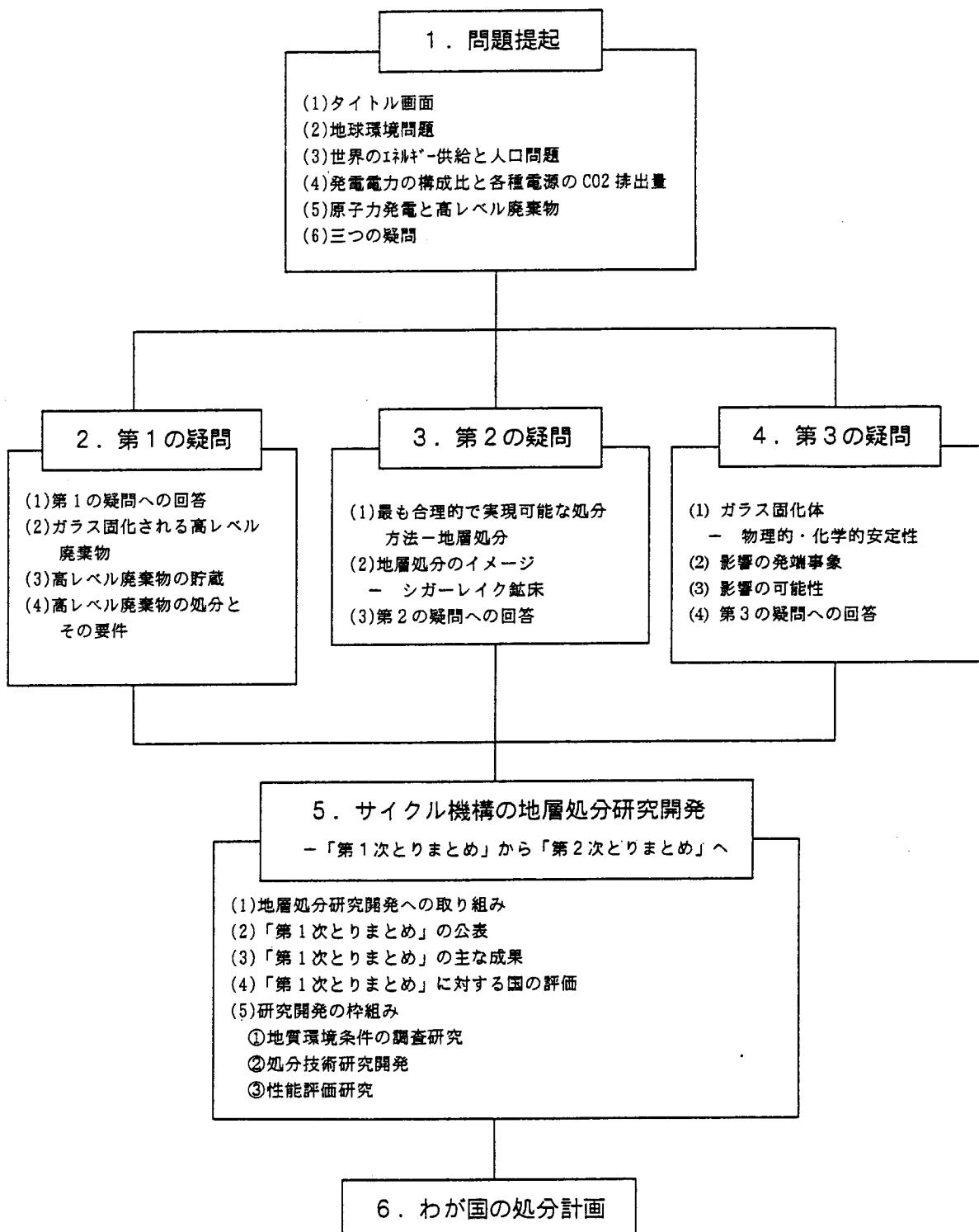




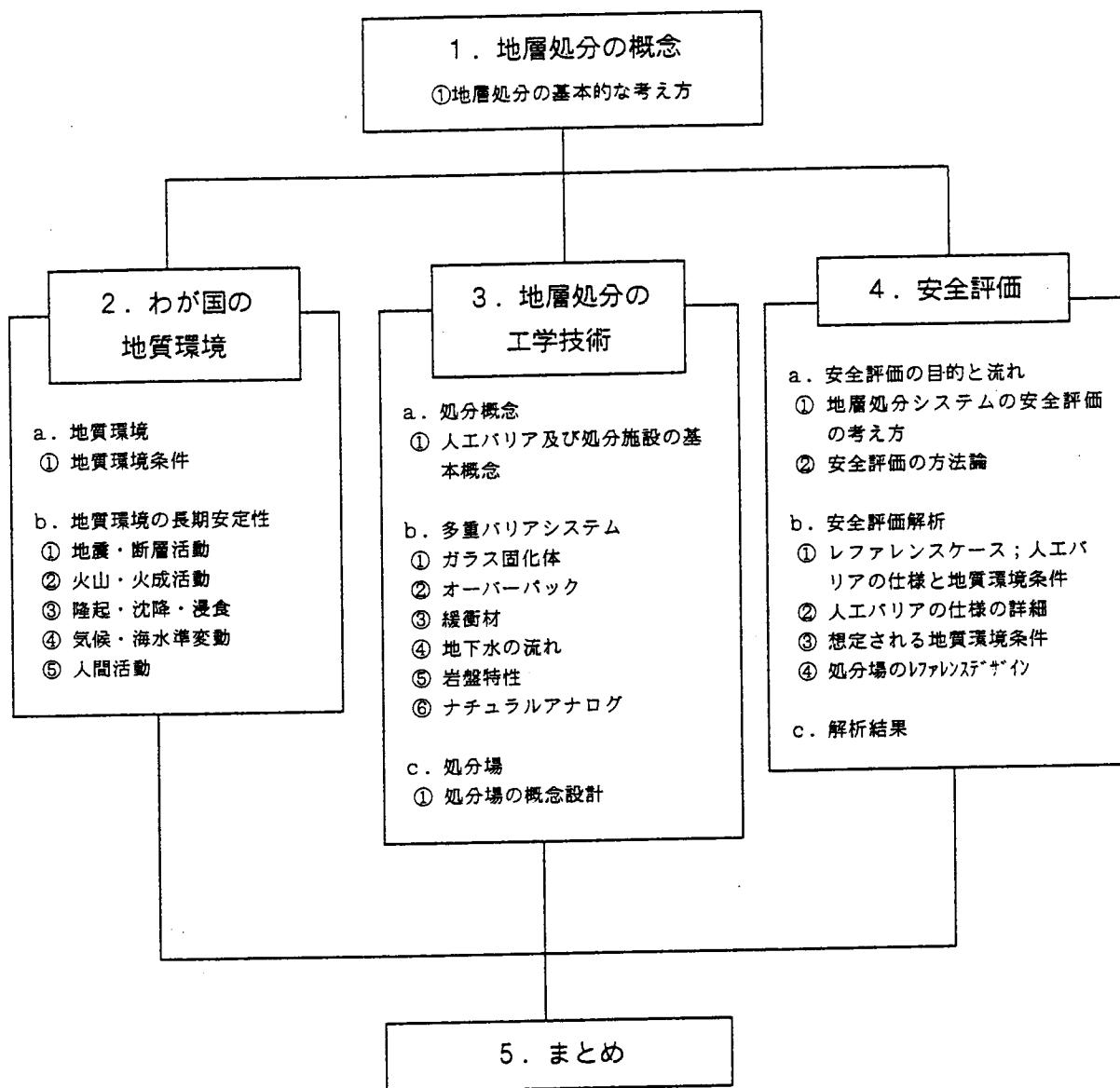
(3)高レベル放射性廃棄物の地層処分：研究開発編



(4)第2次とりまとめ・第1ドラフト：第1部（導入編）



(5)第2次とりまとめ・第1ドラフト：第2部（研究開発編）



8. 2 高レベル放射性廃棄物の地層処分：第2次取りまとめに向けた

<クリック>：マウスクリックで次のシーンへ

狙い・伝えるべきメッセージ	画 面	ナレーション	所要時間
1. 問題提起—三つの疑問			
(1) タイトル画面	<p>「安全性」と「透明性」のイメージを出すため、背景を薄緑色とする。</p>	<p>(タイトル画面) <クリック></p>	秒
(2) 新聞スクラップ	<p>相手の目線に合わせるために、新聞スクラップより入る。</p>	<p>(新聞スクラップ) <クリック></p>	10秒

<p>(3) 三つの疑問</p> <p>「高レベル放射性廃棄物」と聞いてすぐ連想される不安感や疑問をちらで言葉に出して整理してみる。</p>	<p>なかでも、次のような疑問をお持ちの方は多いのではないか。 <クリック>高レベル放射性廃棄物は、危険なのでしょうか？</p> <p>① 高レベル放射性廃棄物は、危険なのは？</p> <p>② 高レベル放射性廃棄物は、処分してしまうといいのか？</p> <p>③ 処分した高レベル放射性廃棄物は、遠い将来においても安全か？</p>	<p>なかでも、次のような疑問をお持ちの方は多いのではないか。 <クリック>高レベル放射性廃棄物は、危険なのでしょうか。 <クリック>高レベル放射性廃棄物は、処分してしまっていいのか？ <クリック>処分した高レベル放射性廃棄物は、遠い将来においても安全か？</p> <p>次いで、きっぱりと「これらの疑問にお答えします」と言い、疑問解消への興味を引きつける。</p>
	<p>なかでも、次のような疑問をお持ちの方は多い ではないでしょうか。 <クリック>高レベル放射性廃棄物は、危険なので しょうか？</p> <p>① 高レベル放射性廃棄物は、危険 なのは？</p> <p>② 高レベル放射性廃棄物は、処分 してしまうといいのか？</p> <p>③ 処分した高レベル放射性廃棄物 は、遠い将来においても安全か？</p>	<p>なかでも、次のような疑問をお持ちの方は多い ではないでしょうか。 <クリック>高レベル放射性廃棄物は、危険なので しょうか。 <クリック>高レベル放射性廃棄物は、処分してし まつていいのか？ <クリック>処分した高レベル放射性廃棄物は、遠 い将来においても安全か？</p> <p>次いで、きっぱりと「これらの 疑問にお答えします」と言い、 疑問解消への興味を引きつける。</p>

2. 第1の疑問 一 高レベル放射性廃棄物は、危険なのでしょう？

(1) 高レベル廃棄物とは

電力というエネルギー生産と引き換えに出てくる廃棄物であることを示す。



40
秒

<クリック>電力というエネルギー生産工場である発電所では、エネルギー生産と引き換えにさまざまな廃棄物を出します。

石油や石炭が燃えることによりエネルギーを出す火力発電では<クリック>二酸化炭素が廃棄物として排出されます。

同様に原子炉でウランを核分裂させる原子力発電では、<クリック>核分裂生成物が高レベル放射性廃棄物として排出されます。

(2) 第1の疑問への回答

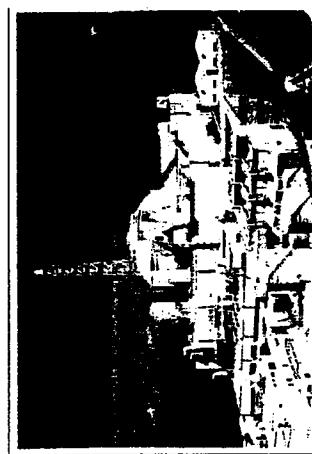
一高レベル廃棄物は危険

第1の疑問に対し、まず回答してしまいます。

30
秒

<クリック>原子力発電で発生する高レベル放射性廃棄物は、<クリック>有害な放射線を出す能力、すなわち放射能が非常に高い物質です。<クリック>このため、高レベル放射性廃棄物は放射線を遮蔽するものが必要です。

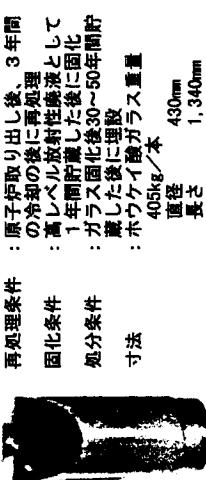
<クリック>そこで皆さんから出された第1番目の疑問、「高レベル放射性廃棄物は危険なのでしょう？」にお答えします。答えは「その通り、遮蔽がないと危険です」というものです。



高レベル放射性廃棄物

(3) ガラス固化される高レベル廃棄物

ガラスに固めれば、廃棄物は安定になり、中の放射性物質が漏れ出ることはないという事実を説明する。



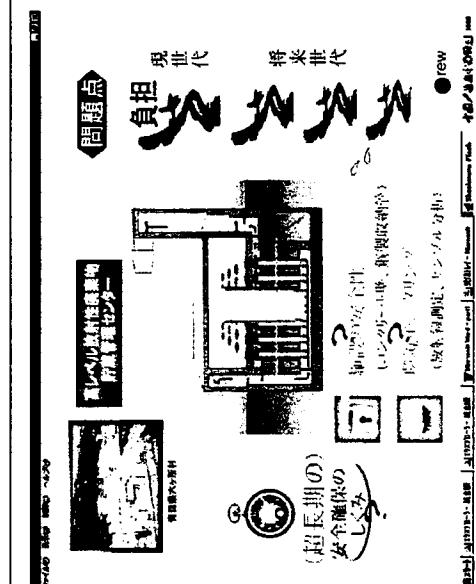
再処理条件：原子炉取り出し後、3年間の冷却後に再処理
固化条件：高レベル放射性液体として1年間貯蔵した後に固化
処分条件：ガラス固化後30～50年間貯蔵した後に埋設
寸法：ボウケイ酸ガラス重量405kg／本
直径430mm
長さ1,340mm

35 秒

くクリック>もともと高レベル放射性廃棄物は液体として発生しますので、溶けたガラスと一緒に混ぜてキャニスターというステンレス製の容器に入して固めます。これをガラス固化体と言います。そこで、何故このようにガラスに固めるかですが、ガラス固化することで、高レベル放射性廃棄物は安定なものになります。中の放射性物質が漏れ出することがないからです。しかし、放射線の強さは、ガラス固化しても、変わりません。また、熱も持っています。

(4) 高レベル廃棄物の貯蔵

現在は、遮蔽と空冷のため分厚いコンクリート施設の中で安全に貯蔵。しかし半永久的に人間が貯蔵するのは不可能、ということを説明する。

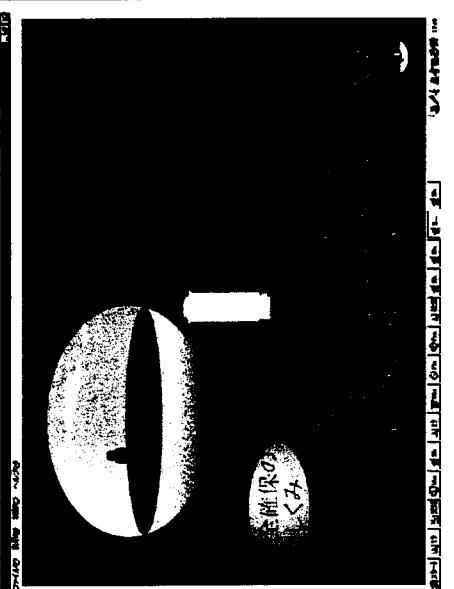


35 秒

くクリック>そこで、現在、高レベル放射性廃棄物は、このような強い放射線を遮蔽するため、分厚いコンクリートの貯蔵施設の中で、空冷で熱を冷ましながら厳重に貯蔵管理されています。くクリック>しかし、高レベル放射性廃棄物には、数万年も経たないと放射能が弱くならないような放射性物質が含まれています。くクリック>このため高レベル放射性廃棄物の場合、そのまま貯蔵を行うとすると、数万年にわたりて人間の手をわざわざ必要があり、結果的に、将来の世代に大きな負担を強いることになります。

(5) 高レベル廃棄物の処分として
の要件

高レベル廃棄物の処分に求められる2つの要件、「永久に隔離する必要のあること」と「人間が管理しながらも安全性が保証されること」について、説明する。



30
秒

くクリック>したがって、高レベル放射性廃棄物は、貯蔵するのではなくて、処分してしまう必要があります。その処分も、一般の廃棄物とは違った方法が必要です。
くクリック>高レベル放射性廃棄物の場合、第1に、人間の生活環境から離れた所に永久に処分してしまった必要があります。第2に、人間の手をわざらわせすに、そのまま処分しても、安全性が保証される必要があります。

3. 第2の疑問 一 高レベル放射性廃棄物は、処分してしまっていいか？

<p>(1) 最も合理的で実現可能な処分方法—地層処分</p> <p>高レベル廃棄物の処分方法として、世界各国が、地層処分を最も合理的で、実現可能としていることを伝える。</p>	<p>くクリック>このような2つの要件を満足するような処分方法として、海洋底への処分、宇宙への処分、北極、南極の氷床への処分など、いくつかのアイディアが出されていますが、現在、世界各国において最も合理的で実現可能な方法と考えられているのが深い地下に高レベル放射性廃棄物を埋める地層処分という方法です。</p> <p>この地層処分という方法の場合、廃棄物は、深さ数百メートルの地下に埋めますので、人間の生活環境とは十分な距離を保つて隔離できますし、また遠い将来まで人間の手を煩わせなくとも済みます。</p>
<p>(3) 地層処分のイメージ</p> <p>—シガーレイク鉱床</p> <p>地層処分に具体的なイメージを持つてもらうため、また地層自体の優れたバリア性能を知つてもらうため、これらをナチュラルアーログで示す。</p>	<p>くクリック>この地層処分については、これを天然に行つたのと同じ現象が、カナダのシガーレイクという所の地下430mの地層中にあるウラン鉱床で見られます。</p> <p>くクリック>この地層には地下水が多く含まれ、また断層も存在していました。それなのに、数十年、数百万年前より、ウラン鉱床中の放射性物質が地表へ漏れ出した事実は全くありませんでした。これは、粘土層などの地層そのものが天然のバリア、つまり障壁となって、ウラン鉱床の放射性物質を非常に長期間にわたって隔離、保存してきたことを示しています。</p>

(4) 第2の疑問への回答

第2の疑問に回答する。特に人類が十分に使いこなしている鉱山技術を応用できる点を強調する。

- * 地下深くの地層は本来、物質を保存、隔離する能力を最大化している。
- * 地下に埋められた方法は、鉱山技術などです。

45
秒

「クリック」ここで第2番目の疑問「高レベル放射性廃棄物は、処分してしまっていいのか？」に答えてお答えします。答えは「Yes」です。その理由として、地下深くの地層は、本来、物質を隔離、保存する能力、難しい言葉でいえば、包蔽性に優れていることが挙げられます。また、地下に埋めるために必要な技術は、鉱山技術や土木工学などで、われわれは、かなり経験を積んでいます。

(1) ガラス固化体 —物理的・化学的安定性

ガラス固化体の放射性物質は「動かない」ということを、ますます示す。

4. 第3の疑問 — 処分した高レベル放射性廃棄物は、遠い将来においても安全か？

30
秒

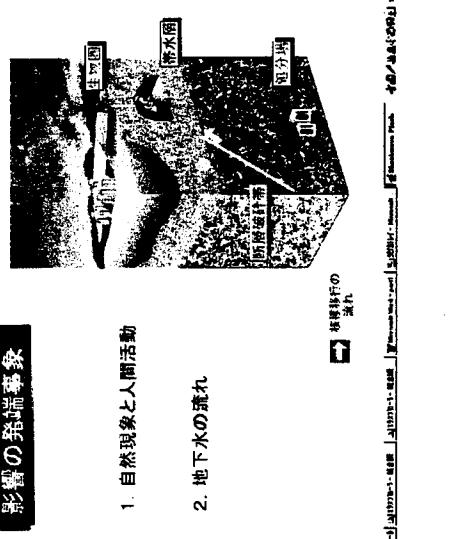
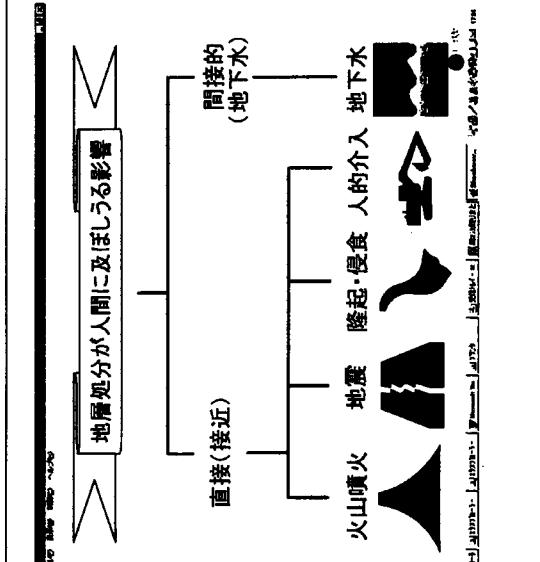
「クリック」ところで、前述のように高レベル放射性廃棄物はガラス固化されますが、このガラスは非常に安定した物質で、なかなか変質しません。古代に使用されていたガラス製の容器は、ほとんど変質しないで、ほぼ原型をどめたままで発掘されることがあります。



① ガラスが長期間にわたって安定であることを示す。左側の人物が右側の大容器を見つめながら、「これが何年も前の民家がそのまま残っているんだとかって、何だか不思議だ」と言っている。

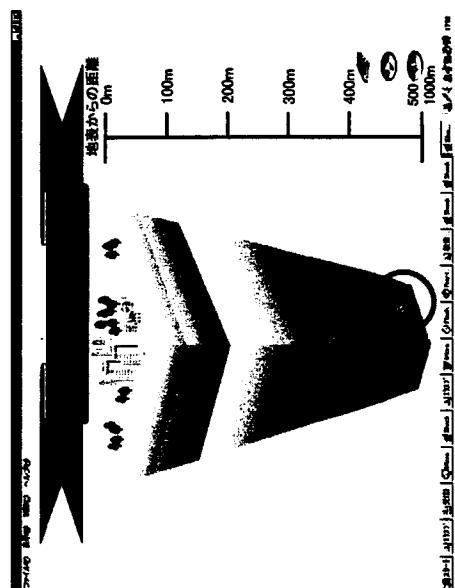
したがって、ガラス固化体の中の放射性物質も、酸化物としてガラス化されていますので、ガラスの中に固定され動きません。

② ガラスが長期間にわたって安定であることを示す。左側の人物が右側の大容器を見つめながら、「これが何年も前の民家がそのまま残っているんだとかって、何だか不思議だ」と言っている。

<p>(2) 影響の発端事象</p> <p>何らかの外的な動きがガラス固化体に影響することが、もともとは動かない放射性物質が動き出す発端となることを説明する。</p>	<p>「クリック」しかし、このガラス固化された高レベル放射性廃棄物も、深い地下に処分され、気の遠くなるような長い年月が経つうちにには、例えば、地殻変動が生じて廃棄物がむきだしになったり、人間が廃棄物を掘り起こしたりすることがないか心配です。〈クリック〉また、地下水が浸み込んで運んで行くことでも考えておかなければなりません。</p> <p>このように、もともとはガラス固化されて動かない放射性物質も、遠い将来にわたっては、天然現象や人間活動、あるいは地下水流動といった外的動きが加わることで、動き出し、これが人間に影響する可能性について、処分する前に充分慎重に評価しておく必要があります。</p>
<p>影響の発端事象</p>  <p>1. 自然現象と人間活動 2. 地下水の流れ</p>	<p>「クリック」わが国では、遠い将来における人間への影響の可能性をシナリオと呼び、2通りを考えております。</p> <p>その一つは、接近シナリオと言つて、天然現象や人間活動が発端となって、生活環境とは隔離されていたガラス固化体が、結果的に、人間の領域に近づいて直接、人間に影響を及ぼす場合を考えています。この場合の発端となつた天然現象としては、地震や断層活動、火山活動、地盤の隆起・浸食などが考えられ、また人間活動としては、鉱物資源の掘削などが考えられます。</p> <p>さらに、もう一つは、地下水シナリオと言つてガラス固化体中の放射性物質が地下水を介して人間に影響を及ぼす場合を考えています。</p>
<p>(3) 影響の可能性</p> <p>外的な動きが加わることで、放射性物質が動き出し、これが人間に影響するまでの影響の可能性をシナリオ化していることを示す。</p>	 <p>直接(接近) 間接的(地下水)</p> <p>火山噴火 地震 隆起・侵食 人の介入 地下水</p>

(3) 第3の疑問への回答

第3の疑問に回答する。特に、「安定な地層で多重バリアを構築するから」という理由を強調する。



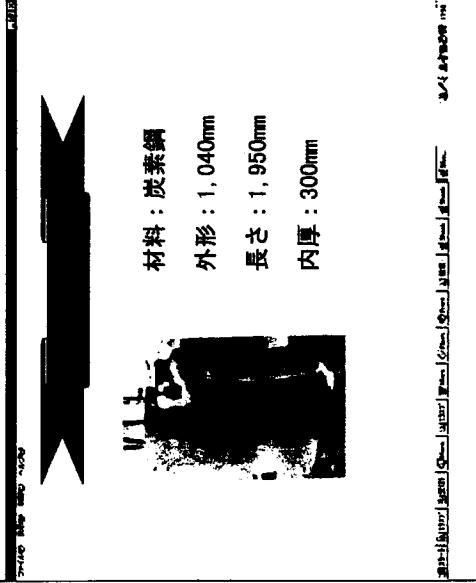
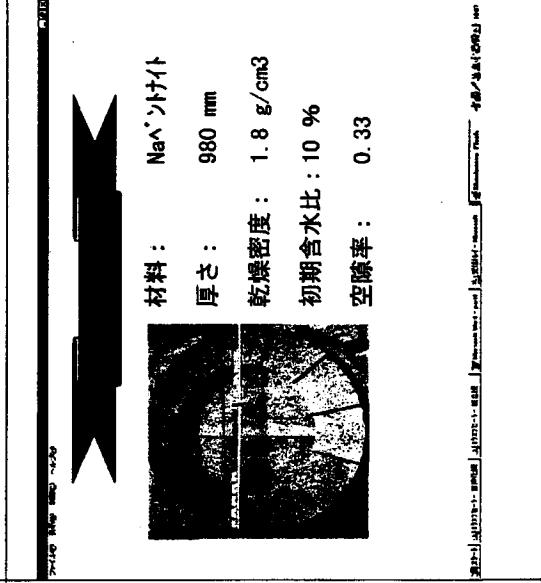
45
秒

くクリック>そこで、みんなの疑問の第3番目、地下深くに「処分された高レベル放射性廃棄物は遠い将来においても安全か?」という疑問にお答えします。答えは「Yes」です。

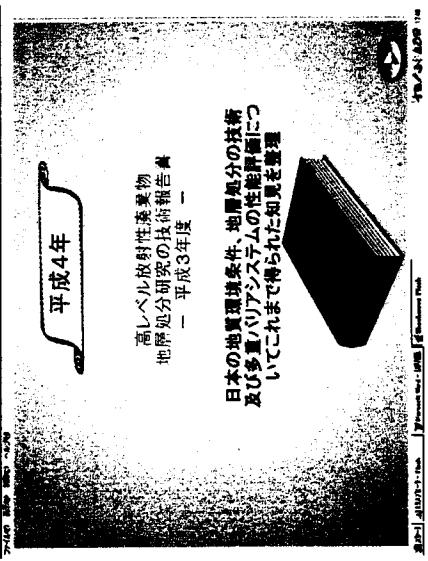
その理由ですが、まず接近シナリオを考えてみますと、遠い将来にわたって火山、地震、断層などの天然現象の影響を受けることのない地層、この意味で安定した地層を選ぶことで、これらの不測の事態を避けることができます。

また、地下水シナリオについて考えてみると、上に述べたような安定な地層に高レベル放射性廃棄物を埋め、その周囲を地下水が侵入しにくい何重もの人工的なバリアで包んでありますので、遠い将来にわたって放射性物質が人間の生活環境に出てくることが抑制され、安全を確保することができます。

5. 対策 — 安定な地層への多重バリアの構築

<p>(1) 人工バリアの役割 (その1) —ガラス固化体とオーバーパック、および、そのバリア性能</p> <p>ガラス固化体はオーバーパックに入れられること、および、これによって、既に3重のバリア性能が確保されていることを説明する。</p> 	<p><クリック>処分するときには、このガラス固化体の入ったオーバーパックを、地下数百メートルの岩盤の中に（ピットを掘つて）埋設するのですが、その場合、（ピットの）周囲の岩盤とオーバーパックとの間の隙間に、ペントナイトという粘土の一種を緩衝材として充填します（or詰め込んで密着させます）。</p> <p>このペントナイトは3番目のバリアとなります。</p> <p>40秒</p>
<p>(2) 人工バリアの役割 (その2) 緩衝材（ペントナイト）</p> <p>岩盤に据え付けるときに緩衝材としてペントナイトを使うということを説明する。</p> 	<p><クリック>処分するときには、このガラス固化体の入ったオーバーパックを、地下数百メートルの岩盤の中に（ピットを掘つて）埋設するのですが、その場合、（ピットの）周囲の岩盤とオーバーパックとの間の隙間に、ペントナイトという粘土の一種を緩衝材として充填します（or詰め込んで密着させます）。</p> <p>このペントナイトは3番目のバリアとなります。</p> <p>25秒</p>

<p>②緩衝材のバリア性能</p> <p>ベントナイトの三つの性質から三つのバリア性能を持つことを説明する。</p> <p>ククリック>ベントナイトはわが国で採れる粘土の一つですが、水を吸うと膨らみ、地下水を通じにくいという性質があります。万が一、地下水が浸透してきても、地下水は、ベントナイトの内側にゆっくりと浸み込んでいくような動きしかしません。</p> <p>またベントナイトは、イオン交換性を持ち、これによって、万が一、放射性物質が地下水に運ばれて外へ浸み出たとしても、それを吸い着けてしまう性質もあります。</p> <p>さらに、ベントナイトは、地下水の化学的性質を酸性からアルカリ性へと変化させます。このような地下水には、放射性物質はほとんど溶けませんし、放射性物質の動きを抑え込んでしまいます。</p>	<p>45秒</p>
<p>(3) 天然バリアの役割</p> <p>地層そのものも天然のバリア性能を持つことを説明する。</p> <p>ククリック>初めの方の第2の疑問の箇所で説明しましたように、地下深くの地層は、本来、物質を隔離、保存する能力、包蔵性に優れています。このことは、地層そのものも、天然のバリア性能を持つていることを意味します。</p> <p>深い地層の中を動く地下水は、ごくわずかであり、その動きは大変遅く、また、地層 자체、ベントナイトと同じように放射性物質を吸い着ける性質を持っていますので、放射性物質の動きを妨げます。</p>	<p>35秒</p>

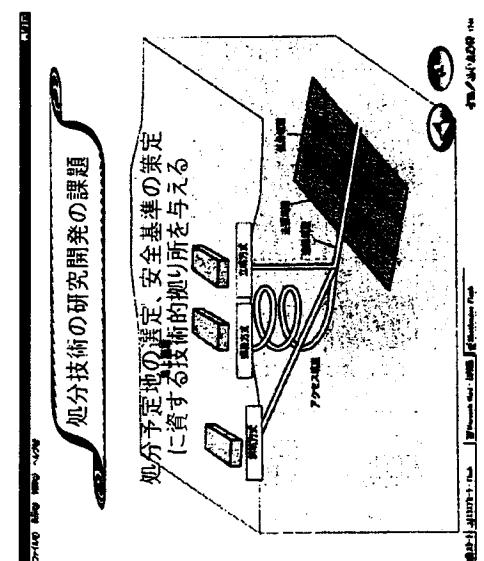
6. 動燃の地層処分研究開発－「第1次取りまとめ」から「第2次取りまとめ」へ	
(1) 地層処分研究開発への取り組み	<p>動燃が銳意、研究していることをイメージしてもらうため、研究現場を背景にする。</p> 
(2) 「第1次取りまとめ」の公表	<p>動燃の研究成果の「第1次取りまとめ」が出されていることを知つてもう。</p> <p>平成4年</p> <p>高レベル放射性廃棄物 地層処分研究の技術報告書 － 平成3年度 -</p> 

<p>(3) 「第1次とりまとめ」の主要な成果</p> <p>「第1次とりまとめ」の成果を示す。特に安定な地質環境の存在と多重バリアの性能により、安全確保の見通しの立ったことを強調する。</p>	<p>第1次取りまとめの成果</p>	<p><クリック>その成果として、環太平洋変動帯に位置する日本列島においても、長期間にわたって十分に安定な地質環境が存在する見通しがたちました。また、多重バリアシステムについて、人工バリアと周辺岩盤を含む領域、この領域をニアフュールドといっていますが、このニアフュールドを中心としたバリア性能により、长期的に安全が確保できる見通しがたちました。</p>
<p>(4) 「第1次とりまとめ」に対する国評価</p> <p>「第1次とりまとめ」に対し、国のレビューが行われ、技術的に可能性が明らかになつたと評価されたことを示す。</p>	<p>原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会の評価</p>	<p><クリック>国は、この「第1次取りまとめ」に対し、提示された処分概念とニアフュールドの安全評価によつて、わが国の地層処分の安全確保を図つていく上で技術的な可能性が明らかにされたと評価しています。</p>

<p>(5) 国の示した課題</p> <p>国が、いくつかの課題も示した ということを知つてもらう。</p>	<p><クリック>しかし、国は一方で、それぞれの研究について課題も示しています。 地質環境条件については、文献だけでなく実測値から得られるデータを蓄積することにより、より体系的な地質環境情報の取りまとめを行い、地層処分にとつてどのような地質環境要件が重要なのかを整理するべきであるとしています。</p>
	<p><クリック>人工バリアについては、ニアフィールドの性能を確保できるような信頼性の高い人工バリアを開発し、 <クリック>さらに、その高度化の検討も踏まえ、具体的な設計要件を明らかにすべきであるとしています。</p>
<p>①課題 (その1) —人工バリア開発と高度化</p> <p>第1の課題が人工バリア開発と高度化であることを言う。</p>	

②課題（その2）
—解析・調査・施工技術の向上

第2の課題は、解析・調査・施工の技術向上であることを言う。



くクリック>また、処分技術については、設計や建設、操業などに関する総合的な解析技術や調査技術ならびに施工技術を向上させる必要があるとしています。

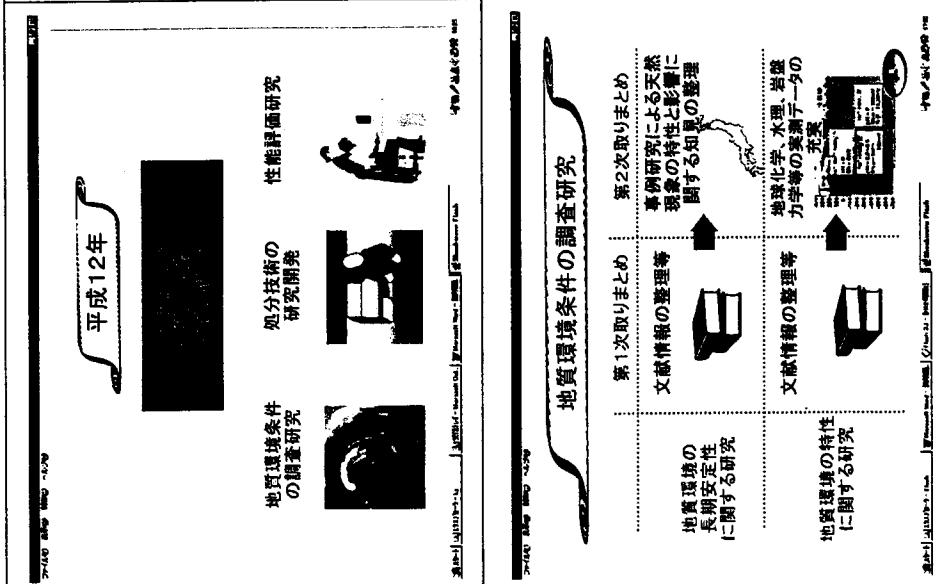
③課題（その3）
—ニアファイールドの性能評価

第3の課題は、ニアファイールドの性能評価であることを言う。

くクリック>その上で、性能評価研究については、シナリオを詳細に検討し、評価モデルの妥当性を高めることと、信頼性の高いデータを用いてニアファイールドの性能を評価することが重要であるとしています。



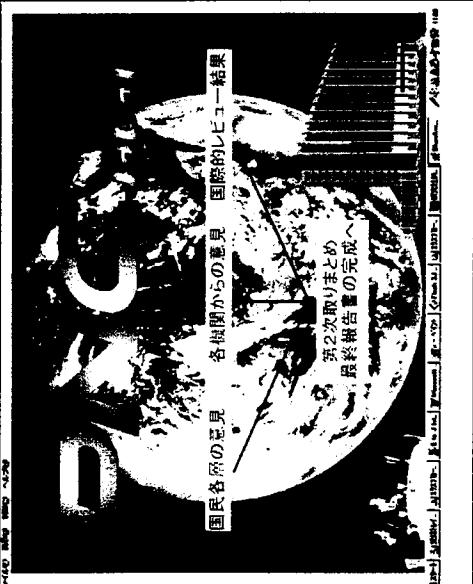
(6) 「第2次取りまとめ」の進展—3つの分野
動燃の研究の説明に入る前段階として、3つの分野があることを示す。



15秒	<クリック>現在、動燃では、大きくは、地質環境条件の調査研究、処分技術の研究開発、性能評価研究という3つの分野に分かれて銳意、研究開発を進めているところです。
-----	---

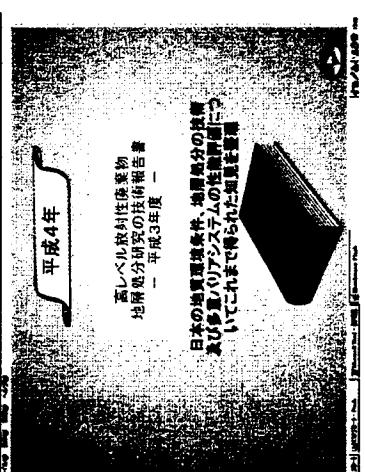
<p>②処分技術研究</p> <p>「処分技術」の研究分野で「第1次」と「第2次」との違いを明示する。</p> <p>「クリック>処分技術については、人工バリアと処分施設の設計・製作・施工について研究開発を行っています。</p> <p>「第1次取りまとめ」では、オーパーパックの試作や処分施設の基本レイアウトの提示などでしたが、「第2次取りまとめ」では、人工バリアの工学規模の試験による健全性の確認、そして経済的に合理的かどうかという観点から処分場を検討し、安全基準の策定に資する技術的拠り所を与えたため、より具体的な内容に踏み込んでいます。</p>	<p>処分技術の研究開発</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>第1次取りまとめ</th> <th>第2次取りまとめ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>人工バリア</td> <td>力学的、熱的安定性の検証等 オーパーパックの試作等</td> <td>振動試験などによる健全性確認試験等</td> </tr> <tr> <td>処分施設</td> <td>操業・開発に関する概念検討</td> <td>処分場止水技術の検証 経済的合理性の観点から設計の検討</td> </tr> </tbody> </table>		第1次取りまとめ	第2次取りまとめ	人工バリア	力学的、熱的安定性の検証等 オーパーパックの試作等	振動試験などによる健全性確認試験等	処分施設	操業・開発に関する概念検討	処分場止水技術の検証 経済的合理性の観点から設計の検討			
	第1次取りまとめ	第2次取りまとめ											
人工バリア	力学的、熱的安定性の検証等 オーパーパックの試作等	振動試験などによる健全性確認試験等											
処分施設	操業・開発に関する概念検討	処分場止水技術の検証 経済的合理性の観点から設計の検討											
<p>③性能評価研究</p> <p>「性能評価」の研究分野で「第1次」と「第2次」との違いを明示する。</p>	<p>性能評価</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>第1次取りまとめ</th> <th>第2次取りまとめ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>シナリオ</td> <td>安定な地層の存在可視性の見通し</td> <td>接近シナリオについてはサイト特性により回避</td> </tr> <tr> <td>モデル／データ</td> <td>想定される種々のプロセスを単純化した保守的モデル</td> <td>詳細なプロセスを取り入れた現実的モデル</td> </tr> <tr> <td>システム安全評価</td> <td>安全確保の定性的評価</td> <td>現実的評価による全格度の定量化</td> </tr> </tbody> </table>		第1次取りまとめ	第2次取りまとめ	シナリオ	安定な地層の存在可視性の見通し	接近シナリオについてはサイト特性により回避	モデル／データ	想定される種々のプロセスを単純化した保守的モデル	詳細なプロセスを取り入れた現実的モデル	システム安全評価	安全確保の定性的評価	現実的評価による全格度の定量化
	第1次取りまとめ	第2次取りまとめ											
シナリオ	安定な地層の存在可視性の見通し	接近シナリオについてはサイト特性により回避											
モデル／データ	想定される種々のプロセスを単純化した保守的モデル	詳細なプロセスを取り入れた現実的モデル											
システム安全評価	安全確保の定性的評価	現実的評価による全格度の定量化											

【結び】

動燃事業団では1998年9月に「第2次とりまとめ」の第1次ドラフトを公表しましたが、今後、国民各層、各機関からのご意見や国際的レビュー結果も踏まえて、「第2次取りまとめ」最終報告書の完成に反映させていく予定です。	
	

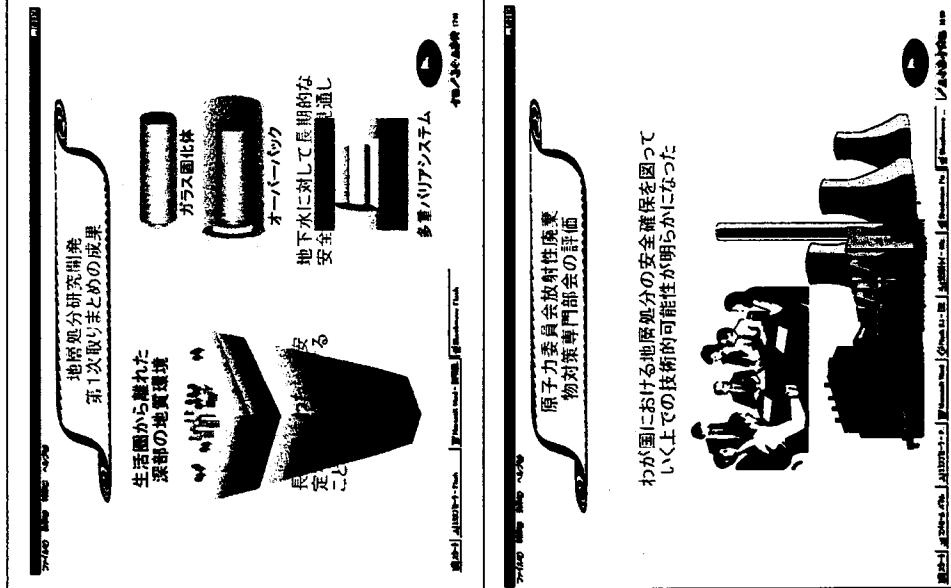
8. 3 第2次取りまとめに向けた取り組み

＜クリック＞：マウスクリックで次のシーンへ

狙い・伝えるべきメッセージ	画面	ナレーション	所要時間
1. 動燃の地層処分研究開発への取り組み		<p>＜クリック＞動燃は、高レベル放射性廃棄物を日本での地層において安全に処分する方法について、研究開発を進めております。この研究開発を進めることで最も重要な研究課題は、いかにして地層処分の安全性を確保するかということです。</p>	20秒
(1) 「第1次取りまとめ」から「第2次取りまとめ」へ		<p>＜クリック＞動燃では、これまでの地層処分の研究開発の成果を中間的に取りまとめ、「第1次取りまとめ」として公表しました。また、合わせて、国の評価を受けました。この「第1次取りまとめ」では、日本の地質環境条件、地層処分の技術および多重バリアシステムの性能について、これまで得られた知見を整理し、今後、さらに地層処分の有効性を科学的かつ技術的に明らかにしていくための基礎を提供しています。</p>	35秒

(3) 「第1次とりまとめ」の主
要な成果

「第1次とりまとめ」の成果を
示す。特に安定な地質環境の存在
と多重バリアの性能により、安全
確保の見通しの立ったことを強
調する。



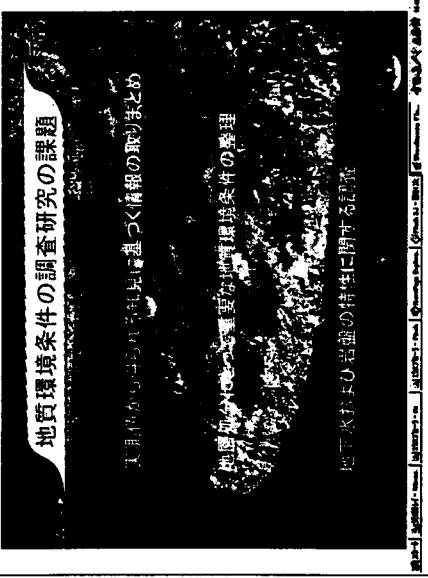
「クリック」その成果として、環太平洋変動帯に位
置する日本列島においても、長期間にわたって十
分に安定な地質環境が存在する見通しがたちまし
た。また、多重バリアシステムについても、人工
バリアと周辺岩盤を含む領域、この領域をニアフ
ィールドといつていいますが、このニアフィールド
を中心としたバリア性能により、長期的に安全が
確保できる見通しがたちました。

(4) 「第1次とりまとめ」に対
する国の評価

「第1次とりまとめ」に対し、
国のレビューが行われ、技術的に
可能性が明らかになつたと評価
されたことを示す。



「クリック」国は、この「第1次とりまとめ」に
対し、提示された処分概念とニアフィールドの安
全評価によつて、わが国の地層処分の安全確保を
図つていくまでの技術的な可能性が明らかにされ
たと評価しています。

<p>(5) 国の示した課題</p> <p>国が、いくつかの課題も示したことなどを知つてもらう。</p>	<p>くクリック>しかし、国は一方で、それぞれの研究について課題も示しています。</p> <p>地質環境条件については、文献だけでなく実測値から得られるデータを蓄積することにより、より体系的な地質環境情報の取りまとめを行い、地層処分にとつてどのような地質環境要件が重要なのかを整理するべきであるとしています。</p> 
<p>①課題 (その1) 一人工バリア開発と高度化</p> <p>第1の課題が人工バリア開発と高度化であることを言う。</p>	<p>くクリック>人工バリアについては、ニアフィールドの性能を確保できるような信頼性の高い人工バリアを開発し、</p> <p>くクリック>さらに、その高度化の検討も踏まえ、具体的な設計要件を明らかにすべきであるとしています。</p> 

②課題（その2）
—解析・調査・施工技術の向上

第2の課題は、解析・調査・施工の技術向上であることを言う。

＜クリック＞また、処分技術については、設計や建設、操業などに関する総合的な解説技術や調査技術ならびに施工技術を向上させる必要があるとされています。



③課題（その3）
—ニアファイールドの性能評価

第3の課題は、ニアファイールドの性能評価である。

＜クリック＞その上で、性能評価研究については、シナリオを詳細に検討し、評価モデルの妥当性を高めることと、信頼性の高いデータを用いてニアファイールドの性能を評価することが重要であるとされています。



<p>(6) 「第2次取りまとめ」の進展—3つの分野</p> <p>動燃の研究の説明に入る前段階として、3つの分野があることを示す。</p>	<p>「地質環境条件」研究の分野で「第1次」と「第2次」の違いを明示する。</p> <p>①地質環境条件の調査研究</p> <pre> graph TD A[地質環境条件の調査研究] --> B[地質環境条件の調査研究] B --> C[第1次取りまとめ] B --> D[第2次取りまとめ] C --> E[文献情報の整理等 地質環境の長期安定性に関する研究] D --> F[文献情報による天然現象の特性と影響に関する知見の整理] E --> G[地質環境の特性に関する研究] F --> H[文献情報の整理等 地質化學、水理、岩盤力学等の実測データの蓄積] G --> I[地質化學、水理、岩盤力学等の実測データの蓄積] </pre>	<p>「クリック」現在、動燃では、大きくなは、地質環境条件の調査研究、処分技術の研究開発、性能評価研究という3つの分野に分かれて鋭意、研究開発を進めているところです。</p> <p>15秒</p> <p>くクリック>現在、動燃では、大きくなは、地質環境条件と地下深部の岩盤と地下水の特性についての調査研究を進めています。「第1次取りまとめ」では、文献情報の収集が主体でしたが、「第2次取りまとめ」では、地質環境の安定性については、天然現象の特徴やその影響の規模、そして活動経歴の事例研究を行い、その成果をまとめています。また地質環境の特性については、ボーリングや坑道を利用した地質、地球化学、水理、岩盤力学等の実測データに基づく情報をまとめています。</p> <p>30秒</p>
--	--	---

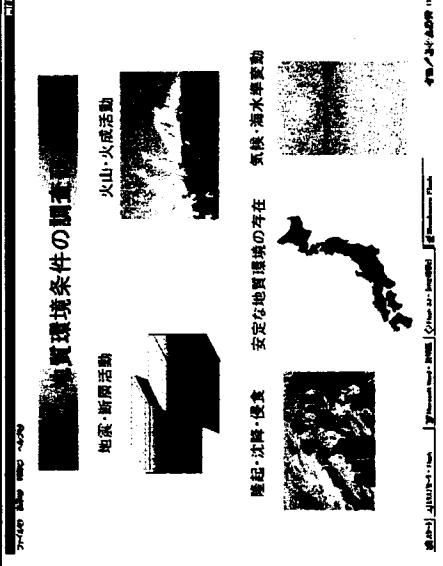
②処分技術研究
「処分技術」の研究分野で「第1次」と「第2次」との違いを明示する。

<p>＜クリック＞処分技術については、人工バリアと処分施設の設計・製作・施工について研究開発を行っています。</p> <p>「第1次取りまとめ」では、オーバーパックの試作や処分施設の基本レイアウトの提示などでしたが、「第2次取りまとめ」では、人工バリアの工学規模の試験による健全性の確認、そして経済的に合理的かどうかという観点から処分場を検討し、安全基準の策定に資する技術的拠り所を母えるために、より具体的な内容に踏み込んでいます。</p>	<p>35秒</p> <p>処分技術の研究開発</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>第1次取りまとめ</th> <th>第2次取りまとめ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>力学的・熱的安定性の検討等による健全性確認等</td> <td>機動試験などによる健全性確認等</td> </tr> <tr> <td>オーバーパックの試作等</td> <td>オーバーパックの試作等</td> </tr> <tr> <td>処分施設</td> <td>処分場止水技術の確認 経済的合理性の観点から設計の検討</td> </tr> </tbody> </table>	第1次取りまとめ	第2次取りまとめ	力学的・熱的安定性の検討等による健全性確認等	機動試験などによる健全性確認等	オーバーパックの試作等	オーバーパックの試作等	処分施設	処分場止水技術の確認 経済的合理性の観点から設計の検討
第1次取りまとめ	第2次取りまとめ								
力学的・熱的安定性の検討等による健全性確認等	機動試験などによる健全性確認等								
オーバーパックの試作等	オーバーパックの試作等								
処分施設	処分場止水技術の確認 経済的合理性の観点から設計の検討								
<p>③性能評価研究 「性能評価」の研究分野で「第1次」と「第2次」との違いを明示する。</p>	<p>35秒</p> <p>＜クリック＞性能評価研究については、地下水シナリオに対する多重バリアシステムの性能を評価するため、シナリオ開発、モデル開発およびデータの整備、システムの安全評価を行っています。</p> <p>「第1次取りまとめ」では、多重バリアシステムの性能を例示的に評価し、処分概念の有効性について見通しを得ることができました。次いで「第2次取りまとめ」では、考慮すべきシナリオを詳細に検討し、評価モデルの妥当性を高め、信頼性の高いデータを用いて評価を行っております。</p> <p>性能評価</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>第1次とりまとめ</th> <th>第2次とりまとめ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>安定な地層の存在 可能性の見通し</td> <td>接近シナリオについてはサイト特性により回避</td> </tr> <tr> <td>モルタル/テラ</td> <td>規定される種々のプロセスを単純化した保守的モデル</td> </tr> <tr> <td>システム 安全評価</td> <td>安全確保の定性的評価 現実的評価による安全性の定量化</td> </tr> </tbody> </table>	第1次とりまとめ	第2次とりまとめ	安定な地層の存在 可能性の見通し	接近シナリオについてはサイト特性により回避	モルタル/テラ	規定される種々のプロセスを単純化した保守的モデル	システム 安全評価	安全確保の定性的評価 現実的評価による安全性の定量化
第1次とりまとめ	第2次とりまとめ								
安定な地層の存在 可能性の見通し	接近シナリオについてはサイト特性により回避								
モルタル/テラ	規定される種々のプロセスを単純化した保守的モデル								
システム 安全評価	安全確保の定性的評価 現実的評価による安全性の定量化								

2. どこまで研究開発は進んだか（その1）— 地質環境条件の調査研究

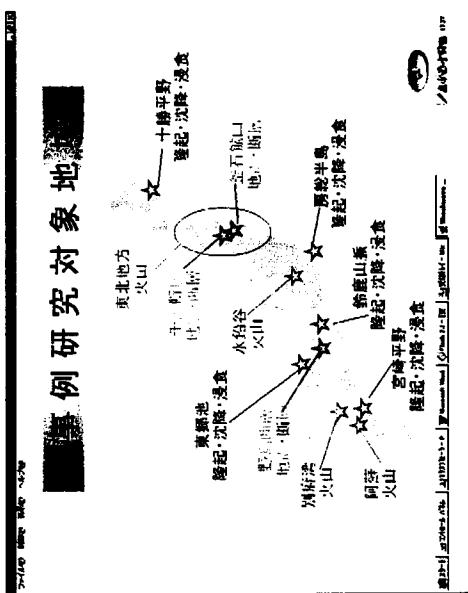
(1) 導入画面

「地質環境条件」の研究分野の目的、狙いを示す。



(2) 安定な地質環境の存在

「地質環境条件」の研究分野の
内容(柱立て)を示す



事例研究対象地

55秒

＜クリック＞地質環境の長期安定性に関する研究は、変動帯に位置する日本にも安定な地質環境が存在することを示すため実施しています。火山・火成活動、地震・断層活動、隆起・沈降・侵食などの自然現象については、＜クリック＞これら活動のパターンや影響の範囲を理解するため、代表的な地域における事例研究の成果や地球科学における最新の知見を整理しています。

地質環境の特性に関する研究では、人工バリアの設置環境あるいは天然バリアとして重要な岩盤および地下水の特性について、実測データを中心にお情報の整理を行っています。以下、自然現象に関する事例研究の主な成果を紹介します。

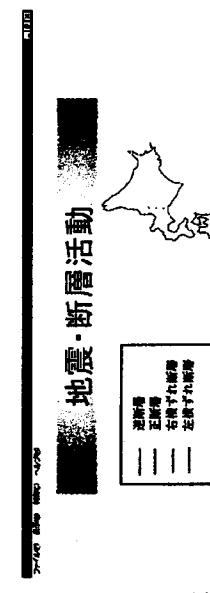
＜クリック＞

(2) 地震・断層活動

「地質環境条件」の研究分野のうち、「地震・断層活動」の研究目的を示す。



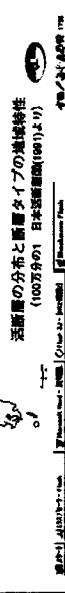
「地震・断層活動」の研究成果を示す。



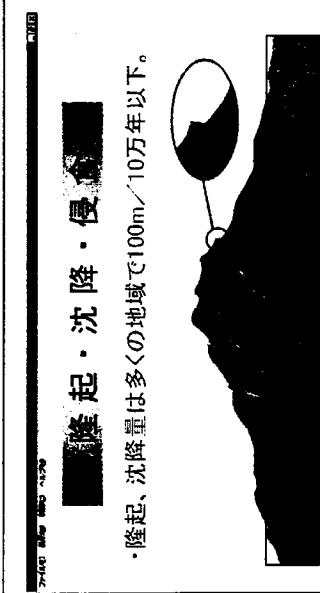
＜クリック＞地震・断層活動については、その影響を直接被る範囲を地域的に限定でき、影響の及ばない地下深部の地質環境が存在することを示すため、様々な調査研究を実施しております。

（35秒）

＜クリック＞例えば、事例研究を通して断層活動や地震が地質環境に与えた影響の規模（範囲や程度）に関する知見を整理し、断層地体構造マップおよび活断層マップの作成などを行っています。

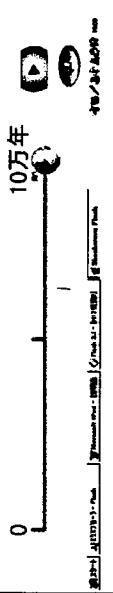


(3) 隆起・沈降・侵食
「地質環境条件」の研究分野のうち、「隆起・沈降・侵食」の研究分野を示す。

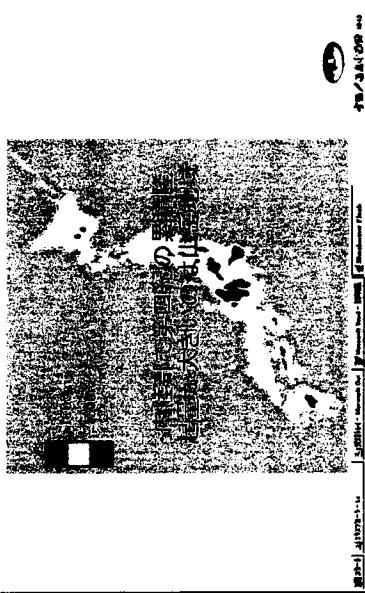


＜クリック＞隆起・沈降・侵食については、地盤の上下変動の早さの分布を示すことと、長期的に変動の少ない安定な地質環境が存在することを示すため、様々な調査研究を実施しています。

「隆起・沈降・侵食」の研究成果を示す。



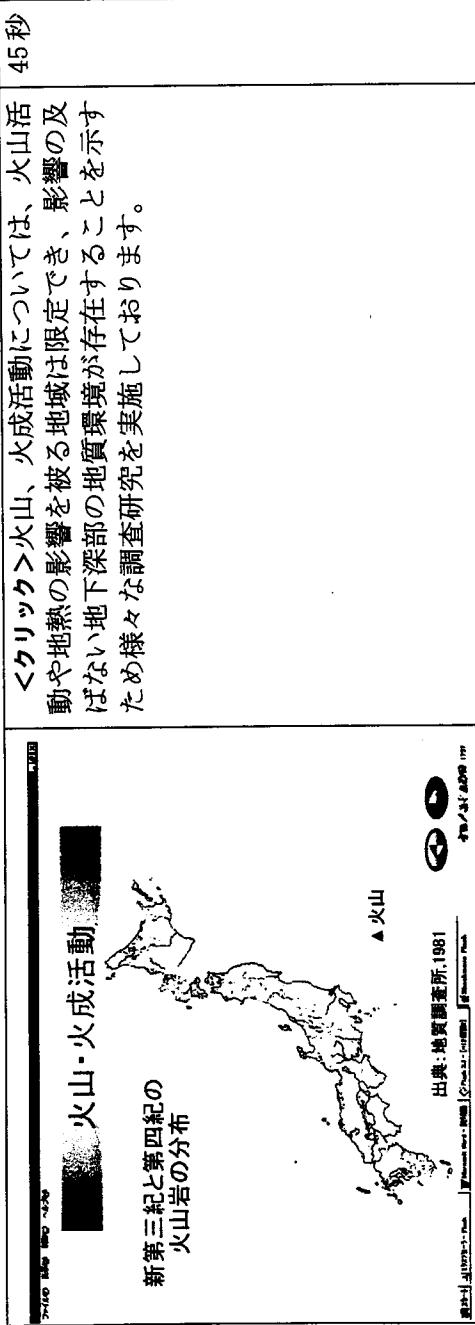
＜クリック＞その結果、例えば、隆起・沈降量は多くの地域で10万年に100m以下であり、過去数10万年間ほぼ一定の速度で隆起・沈降していることなどが判明しています。



海岸侵食

(4) 火山・火成活動

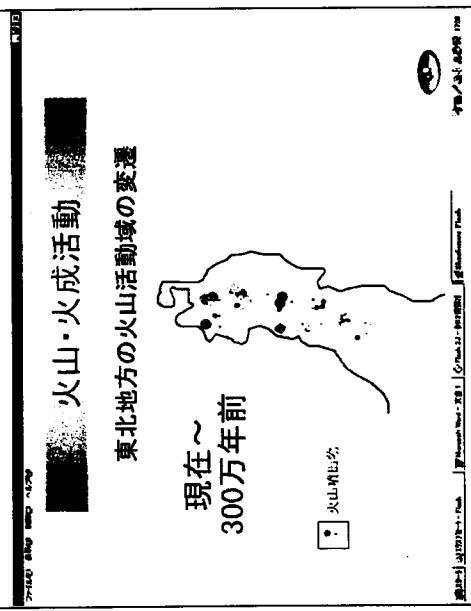
「地質環境条件」の研究分野のうち、「火山・火成活動」の研究目的を示す。



「火山・火成活動」の研究成果を示す。

「火山・火成活動」の研究成果を示す。

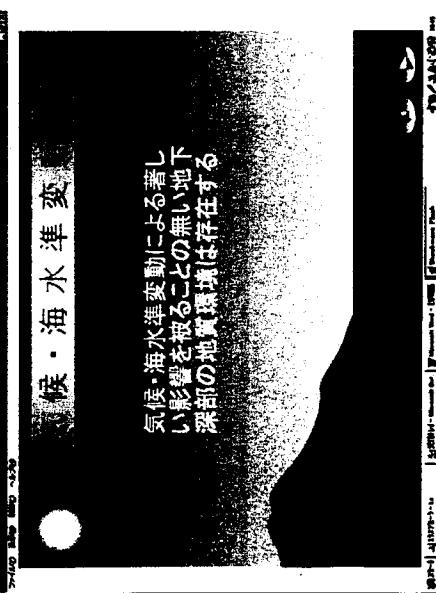
「クリック」>例えは、第四紀の火山岩と新第三紀の火山岩の分布についてみると、火山の分布地域がある程度限定されることが分かっています。<クリック>同様に、東北地方の火山についてみると、現在から300万年前にかけて火山の位置はある程度変化しているものの、その地域は限定されていることが分かっています。



(5) 気候・海水準変動

「地質環境条件」の研究分野のうち、「気候・海水準変動」の研究目的を示す。

気候・海水準変動については、気候・海水準変動の影響を受けない地下深部の地質環境が存在することを示すため、様々な調査研究を実施しています。



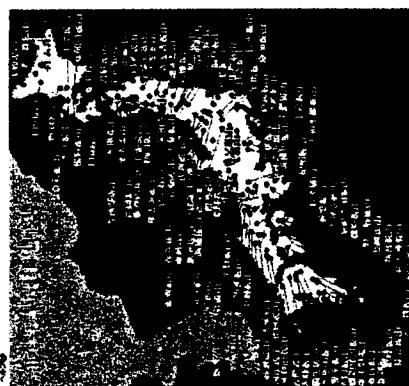
「気候・海水準変動」の研究成果を示す。

＜クリック＞例えば、過去数十万年の変動には明確な周期性があること、また、日本における気温、降水量、海水準の変動幅は限定できることなどが分かっています。＜クリック＞海水準の変動によりわが国の海岸線も過去大きく変動しており、最終氷期最寒冷期の海岸線は現在よりも海側にあったことが分かっています。



(6) 鉱山の分布図

「人間介入」について、若干説明する。

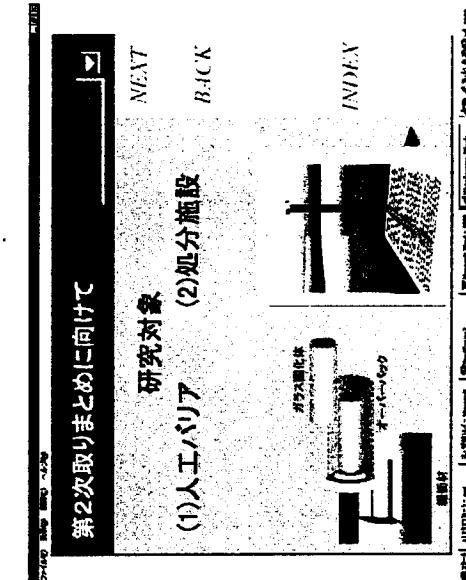


「マウス矢印」これらの自然現象の他に、未来の人間が鉱物資源の採掘のため掘削を行い、遠い昔に処分された高レベル放射性廃棄物に到達する可能性についても考慮する必要があります。これを人間介入と言いますが、<クリック>しかし、地下資源のある場所は、現在の調査技術を駆使すれば推定することができます。この図はそのような例としてわが国の金属鉱山の位置を示したものです。<戻りクリック>

(1) 研究対象
「処分技術」の研究成果で「第2次」の研究成果として最大のものを、まず強調する。続いて、この研究分野の内容(柱立て)を示す。

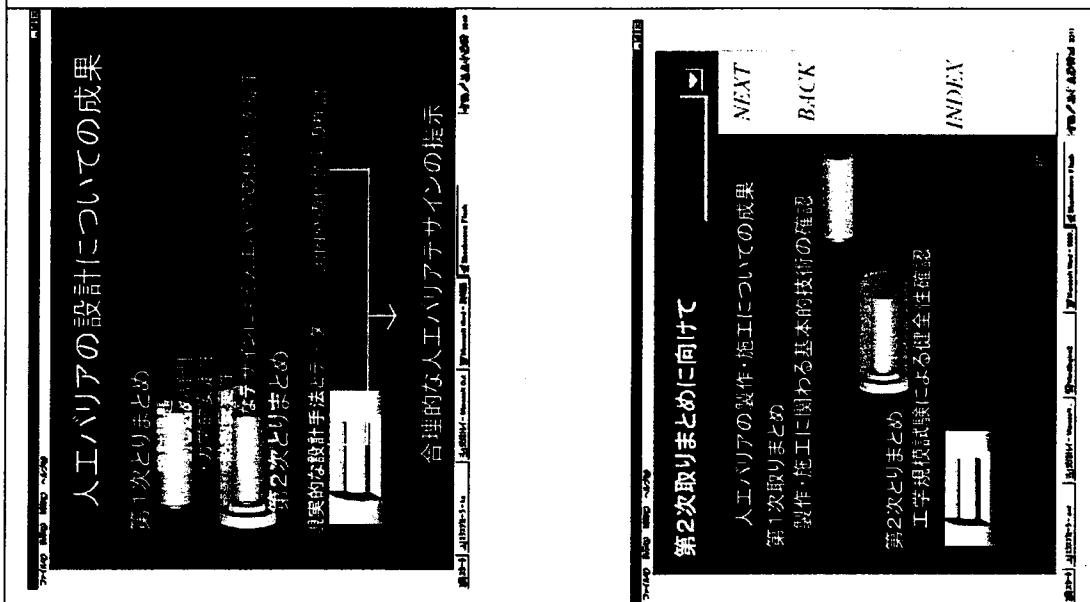
2. どこまで研究開発は進んだか (その2) — 処分技術の研究開発

「クリック」処分技術の研究開発分野における主な成果は、「第1次取りまとめ」に示した処分技術に関する基本的な概念を地質環境等を考慮した、より現実的な概念へと進歩させた点です。<クリック>
処分技術分野の研究開発の対象は、人工バリアと<クリック>処分施設の2つに大きく分けられます。
これらはさらに、人工バリアの場合、<クリック>設計および<クリック>製作・施工に分けられ、処分施設の場合、<クリック>レイアウトと<クリック>要素技術に分けられます。
統いて個々の研究分野での成果について報告します。



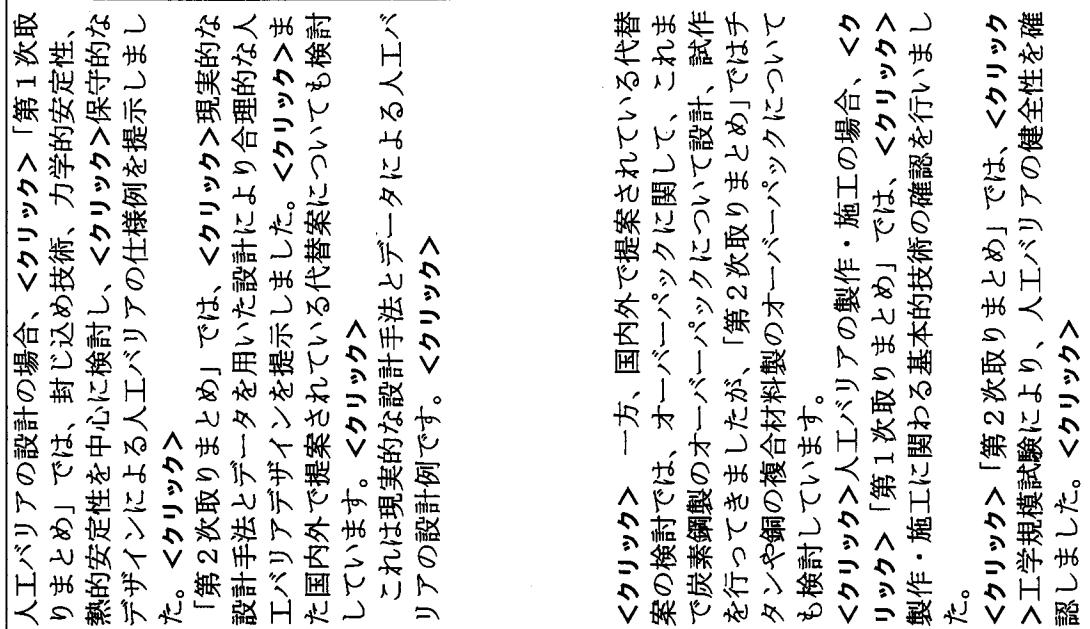
(2) 人工バリアの設計についての成果

「処分技術」の研究分野のうち、「人工バリアの設計」の研究成果を示す。



(3) 人工バリアの製作・施工についての成果

「処分技術」の研究分野のうち、「人工バリアの製作・施工」の研究成果を示す。



(4) 処分施設のレイアウトについての成果



処分施設については、「クリック」「第1次取りまとめ」では、「クリック」基本レイアウトを提示しました。
「クリック」「第2次取りまとめ」では、「クリック」この基本レイアウトを地質環境の特徴を考慮した現実的なレイアウトへと進化させています。

(5) 処分施設の要素技術についての成果



処分施設の要素技術については、「クリック」「第1次取りまとめ」では、「クリック」操業・閉鎖に関する概念検討を行いました。「クリック」「第2次取りまとめ」では、「クリック」工学規模の試験により要素技術の確認を行っています。「クリック」これは工学規模の試験による要素技術の確認の一例で、カナダの地下研究所URLで実施されているシーリング試験です。

3. どこまで研究開発は進んだか（その3）— 性能評価研究

<p>(1) 地層処分システムの安全評価の考え方</p> <p>地層処分システムが安全上受け入れられるもので あるかどうかを判断するためには、処分システム が人間とその生活環境に及ぼす影響を十分に評価 し、この評価結果を適切な安全基準に照らして安 全性を判断する必要があります。</p> <p>地層処分システムの安全性評価が従来の工学シ ステムの評価と大きく異なる点は、 ①極めて長い時間枠、例えば数万年以上を考慮し なければならぬこと ②天然の地層という不均質で大きな空間的領域が 評価対象に含まれること、の2点です。<クリック ></p>	<p>40秒</p> <p>地層処分システムが安全上受け入れられるもので あるかどうかを判断するためには、処分システム が人間とその生活環境に及ぼす影響を十分に評価 し、この評価結果を適切な安全基準に照らして安 全性を判断する必要があります。</p> <p>地層処分システムの安全性評価が従来の工学シ ステムの評価と大きく異なる点は、 ①極めて長い時間枠、例えば数万年以上を考慮し なければならぬこと ②天然の地層という不均質で大きな空間的領域が 評価対象に含まれること、の2点です。<クリック ></p> <p>120秒</p> <p>この問題に対するアプローチとして次のような 方法が用いられています。</p> <p>まず、長期間のうちに処分システムの状態を変 化させるようなケースをもれなく規定し、それに よる人間環境への影響を論理的に記述する安全評 価上のシナリオを作成します。</p> <p>安全評価シナリオを考える上では、高レベル廃 棄物が人間環境に近づくことによって人間環境に 影響が及ぶ可能性が生じるようなシナリオと、地 下水により放射性物質が人間環境に運ばれる可能 性に関するシナリオの2つに分類されます。地下 水シナリオに重点を置いて処分システムの安全評 価を行っています。接近シナリオについては、適 切な処分地を選定するとともに、必要に応じて適</p>
<p>(2) 安全評価の方法論</p> <p>安全評価 手順 を簡約のために 示す</p>	<p>120秒</p> <p>この問題に対するアプローチとして次のような 方法が用いられています。</p> <p>まず、長期間のうちに処分システムの状態を変 化させるようなケースをもれなく規定し、それに よる人間環境への影響を論理的に記述する安全評 価上のシナリオを作成します。</p> <p>安全評価シナリオを考える上では、高レベル廃 棄物が人間環境に近づくことによって人間環境に 影響が及ぶ可能性が生じるようなシナリオと、地 下水により放射性物質が人間環境に運ばれる可能 性に関するシナリオの2つに分類されます。地下 水シナリオに重点を置いて処分システムの安全評 価を行っています。接近シナリオについては、適 切な処分地を選定するとともに、必要に応じて適</p>

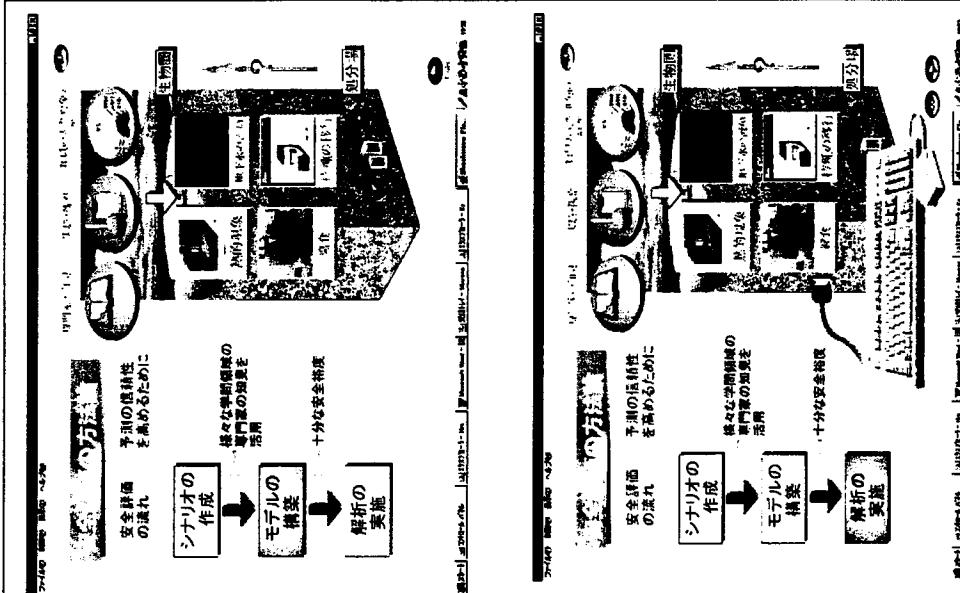
切な対策を講じることによって、その安全性を持しうることを確認します。

予測の信頼性を高めるために、シナリオについて、シナリオとの議論を通じ、あらゆる科学的知識を駆使して、見落としや重複がないように可能性のあるすべてのケースを明らかにする必要があります。

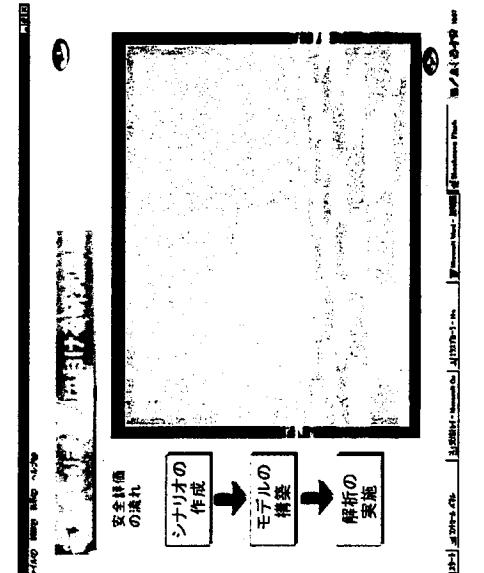
次に個々のシナリオを構成する現象について、これまでに得られている科学的な知見を取り込んで数式化します。このように適切な解析モデルを構築するとともに、データを準備し、それらを用いて安全性を解析評価します。くクリック> モデルはシナリオで考慮される現象を適切に表現していることが重要であるため、室内での実験やフィールドでの観察や試験から得られた結果に基づいて作成します。

モデルの設定やデータの設定にあたっては、その対象が十分にわかっていない場合は、人間への影響の程度を過小評価しないよう十分な保守性をもたせています。

くクリック>



(3) 「第2次取りまとめ」における研究課題

<p>「第2次取りまとめ」では、実測値に基づく信頼性の高い評価モデルとデータベースを構築することによって、人工バリアを含むニアフィールドを中心とした性能評価をより信頼性高く行うとともに、これらのモデルをファーフィールドや生物圏における核種移行モデルと接続し、線量を指標とする処分システム全体の安全評価モデルの体系とデータベースを作成しています。</p> <p>シナリオの作成 ↓ モデルの構築 ↓ 解析の実施</p> 	25秒
---	-----

【結び】

<p>動燃事業団では1998年9月に「第2次とりまとめ」の第1次ドラフトを公表しましたが、今後、国民各層、各機関からのご意見や国際的レビュー結果も踏まえて、「第2次取りまとめ」最終報告書の完成に反映させていく予定です。</p>	15秒
---	-----



8. 4 第2次とりまとめ・第1次ドラフト：導入編

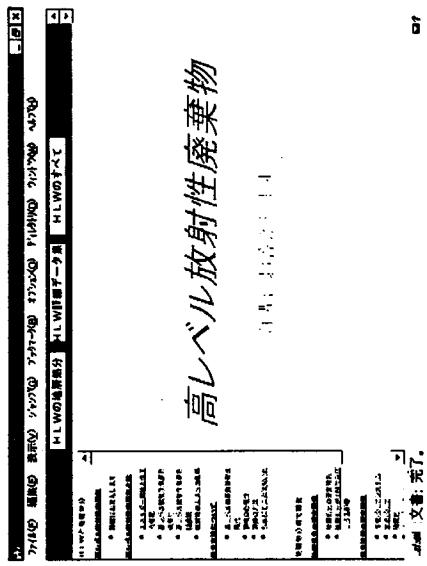
＜クリック＞：マウスリックで次のシーンへ			
狙い・伝えるべきメッセージ	画 面	ナレーショ ン	所要 時間
(1) タイトル画面 「安全性」と「透明性」のイメージを出すため、背景を薄緑色とする。		(タイトル画面) <クリック>	秒
(2) 地域環境問題		地球上には様々な生物がありますが、人類は他の生物と比べて資源やエネルギーを大量に消費してきました。しかし、その一方で、大量の汚染物質を放出しましたため、大気汚染、水質汚染など様々な環境問題を引き起こしました。最近では、こうした環境問題を放置しておくと人類の生存が危ういとの危機感から、世界各国が協力してこの問題の解決に取り組んでいます。	30秒

<p>(3) 世界のエネルギー供給と人口増加</p> <p>世界のエネルギー供給と人口増加</p> <p>【図表】「原子力」(出典: 国際原子力機関)、世界のエネルギー供給と人口増加</p> <table border="1"> <caption>Estimated data for Figure 3</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>World Population (billions)</th> <th>World Energy Supply (EJ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1950</td><td>2.5</td><td>5</td></tr> <tr><td>1960</td><td>3.5</td><td>10</td></tr> <tr><td>1970</td><td>4.5</td><td>15</td></tr> <tr><td>1980</td><td>5.0</td><td>20</td></tr> <tr><td>1990</td><td>5.5</td><td>15</td></tr> </tbody> </table> <p>【出典】「原子力」(出典: 国際原子力機関)、世界のエネルギー供給と人口増加</p>	Year	World Population (billions)	World Energy Supply (EJ)	1950	2.5	5	1960	3.5	10	1970	4.5	15	1980	5.0	20	1990	5.5	15	<p>＜クリック＞</p> <p>エネルギーについても、環境を汚染しないクリーンなエネルギー源が求められています。エネルギー消費量は、文明の発展や人口の爆発的な増加と共に増大してきました。それに伴い、これを賄うエネルギー源も薪（まき）から、水力、風力、石炭、石油、そして原子力へと移り変わっています。</p> <p>15秒</p>
Year	World Population (billions)	World Energy Supply (EJ)																	
1950	2.5	5																	
1960	3.5	10																	
1970	4.5	15																	
1980	5.0	20																	
1990	5.5	15																	
<p>(4) 発電電力量の構成比と各種電源のCO2排出量</p> <p>発電電力量の構成比と各種電源のCO2排出量</p> <p>【図表】「原子力」(出典: 国際原子力機関)、発電電力量の構成比と各種電源のCO2排出量</p> <table border="1"> <caption>Estimated data for Figure 4</caption> <thead> <tr> <th>電源</th> <th>構成比 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>原子力</td><td>10</td></tr> <tr><td>天然ガス</td><td>24</td></tr> <tr><td>石油</td><td>15</td></tr> <tr><td>水力</td><td>14</td></tr> <tr><td>天然ガス</td><td>4</td></tr> <tr><td>石炭</td><td>44</td></tr> </tbody> </table> <p>【出典】「原子力」(出典: 国際原子力機関)、発電電力量の構成比と各種電源のCO2排出量</p>	電源	構成比 (%)	原子力	10	天然ガス	24	石油	15	水力	14	天然ガス	4	石炭	44	<p>＜クリック＞</p> <p>エネルギー統計図を見てみると、現在、原子力は、日本の発電量の約30%を賄う主要な電力源として、そしてCO2排出量の少ないエネルギー源として、重要な存在となっています。</p> <p>15秒</p>				
電源	構成比 (%)																		
原子力	10																		
天然ガス	24																		
石油	15																		
水力	14																		
天然ガス	4																		
石炭	44																		

<p>(5) 原子力発電と 高レベル廃棄物 <高レベル廃棄物の発生> 電力といふエネルギー生産と引き換えに出てくる廃棄物であることを示す。</p>	<p>CO₂</p> <p>原子力発電所 火力発電所 高レベル放射性廃棄物</p> <p><クリック>電力といふエネルギーの生産工場である発電所では、エネルギー生産と引き換えにさまざまな廃棄物を出します。石油や石炭が燃えることによりエネルギーを出す火力発電では<クリック>地球温暖化の原因となる二酸化炭素が廃棄物として排出されます。同様に原子炉でウランを核分裂させる原子力発電では、<クリック>核分裂生成物が高レベル放射性廃棄物として排出されますが、二酸化炭素は排出しません。また原子力は、大気汚染物質等も排出しないことからクリーンなエネルギーとして注目されています。</p>	30秒
<p>(6) 三つの疑問</p> <p>「高レベル放射性廃棄物」と聞いてすぐ連想される不安感や疑問をこちらで言葉に出して整理してやる。</p> <p>① 高レベル放射性廃棄物は、危険なのでは？</p> <p>② 高レベル放射性廃棄物は、処分してしまっていいのか？</p> <p>③ 処分した高レベル放射性廃棄物は、遠い将来においても安全か？</p>	<p>しかし、原子力発電所から出される高レベル廃棄物については次のような疑問をお持ちの方は多いのではないかでしょうか。</p> <p><クリック>高レベル放射性廃棄物は、危険なので？</p> <p><クリック>高レベル放射性廃棄物は、処分してしまっていいのか？</p> <p><クリック>処分した高レベル放射性廃棄物は、遠い将来においても安全か？</p>	15秒

次いで、きつぱりと「これらの
疑問にお答えします」と言い、疑
問解消への興味を引きつける。

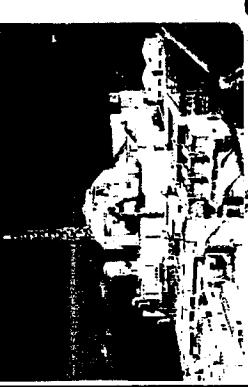
＜クリック＞皆さんがこのようない不安や疑問を持
たれるのはもつともです。確かに高レベル放射性
廃棄物は、高い放射能を有しており、取り扱いに
慎重を要する物質です。そこで、今から、これら
の疑問にお答えいたします。



1. 第1の疑問への回答
　　一高レベル廃棄物は危険
　　<高レベル廃棄物の特徴>
　　第1の疑問に対し、まずは回答
　　してしまう。

2. 第1の疑問 一 高レベル放射性廃棄物は、危険なのでは？

＜クリック＞原子力発電で発生する高レベル放射
性廃棄物は、＜クリック＞有害な放射線を出す能
力、すなわち放射能が非常に高い物質です。<ク
リック>このため、高レベル放射性廃棄物は放
射線を遮蔽するものが必要です。



＜クリック>そこで皆さんから出された第1番目

の疑問、「高レベル放射性廃棄物は危険なの

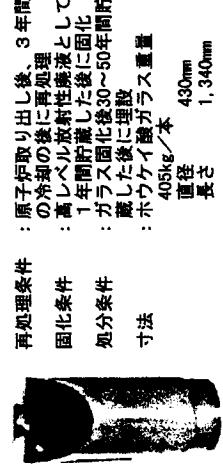
では？」にお答えします。答えは「その通り、遮蔽

がないと危険です」というものです。

□7

(2) ガラス固化される高レベル廃棄物

ガラスに固めれば、廃棄物は安定になり、中の放射性物質が漏れ出することはないという事実を説明する。

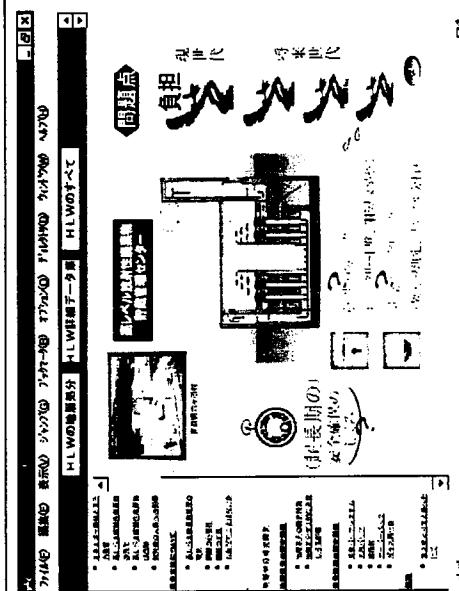


再処理条件：原子炉取り出し後、3年間
の冷却の後に再処理
固化条件：高レベル放射性液体として
1年間貯蔵した後に固化
処分条件：ガラス固化後30～50年間貯
蔵した後に埋設
寸法：ホウケイ酸ガラス重量
405g/本
直径
430mm
長さ
1,340mm

<クリック>ともともと高レベル放射性廃棄物は液体として発生しますので、溶けたガラスと一緒に混ぜてキャニスターというステンレス製の容器に注入して固めます。これをガラス固化体と言います。

そこで、何故このようにガラスに固めるかですが、ガラス固化することで、高レベル放射性廃棄物は安定なものになります。中の放射性物質が漏れ出しがちがないからです。
しかし、放射線の強さは、ガラス固化しても、変わりません。また、熱も持っています。

(3) 高レベル廃棄物の貯蔵
<高レベル放射性廃棄物の管理>
現在は、遮蔽と空冷のため分厚いコンクリート施設の中で完全に貯蔵。しかし半永久的に人間が貯蔵するのは不可能、ということを説明する。



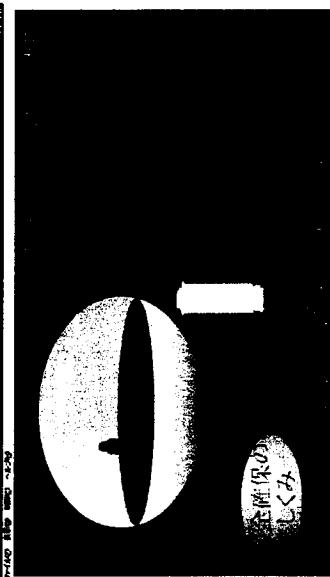
<クリック>そこで、現在、高レベル放射性廃棄物は、このような強い放射線を遮蔽するため、分厚いコンクリートの貯蔵施設の中で、空冷で熱を冷ましたながら厳重に貯蔵されています。

<クリック>しかし、高レベル放射性廃棄物には、数万年も経たないと放射能が弱くならないような放射性物質が含まれています。
<クリック>このため高レベル放射性廃棄物の場合、そのまま貯蔵を行うとすると、数万年にわたって人間の手をわざわざ必要があり、結果的に、将来の世代に大きな負担を強いることになります。

(5) 高レベル廃棄物の処分とその要件

<隔離の必要性>

高レベル廃棄物の処分に求められる2つの要件、「永久に隔離する必要のあること」と「人間が管理しながらも安全性が保証されること」について、説明する。



<クリック>したがって、高レベル放射性廃棄物は、貯蔵するのではなくて、処分してしまう必要があります。その処分も、一般の廃棄物とは違つた方法が必要です。

<クリック>高レベル放射性廃棄物の場合、第1に、人間の生活環境から離れた所に永久に処分してしまつ必要があります。第2に、人間の手をわざらわせずに、そのまま処分しても、安全性が保証される必要があります。

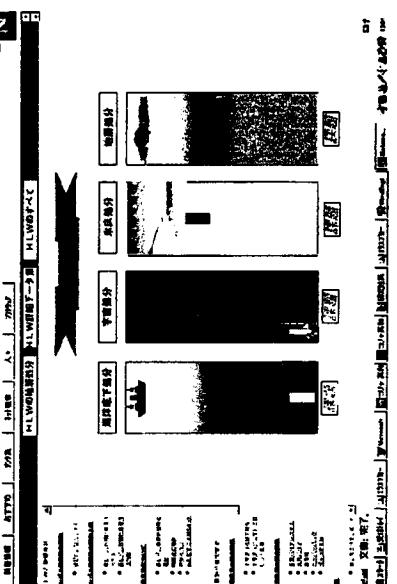
3. 第2の疑問－高レベル放射性廃棄物は、処分してしまつていいか？

(1) 最も合理的で実現可能な処分方法—地層処分

<隔離の方法>

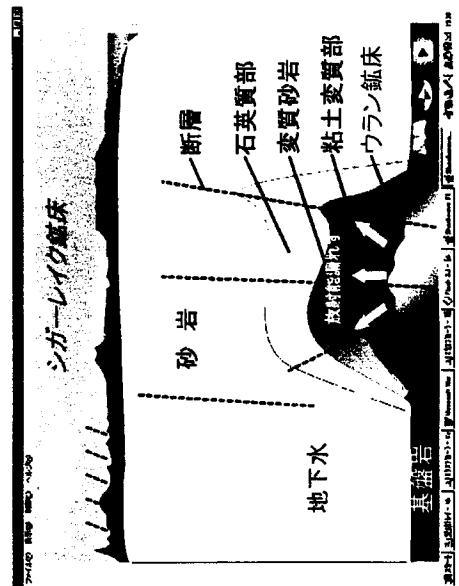
高レベル廃棄物の処分方法として、世界各国が、地層処分を最も合理的で、実現可能としていることを伝える。

<クリック>このようないくつかの処分方法として、海洋底への処分、宇宙への処分、北極、南極の氷床への処分など、世界各のアイディアが出されていますが、現在、世界各国において最も合理的で実現可能な方法と考えられているのが深い地下に高レベル放射性廃棄物を埋める地層処分という方法です。



(2) 地層処分のイメージ
— シガーレイク鉱床

地層処分に具体的なイメージを持つてもらうため、また地層自体の優れたパリア性能を知つてもらうため、これらをナチュラルアナログで示す。



<クリック>この地層処分については、これを天然に行つたのと同じ現象が、カナダのシガーレイクという所の地下 430m の地層中にあるウラン鉱床で見られます。

<クリック>この地層には地下水が多く含まれ、また断層も存在していました。それなのに、数十年、数百万年前より、ウラン鉱床中の放射性物質が地表へ漏れ出した事実は全くありませんでした。

(3) 第2の疑問への回答

第2の疑問に回答する。特に人類が十分に使いこなしている鉱山技術を応用できる点を強調する。

- * 地下深くの地層は本来、物質を保存、隔離する能力(包藏性)に優れている
- * 地下に埋めるための技術は、鉱山技術などてかない経験

<クリック>ここで第2番目の疑問「高レベル放射性廃棄物は、処分してしまっていいのか？」に答えてお答えします。答えは「Yes」です。その理由として、地下深くの地層は、本来、物質を隔離、保存する能力、難しい言葉でいえば、包藏性に優れていることが挙げられます。また、地下に埋めるためには、鉱山技術や土木工学などで、われわれは、かなり経験を積んでいます。

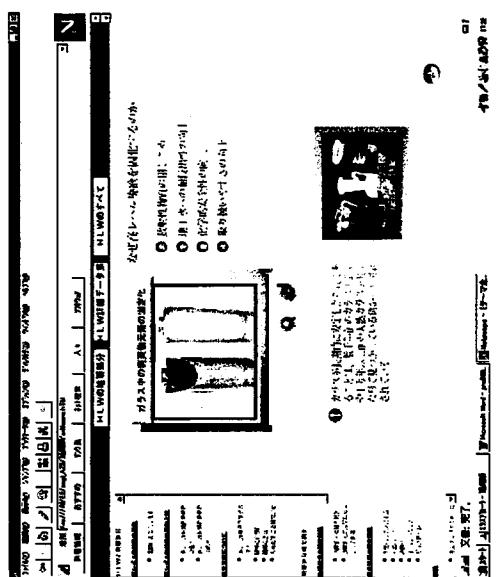
4. 第3の疑問 一 処分した高レベル放射性廃棄物は、遠い将来においても安全か？

(1) ガラス固化体

—物理的・化学的の安定性

ガラス固化体の放射性物質は「動かない」ということを、ますます示す。

＜クリック＞高レベル放射性廃棄物はガラス固化されますが、ガラスは非常に安定した物質で、なかなか変質しません。したがって、ガラス固化体の中の放射性物質も、ガラスの中に固定され動きません。

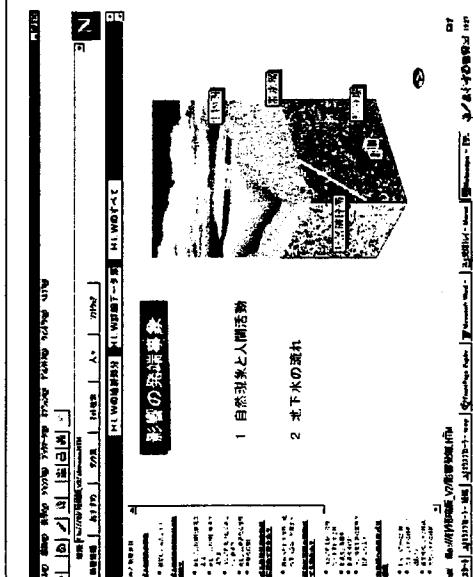


(2) 影響の発端事象

- 〈a. 直接シナリオ〉
 - 〈b. 地下水シナリオへの対処〉
- 何らかの外的な動きがガラス固化体に影響することだが、もともとは動かない放射性物質が動き出す発端となることを説明する。

＜クリック＞

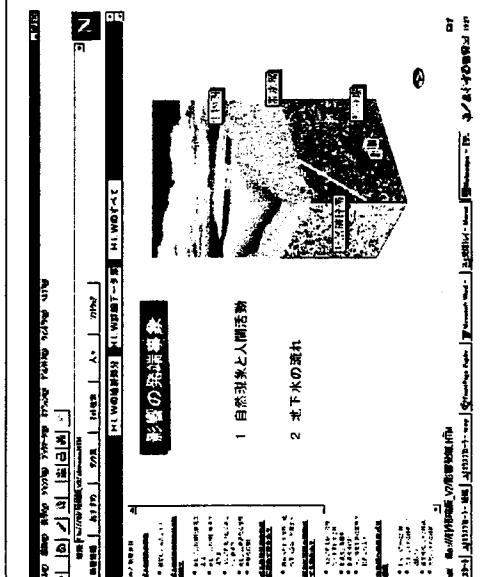
しかし、ガラス固化されて動かない放射性物質も、遠い将来にわたっては、地殻変動などの天然現象や人間活動、あるいは地下水流動といった外的な動きが加わることで、動き出し、これが人間に影響する可能性について、処分する前に充分慎重に評価しておく必要があります。



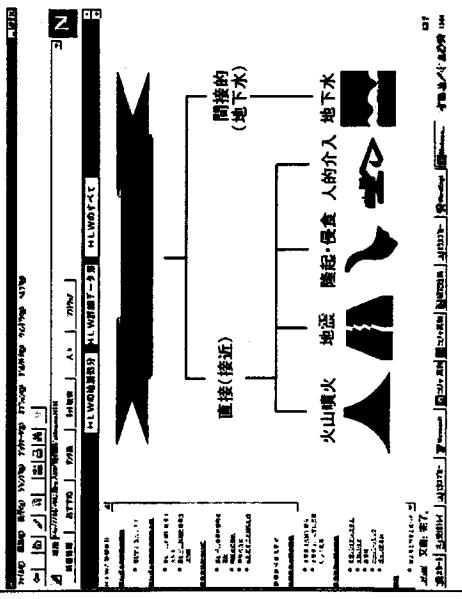
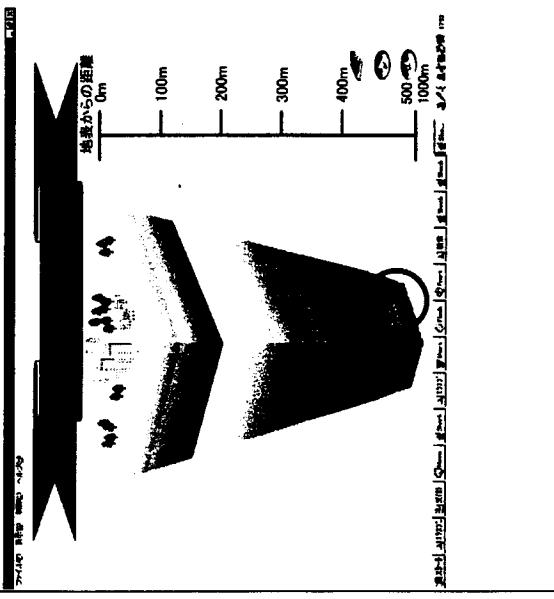
30秒

＜クリック＞

しかし、ガラス固化されて動かない放射性物質も、遠い将来にわたっては、地殻変動などの天然現象や人間活動、あるいは地下水流動といった外的な動きが加わることで、動き出し、これが人間に影響する可能性について、処分する前に充分慎重に評価しておく必要があります。



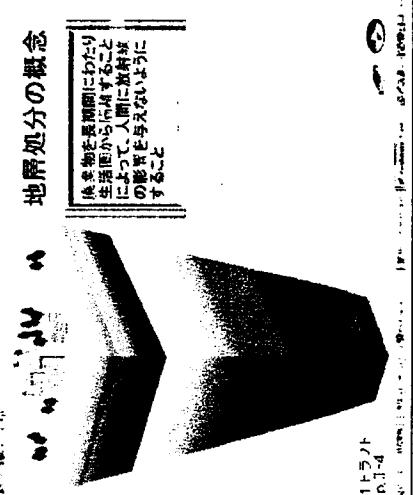
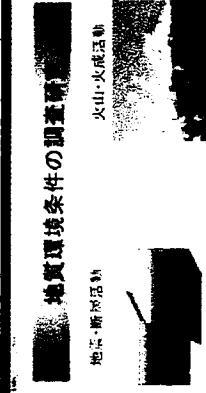
15秒

<p>(3) 影響の可能性</p> <p>外的な動きが加わることで、これが放射性物質が動き出し、これが人間に影響するまでの影響の可能性をシナリオ化していることを示す。</p> 	<p>クリック>わが国では、遠い将来における人間への影響の可能性をシナリオと呼び、2通りを考えております。</p> <p>その一つは、接近シナリオとと言って、天然現象や人間活動が発端となつて、生活環境とは隔離されていましたガラス固化体が、結果的に、人間の領域に近づいて直接、人間に影響を及ぼす場合を考えています。この場合の発端となつた天然現象としては、地震や断層活動、火山活動、地盤の隆起・浸食などが考えられ、また人間活動としては、鉱物資源の掘削などが考えられます。</p> <p>さらにもう一つは、地下水シナリオと書いてガラス固化体中の放射性物質が地下水を介して人間に影響を及ぼす場合を考えております。</p>
<p>(4) 第3の疑問への回答</p> <p>第3の疑問に回答する。特に、「安定な地層で多重バリアを構築するから」という理由を強調する。</p> 	<p>クリック>そこで、みなさんの疑問の第3番目、地下深くに「処分された高レベル放射性廃棄物は遠い将来においても安全か?」という疑問にお答えします。答えは「Yes」です。</p> <p>その理由ですが、まず接近シナリオを考えてみると、遠い将来にわたって火山、地震、断層などの天然現象の影響を受けることのない地層、この意味で安定した地層を選ぶことで、これらの不測の事態を避けることができます。</p> <p>また、地下水シナリオについて考えてみると、上に述べたような安定な地層に高レベル放射性廃棄物を埋め、その周囲を地下水が侵入にくくするための人工的なバリアで包んでありますので、遠い将来にわたって放射性物質が人間の生活環境に出てくることが抑制され、安全を確保することができます。</p>

P77 ~ P81 まで

Blank page

8.5 第2次とりまとめ・第1次ドラフト：研究開発編

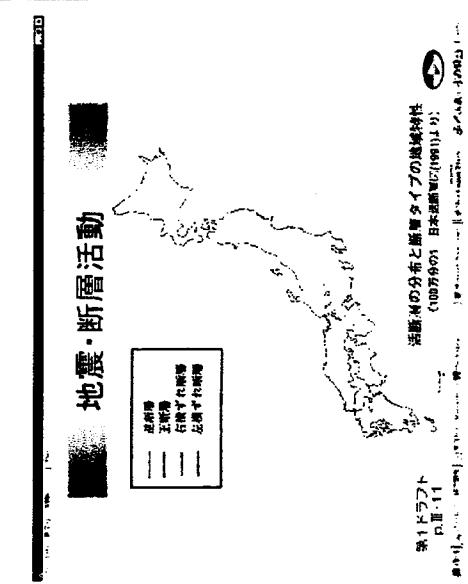
想い・伝えるべきメッセージ	画面	ナレーション	所要時間
1. 地層処分の概念			
①地層処分の基本的な考え方	 <p>地層処分の概念</p> <p>地を物を長期間にわたり生活圏から離れて、人間に放射線によつて、人間に放射線による影響を与えないようにする</p>	<p>わが国での地層処分の概念は、「変動帶に位置するわが国においても、その安定な地質環境が存在することを確認し、安定な地質環境に、放射性核種が漏れないよう性能に余裕を持たせた人工バリアを含む多重バリアシステムを構築する」というものです。</p> <p>これによつて廃棄物を長期間にわたり生活圏から隔離し、人間が放射線の影響を受けないようにします。</p>	30秒
2. わが国の地質環境			
a. 地質環境			
①地質環境条件	 <p>地質環境条件の調査結果</p> <p>地震・噴火活動 地下・断層活動 火山・火成活動</p>	<p>＜クリック＞地質環境条件の調査研究、地層処分の工学技術、性能評価研究のうち、地質環境の長期安定性に関する研究は、変動帶に位置する日本にも安定な地質環境が存在することを示すために実施しています。</p>	30秒
	 <p>地形・次生・現象 安定な地質環境の存在 気候・海水性変化</p>		

<p>②安定な地質環境の存在</p> <p>「地質環境条件」の研究分野の内容（柱立て）を示す。</p> <p>例研究対象地域</p>	<p>＜クリック＞火山・火成活動、隆起・沈降・浸食などの自然現象については、これらの活動のパターンや影響の規模（程度・範囲）を理解するため、代表的な地域における最新の事例研究の成果や地球科学における最新の知見を整理しています。</p> <p>＜クリック＞</p>
<p>b. 地質環境の長期安定性</p> <p>①地震・断層活動</p> <p>「地質環境条件」の研究分野のうち、「地震・断層活動」の研究目的を示す。</p>	<p>＜クリック＞地震・断層活動にについては、その影響を直接被る範囲を地域的に限定でき、影響の及ばない地下深部の地質環境が存在することを示すため、活断層の分布と断層タイプの地域特性や、地震・断層活動による岩盤や地下水や水質への影響などを調査・研究しています。</p> <p>地震・断層活動</p>

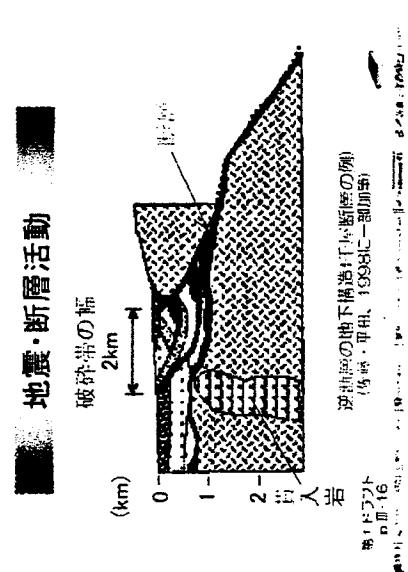
(i : 活断層の分布と断層タイプ)

「地震・断層活動」の研究成果を示す。

＜クリック＞例えば、事例研究を通して断層活動や地震が地質環境に与えた影響の規模に関する知見を整理し、活断層の分布図の作成などを行っています。



(ii : 地震・断層活動による地質構造への影響)

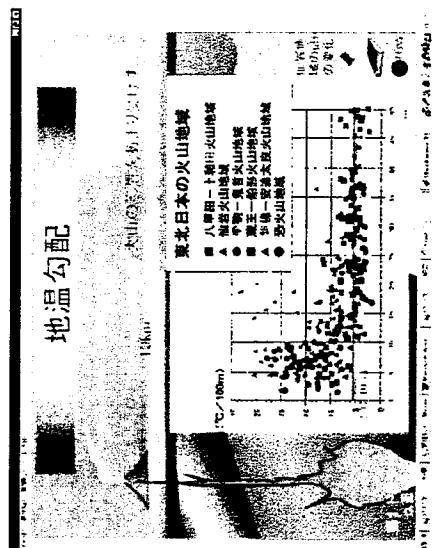


地震・断層活動による地質環境への影響として地震・岩盤の破壊・破碎や変位が重要ですが、破碎帶の幅は数mから最大でも数百mであり、将来にわたって拡大する破碎帶の幅はわづかと想定されます。

地震・断層活動で変位する範囲は、数km程度以内との例があります。

<p>②火山活動 (i : 火山岩の分布)</p> <p>「地質環境条件」の研究分野のうち、「火山・火成活動」の研究目的を示す。</p>	<p>＜クリック＞火山、火成活動については、火山活動や地熱の影響を被る地域は限定でき、影響の及ばない地下深部の地質環境が存在することを示すため、火山活動域の変遷、地温勾配などの調査研究を実施しております。</p> 
<p>(ii : 火山活動域の変遷)</p> <p>「火山・火成活動」の研究成果を示す。</p>	<p>＜クリック＞例えば、第四紀の火山岩と新第三紀の火山岩の分布についてみると、火山の分布地域がある程度限定されることは分かっています。＜クリック＞同様に、東北地方の火山についてみると、現在から300万年前にかけて火山の位置はある程度変化しているものの、その地域は限定されています。</p> <p>現在～ 300万年前</p> 

(図：地温勾配)



東北日本に分布する第四紀火山地域やその周辺では、地下に存在するマグマや高温岩体からの熱による地温の上昇や揮発成分の混入による地下水の水質変化などが認められますが、そのような影響の範囲は火山の噴出中心から10km程度です。

③隆起・沈降・侵食
「地質環境条件」の研究分野のうち、「隆起・沈降・侵食」の研究開発を示す。

＜クリック＞隆起・沈降・侵食については、地盤の上下変動の早さの分布を示すことと、長期的に変動の少ない安定な地質環境が存在することを示すため、隆起・沈降速度などの調査研究を実施しています。

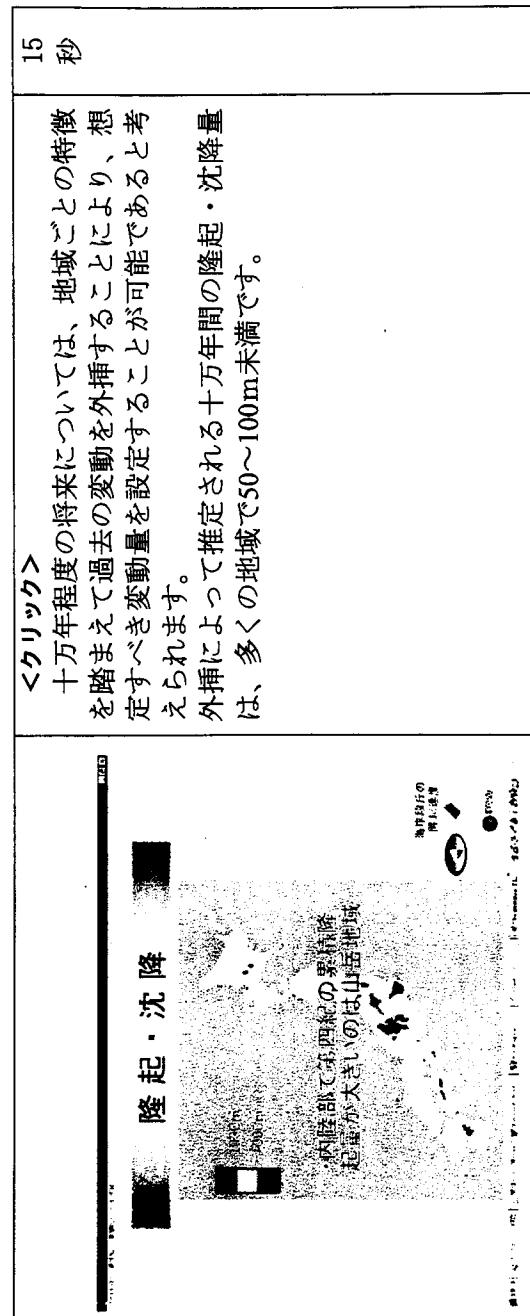
その結果、例えば、隆起・沈降量は下北半島など多くの地域で10万年に100m／10万年以下。数10万年間ほぼ一定の速度で隆起・沈降していることなどが判明しています。



10
秒

20
秒

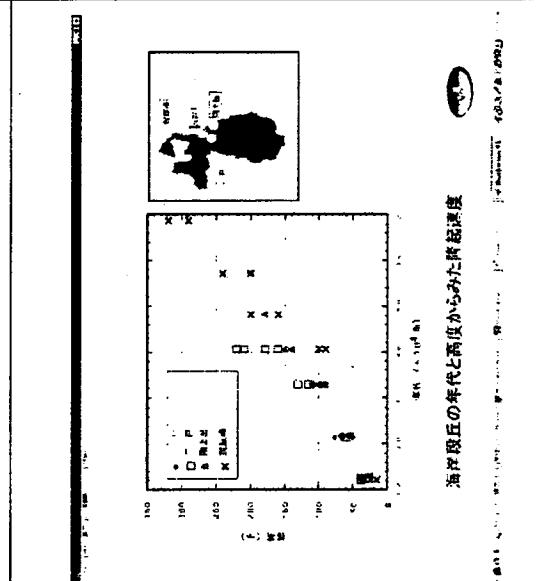
(i : 隆起・沈降)
 「隆起・沈降」の研究成果を示す。

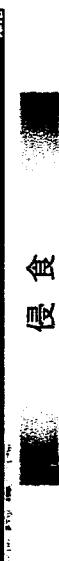
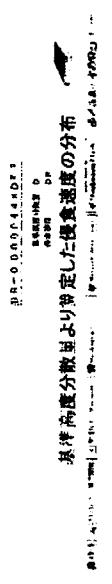
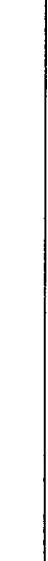


＜クリック＞将来については、地域ごとの特徴
 十万年程度の将来に過去の変動を外挿することにより、想
 を踏まえてべき変動量を設定することが可能であると考
 定すべきです。
 外挿によって推定される十万年間の隆起・沈降量
 は、多くの地域で50～100m未満です。

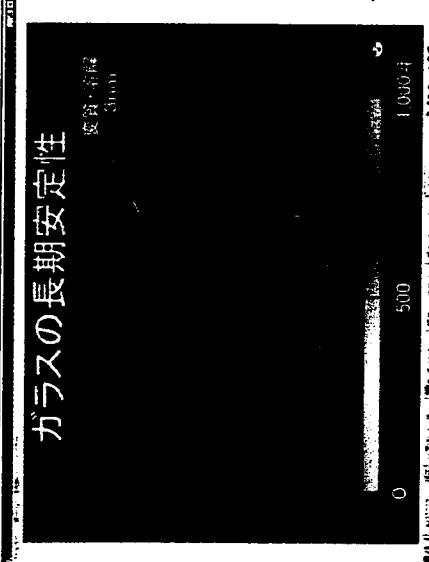
(ii : 海岸段丘の隆起速度)

海岸には、過去数十万年間に形成された複数
 段の海岸段丘が分布します。そのため、この海岸
 段丘が形成された年代と現在の高度をもとに、そ
 の間の隆起量や沈降速度を見積もることができます。下北半島地域の例では、過去數十万年の間、
 ほぼ一定の速度で隆起していることが分かりま
 す。

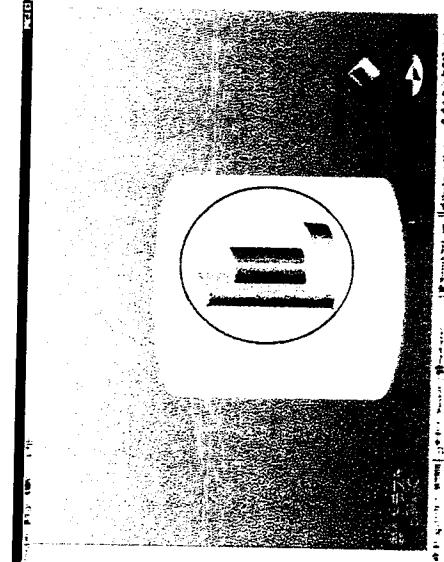
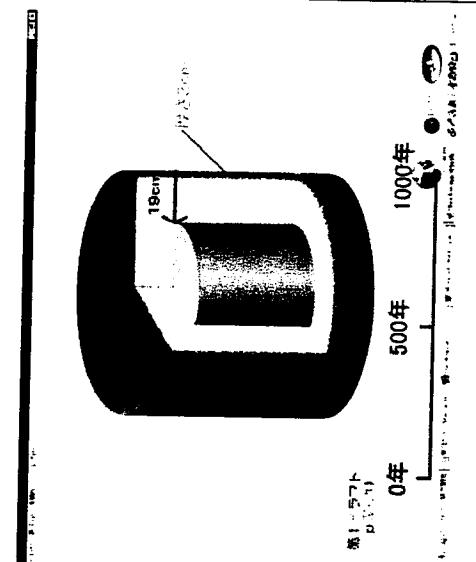


<p>(iii : 侵食)</p> <p>侵食の研究成果を示す。</p>	<p>侵食</p>  <p>侵食には、地形条件などとの関係やプロセスを考慮することにより、将来の侵食量を評価することが可能と考えています。</p> <p>基準高さ分離量より算定した侵食速度の分布</p> 	<p>気候・海水準変動</p>  <p>気候・海水準変動については、地下水活動・水質などに影響を受ける可能性が想定されているため、海水準変動の周期性や変動幅などを研究しています。</p> <p>気候・海水準変動による着しい地盤沈下</p> 
--------------------------------------	---	--

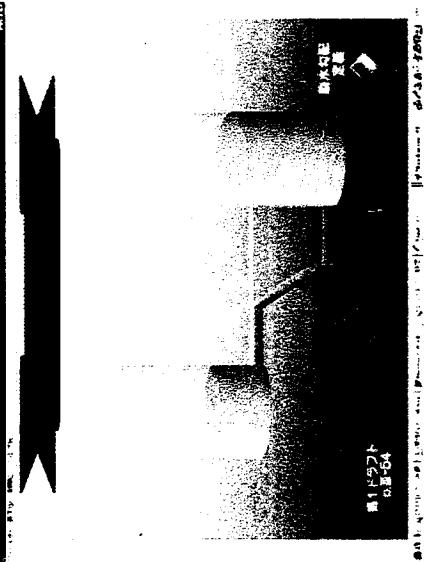
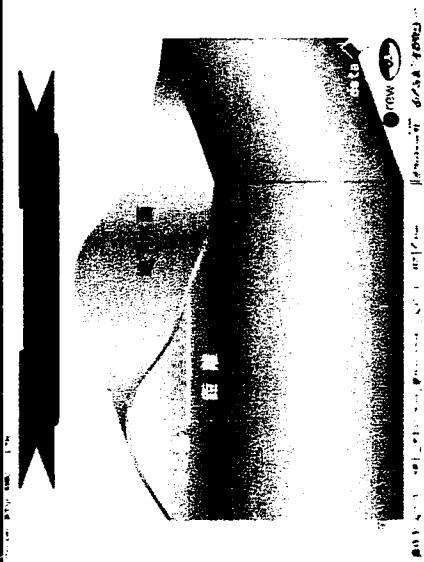
<p>(気候・海水準変動)</p> <p>「気候・海水準変動」の研究成果を示す。</p>	<p>＜クリック＞例えば、過去数万年の気候・海水準変動には明確な周期性があること、また、日本における気温、降水量、海水準の変動幅は限どが分かっています。＜クリック＞海水準の変動によりわが国の海岸線も過去大きく変動しており、最終氷期最寒冷期の海岸線は現在よりも海側にあつたことが分かっています。</p> <p>将来十萬年程度の予測については、この変動サイクルが継続するとみなして、想定すべき変化を評価することが可能と考えられます。</p> 	<p>25秒</p> <p>＜クリック＞これらのがん現象の他に、将来の人間が鉱物資源の採掘のため掘削を行い、処分された高レベル放射性廃棄物に到達する可能性についても考慮する必要があります。これを人間介入と言いますが、＜クリック＞しかし、地下資源のある場所は、現在の調査技術を駆使すれば推定することができます。この図はそのような例としてわが国の金属鉱山の位置を示したものです。<クリック></p> 
--	--	--

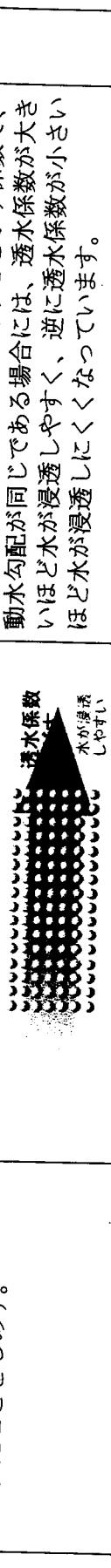
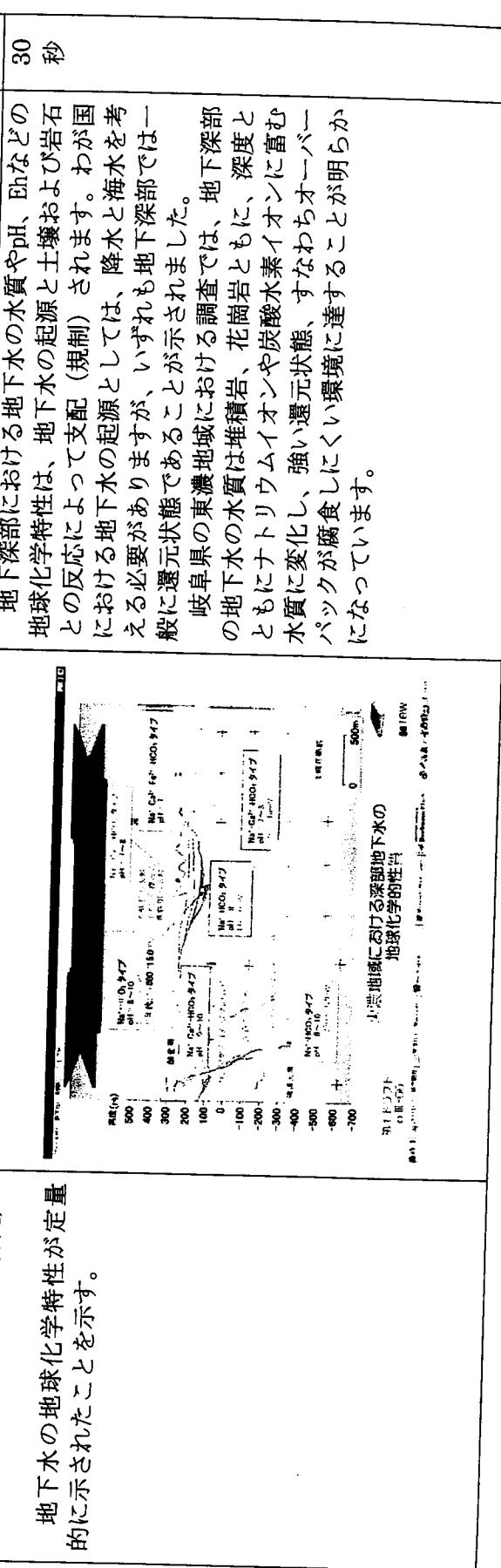
3. 地層処分の工学技術	
a. 処分概念	<p>①人工バリア及び処分施設の基本概念</p> <p>「処分技術」の研究分野で「第2次」の研究成果として最大のものを、まず強調する。繞いて、この研究分野の内容（柱立て）を示す。</p> <p>研究対象 (1)人工バリア (2)処分施設</p>  <p>＜クリック＞高レベル放射性廃棄物を安全に地層処分するため、人工バリアと処分施設の工学技術に関する研究開発を実施しています。</p> <p>人工バリアは、放射性廃棄物を長期間安全に人間環境から隔離するための多重バリアシステムの一部をなしています。</p> <p>処分施設は、ガラス固化体を受け入れて検査し、オーバーパックに封入した後、それを地下深部に搬送するための地上施設と、廃棄体を定置するため地下深部に建設される地下施設から構成されています。なお、処分施設については、建設・操業・閉鎖に要求される機能等についても研究しています。</p> <p>＜クリック＞</p>
b. 多重バリアシステム	<p>①ガラス固化体</p>  <p>高レベル廃棄物はホウケイ酸ガラスというガラスで固められ、これをガラス固化体と呼んでいます。ガラスは非常に安定した物質で、地下水に極めて溶けにくく、1000年間で変質・溶解する厚さは3nm程度という報告があります。</p> <p>15秒</p>

②オーバーパック

<p>ガラス固化体をしつかりと覆い、密閉するのがオーバーパックです。地層処分による安全性を確保するため、少なくともガラス固化体中の放射性核種がある程度減衰するまでの期間、地下水がガラス固化体と接触しないようにする必要があります。</p> <p>第2次とりまとめでは、材料について、炭素鋼を基本としつつ、チタンや銅を腐食しにくい耐食層として用いる複合オーバーパックについて検討を進めています。</p> 	<p>30 秒</p> <p>炭素鋼の腐食試験をした結果、平均的な腐食の速さは1000年間で1cm以下と非常に遅いことが分かっており、様々な試験結果や計算結果から最大でも約3cmという値が得られています。</p> <p>オーバーパックの厚さは、検討した結果、19cmという値が得られ、第1次取りまとめで示した仕様例と比較すると板厚が約30%減少しました。</p> 
---	--

<p>③緩衝材</p> <p>(緩衝材の基本要件)</p>	<p>緩衝材は、オーバーパックと岩盤の間に設置されるもので、長期的な安全確保の観点からは、オーバーパックの腐食と放射性核種の移動を抑制することが基本的に求められています。</p> <p>オーバーパックの腐食を抑制する上では地下水の化学的条件を好ましいものとする機能が求められています。</p> <p>また、放射性核種の移動を抑制するために、ガラス固化体溶解速度の抑制、核種の溶解の抑制、地下水の移動の抑制、溶解した核種の収着、及びコロイドの移動の防止といった機能が求められています。</p> <p>30 秒</p>
<p>④地下水の流れ</p> <p>高レベル廃棄物を地層に処分する場合、地下水が高レベル廃棄物に到達してバリアを腐食させ、放射性核種を地表へ運ぶ可能性を除外することはできません。</p> <p>このため、人工バリアの設計・製作・施工を検討するにあたっては、地下水が高レベル廃棄物に到達することを想定して、わが国の地下水の流れや化学的性質などを十分把握しておく必要があります。</p> <p>45 秒</p>	

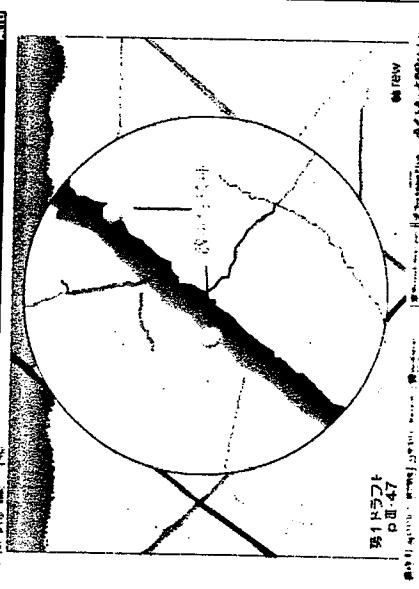
<p>(i : 動水勾配の概念)</p>	<p>15 秒</p> <p>水は高いところから低いところへと流れます。パイプの中を流れる水は、2つの容器の水面差が小さいときはゆっくりと動きますが、水面差が大きくなればなるほどより速く動きます。地下水の流れやすさをこのような水面差で表したもののが動水勾配です。地下においては、水面差をつくる主な要因は地形です。</p> 
<p>(ii : 動水勾配の定義)</p> <p>地下水の流動特性が定量的に示されたことをしめす。</p>	<p>15 秒</p> <p>動水勾配は、地下水が流れる方向の単位距離当たりの水圧の差のことをいい、透水係数が同じである場合には、動水勾配が大きいほど水が流れやすく逆に動水勾配が小さいほど水が流れにくくなります。</p> 

(iii : 透水係数)	<p>地下水の流動特性が定量的に示されたことをしめす。</p> 	<p>地下水の動きは深度が深くなるほど遅くなると考へられており、地下水の流れは透水係数と動水勾配を調べることで求めることができます。透水係数は、水のとおりやすさを示す係数で、動水勾配が同じである場合には、透水係数が大きいほど水が浸透しやすく、逆に透水係数が小さいほど水が浸透しにくくなっています。</p>	<p>地下水深部における地下水の水質やpH、Ehなどの地球化学特性は、地下水の起源と土壤および岩石との反応によって支配（規制）されます。わが国における地下水の起源としては、降水と海水を考える必要がありますが、いずれも地下深部では一般に還元状態であることが示されました。岐阜県の東濃地域における調査では、地下深部の地下水の水質は堆積岩、花崗岩とともに、深度とともにナトリウムイオンや炭酸水素イオンに富む水質に変化し、強烈還元状態、すなわちオーバーパックが腐食しにくい環境に達するところが明らかになっています。</p> 
(iv : 地下水の地球化学的特性)		<p>地下水の地球化学特性が定量的に示されたことを示す。</p>	

⑤岩盤特性
(i 収着作用)

15
秒

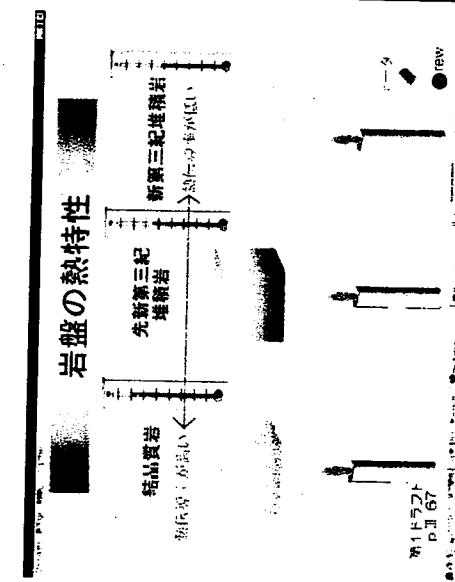
物質の移行経路となる岩石中の粒子間隙や割れ目などの分布や形状は岩石の種類や地域によって物質を分散させたり、地下水の動きに対して物質を分散させたり、造岩鉱物や割れ目充填鉱物の表面に物質を収着する機能が期待できることが示されました。



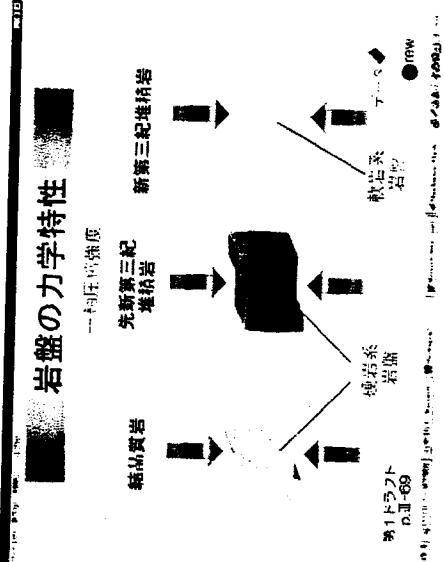
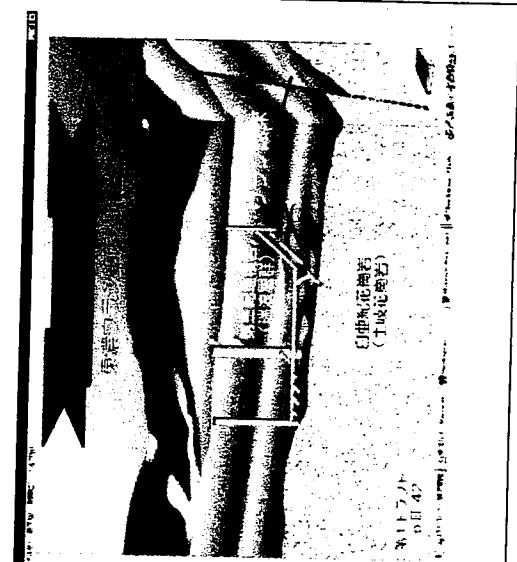
(ii : 热特性)

15
秒

岩盤の熱的な特性は処分場の温度環境や人工バリアの化学的な反応に影響を及ぼします。特に、緩衝材の化学的な安定性はその品質維持にとって重要であり、処分場は地温が低く、岩石自体の熱伝導性が高いことが好ましい条件になっています。



(iii : 力学特性)

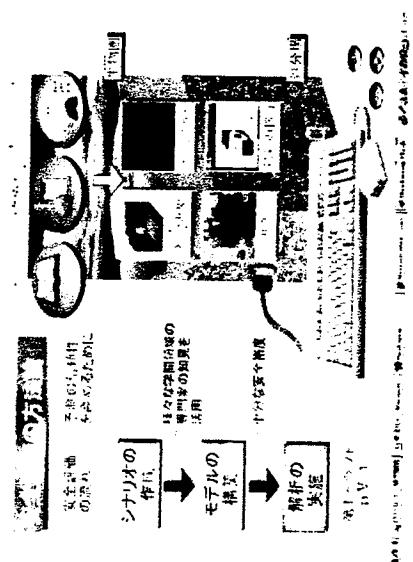
<p>岩盤の力学特性</p>  <p>岩盤の力学的な特性は、処分場の建設や操業の際ににおける空洞安定性やオーバーパックおよび緩衝材の力学的な安定性にとって重要で、場ごとに地圧が低く、岩石自体の強度や変形能力が高いことが好ましい条件になります。</p> <p>本研究では、わが国の岩盤を硬岩系と軟岩系の2種類に分けて取り扱うこととし、設計、製作・施工技術の検討で用いる岩盤物性値については、硬岩系岩盤は結晶質岩酸性岩および古第三紀泥質岩の、軟岩系岩盤は新第三紀泥岩・砂岩・凝灰岩の物性値を用いることとした。</p>	<p>30秒</p> <p>岩盤の力学的な特性は、処分場の建設や操業の際ににおける空洞安定性やオーバーパックおよび緩衝材の力学的な安定性にとって重要で、場ごとに地圧が低く、岩石自体の強度や変形能力が高いことが好ましい条件になります。</p> <p>本研究では、わが国の岩盤を硬岩系と軟岩系の2種類に分けて取り扱うこととし、設計、製作・施工技術の検討で用いる岩盤物性値については、硬岩系岩盤は結晶質岩酸性岩および古第三紀泥質岩の、軟岩系岩盤は新第三紀泥岩・砂岩・凝灰岩の物性値を用いることとした。</p>
<p>⑥ナチュラルアナログ</p>  <p>東濃ウラン鉱床は、約1千万年前に形成されて以来、隆起、浸食、沈降など様々な天然現象を被つてきました。なお、ウラン以外にも様々な金属や非金属の鉱床が、世界各国および我が国との地質環境中に存在している。このような実例は、地質環境には本来的に物資を長期にわたって保存する機能が備わっていることを意味しています。</p>	<p>20秒</p> <p>東濃ウラン鉱床は、約1千万年前に形成されて以来、隆起、浸食、沈降など様々な天然現象を被つてきました。なお、ウラン以外にも様々な金属や非金属の鉱床が、世界各国および我が国との地質環境中に存在している。このような実例は、地質環境には本来的に物資を長期にわたって保存する機能が備わっていることを意味しています。</p>

c. 処分場	<p>①処分場の概念設計</p> <p>図1ビデオコト DWG</p>	<p>処分施設については、空洞の力学安定性の観点から現実的な施工ができる深度の範囲を示しました。また、合理的な処分坑道離間距離や廃棄体ピッチの組合せを検討する設計の考え方を示すとともに、熱解析等に基づいて硬岩系岩盤の処分坑道横置き方式についてその組合せを設定しました。今後、軟岩岩盤や処分孔堅置き方式についても同様の検討を行うとともに、それらの検討結果に基づき、第2ドラフトで処分施設のレイアウトを示す予定です。</p> <p>30秒</p>
		<p>地層処分システムが安全上受けられるものであるかを判断するためには、処分システムが人間とその生活環境に及ぼす影響を十分に評価し、この評価結果を適切な安全基準に照らして安全性を判断する必要があります。</p> <p>地層処分システムの安全性評価が従来の工学システムの評価と大きく異なる点は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ①極めて長い時間枠、例えば数万年以上を考慮しなければならないこと ②天然の地層という不均質で大きな空間的領域が評価対象に含まれること、の2点です。<クリック>
	<p>4. 安全評価</p> <p>a. 安全評価の目的と流れ</p> <p>①地層処分システムの安全評価の考え方</p>	<p>30秒</p>

②安全評価の方法論
(i : シナリオの作成)

この問題に対するアプローチとして次のような方法が用いられています。	<p>まず、長期間のうちに処分システムの状態を変化させるようなケースをもれなく規定し、それにによる人間環境への影響を論理的に記述する安全評価上のシナリオを作成します。</p> <p>安全評価シナリオを考える上では、高レベル廃棄物が人間環境に近づくことによつて人間環境に影響が及ぶ可能性が生じるようなシナリオと、地下水により放射性物質が人間環境に運ばれる可能性に関するシナリオの2つに分類されます。地下水シナリオに重点を置いて処分システムの安全評価を行っています。最近シナリオについては、適切な処分地を選定するとともに、必要に応じて適切な対策を講じることによって、その安全性を保持することを確認します。</p> <pre> graph TD A[シナリオの作成] --> B[モデルの構築] B --> C[解析の実行] C --> D[シナリオの合成] </pre>	<p>予測の信頼性を高めるために、シナリオについてさまざまな学問領域の専門家の議論を通じ、あらゆる科学的知識を駆使して、見落としや重複がないように可能性のあるすべてのケースを明らかにする必要があります。</p> <p>次に個々のシナリオを構成する現象について、これまで得られている科学的な知見を取り込んで数式化します。このように適切な解析モデルを構築するとともに、データを準備し、それらを用いて安全性を解析評価します。<クリック></p> <pre> graph TD A[シナリオの作成] --> B[モデルの構築] B --> C[解析の実行] C --> D[シナリオの合成] </pre>
(ii : モデルの構築)		

(Ⅲ) 解析の実施

	<p>モデルはシナリオで考慮される現象を適切に表現していることが重要であるため、室内での実験やフィールドでの観察や試験から得られた結果に基づいて作成します。</p> <p>モデルの設定やデータの設定にあたっては、その対象が十分にわかつていない場合は、人間への影響の程度を過小評価しないよう十分な保守性をもたせています。</p> <p>＜クリック＞</p>  <p>The diagram illustrates the workflow: 安全評価 (Safety Evaluation) leads to シナリオの作成 (Scenario Creation), which then leads to モデルの構成 (Model Configuration) and 最終評価 (Final Evaluation).</p>	<p>20秒</p> <p>モデルはシナリオで考慮される現象を適切に表現していることが重要であるため、室内での実験やフィールドでの観察や試験から得られた結果に基づいて作成します。</p> <p>モデルの設定やデータの設定にあたっては、その対象が十分にわかつていない場合は、人間への影響の程度を過小評価しないよう十分な保守性をもたせています。</p> <p>＜クリック＞</p> <p>30秒</p> <p>第2次取りまとめの安全評価では、複数の解析ケースの中から任意に一つを選んでレフアレンスケースとして設定し、他の解析ケースは、レンズケースのモデルやデータを変更することにより対応できるようにします。</p> <p>レフアレンスケースは、地層処分システムのオプションの中から1つの地層処分システムを選び、地下水シナリオにおいて将来の天然現象や人間活動が処分場の地質環境条件に擾乱を与えるか、かつ工学的対策が十分に管理されていて設計どおり所期の機能を発揮するとして、安全評価解析のための概念モデルの仮定を設定します。</p> 
	<p>b. 安全評価解析</p>	<p>① レフアレンスケース：人工バリアの仕様と地質環境条件</p>

(②)人工バリアの仕様詳細	<p>第2次取りまとめでは、硬岩系岩盤の処分坑道横置き方式と軟岩系岩盤の処分堅置き方式の仕様例を示しました。</p> <p>オーバーパック、緩衝材については、第1次取りまとめに示された仕様例に対し、厚さを約30%低減できました。</p> <p>安全評価解析における比較のベースとして選んだ人工バリアの仕様は、JNFL仕様のガラス固化体、オーバーパックは厚さ0.19mの炭素鋼、緩衝材は、ベントナイトとケイ砂の混合を設定しました。なお、定位置レイアウトは解析上、堅置きと横置きを区別することなく保守側の評価となる設定を考慮することとした。</p> <p>第1ドラフト D.V.46 堅分底堅置き方式の仕様 (緩衝材なし/敷地基盤なし)</p>
(③)想定される地質環境条件	<p>変動帶に位置するわが国においても地層処分の観点から長期的に安定な地質環境を選定することができると考えられ、選定された地質環境について、そのバリエーションを地形、地下水、岩石を視点として整理した。これらの中から、安全評価解析における比較のベースとなるレフアレンスとして地形は平野を、地下水は降水系高pH型地下水を、岩石は結晶質岩（酸性岩）をそれぞれ選んだ。</p> <p>第1ドラフト D.V.5 堅分底堅置き方式の仕様 (緩衝材なし/敷地基盤なし)</p>

5. まとめ



サイクル機構では1998年9月に「第2次とりまとめ」の第1次ドラフトを公表しましたが、今後、国民各層、各機関からのご意見や国際的レビュー結果も踏まえて、「第2次とりまとめ」最終報告書の完成に反映させていく予定です。

15
秒