

地圏環境の正確な観察・計測・分析と記録、 またそのための装置・技術・方法の開発

Measurement, observation and equipments development for understanding of various geosphere information



助教 平野 伸夫
Assistant Professor
Nobuo Hirano

The objectives of this laboratory, we are focusing on measurement and observation for understanding to various geosphere information, and we develop the apparatus for that purpose. Our main targets are water-rock interaction, destruction of rocks under the hydrothermal condition at earth interior, Scale precipitation from hot spring water, Natural and artificial thermo luminescence (NTL, ATL) of quartz and/or feldspar. These are for geothermal developments mainly, and we'll use these research results for social purpose.

主な研究テーマ

- ・地殻深部環境下における岩石破壊現象の実験的検討とそのための実験装置の開発
- ・温泉発電等のための温泉スケール除去技術（メカニカルデスケーリング）の開発支援（スケール組成分析および物性・構造解析）
- ・鉱物熱発光（TL）を用いた地熱兆候探査技術のための実験的検討および現場用測定装置の開発とその利用

流体相変化に伴う岩石鉱物の破壊現象

これまでの研究で、岩石類を 400°C から 500°C 超の超臨界状態水中に設置し、急減圧をおこなうと内部流体の沸騰と断熱膨張に伴う温度低下によって、岩石に顕著なき裂を生じさせることが可能であることを報告してきている。この現象は地殻深部における岩石き裂発生原因の解明や、地熱開発のための新たな掘削方法への応用が期待できる。これらの知見を得るため、岩石試験片を最高温度 600°C、圧力 60MPa の熱水に満たされた状態から急減圧する室内実験をおこなってきたが、この結果、実験後の岩石を透過する P 波速度が水を透過する P 波速度と同程度まで極端に低下するような現象が観察されている。これは、岩石内部に微細なき裂が大量に生じ非常に脆くなったことを示唆している (Fig.1)。

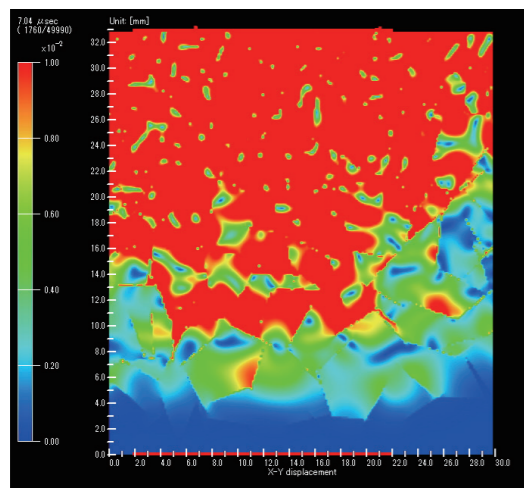


Fig.1 P-wave propagation in granite after decompression experiment.

メカニカルデスケーリングと温泉スケール

東日本大震災以降、再生可能エネルギーとしての地熱資源が見直されているが、その多くが温泉地域と重なっていることもあり両者の共存をいかにおこなうかが重要な課題である。その一つの解決として、既存の温泉井、あるいは温泉設備を利用した小規模発電が注目されつつあるが、これらの運用について基本的には大規模地熱発電と同様であり、効率低下の主な原因となる熱水スケール発生の問題からは逃れられない (Fig.2)。既存の温泉を利用する場合には発電後の温泉水を浴用などに利用するため地熱発電のような薬品などを使用した積極的なスケール対策はおこなえない。そのため一定期間ごとに温泉井を止め、配管内スケールの機械的除去をおこなっているが、このためのコストが小規模な発電では負担となってくる。そこで、より安価におこなえるメカニカルデスケーリング方法および装置を開発できれば、温泉を利用した発電のためだけでなく通常の温泉としての運用コスト削減にも貢献が可能である。このデスケーリングに役立てるため、配管付着スケール等の解析をおこなっており、この結果カルサイトスケールでは針状結晶の成長方向に沿って剥離を起こしやすいことなど報告した (Fig.3)。



Fig.2 Pipe with Talc scale 3 month elapsed.

鉱物の熱発光を用いた地熱兆候探査

岩石を構成する鉱物、特に石英および長石では鉱物熱発光 (Thermo luminescence, TL) と呼ばれる現象が観察される。これは鉱物内に蓄えられた自然放射線を起源とするエネルギーが、鉱物が加熱されることにより解放され、エネルギー蓄積量が発光強度として観察される現象である。このエネルギー蓄積量は自然放射線の年間強度と年数に比例するため、発光量を用いた年代測定法として応用されてきた。逆に、加熱により蓄積したエネルギーが解放されるということは、一度加熱された鉱物は発光しなくなるということを意味している。すなわち、同時に結晶化した鉱物について、地熱環境にあった鉱物は地熱環境になかった鉱物よりも観察される発光量が少なくなる。これを利用すれば、大規模な物理探査前の地表踏査などで得られた岩石試料から、地熱資源有望地のスクリーニングがある程度可能であり、また、試掘井などの試料からは深度方向の地熱兆候の情報が得られる。これまで現場測定用の可搬型 TL 分析装置などの開発をおこなってきたが、この装置から得られた結果をもとに地熱兆候マップを作成した (Fig.4)。

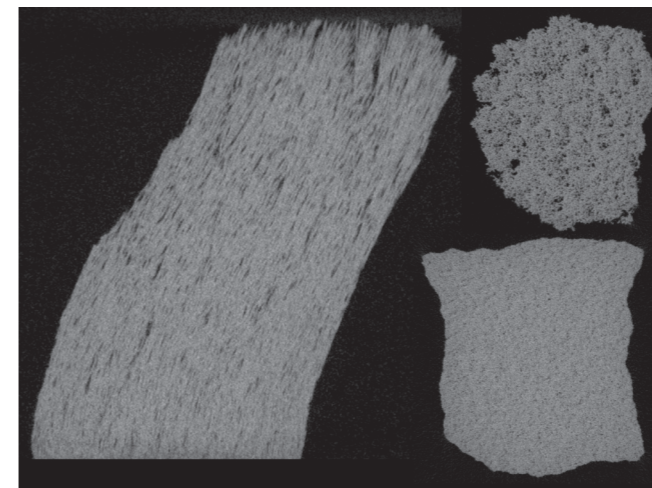


Fig.3 X-ray CT image of calcite scale. Left: Z-X axis cross-section. Right: X-Y axis cross-section.

参加学会

- 日本地球惑星科学連合大会 2016 年大会 (5/22-26、幕張メッセ)
- 日本鉱物科学会 2016 年年会 (9/23-25、金沢大学)
- 日本地熱学会平成 28 年学術講演会 (10/19-21、郡山市中央公民館)

関係する研究プロジェクトおよび主な外部資金

- 特別推進研究：地殻エネルギー・フロンティアの科学と技術 (土屋範芳)
- NEDO：超臨界地熱開発実現のための革新的掘削・仕上げ技術の創出 (土屋範芳)
- NEDO：バイナリー式温泉発電所を対象としたメカニカルデスケーリング法の研究開発 (平野伸夫)

教育

- オープンキャンパス公開講座「岩石の中をのぞいてみる」7月

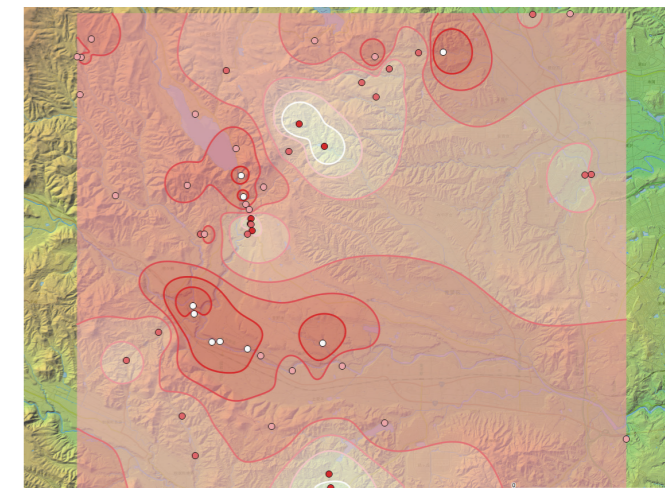


Fig.4 Geothermal indication map by TL observation at Rikuzen-shirasawa region. Map center is Okura-dam area. The indication is strong in dark red.