

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

物探よもやま話 眼底検査と路面下空洞探査	1
物探よもやま話 AI技術と物理探査(その2)	2
現場レポート	
ケニアにおける陸上地震探査	4
会員の広場 フレッシュマン紹介	7
土木物理探査の海外展開に関する座談会 その1 ～東・東南アジアにおける土木物理探査の現状～	8
平成30年度ワンデーセミナー報告	10
SEGJ国際シンポジウム 2018開催報告	11
地震防災研究会平成30年度第2回講演会報告 お知らせ、編集後記	12

Geophysical Exploration News April 2019 No.42



眼底検査と路面下空洞探査

川崎地質(株) 鈴木 敬一

はじめに

物理探査は、医療分野では超音波診断やレントゲン、CTなどに例えられる。超音波診断は、反射法地震探査、レントゲンはミュウオグラフィ、CTはシオトモグラフィであろうか。これらの検査・診断技術に対して造影剤検査、すなわちトレーサ試験も適用されることがある。レントゲンの場合に使われる造影剤としては、硫酸バリウムがすぐに思い起こされる。医療の検査・診断技術は主に臓器に対するものがすぐに思い浮かぶが、それ以外にどのようなものがあるだろうか。

私事で恐縮であるが、最近目が良く見えないので眼科に行ってみた。筆者本人は、老眼が進行した、くらいのつもりでいたが、検査してみて左目に異常が見つかった。まず視力検査の結果、左の視力が極端に低下していた。それだけでなく、左目だけで見ると中央付近がほとんど見えない。そこで、眼底検査を実施した。眼底検査は、OCT(光干渉断層計)検査と呼ばれる赤外線を利用した反射法探査である。

眼底検査と空洞探査

図1に眼球の断面の模式図を示す。角膜と水晶体を通して網膜に入射した光は、網膜に焦点が合って、像を結ぶ。網膜の中心付近には凹みがあり、これを黄斑という。眼底検査はこの黄斑の周辺を調べる検査である。網膜の裏側には脈絡膜という別の膜組織が眼球のほぼ全体を取り囲んでいる。

眼底検査の結果を写真1および写真2に示す。前者は正常な右

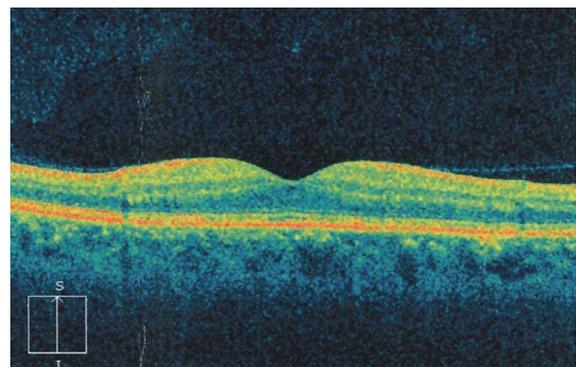


写真1 正常な右目の断層映像

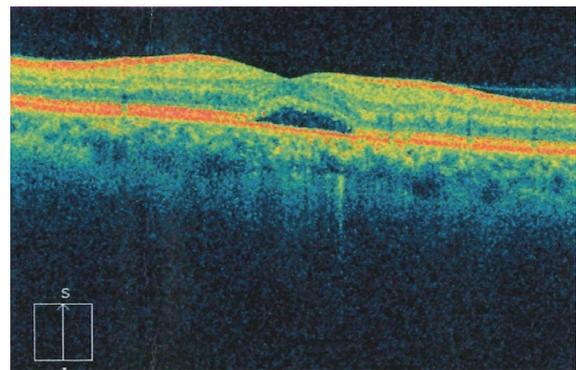


写真2 空洞のある左目の断層映像

目、後者は異常な左目の光干渉断層計による断層映像である。左目の映像では、上部中央付近に反射波のほとんど見られない半月状の領域がある。それに対し、正常な右目ではそのような領域は

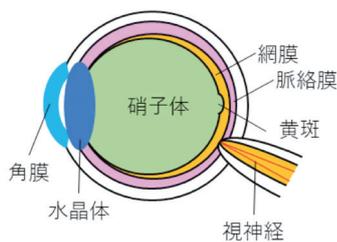


図1 眼球断面の模式図

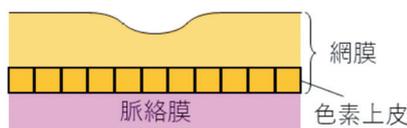


図2 正常な黄斑断面

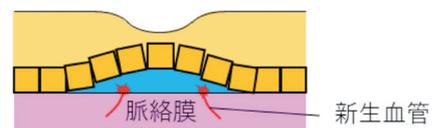


図3 異常な黄斑断面

認められない。図2は正常な黄斑付近、図3は写真2に示したような異常な状態の黄斑付近の模式図である。網膜は網膜本体の下に色素上皮という組織があり、ここで色を感じるらしい。この直下にある脈絡膜という膜との間に水が溜まって、空洞ができていた状態が図3であり、断層映像では写真2に相応する。この組織がきれいに並んでいないので、視力が低く、よく見えないのである。

写真1をよく見てみると、色素上皮と脈絡膜の反射面がきれいに2層に分かれている。一方、写真2では脈絡膜の上面はきれいに見えているものの、色素上皮に相当するところは細胞がずれているので、きれいな反射面にはなっていないことがわかる。

この空洞部分には、新生血管という毛細血管が入り込み、そこから血液ないし滲出液が漏れだして、空洞内部を満たしているようである。路面下空洞探査では、地中レーダ、すなわち電波による反射法により、地下の反射面を得て、空洞の有無を判定するが、考え方は全く同じである。

この検査を、2週間ほどの期間をおいて2度行い、2回とも空洞ありという判定であったため、精密検査をすることになった。このあたりも路面下空洞探査に似ている。

この空洞は成長するかもしれないかによって病名が異なるようである。空洞が成長する場合には「滲出型加齢黄斑変性」、しない場合は「中心性漿液性脈絡網膜症」というらしい。どうにも覚えにくい病名である。前者の場合は悪性で治療を必要とするが、後者は比較的良性で自然に治る場合も多いとのことである。従って、経過観察すなわちモニタリングが重要である。

詳細調査では写真1、写真2に示す二次元映像ではなく、三次元映像を撮影した。これにより空洞部分の広がりを見ることができ、路面下空洞探査では、車線規制を行って、メッシュ状の測線を配置して空洞の広がりを見のと同じである。実際に、三次元光干渉断層計では、計測中に視界に赤い線が縦横にスキャンしているのが見える。

赤外線映像は直ちに可視画像化され、水平なスライスも見ることができただけでなく、様々なフィルタリング(主に波長)により、空洞だけでなく脈絡膜内の血管も可視画像化することができる。路面下空洞探査でも詳細調査では、ある深度でスライスし、空洞の範囲を推定することが行われる。考え方は全く同じである。

次に、新生血管がどこにあり、どこから漏れているかを調べる必要があった。どこから漏れているかによって次の治療が異なるためである。路面下空洞探査でいえば「対策工の検討」に相当することになる。新生血管の位置や滲出液の漏れた場所を検査するには、赤外線では分解能が足りない。しかし、波長を短くすれば網膜

直下に光が届かない。そこで造影を使ったトレーサ試験を行う。これは「蛍光眼底造影検査」という。腕から造影材を点滴で血液の中に入れ、点滴を行いつつ1分ごとにデータを取得する。一度の三次元スキャンが15秒、45秒休憩して、再度計測を繰り返す。

その結果が写真3である。中央の矢印で示したところに造影剤が滲み出しているのがはっきりと見て取れる。この滲み出しの位置が重要であり、場所によってはレーザーで焼いて滲出を止めるか、あるいは薬物によって止めるかという対策工が決まる。薬物といっても目薬などという生易しいものではなく、眼球に注射して直接薬物を黄斑に注入するので少し怖い(神経が無く、脇から刺すので痛くないし、見えないとのこと)。筆者の場合、レーザーでは治療できない部位であるため、薬物を勧められている。しかし、現時点では進行性が認められないので、月一回のモニタリングを続けているところである。

結論

黄斑付近の検査・診断技術は、路面下空洞探査にとってもよく似ている。

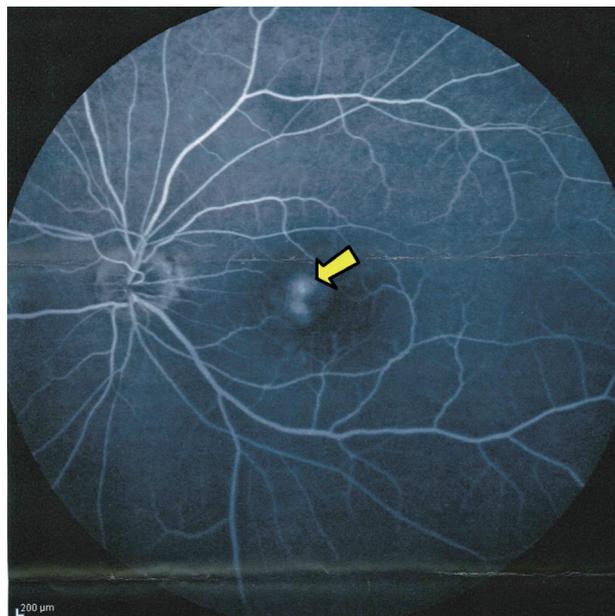


写真3 蛍光眼底造影検査結果



「AI技術と物理探査」(その2)

石油資源開発株式会社 高橋 明久

前回の「AI技術と物理探査」(物理探査ニュース41号)では、AI技術の発展の流れと物理探査への適用の例を示しました。その最後に新たな流れであるConvolutional Neural Network (CNN) の適用事例が増えてきていると述べましたが、今回はそのCNNについて解説を試みようと思います。

6. Convolutional Neural Network (CNN)

まずは用語なのですが、CNNのことを日本語では「畳み込みニューラルネットワーク」と呼んでいます。物理探査技術者の我々にはconvolutionはデータ処理のフィルター操作などでなじみですが、日本語訳の「畳み込み積分」なんていった

いくつかの時代の話だと思ってしまうよね。

それはさておき、本題です。まずはよく例に用いられる画像処理を例にとります。今まで述べてきた従来型や多層型のニューラルネットワークでは入力ピクセル単位で行うことしかできませんでした。これだと例えば画像に1ピクセル分のぶれが生じただけでも結果が大きく変わる可能性があります。そこで畳み込み層を導入することによって、ある程度の画素のグループ(例えば3×3ピクセル)でのパターン認識を前処理で準備してやります。

例えば3×3の上下方向のつながりを抽出するパターンは図4(a)であり、上下方向のエッジを抽出するパターンは図4(b)です。このふたつのフィルターを図4(c)に示すようなオリジナルデータにかけてやると図4(d)、(e)のようになります。これで上下の連続性と不連続性を表す2つのレイヤーができました。このようなフィルターを自動的にいくつか生成させて特徴抽出をしたレイヤーを作ります。

図5にはCNNの構造を示します。オリジナルの画像(32×32)に対して5種類のフィルターを適用すると畳み込み層1のサイズは32×32×5となります。畳み込み層のステップではパラメータの設定によってデータのサイズを小さくすることも出来ますが、それは本質ではありません。本質は画素のグループでのパターン認識です。フィルターの移動を1ピクセルステップにして、データの端の処理さえすれば畳み込みの後のサイズは基本的には一緒です。

これに引き続きプーリング層の役割はデータのサイズを小さくすることです。実際には例えば隣り合った4ピクセルからその最大値を取り出して4ピクセルの代表として置くといった操作をしますが、この操作を行うとデータのボリュームは16×16×5になります。プーリングによって空間分解能は落ちますが、入力画像上の学習範囲(受容野)が広くなり、大域的特徴を学習できるようになります。

そして、畳み込み層とプーリング層は繰り返して実施されることが多く、ある程度の集約ができたところで多層型ニューラルネットワーク(物理探査ニュース41号5ページ 図3)に入力して最終的な識別を行います。

教科書や文献では図5における畳み込み層から多層型ニューラルネットワーク層までの全体をCNNとしているものがほとんどですが、CNNの本質は、多層型ニューラルネットワークにデータを入力する前のデータを整える過程と考えることができます。このようにパターン認識でデータを整えることによって識別の精度を向上させることができることが多くの研究からわかっています。

7. CNNの物理探査への適用

ここまでは、画像処理における例を説明してきましたが、物理探査におけるCNNの使い方は少し異なります。三次元地震探査のデータで岩相解析を行う場合を考えましょう。画像を扱う場合と決定的に違うのは画像の場合には1枚1枚の画像を類型化するというのが目的でしたが、岩相解析では一つの3次元ボリュームの中を分類することになり、類型化というよりは、セグメント化することが目的になります。そしていわゆる教師データはまばらにある坑井位置の実際の岩相データということになり、その分布は画像処理の場合と比べて非常にまばらにしかありません。また岩相解析は、地震探査記録の反射波列のパターンの特徴を手掛かりに判断することになりますが、その変化の境界はあまり明確ではないことが多いです。そして、何よりも地震探査のデータに混在しているノイズが判断の邪魔になることがあるということにも留意しなくてはなりません。このような特殊事情はあるものの三次元探査データの岩相をマニュアルで解釈するのは、時間もかかり任意性も高いため、CNNのようなツールに学習させて答えを導くというのは一つの有効な方法です。

ただ、これはCNNに限った話ではないのですが、基本的にディープラーニングはその類型化プロセスがブラックボックスであり、なぜこの岩相が砂岩層と判断されたかを論理的に説明することができないという点が課題となります。坑井位置で合っており、坑井のブラインドテストでも成績が良いなら良しと割り切る必要があります。将来的には計算機が自分の内部プロセスを分析して人間にもわかる判断ロジックを提示するということができるようになるかもしれません。



図4 畳み込み層でのフィルター適用

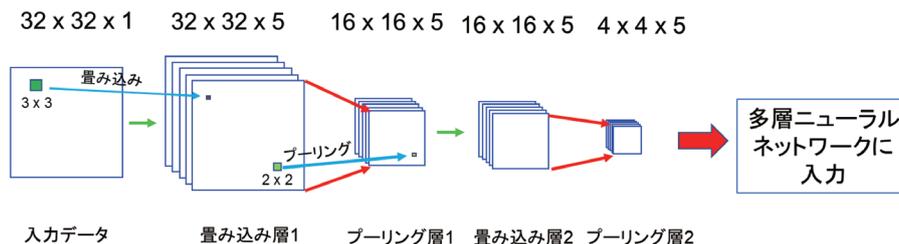


図5 畳み込みニューラルネットワークの原理



ケニアにおける陸上地震探査

株式会社地球科学総合研究所 林 努^(*)、加藤 政史

(*) 現在、石油資源開発株式会社籍

1. はじめに

2017年に独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)が、海外地質構造調査事業の一環として National Oil Corporation of Kenya(NOCK)とアフリカのケニア国において実施した陸上二次元地震探査(以下、本調査)について、紹介します。データ取得作業はBGP社(Bureau of Geophysical Prospecting Inc.)が実施し、株式会社地球科学総合研究所(JGI)はデータ取得における品質管理(QC)を担当しました。

本調査は石油・天然ガス探鉱を目的として実施されました。調査地域は、ケニアのアフリカ大地溝帯内の堆積盆に位置し、中央部に平地、沼地、北東部に火山岩地域、西部は大地溝帯の西縁になります。火山岩地域には、表層付近に玄武岩等の火山岩が広く分布し、これらをもたらした大地溝帯の運動によって、いくつもの比高100m前後の急崖が形成されています(写真1a)。中には、比高数100mに達する急崖も存在します。調査地域中央部の平地や沼地には多くの野生動物が生息し、キリンやシマウマ等を頻繁に見かけました(写真1b)。

本調査は、反射法地震探査をメインとし、浅部にある火山岩の下位の速度構造の精度向上を期待して、屈折法地震探査を併用しました。反射法地震探査は片側6,000mの振り分け展開(Split Spread)とし、発震記録を有線テレメトリシステムにより収録しました。一方、屈折法地震探査は、受振器を測線全体に展開し、独立型レコーダにより発震記録を収録しました。

反射法地震探査と屈折法地震探査ともに、大きな発震エネルギーと低周波数成分を十分に確保するため、震源として爆薬(ダイナマイト)を使用しました。主要な調査仕様を

表1にまとめます。

表1 調査仕様

手 法	反射法および屈折法地震探査
探 鉱 機	有線テレメトリシステム(反射法) 独立型レコーダ(屈折法)
震 源	爆薬(ダイナマイト)
発震点間隔	25m(反射法) 1,000m~5,000m(屈折法)
受 振 器	ジオフォン マーシュフォン(沼地)
受振点間隔	12.5m(反射法) 250m(屈折法)

2. データ取得作業の一日

BGP社の作業班は受振器展開班、発破孔掘削班(写真2a)、爆薬装填班、それに、測量班、LVL班に分かれていて、総勢約200人体制で作業が行われていました。

ベースキャンプの一日は、毎日5:30の朝食に始まり、朝食後すぐツールボックスミーティング(朝礼)が行われます(写真2b)。まだ日の出前です。ツールボックスミーティングが終わると、受振器展開班はベースキャンプから測線へと移動します。

実際のデータ取得(爆薬発震)作業は8:30頃に始まり、

昼食休憩は12時~13時でした。昼食休憩後、データ取得を再開し、17時頃にはデータ取得作業を終了し、ベースキャンプに帰還します。

夕食は18:30頃に取り、シャワーを浴びて22:30頃に就寝するのが主な一日の流れでした。



写真1 調査地域の写真

(a) 測線上の急崖の例、(b) 調査地域で見かけたキリン

3. QC作業

JGIからは、社員2人が調査地域の近くに設営されたBGP社のベースキャンプに滞在し、QC業務を担当しました。全体で約3ヶ月の調査期間中に2回の交代を行いました。QC係の2名のうち1名は、観測車で取得データのQCを行い、もう1名のQC係は、測線の踏査(下見)やデータ整理を行いました。以下にそれぞれのQC係の作業内容を紹介します。

【観測車での取得データのQC業務】

データ取得が開始される8:30頃から観測車において、取得データのQCを行いました。特に有線テレメトリスシステムのラインチェック確認、発震記録のノイズのチェックを行いました。ベースキャンプに帰還後、夕食を済ませてから、JOGMECおよびNOCKのメンバーとともにその日に取得したデータを確認し、QC日報をまとめ、メールで送付しました。

【測線の踏査・データ整理のQC業務】

BGP社の測量班と今後取得する測線の踏査に出たり、ベースキャンプに残り、取得した地震探査データ、座標、LVL(Low Velocity Layer)調査等からなる種々のデータの評価を行ったりしました。

踏査では火山岩が地表に現れているところを写真撮影し、ハンディーGPSで位置を確認しました(写真2c)。

踏査に行かない日には、簡易的なデータ処理を行い、地震探査記録と座標データが整合しているかを確認し、地震探査記録の初動解析を行うことにより、受振器ケーブルの

伝送ケーブルへの接続ミスを発見することもありました。

【調査仕様の評価・提案業務】

こうしたQC業務の中で、JGIの最も重要な役割は、記録の品質を確認し(写真2d)、品質に問題があれば、調査仕様の変更を考え、提案することでした。必要に応じて現場の関係者とナイロビならびに東京のスーパーバイザーとの間で交渉し、計画の変更を実施しました。

表層の火山岩だけでなく、乾燥した砂地にも悩まされました。表層が厚いと爆薬の効きが悪く、発震エネルギーが十分に確保出来ないからです。当初の仕様では、やや発震エネルギーが確保できないことが確認されたため、屈折法発震の薬量および深度の変更などいくつかの有効な仕様変更を提案し、実行することができました。

乾燥した砂地ではLVLデータを解析することで、表層の厚さ(帯水層までの深さ)を把握できるので、表層が厚いことが予想される場所で先行してLVLを行うようにBGP社に要求をしました。この際、NOCKが招聘したコンサルタントのモンゴルでの砂漠地帯でのデータ取得経験が活かされました。このように、現場で構築される協力関係は非常に大切だと感じました。

4. 現場での生活

サバンナに設営されたベースキャンプでの生活は、1日3回の食事とシャワー、空き時間は読書か音楽、雑談をして過ごすという、非常にシンプルなものでした。Wi-Fiの通信

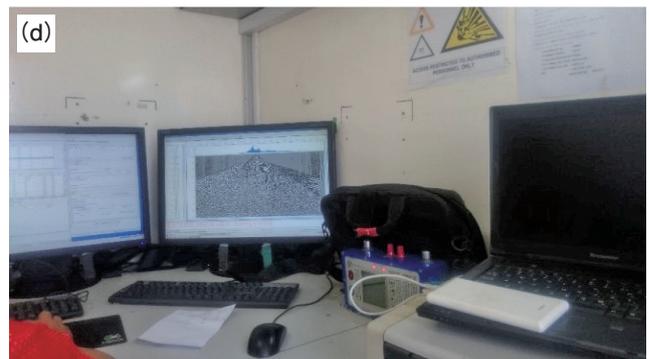


写真2 現場作業の写真、(a)沼地での発破孔掘削の様子。(b)朝礼、まだ日は昇っていない。(c)測線の踏査、火山岩に覆われた台地が広がる。(d)観測車の発震記録モニター、ここで記録品質を確認する。マサイ族の山羊の群や大地溝帯からの自然地震といったノイズは別のモニターで監視する。

速度は決して速くはなく、インターネットによるニュースの閲覧には時間がかかるため、Wi-Fiの使用はメールの送受信等、必要最低限しか出来ませんでした。

ベースキャンプではBGP社の社員や現地人スタッフを含め、調査関係者のほぼ全員(約200人)が生活していました。一部のスタッフはフライキャンプ(ベースキャンプから離れた測線付近に設営される一時的なキャンプ)で生活していました。現地採用のスタッフは、テントハウス1部屋に10人くらいで生活していました。JGIのQC係にはそれぞれ個室のコンテナハウスが提供されました(写真3a)。部屋にはベッドと机、ロッカーがあり、エアコンも備わっていました。

シャワーとトイレはそれぞれ専用のコンテナがあり、水道は山地の豊富な水を引いているため、不自由なく水を使う

ことができました。シャワーと洗面所では温水も出ました。洗濯は専門のスタッフに毎日してもらいました。昼間の日差しは強烈であり、気温が40度近くに達し、洗濯物は短時間に乾くので、朝出した洗濯物が夕方には洗濯して戻ってきました。

食堂は別の大型のテントハウスに設けられ、料理長は中国人で、基本的に中華風の料理でした。朝食は、パン、お粥、ソーセージ、卵、野菜、スープ等から好みのものを取って食べることができました。山羊のミルクが美味しいのですが、あまりに濃厚で少量だけいただきました。

昼食は、観測車に行く場合は、弁当を持参しました。肉と野菜を炒めたものに、米、パン、果物が付いていました。

夕食は中華バイキングで(写真3b)、現地の肉や魚を使っていたのですが、中華料理はどんな食材にも相性が良いと感じました。特に山羊の肉を煮込んで炒めたものが美味しかったことを覚えています。

週に一回、マサイ族のスタッフが山羊のバーベキューを振舞ってくれました(写真3c)。これまたとても美味しくいただきました。

夕食後の時間には、JOGMECおよびNOCKのスタッフ、データ取得コンサルタント、BGP社のスタッフともよく話をしました。たわいもない雑談もありましたが、火山岩地帯の地震探査記録は評価が難しいなど、地震探査の話もよくしました。BGP社のスタッフは、数年から10年に亘って、アメリカの各国でデータ取得業務をしているという話でした。



写真3 現場での生活の写真、(a)ベースキャンプ、奥の左側が私たちの個室があるコンテナ、(b)夕食、(c)バーベキュー。

5. まとめ

調査開始後は発破孔の掘削に時間を要したり、大統領選挙のため、一時作業を中断したりしたため、進捗が遅れが見られましたが、徐々に掘削作業を含めて受振器展開、爆薬装填作業に習熟するにつれ、進捗が改善し、最終的には予定よりも数日早く調査が終了しました。

本調査は、大きなトラブルや事故に見舞われることなく終了しました。この要因として、クライアントによる事前の地元交渉が入念に行われたこと、BGP社のマネジメント機能が適切に働き、HSEQ(衛生・安全・環境)を含めて調査全体の統率がとれていたこと、調査期間が現地の乾季に当たり、毎日好天に恵まれたこと等が挙げられます。

今回のケニアにおける地震探査を通して、作業を円滑に行うには、クライアントとコントラクター間の連携が非常に重要であることを学びました。今回得た知見を今後の地震探査に活かしていきたいと考えます。

最後に、本文の物理探査ニュースへの投稿を承認していただいたJOGMECの関係者の皆様に深く御礼を申し上げます。



応用地質株式会社

川崎 悠介

出身：愛媛県西条市
 趣味：映画、アニメ、登山
 専門：弾性波探査、
 PS検層

2015年に応用地質株式会社に入社し、エネルギー事業部の物理探査グループに所属しています。現在は、極浅部を対象とした反射法地震探査やPS検層を中心に、現場での測定から解析まで取り組んでいます。また、最近では洋上風力発電など再生可能エネルギーの導入の促進といった時代の変化に対応する、新たな技術の開発にも関わっています。新しいことへの取り組みは問題が多く大変ですが、やりがいと面白さを感じます。まだまだ知識も浅く未熟ですが、高い技術力を持った先輩方と議論しながら業務を行い、様々な状況で臨機応変に対応できる技術者になりたいと考えています。

私は基本的にインドア派なので休日は家で映画やアニメを見ていることが多いですが、仕事を始めてからは地方に行く機会が増えたので、各地の美味しいものを食べたり観光地を巡ったりしています。昨年はネパールに仕事で行く機会があり、ヒマラヤの山々を堪能してきました(観光用の飛行機の中から眺めただけですが…)。最近では、登山好きの友人に連れられて関東近辺の山に登っているので、いつか海外の山にも登ってみたいですね。



JX金属探開株式会社

喜多村 陽

出身：愛知県名古屋市
 趣味：読書
 専門：重力探査、電気探査、
 弾性波探査

2017年にJX金属探開に中途入社しました。学生時代は地球物理学を専攻しマグマの火道上昇時の山体変形のシミュレーションをしていました。少しでも早く一人前

の物探屋になれるよう、会社の先輩諸兄からの厳しい指導を受けながら、日々勉強をさせていただいています。前職ではほぼパソコンの前でソースコードばかりいじっていたので、現在の外に出てデータをとってくる仕事は楽しく爽快感を感じています。

社会人になって早8年くらいですが、めっきりスポーツをすることがなくなり、最近はおなか周りに脂肪がついてきたような気がします。そんな時はダイエットがてら、現場仕事やりたいなと考えます。健康と仕事の両立が出来るいい仕事です。かと思いきや、結局宿ではガッツリ食べてしまうし、お酒は飲んでしまうのであまりダイエット効果がないことに気づきつつあります。



川崎地質株式会社

立花 冬威

出身：東京都江戸川区
 趣味：スポーツ
 専門：反射法地質探査、
 ドローンパイロット

2015年に川崎地質に入社、探査部海洋調査グループに配属されました。主な業務は浅海域での反射法地震探査で、計画から現場での測定、波形処理までを担当しています。その他にもAUVを用いた調査では船上で音響記録の解析や調査運航計画の作成を担当、海底重力探査やドローンを用いた物理探査も担当しています。人手不足で多忙ですが、その分若手でも幅広く仕事を任される環境で、多様な調査に第一線で携わることができる面白味があると感じています。洋上風力発電向けの技術開発やドローンを用いた物理探査など技術開発業務も担当しているので、当面の目標はこれらの一つずつものにできるように尽力していきたいと思っております。

出張が多く様々な場所を訪れる機会があり、その地のものを味わうのを楽しみにしています。東京でいうところの浅草、上野、神田、新橋のような赤提灯の灯る雰囲気、街並みが好きで、出張先では地物や地酒を求めて散策しています。働いた後は、よく飲み過ぎてしまうので、休日や時間のある時はスポーツ(フットサル、バスケ、ピラティス等)で身体を動かすように心がけています。

土木物理探査の海外展開に関する座談会 その1

～東・東南アジアにおける土木物理探査の現状～

サンコーコンサルタント株式会社 江元 智子

2018年11月29日、地盤探査研究会主催による、海外展開に関する座談会が開催されました。国内では新規のインフラ整備に対する土地質調査の発注は減少傾向にある中、海外をフィールドとすることも企業の選択肢の一つとなっています。この座談会は、東・東南アジア地域における物理探査利用の現状、各社の取り組みや課題等について情報共有、意見交換をして、今後の海外展開を考えた場合の一助とすることを目的とし、若手を中心とした土木物理探査に携わる8名の実務者が集まりました。

この記事では2回にわたり座談会の様子をレポートしていきます。まずは、産総研の内田氏によるCCOP(東・東南アジア地球科学計画調整委員会)の活動報告からアジアでの土地質調査について掘り下げていきます。



座談会の様子



内田氏によるCCOPの活動報告。
左から牧野氏、内田氏、大熊氏。

司会(相澤): 本日はお集まり頂きありがとうございます。今回は、海外での土木物理探査業務に関する情報共有や意見交換ができればと思います、特に業界の今後を担う年代の皆さんに集まって頂きました。初めての企画で何かをまとめるということはないですが、日本の物理探査技術が活用されていくための一歩としていければと思います。

まずは話題提供として、産総研の内田さんより東南アジアにおける土木物理探査の現状についてお話して頂きます。

内田: 私からはCCOPの活動をご紹介します。土木物理探査というより、広く地質調査の内容となっています。CCOPは東・東南アジア地域における経済発展を目的として、地球科学分野のプロジェクトやワークショップなどの推進、調整を行う政府間機関です。地球科学分野というと、資源開発、地質情報整備、災害の軽減、環境保護といった内容ですね。これらのテーマについて、人材育成、技術移転、情報交換、連携を進める組織です。現在、15か国が加盟しております。日本では、産総研の地質調査総合センターが代表機関を務めています。

CCOPでは毎年総会が開催されており、各国が地質情報整備(地質図などの出版)、資源環境地質災害などのプロジェクトの進捗や成果、今後の課題について発表しています。それらの報告はPDFなどにまとめられて公表されます。産総研で保管しておりますので、問い合わせれば、見ていただくことができます。

2018年11月に開催された年次総会での報告において東南アジアの各国が課題として挙げているのは、洪水対策、斜面災害、沿岸域の浸食、地質情報の整備が多い印象です。また、活断層による地震を挙げる国もありました。土木物理探査技術を活かせる場面はあるようです。

続いて、CCOPが実施しているプロジェクトやワークショップを紹介させていただきます。9月に公開されたGSIというサイトがあります。これは産総研が提案したプロジェクトで、各国で出版された地質情報をWebGIS上で公開・共有するためのシステムです。地震、火山、地滑りなどの災害に関する情報も含まれています。各国から提供された情報をまとめ、整理したものです。このように複数の国と連携したプロジェクトが可能です。また、ワークショップを利用して技術移転も行われています。産総研では、2018年から、CCOP加盟国の技術者を対象に、地質調査の方法を実際に日本のフィールドで体験してもらう研修も開催しました。まずは、ざっくりとした紹介ですが、皆様から質問を受けて付け加えようと思います。

司会：ありがとうございました。ひとつお聞きしたいのですが、CCOPの活動でよく使われている、または印象のある探査手法はありますか。

内田：中国や韓国は空中探査や3次元探査などの最新の技術を適用しているようです。他の国はよく見えないのが正直なところ。また、CCOPでは、現在、東・東南アジア地域の磁気図や重力図を作成するプロジェクトを進めています。

草茅：先ほど技術移転の話もありましたが、東南アジアの国々では土木物理探査の分野で援助の必要性をどの程度感じているのでしょうか。

内田：そもそも土木の地質調査というのが十分に産業として至っていない感じがします。どんな手法が適用できるのか把握できていない印象があります。ただ、マレーシア、フィリピン、インドネシアは有効性を理解しているようです。

江元：斜面災害が課題として挙がっていましたが、どのような段階を想定されているのでしょうか。たとえば、調査や評価の方法、対策工の設計など様々な項目があると思うのですが。

内田：これも同じで、斜面災害に対してどんなアプローチができるのかが分からない場合が多いと思います。日本で実際に取り組んでいる事例を紹介して、知ってもらう段階ですね。

吉川：海外の事例なのですが、水力発電用の導水路管を山の斜面に建設した後になって、斜面が崩壊する可能性があるから何か対策はないかと相談されたことがあります。インフラを造るということはするけど、事前の地質調査を十分にしないで建設してしまう例があると思います。

内田：CCOPの参加国では地質情報の整備も課題として上がっています。100万分の1程度の地質図は持っていますが、さらに詳細な地質図はこれからという国が多いです。アップデートも行われていない国もある。そのような状況でインフラ整備をしています。

大熊：セインさんはカンボジアの出身ですよね？カンボジアの状況はいかかですか。

セイン：地質調査をもっとやろうという雰囲気はあります。ただ、物理探査の知識はまだ行き渡っていないです。カンボジアではやはり地雷の探査が多く、10年以上行われていますが、ノウハウの蓄積は十分ではないと感じます。地雷の探査技術は研究され続けていますし、新しい技術も積極的に取り入れられればよいと思います。

建設関係では、杭の深度を確認する測定は行われていますね。現場で使う技術は、研究者や技術者が、最新の

論文などで勉強して使える手法・機械を取り入れていくというパターンが多いです。個々の努力で成り立っている状況です。

(その2に続く)

【参加メンバー（敬称略）】

- ・代表幹事：尾西恭亮(土木研究所)
- ・オブザーバー・話題提供：
 - 大熊茂雄、内田利弘、牧野雅彦(産業技術総合研究所)
- ・司会進行：相澤隆生(サンコーコンサルタント(株))
- ・参加者(実務者)：
 - 吉川 猛(基礎地盤コンサルタンツ(株))、
 - 草茅太郎(川崎地質(株))、
 - 江元智子(サンコーコンサルタント(株))、
 - 木佐貫寛(応用地質(株))
 - 佐藤 礼、菊池竜之介((株)日本地下探査)、
 - 児島悠司、スウン・セイン(大和探査技術(株))



左から児島氏、セイン氏、木佐貫氏



CCOPについて質問をする草茅氏(左)

平成30年度ワンデーセミナー報告

川崎地質株式会社 草茅 太郎・鈴木 敬一

物理探査学会では、毎年ホットな話題をテーマとして、1日かけてセミナーを開催している。今回は「スパースモデリングと物理探査」と題して、平成31年2月7日(木)に、JR中央線の水道橋駅近くにある全水道会館にて開催された。講師と講義内容は以下のとおりである。

1. 演題：「今日から始めるスパースモデリング」： 大関真之 (東北大学)
 概要：『データが足りない』とき、難しい構造はないという事前情報を入れることにより、その背後を読み解く推定手法がスパースモデリングである。圧縮センシングやカーネル法、ベイズ的最適化などの概説がなされた。
2. 演題：「地盤工学におけるスパースモデリングの応用例」： 珠玖隆行(岡山大学)
 概要：地盤工学におけるスパースモデリングの活用例として、クロスホールトモグラフィによる地盤構造の推定、ボーリングデータによる地盤構造のモデル化、サロゲートモデルによる地盤構造物の信頼性解析、異分野融合研究事例について紹介された。
3. 演題：「物理探査データのスパースインバージョン」： 水永秀樹(九州大学)
 概要：スパースモデリングを使った物理探査データのインバージョン(スパースインバージョン)を重力探査、磁気探査、電気探査などに適用した事例が紹介された。
4. 演題：「エクセルで試すスパースモデリング」： 三木 茂 (基礎地盤コンサルタンツ)
 概要：スパースモデリングのプログラミング解説としてエクセルのマクロ(VBA)を使って、簡単な事例を実際に確かめた。エクセルのマクロが配布された。



会場の様子

年の4月にはブラックホールの可視化に成功したというニュースが流れ、その画像を見た参加者から多くの反響があった。

珠玖講師の話は、大関講師の話を引き継いだものであり、孔間トモグラフィの数値シミュレーションなどの結果からは、今後この技術が物理探査に適用され、これまでより精緻な結果が出せそうな期待を持たせる。また有限要素法に代わる新たな手法としてサロゲートモデルの紹介もあり、地盤工学への応用も期待される。

水永講師の講演では様々な物理探査への適用可能性を示した数値シミュレーションが紹介された。

三木講師の講演では実際にエクセルを使って計算した事例の紹介があった。なかでもスパース性を考慮したスペクトル解析が興味深かった。波動を扱う際のデータ処理において、これまでの高速フーリエ変換を利用した方法より分解能の高い波形が得られる可能性があると思われる。

いずれの講演も内容が濃く、今後に期待を持たせるものであったが、物理探査に関しては実データがひとつもなかった。実データを用いたスパースモデリング、スパースインバージョンについては、今後の課題であると感じた。

一般参加者は70名を超え、会場系の事業委員会メンバーを加えると80名程が聴講した。

アンケート調査の結果を見ても、大変好評であった。最後に年度末近くのお忙しい中、講師を引き受けてくださった4名の方に深く御礼を申し上げます。



大関講師



珠玖講師



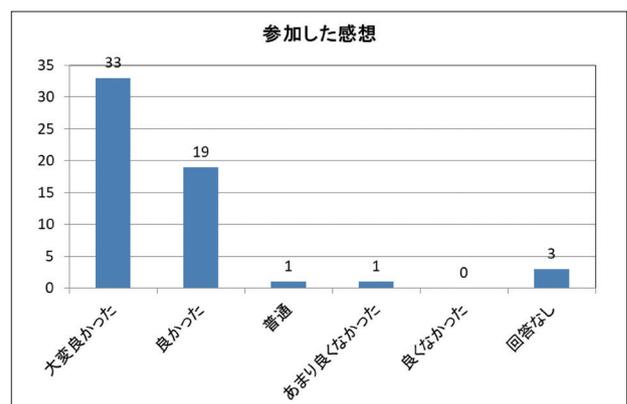
水永講師



三木講師

講演の様子

最初に大関講師から基本的な話をして頂いた。大変わかりやすいだけでなく、話術がうまい。落語家か?と思わせるような話しぶりのところもあり、思わず引き込まれる。ブラックホールを可視化するためにもスパースモデリングは利用されている。今



参加者によるアンケート結果

(写真とアンケート結果は事業委員会提供)

SEGJ国際シンポジウム 2018開催報告

国際委員会

13th

2018年11月12日から14日まで東京で開催された国際シンポジウムは今回で13回目、大熊会長のオープニングにより華々しく開会されました。

参加者は、171名の事前申込、21名のオンサイト登録、これに来賓および基調講演登壇者を含め、合計206名の参加の下、実施されました。

206



今回のテーマは「What's Next? – Technology for Discovery, Safety and Sustainability」、基調講演を国土地理院の宮原伐折羅氏、デルフト工科大学のRanjit Ghose氏、INPEXの米澤哲夫氏の3名にお願いしました。

3

191

講演申込は191件、査読により94件が口頭発表に選ばれ、16のセッションに分かれ、白熱した講演・質疑応答がなされました。また50件はポスターとして発表されました。

47%

206名のうち、47%にあたる97名が海外からの参加、さらに5名の海外学会代表を迎え、国際色豊かなシンポジウムになりました。(参加学会:ASEG(オーストラリア)、EAGE(オランダ)、HAGI(インドネシア)、KSEG(韓国)、及びVAG(ベトナム))。

23

また公開講座には高校生4名、学生12名、一般7名の計23名が、Terra Australis Geophysicaの須藤公也氏、京都大学の後藤忠徳氏の話、さらに屋外デモに興味深く耳を傾けました。

そして、11月15日に実施されたテクニカルツアーには、国内外から30名が参加、三浦半島城ヶ島への地質巡検を通じ、数百年前に起きた地震の作った地層と富士山を眺めながら、地球の歴史に思いをはせました。

30



そして14thへ

今回の国際シンポジウムは、200名を超える参加者を集め、大盛況に終わりました。次の第14回、さらに将来のシンポジウムに向け、国際シンポジウムを、そして物理探査学会をさらに盛り上げていきたいと思っております。

EVENT

地震防災研究会平成30年度第2回講演会報告

鹿島建設株式会社 笠松健太郎(地震防災研究会幹事)

地震防災研究会は、地震災害の軽減に必要な情報を提供する各種技術について研究することを目的として、平成8年に発足しました。定期的に講師の先生をお招きして最新の研究を紹介いただく講演会を開催しています。また、2年に一度の頻度でシンポジウムを開催しています(詳しくはウェブブラウザで「地震防災研究会」を検索)。平成20年以降、約10年のブランクがありましたが、電力中央研究所佐藤代表幹事(他、幹事7名)のもと、平成29年より本格的に活動を再開しました。

平成31年2月1日、東京工業大学田町キャンパスで平成30年度第2回講演会が開催されました。近年、被害地震が複数発生したこともあり、テーマを「最新の被害地震の特徴とそこで試された物理探査」とし、北海道大学高井先生に2018年北海道胆振東部地震(M6.7)、鉄道技術総合研究所津野靖士幹事に2018年大阪府北部地震(M6.1)、東京工業大学地元孝輔幹事に2016年熊本地震(M7.3)について最新の研究を紹介いただきました。講演を拝聴すると、主に微動を使った探査で地盤震動特性を明らかにすることにより、強震動の生成要因の理解が大幅に進む印象を改めて受けました。

当研究会は「学会の場よりもフランクに意見交換すること」を目指しており、講師の先生方に少し踏み込んだ話をしたいと願っています。今回の講演会でも研究途中の内容をご発表いただき、講演会に参加された皆様と今後の方向性を議論す

るといったシーンも見られました。著者は平成29年度以降、幹事の一人として当研究会に参加して参りましたが、小規模である分(今回の参加人数は23名)、興味ある事や分からない事を気軽に質問でき、まるで研究室で議論しているような印象を持っています。ぜひ定期的に開催される今後の講演会にお越しいただき、議論にご参加いただければと思います。



写真1 佐藤代表幹事と津野幹事、高井先生の議論の様子(2019/2/1講演会)



お知らせ

2019年度物理探査セミナー

1. 日程：2019年7月2日(火)～7月4日(木)
2. 場所：東京大学山上会館 2F大会議室
3. 受講料：一般会員:6,480円/日、一般非会員:9,720円/日、学生会員:3,240円/日

2019年度農業農村工学会大会講演会

1. 日程：2019年9月4日(水)～6日(金)
2. 場所：東京農工大学農学部
3. 企画セッションテーマ：「物理探査技術の最新動向と農業農村工学分野への適用」

2019年度日本応用地質学会研究発表会

1. 会期：2019年10月24日(木)～25日(金)
2. 会場：シティホールプラザ アオーレ長岡
3. 講演申込締切：5月10日(金)
4. 共催：「地下水」セッション:日本地下水学会と共催
「災害地質」セッション:日本地すべり学会と共催
「測量・計測」セッション:物理探査学会と共催予定

第141回(2019年秋季)学術講演会

1. 会期：2019年10月29日(火)～31日(木)
2. 会場：アイーナ(いわて県民情報交流センター8F)
3. 交流会：スカイメトロ(マリオス20F:10/30)

編集後記

2019年4月10日、世間を驚かす大ニュースが世界同時配信されました。「巨大ブラックホールとその陰の存在を初めて画像で直接証明することに成功した」という内容です。さらに、このニュースは物理探査学会内部もざわめかせました。この世紀の大発見にはスパースモデリングという処理技術が活用されているのですが、実は2月に開催したワンデーセミナーはスパースモデリングがテーマであり、セミナーの中で東北大学・大関先生より「ブラックホール探査に利用されている」とお話があり、シミュレーション画像を見せていただいたばかりだったので(「ワンデーセミナー開催報告」参照)。なんと実にもタイムリーな内容のセミナーを開催できました。ニュースをお読みの皆さん、是非、物理探査学会のセミナーにお越しください。ノーベル賞級の話に出会えるかもしれません。

(ニュース委員会委員・吉川 猛)

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42号 2019年(平成31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