GREEN NEWS

No. 71 Jan. 2021

Contents

1 巻頭言

産総研 融合ラボ:

環境調和型産業技術研究ラボへの参画について

2 研究成果報告会のお知らせ

3 research now

- ●二酸化炭素地中貯留における多相流動と地球物 理学的応答の予測に関する研究
- **4** ●LA-ICPMSによる微量元素イメージング分析と その応用

5 海外留学記

6 参加報告

- ●第23回日本水環境学会シンポジウム 参加報告
- ●資源・素材学会2020(仙台) における企画セッションの立ち上げ
- ●土木学会第57回環境工学研究フォーラム 参加報告
- 7 帰任のご挨拶
- 8 発表論文

巻頭言 産総研 融合ラボ:環境調和型産業技術研究ラボへの参画について

今年度からスタートした産総研第5期中長期計画で は、社会課題の解決に向けた研究の推進が謳われてお り、そのために対象とする課題の解決をバックキャス トして、目標を設定し、産総研の7つの領域の融合に よるシナジー効果を活かすことで解決に向けた研究を 推進するよう計画しております。そして社会課題とし て「エネルギー・環境制約への対応」、「少子高齢化の 対策」、「強靭な国土・防災への貢献」の3つを設定し、 各領域が主体として取り組む7つの融合ラボおよびセ ンターを組織しました。当部門が所属する地質調査総 合センター (GSJ) は、「エネルギー・環境制約への対応」 課題に取り組むために、環境調和型産業技術研究ラボ (Research laboratory on environmentally-conscious developments and technologies、略して E-code) を担 当しております。E-codeでは、GSJから当部門と地質 情報研究部門が参画し、他にエネルギー・環境領域や 計量標準総合センター等からの参画で、全体で6領域 から成るバーチャルなラボを組織しております。

当部門は従来より、鉱物資源等の資源開発、放射性 廃棄物の地層処分や地下環境利用と、事業の持続性・ 安全性評価のための環境リスク評価・保全に関する調 査と研究をミッションとして継続しており、E-code に おいては中心的な役割が期待されています。E-code で は、対象に応じてた地圏環境、海洋環境、沿岸環境チー ムを組織し、さらに社会実装のためのモニタリング等 の技術開発や社会科学的研究を担当するチームを設け ています。様々な要因で、各種事業が一向に前進しな い、全く先行きの見通しがつかないといった状況に陥 らないように、事前に自然環境に関するバックグラン ド情報を整備し、事業の安全性を管理・保全するため のモニタリング技術、評価・汚染浄化技術を開発し、 さらに事業に関する経済性・リスク評価等の社会科学的な研究を行い、これらを社会実装することで、持続可能な事業の実現に貢献したいと E-code は考えております。

当部門では、地圏環境研究チームの中で、土壌にお ける自然由来重金属類等のデータベース、休廃止鉱山 に関するデータベースを整備、公開、活用することで 産業跡地の再利用や国土開発、またかつての鉱山開発 現場での浄化対策等での貢献を目指しております。ま た沿岸環境研究チームでは、沿岸域開発において安価 で安全な水資源確保のために今後の需要拡大が予想さ れる地下水利用についてデータベースを整備し、上述 の土壌に関するデータベース等と連携し、環境アセス メントのベースとなる統合データベースを構築したい と考えております。そして持続可能な事業の実現のた めの社会実装チームでは、環境調和型浄化技術・モニ タリング技術開発等を担当します。今後創出される E-code での成果は、2030年の達成目標とした国際目 標 SDGs に貢献するよう、国際的な視野も入れながら 推進させて行きたいと考えております。今後、E-code の活動報告を随時発信して行きます。皆様からのご助 言等の支援を是非、宜しくお願いします。



研究部門長 光畑 裕司

第 33 回 GSJ シンポジウム 地圏資源環境研究部門 研究成果報告会開催

社会課題の

 $13:00 \sim 16:10$ 2021年 2月5

今年度は、第5期中長期計画における産総研のミッションである、社会課題の解決に向けたイノベーションの主導、経済成長・産業競争力の強化に向けた橋渡しの拡充、イノベーション・エコシステムを支える基盤的研究、領域横断的な標準化活動及び知的基盤整備を踏まえ、部門内のミッションに沿った研究 動向をご報告し、外部連携強化を図っていきます。

プログラム				
13:00 ~ 13:10	開会のあいさつ	副研究部門長 今泉 博之		
13:10 ~ 13:45	地圈資源環境研究部門 部門紹介	研究部門長 光畑 裕司		
13:45 ~ 14:10	環境保全と開発・利用の調和を目指して 一環境調和型産業技術研究ラボ(E-code)の紹介一	地質調査総合センター 研究戦略部長 中尾 信典		
14:10 ~ 14:35	地質学をベースにした燃料資源探鉱支援	燃料資源地質研究グループ 研究グループ長 中嶋 健		
14:35 ~ 14:50	休憩			
14:50 ~ 15:15	物理探査技術を用いた社会課題解決の試み	物理探査研究グループ 研究グループ長 横田 俊之		
15:15 ~ 15:40	地圏環境に関する研究開発と社会実装や標準化活動の一例 一水中の放射性セシウムのモニタリング手法等を事例として一	地圏化学研究グループ 研究グループ長 保高 徹生		
15:40 ~ 16:05	土壌溶出量調査における公定試験の改正と試験方法の 高精度化に関する研究	地圏環境リスク研究グループ 主任研究員 井本 由香利		
16:05 ~ 16:10	閉会のあいさつ	理事(地質調査総合センター長) 矢野 雄策		

Microsoft Teams ライブイベントを用いて開催します。地圏資源環境研究部門のホームページにアクセスし ("地圏資源"で検索、または下記 QR コード参照)、事前の参加申込が必要です。必要事項を入力し参加申込 ください。配信URLは参加申込が完了した方にのみにお送りするメールに記載いたします。

地圏資源

または https://unit.aist.go.jp/georesenv/ 検索ヘアクセスして下さい。

▶申込〆切 2021/2/1 (月)参加無料



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 地圈資源環境研究部門 研究成果報告会事務局 green-regist-ml@aist.go.jp (TEL) 029-861-4104





二酸化炭素地中貯留における多相流動と地球物理学的応答の予測に関する研究

CO2 地中貯留研究グループ 加野 友紀



二酸化炭素地中貯留は、温室効果ガスである二酸化炭素を排出源から回収し地層中へ隔離する地球温暖化対策技術の一つです。二酸化炭素の回収・地層中への圧入期間は、たとえば石炭火力発電所が稼働する数十年が想定されますが、その後も圧入された二酸化炭素が漏洩することなく安全に貯留されているか、数十年、百年と言った長期に渡っての監視(モニタリング)が求められます。

深度千~数千 m の地下に存在する流体を、坑井など余計な漏洩経路を生じさせることなくモニタリングするためには、地球物理学的応答の観測がよく用いられます。たとえば、地層中の岩石、間隙流体の違いによる弾性波の応答の差を捉える弾性波探査の有用性は、油ガス田や地熱開発の分野でもよく知られています。一方で、二酸化炭素地中貯留の場合、特に事業収入のない圧入停止後の長期モニタリングにおいては、プロジェクト・サイトに適した低コストかつ高効率な手法の選択・組み合わせが重要な課題となってきます。

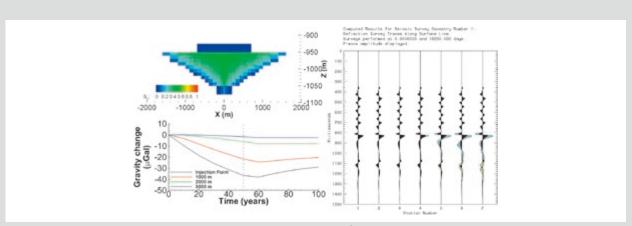
本研究では、圧入された二酸化炭素プルームの広がり、およびそれに伴う地球物理学的応答の長期挙動予測技術を開発し、各プロジェクトにおいて適した手法・配置の選択に資することを目指しています。

地球物理学的応答の代表として、弾性波探査は地中 に貯留された二酸化炭素を高い感度で二次元、三次 元的に捉えることができ、繰り返し測定による四次元的 情報(経時変化)を得ることもできますが、実施にか かるコスト故に間隔を空けて行う場合には短期間で急 速に起こる事象を捉え損ねる恐れがあります。

重力探査は、地層水と二酸化炭素の置換に由来する 密度場の変化を捉えることで、二酸化炭素の移行を推 測できると考えられます。また、地表計測では二酸化 炭素が表層に上がってくるほど応答が大きくなるため、 連続観測による漏洩検知システムとしての働きが期待 されます。一方で、貯留深度が深い場合や圧入量が 少ない場合、応答の変化が十分捉えられない恐れがあ ります。

その他、二酸化炭素地中貯留では漏洩経路とならぬよう坑井の増設には慎重さが求められますが、対象貯留層が廃油ガス田などで既存の坑井が域内にある場合は、これを利用した自然電位(酸化還元電位)の測定によって二酸化炭素のブレイクスルーを捉えられる可能性があります。また、他の手法と比べると二酸化炭素地中貯留では適用できる条件に制約が多いですが、二酸化炭素と地層水の比抵抗の差による電磁探査、衛星や光ファイバを利用した地表変動の観測などがモニタリング手法として挙げられます。

図は深度約1,000 m の貯留層に50 Mton の二酸化 炭素を圧入したケースのシミュレーション結果ですが、このように圧入された二酸化炭素がどのように広がり、またそれに伴う地球物理学的応答はどこでどの程度得られるか、どのような手法、設置地点・観測範囲・観測頻度であれば効率的かつ十分なモニタリングが可能か。本研究では、これらプルーム広がりおよび地球物理的応答に関し、開発したモデリング・シミュレーション技術を基に実際のプロジェクトにおけるヒストリーマッチングを行うと共に、長期挙動予測を行っています。また、仮想サイト・シナリオに関するケーススタディを行い、今後の二酸化炭素地中貯留におけるモニタリング設計の手順・指針を作成しています。



シミュレーションによる二酸化炭素プルーム広がり(左上)と 重力応答(左下)および弾性波応答(右)の予測例

LA-ICPMS による微量元素イメージング分析とその応用

鉱物資源研究グループ 昆 慶明



一見均質に見えるモノであっても、そこに僅かに含まれる元素の分布は一様とは限りません。ある物質に%オーダーで含有される主成分元素濃度のμmスケールでの分布は、特性 X線分光器を搭載した電子顕微鏡(SEM-EDS, EPMA)や、微小部蛍光 X線分析装置(μXRF)などを用いて分析することが可能です。しかし、これらの装置では検出が難しい0.1%以下の微量元素濃度分布については、近年になってレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析計(LA-ICPMS)による元素イメージング法が可能となってきました。

LA-ICPMS は、微小域に照射したレーザー光により 固体試料をアブレーションし、生成したエアロゾルを ICP-MS へ導入、質量分析を行うことで、微小域の元素・同位体組成を測定する装置です。 ICP をイオン源とすることで、希ガス・大気成分を除く多くの元素のイオン化および計測が可能となります。LA-ICPMS はレーザーの照射域が直径 $5~200~\mu\,\mathrm{m}$ 程度、検出限界が

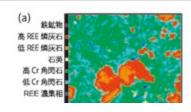
(a)
(b)
(c)
(c)

図1 様々な試料の元素濃度分布。(a) シロツメクサ、 (b) 切手上のインク、(c) 希土類元素鉱石

ppb~ppm ($ng/g~\mu g/g$) 程度であり、他の微小域分析装置に比べより低濃度な元素の定量分析が可能です。しかし一般の LA-ICPMS には、元素イメージング用の測定・データ解析ツールが備えられておらず、本分析法は一般的な普及には至っていません。そこで、我々は独自のツールを開発し、分析の迅速・高精度化を行い、様々な固体試料に対し分析を試みています(図 1)。

LA-ICPMS 元素イメージング分析により様々な2次 元画像が得られますが、これら画像の各ピクセルの色 は、その場所から得られた信号強度(図1a.b)、も しくはその信号強度から計算された元素濃度(図 1c) を示します。各ピクセルの元素濃度が計算できる場合 には、その元素濃度を多次元プロットすることで、いく つかの相に分類することが可能です。例えば図2は、 希土類元素 (REE) 鉱石試料の分析結果を7つの鉱物 相に分類した結果です。試料分析面の大部分は角閃石 と燐灰石であり、そのほか石英や少量の鉄鉱物、REE 濃集相から構成されます。燐灰石に注目すると、REE 濃度分布が双峰性を示す事から、高 REE および低 REE 燐灰石に分類しました。測定面積ではほぼ同等の 両燐灰石ですが、REE 含有率(図2b)で比較すると 高 REE 燐灰石は全体の 6 割の REE を含有する一方、 低 REE 燐灰石は全体の 2 割程度の REE しか含有して いません。高 REE 燐灰石が粒子の外縁部に分布する ことから、当該試料を粉砕する際には選択的に高 REE 燐灰石が細粒になることが予想される為、 回収には何 らかの工夫が必要であることが示唆される結果となり ました。

このように、元素濃度分布を可視化し美しい画像を得るだけでなく、元素濃度に対し定量的な解析を行うことで、どの鉱物相がどの元素をどの程度含有するのかを明らかにすることができます。現在、画像解析により粒子の形状や各相の共生関係を数値化し、微量元素濃度と比較する技術を開発しています。主成分元素だけでなく微量元素の分離・回収も考慮に入れた、鉱石試料の選鉱過程の最適化に資することが見込まれます。



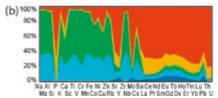


図2 元素組成に基づく希土類元素鉱石試料の解析結果。(a) 2 次元分布、(b) 各相の含有する元素割合



Hawai'i Institute of Marine Biology にて 在外研究

地圏微生物研究グループ 持丸 華子

2020年1月16日から一年間、部門から人材育成費をいただき、ハワイ大学のハワイ海洋生物研究所(the Hawai'i Institute of Marine Biology, HIMB)の Michael S. Rappé 教授の研究室にて在外研究を行いました。この滞在に先立ち、2018年度廣川助成をいただき、2019年3月に同研究室を事前に訪問できたことで(訪問内容詳細はGSJ地質ニュース2019年7月号掲載)、スムーズに研究を開始でき、さらに新たに国際共同研究加速基金(国際共同研究強化A)を獲得することができました。旧地質調査所OBである廣川治氏のご遺族および関係者の皆様に改めて心より御礼申し上げます。

本稿では、部門からの在外研究について、新型コロナウイルスへの対応状況と共にご報告致します。3月6日に初の感染者がハワイで確認された11日後、同伴していた6歳の息子の学童が急に中止となり、どこか遠くの話だという気がしていた新型コロナウイルスの問題が、急に日常のものとなりました。スーパーの棚からトイレットペーパー、缶詰、パスタ、シリアル、パン、米、小麦粉、肉類が忽然と消えました。恐怖心に突き動かされたパニックの群衆の中で、必要な物資をどれだけ確保できるのかという、生活の危機を感じました。そして、3月22日からハワイ州で自宅待機・在宅勤務命令が発令され、ほぼスーパーと薬局しか空いていない街に、週に一回買い出しに行く以外は狭いワンルームに息子と二人で閉じこもり、一人で朝から晩まで子供の相手をしながら、子供が寝静まった深夜までテレワークをするとい

う、夢にも思わなかった状況に3ヶ月近く置かれることになりました。本当に救いだったのは、はじめに研究室に2ヶ月通勤でき、海洋サンプリング(写真)などの共同作業を通して、研究室のボス、ポスドク、学生さんと打ち解けてから隔離生活に入ったことです。週一回の研究室のZoomミーティングが本当に待遠しく感じました。新規感染者が減って、6月に再び研究室に通えるようになりましたが、8月20日から9月23日まで二回目の自宅待機・在宅勤務命令が出て、再びテレワークとなりました。コロナ禍で何より学んだのは、明日は無いと思って、今日できる精一杯のことをやっておく、ということです。

私の在外研究の目的は油田および海洋に広く生息す る 'Atribacteria' 門の新規微生物を分離培養し、その生 態を解明することです。ハワイに来てすぐ、嫌気チャン バーの立ち上げ、嫌気培養システムの構築を行いまし た。私が培養する微生物は酸素に触れると死んでしまう 絶対嫌気性の微生物で、培養期間が1ヶ月以上かかる ことがほとんどです。本来はマイナスの側面の多い長期 の培養期間が、今回は逆にプラスに働きました。研究室 に行かれた時にすかさず培養を開始したことで、止む無 くテレワークとなった時間も実験に必要な期間としてうま く活用することができました。また、子連れの在外研究 は研究以外にも子供の学校のことなど、やることが山ほ どあり大変ですが、単身で行くより英語や国外の考え方 や視野を学ぶという点で大変実り多いものとなりました。 貴重な研究・勉強の機会をいただき、心より感謝申し上 げます。



海洋サンプリング、左から Freel 博士、Rappé 教授、著者。マスク着用義務化前の希少写真

第23回日本水環境学会シンポジウム 参加報告

地圏環境リスク研究グループ 杉田 創

2020年9月9日、10日の2日間、第23回日本水 環境学会シンポジウムが開催されました。当初、本シ ンポジウムは宮崎大学で開催予定でしたが、新型コロ ナ(COVID-19)の混乱の中、他の多くの学会と同じよ うに現地開催は中止となり、開催形態はオンライン会議 システム(Zoom)を使用した Live 方式に変更されまし た。日本水環境学会は、水環境に関連する分野の学術 的調査や研究、知識の普及、健全な水環境の保全と創 造への寄与、学術・文化の発展への貢献を活動目的とし、 毎年3月に年会を、毎秋にシンポジウムを開催していま す(学会 HPより抜粋)。また、本学会には、揮発性有 機塩素化合物、石油類、重金属類、硝酸性窒素などの 有害物質を対象に土壌や地下水の汚染機構を解明し、 適切な修復技術の開発やその評価を行うことを主な目的 とした「土壌地下水汚染委員会」が設置されています。 本委員会によって、3~4年に一度、シンポジウムにお いて土壌地下水汚染の特別セッションが開催され、活動 報告や関連研究分野の研究者による発表が行われてい ます。今回のテーマは「土壌地下水汚染問題の解決に 向けた研究動向と今後の展開」で、10件(重金属類関 連2件、揮発性有機化合物・油関連8件)の発表があ りました。産総研からは、張イノベーションコーディネー

タ、保高研究グループ長、そして私の3名がそれぞれ 「クロロエタン類の分解経路と主要分解微生物につい て」、「VC 地下水汚染の不飽和層での土壌ガスの拡散シ ミュレーションによる土壌ガス調査による検出可能性評 価」、「カルシウム系吸着材の亜ヒ酸吸着能に及ぼすケ イ酸の影響」という題目で発表を行いました。年会より もシンポジウムの参加者数は例年少ないのですが、オン ライン開催となった今回、本セッションは発表者を含め て20数名の参加にとどまりました。また、オンライン開 催の問題点としてパソコンや通信状況の突発的な不調な どがあり、今回は事前の接続確認で問題のあった発表 者が発表スライドをメールで座長に送り、発表者に合わ せて座長がスライドを操作するということで対応されまし た。このようなデメリットがある一方で、現地に赴けない 方でもネット環境が整っていれば参加できるというメリッ トもあります。例えば、今回本委員会の委員長は別件で 移動中でしたが、空港ロビーから開会の挨拶を配信する という対応が可能でした。

新型コロナの今後の状況によっては、オンライン開催がスタンダードになる可能性もあり、各発表のスムーズな進行や活発な討議、そして参加者の増加を可能にするには、いろいろと工夫が必要かもしれません。

資源・素材学会 2020 (仙台) における企画セッションの立ち上げ

CO2 地中貯留研究グループ 藤井 孝志

2020年9月8日(火)~10日(木)に、資源・素材2020(仙台)秋季大会が開催されました。本大会においては、半年前より、コンビーナーとして、「ゼロエミッション社会構築にむけたCCS/CCUS技術開発」というタイトルで特別セッションを立ち上げました。

今回はウェブ会議によるオンライン開催ということもあり、無事に開催できるのか正直不安でしたが、当日は、大きなトラブルもなく、セッション自体の盛り上がりも見られ、また現地開催のときよりも多くの参加者が集まり聴講してもらいました。CCS/CCUS技術開発は、発足してから20年以上が経ち、既に実用化段階にある一方で、未だにCO₂削減への新たな技術開発を必要としているのが現状です。

そこで、本セッションを立ち上げるにあたっては、例年どおりの既存技術の向上に関する研究テーマに加え、これまでとは異なり、新たな視点をもった技術開発に関する研究テーマを集めることで、学会活動を通じて今後期待されうる新規の技術開発における情報発信の場となればと思い、取り組んできました。発表では、石油増進回収法において CO₂ を微細化し圧入することで、従来

の原油回収率を大幅に向上させることに成功した内容や、ソーダ石灰ガラスの製造工程で大量に廃棄されるメタケイ酸ナトリウムに着目し、それに CO_2 を溶解させることで、短期間でゲル状の液体として CO_2 が安定に固定されることを見出し、安全で簡易的な CO_2 削減方法の一つとして期待される内容などのとても興味深い発表が多くありました。本企画セッションは、来年の秋季大会においても開催の予定ですので、ご興味のある方はご参加下さると幸いです。



土木学会第 57 回環境工学研究フォーラム 参加報告

地圏環境リスク研究グループ 原 淳子

2020年12月9日~11日に第57回環境工学研究フォーラムが開催されました。本会議は、土木学会の環境工学委員会主催で毎年12月初旬頃に開催されています。今年は当初、金沢大学で開催される予定でした。しかし、秋口に入ってもコロナウイルスの終息が見られず、急遽オンライン開催へと変更となりました。変更に際しては、短期間でのシステム構築が必要となり、現地主催者側事務局の運営努力で実現したと伺いました。ご尽力には頭が下がります。

本会議は Zoom を用い、通常開催と同じ内容のプログラムで実施されました。口頭発表やシンポジウムに関しては、発表資料に加え、座長や発表者、質問者のビデオが同時に表示され、通常開催に劣る事のないスムーズな進行に感じられました。ポスター発表は、予定されたポスター掲示時間帯に自由にポスターが閲覧可能であったほか、例年通り、ショートプレゼンテーションが併用されました。コアタイムには発表者と質問者が直接ディスカッションできるシステムで運用され、会場開催のような賑やかさと真逆に大変静かな個別対話の場となりました。このような新しい会議形式の学会開催でしたが、発表者数は例年とほぼ変わらず、当日の発表辞退者が目立つような影響は見受けられませんでした。

コロナ影響が出始めて以降、私が参加を予定した学

会は見なし開催、延期、中止となったものばかりでしたが、既に業務でオンライン会議に慣れているためか全く 違和感はありませんでした。今後、このような学会形式は、現地開催と併用することで、現地に出向けない方も気軽 に参加し、情報交換ができるツールになり得るでしょう。

ただ、個人的にはコロナ影響で既に2度金沢を来訪する機会を逃しました。来年には事態が終息し、北陸の幸を堪能できる事を願います。



金沢駅鼓門(来訪した気分で金沢の写真を掲載)

帰任のご挨拶

今後ともご指導・ご鞭撻をどうぞよろしくお願い申し上げます。

地下水研究グループ (兼) 再生可能エネルギー 研究センター 地中熱チーム 吉岡 真弓



2020年10月1日にGSJ研究戦略部研究企画室より地下水研究グループ(兼務:再生可能エネルギー研究センター・地中熱チーム)に帰任しました。前年10月からの1年間、GSJ研究戦略部の企画主幹として各種会議・委員会の事務局や人事担当等として勤務しました。これらの業務を通し、GSJ内外の方々との交流を深めると共に、組織としての産総研・GSJを以前よりも深く知ることができたと思います。

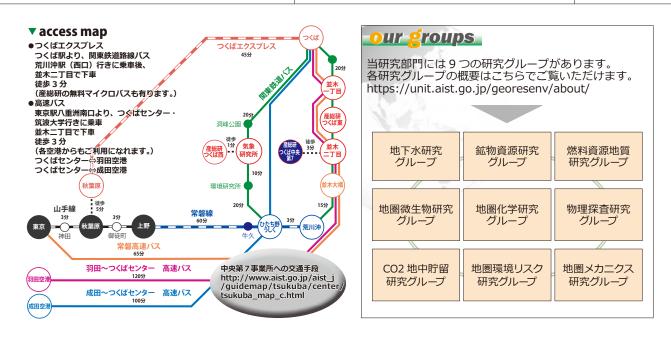
さて、GSJ 企画室へ異動となる少し前の 2019 年 6 月に、地下水研究グループと地中熱チームは共同で大

阪平野の水文環境図と地中熱ポテンシャルマップを公 開、プレスリリースを行いました。その成果が、この 10月に改めて、「産総研の"研究ハイライト"」とし て紹介されることとなりました。地中熱利用は、地下・ 地下水の熱を効率的に利用し冷暖房・給湯などを行う システムであり、再エネ・省エネ技術の1つとして全 国的に導入が進みつつあります。一方、地中熱利用を より効率的に使用する/安価に導入するには(冷)熱 源である地下・地下水が重要な役割を担います。これ まで、地下水は「水資源」の視点からその重要性が考 えられていましたが、これからはさらに「熱資源」と しても、エネルギーや環境の視点でもその利用および 保全・管理が求められることになるかと思います。今 後は、地下水研究グループの一員として、地下水の様々 な可能性を模索しつつ、新たな資源活用に資する研究 を進めていきたいと考えておりますので、引き続きご 指導ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

発表論文

当研究部門に所属する研究者が筆頭または共著(下線)になっている論文をご紹介します。

著者	タイトル	雑誌名
Yu Nagata, <u>Yuki Tsunazawa</u> , Kouji Tsukada, Yuichi Yaguchi, Yosuke Ebisu, Kohei Mitsuhashi, Chiharu Tokoro	Effect of the roll stud diameter on the capacity of a high- pressure grinding roll using the discrete element method	MINERALS ENGINEERING
Hideyuki Nakano, Naoki Hirakawa, Yasuhiro Matsubara, Shigeru Yamashita, Takuo Okuchi, <u>Kenta Asahina,</u> Ryo Tanaka, Noriyuki Suzuki, Hiroshi Naraoka, Yoshinori Takano, Shogo Tachibana, Tetsuya Hama, Yasuhiro Oba, Yuki Kimura, Naoki Watanabe, Akira Kouchi	Interstellar organic matter: a hidden reservoir of water inside the snow line	Scientific Reports
Nobuo Matsushima1, Mitsuru Utsugi, <u>Shinichi Takakura,</u> Tadashi Yamasaki, Maki Hata, Takeshi Hashimoto, Makoto Uyeshima	Magmatic-hydrothermal system of Aso Volcano, Japan, inferred from electrical resistivity structures	Earth, Planets and Space
Koji Ichimura, <u>Kenzo Sanematsu, Yoshiaki Kon,</u> <u>Tetsuichi Takag</u> i, Takashi Murakami	REE redistribution during granite weathering: Implications for Ce anomaly as a proxy for paleoredox states	American Mineralogist
Kenta Asahina, <u>Takeshi Nakajima, Kazuya Morimoto,</u> Yasuaki Hanamura, <u>Miyuki Kobayashi</u>	The effects of clay minerals on methylated naphthtalenes as maturity indicators of sedimentary organic matter	Chemistry Letters
Yukari Imoto, Tetsuo Yasutaka	Comparison of the impacts of the experimental parameters and soil properties on the prediction of the soil sorption of Cd and Pb	Geoderma
Kimihiro Hashiba, Katsunori Fukui, <u>Kuniyuki Miyazaki</u> and Kazuo Watanabe	Mechanical and Cutting Characteristics of Cobalt-Rich Ferromanganese Crusts	Rock Mechanics and Rock Engineering
Tupaz, C. A. J., Watanabe, Y., <u>Sanematsu, K.</u> , Echigo, T., Arcilla, C., Ferrer, C.	Ni-Co Mineralization in the Intex Laterite Deposit, Mindoro, Philippines	Minerals
Aoyagi T., Inaba T., Aizawa H., <u>Mayumi D.</u> , <u>Sakata S.</u> , Charfi A., Suh C., Lee J., Sato Y., Ogata A., Habe H., Hori T.	Unexpected diversity of acetate degraders in anaerobic membrane bioreactor treating organic solid waste revealed by high-sensitivity stable isotope probing.	Water Research
Chongwei Li, Haiyan Zhang, Yonghong Hao, Ming Zhang (CA)	Characterizing the heterogeneous correlations between the landscape patterns and seasonal variations of total nitrogen and total phosphorus in a peri-urban watershed	Environmental Science and Pollution Research
<u>Shusaku Goto</u> , Makoto Yamano	Inversion of thermal conductivity and heat flow from borehole temperature data affected by recent variation in ground surface temperature	Geothermics
Yoshikawa, Seiko; Igura, Masato; <u>Yasutaka, Tetsuo;</u> Eguchi, Sadao	Physicochemical and time factors affecting 137Cs transfer through a paddy soil-rice system	Soil Science and Plant Nutrition
Nakashima, Y.	Development of a hand-held magnetic resonance sensor for the nondestructive quantification of fat and lean meat for fresh tuna	Journal of Food Measurement and Characterization
Yoshikawa, M. and Zhang, M.	Constraints in anaerobic microbial dechlorination, fermentation, and sulfate-reduction induced by high concentrations of tetrachloroethylene	Water Air & Soil Pollution



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71号:2021年1月4日発行

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





