

Engineering

1996 November No.73



石油開発環境安全センター
設立5周年記念特集

座談会／石油開発における安全と環境保全に関する
国際的アプローチについて

財団法人
エンジニアング振興協会

Engineering

● エンジニアリング No.73

<石油開発環境安全センター設立5周年記念特集>

石油開発環境安全センターの5周年に寄せて	1
通商産業省環境立地局長 稲川 泰弘	
座談会	2
石油開発における安全と環境保全に関する国際的アプローチについて	
分科会レポート	8
CO ₂ 地中処分技術調査研究について	8
石油開発における暴噴防止エキスパートシステム	10
リアルタイム大規模流出油監視・予測・対応システムに関する開発調査について	12
ガスパイプライン保安対策調査について	14
石油開発環境安全センター5年間の歩み	17
エンジニアリング今昔	20
天孫族の安全保障思想に学べ	
コミュニティ・エンジニアリング	24
雑草のしたたかさを激動する環境を乗り越える新潟県燕市	
ボイス	27
「平成8年度エンジニアリング産業の実態と動向―業務統計速報」まとめ	28
ENAAニュース	29



<表紙>岩船沖プラットフォーム

新潟県北蒲原郡中条町沖合約4 kmに位置する国内で最大級の規模の岩船沖油田を開発するために平成2年に設置された我が国で4番目の本格的なプラットフォーム。水深36.2mの海域に設置されており、日本海洋石油資源開発株式がオペレーターとなり、平成2年12月より原油、天然ガスの生産を行っている。



石油開発環境安全センターの 5周年に寄せて

通商産業省 環境立地局長
稲川 泰弘

平成3年11月に石油開発環境安全センターが、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、順調な発展を遂げられ、このたび5周年を迎えられたことに對し、心からお慶び申し上げます。

石油開発環境安全センターは、石油及び天然ガス開発（以下「石油開発」）に伴う環境保全と安全確保のため、具体的には石油開発に伴う環境・安全に関する①調査、資料・情報の収集及び提供、②研究開発、③技術的指導及び技術者の養成、④国際会議の開催、参加等、国際交流の推進、⑤その他石油開発に伴う環境・安全に関する啓蒙普及事業などを行う団体として発足いたしました。以来、この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参加など、設立目的に沿って着実に責務を遂行され、我が国の石油開発に関する保安の確保及び環境保全に関する唯一の推進機関としての期待が益々高まってきていると承っております。

近年の石油開発に伴う環境・安全に関する状況を概観してみると、平成元年3月に米国アラスカ沖で大型タンカー「エクソン・バルディーズ号」の座礁による大規模な油による汚染事件が発生し、海洋汚染事件に対する更なる国際的な対策の必要性、特に、そのような事件への初期対応の重要性が改めて認識されたことを契機に、アルシュ・サミットにおいて油濁防止に対する国際的取組みの必要性が提言されました。これを受けて、国際海事機関（IMO）において、「油汚染への準備、対応及び協力に関する国際条

約（OPRC条約）」の策定についての検討がなされ、IMOは、平成2年11月にOPRC条約の採択を行っており、我が国では、本年1月に同条約が発効したことに伴い、プラットフォーム等沖合施設、油取扱施設の管理者は「油汚染緊急計画」を備え、また、油汚染事件が生じた場合には、自国の権限ある当局に遅延なく通報することが義務づけられることとなったため、「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」等と併せ、鉱山保安規則を改正したところであります。

さらに、海洋問題一般について包括的に規定した国連海洋法条約が本年7月に発効し、この条約は沿岸国による排他的経済水域及び大陸棚における非生物資源、海洋資源の保護及び保全等に対する主権的権利の行使、深海底鉱業等の今後の資源開発環境の整備の観点からも、大きな意味をもつものとなっております。

通商産業省としては、海洋汚染防止対策、安全対策等への総合的な取り組みの一環として、環境影響調査の実施、安全技術開発の推進等を実施してきているところですが、こうした情勢の変化もあり、石油開発環境安全センターの担う責任は、以前にも増して重要なものとなってきております。

今後、石油開発関連分野の更なる発展、石油開発保安行政を推進していく上でも当該センターの存在は極めて意義深いものと思っております。

最後になりましたが、石油開発に係わる環境安全の推進に対する関係各位の関心の深さと熱意の大きさに敬意を表しますとともに、今後とも一層のご協力を賜りますようお願い申し上げます。

SEC設立5周年記念座談会 石油開発における安全と環境保全に関する 国際的アプローチについて

＜出席者＞

織山 純

通産産業省
環境立地局鉱山課長

田中彰一

東京大学名誉教授
石油開発環境安全センター企画委員会委員・安全部会委員長

馬場維男

帝国石油㈱
専務取締役

＜兼司会＞

中山 勸

石油資源開発㈱常務取締役
石油開発環境安全センター運営会議委員長

安全、環境への意識の変化

中山 地球的規模の環境保護の要請が高まるなか、石油開発環境安全センター（SEC）は石油・天然ガス開発に伴う環境保全と安全対策確保のための調査・研究開発、技術指導及び技術者養成、国際会議等の開催、参加を目的に、平成3年11月に設立され、今年5周年を迎えました。本日は、石油鉱業の現況と全体像を、石油開発に伴う環境の保全と作業の安全を背景に、問題意識を持ってフリーにお話しいただき、その中から問題点を挙げてお話ししていきたいです。

まず、石油開発の最近の動向を馬場さんからお話しいただけますか。

馬場 昔はリグ上の作業でも保安帽は被らない、泥は海洋投棄するなど、何でも

保するときの環境庁への手続きが大変で、認可をとるまでに多大の時間と労力を要します。これからはどこで仕事をやるにしても、環境に対しては相当神経を使わなければいけない時代になったと思います。

中山 以前は安全や環境保全について厳しいことを言われると、いかにそれをくぐり抜けて経済合理性を追及するかといった立場でしたが、最近はそのような無理をするとかえて高いものにつくので、積極的に環境保全や安全を取り込んだほうが、結果的により経済的・合理的な開発ができるという方向になってきましたね。昔は保安担当者は外側から監督する立場でしたが、今は操業の責任者自身が保安の責任者という形がやっとのようになってきました。しかし、企業単体では重点的なテーマについての勉強が容易的ではないので、SECのような組織が集約的に勉強会や研究開発をやってくると、非常に役立つことが会員の間に次第に馴染んできたのではないのでしょうか。

馬場 “保安”と“技術の進歩”は車の両輪です。つまり、保安を確保するためには技術の向上が必要です。企業も技術の向上のためにお金を使っています。しかしながら、技術だけではカバーできない部分がありますし、いったん事故を起こすと多大の出費がかかりますので、細かく神経を使い「保安第一」でやっています。環境についても同様ですが、漏油事故は環境破壊にもつながりますから充分に気を付けなければいけません。

中山 安全に関しては皆さん自分の問題として取り組み、非常に効果を上げられていますが、環境保全の問題になるとどこまで理解して、どこで手を打つべきか、難しいのではないのでしょうか。身近な問題を自分のものとして消化していけば、トータルで真の経済合理性につながるという議論もありますが、例えば地球温暖化の問題で、炭酸ガスを燃やすなどという話から、最後には石油そのものを使

自由によれたのですが、最近是非常に厳しくなってきました。一昨年オーストラリアのオフショアで井戸を掘るとき、政府のセーフティ・ポリシーを遵守して作業を実施したのは当然ですが、事前に周囲の海洋生物に関する調査と、万一、油が流出した場合の影響等に関し、詳細なリポートを提出するよう要請されました。現地にはそういう問題に関するコンサルタントがいて、そこに調査依頼しリポートを提出し、承認されました。また、ベネズエラでは、人を使う場合労働組合が非常にうるさく、保安面についても口を出しますが、それよりも坑井敷地を確



うなという話にまでつながってしまうと、環境問題は非常に幅広くて難しい問題になりますね。田中先生は世界中をまわってこれ、最近の感じはいかがですか。

保安・環境重視の流れとSEC設立の意義

田中 保安や環境が非常に重視されてきたことはたいへん結構なことですし、今後は社内でもその方面の担当者の地位も向上し、中心的な役割を担ってくださいます。また、最初は開発を経営的にこなす目的で石油公団石油開発技術センター（TRC）ができましたが、こんどはSECができて日本として石油の技術開発を両面から見ていくということで、設立のタイミングが非常によかったと思います。

おっしゃるように、保安と環境とは視点が違うということもありますが、例えば「石油汚染への準備、対応及び協力に関する国際条約（OPRC条約）」では環境問題や保安問題も保安規則の中に修正点として一部入っています。従来、保安ということと国内の活動を中心にやっていればよかったのが、今日では日本の企業は海外で盛んに活動している。これらのことから、保安や環境の見方がグローバルに広がらざるを得なくなっている。そのようなことが今やっている保安規則の規制緩和や国際化につながってくるのだと思います。このような国際的な動きにSECとして取り組み、それをいろいろなところへ反映していく。そのような活動の場ができたことは非常によかったと思います。

馬場 SECとしてはそのような世界的な傾向や世界の規制の動きを石油開発の会社に知らせるのも、ひとつの任務・義務ではないかと思いますが。

中山 抱りどころがないという問題はよくありません。抱りどころのために基準をつくる、逆に規制を強めることになってしまうこともあります。規制があるからではなくて、保安や環境

を無視すると結局は高くつくんだという意識でやれば、安全や環境保全もううまくいき、その結果規制も緩和されるといった理想的な姿になるのではないかと思います。

環境も保安も大切にするためには、多少ルールや基準をつくらなければうまくいかないということは、現在の大きな規制緩和の流れの中では一種のジレンマになると思いますが、鐵山課長の立場ではどう感じられますか。

鐵山 今の規制緩和は、経済的な規制



●おりのやま じゅん●

1976年通産省入省。資源エネルギー庁、工業技術院、産業政策局、通産政策局、金属鉱業事業団ニューヨーク所長、近畿通産産業局資源部長を経て、96年6月から現職。

を緩和することが求められていると思います。環境面に代表される社会的な規制は、科学技術の知見が進歩するたびにいろいろな新事実がわかってきますから、それについては規制が必要な場合もあると思います。

以前は一つの鉱山なり製錬所での基準を守っていれば、それ以外は地球系のようなもののがうまく解決してくれるという意識でした。しかし、国連の中ではもっとグローバルな視点で解決しなくてはだめだという議論があり、これが国連海洋法へ、さらにエクソンの事故からOPRC条約の話になってきたのだと思います。ただ、グローバルな問題をグローバルな場のみで解決することは不可能なので、今、国連の中では「Think Global, Act Local」という言葉がよく使われています。グローバルなセンスをもって、ある地域

の鉱山なら鉱山の中でローカルにやっていくのが良いという議論が出てきているわけです。

現在、石油に関して、環境・保安の話を担当するのは鐵山課しかなくて、うちがやらざるを得ない感じになっています。経済水域200海里によって生産の範囲がぐんと拡がり、その裏返しとして環境問題の観点から海洋法およびOPRC条約にすでに盛り込まれているが、ではそこを誰が正式に担保するのか不十分であるわけです。だから今や鐵山保安法は陸上だけでなく海洋にまで拡大適用されていますし、そこでしっかりとやらないと国際的な非難を受けるという状況です。日本は知識面・体制面とも若干遅れ気味でしたが、1989年にアラスカでエクソンの事故が起き、その数年後にSECができ一応の体制が整った。この5年間はトピックス的なテーマで勉強をやってきたということは、まさに今の時代を象徴しているような気がします。我が国でOPRC条約が発効したのは今年の1月、国連海洋法は7月ですから、その意味では1996年という年は環境保全は国際的な枠組でやらなければいけないということが我が国で認知された年ということができ、先行的に動いてきたSECとしても、創立5周年を迎え、さらにもう一つ先をやらなければいけない時期に来ているのかなと思います。

しかし、日本およびSECが何をどうやるのかといった話以前に、石油の保安面や環境面の話が国際的な場で意外と議論されていないと思います。これらに関する情報をまとめ、また独自に勉強して、それを皆さんに提供する、そのためにSECが継続的に海外に人脉を作り、展開していければいいと期待しています。

国際的な取り決めへの流れ

田中 今のお話はSPE (Society of Petroleum Engineers: 米国に本部を置く世界最大の石油技術者の学会) のHSE (Healthy, Safety and Environment) 会議

の目的と同じですが、中山さんは第一回会議への日本の参加に努力されたのでは。

中山 ええ、石油開発については国際的取り決めはなく、基本的には各石油会社の責任で行う自主的な内部規制や標準化です。各石油会社により地域的規模もまちまちですが、ただこの前のエクソンの件以後は、各社単独ではまずい、グローバルに情報交換をしようという動きはあります。しかし世界共通の基準を作ろうということまではいっていない。また、そのようにして作った世界共通の基準が、ある一つの地域、例えば北海で作業をする上で本当に機能するかどうかは未知数です。

また、これとは別の観点で、「安全」を見る場合、100%安全はありえないので、むしろフェイル・セーフの機能を働かせて、万一事故が起きた場合、それが重大な二次・三次災害にならないようにすることが大きなポイントです。その意味では石油精製業界を中心とした石油連盟（石連）で、油流出事故対策用の救急機器類を共同保有したり、国際的に助け合おうといった意識が進んでいます。韓国で事故があった時、石油連盟で保有している設備がうまく機能した例もあります。

関係機関との連携も

田中 石油開発業界も万一の時は石連のオイル流出防災システムを借りられるようなシステムを作らなければならないと思います。SECとしても流出油の回収や予測で立派な成果を出しており、その点では石連のシステムに寄与できるので、それを共同利用するシステムを作っていくべきだと思います。

馬場 流出油監視システムあるいは拡散予測システムは、湾岸戦争ではある程度のことを行っていましたが、今はどのへんまで進んでいるのですか。また、あれがどこまで正しかったのでしょうか。

田中 湾岸戦争時の反省に立ち、SECで開発中のシステムは、リアルタイムにデータの取り入れおよび拡散予測ができるシステムです。リモート・センシングで、状況を観測し、後の油の流れを予測し、それに応じてオイルフェンスを展開して待ち受ける等の対応ができるシステム

です。昨年、ノルウェーの海域で実際の油を流出させて行った予測実験（国際共同研究）にも参加し、それらの成果がそろそろ出てくる頃なので、楽しみにしています。また、流出油を回収する機器の研究も3年間実施しました。

馬場 いったん油が流出した後の拡散を防ぐ機器は、製油会社や石油連盟と共有できるようにないと思います。SECでやっている油回収システムは当時かなりできていたのですが、あれで不十分な場合は石連などと共同でやることも考えた方がいいと思います。

田中 予測システムは、日本海洋開発産業協会が先にやっていたのを引き継いで発展させ、新技術を取り入れ、予測の精度を上げてきたのです。



●たなか しょういち●

1934年神奈川県で出生。57年東京大学工学部鉱山学科卒業、帝国石油入社。60-95年東京大学工学部助手、講師、助教授、教授。95年東京大学名誉教授。

中山 これまでも流出油の拡散予測モデルは数多く出回っております。SECで開発中のシステムは、外洋にあるプラットフォームを意識し、海底に設置のバイプラインからの漏油を想定しています。すなわち、流出油の量をレーダーにより把握し、これをリアルタイム拡散予測モデルにインプットします。1時間、3時間、5時間後等の油拡散予測結果から、最寄りの海上保安庁等への通報および共同防災組織等への救援を迅速かつ効率的に要請できる一元化したシステムです。

馬場 SECは研究テーマが多く、これから多岐にわたって研究していかねばならないが、他の機構でやっている研究は出来るかぎり利用し、また精細会社や大学での研究も参考にして、SEC内部ではできるだけ省略したり簡素化で

きれば無駄も省けると思います。

中山 石油連盟や石油公団が中国の内外に資機材基地を設けてシステムの開発をしていて、これを一元化しようという動きもあります。

もう一つは、今研究しているシステムが完成した場合、日本周辺の井戸に適用するだけではなくないもので、実際に現場部隊をもっている運輸省の海上災害防止センターと協力して有効活用してもらうのがよいのかも考えています。

油の流出事故などの予防は各所管のところでやればよいのですが、いったん事故が起きてしまうと境目がなくなってしまいます。そうなると対処する機器の共同使用のほか、海象や気象の予測、海岸の対策などソフトの面も幅広く必要になります。しかし、ソフトのネットワークは単独ではできないし、かといって全部集まって共同研究しようというのも実現性が低い。だから各自がうまく連携をとりながらやるのが効果的なのかと考えられ、その輪が拡がりつつあるようですね。

先日海上保安庁の主催でSECと石連と海上災害防止センターなどが集まり、そのことを披露したと皆さん非常に関心を持たれ、今後は皆で連携をとり一元化してやっていこうという意見が多く出されました。

また、日本だけでなく、事故の影響のある近海の国も含めグローバルにやっていくということですね。日本は中東の原油をたくさん運んでくるから、シーレーンの関係では国際的に相談する共同の場はあるのですか。

危機管理面での研究・調査

磯山 今、現在はないでしょうが、当然そういう議論はあるでしょう。

私は前職は近畿通産局の資源部長でして、阪神・淡路大震災に遭遇したときの教訓として都市で災害が起こった直後の72時間が最も重要なポイントであるという議論が出ました。これを油の流出事故の場合に、適切な、また、可能な対応の速さをいろいろな地域を想定して、SECなどで議論してみるのも面白いのではないのでしょうか。SECにはこれまでの5年間でハードはかなりの蓄積がありますか

ら、今後はそれをシーズにしていられる
な知恵を集めるセンターとして機能して
いけばよいのではないのでしょうか。

田中 その点、今年から始まった「海洋
石油開発危機管理調査」の危機管理内容
をどうするか、海外活動での事故も含め
どう対処するかというテーマを、どのへ
んまで掘り下げればよいか。SECとし
てはお金とヒトの問題がいつも問題に
なっているところだ。

話題は変わりますが、「グローバルに
考えてローカルに対処する」という例で
は、電力の衝突から出るCO₂の地下処分
に石油の開発技術が使えないかという研
究をやっています。これも環境対策とし
てグローバルに寄与できる問題かと思
います。

CO₂の吸収にも活用

織山 来年12月に京都でCOP3（気候
変動枠組条約第3回締約国会議）とい
う環境会議があり、ここでおそらく2000
年以降のCO₂の削減を国際的に約束しな
くはならないでしょう。今後さらに
CO₂は増加すると予想され、その処理に
石油技術が使えれば関係するいろいろな業
界にとって非常に好都合だし、そのため
には石油開発側もしっかり勉強しておく
必要性を感じますね。

田中 当面エネルギーの太宗は石油で
しょうが、その後は石炭です。これはCO₂
がもっと出ますから、これの処理に石油
の技術を使えば石油の寿命も延びるし、
大きく寄与できるので、我々も頑張っ
てやろうと思っています。

中山 炭酸ガスを大量に吸収する素材
があるということが何かに出ていた
ね、我々の技術ではカバーできませんが。

馬場 CO₂地下処分の最も簡単な方法
は、枯渇した油田やガス田に圧入すれば
いいのですが、国内ではどちらも量が少
なすぎる。長期にわたり大量のCO₂を圧
入すると、やはり帯水層ということに
なります。いまエクソンがナツナで
大規模に計画していますが、日本国内
では難しいようです。海上となるとお金
が相当かかるし、そのへんの問題もあ
りますね。

田中 財源の問題は我々の範疇ではな

いですが、技術的な提言ならできると思
います。現に、海底下の背斜構造や単斜
の淡水層ではかなりいくのではという試
算はしています。

パイプラインの安全基準づくり

中山 SECの研究開発テーマの中で
「ガスパイプライン」とありますが、これ
のポイントは何ですか。

田中 帝国石油株の東京パイプライン
のような、鉱山保安法に基づく高圧・長
距離ガスパイプラインを設置する場合に
は、一般道路下埋設をせざるを得ない
ので、この場合には建設者の許可が必要と
なります。現在、道路下埋設の場合の設
置基準は、石油資源開発株が仙台ライ
ンの設置のとき、(財)国土開発技術セ
ンターに委託し、策定した暫定基準が適用
されております。

我が国の国土事情および耐震性を考慮
した適正な設置基準を策定することを目
的として、これまでに未解明な部分につ
いては、現場実験を行い、一歩ずつ解明し
ていくとするものです。

馬場 先ほど田中先生が言われた危機
管理の具体的な内容はまだ決まってい
ないですね。



●ばば つなお●

1958年帝国石油株入社。84年同社技術部長。87
年新潟監業所長。88年取締役。90年常務取締
役。95年専務取締役。

中山 安全基準はいろいろ難しく、普
通の設計では200ガルくらいでやってい
ますが、神戸の地震では800ガル以上とい
われています。では心配だから800とか
1000ガルにすると、頑丈だけど無駄な投
資になることもあります。

現在ガス・パイプラインの基準をつ
くためにいろいろなテストをしています
が、ワイヤーライン作業を例にとると、ど

こが切れるかわからないと対処のしやう
がないので、あらかじめ弱いところをつ
くっておけば、次の対処のしかたがわか
ります。すなわち、システムの中に、あら
かじめウィークポイントを設定しておく
ことで危機管理を容易にすることができ
ます。パイプラインもこれと同じことが
あるようで、そのへんまでやっていただ
けると非常に現実性のあるものになら
うかと思いますが。

馬場 圧力については安全弁がついて
いますが、異常な力がかかった時はどこ
がやられるか。

中山 異常な力がかかり大断層がで
た場合は、どんな鉄管を使ってもいけ
ません。それに耐えうる鉄管をつくれとい
っても無理です。だからパイプが切れたと
きそこで圧力が急に開放されますが、そ
こで自動的に止って一時的には漏れても
非常に限られた量しか漏れないようなシ
ステムを構築しない、うまくいかない
んじゃないかと思っています。実際に断層
バルブをどこに置けば、実際に実験をし
なくてもシミュレーションでわかると思
います。

田中 話が危機管理に戻りますが、今
のところ国内にはベースがないので、と
りあえず欧米のものを参考にします。石
油以外でも一般的なものは一般産業界で
使われていますから、その場合はそちら
を使えばいいのですが、日本の石油会社
の場合は一般企業と異なる環境で仕事を
しているが、そういう場合の危機管理の
あり方についての情報をあまり持ってい
ないので、とりあえず欧米ではどんなシ
ステムをとっているのか調査しようとい
うことで、いまコンサルタント会社に依
頼することを検討しています。それが出
てきたら日本の石油開発企業に合う形
に手直ししていきたいと思っています。

オペレーション・マニュアルづくり

中山 オペレーション・マニュアルは、
海外の会社はみんな持っていますが、残
念ながら日本の会社は整備が十分でない
です。それらをきちんと整備するのもし
ませんが、SECとしてはそれらのマニ
ュアルを作るための基本的な部分を掘り下
げてもらいたいですね。ここが意外と抜

ている気がします。

馬場 ヘリコプターに乗る人は訓練をかなり受けているのですが、そういう人達にライセンスを発行して、それがインテリジェントに通用するものにしたということですね。

中山 マニュアルの対象となる作業の種類は数多くあり、会社によって、また、場所によって変化がありますので、ここでやれるかどうかは別ですが、大変でも資料を集めてそれを読みこなすことで、共通基準を作るということではなく、根っここのところを整理してみることはSECとしても非常に意義のあることです。

田中 例として挙げていたのは、北海のプラットフォームの事故ですね。あれは単純ミスでしたが、あれ以後イギリスは規則を直していったわけです。どんな考えでどう直したか、どんな反省があったかなど、我々が経験できないいろいろな危機的状況があったのかもしれないということ、コンサルタントに頼んでそのへんを勉強することから始めてみよう、今年から動いています。また各社の持っている個別情報を統合したいという希望も聞かれています。

中山 各社とも細かすぎるくらいきちんとしていますので、統合は難しい気がします。そういうものの根っこにあるものは大いに議論する価値はあると思います。BOP（噴出防止装置）も、BOPのコントロール自体が非常に重大問題ですから、各社もきちんとマニュアルを持っています。

田中 BOPではシャローガスに対処できるエキスパートシステム、不測の事態への対処（コンティンジェンシー・プラン）など、コンピュータを使ってすぐ出せる形にしようとして研究してきているわけです。これらは新人の訓練にもなり、また公団のコントロール・システムの前段階用としても使えると思います。

馬場 公団のもの、いづれ合体させるのですか。

田中 いえ、公団とは組織が違うので合体はしませんが、両方試してみたり、SECのエキスパートシステムをマスターしたら公団のものをハード的にトレーニングするなど、いろいろ使えると思います。

馬場 こういうものはハード的にもやってみないとね。コンピュータの上だけで見ても、訓練にはなりませんね。

田中 両方要ると思います。だからその前段階として新入社員トレーニングとして。中山 マニュアルを整理することはいいが、あまり現場的な細かいところに入ってしまうと、それはむしろ実際の訓練の問題でしょう。いちいちエキスパートシステムを叩いていたら間に合いません。

やはり一番優秀な井戸掘りは事故、トラブルを最も多く体験したエンジニアです。一度事故に遭った人は次に遭うと非常にうまく対処できます。しかし残念ながら一生のうちでそう事故に遭う数も少ないので、そこでマニュアルを整理し教育しようということですが、外食産業のアルバイトのようにマニュアルどおりで人間味がなくなってしまうと、安全管理上はマイナスではないでしょうか。

織山 根っこの部分がクリアになっていればマニュアルを細かく知らなくても、その方針で突発事態に動けばいいということですね。各社で独自につくられているものの中に、共通する思想を学ぶことは決して無駄ではないと思います。いつかそれが国際的なある種の基準に発展すればいいですね。



●なかやま すむ●

1934年生まれ。60年東京大学工学部鉱山学科卒業。石油資源開発入社。67年石油開発公団（現・石油公団）入団。78年同退職。ジャパン石油開発社に出向。81年石油公団復興。94年石油資源開発社顧問、95年同常務取締役。

中山 その方向がいいでしょうね。以前、外国の大手石油会社では社内基準が世界一厳しく、一時マニュアルだらけになった結果トータルコストが目茶苦茶に上がりました。しかし北海の事故で反省し、根っこに戻り、守らなければならない

部分と臨機応変に対処すべきところを全部見直した。大組織にはこういう傾向がありますね。

アジアの中での石油開発研究

田中 垢を落してスリムになることが、今後は国内の保安規則にも当て嵌まるような気がします。これからは規制緩和で大概を押さえて、それ以外は会社にある程度権限を譲渡しないと役所も会社もバンクします。そして今後国際的な共通規則ができれば、国際間でも非常に働きやすくなります。そうしなければいけないと思います。

最近の「国際化」の問題で日本はアジア地区の他の国々から道難しんでいる印象を非常に受けるのです。SPEが主催してアジア地区の石油工学の教育をいかにあるべきかというミーティングをやるのですが、その委員会メンバーに入っていないのは日本だけです。発表やエキジビションの出席メーカーリストでも、日本はゼロです。今後共通のベースをいかに作るかというのが課題と思いますが、企業ではいかがですか。

馬場 言葉の問題ではないでしょうか。日本人は英語が上手になってきましたが、やはりまだなんですね。

田中 大学としてももう少し出ていかなければならないと思います。

中山 その理由は何かと思いますか。

田中 研究のアクティビティとお金でしょう。日本は研究者も少ないので、大きな大会には出ても、小さな大会には手が回らない。

中山 日本は「教育」の中で、石油開発の占める割合が小さすぎるのでは。

織山 はっきり言えばそうですね。

田中 そうなったら連合体で研究すればよいのでは。

中山 日本のメーカーで、石油開発で飯を食っているのはほとんどいないのです。だから日本のメーカーに発注すると高くつくとか実績がないとか言って、発注しない。そのような相乗効果もあるのではと思います。

織山 その傾向はこれから益々顕著になりますね。学会やサークルはある種の人脈でつながっているのですが、アメリカの資源系の大学のドクターコースは今

やほとんどアジア系で、アメリカ人は少ない。これは10数年前からの傾向で、今後これら韓国や中国の人数がアジアの資源のサークルでイニシアティブをとるのは明白です。石油関係はまだまだいほうで、鉱山関係はもっとそれが進んでいます。日本では今の人達がうちに、なんとか手を打っておかないとかなりまずいことになるのではないですか。

その意味では私はSECを評価しています。人が集まる場所や、ノウハウを蓄積・整理できる組織となって、それを使ってまとまった発言ができるという仕組みにならないかと思っています。人数的にも発展の速度も異なるので、アジア地区でのマンパワーの差は歴然としています。それは保安でも開発でも同様だと思います。2000年を越えれば石油、石油、メタルなどすべての分野でそうなると思っています。今の力のあるうちに網を張って、企業や大学の関係者に参加してもらい日本がイニシアティブをとって仕組みを維持することを目指さない。そうならないというのならカネで解決するということになりませんが、それでは淋しいですね。

中山 田中先生の後輩でもアメリカに留学し、良い成績で現地の企業に就職した人も多かったのに、皆帰ってきてしまいますね。なぜですか。

織山 日本のほうがベイトがいいのでは。

田中 それと、'80年代後半のアメリカの石油産業のリストラクチャの影響もあると思います。

中山 国際的に通用する人が日本に集まってもしかたがないのでは。散らばったほうが……。

田中 日本を基地にして、また海外に引出していくためには、ある程度サポートしてやらなくてはならないでしょう。

中山 織山課長がおっしゃるように、SECの立場でもできるだけ国際的な場に関与することはいいことですね。しかし、会社レベルでもいろいろな交流がありアメリカ、ヨーロッパには結構出ていっているのに、アジア人同士の場ということになると……。同じことを言うのにも、われわれ日本人が言うのとアメリカ人が言うのでは、中国人の態度も違いま

すからね(笑)。でも今の若い人は全然抵抗がないからどこにでも出ていって、堂々とやっていますね。

田中 現在の状況では研究者の層を厚くするわけにはいかないの、もう少し共同体で何とかうまくもっていききたいですね。

アジアの石油企業との連携

馬場 会社にも人材の余裕はないですよ。

中山 最近、また、中央アジアや東シベリアにみんなの目が向いてきて、現在東シベリアには韓国が相当出ていっています。彼らは日本人よりアクティビティが高い。あそこは何も韓国の独占レーンというわけではありませんから、日本も欧米だけでなく彼らと一緒にやればいいと思います。歴史的な抵抗感もあろうと思いますが、東アジアも中央アジアも朝鮮族がたくさんおり、民族的共通性も高い。彼らと一緒にやっていくためには日本人の意識を改革する必要がありますが。

韓国は経済も我々の10分の1ですが、ある意味では日本人より外国に出ていって対等に仕事をする迫力があります。中国も、国内需給がマイナスになっていることもあって、海外への進出意欲が強く、トルクメニスタンに乗り込んできてやっているようだし、カナダのオイルサンドにも参加しています。

田中 ええ、その意味では中国の長期計画はすごいんですね。

中山 また、マレーシアもどんどん海外へ出ていっている。その意味では「産油国対消費国」という立場でなく、一緒にあって第三国で仕事をする関係が深まりつつあるですね。

田中 むしろアジア全体の収支を考えれば、石油にしても外から持ってこなければならぬというのは明白ですからね。一緒にやっていくことを考えないと、奪い合いになるだけだと思います。

中山 それと大学サイドでは、卒業したら3分の1くらいは外国のドクターを取りに行かせるとか、外国企業で働かせるとか。

田中 外国企業である程度働いた人を再び日本で受け入れるとか。先ほど課長が言われたように、SECにそのような

国際化の拠点としてやってもらえるのは非常にいいことだと思います。

中山 しかし、どっちみち内容が非常にグローバルな命題ですね。

田中 ええ、環境も保安もすべてインターナショナルにならざるを得ません。

中山 その意味では先ほどのHSEにSECから代表を送っていいですね。

田中 今年はSECから1人代表が参加しました。今年は3回目で、日本からは関係者が1回目から出ているので、これまでの資料は全部集まっています。

中山 大手の石油会社が全部入っている情報交換会だから、実績は非常にいいのではないですか。

今後のSEC事業の展望

田中 それにしても、SECはあれだけの人数でよくやっておられますね。

馬場 人数も金の面も大変でしょう。

中山 会社も派遣できる人がないのです。OBでいい人はいませんか。

織山課長、最後に来年度の予算要求に関連して考え方についてお話しいただけますか。

織山 来年度もいろいろなテーマでやりますが、今後はソフト的な話、データベース的な話、それから国際化のためのセンターという話が重要になろうかと思っています。この5年間はきっちりと現況を積み重ねてきましたから、こんどは外に向かって発言する時期かとも思います。その方法については皆さんのいろいろなご意見を聞きながらやれば、日本としての意見が示せて面白いのではないかと。いま日本を外から眺めると、ここところは手薄だとか、ジリ貧になって来ているなどということに気づき、「いや、そこをちゃんと勉強していくんだ」というように明確に出せば、コミュニケーションも始まり、海外の企業も日本と組むことのメリットにも気づき、今後の発展にもつながっていくと思います。それで日本の石油開発や石油の確保に寄与すれば、国全体としても、非常に意味のあることだと思います。

そういう意味で平成9年度はいろいろなテーマの中で特に「国際化」の点で産・学・官の交流を積極的にやろうと思います。

中山 ありがとうございます。

CO₂地中処分技術調査
研究について東京大学名誉教授
分科会委員長
田中 彰一

1934年神奈川県で出生。57年東京大学工学部鉱山学科卒業。帝国石油株式会社。60～95年東京大学工学部助手、講師、助教授、教授。95年東京大学名誉教授。

1. はじめに

エンジニアリング振興協会における地中処分の調査研究の第1段階は平成2年度と3年度にわたり技術部担当で行われた。その後1年の空白を置き、平成5年度より第2段階に移行し、石油開発環境安全センターが担当している。第2段階は平成5年度の予備調査と平成6年度から始まった調査研究フェーズ1とから成り立っている。今後はフェーズ2に移行することが検討されている。

第1段階の調査研究は次の3原則の下に進められた。

- ① CO₂を廃棄物として棄てるのではないこと。
- ② 固定化したCO₂が周辺環境に影響を及ぼさないこと。
- ③ 将来、CO₂の有効利用が可能な形にしておくこと。

CO₂は最終的な産物であり、その再利用は難しいとも考えられるが、それに反する考え方もある。海底下のメタンはCO₂還元によるものとの説もある。CO₂の電気分解により有機物を作り出す研究も進められている。最近の火星探検の記事には、CO₂があれば現地ではロケット燃料を製造でき云々、の記事がある(Newsweek 1996.10.2)。人類が炭素に依存しなくてもよい時代が来るまでには、CO₂は資源として検討される価値のあるものである。

2. CO₂の石油増産への利用

第1段階では石油増産法のうちのCO₂攻法における利用可能量を検討した。全世界の油田を対象として約600億トン

CO₂の静的処分量を推定した。わが国内の油田には大規模なものがなく、1,000万トンCO₂程度であり、海外の油田を対象にする必要性が認められ、トータルシステムの検討を行った。

3. 帯水層への処分可能量

第2段階の予備調査では国内においてCO₂の地下処分の可能性を求めて、対象層の検討を行い、それぞれの可能処分量を推定した。

わが国の油ガス層の存在形態の検討から、地下処分の機構として次の2つが考えられる。

地質構造の一つ目は背斜構造であり、多くの油ガス田はこの背斜構造より成立している。処分機構としては、孔隙中の地層水をCO₂で置き換えてCO₂は孔隙の内部を占める単相状態(処分機構1)と、岩石表面を覆う地層水に溶解した状態(処分機構2)の2つ状態の合わさったものが考えられる。図1にその様子を示す。

地質構造の二つ目は単斜構造であり、

わが国特有な水溶性天然ガスが胚胎しているものこの構造である。CO₂は地層水に溶解した状態(処分機構2)で処分される。図2にその様子を示す。

これらの地質構造と処分の機構は油ガス層として自然に存在するものであり、CO₂の圧入により人工的にこれらに似せたものを作ることに相当する。先に記したように地下に圧入したCO₂が地表に漏れ出ないように、対象層の深度は構造と機構により、地表から500m、800mあるいは1,000mより深いものを採用して

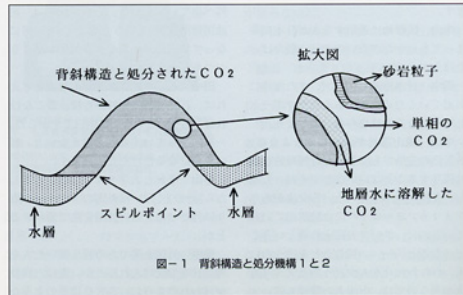


図1 背斜構造と処分機構1と2

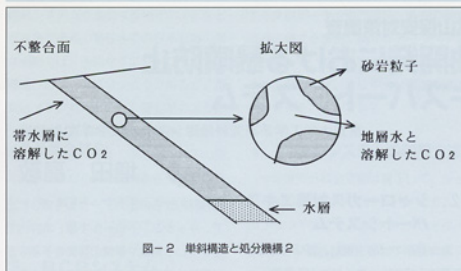


図-2 単斜構造と処分機構2

いる。

背斜構造と単斜構造は陸域にも海域にも存在する。当然のことであるが、これまでの探査の程度には精粗の差が存在する。これらの事柄より以下の4つのカテゴリーに分けて、CO₂の処分可能量を推定した。

カテゴリー1：枯渇した油ガス層とそれに隣接する帯水層。陸域と海域を含み、地質構造1と処分機構1と2よりなる。

カテゴリー2：探査により帯水層と判明している背斜構造。陸域と海域を含み、地質構造1と処分機構1と2よりなる。カテゴリー1よりデータの信頼性がかなり低い。

カテゴリー3：陸域の水溶性天然ガス層の存在する堆積盆地。地質構造2と処分機構2よりなる。

カテゴリー4：海域の堆積盆地。地質構造2と処分機構2よりなる。カテゴリー3より規模は大きい、データの信頼性はかなり低い。

これら4つのカテゴリーについて推定されたCO₂の処分可能量と信頼性の程度を表1に示す。これより明らかなように、日本全体で約900億トンCO₂の処分可能量が見込まれる。国内の年間CO₂発生量約10億トンの半分5億トンを地中処分するとした場合約200年分の可能性を有している。

4. 帯水層内での挙動

第2段階のフェーズ1では、CO₂を地層に圧入した際の挙動を検討するために、砂岩試料にCO₂を流す室内実験と、フェーズ2の実証試験を想定したコンピュータシミュレーションを行っている。

る。

地中に流体を圧入する技術はすでに実用されている。一つは先に記したことであるが、石油増産法のうちのCO₂増法であり、一つは天然ガスの地下貯蔵であり、また近々ノルウェーでCO₂の帯水層への圧入も開始される。

これら3つの分野には似ているところと異なるところと存在することは当然なことである。坑井を掘り、地層に流体を圧入することは共通技術であるが、地層に入った後の挙動はそれぞれにおいて異なるものである。地層内流動挙動を模擬するための基礎データは室内実験などで取得しているが、コンピュータモデルは石油増産法のCO₂増法用のものを使用している現状であり、CO₂の帯水層への処分専用のモデルを開始する必要がある。CO₂は超臨界の状態で地層に圧入されるが、この状態の物性など不明な点も多々残されている。

最も処分可能性が期待されるカテゴリー4と3は、地層内で地層水に均一にCO₂を溶解させることが必要であるが、この技術はいまだ確立されていないのが現状である。

5. 今後の課題

宇宙開発、海洋開発と並んで地下開発の一環として、わが国としてもCO₂の地下処分技術の開発に取り組むことが望まれる。これら3つの空間において地下が最も遅れているのは、人類が直接行くことが不可能であり、無人機器の行動の自由もないことである。

我々が現在考えていることがどれだけ自然を理解し、計画立案の筋道が正しいかどうか、費用の算定の仕方に大きな間違いがないかなどを検討することが、実用化に先立ち必要である。これらを迅速かつ円滑に行うにはフェーズ2の実証試験をきちんと行っておくことが必要であると考えられる。

表-1 日本におけるCO₂地中処分可能量

(単位：億トンCO₂)

カテゴリー	地質構造の型	推定処分可能量	信頼性
1	背斜	20	最も高い
2	背斜	15	低い
3	単斜	160	かなり高い
4	単斜	720	最も高い
合計		915	

注
背斜型の処分機構。処分機構1と2
単斜型の処分機構。処分機構2
処分機構1：地層の孔隙内のCO₂単相
処分機構2：地層水にCO₂溶解
カテゴリーの説明：
1：既存の油ガス層と隣接する帯水層
2：背斜構造の帯水層

3：陸域の単斜構造の帯水層
4：海域の単斜構造の帯水層

石油開発における暴噴防止 エキスパートシステム

東京大学工学系研究科地球システム工学専攻 助教授
分科会委員長

増田 昌敬



1958年静岡市で出生。80年東京大学工学部資源開発工学科卒業。82年同大学院修士課程修了。82～86年石油資源開発株式勤務。86年東京大学工学部講師。92年同大学工学部助教授、工学博士。95年～東京大学工学系研究科地球システム工学専攻助教授。

1. はじめに

海洋で石油坑井を掘削中に坑内泥水柱圧と地層圧のバランスが崩れると、地層からガスが坑井内に入り込む(図-1)。これを掘削の専門用語でガスキックと呼ぶ。掘削作業中にガスキックは頻りに起こるが、早期にキックを検知して適切な対策を講じれば、多くの場合はガスの流入を止めることができる。しかし、キックをコントロールできずに海上までガスが吹き上げる暴噴(ブローアウト)事故を起こしてしまうと、多くの人命を失う大災害と大規模な海洋環境汚染を引き起こす可能性が高い。

平成4年度から始まった石油鉱山保安対策調査では、海洋掘削における暴噴事故を未然に防ぐ、またはその被害を最小限に抑えるための保安対策として、シャローガス対策エキスパートシステムの開発と暴噴コンティンジェンシープラン(BCP: Blowout Contingency Plan)のシステム化作業を進めている。

2. シャローガス対策エキスパートシステム

海洋掘削では陸上掘削と異なる特殊な暴噴防止技術を必要とするが、その一つがシャローガス対策である。海底下の浅い深度の地層中に存在するガスをシャローガスと呼ぶ。掘削中にシャローガスのキックに遭遇した場合は、そのコントロールが難しいため、暴噴事故に至る確率が非常に高い。ガスキックから暴噴に至るまでの時間が非常に短く、ガスの噴出が浅部地層の崩壊を誘起するからである。海洋掘削ではシャローガスがありそのような地域を避けて掘削サイトを決めるのが常識となっているように、大きな危険性をもつガスである。

シャローガス対策エキスパートシステムは、シャローガスに関連した保安対策を支援するコンピュータシステムであり、図-2に示すように、「会話インターフェース部」、「知識処理部」と「計算部」の3つのサブシステムから成る。「知識処理部」には、キックコントロール手順(ルール)やコントロール不可能になった場合の対処法に関する専門家の知識を覚えさせてある。「計算部」では、ダイナミックル^(注1)における坑内状況、ガスブルーム^(注2)の挙動に関する推定計算を行う。

実際の使用にあたっては、坑井や掘削リグの使用、地層条件などに関する基礎データを会話インターフェースを通してシステムに入力しておく。掘削中にガスキックを検知した場合は、その状況(観測データ)を入力すると、「知識処理部」が、

「計算部」からの出力データも考慮した上で、キックコントロール手順、坑井内で生じている現象や暴噴の可能性予測などに関する適切なアドバイスを出力する。

従来は専門家が行っていた判断をコンピュータが代行するという支援システムとして利用されているエキスパートシステムは世の中に数多く存在する。医療用では、患者の治療や肺機能診断等で実用化されている。石油開発の分野では、泥水管理を行うMud Manや海洋油田の最適

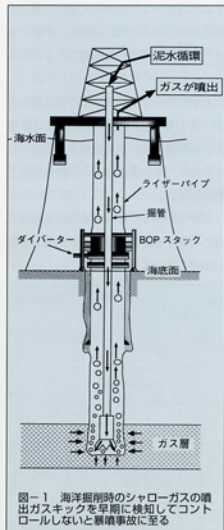


図-1 海洋掘削時のシャローガスの噴出
ガスキックを早期に検知してコントロールしないと暴噴事故に至る

注1) BOPを閉めずにダイバーターからガスを噴出させながら泥水または海水を坑内循環することにより坑井を封圧する方法。

注2) 海底に設置されたダイバーターから放出されたガスは海水をブルーム状に上昇して海上に広がる。このガスブルームにより、リグの転覆事故などが引き起こされる。

開発システムを選定するNEPTUNEなどが有名である。現在までの日本近海の海洋掘削では、予期せずにシャローガスに遭遇したケースはないようであるが、将来はメタンハイドレート層掘削のようにシャローガスのある地域を目標に掘削するケースも多くなるであろう。地下の見えない状況から瞬時に判断を要求されるシャローガスキック対策において、エキスパートシステムは有効である。

3. BCPシステム

掘削中の暴噴防止対策に万全を期したとしても、シャローガスが激しく坑井内に流入するような状況に遭遇した場合には、そのコントロールが難しい。万が一暴噴に至った場合に、掘削作業員の人命の確保、被害拡大の防止、環境汚染の防止などに俊敏な対応策をとらなくてはならない。暴噴事故が発生した際に、その暴噴坑井を迅速かつ安全に抑圧するまでの組織、作業手順、関連各所への連絡手続きなどをまとめたものが暴噴コンティンジェンシープラン(BCP)である。暴噴事故の経験や暴噴坑井の抑圧作業に従事した経験をもつ掘削技術者は稀であり、緊急の場合にどのような処置をとればよいかを判断できる掘削作業者はほとんどいない。そのため、掘削会社では、作業前には必ず掘削する地域に対応したBCPを作成して不測の事態に備えている。

当分科会で開発しているBCPシステムは、BCPを電子マニュアル化したものである。本システムはCD-ROMで配布され、パソコンで使われる。パソコン上でボタンを操作するだけで、暴噴時の諸官庁への緊急連絡、暴噴消化スペシャリストが到着するまでの初期対応作業等を、現場の作業員が誰でも簡単に実行できる。従来方式で厚い印刷物のBCPマニュアルを開いて対応策を調べるのに比べると、緊急時の危機管理に大いに役立つであろう。本システムには、暴噴に関

する文献データや専門用語、過去の暴噴坑井に関する事例に関するデータベースが付属している。暴噴事故の事例を勉強することにより、より安全な掘削作業の指針を作ることができる。

4. 今後のシステムの利用方法

今年度で分科会活動は終了して、シャローガス対策エキスパートシステムとBCPシステムともに試作機(プロトタイプ)が完成する。前者はワークステーションで稼働するアプリケーションとして、後者はMicrosoft社のデータベースソフト「Access」で稼働するパソコンのアプリケーションとして使用できる。

これらのシステムは、現場作業で利用する目的以外に、掘削作業員のトレーニングや新入社員の安全教育に役立つ。また、熟練技術者は必ずしも的確な論理に従って暴噴防止対策に関する判断をしているわけではなく、熟練してくると往々にして独断的な思考や安易なミスを犯しやすくなる。そのようなレベルの方の再教育にも役立つであろう。

試作機が完成する段階で、BCPシステムは現場で即利用できるようになる。一方、シャローガス対策エキスパートシ

ステムは、ワークステーションでのみ稼働するため、現場へ導入するのは難しいかもしれない。しかし、積極的に石油関連の企業で利用されて、その評価をいただくことを期待している。

5. 最後に

今年度で分科会活動は終了するが、5年の活動期間中にはいろいろな分科会委員の方と出会うことができた。掘削技術の専門家が揃った分科会の発足当初は、各委員の間で激論がなされ、2時間の予定で始まった分科会が5時間に及ぶこともあった。このように、シャローガス対策は難しい研究課題であったが、分科会を継続するうちに最終的な統一見解が得られてきたようである。私個人的にも、海洋掘削における安全管理について良い勉強をさせていただいた。活発な分科会を継続している背景には、石油開発環境安全センターと分科会委員の方々の尽力によることが多い。この紙面を借りて感謝したい。なお、本稿では両システムに関する簡単な紹介しかできなかったが、試作機が完成後、学会発表等でその内容を明らかにしたい。

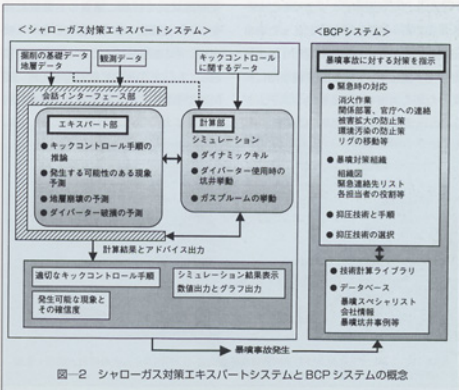


図2 シャローガス対策エキスパートシステムとBCPシステムの概念

図-2 予測システムの全体構成

能で効率の高い手法として、局所検出には光ファイバを使った蛍光検出方式、広領域監視には電波リモートセンシング方式を選択し、試験機の試作を始めました。

測システムの全体構成です。特にここでは阿賀沖を想定して、周辺海域での流況・地形データ、油質データをデータベース化し、さらに気象庁からのリアルタイム気象データを取り込んで現場海域での海上風と波浪を推定するモデルを組み込みました。また海底またはパイプラインからの噴出も想定した海底噴出のサブモデルも構築しています。

現在、これらをすべて統合して、現場の技術者が簡単に判断できるグラフィック表示機能を持った総合的な拡散予測システムが完成しつつあります。このシステムは監視システムで観測された流出状況・拡散領域を入力することにより約1週間先までの油の挙動を1時間程度で予測することを目指としています。した

拡散過程の予測には風や潮流による水平・鉛直的な拡散のみならず、水中への溶解、沈降、

蒸発といった油の性質の変化に伴う拡散も考える必要があります。そこで本調査では1981年～1987年に通産省の指導のもとに日本海洋開発産業協会が研究開発した暴噴による流出油の3次元拡散モデルを基礎として、新

がって計算には高性能のワークステーションを必要としますが、現場では簡単なパソコンで電話回線を使って結果だけを取り出すことができる実用的なシステムを目指しています。

予測システムの検証には現場での実験が不可欠です。本調査では1995年8月にノルウェー海域で実施された油粒拡散実験(NOFO Exer, ise 1995)に参加し、実験データを入手しました。これをもとに現在、開発した予測システムの性能を評価しています。

流出による海洋環境汚染を最小限に抑えるためには迅速かつ最適な対応が必要です。例えば防除資機材・人材の集結と輸送、関連行政機関・企業への通報、環境被害の予測、周辺気象データの収集など様々な情報収集・伝達が要求されます。このような種々の情報を地理情報システムの上に組み込み、ネットワーク化してオンラインでアクセスできるシステムの構築を始めました。図3はこの対応システムの概要を、監視システムおよび予測システムとの関係を含めて表したものです。監視・予測システムからの情報をもとに、迅速に防除計画を策定し、資機材を集結し、かつ関連機関への通報をします。時々刻々変化する拡散状況に対応して防除計画も修正します。予測システムに必要な気象データは対応システムから供給します。このように対応システムは最終的に本開発調査全体を統合した

図一 3 対応システムの概要と監視・予測システムの関係

対応システム

監視・予測システム

事故発生

検知

監視システム

監視データ
位置・量・広がり

情報収集システム

位置データ
気象庁

予測結果

予測システム

予測に必要なデータ
(eg. 地理情報)

防衛計画策定

防衛システム

実態材・量・期間

地理情報システム

GIS表示

情報伝達システム
(通報体制)

関係官庁

関係会社

防衛基地

現場

出典：前掲書 (P.250)

13

重要なシステムであり、できるかぎり早くこのシステムを完成させるよう努力しています。

3. おわりに

本調査ではケーススタディとして対象海域を阿賀沖とした監視・予測システムを開発してきました。調査開発は順調に

進み、今年度中には実運用手前の概念設計まで完了する予定です。他の海域でも現場での海況に合わせていくつかのパラメータを変更することで適用できます。大規模な油流出のみでなく小規模の流出にも応用できます。また対応システムは海底油井での流出事故のみでなくタンカー事故、石油備蓄基地での流出事故を

含め、汎用性の高い実用的なシステムとなるはず。これらはいずれも現在の諸外国の研究開発レベルと肩を並べるものであり、万一の油流出事故に対し、その環境への被害を最小限に抑えられるよう、近い将来、これらの成果が実際に活用され実運用されることを切に希望しています。

ガスパイプライン保安対策調査について

ーガスパイプラインは地震を受けたときどのように動くのかー

東京工業大学工学部教授
分科会委員長
三木 千壽

なぜ今、パイプラインの耐震設計

先日の阪神大地震の例をひくまでもなく、構造物の設計において地震に対する安全性の確保は極めて重要である。我が国の構造物で地震の影響を考えると、今後、道路下埋設の必要性が高まってくる。その場合、民地での埋設とは異なり道路構造物と安全性のレベルを合わせる必要がある。すなわち、地震の際、道路が避難、救援、物資輸送などさまざまな目的で使われること

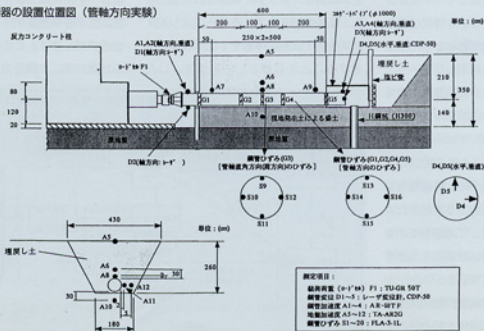
決まっている。パイプラインの設計においても耐震設計は最も重要な項目である。

石油鉱山ではパイプラインで石油・ガスの輸送を行っているが、我が国の国土事情を考えると、今後、道路下埋設の必要性が高まってくる。その場合、民地での埋設とは異なり道路構造物と安全性のレベルを合わせる必要がある。すなわち、地震の際、道路が避難、救援、物資輸送などさまざまな目的で使われること



1947年生まれ。70年東京工業大学工学部土木工学科卒業。72年同修士課程修了。72年9月同博士課程中退。72年10月東京工業大学助手。79年8月東京工業大学土木工学科講師。80年7月同助教。82年10月東京工業大学助教授。90年7月同教授。

(実験装置と計測器の設置位置図(管軸方向実験))





を考えると、パイプライン自身の損傷を防ぐほかに、パイプラインの損傷により道路の機能が損なわれるような事態はあってはならない。また道路構造物が被災した場合、パイプラインがその復旧を遅らせるような事態も避けたい。

鉱業法並びに鉱山保安法の適用を受ける高圧パイプラインの技術基準としては、平成6年3月鉱山保安技術検討委員会パイプライン保安技術部会により「ガスパイプライン技術指針暫定報告書」が作成されている。これは道路下埋設を想定している平成3年2月の石油資源開発(株)と(財)国土開発技術開発センターの「高圧ガスパイプライン技術指針(案)」(以下技術指針(案)と呼ぶ)をベースにしている。現時点で道路下埋設の高圧ガスパイプラインを設計しようとする、よりどころとするのはこの技術指針(案)となる。

パイプライン保安技術部会ではさまざまな条件での試設計を含む多面的な検討より、将来のパイプラインの耐震設計については、従来の弾性計算にもとづく許

容応力設計法に変わり、最大級の地震を想定した限界状態設計法を導入することが望ましいとの結論に達した。限界状態設計法の導入により、より合理的でしかも安全性のレベルも高めた設計が可能となる。しかし地震時のパイプの動的挙動やパイプの強度についてなお一層の技術検討が必要であると判断され、平成6年の報告書では「地震による終局限界を対象にした設計法」が付録として補足提案されるにとどまった。現在ガスパイプライン保安対策調査分科会で取り組んでいるのは、このうちの地震時のパイプの動的挙動、すなわち、パイプラインが地震時にどのように動くのかという、耐震設計上最も基本となる項目である。

では、なにかから解決する必要があるのか

技術指針(案)で用いている許容応力設計法ではそれぞれの構造要素がさほど大きな変形をすることは想定しておらず、従ってパイプライン施設に被害が生じる

ような強い地震を受けたときの変位や断面力などの計算値が実際の挙動と異なってくる可能性がある。それらを求めるための計算において、技術指針(案)ではパイプラインとそれを支持している地盤とを線形のバネで接続することになっている。この仮定、すなわち地震時にパイプラインと地盤は常につながって動くのか、相対的に滑ることはないのか計算結果に大きな影響をおよぼす。滑らないのならパイプラインには地盤と同じ変位が生じることになり、もし滑れば地盤がパイプラインに作用する力はあるレベル以上にはならず、その代わりパイプラインが曲がっている箇所や継手部など特定の部分にはるかに大きな力が作用することになる。

許容応力設計法で想定している程度の変位の範囲ではパイプラインと地盤の間には滑りは生じないとの仮定は成り立つであろうが、兵庫県南部地震のように数十センチオーダーの変位が生じるときはどうであろうか。また兵庫県南部地震で

は地盤が1秒間に数十センチの速度で動いているが、このような速度の影響は、さらにはパイプラインと地震の方向との関係はどうであろうか。

これらについてはいまでもさまざまな調査や研究が我が国や米国で行われてきた。実験室レベルでの埋め戻し土の要素試験、パイプと土や砂との滑り、さらには振動台を用いた地盤とパイプラインモデルの振動実験などから検討が行われている。また実際にさまざまな計器を取り付けたパイプラインを埋設し、地震時の挙動を観測することもおこなわれている。さらに、地震は思うようには起きないため、米国では発破により人工地震を起こしパイプラインへの影響を調べることも試みられている。

しかしこの様な問題については実験室での小さいモデルではどうしても実際とは挙動が異なり易いこと、ほしいレベルの大きな地盤変位が生じるような地震や人工地震がなかなか得られないことから、設計にパイプラインと地盤の間に滑りの影響を考慮することには至っていない。わが国では道路下に埋設するような高圧ガスパイプラインの建設がそれほど無かったことも大きな理由であろう。

先のガス保安技術部会および現在のガスパイプライン保安対策調査分科会では、以上のような検討より、今後の高圧ガスパイプラインを十分な地震に対する安全性を確保しつつ合理的、経済的な設計を行う上で、まず、すべての設計計算の基本となるこの問題を解決することが必要との結論に達した。

現在進行中の世界的実験

分科会ではこの問題に対してさまざまなアプローチが検討された。実験室での遠心載荷装置によるスケールモデル実験、より大きな土槽と振動台を用いた動的実験、埋設した実物大のパイプに対する動的載荷試験などが候補に挙げられたが、

予想される成果と所要の経費の検討から、実大パイプに対する動的載荷実験を行うことになった。振動台による実験とパイプへの載荷実験では、地盤を動かすかパイプを動かすかが大きな差であり、単に相対的な問題と言うよりも境界条件などが結果に影響を及ぼす可能性もあるため、解析による検討も行うこととしている。

寸法の影響を気にしないでいいほどの実験を振動台で行おうとすると、50トン程度の重量の土槽を載せて振動出来る能力の非常に大きな振動台が必要となり、しかも実験1ケース毎にパイプの周辺の埋め戻し土を取り替えることは大変な作業となる。また地盤とパイプの間に滑りが生じるであろう相対変位が1ミリ以下の領域で振動台の変位速度を任意に制御することは極めて難しい。その点実際の地盤に実物のパイプを実工事と同じ条件で埋設するには、建設機械を使うので有利であり、いかに精度よくパイプに載荷出来るかが残された問題となった。もちろんこのような実験は過去国内外をとって前例はない。

実験は富士市の(社)建設機械化研究所内の実験場で進行中である。実験で最も苦労した点は載荷システムである。今後設計で想定するであろう最大の地震に対しても適用できる実験とするために、変位速度を、85カイン(1秒間に85センチの変位)程度の高速、40カイン程度の中速、および0.5カイン程度の低速として実験することとし、しかもそのような変位速度をパイプと地盤の相対滑りの生じる前、即ち0.5ミリ程度変位するうちに実現するという、通常の構造実験では考えられないような高い精度を必要とする難しい実験となった。もちろんそのような瞬間的な載荷の間にパイプにかかる力、パイプの変位、パイプの各部に生じる応力、地盤の変位、地盤内の応力や固けき水圧などを測定しなければならない。しかも土は一度動くと性質が大きく変わっ

てしまうので、埋め戻したパイプが何かの理由で動いてしまえば全ておしまいであり、最初からやり直しとなる。

このような仕様合う載荷装置はどこにも無く、結局特別の高速加圧ジャッキを設計・製作することから始まった。また、高速でパイプを動かしたときに大きな慣性力が生じ、それが測定に大きな影響を及ぼすことや、100カインで動いたとするとおおよそ千分の1秒後に生じる、地盤とパイプの摩擦がきれるときの力と変位量をいかに正確に測定するかなど、さまざまな新しい課題が次々と起きてきた。いずれも分科会の委員や実験に当たった建設機械化研究所の研究員の大変な努力で解決され、目的に合った実験が可能となった。

実験のかんりの部分はすでに終わっており、地盤とパイプのあいだのパネ特性、相対的な滑りが生じる限界、それらに対する速度の影響、変位が繰り返されたときのそれらの特性の変化など、耐震設計上極めて有用な資料が集積されつつある。さらに地震の方向が変わったときの影響、埋め戻し土が変わったときの影響などについての検討を進めているところである。これらの成果については報告書の他、論文などの形で公表し、評価を受けていくことが、設計基準などに反映させていく上で重要と考えている。

おわりに

最初に述べたとおり、地震時のパイプラインと地盤の動きの検討は、パイプラインの耐震設計の入り口に過ぎない。ここでの成果を取り込んだ形でどのように動的応答解析をおこなうか、パイプラインの地震に対する強度は、さらには、その他の道路施設との関係で、パイプラインにどの程度の安全性を見込むのかなど、今後解決しなければならない課題は多い。

石油開発環境安全センター 5年間の歩み

石油・天然ガス開発に伴う環境保全対策等への積極的な取り組みの必要性が、平成元年に発生した「エクソン・バルディース号」の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条約の策定・採択が行われた。

このような国際的要請に応えるためには、石油・天然ガスの生産施設、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は、石油開発に関連する環境、安全技術及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月に(財)エンジニアリング振興協

会内に設置された。

その後5年、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、発展しつつある。

設立の初期

石油開発環境安全センターは、石油開発に関する保安の確保及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平成3年11月5日、(財)エンジニアリング振興協会内に設立された。

従って、センターは理事会のもとで事業を行う当協会の組織の一部であるものの、財団本部とは別の基金(運営資金)及び賛助会費に支えられた独自の組織をもち、本部と切り離した事業計画、予算・決算により事業を運営することとしている。

従って、センター事業に係わる重要事

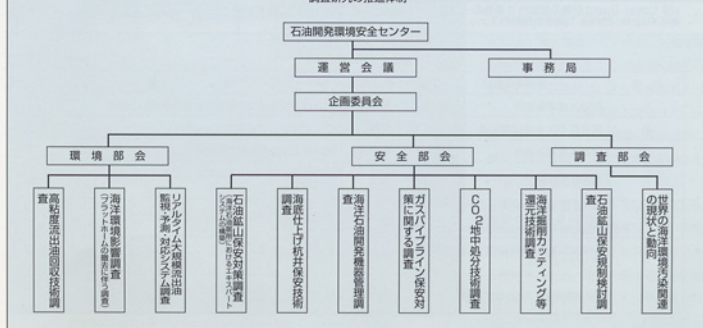
項に関しては、「センター運営会議」の審議を受けることとなっている。

設立当時の賛助会員は44から成り、内訳はエンジニアリング専業(6)、石油開発(5)、鉄鋼(2)、総合建設(15)、造船・重機(5)、電機(2)、鉱業(2)、損保・銀行(3)、その他(4)であった。

設立後直ちに「センター運営会議」を開催し、業務運営に係わ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環境影響評価を行い、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

調査研究の推進体制



産中、改修作業中にも暴噴の危険性があるが、その予測、制御及び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年間にわたり実施することとし、テーマごとに分科会を設置し、調査検討を開始した。

自主事業については、企画委員会と事務局で今後の活動について会員各位のご意見を集約し、方向づけを行うこととした。

活動の本格化

平成4年度に入り、新たに通商産業省から受託事業として、我が国周辺海域において、万一、大規模流出事故が発生した場合に、オイルスピルの状況を監視し、伝達するシステムと、挙動をリアルタイムに予測できるシステムを構築するために、「リアルタイム大規模流出油監

視・予測システムの研究」を、また、石油連盟から湾岸戦争時にみられたような流出油が経時変化し、ムース状になった油を回収する「高粘度流出油回収技術調査」を受託し、調査・検討を開始した。

また、自主事業として、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、日本の国土事情から一般通路下に埋設を行うことは避けられず、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、通商産業省内に設置されている「鉱山保安技術検討委員会・パイプライン保安部会」の依頼を受け、「パイプライン技術検討分科会」を設置し、検討を開始した。また、海洋石油開発に係わる流出油による海洋汚染の防止については、世界的に充実した施策の確立が強く認識される現在、「世界の海洋環境汚染関連の法規制の現状と動向」の調査を行った。

等の総合的検討を行う機関とし、各分科会がより一層掘り下げた調査・検討を行えるようにした。

平成5年度には、地球温暖化の主因とされているCO₂を大量かつ効果的に大気中から隔離する手段の一方である「CO₂地中処分技術調査」を(財)電力中央研究所から受託し、地中処分可能対象層を枯渇油・ガス田、背斜構造を形成する帯水層および背斜構造を伴わない帯水層とし、調査・研究を開始した。

自主事業については、「掘削作業で発生するカッティングス、廃泥水等の処理技術及び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」連邦法により、石油を取り扱う企業は事前に「流出油汚染計画」を作成し、政府に提出・承認を得ることが義務づけられたので、石油会社が実際に提出している計画の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」を石油公団からの委託研究として本年度からスタートした。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、耐震設計理論の確立を行うこととした。

一方、平成3年度から実施してきた「海



US Coast Guard所属の米国内3基地の一つであるPacific Strike Team訪問時のスナップ

各テーマの推進に当たっては、必要に応じて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た。

業務の本格化に伴い、調査・研究体制の一層の強化・合理化のため、各分科会の上段に「安全部会」、「環境部会」及び調査部会を設け、各部会は傘下の各分科会の方向づけ

調査・研究成果の発表

年 度	会議等の名称	場 所	件 名
6	ENAA 成果発表会	東京	ガスパイプラインの耐震設計技術基準について
6	第2回CO ₂ 除去国際会議	京都	CO ₂ 地中処分技術調査について
7	ENAA 成果発表会	東京	高粘度流出油回収機の開発について
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の開発について
8	第19回 AMOP 技術セミナー Arctic & Marine Oilspill Program Technical Seminar	カナダ	海洋流出油の拡散状況検知方式の開発について
8	第13回エネルギーシステム・経済 コンファレンス	東京	CO ₂ 地中処分のシミュレーション・スタディについて
8	'97 国際オイルスピルコンファレンス	米国	(1)リアルタイム大規模流出油予測システムについて (2)流出油対応海洋環境情報システム (NEGIS) の開発について

洋環境影響調査」については、阿賀沖北ブラットフォームの撤去前、撤去中、撤去後の現場周辺海域について実測調査を行ったデータを総合的に検討・評価を行い、本年度をもって終了した。同じく、平成4年度から実施した「高粘度流出油回収技術調査」についてはタイプの異なったポンプを用いた回収機を試作し、3万～50万センチストークスの高粘度原油を使用して実験を行い、海外機種を上回る性能を発揮できた。また本実験を通じて、回収器本体以外（搬送ホース、パワユニット）にも今後検討・改良を要する点があることを認識した。

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「パイプライン材質と諸数値」、「鉱場または石油坑の坑外電気施設」および「火気の使用制限と諸数値」の緩和についての検討・調査を依頼され、委員会を発足し、検討を開始した。

また、平成6年10月、京都・京阪奈で開催された第2回CO₂除去国際会議において「平成5年度CO₂地中処分技術調査成果」を発表した。

平成7年度では、通商産業省から、新規に「海底仕上げ坑井保安技術調査」を委託され、安全、環境、設計、維持管理等について、海外における事例調査を行う

とともに、日本海域で使用される漁具について調査した。

また、北米、南米諸国の関係石油会社、機器メーカー等について、インタビュー調査および第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地下還元技術調査」に着手し、カッティングスおよび掘削泥水の処分が環境に影響を及ぼさないことを前提にした技術手法およびモニタリング技術について調査を開始した。

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、センター賛助会員は49となった。一方、事業はますます本格化し、調査研究業務は成果が出つつある。

すなわち、本年度から新たに通商産業省からの委託事業として、海洋石油開発において偶発する危機的、緊急の事態に対する対応のあり方と日常の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」を開始するとともに、一方、従来から継



ノルウェー・西海域におけるIKU主催の流出油拡散実験に参加した時のオイル拡散状況。



海底仕上げ坑井システム調査に関連して、ブラジル・ペトロbras社訪問時の一瞬。

続しているテーマのうち、一部成果が出つつあるテーマについては、国内外において発表することとしている。

また、IEA（国際エネルギー機関）の下部組織として発足した「IEA天然ガス技術情報国際センター」に対して、石油公団の指導の下に、ICGTI Expert Networkの Gas Transportation Technology部門について日本側として担当し、国際的な技術情報交換を実施している。

なお、本年1月タイで開催された「CCOP 環境・安全ワークショップ」（CCOP：東・東南アジア沿岸・沿海地球科学計画調整委員会）には通産省に随行して参加し、石油開発における環境および安全についての情報交換を実施した。一部の国からは、法令の整備、保安技術の導入、資金援助について日本に期待したい旨の報告がなされた。

今、こうして5年を振り返ると、当初の研究開発が次第に成果を生み、実証段階さらには一部実用化へ移行しつつある現実をみると、関係者の未知への挑戦の力強い足跡を感じることができる。



米国 Lafayette の Marine Survival Training Center の訓練風景。

築城エンジニアリング・シリーズ -2-

天孫族の安全保障思想に学べ



藤崎 定久

天孫族の帯限神龍石と

吉野ヶ里遺蹟

出雲という地名は諸々にあるが、その中でとくに目立つのが金沢市にある出雲である。金沢市は、犀川と浅野川という産鉄に関連して発生した名称を有する川が2本、近く寄り沿って流れているばかりでなく、国名である加賀という名も産鉄に関連して発生しているのである。この金沢の出雲の周辺からは青森市の三内丸山遺蹟のような巨木を用いた環状列木遺構(ウッド・サークル)が3カ所も見られている。

それこそ、その名の通りの出雲であったわけである。しかしながら今のところ、その時代の遺構としての城郭類似の遺跡は見られていないようである。

巨木のある遺蹟のなかで環濠をもって城郭的になっている遺蹟は佐賀県の吉

野ヶ里遺蹟である。この遺蹟は紀元前3世紀頃から紀元3世紀頃まで続いていた遺蹟であるが、その間に環濠の縄張り(経始)もいろいろと変化し、最後には図-1のような側防(横矢掛)のための縄張りを取り入れた、戦術思想的には相当進歩したものになっているのであるが、紀元前の頃の縄張りは地形に沿って濠を掘った原始的なもの(図-2)であった。

吉野国栖(クズ)という言葉があるように、吉野という地名は国栖雲族(国栖族または雲族の仮称)と関係が深い。その上、吉野ヶ里には熊野川が流れていて、しかも国栖雲族のお家雲ともいふべき巨木遺蹟を残しているのであるから、この遺蹟は国栖雲族の残したものと断定して誤りはないであろうし、そのことを当時の天孫族が証明してくれるのである。それはこの吉野ヶ里遺蹟の西方約5キロメートルのところにある帯(オプ)限の神龍石(太古の城郭)である。

帯(オプ)という語には、身につける、引き受ける、担当する、含む、保つなどという意味があるから帯限の神龍石には東進してきてこの付近の住民を配下におさめた天孫族がその勢力の安定と威光の発揚のために築いたもので、吸収した住民の名称をとって帯限と命名したものと考えられる。

帯限山の神龍石より東方にあ

著者(ふじさき・さだひさ)

大正7年宮城県塩釜市に生まれる。宮城県立第一中学校、陸軍士官学校、東北薬学専門学校卒業。いわき市立総合病院院長を歴任。士官学校で学んだ軍事学、築城学を基礎に長年日本各地の古城(全5巻)、『新人物往来社』、『日本の城-攻-防の戦略』(ナツメ社)。

る神龍石には、きまったように久米、熊、雲など、国栖雲族系ゆかりの地名がつきまとうのであるが、帯限山の神龍石が築かれた頃、北九州にいた国栖雲族の多くが天孫族の配下に組み込まれたようである。

しかし、猿田彦族は独立していたと思われる。

猿田彦の故国

七ヶ浜(仙台の東北)の漁師たちは、船の底にたまった水を「アカ」といっているが、滑車のことを「セミ」といっていた。アカはサンスクリット語で水のことである。セミも同じ系統の単語らしい。印度のサンスクリット語を誰かが日本に持ち込んだかということになるが、それは猿田彦族と考えられる。

印度から猿田彦がやってきたなどという、冷笑されそうであるが、言語学者の大野晋氏や印度のV.N.バランバルが日本語とタミル語(ドラヴィタ語の一つ)とが非常に近い関係にあると云っているのだから、筆者がテルグ人(ドラヴィタ族の一つ)と推測される猿田彦が印度からやってきたといっても、それほど見当は

図-1 吉野ヶ里遺蹟の縄張り



0 100 200 300
メートル

非常に優れた縄張りであり、大和朝の指導があったと思われる。

ずれの考えでもあるまい。

狼田彦に関する日本の伝承を集めてみると、まず彼は天狗である。祭礼の時、御輿の先に立って歩く天狗、これが狼田彦である。次に、彼は寒(サエ)の神または道祖神といわれて疫病よけの神とされている。しかし、これは「サヒ」すなわち鉄の転訛したものであって、彼は荒神(アラガミ、鍛冶職の神)または田村神(産銅の神)として祀られていることが少なくない。日本は旧世界における砂鉄の宝庫であったのであるから、早くから産鉄族がやってくる。

彼はまた航海の神でもあった。九州から四国にかけて彼は興玉(沖魂)神または船玉神、渡海神などとして祀られている。これが福島の安積地方に入ると菅船神となる。スガはスキの転訛である。スキとは紙折き、スエスキ(陶器作り)、アシスキ(オカネツクリ)のスキであるから、スキアネとは造船のことである。したがって、日本の船乗りの中にサンスクリット語が生きていても不思議ではないわけである。

この狼田彦は伊勢松阪の安佐賀山で死んだことになっているが、福島の安積では菅船神や田村森神になっているのである。

印度半島の南にドラヴィタ族が住んでいる。ドラヴィタ族はタミル人、マラヤム人、カンナダ人、デルグ人の4つに大別される(図-3参照)。このうちのテルグ族が日本の狼田彦族の母体であると考えられる。

仏教が成立する時代の直前(前6世紀)の印度にはたくさんの国があったが、その中でも16カ国が群を抜いて強力であった。その一つにアッサカ国があった。アッサカ国はゴタバリ河の流域を占めて

いて(図-4)、印度にマウリヤ朝が成立した頃(前325年頃)、歩兵10万、騎兵2,000、象1,000頭の軍備を有するほどの国になっていた。このアッサカ国のサータバーハナ王家が北印度を統一してアーンドラ朝を設立した。

ゴタバリとキストナという2大河川の中間にあるハイダラバードは古来、世界で最もすぐれているウーツ銅の産地として有名である。インド洋に大きく突き出ているインド半島の南部は古来、東西海上の要衝でローマ人なども早くからやってくる。その影響を受けて東岸のユロマンデル海岸にいたテルグ人やタミル人は早くからスパイスを求めてモルッカ諸島付近に進出していった。スパイスは極東においても古くから愛好されていたから、テルグ人の船が日本列島にやってくるにいたとしても不思議ではない。

テルグはテングとも云われていたから、

図-2 紀元前頃の縄張

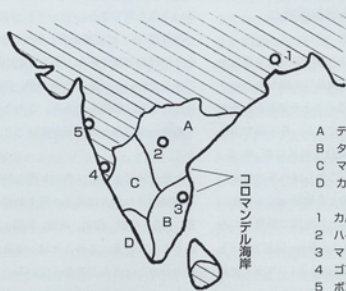


帯頸神龍石の縄張と比較されたい

日本式に言えば天狗である。また、サータバーハナ王家の人々を日本式に言えば狼田彦である。その上、サータバーハナ王家の発祥の地はアッサカであるが、アッサカという地名は、日本においても狼田彦に関係の深いことは前述したとおりである。しかも日本古来の産鉄の技術は、南方系であるともいわれ、日本刀は鋼としてはウーツ鋼に匹敵するといわれている。

以上のように日本の狼田彦は、印度のテルグ人と非常に近い関係にあるのであ

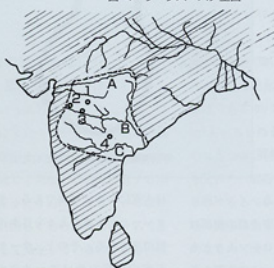
図-3 ドラ・ヴィタ語の分布



- A テルグ語
- B タミル語
- C マラヤム語
- D カンナダ語

- 1 カルカッタ
- 2 ハイダラバード
- 3 マドラス
- 4 ゴア
- 5 ボンベイ

図-4 サータバーハナ王国



- A ナルマダ河
- B ゴダバリ河
- C キストナ河

- 1 アシヤンタ
- 2 ナーシク
- 3 バイターン
- 4 ハイデラバード
アッサラはバイターンの
近くにあった

るから、テルグ語が日本に持ち込まれても不思議ではないわけである。

テルグ語はドラヴィタ語族の中では最も多くサンスクリットの影響を受けているといわれるから、サンスクリットのアカがテルグ語に入り、それが日本に持ち込まれたとしても不思議ではないわけである。因みに「フネ」という単語もテルグ語であるらしい。

地名からみる猿田彦族と天孫族の展開

原大和王朝が今の長崎県から天草にかけた方面から日本列島に上陸したということは前述した。このことを側面から雄弁に物語るのが地名である。日本語で山を意味する地名語には山の外に森、峰、岳、丸、塚などがある。これらは日本に渡来した人種とその移動とを物語ってくれる。

この地名語をもとに地図で整理してみると、有力な人種は天孫族、国栖雲族（トルコ系の仮称）と猿田彦族（ドラヴィタ族系）の3種であったと推測される。

森という地名語は、四国と東北地方に多く、ほかには九州の南部と紀州の熊野周辺、岐阜県の恵那郡と長野県の伊奈地方の南部にあり、千葉県南部と沖縄に少々みられる。

森は朝鮮にもあるから、朝鮮から持ち込まれたのではという意見もあるが、日本海沿岸や対馬にはほとんどなく、日本列島の太平洋岸沿いに集中していることから南方からの渡来人の持ち込んだものといえる。

田村郡（古くは安積郡の一部）に田村神社と田村森神社がある。ともに鉱山関係の神をまつているのであるが、田村森神社の祭神は猿田彦である。このことから森と猿田彦とは関係が深いことがわかる。

大野晋氏によると、タミル語と対応する言語の多い地方は東北6県と新潟、長野、奈良、愛媛、徳島、高知、長崎、鹿児島となっている。このことは、地名語の森の分布とほとんど重なっている。このことから地名語モリを持ち込んだのは

猿田彦族であるといえよう。

岳（地名語）は四国地方にはほとんどなく、国栖雲族の盤踞した鳥取、島根、広島にもほとんどない。ただ岡山地方に少々あるだけであるが、山口県には目立って多い。九州地方では長崎県と天草とに非常に多く、次いで鹿児島西部にも多い。薩南諸島から琉球列島にかけてはほとんどが岳である。しかも琉球開闢の祖は天孫氏であった。したがって、岳という語は天孫族が持ち込んだものといえる。帯限の神龍石ができた頃、九州の国栖雲族は天孫族の配下に入った。残っているのは猿田彦族だけであった。

天孫族は東進を策して本州に上陸して周防の熊毛郡に石城山神龍石を築いた。しかし瀬戸内海を東進することは容易でなかった。四国には山のことを森という、航海に長じた猿田彦族がいたのである。

彼らのもう一つの重要な基地が薩摩半島にあった。この付近には今でも猿田彦を祀った神社が多い。天孫族は東進を中止して南下するとともに、四国の猿田彦族に対して新たに永納山神龍石を造った。永納山付近にも国栖雲系の地名があり、愛媛県の西部に森山という重複地名が多いのはそのためであると考えられる。そうして天孫族に非協力的な猿田彦族の姿は歴史上影が薄くなる。

重複地名とは、森が山の一般名詞であることを知らない人が後からきて、これを固有の地名であると勘違いして、同じ意味の一般名詞である山をつけ、結局一般名詞を二重にならべて造った地名であり、飯森山などはそのサンプルである。このような地名は世界の各地にある。

無残なる兵学の歴史

日本列島における天孫族、国栖雲族、猿田彦族の抗争は、安全保障という面で一頭地を抜いていた天孫族の勝利に帰した。3世紀頃の吉野ヶ里の環濠集落の縄張は、安全保障に気を配っていた天孫族の備防の思想が濃厚に入っている。

しかし、天孫族の安全に対する配慮も、これに無関心な国栖雲族や猿田彦族の影響を受けて次第に薄れていき、大和朝の中期頃になると原大和王朝時代の技術は完全に忘却されてしまって、朝鮮から輸入しなければならなかった。しかも奈良朝の頃になるとそれも忘却されてしまって、東北方面の城柵は国栖雲族の旧来の方式で造られるようになった。そうして備防の縄張を採り入れた丹城を築くまでには数百年を要している。武家時代になるとせつかく蓄積した知識をまた忘れてしまった。備防の思想が4度目に日本人の頭の中に甦るのは南北朝末期の頃である。

鉄砲が日本に伝来すると、生真面目な日本の職人たちは日本製の鉄砲を世界一の優秀な鉄砲に仕上げた。当時すでに500メートルで殺傷力があつたのである。従って当時の日本は有力な武器輸出国でもあったが、戦術においても先進国になっていた。大阪陣における伊達政宗の部隊の編成は現代戦における戦闘単位である中隊編成になっていたのである。しかるに軍学が起ると、またも時代の流れに逆行して二十数年遅らせてしまった。激変期の二十数年である。

従って日本の軍学は武士道を鼓舞した

点では立派だが、兵学としては一文の価値もないのである。中には林子平のようなすぐれた兵学者も出たが、出る釘は打たれるとやら、復古主義政治学という得体の知れない松平定信に罪人とされ、寂しく死んでいる。

明治になって西洋の兵学が入ってきた。初めは天孫族の本性にかえて本気で兵学に取り組んだが、途中から国栖雲系、猿田彦系の気分を濃厚に出しはじめて世界における兵学の進歩から取り残され始めた。一生懸命取り組んだ乃木希介は遂に、またも乃木式か、乃木將軍には困ったものだなどと、軍官僚に陰口をたたかれる始末であった。

しかし、この遅れは何も陸軍部内だけのことでなかった。筆者は歩兵砲、戦車、戦車無線という陸軍の遅れている面ばかりを担当させられて、その遅れを身をもって感じさせられた。下丸子にあった三菱の工場を見学した際、工場長の野口氏に日本はなぜこうも遅れているのかと、その理由を尋ねた。すると氏は、日本の技術は決して遅れてはいません、ただ日本でこのようなものを作っても売れないから駄目なのだ、財閥が金を出さないからこの有様なのですと教えてくれた。

明治以後、日本のやった戦争は日清戦争にしろ、日露戦争にしろ、大東亜戦争にしろ皆なめられ、たまりかねて起こした戦争である。日清、日露は何とか勝てた。勝った理由は、生真面目な第一線の下士官、兵が命をかけて戦ったためである。しかし、国民の中には初めから勝つ戦争で、何かよからぬ目的のために起こした戦争であると錯覚している人たちがいる。当

時の諸外国は、日本が負けるとみていたのである。戦に勝って退却するような馬鹿はいない筈。

当時の清国の外交官など、日本は樺太をロシアに取られた、朝鮮がやられたら、九州が狙われるだろう、お互いに何とかしなければというような著書を出したほどであった。

大東亜戦争とても同じである。アメリカは石油のない日本をなめてかかった。この時オランダがA B C D包囲ラインの一員にならなかったら大東亜戦争は起こらなかったはずである。A B C Dラインが成立した時、筆者は陸軍士官学校の生徒であったが、これを知って頭にきた。徳川時代にさんざん日本から甘い汁を吸っていて、今ここで石油を止めて日本を野垂れ死にさせるつもりか。悪辣なオランダ人めと。しかし、なめられては仕方がない。

いま大東亜戦争のことを云々するとき、日本人でこのことに言及する人はあまりいないようだ。これはどうしたことであろうか。石油は血の一滴、野垂れ死にするよりは敵わぬまでも一矢を報いようと、石油を求めて立ち上がったはずである。しかるにアメリカが太平洋戦争などという、真の原因を忘れてしまって、太平洋戦争などと平気で云っている。こんなことで将来ともなめられないという保証があり得るだろうか。なめられるようなことをして、ぶっつけ本番で無理な戦争をしてたくさんの人を死なせる。これが、日本人が明治以後にやった戦争のパターンである。天孫族の安全保障への感覚の甦ることはないのであろうか。

雑草のしたたかさと 激動する環境を乗り越える

Community Engineering

新潟県燕市

打ち破られる先入観

円高、景気後退、産業構造の変化——日本の経済環境が大きく変動するたびに、新潟県燕・三条地域の産業は“衰退する地場産業”“製造業の空洞化”“東南アジアからの追い上げ”等々のフレーズをもってマスコミが取り上げ、行政機関から地域の中小企業へのテコ入れの対象として焦点があてられてきた。

いや、正確に言えばあてられようとしてきたというべきかも知れない。「衰退する地場産業」の典型的な事例として現地取材にきたテレビ局のクルーの目の前に展開される光景は、しばしば当初の取材意図とは裏腹に、地域の企業主や現場の技術者たちが“不況にあえぐ”暇もなく、何やらわけのわからない新製品開発に取り組んだり、産地内を元気に飛び回っている姿であった。

産地の外から見た「金属洋食器の産地」という燕・三条地区のイメージは、こうしてしばしば裏切られ、産地にとって致命的ともみえる経済変動にも耐えて、産地はこれまで生き残ってきたし、むしろ現在はますます活力をつけているようにみえる。いわば、観察者の先入観を常に打ち破り、われわれの先入観のさらに先を行くバイタリティがこの産地には存在しているようで、それがこの産地の最大の特色といえるのかもしれない。

もはや金属洋食器の産地ではない

そのことを産地にある日本金属ハウスウェア工業組合が作成したデータでみよう。

“金属洋食器の産地”“円高不況にあえぐ産地”といった一般のイメージとは裏腹に、実は燕を中心とする地域で洋食器の生産が占める割合は、出荷額で全体の1割にも満たない状況となっており、しかも出荷額、構成

比とも年々低下してきているのである(図-1)。これは、組合員のみデータで、燕市全体の金属洋食器の出荷額は平成7年で約200億円あるが、やはり年々減少を続けてきている。

産地の企業自身かなり前から新分野への転換を図り、それぞれ将来の社会経済環境への“読み”と“決断”に基づいて、さまざまな分野に挑戦してきている。ここで組合が主な例としてあげている新分野としては次のようなものがある。

・ 軽家電(調理器具、時計、ラジオ、照明器具)、魔法瓶、保温ランチ

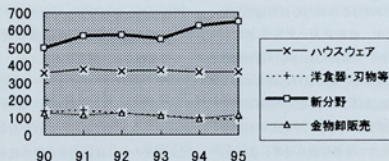
ジャー、インテリア、エクステリア、厨房機器、建築住宅設備金具、ゴルフ用品、自動車部品、アウトドア、暖房器具、電気温水器、医療器具、容器、燃焼器具、衛生器具、アニマルケージ、チタン加工発色、モニュメント、プラスチック業務用品。

実にバラエティに富んだ分野の新製品を開発し、市場開拓にも一定の成果をおさめているわけであり、燕という地域はもはや金属洋食器の産地とはいえないまでに、こうした転換が進んでいるわけである。



越後平野の田園地帯に展開する金属ハウスウェアなどの工場群

図-1 組合員の新分野出荷額の推移 (単位: 億円)



(出典: 日本金属ハウスウェア工業組合)

(株)遠藤製作所 多角化と転換の歴史

燕産地が取り組んできた新分野への進出の具体例をみるために、日本金属ハウスウェア工業組合の理事長会社でもある(株)遠藤製作所の事例を紹介する。

ゴルフクラブで国内外から高い評価

遠藤製作所は1947(昭和22)年、ミシン組立用ドライバーの製造事業でスタートした。その後の同社の事業の変遷をみると、まさに「多角化と転換の歴史」(同社取締役総務部長・大牛征一氏)であり、これまでに7つの分野に進出し、うち3つの分野からすでに撤退している。

現在の最大の柱は、アイアンヘッドなどのゴルフ用品であり、これが8年4月期の売上約170億円の70%を占めるまでに成長している。ゴルフ事業では、国内外の主要メーカーにOEM供給するとともに、次々と素材、加工技術面での改良を重ね、一流のゴルフクラブメーカーとして不動の地位を確立してきた。

事業のスクラップ・アンド・ビルドによって地位を築く

同社の事業の沿革をみると、外的な環境の変化にしながらに対応して、次々に新しい事業に挑戦する歴史だったことがわかる。たとえば、最初に手がけたミシン組立用ドライバーの事業は、起ち上がりではいろいろな苦労があったが、事業そのものは比較的短期間で軌道に乗った。しかし、創業から

遠藤製作所における事業の多角化および転換の経緯

年	進出事業	現在の状況
1947	ミシン組立用ドライバー	95年撤退
1957	キッチン用品	93年撤退
1959	ハウスウェア	継続
1960	洋食器	77年撤退
1968	ゴルフ用品	継続
1972	鍛造業—真協銀の経営継承	継続
1977	製版一体化—美工ボン設立	継続

3年目の1950年に起こった朝鮮戦争の影響で材料の真鍮の価格が高騰して採算に乘らなくなったことから、いち早くドライバーに見切りをつけたという経緯である。

さすがに同社のスタートポイントとなった事業だっただけに、比較的最近まで「精機事業部」として継続され、最終的な撤退は昨95年まで持ち越されたが。

先見性と迅速な意思決定が鍵

このように、同社が世に送り出す製品は目まぐるしく変遷してきたが、一方で事業体質を強化し、その後の展開で重要な地位を占めることになる技術的、経営的な「投資」についても、着実に手が打たれている。一つは、1956年に実施した金型の内製化。これは、新製品開発のスピードアップ、品質のトータルコントロール、短納期化、コストの低減などを狙って踏み切ったものだが、その後の同社の事業展開に決定的な強みを与える結果となった。

2番目は鍛造部門への進出。これも、現在同社を全国区企業たらしめているゴルフ用品事業において、他社に真似でき

ない重要な競争力要因となっている。

第3は海外への進出。同社は89年にタイに進出、現在3つの現地法人と工場をもつ。これら海外の生産拠点との機能分担、棲み分けを図ることによりENDOグループ全体としての効率的な生産活動、事業展開が行われている。この点は、燕地域の他の企業にはない特色であり、今後同社の国際化戦略がどのように展開されていくのか、注目される。

新たな環境に向けて新製品を準備

同社ではさらに、今後の展開のタネとして、すでにいくつかの製品を準備し、本格的な市場展開のための準備が整う日に備えている。その一つ、電動空き缶つぶし機は、94年に通産省のグッドデザイン賞を受賞しているが、同社自身はこの製品の本格展開はもう少し先とみている。

環境保全に対する社会的な関心は高まってはいるが、こうした装置が商業ベースで市場に出ていく条件はまだ整っているとはいえない。

“円高にあえぐ産地”というフレーズとかけ離れた実態の例をもう一つあげるならば、組合員数の推移である。過去十数年、金属ハウスウェア工業組合の組合員は昭和62年の65社から、年によって2、3社の入れ替わりはあったものの、

平成7年の67社へと、ほとんど数が変わっていない。つまり、倒産、転廃業がほとんど発生していないことになる。

打たれ強い産地

「もともと燕の金属産業は、壊滅と蘇生

を繰り返してきた、その意味では“不死鳥”というか雑草のような強さを持っているのです」——日本金属ハウスウェア工業組合・専務理事の中林国治氏は、燕産地の体質という特性をこのように解説する。

この地域は、江戸時代から近くを流れる信濃川が毎年のように氾濫し、その度に米の生産に壊滅的な打撃を与えてきた。水害は、戦後分水路が整備されるまで続き、今でも堤防のところで大規模な水害が発生したことを示す記念碑が見受けられる。

こうした農業生産の不安定さに心を痛めた、当時の代官が和釘の職人を誘致してきて、米作の副業として農家に薦めたのが、この地域の金属産業の興りだとされ、時に寛永年間(1620年代)のことであった。その後、銅器・鋳、燗管・矢立など、江戸時代を通じて新しい製品を手がけていき、それぞれ全国で1、2位を争う競争力をもつが、時代の変遷、生活様式の変化とともにこれらの製品は、新しいものに取って代わられたり、製品そのものが世の中から姿を消す、あるいは完全に伝統工芸化していくといった環境変化に見舞われる中で、明治末期から地域の多くの職人が手がけたのが洋食器であった。

その後「洋食器の燕」として世界の市場にステンレス製の鍋、ポット、皿などを提供し続けるわけだが、とくに戦後進駐軍がステンレス製の食器を大量に産地に発注したことが、その後の飛躍の大きなきっかけとなった。

しかし、この分野は途上国の追い上げが激しい分野であり、70年代に入ると急速に韓国や台湾など周辺諸国に市場を奪われていく。

組合がまとめた「アメリカのステンレス製調理・台所用品の国別輸入の推移」というデータを見ると、燕を中心とする産地が最大のお得意としてきたアメリカの市場が年ごとに韓国などに浸食されていく

様子が手にとるようにわかる。アメリカ市場での日本のシェアは1970年には70%台に上っていたのが、75年頃には韓国と地位が入れ替わり、95年のシェアは韓国25%程度に対して日本は5%弱という水準にまで落ち込んでいる。

この間、オイルショック後大量のドルを手にした中近東諸国が、アメリカに代わる新しい市場になるなどの一時期もあったが、趨勢的には金属洋食器という製品は、もはや日本のような先進国の地場産地がいつまでも手がけていける性質の製品ではなくなりつつあることは明らかになっていく。

日本の製造業の縮図

実は、このように日本の地位を脅かしてきた韓国、台湾などのライバルは、燕を中心とする日本の金属洋食器企業から提供された技術や設備、あるいは時には資金まで相当取り入れているという。つまり、これら周辺諸国に市場を奪われていく過程は、一種の「ブーメラン現象」という側面をもっていることになる。

また、昭和30年代には早くもアメリカから輸入規制といった措置がとられ、繊維と並んで、最も早い時期に貿易摩擦を経験した製品でもある。

中林氏の話を知っていると、燕の金属産業がたどってきた歴史は、多くの部分でわが国の製造業が経てきた歴史と、頭の中でダブってくる。良くも悪くも、燕の金属産業というのは、日本の製造業の縮図ということができ、しかもその先駆的な存在だったようだ。

単品型産地から多様性の産地へ

ともあれ、こうした新分野への進出およびその成功により、燕産地からわれわれが受けるイメージ、また産地の特性は大きく転換しつつある。産地では、いま新分野への進出のサクセス・ストーリーがいくつも生まれ、話題を呼んでいる。別項に掲げた遠藤製作所のゴルフ用品もその一つだが、このほかに産地最大手のツインバード工業(従業員約500人)の家電、和田ステンレス工業の魔法瓶、燕振興工業の道路ミラーなど、有力な商品として育っている例は少なくない。

中林氏の話によると、組合員のおよそ3分の2の企業が新分野に手を染めているという。しかも、ここでの特徴は、大手企業ほどこうした独自の新製品開発に乗り出している一方、中小・零細規模の企業が既存の分野に踏みとどまる傾向があることだ。これによって、洋食器やハウスウェアといった既存の分野を周辺諸国に明け渡すことで、これらライバルとの棲み分けが実現しつつあるのと同様、産地内でも一定の棲み分けが進んでいくことを予感させる。

燕産地はこれまで常に「金属洋食器の」という冠をかぶってきた。上述したようなさまざまな新製品、新分野の事業の中から、最も有力のものが現れ、将来別の新しい冠をかぶることになるのか。

そのことを中林氏に問うと、氏は頭を振った――「特定の製品の産地というのはなく、製品としてはますます多様化していくでしょう。ただ、燕に注文を投げると、製品が出てくるといわれた、これまでの特性を失うことさえなければ、産地は引き続き発展していけるはずだ」。

産地のインプット・アウトプット

燕の特徴として、産地内のさまざまな分業、協力関係の中での技術や資源を組み合わせることで、どんな注文がきても、何とかそれをこなしていくことができるということがいわれてきた。上述したようなさまざまな新製品、新分野も、結局のところ産地がこれまで培ってきた多様な技術や人材を動員し、それを新しい分野に振り向けることで開発されてきた。いわば、何を産出するか(アウトプット)ではなく、どんな技術や資源を投入するか(インプット)という側面でみれば、

上述したような新製品の中にも、燕の産地としてのアイデンティティは脈々と受け継がれているといえる。

経済社会環境やライフスタイルが大きく変化する中で、産地のアウトプットは変わっていかざるをえない。しかし、産地自身が自分たちのもつ資源(インプット)に自信をもち、新しい環境への適用を怠らない限り、地場産地はそう簡単に消滅しないばかりか、いつの間にか別の姿で甦ることを、燕の現在がわれわれに示しているように思われる。まさに、不死鳥のように。

そのことはまた、産地の外から「アウトプット」にだけ目を奪われて見ている限り、産地の真の姿は見えないという自戒をわれわれに迫る。上述したサクセス・ストーリーの多くは、開発に着手されてからすでに20年ほどの年月が経ち、その間の語り尽くせない苦労、インプットの中から、今日ようやく日の目をみたものである。産地内でおそらく今日も不断に行われている努力、インプットの過程にごそ目を向けるべきであろう。



ボイス

環境問題と テクノロジー・トランスファー

入社以来、BOO、BOTあるいはODA等のコーディネーショングループの中で夢中で走り回っているうちに、今や年目を迎えることになりました。

仕事の関係から、新聞を見ても、環境問題、とりわけ発展途上国へのテクノロジー・トランスファーに関するものに、つい関心が移ってしまいます。

環境という言葉に人々はどれくらいかの理解があるのでしょうか。

多くの人々は日本の空だけでなく、外国の空も含めた地球や宇宙をきれいにしています。その内容に話に移ると、どうしても具体的にすぐ答えの出る脱硫、脱硝あるいは水処理装置といったハードが中心になってしまいます。

しかし、一方で日本には、過去の発展途上での苦い体験があり、その後始末が未だに残っているものもあります。

この経験に基づく反省すなわちソフト面を途上国の皆様方にトランスファーし、苦い体験を回避できるように協力することがもっとあってよいのではと思ったりします。

環境問題はブラジルサミットでも提唱されたように、サステナブルディベロップメント(持続的な展開)が必要です。一時的なハードの開発に加えて、持続的なソフト面の展開の重要性が述べられている由縁でしょう。

環境問題という難しいお話を書きました、と言って、船に乗って現場に乗り込

もうというわけではありません。環境問題は、法に基づく加害者と被害者といった対決の構図ではなく、私たち国民レベルで考え、民族、宗教、国を乗り越えたお互いに周りの人を思いやる心が明日の世界を作るのだと思います。

最後に、私事を、好きなテニスで、伊達さんの引退が発表されました。

ライジングショットのトランスファーは日本の誰が継ぐのだろうと考えて、はて、これはナショナリズムじゃないかと苦笑している私です。

株式会社製作所 国際事業本部

小林 美香

「平成8年度エンジニアリング産業の実態と動向—業務統計速報」まとまる

ENAAでは、昭和57年以来会員企業をはじめとするエンジニアリング企業に対してアンケート調査を実施し、その分析結果を「エンジニアリング産業の実態と動向」と題する年次報告書にまとめて刊行しています。この年次報告書は、統計数値の分析等により産業の実態を浮き彫りにするとともに業界の直面する課題と対応のあり方を明らかにするものであり、平成8年度年次報告書も本年12月の刊行を目指して鋭意分析・編集を進めています。

この年次報告書の中核を占める業務統計(受注高・売上高・受注残に関する実績統計)の集計結果を「平成8年度エンジニアリング産業の実態と動向—業務統計速報」として取りまとめましたので、報告します。

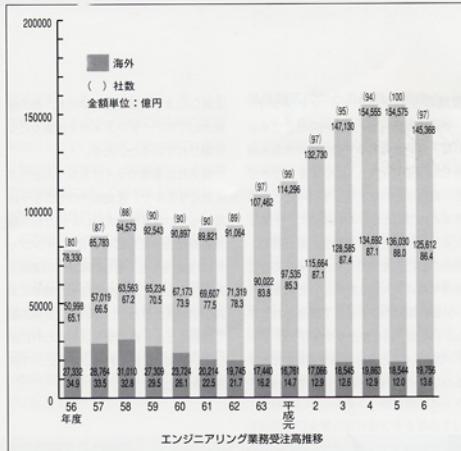
■受注動向～前年度比2%、4年ぶりの増加

受注高13兆9千億円、国内は微減、海外は大幅増

平成7年度の受注高は景気、設備投資の回復基調、アジア経済の好調持続、為替レートの1ドル100円台での推移を受けて、国内は微減となったものの海外が大幅増となり、全体としては13兆9千億円の前年度比2%増、平成3年度より4年ぶりの増加となった。

国内は設備投資が全体的に回復基調にあり、特に通信関連需要の増加は著しいものの、これまで受注をリードしてきた電力や環境関連が伸び悩み、化学や都市地域開発関係も引き続き不振で、受注高は11兆3千億円の前年度比1%の微減となった。

一方、海外は円安傾向のなか、アジアを中心とする化学など基礎素材関連の投資の活発化等により、受注高2兆6千億円の前年度比20%増と好調であった。海外比率は19%と前年度より3ポイント上



昇し、4年連続の増加から昭和61年度の水準を上回った。地域別では東欧・旧ソ連を除き全地域で大幅に増加した。特に東南アジア・東アジアはインフラ関連・基礎素材関連を中心に依然好調で、同地域で全体の約2/3を占め、前年度比2割増となった。また、中近東はアジアの需要に対応したガス、石油化学などの案件によりシェアを増加した。

通信プラント・システム、その他産業プラントが好調

国内では通信プラント・システムが移動電話の基地局など民需増を受け、前年度比37%増、その他産業プラントが設備投資増により同26%増と好調であった。

海外ではアジア、中近東市場の好調を受け、化学プラントが前年度比36%増、アジアを中心とする基礎素材関連市場の好調を受けて製鉄プラント、その他産業プラントがそれぞれ同21%増、同58%増と好調であった。

通信・情報、造船重機が好調

業種別では、通信・情報、造船重機がそれぞれ前年度比25%増、同7%増と好調、專業中堅が1%の微増と堅調であったが、その他の業種は減少となった。

■売上動向～前年度比2%の減

平成7年度の売上高は、海外では平成4年度以降の受注増により増加したが、国内では前年度の受注減により減少した結果、全体としては14兆2千億円と前年度比2%の減であった。

国内外別では、国内が12兆1千億円の前年度比3%減、海外が2兆1千億円の同7%増であった。

■受注残動向～前年度比6%増

平成7年度の受注残は、国内は今年度の受注元を受け前年度比1%の微減、海外は2年連続の受注増により同26%の大幅増により、全体で15兆5千億円と前年度の水準より6%増となった。

●平成8年度第2回運営委員会

10月24日に第2回の委員会が開催され、次の議題について審議・報告および意見交換が行われました。

なお、会議に先立ち、理事長交替に伴い本委員会の委員長に就任された渡辺委員長の挨拶がなされました。引き続き、来賓としてご出席の通商産業省機械情報産業局産業機械課長の中嶋誠氏より、通商産業政策の重点ならびに平成9年度税制改正に関する通商産業省の意見についてお話しいただいた後、最近の業界動向、今後の景気見通し等について、委員各位と意見交換を行いました。

1. 平成9年度補助事業要望について

10月末提出の機械工業振興資金要望についての概要を資料に基づき佐伯専務理事より説明。

2. 平成8年度受託事業概要および平成9年度通商産業省関係予算要求案(財団本部関係)について

3. 平成9年度税制要望について

4. その他

- ① エンジニアリング産業白書-業務統計速報について
- ② 国際協力事業の状況と今後の予定
- ③ インド工業展出版計画
- ④ エンジニアリングシンポジウム'96について
- ⑤ エンジニアリング功労者表彰
- ⑥ PMI '96 ミッション報告
- ⑦ 研修事業報告

なお、次のとおり委員交替が行われました。

・千代田化工建設株式会社取締役社長 柏原正明氏

[旧 玉置正和氏(前委員長)]

●賛助会員動向

<財団本部> (9月1日付)

・株協和コンサルタンツ

<地下開発利用研究センター> (9月5日付)

・国際航業株

●広報部会委員

部長 楠木 茂壽(日揮株)

委員 大坪 英志(石川島播磨重工業株)

和泉 潔(NKK)

葛西 修(株大林組)

西川五十一(鹿島建設株)

時枝 高秀(株神戸製鋼所)

加藤 哲(石油資源開発株)

茗々原義彦(大成建設株)

草野 重秀(千代田化工建設株)

宮脇 邦彦(東洋エンジニアリング株)

兼子 昌和(株新潟鉄工所)

今村 靖(株日立製作所)

荒木 一郎(三菱重工株)

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 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

編集後記

本年11月5日をもって、当協会の付置期間である石油開発環境安全センターは設立5周年を迎えることとなりました。この間、当センターの事業が順調に拡大することができたのも、ひとえに関係各位の多大なご指導ご協力の賜物と厚く御礼申し上げます。今後とも一層のご支援をお願い申し上げます。(事務局)

