

# 物理探査 ニュース



一般社団法人 物理探査学会  
The Society of Exploration Geophysicists of Japan

## 目次

分かり易い物理探査 「磁気探査 3」 .....	1
現場レポート:オーストラリアクーパー盆地の高温岩体地 熱地点における物理探査 (2) .....	5
第11回 温室効果ガス制御技術国際会議 .....	9
第127回 学術講演会開催報告 .....	11
SEG Honorary Lectureの報告 .....	13
米国物理探査学会における研究室ブース .....	14
お知らせ .....	15

Geophysical Exploration News January 2013 No.17



富士とバイブロ：2012年4月に帝京平成大学と静岡大学が行った「富士川河口断層帯一糸魚川静岡構造線横断地下構造調査」(作業担当：(株)地球科学総合研究所)における大型バイブロサイズ。

(撮影：高橋 明久)

## 磁気探査入門講座



日本物理探査(株)技術顧問  
産業技術総合研究所客員研究員

中塚 正

2001年。現地調査の帰途に訪問したカーネギー大学教授の案内で登ったエトナ火山(標高3300m余)。当時の活動火口に程近い山稜(3200mくらい?)からの眺望(後ろは多分シチリア島中央部方向)。

麓で手続きして車で入山、山頂近くへ来ると、空気が薄いためか四駆の車で緩い勾配でも加速性能が著しく低下し、1分位かけて徐々に加速する。

約1年後(2002年)には、南山腹新火口・北山腹割れ目噴火を含む大噴火が発生した。

### 3. 解析手法

磁気異常データから地下構造を見積るためには、地下構造をどのような形で表現するか(解析モデル)をつくる必要があります。磁気異常分布からその地下全体の磁化分布が一挙に求めれば楽なのですが、ポテンシャル場の宿命として、地下構造をユニークに決定することはできず、常に等価ソースの問題がつかまといまいます。例えば、一様に磁化した球のつくる磁気異常はその球の半径にかかわらず、中心点に全磁化を凝縮したモデルと等価です。また、2次元傾斜ダイクモデルでは、その傾斜と磁化方向が同じ効果をもつため、その両方を磁気異常データだけから決めることはできません。従って、磁気異常の解析・解釈のためには、地下構造に「解析モデル」という先験的な制約条件を導入するのが一般的です。

#### 3.1 定性解析と定量解析

磁気異常から、地下の磁性体の分布に関する未知パラメータ(磁化、深度、形状、拡がり等)を求めることを解析と呼び、それをもとに他の情報等をも考慮して地下構造もしくは磁気異常の原因を明らかにすることを解釈と呼びますが、解析と解釈との間には明確な境界がある訳ではありません。数学的には正しくも物理的には実態に即さない解析処理や、理論的ないし論理的な背景なしに地下構造を論ずる解釈に陥ることなく、道理に適った説得力ある解析・解釈を進めることが重要でしょう。

その方法には、画一的なルールがあるわけではなく、目的

や地質状況に応じて種々の方法が考えられます。従来から大きく定性解析と定量解析とに分けて議論されており、磁気異常分布から抽出した特徴量を用いて構造の特定のパラメータ値を推定するのが定性解析、逆解析手法などを用いて構造モデルのパラメータ値を求めるのが定量解析とされて来ました。しかし、解析では常にどのような解析モデルを用いるかの問題がつかまとい、今日では、単純化しすぎたモデルの逆解析による定量解析よりも、高度な数学的特徴量を取り扱う定性解析の方が、より“定量的”に見える状況もあります。

連載第1回の「表紙の図」の磁気異常分布を見れば、波長の長短・振幅の大小・パターンの連続性の点で色んなものが見えるでしょう。ここから、

- (1) 波長の短いものは、ソース深度が浅く水平の広がりが小さいものの存在を表し、
- (2) 振幅の大小は、相対的なソース磁化の強弱を反映し、
- (3) パターンの連続性は、ソース自体の連続性を示すと見るのが、究極の定性解析でしょう。個々の具体的な解析の場では、特異な状況を生じる可能性をも念頭に置きながら、この原則を用いれば、充分有用な定性解析結果が求まるでしょう。その結果に対しては、モデル計算と観測データとの整合性を検討する形の数値的な検証により、解析結果に定量性を付与することもできます。逆に、定性解析に徹した解析も時に応じては有用で、例えば上記(3)のパターンの連続性を視覚的に表示するためには、陰影図手法(図7)が有効に適用できます。

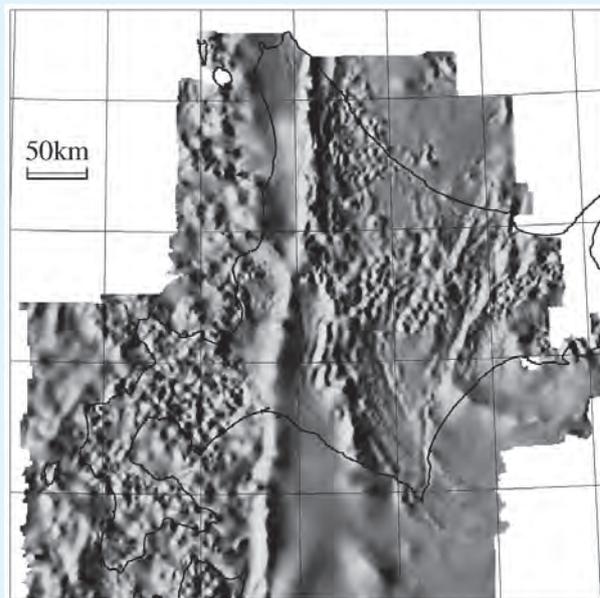


図7 北海道の空中磁気異常(第1回表紙の図と同じデータの一部)の陰影図表現

#### 3.2 独立異常解析

広域的な磁気探査データには、多くの複雑な磁気異常パターンが含まれていることが一般的です。その多様な磁気異常を一挙に解析するような解析モデルを考えることが困難である場合、あるいはそのような解析処理が能力的に未完成の

場合、従来は、探査データからその一部分を切り出して、その周辺からの影響のない独立ソースの影響として解析する方法が多く用いられました。

その場合、ソースモデルを幾何学的に単純な形状で近似し、その形状と磁化のパラメータ(未知パラメータ数は多くはない)を定量的に求めます。このとき一般的に非線形の最小自乗法の適用が必要になり、その効率的な解法も研究されましたが、PCの発達した今日では手軽に利用できる状況でしょう。しかし逆に、独立異常の適切な抽出や解析モデルの妥当な選択が、解析結果を左右する要因である点から、適用例が少なくなってきたように思われます。

以下では、一定の広さをもつ調査地域のデータを一体的に扱う解析手法について、定性・定量の区分にこだわらず、各方面で実用に供されているものの特徴を見ていくことにします。

### 3.3 スペクトル解析

Spector and Grant(1970)は、単一の四角柱モデルのつくる磁気異常のフーリエスペクトルを求め、その片対数表示のパワースペクトルの傾きが、モデルの頂部深度に規制されることを示しました。この性質は統計学的に拡張でき、多くのランダムに分布する角柱に対しても同じ結果が得られるので、パワースペクトルの傾きからソース岩体の頂部深度を求めることができます。

この解析法には、頂部深度が等しい多くの角柱がランダムに分布するという前提がありますが、実地の調査データに対しても磁性岩体の平均的な頂部深度が求まると考えられます。例えば図8は、大熊・須藤(1987)による仙岩地熱地域の全磁力パワースペクトルであり、表層の磁性岩体による成分・地域の主要磁気構成成分・広域トレンド成分の3つのトレンドが認められます。

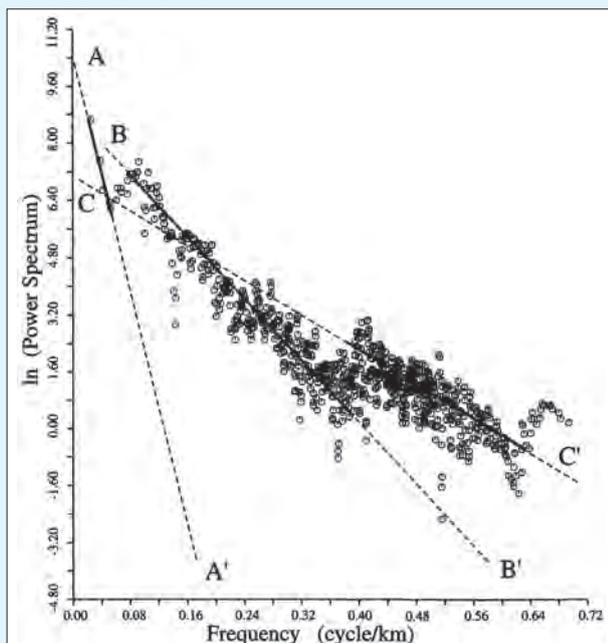


図8 仙岩地熱地域の全磁力異常パワースペクトル(大熊・須藤, 1987)

このパワースペクトルは、ソースモデルの底面深度の影響を考慮すると、その低周波数側にパワースペクトルのピークが現れることが示され、そのピーク位置は磁性岩体の中央深度を反映します。頂部深度と中央深度がわかれば底面深度も求められます。この底面深度が、地下の温度上昇で磁性岩体が熱消磁する深度に相当すると解釈できるとき、これをキュリー一点深度解析と呼びます。

このキュリー一点法調査と呼ばれる磁気探査(Okubo et al., 1985)が、新エネルギー総合開発機構(NEDO)により1981~83年に精力的に行われました。岩石の磁性そのものの構造から一歩進んで、熱構造という異なる対象物理量への応用という面で注目を集めるとともに、全国規模の空中磁気データの集積にも大きく貢献しています。

### 3.4 複素勾配解析

1970~80年代には、2次元的な地下構造の理論磁気異常の特性を利用したワーナー分解(Hartman et al., 1971)やオイラー分解(Thompson, 1982)などの解析法が考案されていますが、Nabighian(1972)は、ポテンシャル場の数学的考察をもとに、全磁力分布の水平勾配と鉛直勾配がヒルベルト変換の関係で結ばれることを示し、その勾配を複素数で表現したものをを用いて、地質境界の位置と深さを求める方法を提示しました。これを用いて、プロファイルに沿った複雑な地質境界の鉛直断面を線形アルゴリズムで求める解析法(Ogawa, 1977)も開発されました。

1990年代以降には、それらを3次元構造に拡張した解法とその応用例が数多く発表されて来ています(Roest et al., 1992; Hsu et al., 1996; Thurston and Smith, 1997など)が、日本での解析例はあまり目にしません。3次元構造に拡張といえども、局所的には走向が明確な2次元構造を前提にしているため、構造のスケールが小さいとそれに応じた超高分解能のデータが要求され、そのデータの取得が容易でないという側面もあるでしょう。

解析法自体は高度な数学的考察に基づいて構築されていますが、地下物性(磁化)の具体的な分布を表現するという意味で定量的にはなっていないため、誤解を恐れずに言うなら、数学的な背景をもった定性的解析手法と考えて良いと思います。

### 3.5 層構造解析

日本の石油・天然ガス資源の賦存可能性評価の調査では、イントラベースメントモデルと呼ばれる基盤内磁気コントラストによる独立異常の解析をもとに磁気基盤深度分布の推定が行われました。しかし、基盤内コントラストが大きくなり基盤の起伏が磁気異常源になっていると見られる場合には適用できません。層構造モデルの解析の先鞭として、Tomoda and Aki(1955)の重力異常解析があります。重力異常を仮想的な異常質量凝縮面での異常質量分布へ変換した後、層境界面の起伏に引きなおす処理を行います。磁気異常に対しても、擬重力変換というフィルタ処理を介して同じ処理が可能ですが、そのフィルタ処理の途上のデータを有効に使う

(Gerard and Debeglia, 1975)、磁気コントラストを有する層境界の深度分布を求めることができます。

図9は、大熊ほか(1991)による南西諸島西方海域磁気異常の2層構造解析結果の断面プロファイルを示しています。処理の上では、層構造の密度コントラストと境界面の平均深度を与える必要があり、ソース磁化の磁化方向の仮定も必要となりますが、各種データからそれらに妥当な前提を置いて解析が進められます。

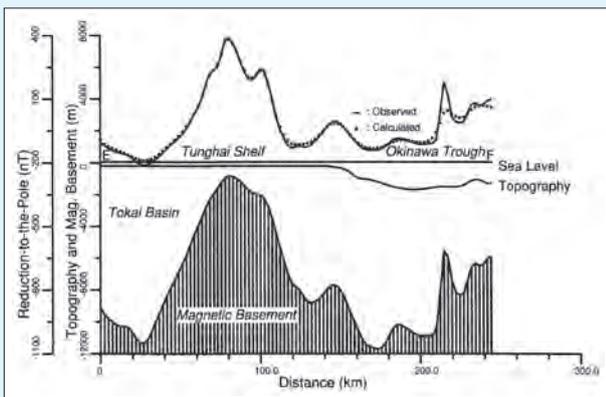


図9 南西諸島西方海域の磁気基盤深度解析結果の断面プロファイル(大熊ほか, 1991)

### 3.6 磁化強度マッピング

地表もしくは地下の仮想的な境界面以深の磁化分布が磁気異常のソースとなっているモデル(磁化強度は深度方向には変化せず、境界面以浅は無磁化とする)を考え、観測磁気異常からその磁化強度の分布を逆解析の手法で求めることを、磁化強度マッピングといいます。磁化の方向については、現在の地球磁場方向に一致すると仮定する 경우가多く、見かけ帯磁率(磁化率)マッピングとも呼ばれます。Silva and Hohmann(1984)・Misener et al.(1984)あたりに始まって、Okuma et al.(1994)・Nakatsuka(1995)で実用的なアルゴリズムに成長しました。

この手法の利点は、求めるべき未知パラメータに対して観測データが線形の関係にあるため連立1次方程式を解けばよい点であり、難点は未知パラメータ数が極めて多い(実用には1万個以上の未知数を扱う)点でした。当初は、平面状の225(=15×15)個の未知パラメータを求めるモデル問題に、サイズ225×225のマトリクスの逆行列計算が適用されましたが、実用性の面では遥かに多くの未知パラメータを取り扱う必要があります。このため、その後は漸近解法を取り入れた解析が主流となり、Nakatsuka(1995)以降は共役勾配法(CG法)の適用が常識化しています。また、火山地域などでの活用を想定して、ソースの分布も観測高度も平面に制約されない凹凸に富む状況へ対応してきています。

その中で、Nakatsuka(1995)は、CG法(または最急降下法:SD法)では、未知数の個数が有効観測データ数を上回る場合にも、解自体のノルムが最小という形の有意な結果が得られることを示し、解析範囲の外側にも仮想的にソースを置くことでソース範囲の打ち切りによる影響を軽減でき

ることを明らかにしています。

図10は、Nakatsuka(1995)による丹那断層地域のヘリボーン探査データによる磁化強度マッピング結果で、断層そのものと左横ズレの応力場に規制された磁化分布を示しています。

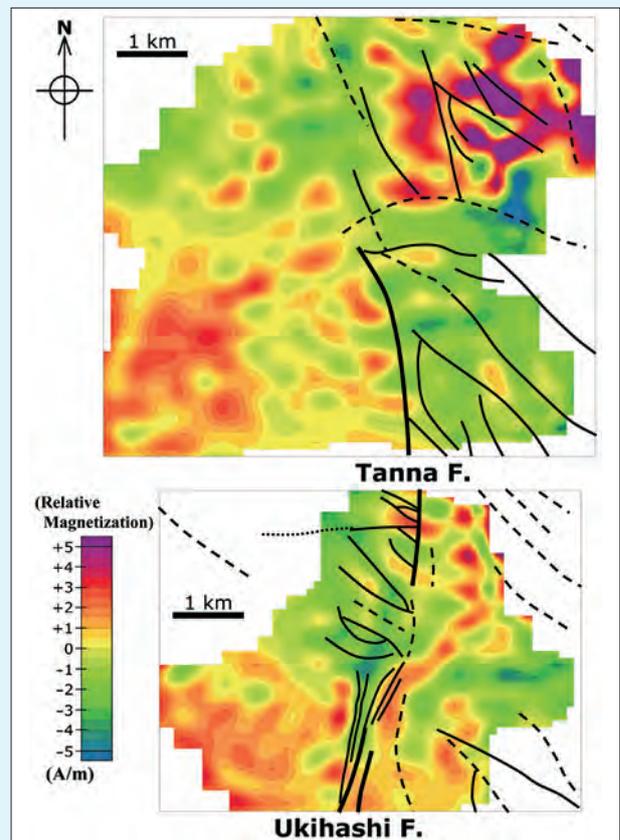


図10 丹那断層地域のヘリボーン探査データによる磁化強度マッピング結果(Nakatsuka, 1995)。(黒線は活断層の分布)

### 3.7 3Dイメージング

3.4 複素勾配解析 では、任意の3次元構造を対象とした局所2次元構造近似による解析法の進展に触れましたが、地下構造を本質的に3次元構造として扱う試みも同じ頃に始まりました。前節の磁化強度マッピングにおける地下構造モデルを深度方向にも細かく区分して、各セルの磁化を逆解析の手法で求めようとするものです。

磁気異常の3Dイメージングにおいては、磁化強度マッピングと同様に連立1次方程式系を解くことには変わりありませんが、章の冒頭に述べた解のユニーク性欠如の問題に加え、一般に未知数の個数が観測データ数を大きく上回る不定問題となるため、なんらかの制約条件を課す必要があります。Li and Oldenburg(1996)は、既知情報を解析の中に制約条件として取り入れる設定を行い、Pilkington(1997)は、モデルの滑らかさを基準とした制約を与えています。制約を加える代わりに、解析モデルを粗いメッシュに切って未知数個数を大幅に減らす方法を見かけますが、それはより高分解能の元データに対しておかしな制

約を加えたことに相当し、物理的な意味がわからなくなる恐れがあると思います。

また、磁気異常は浅い構造ほど感度が高く、逆解析ではノルム最小化の特性が働き、より深い構造をも浅い構造に転嫁するくらいがあります。先の両者とも、これを補正するため、ソース深度に応じたパラメータ評価への重みづけを行っています。一方、Portniaguine and Zhdanov(2002)は、解析対象のマトリクス自体からその重みを導くのが良いことを示し、Last and Kubik(1983)が提起したコンパクト化(有効ソース体積最小化)を制約条件として採用しています。また、Nakatsuka and Okuma(2011)は、基本的にPortniaguine and Zhdanov(2002)の指摘が妥当であることを確認しつつ、起伏の多い山岳地のデータに適用できる解析ソフトを構築しています。

図11は、Nakatsuka and Okuma(2011)による大峠地域のヘリボーン探査データによる3Dイメージングから得られたコールドロン構造の断面の例を示しています。

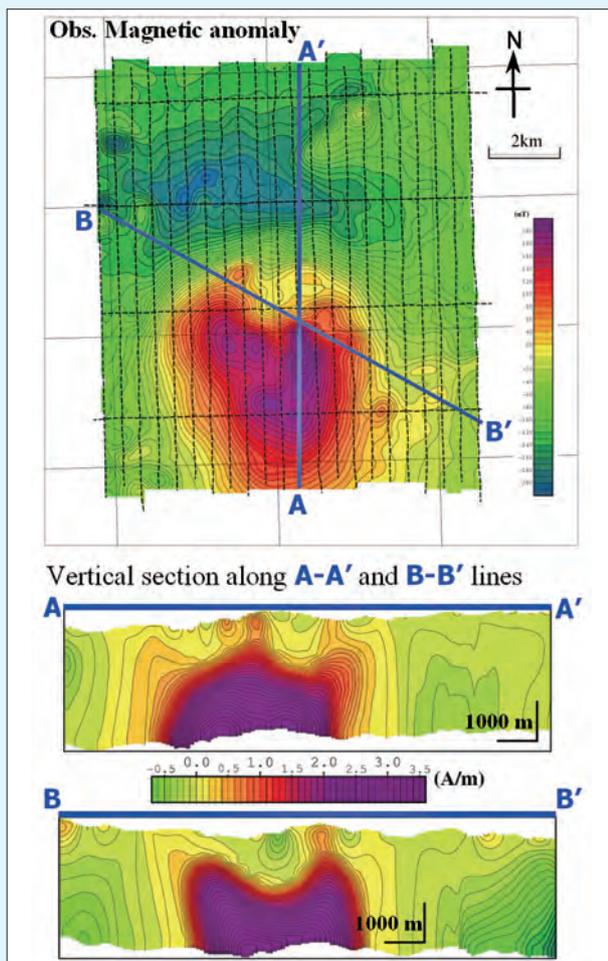


図11 3Dイメージングから得られた大峠コールドロン構造の断面 (Nakatsuka and Okuma, 2011)

#### 参考文献

Gerard, A., and N. Debeglia (1975) Automatic three-dimensional modeling for the interpretation of gravity or

- magnetic anomalies. *Geophysics*, 40, 1014-1034.
- Hartman, R. R., D. J. Teskey, and J. L. Friedberg (1971) A system for rapid digital aeromagnetic interpretation. *Geophysics*, 36, 891-918.
- Hsu, S. -K., J. -C. Sibuet, and C. -T. Shyu (1996) High-resolution detection of geologic boundaries from potential-field anomalies: An enhanced analytic signal technique. *Geophysics*, 61, 373-386.
- Last, B. J., and K. Kubik (1983) Compact gravity inversion. *Geophysics*, 48, 713-721.
- Li, Y., and D. W. Oldenburg (1996) 3-D inversion of magnetic data. *Geophysics*, 61, 394-408.
- Misener, D. J., F. S. Grant, and P. Walker (1984) Variable depth, space-domain magnetic susceptibility mapping. 54th ann. intl. SEG mtg., Expanded abstracts, 237-239.
- Nabighian, M. N. (1972) The analytic signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section: Its properties and use for automated anomaly interpretation. *Geophysics*, 37, 507-517.
- Nakatsuka, T. (1995) Minimum norm inversion of magnetic anomalies with application to aeromagnetic data in the Tanna area, Central Japan. *J. Geomag. Geoelectr.*, 47, 295-311.
- Nakatsuka, T., and S. Okuma (2011) Aeromagnetic 3D subsurface imaging in the Ootoge Cauldron, Shitara area, Central Japan. *Proc. 10th SEGJ Intl. Symp.*, 285-289.
- Ogawa, K. (1977) A computer interpretation method for profiles of total intensity magnetic fields using a linear technique. *Butsuri-Tanku (Geophys.Explor.)*, 30, 218-228.
- Okubo, Y., R. J. Graf, R. O. Hansen, K. Ogawa, and H. Tsu (1985) Curie point depths of the Island of Kyushu and surrounding areas, Japan. *Geophysics*, 53, 481-494.
- Okuma, S., M. Makino, and T. Nakatsuka (1994) Magnetization intensity mapping in and around Izu-Oshima volcano, Japan. *J. Geomag. Geoelectr.*, 46, 541-556.
- 大熊茂雄・中塚 正・牧野雅彦・森尻理恵 (1991) 南西諸島西方海域の磁氣的構造. *物理探査*, 44, 202-214.
- 大熊茂雄・須藤茂 (1987) 仙岩地熱地域の磁氣的構造. *地質調査所報告*, no. 266, 425-447.
- Pilkington, M. (1997) 3-D magnetic imaging using conjugate gradients. *Geophysics*, 62, 1132-1142.
- Portniaguine, O., and M. S. Zhdanov (2002) 3-D magnetic inversion with data compression and image focusing. *Geophysics*, 67, 1532-1541.
- Roest, W. R., J. Verhoef, and M. Pilkington (1992) Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. *Geophysics*, 57, 116-125.
- Silva, J. B. C., and G. W. Hohmann (1984) Airborne magnetic susceptibility mapping. *Explor. Geophys.*, 15, 1-13.
- Spector, A., and F. S. Grant (1970) Statistical models for interpreting aeromagnetic data. *Geophysics*, 35, 293-302.
- Thompson, D. T. (1982) A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data. *Geophysics*, 47, 31-37.
- Thurston, J. B., and R. S. Smith (1997) Automatic conversion of magnetic data to depth, dip, and susceptibility contrast using the SPI(TM) method. *Geophysics*, 62, 807-813.
- Tomoda, Y., and K. Aki (1955) Use of the function  $\sin x/x$  in gravity problems. *Proc. Imp. Acad.*, 31, 443-448.

(つづく)



# オーストラリアクーパー盆地の高温岩体地熱地点における物理探査 (2)

## —砂漠地帯で降雨に泣いた電磁探査編—

鈴木 浩一・海江田 秀志・青柳 恭平(電力中央研究所)、城森 明(ネオサイエンス)

前回のレポートではクーパー盆地(Cooper basin; 図1)に初めて高温岩体地熱発電用の調査井が掘削されたHabanero地点を中心に、2002年度に行った電磁探査とAE観測による調査状況について報告しました。その後、2009年度にHabanero地点では注入井(Habanero#1、4,421m)と生産井(Habanero#3,4,221m)による1,000KW級の高温岩体地熱発電プラントが完成し(写真1)、約10km北に位置する人口20名弱の村Innaminckaまで送電線も設置され、いよいよ送電が開始できる準備が整いました。しかし、その直後に生産井で暴噴トラブルが発生し、発電は困難となってしまったようです。一方、Habanero地点の開発と平行して、約10km西に離れた地点に2基目の発電所の建設計画があり、深度4,911mの孔井(Jolokia#1)の掘削作業が行われていました(写真2)。Jolokiaとはブート・ジョロキアと呼ばれ、2007年にギネス世界記録でHabanero(ハバナロ)を抜いて認定された世界一辛いトウガラシのことで、高温岩体(hot dry rock)のhotをかけて命名したそうです。そのような経緯もあり、Jolokia地点周辺の地質構造を調査するため、2010年7月に再度電磁探査法(TDEM法)を行うことになりました。今回はその探査状況について報告します。

を改造した数10部屋の個室があり、各部屋はシャワールーム付きの冷暖房完備です。バイキング式の食堂やトレーニングルームもあり、前回宿泊したInnaminckaの民宿より生活環境は快適だったと思います。しかし、発電所敷地全体は飲酒禁止となっており、食堂や各個室でもいっさいアルコールが飲めません。さらに、当所との共同研究先であるGeodynamics社の社員しか車は運転できない規則なので、自分達ではどこにも行けません。暇つぶしに基地の外でジョギングをしていたら、管理人に見つけれ「水を持たずに一人で遠くへ行くな!」と怒られました。愛酒家あるいはランナーには監獄にいるのと同じ”軟禁”生活でした。本地点は石油会社Santos社の鉱区の中にあるので、前回より規則がかなり厳しくなったようです。

山間部の少ない大陸の天気予報は日本より精度良く当るようです。予報通り必ず雨がやってきます。今回は「この砂漠地帯でこんなに雨が降るのは異常だ!あなた方日本人が雨を連れ

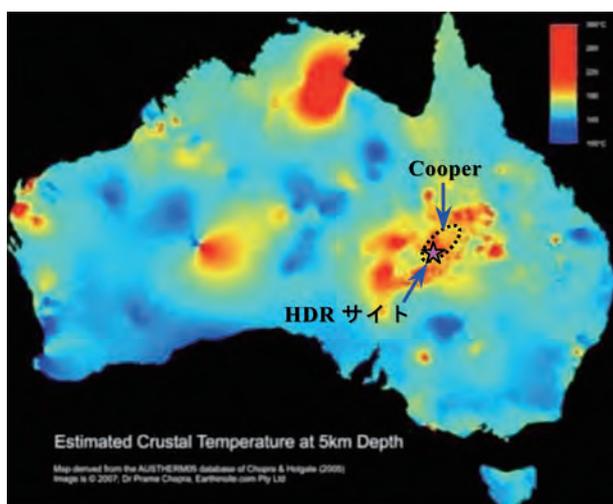


図1 オーストラリアの地熱資源と高温岩体地熱開発地点。深度5kmでの推定地温分布(赤色が高温を示す; Geodynamics websiteより)

前回は日中の気温が50℃を超える中での調査でしたが、今回の日中気温は20℃前後、早朝は10℃以下まで下がる晩秋のような気候でしたので、前回悩まれた”蠅”が少なかったのは非常に助かりました。宿泊施設はHabanero地点のHDR地熱発電所構内にある居住区でした(写真3)。コンテナ



写真1 Habanero地点HDR発電プラント  
(上: 発電設備建屋、下: 1000KW級発電機)



写真2 深度5000m級の掘削リグ(Jolokia#1)

できたのか?」とオーストラリア人にジョークを言われるぐらい降雨にたたられました。地表面は礫も多いですが、土壌には細粒分もかなり含まれています。内陸の砂漠地帯を走る幹線道路はほとんど舗装されていないため、まとまった雨が降ると道路や平坦に整地した地表面はすぐに泥沼化してしまいます(写真4)。特に、道路は強引に車で走るとひどく痛めてしまうため、地元の方に多大な迷惑をかけることとなります。そんなわけで、本地域を鉱区としているSantos社から許可が出るまでは、地元住民の車以外はいっさい通行禁止となります。しかも、せっかく天候が回復して道路が乾いても数日おきに雨に降られたため、通行許可がいつこうにありません。送信源を設置してから測定を行うまで1週間も待つことになり、予定の出張期間を数日間延期することになりました。



写真4 降雨で泥沼化したHDR発電所構内



図2に2002年度と今回2010年度の送信源と測点の位置を示します。送信源は、Habanoero地点近傍を通る道路沿いの南北方向に長さ約4km敷設しました(写真5)。前回は送



写真3 HDR発電所内居住区(Habanoero基地)  
上:宿泊施設全体,下:コンテナハウス



図2 測点配置図



信源両端部に各々50本の電極を打ち込んだにもかかわらず接地抵抗は30Ω程度にしか下げられなかったため、今回は送電鉄塔の接地抵抗低減剤として実績のある硬化剤(三興コロイド社製)を各電極に使用しました(写真6)。この硬化剤は水と混ぜると数分後には豆腐状に固まり、保水性に極めて優れています。よって、単に塩水を捲くより効果があると考えられ、その甲斐あって接地抵抗を15Ω程度に下げることができました。前回より2倍の大電流が流せると期待したのですが、現地でレンタルした発電機とTDEM送信器との相性が悪いせいか、15Aを超えると送信器(写真7)の保護回路が作動し停止してしまいました。何回試みてもうまくいかなかったため、やむを得ず15Aだけ流電しての測定となりました。



写真7 TDEM法送信器(千葉電子製)



写真5 送信用ケーブル敷設作業



写真8 河川となった道路を強行突破



写真6 各電極にまいた接地抵抗低減材

結局、測定作業をまともに行うことができたのは最後の2日間だけでした。測線近傍の道路はまだ河川のような状態でしたが、幹線道路ではなかったようなので強引に車で突破して移動しました(写真8)。測点はJolokia#1孔を中心に東西方向の道路沿いに5点(T1R~T5R)、南北方向に2点(JS1~JS2)の計7測点で測定するのが精一杯でした(図2)。

測定仕様は前回と同様に設定しました。64秒周期の交替直流(送信・休止時間とも16秒)を送信し、測定にはフラックスゲート磁力計を使用し、100個以上の波形データをサンプリングしました。また、高周波成分の計測を行うため、インダクション磁力計も使用しました(写真9)。フラックスゲート磁力計により観測した磁場応答の例を図3に示します。送信電流値が15Aと制限されたため、前回に比べデータ品質は良くありませんでした。高周波数のノイズが存在するものの、10~15秒の間までゆっくりと減衰して行く状況はとらえられました。

図4に測点TR1~TR5における比抵抗断面を示します。ただし、深度3,000m以深は感度がほとんどなく信頼性は低いと考えられます。今回はCSAMT法を行っていないので、前回Habenero地点近傍の測線で見られた表層数10mまでにある不飽和帯の存在は不明瞭となりましたが、その下部の比抵抗分布範囲は2~16Ωmと前回と類似しており、本地域全体の地下水塩分は極めて低いことが推測されました。



写真9 TDEM法受信作業状況  
上：フラックスゲート磁力計(左)、インダクション磁力計(右)、  
下：記録装置一式

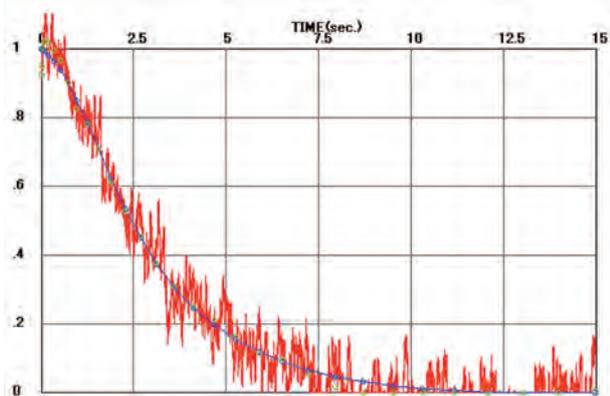


図3 測点TR3での磁場応答(海江田ほか, 2011)  
赤線：測定波形、青丸：計算値

その後、Jolokia#1孔でもトラブルが発生し、大規模な水圧破砕による貯留層の造成為困難となったため、本地点での開発は中断したそうです。今回降雨の中を苦労して取得した

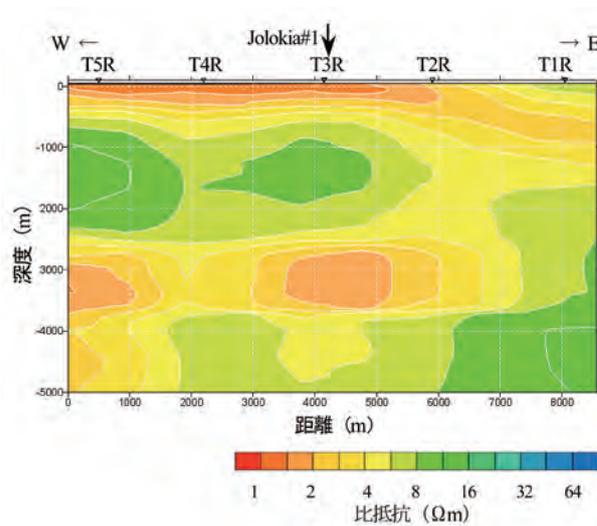


図4 比抵抗断面(Kaieda et. al, 2012)

電磁探査結果が、将来生かされる機会は当分先になってしまいました。

一方、Habanero地点では新規生産井(Hanabero#4、深度4,204m)が掘削され、2012年11月に行われた2回のOpen flow実験(注入圧29MPa)により、生産流量35～38kg/sの蒸気が回収できたそうです。同月後半に行われた14日間の循環実験において、約24,000個のAEイベントが観測され、孔井より約1.5km離れた地点まで貯留層が拡大していることが確認されたようです(Geodynamics websiteより)。

本地点でTDEM法を再度行う機会があれば、貯留層造成に伴う比抵抗構造の変化が検出できるかもしれません。

今後、Geodynamics社はHabanero地点で50MWの発電プラントの建設を予定しており、さらにクーパー盆地全体で500MWの発電を目標に掲げています。クーパー盆地も含め南オーストラリア州では、8箇所において地熱開発のための掘削計画が進行しているとのこと(オーストラリア地熱協会SGEG、2008)。

次回は、本地熱地点近傍を流れるクーパークリーク周辺の歴史・文化について紹介します

(続く)

## 第11回 温室効果ガス制御技術国際会議

公益財団法人 地球環境産業技術研究機構



公益財団法人 地球環境産業技術研究機構  
薛 自求

第11回温室効果ガス制御技術国際会議(11th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies: GHGT-11)が2012年11月19日(月)~22日(木)の4日間にわたって、国立京都国際会館でIEAGHG(IEA Greenhouse Gas R&D Programme)と地球環境産業技術研究機構



写真3 赤石浩一審議官の主催国代表挨拶

(RITE)によって共同開催されました。今回の参加者は世界の48ヶ国から計1,293名に上り、10年前に同じ会場で開催された第6回(GHGT-6)に比べて倍増しました。19日の開会式ではRITEの茅陽一理事長の主催者挨拶に続いて、経済産業省産業技術環境局の赤石浩一審議官が主催国政府代表として挨拶され、日本の経済成長を維持しながら、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出削減をしていくためにはCCS(Carbon



写真1 GHGT11会場の京都国際会館



写真4 メインセッションの様子



写真2 茅陽一理事長の主催者挨拶



写真5 ポスターセッションの様子

		A	B	C	D	E	F	G
11/19(月)	11.30-12.50	Storage Capacity	Post-Combustion: Solvents Pilots	Negative CO2	Technology Assessment I: Cost and Risk	Techno-Economic Comparisons	Wellbore Integrity	Industrial sources
	14.10-15.30	CO2 Injectivity	Post-Combustion: Solvent Alternatives	Demonstration Projects: Storage	Technology Assessment II: Operational Flexibility	Membranes	Modelling: Nanoscale to Core Scale	Industrial sources
	16.00-17.20	Environmental Impacts	Post-Combustion: Two-Phase Solvents	Demonstration Projects: US Regional Carbon Sequestration Partnerships	Panel Discussion	Enhanced Hydrocarbon Recovery I	Modelling: Managing Uncertainty	Commercial Issues
11/20(火)	09.30-10.50	Experiences and Case Studies	Post-Combustion: Environment Characterisation	Demonstration Projects: Policy Related Issues	Panel Discussion	Enhanced Hydrocarbon Recovery II	Monitoring: Pressure Methods	Retrofitting
	11.20-12.40	Monitoring: Demonstration and Pilot Projects	Post-Combustion: Modelling	Demonstration projects: Capture and Transport	Panel Discussion	Post-Combustion: Environmental Nitrosamine	Reservoir Engineering: Multi-Phase Flow of CO2 and Brine	Transport & infrastructure
	15.40-17.20	Site Characterisation and Selection	Sorbent systems	Demonstration Projects: Post-Combustion Capture	Panel Discussion	Oxy-Combustion: Combustion fundamentals	Legal & Regulatory	Transport & infrastructure
11/21(水)	09.30-10.50	Trapping Mechanisms: Case Studies	Post-Combustion: Environmental Aerosol	System Integration I: Power Systems	Panel Discussion	Capture Pre-Combustion: Process	Monitoring: Geochemical Methods	Policy: Emissions Trading
	11.20-12.40	Risk Assessment and Management I	Post-Combustion: Advanced Solvents	System Integration II: Infrastructure	Panel Discussion	Novel Systems	Monitoring: Geophysical Imaging	Education
	15.40-17.20	Reservoir Engineering: Pressure Management	Chemical Looping	Policy: Other	Public Perception: communication activities and experiences	Oxy-Combustion: CO2 Processing unit	Trapping Mechanisms: Geochemical	Transport & infrastructure
11/22(木)	09.30-10.50	Risk Assessment and Management II	Post-Combustion: Contractors	Emerging Technologies	Public Perception: social science research	Pre-Combustion: Technology	Trapping Mechanisms: Capillarity and Heterogeneity	Other Underground Storage Options
	11.20-12.40	Modelling: Reservoir-Scale Flow and Transport	Post-Combustion: Solvent Fundamentals	CCS and Geothermal	Risk Management: Contingency Planning and Remediation	System Integration III: Other	Ex Situ Mineralisation of CO2	Oxy-Combustion: Large Scale Implementation

表1 セッション一覧

Dioxide Capture and Storage)が重要な選択肢であると述べられました。

テクニカルセッションでは、7つのセッションが併行して行われ、口頭発表は300件に上りました。また、19日と20日に行われたポスターセッションでは、発表件数が620件に達し、活発な発表・討議が行われました。

オーラルプレゼンテーションは、77のセッションに分かれて実施されました。分野別では、CO<sub>2</sub>分離回収が21、CO<sub>2</sub>貯留が23であり、全セッションの半分以上を占めました。政策関係の発表は5と少なかったですが、統合システムのセッションでは、技術評価(コストとリスク)、操業の柔軟性、システム統合(発電所、設備、その他)に関する発表がありました。また、実証試験のセッションでは、日本CCS調査株式会社が北海道苫小牧で進めている大規模実証試験計画が紹介されました。

パネルディスカッションは6セッションが行われ、アジアにおけるCCS、CCSコスト、再生可能エネルギーとCCS、Weyburn-Midale、CCS実証試験、貯留ポテンシャルについて議論されました。そのほか、鉄鋼などの産業ソースからのCCSおよびバイオマスとCCSを融合させたネガティブエミッションのセッションもありました。

Global CCS Institute(オーストラリア)のCEOであるBrad Page氏は、CCSの現状と将来について、次のような7つの提言を行いました。

- 1) 気候変動へのCCSの役割を確たるものにするためには、今、行動が必要
- 2) CCSはすでに貢献しているが、更に加速が必要
- 3) CCSの進歩は遅いが重要な展開をしている
- 4) 更なる政策のサポートが必要
- 5) CCSの利点を得るための課題を克服しなければならない
- 6) 実証試験の成果を活用したコスト削減が重要
- 7) CCSの促進は共同研究と知識の共有化に依存

東日本大震災以降、日本ではエネルギー政策の見直しを進めています。原子力発電所が停止し、海外から化石燃料の調達が増えています。再生可能エネルギーが主役となるまでには、まだ道程が長く化石燃料に頼らざるを得ないのが現状であります。経済産業省の赤石審議官が「日本の経済成長を維持し、かつCO<sub>2</sub>の排出削減をしてくためにはCCSは重要な選択肢である」と挨拶を締め括ったのも、納得のゆくことでした。

## 第127回(平成24年度秋季) 学術講演会開催報告

一般社団法人 物理探査学会

第127回(平成24年度秋季)学術講演会が、平成24年11月29日から12月1日の3日間、鳥取市のとりぎん文化会館で開催されました(写真1)。

内容は、一般講演70件(口頭60件とポスター10件)、特別講演2件、交流会、機器展示2社、見学会などです。参加者は講演会128名(うち学生24名)、交流会79名(同10名)、見学会34名(10名)でした。

1日目は、口頭6セッションで32件、ポスターセッションコアタイムで10件の一般講演が行われました。

2日目は、口頭4セッションで22件の一般講演、特別講演、交流会が行われました。

特別講演1件目は西田良平氏(放送大学鳥取学習センター所長)の「山陰海岸ジオパークと自然災害」と題する講演でした。鳥取砂丘、玄武洞などジオパークの見どころ、鳥取地震、洪水などの自然災害のお話がありました。ジオパークは保全だけではなく活用することが大事とのことでした。

次に、織部隆明氏(鳥取市さじアストロパーク)の「身近にかくれた宇宙」と題する講演がありました。曜日名は太陽系内の星名に由来するなど、クイズ形式で宇宙の話題をご紹介いただきました。さじアストロパークは望遠鏡、プラネタリウ



写真3 第1会場(講演会場)

ム、望遠鏡付の宿泊施設などがあり人気を博しているそうです。

交流会は講演会会場からバスで移動し鳥取空港近くの海陽亭にて開催されました。茂木透会長のご挨拶、小林芳正氏の乾杯の音頭と続き、会の半ば頃に、地元鳥取大学の香川敬生氏のご挨拶がありました。宴席では、旬の松葉ガニなど海産品、ジョッキ入り生ビール、地元産の日本酒などが出され、また、地元保存会による伝統芸能「麒麟獅子舞」が披露されました。

3日目は、午前中に口頭1セッションで6件の一般講演と、午後は見学会が行われました。

見学会は砂の美術館、山陰海岸ジオパーク、因幡万葉歴史館、日本酒の蔵元中川酒造を見学しました。砂の美術館は鳥取砂丘の横にある屋内施設で、「砂で世界旅行・イギリス」と題する展示が行われていました。砂丘の砂は中国山地から千代川で運搬され海岸付近に堆積したもので砂像の色は砂丘の色と同じです。ジオパークは、遊覧船に乗って海から地形観察の予定でしたが、海況が悪く船が欠航のため、バス車中から浦富海岸を遠望しました。因幡万葉歴史館は、鳥取市の南東方の田園地帯に位置し、ここは万葉歌人の大伴家



写真1 会場外観



写真2 会場入口の立看板

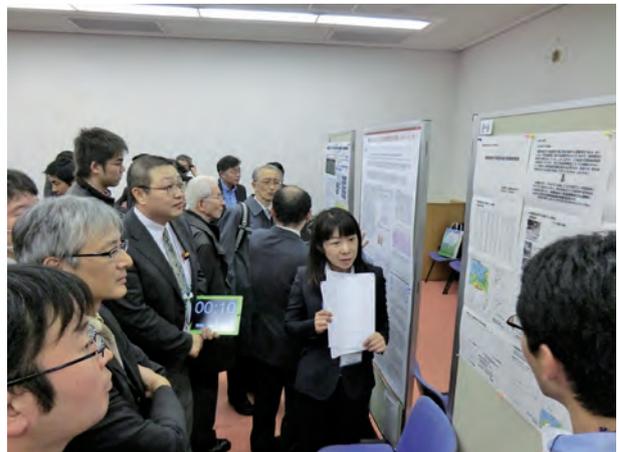


写真4 第3会場(ポスターコアタイム)の様子

持が万葉集の最後の歌を詠んだとされる地です。中川酒造は鳥取市街地の住宅街の中にあり、鳥取大学農学部に保存されていた酒米「強力」を復活してつくられた地酒です。最後に鳥取加露港松葉がにセンターに立ち寄りました。

学術講演会の開催にあたり、鳥取大学の香川敬生氏、野口竜也氏には、会場予約、準備、運営、特別講演、交流会、見学会など全般にわたりひとかたならぬお世話にあずかりました。株式会社マイスターの近藤裕氏には、会場手配などでサポートいただきました。以上の皆様に、記してお礼申し上げます。

(文責：学術講演委員 山口 和雄)

## 見学会報告レポート



京都大学工学研究科  
谷 昌憲

12月1日の物理探査学会終了後、山陰海岸ジオパークの一部である鳥取砂丘と浦富海岸を見学させていただきました。私は今回初めて鳥取砂丘を見学させて頂きました。見学をさせていただく以前は、鳥取砂

丘周辺は徐々に砂地になっており林等は存在していないものだと考えていました。しかしながら、一般的な郊外の風景を背にトンネルを一本通ると鳥取砂丘が広がっており、砂丘との境目は山一つでした。バス車中で伺ったお話によりまず、鳥取砂丘では砂丘が緑化してしまう問題が存在しており、また河川の堤防設置によって堆積する砂の量が減少してしまい砂丘本来の景観を保護するため砂を他所から運搬しているとの事でした。このように砂丘の景観を維持するために多大な努力がされているとの事でした。

また、見学会当日は天候が雨、また風も強く予定されていた富浦海岸の見学クルーズは行えませんでした。バスの中から強い波が富浦海岸の岩肌を打ちつけている様子を見学する事が出来ました。このような日本海の荒々しさがジオパークに認定される特徴ある地形を生みだしている事を感じました。このような特徴のある地形・風景を後々に残していくため

に、またこれらの地形がどのように出来たのかについてより理解を深めるために、地下の性状をとらえられる物理探査や解析が果たしていく役割は非常に大きいのだと考えさせられました。最後になりましたが、このような貴重な見学の機会を頂きまして、ありがとうございました。



鳥取大学大学院工学研究科  
石田 勇介

山陰海岸ジオパークに指定されている海岸線を車内から眺めているだけでも数々の壮麗な景色を堪能することができ、感銘を受けた。

山陰海岸ジオパークの特徴の一つとして、京都府京丹後市の経ヶ岬から鳥取県鳥取市の白兔海岸までの東西約110kmにも及び風光明媚な海岸線が挙げられる。海岸線には、日本海の海面変動や地殻変動により形成されたリア式海岸や鳥取砂丘に代表される海岸砂丘等が見られ、自然の経年変化がもたらす貴重な海岸地形が数多く残されている。これらの海岸地形の形成には、海流により漂う土砂(漂砂)量が大きく関係している。そのため、海岸に堆積する土砂の供給量と海岸から削り運ばれていく流出量のバランスが崩れれば、海岸線の形状に海岸浸食、ひいては環境改変がもたらす生態系の崩壊といった現象が起こり得る。このような問題に対処する過程において、漂砂量の推定がしばしばおこなわれる。漂砂量の推定方法としては、染料やフロートの追跡等をおこない流速および流向を計測し算出する方法や音波探査等を実施し地形変化から算出する方法が用いられている。また、対処したことによる事後影響を客観的に評価する際にもモニタリングやリモートセンシング等の物理探査手法は有効である。

実用化を目指し、自然環境に悪影響を及ぼさぬよう改良されてきた各種物理探査手法を用いることによって早急な対処につながることは望ましく思う。また、今回の見学会で感じることできた感動を、古き良きものを、自然環境に配慮しつつ後世まで残せるようにするためのアプローチの一つとして、状況に応じて各種物理探査手法を上手く使い分けて活用する必要があると思われる。



写真5 見学会(因幡万葉歴史館)

## SEG Honorary Lectureの報告

## SEG京都大学 Student Chapter



SEG京都大学Student Chapter 2012年度President: 京都大学工学研究科  
社会基盤工学専攻応用地球物理学分野修士2年生

樹田 行弘

米国物理探査学会(SEG)の講師派遣事業Honorary Lecture(SEG-HL)は世界の各地域別に、その地域の関連学会やSEG Student Chapterとの共催で実施する、教育目的の講師派遣事業です。今回、そのSEG-HLの一つが、SEG、(一般社団法人)物理探査学会、京都大学SEG Student Chapterの共催で、京都大学芝蘭会館を会場として平成24年11月19日(月)に行われました。SEG-HLの実施当日には、SEGJの後援を受け、京都大学工学研究科社会基盤工学専攻応用地球物理学分野、関西大学環境都市工学部都市シス

テム工学科地盤環境工学研究室、財団法人地球システム総合研究所、特定非営利活動法人環境・エネルギー・農林業ネットワーク(EEFA)の共催する国際シンポジウム第16回Recent Advances in Exploration Geophysics(RAEG2012)が行われており、その国際シンポジウムのプログラムの一部として実施されたこととなります。国際シンポジウムRAEG2012のプログラムが進行中、本SEG-HLの進行はSEG京都大学Student Chapterが務めました。

講演者および講演タイトルは、2012 SEG Near Surface HLとして、SEG副会長Dr. Richard Miller(Kansas Geological Survey)により、"Near-surface seismic: More than a problem of scale"でした(写真1)。HL参加者はRAEG参加者をはじめ全56名(写真2)にのぼり、京都大学内外から多くの参加者を集めることができました。

講演では、地下浅部に特徴的な諸々の問題と、弾性波探査手法を用いた効果的な調査計画法について主眼を置かれました。講義は地表付近における弾性波探査と波動伝播の基礎から始まり、高解像度探査のためのデータ取得とデータ処理について解説と、浅部探査における様々なケーススタディについて紹介され非常にボリュームのある、充実した内容でした。講義を通して、様々な状況に対応した柔軟な発想による効率的な探査手法の数々に大いに刺激を受けました。

講義中はもちろん、RAEG開催全期間を通して学生及び法人参加者の皆様からの多数の質問と議論に対して、HL講師であるDr. Millerは非常に丁寧にご対応下さいました。さらには、レセプションに至るまで我々学生と多くの議論を交わしていただき、学生の携わる研究に関する貴重なご助言をいただくこともできました。また、今回のHL開催に対して大変ご満足いただいたこと、京都大学Student Chapterの活動を奨励する旨のお言葉をいただきました。

最後になりましたが、SEG京都大学Student Chapterとして、SEG-HL開催に対しSEG、そして何よりもHLの講師Dr. Millerに御礼を申し上げます。今後ともこのような貴重な経験と交流を得るための場として、物理探査学会とも協力し、SEGの教育プログラムを積極的に活用していきたいと思っております。

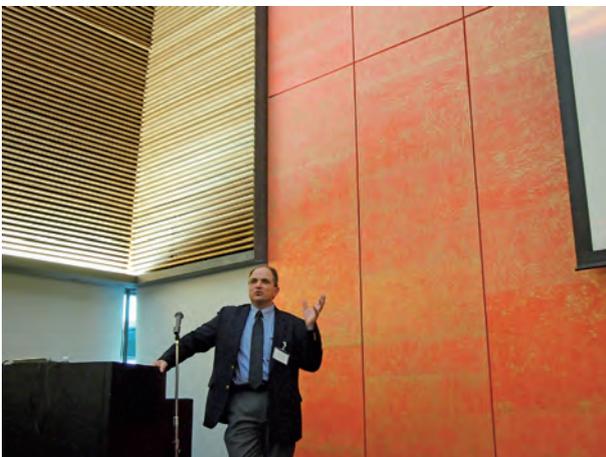


写真1 Dr. Richard Millerによる講演の様子



写真2 SEG HLおよびRAEG2012参加者

## 米国物理探査学会における研究室ブース

SEG京都大学 Student Chapter



SEG京都大学Student Chapter 2013年度Vice President: 京都大学工学  
研究科社会基盤工学専攻応用地球物理学分野修士1年生

寺西 陽祐

米国物理探査学会(Society of Exploration Geophysicists)の第82回大会が、2012年11月4日から9日まで、ラスベガスのマンダレイベイ・コンベンションセンターで開催されました。今回のSEG Annual Meetingでは1,500件を超えるアブストラクトが投稿され、ピアレビュー950人による厳しい査読の後、約900論文のみが採択されたそうです。本大会期間中は、口頭発表・ポスター発表合わせて116ものテクニカルセッションが組まれ、連日興味深い講演が続きました。ポスター発表においては、従来のポスター展示形式の他に、今回、初の試みとして大型ディスプレイを用いたポスター発表(E-poster)が導入され、口頭発表とポスター発表を合わせたような形式で発表が行われ、参加者の注目を集めていました(写真1)。ポスター会場は企業や研究機関の展示ブース会場と同じ会場に設けられ、非常に多くの人々がポスター会場に足を運んでいました。口頭発表・ポスター発表共に、1件あたりの発表時間ぎりぎり一杯まで白熱した質疑応答がなされていたことが強く印象に残っています。

今回の大会参加者数は8,000名、260を超える展示ブース出展数を数えたそうです。その中で、このSEG大会で日本のSEG Student Chapterとして初めて、京都大学Student Chapterを代表し、工学研究科社会基盤工学専攻応用地球物理学研究室ブースの設営・運営を行いました。SEGにも研究室単位でのブース展示はあまり例がない上、研究室としても初めての試みでしたが、教職員・学生で一致団結し展示ブースの完成に到ることができました(写真2)。出展期間中は、日本人の研究者の方々はもちろん、海外の研究者・学生にも多数ご訪問戴き(写真3)、夕方には連日日本酒を振る舞いました。

今回のSEG Annual Meetingでは学会参加だけでなく、研究室ブース運営への参加で、数多くの方々との接点を持つことができました。研究室で行っている研究内容や訪問者の研究について議論し、意気投合した訪問学生と共に夜のラスベガスに飲みに出るなど、非常に意義のある国際学会参加となりました。



写真1 E-poster発表中の岡本京祐さん(博士2年生)



写真2 完成したブースで、ご訪問下さった物理探査学会茂木会長とブース完成記念写真

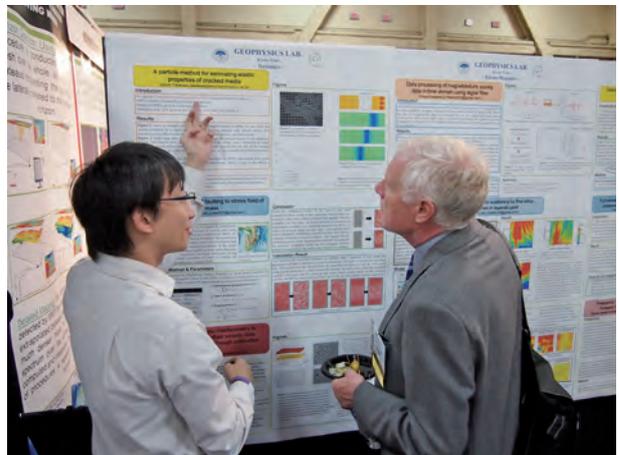


写真3 ブースで説明・議論中の武川順一先生



## 講演会・セミナー開催のお知らせ

### 第128回春季学術講演会

1. 会期：平成25年6月3日(月)～6月5日(水)
2. 会場：早稲田大学国際会議場
3. 一般講演(口頭およびポスター)申込について  
申込受付：平成25年3月25日締切
4. 講演論文原稿および講演要旨の締切について  
締切：平成25年4月22日
5. 講演会参加費  
一般：4,000円(事前登録)、5,000円(会場登録)、  
学生：2,000円(事前登録)、3,000円(会場登録)
6. 講演会参加事前登録  
平成25年3月1日(予定)～5月24日
7. 問い合わせ先  
〒101-0031 東京都千代田区東神田1-5-6 MK第5ビル 2F  
一般社団法人 物理探査学会 事務局  
電話：03-6804-7500, FAX: 03-5829-8050  
E-mail：office@segj.org, HP: http://www.segj.org/

### 物理探査学会65周年記念行事

1. 会期：平成25年6月4日(火)
2. 会場：早稲田大学国際会議場 井深記念ホール(式典)  
リーガロイヤルホテル早稲田(祝賀会)
3. 問合せ先  
〒101-0031 東京都千代田区東神田1-5-6 MK第5ビル 2F  
一般社団法人 物理探査学会 事務局  
電話：03-6804-7500, FAX: 03-5829-8050  
E-mail：office@segj.org, HP: http://www.segj.org/

### SEG 2013 Honorary Lecture, South&East Asia

1. 会期：平成25年5月10日(金)  
講義14:00～ 懇親会17:00～
2. 会場：京都大学桂キャンパスCクラスター  
C1-2-311 人融ホール  
[http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/access/campus/map6r\\_k.htm](http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/access/campus/map6r_k.htm)
3. 講師：D. P. Sinha (EESH Energy Enterprises, EnerGeo India Ltd.)
4. 講演タイトル：Earth velocity estimation? Bridge the gap of interdependency between geology and geophysics
5. 主催：SEG京都大学Student Chapter、物理探査学会  
<http://www.seg.org/education/lectures-courses/honorary-lecturers/sinha/schedule>

### 第1回 アジアパシフィック・ニアサーフェス物理探査国際会議

**概要：**アジア・パシフィック地域に位置する米国、中国、オーストラリア、韓国および日本の物理探査学会が協力し、土木・環境分野などの比較的浅部を対象とする物理探査に焦点をおいた国際会議(ニアサーフェス物理探査カンファレンス)を開催することになりました。2年毎に開催される予定です。第1回は中国地球物理学会がホストとなって北京で開催されます。日本の物理探査はニアサーフェスが主要な対象の1つになっており、海外の技術者からもニアサーフェス物理探査における日本の貢献が期待されています。多くの物理探査学会員の参加を期待しています。

- 名称：Near Surface Geophysics Asia Pacific Conference  
日程：平成25年7月16日～19日  
場所：中国・北京(Beijing International Convention Center)  
論文締切：2013年4月11日  
ホームページ：http://www.seg.org/events/upcoming-seg-meetings/nsgapc13

## 編集後記

新年明けましておめでとうございます。物理探査ニュース誌も4年目に突入り、17号を刊行するまでに至りました。「あれ、もっと前から出版されていたのでは?」と思ってくれた方が多く、こういったリアクションにニヤリとするニュース委員も多いのではないのでしょうか。

本号では、磁気探査、地熱地域での電磁探査という前号からの引き続きの記事とともに、温室効果ガス制御技術国際会議(GHGT-11)、物理探査学会秋季学術講演会、SEG年次総会、SEG Honorary Lectureの報告なども目白押しです。

筆者も数年ぶりに参加したSEG年次総会では海底電磁探査と自然地震探査(独立型地震計)のブースの多さに驚かされ、技術開発は日進月歩であることを実感しました。ニュース誌が今後もそういった臨場感を率直に伝えられるような媒体となればと思っております。

最後になりましたが、16号の謎かけの答えは見つかりましたでしょうか? 答えは、形式段落の1文字目を順番に読むと…!(なので、冒頭の地熱がひらがなだったので、校正していた

我々も気が付きませんでした。あつという間に気がついた方もちらほら。

(ニュース委員会委員：河村 知徳)

### 【物理探査ニュース16号に関するお詫びと訂正】

いつも物理探査ニュースをご愛読いただきありがとうございます。さて、前号の物理探査ニュース16号の表紙目次において、研究室紹介の研究室名に誤りがありましたので、お詫びと訂正をさせていただきます。研究室名に誤りがあり、記事の方の秋田大学大学院工学資源学研究所応用地球物理学研究室が正しい名称です。大事な地球が抜け落ちてしまいました。大変申し訳ありませんでした。同研究室は通称が物探研究室とのことで、現場でてきばきと動ける人材を送り出すという方針のもとに実習を含めた多角的な研究内容がいまきと紹介されています。様々な場所での実習の様子が写真入りで紹介されていますので、もう一度お手にとってご覧いただければと存じます。

(ニュース委員会委員長：高橋 明久)

## 著作権について

本ニュースの著作権は、原則として一般社団法人物理探査学会にあります。本ニュースに掲載された記事を複製したい方は、学会事務局にお問い合わせ下さい。なお、記事の著者が転載する場合は、事前に学会事務局に通知頂ければ自由にご利用頂けます。

## 物理探査ニュース 第17号 2013年(平成25年)1月発行

編集・発行 一般社団法人物理探査学会 〒101-0031  
東京都千代田区東神田1-5-6 東神田MK第5ビル2F  
TEL：03-6804-7500 FAX：03-5829-8050  
E-mail：office@segj.org  
ホームページ：http://www.segj.org