



# 渡邊研究室

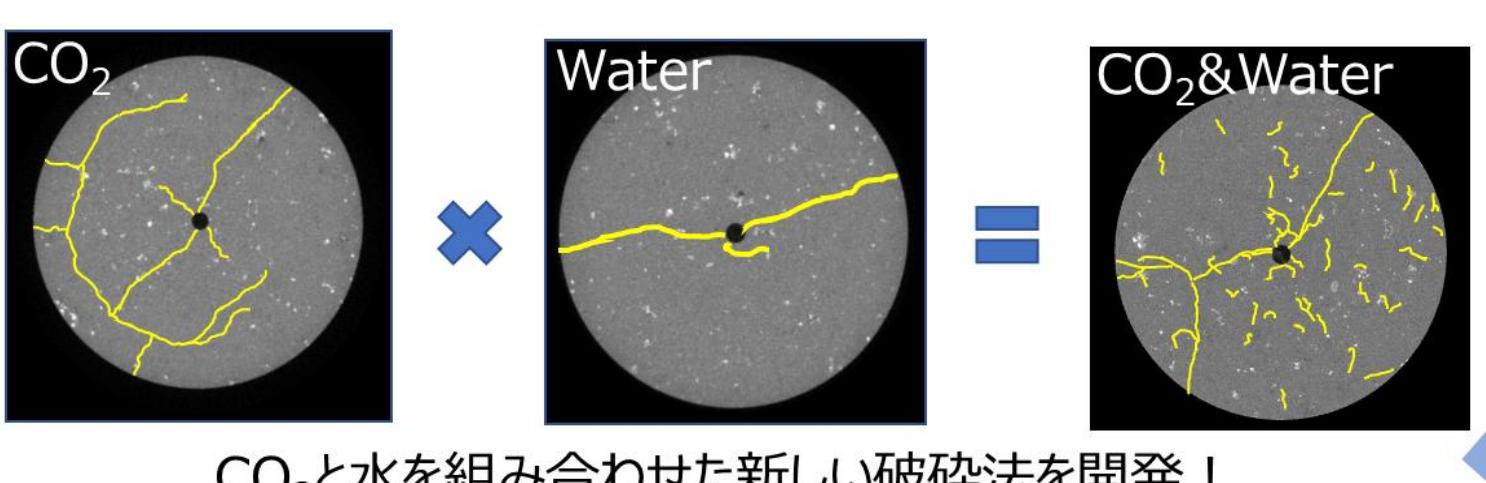
E-MAIL: noriaki.watanabe.e6@tohoku.ac.jp TEL: 022-795-7384

エネルギー資源リスク評価学分野は、環境とエネルギー資源の相互作用に関する様々な研究成果をもとに、地球環境における物質循環に根ざした地図システムの理解、エネルギー資源の開発とともに安全な安全保障および環境リスク管理、人の健康と自然環境との関係、地図環境における土壤や地下水等の汚染問題、さらには有害化学物質のリスク評価に関する総合的な教育・研究を実施する。

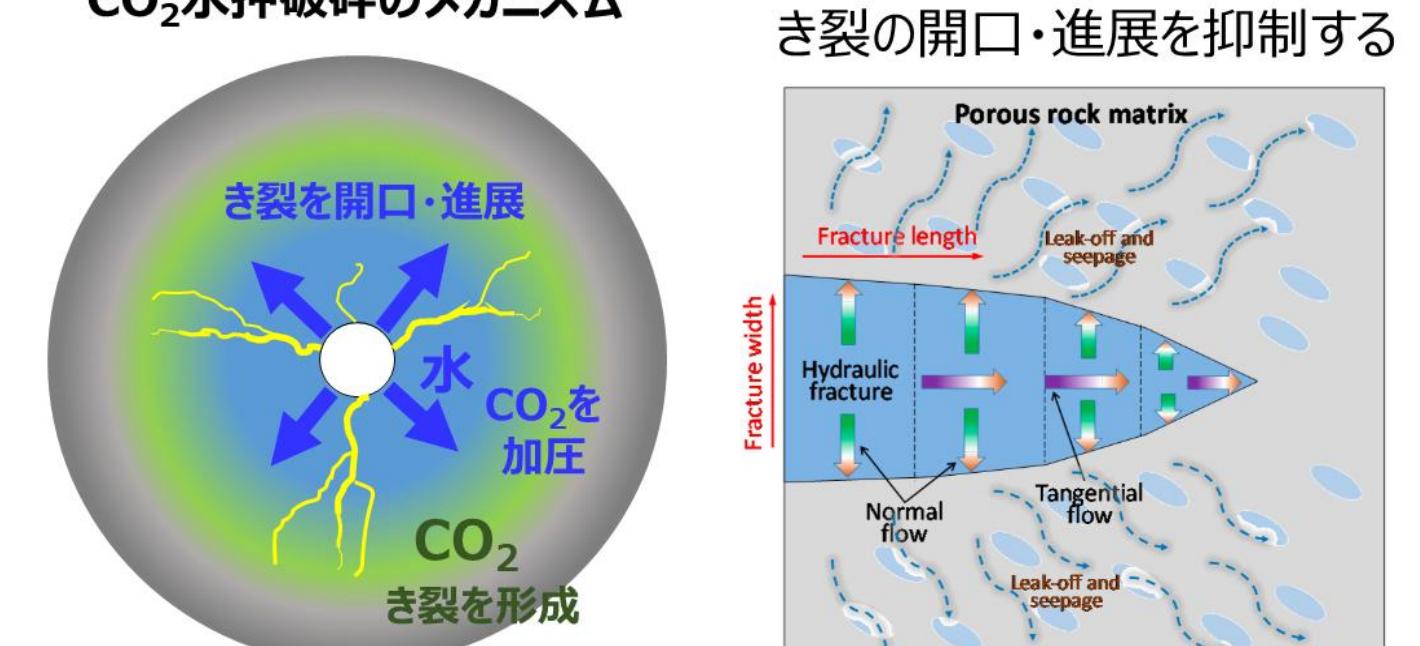


## カーボンリサイクルCO<sub>2</sub>地熱発電技術

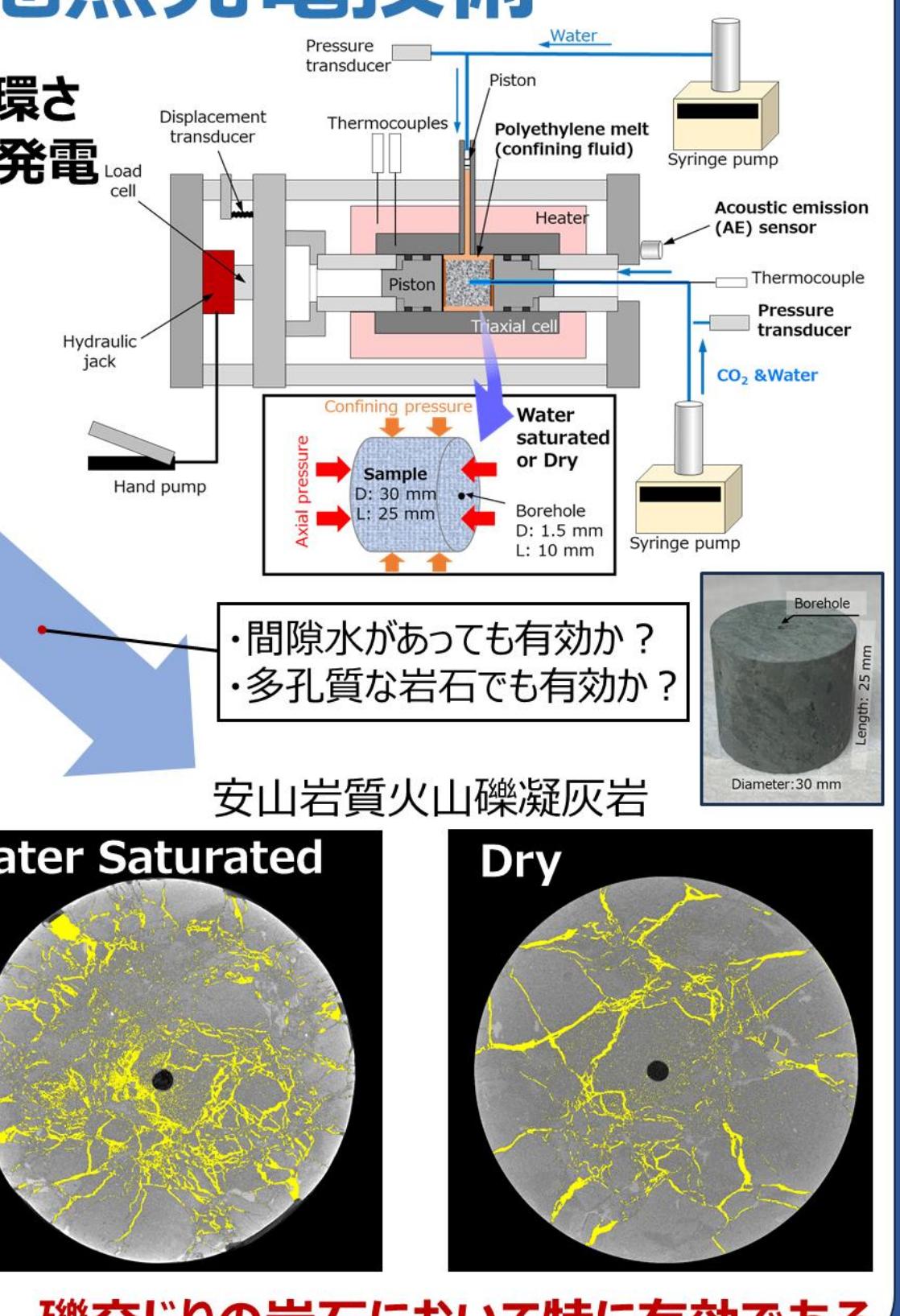
高温状態の地熱貯留層にCO<sub>2</sub>を圧入し、熱媒体として循環させて高温になったCO<sub>2</sub>を回収してタービンを回転させることで発電



CO<sub>2</sub>水押破碎のメカニズム

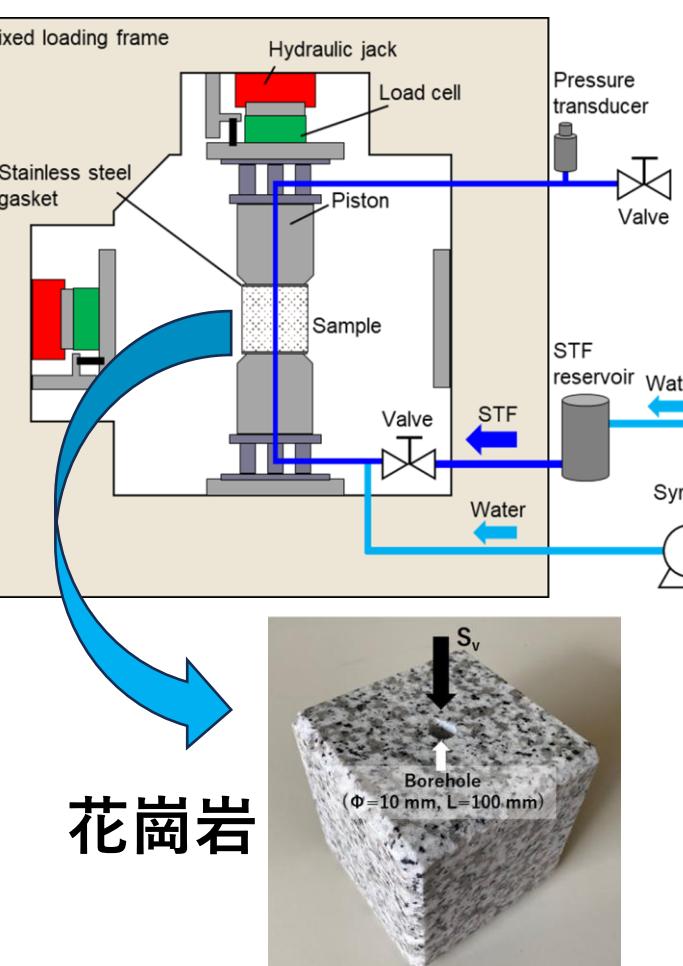
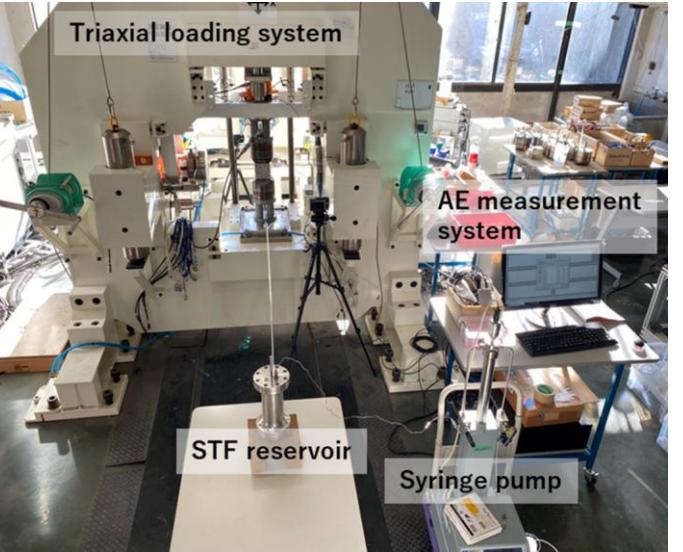


CO<sub>2</sub>水押破碎は初期間隙水の有無に関わらず有効であり、礫交じりの岩石において特に有効である



## せん断増粘流体を用いた岩石の多方向破碎

### 実験装置



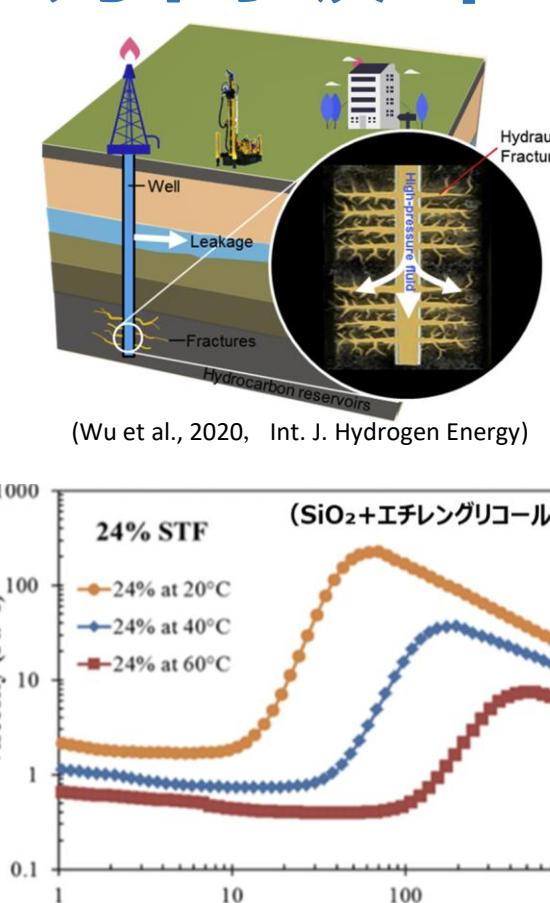
### 水圧破碎

特定の方向にのみき裂の形成・浸透性の向上が可能

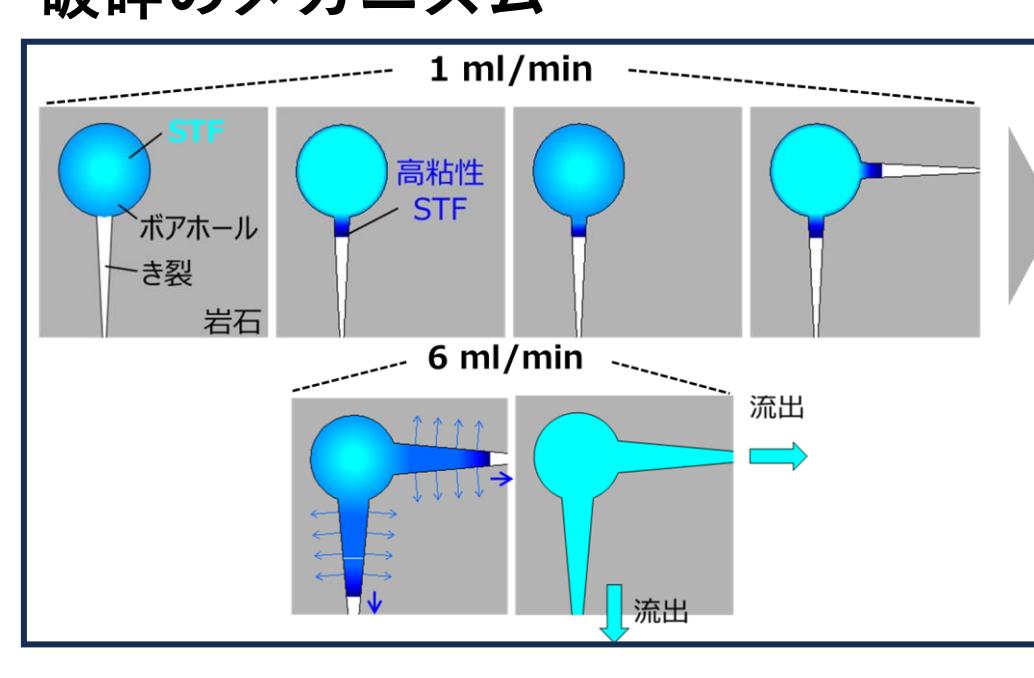
→粘性が変化する“せん断増粘流体”で破碎を行うとどうなるのか？

流速大・流路幅小  
→粘性大

透水性改善に有効な多方向かつ開口幅の大きいき裂の形成に成功！

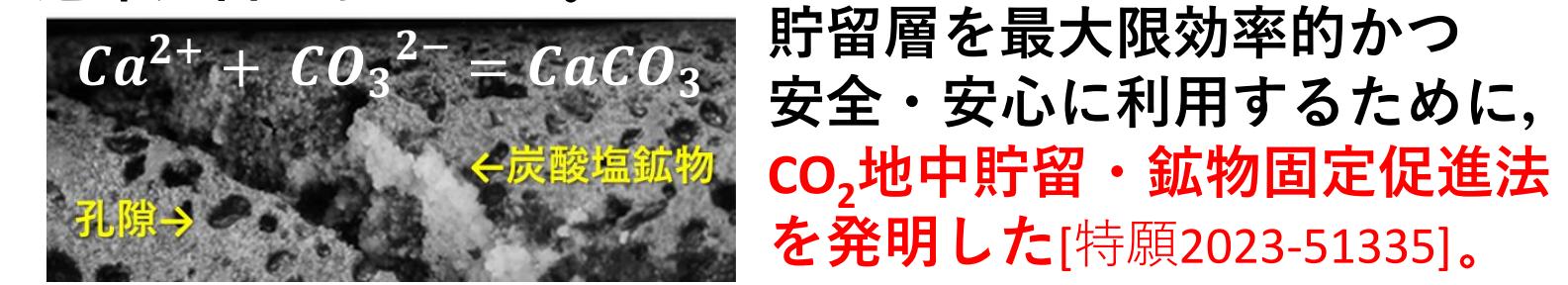


花崗岩



## 生分解性キレート剤を用いたCO<sub>2</sub>地中貯留・鉱物固定促進法

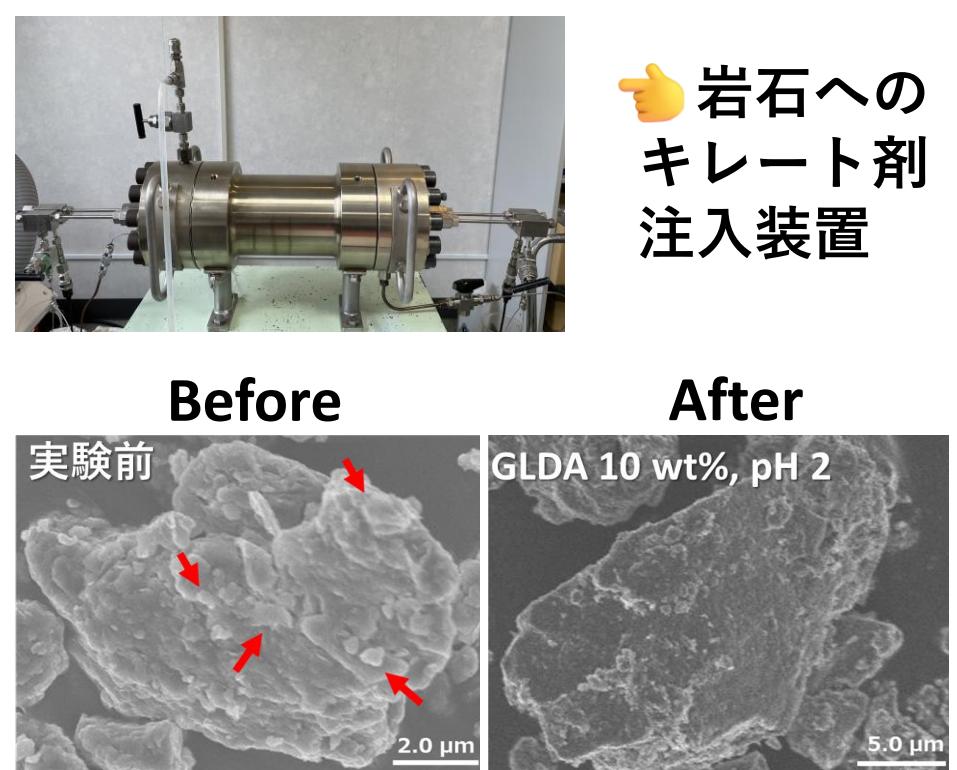
地下の岩石にCO<sub>2</sub>を注入、炭酸塩鉱物として固定するCCSが近年注目されている。



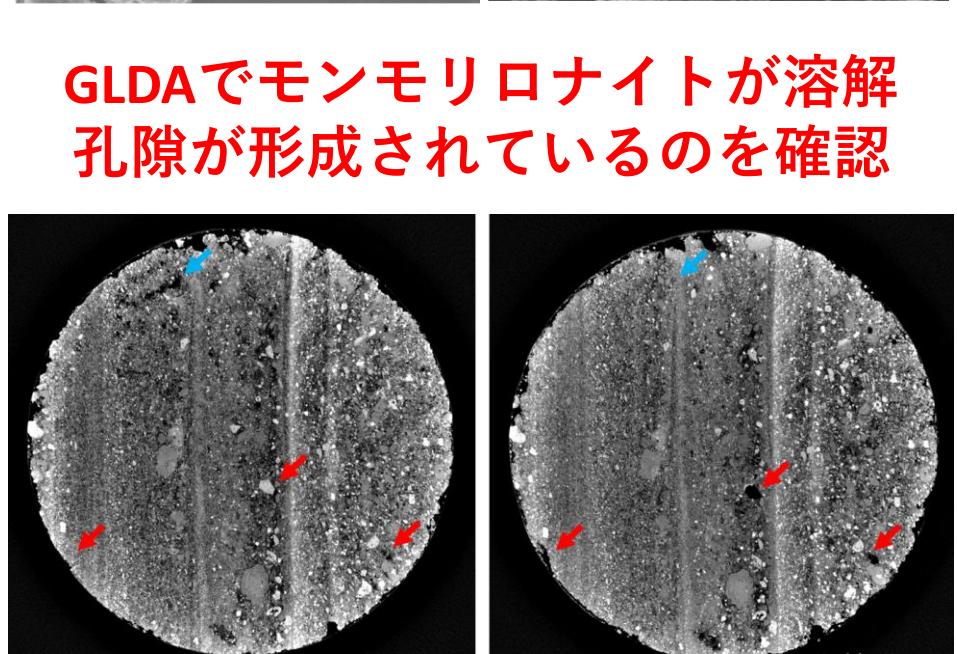
粘土鉱物を含む玄武岩質火山性砂岩への適用性は？

課題: 粘土鉱物が流路に詰まって浸透率が悪い

粘土化変質・酸化変質を受けた岩石  
粘土鉱物“モンモリロナイト”が含まれる



岩石へのキレート剤注入装置



GLDAでモンモリロナイトが溶解  
孔隙が形成されているのを確認

1日毎の平均浸透率  
35°C, GLDA 10 wt%, pH 1  
約4倍に増加

浸透率UP！

鉱物の溶解を助ける！

生分解性キレート剤GLDAにより  
鉱物を溶解、浸透率向上を目指す

1日毎の流出液の平均元素濃度とpH  
35°C, GLDA 10 wt%, pH 1

pH  
Ca  
Fe  
Al  
Mg  
Si  
Initial 1st day 2nd day 3rd day

Average permeability (m)

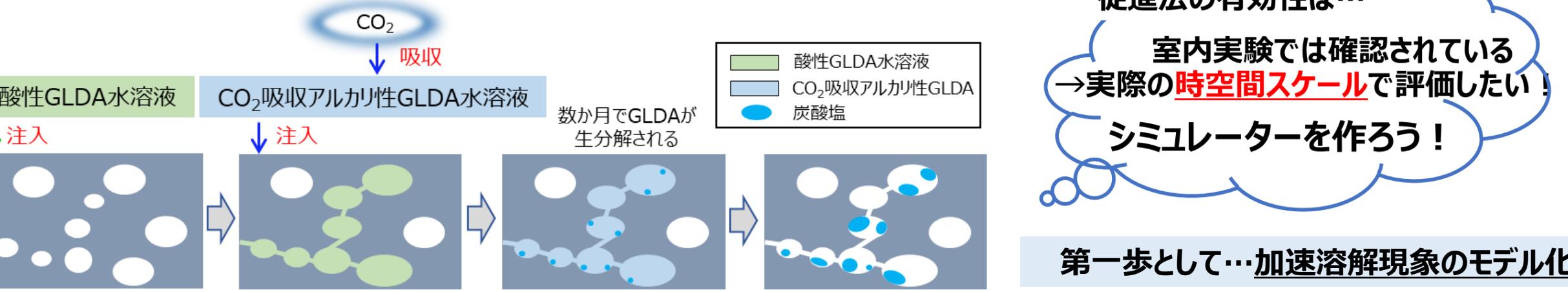
35°C, GLDA 10 wt%, pH 1  
約4倍に増加

鉱物の溶解を助ける！

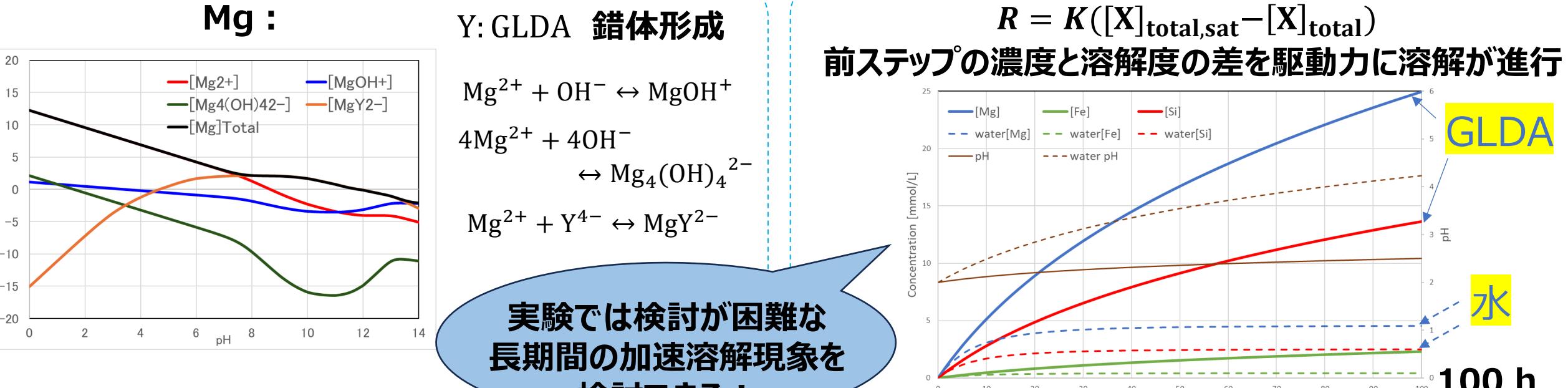
## 生分解性キレート剤を用いたCO<sub>2</sub>地中貯留・鉱物固定促進法における鉱物の加速溶解現象のモデル化

玄武岩層を利用したCO<sub>2</sub>の貯留・鉱物固定の課題：  
玄武岩層の孔隙の量・連結性や浸透性および反応性は常に十分に高いわけではない。

### 生分解性キレート剤を用いたCO<sub>2</sub>地中貯留・鉱物固定促進法



平衡論



Mg : Y: GLDA 錯体形成

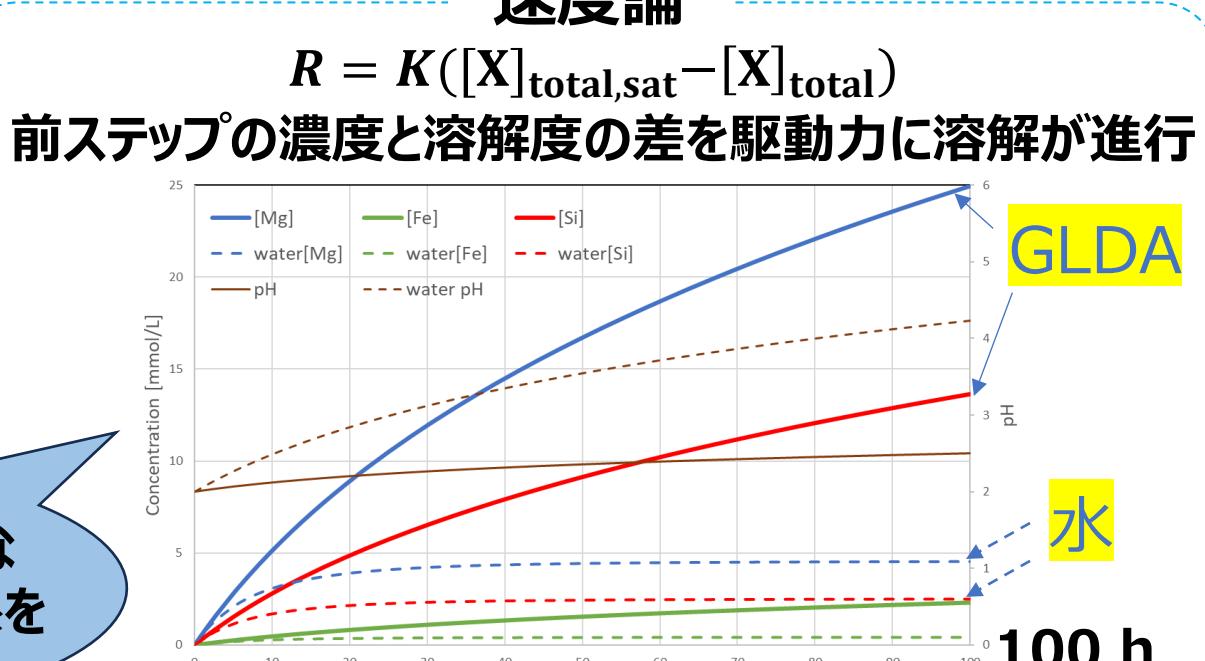
$Mg^{2+} + OH^- \leftrightarrow MgOH^+$

$4Mg^{2+} + 4OH^- \leftrightarrow Mg_4(OH)_4^{2-}$

$Mg^{2+} + Y^{4-} \leftrightarrow MgY^{2-}$

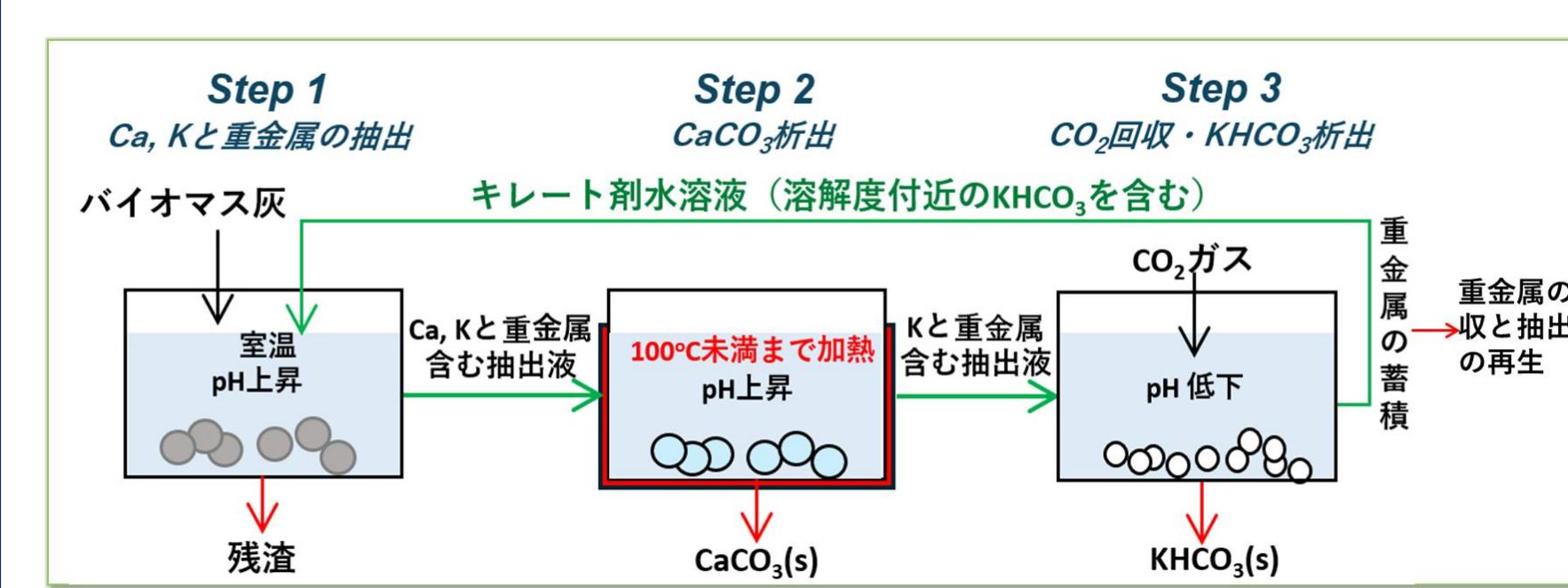
実験では検討が困難な長期間の加速溶解現象を検討できる！

速度論



R = K([X]total,sat - [X]total)

## 産業副産物からの金属抽出とCO<sub>2</sub>利用・鉱物化プロセス

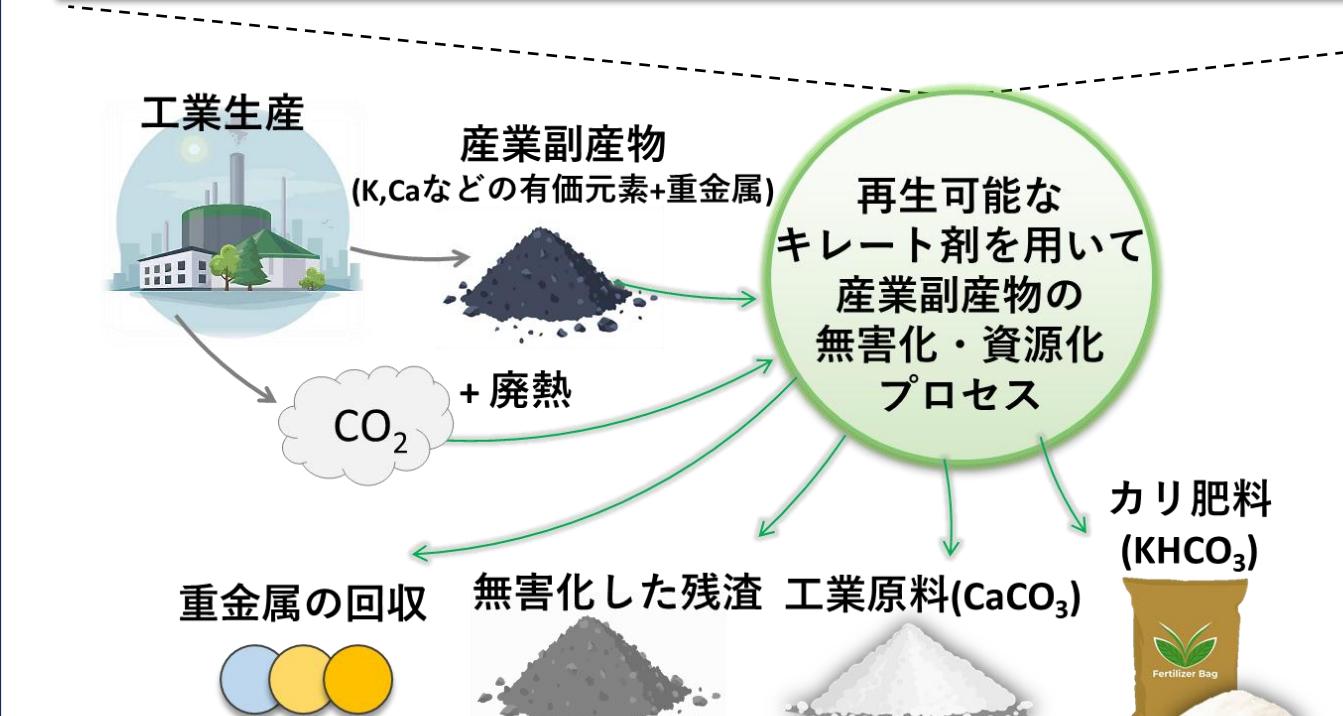


パイロット装置



### 再生可能なキレート剤を用いたCO<sub>2</sub>炭酸塩鉱物化

- 低コスト：産業廃棄物を活用、キレート剤を再生・再利用 中低温(100°C未満)・常圧で実施可能
- 高収益：高純度の炭酸塩製品を効率的に生産
- 環境にやさしい：排水が発生しない キレート剤は植物由来・生分解性



## 地球開発環境学との共同研究

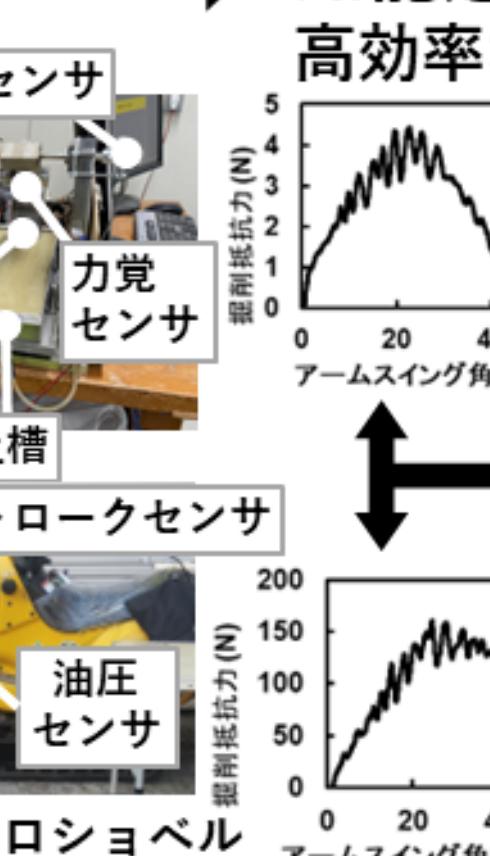
建設機械の作業ツールや車載カメラなどのセンシング技術を活用した知能建機による施工・採石システムの開発

### 地盤強度の推定



- 土砂災害の激甚化
- 土木作業の人手不足・低生産性

→知能建機による安全・高効率な作業の実現



### 碎石粒度の推定



発破サイクルによる安全・安心な発破の実現

