

Contents

- 1 巻頭言
瑞穂の国の橋渡し
- 2 第31回GSJシンポジウム
研究成果報告会のお知らせ
地下水、土壌、地中熱の基盤データ整備と利活用
- 3 グラント報告
 - ベンゼンの土壌吸着形態に着目した微生物による浄化ポテンシャル評価
 - 微小域微量元素分析に基づく新たな地化学探査法の開発

- 腐植有機物質の分子構造解明に向けた予察的研究
 - 石炭の物理的性質に着目した低コスト・簡易な石炭熟成度評価法の開発
- 7 参加報告
ゲブゼ (Gebze) 工科大学 (トルコ) を訪問して
SAGEEP 2019 参加報告
新メンバー紹介
 - 8 イベントカレンダー・発表論文

巻頭言 瑞穂の国の橋渡し

秋に入り、つくばの稲穂もたわわに実ってきました。前回、私は産総研の歴史的原点と当部門の関係を記しましたが、「令和」になり、国内外の諸情勢が少なからず動いている下で、弊所では「橋渡し」を掲げた第4期から次期に向けた議論も始まっているところです。

当部門の看板の一つ、「資源」の研究には様々ありますが、関係する民間企業への「橋渡し」を直接／間接に意識することは第4期のカルチャーとして定着してきています。「資源」は日本では既に目立つ産業ではないかもしれませんが、社会と産業の維持に不可欠な「イノベーション創出のための基盤」であるため、その安定確保に多くの方々が努力を続けています。

“資源”への「橋渡し」には、製造業等へのそれとは違いがあると思います。まず一つは、公的資金に基づく調査・研究の担う役割の大きさです。“資源”の分野では地下の不確実性などの大リスクが事業スキーム初期に存在し、民間企業では初期の事業判断は難しいことがあり、それを補う公的資金による幅広い調査・研究等への期待が大きいように思います。資源確保は国家的マターとして捉えられることも多く、公的資金に基づく成果からの間接的な「橋渡し」が中長期的な役割として期待される面があります。

もう一つは「公益性」です。当部門のもう一つの看板に「環境」がありますが、資源開発を起点とする明治維新後の発展の歴史の中で、まさに開発と公益のせめぎあいの中で成熟してきたのが“環境”に関する諸研究であろうと思います。地域の自然や社会と調和して持続可能性を確保することは、今日的な「橋渡し」に必ず求められる要素です。環境研究の「橋渡し」においては公益性の確保は明らかな重要事項です。

開発や産業に関わる公益性と言えば、『瑞穂の国の資

本主義』というキーワードが頭に浮かびます。2013年の経済財政諮問会議で安倍首相が表した言葉ですが、久しぶりに6月の参議院委員会でも発言がありました。これは、勝者総取りの「株主資本主義」へのアンチテーゼですが、例えば「ステークホルダー資本主義」もしくは「公益資本主義」のようにも説明されました(甘利大臣(当時)公式Web)。いわゆる「三方良し」のような“関わる全体”を大切にする姿勢が、資源確保や環境対策で重要な“長期安定性”や“持続性”に対しては、遠回りなようで実はより効果的であろうと思います。地域においては「自然環境との調和」や「地域社会からの受容性への配慮」が不可欠であり、海外においては「資源搾取ではない適正な便益分配」は勿論、「相手国の発展や人材育成への貢献」などが長期的なWin-Win関係の構築に繋がり、日本独自の強みにもなると思います。

現代社会においては、残念ながらアダム・スミスの「見えざる手」だけでは鉱害や公害、人為的要因の伴う産業事故などを防げないことは理解されていると思います。資源と環境を中心とする当部門の活動では、公益に資する直接／間接の「橋渡し」を、『瑞穂の国』の公的機関として国内外においてリードできればと思います。価値観を共有頂ける内外の企業、機関の皆様には、今後とも一層のご協力を頂ければ幸いです。



総括研究主幹
相馬 宣和

地下水 土壌 地中熱

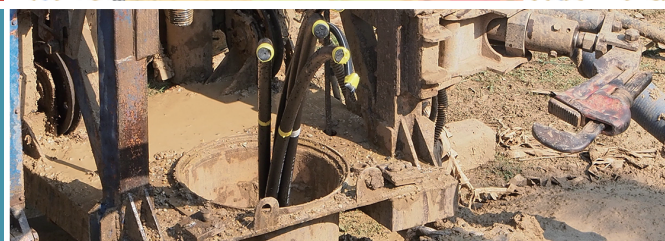
の基盤データ整備と利活用

12月6日 金

13:30 ~ 17:40 ▶受付開始 13:00 ~
▶参加費無料

秋葉原ダイビル 秋葉原コンベンションホール

JR 秋葉原駅 電気街口 徒歩1分



PROGRAM

13:30 ~ 13:35	開会のあいさつ	
13:35 ~ 13:55	地圏資源環境研究部門 研究紹介	研究部門長 光畑 裕司
13:55 ~ 14:25	ビックデータ時代における環境施策とビジネス ～オープンデータとIoTの融合による展開の可能性～	地圏資源環境研究部門 地圏環境リスク研究グループ長 張 銘
14:25 ~ 15:10	土壌汚染対策における土壌・地下水環境に関わる 基盤データの利活用について	国際航業(株) フェロー 防災環境事業部(地盤環境研究) 中島 誠
15:10 ~ 15:50	ポスターセッション	
15:50 ~ 16:35	企業が意識し始めたウォーターセキュリティ	八千代エンジニアリング(株) 事業開発本部本部長 高橋 努
16:35 ~ 17:05	地下水の情報がビジネスに? ～将来のビジョンと地下水の地図～	地圏資源環境研究部門 地下水研究グループ長 町田 功
17:05 ~ 17:35	もっと身近な地中熱の利活用のために ～地下水情報を活用した地中熱ポテンシャル評価～	再生可能エネルギー研究センター 地中熱チーム長 内田 洋平
17:35 ~ 17:40	閉会のあいさつ	
18:00 ~	懇親会	

参加申込方法

地圏資源



または <https://unit.aist.go.jp/georesenv/>
へアクセスして下さい。

▶申込〆切 2019/11/26 (火)

ジオスクーリングネット

CPD 4 単位

単位取得を希望される方は、事前登録が
必要となります。

懇親会

〈会場〉PRONTO IL BAR
UDX アキバ・イチ店

〈会費〉3,000 円を予定しています。

【お問合せ】 〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 第7事業所 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
地圏資源環境研究部門 研究成果報告会事務局 green-regist-ml@aist.go.jp (TEL) 029-861-4104

産総研





ベンゼンの土壌吸着形態に着目した微生物による浄化ポテンシャル評価

地圏環境リスク研究グループ 吉川 美穂、張 銘

私たちの身近な環境問題である土壌汚染は、明治時代に国内で初めて顕在化して以降、今なお残る根深い課題です。土壌汚染の浄化手法には、掘削除去、土壌洗浄、化学分解、熱分解、微生物の分解能を利用したバイオレメディエーションなどがあります。バイオレメディエーションは、他の浄化手法と比較して低コストで環境にやさしい技術として注目されており、有機系汚染物質で汚染されたサイト等で実用化されつつあります。例えば、汚染土壌を掘削し廃棄物として処分する掘削除去では土壌1 m³当たり3～5万円程掛かりますが、微生物浄化ではそのコストを1万円以下にまで削減できると見積もられています。

しかし、バイオレメディエーションによる浄化では、汚染物質が地中に残存する不完全浄化がしばしば発生し、問題となっております。これまでのバイオレメディエーションに関する研究においては、土壌の構成要素に着目した研究がほとんど行われて来なかったことが大きな要因であると考えられます。既往研究の大半は液体培地での微生物培養を基にしたものであり、新規分解微生物や分解経路の発見、液体中での分解条件の最適化などにフォーカスしています。

土壌と液体とで大きく異なる点として、土壌の構成要素へ汚染物質は吸着するということです。例えば工場からの漏洩で地下に流入した有機系汚染物質は、その比重に応じて地下水の流れに乗って水平方向への拡散、もしくは鉛直方向への浸透をすると共に、土壌の構成要素である無機鉱物や土壌有機物に吸着しトラップされます。吸着した汚染物質は、時間が経過する程、土壌から脱離しにくい形態となると考えられています。

つまり汚染されている期間が長い程、汚染物質を土壌から脱離させて完全に浄化することが困難になると想定されます。

本研究では、土壌への汚染物質吸着とその分解との関係に着目し、実際の汚染サイトから採取した土壌4種を含む6種の土壌でベンゼンの吸着試験と微生物による分解試験とを実施しました。吸着試験では、試験バイアル瓶の温度を変化させて分析を行うことで、ベンゼンの吸着形態を考慮した上での吸着特性評価を行いました。また、分解試験では同様のバイアル瓶に実験室内で保管・培養してきたベンゼン分解微生物を添加し、ベンゼン濃度を経時的に分析することで、微生物分解速度を解析しました。吸着係数や微生物分解速度は使用した土壌の種類により大きく異なり、中には15倍以上も分解速度が異なるケースがありました。このことは、土壌によりベンゼンの吸着特性が異なり、微生物による分解に大きな影響を与えていることを示唆しています。

今後は、土壌構成要素のうち何がベンゼン吸着や微生物分解に影響を与えているのかを解明するとともに、汚染物質・土壌・微生物の相互作用に関する研究を深めていきたいと考えています。得られた成果を用いることで、汚染サイトの土壌構成要素に応じた分解速度の推定や微生物分解の可否判断等を効率的に進めることが期待できます。土壌汚染の浄化を促進し、クリーンな社会の構築に貢献したいと考えております。



図1 実験に使用した土壌



図2 吸着試験の様子
(実際には上部も固定して振とう培養します)



微小域微量元素分析に基づく新たな地化学探査法の開発

鉱物資源研究グループ 昆 慶明、実松 健造、星野 美保子、荒岡 大輔、綱澤 有輝

『地化学探査法』とは、天然試料中の化学組成の異常（地化学異常）を検出することで資源を探索する手法（例えば Horvitz, 1985）であり、岩石や土壌、河川堆積物、自然水、ガス、植物等に認められる鉱床由来の元素組成異常や同位体異常を指標として、金属資源や燃料資源、地熱資源等の探索に用いられています（西山, 1992）。本研究では、比較的広範囲の情報を得ることが期待される河川堆積物に着目し、金属鉱床に由来する地化学異常の検出を試みました。

河川堆積物を用いた従来の地化学探査では、河川から採取した試料の平均元素組成に基づく地化学異常を検出することで、鉱床の分布を推定します。しかし、例えば、金のように極微量存在する元素は、地化学異常も数 ng/g（以下 ppb）～数十 ppb 程度であり、また採取した試料内で金粒子が偏在するため、金 1 粒の存在に分析結果が大きく左右される、ナゲット効果が生じます。このように、河川内での分級作用により試料中の鉱物量比が変化し、直近の採取地点間であっても、その平均元素組成に差異が生じます。また、河川堆積物中の地化学異常は、非鉱床由来の試料により希釈されるため、下流域では全岩試料を対象にした地化学異常検出が困難となります。

そのため本研究では、既存の全岩元素組成異常ではなく、鉱物単粒子から地化学異常を検出する、新たな地化学探査法の開発を目的としました。同一の鉱物種・粒径同士の比較であれば、河川水による分級作用の影響を受けないため、鉱床由来元素濃度評価の再現性向上が期待されます。また、河川堆積物に含まれる単鉱物

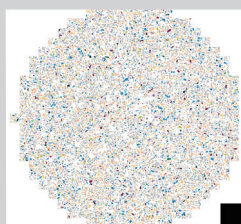
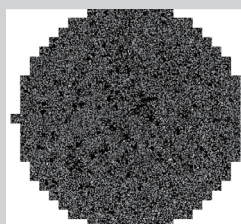
粒子中に含まれる鉱床由来元素濃度は、非鉱床由来の岩片や鉱物粒の混合があっても変化しません。従って鉱床直近から下流域に至るまで、鉱床由来元素濃度の高い鉱物が河川堆積物中に産することが期待されます。

そこで、本研究では茨城県北部栃原金鉱床周辺および北海道東北部の鴻之舞金鉱山周辺にて野外調査を行い、採取した河川堆積物に含まれる鉱物単粒子の元素濃度を LA-ICPMS（レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析計）を用いて測定し、その濃度頻度分布が地化学探査指標として有用であるか検討を行いました。

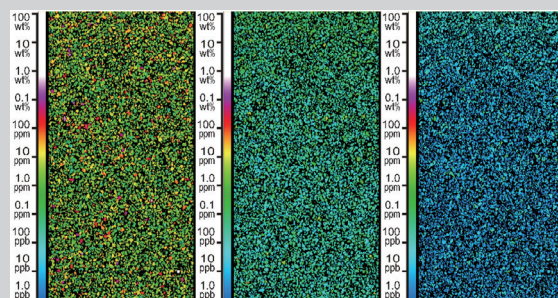
採取した試料の全岩元素組成分析の結果、金鉱床付近の河川堆積物は比較的高い平均金濃度を有するが、試料ごと・粒径別粒群ごとに不均質な値を示すことがわかりました。また、粉末 X 線回折分析（XRD）や鉱物単体分離解析（MLA）による鉱物同定の結果、金の鉱徴を直接的に示す鉱物は検出されませんでした。一方、LA-ICPMS を用いた鉱物粒子中の金濃度頻度分布分析の結果は、全岩金濃度に基づく従来法と比較してより再現性の高い結果が得られました。また、採取した河川堆積物中からも金鉱徴の可能性を示す高金含有鉱物が認められたことから、鉱物中の金濃度頻度分布が地化学探査指標として有用であることが示唆されました。

参考文献：

Horvitz, L. (1985) Science, 229 (4716), 821-827.
西山 (1992) 地球化学, 25, 127-143.



茨城県北部栃原金鉱山近傍の大沢川より採取した河川堆積物の MLA 分析結果。BSE 像（左）と EDS スペクトルマッチングによる鉱物同定結果（右）。



北海道東北部鴻之舞金鉱山近傍の藻龍川より採取した河川堆積物のヒ素、銀、金濃度分布図。



腐植有機物質の分子構造解明に向けた予察的研究

燃料資源地質研究グループ 朝比奈 健太、地圏微生物研究グループ 金子 雅紀

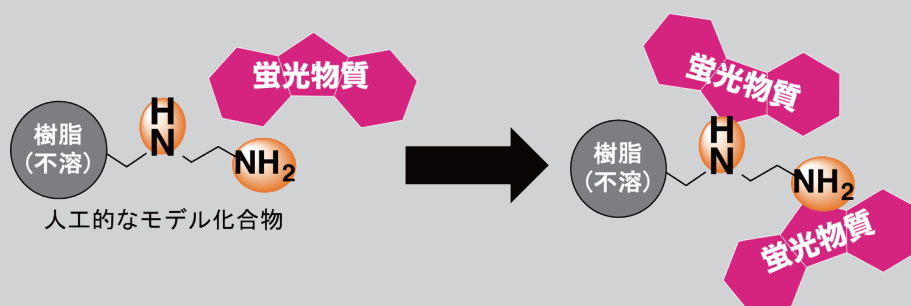
陸上植物や動植物プランクトンなどの生体有機分子は、生体の死後、光分解や微生物分解、酸化分解など様々な分解作用を受けながら海底や湖沼へ沈降し、表層堆積物中に「腐植有機物」として保存されます。腐植有機物から生物組成の特徴を見いだすことができれば、その生物種が生息している環境の特徴から過去の地球環境変動を明らかにできます。また腐植有機物は、地下微生物の栄養源であり、ケロジェン（石油の根源物質）の前駆物質でもあります。そのため物質循環を理解するためには、腐植有機物質の分子構造解明や、その反応挙動、物性を把握する必要があります。これらを明らかにすることが出来れば、これまでブラックボックスであった腐植有機物から、有用な情報を引き出すことを可能にする革新的な技術に発展することが期待できます。

しかしながら、これまで腐植有機物の分析方法は確立されてきませんでした。なぜなら、腐植物質は、水や有機溶媒に不溶でかつ複雑な不定形の高分子であるため、一般的な分析手法であるクロマトグラフィーを基盤とする分析法を適用できないからです。これまで腐植有機物が持つ情報は、その重要性や必要性が認識されているにもかかわらず、地球化学や環境科学研究にあまり活用されていません。

我々は腐植物質の分子構造解明に向けた予察的研究として、官能基の検出と精密質量（分子量）の測定を試みました。分子の構造的・性質的な特徴は、官能基で発現します。その中でも生体分子中のアミノ基（-NH₂基）は、タンパク質を構成するアミノ酸同士の結合などの重要な役割を担っています。タンパク質

の合成に幅広く利用されている固体有機反応は、不溶性物質のアミノ基に特異的に作用させることが可能であるため、我々は腐植有機物中のアミノ基にも適用可能であると考えました。本年度、我々は腐植物質のモデル化合物のアミノ基への蛍光ラベリングを試みました。その結果、首尾良く反応が進行し、固体蛍光分光光度計により、アミノ基を検出することができました。さらに我々は固体試料を直接イオン化することが可能な質量分析法である DART（Direct Analysis in Real Time）を用いて、腐植物質の精密質量分析も行いました。これまで腐植物質の精密質量を測定した研究例がありませんでしたが、本研究により初めて達成しました。今後は、国内外学会で販売されている腐植物質の標準物質を用いた蛍光ラベリングを試みることを予定しています。さらに核磁気共鳴装置を利用し、官能基が付加している構造的特徴、空間的特徴についても検討を行います。

これまでの腐植有機物の分析は、熱分解ガスクロマトグラフィーなどを用いた定性的な分析が中心でした。これらの手法は再現性が低く、得られる情報にも限界がありました。そのため、我々が目指すような定量的な議論まで視野に入れた腐植有機物は行えませんでした。また本手法によりアミノ基の定量が可能となれば、蛍光物質を変えるだけで水酸基（-OH基）やカルボニル基（-CO-基）など、腐植有機物に含まれる他の官能基にも適用可能となります。腐植有機物が持つ情報を引き出すことが可能となれば、環境変動解析や地下生命圏の理解、石油鉱床の成因解明に繋がります。



モデル化合物を用いた固体有機反応による蛍光物質の付加試験



石炭の物理的性質に着目した低コスト・簡易な石炭熟成度評価法の開発

物理探査研究グループ 小森 省吾、燃料資源地質研究グループ 高橋 幸士、地圏微生物研究グループ 金子 雅紀

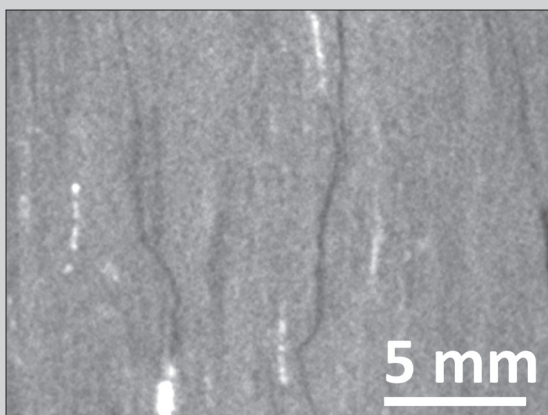
近年、石炭の改質やガス化に関する研究の進展に伴い、効率的で環境負荷の小さなエネルギーとしての石炭利用が再注目されています。日本では、北海道の炭鉱を中心に石炭採掘及び研究開発が進行中であり、九州においても炭田再開発の兆しが見られています。こうした背景の中、石炭の品質や根源岩能力と密接に関係している石炭の熟成度（熱分解レベル）の評価は、昔から変わらず重要な研究対象です。石炭の主要な構成成分であるビトリナイトは、経験温度に伴ってその光学反射率（VR%）が増大します。VR測定は最も一般的な熟成度評価ですが、通常1台当たり1千万円以上の計測システムが必要であるほか、計測用試料作製から測定まで数日を要し、コストの高さと効率性の低さが課題です。

石炭は非常に細かい空隙の他、クリートと呼ばれる亀裂システムを内部に有しています。特にクリートは、熟成の進行に伴って一定方向に連続して発達する傾向があり（フェース・クリート）、さらに熟成が進行するとフェース・クリートに垂直な方向のバット・クリートにも連続性が現れることが知られています。このことは、熟成や圧密により石炭内部の亀裂構造が変化するため、亀裂構造の変化に対応して石炭の物理的性質、例えば比抵抗特性に違いが生じる可能性があることを示唆します。比抵抗計測は数10万円程度の汎用計測機器で計測が可能で、さらに試料成形に係る手間がかなり少ない上、1サンプル

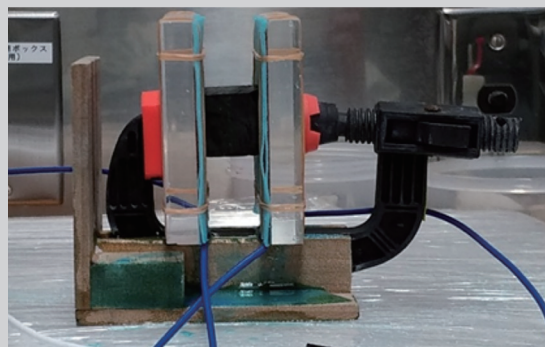
の計測に10分程度しか時間がかかりません。比抵抗計測により、およその炭質や根源岩能力を評価し、有望な石炭鉱床であるかを迅速且つ低コストに判別出来る可能性があります。

本研究では比抵抗計測と併せ、石炭内部の亀裂構造をX線CTで把握することで、比抵抗特性と亀裂構造との関係を検討しています。X線CTでは、石炭内部に一定方向に発達するクリートが認められた他、クリートの発達の程度・状況が石炭試料により異なることを把握しました。現在、様々な熟成度を有する石炭試料の比抵抗計測を実施しており、今後、石炭の熟成度が内部構造及び物性に与える影響を詳細に検討してゆく予定です。将来的に、現在考案中の手法が石炭熟成度の評価手法の1つとして確立されれば、高価な反射率測定器やノウハウを有していない事業者でも容易に、およその石炭品質を簡便に評価可能になることが期待される他、専用の実験室内だけでなく調査現場でも迅速かつ多点・広域にわたり石炭品質を評価できるようになるかも知れません。

〔謝辞〕本研究では、X線CTについて中島善人氏（物理探査研究グループ）に協力いただきました。X線CTは、（国）物質材料研究機構のナノテクノロジープラットフォーム NIMS 微細構造解析プラットフォームにおいて実施しました。



X線CTによる石炭内部の亀裂構造の一例



石炭試料の比抵抗計測（4極法）の様子



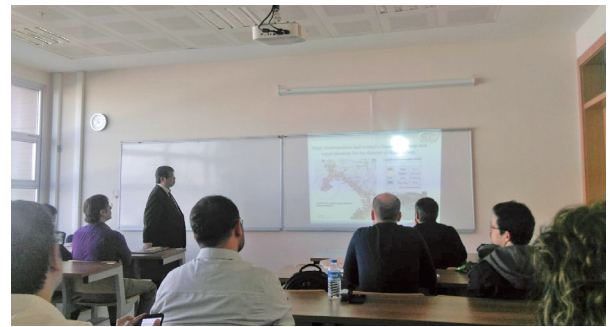
ゲブゼ（Gebze）工科大学（トルコ）を訪問して

物理探査研究グループ 神宮司 元治

2019年3月25日から27日まで、トルコのゲブゼにある国立大学、ゲブゼ工科大学を訪問しました。今回の訪問は、過去20年近く一緒に研究を進めてきたセルチュク・トブラク教授が新しく同大学に赴任したタイミングで、日本の地震災害に関する事例紹介やこれまで我々が行ってきた研究についての講演を行いました。

大学があるゲブゼは、イスタンブールの中心部から50 kmほどにあり、ちょうど東京とつくばの位置関係と似ています。ゲブゼは、ここ20年ほどで急激に発展したトルコを代表する工業地域で、イズミット湾をはさんで世界第4位のつり橋がかかる交通の要所でもあります。その一方で、ゲブゼの南のイズミット湾には、北アナトリア断層が存在し、1999年に発生したトルコ・コジャエリ地震では、断層一帯に多大な被害が発生しました。ゲブゼは、主な工業地帯が海浜地域にあるため、液状

化被害・津波被害にも多くの関心があり、日本の地震対策技術にも大きな期待を寄せています。聴講には、ゲブゼ工科大学内の学生・教員だけでなく、学外の研究者も参加されていました。また、ゲブゼ工科大学の学生は、普段、英語での授業を受けているせいか、学生とも非常に活発に有意義な議論ができました。



SAGEEP 2019 参加報告

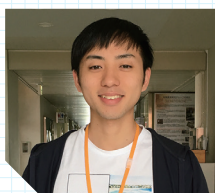
物理探査研究グループ 小森 省吾

2019年3月17日から5日間の日程で、SAGEEP 2019 - 32nd Annual Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problemsが開催されました。本学会は表層から地下100 m程度までの構造の解明を目的とした物理探査（浅層物理探査）技術に関する国際学会です。

私は、海洋底をはじめとする水域における物理探査、IP法電気探査等に関する最新技術動向の調査を目的に参加しました。インバージョン・モデリング等データ解析技術に関する研究発表も興味深いものでしたが、今回は特に、様々な背景を持ったフィールドに対する調査手法の開発及び適用事例が充実していたような印象を持ちました。

例えば、水底下の比抵抗構造調査では、水中を曳航するタイプの電磁探査装置が用いられることが多いですが、活動的火山の火口湖中・湖底下の状況を調査するために装置を水上浮揚式にするといったように、フィー

ルドの状況に応じたユニークな探査装置の開発が精力的になされているのが大変印象的でした。また、IP法電気探査については、オーフス大学（デンマーク）やラトガス大学（米国）から参加された研究者の方々と議論する機会があり、有意義な時間を過ごすことができました。総発表数は170程度と規模もさほど大きくないため全体を把握しやすく、今後も定期的に参加したい学会の1つになりました。

新メンバー紹介
産総研リサーチアシスタント

地圏環境リスク研究グループ
松下 恒輝

2019年7月から産総研リサーチアシスタントとして地圏環境リスク研究グループに所属している、筑波大学大学院生命環境科学研究科修士課程1年の松下恒輝と申します。大学では主に放射性物質の河川中及び土壌中における挙動についての研究に取り組んでおり、現地調査やサンプル解析のデータをもとにしたシミュレーションを用いて、挙動の一般化を目指したいと考えております。よろしくお願いいたします。

2019 Event Calendar

11 Nov	20-22	日本地熱学会令和元年学術講演会	http://grsj.gr.jp/gyouji/index.html	くまもと県民交流館パレア (熊本)
12 Dec	6	第 31 回 GSJ シンポジウム 地圏資源環境研究部門研究成果報告会	https://unit.aist.go.jp/georesenv/index.html	秋葉原コンベンションホール (東京)
	9-13	2019 AGU Fall Meeting	https://www.agu.org/fall-meeting	San Francisco, CA, USA



発表論文

部門に所属する研究者が筆頭または、共著になっている論文をご紹介します。

著 者	タイトル	雑誌名
Xinglin Lei, Ziqiu Xue, Tsutomu Hashimoto	Fiber Optic Sensing for Geomechanical Monitoring: (2)-Distributed Strain Measurements at a Pumping Test and Geomechanical Modeling of Deformation of Reservoir Rocks	Applied Sciences-Basel
Yu Nagata, Masaya Minagawa, Shosei Hisatomi, Yuki Tsunazawa, Kyoko Okuyama, Motonori Iwamoto, Yasuyoshi Sekine, Chiharu Tokoro	Investigation of optimum design for nanoparticle dispersion in centrifugal bead mill using DEM-CFD simulation	Advanced Powder Technology
Mio Takeuchi, Haruka Ozaki, Satoshi Hiraoka, Yoichi Kamagata, Susumu Sakata, Hideyoshi Yoshioka, Wataru Iwasaki	Possible cross-feeding pathway of facultative methylotroph <i>Methyloceanibacter caenitepidi</i> Gela4 on methanotroph <i>Methylocaldum marinum</i> S8	PLOS ONE
Daisuke Araoka, Toshihiro Yoshimura	Rapid purification of alkali and alkaline-earth elements for isotope analysis ($\delta^7\text{Li}$, $\delta^{26}\text{Mg}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, and $\delta^{88}\text{Sr}$) of rock samples using borate fusion followed by ion chromatography with a fraction collector system	Analytical Sciences
Yuki Ota, Junichiro Kuroda, Asuka Yamaguchi, Atsushi Suzuki, Daisuke Araoka, Toyoho Ishimura, NGHP Expedition 02 JAMSTEC Science Team, Hodaka Kawahata	Monsoon-influenced variations in plankton community structure and upper-water column stratification in the western Bay of Bengal during the past 80 ky	Palaeoceanography, Palaeoclimatology, Palaeoecology
Peter Leaman, Takayuki Manaka, Kristalyn Jarical, Michael Villar, Jose B. Libao	The Geology and Mineralization of the Long Chieng Track (LCT) Subvolcanic Au-Ag-Cu-Pb-Zn Deposit, Lao PDR	Ore Geology Reviews
Nishikiori T, Hayashi S, Watanabe M, Yasutaka T	Impact of clearcutting on radiocesium export from a Japanese forested catchment following the Fukushima nuclear accident	PLoS One
Tatsuya Kato, Giuseppe Granata, Yuki Tsunazawa, Tetsuichi Takagi, Chiharu Tokoro	Mechanism and kinetics of enhancement of cerium dissolution from weathered residual rare earth ore by planetary ball milling	MINERALS ENGINEERING
Tatsuo Maekawa	Equilibrium conditions of xenon hydrates in the presence of water-soluble additives of dimethyl sulfoxide, amides and amines	FLUID PHASE EQUILIBRIA
Yuki Ota, Hodaka Kawahata, Junichiro Kuroda, Asuka Yamaguchi, Atsushi Suzuki, Daisuke Araoka, Ayako Abe-Ouchi, Yasuhiro Yamada, Akira Ijiri, Toshiya Kanamatsu, Masataka Kinoshita, Moe Kyaw Thu, Weiren Lin, Saneatsu Saito, Yoshinori Sanada, Yohei Hamada, Yasuyuki Nakamura, Yuichi Shinmoto, Hung Yu Wu, Naokazu Ahagon, Kan Aoiike, Koichi Iijima, Hideaki Machiyama, Maria Luisa Tejada, Keita Umetsu, Yoichi Usui, Yuzuru Yamamoto, Shuro Yoshikawa, Francisco Jimenez-Espejo, Satoru Haraguchi, Nobuharu Komai, Hisami Suga, Natsue Abe, Lallan Gupta, Takehiro Hirose, Yuka Masaki, Shun Nomura, Takamitsu Sugihara, Wataru Tanikawa, Yusuke Kubo, Lena Maeda, Sean Toczko	Indian monsoonal variations during the past 80 kyr recorded in NGHP-02 Hole 19B, western Bay of Bengal: Implications from chemical and mineral properties	Geochemistry Geophysics Geosystems
Yohei Hamada, Takehiro Hirose, Akira Ijiri, Yasuhiro Yamada, Yoshinori Sanada, Saneatsu Saito, Noriaki Sakurai, Takamitsu Sugihara, Takahiro Yokoyama, Tomokazu, Saruhashi, Tatsuhiko Hoshino, Nana Kamiya, Stephen Bowden, Margaret Cramm, Susann Henkel, Kira Homola, Hiroyuki Imachi, Masanori Kaneko, Lorenzo Lagostina, Hayley Manners, Harry-Luke McClelland, Kyle Metcalfe, Natsumi Okutsu, Donald Pan, Maija Jocelyn Raudsepp, Justine Sauvage, Florence Schubotz, Arthur Spivack, Satoshi Tonai, Tina Treude, Man-Yin Tsang, Bernhard Viehweger, David T. Wang, Emily Whitaker, Yuzuru Yamamoto, Kiho Yang, Masataka Kinoshita, Lena Maeda, Yusuke Kubo, Yuki Morono, Fumio Inagaki, Verena B. Heuer	In-situ mechanical weakness of subducting sediments beneath a plate boundary décollement in the Nankai Trough	Progress in Earth and Planetary Science

ご意見、ご感想は、当研究部門の web サイト <https://unit.aist.go.jp/georesenv/> の「お問い合わせ」ページからお寄せ下さい。

- 発行 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門
- 編集 地圏資源環境研究部門 広報委員会
- 第 66 号 : 2019 年 10 月 15 日発行

〒 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 (中央第 7)
TEL 029-861-3633



本誌記事写真等の無断転載を禁じます。



AIST03-E00019-66