

物理探査 ニュース



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

Geophysical Exploration News January 2016 No.29

目次

ホント? SFの中の探査 9	1
現場レポート 素人の僕にもできた! 電気探査	3
会員の広場 国内サバイバルトレーニング参加報告	6
第133回 学術講演会・見学会 参加レポート	8
電気探査研究会 空中電磁法セミナー 開催報告	9
物理探査ハンドブック増補改訂版出版のお知らせ	10
賛助会員リスト	11
お知らせ・編集後記	12

ホント? SFの中の探査

-9-

テレビ番組「サンダーバード」での 物理探査

京都大学大学院工学研究科 後藤 忠徳

現在45歳以上のおじさん達が子供だった頃、夢中になった“外国製SFテレビ番組”をご存知でしょうか? 舞台は21世紀。大事故や大災害の現場に取り残された人達を間一髪で救出する、国際救助隊の活躍を描いたSFドラマ「サンダーバード」です。近年CGを駆使したリメイク版が放送されていますが、ここでは1964年放送(日本初放映は1966年)のオリジナル版に注目しましょう。人形劇なのですが、特筆すべきはリアリティー溢れる映像表現。当時の子供達は迫力の救助シーンや未来の科学テクノロジーにすっかり魅了されました。私もその一人です。

この名作サンダーバードでは、陸・海・空と様々な場面が描かれますが、その中には地下での救助シーンも認められます。そこで今回は、サンダーバード全32話の中から、代表作の1つである第2話「ジェット“モグラ”号の活躍(原題:PIT OF PERIL)」に注目し、そこに描かれた地下探査技術を紹介しましょう。

このお話では、巨大な穴底深くに転落してしまったアメリカ陸軍のロボット型移動基地を助けるために、地底探査機「ジェットモグラ」が登場します。本話は放送開始からまだ2回目。国際救助隊はアメリカ陸軍よりも優れたテクノロジーを駆使して救助活動をしているのだ、という宣伝回でもありました。ちなみに“ジェットモグラ”は日本だけの呼称。劇中では単に「モグラ (Mole)」と呼ばれているので、ここでもモグラと呼ぶことにしましょう。

地底探査車モグラは、輸送機(サンダーバード2号)で災害現場へと運び込まれたのちに、キャタピラで自走。その後、所定の位置で車両部とドリル部を切り離し、ドリル部のみが地中を掘り進みます。このクールなマシン

は日本のSF界に大きな影響を与えており、似たような地底探査車が日本のテレビ番組にも続々と登場するようになります(図1)。ただ、和製マシンの多くはドリル部と車両部が一体のまま地中を掘り進みますが…それでは車両部が穴の入り口にひっかかるので、地底探査などできません。元祖であるサンダーバードの緻密さが光ります。

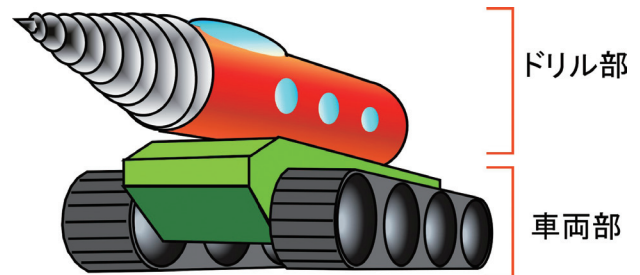


図1 SFでよくみる地底探査車の概念図

ところで、現実存在する地下掘削装置の姿形は、モグラのそれとは随分異なります。例えば地下鉄などのトンネル建設では「シールドマシン」と呼ばれる掘削装置が活躍しています。これは二枚貝の仲間のフナクイムシをモデルにしています。フナクイムシは船の木材を食べて穴を開けつつ、穴の内壁に薄い石灰質の膜を貼り付けていきます。シールドマシンの場合は、図2のような多数の歯(タングステン製の Cutterビット)がマシン先端に装着されています。図1のようなドリルとはずいぶん形は違いますが、シールドマシンはこの円盤状のプレートを回転させながら地盤を掘り進みます。ある程度掘り進んだら、トンネル壁面へセグメント(鉄筋コンクリート製のブロック)を

はめ込んで、トンネルを形作りつつ、前へ前へと掘り進んでいきます。



図2 シールドマシンの先端部(上半分のみ)。このプレートを回転させて地盤を掘り進む。地下鉄博物館にて筆者撮影。

劇中のテクノロジーのうち、実現できたものもあります。例えばこの第2話では、掘削中のモグラは地中でなにか硬い障害物に突き当たってしまいましたが、これを遠回りして避け、さらに地下深く掘り進みます。地中の様子は肉眼ではみることができません。どうやって障害物を回避したのでしょうか？ 謎のヒントは現実世界にあり。トンネル掘削時の障害物探査法はすでに実現しています。例えばこれから掘削しようとする地盤に向かって振動(地震波)を送り、波の跳ね返りの様子を測定すると、未知の地層や断層の存在を掘削前に知ることが可能です。またシールドマシン先端のプレート部に地中レーダー(電波を地中に送り、その反射から地中の様子をを探る装置)を装着して、トンネルの先端(切羽と言います)の先を探査する試みもなされています。これらは切羽前方探査の一部であり、トンネルの安全な施工に役立っています。

またモグラはドリル先端に装備されたサーモグラフィ(温度の違いを映像化する装置)を用いて、地下の要救助者の探索を行うことができますが、これと同様の装置も実用化されています。その名も「人命探査レーダー」。これは地中レーダーの応用版です。まず人命探査レーダーのアンテナを動かさずに置いたままにして、しばらく待ちます(図3)。もしもアンテナの地下数mに生きている人がいて、肺や心臓が定期的に動いていれば、地中レーダーには定期的に強まったり弱まったりする影が映しだされます。この「不安定な電波の反射」を検出・強調して、その影の持ち主(要救助者)がいる方向と深さを探知します。まるでSF映画のアイテムのようですが、日本やドイツの企業が開発・販売を行っており、レスキュー隊などの必須アイテムのひとつになっています。前述の切羽前方探査用の地中レーダーと組み合わせると、劇中のシーンを科学的に再現できそうです。ちなみにサーモグラフィでは、地下数mに埋もれている人を見つけること

は難しいと思われます。体温程度の温度異常は厚い地盤に阻まれて、検出は困難でしょう。

モグラのジェットエンジンも重要な役割を果たします。モグラはドリル部後方からジェットを噴射しながら地中を掘り進みます(だから和名はジェットモグラ)、このジェットは前に進むためというよりも、安全に掘り進むために必要だと思われます。というのも、実際のシールドマシンでも(ジェット噴射ではなく)泥や泥水が重要な役割を果たしているからです。マシン先端部へは、圧力をかけた泥や泥水を注入しながら掘削を進めるのですが、こうしないと(トンネル内は空洞なので)掘削前面の地盤が手前に崩れやすく、また掘削部から大量の地下水が溢れだしてきます。掘削面に圧力をかけ続けることは、安定した地盤掘削に必要不可欠なのです。もう一つ(筆者の全くの想像ですが)、ジェット噴射のおかげで「お掃除」もできているようです。掘削の最中には土や岩のかけらが続々と出てくるはずですが、モグラはジェット噴射でこれらの掘りカスを地表へと吹き飛ばしたり、トンネル壁に押し付けているようです。でなければ、トンネル内が掘った土などでいっぱいになってしまいますね。

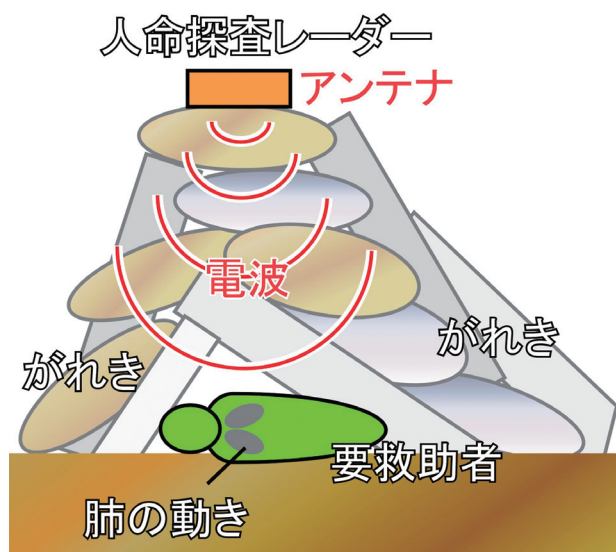


図3 人命探査レーダーの概念図(ベレ出版「地底の科学」より)。

総じて考えれば、モグラと現実の違いは、先端の形状だけかもしれません。図1のようなドリルをやめて、図2のようなカッタービットにすればよい? 実は2004年に公開された劇場版サンダーバード(実写版)には、まさにこの「改良型モグラ」が登場しています。これだったら実現可能かも? ならば、ぜひとも乗ってみたいですね。

参考文献:

後藤忠徳, 地底の科学 地面の下はどうなっているのか, ベレ出版, 199 pp., 2013.



素人の僕でもできた! ホームセンターで売っている道具で電気探査 — 知床硫黄山溶融硫黄噴火の謎に、さらに迫る! —

山本睦徳¹⁾(解説・注釈：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と思われがちですが、前回ご紹介しましたように²⁾、ドキュメンタリー作家の山本氏は、自作のペットボトル電極を用いて知床硫黄山での自然電位探査に成功しました。今回はその続編、「ハンドメイド電気探査」に関するレポートです。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でも興味深い内容でしたので、紹介させていただきます。

ホームセンターですべてそろろう! 電気探査の道具(山本睦徳)

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年に溶融硫黄を噴出した知床硫黄山「1号火口」からは、ときどき温泉が湧き出すことがある。僕は2013年の夏、釘が半日で消えてしまうほどの強酸性の温泉が湧き出して20mほど流れて地面にしみ込んでいるのを見た。湧き出し口から2mくらいは、水流の中の石に硫黄の結晶が成長していて、温泉流が薄黄色に染まっていた。1号火口周辺の地下には、きっと温泉脈があるに違いない。

地下構造を調べたい。そんなとき駅裏の書店で「地底の科学(ベレ出版)」という本を見つけた。なんと自然電位計測の際にお世話になった後藤忠徳先生の著書だった。そこでは電気探査(ウェンナー法)の仕組みが簡単に紹介されていた。ただ、きっと高価な機械を使って測るのだろう。ダメもとで後藤先生に連絡してみたところ、安価な道具でも簡単に電気探査はできるという。さっそく先生の研究室を訪れた。

今回用いる道具は、テスター2台、真鍮の電極4本、車のバッテリー、カー用品のインバーター、ケーブル4本、巻尺といったところだ。京都大学の近くの公園で、これらを組み合わせた手作り装置と、100万円以上もする市販装置の両方を用いた電気探査を後藤先生に実践していただいた。真鍮製電極4本を等間隔に打ちこみ、外側2本に電流を流し、内側の2本で電圧を測る。電極の間隔を変えながら電流と電圧をどんどん測っていく(図1)。

市販の装置と手作り装置の測定結果は概ね一致していた。測定のあとでIPI2WIN³⁾という解析ソフトに測定値を入力して画面上のボタンを押すと、地層の厚みや深さ、比抵抗(地層の電気の流れにくさの指標)が表示された。

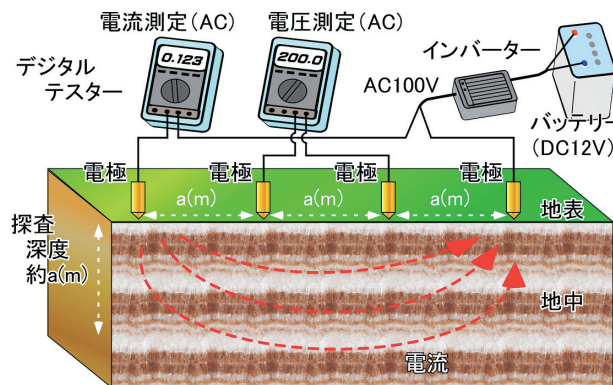


図1 手作り電気探査装置の模式図

これをもとに公園の地下の柱状図を作ることができるというわけだ。

さっそく自分でもやってみた。道具はなんとホームセンターですべてそろろう!今回、テスターは専門の店で良いものを買ったが、これもホームセンターで売っているもので十分だと思う。

山に持って上がるには重すぎ

北海道への出発の日。50ccのスクーターに荷物を積み込んだ。道具一式入れた大きなバッグを足元に置く(図2)。



図2 スクーターに荷物を積み込んでみたところ

しんどそうになるエンジン音と共に北を目指して走る。バイクがかわいそう。合計700kmほど走行して(途中フェリーに乗って)、なんとか知床に到着。

標高200mの知床硫黄山登山口から600mの1号火口まで、道具を一度に運ぶのは無理。背骨が折れるかと思うくらい重い。そこで3回に分けて運んだ。一番やっか

いなのはバッテリーだった。ある程度密封されているとはいえ、倒すと液漏れしてしまう⁴⁾。ショルダーバッグに入れて傾かないよう注意して登山道を進んだ。途中岩登りする場所があり、バッテリーを岩にぶつけないよう、また落とさないよう注意してよじ登った。

熔融硫黄を噴いた1号火口周辺には、直径が数メートルもある大きな岩がごろごろしている。30mの巻尺をまっすぐぴんと張って中央の15m目盛を中心に電気探査用の電極を配置していく。できるだけ岩の少ないところを巻尺が通るように張るのだが、どうしてもいくつかは岩の上を通過してしまう。電極を打ちこむとき動かせる岩は転がしてよけて打ち込んだ。岩が動かない場合は、巻尺から外れて電極を打つ。他の3本の電極もできるだけ一直線に並びように少しずつずらして打ちこんだ(図3)。



図3 現地での計測風景

いよいよ電気探査の本番開始!「よい!テイ!⁵⁾」と、山中ひとりで勇ましく叫びながら、インバーターのスイッチを入れた。電流用テスターと電圧用テスターの数値が上がり、それを用紙に記録する。0.4, 0.6, 1.0, 1.4・・・12mと電極間隔を広げつつ計測していく⁶⁾。間隔が広くなってくると電極を持って移動するのが大変だ。岩を登ったり降りたり、登ったり降りたり。ケーブルが絡み合って大変だ。ひととおり終わったらもうヘトヘト。

またもやヒグマ現れる!

ある日、野外でデータを記入していたとき、ふと後ろを見たらわずか10mほどのところに黒い巨大な熊がいた。いつのまに!ものすごい目で僕をにらんでいた。「にらむなよお・・・」熊の出没には慣れてはいたが、その熊は鬼のように怖い顔をしていたので、ついひるんでしまった。今にも襲ってきそうだ。「伝家の宝刀」熊スプレーは、うかつにもリュックサックの底にしまいこんでいて、すぐには取りだせない。絶体絶命!・・・と思ったら、次の瞬間、熊は一目散に逃げだした。いっしょに猫サイズの小熊が2匹いて、何度も振り返りこちらを見ていた。小熊がいたので僕を威嚇していたのだろう(図4)。



図4 現場に現れたヒグマの親子

テスターのヒューズが切れた!

噴気帯や温泉湧きだし口周辺では電極と大地の接触抵抗が低く、電流が流れやすい。僕のテスターの計測限界は400mAで、計測不能(レンジオーバー)になることがあった。たまたま温泉の中に朽ちた木片があったので、抵抗素子の代わりとして、インバーターの出力部と地面に挿している電極の間に木片を挟んでみたところ、送信される電流値が下がって計測できるようになった。うまくやった! へへへ!

しかし噴気帯を計測していたときはすっかり油断していて、木片を挟んでいなかった。するとなぜかテスターの数値がゼロのまま、電流送信中も表示値が上がらなくなった。こともあろうに、電流用テスターが故障したのだ。インバーターからの電流が流れ過ぎて、テスターのヒューズが切れてしまった。

調査地は知床の奥地である。テスターのメーカーにヒューズを注文して切手で代金を郵送し、キャンプ場あてに送ってもらうようお願いした。しかしいくら待っても届かない。再度電話したら、送るのを忘れていたという。もう!

データから見えてきた地下帯水層

測定データをエクセル上で整理し、これをIPI2WINに入力して地下構造解析(インバージョン)を行う。画面のインバージョンボタンを押すと、グラフが目まぐるしく動いて、地下構造の推定値が一瞬で出てくる。それをもとに柱状図を描く。比抵抗が比較的低い地層は青色、高い地層は赤色に塗り、火口周辺の地質断面図(推定)と柱状図とを重ねてみた。なんとなく地下水脈があるように見えるのだが、なんだかいびつな形でよくわからない。そこで後藤先生の研究室にかけこんだ。

先生にデータを見ていただいたところ、測定データの中には受信電圧が低すぎるものがあった。地下に十分な電流が流れていなかったのだ。例の木片を挟んで測ったものに多かった。それらの低品質なデータを省いて

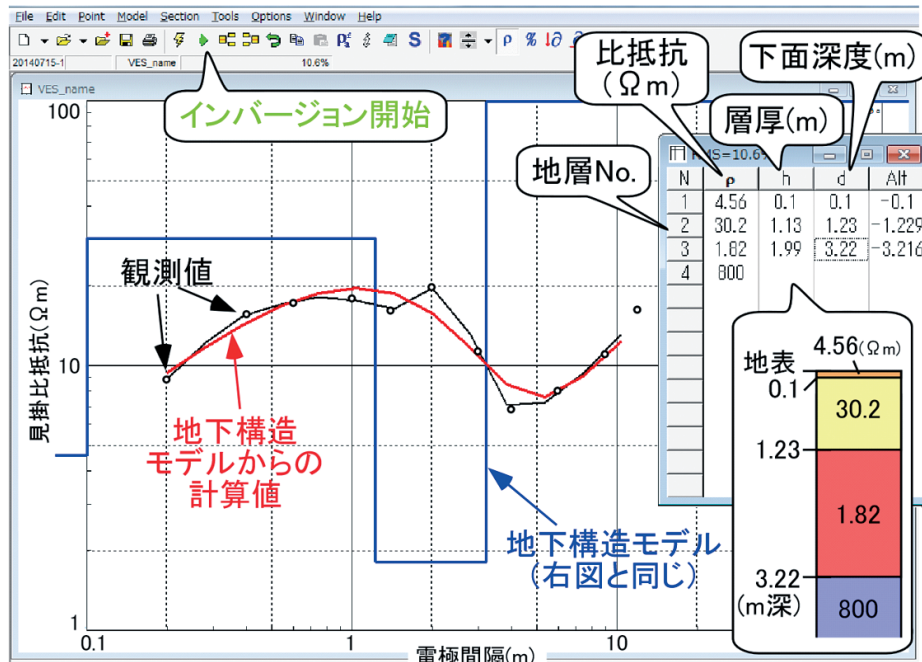


図5 電気探査の結果の例(IPI2WINの画面に加筆)

IPI2WINでインバージョンをかけると、よりわかりやすいものになった。温泉の水脈が見えてきた!(図5)。

1号火口の近くには、温泉が湧き出すことで知られる知床の名所カムイワッカ川がある。温泉の湧き出し口の位置を線でつないで延長して地下温泉水の水位を推定すると、ちょうど1号火口の直下にあたりそうだ。今回の電気探査の結果はそれとほぼピッタリ合うものだった。

1936年の噴火では10万立方メートルもの熔融硫黄が1号火口から噴出したという⁷⁾。それ以上の大きさの硫黄を生成する空間が地下のどこかにあるはずで、それがこの温泉の水脈=帯水層ではないか?と僕は考えている。帯水層は1号火口の上部斜面側にも続いているはずで、そこで硫黄が作られ蓄積していくのではないかと。今後、電気探査や自然電位探査の結果を総合して、その範囲を突き止めていく予定だ。

素人の僕でもできる電気探査法のおかげで、大量の熔融硫黄噴火のしくみ解明、その糸口に立てた。ちょっとした工夫と努力で、今まで謎だったことに挑めることは素晴らしい。

注釈(後藤忠徳)

- 1) ドキュメンタリー作家、<http://www.earthscience.jp/profile.html> (地球おどろき大自然)
- 2) 山本睦徳(2015): 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!—, 物理探査ニュース, 27, 5-6.
- 3) モスクワ大学が配布している電気探査1次元(水平成層構造)順解析・逆解析(インバージョン)ソフト。インバージョン時には層数、層厚、比抵抗を自動決定可能。(http://geophys.geol.msu.ru/ipi2win.htm)
- 4) オートバイ用の小型シールドバッテリーなら液漏れの心配は減りますが、今回は容量が大きく安価な自動車用バッテリーを選ばれたようです。
- 5) 元々は「撃て!」「放て!」の略。軍隊の掛け声でしたが、海洋観測や陸上測量などでの合図や掛け声として現在も使われています。
- 6) 電気探査の解説としては「地下を診る技術 ~驚異の物理探査~(物理探査学会編著)」が分かりやすいです。(電子書籍、Amazon.co.jpにて発売中)
- 7) Watanabe, T. (1940): Eruptions of molten sulphur from the Siretoko-iosan Volcano, Hokkaido, Japan. Japanese Journal of Geology and Geography, 7, 3-4.



株式会社地球科学総合研究所
新技術開発部 海洋調査技術グループ
齊藤 秀太郎

●はじめに

サバイバルと聞くと、山奥や無人島で遭難し飲まず食わずの極限状態に追い込まれながら何とか生き延び救助隊に発見される…というようなシチュエーションを思い浮かべるかもしれません。本報告では少し視点を変えて、筆者が参加した「海で生き残る」ための訓練について紹介させていただきます。

物理探査船や掘削リグで作業に従事する際、BOSIET (Basic Offshore Safety Induction and Emergency Training) の受講を要求されることがあります。BOSIETとは、洋上施設で想定されるリスクの認識および対処方法や、ヘリコプターで移動する際の緊急時対応スキルの習得を目的とした基礎的な訓練のことです。このような訓練プログラムはOPITO(Offshore Petroleum Industry Training Organization)によって策定されており、世界の海洋資源開発産業で使用されています。筆者は福岡県北九州市戸畑区の日本サバイバルトレーニングセンターにて受講しました。

●訓練内容

BOSIETは3日間にわたって実施され、以下の知識およびスキルを身につけます。

- (1) 安全に関する導入
- (2) 消火器の使用とセルフレスキュー
- (3) ヘリコプターの安全と脱出
- (4) シーサバイバル(応急手当・避難・救命艇)

本訓練の花形とも言えるのが(3)(4)で、実技では14m×14m(水深5m)プールでヘリコプターからの脱出(写真1)、ライフジャケットの使用、海上での移動(写真2)、救命いかだの取り扱い(写真3)等を1日半かけてじっくり出来るようになるまで練習します。特にヘリコプター脱出訓練では受講者全員が非常に苦勞することになります。しかし大きな苦勞をして身につけたことは中々忘れませんし、何よりも緊急時の生存率アップという大きな成果を得られます。

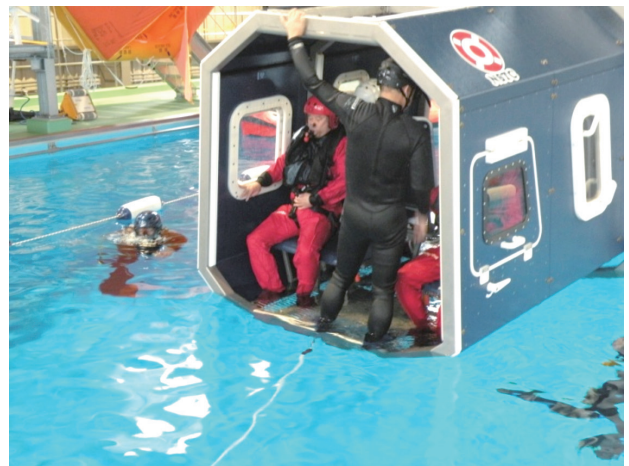


写真1 ヘリコプター脱出訓練。この後水中へ沈められ、さらに180度近く回転します。機体の動揺が収まったら窓を押し外して脱出し、浮上します。



写真2 救命いかだへの避難行動。仰向けになって平泳ぎをするようなイメージです。



写真3 救命いかだへの移乗訓練。食料や水はもちろん、救難信号やレーダー反射器等も艤装されています。

以上のようなシーサバイバルスキルも重要ですが、洋上施設では(2)の消火作業も陸上の場合と一味違います。これは対象となる火災の性質の違いによるもので、状況に応じて適切な消火方法を使用しなければなりません。実技では消火器の種類によって見た目、放射距離、放射時間が異なることを受講者全員が体感します(写真4)。

セルフレスキュー訓練は、スペースが限られ通路が狭くなっている調査船や洋上施設では特に有益です。火災発生時は姿勢を低くして煙の多い場所を避けますが、狭い通路ではあっという間に煙が拡がり視界が絶たれます。このような事態に冷静に対処するため、視覚に頼らない脱出方法を学びます(写真5)。ここで実感するのは、避難ルートを事前に頭に入れておくことで脱出時間が大きく減少することです。皆様は避難ルートを確認していますか？



写真4 粉末消火器を用いた消火訓練。この前に火災の特性推定、消火器の選択も練習します。



写真5 視界不良な環境下における脱出訓練。手と足の感覚を頼りに安全を確認しながら進みます。怪しい人たちに見えませんが受講者は真剣です。

●おわりに

サバイバルトレーニングの内容について簡単に紹介しました。実技の内容がメインとなりましたが、訓練には座学も組み込まれています。興味を持たれた方のために、受講申込の際の補足情報をまとめました(表1)。

従来は国内にこのような訓練施設がなく、筆者の先輩方は海外に向かい訓練を受け苦労が多かったと耳にします。現在は国内で受講できますし、本訓練に同行した上司によれば理解度は海外で実施されるもの以上(例えば、日本語・英語での受講可能)と言う事です。サバイバル訓練の受講のハードルはかなり下がっていると言えるでしょう。

最後に、写真撮影および提供にご協力いただきました日本サバイバルトレーニングセンターの皆様へ感謝いたします。

表1 筆者が受講したBOSIET申込時の基本情報

日程	3日間
場所	福岡県北九州市戸畑区銀座2-6-27
開催団体	ニッスイマリン工業株式会社 日本サバイバルトレーニングセンター http://n-s-t-c.com/
費用	約20万円/1名
最低催行人数	6名
事前に提出する書類	健康状態確認書、健康問診票、訓練に関する同意書
必要な持ち物	写真付の身分証明書 筆記用具、水着、着替え 酔い止め、防寒着(冬季)

第133回学術講演会・見学会 参加レポート

平成27年9月24～26日に金沢市にて第133回物理探査学会学術講演会・見学会が開催されました。参加された学生の方からレポートを寄稿いただきましたので、ご紹介いたします。

地下水探査における今後の貢献について

早稲田大学大学院 創造理工学研究科
地球・環境資源理工学専攻 修士1年

笹谷 勇登



第133回学術講演会では52編の多種多様な講演と9編のポスター発表、そして白山手取川ジオパークとその周辺の地質についての見学会が行なわれた。本稿では講演会を踏まえて、今後の地下水における物理探査の

貢献について考察する。

まず、見学会では手取川扇状地を見学し、用水路による水資源の発電等への利用や、白山美川伏流水群等による生活用水の獲得が行なわれていることが分かった。地酒や毒を持つブグの処理、扇状地では珍しい水田など、本地域では豊かな水資源を活かした多種多様な活動が行われている。このように地下水は人々の生活に欠かせない資源である。

そこで、地下水に対して物理探査はただ地下水脈を発見するだけでなく、その土地にあった地下水の利用方法を判断し、利用者である専門外の方々にもわかりやすい情報開示をすることを推進するべきであると考えた。具体的には、講演会で話題となった統合物理探査を実施することで、地下の層構造だけでなく、孔隙率などの物性値を把握することができると考えられる。様々な物性値が求めれば、さらに具体性のある、わかりやすい情報を提供することができると考えられる。また、水不足の地域では、飲料用の水資源を求めているにもかかわらず、井戸から濁った水が出てくるという問題がある。統合物理探査によって、井戸を掘削する前に地下水が濁りのない、飲料用に適したものかを判断できる技術が開発できれば、世界中の水不足に悩む人々に貢献できるのではないかと思う。このように、利用者の需要に合わせた、より多くの情報を提供できる物理探査技術の開発を今後も進めていくべきだと考えられる。

白山手取川扇状地における地下水と物理探査

京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻

楠田 溪



白山手取川扇状地には、伏流水が豊富に存在している。霊峰白山に積もった大量の雪解け水が土の中にゆっくりとしみ込み、大地から溶け出したミネラルを含むことで非常においしい名水である。今回の見学会では、扇

状地の美しい田園地帯はもちろん、伏流水をふんだんに利用して作られた地酒やぶぐの卵巣を始めとする糠漬けの味は非常に印象的であった。

豊かな伏流水を今後も安定的に利用するために、地下水流動プロセスを正しく知ることが求められる。しかしながら地下水の流動を実際に“目”で見えることはほぼ不可能であり、降水及び伏流のみの結果からそのプロセスを正確に推定することは困難である。地下水追跡には、トレーサー試験や井戸を用いた透水試験などが一般的であるが、観測井の掘削には環境への影響や経済的理由などの問題が挙げられる。ここで、観測井が不必要であり、地表面で行う観測によって地下の構造を可視化することのできる物理探査手法が期待される。物理探査では、地下水の存在や分布を推定するものであり、白山手取川ジオパークのような季節変化を伴う地域では、1年を通じた継続的な観測が求められる。適切に地下水の挙動をモニタリングすることで、白山からの雪解け水がどのような経路を辿って伏流水として自噴しているのか解明する手掛かりとなる。地下水・伏流水から得られる豊かな恵みを今後も継承していくためにも、地下水の挙動を正確に把握し、より効率的で安定な水資源利用を目指してほしいと思う。

2015年度第1回電気探査研究会 空中電磁法セミナー 開催報告

住鉱資源開発株式会社 千葉昭彦



講演中のLegault氏とBerardelli氏

1. はじめに

ヘリコプターを使って空中から地下の比抵抗構造を探索する空中電磁法は、国内でも主に地表調査の容易でない斜面災害に適用されており、過去には金属鉱床探査や地熱の探査に使われたこともある。これらの空中電磁法は数種類の周波数での電磁応答を観測する周波数領域法で、どちらかと言うと深度200m以下の地下を対象としている。近年、電磁パルスに対する応答の時間変化を観測する時間領域法の中電磁法が普及し、より深い深度を対象とする金属鉱床探査等に適用されている。石油天然ガス・金属鉱物資源機構では時間領域空中電磁法を使って地熱資源ポテンシャル評価を試みている。

カナダGeotech社は時間領域空中電磁法VTEMシステムを開発し、南米、豪州、アフリカ等の事務所を通じて世界中で探査を行っている。さらに、同社は数種類の周波数で自然電磁場を観測して、深度1,000m以上まで探査できるZTEMシステムを開発し、金属鉱床や地熱の探査へ適用している。この度、VTEMおよびZTEMの第一人者であるLegault氏がBerardelli氏とともに来日されたので、電気探査研究会でセミナーを行って頂いた。

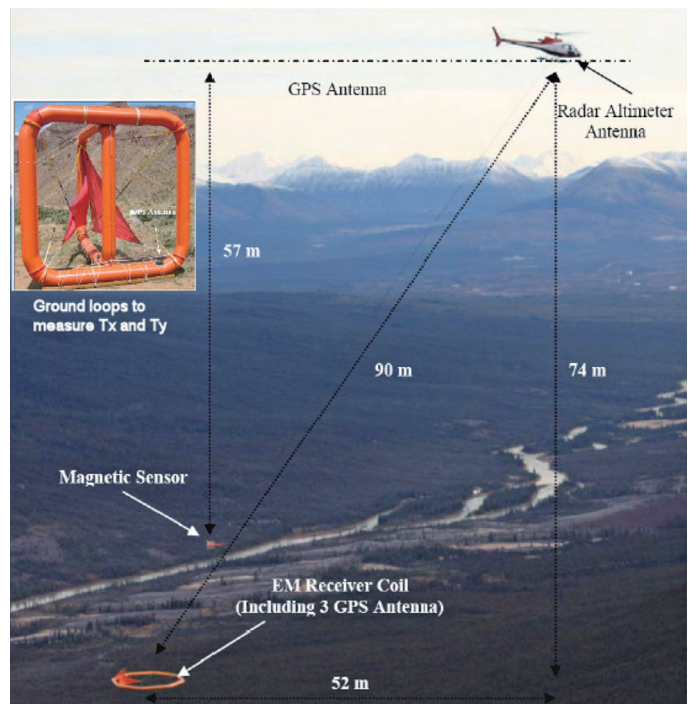
2. 研究会概要

日時：4月16日(木) 13:30～17:00
 場所：早稲田大学西早稲田キャンパス55号館
 講師：Jean M Laegault(カナダGeotech社)
 参加者：50名
 参加者分野：
 研究者(大学、研究所)、物理探査技術者(資源、土木)、ヘリコプター会社、商社等

3. 講演内容

VTEMはヘリコプターに吊るした直径26～35mの送信ループに200～300Amの大電流を流して450,000～1,000,000A/mのダイポールモーメントの4.6～7msec電磁パルスを発生させ、パルス遮断後5 μ sec～12msecの磁場変化の減衰を観測することで大きな可探深度を得ている。磁場減衰の時間変化から地下の比抵抗を求め、また、磁場の鉛直成分だけでなく水平成分も計測したりして更に多くの情報を取得している。浅部より深部を探索するシステムの開発も進めている。世界各地で金属鉱床探査等の深部探査へ適用されている。IP異常の上で負の異常が現れる適用例があり、より効果的な金属鉱床探査を行うことができる。

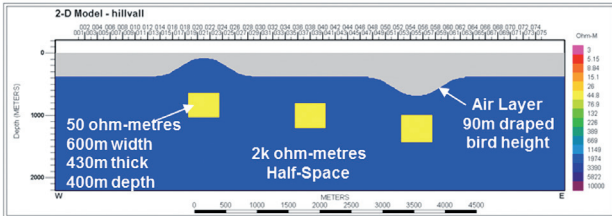
ZTEMはヘリコプターから90m離して直径7.2mの受信ループを曳航しながら30～720Hzの自然電磁場変化の鉛直成分を観測し、固定点で観測した自然電磁場変化の水平成分との比をとる。この比はMT法のティッパーに相当し、MT法の理論を適用することで可探深度1,000m以上までの水平方向の比抵抗変化を観測することができる。VTEMと組み合わせることで浅部から深部までの比抵抗構造を調査することができる。



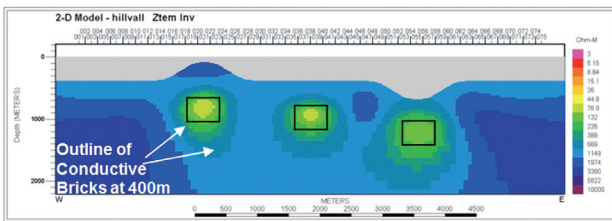
ZTEM測定システム

また、MT法と同様に2次元、3次元の比抵抗解析を行うことができるので、ZTEM単独に加えて地表でのMT法と組み合わせた比抵抗解析を行うこともできる。このような特徴を利用して、金属鉱床だけでなく地熱の探査にも適用されている。

2D Forward Model



2D Inversion Model



ZTEMの2次元比抵抗インバージョン解析



講師等を囲んでの交流会

4. おわりに

世界の最前線で空中電磁法を実施されている技術者の講演を聞く機会は少ないためか、通訳無しの英語によるセミナーだったにも関わらず、講師に対して多種多様な質問がなされ、興味深く熱い議論が続いて時間が足りないほどであった。このように、なかなか国内では話を聞けない海外の研究者や技術者を聞ける機会が増えることを期待する。

セミナー終了後、別室でのLegault氏とBerardelli氏を囲んでの交流会では、あちこちで楽しく議論が深まっていった。

最後になりましたが、来日の貴重な時間をに使わせて頂いたGeotech社の方々、セミナーや交流会の準備にご尽力頂きました斎藤章教授、中山圭子様はじめ早稲田大学の方々、セミナーを運営して頂いた内田利弘代表はじめ電気探査研究会幹事の方々に対して厚く御礼申し上げます。

予告 物理探査ハンドブック増補改訂版出版のお知らせ



こちらは現行版

大幅
増補改訂
の章

反射法地震探査

微動・振動・表面波探査

リモートセンシング

物理検層

位置測量

第一分冊

- 第1章 反射法地震探査
- 第2章 屈折法地震探査
- 第3章 微小地震・AE
- 第4章 微動・振動・表面波探査
- 第5章 電気探査
- 第6章 電磁探査

第二分冊

- 第7章 地中レーダ
- 第8章 重力探査
- 第9章 磁気探査
- 第10章 リモートセンシング
- 第11章 熱・温度探査
- 第12章 放射能探査

第三分冊

- 第13章 物理検層
- 第14章 V S P
- 第15章 ジオトモグラフィ
- 第16章 シミュレーション
- 第17章 モデル実験
- 第18章 位置測量

1998年以来18年の長きにわたってご好評をいただいております物理探査ハンドブックの在庫が底をついてきました。この度、物理探査技術の発展がめざましい分野については手を加え、改訂版を出版する運びとなりました。章立ては右に示すとおり現行版と同様ですが、章によっては大幅な改定がなされています。第III編のケーススタディを割愛し、その分、各章の内容を充実しました。

出版は5月を予定しています。出版形態は冊子版と電子版を用意しています。冊子版はこれまでのB5版からA4版へ変更することで見やすくなりました。販売額は未定ですが、会員限定の特別割引書価格での予約先行販売なども行う予定です。詳細につきましては順次お知らせして参ります。



賛助会員リスト



賛助会員の皆様：物理探査ニュースでは会員企業紹介を随時掲載しておりますので、掲載ご希望の会員企業の担当者の方は、学会事務局までご連絡下さい。

アジア航測株式会社	ニタコンサルタント株式会社	株式会社日本メジャーサーヴェイ
三菱マテリアルテクノ株式会社	三井金属資源開発株式会社	東邦地水株式会社
応用地質株式会社	株式会社興和	株式会社長内水源工業
鹿島建設株式会社	ジオテクノス株式会社	応用地震計測株式会社
川崎地質株式会社	ペトロサミット石油開発株式会社	株式会社四国総合研究所
関東天然瓦斯開発株式会社	株式会社物理計測コンサルタント	北陸電力株式会社
基礎地盤コンサルタンツ株式会社	株式会社日本地下探査	株式会社萩原ボーリング
極東貿易株式会社	中日本航空株式会社	(公財)地震予知総合研究振興会
(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構	株式会社エイト日本技術開発	太平洋セメント株式会社
興亜開発株式会社	地熱技術開発株式会社	株式会社ジオファイブ
国土防災技術株式会社	大和探査技術株式会社	株式会社テラ
サンコーコンサルタント株式会社	株式会社ジオシス	株式会社環境総合テクノス
住鉱資源開発株式会社	中部電力株式会社	スリーエスオーシャンネットワーク有限会社
住友金属鉱山株式会社	北海道電力株式会社	有限会社地圏探査技術研究所
石油資源開発株式会社	九州電力株式会社	株式会社ジオフィール
伊藤忠テクノソリューションズ株式会社	関西電力株式会社	法面プロテクト株式会社
総合地質調査株式会社	中国電力株式会社	株式会社尾花組
株式会社ダイヤコンサルタント	株式会社建設基礎コンサルタント	洞海マリンシステムズ株式会社
株式会社竹中工務店 技術研究所	(一財)宇宙システム開発利用推進機構	海洋電子株式会社
中央開発株式会社	株式会社ドリリング計測	協和設計株式会社
地質計測株式会社	西日本技術開発株式会社	株式会社ジオプローブ
国際石油開発帝石株式会社	株式会社地球科学総合研究所	白山工業株式会社
電源開発株式会社	(一財)地域地盤環境研究所	曙ブレーキ工業株式会社
(一財)電力中央研究所 我孫子研究所	第一実業株式会社	日本地下可視化技術協会
DOWAメタルマイン株式会社	シュルンベルジェ株式会社	日本信号株式会社
JX金属探開株式会社	株式会社日さく	株式会社地盤探査
日鉄鉱業株式会社	株式会社NTTデータCCS	サン地質株式会社
日鉄鉱コンサルタント株式会社	モニー物探株式会社	日本工営株式会社
日本海上工事株式会社	株式会社大林組	株式会社地圏総合コンサルタント
JX石油開発株式会社	北光ジオリサーチ株式会社	越前屋試錐工業株式会社
日本物理探査株式会社	中央復建コンサルタンツ株式会社	株式会社昌新
復建調査設計株式会社	九州日商興業株式会社	株式会社クリムゾンインタラクティブジャパン
三井金属鉱業株式会社	株式会社ジオテック	株式会社トムロ・テクノプロ
三井石油開発株式会社	大日本コンサルタント株式会社	株式会社フグロジャパン
株式会社阪神コンサルタンツ	JX金属株式会社	
ドリコ株式会社	有限会社アスクシステム	
三菱商事石油開発株式会社	(一社)全国地質調査業協会連合会	(2016年：会員番号順)

物理探査ニュースでは、賛助会員の皆様からのカラー広告を掲載する予定です。最大半ページ(カラー)で、基本的には裏表紙下半分に置きます。お問い合わせは事務局までお願い致します。



お知らせ

第134回(平成28年度春季)学術講演会のお知らせ

1. 会期

平成28年5月16日(月) 一般講演(口頭およびポスター)
 平成28年5月17日(火) 一般講演(口頭およびポスター)、
 総会、特別講演、交流会
 平成28年5月18日(水) 一般講演(口頭およびポスター)

2. 会場

(1) 講演会

早稲田大学 国際会議場(東京都新宿区早稲田1-20-14)

(2) 交流会

大隈会館 楠亭(なんてい)

3. 講演申込方法

(1) 講演申込 締切 平成28年3月7日(月)
 (2) 講演論文集原稿 締切 平成28年4月4日(月)
 (3) 講演要旨 締切 平成28年4月4日(月)

4. 参加事前登録

締切 平成28年5月2日(月)(受付開始は2月1日の予定)

5. 参加費

(1) 講演会参加費(税込)

一般：7,560円(事前登録)、8,640円(会場登録)
 学生：3,780円(事前登録)、4,320円(会場登録)

(2) 交流会参加費(税込み)

一般：5,400円(事前登録)、6,480円(会場登録)
 学生：3,240円(事前登録)、3,240円(会場登録)

詳しくは学術講演会開催情報を御覧ください。

<http://www.segj.org/event/lecture/2016/01/134.html>

平成28年度物理探査セミナー

1. 会期

平成28年6月27日(月)～29日(水)

2. 会場

東京大学 山上会館

※セミナー内容等の詳細については、後日、学会HPでお知らせいたします。

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)

編集後記

新年明けましておめでとうございます。2009年に物理探査ニュースが発刊されて今年で8年目に入ろうとしています。今号より物理探査ニュースはリニューアルされますが、今後とも皆様に楽しんで読んでいただけるよう取り組んでまいります。

さて、今号では久々に「ホント? SFの中の探査」シリーズ記事が掲載されます。後藤先生掲載の地底探査車の概念図を見た際、「この車両部はどうなんねん??」と危惧された方は私だけではないはずです。この辺りの解説もなされており、サンダーバードを知らない世代でも安心して読める記事となっております。

また、ドキュメンタリー作家山本睦徳氏の「現場レポート」の続編も掲載されます。前回の記事に「バイクで500km走破」との記載がありましたが、今回初めてそのバイクと山本氏の写真が掲載されますので必見です。データ測定での苦悩や解析の工夫など、共感できるエピソードも満載です。

ニュース委員会では物理探査の魅力をわかりやすく皆様に伝えるべく、ネタ探しに邁進しております。皆様の身近におもしろいネタがございましたら、ニュース委員会までご一報いただければと思います。

(ニュース委員会委員：鳥居健太郎)

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29号 2016年(平成28年)1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>