

---

# 幌延地域を事例とした地質環境の 長期安定性に関する研究

## — 主な成果および今後の進め方 —

独立行政法人 日本原子力研究開発機構  
地層処分研究開発部門

## 変動帯および沿岸域の堆積岩を対象とした地層処分における課題

---

- ① 日本列島は環太平洋造山帯に位置することから、海外の堆積岩に比べ高透水性の地質構造（断層・割れ目など）が存在し、多孔質媒体と割れ目媒体の性質を併せ持つ。施設設計や安全評価においては、これらの特性を踏まえた調査評価技術が必要。
- ② 弧状列島に位置する日本では、**海水準変動など沿岸域における長期の地質現象を踏まえた施設の立地、設計、安全評価**が必要。
- ③ 深部地下水は長期滞留状態にあるが、大規模地下施設の建設・操業インパクトにより地質環境が擾乱されるため、その影響回復過程を踏まえた安全評価が必要。
- ④ 安全評価シナリオと“現実の設計・施工”のトレードオフを明確化し、それらの経験に基づき合理的な地層処分技術の構築が必要。

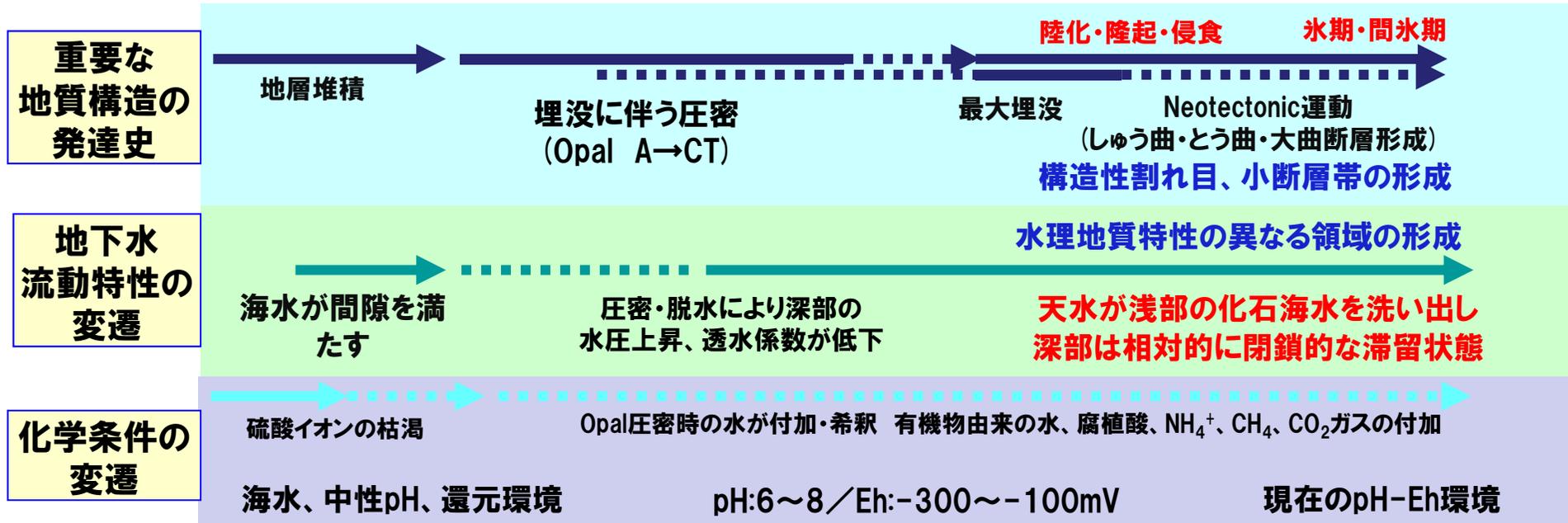
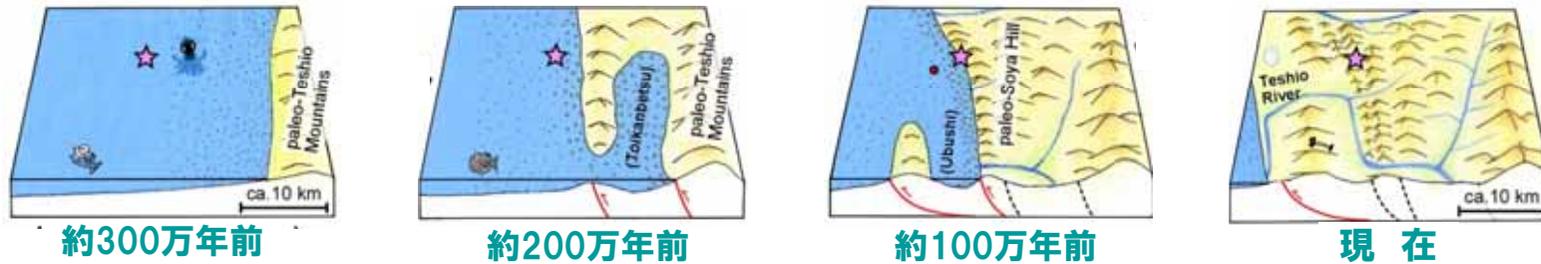


**幌延は変動帯の堆積岩・沿岸域特有の地質環境を対象とした世界唯一のURL**

- URLの建設と調査研究成果の公表を通じて、地層処分の“実現性”（大規模地下施設の建設実現性、処分技術の信頼性、安全評価シナリオの有効性などに由来する安心感）を示す。
- 地層処分技術に関する基盤情報を実施主体と国へ提供することで、事業の推進と安全規制の策定に寄与する。

# 沿岸域における過去～現在の地質現象のシナリオ化

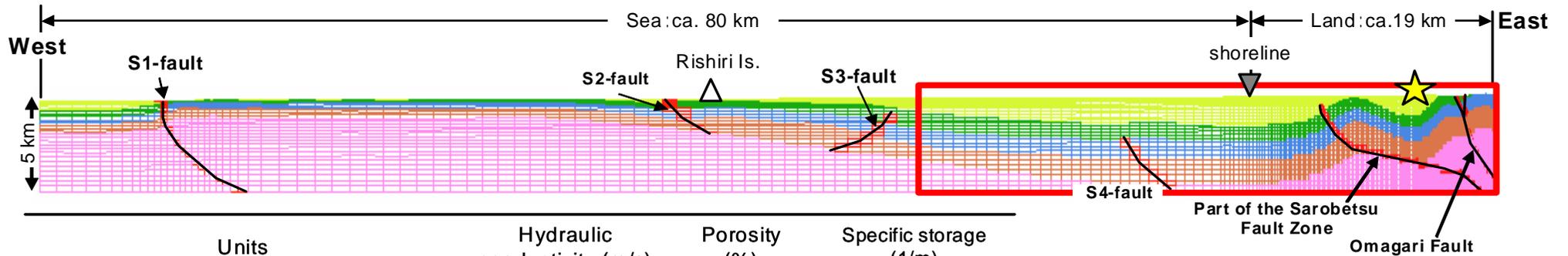
主な成果: 地質環境の長期変遷シナリオを構築、地質環境特性の長期変化を例示



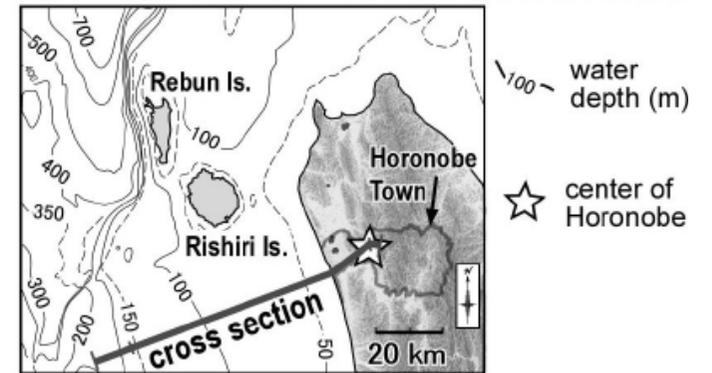
意義: 海水準変動や、海外に比べ大きな隆起・侵食速度、それに伴う地質構造の変化、その結果形成される地質環境特性などを明らかにし、NUMO・規制機関が安全評価時に参照可能な、地下深部の長期隔離性の解析手法を提示。

# 過去～現在の地質環境モデルの作成

## —地質現象による地質環境特性の長期変遷に関わる数値解析—



Units	Hydraulic conductivity (m/s)	Porosity (%)	Specific storage (1/m)
Surface deposits (ca. 10 m depth from surface)	$1.0 \times 10^{-6}$	60	$1.0 \times 10^{-5}$
Yuchi & Sarabetsu Fm. and Quaternary	$Depth\_Yt^*$		
Koetoi Fm.	$Depth\_Kt^*$		
Wakkanai Fm.	$Depth\_Wk^*$		
Masuporo & Onishibetsu Fm.	$5.0 \times 10^{-10}$	30	
Paleogene & Cretaceous	$1.0 \times 10^{-11}$	20	
Faults (Omagari Fault, part of the Sarobetsu Fault Zone, and S1- to S4-faults)	$1.0 \times 10^{-7}$	50	$1.0 \times 10^{-5}$



\*  $Depth\_Yt$ ,  $Depth\_Kt$ , and  $Depth\_Wk$  are hydraulic conductivities of each formation as a function of depth. K: hydraulic conductivity (m/s), Z: depth (m)

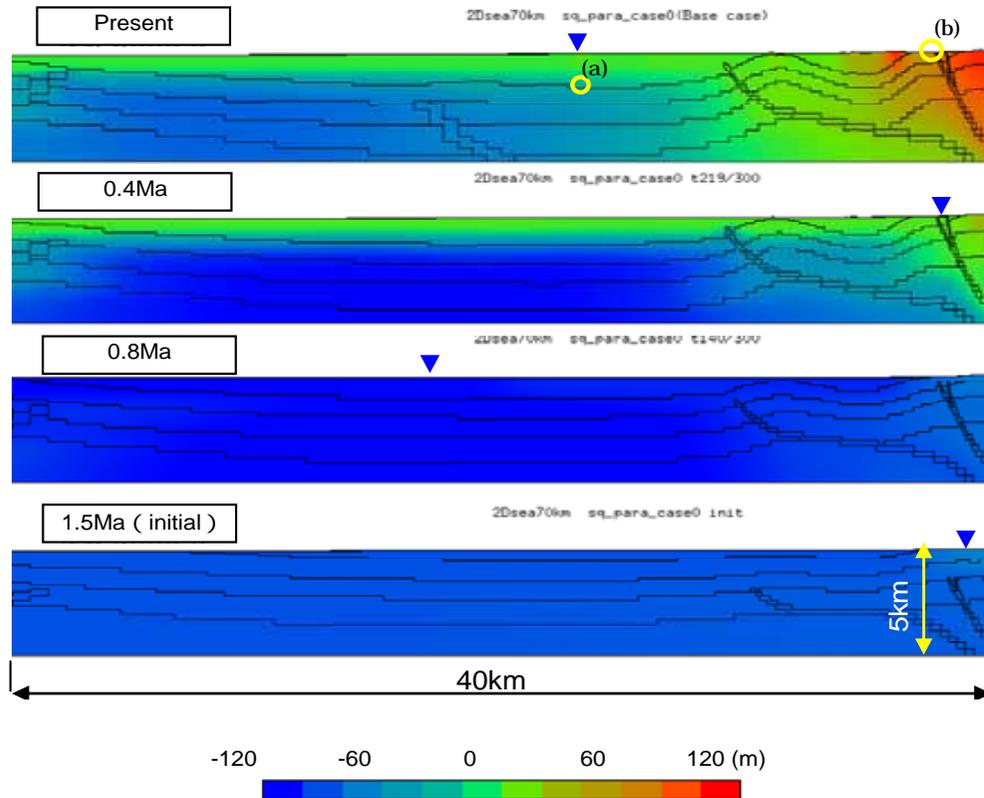
$$Depth\_Yt : \log_{10}(k) = -0.0034Z - 8.3665 \quad [\text{upper limit: } 1 \times 10^{-8} \text{ m/s, lower limit: } 1 \times 10^{-11} \text{ m/s}]$$

$$Depth\_Kt : \log_{10}(k) = -0.0039Z - 7.5935 \quad [\text{upper limit: } 1 \times 10^{-7} \text{ m/s, lower limit: } 1 \times 10^{-11} \text{ m/s}]$$

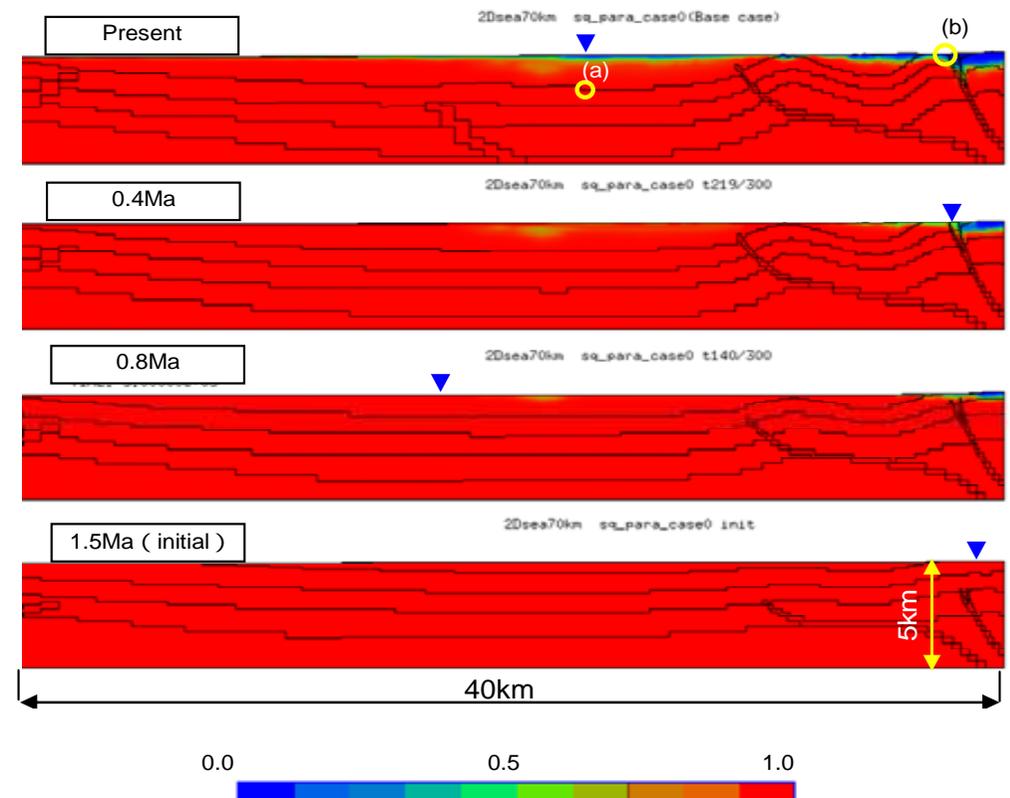
$$Depth\_Wk : \log_{10}(k) = -0.0061Z - 5.5626 \quad [\text{upper limit: } 1 \times 10^{-6} \text{ m/s, lower limit: } 1 \times 10^{-11} \text{ m/s}]$$

(Niizatoほか, 投稿中を一部改編)

# 過去～現在の地質環境モデルの作成 —解析結果の例 全水頭分布と塩分濃度分布—



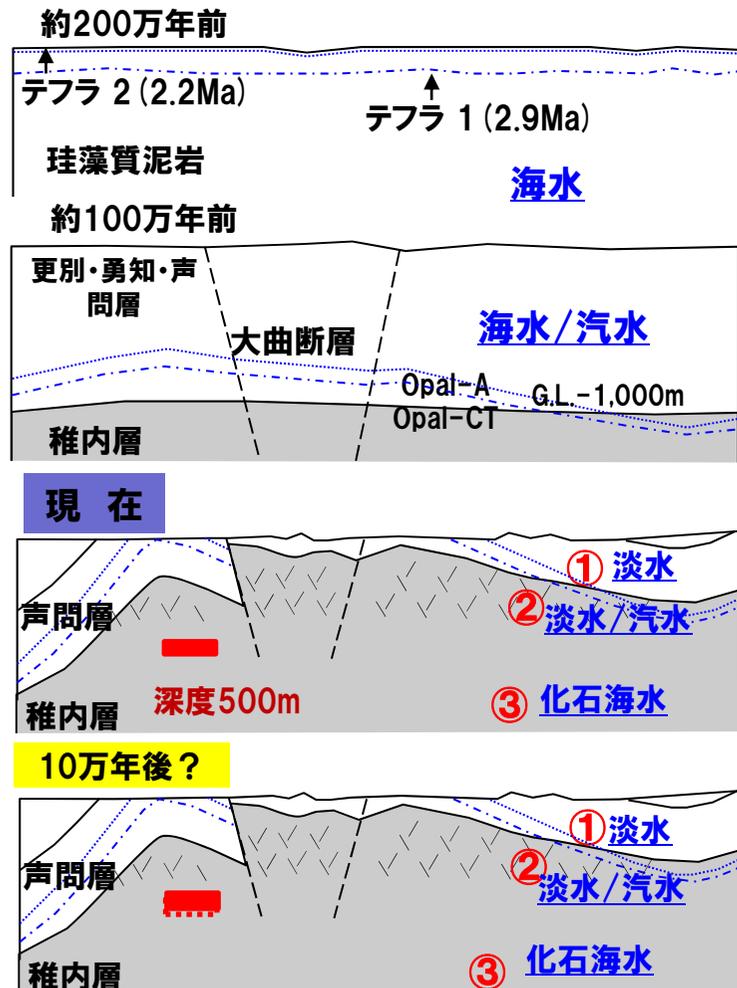
Distribution of total hydraulic head (m)  
The blue inverted triangle on each figure shows the location of the shoreline



Salinity concentration normalized to present seawater = 1

(Niizatoほか, 投稿中)

# URLにおける地質環境の長期変遷評価技術開発



## 関連する主な成果:

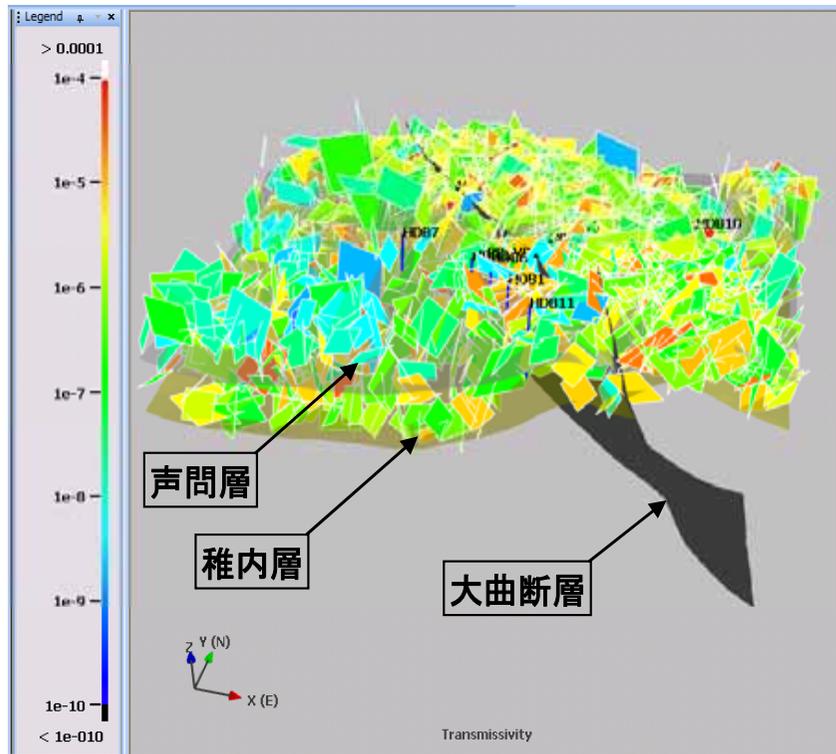
- 水理地質条件(透水性と割れ目の連続性)に基づき、URL周辺領域を3分類(①低透水性領域、②割れ目・断層の連続・連結性が大きい高透水性領域、③低透水性領域)
- 深部(領域③)の地下水を、<sup>36</sup>Cl濃度に基づき100万年以上滞留している化石海水と同定。
- 段丘面の隆起速度は0.3m/1000年。

## 地質環境の長期変遷に関する研究:

- 地表調査により取得した隆起・侵食速度や断層(割れ目)の分布特性の情報を踏まえた“水理・化学的な安定領域”の評価技術開発
- 地下施設等で得られる複数深度の地質環境特性情報に基づく将来の隆起に伴う影響の評価手法 → 長期変遷を踏まえた安全評価研究

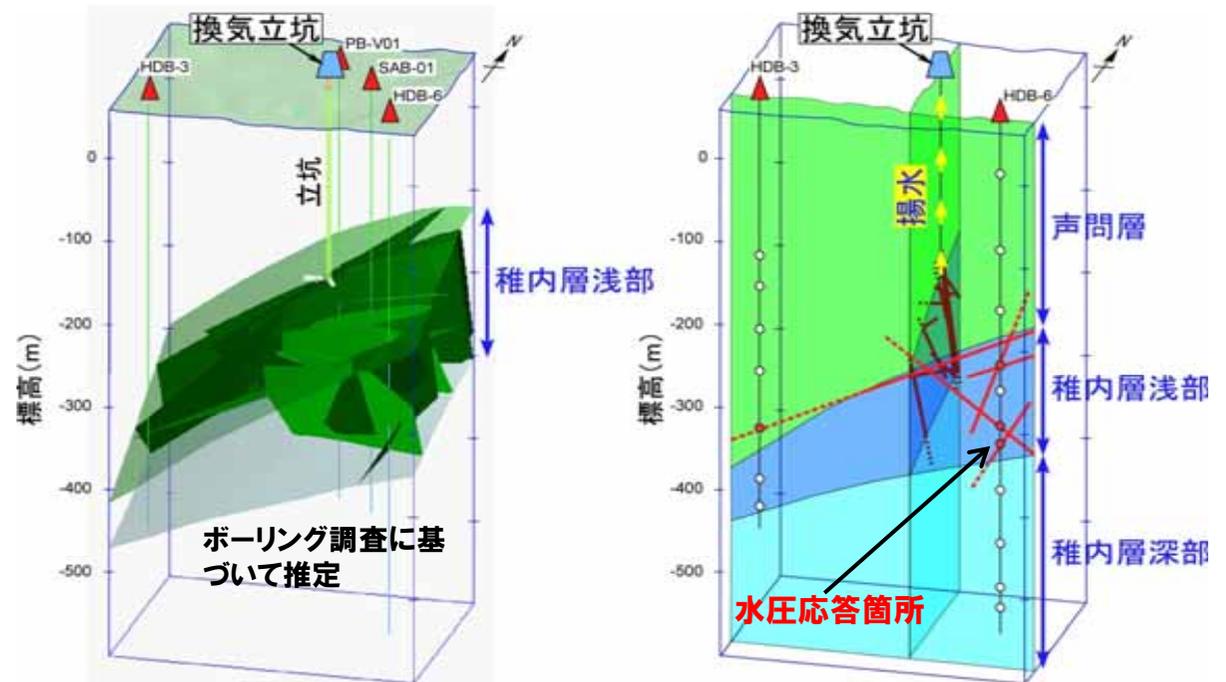
# 堆積岩の水理地質構造の把握

主な成果: ボーリング調査、水圧観測、地質構造のモデル化により、**重要な水理地質構造(断層、割れ目)**の分布、形成プロセスを把握



透水性割れ目のネットワーク構造(第1段階モデル)

URL周辺の地質構造と水圧応答

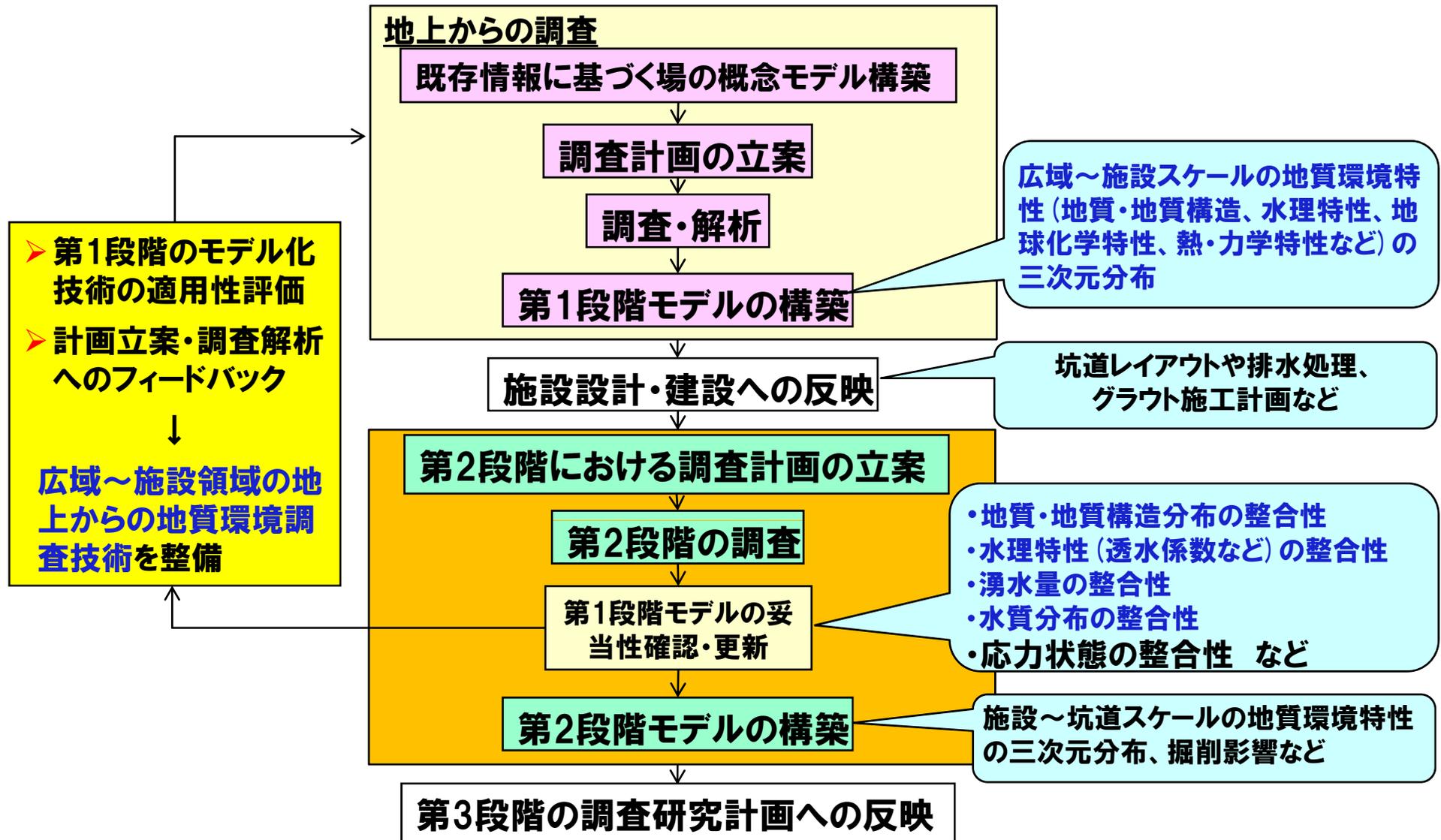


透水性断層の3次元分布(推定)

地下施設周辺のボーリング孔の水圧応答

意義: NUMO・規制機関が参照可能な、堆積岩における高透水性地質構造の調査手法(調査手順やモニタリング地点の配置方法など)、合理的な地下施設のデザイン・施工方法を提示。また、堆積岩が本来有する多孔質特性と合わせ核種移行経路を明確化し、安全評価手法に反映。

# 第1段階の技術の確認とフィードバックの考え方



# 地層科学研究の実施項目

---

## (1) 地質環境調査技術開発

### ① 地上からの調査技術の適用性確認と地質環境モデルの構築・更新

- 地質・地質構造の調査評価技術
- 地下水流動の調査評価技術
- 地球化学特性の調査評価技術
- 物質移動特性の調査評価技術
- 岩盤の熱・力学特性の調査評価技術

### ② 地下施設建設に伴う地質環境変化の調査評価技術の開発

- 施設建設が広域領域に与える影響評価技術の開発
- 施設建設が施設領域、坑道周辺に与える影響評価技術の開発

## (2) 深地層における工学的技術の基礎の開発

### ① 地下施設建設における実施設計の適用性確認・更新

### ② 地下施設の耐震設計の適用性確認

### ③ 地下施設の通気挙動評価技術

## (3) 地質環境の長期変遷評価技術の開発

### ① 施設スケールを対象とした地質環境の長期変遷評価技術

### ② 地質環境の長期変遷に関する数値解析技術

### ③ 現在から将来にわたる地質環境の長期変遷を記述するための方法論

---