



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32号：平成23年4月発行

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

地圏資源環境研究部門 GREEN NEWS

No.32

April 2011

目次

巻頭言：水の研究	矢野雄策..... 1
第26回日本微生物生態学会参加報告	竹内美緒..... 2
産総研－KIGAM CCS ワークショップと巡検の開催報告	中尾信典..... 2
第36回スタンフォード地熱ワークショップ参加報告	杉原光彦..... 3
海外滞在記（米国ロスアラモス国立研究所）	相馬宣和..... 3
受賞研究の紹介	
海洋電磁探査法 3次元数値解析手法に関する研究	上田 匠..... 4
省エネ・温暖化対策のための地中熱ポテンシャルマップの作成	吉岡真弓..... 5
ただいま研究中	
物理探査研究グループの紹介	内田利弘..... 6
退職者挨拶	
「ウユニ湖のリチウム資源」と「モノ湖のヒ素生物」を巡る地球化学サイクル？	茂野 博..... 7
退職にあたって	松林 修..... 7
行事カレンダー	 8

水の研究

研究部門長 矢野雄策



当部門は地下資源や地下環境の研究を行っていますので、「水」というと念頭にあるのは「地下水」ということになってきますが、一般の方は「水」というと水道から出てくる水、ペットボトルに入った水、あるいは湖、ダム、川にある水、または雨水を思い起こされるのではないのでしょうか。海水は飲めないの「水」と言ったときに頭に浮かばないかもしれません。しかし塩分が含まれているとはいえ、地球上のH₂Oの97.5%は海水だと言われています。残りの2.5%が、「水」と言った時に頭に浮かぶ、塩分濃度のきわめて低い「淡水」です。

地球の水の2.5%にあたる「淡水」はどこにあるかというと、私たちのイメージの強いのは河川や湖沼にある水ですが、実際には河川や湖沼の水は地球の水のわずか0.01%にすぎません。実はこの2.5%の多くは極地の氷や氷河として存在します。そして、淡水2.5%の約1/3にあたる0.8%が「地下水」なのです。

さて、当部門の地下水研究グループは、日本の地下水量について研究を進めており、全国の平野や盆地ごとに地層の分布を考慮に入れた計算を行った結果、我が国の地下水の総量は13兆トンであることを明らかにしました。この数字は我が国にある天然の水の「ストック」量と言えるでしょう。一方フローの量はどうか。天然のフローについて見ると、我が国の年間降水量は約6,000億トン、この水の一部は蒸発散し、残りは地下水を経て海底から、あるいは河川を通して海へ流出します。ちなみに琵琶湖の水は275億トンです。「水」を「水資源」と言う時には、「人間が使う水」という観点が入ってきます。我が国の水資源

利用量は約800億トン／年、そのうち生活用水が約2割、工業用水が約1.5割、残りの多く約6.5割が農業用水です。使う水のソース内訳で「河川水利用量」と「地下水利用量」の比は、ストック量の比とは異なり、河川水が利用量の9割弱を占め、地下水の利用量は利用量全体の1割強です。ストックより、フローの水を多く使っていることになりました。

地下水は地層という天然のフィルターを通った水ですので、飲料用にも、また工業用水として使用する場合にも価値の高い水です。まさに「地下水資源」です。貴重なストックの水ですが、場所によってはもっと利用されてもいい地下水があると思われます。その場合は過揚水などを起こさないように適切に利用する必要があります。そこで、地下の状態、地下水の状態を研究し、どの平野のどのあたりで今後さらに地下水の有効利用を図れるか、ということをはっきりとすることが大きな研究課題となります。

当部門ではこのような地下水の有効利用に関する研究を進めています。また地下水に関しては、その熱エネルギーを有効利用する「地中熱」の研究も同時に進めるべき課題です。当部門で行っている他の主要テーマである「土壌汚染の研究」「地中貯留の研究」「地層処分研究」等においても、地下水の挙動を解明するということが各研究の柱になっています。地熱資源の研究や鉱物資源の生成研究においても長期的な地圏における水の挙動がそのキーとなります。まさに当部門は「水の研究」を基にして研究を進めていると言っても過言ではないでしょう。

第 26 回日本微生物生態学会参加報告

地圏微生物研究グループ 竹内美緒

2010 年 11 月 23 ～ 26 日に筑波大学で第 26 回日本微生物生態学会大会が開催されました。およそ 500 人の参加者がありましたが、当部門からは地圏微生物研究グループの坂田将、竹内美緒、眞弓大輔、徐維那、吉岡秀佳（共著）、地圏化学研究グループの猪狩俊一郎（共著）、また地質特性研究グループの幸塚麻理子、鈴木庸平（共著）、伊藤一誠（共著）が発表を行い、本誌 31 号に紹介されている通り眞弓大輔特別研究員が優秀ポスター賞を受賞しました。微生物生態学会ではあらゆる環境中の微生物生態を扱っていますが、当部門からの天然ガス生成や油田、メタン酸化、放射性廃棄物処分などに関わる研究発表の他、地下深部における脱窒反応などの微生物活動、地下水汚染浄化に役立つ嫌気性脱塩素微生物群の解析や培養、ファイトレメディエーションと微生物の相互作用、石油汚染の微生物分解、CCS が地下微生物に与える影響、水銀還元微生物、海底熱水鉱床や温泉トラバーチンの微生物など、当部門においても検討すべき地圏微生物に関する多くのテーマについて発表が行われました。また、日本微生物生態学会では一昨年より筆者が代表を務める日韓シンポジウム運営委員会を中心に、韓国微生物学会との交流事業を行っています。今回は、日韓の学生が中心に企画したランチョンセミナー、日韓の研究者による講演ならびにパネルディスカッション、交流会などが行われました。またさらなる交流促進に向けて両学会間において覚書（MOU）が正式に結ばれることとなり、セレモニーが行われました。ラボ見

学ツアーでは、20 名ほどの韓国からの研究者や学生が当部門地圏微生物研究グループなどを含む産総研の研究室見学や、産総研サイエンススクエアの見学を行いました。微生物培養や遺伝子解析が主流の韓国では、当部門で行っているような地球化学的解析技術を活用した微生物活動の研究はあまり行われていないようで、興味をもっただけでした。2011 年は京都大学で開催される予定です。ご興味のある方は是非ご参加ください。



日韓ラウンドテーブルミーティング集合写真

産総研-KIGAM CCS ワークショップと巡検の開催報告

CO₂ 地中貯留研究グループ 中尾信典

2010 年 12 月 17 日に産総研第 7 事業所において、韓国地質資源研究院（KIGAM）からの研究者を迎えて CO₂ 地中貯留に関する第 3 回 AIST-KIGAM 合同ワークショップが開催されました。本ワークショップは両研究機関の研究交流を深めることを目的とし、第 1 回目が 2008 年 12 月に東京で、第 2 回目が 2009 年 12 月に韓国・慶州で開催さ

れました。第 3 回目となる今回は、産総研の研究者のほか、韓国から 14 名、米国から 1 名が参加しました（写真 1）。

ワークショップでは地質調査総合センターの加藤代表、地圏資源環境研究部門・矢野部門長の開会ならびに歓迎挨拶の後、CO₂ 地中貯留研究の現状について日韓双方のカントリーレポート、特別講演として米国ユタ大学の Brian McPherson 教授から米国の地域パートナーシップの現状と今後についての講演がありました。地域パートナーシップとは米国で実施されている CO₂ 地中貯留の実証プロジェクトです。米国では 7 つの地域に分け、DOE（国）の予算とともに民間からの協力も併せ、地域ごとの特徴を考慮した CO₂ 地中貯留の研究が行われています。

特別講演の後には、CO₂ 地中貯留研究の成果発表を日韓で行いました。これまでのワークショップでは韓国側と日本側にセッションを分けて発表していましたが、今回は岩石物性、圧入システム、地質・地化学、モデリング・シミュレーションと、テーマ別のセッション構成として、両国研究者が混じって講演を行いました。また、初の試みとしてポスター発表を実施するとともに、休憩時間にラボツアーを行いました（写真 2）。ワークショップ前の 15 日には巡検として福島県いわき市にある㈱クリーンコールパワー研究所を訪問し、IGCC（石炭ガス化複合発電）実証機を見学しました。丁寧な見学対応をしていただいた同社の関係各位にこの場をお借りしてお礼申し上げます。今回のワークショップを通じて、共同研究などのより具体的な研究交流に発展できる可能性を感じました。ワークショップのプログラムなどについては、以下の CO₂ 地中貯留グループの HP に掲載されています。

<http://unit.aist.go.jp/georesenv/geostorage/index.html>



写真 1 ワークショップでの集合写真

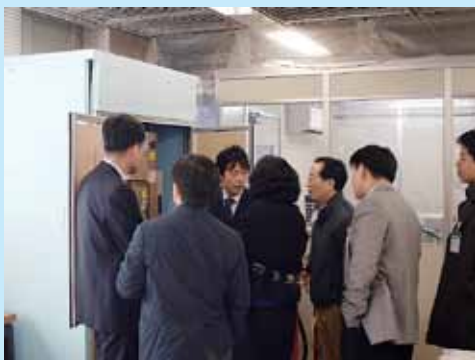


写真 2 ラボツアーの様子

第 36 回スタンフォード地熱ワークショップ参加報告

CO₂ 地中貯留研究グループ 杉原光彦

2011 年 1 月 31 日～2 月 2 日に米国スタンフォード大学で第 36 回スタンフォード地熱ワークショップが開催されました。例年この時期の開催ですが、1999 年の初参加では予想以上の反応を得て、またその後の発表が意外なところで引用されたこともあって魅力的な研究発表の場と認識していました。昨年 10 月に長年気になっていた微小地震データの再解析にめどがついたと思い発表を申込みました。発表機会を設定することで研究が加速することを期待したのですが予想外に難航しました。発表前夜まで計算を続けましたが定性的モデルの提示にとどまりました。要約で強調していた反射波解析への質問があつて適用効果は限定的だったと答えました。しかし個別の意見交換では提示したモデルへの共感と解析へのヒントが得られました。地熱地域の微小地震研究には探査法開発の一方で地震発生の懸念に対する説明も求められます。私が示したのは対象地域で発生した微小地震の上限が M2.7 であったこと、その発生様式が深部断裂系に関連づけられそうだということでした。他にも微小地震関連研究の発表は多くあり久しぶりの参加は有益でした。

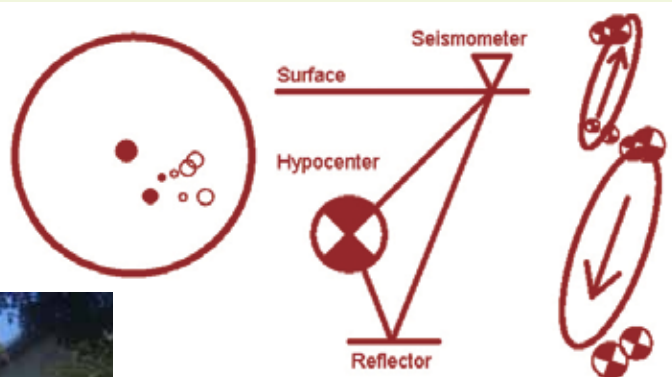
期間中は有名な加速器 SLAC に隣接した大学のゲストハウスに滞在しました。発表前夜、コーヒールームで年配の SLAC 滞在研究者と言葉を交わした後、部屋に戻って最終モデル図を描いて発表準備を終えました。その図を今見ると、どこか原子核物理学風です。



ワークショップ会場前を通過する連絡バス。写真の左端にはフーバータワーが見えます。

ゲストハウスから大学中心部のフーバータワーまでは無料連絡バスで 10 分、会場はそこから徒歩 5 分でした。

今年は発表申込み総数が 147 件もあり、3 会場併用しても最終日の夕方まで発表が続くほどでした。同じ部門からは柳澤教雄氏も参加し、最終日の午後の発表でしたが、私は出張日程が立て込んでいたため、その前に会場を出ました。18 時過ぎに夕闇迫るサンフランシスコを離陸し 22 時に着陸した羽田はまだ帰宅時間帯でした。機中の仮眠で時差は解消し、通常の帰宅気分での帰国となりました。



観測網縁辺部で発生したために偏った初動極性分布を持つ微小地震（左図）の反射波に注目しました。直達波が弱い観測点でも強い反射波を解析して震源メカニズムと震源深度を制約できると期待しました（中央図）。マグニチュード 2.7 の最大の微小地震と 2 番目に大きい微小地震、そして 23 個の極微小地震の位置関係を推定しました（右図）。極微小地震は 3 箇所が発生し、その間で 2 つの微小地震が逆向きに動いたようです。スタンフォード大学のスクールカラー（赤ワイン色）で描いてみました。

海外滞在記（米国ロスアラモス国立研究所）

CO₂ 地中貯留研究グループ 相馬宣和

2009 年 10 月 15 日から一年間、産総研の派遣制度により米国 Los Alamos 国立研究所（LANL）で在外研究活動を行ってきました。お陰様で滞在中は充実した日々を過ごすことが出来ましたので、簡単に当時の研究活動や生活について報告させていただきます。

LANL は、中西部 New Mexico 州にある Los Alamos という人口 1 万人強の小さな町にあります。“Mexico”ですが、メサ（テーブル状台地）の上で標高が高く（3000m 以上）、夏は涼しく冬は LANL 裏山にグレンデがオープンするという場所です。御存じの方も多いと思いますが、日本と歴史的な縁の深い地です。太平洋戦争の頃、牧場学校があった程度の集落に原子爆弾の開発のための「マンハッタン計

画」で 1943 年に創設されたのが LANL であり、日本がなければ現在の Los Alamos は無いのではとも思えます。

現在の LANL は様々な研究分野の先端科学技術の総合研究所です。今でも軍事関係は大きいようですが、バイオ、ナノテク、IT、材料、物理、地球科学など、多くの分野があります。私は、EES-17 という Earth & Environmental Sciences 部門の Geophysics を主とするグループにて、CO₂ 地中貯留モニタリング研究のリーダーである James Rutledge 氏のお世話になりました。滞在中は CO₂ 圧入試験サイトで実際に観測された微小地震データを使用して震源位置の信頼性向上について検討し、反射波を使ったアプローチで成果を挙げることが出来ました。産総研では

今後も米国プロジェクトと協力し、日本ではまだ出来ない内容も含めて CO₂ 地中貯留の研究を進めていく予定です。今回の滞在では日米の絆を大変深めることが出来ましたので、ぜひこれを生かして、今後の我が国の CO₂ 地中貯留研究にも寄与していければと思っています。

滞在中には、LANL や産総研、所属学協会など多くの方々の御支援、御協力を頂きました。末筆ですが、最後にこの場を借りて多大なる感謝の気持ちを表させていただきます。



Los Alamos の White Rock 地区からの眺望。Los Alamos はこうしたメサ（高台）の上に位置しています。下はリオ・グランデ川で、コロラド州より始まり、アルバカーキを経てメキシコ湾に注ぎます。



LANL が CO₂ 地中貯留モニタリング研究をしていた Aneth サイト（ユタ州）。微小地震計測システムと検層トラックの回収の手伝いのために同行。観測井にてジオフォンのケーブルヘッドを持つ筆者。

1. 受賞研究の概要

この度、2010 年の社団法人物理探査学会奨励賞（海洋電磁探査法の 3 次元数値解析手法に関する研究）を受賞いたしました。本稿では受賞対象となった研究の概要と現在、そしてこれからの研究について紹介いたします。

電磁探査法の 3 次元解析では、データ量の増加や解析領域の複雑化により膨大な計算容量、計算時間が必要とされ、計算コストの増大が問題になっています。特に、近年欧米において海底下の石油ガス探鉱への利用が広まっている人工信号源を利用した海洋人工信号源電磁探査法では、多数の電磁場送信点や受信点、そして海底地形や海底下構造を表現するためのセル数の増加により、著しい計算コストが要求され、3 次元解析は実用化に至っていません。

このような問題に対処するため、電磁探査法の支配方程式である Maxwell 方程式の求解（順問題）と、測定値から地下構造を推定する逆解析（逆問題）について検討しました。

3 次元構造における Maxwell 方程式の求解は、偏微分方程式の数値問題に帰着し、差分法、有限要素法、積分方程式法などが用いられています。その中で、Ueda and Zhdanov (2008) では、比抵抗異常構造体の把握に比較的有利とされる積分方程式法を採用して計算精度の低下を抑えつつ高速化する多重格子準線形近似を提案し、計算コードの実装と数値試験により、その効果（精度低下を 5% 程度に抑え、計算速度を約 8 倍程度高速化可能）を明らかにしました。

逆解析については、順解析を多数回繰り返す必要上、非常に計算時間を要する部分ですが、電磁場送信源と受信点における電磁場応答の可換性（相反定理）を、電磁場計算と偏微分計算（電磁マイグレーションと呼称）の 2 カ所に適用することで、精度を維持したまま数倍から数百倍（測定仕様に依存）の高速化が可能になることを示しました（上田・Zhdanov, 2009）。また、上記逆解析の基礎理論を整理し、積分方程式を利用した解析手法としての位置付けを明らかにしました。この結果、地下資源探査のみならず、地球科学分野でも適用が期待されている海洋電磁探査法について、積分方程式を利用した実用的な解析の可能性を示すことができました。

2. 研究の現状と今後の課題

海洋電磁探査法は、石油ガス探鉱だけでなく、海底熱水鉱床等の資源探査、活断層、放射性廃棄物地層処や CO₂

地中貯留等における沿岸域の地下構造調査等でも、その利用が期待され、研究が進められています。沿岸域における地下構造調査では、浅海域での調査船の航行限界や波浪揺動などの測定における困難さに加えて、海域と陸域を同時に数値解析する複雑さや、海底・地表地形の考慮など様々な問題があり、実用化には至っておりません。

地圏資源環境研究部門では、沿岸域における地下構造調査についての研究を様々な方向から進めています。電磁探査法の適用についても、測定機器開発からデータ解析まで、その確立に向けて研究に取り組んでいます（上田ほか、2010；写真 1）。沿岸域の地下比抵抗構造探査においては、海陸両域を含む解析領域全体の複雑な地下比抵抗構造を推定することが求められるため、差分法や有限要素法の利用を選択し研究を進めています。また、3 次元解析に必要な 1 次元構造計算手法の整備や計算コスト長大化の主要原因の一つである大規模連立方程式の求解手法、並列化計算による高速化についても研究を進めています。

日本は海洋国であり、資源、防災、環境など海域での地下調査の重要性は非常に高く、海洋電磁探査法はこの問題に関して大きな貢献ができる可能性を持っています。特に沿岸域等の浅海域電磁探査法は、数値解析のみならずデータ測定に関してもほとんど前例がなく、技術的、理論的にも乗り越えるべき課題が多いため、今後も積極的に研究開発を続けていきたいと考えています。また、海域のみならず陸域においても、複雑な地形を考慮した解析手法や、人工的な電磁場送信源を用いた手法における数値計算などについて、研究を進めていきたいと思っております。

最後になりましたが、研究の遂行にあたってご助力、ご支援、ご指導いただいている多くの皆様に、この場を借りて深くお礼申し上げます。

3. 参考文献

- Ueda, T. and M. S. Zhdanov (2008) Fast numerical methods for marine controlled-source electromagnetic EM survey data based on multigrid quasi-linear approximation and iterative EM migration, BUTSURI-TANSA, 61, 60-67
- 上田 匠, Michael. S. Zhdanov (2009) 電磁マイグレーションを用いた Tikhonov 正則化共役勾配法による海洋 CSEM 法の逆解析, 物理探査, 62, 295-306
- 上田 匠, 内田利弘, 光畑裕司 (2010) 沿岸域 MT 法における 2 次元解析の検討と幌延沿岸域データへの適用, 物理探査学会学術講演会講演論文集, 122, 275-278



写真 1 開発中の浅海用電磁探査法システムの調査風景（北海道幌延町沿岸域にて）。
左：測定器海底投下作業の出航前に、装置の目印となる浮きと旗を確認している筆者。
中：調査船船尾からの測定器海底投入作業（測定器が着水した状態）。
右：海底で 3 日間の電磁場測定を終えた装置の回収作業（1 台目を回収し 2 台目を引き上げているところ）。

地中熱利用システムとは、年間を通してほぼ一定温度（日本では15~18℃程度）である地中と季節によって大きく変化する気温との温度差を利用して冷暖房や融雪、給湯を行うシステムです。地中熱利用システムは、1) 国内のほとんどの地域でも利用できる、2) ヒートポンプを利用することで高い効率の運転が可能であり、電力消費を抑制できる、3) 夏期の冷房排熱を地下に蓄熱するためヒートアイランド現象の緩和が期待できる、という利点があり、世界的に見ても省エネルギー技術の1つとして確立しています。

日本における地中熱利用の普及は、欧米諸国や中国、韓国に比べると遅れています。この理由の1つとして、諸外国に比べ複雑な水理地質構造を有する日本では、地中熱利用のための掘削に費用が掛かり、初期導入コストが高額になってしまうことが挙げられます。しかし、地域の水理環境や地下構造を的確に評価し、その地域に適した地中熱利用を行うことで初期費用の低減や効率的な運転による消費電力の抑制に繋がると考えられます。そこで、本研究では、産総研と九州大学および福井県との共同研究により、地域の地中熱利用の適地評価、つまり“地中熱ポテンシャル”の評価を行いました^{1),2)}。

まず、数値シミュレーションを用い、研究地域である福井平野を対象とした地下水流動・熱輸送解析を行いました。解析結果を現地での地下水位・地下温度調査の結果と比較することで、解析の妥当性を確認しました。次に、地中熱利用システム運転時の熱交換量や周囲への熱負荷を計算するため、20m×20m 四方、深さ方向100m 程度の「地中熱交換井モデル」を構築しました。この熱交換井モデルは、福井平野の地下構造や地下水流動・熱輸送解析結果を入力することで、各地点における具体的な熱交換量を推定することができます。この熱交換井モデルを、特に熱需要が見込まれる福井市周辺の13地点に対して構築し、各地点での熱交換量を計算しました。その結果が図1に示した“地中熱ポテンシャルマップ”です。各地点に記している値は、冷暖房運転に地中熱利用システムを利用した場合の10年

後の地中と熱交換井の熱交換量を示しています。この熱交換量が大きいほど、効率的な冷暖房が可能な地中熱ポテンシャルの高い地域と言えます。図1より、対象範囲の南部に地中熱ポテンシャルが高い地域があることが推定されました。また、この“地中熱ポテンシャルマップ”は、地域の水理地質構造に強く依存しています。そのため、地中熱ポテンシャルに影響する要因（地下水位や流速、地質や地下温度など）やその影響度を把握することにより、他の地域の地中熱ポテンシャル評価に応用することができると考えられます。そこで、本研究では、地中熱利用に影響すると考えられる要因をGIS（Geographic Information System：地理情報システム）を用いて重ね合わせ、得られた地中熱ポテンシャルマップと比較することで、影響要因を検討しました。その結果、飽和状態にあると考えられる砂礫層厚さが地中熱ポテンシャルに影響を与えている可能性が高いことが分かりました。

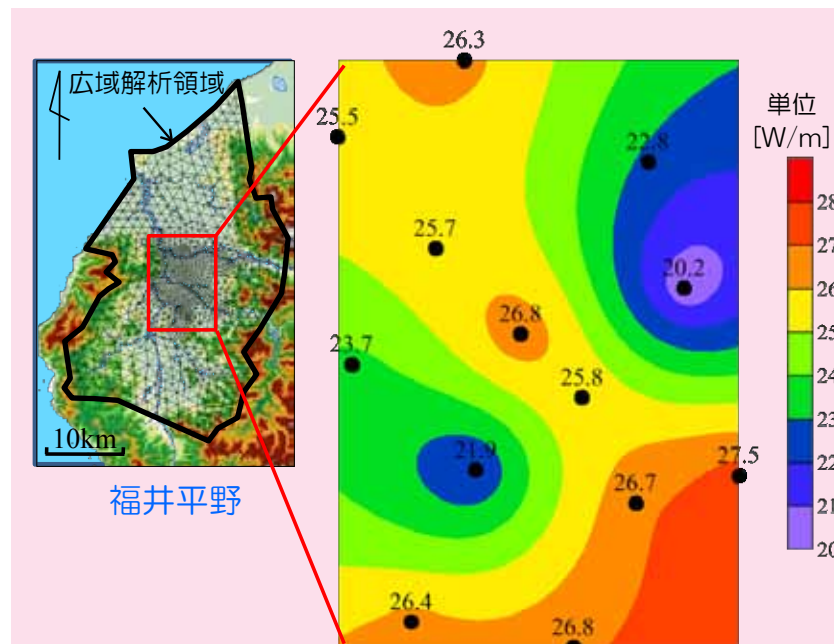
本研究の成果³⁾は、再生可能エネルギー国際会議（RE2010）の地熱セッションにおいて Best Poster Award を受賞しました（図2）。これは、国際的にも地中熱のポテンシャルマップに関心が高まっていることを示しているものだと思います。

再生可能エネルギーの1つである地中熱の利用は、低炭素社会への転換を目指す我が国において、その一端を担う技術になると考えられています。地中熱利用の普及を目指し、今後は、日本全国の主要な平野や盆地に対して地中熱ポテンシャルを評価し、それぞれの地域に応じた持続可能な地中熱利用を提案するための情報を発信したいと考えています。

1) 内田ほか（2010）地中熱利用適地の選定方法 その1 地下水流動・熱輸送解析とGISを用いた地中熱利用適地マップの作成、日本地熱学会誌、32、229-239。

2) 吉岡ほか（2010）地中熱利用適地の選定方法 その2 地下水流動・熱輸送解析を用いた熱交換量マップの作成、日本地熱学会誌、32、241-251。

3) Yoshioka et al. (2010) A study on suitability area for ground-coupled heat pump systems reflecting large-scale hydrogeological environments, Renewable Energy 2010.



福井市周辺における熱交換量分布図
10年間の冷暖房運転後の熱交換量（計算値）の分布。

図1 福井市周辺の地中熱ポテンシャル（熱交換量）マップ



図2 再生可能エネルギー国際会議での Best Poster Award の賞状

物理探査法では、地下に人工的な振動を与えたり、電流や磁場をかけたりし、地下から返ってくる信号を計測することによって地層の物性構造を調べます。また、自然に発生する地震動や電磁場などを信号源として用いる場合もあります。物性には、弾性波速度、比抵抗（電気伝導度）、誘電率、密度、熱伝導率などがあり、それらの分布や時間変化を調べることによって、地質構造や断層・鉱床などの異常構造を求めたり、地下水や汚染物質の変化を調べたりすることができます。

物理探査の適用分野は多岐にわたりますが、現在、当グループが研究対象としているものには、放射性廃棄物地層処分、土壤汚染、CO₂ 地中貯留、地熱資源、地下水・地中熱利用、河川堤防・コンクリート構造物等の健全性評価、海底熱水鉱床、震源断層評価などがあります。これらでは、探査技術の基礎研究から、各分野における適用性や解釈法の検討まで、それぞれ異なった観点での研究を行っています。以下に主な研究の概要を紹介します。

1) 放射性廃棄物地層処分

地層処分場の候補地が沿岸部になる場合を想定し、沿岸域の地質構造を把握するための探査手法の研究を行っています。海岸線近くの浅海域については、調査船のアクセスが難しく、また、波浪によるノイズによって良好なデータをとりにくいなどの理由により、これまで物理探査の適用は限られていました。現在、資源エネルギー庁の委託研究「沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度化開発」の下、北海道幌延地域をモデルフィールドにして、浅海域を対象とする海底電磁探査法の機器開発とデータ解析手法の研究、海陸を連続して調査する地震探査反射法の適用研究などを進めています。

2) 土壤汚染

油分による土壤汚染を物理探査によって調べる手法について研究を行っています。地表からの3次元電気探査、電磁マッピング法、地中レーダ等による探査を行い、次にダイレクトプッシュ型貫入プローブを用いた深さ数mまでの比抵抗計測、土壌サンプリング等を実施します。採取したサンプルについては、核磁気共鳴（NMR）、X線CT等の計測を行い、それらの結果を総合して、3次元比抵抗構造、レーダ反射断面、原位置比抵抗計測値等と、地盤構造（砂、粘土等）、油分汚染分布を比較し、油分汚染の効果的な調査手法を検討しています（図参照）。

3) 地熱資源

国内の地熱発電所の開発は過去10年以上停滞していましたが、地球温暖化問題に対処するため、環境に対して低負荷である地熱資源の新規開発を再開する動きがあります。地熱貯留層構造の詳細な把握や周囲の温泉とのつながりを評価する共同研究の下、国内外のいくつかの地熱地域において電磁探査法（MT法）による3次元比抵抗調査や既存データの再解析を実施しています。



研究グループのメンバー

4) 地中熱利用

温度が一年を通して変化しない深度（深さ10数メートル以上）の地中熱を利用する冷暖房システムの普及が進みつつあります。そのようなシステムの最適設計には、熱伝導率等の地盤の物性を正しく求めておく必要があります。そのため、孔井の加熱と光ファイバー温度計測によって熱伝導率の深度分布を求める手法、および、地下水や地中熱利用を行っている段階での地盤の変化をモニタリングする手法について研究を行っています。

5) CO₂ 地中貯留

地球温暖化対策においてCO₂ 地中貯留は重要な技術課題になっています。帯水層に注入したCO₂ による比抵抗の変化に着目し、電磁探査法によるCO₂ 貯留モニタリングの可能性について、数値実験による検討を行っています。また、比較的浅所への注入を想定した分散型CO₂ 地中貯留の技術開発の一環として、マイクロバブル水に溶解させたCO₂ の注入技術およびモニタリング手法について基礎的検討を行っています。

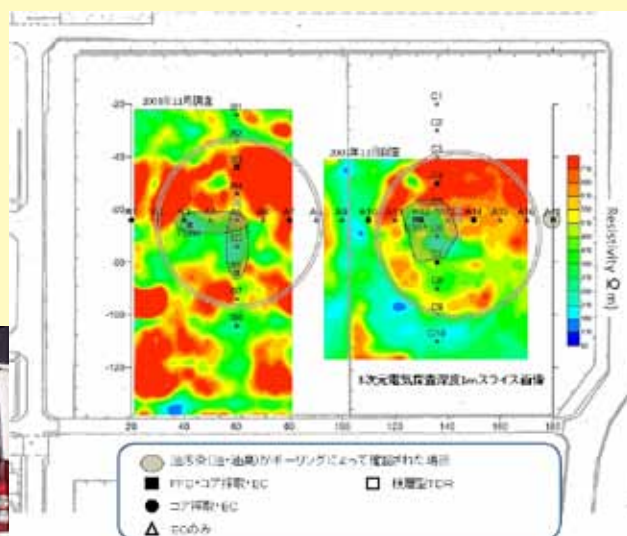
6) 震源断層評価

原子力発電所等の大規模構造物の立地評価に関連して、震源となる可能性のある断層の調査技術を高度化するため、探査深度の異なる様々な物理探査手法の複合的な適用による野外調査を実施し、また、既存のトレンチ掘削調査、大規模反射法探査結果等を収集し、極浅部の地表地震断層から大深部の震源断層にかけて連続的に地下構造を把握する手法の検討を行っています。

物理探査の研究は、個々の計測・解析技術の開発と種々の分野における適用研究をバランスさせながら進める必要があります。また、そのためには外部の機関との有機的な協力が不可欠です。物理探査研究のニーズ等について読者の皆様からのご意見をお待ちしています。

（ウェブサイト）

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



油汚染サイトにおける調査例。カラー図は3次元電気探査による深さ1mの比抵抗平面図。灰色のハッチは土壌サンプリングによって油汚染が確認された地点を示しており、低比抵抗の領域に対応している。

「ウユニ湖のリチウム資源」と「モノ湖のヒ素生物」を巡る地球化学サイクル？

地熱資源研究グループ 茂野 博

今回、最近の「地圏資源環境分野」の2つのトピックスについて、標題の解説を試みたのですが、原稿の長さが誌面の制約を大幅に超えることが分かりました。そこで、理解の鍵となる図1のみを示します。地表近傍の侵食・運搬・堆積過程で、標題のLiとAsはB、I、Sbなどとともに泥質岩に濃集する「S」グループとして、海水中に濃集する「H」グループや岩石との結合が強い「R」グループから分別されます。その後、「熱水系」過程を経た場合の「S」グループ元素の挙動について、興味を持たれた読者の方々には、考察や想像を巡らせて頂ければ幸いです。

さて、私は2011年3月末に定年退職を迎えます。長い間、私の調査・研究に機会や予算を与えて頂いた方々、野外・実験室・研究室でご協力を頂いた方々、学会・委員会などでご教示・ご議論頂いた方々などに深く感謝します。残念ながら、特に～1990年以前の一連の「地熱資源に係わる地球化学研究」については、口頭発表や内部報告書の段階に留まっているものが多く（図1を含む）、今後できるだけ誌上発表として公開して行ければと希望しています。また、2001年以降に進めてきた「電子地球科学情報を利用した地熱資源の評価手法などの多様な研究」については、今後速やかに最終取りまとめの電子出版を行う予定です。なお、これまでの研究情報は、WWWホームページ（<http://staff.aist.go.jp/hiroshi-shigeno/>）にまとめてありますので、機会がありましたらご閲覧頂ければ幸いです。長い間ありがとうございました。

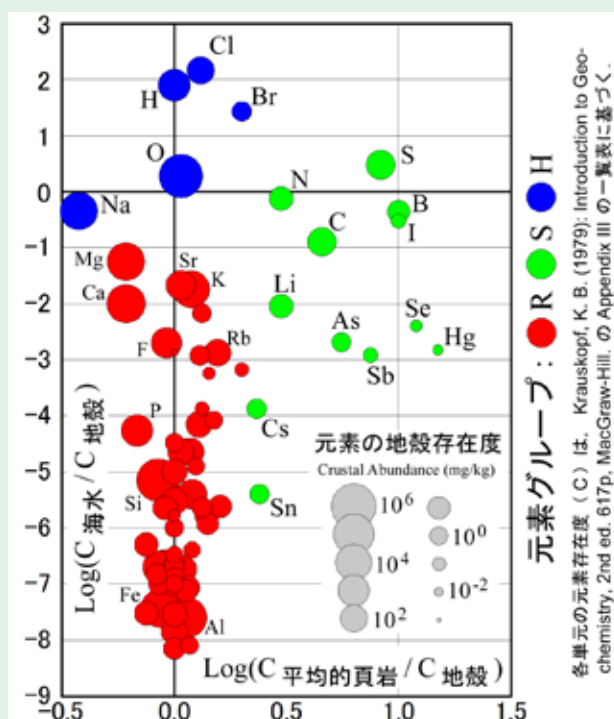


図1 侵食・運搬・堆積過程（地殻⇒海水⇒堆積岩類）での地球化学的分配により、泥質岩に濃集する生物関係元素と「可溶性成分～非反応性成分」元素（「S」グループ）。

退職にあたって

これは退職ご挨拶の文章ではありますが、私の在職35年史を述べることは最小限にとどめ、少し風呂敷を広げて国研の時代から産総研への変わり目も体験してきた者として、私個人がマクロ的な研究環境からどのように影響を受けてきたかなどについて現時点での感想を書きとめておきたいと思います。

地球物理屋である私が当時の地質調査所に職を得た頃（1970年代後半）は地質系の諸分野（地球物理学・地質学・地球化学・資源工学など）の間で専門間ギャップがまだ存在していた時代だったように思われます。日本では学問の成り立ちが「ササラ型」でなく「タコツボ型」である（政治思想家の丸山真男氏の言葉）との問題提起はそれよりも古くから言われていましたが、地球科学の世界においても例えば物理屋は自分が専門とする観測結果だけにしか目をむけないような「タコツボ型」の気風がやはり強かったという印象です。それに対して、私が新人として配属されたのは地質調査所に新設されたばかりの地殻熱部という部署であり、日本全土の地熱エネルギー資源を定量化する研究の一端をになうことになって、東北地方の地熱地域などの資源フィールドを実地に学ぶと共に、地熱熱水系に関する世界中の先人研究者たちの研究例（例えばニュージーランド北部の地熱地域）などを勉強していくうちに、私たちは学際的に（つまりササラ型に）思考する以外にないことを教えられました。その頃の地質調査所での地熱資源研究プロジェクトの中では色々な専門分野の研究者が共通の目標をもって議論し合うという分野融合的な雰囲気が自然に形成されていて、それは私にとって有益でした。産総研の初代理事長が「本格研究」の概念を提唱されていましたが、

燃料資源地質研究グループ 松林 修

私の見るところでは「本格研究」の新概念が発明されるよりずっと早い時期から、旧工業技術院が主導した地熱資源関連の研究開発プロジェクトではそもそも本格研究の性格を十分に備えていたのではないかと思います。

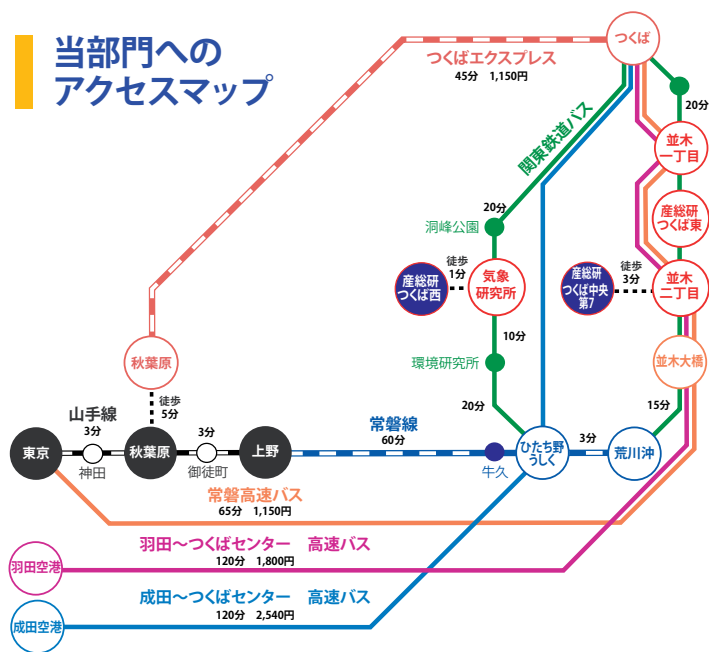
その後、私は地質調査所の物理系部署（当時の地殻物理部）を経由して、1990年代後半以降は燃料資源研究のグループに移籍して海底メタンハイドレート探査に関するテーマに主として従事することになりました。その新しい課題でも、地層中のメタンの地球化学的な挙動と、反射法地震探査による「BSR」の実態究明をめざす地球物理的な問題、そして堆積地質学的な問題などを総合的に考えるべき立場に置かれました。これら二つの例を挙げたように、地質系の研究を分野横断的に進めることは今後とも必要不可欠な方向性ではないでしょうか。もちろん個々の研究者は有限の持ち時間しか与えられていない（誰でもいずれは定年退職になります！）のですから、高度な技術や知識を習得できる範囲には現実的な限りがあります。むしろ研究者として自分の専門以外の分野・手法が生み出してくれる情報に対する受容力のような能力を養うことと、自分が直接提供できる研究成果の意義を専門が違う人にも理解されるよう有効に情報発信できることが重要だろうと私は考えています。

以上に述べたように私にとって恵まれた研究環境を与え続けて下さった地圏資源環境研究部門（およびその前身となる各部署）の大勢の方々にこの場を借りてお礼申し上げます。長年にわたり大変お世話になりました。

行事カレンダー

4/3-8	EGU (欧州地球科学連合) 年会 http://meetings.copernicus.org/egu2011/	Vienna (Austria)	6/1-4	15th Joint Geomorphological Meeting (JGM) http://www.soc.nii.ac.jp/jgu/information/2010/pdf/Gmorphology2011_2ndCircular.pdf	Athens (Greece)
4/5-8	Symposium on Underwater Technology 2011 and Workshop on Scientific Use of Cables & Related Technology http://www.soc.nii.ac.jp/tokyogeo/news/0000000112.html	東京都目黒区 東京大学	6/7-9	石油技術協会平成23年度春季講演会 http://www.japt.org/gyouji/kouenkai/index.html	東京都渋谷区 国立オリンピック 記念青少年総合 センター
5/10-12	物理探査学会第124回(平成23年度春季)学術講 演会 http://www.segi.org/event/lecture/2011/	東京都新宿区 早稲田大学国際 会議場	6/11-12	IGCP-581第二回シンポジウム「テクニクス と気候：アジアリバーシステムの進化」 http://geos.ees.hokudai.ac.jp/581/	札幌市 北海道大学大学 院地球環境科学 研究院
5/13-14	第17回NMCC共同利用研究成果発表会	岩手市 岩手医科大学	6/14-17	第5回国際土石流災害防止会議 http://www.geoscienze.unipd.it/5th-DFHM/	Padua (Italy)
5/16	SPE meeting and Seminar by Dr.Steve Begg (University of Adelaide) http://japan.spe.org/section.cfm?id=18	東京都千代田区 セビアタワー	6/17	日本応用地質学会平成23年度総会時特別講演 およびシンポジウム http://www.soc.nii.ac.jp/jseg/00-main/H23_symposium.html	東京都世田谷区 日本大学文理学 部百周年記念館 国際会議場
5/18-20	平成23年度砂防学会通常総会並びに研究発表 会「神奈川大会」 http://www.jsece.or.jp/event/conf/2011/1.pdf	横浜市 神奈川県民ホー ル	6/26-7/1	第34回国際水理学会会議 http://www.iahr2011.org/	Brisbane (Australia)
5/22-26	国際会議ICAS2011 http://www.icas2011.com/	京都市 京都国際会議場	6/27-7/8	IUGG 2011 (Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet) & IAVCEI 2011 http://www.iugg2011.com/	Melbourne (Australia)
5/22-27	日本地球惑星科学連合2011年大会 http://www.jpogu.org/	千葉市 幕張メッセ	7/3-8	第25回国際地図学会議 http://www.icc2011.fr/	Paris (France)
5/23-27	国際地盤工学会第14回アジア地域会議 http://www.cse.polyu.edu.hk/14arc/	香港	7/4-9	Seventh Hutton Symposium on Granites and Related Rocks http://www.seventh-hutton.org/meeting/Welcome.html	Avila (Spain)
5/25-27	GAC-MAC http://www.gac.ca/activities/	Ottawa (Canada)	7/5-7	第46回地盤工学研究発表会 http://www.jiban.or.jp/index.php?option=com_content&view=article&id=989:46&catid=16:2008-09-10-05-02-09&Itemid=78	神戸市 神戸国際会議場
5/28	日本地下水学会2011年春季講演会 http://homepage2.nifty.com/jagh_gyouji/	つくば市 産総研			

当部門への アクセスマップ



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。

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

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。

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)

つくば中央第7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 をご覧下さい。

GREEN NEWS No.32 April 2011

2011年4月1日発行

通巻第32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：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：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-E00019-32