産総研

GREEN
RESEARCH INSTITUTE FOR
GEO-RESOURCES AND ENVIRONMENT

News 2020

十大ニュース

TEN BIG NEWS ITEMS 2020

地圏資源環境研究部門

Ten Big News Items
of the Research Institute
for Geo-Resources
and Environment

地圏資源環境研究部門
十大ニュース 2020 について

当研究部門では、国の資源エネルギー政策や産業の持続的発展に貢献するために、地下資源の安定確保および地下環境のバリア機能の利用や産業利用に伴う地下環境の保全に関する調査・研究、さらに関連する地圏調査や分析技術の開発を実施しております。

その成果の普及を目的とし、最近 1 年間の部門の研究開発と活動の中から、この目標の達成に特に貢献し得ると考えられる成果及び取り組みを、以下の考え方に沿って部門十大ニュースとして選定しました。

- インパクトのある研究成果
- 重要なプロジェクトや共同研究等の開始・推進・まとめ
- 成果発信や技術移転による社会貢献
- 重要な知的基盤・基礎研究成果の創出
- 部門研究の推進につながる重要な取り組み

2020 年は産総研第 5 期中長期計画（5 ヵ年）の最初の年でした。第 5 期における産総研主要ミッションは『社会課題の解決』です。このミッションに沿って、当研究部門は政策ニーズに対応した研究、産業ニーズに対応した研究、そして新たなシーズを創出する研究に取り組んでおります。

当研究部門の研究活動を、政策サイド、関連企業、さらに大学・研究機関、一般社会の皆様に広く知って頂き、共同研究や研究連携等のさらなるつながりへと深まるよう、広報活動等にも積極的に取り組んでおります。

本ニュースをご高覧いただき、当研究部門の成果活用の一助として頂ければ幸いに存じます。

令和 3 年 3 月
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　研究部門長　光畑裕司

極めて遅い地下水の動きをプッシュプルテストで定量

地下水研究グループ：松本親樹・町田　功

背景・実績・成果

高レベル放射性廃棄物の地層処分は国の重要な政策の一つである。資源エネルギー庁から地層処分技術の信頼性と安全性の更なる向上のための委託研究を獲得し、超長期の地下水流動解析モデルに大きな影響を与える地下水年代の測定結果を検証・補足するための単一孔による注揚水試験プッシュプルテストと水素・酸素安定同位体によるトレーサーとを組み合わせた地下水の極微小流速の定量システムを構築した。プッシュプル法での流速測定の下限値は、世界的に見ても 10^{-6} m/s オーダーであったのに対して、10^{-8} m/s オーダー（従来の 1/100）まで向上した。国際誌 Journal of Hydrology に論文掲載された。

・Shinji Matsumoto, Isao Machida, Klaus Hebig-Schubert, Sarah Zeilfelder, Narimitsu Ito (2020) Estimation of Very Slow Groundwater Movement Using a Single-Well Push-Pull Test, Journal of Hydrology.

成果の意義・アウトカム

地層処分のための調査結果が超長期の安全性評価のためのモデルに集約される中で、地下水流動速度は重要な知見の一つである。調査期間が限定される概要調査から精密調査を考えると、単一孔から極微小の地下水流動速度を高精度に定量する意義は大きい。地層処分の安全性の評価につながる成果である。

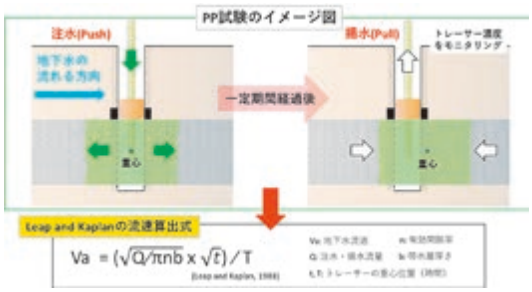


写真 1　注水トレーサーを作成する様子

写真 2　プッシュプルテスト現場の様子、深度100 m の帯水層が試験対象

▼本件のお問い合わせ先
松本親樹　✉ shin.matsumoto@aist.go.jp

固体試料の主成分元素と微量成分との同時定量評価を実現する新たな粒子解析技術を開発

鉱物資源研究グループ：綱澤有輝・昆　慶明

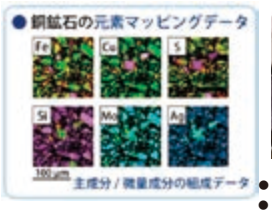
背景・実績・成果

鉱石品位の世界的な低下傾向という課題の解決を目指し、鉱石の主成分元素と微量成分との同時定量評価を実現する新たな粒子解析技術を開発した。主成分から微量成分まで幅広い濃度範囲で定量できる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）を用いた微小域元素分析に、新たに考案した各微小域の鉱物種を元素組成に基づき分類する画像処理アルゴリズムを適用した粒子解析技術に関して、企業との共同研究につなげることを想定し特許出願した。

・鉱石分析のための情報処理方法及びシステム、特願2020-139452

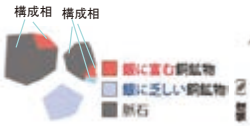
成果の意義・アウトカム

本技術を活用すれば、従来の主成分のみを対象とする開発だけではなく、銀などの一定の経済的価値を有する副成分を含めた生産を企画することができ、必ずしも高品位ではない鉱石であっても開発全体としての経済価値を確保し、資源を有効活用できる可能性がある。また、選鉱過程での微量成分の単体分離性の評価技術や、ヒ素などの鉱石中のペナルティ元素の正確な評価による鉱山開発のリスク低減技術への波及にもつながる。さらに、鉱石等の天然物以外にも、電子デバイスの材料評価等、広範囲な分野への貢献も期待できる。

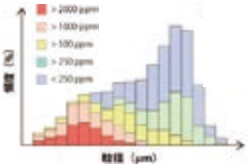


● 空間分解能 5 μmで元素組成を取得
● 元素組成から分析点の鉱物種を同定
● 解析可能なピクセルデータ

元素組成データに基づく粒子解析プログラムを開発



● 輝銅鉱を含む粒子中の平均Ag濃度による分類の例



● 微量成分を考慮しながら、粒子や構成相を分類できる

微小粒子およびその構成相の様々な詳細解析を実現

● 各粒子の構成相の鉱物種の同定、構成相の数をカウント
● 各粒子または構成相における注目元素濃度の評価
● 粒子構成形態および注目元素濃度ごとの存在割合の評価　など

▼本件のお問い合わせ先
綱澤有輝　✉ tsunazawa-y@aist.go.jp

洪水起源の植物片濃集砂岩層を深海堆積層から発見

燃料資源地質研究グループ：風呂田郷史
北海道大学理学研究院：沢田　健　道総研地質調査所：川上源太郎

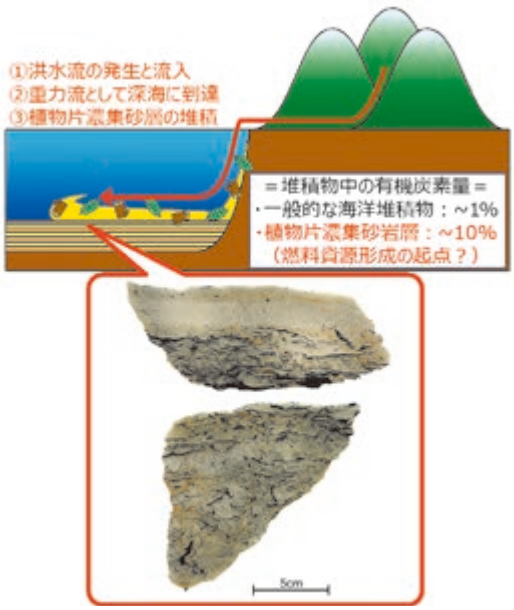
背景・実績・成果

石油や天然ガスは地下に埋没した有機物の微生物分解や熱分解によって生成する。そのため、有機物の効率的な堆積過程を知ることは燃料資源形成の「起点」を理解することに直結する。本研究では北海道夕張地域に分布する深海堆積層（中新統川端層）の地質調査を行い、植物片が特異的に濃集した重力流砂岩層（植物片濃集砂岩層）を発見した。この砂岩層には通常の海洋堆積物に対して~10倍程度の多量の有機物（植物片）が含まれており、植物片が効率的に深海へと輸送・堆積したことを示唆した。また、植物片の起源と輸送過程をバイオマーカー分析に基づき推定した結果、植物片濃集砂岩層は大規模洪水流の深海への流入によって形成された「洪水性重力流堆積物」であると解釈された。この詳細な堆積過程を国際誌上で発表した。

・Satoshi Furota, Ken Sawada, Gentaro Kawakami (2021) Depositional processes of plant fragment-concentrated sandstones in turbiditic sequences recorded by plant biomarkers (Miocene Kawabata Formation, Japan), International Journal of Coal Geology.

成果の意義・アウトカム

植物片濃集砂岩層は有機物を多量に含むため、地下深部における燃料資源形成の「起点」になっている可能性がある。そのため、本邦周辺に埋没している燃料資源の成因を解明する上でも重要な知見となる。



植物片濃集砂岩層の岩石薄片写真と想定される堆積プロセス。薄片中の黒色部は全て植物片。

▼本件のお問い合わせ先
風呂田郷史　✉ sato.furota@aist.go.jp

新しい門に分類される常識外れの細菌を発見

地圏微生物研究グループ：片山泰樹・吉岡秀佳

背景・実績・成果

地球の営みを支える環境微生物の理解は、地球環境保全や地球資源の安全で効率的な利用に貢献できる。天然ガス田等の地下環境でのメタン生成活動に重要な役割を担う細菌の RT761株を新たに培養することに成功した。本菌株は一般的な細菌とは細胞構造が根本的に異なり、遺伝情報を持つゲノム DNA が細胞内で「膜」に覆われ、その特徴から生物の最も上位の分類階級にあたる「門」レベルで新しい細菌種であることを証明した。新しい門および新学名を提案し、国際誌 Nature Communications に論文掲載された。プレス発表および公式 Tweet でも多くの反響を獲得した。

・Taiki Katayama, Masaru K. Nobu, Hiroyuki Kusada, Xian-Ying Meng, Naoki Hosogi, Katsuyuki Uematsu, Hideyoshi Yoshioka, Yoichi Kamagata, Hideyuki Tamaki (2020) Isolation of a member of the candidate phylum 'Atribacteria' reveals a unique cell membrane structure, Nature Communications.

成果の意義・アウトカム

燃料資源の形成過程やそれに深く関係する地下生命圏の役割の解明に貢献する大きな成果である。この菌株を代表とする新たな門は世界中のメタンが賦存する地下環境（天然ガス田やメタンハイドレート等）に広く生息する細菌グループの 1つであることから、天然ガス資源量の正確な評価や効率的な利用につながるだけでなく、資源探査の高度化への波及も期待できる。

図 1　新しい門の細菌 RT761株
顕微鏡観察に基づいてイラスト化した分裂中の細胞内構造。ゲノム DNA（灰色線）が細胞内膜（クリーム色）に包まれている。既存の原核生物は細胞内膜を持たない。

▼本件のお問い合わせ先
片山泰樹　✉ katayama.t@aist.go.jp

土壌汚染評価・浄化に関する標準化活動の推進

地圏化学研究グループ：保高徹生・森本和也・西方美羽
地圏環境リスク研究グループ：井本由香利

背景・実績・成果

トンネル掘削や都市の再開発等では、自然由来も含めた重金属汚染土壌の処理費用や受入場所選定が社会的な問題となり、重金属等の溶出リスクの適切な評価のための試験方法、経済性の高い措置方法の標準化が急務である。溶出試験法のうち、上向流カラム通水試験は産総研がリーダーを務め、ISO 技術仕様から正式規格 ISO 21268-3へ2019年にアップグレードしたものの、国内関連業界よりこの国内標準化が求められた。そのため ISO21268-3の JIS 化に向けて地盤工学会と連携して準備委員会を設置、JIS 原案を作成した。溶出試験におけるメンブレンフィルターの性能を解明した論文、吸着性能予測に資する論文、各 1編を国際誌に公表した。また、自然由来重金属等の低コスト・低環境負荷型の対策方法である吸着層工法で用いられる吸着材の性能評価試験の標準化を目指した検討委員会を設置し、室内・室間精度評価試験の実施および試験法素案を検討した。

・M. Someya et al. (2021) Membrane filter material and pore size affect turbidity and toxic element concentrations in soil batch leaching tests, Chemosphere.
・Y. Imoto and T. Yasutaka (2020) Comparison of the impacts of the experimental parameters and soil properties on the prediction of the soil sorption of Cd and Pb, Geoderma.

成果の意義・アウトカム

各試験方法の標準化の推進により、土壌溶出試験や吸着材性能評価の信頼性が向上することで、合理的な土壌汚染評価・措置に向けての貢献が期待される。また論文公表した内容は関連法規の改正時における科学的知見の提供・貢献が期待される。

図 1　上向流カラム通水試験の国内規格化

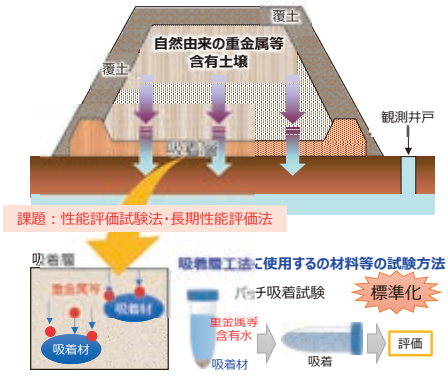


図 2　吸着層工法で用いられる吸着材の性能評価試験の標準化

▼本件のお問い合わせ先
保高徹生　✉ t.yasutaka@aist.go.jp

磁気共鳴物理探査を用いたセンシング技術の農水分野へのスピンオフ

物理探査研究グループ：中島善人

背景・実績・成果

当研究グループでは、プロトン磁気共鳴を応用した物理探査技術を地層中の石油やコンクリート中の水の原位置・非破壊定量のために開発してきた。その技術を農水分野（マグロや牛肉の脂質含有量計測）にも適用した。

マグロなど魚介類の脂質含有量は、食味ひいては価格を左右する重要な指標であるため、魚体全体の脂質分布を精度良く非破壊スキャンできる手法へのニーズがある。そこで、脂質分子用の片側開放型磁気共鳴スキャナーを開発し、クロマグロに適用した結果、脂質含有量を2 wt% の誤差（根平均二乗残差）で定量できた。

畜産業でも脂質の原位置・非破壊センシングへの期待は大きく、複数メディアに研究が取り上げられ、現在は（公財）伊藤記念財団の助成金を獲得し、（国研）農業・食品産業技術総合研究機構とともに、和牛の霜降り（脂肪交雑）評価のための共同研究を実施中である。

・Nakashima, Y. (2020) Development of a hand-held magnetic resonance sensor for the nondestructive quantification of fat and lean meat of fresh tuna, J. Food Meas. Charact.
・日本経済新聞2021年 1月16日
・脂肪含有率等の計測装置及び方法、特願2020-015284

成果の意義・アウトカム

磁気共鳴スキャナーの応用範囲は広くコンクリート、マグロ、牛肉に限定されない。例えば、ゴムやプラスチックなどが用いられた多岐にわたる工業製品の劣化状況の原位置・非破壊計測での活用も期待され、大きな波及効果が期待される。

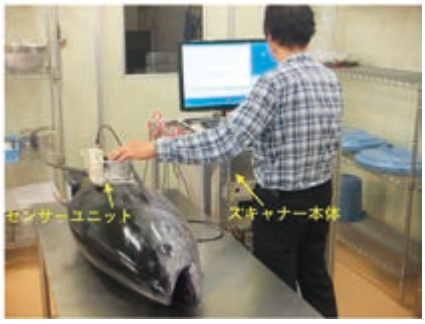


図１　磁気共鳴スキャナーによるクロマグロの計測風景

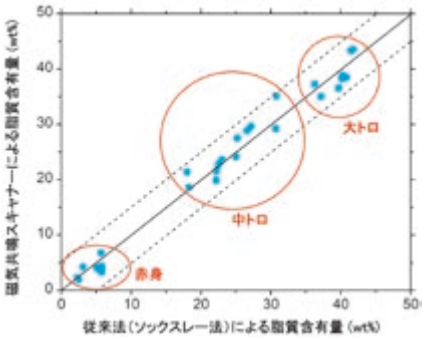


図２　図１のセンサーの改良型システムでクロマグロの肉を計測した結果

▼本件のお問い合わせ先
中島善人　✉ nakashima.yoshito@aist.go.jp

ゼロエミッション国際共同研究センターへの参画

CO2地中貯留研究グループ

背景・実績・成果

低炭素社会の実現を目指した革新技術に関する研究を行い、ゼロエミッション社会を実現する革新的環境イノベーションの創出を目指すため、2020 年 1 月、産総研にゼロエミッション国際共同研究センター（Global Zero Emission Research Center:GZR）が発足した。CO2 地中貯留研究グループは、今年度より GZR に地質調査総合センターから唯一参画し、環境・社会評価研究チームに所属しながら、地質の視点での知見提供と共に、異分野における研究開発動向の把握に努めている。具体的には、従来の CO_2 地中貯留の枠に留まらず、CO_2 の変換までを意図した多様な岩相への貯留の検討や、LCA やコスト計算に不可欠となるシナリオ解析へのサポートを担っている。また、近年注目の DAC-CCS や風化促進等のネガティブエミッション技術についても適用可能性の検討に着手した。

成果の意義・アウトカム

CCS を単独のオプションではなく、多様なゼロエミッション技術の一つとして捉え、地質以外の視点も取り入れることにより、CCS の適用範囲の拡大や付加価値の創出を通じて、新たな CCS の展開につながることが期待される。

図１　新規エネルギー技術の普及による影響評価手法・ツールの開発へのサポート

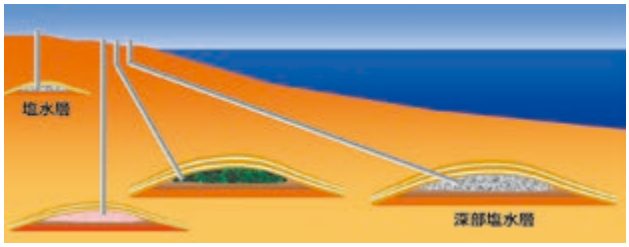


図２　多様な岩相への CO_2 地中貯留の比較検討

▼本件のお問い合わせ先
徂徠正夫　✉ m.sorai@aist.go.jp

四国地域の表層土壌調査および暴露評価

地圏環境リスク研究グループ：原　淳子・川辺能成

背景・実績・成果

表層土壌評価基本図は、これまで 5県について出版してきた。今後これらの情報整備をさらに加速していく必要があるため、地域ごとの評価の可能性について検討し、優先土壌種や流域特性、表層地質情報を考慮した表層土壌情報の解析を行った。その結果、県ごとの評価とほとんど変わりなく地域全体の表層土壌情報を提供できる可能性を見出した。さらに、これに基づき、四国地域全域の表層土壌調査を実施した。採取した試料は、重金属類濃度等の各種分析を行い、その結果に基づき暴露評価を行った。今後、これらデータやリスクに関する情報を、表層土壌評価基本図（四国地域）としてとりまとめる予定である。

成果の意義・アウトカム

各種成分の詳細濃度分布情報は、自然由来重金属類のバックグラウンドとなる情報であり、汚染発覚時の周辺汚染物質濃度を知る上で重要な情報となる。また、今後の土地利用や建設工事等を検討する際や、表層からの各種成分の濃度変遷を検討する上で基礎情報として参照、活用することが可能であるほか、津波災害や降雨・土砂災害等で堆積した土砂等の管理・処理指針に有用な役割を果たすことが期待される。

図１　表層土壌試料採取地点の選定

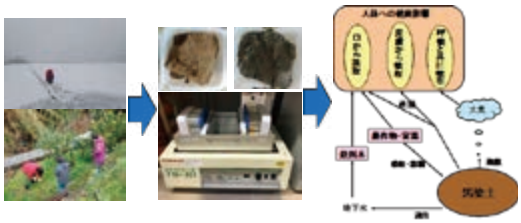


図２　表層土壌試料の評価に関する一連の流れ

▼本件のお問い合わせ先
原　淳子　✉j.hara@aist.go.jp

誘発地震に関する包括研究の展開 - 顕著な研究成果を続出 -

地圏メカニクス研究グループ：雷　興林

背景・実績・成果

地熱開発・非在来型石油天然ガス資源開発・CO_2地下貯留・工業廃水の地下処分などの分野において、注水誘発地震が顕著な増加傾向を示し、対策が求められている。今年度はジオメカニックモデリングに基づく誘発地震評価フレームワークの構築に向け、震源メカニズム逆解析・応力インバージョン・断層滑りシミュレーション等ツールを改良・統括した上、四川盆地これまで観測された誘発地震をまとめて解析し、盆地スケールでの誘発地震の地域差は応力場のパターンと断層の走向・傾斜及び密度の違いによることを明らかにした。

・Lei, X., J. Su, and Z. Wang (2020), Growing seismicity in the Sichuan Basin and its association with industrial activities, Science China Earth Sciences.
・Wang, Z., X. Lei, S. Ma, X. Wang, and Y. Wan (2020), Induced earthquakes before and after cessation of long - term injections in Rongchang gas field, Geophysical Research Letters.

成果の意義・アウトカム

これらの研究は、産総研が推進する橋渡し研究を実践する凡例で、その成果が世界的に高い評価を得た。一連の成果は、学術界だけではなく、産業界にも認められている。関連工業活動の安全性と有効性を担保する技術開発につながる。

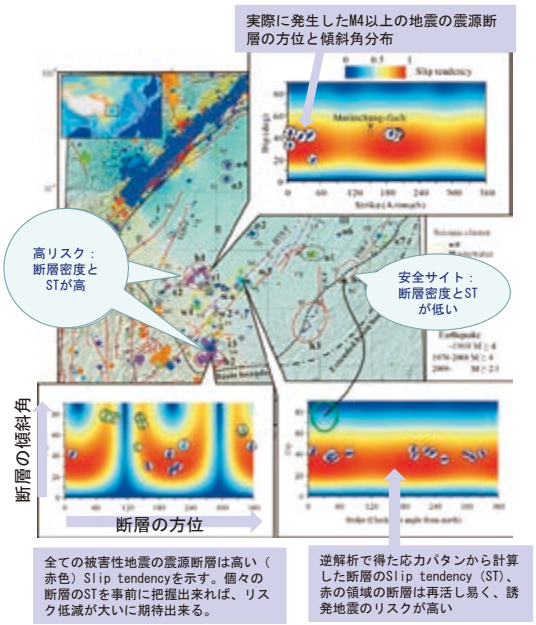


図１　四川盆地被害性誘発地震の震源断層の滑り傾向

▼本件のお問い合わせ先
雷　興林　✉xinglin-lei@aist.go.jp

瀬戸堆積性カオリン鉱床の新たな成因を提案

鉱物資源研究グループ：高木哲一

背景・実績・成果

愛知県瀬戸地域は、白色で可塑性の高いカオリン質粘土からなる「陶土」を豊富に産し、それを原料とする陶磁器産業が盛んである。瀬戸陶土層は、約1,000万年前に浅い内陸湖に堆積した地層であるが、カオリン化作用が生じた原因はよく判っていない。本研究では、鉄の挙動に注目して、カオリン鉱床の鉱物・地球化学的解析を行った。その結果、長石・雲母類のカオリン化に伴い、鉄が酸化・溶脱されたこと、鉄同位体の顕著な分別が生じていること、などが明らかになった。これらの特徴から、カオリン化作用は、湖・湿地に堆積した植物遺骸の腐敗によって生じたアンモニアの微生物による硝化と、それに伴う堆積物の酸性化に起因すると推論した。この成果は、英国の学術誌 Scientific Reports に掲載された。

・Tetsuichi Takagi, Ki-Cheol Shin, Mayumi Jige, Mihoko Hoshino and Katsuhiro Tsukimura (2021) Microbial nitrification and acidification of lacustrine sediments deduced from the nature of a sedimentary kaolin deposit in central Japan, Scientific Reports.

成果の意義・アウトカム

地球表層の物質挙動を解明する上で重要なクリティカルゾーン（生物圏と岩石圏の境界部）で生じた特異な現象の例として注目される。また、カオリン鉱床の探査技術への応用が期待される。

図１　瀬戸市本山地区のカオリン鉱床

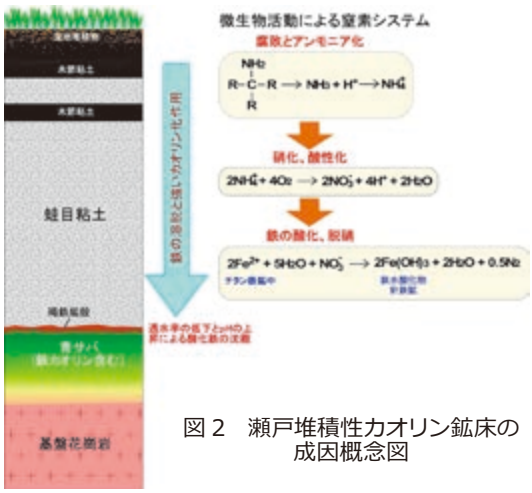


図２　瀬戸堆積性カオリン鉱床の成因概念図

▼本件のお問い合わせ先
高木哲一　✉takagi-t@aist.go.jp

News 2020

Ten Big News Items of the Research Institute for Geo-Resources and Environment

十大ニュース2020：2021年3月23日発行
編集･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
問い合わせ：〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1（中央第7）
HP　https://unit.aist.go.jp/georesenv/