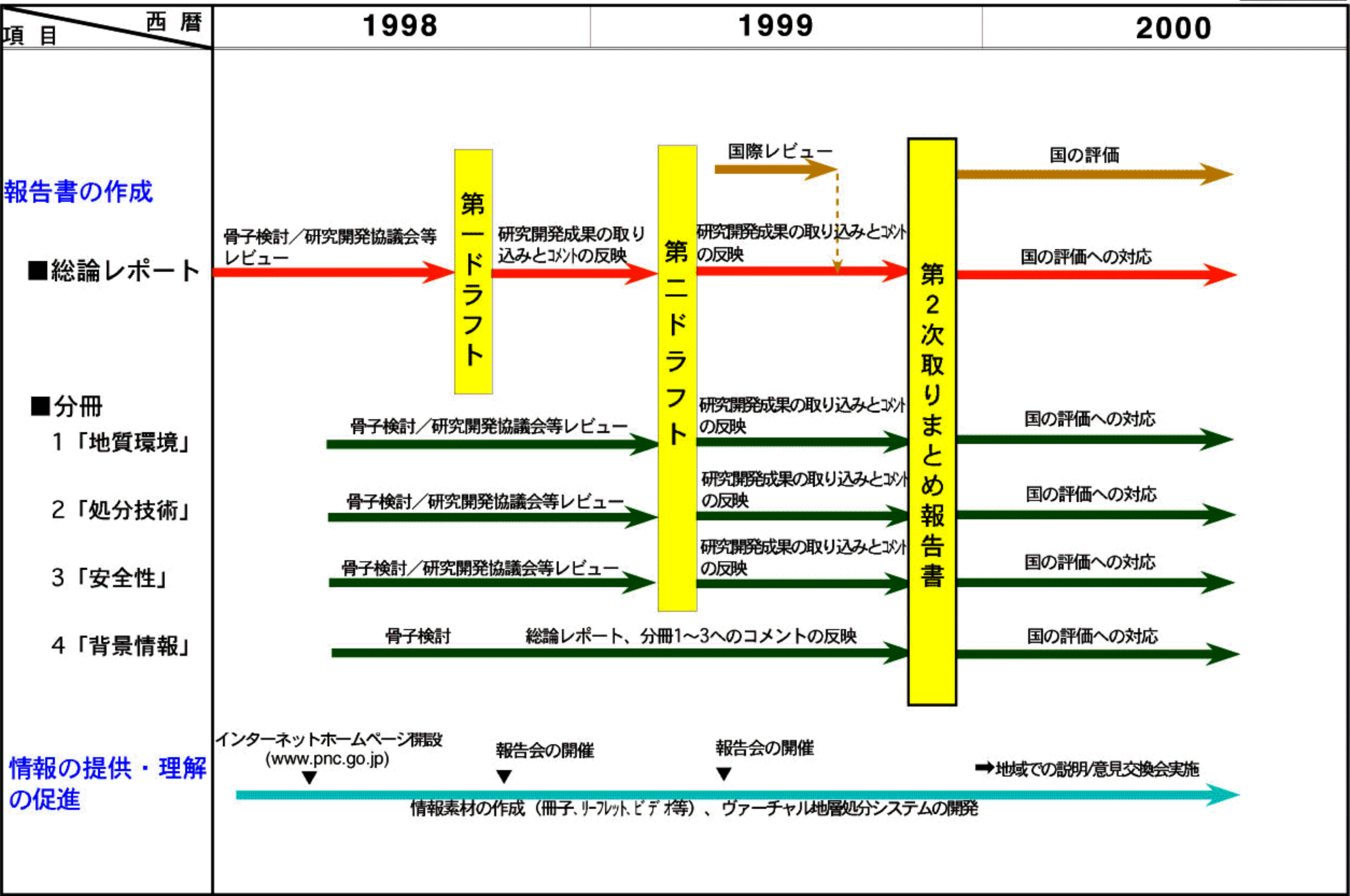


地層処分研究開発第2次取りまとめ 第1ドラフトについて

第18回原子力バックエンド対策専門部会

平成10年9月2日

動力炉・核燃料開発事業団
増田純男 山川 稔 梅木博之



第2次取りまとめ第1ドラフト

作成プロセス

動燃事業団の作成した案をもとに，各研究機関の研究開発成果を反映しつつ，地層処分研究開発協議会／検討部会／タスクフォースにおける集中審議

位置づけ

第2次取りまとめの最初のステップとして，「わが国における地層処分の技術的信頼性」を概括的に示すために，研究開発成果を中間的に整理

目的

第2次取りまとめの論旨とその根拠となる研究開発成果について，専門部会報告書の指針との整合性の観点から専門家の方々に技術的評価をいただき，評価結果を第2ドラフトへ反映

第2次取りまとめ第1ドラフトの構成

第Ⅰ章：高レベル放射性廃棄物対策の考え方と進め方

- 1.1 高レベル放射性廃棄物の発生と特徴
- 1.2 高レベル放射性廃棄物対策
- 1.3 高レベル放射性廃棄物の地層処分への取り組み

第Ⅱ章：地層処分の概念と安全確保の考え方

- 2.1 地層処分概念の進展
- 2.2 わが国の地層処分概念
- 2.3 安全確保の考え方

第Ⅲ章：わが国の地質環境

- 3.1 地層処分にとって重要な地質環境条件
- 3.2 わが国における地質環境の長期安定性
- 3.3 わが国における地質環境の特性

第Ⅳ章：地層処分の工学技術

- 4.1 目的及び検討の範囲
- 4.2 人工バリアの基本概念
- 4.3 人工バリア及び処分施設の設計
- 4.5 処分場の建設，操業，閉鎖と処分場の管理
- 4.6 まとめ

第Ⅴ章：地層処分システムの安全評価

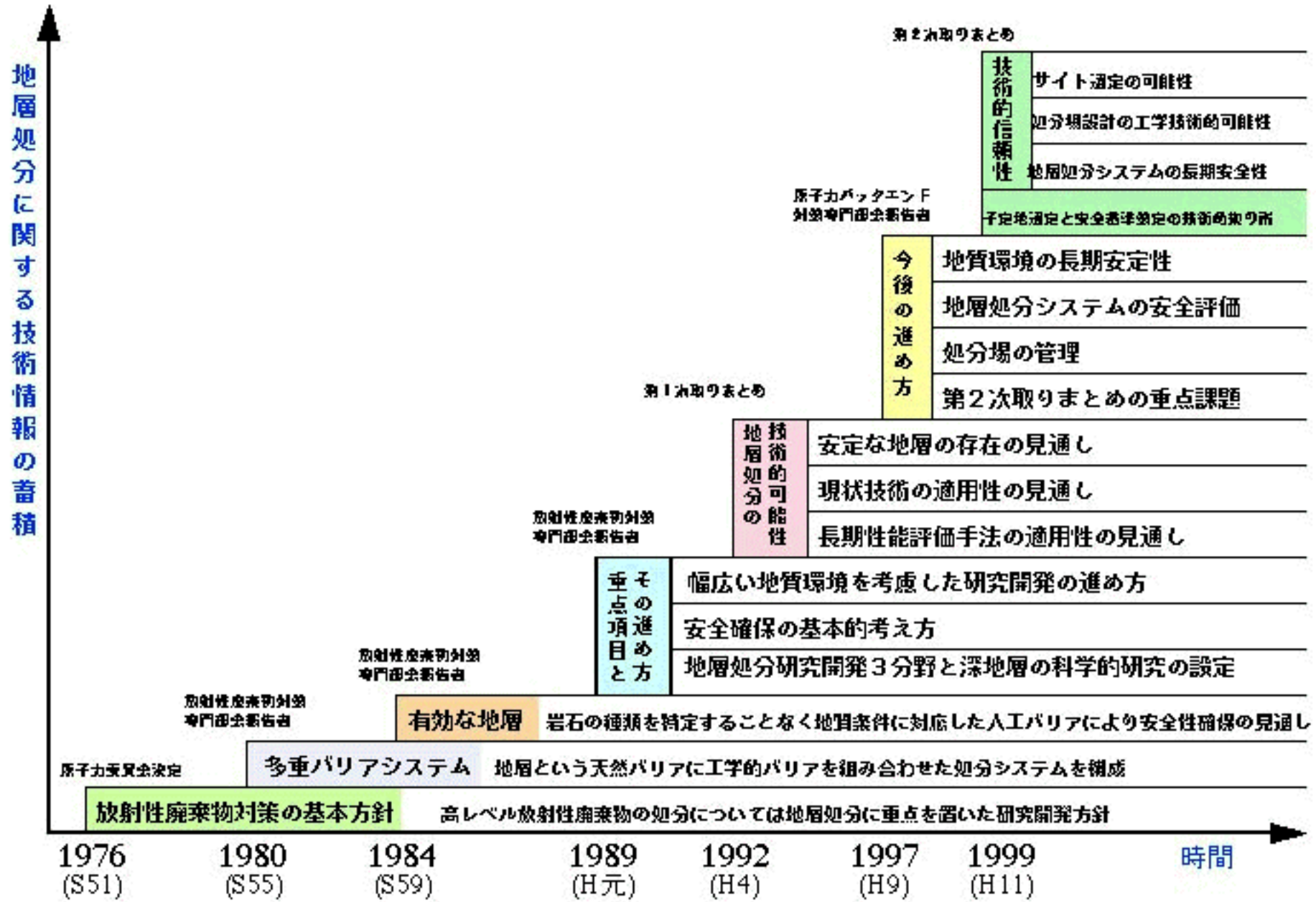
- 5.1 安全評価の目的とアプローチ
- 5.2 地層処分システムの設定
- 5.3 シナリオ作成
- 5.4 安全評価解析
- 5.5 レファレンスケースについての解析結果
- 5.6 まとめ

第Ⅵ章：処分予定地選定と安全基準策定に資する技術的検討

- 6.1 わが国の地層処分計画への研究開発成果の反映
- 6.2 処分予定地選定に資するための技術的拠り所
- 6.3 安全基準策定に資する技術的拠り所
- 6.4 まとめ

第Ⅶ章：まとめ

地層処分研究開発の経緯



第1ドラフトの成果の概要

第III章 わが国の地質環境

【地質環境の長期安定性】

天然現象の活動記録が観察できる地層を対象に、年代測定によって履歴を調べる事例研究と、地球科学の分野に蓄積された文献情報を分析することにより、過去から現在までの活動履歴を追跡した。

【深部地質環境特性】

文献データの整理と東濃地域および釜石鉱山の実測データに基づく検討によってデータベースを整備した。



活動履歴・様式についての知見が整理され、安定な地質環境の存在を示す科学的根拠が得られた

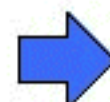


深部地下水の化学的性質と動きに関するデータが集積され、深部地下水の還元性と低流速が確認された

第IV章 地層処分の工学技術

原位置や工学規模の試験研究にもとづき、設計解析手法を整備し、設計用データベースを構築することによって、人工バリアと処分施設の仕様を検討した。

また人工バリアの試作や施工技術のモックアップ試験を行った。



合理的な人工バリアデザインの仕様が明かにされ、現状技術による製作・施工性が確認された。

第V章 地層処分システムの安全評価

原位置や工学規模の試験研究をもとに、個別現象ごとのモデルの開発・確証を行うとともに、これらを統合したモデルを作成した。また地下深部の環境を模擬した条件下における地球化学や核種移行のデータを取得し、データベース化を行った。これらを用いて地下水シナリオに対する試解析を行った。



地層処分システムの安全性を評価するためのモデル体系が構築された。

地下水による影響は小さいという解析結果が得られた。

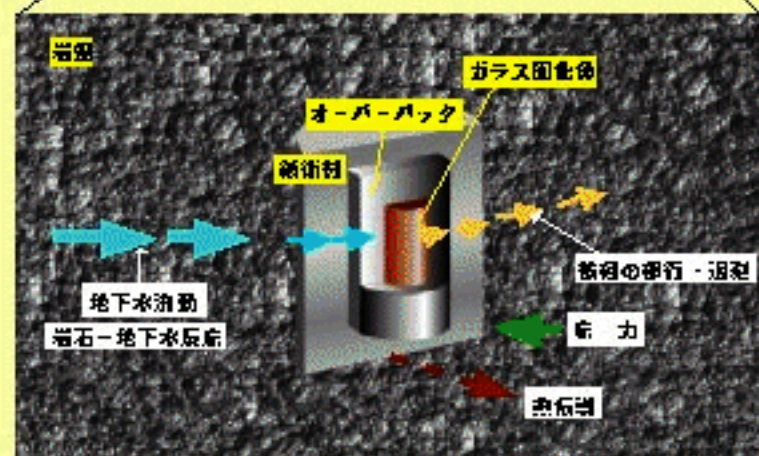
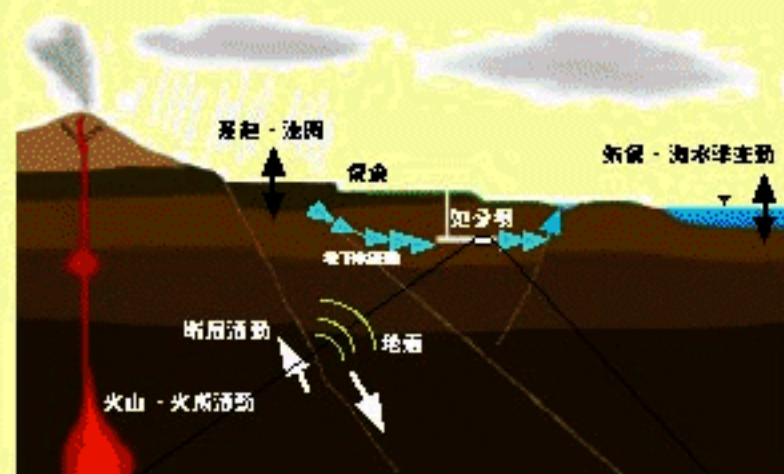
わが国の地質環境

(第1ドラフト第III章)

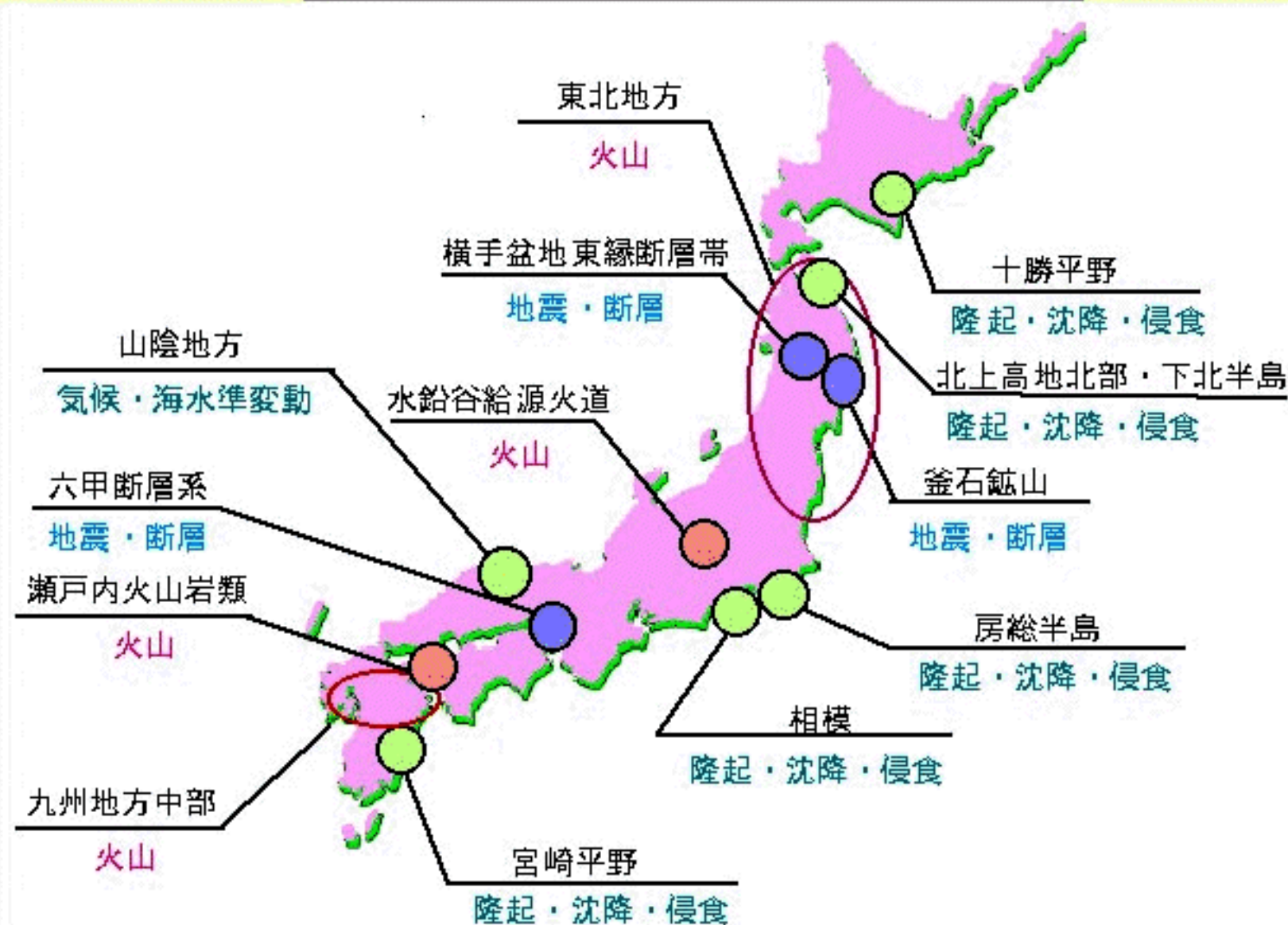
第2次取りまとめの研究開発目標：
地層処分にとって適切な地質環境がわが国に存在することの提示

地質環境の長期安定性
地層処分の場として長期にわたって十分に安定であることの確認

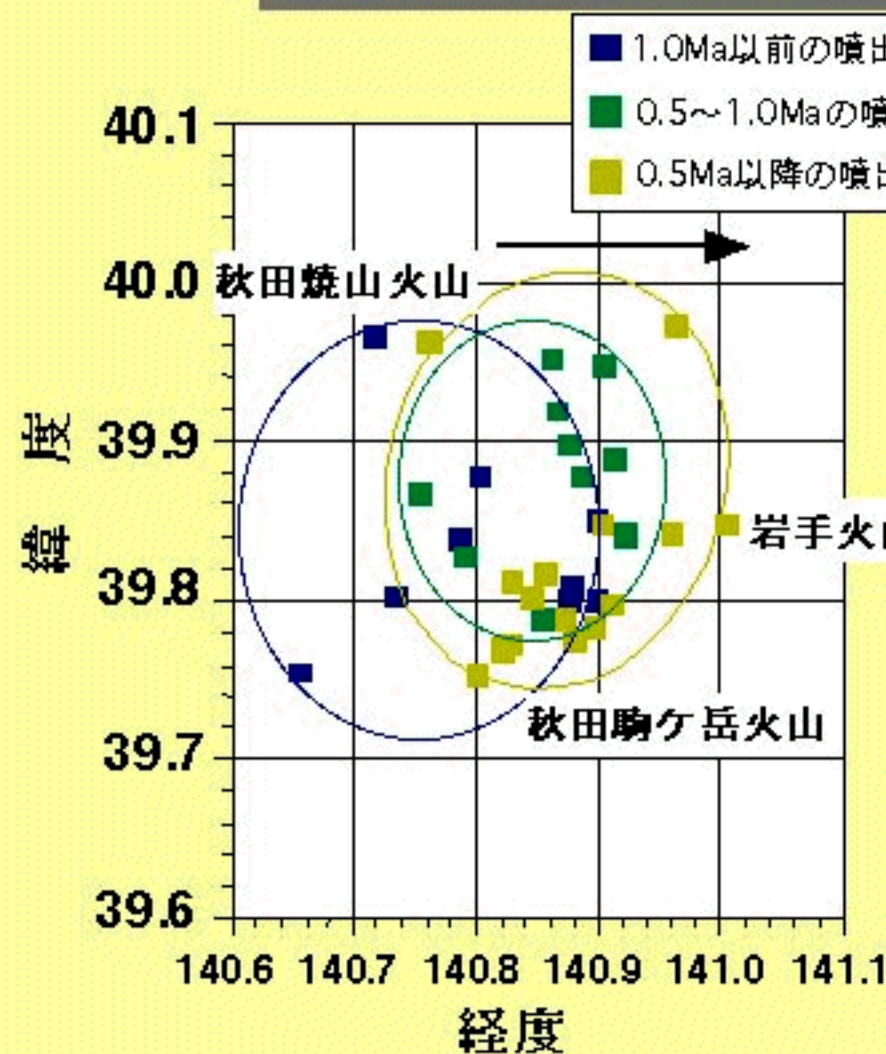
地質環境の特性
人工バリアの設置環境及び天然バリアとして岩盤や地下水の性質が適切であることの確認



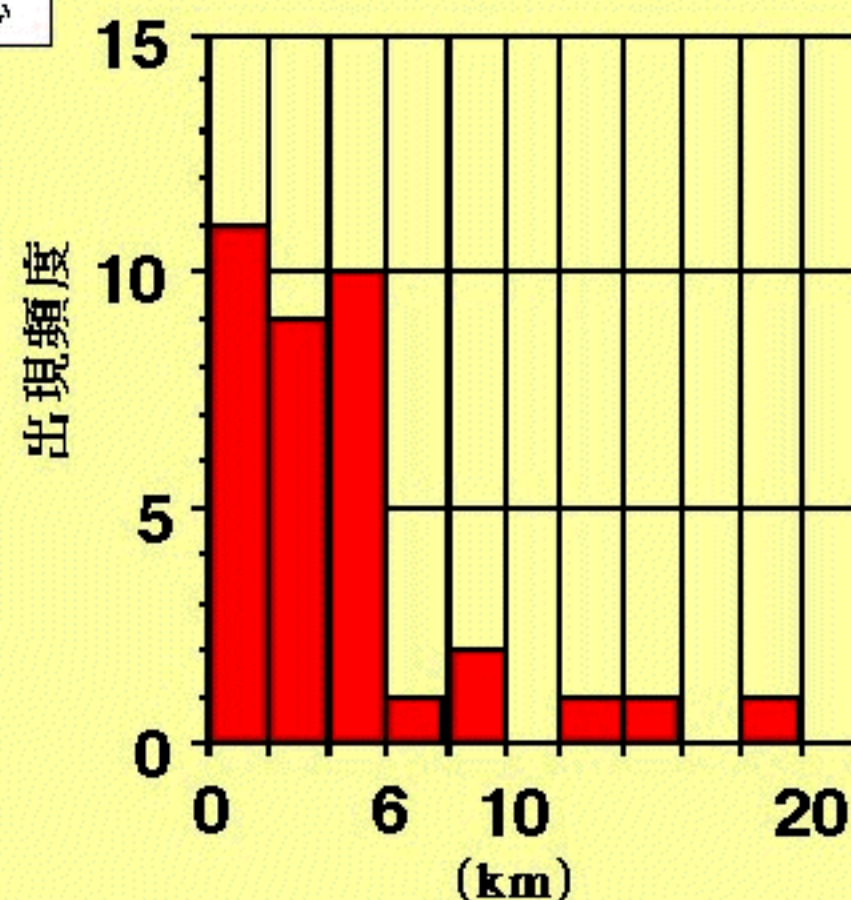
主要な事例研究対象地域



仙岩火山地域における火山活動の変遷



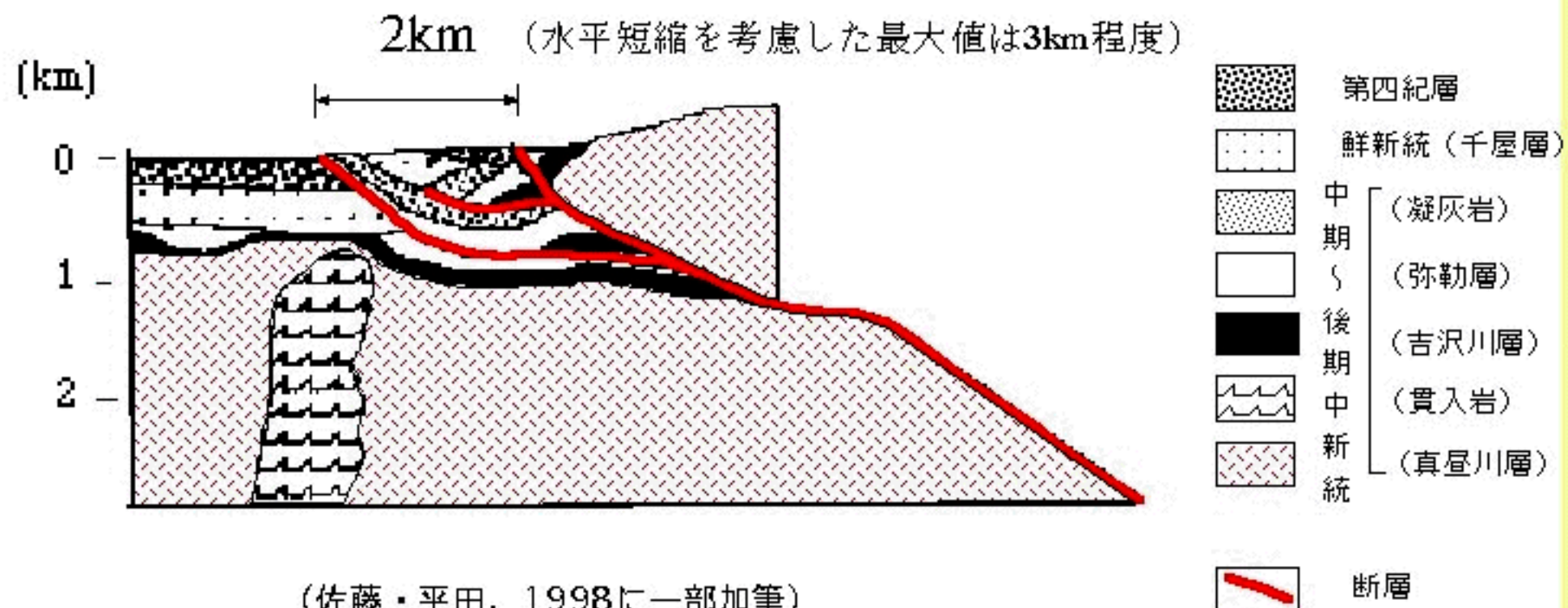
(a) 噴出中心の時空分布



(b) 最も近い既存火山までの距離

逆断層の地下構造

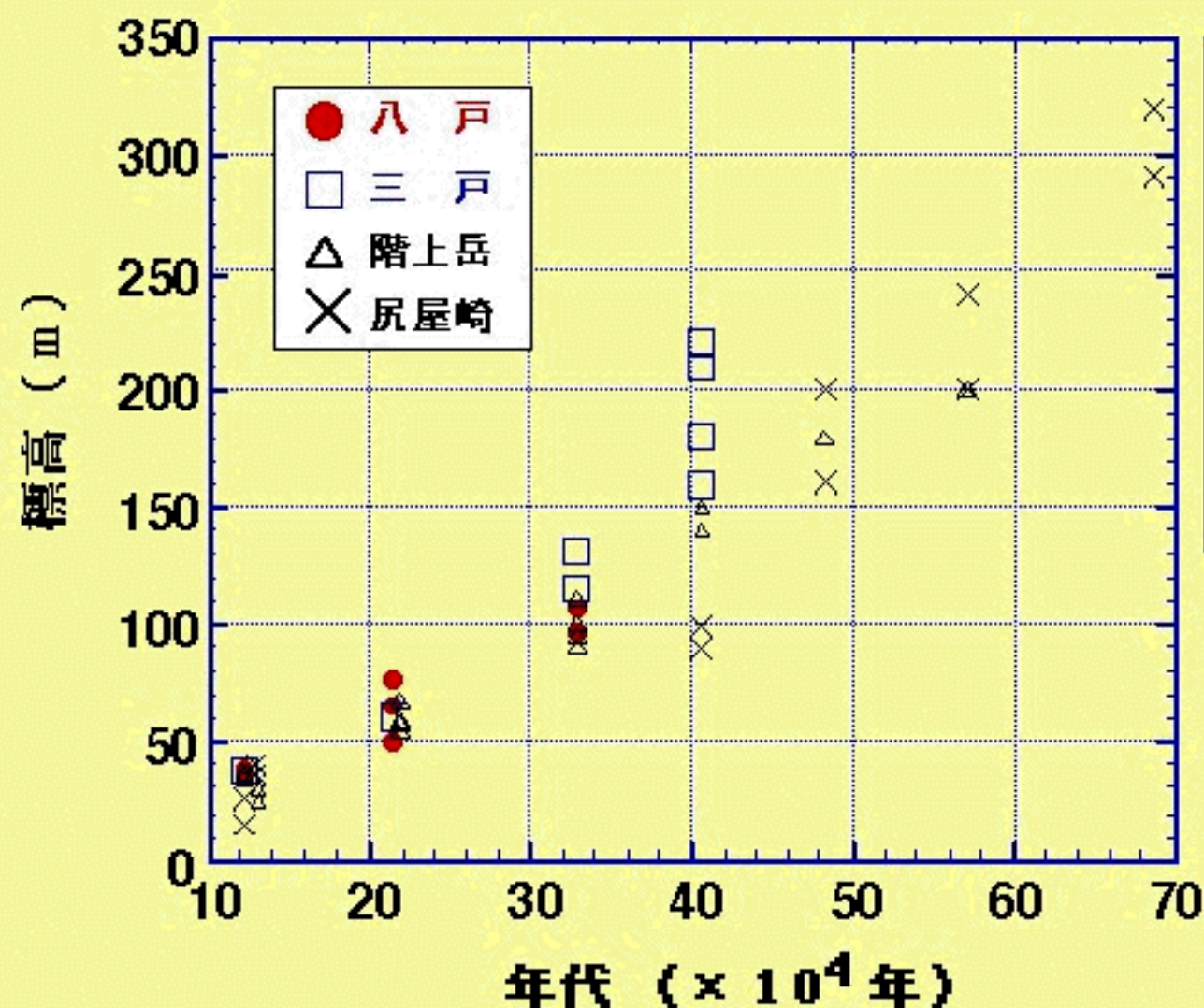
(横手盆地東縁断層帯の例)



(佐藤・平田, 1998に一部加筆)

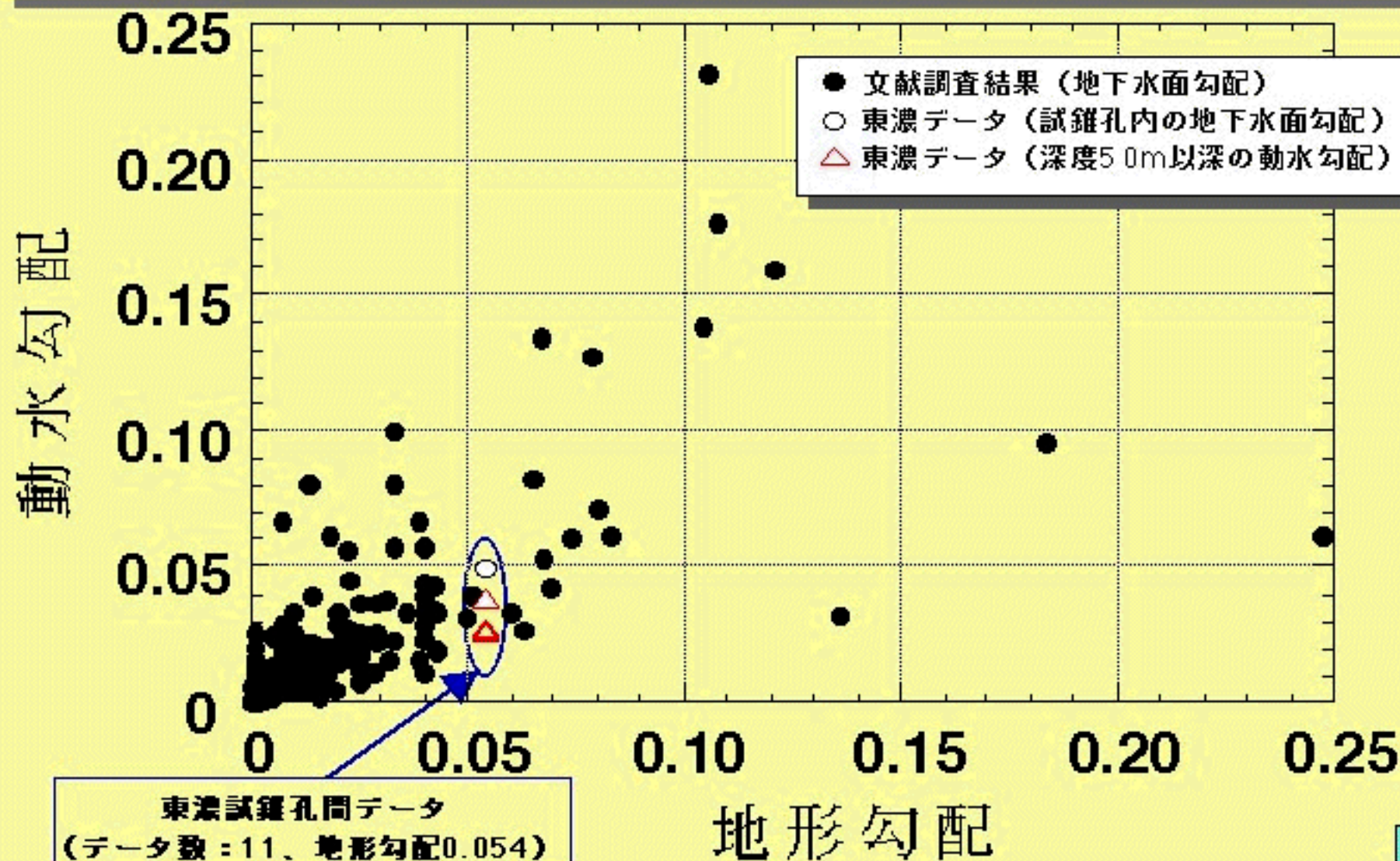
反射法地震探査結果に基づく断層帯周辺の推定断面図

海岸段丘の年代と高度からみた 北上高地北部と下北半島の隆起速度



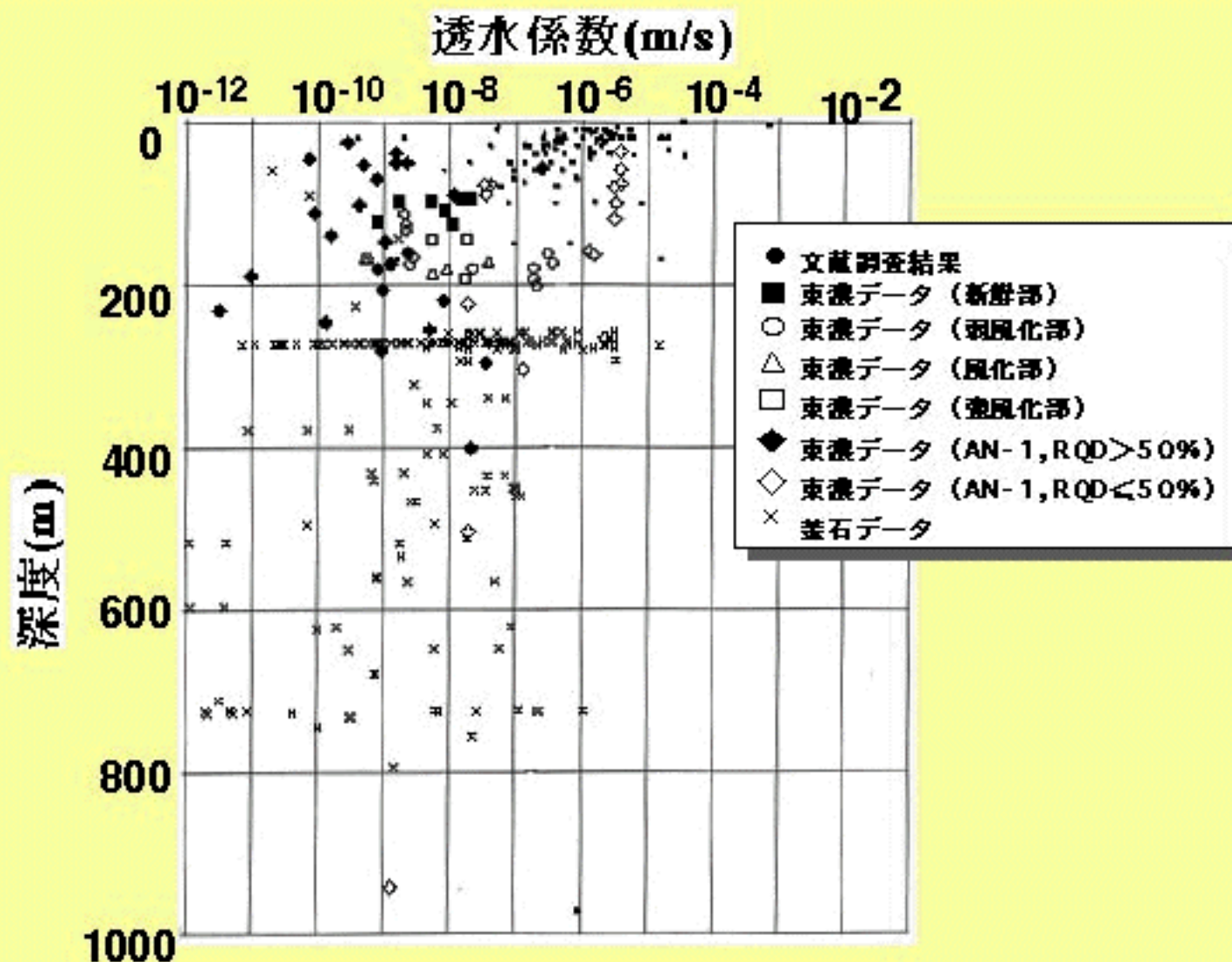
地形勾配と動水勾配の関係

(文献調査結果;日比谷ほか1997, 建設省河川局1994, 地質調査所報告1991, 及び東濃データ)

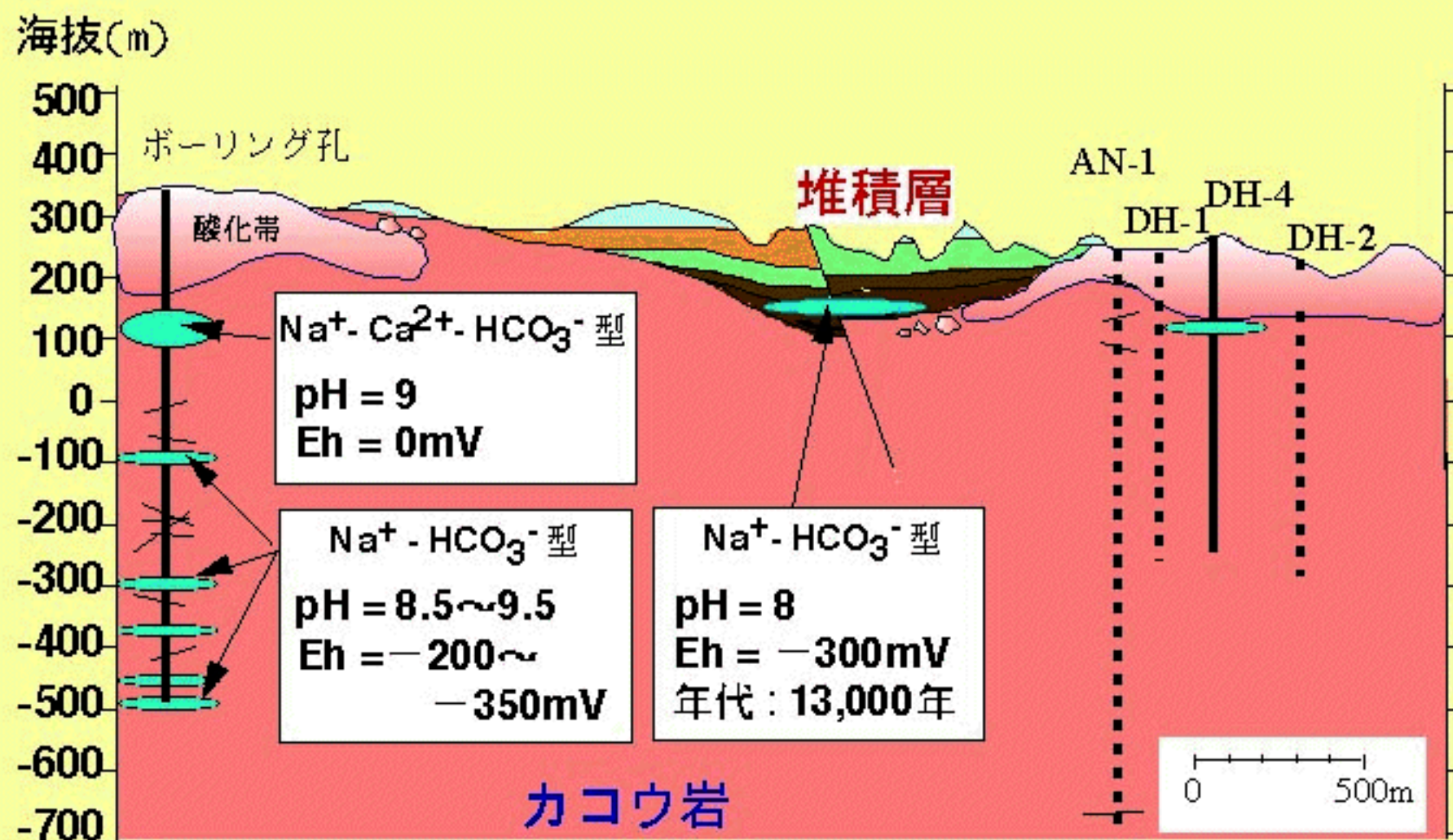


深度と透水係数の関係（花崗岩）

（梅田他(1995), 尾方他(1992), 建設省土木研究所(1986), 土木学会岩盤力学委員会(1986)）



東濃地域における地下深部の地球化学データ



地層処分の工学技術

(第1ドラフト第IV章)

第2次取りまとめの研究開発目標：

幅広い地質環境を考慮した，現実的な工学技術による合理的な人工バリアと処分施設の提示

合理的な設計

・ 設計要件

過度に保守的でない設計の考え方

・ 設計解析手法

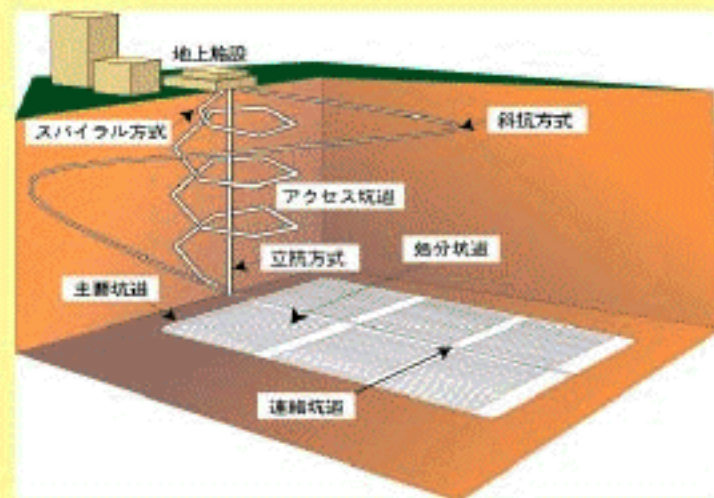
現実に応じた解析モデル

・ 設計データ

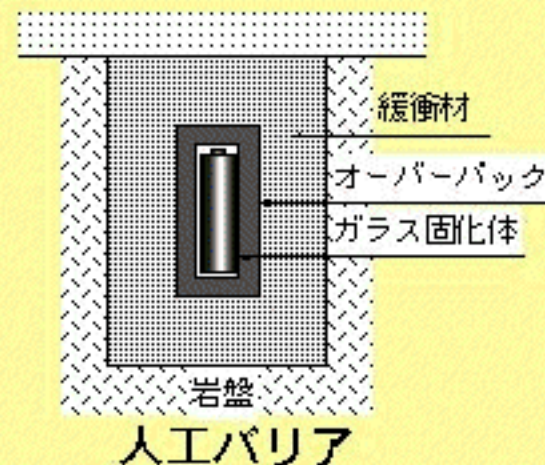
信頼性の高いデータ（人工バリア材料／岩盤物性値）

・ 技術的実現性

試作／工学規模試験／原位置試験



処分施設



人工バリアの設計

オーバーパック

- ・腐食性
- ・耐圧性
- ・放射線しゃへい性
- ・製作／施工性
- ・経済性



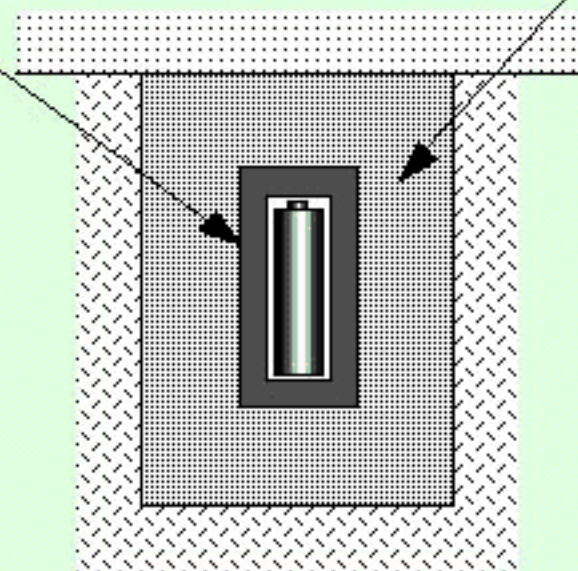
- ー地下深部の条件を模擬した長期腐食試験
- ー試作

緩衝材

- ・低透水性
- ・コロイドろ過機能
- ・熱伝導性
- ・製作／施工性（締固め特性）
- ・経済性



- ーベントナイト・ケイ砂混合材料の特性に関する室内試験データ
- ー原位置施工試験



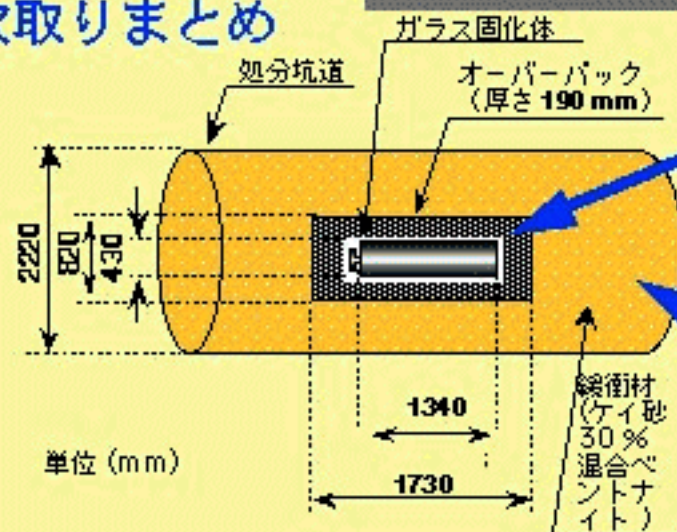
岩盤物性

(文献データと東濃地域・釜石鉱山における実測値による確認)

人工バリアの仕様例

第1次取りまとめ仕様との比較

第2次取りまとめ



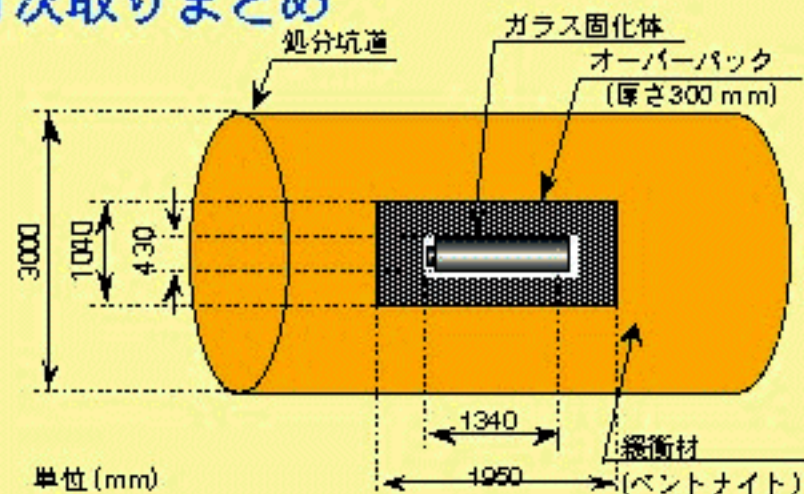
■ オーバーバック

側圧係数に関する現実的なデータを用いた強度評価等により厚さが低減

■ 緩衝材

- ・ 施工性，熱伝導性，透気性の観点からベントナイトにケイ砂を混合
- ・ 応力緩衝性の検討により厚さが低減

第1次取りまとめ

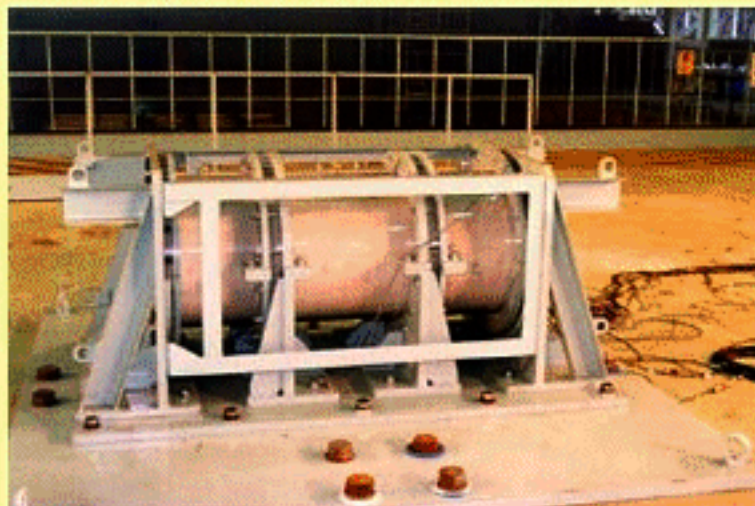


人工バリア材料 50%減

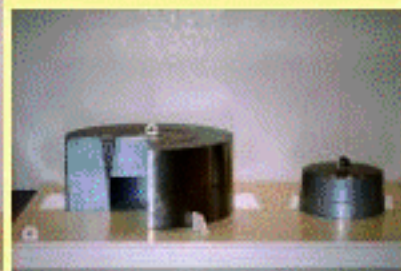
製作・施工技術の実証

人工バリア振動試験

(防災科学技術研究所との共同研究)

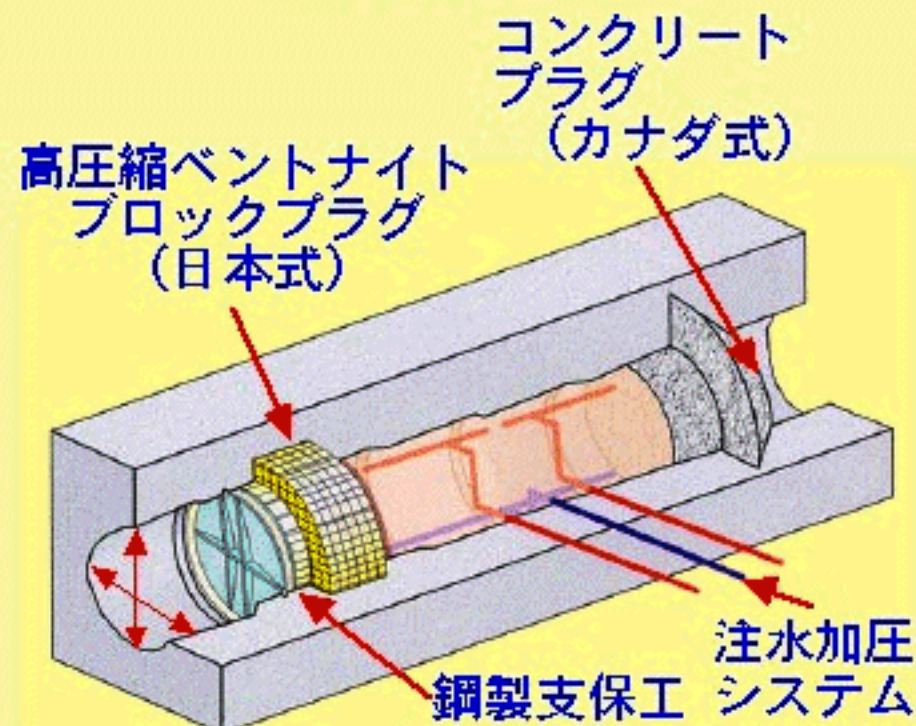


チタン複合オーバーパックの試作



カナダURLにおける実規模シーリング試験

(カナダAECLとの共同研究)



試験坑道

- 幅 4.5m
- 高さ 3.5m
- 楕円形

● 実規模のプラグを構築し、
止水性能等を評価

地層処分システムの安全評価

(第1ドラフト第V章)

第2次取りまとめの研究開発の目標：
ニアフィールドを中心とする地層処分システムの信頼性の高い評価

地層処分システム

- 適切に選定された地質環境
- 合理的に設計された人工バリア

安全評価

- シナリオ
- モデル
- データ

安全性の尺度

- (専門部会報告書より)
- 線量を基本
 - 諸外国の基準を参照
 - 評価期間は限定せず
 - 人間への影響が最大となる時期やその期間の明示

地層処分システムの安全性

シナリオの分類と取り扱い

FEPリスト

地層処分システムの安全性能に影響を及ぼす
特質(Features), 事象(Events), プロセス(Processes)の抽出

接近シナリオ

(火山の噴火, 断層運動, 隆起・侵食気候・海水準変動, 人間侵入)

適切な処分サイトを
選定することによって影響
を回避

地下水シナリオ

天然現象の変動による影響

将来の人間活動の影響

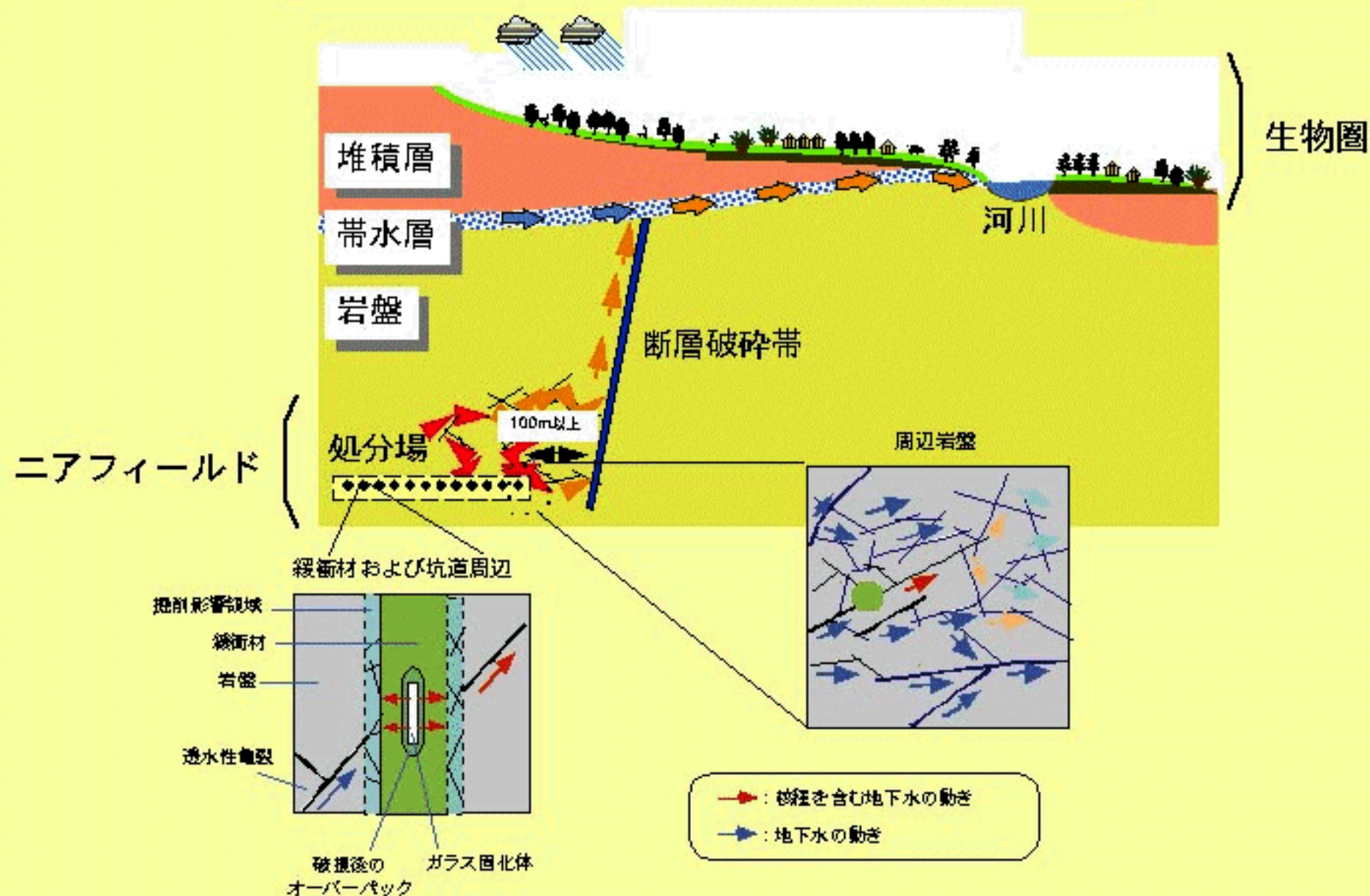
処分場の欠陥による影響

レファレンスケース

変動ケース

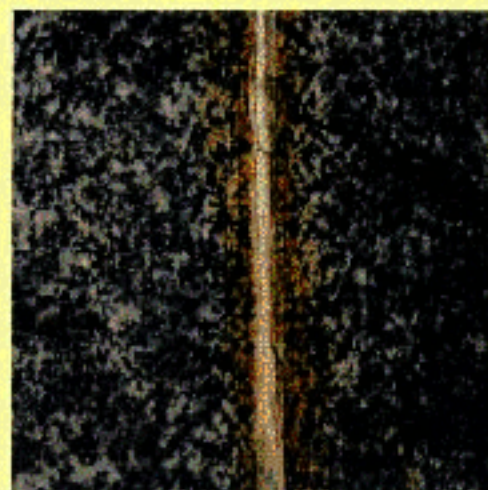
モデルとデータ
による解析評価

レファレンスケースの概念図

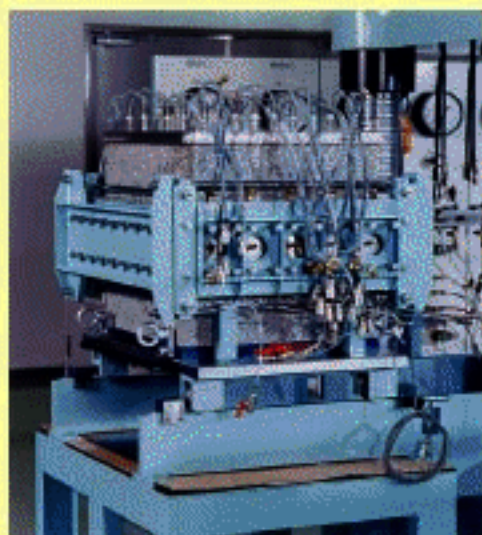


詳細なプロセスを考慮したより現象に即したモデル開発

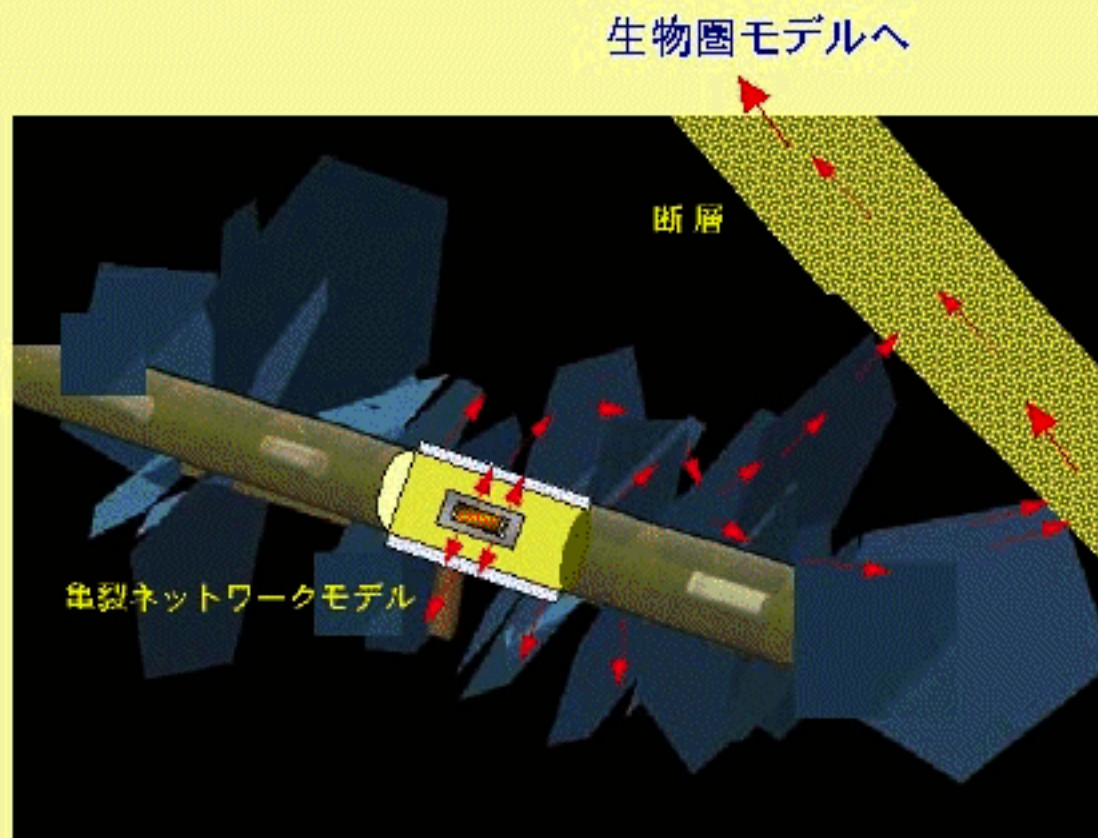
- 不均質性を考慮した天然バリア中核種移行モデル
- 原位置/工学規模試験によるモデルの確証



実際の亀裂観察から得られるデータ



実際の岩体を用いた亀裂中の水理データの取得例

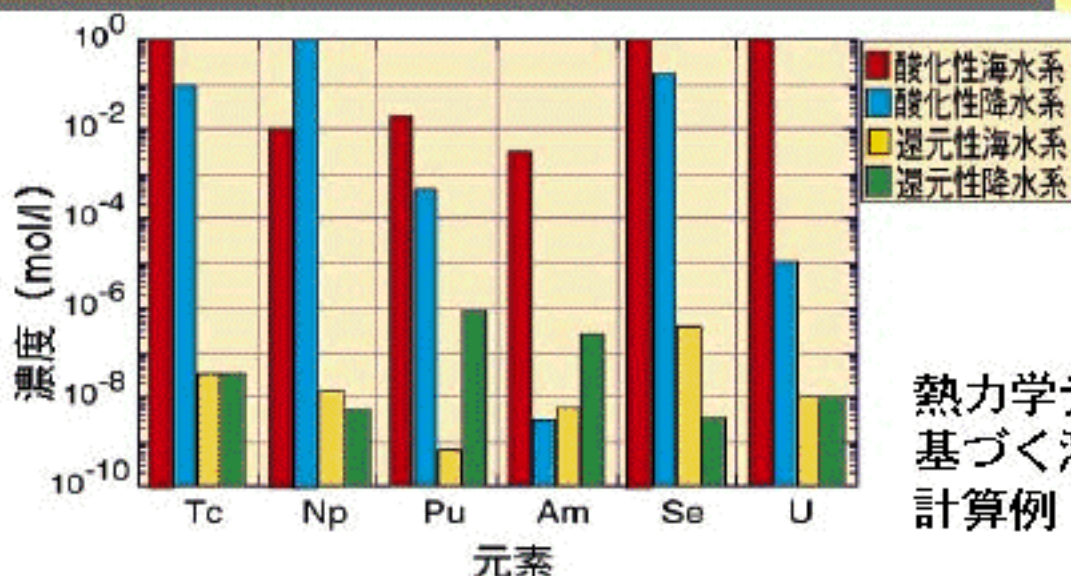


地下深部を模擬した環境下でのデータ取得

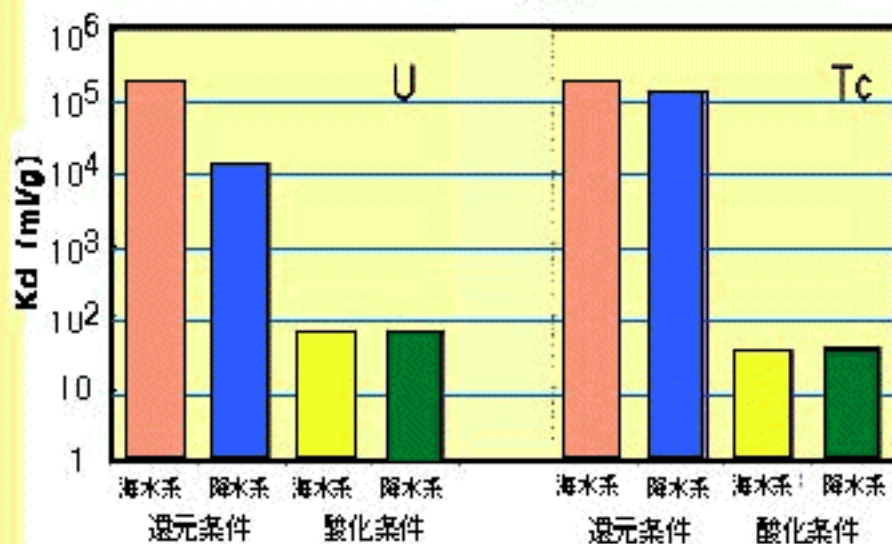
- 信頼性の高いデータベースの構築 -



- 深部地下水への核種の溶解度は小
- 地層の核種移行遅延性能は大

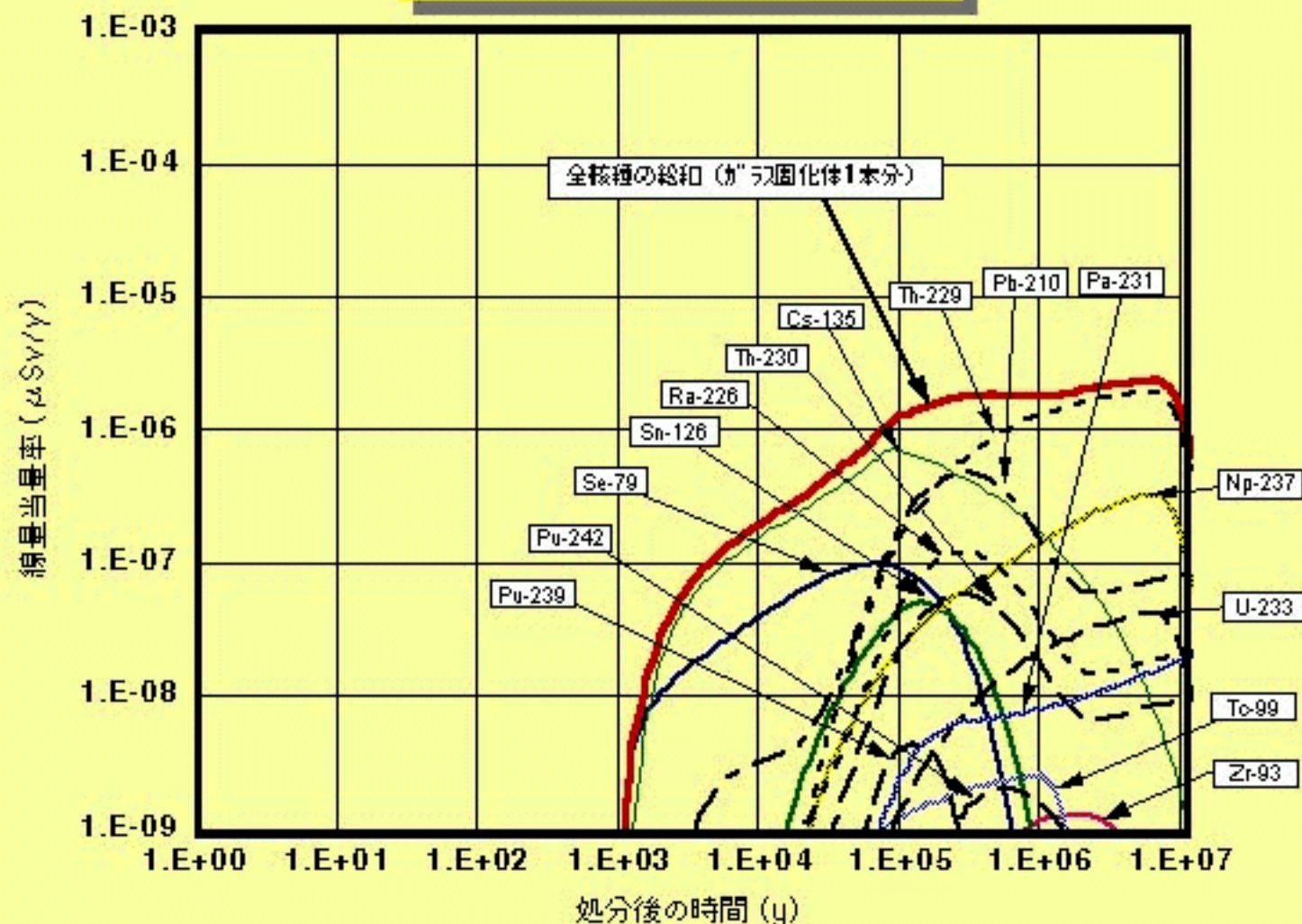


熱力学データに基づく溶解度の計算例



花崗岩に対するUとTcの吸着実験

解析結果



ガラス固化体1本あたりの線量の試算結果 (レファレンスケース)

(オーバーバックは処分後1,000年で閉じ込め機能を失い、直ちにガラス固化体から放射性核種が溶出を開始すると仮定、また、天然バリアについては、処分場から100m下流の断層までの岩盤を考慮)