



GREEN

INSTITUTE FOR GEO-RESOURCES AND ENVIRONMENT

GREEN NEWS (グリーンニュース)

独立行政法人産業技術総合研究所

地圏資源環境研究部門 広報誌

第30号：平成22年10月発行

<http://unit.aist.go.jp/georesenv/>

地圏資源環境研究部門 GREEN NEWS

No.30

Oct. 2010

目次

成功が失敗のもとに！	棚橋 学	1
第9回部門研究成果報告会のお知らせ	広報委員会	2
再生可能エネルギー国際会議 (RE2010) 活動報告	矢野雄策	3
受賞報告	3
2009 部門グラント報告		
鉍物油による土壌汚染のMNA (科学的自然減衰) に関する調査研究	川辺能成 他	4
新たな重希土類資源としてのジルコンの鉍物学的研究	星野美保子 他	5
水存在下での石炭等のガス吸着能測定 (ガス溶解度測定つき)	前川竜男 他	6
ただいま研究中		
鉍物資源研究グループの紹介	高木哲一	7
産総研一般公開報告・行事カレンダー	8

成功が失敗のもとに！

事を行う場合に何かで失敗したら、原因究明、再発防止に全力を上げますね。その結果、欠陥が訂正されます。小さな失敗に対する改善が積み重ねられることで大きな失敗が回避でき、長期的な成功につながります。失敗は成功のもとと言われるのはこれを意味していますが、逆に長期的な成功が大きな失敗の原因になるということがあります。

2010年4月20日にアメリカのルイジアナ州沖合のメキシコ湾の水深1500mの海底で石油探査の掘削を行っていた掘削リグ Deep Water Horizon が、爆発炎上するという事故を起こし2日後に沈没しました。この事故では11名の方が亡くなられ、地下の油層まで掘削された坑井を通じて海底から大量の原油流出が起りましたが7月半ばまで止められず、大量の原油が海中、海面を汚染してしまいました。現在依然として当事者であるBP社等と政府等の専門家によって、原因究明、汚染状況の把握、環境修復が進行中であり、被害額や対策費用も未確定です。オバマ米大統領は、この事故に関連して、海洋石油開発政策の見直しや再生可能エネルギー開発の加速といったエネルギー関連政策を表明しています。

石油開発の関係者の間では、「大水深石油開発は30年以上の歴史をもっており、着実な技術開発をもとに世界各地で安全に探査・開発が進められている。この事故は常識的な規定通りに掘削作業が行われていたならば本来起こりえない事故であり、原因はおそらく人為的なミスである。この事故をもって大水深石油開発が一般的に危険であって推進すべきではないといった誤解が広まると困る。」とい

副研究部門長 棚橋 学

た意見が大勢を占めています。私も基本的に賛成ですが、今回の事故には、(1) 何らかの掘削障害により地層中のガスが海上のリグまで上昇し爆発火災を起こした、つまり海底の坑口直上に備えられた暴噴防止装置 (BOP) が想定通り働かなかったこと、および (2) 大水深のため作業性が悪く坑口からの原油流出をほぼ2ヶ月の長期にわたって止められなかったことという2つの大きな問題があったことに注意をしたいと思います。結局長年の大水深石油開発の成功にその遠因があったといえると思います。

原油流出が2ヶ月も止められなかったことは、1500mという大水深でBOPが働かなかった場合の十分な対策がなかったということです。結果的に流出が止まったのですから、技術的に不可能ではないことは示されましたが、その技術は事故が起きてから開発されたいわばドロナワの技術でした。もし次の機会があればもっと素早く止められるでしょう。結果論ですが、結局長年の成功のために万一のための準備が不足していたということになります。

いずれにせよ、この30年間世界各地で次々に深い水深での石油開発が順調に進められてきたという成功が、このような長期大量の原油流出という大事故の原因となってしまう、そのために社会的に大水深石油開発が危険なものみなされかねないおそれを生んでしまった、ということです。今回の事故の教訓ですが、現在順調に動いている事がその順調さのゆえに何かのリスク要因を大きくしていきつつあるかも知れないということを想定し、頻りに厳しく点検するべきであるといえるでしょう。



副研究部門長 棚橋 学

第9回(平成22年度)地圏資源環境研究部門 研究成果報告会のお知らせ

「地圏に関する基盤情報の整備と提供」

日時：2010年12月7日(火) 13:00～17:15
 場所：秋葉原コンベンションホール
 (<http://www.akibahall.jp/data/access.html>)
 参加費：無料-事前登録制(懇親会費は5,000円)
 参加申込 web サイト

今年度も左記の要領で部門の研究成果報告会を開催いたします。当部門の全研究グループの研究紹介の他、個々の研究者が行っている研究の成果も紹介いたします。多数の皆様のご来場を賜りますよう、お願い申し上げます。

<http://unit.aist.go.jp/georesenv/s9>
 ジオ・スクーリングネット CPD：4 単位(事前登録必要)

プログラム

時間	講演内容	講演者
13:00-13:25	地圏資源環境研究部門研究紹介	研究部門長 矢野雄策
13:25-14:10	日本周辺大陸棚の基盤的情報と資源ポテンシャル	副研究部門長 棚橋 学
14:10-14:40	地熱資源に関する情報整備と資源評価	地熱資源研究グループ長 阪口圭一
14:40-15:20	ポスターセッション	
15:20-15:50	鉱物資源研究における産総研の役割ーレアメタル・非金属ー	鉱物資源研究グループ長 高木哲一
15:50-16:20	土壤汚染と表層土壌評価基本図	地圏環境リスク研究グループ 原 淳子
16:20-16:50	地下水に関する基盤情報ー水文環境図のねらいと今後の展望ー	地下水研究グループ 町田 功
16:50-17:15	ポスターセッション	
17:15-19:00	懇親会(ポスター会場)	

ポスターセッションの内容

ポスター発表題目(発表者)		ポスター発表題目(発表者)	
1	3次元X線CT画像データを用いた多孔質岩石中の空隙スケール電流シミュレーション(中島善人・中野司(地質情報研究部門))	16	北部東シナ海陸棚堆積盆の構造形成パターン(森田澄人・HAN Hyun-Chul(韓国地質資源研究院)・KANG Moo-Hee(〃)・HWANG Jong-Sun(〃))
2	二酸化炭素地中貯留実験によって生じた地下温度の上昇(宮越昭暢・當倉利行・高倉伸一)	17	高メタンフラックス陸棚斜面における崩壊型堆積盆の形成(森田澄人・中嶋健・花村泰明(JX日鉱日石開発株))
3	排ガスからの二酸化炭素回収・貯蔵を利用した農業分野への検討(鈴木正哉・酒寄英里・永好けい子・月村勝宏・犬飼恵一(サステナブルマテリアル研究部門)・前田雅喜(〃))	18	関東地方の水溶性天然ガスの地質学的研究：南関東ガス田及びその周辺域について(佐脇貴幸・金子信行・棚橋学・猪狩俊一郎・前川竜男・中嶋健・森田澄人・坂田将)
4	東南アジアのイオン吸着型希土類鉱化作用(実松健造・昆慶明・村上浩康・今井亮(秋田大)・渡辺寧)	19	関東地方の水溶性天然ガスと地層水の地球化学(金子信行・猪狩俊一郎・前川竜男・佐脇貴幸・代田寧(神奈川温地研)・小田原啓(〃)・早稲田周(石油資源開発株))
5	スカンジウムを含有するラテライト型鉱床(実松健造・星野美保子・渡辺寧)	20	幌延沿岸域における反射法地震探査と海陸接合電磁探査(上田匠・横田俊之・内田利弘・光畑裕司・安藤誠・稲崎富士(土木研))
6	インジウム資源量と鉱床成因論ー日本、中国、ボリビアの錫多金属鉱床ー(村上浩康・石原舜三)	21	シミュレーションによる多孔質媒質中の気体が弾性波伝播に及ぼす影響評価について(菊地恒夫)
7	リチウム資源ーウユニ塩湖ー(村上浩康)	22	我が国における地下岩盤内の初期地圧状態ー応力解放法による実測データに基づくー(長秋雄・国松直・金川忠(日特建設株)・藤井真希(〃)・横山幸也(応用地質株)・小川浩司(〃)・田仲正弘(㈱レーザック))
8	浅熱水性金鉱床形成に繋がる流体の発見とその進化(村上浩康・高倉伸一)	23	汎用型ポアホールカメラの性能と地質調査への普及(国松直・山下智士(㈱復建技術コンサルタント)・太田保(元㈱復建技術コンサルタント))
9	灰重石と燐灰石の希土類資源ポテンシャル(村上浩康・石原舜三)	24	二点計測法によるひずみ計測(唐澤廣和・鈴木宏治(鉱研工業株)・高橋幸司(〃))
10	LA-ICPMSを用いた各種分析法の立ち上げ(昆慶明・村上浩康・渡辺寧・高木哲一)	25	Design and function of the artisanal/small-scale mining database(Marivic Pulvera Uzarraga(CCOP)・Satoshi Murao・Mihir Deb(University of Delhi))
11	500万分の1アジア地質図(寺岡易司・奥村公男)	26	石油系炭化水素を対象とした発光バクテリアを用いた簡易土壌汚染評価手法の開発ー抽出溶媒の選定および石油系炭化水素の毒性評価ー(杉田創・駒井武)
12	アジアの鉱物資源図と鉱物資源データベース(大野哲二・神谷雅晴・奥村公男・寺岡易司)	27	カラム通水試験によるCRTガラスからの元素溶出(井本由香利・杉田創・山下勝(ユビキタスエネルギー研究部門)・赤井智子(〃)・駒井武・肴倉宏史(国環研))
13	電子地球科学情報を利用した地熱資源評価手法の発展的研究：第2期成果の概要(茂野博)	28	VOCs汚染と浄化対策技術 その1：各種浄化対策技術の比較検討(張銘・駒井武・竹内美緒・吉川美穂(ケミカルグラウト株))
14	陸源有機物とバイオマーカー(鈴木祐一郎)	29	VOCs汚染と浄化対策技術 その2：嫌気性脱塩素細菌を利用したバイオレメディエーションの現状と課題(竹内美緒・張銘・吉川美穂(ケミカルグラウト株)・駒井武)
15	熊野トラフ堆積盆 IODP Site-C0009における炭化水素ポテンシャルの評価(森田澄人)	30	VOCs汚染と浄化対策技術 その3：溶存水素拡散試験技術の開発(吉川美穂(ケミカルグラウト株)・上沢進(〃)・和田忠輔(〃)・張銘・竹内美緒・駒井武)

再生可能エネルギー国際会議 (RE2010) 活動報告

研究部門長 矢野雄策

標記国際会議が2010年6月27日～7月2日、パシフィコ横浜国際会議場で開催されました (RE: Renewable Energy)。RE2010は同組織委員会が主催、再生可能エネルギー協議会 (JCRE)、NEDO、産総研等が共催であり、JCRE主催の第5回新エネルギー世界展示会も併設開催されました。RE2010では、太陽光、風力、地熱など12分野の論文発表 (オーラル、ポスター) 総数が1,000件近くに達し、RE2006の663件を大きく超えました。

当部門で関係が深いのは地熱エネルギー分野であり、私はRE2010プログラム委員会地熱分科会リーダーを務め、同分科会には当部門のメンバーが数名参加しました。またRE2010全体を運営する総務委員会には當舎利行主幹研究員、柳澤教雄主任研究員が参加しています。

再生可能エネルギーの中で、地熱分野についてもその存在感を国際的にアピールするために、多くの発表を期待しましたが、今年は4月にインドネシアで世界地熱会議 (WGC) があったため厳しい状況となりました。それでもプログラムではオーラル27件、ポスター20件と、RE2006を超えたのは幸いです。また、プレナリーセッションでは国際地熱学会 (IGA) 会長のLadislav Rybach教授 (スイス) がEGS (Enhanced Geothermal System) の重要性を説く印象深い講演をされました。

地熱のオーラルは6セッション、EGS、貯留層工学、生産・評価、世界の開発、探査、ヒートポンプと多彩であり、当部門からは内田利弘主幹研究員 (写真1)、海外からは、メキシコのAlfonso Garcia-Gutierrez博士、中国のKeyan Zheng教授、韓国のYoonho Song博士等から特に活発な議論がなされ、またエルサルバドルのSalvador Handal

氏は太陽熱セッションで、太陽熱で地熱水の蒸気フラッシュを助けるという事例を発表し、ベストペーパー賞を獲得されました。これらの方々は写真2に写っています。ポスターセッションでもたいへん質の高いポスターが熱心に説明され、当部門、地下水研究グループの、吉岡真弓特別研究員はベストポスター賞を獲得しました (写真3)。

オイルピークと地球温暖化という人類生存の根幹を揺るがす危機に対し、再生可能エネルギーへの期待は今後益々大きくなろうとしています。RE国際会議全体において、産総研は多くの分野で活動しています。当部門は地熱エネルギーを中心にRE国際会議をサポートしていきたいと考えています。



写真1 地熱セッションでコメントする内田利弘主幹研究員



写真2 RE2010で集う各国の地熱関係者



写真3 ベストポスター賞受賞の吉岡真弓特別研究員

受賞報告

この度、当部門の研究員が以下のように各種の賞を受賞いたしましたので、報告させていただきます。

坂本靖英研究員 (地圏環境リスク研究グループ) は「メタンハイドレート資源の生産手法開発に関する研究」により、平成22年3月31日に社団法人資源・素材学会から、平成21年度資源・素材学会奨励賞を受賞しました。本研究では、メタンハイドレートを含む堆積層内での流体の流れ易さを表す浸透率を実験的に評価するとともに、ハイドレートの分解に伴うメタンガスと水の流動挙動を予測する新規の数値モデルを構築しました。一連の研究成果は当学会誌において、学術論文として8報出版されています。

上田 匠研究員 (物理探査研究グループ) は「海洋人工信号源電磁探査法の3次元数値計算手法に関する研究」で、2009年度物理探査学会奨励賞を受賞しました。物理探査法の一つである電磁探査法においては、データ解析、特に3次元構造解析について、取得データ量の増加や解析領域の複雑化により膨大な計算コストが必要とされ、大きな問題となっています。本研究では、精度の低下を最小限に抑えつつ、計算コストを従来より大幅に改善する数値計算手法の開発、理論の整理を行い、数値実験によりその有効性を明らかにしました。本研究は深海域を対象としています。今後は浅海域や沿岸域など、より汎用的かつ実用的な数値計算手法の開発により、物理探査技術の発展への貢献が期待されています。

星野美保子研究員 (鉱物資源研究グループ) は、「希土

類元素鉱物の結晶化学と地球化学的研究：花崗岩成因論への応用」で、2010年資源地質学会研究奨励賞を受賞しました。星野研究員は大学時代より希土類元素鉱物、特に花崗岩類に含まれる褐レン石に注目し、その化学組成や各種同位体比の研究に取り組んできました。これまでに、希土類元素鉱物の電子線プローブマイクロアナライザーによる定量分析技術を確立し、褐レン石の化学組成や同位体組成が花崗岩の成因を解読する指標となることを明らかにしました。これら注目すべき成果は著名な国際誌に掲載されています。現在は、海外レアメタル鉱床の資源ポテンシャル評価の研究に従事しており、今後の活躍が大いに期待されています。

吉岡真弓特別研究員 (地下水研究グループ) は、再生可能エネルギー国際会議 (RE2010) において、「A study on suitability area for ground-coupled heat pump systems reflecting large-scale hydrogeological environments」という発表で、地熱セッション Best Poster Award を受賞しました。ground-coupled heat pump systems (地中熱利用ヒートポンプシステム) とは、地下浅部の熱を利用し、効率的な冷暖房を行うことができるシステムです。本研究は、地域の地下水流動や地下温度分布などの地下環境データを基にシステムの最適化を検討し、効率的かつ安全なシステムの普及に役立つ情報の提供を目的としています。全国的な普及を目指し、現在は日本各地の地下環境に応じた地中熱利用に関する研究を進めています。

部門グラントとは、当部門における研究力の強化に向け、研究シーズの新たな創出や育成を図るために、研究者からの研究課題提案に基づいて予算を配分する制度です。

鉱物油による土壌汚染のMNA（科学的自然減衰）に関する調査研究

地圏環境リスク研究グループ 川辺能成・西脇淳子（現 明治大学）・坂本靖英・張 銘・駒井 武
地圏微生物研究グループ 竹内美緒

事業所や工場などでは、汚染レベルが低濃度ではあるが環境基準をわずかに超える広大な産業用地（ブラウンフィールド）が各地に存在しています。特に、ガソリンや軽油等、鉱物油に含まれる石油系炭化水素による土壌・地下水汚染は多数報告されており、これらに含まれる化学物質には、発ガン性など人への健康に害を及ぼすものもあるため、浄化対策が必要となります。浄化対策としては、高濃度による汚染では既存の積極的浄化手法を採用することができますが、ある程度浄化が進み低濃度レベルになると浄化費用に対する浄化効果が悪くなり、既存の浄化手法を採用することが困難になってきます。低濃度レベルの鉱物油による土壌汚染の浄化対策として、バイオレメディエーションやファイトレメディエーション等の積極的な浄化以外に、MNA (Monitored Natural Attenuation; 科学的自然減衰) が有効と期待されています。これは、微生物等による自然浄化能を評価することにより、浄化能力が高い場合には定量的にそれを把握してモデリングにより浄化完了期間を推測し、また観測を続けることで安全を確保する方法です（図1）。鉱物油は自然界に存在する微生物により比較的分解されやすいですが、さまざまな炭化水素類の混合物であることから、その分解機構や環境条件の相違による減衰挙動はあまりよく知られておりません。そこで、土壌・地下水汚染サイトについて水文・地質学的特性や棲息する微生物の活性等を把握し、MNAの適用の環境条件や微生物による鉱物油の分解機構を解明することを目標とした研究を実施しました。

本研究では、「①MNAのための環境条件評価」、「②微生物による鉱物油浄化機能の評価」、「③鉱物油MNAに関するリスク評価」の3項目について検討を行いました。

①MNAのための環境条件評価では、実際に鉱物油で汚染された地点について土壌や地下水の採取を行い、石油系炭化水素類の濃度や、陰イオン（硫酸、硝酸イオンなど）、陽イオン（カルシウム、鉄イオンなど）などの分析を行いました。そして、各イオン類の相関関係などを評価することで、微生物による鉱物油分解の起こりやすい環境条件について評価しました。②微生物による鉱物油浄化機能の評価では、一般的な土壌（非汚染）や汚染土壌中に棲息する微生物による鉱物油の分解挙動について室内実験を行い、分解傾向や分解速度などを評価しました。そして、通気条件（好氣的、嫌氣的）や土壌の種類など環境条件の違い

や石油系炭化水素の種類ごとの分解傾向を把握したほか、好氣的条件においては石油系炭化水素類の分解速度に関するパラメータを取得しました。一方、嫌氣的条件では、土壌の種類により石油系炭化水素類の分解傾向や分解速度が異なっており、今後検討を要する課題も認められました。

③鉱物油MNAに関するリスク評価では、「①MNAのための環境条件評価」および「②微生物による鉱物油浄化機能の評価」による現場データならびに実験解析により得られた鉱物油に関する減衰速度などのパラメータを地圏環境リスク評価システム(GERAS)に組み込み、汚染現場に適合したリスク評価を実施しました。図2はガソリンによる土壌・地下水汚染について汚染現場の地下水から10m下流に住んでいる人が井戸水を飲用することにより、どれくらい有害物質を摂取するか計算した例です。図に示すように減衰を考慮しない場合、土壌から常に一定量の有害物質が地下水へ移行するため、数年後から先は井戸水中の有害物質の濃度は一定になります。すなわち、数年後から先、そこに住んでいる人は井戸水を飲むことにより、常に一定の有害物質を摂取する計算になります。一方、自然減衰を考慮した場合、土壌中の有害物質は年々減少しますので、地下水へ移行する量も同様に減少していきます。したがって、井戸水中の有害物質の濃度は数年後までは上昇するものの、そこから先は減少します。摂取量で比較してみると、減衰を考慮した場合の生涯摂取量は考慮しない場合の10分の1程度となります。

今後は本研究で得られた知見やパラメータなどの現場における有用性や適用性について検証するとともに、さらなる調査・試験を通じて鉱物油の自然減衰に関するさまざまなデータ、パラメータを取得し、鉱物油 MNAの確立を目指した研究成果を発信できればと考えております。

参考文献

- 1) 平田健正、前川統一郎監修：土壌・地下水汚染 原位置浄化技術の開発と実用化、シーエムシー出版、p.121-128 (2009)

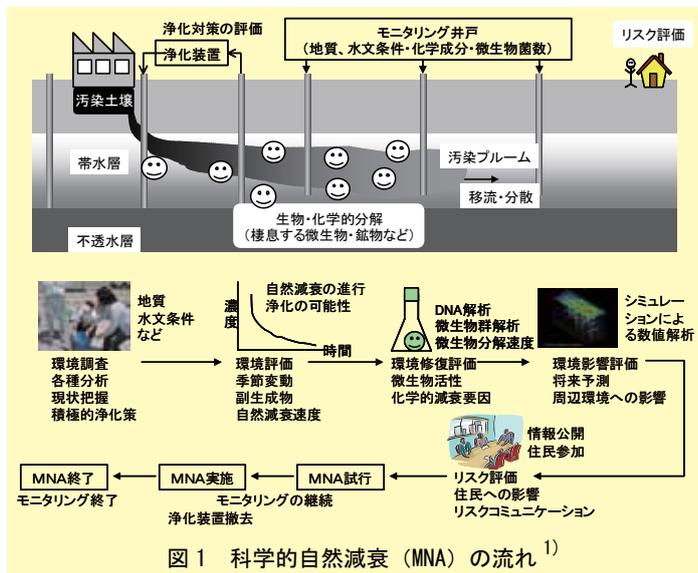


図1 科学的自然減衰 (MNA) の流れ¹⁾

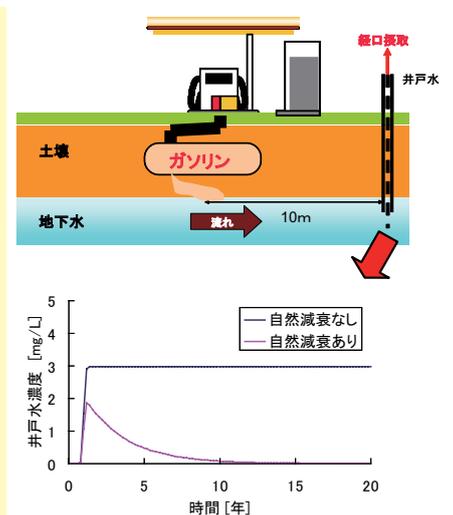


図2 GERAS-2による鉱物油汚染の評価例

新たな重希土類資源としてのジルコンの鉱物学的研究

鉱物資源研究グループ 星野美保子・渡辺 寧・村上浩康・昆 慶明

希土類元素 (REE) は、La から Lu までの 15 元素に、Y, Sc を加えた 17 元素の総称であり、地球化学的挙動の違いにより、軽希土類 (LREE) と重希土類 (HREE) に分けられます。その中で重希土類は、特にハイブリット車などに使用されることから、近年の地球温暖化防止のための CO₂ 排出の削減という世界的な動きに伴い需要が急速に拡大しています。しかし、重希土類の大部分は中国南部のイオン吸着型鉱床から生産されているため、その需給は世界的に逼迫した状況にあります。

そこで、私たちは、新しい重希土類資源として、北米、ユーラシア、アフリカなどの大陸地域に分布するアルカリ岩に含まれるジルコン [(Zr,HREE)SiO₄] に着目しました (図 1)。ジルコンは最も普遍的な希土類含有鉱物であるにも関わらず、希土類含有量が少ないことや化学的・物理的耐性が強いことによる元素抽出の困難さから、希土類資源としての可能性は考えられてきませんでした。しかし、アルカリ岩に含まれる熱水変質を被ったジルコンは結晶構造が強固でないために酸やアルカリで容易に分解できる可能性があります。本研究では、カナダのトアレイク鉱床でアルカリ岩の採集を行い、それに含有されるジルコン中の重希土類含有量や変質の程度を定量的に明らかにし、抽出実験と組み合わせることで、希土類資源としてのジルコンの利用に対する新しい鉱物学的指標を開発することを目的として研究をおこないました。

研究対象地域であるカナダトアレイク鉱床は、イエローナイフの約 100km 南東に位置しています。鉱体の規模は、2000m × 1000m × 200m であり、REE の鉱化帯は、湖の底全体に広がっています。昨年 7 月に野外調査を実施し、採集した REE の鉱化した 2 本のボーグコアを研究試料として用いました。これらのコア試料の粉末 X 線解析の結果から、主要な REE 鉱物としてジルコンの他に、フェルグソン石 (HREENbO₄)、REE フッ化炭酸塩鉱物が認められました。全岩分析の結果、Zr と HREE 含有量の間には正の相関があることが判明しました。これは、HREE の大部分が、ジルコンに固溶されていることを示唆しています。EPMA による、定量分析の結果、トアレイク鉱床のジルコンは、普遍的に多量の HREE を含有しており、最大で、10.31 wt% の Σ HREE₂O₃ を含むことが判明しました。この様なジルコンから、重希土類を抽出できれば、ジルコンが新たな希土類資源となる可能性があります。どの様なジルコンが希土類資源として、適当かを判別するために、ジルコンからの希土類の抽出実験を行いました。研究試料としては、抽出実験のための試料を十分に得られる京都府大呂と岐阜県苗木の花崗岩質ペグマタイト中の重希土類含有ジルコンと、比較のためにベトナムの Saigon アルカリ玄武岩に産出する純粋なジルコンを用いました。これらのジルコンの結晶化度を評価するために、X 線粉末回折装置を用いて、ジルコンの X 線粉末回折線から 3 強線を選びその半値幅を比較した結果、Saigon、大呂、苗木ジルコンの順に半値幅が増加し、結晶化度が低くなることが判明しました。特に、苗木産のジルコンは、回折ピークがない完全なメタミクト状態でした。EPMA によるジルコンの定量分析の結果、Saigon 産のジルコンは、ほとんど不純物を含まない純粋なジルコンであることを示しています。一方、大呂産と苗木産のジルコンは、ともに 5 wt% 以上の希土類

元素を含有しています。ラマン分光分析の結果、X 線回折の結果と同様に苗木産のジルコンは、メタミクト化により、ラマンスペクトルのピークがブロード化していることが明らかとなりました。さらに、1000cm⁻¹ 付近にジルコンの Si-O 結合に帰属されるスペクトルが検出されますが、希土類の固溶により、このスペクトルが複雑化しています。本研究のジルコンに対して、抽出実験を行った結果、苗木産のジルコンは、1N の塩酸を用いて、250°C で 30 時間加熱することで、ほぼ 100% の重希土類を抽出することに成功しました。一方、ややメタミクトしている大呂産のジルコンも 50% 以上の重希土類を抽出できました。それに対して、結晶化度の高い Saigon 産のジルコンは、重希土類をほとんど抽出できませんでした。さらに同様の実験を常温下で行った場合も、ジルコンから重希土類は、ほとんど抽出されませんでした。そのため、ジルコンから重希土類を抽出するためには、ジルコンの結晶化度と抽出温度が重要であることが明らかになりました。これらの結果を踏まえて、トアレイクジルコンのラマン分光分析を行ったところ、トアレイクのジルコンは、苗木産のジルコンと同様に非常にブロードなピークを持つことが判明しました。これは、トアレイクのジルコンが、HREE 資源として適当なジルコンであることを示唆しています。

現在、トアレイク鉱床を保有するカナダの Avalon rare metal 社により、トアレイクの鉱石からの REE の抽出実験が行われています。この実験では、初めに希土類鉱物の濃集物を作り、その後 600°C で焼成し、高温の 12N の塩酸を 2 回使用して、REE の抽出を行っており、回収率は約 80% となっていますが、非常に抽出過程が複雑で高コストであるという問題があります。しかし、本研究により、トアレイクのジルコンもメタミクト化していることが判明しています。トアレイクのジルコンに対しても、1N HCl で、250°C で加熱することにより、希土類を回収できると考えられ、非常に薄い酸でも抽出が可能であると予想されることから、本研究結果をトアレイクの試料に応用することで、低コスト化や環境に対する負荷を軽減できると考えられます。今後は、トアレイク鉱床中のジルコンに対して、同様の抽出実験を行う予定です。

さらに、鉱物資源研究グループでは、トアレイクアルカリ岩鉱床以外にもいくつかの地域で、重希土類含有ジルコンを多量に含むアルカリ岩鉱床を発見しており、今後ジルコンが主要な重希土類資源となると期待されます。そのため、本研究成果は、現在重要な課題である新しい重希土類鉱床の開発に大きく貢献できる画期的なものです。

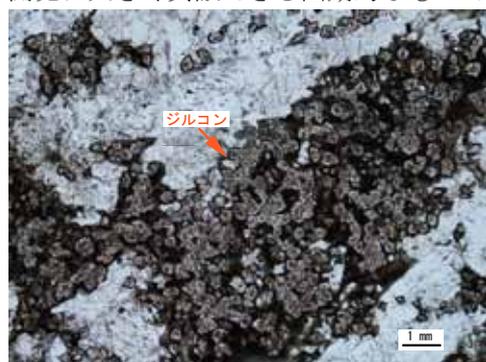


図 1 トアレイクのアルカリ岩鉱床に含まれる重希土類含有ジルコン

水存在下での石炭等のガス吸着能測定（ガス溶解度測定つき）

地圏化学研究グループ 前川竜男
燃料資源地質研究グループ 鈴木祐一郎・松林 修

大気中の二酸化炭素を増加させない地球温暖化対策の一つとして、火力発電所等の大規模な二酸化炭素発生源から排出される二酸化炭素を回収し、地中へ貯留する技術（CCS＝二酸化炭素回収・貯留技術）に関連する様々な研究が世界中で近年盛んに行われています。CCS技術の普及はIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の報告書においても重要度の高い課題と位置づけられているものです。二酸化炭素を地中貯留する場所としては、枯渇した石油や天然ガスの貯留層、地下の帯水層などが考えられていますが、多くの微細な空隙をもつ多孔質な物質である石炭を含む地層も二酸化炭素の貯蔵場所の有力な候補の一つです。石炭はその孔隙中に二酸化炭素を吸着により多量に貯蔵する性質があります。そのため、石炭層に圧入された二酸化炭素は安定的に石炭に固定化されるという利点があります。また、石炭層にはコールベッドメタンと呼ばれるメタンガスが石炭に吸着されています。メタンガスは都市ガスの主成分であり、コールベッドメタンも天然ガス資源として重要視されてきています。石炭層へのCCSは、石炭層に二酸化炭素を貯蔵・固定化するだけでなく、二酸化炭素を石炭層へ圧入することによって、石炭層に吸着していたメタンを追い出して回収し、エネルギー資源として利用することができるのではないかと期待されています（図1）。

石炭層に二酸化炭素を安定的に貯蔵するためには、二酸化炭素が石炭にどのくらい吸着するか、その吸着能力を知ることが必要です。石炭の二酸化炭素などのガス吸着能力を実験的に測定した研究はこれまで多数行われてきましたが、その多くの研究は乾燥させた石炭を用いて行われてきました。しかし、地中の石炭層には地下水が浸透している場合があり、水が石炭のガス吸着能力にどのような影響を与えているのか調べる研究が近年行われるようになってきました。これまでの実験結果からは、水はガス吸着能力を低下させるという報告があります。本研究においても、水を含む石炭等の試料を用いて、二酸化炭素等のガス吸着能力を把握するための室内実験を企画しました。一方、二酸化炭素は水によく溶解します。水を含む試料を用いて吸着

実験を行う際は、そのガス溶解度が及ぼす影響を考慮する必要もあります。本研究では、ガス吸着の実験を行うとともに水へのガス溶解度も実験的に測定しました。

ガス吸着実験は、図2のような装置を用い、2つの容器のうち一方に試料を入れ、恒温水槽に浸して温度を一定に保持しました。ガスの吸着量は、吸着によって減少した気相のガス量を測定する容積法により測定しました。石炭を用いたガス吸着実験を行う前に、吸着剤として一般的によく利用されている多孔質物質であるシリカゲルおよび活性炭を用いて、二酸化炭素および窒素のガス吸着実験を実施しました。シリカゲル、活性炭とも乾燥条件で行ったガス吸着実験の結果からは、圧力が増加するにつれてそれらの試料のガス吸着量が増加すること、また、窒素よりも二酸化炭素のほうが多く吸着されることが示されました（図3）。次に、活性炭に水を加えた試料を作成し、この水含有活性炭試料を用いたガス吸着実験を行いました。その結果、乾燥条件で行った場合と比較して、同じ圧力におけるガス吸着量は少なくなりました。このことから、以前の報告と同様、本研究でも水は試料のガス吸着能力を低下させていることがわかりました。まずこのような水の影響を、一般的な吸着剤である活性炭で確認した後、石炭を用いたガス吸着実験に着手しました。

石炭には、もともとその組織内に水分が含まれています。特に、褐炭と呼ばれる種類の石炭には、重量比で10%以上の水分が含まれています。まず初めに乾燥条件で、インドネシア・パシール産の褐炭の石炭粉末試料を用いてガス吸着実験を行いました。次に、同石炭の組織内の水分を108℃で真空乾燥させた試料を用いて実験を行うことによって、石炭組織内の水分が、ガス吸着能力にどのような影響を与えているか調べることができます。両試料のガス吸着能力を比較した結果、石炭組織内の水分が減少することによって、ガス吸着能力が増加することがわかりました。今後、種類の異なる石炭を用いた実験や、水の含有量の違い等を考慮した石炭のガス吸着能力の測定実験を進めていく予定です。

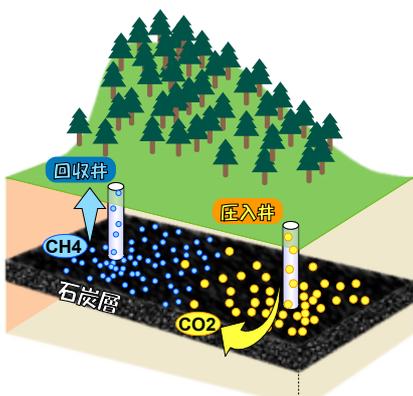


図1 石炭層への二酸化炭素貯留の概念図

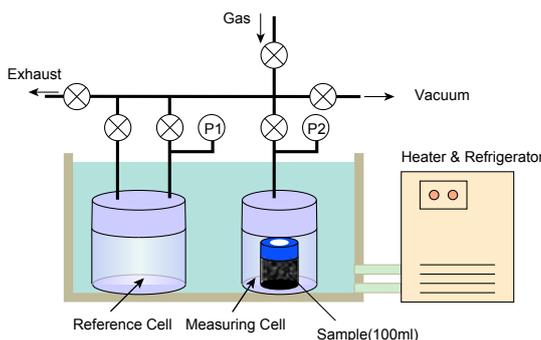


図2 ガス吸着実験装置

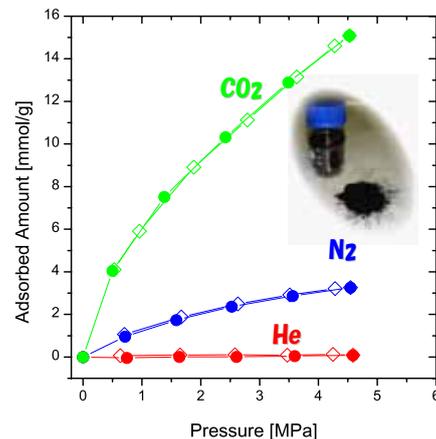


図3 活性炭のガス吸着能力（乾燥条件、温度 25°C）

鉍物資源研究グループは、陸域の鉍物資源を対象とした資源探査・資源評価など、資源開発の流れにおける最上流部の研究を実施しています。現在5名の職員と7名の契約職員・客員研究員が所属しています。ここでは当グループの研究内容を、金属資源、非金属資源、鉍物資源情報、分析技術開発の4つに分けて紹介したいと思います。

【金属資源の研究】

かつて日本国内には多くの金属鉍山が稼行していましたが、戦後の高度成長期以降に鉍量枯渇、円高、採掘コストの増大などの理由で次々と閉山し、現在は少数の金鉍山だけになってしまいました。それ以降、日本は産業活動に必要な金属資源のほとんどを海外からの輸入に依存するようになりました。ところが、中国などの新興国の急成長により、2004年以降金属資源の価格が急激に上がり始め、資源ナショナリズムの台頭もあって、資源を自由に輸入できない時代になってきました。そこで、日本では官民の総力を挙げて海外金属資源の権益を確保する施策を展開しています。鉍物資源研究グループでも、そのような状況を受けて、海外の金属鉍床の地質調査や鉍石の分析など資源の確保に役立つ研究を積極的に推進しています。現在、特に力を入れているのは希土類元素（ランタノイド、Sc、Y）です。希土類元素は、高性能モーター等に不可欠な金属ですが、ほぼ全量を中国からの輸入に頼っています。しかし、最近の価格高騰や輸出規制でその安定供給が危ぶまれています。鉍物資源研究グループでは、カナダ、モンゴル、東南アジア、南アフリカなどで中国に替わる希土類鉍床を求めて、一部は民間企業や石油天然ガス・金属鉍物資源機構と共同で、調査研究を実施しています（写真1）。

【非金属資源の研究】

石灰石、窯業原料（粘土、長石、珪石など）、採石・骨材などの非金属資源（工業原料鉍物）は、一般に工場や消費地に近い国内鉍山で採掘されています。現在でも、全国で約400カ所の非金属鉍山が稼行しています。しかし、鉍

量枯渇、宅地化や環境問題等により、良質な資源の確保が徐々に難しくなっています。鉍物資源研究グループでは、非金属資源を扱う数少ない公的研究機関の1つとして、国内外の非金属鉍床の地質調査・資源評価などその安定供給に役立つ研究を実施しています。現在は、建材用珪石資源の研究、国内外ベントナイト鉍床の研究などを民間企業と共同で実施しています。

【鉍物資源情報の研究】

海外の鉍物資源情報、とりわけ日本に近いアジア地域の情報を収集・解析することは、日本の資源確保戦略を立案する上で非常に重要です。鉍物資源研究グループでは、政府・鉍山業界等の要請に基づき、アジア地域の地質図・鉍物資源図、鉍物資源データベースなどの作成に継続的に取り組んでいます。これまでに、300万分の1東アジア・中央アジア地質図、300万分の1東アジア鉍物資源図を出版し、来年度までにアジア地質図、中央アジア鉍物資源図の出版を予定しています。また、ASEAN各国との連携による東アジア鉍物資源データベースの構築、既出版の50万分の1国内鉍物資源図の電子化なども計画中です。

【分析技術開発】

鉍物資源の研究を進める上で、鉍石や鉍物の精度の高い分析は不可欠です。そのために、鉍物資源研究グループでは、平成21年度にレーザーアブレイションICP-MSを導入しました（写真2）。この分析装置は、フェムト秒という極めて短い（=エネルギー密度の高い）レーザーパルス照射して試料表面の微小領域を溶融させることなく一瞬で粉碎し、発生した微粉末をICP-MSに導入して高精度で化学分析する装置です。現在、全岩・鉍物分析ルーチンの開発や感度向上のための改良を行っています。このほか、電子顕微鏡を用いた粒子解析、岩石からの希土類元素分離・抽出、粘土鉍物の各種分析ルーチンの確立・改良などにも取り組んでいます。



写真1 カナダ・トアレイク希土類鉍床での現地調査



写真2 鉍物資源研究グループ所有のレーザーアブレイションICP-MS

産総研一般公開報告

2010年7月24(土)、「産総研一般公開」がつくばセンターを会場として開催されました。猛暑の中、多くの方々が熱心に研究者の説明に耳を傾けてくださいました。当部門からは、以下の出展・展示をいたしました。

1. 「地下水ってどんなもの？」
地質特性 RG・地下環境機能 RG
2. 「瀬戸内の花こう岩」
長 秋雄主任研究員
3. 「吸着剤ハスクレイの開発 (ポスター展示)」
鈴木正哉主任研究員



1. 地下水ってどんなもの？



2. 瀬戸内の花こう岩



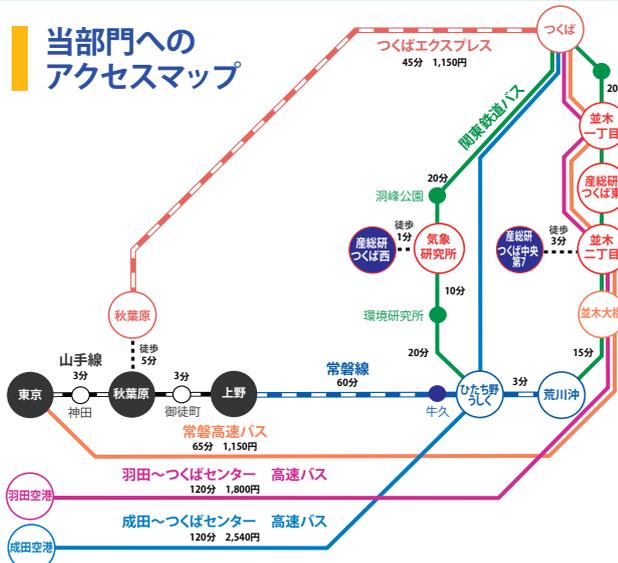
3. ポスター展示会場

行事カレンダー * 青字は産総研・赤字は当部門主催行事

10/2-3	2010年日本水文科学学会学術大会 http://www.soc.nii.ac.jp/jahs/100712/kaikoku-2.pdf	茨城県 筑波大学
10/2-4	2010年日本地理学会秋季学術大会 http://www.ajg.or.jp/ajg/2010/06/2010-14.html	愛知県 名古屋大学
10/6-8	ISRM International Symposium 2010 and 6th Asian Rock Mechanics Symposium http://www.rocknet-japan.org/RNM/RNM_254.htm	Panjim, (India)
10/14-15	産総研オープンラボ http://www.aist-openlab.jp/	茨城県つくば市 産総研
10/21-22	平成22年度日本応用地質学会研究発表会 http://www.soc.nii.ac.jp/jseg/00-main/H22_annual_meeting.html	島根県 島根県民会館
10/24-27	GRC' 34th Annual Meeting http://www.geothermal.org/meet.html	Sacramento, CA (USA)

10/27-29	日本地震学会2010年度秋季大会 http://zisin.or.jp/meeting/2010/	広島県 広島国際会議場
10/29	地下水・地中熱ワークショップ in 札幌 http://www.gsh.pref.hokkaido.jp/support/lecture.html	北海道札幌市 札幌サンプラザ
11/14-18	3rd International Congress on Ceramics http://www.cersj.org/icc3/	Osaka, (Japan)
11/24-26	第26回日本微生物生態学会 http://www.atclab.com/jsme26/	茨城県 筑波大学
11/24-26	日本地熱学会平成22年学術講演会 http://www.mine.kyushu-u.ac.jp/grsj/TopMsg.html	茨城県 文部科学省研究交流センター
12/3-4	第20回環境地質学シンポジウム http://www.jspmug.org/envgeo_sympto/20th_sympto/20th_sympto.html	東京都 早稲田大学
12/7	第9回地圏資源環境研究部門 研究成果報告会	東京都千代田区 秋葉原コンベンションホール

当部門へのアクセスマップ



つくば中央第七事業所への交通手段
詳しくは http://www.aist.go.jp/aist_j/guidemap/tsukuba_center/tsukuba_map_c.html をご覧ください。

つくばエクスプレス終点つくば駅をご利用の場合：
荒川沖駅(西口) 行きまたは阿見中央公民館行き関東鉄道路線バスに乗り、並木二丁目下車、徒歩3分。また産総研の無料マイクロバスも有ります。

当部門研究施設は第7事業所及び西事業所に配置しております。

地熱資源 RG (7)	地圏微生物 RG (7)
燃料資源地質 RG (7)	地下水 RG (7)
鉱物資源 RG (7)	地圏環境リスク RG (西)
物理探査 RG (7)	
地圏環境評価 RG (西)	つくば中央第七事業所 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 TEL 029-861-3633
CO ₂ 地中貯留 RG (7)	
地質特性 RG (7)	つくば西事業所 〒305-8569 茨城県つくば市小野川 16-1
地下環境機能 RG (7)	
地圏環境システム RG (西)	
地圏化学 RG (7)	

JR常磐線荒川沖駅よりバスをご利用の場合：
つくばセンターまたは筑波大学中央行き関東鉄道路線バスに乗り、並木二丁目下車、徒歩3分。

東京駅八重洲南口より高速バスつくば線をご利用の場合：
つくばセンター・筑波大学行きに乗り、並木二丁目下車、徒歩3分。

上記以外的高速バス路線
●つくばセンター⇄羽田空港
●つくばセンター⇄新東京国際空港(成田)

GREEN NEWS No.30 Oct. 2010

2010年10月1日発行
通巻第30号・年4回発行

本誌記事写真等の無断転載を禁じます。



<http://unit.aist.go.jp/georesenv/>

発行人：独立行政法人産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 研究部門長 矢野雄策
編集人：地圏資源環境研究部門 主幹研究員(広報委員長) 内田利弘
〒305-8567 つくば市東 1-1-1 (第七事業所) TEL 029-861-3633
〒305-8569 つくば市小野川 16-1 (西事業所)
部門 web : <http://unit.aist.go.jp/georesenv/>
ご意見、ご感想をお待ちしております。
上記サイト「お問い合わせ」のページからも受付けております。



AIST03-E00019-30