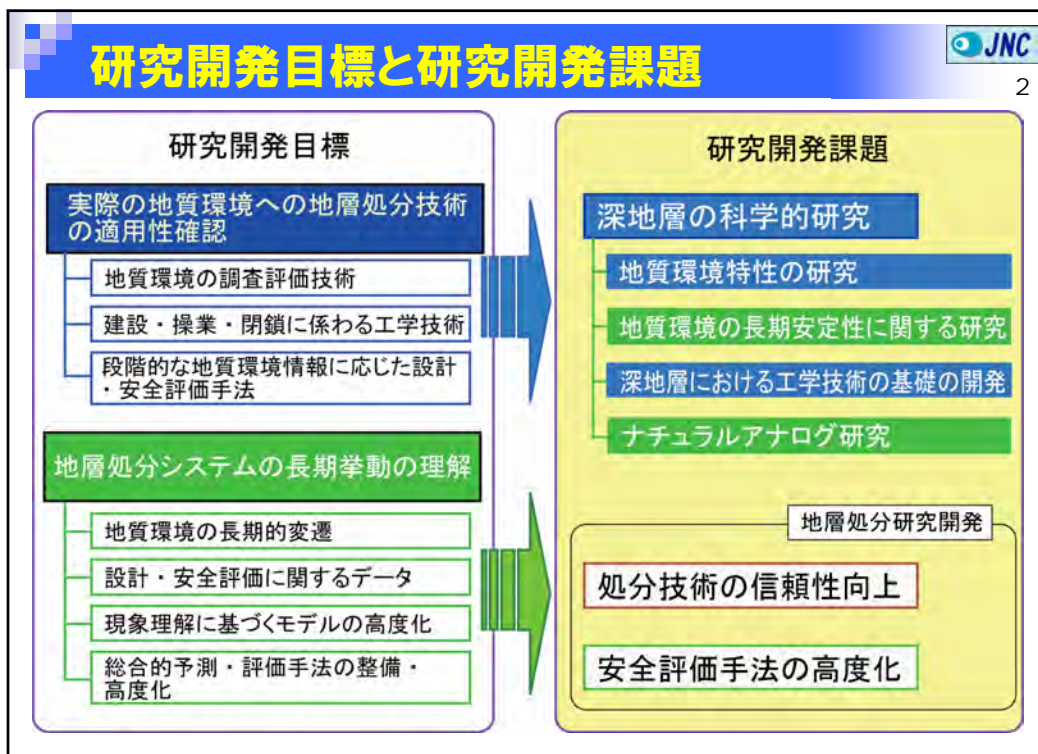


JNC
1

分冊 1

深地層の科学的研究

地層処分技術に関する研究開発報告会
—平成17年取りまとめの公表と今後の研究開発の方向性—
平成17年9月22日 星陵会館
核燃料サイクル開発機構 東濃地科学センター
坂巻 昌工



分冊1「深地層の科学的研究」の構成

3

東濃と幌延の調査研究を
全体計画で示した4つの
研究開発課題で包括して
整理・記述

地質環境の長期安定性に関する研究

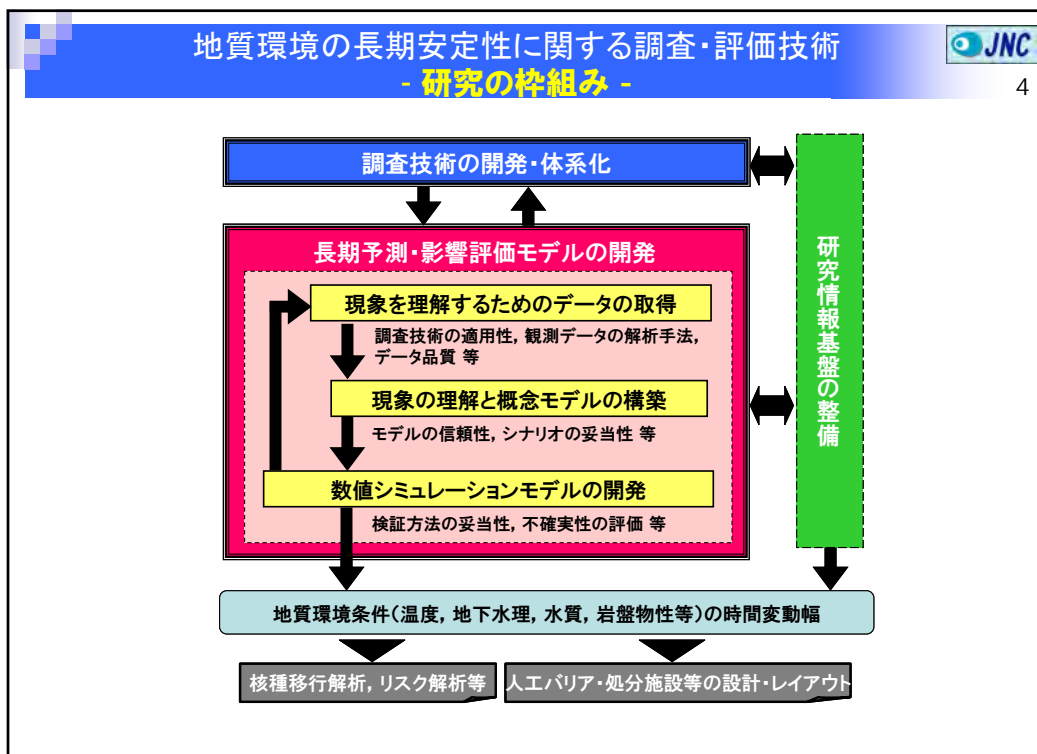
地質環境特性の研究

ナチュラルアナログ研究

深地層における工学技術の基礎の開発

【分冊1の目次構成】

1. はじめに
2. 深地層の科学的研究の役割
3. 地質環境の長期安定性に関する調査・評価技術
 - 3.1 研究の概要
 - 3.2 調査技術の開発・体系化
 - 3.3 長期予測・影響評価モデルの開発
 - 3.4 研究情報基盤の整備
4. 地質環境特性の調査・評価技術
 - 4.1 研究の概要
 - 4.2 結晶質岩を対象とした調査研究
 - 4.3 堆積岩を対象とした調査研究
 - 4.4 ナチュラルアナログ研究
5. 深地層における工学技術の基礎の開発
 - 5.1 瑞浪超深地層研究所
 - 5.2 幌延深地層研究センター
6. おわりに
 - 6.1 成果のまとめ
 - 6.2 今後の展望

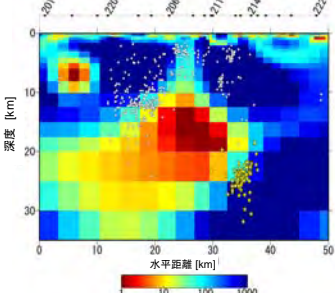


地質環境の長期安定性に関する調査・評価技術
- 調査技術の開発・体系化 -

5

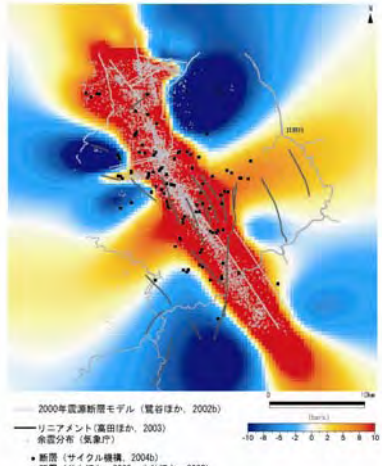
【主な研究課題】

- ✓ 隆起・沈降量等に関する調査技術
- ✓ 侵食速度に関する調査技術
- ✓ 第四紀の火山・地熱活動等の調査技術
- ✓ 地下深部のマグマ・高温流体などの調査技術
- ✓ 地下の活断層に関する調査技術



鳴子火山下の比抵抗構造 (MT法)

マグマ・高温岩体等の調査技術



地震前後のせん断応力の変化とリニアメントおよび断層の分布

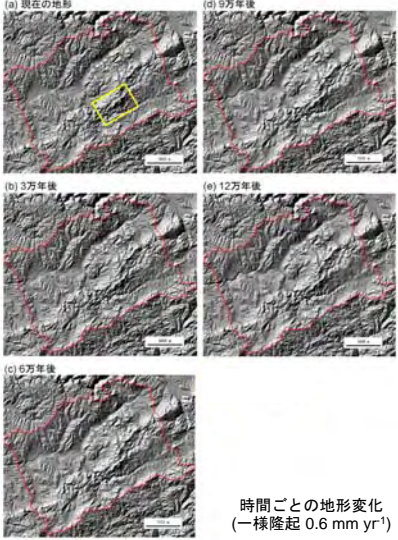
地下の活断層の調査技術

地質環境の長期安定性に関する調査・評価技術
- 長期予測・影響評価モデルの開発 -

6

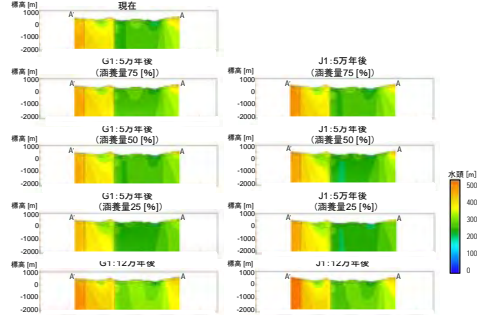
【主な研究課題】

- ✓ 三次元地形変化モデルの開発
- ✓ 火山・活動等の長期予測モデルの開発
- ✓ 熱水活動等の影響評価モデルの開発
- ✓ 断層活動の影響評価モデルの開発



時間ごとの地形変化
(一様隆起 0.6 mm yr⁻¹)


地形変化シミュレーション・モデル



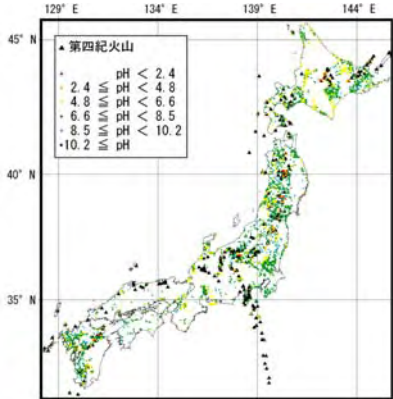
水頭分布 (鉛直断面)

**地形および気候変動を考慮した
地下水流動解析**

地質環境の長期安定性に関する調査・評価技術
- 研究情報基盤の整備 -

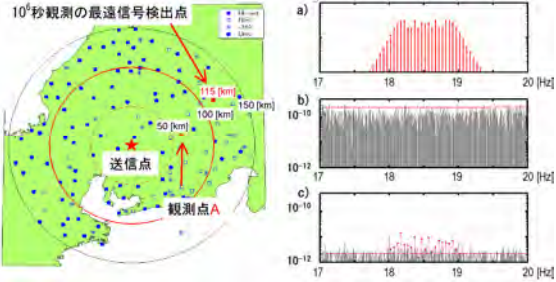


7




日本列島の温泉水のpH分布図

地質環境の長期安定性に
係わるデータベース



精密制御定常信号システム
(ACROSS) の開発

地質環境特性の調査・評価技術【地質環境特性の研究】
- 実施場所と研究目標 -

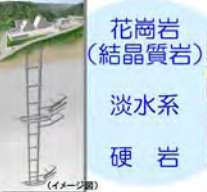


8

-地質環境特性の研究-

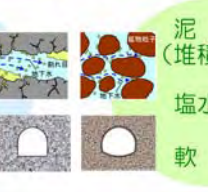
【実施場所】
 結晶質岩を対象とした研究(東濃)
 → 広域地下水流動研究,
 超深地層研究所計画
 堆積岩を対象とした研究(幌延)
 → 幌延深地層研究計画

超深地層研究所計画
(岐阜県瑞浪市)



花崗岩
(結晶質岩)
淡水系
硬岩

幌延深地層研究計画
(北海道幌延町)



泥岩
(堆積岩)
塩水系
軟岩

【具体的な研究目標】

- ✓ 実際の地質環境への適用を通じて、技術の信頼性や適用性の確認
- ✓ 地質環境への理解や取得する地質環境情報の精度向上
- ✓ 地質環境モデルの検証, 調査・評価技術の改良
- ✓ 段階ごと/全体を通して、地質環境を理解するための一連の方法論の例示
- ✓ 経験やノウハウを知識化して提示

地質環境特性の調査・評価技術【地質環境特性の研究】
- 個別目標と課題の設定 -

9

設計・安全評価を見据えつつ、2つの深地層の研究施設計画に
 共通した個別目標と課題を設定

個別目標	安全評価					地下施設の設計・施工			環境影響評価															
	地質構造の三次元分布の把握	地下水の流動特性の把握	地下水の地球化学的特性の把握	物質移動の遅延効果の把握	希釈効果の把握	地下空洞周辺の力学・水理状態の把握	地下の温度環境の把握	地下施設建設が周辺環境へ与える影響の把握																
岩盤の地質学的不均質性の把握	被覆層の厚さの把握	移行経路として重要な構造の把握	動水勾配分布の把握	岩盤中の透水性分布の把握	酸化還元環境の把握	地下水のpH分布の把握	地下水の塩分濃度分布の把握	岩盤の吸着・拡散特性の把握	物質移動場の把握	コロイド/有機物/微生物の影響の把握	帯水層中の流速分布の把握	帯水層の分布の把握	応力場の把握	岩盤の物理・力学特性の把握	地下空洞への地下水流入量の把握	EDZの分布/物理・力学特性の把握	不連続構造などの有無の把握	地温勾配分布の把握	岩盤の熱特性の把握	地下施設建設が周辺環境へ与える影響の把握	地下水水位分布への影響の把握	地下水圧分布への影響の把握	地下水の水質への影響の把握	振動・騒音の把握

※「地質環境特性の研究」に該当する分冊1の4.1から4.3節は上記の個別目標・課題に沿って整理

地質環境特性の調査・評価技術【地質環境特性の研究】
- 結晶質岩を対象とした研究(東濃), 研究の進め方 -

10

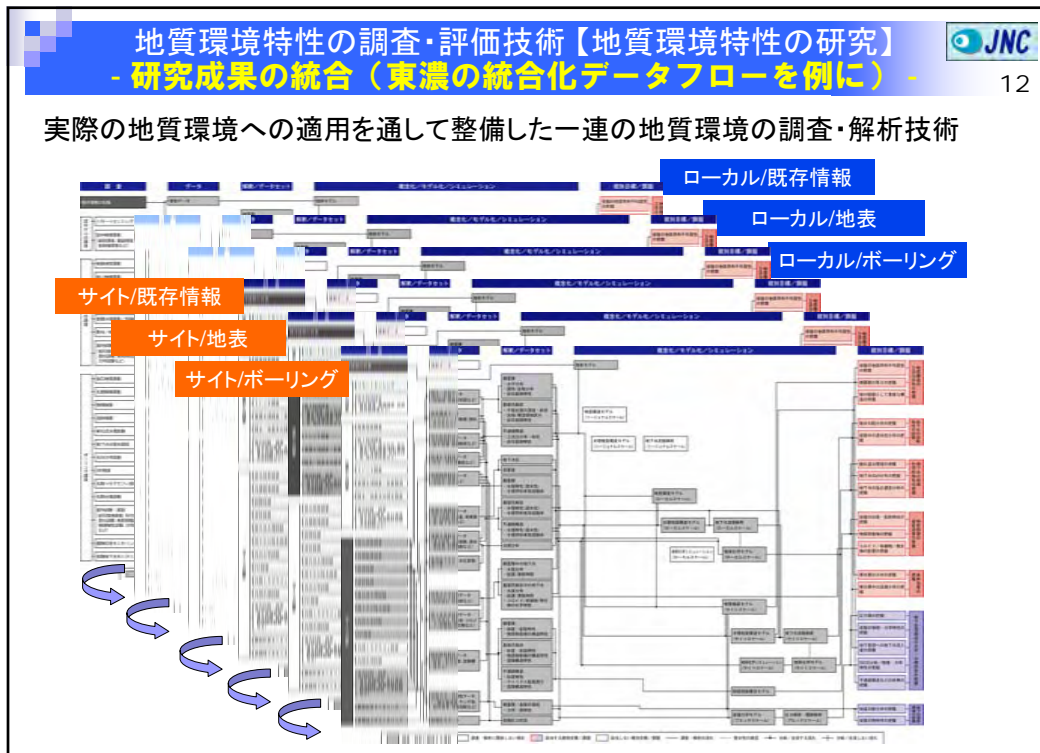
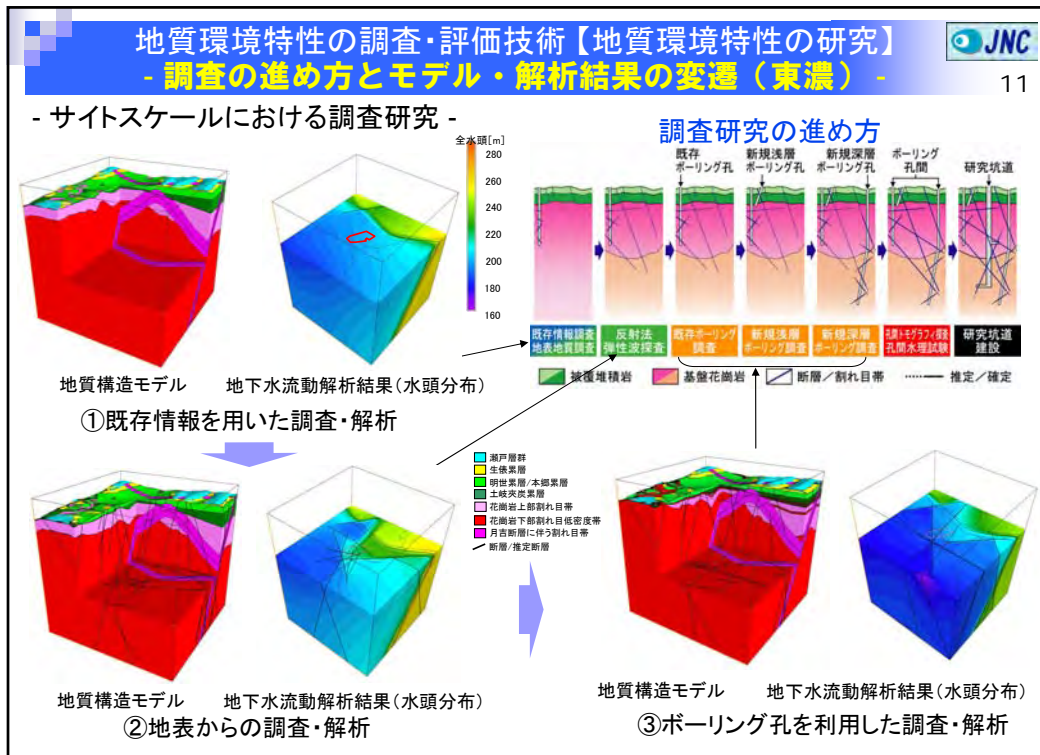
空間スケールを定義した段階的な進め方と繰り返しアプローチの適用

空間スケール/対象範囲	位置づけ
リージョナルスケール 平面: 数百[km ²]程度 (数十[km] × 数十[km]) 深さ: 10[km]程度	・ローカールスケールの研究領域/境界条件の設定
ローカールスケール 平面: 数十[km ²]程度 (数[km] × 数[km]) 深さ: 数[km]程度	・地層処分システム全体の安全評価 ・地下施設の設計のための基礎情報の収集 ・サイトスケールの研究領域/境界条件の設定
サイトスケール 平面: 数[km ²]程度 (数百[m] × 数[km] × 数百[m] × 数[km]) 深さ: 2-3[km]程度	・人工バリア周辺から対象範囲全体の安全評価 ・地下施設建設時の力学・水理状態の予測 ・ブロックスケールの研究領域/境界条件の設定
ブロックスケール 平面: 数百[m ²]程度 (数十 × 数百[m] × 数十 × 数百[m]) 深さ: 数百[m] ~ 1[km]程度	・人工バリアから生物圏までの一部における安全評価 ・地下施設建設時の力学・水理状態の予測 ・より小スケールの研究領域/境界条件の設定

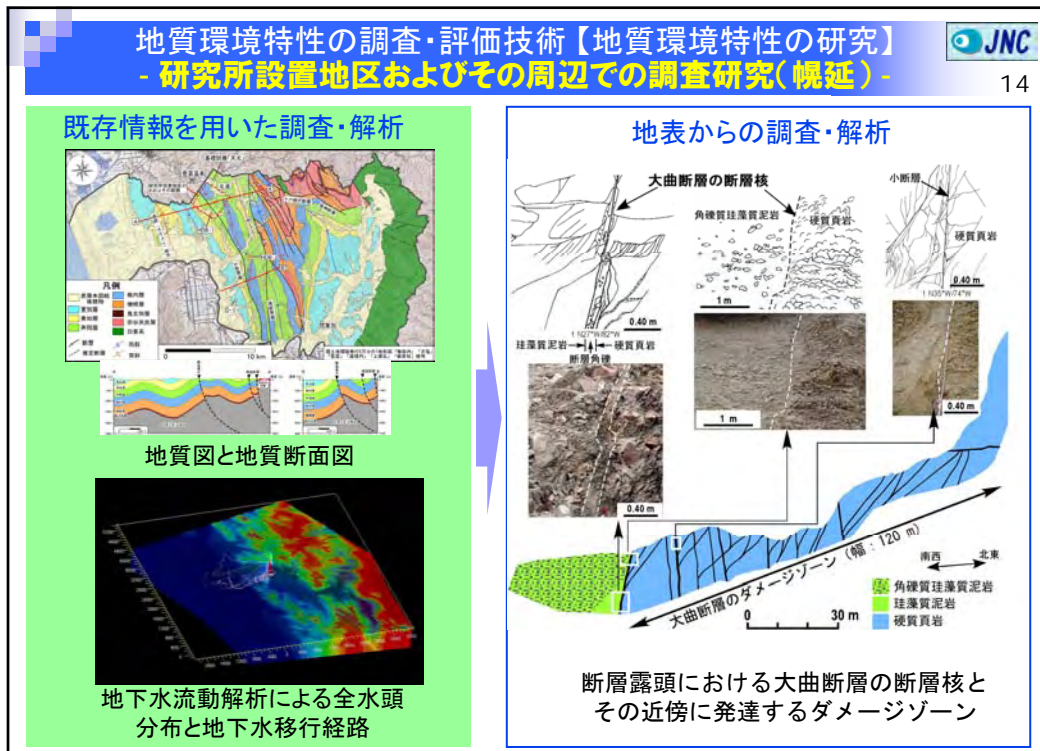
1回目のループ 2回目のループ 調査研究の進展

空間スケールの対象範囲と位置づけ

調査研究の繰り返しアプローチ



地質環境特性の調査・評価技術【地質環境特性の研究】 - 堆積岩を対象とした調査研究(幌延), 研究の進め方 -					
	2001(平成13)年度	2002(平成14)年度	2003(平成15)年度	2004(平成16)年度	2005(平成17)年度
対象領域	幌延町全域	幌延町全域	研究所設置地区およびその周辺地区	研究所設置地区およびその周辺地区	研究所設置地区およびその周辺地区
調査目的	研究所設置地区の選定	研究所設置地区の選定 地質環境モデルの構築	地質環境モデルの構築	地質環境モデルの構築	地質環境モデルの構築
					
調査項目	既存情報の調査 地表地質調査 物理探査(空中、地上) ボーリング調査 ・HDB-1:720 m ・HDB-2:720 m	地表地質調査 表層水理調査 物理探査(地上) ボーリング調査 ・HDB-3:520 m ・HDB-4:520 m ・HDB-5:520 m	地表地質調査 表層水理調査 物理探査(地上) ボーリング調査 ・HDB-6:620 m ・HDB-7:520 m ・HDB-8:470 m	地表地質調査 表層水理調査 物理探査(地上) ボーリング調査 ・HDB-9:520 m ・HDB-10:550 m ・HDB-11:800 m	地表地質調査 表層水理調査 物理探査(地上) ボーリング調査 ・HDB-11:800~1,020m



地質環境特性の調査・評価技術【地質環境特性の研究】
- 研究所設置地区およびその周辺での調査研究（概延） -

15

ボーリング孔を利用した調査・解析

大曲断層の三次元分布の推定

塩化物イオン濃度の分布

研究所設置地区およびその周辺の三次元地質構造モデル

HDB-6孔

ボーリング孔で認められる割れ目

岩盤力学的概念モデル

地質環境特性の調査・評価技術【ナチュラルアナログ研究】
- ナチュラルアナログ研究の成果の概要 -

16

東濃ウラン鉱床を事例研究の場として、

- ① 地質環境の放射性核種保持機能の定量化
- ② 保持機能に影響を及ぼす主要プロセスの抽出

について検討

ウラン鉱化帯周辺で見られる酸化還元プロセス

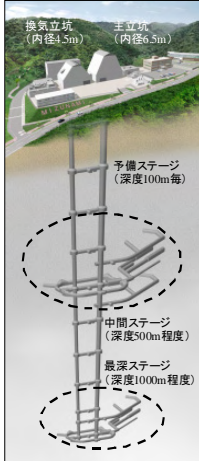
東濃ウラン鉱床周辺における水理に係わる概念モデル

深地層における工学技術の基礎の開発

- 瑞浪超深地層研究所の成果概要 -

17

地質環境情報に基づき、地層処分に特有の「情報の取得や技術の実証を目的とした地下施設」を設置・維持する工学技術の基盤の確立



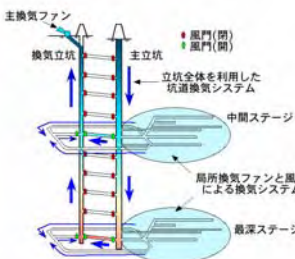
※地下施設の配置は調査研究の結果次第で見直すことがあります

地下施設の配置検討図

【留意点】・地下施設の設置深度が深い
・坑道のレイアウトが複雑で入坑者が多様

【設計を進める上での主な検討項目】

① 空洞安定性・支保安定性評価, ② 地震時の安定性,
③ 計測結果の設計・施工へのフィードバック技術, ④ 通気網解析
⑤ 突発湧水に対する掘削・施工対策技術, ⑥ 安全対策



通気網解析結果に基づいて
設定した通気システム



瑞浪超深地層研究所の建設状況

深地層における工学技術の基礎の開発

- 幌延深地層研究センターの成果概要 -

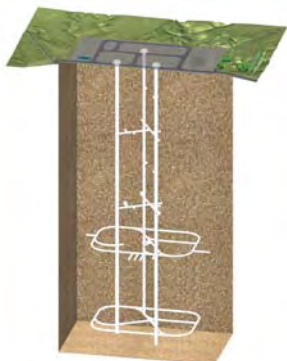
18

【留意点】

- ・地山強度比の小さい岩盤
- ・メタンガスを主成分とする可燃性ガスが賦存

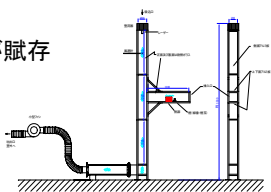
【設計を進める上での主な検討項目】

① 地下施設配置計画, ② 施工計画,
③ 空洞安定性, ④ 防災対策

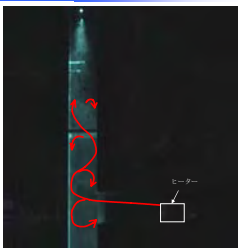


※地下施設の配置は調査研究の結果次第で見直すことがあります

地下施設のイメージ図




立坑模型の概要および模型実験による煙挙動の例



岩盤の物理性状 (HDB-3, 6孔データによる)

項目	珪藻質泥岩 (声間層)	硬質頁岩 (稚内層)	備考
単位体積重量 [kN m ⁻³]	14~15	16~18	
空隙率 [%]	60~65	40~50	
一軸圧縮強度 [MPa]	5程度	5~25	ボーリングコア
透水係数 [m s ⁻¹]	10 ⁻⁹ ~10 ⁻⁸	10 ⁻¹¹ ~10 ⁻⁶	原位置透水試験
耐久性 [%]	90以上	95以上	耐スレーキング指数
膨潤性 [%]	0.04以下	0.03以下	膨張ひずみ指数
水平面内最大主応力方向	E-W方向		水圧破壊法による初期応力測定 鉛直応力は土被り圧相当を仮定
主応力比	水平面内最大主応力 1.3 水平面内最小主応力 0.9 鉛直応力 1.0		

 19

まとめと今後の課題

まとめ

地質環境の長期安定性に関する研究

- ・ 地上からの調査による天然現象の調査手法の提示
- ・ 地質環境の変化を予測・評価する手法に関するシミュレーション技術の開発

地質環境特性の調査・評価技術

- ・ 地上からの調査段階における体系的な調査・評価手法の例示

深地層における工学技術の基礎の開発

- ・ 地上からの調査結果に基づく地下施設の設計

今後の課題

地質環境の長期安定性に関する研究

- ・ 地質環境の変化を予測・評価する手法の構築

地質環境特性の調査・評価技術

- ・ 2つの深地層の研究施設計画の第1段階の調査研究の総括
- ・ 第2段階および第3段階の計画の具体化と実施および第1段階の評価

深地層における工学技術の基礎の開発

- ・ 第2段階の調査研究の本格実施と第1段階における地下施設の設計の評価