

物理探査 ニュース



公益社団法人 物理探査学会
Society of Exploration Geophysicists of Japan

目次

現場レポート

時間領域電磁探査装置の研究開発(2)	1
ペットボトル自然電位探査	5
物理探査技術者が変えたミュージックシーン	7
キャンパスビジット紹介ー北海道大学編ー	8
脱線物探英語 その10	9
会員企業紹介 石油資源開発株式会社	11
第132回(平成27年度春季)学術講演会開催報告	13
共催シンポジウム参加報告	14
お知らせ・編集後記	15

Geophysical Exploration News July 2015 No.27



表紙説明：本号に登場する物理探査

(左)マルチコプターを用いた空中電磁探査(4P)、(右上)ペットボトル自然電位観測(5P)、
(右下)発見井で本邦初の海上VSPが実施された岩船沖油ガス田(12P)



時間領域電磁探査装置の研究開発(2)

— 空中電磁探査(GREATEM:グレイテム) —

有限会社ネオサイエンス 城森 明

1. はじめに

トンネルや地熱開発の調査の場合は、急峻な山々に囲まれた山間部において、広域を調査する物理探査が求められることがあります。従来、これらの調査は、人が伐採を行い測定地点まで測定機器を運び実施されてきました。しかし、それには危険をともしない、調査時間が掛かります。また、広域を高密度で調査することは極めて困難です。もし、以下の2点の技術的な課題を解決した探査手法が存在するならば、空中探査が可能となり、これらの短所を克服することができます。

- ① 大地に非接触で探査ができること。
- ② 飛行しながら探査を行う必要性から高速測定が可能であること。

前回の「時間領域電磁探査装置の研究開発(1)」の中でお話したように、電磁誘導により探査を行う電磁探査は、大地に非接触で探査することが可能です。かつ、時間領域の電磁探査は、電流遮断時に発生する磁場の変化(過渡応答)のみによって測定を行うことができるため、測定時間が短いのが特徴でした。両者の特徴を備えた時間領域電磁探査は、空中探査の条件を満たす理想的な探査手法であると考えられます。

ここでは、地上に送信源としてのケーブルを敷設した空中電磁探査(GREATEM(Grounded electrical-source airborne transient electromagnetic))についてお話しさせていただきます。この方法は、電力中央研究所を中心とした研究グループ(北海道大学、京都大学、九州大学、応用地質(株)、(株)セレス)が、文部科学省の補助金による「総合空中探査システムを用いた大規模災害の防災技術に関する研究(2003~2005年度)」の中で開発されました(伊藤・他、2007)。

2. 測定原理と測定方法

2.1 測定原理

電磁探査の原理は、前回の「時間領域電磁探査装置の研究開発(1)」でお話した通りです。ここでは、GREATEMの測定原理についてお話し致します。GREATEMでは地上に敷設したケーブルに電流を流すことで信号に用いる磁場(1次磁場)を発生します。地下の比抵抗構造は、この電流を遮断した瞬間に大地に発生する誘導電流により生じた磁場(2次磁場)の減衰状態、これは過渡応答と呼ばれていますが、この形状により解析します。この形状は、比抵抗が

高い大地では急速に、低い大地では時間を掛けて減衰する曲線となります(図6参照)。

GREATEMの場合、地上に数kmの長さで敷設したケーブルを用いて1次磁場を発生させて探査を行うため、磁場は地下深部まで浸透します。その結果、他の空中電磁探査と比較して深部まで探査ができます。これがGREATEMの特徴です。大地の比抵抗やノイズ状況にもよりますが、通常は深度800m付近まで、条件が良くノイズが小さければ深度数kmまでの探査が可能です。

2.2 測定方法

測定では、送信源から発生した磁場をヘリコプターに吊るしたセンサ(バード内部のインダクションコイル)により受信します(図1、写真1、2、3)。

時間領域電磁探査の場合、送信と受信の同期が重要となります。両者の同期はGPSと高精度時計により数 μ sの精度で行っています。

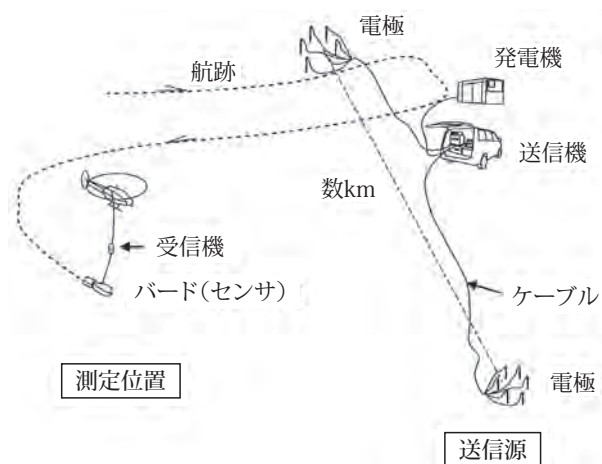


図1 GREATEM探査模式図

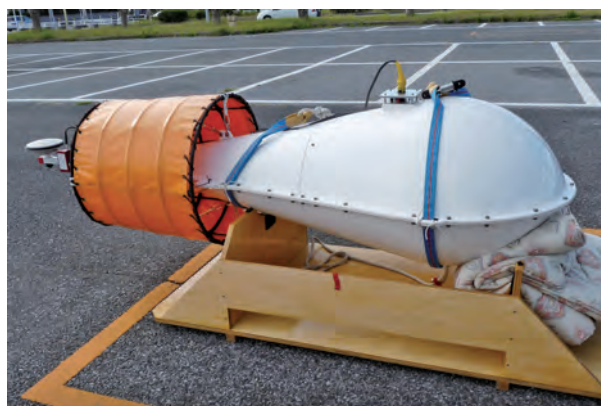


写真1 バード(電力中央研究所製)

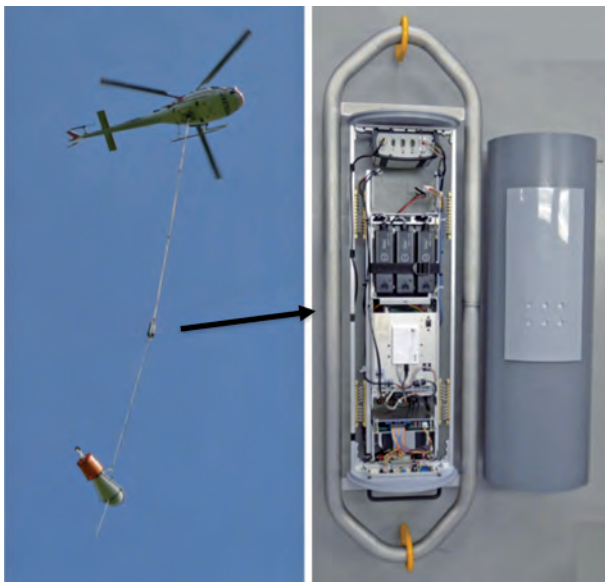


写真2 飛行状況 写真3 受信機
(ネオサイエンス社製)

3. 測定データの処理方法と解析

GREATEMのデータ処理と解析の手法は、すでに地上で実施しているTDEM(Time Domain Electromagnetic)の方法を応用すれば良いことが分かっていました。しかし、困難を極めたのが、センサの揺れによるノイズでした。ヘリコプターにより曳航されたバードは、揺れを抑えることはできません。日本での地球磁場の強度は、およそ46000 nTです。ご承知のように、この量は方位磁石の針を動かすほどの力があります。その強い磁場の中で、磁場センサが揺れると大きな揺れノイズ(motion noise)がデータに含まれてしまいます(図2)。

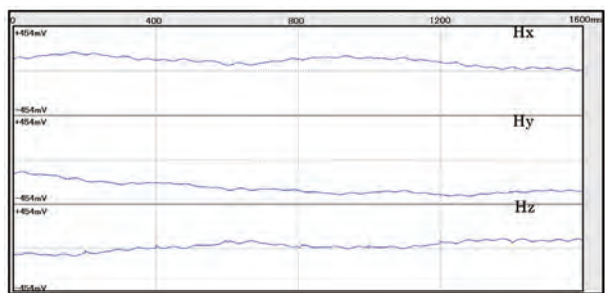


図2 磁場センサの揺れにより乱れた測定データ
Hzの成分にわずかにみられる8つのパルスが信号です。

揺れは図3に示すように座標回転により表すことができます。図中の固定座標とは地理上に固定された座標です。地球磁場もこの固定座標系上では一定であるとみなせます。ここでバードが揺れるとバードに搭載された磁場センサが揺れて、各軸からみた地球磁場が変動しているように見えます。これが探査にとって大きな揺れノイズとなります。GREATEMでは、この揺れノイズを除去するために、揺れと方位を捉えるためのセンサ(姿勢計、角速度計、方位計)を搭載しています(写真4)。

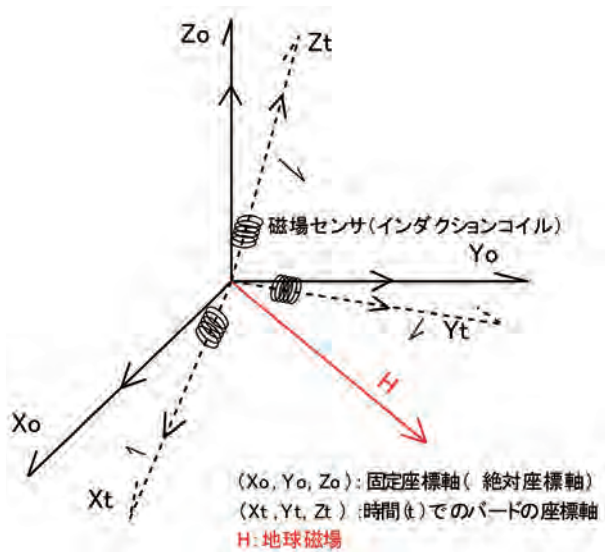


図3 地球磁場とバード(磁場センサ)の揺れ

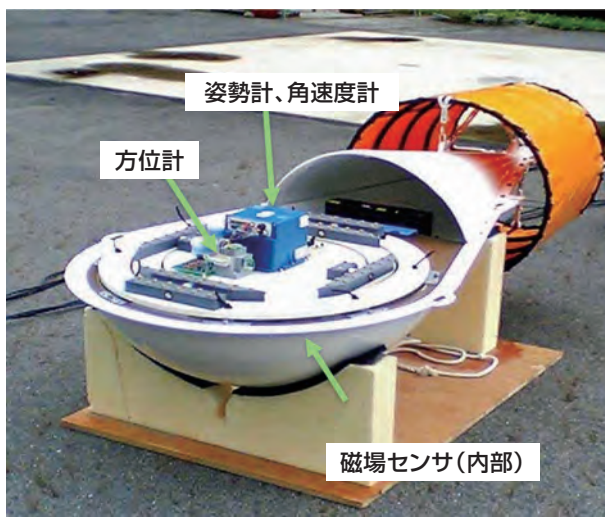


写真4 バードに搭載された各種のセンサ

磁場センサの揺れによるノイズの除去を行うためには、まず、これらのセンサのデータを用いて揺れによるノイズ磁場を予測します。しかし、これだけでは、十分ではありません。次に、予測した磁場と磁場センサとの間には強度や周波数特性に違いがあるため、それらを予測された磁場に考慮する必要があります。

この方法は、各センサの特性から導くことも可能ですが、GREATEMでは、より現実的な方法を用いています。その方法は、信号を送信しない飛行時の測定データを事前に準備します。このデータから予測した磁場($Hce(\omega)$)と、その時に磁場センサが測定した磁場($Hcm(\omega)$)との間で伝達関数($T(\omega)$)を求めます((1)式)。この伝達関数が、予測した磁場と磁場センサとの間の強度や周波数特性の違いを補正する関数となります。

$$T(\omega) = Hcm(\omega) / Hce(\omega) \dots\dots\dots (1)$$

ω : 角周波数
ここで、伝達関数と磁場の値は複素数です

次に、信号送信時のデータから揺れによるノイズ磁場 ($Hm(\omega)$) を予測します。この方法は、揺れを捉えるためのセンサのデータから予測した磁場 ($He(\omega)$) に、この伝達関数を掛け合わせることで可能です ((2)式)。

$$Hm(\omega) = T(\omega) \cdot He(\omega) \dots\dots\dots (2)$$

揺れによる磁場のノイズ除去は、上記の方法で求めた揺れによるノイズ磁場 ($Hm(\omega)$) を時系列の波に戻した後に測定データから引き去ることで行います (図4)。

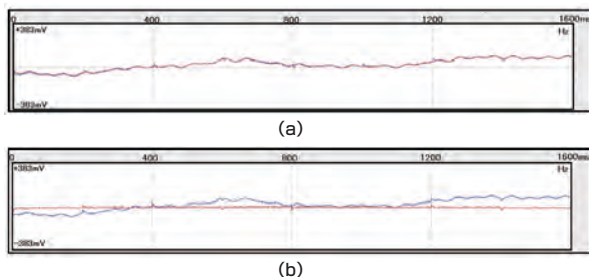


図4 揺れによるノイズ磁場の除去
青線:測定波形、(a) 赤線:揺れから予測されたノイズ磁場、(b) 赤線:揺れによるノイズ磁場を引き去った後の波形

このようにすることで求められた波形を絶対座標での各軸方向(北、東、鉛直上方を+とする軸)での値に変換した後、スタッキング(波形の重ね合わせ)を行い(図5)、その後、波形に各種デジタルフィルタ処理を行って、揺れによるノイズ磁場や電磁ノイズを軽減します。解析はこのようにして明瞭となった信号を用いて行います。

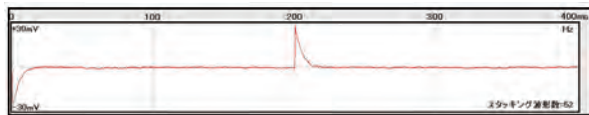


図5 スタッキングにより明瞭となった信号

現状の解析では、各深度の比抵抗を求めるために水平多層構造を仮定した1次元解析を行っています(図6)。この方法では、測定波形と計算波形が整合する最適比抵抗モデルを逆解析を用いて求めています。

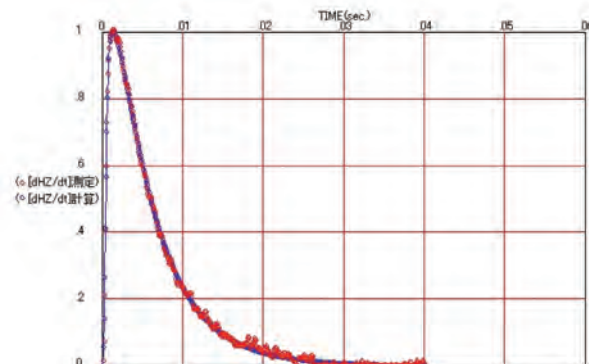


図6 1次元解析による測定波形と計算波形の比較(伊藤・他、2007より引用、一部修正)
赤丸:測定波形、青丸:計算波形、両波形はピーク値で規格化しています。

4. 探査例

磐梯山で行ったGREATEMの調査例についてお話します(伊藤・他、2007, Mogi et al., 2009)。磐梯山は1888年7月15日、7時45分ごろから噴火が起り、短時間に十数回の噴火が続いて山体の一部が崩壊しました。崩壊した山体は岩屑なだれとなって北方へと流れ下り、家屋、山林を埋めつくす大惨事を引き起こしました。

調査は磐梯山の西側、約2km離れた位置を南北に通る道路(磐梯山ゴールドライン)沿いに約2.5kmの送信源を敷設して行いました。送信源には24Aの電流を流して送信源から約3km離れた領域を探索しました。調査地区の北東には山体崩壊により形成された谷(Avalanche Valley)が含まれます(図7)。

4.1 探査結果

図7の調査結果は1次元解析で求めた層構造モデルの比抵抗値を並べてコンターリングしたものです。

断面図より、表層から深度200~300mまでは100Ω

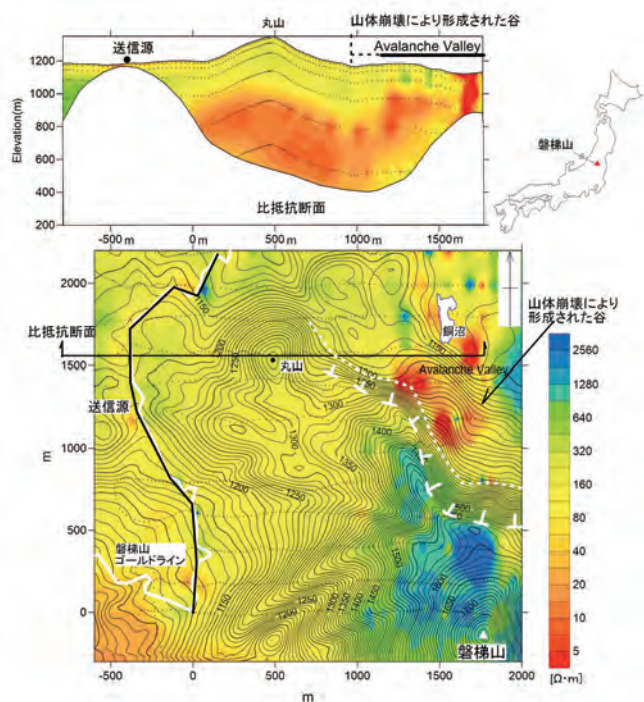


図7 磐梯山の探査結果(Mogi et al., 2009より引用、一部加筆)
上段: 比抵抗断面図、図中の黒点は解析した各層の中心を示す。
下段: 深度100mの比抵抗平面図、実線は地形等高線(数値の単位はm)を、図中の点は測定位置(飛行航跡)を示す。

m以上の高比抵抗層が、それ以深には100Ωm以下の低比抵抗が分布する状況が分かります。一方で、山体崩壊により生じた谷では、表層から深度200～300mに分布した高比抵抗層が存在せず、表層から20Ωm以下の低比抵抗が分布する状況が分かりました。

4.2 地質解釈

一般的に、粘土鉱物あるいは高イオン濃度の地下水を含む地質では比抵抗が低いことが分かっています。

GREATEMを用いた空中電磁探査結果から、山体崩壊により形成された崩壊壁やその周辺の谷部は表層から低比抵抗であることが分かりました。この部分は、火山地質特有の熱水変質を受けたと考えられ、粘土鉱物を多く含んでいると推察できました。

5. これからの空中電磁探査

近年、マルチコプターが空中写真や立体画像を得るために使われはじめています。この方法は、地質調査や防災の分野では、これからも、より多く利用されるであろうと考えられます。また、マルチコプターは有人ヘリコプターと比較して、危険性が少なくコストも低いことから空中電磁探査においても大きな可能性を秘めていることは言うまでもありません。

GREATEMは2003～2005年に開発されましたが、近年では、当時と比較して、パーソナルコンピュータや磁場センサ(写真5)が非常に高精度、小型化されて、同時に小電力での起動が可能となってきており、マルチコプターへの搭載も可能となってきました(写真6)。

近い将来、空中電磁探査の分野でも、マルチコプターを用いた電磁探査が可能となり、3次元逆解析の進歩とともに、

3次元電磁探査の飛躍的な進歩が期待できると考えています。



写真6 マルチコプターを用いた空中電磁探査の開発

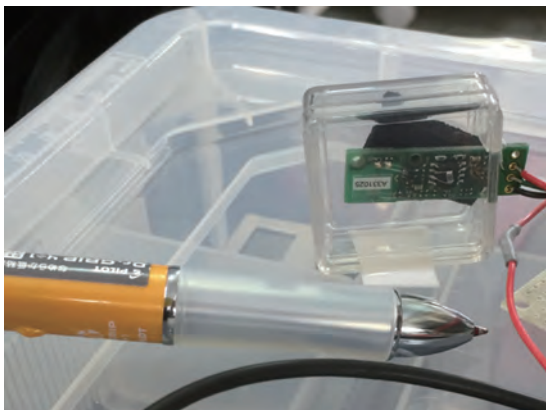


写真5 小型の磁場センサ(MIセンサ(愛知製鋼社製))

<参考文献>

- 伊藤久敏, 海江田秀志, 楠 建一郎, 茂木 透, 田中良和, 藤光康宏, 結城洋一(2007): ヘリコプターを用いた総合的な空中物理探査システムの開発, 電力中央研究所報告, N06011, p.1-21., N06012, p.1-20.
- Mogi, T., Kusunoki, K., Kaieda, H., Ito, H., Jomori, A., Jomori, N., Yuuki, Y.(2009), Grounded electrical-source airborne transient electromagnetic survey of Mount Bandai, north-eastern Japan, Butsuri-Tansa, Vol. 62, No.1, p.1-7.



素人の僕でもできた! ペットボトル電極で自然電位探査

— 知床硫黄山溶融硫黄噴火の謎に迫る! —

山本 睦徳(解説: 京都大学 後藤 忠徳)

はじめに(後藤 忠徳)

物理探査は一般市民には馴染みが薄い、専門的な技術であると思われがちです。でも果たしてそうでしょうか? 今日はその「例外」を御紹介いたします。山本睦徳氏は私の知人のドキュメンタリー作家です。物理探査の専門家ではありませんが、好奇心旺盛な方で私のホームページ(*)で紹介している「ペットボトルを用いた自然電位計測」を自力で実施し、知床硫黄山を調査されています。山本氏は当学会員ではありませんが、物理探査のすそ野を広げるとい意味においても、興味深いレポートを頂きましたので紹介させていただきます。

素人の僕にもできた(山本 睦徳)

僕の仕事はドキュメンタリー作家。地球科学関係のドキュメンタリー映画を作ったり記事を書いたりしている。とはいっても大学は外国語学部を出ていて、理系の大卒者ではない。卒業後に聴講生として大学の地学関係の授業を受けたり、地学の先生の団体に入ったりしたが、しょせん素人だ。

北海道にドロドロに融けた硫黄を大量に噴出する「知床硫黄山」というおもしろい火山がある。1936年に噴火した時は20万トンもの溶融硫黄が流れ出たそうだ。この奇妙な火山を題材にして新しいドキュメンタリー作品を作ろうと、10年前から自宅がある京都と知床との間を往復して調査している。地質図を作ったり温泉やガスを調べたりしてみたが、地下で硫黄が作られるようすを調べるには限界がある。それでどうしても物理探査をしたかった。

ペットボトル電極との運命的な出会い

物理探査の本をいくつか読んでみたが、初めての人でも探査ができるような具体的な方法が書かれているものはなかった。そこでインターネットで検索してみたところ、京都大学の後藤忠徳先生のサイト(*)にたどりついた。「ペットボトル電極」というペットボトルで作った手作りの電極とテスターとを使って自然電位を計測するという画期的なアイデアだった。石膏を詰めた底部から硫酸銅水溶液が徐々に漏れて地面と導通する仕組みだ。これなら僕でもできそうだ。

近所のスーパーでペットボトルのお茶を買い、ホームセンターで銅線やボンド、石膏、ビニールテープを買ってきた。カッターナイフでペットボトルの底をくりぬく。漏斗を使って石膏を流し込み固まるのを待つ。その間にサララップの芯に銅線をくるくると巻いてコイルを作る。見た目はまるで小学生の工作だが、あなどってはいけない。これでも立派な探査用電極だ。

いざ練習! 裏山に入り、硫酸銅水溶液をドクドクとペットボトル電極に注ぎ込んだ。ペットボトル電極を20mくらいの間隔に置いてケーブルをつなぎテスターで電圧を測る。つまり自然電位というのは地面の電圧なのだ。それからペットボトル電極を次々に移動させてどんどん測っていった。ちゃんと自然電位が測れることはわかったのだが、その後どうしていいのかよくわからなかった。しかしとにかく現地で行ってみようと思い、知床硫黄山で実践することにした。物理探査でできることはこれしかないのだ。



図1 知床硫黄山の1号火口と山頂(奥)



図2 知床硫黄山での自然電位測定の様子

いざ本番!

2013年6月敦賀港から船に乗りこみ苦小牧に渡った。そこからバイクで500km知床まで走った。

現地は硫黄を噴出した「1号火口」から斜面の上に向かって噴気孔が連なっている。そこで1号火口を通るように下のほうから斜面上方に向かって自然電位を計測していった。すると1号火口の上の噴気帯では自然電位が高くなる。「これはすごい!」確かな手ごたえを感じて京都に帰ってきた。

1か月後、再び知床硫黄山で自然電位を計測した。今度は1号火口を起点に1週間かけて100か所計測した。翌年もさらに調査を続け、計測地点は170か所になった。



図3 (左)1936年当時のカムイワッカ川の様子
(右)2014年に左とほぼ同じ場所で撮影

(左)写真は、「渡邊武男・下斗米俊夫(1937):北見国知床硫黄山昭和十一年の活動,北海道地質調査会報告,9,1-37.」より引用

ヒグマ現れる!

余談になるが、知床はとにかくヒグマが多い。しかも本州のツキノワグマよりはるかにデカイ。登山道を歩いていると遭遇することがたびたびある。あるとき「うーうー」というめき声が聞こえてきた。茂みの中で何かヒグマに襲われている。襲われているのは人か?鹿か?「たすけてえ!」とかなんとかいう「言語」が聞こえてこないのが多分鹿だったのだろう。その後ループを描くように自然電位を計測して戻ってくると、さきほどの茂みからバキバキと骨をかみ砕く音がした。ちなみに僕が寝泊りしているテントはそこからわずか200mのところにあった。ちょっと怖すぎる調査だった。



ついに見えてきた地下構造

さて、データ処理は、ウトロという小さな町の食堂でパソコンを広げホッケ定食を食べながら(迷惑がられながら)やった。記録したデータのうち数値はエクセルに入力し累積する。計測地点は紙の地図を見ながらパソコン上の地図にプロットしていった。数値の大きさに応じて色を決め、色玉にして地図にプロットしていった。

出来上がった地図を見ると、噴気帯周辺は自然電位が高い傾向があるが、そうでないところも結構高かったりしてあまりぱっとしない図になった。炎天下でヒグマにびくびくしながら調査したわりには、なんだかよくわからない結果になってしまったと思って半分あきらめていた。

ところが後日、標高補正をかけるとよいと後藤先生に教えていただいた。しかもその補正値を計算してくださいました。それにしたがって各数値を補正し色玉地図を作り直した。「見えてきた!見えてきた!」自然電位の熱異常の地域がくっきりと浮かびあがったのだ。その熱異常地域こそ硫黄が生成されている場所だ。

大量の熔融硫黄を噴出する火山は地球上で知床硫黄山しかない。しかし1936年の噴火当時に北海道帝国大学の渡邊武男先生が調査されて以来ほとんど調査されてこなかったし、熔融硫黄噴火のしくみも解明されなかった。今回、誰でも簡単に作ることができるペットボトル電極とテスターとを使って、また後藤先生のご協力もあってこの謎を解明することができたことは本当にうれしいことであつた。

(地球惑星連合大会2015にて一部をポスター発表)

(*)ホームページはこちら:

<http://obem.jpn.org/docs051.html>





物理探査技術者が変えたミュージックシーン

石油資源開発株式会社 高橋 明久

皆さんはシェール(Sher)の "Believe" という曲を聞いたことがありますか。1998年にビルボード誌チャート4週連続第1位を飾った大ヒット曲です。聞いたことのない方はまずはYouTubeに無料の動画がありますから見てください。この曲で印象的なのは曲の途中でシェールのボーカルが突然ロボットの様な人工的な音声になるところです。単なるミキシングのテクニックと思っていたのですが、なんとそこには物理探査と深いつながりがあったのです。



その主人公はDr. Harold Hildebrand(通称 Dr. Andy)。もともとは石油メジャーExxonの研究所で地震探査データ処理を研究していた物理探査技術者です。Dr. Andyは1976年から1979年にはExxon Production Researchに勤務し、1982年からは石油物理探査の世界では有名なLandmark Graphics社の創始者の一人として名を連ねます。Landmark社の製品としては3次元地震探査データの解釈ワークステーションが有名ですが、Dr. Andyはその技術開発の先頭に立った人物です。

さて、このAndyさん、1989年にはLandmark社を離れて、何とライス大学のシェパード音楽学校に入学して、昔から憧れていた作曲の勉強に入ります。音楽の勉強をする中で彼が考えていたのは、異なる楽器の演奏を多重録音して一つにまとめるルーピングという作業をデジタルで完璧にするというテーマでした。別々に録音した演奏は微妙にピッチ(音程)がずれていたり、テンポが早くなったり遅くなったりしており、それを完璧に合わせるのには通常は無理です。しかし、そこはデジタル信号処理を専門としていた物探屋のAndyさん、信号処理の技術を駆使してピッチとテンポを補正するアルゴリズムと装置を開発したのでした。その装置は1999年にU.S. Patentを取得しており、HPからも見る事ができます。以下に特許本文の一部を訳出してみます。

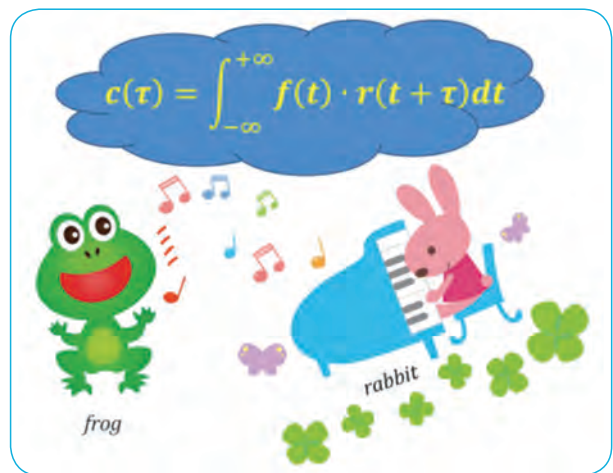
「この装置は楽器や歌声をA/D変換器等間隔にサンプリングするマイクロプロセッサを搭載している。波形の自己相関関数からその周期を連続的に求め、出力したい周期と比較し、入力周期と出力周期の比を用いて波形をリサンプリングする。この時に使う比は急激な変化をさせないようにスムージングしておく。出力波形はD/A変換器によってアナログに戻される。」

というわけで、出てきましたねえ、自己相関関数。デコンボリューションの式にも出てきますね。音楽の世界に憧

れたとは言え、やっぱりそこは根っからの物探屋。やっぱり算数が好きなんですか。

さて、このAndyさんの発明したツールは彼の会社Antares Audio Technologies社から"Auto-Tune"という製品名で発売されて世界の音楽シーンを変えました。先ほどのシェールのロボットボイスもこの"Auto-Tune"で作ったものです。本来はピッチとテンポを合わせるための装置ですが、設定によってこのようなこともできるのです。

高校で放送劇部にいた娘にこの話をしたら、「それは"ケロケロボイス"っていうんだよ」と教えてくれました。"ケロケロボイス"でWEBを検索すると結構真面目に原理を教えてくれる記事があります。それによれば、人間の歌声はある音程から別の音程に移るときに僅かな時間ですが、なめらかに音程変化をします。これが人間の歌らしさなのですが、このなめらかな変化を機械的になくしてしまうと、ロボットのような声になり、カエルの鳴き声のようにも聞こえるので"ケロケロボイス"というのだそうです、なるほど。



カエルとウサギのクロスコリレーション



ミュージシャンとしての著者

キャンパスビジットの紹介

— 北海道大学編 —

電力中央研究所 鈴木 浩一

キャンパスビジットとは、物理探査技術を分かりやすく紹介することを目的に、学生もしくは若手研究者を対象として、実践経験の豊かな学会員による物理探査技術の適用事例を中心とした講演会活動(非営利活動)です。希望される大学と本学会の連携により2003年度より継続して実施しています。その活動履歴については表をご覧ください。お時間を多めに確保していただければ、現場で使用する物理探査装置を準備して、物理探査のデモンストレーションを行うことも可能です。

2010年度からは北海道大学川崎教授のご厚意で授業の一コマ(90分)を割り当ていただき、学生参加者数の安定化を図ることができました。そのため、同大学では年1回の開催を継続しています(写真)。

もちろん、その他の大学でも開催させていただきたいのですが、学生さんの確保は学会では限界がありますのでその点ご配慮いただけると助かります。

講師の選定、講演内容や期間等の実施方法や内容の選定については相談のうえ行います。お問い合わせやお申し込みの如何に関わらず、お気軽に学会事務局までご連絡下さい。以下に受講してもらった学生さんからの生の声を数件紹介します。

A君 『授業では物理探査のさわり程度しか聴いていなかったのですが、実際の現場で行われた探査事例をまじえた講義はとて分かり易く興味深かった。資源コースの学部

生として物理探査をさらに深く勉強したいと思う。本日の特別講義を受講しにきて良かった。』

Bさん 『地下数kmの構造が分かるまで技術が発達しているのには大変驚いた。講義自体も単調な説明で進めるのではなく、教室を立ち歩きながら時々出されるクイズがとても興味を引き立てた。いつもと雰囲気の違う特別講義を通してより深く勉強したい。』

C君 『物理探査が人類の繁栄に多分野で貢献していることを初めて知り、より深く勉強してみたくなった。将来的には資源開発に関わる仕事がしたいので、特別講義は新鮮でとても興味深いものでした。今後もより高精度な技術に発展していくことが望まれます。』



写真 北海道大学でのキャンパスビジット(2015年度)

表 キャンパスビジットの経緯

開催日	開催場所	テーマ	大学側対応者	講師	学生	時間
2003.7.29	金沢大学工学部 物質化学工学科	土木・環境問題に係わる物理探査法	川西助教授	5	30	3h
2003.10.4	山口大学理学部 自然科学基盤系学域	応用地質学に係わる物理探査法	田中和広教授	7	115	7h
2004.10.23	首都大学東京工学部 土木工学科	土木・都市防災に係わる物理探査法	岩楯敏広教授	5	81	3h
2004.11.27	東北大学工学部 環境科学科	グローバルな地球計測技術の最先端	森谷祐一講師	9	37	7h
2005.10.8	東京工業大学総合理工学研究科	大陸棚・海洋資源・遺跡探査に係わる物理探査法	渡邊真紀子教授	3	21	3h
2005.10.21	筑波大学理工学部 システム情報工学	地球環境問題に係わる物理探査の基礎と適用例	川村洋平講師	3	48	3h
2005.12.5	京都大学工学部 社会基盤工学	先端の地下エネルギー資源精査技術とその将来	芦田譲教授	1	43	1.5h
2006.10.12	北海道大学工学部 環境循環システム	物理探査の基礎とその適用例	名和豊春教授	3	112	3h
2006.11.14	早稲田大学理工学部	物理探査の適用例	毎熊輝記教授	2	66	3h
2007.10.19	横浜国大工学部 土木工学教室	資源工学・土木工学に係わる物理探査法	谷和夫教授	2	15	3h
2008.12.22	千葉大学理学部 地球科学科	地球物理・資源開発に係わる物理探査法	成瀬元准教授	3	43	3h
2010.12.7	北海道大学工学部 環境社会工学科	地球のお医者さん「物理探査」の最先端	川崎了准教授	1	75	1.5h
2011.12.6	北海道大学工学部 環境社会工学科	地球のお医者さん「物理探査」の最先端	川崎了准教授	1	70	1.5h
2012.6.25	北海道大学工学部 環境社会工学科	地球のお医者さん「物理探査」の最先端	川崎了准教授	1	44	1.5h
2013.6.20	北海道大学工学部 環境社会工学科	地球のお医者さん「物理探査」の最先端	川崎了准教授	1	42	1.5h
2014.6.16	北海道大学工学部 環境社会工学科	地球のお医者さん「物理探査」の最先端	川崎了教授	1	40	1.5h
2015.6.22	北海道大学工学部 環境社会工学科	地球のお医者さん「物理探査」の最先端	川崎了教授	1	41	1.5h

※「講師」欄は対応してもらった学会側の教官の数、「学生」欄は受講した学生の数、「時間」欄は全講義の合計時間を示す。

「訳すべきか、訳さざるべきか」



Terra Australis Geophysics Pty Ltd
須藤公也

2013年のEAGEのロンドン総会の後、Bathという町を訪ねた。この町はローマ時代に浴場のあったところで、町全体がUNESCOの世界遺産のひとつになっている。Bathという地名もそのものズバリ「お風呂」に由来している。日本語の地図帳や案内書には「バース」と長音で記されている。同じ綴りの語でも、普通名詞の場合はバス・タオルのように短く発音するように書く。日本語でバスと短く発音すると乗合自動車と紛らわしい。滞在中、土地の人がどう発音するものかと注意して聞いていたが、やっぱり [ba:θ] と長めに発音しているようだ。アメリカ式では [bæθ] と言うから、「バストイレつき」やバス・タオルのような日本語はアメリカ語から来ているのであろう。あの大きなタオルが伝わってきたとき、「湯上手ぬぐい」などと訳さずに、そのまま音写したのだろう。

西洋文明に初めて接したころの先人は苦労して訳語を作ったり、音写したりした。われわれが基礎とする[物理学]という語は日本人が作ったPhysicsの訳語であり、日本のほうが中国より先に西洋文明に開けたので、漢字の本家の中国に逆輸出され、中国語でも「物理学」というのだそう。

外国語の発音と意味を同時に訳そうとするとどうしても無理が生ずるが、時として「浪漫的」みたいな成功例もある。「瓦斯」は成功例だろうか。もともと漢字の名のある中国の地名ならいざ知らず、もともとがアルファベットだった地名に無理やり漢字を当てると、漢字特有の意味が付加されて、どうも具合がよくない。紐育、倫敦、巴里、維納、羅馬、西班牙、亜米利加、英吉利、澳太利、仏蘭西、独逸、伊太利、波蘭、露西亞、瑞典、丁抹、阿蘭陀、洪牙利、濠刺太利、芬蘭、希臘、伯刺西爾、墨西哥、加奈陀、亜爾然丁、埃及、印度、波斯、越南、比律

賓(若い読者は、いくつ読めるだろう)。このうちいくつかの国名の頭文字(亜米利加、阿蘭陀、亜爾然丁の場合はなぜか2番目の文字)は、現在でも略号として使われている。

Hollywoodはスペルを間違えたのか「聖林」と訳された。映画の聖地ということなのだろうか。「聖林」を逆に訳すとHoly Wood。Hollyはヒイラギのことだから、Hollywoodを訳すなら「柇林」とすべきだった。

北京オリンピックの時、カタカナという便利なもののない中国語では外国語の固有名詞をどういふのだろうかと興味深く見ていた。日本や大韓民国のようにもともと漢字がある国は問題ない。德国(ドイツ)、美国(アメリカ)など古くから知られていた国名には昔なじみの語があてられ、ほかの国の名前には無理やり当て字を使って音写していたようだ。

Bellisさんという人が中国に行くと言うので中国語の名刺を作ってもらったら「屁痢氏」という字が当てられていたという。翻訳した人は、彼を嫌っていたのかもしれない。当のBellisさんには意味はわからないが、受け取った中国人はどういう顔をしたものだったろう。

Physicsが物理学ならGeophysicsを地球物理学と訳しても問題はあるまい。また、Exploration Geophysicsを「探査地球物理学」などとしなくて「物理探査(学)」としたのも、内容をうまくとらえた訳語として妥当なものと思える。中国語では「勘探」という。このごろでは訳語を拒否してカタカナでジオフィジックスとして学科の名前にしている大学もある(例えば京大)。

ところが、Geostatisticsが「地球統計学」と訳されたのを見つけたときは愕然とした。文字通り訳せばその通りなのだが、これは言葉を字義通り無批判に盲訳した結果のように見える。地球の統計というなら山の高さの比較とか、海の深さのランキングだとかを扱うもののような誤解を与える。実際、少ないデータを統計的に評価してそのパラメーターの分布を探るこの手法は「空間補間法」とでも訳したほうが「地球統計学」よりも内容を表していると思う。

「シーケンス層序学」は先人が訳したStratigraphy=層序学に、あとからつけられたSequenceを、面倒だから訳さずにカタカナでとってつけた混成語で、これにも抵抗をおぼえた。層序学は地層の性状や時代を解析して記載し各所の層序を対比したりする学問である。一方、Sequence Stratigraphyは反射法の断面やコアや検層データを総合して堆積環境を推定し、石油やガスの母岩や貯留層を評価しようとする手法だから、層序学というよりは地震探査

を利用した堆積学や古環境論に近い分野といえる。

こうした新しい科学分野が次々と英語で現れると、翻訳するほうが追いつかないし、一昔前と違ってカタカナ語に対する抵抗が少なくなっている現在、音写したほうが面倒がないというのが現状だろう。それなら、むしろカタカナに音写するのをやめて、英語で現れた新しい術語はそのまま英語表記することにするのもいいかもしれない。そのほうが英語で論文を書いたり、議論する場合に英訳する手間がない。

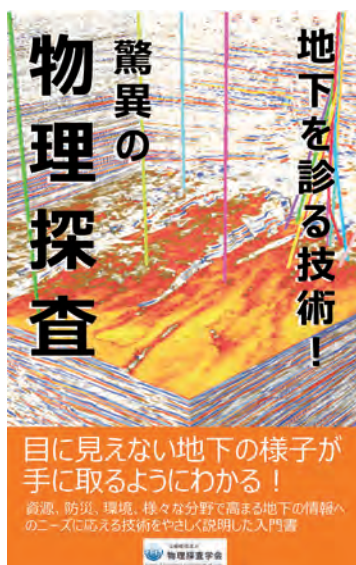
オランダやスイス、ドイツの人と話したら、物理探査の教科書はオランダ語やドイツ語で手に入らないから英語で勉強するしかないということで、オランダやスイスでは大学の講義は英語だということである。スイスでは自国の歴史も英語で勉強するのだという。ハングル表記が標準となった韓国では、漢字で書かれた古典を読める人が少

なくなっているという。日本では人口が多く、高い割合で高等教育を受けているという背景があり、かなり特殊な分野でさえ良質の専門書が母国語で読めるという恵まれた環境にある。英語ができなくても専門知識が学べるのはいいけれど、その裏返しで、専門家が英語に慣れる機会が少なくなる。また、新しいコンセプトに新しい訳語が必要になり、それが拙速になされるという不幸が起こる。

古代ローマの浴場のあったBathを「巴斯」のように音写したり、「浴都」とか無理に訳したりするのはもはや時代遅れだろう。いまに、カタカナ書きの「バース」が時代遅れになり、日本語のなかでもBathと書くようになるかもしれない。そうすると、ロンドンの駅で「Ba-su」行きの切符を買おうとして、なぜ通じないのかわからない日本人観光客は減るだろう。

関 連 書 籍 紹 介

PCでも読める! 地下を診る技術! 『驚異の物理探査』



地下を診る技術!「驚異の物理探査」[Kindle版]

◎内容と特色

物理探査学会では創立60周年を機に、一般の方に物理探査を知っていただくと考え、上記の啓蒙書を2014年度に発刊いたしました。

当初はKindle版だけでしたが、Windows、Macintoshにおいてもアプリをインストールすれば読めるようになりました。Googleなどの検索サイトで、「Kindle for PC」または「Kindle for Mac」と打ち込んでいただければダウンロード可能です。電子書籍の購入は、「驚異の物理探査 Amazon」と入力すれば購入ページにたどり着くことができます。

物理探査がどのように社会に役立っているのかという視点を重視して、物理探査技術を紹介しています。一般の方だけでなく、物理探査学会会員の皆様や、社内研修などの教材としてもお使い頂けるものと思います。お求めやすい価格(250円)になっていますので、是非お買い求めくださるようお願いいたします。また、興味のある方にご紹介頂けると幸甚です(事業委員会)。

会員企業紹介

石油資源開発株式会社



石油資源開発株式会社は、国内並びに海外において、石油・天然ガスの探鉱・開発を行っている会社です。国内では北海道・秋田・山形・新潟で、海外では現在、インドネシア・カナダ・イラク・英領北海などで権益を保有しています。

物理探査関連の技術者は、石油資源開発本社に所属する技術本部、国内事業本部、海外系3事業本部(米州・ロシア、アジア・オセアニア、中東・アフリカ・欧州)の他、技術研究所、子会社である(株)地球科学総合研究所(ニュースレター12号に掲載)などへも配属されています。

筆者が所属しているのは海外系のアジア・オセアニア事業本部です。東南アジア各国を対象として既存事業・新規事業関連の物理探査業務を引き受けています。現所属に異動する前は長いこと日本国内を担当していたのですが、VSP作業のため業務応援で初めて東南アジアに出張して無事に帰還したことが今の事業本部との縁だったと思っています。現場作業の様子についてはニュースレター19号表紙に掲載してありますので再度ご覧いただくと幸いです。国内と異なる海外ならではの仕事の進め方に驚きながらの現場作業でしたが、詳細は稿を改めて紹介できればと思っています。

<石油・天然ガスの探鉱作業と物理探査>

地下に眠る石油や天然ガスを探し出す探鉱の第一歩は、地表地質調査から始まります。対象地域の地質状況を調べるとともに、地層の岩石サンプルなどを採取して、その中に含まれている化石により地層の堆積した年代をきめたり、石油、天然ガスを生成する岩石(根源岩)や貯留する岩石(貯留岩)としての性質などの分析を行います。

物理探査は、こうした探鉱の初期段階にも大きくかかわっています。解像度(構造分解能)が高いことから地震探査を最も利用していますが、重力や磁力・電磁気を用いた探査手法も併用して構造解釈に役立つ物性情報を取得しています。地震探査では陸上ではバイブレータや爆薬、海上ではエアガンにより人工的に振動を起こして、地下からの反射波を測定します(図1、2)。ジャングルのような道なき道を進みながら実施する調査もありますが(ニュースレター6号の記事参照)、タイトルの写真にあるように何も目印のない砂漠での調査もあります。

海外での調査では、調査の前後でその国の法律が急に変更になるなどのアクシデントが重なったりすると、実行す



図1 秋田県由利本荘市における3次元地震探査の風景(2010年)。並走しているのは由利高原鉄道(旧矢島線)のおぼこ号。



図2 秋田県由利原油田周辺の3次元地震探査(2014年)。観測車(手前)と中型バイブレータ(奥)、最大チャンネル4597chでデータ取得。良い天気であっても次々と記録が出てくるので、車内で過ごすことが多いです。

るまでに何年もかかってしまうこともよくあります。こうした苦労を経て得られた測定データはデータセンターで処理・解析された後、地質構造解釈やAVO解析などに使用されます(図3)。

この解釈結果を基に、経済性を評価しつつ複数の有望地点の順位付けを行い、石油や天然ガスの存在の有無を確認するための掘削(試掘)を実行する判断をします(図4)。

試掘が成功して、石油や天然ガスを発見した場合には、周辺部に追加の坑井(探掘井・評価井)を掘削して石油や天然ガスを含む地層(貯留層)の広がりや形状、生産能力を評

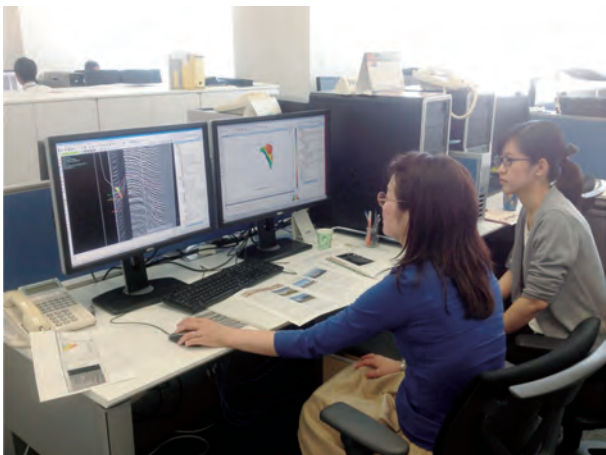


図3 ワークステーションを用いた解釈作業。
二人とも、Oil Ladyの会(ニュースレター23号に掲載)のメンバーです。



図4 新潟県片貝ガス田での掘削リグを望む風景。
雪解け直後、田植え前の静かなひと時。この夜、VSPを実施。



図5 新潟沖に浮かぶ岩船沖油ガス田。
奥に水平線のように見えるのが陸地。1983年の発見井では本邦初の海上VSPが実施された。1990年から生産を開始し、現在も稼働中。

価しますが、追加坑井を計画する際にも物理探査データが利用されます。これらの作業を経て、埋蔵量と経済性などを確認した上で商業生産に移行するかどうかの可否を総合的に判断します。

このように、物理探査で得られた情報は、探鉱から生産に至るまでのあらゆる局面で利用されます。しかしながら、データ取得で苦勞した割に解釈不能な砂嵐のような断面が得られることもありますので、苦勞が報われないことも多々あります。だからこそ、成功した時の喜びは計り知れません。生産テスト時に見られる炎には神々しささえ感じます。

<とにかかくスケールの大きな業務>

当社は国内外を問わず世界を相手にしており、その中で物理探査技術者は大型の物理探査機器を用いて、広大な領域を対象とした調査・解析などを行っておりますが、石油・天然ガスを対象にした業務の最大の特徴は、時間スケールの大きさといってもよいでしょう。なにしろ、地質調査から商業生産を決めるまでに数~10年(場合によっては数10年ということもあり)、その後の生産期間を含めると、数10年間にわたり事業が継続することになります(図5)。実際、当社が生産している国内の石油・天然ガス田の中には、50年以上も前に発見されて、現在も生産が続いているフィールドもあります(<http://www.japex.co.jp/business/japan/field.html>)。

生産・販売により減少していく埋蔵量を維持・拡大しつつ、長期にわたって安定的な石油・天然ガスの供給体制を維持に貢献していくことは、探鉱・開発に関わる技術者にとって重要な業務の一つです。一方で、地球温暖化対策(CCS事業)ならびに新エネルギー(たとえば地熱事業)など、これまで培われてきた物理探査技術を石油探鉱以外にも適用する場面も増加しています。こうした事業にも関わりながら、地域並びに社会への貢献を実現していこうと考えています。

<最後に>

当社が入居しているビル(サピアタワー)は東京駅日本橋口に隣接しており、交通至便な立地です。駅ビルと直結しているのも、会社帰りに地元の駅に到着して初めて傘をオフィスに忘れてきたことに気が付くことも時々あります。また、各階の南側の窓からは東京駅を見下ろすことができ、模型のように見える電車の行き来が楽しめます(図6)。石油資源開発の本社を訪れた際には是非ともこの景色も楽しんでいただければと思います。

(文責 石油資源開発(株)
／アジア・オセアニア事業
本部 河村 知徳)



図6 南側リフレッシュスペースから見た夜景。

公益社団法人 物理探査学会 第132回(平成27年度春季)学術講演会開催報告

物理探査学会第132回(平成27年度春季)学術講演会が平成27年5月11日(月)～13日(水)の3日間にわたり、早稲田大学西早稲田キャンパス(東京)で開催されました。今回の参加者は226名(うち学生7名)、懇親会は118名(うち学生3名)と無事開催する事が出来ました。今回の講演会は、一般講演57件、ポスターセッション8件と9社の企業展示がありました。



写真1 一般講演会場



写真2 ポスターセッションの様子

1日目は「土木1～2」、「金属」、「資源探査1」、「防災」および「メタンハイドレート」の各セッション、そしてポスターセッション会場でコアタイムが設定されました。

2日目は午前中に「堤防」および「放射能・放射性廃棄物他」が設定され、午後から総会と特別講演会が開催されました。

3日目は「構造物」と「資源探査2」が設定され、各セッションを通して活発な発表・討議が行われました。

2日目午後に行われた総会では、第55回(平成26年度)物理探査学会賞の授与が行われました。論文賞を佐藤浩章氏が受賞されました。また、事例研究賞を鈴木浩一、狩野嘉昭各氏が、奨励賞を岩田直泰、石田勇介各氏が受賞されま

した。前々回学術講演会(第130回)の優秀発表賞は口頭発表2名(吉光奈奈、若林恭子各氏)が(ポスター発表は該当者無し)、前回学術講演会(第131回)の優秀発表賞は口頭発表2名(今井崇公、新色隆二各氏)、ポスター発表は1名(Selepeng Ame Thato氏)がそれぞれ受賞されました。引き続き学会運営功績賞を相澤隆生、須藤公也各氏が受賞されました。永年在籍会員として伊藤潔、小西尚俊、戸室勝敏、中川康一、早田守廣各氏が、50年在籍賛助会員としてサンコーコンサルタント株式会社、興亜開発株式会社、株式会社ダイヤコンサルタントが、30年在籍賛助会員として株式会社ドリリング計測、西日本技術開発株式会社、株式会社地球科学総合研究所、一般財団法人地域地盤環境研究所がそれぞれ表彰されました。また、名誉会員として、津宏治、齋藤徳美各氏が、そして功労者として田村八洲夫、竹内睦雄、佐々木裕、茂木透各氏がそれぞれ表彰されました。

総会後に開催された特別講演では、田中豊氏(日本CCS調査(株))から「二酸化炭素地中貯留(CCS)に関する国内外の技術動向」と題して、二酸化炭素削減の手法として期待されているCCS技術について現状や課題についてご講演頂きました。次いで大迫政浩氏(国立研究開発法人 国立環境研究所)から「原発災害に伴うオフサイトの除染・廃棄物処分問題の現状と今後の展望」と題して、原発事故に伴う除染や廃棄物の処分などについてご講演頂きました。



写真3 田中氏(左)、大迫氏(右)による特別講演

特別講演の後、西早稲田キャンパス内のカフェテリアに会場を移して交流会が行われました。

齋藤秀樹会長のご挨拶に引き続き、吉田壽壽名誉会員の乾杯のご発声により宴が始まりました。出席者された方々におかれましては、新旧の親睦を深め、有益な情報交換をされた事と思います。交流会は山中副会長の一本締めで閉会となりました。

今回の学術講演会を開催するにあたり、早稲田大学関係者をはじめ、多くの物理探査学会員の皆様のご尽力ならびにご配慮を賜りました。また、座長をお引き受け頂いた皆様には講演会の進行にご協力頂きました。ここに記して御礼申し上げます。(文責：学術講演委員 佐藤龍也)

日本応用地質学会・物理探査学会共催シンポジウム参加報告

土木地質図の信頼性に関する課題と対策

—物理探査の活用による土木地質調査の信頼性向上と効率化に向けて—

物理探査学会では国内外の関連学協会と積極的に交流を深めています。その一環として、日本応用地質学会とは平成26年度より土木建設分野において物理探査の普及、適切な利用を図るために連携を進めており、昨年からは日本応用地質学会北海道支部主催の研究発表会も共催しております。それに加え本年度はシンポジウム「土木地質図の信頼性に関する課題と対策—物理探査の活用による土木地質調査の信頼性向上と効率化に向けて—」を平成27年6月12日東京大学柏キャンパスで共催しましたので、概要を報告します。この課題に対して地質技術者は強い関心を持っているようで、200名(物理探査学会からは30名程度)もの参加者があり、盛況なシンポジウムでした。

ダム、トンネルをはじめ土木構造物を建設するためには事前の地質調査や施工中での追加調査が不可欠です。そして踏査、ボーリング、各種試験に加えて物理探査も重要な手法であって昔から利用されてきました。今回のシンポジウムでは「土木地質調査における物理探査の貢献」(茂木透前物理探査学会会長)、「土木地質調査のための地盤のモデル化とその留意点」(脇坂安彦前日本応用地質学会副会長)の招待講演、特別講演に続き、土木地質調査の分野において物理探査を含めた地質調査の精度、品質保証、リスク等について6つの発表がありました。

シンポジウムの前半は、日本応用地質学会の会員から土木分野において課題が発生した事例の収集・分析を行い、問題意識や不適切な地質解釈が成される原因について詳細な考察がなされ、それに対する多様な検討や提言について検討していることが紹介されました。また大規模な地質調査であるトンネルとダムにおける具体的な問題点も示されました。物理探査については精度の良い調査成果を得るために適用したいけれども、分解能、目的や要求事項に対する精度・確実度、経済性、品質保証など曖昧な点が多々あることなどの課題が明らかにされました。

アンケートの中で、作成されたトンネルの地質断面図を「参考として見る程度」としている地質技術者がほとんどであることにはびっくりします。専門の方が作成しても地面の中は複雑ということでしょうか。

一方、物理探査学会からは「物理探査の品質確保と適用上の留意点」(齋藤秀樹物理探査学会会長)および「大規模地すべりと緩み岩盤における物理探査の適用」(三木茂物理探査学会理事)の講演が行われました。この2つの講演は国土交通省が以前に実施した物理探査業務の成果が妥当であるかを両学会の連携の一環として物理探査学会内で検討した結果の一部を公表したものです。齋藤会長の講演ではある一つの例に関してずさんな屈折法解析が行われたことが報告されました。同氏の予稿集でも厳しい苦言が呈されています。品質確保のためには技術者教育、手法の標準化、発注者(施主、元請会社)のサポート、物理探査実施者の責任体制の確立、成果の適切な保管、資格認証制度の導入等が必要で今後国土交通省、関連団体とも協力して改善してゆきたい旨の発言がありました。また三木理事からは地すべり地帯での弾性波探査結果の解釈にあたり、地すべり区域と安定な区域を速度分布図の目視で定性的に決めるのではなく、データベースを参照して地表面からの深さ—弾性波速度の情報—を考慮し、定量的に地すべり区域とすべり面の深さを求める手法の研究結果が示されました。河川堤防における統合物理探査に限らず地すべりやトンネルを対象にした物理探査においてもデータベースの必要性が改めて認識された次第です。

地表から地下のすべてを知ることは困難ですが、目的や分解能に応じた手法の適用、経済性を考慮しながら地質リスクを低減する技術開発、品質の向上と保証などの課題に対して、両学会は研究委員会の発足の検討をはじめとして今後も連携を深めることになりました。

(物理探査学会 渡辺文雄・川崎地質(株) 鈴木敬一)



シンポジウムの様子



お知らせ

第133回(平成27年度秋季)学術講演会

- 会期：平成27年9月24日(木)～26日(土)
24日(木) 一般講演(口頭およびポスター)
25日(金) 一般講演(口頭およびポスター)
特別講演、交流会
26日(土) 一般講演(口頭およびポスター)、見学会
- 会場：講演会会場：石川県文教会館
交流会会場：金沢ニューグランドホテル
- 参加事前登録 締切：平成27年9月11日(金)
講演会 一般5000円(事前)、6000円(会場)
学生2000円(事前)、3000円(会場)
交流会 一般6000円(事前)、7000円(会場)
学生2000円(事前)、3000円(会場)
見学会(白山手取川ジオパーク周辺)
一般3000円、学生無料

SEG DISCセミナー

(Distinguished Instructor Short Course)

- 演題：Engineering Seismology:
With Applications to Geotechnical Engineering
講師：Öz Yılmaz
日時：2015年9月9日(水)
場所：首都大学東京秋葉原サテライトキャンパス

SEG Near Surface HLセミナー

(Near Surface HL Program)

- 演題：The curse of dimensionality in exploring the subsurface
講師：Hansruedi Maurer (ETH Zürich)

- 日時：2015年10月15日(木)
場所：早稲田大学55号館N棟1階第1会議室

EAGE EETセミナー(EAGE Education Tour)

- 演題：Satellite InSAR Data: Reservoir Monitoring from Space
講師：Alessandro Ferretti (Tele-Rilevamento Europa - Milan, Italy)

- 日時：2015年11月17日(火)
場所：東京大学伊藤国際学術研究センター

第12回物理探査学会国際シンポジウム

～Geophysical Imaging and Interpretation～

1. 会期：平成27年11月18日～20日
2. 会場：東京大学伊藤国際学術研究センター

会誌「物理探査」への投稿募集中

既にお知らせしておりますが、物理探査学会賞に新たに事例研究賞が創設されました。

会誌に掲載された「技術報告」と「ケーススタディ」が対象となりますので、奮ってご投稿下さい。(会誌編集委員会)

「物理探査ニュース」の表紙写真を募集中

物理探査ニュースでは、会員の皆様から表紙の写真の募集します。物理探査に関連した表紙を飾るにふさわしい写真をお持ちの方はご連絡ください。技術紹介や企業紹介等の1-2ページ程度の記事とのセットでの投稿もお待ちしています。ご応募は物理探査学会事務局 office@segj.org までお願いいたします。

(ニュース委員会)

編集後記

第27号の編集後記を考えているころ、宇宙に関する2つのニュースが飛び込んできました。1つはNASAの無人探査機「ニューホライズンズ」が冥王星に最接近し、冥王星の画像を含め、観測した様々なデータを地球に向けて送信している、というニュース(7/14)。もう1つは日本人10人目の宇宙飛行士油井亀美也さんが無事宇宙に旅立ち、ISSでの5か月間の長期滞在をスタートさせた、というニュース(7/23)。どちらもワクワクするようなニュースですね。特に油井さんの活躍は我々のような中年の世代にも活力を与えてくれます。

ところで宇宙探査も一種の物理探査だと思っておりますが、地面の下を探ることがメインである我々の物理探査は、ちょっと地味な感じがするのは否めません。宇宙では無人であれ、

有人であれ、ある程度の精度で探査が出来ますが、地面の下はまだ難しいのが現状です。

近い将来、カプセル状のもの、あるいはサンダーバードのジェットモグラのような形状の無人探査機が地面の中を精度良く探査する、という時代が来ることを期待していますが、まだまだSFの世界の話でしょうか?

ニュース委員会では、紙面を通じて物理探査の魅力を多くの方々に伝えるべく日夜ネタ探しをしております。こんな話題があるけれど、ニュースとしてどうでしょう? というようなご意見など、お気軽にニュース委員までお知らせ頂ければ幸いです。

(ニュース委員会委員：西木 司)

著作権について

本ニュースの著作権は、原則として公益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27号 2015年(平成27年)7月発行

編集・発行 公益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

facebook: https://www.facebook.com/pages/公益社団法人-物理探査学会/1385775308349693