

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

Geophysical Exploration News Summer 2025 No.67



会員の広場

令和7年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 表彰式

公益財団法人深田地質研究所 鈴木 敬一

東北大名誉教授・(株)ALISys代表取締役社長の佐藤源之先生が、令和7年度科学技術分野の文部科学大臣表彰「科学技術賞(開発部門)」を受賞されました。表彰式は2025年4月15日に文部科学省講堂にて挙行されました。随行者として松島会長、(株)ALISys藤原氏と筆者の3名で列席しました。

佐藤先生は、金属探知機と地中レーダーを融合したデュアルセンサーを開発し、地雷除去作業の信頼性と効率性を飛躍的に向上させました。受賞名は「地雷検知用デュアルセンサー技術の開発」です。受賞理由は、地雷被災国における地雷除去の費用対効果を高める効率的な地雷検知技術であり、デュアルセンサーによって金属片と地雷の分離ができるようになりました。これにより安全性と迅速化を向上させ、カンボジア、コロンビア、ボスニア・ヘルツェゴビナ、ラオス、さらにウクライナでの地雷除去活動に寄与しています。国産の地雷検知センサーがODAや国連を通じて海外に供給されることはこれまでなかったことです(当日の配布資料を参考に再構成)。

表彰式は開会宣言、国歌斉唱に続いて、文部科学大臣の挨拶、表彰状の授与、受賞代表者の挨拶、閉会という次第でした。文部科学大臣の挨拶は、大臣が国会対応ということで副大臣による代読でした。開発部門のほかにも研究部門や科学技術振興部門、技術部門、理解増進部門があります。さらに、若手科

学者賞、研究支援賞もあり、多岐にわたる多数の方が受賞されました。そのため表彰状の授与は、各部門の代表者が壇上にて文部科学副大臣より授与され、代表者以外の方には閉会後の伝達式で各受賞者に賞状が手渡されました。

地雷検知技術の次に表彰されたのは、蓋の裏にヨーグルトが付着しない材料の開発であり、地雷とヨーグルトの蓋の裏という、絶対に結びつかないような順番で並んでいるのがとても面白いところです。ヨーグルトの蓋の裏の技術は、蓮の花が雨水をはじく撥水技術が応用されています。これはナノテクと呼ばれる高度な技術で、コンクリート型枠を上手く剥離する技術にも応用されています。

今回の受賞は、物理探査学会が推薦したこともあり、当学会としても大変名誉なことであると思います。佐藤先生の今後のご活躍を祈念し、また物理探査技術の社会貢献がますます進むように願っています。この度は誠におめでとうございました。



表彰式の様子



伝達式



賞状を手にされる佐藤先生

産業技術総合研究所 児玉 匡史
東京大学大学院 松島 潤

日本電気株式会社 草茅 太郎
公益財団法人深田地質研究所 鈴木 敬一

はじめに

これまで宇宙線ミュー粒子探査に関して、素粒子物理の概論、探査原理、適用事例について解説してきました。適用事例については構造物や空洞探査など、どちらかというと土木関係に重点を置いてきました。今回は少し目先を変えて、資源探査への適用可能性と今後の展望について解説したいと思います。

資源探査への適用可能性

近年のミュー粒子探査では、坑井内に投入可能な小型ミュオニ検出器の開発が進みつつあり(例えはLi et al., 2024)、これにより地下から上方の地層を探査する方法が現実のものとなりつつあります。この技術的進展により、地下資源の探査への応用も本格的に模索されるようになってきました。とりわけ、地層の密度情報を直接可視化できるミュー粒子探査の特性が、従来の物理探査手法を補完し、より高精度な資源探査を可能にする鍵として注目を集めています。

これまで資源探査の現場では、弾性波探査や電磁探査などが広く用いられてきました。地震波の伝播速度や電気抵抗の変化を利用して、地層の分布や構造を間接的に推定するこれらの手法は、多くの成果を挙げてきた一方で、測定される物理量が複数の要因に依存するため、解析結果には不定性が付きまといます。ミュー粒子探査は、宇宙線ミュー粒子の地中透過率を測定することで、平均的な質量密度を直接把握することができる点で、これら従来手法とは異なる新たな観測軸を提供します。

このような密度の時空間の差異を捉える能力により、ミュー粒子探査は石油・天然ガス、地熱、金属鉱床、さらには二酸化炭素回収貯留(CCS)など、幅広い資源探査分野への応用が期待されています。特に注目されるのが、従来の弾性波探査とミュー粒子探査を組み合わせることで、両者の物理量の特性を相補的に活かすジョイント解析の可能性です。Matsushima et al.(2024)は、弾性波から得られる速度情報とミュー粒子探査から得られる密度情報を統合的に解析することで、速度の背後にある物理パラメータ、すなわち弾性定数と密度とを分離して推定できることを提案しています(図1)。同図において、未知数3個(体積弾性率、剛性率、密度)に対して式が2つ(P波・S波速度)のため、解が定まらない不定問題に対して、式を1つ(ミュー粒子探査)増やすことですべての未知数が得られます。これにより、弾性波探査だけでは識別が難しいガス層におけるガス飽和率やこれまでの物理探査技術では提供が容易でなかった地盤力学パラメータの推定に寄与することが期待されます。

さらに、Kodama et al.(2024)は、ミュー粒子探査と弾性波探査を組み合わせたジョイントインバージョンを開発し、個々

の手法だけでは不明瞭だった地下物性の推定精度が向上することを報告しています。図2において、数値モデル(左列)、個別インバージョン法による推定モデル(中央列)、およびジョイントインバージョン法による推定モデル(右列)を示します。各行は上から順に、密度、P波速度、S波速度、体積弾性率、剛性率に対応し、推定結果中の赤い円は異常体の位置を示しています。個別インバージョン法に比べてジョイントインバージョン法に優位性があることがわかります。

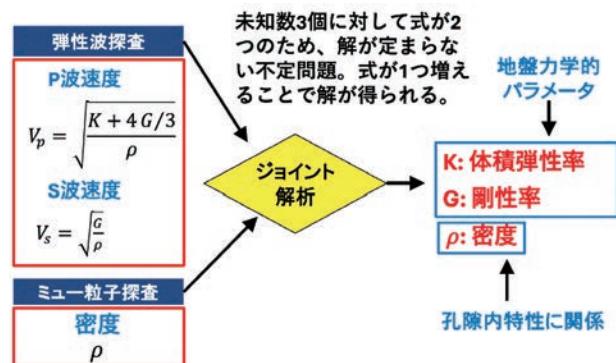


図1 ミュー粒子探査と弾性波探査をジョイント解析する利点

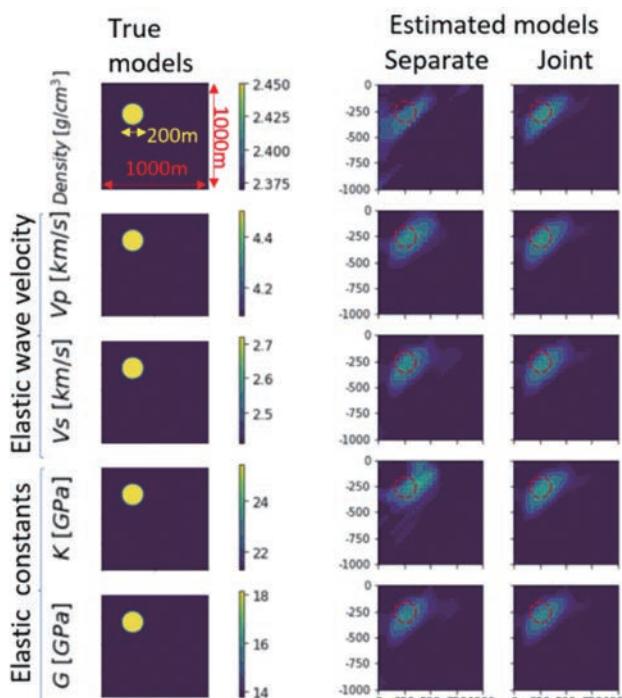


図2 ミュー粒子探査と弾性波探査を組み合わせたジョイントインバージョン例(Kodama et al., 2024)

この方向性を支える基盤として、室内スケールのミュー粒子探査実験も世界に先駆けて日本で進められています (Matsushima et al., 2024)。これは、実際の地層を模擬したモデルを用い、制御された環境下でミュー粒子の透過測定と弾性波伝播測定を同時に実施することにより両手法を用いた統合解析の有効性や限界を明らかにしようとする試みです。測定対象モデルには、孔隙や異なる密度・剛性を持つ材質を意図的に組み込み、弾性定数の異方性、不連続面の存在、流体飽和率の変化などを再現可能です。加えて、密度と弾性波速度の相関性や独立性、空間分解能・感度の違いなどを体系的に評価することにより、ジョイントインバージョン手法の改善や現場観測設計に資する知見が得られます。

さらに、ミュー粒子のカウント数に影響を及ぼす気象変動や宇宙線の揺らぎを補正する手法として、バックグラウンドの宇宙線フラックスを常時観測するリファレンス測定を確立することで、密度推定の信頼性が大きく向上することが室内実験的に示されています。このアプローチは、密度差が小さい対象やCCSにおける時間変化のモニタリングなどにも応用可能であり、ミュー粒子探査の精密観測を支える技術的基盤として期待されます。

一方で、ミュー粒子探査は重力探査との併用によって密度推定能力を向上させる方法も提案されています。重力探査は広範囲にわたる密度分布の推定に適していますが、空間分解能には限界があり、特に深度方向の情報分離が難しいという課題があります。これに対して、ミュー粒子探査は直線的な視線に沿った平均密度を高精度で捉えることができるため、重力データの不定性を補い、両者を統合することで三次元的で一貫性のある地下密度モデルの構築が可能になります。こうした重力探査とのジョイント解析においても、ミュー粒子探査の果たす役割は今後ますます大きくなっていくと考えられます。

このようにミュー粒子探査は、地下の密度構造を直接かつ高分解能でとらえる手法として、他の探査手法との連携により、資源探査の多様な課題に応えるポテンシャルを持っています。現状では実問題への適用は極めて少ない状況ですが、将来的には、ジョイントインバージョンの高度化、坑井観測の標準化、重力・弾性波・ミュオンの三者統合解析などを通じて、より正確で信頼性の高い地下物性評価が実現されると期待されます。

今後の展望

第2回でもお伝えしたように、宇宙線ミュー粒子を使った探査では、宇宙線を利用しているため、ミュー粒子の単位時間あたりの飛来個数をコントロールできません。そのため、ミュー粒子フラックスの変動係数を小さくするには、計測に時間を要します。その結果、シールド掘削でのトンネル前方探査のように、短期間で測定対象領域が変わるような場合、時間的制約から適用が困難とされています。

しかし、ミュー粒子探査を高速化するための研究もされています(金, 2022)。これまでに、全てのミュー粒子を検出してミュー粒子フラックスを計測し、面密度を得てきました。ただ、宇宙線ミュー粒子は、赤外線・可視光線・紫外線で構成される太陽光スペクトルのように、一つ一つが異なるエネルギーを持つ

ています。高いエネルギーのミュー粒子は、数十メートルの地盤や人工構造物は貫通してしまうので、対象内部に存在する面密度コントラストを見にくくする要因となります。そこで、あえて高いエネルギーは排除して、低いエネルギーのミュー粒子、すなわち対象の密度異常領域でミュー粒子フラックスが大きく変化するような測定をすれば、面密度コントラストを短時間で得ることができます。

ただ、宇宙線を利用する方法のままでは、いずれ測定時間の短縮化にも限界が来ることは容易に想定できます。そこで、ミュー粒子フラックスをコントロール可能な可搬型ミュー粒子生成器の研究開発が進められています(高エネルギー加速器研究機構他, 2025)。ミュー粒子の生成は、粒子を加速して対象に衝突させる加速器を使用しますが、加速器は大型建築物なので、とても移動させることはできません。粒子を加速する部分が長いために大型になってしまいますが、粒子を加速する手法を改良することで、加速区間を短くし、加速器の大きさを小さくすることができると期待されています。十分小型化されれば、いずれはミュー粒子生成器を車で運べる時代も到来すると考えられます。

おわりに

わかりやすい物理探査シリーズ「宇宙線ミュー粒子による探査」は今回で最後になります。物理探査としての研究の歴史は、他の探査方法に比べると浅く、研究の余地があります。まだ研究者が少ないこともあり、認知度がまだ低いようにも思われます。今回のこの解説で興味を持たれる方が増えることを望んでいるところです。

参考文献

- Kodama et al. (2024): Joint inversion of muography and seismic wave exploration using petrophysical information. In 6th Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience and Engineering.
- Cosburn et al. (2019): Joint inversion of gravity with cosmic ray muon data at a well-characterized site for shallow subsurface density prediction. Geophysical Journal International, 217(3), 1988-2002.
- Li et al. (2024): Omnidirectional borehole detector for muography: Design and performance evaluation. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 1065, 169568.
- Matsushima et al. (2024): Joint measurement of cosmic ray muons and seismic waves at laboratory scale. Geophysical Journal International, 239 (3), 1821-1832.
- 金(2022): インフラ設備の迅速探査にむけたエネルギーインドウ型ミューングラフィ手法の開発. 科学研究費助成事業研究成果報告書, 課題番号19K12629.. <https://kaken.nii.ac.jp/en/file/KAKENHI-PROJECT-19K12629/19K12629seika.pdf> (accessed July 21, 2025)
- 高エネルギー加速器研究機構他 (2025): 素粒子ミュオンを使うイメージングや元素分析の研究開発を加速~「経済安全保障重要技術育成プログラム」にKEKから3件採択、3件分担~ <https://www.jaea.go.jp/02/press2025/p25061302/> (accessed July 21, 2025)

▶ 日本地球惑星科学連合2025年大会レポート

兵庫県立大学 後藤 忠徳

「日本地球惑星科学連合(JpGU)」をご存知でしょうか?名前だけ見るとSF映画に登場しそうですが、実際は、地球惑星科学に関連する50の学協会と、1万人を超える研究者・市民が参加する公益社団法人です。物理探査学会もこのJpGUに加盟しています。JpGUにとって最大のイベントは「大会」であり、毎年4,000件を超える研究発表や多様な企画・展示が行われ、8,000人以上が参加します(写真1)。今回はその2025年大会の様子をレポートします。

JpGU2025年大会は、2025年5月25日~30日までの6日間、千葉県の幕張メッセで開催されました。物理探査学会は他の学会と共同で3つの発表セッションを企画・開催しました。写真2は、そのうちの一つである“Electric, magnetic and electromagnetic survey technologies and scientific achievements”セッションの様子です。このセッションは2日間に渡って行われ、のべ150名以上が参加しました。電気・電磁探査を中心に、浅部から深部までの地下構造解明に関する14件の口頭発表と16件のポ



写真1 JpGU2025年大会の様子。ポスター発表&企業ブース



写真2 口頭発表の様子

スター発表が行われました。セッション内外では、日本語と英語を交えた活発な議論が交わされました(写真3)。さらに、ここでは日本人3名、外国人1名の研究者による招待講演もあり、地下水や熱水調査における物理探査の貢献や新たなハードウェア開発などについて、総説から最新動向まで幅広く紹介されました。セッションへの参加者からは、「他分野との交流を通じて物理探査の意義を実感した」「防災や資源探査への応用例を多く知ることができ、有意義だった」といった声が聞かれました。また、「探査精度や可視化技術の向上への期待は大きいが、現場での適用には課題も多い」との指摘もあり、理論と実務のギャップを埋める



写真3 ポスター発表で盛んに議論



写真4 物理探査学会ブース

取り組みの重要性も感じられました。物理探査が今後ますます重要な役割を果たすと実感できる大会となりました。

物理探査学会は大会期間中にブースも出展しており、物理探査学会の会員・広報委員が学会活動や出版物などの広報を行いました(写真4)。若い学生や研究者も多く訪れ、ここでも活発な交流が生まれました。ブースでは、クイズラリーやお土産の「物理探査クリアフォルダ」なども好評

でした。こうした他学会との共催セッションや学会ブースを通じて、物理探査に馴染みのなかった研究者や市民にも、その魅力と可能性を伝える良い機会となったと感じています。JpGUは毎年5月末に大会を開催しています。来年の2026年大会にも物理探査学会は参加予定ですので、また会場で皆さまとお会いできるのを楽しみにしております。

▶ 物理探査学会第152回(2025年度春季) 学術講演会開催報告

日鉄鉱コンサルタント(株) 手島 稔

第152回(2025年度春季)学術講演会は2025年6月4日~6月6日の3日間にわたり、早稲田大学西早稲田キャンパスで開催されました。口頭講演数42件、ポスターセッション5件、特別講演2件、特別セッション4件でした。今回の参加者は3日間で合計208名(うち、委員17名、学生37名)、交流会104名でした。

○各セッション(ポスターセッション)

講演会の発表は、口頭発表もポスター発表もすべて会場にて対面で行われました。それによって、参加者同士の交流や質疑応答が活発にされました。



写真：会場の様子

○特別講演及び特別セッション

物理探査による斜面未災学への貢献をテーマに特別講演が行われました。八嶋 厚氏(岐阜大学特任教授)と中山 稔氏(香川大学教授)に講演いただいたほか、地すべり地区での物理探査の適用例について、4名の専門家による特別セッションも開催されました。

八嶋氏は「道路土工構造物のSHM(Structural Health

Monitoring)における物理探査への期待」と題して講演されました。特に盛土などの道路土工構造物の経時的な健全度評価に物理探査を活用し、予防保全型の維持管理システムを構築することの重要性について語されました。一方、中山氏は「城郭石垣の安定性評価における物理探査の適用事例～失敗例を中心に～」と題して講演されました。老朽化や自然災害によって大変形した城郭石垣の現状の力学的安定性を評価するために、物理探査をどのように適用できるかについて具体的な事例を交えて紹介されました。



写真：八嶋 厚氏



写真：中山 稔氏

○おわりに

特別講演で講演いただいた「未災学」の観点で物理探査が貢献できる余地は多くあり、世の中のニーズとしては、災害発生後の対応だけでなく、災害が発生する前の予測と事前対策が求められており、物理探査技術がそのギャップを強く認識する機会となりました。

また、新型コロナウイルス感染症対策期間中ではハイブリッド方式による開催でしたが、今回の春季講演会では2019年(第140回春季講演会)以来、6年ぶりに現地対面方式のみで開催されました。会場内や交流会においては、物理探査の多様な課題に対して活発な議論が交わされ、現地開催ならではのメリットを実感することができました。

研究機関紹介

公益財団法人深田地質研究所

鈴木 敬一・磯 真一郎

はじめに

公益財団法人深田地質研究所(以下、深田研：写真1)は、地質学や地球物理学等を基盤とする総合地球科学の研究、及び環境、防災、建設等社会発展に係る科学・技術の研究、ならびにそれらの融合的な研究を進めています。また、複合的な地球システムへの理解を増進し、その研究等の活動を継承する専門家の教育・人材育成及び研究助成活動を行っています。さらに広範な国際交流を通して、これらの先進的な成果を社会に広く普及させ、社会の持続的な発展に寄与することを目的にした事業活動も行っています。

研究所の歴史

深田研は、1954(昭和29)年5月に、故深田錠造氏の寄附を基本財産として創立されました。同年10月に当時の文部省から財団法人として認可を受け、我が国初の民間の地質学・地質工学の研究所として誕生しました(写真2、写真3)。初代理事長は東京大学名誉教授立岩巖博士です。創立時に「地質工学の創造」「地質学の普及」「地質技術者の職域の開拓」という理念を掲げ、当時は実際の産業とは必ずしも密接に結びついていなかった地質学を地質工学に発展させ、国土の開発やインフラ整備等のための地盤調査技術研究あるいはその成果の普及を通じて、高度成長期にある我が国の成長・発展に貢献してきました。1996(平成8)年10月には深田研の理念に賛同される方々の支援により創立以来の現在地に新築屋が竣工し、研究所設備と研究体制の強化を図りました。2008(平成20)年12月の公益法人制度改革に伴い、2011(平成23)年3月に内閣府より新しく認定を受け、同年4月に公益財団法人深田地質研究所へ移行しました。



写真1 深田研の建物外観(ドイツ産三畳紀新赤色砂岩)

事業内容紹介

深田研の事業内容は①研究事業、②普及事業、③育成事業、④助成・顕彰事業からなっています。さらに研鑽のため巡検活動も行っています(写真4)。

① 研究事業

地質学や地球物理学等の基礎科学に関する研究やその応用である環境・防災・建設分野等に係る研究や技術開発を行っています。下記に研究テーマの一部を示します。

- ・花崗岩の節理や風化
- ・コンクリーションの形成メカニズム
- ・中生代アンモナイトの進化や分類
- ・高レベル放射性廃棄物(HLW)地層処分
- ・関東平野や都心の地形や地質
- ・斜面崩壊や地すべり
- ・岩盤工学や物理探査
- ・CCSや石油増進回収技術

外部の研究者を交えた研究委員会活動も行っています。最近は地殻応力の経年変化や高濃度微量ガス測定技術を用いた探査技術の開発、さらにはAIや機械学習を活用した解析などの研究を行っています。研究成果の一部は「深田地質研究所年報」として毎年まとめられ、公表されています。

② 普及事業

地球システムに関わる内外の研究や技術開発の状況や成果を広く紹介し、併せてそれら成果の社会利用を図ることを目的として、一般の方への普及・啓発を行っています。普及事業として(1)深田研談話会、(2)深田研一般公開、(3)深田研ニュースの発行、(4)アウトリーチ活動を行っています。



写真2 設立当時の看板



写真3 玄関に展示中の大型アンモナイト

(1) 深田研談話会

深田研談話会は「地質学及びその関連分野における先端的な研究者と地質・地質工学関係の特に若手技術者との相互交流の場を設け、交流を通して応用地質学の実践と技術の向上を図ること」を目的として開催しています。現在までに200回以上開催され、地質学から地球物理学・地質工学まで幅広い分野の専門家をお招きして、毎回興味深いお話を聞かせていただいている。

(2) 深田研一般公開

深田研の事業や地質学普及のため、一般の方を対象として毎年10月に研究所内部を公開しています。公開にあたってはセミナーやラボツアー、化石発掘体験など年少者にも興味をもっていただけるイベントも企画しています（写真5）。ご家族連れでお越しいただいても楽しんでいただけると思います。

(3) 深田研ニュースの発行

深田研の事業や研究者の活動を紹介するために隔月でニュースを発行しています。深田研ニュースの入手方法はホームページをご覧ください。

(4) アウトリーチ活動

深田研のシンボルであるアンモナイトを使った化石レプリカの簡易作成方法「アンモナイトアクセサリー」を一般公開のほか、各地イベントで実施し、好評を博しています。また、鉄道を利用し、誰もが気軽に楽しみながら自然や地球環境のことを学ぶことができる活動を「ジオ鉄」（商標登録第5378786号）と称し、楽しみながら自然に親しむ新しい鉄道旅行のスタイルを提案しています。

③ 育成事業

専門家育成や教育を行うため、これまで「深田研ジオフォーラム」を行ってきましたが、2023年からはオンラインで「深田研講座」、時宜に応じた特別講演会も開催しています。

④ 助成・顕彰事業

地球システムに関わる研究・開発・発展のために、(1)深田研究助成、(2)深田野外調査助成、(3)深田賞の研究助成と顕彰を行っています。



写真4 山形での巡検(2023年度)



写真5 化石探しで見つかった木の葉化石

(1) 深田研究助成

大学院生や若手研究者を対象とした研究助成です。大学院の後期博士課程や助教クラスの若手研究者が、一人あるいは少人数でこつこつと進めている研究に対して、研究助成を行っています。

(2) 深田野外調査助成

地球科学に関する分野を学んでいる学生を対象に、国内における野外調査の支援に特化した助成を行っています。

(3) 深田賞

深田研の設立趣意書に「本研究所は、従来、実際の産業とは密接に結びついていなかった地質学を、応用地質学として、実際の各分野に発展せしめ、その研究の成果を、地下資源の利用、土木建設事業などの科学技術と正しく結合して、社会の発展に貢献することが大きな目標」とあります。さらに「なかでも本研究所が最も大きな目標とする土木地質、農林地質、災害地質などの所謂、応用地質学の研究は、わが國のみならず、諸外國に於いても極めて不十分な現状」とあります。このような目標と状況を踏まえ、土木工学、資源工学、農学、環境、自然災害など関連分野に顕著な功績をあげた人を讃えるため創設された賞です（写真6）。

おわりに

深田研談話会をはじめ各種イベントについては随時ホームページで告知し、申し込み受付を行っています。ご興味のあるイベントにはぜひ参加してください。お問い合わせはホームページ(<https://fukadaken.or.jp/>)をご利用ください。



写真6 深田賞授賞式での記念撮影

2024 EAGE Annual参加報告 「番外編」

公益財団法人深田地質研究所 鈴木 敬一

はじめに

昨年6月、ノルウェーのオスロで行われた2024 EAGE Annual 85th Conference & Exhibitionについては、既にこの場をお借りして報告させていただきました。今回は番外編ということで、裏話をいくつか紹介したいと思います。

オスロは北緯60度に位置し、夏は夜が短く、午前1時から3時くらいの間しか真っ暗にならない感じです。前回のウィーンでも驚きましたが、オスロはそれ以上です。

物価

Wikipediaには「世界で最も物価の高い都市のひとつ」と紹介されています。レストランなどでビールを頼むと12～13クローネです。当時1クローネが150円くらいでしたから、日本円で1,800円から2,000円で、おかわりするのにも勇気がいります。料理も一皿20クローネくらいからなので、3,000円です。日本からの出張手当では、外食は厳しく、コンビニやスーパーを利用しました。それでもスーパーで350mlくらいの缶ビールが4クローネ、600円です。もちろん鉄道料金や観光施設の入場料なども非常に高いです。しかし、オスロ・バスという交通機関と公共施設の入場料が24時以内であれば一定額というチケットがお得で、私もこれを利用しました。

ムンク美術館

ノルウェーを代表する芸術家ムンクの作品を収蔵しているムンク美術館(写真1)はオスロ観光の目玉になっています。最近建て替えられ、オスロ中央駅からも歩けるくらいの便利な場所に位置しています。写真に示すようにオーバーハングしたガラスの外壁が印象的な建造物です。私が訪れた時は、ガラスの清掃を行っていましたが、オーバーハングした外壁にゴンドラでぶら下がるのはさぞかし怖いだろうと思います。

ムンクの作品では「叫び」が有名で、複数の作品があります。ムンク美術館ではそのうちの3点を所蔵しています。この作品は耳を塞いた人が印象的ですが、口を開けていることから、この描かれた人が叫んでいると誤解されがちです。しかし、これは「自然を貫く果てしない叫び」(Wikipedia)に憚いて耳を塞いでいるのだそうです。背景が真っ赤なのですが、これは1883年のインドネシア・クラカタウの大噴火によって火山灰が世界中に飛び散り、それにより夕焼けが真っ赤になった様子です。「自然を貫く果てしない叫び」は、そのような人知の及ばない自然への恐れから生じるのかとも

しません。

代表作「叫び」も良いのですが、私は「マドンナ」や「吸血鬼」といった作品に惹かれました。「マドンナ(写真2)」は落ちくぼんだ眼窩が不気味で、頭上にある赤い輪が、聖人を示す光輪を表していると思われますが、どう見ても聖母には見えません。ムンクは版画もたくさん残していて、ムンクの作品の複製を作るワークショップも体験できました。



写真1 ムンク美術館の外観



写真2 ムンク作マドンナ

ノーベル平和センター

オスロにはノーベル平和センターがあります(写真3)。私が訪れたときはちょうどオノ・ヨーコの企画展示が行われていました。PEACE is POWERをテーマにしていますが、彼女の作品は映像作品も多いようです。文字による展示が多く、すべて理解するのは難しかったですが、同じ日本人が海外で評価されているのは誇らしいことです。



写真3 ノーベル平和センターの外観

オスロ市庁舎

ノーベル平和賞はオスロで授賞式が行われます。場所はオスロ市庁舎のホール(写真4)で、普段は一般に公開されています。奇しくも2024年には日本の日本原水爆被害者

団体協議会がノーベル平和賞を受賞しました。この会場で式が行われたニュースを耳にして感慨を新たにしました。

ホールの壁には絵画が描かれ、これを鑑賞するだけでも面白いですし、ムンクの絵画も飾られています。



写真4 オスロ市庁舎のホール

鉄道事情

鉄道は慣れないと乗りこなすのが難しいです。駅の行先表示板がわかりにくいのです。上りも下りも時刻順に1列で表示されているので、自分がどこ行きに乗るのか知らないと目的地へたどり着けません。例えば、東京駅で東海道本線、常磐線、山手線、京浜東北線、中央線の行先表示板が一列しかなく、時刻順に並んでいるだけだとすれば、どれだけわかりにくいかお分かりになると思います(実際、東京駅は路線ごとに行先表示が別になっています)。

EAGEの会場の最寄り駅リレストレムでは行き先が4方向に分かれるので、4方向の列車が一列に入り乱れて行先表示板に表示されます。そのため上りなのか下りなのか、どちら方面なのかすぐには分からず、はじめは路線図と見比べないと、全然違う方面に乗ってしまう可能性があります。しかし、慣れてくるとだんだん分かるもので、帰るころには外国人(私も外国人ですが)の方に「エアポートは次の列車でよいのか?」と訊かれてもすぐに答えられるようになりました。

運航時刻に関しては時刻表通りのこともありますが、5~15分くらいは常に遅れています。時刻表の時間にホームにいれば乗ることができます、というくらいの認識で良いのではと思いました。

鉄道自体は乗り心地が非常に良いのですが(写真5)、車内で大きな声での電話、イヤホンなしで動画を見る乗客が多いのが少々残念でした。屋内は全面禁煙ですが、屋外は喫煙可のため、歩きたばこやレストランのテラス席での喫煙は多いです。街中にゴミはほとんど落ちていないですが、たばこの吸い殻だけが落ちているのが残念でした。

オペラハウス

オスロのオペラハウスはムンク美術館に近く、海に突き出た桟橋状の埋め立て地にあります。真っ白な外観で、屋



写真5 近郊型車両



写真6 カーテンコールの様子

根に上ることができます。観光名所になっています。屋上からはオスロ港や街並みが一望できます。

EAGEの最終日、片付けも終えてからオペラを見に行きました。演目は、ウエストサイド物語で有名なアメリカの作曲家バーンスタインの「キャンディード」です。原作はフランスのヴォルテールの「カンディード」です。この作品は、1755年にポルトガルのリスボンで発生した大地震の惨事に衝撃を受け、当時はやっていた楽天主義に対する疑問がきっかけで書かれたといわれています。オペラの序曲は有名で、聴けばすぐにあの曲かと思い出す人も多いと思います。料金は日本円で8,000円くらいであり、食べ物の物価から比べると、ずいぶんと安いと感じました。

今回の公演は、演奏会形式といわれる衣装と簡単な小道具だけの演出でした。オスロで英語のオペラというのも変ですが、コンサートはオフシーズンで、これしか選択肢がなかったというのが実情です。演奏は熱がこもっていて、笑いの絶えない舞台でした。この日が千秋楽で、主役の歌手が引退する最後の公演だったので、花束の贈呈などもあり、カーテンコールは盛り上がりいました(写真6)。

オペラハウスの前には、ノルウェーが生んだ往年の大ソプラノ歌手、キルステン・フラグスタートの像があります(写真7)。オペラ好きには有名なワーグナー歌手です。60年以上前に活躍したので、実演では聴いたことがありませんが、録音で聴いても声にオーラがあるのがよくわかります。この像は誰も見向きもしないで通り過ぎますが、もう少し観光案内で紹介されて良いのではないかと思います。

おわりに

EAGEに参加した際の裏話として、番外編を書かせていただきました。観光ガイドブックなどには紹介されていない情報を書いたつもりです。オスロに興味ある方もそうでない方も楽しんでいただければ幸いです。



写真7 オペラハウス前のフラグスタート像



ノルウェー石油博物館 探検記

石油資源開発株式会社 小林 雅実

前号では、ノルウェー・スタバングルでの駐在生活について、記事を掲載しましたが、そんなスタバングルにある「ノルウェー石油博物館(Norwegian Petroleum Museum)」を紹介します。

観光スポットとしても人気なこの博物館。建物の外観は受付でもらえる右のパンフレット表紙(日本語版もあります、「ガイド」のカタカナが見えますでしょうか?)の通り。ノルウェーの岩盤、海岸風景、海洋の石油施設をイメージして作られたとのことで、素敵な建築物です。



NORGE OLJEMUSEUM

市の中心地にあるこの博物館では、どのようにして石油産業がノルウェー的一大産業になったのかを学ぶことができます。「地下深くで石油・ガスがどのように生成されるのか」からはじめり、探鉱、掘削・生産を経て人々の生活にエネルギーは如何にして届くのか、そして気候変動や今後のエネルギーの未来まで、幅広い範囲の内容を学ぶことができます。写真の通り非常に展示物が充実しており、何度も足を運んでじっくり展示を見たくなる施設です。

ルート中盤では海洋作業員となって実際にヘリコプターで海上作業場に行くことを疑似体験できるような建物の構造になっています。「バルバランバル…」というヘリコプター

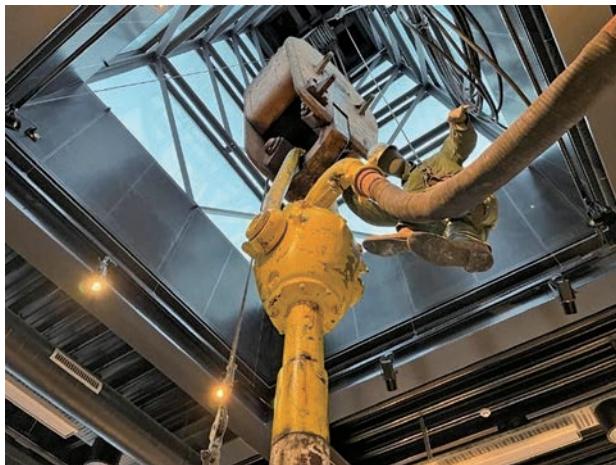


エアガンの展示

の音声データを聞きながら渡り廊下を渡り、掘削現場を模した現場機器が展示された別館へ。実際のリグで勤務・生活する人々の写真も多く展示されており、より現実味を帯びた世界として体感することができます。

物理探査関連では、弾性波探査について大スクリーンへのアニメーション投影を交えて説明されるコーナーがあります。写真は水槽の中に設置されたミニエアガンの展示。こちらの展示、備え付けられたボタンを押すと実際にエアガンが作動して周囲に響き渡る音がするので、気軽に押してその想定外の音量に驚く人が後を絶ちません。

技術的な内容はもちろんのこと、1958年に初めて国内で見つかった石油が、ノルウェーをどう変えたのか。莫大な石油収入、拡大した雇用、それに対応する政策・ルール作り。豊かになった生活水準とその裏にある悲惨な事故。危険と隣り合わせで勤務してきた海上作業員の覚悟。この業界で働く身ながら、毎回訪問の度に多くのことを学べる施設です。



臨場感を感じる掘削機器の展示物



館内の様子

海洋物探小説「ブルーネス」の絵解き(その2) ～津波監視システムの始まりの始まりの話～

海洋研究開発機構 笠谷 貴史

この記事、本当は元ニュース委員長の高橋さんが書かれた物探査ニュースNo.57の「海洋物探小説 ブルーネスの絵解き」に続いてシリーズ物として掲載するはずでしたが、私の怠慢で2年の歳月が流れてしまいました。改めてこの号を見てみると、能登半島沖でのOBEM観測の顛末記を執筆しています。この2年の間に、2024年能登半島地震もありましたが、私の周りの環境が激変して、なかなか記事を入稿できていませんでした(他にも記事を書いているので許してください…)。

ニュースNo.57の高橋さんの記事では、「ブルーネス」の内容や作者の伊与原新さんについてサラッと紹介されていますが、私が原稿を落としている間に、作者の伊与原新さんが第172回直木賞を受賞されました。この物語の「ハードウェア」の肝が「津波監視システム」とされる観測機器です。この「津波監視システム」は、海底に設置する観測機器と海上の航走体で成り立っています。このうち、海底に設置する観測機械は「ベクトル津波計」と呼ばれていますが、これは「海底電位磁力計(OBEM)」をベースに圧力計(微差圧計)も装備し、音響モードでデータを洋上の航走体に送れるようにした機器です。ここで用いられるOBEMはニュースNo.57の能登半島沖の記事に登場するものとは異なり、少し大型のフレームにガラス球が取り付けられたものです(図1)。

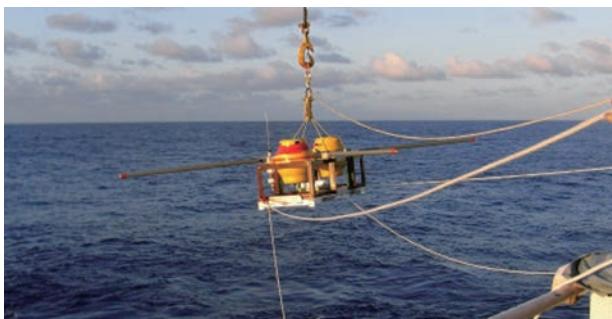


図1 R/V「みらい」で2009年2月にタヒチ島の沖合で投入作業中のOBEM

津波が観測機器の上を通過するときに良導体である海水が動かされることで電流が発生し、それによる誘導磁場が発生します(図2)。もし、この磁場変動を陸から離れた離島や海底に設置された磁力計で観測できれば、津波の早期検知システムとして活用できそうです。この「ベクトル津波計」はそれを一步進め、直接的に海面変動を計測できる微差圧計を組み合わせる事で正確な津波検知を目指そうとしています。このアイデアはどこで生まれたのでしょうか。作者は、現神戸大(当時は海洋研究開発機構)の浜野洋三さんと杉岡裕子さんに取材をしておられます。今回は、「津波監視システム」の発想に至ったであろう、始まりの始まりについて書いてみたいと思います。

到来する津波を海底に設置されたOBEMと微差圧計で、しかも複数台の観測アレイで捉えた初の観測は、フランス領タヒチ島の東方沖で行われました。投入作業は海洋研究開発機構のR/V「みらい」で2009年2月に実施されました。この観測の本来の目的は、この海域の海底下深部にあるマントルブルームを3次元的に捉えようというものでした。深部にあるマントルブルームを検出するには長期間の観測が必要です。そのため、当初は海底

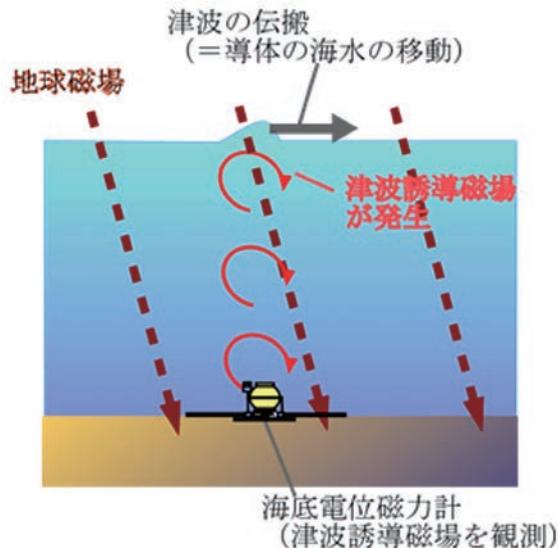


図2 津波による磁場変動発生の模式図

に1年程度設置して回収をする計画でした。ところが、回収するための航海を取得することができず、ほぼ丸2年経った2010年11月末から12月にかけて、現地のマグロ漁船をチャーターしてようやく回収作業にこぎ着けました。実は、それが結果的に2回の大地震(2009年9月のサモア諸島沖地震、2010年2月のチリ地震)による津波のシグナルをとらえることに繋がったのです。

このときの観測では、海底下の電気伝導度(比抵抗)構造を捉えるOBEMと地震波トモグラフィーのための広帯域地震計(BBOBS)を9ヶ所の観測域にそれぞれ1台ずつペアで設置しました。このうちの2台のBBOBSに微差圧計が取り付けられていたのです。

マグロ漁船での回収の顛末は別の機会に譲りますが、全ての観測機器を無事に回収することができ、観測データもきっちり記録されていました。私も共著となっているSugioka et al. (2014)では、チリ地震の津波による変動の解析により、海底下の電磁場変動と海底の水圧変動が非常に良い一致を示すことを、津波の第一波の振幅が津波の理論値とも一致することを示しました。また、このときの観測点は、面的に配置されていたので、津波が伝搬している様を電磁場変動から検出することにも成功しています。これらの結果から、OBEMに微差圧計を組み合わせる「ベクトル津波計」を提案するに至りました。「ベクトル」と称しているのは、磁場3成分を用いることで、津波の大きさだけでなく、到来方向も検出できる事に由来します。その後、浜野さんと杉岡さん達は洋上航走体としてWave Gliderを用い、「津波監視システム」の海域試験を積み重ねていくことになります。

ちなみに、高橋さんの記述に被せると、私も作者同様5歳頃から大学進学前までピアノを習っていたので、地球科学研究者というところもあり、親しみを感じざるを得ません。私は理学出身なのに、ずっと観測機器を開発・運用続けていますが、ある意味、作中のいろんな人物を足して割ったのが私なのかもしれません。

<参考文献>

Sugioka et al., Tsunami: Ocean dynamo generator. Sci. Rep., 4, 3596 (2014)

お知らせ

お知らせ

第153回(2025年度秋季)学術講演会

第153回学術講演会を下記の日程で開催します。現地開催のみとさせていただきますので、ご理解のほどをお願いいたします。

会期：2025年11月26日(水)～11月28日(金)
 会場：米子コンベンションセンター ビッグシップ(島根県米子市)
 事前登録参加費(税込)：
 　一般 7,700円、会員学生 0円、非会員学生 3,850円
 会場登録参加費(税込)：
 　一般 8,800円、会員学生 0円、非会員学生 4,400円

交流会

日時：2025年11月27日(木) 18:00～20:00
 会場：ル・ボルト(米子コンベンションセンター内)
 事前登録参加費(税込)：一般 7,000円、会員学生 3,500円
 会場登録参加費(税込)：一般 8,000円、会員学生 3,500円
 詳細は学会HP(<https://segj.or.jp/event/lecture/2025/07/153.html>)をご確認ください。

第65回(令和6年度)物理探査学会賞

論文業績賞

論文賞
 受賞者：岡本 京祐氏、浅沼 宏氏、藤澤 茗人氏、青木 直史氏
 対象論文：岩手県葛根田地熱地域における自然地震とバイフレーザー振源を組み合わせた反射法地震探査：超臨界地熱貯留層に由来する反射面を捉えた国内初事例の可能性

事例研究賞

受賞者：笠谷 貴史氏、北田 数也氏
 対象論文：Advanced magnetic survey system and method for detailed magnetic field mapping near the sea bottom using an autonomous underwater vehicle.

奨励賞

受賞者：寺西 陽祐氏
 対象論文：海底浅層高分解能三次元地震探査技術に関する実証試験

学会業績賞

受賞者：佐藤 源之氏
 業績：地雷検知用デュアルセンサー技術の開発

第65回(令和6年度)永年貢献表彰

(永年在籍会員表彰)

①在籍30年以上かつ満70歳以上の正会員(敬称略)
 菅 公男、内田 利弘、大久保 泰邦、米田 吉宏、志村 栄一、
 久保田 隆二、天野 博、清水 信之、中谷 仁

②50年 在籍賛助会員
 ニタコンサルタント株式会社、三井金属資源開発株式会社、
 株式会社興和、ジオテクノス株式会社

③30年 在籍賛助会員
 東邦地水株式会社

(名譽会員表彰)

内田 利弘氏

第152回(2025年度春季)学術講演会表彰者

第152回学術講演会最優秀発表賞と優秀発表賞の受賞者は下記の方に決定しました。おめでとうございます。

最優秀発表賞：及川 航貴氏(東京農工大)
タイトル：地中レーダデータの全波形逆解析に向けた物理情報を組み込んだ深層学習モデルの適用

優秀発表賞(口頭)

受賞者：大野 登羽氏(東京科学大)
 タイトル：2023年トルコ南東部地震の被災地域における微動探査
 受賞者：山本 耕大氏(高知工科大)
 タイトル：ペネトレータを利用した氷河流動の測位と今後の機械要素開発
 受賞者：三井 一毅氏(早稲田大)
 タイトル：接地電線を用いた時間領域電磁探査法データに対する正則化勾配法逆解析(RCG法及びRRCG法)の適用と評価
 優秀発表者(ポスター)：大島 由有希氏(兵庫県立大)
 タイトル：比抵抗トモグラフィの医療への応用—骨折診断のための基礎実験—

令和7年度 ワンデーセミナー

タイトル：弹性波減衰解析の基礎と実践:Q値推定と減衰メカニズムの理解(演習付き)
 講師：松島 潤(東京大学)
 開催日時：2025年10月17日(金) 9:30～17:00
 開催形式：オンライン(Zoom)
 定員：100名
 受講料(税込)：会員12,000円、非会員20,000円、学生3,000円
 詳細は学会HP(https://segj.or.jp/event/2025_OneDay_seminar.html)をご確認ください。

学生会員向けイベント(会員・広報委員会)

開催日：2025年11月15日(土)～11月16日(日)
 会場：兵庫県立大学姫路工学キャンパス
 内容：比抵抗トモグラフィの野外実習やグループワークを実施。旅費・宿泊費の一部補助あり。詳しくは、学会HPまで。

第16回国際シンポジウム

会期：2026年9月27日(日)～9月30日(水)
 会場：札幌コンベンションセンター(北海道札幌市)
 詳細は国際シンポジウムHP(<https://sites.google.com/segj.org/is-16th>)をご確認ください。

編集後記

2025年も半分が過ぎまして、編集後記を書くにあたり今年の出来事を振り返ってみました。自分の仕事柄、1月に発生した八潮市の道路陥没事故が大きな衝撃を受けた出来事でした。犠牲になった方のご冥福をお祈りいたします。事故の後、水道を始めたとしたインフラの維持管理についての問題が大きく取り上げられていました。

少しずれた話になりますが、この件で驚いたのは事故直後から複数のライブカメラ映像がYouTubeで公開されていたことです。今回の事故の陥没が拡大していく様子や救助作業、それに伴う工事の様子など記録されていたものは、資料としても貴重なものになるでしょう。今後も社会的にインパクトの大きな事故・災害の現場の様子は、世間にリアルタイムで公開されていくことが増えるのかもしれません。

リアルな現場の様子を伝えられるのはよいことではあります。ただ、現場にいくつもカメラがあって、世の中に公開されながらの仕事は作業する側からすると、後ろめたいことがなくとも何となく落ち着かないな、と感じるのは私だけでしょうか。

(ニュース委員 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いただければ自由にご利用いただけます。

物理探査ニュース 2025年夏号(通巻第67号) 2025年(令和7年)8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1-4-13 芙蓉東神田ビル4F
 TEL : 03-5990-8990 FAX : 03-5990-8991
 E-mail : office@segj.or.jp
 ホームページ : <https://www.segj.or.jp/>