

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 equipment development for understanding of various geosphere information



助教 平野 伸夫
Assistant Professor
Nobuo Hirano

本研究室では、地圏の様々な情報の理解に焦点を当てており、そのために必要な手法や装置の開発をおこなっている。主なターゲットは、熱水 - 岩石相互作用、地球内部の水熱条件下での岩石状態の把握、石英や長石など鉱物の自然および人工熱発光 (NTL、ATL) 計測、酸性温泉排水と金属アルミニウムを用いた水素の発生技術等である。

主に地熱および温泉資源の開発と有効活用を目的としたものであり、これらの研究成果を最終的には社会に還元したいと考えている。また、オートクレーブを用いる熱水反応実験や測定方法、様々な鉱物の熱発光測定などについて、可能性の検討やアイデアなどの提供もおこなうことが可能である。

This laboratory is dedicated to acquiring a diverse range of information about the geosphere, focusing on the development of necessary methods and equipment. Our major areas of study include water-rock interactions, exploring rock conditions within the Earth's interior under high-temperature and -pressure hydrothermal environments, and measuring natural and artificial thermoluminescence (NTL and ATL) using minerals like quartz, feldspar, calcite, and other minerals. Additionally, we investigate hydrogen production techniques using acidic hot spring water and metallic aluminum. Our primary objective is to develop and optimize the use of geothermal and hot spring resources, aiming for our findings to contribute to society. We also offer expertise in designing experiments and measuring techniques involving autoclaves, as well as applying thermoluminescence to minerals.

鉱物の熱発光を用いた地熱兆候探査

鉱物内には自然放射線を起源とするエネルギーが蓄積され、鉱物を加熱することにより解放され、それまでのエネルギー蓄積量が発光強度として観察される (鉱物熱発光、TL)。これは、過去に一度加熱された鉱物では熱発光量が小さくなることを意味しているため、地熱環境にあった鉱物は相対的に発光量が小さくなっていると推測される事を利用した地熱兆候探査方法の開発を進めてきた。この方法で使用する鉱物としては主として石英であったが、昨年度までに長石についてもさらに適用できることを報告した。本年度はさらに別の鉱物として方解石も十分な熱発光を観察できることを見だし、探査に使用できる鉱物として十分に期待できることが判明した。これによって、鉱物熱発光による地熱兆候探査を適用できる地域をさらに拡大できることが期待される。

Preliminary geothermal exploration using thermoluminescence

Energy from natural radiation is stored in mineral crystals and released when the minerals are heated. The stored energy is observed as luminescence intensity, known as mineral thermoluminescence (TL). This indicates that minerals heated in the past exhibit lower thermoluminescence intensity. Based on this, we have developed a method to detect geothermal signatures, assuming that minerals exposed to geothermal environments demonstrate relatively low luminescence intensity. Though this method has been primarily applied to quartz, we reported last year its applicability to feldspar as well. This year, we discovered that calcite also exhibits significant thermoluminescence, making it a promising candidate for thermoluminescence-based geothermal exploration. This finding is expected to broaden the scope of geothermal signature detection using mineral thermoluminescence.

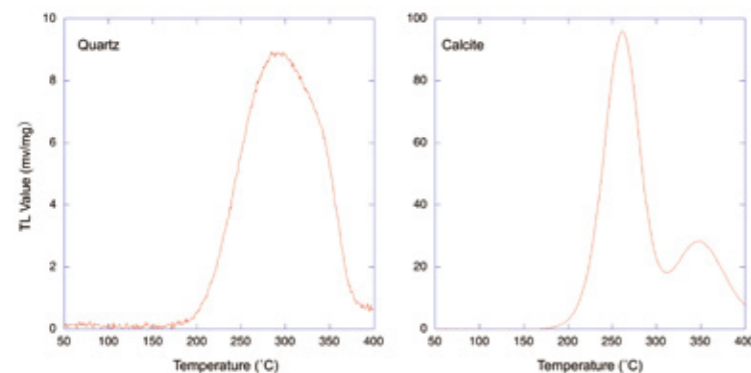


Fig. 1 TL glow curves of quartz and calcite



Fig. 2 MT observation in winter season

雪中 MT 観測のための予備調査

MT (Magneto-Telluric) 探査は地熱開発における物理探査方法の一つであるが、地球の微弱な地磁気や地電流を観測する必要があるため、人工的なこれらのノイズを避けて観測する必要がある。この制限に加えて、地熱開発地域は都市部から離れた場所にあることが多いため、観測地点が必然的に山中となることが多い。積雪のない地域であれば、樹勢が弱くなり観測地点へのアクセスが容易になる秋から冬にかけての探査が可能であるが、積雪の多い地方では夏季に探査せざるを得ず、観測地点の確保が困難となる。このため、冬の積雪期に雪中での MT 観測が可能であれば、このような問題が解決できると考えており、雪中での MT 観測手法の検討や基礎的な観測データの収集をおこなっている。

地熱開発有望地決定補助のためのアプリケーションの開発

地熱発電の候補地の選定は、断層分布データ、熱源 (火山や温泉など) の位置、様々な地球化学データ、重力異常や比抵抗構造解析などの物理探査データなどを、エンジニアや研究者が総合的に評価して決定されることが多い。さらに、この評価の精度については評価者の主観や経験などに大きく依存していると言える。そこで、候補地域内のそれらのデータを GIS システム上に集約したのちにデータ評価用グリッドで分割し、このグリッド内に存在するそれぞれのデータについて、それまでの評価経験をもとに作成した一定の基準で点数化し、グリッドに対する評価点を計算するためのプラグインソフトウェアを開発した。このツールの目的は、調査エリア内の開発候補地を評価点の合計で半自動的に絞り込み、最終的な人間の判断の補助をおこなうことであり、最終的な判断はこのツールの使用者が下すことになることを留意する必要がある。また、今回の開発は地熱開発の補助が目的であったが、使用目的にあった適切なデータ、例えば崖の傾斜の度合いの分布、粘土質岩相の分布、植生密度の分布などを使用すれば、地滑りが起こりやすい地域を特定するような用途にも応用することができる。このように、処理するデータセットを適切なものに変更することで、他の用途にも利用することが可能な、汎用的なツールを開発してきたと考えている。

Preliminary survey for Magneto-Telluric observation in winter season

The Magneto-Telluric (MT) survey is a key geophysical prospecting method in geothermal development. However, because it is necessary to observe the earth's weak geomagnetic field and geoelectric current, it is necessary to avoid artificial noise from these sources. Additionally, geothermal development areas are often far from urban centers, frequently necessitating the placement of observation points in mountainous regions. In areas without snow cover, conducting surveys in the fall and winter, when foliage is less dense and sites are more accessible, is feasible. However, in regions with heavy snowfall, surveys must be conducted in the summer, complicating site access. Consequently, developing a method for MT observation in snowy conditions during the winter could resolve this issue.

Development of an application to assist in determining promising geothermal development areas

The selection of geothermal power generation sites typically involves a comprehensive evaluation by engineers and researchers. This evaluation considers fault distribution, the location of heat sources (volcanoes, hot springs, etc.), various geochemical data, and geophysical exploration data, including gravity anomalies and resistivity structure analysis. However, the accuracy of these evaluations heavily relies on the evaluator's subjectivity and experience. To address this, we developed a GIS-based plug-in software program. This tool aggregates data in a candidate area, divides it into grids for evaluation, and scores each data point in these grids based on established standards derived from previous experiences. It then calculates evaluation scores for these grids. The software's primary function is to semi-automatically narrow down potential development areas within the study area based on these scores, aiding in the final human decision-making process. The final judgment is still made by the tool's user. Originally developed for geothermal development support, this plug-in software is also capable of identifying landslide-prone areas by leveraging relevant data, such as cliff slope, clay lithology, and vegetation density. Consequently, its versatility allows it to be adapted for various applications, depending on the data sets chosen to align with the specific evaluation objectives.

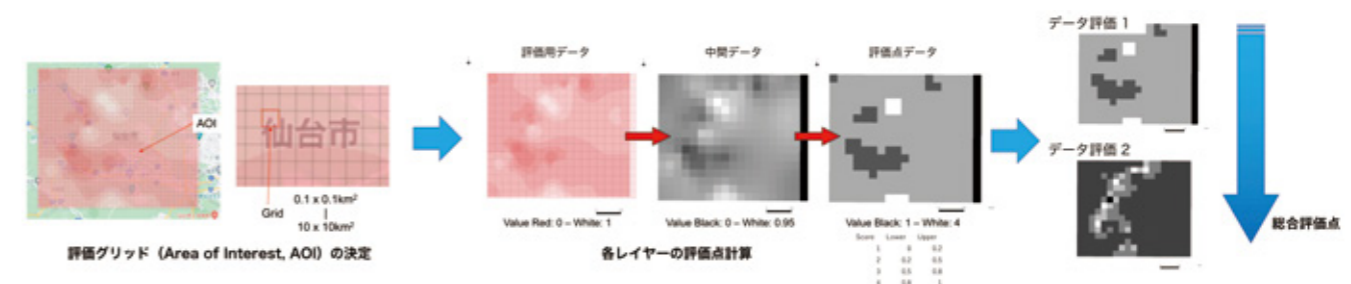


Fig. 3 Overview of geothermal data evaluation system