



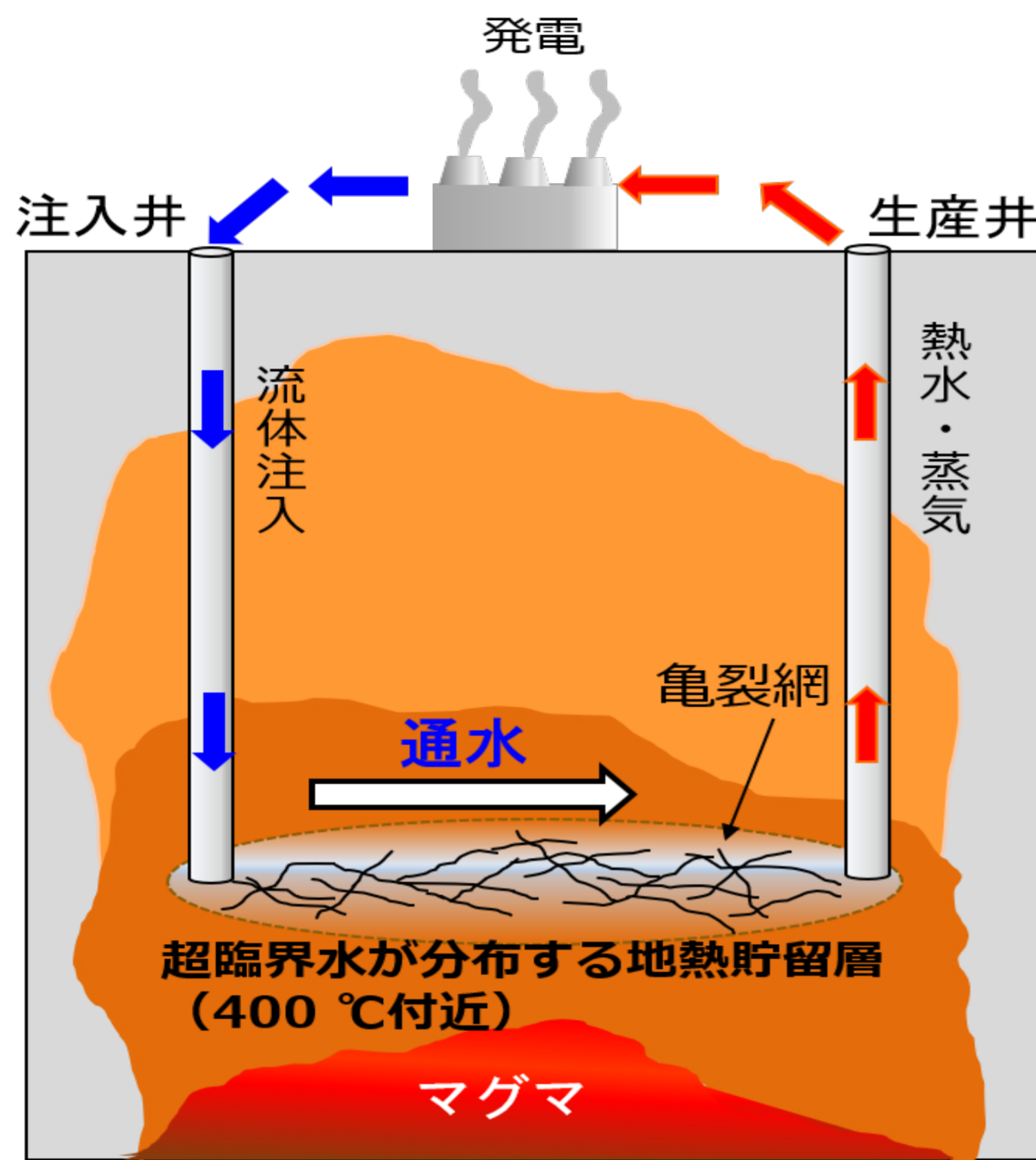
超臨界水圧破碎による 網状き裂造成シミュレーションと超臨界地熱発電への適用

* 緒方 奨、福田 大祐、Gyeongjo Min、安福 健祐

※大阪大学大学院工学研究科 附属フューチャーイノベーションセンター・准教授(若手卓越教員)

1. 超臨界地熱発電

日本にとって、地熱発電は魅力的な再生可能エネルギー(世界三位の資源量)だが、発電量割合は国の電力供給全体の1%以下

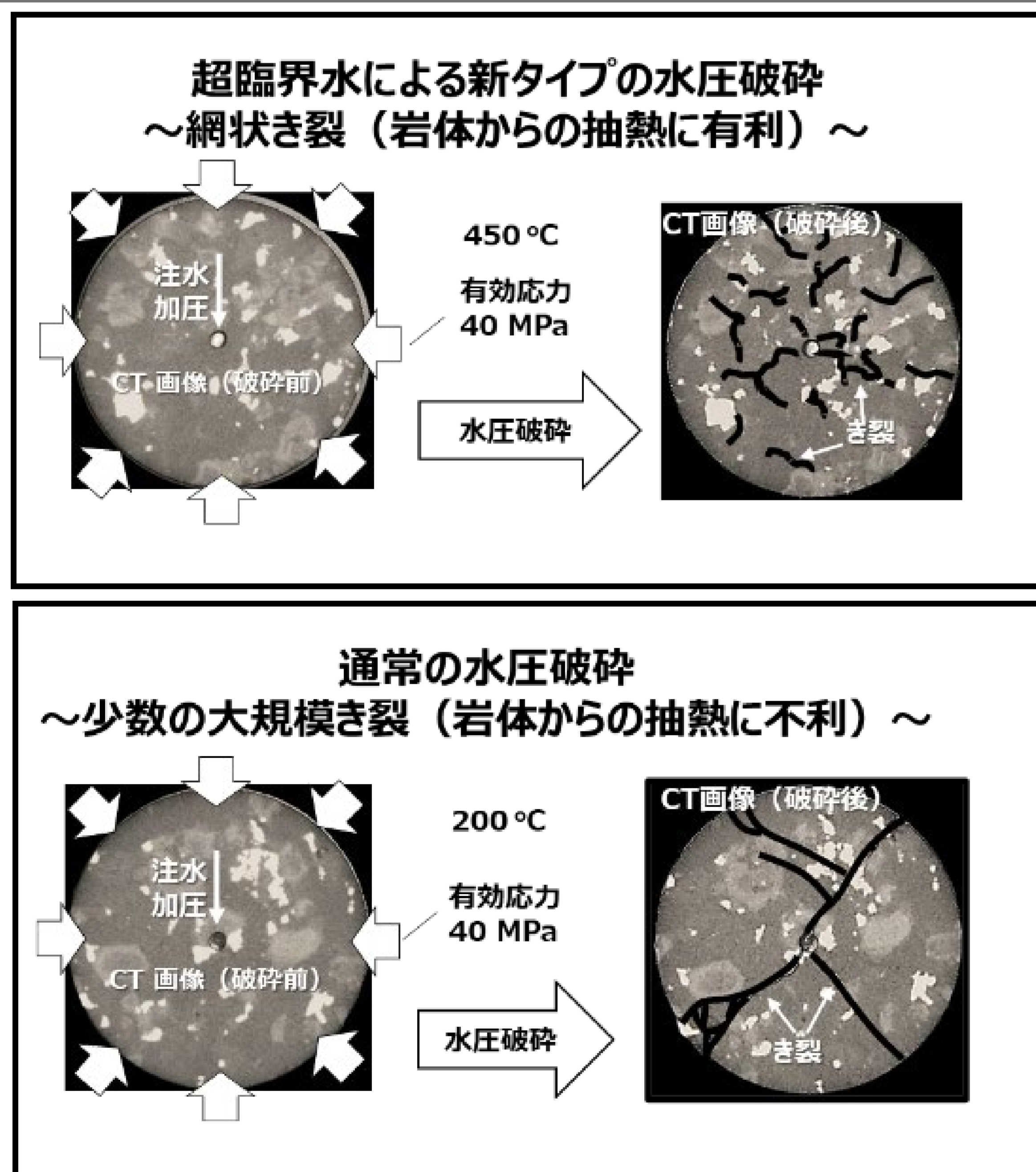


超臨界水(温度374°C以上, 圧力22.1MPa以上)を地下深部のき裂性岩体から回収しエネルギーへと変換する革新的地熱発電
⇒通水性の高いき裂システム(貯留層)の造成(水圧破碎)が必須

2. 研究経緯

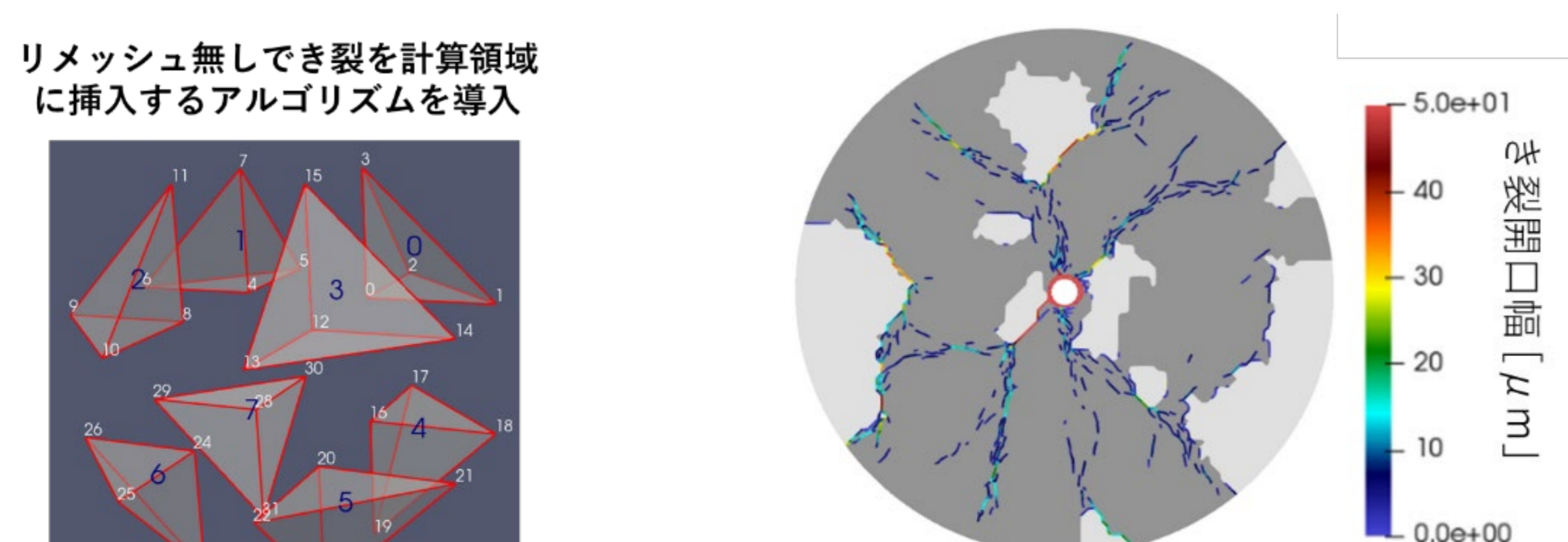
(a) 超臨界地熱環境を模擬した室内での水圧破碎実験

超臨界水による破碎は通常の水による破碎と大きく異なる



超臨界水による水圧破碎は、通常の水圧破碎よりも複雑性や通水性に優れ岩体からの抽熱に有利な網状き裂システムを造成

(b) 室内規模の超臨界水圧破碎時の網状き裂造成を計算



網状き裂の様な複雑き裂の造成をメッシュ更新無しで計算可能であり、並列計算にも適した新規き裂造成解析手法を確立

3. 研究目的

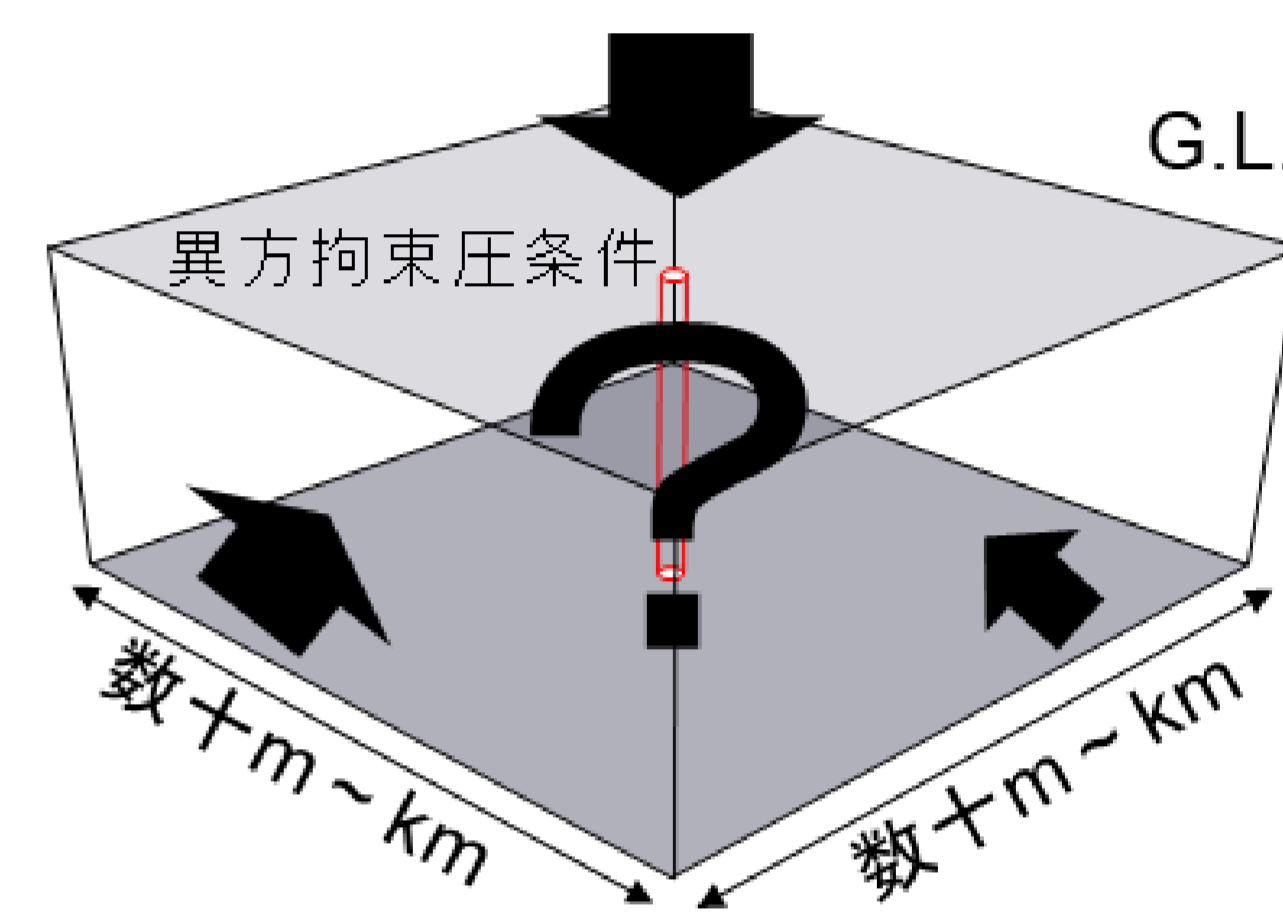
■課題

地下の超臨界水分布環境(超臨界地熱環境)を模した温度・圧力下で岩石に超臨界水を圧入する超臨界水圧破碎法により熱交換面積が大きく抽熱に有利な微細網状き裂システムが形成でき、岩石の通水性も大幅に増大し得ることが実験室規模で確認された。

⇒実験室規模での検討に続く研究ステージは地下深部の実岩体における貯留層人工造成への応用展開である。しかし、地下深部の超臨界地熱環境での水圧破碎は極めて高価であるため、大規模数値シミュレーションによって、実岩体でのフラクチャリングによる貯留層人工造成過程に対する事前予察を行うことが必須である。

■本研究の目的

地下深部の超臨界地熱環境の実岩体における貯留層人工造成過程を明らかにする大規模数値シミュレーションを実現する



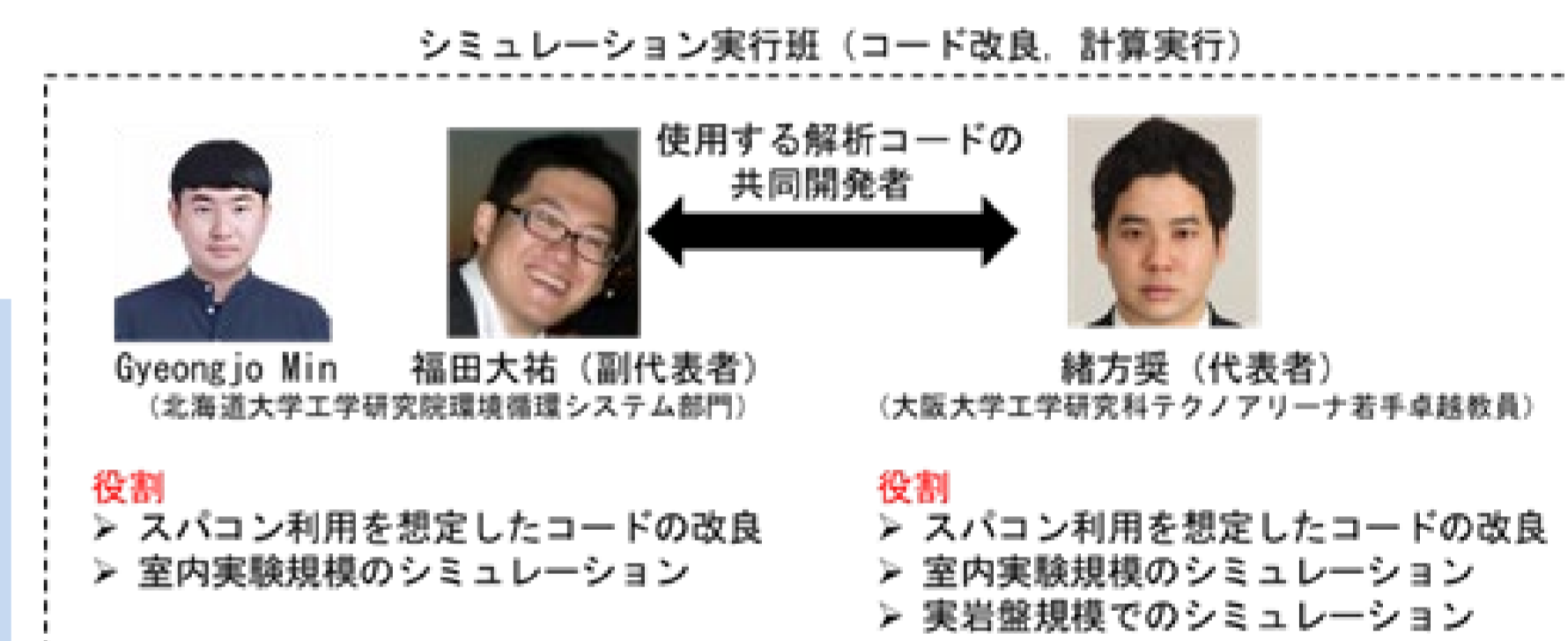
3D実岩体規模の計算が必要

4. 研究体制・研究内容

本課題の研究体制

学際的融合研究

- ・情報科学 (分担: 阪大・安福)
- ・岩盤工学・資源工学 (分担: 北大・Min、福田)
- ・岩盤工学・地球化学 (代表: 阪大・緒方)



大規模マルチスケールフィジックス

超臨界水が数十~数百m規模の実岩体に圧入され、微細な亀裂(mm)が発達・連結していく連成プロセス

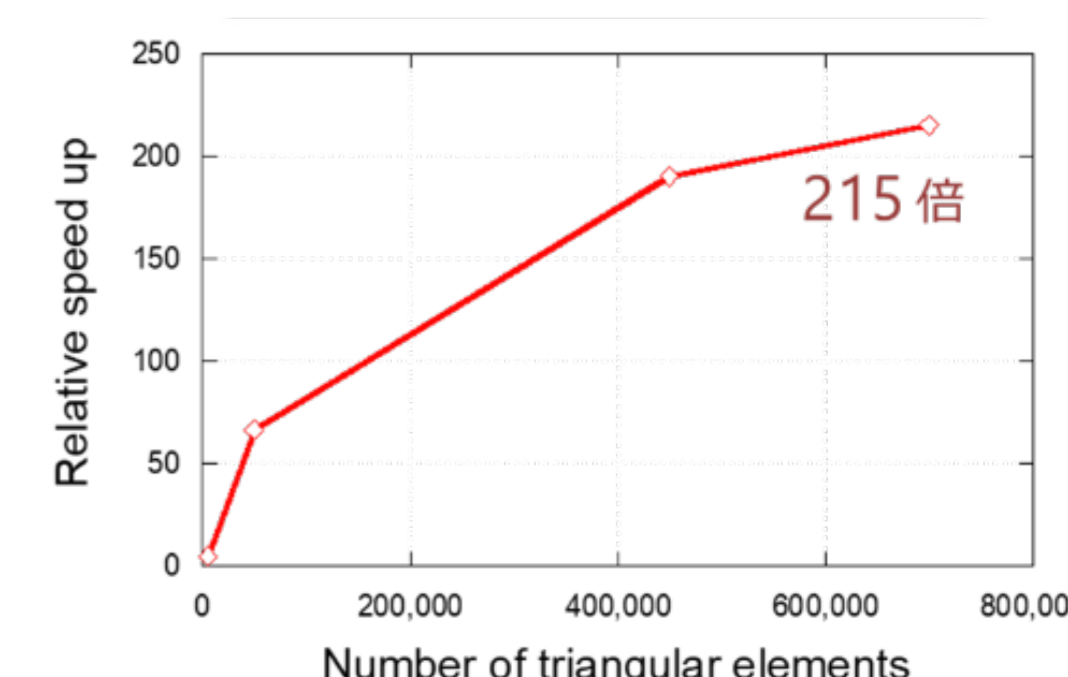
(1) 網状き裂造成解析コードをスパコン上で実行するための改良

- ・ 現行の連成解析コード(流体流動モデルとExtrinsic Cohesive Zoneモデルの連成計算)には、シングルGPUでの並列計算を実装済み。従来GPU並列自体を実装していないコードと比べおよそ200倍以上の超高速化(下図)。
- ・ シングルGPU並列かつ2Dモデルを対象としている現行コードをMPIIに基づくマルチGPU並列及び3Dモデルに拡張する。

(2) 室内実験スケールのき裂造成解析を通じた計算性能の検証

- ・ (1)で改良した解析コードをスパコン上で実行した際の計算速度を確認。実現象との整合性は大型岩石ブロックを使用した室内破碎実験との比較より検証。

並列計算により大幅に高速化



GPU並列無しに対するGPU並列による速度向上率

(3) 実施工を想定した実岩体規模の人工貯留層造成シミュレーション

- ・ 実環境での人工貯留層造成試験を想定した大規模数値シミュレーションを実施する。50m×50m×50m程度の3D地下岩体を想定する予定である。