

物理探査 ニュース

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

Geophysical Exploration News April 2016 No.30

目次

物探よもやま話 重力波とバイブレータ	1
現場レポート 集中豪雨を狙った電気探査による 地下水モニタリング(その2)	2
研究の最前線 反射法と屈折法の統合解析	6
脱線・物探英語 その12	8
物理探査ハンドブック増補改訂版出版のお知らせ	9
第12回SEGJ国際シンポジウムに参加して良かったこと トップ10	10
市民講座「地球のお医者さん 物理探査」開催報告	11
お知らせ・編集後記	12



「重力波とバイブレータ」

石油資源開発株式会社 高橋 明久

「[重力波]アインシュタインの予言を実証」、2016年2月12日の朝刊の見出しに胸が躍った方も多かったのではないのでしょうか。重力波はアインシュタインが一般相対性理論の中でその存在を予言した現象で、ブラックホールや中性子星といった高密度の天体が移動することによって生じる時空のゆがみが波動として宇宙空間に広がっていくというものです。一般相対性理論の正しさを証明するための最後の鍵とも言われていました。

インターネットでたどるとこの世紀の大発見の論文(Abbott et al.2016)が無料で公開されており、ばらばら見ていてびっくりしました。図1は約3,000km離れた2つの観測点で同時観測された重力波の観測波形です。これを見てあっと思った方、いますよね。そうです、反射法におけるバイブレータの振源波形とそっくりなんです。それも周波数帯は35Hzから250Hzということでバイブレータが起振できる周波数とほとんど一致しているのです。ちなみにこの2点での時間差は0.007秒で逆相関とのこと(図1下図)。

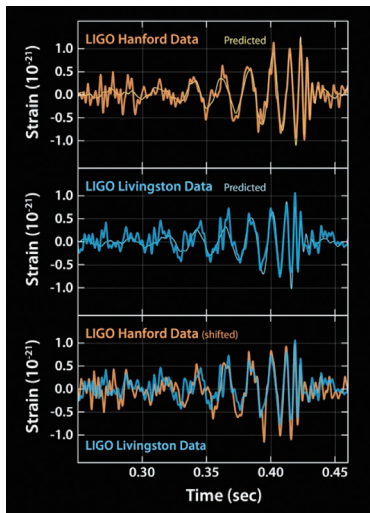


図1 ハンフォードとリビングストンで同時観測された重力波の波形 (Courtesy Caltech/MIT/LIGO Lab)

反射法におけるバイブレータの原理を図2に示します。この図は近日刊行予定の物理探査学会編「物理探査ハンドブック増補改訂版」で初お目見えする図ですが、今回は特別に先行公開です。

図2を見るとバイブレータの振源波形が図1の重力波にととてもよく似ていることが判ると思います。もっとも図2のスイープ波形は簡略化した

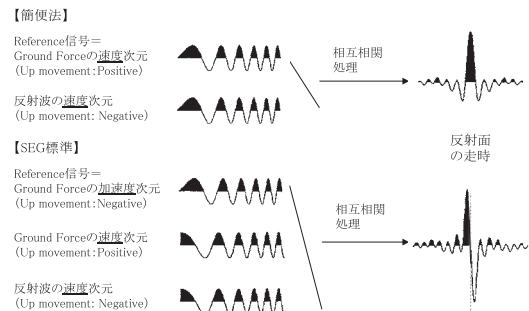
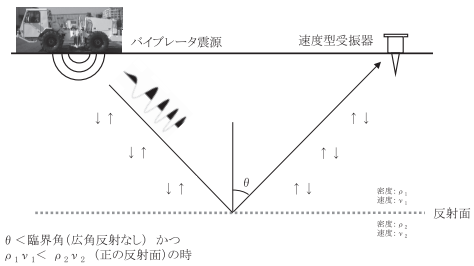


図2 バイブレータ振源の原理(物理探査ハンドブック増補改訂版2016(近日刊行)より)

図であり、実際のバイブレータではスイープ時間がずっと長い(数10秒)ので振動回数はずっと多いです。図2は重力波の発見よりもずっと前に作られた図ですから偶然の一致とはいえ、いいセンスでしたね。ちなみに観測された重力波の継続時間は図1から見ると0.1秒程度です。また、図2には相互相関の結果の説明もありますが、2観測点の重力波の相互相関をとれば、0.007秒の位置に負のピークが立つゼロ位相の波形ということになります。

今回観測された重力波は2つのブラックホールが互いに公転しながら一つに合体するときを生じる質量欠損分(太陽の質量の3倍)のエネルギーが重力波となって宇宙空間に広がったというシミュレーション結果が出ているそうです。そんな壮大な現象が我々の身近な周波数帯で捉えられるとは、思わず興奮してしまいました。



集中豪雨を狙った電気探査による地下水モニタリング(その2) — 品質の悪いデータをいかに解析するか —

電力中央研究所 鈴木 浩一

1. はじめに

前回(第28号)は、集中豪雨時の浸透水のモニタリングを目的に、長期観測を前提として構築した遠隔操作による電気探査システム、実際の斜面地点で生じたトラブル状況、測定データの一部について紹介しました。予想以上に様々なトラブルが頻発し、数100mm以上と降雨量の多い肝心な時期に測定ができず、自然を相手にした実験がいかに厳しいかを思い知らされました。今回は、100mm程度の降雨の時期に測定できたデータに対して解析を試みた結果について紹介します。

2. 測定データの品質

測定ができた期間の見掛比抵抗(以降 ρ_a)の電極間隔ごとの平均値の変化と降雨量との関係(図1)から、 ρ_a にそれなりの変化が認められる時期を選んで2次元解析を行うことにしました。図1中の矢印で示す5回の日時に測定した ρ_a 分布を作成してみました(図2の②~⑥)。ここで、比抵抗の変化率を算出する基準日は、降雨の少ない期間でデータ品質が良い日を選定する必要があります。しかし、解析の対象期間のデータ品質はそれほど良くありません。よって、降雨の少ない期間4/16~5/14のうち比較的データ品質の良い6日間の平均値を選定しました(例として5/2の ρ_a 分布を図2の①に示します)。

なお、いずれの測定日のデータも送信電流値は50~300mA、標準誤差は1%以下で、ケーブルは一か所も断線していないと考えられます。しかし、どの測定日にも明らかに異常データがみられ、特に地表面が乾燥していると考えられる時期(5/27, 8/23)に増える傾向があります。例えば、ウェンナー配置で測定した電位は常にプラスになるはずですが、マイナスになることもあり(図中灰色で表示)、特定の電極切替器が誤動作した可能性があります。このような不良データは、 ρ_a 分布図では斜め下方向に連続しており、誤動作した測点が特定できるので、不良データの削除は容易にできます。

しかし、誤動作する測点を常に判別できるわけではなく、例えば8/23のエルトラン配置による ρ_a 分布では、不良データが多過ぎて品質の良いデータを選定するのが難しくなっています。ここで、比較的データの品質が良い測定日5/2をみると、地表付近は乾燥した堆積物の影響で高比抵抗となっていますが、深部にいくにしたがい含水率は大きくなっていくと予測され、 ρ_a は低くなる傾向

があります。よって、電極間隔 $a=2.5\sim 12.5\text{m}$ での ρ_a は500~5000 Ωm 、 $a=15\sim 37.5\text{m}$ では200~1000 Ωm の範囲に入ると予測できます。これらを上限・下限の閾値として設定すれば、異常データの大半は削除することができます。閾値でも削除できない異常データは、 ρ_a 分布を作成しなおして目視で削除するしかありません。観測日数が多いと大変な労力がかかります。

3. 解析方法

2次元逆解析はラプラシアンフィルタによる平滑化制約付き非線形最小二乗法(佐々木、1988)を使用しました。反復計算は4回行いました。逆解析時の初期値として、測定開始日は見掛比抵抗の平均値を与え、2回目以降の測定日には測定開始日の逆解析による比抵抗構造を与えました。ここで、降雨が浸透した地盤の比抵抗は低下すると予測され、初期値に対し低下する制約条件を与えるのが妥当と考えられますが、元々地盤にあった空気が上部からの浸透水により下方の領域に移動した場合、移動先の比抵抗は増大する可能性もあります。その点を考慮して、比抵抗変化率は初期値に対し+5%以下とする制約条件を与えました。なお、変化率 $\Delta\rho$ は次式により計算しました。

$$\Delta\rho = (\rho_2 - \rho_1) / \rho_1 \times 100 \quad (1)$$

ここに、 ρ_1 は基準日の比抵抗、 ρ_2 は各観測日の比抵抗を示します。

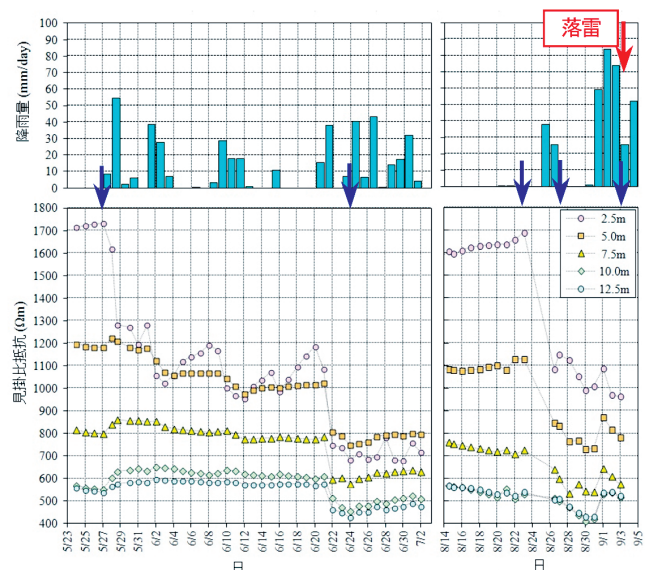


図1 降雨量と電気探査による見掛比抵抗の変化

ここで、浸透した雨水が深部に浸透していく過程で、一部は間隙内にトラップされると考えられるため、深部にいくほど浸透する雨水の量は減少していくことが予想されます。実際、現地測線近傍のボーリング孔内に設置された土壌水分計による測定データより、体積含水率の変化は地下深部にいくほど小さくなり、深度20m以深の土壌水分計ではほとんど変化が観測されませんでした。よって、その深度領域では比抵抗の変化は小さいとみなせるため、深度20m以深の比抵抗変化率は初期値に対し-10%以内とする制約条件を追加して、解の安定化を図ることにしました。

4. 解析結果

各測定日の比抵抗断面図を図3に、比抵抗変化率断面図を図4に示します。5/27は乾燥している時期と考えられますが、基準値(図3の①)に対して測線下流側の浅層部に比抵抗が若干低下した領域が見られます(図4の②)。梅雨期の6/24は比抵抗が顕著に低下した領域が測線全体の深度20mほどまで広がっています(図4の③)。夏季の8/23も乾燥している時期と考えられますが、表層部を除く深度20mまでに比抵抗が低下している領域が見られます(図4の④)。8/27、9/3は測線下流側の深度

20m程度までの比抵抗も低下しています(図4の⑤、⑥)。

5. 考察

比抵抗変化率断面図(図4)では、全般的に深度20m程度まで比抵抗が低下した領域が見られ、間隙率もしくは割れ目の多い崖錐堆積物と崩壊堆積物に雨水が浸透した領域をとらえたと考えられます。5/27はその10日前からの降雨がほとんどないため、少なくとも地表部の乾燥化が進行していると考えられ、5/27は基準値よりやや低下した領域が見られるだけです。6/24の測線全体の深度20mまでに見られる比抵抗が低下した領域は、5/27~6/24の降雨(計325mm)の浸透域をとらえたと考えられます。

一方、8/23(図4の④)もその10日前からの降雨はほとんどないため、表層5mほどまでは比抵抗はほとんど変化していません。しかし、その下部の深度20mまでに低下した領域が見られます。よって、梅雨時あるいは7/26の降雨時(90mm)に浸透した雨水が残っている可能性があります。8/27および9/3(図4の⑤と⑥)では、測線全体の深度20mまでに見られる比抵抗が低下した領域は8/25~9/2に観測された降雨(計533mm)の浸透域に対応していると考えられます。

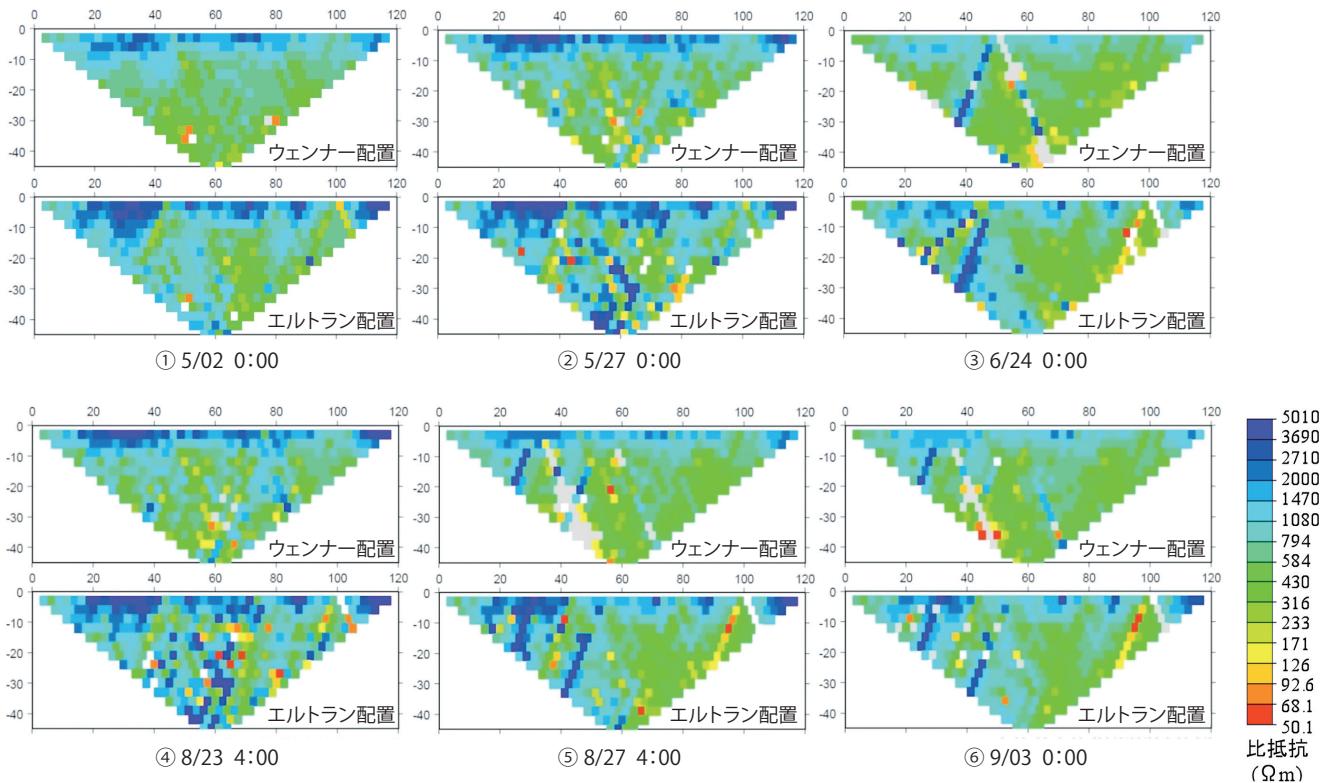


図2 見掛比抵抗断面図(縦軸は電極間隔(m)、横軸は中心座標、白色は50 Ωm 以下、灰色は電位の符号が逆転したことを示す)

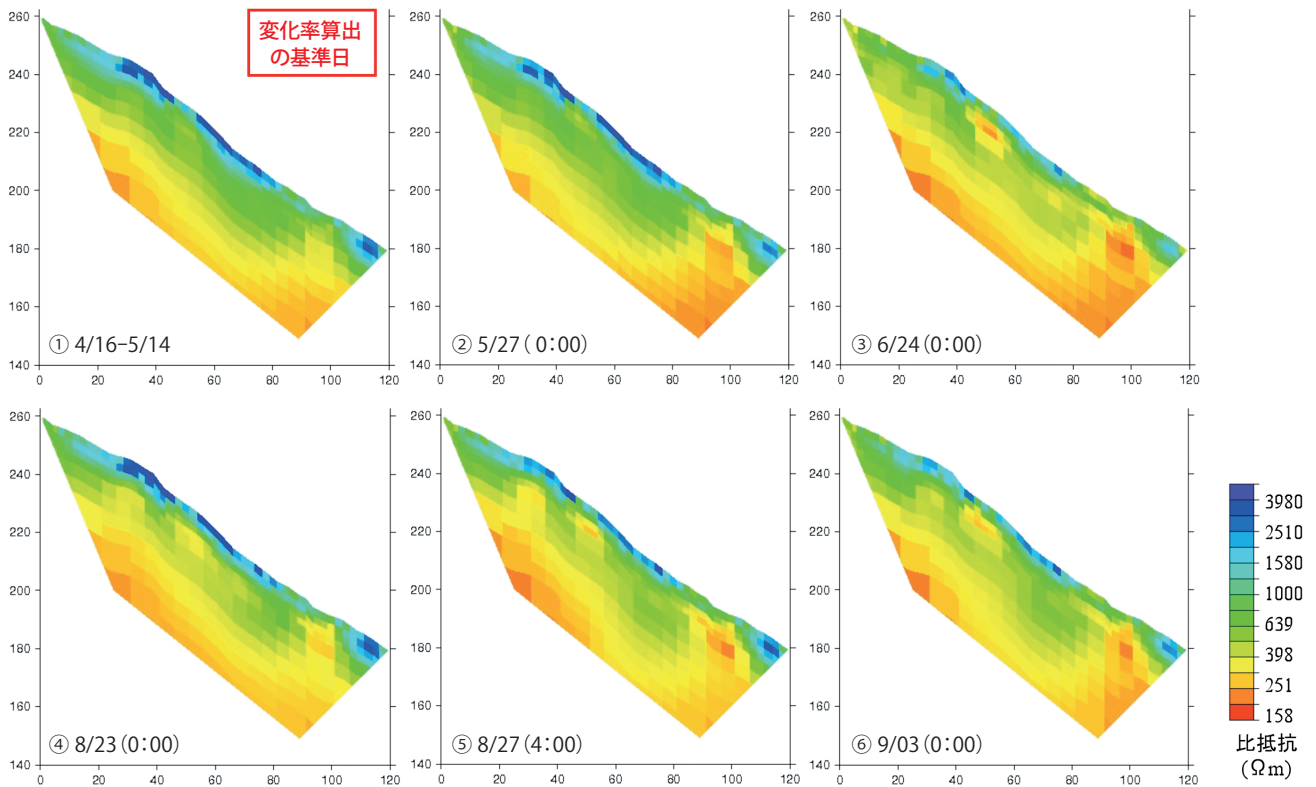


図3 比抵抗断面図(縦軸は標高(m)、横軸は水平距離(m)を示す)

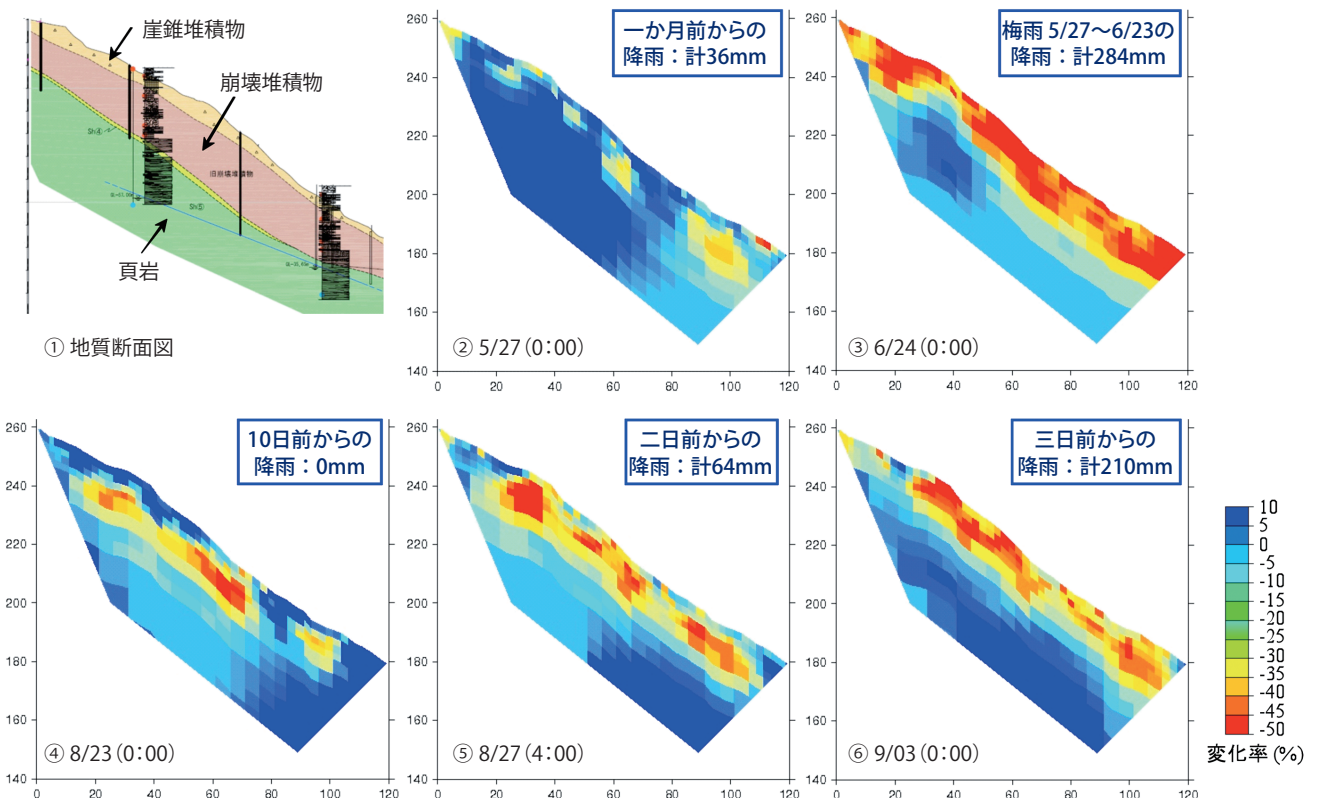


図4 比抵抗変化率断面図(縦軸は標高(m)、横軸は水平距離(m)を示す)

6. 今後の対策

落雷から測定装置を保護するには更なる工夫が必要と考えられます。今後、降雨の浸透状況をモニタリングす

る目的で長期間電気探査法を実施するためには、落雷により装置本体に流れ込む大電流を完全に遮断することが最重要課題でしょう。落雷時は、概念図(図5(a)、(b))に示すように雷が直接落下することにより生じる直撃雷サー

ジ、空間電磁界の変化により電線などに誘導される誘導雷サージなどが発生します。電気探査を行う地点は高さ数10mの樹木が繁る山間部にあり、直撃雷サージは樹木に落下するケースが殆どと考えられます。よって、樹木と大地の抵抗に伴う電圧降下により、測線沿いの電極から流れ込む電流はそれほど致命的な量ではないことが予想されます。一方、測線沿いに設置した信号ケーブルは野生動物による切断を防ぐために地面から1mほどの空中に設置しており、誘導雷サージの影響を受けやすいこととなります。

ここでは、図5(c)に示すサージの周波数と電圧との関係図(橋本, 2000)に基づき、20kVの高電圧が、線抵抗 $R=4\Omega$ の信号ケーブルに誘導されたらと仮定すると、オームの法則により $I=V/R=5kA$ の電流が装置本体に流れ込むこととなります。よって、単体の避雷器では完全に保護できないことも充分起こりうると考えられます。

誘導雷サージからの保護を強化する手段として、現場作業に求められる装置のコンパクト性とは相反することになりますが、信号ケーブルはシールド線にして保護管を通して地表面に敷設し、測線部や延長ケーブルの途中に避雷器を複数台設置する対策が重要と考えられます。また、商用電源供給ラインから雷サージが入り込むのを防止するため、絶縁トランスを設置することも必要です。以上の対策により、装置本体を雷サージから保護できる確実性は向上すると考えられます。

もちろん、あらゆる雷に対して装置を完全に保護することは不可能に近いと思われます。数10年あるいは数100年に一回しか来ないような大落雷から保護できるような対策は、費用を充分かければ可能になるかもしれませんが、しかし、費用対効果のバランスで現実的には困難と考えられます。この程度の規模の雷に対しては完全に遮断できるといった基準を設定して避雷対策を行い、万が一それを超える雷が来た時はやむを得ないと割り切ることも必要なのだと思います。

7. 最後に

2回にわたり集中豪雨を狙った電気探査について紹介してきました。品質の悪いデータに対し強引に解析を進めてもその信頼性はどうかと疑問を感じる方も多いかと思ひます。実際、図3で示した比抵抗断面の残差二乗和(RMS残差)は、22.4~37.1%の範囲となり収束は決して良くありません。しかし、苦勞して取得した膨大なデータをそのまま埋もれさせてしまうのはあまりに忍びなく、取り纏めた次第です。

仮に、より品質の良いデータが取得できれば、計測孔内に設置された地下水位や間隙水圧計によるデータと付き合わせるにより、斜面全体の雨水の浸透挙動についてもっと有意な評価ができる可能性は充分あると思ひま

す。今後、若手の皆様が類似した調査にチャレンジする機会があれば、本件での失敗談が少しでも参考になれば幸いです。

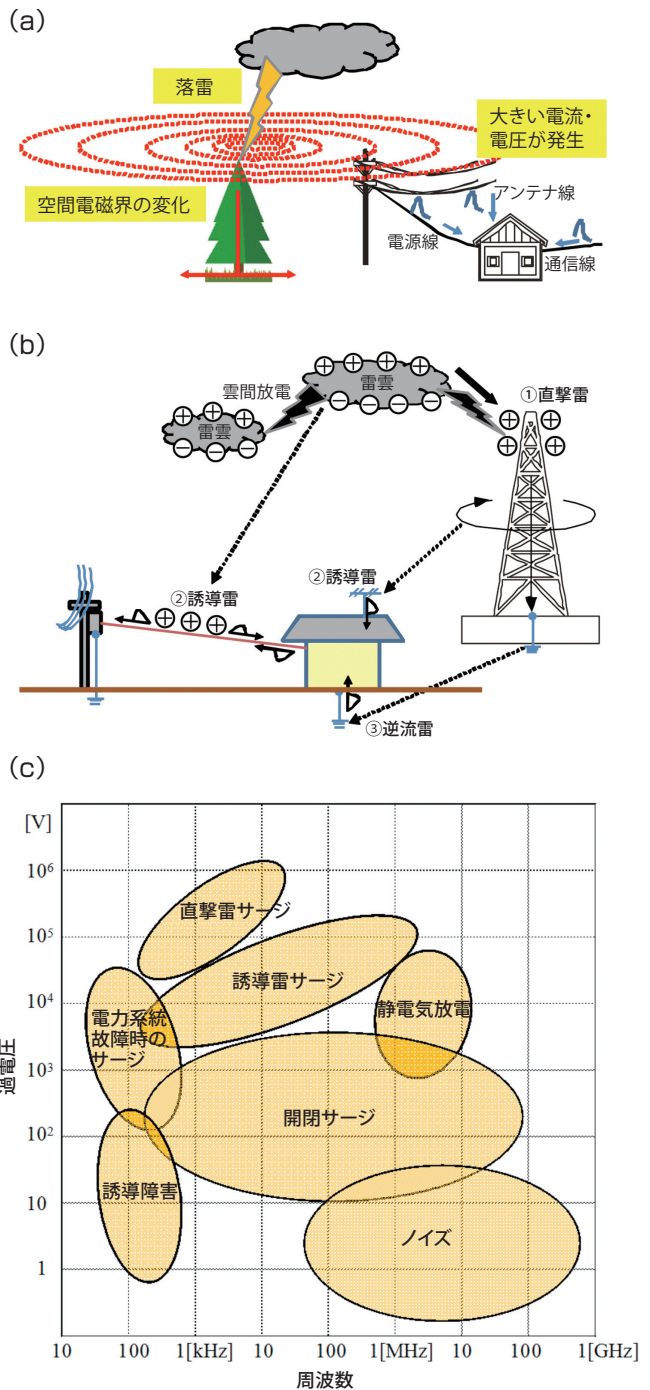


図5 雷サージ発生のしくみと種類(橋本,2000)

引用文献

橋本信雄(2000): 雷とサージ 発生のしくみから被害防止まで, 電気書院
 佐々木裕(1988): 比抵抗法2次元インバージョンの改良, 物理探査, 41, 111-115.



反射法と屈折法の統合解析:高密度走時トモグラフィの不確実性評価

海洋研究開発機構 白石 和也



反射法と屈折法を統合解析する意義

「統合解析」という言葉は、物理探査や地球科学に関わる技術者や科学者が掲げるキーワードの一つである。その目的とすれば、異なるデータを組み合わせることによって、新たな情報を得ることや情報の精度を高めるということであろう。このことは、単独の方法がある程度成熟したが故に、引き出せる情報の量や精度の限界を迎えているということなのかもしれない。

本稿では、筆者の(株)地球科学総合研究所での、陸上および浅海域における広域地殻構造探査の経験を踏まえつつ、反射法データと屈折法データの統合解析について述べる。走時トモグラフィをする際、屈折法だけではなく反射法のデータも用いて、高密度な走時データから統計的な手法で速度モデルを推定する。トモグラフィ解析の不確実性を評価する一方、反射法の解析や解釈へフィードバックされることもある。図1がここで述べる反射法と屈折法の統合解析フローを示したものである。

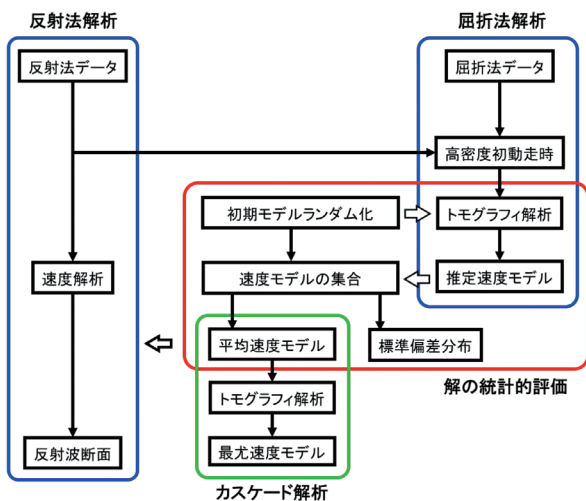


図1 反射法と屈折法の統合解析フロー

どちらも地震波探査で得られる、よく似たデータであるので、統合解析と呼ぶからには、まず、条件の違いを記しておく。反射法では、発振点と受振点の展開がともに高密度である。一方、屈折法では、受振点は同程度に高密度であるが、発振点の間隔が大きい。また、利用する震源のエネルギーが異なり、有効なデータ観測距離が異なる。反射法は探査対象深度と同等から最大2倍程度の水平距離までの観測を想定す

る。一方、屈折法はほぼ全域に伝達するエネルギーを、対象深度の5倍程度以上の全域固定展開による観測を想定する。そのため、反射法は、高品質な距離範囲は相対的に小さいが、データの密度が高い。屈折法では全域にわたり初動走時の読み取りが可能な高品質であるが、データ密度は低い。走時データの有効オフセット距離が長ければ長いほど、一般的にはより深い構造の速度を反映する。

この違いを補完することが、ここでの統合解析の意義の一つである。両者の走時データを利用することで、有効オフセット距離は異なるものの、走時データの密度が飛躍的に上がる。高密度な初動走時データを用いるということは、地中の波線の分布密度も同様に増大しているということである。空間的な制約条件が増すことで、解析精度の向上、空間分解能の向上が期待される。

高密度走時データを用いたトモグラフィ解析

広域地殻構造調査の場合、統合解析のための反射法と屈折法の同時データ取得は、実は容易ではない。例えば、深度10km程度を対象として、測線長50kmの調査をしようとする、限られた調査期間で効率よく取得するためには、事前の緻密な計画と入念な準備、現場での高い統率と機動性が不可欠である。

データ処理と解析の点では、膨大な初動走時の読み取りが必要なので、解析者の負担や計算コストが増大することは、正直に記しておく必要がある。しかし、情報の精度を高めると、情報に統計的で客観的な根拠を付加することの意義が理解できれば、必要な投資だと考えられる。

さて、トモグラフィ解析は、モデル更新ごとに波線分布が変わるため、本質的に非線形逆問題であり、初期モデルへの依存性が高い。しかし、反射法速度解析と比べると、任意性は小さいと考えられる。白石ほか(2010)では、屈折法データと反射法データの統合利用により、高品質で高密度な走時情報を用いることとし、トモグラフィ解析の統計的な評価を行った。モンテカルロ型不確実性解析により、ランダムに生成した初期モデルを用いて実施した数百組のトモグラフィ解析結果から、平均速度モデルと標準偏差分布が得られた(図2)。さらに、統計的評価を行うために必要なモデル数を判定する方法も併せて提案された。そして、観測走時と計算走時の比較だけではなく、トモグラフィ解析結果を評価するための手段として確立させた。その後、地震防災分野を中心に、ひずみ集中帯プロジェクト(<http://www.hizumi.bosai.go.jp>)や日本海地震津波調査プロジェクト(http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/Japan_Sea/)の地殻構造調査において、改良が加えられながら標準的な解析手法として利用されている。

ここで、図1にある「カスケード解析」について簡単に触れたい。統計的解析で、標準偏差が構造変化に対応しているということは、その周辺では、モデルごとに差があるということの意味し、数百という結果を平均すると、速度モデルの方は、境界や形状が「ボケて」しまうのである。そこで、平均速度モデルを入力として、少ない反復回数でよいので再度トモグラフィ

解析を実施する。すると、標準偏差の高い場所ほど速度は更新され、境界の形状が復旧される。無数に存在する局所的最適解を平均化することで得た統計的最適解から、カスケード解析によって、大局解に近い速度モデルを推定できることを期待している(図3)。

走時トモグラフィの統計評価と統合解析

上記の統計的評価から得られる量の意味は、大雑把なことを言えば、平均速度モデルは観測データと解析手法から推定する最尤な推定モデル、標準偏差分布はその推定値の不確実性を空間的に表現した量である。標準偏差が小さいほど解は安定して推定されており、標準偏差が大きいほど初期モデルへの依存度が高く不安定であることを、統計的に裏づけている。

この標準偏差にばらつきが生じる理由は、観測データと解析手法に依存するほか、じつは地下構造にも依存している。白石ほか(2010)において、屈折法と反射法の統合利用による高密度データを用いることで、標準偏差分布が構造変化に良く対応するのが指摘されたというのも重要である。構造変化があるところほど、初期モデルごとの推定誤差を生じるのは至極当然なことに見えるが、高密度なデータであるからこそ構造との対応付けが可能である。このように、標準偏差分布は推定モデルの評価である以上に、新たな構造解釈のための材料にもなる点は強調しておきたい。

さて、統合解析という観点では、反射法の解析へのフィードバックについても触れておかなければならない。測線に沿った連続的な速度情報が得られることは、大局的な地下構造を理解するのみならず、反射法の解析にも役立つのはいうまでもない。また、重合速度に変換して、主観の全くない初期的な重合断面を得られる。そして、データのみから推定されたこの客観的な速度情報は、反射法速度解析の初期モデルやガイドベースとして利用できる。速度値を大きく読み外すのを避けたり、速度解析結果を検証するのに用いることができる。さらに重要なことは、反射法の解析だけでは検出が困難な地質構造について、トモグラフィ解析結果が存在することで、地質解釈の根拠が与えられる場合がある。たとえば、大局的な速度構造は変化するにもかかわらず、なんらかの理由で音響インピーダンスのコントラストが小さい境界や、逆断層による速度逆転層など、統合的な解析によって地質構造の理解ができた例もある。

反射法と屈折法の統合解析の行方

トモグラフィ解析の統計的評価から得られるのは、先述のように、最尤な推定モデルと推定値の不確実性分布であり、真の速度構造からのズレを表現しているのではない。この点は、情報の提供者にも利用者にも注意が必要である。今後、真の地下構造を基準とする、本当の意味で「解の信頼度」と呼べる量を提供できるかどうかは、技術者の課題である。真の地下構造とデータから推定されるモデルの差を最小化することは、従来からの統合解析研究の方向性である。

統合解析を考える際、複数データから一つの解を推定するのではなく、幾つかの方法で同じ物理量を推定した場合、情報が食い違うこともありうる。例えば、反射法速度と屈折法速度の違いは何か、という問いに対して、解析する波の違いや異方性などとして説明が加えられるが、さらに量的情報による説明が望まれる。実はこの点には、統合解析以前の、単独データの解析手法に考慮できる条件や工夫の余地があるように思う。一方、より高度な統合解析手法があれば、全てを合理的に説明できる地下構造モデルが得られるのかもしれない。

反射法と屈折法の統合解析の究極形は、長大展開データのフルウェーブインバージョンにあるように思うが、研究課題はまだまだ多そうである。フルウェーブインバージョンは、走時トモグラフィに比べ、さらに非線形性が強く初期モデル依存性が高いと言われる。上記のカスケード解析と同様に、走時トモグラフィの統計的評価から得られる最尤の推定速度モデルは、初期モデルとして最適な候補である。また、フルウェーブインバージョンでも、計算コストの課題を越えられれば、いずれは統計的解析が実現するかもしれない。

さらに、統合解析の理想形は、あらゆる物理探査データを入力として地下モデルを推定する、いわゆるジョイントインバージョンであろう。合理的で統一的な解を得たいという気持ちは同じつもりであるが、この話題は、別の著者に譲りたい。

参考文献

白石ほか(2010): 屈折初動走時トモグラフィ解析における初期モデルランダム化による解の信頼性評価, 物理探査, 63, 345-356.

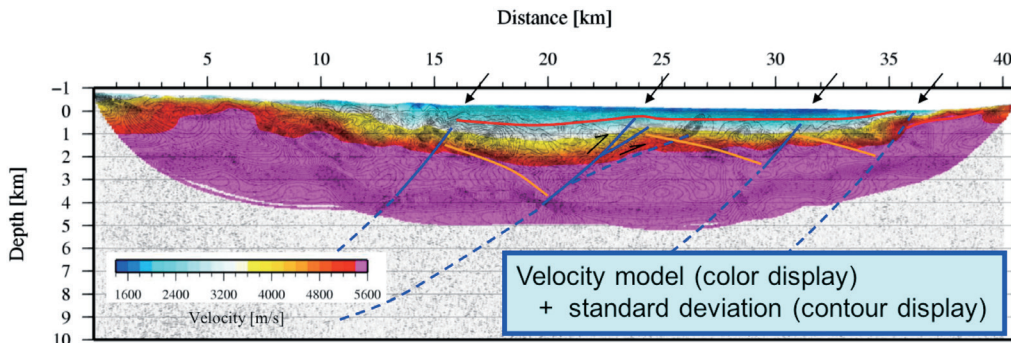


図2 統合解析の例(白石ほか, 2010, Fig.5とFig.7より編集のうえ引用)

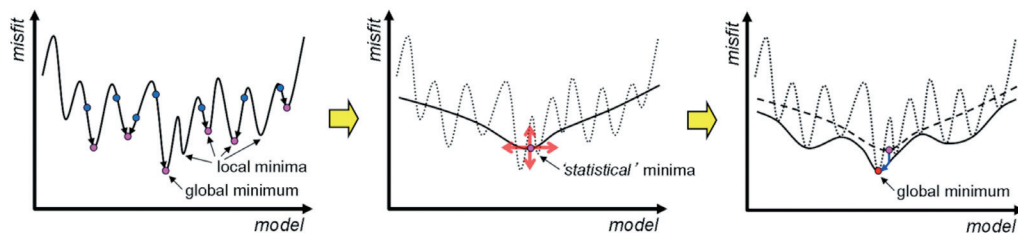


図3 トモグラフィ解析の最適解に関する概念図

「物理探査」とは何か — その2 —



Terra Australis Geophysica Pty Ltd
須藤公也

今回はSurvey、Exploration、Prospectingの3語を解剖して、その意味の違いは視点の向きにあるようだとか考察した。すなわち、接頭辞でSur(上で・上から)、Ex(外へ)、Pro(前に)ということだった。

こういうことを調べるのに、紙の本の辞書では探している語の前後に類語が見えるので、それもついでに見ることができる。電子辞書では捜している語は迅速に見つけられるがその類語がみえにくいという大きな欠陥がある。英語をただ訳すだけならそれでいいかもしれないけれども、日本語の原文の意味をニュアンスも含めて正確に英語に訳そうとする時にはこの欠陥は致命的である。このごろのインターネットの辞書はそれを考慮して前後の語や類語を提示してくれるのもある。よくできたものだと思う。しかし、私は紙の辞書を愛用している。単語の意味を引くときまず開くのはConcise Oxford Dictionary(COD)。オーストラリアに特有な表現かなと思ったときはConcise Macquarie Dictionaryで引いてみる。探す語が見つからないときはFunk & Wagnallの2冊組みの辞書を開く。この辞書はアメリカ語だがやたら語数が多い(その代わり説明は手短か)。辞書を引くときはいろんな意味がどういう順序で出てくるかにも気を使う。「もともとの意味」と「それから派生した意味」がわかる。ちょっと思いつかないかも知れないが、小学生むけの辞書(たとえば、Collins Junior Dictionary)も捨てたものでない。語数も出てくる意味の数も多くないが、説明が親切でわかりやすい。字が大きいものも老眼のはじまった筆者にはありがたい。

こうしたことを念頭に、宿題の文を考えてみよう。以下で2つの訳文案を掲げたところでは前のほうが直訳に近く、後のほうはこれでも意味が通るといって、より簡潔な訳案である。

1. 「私は物理探査を勉強しています」。

大学で学ぶ「物理探査」とは「物理探査『学』」である。そうしてみれば、この訳の中心はGeophysicsだろう。Geophysics一語だけでもよさそうだが、それだとプレートテクトニクスや地震発生の機構を研究するSolid earth geophysicsと区別できない。「探査」を形容詞的に付け加えられなくてはならない。日本語が「探査用地球物理学」か、せめて「探査地球物理学」であってくれば英語に訳しやすいのだが、「物理探査」で定着してしまった。前出の3語が「探査」の訳なのだが、Prospecting GeophysicsとかSurveying Geophysicsというのは見たことがない。いつもExploration Geophysicsだろう。Surveying GeophysicsならむしろGeodesy(測地学)のことになる。反転してGeophysical ProspectingやGeophysical Surveyという言い方もあり、これなら語句として成り立つが、意味の強さが後ろの名詞のほうに移ってしまって、肝心のGeophysicsの影が薄い。

(訳文案1)

I study exploration geophysics.

2. 「私は物理探査の研究開発をやっています」。

おそらく大学の先生はこう言うだろう。この場合「物理探査」とは手法のことであって「物理探査学」一般ではないだろう。もっと専門的にある手法、あるいはいくつかの手法、たとえば、「電気探査」とか「地震探査」とかの専門化された分野を研究しているに違いない。ではそうした専門化された分野をどう表現するかを考えなければならない。そう、Electric Method、Seismic Method、あるいはElectric Technique、Seismic Techniqueという言い方が思い起こされる。電気探査のようにSPもあれば比抵抗もある、IPもあるというのであれば、Methods、Techniquesと複数にするのもいいだろう。そうして考えると、この場合の「物理探査」はGeophysical method(s)とかGeophysical technique(s)と訳すことができる。では、MethodとTechniqueはどう違うのだろうか。ほかの用例を見ると、Methodは方法論や理論的研究に重点があり、Techniqueでは機材の設計やデータ収集から解析にいたるその手法全体にわたるように見える。

(訳文案2)

I am engaged in research of geophysical methods.

3. 「私は石油会社で物理探査の仕事をしています」

ここでもExplorationかProspectingかの選択をせまられるのだが、どうも石油の場合にはexplorationが、後述する金鉱探査ではProspectingがしっくりくる。われわれその業界に近い者から見ると、石油探査も鉱床探査も同じくらい高度な技術を駆使して探査しているのであるが、この違いはどこからくるのだろうか。語根を同じくする語をみるとExploreには探検という意味がある(Explorer=探検家)。そこへいくとProspectにはヤマ師的語感がある。ヤマ師(Prospector)は溪流で砂を洗って砂金を探すように対象物を直接探査する。

要するにExploreには「調べる」というのが目的であるのに対して、Prospectでは直接それを見つけてもうけることにウェイトがありそうだ。

(訳文案3a)

I work for a petroleum exploration company as a geophysicist.

(訳文案3b)

I am an oil exploration geophysicist.

石油探査と鉱床探査を比べて、何がExplorationで何がProspectingなのかいくら考察しても疑問が残り、最後は「語感の違いだ」と逃げたような結論になってしまうのが情けない。Prospectingは利潤追求の語感が強いことは前に書いた。そこには規模の違いも関わっているようにみえる。一匹狼のヤマ師はProspectorだが、会社の名前にはExplorationが使われることが多い。石油探査会社も鉱山会社も発見して利潤を求める組織なのだが、自らをProspectorsとは言わないようだ。ただ、探査計画の個々の案件はProspectingと言える。

対象を絞って直接的に探査する場合の多い鉱物探査にProspectingがなじむのに比べて、データから集油構造を解析する石油探査にはProspectingよりExplorationがなじむのだが、鉱床探査だって同じようにデータ解析をする。その辺の違いは歴史的に醸成された語感の違いから来ているのかもしれない。

予告

物理探査ハンドブック増補改訂版出版のお知らせ



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訂がなされています。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。

予定販売価格(税込)

定価：冊子版¥32,400、電子版¥21,600

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 VSP
- 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

第12回SEGJ国際シンポジウムに参加して良かったことトップ10

国際委員会

第〇回〇〇開催報告を書くことを依頼されますと、前回の文章をそのままコピー&ペーストして修正すれば出来てしまいます。しかし、それでは「いかにも」という風情が漂い、楽しくありません。そこで、今回は少し違うアプローチを!ということで、国際委員会メンバーによる独断と偏見によるトップ10という形式で報告したいと思います。本シンポジウムの詳細につきましてはHP(<http://www.segj.org/is/12th/>)でご確認いただけましたらと思います。

【第1位】: おいしいお弁当

初めてお弁当を提供しました。サンドイッチと温かいコーヒーとの相性は抜群でした。外に行かなくて良いので、シンポジウムに集中できました。



【第2位】: 絶景の富士山テクニカルツアー



索などリア体験なども。

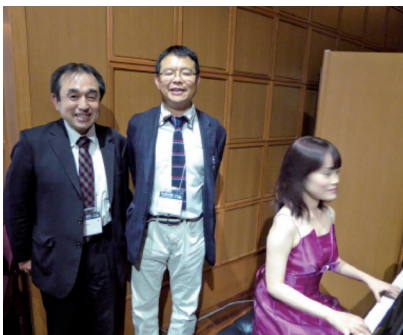
産総研の著名な火山学者・高田亮先生による現地案内。溶岩樹形(樹木のまわりに溶岩流が冷えて固まり木の跡が空洞になる)の探

【第3位】: 企業展示会場の賑わい

企業展示会場・ポスター会場とコーヒー提供場所を一体化し、常に賑わいの場となりました。

【第4位】: レセプションにおけるピアノ演奏と演奏者との写真撮影

何も説明は要りません。この幸せそうな笑顔を見て下さい。



【第5位】: 豪華な講演会場での国際会議

無垢の木の醸す重厚感と暖かみのある楕円形の講堂で音響学的・照明学的に最適化されたホールが、興味深い講演と活発な議論を彩りました。



【第6位】: 高級焼き菓子

意外と外せないのがコーヒータイムのちょっとしたスイーツ! 実は椿山荘グループレストランの提供する高級な焼き菓子であることを誰が知っていたでしょうか。

【第7位】: 趣のある屋形船ツアー

昭和の風情ですが、これが実は良かったです。船から見るお台場の夜景、美しくライティングされた幾つもの橋、幻想的な夜でした。



【第8位】: どきどきの優秀発表賞授賞式

最終日に授賞式を開催すると、「自分が受賞するかもしれないから最終日まで出席しよう」という効果が間接的に働くものです。

【第9位】: もらってうれしい展示グッズ

共催学会AOGSの展示場では、AOGSグッズ(手提げ袋)が無料で提供されていました。

【第10位】: コンファレンスサポートサービス

国際会議の運営に精通したプロフェッショナルチーム(伊藤国際学術研究センターおよびISS社の皆さん・ISS社さん)により潤滑な運営がサポートされました。



以上です。

市民講座「地球のお医者さん 物理探査」開催報告

国際委員会

1. 概要

市民講座は、SEGJ国際シンポジウムの中日である11/19(木)17:30より、電力中央研究所の鈴木浩一氏に講師を依頼し、伊藤国際学術研究センターで実施されました。市民講座そのものが今回初の試みであったため、当日までどれくらい人が集まるか緊張ものでしたが、想像以上の盛況ぶりです。凡そ70名の聴衆が参加されました。

2. 講演内容

鈴木氏の講演は、遥かかなたまで見渡せる宇宙の話から始まり、そこから地下を見通す物理探査の話へ繋がる壮大な展開で幕を開けました。探査深度を駅に例え、出発駅の「数cm」の世界から到着駅の「数1000km」へと話を展開させる中で、それぞれの「駅」において技術がどのように活用されているのか、またどのような技術があるのかを、一般の人にも分かりやすくまた楽しく紹介するものでありました。例えば、物理探査の活用例として「数cm」の駅では胎児の姿を捉えるエコー、「数10m」の駅では土木・防災への適用、そして「数km

～数1000km」の駅では地殻構造探査・地球内部構造の把握と幅広いものでした。技術としても、地中レーダー・電気探査・地震探査等々、全体を網羅しているものであり、講師の博識に感嘆させられる内容でありました。

3. 質疑応答

講演が非常に分かりやすかったため、質疑応答は予想以上に活発なものとなりました。なんと最後は時間が足りなくなるくらいたくさんの質問が寄せられるほどの盛況ぶりでした。

質問の内容は、「徳川埋蔵金は見つかるか?」「地震予知はできるのか?」「富士山はいつ噴火するのか?」など、一般の方が物理探査に何を求めているのかが認識されるものが多かったです。物理探査に従事する技術者として、こういったニーズを常に把握していくことの重要性を認識されるものでありました。鈴木氏の回答も熱が入ったものであり、身振り手振りを交え1つ1つの質問に真剣かつ丁寧に答えられていました。

4. アンケート結果

当日は聴衆の方にアンケートをお願いしていましたので、アンケートの集計結果を図1にお見せします。講演内容に対する反応は非常に良かったです。また幅広い年代・職業・お住まいの方々に参加して頂いていました。一方で講座を知ったのは知人の紹介が多く、我々一人一人の広報活動が重要であることを認識させるものでした。

(報告者：地球科学総合研究所 新部貴夫)



写真1 講座の様子 (上：講師の鈴木氏、下：ホールの様子)

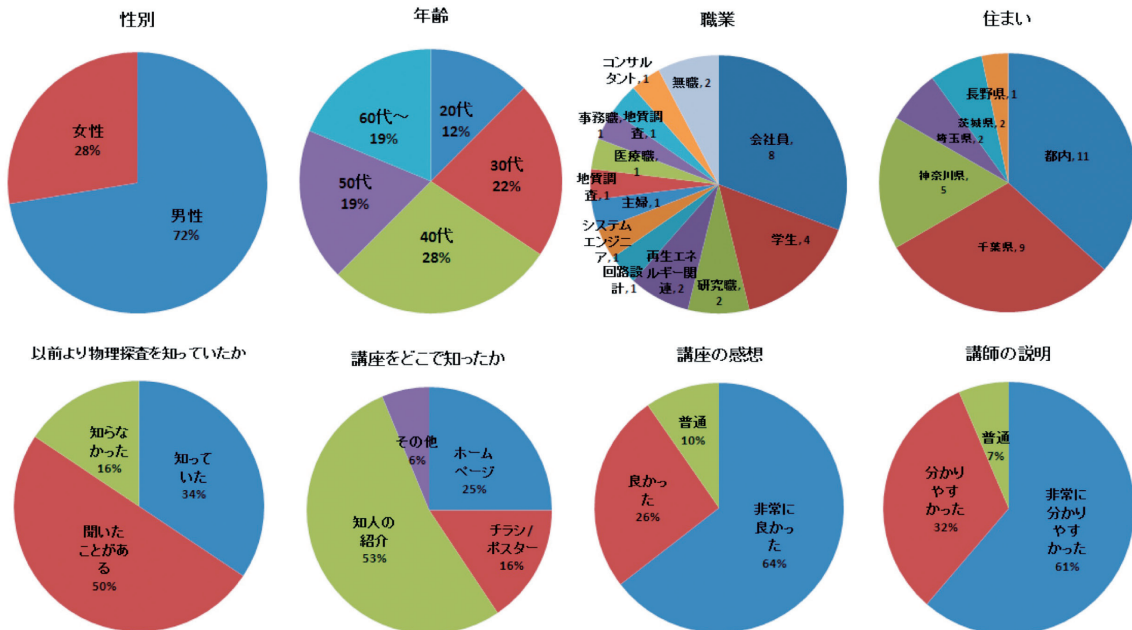


図1 アンケート集計結果 (回収32件)



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. 会場

- 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)

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

3. 講義

- 6/27(月) 計5時間45分(CPD時間)
 位置測量・物理検層(土木編)・物理検層(石油編)・リモートセンシング
 6/28(火) 計6時間(CPD時間)
 反射法地震探査・屈折法地震探査・重力探査・磁気探査

6/29(水) 計6時間(CPD時間)
 微動探査・電気探査・電磁探査・地中レーダ

4. 受講料

以下のように、1日単位で受講日を選択できるよう設定しております。

【一般】: 会員8,640円/日(税込)、非会員12,960円/日(税込)
 【学生】: 3,240円/日(税込、会員・非会員を問わず)

詳しくは下記開催情報をご覧ください。

<http://www.segj.org/committee/jigyo/H28seminar.html>

第135回(平成28年度秋季)学術講演会のお知らせ

平成28年10月26日-28日、室蘭工業大学(北海道)

詳細は追ってWEB等でお知らせします。

英文誌 Exploration GeophysicsにおけるSpecial Section "Marine Geophysics" への投稿募集

当学会の英文誌 Exploration Geophysicsでは、現在、Special Section "Marine Geophysics" への投稿を募集しています。下記サイトをご参照いただき、奮ってご投稿ください。

<http://www.segj.org/news/2016/04/exploration-geophysicsspecial-section-marine-geophysics.html>

(会誌編集委員会)

編集後記

ニュースレター30号はいかがでしたでしょうか。読み応えのある記事が並んでいると思いませんか。表紙から記事にするスタイルを前号から取り入れています。いきなりの「重力波とパイプレータ」という題名はユニークで、「何の関係があるの?」と思われることでしょう。編集委員会の席上で原稿をはじめて見たとき、「そう来るか?」と私は感じました。異なる専門から見ると、きっと「私の分野ではコレと似てる!」と思われる方がいらっしゃるかもしれません。ニュースでは皆様からのご投稿も受け付けておりますので、我こそはと思われる方は是非手を上げてみてください。ちなみに、この記事では執筆者の高橋さんが関わられた「物理探査ハンドブック増補改訂版」の宣伝もされているのも注目です。

続く記事は28号に掲載された鈴木さんの第2弾です。まさに現場のリアルを感じる記事で、現場と解析事情に関わる苦労には、共感を持たれる方もあるのではないのでしょうか。続け

て「研究の最前線」では、白石さんから、反射法と屈折法の統合解析の意義から提言まで書かれた深い内容で、編集作業中のある委員の弁によれば「大御所のような記事」との感想でした。次は個人的に、ニュースの中で連載当初から楽しみにしている須藤さんの物探英語です。28号からの続きになりますが、普段なげなく使っていたExploration Geophysicistsについての深い考察がなされています。訳文の3つの例は、非常に簡単な表現ですが「物理探査」をどう捉えるのか、改めて考えさせられました。

さて、今、学会では印刷媒体に関する改革を行っています。会誌が電子化されるため、ニュースは学会で唯一残る印刷媒体と言う顔としての使命も担うこととなります。学会のためになる「物理探査ニュース」となるようつとめていきたいと思えます。

(ニュース委員会委員:笠谷貴史)

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30号 2016年(平成28年)4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>