

# 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

## 目次

研究の最前線	
地表ソースを用いる空中電磁探査法の実用化 (4) 地上送信源設置奮戦記 .....	1
わかりやすい物理探査	
反射法地震探査(その4:データ処理) .....	3
会員の広場/フレッシュマン紹介 .....	6
脱線・物探英語 その16 秋冷の候 .....	7
「日本地球惑星科学連合(JpGU)2018年大会共催セッション」参加報告 ...	8
平成30年度日本応用地質学会北海道支部・北海道応用地質研究会 (共催・物理探査学会) 研究発表会参加報告 .....	10
地盤工学貢献賞受賞記念講演会参加報告 .....	11
キャンパスビジット報告・お知らせ・編集後記 .....	12

## Geophysical Exploration News October 2018 No.40



### 地表ソースを用いる空中電磁探査法の実用化 (4) 地上送信源設置奮戦記

応用地質株式会社 結城 洋一

#### 1. はじめに

地表ソース型空中電磁探査法GREATEMの開発は、電力中央研究所が研究代表となり、2003年から始まりました(伊藤他2007)。測定は、地上に送信源を設置して大地に電気を流して電流を急激に変化させることにより、地下に発生する誘導磁場を空中から測定します。誘導磁場の信号を大きくするためには、大電流を流す必要があります。そのためシステム抵抗と接地抵抗を下げる必要があります。本稿では、これまでのGREATEMの送信源設置に係る奮闘記をご紹介します。

#### 2. 大電流を大地に流す

大地に大電流を流すには、システムの抵抗と接地抵抗を下げる必要があります。システムの抵抗を下げるには、電流を流すケーブルの抵抗が小さいものを使用します。研究開発段階の現場実験では、3km~4kmの距離にケーブルを設置しました。

ケーブルは1芯で断面積14mm<sup>2</sup>の大口径ケーブルを使用しました。外径は7mm、重量は155kg/kmで、100mにカットしたケーブルでも重量が1巻き15.5kgもあります。導体抵抗は1.39Ω/kmしかありませんが、敷設するの大変です。設置する場所は、ケーブルがなるべく直線になるような道路を選び路肩に敷設します。ケーブルはネズミなどにかじられないように木の枝などを利用して地面から離して設置しますが、これまで小動物にかじられて切られたことはありません。ケーブルの回収は一苦労で、例えば3kmに敷設した現場では15.5kgのケーブルが30巻きもあるので、巻いている腕が上がらなくなります。電流を大地に流すためにケーブルの両端に電極棒を打設しますが、通常200~300本打設します。接地抵抗が高い場合は、塩水を撒いたり電極を追加したりします。この電極棒の打設も一苦労です。

ケーブル敷設位置と敷設距離は、送信電極間の距離と方向、送信ケーブルと調査地までの距離によりますが、敷設するケー



図1 北淡町のケーブル敷設位置



図2 富士山でのケーブル敷設作業

ブルの長さは設置する道路の位置などにより電極間隔の1.1～2倍程度になります。これまでの経験から、ケーブル延長方向はかなりの距離をカバーできることがわかってきました。送信電極間隔が当初は3～4km程度であったものが、徐々に延びてきて、1箇所では全域をカバーできないような調査も出てきました。それに使うケーブルの長さも長くなり、長さが10kmにおよぶ現場も出てきました。北海道の十勝岳で北海道大学が実施した調査では、電極間隔が6.2km、使用したケーブルは10kmを超えました(Mogi et al., 2010)。登山道も1km以上あり、ケーブルを担いで敷設しました。調査は9月に実施しましたが、あいにく天候が悪く予定が大幅に伸びたため、回収の時は3人しかいなかったにもかかわらず、10kmを2日で回収できました。この時は、100m巻きのケーブルが100巻き以上あり、登山道を含めた10kmの距離を回収しましたが、この時にケーブルはどんな場所でも何キロでも張れる、という自信をつけました。

### 3. 過酷な現場作業

電力中央研究所が沿岸域で実施した調査は2010年9月に九十九里(Ito et al., 2011)、2011年8月に淡路島の野島断層が位置する北淡町で行いました(伊藤他, 2012)。この調査には、北海道大学やGREATEM開発メンバーも参加させていただきましたが、北大からはエジプトからの留学生、サブリさん(Sabry Abd Allah、現京都大学火山研究センター)が参加されていました。サブリさんは敬虔なイスラム教徒で、この調査の2年間はちょうどラマダンの時期と重なりました。ラマダンは毎年11日ずつ日がずれるのですが、この両年は作業時期がラマダンとぴったり重なりました。九十九里の調査では民宿に宿泊しましたが、朝食は日の出前の3時頃に宿で作ってもらったおにぎりを食べて現場作業を行い、日没まで1滴の水もみませんでした。過酷だったのは翌年の淡路島の調査の時で、あいにく天候が毎日良くて、ケーブル設置も炎天下の中で行いました。サブリさんはこの時も1滴の水も飲まなかったのですが、あまりの暑さに、淡路島の海岸で海水を頭からかぶり、暑さをしのいでいました。この時はケーブル距離約4.2kmを張ったのですが、我々日本人は水分補給をしながらの作業でもバテバテでした(図1)。さらにひどいことに、その作業の夜の食事は会食でしたが、疲れたからということで、スタミナをつけるために焼肉屋に行きました。しかし、そこでサブリさんが食べられるものは生野菜とナムルなどしかありませんでした。本当に気の毒なことをしました。後日談ですが、サブリさんが友人から、ラマダンは旅行者には免除されるということを知られた、ということです。

### 4. 最近の現場作業

これまでの経験から、ケーブル敷設は設置許可さえ得られればどこでも張れるようになってきました。2013年から2014年にかけて富士山、御嶽山の火山でGREATEMを実施しました(Kinoshita et al., 2014)。

富士山の調査では、山頂を挟んで、山梨県、静岡県にケーブルを7回張りました(図2)。ルート上の距離は2013年に34.3km、2014年に50.97kmにもものぼり、最長は山梨県側が16.2km、静岡県側が20.2kmで、準備したケーブル約40kmを使いまわしました。ケーブルは15mm<sup>2</sup>では重すぎて作業が大変なため、8mm<sup>2</sup>(8スケと呼ぶ)のケーブルを購入しました。外径5.8mm、重量は95kg/km、1巻きは100mで9.5kgです。導体抵抗は2.45Ω/kmです。富士山では樹海や登山道にもケーブルを敷設しましたが、その場合リュックや背負子に背負って敷設しました。筆者がメンバーに入っている場合



図3 御嶽山北側ケーブル設置位置

ケーブルを敷設した岐阜県側の状況、常にマイナスで朝晩はさらに冷える。この後に大量の雪が降った

のルールは、年齢順にケーブルを降ろしていくことにしていました。一人3～5束担いで移動するので、14mm<sup>2</sup>の場合、3束で46.5kg、8mm<sup>2</sup>の場合は5束で47.5kgになります。樹海の中の回収では、ケーブルを外して撒きながら撤収しますが、先行する作業員が早くケーブルを巻いていなくなると、後からくる作業員はケーブルの目印がなくなるため方向がわからなくなり、迷子になったこともありました。

御嶽山は、噴火の1年前に実施しましたが、スタートが12月でした。長野県と岐阜県の県境に位置し、御嶽山剣が峰は標高3000mを超えます。敷設した場所は、岐阜県側、長野県側ともに高いところで標高1800mでした。どちらの地域も豪雪地帯ですが、岐阜県側ではケーブルを敷設している最中、道路の除雪車からケーブルが邪魔だと苦情が入り移動させながら作業をしました(図3)。ヘリポートで朝晩の気温がマイナス15度、日中がマイナス9度という厳しい環境のなか、調査は12月中に終わりましたが、ケーブルの撤去は翌年の5月になりました。

### 5. 設置許可に係るお話

ケーブルを敷設するには、地権者、管理者の設置許可が必要ですが、富士山の調査では許可をもらった関係機関は山梨県側が16カ所、静岡県側が21カ所にのぼりました。対象は国立公園、国有林、民有林、自衛隊、保安林、警察など多岐にわたりましたが、特に富士山は2013年にユネスコの世界遺産に認定されたため、世界遺産に指定された登山道も許認可の対象になりました。地権者が民間で所有者の代が変わっている場合は特に大変で、土地の相続手続きをしていないなどの場合は地権者の数がネズミ算式に増えるため、この場合はその地域での探査をあきらめるか、場所を変えるしかありません。このように、設置許可には多くの手間と時間がかかりますが、探査をやり遂げたあとの達成感は格別のものがあり、得られる成果も大きいので、それを励みに頑張っています。

#### <参考文献>

- 伊藤久敏他, (2007), 電力中央研究所報告, N06011.
- Mogi et al., (2010), JPGU, STT074-01
- Ito et al., (2011), Earth Planets Space, 63, e9-e12
- 伊藤久敏他, (2012), 応用地質学会研究発表会予稿集
- Kinoshita et al., (2014), JPGU, STT58-03

## 1. はじめに

本シリーズその1から3では反射法地震探査の基本原理や断面図の読み方・データの取得法を説明しました。本編では、データ処理の3つの大事な要素について述べ、データ処理の流れを概説したのちに、3大要素のそれぞれに関連する代表的なデータ処理について解説していきます。

## 2. 全体のイメージ

反射法地震探査の取得データには図23に示すように、3つの軸方向があります。X軸は測線方向であり、この方向に隣り合うCMPトレースが並んでいます。Y軸はオフセット軸であり、ゼロオフセットから最大オフセットまでのCMPギャザーが並んでいます。そしてZ軸は深度方向ですが、実際、データ処理の大半は往復走時(時間)を扱います。

そして、データ処理の目的は大きく分けて、次の3項目に分類されます。

- A. 一次反射波を強調する
- B. 分解能を上げる
- C. 正しいイメージを作成する

それぞれに対応する代表的な処理は、A.では「CMP重合」、B.とC.ではそれぞれ「デコンポリューション」、「マイグレーション」があります(後ほど詳細に解説)。これらはデータ処理の軸で考えると、CMP重合はY軸方向の処理、デコンポリューションはZ軸方向の処理、マイグレーションはX軸方向の処理と対応させることができます。

## 3. データ処理の流れ

図24に簡略化した海上での反射法地震探査の2次元データ処理の流れを示します。

最初に現場で取得された複数のショット記録を並び替えて震源と受振器の中心の位置が共通となるようなCMPデータを作成します(本講座その1)。次に行うのはトレースの浅い方から深い方までの振幅のバランスを整える利得補正(Gain Recovery)です。そして垂直分解能向上のためのデコンポリューションを適用します。次のステップでは速度解析を行って一次反射波を適正に強調するための速度関数を求めます。求められた速度関数を用いてNMO補正(本講座その1)を行い、CMPデータを重合します。そして最後にノイズを軽減して断面図を見やすくするためのバンドパスフィルターをかけ、平均海水面が0secになるように基準面補正を行います。ここで得られた断面図を重合断面図と呼び、これは後で述べるゼロオフセットセクションに対応します。CMP重合結果に対して求められている速度を用いてマイグレーションを行うことによって反射波の正しい位置イメージ

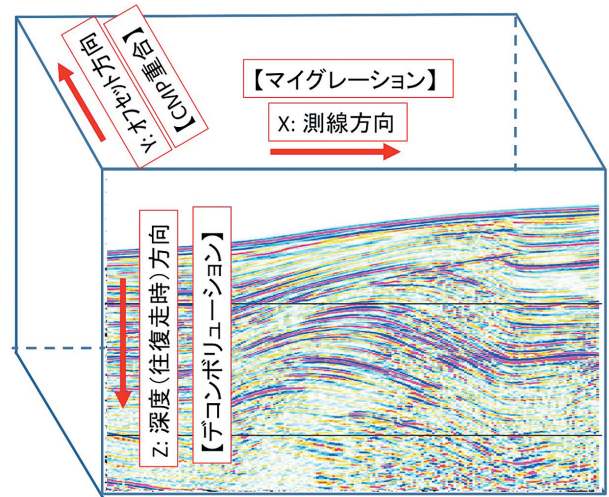


図23 反射法地震探査の3つの軸と、代表的な【データ処理】

が得られます。これに同様のバンドパスフィルターと基準面補正を施すと、最終的なマイグレーション断面図が得られます。

海上データ処理について示した理由は、図21(本講座その3)に示したように海上探査は障害物が少ないため、基本的には測線を直線で設定することが多く理想的な2次元調査が可能であることが一つの要素です。陸上探査の場合、測線が道路の配置等に制約されて発震点・受振点が3次的に散らばるので、疑似的な2次元測線を設定する必要があります。また、海上ではエアガン震源を水中で発震するために震源波形が極めてよく揃って

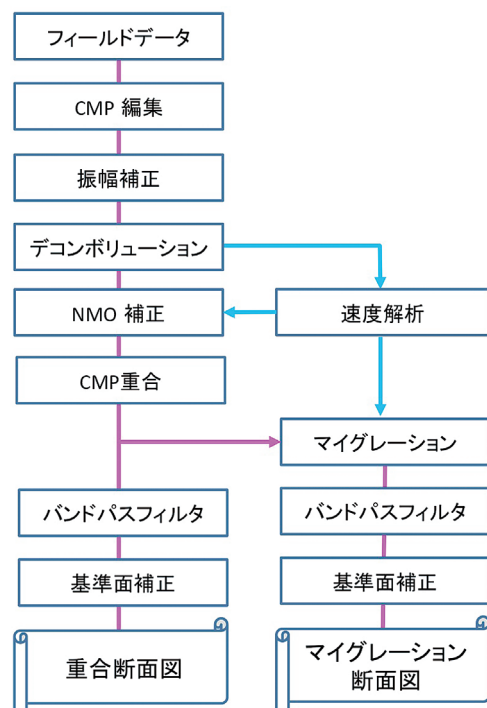


図24 海上2次元反射法データ処理の基本フロー

いるのに対して、陸上では地表条件によって震源波形にばらつきがあるのに加え、また地表付近の低速度層の影響も取り除く必要があります。これらの詳細については「物理探査ハンドブック」等の教科書をご覧ください。

#### 4. CMP重合による一次反射波の強調と速度解析

CMP重合については本講座その1第5節で解説しましたが、**図25**には、**前掲(本講座その1)の図8**に速度スペクトルを加えたものを示しました。**図25(d)**の速度スペクトルは横軸が重合速度、縦軸が垂直往復走時で、コンターは異なる重合速度でNMO補正をして重合した時の各イベントの重合後の振幅強度を示しています。NMO補正は、本講座その1第3節で解説した、オフセット走時をゼロオフセット走時に置き替える操作です。その1第3節では、NMO補正の速度をRMS速度と呼んでいますが、ここで重合速度と呼んでいる量はそのRMS速度と同じものです。コンターの色は、それぞれ左の一次反射波1(緑)、一次反射波(青)、多重反射1(赤)に対応しており、緑の反射波は2,000m/sの重合速度を用いたときに最も重合後の振幅が強くなっています。青の反射波は2,500m/sの時に最も強くなります。赤は多重反射波なので一次反射波に対応する往復走時の2,500m/sで補正をすると十分な振幅が得られません。この赤の反射波は2,000m/sで補正すれば振幅は最大になります。**図25(d)**に示したピンクの線を重合速度曲線と呼び、実際にはこの曲線に沿って徐々に時間方向に重合速度を変えてCMP重合を行います。

この速度関数を求めるために行うのが速度解析です。**図26**にはCMPギャザーベースでの速度解析の様子を示します。**図26**上左から2番目がオリジナルのCMPギャザーで、このギャザーを上から下まで固定値の重合速度(例えば1,500m/s)でNMO補正したものが並べて表示されています。このNMO後の反射波が水平に揃っているところが適切な重合速度であり、例えば、垂直往復走時2秒付近の反射波は重合速度が3,000m/sの時に水平に揃っています。このように水平に揃った部分をピックアップしたのが赤丸で、これをつなぐと重合に適切な速度関数が得られます。**図26**上左端のギャザーはこの速度関数で上から下まで重合速度を変化させてNMO補正を施したもので、全体に一次反射波が水平に揃っているのを見ることができます。速

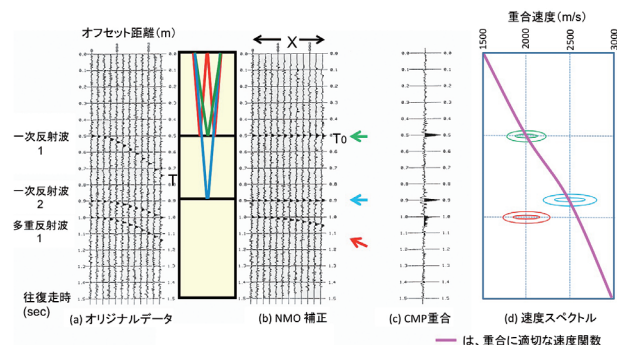


図25 CMP重合による一次反射波の強調(図8の再掲)と速度スペクトル

度解析は、これ以外にもいくつかの手法がありますが、原理的には**図26**に示したものと同様です。適切な最終断面図を得るには不可欠の重要な解析です。

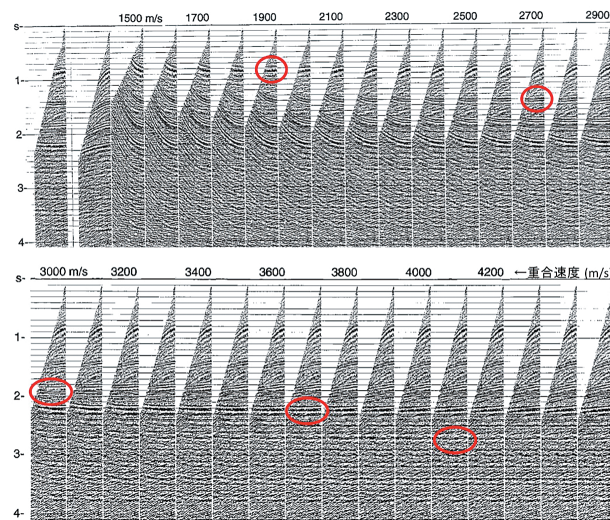


図26 CMPベースでの速度解析の適用例 (Courtesy: Yilmaz (2001) [https://wiki.seg.org/images/e/ec/Ch03\\_fig2-4.png](https://wiki.seg.org/images/e/ec/Ch03_fig2-4.png) (CC BY-SA 3.0)に加筆)

#### 5. 分解能向上のためのデコンボリューション

垂直分解能を向上させる手法の代表的なものがデコンボリューションです。デコンボリューションは概念的には**図27**に示すように地下の減衰の影響や震源波形によって変形した波をパルスに変換する処理です。信号理論的にはパルスは全帯域の周波数成分を均等に持っており、デコンボリューションは減衰した周波数成分を回復させる操作に対応します。

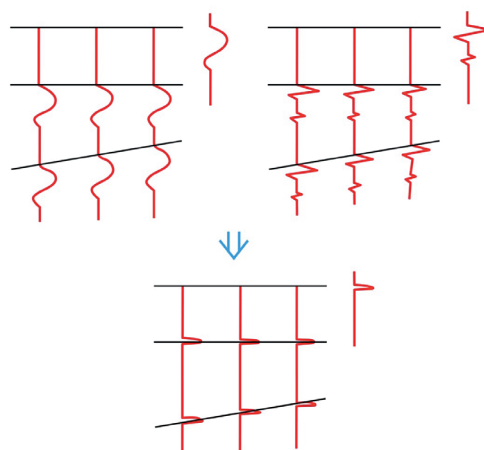


図27 デコンボリューションの概念図

**図28**には重合前にデコンボリューションを適用していない重合断面図(a)と適用した断面図(b)の比較を示しますが、全体に周波数帯域が上がってシャープになっていること、丸印を付けた部分では海面と海底の間で反射を繰り返した波形がきれいに整理されているのを見ることができます。

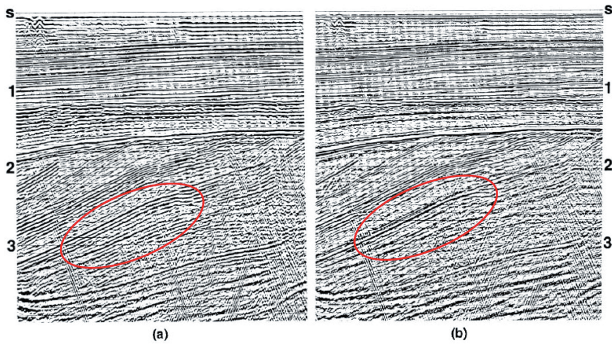


図28 重合断面図で見るデコンボリューションの効果  
 (a) 重合前デコンボリューション未適用 (b) 重合前デコンボリューション適用 (Courtesy: Yilmaz(2001) [https://wiki.seg.org/images/e/ec/Ch02\\_fig0-3.png](https://wiki.seg.org/images/e/ec/Ch02_fig0-3.png) (CC BY-SA 3.0))

## 6. 正しいイメージを作成するマイグレーション

次に正しいイメージを得るためのマイグレーションの手法を概説します。

図29(a)のような地下構造があった時に発震点・受振点が一の場合には地下の反射面に垂直に入射した波だけが元の位置に帰ってきます。図29(a)では3か所からの反射波が捉えられています。この3つの波は、1つの受振器で計測されていますから、図29(b)に示すように受振点の直下にならんで観測されます。これをゼロオフセットトレスと呼びます。マイグレーションはこのゼロオフセットトレス上のそれぞれの反射波を従来の正しい位置に移動する操作です。ゼロオフセットトレスが空間的に複数あればマイグレーションの操作が可能になります。

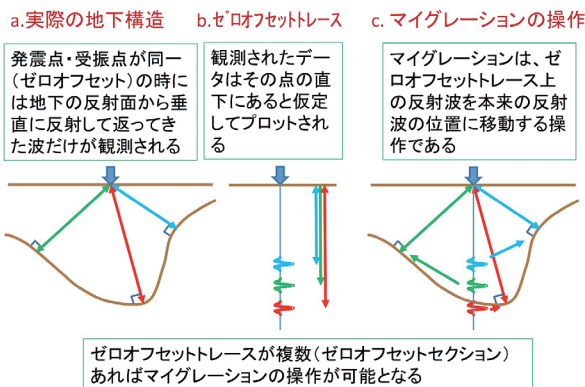


図29 マイグレーションの操作とゼロオフセットトレス

複数のゼロオフセットトレスがあるときのマイグレーションの操作を概念的に示したのが図30です。C'、D'からの反射波はゼロオフセットトレスでは、C、Dの位置にプロットされます。A点を中心に半径A-Cの円を描くと、この円上では常に垂直反射となり、往復走時も一定ですから反射波はこの円のどこかから来ていることになります。この1点では反射波がどこから来ているかは特定できないのですが、異なるB点の観測値があれば同様にB-Dを半径とした円が書けます。CとDの反射が同一の反射面から来ているとわかっていれば、2つの同心円に共通に垂

直反射している面C'-D'が真の反射面の位置であることがわかるのです。

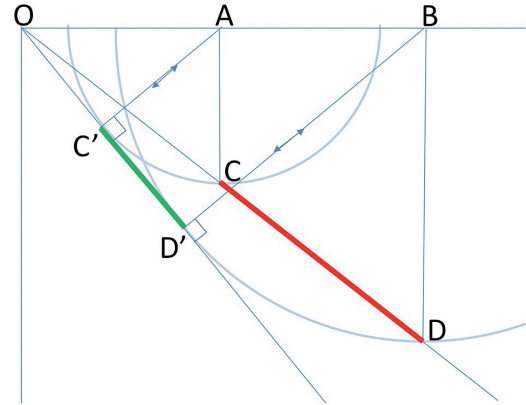


図30 ゼロオフセットトレスが複数あるときのマイグレーションの操作

図31には実際の重合断面図とマイグレーション断面図の比較を示します。図31(a)で見られる見かけの背斜構造は、マイグレーションによって消滅していることがわかります。また、これは一般に言えることですが背斜構造は、マイグレーション断面図(b)においては規模が小さくなります。マイグレーションを行う際にも地下の速度情報が重要な要素となります。第4節で述べた速度解析や、マイグレーションに特化したマイグレーション速度解析といった手法で空間的な速度関数を決めて実施します。

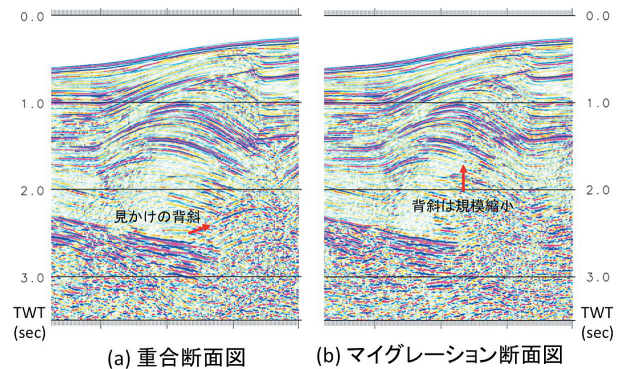
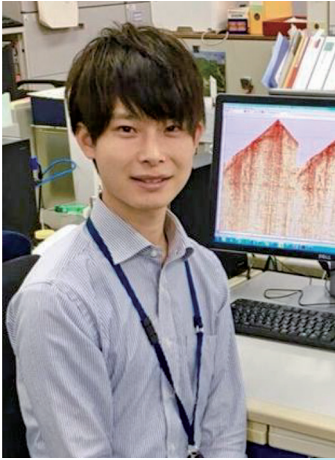


図31 重合断面図とマイグレーション断面図の例((株)地球科学総合研究所内部資料に加筆)

## 7. おわりに

ここで述べたデータ処理の手法は、代表的なものであり、実際には数多くの処理プロセスがあります。例えば、一次反射波の強調の側面ではCMP重合の他に様々な特徴の多重反射波を選択的に消去するソフトウェア群があり、正しいイメージを作成するマイグレーションを行う手法にも数多くの異なるアルゴリズムがあります。これらソフトウェアの選択は扱っているデータの品質や最終断面図の使用目的によって変わります。詳細な手順は専門家に任せようことにして、大きな流れをつかみ、例えば速度関数の定義が重要であること等を覚えておいていただければと思います。

## フレッシュマン紹介



氏名:  
小林雅実  
所属:  
(株)地球科学総合研究  
所  
出身:  
岐阜県岐阜市  
専門:  
弾性波探査

2014年に石油資源開発(株)に入社し、現在は地球科学総合研究所に出向しています。業務では反射法地震探査データによる地下構造の可視化を行っており、特に最近ではデータ処理に注力しています。現場で取得されたデータから丁寧に地質構造を示すシグナルを抽出し、地下数キロの構造を浮かび上がらせるのは大変である一方で、奥深さと面白さを感じます。物理探査データの取得、処理、解釈、そしてその先につながるビジネスのことまで、総合的に理解し活用できるようになることが当分の目標です。

最近では小学校時代に野球チームに所属していたのを思い出してか、夏の甲子園に夢中になっています。どの高校の試合も最終回は目頭が熱くなりますよね…。今年は母校の様子も気になり地元岐阜の地方大会にも注目していたのですが、「ぎふチャン」は東京では入らずネット中継もなし。テキストのイニング速報と実況ツイートで一喜一憂していましたが、それはそれで楽しい夏になりました。

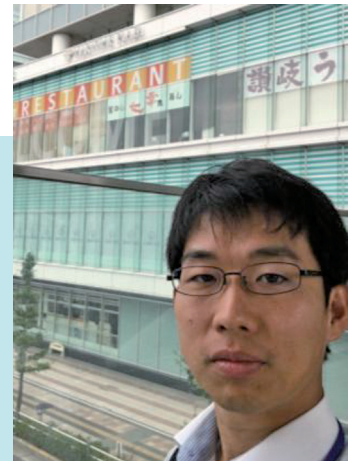


氏名:  
森藤遥平  
所属:  
(一財)電力中央研究所  
出身:  
千葉県流山市  
専門:  
リモートセンシング、弾  
性波探査、電気探査

2018年4月に電力中央研究所に入所し、現在は物理探査グループに所属しております。大学ではリモートセンシングや

地熱、鉱山学を専攻し、その中で物理探査についても学んできました。現在も職場の先輩方と議論しながら物理探査について学んでいる最中ですが、ただデータ処理ができるようになるだけでなく、原理を正確に理解するよう常に心がけています。道のりは長いですが、本当の意味で後に残る研究成果の一つでも出すことが目標です。

趣味はサッカー観戦、ゴルフ、化石収集などです。特に、ブンデスリーガが好きで週末は時差に悩まされています。ビールも好きで最近ではビール屋巡りのために海外へ行くこともしばしばあります(慢性的な金欠です)。死ぬまでにはドイツやベルギーの全都市のビールを制覇したいですね。また、収集癖があり、小学生の頃から化石を集めていましたが、最近では趣味に合わせてサッカーグッズやビールグラスを収集しています。



氏名:  
草茅太郎  
所属:  
川崎地質株式会社  
出身:  
静岡県三島市  
専門:  
宇宙線ミュオン探査、地  
中レーダ探査、電気探査

2017年4月に入社し、戦略企画本部技術企画部に配属されました。大学/大学院では宇宙線ミュオンを用いて有珠山や新燃岳など火山内部の透視について研究してきました。宇宙線ミュオンによる透視技術は昨今発展著しいのですが、他の物理探査との比較について大学院時代に様々な先生から質問され、「答えられないのはよろしくない」と気づき、物理探査業界に足を踏み入れました。現在は、上司、先輩社員に物理探査の現場をいくつか経験させてもらい、物理探査における原理と実践とを勉強している最中です。どういう原理で、どういう物理量が測定され、どのような対象であれば適用可能であるのか—そういったところを意識して、宇宙線ミュオン探査との違いを考えながら物理探査を理解していきたいと思っています。最近では、地中レーダ探査や電気探査の現場で遠方に赴くことがあります。時間があれば食ベログで高評価3.5以上のパン屋を探しています。電車で30分ぐらいの移動ならば、迷わず向かうぐらいパン好きです。しかし、直近の遠方現場の際は、気になっていたパン屋がまさかの臨時休業!泣く泣く別のパン屋で焼きたてのパンを買い、近くの公園の椅子に座り、独り焼きたての味を楽しみました。おいしいパン屋が近くにある現場があれば、是非紹介してください!

## 秋冷の候…

Terra Australis Geophysical Pty Ltd 須藤 公也



須藤公也(右) ルーブル博物館にて撮影

「秋冷の候、皆様益々ご清栄のこととお喜び申し上げます。弊社はお蔭様で創業10年の節目の時を迎え、日々社連の向上に励んでおります。これもお客さまの皆様のご愛顧の賜物と感謝の念に尽きません。つきましては日頃のご愛顧のお礼に下記の日程でささやかなお祝いの催しをいたしますので、万障お繰り合わせの上ご出席いただければ光栄の至りでございます。なお、準備の都合上ご出席の有無を10月31日までにお知らせいただきますよう、お願い申し上げます。」これを英語にどう訳すだろう。

訳案: We cordially invite you to a celebration of our tenth anniversary as below. RSVP by 31 October.

何のことはない、英語文化では天気も、清栄も、お蔭様も、感謝も、光栄も何も言わない。「気遣い」、「奥床しさ」といった日本文化はビジネスの通信にも入ってきているが、実務英語には無縁なのだ。翻訳では言語の違いばかりでなく、文化の違いを越えて訳さなくてはならない。この日本語をいちいち訳した英語の招待状を受け取ったりしたら、バカ丁寧さに鳥肌が立つ。そうでなければ、「いったい何が言いたいのだ」と苛立ち、読み返してやっとパーティがあるのか、と合点がいく。

逆にこういう英文の招待状を日本語に訳してくれと言われたら、翻訳家は「秋冷の候、云々」と長々と作文してくれるだろうか。これは難しいところである。外資系の会社の秘書さんの仕事とはこういうものだろうか。余計なことを翻訳中に省くのはできるとしても、原文に書いてないことを補うとなれば、翻訳を越えて創作に近くなる。「秋冷の候」にするか「紅葉の美しい今日この頃」にするか「秋晴れのさわやかな季節」にするか、原文にないのだから訳すどころではなく創作になる。

日本語で困るのはこうして「気遣い」で情報以外のことを言う反面、言いたいことを文脈や環境に任せて「言外ににおわす」こともある点である。われわれの技術的な文章でも知らぬうちにこんなことをやっていないだろうか。そうすると、翻訳者はそれを補う「創作」を余儀なくされる。

例1:「測定に当たってはキャリブレーションを行うなど探査装置の機能を十分発揮できる状況で測定を行うよう心がける必要がある。」(「手引き」265ページ)

訳例1a (日本から来た原稿。原文に対して無批判な翻訳の例)  
It is necessary to keep it in mind that we implement

something such as calibration in order to make the situation as best as possible by maximizing ability of the equipment. (31語)

原文を訳せばそのとおりなのだけれど、これだと何をやっていいのかははっきりしない。(“as best as possible”という不思議な言い回しはご愛嬌として、黙って“as good as possible”直せばそれでいい。) Somethingとは何のことかはっきりしないが calibrationという言葉があるから calibration みたいなことをやるんだな、くらいはわかる。ところが、この文ではそれを「やれ」とは言っていない。「心に留めておくことが必要だ」と言っているだけだ。

訳例1b 「手引き」英語版最終稿)

To ensure the best performance of the equipment, it must be calibrated correctly. (13語)

翻訳するときは原文を書いた人と一緒に座って、「心がけるだけでいいのですか」、「『など』という語でほかの何を表しているのですか」、と訊きながら共同作業でやるといい結果が得られる。書いた原稿を丸投げされると、残念ながら、この共同作業ができないから、翻訳の段階で意味や事項を補ってやらないといふ英文にならない。翻訳家としてならば越権行為なのだが、そこはそこ、専門の物探屋が翻訳するのならそこまでやった方がいい、と、これは私の考えである。「手引き」の翻訳・添削ではいつもそこまでできなかったのが惜しまれる。

例2: 爆薬の最大受振距離は、その薬量に応じて長くなる。(手引き29ページ)

訳例2a: (日本から来た翻訳第一稿)

The maximum propagation distance depends upon the size of explosives charge.

日本語の原文では文脈にまかせて「爆薬の最大受振距離」が主語になっているが、英訳する場合これは「爆薬」が受振される距離でなくて「爆薬によって起こされる地震波の到達する距離」のことであることを見逃さなくてはならない。翻訳第一稿ではそれに気づいて「propagation distance」とまでは言ったものの、それが地震波のことだということまでは補いきれていない。

訳例2b 「手引き」英語版最終稿)

The maximum propagation distance of seismic waves generated by explosives depends upon the size of charge.

長い主語のいわゆる「頭でっかちな文」は普通嫌われるから、主語を入れ替えて文を逆転させるという選択肢もある。

訳例2c: The size of the explosive charge controls (または dictates) the maximum propagation distance of seismic waves generated.

これを日本語に逆に翻訳しても原文と同じにはならない。でも、この場合はこの英語を訳した日本語の方が正確な文になるのではあるまいか。

# 「日本地球惑星科学連合(JpGU)2018年大会共催セッション」参加報告

日本地球惑星科学連合(Japan Geoscience Union: 以降、JpGU)2018年大会が5/20~5/24に幕張メッセで開催されました。物理探査学会では三つのセッションを共催しました。それぞれのセッションからその様子を伺いました。

## 「空中からの地球計測とモニタリング」

富山大学 楠本成寿

本年度のJpGUでは物理探査学会との共催セッションとしていただき、例年よりも多くの論文投稿をいただきました。この場をお借りしまして、ご投稿頂きました皆様、物理探査学会に深謝申し上げます。

「空中からの地球計測とモニタリング(Airborne surveys and monitoring of the Earth)」は、瀬川爾朗さん((有)COSMOGRAV)、茂木透さん(北海道大学)、大熊茂雄さん(産業技術総合研究所)により立ち上げられ、JpGUでは10年以上続いているセッションです。現在は、大熊茂雄さん(産業技術総合研究所)、光畑裕司さん(産業技術総合研究所)、小山崇夫さん(東京大学地震研究所)、私の4名でコンビーナを務めさせて頂いています。

このセッションでは、空中から地球の表層や地下構造、さらにそれらの変動を計測する理論、技術、データ解析手法、地球科学への応用研究の発表を扱っており、発表形式は、EJ区分としています。EJ区分とは、発表言語は日本語・英語のどちらでも構わないが、スライドとポスターは英語で作成するというスタイルのものです。これは海外からの参加者に配慮したもので、海外学会とのジョイント開催以外でも数年ほど前からこのようなスタイルで実施してきています。参加人数が落ち込んだ時期もありましたが、今年度は17件の投稿を頂きました。

本年度の発表論文の内訳は、空中物理探査一般の話題が1件、磁気探査が6件、電磁探査が2件、重力・重力偏差探査が3件、環境調査(ガスや水、PM2.5)が3件、地形計測が2件でした。複数のテーマを扱っている論文もあり、大変興味深く拝見、拝聴致しました。また、ドローン物理探査研究会が立ち上げられていることによる成果と思われますが、ドローンに関連する研究論文が4件ありました。来年度も是非、本セッションでの発表をお願い致します。

今年度のセッション運営で大変驚いた

(興味深かった)のは、今年、初めて環境調査に関する研究論文の発表があったことです。これまでの空中計測セッション(「空中からの地球計測とモデリング」の略称)では、主に物理探査に係る研究論文が発表されてきました。数年前より地形計測の論文がちらほら発表されていましたが、今年は環境計測の論文が発表されました。これまでにない、新しい流れが出来るのではないかと期待しています。

「空中からの地球計測とモデリング」は、ポスター発表が比較的多いセッションです。物理探査だけでなく、関連する分野の発表が隣り合わせで配置されていますので、ポスター会場では発表者同士の議論も盛んに行われていました。

以前、JpGU事務局の方から、「ポスター発表の多いセッションは活気があって、論文投稿数もどんどん伸びていくセッションですよ。」と言われたことがあります。来年度もこのセッションを立ち上げます。皆様の研究成果の発表は勿論のこと、近隣分野あるいは全然違う分野との共同研究・調査に結びつけられる機会かと思えます。多くの皆様のご参加をお持ち致しております。

## 「浅部物理探査が目指す新しい展開」

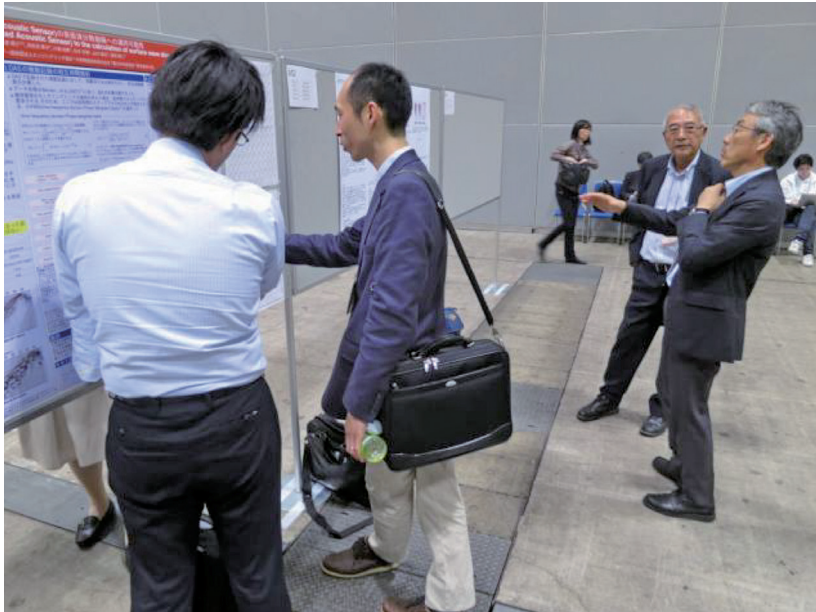
応用地質 青池邦夫

本年度のJpGU大会は、昨年の「浅層物理探査」に続いて、今年も「浅部物理探査が目指す新しい展開」と少しタイトルを変えて、物理探査学会との学協会セッションを開催しました。今年のセッションは5月24日に行われ、昨年の25



口頭発表会場の様子





ポスター発表会場の様子

件を4件上回る29件の発表を集めることができました。口頭発表が3コマのセッションに割り当てられましたので、新しい探査手法、新しい解析手法、事例研究のように内容別に分類し、2件の招待講演を設けることができました。招待講演の1件は、基礎地盤コンサルタンツの三木茂さんをお願いしました。三木さんは、全地連のスパースモデリング研究会で昨年度末に研究成果をまとめられており、その成果について発表いただきました。もう1件は、土木研究所の稲崎富士さんをお願いしました。実はこのセッションの立ち上げのきっかけは稲崎さんの提案によるもので、JpGUでの浅部物理探査セッションの開催は、稲崎さんの悲願でもありました。その熱い思いを招待講演という形で発表してもらいました。参加者は、2コマ目の三木さんの発表時に約40名、その後、GPRの深層学習からleakage modeの位相速度分散の話題付近で最高の50名ほどに達し、立見が発生するほどに盛況となりました。

セッション後は、近くの居酒屋で交流会が開かれ、発表者だけでなく、学生さんにも参加していただきました。学生さんたちは、ちょうど就職活動中の方が多く、企業研究のための良い情報収集の機会になったのではないのでしょうか？近年、学会の学生会員は減少を続けおり、有望な未来のGeophysicistを育てていくことは重要な課題です。そんな最近の学生さんといろいろな情報が共有できるのもJpGUの魅力かもしれません。

## 「地震波伝播：理論と応用」

海洋研究開発機構 白石 和也

近寄り難く感じられそうですが、大丈夫です(何が?)。2006年に地震学と物理探査学の有志により立ち上げら

れて以来継続され、2018年は公益社団法人物理探査学会と公益社団法人日本地震学会の学協会セッションとなりました。このセッションの掲げるスコープは、「地震波に含まれる地下の不均質構造や励起源の情報を効率よく抽出するために、地震波動論に基づく数理的・数値的研究、岩石試料を用いた物理実験、実際のデータ解析による検証する」ことです。また、「地震学、物理探査学の分野を中心に、波動論・室内実験の基礎的研究から、実データを用いた不均質場の定量的把握に関する実用的な成果まで、不均質媒質における波動伝播の総合的な理解を深める」ことを目的としています(鉤括弧内は、JpGU Meeting 2018のS-SS10セッションのスコープより一部を修正して引用)。

2018年は、地震学分野から西田究さん(東大地震研)と澤崎郁さん(防災科技研)、物理探査学分野から新部貴夫さん(地科研)と白石和也(海洋機構、筆者)がコンビナを務めました。口頭発表が24件(4コマに相当)とポスター発表が15件、スコープに掲げる通り多岐にわたる講演が集まりました。このセッションでは、最前線で活躍する若手研究者を招待し、講演をしていただくのが特徴の一つです。高木涼太さん(東北大学)は、Hi-netによる常時微動記録を用いた振動軌跡解析に基づく、振動源の季節変動や波動場の地殻内不均質構造との関係など常時微動波動場の特徴について、池田達紀さん(九州大学)は、同じくHi-netによる雑微動記録の相互相関解析から2016年熊本地震の影響による九州地域の地震波速度の時空間変化について、講演をされました。

ところで、このセッションでは受動的な地震観測の研究に限らず、人工振源を用いた地震波・弾性波の解析や構造探査に関わる研究も大歓迎です。近年は、地震探査におけるインバージョンやイメージングで、全波動場解析の重要性が認識されています。データ前処理や解釈段階でも、波形処理や解析のための物理探査特有の新しい手法が多数あるはずで、異なる分野が共同でセッションを続けることの意義は、多少違った興味や目的に対して、地震波という共通の現象により地下の情報を獲得するため、各分野が持つ理論や技術の交流を深め、それぞれの研究を高めていくことだろうと考えます。「そんな視点やアプローチがあったか!」と、互いに新しい発見をできる場であって欲しいと願います。

次回以降も、まずは気軽に聴講から、できれば研究の講演を、地震波伝播セッションと一緒に盛り上げていただければ幸いです。

(取り纏め ニュース委員 井上 敬資)

# 平成30年度日本応用地質学会北海道支部・北海道応用地質研究会 (共催:物理探査学会)研究発表会参加報告

川崎地質(株) 鈴木 敬一

平成30年6月15日(金)、札幌市の寒地土木研究所において、平成30年度日本応用地質学会北海道支部・北海道応用地質研究会(共催:物理探査学会)研究発表会が行われた。本研究発表会は、数年前から物理探査学会と共催ということで、筆者も毎回参加し、できるだけ発表するようにしてきた。

今回は3つのセッションに別れ、最初は地球科学的な内容で、貫入岩体の地下構造探査、珪藻分析、化石林について3編の発表であった。2番目のセッションは、土木・防災関係で、GISによる斜面危険度マッピング、融雪水量の面的推定、岩盤内部温度と崩壊メカニズムの3編であった。最後は物理探査で、S波速度に関するものが2件、トンネル内部の弾性波探査、PS検層、ディープラーニングの5編であり、一番最後が筆者の発表であった。

2番目のセッションは、北海道という寒冷地ならではの融雪や岩盤の凍結が関係する発表であった。毎年12編程度の発表があるが、そのうち物理探査は3~4編というのが普通である。今回は全部で11編のうち、物理探査に関わる発表が5編と従来に比べて物理探査の占める割合が多くなっているのが特徴である(最初の発表も物理探査を利用しているので、これを入れると6編となる)。

最初の発表は、磁気探査データから貫入岩体の地質構造を推定したものである。かつては物理探査・地球物理学的な手法で得たデータから、三次元的な地質構造を解析することはかなり大変な作業であったが、近年のコンピュータの発展により、計算時間の短縮だけでなく精度(特に分解能)も向上したことがうかがえる。

寒冷地における岩盤斜面の崩壊については、現地の状況によりそのメカニズムについての仮説が示された。会場からのコメントで、興味深い仮説であるが検証が難しいそうだ、というコメントがあったが、筆者も同感であった。

堤防における表面波探査は、堤体内部の含水状況(の季節変化)を推定することを目的としているが、電気探査(最近では、牽引式により効率よく測定できる)のほうが良いのではないかと思った。また、含水状況の変化によりS波速度が変化するメカニズムがよくわからなかったので質問したところ、今後の課題ということであった。

擁壁の表面波探査については、擁壁上部の地盤が沈下している範囲がS波速度の低下範囲とよく

一致していることと、盛土材の材質まで推定できたという報告であったが、後者については検証が必要であると感じた。

PS検層の発表は、第138回学術講演会中に行われた地盤探査研究会で報告された内容である。

筆者の発表は、地中レーダだけでなく、岩盤等級区分や地形分類なども可能であることを示したが、実データがないのであまり迫力はなかったと思う。とはいえ地中レーダに関してはかなり反響があり、セッション終了後にはいくつか質問、コメントを頂いた。

毎回感じることであるが、北海道は寒冷地特有の応用地質学的、地盤工学的問題があり、この研究会の内容は興味深いと同時に、応用地質分野と物理探査分野のコラボレーションという意味でも有意義なものである。

なお、本研究会の参加者は61名(うち物理探査学会9名)であった。



(上) 会場の様子  
(左下) 書籍販売の状況  
(右下) 案内看板

(写真提供:寒地土木研究所 倉橋氏)

# 地盤工学貢献賞受賞記念講演会参加報告 「伝わる」番組の作り方～ブラタモリ制作の舞台裏より～

川崎地質(株) 鈴木 敬一

公益社団法人地盤工学会がNHKの人気番組「ブラタモリ」の制作チームに対して平成29年度の貢献賞を授与した。受賞理由は「国民の人気番組によって、古くから日本の文化や産業には地盤とそれを形成する地盤構造物が深くかかわっていることを一般市民に広く発信し、地盤工学の社会的イメージの向上に多大な貢献をした」とのことである。受賞を記念して講演会が行われた。平成30年7月4日(水)の夕刻(18:30～19:30)、場所は日本科学未来館未来館ホールである。演題は『「伝わる」番組の作り方～ブラタモリ制作の舞台裏より～』であり、講演者はNHKチーフ・プロデューサーの中村貴志氏である。

番組制作は2泊3日のロケで2番組を作るというペースで、台本は全くなく、編集も収録通りの順番で番組を作っているとのことである。できるだけ臨場感を大事にしたいので、トラブルがあったとしても番組に生かしてしまう。タモリにはいつこのホテルに来てほしいというだけで、それ以外は一切伝えない。とても徹底している。

しかし、ロケは3日であるが事前の調査は2か月、ディレクターが張り付いて取材をするそうである。今どきはネットで検索すれば大抵の情報が出てくるが、ブラタモリでは「ネットでは出てこない」「現場に行かないとわからない」という条件を番組の骨組みにしているの、事前の現地調査に2か月は最低必要である。ある程度、採算を度外視しないといけないので、民放ではなかなか難しい作り方だそうである。

ロケ地の選択は、例えばまだ行ったことがないとか、前回と反対方向に行こうとか、あまり深い考えはないとのことであるが、一度選んだ場所については旅行情報誌、特に表紙のイメージを大事にし、番組の最初のカットに生かすそうである。

見てもらう番組作りのためには最初の5分が大事で、特に土曜日の7時30分という時間帯は、人気番組が目白押しなので、この「つかみ」を十分に練る必

要がある。

ここでの手法としてクイズを取り入れている。最も重要なのはタモリから出てくる「お題」であるが、その外にも「つかみ」の部分で多くのクイズを入れて、あとでそれを解明することにより、視聴者の関心を引き付ける。この番組の視聴者は、地質や地盤・地形の専門家ではないので、できるだけ平易な言葉を選択するようにしているとのことである。例えば、いきなり段丘とはいわずに河が削って出来た崖などのようにである。我々も発表やプレゼンするときなどにはだれに対して話すのか常に意識しないといけないのと同じであると思った。学会で専門家を相手に話すときと、顧客の前でプレゼンするときと、同じスライドや資料を使っても話し方を変えないといけない。

ブラタモリは基本的に地表で観察できる地質や地形を題材にしているが、目には見えない地下がどのようになっているかということも番組で取り上げてもらえると思う。特にタモリは断層が好きなので、断層の下がどうなっているか物理探査データを見れば関心を持たれるに違いない。また、番組にとっても面白いものとなるはずである。

この講演会は様々な意味で興味深く、物理探査学会としてもブラタモリの番組作りの手法を学ぶとともに、物理探査を番組でも取り上げてもらえると思う。



開演前の会場の様子

## キャンパスビジット報告

— @北海道大学工学部, @富山大学都市デザイン学部—

電力中央研究所 鈴木 浩一

キャンパスビジットとは、物理探査技術の分かりやすい紹介を目的に、学生もしくは若手研究者を対象として、物理探査の実践経験の豊かな物理探査学会員による物理探査技術の適用事例の紹介を中心とした講演会活動(非営利活動)です。

希望を受けた大学と本学会の連携により2003年度より継続して昨年度まで21回実施してきました。今期は、北海道大学工学部の川崎了教授、富山大学都市デザイン学部の楠本成寿教授にご協力をいただき、いずれも授業の1コマ(90分)をお借りして、「地球のお医者さん「物理探査」、目に見えない地下の構造を電気や地震波を使って診断しよう—地下資源探査から地震防災まで—」と題して著者が講義を行いました。北海等大学(開催日:6/25)は2年生の37名、富山大学(開催日:7/20)は1年生を中心に約40名に参加してもらいました。以下に学生さんからの生の質問を何件か紹介します。

- Q1: 今後さらに物理探査の精度を上げるためには何が可能になればよいのか。やはり探査技術が進歩してもボーリング調査は不可欠なのか。
- Q2: 地震は今後数百年以内などピンポイントで予測することはできないのか。今回の関西の地震の原因について知りたい。
- Q3: 首都直下型地震による北海道の被害はあるか。札幌に直下型地震が起こる可能性はあるか。
- Q4: カナダ・サドベリー鉱床での磁気探査の事例で、磁気異常がマイナスの箇所既に既設鉱床が集中してように見える

がなぜか。

Q5: 富士山での電磁探査の事例で火口直下からはずれた位置にある低比抵抗部はどう解釈するのか。

Q6: 富山市でもシールド工法で地下鉄を建設することは可能か。



左上、右上: 北海道大学、下: 富山大学



### お知らせ

#### 第13回SEGJ国際シンポジウム

会期: 2018年11月12日~14日  
場所: 国立オリンピック記念青少年総合センター  
<http://www.segj.org/is/13th>

#### 平成30年度 ワンデーセミナーのお知らせ

テーマ: 「物理探査におけるスパースモデリング(仮題)」  
会期: 2019年2月7日(木) 10:00~16:45(予定)  
会場: (一財)全水道会館 4F大会議室  
開催要領、および参加申し込み案内は、近日学会ホームページに掲載予定。

#### EAGE-GSM 2nd Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience & Engineering のお知らせ

HAGIとGSMが浅層物理探査をテーマにした学会を開催します  
\*Date: 23 - 26 April 2019  
\*Location: Kuala Lumpur, Malaysia  
Abstract Submission Deadline : 1st January 2019

### 編集後記

はじめまして、本年度よりニュース委員に加わりました立花冬威です。自己紹介の後、冬威(とうい)という名前が未聞だった人に、新しいという意を含めて「平成生まれ」とか聞かれることが多いです。そんな新しさと認識されている平成も僅かとなり、次の新しい元号がやってきます。新しさというアイデンティティーを失う平成が、どんな時代どんな世代として今後認識されていくのかが気になるころです。しかし、一番の関心事は新元号についてです。過去の元号(247コ)や日常で使われていない、読みやすく書きやすい漢字二文字という条件があるそうです。個人的にはM/T/S/Hともイニシャルが重複しない「永翔」ではと予想しています。

がんばれ、大谷翔平!

(ニュース委員:立花冬威)

### 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写したい方は、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40号 2018年(平成30年)10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>