

東京大学大学院工学系研究科 エネルギー・資源フロンティアセンター

目次

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 巻頭言 2. エネルギー関連3研究センター第2回合同シンポジウム速報 3. 第2回CCSフォーラム報告 4. 第3回CCSフォーラム報告 5. 「資源の開発・循環のフロンティア ~資源の最先端とそれを支える人材教育の展開~」シンポジウム開催報告 | <ol style="list-style-type: none"> 6. トピックス <ul style="list-style-type: none"> (1) 田中彰一名誉教授の受賞紹介 (2) JOGMECとの共同研究紹介 7. 新任教員紹介 <ul style="list-style-type: none"> (1) 川口 秀夫 特任助教 (2) 小林 肇 特任助教 |
|---|---|

1. 巻頭言



田中 彰一
東京大学名誉教授

「地下の事を理解し、さらに地下での様子をイメージとして描くことができる能力を培う」これは私が講義の目標にしていた標語ですが、一見すると容易いことのように思われるかもしれませんが、知識と訓練を要することです。これはエネルギー・資源フロンティアセンターの直接の研究対象に入らないでしょうが、そこで勉強し、研究する若い方に常に心がけて頂きたいと思います。

宇宙に飛び立つロケットはたちまち数100kmの上空に達する。深海潜水調査船の潜水速度は1時間に3km程度である。ロシアの地殻調査井SG-3は12kmの深度に達するのに14年の歳月を要した。これは東京大学第79回公開講座「地球」(東京大学出版会、1994)で話したことです。宇宙・海洋に比べて、地下はそれを調査・観測することが最も困難な空間であると言えます。

昨年4月20日のメキシコ湾における半潜水型掘削装置による石油井掘削・仕上げ作業に伴って発生した噴出とそれに続く原油の流出は、3か月にわたって約78万klに達し、損失額は399億ドルに、犠牲者は11人に上るといわれています。事故の原因は米国の各方面の総力の元に行われていますので真相は徐々に明らかになることでしょう。これまで発表された報告書等を見ての個人的感想ですが、原油噴出の最初の兆候の解釈(描いた坑井内の状態のイメージ)を間違え、適切な処置が取られなかったことがあるのではないかと思います。

掘削の際には、ビットの1cm先には、大油層があるのか、大障害があるのか分からない中で一瞬の判断を求められますが、その判断の元になる情報は坑井を通して地表に伝えられるもの、例えば坑井から戻ってくる泥水の状態の変化、坑井内の圧力の変化などの情報になります。このように限られた情報から正しいイメージを描くことが石油開

発技術の主要な一端であり、冒頭に述べた地下のイメージを描くことに当たります。このことは石油開発技術の応用であるCO₂を地層に貯留するCCS (Carbon Dioxide Capture and Storage) においても当てはまることです。正にフロンティアを切り開くのに必要なものであるといえます。

アメリカは1992年に今後のガス資源について大規模な会議を行い、翌年890頁に及ぶまとめを出版しました(D.G.Howell, ed., 1993: The Future of Energy Gases, U.S.G.S. Professional Paper 1570)。この中のある論文のガス資源ピラミッドに記載されているものは上から在来型(砂岩と石灰岩のガス)、非在来型としてcoalbed methane, tight gas, Devonian shales, deep gas, gas hydratesとなっています。非在来型の上から3つに対する開発技術は進歩し、現在では産業的な対象となってきています。日本の状態を見ますと、deep gasに相当する水溶性天然ガスは、開発深度は浅いものですが、昭和初期から産業化されています。国際石油開発帝石(株)の南長岡ガス田では、2001年に深度4,000m以深の火山岩ガス層の低浸透率地域に大規模水圧破碎法を実施し、商業化に成功し、埋蔵量の増加に寄与しています。世界最初のメタンハイドレート層に対する本格的な産出試験はカナダの陸域のメタンハイドレート層に対し、日本・カナダの共同研究において減圧法を適用して2008年に成功しました。このようにこれまで日本は非在来型ガス資源の開発において、アメリカと比べて開発技術の点では互角に勝負してきていますが、資源の量的面で劣ることにより、世界的な評価を得ることが難しいことが惜しまれます。今後もこの挑戦的な意気込みを持ち続けることが望まれます。

エネルギー・資源フロンティアセンターはその研究において最先端の課題に取り組んでいますが、地下エネルギー資源の研究・開発には経験工学的な泥臭さも必要であり、その心を秘めて成果を上げられることを期待したいと思います。

2. エネルギー関連3研究センター第2回合同シンポジウム速報

エネルギー・資源フロンティアセンター (FR CER)、エネルギー工学連携研究センター (CEE)、先端電力エネルギー・環境技術教育研究センター (APET) の共同主催による東京大学工学系エネルギー関連3研究センター第2回合同シンポジウム「低炭素社会におけるエネルギー・資源開発の役割」が3月8日、東京大学(本郷キャンパス理学部1号館)内の小柴ホールにて開催されました。低炭素社会の構築を目指した動きが進む中で、CO₂を排出するエネルギー・資源開発は一般的に低炭素社会下では疎まれネガティブな側面しかないように目されています。しかし、エネルギー・資源開発は低炭素社会に向けての過渡期においては当然重要な役割を果たすものと期待されていますし、低炭素社会の到来時においても社会の上流部門において重要な役割を果たし続ける可能性を持っています。

今回の合同シンポジウムでは、低炭素社会におけるエネルギー・資源開発の役割のポジティブな側面を多角的に抽出する形で、国際エネルギー機関(IEA)国別審査課長 **藤野真司氏**をはじめとする



国際エネルギー機関(IEA)国別審査課長 藤野 真司氏

7名の講演者の方から多様性に富んだご講演を頂きました。小春日和に恵まれた晴天の下、190名に上る多くの方々にご来場頂き、熱気にあふれたシンポジウムとなりました。尚、当シンポジウムでは独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) のご協賛を頂きました。この場を借りて心よりお礼申し上げます。

3. 第2回CCSフォーラム報告



東京大学大学院工学系研究科 保立 和夫 研究科長

平成21年12月3日(木)にエネルギー・資源フロンティアセンター主催(協賛:エネルギー工学連携研究センター(CEE)、先端電力エネルギー・環境技術教育センター(APET))の第2回CCSフォーラム「日本型CCSに向けた技術開発の実際と展望~2020年を見据え、今何を成すべきか~」が東京大学工学部武田先端知ビル(本郷キャンパス浅野地区)の武田ホールにて開催されました。第2回目となる今回のフォーラムでは、CCS(Carbon dioxide Capture and Storage)に関連する現在進行中の主だったブ



エネルギー・資源フロンティアセンター 佐藤 光三 教授



エネルギー・資源フロンティアセンター 玉木 賢策 教授

プロジェクトに関係している方々を講演者にお招きし、2020年を見据えた「日本型CCS」への貢献の在り方を探りました。冷たい雨の降る生憎の天気にもかかわらず参加者はほぼ満員の240名にのぼり、会場は大変熱気あふれるものとなりました。

東京大学大学院工学系研究科の保立和夫研究科長の開会の辞によってフォーラムの幕が開き、講演に先立ってエネルギー・資源フロンティアセンターの佐藤光三教授より本フォーラム開催に当たっ

ての趣旨説明がまずなされました。各国で2020年を見据えたCCSへの取り組みがなされるなかで、各講演では国内での取り組みの紹介をしていただくとともに最後に「本プロジェクトが2020年に持つ意義は？」との問いに対する答えを用意していただいていることの説明がありました。また、このCCSフォーラム自身が2020年に持つ意義として「歴史の法廷に立つ覚悟」を持って個々人がCCSに向き合えるように情報共有と討議の場を提供するものになりたいとお話がありました。

さて、講演は全部で6件行われました。まず最初に、「地質からみた**「日本型CCS」：日本の貯留層と世界の貯留層**」と題して東

京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンターの玉木賢策教授より講演がありました。世界を構成するプレートとの関連から北米、ヨーロッパ、中国そして日本のCO₂の貯留層の分布や貯留量の見込みについて解説があり、EU型CCSと日本型CCSの対比についても触れられました。また、2020年には100、2050年には3000を超えるCCSプロジェクトが稼動しているであろうとのIEAのロードマップの紹介がありました。



会場の様子

続いて、「**CCS導入のために:CCS実証事業の安全な実施にあたって**」と題して経済産業省地球環境技術室室長の**小澤典明氏**より講演がありました。国内での技術開発、実用化に向けた制度・枠組み作り、国際協力などについて主に政策面からの議論をしていただきました。2020年には引き続き課題はあるものの、CCSがCO₂削減対策として相当満足できるレベルにあるであろうとの見通しが述べられました。



経済産業省地球環境技術室室長 小澤 典明 氏



新エネルギー・産業技術総合開発機構クリーンコール開発推進部主査 横塚 正俊 氏

3件目には「**システムとしてのCCS:革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト**」と題して新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)クリーンコール開発推進部主査の**横塚正俊氏**より講演がありました。革新的ゼロエミッションを目指した石炭ガス化発電プロジェクトの紹介があり、2020年にはCCSを備えた日本発の石炭ガス化技術の海外への展開にも目途が立つとの見通しが述べられました。コーヒーブレイクを挟んで4件目には「**CCS基盤技術のために:二酸化炭素貯留隔離技術研究開発**」と題して地球環境産業技術研究機構(RITE)CO₂貯留研究グループ主席研究員の**中川加明一郎氏**より講演がありました。これまでの成果として長岡で行われてきたCO₂地中貯留実証実験の紹介がなされ、我が国でも



地球環境産業技術研究機構CO₂貯留研究グループ主席研究員 中川 加明一郎 氏

CCSは有望であることが期待できる成果が得られたとの説明がありました。さらに安全性評価技術の確立に向けてRITEで行われている基盤研究の紹介があり、2020年にはこれらの研究成果が安全性評価のフレーム構成に反映され、CCS技術の社会的合意の獲得につながるとの見通しが述べられました。



日本エヌ・ユー・エス株式会社地球環境ユニットリーダー
鈴木 さとし 氏



日本CCS調査株式会社技術企画部部长 阿部 正憲 氏

5件目には「**環境影響に備えて:二酸化炭素海底下地層貯留とその海洋環境への影響評価のしくみ**」と題して日本エヌ・ユー・エス株式会社地球環境ユニットリーダーの鈴木さとし氏より講演がありました。ロンドン条約あるいは海洋汚染防止法においてCCSがどのように取り扱われ、管理制度がどのようにになっているかについて詳細な説明がありました。さらに二酸化炭素の海底下地層貯留に係る環境管理手法の高度化に関する技術開発として環境影響評価手法の高度化技術開発とモニタリング手法の高度化技術開発の紹介がありました。これらの成果に基づいて2020年には、国際的なルールに則った環境配慮のなされたCCS事業が可能となるとの見通しが述べられました。最後の6件目には「**CCS実証を見据えて:二酸化炭素削減技術実証試験**」と題して日本CCS調査株式会社技術企画部部長の阿部正憲氏より講演がありました。CCSおよびCO₂地中貯留とはどのようなものかを分かりやすく解説していただいた後、日本CCS調査が現在そしてこれからどのような事業を行っているかが紹介されました。2020年には現存する技術により日本国内で安全・大規模なCCSが可能であることが実証されているものの、さらにその他の複数地点での実証が必要との見通しが述べられました。



物理探査学会会長・東京大学大学院工学系研究科
六川 修一 教授

各講演のあとには10分ずつという比較的長めの質問時間が設けられていましたが、いずれの講演においても時間いっぱいの大変活発な質疑応答や意見の交換が行われました。最後に、物理探査学会の会長を務めておられます東京大学大学院工学系研究科の六川修一教授より閉会の辞が述べられ、フォーラムは無事終了しました。その後は武田ホールホワイエに場所を移して懇親会が開催され、フォーラム中にできなかった質問や議論など大変有意義な意見交換が続きました。

4. 第3回CCSフォーラム報告

平成22年8月5日(木)にエネルギー・資源フロンティアセンター主催(協賛:エネルギー工学連携研究センター(CEE)、先端電力エネルギー・環境技術教育センター(APET))の第3回CCSフォーラム「CCSモニタリングに関する技術・制度課題 ～如何に視る、何処まで視る、何時まで視る～」が東京大学工学部武田先端知ビル(本郷キャンパス浅野地区)の武田ホールにて開催されました。第3回目となる今回のフォーラムでは、CCS(Carbon dioxide Capture

and Storage)技術の中でもモニタリングに焦点を当てて様々な角度からご講演をして頂きました。東京大学大学院工学系研究科の関村直人副研究科長の開会の辞に始まり、6件の講演が行われました。まず最初に、「如何に、何処まで、何時まで視る:CCSモニタリングの技術俯瞰」と題して東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンターの佐藤光三教授より今回のフォーラムのテーマであるCCSモニタリングの全体を概観する講演が



東京大学大学院工学系研究科 関村 直人 副研究科長

ありました。続いて、「如何に視る:弾性波探査の現状と今後の展開」と題して地球環境産業技術研究機構CO₂貯留研究グループ副主席研究員の薛自求氏より講演がありました。地中に圧入したCO₂の挙動をモニタリングする最も一般的な方法である地震波探査について国内外の実例を挙げながらその課題と取り組みについてお話して頂きました。3件目には「如何に視る:非弾性波探査手法適用の可能性」と題して地球科学総合研究所探査部次長の浅川栄一氏より講演がありました。まずCO₂地中貯留モニタリングにおける物理探査について分かりやすく説明し



エネルギー・資源フロンティアセンター 佐藤 光三 教授



地球環境産業技術研究機構CO₂

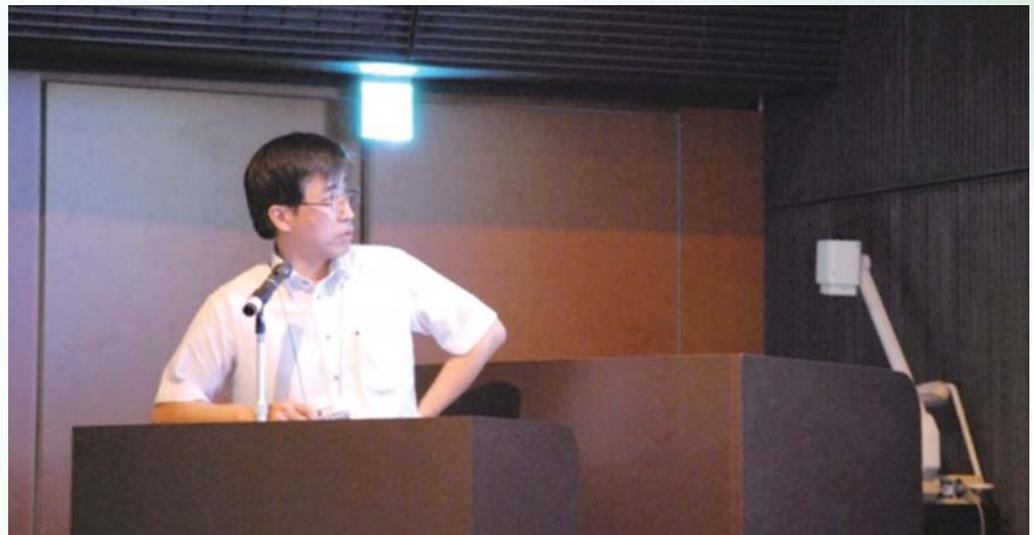
て頂いた後、前の講演で紹介のあった地震波によらない探査法、すなわち非弾性波探査のうちCCSモニタリングに有効と考えられる重力探査と電磁探査について実例を示しながら解説して頂きました。コーヒブレイクを挟んで4件目には「**何処まで視る:海底面近傍のモニタリング**」と題して環境総合テクノス環境部地球環境グループマネジャーの**渡辺雄二氏**より講演がありました。海底面下へのCO₂地中貯留を想定し、海中へのCO₂の漏洩を検知するための海底面近傍のモニタリング手法を物理的、化学的、生物学的の3つに分類して紹介して頂きました。



会場の様子



地球科学総合研究所探査部次長 浅川 栄一氏



環境総合テクノス環境部地球環境グループマネジャー 渡辺 雄二氏



貯留研究グループ 副主席研究員 薛自 求氏

5件目には「何時まで見る:放射性廃棄物処分の社会工学から見たCCSモニタリング」と題して東京大学大学院工学系研究科の田中知教授より講演がありました。CCSと同様に長期的なモニタリングの必要があると考えられている高レベル放射性廃棄物の地層処分について、まずはその概要が説明され、モニタリングの目的、技術、スケジュールといったCCSにおいても問題となる点について解説がありました。最後の6件目には「何時まで見る:環境からみた海底下CCSモニタリング」と題して環境省環境保全対策課課長補佐の新田晃氏より講演がありました。まず海洋汚染を防止することを目的とした国際条約であるロンドン条約およびそれに基づく国内法である海洋汚染防止法のCCSの観点からの説明があり、各国の状況をおよび我が国の現状と課題を整理して頂きました。各地で猛暑日が記録された大変暑い中、240名に上る多くの方々にご来場頂き、熱気にあふれた講演会となりました。また、フォーラム終了後には、武田ホールホワイエに場所を移して恒例の懇親会が開催され、フォーラム中にできなかった質問や議論など大変有意義な意見交換が続きました。



環境省環境保全対策課課長補佐 新田 晃氏

新田晃氏より講演がありました。まず海洋汚染を防止することを目的とした国際条約であるロンドン条約およびそれに基づく国内法である海洋汚染防止法のCCSの観点からの説明があり、各国の状況をおよび我が国の現状と課題を整理して頂きました。各地で猛暑日が記録された大変暑い中、240名に上る多くの方々にご来場頂き、熱気にあふれた講演会となりました。また、フォーラム終了後には、武田ホールホワイエに場所を移して恒例の懇親会が開催され、フォーラム中にできなかった質問や議論など大変有意義な意見交換が続きました。



東京大学大学院工学系研究科教授 田中 知 教授

5. 「資源の開発・循環のフロンティア ～資源の最先端とそれを支える人材教育の展開～」シンポジウム開催報告

東京大学 生産技術研究所准教授 安達 毅(現在、秋田大学国際資源学教育研究センター教授)

2009年12月1日(火)(13:30～17:20)の日程で、エネルギー・資源フロンティアセンターと文部科学省 資源開発人材育成プログラムとの両主催の形をとり、駒場第IIキャンパス生産技術研究所大会議室において資源の開発・循環のフロンティア～資源の最先端とそれを支える人材教育の展開～シンポジウムを開催した。大学関係者のみならず一般企業も含めた広報活動を行い約80名の参加者を得た。

資源開発人材育成プログラムとは、平成20年度、21年度の2年間、文部科学省の助成金をもとに、秋田大学を中心とした資源系教

育を行っている5大学が集まり、大学間の垣根を取り払った連携のもと、資源教育を行うプログラムであった。名を連ねている5大学の構成は、北から北海道大学、秋田大学、東京大学、早稲田大学、九州大学で、東京大学からはエネルギー・資源フロンティアセンターを拠点として、システム創成学専攻、生産技術研究所の学生・教員が参画している。

本プログラムは、我が国の資源確保を支える資源開発人材の育成を目的に、資源分野の入り口に立つ学部3年生以上の学生と資源系若手教員を主な対象とし、エントリー教育の充実による資源分

野の魅力向上と裾野の拡大を目指した取り組みであった。主な取り組みでは、JOGMECとの連携を得て、夏期休暇中に合計2週間にわたる集中講座を開催し、全国より資源の地質から採鉱、選鉱、製錬、リサイクル、経済にわたるまでの内容を若手教員を中心として幅広い講義を実施し、2年間でのべ134名の受講生を送り出した。また、資源開発には欠かせない国際的な視野と現場感覚を得るために、学生と教員による海外鉱山研修を実施したことも大きな成果として現れてきている。本年平成22年度からは資源・素材学会にこの取り組みは引き継がれ、全国の大学と関連企業との連携を図り、さらに充実した体制を取るにいたっている。

本シンポジウムは昨年度までのこれらの取り組みの集大成として開催されたものである。シンポジウムの開催趣旨を掲載すると、「自国の金属資源を持たない我が国にとって、産業への安定的で持続的な資源供給のためには、従来の海外に鉱山における資源探査・開発をベースとしたうえで、常に新しいフロンティアを開拓する技術力とそれに挑戦する人材の確保が不可欠である。

資源の開発と循環のフロンティアは、ここ数年の資源確保への危機感により新しい様相を呈しながらそのボーダーを超えつつある。海洋に恵まれた我が国は海洋資源に手を伸ばすことができるか？レアメタル、資源循環の問題で特に中国との関係が深まるなか、我々にはどのような戦略が必要なのか？リサイクルは技術によってどこまで進められるのか？これらを担う我が国の人材は？といった、グローバル化の進展とともなう本質的な問題が顕在化してきている。



会場との質問交換



シンポジウム会場の様子

本シンポジウムでは、これらの課題に日々取り組んでいる第一線の方々を講師陣に招き、これからの資源への関わり方として、人と技術をどのように育てていくかを考える場を、講演者と会場を交えた総合討論を含めて、提供する。」としている。

プログラムは、個々の研究成果をもとに資源開発について話題性の高いトピックを選んだ資源フロンティアを一般の方々にも分かりやすく解説する前半と、資源系教育の成果と海外研修に参加した学生の報告による後半部分とで構成されている。エネルギー・資源フロンティアセンターから玉木賢策センター長が「海洋鉱物資源の可能性」について講演されたのを皮切りに、「レアメタルと中国」馬場 洋三氏(行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構)、「リサイクル技術のフロンティア」伊藤 真由美助教(北海道大学大学院 工学系研究科)、「資源循環の現状と諸問題」村上 進亮講師(東京大学大学院 工学系研究科)、「国内資源系教育の新しい展開」柴山 敦教授(秋田大学 工学資源学部)、「学生による海外鉱山研修報告」芳賀一寿君(秋田大学)・酒井 智生君(北海道大学大学院生)、「総合討論」司会 安達 毅准教授(東京大学生産技術研究所)と続いたコンテンツであった。いずれの講演も熱心に聴講する参加者の視線を浴び、熱気に包まれたシンポジウムとなった。最後の総合討論では、資源系の人材育成についていくつもの質問と意見が出され、回答が講演者のみならず会場の参加者からも意見交換がなされたのが印象的であった。

6.トピックス

(1) 田中彰一先生が「平成22年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・科学技術賞(研究部門)」を受賞

平成22年4月13日に、メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21研究コンソーシアム)フェーズ1のプロジェクトリーダーを務めておられました田中彰一東京大学名誉教授が、平成22年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・科学技術賞(研究部門)を受賞されました。

メタンハイドレートは日本周辺海域に大量に存在することが推測されており、新しい炭化水素エネルギーとして期待されていますが、メタンハイドレートを開発するための効率的、経済的な生産手法は世界的に不明でした。MH21フェーズ1の研究では、実験とシミュレーションによる研究で「減圧法」を主体とする方法が効率的な生産手法であることを提案し、2008年にカナダの永久凍土地帯に存在するメタンハイドレート層を対象としたフィールド生産試験を実施して約6日間のメタンガス連続生産に成功しました。このメタンハイドレート生産手法の研究業績が高く評価されました。

また平成22年6月8日には、MH21研究コンソーシアムの業績「メタンハイドレート資源探査・開発技術にかかわる研究」が石油および天然ガス鉱業に関する技術上高く評価されるものと認められ、石油技術協会第54回業績賞を受賞しました。

現在メタンハイドレート資源開発の研究はフェーズ2に移行しており、日本のエネルギー安全保障の面から、メタンハイドレート開発の商業化に大きく寄与するものと期待されています。



文部科学大臣表彰 受賞者4名

(左) 栗原 正典 氏: 日本オイルエンジニアリング(株)取締役 (2011.4月より、早稲田大学創造理工学部・ 環境資源工学科教授)	(中央) 田中 彰一 先生: 東京大学名誉教授	(右) 成田 英夫 氏: (独)産業技術総合研究所 メタンハイドレート研究センター・ 研究センター長
山本 晃司 氏:(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 石油開発技術本部・R&D推進部 メタンハイドレート研究チーム 調査役		

(2) JOGMECとの共同研究紹介(Managed Pressure Drillingに関わる諸問題へのカッティングストランスポート技術からのアプローチ)

地表部で背圧をかけられる特殊な装置を用いて坑井内の圧力を制御しながら坑井を掘削する方法をManaged Pressure Drilling (MPD)と呼びますが、本研究は、このような特殊な装置を用いた狭義のMPDではなく、もっと広い意味での坑井内の圧力管理に関わる諸問題の解決を図ることを目的としています。では、坑井内の圧力を管理するとはどういうことか、石油掘削のことを余りご存知でない方も理解して頂けるように基本的な話から始めましょう。

現在、石油・天然ガスなどを採取するための坑井(井戸)の掘削に用いられている方法はロータリー掘削と呼ばれるものです。図1に示すように、ドリルストリングと呼ばれる連結したパイプの先端に岩

石を破碎するためのビットを取り付け、槽から坑井のなかにこれを吊り降ろします。そして、(1)ビットを回転させる、(2)ビットに荷重を与える、(3)掘削流体を循環させる、という3つの機構を用いて坑井を掘削します。このうちビットに回転と荷重を与えるのは岩石を破碎するためであることは容易に理解できますが、3つ目の掘削流体の循環とはどのようなものでしょうか。

ロータリー掘削に用いられる掘削流体は泥水(でいすい)と呼ばれ、粘土鉱物や様々な添加剤を加えて、粘性や比重が調整されます。掘削中は、泥水は地上のポンプから送出され、スィベル、ドリルストリング内部を通して坑底に達します。そして、ビットに備えられ

たノズルから噴出され、岩石の掘屑(ほりくず)と共に、今度はドリルストリング外側の坑井との間の隙間を通して地上まで戻ってきます。地上では、掘屑が分離され成分の調整をした後に、泥水は再びドリルストリング内へポンプされます。泥水の循環には、掘屑を地表へ運搬すること(カッピングストランスポート)の他にも、泥水の比重を調整することによって坑井内の圧力を制御して地層の圧力とうまくバランスさせるという重要な役割があります。このバランスが崩れると、地層内の流体が坑井内に流入し、最悪の場合には地上まで流体が噴き上げてくる暴噴という事故が発生したり、逆に、逸泥といって地層の中に泥水が逃げていってしまったりするトラブルが発生します。坑井の圧力の制御は泥水の比重を調整することによって行うことから、掘削工学の分野では、静水圧に摩擦圧力損失を加えた坑井内の全圧力を表すのに、圧力を泥水の比重に換算した等価循環泥水比重(equivalent circulating density; ECD)

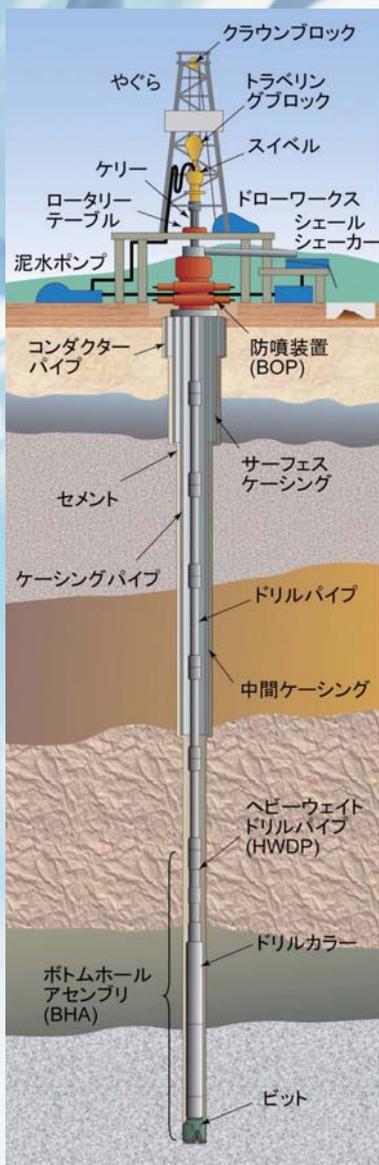


図1

という概念が用いられます。

さて、図1には垂直に坑井を掘削している様子を描きましたが、最近では坑井を途中から傾斜させて、水平方向に遠くはなれた地層に向けて掘削することもよく行われます。なかでも水平偏距が垂直深度の2倍以上になる坑井の掘削を大偏距

掘削(extended reach drilling; ERD)といい、最先端の高度なエンジニアリングが必要となります。とくに、ERDのような傾斜坑井内では重力によって掘屑の濃度増加や堆積が生じ、それに伴って泥水循環時の摩擦圧力損失すなわちECDが増加するために、カッピングストランスポートを十分考慮した坑井内の圧力管理が必要になります。さらに、ERDやそのほかにも大水深での掘削では、陸上の垂直坑井と異なり坑井内の圧力を制御すべき範囲が非常に狭く、坑井内の圧力制御が大変難しくなります。このため、ERDや大水深掘削では、泥水やケーシングの設計、逸泥や坑壁不安定の回避などの面で多くの困難が存在し、掘削時の坑井内の圧力すなわちECDの管理がこれらの問題解決の重要な鍵になります。

上述のようにカッピングストランスポート挙動と坑井内の圧力挙動との間には密接な関係がありますから、本研究ではまず、カッピングストランスポートを考慮した坑井内の圧力挙動を予測できる、図2に示すようなシミュレータの開発を行いました。そして、このシミュレータを使ったスタディをもとに、掘屑の堆積層の増減に伴うECDの繰り返し変動を原因とした地層の疲労破壊による坑壁不安定の問題について、ECD管理の観点からの現象の把握と作業指針の検討を行ってきました。さらに現在は、実際の坑井の現場データを用いたシミュレーションスタディを通して、掘削条件の最適化や、泥水およびケーシングの設計に関する新たな指針の提案を模索しています。

坑井掘削は、地下資源の開発のみならず、学術調査やCO₂地中貯留のような環境の分野にも不可欠な技術です。より深くより遠く安全かつ効率よく、そして高精度の坑井を掘削できる最先端技術の開発に資するため鋭意研究を進めているところです。

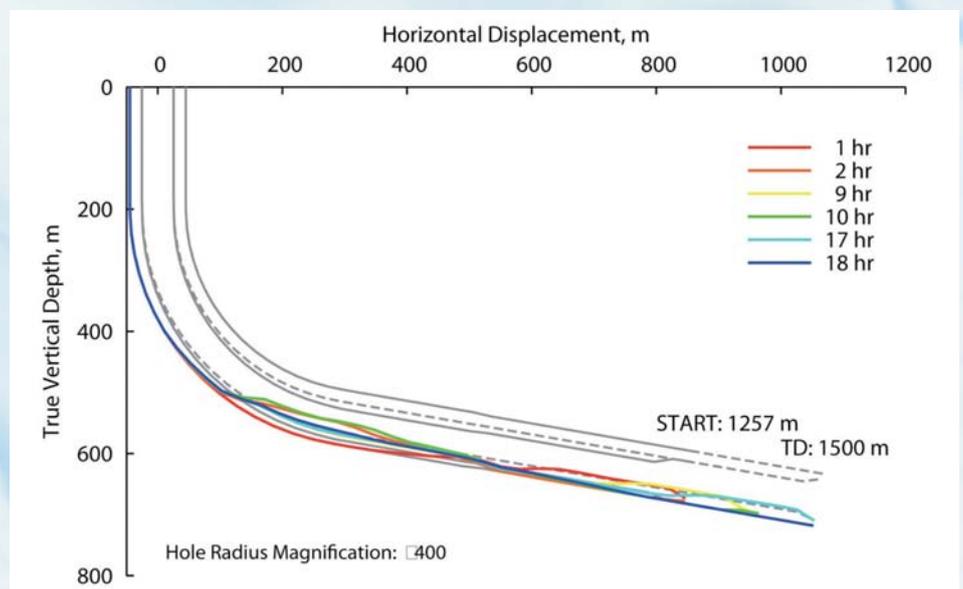


図2

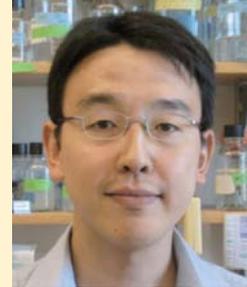
7. 新任教員紹介

川口 秀夫
特任助教



私たちは石油換算で年間110億トンの一次エネルギーを世界で消費しており、そのうち約60%のエネルギー供給は石油・天然ガスが担っています。今後の世界的なエネルギー消費量の伸びを考えると、在来型石油資源の利用および原子力エネルギー、太陽光発電等の新エネルギーの導入だけでは、2050年以降のエネルギー需要を賄うことはできません。オイルサンド・重質油等の非在来型石油の可採資源量は1~3兆バレル(1,300億~4,000億トン)と在来型石油資源の究極可採資源量に匹敵するものの、現在の技術ではその開発に大きな環境負荷を伴うなど、多くの克服すべき問題を抱えています。地殻内に存在する石油資源は太古の生物に由来する堆積物であり、地質学的時間においては地球の炭素循環システムの一部です。我々は自然生態系が有する潜在的炭素循環能力の活用、すなわち微生物を利用した環境調和型資源開発および環境保全に関する研究を通じて、環境負荷の低い新規なフロンティアエネルギー資源開発技術を構築し、人類の持続可能な発展に貢献したいと考えています。

小林 肇
特任助教



エネルギー・資源の安定的供給と地球温暖化は、人類の発展を維持する上で、表裏一体の課題です。持続型炭素循環システム工学(国際石油開発帝石株式会社)社会連携講座では、これらを「炭素循環の不均衡化」と総括してアプローチし、その不均衡を解消する「持続型炭素循環システム」構築を目的としています。石油・石炭・天然ガス等の化石資源は、そもそも二酸化炭素を炭化水素へと変換し細胞膜として利用する微生物が起源と考えられています。私は、その化石資源の燃焼により放出された二酸化炭素を、微生物を利用して炭化水素(メタン)に再変換し、エネルギー資源として利用する「炭素変換」技術の開発に取り組んでいます。さらに、派生技術として、地下に取り残されている石油をメタンへと変換し、天然ガスとして増進回収する研究を行っています。本センターの学際的な環境と社会連携を活用し、多様なエネルギー技術を分野を越えて柔軟に組み合わせ、未来のための科学研究に貢献したいと強く望んでいます。

センターの構成

センター長	玉木 賢策 教授
フロンティア技術研究部門	佐藤 光三 教授、 増田 昌敬 准教授
複合知創成部門	玉木 賢策 教授
エネルギー・資源俯瞰部門	松島 潤 准教授、 長縄 成実 助教
寄付講座(JAPEX) フロンティアエネルギー開発工学	佐藤 光三 教授(兼任)、 増田 昌敬 准教授(兼任)、 川口 秀夫 特任助教
社会連携講座(INPEX) 持続型炭素循環システム工学	佐藤 光三 教授(兼任)、 小林 肇 特任助教

※本ニュースレターに掲載された記事を転載・引用する場合は、事前に当センター事務局までご連絡下さい。

編集・発行

東京大学大学院工学系研究科 エネルギー・資源フロンティアセンター

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 電話&ファックス：03-5841-0243

メール：office@frcer.t.u-tokyo.ac.jp URL：www.frcer.t.u-tokyo.ac.jp