

温暖化ガス削減対策と地中貯留の新しい動向 -コストとリスク評価について

古宇田 亮一¹⁾・楠瀬 勤一郎²⁾・岸本 清行³⁾

1. はじめに

万国地質学会 (IGC) plenary セッションの最初と最後の話題は気候変動と地球温暖化問題に関係していた。地球温暖化ガスの観測・解析とその対策は、国際的に重要なテーマの一つである。IGCでは、欧米各国が地中貯留のビジネスモデル確立に向けて大きく舵をきり、しのぎを削り始めていることが明示され、今後の動向についても示唆に富む内容があった。二酸化炭素の地中貯留は、地下に封じ込める技術として、放射性廃棄物地層処分技術などと共通の学問的課題がある。地層処分の分野においても、地中貯留技術の動向を把握することは研究上貴重であろう。以下、簡略に紹介したい。

2. 地球温暖化ガス削減にむけた国際動向

環境サミットでの提唱に始まり、京都議定書という日本の古都の名前が冠せられて地球温暖化ガス対策に結実した国際協約は、IGCの開催時点では米国等の参加が見込めず、果たして実現可能かどうかすら疑問視されていた。その後、ロシアが京都議定書を批准して2005年2月に正式に発効する見通しがたち、2008年-2012年に予定されている二酸化炭素削減に向けた第一約束期間の立ち上げは確実になった。

欧州では、京都議定書に定められた温暖化ガス削減の方式とやや異なる内容も含むが、既に2005年1月から二酸化炭素排出量の国際取引制度を開始した。これは、電力・石油・ガス・鉄鋼・紙・パ

ルプ・セメント・窯業等の企業に排出上限を割り当てるものだ。目標達成ができなければ40ユーロ/トン(CO₂)の罰金を課し、目標以上に達成したら余剰分を他企業に販売できる。既に、その市場が形成されており、ロンドン国際石油取引所など6取引所が3月までに取引開始を予定して、トレーダーがITを駆使して熱気に満ちたビジネスを開始している。

欧州の試みが直ちに日本に波及するわけではない。しかし、来るべき第一約束期間の排出削減に向けて、日本にも大きな影響が及ぶことは確実であろう。これは、エネルギー多消費型産業の一部に特定されるだけの問題ではない。今後、日本企業が関係する工場で生産された商品の売行きが、環境問題の名の下に左右されかねない要素を含み、全産業が注視すべきものと考えられる。

エネルギー多消費型産業の中でも、とりわけ石炭や石油を多量に燃焼する工場や発電所にとっては、排出権取引だけで削減量の全てをまかなうことは不可能である。水素エネルギーなどへの転換をはかると共に、排出二酸化炭素を合理的なコストにより、環境負荷も軽減する形で削減することが急務である。とりわけ、生物圏への危険な影響を避けなければならない。

コスト面を考えるなら、大量に二酸化炭素を排出する現場の近傍、あるいはパイプライン輸送をできるだけ短縮して、二酸化炭素の地下貯留が本格的な削減対策の要と考えられるようになってきた。環境負荷の低減として、リスク評価の重要性も注目が集まっている。一方、地域における環境対策と産業振興の両立、雇用の確保などの側面からも、

1) 産総研 産学官連携部門
2) 産総研 地圏資源環境研究部門
3) 産総研 地質情報研究部門

キーワード：地球温暖化, CO₂削減, 地中貯留, コスト, リスク評価



写真1 セッション182-T09の座長。

できるだけ県境を越えずに近傍で処分することで、工場立地などに寄与することも重視されるであろう。このように様々な観点から、CO₂削減の切り札としての地中貯留、及び、そのコストとリスク評価が重要視されるようになったと考えられる。

3. 二酸化炭素地中隔離セッション

IGCにおける二酸化炭素地中貯留については、セッション182-T09 CO₂ Confinement (二酸化炭素封じ込め)で詳しく検討された。セッション座長は、写真1の右からNiels Christensen (GEUS: デンマーク地質調査所)、Isabelle Czernichowski-Lauriol (BRGM: フランス地質鉱物研究所)、Sergio Persoglia (OGS: イタリア国立海洋・地球物理研究所)が勤めた。実質的にはChristensenが取り仕切っていた。論文数は29 (うちポスターが12)、地域別では欧州13、北米10、日本5、ロシア1と、この問題に対する関心の高さが地域順にも現れていたように思う。また、会場も満席で立ち見も出たほどだ(写真2)。

内容は午前と午後の講演、及びポスター発表に分かれていた。午前の講演では、基調講演で新しい動向と概念が解説され、地熱系での挙動、長期的な封じ込め戦略としての炭酸塩鉱物化に関する話題が論じられ、また、現在操業中の二酸化炭素地中貯留実験の代表例として米国のウィーバンと日本の長岡、他に、いくつかのナチュラルアナログの紹介があった。北海のスライプナー地中



写真2 セッション182-T09基調講演時(講演者はSam Holloway)。

貯留実験の紹介もあったが、現在は操業停止中である。

午後の講演は、実験と計算機モデルによる地中貯留プロセスの研究、貯留サイトの選定条件に関する議論が続いた。ポスター発表は講演を補うものが多く、地熱系の二酸化炭素隔離、米国のウィーバン、ティーポット・ドーム、ワイオミングの石炭層での貯留実験や、ロシア・セルビア・ドイツでのナチュラルアナログ、日本の帯水層貯留の流体力学モデル、炭酸塩鉱物化等が論じられた。

個別の発表内容は必ずしも新しいものではなく、既に論文やWEB上で公開されている内容が多かった。新鮮味には欠けていたが、注目されたのはSam Holloway (BGS: 英国地質調査所)による基調講演であろう。それは、完全な封じ込めの不可能性とドーム構造での漏出、及び、リスク評価の重要性の強調にあったと思われる。実験の停止した北海のスライプナーは構造的に平坦な帯水層であり、期間中の5年間に重大な漏出は生じてはいなかったという。

二酸化炭素といえども多量に生物圏に漏出すれば重大な環境問題を引き起こす。特に、貯留に使われる井戸の劣化や、貯留する地層の断裂・断層によるリスクは事前に見積もる必要がある。基調講演では、二酸化炭素を封入すべき地層とその上位の帽岩についての詳細な微視的・地球科学的検討を紹介し、地中貯留時の継続的なモニタリングの必要性和、漏出する二酸化炭素のシミュレーションによるリスク評価について概説された。主要なモ

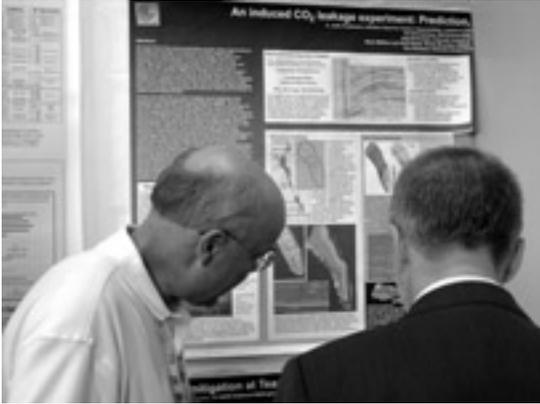


写真3 漏出リスク問題を熱心に議論しているポスター発表の様子。

ニタリング手法である反射法地震探査、電磁探査、リモートセンシング等についても概説があった。ポスター発表では漏出リスク問題に関心が高く、議論が集中していた(写真3)。

基調講演で特に強調されたのは、不明なことが多い地下については、多様なデータを有する専門家が責任を持って調査・判断することの重要性である。そのため、米国も欧州も、リスク評価にあたっては各国の地質調査所の支援・協力が不可欠となっている。各国の地質調査所は、総合的な地下情報を保有して活用できる機関であり、二酸化炭素を削減する企業にとっても必要な存在であるということである。以上は、わが国の今後における方向性への示唆に富む発言だったと思われる。

4. 今後に向けて

IGCのセッション182-T09の発表論文を、伝統のあるロンドン地質学会の緊急出版物にまとめることが計画されているとのことだった。その概要は次のように予定され、今後の地中貯留研究の国際的方向性を規定するものと予想される。

表題：Demonstrating the viability of geological storage of CO₂

開発史

安全性、モニタリング、検証

規制の問題

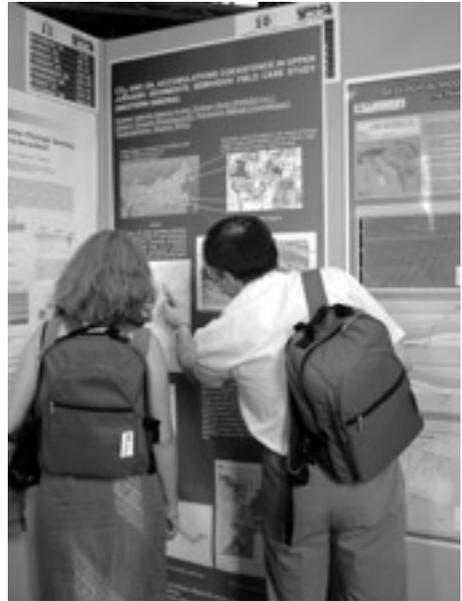


写真4 ロシアの発表も注目された。今にして思えば、ロシアによる京都議定書の批准も準備されていたのだろう。背負っているお揃いのバッグはIGCが参加者全員に用意したものである。

サイト選定、性能評価、貯留容量 事例研究

- 帯水層貯留
- 炭化水素層(石油・ガス田)貯留
- 石炭層貯留
- 地熱システム系貯留
- 炭酸塩鉱物化
- ナチュラルアナログと自然界の二酸化炭素挙動

わが国も国際的な流れを十分考慮する必要がある。表題がCO₂ Confinement(二酸化炭素封じ込め)からGeological Storage(地質貯留)に変わったことで明らかのように、国際的な動向は地質学的要素を重視しつつあり、二酸化炭素削減の第一約束期間に向け、地質学の大規模な活用に向かっているといわざるを得ない。

しかし、日本の地中貯留を考えると、いまだ問題は多い。日本のように活動的な大地を抱えている国は、国際的には地中貯留に不利と考えられている。地震や火山噴火があり、津波の被害リスクについても懸念される。このままでは、一方的に欧米

諸国等が提供する排出権ビジネスを購入するだけになりかねない。京都議定書は、排出源取引による二酸化炭素の削減割合を低く設定しているため、主要な削減が工場の休停止に至るといふ不測の事態に陥りかねないことも懸念される。海外での操業にも影響が懸念される。これを避けるには、欧米諸国と同じ土俵で、日本でも地中貯留が可能なことを納得させる場を提供する必要があるのではないだろうか。

国際学会での日本からの情報発信が今後ますます必要である。国際学会でのわが国の主導的活動を促進することは、今や産業活動の発展に戦略的に必要と言えるだろう。そのためには、国際的に主導できる立場での活動を支える研究プログラムが優先される必要がある。わが国の産業と環境保全

にあたって、より総合的で戦略的な方向性を定めていく必要があるのではなからうか。

謝辞：本報告にあたって、Sam Holloway 博士 (BGS：英国地質調査所) から基調報告のスライドと関係資料をいただいた。また、資源エネルギー庁委託費による研究「沿岸域伏在断層評価手法の開発に関する調査」の海外旅費の一部を使わせていただいた。深く感謝申し上げる次第である。

KOUDA Ryoichi, KUSUNOSE Kin-ichiro and KISIMOTO Kiyoyuki (2005) : New tendency of global warming gas reduction and geological storage - cost and risk assessment.

<受付：2005年1月5日>