

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

目次

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…	1
脱線物探英語 その11	5
会員の広場 Doodlebuggerをご存知ですか	7
海外在住会員便り ジャカルタ駐在生活	9
第133回(平成27年度秋季)学術講演会開催報告	11
日本応用地質学会北海道支部との共催研究発表会 開催報告	13
お知らせ・編集後記	15

Geophysical Exploration News October 2015 No.28



表紙説明：地震探査の歴史80年を記念して作成されたDoodlebugger像の1/5縮小レプリカ
(本文「会員の広場」参照)



集中豪雨を狙った電気探査による地下水モニタリング — 急斜面地点での落雷そして野生動物との奮戦記

電力中央研究所 鈴木 浩一

1. はじめに

将来大規模な地すべりを起こす可能性のある滑動斜面においては、台風に伴う集中豪雨時に地下に浸透した水が引き金となり、斜面全体の滑り量が大きくなることが知られています。1日～数日間で計500mmを超える降雨量が観測されることも最近は増えています。地すべりを予測するためには、斜面全体の地下水挙動を把握する必要があります。ここで、ボーリング孔内に地下水位計や間隙水圧計などを設置して降雨の浸透挙動を調査することはできますが、斜面全体の浸透挙動を把握することは困難です。よって、ボーリング孔内の各種センサーによるデータと斜面全体の地下水に係る情報を取得できる電気探査法を組み合わせるのが有効と考えられます。

電気探査法により地下水の挙動を正確に把握するためには、降雨前から測定を開始し、降雨終了後の数10日後まで連続して測定する必要があります。前もって探査装置と測線を設置して降雨の到来を待ち、任意の期間繰り返し測定できれば、降雨の浸透に伴う地盤の含水率の変動を比抵抗でモニタリングすることが可能となります。しかし、山岳部の急斜面において数100mにわたる測線沿いに多数の電極や多芯ケーブルを設置するのは相当な労力を要します。仮に台風に合わせて遠方の現地に行き手際よく測線を設置できたとしても、予想に反して雨が殆ど降らないこともあります。

従って、測定装置と測線は現地に常に設置して遠隔操作により制御して、いつ台風が来ても測定できるシステムを構築することが望ましいこととなります。また、豪雨時は“雷”すなわち過渡的な異常高電圧(雷サージ電圧)により異常大電流(雷サージ電流)が発生します。この雷サージによる電圧は $2 \times 10^6 \sim 1 \times 10^9$ V、電流は $1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^5$ A、時には 5×10^5 Aにも達すると言われています。よって、万が一雷が測線近傍の大木や地面に落下すると、測定装置が壊れる危険性があります。雷はいつどこに落下するか予

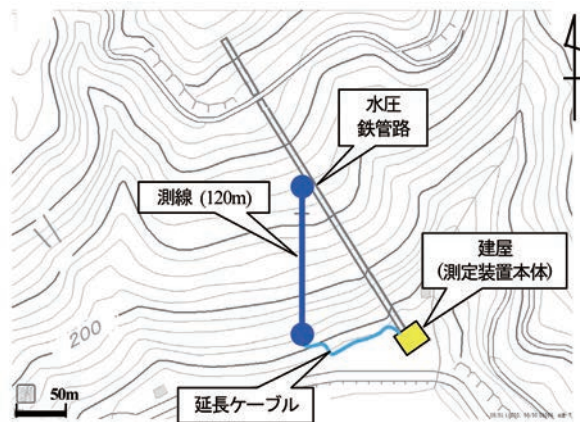


図1 測線位置図

測することは極めて困難なので、測定装置を保護する対策が必要不可欠となります。

本報では、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電気探査システムと斜面地点での適用事例を紹介します。

2. 測定方法

斜面地点に測線長120m、電極間隔2.5m、測点数49点を設置しました(図1)。平均斜度は34度もあり、測線の設置には多大な時間と労力を要しました(写真1)。1回あたりの測定データ数は、ウェンナー配置で375通り、エルトラ配置で375通りの計750通りで、測定時間は約50分を要しました。測定頻度は、1日1回を基本としましたが、数100mm以上の降雨が予想される期間は1日8回(3時間毎)としました。スタッキング数は4回とし、ほとんどが標準誤差1%以下の再現性の良いデータが得られました。この測定のために新規に製作した電気探査装置(千葉電子製)を使用しました(図2)。

雨水の浸透により比抵抗構造が刻々と変化している状況では、基本的にデータの取り直しはできません。よって、①装



写真1 (a) 測線上流部(下流方向を臨む)、(b) 測線末端部の絶壁、(c) 斜面測線部

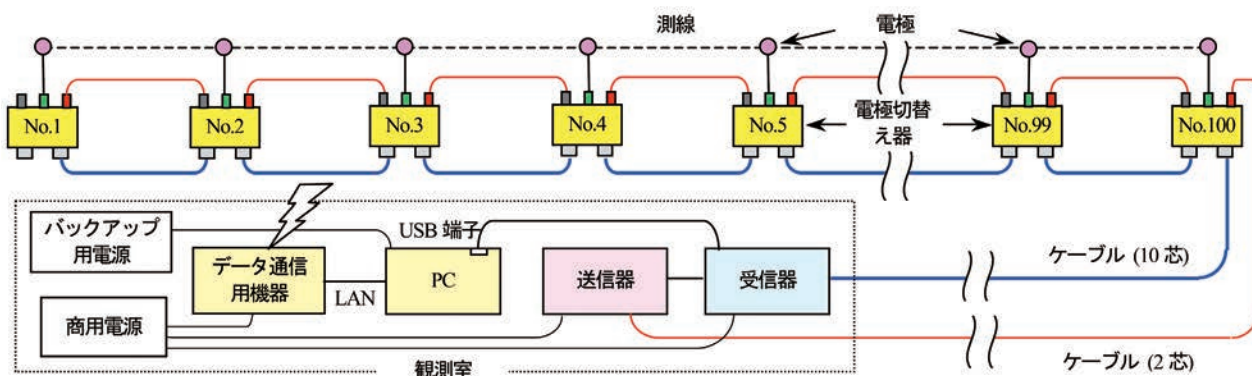


図2 電気探査システムの概要

置一式を長期間安全に設置できる建屋および商用電源の確保、②落雷からの装置の保護、③野生動物などによるケーブル切断の回避、④各電極の接地抵抗の低減、⑤測定作業の効率化、など様々な問題に対処する必要があります。

(1) 建屋および電源の確保

本地点には測定装置を安全に設置でき、商用電源が確保できる建屋が測線近傍にあるため、装置本体は建屋内に設置し、測線からは延長ケーブルを絶壁沿いに這わせて(写真1b)、建屋の壁にある穴から通して装置本体と接続しました。

(2) 落雷対策

落雷対策用の素子として、セラミックアレスタ(写真2e; 3Y06-350P1、サンコーシヤ製)を使用しました。この仕様は、インパルス状の高電圧が印荷された場合、放電開始電圧600V、電流耐量5kA/0.4 μ sです。これを測定装置の入力コネクタ(2芯および10芯)の各信号経路に取り付けてあるヒューズ(定格電流1A、ジュール積分値1.5A 2 ・s)に直列に接続することにより、ヒューズだけでは遮断困難な雷サージのようなマイクロ秒単位の高電圧パルスを遮断できます。なお、落雷による停電で長時間電源が遮断されると、測定装置を制御するPCがダウンしてしまうため、バッテリー(DC12V、40Ah)を3台並列に接続したバックアップ電源を設置しました。

(3) 接地抵抗の低減

斜面には乾燥した腐食土が覆っているため、接地抵抗が極めて高いことが予想されます。また、地表面には巨礫が数多く露出しており、所定の位置に電極を打ち込むことが困難な場所もあります。そのため、一か所の測点には測線と直交方向に3本の電極を互いに50cmほど離し、打ち込

み可能な位置に設置しました。その結果、接地抵抗は1本の電極だけでは10k Ω を超える箇所が数多くありましたが、全測点とも1~5k Ω に低減することができました。電極には長期間の測定でも腐食しにくいステンレス製棒状電極(ϕ 10mm、長さ50cm)を使用しました。

(4) 小動物によるケーブル切断の保護

測点に別途長さ1mほどの杭を打ち込み、ケーブルを地表面から浮かせるように配線しました(図3)。これでウサギやネズミなどの野生動物からケーブルを保護することが期待できます。

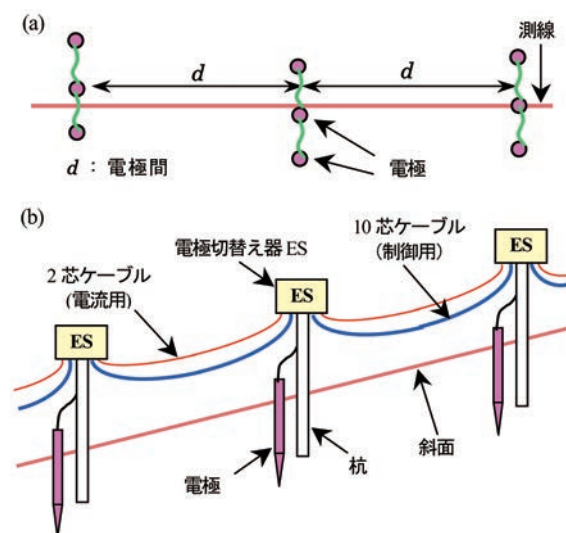


図3 測線設置の概念図、(a)水平面図、(b)断面図

(5) 測定作業の効率化

現地に設置した測定装置を制御するPCを遠隔で操作するため、ゲートウェイサーバを介したインターネット経由で操作できるように設定しました。これにより、現地の制御用

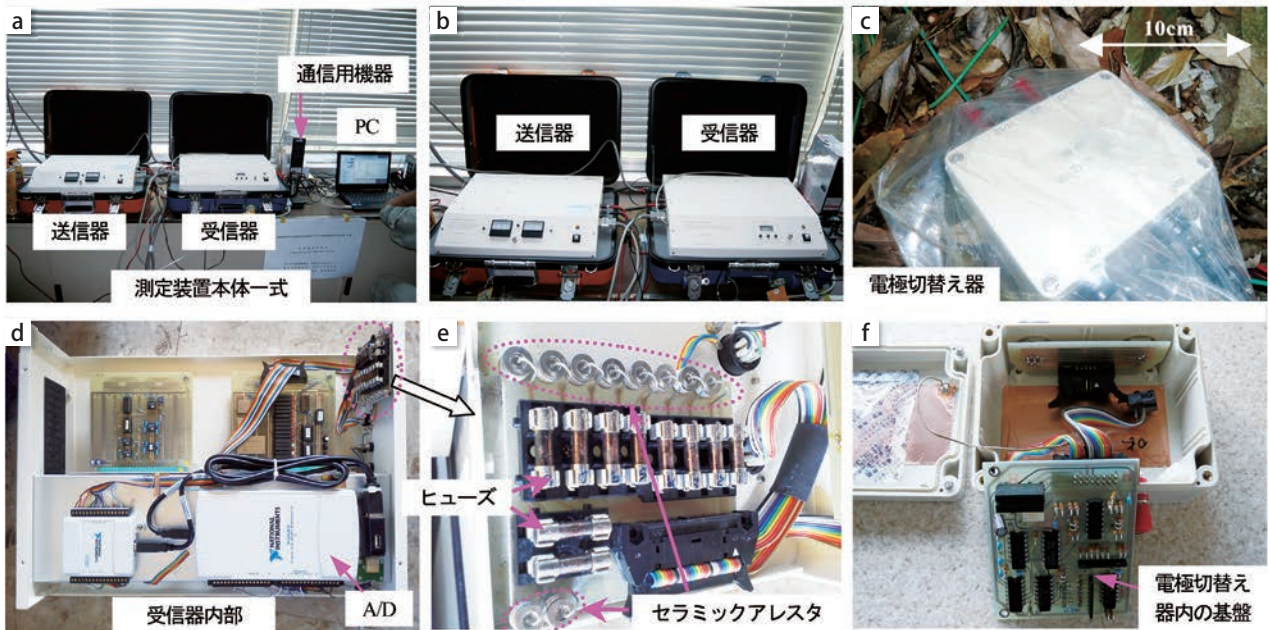


写真2 使用した電気探査装置

PCを研究所のPCから操作することが可能となります。本装置は、各測点に1個の電極切替器(写真2c)を配置し、電流専用ケーブル(2芯)と電位の受信と電極切替器の制御専用ケーブル(10芯)を平行して敷設すればよく、ケーブルの数を大幅に低減することができます(図2)。すなわち、2種のケーブルは測線沿いに並べた隣接する電極切替器の間と測定装置本体とを連結すればよく、合計の長さは測線部と測線末端から装置本体までの延長部を

合わせた数量ですみます。さらに、同じ多芯ケーブルで送信および受信を兼ねた測定で問題となっていた電流のリークによる電位信号へのノイズの混入も防止できます。なお、電極切替器は修理可能としたため、内部の基盤をシリコンなどで被覆はしておらず完全な防水仕様ではありません。そこで、電極切替器にビニール袋を2重に被せ、前述した杭の先端部に取り付けて雨水の浸入を防止しました。

3. 測定結果

測定は2012年度から2013年度までの予定でしたが、その間様々なトラブルが発生しました。野生動物および落石によるケーブルの切断、電極切替器の故障、そして落雷(2013/9/3)により測定装置本体が深刻な破損を受けたため、それ以降の測定は断念せざるを得ない状況となりました。万全の体制を組んで臨んだはずでしたが、結局測定できたのは計60日間ほどでした。

現地に最も近い気象庁観測所による降雨量と見掛比抵抗の経時変化を図4に示します。見掛比抵抗は浅い深度を対象とした電極間隔 $a=2.5\sim 12.5\text{m}$ (ウェンナー配置)による平均値 ρ_a を a ごとに算出しました。これより、降雨後に ρ_a は全般的に低下していますが、 $a=2.5\text{m}$ の ρ_a が最も顕著に変化しています。5/23~5/27の $a=2.5\text{m}$ の ρ_a は高い値を示しますが、その一か月前の期間(4/27~5/26)の降雨量は計36mmしかなく、表層部の乾燥が進行してい

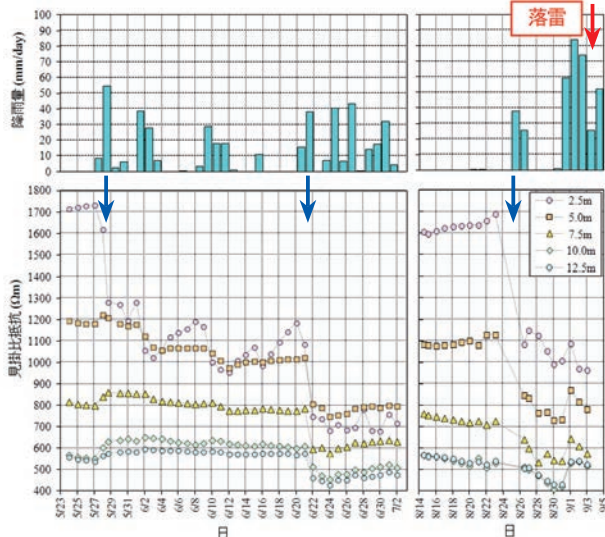


図4 降雨量と電気探査による見掛比抵抗の変化

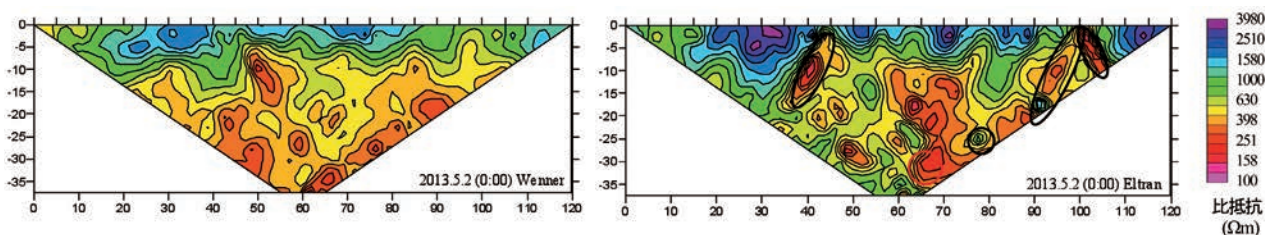


図5 電気探査法による見掛比抵抗断面の例(縦軸は電極間隔(m)、横軸は距離(m))

たと考えられます。5/27～5/28の計63mmの降雨により5/29の ρ_a は顕著に低下しますが、その後の7月初旬までの梅雨(計438mm)により ρ_a は緩やかに低下し、6/24に最小値となります。

7/3～8/13の期間はトラブル発生のため、測定は中断しましたが、8/14以降の ρ_a は梅雨期に対し明らかに増加しています。この期間の降雨量は計196mmですが、雨が降らなかった日は36日あり、地表面は再度乾燥したと考えられます。降雨のない日が連続する8/11～8/23の ρ_a は緩やかな増加傾向を示しますが、8/25～8/26の降雨(計63.5mm)後の8/27に顕著に低下し、その後の8/31～9/2の降雨により緩やかに低下しています。

見掛比抵抗断面の例を図5に示します。データ品質の判定には送信電流値や標準誤差が目安となりますが、これらが正常値でも楕円で示すような明らかな異常データが見られました。

4. 考察

見掛比抵抗 ρ_a の変化(図4)は、雨水の浸透に伴い乾燥に近い状態から含水率が増加していく状況をとらえたと推測できます。顕著に比抵抗が低下したのは最小の電極間隔($a=2.5\text{m}$)による ρ_a で、表層数 m の含水率が最も著しく変化したと考えられます。降雨終了後は $a=2.5\text{m}$ による ρ_a は緩やかに増加する傾向がみられ、乾燥していく状況をとらえたと考えられます。図4中の矢印は ρ_a が増加傾向の途中段階で、40～60mmほどの降雨の浸透により顕著に低下した時期を示します。これより表層部では雨水の浸透が比較的速いことが推測できます。一方、それ以外の ρ_a では電極間隔が大きくなるほど変化は緩やかになり、浸透した雨水はゆっくり下部に移動していくと推測されます。

数100mmを超える大規模な降雨期間に測定ができていないため、地下深部に雨水が浸透していく状況をとらえることは困難となりましたが、少なくとも表層部の浸透状況は把握できたと考えられます。

5. 遠隔操作による長期測定の問題点

急傾斜で資材の運搬が厳しいなどの諸事情でケーブル保護管は使用しなかったため、当初はケーブルの10数か所が頻繁に切断しました。太い10芯ケーブルですら小動物が噛んだとみられる歯型があり、完全に切られていました。2013年度は地表から50cm～1mの空中にケーブルを全て配線させたため、それ以降は野生動物による被害は防止できました。また、台風時の強風で電極切替器を取り付けた杭が転倒して地表面の水溜りに水没し、電極切替器の基盤内へ水が浸入したことによる誤動作の影響で、降雨量の多い重要な時期の測定データには異常値が多い残念な結果となりました。

落雷でシステムが停止したと考えられたため、測定装置一式を撤収して修理を試みたところ、落雷対策用のセラミックアレスタ(写真2d、2e)とヒューズの12セットが全て黒焦げとなり破損していました。定格のインパルス電流耐量5kA/0.4 μs を大幅に超える大電流が発生したことになります。電極切替器の一部もコネクタに焦げた跡がありました(写真2f)。よって、測線に近い樹木などに雷が落ち、極めて強力な高電圧パルスが電極から電極切替器、ケーブルを通して印荷され、保護回路では遮断しきれない大電流パルスが装置内の基盤にも流れ込んだと推測されます。そのため、A/D変換器ほかの重要な電子回路が故障し、正常な動作に回復しませんでした。

雷や大雨・強風に強くない探査システムであったことは事実であり、「雷など自然現象に対する認識があまりに甘かった」と言われてしまうと返す言葉がないのですが、落雷から測定装置を保護するためには、更なる工夫が必要と考えられます。今後もモニタリングで長期間電気探査を実施するためには、落雷対策が最重要課題であることになりました。例えば、保護回路を2重、3重に組み込む等の対策を施せば、測定装置を保護できる確実性は向上するものと期待しています。

次回は、品質の悪いデータに対して解析をどう進めたかについて紹介する予定です。

「物理探査」とは何か — その1 —



Terra Australis Geophisica Pty Ltd

須藤公也

「XXとは何か」という題を見ると何十年か前に「論文とは何か」という議論が「物理探査」誌上であったのを思い浮かべる読者がいるかもしれない。今でもそのことを持ち出す人がいる。ここで私は「物理探査とは何か」といって物理探査を定義しようとはしない。カギカッコの位置に注意していただきたい。つまり、ここでは「物理探査」という言葉の多義性とその翻訳の難しさを考えてみたい。話がくどくなりそうだが、ご容赦願いたい。

日本語の「さがす」という言葉は「探す」とも書くし「捜す」とも書く。「さがす」という日本語(やまとことば)では区別しなくとも、それには二つの意味があって、漢字を使う中国語では区別しているのだろう。デジタル大辞泉の解説には「ふつう、見えなくなったものをさがす場合には『捜』、欲しいものをさがす場合には『探』を用いる」とある。「さがす」ではその違いがわかりにくい、が、「捜査」と「探査」の違いならわかりやすい。「鉱床探査」「犯罪捜査」とは言えるが、「鉱床捜査」「犯罪探査」とは言えない。辞書に頼らなくとも漢語を含めた日本語で暮らしているわれわれにはそれがわかる。「物理探査」という語も多義的で、われわれには簡単に気づきにくい、英語では区別している。本稿ではそこを説明したい。

「日本物理探査学会」の正式な英語名は The Society of Exploration Geophysicists of Japan である。アメリカに SEG があり、その日本版だということでこういう英語名になるのだが、適切な訳だ。世界各国の物理探査学会も同じような英語名を持っている。「物理探査」の前半の「物理」は Physics。その形容詞が Physical。インターネットの最新の和英辞書に「探査」を入れると、Inquiry、Investigation、Probe と出てくる。手許の少し古い研究社の和英辞典でも同様だった。これで、「日本物理探査学会」を直訳する

と Japanese Physical Inquiry Academic Society となり、実際とはかけ離れたものになってしまう。これなど辞書どおりに訳しても正確な英語にならないことの典型的な例であろう。町の翻訳屋さんはどう訳すだろう。

探査に携わる人なら「物理探査」の前半の「物理」を Physics、Physical でなくて、Geophysics、Geophysical と訳してわれわれの仕事に記述するのに抵抗はないと思う。問題は後半の「探査」の方だ。辞書にはなくてもすぐ思いつく訳語は Survey、Exploration、Prospecting の三つだが、ことはそれほど簡単でない。次の文の翻訳でちょっと考えてみよう。ここで「物理探査」という語で一体何を意味しているのかという点に留意していただきたい。するとその翻訳はかならずしも簡単な置き換えで済むものでないことがわかりと思う。

<宿題> 以下の文を英訳してみてください。

1. 私は物理探査を勉強しています。
2. 私は物理探査の研究開発をやっています。
3. 私は石油会社で物理探査の仕事をしています。
4. 私は土木建築会社で物理探査の仕事をしています。
5. 私は来週物理探査の仕事で出張します。
6. 私は物理探査で金鉱を探しています。

「物理探査」という言葉が1では「物理探査『学』」、2では数ある「物理探査の『手法』」のこと、3では「物理探査を使って、『ものを探するという行為』」、4では「物理探査の手法を使って地盤の『物性を調べること』」、5では「物理探査の『現場の作業』」そして6では「目的をもった『手段』としての物理探査」を意味している。こういう意味の違いに注意して翻訳しないと、訳された英語がトンチンカンになってしまうのだが、いかんせん英語が母国語でないわれわれにはそれに気付くことがむずかしい。この謎解きをしようというのが本稿の趣旨である。

先に言った Survey、Exploration、Prospecting の3語は辞書を引けば同じような訳語が出てくるが、一体どう違うのだろうか。こういう問題が出てきたとき、いくつかの辞書を丹念にひくのはもちろんのことではある。ただ和英辞典の場合、その言葉が現場でどう使われているかに頓着しない単なる置き換えだったりすることがあるので注意を要する。英英辞典にしたところで Exploration = Act of Exploring なんて説明をみつけたところで、さっぱりわからない。ではどうするか。ひとつは、語源までさかのぼるまでしなくても、似た言葉がどういう意味で使われているのかを見るのが参考になる。また、その言葉が、

今訳そうとする「探査」以外にどういう場面で使われているかを見てみることも参考になる。

まず、Survey。大学の学科の測量学はSurveying、測地学のGeodesyとあわせてGeodetic Surveyということもある。世論調査はOpinion Surveyだが、これをOpinion ExplorationとかOpinion Prospectingとはいえない。Market Surveyといえば市場調査のこと。似たような語にSurveillance(監視)がある。接頭辞のSur-には「上で」という意味がある。フランス語のSurはまさに「の上で」という前置詞である。SuperviseのようなSuper-にも通じるという。「上から見ている」ような語感がある。

次に、Exploration。この動詞はExplore。それをする人をExplorerenとって普通は「探検家」という。アフリカやアマゾンの奥地に入り込んで何ががあるかを調べて報告する人。よく知られるとおりEx-は「外へ」という接頭辞。実際に足(Ped-Pedal、Pedestrianの語幹)を踏み込んで探検・踏査するのをExpeditionという。Exploreする行為がExplorationなのだが、Oil Explorationのように目的を加えてということもある。いわゆる「探査」である。それをする人をExplorationistという場合もある。どうもこの語は探査会社のえらい人がスタッフにGeologist、Geophysicistという枠にとらわれずに両方に精通して探査してほしいという願いをこめて作った造語らしく、最新のかなり大きい辞書にも載っていない。

Prospectとなると、やや投機的な色合いが出てくる。会社が上場したり増資したりする時に事業の内容や投資と利潤の予想を記載した提案書をProspectusという。Prospectorとはいわゆるヤマ師のこと。接頭辞のPro-は「前」、語幹のSpectはSpectacle(眼鏡)、Perspective(遠近法・視点)のように「見ること」に関係がある。Speculativeは「投機的な」という形容詞である。よって、Prospectは前向きに見る姿勢のことで、やや楽観的な感じがする。地質調査や物理探査で鉱床の可能性ありとされた掘削候補地はProspectと呼ぶ。夢や希望的観測の感じがある。

こうみえてくると、そこにある対象物の性状を調べるのがSurvey、そこに何ががあるかを調べに出かけて行くのがExploration、そして何かを見つけたいという希望あるいは期待があってそれを捜すのがProspecting、という説明で納得できるのではないかと思う。

今回はこれらの語をどう使い分けるか、宿題の例文について考察する。

イベントの紹介

市民公開講座

The 12th SEGJ International Symposium
市民公開講座

地球のお医者さん
物理探査

地下資源探査から地震防災まで
目に見えない地下の構造を地震波や電気を使って診断しよう

講師：鈴木 浩一 一般財団法人 電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域 上席研究員

電磁探査による活断層の調査事例
— いわき市内活断層調査 (2011.4.11の余震時に出現) —

2015
11/19 (木) 17:20~18:30
(17:00開場)

入場無料
先着200名様

東京大学伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール
事前のお申込みは必要ありません。直接会場にお越しください。

主催：公益社団法人 物理探査学会
〒100-0001 東京都千代田区東神田1-5-4 東京電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域 上席研究員

The 12th SEGJ
tokyo2015

市民公開講座

演 題：「地球のお医者さん 物理探査
—地下資源探査から地震防災まで」

講 師：鈴木 浩一(一般財団法人 電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域 上席研究員)

日 時：平成27年11月19日(木)
17時20分~18時30分(17時開場)

場 所：東京大学伊藤国際学術研究センター・伊藤謝恩ホール

※入場無料。事前のお申込みは必要ありません。直接会場にお越しください。

私が
分かりやすく
お話しします!



一般財団法人 電力中央研究所 地球工学研究所
地圏科学領域 上席研究員
鈴木 浩一



「Doodlebuggerをご存知ですか？」

斎藤 秀樹・森田 健

元会員である森田健さんより、Doodlebugger像が当学会に寄贈されましたのでご報告します。この像の謂れや入手経緯につきましては、以下の森田さんの御寄稿をご参照ください。また、この像をご覧になりたい方は、どうぞ学会事務局にお越しください。

(斎藤)



物理探査、特にサイスミック関係に携わっておられる方には、Doodlebuggerという言葉を目にしたことがある方が多いと思います。また、次頁のスケッチの像をSEG機関誌The Leading Edgeなどで目にしたことがある方も多いのではないかと思えます。今回、ご縁がありまして、この像のレプリカを物理探査学会に寄贈させていただきました。これは、SEG Foundationが、サイスミック探査80年の歴史を記念して1999年に作成したもので、オリジナル像は7フィートの高さで、オクラホマ州タルサ市のGeophysical Resources Centerのロビーに置かれています。オクラホマ出身のJay O'Meilla, AWSという彫刻家の作品です。オリジナル作成にあわせて100体の1/5縮小レプリカが作成販売され、基金にあてられたと聞いております。今回寄贈させていただいたものは、そのうちの30番目の作品です。これは、1999

年に私が米国ヒューストンでの長期駐在を終えて帰国の際、サイスミック探査用地震計の製造に関与していた縁で、記念にいただいたものです。一時、他の場所に展示させていただいておりましたが、今回、一人でも多くの物理探査に携わる方々に見ていただきたいという趣旨で、物理探査学会に寄贈させていただきたい旨、斎藤秀樹会長にご相談したところ、快諾をいただいたものです。

石油探査にサイスミック技術を最初に応用したのは、ドイツの科学者Ludger Mintropで、1919年のことです。Mintropは、弾性波を観測することにより敵の大砲の位置を探る研究をしていたそうで、この技術を石油探査に利用できると考え、この年に特許をとっています。1921年には、アメリカのJohn Clarence Karcherが独自に、サイスミック手法を使った地下構造探査実験を行い、会社を設立、1929年にはこの手法を使用した最初の油井試掘に成功しています。以後、サイスミック探査は急速に普及、現場で地震計、ケーブル、測定装置等を担いで探査活動をする人たちがなぜかDoodlebuggerと呼ばれるようになりました。日本語に直訳してしまうと「まぬけなやつ」といったところで、あまり良いひびきではありません。アメリカには、Yankee Doodleという古くからの愛唱歌があります。メロディーは、日本でも良く知られている「アルプス一万尺」です。真偽は不明ですが、独立前のアメリカ植民地兵のみずぼらしい身なりをイギリス人がYankee Doodleと言って馬鹿にしたものを、逆に自虐と愛情そしてプライドを込めて自分たちの代名詞にしたという説もあるようです。このメロディーは、アメリカ兵の行進曲のひとつとして現在も親しまれています。また、無数の替え歌が作られ、楽しまれています。ペリーがアメリカ大統領の親書を携えて横須賀に上陸したときには、軍楽隊がこの行進曲を演奏して行進したそうです。

Doodlebuggerという言葉も同様に、愛情とプライドを込めたアメリカの物探屋の代名詞です。この小さな像が、今回、日本のDoodlebuggerの本部に置いていただけたことになったのは大変喜ばしく、これ以上望めない最適の「終の住処(ついのすみか)」をいただいたと思います。最後に、1980年に、当時NF Industries, Inc. 副社長であったBettye Athanasiou女史が、SEG 50周年記念にあわせて作成したスナップ写真集「Doodlebuggin' with Bettye」の後ろ見開きページに掲載されている詩を紹介いたします(女史の作か引用かは不明です)。

(森田)

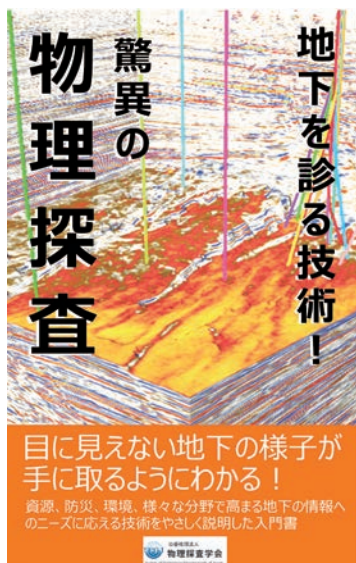


“A man knocked at the Heavenly Gate
 His face was scarred and old;
 He stood before the man of fate
 For admission to the fold.
 What have you done? St. Peter asked,
 To gain admission here?
 I have been a doodlebugger, Sir,
 For many and many a year.
 The Pearly Gates swung wide open;
 St. Peter touched the bell.
 Come in and choose your harp, he said,
 You have had your share of Hell.”

男は天国への扉を叩いた。
 男は年老いて、その顔は傷だらけだった。
 男は許しを請うために、
 自分の運命をゆだねている人の前に立った。
 門番の聖ペテロは問うた。
 「お前は、ここに入るために何をしてきた？」
 「ペテロ様、私は物探屋でした。」
 「これまでずっと。」
 聖ペテロはベルに触れた。
 すると天国への扉が大きく開いた。
 「入れ。そして、好きなハーブを選べ。」
 聖ペテロは言った。
 「お前はすでに地獄を見てきたのだから。」

関 連 書 籍 紹 介

PCでも読める!
地下を診る技術!
『驚異の物理探査』



地下を診る技術! 「驚異の物理探査」 [Kindle版]

◎内容と特色

物理探査学会では創立60周年を機に、一般の方に物理探査を知っていただくと考え、上記の啓蒙書を2014年度に発刊いたしました。

当初はKindle版だけでしたが、Windows、Macintoshにおいてもアプリをインストールすれば読めるようになりました。Googleなどの検索サイトで、「Kindle for PC」または「Kindle for Mac」と打ち込んでいただければダウンロード可能です。電子書籍の購入は、「驚異の物理探査 Amazon」と入力すれば購入ページにたどり着くことができます。

物理探査がどのように社会に役立っているのかという視点を重視して、物理探査技術を紹介しています。一般の方だけでなく、物理探査学会会員の皆様や、社内研修などの教材としてもお使い頂けるものと思います。お求めやすい価格(250円)になっていますので、是非お買い求めくださるようお願いいたします。また、興味のある方にご紹介頂けると幸甚です(事業委員会)。

AIR MAIL

海外在住
会員便り

「ジャカルタ駐在生活」

(株)地球科学総合研究所インドネシア事業室 荒川 泰

2012年4月にインドネシア共和国ジャカルタに赴任して3年半が経ちました。(株)地球科学総合研究所(JGI)は2011年8月よりインドネシアの石油技術サービス関係の代理店と共同で地震探査データ処理を主とした物探サービスの活動を開始しました。私自身はその市場開拓を行っています。

私のインドネシアとの縁の始まりは会社に入社して間もない1985年頃に当時の上司のかばん持ちとして、入社以来2回目の海外出張の時でした(ちなみに1回目はアメリカで、3回目はオマーンでした)。もう30年近く前のことですが今も記憶に残っているのは、飛行場からジャカルタ市内までほとんど街灯も無く真っ暗な中を、途中ぼつりぼつりと見える民家の頼りなげな明かりを見ながら、どこに連れて行かれるのかとても不安だったことです。その後、インドネシアとは不思議と縁があり、出張も含め数十回渡航しています。その中でもJAPEX在籍として2007年～2010年の間、Kangean Energy Indonesia (KEI)社に赴任しインドネシアでの石油ガス開発に係ることができ、その経験は他では得がたいものとなり、現在の私自身のインドネシアでの生活や仕事に結びついています。

1. インドネシアについて

インドネシアは東西5,000km以上、赤道を挟み大小13,000以上の島からなる島嶼国であり、地域によって言語も異なる多民族国家です。気候は熱帯雨林気候で、季節は乾季と雨季の二つしか有りませんが、年の平均気温が25度であり、昨今の真夏の日本に比べると過ごしやすい面もあります。イスラム教徒が人口の75%近くを占めていますが、信教の自由が憲法によって保障されており人口の約13%がキリスト教徒、約3.5%がヒンズー教徒

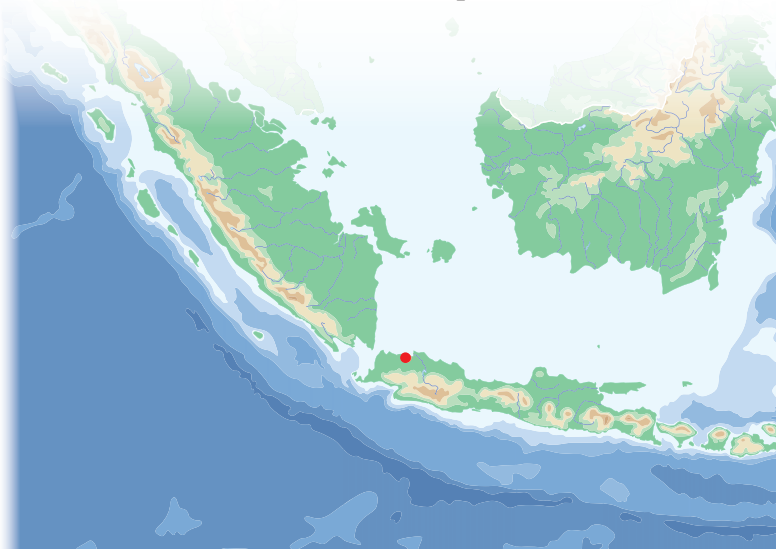


MRT工事(+渋滞)風景

などとなっています。その中で日本人は2014年10月段階で約18,000人が在留しています。ここ数年は中国リスクやタイで頻発する洪水等を避けるためにインドネシアに進出する日本企業が増えており、それに伴い在留日本人は1年で約10%増加しているとのこと。中国や韓国、また欧米諸国からの進出も相次いでおり、またここ数年インドネシア経済は好調・安定しておりインドネシア人の中間所得層が増えたことも有り、ジャカルタ市内および近郊では新しい工業団地やオフィスビル、アパートやモールの建設ラッシュが続いています。また現在、日本企業共同体によりMRT(Mass Rapid Transit)としてインドネシア初となる地下鉄の建設も進められており、JGIの入居する事務所の真下で工事が進められています。

2. インドネシアでの(日々の)生活について

日本とジャカルタの時差は2時間(日本が進んでいる)であり、多くの日系企業は業務開始時刻を現地時間の7時台にしています。我々も7時30分(日本時間9時30分)としており9時始業のJGI本社ともほぼ合っています。大きなモールや日本食料品店、日本食屋さんも多く有り、日々の生活で困ることはほとんど有りませんが、当地の交通事情やリスク管理上、自分で車を運転することができない点があります。日本から見ると一見車付きだとうらやましく思えるかもしれませんが、自分で自由に行動できないこと、また運転手さんに変に気を使ってしまうことがあり、これはこれで結構疲れます。また、交通事情ですが通算7年近く居ますが、いまだに予測不能です。一般的に朝晩の通勤・通学時間帯は公共交通網が発達していないこともあり、渋滞しますが、それ以外の時間帯でも渋滞することが有ります。日常的にお客さん回りをしていますが、渋滞リスクを考えると午前中1社、午後1社の1日2社が限度になります。また、これはある意味好都合なのですが時間に遅れても「渋滞で」と言えばほぼ



全員が「渋滞だものね」と言う感じで納得してくれます。KEI時代はコントラクターがそのような言い訳を用いるのに対して抵抗感が有りましたが、いまは逆の立場になり、自分でも連発しているという状態です。ちなみに、私の住んでいるアパートから職場まで車で10分程度の距離ですが、雨の降っている日でしたが3時間近くかかったことが有ります。

3. ジャカルタ日本人物探の会(JJG)について

インドネシアは天然資源に恵まれた国であり、日本の資源系会社も多く進出しています。そのような中、数年前よりジャカルタ日本人物探の会(JJG)と称して不定期に懇親会を開いています。現在8名からなるJJGのメンバーは皆が石油ガス開発にたずさわっており、インドネシア料理屋や焼肉屋等に集まって、美味しい肴とともに痛飲しながら交流を深めています。話題としてはゴルフのスコアや日常生活で困っていることの相談から石油業界の動向まで幅広いですが、そのほとんどは悲喜こもごものインドネシア生活に係るものです。特に最近では外国人就労者許可取得の条件が厳しくなる傾向に有り、その影響かJJG会員



ジャカルタ日本人物探の会(JJG)前列左から2人目が筆者

(?)も以前より若干減少傾向にあります。この記事を読まれているインドネシア在住の物探屋の方でまだJJGに加入していない方がいらっしゃいましたら、是非参加しませんか?ご一報ください。

4. インドネシアでのJGIの活動について

前述しましたように、JGIは2011年8月より活動を開始しました。現在、小職およびデータ処理専門家の2名の日本人、インドネシア技術者3名を含むインドネシア人従業員6名、総勢8名が働いています。インドネシアではデータは国家財産とされており、海外への持ち出しには厳しい条件があるため、インドネシア国内でデータ処理が行えるようにすることが最低限必要になります。我々もBlade型コンピューターを使いデータ処理業務受注を目指すところから開始しましたが、現在データ取得に関する市場にも参入を図ろうとしているところです。これら技術者をアピールする場としては、IPA(Indonesian Petroleum Association)などの石油関連のシンポジウムや、昨年SEGJとも協力関係を結んだインドネシアの物理探査学会(HAGI)などがあり、我々も企業展示や口頭・ポスター発表などで積極的にプロモーションしているところです。



IPA2015での展示風景

最後になりますが、インドネシア自体は日本と比べるといろいろな意味でまだまだ開発途上であり、それ故に日々驚かされることがあるとともに、ビジネス・チャンスも有り、仕事・生活するにはとても面白いところだと感じています。皆さんもチャンスがあれば是非インドネシアを経験してみてください。

第133回(平成27年度秋季)学術講演会 開催報告

学術講演委員会

第133回(平成27年度秋季)学術講演会が、平成27年9月24日から26日の3日間、金沢市の石川県文教会館で開催されました。内容は、一般講演73件(口頭64件、ポスター9件)、特別講演2件、交流会、見学会です。参加者は、講演会132名(うち学生14名)、交流会75名(同6名)、見学会31名(同10名)でした。



図1 ポスター会場の様子

1日目は、口頭6セッションで34件、ポスターセッションで9件の一般講演が行われました。

2日目は、口頭3セッションで18件の一般講演、特別講演2件、交流会が行われました。

特別講演1件目は海野進氏(金沢大学教授)の「海洋掘削が拓く地球最後のフロンティア：モホール計画M2M—前人未踏のマントルへの挑戦—」と題する講演で、M2Mの経緯、目的、課題、現状のお話でした。



図2 特別講演 海野進氏

モホール計画は1958年、メキシコ沖の掘削で始まり、アポロ計画は38万km離れた月に人類を送りま

したが、同時期のモホール計画は海洋地殻6km下のマントルまで達せず、月より遠いマントルと言われました。従来の技術ではマントルまでの掘削は不可能でした。MOHO+HOLE=MOHOLEは、日本語だと、モホを掘る=モホールで語呂合わせになります。M2M(MOHOLE to MANTLE)は、モホの実態と上部マントル物質の回収、海洋地殻の構造と組成、地下生物圏の限界等を目的とします。掘削し難い岩石を掘削する技術や超深度での坑壁崩壊を防ぐ技術が必要で、M2Mは4000m級のライザーを持つJAMSTECの掘削船「ちきゅう」を使うことにより現実味を帯びてきました。候補地はコスタリカ沖、メキシコ沖、ハワイ沖の3箇所、費用はおよそ400億円と見込まれています。

特別講演2件目は徳田寿秋氏(元石川県立歴史博物館館長)の「幕末に金沢を訪れた英国人が驚いたこと」と題する講演で、地元でもほとんど知られていない訪問の様子を日英の記録に基づいて考察したお話でした。



図3 特別講演 徳田寿秋氏

慶応3年、英国人2人が新潟から金沢に来て、新潟の補助港として七尾の開港を持ち掛けました。加賀藩は幕府との関係等を考慮し受け容れませんでした。7月にはサトウ、ミッドフォードらが3隻の軍艦で訪れ、加賀藩は表向き漂着民として扱ったものの、実際は丁重にもてなしました。その時の通訳が佐野鼎でした。佐野はポーハタン号で米国を訪問し、下級身分であるにもかかわらず優秀な人物としてニューヨークタイムズに紹介され、後に共立学校(開成中学)を創設しました。当時の金沢を訪れた英国人の驚きは、落とした銀の鎖時計を持ち主に返す日本人の親切さと誠実さ、見目良い女性が多いこと、通訳佐野の優秀さ、蓮池に浸かってまでして外国人を見ようとする人々の好奇心、夏に氷が出てきたこと等々でした。

交流会は講演会会場から徒歩5分ほどの金沢グランドホテルにて開催されました。斎藤秀樹会長のご挨拶、笠原順三氏による乾杯のご発声と続き、会の半ば頃に特別講演者の徳田寿秋氏から、終盤に今回講演会の地元ホスト役をお引き受けくださった平松良浩氏(金沢大学教授)からそれぞれご挨拶がありました。



図4 交流会 平松良浩氏

3日目は、午前には口頭2セッションで12件の一般講演、午後に見学会が行われました。

見学会は平松良浩氏と日比野剛氏(白山手取川ジオパーク推進協議会)が案内役を務められました。見学先は白山手取川ジオパークの獅子吼高原、手取川の霞堤、海岸近くの白山美川伏流水です。



図5 見学会 獅子吼高原 説明者は日比野剛氏

獅子吼高原への道筋で兼六園や金沢城公園が載る段丘や森本・富樫断層帯による変位地形の説明がありました。獅子吼高原ではゴンドラで標高600mまで上がり扇状地や日本海を展望し、図を使つての解説を受けました。前日

まで雨でしたが3日目は晴れ曇りでした。扇状地を下って美川に至る途中、洪水対策のための霞堤や島集落を間近に見ました。鶴来では酒店、美川では漬物店に立ち寄り

ました。醸造、漬物は豊富な地下水資源によるものです。講演会会場は金沢城公園、兼六園、四高記念公園、21世紀美術館等に近接し、これら名所を訪れた講演会参加者も多かったようです。



図6 見学会 獅子ワールド館の木彫り獅子舞



図7 見学会 美川の漬物店

学術講演会の開催にあたり、平松良浩氏には準備、運営、特別講演など全般にわたりひとかたならぬお世話にあずかりました。講演座長の皆様には快くお引き受けいただきました。講演参加者の間で活発な質疑がなされました。日比野剛氏には見学会で詳しくご案内いただきました。石川県、金沢市からは助成金をいただきました。公益財団法人金沢コンベンションビューローには講演会会場や交流会の手配でご協力いただきました。以上の皆様に、記してお礼申し上げます。

(文責:学術講演委員 山口和雄)

日本応用地質学会北海道支部との共催研究発表会 開催報告

川崎地質(株) 鈴木 敬一

6月19日に、札幌市にある(国研)寒地土木研究所において、(一社)日本応用地質学会北海道支部・北海道応用地質研究会・(公社)物理探査学会の共催による研究発表会が行われました。全部で8編の講演がありました。参加者は57名で、そのうち物理探査学会会員は13名でした。支部単位でこのように盛況な研究会を開催できる応用地質学会に力強さを感じます。



会場の様子

発表は三つのセッションから構成されました。第一は環境や地下水、第二は防災や維持管理、第三は物理探査です。

第一セッションの最初は、(地独)北海道立総合研究機構地質研究所の大森一人氏による「生物源炭酸塩骨格(硬骨海綿・サンゴ・二枚貝等)を用いた海洋環境の復元例」でした。古環境を復元するための新たな手法としてサンゴや二枚貝などの組織(骨格)と微量元素から、生物の成長を推定することができ、これにより古環境を復元するというものです。比較的生息域が広い生物サンゴや二枚貝などを利用するので、適用性も高いとのことでした。

二番目はアースサイエンス(株)の加藤孝幸氏による「八雲海岸平野における瀬棚層の帯水構造—とくに電気探査における電流曲線作成の重要性—」と題する発表でした。副題からおわかりのように電気探査を利用した地下水調査のケーススタディです。電流曲線は深度に対する定電流値をプロットしたもので、帯水層では大きくなるのが、電気検層との比較によりわかりました。このことから井戸のストレーナを設置する際の帯水層を選択する上で、電流曲線によって判断することが重要であることが示されました。

三番目は、北海道立総合研究機構地質研究所の嵯峨山積氏による「北海道北部頓別平野における沖積層ボーリングの珪藻分析結果—電気伝導度と塩分指数の関係—」と題した発表でした。古環境を復元する上で、微化石を用い

た古生物学的手法が有効ですが、物理化学的な手法を組み合わせることによって精度を向上させることができます。この発表では珪藻の種類から求められる塩分指数から塩分濃度を推定し、これを電気伝導と結び付けることで両者の関係を示したものです。この方法により電気伝導度と塩分指数の関係が示され、古環境復元のクロスチェックとして利用することができるとのことでした。

第二セッションの最初は、北海道大学の重藤迪子氏による「2015年ネパール・Gorkha地震現地調査」でした。4月25日に発生したネパールの地震は記憶に新しいところです。北海道大学とネパールのTribhuvan大学との共同の現地調査として、既設の強震計記録からデータ回数作業、その周囲での建物被害調査、新たな臨時観測点の設置作業を行ってきたとのことでした。今後は、回収データの解析により強震動特性の解明や建物被害との関係、カトマンズ盆地の地下構造モデルの構築を行うとのことでした。



重藤氏による講演

二番目は寒地土木研究所の角田富士夫氏による「北海道の特異な斜面災害事例と要因」でした。1981年から2012年までの斜面災害(落石・崩壊)事例を収集し、分析したところ、北海道特有の要因が明らかになったとのことでした。それは、落石の要因としては、根曲りを伴う倒木、大型動物の接触、斜面对策工背面の残雪です。崩壊の要因としては、切土された集水斜面、地表面水の法面への流入、保水性の低い牧草地、白色鉱物脈への融雪水の流入です。北海道特有の要因が多く示されました。この研究の成果は「積雪寒冷地における斜面点検」としてまとめられているとのことでした。

三番目は寒地土木研究所の岡崎健治氏による「時間依存性変状を生じたトンネル地山における岩石の経年劣化と地質診断手法の適用事例」でした。供用後数年～数十年

のトンネルで、盤ぶくれや押し出し等地山の変状が多数発生し、これらの時間依存性変状を診断する手法の確立が求められています。この発表はボーリングコアの経年変化と屈折法地震探査を用いて時間依存性変状を推定した事例です。トンネルの変状が生じている箇所では、弾性波速度が低下していることが確認されました。変状が生じている箇所ではボーリングコアも1週間程度で劣化が認められるため、時間依存性変状の予測に用いられるのではないかとのことでした。

第三セッションの最初は応用地質(株)の小西千里氏による「河川堤防の堤体評価に対する統合物理探査結果の利用について」です。ここでは岩石物理手法を適用して堤防の安全性評価手法の提案がなされました。これまではS波速度と比抵抗のクロスプロットによる4段階(ないし6段階)の離散的な安全性評価を行っていましたが、ここでは岩石物理モデルから推定される粘土含有率と間隙率を用いて、危険度評価を行っています。

最後は、筆者が「宇宙線ミュオン粒子を利用した物理探査」と題してこれまでの宇宙線ミュオン粒子探査の歴史やこれまでの成果、今後の展望について報告させていただきました。

研究発表会終了後、意見交換会が行われました。例年より発表件数が少なかったとのことでしたが、内容の濃い発表会であったことは、意見交換会の盛り上がりでも感じました。意見交換会では優秀賞の発表がありました。受賞したのは小西さんです。我が物理探査学会からの受賞ということで参加者数では応用地質学会に負けましたが、賞を頂いたということで存在感を示すことができたものと



表彰の様子

思います。小西さん、おめでとうございます。

北海道応用地質研究会会長のあいさつの中で「この研究会は多様な発表があるのが特徴だ」ということをおっしゃっていました。まさにそのとおりであると思います。

このところ応用地質学会との共催行事が増えていますが、学会単独の行事とは違った雰囲気、また異業種との交流という点で非常に有益なものであると思います。特に、物理探査がどのように利活用されているのかということを知ることができるのが、このような会の良い点ではないかと思います。今後とも両学会の連携が続き、交流が深まることで、両方の分野が発展することができるのではないかと思います。

最後に物理探査学会側の物理探査セッションの座長を務められた倉橋稔幸氏にはこの場をお借りして感謝申し上げます。

書籍案内

『河川堤防の統合物理探査』 —安全性評価への適用の手引き—



編著:独立行政法人 土木研究所
一般社団法人 物理探査学会
体裁:B5版, 120頁, 総カラー印刷
発売:2013年3月30日
価格:2,800円(税別)
出版:愛智出版

◎内容と特色

河川堤防の特徴と被災の実態を紹介し、地盤性状の異なる河川事例も紹介しながら、河川堤防の安全性評価に適した統合物理探査の目的・測定・データ処理を数多くのカラーの図版・写真も使って解説した。新しく研究・開発されてきた統合物理探査の手法を適用することによって、河川堤防の要改良区間を効率的かつ経済的に抽出することが可能となった。山と河川が極めて多い我が国においては、河川堤防決壊による被災を防ぐために全国の河川堤防を常に点検・整備することは国家的課題である。本書に記された知識と技術が関係方面において活用され、河川堤防の質的整備が一層推進されるよう期待される。

◎販売対象者

国・自治体において河川堤防の建設・保守・管理に携わる土木部門の専門家、河川堤防の保守・管理に携わる土木事業者・コンサルタントの技術者、大学工学部の土工学・社会基盤工学・環境工学の研究者



お知らせ

EAGE EETセミナー
(EAGE Education Tour)

演題：Satellite InSAR Data: Reservoir Monitoring from Space

講師：Alessandro Ferretti (Tele-Rilevamento Europa - Milan, Italy)

日時：平成27年11月17日(火)

場所：東京大学伊藤国際学術研究センター

第12回物理探査学会国際シンポジウム
～Geophysical Imaging and Interpretation～

日時：平成27年11月18日(水)～20日(金)

場所：東京大学伊藤国際学術研究センター

詳しくはシンポジウム公式ホームページ、
<http://www.segj.org/is/12th/index.html> を御覧ください。

市民公開講座

演題：「地球のお医者さん 物理探査
—地下資源探査から地震防災まで」

講師：鈴木 浩一(一般財団法人 電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域 上席研究員)

日時：平成27年11月19日(木)
17時20分～18時30分(17時開場)

場所：東京大学伊藤国際学術研究センター・伊藤謝恩ホール
※入場無料。事前のお申込みは必要ありません。直接会場にお越しください。

ワンデーセミナー

日時：平成28年2月3日(水)

場所：東京大学山上会館

今年度は「空からの物理探査」をテーマにセミナーを開催します。セミナーの詳細は後日、学会HP等でお知らせします。

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

今号が読者の皆様に届く頃には秋もだいぶ深まっていると思います。秋空のもと、お出かけされる方も多いでしょう。今年は新幹線が開通した北陸地方が注目されています。学術講演会開催報告では、石川県での現地見学会の様子も書かれていますので、お出かけプランの参考にしたいかがでしょうか。一方で、そんな秋空のもと野外でのお仕事という方もいるでしょう。私もその一人ですが、表紙のDoodlebugger像のように、ひたむきに取り組んでいきたいところです。

さて、私が、今号の原稿を読んでいて一番印象に残っているのは、「物理探査とは何か」という脱線物探英語のタイトル。思わず、どきっ! とする方もいるのではないでしょう

か。自分が日々携わっている「物理探査」はどういうものなのだろうかと考えてしまいました。日本語では「物理探査」の一言ですが、様々な意味があることに気づかされる興味深い記事です。

物理探査ニュースも、様々な立場の委員が集まって編集をしています。それぞれが思う「物理探査」を合わせて、今後も皆様に親しんで頂けるニュース作りをしていきたいと思っています。皆様も、ニュースへのご意見や物理探査にまつわる話題がありましたら、是非、ニュース委員会に教えてください。お待ちしております。

(ニュース委員会委員：江元智子)

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28号 2015年(平成27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>

facebook: <https://www.facebook.com/pages/公益社団法人-物理探査学会/1385775308349693>