

# 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

現場レポート 2016年熊本地震直後の余震観測で経験したこと	1
物探 よもやま話 重力波とジオフォン	5
現場レポート 山口大学理学部での物理探査集中講義(その1)	6
企業紹介 JFEシビル株式会社	8
平成28年度ワンデーセミナー「地下情報可視化技術の最前線」開催報告	10
お知らせ・編集後記	12

Geophysical Exploration News April 2017 No.34

## 現場レポート



## 2016年 熊本地震直後の余震観測で経験したこと

東京工業大学 地元 孝輔・山中 浩明  
鉄道総合技術研究所 津野 靖士・是永 将宏

### 余震観測とは

2016年熊本地震では、震度7という強烈な揺れを2度も観測し、甚大な被害をもたらしました。このような被害をもたらす強い揺れは地盤の影響も大きいため、私たちは物理探査を使って地盤を調べ、揺れとそれに伴う被害の原因を解明する研究を行っています。

熊本地震で震度7を計測した機器は震度計や強震計と呼ばれており、日本では世界に類を見ない高密度な観測網

が整備されていますが、それでも数十km間隔くらいです。では、震度計が設置されていない場所ではどうなのか。測ってみなければわからないので、一時的に高密度に震度計を設置します。しかし通常、地震はそう頻繁には起こりませんが、今回のような大地震の後には余震が多発し、効率的に地震記録が得られます。これが臨時余震観測です。

熊本地震では益城町の建物被害が帯状に分布していることが注目されました。今回の臨時余震観測の重要な目的は、被害状況の原因が地震の揺れの大きさの違いであるか、実際に観測して調べることです。

### 14日前震の発生から16日本震が起こるまで

4月14日の前震の翌朝、余震観測について検討が始まりました。山中はほかの研究者と連絡を取り合っており、私(地元)はとりあえず機器の準備を始めました。この日は4月15日です。鉄道総研チームは徹夜で準備して、すでに熊本に向かっているとの情報です。

私は昼過ぎには機器一式準備を終え、家に帰って着替えを鞆に詰めたあと、車で大学に戻って機器を積み込み、夕方に羽田から福岡空港に飛びました。鉄道総研は15日中に熊本駅付近の2か所に震度計をすでに設置したようです。すなわち、お察しのとおり、私たちは16日未明の本震に遭遇し、鉄道総研チームはなんと、本震を記録したのです(図1)。

さて、私と山中が15日に宿泊したのは、熊本県北部の山鹿市というところでした。震源から離れているためか、特に変

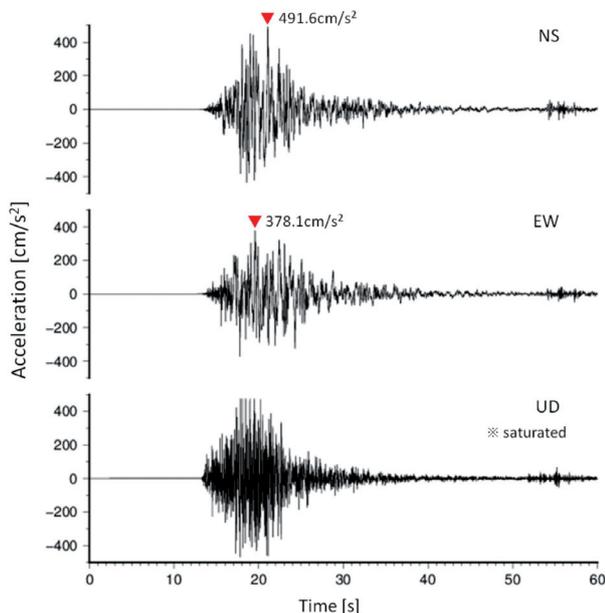


図1 熊本駅付近で観測した16日未明本震の記録



わった様子はみられませんでしたが、避難してきたと思われるご家族が宿泊していました。慌ただしかった一日の疲れもあって、たぶん熟睡していた瞬間だと思います。16日午前1時25分に本震が起こります。大きな揺れで目が覚め、グワングワン横に揺れると同時に緊急地震速報がけたたましく鳴っていました。寝ぼけていたし、死ぬかもなあと考えたことを覚えています。たしか、すぐにテレビをつけて、その後どうしたかという、また布団に入りました。「まさか昨日の地震より大きいはずが無いから大丈夫。とりあえず明日に備えて眠ろう。」と、そんなことだったと思います。しかし、いざ眠ろうと決心しても、何回も余震で揺れるし緊急地震速報は鳴るしでほとんど寝付けませんでした。

結局夜が明けてテレビを見ると、相当大きな地震で、



東京工業大学 地元孝輔(上左) 山中浩明(上右)  
鉄道総合技術研究所 津野靖士(下左) 是永将宏(下右)

被害も広がっていることが分かりました。今夜も同じ宿なので、ひび割れがないかチェックしてから出発です。あんなに揺れたのに、宿泊していた山鹿市は震度5弱のようでした。震度7とは一体どれほど恐ろしいのでしょうか。

## 益城町へ向かう

さて、いよいよ震源地に向かうのですが、まさか本震が起こるなんて思ってもいませんし、発生から数時間でなかなか情報も集められません。とにかく現地の状況のみて手探りで観測点を決めるしかありません。結局、鉄道総研チームと合流することもできず、東工大チームは当初の予定通り益城町に設置することにしました。

高速道路はもはや通行止めですから、下道で熊本市に向かい、午前9時頃に益城町に入りました。益城町の中心に近づくとつれ、被害が徐々に大きくなっていき、道路もデコボコだらけです。信号は消えたまま。崩れた建物が道路にはみ出し、大渋滞で益城町の中心部へはなかなか近づけません。どこかに車を停めて歩いて行くしかありません。

そうと決めて車を降りた瞬間です。ドンッと揺れました。M5.4の余震だったようです。しかしこれにびっくりして怖気づいているひまなどなく、急いで機器一式をキャリーケースに詰め、足早に益城町役場を目指します。



## 余震観測点の設置

役場周辺は大渋滞。多くの住民も役場に集まってきます。そこには、配給、自衛隊、警察、救急、インフラの復旧隊でごったがえしています。さて、震度計を設置するのをお願いしたいのですが、一体、役場関係者はどこなのか探すだけで一苦労です。なんとか役場で設置を終え、次に防災科学技術研究所のKiK-net益城観測点で設置を終えたのはお昼すぎです。

お昼とはいっても休んでいる暇はありません。そもそもお店はほとんど営業していないし、開いているコンビニもありましたが、弁当や総菜のコーナーは空っぽです。飲み物も水とお茶のコーナーだけすっからかん。断水しているのでトイレも使えません。

震度計の設置といってもあくまで臨時なので、センサーを置いて、収録装置は雨除けのためゴミ袋に入れる程度です。傍から見ればゴミです。現地でカーバッテリーを調達してつなげば電源もいりません。これらを次々に設置していきます。通行止めと渋滞でなかなか思うように動けないなか、被害を確認しながら設置場所を決めていきます。なんとか日没前に持ってきた機器7台すべてを設置することができました。



それぞれ設置している間にたいてい一回は余震が起こります。傾いた建物の横で設置していたときは、頼むからいま余震が起こらないでくれという思いも虚しく、容赦なく揺れが始まります。飛び跳ねて建物から逃げました。

余震のたびに携帯電話が不気味な緊急地震速報の音を発するのは、たいてい揺れが始まった後です。公園で子供を遊ばせていた母親は、滑り台で遊んでいる子供を必死に抱きかかえます。

実家の母が、おそらくテレビを見ていて心配したのでしょう。メールが届いて、「冬山か戦場にいるようなもの」と書かれていましたが、本当にその通りだと思いました。

1か所だけ益城町の中心から離れた山の中に設置しましたが、そこだけは何事もなかったかのように静かで、そこにいたひとときだけはほっとしたのを覚えています。そう思うくらい益城町の中心は普通ではなかったのです。



余震観測は、臨時とはいえ数週間から数か月に及ぶことがあるので、ご家庭に依頼して敷地内に設置させてもらうことが多くあります。今回もいくつかの一般のご家庭を訪ねましたが、家屋が傾いていて、軒先避難、車中泊されているようでした。回収したときも状況はほとんど変わっておらず、避難生活が長引いているようです。昼間は暑いくらいの青空が広がっていますが、夜はまだ冷え込みます。

## 再度、益城町へ

17日夕方には東京への帰路につきましたが、急きょ、明日また戻ってくることを決めたのです。あまりの被害の大きさに、もっと観測点を増設した方がいいと判断したからです。18日夕方には福岡にとんぼ返りです。さらに5つの観測点を追加しました。

その帰り際に、断層調査をしていた研究者の案内で、地表に現れた断層を見ることができましたが、本当に目を疑いました。教科書を読んで理解していたつもりでしたが、地面のすれを目の当たりにすると頭が状況を理解できないようです。



## 西原村と南阿蘇村へ移設

4月末には、益城町に設置した臨時観測点で多数の余震を記録したので、そのまま機器を西原村と南阿蘇村に移設しました。そこでも熊本地震の被害が広範囲に及んでいることを目の当たりにしました。

学生村と呼ばれている南阿蘇村の東海大学周辺は、人や物でごったがえしていた益城町とは一転して、被災したそのままの状態、あたりには誰も見当たらず、ひっそりしていました。潰れたアパートのまわりには家具や生活用品が散乱していて、洗濯物もそのまま。1階が潰れて目の高さにある2階の玄関はブルーシートで覆われていて、それを目前にすると本当に胸が痛みます。

## 臨時余震観測の記録からわかったこと

ほとんど体験記になってしまいましたが、少しだけ、研究

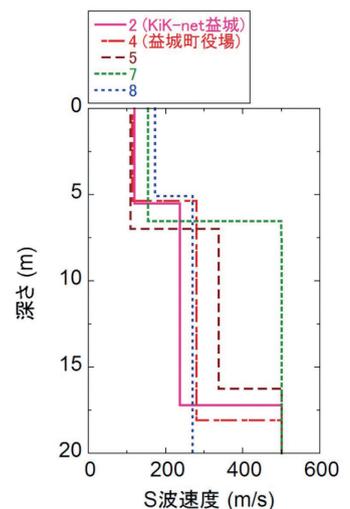
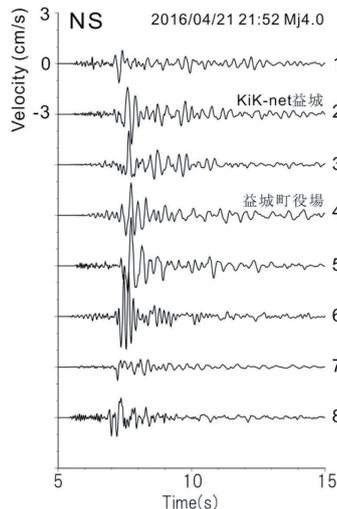
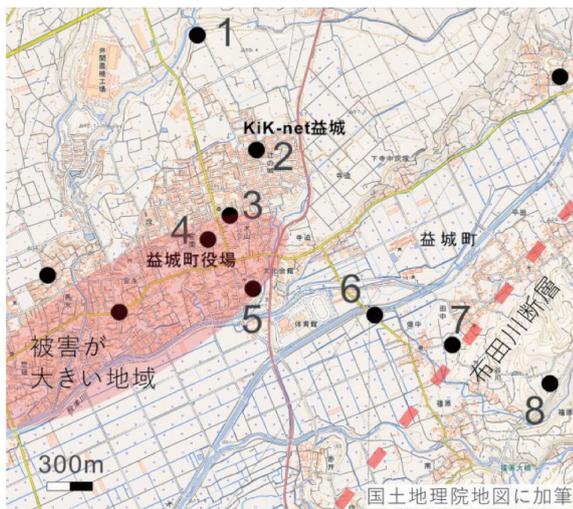


図2. 益城町に設置した余震観測点(左) 余震観測波形(中) 余震観測点のS波速度構造モデル(右)



成果について紹介します。図2に示しているのは、益城町で観測された余震記録の例です。地震直後から、益城町の被害は帯状に分布していることに注目されていました。その帯を横切るように設置した余震観測点の記録は、たしかに被害の帯に当たる部分で大きくなっています。本震でも同じであったかは不明ですが、もともと地震動が大きくなりやすいところに被害が集中しているということがわかりました。また、微動アレイ探査も行っており、S波速度100m/s程度の非常に低速度の層が確認されました。



このような調査を、私たちを含めて強震動を研究しているグループでは、合わせて60点以上で行いました。現在は熊本市にて継続しています。



地震から1年が経ちました。これほどの地震被害は、東日本大震災の津波被害を別にすれば、近年の地震でもまれです。なぜ、これほどの被害をもたらしたのか。警鐘を鳴らすことはできなかったのか。実際に本震を体験したこと、発生直後の被災地を目の当たりにして感じたことは忘れずになりたいと思っています。

(文:地元孝輔)

# 「重力波とジオフォン」

石油資源開発株式会社 高橋 明久

物理探査ニュースNo.30では「重力波とバイブレータ」というタイトルで観測された重力波の波形とバイブレータ信号の意外な共通点について書いてみました。今回は重力波をとらえたセンサーのお話です。

2015年に重力波をとらえたセンサーは米国のWashingtonとLouisianaにある大型マイケルソン・モーリー型干渉計です。マイケルソン・モーリーの実験はご存知の方も多いかと思いますが、もともとは真空中を光が伝播するための媒質エーテルが存在するか否かというのがテーマでした。彼らの実験は当初は精度が不十分でしたが、工夫を重ねて観測が行われ、結果としてエーテルは存在せず、また光の速度が座標系に依らず一定というアインシュタインの特殊相対性理論を裏付けるものとなりました。

そして2002年には重力波の検知を目的に米国のLIGOプロジェクトで距離が4kmに及ぶ大型干渉計による観測が始まりました。図1は空中から見たルイジアナ州Livingstonの観測施設の様子です。



図1 ルイジアナ州Livingstonの重力波観測施設 (Courtesy LIGO)

図2にはマイケルソン・モーリー型干渉計による重力波観測の原理を示します。重力波がない定常状態では距離Aと距離Bが等しいので2つの経路を通った光は同位相で干渉が起きません。そこに重力波による空間のゆがみが生じると距離Aと距離Bに差が生じて位相のずれが起こり、干渉縞ができます。

LIGOは当初の装置に対して改良に改良を重ねて精度を上げ、ついに2015年に世界で初めての重力波観測に成功します。

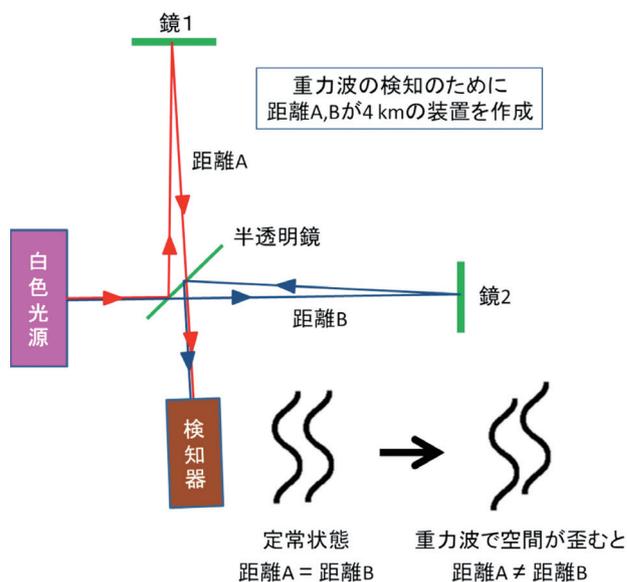


図2 マイケルソン・モーリー型干渉計による重力波観測の原理

さて、ここで観測されたひずみ量は  $10^{-21}$  m です(30号参照)。重力波の周波数は35-250Hzでしたから、中心付近の周波数100Hzをとれば速度は  $10^{-11}$   $\mu$ kine となります(kine=cm/s)。

地震探査において地上の観測点におけるノイズレベルは静かな場所でも  $10 \mu$ kine 程度ですから、このノイズレベルが最大入力となるようなA/D変換器を考えると重力波とのレベル差は  $10^{12}$  になります。すなわち2進法のビット数に直せば  $10^{12} = 2^{39}$  となり39bitのA/D変換器があれば最小位ビット(LSB)で重力波が観測されることになります。

以上はジオフォンの感知できる速度が無限小まで可能な場合ですが、実際にはジオフォンの検知可能な速度は理論的に考えても  $10^{-2} \mu$ kine 程度とのことで(Hardee et al., 1987)、なかなか歯が立ちません。もっとも、重力観測施設は1,000億円規模で、数万円のジオフォンは価格が1千万分の1ということになりますから、費用対効果って全く想像がつかないですね。アポロ計画がああ時代に月に人類を送り込んだように、科学技術のあくなき追求は人類の本質的なものなのかもしれません。

さて、皆さん、それではジオフォンを改良して重力波の速度  $10^{-11} \mu$ kine を観測できるようにするにはどうしたらよいでしょうか。ばかばかしいと思わないで、ちょっと考えてみてください。なにせ物探技術のあくなき追及も私たちの本質なのでから。



# 山口大学理学部での物理探査集中講義(その1)

## — 徳佐盆地での電気探査実習の成果 —

電力中央研究所 鈴木 浩一  
山口大学 田中 和広

### 1. はじめに

筆者の一人、鈴木は山口大学理学部において、2006年度から2014年度まで9年連続で地質学が専門の学生さんを相手に電気探査法の野外実習を行うという大変貴重な機会を得ました。当然、彼らは物理探査の基礎知識がほとんどありませんので、3日間という限られた講義の中で、いかに基礎的な理論を理解させ、自分で考えて測定作業を行わせるかが一番苦労したところです。本報では、野外実習地点の概要と受講生の協力により得られた測定データを解析した堆積盆の構造について紹介します(なお、応用地球科学を主たる研究としている田中和広教授は、この実習の提案者であり現場測定にも加わっていますので、共著とさせていただきます)。

### 2. 集中講義の概要

初日は物理探査全般の概要、電気探査の基礎理論、適用事例、そしてフィールドワークのやり方や注意点を講義します。二日目は、山口大学から北東部へバスで約1時間ほどにある「徳佐盆地」において電気探査の野外実習を行います。実習にはうってつけのNE-SW方向に距離3kmほど(NW-SW方向は約1.5km)の平坦な田園地帯が広がっています。ここで、毎年測線位置を変えて、長さ約1kmの測線を設置する測定作業を体験してもらいます。この日は朝から夕刻まで丸一日の実習となります。三日目は、最初に逆解析の基礎的な理論を講義した後、測定データを学生さんのパソコンで各自解析させ、比抵抗断面を出力させます。地質解釈まで考えてもらい、最後に三日間の集中講義全体のレポートを提出して



写真1 徳佐盆地から野坂山(単成火山)を臨む

もらいます。毎回の受講者数は10~20名でした。

### 3. 調査地点の概要

徳佐盆地は山口県北東部の山口市阿東徳佐にあり、島根県境まで数kmほどの所に位置し、県境付近には単成火山がいくつか見られます(写真1)。同盆地の基盤岩として、白亜紀後期の溶結凝灰岩と流紋岩質溶岩からなる阿武層群が分布しています。盆地内では第四紀の堆積物が基盤岩を覆っており、その層厚は重力探査等の結果から最大で200mほどであると考えられています(竹村ほか、1991)。国道9号線沿いに「徳佐-地福断層」という活断層が存在しますが、徳佐盆地の中では厚さ数100mの堆積層に覆われているため、どこを通過しているか正確な位置は不明です。田中教授は、この活断層の位置と活動性および盆地の形成過程を電気探査で特定することを目的として本地点を選定されました。

### 4. 測定方法および解析結果

筆者が所有している電気探査用ケーブルは最大600mまでしか展開できないため、堆積盆中心部での堆積層と基盤岩との境界(深度約200m)を見るのは難しくなりますが、盆地の縁部であれば基盤岩との境界を検出することは可能と考えられます。測線長は1000mで行いたいと田中教授から強い要望があり、最初に設置した600m長の測線での測定が終了次第、測線全体を400m移動させて2回目の測定を行いました。電極間隔は10mとし

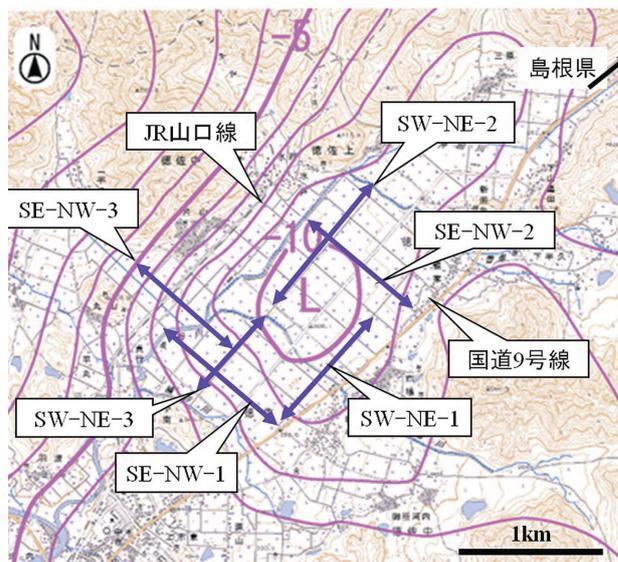


図1 電気探査野外実習地点の測線配置  
(ブーゲー異常図は竹村ほか、1991に基づく)

て1回あたり60測点とし、Wenner法とEltran法でそれぞれ570通りの見掛け比抵抗を測定しました。以上の作業を1日で実施するのは相当な時間と労力を要しました(写真2)。地質解釈が可能なデータが取得できた測線位置を図1に示します。測線は農道沿いに展開したため、測線方向はSW-NEかSE-NW方向の2通りとなりました。

実習生に解析してもらった比抵抗断面を図2に示します。いずれの測線も堆積物と基盤岩の存在を解釈できる結果となっています。10~50Ωmは粘土質な堆積物、100~500Ωmは砂礫質な堆積物、500~1000Ωmは流紋岩よりなる基盤岩を捉えたと解釈できます。盆地の縁に近いSE-NW-3とSW-NE-3測線では、測線全体に基盤岩との境界を捉えています。一方、盆地の最深部と考えられる領域を通るSE-NW-2とSW-NE-2測線で

は、堆積物と基盤岩との境界が不明瞭な区間が多いように見えます。これらの結果は、堆積盆の構造がおわん型となっていることを示唆しており、図1で示した重力探査結果とよく整合しています。なお、SE-NW-3測線では、JR山口線が通る位置を境に基盤岩の深度が急激に変化しているように見えますので、国道9号線付近を通る「徳佐一地福断層」と並行に走る別の断層の存在を示唆していると考えられます。

今回は、講義や野外実習時のトラブルと苦労話を中心に紹介する予定です。

#### 参考文献

竹村恵二・北岡豪一・堀江正治・里村幹夫・横山卓雄(1991): 山口県徳佐盆地の地下構造と堆積物. 地質学雑誌, 97, 15-23.

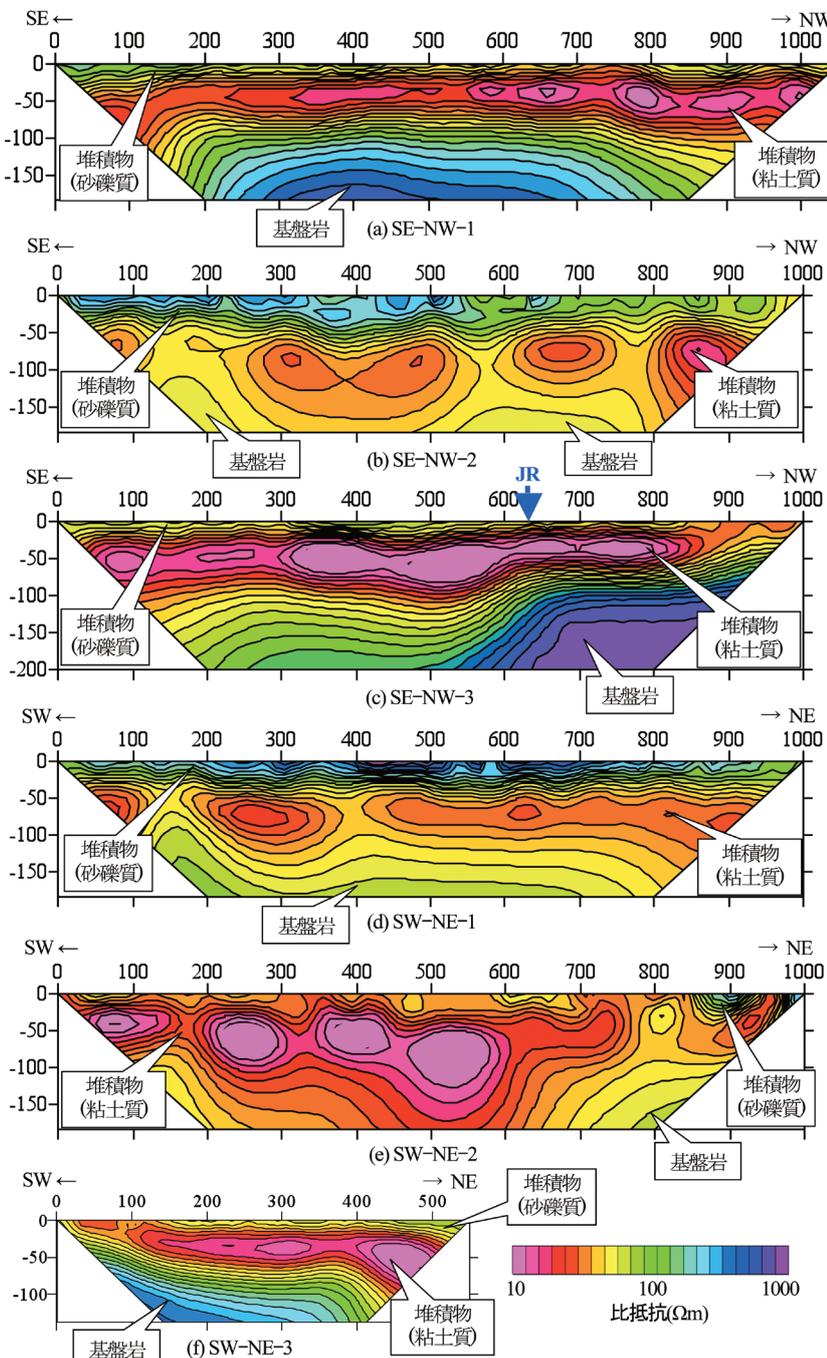
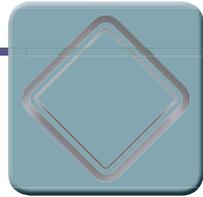


図2 電気探査法による比抵抗断面



写真2 電気探査野外実習風景



## JFEシビル株式会社



JFEシビル株式会社は、JFEグループの総合建設会社として鉄鋼関連分野で培った技術・商品を生かし、土木・建築・コンサルティング等様々な分野で豊かな社会作りに貢献しています。当社は昭和47年に川鉄鋼管工事(株)として創立され、平成13年に川崎製鉄グループの建設会社の事業統合により川鉄シビルとなりました。平成15年には親会社の川崎製鉄と日本鋼管が合併しJFEスチールとなったのを受け、JFEシビルと社名を改めました。現在の社員数は約600名で、建築事業部、システム建築事業部、社会基盤事業部、鉄鋼土建事業部、海外事業部より構成されています。建築事業部では大型物流倉庫(写真1)、システム建築事業部では耐震・制震デバイス、メタルビル、立体駐車場(写真2)、社会基盤事業部では鋼管杭と鋼桁を組み合わせたメタルロード(写真3)や大型構造物の昇降システム“スーパージャッキ”など、ユニークな商品を揃えています。また、鉄鋼土建事業部では千葉、京浜、倉敷、福山、知多、西宮の製鉄所メンテナンスを、海外事業部ではフィリピンを中心に港湾・橋梁・プラント・



写真1 建築事業部の大型物流倉庫



写真2 システム建築事業部の立体駐車場

鉄道建設などを行っています(写真4)。

物理探査と直接関わりがあるのは社会基盤事業部の音響トモグラフィ部です。当部では名前の通り音響トモグラフィ地盤探査を行っています。音響トモグラフィ地盤探査の技術的な内容については物理探査ニュース22号～24号(2014)で詳しくご説明しておりますが、日常的な業務として基礎構造物の設計のための支持層調査、シールド工事のための障害物調査、地盤改良工事における薬液注入範囲の把握などがあげられます。また、音波を用いた新しい調査方法や新しい適用先の開発も積極的に行っており、電力関連施設、農水関連施設、資源探査など様々な分野への挑戦を続けています。

ところで、物理探査技術とは無縁であった当社が音響トモグラフィ地盤探査法を開発し、27年間にわたって継続してこられた理由は2つあります。



写真3 社会基盤事業部のメタルロード



写真4 海外事業部の海外港湾施設

まず、当社は建設会社であるため社内にフィールドがあるということです。前述したように、国内外の建設現場や製鉄所という様々なフィールドに直接かかわることができるため、現場ニーズの発掘と技術開発を行うことができます。支持層調査では製鉄所設備や国内外の基礎建設工事で技術の検証を行うことができました。また、天井クレーンのレール桁の亀裂診断技術“クラックルック”(図1)は、まさに製鉄所のニーズと音波に関するノウハウが合致してできた当社ならではの商品開発と言えるでしょう。

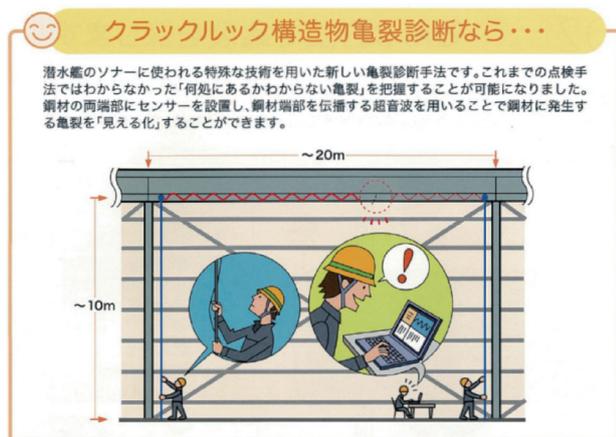


図1 鋼構造物亀裂診断法“クラックルック”

2つ目はJFEグループの総合力です。JFEグループには製鉄所を中心とした様々なグループ会社があり、そこには多種多様な技術があり技術者がいます。毎年開催される技術交流会ではこれらの技術者が直接議論を交わすことで新しい考えや技術が生まれてきます。ある業務で高温高圧下での調査が必要になったのですが、その時には溶鉱炉の操業に携わっている技術者に相談をすることができました。また、精密樹木診断器“ドクターウッズ”(図2)の開発は、グループ内の造園会社の樹木医の協力がなければ成し得ることができませんでした。



図2 樹木内部診断法“ドクターウッズ”

これ以外にも海外にグループの拠点が多いことも大きなメリットです。豪州での石炭探査、南米での石油探査、東南アジアでのインフラ関連業務、米国での地下水

調査では現地事務所を間借りし、支援を受けながら業務を進めることができました。世界のどこに行っても仲間がいる、これもJFEグループの総合力と言えると思います。

最後に当社のオフィスをご紹介します。もともとはどこにでもあるようなオフィスでしたが、閉鎖的な会議や長時間会議をなくすためにガラスの壁やスタンディングミーティングテーブルを設置しました。また、本社と現場スタッフの流動性を高め、かつ広く明るいデスクスペースを確保するためにフリーアドレスを導入し、さらには改装工事のショールームにもなるように大改装しました。設計はオフィスやビルのデザインを行う意匠建築を担当する社員が行い、明るく楽しい?事務所に生まれ変わりました。ある女性誌でモデルの蛸原友里さんのインタビューが企画された時には、オフィスが撮影の現場になりました(写真5、写真6)。



写真5 オフィスの打合せスペース

これからも建設会社であるメリット、JFEグループの一員であるメリットを生かし、少しでも多く社会に貢献できるよう、また、微力ではありますが皆様のお役にたてるように挑戦し続けていきます。

(榎原 淳一 記)



写真6 デスクスペース

# 平成28年度ワンデーセミナー 「地下情報可視化技術の最前線」開催報告

事業委員会

毎年恒例となっていますワンデーセミナーが、平成29年2月6日に東京大学山上会館で開催されました。本年度のテーマは「地下情報可視化技術の最前線」で、様々な視点に基づく地下可視化に関わる技術について、4つの演目を興味深く拝聴させていただきました。

## 1. 「地盤調査に資する生物型ロボット技術の現状と将来展望」

中村太郎・山田泰之(中央大学)

コンピュータが人間の脳の機能を模して進化してきたように、ロボットも生物(人間も含めた)の形態や機能を模して進化してきています。ここでは、人間が入り込めない環境で生活する生物が非常にユニークな機能を持っていることに着目し、惑星探査や災害現場などのように人間が入り込みにくい環境で活躍できるロボットの一例として、ミミズ型ロボットとカタピラに羽根を付けた小型ロボットが紹介されました。

ミミズは土の中で生活し、蠕動(ぜんどう)運動により移動します。また先端の口から土を食べて末端のお尻から排泄するように、中身が空洞という特徴を持っています。ミミズは前方の体節が「太く短く」なり地面との摩擦が増え、すぐ後方の体節は「細く長く」なり前方の体節に引っ張られます。この「太く短く」が後方の体節に移動してゆき、前方の体節が「細く長く」前に伸びてゆくのを繰り返すことにより、移動が可能になります。ミミズ型ロボットも7つの体節を持っており、この「太く短く、細く長く」の蠕動運動を見事に再現して、エルボを複雑に組み合わせた細いパイプの中を移動して行きます。垂直に立ったパイプを上方に移動して行く様子は圧巻で、工業用検査ロボット、ダクト清掃ロボット、医療用検査ロボット(特に腸内検査)等の応用例を示していただき、私たちにいろいろな可能性を示唆してくれるものでした。さらに無人月・惑星探査を想定し、中空のボディにアースオーガーを仕込み、地中を掘進して行くロボットも開発されつつあります。

もう一つの例は、昆虫・多足歩行にヒントを得て開発した羽根付クローラロボットの紹介です。災害現場等における走破性の高い無人探査を目的として、どの方向へも素早く移動でき、単純な構造で安価な小型ロボットというコンセプトで開発されています。カタピラ全体に可動の羽根を適度な間隔で取り付けただけの簡単な構造ですが、通常のカタピラ車に比べて、格段に段差踏破性が良く

なるのは驚きでした。フィールドテストでは相当な勢いで凹凸の激しい地面を駆けて行く様子が紹介されました。また、岩場での移動が得意なフナ虫(Wharf Roach)に着目し、その触覚を模した多目的アンテナ(可動補助輪のようなもの)を4本付けた羽根付クローラロボットや、より高速での移動を可能にするためウイングを付けたもの、「バシリスクリザード」というトカゲが水上を走る様から、水上を走らせてみるなど発想の豊かさが際立った講演でした。

## 2. 「三次元地質解析システムはコミュニケーションツールになれるか？」

西山昭一(応用地質株式会社)

CIM(Construction Information Modeling / Management) やi-Constructionに代表されるように、建設関連分野では、様々な情報のデータベース化、三次元化が進められています。地質調査業界においてもこれらの流れは必然で、いかに効率よく情報を集めてデータベース化し、どのように活用して行くかが課題となっています。本講演では、地質情報記録/可視化/分析ツールである「COREROKU」、地盤リスク情報ビューアの「OKTAS」、三次元地質解析システムの「GEO-CRE」という3つのツールの機能やそれらによる三次元地質情報モデルの構築方法、地質解析例、プレゼン用資料作成について、丁寧に解説していただきました。

講演では物理探査結果の三次元モデルの構築と可視化方法の例もありましたが、物理探査結果をお客さんに提示し理解していただくのに大変苦労した経験を皆さんお持



ちではないかと思えます。このようなときに、講演のタイトルにもありますように、これらのツールを使って得られた成果物が、相手の理解を助けることができれば、まさに「コミュニケーションツール」としての役割を果たしたことになるのではないのでしょうか。またそうなることが期待されます。さらに地下情報の三次元化は、成果を提供する側にとっても、解析技術、解釈技術の進歩につながる可能性を広げていると実感できました。

### 3. 「最新ワイヤーライン・掘削同時検層技術から3D地下モデルのハイレゾ／Hi-Fi化について」

森下 健・野呂浩介(シュルンベルジェ株式会社)

まず演題にある、Hi-Fiという言葉に懐かしさを感じました。Hi-FiとはHigh Fidelity(高忠実度、高再現性)の略語で、40年ほど前、世の中がオーディオブームだった頃、機器や音源の性能を表す言葉として巷に溢れていました。本講演では、地表の物理探査に加えて、検層によるデータを用いて、地下の三次元モデルをハイレゾ(高分解能)・Hi-Fiで構築し、石油・天然ガスの生産管理に応用した例が示されました。モデルの分解能によりシミュレーション結果が大きく違ってくることを、いくつかの例でより視覚的に実感することができました。

また、データハイレゾ化への要求に伴って、LWD(Logging While Drilling)技術の孔内ツールも高分解能で計測できるように進化しています。これらのツールでは、データのハイレゾ化と共にHi-Fi化(高S/N比化)が実現されています。新旧孔内ツールによる測定データの比較では、イメージングによるデータ可視化により、その差が一目瞭然でした。

本講演では地下の物理モデルを三次元で高分解能・高精度で構成すればそれを用いたシミュレーション結果も正確なものとなり、地質に関する将来予測やリスクマネジメントにとって重要であることをよく理解することができました。さらに物探屋として高品質のデータを取得し、高精度の成果物を供給する使命を負っていることを改めて認識させられました。

### 4. 「ITイノベーションが物理探査にもたらすこと」

高市和義(伊藤忠テクノソリューションズ株式会社)

発展目覚ましい近年のIT事情を、Big Data、IoT(Internet of Things)、AI(Artificial Intelligence)、

VR(Virtual Reality)といったキーワードを軸に解説し、物探屋としての視点から、それらと物理探査との関りについて、将来の課題も含めて提示していただきました。

ビッグデータのキー要素として「3つのV」(Volume, Velocity, Variety)があります。Volume: 2020年には世界で44ZB(ゼタバイト、1ZB=10億TB)のデータ量、Velocity: 常時データが発生しているため通信速度・処理速度が必要、Variety: 多種多様なデータ源がありそれらに対応等の状況の中、Oil&Gas分野においては探鉱、掘削、開発の各過程でビッグデータ技術が活用されており、探鉱では「3つのV」+ $\alpha$ のうち「Volume」と「Value」(QC、データマネジメント)の寄与が高いとされています。

センシング技術や、モニタリング技術の発達によりIoTが普及し、大量のデータが集積されるようになると、それを処理するコンピュータの性能向上が求められます。CPUとその周辺機器(メモリ、記憶媒体等)の性能向上はまさに日進月歩(走?)で、講演ではそれらについて紹介され、想像を絶することが起きているなど驚きでした。コンピュータ機器の進化に伴い、ソフトウェアや考え方も進化し、AI技術を駆使した機械学習や今流行りのディープラーニングへと発展してゆきます。物理探査との関りでは、機械学習による断層検出の例を紹介していただきました。また石油開発において油層構造のイメージを研究者間で共有するためにVR技術が使われ、解釈技術の向上に役立っています。講演を拝聴し、人間の代わりに機械が仕事をし、まさにSF小説のような社会が実現してきているということを目の当たりにする思いでした。ご講演者の「データをより多く集めたところが勝者の権利を得、データをより有効活用したところが勝者となる」の言葉に思わず頷いてしまいました。物理探査学会に対しても「国土基盤整備のため」無料ネットサービスでのデータ収集とその利用のご提案を頂きました。最後にVR技術の入門ともいえる3D映像を会場で体験することができ、楽しい講演でした。

セミナーには多数のご参加を頂き、講師の方々には興味深い内容を丁寧に解り易くご説明頂きました。有難うございました。今後も皆様のご興味・ご要望にお応えできるテーマで開催していく予定ですので、次回以降も是非、ご参加のほど、よろしくお願いいたします。

(事業委員会 内藤 好裕)



## お知らせ

### 平成29年度「物理探査セミナー」のお知らせ

1. 会期 平成29年7月4日(火)～平成29年7月6日(木)
2. 会場 東京大学 本郷キャンパス ダイワユビキタス学術研究館  
ダイワハウス石橋信夫記念ホール
3. 受講料(税込、1日あたり)  
一般：会費 6,480円、非会員 9,720円  
学生：3,240円

詳しくは <http://www.segj.org/committee/jigyoku/H29seminar.html>

### EAGE Annual Conference & Exhibition Paris 2017

日時：2017年 6月12～15日

場所：Paris Expo Porte de Versailles

詳細は<http://www.eage.org/event/paris-2017>をご覧ください。

### 会誌物理探査の電子出版開始のお知らせ

誌物理探査の電子出版への完全移行に伴いまして、第70巻よりJ-Stage(科学技術情報発信・流通総合システム)上でオンライン掲載されています。掲載後2年間は会員限定公開となりますため、閲覧には会員限定公開用のID(購読者番号)とパスワードが必要になります。学会HPの会員ページの「会員サービス」より「J-Stage掲載論文閲覧用IDとパスワード」にて提供しております。閲覧方法の説明もしておりますので、併せてご覧の上是非ご利用下さい。

### 特集号「地熱」: 英文誌 Exploration Geophysics 誌一般論文募集のお知らせ

「地熱」に係る物理探査技術の論文を広く募集し、当該分野に係る技術的な課題抽出とその解決法に関する議論と理解を深めることを目的としています。是非この機会にご投稿下さい。

投稿締切：平成29年6月末日

最終原稿提出締切：平成29年12月末

オンライン掲載：平成30年3月

### 会誌「物理探査」への投稿募集

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

ニュース誌が12ページになって以来、表紙には新聞の一面のようなインパクトが求められるようになりましたが、今回は熊本地震の本震記録がトップを飾ります。被災地での観測作業は、復旧の妨げにならないようにしなければならぬなど、大変な労苦を伴うものであったろうと推測されます。筆者である地元さん達が、「冬山が戦場にいるようなもの」と例えた状況で取得した現場データを基にした評価結果が、各自治体の防災・復興計画に速やかに生かされることを願わずにはいられません。

続く重力波とジオフォンは、物理の教科書にでも出てきそうなシンプルな計測機器がそのまま巨大化したものが、実際に存在しているということに驚きです。最後に問題も出されているようですので、頭の体操だと思ってちょっと考えてみてはいかがでしょうか。

山口大学の集中講義の記事は、施主(田中教授)の要望を満たすために計画された測線長、配置とその実行が圧巻です。学生実習とは思えない本気度が伺えます。

また、樹木も相手にするJFEシビルの紹介記事からは、物理探査が適用可能な範囲はまだ広いのではないかと、この業界の裾野の広さを感じさせられました。写真のようなおしゃれなおオフィスでお茶でもゆっくり飲みながら解釈してみたいとも思った方もおられるのではないのでしょうか。

最後に、ワンデーセミナーの報告は「地下情報可視化技術の最前線」というこれまた読み流さずにはいられない内容です。人間が入り込みにくいところでの探査を可能にするためのツール開発や、ややもすると専門外の技術者にはわかりにくい物理探査の結果を理解してもらう努力、高分解能でデータ取得するだけではなく高再現性を追求する技術、さらには今流行りのAIを駆使したビックデータの活用に関する技術など、将来の物理探査の方向性を考えさせられるような記事となっております。

さて、私事ですが、2012年から務めてきたニュース委員を海外転勤のため、退任させて頂くこととなりました。今後は海外からも中身の濃い記事を提供できるよう、ネタ探しに努めていこうと思っています。(ニュース委員 河村知徳)

## 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34号 2017年(平成29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

## 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ですが、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、改訂版を出版しました。章立ては以下に示すとおり現行版と同様ですが、反射法地震探査やリモートセンシング、位置測量、あるいはこれまでなかった表面波探査を新たに追加するなど、手法によっては大幅な改定がなされています。第Ⅱ編のケーススタディを割愛し、各章中に入れることといたしました。

冊子版にはCDはついておりません。電子版からCopy & Pasteはできません。

販売価格(税込)

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

別途送料がかかります  
事務局へお問い合わせください