

物理探査 ニュース

SEGU 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 重力異常や重力偏差テンソルを用いた半自動解釈手法の最近の動向	1
平成29年度北海道応用地質研究会(共催:物理探査学会)合同研究発表会報告	3
ホント?SFの中の探査14	4
70周年記念行事のお知らせ	5
共催セッション新規開設報告(JpGU-AGU Joint Meeting 2017)	6
脱線・物探英語15	8
会員企業紹介 日鉄鉱コンサルタント株式会社	10
お知らせ・編集後記	12

Geophysical Exploration News October 2017 No.36



重力異常や重力偏差テンソルを用いた半自動解釈手法の最近の動向

富山大学大学院理工学研究部 楠本 成寿

重力探査は、堆積盆地形状の把握、断層調査、資源探査に欠くことができない探査手法であり、様々な地下構造調査に広く用いられてきた。近年は、重力偏差計を用いた重力偏差テンソルの計測が精力的に行われてきている。

重力偏差計は、3次元空間での重力の勾配を計測する装置で、元々はLoránd Eötvösによって考案された。Eötvösの実験装置はビームの両端に錘をセットし、このビームを吊るした針金の捻れから両端に作用する重力の差、すなわち重力偏差を検出するものであった。現在の重力偏差計は、計測が航空機を用いて行われることもあり、ぐるぐる回る回転盤の上に加速度計を据え付けるタイプ(図1)のものが主流であり、サイズも小さくなっている。図2はCGG Aviation社のヘリコプター搭載型重力偏差計(Heli FALCON[®])である。

ところで重力偏差テンソルとは、重力ポテンシャル W を空間

(x, y, z) で2階微分して得られる量のことであり、以下のように9成分からなる。

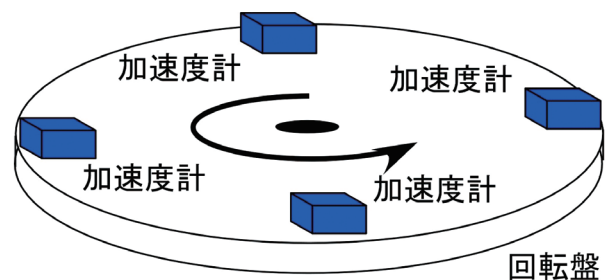


図1 重力偏差計の概念図。一定速度で回転する回転盤上に加速度計を取り付け、重力偏差を計測する。



図2 ヘリコプターに搭載された重力偏差計(Heli FALCON[®])。(a) 全景。操縦士席の後ろに制御装置が、副操縦士席の後ろに重力偏差計がセットされている。(b) 制御装置。(c) 重力偏差計(中央の白い物体)。著者撮影。

a | b
c

$$\Gamma = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial z} \\ \frac{\partial^2 W}{\partial y \partial x} & \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z} \\ \frac{\partial^2 W}{\partial z \partial x} & \frac{\partial^2 W}{\partial z \partial y} & \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g_{xx} & g_{xy} & g_{xz} \\ g_{yx} & g_{yy} & g_{yz} \\ g_{zx} & g_{zy} & g_{zz} \end{pmatrix}$$

重力ポテンシャルを空間で1階微分した量は重力(g_x, g_y, g_z)である。 Γ は、それらをさらに空間微分しているため、重力の空間勾配という意味から、 Γ を重力勾配テンソルとよぶこともある。一方で、 Γ を重力偏差テンソルとよぶこともある。これは、対角成分の和が0となるテンソルのことを偏差テンソルというためである。 Γ の対角成分の和はラプラス方程式($\partial^2 W / \partial x^2 + \partial^2 W / \partial y^2 + \partial^2 W / \partial z^2 = \nabla^2 W = 0$)を満たして0となるため、 Γ は偏差テンソルである。ここでは既出のように、 Γ を重力偏差テンソルとよぶことにする。重力偏差テンソルは、 $g_{ij} = g_{ji}$ となる対称テンソルでもある。そのため、 $g_{xx}, g_{xy}, g_{xz}, g_{yy}, g_{yz}, g_{zz}$ の6成分、あるいはラプラス方程式を考慮して、 g_{zz} を除く5成分が Γ の独立成分として扱われる。重力偏差テンソル各成分の単位は、重力偏差計の発案者であるLoránd EötvösにちなんでEと表記されており、 $1E = 0.1 \text{ mGal/km} = 10^{-9} \text{ s}^{-2}$ である。

重力偏差テンソルは、重力の微分値であることから、構造変化に対する感度は重力異常より高い。特に、 g_{xy} や g_{zx} といった水平成分は浅部構造の影響を反映しやすいといわれており、これらの成分を用いた逆解析では、浅部構造がより詳細に推定される傾向がある。

さて、本記事のタイトルになっている半自動解釈手法とは、一般にデータ解析時に、解析者が地質学的あるいは地球物理学的な拘束条件を与えることなく構造境界の位置等を推定する手法のことをいう。最もポピュラーな解析は、構造境界に起因する重力異常の急変帯(エッジ)の検出である。

エッジの検出には、重力異常の鉛直一次微分 g_{zz} や水平一次微分($g_{zx}^2 + g_{zy}^2$)^{1/2}が採用されることが多い。いずれも重力偏差テンソルの成分やその組み合わせによるシンプルな手法である。これらは古典的な手法でありながら、現在もエッジ検出に多用され、大きな成果を挙げている。これらの他にも、解析信号を用いた手法や、ポテンシャルの曲率に注目した手法、より高次の微分値を用いた手法など、現在もエッジ検出手法についての研究が続けられている。

また、重力異常や重力偏差の原因位置や境界位置を、重力偏差テンソルの固有ベクトルや重力異常ベクトル(g_x, g_y, g_z)を用いて推定する手法も研究されている。代表的な手法は、オイラー・デコンボリューションである。この手法は密度構造を明示することはできないが、原因位置の当たりをつけることができるため、その適用例は多い。

近年では、地下構造物の走向や傾斜を推定する手法の研究が開始されている。重力偏差テンソルの最大固有ベクトルが周囲より高密度な物体の方向を向くという性質を利用し、Beiki and Pedersen (2010)は貫入ダイクの傾斜角の推定を試みている。この研究からヒントを得て、基盤岩をダイクのような高密度岩柱の集合体と見做してやれば、高密度の基盤岩と低密度の堆積層の境界や断層の傾斜角が重力偏差テンソルの最大固有ベクトルによって推定されるのではないかと楠本(2015)は考えた。この手法は中央構造線の傾斜角推定に応用され、これまでの探査結果とよい一致を得ている。また、Matsumoto et al.(2016)は、

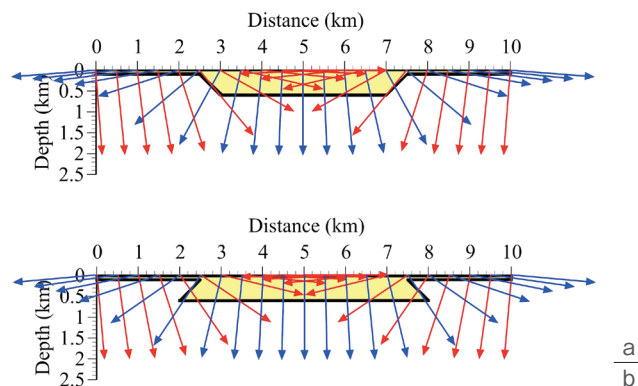


図3 単純化された堆積盆地モデルによる重力偏差テンソルの固有ベクトル。赤が最大固有ベクトルであり、青が最小固有ベクトルである。(a) 堆積層が正断層によって基盤と接している場合、最大固有ベクトルの傾斜は正断層の傾斜角と平行になる。(b) 堆積層が逆断層によって基盤と接している場合、最小固有ベクトルの傾斜は逆断層の傾斜角と平行になる。Kusumoto (2017)による。

布田川断層の断層傾斜角分布推定にこの手法を応用している。断層傾斜角は、断層の累積変位量と同じく重要なパラメータであるため、この手法の実用化に向けた研究も進められている。例えば、2次元断層調査では、多くの場合、断層の走向に直交する測線を設定し、その測線上で地震波探査や重力探査が実施される。Kusumoto (2017)は、このような測線上で得られた重力異常データを重力偏差テンソルに変換し、断層傾斜角の推定に応用する方法を提案している。この方法では、正断層の傾斜角推定には重力偏差テンソルの最大固有ベクトルが有効であるが、逆断層の傾斜角推定には最小固有ベクトルが有効であることが示されている(図3)。この特性は、Beiki and Pedersen (2010)や楠本(2015)の3次元解析では議論されていない。次元の違いが解析方法や結果に及ぼす影響を定量的に評価していくことが、今後、実用性を議論するうえで必要であると考えられる。

本記事で紹介した解析手法は、いわゆる逆解析ではなく、半自動解釈手法である。これらの手法は、比較的簡単な計算と短い計算時間により、データ解析の一助となる結果を与えてくれることが多い。一方で、異常源となる構造の密度差を推定することが出来ないという物足りなさもある。実際のデータ解析では、密度構造を推定する解析を採用するか、半自動解釈手法を採用するかは、解析の目的や状況によって異なる。

半自動解釈手法といえば、鉛直勾配や水平勾配と思われがちであるが、逆解析手法と同様、現在も活発な研究開発や議論が進められている。半自動解釈手法のフォローは、今後の思わぬ解析手法の発見や開発につながる可能性がまだまだ有りそうである。

本記事では紙面の関係上、参考文献を極力少なくした。詳しく知りたい読者の方は、楠本(2015)の参考文献等に当たられるか、著者までお問い合わせいただきたい。

参考文献

- Beiki, M., and Pedersen, L. B. (2010): Geophysics, 75, 137-149.
- 楠本成寿 (2015): 物理探査, 68, 277-287.
- Kusumoto, S. (2017): Prog. Earth Planet. Sci. 4: 15.
- Matsumoto, N., Hiramatsu Y., and Sawada, A. (2016): Earth, Plan. Space, 68: 167.

平成29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)合同研究発表会報告

電力中央研究所 鈴木 浩一

平成29年6月16日の13時20分より、札幌市にある寒地土木研究所において、標記研究会が物理探査学会との共催で行われました。参加者は67名、そのうち物理探査学会会員は7名(両学会重複者4名を含む)でした。昨年の参加者は55名でしたので20%増となります。発表は全部で11編でした(昨年は12編)。セッションは3つあり、セッション1、2が応用地質学会からの発表でそれぞれ4件、セッション3で物理探査の発表が3件ありました。

最初に、会長であられる寒地土木研究所の伊東佳彦氏より開会挨拶があり「本研究会は多様な発表があるのが特徴だ」と言われていました。一口に応用地質学と言っても、風化・浸食、台風豪雨による斜面災害、同位体水門学、火山、珪藻群集の塩分、放散虫化石層序など様々な分野の発表があり、まさにその通りだと思います。セッション1、2の中で最も印象に残ったのは、構研エンジニアリングの太田氏による「風化・浸食作用と岩石景観」の発表でした。海外の地質学的にユニークな地形や岩盤露頭などを巡って撮影した写真を紹介されていましたが、どれも本にできるぐらい素晴らしい景観でした。全てプライベート費用による海外旅行先で調査したとのこと、地質学の専門家には、趣味と実益を兼ねてここまで研究熱心な方もおられるのだとつくづく感心しました。

また、寒地土木研究所の倉橋氏より「2016年台風10号による狩勝峠の斜面災害と地形について」の発表があり、北海道では珍しい台風時豪雨による斜面災害はまさにタイムリーに関心度の高い研究内容でした。倉橋氏は両学会の会員で、統合物理探査調査研究委員会でもご協力いただいています。

セッション3は物理探査の講演が3件でした。1件目は寒地土木研究所の岡崎氏による「トンネル施工時の速度検層と岩石試験による弾性波速度に関する一考察」の発表です。現地で測定した弾性波速度と岩石試験による値との乖離の要因について、コア取得から岩石試験までの経過日数なども含めた様々な

視点から考察がなされており、非常に興味深い内容でした。

2件目が著者の新第三紀堆積軟岩地点における「電磁探査CSAMT法による泥火山調査」の発表です。新潟県と台湾の2地点で実施し、泥溜まり(マッドチャンバー)の存在を推定した事例の紹介でした。北海道の新冠にある泥火山でも適用できるかとの質問がありました。

最後に、川崎地質の草茅氏より「原子核乾板とシンチレータ方式による宇宙線ミュオン粒子探査の比較」について発表があり、聴衆者より関心度の高い質問がありました。とても新人とは思えない堂々たるプレゼンでした。

発表会終了後、意見交換会が行われました。ここでは毎年優秀発表者賞が授与されます。今年は、物理探査学会からの参加である著者が受賞しました。一昨年は応用地質の小西千里さんが受賞され、既に物理探査ニュースNo.28で紹介した通りです。北海道にも泥火山は2か所(幌延と新冠)ありますが、新冠地点でCSAMT法をぜひやってみたくて伊東支部長ほかの応用地質学会会員と情報交換を行いました。本地点は競走馬の本命サラブレッドの産地であるため、共著者の田中先生が電気探査を試みようとしたが、地元住民に反対された経緯があります。物理探査による振動や電流のせいで、馬にストレスがたまるのではと警戒心が非常に強いとのことでした。優れた競走馬は一頭で何億円も稼げる金の卵ですから、警戒心が強いのも無理はありません。CSAMT法を行っても何の害もないことをご理解いただき、応用地質学会と連携してぜひ実現させたいものです。

応用地質学会北海道支部との技術交流も、今年で5年目を迎えました。学会単独の行事とは違った雰囲気であり、異分野の研究者と交流できるのは非常に有意義であると思います。特に、物理探査がどのように活用されているのかを直接アピールできるのが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、双方とも発展していけることを期待しています。



写真(左上)伊東佳彦会長からの開会挨拶、
(中上)意見交流会時、
(右上)優秀発表者賞の授与、
(左下)研究発表会時、
(中下)表彰状・優秀発表者賞

「本格土木物探小説」を発掘!

石油資源開発株式会社 高橋 明久

今回ご紹介するのは、日本で唯一(かもしれない)の本格土木物探小説「ここほれOne-One」(小川一水著:集英社スーパーダッシュ文庫)です。スーパーダッシュ文庫は集英社が出していたライトノベル系文庫レーベルでいわゆるヤングアダルト向け小説が集められたものです。この小説の出版は2001年ですが、スーパーダッシュ文庫自体は残念ながら2014年に廃刊になってしまいました。現在この小説はKindle版で購入することが出来ます。科学者が物探技術を使って活躍する小説はそれなりにある(例えば物理



探査ニュース第22～24号で取り上げた「東野圭吾著:真夏の方程式」)のですが、さすがに土木物探会社を舞台とした小説というのはまれではないかと思うので紹介したいと思います。

舞台は東北日本海側の白穂県井上市、そこに従業員4人の小さな物理探査会社「山水ジオテクノ」があります。

ヤングアダルト向けを裏切らず、社長の山水備絵はまだ20歳に満たない美少女。なのに、物理探査にやたら詳しいわけです。その彼女が、訪ねてきたクライアントに物理探査を説明するセリフをいくつか見てみましょう。

「地下探査っていうのは要するに、地中の断面図を作る作業なの。ナイフでケーキを切って中を見るようなものだと思って。その切断線が測線」(文庫23ページ)。

いやー、やられたという感じですね。いきなり「測線」ですか。それに説明が正確で、我々が物理探査を知らないクライアントに説明する場面を思い浮かべると違和感がないです。

そして、重錘落下装置を用いた浅層反射法の説明をして、「つまりね、ワンバウンドでキャッチボールすることを考えて。重錘が振動を起こすと、地下でそれが跳ね返って、こちらの受振器まで届くの。ちょうどキャッチボールみたいに。地下の構造によってボールの跳ね方が違う」(文庫40ページ)。

どうですか。これも正確ですね。地下の構造によって跳ね方が違う、というのは反射波の波線のことも言っていますし、反射強度のことも言っています(行間を読み過ぎですか?)。調子に乗って弾性波ボールを使ったワンバウンド

キャッチボールのイラストを書きました(図1)。地表で跳ねているボールは普通のボールですが、地下で跳ねているのは特殊な弾性波ボールです。弾性波ボールは波線が立ってくるので取りにくそうですね。

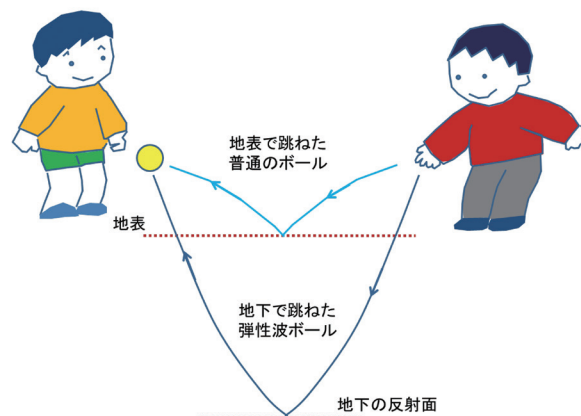


図1 ワンバウンドキャッチボール 参考:愛知県共済生協HP

さらには測線の設定についての説明に話が及び、「この包丁で、ここの地面っていうケーキを細かく刻んでいくのよ」(文庫41ページ)。

そう、そう、そうなんだよ、と思わず言いたくなりませんか。

さて、この山水テクノ、物探会社とは世を忍ぶ仮の姿で、実は日本の地下に埋もれている「鉄床石(かなとこいし)」という極めて硬質な岩石の塊を追い求めています。鉄床石は実はどうも宇宙のかなたから運ばれて来たらしいということでSFチックに話は展開していくのですが、ここではネタばらしはやめにして、物探に関係する世界の方に注目していきましょう。

私もあまり正確に知らなかった正統派知識もあります。「土質工学では興味の対象が地層強度にあり、地表から2万年前の層までをいっしょくたに沖積層と呼んでいるが、地質学の世界ではその中に完新統と更新統というメジャーな境界(1万1千年前頃)がある」、といったような記載です。ためになりますね。地質や土木を知らない高校生が読んだらどう感じるか、とても興味があります。それから測量士のことを昔は振矩師(ふりがねし)と呼んでいたとか、その他のトリビアも満載です。

場所についても石油開発の世界にいる私にはなじみの深いところがたくさん出てきます。先ほど出てきた鉄床石は「先祖の口伝で出羽白穂国土中の怪しき石」とありますが、出羽国は今の秋田県と山形県を加えた範囲になります。「白穂県は南部が出羽山地に占領されている」と書かれてい

て、「県庁所在地が海治い」ということからそれぞれ秋田県と秋田市を想像しますね。「一番南に三又岳という火山がある」と書かれていますが、そこにある火山ということになれば出羽富士と呼ばれる鳥海山しかないでしょう。余談になりますが、私にとって鳥海山は思い出深い山です。学生時代に登山をして山頂から日本海に影を落とす影鳥海に感動し、また会社に入ってから(ずいぶん前になりますが)、鳥海山の南の余目油田という所で毎日鳥海山を眺めながらバイプロサイスの導入試験を行ったのも懐かしい思い出です。ここに掲載した鳥海山とバイプロサイスの写真は、その時撮影したものです(図2)。ずいぶん会社の宣伝に使わせてもらいました。ちなみに物理探査ハンドブック第1版(1998年)に載っているバイプロサイスの写真はこの時のものです。これが物理探査ハンドブック増補改訂版(2016年)になると物理探査ニュース第17号の表紙にも掲載された「富士とバイプロ」に替わっています。

さて、著者の小川一水さんですが、岐阜県出身で名古屋在住のSF作家の方です。小川さんのホームページ「一水遊水地」を見ますと、科学の様々な分野にご興味をお持ちで、JAMSTECに見学に行ったり、鉱山を見に行ったりしてその体験記を書いておられます。実は日本物理探査さんの現場に来られたこともあるようで、前事務局長の渡辺文雄さんが現場でお会いになったことがあるそうです。

埋もれさせるには惜しい本格物探小説です。よろしかったら是非ご一読ください。

このように意外なところで物理探査が潜んでいる小説やドラマ、映画などがまだまだあるかも知れません。「実はこんな小説を知っている」など、ニュース委員会(学会事務局 気付 office@segj.org)に情報をお寄せいただければニュース委員が読んで記事にさせていただきます。もちろん、ご自身で執筆して投稿いただくのも大歓迎です。

この原稿を草するにあたって集英社の読者係に文庫カバーの写真を転載させてほしいと電話で問い合わせたところ、既に出版されていない本については直接著者に問い合わせしてほしいとのことでした。一瞬途方に暮れたのですが、ホームページをたどって小川一水さんに連絡を差し上げたところ、ご快諾をいただくことが出来ました。この場を借りて厚くお礼申し上げます。



図2 鳥海山とバイプロサイス(JGI, Inc.による)

物理探査学会70周年記念行事のお知らせ

1. 会 期：平成30年5月28日(月)午後
2. 式 典 会 場：早稲田大学国際会議場 井深記念ホール
祝賀会会場：リーガロイヤルホテル東京
3. プログラム案
 - * 記念式典：来賓挨拶、功労者表彰、記念撮影
 - * 記念講演：東北大学教授 遠田晋次(地震防災関連)ほか1~2件
 - * 祝賀会：上記ホテル・ロイヤルホールII(アトラクションも企画中)

4. 問い合わせ先

〒101-0031
東京都千代田区東神田1-5-6
MK第5ビル2F
公益社団法人物理探査学会事務局
電話：03-6804-7500
FAX：03-5829-8050
E-mail: office@segj.org
http://www.segj.org/



第10回SEGJシンポジウムでの懇親会で(学会代表者と舞妓さん)

共催セッションを新規開設しました(JpGU-AGU Joint Meeting 2017)

土木研究所 尾西 恭亮

なかなかの異空間だったなあと思うのです。本年度の地球惑星科学連合大会(JpGU)に生粋の物理探査工学のセッションを開設しました。物理探査学会の共催セッションでしたので、この場で報告したいと思います。普段何も気に留めていなかったのですが、我々の開催セッションの形式が定まった発表の連続に、不謹慎にもおかしさを覚えてしまいました。壁の向こう側と比較すると、背景目的を端的にまとめてから本題に入るという本セッションの発表の流れは誰もがわかりやすいものでした。これは社会実装を目指す研究の本質の現れなのではないかと再発見した思いです。

セッション名は浅層物理探査(英文はNear Surface Geophysics)としました。昨年度まで統合物理探査セッションが開催されておりましたが、これまでの傾向から会長の代替わりに伴い、セッションの内容ががらりと変わることが予想されました。そこで、受け皿となるセッションの設立が企画されました。きちんと発表件数が集まって発表会が成立することが重要なため、より広い範囲を対象としました。また、継続性が重要と考え、理事が含まれない自由な立場での開催を企画しました。そして、存在意義たる社会接続性がわかりやすいように、企業からの発表を重視しました。物理探査工学の軸足を変えずに連合大会に臨んだわけです。

地球惑星科学連合大会は、5月20日～25日の6日間にわたり幕張メッセで行われ、AGU(米国地球物理学連合)との共同開催という運営となり、規模の拡大が見られました。出展者数126件、発表件数約5,600件、参加者数

は約8,000人の国際シンポジウムです。英語セッションが増え、海外参加者が増加しました。このような状況の中、浅層物理探査セッションは5月24日にポスター12件、口頭12件を集めて日本語で行われました。青池邦夫(応用地質)、井上敬資(農研機構)、高橋 亨(深田研)、横田俊之(産総研)(敬称略)と私の5名で運営を行いました。口頭発表は、40人程度の参加者数でした。

物理探査学会本大会には投稿し難いが、連合大会なので投稿したと思われる発表も半数前後認められたのは良かったところでした。提出原稿は、図表なしの要旨程度でも受け付けられるため、敷居が低く、簡単に研究発表できる点に利用価値があります。英語で開催してはとの意見も頂戴しておりましたが、気軽に発表できる点を重視し日本語セッションにしました。結果的に老舗のRAEGとの相違も明らかになりました。連合大会での議論を踏まえて研究修正を行い、次の物理探査学会に挑むような利用の仕方も良いのではないかと思います。

研究発表いただいた探査対象分野は、地下水関連が目立ちました。10年ほど前に、京大の後藤先生が開催された「地下水と物理探査」セッションに近い内容にもなりました。懇親会が盛り上がったのも似ていますね!物理探査学会よりも気軽な雰囲気の会場になり、この点を評価する意見もありました。会場で浅部の物理探査のセッションを見つけて当日参加された方もいらっしゃったようです。期待する宣伝効果があれば良いのですが。

各参加者の負担費用は高い(参加+投稿で約2.5万円)ですが、セッション開催側の経費は事前会議費程度でほと

んど発生せず、また、会場準備等の労力も低く、開催費用や労力に対する業界の宣伝効果は高いと考えられます。コンピーナーが事前に集まったのは発表編成のための一度きりです。学術議論の質や宣伝効果を高めるには継続が重要であると考えております。投稿や参加のご協力をお願い致します。

宣伝しやすい様に、ちらしを作成しました。かけや打ちの写真が目立ちます。人間的で泥臭い物理探査を端的に表しているように思います。また、「地表下5cmから30mの世界」というコピーも目立ったかもしれません。論文募集時には、手法や対象は限定せず、探査対象深度だけを限定してみました。なお、選んだ数字



展示ポスター会場の様子

地球惑星科学連合大会の浅層物理探査セッション案内

地下 5 cm から 30 m の世界

春の連合大会に浅層物理探査セッションを新規設立いたしました。
演題の投稿をご検討ください。

大会名称 : JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (http://www.jpgu.org/meeting_2017/)
会期・場所 : 2017年5月20日(土)～5月25日(木) / 幕張メッセ
 大会全体がAGUとの共同会議ですが、本セッションは日本語で行います。
セッション名 : 浅層物理探査 / Near surface geophysics (区分: 地球人間圏科学)
開催日時 : ポスターコアタイム: 5月24日(水) 午前
 口 頭 : 5月24日(水) 午後
演題の締切日: 2月16日 (早期は2月3日12:00。いづれも投稿料がかかります。)
コッピナー : 青池邦夫 (応用地質), 井上敬資 (農研機構), 尾西恭亮 (土木研), 高橋 亨 (深田研), 横田俊之 (産総研)
共 催 : 物理探査学会

スコープ :
 浅層物理探査の技術、手法、適用に関する研究発表を募集致します。探査対象は問いませんが、探査深度を地表下5 cmから30 mに限定します。地表下の浅層領域は地球環境において人間社会に最も近い未知の領域と言えます。人間社会への影響が大きいため、非開削で調査可能な多様な手法や技術が求められています。探査技術の高精度化と適用や応用への課題を議論したいと思えます。
 探査深度の範囲内であれば、探査手法は問いませんが、代表的な手法には、表面波探査、電気探査、地中レーダー、ランドストリーマー、などがあります。不飽和帯や未固結の多孔質媒体に関する室内試験や岩石物理の研究議論も歓迎します。

セッションの特徴 :
物探技術の議論
 ・観測対象だけでなく、探査手法に対しても深い議論を行います。
 ・物理探査の専門学術会議での講演には数値が高いと感ぜられる方も、物理探査の専門家に議論や疑問を聞いてみる事ができます。
 ・測定手法で悩んでいる方はポスター掲示をすれば、計測テクニックを聞き出せるかも知れません。

気軽に発表
 ・投稿手続きの際に必要な原稿は、簡単な概要のみで結構です。
 ・議論を活発にするために、気軽な話題提供をお願いします。
 ・まとまり切れていない中途研究も歓迎します。互いに意見交換し、よりよい研究にするためのアイデアを話し合います。
 ・物探は計測技術の仕組みがわかると能力を発揮します。
 ・技術そのものの追究に少しでも興味があれば歓迎します。

浅層物探の世界
 ・連合大会には物探利用者が多く集まります。浅層物探の技術開発水準に感れる場を提供できれば、物探専門技術の価値をアピールする機会になります。
 ・物探記録の解析には探査対象物への深い理解も必要のため、様々な現象の知識が混交する世界です。
 ・浅層物探の対象は答えが判りやすい領域のため、厳しい探査結果への評価により磨かれてきた技術です。

問い合わせ: 尾西 / k-onishi@pwti.go.jp

宣伝のちらし

はインチ表記でも切りが良いからという単純な理由ですが、比較的簡単に掘削調査が行えて、物理探査結果に一方向的に厳しい審判が下されがちな深度域だと思いませんか。浅部探査は独特の緊張感がありますね。

口頭発表の演題は、浅部から深部に向かっておよその対象深度で機械的に並べました。発起人である土研の稲崎さんから始まったのは、たまたまです。地中レーダを抑えて高周波表面波探査が最浅部を勝ち取りました。他者よりも深い対象を扱うと応用地質の小西さんのようにトリを務めることとなります。ご発表はNMR探査試験の研究でした。発表順の理由を知り、ご自分の研究が最も深いわけではないと知った産総研の長さんの安堵の弁が印象的でした。こちらは浅部微動の研究でした。なお、Near Surface Geophysicsというセッションタイトルから、地表1mの大気観測の研究投稿も受けました。最終的に他の大気関連セッションに移っていただきましたが、大気の世界でも1000mは「低い」部類のようで、なかなか仲間がいない点に親近感を覚えたと共に、地下という先入観にとらわれている自分達に気づかされました。セッションタイトルは和英共々再検討したいと思っていますので、何か名案がありましたらご意見を頂戴したいところです。

一方、残念なことに、学生さんの参加が少ない印象で

した。連合大会は研究活力のある学生さんが多いです。しかし、研究者の受け皿が不足しているのは相変わらずです。期間中の会場で情報交換をする機会があり、将来は積極的に応用工学への転身を考えている方が結構いらっしやることもわかりました。最初に携わったものには強く興味を持ち続ける人は多いので、若い人に応用分野でも似たような自由討議をしているよというのを見せると良い、とは、土研の西澤さんのご意見です。研究発表の場に、実務の現場からの力の入った研究議論もあるというのは新鮮で魅力ある世界に映るのではないのでしょうか。

工学や社会実装は叡智を人間生活に還元する重要な役割を担い、品格が備われば文化ともなりえます。優劣が付け難い最先端科学の議論よりも、役に立つか立たないかが尺度で分かりやすいため、こと発表の場では応用研究の方が秀でている研究が明白になって面白いと思います。この駄文を読んでしまった他分野の方は、機会があったらぜひぶらりと参加してみてください。同じく物探業界人は参加してお力添えを。



地中レーダで盛り上がる物探関係者



開会の挨拶(深田研高橋氏)

詰め込むとパンクする



Terra Australis Geophysica Pty Ltd
須藤公也

中学校の国語の授業では、「この段落の要旨を述べよ」とか「この段落に小見出しをつけよ」という勉強をした。生意気盛りだったその頃は、「なんだ、書いてあることを言い直すだけじゃないか」と思ったものだ。ところが、後年になって学術雑誌の投稿論文の査読や日本人の英文の添削を頼まれるようになって、これはわかりやすい文章を書くための訓練だったことを実感している。時々、小見出しのつけようのない、言い換えれば何について書いているのかわかりにくい文章に出くわすからだ。これは、くどい言い方をすれば、「何が書いてあるかわからないのでなくて、何について書いてあるのかわかり難い」文章のことである。つまり、内容が難しく理解できないのではなく、ひとつの文や段落にたくさんの情報を押し込めた結果、ここで何が重要なかがぼけてしまっていて、読むのに苦労する文章ということだ。下の例は、最近英文添削を頼まれた論文の要旨から引いた。

<例> 本研究の目的は、季節凍土を対象に北海道内でも凍結深が深いとされる帯広畜産大学の実験圃場で、地表電極と地中電極を用いたSPの長期モニタリングを実施し、凍結過程や深さとどのような相関があるのか、また調査地の土壌を用いて不凍水量を測定し、電位との関係を明らかにするとともに、凍土探査としてSP法の有効性などについて議論する。

まずこの日本語から見てみよう。これは156字に及ぶ長文(400字詰め原稿用紙なら3分の1以上)で、意味をとるのに困った。まず主語が「目的は」なのに述語が「議

論する」となっている。議論するのは書き手である研究者であって、人間でない主語である「目的」が議論できるわけがない。「目的は」と始めたら「…することである」と終わってほしいところだ。「議論する」という述語ならば、「この論文では(著者らは)…を議論する」とでもなければしっくりこない。この時、「著者らは」を省略するのは日本語では自然だが、英語では「The authors discuss…」と主語を補わなくてはならない。でも、無生物主語を使って「This paper discusses…」というのがより自然だ。この頃の日本語では「この論文では」としないで「この論文は…議論する」と言えるようだが、これはむしろ英語の言い方からの翻訳調みたいだ。

さて、この論文の目的は何かと読み直すと、「…(モニタリングを)実施し、…明らかにする(とともに)、…議論する」と3つの動詞で述べられている。ところで、「…モニタリングを実施し」は本当に目的だろうか。この文をよく読むと、「…明らかにする(こと)」が目的で、「…モニタリングを実施し」したのはそのための手段であり、「議論する」のは、目的を達成したことさらに進んで手法の有用性を検証することだ、というように理解できる。それとも、「議論する」ことが目的なら、「…明らかにする」のはその過程であろう。

さらに、手段であるモニタリングについて、どこでやる、またそれはどういうところであるか、といった付帯状況が述べられているのだが、それらがひとつの文に挿入句として組み込まれたものだから、よけい長くなってしまった。

これで文の骨組みがわかった。この理解に従って、骨組みと贅肉を分けてみたのが下の文章である。

<日本語の添削例> 本研究の目的は、季節凍土を対象に凍結過程や深さとSP電位との相関関係を明らかにすることである。そのために地表電極と地中電極を用いたSPの長期モニタリングと、同じ調査地の土壌の不凍水量の測定を実施した。データは、(1996年1月から2010年5月まで、)帯広畜産大学の実験圃場で記録した。ここは北海道内でも凍結深が深いとされる場所である。その結果に基づき、SP法の凍土探査手法としての有効性について議論する。

初めの1文を5つの文に分けた。どうしてかというと、元の文には改訂文の一つ一つに対応する5つの情報が詰め込まれていたからだ。これだと、日本語としてはややぎこちないかもしれないが、意味は取りやすく、逐一翻訳

できる。原文になかった日付けの情報は、ほかのところから見つけて補った。

<著者による翻訳の第1稿> The purpose of this research was to measure long-term monitoring of SP using electrodes set on the surface and in the ground at experimental field of Obihiro University, where is deeply frost depth in Hokkaido for seasonal frozen ground, to clarify the relationship among SP, frost depth and ground temperature, and to discuss the effectiveness of SP method as frost exploration.

英文を添削するとき、私は英文を最初に見て意味がわかれば、ちょっとした言い方をいじって読み易い英語に直すことをして、原則として日本語は見ない。日本語の原文に当たってみるのは、英文の意味が取り難いときと、物理探査の知識に照らしてみても英文で書いてあることが違うのではないかと思ったときである。

この文では、初めの「to measure long-term monitoring of SP」で「monitoringをmeasureする」というのはおかしいじゃないか、ここはperformかconductにしなければならないな、とまずノートする。次に読み進むと「deeply frost depth」とはなんだろう、と思う。このあたりから原文を見ないといけなかな、と思い始める。するとコンマがあって「to clarify」と来るので「あれっ。これは『…すること』という名詞的用法か、『…をするために』と訳す副詞的用法か」と迷う。そこで日本文を見ると前述したようにかえってわからなくなって英文を見直す。そしてわかったことは、これは「…to measure, to clarify and to discuss」と3つの名詞的不定詞を並べたものだと気づく。それなら主語はThe purposeでなくてThe purposesでなくてはならない。The purposeと来るから読み手は一つの目的を予想し、コンマやandでつないだ3つの目的があったとは思わないから、このコンマは何だろう、andは何と何を結ぶのだろう、と混乱する。さてこの文ではそのあとに「SP, frost depth and ground temperature」と、また「A, B and C」型の句が重畳されている。おかげで外側の3つの不定詞の「A, B and C」形式が離れてしまい、おまけに同じようなコンマとand構造のために全文の構造が見え難くなってしまっている。

こうして日本語の原文と英語の訳文を行ったり来たりしながら、下のような改訂案にたどり着いた。

<添削英文例> The purpose of this study is to clarify the relationship among SP, frost depth and freeze-thaw process in seasonal frozen soil. SP data from a

long-term monitoring using ground and underground electrodes are compared with volume of unfrozen water in the soil samples from the same location. The data were collected in the experimental farm of Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine from January,1996 to May, 2010. The site is known for its great depth of frozen soil even in Hokkaido. From the result, we discuss effectiveness of the SP method in investigating seasonal frozen ground.(帯広畜産大学の正式な英名はインターネットでみつけた。)

ここで、The site…のところを「, which」で導かれる形容詞節としてMedicineのあとに入れても、それほど文の流れの妨げにならないが、「even in Hokkaido」は挿入節が長くなるので省略したいところだ。また原文にある「有効性などについて」の「など」は意味をボカすだけなので省いた。本当に「有効性」以外に議論するものがあるならちゃんと書けばいい。

自国語で自分の研究のことを書いている著者は、自分が何をやったか百も承知している。書き始めると次々とアイデアが浮かびあれもこれもと書き連ねる。すると挿入句が多くなって、文が長くなり、述語が来る頃には主語が何であったか忘れてたりする。書くときには論点を整理してわかりやすいように心がけたい。このことは4半世紀近く前「科学への貢献について」(学会誌46巻3号)で述べたとおりである。具体的な方策として、ひとつの文には一つの情報、ひとつの段落には一つのトピックしか書かないようにすること。これができれば翻訳しやすいすっきりした文章に近づけることができる。

謝辞 例文は北海道立総合研究機構の高見雅三氏の原稿から氏の了解を得て引用した。高見氏の御厚意に感謝いたします。

日鉄鉱コンサルタント株式会社は、1963年に総合地下資源会社である日鉄鉱業(株)により、地下資源関連の調査・開発を担うコンサルタントとして設立されました。現在の業務分野は、建設コンサルタント、資源コンサルタント、大口径掘削・地熱の3事業を柱としており、各分野において物理探査は重要な役割を果たしています。

弊社の主要な物理探査営業品目としては以下の項目が挙げられます。

- ① MT/AMT法(地熱、構造、防災など)
- ② 電気探査(資源、処分など)
- ③ 地中レーダ(鉱山支援、建設など)
- ④ 空中電磁・磁気探査(資源など)
- ⑤ 干渉SAR解析(防災、鉱山支援など)
(近日公開予定「NGRジオレーダ」)

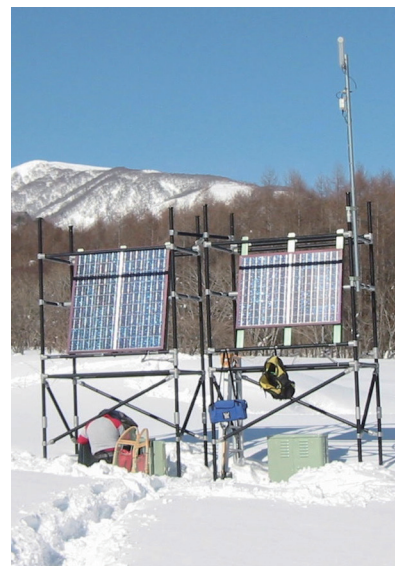
MT / AMT法

弊社が最も得意とする手法がMT/AMT法です。MT/AMT法は、地下数十mから数十kmまでの地下構造把握のための手法であり、測定にはMTUシステム(Phoenix Geophysics社製)を利用しています。MT/AMT法のデータ品質は、信号源となる磁気嵐の強弱と周辺のノイズレベルに影響されます。ノイズの強い地点でも、磁気嵐が優勢になれば高品質なデータが取得可能で、逆に磁気嵐が弱まれば品質は低下します。磁気嵐の強弱は約28日周期で変動し、この期間に信号が優勢になるのは1週間弱となるのが一般的です。弊社では、この信号が優勢な1週間弱の期間をもっとも効率的に利用するために、多数のMTUシステムを揃えて、短期間の多数測定の測定に対応しています。

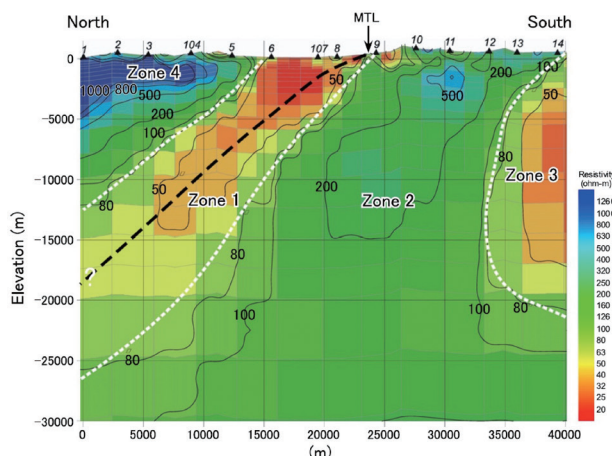


弊社所有MTUシステムのごく一部

また、ノイズレベルの低い遠隔参照データを取得するために岩手県と鹿児島県の2箇所に連続固定測定点を設け効率的な調査を実現しています。



MT法連続測定点

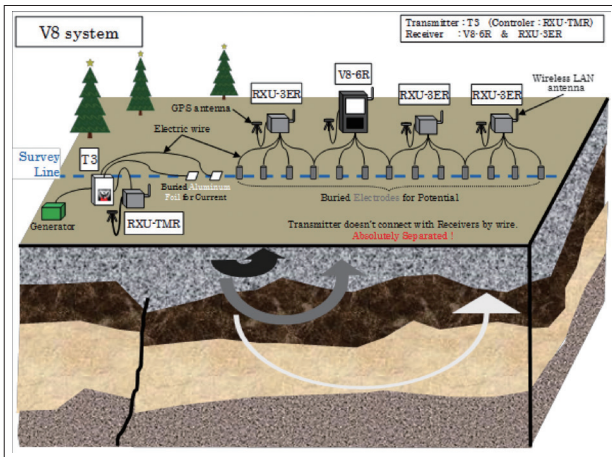


解析結果例

(出典:Ikeda, Kato, Nishizaka, Ohno, Matsuo, Kishimoto : Magnetotelluric imaging of the Median Tectonic Line in western Shikoku, southwest Japan: Implications of the fault-related low-resistivity zone, 2013, Tectonophysics, 601, 78-86.)

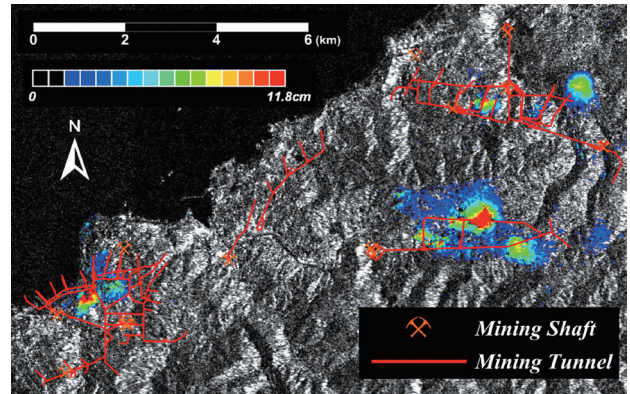
電気探査

地下資源探査において必須の探査手法が電気探査です。弊社では、親会社である日鉄鉱業(株)の探鉱業務を通して技術の継承・開発を行っています。国内外の鉱床探査では、一般的な電気探査に加え、周波数領域IP法(SIP法)を用いた探査も実施しており、地下の比抵抗・充電率の情報に加え、解析ブロック毎の周波数特性など探鉱に有意な指針を提供しております。測定にはGPS時刻同期により測定チャンネル数を最大3チャンネルに抑えた、V8システム(Phoenix Geophysics社製)を利用しています。



GPS+無線LAN利用による測定配置図

て取得された数百km四方の広い観測面の情報を、数m程度の空間分解能で解析するためのソフト開発を行っています。また、地上設置型のレーダ開発も行っています。



合成開口レーダの差分干渉解析による地盤変動計測図

地中レーダ

石灰石山の剝土厚やドリーネ分布調査には地中レーダが用いられます。

弊社では、最新の地中レーダシステムにVRSネットワークを利用した簡便なRTK処理対応のGPS信号を取り込むことにより、精度の高い位置情報を同時記録した測定を実施しています。

利用可能なアンテナは、深さ10cm程度に対応した2GHzから900MHz、400MHz、200MHz、深さ数mに対応した80～15MHzと様々な周波数のアンテナを取り揃えています。

空中電磁・磁気探査

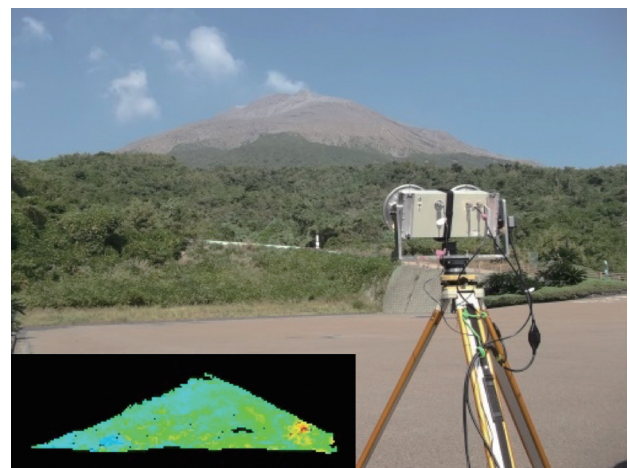
日鉄鉱業(株)の南米における鉱床探査においてヘリコプターを利用した空中電磁・磁気探査を2004年より開始しています。空中電磁・磁気探査は、地表からアクセスが困難な地区の情報を容易に得ることが可能で、1日に数100kmにおよぶデータを取得できます。



空中電磁探査装置 (AeroTEM IV ロメオシステム)

衛星画像・干渉SAR解析

人工衛星に搭載された光学センサやレーダセンサによっ



地上設置型レーダ (NGRジオレーダ)

Officeワーク

会社はJR田町駅より徒歩8分のオフィスビルに入っており、周辺にはNEC本社や三菱自動車本社、慶應義塾大学が在ります。そのため田町駅北側には小規模の学生向けや会社員向けの飲み屋街が広がっており、アフター5の計画には事欠かない好立地に位置しています。

Fieldワーク

物理探査業務では、国内外を問わず様々な場所へ出掛けます。訪れた先では、その地方の文化・風習を尊重しながら、地元の方々との交流を深め、調査を安全に行っています。

弊社は、大地を調査するコンサルタントとし、従来の技術を生かして地上・地下を可視化すると共に、関係各所の協力を頂きながら、より有効な技術の提案・開発・実用化に向けた取り組みを行っています。これまで、これからも、留まることなく前進することで、社会に貢献してまいります。

(文責：高橋武春)



お知らせ

EAGE-HAGI First Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience & Engineering のお知らせ

HAGIとEAGEが浅層物理探査をテーマにした学会を開催します。
 会期：2018年4月10日～13日
 場所：Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta, Indonesia
 (ガジャマダ大学、ジョクジャカルタ、インドネシア)
 講演申し込み締切：2017年12月15日
<http://events.eage.org/en/2018/eage-hagi-near-surface-geoscience-and-engineering-2018>

SEGJでは、HAGIに協力し、この学会に合わせて、EAGEから発刊された英文マニュアルを用いた浅層物理探査のセミナーを開催する予定です。

ワンデーセミナーのお知らせ

セミナーテーマ：「AI技術と物理探査」
 会期：平成30年2月13日(火)
 会場：日中友好会館B1(大ホール)
 講師、演題等の詳細は近日公開予定

会誌物理探査70巻冊子体の予約販売のお知らせ

販売対象：会誌物理探査70巻(フルカラー)／販売価格：8,640円(税込、送料込)／申込および入金期限：平成30年1月10日／お届予定：平成30年1月末頃
 申込方法等：<http://www.segj.org/report/cn4/20171025132114.html>

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

とうとう出ましたね。物理探査がメインの内容となっている小説に関する記事。「ホント? SFの中の探査」では、小説や漫画の一部で使われている物理探査について、技術的に検討していますが、物理探査を直接題材とした小説があることにびっくりしました。

著者の皆さんや編集委員の情報収集力や記事力に、いつも感嘆しております。物理探査の内容を身近に感じてもらうように記事を書いていただいておりますが、タイトルをつけるにも苦労されているようです。

職場の物探非会員は、机に置いてあるニュースを手にとり、ゴルゴ13やドラえもんが載っているのを見て、すごい学会だね、と興味津々でした。また、多くの投稿をしていただき大変勉強になっている「脱線、物探英語」では、毎回、著者の写真を変えていただいております。そのインパクトにも衝撃を受けておりました。

物理探査ニュースでは、多くの方からの記事をお待ちしております。ニュースへのご意見や話題等がございましたら、ご連絡をいただけましたら幸いです。

ニュース委員 井上敬資

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36号 2017年(平成29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>

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 近日常販予定! 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