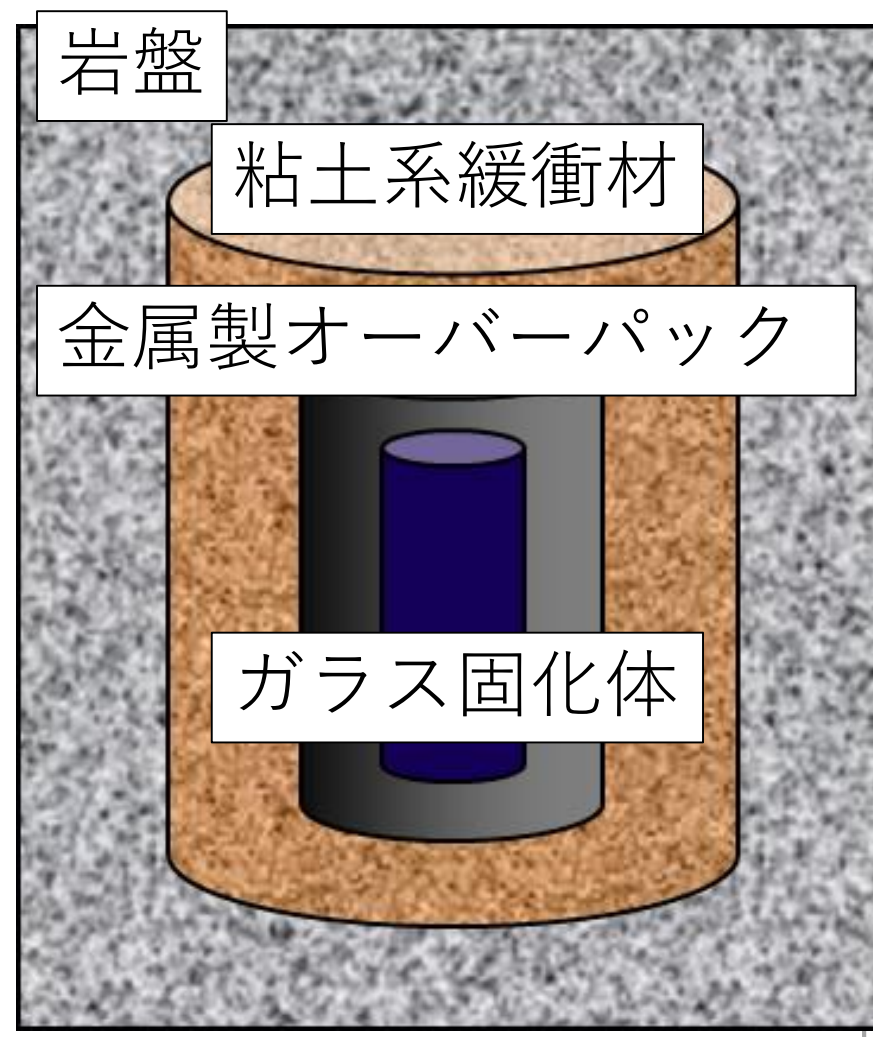


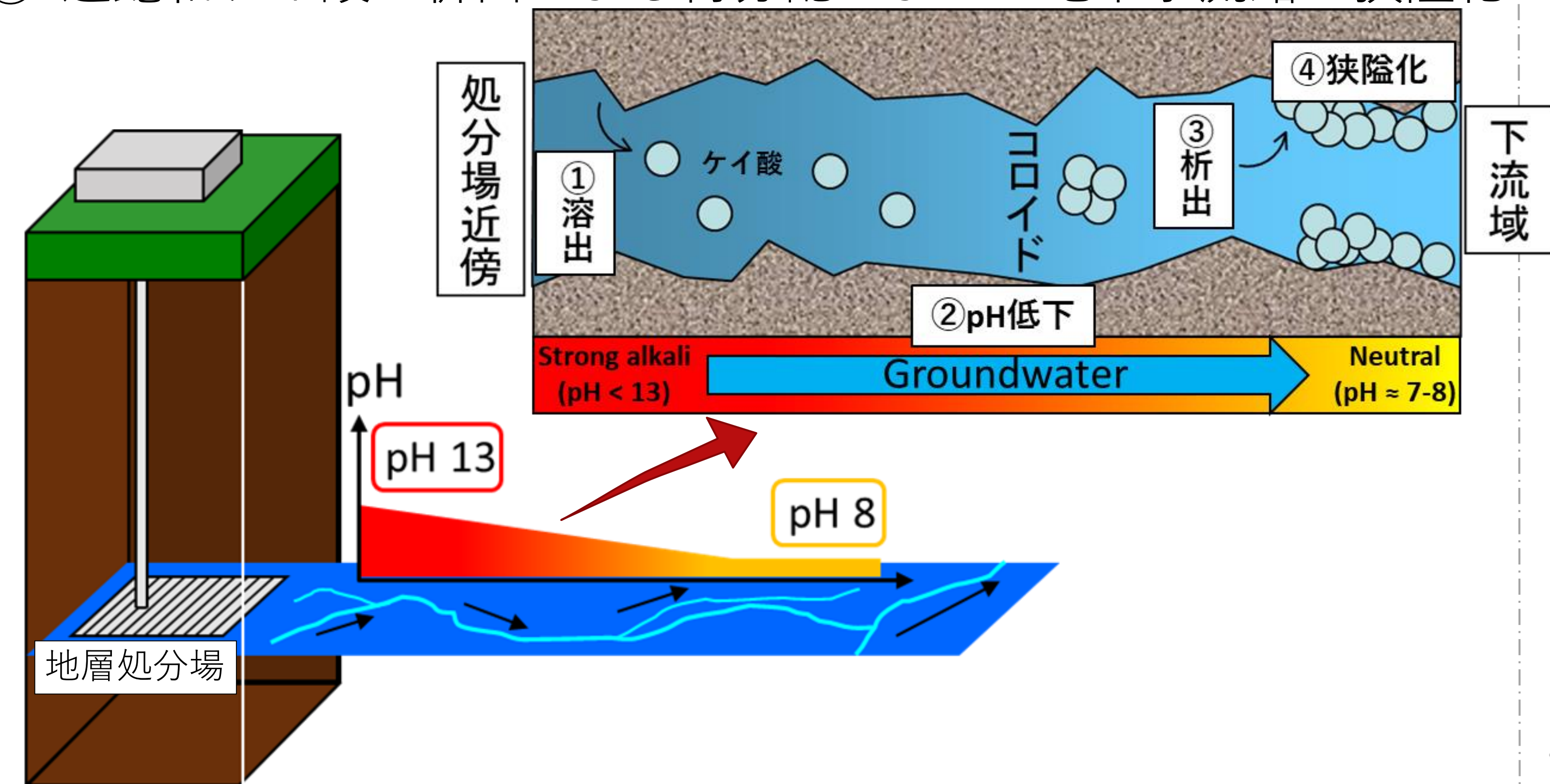
### ●地層処分システム

- 原子力施設から出た高レベル放射性廃棄物は、ガラス固化して、地下300 m以深へ埋設処分
- 人工バリア（緩衝材、炭素鋼等）と天然バリア（岩盤）を組み合わせた多重バリアシステムによって、核種移行を遅延
- 地層処分システムの安全評価は約10万年先まで見積もる必要



### ●セメント系材料の使用に起因するケイ酸の再分配

- 地層処分場の建設においてセメント系材料の使用により、地下水が高アルカリ化して、周辺の岩盤などからケイ酸が溶出
- 下流の地下水との混合により、pHが低下(pH < 13 → pH 7-8)
- 地下水に溶解していたケイ酸の溶解度も同時に大きく低下し、ケイ酸が過飽和状態となり、岩盤などへ析出、および重合によってコロイドを形成
- 過飽和ケイ酸の析出による再分配によって地下水流路が狭隘化

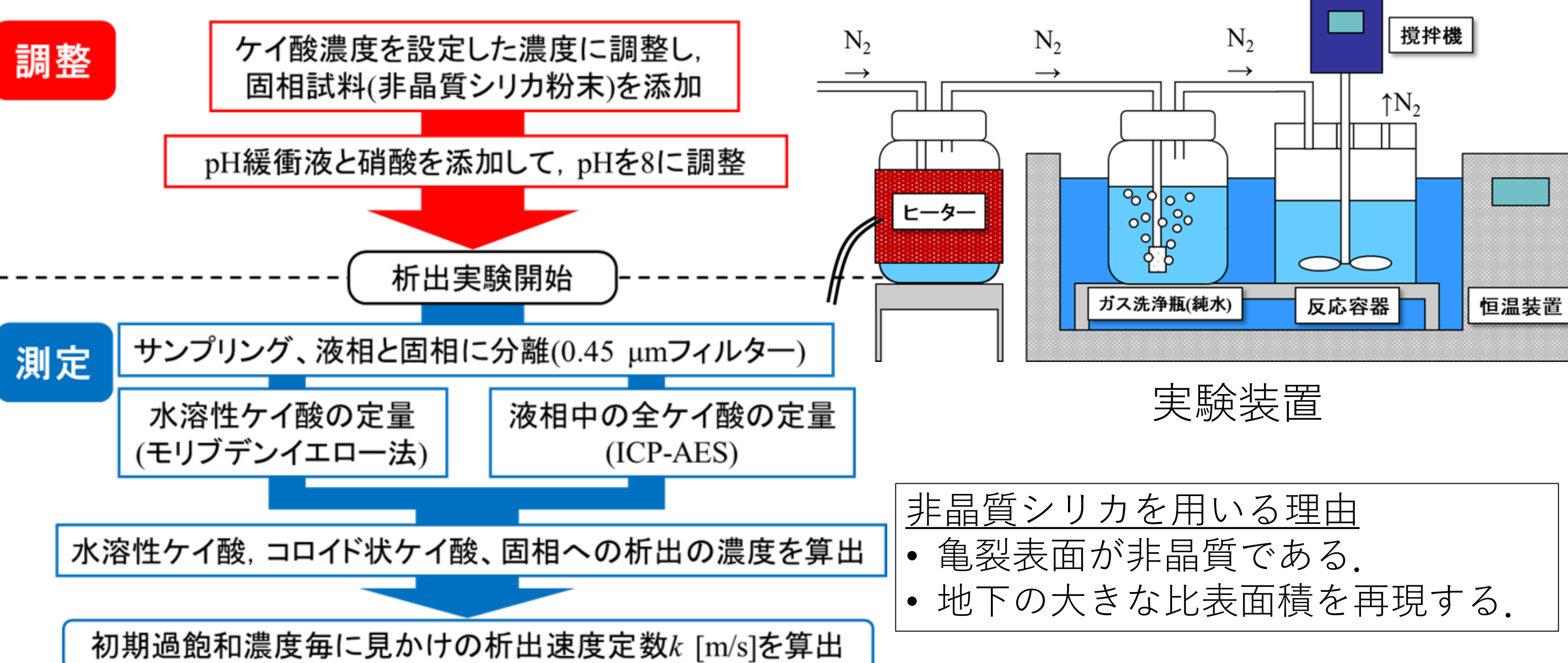


### ●目的

①～④に伴う地下水流路の狭隘化による核種移行遅延効果を安全評価に反映するため、本研究では、これまでデータが存在しなかった過飽和ケイ酸の析出速度定数を実験的に取得し、析出による流路幅の変化を計算できるモデルを作成するとともに、感度解析を行うことによって流路幅の変化に大きく影響を及ぼす因子を抽出する。

### ●実験方法

実験は、固相には非晶質シリカを用いてバッチ式実験を行った。



## 今後の検討

### ●概要

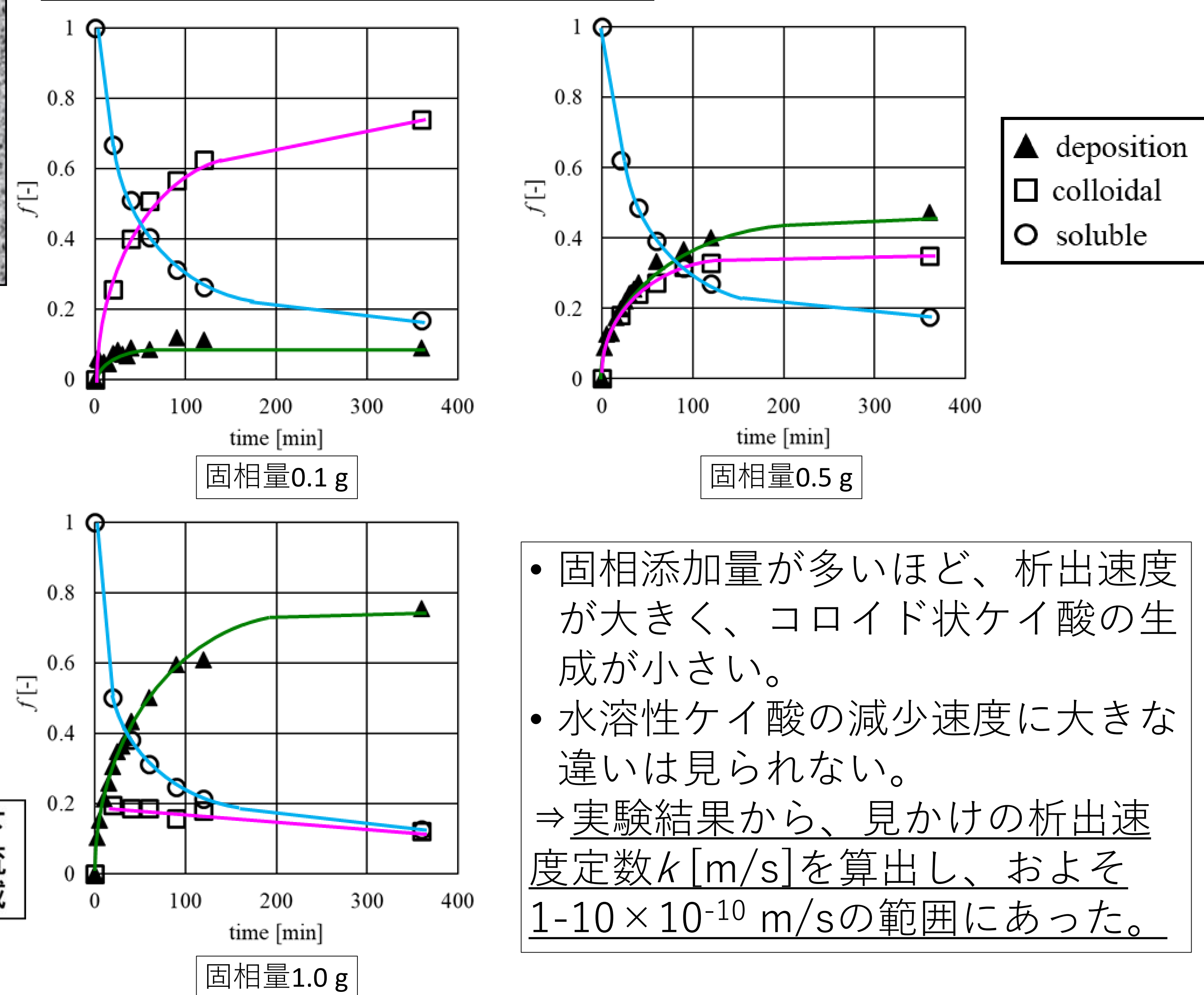
\* ベントナイトとは、膨潤性、止水性、核種吸着の特徴を持つ粘土材料で、緩衝材や埋め戻し材に用いられる。

- 処分場の建設に用いられるセメント系材料によって地下水が高アルカリ化し、セメントの劣化、周辺の岩盤や緩衝材(\*ベントナイト)の溶解が進行する。
- 今後の研究では、ベントナイトの溶解に着目し、圧縮ベントナイト中におけるモンモリロナイトの溶解速度を算出する。
- 特に、圧縮ベントナイトにおける溶解試験において、イオン強度、モンモリロナイトの含有率、溶存イオン種などに着目して溶解速度を求めた研究はないため、その影響を定量的に評価していく。

➤得られた結果は、人工バリアの長期変質の不確実性低減に活用。

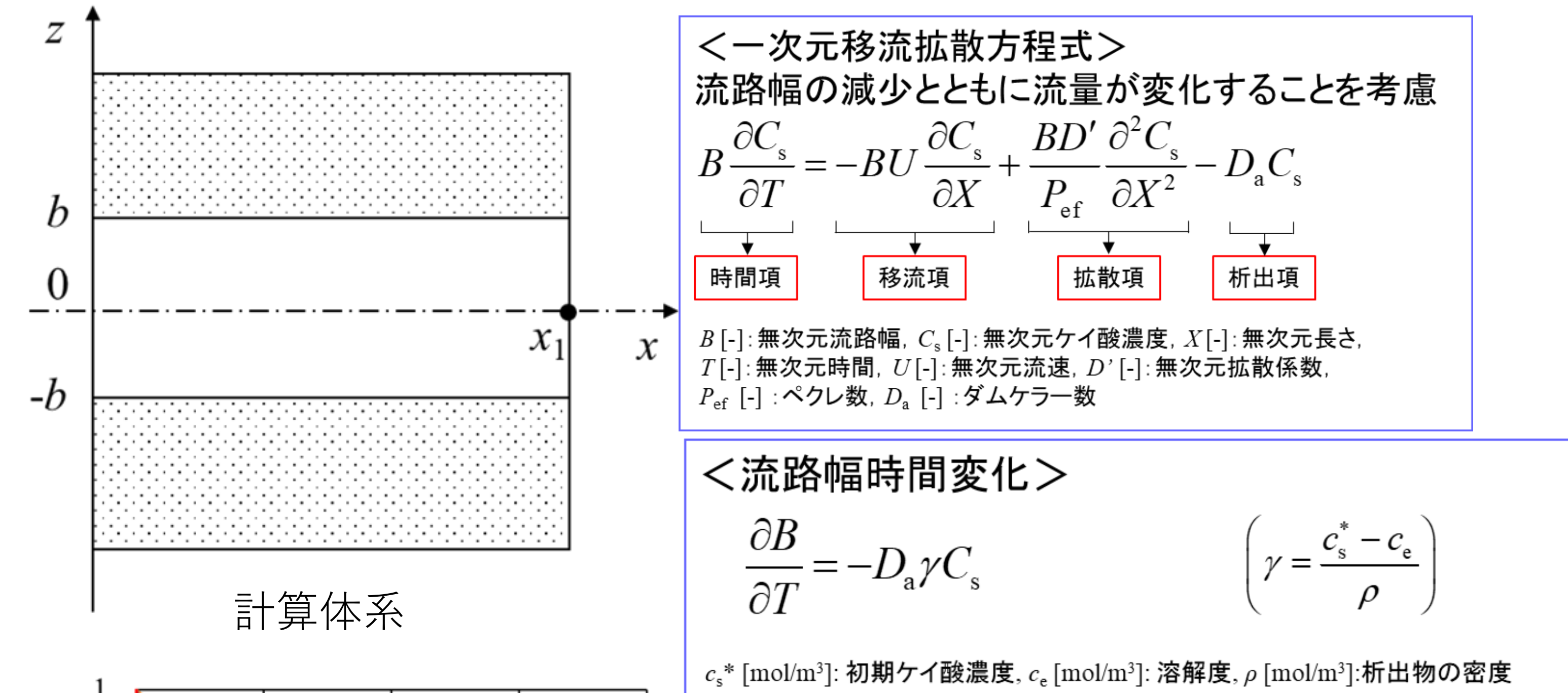
### ●実験結果

初期過飽和濃度 8 mM, 温度 298 K



● 固相添加量が多いほど、析出速度が大きく、コロイド状ケイ酸の生成が小さい。  
● 水溶性ケイ酸の減少速度に大きな違いは見られない。  
⇒ 実験結果から、見かけの析出速度定数  $k$  [m/s] を算出し、およそ  $1-10 \times 10^{-10}$  m/s の範囲にあった。

### ●過飽和ケイ酸の析出による亀裂幅時間変化の試算



<一次元移流拡散方程式>  
流路幅の減少とともに流量が変化することを考慮

$$B \frac{\partial C_s}{\partial T} = -BU \frac{\partial C_s}{\partial X} + \frac{BD'}{P_{ef}} \frac{\partial^2 C_s}{\partial X^2} - D_a C_s$$

時間項 移流項 拡散項 析出項

$B$  [-]: 無次元流路幅,  $C_s$  [-]: 無次元ケイ酸濃度,  $X$  [-]: 無次元長さ,  $T$  [-]: 無次元時間,  $U$  [-]: 無次元流速,  $D'$  [-]: 無次元拡散係数,  $P_{ef}$  [-]: ベクレ数,  $D_a$  [-]: ダムケラー数

<流路幅時間変化>

$$\frac{\partial B}{\partial T} = -D_a \gamma C_s \quad \left( \gamma = \frac{c_s^* - c_e}{\rho} \right)$$

$c_s^*$  [mol/m<sup>3</sup>]: 初期ケイ酸濃度,  $c_e$  [mol/m<sup>3</sup>]: 溶解度,  $\rho$  [mol/m<sup>3</sup>]: 析出物の密度

● 析出によって流路幅が減少するモデルを作成した。  
● 過飽和濃度、析出速度定数、流速など影響の大きいパラメータを明らかにした。  
● 一例として、亀裂幅0.1 mm、流速5 m/year、過飽和濃度1 mMの条件において、2000年で流路の90%以上が閉塞することを示した。

### ●まとめ

過飽和ケイ酸の見かけの析出速度定数を定量的に評価し、析出によって流路幅が減少するモデルを作成するとともに、流路幅減少に大きな影響を及ぼす因子を抽出した。

### ●実験方法

浸漬試験と透水試験を用いて、ベントナイトの溶解挙動を評価していく。

