



エネルギー資源リスク評価学分野 渡邊研究室

環境科学研究科 先進社会環境学専攻

MAIL: noriaki.watanabe.e6@tohoku.ac.jp

TEL: 022-795-7384

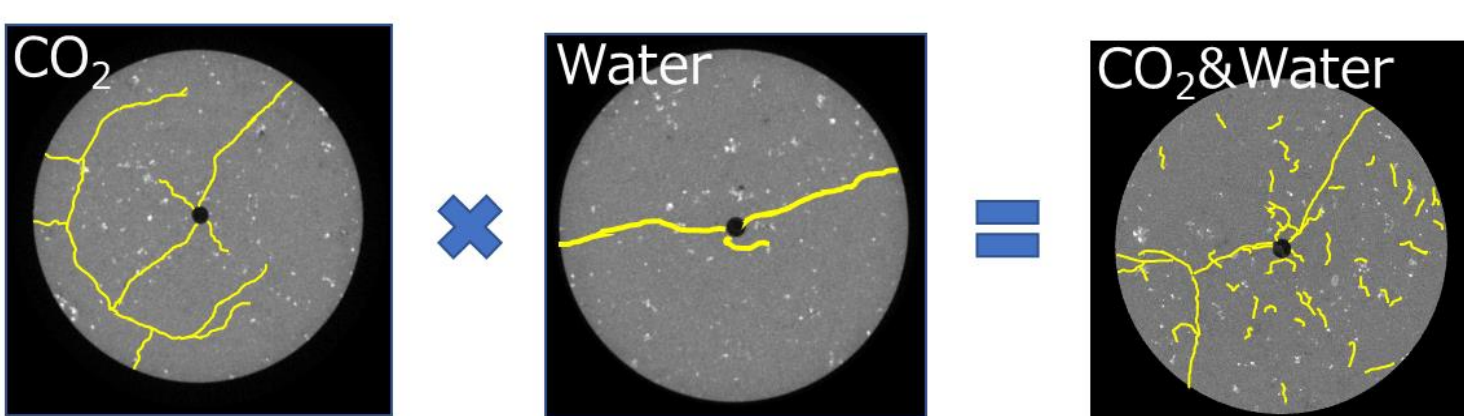


エネルギー資源リスク評価学分野は、環境とエネルギー資源の相互作用に関する様々な研究成果をもとに、地球環境における物質循環に根ざした地圏システムの理解、エネルギー資源の開発にともなう安全保障および環境リスク管理、人の健康と自然環境との関係、地圏環境における土壌や地下水等の汚染問題、さらには有害化学物質のリスク評価に関する総合的な教育・研究を実施する。



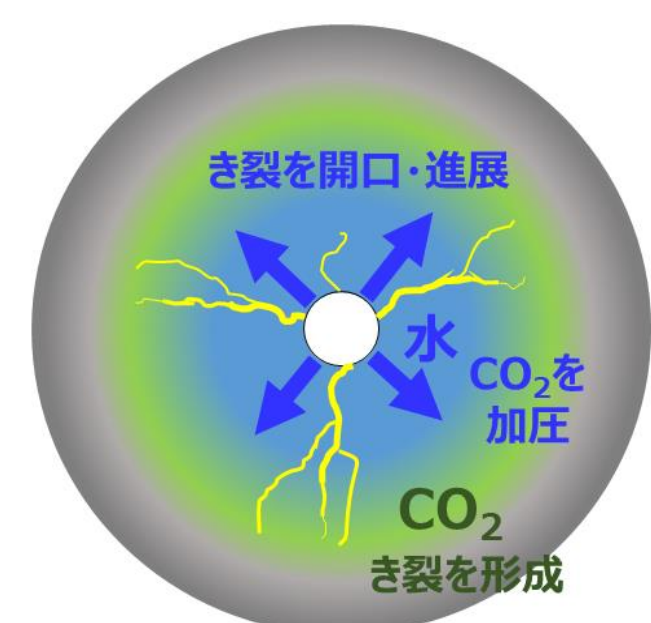
カーボンリサイクルCO₂地熱発電技術

高温状態の地熱貯留層にCO₂を圧入し、熱媒体として循環させて高温になったCO₂を回収してタービンを回転させることで発電

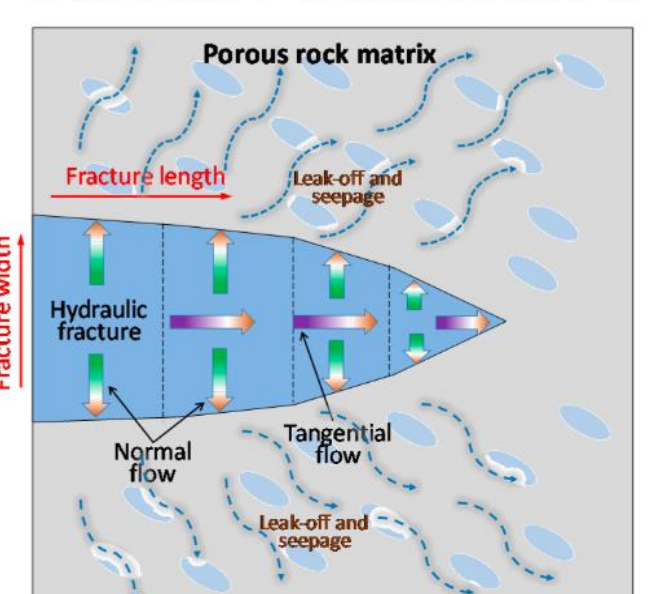


CO₂と水を組み合わせた新しい破砕法を開発！

CO₂水押破砕のメカニズム



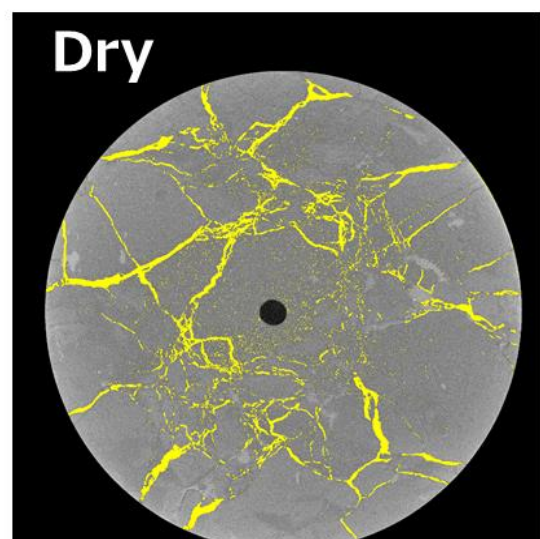
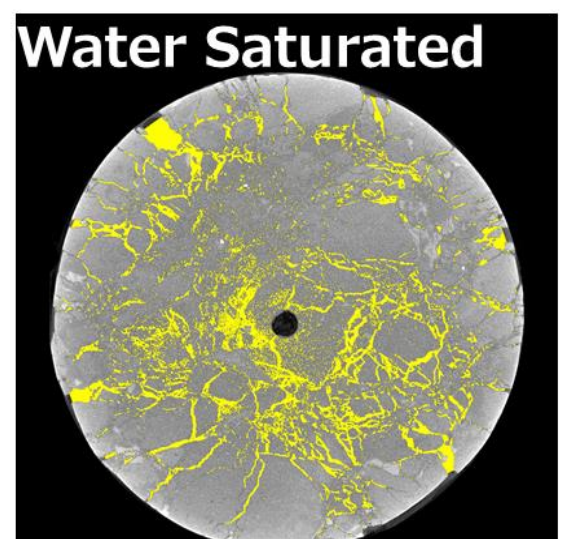
岩石に含まれる間隙水は、き裂の開口・進展を抑制する



CO₂水押破砕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

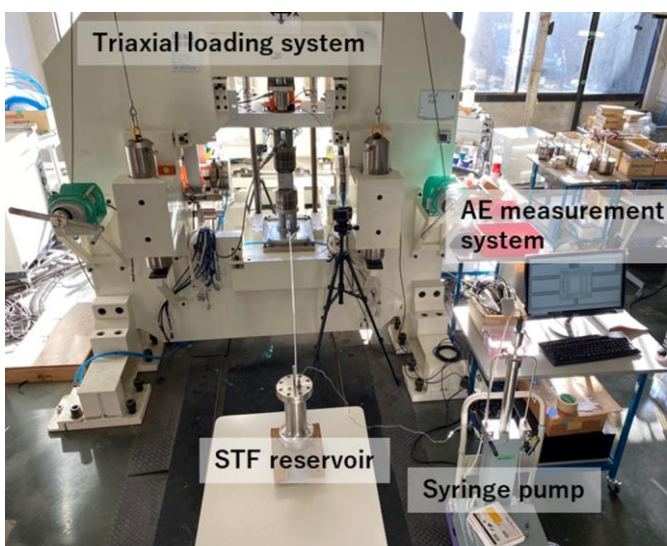
・間隙水があっても有効か？
・多孔質な岩石でも有効か？

安山岩質火山礫凝灰岩



せん断増粘流体を用いた岩石の多方向破砕

実験装置



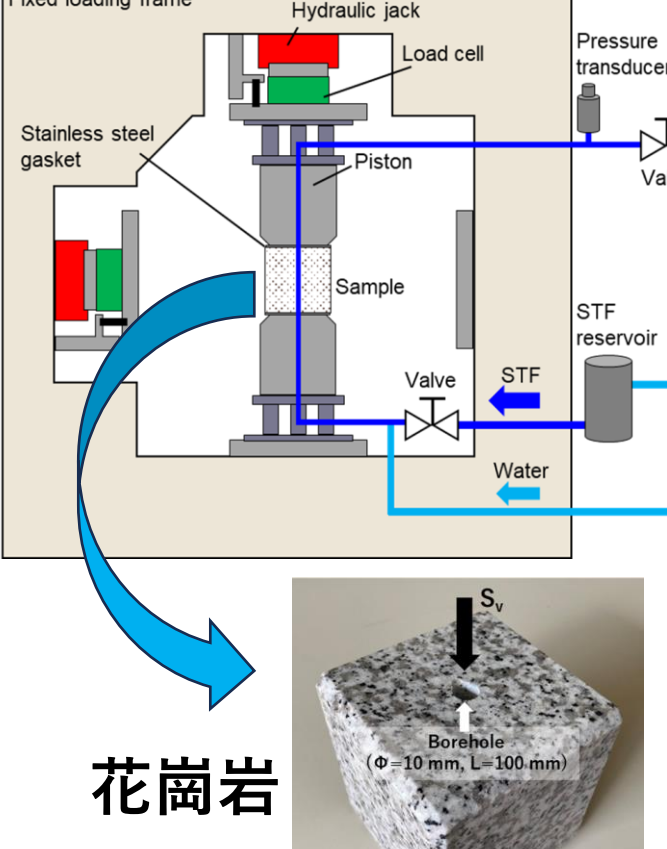
水圧破砕

特定の方向にのみき裂の形成・浸透性の向上が可能

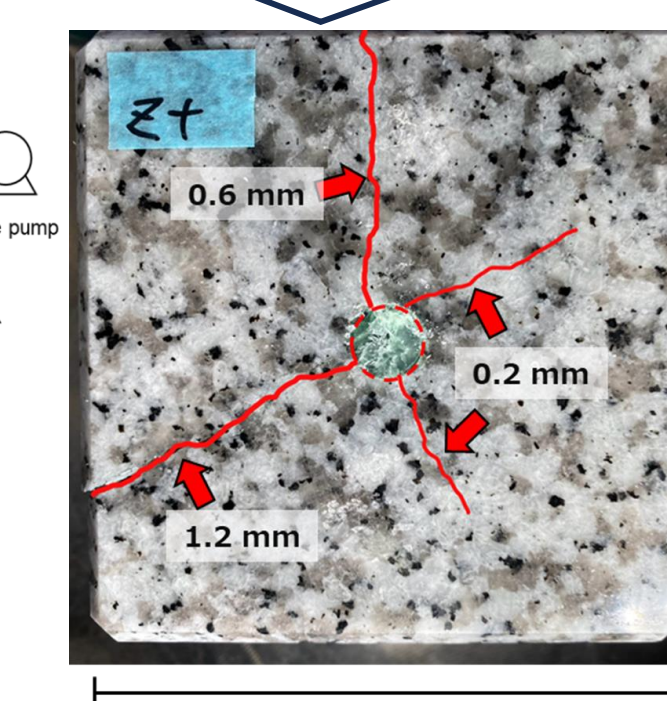
➡粘性が変化する“せん断増粘流体”で破砕を行うとどうなるのか？

流速大・流路幅小
➡粘性大

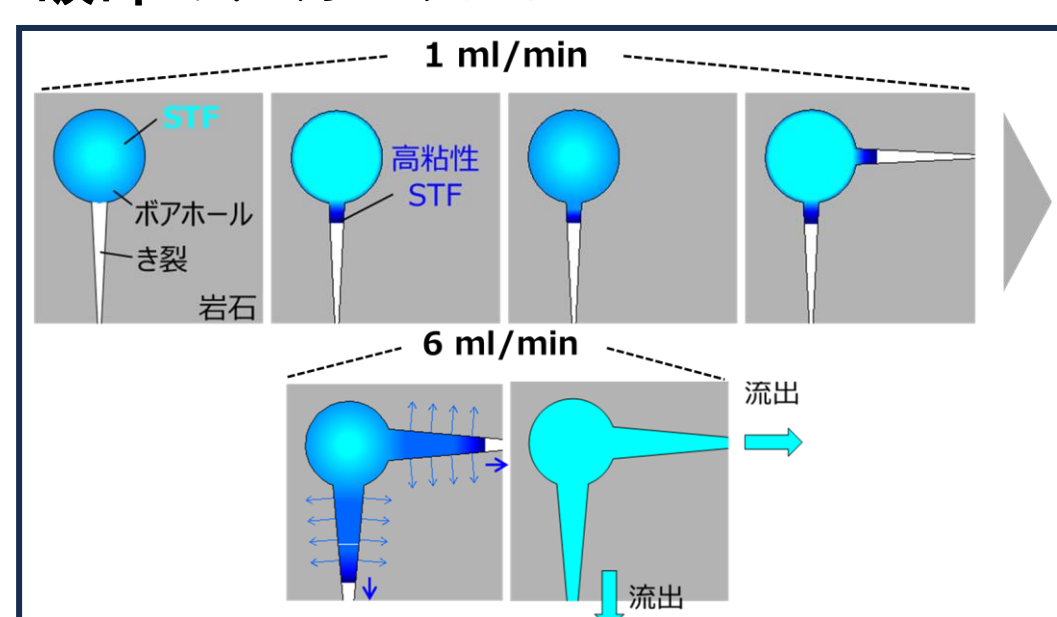
透水性改善に有効な多方向かつ開口幅の大きいき裂の形成に成功！



花崗岩

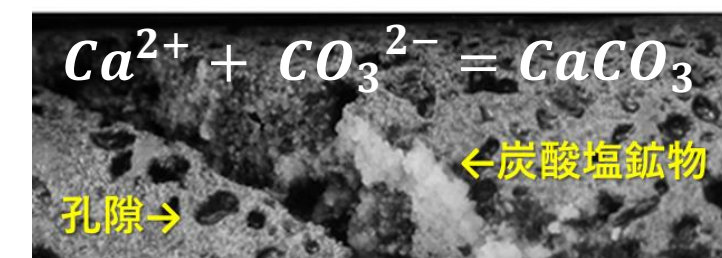


破砕のメカニズム



生分解性キレート剤を用いたCO₂地中貯留・鉱物固定促進法

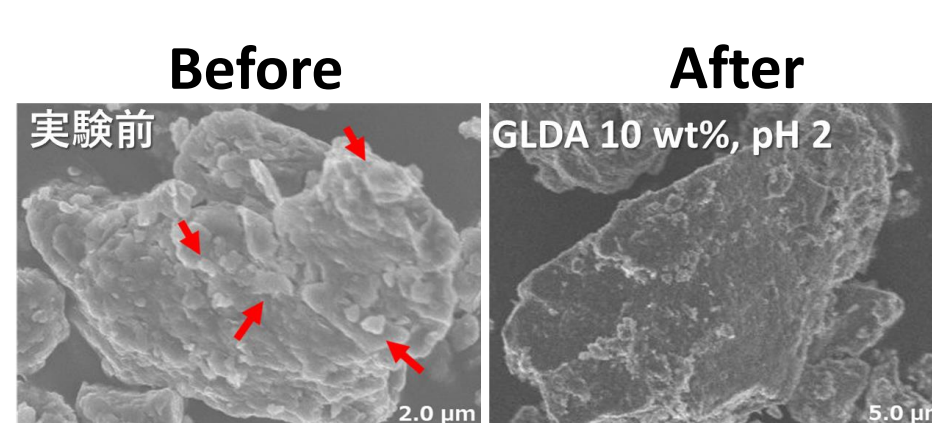
地下の岩石にCO₂を注入、炭酸塩鉱物として固定するCCSが近年注目されている。



貯留層を最大限効率的かつ安全・安心に利用するために、CO₂地中貯留・鉱物固定促進法を発明した[特願2023-51335]。



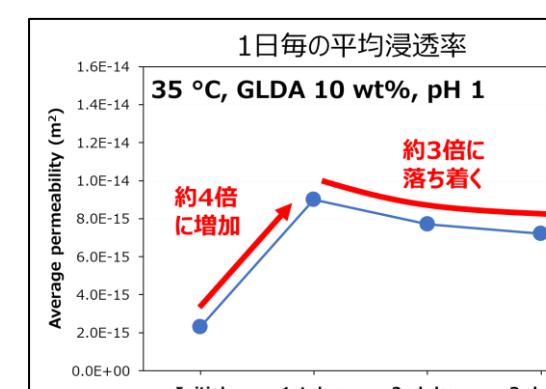
岩石へのキレート剤注入装置



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

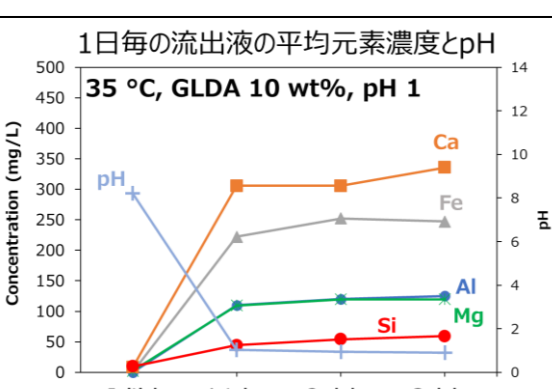
粘土鉱物を含む玄武岩質火山性砂岩への適用性は？
課題: 粘土鉱物が流路に詰まって浸透率が悪い
粘土化変質・酸化変質を受けた岩石粘土鉱物“モンモリロナイト”が含まれる

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



浸透率UP！

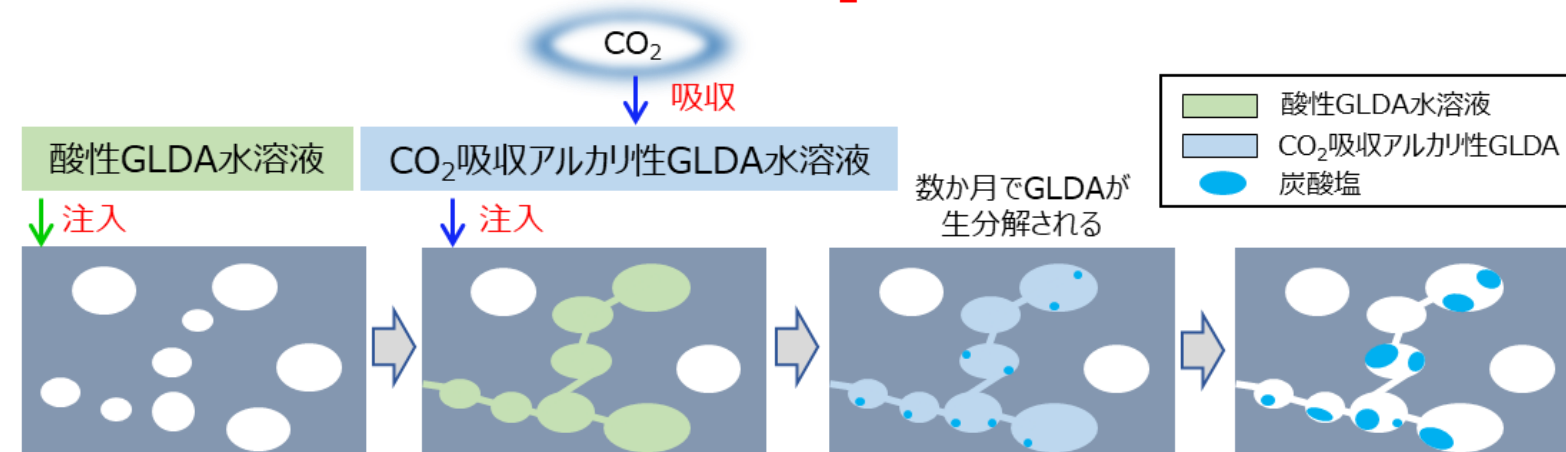
鉱物の溶解を助ける！



生分解性キレート剤を用いたCO₂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CO₂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。

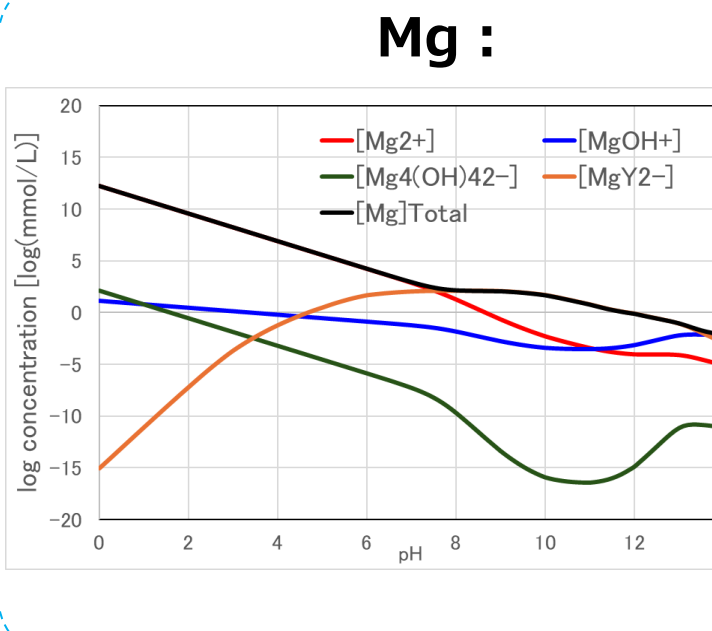
生分解性キレート剤を用いたCO₂地中貯留・鉱物固定促進法



促進法の有効性は…
室内実験では確認されている
→実際の時空間スケールで評価したい！
シミュレーターを作ろう！

第一歩として…加速溶解現象のモデル化

平衡論



Y: GLDA 錯体形成

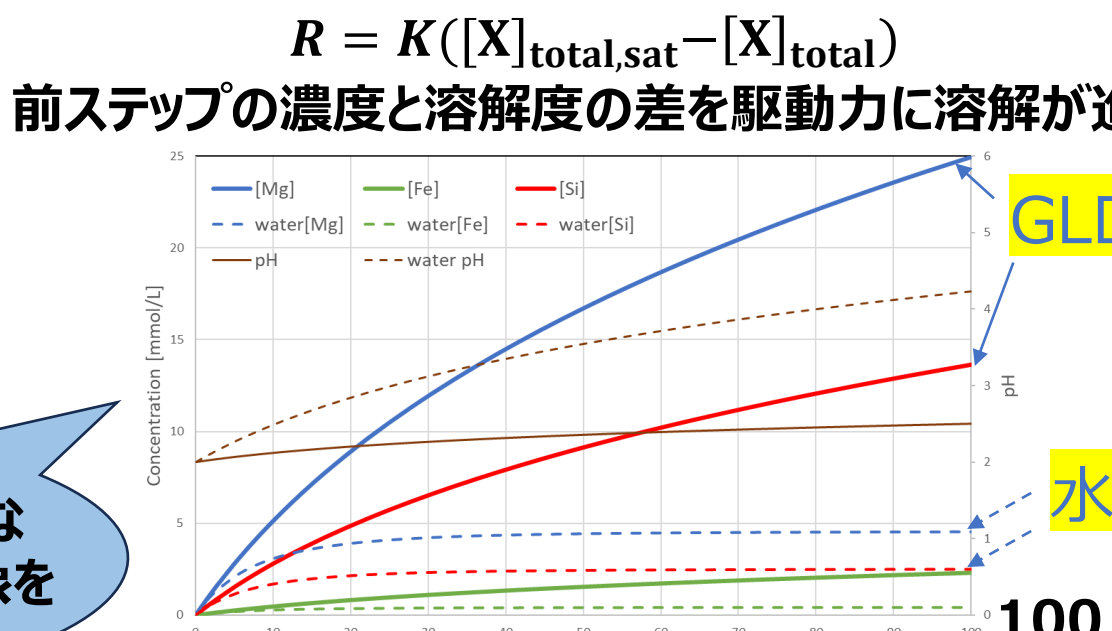
$\text{Mg}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{MgOH}^+$

$4\text{Mg}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}_4(\text{OH})_4^{2-}$

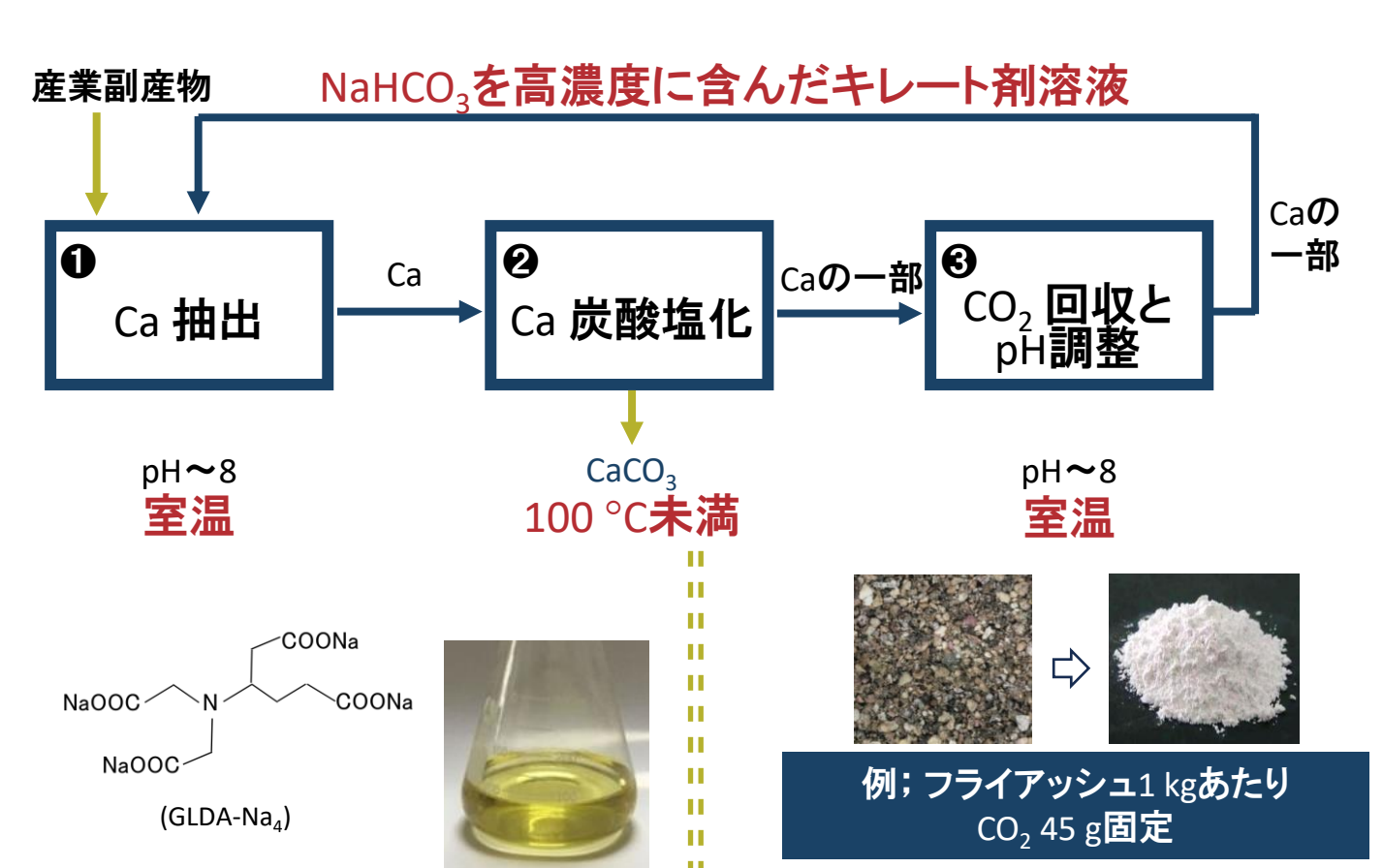
$\text{Mg}^{2+} + \text{Y}^{4-} \rightleftharpoons \text{MgY}^{2-}$

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



産業副産物からの金属抽出とCO₂利用・鉱物化プロセスの開発

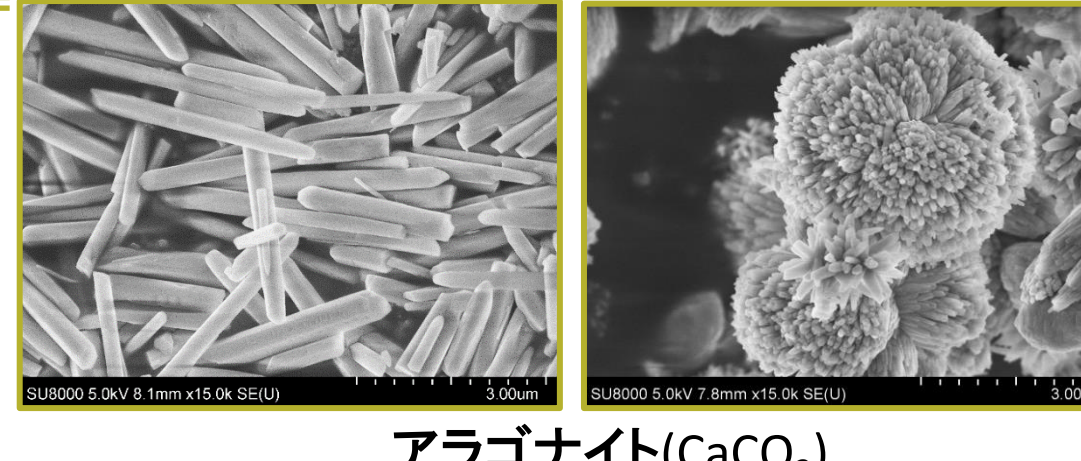


CCUS【CO₂回収・有効利用・貯留】
キレート剤を用いたCO₂炭酸塩鉱物化

- ・低コスト: 産業廃棄物を利用、キレート剤をリサイクル
中低温(100℃未満)で実施可能
- ・高収益: 炭酸塩鉱物を効率的に生成
- ・環境に優しい: 廃水が発生しない

① 中性とアルカリ性でキレート剤が存在すると鉱物からの金属の溶出速度が増加

② 炭酸塩鉱物の形態を制御できる

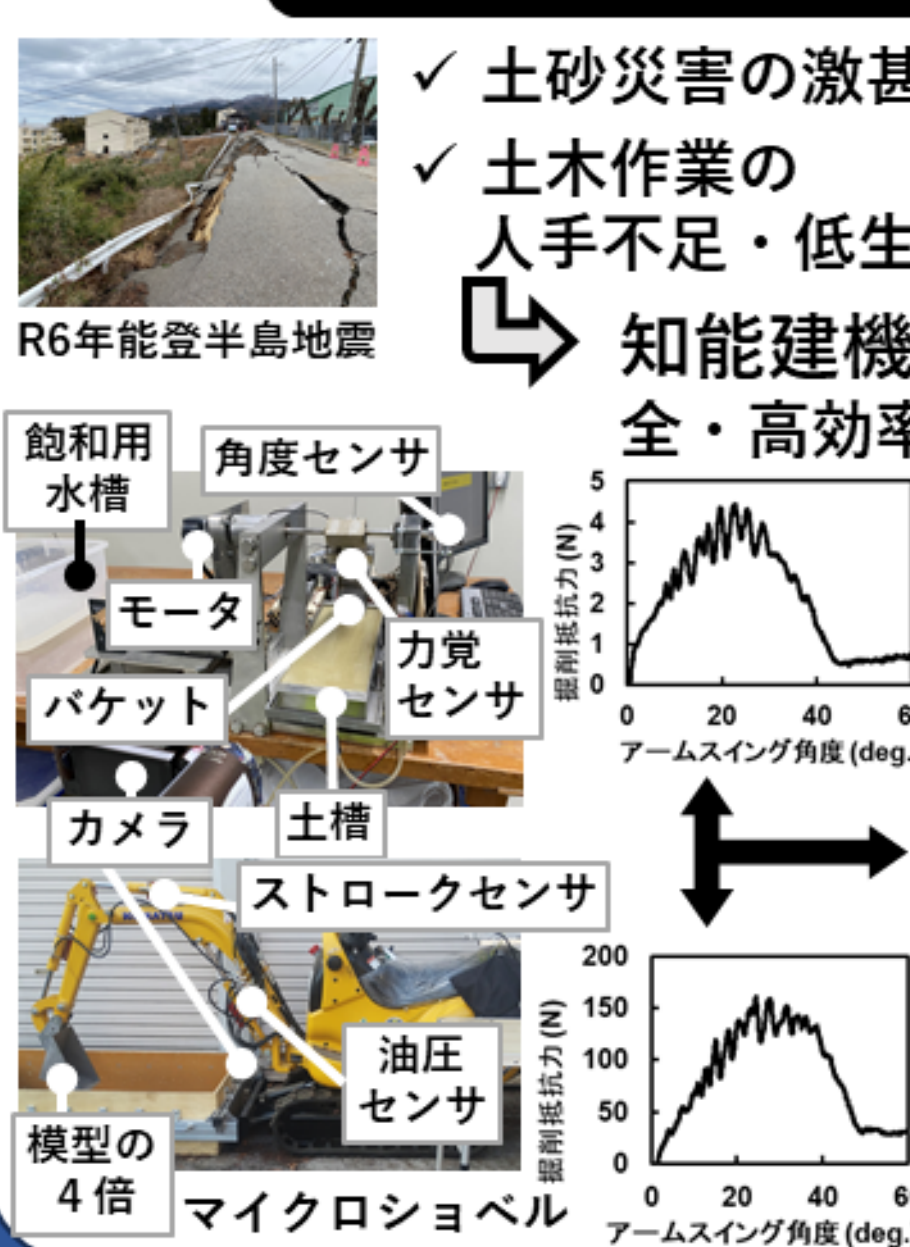


アラゴナイト(CaCO₃)

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



砕石粒度の推定

