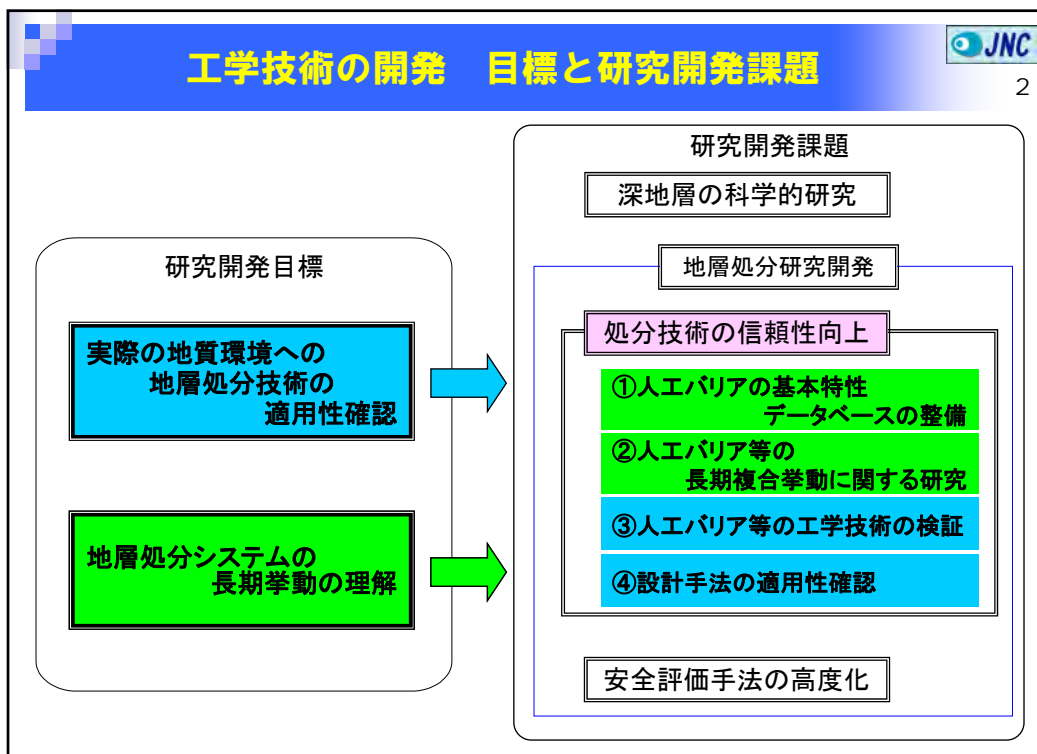


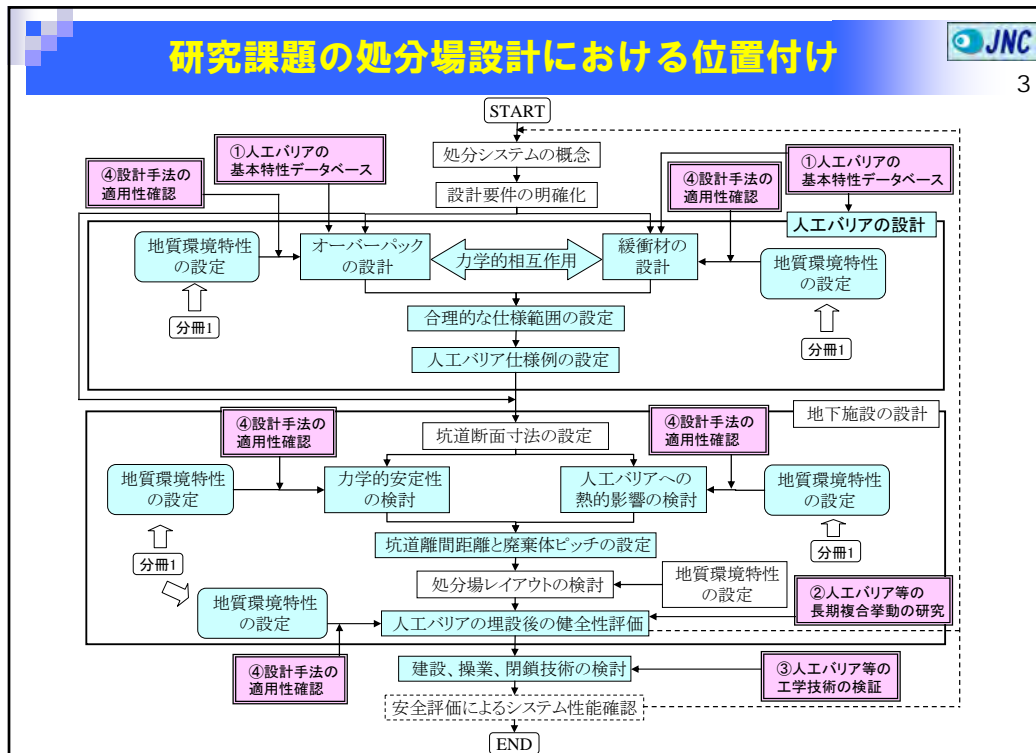
JNC
1

分冊 2 工学技術の開発

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

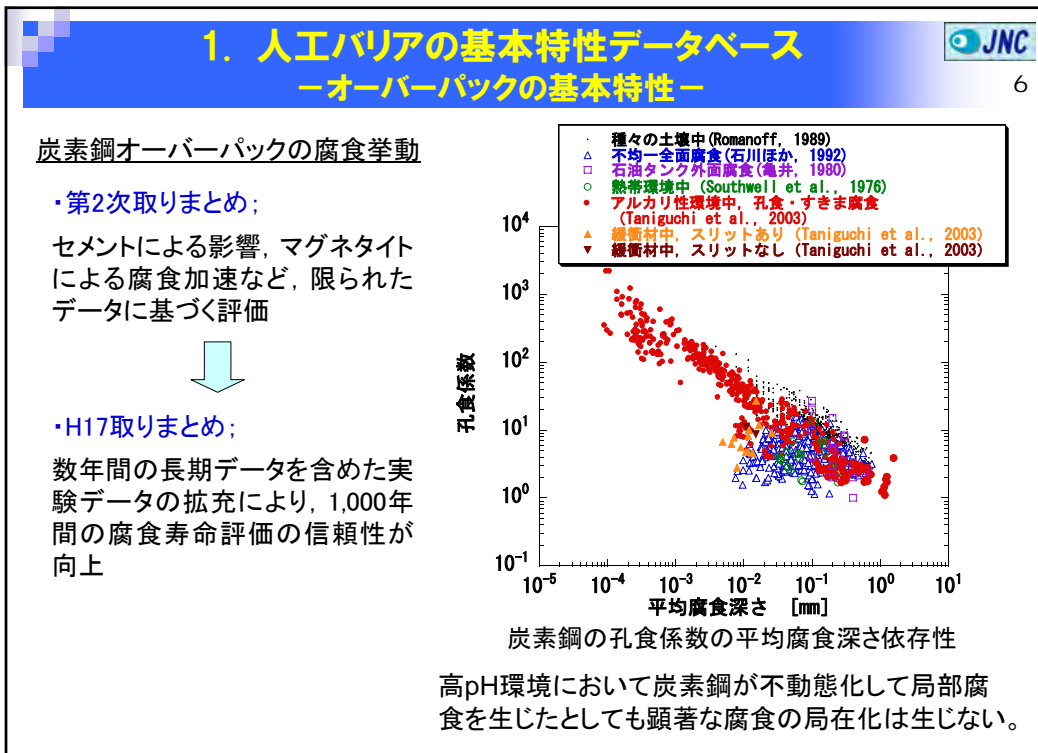
核燃料サイクル開発機構 東海事業所 処分研究部
油井 三和

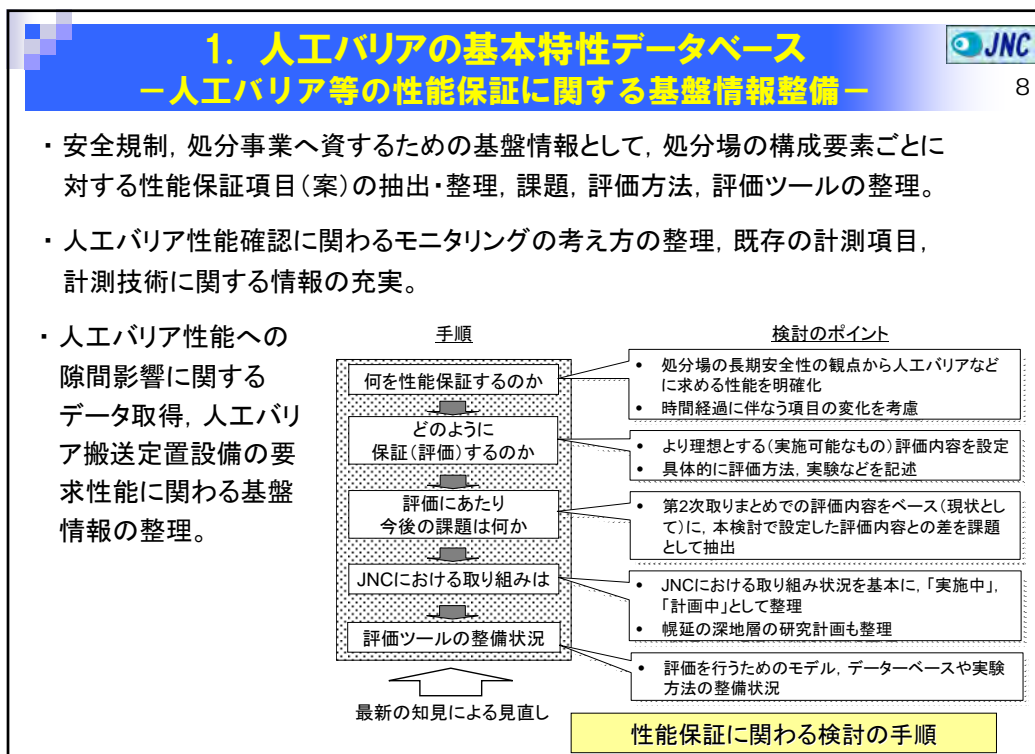
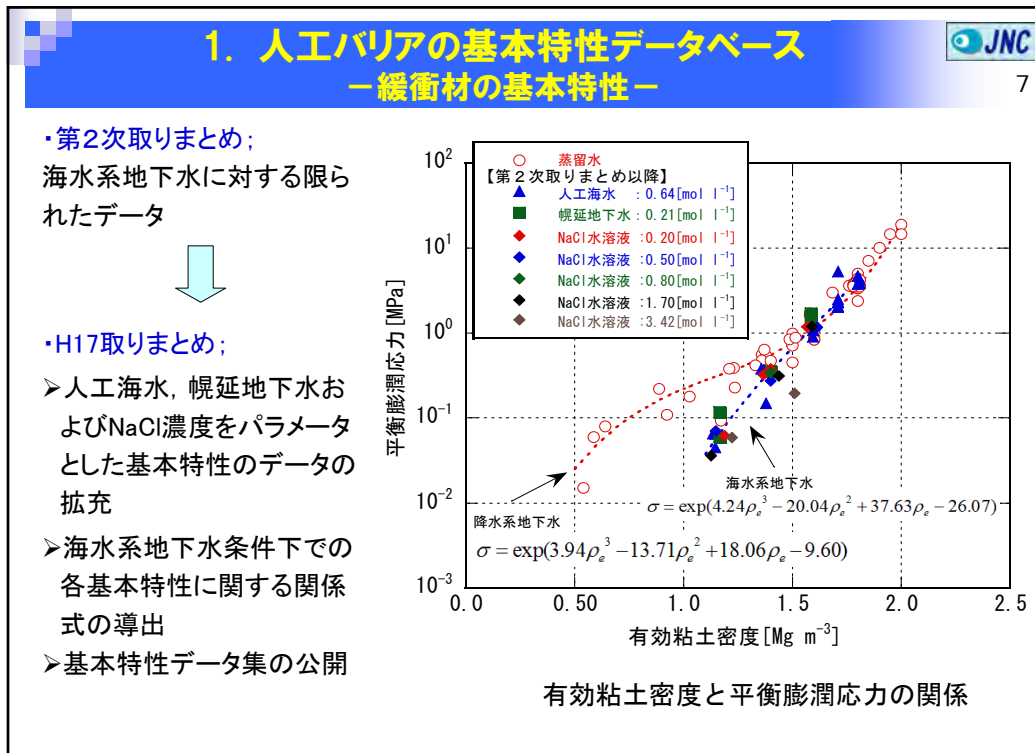


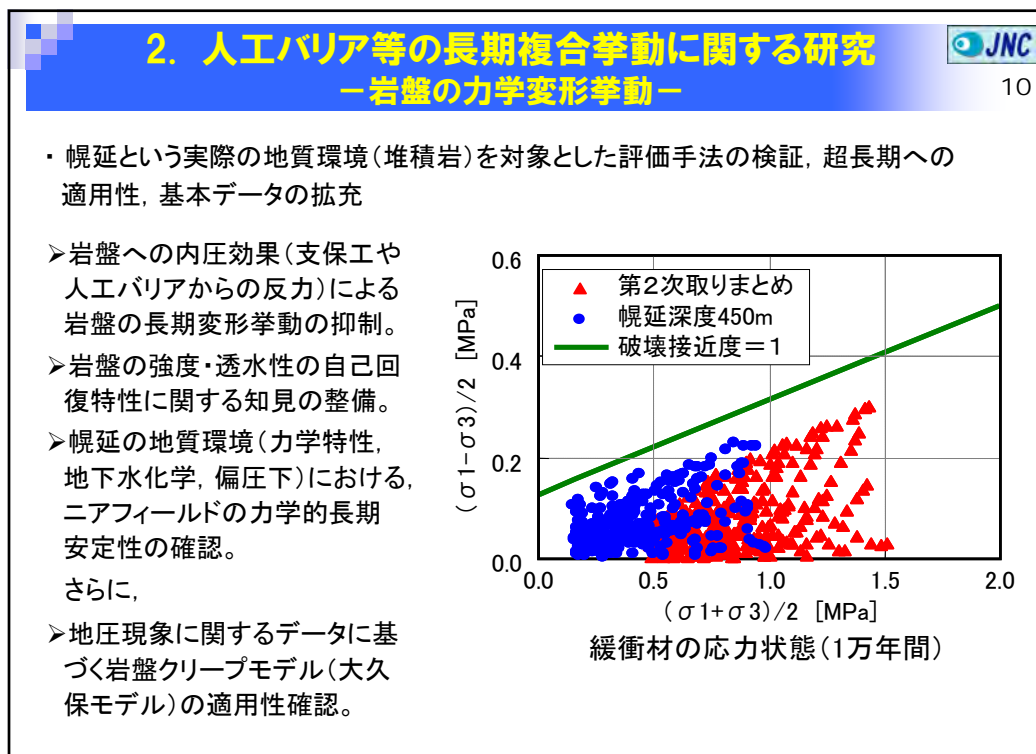
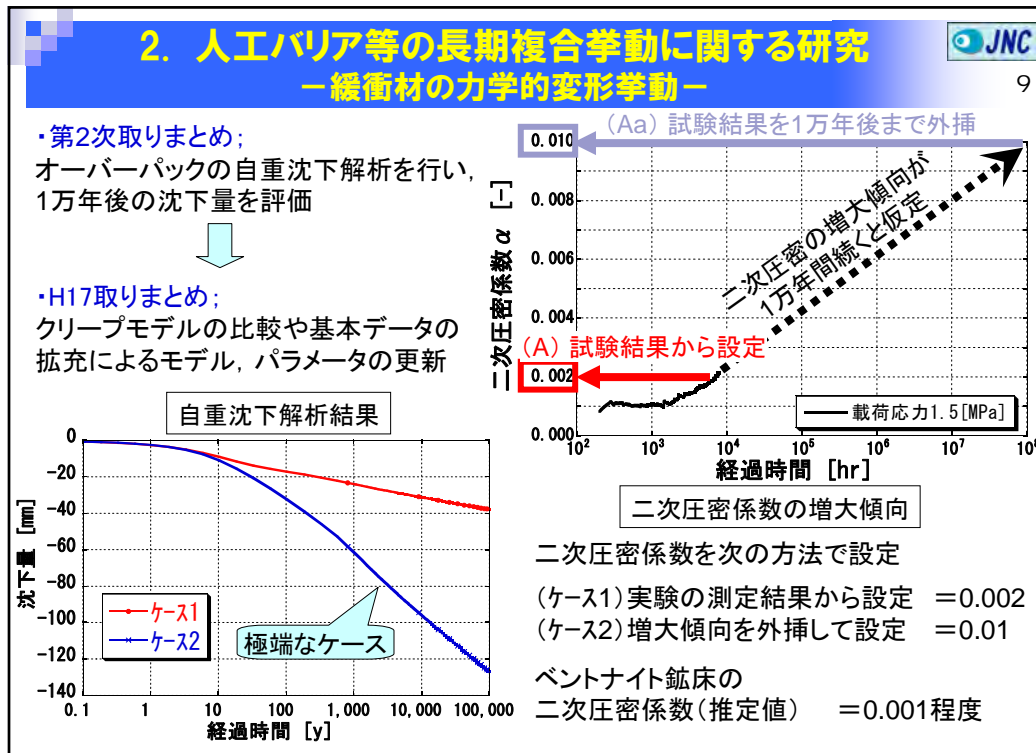


- ### 第2次取りまとめ以降の課題と反映先
- ◆海水系地下水条件などにおける人工バリア基本特性データの拡充とデータベース整備
 - ◆経験則からメカニズムに基づくモデル開発への移行, 数値実験手法の開発
 - ◆実験や解析結果の可視化による信頼性向上
 - ◆処分環境に類似したナチュラルアナログデータの拡充
 - ◆深地層の研究施設などと整合した工学技術や設計手法の整備
- 事業・規制への反映

分冊 2 ・ 工学技術の開発 ー 目次 ー	
<p>1. 人工バリアの基本特性データベース</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ オーバーパックの基本特性 ➢ 緩衝材の基本特性 ➢ 人工バリア等の性能保証に関する基盤情報整備 <p>2. 人工バリア等の長期複合挙動に関する研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 人工バリア等の変形・変質等の長期挙動に関する研究 <ul style="list-style-type: none"> - 緩衝材の力学的変形挙動 - 岩盤の力学変形挙動 - 緩衝材の流出・侵入挙動 - 人工バリアの変質・劣化挙動 ➢ 熱-水-応力-化学連成挙動 ➢ 人工バリア性能の維持限界条件 <ul style="list-style-type: none"> - 緩衝材のガス透気回復挙動 - 人工バリアせん断応答挙動 ➢ ナチュラルアナログ研究 	<p>3. 人工バリア等の工学技術の検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 閉鎖技術 ➢ 低アルカリ性コンクリートの開発 <p>4. 設計手法の適用性確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 最新の知見に基づく第2次取りまとめ設計フローの更新 ➢ 設計手法の適用事例 <ul style="list-style-type: none"> - 堆積岩系岩盤における適用事例 - 結晶質岩系岩盤における適用事例 ➢ 地上からの調査段階における第2次取りまとめの手法の適用性と留意点







2. 人工バリア等の長期複合挙動に関する研究 — 緩衝材の流出・侵入挙動 —

JNC

11

・第2次取りまとめ;
実験データに基づく経験則による評価

↓

・H17取りまとめ;

- 第2次取りまとめでは、得られていなかった緩衝材の亀裂侵入密度のデータをX線CTを用いて取得
- 拡散モデルによる適用性確認
- 海水系地下水では降水系地下水に比べ緩衝材侵入は、顕著でないことを確認

非破壊検査による侵入密度分布の把握

2. 人工バリア等の長期複合挙動に関する研究 — 人工バリアの変質・劣化挙動 —

JNC

12

・緩衝材の長期安定性評価に関するフローを作成して、温度、炭素鋼との相互作用、セメントとの相互作用の3つの影響について長期安定性を概略的評価。

JNC

12

処分環境で発生する可能性のある緩衝材変質過程(変質シナリオ)の列挙

↓

各変質現象に対する現状での理解の整理と発生可能性の検討

↓

緩衝材性能への影響の検討

↓

OK

発生可能性に関する情報整備 or 発生を仮定した際の緩衝材性能へのインパクトの評価

↓

シナリオの排除

↓

変質の進展を推定する手法の整備

↓


変質の進展に伴う性能変化に関する情報整備

↓

緩衝材の変質を考慮した安全評価

緩衝材の長期安定性評価と安全評価上の取扱いに関するフロー

2. 人工バリア等の長期複合挙動に関する研究 — 熱-水-応力-化学連成挙動 —



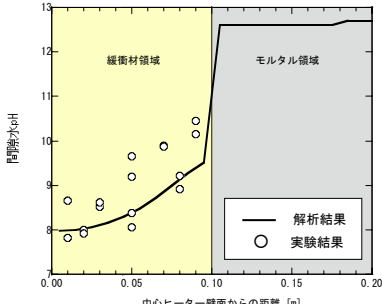
13

・第2次取りまとめ;
熱-水-応力連成解析による評価

↓

・H17取りまとめ;

- 熱-水-応力解析コードに、化学現象を組み込んだプロトタイプ・コードを構築
- 室内連成試験による、熱-水-応力-化学連成モデルの一部検証
- プロトタイプ・コードによる、塩の蓄積に関する解析、国際共研(DECORALEX)を活用したユッカマウンテンの坑道規模加熱試験に対する検証解析、第2次取りまとめの処分場レイアウトを用いた熱-水-化学連成解析を実施
- 第2次取りまとめにおける緩衝材の最高温度、再冠水時間やpHの解析結果の妥当性を確認




180日後のpH分布
室内連成試験結果と予備解析結果の比較例

	第2次 取りまとめ	プロトタイプ・コード による解析結果
緩衝材の最高温度	82°C~98°C	90°C
緩衝材の再冠水時間	50年以下	20年
人工バリア定置後1,000年の緩衝材間隙水pH	8.4	8.9

第2次取りまとめとプロトタイプ・コードによる解析結果の比較

2. 人工バリア等の長期複合挙動に関する研究 — 緩衝材のガス透気回復挙動 —




14

・第2次取りまとめ;
ガス圧力の測定データに基づく評価

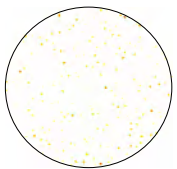
↓

・H17取りまとめ;

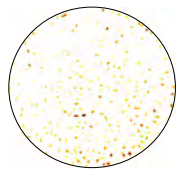
- 緩衝材中のガス移行メカニズムを把握するために、X線CT法の適用可能性を確認
- 選択的移行経路の形成によるガス移行挙動の確認



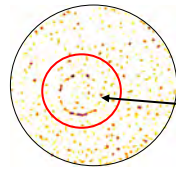
X線CTスキナの概観



ガス供給19日後



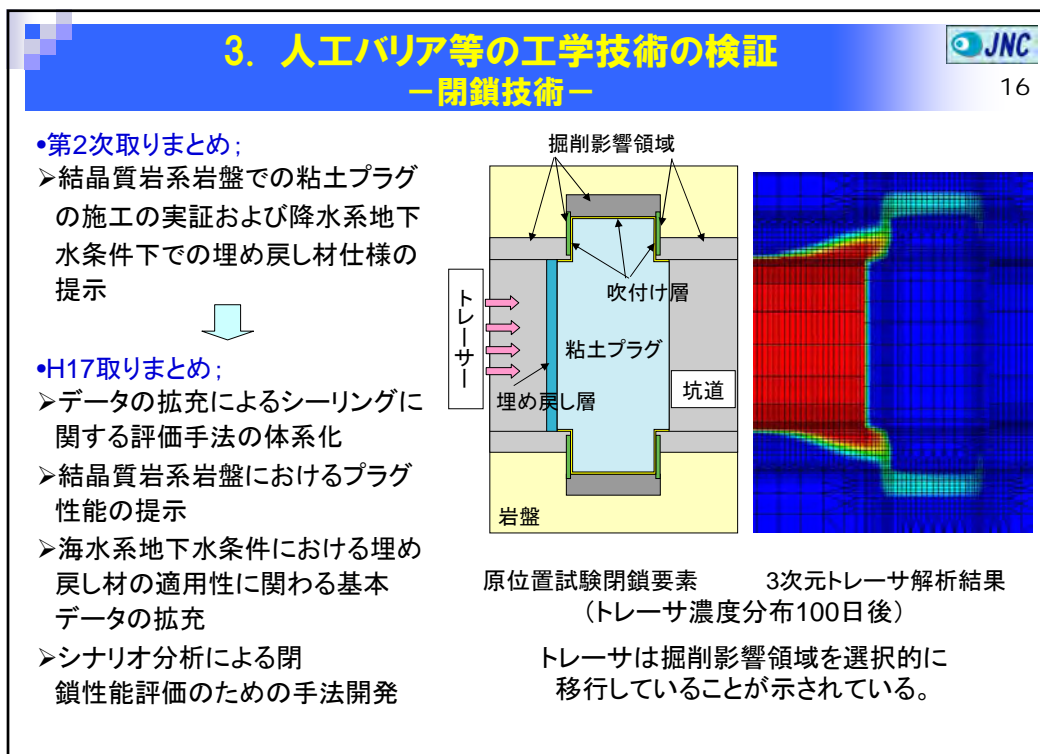
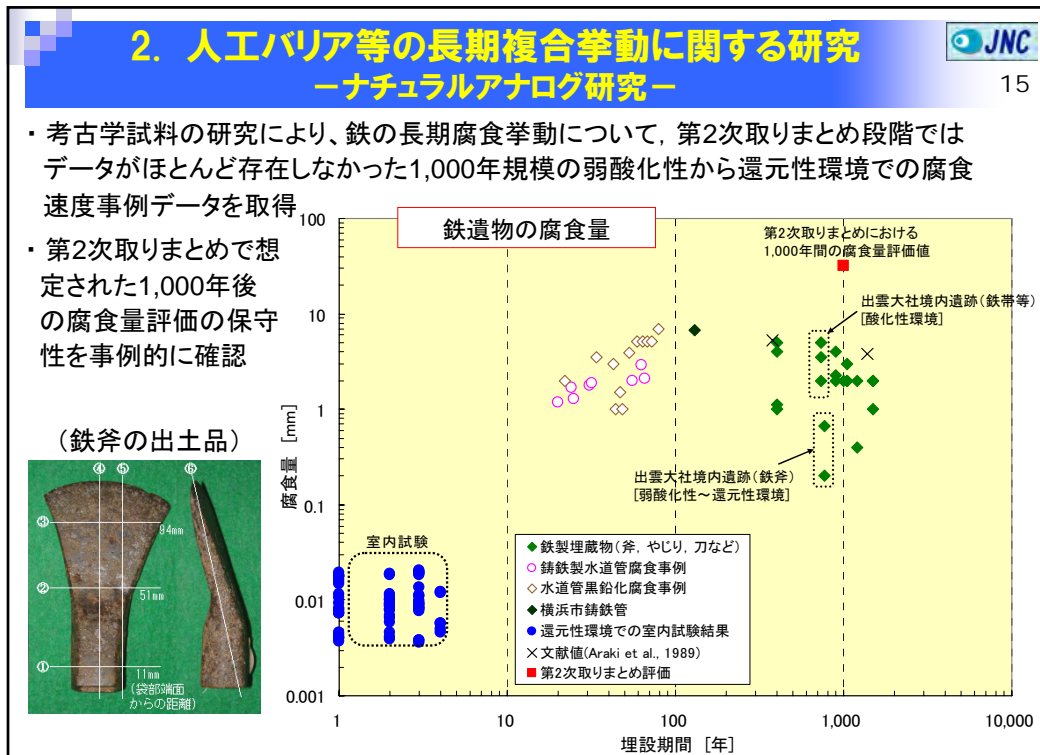
ガス供給77日後




ガス供給96日後

初期状態とガス供給後のCT値の差画像

リング状に現れた局所的な変化領域(選択的移行経路の形成)



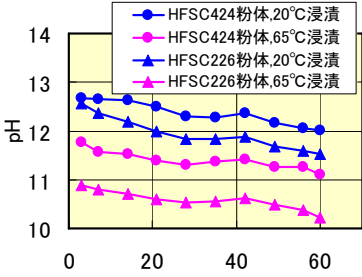
3. 人工バリア等の工学技術の検証 —低アルカリ性コンクリートの開発—

 17


- 第2次取りまとめ;
 - 普通セメントによる地下水のpH上昇を抑制するため低アルカリ性セメント(HFSC)の使用を推奨

↓

- H17取りまとめ;
 - HFSCの流動性・強度特性など、施工上問題ないことを確認
 - pHの低下挙動のデータ取得・モデル開発とpH目標達成についての見通し




HFSCを用いたペースト粉体の浸漬試験によるpH変化



吹付けコンクリートの模擬施工状況

4. 設計手法の適用性確認(1) —幌延における地質環境条件の設定と設計手法の適用性—

 18

- 第2次取りまとめ;
 - サイトを特定しない地質環境条件の設定

↓

- H17取りまとめ;
 - 地下研サイト周辺のボーリングデータに基づき熱特性, 力学特性, 地下水化学特性及び水理特性を設定
 - 第2次取りまとめにおける処分場全体設計フローの現実的な見直し。
 - 第2次取りまとめにおける人工バリア設計の考え方は, 適用可能。
 - 第2次取りまとめにおける空洞の安定性評価指標について, 実際の地質環境条件に基づく見直し(支保工の現実的設定のため)を実施(右表)。

指 標	第2次取りまとめ	幌延の深地層の研究施設
支保工の応力	許容応力度以内	許容応力度以内
応力状態	局所安全率1.5を下回る領域が対策工により改良可能な範囲であること。	塑性領域が対策工により改良可能な範囲であること。
変形(岩盤の直ひずみ及び最大せん断ひずみ)	桜井・足立(1988)による限界ひずみと弾性係数の関係で示されている中央値を上回る領域が対策工により改良可能な範囲であること。	第2次取りまとめの考え方(左記)は, 情報化施工のための指標

4. 設計手法の適用性確認(2)

—地上からの調査段階における留意点—

19

地上からの調査段階における留意点について、地質環境調査、施設設計、人工バリア設計、閉鎖設計などの観点から整理

- **地質環境調査**
 - 力学特性の調査では、コンクリート支保工の使用可否、材料仕様に応じて空洞や処分孔が安定する地質環境が分布するか否か調査が必要
 - 割れ目などが比較的少ない岩盤の分布調査
 - 地下水化学データに関する熱力学的解析による補正
- **施設設計**
 - 設計の随時更新のための情報化施工の採用
 - 支保工材料等に関する制約条件の明確化と二重支保に関する適用性の検討
- **人工バリア設計**
 - 影響の大きい設計因子の抽出と設計手法の合理化
 - 地質環境条件と安全機能との関係の整理(例えば、緩衝材の流出、コロイド影響、セメント影響等に関する重要性の把握)
- **閉鎖設計**
 - 海水系地下水条件における埋め戻し材のシーリング性能の明確化

工学技術の開発

—まとめと今後の課題—

20

■ **基礎データの拡充と設計評価手法の信頼性の向上**

<ul style="list-style-type: none"> ➢ 人工バリア等の基本特性や長期挙動に関するデータの拡充とデータベース整備 ➢ 個別現象や複合挙動に関するモデルの更新 ➢ 現象の可視化によるメカニズム理解 ➢ 1,000年規模の考古学的鉄製品に関するナチュラルアナログデータの取得 ➢ 閉鎖技術の検証と閉鎖性能の評価 ➢ 実際の地質環境における試設計と地上からの調査段階における留意点の整理 	⇨ ⇨ ⇨ ⇨ ⇨ ⇨	海水系等を中心とした 現象理解の向上
}	⇨	現象理解の向上と評価 モデルの信頼性向上
	⇨	閉鎖等の個別要素技術 の強化
	⇨	設計手法の適用性確認

■ **今後の課題**

- 最新の知見に基づく設計手法やデータベースの恒常的な更新、ならびに知識ベースの構築
- 深地層の研究施設計画と連携した設計手法の適用性確認