

GREEN NEWS

Institute for Geo-Resources and Environment

No.2

 Oct.
2003

目 次

私たちの‘本格研究’	野田 徹郎	1
第2回地圏資源環境研究部門成果報告会の御案内	広報委員会	2
成果報告会の焦点：日本の天然ガス・メタンハイドレート	棚橋 学	3
コラム：新人自己紹介	村上 浩康	3
研究ノート 核磁気共鳴で地下の空隙率・浸透率を測る	中島 善人	4～5
イベント報告 日韓共同セミナー：物理探査法による 地熱資源探査および地下イメージング	内田 利弘	5
海外情報 ロスアラモス国立研究所訪問記	松永 烈	6
コラム：GREEN キーワード解説 地中熱利用ヒートポンプ		6～7
研究グループ紹介 貯留層ダイナミクス研究グループ —貯留層評価管理技術の開発を目指して— 石戸 恒雄		7
行事カレンダー、アクセスマップ、編集後記		8

私たちの‘本格研究’

野田 徹郎
 地圏資源環境研究部門 部門長



いま産総研では、理事長の発案による‘本格研究’という言葉が飛び交っています。‘本格研究’は‘第一種の基礎研究’（知識の発見・解明）、「第二種の基礎研究」（異なる分野の知識の情報と選択・融合・運用による新たな普遍的知見の導出）、「開発」（発明された新しい材料、装置、製品、システム、工程、サービスの実用化）をシナリオに基づき連続的に行うものです。特にこの中で、産総研は‘第二種の基礎研究’で積極的な役割を果たさなければならないとされています。難しく聞こえますが、これは国の研究所の研究への臨み方と進め方についての一つの整理だと思っています。

私たちは、日頃研究にいそしんでいますが、ともすれば何のための研究かとか、研究の役立ち方の中でどのあたりのことをやっているのかを見失いがちです。私たち国の研究機関の研究は、利益を追求する企業の研究とは違いますし、また、知的好奇心に基づく大学の研究とも違います。

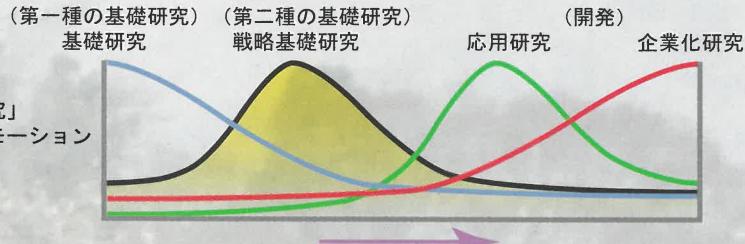
産総研が出来て間もないころ、まだ‘本格研究’がはやり出す前に、私たちは、私たちの地圏の資

源と環境の研究の社会的役割を、図に示す研究開発の右方向への流れの中で、基礎研究と応用研究・企業化研究の橋渡しをする黄色い部分の戦略基礎研究だと位置づけました。すなわち、我が国の産業や社会の持続的な発展のために、地圏の資源を安定確保し、さらに地圏環境を保全、利用するために役立つ戦略的な研究を行うものです。このとき、単に基礎研究と応用研究・企業化研究の中間にあるだけでなく、必要なときには両側にはみ出して‘用ある研究’を行おうとするものです。

いま見ると、基礎研究は‘第一種の基礎研究’、戦略基礎研究は‘第二種の基礎研究’、応用研究・企業化研究は‘開発’と置き換えるてもよいように思えます。研究の流れの認識と両側へのみ出しは、研究開発のシナリオと連続性に他なりません。図らずも、私たちの当初の研究開発概念が、‘本格研究’に相当するものであったことに気づきます。

私たちは、この先見性を誇りに思うとともに、これからも私たちの‘本格研究’（用ある研究）に取り組んでいきます。

- 大学
 - 国研
 - 特殊法人
 - 企業
- 自由な研究
 - 「用ある研究」
 - 企業化プロモーション
 - 企業化研究



地圏資源環境研究 部門の社会的役割

- ・基礎研究の咀嚼・応用
- ・新技術開発・理論付け
- ・標準化・マニュアル
- ・パイロット研究
- ・技術移転

第2回地図資源環境研究部門成果報告会の御案内

部門広報委員会

1. 部門成果報告会の御案内

私たち地図資源環境研究部門の広報委員会は、ますます情報化する時代に鑑み、毎月会合を開き、当研究部門の広報活動・情報発信に努めています。その活動内容は当広報誌の発刊や、部門ホームページの作成等、多岐に渡っております。中でも大きな仕事が、部門成果報告会の企画・立案です。昨年12月6日には、AISTつくばセンターにおいて、初めての部門成果報告会を開催しました。しかし、財源の制約から規模も限定されておりましたし、アクセスの不便さからあまり多くの方に参加いただくことが出来ませんでした。

しかし、昨年度末には、私たち部門のホームページが独立行政法人産業技術総合研究所内のホームページ最優秀賞を受賞し、その報奨として、当部門は今年度の広報活動予算を獲得しました。

今年度の部門成果報告会は、この予算を活用して、出来るだけ多くの方に参加していただけるよう、東京で開催することとしました。また、全般的な成果報告は午前の部にまとめ、午後の部では特集：日本の天然ガス・メタンハイドレートを企画しました。

つきましては、多数の皆様の御来場を賜りますよう、御案内申し上げます。

2. 日時

平成15年11月28日（金）10:00-17:45

3. 場所・交通アクセス

笹川記念会館 4階 第一・第二合同会議室

〒108-0073 東京都港区三田 3-12-12

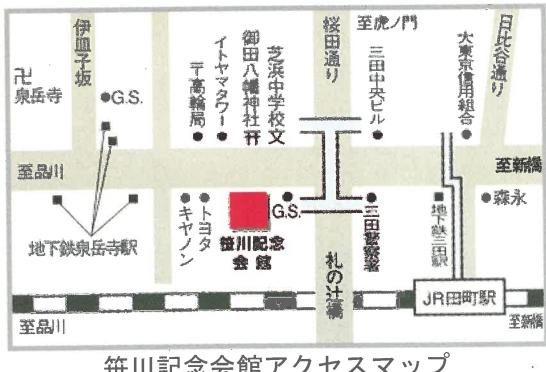
TEL. 03-3454-5062（代）

FAX. 03-3454-5544

<http://www.sasakawahall.ne.jp/>



笹川記念会館入り口の目印



笹川記念会館アクセスマップ

以下のような交通の便があります。

- JR 田町駅（三田口）より徒歩8分
- 都営地下鉄三田線 三田駅より徒歩6分
- 都営地下鉄浅草線 泉岳寺駅より徒歩3分

4. プログラム

午前の部 -部門の重点研究課題-

10:00-10:30 部門の研究総括

野田 徹郎

10:30-11:00 資源の研究

山口 勉

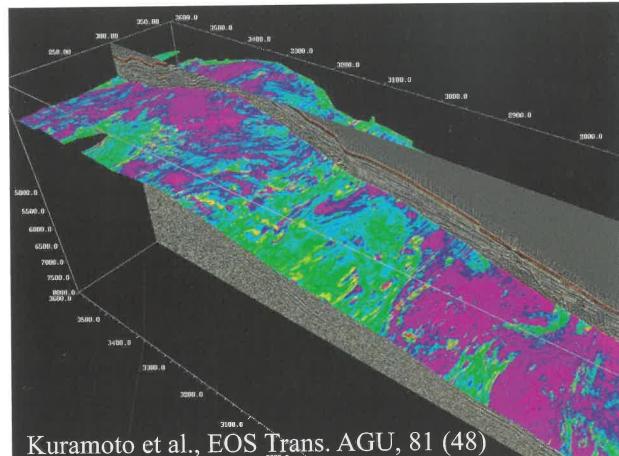
11:00-11:30 環境の研究

松永 烈

11:30-12:00 知的基盤の研究

奥田 義久

午後の部 -特集：日本の天然ガス・メタンハイドレート-



Kuramoto et al., EOS Trans. AGU, 81 (48)

野田 徹郎

13:00-13:05 はじめに

奥田 義久

13:05-13:25 地図資源環境研究部門の

天然ガス資源研究

13:25-14:05 石炭系天然ガスの起源と

資源ポテンシャル

14:05-14:45 メタンハイドレートの

地質と資源

鈴木祐一郎

奥田 義久

棚橋 学

14:45-15:00 -休憩-

15:00-15:50 特別講演

メタンハイドレートの

探査法 青木 豊

(株)地球科学総合研究所

15:50-16:30 メタンハイドレート生産

手法開発と浸透率の評価

駒井 武

16:30-17:10 メタンハイドレート生産
に伴う地盤変形挙動について

青木 一男

17:10-17:20 まとめ

松永 烈

17:30~ -懇親会-

5. 付記

より最新のプログラムについては <http://unit.aist.go.jp/georesenv/> をご覧下さい。このほかに、ポスター発表も行います。

成果報告会の焦点：日本の天然ガス・メタンハイドレート

棚橋 学
燃料資源地質研究グループ

今回の部門成果報告会では、勇払油ガス田、基礎試錐「三陸沖」などで注目されている石炭起源天然ガス資源と、海域に大量に存在すると期待されるメタンガスハイドレートという、それぞれ中期的長期的な国内天然ガス資源に注目して、当部門の研究計画・研究成果を中心としてご紹介したい。

石炭起源天然ガスは、陸成堆積盆に発達した石灰・炭質堆積層を根源岩として生成したと考えられる天然ガスで、北海道の石狩堆積盆から三陸沖、常磐沖に広く発達する白亜系一古第三系陸成堆積盆に鉱床が分布すると期待される。その根源岩能力は根源岩の炭質によりばらつきが大きく、その発達・分布の予測について紹介する。

メタンハイドレート資源に関しては、最初に自然界におけるメタンハイドレートの地質学的な存在状態、資源としての量と質の予測、探査手法について基礎知識から最新の情報までを紹介する。

(株) 地球科学総合研究所(地科研) 副社長である青木豊博士に地球物理学的な探査法について特別講演をお願いした。青木氏は、南海トラフの先駆的な地震探査研究やエネルギー総合工学研究所などの先導的なハイドレートの諸調査研究を通じて、我が国のメタンハイドレート開発研究をリードしてこられた。地科研は、資源ポテンシャル推定において中心的な課題である地震探査データ最適処理法の研究、新しい物理探査手法の研究等を実施されており、その成果の一部についても紹介していただけるはずである。ぜひご期待いただきたい。

海洋メタンハイドレートが在来型の石油天然ガス資源と



図1 日本周辺海域におけるメタンハイドレート分布概念図。

もっとも異なるのは、固体であるハイドレートが本来未固結の海底下浅層（数十～数百m）の堆積層を固めて存在しているということである。ハイドレートを含む地層からガスを回収するためには、海底下で何らかの方法でハイドレートをメタンと水に分解して、メタンを回収する必要がある。この分解の過程での浸透率の評価法および地盤変形の予測手法と予察的な成果について紹介する。

コラム：新人自己紹介 鉱物資源研究グループ 村上 浩康（むらかみひろやす）



今年の4月から鉱物資源研究グループに配属されました村上浩康です。今後の皆さんとの交流の一助となればと思い、私の経歴等について、ここに紹介をさせていただきます。

「いつかは地質調査所」。これは大学時代から続く私のキーワードでした。

私が地質学の中でも鉱床学に興味を持ったのは大学3年生の時です。巡検で訪問したセリサイト鉱山（島根県三刀屋：斐川セリサイト）の松本専務（当時）がこう切り出します。「皆さんはどうして地質学に興味を持たれたのか」と。松本専務にはご子息がいらっしゃって、幼少の頃から鉱物採集や地域地質の研究などに積極的に連れ出し、息子さんに地質学的分野に興味を持ってもらうおうとしていました。その息子さんの大学受験の際の言葉が、「お父さん、僕は電気関係の勉強をしたい」。今まで地質学に興味があったはずなのにどうして大学で電気なのだ、と専務はかなり落胆したそうです。3年後、専務は息子さんに「なぜ電気の勉強をしたいのか」と尋ねたところ、息子さんは「お父さんが採掘しているセリ

サイトを使って電気関係の材料を作る研究がしたかったんだ」と答えられたそうです。そのとき感じた、「鉱床学・地質学は人々に感動を与え、誇りを持ってできる仕事だ」という想いを今でも忘れることが出来ません。それ以来、鉱床関係の分野で活躍したいと思うようになり、大学ではできるだけ多くの石を見ることに全精力を注ぎ込みました。

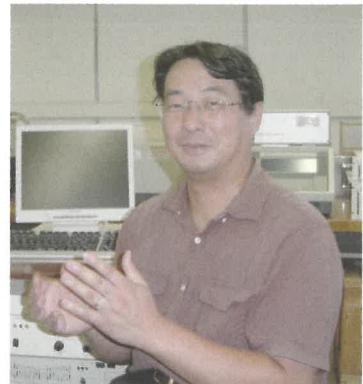
そして、田舎出身のロックシンガーが東京を目指すと同じように、日本で唯一・最高の研究者が集まる地質調査所に行くことが最大目標になっていきました。金属鉱業事業団に入団してからもその夢は捨てることが出来ず、訪れるかどうか分からないチャンスをモノにするため、博士課程にも通うなど、最大限努力をしてきました。そして、やっとたどり着きました。現在、鉱床探査手法の開発（宝探しの方法）、鉱床成因の研究（キラキラ光る石はどうやってできるの？）、熱水変質帯の調査（鉱床を立体的・ダイナミックにイメージしたい！）などのテーマに取り組んでおり、課題も多いですがその分楽しみも盛りだくさんです。そして、研究の面白さ、その研究が何に役立つかを多くの人に伝え、「研究から得られる興奮や感動の共有」を目指したいと思っています。

今は研究生活という「人生の1次ピーク」を満喫しながら、人生の2次、3次ピークを迎えるため奮闘中です。また、様々な調査・分析・実験等を通じて、皆さんとのざっくばらんな交流ができれば良いと考えています。まずは私の顔を覚えてもらうため、道すがら皆さんに挨拶をしますので、気が向いたら返事でもしてやってみて下さい。最後に、今回のこのような機会を与えて下さった編集のMさんには深甚なる謝意を表します。

研究ノート

核磁気共鳴で地下の空隙率・浸透率を測る

物理探査研究グループ 中島 善人



広報： 空隙率や浸透率は、地下の場所ごとの物質構成や、固体の履歴に依存するため、系外からの観測や予測が最もむつかしい物理量といえるでしょう。今回はこの難題に果敢に挑み、すでに確かな手ごたえを得ておられる中島善人さんにインタビューします。先ず、核磁気共鳴というのは、どんな現象ですか？

中島： 原子核は、小さな棒磁石に例えることができます。たとえば、¹H原子の核(プロトン)は永久磁石が作り出す程度の磁場の中に置かれると、その棒磁石が数MHzの速度で歳差運動を起こしますが、回転方向が2種類に分裂しています。この2つの状態のエネルギー差に相当する電磁波を当てると、共鳴現象が起きて、電磁波が吸収されます。この現象を核磁気共鳴(NMR, Nuclear Magnetic Resonance)と呼びます。この共鳴現象を利用すると、原子核の周りの電子状態や分子の熱運動特性・流れなど多様な情報を計測することができます。歴史的には、Gorterの助言を受けて1938年にRabiがLi原子核のNMR現象を計測したのが最初です。戦後、多方面への応用が爆発的に進み、今では、人間ドックでの3次元イメージング、脳の思考過程の可視化、タンパク質の立体構造の解析、量子コンピューター、そして物理探査などで重宝されています。¹H原子核は磁気モーメントと同位体存在度が大きいので計測しやすいことと、および、地熱流体・石油・メタンハイドレートなど水素原子をふくむ物質は、資源開発上重要であることから、物理探査では、プロトンNMR物理探査が行われています。

広報： なるほど。核磁気共鳴を使えば、地下の岩石中でも、水素の分布が押さえられるということはわかりました。しかし、それだけでは空隙率や浸透率に結びつかないような気がしますが。

中島： これを、空隙率に結びつけるには仮定が必要です。多孔質岩石が地下水位より深部にあり、かつ空隙が石油や水で充填されているという仮定です。NMRシグナル強度は水素原子のモル数に比例するので、この条件がクリアできれば、適切なキャリブレーションを行えば空隙率を推定できます。空隙率の推定における最大の問題の一つは、たと

え空隙がH₂Oで充填されているても、氷結していたりメタンハイドレート化していたら、NMRシグナルが取得できなくなり空隙率を過小評価する点です。固体化した含水素物質からのシグナル計測という問題は、今後の技術開発課題です。また、NMR生データは、プロトン緩和時間という情報も持っております、それからは、空隙サイズが分かれます。空隙サイズと空隙率が分かれれば、カルマン・コゼニー経験式を介して、浸透率を推定できます。たとえば商用のNMR検層システムの現状技術レベルは、裸坑を検層速度 数cm/sでスキャンし、浸透率の深度分布を20cm程度の分解能でリアルタイム計測できるところまで達しています。

広報： それでは中島さんの具体的な研究課題を教えていただけますか？

中島： 私の研究の柱は2つあります。一つは野外でのNMR物理探査です。これは地熱地帯に既存のNMR検層機を適用してみるとことと、次世代NMRスキャナー装置を開発する取り組みに分けられます。もう一つは、取得したNMRデータを正しく解釈するための、岩石などの多孔質媒体中にある間隙水のNMR物性の室内計測実験です。

NMR検層の応用可能性を実証するために、先ず秋田県澄川地熱発電所の構内において試験井戸を掘削し、既存のNMRゾンデを用いて検層を行いました（写真1）。その検層結果と、コアデータの対比を図1に示します。地熱地帯にNMR検層を応用する場合に直面する最大の技術的問題は、火山岩の高い磁化率が引き起こすプロトン緩和時間の低下です。図1は、石油貯留層（砂岩）で使っているデータ処理方法で空隙率と浸透率を計算したものですが、コアデータと比較的良好な一致をみています。現在データをさらに解析中ですが、石油地帯で使用しているデータ処理法がそのまま使える可能性もあります。しかし、使えない場合に備えて、従来の方法とはまったく異なる手法による浸透率推定方法を開発し、国内特許を出願しました。

また、既存の装置を利用するだけでは、後で述べる室内計測実験の結果を反映させ、改良することができません。そこで、写真2のような、次世代NMR物理探査装置を、現在、独自に開発中です。



写真1 澄川でのNMR検層風景。

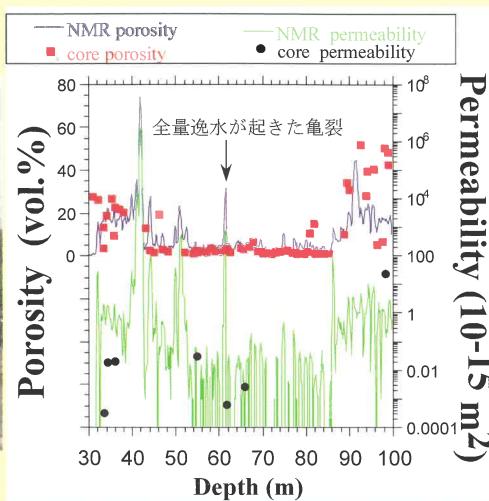


図1 NMR検層結果とコアデータとの対比。



写真2 現在製作中のポータブルNMR装置。コンクリートや岩盤中の含水亀裂の検知など、土木分野への応用を目的としている。

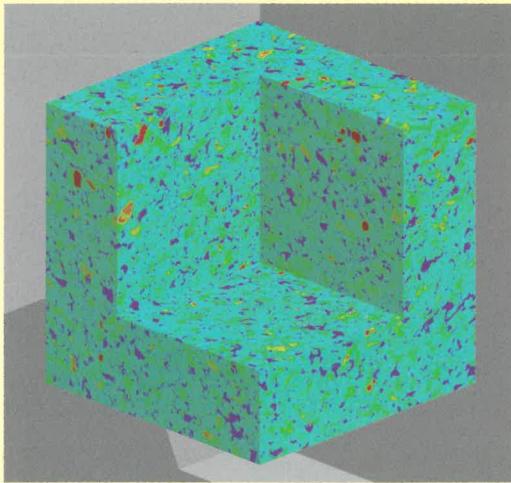


図2 空隙率14%の多孔質砂岩のシンクロトロンX線CT画像。濃紺の部分が空隙、水色は石英、赤・黄色は含鉄鉱物。3次元画像サイズは 450^3 画素 (2.62^3 mm 3)。

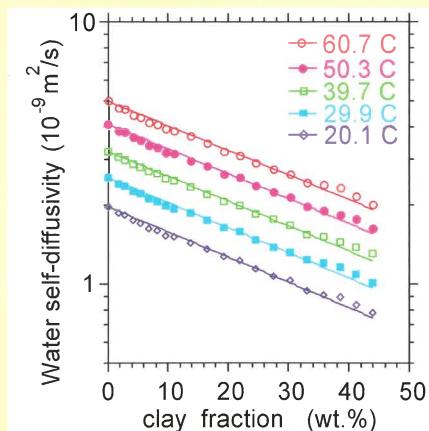


図3 ヘクトライト粘土ゲル中の水分子の自己拡散係数の温度と粘土重量分率への依存性。

イベント報告



日韓共同セミナー：物理探査法による地熱資源探査および地下イメージング

内田 利弘 物理探査研究グループ

平成15年9月23日から9月25日まで、標記セミナーが韓国デジション（大田）市の韓国地質資源研究院（KIGAM）において行われ、9月26日にはポハン（浦項）市の地熱パイロット井掘削サイトにおいて検討会が行われた。ここでは速報として、その概要を紹介する。

KIGAMは韓国公共科学技術研究会議（KORP）の予算を受け、2002年後半よりポハン市北部の高地温勾配地域において、地熱熱水直接利用（地域暖房等）のための実証プロジェクトを開始した。年間予算200万USドルを投入し、予備地表調査、深度1km程度の2本のパイロット井掘削、総合解析等を行い、さらに深度2km程度の生産井掘削を行って、中低温地熱水の生産を目指している。

地圏資源環境研究部門では2001年度からKIGAMと電磁探査法の環境分野への適用に関する共同研究を実施している。その一環として、2002年末にポハン市において電磁探査法（MT法）の現地共同調査を行って当該地域の比抵抗構造モデルを求め、同プロジェクトの掘削地点選定のための資料とした。

本セミナーはこれまでの共同研究の成果を同プロジェクトに効果的に反映させるため、日本学術振興会と韓国科学財団の支援を受け、産総研およびKIGAMの共催で開催された。9月23日～24日には、韓国と日本からそれぞれ8件の技術講演が行われた。地熱開発における地質調査や掘削技術に関する講演、ポハン地域における調査結果に関する講演、日韓における物理探査研究の最新情報の講演などである。25日には、ポハン地域における掘削の現状報告が行われ、さらに、今後の調査方針や研究協力などについて総合討論が行われた。日本

広報：なるほど、図1からも、核磁気共鳴が空隙率や浸透率の測定に威力をもっていることがよくわかりました。それでは、室内計測実験の狙いについて教えて下さい。

中島：NMR物理探査で得られる生データは、プロトンの緩和時間または水の自己拡散係数です。それを空隙率や浸透率に正しく換算するには、多孔質媒体中の間隙水のNMR物性を計測し、適切な物理モデルを立てる必要があります。そこで、まず多孔質岩石の3次元空隙構造を得るために、放射光施設SPring-8のシンクロトロンX線CTで砂岩の3次元高分解能イメージングを行いました（図2）。この画像から間隙水の自己拡散係数や浸透率などを予測し、それとNMR室内実験との対比を行って適切なモデル構築を行う予定です。

また、野外で計測対象になる含水多孔質媒体は岩石とは限らず、粘土の場合もあります。そこで、水を加えた粘土試料について、プロトン緩和時間や水の自己拡散係数の温度、粘土重量分率依存性を数種類のスマクタイト粘土についてNMR計測を行っています。その結果、たとえば自己拡散係数に関しては、図3のように、粘土分率に関する単純な関数（指數関数）に従うことなどがわかりました。これらの情報は、今後の計測を精緻化する上で、重要な指針を与えます。

広報：非常に発展性のある研究であることがよくわかりました。最後に、強調したいことがありますれば、お願いします。

中島：NMR物理探査は、水などの流体をダイレクトに計測できるという優れた特性にもかかわらず、S/Nが悪かったので今までほとんど顧みられなかつた探査技術です。しかし近年、エレクトロニクスとマグネット技術の発展によって、従来ではとうてい無理なNMR計測が実現可能になってきています。今が開花期にあたる技術です。この機を逃さず、基礎から応用まで（つまり、NMR物性の計測から機器開発・産業界との連携まで含めて）幅広いNMR物理探査技術の向上に努めたいと思っています。

からの参加者は、産総研から5名（光畑、大久保、村岡、安川、内田）、北海道大学から1名（茂木）、九州大学から1名（佐々木）、西日本技術開発（株）から1名（末吉）であり、総勢77名が参加した。物理探査を中心とするセミナーであったが、実施中の掘削調査に関する議論も活発に行われ、日韓の研究協力を推進する上において意義のある会議とすることことができた。



4月24日から5月1日まで、アメリカ合衆国に出張し、ニューメキシコ州ロスアラモス国立研究所（LANL）とオクラホマ州のオクラホマ州立大学（OSU）を訪問した。OSUで開催された国際地熱源ヒートポンプ協会（IGSHPA）のコンファレンスで日本国内の地中熱利用の動向や関係学協会の活動状況を紹介することが当初の目的だったが、SARS騒ぎの中を折角アメリカ西部まで出かけるのでと、隣のニューメキシコ州にあるLANLに立ち寄ることにした。LANLでは、地球環境研究部門（Earth and Environmental Science Division）のEES-6（地質・地化学・地下水）グループとEES-11（地球物理）グループで、DOEへ提案中のCO₂地層固定の研究や微小口径掘削およびその孔を利用した計測の研究についての調査を行うとともに、産総研の研究概要の紹介と肘折高温岩体長期循環試験結果について講演した。

本来はIGSHPAコンファレンスの紹介をすべきだが、その様子についてはホームページ (<http://www.igshpa.okstate.edu/conferences/paper.html>) を参照して頂くとして、ここではマンハッタン計画のために設立されて60周年という節目を大きな混乱の中で迎えていたLANLについて、その研究運営体制や混乱の内容を紹介する。

LANLはエネルギー省（DOE）傘下の国立研究所の1つで、職員数約7500名、関連外部職員3200名、年間予算22億ドルと、世界でも有数の研究所である。LANL以外にも、DOEはBrookhaven、Lawrence Berkeley、Lawrence Livermore (LLNL)、Oak Ridge、Sandia (SNL) など、職員数が数千人規模の研究所を10以上抱えている。研究所の多くは科学局（Office of Science）の所管だが、LANL、

LLNL、SNLの3研究所はthe National Nuclear Security Administration (NNSA) の所管で、核兵器研究を行う weapon laboratoriesとして位置づけられている。このような所管の違いはあるものの、各研究所はDOEと契約した委託先が管理を行うGOCO (Government Owned-Contractor Operated) という制度によって運営されており、それぞれの研究所で運営母体や組織が異なっている。LANLは設立以来カルフォルニア大学（UC）が運営を行っている。

さて上述した大きな混乱について説明しよう。LANLでは、90年代後半の中国研究者Lee博士のスパイ事件に始まり、2000年のセロ・グランデの大火による全所一時閉鎖や、研究所再開後に発覚した300万ドルに及ぶ研究機器の紛失騒ぎ、その調査で明らかになった研究費の不正流用事件という事故や不祥事が続いた。このため、DOEだけでなく、議会やFBIの調査を招く事態となり、研究所の運営管理体制が大問題となり、今年1月には、1997年以来その職にあったBrowne所長が辞任（降格）するとともに、海軍出身のNanon副所長を所長代理として運営体制の改革が進められていた。しかし、これだけでは収まらず、筆者の訪問した4月下旬には、2005年までとなっているUCとの研究所運営契約を打ち切るかどうかのDOE長官の決断が下されようとしており、研究管理の自由度が高く、しかも福利厚生や年金制度の良いUCからもし他へ委託先が変わったら、処遇はどうなるのだろうかと多くの研究者が心配していた。幸いにも、日本帰国後の話では2005年までの契約はそのまま継続となったようである。

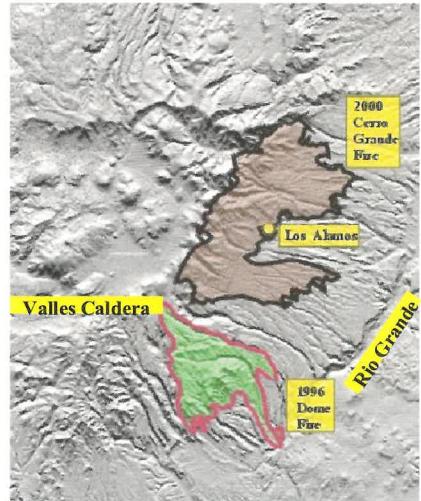


写真1 バイアスカルデラ東側のメサ上に広がるロスアラモス国立研究所一帯の風景。黄矢印：研究所本部（TA-3）地区、黄色線から右側が研究所敷地、赤矢印：ロスアラモスの町、リオグランデ地溝帯を流れるリオグランデ川（青矢印）の周辺はインディアン居留区。

コラム：GREEN キーワード 地中熱利用ヒートポンプ

ヒートポンプとは熱をくみ上げるポンプです。熱を作り出すのではなく、自然界にある小さなエネルギーから大きなエネルギーをくみ上げます。電気から熱を作り出す方法に比べて、エネルギー変換によるエネルギー損失がないため、より効率的に熱エネルギーを取り出すことができます。

一般に普及しているエアコンは、空気を熱源としたヒートポンプの一例です。夏の冷房では、家の中の熱を奪い取り、外の空気に逃がします。逆に冬の暖房では、外の空気から熱を奪い取り、家の中に放出します。しかし、このエアコンが都市部で集中的に使用されれば、ヒートアイランド現象などの原因になります。

これに対して、地中熱利用ヒートポンプ（GeoHP）は、地中や地下水、河川水等を熱源としたヒートポンプです。空気と違って、地中の温度は年間を通して大きな変化がありません。深さ3m程度以深の地中の温度は、地上の気温変化に関わりなく、一年を通してその地域の平均気

温とほぼ同じ10~15°Cで一定です。そこで、夏の冷房では外の空気より低い温度の地中に熱を放出し、冬の暖房では外の空気より暖かい地中から熱を取り出すことができます。空気熱源ヒートポンプでは外気温変化の影響を受けてCOP（成績係数：入力に対する出力の比率）が変化しますが、地中熱利用ヒートポンプは年間を通して安定したCOP（3.5以上）が得られます。

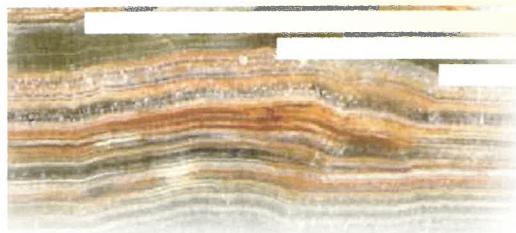
地中熱利用ヒートポンプは、動力に電気のみを用いているため、動作時に地球温暖化の元となるCO₂や有害なNO_xを排出しません。使用する電気は、その発電の際にCO₂やNO_xを排出してしまいますが、地中熱利用ヒートポンプシステムは高効率なシステムであるため、電気の使用量が少なくて済み、空気熱源ヒートポンプやガスヒートポンプなどに比べて、排出量を大幅に削減することができます。このほか、日本中いたる所で利用可能、稼働時騒音が非常に小さい、ヒートアイランド現象の元になりにくいなど、多くの利点があります。

研究グループ紹介

貯留層ダイナミクス研究グループ

—貯留層評価管理技術の開発を目指して—

石戸 恒雄（研究グループ長）



当研究グループは、地球物理学的モニタリング手法ならびに貯留層工学的モデリング手法を用いた地殻内流体挙動の解明・予測に関する研究を行っています。

平成15-16年度の2年間は引き続き、重点研究課題「地熱貯留層評価管理技術の開発」の主担当グループとして、ヒストリーマッチングに地球物理学的モニタリング手法を適用した貯留層評価管理技術の開発を目指します。これまでのNEDOによる要素技術開発ならびに産総研での先導的研究の成果を受けて、貯留層変動の把握・予測技術について"システム統合化"を進めます。

地熱発電所の出力減衰を未然に防ぎ、経済性のある持続的開発を将来にわたって行うためには、発電開始後の早い時期に貯留層の変動を捉え、将来挙動を予測して"最適生産シナリオ"を作成することが必要になります。このため、"システム統合化"では、予測のベースとなる貯留層モデル構築に関して複数のモニタリング項目を同時に実施することで、ヒストリーマッチングによるモデル構築の精度を飛躍的に向上させることを目指しています。また、定期点検時の集中観測など貯留層変動把握にとって費用対効果に優れた手法を実用化したいと考えています。

平成15年度は、大霧地域において、4月の定期点検を挟んで、SP・重力に加え、AE・傾斜計観測を実施し、1ヶ月程度の蒸気生産停止に伴うSP・重力の変動を明らかにし、また断裂系の広がりを推定したいと計画しています。システム統合化を成功させる上で、貯留層工学データに加え重力・SP・比抵抗などの統合ヒストリーマッチングが不可欠ですが、これは、大霧・奥会津地域をモデルフィールドとして予備計算に着手します。個々の要素技術についても、地熱データロッパーとの共同研究を継続し、手法の改良と普及を図ります。また、これまでに開発したポストプロセッサー等ソフトウェアについては、体系的な例題計算により実用化可能性の評価を進めるとともに、ユーザー会を組織しその普及を図り



たいと考えています。

当研究グループは平成14年度まで「貯留層変動探査研究グループ」という名称のもとに、NEDOの「貯留層変動探査法開発」に係わる基盤的・先導的・補完的研究を実施してきましたが、同プロジェクトの終了を受けて、研究内容の見直しを行いました。地熱貯留層評価管理技術については、以上述べたように"システム統合化"ならびに基盤研究を継続しますが、新たに、地圈環境の諸問題解決への寄与を目的として、CO₂地中貯留に係わる先導研究など実施し、これまでに培ってきた貯留層シミュレーション技術、地球物理モニタリング技術などの展開を図りたいと考えています。

(主な研究テーマ)

- ・貯留層変動探査法システム統合化のための共同研究（大霧・奥会津地域）（運営費交付金）
- ・貯留層変動探査法システム統合化のための解析技術の研究（運営費交付金）
- ・CO₂地中貯留の最適モニタリング技術に関する先導研究（受託研究）

（メンバー） 石戸恒雄（リーダー）、菊地恒夫、杉原光彦、西祐司、高倉伸一、中尾信典、安川香澄

テクニカル：柳原君子、三浦悦子

研究協力：當舎利行、内田利弘、楠瀬勤一郎、松島喜雄、竹野直人

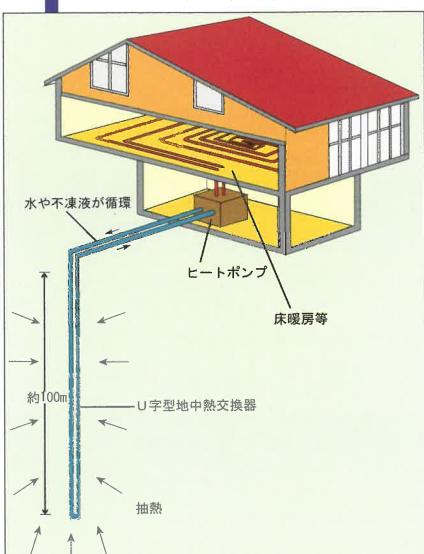
コラム：GREEN キーワード解説 地中熱利用ヒートポンプ

図1に最も代表的で、どこでも利用可能な地中熱交換型ヒートポンプの例を示します。このほかに、地表水や地下水が利用できれば、さらに効率的な地表水利用型のヒートポンプや地下水利用型のヒートポンプなどがあります。

現在、日本における地中熱利用ヒートポンプの普及率は、住宅事情等によるものと思われますが残念ながら、図2のように非常に低いレベルに留まっています。

そのため、地圏資源環境研究部門においては、地中熱利用の最適化のための地下水水理予測手法

図1 代表的地中熱利用ヒートポンプの概念図。



に関する研究（平成13-15年度、NEDO予算）を進めています (<http://staff.aist.go.jp/tomo-ohtani/geoheat/index.html>)。

なお、この解説の作成に当たっては、地中熱利用促進懇談会のホームページ (<http://www.geohpaj.org/introduction/index.htm>) と、NEDOのホームページ (<http://www.nedo.go.jp/chinetsu/pamphlets/index.htm>) を引用させていただきました。

2000年の世界での地中熱利用ヒートポンプシステムの設備容量

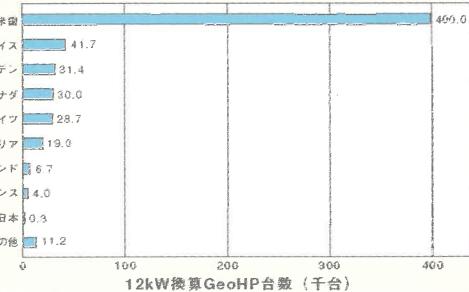


図2 2000年における世界の地中熱利用ヒートポンプの設備容量。

行事カレンダー

10/14(火) 第109回物理探査学会学術講演
～10/16(木) 会

10/23(木) 日本地下水学会
～10/25(土)

10/30(木) 日本水文科学会学術大会
～10/31(金)

11/4(火) The 3rd International
～11/6(木) Symposium on Rock Stress

11/13(木) 火薬学会2003年度秋季大会
～11/14(金)

11/21(金) 日本地熱学会平成15年仙台大会
～11/23(日)

11月28日(金)

第2回 地圏資源環境研究部門成果報告会 特集：日本の天然ガス・メタンハイドレート 笹川記念会館(東京都港区三田 3-12-12)

詳細は本誌2～3ページおよび下記のページをご覧ください
<http://unit.aist.go.jp/georesenv/seika/>

12/4(木) 第36回安全工学研究発表会
～12/5(金)

12/6(土) 第13回環境地質学シンポジウム
～12/7(日)

12/8(月) Mallik2002 Gas Hydrate国際会議「マリックから未来に向かって」

関西大学
千里山キャンパス
百周年記念館
岐阜県県民文化ホール「未来会館」

つくば市 文部科学省研究交流センター

熊本市
KKR熊本

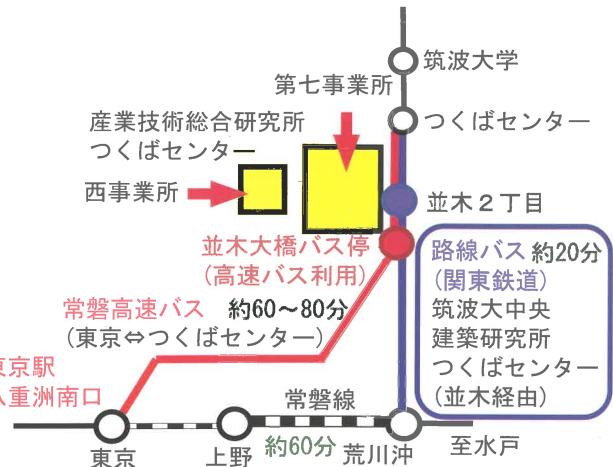
那覇市
メリパルク沖縄

仙台市
仙台国際センター

石川県石川郡
金沢工業大学多目的ホール

神戸市
神戸大学発達科学部

千葉市
ホテルニューオータニ幕張



上記以外の高速バス路線

- 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)

速報：10月1日から、地圏環境立地RGが発展的に解消し、新たに地質バリアRGが組織されました。

中央第七事業所

〒305-8567
茨城県つくば市東1-1-1
tel 029-861-3513

西事業所

〒305-8569
つくば市小野川16-1
tel 029-861-8100

貯留層ダイナミクスRG
地熱資源RG
燃料資源地質RG
資源有機地化學RG
鉱物資源RG
物理探査RG
地下水資源環境RG
地質バリアRG

地圏資源工学RG
開発安全工学RG
地圏環境評価RG

No.1を編集された西澤 修さんが作成されました。その生みの苦しみを思えば、後続の編集担当者はそのレールに乗るだけでもよく、随分、楽をさせていただいております。そこで、この場をお借りして、創刊号を編集された西澤 修さんの膨大なレイアウトの御努力に賛辞を送らせていただきます。

GREENニュース No.2では、創刊号の各種ジャンルを踏襲するとともに、新たに、「新人自己紹介」と「海外情報」というジャンルを設けてみました。また、今回は「第2回地圏資源環境研究部門成果報告会の御案内」という大きな題材がありましたので、これに大きなスペースを割きました。

暑かった昨年の夏と異なり、今年の日本は夏は暑さを全てヨーロッパに持っていくかってしまったようです。それにしても、地球温暖化のせいで、大気循環が活性化し、異常気象が顕在化していることは間違いないようです。この危機感からみれば、私たち部門の研究も、日々、野田部門長がいわれているように、そのウェイトを徐々に資源から環境にシフトしていくべきでしょう。

しかし、GREENニュース No.2の内容についていえば、やはり、私の力量の制約で、十分、このシフトを果たすことが出来ませんでした。実に勝手ながら、次号以降の編集担当の方に、この大きな宿題を託します。

(No.2 編集担当：村岡)

GREENニュース No. 2 Oct. 2003

2003年10月10日発行

通巻第2号・年4回発行

本誌記事写真等の無断転載を禁じます。

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 部門長 野田 徹郎

編集：地圏資源環境研究部門 副部門長（広報委員会委員長） 松永烈

〒305-8567 つくば市東 1-1-1 (第七事業所) TEL 029-861-3513

〒305-8569 つくば市小野川 16-1 (西事業所) TEL 029-861-8100

ホームページ <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」のページから電子メールを送信できます。

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



PRINTED WITH
SOY INK

AIST 独立行政法人
産業技術総合研究所

AIST03-E00019-2