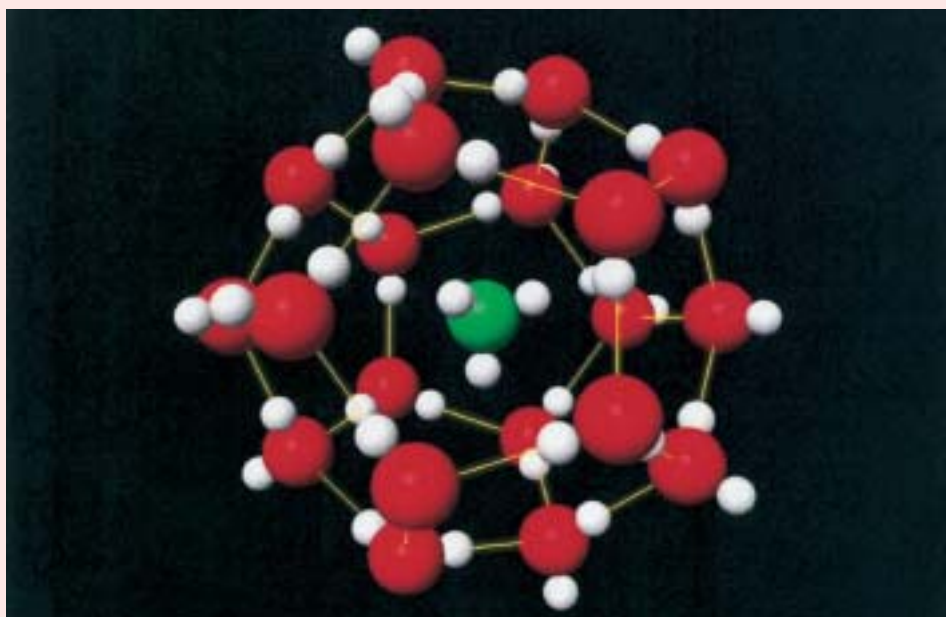


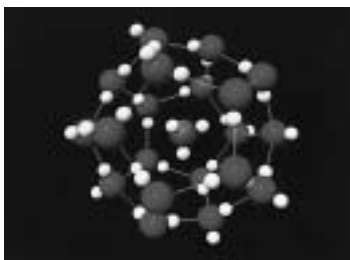
Engineering

石油開発
環境安全センター
設立10周年
記念特集



目次

Engineering
Advancement
Association
of Japan



[表紙]
メタンハイドレート模式分子構造図
(石油公団作成「平成11年度メタンハイドレート開発促進調査報告書」から引用)

水分子が作る籠状構造の内部にメタン分子を包摂している状況が示されている。赤・緑・白の玉は各々酸素・炭素・水素原子で、籠状構造としてはこの形状の他に、正五角形十二面体、十四面体がある。籠の大きさは半径が約4オングストローム程度で、この中にメタン、二酸化炭素ガスなどが取り込まれて、安定した構造となる。この構造のことをクラスレート構造とも呼ぶ。天然のハイドレート構造は、いろいろな形状の籠状構造が組み合わさって2種類の結晶構造を作ることが分かっている。

石油開発環境安全センター 設立10周年記念特集

メッセージ 1 えんじにありんぐ・ふぉーらむ 14
石油開発環境
安全センターの
10周年に寄せて

佐々木宜彦
経済産業省 原子力安全・保安院長

地中隔離技術
21世紀地球環境技術戦略の要
久留島守広
東京農工大学客員教授

海底石油生産装置
その技術とわが国における
利用可能性

岡田 陽
日本オイルエンジニアリング株式会社 開発技術部長

石油開発における
安全教育の最前線

目黒俊太
日本海洋掘削株式会社 環境安全部門調査役

座談会 2
石油開発における安全と
環境保全を考える
新たな動きとSECの役割

楠田昭二
経済産業省原子力安全・保安院鉱山保安課長

田中彰一
東京大学名誉教授

鈴木啓之
石油資源開発株式会社常務取締役、運営会議委員長

梶岡雅俊
帝国石油株式会社常務取締役、企画委員会委員長

大関真一(司会)
財団法人エンジニアリング振興協会常務理事、
石油開発環境安全センター所長

ENAAレポート 26
海洋環境影響調査
分科会について

中根 徹
株式会社日本海洋生物研究所 企画開発部副部长

二酸化炭素地中貯留技術
研究開発の概要

本江誠治
財団法人エンジニアリング振興協会
石油開発環境安全センター主任研究員

石油開発
環境安全センター
10年のあゆみ 9

パストラール 13
キャビアこぼれ話

石油開発環境安全センターの 10周年に寄せて

経済産業省 原子力安全・保安院長 佐々木 宜彦



このたび石油開発環境安全センターが発足10周年を迎えられたことを心からお慶び申し上げます。同センターは、平成3年11月に財団法人エンジニアリング振興協会の付置機関として発足して以来、数々の所要の事業を遂行し順調な成果を挙げてこられました。石油、天然ガスの探鉱、開発には、保安の確保と環境保全に取り組むことが常に求められます。特に対象地域の大深度化、大水深化により、石油開発は多様な技術を駆使することが必要になっています。石油開発環境安全センターはこれらの課題に対し日々国内外を問わず積極的な活動を展開されています。

最近では地球環境対策の観点から基幹エネルギーとしての天然ガスへの期待が大きく高まっています。原子力安全・保安院では関連する保安規制各法の安全基準間での整合化や国内基準と海外基準との整合化について検討するため、本年6月からガスパイプライン安全基準検討会を開催しています。石油開発環

境安全センターにはこれまでの調査活動の成果の紹介も含め、積極的に検討会に参画して頂いており、今後本分野でも引き続き貢献を期待しております。

また昨今公益法人改革に係る議論が高まっており、各法人において本来の趣旨・目的に沿った適正な事業の遂行、公益増進の達成、情報の開示等が強く求められております。石油開発環境安全センターにおかれましても、今回の改革の動きを一つの重要なステップとして積極的に活用され、更に将来を見据えた戦略を構築する等、今後とも十分意義ある事業の遂行をされることを期待しております。

石油開発環境安全センターは、石油開発の保安及び環境保全に携わる我が国唯一の極めて重要な機関です。これまでの10年の実績をもとに今後のますますの発展をお祈り致します。最後に石油開発分野の環境、安全に携わる関係各位におかれましては、今後とも鉱山保安施策に関する一層のご理解、ご協力を賜りたくお願い申し上げます。

石油開発における安全と 新たな動きとSECの役割

環境保全の潮流に対応

大関 時の流れというのは早いもので、石油開発環境安全センター(SEC)がエン振協の附置機関として発足してからこの11月に満10周年を迎えます。10年前に当時の政府がSECの設立に動いた背景には、石油開発や原油の輸送等をめぐる大規模な事故が幾つか起こりました。例えば、1989年にアラスカで発生したエクソンバルディス号の事故では、4万トン近いオイル流出がありました。こうした象徴的な事故により、石油開発事業に関連するいろいろなリスクへの世論の高まりもあり、政府の方で安全規制面での行政需要の増大に対応して専門機関をつくらうということになったと推定しております。その後、SECの事業展開は順調に歩んでおり、最近では経済産業省ばかりではなく石油公団からも、環境あるいは保安の面、資源開発の面で受託をいただいております。調査研究の中身も間口や奥行きが広がってきている感じを持っております。

また、海洋石油開発に伴う環境安全に関する国際会議を日本が主催したり、最近ではJICAの東南アジア向けの研修プログラムをSECが実質的に運営しており、我が国としてのこうした分野での国際貢献を模索しているところです。また、今年度の下期からメタンハイドレートの開発プロジェクトが始まり、SECでも環境や安全の切り口で技術開発計画のたたき台をつくっている段階です。こうした面についても、SECがどの程度の深さで取り組むべきかといった点についてもご助言いただき、さらには将来の飛躍に向けて温かいご助言や、厳しい叱咤激励を頂戴できればと思っております。最初に、石油センター誕生以来多大のご支援をい

ただきました田中先生に、これまでのご感想をお伺いいたします。

田中 考えてみますと、この10年間にはいろんな出来事がありました。設立する前の段階では、どのようなテーマで研究をしたらよいかとの相談を受けました。ちょうどニューヨークにいましたときにエン振協から協力の依頼があり、承諾のご返事をしたことを覚えております。そして、帰国したときに設立総会が開かれました。当時の石油開発のことを考えてみますと、一つには陸上の深掘の坑井が増え、ブローアウトプリベンターの選択をどうしようという問題がありました。その後、石油保安法が古くなったということで廃坑基準の審議があり、その報告書づくりに参加させていただき、さらに、阿賀沖北プラットホーム撤去の保安基準の検討を行いました。検討は途中からSECの事業に引き継がれ、そのままその事業に携わった記憶がございます。そういう目で見ますと、この10年間は日本の石油開発産業が迎えた一つの転換期で、将来新しい展開をするための準備期間に当たっていたのではないかという気がします。その時期にお手伝いできたことが非常に幸福でした。

大関 ありがとうございます。続きまして政府のお立場から、SECを監督されております楠田課長にお話を伺いたいと思います。この1月に通商産業省が経済産業省になり、原子力安全・保安院が誕生して楠田課長が着任されましたので、ある意味では当事者のお一人だと思います。経済産業省ではユニット制という新たな組織、管理運営のシステムを導入されましたが、どういった意識の変化なり、政策レビューの変化なりがあったかということもお伺いしたいと思います。従来の鉱山保安行政は、いわゆる監督というピ



くすだ しょうじ

1979年東京大学工学部資源開発工学科卒業、通商産業省入省(資源エネルギー庁石炭部炭業課)。80年同省産業政策局産業構造課、81年大臣官房総務課総合エネルギー対策推進本部事務員。82年資源エネルギー庁長官官房総務課技術班技術係長、83年長官官房鉱業課総括班総括係長、84年長官官房鉱業課海洋開発室技術班長。87年JETRO・パリセンター勤務。90年貿易局総務課企画班長技術審査委員、92年(社)日本メタル経済研究所企画業務課長、93年石油公団計画第二部調査役、96年環境立地局環境協力室長、98年国際協力事業団鉱工業開発調査部計画課長、2000年環境立地局鉱山保安課長、2001年原子力安全・保安院鉱山保安課長に就任し現在に至る。

環境保全を考える

出席者：楠田 昭二 経済産業省原子力安全・保安院鉱山保安課長
田中 彰一 東京大学名誉教授
鈴木 啓之 石油資源開発株式会社常務取締役、運営会議委員長
相岡 雅俊 帝国石油株式会社常務取締役、企画委員会委員長
(司会) 大関 真一 財団法人エンジニアリング振興協会常務理事、石油開発環境安全センター所長

ユアな政策に加え、石油開発産業あるいは金属産業を環境安全の面から支援するプログラムも制作することを一つの柱として持っておられたと思うのですが、原子力安全・保安院というものになりますと、より明確な規制官庁としての基本スタンスがあるのではないかと。このあたりを含めてSECに対する評価をコメントいただきたいと思います。

楠田 原子力安全・保安院は、経済産業省の組織改革でも大きな役割を担っており、従来の資源エネルギー庁の電力やガス、あるいは原子力部門の保安グループと、鉱山保安部門が属しておりました環境立地局のグループ、旧科学技術庁の原子力の保安グループ、この3つが合体したという混成部隊でございます。保安院では地方も入れて600名ほどがおり、鉱山保安というのはその中で250名ぐらいおりますので、人数的には結構大きなシェアを占めています。仕事につきましてはユニット制は取り入れられておりませんが、かなり規制官庁として純化され、法律の執行機関としてその役割が求められています。私どもの場合でいいますと、鉱山保安法や金属関係の防止措置法などの規制法の執行にかなりピュアな形での仕事が行われており、企業支援的な部分は半分そぎ落とされた感じがあります。本当に規制だけでいいのかという議論はあるとは思いますが、新たな組織の一つの試行として、規制に特化した形で業務をやっていくことで運営されています。そういう意味で、石油開発あるいはガス開発の皆様との関係においても、多少従来より厳し目の態度でお仕事に接する場面も出てくるのではないかと。新しい組織でのミッションに基づいて我々として対応していくことを考えております。

大関 ありがとうございました。最近の特殊法人改革では、石油公団の存続問題というのが議論の真ただ中にありまして、アゲンストな風も少し吹いております。一方では、原油価格が高目で安定してきており、ビジネスの展開には有利な風も吹いておりますが、石油開発ビジネスはいろいろな技術の進展や社会関係の変化の中で、この10年はどんな時代だったのでしょうか。また、SECが開発業界にある程度貢献しているセクターなのか、あるいはそうした環境や安全のシステムは、むしろ石油開発の技術体系の中に内包されており、追加的・補完的なシステムを導入するということでは、わき役的な立場としてとらえるべきなのか、そうした認識についても鈴木常務からお聞かせ願えればと思っております。

鈴木 まず、SEC10周年、大変おめでとうございます。私は昨年SECの運営会議委員長をおおせつっております。今回座談会に出席するに当たっては、私ども会社の開発本部にSECの調査事業等に参加しているエンジニアが15人ほどおりますので、アイテムごとに彼らに意見を聞いてまいりました。いろいろ意見がありましたので、それらを中心に喋らせていただきます。SECは、石油開発にかかわる保安及び環境保全に関する技術、システム開発を推進する我が国唯一の機関として非常にユニークな存在であり、多岐にわたるテーマを消化しております。また、その成果においても石油会社にとっては非常に有意義であると評価しております。10年前に比べて近年私が感じていることは、業界が環境保全という面に配慮しなくてはならないという考えが、非常に強くなってきたことです。私どもの社員も海外に出かけ、実際に作業を実施していく上で、環境保全の重要性につ



たなか しょういち
1957年東京大学工学部鉱山学科(採油専修)卒業。同年帝国石油株式会社入社。60年東京大学工学部助手。63年同大学講師。68年同大学助教授。83年同大学教授。95年同大学停年退職。同年東京大学名誉教授。



すぎおか まさとし

1968年東京大学工学部資源開発工学科卒業。同年帝国石油株式会社入社、新潟鉱業所技術課配属、油層評価業務担当。70年より米国、ホンジュラス、ナイジェリアにて探鉱プロジェクトにそれぞれ従事。75年油層数値モデル研修のため米国ダラス市に駐在。77年よりエッソ石油との共同プロジェクト常磐沖ガス田開発に参画。84年アブダビ石油株式会社出向、ウムアルアンバー油田開発計画を策定、85年復帰。94年技術部長。96年取締役技術部長。99年常務取締役。2000年より石油技術協会副会長。

いて非常に痛烈に感じているようです。パイパーアルファのプラットホームの事故以来、イギリスでは勉強が非常に進んでおり、特に規制等で世界をリードするところまで発展しており、私どもの現場に携わる人間もその規則を勉強しながら、世界各地の作業に対応しております。その意味で、SECで数年間にわたり実施されています海洋石油開発危機管理調査に参加して基礎を勉強したことが実際に現場へ行ったときに非常に役に立ったとの報告を受けておりますし、非常に評価している社員が多いのです。ただ、今後の政府の構造改革により、特に我々の石油開発事業自体の作業量そのものが減ることは必至だと思います。このような状況の中で、環境保全問題に関して、少ない仕事量の中で、どの様な考え方を構築し実施していくのが課題です。国内での経験では限度があることから、先行している諸外国の例を参考にしながら、SECを中心にして勉強し、取りまとめていったらどうかという強い意見が社内にも沢山ありました。

大関 ありがとうございます。福岡常務は、私どもの二酸化炭素の地中貯留プロジェクトにも最近深くかかわられておられますので、その実行者側としてこうした国のプロジェクトの抱えている利点なり問題点なり、ご感想がありましたら加えていただき、さらにこの10年ぐらいの石油開発をめぐる環境の変化など、概括的なお話もいただければと思います。

福岡 私とSECとのお付き合いは、目下進行中の「CO₂貯留プロジェクト」の前身である「CO₂地下固定調査」に関する委員会に、平成5年より参画したことが始まりです。昨年度よりは貯留プロジェクトの委員会にも名を連ねています。この間に感じたことを述べてみますと、まず、SEC10年の歩みが非常に時宜に叶ったものであったということです。SEC設立当時、我が国石油開発における保安や環境に対する意識レベルは、作業現場での安全確保といった程度のものでした。世界

においても、総じてそんなところであつたろうと思います。それが、この10年の間に欧米では大きな意識変革が起こり、まさに異なる次元の概念に進化したといえるのでしょうか、保安・環境は今や企業価値そのものになってきています。急激に進んだ世界の潮流変化を、我が国の石油開発における保安・環境意識にどう移植していくか、SECが果たすべき役割であったと思うのですが、この10年間のSECの研究・調査事業には、明らかにそうした意識が底流にあったと感じています。SECが担ってきた先駆的な情報注入や問題提起が、劇的に変容している世界と我が国との落差を埋めるに当たって大きく力があつたと評価しています。

時を得たということに加えて、SECの活動に関してもう一つ申し上げたいことは、会員の構成についてです。実に多種多様なセクターの方々が集まっており、問題認識が極めて広角になされるという側面です。環境問題は特に社会との対話が肝心で、パブリックアクセプタンスを基本として議論されるべきことは言うをまちませんが、多種多様な会員から構成されるSECは、いわば社会の縮図みたいなもので、そこから社会のニーズや視点が自動的に抽出される仕組みになっています。平成5年当時、CO₂の地下圧入については現実的な立場からセクター間に論点の食い違いがあり、全体としての結論に達することはできませんでした。しかしながら、そうした食い違いを率直にぶつけ合い、最後には一体感を実感するまでになったことを覚えています。これはまさにSECの仕組みがよく機能した格好の例で、視点の総合性や柔軟性が仕組み故に担保されており、目線がパブリックアクセプタンスから外れることはないだろうと、つくづく感じたものです。現在の「CO₂貯留プロジェクト」においても、そうした特長は存分に発揮されています。例えば、ある専門分野では当たり前のごとく通りすぎてしまう常識に対して、他の分野から素朴な疑問が寄せられること

がままあります。いわば素人の疑問なのですが、社会の合意形成という角度に照らすと、これが実に示唆に富んでおり、市民感覚によるチェック機能が自ずと働いています。柔構造ともいうべきSECだからこそやり得る業務が、今後はますます増えていくのではないのでしょうか。

ガスパイプラインの保安課題

大関 HSE(Health, Safety & Environment Management System)は、いわば石油開発産業自体が持つべき要素、経営資源になってきています。これにどういふふうに我が国のオペレータがキャッチアップしていくか。いろんな業界のグローバルスタンダードはEUや北米にイニシアチブがあり、その危機感日本の産業社会で共通なものです。こうした保安面の基準やガイドラインについても、グローバルスタンダードにどのように日本の法令が調和し、キャッチアップしていくかという点が議論されています。一方では、東南アジアを含めたアジアに対して、日本が何をもちりリーダーシップを発揮していくかといった場合に、こうしたスタンダードのアジア版を我々としても作りあげていくことが国際貢献でもあると感じるわけですが、このあたりについて楠田課長、ご意見がありましたらお伺いしたいと思います。

楠田 特に、天然ガスはクリーンエネルギーとして脚光を浴びていますので、これからのシェアを国内外で伸ばしていくべき状況になっております。天然ガスをパイプラインで我が国へ導入するときに、一番未整備のところは安全基準や技術基準ではないかという問題意識があり、今年の6月から原子力安全・保安院長の検討会という形で、天然ガスパイプラインの安全基準の検討会を開始しております。また、先ほど保安関係の規制が厳しくなったというお話がありましたが、世界的には規制緩和という潮流もあります。特

にヨーロッパでは、天然ガスパイプラインについては規制緩和が進んでいます。一方で、北米は昨年8月にニューメキシコで大きな事故が起こって12名の方がお亡くなりになり、おのずと保安規制が厳しくなって規制強化が進んでいることもわかってきています。検討会では、そうした世界的な流れの中で、我が国の安全基準なり技術基準をどういう方向に持っていくのかという話と、個別の技術についての安全基準をどう考えるかということ、鋭意進めていきたいと考えております。個人的には、民間ベースで技術基準なり規格なりがしっかりとできるのなら、政府による規制強化・規制介入は極力最小限にとどめていくのがグローバルな流れではないかと思っております。

天然ガスパイプラインについても、民間ベースの立派な規格が世界的にいろいろできており、取り入れられるところは取り入れればよいと思う反面、日本国内では民間ベースの規格がまだ十分に整備されていないというのが率直な感じでございます。その意味で、SECの今後の活動業務の一つになり得ると思っています。すなわち、民間業界が体系立った形で業界共通の安全基準や技術基準をつくり出す母体として、SECのような民間ベースの団体が民間の共通事項を定める活動を進めていくというのが一つ方向としてあると思います。もちろん、天然ガスパイプラインだけではなく、ほかの分野にもあると思いますので、皆さんでぜひこれからご議論願えればと考えております。大関 将来のSECの方向性として、一つの大きな示唆をいただいたような気がいたします。ヨーロッパでは、規格に対する国民的な理解や信頼度は高いものがあります。民間の機関でありながら、国民に対する信頼性を確保できる社会の熟成度が、そのようなガイドラインが使える背景にあると感じます。我が国にしても、そうした社会的な熟成度をこれからつくっていかねばならないと感じており、そのシステムができれば、我々もガイド



すずき ひろゆき

1964年新潟大学工学部卒業、石油資源開発株式会社入社。78年日本海洋石油資源開発株式会社出向、82年石油資源開発株式会社、生産部生産課長。85年ラントウ石油開発株式会社出向、88年石油資源開発株式会社、長岡鉱業所次長、92年生産部長。95年取締役長岡鉱業所長、97年顧問、同年カナダオイルサンド株式会社出向、同社取締役(カナダ国駐在)。99年石油資源開発株式会社、常務取締役に就任し現在に至る。

ラインの提供者、発案者として活躍する場もあるのではと考えます。

さて、今までの鉱山保安行政のあり方は、どちらかというと省令レベルまである程度書き込んで、見た目で見るところが基本にあるわけですが、欧米の流れというのは、国が一定の技術基準を引用してそれに十分配慮した形で設計なり施工なりを担保しなさいというもので、拳証責任を事業者に与える。拳証される側は、本省ではなく地方官庁、あるいは第三者検査機関を通じてこれを担保していくという違いがあるわけですが、この世界の流れは日本の業界として歓迎すべきものなのでしょうか。役所が決めたことに従う方が楽な場合もありますし、欧米流に民間に裁量権があった方が利点もあるかと思いますが、どうなのでしょう。

鈴木 パイプラインに関しては、日本は欧米に比べて極端に規模が小さく、これからということですね。その基準づくりに関しては私どもの会社も関連するところで、いろいろなことを勉強していますが、今まで想像できなかったさまざまな問題にぶつかっています。特に地震国日本を考えると、地震に対する考え方は非常に難しく、その基準は日本独自に検討していかなければなりません。例えば、性能的に持っていくことを優先するか、こういう基準でやれということを優先するかというのは非常に難しい問題で、これからいろいろお役所の方と相談しながら進めざるを得ません。パイプラインに対する経験が非常に少ないものですから、官民一緒になってやらざるを得ないかなという感じがいたします。

それから、HSEに関しましては、海外における仕事量も減少していく中でもある程度の仕事は続けなければならない現状で、最低限のHSEは実施しなければなりません。国内でもHSEを念頭に置き、最近ではISOを取得される会社が非常に多くなっているということで、まさに環境保全が強調されております。さりとて我々の現在持っている環境と保全の知

識・経験だけでは対応できないことが多々あります。実は私どもの会社でもHSEの構築を手がけておりますが、なかなか先に進んでいないのが現状です。私どもは英国あたりの進んだものをどんどん吸収して、専門のコンサルタントのサジェスション等を受けながら、それに少しずつ修正なり改良を加えていくのがベストなのかな、と考えます。また、東南アジアなどでも、実はマレーシアあたりはメジャーのシェルやエッソなどが展開しており、私どもよりずっと進んでおり、むしろ我々が勉強させてもらっているのが現状のようです。したがって、東南アジアに出ていくうえでは、各国の現状をよく調べないとなかなか協力できないのではないかと感じます。

国際的な慣行を導入

相岡 パイプラインのお話がありましたが、確かに日本の保安ルールというのは欧米の色々なルールをもってきて、都合のよいところを張り合わせた側面があります。体系的な土台の上ののっけてつくられてはいません。勢い現行基準の改正・改訂要求にも、それほど深い視点からの問題提起かどうか、首をひねりたくなる側面も否定できないだろうと思います。技術面から見ても、先ほどお話のあったような地震という我が国固有の問題もあります。塑性設計などの概念導入が避けられないかも知れません。とにかく国情に即した確固たるルールづくりの必要性は、明らかだろうと思うのです。そのためのエンジニアリング能力は、我が国には有り余っていますし、要は、パイプラインに関連する官民の当事者を糾合する場をうまく組織して、包括的な議論の上で新ルールづくりをすることだろうと思います。お上の言うことを聞いておけば責任なしとの風土を背景に、ルールを挟んで規制と被規制の2極構造であったこれまでのあり方は、天然ガス利用促進



の時代要請の中で、変わっていかざるをえないのではないのでしょうか。

ところで、話しは本論から逸れるのですが、パイプラインさえつくれば、天然ガスの利用促進が進むとの論調にはいささか違和感を憶えています。有り体に言えば、パイプラインが電力会社の炉に繋がるだけでは、LNGに置き換わっただけで、本当の意味で天然ガスの利用促進とはならないわけです。天然ガスの利用技術がより広汎なものに発展しつつある時代背景を考えれば、長期的にはパイプライン・インフラを整備していくことは当然だと思うのですが、今パイプラインがないから欧米並に利用促進が進まないというのは、我が国における天然ガス需要の現実を無視した議論だと感じています。それからHSEの問題に関して申し上げれば、例えばパイパーアルファの事故です。167名もが死亡したこの事故の一次原因はポンプの故障です。未修理のポンプを稼働させたことから始まった油漏洩が、二次的・三次的な爆発を誘発したと事故究明がなされています。あれだけの大事故であっても根っこは些細なミスに過ぎなかったわけで、HSE全般に関して、そうした小さな危険をどう未然に摘み取っていくかが、実務上のポイントだろうと思います。パイパーアルファの教訓から導きだされた結論は、業務



を徹底的に分解し、業務单元ごとに危険予知とその対策を事細かくマニュアル化することです。それに、大きな権限のあるHSEオーディターを配置し、マニュアルの実施状況を厳しく監査するシステムを導入しました。業務をぶつ切りにすることは、一種の職人業で支えられている我が国の現場においては敬遠されがちですし、また、HSEの実施状況を監査した結果、担当者をすげ替えるといった荒技も、我が国の労務慣行には馴染みづらいことであろうと思います。つまり、現在世界で常識となりつつあるHSEの我が国への導入は、文化衝突の側面を色濃く内包しています。しかしながら、グローバルスタンダードのHSEを、我が国に根付かせることが喫緊の急務であることも論をまちません。根深いところで受容への拒否感が働いているHSEを我が国に定着させるにあたって、SECが今後担うべき役割は大きいと期待しています。

田中 日本は制度的にも遅れていると感じています。その点で、石油開発に関しては、日本は世界から外れた特殊な環境だと思うんですね。ですから、やはり国際的な慣行を取り入れていくことは必要だと思います。イギリスを中心にした国際的なシステムを見て感じることは、官が規則を緩和しており、その背景には、規範型の規制ではなく目標に合わせて一

番いい保安体制をつくっていくという思想があり、プロジェクトが変われば規則が変わってくるのは当然だという考えなのです。海洋のプラットフォームはその海域、油田、ガス田ごとにデザインが違いますから、一つ一つについて違った保安規則があるという感じです。そうした保安規則を維持するには官だけでは無理で、民が総力を挙げて自分の会社の一番いいものをつくっていき、それを官が認めるということなのです。現状では、日本の石油開発産業が小さいだけに、官と民と両方ですくみ合っているという感じがするわけです。よく例に引かれるイギリスのセーフティケースなどもその内容のガイドラインがあるわけですね。それに従って、民は自分のやり方を考え、官が認めれば実行する。官はそれをオーケーできる技術的組織を持っているわけです。そういう意味では法体系なども見直すことが必要な気がしています。また、SECで3年間CCOP(東・東南アジア沿岸沿海地球科学計画調整委員会)の保安担当者、政府関係の方を呼んで話を聞いておりましたけれども、やはり各国政府ともいろんな問題を持っており、非常に有意義でした。東南アジアの石油開発業者が集まっているASCOPE(ASEAN Council on Petroleum)の代表の方にも来て話をさせていただきましたね。そうしたルートを確認しておくことは必要です。今後、中国、東南アジアは日本にとってますます重要な地域になってくると思いますので、一つのルートができたのかなという感じがしております。

期待される メタンガスハイドレート

大関 アジアに向けての日本のリーダーシップというのは、兄と弟ぐらいの距離感で、欧米の難しい話よりは日本が言っていることの方が彼らにもわかりやすい。咀嚼をした上でのおつき合いというのが



大関常務理事

ベストポジションかなという気がしております。やはり欧州や米国の、機器・技術を売ろうという強い姿勢よりは、使い方を教える、あるいはプロトタイプをつくって運転まで教えるといったぬくもりのある技術移転が、日本の場合はさまになります。その点で、石油のこうした環境、安全のテーマの中で、SECばかりではなくてオールジャパンとして何かもっとつき合い方をうまく深めていければと考えます。現在、唯一あるのはベトナムの研究所との関係で、海上油田開発に伴う生物資源のリスクマップづくりでおつき合いがあるわけですが、もうちょっと輪を広げていければと感じています。これはSECの自主事業として展開するのか、あるいはオールジャパンのいろんな仕組みの中で構築していくのが、これから模索していきたいと思っております。最後に将来のSECの一つの重要な柱として組み込まれておりますメタンガスハイドレートのプロジェクトにつきまして、田中先生の方から何かエールなり、ご助言がありましたらお願いいたします。

田中 メタンハイドレートの開発は、難問の山が目の前に迫っているという感じですね。一番難しいのは在来型のガスと違って、地下では固体で存在しているということ、また、海底から2~300mの割と浅いところにあることです。ですから、従来の深掘の海洋掘削技術では不可能です。何か新しいアイデアを出さなければ開発に着手できません。従って、そうした新しい課題に取り組むには、従来からやっておられる石油会社のほかに、やはりいろんな経験やアイデアを持っている業界の人に入っていただき、新しいアイデアを出していただき、それを石油開発の専門家の方が評価するなど共同で勉強していく方向が一番大切だと思っております。それと、環境に影響があっては困るということで、海の中の環境調査が重要となりますが、海底からメタンが自然にわき出しているところもあるのですが、そういうところで幾らぐらいメタン

が出てくるのかといった環境のバックグラウンドとなるものの測定方法がありません。この測定データが完備していないと、何か不具合が起こったときに対策がとれなくなりますから、そうした意味で海域の環境データの整備もきちんとしていく必要があるかと思っています。

大関 メタンハイドレートの開発計画は、実証試験も含めて15~6年間という長いスパンですし、商業的な採掘は2022年ということも言われており、大分先の話です。しかし、天然ガスがとれるという意味では、我が国の21世紀の1次エネルギーを支えることができるかもしれない魅力的な地下資源であることは確かです。我々としても幅広い企業集団に結集していただいて、ある意味ではSECの転換期としてフレキシブルに考えていきたいと思っておりますし、性根を入れて取り組まなければいけないと考えております。皆様方のご指導を今後とも倍旧にお願いしたいと思っております。

田中 ところで、先ほどいただいた資料の中に、今までにSECとしてやられた事業の一覧表がありますが、今さらながら事務局の方のご努力というかアイデアマンがおられたということか、本当に尊敬の念を持って眺めました。こういうことはもっと積極的に成果をPRしていただきたいですね。石油関係のこういった研究施設としては石油公団石油開発技術センター（TRC）、日本海洋開発産業協会（JOIA）それからこのSECがあるわけですね。SECというのは、ほかの2つと比べて環境や安全など、ソフトの面に特化しており、非常に存在価値があると思っております。この長所を今後とも伸ばしていただいて、進めていかれるのがいいのではないかと思います。

鈴木 おっしゃるとおり、広範囲にわたる非常に沢山のテーマについて調査を実施されていることに対し評価し、私どもも調査に参加し、その成果を利用させていただいているということに非常に感謝しております。今後のSECに対する要望と

いうことで、特に会社の若いエンジニアの意見は、仕事をお願いするのは公団であり、経済産業省であり、どうしても我々私企業で問題にしている、または必要としているニーズに合致したテーマとちょっと離れた関係のものが多いのではないかと。できれば我々にも調査要望事項等をオープンにして、どんなことを今後やっていったらいいかということを含め、さらに幅広く、例えば公募していただけたらとの意見がありました。それから、SECに行けば環境保安に関する必要な情報が何でも揃っていて、いつでも直ぐに利用できる状態になっているのが理想的です。いわゆる国内外の環境安全に関する「情報の図書館」のような存在になってもらいたいということです。さらに「調査研究は報告書を出したら終わり」ではなくて、できればフィードバックを実施して「研究成果の適用結果についての報告」もして欲しいという意見もありました。いろんな調査資料が私どもにフィードバックされるシステム、例えばインターネットで紹介したり、もう少しみんながアクセスしやすい方法を考えていただくと、せっかく追究したテーマがさらに生きてくるのではないかとということです。

大関 これは、私自身の課題ですが、情報化を充実していかななくてはならないのは、就任以来常々感じておりました。先ほど言われたライブラリー機能なり、もう少し双方向での方法、テーマを広告するような対話といいますか、始まる前の皆様方とのリアクションというのをどのような場でやっていくか等、多分ワークショップを開くなり、そういうことが大事になってくるのではないかと考えております。21世紀にどうSECが変わっていくか、皆さんにぜひ見届けていただき、折々に触れて励ましやお叱りをいただければと思っております。

今日は長時間にわたって貴重なお話を賜り、まことにありがとうございました。

石油開発環境安全センター 10年のあゆみ

石油、天然ガス開発に伴う環境保全対策への積極的な取組みの必要性が、平成元年に発生した米国アラスカ州における原油輸送タンカーの座礁事故を契機に大きく高まり、当時の国際機関においても提唱され、OPRC国際条約の策定、採択が行われた。このような国際的な要請に応えるためには石油・天然ガスの掘削および生産設備、パイプライン等で構成される開発システムは、より高度な環境・安全システムの構築が必要であり、このためには、鉄鋼、機器製造、計測、土木等の各技術とこれらを統合したエンジニアリング技術を結集することが必要とされた。石油開発環境安全センター（SEC）は、石油開発に関連する環境・安全技術およびシステムの開発を政府の協力の下に民間の力を結集して推進することを目的として平成3年11月5日、財団法人エンジニアリング振興協会の付置機関として設立された。その後、10年間、各界関係各位のご支援とご協力により着実に成果を挙げ、発展している。

設立の初期

石油開発環境安全センターは石油開発に係る保安の確保および環境保全に関する技術、システム開発を推進するわが国唯一の機関として設立された。

当センターは財団本部の理事会のもとで行う当協会組織の一部ではあるが、財団本部とは別の基金（運営資金）および賛助会費に支えられた独自の組織をもち、本部とは切り離れた事業計画、予算、決算により事業を運営している。

従って、センター事業の運営に係る重要事項に関しては、「石油開発環境安全センター運営会議」の審議を受けることとなっている。

設立当初の賛助会員はエンジニアリング専業、石油開発、鉄鋼、総合建設、造船、重機、電機、鉱業、損保、銀行、その他44会員で構成された。

設立後、直ちに「センター運営会議」を開催し、業務運営に係る重要事項を審議するとともに「企画委員会」の設置、センター事業の具体的方針等を承認・決定した。

調査・研究業務については、通商産業省（現：経済産業省）からの受託事業として、①平成5年度に撤去が予定されてい

る阿賀沖北プラットフォームについて撤去の際の影響評価を行い、撤去基準策定の資料を得ることを目的とした「海洋環境影響調査」を平成3年度から4年間行うほか、②石油開発においては、掘削中はもとより生産中および改修作業中に暴噴の危険性があるため、その予測、制御、対応を万全に行うためのエキスパートシステムを開発する「石油鉱山保安対策調査」を平成3年度から6年間にわたり実施し、テーマ毎に分科会を設置し調査、検討を行った。

平成4年度に入り、新たに通商産業省からの受託事業として、わが国周辺海域において、万一、大規模な流出油事故が発生した場合に流出油の状況を監視し、伝達するシステムとその挙動をリアルタイムに予測できるシステムおよび防除対応を迅速に行う3システムを統合した「リアルタイム大規模流出油監視・予測・対応システムの開発」を受託した。

また、当時勃発した湾岸戦争時に発生した海上流出油が経時変化によりムース状になった油を回収するための「高粘度流出油回収技術調査」を石油連盟から受託し、わが国として、初めての高粘度油回収機的设计、試作を行い、成果は国家石油備蓄基地の一部で採用されている。

また、自主事業としては、鉱山保安法の適用を受ける高圧長距離ガスパイプラインはわが国の国土事情から一般道路下に埋設することが避けられず、そのためには耐震性を考慮した設置基準の策定が必要であることから通商産業省内に設けられた「鉱山保安技術検討委員会・パイプライン保安委員会」の依頼を受け「パイプライン技術検討分科会」を設置し検討を行った。

各テーマの推進に当たっては、必要に応じ、先進国の海外調査を行うほか、米国で開催された「1993オイルスピル国際会議」に参加し、米国MMS（Mineral Management Service 内務省）の担当幹部とも議論をおこなった。

業務の進展に伴い、調査・研究体制の強化、合理化のため、各分科会の上部に「安全部会」、「環境部会」および「調査部会」を設け、各分科会がより一層掘り下げた調査・検討が行える体制を整えた。

活動の本格化

平成5年度には地球温暖化の元凶とされるCO₂を大量かつ、効率的に隔離する手段の一つである「CO₂地中処分技術調査」を（財）電力中央研究所から受託し、地中処



て、財団本部で発行している機関誌「Engineering」をセンター特集号とし、活動状況等を記載し、刊行するとともに関係者多数のご出席により記念パーティを開催した。来賓を代表して通商産業省環境立地局稲川局長から「石油開発環境安全センターは過去5年間で石油開発に伴う環境安全に関する資料情報収集はもとより、研究開発の推進、国際会議への積極的な参加等設立目的に沿って着実に責務を遂行している。わが国の石油開発に関する保安の確保および環境の保全に関する唯一の推進機関として期待が高まっている」旨のお言葉をいただいた。

また、IEA(国際エネルギー機関)の下部組織として天然ガス利用技術に関する国際協力や共同研究の促進、技術の利用普及を図ることを目的に「IEA天然ガス技術情報国際センター」が平成7年11月に米国、日本、デンマーク、ロシア、スペイン、ポルトガルの6ヶ国の賛同を得て発足し、日本は石油公団が代表となり、当センターはICGTI Expert NetworkのGas Transportation Technology部門について担当し、国際的な技術情報交換を行うこととなった。

さらに、本年1月には通商産業省の依頼によりタイ パタヤビーチで開催されたCCOP(Coordinating Committee for Coastal and Offshore Geoscience Programmes in East and Southeast Asia)の環境安全ワークショップへ地質調査所、鉱山保安課の両者に帯同して参加した。各国とも、海洋石油開発に係る環

分対象層を枯湯油・ガス田および背斜構造を形成する帯水層もしくは背斜構造を有しない帯水層とし、先導研究を開始した。

自主事業としては、「掘削作業で発生したカッティングス、廃坑水等の処理技術および関係する法規制に関する調査」および「海洋汚染防止対応調査」としてOPRC国際条約をいち早く批准した米国について「OPA'90」により石油を取り扱う企業は事前に「流出油汚染対応計画」を作成して、政府に提出、承認を得ることが義務付けられたので、石油会社が実際に提出している計画内容等について調査した。

平成6年度には、これまで自主事業で実施してきた「パイプライン保安対策に関する調査研究」を新たに石油公団からの受託研究(4年間)としてスタートした。今までの検討結果を踏まえ、未解明の分野については実物大のパイプを地中に埋設し、人工地震を発生させ、耐震設計理論の確認を行うこととした。(財)建設機械化研究所の構内の実験には関係者多数の見学があった。

自主事業については、通商産業省から鉱山保安規則の緩和の一環として「パイプラインの材質と諸数値」および「鉱場又は石油坑の坑外電機設備」ならびに「火気の使用制限と諸数値」の緩和についての調査、検討を行った。

また、平成6年10月、京都で開催された第3回CO₂除去国際会議において「CO₂地中処分技術調査」の成果を発表した。



パイプライン実証実験

平成7年度では通商産業省から新規テーマとして「海底仕上げ坑井保安技術調査」を受託した。今後の海洋石油開発は大水深地域に移行することは必至で、そのため、海外では従来の海底着底型のプラットフォームに代わり、海底仕上げシステムに移行していることから、同システムの設計、製作、維持管理等の安全性について海外事例調査を行うとともに日本海域での操業時には必ず問題となる漁業(特に底引き網)との共存を図るべく漁具の調査から開始した。また、分科会メンバーにて、北米、南米諸国(ブラジル)の関係石油会社、機器メーカー等についてインタビュー調査を行うとともに第8回DOT国際会議に参加し最新技術を調査した。

自主事業については「海洋掘削カッティングス等の地下還元技術調査」に着手し、技術手法、モニタリング技術について調査を行った。

活動の国際化

センター設立5周年を迎えた平成8年度に至り、賛助会員は48となり、調査・研究事業は益々本格化し、目に見える成果が挙がるようになった。

即ち、当該年度には新たに通商産業省から海洋石油開発において偶発する危機的、緊急的事態に対するあり方と日常訓練について調査し、管理の基準を作成することを目的とした「海洋石油開発危機管理調査」を開始した。

一方、従来から継続しているテーマの内、成果が出ているテーマについてはエン振協研究成果発表会で発表するとともに石油技術協会、エネルギー資源学会等における国内発表のほか、カナダで開催された「第19回 Arctic and Marine Oil Spill 技術セミナー」で「Development of a Fiber-Optic Fluorometric Detection System for Oil Spills」と題した大規模流出油の監視システムについて発表した。

11月5日に、設立5周年の記念事業とし

境及び安全については強い関心を有し、会議のあらゆる機会に、日本側に指導、協力を期待する旨の表明がなされた。

平成9年度では、通商産業省から「海洋掘削カッティングス処理保安技術調査」を受託した。石油・ガス井の掘削作業に伴い発生するカッティングス等の処分方法の一つである地下還元技術について安全の確保と環境に配慮した計画および実施に関する技術指針を確立することを目的とし、山形県吹浦町において実証実験を行うことで研究を開始した。

なお、本プロジェクトは国際技術協力の観点からタイ、カンボジア両国政府関係者の参加を得た。

また、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)からは「ガスハイドレートの開発作業の安全対策と環境影響評価法の開発」の先導研究を受託し、作業を開始した。研究内容は①ガスハイドレートの分解に伴う地層性状の変化をいち早く検知するシステムの開発、②ガスハイドレートの分解に伴い発生する現象を予測するモデルの開発で両テーマの概念設計を行うこととしてスタートした。

成果発表については、国内では海洋理工学会およびエン振協研究成果発表会で「海洋大規模流出油監視・予測・対応システム(MEGIS)」を発表した。

海外では、米国フロリダ州で開催された「1997 International Oil Spill Conference」において、同じくMEGISの発表を行い、また、カナダ開催された「1997 Arctic

Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar」ではポスターセッションおよびブース展示を行い高い評価を得た。

また、本年度最大の事業としては通商産業省/石油開発環境安全センターが主催し、CCOP/ASCOPEの参加による「Safety and Environment Technical Workshop, Tokyo 97」国際セミナーを東京で開催した(平成9年度から平成12年度まで3回開催した)。

本セミナーには、CCOP加盟11ヶ国中海洋汚染に関心を有する9ヶ国(日本を含む)の政府関係者を招き「海洋石油開発に係る作業の安全と環境保全」をテーマとし、センター賛助会員各社の出席を多数得た。

活動分野の拡大

平成10年度では、石油公団から「天然ガス液体燃料化技術の動向調査」、「ロシア連邦東シベリア南部に賦存する原油の東アジア、日本への輸送可能性調査」、「オイルシェール開発促進調査」並びに「国・共備基地の災害情報検索システム調査」の4テーマを受託し検討を開始した。「ロシア連邦東シベリア南部に賦存する原油の東アジア、日本への輸送可能性調査」については東シベリアに賦存する石油の埋蔵量を把握することが重要課題であるが、ロシア国内の法・税制度の未整備、慣習の違い等からロシア関係者との折衝は非常に苦労することが多かった。

平成11年度では、通商産業省から「石油開発に係る環境安全教育プログラムに関する調査」の業務を受託した。本調査は、海外における最新の安全教育システムを基

「1997 Arctic Marine Oil Spill Program Technical Seminar」SECのブース



にわが国の実態にあったモデルシステムの作成と安全教育プログラムの整備を行うことを目的とした①安全教育プログラムに関する調査、②海洋石油開発に伴って海洋に排出される廃棄物が海洋生物に与える影響を短・長期的な観点から定量的に評価する技術指標の作成を行った。

また、石油公団からは「天然ガスパイプラインの建設操業に係る規則・基準および許認可手続に関する調査」を受託した。欧米の実情調査を行うとともにわが国の技術基準、法規を調査し、相互比較を行っている。

(財)石油開発情報センター(ICEP)から「油濁防止に係る各国の取組み状況調査」を受託し、産油国(北海、中東、東南アジア)における油濁事故に関する事故概要、事故に対する国および会社の対応内容ならびに油濁防止のための環境規制等について調査した。

平成12年度では、通商産業省から「海底生産装置適用化技術に関する調査」および「石油資源開発坑井封鎖技術調査」を受託した。前者は、わが国周辺海域で操業する石油開発会社は今後海底仕上げ装置の採用は必至であり、そのためには海洋環境の保全、装置の安全の確保、操業の安全に万全を期す必要がある。特に、海底坑井の保護構造物に対し底曳きトロール漁具を円滑に通過させるオーバートローラビリティーについて漁業関係者立会いのもとでモデル実験を行い、将来は実海域での実証試験を行うこととしている。後者は、わが国において戦前に掘削された坑井のうちには不完全な封鎖処置のま



Safety and Environment Technical Workshop, Tokyo 98

ま放置され、一部の坑井からは漏油状態を呈するものもある。これらの坑井について各坑井の実情に合った効果的な封鎖処理を実フィールドで実証して今後の同様な坑井の封鎖作業を正しく実施するための有効な事例にすることを目的とし、3カ年の計画でスタートした。初年度は新潟県新潟市の坑井を対象に実証試験を実施した。

また、地球温暖化対策の一環として、NEDOのプロジェクト「二酸化炭素地中貯留技術研究開発」については、(財)地球環境産業技術研究機構とともに受託し、センターは①新潟県長岡市のフィールドでの実証試験の実施、②地層内に貯留されたCO₂の挙動長期予測シミュレーションモデルの開発および③わが国周辺海域において、地中貯留が可能な帯水層の調査を担当し、今後5年間に亘る研究を開始し

た。

その他、国際協力事業団(JICA)からは産油国政府担当者の研修を依頼され、産油10ヶ国(中東、アジア諸国)の政府担当者を対象に「海洋石油開発に係る安全と環境の管理技術」について約1ヶ月間に亘り講義および磐城沖プラットフォーム、国備基地等の見学を実施した。

国際会議等への参加については、米国フロリダ州タンパ市で開催された「2001 International Oil Spill Conference」へ国・共備会社、センタープロジェクト関係各社の職員15名よりなる調査団を編成し、同会議に出席するとともにUSCG(United States Coast Guard)のPacific Strike Team(カリフォルニア州)および



MMSのGulf of Mexico Office(ルイジアナ州)を訪問し、海洋油濁事故対応体制の現状および将来構想について意見交換を行った。

石油開発環境安全センター設立10周年にあたる13年度は経済産業省の推進するメタンハイドレートの開発計画の一端として「環境・安全」分野について、本年度から第1、第2、第3フェーズ16年間の長

石油開発環境安全センター受託事業一覧

受託事業名	委託元	平成3	平成4	平成5	平成6	平成7	平成8	平成9	平成10	平成11	平成12	平成13
1 海洋石油開発影響調査												
(1) 石油鉱山保安対策調査(海洋石油開発エキスパートシステムの開発)	通商産業省											
(2) 海洋環境影響調査(プラットフォーム撤去に伴う環境調査)	"											
(3) 海底仕上げ坑井保安技術調査	"											
(4) リアルタイム大規模流出油監視・予測システムに関する調査	"											
(5) 海洋石油開発危機管理調査	"											
(6) 海洋掘削カッタリング等地下還元技術調査	"											
(7) 海洋石油開発に係る環境・安全プログラムに関する調査	"											
(8) 海底石油生産装置適正化技術に関する調査	"											
2 石油資源開発坑井封鎖技術調査	"											
3 高粘度油回収機の研究開発	石油連盟											
4 CO ₂ 地中処分技術調査	電中研											
5 掘削作業で生じる廃棄物の処理技術及び法規制の調査	石油公団											
6 ガスパイプラインの保安対策調査	"											
7 天然ガス液体燃料化技術動向調査	"											
8 ロシア連邦東シベリア南部に賦存する原油の東アジア、日本への輸送可能性に関する調査	"											
9 オイルシェール開発促進調査	"											
10 湯の台地区鉱害防止調査	山形県八幡町											
11 ガスハイドレート資源化技術先導研究開発・環境影響評価法の調査	NEDO											
12 休廃止鉱山技術調査	石油公団											
13 災害情報検索システム	"											
14 中国廃山コスト調査	"											
15 油濁防止対応調査	ICEP											
16 石油天然ガスパイプライン建設の規則等調査	石油公団											
17 産油国政府担当者研修	JICA											
18 二酸化炭素地中貯留技術研究開発	RITE											

期に亘る研究開発に着手することにして
いる。

また、石油公団からは、将来的な国際
パイプラインの建設に際して国際基準と
リンクした統一的なパイプライン技術基
準を検討するため欧米の天然ガスパイ
プラインに係る各種法令基準についての調
査を受託した。

今、こうして10年間を振り返ると当初
の研究開発が実証段階、さらには一部実
用化へ移行しつつあり、また、プロジェ
クトも短期的なものから長期、且つ、大
型プロジェクトに取り組むまでになってい
る。

これは偏に石油開発環境安全センター
の賛助会員関係者並びに先輩諸氏の未知
への挑戦の賜物である。

調査研究成果の発表(ENAA 成果報告会等定例的なものを除く)

年度	会議等の名称	開催地	件名
6	第3回CO ₂ 除去国際会議(COP3)	京都	CO ₂ 処分技術について
8	石油技術協会	秋田	海洋石油開発における暴噴防止エキスパートシステム開発について
	エネルギー資源学会	東京	CO ₂ 地中処分に関するフィジビリティスタディーについて
9	第19回Arctic and Marine Oil Spill Technical Seminar	カナダ バンクーバー	Development of Fiber-Optic Fluorometric Detection system for Oil Spillsについて
	1997 International Oil Spill Conference	米国 フロリダ	リアルタイム流出油拡散予測モデルについて / わが国周辺海域における大規模流出油監視・予測・対応システム(MEGIS)について
	1997 Arctic and Marine Oil Spill Technical Seminar	カナダ バンクーバー	MEGISの紹介およびセンターの活動をポスターセッションおよびブース展示
	Safety and Environment Technical Workshop, Tokyo 97	東京	海洋石油開発に係る作業の安全と環境保全について
10	海洋理工学会	東京	海洋流出油事故対応について
	Safety and Environment Technical Workshop, Tokyo 98	東京	海洋石油開発に係る作業の安全と環境保全について
11	Safety and Environment Technical Workshop, Tokyo 99	東京	海洋石油開発に係る作業の安全と環境保全について
	第15回北極圏シンポジウム	北海道紋別市	MEGISについて
12	JICA研修	東京他	海洋石油開発に係る安全と環境の管理技術について
	2001 International Oil Spill Conference	米国 フロリダ	調査団を編成し、石油開発を監督しているMMS及び流出油対応基地であるUSCGのサンフランシスコ基地を訪問し意見交換を実施した。

Pastorale パストラール

キャビアごぼれ話

皆さんご存知の珍品キャビアは、ロシア語ではチョールナヤイクラ(黒いイクラ)と呼ばれ、日本でいうイクラをクラスナヤイクラ(赤いイクラ)と単に色で区別されており、イクラにそれ程の高級感をもたない私たちは一寸さびしい気がする。

キャビアという言葉は英語で、チョウザメの腹子を塩漬けにしたものを言う。チョウザメは川魚で黒海やカスピ海方面の河でとれ、色は黒または黄色がかかった黒色で大粒のものが高級品である。ロシアへの出張者がいるとキャビアを買ってくるよう頼まれることが多いようである。飛行機の中で売られているものは、同程度の品質のものでモスクワ市内で買うより数倍高い。モスクワ駐在者に聞けば、市内でも一番安い店を教えてもらえる。

昨年、私もロシア出張があり、例にもれずキャビアを頼まれた。帰国がまちかになった日曜日に安い店に案内してもらったが行く途中でどしゃぶりとなり、一番安く

良い店まで行けずその近くの大きな店で入手した。チェックアウトまでの3日間、ホテルの冷蔵庫の隙間に入れて置いたが、無事持ち帰れた。

モスクワ滞在中には、ホテル内のレストランで野菜サラダに赤と黒のイクラが入っているものを食べたが、こういうものには高級品はもちろん使われていない。しかし、前菜としてウオッカのつまみに上々であった。高級品といえば、以前イランのカスピ海南端のホテルで食べたキャビアはすばらしかった。緑がかかった黒色で4~5mmの大粒で氷の上に乗って出てきたのを覚えている。

今年になってロシアではキャビアの販売が禁止されたというニュースを聞いた。チョウザメの保護なのか。

日本でもチョウザメを養殖している所があるのをテレビで知った。兵庫県神崎町で1m位に育ったチョウザメ十数匹が水槽で泳いでおり、女性レポーターがくちばしや頭を撫でていた。人なつこい魚のようである。からあげとさしみを試食しており、ふぐに

似た味だと言っていた。キャビアが採れるにはあと5年位かかるとのことであった。昨年北海道の何処かでも養殖しているのをテレビでレポートしていた。そのうち国産のキャビアが食べられるかも。

最後にキャビアとは関係ないが、モスクワで経験した怖い話の一つ。

モスクワ河の側道を一人で歩いてホテルへ向かっていたとき、急に私の前に一人の若い男が飛び出して財布を拾った(振りをした)。その男は財布の中身を私に見せながら、私にも分けてやるようなことを言って百メートル以上並んで歩いてきたが、私が相手にしないので、途中でいつの間にか別の男(仲間)と一緒に離れていった。その話を駐在の人に話したら、この手の事件は多く、財布を落とした振りをして、拾った人に、中身がもっとあったはずだと言い掛かりをつけ、金を巻き上げるのだとのことであった。私のカバンには全財産が入っており、巻き込まれていたらとぞっとした。モスクワ行きの機会がある人はご注意ください。

奥村康夫

地中隔離技術

21世紀地球環境技術戦略の要

東京農工大学客員教授
新エネルギー・産業技術総合
開発機構(NEDO)研究主幹
久留島 守広



くるとし ま もりひろ
福岡県福岡市、1949年8月
生まれ。1976年3月、京都
大学大学院工学研究科(資源
工学)修士課程修了。同年4
月、通商産業省入省。海外
勤務(ロンドン)、同省研究
開発官、関東通産局資源部
長等を経て、1999年9月より
東京農工大学工学部教授。
現客員教授。本年7月より新
エネルギー・産業技術総合
開発機構(NEDO)研究主幹。
1997年11月、気候変動枠組
条約に第三回締約国会議
(COP3)より今日まで参画。
OECD/IEAメンバー国によ
る地球環境のためのCTI活
動(Climate Technology
Initiative)運営委員会議長。
1997年、米環境庁(EPA)よ
りオゾン層保護に関し研究
表彰受賞。

1 はじめに

20世紀が「地球資源の消費による発展の時代」とすれば、21世紀は、「地球環境の制約下での成長の時代」として、環境問題への人知の集約が不可避な時代だといえる。

環境の世紀、21世紀における技術面からの取組みについて、私達が子孫により良い地球環境を残すために何をなすべきか、また単なる夢の技術でなく、産業技術としていかに取組むべきであるかが今求められている。

このような状況において、「地中隔離技術」が21世紀の地球環境技術戦略の要として注目を浴びており、海外においては①ノルウェー北海油田(洋上で天然ガスからCO₂分離・海底下注入)及び②カナダ油田(米国石炭ガス化プラントからCO₂を回収し、パイプライン輸送の上油田増産に利用)等で既に事業化がなされている。

わが国においても、昨年度よりNEDOプロジェクトとして、産官学が連携し国内の具体的なフィールドに適用する技術の開発に着手した。

2 背景

地球温暖化問題は、平均気温上昇による海面上昇のみならず、近年の大型ハリケーンの発生等異常気象(気候変動に関する政府間パネルIPCC第三次評価報告によると、1990年代は損害発生年間約400億\$へと急増)、また農業生産へのダメージ等が指摘されており、二酸化炭素(CO₂)を始めとする温室効果ガスの排出削減が国際的な課題となっている。このため、1997年気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)が京都で開催され、先進各国は温室効果ガスの大幅削減(90年比2010年平均目標:日本は-6%、EUは-8%、米は-7%他)を約束した。その概要を表1に示す。

また本件は、①前述のように「将来の危機ではなく現にそこにある危機」であり、②上記削減目標(京都議定書)の実施規則が、COP7(本年10月末からモロッコで開催予定)で定められ

表1 京都議定書の採択(COP3)

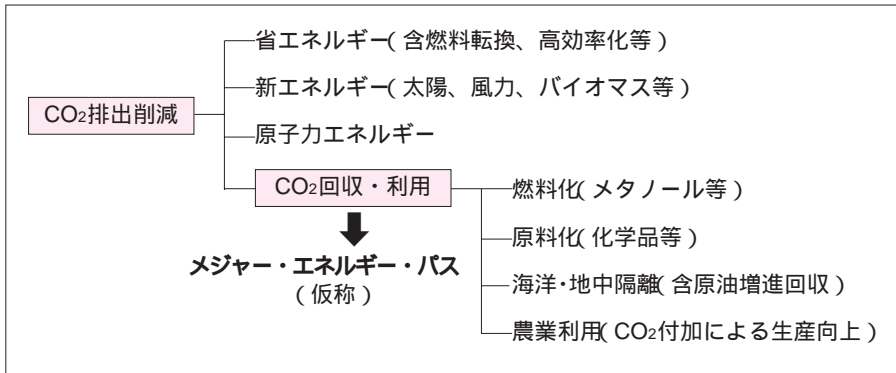
NEDO提供

先進国全体で1990年比5%の削減(2008年~2012年)
(HFCs、PFCs、SF₆は1995年比も可)

主要国の削減目標

日本	6%
米国	7%
EU	8%
カナダ	6%
ロシア	0%

図1 CO₂排出削減に関する技術的対応(メニュー)



ようとしており、さらに③各国政府・企業は「新たなグローバル・スタンダード」として戦略的に活用しようとする姿勢がうかがえること等から、わが国として本分野の技術戦略として短・中期的に産業技術に組込むテーマの選択と集中が必要である。

図1に示すとおり、CO₂排出削減のメニュー(植林等吸収源の拡大、共同実施等国際協力は別途)について、①省エネルギーはその即効性から、工業プロセスのみならず、家電、事務機器、自動車等についても現在官民あげて新たな技術へのチャレンジが行われ、②原子力も近年の事故等による影響が憂慮されるが、立地への着実な努力が行われている。また、③「ソフト・エネルギー・パス」と言われる新エネルギーについては、導入促進への努力が国内外で行われている。しかしながら、発展途上国では引続き増大するエネルギー需要を化石燃料に依存すること等から、世界のエネルギー供給の見通し(OECD/IEA「World Energy Outlook 1999 Edition」)では、2010年でも新エネルギーの割合は0.7%(水力を除く)と限られている(1997年実績では0.4%)。

この見通しでは、現在(1997年実績で、石炭・石油・ガス等で90.7%)及び将来(2010年見通し同90.8%)とも大部分は化石燃料に依存せざるえないとされている。

このため、④化石燃料からのCO₂の回収・利用をわが国はもとより、発展途上国も含めた世界における短・中期的な対応を柱とすることが不可避であろう。ここでは、メジャーなエネルギー供給源への対応として「メジャー・エネルギー・パス」と仮称してみたい。

3 研究開発等の現状

(1) 分離・回収

回収技術の中核となる排煙からのCO₂分離・回収技術(脱炭技術)は、関西電力(株)及び東京電力(株)等により、各々化学吸着法(大阪南港火力)、物理吸着法(横須賀火力)についてテスト・プラントによる研究開発が行われている。

さらに、新しい物質(CO₂吸収セラミック)を活用した先進的研究が、NEDOの助成の下、東京農工大学及び(株)東芝の共同研究として行われている。

また、海外においてもカナダ、サスカチュワン州のレジャイナ大学で、化学吸着法を中心とした研究開発が連邦天然資源省、サスカチュワン電力、パン・カナディアン石油及びBPアモコなど産官学の連携により実施中である。来年3月、総工費8.5千万C\$(80円/C\$日本円換算約68億円)でCO₂回収試験センターを完

成し、ベンチスケールからテスト・プラントによる研究開発へ移行するとのこと。

なお、利用技術についてはNEDO・RITE(地球環境産業技術研究機構)を中心とし、大学・国立研究所で幅広い努力がなされている。

(2) 海洋隔離

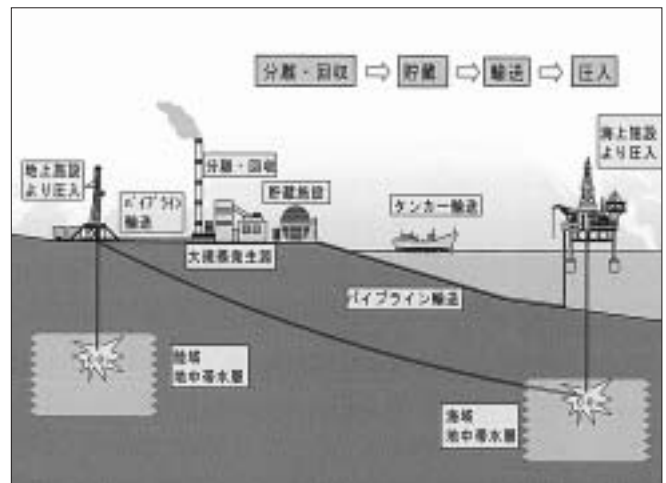
海洋隔離については、NEDOプロジェクト(平成13年度事業費12.6億円)として海洋のCO₂隔離能力評価技術の開発及び環境影響予測技術の開発に必要な基礎データを取得するために海洋調査を行っている。

また、日、米、ノルウェー、カナダ等の国際共同プロジェクトとして、実海域における環境影響予測調査へ向けた研究開発を実施中である。

これらをもとに、海洋中層へのCO₂放流に伴う周辺の挙動予測、希釈技術、海洋生態系への影響等の研究開発を行い、CO₂の隔離能力及び環境影響を予測するモデルの開発がなされる。

図2 CO₂地中貯留の概念図

(NEDO提供)



(3) 地中隔離

対象フィールド(技術)は大きく3つに分類される。まず①廃油田・ガス田に貯留する方法。次に、②CO₂を油田に注入して石油回収量を増加させる原油増進回収法(EOR)そして図2に示すような③帯水層に貯留する方法である。

わが国においては、地質等の調査結果から、貯留能力の高い帯水層が日本海側に存在することが確認されており上記③が有望と思われる。高い隔離能力を有するフィールド(地層)は、難浸透性の岩石で構成されている層(キャップロック)に覆われた構造(トラップ)を持つ構造的帯水層で、これまでの調査結果からだけでも、構造的帯水層が確認された地域は、陸域16カ所、海域13カ所の計29カ所におよび、その隔離能力は約15億トンと見込まれる。これは、我が国のCO₂排出量の内、1990年を基準とした削減目標6%の約2割、年間15百万トン(全体の約1.2%)をこのフィールドに地中隔離すると仮定して、約100年分に当たる。

しかし、帯水層内でのCO₂挙動等について十分な検証がなく、更に長期貯留に関する安全や環境影響について技術的、科学的な知見が十分とは言えない。また、帯水層における貯留条件下での鉱物との反応性等についても検討する必要がある。

このため、NEDOプロジェクト(平成13年度事業費8.5億円)は、地下エンジニアリングと地球環境技術の各々中核機関たる(財)エンジニアリング振興協会及びRITE(地球環境産業技術研究機構)が車の両輪となり、産官学の技術力を結集した体制のもと上記課題に取り組んでいる。

4 事業化と展望

(1) ノルウェー北海油田

スタットオイル社は、スライブナー油田において、1996年10月より海底下約1000mの構造的帯水層(厚さ200mの砂岩層)

図3 SACSプロジェクト模式図 (スタットオイル社提供)

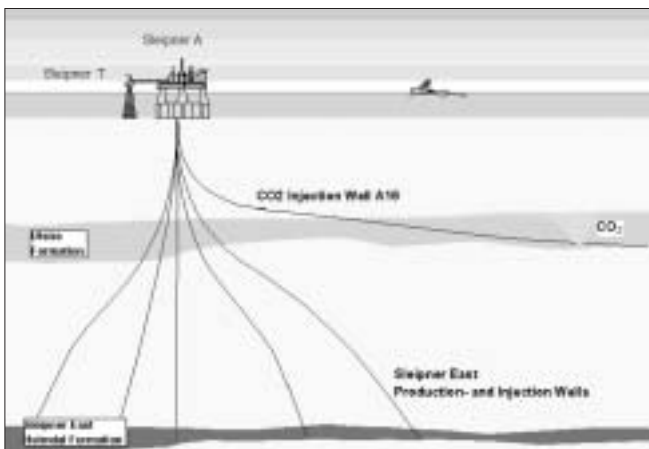


写真1 SACSプロジェクト

(スタットオイル社提供)



に年間100万トン(ノルウェー年間排出量の約3%相当)のCO₂注入を行っている。これは、産出する天然ガス(体積比でCO₂を4~9%含む)を欧州市場への売却の為の仕様(CO₂は2.5%以下)に精製(CO₂分離)し、また、ノルウェーは炭素税が税率55\$/トンCO₂(120円/\$で日本円換算約7千円/トンCO₂)で課せられており、その負担軽減を図る為である。もし、100万トンのCO₂を毎年放出すれば5500万\$(同約66億円)の税負担となる。

CO₂の分離・回収、注入の為の設備投資は、同社によると3.7億\$(同約440億円)で年間運転費は720万\$(同約8.6億円)であり、トータルライフ(20年)でのCO₂処理量2千万トン(推計)を考慮すると、十分商業的にも成り立ち、地球環境にも大きく貢献する。

また、本事業のモニタリングのため、欧州共同体EUと同域内の石油・ガス・電力各社は、費用を折半しSACS(Saline Aquifer CO₂ Storage)プロジェクトを実施し、CO₂の挙動把握、隔離能力の評価等を行っている。

スタットオイル社提供による本フィールドの模式図等を、図3及び写真1として示す。

(2) カナダ油田

パン・カナディアン石油社により、サスカチュワン州のワイバーン油田で昨年10月から地下約1400mの油層へのCO₂注入が始まった。本プロジェクトは、CO₂による石油の増進回収(EOR)と地球環境のためのCO₂地中隔離を目的としている。

CO₂は米・北ダコタ州の石炭ガス化施設(2.5万トン/日採炭。内低品位炭を1.6万トン/日処理し合成ガスを生産、高品位炭は隣接の石炭火力へ)からワイバーン油田まで、約330kmのパイプラインで輸送される。パイプラインは、1日に約5千トンのCO₂を輸送する能力を有し、そのルートを図4に示す。

プロジェクト期間の20年から25年にわたって地下貯留され

る1900万トン又はそれ以上のCO₂は、大気に排出されることなく地中隔離され(地下注入したCO₂の約半分は産出する石油等とともに空中に再放出される)、その増産効果として3000万トン以上の石油回収が見込まれる。同油田での石油生産は、現在の2万バレル/日から、5割増の3万バレル/日になると予測されている。

パイプラインの建設は、米・北ダコタ州の石炭ガス化会社が行った。その総工費1.1億\$(日本円換算約130億円)は、同社によるとパン・カナディアン石油社へのCO₂販売により6年間で償却見込とのこと。

また、本事業についても、同州エネルギー・鉱物資源省を中心に、米、欧州の石油・ガス・電力各社は、費用を分担しモニタリングを行おうとしている。

(3) 地中隔離への期待

上記のように、海外で事業化がなされているプロジェクトは、地中隔離が中心である。その理由は、CO₂の地下注入は、石油の増進回収(EOR)の為に米国中南部の油田を中心に既に広範に行われており(米エネルギー省資料によると1998年で65油田計4300万トン)、産業技術として習熟がなされつつあるためであろう。

また、両プロジェクトにおいて地中隔離技術は、下記のような商業的なインセンティブを前提としており、産業技術として生産システムに組み込まれている。将来へ向けた技術開発とともに、地球環境のための社会システムとして産業活動に組み込んでいく制度が整備されたならば、今後このような技術が幅広く社会・経済に受け入れられていくであろう。

【ノルウェー北海油田】

スタットオイル社

- ① 欧州天然ガス市場の販売仕様達成
- ② 炭素税負担軽減

【カナダ油田】

パン・カナディアン石油社

- ① 石油増産(EORのための安価なCO₂源の確保)
- ② 州政府鉱産税の減免

ダコタガス化会社(DGC)

- ① 安定収益源の確保(電力、合成ガス、CO₂販売)
- ② 州政府雇用促進助成金

このように、地中隔離技術は前述の「メジャー・エネルギー・パス」のエースとして、今日では最も期待されるキー・テクノロジーであり、地球環境のためのみならずまさに一挙両得となって、事業者にも大きな利益をもたらしている。

わが国では、フィールドに制約等があると思われていたためその実施は遅れていたが、京都議定書履行を念頭に置いて、昨年度より前述のとおりNEDOプロジェクトが開始されたことで、その研究開発の成果につき大きな注目を集めつつある。

5 おわりに

もちろん、CO₂分離・回収さらに隔離のためにはエネルギーが必要であり(エネルギー・ペナルティ)そのためのコストも発生するが、社会システムとして産業活動に組み込んでいくことが、地球環境のため、またわが国が当該分野で「グローバル・スタンダード」を構築するためのまさに「メジャー・エネルギー・パス」となるであろう。

前述の海外における産業化の事例の他、回収技術の中核となる排煙からのCO₂分離・回収技術(脱炭技術)については、米国オクラホマ州の石炭火力(30万KW)において、排煙からCO₂を200トン/日分離し、近接の食品工場へ炭酸原料として売却がなされている。また、オランダでもシェル石油の精油所で発生するCO₂を温室での野菜生産の成長促進のため利用している。さらに、米、加、豪、ポーランド等では、炭層貯留及び炭層固定・メタン回収の検討がなされている。

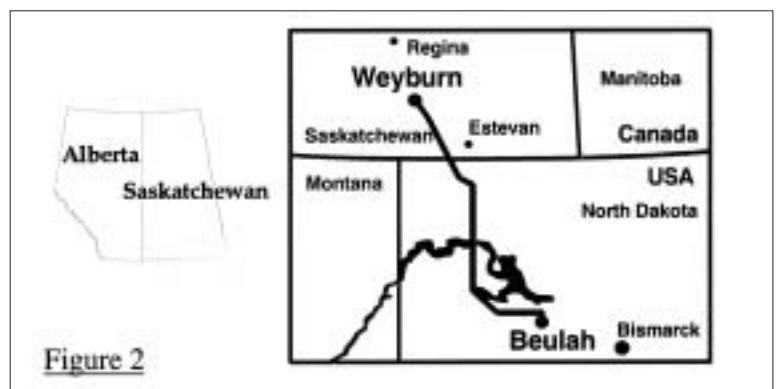
一方、まだ産業化には至っていないが前述の関西電力(株)の化学吸収法は、当初のエネルギー・ペナルティ(発電電力量の低下)約25%から約17%までの低減を達成し、今後の我が国における電力技術としての導入に向けた検討がなされている。

このように、「CO₂分離・回収技術」さらに「地中隔離技術」は、海外では「一石二鳥技術」として産業化がなされ、また我が国においても、技術開発の成果をもとにその産業化のための基盤が形成されつつある。

これら技術が、環境の世紀を支えるキー・テクノロジーとなることを期待したい。

図4 CO₂輸送ルート

(出所：サスカチュワン州エネルギー・鉱物資源省)



海底石油生産装置

その技術とわが国における利用可能性

日本オイルエンジニアリング株式会社
開発技術部長
岡田 陽



おかだ よう
1975年東京大学工学部資源開発工学科卒業、1980年米国Vanderbilt University経済学修士課程修了。1975年日本オイルエンジニアリング入社以来、世界各地の油ガス田開発に関するフェージビリティスタディや設備計画および設計、技術コンサルティング、新技術動向調査、開発に係る各国経済環境の調査等に従事。平成8年度～10年度石油開発環境安全センター海底仕上げ坑井保安技術調査分科会委員、平成12年度より同海底石油生産装置適用化技術に関する調査分科会委員。

1 はじめに

海底下にある油田(ガス田を含む)からの石油生産は、現在では世界中で行われている。海底油田では、水深を超える高さの鋼製あるいはコンクリート製のプラットフォームと呼ばれる構造物を海底に立て、その上に必要な機器類や操業要員の居住区を搭載して石油生産を行うのが一般的であるが、生産装置の一部を海底に設置することも広く行われるようになってきた。本稿で解説する「海底石油生産装置」は、このように海底に設置して海底油田から石油を生産する装置のことである。

石油生産装置を水底に沈めて用いたのは、1943年に米国の五大湖の一つであるエリー湖においてその湖底にガス井戸を仕上げたのが始めとされる(「仕上げる」とは、掘削した坑井内や坑井上に、産出する流体の制御に必要なパイプや機器を設置し、坑井を生産可能な状態にすることで、坑井の地表部に取り付ける一連のバルブ類をまとめてクリスマスツリーと呼ぶ)。爾来、これまでに全世界で1,000坑を超える海底仕上げ坑井が利用されている。わが国での利用実績は今のところないが、近い将来における採用が検討されている。そこで石油開発環境安全センターでは、平成7年度から海底生産装置にかかわる安全確保と環境保全の方策に関して、各種調査・研究を行ってきている。本稿はその中で得た情報を中心にまとめた。

2 海底生産装置とはどんなものか

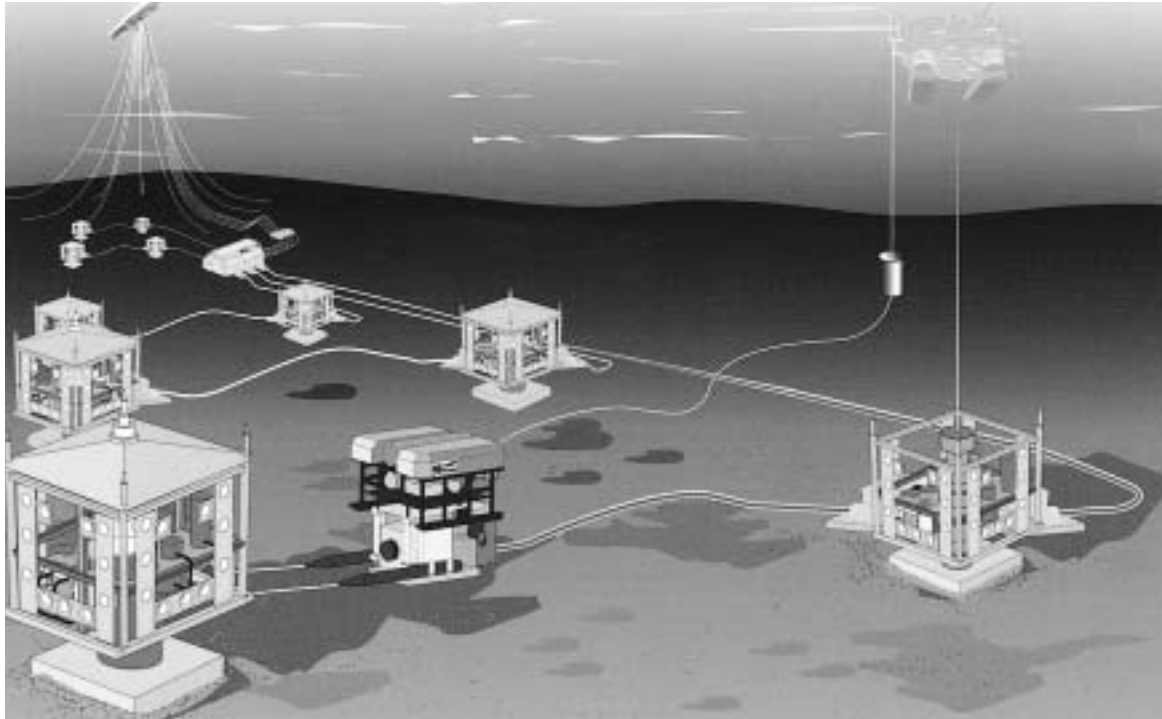
(1) 海底生産装置の構成要素

海底生産装置を用いた石油開発システムの例を模式的に示したのが図1である。四角い外枠に囲われた機器がいくつも見えるが、これが坑井で、図の左上に小さく見える船形のもの、坑井から産出する流体(油・ガス・水)を分離、処理、貯蔵する機能を持ったプラットフォームである。各坑井からのパイプラインは1ヶ所に集められているが、これはマニフォールドで、数本の目的別ヘッダーとヘッダー選択用のバルブから成り、坑井数が多い場合にプラットフォームに立ち上がるパイプライン(ライザーと呼ばれる)の数を減らす等の目的で用いられる。

坑井頂部に位置するツリーでは、産出流体の流路に最低2個のバルブを設ける。また、ツリー自体が損傷するような事態も想定し、坑井内部にも緊急遮断弁が設けられる。これらは通常全て遠隔制御で液圧によって駆動され、手動のオーバーライド機構も備えている。坑井掘削と仕上げに用いられる半

図1 海底生産装置を用いた石油開発システムの例

(Subsea Offshore 社(現Halliburton Subsea社)Technical Bulletin No.3より転載)



潜水式リグでは、海底仕上げ坑井が使われる以前から海底に防噴装置などの機器類を設置することが行われており、ツリーの設置にはそうした技術が応用されている。ツリー等の機器のポジションとオリエンテーションを正確に合わせる事が重要であるが、海底に置いたベースの四隅にあるガイドポストとリグの間にワイヤー(ガイドライン)を展張し、これを利用しておおよそ正確に機器を降下する。最終的なオリエンテーションは、グループとキー等によっている。

マニフォールドのバルブ類もほとんど遠隔制御の液圧駆動である。配管やバルブは通常陸上で支持構造物の上に組み上げて一つのユニットとして完成させ、クレーンバージや掘削リグを用いて海底に降下する。海底への固定は支持構造物のパイルスリーブを通して杭を打設し、グラウチングや機械的方法によってこれに固定するのが一般的であるが、北海では近年サクシオン基礎を使用する例が増えてきているようである。

上に述べたように海底生産装置の制御(主としてバルブの開閉)は、通常遠隔で行う。近年採用されている制御方式はほぼ例外なくエレクトロハイドロリック・マルチプレックス方式で、駆動用の液圧を1本のホースで供給し、洋上設備からの制御信号と海底装置からのデータは、多重化したデジタル信号として一対の電気ケーブルを経由して伝送する。海底の制御ポッドに伝送された多重化信号はポッド内で変換され、操作

信号がバルブアクチュエータへの液圧供給を制御する電磁パイロットバルブに送られる。通信方式は通常半二重方式で、多種の操作信号の検証と海底の計器類からのデータ信号の伝送が可能である。

海底生産装置では上記のような各種機器を海底に設置するわけであるが、設置海域で海底で網を引きずるトロール漁業が行われている場合は特別な配慮が必要である。機器の周辺には漁船が接近しないように関係者と調整を図ることが原則であるが、何らかの事情でトロール船が設置海域に入っても、網が引っ掛かって不測の事故が起こることのないような対策を講じる場合もある。トロール網がスムーズに通過できるような形状の保護構造物で海底設置機器を覆うのが一般的で、写真1はノルウェーで使われている保護構造物の例である。石油開発環境安全センターにおいても、漁業国であるわが国における海底生産装置の利用を想定して、水槽実験などを含むこうした構造物の研究に取り組んでいる。

(2) 機器の接続と保守

海底生産装置を構成する主要な要素は上記のとおりであるが、これらを海底に設置してひとつのシステムとして組み上げる際に最も重要な技術は、これらを接続する技術である。ツリーとマニフォールド、そしてマニフォールドとプラット

フォームは、産出流体や圧入流体の流路となるパイプで結ぶ必要があり、こうしたパイプを海底でこれら要素機器に接続する必要がある。70年代までは、こうした接続作業はほぼダイバーに頼っていた。即ち、海底の機器付近まで敷設したパイプラインと機器のフランジ間の計測を行って、作業船上でこれらをつなぐスプールピースを製作し、これをクレーンで降下して、ダイバーがフランジのボルト締め作業を行うのである。

飽和潜水は、ブラジルでは水深300m付近まで行われているが、北海では概ね150mまでであり、ノルウェーでは人命に対するリスクの観点から事実上潜水作業は行わないことになっている。いずれにしてもダイバーが効率よく作業を行える水深には自ずと限界があり、海底生産装置が一気に大水深での開発に適用されていかなかった理由の一端はこの辺にある。こうした潜水作業の限界や問題点の克服を目指して、80年代以降機械による接続技術の開発が活発に行われた。図1には、最近使われるようになってきたROV(遠隔操作ビークル)による接続作業が模式的に示されている。図でROVは最前部右側の坑井から左側の坑井に向かうパイプラインの先端部を腹に抱いており、左側の坑井に事前に取り付けたワイヤをウインチで巻き取りながら所定の接続箇所へパイプの先端を運んでいる。このあとROVは左側の坑井にドッキングし、接続部のアライメントを合わせ、コネクタを作動させて接続作業を完了し、外部から圧力をかけて接続部のテストを行う。コネクタにはコレットやクランプが使われている。

制御システムのための液圧流体用ホースや電気ケーブルの束を1本にまとめて保護被覆を施したものをアンピリカルと呼ぶが、この接続作業も最近ではROVが行えるようになってきている。エレクトロハイドロリック・マルチプレックス方式は優れた方式であるが、これが普及する上でネックになったのはケーブルの接続部分の信頼性で、初期の同方式は効率の悪い

写真1 海底生産装置の保護構造物
(ABB Offshore Systems社資料より転載)



写真2 ROV
(Sonsub社ホームページより転載)



誘導接続方式のコネクタを使用していた。同制御方式が本格的に普及したのは、現在使われているピン/ソケットのタイプのような導電接続方式で信頼性の高いコネクタが開発されてからである。

ROVは海底生産装置に関連する各種作業を行う上で中心的な役割を果たすようになってきている。ROVといってもなじみのない読者がほとんどと思うが、映画「タイタニック」の冒頭で、海底に横たわる同船の中を金庫を探して動き回っているのがそれである。写真2にその一例を示したが、自身に備えたマニピュレータームや作業に応じて装着する各種ツールを用いて様々な作業を行えることから、海底装置の設置工事時にとどまらず、その後の保守・点検においても、目視検査、各種計測、バルブ操作、部品交換など広範な作業で利用されている。

3 なぜ海底生産装置が必要なのか

なぜ人間の目も手も届きにくい海底に装置を設置するのかといえば、その答はほとんど「経済性」の一言に尽きる。上記のような海底支持型のプラットフォームは水深に対して幾何級数的にコストが上昇するので、大水深での開発には向かない。そこでプラットフォームを浮体としてコストを下げるのが考えられたが、こうした浮遊式プラットフォームの中でも低コストのものは、風、波、潮流等による変位が大きいいため坑井をプラットフォーム上に保持することができない。そこで坑井をプラットフォームから切り離して海底に仕上げ、プラットフォームとはパイプラインでつなぐようすればプラットフォームは浮遊式でも問題なく、コストの削減が図れる。これまでの海底仕上げ坑井の水深記録はブラジルの1,853mであるが、メキシコ湾や西アフリカの沖でも1,000mを超える水深の海底仕上げ坑井から石油が生産されている。

ところがこのような海底仕上げ坑井と浮遊式プラットフォームの組み合わせ方式の利点は、実は大水深におけるコスト

面のメリットだけではなかった。油田開発の経済性を向上させるにはコスト削減のほか発見から生産開始までの期間を短くすることが重要であるが、この点でも同方式は優れている。即ち従来型の開発ではプラットフォームを設計、製作、設置して初めて坑井の掘削が可能となるが、海底仕上げ坑井はプラットフォームの設置を待たずに掘削することができるうえ、これと組み合わせる浮遊式プラットフォームはタンカーや掘削リグを改造することによって比較的短期間で建造することができる。また、油田の有無や広がり調べのために掘削した坑井を埋め立てずに海底仕上げ坑井として活用し、早期に生産を開始することもできる。

海底生産装置の利用は、本命と考えられていた大水深の開発よりはむしろこうした目的を中心に広がった。ノルウェーで最初に発見されたエコフィスク油田は北海でも最大級の規模を誇るが、この大油田は、海底に仕上げた探鉱井わずか4本と甲板昇降式リグを改造したプラットフォームによる暫定的な設備によって1971年に生産を開始している。また、英領北海のアーガイル油田は、通常のプラットフォームによる開発では経済性がないと判断されていたが、海底生産装置と半潜水式リグを改造したプラットフォームによって1975年に開発されている。この2例は、海底生産装置を利用した早期生産と小規模油田の経済的開発の可能性を実証したのものとして、石油業界の歴史に残るであろう。

更にもう一つの典型的な応用例として、既存プラットフォームの周辺に発見された規模の小さな油層やガス層の開発が挙げられる。このような場合には、一々プラットフォームを建設しては採算に乗らないが、必要な数の坑井だけそうした油・ガス層に掘削して海底面上に仕上げ、これを既存プラットフォームとパイプラインで結べば経済的に開発できることも多い。こうした方式の石油開発は、既に多数のプラットフォームが密に存在する北海やメキシコ湾では日常的に行われている。

4

海底生産装置関連技術動向とわが国海域への適用

海底生産装置に関する技術開発は一貫して経済性の追及に主眼が置かれており、近年はなかでも大水深海域における石油開発を意識した技術開発が中心となっている。90年代には前述のメキシコ湾や西アフリカ沖の大水深海域において大規模な油田の発見が相次いでおり、このような傾向を促進しているものと思われる。開発テーマの中心は多相流ポンプと海底セパレーターである。

多相流ポンプは元来、海底仕上げ坑井から生産した石油を、遠く離れた既存インフラや陸上まで一気に送り、油田開発における新たなプラットフォーム建設の必要性を大幅に減じることを意図していたもので、必ずしも最初から大水深開発を念頭においたものではなかった。しかしながら本技術は油田の延命や必要な坑井数の削減といったどのような油田にも共通する経済性向上策として有効で、特にそういった策を必要とする大水深開発との関連で新たな関心と呼んでいる。技術開発は80年代初期から行われており、既に商業ベースに近い形で実油田への適用が行われている。

海底セパレーターは、海底において坑井からの産出流体から水を分離したり、あるいは産出流体を油、ガス、水の3相に分ける。水は海底で地下に圧入する。油とガスは、必要な場合は単相あるいは混相状態で昇圧し、洋上の処理設備に送る。このように流体を分離することにより不要な水を洋上へ送る必要がなくなるので、洋上設備までのエネルギーロスの削減やパイプラインの小径化につながる。また油とガスを分離すれば、技術の確立した単相流体用の昇圧機を利用することができるので、これによって上に述べた多相流ポンプと同様の効果を得ることができる。本技術に関しては、実油田においてパイロットテストが行われている。

こうした例に限らず、海底生産装置に関する技術開発は関連各方面で着実に進展している。冒頭述べたようにわが国海域では現在までのところ海底生産装置を利用した例はないが、既存海洋油ガス田(現在2ヶ所ある)の周辺の開発に小規模ながら採用する可能性が検討されている。また、一昨行われた三陸沖の基礎試錐では水深857mの海域で天然ガスが発見されており、将来商業生産に足る量のガスが発見されれば、水深の大きさからして海底生産装置による開発は有力な選択肢となろう。検討が進んでいるサハリンからのガスパイプラインが付近を通ることになれば、こうした周辺の開発を刺激することにもなる。

もう少し遠い将来を見ると、ここ数年関心と呼んでいるメタンハイドレートの開発が行われるかもしれない。経済産業省が16年間に亘る技術開発計画を今年度スタートさせ、これから計画の実現に向けて産官学の力を結集するところである。今のところは開発システムのご概念も確定していないが、メタンハイドレートが賦存するのは水深1,000m前後の海域であるので、ここでも海底生産装置利用の可能性は十分考えられる。このように海底生産装置の技術に携わってきたわが国技術者は、国内においても楽しみな夢が少し見られるようになってきた。この夢が大きく育ち、しかも着実に現実化しよう願っている。

石油開発における安全教育の最前線

今年、7月8日、ロシア・サハリン東方のオホーツク海に日本人3名と米国人操縦士の乗った小型機が不時着水し、海水温度12度の低海水温海域を救命ボートで16時間漂流していた4名全員が奇跡的に無事救助されたのは、緊急時の冷静な対応と体温低下を防ぐイマージョンスーツを着用していたからであったと考えられる。

1982年2月、カナダ・ニューファンドランド沖で掘削リグが移動中、悪天候のため沈没し、乗員84名全員が死亡した。当時は低海水温用の救命具、救命艇がなく、付近の船も救助の術がなかった。この事故を契機にイマージョンスーツ等の寒冷海域救命用具が装備されるようになった。

1988年7月、英領北海の生産プラットフォーム「パイパー・アルファ」の爆発・炎上事故で作業員225名中167名が死亡する大災害が発生した。その原因は予備のコンデンセートインジェクションポンプが修理中であることをクルー交替時に申し送りしなかったことであった。同種ポンプが緊急停止した時、交代したクルーが修理中の予備ポンプを起動させてしまい、修理中のフランジからコンデンセートが漏洩し引火炎上したが、消火システムは作動しなかった。さらに、通信機器が使用不可となり、基地に状況報告が出来ず、他のプラットフォームの生産停止の判断が遅れたため、パイプラインの巨大爆発となってしまった。この間、作業員は居住区に集まり指示を待ったが、統制のとれた避難誘導は行なわれなかった。助かった人達は、自らの判断で海面までの逃げ道を求めた人達であったが、殆どの人達は煙に巻かれて死亡した。実に死者167名中109名が煙による中毒死であったことが後の調査により判明している。

この大災害は、その後の石油開発の安全対策に大きな影響をもたらした。2年後、事故原因究明報告書「カレン卿報告書」が発表され、この時期に欧州統一規格審議中の安全規則に大きく反映された。報告書では106項目の改善勧告がなされ、ほとんど総てが法制化された。この改善勧告の特徴は、施設や設備の改善も含まれているが、主要な部分は管理システムなどのソフト面での改善となっていることであり、有名な安全管理システムの存在を明示したSafety Caseの提出義務も、この時の勧告を基に法制化されている。安全管理システムの一環として、緊急

日本海洋掘削株式会社
環境安全部門 調査役
目黒 俊太



めぐろ しゅんた
1966年秋田大学鉱山学部卒業。同年石油資源株式会社入社。1972年日本海洋掘削株式会社へ出向。出向以来一貫して、主に東南アジアで掘削監督、事業所長として作業を担当。1993年東京本社、環境安全部長を経て現在に至る。

時の避難訓練と指揮命令系統の明確化も求められ、各種安全訓練の義務化も進んでいる。ただし、今のところ全世界的に認められた安全教育に関するスタンダードは出来上がってはいない。

弊社でも、安全管理システム(Health, Safety & Environment Management System)の中に安全教育の項を盛り込んでいるが、海外の石油開発会社の要求基準や国際規則を参考にして、年間28日以上掘削リグ勤務者全員に以下の5種目の基本的安全訓練を義務付けている。

- ・海上生存法(Personal Sea Survival)
- ・基本的消火法(Basic Fire Fighting)
- ・携帯式空気呼吸器装着法(Breathing Apparatus)
- ・救命法(First Aid)
- ・不時着水ヘリ脱出法(Helicopter Under Water Evacuation Training / HUET)

その他にも、消火班員(Fireteam Member)には上級消火法(Advanced Fire Fighting)、ヘリコプター離発着を指揮するHelicopter Landing Officer(HLO)にはHLO Training、救命艇の操船者には救命艇手訓練(Coxweir Training)の受講を義務付けている。

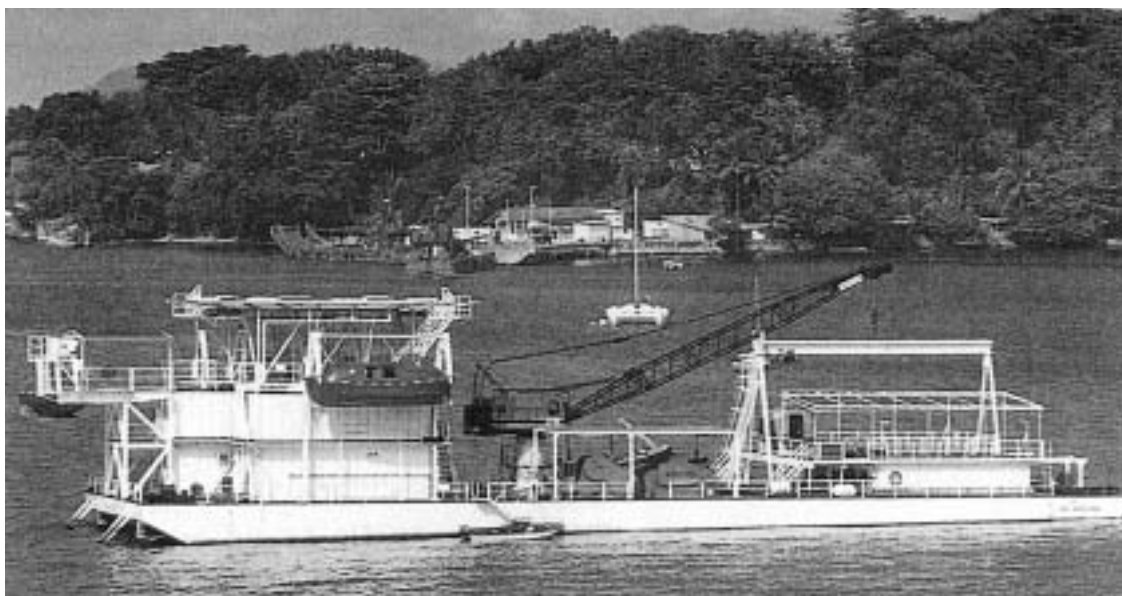
これらの安全訓練はIADC(International Association of

Drilling Contractors)、UKOOA(United Kingdom Offshore Operators Association)、IMO(International Maritime Organization)、OPITO(Offshore Petroleum Industry Training Organization)等の国際的機関の認定施設で受けるよう定めているが、国内には今のところ該当施設が無いので、シンガポール、オーストラリア、中東産油国の施設等で受講している。

近年は石油開発会社との掘削請負契約締結時に、ほとんどのケースで、作業に携わる全員に対して有効な安全訓練受講証書の写しの提出が求められている。この種の証書の有効期限は明示されており、一度受講すれば永久に有効というものではない。通常は3年間有効というものが一般的で、3年毎に更新の訓練を受けることになる。基本的に5種目の安全訓練を一度に受講するとすれば、シンガポールの訓練施設で連続5日間が必要となる。

また、最近ではリグ勤務者だけでなく、短期乗船の出張者にも海上生存法、硫化水素対応訓練、不時着水ヘリ脱出訓練の受講証書が無いとリグ乗船を許可しない石油会社、国が増えてきたので、本社からの出張者でも出張時には安全訓練講習会の洗礼を受ける。

実際の安全訓練講習会がどのような状況で行なわれるのかは、弊社本社部員の臨場感溢れるその洗礼初体験記を以下に引用して、紹介させて頂くこととする。



港内に係留中の安全訓練施設台船

安全教育訓練講習会を受講して

資材部員

1. 受講環境

今回の訓練は、港内沖合に係留してある台船上で行った。ここに訓練の全施設が揃っていた。水深7mのプールを2つ備え、救命艇もタイプが違う3種を装備しており、ヘリデッキもある。講義は船上のコンテナハウスで行なわれる。

2. 海上生存基礎訓練

講義の始めに、北海での167名の人命が失われたパイパー・アルファの事故検証ビデオが上映された。これによって、いかに安全対策は重要であるか、この講義がいかに大切かを最初に印象づけさせられた。

講義では、救命胴衣・救命筏・救命艇で漂流中の生命の維持方法、低水温での漂流後の蘇生法等、海洋での有事の際に生き抜く方法を勉強した。午前中が講義、午後が実地訓練という構成であった。講義の目的は、災害についての原因検証ではなく、一旦災害が起ったらどのように対処するかということであった。講義の内容は分かりやすく、いざそういう立場となったらどうするのか？ということ想定しながら講義が進行していくので、大変臨場感があり印象深かった。救命筏に装備している緊急避難パックの全備品は総て、講習参加者全員に触らせ、ひとつひとつの用途や使用方法をきめ細かに説明してくれた。ひとつ不満であったのは、救命筏を実際に投下させて膨らませる検証を見せて欲しかったが、見られなかったことである。

実地訓練では、4mのジャンプ台から救命胴衣をつけての飛び込み訓練、水中から救命筏への乗り込み訓練、転覆した救命筏を起こす訓練、ヘリから救助されることを想定してのクレーンによる吊り上げ訓練等が行なわれた。



3. 不時着水ヘリコプターからの脱出訓練

最近の事故例1001件の統計から、ヘリコプターが墜落した受難者の内、生き残った人の90%がHUET受講者であり、死亡者の内、85%がHUET未受講者であったという話は、かなり興味深かった。午前中の講義でいきなり、ヘリコプター墜落事故の連続ショットをビデオで見た。これでは、反則切符が貯まった人向けの交通安全講習会のように、もうヘリコプターなど乗りたくないと思った。

救命胴衣の使用法の徹底検証は勉強になった。以前から一度膨らませてみたいと思っていたライフジャケットをおもいきり膨らませることができた。

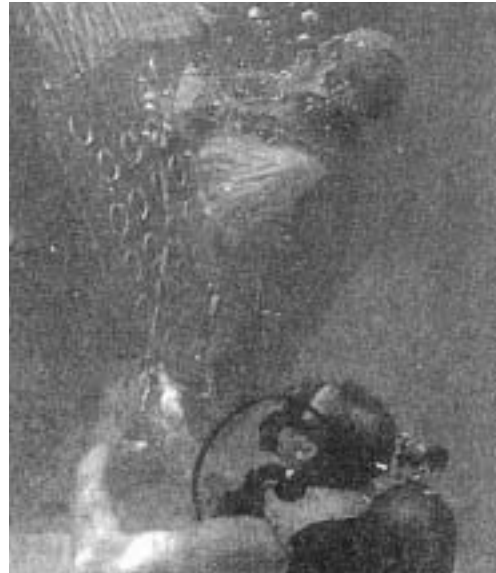
午後の実地訓練の極めつけは、映画「愛と青春の旅立ち」で、主人公の海軍将校候補生の友人がショック死したという、ヘリシミュレーターを経験した。ヘリを模擬した円筒形のシミュレーターに座席が4つ向かい合って付いている。2人一組で着席し、シートベルトをしたまま水中に沈められる。完全に水没したところで、シミュレーターが180度回転する。水中で逆さになったまま、焦らず、機敏に、シートベルトを外し脱出するのがコツである。3回トライしたが、1回目はシートベルトを外すタイミングが早すぎて体が浮いてしまい、失敗。2回目以降は要領を得、予め脱出する側に体を向けておき、首を傾けた。こうすれば鼻から水も入らず、逆さになっていても冷静に行動ができた。かえって、ゆっくりすぎて外で待機していた

ダイバーが慌てて助けにきたくらい余裕があった。パニックに陥らないことが、一番重要であることを再認識した。16人受講者中、泳ぎが出来ないサービス会社のエンジニアが1人、初回に脱出出来ず、シミュレーター中で溺れてパニックになってしまった。彼は居残り数回トライしたが、結局できなかった。

4. 講習を終えて、雑感

私は、オフショアに行くとしたって短期間のビジターだからという安易な考えを今までもっていた感があり、いざというときの対処方法などは常に他人任せになっていたと思う。自分がこうした有事に対する対処方法を知らないという無責任さは、たまたま居合わせた人にも迷惑を掛けることとなったであろうと反省した。

机上の論理より体で技術を習得するということが、非



脱出訓練中

常に大切であることを実感した。とても有意義な講習会であったと確信している。

以上の通り、安全訓練機関での安全訓練では基礎的な知識を与えるというだけのものではなく、実際の事故を想定し、事故の状況をシミュレートしての訓練が行われている。こうした訓練の経験を万一の事態が発生した時に生かすためには、乗船中も定期的な習熟訓練が必要で、



ヘリ脱出訓練シミュレーター

その習熟度が緊急時に生死の境を分けることは、過去の悲惨な事故の教訓が物語っている。弊社では以下の訓練を定期的に行うことにしているが、形式だけの訓練で終わらせないためにも毎回異なるシナリオを想定して現実味をもったトレーニングとすることを心がけている。

- ・退船訓練 (Abandon Ship Drill)
- ・消火訓練 (Fire Drill)
- ・落水者救助訓練 (Man Overboard Drill)
- ・硫化水素対応訓練 (H2S Drill)
- ・防噴訓練 (Blowout Drill)

「私は作業に関係ない乗船者、専門家が誘導してくれるはず」と思っている、残念ながら緊急時に誰かが救ってはくれる保証は無い。やはり、自分自身の安全の知識、安全訓練習熟度が自分自身の生死を決めると考えねばならない。

サハリン沖の奇跡の生還は適切な安全装備と、緊急事態に対応出来た十分な安全知識と訓練の成果なのだと確信している。

海洋環境影響調査分科会について

地球規模の環境問題が顕在化している現在、「開発と環境を調和させながら持続可能な発展を実現すること」が、産業界だけでなく人類共通の重要な課題となってきている。我が国においても、1997年に環境影響評価法(環境アセスメント法)が成立し、国が実施・許認可する事業について統一した体系で環境への影響を配慮した事前評価が義務づけられることになった。しかし、その評価手法については、現在環境省をはじめとして検討が進められてはいるが、海洋のみならず自然環境への影響を的確に評価する技術はいまだ確立されているとはいえない。

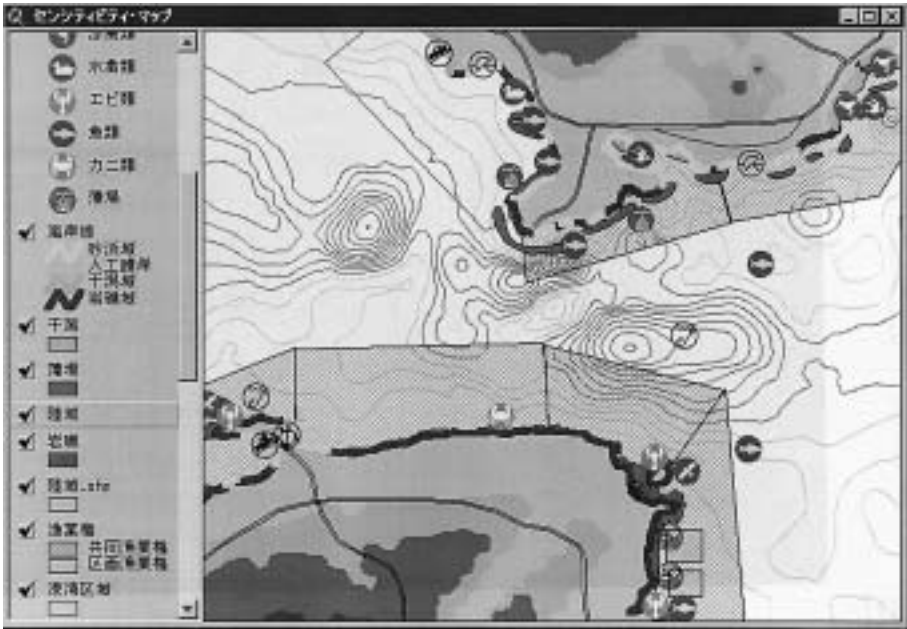
本分科会では、海洋石油開発に係る環境への影響を総合的に予測・評価する手法を開発し、適切な危機管理を行うための手段として用いることを目的として調査研究を行っている。すなわち、石油開

発生産に伴う排出物が海洋の流動の場で変質しながらどのように広がり、海洋生態系にどのような影響を与えるのか、またその広がりが沿岸に及ぶ場合には港湾、水産施設、脆弱な生態系(藻場、マングローブ、干潟等)、人間活動にどのような影響を与えるのか等である。

これまでの調査では排出物の変質過程を予測するためのシミュレーションモデルの概念設計、排出物に含まれる成分が海洋生物に及ぼす影響について検討した。さらに沿岸の危機管理を行う上で重要なセンシティブティ・マップについて、各国の考え方と整備状況を整理した。特にセンシティブティ・マップは、油流出の防除対応時において実用性がきわめて高いことが明らかとなった。本稿ではこのセンシティブティ・マップについて海外の動きを中心に紹介する。

センシティブティ・マップは海岸の様々な資源を地図上に記載し、油流出対応者に資源の保護と油の清掃に必要な情報を提供するものである。マップに記載される情報は、想定される事故の規模、マップの利用者、地域特性によって異なってくるが、いずれも海岸線の形態、生物資源(野生生物)、社会・経済的活動(人の利用する資源)に分類された要素が含まれている。また、米国などでは、油に対する影響度合いや清掃の難易度などから海岸線保護の優先度をランキングするESI(Environmental Sensitivity Index)という指標を採用し、マップ上に記載している。一方で、オーストラリアのように、事前に定義されるESIは作業員に対応の優先度に対する考え方を固定化させてしまう傾向があるため、マップには採用しないという考え方もある。いずれに

GISを利用したセンシティブティ・マップのイメージ



せよ、センシティブティ・マップは油流出緊急時対応計画の主要な要素であり、流出油の防除対応者にとって重要な手段となっている。

米国では1979年、メキシコ湾のIxtoc 1号の油井暴噴事故の際にはじめてESIマップが作成された。その後、NOAA(国家海洋大気庁)の資金援助のもとに、ESIマップの作成方法の標準化とこれに基づいたESIマップの作成事業が進められ、現在ではアラスカおよび五大湖を含め、米国のほとんどの沿岸域でマップが整備されている。

IMO(国際海事機構)では、UNEP(国連環境計画)と協力して「流出油対応のためのモーリシャス海岸線センシティブティ・マップ」の開発を支援してきた。またIMOでは、IPIECA(国際石油産業環境保全連盟)と共同で、「流出油対応のためのセンシティブティ・マップ作成」という報告書を1996年に発行した。この報告書には、利用可能な様々な種類の地図、地図に含むべき情報、地図の使用者毎に必要なとされる情報などが記載されている。

一方、大規模流出油事故へ対応するための「各国の油防除体制の強化」と「国際的な協力の枠組み」を定めた「1990年の

油による汚染に係る準備、対応及び協力に関する国際条約(OPRC条約)」が1990年11月に採択された。同条約は1995年5月に発効し、我が国においても国内法の一部が改正され、1996年1月17日から効力を生じている。

OPRC条約では、「準備及び対応のための国家的な緊急時計画」の立案に際して考慮すべきガイドラインという形で、防除計画の策定や防除活動の遂行など、大規模油流出事故への対応を迅速かつ効果的に行うための手段の一つとして、センシティブティ・マップの作成が勧められている。現在、OPRC条約の発効を契機として、世界各国において、センシティブティ・マップの整備・普及のための検討が進められている。

我が国においても、各省庁を中心としてセンシティブティ・マップの整備が検討されているが、米国NOAAやIMO等の最新の国際的な標準化の動きには対応していないようである。また、各国で進められている紙ベースからPCベースの

電子化、すなわちGIS(地理情報システム)によるマッピング技術も国際的な標準化に基づく実用化はなされていないのが現状である。

本調査では、GISを利用したセンシティブティ・マップに関する国際標準に基づく技術指針を検討するとともに、実海域での適用を通じて、データの取得方法とマッピング技術を確立する予定である。これが実現できれば、例えば海外で石油開採生産を行っている石油会社が、その国の要請でマップを必要とする場合、また我が国では、国家備蓄基地周辺、石油コンビナート地域での災害防止計画の一環としてマップを作成する場合に迅速に対応できることになる。

海洋環境影響の評価手法を確立するためには、対象とする多様な海洋生態系に対する理解を深めることがまず必要である。そのための課題は膨大ではあるが、本調査研究の成果により、最終的な目標に一歩でも早く到達できるよう今後とも努力したい。

((海洋環境影響調査分科会 委員
株式会社日本海洋生物研究所 企画開発部副部長 中根 徹))

二酸化炭素地中貯留技術研究開発の概要

本研究開発はNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の委託事業として平成12年度から開始されているもので、(財)エンジニアリング振興協会石油開発環境安全センターは(財)地球環境産業技術研究機構(通称RITE)とともに参加している。

1. はじめに

2000年11月に開催されたCOP6(ハーグ会議)は合意が得られないまま終了し

たが、今後もCOP3(京都会議)での国際合意事項である日本の温室効果ガス6%削減という目標達成に向けた努力が継続されると予想される。このため、省エネルギーの推進や新エネルギーの導入の推進とともに、近い将来に実用化の可能性のあるCO₂排出削減技術の確立が望まれている。

こうした背景の中でCO₂地中貯留は、最も即効的かつ実用的な方法として期待されている。

2. CO₂地中貯留の概念

CO₂地中貯留の概念は、間隙が大きく地下水で飽和されている地層(帯水層)に坑井を通して二酸化炭素を圧入して地下水に溶解させることで長期的な二酸化炭素の貯留を実現させるというものである。

帯水層の上方には難浸透性の地層(キャップロック)が存在し、十分な遮蔽能力を有していることが必須の地質条件となる。

キャップロックはトラップ(お椀を逆さにしたような構造)を形成していることが最も望ましい。CO₂地中貯留の概念図を図1に示す。

上記のような地質の条件は、石油や天然ガスが埋蔵されている地域に多くみられるものであり、石油分野において培われてきた技術(天然ガス地下貯蔵、石油生産増進のための二酸化炭素圧入など)の応用が大いに期待できる場所である。

3. 研究の内容

本研究開発は大規模発生源から分離・回収した二酸化炭素を地中帯水層に長期的に安定的かつ安全に貯留する技術の確立を目的としている。

具体的には表1に示す項目を実施しており、石油開発環境安全センターでは表中の(1)の③、(2)および(3)を担当している。

4. 研究期間

平成12年度～平成16年度

5. 平成12年度実施概要

(1) シミュレーション技術開発

長期的な二酸化炭素の地中挙動を予測するために考慮すべき自然現象の抽出を

表1 実施項目概要

実施項目	概要	担当箇所	
(1) 基礎研究等	①基礎実験	二酸化炭素と岩石との反応性等を調べる。	RITE
	②モニタリング手法検討	二酸化炭素の圧入中、圧入後の環境影響および安全性に関するモニタリング方法を検討する。	RITE
	③シミュレーション技術開発	帯水層におけるCO ₂ 挙動等の長期予測可能なシミュレーション技術を開発し、長期的な安全性を検討する。	SEC
	④システム研究	「大規模発生源からの分離・回収・地中への貯留」を1つのシステムとして、エネルギー収支・経済性等の観点からシステムの最適化を検討する。	RITE
(2) 圧入実証試験	地質構造が明らかな帯水層に対して、実際にCO ₂ を地中に圧入して帯水層中のCO ₂ 挙動に関する実測データを取得する。 実測データに基づいてCO ₂ 地中貯留のための適切な圧入・挙動観測方法を提案する。	SEC	
(3) 地質調査	日本近海の帯水層の分布・地質構造について既存資料に基づく調査を行い、今後CO ₂ 地中貯留技術の適用が期待できる地域を検討する。 CO ₂ 地中貯留のための適切な地質調査方法・調査結果の評価手法を提案する。	SEC	

行った。

(2) 圧入実証試験

新潟県長岡市において圧入用の坑井を掘削し、各種調査結果を得た。また、調査結果に基づいて圧入時における二酸化炭素の地中挙動を検討した。

(3) 地質調査

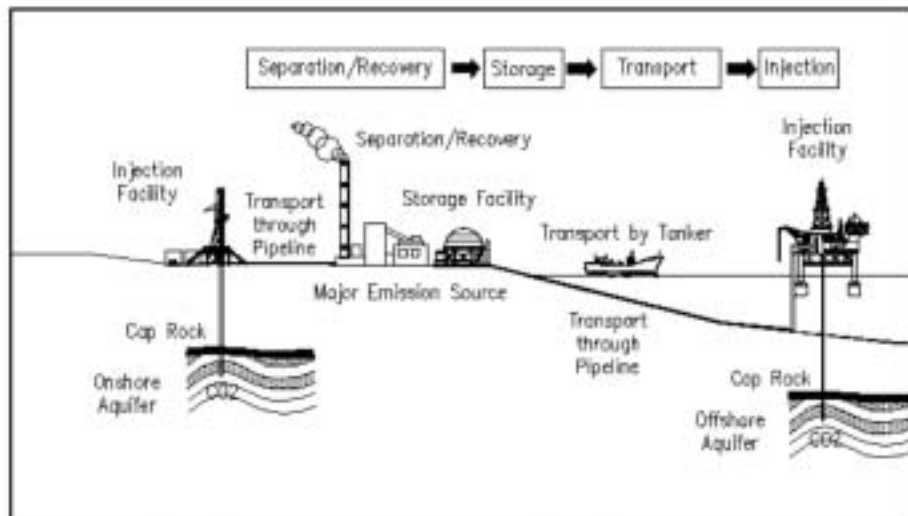
既存資料として経済産業省(旧通商産

業省)の委託により石油公団が実施した基礎調査(基礎試錐調査、基礎物理探査)の結果を収集・整理し、日本近海における帯水層の分布と構造について予備検討を行った。

(石油開発環境安全センター主任研究員 本江誠治)

図1 二酸化炭素地中貯留概念図

注) この概念図は実用段階のものであり、圧入実証試験を直接説明するものではありません。



Engineering No.93 2001.11

広報部会委員（2001年9月現在）

部会長 佐久間雅良（日揮株）

副部会長 宮脇 邦彦（東洋エンジニアリング株）

委員 大坪 英志（石川島播磨重工業株）

野崎 博和（NKK）

井坂 信一（株荏原製作所）

谷本 守（株大林組）

藤村 久夫（鹿島建設株）

大瀬 和彦（株神戸製鋼所）

板垣 正信（石油資源開発株）

俣野 実（大成建設株）

堀田 研二（千代田化工建設株）

大箸 渡（三菱重工業株）

事務局 小倉 三枝子

財団法人エンジニアリング振興協会

〒105-0003東京都港区西新橋1丁目4番6号
（CYDビル）

財団本部 総務部・業務部

TEL.03-3502-4441 FAX.03-3502-5500

財団本部 技術部

TEL.03-3502-4444 FAX.03-3502-4964

地下開発利用研究センター

TEL.03-3502-3671 FAX.03-3502-3265

石油開発環境安全センター

TEL.03-3502-4447 FAX.03-3502-3265

URL <http://www.ena.or.jp>

制作 三幸企画

編集後記

石油開発環境安全センター設立10周年、おめでとうございます。

21世紀に入り、地球環境問題、エネルギー問題の解決は人類にとってますます緊急性かつ重要性を増してきています。これまでの石油に加え天然ガス、GTLなど、利用段階でよりクリーンなエネルギーが求められ、一方では当然ながらこれら石油、天然ガスの探鉱、開発段階での保安の確保と周辺への環境保全が求められています。

石油開発環境安全センターは、これらエネルギーの保安および環境保全に関する技術、システム開発を推進する世界でもユニークな組織であり、その活躍の場は国内のみならず海外へと広がっています。また近年、地球温暖化の元凶とされるCO₂を大量かつ、効率的に隔離する手段の1つである「CO₂地中処分技術」の研究、パイプラインの安全基準や技術基準の整備、将来のエネルギー源として期待されているメタンハイドレートについては実証試験も含めて16年間という長期ビジョンで開発に取り組もうとするなど、新たな飛躍を目指し長期的な視野をもって積極的な事業展開を図っています。

今後もエンジニアリング振興協会が、石油開発環境安全センターと財団本部、地下開発利用研究センターとが相互補完し、わが国産業界の発展に大きく貢献することを祈念します。
(佐久間雅良)

