

# 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（温泉水およびスケール分析とスケール発生プロセスの検討）
- ・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

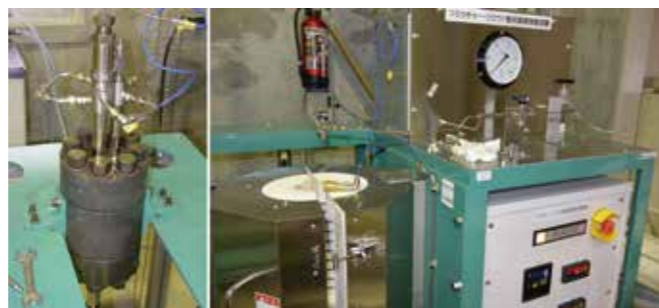


Fig.2 Experimental apparatus for rapid decompression fracturing.

## 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た (Fig.1)。この現象は地殻深部における岩石き裂発生原因の解明、地熱開発のための新たなき裂発生技術への応用が期待でき、防災面では、火山地帯での水蒸気爆発をとまなう現象である可能性もある。これらの知見を得るため、土屋研究室と共同で岩石にポアホールを作成した試験片を用い、そのポアホール内を最高 600°C、60MPa の熱水に満たされた状態から急減圧する実験装置を設計・製作し、これに伴うき裂発生の状態を弾性波速度変化のその場観察等を活用して検出する室内実験をおこなっている (Fig.2)。

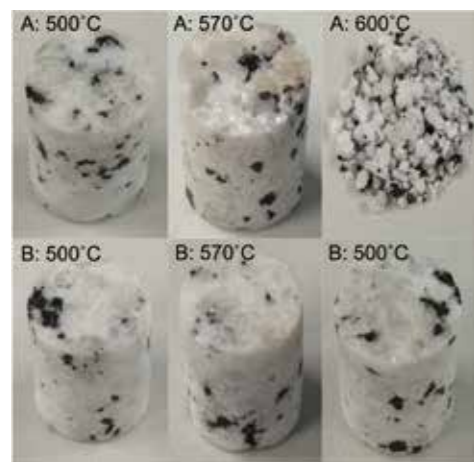


Fig.1 Broken granite samples by A: decompression (rapid cooling) B: natural cooling from 500, 570 and 600°C

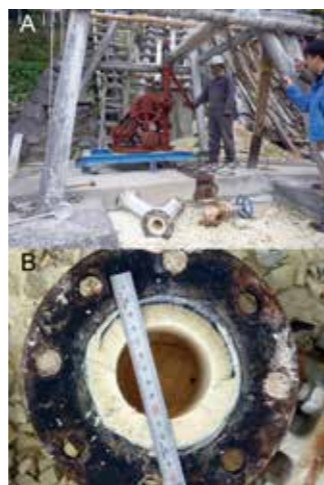


Fig.3 A: Descaling of hot-spring well. B: Deposited scale of pipe wall during 2 weeks.

## 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。通常的地熱発電ではスケール抑制策として費用対効果の高いスケール抑制剤注入などの対策がとられるが、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 (Fig.3,4) を機械的に除去する必要があり、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。

## 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 (Fig.5)。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示している。すなわち、同時代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平面上である程度、地熱資源有望地のスクリーニングが可能であり、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

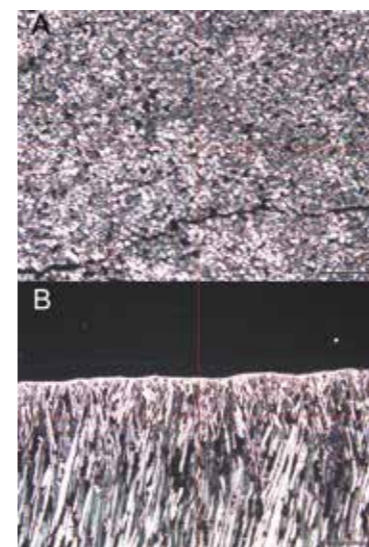


Fig.4 Scale photographs by polarization microscope at Obama-onsen (A: Horizontal cross-section, B: Vertical cross-section). Fibrous crystals are observed.

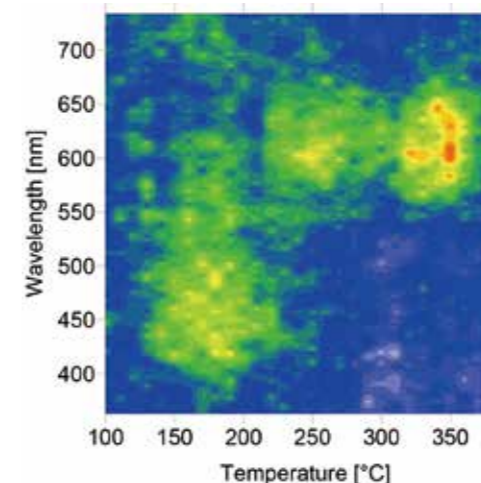


Fig.5 TL intensity distribution by temperature and TL wavelength.

が得られる。加えて、この方法は他の物理探査に比べて非常に簡便におこなえることから、地熱開発のコスト削減につなげることが可能であると考えている。このための標準測定方法 (Natural TL, Artificial TL) や測定標準試料の検討、および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いる (Fig.6)。

## 参加学会

- 日本鉱物科学会 2015 年年会 (9/25-27, 東京大学)
- 日本地熱学会平成 27 年学術講演会 (10/21-23, 別府国際コンベンションセンター)

## 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)
- NEDO：島根県のテラワットエネルギー創成先導研究 (土屋範芳)

## 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

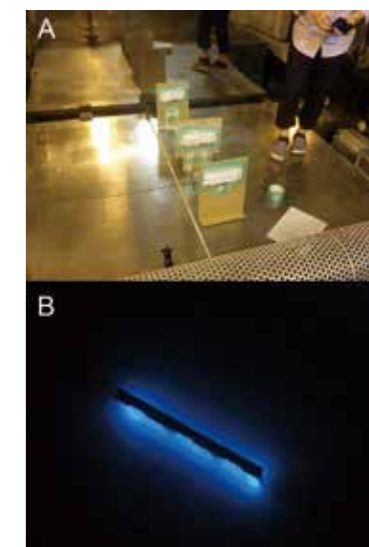


Fig.6 A: Making of artificial TL samples by gamma ray exposure (Cobalt60). B: Cherenkov light of Cobalt60 radiation source at JAEA Tsasasaki.