

## 人工バリアの長期挙動と連成モデルの開発

地層処分技術に関する研究開発報告会  
—実施段階を迎えた研究開発の新たな展開—

平成14年1月23日

東商ホール

核燃料サイクル開発機構

亀井 玄人



## はじめに

### 処分技術の信頼性向上

(1)人工バリアの基本特性データベース

(2)人工バリア等の長期複合挙動の研究

(3)人工バリア等の工学技術の検証

(4)設計手法の適用性確認

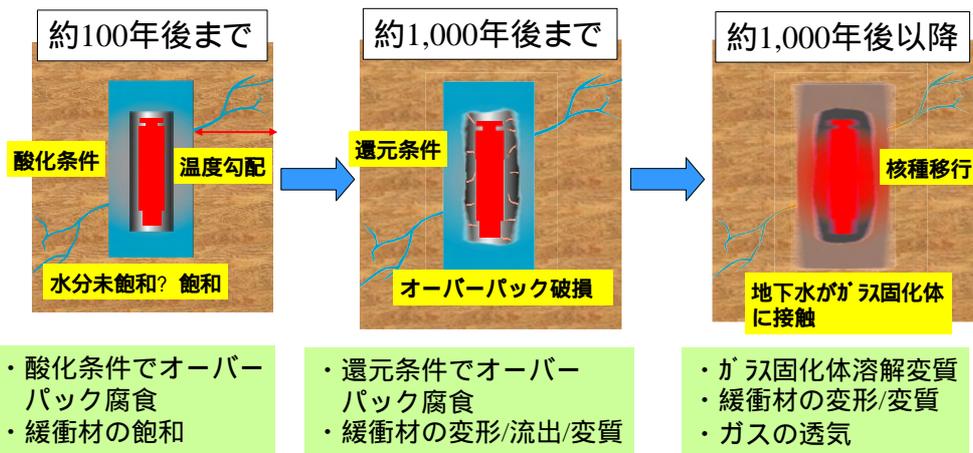
→ 実際の地質環境において検証  
(幌延等の地下研究施設)



## 研究開発の全体像と進め方

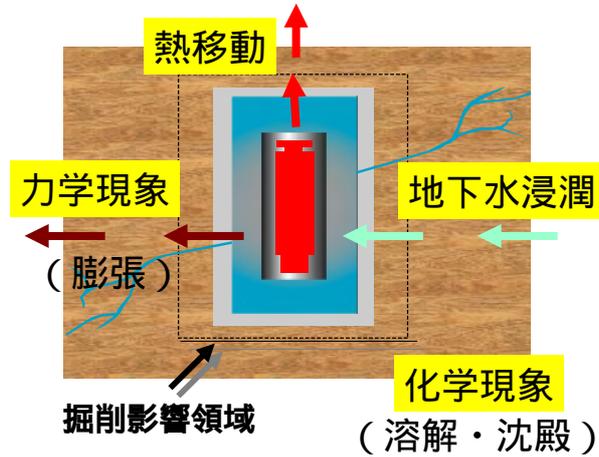


### 人工バリア長期挙動評価上、とくに考慮すべき現象



個々の現象が複合 :より現実的な評価のために

熱-水-応力-化学の複合現象



人工バリア挙動に関する室内試験と原位置試験

室内試験 (東海)

- ・現象理解
- ・モデル高度化
- ・基本定数取得
- ・計測技術開発

適用性確認



改良

原位置試験 (幌延等)

- ・モデルの検証

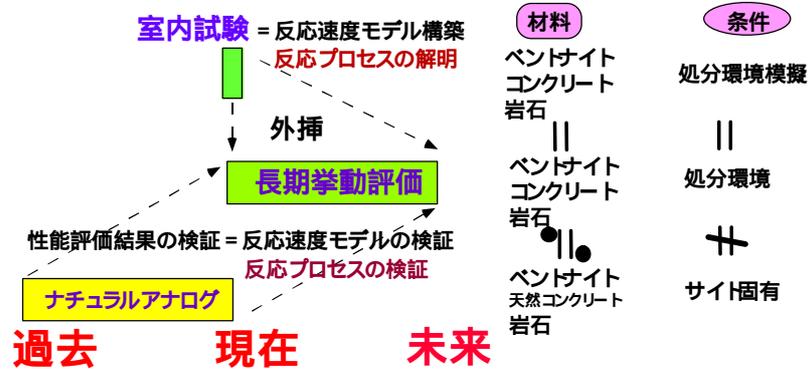
初期・境界条件設定可能  
(メカニズム・時間依存性把握)

初期・境界条件予測  
(不均質場の理解)

設計や安全評価で用いる  
個別・連成モデルの信頼  
性向上 (予測と評価)



## 人工バリア長期挙動評価におけるナチュラルアナログの役割



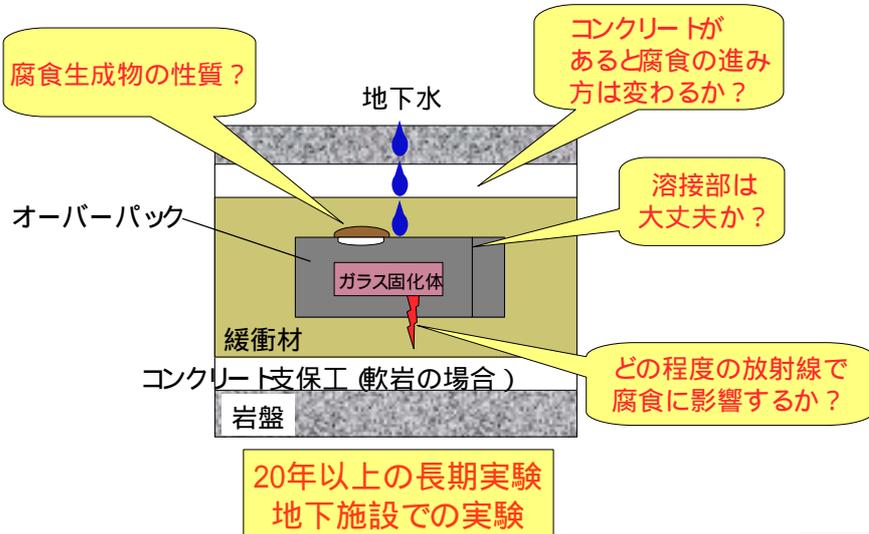
性能評価における **材料** と **環境条件** (温度、水質等) の依存性 (→ 処分場とナチュラルアナログの条件の相違) を把握することが鍵。



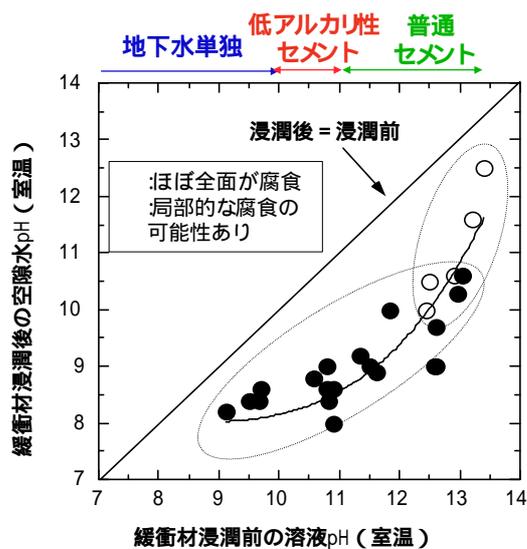
## 計画と取り組みの現状



## 炭素鋼オーバーパックスの腐食挙動



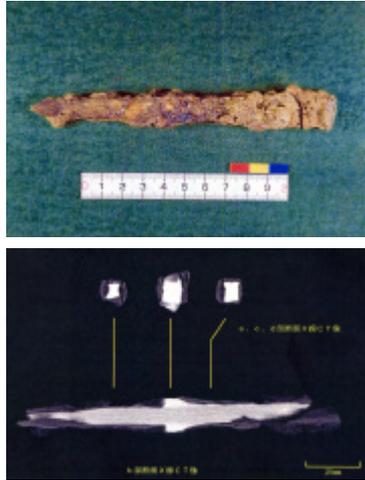
## コンクリートによる炭素鋼の腐食への影響



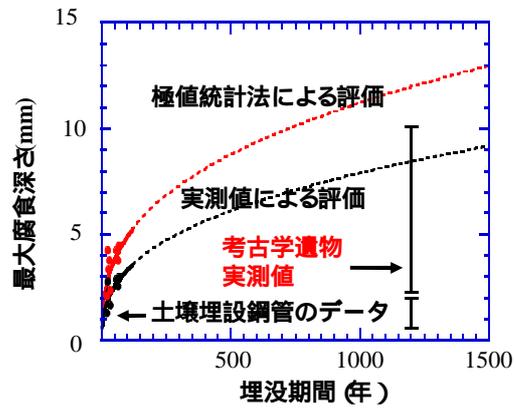
コンクリート支保工の材料に低アルカリ性セメントを使用すれば、顕著な局部腐食は生じない



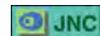
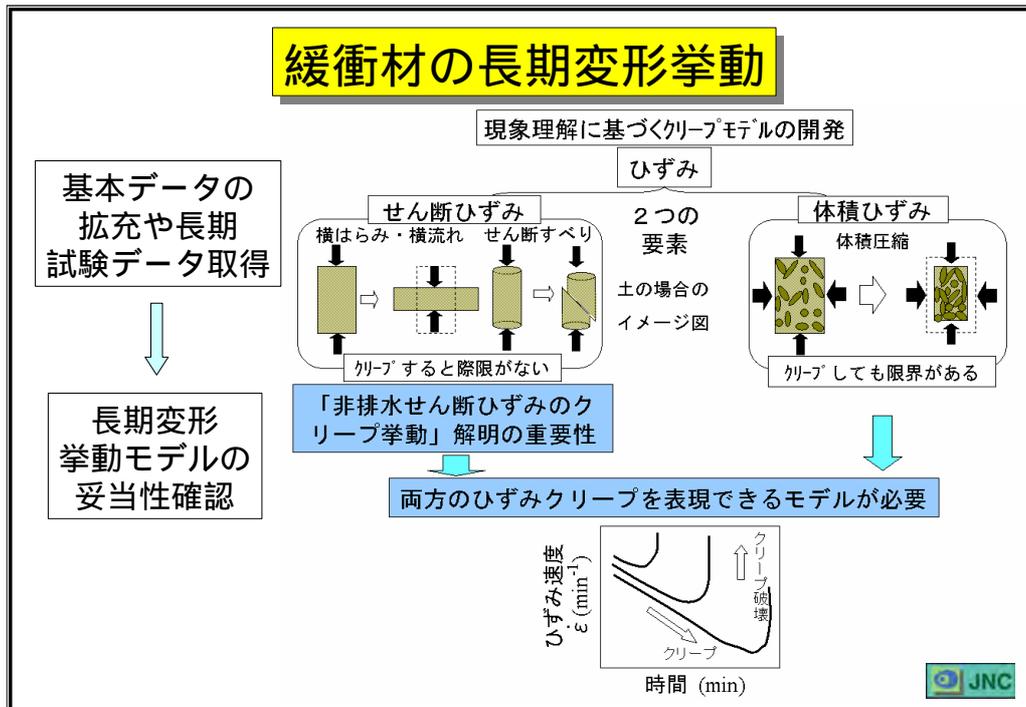
## 炭素鋼の長期挙動に関するナチュラルアナログ



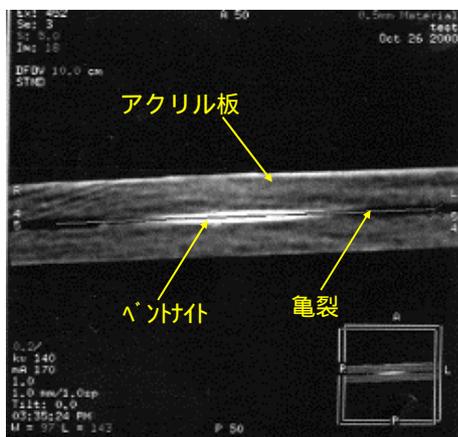
約1200年前の土壌埋没鉄製品



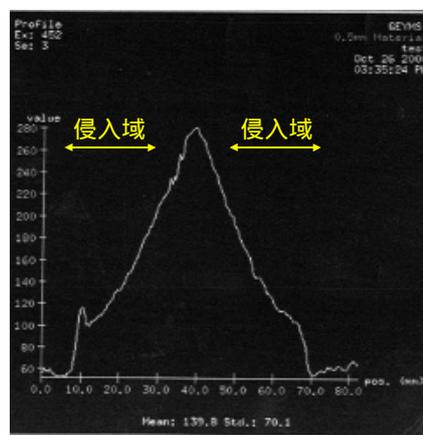
## 緩衝材の長期変形挙動



## 緩衝材の流出 侵入現象



亀裂に侵入するベントナイト



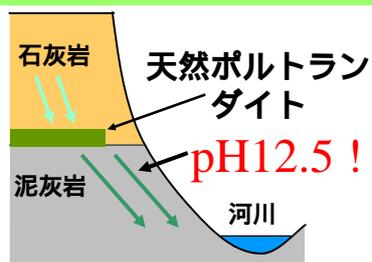
密度分布測定



## 緩衝材の変質



高pHブルームのナチュラルアナログ (ヨルダン、マカーリン)



鉄型化の進展の把握  
鉄型スメクタイトを発生  
物質とするプロセス把握

・スメクタイトの溶解速度式把握：  

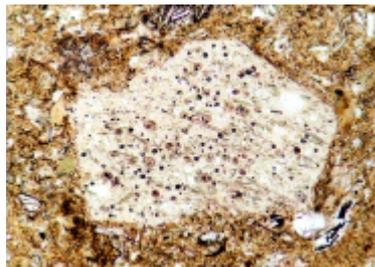
$$= k[\text{OH}^-]^m[\text{Si}^{4+}]^n$$
  
 変質プロセス把握  
 物質移行と連成した変質予測解析実施

スメクタイト:ベントナイトの主成分鉱物

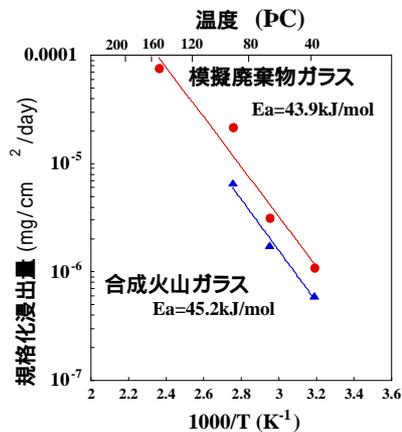


## ガラス固化体の溶解・変質

元素の移行挙動と変質メカニズム  
高アルカリ溶液による浸出試験  
・ナチュラルアナログ



海水性地下水中で泥質岩中に  
約100万年埋没していた  
火山ガラス



長期挙動評価に適用可能?



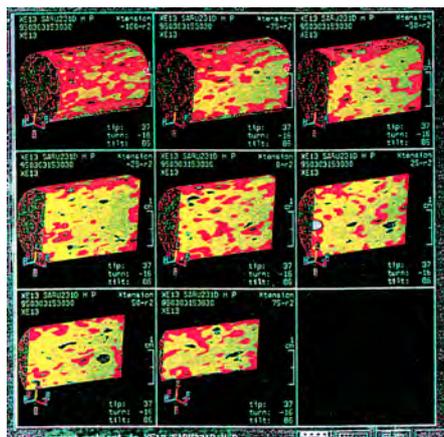
## 緩衝材中のガス移行挙動

ガスの破過に対する人工バリア  
性能を明らかにする



緩衝材中のガスの流動を  
可視化するためのX線CT

移行メカニズムの把握と  
力学連成モデルの構築



間隙率分布を三次元処理した画像の例



## 熱水応力化学連成挙動

予測システム  
開発

コンピュータ  
予測 (数値実験) システム



処分後の現象を科学  
法則や実験結果に  
もとづいて整理

結果の確認



予測システム改良



処分後の  
現象理解

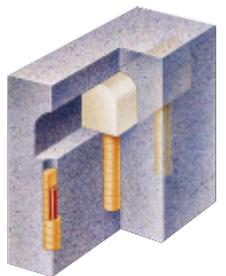
室内実験および  
自然環境下での試験



## 熱水応力連成挙動の研究例

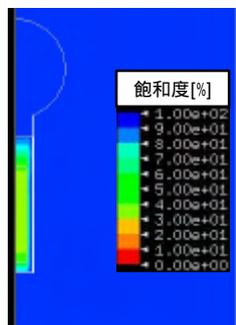
スウェーデンの地下研究施設でのプロトタイプ処分場プロジェクト  
(SKB共同研究):人工バリア試験の予測解析

スウェーデンの  
人工バリア仕様

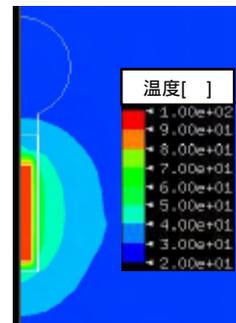


(バントナイドはMX-80)

1年後の  
水分飽和度分布

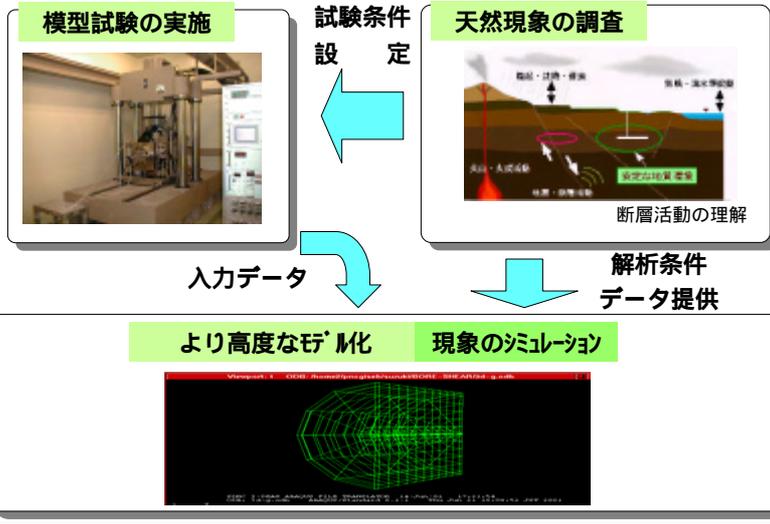


1年後の  
温度分布



# 人工バリアせん断応答挙動

人工バリアのせん断変形に対する**限界性能**を明らかにする  
天然現象影響評価の考え方の構築に反映する



# まとめ

—人工バリアの長期挙動評価の信頼性向上と連成モデルの開発—

