

## 計測技術の社会実装への試み

Implementation of measurement technologies to society

准教授 森谷 祐一  
Associate Professor  
Hirokazu Moriya



The various activities using the techniques on the environmental measurement were made in the field of geothermal energy, mitigation of seismic risk, medical engineering and so on. The main part of the activities was the contribution to the observational studies to mitigate seismic risks in gold mines at South Africa which was conducted as an aspect of the SATREPS (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development JST-JICA), where our techniques was applied to the AE(Acoustic Emission) events associated with the rock failures due to the excavation in deep mine. The researchers from South Africa were accepted for technology exchange and educational exchange. The analysis of the AE associated with gas injection into the salt rock in Bernburg, Germany, was also carried out, and the fractured zones were estimated. The simulator for GeoHP system was also examined, and the simulator was improved to evaluate the temperature change of layer with inhomogeneous thermal-conductivity and horizontal aquifers. The fundamental research on the measurement of bone thickness during spinal surgery was also carried out. Four joint papers were published in the international journals and proceedings and two oral presentations were made in domestic conferences.

### 活動の概要

本分野では、計測工学や信号処理法を基礎にして地熱貯層計測、地中熱エネルギー利用システムシミュレータの開発、深部鉱山内の地震リスク評価法等、幅広い研究を行っている。本年度は、特に AE・微小地震を用いた地震被害低減のための観測研究に関する分野で活動を行った。内外の研究者らと共同研究を実施するとともに、南アフリカから研究員を受け入れ、技術交流を行った。また、組織委員の一員として国際会議を開催した。

### 国際共同研究

#### 1. 地震被害低減のための観測研究

南アフリカでは大深度の過酷な環境で金の採掘が行われており、採掘現場周囲で発生する誘発地震のため毎年200名近くの人命が失われている。本分野は、JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業の「地震被害低減のための観測研究」に参画している。本研究は、立命館大学、東京大学、産業技術総合研究所、南アフリカの大学・研究機関である Wist 大学、CSIR 等との国際共同研究である。本分野では、地震リスクの評価精度向上に関する研究に携わっており、中でも岩盤の微小破壊に伴う弾性波源(AE: Acoustic Emission)の計測と AE の高精度標定による岩盤内損傷ゾーンの評価で寄与している。本年度は、イズルウィニ鉱山の深度約1kmで、金鉱石掘削に伴う岩盤の非小破壊を AE により検出し、本分野の有する震源位置高精度決定技術を適用することにより、岩盤のダメージゾーンの位置やダメージゾーンが時間とともに移動していく様子を明らかにした。本研究に関連する成果は、国際シ

ンポジウムにて発表された。共同研究に関連して南アフリカ科学産業技術研究所より2名の研究者を受け入れ、技術教育ならびに研究交流を行い国際貢献した。

#### 2. ドイツ岩塩鉱山での AE 計測

ドイツ Bernburg 鉱山内岩塩構造物の耐性評価を目的とした研究を Gießen 応用科学大学ならびに GMuG 社の研究者らと行った。評価では、岩塩構造物に流体による圧力を加えた際の岩塩破壊挙動を AE により計測するが、本分

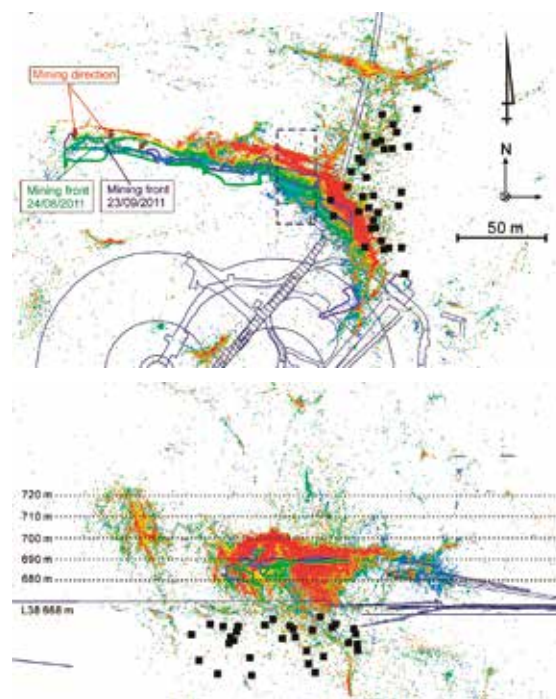


Fig.1 Source locations of induced AE at Ezlulwini gold mine in South Africa, where the source locations were determined by the advanced mapping techniques.



Fig. 2 Seminar with Dr. Spottiswoode at the Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Tohoku University.

野では、破壊箇所の高精度標定技術により本研究の遂行に寄与した。本結果は、共同研究者によって国際会議で報告された。

### 地熱関連研究

#### 地中熱利用に関する研究

地中熱利用システムの能力は、地層中の流れる流体流動に大きく依存する。システムの注熱能力が、地下の状態とその経時変化により、どのように変化するか施工前にシミュレーションしておくことは重要である。本分野では、差分法と有限要素法を組み合わせた地層中の流体流動を考慮できる地中熱利用シミュレータを開発している。従来の

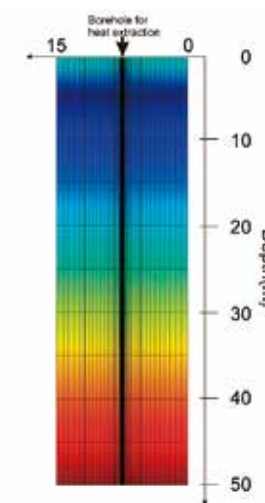


Fig.3 Simulated temperature change of layer with thermal gradient and inhomogeneous horizontal thermal conductivity during heat extraction.

シミュレータでは、地層中の熱伝導率が均質であり、流体流も一様流れである場合のみ解析可能であったが、深度や領域によって熱伝導率が一様でない場合や、帯水層がある場合も解析が可能になった。本シミュレータを使用することにより、帯水層を有し熱伝導率が不均質な地層中の温度や循環流体の温度の経時変化を評価することが可能である。

### その他の研究

頚椎性脊髄症の治療のために行われる椎弓形成術において、エアームによる切削状況(位置、深度等)をリアルタイムでモニタリングする方法について、脊髄損傷のリスクを低減するための基礎研究を行っている。椎弓形成術において椎弓内組織を超音波によりイメージング可能であるか否かを明らかにするため、MHz帯の超音波を用いて骨内からの反射波計測を行い、反射波計測により骨厚の推定が可能であることを明らかにした。本研究の結果は、IEEE Transaction on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Controlに掲載された。

#### ●他研究機関との連携

立命館大学、東京大学地震研究所、産業技術総合研究所、鹿児島大学、Wits 大学、南アフリカ科学産業技術研究所、イズルウィニ鉱山、Gießen 応用科学大学、GMuG(ドイツ)、島田市民病院、三重大学

#### ●招待講演 1件

●国際貢献 外国人研究員受入2名(技術教育ならびに研究交流)

#### ●社会貢献・社会連携

21st International AE Symposium・Organizing committee、日本地熱学会・編集/学会賞選考委員、地中熱利用技術専門部会・幹事、(社)日本非破壊検査協会・AE 部門幹事、物理探査学会・代議員

#### ●国際教育関係

海外での学術教育交流(オークランド大学、オストラバ工科大学(チェコ)、ヴロツワフ工科大学(ポーランド)、リュブリャナ大学(スロベニア)、北京科技大学、サンパウロ大学、リオデジャネイロ大学、マヒドンウィタヤヌソーン高校(タイ)、インスブルック大学(オーストリア)、トレント大学(イタリア)、等)、学生国際工学研修実施(チェコ、ポーランド)、サマープログラム TESP2012 支援、訪問受入(トロイ工科大学、グルノーブル工科大学、パリ国立鉱山学校、ベトナム水資源大学、インド大使館、等)