

# 物理探査 ニュース



公益社団法人 物理探査学会  
Society of Exploration Geophysicists of Japan

## 目次

ホント? SFの中の探査 6	1
EAGE2014 参加報告	2
ホント? SFの中の探査 7	3
わかりやすい物理探査 微動探査 3	5
研究室紹介	
東北大学 東北アジア研究センター 資源環境科学分野	9
会員企業紹介 サンコーコンサルタント(株)	11
本の紹介	
「みんなではじめる低エネルギー社会のつくり方」	13
脱線・物探英語 その9	14
お知らせ・編集後記	15

Geophysical Exploration News October 2014 No.24



### 表紙説明

夜明け前の地球深部探査船「ちきゅう」

9月某日の清水港に停泊する「ちきゅう」です。ライトアップされた「ちきゅう」は、さらに大きく見えます。

(撮影：山中 義彰)

# 小説の中にもこんなに物探ネタが!

一鉱床のある小説の舞台はいったい何処だ(推理編)ー

海洋研究開発機構 笠谷 貴史

前回は、「小説の舞台である玻璃ヶ浦(はりがうら)は何処だ?」と言うことを地学と小説にある鉄道の記述から「大まじめ」に検証してみました。東伊豆であれば「玻璃ヶ浦」があってもおかしくないですが、玻璃ヶ浦に影響を及ぼすような沿岸近くの鉱床は存在しそうにないという結論でした。大室ダシが近い伊豆大島は、原作と映画にあるように鉄道ではいけません。残念。さて、今回は地学的な条件から、私自身が推測する「ここが玻璃ヶ浦の候補地だ!」という内容でお届けしましょう。

前号でもお示した熱水鉱床の有望域を示した海域図について一つ訂正があります。前号に掲載した地図には、資源関連ではありますが、熱水鉱床以外の場所が入っていました。確認ミスで申し訳ありません。お詫びして訂正いたします。図1はその訂正版です。さて、この地図を良く見ると、私の推理の答えは一目瞭然かも知れません。そう、私の候補地は鹿児島県にある若尊カルデラです。なにしろ陸路でいけるところはココしかありません(笑)。若尊と書いて「わかみこ」と読みます。もちろん、それだけでは無い、ちゃんとした理由があります。この場所が候補たる理由を地学的な側面から掘り下げてみたいと思います。

さて、若尊カルデラと聞いてもピンとこない人も多いかもかもしれません。では、始良カルデラはどうでしょうか? あっ、まだダメ。さすがに桜島火山はもちろんご存じですよ。そう、桜島火山と兄弟のように寄り添って、鹿児島湾の中にひっそりとあるカルデラ地形です。でも、どうして目立たないか。それは、桜島火山が高くそびえ立った勇壮な山なのに対して、若尊カルデラの方は海水の下に埋もれて見えないのです。ひっそりと海中に存在していますが、実は活発な活動をしている生きたカルデラです。冒頭で書いた「始良(あいら)カルデラ」は、図2の青丸で示した辺りのことを言い、約2万5千年前に形成されたと考えられています。その

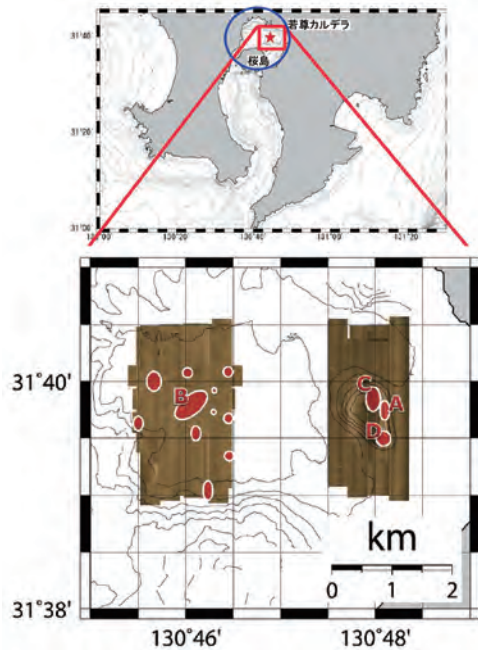


図2 若尊カルデラの位置(上図中星印)。  
下図は澤ほか(2011)で報告された、合成開口ソナーによって検出された熱水兆候のある位置を示す。澤ほか(2011)を改変。

中に、桜島も若尊カルデラも存在している、つまりは始良カルデラの中で今も活発な活動を続けている場所が桜島と若尊カルデラということになります。ちゃんと若尊カルデラも活火山として認定されているのです。若尊カルデラの最深部の水深は約200m、カルデラ底の直径およそ2km程度、リムにあたる部分は直径約4km程度あります。

さて、このカルデラではどのような活動があるのでしょうか。先に書いたように、若尊カルデラは海水の下にあるので目で直接見ることは出来ません。ただ、一つだけ目で見ることが出来る現象があります。それは「たざり」と呼ばれる小さなバブルが海面にポツポツと上がってくる現象です。凧ぎの時にカルデラの上で船を浮かべていると、小さい泡が上がってきては消えて行きます。私も鹿児島湾内での調査の時に、実際に目にした事があります。源泉が風呂の下から湧いている温泉で、たまにちょっと泡が出てくる、そんなイメージでしょうか。船を借りた船長さんに聞くところによると、この現象は昔から知られていたようです。この「たざり」、目ではこれ以上分からないので、「音」の力をつかって分布を調べたのが図2の下図にある熱水噴出口の分布図です。拙著で恐縮ですが、物理探査誌に掲載されていますので、このとき用いた合成開口ソナーについては論文をご覧いただきたいと思います。

実は、この「たざり」、海中ロボットなどによる映像がたくさんあります。JAMSTECの船舶を用いた調査では、古く

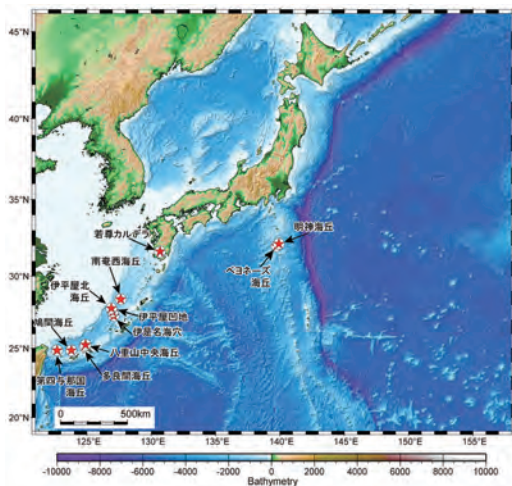


図1 日本近海での熱水鉱床の有望域

は「しんかい2000」、最近はROV「ハイパードルフィン」によって多くの映像が取得されています。図3はROV「ハイパードルフィン」の第1100潜航で撮影された海底熱水噴出口の様子です。場所は図2の右側です(実はここには比高100mの小山があって、ここで多くの潜航が行われています)。おそらくこのような泡の一部が海面で観察されていたものと思われます。

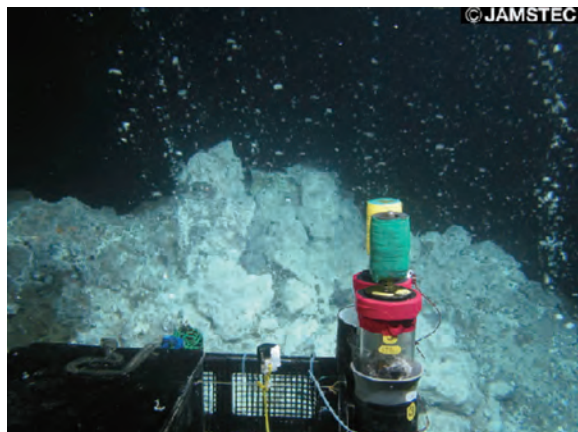


図3 HPD1100潜航で撮られた「たぎり」  
JAMSTECの深海映像・画像アーカイブ(J-EDI)より。

さて、実際の鉱床としての可能性はどうでしょうか。熱水が噴出している、つまりは金属を含む「美味しい水(お湯)」が吹き出しているので、いかにも鉱床を形成しそうです。小見山ほか(2011)によれば、チムニー近傍で採取した沈殿物に含まれる成分を分析し、金を含む硫化物の小さい塊があり、それが海底にも存在する可能性を示唆しています。また、物理探査学会の会員の方であればよくご存じと思いますが、鹿児島湾の北側約30kmには国内で唯一操業を続けている「菱刈鉱山」があります。有名な金鉱山ですね。ここでは多くの物理探査が行われましたが、「図解 物理探査」や「物理探査ハンドブック ケーススタディ編」をご覧ください。

いただくと、探査事例が掲載されています。合わせてお読みいただくと、より興味をかき立てられるのではないのでしょうか。なんだか若尊カルデラに鉱床があっても良さそうな気がしてきました。

さて、最後に小説の記述を確認してみましょう。少年(柄崎恭平)が両親の大阪での仕事の間、新幹線と「在来線」特急電車を乗り継いで、叔母夫婦が旅館を営む玻璃ヶ浦へ向かう途中で「湯川学」と出会っています。鹿児島へ向かう場合、大阪で両親と別れ、山陽新幹線に乗ることになるでしょう。九州新幹線が全線開業したので、鹿児島まで直通の新幹線「さくら」があります。終着駅は鹿児島中央駅ですが、都合の良いことに鹿児島中央駅で乗り継げる在来線の特急があるのです。宮崎行き「きりしま」です。「きりしま」は鹿児島中央を出ると海岸沿いに北に行き、鹿児島湾に沿って東へと進路を変えます。ここに加治木という特急停車駅があります。やや市街地化されていますが、ここで降りて数km東に向かうと霧島市隼人町小浜地区となります。小浜海水浴場などもあり、Google先生のストリートビューで見ると風光明媚な海岸線が続きます。そう、私の推理する「玻璃ヶ浦」はココなのです。有望な鉱床域である若尊カルデラからも目と鼻の先です。海水浴場も桜島を望み、風景も最高です。隣に加治木港には大型船も着岸できるのでDESMECの調査船も着岸できるかも。どうです、私の推理はいかがでしたか？

#### 参考文献

1. 東野圭吾, 真夏の方程式, 文春文庫, 463pp., 2013.
2. 澤・笠谷・八木原, 合成開口ソナーを用いた海底熱水噴出域のマッピング, 物理探査, 64, 4, 279-289, 2011.
3. 小見山ほか, 浅海熱水湧出に関連したアンチモンに富み金を含む沈殿物の形成条件, 日本地球惑星連合2011年連合大会予稿集, SEF043-04(CD-ROM), 2011.

## EVENT

### 「国際会議参加報告」/EAGE 2014 Amsterdam

応用地質株式会社 斎藤秀樹

EAGE(European Association of Geoscientists & Engineers)の第76回年次講演会・展示会が6月16～19日にオランダのアムステルダムで開催されました。物理探査学会は展示ブースを出展し、学会のアクティビティ紹介を行って来ました。また、来年11月に東京で開催する第12回SEGJ国際シンポジウムの予告を行いました。ブースを訪れたのは、21カ国約50名で、多くの方から国際シンポジウムの会期やテーマが決まったら教えてほしいとの要望がありました。最終日には、EAGEの新旧会長を含むBoard Memberが、35もある関連学協会のブースを一つずつ訪問するAssociated Societies Tourがあり、挨拶と記念撮影を行いました(右の写真)。2015年は6月1～4日にスペインのマドリッドで開催されるとのことです。



EAGEのBoard MemberによるSEGJブース訪問。左から3人目が筆者、その右がEAGE会長Gladys Gonzalezさん、その右がEAGE新会長Philip Ringroseさん。(写真提供:EAGE)

## トークライブで“物理探査”!

蒲都市生命の海科学館・学芸員  
京都大学大学院工学研究科・准教授  
名古屋大学大学院環境学研究科・博士研究員

山中 敦子  
後藤 忠徳  
上野 振一郎

蒲都市主催のお祭りの夜、今年も「サイエンストーク・蒲郡まつりスペシャル 2014～SF映画に乾杯～」が開催されました<sup>(注1)</sup>。今回は映画「ジュラシック・パーク」第一作のシーンを見ながら、私達3名がSFへの愛に満ちた科学トークを繰り広げ、参加者の皆さんからも質問や意見が飛び交いました。飲み物片手に科学や物理探査を楽しく理解できた今回のイベント、その様子を私達3名の対談形式で振り返ります。



日 時：平成26年7月19日(土) 午後7時～8時  
場 所：蒲都市生命の海科学館(愛知県)  
共 催：名古屋大学産学官連携推進本部 あいちサイエンスフェスティバル事務局  
蒲都市生命の海科学館  
後 援：公益社団法人物理探査学会  
地球電磁気・地球惑星圏学会  
参加者数：予約者30名のうち16名が参加  
(一時、大雨・洪水警報も発令されたため)



**山中**：後藤さん、上野さん、先日の「サイエンストーク」ではお疲れ様でした。ビールなどを一杯飲みつつ、参加者がリラックスできる科学イベントを目指しましたが、いかがでしたでしょうか?

**上野**：十分に「効果」が発揮されていたように思います。参加者の方々に無邪気さと積極性が出やすくなっていました。

**後藤**：イベント開始時の山中さんの「乾杯!」のご発声も効果的でした。科学イベントが乾杯から始まることってあり

ませんし(笑)、かしまらない雰囲気ことができました。

**山中**：そうですね! あの「乾杯」がいいアイスブレイキングになったと思います!

### サイエンストークライブの 試み

**後藤**：今回のイベントは、私達3人の研究者が代わる代わる映画にまつわる科学の話をし、参加者の皆さんも交えて講演者も互いに質問をする「トークライブ」形式でした。学術講演会等とは異なっていて、とても新鮮でした。

**山中**：お互いが話す内容を事前にネタあわせしましたが、「打ち合わせをしすぎなかった」のが良かったですね。お陰で理系トークがあれこれと広がりました。

**上野**：事前打ち合わせが深くなり過ぎると、わざとらしくというか、参加者の方との距離が離れてしまったかもしれませんね。

**後藤**：ちなみに僕は上野さんのお話が楽しかった。「恐竜に体当たりされた自動車は、なぜ横転もせず走り続けられたのか?」など、映画のシーンへの些細なツッコミに科学的な面白みがあると思うんです。

**上野**：ありがとうございます!

**山中**：逆に「そんなのダメ」も参加者の皆さんには面白かったと思います。笑いが出ていました。

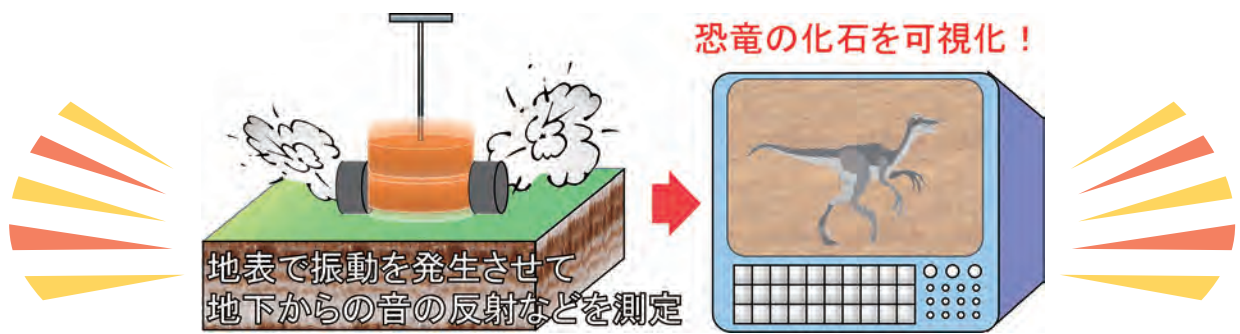
**後藤**：あ、すみません。山中さんは「恐竜が歩く力で発電ができれば、停電にならず、劇中のパニックを避けられたのでは?」と提案されたのに、私が「発電量が小さすぎてダメ」って言っちゃったんですね(汗)。

### 物理探査はスゴイ!

**後藤**：そういう私自身は映画のワンシーン「人工地震を用いた恐竜の化石探査」のお話をさせて頂きました<sup>(注2)</sup>。物理探査のお話でしたが、分かりやすかったですでしょうか?

**上野**：率直に面白かったですよ。映画の化石探査のシーンは、物理探査を使えば見えない部分(地下の様子)を見られるんだ、という典型例でしたから。

**後藤**：そう言って頂けるとほっとします。上野さんの言われるような「目に見えないものを掘らずに見る」のが物理探査の醍醐味なのですが、「口で言われても分かんない



物理探査で化石を発見。映画のシーンはウソ? ホント?

よ〜」という初心者の方々は多いです。その点、今回は映画の映像があったのでイメージしやすかったんでしょうね。

**山中**：それはありますね。ジュラシック・パークの映像と解説の相乗効果。映画がちゃんと科学考証して作られているからできた技でもありますよね。

**後藤**：ただ正直言って、映画の映像のほうが(いまのテクノロジーよりも)先を行っています。本物の地下の様子はもっと複雑で、あんなに綺麗な地下映像にはなりません(泣)。

**山中**：えー、そうだったんですか。

**後藤**：地下映像は人間のレントゲン写真に似ていて、何が写っているのかは素人目には分かりづらい。でも映画では、地下の化石は生きていた時のようにくっきりと見えている。演出ですね(笑)。

**上野**：本当の科学的事実には分かりやすさに欠け、分かりやすい映画は事実とやや異なる。でも科学を好きになるためには両方の情報が必要だと思います。

**山中**：物理探査がもっと汎用化する際には、地下映像ももっと分かりやすくなるとおもいますが、いかがでしょうか。

**後藤**：お二人のおっしゃる通りです。汎用化=見て分かり

やすい事も、物理探査技術者のテーマの一つです。プロだけでなく、初心者にも分かりやすい地下映像を得るために私も日夜努力しています(笑顔)。



## 貴方なら何を探す?

**後藤**：ところで、お二人は「私も地下探査やりたい」と思ったりはしませんか?

**上野**：僕は雪崩遭難者を救助する方法を探究したいです。何か応用できそうな気がしているんです。あとは不発弾の捜索ですね。怖いですから。

**山中**：おお!

**後藤**：災害救助用のレーダー、ありますよ。「人命探査レーダー」といいます。不発弾も物理探査で見つかりますよ!

**山中**：地表からでは分からない「隕石クレーター」探しとかにはもう使われていますか?

**後藤**：ええ。恐竜絶滅の原因とも言われるメキシコのチチュルブ・クレーターでは重力探査や地震探査でクレーターの凹みを見つけています。

**山中**：実は長野県で、近年になって小さなクレーターが発見されています。新しい発見につながりませんか?

**後藤**：おお! 物理探査で探してみませんか? でも、まずは手始めに次回の「サイエンストーク」で隕石にまつわるSF映画を題材に、今回のようなイベントができることを楽しみにしています。

**上野**：私も次にお話しできる時を楽しみにしています!

**山中**：ありがとうございました! またどうぞよろしく願いいたします(笑顔)。



講演者同士のやりとりに、会場からも笑い!

注1：昨年の様子は物理探査ニュースNo.20(2013)に掲載されています(P.14)。

注2：映画「ジュラシック・パーク」の中の化石探査に関しては物理探査ニュースNo.20(2013)をご覧ください(p.13)。



微動探査講座



電力中央研究所 地球工学研究所  
佐藤 浩章

過去2回、微動探査で地下構造を決めるために必要となる位相速度を求める基本的な方法を中心に紹介してきました。第1回は、正三角形の地震計配置が可能な場合について、SPAC法による位相速度の推定を、地震計配置から位相速度の推定、さらにS波速度構造への変換まで実例を交えて紹介しました。第2回は、大きな地震計間隔での観測が必要となる深部地盤構造を対象とする場合について、正三角形の地震計配置とならない場合にも利用可能な拡張SPAC法による位相速度の推定方法について紹介しました。実際、これら2つの方法をマスターすれば、多くの現場で地下構造調査としての微動探査を実施することは可能です。この連載タイトルのように、まずはやってみていただければ幸いです。

さて、今回は、より実務的な観測でのより簡便な利用を目的とした観測・解析方法について紹介したいと思います。実務的な観測とは、より少ない地震計(微動計)で位相速度を推定しようという試みになります。一般的なSPAC法を用いた微動探査では、**図1(左)**のように、中心1台とアレイ半径 $r$ の円周上に3台の同時観測を行うため、最低4台の地震計が必要となりますが、それを3台もしくは2台の地震計で実施しようというものです。こうした試みは、機材の携行を容易にすることから、よりやってみようという気になるとともに、観測が難しい地域(例えば、山間部)での実施の可能性も期待されます。

1. 2点SPAC(2sSPAC)法<sup>1)</sup>

2点SPAC法は、SPAC法を用いた微動探査を、2台の地震計で実施するための方法です。通常のSPAC法では、4台で同時に観測した微動記録(上下動)から、中心の地震計①と円周上の地震計②③④の3通りのペアについての空間自己相関係数を求め、それらを方位平均(算術平均)することにより、位相速度に換算するための最終的な空間自己相関係数を求めていました(第1回参照)。一方、2点SPAC法では、中心と円周上の観測点のペアで求められるそれぞれの空間自己相関係数が、時間が経っても変わらない(時間定常性が仮定できる)と考えます。そうすることで、1回の観測では、**図1(右)**の①と②のように、中心に1台、円周上に1台の計2台の地震計を設置することで実施可能になります。例えば、中心①と円周上の観測点②のペアによる2台の地震計の空間自己相関係数 $\rho_{12}$ については、 $S_{12}$ を両地点のクロススペクトル、 $S_{11}$ と $S_{22}$ をそれぞれの地点のパワースペクトルとすれば、

$$\rho_{12}(f) (= \text{Real}[S_{12} / (\sqrt{S_{11}}\sqrt{S_{22}})]) \quad (1)$$

得られます。ここで、 $\text{Real}[\cdot]$ は、実部のみを利用することを意味します。2点SPAC法では、**図1(右)**に示すように、中心①を固定し、円周上の観測点を②→②'→②''とずらしながら3回の実施することで、それぞれのペアの空間自己相関係数 $\rho_{12}$ 、 $\rho_{12}'$ 、 $\rho_{12}''$ を上式(1)から求めます。2点SPAC法による最終的な位相速度を求める空間自己相関係数 $\rho_{2sSPAC}$ は、別々に観測して求めた3つの空間自己相関係数の方位平均を、次式のように通常のSPAC法と同様に算術平均で行うことで得られます。

$$\rho_{2sSPAC} = \frac{\rho_{12} + \rho_{12}' + \rho_{12}''}{3} \quad (2)$$

この $\rho_{2sSPAC}$ については、第1回で紹介した半径 $r$ の

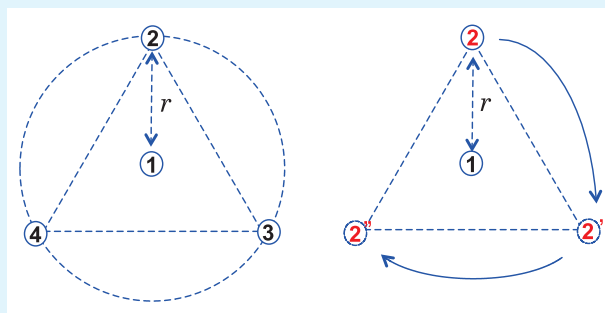


図1 SPAC法(左)と2点SPAC法(右)の地震計配置

空間自己相関関数 $\rho_r$ と位相速度 についての、第一種0次のベッセル関数 $J_0(\cdot)$ を介した以下の関係、

$$\rho_r(f) = J_0\left(\frac{2\pi f}{c(f)} r\right) \quad (3)$$

が、 $\rho_r$ を $\rho_{2sPAC}$ として利用できるので、同じ手順で位相速度は推定できます。なお、 $f$ は周波数です。図2は、実際に、著者が周期1秒以上のやや長周期微動を対象に実施した例として、約600m離れた同じ2観測点で、4回の1時間観測を実施した際に得られた空間自己相関関数の比較です。図2から、対象とする1Hz以下の空間自己相関係数は、観測を実施した時間によらず、ほぼ一致することが分かります。これは、やや長周期微動(脈動)が海洋の波浪に起因することから、短期的には到来方向は安定し、理論的にも成り立つと考えられています。よって、この方法は、深部地盤構造の探査を少ない地震計台数で実施する際に、有用な方法になると考えられます。

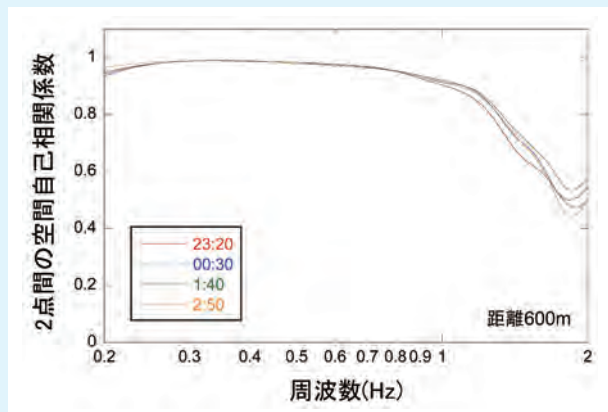


図2 2点間の空間自己相関係数の時間変化

## 2. CCA(Centerless Circular Array)法<sup>2</sup>

CCA方法は、名前の通り、図3のように、中心に地震計を設置せず実施する方法で、円周上に等間隔に最低3台の地震計を設置して実施します。よって、必要台数は通常のSPAC法より1台少なくなるだけですが、

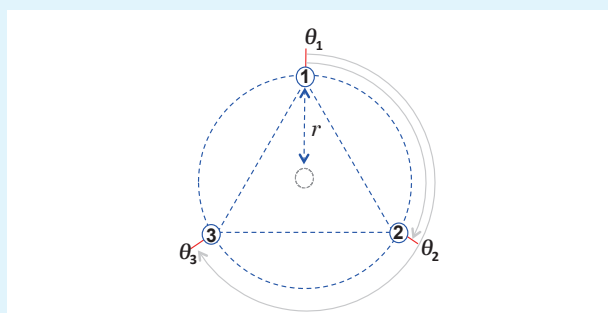


図3 CCA法における地震計配置

観測回数は2点SPAC法のように複数回ではなく、1つのアレイサイズについて1回で済みますので、この方法も省力化を目的とした方法といえます。ただし、データの処理方法が、通常のSPAC法とは異なりますので、やや応用編ともいえます。

この方法では、まず円周上の3点①②③で同時観測された微動記録(上下動)を、 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 、 $x_3(t)$ として、次式(4)のように、それらを平均した合成波形 $y_1(t)$ を作成します。

$$y_1(t) = \frac{1}{3} \{x_1(t) + x_2(t) + x_3(t)\} \quad (4)$$

つぎに、図3のように、円周上の3点①②③の方位角(北からの角度)を $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ とすれば、上述の各点の微動記録 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 、 $x_3(t)$ に、それぞれの方位による重み $\exp(i\theta)$ をかけた波形を次式(5)のように平均して、合成波形 $y_2(t)$ を作成します。

$$y_2(t) = \frac{1}{3} \{x_1(t) \exp(i\theta_1) + x_2(t) \exp(i\theta_2) + x_3(t) \exp(i\theta_3)\} \quad (5)$$

ここに、 $i$ は虚数を表します。これら2つの合成波形を用いて、位相速度を推定するための相関係数 $\rho_{CCA}$ を次式で求めます。

$$\rho_{CCA} = \frac{P_1}{P_2} \quad (6)$$

ここに、 $P_1$ は $y_1(t)$ のパワースペクトル、 $P_2$ は $y_2(t)$ のパワースペクトルになります。

この $\rho_{CCA}$ については、位相速度 $c$ との関係が通常のSPAC法とは異なり、第一種0次のベッセル関数 $J_0(\cdot)$ と第一種1次のベッセル関数 $J_1(\cdot)$ を介した以下の関係で位相速度を求めます。

$$\rho_{CCA}(f) = \left[ J_0\left(\frac{2\pi f}{c(f)} r\right) \right]^2 / \left[ J_1\left(\frac{2\pi f}{c(f)} r\right) \right]^2 \quad (7)$$

上式は、基本モードのレイリー波が卓越していると仮定した場合の関係式ですが、さらに、アレイ半径よりも十分に波長の長い微動を対象とすることを仮定すれば、より簡略化された次式で位相速度を求めることも可能です。

$$c(f) = \pi f r \sqrt{2 + \rho_{CCA}} \quad (8)$$

図4には、例として、第1回でSPAC法によりアレイ半径30mの位相速度を推定した地点において、アレイ半径7.5mの観測を実施し、SPAC法とCCA法で推定した位相速度を示します。図4から、SPAC法とCCA法の位相速度はほぼ同じですが、CCA法ではアレイ半径の10倍以上

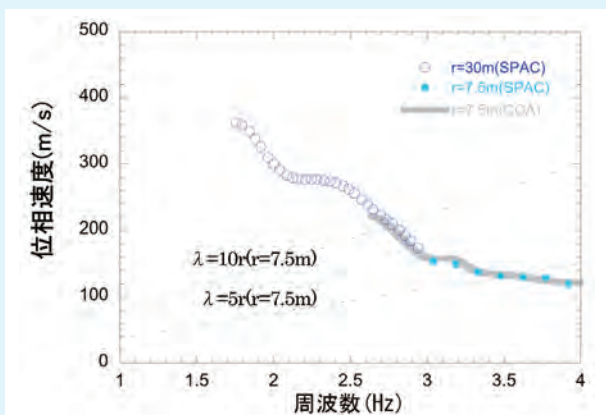


図4 SPAC法とCCA法による位相速度の推定結果

の波長までの位相速度が推定され、SPAC法ではよりサイズの大きなアレイ ( $r=30\text{m}$ ) で推定した位相速度の一部までを推定できています。これは、CCA法の特長で、SPAC法よりも効率よく深い構造を探索できる可能性を示す例といえます。

### 3. L-SPAC法<sup>3</sup>

L-SPAC法は、正三角形の地震計配置ではなく、**図5(左)**のように、一辺の長さを同じとするようにL字型に地震計を配置します。実務的な効率化の観点では、CCA法と同様に、3台の地震計の利用、1つのアレイサイズについて1回の観測で済む方法になります。また、この方法は、通常のSPAC法と同じ方法で空間自己相関係数を求めるため、CCA法よりも解析を行いやすいという特長もあります。解析では、**図5(左)**のL字型の節点①と外側のそれぞれの観測点②③とのペアから、2つの空間自己相関係数 $\rho_{12}$ 、 $\rho_{13}$ を式(1)にて求めます。最終的な位相速度を求めるための空間自己相関係数 $\rho_{L-SPAC}$ は、これらの2つの空間自己相関係数から次式(9)にて求めます。なお、位相速度は、式(3)

$$\rho_{L-SPAC} = \frac{\rho_{12} + \rho_{13}}{2} \quad (9)$$

に上式の $\rho_{2sL-SPAC}$ を用いて求めることができます。

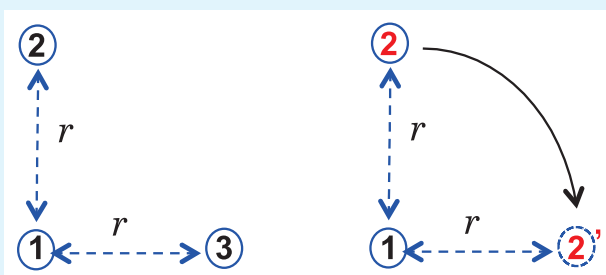


図5 L-SPAC法(左)と2sL-SPAC法(右)の地震計配置

### 4. 2sL-SPAC法<sup>4</sup>

ここまで、実務的な効率化の観点として、一般的な微動探査における最小地震計台数4台から、その数を減じて測定できる方法について紹介してきました。上で紹介した方法では、1つが2台の地震計で複数回の観測、2つが3台の地震計で1回の観測であり、最も地震計台数が少ない場合で2台でした。しかしながら、2台の場合は複数回の観測が前提のため、3台の地震計で1回の観測とどちらが簡便かは優劣がつけ難いところがあります。究極は、2台の地震計で1回の観測で位相速度が推定できることでしょうか。これについては、微動が等方的に伝播していれば理論的にも推定が可能であることが指摘されており、特に微動源がランダムに複数あると考えられる短周期微動、すなわち浅部構造の探索では有効と考えられています。

そこで、著者らが、2台の地震計1回の適用性について検討した結果を紹介したいと思います。検討は、**図6**に示すように、一辺5mの正方形に地震計を配置した観測を実施しました。この観測で取得した記録に対して、**図6**

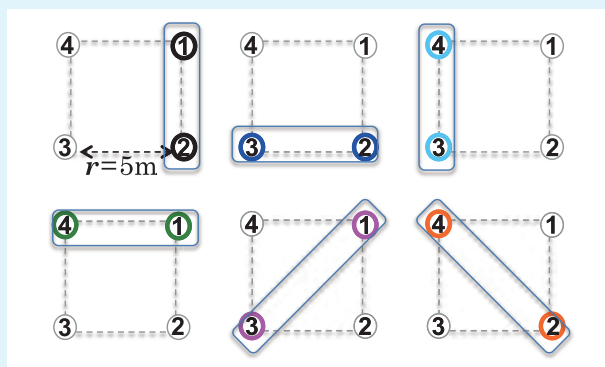


図6 2台の地震計による地震計配置

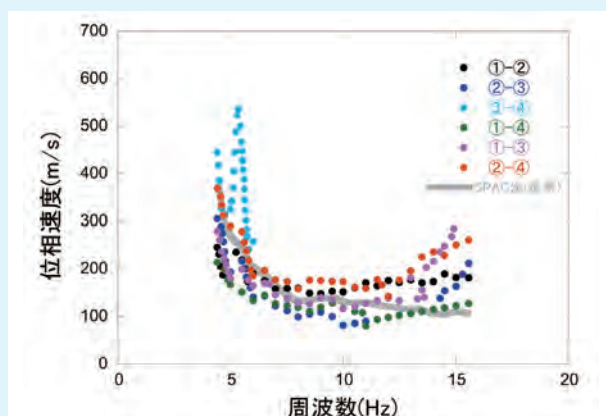


図7 2台の地震計の異なる配置による位相速度



の6通りのペアについて、式(1)から空間自己相関係数を計算します。2台の地震計1回で位相速度を求めるということは、空間自己相関係数の方位平均をしないということであり、そのため得られた空間自己相関係数から、式(3)により、位相速度を求めます。図7に、6通りの異なる2台の地震計配置による位相速度の推定結果を、検討地点の通常のSPAC法による従来の位相速度と併せて示します。図7から、推定された位相速度は、従来法の位相速度に近い結果となっているペアもあるのですが、従来法から大きく離れているペアもあり、2台の地震計による1回の観測の場合、2台の地震計の配置で、位相速度が変わってしまう可能性を示唆する結果となっています。こうした結果からは、短周期微動とはいえ、微動が等方的に到来する場というのはどこにでもある訳ではないと考えられます。したがって、究極の簡略化とも考えられる2台の地震計で1回の観測による微動探査は、確実さの意味で難しいのかもしれませんが。

そこで、最後に、短周期微動の到来方向にやや偏りがあるときに精度を向上させる方法として、上述のL-SPAC法が効果的である点<sup>3</sup>に着目して、2台の地震計による観測を2回実施することにより、確実さを増す事例を紹介します。これは、3.で紹介したL-SPAC法を、1.で紹介した2点SPAC法の考え方で実施するものです。この方法では、2台の地震計による2回の観測における配置が結果としてL字型となるように、図5(右)のように、①と②の2点で観測した後、①を固定し、もう1点は①に対して同じ距離を保って②から90度だけずらせた点②'で観測し、空間自相関係数 $\rho_{12}$ と $\rho_{12'}$ を推定します。最終的に位相速度を求めるための空間自己相関係数 $\rho_{2sL-SPAC}$ は、式(8)で $\rho_{L-SPAC}$ を $\rho_{2sL-SPAC}$ とし、 $\rho_{13}$ の代わりに $\rho_{12}$ を用いることで得られます。位相速度は、式(3)の $\rho_r$ を $\rho_{2sL-SPAC}$ として、SPAC法と同様に求められます。図8

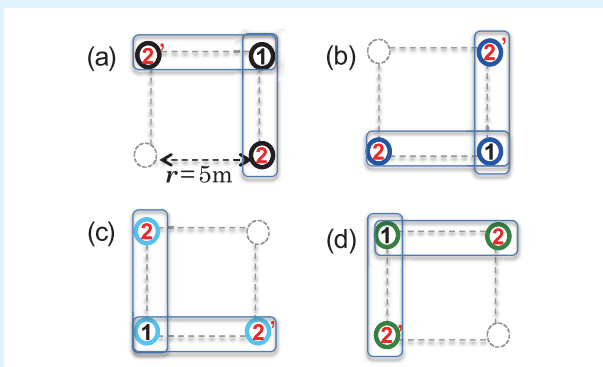


図8 2台の地震計の2回観測(2sL-SPAC)による地震計配置

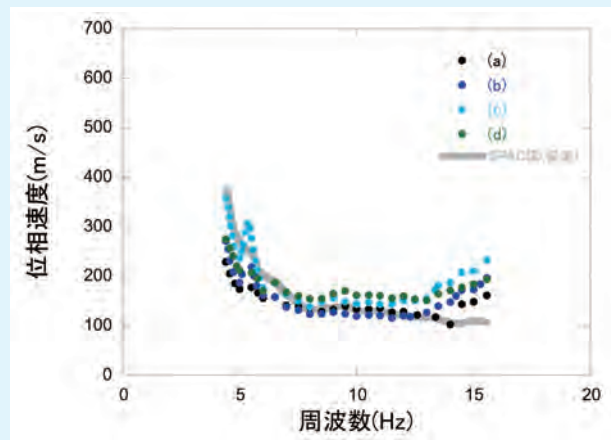
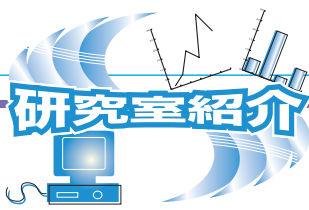


図9 異なる配置による2台の地震計の2回観測(2sL-SPAC)から推定される位相速度

には、図6と同じ地点での、異なる配置のL字型となるような4通りの2台の地震計による2回観測の組合わせを示します。図9は、この4通りの組合わせによる位相速度を示しており、どの向きのL字型配置の位相速度も、従来法による位相速度に対する乖離は小さくなっています。また、L字型の向きによるばらつきは、図7の2台の地震計の1回観測の場合よりも改善されています。このように、現状では、2台の地震計(2 seismometers)による微動探査としては、90度回転(L-SPAC)させた観測点ペアによる2回の観測を行うことで、より少ない地震計(微動計)で、かつ少ない観測回数で比較的安定した位相速度を推定できると考えられます。著者らは、この方法を2sL-SPAC法と称して、特に観測機材の携行が難しい山間部の送電線の鉄塔基礎などの調査に用いることを目的として、多くの現場に適用しながら、実用性の向上を図っています。

#### 参考文献

1. Hitoshi Morikawa, Sumio Sawada and Junpei Akamatsu(2000): A Method to Estimate Phase Velocities of Rayleigh Waves Using Microseisms Simultaneously Observed at Two Sites, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 94, No. 3, 961-976.
2. 長 郁夫・多田 卓・篠崎祐三(2008): 小アレイによる新しい微動探査法: 浅部地盤平均S波速度の簡便推定, 物理探査, 第61巻第6号, 457-468.
3. 紺野克昭(2000): 地下構造推定に用いる2点間および3点間空間自己相関法に関する理論的検討, 土木学会論文集, No. 654/I-52, 367-375.
4. 佐藤浩章・石丸 真・高島大輔・佐藤清隆(2011): 送変電設備を対象とした常時微動観測による地盤構造・地盤特性評価法の適用性に関する研究, 電力中央研究所報告N10512.



## 研究室紹介

東北大学 東北アジア研究センター 資源環境科学分野

# 「防災・減災をめざした電波科学」

## 1. 研究室の構成と教育

東北大学東北アジア研究センターはロシア、中国、モンゴル、韓国に日本を加えた東アジアと北アジアを包括する地域の諸問題を文系と理系の両面から研究する組織です。資源環境科学分野には教員として佐藤源之教授、高橋一徳助教が在籍し大学院生は環境科学研究科、学部学生は工学部機械知能航空工学科に所属しています。

私達はレーダ技術の社会実践を通じた工学と社会の結びつきを学生に体験させることを重視しています。一方、国際社会で活躍する人材育成にも力を入れています。毎週行う研究室セミナーは英語を公用語としています。

研究室は東北アジア地域に限らず、多くの国から留学生、研究者を受け入れてきました。2014年10月現在の研究室メンバー出身国は日本、中国、ロシア、スリランカ、タンザニア、ドイツ、ミャンマーですが、これに加えモンゴル、韓国、オランダ、アメリカ、イラク、エジプト、マレーシア、イタリア、イラン、フランス、ノルウェー、スペイン、インドネシアからの学生・研究者が過去に在籍しました。



多くの留学生を含む研究室メンバー

卒業生の多くは企業、研究機関で研究を続けており、例えば2014年に打ち上げられたALOS-2には衛星の製作・運用に数名の卒業生が直接関わっています。また留学生も帰国後中国・吉林大学やモンゴル科学技術大学などで教授として活躍しており、彼(彼女)らが次世代の学生を留学生として研究室に送り込んできています。

学生は自分が開発した装置や手法を利用し、原則としてフィールドで自分が取得したデータを解析します。研究室では毎年20回以上のフィールド実験を行います。海外

での実験にも多くの学生が参加しています。また研究室では日本人学生の海外留学を強く推奨しており、修士以上のすべての学生が国外での国際会議での発表、共同実験への参加経験があることに加え、博士課程の学生に半年から1年程度の海外留学を義務づけており、イタリア、フランス、ドイツなどで経験を積んでいます。

## 2. レーダ技術を展開する研究活動

研究室ではアンテナや高周波回路などのハードウェアと信号処理、レーダ画像再構成アルゴリズムのソフトウェアを組み合わせたレーダシステムの開発と効率的な利用について工学的な観点から研究を進めています。特にセンサのポジショニング技術(レーザ測距器、画像情報利用技術)と広帯域電波計測技術を組み合わせた近距離高精度イメージングにより、地中レーダ(GPR)については起伏の激しい地形や不均質性の高い土壌での応用に成功しています。こうした技術により高度な遺跡探査や地雷検知が可能になりました。

本研究室では、ロシア、モンゴル、中国、韓国において、国際共同研究を中核とする広域環境計測を進めています。例えば、モンゴルにおいてはGPRを利用し精密な地下水の動的モニタリングを行いました。更にALOS-2(JAXA)などの地球資源衛星やPi-SAR2(NICT, JAXA)などの航空機SARによるマイクロ波合成開口レーダ(SAR)と地上での電磁界計測を結び付けた新たな広域環境計測を提案しています。SARについては、偏波を利用したレーダポーラリメトリ技術について、先端的な理論研究と地表同期実験による検証を進めています。

地雷検知に利用されている金属探知器は金属破片と地雷の見分けをつけられないので非効率です。ブルドーザのような重機で地雷を踏みつぶす機械除去は村落などでは使えず、半数以上の地域では金属探知器による地雷除去が行われているのが実情です。私達が開発したALISは金属探知機とGPRを組み合わせ、取得したデータに対してマイグレーション(合成開口レーダ処理)を行うことで埋設物の3次元可視化ができます。ALISは画像化機能を有する世界唯一の地雷検知センサであり、2009年からカンボジアの実地雷原で稼働を開始しました。2台のALISによってカンボジアでは既に80個以上の対人地雷をALISによって検知・除去しました。



カンボジアの地雷原で活躍するALIS

GPRの遺跡調査への応用は盛んですが、古墳や城壁に代表されるような起伏の激しい地形やまた住宅地に囲まれるような狭い場所では通常のGPR計測が行えません。私達はレーザ測距器をGPRと組み合わせて精密な計測を行う3DGPRシステムを開発し、さきたま古墳、西都原古墳を初めとする立体構造の内部計測、仙台城石垣の



東大寺大仏殿での埋設物調査

ポアホールレーダ計測、また国宝である東大寺大仏殿、法華堂、松島瑞巖寺本堂の埋設物検知など先進的な技術を利用した特徴ある遺跡調査を数多く実施してきました。

### 3. 防災・減災への取り組み

GB-SAR(地表設置型合成開口レーダ)は地表に設置した合成開口レーダ装置であり、数百mに広がる崖面の画像を3次的に作成することができ、インターフェロメトリ(干渉)解析で、微小な地表面の変位計測が可能になります。私達は2008年岩手・宮城内陸地震によって発生した宮城県栗原市荒砥沢地域の大崩落現場をリアルタイムで連続モニタリングできるシステムを2011年から栗原市と協力して運用しています。



「やくも」による津波被災者捜索(岩手県釜石市)

東日本大震災に伴う住宅の高台移転に際し、緊急を要する多数の遺跡調査が見込まれるなど、効率的な遺跡調査を行うための新技術が社会的に強く必要とされています。私達は地中レーダなどの先端的な地下計測手法を利用した遺跡調査技術の開発と、地方自治体の遺跡探査への実践的な技術協力、技術指導による文化財保護の実践をめざしています。大規模な調査を短時間で行う手法として東北大学災害科学国際研究所との協同で2013年2月に遺跡探査用アレイ型地中レーダ「やくも」を完成させました。既に東松島町、名取市、山元町、南相馬市などで震災復興に関連する遺跡ならびに地下調査を実施しましたが、同時に宮城、岩手、福島各県警と協力し、津波被災者の遺留品捜索を実施しています。今後数年間は、震災復興に対して我々の研究成果を利用した現場計測とそれに伴う教育、研究活動を活性化させる見込みです。

(文責：佐藤 源之)

## サンコーコンサルタント株式会社



サンコーコンサルタント株式会社は、建設コンサルタントとして昭和36年に創立され、「人と環境との調和を大切に、技術を軸として豊かな価値を創造し、社会の発展に貢献する企業であり続けること」を企業理念に掲げて各地で日々精進に励んでいます。

今日では、地質調査部門、設計部門、測量部門、環境部門を擁し、全国主要都市に320名程の技術者を展開しています。また、2013年度からは、海外における設計・調査業務を開拓することを念頭に、海外部も新設され、海外事業展開を行っています。

その中で、東京の亀戸本社の調査事業部に物理探査にかかわる専門部署が置かれ、全支店の物理探査業務に対して、実施または技術的なアドバイスを、また、物理探査の新技術や探査機器の開発を行っています。物理探査関連業務としては、トンネルや道路、河川堤防などの土木地質分野、地すべりや地震など防災分野、石炭を始めとするエネルギー資源分野や温泉など、幅広いニーズに対して各種の物理探査を実施しています。

ボーリング孔を利用する物理探査では、物理検層やVSP探査を実施しています。

物理検層では、豪州の研究機関と共同研究を行い、中性子によるガンマ線の放射化を利用した中性子ガンマ線検層機を開発し(写真1)、石炭の原位置での灰分・微量元素の検出を行っています。また、PS検層では1,000mを超える大深度PS検層に関する技術として、坑井内3成分受振器および大型SH震源(特許第3697420号；写真2)を開発し、地震防災に寄与しています。また、土木地質分野の物理検層として、ダイポール型振源とダイ



写真2 大深度VSP探査用のS波震源(特許取得)。様々な深度に対応したS波震源を各種とり揃えています。写真は2,000m級です。

ポール型受振器によるPSソニック検層器を開発し、軟岩から硬岩領域に対応したサービスを提供しています。

地表からの物理探査としては、土木地質分野における弾性波探査、比抵抗二次元探査をはじめとして、道路構造物、河川構造物のための調査を行っています。また、地質構造調査として反射法地震探査による、活断層調査や沖積層の連続性の調査等を行っています。

反射法地震探査に関しては、大学、研究機関、探査機器メーカー、部品メーカーと共に多くの共同研究を実施しています。

その共同研究の一つで開発した分散型の探鉱器DSS-12は、自社の浅層反射法、深部反射法地震探査に使用するほか、機器販売も行っています(写真3)。また、新たな手法の一つとして、人工震源を使用しない「地震波干渉法」の研究開発(写真4)も実施しており、これに関連する4件の特許を保有しています。地震波干渉法の測定では、多チャンネル長時間記録を相互のサンプリング時間

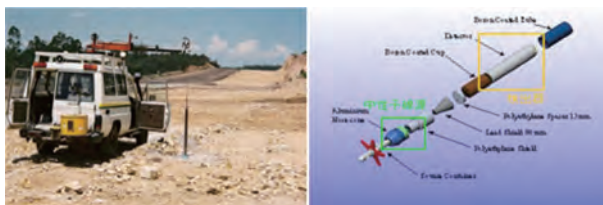


写真1 中性子ガンマ線検層は、試料による分析結果との相関解析により石炭層の灰分や硫黄・ヒ素等の微量元素の含有量を原位置で連続的に把握することができます。



写真3 多チャンネル連続測定を実現した探鉱システムDSS-12。周波数特性を1Hzまで広げた低周波バージョンもリリースしました。



写真4 地震波干渉法のための多チャンネル長時間記録を測定中。従来の反射法地震探査ではノイズとなる周辺交通振動や自然地震などを利用します。



写真5 広帯域の周波数特性を持つMEMS型受振器と従来型2Hz地震計との比較実験中。低周波領域の利用価値に注目しています。

のずれを制御しながら、通常の反射法地震探査と同様のサンプリング時間で行える探鉱器(DSS12等)も重要ですが、広帯域の受振器が必要となるため、周波数応答が低周波数領域まで広がったMEMS型加速度センサー(写真5)の共同開発を行っており、小型・広帯域・高分解能の受振器の開発と、これらを利用する反射法地震探査の実施を行っています。

さらに、反射法地震探査のバリエーションの一つとして、ボーリング孔を利用するゼロオフセットVSP、オフセットVSP、ウオークアウェイVSPにも力を入れています。受振器に hidroフォンを用いる hidroフォンVSP(写真6)では、岩盤の開口部の分布を明らかにし、深層地下水の研究開発に適用しています。

反射法地震探査による活断層調査では、小型SH震源を開発(写真7)し、ランドストリーマー型受振器と共に用いて、深さ5mから100m程度までの極浅層を調査する

ことにより、軟弱地盤内部における土層の不連続性を検出し、活断層と土木構造物との位置関係の調査を行っています。

他にも、弾性波トモグラフィ調査においては、狭小の範囲をターゲットとした高速サンプリングの探鉱器開発も現在進行中です。

物理探査は常に新しい機器電子技術、コンピュータ技術と共に進歩しており、これまで築き上げてきた技術を確実に伝承、さらに発展すべく、異分野や他社の技術者とも連携し、微力ながら物理探査の発展に寄与したいと考えております。また、総合建設コンサルタントとして社会に貢献する企業であり続けるよう今後とも努力してまいります。

(文責：山中義彰)



写真6 hidroフォンVSP探査で観測孔へ受振器を投入中。詳細な地質構造を把握するため受振器間隔50cmを採用しました。条件に合わせて1m、2m、5mと受振器間隔を選択でき、深度1,000m級まで対応しています。



写真7 極浅部の探査用に開発した人力で移動できるコンパクトなSH波震源。エアピストンを2基搭載しサイクリックな右左叩きが可能です。

大久保 泰邦(著)、石井 吉徳(監修) 合同出版

## みんなではじめる低エネルギー社会のつくり方 —日本のエネルギー問題を解決する15のポイント—



物理探査学会元副会長の久保泰邦氏(産業技術総合研究所)が著者、元会長の石井吉徳・東京大学名誉教授が監修した単行本が合同出版社より2013年5月に出版されました(価格:1,620円)。書籍のタイトルを見て、物理探査と無関係ではないかと思われた方も多いと思いますが、実は大いに関連性があります(後述します)。

さて、「低炭素社会」という言葉は聞いたことがあると思いますが、「低エネルギー社会」という表現は初めてという方も多いと思います。本書の内容は、今後将来に渡って実質的に使用できるエネルギー量が減少する社会(すなわち低エネルギー社会)に向かうリスクを予測・喚起し、その対応策を具体的な事例も交えながら提言する構成となっています。また、専門知識は一切必要なく、どの分野の方にとっても読みやすいものになっています。

巻では「エネルギー問題、エネルギー問題…」と連呼されますが、実は何が問題なのかははっきりしていない場合が多くないでしょうか。著者は、現代のエネルギー問題の本質は安い石油の減耗であることを指摘しており、多用途性と「質」の高さを有する安い石油に代わるエネルギーは存在せず、また近い将来にも期待できない点が紙面の7割程度を割いて説明されています。

ここで、エネルギーの「質」を定量的に計量するために、エネルギー収支比の概念の重要性(「得られるエネルギー量と、それを取り出すときに消費するエネルギー量の比」)を指摘しています。「エネルギー収支比が低下することは、余剰エネルギー(得られるエネルギー量から取り出すときに消費するエネルギー量を引いて最終的に手元に得られるエネルギー)は小さくなります。統計上に残る「見かけの量」が多くても、エネルギー収支比が低ければ「実質的な量」は小さくなるのです」と説明されており、低エネルギー社会への

東京大学大学院工学系研究科 松島 潤

移行の必然性が示唆されています。時代とともにエネルギー資源の探査・採取の困難性が増していくことは、私たち物理探査に携わる側からは容易に腑に落ちるところです。

本書の後半では、安い石油が減耗した場合に予期される社会ならびに対応策について様々な角度から考察が行われています。日本を取り巻く環境の変化として、「日本は戦後、グローバル化の恩恵を受け発展してきました。しかし、いざ石油ピークを迎えれば、世界は一気にナショナリズムに変貌するでしょう。」と、日本の脆弱性をズバリ指摘しています。一方、対応策として、食料生産、生活スタイル、国産エネルギーの有効利用など多方面からの検討が行われていますが、その中でも「バイオリージョン」の概念の重要性を指摘しています。「バイオリージョンとは、国境や行政区分といった人間が決めた地域ではなく、生態学の観点から定義された地域です。…江戸時代の幕藩体制では、他藩との生産物の交易や労働力の移動はほとんどありませんでした。その藩内でのみ流通するお金=藩札があり、それぞれの藩は経済的に独立していました。つまり、各藩がバイオリージョンだったのです。」さらに、著者は、スイスの例をとりあげ、歴史的に培われてきた市民の強い自立心の重要性も指摘しています。自分達の住んでいる国の自然を良く知り、その特性を十分に生かすこと、また誰か任せではなく強い自立心を持って、低エネルギー社会を生き抜くことを提案しています。なお、本書の巻末には、監修者による解説が掲載されていますが、むしろこちらを最初に読みますと、本書全体を見通し良く読み進められるかもしれません。

最後に、今回ご紹介した書籍と物理探査の関連性に少し触れたいと思います。石油ピーク論の創始者であるMarion K. Hubbert氏(1903 - 1989)は当時Shell石油の物理探査技術者でありました。実際、米国物理探査学会(SEG)のGeophysics誌には、Hubbert氏の論文が何編か掲載されていますし、同SEGの関連誌であるThe Leading Edge誌ではHubbert氏の生涯が取り上げられています。Hubbert氏は米国の石油生産量のピーク時期を的中させていますが、複雑で多様な要因の影響を受ける石油生産量の予測をどのように行ったのか謎のベールに包まれている面が実はあります。物理探査で自然・地球を理解しようとする行為を通して、自然・地球に対する超越した洞察力が深められたと理解できないでしょうか。そう考えますと、物理探査関係者がこの種の書籍を執筆することは偶然ではなく必然です。このような視点で本書を読みますと、また違った味わい・示唆が得られると思います。「エネルギーの本質を理解できれば、進む道も見えてくる」、今の時代に必要なフレーズです。

## 「環境問題」を論ずると



Terra Australis Geophysics Pty Ltd  
須藤公也

金田一春彦の「日本語」(岩波新書)にこんな話があった。ある日、田舎の汽車で旅している能楽師とたまたまそこに乗り合わせて彼を農学士と取り違えた人との会話。「どんなお仕事ですか」「私は能楽をやっております」「農学といいますと、田舎に行き指導したりもするんですか」「はあ、最近は地方の青年たちにも興味を持ってくれる人が増えています」「ふたりはこの調子で誤解に気付くまでかなり長い間、会話したという話である。

金田一は日本語の同音異義語について書いているのだが、これはどちらも自分の知っている領域の中でしか考えないから、こんなことになる例でもある。

日本語と英語の間に立って俯瞰すると、日本語の環境依存性が際立っていることがわかる。第一、日本語には第一人称代名詞がわたし、わたくし、わし、ぼく、おれ、それがし、あたし、わて、おいら、てまえ、などなどたくさんあって、状況によって使い分けが、むしろ状況に任せて使わないことのほうが多い。第二人称代名詞にいたっては、たくさんあるのに使うことは稀である。話している相手に向かって「あなた」というと、無礼にとられることさえある。たいていは、面と向かっている相手に対して「XXさんは」とか「XX先生は」とか「お客様は」と言う具合に、意味するところは第二人称だが形式的には第三人称のように使う。「野田さんはお元気ですか」という文ひとつをとってみても、野田さんが目の前にいれば意味するところは二人称だし、話している相手が安倍さんなら、「野田さん」は三人称で、共通の知人である野田さんのことを言っているのだと、状況からわかる。

自分でわかっていることを書く場合、読者は同じ環境の中で読んでいないかもしれないことを忘れがちである。読者は著者の頭の中にある背景を共有していないかもしれないのだ。そうして出てきた文は、日本語で読んでわかったような気がしても、翻訳しようと思ってその正確な意味を取ろうとするとよくわからないことがある。

手引きの英語の添削をしているとき、日本から来た英文に(例文1)“In the loop-loop method we should perform the preliminary local survey in advance.”という文があった。直訳すれば「ループ・ループ法では、事前に現地で事前調査を行う。」となる。なるほど、事前に事前調査を行うのか。でも、考えてみれば事前に事後調査をすることはできないし、事後に事前調査をする意味はどこにあるのだろう。事前調査が必要なのは、何もループ・ループ法に限ったことではないであろう。こんな疑問が次々と起こる。そこで原文を見ると「ループ・ループ法では、事前に現地で下記のような事前調査を行う」とあった。しかし読み返してみると、肝心なのは「下記のような」に導かれるリストであって、「ループ・ループ法では事前調査を行う」ということではない。ここは、たとえば「ループ・ループ法の事前調査では下記の点に注意を払う」とでも書いてもらったほうがわかりやすい。これなら訳すほうも訳しやすいただろう。こういう文を翻訳するときは、書いてある通りに訳すのではなく、まず日本語の原文を整理してわかるようにしてから英語に直す必要がある。上の文は、

(対案1) In the site scouting for a loop-loop survey, check for...と書き直した。

(例文2) Most of equipments are ready if we prepare suitable equipment for the survey. この原文は「計画に適した探査装置を準備すれば、ほとんどの準備が整う。」訳文は原文を忠実に反映している。しかしこれでは「機材を準備すれば、機材の準備が整う」というあたりまえのことを言っているのであって、何でこんなことを書く必要があるのか、となってしまう。こういう文では原文を無批判にその通り訳すのではなく、原文を噛みなおして「準備作業のほとんどは計画に適した探査装置の準備である」と意味を汲んでから訳さなければならない。そこで

(対案2) Preparation of suitable equipment is a major work before a survey. と書き直した。

知っていることを書くときは自分で考えている場面・環境を作ってしまう、その中で書きがちである。そういう文を訳す時には無批判にそのまま訳すのではなく、いったんその環境から踏み出して、文を見直す必要がある。

「環境問題」という題で書いたが、これを見て大気・水質汚染や地球温暖化、CO<sub>2</sub>貯留などを思い浮かべた読者もあつたのではないかと思う。それが思い込みというもので、自ら環境を作っているのである。その環境の枠内で物を読むと、「なんだ、そういう話ではなかったのか」と肩透かしをくわされた気がすることもある。逆に、読者と共通の環境だと思い込んで自分のやっている仕事のことを書くと、読んでいる方にはわかりにくいということもある。

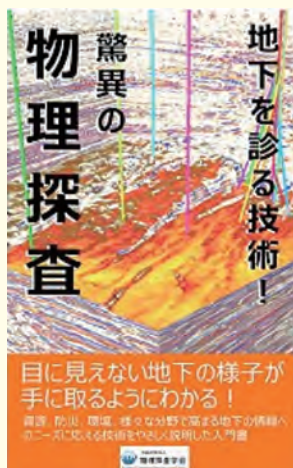


## お知らせ

### 発刊のお知らせ

物理探査学会(編著)

地下を診る技術「驚異の物理探査」[Kindle版]



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、上記の啓蒙書を発刊いたしました。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ました。一般の方だけでなく、物理探査ユーザーの皆様や、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いです。なお、現時点では電子書籍のみの販売となっていますが、今後はPDF版の発行も予定しています。Amazon.co.jpにて発売中です。(事業委員会)

### 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)

### 「物理探査ニュース」の表紙写真を募集中

物理探査ニュースでは、会員の皆様から表紙の写真を募集します。物理探査に関連した表紙を飾るにふさわしい写真をお持ちの方はご連絡ください。技術紹介や企業紹介等の1~2ページ程度の記事とのセットでの投稿もお待ちしております。ご応募は物理探査学会事務局 office@segj.org までお願いいたします。

(ニュース委員会)



### 編集後記

本号では、「ホント? SFのなかの探査」を2本立てでお送りしたほか、「わかりやすい物理探査」(微動探査、まずはやってみよう)も第3回目となりました。「物理探査」を知っている人も知らない人も楽しめる内容が盛りだくさんだったのではないかと思います。

そういえば最近、「皆既月食」や「スーパームーン」で夜空がおおいに私たちを魅了してくれました。キャンパスでは学生や近所の人々が観察していたり、近くの小学校では親子で夜空を眺めていたり、たくさんの人たちがロマンチックな「天体ショー」に関心をもっていただようです。しかし同じ「地学」でも、残念ながら地面の下のことに関してはこれほど関

心をもたれることはないような気がします。それはきっと地面の下はふつう見えませんから、ふと見上げれば広がっている空とは違って、なかなか気づかれない存在だからでしょう。それでも「ホント?SFのなかの探査」のように、身近には以外にも地面の下の魅力があふれているのかもしれない。表紙に写った「ちきゅう」もとても綺麗です。そんな、「物理探査」のなかの魅力を見つけて、多くの人に伝えられることを目指しています。いつか「物理探査」が「皆既月食」くらい関心を持ってもらえることを夢見て本号を皆様にお送ります。

(ニュース委員会委員: 地元孝輔)

### 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24号 2014年(平成26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>