

【梶岡雅俊氏 オーラルヒストリー ―この 50 年余石油開発産業の中で見えたこと―】

語り手：梶岡雅俊氏（国際石油開発帝石㈱相談役、元同社副会長。元帝国石油㈱社長）

編集：板野和彦、窪田 寛、角和昌弘、星野優子

監修：石油学会

*本稿は、語り手の経験に基づく個人的見解に留まり、語り手が所属しまたは所属していた団体の意見を代表するものではなく、本稿において提示した認識及び見解に関する責任は、もとより語り手に帰するものである。

まえがき ―本稿の取りまとめに当たっての基本的な考え方―

アラビア石油の成功をうけて、1960 年代以降日本企業による海外での石油開発事業が活発に展開された。この時期に帝国石油㈱に入社され、さまざまなプロジェクトに石油開発技術者および経営者として参画され、この 50 年余にわたる日本の石油開発産業を内側からつぶさに体験された梶岡雅俊氏（添付略歴参照）に、その経験を語っていただいた。

本稿は、同氏個人の石油開発技術者としての成長過程を振り返ることによって、石油開発産業や上流プロジェクトの本質に迫ることができると考えて、同氏のお考えをうかがったものである。（インタビューは、平成 29（2017）年 11 月から令和 2（2020）年 8 月にかけて実施した。本稿における関係者の肩書、所属等はインタビュー実施時のものである）。

なお、脚注は、読者の利便を考慮して、編集者が既存資料等を参照して作成した。

氏名 梶岡 雅俊

生年月日 1945年1月1日

最終学歴 1968年3月 東京大学工学部卒

職歴

1968年4月	帝国石油株式会社入社
1983年4月	新潟鉱業所技術課長
1984年4月	技術部主査
1985年9月	技術部主査兼中国室主査
1988年2月	海外室主査兼技術部主査兼中国室主査
1990年4月	海外室主査兼技術部主査兼中国室主査
1993年3月	新潟鉱業所次長兼技術課長
1994年4月	技術部長
1995年3月	理事技術部長兼 LNG 企画室長代理
1996年3月	取締役技術部長兼 LNG 企画室長代理

1999年3月	常務取締役
2000年4月	常務取締役海外本部副本部長
2002年3月	専務取締役
2005年3月	代表取締役社長
2006年4月	国際石油開発帝石ホールディングス株式会社 代表取締役
2008年10月	国際石油開発帝石株式会社 代表取締役 技術統括環境保安およびコンプライアンス担当
2010年6月	代表取締役副会長 技術統括H S Eおよびコンプライアンス担当
2015年6月	国際石油開発帝石株式会社相談役（現）
2016年4月	一般財団法人石油開発情報センター（ICEP）会長（現）

目次

0. はじめに

- ・石油産業というものについて
- ・海外の上流企業を見ると

1. 石油開発産業の理解

1. 1) 会社生活の始まり

1. 2) 海外での石油開発事業を体験－海外諸プロジェクトにおける先輩方の努力を知る

- (1) ヒューストン赴任（コロンビア石油に出向）
- (2) ナイジェリア赴任（ナイジェリア石油に出向）

1. 3) 磐城沖ガス田開発プロジェクトについて

- (1) エクソンから学んだこと
- (2) 磐城沖の埋蔵量評価について

2. 日本の石油開発の足跡を見て（サンガサンガ油田データレビュー）

3. 石油開発技術者（ペトロリアム・エンジニア）としての自覚的成長の記録－教育・現場体験の数々

3. 1) コアラボ社モデル習熟出張

3. 2) 南長岡ガス田開発のための調査と基本設計

3. 3) 東柏崎ガス田のモデル・スタディ

3. 4) ウムアルアンバー油田のモデル・スタディ（アブダビ石油に出向）

- ・ウムアルアンバー油田開発に関わった経緯
- ・ウムアルアンバー油田の難しさ
- ・ミシビリティ形成の解明：自分たちでモデルを動かす
- ・アブダビ石油五人組の一人、佐藤教授

4. フラクチャリング技術開発実証試験（南長岡ガス田）

5. まとめ（石油開発産業について思うこと）－日本の石油開発に足りないものは何か

5. 1) 日本の石油開発の足跡

・明治から戦前（殖産興業期における官・民の尽力、石坂周造の挑戦、内藤久寛の活躍、日本における石油上流事業への外資の関心、手掘りから綱式掘削機の導入へ、ロータリー式掘削の導入、秋田での開発、八橋油田の発見・開発、職人の世界から技術者の世界へ、海外への展開（台湾、満州、北樺太、ボルネオ、中南米における事業展開）

・戦後占領期

・人材育成政策の重要性

・大学での教育の役割

・上流事業のなかでの探鉱の位置づけ

5. 2) 日本の石油開発の現状と技術力

・現場を経験していない若手技術者

・技術力の格差をどう埋めるか

・世界で通用する現場力とは

・石油開発会社の研究所

5. 3) おわりに

コラム「米国（テキサス）での石油開発」

0. はじめに

石油産業というものについて

米国での近代石油上流（E&P）産業は、1859年にドレークが機械掘りで油井の掘削に成功したところから始まりました。その後、ペンシルバニア州の原油生産を供給源として、現在とは比較にならない小規模な石油産業が育っていくんですが、そこに現れたのがテキサスの油田だったんですね。最初はヒューストン北方のコルシカーナ（Corsicana）で市が供給する水井戸を掘っていたら油が出てきた。1894年のことでしたが、そこからテキサスの石油開発は動き出しました。そして、1901年にテキサス州南東部のボーモント近郊のスピンドルトップ（Spindletop）の丘で掘られたワイルドキャット¹が日量8万バレルを超える大噴油井となり、俄かにテキサスに石油開発ブームが到来したんです。当初はガルフコースト沿いが油田開発の中心地でしたが、折から石油需要の中心が照明用灯油からガソリンに変わったこととも相俟って、沿岸に製油所を作り（数年前にハリケーン被害にあった世界最大級のエクソンのベイタウン（Baytown）製油所（ヒューストン郊外）などはその時期に建

¹ wildcat：油層の存在を確認するため掘られる坑井を試掘井というが、新しい地質構造に対して最初に掘削される試掘井を特にワイルドキャットという。

設された)、生産原油をそこまで運ぶためのパイプラインを敷設し、さらに需要地の東海岸まで原油や製品を輸送するタンカー用の栈橋を建設するなど、自らが開発した原油を精製・販売するという石油上下流一貫の垂直統合事業モデルの雛形はテキサスで生まれたんです。そこには、1911年スタンダード石油がシャーマン反トラスト法によって解体された結果誕生したベイビィ・スタンダード（この解体によって生まれた34社）が蝟集し、爾後のアメリカ石油産業を担っていく石油企業が育っていきました。今、何かと話題になっているパーミアン・ベースン²などは、メキシコ湾の製油所や積出施設から遠いことから、テキサスの中でも一番最後に（最初の発見井は1923年と一般的には言われていますが、実際には1920年にテキサスパシフィック鉄道の敷地内で掘られたワイルドキャットで石油の賦存を確認）開発され、当初は原油は地域内の小さな製油所で処理されたに過ぎなかったんですね。ただ、第二次世界大戦では、石油軍需の半分がパーミアンから積み出されたといわれており、テキサス州内での開発スピードの広がりや速かったんですね。

米国は足元に豊富な石油資源があり、それをベースに石油産業が自律的に発展していったわけです。また、ヨーロッパ諸国はいうなれば植民地に資源があった。第一次世界大戦で燃料としての石油の優位性が決定的となったあと、オスマントルコの版図であった古代オリエントの石油資源を戦勝国間で分け合うことを約した赤線協定³は、持てる者（国）と持てない者（国）の埋めがたい格差を作りだしましたが、それとともに、イギリスやフランス、そして赤線協定から疎外されたイタリアも、わが国で言えば大正から昭和の初めにかけて、それぞれ国営石油会社をつくり、長期を展望した石油確保戦略に動き出していました。

それに対して、日本は自分の足場に産業を育むべき十分な資源がないというハンディがそもそもありました。もちろん、石油資源に恵まれた植民地もなかった。石油産業はどうしても石油のあるところに行かなくてはならず、石油のない国にとっては、グローバルに打って出るしかないのですが、先人たちはそれなりに努力してはきたものの、所詮、日本はグローバルを睨んだ俯瞰的な戦略を発動するだけの力を持ち合わせていなかったんですね。個別のプロジェクトに参画する戦術的な展開に終止し、言わば線や面を形成しえない“点”の戦略しか持ちえませんでした。石油開発産業は資本集約型で、資本力、技術力はもちろん必要ですが、それらに加えて情報収集力や外交力も必要です。そうした総合力を涵養するこ

² Permian Basin：テキサス州北西部からニューメキシコ州にかけて存在する堆積盆地。

³ 赤線協定：1912年に英、独資本を中心としてイラクで設立されたトルコ石油は、第1次世界大戦におけるドイツ、オスマン帝国の敗戦により、ドイツを除外しフランス、アメリカの企業が参加すること、旧オスマン帝国領内の石油採掘権を確保することが先勝国間で協定され、同時に、トルコ石油の参加企業は、エジプトとクウェートを除く旧オスマン帝国領内で単独で石油事業を行わないことが定められた。この適用地域を明確に示すため地図上に赤線で示されたことから、赤線協定と呼ばれる。この協定は、英、米、仏政府の承認の上で締結され、これら各国の石油確保戦略の大事な要素となった。

とが、土台無理だったんでしょね

戦後になってからも、石油上流産業を育む基盤が形成されることはありませんでした。石油公団（設立時（1967年10月）の名称は石油開発公団）を設立する前夜の話について、亡くなられた矢部さん（矢部孟氏。石油公団理事、石油資源開発(株)副社長等を歴任）から聞いたことがあります。昭和37年（1962年）に石油業法ができ、石炭から石油に行くんだという気運の中で、それをどう実現するかが議論されたときに、石油連盟と石油鉱業連盟との意見がまったく噛み合わなかったというんです。石油連盟は、日本は余計なことはしないで安い原油を買ってくればいいんだとの立場。石油鉱業連盟とはまさに正反対で、国全体としてちぐはぐだったんですね。世界の石油産業の歴史を見ると、敢えていえば上流から下流という流れで、上流で確保した原油をどうさばるか、そこから下流部門が生まれましたが、日本の場合は、逆というかまったく跛行的だったんです。日本の会社が上流開発に進出し、下流会社がコストの高い石油を押し付けられたらかなわないという、下流の人たちの主張も一理あったんだと思います。いずれにしても、自然体で石油産業を育むための豊富な石油資源が足許にないという宿命から逃れることが出来なかった。

石油公団の後継組織として生まれた JOGMEC（独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構。2004年設立）が、石油公団の轍は踏むまいと仕切り直してリスクマネー供給機能を継続しましたが、結局、個別のプロジェクトを評価してそれを支援するという基本的な仕組みは、石油公団時代と同じなんです。オールジャパンとして、やっぱり“点”戦略にしかない構造は変わっていない。その中から、グローバル展開を牽引していくような企業は、なかなか出てこなかったわけです。過去にそういうチャンスがあったかと問われれば、規模的にはまずアラビア石油があがるでしょう。しかし、いろんな事情があったんだと思いますが、結局、プロジェクト会社で終わってしまった。現在では、もしかすれば INPEX（国際石油開発帝石）がそのような存在になれるかもしれませんが、しかし、石油を巡る風向きが大きく変わり始めているし、石油一本ではやっていけない時代になりつつもあり、なかなか将来像を描けない状況になってきています。

海外の上流企業を見ると

一世紀を超える歴史を刻んできた海外の一流上流企業は、いろいろな意味で蓄積してきたものの厚みが違います。その総合力をもって、それこそ地球を俯瞰した事業推進をしており、正直、単発プロジェクト主義のわが国上流企業とは較べるべくもありません。例えばエクソンが2014年に着手したロシア北極圏のカラ海のプロジェクトです。エクソンならではの総合力で、有望地域を囲い込んでしまうというプロジェクトでしたが、ウクライナ問題に絡んだ対ロ制裁のために、1本目の試掘井を掘削したあと、プロジェクトは停止しています。実現すれば7兆ドルの規模にもなるとも言われたスケールのプロジェクトですが、原油換

算で 14.4 億バレル／年を生産するエクソンにとっては、石油探鉱のフロンティアが狭まる中、長期的な埋蔵量戦略に立つてつくり出されたプロジェクトです。北極圏という厳しい環境下での大規模石油開発ですから、投資額の大きさはもちろんのこと、極めて高い技術力が必要です。誰でもがやれるプロジェクトではありません。しかも、様々なリスクが予見されるロシアで、これだけのコミットメントをするには、外交力にも等しい交渉力も必至です。

このプロジェクトでは契約締結までの実務上の責任者は、E&P (Exploration & Production) の社長を務めていたスティーブン・グリーンリー (Stephen Greenlee) 氏でした。私は CERA の年次会議⁴に出席する機会にヒューストンでグリーンリー氏とは会っていましたが、とても丁寧に対応してくれて、尊大なところは微塵もなく、スマートな外交官みたいな人でした。もともと物理探鉱屋であったグリーンリー氏ですが、その柔らかい語り口のなかに、底知れぬエクソンの力を殊更に感じましたね。一方で、2014 年の原油価格急落のあと、レックス・ティラソン (Rex Tillerson) 氏を継いだ現 CEO のダレン・ウッズ (Darren Woods) 氏は 2020 年までを区切りとして、パーミアンのシェールに軸足を置いた投資戦略を発動しています。世界の時代相を見据えながら、大小合わせてメリハリの利いたポートフォリオ戦略を展開しています。優れて戦略的で、残念ながら日本の企業とは選択肢の幅がまるっきり違います。

わが国の現状に目を落とすと、やっぱり INPEX が担うべき役割は重いと思いますが、取り敢えずは中堅のインディペンデント、例えばアナダルコ (Anadarko : 2019 年にオキシデンタル社により買収された。アナダルコ社自体が 2006 年に同業のカー・マギー社 (Kerr McGee) を買収していた) あたりに照準を合わせるべきだと思います。CERA の機会には、必ずアナダルコも訪問していましたが、石油開発会社としての匂いをプンプンと感じる会社でした。アナダルコの場合は、「自分たちは探鉱オリエンティッドなオペレーター志向の会社で、自らのコンセプトで探鉱できないようなプロジェクトには入らない。ブラジルのプレソルトはペトロブラスがオペレーターと決まっているから、まったく関心がない」とはっきりと言うんです。規模的にはメジャーズに遠く及ばないものの、自らの強みが何かをしっかりと自覚した上で、身の丈にあった戦略を持っています。しかも、開発分野が手薄ということもないんですよ。アナダルコがオペレーターを務めるメキシコ湾の深海開発プロジェクトに、エクソンとともに INPEX も参加していますが、それは立派にやっています。INPEX にとって、世界で認知されるオペレーターへと成長するにあたって、アナダルコみたいな会

⁴ CERA の年次総会 : CERA (Cambridge Energy Research Associates) は『石油の世紀—支配者たちの興亡』(1991 年刊行。原題は “The Prize : The Quest for Oil, Money & Power”) の著者として知られるダニエル・ヤーギン (Daniel Yergin) 博士が設立した情報会社。CERA の年次会議は、ヤーギン博士が 30 年以上にわたって毎年春にヒューストンで主催している石油産業 (およびその他のエネルギー産業) の関係者の大意見交換イベント。CERA Week ともいう。情報会社としての CERA は大手情報会社の IHS 社に吸収されたが、依然としてこのイベントには CERA の名称が用いられている。

社から学ぶことは多いと思いますよ。エクソンのように仰々しいプロジェクト・マネジメント・システム（PMS）を持っていないけれども、厳しいエクソンをパートナーとして迎えていても、きちっとオペレーターを努めている。山椒は小粒でもピリリと辛いというか、ああいう会社を当面はベンチマークにしなければ駄目だと思うんです。ローマは一日にして成らずですからね。

1. 石油開発産業の理解

（頸城鉱業所にて現場実習（削井、生産、施設）：昭和 43(1968)年 4 月～同 44(1969)年 2 月）

（新潟鉱業所技術課：昭和 44(1969)年 3 月～同 47(1972)年 6 月）

1.1) 会社生活の始まり

私の会社生活は、昭和 43（1968）年 4 月 3 日に直江津駅に降り立った時から始まりました。過日、イクシス・ガス田からの LNG 船が直江津港埠頭に着積しているところを見る機会がありましたが、50 年前の懐かしい風景が思い出され、感慨は一入でした。当時は、直江津駅から北東約 11km の信越本線潟町駅のすぐ横に頸城鉱業所がありました。昭和 29（1954）年に潟町内陸部に油・ガス田が発見されたのを手始めに、それ以降、海岸部や海洋部にも油・ガス田が次々と見つかり、全体で頸城油・ガス田を形成していました。頸城鉱業所はこの油・ガス田全体の操業管理を担う組織として、昭和 37（1962）年 4 月にそれまでの柏崎鉱業所から独立して設立されていました。私が赴任した時期には、常に 5 坑の油・ガス井が掘削されており、海洋に建設された 4 つの人工島（第 1 人工島は栈橋で、アメリカのマクダモット社設計、第 2、3、4 人工島は海洋プラットフォームで、帝国石油が設計し一部を自ら建設施工）でも生産と併行して新掘井も掘られていました。また、生産・処理されたガスは、昭和 37（1962）年 10 月に竣工した東京パイプライン（建設にあたって帝石ではアメリカのベクテル社に研修生を送るとともに、同社をコンサルタントとして起用。総延長 331.7km に及ぶわが国初の長距離パイプラインであったが、僅か 1 年弱で完工）をとおして新潟、長野、群馬、埼玉、東京の需要家に送られていました。頸城鉱業所管内には、探鉱、掘削、生産・処理、ガス輸送までがフルスペックで揃っており、新人の研修場所として最適だったわけです。潟町は温泉街（頸城油田探鉱中に温泉井を掘りあて、それを町に寄付採納したことがきっかけで温泉街が誕生）ながら、なんとなく寂しく、週末にはよく直江津まで繰り出したものでした。直江津港を臨んで信越化学や日本軽金属などの工場が立地しており、夜の街は結構殷賑をきわめ、地元の酒“潟の井”や“潟舟”をよく飲んだことを記憶しています。

現場実習では、石油やガスの生産・処理、パイプライン管理、坑井掘削に係る実務を体験しました。とくに掘削作業ではクルーに組み込まれ、夏の暑い時期、きつい肉体労働もやらされましたが、現場の最前線の人と空気感について知る機会となり、石油開発なるものを皮

膚感覚で理解した気がします。翌年の 3 月に新潟市にある新潟鉱業所に転勤となりましたが、そこでの思い出深い仕事は、南阿賀油田におけるガス-油界面制御に基づく油層管理⁵に関する英文論文を執筆したことです。昭和 47 (1972) 年 5 月に開催された Joint Meeting MMIJ-AIME'72 (日本資源・素材学会と米国鉱業・冶金・石油学会の合同会議) で発表しました (発表者は上司)。会議終了後、参加されていたテキサス大学石油工学科のディクソン (Dr. Thomas Dixon) 教授がご夫人ともども新潟に足を運ばれた際には南阿賀油田の現場にご案内し、同教授より大変なお褒めのお言葉を頂いたことをよく憶えています。

1.2) 海外での石油開発事業を体験

(新潟鉱業所技術課：昭和 44(1969)年 3 月～同 47(1972)年 6 月)

(ナイジェリア石油 (株) 出向)：昭和 47 (1972) 年 6 月～同 49 (1974) 年 6 月)

(1) ヒューストン赴任 (コロンビア石油に出向)

最初の海外赴任は昭和 45 (1970) 年で、ヒューストンに赴任しました。林一夫さん (元帝国石油社長・会長) がつくったアラスカ石油開発の子会社であったコロンビア石油への出向でした。コロンビア石油が、オキシデンタル (Occidental Petroleum) とシグナル・コーポレーション (Signal Corporation) が持っていたホンジュラス沖カリブ海鉱区に参入しており、ローワン・ヒューストン (Rowan Houston) という名のジャッキアップ型の掘削リグで、参入義務であった試掘井を掘っていました。私はヒューストンをベースにしましたが、掘削リグにも乗り込み、ルイジアナ州 Lafayette の Well Control 社の drilling superintendent (exclusive に契約) にくっついて wellsite company rep.⁶の真似事をやりましたし、また、資材管理も担当させられ、資材ヤードがあったニューオーリンズやモーガンシティにも出向きました。その際も契約していたライダー・スコット社のミルトン・フォックス氏を見習いながらの業務でした。ミルトンと奥様はともにテキサス人で、二人からテキサスの歴史について随分と教えてもらいました。

井戸 (試掘井) を一本掘れば、これこれ (の権益) をもらえるという契約でしたが、結局

⁵ ガス-油界面制御に基づく油層管理：石油を効率的に生産するためには、地下の油層の圧力を管理することが重要である。油層圧は基本的には油層内の油、水、ガスの量で決まるため、坑井毎の生産量や水等の圧入量を調整して油水界面、ガス油界面をコントロールする必要がある。

⁶ wellsite company rep.：掘削現場における代表として、受注者である掘削コントラクターの作業を監督・指示する立場。

はドライホール⁷でした。ただ、それが契約要件⁸を満たすためには、基盤岩⁹まで掘り込む必要があり、坑底から採取した地層のサンプルでそれを証明してみせなきゃならないことになっていました。小松直幹さん（元帝国石油副社長。地質家）がオキシデンタルの人間を伴ってヒューストン大学の先生のもとに赴き、「ああ、これはもう間違いなく基盤岩に達していますよ」とお墨付きをもらってきたことをよく憶えています。帝国石油の先輩ながら初めて仕事を共にする小松さんに対して、若造としては敬意を抱かざるをえませんでした。

試掘井はホンジュラスの沖合約 100km がロケーションでした。前線の事務所は商都のサンペドロスーラと首都のテグシガルパにおかれ、サンペドロスーラは掘削リグに乗る人材の送迎中継地で、そこから小型機で鄙びた寒村に飛び、ヘリコプターに乗り継いで、掘削リグまでは1時間を要しました。掘削作業に立ち会って驚いたのは、現地のローカル・コンテンツ法に則り、掘削クルーの8割が先住民のミスキート族で、彼ら未熟練ワーカーを少数のアメリカ人クルーが指示しながら作業を進めていたことで、世界の石油開発の現場の現実を知らされたことでした。

ヒューストン事務所はダウンタウンの One Shell Plaza 37 階で、三井物産の一角を借りた小さなものでした。ちょうどそのころ石油公団が事務所を設けるとのことで鯨岡明さん（石油公団ヒューストン事務所初代所長。後に石油公団理事）が着任されて、ほとんど毎日、夕食をともにしました。当時を振り返ると、いまだ何も分からぬヒヨッコであるだけでなく、ビールを注文しても年齢確認のパスポート提示を要求されるほど子供にしか見えない若造に対し、礼を尽くし鄭重に対応してくれたアメリカ社会の懐の深さに感謝で一杯です。なお、不思議なことに、業務上で接した石油産業人の多くが、戦後、占領軍の一員として日本に駐留していた由で、懐かしい思い出話を随分と拝聴したものです。古き佳きアメリカに接することが出来たことは生涯の宝です。

（2）ナイジェリア赴任（ナイジェリア石油へ出向）

昭和 47（1972）年 5 月にナイジェリア石油に出向しました。帝石、三井鉱山、帝人の 3 社でつくった会社で、権益をとったのは昭和 46（1971）年のことでしたが、ちょうど帝人

⁷ ドライホール：空井戸、つまり石油やガスが見つからなかった掘削井。

⁸ 契約要件：石油鉱業では、鉱区に参入する（鉱業権の一部を取得する）際の契約（ファームイン契約という）の一類型として、その鉱区で試掘をして、その試掘井が目的の地層まで到達することを鉱区取得の必要条件とするタイプのものがある。掘削トラブル等で目的の地層に到達できなければ鉱区の権利は得られない。

⁹ 基盤岩：一般には、ある地域において最も古いことが証明されている地層の下位に不整合を挟んで横たわる地殻を構成する複合岩体。石油地質においては、石油・ガス鉱床の探鉱対象層の最下部より下位の地層をいう。

が石油上流に進出したころです。私自身は同年6月に現地赴任となり、2年間ナイジェリアに駐在しました。首都ラゴス(Lagos)の他、ウォリィ(Warri)とポートハーコート(Port Harcourt)という海洋石油掘削の前線基地のようなところにオフィスを構えて駐在しました。ナイジェリアではワーキングビザの取得が難しかったので(地質部門ではビザ取得は容易だったものの、エンジニアリング部門は極めて狭き門)、一人で何でもやらないといけない状況でした。政府規制当局窓口(principal petroleum engineer)との折衝、掘削計画の作成、現場事務所長としての資機材管理、海洋掘削リグへのヘリコプター輸送人員手配、現地スタッフの労務管理、試掘井仕上げ時の検層立ち会い、フローテスト立ち会い¹⁰等、ユーティリティ・プレーヤーとして何でもやりました。ケーシング¹¹などの通関業務等も担当し、パイプが到着すると、その都度通関にも立ち会いましたが、船がなかなか着棧できない時には、先着の船に「どけてくれ」と頼みに行くことも屡々でしたが、酒を飲んで酔っ払った大男に突っかかられたりしたことも一再ならずでした。それと、人を見たら泥棒と思えっというぐらいに何でも盗まれました。掘削用のパイプもそうなんです。オイルフィールド・フロートと呼ばれる大型トレーラー2台にケーシング・パイプを満載してパイプラック・ヤードに向かっていたら、前のトラックが違う方角にいつちゃうんです。追っかけたら慌てていたんでしょね、車が倒れちゃって、運転手はジャングルに逃げちゃいました。そんなことの連続だった。

ただ当時はリビアのカダフィの革命が起こった後で、欧米の石油会社がみんなナイジェリアにおいてきており、ウォリィなどにはオイルタウンが形成されていました。また、ポートハーコートはもともとシェルによるナイジェリア石油開発の拠点地でもあったことから、飛行場付きの広大なシェル・キャンプ(シェルの基地)があり、石油人のたまり場になっていました。ウォリィ、ポートハーコートでは、夜な夜な石油開発屋が集まる場所に顔を出し、情報の交換を含めて、グラス片手に随分と交流を深めました。井戸で必要とする緊急資機材の融通も、そうした交流のお陰で、まったく問題ありませんでした。我々のようなアジアからの新参者でも丁寧に対応してもらい、とにかく多くの知己を得ました。学んだことは数知れずでしたが、石油開発というものを知るとともに、「石油開発人」なる人種がいるとも実感しました。そして、一年中休むことなく動いている現場を抱えている彼らが、時を選ばず、本当に身を粉にして働く姿を存分に見せつけられました。個人的には世界の石油開発の現場を、身をもって体験した充実の2年間でした。

¹⁰ 検層立ち会い、フローテスト立ち会い：試掘井を仕上げる際には、掘削した坑井内の地層の物理データを記録(検層)し、また油等の産出テスト(フローテスト)を行うが、その際にはパートナー各社それぞれの技術者等が立ち会うことになっている。

¹¹ ケーシング：掘削井の坑壁崩壊を防ぐために坑井内に設置する鋼管製の内枠(パイプ)。

1.3) 磐城沖ガス田開発プロジェクトについて

(本社常磐沖開発部及び技術部配属：昭和 49 (1974) 年 6 月～同 57 (1982) 年 3 月)

(1) エクソンから学んだこと

ナイジェリアの後は常磐沖開発部に配属され、磐城沖ガス田試掘井の掘削計画の作成やテスト計画の作成と解析、さらには埋蔵量算定や開発基本計画スペック作りに従事しました。磐城沖ではエクソンと仕事しましたが、とにかくエクソンという会社のすごさ、懐の深さにはびっくりしました。たくさんの方を教えてもらったのは事実です。エクソンの総合力、中でも、すべてを自前主義とするポリシーに圧倒されました。

すべての技術分野において体系化された実践的なマニュアルが用意されていました。たまたま、エクソンの新入社員インハウス研修に参加する機会をもらえたことから、多くの帝国石油技術者が受講しましたが、持ち帰ってくる教科書は電話帳並みのボリュームで、その内容たるや、原理から出発して、それが現場でどういう形になって適用されるかとの構成になっており、原理・実践を統合した極めて包括性の高いものでした。特に、現場実務に関しては理論に加えてふんだんに経験知が盛り込まれており、エクソンの豊富な現場実績なくしてつくりえず、一般の参考書とは画然とした差がありましたね。帝国石油では、特に現場生産操業に携わる社員に対してそれらを学ばせるべきと考え、エクソン・セミナーと称して繰り返し社内研修を実施したんですよ。それによって、どちらかと言えばそれまでの職人技から、技術的・科学的な操業に進化したと思いますね。

エクソンには石油開発事業ゆえに育まれてきたような雰囲気がありました。最初は冷たい人たちだなという感じもあったんですが、スマートですごいんだけど、どこか田舎くさくて情が篤いところがある。あの会社のいいところはそこですね。峻厳たるルールはあり、そこは一切外さないんだけど。いい例が、エクソンから派遣されてきたプロマネのバジエ (John Bardgette) さんです。こちら (帝国石油側) は亡くなられた武井友也さん (当時帝国石油副社長。のち社長) がトップでした。武井さんは一徹の技術屋で、当初は上から目線のバジエさんの態度に憤慨し、取っ組み合いの喧嘩になりそうなくらい 2 人は衝突していました。それが、プロジェクトが進捗するにつれ両者の間の距離は急速に縮まり、最後は刎頸の友同志になったんですよ。名人は名人を知ると言うべきですね。

アメリカ人スタッフに対しても鬼軍曹として振舞うバジエさんでしたが、鎧を脱ぐと全く素朴な一技術屋で、一度相手を信頼すればとことん尽くしてくれる人柄。昭和 59 (1984) 年 6 月に秋田市で催された石油技術協会総会において磐城沖ガス田開発への貢献に対し“石油技術協会業績賞”が授与された際、お相撲さんのような大きな体の背を丸めて登壇し、表彰盾と賞状を恭しく受け取っていた微笑ましい姿は未だに忘れられません。エッソ第 2 位

のプロマネといわれたバジェさんが、大エッソからすればピーナツのようなプロジェクトに対する貢献を、世界では全く無名の学会から表彰されることに感激している様には思わず敬意の念をもちました。石油開発人同志へのリスペクトがなさせる業だなと理解したしだいです。

磐城沖ガス田プロジェクトは今の東電広野発電所の沖合にあるガス田の開発ですが、地震探査で大きな地質構造が見つかっていました。相当な規模があるということで、エクソン（東日本石油開発株という日本子会社を設立して参加）の関心が特に高く、昭和 46 (1981) 年 12 月に 50% で参入してきました。契約のしょっぱなのところは、私はナイジェリアについて詳細は分かっていません。掘削計画の作成から現場管理、EPC で設備を作るまではエクソンが主導でやりましたが、試掘作業は、途中から帝国石油がオペレーターやりました。エクソンはオデコ社¹²の“オーシャンプロスペクター”を、帝国石油は日本海洋掘削（株）の“第三白竜”をそれぞれ掘削リグとして傭船しましたが、掘削リグのタイプが前者はフローター（ドリルシップ）で後者はセミサブ（半潜水型掘削リグ）と違っており、繫留（mooring）の手順などが異なっていたことから、エクソンの助言も仰ぎながら掘削計画を作成しました。一方、エクソンは汎用的な（地質が分からない地域にも適用）掘削計画テンプレートを援用していたので、帝国石油はそれまでの掘削実績（地質等）を算入し、カスタマイズ版に作り替えもしました。そのカスタマイズ版の作成に対しては、余計なことをするなどの議論もありましたが、東京に赴任していたエクソンの掘削技術者マイク・キュア（Mike Cure）のところは何度も通い、言わば家庭教師つきで仕上げました。後年、ダラスで開かれた SPE（Society of Petroleum Engineers）年次総会でマイクと遭いましたが、彼も当時を懐かしがっていました。

掘削してみると思ったほど規模の大きなガス田ではなかったので、当時の油価・ガス価の状況ではエクソンのプロジェクトの投資基準に達せず、何年か塩漬けになっていました。それが、（第 2 次オイルショックで）油価が上がり始めて、当時のバレル 20 ドルが将来的には 100 ドルにもなるんじゃないかとの見通しが語られるようになり、それではということで、エクソンが腰をあげたんですね。ただ、開発が正式に決定されるまでには、難問が待ち受けていました。まず、ガスの販売価格です。エクソンは原油価格が上昇していくとの認識のもとでの価格設定ですから、当然のように GSP リンク¹³を主張するわけです。一方で、

¹² オデコ社：ODECO (Ocean Drilling & Exploration Co) 米国の海洋掘削コントラクター。1992 年に Diamond Offshore Drilling, Inc. に買収された。

¹³ GSP リンク：GSP (Government Selling Price) は OPEC が統一的に決めていた OPEC 諸国の原油の政府販売価格。天然ガスは、多くの場合、大規模なパイプラインや液化 (LNG) による輸送が必要なため、いわゆる市場価格がなく個別の長期契約により売買され、日本では原油価格

販売先の東電は長期に安定的な価格へのこだわりがあり、一步も引かないというエクソンとの間でぎりぎりの折衝がなされたんです。結局、GSP と市場価格との著しい乖離が生じた際には、改めて協議することとして、GSP リンクが認められました。背景には、石油専燃火力を推奨しないとする IEA の意向に加えて、地元資源への配慮という東電の大乗的な判断があったのだと思います。ところが、石油価格が全然上がらない。むしろ下がり気味で、しかも円高が進行し始めました。エクソンにとっては小さなことですが、帝国石油にとっては大問題です。そこで、今度は帝国石油とエッソ石油開発の両トップが東電に出向き、すべてをオープンにして窮状を訴え、価格改定を懇請しました。そして、状況をみるに事情已むなしと、東電がうけてくれたんですね。つくづく、日本という社会の有り難さを感じましたね。

そのときの日米文化の差のもうひとつが漁業交渉でした。エクソンは実害があれば補償しますよ、ということだが、こちら（漁連）は事前に迷惑料をよこせというスタンスで、これには苦労しました。ひたすら福島漁連に通い詰め、徐々に信頼関係を醸成して、最後には決着しました。後年、当時の福島県漁連会長だった吉田さんから、漁業交渉のために現地に張り付いていた高橋光男渉外担当の話が出て、「“みっちゃん”（高橋光男）に負けたよ」と言われたのを憶えています。また、後になってのことですが、CERA Week でヒューストンに出張した折には必ず面談していた Exxon Upstream Ventures 社のフランクリン社長（Robert Franklin。彼はその前に ExxonMobil Gas Marketing Co.社長も務めた）との間で磐城沖ガス田に話が及んだことがありました。その際、「あれは小粒だったが優良プロジェクトだった」との発言がありました。背景を考えると、為替がありましたね。磐城沖ガス田の開発が決定された昭和 56 年 12 月（1981 年 12 月）から生産を停止した平成 19 年（2007）7 月の間の為替レートを算術平均すると、40%以上円高になっているんです。ドル決済のエクソンからすれば、経済性は思わぬかたちでよくなっていたはずですよ。

磐城沖ガス田の探鉱開発をエクソンとともにしたことは、帝国石油にとっては大きな財産になりました。個別の技術は言うまでもなく、組織の規律ある一体性や機動性を学び、そして何よりも、石油開発人同士としての交流を深めることが出来たことは望外の収穫でした。プロジェクトに関わった帝国石油の面々で、嫌な気分を味わったという者は一人としていません。一見厳しいように見えても、一皮むけばとても思いやりがある人達でした。一部では、エクソンのスタッフと家族ぐるみで付き合い、未だに連絡を取り合っています。また、単身赴任者とは、とにかく、就業後よく飲み屋に行ったようです。石油開発の伝統を継いでいる者同士なんだろうかね。

にリンクして価格が変動する方式が一般的であった。

それと、基本設計から EPC 段階でもエクソンのすごさを見せつけられましたね。まず、水深 154 メートルに設置する海洋プラットフォームの設計基準づくりも初めての経験で、エクソンに教えてもらいました。まず、海象条件ですが、この海域に入ってきた過去の台風のデータを分析して台風数値モデルのパラメーターをチューニング、そしてモンテカルロ法によって発生させた仮想台風から等級 100 (100 年に一度の発生頻度) の最大波高として 20m、瞬間最大風速として 62m/秒を設定しました。また、地震については多発地域でもあることから、過去の実績を丹念に分析するとともに、併せて地質モデルも作成して地震規模を推定し、強度の異なる 2 つの地震を設定しました。一つは操業レベル地震 (OLE : Operation Level Earthquake) で、これによってもたらされるプラットフォーム構造の変形が生産操業の支障をきたすことのないようにとする地震強度で、設計基準としては、プラットフォーム脚部にかかる加速度を 200gal としました。他の一つは安全レベル地震 (Safety Level Earthquake) で、これにより人命、環境に影響を与えるようなプラットフォームの塑性変形が起きないとする地震強度で、かかる加速度としては 400gal としました。海象、地震に対応した設計基準はそれぞれ個別に設定されましたが、プラットフォームの設置位置から太平洋プレートまで 65km という距離にあり、どちらかといえば、地震から設定された設計基準が海象基準を上回っており、例えば最大波高は 30m まで凌げるプラットフォームになっていました。磐城沖プラットフォーム海域を通過した台風や起こった地震のデータを広く集め、設計基準を求めていく手法は当時の帝石にとってはとても新鮮で、大いに勉強になりました。

ちょうど東日本大震災が起こる前年の 7 月に、上載設備ともどもこの磐城沖のジャケットは撤去してしまったので、エクソンの設計の妥当性を実際に検証することは出来ませんが、個人的には耐えたのではないかと感じています。それ位、しっかりしたづくりでした。ジャケットの撤去は、地元漁連からの要請でマグロの漁礁にするために海底面から 61 メートル程残してあるので、ROV (remotely operated vehicle) で現在の様子を見てみたいくらいです。また、このジャケットは新日鉄が製作し、オランダのヘレマ・マリンが据え付けましたが、当初は製作を韓国の現代に発注していたんですよ。何でも、入札値が新日鉄より相当低かったとのことでした。しかし、実際の作業にはいると、現代の現場はエクソンの指示を全く聞かなかったんで、遂には契約を破棄して新日鉄に落ち着いたという経緯がありました。エクソンの厳しい工程管理に現代はついていけなかったのでしょうかね。現在、広いドックペースを必要とする石油開発のための海洋構築物の製作は、サムソン、現代ら韓国勢の独壇場にあることを考えると、昔日の感があります。

それと、もうひとつ驚かされたのが、海洋構造物への塗装の話です。潮風に晒される海洋構造物にとって、塗装はその寿命に決定的にかかわってきます。塗装をどうすべきか、エクソンから専門家がやってきて、日本側関係者と打ち合わせをする機会がありました。議論は

完全にエクソン専門家が主導し、日本勢はひたすらご高説をうけたまわるかたちで終始しました。海洋構造物や上載設備の塗装がいかに大事かを身をもって知っていて、その技術を体系化しているエクソンの広く、深い経験をまざまざと見せつけられたしだいでした。確かなスペックの塗装のためか、磐城沖ガス田の海洋構造物は、廃山時でもまだまだ十分に使える状態でしたね。

*後日談 地元社会との関係

ついでにいうと、福島県漁連との関係はその後もとても良好で、3.11 のときには漁連関係先も大きな被害（吉田前会長の自宅は津波に襲われて消失）を受けており、当方の担当者高橋光男が野崎会長と連絡をとったところ、石油が足りない、石油がないから管内も見て回れないし、南相馬市立総合病院も発電が出来ずに人工透析がとまっちゃう、とにかく石油が足りないということでした。それで、担当レベルで決裁して直江津からタンクローリーで 26 台分を送っちゃったんですよ。しかも直江津オイルターミナルと呼んでいる自社の油槽所で元売りから預かっている油も送っちゃったんです。輸送は旧帝国石油の子会社の帝石物流（現在は、INPEX・ロジスティックス）が引き受けてくれました。それで必要なところに石油を配って、本当に助けてもらったと、野崎福島県漁連会長からは何度も礼を言われました。緊急時に現場がこうした機敏な動きをできたのも、やはり地元との一体感が刷り込まれているからなのでしょうね。現場における究極の危機管理とも言えるのかもしれない。

もうひとつの後日談ですが、3.11 の 4 月に（福島第一の）反応炉に直接高压で水を入れて冷やしたいという話が持ち込まれました。セメンチング¹⁴用の高压ポンプで、ハリバートン社製の HT400 という（この機材を持っている会社はそんなに多くないんですが）特別のポンプです。当社はたまたま 1 台のスペアで持っていたんで、それを聴きつけた東電から話がありました。これは受けざるを得ないとの判断で、早速に決死隊を募りました。放射能の問題があるので組合員はだめとしたのですが、ベテラン勢がぱっと 10 人手を挙げてくれました。じゃあ、これで行こうということになり、ルートを精査し（高速道路が使えないからと、地図で細かく見て）、訓練もして、ポンプも整備して万全の用意をしました。炉から 200m 位離れたところから反応炉に水を入れるんですからね。ただ、結果的には最終要請はきませんでした。

地元社会への協力ということ言えば、中越地震と中越沖地震のときも、多くの社員が地元出身でもあり、復旧には随分とお手伝いしました。中越地震では南長岡ガス田のガス処理プラント建屋等にも被害がありましたが、未だ長岡市との合併前だった越路町（平成 17

¹⁴ セメンチング：坑井内に降下されたケーシング等のパイプ間の隙間や孔壁との隙間にセメントを充填する作業。ケーシングの保護や生産層に他の層からの液体が流れ込んでこないように隔離する目的で行われる。

(2005)年に合併)のインフラ復旧に協力をしました。特に、ガス配給線の埋め立てはお手の物でもあったことから地震直後より取り組み、かなり早期に当社からのガス供給再開に尽力しました。当時の越路町大野町長(長岡市との合併後、同市の復興管理監に就任)からは、「帝石さんの作業着をみると、本当に勇気づけられた」と、いたく感謝されました。

中越沖地震では、柏崎市在住の社員自身も被害にあっていましたが、なにしろ人口8万人強の古い町で、市民全体が親戚みたいな雰囲気のところですよ。田舎なりの連携がはたらき、会社のリソースを使ってきめ細かいろんな支援活動を行いました。復興住宅用に社有地を提供したりしましたが、最も喜ばれたのがお風呂の提供でした。社員寮のお風呂を開放したんです。ガスもなかったので(柏崎市ガスの復旧は、日本ガス協会から派遣された救援隊1,600名が実施)、どこからか電気ヒーターを調達してきて沸かしたお湯を、ポンプで浴槽に注入したんですね。市民のみなさんからは、それは感謝されました。あとあと、そっとビール1ケースを置いていく人など、様々な形でお礼をいただいた。当時の会田市長からも、本当に感謝されましたね。やっぱり泥臭い会社なんですよ。

泥臭いといえば、中越地震の時にはいかにもその企業風土に相応しい武勇伝がありました。当時、南長岡ガス田の生産操業管理を担っていた南長岡鉱場の^{にいかわ}新川生産課長は、地震発生時には週末の休みで上越市の自宅にいました。揺れの強さから現場が心配になり、取るものとりあえず車に飛び乗り現場へと駆けつけたんです。本人によれば、規制線が張られたら辿り着けない、時間の勝負だととっさに考えたそうです。現場に着いてみると、一本の井戸のクリスマスツリー¹⁵が、揺れのために、それを覆っている防雪ハウスにぶつかり、フランジからガスが勢いよく噴き出していたというのです。彼は躊躇なく防雪ハウスの中に飛び込み、井戸のバルブを閉めてガスの噴出をとめ事なきを得ました。新川課長のとった行動は、決してプロトコルに規定されたものではありませんが、極限の危機への対応という観点から、その判断、その勇敢さは称賛されるべきで、現場力の底辺を支えているのは、そうした皮膚に沁み込んだ責任感であり、伶俐な論理だけではないことを教えられたエピソードです。

(2) 磐城沖の埋蔵量評価について

磐城沖ガス田はすでに廃山されていますが、それまでの過程で埋蔵量の算定には苦労しました。当初は、掘削された開発井のデータから容れ物としてのガス層の形状を特定してその容積を求め、それを地層(砂岩と泥岩)と孔隙(ガスと地層水が含まれる)とに分け、孔隙中のガスと地層水との比率からガス層に含まれるガスの量である原始埋蔵量(大気温度

¹⁵ クリスマスツリー：石油や天然ガスの生産井の上部(坑口)に取り付けるマニホールドでバルブの集合体。石油やガス等の生産量や、繋がっている各所への送出量のコントロールが行えるようになっている。

圧力状態下に換算)に想定される回収率(普通、ガス層では60%)を乗じて可採埋蔵量が求められます。容積法と呼ばれる方法です。この容積法による埋蔵量算定のためには、地震探査データ、掘削された井戸で採録された物理検層データ、実際には掘削井で採取されたガス層の円筒状サンプルであるコアの分析データが用いられますが、磐城沖ガス田の場合、それらを総動員して算定された埋蔵量をベースに開発のステージに進んだものの、ガスの生産とともに観測されるガス層の圧力推移が、当初算定の埋蔵量と整合的でないことが明瞭になってきたんです。もっと、埋蔵量が大きくなければならないことになってきたんですね。容れ物としての大きさは開発井で物理的におさえてあり、おそらく孔隙中のガス飽和率を過小評価しているのだろうということになりました。このガス層は砂岩と泥岩から構成される shaly sand (泥質砂岩) というカテゴリーで物理検層解析がなされてガス飽和率が評価されるのですが、世界中の shaly sand 油・ガス層を体験してきたエクソンからすると、一般に数式化されている解析式にはなじまない例がよくあるとのことでした。事実、エクソンでは世界の油・ガス生産地域をいくつかに分けて、解析式をかえているとのこと。つまり、物理検層サービスを提供している大手のシュルンベルジェ社等が推奨する解析式を鵜呑みにするのはリスクがあるということなのです。ずいぶんと前に一緒に仕事をした、かつてのガルフ社の物理検層専門家も同様なことをいっており、そうした基本的で重要なマターを外注で片づけるというような IOC (International Oil Companies 国際的に操業している数十社程度の石油会社) はありえないんですね。結局、磐城沖ガス田の埋蔵量算定は、エクソンとも相談しながら試行錯誤を繰り返しましたが、ガス層の圧力低下に伴ってガス層の裾野から水層から侵入してくる地層水の影響も含めて、帝石の最終算定値で合意しました。実績はほとんど算定値通りでした。

結局、磐城沖ガス田は、昭和 59 (1984) 年から平成 19 (2007) 年まで 23 年間生産し、天然ガス累計生産量は 56 億 m³ でした。エクソンは帝国石油に生産操業を任せて大丈夫かと心配だったらしく、お目付け役としてエッソ・オーストラリア所属のロビンソン (Keith Robinson) さんが居残りしました。当初 2 年間の予定だったようですが、1 年間プラットフォーム現場をモニターして大丈夫と判断したようで、母国に帰っていきました。その後も時折査察がはいましたが、全く問題はありませんでした。ただ、びっくりしたのは、ヘリコプターのパイロットの件です。パイロットがかかわると、その力量を見極めるために、アメリカから専門家がきて実技試験をやるんですよ。我々には考えられないことです。

平成 6 (1994) 年には、磐城沖ガス田の掘削・生産プラットフォームから大偏距井 (extended reach well) ¹⁶ を掘りました。周辺にあるサテライト構造 (中心となるガス集積

¹⁶ 大偏距井 (extended reach well) : 高傾斜掘り掘削。傾斜角が大きいと水平坑井となる。エクソンは、その後、サハリンやアブダビで陸上基地や人工島から海上油ガス田の油ガス層に坑井を掘削するこの技術を適用することにより、海上構築物や海上パイプラインを節約し効率的な

構造の周辺にあるより小規模の構造)が3次元震探のAVO (Amplitude Versus Offset) 解析から抽出されていたからです。技術的には極めてハードルが高く、事前のエンジニアリングにも時間をかけましたが、その時もエクソンからカマチョ (Gustavo Camacho) さんが **Superintendent** としてやってきて、いろいろと助言してもらいました。何しろ、磐城沖ガス田の開発井を掘ったときも日本に駐在していた人で、「俺は地質を知り尽くしているから」といって、掘削深度 4900m、垂直深度 2275m の井戸を1週間で掘ってしまったんですよ。大偏距井というのは、掘削深度と垂直深度の比率が2以上と定義されるのですが、この井戸の比率は2.15で、当時のアジア・オセアニアでは新記録でした。こうして短期間で掘れたのも、帝国石油掘削手組の面々とカマチョさんが旧知の間柄で、チームワークがよかったことにもあったからです。掘り終わったあと、温泉旅館で日本式のどんちゃん騒ぎで新記録を祝っていましたが、もちろん、カマチョさんもその輪の中にいました。

サテライト構造はあと2つ、もっと遠かったんですが、ありました。これらも開発できないかと基本計画を作り、ヒューストンに出かけてエクソンとも話をしたところ、同意してもらい、計画を詰めるためにエクソンから4人が来日しました。その議論を聞いていたら、すごかったですね。世界のあるこの例はこうだった、ああだったって。あのコントラクターやこのコントラクター、例えばベイカー社だとかこういうやり方をするけど、これはここには合わないとか、ぱっぱと出てくるんですよ。やっぱりすごいと思いましたね。掘削技術には、例えば泥水をどうするとか、いろんな要素があるわけですが、エクソンは全部細かく自分たちの基準を持っています。おそらく日本の会社だったら、どっかに任せて、お願いしますですね。そんなことを彼らは絶対しない。もちろん、作業自体は契約しているサービス・カンパニーを使いますが、基本はすべて自分たちで決める。実は、この点は石油開発企業としてあるべき姿のベースとなるもので、地域社会を含めた多様なステークホルダーから **license to operate**¹⁷ を与えられているという立場に立ち、すべてに対して説明責任を負うというポリシーが徹底しているからです。IOC (国際的に活動している石油開発企業) はそうした上位概念の実現を期すために、機材のスペックにまでカスケードダウンした各種スタンダードを用意しているんですよ。エクソンとも2つのサテライト開発のための大偏距井掘削の計画を作成しましたが、残念ながら計画は実現しませんでした。3次元震探の解釈から算定される埋蔵量では、当時の販売価格を前提にすると採算性が見通せなかったからです。

生産を行っている。

¹⁷ **license to operate : social license to operate** ともいわれるが、探鉱・開発・生産操業のための鉱業権のことではなく、それら操業全般について (操業に伴って発生する可能性のある事故等について操業者が事故処理、被害救済、損害賠償等について技術的、財務的に可能であることを含めて) 企業または業界の慣行あるいは操業規準として社会的に受け入れられている責任。

2. 日本の石油開発の足跡を見て（サンガサンガ油田データレビュー他）

（本社技術部在籍中：昭和 53（1978）年 7 月、同 54（1978）年）

私が原点としていつも思い出すのは、昭和 53（1978）年 7 月にサンアントニオに本社があるテソロ（Tesoro）が操業していた老朽油田の調査にいったときのことです。カリマンタン本土にあるサンガサンガ、サンボージャなどの油田と、タラカン島の油田が売りにだされたんです。まず、サンアントニオのテソロ本社で一通りの説明を聞いてからざっと資料を見せてもらいました。テソロ本社には詳細な現場データがなかったことから、挨拶程度で仕事は終わってしまい、夕食をご馳走になりました。その際、このアセット売却のアドバイザーであったメリルリンチのニューヨークから 2 人の副社長（男性と女性が各一人）が来ており、席をともにしました。男性の副社長は興味を抱かせる人で、Short という名前でした。何でもおじいさんの時代にブルガリアから移民してきたものの、米国到着時に入管で名前を尋ねられたときに、ただただブルガリア語を繰り返していたら、英語表記では文字数が 15 にもなってしまう、短くしなければ駄目だと言われて、英語もわからぬままに頷いてしまったところ、S で始まり T で終わることから Short に改名させられたとのこと。Short 氏はベトナム戦争に従軍し、サイゴンが陥落したあとも 1 年間ベトナムに残って、どうなるかを見届け、そのあと 2 年間世界を放浪して、自らの心のけじめをつけたとのことでした。とにかく、相手を引き込んでしまうような澄んだ目の人でしたが、そういう人が名門証券会社の副社長（アメリカでは副社長といっても日本の部長並みだけ）に、アメリカではぱっとなってしまう。社会の懐の深さを感じましたね。

ジャカルタでのヘッドはイギリス人で元 BP のジオロジスト、確かティドマーシュ（Tidmarsh）という人でした。現場はサンガサンガに住むアメリカ人のピケンズ（Pickens）さんをトップに、アメリカ人、イギリス人が 3、4 人、その下にコロンビア人が現場管理者として結構の人数働いていました。ピケンズさんの住居は、鬱蒼とした森の中にぽつりと立つ質素な建屋で、なんでも先の大戦中に一帯を接収していた日本軍の司令官が住んでいたとのことでしたが、パーカウンターを増築しただけで、あとは何にも手を加えていないといわれてびっくりしました。ピケンズさんは奥様と二人で、すでに 12 年そこに住んでおり、あと 5 年すれば引退してカリフォルニアの別荘地で余生を送れることが励みになっているとのことでした。ちょうど、エルヴィス・プレスリーが亡くなったあとで、スコッチを飲みながら「エルヴィスは寂しかったんだ」と目に涙を浮かべておられ、望郷の思いが垣間見られた。まあ、日本人では考えられない、或る意味の滅私奉公ですよ。

ボートおよび徒歩で案内された現場は、旧日本軍による採油活動の残滓がいたるところに転がっていました。木製の三脚櫓やむき出しの破損したパイプラインを見るにつけ惻々とした思いを抑えることができなかつたですね。実は、先の戦争中にこの地域で採油活動に従事した先輩が帝国石油には数多くおられ、断片的ながらその時の話をきいていました。戦

況が悪くなってからのタラカン島で、連日のごとく機銃掃射に襲われて命からがら逃げまくった話や、ボルネオ（インドネシア語ではカリマンタン）のジャングルでの逃避行などです。ニュースキャスターの小倉智昭さんのお父さんも、サンガサンガ油田で化学分析を担当されており、戦雲暗くなる中で、昭和 20(1945)年 4 月末から平船や筏そして徒歩で 1500km を 40 日かけてサンガサンガから奥地へと逃げた一人でした。サンガサンガ油田でのインドネシア人従業員やその家族をともなった総勢 170 名の逃避行を、戦後、「ボルネオ縦走記」として書き残されています。当時、石油部隊は赤紙ならぬ白紙令書で徴用され、建前は油田活動に関しては権限をもっていたものの、実状は“戦いもしないくせに”と随分差別を受けたらしい。体験した先輩の話では、陸軍は任せてくれたものの、海軍は分かってもいなくせに、口うるさくてかなわなかったとのこと。そんな事前知識があったことから、タラカン島で戦艦の生焚き用にタラカン原油を積み出すパイプラインの破損した残骸を見たときは、先輩たちが怒られながらせつせと積み出している姿が彷彿とされました。そうした現地調査の中で、最もショックを受けたのは、ある場所に案内された時です。プルタミナのユニットIV¹⁸コンパウンドの近くにあった洞穴で、高さ 2m ぐらい奥行きが 5m ほどの小さなものでした。かつて、そこには白骨の山があったとのこと、日本人による集団自決の跡でした。2 年前に遺骨収集団が白骨を持って帰ったと説明をうけましたが、帝国石油ではその話は伝えられていなかったのも、おそらく海軍関係の人達だったのでしょう。サンガサンガには海軍も駐屯しており、石油部隊が誤って車をぶつけてしまった際、謝罪にいった人間の顔が変形するほど殴られて帰ってきた話を、サンガサンガに派遣された帝国石油先輩の村山五郎さんが書かれています。それにしても、白骨は既になかったものの、あの暗闇の中でこみ上げてきた胸が締め付けられる思いは、今でも忘れることが出来ません。

帰国後、ジャカルタで入手した資料や現場での調査をもとに、アセット買収の是非について報告をあげましたが、結論はノーでした。経営判断としては妥当だったと思いますが、実は、調査団を派遣した背景には経営トップの強い思いがありました。昭和 16 (1941) 年 9 月 1 日に設立された帝国石油は、実質的には当時の日本石油と日本鉱業の石油鉱業部門が分離統合された会社でした。テソロ案件があった昭和 53 (1978) 年 7 月の上席役員は、木村繁雄社長と、その後社長になられた赤松純一、伊東博助の両氏でした。木村社長は昭和 39 (1964) 年の帝石経営危機に際し日鉱から経営再建のために来られた林一夫さん以下 4 名の一人で、それまでは日鉱の在籍でした。赤松、伊東両社長は日石より移籍されて、戦後、そのまま帝国石油に留められたお二人です。赤松社長はかの建内元日石社長の京都大学法学部の一年後輩で、帝国石油移籍までは日本石油で机を隣合わせにしていたとのことでした。伊東社長は開戦後シンガポールの海軍燃料廠に配属となり、戦後も 2 年間同地に抑留

¹⁸ ユニットIV：プルタミナの探鉱開発部門は地域別に分かれていて、カリマンタンはユニットIVが管轄。

される経験をもっておられました。戦時中、帝国石油はビルマ（現ミャンマー）、スマトラ、ボルネオ（カリマンタン）、ニューギニアに約 5000 名の社員を派遣し、石油確保の国策の先兵となりましたが、そのうち 1600 名が帰らぬ人となっています。ビルマとニューギニアが特に酷かったようで、病気と飢えが死因の大半だったと聞いています。帝国石油誕生直後、そうした瘴癘の地に同胞を送り出し、また自らも赴いた年代層にとって、サンガサンガ油田やタラカン島という言葉は特別の意味があったんですね。一種の懺悔にも似た思いで、調査団派遣が下命されたのだと推察しています。個人的には、わが国石油開発の歴史の一断面に直接触れることが出来たこと、ごく限られた派遣人数でコロンビア人とインドネシア人を上手く使いながら、広域に広がる油田の生産操業を維持するビジネスモデルを見聞できたこと等、有益な機会でした。

振り返ると、テソロ案件調査のためにサンアントニオへと飛び立ったのは、丁度、林一夫元帝国石油社長・会長の葬儀が本社ビルの近くにあった代々幡斎場で行われる日でした。林さんは長州出身で、大学まで岸信介元首相の一年後輩で、東大法学部卒業後に三井銀行に入行、その後、日本鉱業に移られ副社長の時に帝国石油の経営再建のため、昭和 39（1964）年に社長として帝国石油に来られた人です。広い人脈をもち、特に岸元首相とは盟友で、「アラスカの現地を一緒に見に行ったら蚊に悩まされた」と話しておられたことを憶えています。経営再建中の帝国石油のトップにありながら、アラスカ石油、コロンビア石油、コンゴ石油、サバ・テイセキ石油、ナイジェリア石油を立ち上げた剛腕は、只者ではなかったですね。リビアにも交渉団を送ったものの、当局との折衝を終えた翌朝、ホテルの窓から戦車が見えたと、交渉団団長の柳下さん（元帝石常務）から聴いています。帝国石油にとって、海外にも驥足を展ばそうという明確な経営意思が示された時期でしたが、コンゴ石油以外はすべて撤退を余儀なくされました。ただ、コンゴ石油は林さんの個人的な伝手でガルフ石油から持ち込まれた案件で、パートナー参加（非オペレータとしての参加）に過ぎませんでした。情報力、技術力、折衝力等、総合力で IOC に劣後する姿は、当時も変わっていませんね。

翌年の昭和 54（1979）年には、スマトラ老朽油田（カナリアサム、バジュバン等）のリハビリテーション¹⁹・プログラムの国際入札があり、インドネシアを度々訪れました。かのパレンバン落下傘部隊が急襲し、傘下に収めた地帯の油田が対象でした。帝国石油としては札を入れたものの、競合したカナダの会社に負けてしまいました。ただ、折衝の過程では、プラミナのユニット長になるような上級テクノクラートとは極めて深い親睦を結ぶことができ、ご夫人方を含めて食事会を催すまでになりました。そうした中で、相手側から度々聞かされた話が、北スマトラ石油によるラントウ油田開発協力事業で多くのことを学んだ

¹⁹ リハビリテーション：老朽した油ガス田の油ガス層を刺激して回収率向上を図ること。

とのことでした。中でも、MOECO（三井石油開発）元常務の会田さんの名前が頻繁に登場していました。この協力事業は昭和 35（1960）年に始まり昭和 49（1974）年に終了した時限立法の会社によるものでしたが、ここで築き上げた遺産を、何故、その後に繋げられなかったのか、素朴ながら疑問を持ちましたね。

そこでふと思い出すのは、昭和 43（1968）年に井戸掘りの見習いをさせられていた時のことです。ツールプッシャー²⁰であった田中坦さんは大変気性の荒い人でしたが、酔うにつけ北スマトラ石油出向時のことを蒸し返す癖がありました。彼はコントラクターとして派遣されたことから、カンパニー側に派遣された同僚との待遇格差が天と地ほどあったとのことで、当時の現場では酔いにまかせて包丁を振り回したらしい。北スマトラ石油の事業が終了した後、帝国石油がこの時限立法会社の筆頭株主になり、主力メンバーを引き取って第一石油開発として再出発し、その後、エジプト石油開発となってエジプトで Eastern Desert のウエストバクル油田を発見、開発・生産まで漕ぎつけました。私は、その開発初期にエジプトへ長期出張し、旧北スマトラ石油のみなさんと一緒に仕事をしたんですが、北スマトラ石油への郷愁は強かったものの、インドネシアに蒔いた種を育てようといった思いは、会社として一切なかったと知らされましたね。田中坦さんの話と合わせると、会社としての一体感にも欠けていたんでしょうね。

リハビリテーション・プロジェクトに絡んでもう一つ忘れられないのが、現地調査でパレンバンを訪れたことでした。大河のムシ川に架かるアンペラ橋から対岸にムシ製油所が望めますが、昭和 17（1943）年 2 月 14 日に陸軍落下傘部隊が奇襲・占拠したのがまさにそこでした。帝国石油の先輩の中にも、破壊された油田の復旧および開発に従事された人がおり、その時の話を伺うことがありましたが、真っ先に出てきたのは当地で先端技術を学んだということです。取るものも取り敢えずに逃避したバタビア石油²¹の人達が残っていた油田の管理マニュアルが、まさに目から鱗の教材で、新しい知識を存分に習得したとのことでした。水圧入による油層圧力維持がもたらす回収率の向上など、日本ではまったく知られていなかった新技術の宝の山に接して、昼夜を忘れて残された資料を読み漁ったとのことでした。その意味では、石油技術屋にとってある意味で充実した期間であったことが先輩方の語り口の隅々にうかがわれました。技術屋の性とも言うべきでしょうか。昭和 40（1965）年、オーストラリアのキャンベラで開催された ECAFE（国連アジア極東経済委員会）第 4 回石油シンポジウムで発表された「南スマトラのタラン・アカール、ペンドッポ油田におけ

²⁰ ツールプッシャー：掘削作業現場における掘削請負会社の作業監督者。

²¹ バタビア石油：De Bataafsch Petroleum Maatschappij（BPM） 1907 年シェルとロイヤルダッチが両社の資産を合同し、ロイヤルダッチシェル・グループが誕生した際に、インドネシアにおける石油探査、精製を行う会社として設立されたインドネシア事業の統括会社（オランダ法人）。

る油層圧維持の開拓者の努力」なる報告には、両油田を3年以上の間接収していた日本による油田管理についても触れられており、それが極めて適切だったと評価されています。先輩諸兄は砂が水を吸うように新知識を習得し、それを大油田相手に実践したんですね。わが国石油開発技術の進歩という観点からは、“油層工学事始め”とも言うべき機会で、合理的採油管理のための基礎となる油層工学という学問体系を初めて学んだわけです。奇襲だったためか、オランダによる油田施設の破壊は限定的で、原油生産は早期に再開されましたが、内地への送油は、もともとのタンカー船腹不足と制海権の喪失が重なり（アメリカ海軍潜水艦の主要ターゲットは日本軍の戦艦でなく輸送船だった）、実質的には昭和17（1942）年末までの半年間、約20万B/Dを内地に送ったものの、その後は不可能になっています。いずれにしても、わが国石油開発の歴史に刻まれるべき大事件であったことは間違いありません。ただ、当時ムシ製油所で精製されていた原油の相当量が、南スマトラの大油田であるパレンバン州タラン・アカル油田産であったことを考えると、複雑な思いが拭いきれません。同油田はスタンダード系のコロニアル石油によって発見されたものですが、当初は試掘結果が思わしくなく、大正8（1919）年に採掘権売却（価格は数百万円と伝えられている）の話が日本に持ち込まれました。日本石油では専門家を派遣し、前向きな姿勢にあったんですが、交渉中に掘削されていた深掘り井が日産1000バレルという大成功を収めてしまい、急遽、売却提案は撤回されてしまいました。日本勢が切齒扼腕したことは、想像に難くないですよ。歴史の皮肉というべきか、随分と遠回りをした原油確保大作戦だったわけです。

3. 石油開発技術者として

（本社技術部：昭和50年7月～同57年3月）（?）

（新潟鉱業所技術課長：昭和57年4月～同59年3月）

- ✚ 南長岡ガス田の現場開発実務を総括（開発井の掘削、大規模開発農地における農振除外²²などの許認可取得等）

（本社技術部次長：昭和59年4月～平成5年2月）

- ✚ 磐城沖ガス田、南長岡ガス田の開発に係る技術全般を所掌

3.1) コアラボ社モデル習熟出張

昭和51（1976）年5月から翌52（1977）年2月まで、コアラボ社²³子会社のエンジニアリング・ニューメリックス社から導入した油層数値モデル（reservoir numerical model）の

²² 大規模開発農地における農振除外：市町村の定める農業振興地域整備計画によって指定された農用地区域から除外してもらうこと。

²³ コアラボ社（Core Laboratories）：油ガス層から直接採取した円筒状の地層サンプルをコアと呼んでいるが、それに対する種々の分析を請け負う会社として、1936年ヒューストンで設立された。社名には発足当時の事業内容が反映されているが、その後スコープを広げ油層・ガス層評価に基づく最適回収法シナリオのコンサルティングも実施している。

αモデル、βモデル、γモデル習熟のためダラスに駐在しました。この数値モデルの導入は、当時、帝国石油で社長室次長であった故加藤宗彦さんの発案によるものでした。加藤さんは大学の大先輩でもあり、もともとは技術屋でした。大変に先見の明がある人で、数値モデルぐらいを保有していないと世間に通じないという考えからでした。後に、南長岡ガス田開発の際も、出来合いのガス処理設備を並べるような設備設計はやめて、化学工学を駆使したグローバル流儀でカスタマイズした設備をつくるべきと主張され、帝石としては初めて本格的なアプローチによるガス処理プラントを作ったわけでしたが、振り返ってみて、それらの先見性をもった取り組みは、帝国石油の技術基盤を大いに高めましたし、私自身、今でも故加藤さんの先見性に感謝をしています。

コアラボ社でのモデル習熟ですが、業務は比較的楽でしたが、業務外では大きな収穫がありました。あちこちを旅行し（サンアントニオ、キルゴア、フレデリックスバーグ、ボーマント等）テキサスの歴史を学んだこと、また、同社のジム・スミスとは兄弟のような交誼を結び、アメリカ、日本両国の歴史と文化について暇を見つけては語り合いました。帰国に際し、ジムが贈ってくれたロングフェローの叙事詩“The Song of Hiawatha”は今でも時折ページを開いています。ジムが中学年のときに英語の副読本としてつかっていたもので、あちこちにジムによる書き込みがあり、懐かしさをかみしめながら目を通しています。

そして、何よりも忘れ難い思い出は、コアラボ社のロイ、ジュエル山本ご夫妻との交流です。ロイとジュエルはともに日系二世で、真珠湾攻撃後には筆舌に尽くしがたい辛酸をなめています。ただ、ロイは生まれ故郷のロスアンゼルス港ターミナル島からカリフォルニア州マンザナールの強制収容所（concentration camps）に収容されたあと、西海岸からの日系人排除の法的根拠であった日系アメリカ人隔離法が、陸軍西部方面防衛軍管轄外の州には及ばないと盲点を突き、1年以上にわたって当局と折衝を重ねて、学業を続けることを条件に出所許可を取得。ユタ、ネブラスカ、テキサスの3大学から受け入れる旨の通知を受け、まずは四半期制であったユタ大学を選択、2年後にテキサス大学に転校し、石油工学の学位を取得しています。テキサス州は強制収容所に追われた日系人を、学費免除という特別措置とともにテキサス大学への入学を許した特別な州であったわけですが、ジュエルはテキサス州ブラウズビル近郊で小規模農業（truck farming）を営む一家の長女に生まれ、貧窮の家計を支えた苦労人で、生きるよすがとしていた日本人の誇りを何よりも大切にしており、今時の日本ではめったにお目にかかれない古風なたたずまいの人でした。テキサス州在住であったことから、強制収容はされませんでした。常時テキサス・レインジャーズ（州公安局）の監視下におかれ、窮屈な生活を強いられたそうです。そもそも、ジュエルの両親がカリフォルニア州ターロックからテキサスに移住してきたのも、日系人排斥運動から逃れるためとのことで、強制収容はなかったものの、日系人としての苦労は並大抵ではなかったようです。そうした運命に翻弄された二人でしたが、アメリカに対して憎しみのような感

情はほとんど抱いていませんでした。陰に日向に彼らを支えてくれたクェーカー教徒の人々や、無償で大学教育を授けてくれたテキサス州への感謝をことあるごとに口にしていました。アメリカ社会の多様性と寛容さというべきでしょうか。

ロイはテキサス大学卒業後、ダラスを拠点とする石油開発技術コンサルタントのコアラボ社に入社、1986年に引退するまで40年の間、世界を駆け巡った敏腕の技術コンサルタントでした。引退後は長男アランが住むコロラド州ハイランドランチに、そして、テキサス州ベッドフォードの次女カレン家と向かい合わせの家へと転居しましたが、交流は引退後も続き、アメリカ出張の度に立ち寄っては、ロイ家に泊めてもらっていました。1988年、レーガン政権の時代にアメリカ議会は市民自由法（日系アメリカ人補償法）を通過させ、先の戦争中になされた日系アメリカ人への不正義を公式に謝罪し、強制収容されたすべての存命者に対して2万ドルを支払うこととなったのですが、2年後の1990年10月にロイのもとにも、ジョージ・ブッシュ大統領が署名した手紙とともに2万ドルの小切手が届きました。“神は片やの扉を閉じ、片やの扉を開けてくれた”とロイがつぶやいたのをよく憶えています。ロイは2010年88歳で生涯を閉じましたが、翌年の3月にヒューストンのCERA WEEKに参加しての帰路、ダラスに立ち寄りロイの墓に詣で、ロイが愛してやまなかった鰻の蒲焼きと干し柿の真空パックを墓前にそなえました。その日は、ジュエルとカレンに案内を頼みましたが、夕刻、ホテルにチェックインしてテレビをつけると、東日本大震災による恐ろしい津波の画像が目に飛び込んできました。忘れることのできない墓参となったしだいです。

ロイはわが国石油開発技術屋にとっても、恩人ともいえる人です。昭和30年代に入ると、先輩技術屋諸氏がアメリカに勉強や調査に出かけるようになりましたが、言葉もままならず、右も左も分からない中、仕事を超えて案内役を務め、様々な便宜を図ってくれたのがロイでした。もちろん、律儀で世話好きなジュエルの細やかな心配りは、常に傍にありました。後年、ロイ山本夫妻がDiscover Japanの旅で訪日された際、わが国石油開発技術屋に対する永年の厚意への返礼として、宿泊先の京王プラザホテルで「感謝の夕べ」を企画しましたが、老若併せて約70名が集いました。私は幹事としてメの挨拶を仰せつかりましたが、冒頭、歓迎の弁を述べたのは、故矢部孟さんでした。いかに世代を跨ぎ、わが国石油開発技術屋との交誼を結んでいたかが分かりますね。

3.2) 南長岡ガス田開発のための調査と基本設計

昭和55(1980)年8月、南長岡ガス田開発計画を策定するにあたり、高温、高圧、腐食性ガスの開発の現状を調査するため、米国に長期出張しました。ガルフ、シェブロン両社の厚意により、パーミアン・ベースンの油ガス田、ルイジアナのフォールスリバー・ガス田の開発現場訪問およびガルフのヒューストン Technical Service Center、シェブロンのニュー

オーリンズ Technical Service Center で、様々な質問に答えてもらいました。特にシェブロンへの対応は懇切丁寧で、我々調査団 5 名に対し、それに倍する員数で迎えてくれました。また、コアラボ社および Triton Engineering（磐城沖ガス田開発を通して知遇を得ていた元エッソのジョー・ベル (Joe Bell) 氏が立ち上げたコンサルタント会社) のアレンジにより、テキサス州内の腐食性（硫化水素を含む）ガス田の操業現場見学や、当該技術サービスおよび機材を提供している会社多数とも面談調査しました（ナイジェリアで旧知の間柄の面談相手が数人含まれていました）。なお、（在来型油ガス田としての）パーミアン・ベースンは既に最盛期を過ぎていましたが、ミッドランド、オデッサ地域に楡比する採油ポンプの列は地平線にまで続いていると思われるほどで、かつて、第二次世界大戦において欧州戦線での戦時石油需要の半量がこれらの井戸から汲み上げられたとの説明に納得しました。今パーミアン・ベースンが非在来型のシェールオイル、シェールガスの開発によって世界の石油、天然ガス生産の主役（TexArabia と呼ばれることがある）になっていますが、その時は夢にも思わぬことでした。

昭和 55（1980）年 9 月、南長岡ガス田開発の基本設計を S. H. Landes 社（エクソンの推奨）に依頼し、その立ち会いとしてヒューストンに長期出張しました。基本設計は、ケミカル・エンジニアリングを駆使した世界標準のメソッドによるもので、わが国石油開発においては初めての試みでした。なお、Landes 社の担当エンジニアであったチャック・ヨスト（Chuck Yost）氏は、後年、INPEX のマセラ・プロジェクト²⁴に係る FLNG（Floating LNG：洋上天然ガス液化設備）の技術的フィージビリティ・スタディを実施しています。世界の石油開発技術屋がいかにか small world に棲んでいるのかということのを再認識しました。石油開発技術屋として、設備設計の“いろは”へとウイングを広げることができた機会でした。Landes 社による基本設計、千代田化工を EPC コントラクターとして建設された南長岡ガス田越路原ガス処理プラントは、当初の目論見どおりに仕上がりましたが、実際の生産オペレーションに入ると、色々な不具合が生じ、運転開始後数年は手直しに追われました。やはり設計屋と施工屋に任せておけばよいということではないと、身に染みて学んだのでした。

3.3）東柏崎ガス田のモデル・スタディ

昭和 55（1980）年 6 月から 56（1981）年 3 月にかけて、当時、帝国石油のコメ櫃であった東柏崎ガス田のモデル・スタディを実施しました。複雑怪奇な火山岩相の孔隙分布と、付帯するガス-水挙動の律則をモデル内でどう表現するかに呻吟しました。週末もなく、連日夜 12 時前後までの作業で、体調を大きく崩しました。当時の帝国石油は同ガス田一本足

²⁴ マセラ・プロジェクト：インドネシア領アラフラ海のマセラ鉱区アバディ・ガス田の開発プロジェクト。アバディ・ガス田は INPEX が 2000 年に発見、現在開発検討作業中。

打法であり、その将来の挙動見通しは会社経営の命運にもかかわることから、当該モデル・スタディは既に某エンジニアリング会社に依頼していましたが、満足なアウトプットが得られず、再度自前で実施せざるを得なくなったものです。何しろそのスタディでは、Bタイプ・モデルが利用され、ガス層内におけるレトログレード・リキッド²⁵ (retrograde liquid) の発生を扱えないばかりか、モデル計算上で表現できない不都合な水産出実績などはなかったこととして無視していました。一方、自前によるスタディは曲がりなりにも組成モデルの要素を加味した γ モデルを使い、また、地層水の産出挙動については回収率に大きな影響を及ぼすことから、ガス層を構成する複雑な岩相変化に対応する水産出メカニズムに徹底的にこだわりました。当時は、数値モデル・スタディの揺籃期であり、「モデルが『fake』であることを忘れずに」とのエンジニアリング・ニューメリックス社の指導教官であったケン・ガームズ (Ken Garms) 氏の忠告を反芻しながら、試行錯誤を繰り返しました。モデル中で分からない箇所については、帰宅してからダラスの同社本社に電話をかけ、アドバイスをもらうことも再三でした。また、当時はワークステーションの前の時代で、メインフレームでしたので、プログラムの微修正やデータの inputs はパンチングしたカードを、Remote Job Entry と呼ばれた端末機能をとおして読み込ませ、IBM のホストコンピューターに接続するかたちで、カードのパンチングも凡て自分でやりました。結果として、このスタディによる将来挙動予測は、ほぼ見通し通りの実績を挙げる事が出来ましたが、やはり実績データへの徹底的なこだわり、そして、モデルはそれを表現する手段に過ぎないという基本姿勢の結果だったと総括しています。

3.4) ウムアルアンバー油田のモデル・スタディ (アブダビ石油に出向)

(昭和 59 (1984) 年 7 月～同 60 (1985) 年 3 月 (約 7 ヶ月) -アブダビ石油に出向)

私は海外で成功したプロジェクトに当たったことはないのですが、成功したプロジェクト会社に助っ人として出向したことがありました。アブダビ石油のウムアルアンバーという難しい油田開発プロジェクトです。

ウムアルアンバー油田開発に関わった経緯

もともとはアブダビ石油が某エンジニアリング会社にスタディを依頼した結果をもとに開発計画を立て、石油公団に債務保証の申請をしたんですが、同公団の責任者であった故和田恭彦さん(当時石油公団技術部生産課長。のち石油公団理事)に、荒唐無稽な計画だと突っぱねられたのがそもそもの始まりでした。アブダビ石油から帝国石油に協力が求められ(村瀬アブダビ石油社長より赤松帝石社長宛)、昭和 60(1985)年 10 月から翌昭和 61(1986)年 4 月までアブダビ石油に出向して、ウムアルアンバー油田の開発基本計画策定に関与し

²⁵ レトログレード・リキッド：ガス層に含まれる水蒸気等は、ガスの生産によってガス層内の圧力が下がる等により露点(dewpoint) が下がり、液化する。

ました。私が担当したのは、油層シミュレーションと簡単な開発計画（生産井や圧入井の配置など）でした。当時、この件に関わったのは、あとで「アブダビ石油五人組」と呼ばれたのですが、私と一緒に出向した現在東京大学大学院工学系研究科教授の佐藤光三さん、アブダビ石油の向山繁さん、三輪正弘さん、それに石油公団から応援に来られた難波隆夫さん（現在は INPEX 籍）の 5 人でした。

某エンジニアリング会社のレポートを見て、「ああ、これは何にも（現場を）知らない人がやったんだな」ということがすぐわかりました。およそ現業を知っている人間からすればそんなことは起こりえないと言うような、そういう計算結果でした。そして、それをそのまま鵜呑みにして、設備や井戸の開発計画を作って申請してありました。要するにモデル上の「つくりもの」だったんですね。各種一次データをとことん深掘りし、全体としての斉一性のある油層の特性を担保した上でモデルを組み立てる努力がまったくなされていないのが一目瞭然でした。実務をほとんど経験していないことから、すべて紙の上のできごとになっており、油層・ガス層を数字の塊でしか見ていないことが、ありありでした。

ウムアルアンバー油田の難しさ

ウムアルアンバーは、海洋の小さな油田でしたが、技術的には複雑で面白い油田でした。油層は、アラブ A、B、C、D の 4 層。A、B 層は重質の不飽和ブラック・オイル、C 層はボラタイル・オイル、D 層は深度とともに組成が変わる超軽質油という面倒くさい油田です。C、D 層のガスの中には硫化水素が入っているというのが大きな要素で、この硫化水素入りのガスを上の層の重質油に高圧で圧入すると、マルチコンタクトミシブルといって、油とガス間に界面のできない、油のようなガスのようなそういうゾーンができるんです。ミシブル・ゾーンといいます。そのゾーンをガスで押していくと、ピストンで押すように効率的に油を置換（Piston-like displacement）するため回収率を上げることが出来ます。原理としてはその通りなんです。何がポイントかという、当該スタディでは油層の物理的性状を全部平均化していたのです。そのため、構造全体がきれいに置換されて、非常に高い回収率が達成できることになっていました。でも、検層ログや地質データを見ていけば、ガスが入りやすいところとか、入りにくいところとかがあるわけですよ。それを不均質性（heterogeneity）と言いますが、浸透性にばらつきがあり、実際のガスは動きやすいところへと選択的に圧入されていきます。掃攻効率（sweep efficiency）と言いますが、対象エリアが 100%の効率で掃攻されることはありえないんですよ。それは一次データを見ればすぐわかる。掘られた井戸での油層データを注意深く比較観察すれば、油層の形質が縦方向にも横方向にもバラついていることが一目瞭然でした。それを全く無視し、全部平均化しているんですね。現場を知っている人間は、その不均質性を必ず見ます。圧入流体で原油を置換する回収法においては最も肝心なところですから。その肝心なところを、いかにモデルに組み込むか、そこが技術屋の腕として真骨頂が問われるところなんです。モデルありきだか

らまったく感性が働かないんですね、そういうところに。そして、モデル内で起こったことが真実だと信じ切ってしまうているんですね。

こうした、モデル偏重は現場の経験がないことから発しています。現場経験があれば、現実がモデルのように行かないことを身にしみて理解するようになります。一方で、現場感覚を涵養すべき時期、つまり若い時にパソコンばかりに浸っていると、この感覚は生涯身につきません。旧石油公団では職員を操業会社に出向させ、現場を体験させる制度がありました。未だ、現場体験の重要性を認識している上層部がいたからです。現場でこそ、広い意味で石油開発の神髄に触れることが出来るのですが、現場に向かえば心が躍るような技術屋が最近では育っていません。やはり“鉄は熱いうちに打て”ですね。世界の石油開発企業は、この現場感覚を身に着けさせることを非常に重要視しています。かのエクソンのティラソン元社長だって現場から出発したんですよ。

ミシビリティ形成の解明：自分たちでモデルを動かす

ウムアルアンバーの話に戻ると、まず、油層の不均質性を見極めるため、採取された地質サンプルの観察、検層ログや原油フローテストの再解析等、一次データの徹底的な見直しをやりました。次に、実験で確認されているミシビリティ形成メカニズムを組成モデルで再現する必要がありましたが、これが難題でした。当時業界では、油やガスの状態を、組成を元に状態方程式で計算する草創期モデルが使われ始めており、昭和 56（1981）年に開発された COMP II というモデルがその走りでした。当時、石油公団もそのモデルを導入していました。テキサス大学石油工学科のキース・コーツ（Dr. Keith Coats）博士が開発者で、大学を辞めて自分の会社（Intercomp 社）を興していましたが、職人気質でビジネスには向かない面白い先生で、会社はやがてシュガーランド（ヒューストンの隣の町）にオフィスがあるケイネブというパイプライン会社の子会社 SSI 社に買われ、そこで、特別顧問に迎えられていました。コーツ博士は自らの立派なオフィスには在室することがなく、メインフレームのコンピュータールームで、シガーをくわえてコーヒーを飲みながら午前 2 時頃までプログラムを書いているような人でした。我々は、最初は油層評価を SSI 社に依頼（第三者評価を得るべしとの石油公団からの示唆により）、ラメッシュ博士（Dr. Ramesh）というイラン人が担当してくれたんですが、結果に満足できなかった。それでシュガーランドの同社に出向き、同社メインフレームに搭載されていたコンポジション・モデル COMP II を動かし、自ら油層評価を実施することになりました。その結果、COMP II のモデルを工夫しながら試行錯誤し、ミシビリティを再現することが出来たんです（ラメッシュ博士のスタディでは、ミシビリティができていくようにみえたが、見掛けだけで本当のミシブル・ゾーンは形成されず）。それをモデルに組み込んで、開発計画のベースになる生産量プロファイルを計算しました。私を含めたアブダビ石油五人組でやりましたが、コーツ博士は、我々がやった計算（ウムアルアンバー油田スタディにおけるミシビリティ形成が COMP II により上手く表現

できたこと)を知り、いたく感激された由で(当時、コンポジション・モデルは未だ揺籃期)、アブダビ石油五人組とコーツ夫妻とで、夕食に招き合うまでの付き合いに発展しました。

その際の会話の中で、元アラビア石油の堤博士(堤さんは私の大学の2年先輩で、テキサス大学で学位をとってもう亡くなれましたが、コーツ博士が指導教官)のことが話題になり、「あんなに優秀な人はいなかった、やはり日本人は優秀だ」といわれました。当時の石油開発技術屋にとってコーツ博士は神様のような存在でしたので、アブダビ石油五人組の中には、コーツ博士がくしゃくしゃに丸めたメモ用紙を拾っていた人間もいました。何年か前に聞いたことですが、コーツ博士はフロリダで交通事故で亡くなったとか。我々と酒を飲んだ後に相当酔っぱらっていても、これから仕事をしに行く、というような人でしたが。本件は、コーツ博士の創成期のモデルを使って実際にミシビリティを再現できたので、論文にまとめてはどうかとコーツ博士にさかんに勧められたんですが、結局、論文提出には至りませんでした。

ウムアルアンバーの話は昭和61(1986)年のことですが、私が関与したのは油層シミュレーションと簡単な開発計画まででした。この再評価スタディをもとに作成した基本計画では見積り開発投資額も大幅に削減され、しかも、技術的には極めて高いハードルであった高圧ガスミシブル攻法(油層に高圧ガスを圧入して油とガスのミシブルを形成し、油の回収率を上げる生産方法)も納得できるかたちで評価することが出来、石油公団の債務保証も無事承認されました。一技術屋として、大変貴重な経験でした。石油公団の和田課長(当時)が見抜いたとおり、現場実務の経験者からみれば、某エンジニアリング会社の評価は単にモデルを無機的にランした結果に過ぎず、リアリティが微塵も感じられないスタディでした。当時の某エンジニアリング会社の社長は、同社スタッフについて、大学を卒業してから油田実務経験なしにコンピューターの世界で過ごしてきた人間の限界だと話されていました。この点についてはSSIも全く同じで、担当したイラン人のラメッシュ博士はCVをみれば言うことなしでしたが、所詮、皮膚感覚で油田を語ることが出来ない人で、つまりはモデル屋としての制約から抜け切れなかったといえますね。昨今、地質分野、エンジニアリング分野に限らずモデル偏重が顕著で、一次データを渉猟し、自らのうちに油・ガス層像を作り上げる技術屋としての当たり前の行為を忘れています。データの解析にしてもデータと闘う泥臭い仕事を自らやらず、コンサルタントに丸投げするのが一般的になっています。グローバル企業ではありえないこのような現況を、老兵技術屋として深く憂慮しています。

一方、そうした基本計画を現場で実現する設備設計と建設は、相当高いハードルだったと思いますね。高圧硫化水素ガスの雰囲気下では、水素分子が金属粒子の間に入って応力腐食割れを起して爆発するリスクがあるからです。硫化水素はミシビリティ形成には寄与する成分ですが、現場での扱いは非常に難しい。これは私が出向から戻った後、五人組の一人の

三輪さんが徹底的に調査し、ガスの脱水を完全にしていれば大丈夫だという実績を、カナダで実際に確認してきた成果でした。アブダビ石油にはコスモ石油のエンジニアリング部隊の人もいたのですが、硫化水素を地下に圧入するという例はないでしょうから、それは勉強したんだと思いますね。結果的に、硫化水素だけでなく二酸化炭素も合わせて 70%を超える成分比の酸性ガスを地下に圧入して増進回収法に利用するゼロフレア開発²⁶につながるプロジェクトとして仕上がりました。それによって、アブダビ石油は 2000 年に ADNOC (アブダビ国営石油会社) から HSE Award を受賞しています。

アブダビ石油五人組の一人、佐藤教授

私にとってもう一つ嬉しいことがありました。五人組の一人であった、現在東大教授の佐藤光三君が、スタンフォード大学に留学するきっかけとなったのがウムアルアンバーだったのではと、密かに感じていることです。COMP II のモデルを体験したことで、炭化水素の成分分析からいろんなことが予測できるという基礎科学の面白さに触発されたに違いないんだろうと。スタンフォード留学時代、彼は私の部下でしたが、当時のスタンフォード Petroleum Department のカリッド・アジズ (Khalid Aziz) 学部長から、とにかく彼をスタンフォードに残したいとの手紙をもらったくらい優秀でした。「それはちょっと困る」と断りましたが、結局、彼は平成に入って東大に移籍しました。助教授時代に培風館から境界要素法²⁷の著書も出版し、すぐに教授になりましたね。2 年ほど前には、Springer 社からも英語の本を出しています。グローバルに通じる一人ですね。

去年 (2017 年) にはサバティカル休暇でスタンフォードに招かれ、一年間学生を教えながら研究にも携わっていました。ローランド・ホーン (Roland Horne) 教授から持ち掛けられた研究で、サバティカルが終了してからも継続しており、今は東京とパロアルト (Palo Alto。スタンフォード大学の所在地) を行き来する二重生活をおくっています。なお、ホーン先生はニュージーランド人ですが、奥様は日本人で、先生は大変な親日家であり、私も面識をいただいています。その研究というのは、CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage: 二酸化炭素の地下貯留) で圧入された CO₂ の地下での位置をモニターするのに、月の潮汐力で生じる地球の歪を利用して分析しようというものです。佐藤教授はその研究の主査を務めています。新潟県の NEDO の岩野原 CCS プロジェクトでは CO₂ を 1 万トン地下の水層に圧入しましたが、圧入された CO₂ の動きは、トモグラフィと呼ばれる立体的な地震探査によって継続的にモニターされています。現在まで CO₂ は全然動いていませんが、それを

²⁶ ゼロフレア開発：地下にある原油には天然ガス等が溶け込んでいて原油が地上に出てくるとガス化するため、これを余剰ガスとして焼却処理するのが一般的であったが、環境問題等によりフレアしない (ゼロフレア) 開発が進められるようになってきた。

²⁷ 境界要素法：偏微分方程式を数値に離散化して近似する手法の一つ。

もっとコストを掛けずに簡易な方法でやろうとしている研究です。CCS が世界的に広がって来れば、貢献度は頗る大きい研究だと思いますよ。INPEX も研究コンソーシアムの一員に加わっています。ウムアルアンバー当時の連中とは、今でも機会をつくって飲んでいます。

4. フラクチャリング技術開発実証実験（南長岡ガス田）

（本社）（平成 8（1996）年～平成 12（2000）年）

石油公団の石油技術開発センター（TRC）では、平成 7（1995）年から研究テーマの選択をシーズ創出型からニーズ支援型に変えました。私も、それを議する委員会の一員でしたが、大きな方針転換でした。帝国石油として有難かったのは、その流れで、翌平成 8（1996）年から南長岡ガス田のフラクチャリングについて 5 年間共同研究を組ませてもらったことでした。南長岡ガス田は、昭和 59（1984）年から生産開始したガス田ですが、長岡市の西南西にあって（当時の越路町と小千谷市に跨がる）、海底火山の噴出がもたらした火山岩が、緑色に変色した緑色凝灰岩（グリーントフ）の大きな塊となって、その割れ目や気泡が抜けた部分の孔隙にガスを蓄えています。深度は 4000～5000m ですが、永い地質時代を経て火山岩が続成作用をうけており、そのため孔隙の発達状態が複雑で、ガスの生産性という点からは、井戸の位置によって弩級のものもあれば、その 1/10 までとバラバラです。しかも、生産性の劣後する部位に、大きな原始埋蔵量が認められています。そこで、そうした部位に掘った井戸の周りに人工的に割れ目をつくり、放射状に井戸へ流れ込むガスの層内圧力損失を減らし（井戸のごく近傍で消費される圧力損失は全損失の 80%以上）、生産性を向上させて座礁ガス（stranded gas）を回収するべく計画をしたわけです。それが当初は期待したようにはいかなかったのですが、アメリカでの非在来型エネルギー開発のための実証研究イニシアティブの成果を取り込み、新しい設計思想のもとに再挑戦した結果、絵に描いたようにうまくいきました。

実は、この共同研究は 2 回目のものでした。1 回目は生産性の低い既存坑井 2 本を使って実施しましたが、その時はハリバートン（Haliburton）とダウエル（Dowell）に設計から作業まで 1 坑ずつ任せました。しかし、全然うまくいかず、私自身もあきらめていました。ところが、佐藤光三君が 2 本の実績を詳細に分析したところ、うまくいっている部位は予定通りに割れ目が出来ていることが判明し、多段階のフラクチャリングにすればうまくいくのではないか、という話になりました。当時の帝石社長であった磯野啓さんの要請も強かったことから、多段式で再挑戦してみようということになりました。しかし、TRC に共同研究を再提案したところ、否との応えでした。何しろ、2 回目でしたから。そこで、平成 7（1995）年からニーズ支援型へと方針転換した TRC 実証研究に馴染む共同研究として、TRC にも資源エネルギー庁の石油天然ガス課国内班にも粘り強く事情を説明し、最後は取り上げてもらいました。もちろん、我々も前回の失敗を繰り返さないとの覚悟は強くありました。

その頃、アメリカでは官民を挙げた非在来型エネルギーの研究開発が進み、その成果が蓄積されてきた時期で、フラクチャリングについても新知見が登場していました。実は、1970年代に入ってアメリカでは在来型ガス田からの供給量が不足し始め、1976年、77年の兩年には中西部の学校がガス不足のために臨時休校になる始末でした。そこで、当時のフォード政権は非在来型資源を開発するための官民を挙げた研究・開発プログラム（フォード・イニシアティブ）を立ち上げていました。1976年のことです。原始埋蔵量が豊富であることが分かっていたシェールガスばかりでなく、CBM（Coalbed Methane。炭層ガス）、地下の異常高圧水に溶解しているガス（Geopressed Gas）や、ホット・ドライ・ロック（高温岩体地熱発電）など、対象は幅広いものでした。シェールガス開発のためのフラクチャリング技術開発は、その国家プロジェクトの一環だったんです。

ハイドロリック・フラクチャリングの権威であるテキサス A&M 大学のスティーブン・ホールディッチ（Stephen Holditch）教授や MIT のマイク・クレアリー（Mike Clary）教授は AGA（全米ガス協会）のチームでフォード・イニシアティブに参画していましたが、新しいコンセプトのフラクチャリングを学ぶべく、我々は両教授に接触しました。その時、「あそこはいい会社だからコンタクトするといいよ」と紹介されたのが、ピナクル社という小さなベンチャー企業でした。サンフランシスコにピナクル社を訪ねると、未だ、社長のクリス・ライト氏²⁸の奥さんがお茶を出してくれるような小さな会社でした。クリスは本当に人柄も素晴らしく、極めつきの優秀な人でした。MIT 卒業後、カリフォルニア大学バークレー校の電子工学で学位をとってからピナクル社を立ち上げたのですが、フォード・イニシアティブにも関わっており、蓄積されていた実証データや新知見について彼を介して多くを学びました。フォード・イニシアティブでは情報共有が極めてオープンで、クリスからは南長岡火山岩層の特性に応じたアプローチについて、サジェスションを随分もらいました。南長岡に関する仮説を実証するため、オランダのデルフト大学での実験も提案してくれましたが、技術的な肝は、トーチュオスティ（tortuosity）への対策でした。掘削された井戸の軌跡部分はもともと地層であったものが、井戸によって空間が削りだされると、その周辺に作用する圧縮応力の平衡が崩れ、坑壁の周辺に小さな割れ目が多数生まれるのですが、これをトーチュオスティと呼んでいます。フラクチャリングは、高粘性の流体を高圧で圧入し、それによって、3次元的に最も弱いテクトニック・ストレス（tectonic stress）とは直角な方向に地層を割っていき、その割れ目にプロパントと呼ばれる充填物を詰めて割れ幅を保持して、井戸の周辺の流体流動を放射状から線状に変え、流動による圧力損失を軽減することで生産能力を向上させる技術なんです。トーチュオスティがあると、圧入流体がバラバラに地層に入り込み、計画したような割れ目をつくることが出来ないんです。そのため、本番のフラクチャリングの前にフラクチャリング流体を小規模に圧入（mini-frac）し、その圧力挙

²⁸ Chris Wright : <https://www.libertyfrac.com/about-liberty/leadership/>

動からトーチュオスティの程度を類推して、予めトーチュオスティを目潰ししておくことが必要になってくるんです。フラクチャリングにおける、このトーチュオスティという概念は古典的なフラクチャリング技術にはなく、フォード・イニシアティブの中で提唱されたものですが（フラクチャリング井に横穴を掘って実証）、クリスから助言されたこの新知見は、南長岡では決定的でした。

南長岡での 2 回目の挑戦は見事にうまくいき、生産能力も事前に計算したとおり、7~8 倍になりました。フラクチャリングによって商業規模の生産性がえられ、実証試験研究としては満点でした。研究が成功したあと、研究設備の実証井は経産省の外郭団体に価格を査定してもらって買い取り、坑籍²⁹も変更して戦力化、現在でも生産を継続中です。本当のニーズのあるところに、研究の果実が実るということだと思いますが、その過程を振り返ると、やはり自らの信念と責任感に尽きますね。フラクチャリング作業実施にあたって、作業そのものはハリバートンに依頼しましたが、設計は自ら行い、そして、現場作業一切の指示役（ポンプ吐出量やポンプ圧力の調整）も、ハリバートン社のコントロール・バンに詰めた杉山広巳君が務めました。本人の言によると、作業日前日は齋戒沐浴したい気分、睡眠も十分にとれない状態だったとのこと。

クリスはピナクル社をハリバートンに売って大金持ちになり、今はバッケン（ノースダコタ州）でリバティ・リゾーシーズという会社をやっています（コンサルタントもやっている）。慈善事業にも熱心で、Good Old Country Boy が一夜にして駆け上がるアメリカンドリームそのものの体現者です。彼が、東京に来た時に土産として持参したゴールデンゲート・ブリッジが刻印された Zippo のライターは、使ってはいませんが今でも大事にしています。実は、クリス・ライトはテキサスでシェール開発に火をつけるきっかけをつくったと言われている人です。彼がユニオン・テキサス石油のコットンバレー・ガス田（東テキサス）のタイト・サンド（固結性砂岩）開発に、天然フラクチャーの剪断スリップ³⁰を誘発（ロスアラモス国立研究所による高温岩体地熱プロジェクトの実証研究によって実証）するスリック・ウォーター・フラッキング（slick water fracking）を提案し、その成功を聞き及んだフォートワースのミッチェル・エネルギー社のジョージ・ミッチェル³¹が、自らのガス田を生んだ根

²⁹ 坑籍：仕上げられた坑井は、税務上の取り扱いとの関係で試掘井、開発井等に分類する必要がある。本件では実証井から開発井に変更。

³⁰ 剪断スリップ：天然フラクチャーにはもともと剪断力が作用しているが、3次元方向からの圧縮力とのバランス上フラクチャーを挟む両面がスリップしてずれることができない。天然フラクチャー内に高压で流体を圧入して圧力を上げると、フラクチャー面に作用する3次元圧縮力が実質的に低下することから、剪断スリップ（shear slip）が発生する。岩石力学的にはモールの応力円で説明される

³¹ George P. Mitchell：1919-2013。米国におけるシェール開発の偉大なパイオニアの一人。ミッチェル・エネルギー社を設立し、テキサス各地で在来型プロジェクトのほかシェール開発を手掛

源岩であるバーネット・シェールを相手に長い時間をかけて実用化したんですね。元を辿っていけば、クリスはシェール開発の隠れた生みの親なんです。剪断スリップによって天然フラクチャーの開口幅を広げるというコンセプトは、分かってしまえばそれほど難しい理屈ではないのですが、やはりコロンブスの卵でした。結果的にはミッチェル・エナジーという小さな会社がそのコンセプトを活用し、シェール革命を起こしたわけですが、シェール開発の肝の技術となった天然フラクチャーの剪断スリップ現象についても、フォード・イニシアティブの中で、ロスアラモス国立研究所がフェントンヒル高温岩体プロジェクト（Fenton Hill Hot Dry Rock Project）実証研究で打ち立てた知見でした。昭和 61（1986）年 3 月に北京で開催された SPE (Society of Petroleum Engineers) Conference でその論文発表（SPE 14088 Hydraulic Fracturing of Jointed Formation）がありました。偶々、私自身も聴講していました。その時は、それがまさかシェール革命を起こす中核技術になるとは思っていませんでしたが。南長岡でのフラクチャリングの基本コンセプトはシェールとは異なりますが、広い意味でフォード・イニシアティブの恩恵に浴しています。

5. まとめ（石油上流産業について思うこと）

5.1）日本の石油開発の足跡

（明治から戦前）

殖産興業期における官・民の尽力

明治に入り、富国強兵を旗印に産業の近代化政策が図られました。殖産興業政策ですね。その政策のもと、石炭及び金属を採掘していた 11 の鉱山が官営化されましたが、石油については事情が異なりました。当時、石油といえば、照明用ランプのための燃料に過ぎなかったんですね。しかも、当時の石油採掘たるもの、秋田や新潟で原油の滲み出しが見られる産油地で、人力によって井戸を掘り（手掘り井）、細々と原油を汲み上げる零細家内事業の域を出ず、およそ国が引き継ぐ産業の体をなしていなかったんです。そうした採掘、採油は庄屋など地元の名家による独占的権利となっており、江戸時代には領主に一定の租税を納めていました。新潟県では、刈羽妙法寺の西村家、三島の山田家、蒲原柄目木の真柄家、頸城玄藤寺の鈴木家がよく知られていますが、殆どが草生水と呼ばれた原油の湧出地を発見した家柄です。新津金津村の中野家は、文化元（1804）年に当主の中野次郎左衛門が 190 両で草生水採取の株を買取り、草生水稼人（くそうずかせぎにん）となっていますが、明治になると地下資源の主権が国に帰属することになり、旧習を脱した新たな事業運営が求めら

け成功した。

れることになったんですね。次郎左衛門の曾孫であった中野貫一は、そうした時代の変化に敏感に対応した人で、民間が担うこととなったわが国石油事業の近代化に大きな足跡を残し、大正時代には「石油王」とも呼ばれるようにもなりました。なお、中野貫一は日本石油の設立にあたって、21名の設立発起人にその名を連ねています。

ただし、官にあってもまったく石油を無視していたわけではなかったのですよ。明治5(1872)年には「日本坑法」を公布し、鉱業権という概念を公知して石油採掘に係る事業環境を整えていますし、開拓使がアメリカから招聘した鉱山地質の専門家ベンジャミン・ライマン³²には石炭鉱山ばかりでなく、各地方の産油地についても調査させています。さらに、五稜郭で榎本武揚とともに官軍に投降した元幕臣の大鳥圭介がいます。明治政府のなかでも抜きん出た才能の持主で、殖産興業政策全般を実務面から支えた優秀な技術官僚でした。何しろ、漢学、儒学、漢方医学、蘭学、蘭方医学、西洋式兵学に通じ、中浜万次郎から英語も学んだ機略縦横の秀才で、その才を惜しんだ黒田清隆の尽力で獄中生活を解かれた人でした。釈放された翌月の明治5(1872)年2月には、開拓使の一員ではありましたが、英語力を買われ、外債募集のために派遣された吉田清成に随行し、1年半にわたりアメリカ、ヨーロッパを回っていますが、その間、アメリカでは石油、石炭、鉄鋼業の現場を単独で視察し、石油採掘の様子については、精巧な絵図入りの報告書を開拓使に提出しています(「山油編」、「山油編図」)。また、帰国後の明治8(1875)年には長野、新潟、山形の採油地を調査し、その報告書「信越羽巡歴報告」を内務卿大久保利通に提出し、新潟県を主力地域として優先的に開発すべきだと進言しています。時あたかも、アメリカではドレーク井から十有余年後で、近代石油産業草創期の熱気で溢れていたんでしょう。その現場を実際に目撃し、日本も石油を忘れてはならじとの確信をもったんだと思います。余談ですが、この調査のなかで大鳥圭介は中野貫一とも面談していますが、その風采のあがらぬ面貌から、「ボーメ度」という言葉が発せられたのに驚かされたとの逸話があります。大鳥圭介はまた、ライマンの北海道調査にも同行、天幕を張って野営し、熊の肉を食し、清流で口を漱ぐ生活を共にしており、ライマンとは刎頸の友でもあったんですよ。ライマンが落馬で怪我を負ったときに送った見舞い状が残っていますが、あの時代によくもと思える見事な英文の書状です。大鳥圭介は論理の人でもあったのですが、同時に実践の人でもあったんですね。それと、中央政府のなかでは、大隈重信が特段に石油への関心が高い人でした。

石坂周造の挑戦

官民をめぐるこうした状況の中で、明治期の石油採掘事業の近代化努力が始まったわけですが、自ずとそのロールモデルはアメリカ、なかんづく、ペンシルベニアだったわけです。つまり、何歩も先を行っている彼の地の採掘法をわが国に持ち込み、それぞれの産油地をペ

³² Benjamin Smith Lyman : 1835-1920。北海道開拓使が明治5年(1872年)に米国から招聘した鉱山地質の専門家。明治9年(1876年)まで北海道の地質調査に従事。その後、内務省および工部省の依頼で明治12(1879)年まで日本各地の石炭・石油地質調査にあたった。

ンシルベニアにしたいと言うことだったと思うんです。ですから、当面の目標は手掘からドレーク井によって確立された綱式機械掘り（綱掘）³³に進化させるということだったんですね。パイオニアの一番手は元尊皇攘夷の志士であった石坂周造でした。明治3（1870）年に獄を解かれたあと、志していたのは捕鯨だったんですが、石炭油事業へと宗旨替えをしたんですね。そのきっかけは、訪ねてきたアメリカ人宣教師タムソン（David Thompson）の強い奨めでした。たまたま、周造の部屋に長野産と称する透明な石炭油（灯油）の瓶が置いてあり、それを手に取ったタムソンから、アメリカは石炭油で強国になっており、国の公益のためには、日本でも是非石炭油事業をやるべきだと熱い説得があったんです。タムソンの人柄にすっかり惚れ込んだ周造は、国事に奔走するという志士の魂がゆすられ、その助言に従ったわけです。もっとも、その瓶の中身は長野産ではなく、アメリカからの輸入物でした。周造に長野産を届けることを託された人物が、瓶を壊してしまい、横浜で買い求めたもので、もし輸入物よりずっと質の低い長野産だったら、果たしてタムソンが何と言ったか、少し歴史は変わっていたかもしれませんね。

明治4（1871）年には長野石炭油会社（日本で初の石油会社）をつくり、長野県浅川油田の真光寺で手掘りによる石油採掘と、併せて、簡易な精製所をつくり、ランビキ法による石炭油製造も始めました。さらに、翌年の明治5（1872）年に社名を長野石油会社と改め、華族からも資金を募って資本金を15万円に増資し、前アメリカ函館領事A.C.ダン(Ambrose C. Dunn)を雇い入れ、明治6（1873）年にはアメリカから綱式掘削機3式を購入しています。また、同年には石炭油事業を学ばせるために長男をアメリカに留学させてもいます。とにかく大胆な人でした。輸入した掘削機は長野と新潟の尼瀬、そして静岡の相良にそれぞれ運ばれました。長野では善光寺から西1里の茂菅村仁棚村（現長野市）で3坑を試掘しましたが、すべて失敗に終わっています。さらに明治7（1874）年には尼瀬でも試みますが、またもや上手くいきませんでした。この尼瀬に投入された掘削機は、掘削終了後に山岡鉄舟名義で工部省の所有となっています。長野、尼瀬での失敗にはダンの非力さが大いに関わっていました。石炭油事業には通暁していると自薦で売り込んできたでしたダンが、蓋を開けてみれば事業の“いろは”もわきまえないど素人だったんです。尼瀬ではダンの推薦でライレーなる人物を帯同しましたが、伝えられるところでは自らの氏名も満足に書けない体たらくで、まったく役に立たなかったそうです。余りの酷さに、周造はダンを解雇したんですが、ダンが訴訟を起こし、その解決に大変な苦勞をしています。ダンが技術的能力を欠くことを証明するため、周造は明治7（1874）年11月から翌年3月までアメリカに出向き、掘削現場の実態を写真に収めたりして、知見を蓄えながら証拠集めをし、帰国後の裁判でダンの職務上の不適格性を暴いてみせています。ただ、ダンとの当初契約が、年俸1万円で3年間

³³ 綱掘：梁の先端につけた綱（後には鋼製のケーブル）によって坑内にビット（刃物）を吊り下ろし、梁を上下動させることによりビットを繰り返して坑底に落下させて岩石を破壊する打撃式の掘削方法。ある程度掘り進む毎にビットを引き上げ、バイラーと呼ばれる汲み上げ容器を坑井内に下ろして岩石の掘り屑を地上へ運び上げる。

保証だったことから、2年間半分の報酬支払義務は残り、雇い入れた代言イギリス人法学士ネスへの報酬を含めて3万円の支払いを余儀なくさせられたんですね。その時には、会社は7万円の借金があり、倒産の瀬戸際に立たされてもいました。有力株主の堂上華族はまったく冷淡で、手を差し伸べる様子もなく、結局、周造が最後に頼ったのは、岩倉具視でした。事情を察した岩倉からは、宮中費から3万円が融通され、当面の危機からは脱しました。西南戦争後のことです。

一方、明治8(1875)年に南石堂町に移転した「長野製油所」と西洋風の社屋が、明治10(1877)年12月の火事で焼失してしまい、長野での事業には試練が訪れていました。浅川油田では安政3(1856)年から井戸が掘られていましたが、“ゴタ油”とよばれたほど油の粘度が高く、生産量も大きく伸ばすことができず、明治5(1872)年の生産量:1,240石(224kl)、大きな投資を回収することは難しかったんですね。何かと経営が苦しい中、ダンとの裁判が決着したあと、今度は社員3名から周造が公金1万円を着服したとの訴えがなされました。結局、冤罪ということが判明したんですが、周造の気質からして潔く社長を辞任、後事を託して、爾後、相良油田事業に注力することになったんですね。明治11(1878)年のことで、長野石油会社は実質的にそこで終焉していました。

ところで、工部省に召し上げられた掘削機ですが、周造が営業能力を見込んで社員に迎えた瀧澤安之助に無償で払い下げられました。もちろん、山岡鉄舟の口添えがあつてのことです。長野石油会社が行き詰ってから、安之助は頸城地方で手掘りの掘削を続けていたんですが、綱式掘削機を手に入れると、それを中頸城郡菅原村上深澤字萩平に持ち込みました。古くから玄藤寺として知られた産油地の萩平地区です。安之助は資金を集め、愛国石油鑿井を組織して試掘に取り組みましたが、3坑続けて失敗に終わったあと、執念が稔り、明治11(1878)年10月に日量20石(3.6kl)の出油に成功しています。これをもって、新潟における機械掘り成功井の嚆矢とするとの見方があります(『北越石油発達史』門馬豊次著。鉱報社。1902年)。また、この成功井には逸話が伝えられています。明治11(1878)年に明治天皇が高田に巡行された折、同行した井上工部卿に萩平掘削現場を視察するようにとのご下命があり、現場をみた井上工部卿からは鉄管による送油が具申され、赤羽工作局でつくられた径2.5インチ長さ19町余(約2km)のパイプラインが実際に敷設されました。わが国初の石油パイプラインです。明治天皇にこうした話が奏上されていたというのは驚きですが、石油への認識が広がり始めていたんだと思います。

一方、相良に運ばれた綱式掘削機は、明治6(1873)年10月に時々谷鉱区庄八屋敷での試掘に供されました。掘削深度は13mでしたが、約540リットルの採油に成功しています。近代化産業技術遺跡に指定されている相良油田ですが、その説明書きではこの井戸が日本初の機械掘り成功井として紹介されています。ただ、石油掘削技術の面からすると、機械掘り井は、すなわち、ドレーク井のことで、その要諦は、掘進をはばむ坑壁の崩れを抑えるため、鉄管を井戸のなかに追降していくことにあります。ドレークは長さ10フィートの鑄造パイプを次々に継ぎ足しながら井戸の中に降ろすというアイデアを考案し、それによっ

て近代石油産業の幕を開いたんです。井戸の中に鉄管を打ち込む、あるいは挿入すること以外は、塩水採取用の井戸を掘る技術の応用でした。その意味で、時ヶ谷の成功をわが国機械掘り成功の嚆矢とするのは、石油屋にとっていささかの抵抗感がありますね。わが国で民需用鋼管の製造が始まったのは、大正元（1912）年に日本鋼管が設立されて以降で、井戸に必要な径の鉄管の入手は、明治期には輸入以外手段はなかったんですよ。相良油田の場合、明治38（1905）年には6坑の機械掘り井があったと記録されていますが、それはおそらく明治37（1905）年に日本石油が機械掘りをもって相良油田に参入していますから、尼瀬と同じく常識的には輸入鉄管を使っていたと考えられますね。採掘井の大宗は手掘りだったんだと思いますよ。

一介の素浪人の石坂周造に、何故こんな思い切ったことが出来たのか不思議ですが、そこには周造を支える華麗な人脈がありました。明治天皇の侍従であった山岡鉄舟と幕末三舟の一人高橋泥舟とは義兄弟であり、勝海舟も力強い応援団でした。彼らは資金集めや借財の棒引きなどにも奔走しており、山岡鉄舟などは、26万円の債務への連帯保証人となったお陰で、亡くなるまでの十数年間、月給350円のうち250円が差し押さえられています。また、彼らはたびたび相良を訪れ、周造を激励してきます。それと面白いのは、当時、富士山麓の開墾に勤しんでいた清水次郎長も周造の事業に協力し、清水港からたびたび相良に脚を運んでいたことです。ビジネスなどとは無縁なところで、幕末の烈士と一代の侠客には共鳴しあうものがあつたんでしょう。長野石油会社の倒産は、出資者の中には華族が多く含まれていたことから世情を騒がせることとなり、そのお陰で「石油」という言葉が人口に膾炙するというおまけがつけました。それまでは、「山油」とか「石炭油」、「石脳油」が一般的でしたが、爾後、公式にも「石油」が使われるようになりました。実は、「石油」という言葉は江戸時代の文献にも出ているのですが、周造は自らが考案したと思っており、その旨を語った記録が残っています。いずれにしても、明治という時代のダイナミズムを感じる周造の破天荒さですよ。蛇足ですが、長野石油会社倒産後も、周造は平然として山岡家に入りしていたとのことで、鉄舟の妻で周造の義理の姉でもある英子（ふさこ）は呆れかえっていたという逸話が残っています。どこまでも、スケールが大きいですね。

なお、後々のことですが、明治25（1892）年に還暦を迎えた周造は、山岡鉄舟と長男安之助が泉下の客となった失意の中で、残された人生のすべてを自らが追い求めてきた石油立国の夢に捧げることを決意し、相良を離れて越後にもどりました。これは、裏を返せば相良での生産が期待どおりに伸びなかったことの証左ですね。かつて、タムソンの忠告に従って確保しておいた広大な鉱区は、いかにも周造らしく独り占めは国賊の所業として契約解除しており、鉱区もなく資金もなく、のたのたの再挑戦でしたが、私利を求めず、国家の公益を脳裏に刻み、貧民の救済に尽くすという周造の事業理念が好感されていて、地元の人々からの熱い協力があり、鉱区が容易に再設定されて、かつて持ち込んだ掘削機を引っ張り出し、尼瀬北方の鎌田地区で試掘を始めました。1号井、2号井が失敗したあと、鎌田3号井で1日当たり30石（5.4kl）の出油に成功しました。明治32（1899）年9月のこ

とで、周造にとっては苦節 28 年目にして初めての本格的な成功に恵まれたわけです。しかし、この成功を祝う宴で、周造は感謝の辞とともに、鎌谷にもつ権利一切を門戸開放すると宣言し、それは 24 社による競争入札に付せられました。事業者としては必ずしも成功したわけではなかった周造ですが、先覚者として歴史に担った役割を考えると、この結末はいかにも風雲児としての掉尾を飾るに相応しいですね。鎌田地区はその後、大正、昭和にかけて西山油田を支える産油地となりました。

石坂周造の挑戦が失敗したあと、資本力が必要な機械掘りに挑戦する人はなかなか現れませんでした。明治 9 (1876) 年のライマンの調査によれば、越後油田地帯での採油井は手掘井 522 坑で、深さは最大で 122 間 (222m) となっています。杓として機械掘りの導入が進まない中で、明治 12 (1879) 年に工部省が音頭をとって赤羽工作分局に模倣綱式掘削機を製作させ、ライマンの門下生であった杉浦讓三と広瀬貞五郎によって新潟県刈羽郡赤田村 (現刈羽村) で掘削を試みましたが、これも失敗に帰しました。

実は、この工部省の動きには大きな背景がありました。大鳥圭介が大久保利通にあげた報告書には、「現状の地方群小事業者による経営が続けば、計画的な事業継続ができず、一発勝負の投機が主流となってしまう、産業としての発展は見込めない」として、石油事業の官営化が推奨されていました。明治 9 (1876) 年 2 月には、内務省から内務卿宛てに、探鉱と削井を国が直接行うための予算申請書である伺書が出され、有望な官業予定地として北越地方が挙げられていました。赤田村の井戸は官営試掘第 1 号だったわけです。官営試掘はその後、三島、頸城両郡下にも広げられていったんですが、結局は成果があがらず、官営化政策は尻すぼみになっていきました。

内藤久寛の活躍

永い空白のあと、綱式機械掘りの導入を本格的に図ったのは日本石油常務理事 (社長) の内藤久寛でした。明治 23 (1890) 年のことです。ニューヨークのピアス社から綱式掘削機、そして鉄管類を輸入し、新潟県出雲崎の尼瀬 (あまぜ) 油田の手掘井福田泉 (ふくでんせん) の上に櫓を立てて 467 間 (850m) まで深掘りしました。出油したのは明治 24 (1891) 年 2 月で、その量は日産 40 石 (7.2 kl) 程でしたが、近代的な機械掘による日本初の成功井でした (※ドレーク井：深度 212m、日産 4.8~5.6 kl)。用意周到に資機材を調達し、工部省の試掘に従事した広瀬貞五郎を起用したことなどが成功を導いたと言われています。日本石油は明治 21 (1888) 年 5 月、中越・下越地方の資産家 21 名が発起人となり設立された資本金 15 万円の有限責任石油会社として発足しました。内藤久寛は発起人の一人でしたが、没落した生家の家業であった造り酒屋を継ぐ傍ら、地域の産業振興を模索する中で、越後人で友人のアメリカ駐在農商務省参事官鬼頭悌二郎からアメリカの石油産業事情を聞くに及び、手掘りながら地元の尼瀬に古くからある石油採掘の企業化への夢を持つようになり、地元同志の集まりである殖産協会を石油採掘事業へと導いたと伝えられています。

まず、明治 21 (1888) 年 7 月に、原油が浮遊する尼瀬海岸の海面を埋め立て、手掘井の魁泉、天竜泉、鳳来泉を手始めに 13 坑を追掘し、約 1 万円の収益をあげて 1 割配当を実現してみせました。投機的な山師仕事だと蔑められていた石油採掘が事業として成り立つことを証明したんですね。石坂周造と違い、石油採掘を技術面、事業面から綿密に詰めていたのでしょう。実務の人だったんですよ。そして、いよいよ機械掘りに挑戦したんですね。発起人の中核メンバーであった山口権三郎の欧米視察報告にも背中を押されたようですが、何しろ日本石油発足時に払い込まれていた資本金 15,000 円のうち、72%にもなる 10,796 円を輸入機材代金に充てる決断でした。内藤久寛の覚悟がいかにか大きかったかよく分かります。更に福田泉の成功後も、機械掘り技術の習得と定着を図るために、明治 26 (1893) 年から 4 年間アメリカ人技師のチャールズ・ハースを招聘していますが、そのコストは年間 3,752 円で、会社全体の経費 31,393 円の 12%にも及んだと言われています。その時の内藤久寛の月給は僅かに 12 円だったんですよ。石油採掘を企業化しようという思いと覚悟はなまかななものではなかったんです。アメリカ近代石油産業の草創期にも、新しいページが開かれる裏には卓越した個性が必ず存在していましたが、内藤久寛もさしずめその列伝に載るような人だったんだと思いますね。福田泉機械掘り跡には、わが国石油産業発祥を顕彰する石油記念公園が整備されていますが(新潟県出雲崎町尼瀬)、石油屋としてこの“兵(つわもの) どもが夢の跡”を一度は訪ねるべき場所だと思います。この公園はアメリカのドレーク記念公園と姉妹公園の提携関係にあります。姉と妹の歳の差は 32 歳ということになります。

福田泉での成功によって、機械掘りは他の産油地の採掘へも波及していきました。綱式掘削機による採掘の時代が幕開けたんです。明治 33 (1900) 年の記録では新潟県下の綱式掘削機は 181 基を数えたとあります。ただ、そのほとんどはアメリカからの輸入機ではなく、日本で作られたものでした。日清戦争が終わった明治 28 (1895) 年に日本石油は付属の修理工場として新潟鐵工所を設立しました。「鑿井製油に要する機械器具をいちいち外国に仰ぐようでは到底事業の発展を期すわけにいかない」との趣旨によるものでしたが、機械・器具の修理とともに綱式掘削機を模倣製作し、外注にも応じていました。新潟鐵工所製の掘削機は、鉄管や鋼索が未だ国内調達できなかったことで、「大部分木材より成り、各要部のみ鉄具を使用」する木鉄混成機で、大工、鋳物工、鍛冶工の技能と経験に頼ったものだったんですが、これがすこぶる付きの優れもので、価格も輸入機の半額(約 5,600 円)であり、注文が引きも切らなかったと言います。これが綱式掘削機の普及に大きく貢献したんですね。この匠の技の結晶は、明治 31 (1904) 年のセントルイス万国博覧会で名誉銀牌を、明治 37 (1910) 年のロンドン日英博覧会で名誉金牌をそれぞれ受賞していますし、スタンダード系のソコニーが日本に設立したインターナショナル石油からも感謝状を受けています。また、明治 43 (1910) 年には清国にも輸出されてもいるんですよ。グローバルにも評価されていたんですね。綱式掘削技術を我流に仕立て直すには、もちろん、機材だけではなく、

それを動かす名人も必要でした。広瀬貞五郎のごとく「綱掘りの神様」と称えられる伝説の人まで生まれたんです。貞五郎は元豊後臼杵藩士で、石坂周造並びに工部省による綱掘り掘削にも従事しており、大正 2 (1913) 年に日本石油を辞していますから、まさに明治の近代石油産業形成の時代を鑿井技師として駆け抜けた人でした。

日本における石油上流事業への外資の関心

綱掘りの普及によって、明治 30 (1897) 年代には新潟県の原油生産量は急増し始めましたが、それに時を合わせて、外資によるわが国石油採掘部門への参入がはかられたことがありました。その背景は、明治 32 (1899) 年の日英通商航海条約施行により「内地雑居」が可能になり、さらに翌年の鉱業条例改正により外国人の鉱業への参入が認められたことにありますが、明治 32 (1899) 年に安政年間からの列強との不平等条約の改正により関税自主権が確立されたため、明治政府が関税定率法を施行して石油に輸入税を課すことになったことでした。それまで専ら灯油の輸入販売を専業としていた外資系石油企業も、日本国内での採掘に関心を示し始めたんですね。その親会社であるスタンダード系のソコニーやシェルの前身であるサミュエル商会が、それぞれ一貫体制を整え始めた時期でもあります。そのために、ソコニーはインターナショナル石油を設立しています。シェルの前身であったサミュエル商会は石油部門を独立させてライジングサン石油を設立し、それぞれ採掘から精製までの一貫操業について検討した可能性があります。ただ、両社とも製油所は建設しましたが、採掘分野についてはインターナショナル石油が新潟および北海道で 50 本を超える試掘を掘ったものの 10 年後に撤退、サミュエル商会は新潟に派遣した調査団による石油資源ポテンシャル評価が芳しくなかったことから採掘には進まず、実質としては上流への外資参入はありませんでした。やはり、アメリカやインドネシアの油田と較べるべくも無かったんでしょうね。既に、ボルネオのマハカム河口で採掘事業に乗り出し、バリクパパン製油所で精製まで展開していたサミュエル商会でしたが、もし、日本を採掘の拠点として維持していたとすれば、その後の展開はどうなっていたでしょうか。

手掘りから綱式掘削機の導入へ

新潟での原油生産量は増勢を続けて、明治 42 (1909) 年にピークの年産量 165 万石 (30 万 kl) に達したんですが、その生産を支えた産油地は越後三大油田でした。柏崎市の内陸で日本海に併走する西山丘陵の西山油田 (尼瀬油田は西山油田の 4 つからなる背斜構造系列のひとつ)、長岡市東部から三条市にかけての山地一帯の東山油田、旧新津市 (現在の新潟市秋葉区) 南東の丘陵地帯に分布する新津油田で、それぞれ古くから知られた産油地でした。日本石油が西山油田を金城湯池の地としたことはもちろんですが、東山油田では明治 26 (1893) 年 2 月、山田又七が長岡に宝田 (ほうでん) 石油を立ち上げ、翌年にはアメリカから綱式掘削機を購入し、機械掘りによる採掘を始めています。一方で、新津油田では明治 36 (1903) 年に中野寛一が綱式掘削機を導入し、金津 C-3 号井 (C は Cable の頭文字で綱

式の意)を成功させて金津地区開発の端緒を拓いています。他の二大油田から一周回遅れの機械掘りでしたが、そこには事情がありました。草生水稼人の中でも先を窺っていた中野貫一の石油採掘への挑戦は、実は明治7(1874)年8月にまで遡ります。日本坑法に準拠した新潟県知事認可事業として、自らが所有する金津地区に手掘井を掘ったことがそもそもの始まりでした。しかし、結果は芳しくなく、爾後、100本近い手掘井を掘り続け、明治19(1886)年になってやっと塩谷(しおだに)地区で日産20石(3.6kl)の成功井にこぎ着けました。ところが、その成功に対して、篠崎五郎新潟県知事から日本坑法違反との告発をうけ、採掘禁止、油井及び借区の没収命令が出されてしまったんです。世に言う塩谷事件です。県知事命令に納得しなかった貫一は、5年間にわたる法廷闘争の末、明治24(1891)年に勝訴して賠償金35,000円を手に入れましたが、今度はそれを軍資金にして再度新津油田での採掘に挑んだんですね。明治26(1893)年頃から上総掘りで採掘を再開し始めたんですが、時代は綱式掘削機掘になっていました。新津油田でも、明治32(1899)年に日本石油が熊沢地区に綱掘を導入していました。中野貫一も綱掘を採用し金津C-3号井が生まれたわけです。それにしても、手掘による採掘事業開始から苦節30年ですよ。恐ろしい執念です。なお、日本坑法違反とする国の判断の背景には、石油事業の官営化という方針があったようで、告発事由をみても、かなり強引なものでした(42ページ参照)。

一方の宝田石油ですが、山田又七は当初より積極的経営姿勢を貫き、アメリカから綱式掘削機を輸入する一方、明治27(1894)年には東山油田から長岡の中島製油所まで原油パイプラインも敷設しています。日本石油が西山油田から柏崎市郊外の刈羽製油所に原油パイプラインを敷設したのが明治30(1897)年のことでしたから、それに先んじていたわけです。さらに、今様で言えばM&A戦略をすすめ、明治34(1901)年に遊説に訪れた大隈重信の石油会社大合同構想にも触発され、明治41(1908)年までに112社を傘下に収めて日本石油に並ぶ大会社に成長したんですね。明治24(1891)年に430もあった石油会社や組合は、明治41(1908)年には45まで減少しています。明治40(1907)年頃の国内原油総生産量は年産約128万石(23万kl)でしたが、その内の84%が日本石油と宝田石油によるものでした。明治末は両社による寡占体制になっていたんですね。資本集約という流れは、それなりに産業としての成熟ではあったのだと思いますが。

ロータリー式掘削の導入

しかし、新潟県の原油生産量は明治42(1909)年の165万石(30万kl)をピークに徐々に減退し始めました。綱式で掘れる深度の油層は掘り尽くしてしまったからです。綱式ではビット³⁴類を地上に引揚げ、掘り屑を汲み揚げる作業を繰り返すために連続的な掘削が出来ず、400間(728m)の掘削に1年近くもかかっていた。因みに、綱掘りの最深記録は宝田石油が大正7(1918)年に3年半かけて掘った西山油田後谷(うしろだに)71号井で、

³⁴ ビット：岩石を砕くための刃様のものを取り付けた金属の錘。

807 間 (1,469m) とされています。新しい油層を探すために、より深く掘削するには掘削速度を飛躍的に高めた掘削技術が必要でした。そこで、明治 45 (1912) 年 1 月に日本石油は伊藤一隆と渡辺貞助の二人をアメリカに派遣し、ロータリー式掘削機³⁵ (「ロ」式掘削機) の導入をはかったんですね。彼らはスタンダード石油が使用していた最新のロータリー式掘削機 2 基と新鋭綱式掘削機を購入し、併せて 4 人の削手を雇用して帰国しましたが、その年の 6 月、西山油田で 480 間 (874m) の井戸を 80 日で掘ってしまいました。掘削速度が綱式の 6 倍という「ロ」式の威力をみせつけたんですね。アメリカで「ロ」式掘削が標準化したのは、テキサスの石油開発の幕を開けたスピンドルトップ大噴油井 (Spindletop Gusher) が掘られた 1901 年ですから、それに遅れること 11 年でした。「ロ式」の衝撃的な力を見せつけられ、「ロ」式の時代はあっという間に幕をあげました。

日本石油では、アメリカ製「ロ」式掘削機の導入を強化し、アメリカ人技師の雇用もすすめ、翌大正 2 (1913) 年には「ロ」式掘削機 24 基、アメリカ人雇用削手・技師は 11 人を数えたとあります。宝田石油もアメリカに「ロ式」掘削機を発注するとともに削手 3 人を雇い入れ、また、長岡鉄工所にその模造機をつくらせるなど、各社は雪崩をうって「ロ」式掘削技術を導入し、大正 3 (1914) 年には新潟県内の「ロ」式掘削機が 68 基、雇用了アメリカ人掘削手が 10 余名を数え、それによる出油井は 95 坑にのぼり、新潟県の原油生産量はピークの 173 万石 (31 万 kl) に達しています。中でも日本石油による新津油田への「ロ」式掘削機の投入は、小口 (こぐち) 地区で深部新油層を掘り当て、その貢献は大きかったと報告されていますね。小口地区の第 2 層のお陰で、新津油田は大正 6 (1917) 年に 67 万石 (12 万 kl) を生産し、油田単体では産油量国内一の栄誉に輝いています。「ロ」式掘削機の導入で、越後三大油田での生産量は一時的に持ち直したものの、大正 3 年のピークが過ぎたあとは、日本石油による西山油田滝谷地区での深層 700 間 (1,274m) 掘の他はめぼしい新層の発見がなく、生産量の減退を何とか最小限に食い止める操業を強いられていました。しかし、大正の初め頃からは秋田での生産量が徐々に立ち上がり、減退基調の新潟県と新興秋田県とを合わせて、大正 4 (1915) 年に戦前のピーク生産量 260 万石 (47 万 kl) を記録しています。

秋田での開発

秋田での本格的油田開発は、明治 41 (1908) 年に日本石油が南秋田郡旭川村濁川 (現在の秋田市濁川) に進出し、旭川油田での生産を開始したことから始まりましたが、わが国全体での生産量規模からみると、貢献度が大きかったのは、その後に開発された黒川油田と豊

³⁵ ロータリー式掘削機：先端にビット (刃物) をつけたドリルパイプを櫓からつり下げ、原動機で回転させるボーリング用機械。ビットは適当な荷重を与えられて、地層、岩石を砕きながら下に進む。掘りくずの除去とビットの冷却のため、ドリルパイプから水を圧送し、泥水としてドリルパイプとその外側のケーシング・パイプの間から吸引する。

川油田、そして八橋油田でした。黒川油田は秋田市街から北方約 15km の南秋田郡金足村（現在の秋田市金足黒川）で、幕末より久保田藩の奨励事業として細々ながら石油採掘が続けられていた産油地に位置しています。大正 3（1914）年 5 月、そこに日本石油が持ち込んだ「ロ」式掘削機で掘削した黒川「ロ」式 5 号井が思いもよらぬ大噴油井となり、開発の端緒が拓かれました。深度 228 間（410m）で硬い火山岩の岩盤に遭遇し、それを突破したところで猛烈な勢いで原油が噴出してきたんですね。その噴出量たるや日産 1 万石（1,800 kl）と言われ、国内はもとより海外にまでニュースが広がる程の大事件でした。膨大な原油の処理に困った日本石油は、窪地や田畠に原油を溜め、火災による災害を防ぐために出油を制限しようと苦勞したそうです。幸いに原油比重が 20°API と重く、大量の天然ガスの噴出がなかったことから火災には至らず、アメリカから呼び寄せた専門家の指導のもと、坑口装置³⁶を装着して噴出を抑制することに成功しています。かのスピンドルトップ噴出井でも、思いもかけぬ日産 80,000 バレル（7 万石、13,000 kl）という大噴油に突然見舞われたあと、流出した原油の拡散を防ぐために土堤をつくり、野次馬による失火を防ぐため厳戒体制をしき、最後には掘削を請負ったハミル兄弟による決死の坑口装置装着によって、噴出の抑圧に成功しています。その間、10 日を要していますが、黒川「ロ」式 5 号井の大噴油を収めるまでの過程は、スピンドルトップと全く同じです。スピンドルトップ大噴油を抑圧するための坑口装置はハミル兄弟が考案したのですが、爾後、アメリカでも標準設備となっており、13 年前の技術イノベーションが黒川「ロ」式 5 号井に適用されたというわけです。この大噴油の報に日本石油の内藤社長は雀躍したと書きのこしていますが、海軍の歓迎ぶりも一入で、加藤友三郎海軍中将などは「秋田に 1 万石噴出の油井を得たるは、数万屯の軍艦の一時に加わりたるよりも心強し」と語り、八代六郎海軍大臣からは内藤社長宛に「秋田の大噴油は国家の慶事なり」と祝電がよせられるほどでした。既に、八八艦隊計画が練られており、艦船燃料の石炭から重油への転換が真剣に検討されていたからですが、政府からは大正天皇にも世紀の大噴油として奏上されています。また、株式市場も激しく反応し、噴油前に 86 円 30 銭だった日本石油の株価は 200 円にまでに上昇し、ストップ高になっています。黒川油田の開発は秋田の位置づけを大いに高めました。戦前の生産量ピークであった大正 4（1915）年には、秋田産原油の国内シェアは 34%にも達しています。新潟に代わって秋田が国内主要産油地となっていく予兆でした。

黒川油田に続いて新規に開発されたのが、その西方の豊川村（現在の潟上市）に広がる豊川油田でした。もともと天然アスファルトが湧出する地帯で、中外アスファルトがその採掘を行っていました。明治 11（1878）年に東京の神田川に架けられた昌平橋には、日本で初めてのアスファルト舗装が施されましたが、その材料には豊川産アスファルト 200 俵が使われています。中外アスファルトは明治 45（1912）年から石油採掘にも取り組み、大正 2

³⁶ 坑口装置：坑井の地上部分をコントロールするためにケーシング頭部に取り付けられる装置。

(1913) 年 10 月に油層を掘り当てて原油生産を開始し、大正 5 (1916) 年あたりから原油生産量は伸び始めていました。そして、大正 7 (1918) 年に宝田石油が中外アスファルトを買収すると、日本石油や中野貫一が設立した大日本石油鉱業にも参入して、豊川油田には櫓が林立、大正 10 (1921) 年の最盛期には油井 718 本、年間 48 万石 (8.7 万 kl) を生産し、黒川油田を抜いて秋田第一の油田になっています。

八橋油田の発見、開発

そして真打ちには八橋油田です。現在でも細々ながら生産操業が続けられていますが、これまでの累計生産量は 585 万 kl (3, 243 万石) で、日本最大の油田です。八橋油田は秋田駅西方約 3km、雄物川支流の草生津川周辺に広がり、それまでの油田と違って山地ではなく平野部にあります。もちろん、地表には油徴があった地で、明治 2 (1869) 年頃からは差し渡し 5~6 尺の池を掘って原油を採取し、小規模製油所で石油精製事業が行われていました。しかし、地質的な観点からすると、平野部では貯留層を形成する地下の地質構造の推定が山地と違って難しく、試掘から本体の油層を掘り当てるまでには遠い道のりでした。久原鉱業 (昭和 4 年に日本鉱業と改称) が 900 万坪の試掘鉱区を買収したのは大正 3 (1914) 年でしたが、大正 5 (1916) 年に最初の試掘「ロ」式 1 号井を掘っています。同井は深度 968m にまで掘られましたが、その間 8 ヶ所で含油徴候が認められたものの、何れも油層として仕上げるには不十分でした。しかし、これによって一帯の地質層位の大略が鮮明になったばかりでなく、石油発見の期待も膨らんできたことで、久原鉱業は本腰で石油採掘事業に打ち込む覚悟を決めたといわれています。爾後、雄物川河床下に伏在するであろう含油背斜構造の位置を探るべく試掘を行い、また、重力偏差 (torsion balance) 測定を実施しましたが、的確な地下地質構造を把握できずに昭和初期までの時間が費やされています。因みに、テキサスのスピンドルトップが、岩塩ドームの突き上げによって形成された油田であることから、その後、テキサスやルイジアナのガルフコーストでは、地表に現われていない岩塩ドームを探すために、ヨーロッパから輸入した torsion balance を盛んに使っています。雄物川地域への導入は、アメリカに遅れること約 10 年ということになりますね。

昭和 3 (1928) 年からは、地表地質の再調査及び 5 尺乃至は 8 尺の浅い手掘井約 150 坑を掘って原油・天然ガス漏出分布の再精査を行うなど、地道な地質構造再解釈を積み重ね、含油背斜構造の中心が「ロ」式 1 号井の西方 180m の雄物川の河床下にあると結論し、掘削機のための基礎工事が可能な最西端である「ロ」式 1 号井の西方 140m の地点で、昭和 8 (1933) 年 4 月に掘削を開始しました。この試掘井は新「ロ」式 1 号井と呼称し、大正時代に掘られた「ロ」式 1 号井には“旧”を冠して区別されたんですが、一方で試掘奨励井とも呼ばれました。大正の中期以降国内原油生産の減退が鮮明となり、新しい油層の発見が求められたことから、国による試掘費用への半額支援が要請されていましたが、昭和 7 (1932) 年になって石油試掘に対する助成金制度が法制化されたんです。新「ロ」式 1 号井は、その

適用第一号で、書式に則って試掘奨励井として申請されたんですね。新「ロ」式1号井は深度1,300mに達しましたが、深度400mで顕著な油徴が認められたばかりでなく、採取されたコア・サンプルの観察から、ほぼ背斜構造の頂部と推定されたため、掘削終了を俟たず南方100mに上総掘1号井を開坑したんですが、僅かに深度15mでAPI21°の浅層油層が発見されました。そこでこの浅層の開発を進めようと、南方に向けて上総掘50坑余りを掘り、日産500石(90kl)を超える小油田が誕生しました。しかし、雄物川にぶつかってそれ以南に開発地域を広げられなくなったことから、今度は鉦区北方への展開を模索したんです。そのためには油帯を形成する背斜軸の延長方向を見極めねばならず、2回にわたって地震探査が行われました。ただ、未だ研究段階にあった地震探査は十分な効果を発揮できず、結局は新「ロ」式1号井の北1,000m、日石鉦区境から南60mに油帯の延長があるとして、そこに上総掘4号井を開坑したんですね。当時、削手らは「4」という数字を忌避する習慣があったらしいのですが、石油採掘はあくまでも科学だ意思表示をするため、敢えて迷信を排除し4号井にしたとの逸話が残っています。上総掘4号井は昭和10(1935)年3月20日、深度206mで突如として大噴油を始めました。想定していた浅層重質原油ではなく、API32°の良質原油が日産5,000石(900kl)の勢いで噴き出てきたんですね。日本鉦業からすれば、久原鉦業時代の1916年に試掘「ロ」式1号井を掘削して以来、苦節20年を経て雄物川地区の本層にたどり着いたわけです。そうすると、草生津川を挟んだ日石鉦区でも、急遽上総掘4号井の北方100mの鉦区境に綱式1号井を開坑、同年4月22日には日産1,000石(180kl)の噴油に成功しました。こうして、草生津川を挟み、日本鉦業、日本石油両社の掘削競争が始まったのですが、一方で日本石油は北に掘削地区を拡大、日本鉦業は南の浅層下部にも本層の賦存を確認し、南北15km、幅500mの平原油田である八橋油田が誕生したわけです。なお、油田名ですが、日本石油が本層を掘削し始めた地区名である八橋から命名したもので、日本鉦業の雄物川地区エリアも含めて呼称されるようになりました。八橋油田の開発によって、昭和10(1935)年以降の国内原油生産は秋田が主役となり、終戦までそのシェアは7割前後で推移しています。

職人の世界から技術者の世界へ

「ロ式」掘削機によって、わが国石油採掘技術は飛躍的に底上げされ、黒川油田の開発では僅か2年で年間生産量が78万石(14万kl)に達するなど、石油採掘そして石油開発の姿を別次元のものとしたんですが、そのために要求される学術的知識も綱式掘削機とは別次元でした。綱掘の神様と呼ばれた広瀬貞五郎が著した『「鑿井法」』は、「實際を主として、談理に偏せざらんを期したり」とあるように、経験に基づく書であったんですが、ロータリー掘のバイブルと称された上野幸作(帝国石油理事・研究部長)の『「石油の掘削」』は、データ・数式を駆使した学理に基づき記述された工学書で、それぞれの内容を比較すると、ロータリー掘と綱掘との差異が明瞭です。掘削機は木鉄混成から鋼に変わり、動力は汽機から石油発動機となり、泥水を循環するために高馬力の泥水ポンプを使用するばかりでなく、井

戸屈曲の程度・方向、ビットにかかる荷重と回転数、掘管のトルク、泥水の比重と流速（泥水の掘屑運搬力は流速の 3 乗に比例する）等を計測器でモニターしながら機器を操作しなければならず、熟練工が経験に基づき掘削状況を判断する綱掘とは全く勝手が違ったんですね。そのために必要だった基礎的素養は電気工学でした。つまり、職人から技術者の世界に変わったんです。

一方で、明治末から大正期にかけて日本石油、宝田石油、新潟鐵工（明治 43（1910）年に日本石油新潟鐵工所から独立）3社の技術者総数は大幅に増えています。明治 33（1900）年には 7 人であったものが、明治 43（1910）年に 45 人、大正 9（1920）年に 101 人と、20 年間で 14 倍強になっています。その背景には技術者を養成する高等教育機関の拡充がありました。明治 33（1900）年には東京、京都両帝国大学のみが工学を講義していたのですが、明治末には工学部を有する大学は 4 校、高等工業高校・専門学校は 11 校となっています。その結果、高等教育機関卒業技術者数は明治 33（1900）年の 1,454 人から大正 9（1920）年には 14,162 人へと 9 倍に増加しています（『経営研究』第 39 卷 4 号内田星美著「技術者の増加・分布と日本の工業化-1880～1920 年の統計的観察」）。また、その前年の大正 8（1919）年には東京帝国大学工学部に石油採鋳学講座が開設されており、大正期には綱掘からロータリー掘へと移行するための人材インフラが出来ていたんですね。なお、東京帝国大学工学部石油採鋳学講座開設にあたっては、日本石油と宝田石油がそれぞれ 3 万 5 千円を、小倉石油店主の小倉常吉が 1 万円を寄付していました。人材育成の必要性について、民間の立場からも痛感していたのでしょう。こうして「ロ式」掘削導入と軌を一にしてわが国の石油開発の一員となった技術者達が学術論文を発表するようになり、昭和 4（1929）年の『日本鋳業会誌』石油号には石油技術士の論文が 14 本も掲載されています。さらに、昭和 8（1933）年 5 月 25 日には東京地学協会会館において、まさに手弁当で集まった 45 名の有志によって石油技術協会が設立されました。初代会長には東京帝国大学鋳山学科伊木常誠教授が就任しましたが、設立趣意書には「石油・天然ガスの採取事業にかかわる技術の進歩と会員相互の親睦を図る」を謳っており、アカデミアも時代の潮流へ積極的に関与することを表明していました。

新潟、秋田で古くから地表に油徴がみられた産油地で、掘削法の高度化を図りながら、それぞれの産油地をペンシルベニアにしようとした、明治から大正、そして昭和初期のわが国石油開発の事業モデルは、先人達が注ぎ込んだ高い熱量によって、合格点といえる成果を挙げたと思います。しかし、国内産油地の資源ポテンシャルには制約があり、伸び続ける国内石油需要を賄えるだけの規模にはなりえませんでした。一方、原油の輸入は明治 41（1908）年から始まりましたが、大正期にかけてアメリカでの原油生産量は急伸し、わが国に安価なカルフォルニア産原油が押し寄せ始めていました。そして、第一次世界大戦を契機に燃料油の需要が急進すると、それに並行して原油輸入は増え始め、昭和の初期には国産原油量を凌

ぐようになり、それ以降の需要増は輸入で賄うようになってしまったわけです。それに付随して、わが国石油会社は、上下流一貫から輸入原油の精製に軸足を置く事業モデルへと転換していったんですね。その輸入原油精製方式を先導したのは、小倉常吉が率いる小倉石油でした。大正 14（1925）年には東洋一といわれた最新鋭の横浜製油所を建設し、石油製品の製造から販売までの体制をつくり上げています。

海外への展開

国産原油の限界がみえてきたことから、海外に活路を見いだそうという動きは、もちろんありました。大正 5（1916）年から 15（1926）年までに 45 件の海外油田利権獲得の案件があったと伝えられていますが、何れも実現しなかったんですよ。既に、世界では国際石油資本による激しい利権獲得競争が展開されており、そこへ本格的に参入するには、わが国石油企業の資金力、交渉力、情報蒐集力等を考えると手に余ったんですね。そのため、海外での石油開発の挑戦は、台湾とか満州とか北樺太のように、わが国として影響力を行使出来るところが中心となりましたが、全体的には国というよりは海軍の影響力が強かったようです。

一台湾における開発事業

まず台湾ですが、海軍が実質的にコントロールしていました。海軍にとって、台湾全土が予備油田だったんですね。台湾総督に提出される試掘出願への認可も海軍省の意向に沿ったものでしたし、また、自ら保有していた鉱区での試掘を進めるため海軍委託井制度も設けていました。総督府も試掘補助金制度を創設しており、試掘を奨励していましたが、中小による乱開発を防ぐために参入する企業も絞り込まれていました。

最初に参入をしたのは宝田石油で、明治 36（1903）年に採掘許可を取得して現地に台湾石油組合を結成し、翌年に出磺坑での掘削に着手しています。大正元（1912）年、綱式 18 号井で日産 150 石（2.7 kl）の出油に成功して糸口をつかんだ出磺坑油田開発は、昭和 16（1941）年までに 100 坑を掘削し、生産のピークであった昭和 2（1927）年には、年間で 12 万石（2 万 1,600 kl）を生産しています。1944 年までの累計生産量は約 101 万石（18 万 kl）でした。

明治 37（1904）年に台湾へ進出した日本石油は、同 42（1909）年、同 43（1910）年に 2 坑の試掘を行いました。成果は得られず、爾後、海軍からの委託井 2 坑を大正 7（1918）年に掘削したあと、大正 10（1921）年に日本石油と宝田石油が合併したことから、宝田石油が取得していた新竹州錦水鉱区で試掘を再開し、大正 12（1923）年、錦水「ロ」式 5 号井でガス層を発見、昭和 5（1930）年には錦水「ロ」式 8 号井で日量ガス 100 万 m³、天然揮発油 560 バレルの生産に成功しています。錦水ガス田では 47 坑が掘られましたが、昭和 14（1939）年に年間ガス生産量 9,300 万 m³ のピークを記録しています。また、天然揮発

油の一部は昭和 5 (1930) 年から内地に移送されています。並行して台南州牛山ガス田や竹頭崎油田、六重溪ガス田の開発も進め、昭和 19 (1944) 年までにそれぞれガス 1.7 億 m³、原油 8,500 石 (1,530 kl) の累計生産量を達成しており、さらに、昭和 10 (1935) 年から同 14 (1939) 年には試掘井 5 坑を掘っています。日本石油は台湾での原油採掘に積極的に取り組んだんですが、残念ながら原油の発見には恵まれなかったんですね。

久原鉱業時代の日本鉱業も、大正 4 (1915) 年から台湾での広範な地質調査を実施し、昭和 9 (1934) 年に竹東で試掘を始め、ガス田を見つけました。この竹東ガス田では昭和 19 (1944) 年までに 23 坑を掘削し、1 億 5,000 万 m³ の累計生産量を記録しましたが、ガスは都市ガスとして供給し、ガソリンプラントを建設し天然揮発油の回収も行っていました。

海軍は、7 つの石油鉱区を確保しており、委託井制度のもとで大正 7 (1918) 年から昭和 17 (1942) 年にかけて、15 坑の試掘を行いましたが、何れも成功とはなりませんでした。

台湾での石油試掘は目論見通りとはいかず、日本国内の石油需給を好転させるに至らなかったんですが、掘削技術という面からは大きな実績を挙げています。日本石油が掘削した錦水「ロ」式 32 号井は、昭和 13 (1938) 年 8 月に深度 3,500m で掘止めましたが、深さでは当時世界 10 位という記録でした。終戦後、掘削設備一式は中国石油 (CPC) に移管されましたが、大深度掘削技術も継承されて、昭和 34 (1959) 年には錦水「ロ」式 35 号井により深層大ガス田が発見されています。実は、戦後の台湾で石油・天然ガス開発を担った技術者は、戦中に日本の手によって育てられた人達でした。南方派遣要員を補充するためだったんですが、旧帝国石油の先輩であった村山五郎さんがその当時のことを述懐されています。台湾生まれ、台湾育ちの村山さんは日本鉱業に入社されましたが、竹東鉱場に設置された全寮制の「石油工員技術養成所」で一年間台湾人の少年生徒に掘削技術を講義する教員を務められたそうです。終戦のため、生徒達は南方に赴任することはなく、戦後になって台湾の石油・天然ガス開発を担う人材になったわけですが、村山教官への恩義は忘れることなく、帰国後も手紙のやりとりが続き、5 度も台湾に招待されて大歓迎を受けたとのこと。村山先輩のお人柄もあったんでしょうが、台湾での石油採掘に真剣に取り組んだわが国石油開発の先輩達の姿が彷彿とされますね。

一 満州での事業展開

次に満州ですが、ここでも軍主導で進められました。昭和 9 (1934) 年に「満州石油株式会社法」が制定され、それに基づき同年 2 月 24 日に満州石油が設立されました。満州での石油採掘を担う半官半民の会社で、満州国政府が 100 万円、南満州鉄道が 200 万円、そして日本石油、三井物産、三菱石油、小倉石油がそれぞれ 50 万円を出資しました。狙いは、中国北東部とソ連との国境の町の満州里から南東 30km の油徴が広がるジャライノール地区と、錦州省 (現在の遼寧省西部) 東染を中心に北は阜新、南は清河門に至る延長 49km に

跨がる阜新地区での新油田発見でした。ジャライノール地区では昭和7(1932)年に関東軍が地質調査を実施しており、阜新地区は満州炭鉱が炭層ボーリング調査で見つけた油徴を手掛かりとしたもので、駐満海軍部が所管していた地区でした。ジャライノール地区の試掘は昭和9(1934)年に着手され、深度1,114mまで掘り進んだものの、坑底まで火山岩という結果でした。そこで、満州石油では地質調査を再度実施し、京都帝国大学に重力偏差測定と地磁気調査を依頼、日本学術振興会物理探鉱試験所による地震探鉱をも実施し、併せて深度100mから300mの試錐を行って地区の石油ポテンシャルを再評価したのですが、探鉱価値なしの結論となり、爾後、阜新地区の探鉱に注力しています。阜新地区では満州炭鉱や満州炭山の協力を得て地質調査を実施し、昭和14(1939)年から本格的な試掘作業を始めました。最深井はトロホ地区の1号井で深度は1,973mでしたが、昭和19(1944)年までに深度500m以浅の試錐を約60坑行い、数坑で出油があったんですが、ついに商業量に達する発見はなく終わってしまいました。旧満州では後年大慶油田が発見されていますが、そもそも短期決戦型の体制で大油田を探し出すのは無理だったんですね。

一北樺太における事業展開

そして北樺太ですが、そもそもは北樺太西岸で炭鉱経営をおこなっていたイワン・スタヘーエフ商会が、久原鉱業に日ロ合弁石油事業について打診してきたことが発端でした。大正7(1918)年5月に契約覚書が交わされ、久原鉱業は調査隊を派遣、東海岸油田地帯を踏査しています。しかし、この案件への海軍の関心は高く、海軍の主導によって組織強化が図られ、大正8(1919)年5月1日に久原鉱業、三菱鉱業、大倉鉱業、日本石油、宝田石油の5社による北辰会を組織し、そこに久原・スタヘーエフ契約が継承されたんですね。北辰会は正式な出願認可がおりる前に現地政府の許可をえて、200余名を派遣して掘削作業を開始しましたが、大正9(1920)年1月に尼港事件が発生し、北辰会の全員が、わが国の支配下にあった南樺太に避難を余儀なくされてしまいました。その年の4月、日本軍は北樺太西岸のアレクサンドロフスクを占領、現地の当局から出願中の石油鉱区535件の開発許可を取得し、併せて、5年間の安全保障占領をおこなうこととして、作業が再開されました。北辰会は海軍から毎年100万円の調査費を交付され、オハ、カタングリ等での試掘や採掘を開始したんですが、オハ油田の開発を先行させ、大正13(1924)年には5,440トンの原油を内地に移送しています。

大正14(1925)年1月に「日ソ基本条約」が成立し、12月には「北樺太油田の開発に関する利権契約」が締結されましたが、この利権契約を結ぶにあたり、日本側は北辰会の事業を引き継ぐ北サガレン(サハリンの旧名)石油企業組合を結成して契約当事者としています。大正15(1926)年6月、勅令により資本金1,000万円の北樺太石油が設立され、北サガレン組合の全資産が譲渡されましたが、北辰会に対しては295万円の補償金が支払われています。北樺太石油は勅令により発足した会社でしたが、純然たる民間会社で、利権契約を締結して直ぐに、社長の中里重治郎海軍中将以下400名が北樺太にわたりオハ鉱業所を設営

し、オハ油田で6坑を新掘、年度内に3万3,000トン(3万8,400kl)生産しています。第2年度以降は採掘にあわせて採収施設、貯油施設、積出施設の増強を進め、4年間に掘った新掘井54坑はすべて成功し、第4年度には生産量が18万6,000(21万6,300kl)トンと飛躍的に伸びて、オハ油田の開発は順調に進んだんです。昭和6(1931)年から同8(1933)年がオハ、カタングリ両油田の最盛期で、年間生産量も19万トン(22万kl)に達し、市松模様状に設定された隣接鉦区のソ連側操業者であるトラスト・サガレンネフチからの購入分も含めて、内地への搬出量は年間31万トン(36万kl)を超え、夏季には半数が日本人の現地従業員は3,000名を数えるまでになっていました。しかし、昭和9(1934)年を境にオハ油田の生産量が下降線を辿るようになり、採掘を犠牲にして試掘を活発化させ新油田の発見に努めるようになったのですが、折から日独伊防共協定の締結やノモンハン事件の勃発など、日ソ両国を巡る関係は悪化の一途となり、北樺太石油の事業活動に対しても、ソ連側から様々な圧力、妨害が加えられ始めたんですね。昭和14(1939)年にはオハ油田以外での操業は不可能となり、さらに、昭和18(1943)年になるとオハ油田の維持さえ困難となり、秋には留守要員を残して総引揚げとなったんです。そして、昭和19(1944)年には「北樺太利権移譲についての交渉」が始まり、3月30日に全利権と資産は僅かな代償でソ連側に返還させられてしまったんですね。それまでの18年間で、日本へ移送された累計の原油量は237万トン(275.6万kl)でしたが、すべて海軍に納められています。

北樺太石油が操業停止となった頃、わが国の石油確保の方針は接收南方油田の維持になっており、約900名の同社従業員のうち315名が、海軍の要請によりパプアニューギニア西部のクラモノ重質油油田開発に振り向けられました。北樺太石油南進隊と呼ばれた一隊でしたが、非常に過酷な運命を辿り、160名が戦病死しました。そのうち、40名は故国への途につきながら、昭和20(1945)年4月1日の未明、台湾海峡でアメリカ海軍の潜水艦クイーンフィッシュ号の魚雷攻撃をうけて沈没した救恤船の阿波丸に乗っていました。帝国石油では数百名の従業員が南海に散っていますが、阿波丸には北樺太南進隊を含めて480名が乗船していました。戦雲暗くなるなか、内地油田の増産のために帰還の途にあった先輩諸兄です。

一ボルネオ、中南米での事業展開

台湾、満州、北樺太以外では、ボルネオ、エクアドル、メキシコで石油探鉦の試みがありました。ボルネオへの最初の挑戦は久原産業、三菱鉦業、鈴木商店が組織した南洋開発組合によるものでした。南北ボルネオで石油採掘権をえて10数坑の試掘井を掘ったものの、すべてで失敗に終わっています。久原鉦業が主導したプロジェクトでしたが、同社は大正2(1913)年に北樺太、同4(1915)年に台湾、翌5(1916)年にテキサスで調査を行い、大正7(1918)年から翌年にかけてはボルネオ、ビルマ、ジャワでも調査を実施しています。そして、大正9(1920)年には英領北ボルネオのタグット半島で深度700mの綱式試掘井も

掘っています。この試掘では結果は得られませんでした。久原鉱業のボルネオへの執着は強く、三菱鉱業等を誘って南洋開発組合を組織したという経緯があったんですね。久原鉱業は日本で最初に海外事業に取り組んだ企業だったんです。

ボルネオへの次の挑戦は、ボルネオ油田組合によるものでした。三井物産が石炭取引のあった東ボルネオ会社(OBM)から持ちかけられた話で、サンガサンガ油田から北北東 200km のサンクリラン湾付近での石油探鉱です。地質調査所に依頼した現地調査結果が有望ということから、三井物産と日本石油との共同事業とすることで組合を結成し、昭和 5 (1930) 年に OBM と鉱区の正式譲渡契約を結び、現地にボルネオ石油を設立しました。譲渡を受けた鉱区はクテイ第 1・第 2 鉱区とカリオラン鉱区でしたが、前者ではスタンダード系のコロニアル石油(NKPM)が 11 坑、後者ではロイヤル・ダッチ・シェル系のバタビア石油(BPM)が 5 坑と、既に試掘が行われており、いわば放棄された鉱区でした。ボルネオ石油ではクテイ鉱区から掘り始めることとし、サンクリラン河を 22km 遡ったところで密林を伐採し、病院まで備えた広い掘削基地を造営、綱式 2 基、「ロ」式 2 基が持ち込まれました。昭和 5 (1930) 年 12 月、試掘を開始してクテイ第 1 鉱区で 3 坑、第 2 鉱区で 3 坑の都合 6 坑を、昭和 9 (1934) 年までに掘削したんですが、強いガスの徴候ばかりで油層には遭遇せずとの結果でした。そうこうするうちに、出資限度の 300 万円が底をついたため撤退という顛末に終わってしまいました。

手を付けることが出来なかったカリオラン鉱区は、海軍の呼びかけで誕生した協和鉱業が挑みました。昭和 11 (1936) 年 6 月、三井、三菱、住友の三大財閥が 500 万円 (三井 35%、三菱 35%、住友 30%) を出資した会社で、現地ではボルネオ油田組合の名で作業を進めました。昭和 12 (1937) 年 1 月に第 1 号井を開坑し、同 16 (1941) 年までに 10 坑を掘削して数坑がガス井として仕上がったものの、その年の 7 月にオランダが対日資産の凍結を宣言し、11 月に開坑した 11 号井を掘削中、深度 170m まで掘り進めた 12 月 8 日に太平洋戦争が勃発し、26 名の日本人従業員は全員抑留されて、作業放棄を余儀なくされました。日本人従業員はオーストラリアに移送された後、翌年に交換船で帰国しています。

協和鉱業はまた、昭和 14 (1939) 年にエクアドル大使の仲介で西北部海岸地帯のエスメラルダス、マナビ両州に跨がる鉱区を確保していました。現地に太平洋石油を設立し、昭和 15 (1940) 年には地質調査班を派遣して、試掘のロケーションまで決定し、試掘のための準備を進めていたんですが、その矢先に太平洋戦争となり、駐在員 3 名は抑留され、テキサスでの収容所生活を経て、翌年に交換船で帰国しています。

中南米ではもう一つメキシコでも機会がありました。メキシコ在留邦人の都留競(都留重人元一橋大学学長の又従弟)が自ら保有していた石油鉱区の開発のため、日本に資金提供を

求めてきたんです。それに応えたのが、三井財閥の中心人物であった藤原銀次郎王子製紙社長で、昭和 14（1939）年 1 月 13 日に、資本金 1,000 万円の純然たる民間会社の太平洋石油を設立し、現地には都留競とともにラグーナ石油を立ち上げました。その年の 6 月から昭和 16（1941）年の 9 月まで 20 坑の試掘を行ったものの、1 坑で少量の出油があっただけで期待した成果は得られず、折からの日米関係悪化の中で、事業活動をそこで停止しています。太平洋戦争開戦と同時に現地日本人従業員は抑留され、テキサスの収容所を経て、翌年に交換船で帰国しています。

こうして、海外での石油事業の試みは期待どおりとはいかず、開戦準備に入っていた陸海軍は、石油確保の方策を南方油田の接收と復旧に軸足を置き始めていたんですね。陸軍が英領北ボルネオ、スマトラ、ジャワ、ビルマを、海軍が蘭領ボルネオ、セラム、ニューギニアをそれぞれ管轄すると分けもなされていました。一方で、そうした南方油田占領作戦を進めるにあたっては、強固な事業主体が必要とのことから、昭和 15（1940）年 7 月 15 日、日本石油、日本鉱業をはじめとした主要民間石油開発会社の共同出資によって資本金 1,000 万円の帝国石油資源開発が発足しました。しかし、より強固な体制の必要性が声高に叫ばれるようになり、国内外の石油鉱業部門を完全に一元化した国策会社の創設が企画されるに至ったんですね。昭和 16（1941）年 9 月 1 日、「帝国石油株式会社法」によって政府半額出資の帝国石油を設立して帝国石油資源開発を吸収し、翌年の 4 月には日本石油、日本鉱業、中野興業、旭石油の石油鉱業部門を統合、さらに、昭和 18（1943）年 2 月に大日本石油鉱業と太平洋石油を、昭和 19（1944）年 7 月には北樺太石油をそれぞれ合併して、陸海軍の南方戦略の下に石油確保を使命とする会社の体制が整いました。ただ、実際には石油人への徴用が始まったのは昭和 16（1941）年で、南方に向かった最初の部隊は、その年の 9 月 21 日の夜半に千葉県市川市国府台の東部第八十五部隊の兵舎を出立した採油部隊でした。太平洋戦争開戦にむけた軍の作戦計画に既に組み込まれていたわけです。

戦後占領期

昭和 20 年代は、GHQ の天然資源局 NRS（Natural Resources Section）による占領政策の一環としての国内油田開発に対する指導、支援がありました。地震探査や放射能検層などの新技術の導入支援などもあり、かなりきめ細かな支援でした。元帝石社長であった故赤松さんに伺った話では、NRS 局長の H.G. スケンク中佐を柏崎や秋田によく案内したとのこと。NRS は鉱業、農業、林業、漁業に関する政策実務を所掌していたんですが、スケンク中佐は、スタンフォード大学の古生物学教授で、石油開発に通暁しており、石油開発には殊のほか熱が入っていたようです。元アラビア石油副社長の斎藤光さんが、昭和 26（1951）年にカリフォルニア大学バークレー校に留学されていますが、それも NRS が招聘したソマーソン先生との縁からでした。日本人の石油開発技術の専門家を育成する必要があると NRS は考えていたんですね。斎藤さんはアラビア石油に移籍された後、26 年間カフジで過

ござれましたが、帰国されたあとの平成 5 (1993) 年にソマーソン先生が奥様とともに日本へお出でになりました。斎藤ご夫妻ともども秋田、新潟をまわられたのですが、新潟では私が案内役を仰せつかりました。道々、様々なお話を承りましたが、昔のことを極めて鮮明に憶えておられ、しかも、その語り口には旧懐が溢れていました。NRS としても、戦後のわが国への石油開発政策には満足感があったのでしょうか。

そうした NRS による指導のもと、国内でも探鉱をやれば石油はあるはずだと、最初の 5 ヶ年計画がつくられました。それによると、有望探鉱地域が 156 ヶ所、1 地域 3 坑の試掘、都合 468 坑を掘ったあかつきには新規に 900 万 kl の埋蔵量が確保され、6 年後には年間 100 万 kl の生産が可能という、こういう絵だったんですよ。すると、当時唯一の石油開発会社であった帝国石油の鮎川義介 (*注を付けるか) 社長は、こんなことやっている体力はありませんと、国による全面的な支援を要請しました。しかし、一民間企業への大幅な財政支援には正当性がないと大蔵省が主張したので、国が監督する特殊会社を設立することで石油資源開発(株)が昭和 30 (1955) 年にできたんですよ。当時は日石とか日本鉱業とかの鉱業部門は全部、帝国石油に移されていたことから、既存の油ガス田周辺を除いて、ほとんどの鉱区を石油資源開発(株)に移譲したんです。それで、石油資源開発(株)は国の予算でひたすら探鉱しなさい、というのがもともとだったんです。この時期に出発した 5 ヶ年計画は平成元 (1989) 年からの第 8 次 (第 8 次国内石油及び可燃性天然ガス資源開発 5 ヶ年計画) まで続きましたが、ここでメタンハイドレートが登場しました。

人材育成政策の重要性

大きな目で見ると、戦前から現在までそれなりの国のサポートがあったと思うんですね。石油公団ができて、それが JOGMEC に継承されて、サポートするファシリティが整備されているなか、何十年たっても十分な成果があがらないということに、当事者としては真剣に自問自答しなければならぬと思うんですね。果たして、欧米だったらどうなるんだろうと思いますよ。そういう点でも、我田引水を承知でいえば、INPEX が背負っている使命は重いんだと、ことあるごとに若い社員諸君には言っています。個別のプロジェクトに一喜一憂するのはいいけれど、我々が負っている責任はそんなものじゃないよと。しかも、歴史から預かっている宿題に答えるのに、今が最後の機会かもしれないと。私は大学を卒業してたまたま帝国石油に奉職しましたから、南方で先輩諸兄が 1600 人も亡くなったという重い事実を常に噛みしめてきました。かつては、生き残って帰国された先輩がおられて、南方でのリアルな体験話を聴かせてもらっていましたし、あれだけの代償を払ったのにと、石油開発業界の一員として、やっぱり忸怩たる思いがあるんです。国による手厚い支援があるなかで、関わっている一人ひとりが重い責任を背負う自覚を一層深めなければとの思いが、年齢とともに深まっています。漫然と現状に浸かっているだけでなく、そこから突き抜けるような信念と覚悟をもった人材の育成が求められていると思いますね。

大学での教育の役割

アメリカの大学設立の歴史を振り返ると、ハーバードが牧師育成のための大学であったように、当初、東海岸に設立された大学のほとんどはイギリス型モデルで、ギリシャ哲学等が講じられるような学風にあり、実用の学問とはかけ離れていたんですね。工学を教えるのは専らウエストポイント（ニューヨーク近郊にある陸軍士官学校。実際は理工系研究所・大学の機能をもっている）だけだったんですよ。しかし、アパラチア山脈以西への開拓が進むと、実学教育への需要が高まってきました。そこで、1862年にリンカーン大統領署名のもとにモリル・ランドグラント大学法(Morrill Land-Grant Colleges Act)が制定されました。連邦政府所管の土地を付与する代わりに、それを財源として農学、軍事学、工学の実学教育を教える大学の新設政策が進められたんです。テキサス州ではTexas A&M大学がそのランドグラント大学(Land-Grant University)で、実学精神を謳い校名もTexas Agricultural & Mechanical Collegeとして明治9(1876)年10月に発足したんですが、予備役将校訓練課程すらありました。ただ、テキサス州の場合、テキサス共和国からアメリカ合衆国の28番目の州になった(テキサス併合)経緯から州内には連邦政府の土地がほとんどなく(州境の確定は州となった5年後の嘉永3(1850)年)、Texas Agricultural & Mechanical Collegeには州の土地が付与されました。現在は校名をTexas A&M Universityに改めて総合大学となっていますが、そのために必要だったテキサス州議会の承認を得たのは昭和38(1963)年のことです。

ランドグラント大学は全米各地に76校設立されましたが、アメリカの多くの大学にはランドグラント大学の伝統が息づいており、工学分野に至っては産業との距離が極めて近く、産業界は足許で必要な技術力を備えた学生の育成を大学に要求し、一方で、奨学金や実験設備に供する資金を提供するといった、役割分担ができています。Texas A&M Universityの森田信男教授(元早大理工学部教授)によると、A&Mでテニユア(終身在職権)取得のための一つの条件は、年間相当額のインダストリー・マネーを引っ張ってくる集金力が必須とのこと。もっとも、先生がテニユアの教授として就任されたタイミングは丁度平成25(2014)年の原油価格急落直後であり、通常よりは低めの金額で承認されたようですが、JOGMECとINPEX、それに日本の化学メーカー2社で対応しました。アメリカの石油開発業界の常では、入社したエンジニアは1年もしないうちに第一線に配属され、一人前の仕事をこなさなければならず、大学側はそのレベルまで実践力のある学生を教育して送り出す必要があるんです。先生方も集金した方がいいが、それなりの荷物を背負うことになっているんです。日本とは大分違いますね。INPEXとして森田先生を支援した理由は明白で、先生のところへ送った社員に徹底したアメリカ風英才教育を施してもらい、その成果を持ち帰って社内に新風を吹かせてもらいたいと考えているからです。先生は天性の教育者でもあり、若者を任せれば、徹底して教育してくれることにまったく不安がありませんから。

翻って日本はとみると、大学はどちらかと言えば原理、原則、概念論にとどまり、実践力は社会人になってから、広い意味の社内教育で身につけていくというのが一般的です。もちろん、部分的には産業界から大学への支援はなされていますが、大学と産業界との連携はアメリカのように明示的で具体的なものにはなっていないんですね。ただ、両者の関係性を考えると、本来的には産業界のニーズが先行するんだと思うんですね。大学の活力は、どうしても産業の盛衰に左右されてしまうんです。大正 8 (1919) 年に東京帝国大学工学部に石油採鉱講座が開設されましたが、それを資金的に支えたのは日本石油、宝田石油、小倉石油の 3 社でした。産業界から大学に対し、必要な人事育成を促したんですね。わが国の石油開発にも、そんな時期があったんです。

そうした大きな枠組みの中での大学教育の役割については、社会全体の在り方とも関わってくることだし、直ぐにアメリカを見倣えというわけにはいかないとは思いますが、私個人として、昨今、気になることがあるんですよ。教育の方向がなべてモデル志向になっていることです。我々が相手にする石油・天然ガス層は自然がつくった複雑系で、数字の塊に置き換えるためには、系を構成している要素を吟味・取捨選択して、目的に合わせて単純化する必要があります。モデルは飽くまでも fake にすぎません。それを上手く使いこなすには、対象の複雑性とモデルの限界とを十分にわきまえているべきなのですが、モデルが現実を超えて正しいのだと錯覚する若手が非常に多いのに驚かされています。モデルそのものを決して否定するものではありませんが、モデル至上主義による失敗例は何度も見てきました。大袈裟に言えば地球と対話しなければならない資源学においては、もっと無骨なアプローチを通して本質を掴む感性を、大学で育てて欲しいですね。

2014 年、秋田大学に国際資源学部が新設されました。学生数が減少している時期、極めて珍しいことだったんですが、従来の理工学部と教育文化学部から分離する格好で生まれた新しい学部なので、大学全体の規模は維持されたままの学部改組でした。その背景は、平成 15 (2003) 年に制定された国立大学法人法によって、旧文部省下の組織であった国立大学が自力で生き延びなければならなくなったことで、秋田大学は祖学であった資源学 (明治 41 (1908) 年に秋田鉱山専門学校として開校) に立ち返ったということにありました。その方針を進めた当時の吉村昇学長は、「こうしたことでもしなければ、秋田大学の将来はない」と言っていました。同学長とは永年の交友があり、新学部立ち上げ前から若干の手伝いをさせていただきましたが、正式にスタートしてからも 5 年間運営カウンスルの外部委員を務めました。偶さか、新学部長の佐藤時幸君がかつての帝国石油の部下で、断るわけにいかなかったしね。

新生学部は 3 つのコースからなっていますが、先生方の涙ぐましい努力によって、当初

掲げた高邁な教育方針も及第点をつけられるまで達成されていると思います。その特徴はグローバルに相応しく、**native speaker** による授業（数学、化学などの技術屋にとってのリベラル・アーツ）はもちろんのこと、広く社会のステークホルダーと関わらなければならない資源学の肝ともいえる文理融合にあります。地球科学や開発環境に係る技術論のみでなく資源政策も学ぶようになっていきます。秋田大学と同様な出自の先輩校であるアメリカの **Colorado School of Mines** にしても、総合大学化した今でも資源学部門では文理融合を謳っています。そして、更に評価したいのは、単にパソコンを抱えて部屋にこもっているばかりでなく、鉱山巡りをするなど現場で学ぶことを非常に大事にしていることです。なかでも、3 学年になると、約 1 ヶ月のあいだ、すべての学生に海外実習を体験する海外フィールドワークを必須科目としていることです。世界中の様々なところに派遣する学生の安全や資金の確保に先生方の苦労は並大抵のことではないと思いますが、帰国した学生はまるで別人になってくるとのことです。INPEX からも石油・天然ガス開発プロジェクトの資金調達についてレクチャーの時間をもらっていますが、学生からの質問がとまらなくて、本当に楽しく講師冥利に尽きると講師役は言っています。

平成 29（2017）年には国際資源学研究科という大学院が設立されましたが、それを祝うパーティで運営カウンスルの外部委員会を代表して挨拶を仰せつかりました。トップバッターの里見進東北大学総長に続いての挨拶だったのですが、国際資源学部誕生からの実態を最も近くで見えていた立場として、その苦労と費やされた努力をありのままに話しました。旧国立大学のあり方が問われている中で、いかに必死となっているかを話しました。ただ、個人的には、留学生の比率が低いとか、外国人教員の数が足りないとか、女性の数が少なすぎるとか、外形的な側面ばかりで評価することには、少々の疑問を感じていますね。秋田という田舎に、国際水準の外国人教師を迎えるのは簡単ではないし、しかも報酬も抑えられている中です。それでも、秋田大学の先生方の奮闘振りには敬意を表したいと思っており、資源学を真正面から掲げた唯一の大学として、フィールドに出て行くことを厭わないグローバルに通じる学生を輩出して欲しいですね。

上流事業のなかでの探鉱の位置づけ

JOGMEC（独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）として再スタートしてからを振り返ってみると、2006 年から 2017 年の 12 年間で、リスクマネー供給は 5900 億円弱となっています。民間を入れると 8000 億円弱のリスクマネーが JOGMEC 体制になってから投入されています。この金額は、同じ期間のエクソンの探鉱投資額のちょうど 3 分の 1 なんです。一方で、エクソンは同じ期間に 150 億バレルの埋蔵量を積み上げています。かつて、石油公団が廃止され、JOGMEC として再スタートする際、役所の委員会で懸念が指摘されていました。「JOGMEC になっても、また石油公団の轍を踏まないのか」と。その時は橘川武郎先生が、「官も民も苦い薬を飲んだんだから、今後そんなことはもうないでし

よう」と言って頂いたことを憶えています。だけど、またぞろはじまっちゃったのかという感覚は正直ありますね。言うまでもなく、探鉱によって新規に埋蔵量を補填していくことは、石油上流会社が **sustainable** であるための要諦です。オールジャパンで 10 年以上にわたり投入したリスクマネーの成果が挙がらないということは非常に深刻です。さらに言えば、平成 26 (2014) 年の油価急落以降、上流専門以外の会社の戦意はかなり落ちている実状もあり、足許は徳俵に足がかかり始めている状況にあるとも言っているいかもかもしれません。そうした危機的な現状について官民一体でそれぞれの立場を超えたオープンな議論を交わし、何が足りなかったのか、何をなすべきか、今後に向けた具体的な道筋を共有することが、喫緊の急務だと思うんですね。JOGMEC のみなさんも同じ問題意識を持たれていると思いますよ。もう三匹目のドジョウはないと肝に銘ずるべきです。

探鉱の王道は、やはりオペレーターとしてプロジェクトを主導し、自分で井戸を掘って見つけることです。エクソンではそれを **by the bit discovery** と言っていますが、その土台の上に他社鉱区にパートナー参加して確保する埋蔵量を上積みさせています。この上積み分を **strategic acquisition** と呼んでいますが、全体で見ると、埋蔵量の量だけでなく質も含めたポートフォリオ戦略への意識が強いんですね。もともと土台がしっかりしていますから、ポートフォリオを組むにあたっても選択肢が広いんですが、これも戦略発動に対して機動的に対応できる情報力や現業力があってのことです。現 CEO のダレン・ウッズ (Darren Woods) によるパーミアン戦略は 80 万 B/D を目処としていますが、既にエクソンのパーミアン生産量は 60 万 B/D になっており、戦略を画餅に終わらせない実務部隊による裏付けがあるからなんですね。

そんなメジャーズ流を頭に入れながらわが国の現状を点検してみると、まず、グローバルの舞台で探鉱プロジェクトを創りだし、オペレーターとして名だたる国際企業を誘い込む実力があるか否かですが、現状ではかなりハードルが高いと言わざるをえませんね。実績が乏しく、そのために、例えば大水深プロジェクトなどでは産油・産ガス国からオペレーター資格の認定が得られませんし、また、グローバルに先んじて有望プロジェクトを創出するにも力不足感は否めないですね。情報蒐集力が弱いだけでなく、世界の動向を俯瞰しながら、随時プロジェクトをひねり出す基盤ができていません。ついては、持ち込まれてきた案件を個別に評価して、JOGMEC に出資を申請するというやり方が常態化しているわけです。また、評価にあたってその方法は石油システム・プレー論をベースとして定型化されています。根源岩があるのか、根源岩からの原油の移動は大丈夫か、貯留岩があるのか、キャップロック (帽岩) があるのか、それぞれの要素について、その蓋然性を 30% だとか 50% だとか評価し、個々の要素の評点を掛け算して探鉱成功率なる数字を計算して、最終判断とするわけですね。通常、評価者は複数人で、平均値が採用されます。ただ、誰がみてもこの評価要素が 0% 或いは 100% だと断定することは、特別の事由が無い限り難しく、畢竟、中間値の 50%

をはさんでばらつくことになり、最終的な採点が可も無く不可も無くに落ち着くことになり易いのですよ。この評価法は探鉱投資判断の合理性を第三者に説明するには便利なのですが、わが国の実績を振り返ると説得力に欠けますね。

然らばグローバルではどうかですが、2点で大きく違っていると思います。一つは、探鉱プロジェクトが位置する地域に特化して、徹底的に研究している地域専門家がいるということです。おそらく、そうした専門家の頭の中には、例えばこの地域での油田形成は、地質時代を通した地球の営みを踏まえれば、こうした油・ガス田が形成されているはずだ、この要素が肝だということが刷り込まれているんだと思いますね。与えられたデータセットをどこ何処に力点を置いて読み込むか、自ずと準備が出来ているんだらうと思うんです。“眼紙背に徹す”というべきか、定型化した石油システム・プレー論オンリーの見方とは、同じデータセットから読み取るものが違って来る筈です。仄聞するところでは、エクソンは地域スペシャリストを非常に重要視するのだそうです。場合によってはそうした人材を対象地域に応じて随時雇用するとも聞いています。

2015年に南米ガイアナ沖でエクソンが大油田の **Liza** をみつけましたが、あの海域に広がるガイアナ堆積盆には大量の原油が賦存しているとの評価は昔からあったんですよ。南大西洋はアフリカ大陸と南アメリカ大陸とが長い時間をかけて分かれたことで生まれた海ですが、そのプロセスを地質学の目で紐解くと、対 (**conjugate**) である両大陸の縁 (**margin**) には油田が形成されている筈だからです。2008年からは **Conjugate Margin Conference** なる世界的な会議が隔年で開催され、**Atlantic Conjugate Margin** に関する論文も多数発表されています。世界の石油探鉱家にとってはホット・スポットだったんです。ところが、ガイアナ堆積盆での探鉱はそう順調なものではなかったんですよ。1960年代から約40坑の試掘井が掘られているんですが、商業量の発見には至っていません。そこに、エクソンが沖合120マイル、水深約1,700m、面積660万エーカー（日本全土の7%）に及ぶ **Staroek** ブロックの権益を獲得し、ガイアナ堆積盆探鉱プロジェクトを発足させたのが2008年でした。新油田発見後、**Exxon Exploration** のグリーンリー社長が、不確実性の極めて高い真のフロンティア探鉱だったと述べている通り、エクソンにとっても難しい決断だったんだと思いますね。ここで鍵と思われるのが、このプロジェクトの責任者であるケリー・モアランド (**Kerry Moreland**) 女史の存在です。実は、彼女はアフリカでの探鉱を所管するアフリカ地球科学 (**Geoscience**) 部門のマネージャーでもあるんです。アフリカ大陸でガイアナと対をなす国はガーナなんですが、そのガーナでは、平成19(2007)年に沖合60kmのところで大油田である **Jubilee** が見つかっているんです。モアランド女史がガーナのミラーイメージとしてガイアナを捉えていたことは容易に想像がつかますよね。試掘井 **Liza-1** の成功を受けて彼女自身が語っています。プロジェクト自体は成功確率が20%と低く、ほとんど勝算が見込めない (**a long shot**) リスキーなものだったものの、3次元地震探査を解釈し、過

去の実績データを地質学的に分析してみると、油層となる砂を堆積盆に運んでくる堆積物フェアウェイ (sediment fairway) の存在が示唆されており、そして、海岸線近くに掘削された井戸の原油やガスの徴候からは、working hydrocarbon system が遠く Liza まで延びている可能性が読み取れたとのこと。その辺りが彼女の琴線を揺らしたんでしょうね。モアランド女史は Atlantic Conjugate Margin の専門家であるがゆえに、針の孔に糸を通すような成功への隘路を、恐らく感性で見つけたんだと思います。その感性を育んだのが、地域に特化した知見の蓄積にあったことは言うまでもないことです。

そしてもう一つの違いは、principal geologist (PG) の存在です。凡ての探鉱プロジェクト案件に最終判断を下す立場で、こと探鉱に関しては大きな権限を持っています。もちろん、博大な学識を備え、広い経験を蓄えた地質家はその地位につくのですが、会社によっては (例えばエクソン)、新卒の採用にあたって将来の PG 候補を前提に人選することもあるそうですが、その際には 1 ヶ月を超えるような時間をかけて、絞り込みがおこなわれるとのこと。ただ、PG には権限に応じた責任もついてくるため、成果が出なければ交代させられてしまいます。2 年前には TOTAL の PG が、ノーブル・エナジー (Noble Energy) の PG と入れ替わりましたし、エクソンでも、確か 6 年か 7 年前に PG が代わっています。日本流の合議制がよいのか、PG 主導のグローバル流儀が優れているのかは甲論乙駁かもしれませんが、わが国でも昔は今流のやり方ではありませんでした。新しい油田やガス田を見つけ出す仕事は小説を書くがごとく孤独なもので、集団でやるものではないと、書き残している伝説の先輩探鉱家もいました。エクソンは自らの探鉱の成果を rigorous evaluation process の賜物だと自慢していますが、果たして何が決定的な違いなのか、覗いてみたいものです。

それと、わが国の探鉱投資が JOGMEC 出資を前提としているという、制度的な面からくる制約もありますね。採択にあたっての審査がピースミールとなってしまう、一本の戦略の上に乗って、各社から上がってきた案件を連動させていくことができないという制約があります。これは現状の制度下で致し方がないことですが、そこも含めて、真の官民連携が今求められていると思います。袴を着て、申請する人、審査する人である前に、探鉱家同士の目線で、世界の動向をみながら、徹底的な意見交流をすることが何よりも大切だと、常日頃から感じています。

5.2) 日本の石油開発の現状と技術力

現場を経験していない若手技術者

ICEP (公益財団法人石油開発情報センター) では基金が 6 億円ちょっと残っていたことから、それを本当に有効に使おうという議論をするにあたって、現在の業界の状況に関する

認識を共有するため、それなりの人に意見を求めてみました。在米のテキサス A&M 大学の森田信男教授（元早大理工学部教授）だとか、この業界で一家言を持っている人です。その中で強く指摘されたのが、技術力の格差ということでした。地質、エンジニアリングの分野問わず、日米の格差は否定し難いというのです。例えば、森田先生のマスター・コースでは、現場で起きる課題に対し、背景となる物理現象を徹底的に分析理解させたうえで、その解決に至るための数値的手段、つまり数値モデルを学生自らがつくることを要求するそうです。物理現象と数値モデルとを有機的に結合する能力を身につけさせて、単にモデル屋ではなく、実戦のリアリズムに耐えられるエンジニアを育成することが主眼だそうで、産業界からはそうした人材の育成が求められるからとのこと。即戦力との期待からですね。一方で、日本から先生のコースの門を叩く学生は、自らモデルをつくる数学の基礎的素養もほとんどなく、まず、そこから教育しなければならないんだそうです。因みに、**petroleum engineers** が武器とするモデルのほとんどは偏微分方程式を数値に離散化して近似する方法である有限差分法、有限要素法、境界要素法を用いてつくられます。確かに、わが国の実状では、そこまで深い教育は、アカデミアにあっても産業界にあっても見当たりません。彼我の差は大きいと認めざるをえませんね。そこで、ICEP としては、まずその指摘を広く業界の中で認識してもらうことが先決だとの考えから、技術セミナー等の企画に取り組んでいます。セミナー講師がグローバル流儀に通じていることは要件ですが、セミナーはワークショップ形式とし、設問への質疑応答を介しながら各人の日常的アプローチとは何が違うのか、実践性を踏まえて理解してもらえるように工夫しています。自助努力を促す啓発活動に繋がってくればと期待しているわけです。それと、現場に赴けば心が躍るような技術屋魂への気付きにもなってくればと思っています。バックオフィスで PC ばかりで仕事をしていたは、本物の技術屋にはなれませんからね。

この点については、洋の東西を問わず共通の悩み事になっているようです。実は、2007 年にアブダビの石油大学（Petroleum Institute）で講演をする機会がありました。何を話してもよいというので、日頃抱いていた石油技術屋の現場離れに対する懸念もまじえながら“真の石油開発技術プロフェッショナルになるための必須要件”と題して約 1 時間話をしました。たまたま聴講者の中に現在はアブダビ国営石油 ADNOC 人事・技術・組織支援部門のトップであられる Al Kindy 氏がおられ、講演後に昼食をご一緒しながらいろいろとお話を承りました。その中で、「現場に出て石油開発技術屋としての感性を磨け」と申しあげた講演での言葉がいたく気に入った由のご発言がありました。やっぱり、ここにも同憂の士がいたと、納得した次第でした。アブダビ石油開発草創期の炎天下でのご苦労などもお話しされていまして、空調の効いたオフィスで PC にばかり向かっている若い技術屋への違和感と心配とがあったのだと思います。この講演内容は、“mother nature”に学べとの解説付きで後日 News に掲載されました。

先だって JOGMEC で昼食をとりながら話す BBL セミナーという機会がありました。そこで、ICEP が今抱えている危機意識について話をしました。70 名ちょっとの人が参加されておられ、TRC (JOGMEC の石油技術開発センター) とはテレビでつながっていました。1 時間 10 分程お話しをしましたが、見渡すと初対面の若い人ばかりでした。昭和 43 (1968) 年から半世紀以上にわたって、あちこちの現場で働いた自らの若かりし過去がよみがえりましたが、目の前の若者達には是非とも実戦で腕を磨いて欲しいと心の底から感じましたね。終了後、あまり質問は出なかったのですが、偶々、内田副理事長と話をしたところ、若い人が持つ危機感相当強いとのことで、それぞれが現状への漠然とした不安のようなものを抱いているのだなと感じたしだいでした。そして、年寄はこういう状況をほっておいていいのかなという気持ちが、益々強くなりましたね。

技術力の格差をどう埋めるか

技術力の格差を埋めるための ICEP の試みとしての技術セミナーですが、その第一弾は、元石油資源開発㈱の中山さんに、3 回にわたる探鉱技術セミナーをお願いしました。中山さんはヒューストン大学で修士、サウスカロライナ大学で PhD をとられ、アメリカ流の石油地質学を修められた人です。専攻された Basin Analysis について、概念論にとどまらない、実践性を重視したセミナーをお願いしました。そこで痛感したことは、例えばわが国では油・ガス田形成のための要件を、どちらかと言えば感覚的にしか評価しないんですが、アメリカ流儀では周辺のデータを基に数値にして可視化するという点でした。北海の実例を使った中山さんのレクチャーを聴いていると、石油を生んだケロジェン³⁷のタイプが地域によってまったく違うことが手に取るように分かるし、埋蔵量規模が地域別に差が出てくる理由も納得できます。探鉱プロジェクトの評価を感覚に頼っているわが国との差は歴然としているんです。つまり、極めて具体的で実践的な石油地質学なんです。それを 3 回に分けてやってもらったんですよ。30 名前後の人が参加しました。基本理論を解説したあと、それに基づいて作られたプログラムをロードした USB メモリを参加者の PC に入れ、演習問題をやるっていう格好にし、実践性にこだわったんですが、セミナー終了後に、アンケートをとりましたが、是非こういう形式のものを継続してほしいと、ほとんどの参加者から回答をえました。多分に新鮮だったんですね。

アメリカでは、即、産業界で使えるような実践的技術力の養成が、大学には求められています。石油会社に入社してから実戦配備されるまでの期間は、僅かに 3 ヶ月～8 ヶ月というのが当たり前のようです。一方の日本では、大学での教育は原理原則と概念論にとどまっております、講義を聴いて何となく分かった積りでも、自分で手を動かして評価するまでの成熟度か

³⁷ ケロジェン：堆積岩中の高分子有機化合物の混合物で、石油の有機成因説において主要な炭化水素根源物質とみなされている。

らは遠いのが実状です。じゃあ会社に入ってそういう教育があるかっていうと、それもない。先輩諸氏もそうした教育をうけていないから、当然なんですね。海外で勉強してきた人が、そういうものを持ち帰って、現状の問題点について意見を交わし、体質を変えていかないといけないと思うけど、実態はなかなかそうした方向にっていないですね。たしか、昭和 55 (1980) 年頃のことだったと思うんですけど、ちょうどその時、私は石油技術協会誌の編集委員会幹事を務めていました。協会誌の編集に携わっていた地化学専門家の浅川さんを初めとした地質家さんは、(中山さんが) すごいものを持ち帰ってきたと絶賛していたのに、その後、それが業界に広がらなかったという過去があるんです。探鉱実務が概念論から脱却できなかった何かがあるんですね。わが国の石油開発でも欧米の大学に留学し、修士や PhD を取得してきた人は結構いる筈なんですが、それが活かされない土壌があると感じますね。

世界で通用する現場力とは

帝国石油は古くから現場を中心にまわってきましたから、国内でそれなりの技術力が現場には蓄えられています。しかし、世界に出て行ったとき、現場技術力にはちょっと違う側面が要求されるんですね。会社の理念や価値基準を世界の隅々で実現するために、事業推進に関わるディシプリンや実務について、非常に明示的な規範が整備されている必要があるんです。Business Management System (事業管理システム) と呼んでいます。言わばグローバルに事業展開する立場から、業務フロー全体を齊一的に統制するためのガバナンスの仕組みですね。それを構成している要素は Project Management System (PMS—プロジェクト管理システム) と Health, Safety, and Environment Management System (HSEMS—労働衛生・安全保安・環境保全管理システム) で、それぞれに膨大な量のルール、標準、規定からなっています。

PMS は 1999 年にシェルによって導入されたものですが、シェルでは Opportunity Realization and Assurance Process とも呼んでいます。つまり、プロジェクト (Opportunity) の価値実現 (Realization) を担保 (Assurance) するプロセスとして整備されたもので、言い換えればプロジェクトの実現価値を最大化しようとするものなんですね。また、PMS は別の角度からは Stage Gate System と呼ばれます。プロジェクト形成の業務進行を Assess (フイービリティ評価)、Select (開発概念抽出)、Define (基本設計・最終投資決定)、Execute (詳細設計・調達・建設) の 4 フェーズに区切り、次のフェーズに進むにあたってはフェーズの間に設けられている Gate を通過しなければならない建て付けになっています。PMS を厳格に運用する会社によっては、Gate 通過のための要件をクリアしなければ、次のフェーズに進めないことになっていますが、その諾否をチェックするのに費やされる労力は膨大です。ホスト国の法規や社内の技術・安全性基準の遵守はもちろんのこと、企業戦略との整合性、地域社会及びステークホルダーとの協調等々、非常に幅広い観点からチェックがなされます。こうしたシステムの実際の運用にあたっては、次の Gate に至るまで

に、プロジェクトに関与していない第三者によるレビューが頻繁に行われます。なにしろ、技術標準だけでも 400~600 のドキュメント (TOTAL では、General Specifications、シェルでは Design and Engineering Practices と呼称) からなっていて (大袈裟に言えばネジ一本の仕様まで規定)、Gate にたどり着いてから、初めに差し戻っていちいちチェックするのは余りにも効率が悪いからです。ただ、稀にホスト国のルールによる制約や必要機器の入手が困難なため、社内標準を守れないことが起こりえます。その際は、乖離度が許容範囲であるか否かを判定するためのテクニカル・オーソリティ (Technical Authority) 制度があって、対象の重要度に応じ、それに合わせたランクの Authority が処理します。最重要マターに対応出来る Technical Authority は各社に 1~2 名しかいないんですよ。この PMS を運用すること自体、相当の労力を要することですが、一方で、技術の進歩、経験の積み上げ、石油上流事業を取り巻く社会状況の変容に応じて、リファアーする技術標準等を見直し、進化させる必要があります。そのため、メジャーズではそれを専門とする大きな部門を擁しており、シェルなどは年に 2 回、アップデートをしているとのこと。

PMS と両輪になっている HSEMS は日本流でいえば鉦場保安ですが、世界の石油上流分野では操業ライセンス (License to Operate) (*注が必要、いわゆる利権に基づく操業権とは別の概念であることを説明するため) を取得するための必須要件となっており、ホスト国規制当局からの操業認可受給のためにも、整備されたシステムが要求されます。いわばトップ・プライオリティのシステムです。鉦場保安と比較して HSEMS の大きな特徴の一つは、リスク評価を可視化乃至は数値化することで、そのための方法論も定式化されています。また、環境対策と危機管理体制に関しては、基本的にプロジェクトのオーナーである石油会社が負うこととなっており、極めて高いハードルが用意されています。

HSEMS を運用するための基本的なツールは、リスク評価管理台帳ともいえる Safety Case で、様式が決まっているために普通は電話帳なみの分厚い冊子となっています。HSEMS は大事故が起こるたびに変革を強いられてきましたが、現在の Safety Case 方式は 1988 年に北海で起きた Piper Alpha プラットフォーム火災事故で 167 名が落命したことがきっかけで導入されました。当時のエネルギー相の命によりカレン卿を委員長とする事故調査委員会が設けられ、1 年間におよぶ審議を経てそれまでの規制遵守 (prescriptive) から自主保安 (evidence base) にすべきとの結論を得て提唱されたんです。その骨子は、①リスクを発生させる当事者がリスクを制御する責任を負う、②安全操業の確保は規制遵守によってではなく、自らゴールを設定してそれを達成する、③すべてのリスクは許容範囲内 (ALARP-As Low As Reasonably Practicable) に収まるべく低減されること、の 3 つからなっています。Piper Alpha の事故詳細を調査すると、偶々クルーチェンジで交替したオペレーターが、定期点検中のコンデンセート送出ポンプを運転したことで、送油配管の高所に設置されていた整備途中の安全弁からコンデンセートが吹き出して火災を起こしたこ

とが判明しました。事故を引き起した根本原因が 2 系列あるポンプの 1 系列が定期点検中であるとの情報が交替クルーに伝わってないことでした。確かに、そうしたリスクを法規で管理するのは難しいですね。しかも、Piper Alpha の場合、周囲のプラットフォームから受容れていたコンデンセートの流入は止まらず、加えて火災時の爆風に対する安全距離や隔離壁の強度が天然ガスの爆発を想定して設計されており防御壁としては機能しなかったために、クルーは居住区に追い込まれ、60m 下の海に飛び込んだ 61 名のほかは全員死亡するという大惨事になったんですね。そこで、Safety Case は Formal Safety Assessments と呼ばれる体系的な方法で人員、設備、環境に関するあらゆるリスクを特定することから始まり、リスクの大きさを起こりえる頻度とダメージの乗数である数値 (Quantitative Risk Analysis) として認識し、それを投資合理性と抱き合わせて許容出来るレベル (ALARP)) にまで低減する設備設計や操業体制に反映させるという内容になっています。リスクの数値化にあたっては、大きな設備と操業区域外のパブリックに影響を与える設備を対象として、石油や天然ガスの漏洩、爆発火災による人的被害を想定します。爆風の強さは漏洩箇所の大きさと人員への距離の関数として、設備の 3 次元レイアウトに基づいて計算されますが、その際、個別設備の漏洩頻度と爆発可能性等については、グローバルに認められたデータベースを活用するようになっています。また、ALARP については、個別企業の方針にもよりますが、一般には致命的人身事故の発生確率が 1000 年に 1 回あたりを上限としているようです。Safety Case を所轄する部門は、エンジニアリング、操業、環境、産業衛生、監査、法規、セキュリティ調整等の多岐にわたるユニットからなっており、stage gate system のレビューにおいても、必ず関与する役割を担っています。

世界で通用する現場力というのは、個々の技術要素に優れていることはもちろんのこと、それらを規範として集大成する総合力が評価されるんですね。INPEX のオーストラリア・イクシス・プロジェクトでも、ダーウィンの LNG 液化基地、CPF (沖合生産処理施設)、FPSO (沖合生産・貯油出荷施設)、GEP (ガス輸送パイプライン) については、据え付け、組み立て、操業それぞれのフェーズに対応した Safety Case を規制当局へ提出することが義務づけられ、しかも、それらの内容について、年単位の時間をかけてチェック、吟味されました。一方で、海洋掘削やパイプライン敷設などの役務を提供するコントラクターも独自の Safety Case の策定が義務づけられていますが、当然オーナー側と事前に十分な協議がなされているとの前提に立っており、実質的には INPEX も責任の当事者になっています。例えば、掘削コントラクターの Safety Case については、国際掘削コントラクター協会 (IADC—International Association of Drilling Contractors) による雛形に準じたものに追加して、オーナー側によるコミットメントを明文化するよう要求されました。その背景にはメキシコ湾での Macondo 原油流出事故もありましたが、実はそれ以前にオーストラリアでも西オーストラリア・チモール海のモンタラ (Montara) 油田から原油を流出させる事故があったからです。タイ国営石油 (PTTEP) が買収したオーストラリア地場の小さな石油

会社が、ジャッキアップ・リグで掘削中に起こした事故で、日量で約 2,000 バレルの原油が 2009 年 8 月 21 日から 75 日にわたって流出したんですね。オーストラリアにとって史上最悪のオイルスピル事故でしたが、その時の PTTEP の危機管理体制にはタイ本社トップのコミットメントがなかったことから、オーストラリアの規制当局は権益を取り上げるとまで言いだしたんです。PTTEP は HSEMS を抜本的につくり直し、爾来、経営トップを頂点とした危機管理体制を構築することにして、なんとか権益を維持したという経緯があったんですよ。

世界で通用する現場の技術力というのは、いかに整備された PMS と HSEPMMS とを保有しているかにあると言っても過言ではないと思いますね。両システムには物理的な技術力そのものと、それを展開する周辺環境との共生の指針が、体系化されて詰め込まれています。技術的総合力といえいいのでしょうか、そうしたものが自ずとシステムには表出てきます。そして、そのシステムの運用が産油・産ガス国からの法的な要請であったり、法的にはさておいてもデファクトとして選好されることが現実です。また、グローバル企業とパートナーシップを組む際には、必須の要件にもなってきます。INPEX はイクシス・プロジェクトで、そうした世界の常識からの洗礼を受け、グローバル・パートナーを迎えてのオペレーターとして、プロジェクトの推進と併せて、システムづくりを同時並行でやらざるを得ませんでした。PMS においては IVAS (INPEX Value Assurance System) と名付けた Stage Gate System を施設設計とバイラテラルでつくりましたし、HSEMS においては ISO9001 (品質マネジメントシステム)、OHSAS18001 (労働安全衛生マネジメントシステム)、ISO14001 (環境マネジメントシステム)、OSHMS 並びに OGP (The Association of Oil & Gas Producers) ガイドラインを参照しながら作成しました。両システムの構築は、おそらく本邦企業としては初めての試みで苦勞の連続でしたが、個人的には HSE 部門を担当していた立場で、現在は IOGP (The International Association of Oil & Gas Producers) と呼称している世界の石油上流部門 HSE 担当者の集まり (約 75 社が加盟) に度々参加する機会に恵まれ、ネットワークングをも含め、世界の仲間たちと極めて親密な交流を得ることが出来ました。それはまさに仲間たちで、石油上流に国境はなしと再度確認しましたね。

IOGP ではグローバルな課題について随時タスクフォースを組成し、叡智を結集した検証作業を実施しては提言も纏めています。タスクフォースは極めてオープンな形で運営されていて、そこに世界のプロフェッショナルが集まって議論を交わすのですから、臨場感に溢れていて、言わば生きた学び舎を提供してくれてもいます。例えば、マコンド[®] (Macondo) 原油流出事故の際にもタスクフォースの Global Industry Response Group (GIRG) が結成され、20 以上の会員企業が参加し、100 名以上の海洋掘削専門家が集まりました。自らも事故の当事者になりかねないとの視点に立って、動的多層流シミュレーターでケーシング・パイプ中の原油の動きをリアルタイムで想定しながら、その時に現場でなにがあったのか

を分刻みで検証しています。現場目線にたった非常に密度の濃い事故分析ですが、IOGPで知遇を得た海洋掘削の専門家はなべて、決して他人事ではないとの認識で、Macondo原油流出事故をわがことのように捉えているんですよ。現場を熟知しているからだこそその危機感だと思うんですが、そうした生々しい会話を交わす場も提供してくれるのも、世界の石油上流部門の有り難さですね。INPEXとしてもIOGPを大切にしていかなければと考えています。

INPEXとしての今後の課題は、IVASとHSEMSを物真似ではなく、自らの体験を糧に活きた仕組みとして駆使できるように進化させていくことだと思っています。なるほど、メジャーズのシステムは非常に大がかりで包括的ですが、それを維持管理するのに要するマンパワーだけでも100~200名という規模です。そうしたものを参照しつつも、身丈を勘案しながら、システムの着実な成長を達成させるべきだと考えています。

先般、INPEXはアブダビの下部ザクム油田でアセットリーダー(実質的なオペレーター)に指名されましたが、パートナーにはインド企業のコンソーシアム、CNPC、TOTAL、ENIが顔を揃えており、当社に対する注文が相当に厳しいことを覚悟しています。下部ザクム油田は成熟した油田で設備の更新時期にあたっているために、新規の投資が必要で、それをグローバルな基準に準拠してパートナーを説得しながら仕上げるのは想像以上に難しい仕事です。ADNOC(アブダビ国営石油会社)も見ているし、上部ザクム油田のアセットリーダーにはエクソンが控えています。まさかコンサルタントに頼んで、と言うわけにはいかず、まさに銀座通りのショーウィンドーの中で仕事するようなものです。なまかな気持ちでは臨むべくもありませんし、これまで積み上げてきたことが試される機会でもあるんですが、真にグローバルな会社になるために通らなければならない通過儀礼ですね。

ところで、世界の石油上流事業にとって最悪の環境汚染事故であったメキシコ湾のマコンド原油流出事故後のアメリカですが、事故後にサラザール(Salazar)内務長官からオバマ大統領に宛てられた提言“Increased Safety Measures for Energy Development on the Outer Continental Shelf”にはSafety Caseの法制化が推奨されていたんですが、結果的には不採用となりました。既にメキシコ湾には5,000~6,000基の海洋プラットフォームがあり、そのほとんどが浅海に設置されて規模も小さいことから、それら全部を対象にしてSafety Caseの網をかけるのは、余りにも負担が大き過ぎるばかりでなく、規制当局側であるBSEE(Bureau of Safety and Environmental Enforcement)にとっても大幅な組織強化が避けられないという現実論があったからです。ただし、一方では既存のルールが強化されており、運用面においては、過酷事故対応策が準備されていることの立証、新規掘削安全規則を遵守していることへの第三者認証の取得、凡ての関連法規、規則を遵守するとの誓約書の提出がそれぞれ義務化され、同時に、BSEEとの事前協議やBSEEによる現場査察の実

施がルール化されました。形式的には **prescriptive** な規制を維持しながらも、実質的には **Safety Case** アプローチと大差ないものになっています。そうした中、オペレーター側から聞こえてくる大きな不満が、**BSEE** による海洋掘削リグへの度々の査察です。査察の間は作業を中止せざるをえないことから、それによりコストの上昇が余儀なくされるからです。石油産業を支持母体ともしているトランプ大統領は、規制をマコンド以前に戻そうとしており、今、騒ぎになっていますね。

世界の現場で事業を進めるためには、産油・産ガスホスト国、コンソーシアムを組むパートナー企業、そして地域社会を筆頭とするステークホルダーに対する説明責任を全うしなければなりません。そのための共通語が包括的に整備された **PMS** であり **HSEMS** なのです。翻って、わが国の現状を踏まえると、そうした共通語を持っていませんし、技術力を含めた総合力において劣後していると言わざるをえません。わが国の石油上流企業は、これまで技術力といえばサブサーフェス、つまり、地下の埋蔵量や油層・ガス層内での原油、ガスの流動挙動計算にフォーカスしてきました。地上の設備設計・建設・据え付け等については、エンジニアリング会社や建設会社に任せるとするのが一般的で、凡てを自らの規範のもとに管理するグローバル流ではまったく通じないやり方です。磐城沖ガス田開発時に水深 **154m** の海域でジャケットと呼ばれる海洋構造物の作製を当初韓国の現代重工に発注したものの、現代の現場技術能力がエクソンの標準（含む、安全対策）をクリアできず、結局は契約が破棄され、当時の新日鉄に新たに発注された昔（昭和 **57** 年）を思い出しても、メジャーによる自らの流儀へのこだわりは、日本人の通念を超えています。こうした責任論を背景とした峻厳な文化は日本の社会にはないものだと思いますが、国際コンソーシアムを組成して大型プロジェクトに取り組んだ場合でも事情は同じで、パートナー間での対話は極めて厳しいのが通常です。オペレーターが主催する委員会なんかでも、パートナー各社には必ずリーガル部門の専門家がついてきて、合意文書づくりは侃々諤々というのが当たり前です。輻輳したそれぞれの立場を、詳細を含めてリーガルでガチガチに縛るんですね。**INPEX** でもアメリカ法やイギリス法に精通した専門家を抱えており、そうした機会には参加させています。お互いを慮って中庸をとるような日本流は全く通じず、覚書や契約書に明文化された詳細が凡てなんですね。かつて、帝国石油の時代に契約を結んだアメリカ在住のコンサルタントと揉めたことがありました。その解決のために契約しているヒューストンの **Baker Botts** 法律事務所（ジェームズ・ベイカー元国務大臣の弟が主宰）に相談したところ、日本の顧問弁護士に依頼し作成した同コンサルタントとの原契約を見て、「これは **letter** に過ぎず **agreement** ではありません」と言われたことがありました。リーガルの概念に対する彼我の差は想像以上に大きいのですよ。石油開発に限らず日本企業が世界に出て行ったときの盲点と言えるんでしょうね。それとグローバルとの差として、昨今益々認識しなければならないのが地球環境問題への対応ですね。少なくとも、**IFC Performance Standard**

(国際金融公社基準) や赤道原則³⁸を踏まえていない限り、国際市場での資金調達やマーケティングにも支障をきたします。イクシスの経験からすると、相手はその道の専門家を雇ってぶつかってきますから、それは極めてタフだったと担当者は言っていました。ピークを過ぎた北海では海洋油ガス田の廃山が始まっていますが、海洋構造物の撤去 (decommissioning) 計画の策定にあたっては規制当局のみならず、環境 NPO などとの事前の協議は必須となってきており、IOGP の集まりでもホットイシューとして具体例が幾つも報告されています。グローバルを俯瞰したとき、わが国石油上流企業の実態は、未だ道は遠しと言わざるをえませんね。

石油開発会社の研究所

現在、テキサス A&M 大学の教授である森田信男先生とは東京大学工学部資源開発工学科 (石油コース) の同期卒ですが、先生が産業界でのキャリアをスタートさせたのはオクラホマ州ポンカシティにあるコノコの研究所でした。そもそもグローバルな石油企業の研究所の役割と運営は果たしてどんなものか、かれこれ 40 年程前にそれを尋ねてポンカシティを訪問しました。森田先生の案内で、まず研究所長への挨拶に伺いました。単なる表敬のつもりだったのですが、偶々のことか、目の前で所長と先生による極めて実務的な内容の会話が繰り広げられたのを、少々驚きながら拝聴しました。先生が専門としている岩石力学の石油開発現場への応用に関し、他社研究所との差異についての話だったのです。ちょうど、北海において原油採取にともなう海洋構造物の沈下問題が発生し始めていた頃で、そうした課題に対する岩石力学の応用がホット・イシューになっていたんですね。そして、コノコでは研究所にその対応策が求められていたんです。コノコは他社に較べてやや体制づくりが弱いような雰囲気か二人の口ぶりから伺えましたが、所長からは「我々には君がいるから」という言葉で挨拶は締めくくられました。その後、森田先生はノルウェー・ベルゲンのコノコ事業所に移られ、現場で直接問題解決に当たられていましたが、それからの実践の場での功績が高く評価され、1989 年にアメリカ岩石力学全国委員会 (U.S. National Committee for Rock Mechanics) から応用岩石力学賞を、2013 年にはアメリカ石油技術者協会 (SPE. Society of Petroleum Engineers) からセドリック・ファーガソン・メダル (Cedric Ferguson Medal) というそれぞれ大変権威のある賞をうけています。石油開発の実践分野で岩石力学の応用を飛躍的に高めたことがその理由です。研究所にとどまることなく、どんどん現場に出て行くアメリカ流の研究者像が、そこからは覗えます。

コノコの研究所の体制をみても、その意味では極めて合理的なつくりでしたね。研究者は

³⁸ 赤道原則 Equator Principles : インフラ建設プロジェクトなど大規模プロジェクトへの融資の際に、プロジェクトが自然環境や地域社会に与える影響を評価管理する金融業界の自主的ガイドライン。2003 年に世界銀行グループの国際金融公社 (IFC) などが中心となって作成された。

実績評価をもとにランク分けされており、現場から吸い上げられた課題への貢献度が、即、処遇に反映される仕組みになっていました。その意味で、特許の取得もわかりやすい評価指標となっており、たまたま掘削泥水に添加する特定成分の炭化水素による有効性をもとに特許取得した若い研究者と話すことができましたが、研究の具体的な目標設定がいかにかインセンティブになっているか、認識させられました。万事、実績がものをいうアメリカ流が徹底されているわかりやすさを理解した次第でした。ちなみに、森田先生も水平坑井での出砂障害を防止するための **sand-alone metal woven screen** の特許を取得しています。

現在はアカデミアに籍を置いている教育者であり研究者でもある森田先生ですが、現場と不即不離の姿勢は今も変わっていません。実は、INPEX でもイクシスの開発井の仕上げ方が議論となったときに、先生にお願いしてパースまで行って頂いたことがありました。天然ガスの生産に伴ってガス層の砂が出てくる可能性をどこまで考えるべきかという問題でした。出砂が引き起こす設備等への障害は非常に深刻になりえることで、先生に助言を求めたわけです。パースからの報告によると、ガス層のコア・サンプルを対象に、持参された計器で何かを測定し、パソコンでちょっとした計算をしたあと、一番シンプルな仕上げ方で問題なしと、即、答えが返ってきたそうです。Geomechanics の専門家として、学窓に籠もっていない姿勢は、まさに面目躍如というところです。これによって、それまでの不安が払拭され、先生の推奨通りに仕上げたわけですが、現在まで出砂問題は全く生じていません。

コノコに限らず、グローバルな石油開発会社の研究所は、現場で発生する課題を、ラボに足場を置きながら解決するというのが普通なんですね。かつてのガルフ石油の研究所も、敢えて **Technical Service Center** と称していましたし、エクソンも **Exxon Production Research Company** として、本体からの現場ニーズに対して受託業務で対応する形態をとっていました。つまり、大発明を目指すような研究所ではなく、飽くまでも現場で発生するニーズに対応するということなんですね。そこに存在意義を求められているんです。かつて、磐城沖ガス田の試掘井の掘削に携わった時ですが、エクソンでは浮体式の掘削リグの係留チェーンを交換するタイミングを、波の上下によってうける繰り返し引っ張り応力が 100 万回になったらとしていました。その理由を訊ねてみると、100 万回で係留チェーンの強度が 30%減少するからとのこと、研究所で実験した結果だといっていました。また、コノコのポンカシティの研究所でも、北海で稼働する浮体式海洋構造物の波浪応答を、プールに浮かべた小型模型で調べていたのを見せてもらいました。

一方、わが国では会社本体を含めて規模的に制約があり、研究所に投下できる資金や人材には限界があるのが実状です。研究所では化学分析や岩石コア分析を主体とした業務がほとんどで、人材供給もその分野への補充が主体となっており、現場で発生する様々な課題に対応できる体制にはなっていません。帝国石油の時代、役員として技術研究所を管掌する一

時期がありましたが、その道で過ごしてきた専門家には研究者としての矜持があり、単なる現場支援には抵抗感があるように見受けられました。例えば、こんなことがありました。天然ガス処理のための設備設計に当たっては、ガスの組成分析をもとに状態方程式によって気液平衡を計算するんですが、その大本となる組成分析を研究所に依頼しました。しかし、炭素数が10を超えるような重質成分とその異性体それぞれの組成比を正確に分析するのは難しく、一般にはそれらを一括りの成分として、その熱力学的な特性（分子量、臨界圧力・温度）は、別途、高温・高圧セルで実験したPVT（Pressure-Temperature-Volume）挙動にヒストリーマッチングさせて決めています。ところが、分析の専門家としてそんな杜撰なことは出来ないとの反応が返ってきたんです。アメリカなどでは、一括りにした重質成分の特性まで研究所からの報告には含まれます。そもそも高温・高圧セルでの実験は研究所で行われますし、分析の目的を研究所が理解しているからです。それが世界のやり方だし、実用的には何も問題がないのですがね。現業と研究所とが有機的に繋がらない土壌が育まれた背景を考えると、現業から研究所にどしどし注文が入るほどの事業展開もなかったこともあり、会社全体の組織設計が曖昧だったからなんでしょうね。ただ、会社として研究所という看板があるかないかは、結構大きなことなんですよね。ある意味では会社の格式に関わってきます。INPEXでは現在、TOTALの研究所とも協議しながら、効率的な現場操業を支援するための研究テーマを抽出し、それぞれが担当を分担し合いながら、研究所同士の交流をすすめています。技術研究所のグローバル化も促進したいと考えているところです。

5.3) 終わりに

ハイドロカーボンの世界はこれからどうなるのか、その大きな課題があります。ESG投資なんかも、だんだん石油に厳しい目を向け始めていますからね。石炭はもう完全にアウトとなっています。石油を完全にゼロにするというわけにはいかないということは、ある程度は分かっていると思うんですが、その流れの中でどうなるのか。車のEV化が加速する中で、石油製品の需要が縮小することは避けられないでしょうね。電池なんかもリチウム電池は早晚時代遅れになるという話もあるぐらいで、EV化の勢いは懸河のごとです。

そういう中でせっせと井戸を掘って石油を採取しているだけで大丈夫なのか、両睨みでいかなければならないという方向は避けられないと思いますね。その点について、エクソンやシェルにしても投資家から厳しい目で追及されて、ポジション・ペーパーを出さざるを得なくなっています。彼らも“地球温暖化はない”とは絶対言えなくなっています。「その蓋然性を否定はしません。だけど今日明日必要なエネルギーがないと困ることから、その供給の義務もあり、両方を考えながらやる（アダプテーションって言っていますけどね）」というようなポジション・ペーパーを出しています。

そもそも、そうしたポジション・ペーパーを出すきっかけとなったのは、カーボン・トラ

ッカーというロンドン・ベースの NGO からの圧力でした。この組織は金融の専門家がそろっていて、環境問題を教条的に叫ぶのではなく、それを投資判断の合理性という指標に置き換えて、気候変動への対応を訴えているんです。つまり、投資先としてどうかという目線で、例えば石炭なんていずれ使われなくなるのだから、過半の埋蔵量は売れない座礁資産となるカーボンバブルで、それを含めて企業価値を査定すべきだと主張します。レポートなども非常に緻密で、カーボンバブル企業のランキングも発表しています。石炭の埋蔵量を豊富に持っている日本の商社などは、上位にランキングされていますし、石油では INPEX も下位にいますね。今のところ、石炭には非常に厳しいですが、早晚、彼らの関心の先は石油にも向かって来るんじゃないかと思えますね。

石炭と言えば、オバマ前大統領のレガシーともいえる Clean Power Plan (CPP) を反故 (overhaul) にするとトランプ大統領は言っています。しかし、それを実現するためのハードルはすごく高いようです。ニューヨークやカリフォルニア両州などは CPP の推進に熱心で、大統領や EPA (環境保護庁) を相手に訴訟に持ち込む州が出てくるであろうし、CPP の廃案もしくは代替案の成立には相当時間がかかると言われています。EPA 元長官のジーナ・マッカーシー (Gina McCarthy) は、CPP を告発している州も含めた約 30 州で、既に CPP に定めたガイドラインに沿った再生可能エネルギー政策がとられ始めていると断言していますし、また、CPP 反対は単なるジェスチャー (symbolic gesture) になっているとさえ言っています。そして、その背景にあるのが空気清浄法 (Clean Air Act) による石炭火力への既存の規制と、単価の低いシェールガスの存在です。有害物質を出して喘息などを惹き起こし全米の医療費を 2 兆ドルにも膨らませた張本人とされている石炭火力には、これまでも空気清浄法による厳しい規制がかかっており、リプレースにはコストがものすごくかかるんですよ。それならば、建設コストも操業コストも安価なシェールガスによる発電が合理的となってくるわけです。現実には 2012 年から 2016 年の間に 175 の石炭火力が閉鎖され、その 5 年間に 30% も数を減らしています。2009 年に 45% であった発電シェアも 2016 年には 31% まで落ち込んでおり、その削減分をリプレースしているのが天然ガス発電で、既に石炭火力を凌いでいますよ。エネルギー省元長官のアーネスト・モーニツ (Ernest Moniz) は、“世界が低炭素経済に向かって動きだしていることに疑いの余地はなく、しかも、それは市場主導現象 (market-driven phenomena) であり、ますます加速するだろう (There is no status quo ante.)” と言っています。因みに、CPP 反対の立場から EPA を提訴した 28 州 (支持は 18 州とワシントン DC) のうちノースカロライナ州は提訴団から既に降りています。ノースカロライナ州には時価総額では世界最大の電力会社 Duke Energy があるわけで、なにか象徴的ですよ。米国の石炭産業はトランプ大統領のコアなサポーターですから、トランプ大統領も石炭産業の復興を公約に掲げていますが、米国の電力業界の専門誌 Utility Dive が電力会社の Executive 600 名にインタビューした記事を読むと、今後、石炭火力を増やすという人は全然いないんですよ。どちらかという、減らすっていう人が

多いんです。

開発途上国では現在も石炭火力がつくられていますけれど、これはまた、別の問題を惹き起こしているんですよ。例えばインド。蒸気タービンを回すための水の確保が大変というより、生活水との取り合いになっているんです。エネルギー供給が水に依存し、水の供給がエネルギーに依存するという相関関係は、これからますます深刻になると、IEA では **Energy-Water Nexus** として警告を発しています。途上国では水確保が問題となるのは一般的ですからね。

もちろん、再生可能エネルギーで今まで石油がまかなっている分をリプレースできるかという、エネルギー量的にみてまだできないという見方もありますよね。また社会的・産業的には伸びているように見えるけれど、再生エネルギーはコストがかかりすぎるという面も指摘されています。しかし、現状ではコストもかかっているけれど、ドイツではこれを将来に対する投資だと言っていますね。再エネの導入拡大には電圧や周波数の調整制御のため系統グリッドの強化が必要になるんですが、その際、ドイツの場合では、風力発電から供給したいと申し入れれば、系統接続を拒否できないことが法律で担保されています。そうするとそれを受け入れるための設備増強をするのでコストが電気代に上乗せされます。けれども、これがある程度一巡してしまえば、あとは原料費がタダだからという理屈なんですよ。

ドイツがフランスの原発から電気をいっぱい買っているんじゃないかとよく言われますけど、あれは違うんです。ドイツは年単位でいうと電気は（ネットで）輸出国なんですよ。EU 内に張り巡らされている送電グリッド全体の季節単位での合理的な活用の結果ですね。フランスも今のマクロン政権で（原子力のシェアは）50%まで落とすと言っているし、オランダ前政権の時代から、75%から60%まで落としていて、引き続き落とす方向ですね。実はフランスでも、原発の周辺地域で訴訟が結構起きています。

INPEX では今十年史をつくっています（注：完成済）。発足から10年で社史というのは少々早いとも思うんですが、この10年に深く関わった人間として、それなりには関心があります。本来であれば、Before-After、つまり、国際石油開発と帝国石油が一緒になって、10年やってみたら当初共有した思いがどの程度達成されたか、客観的に検証して60点だとか70点だと採点をするのが、面白く役に立つと思うんですけどね。でも、10年でそうした評価を下すには少々時間が足りない気もするし、結局、統合をすすめた片方の責任者として、この10年をどう振り返るかという短文を寄稿しました。INPEX のこの10年の奮闘をねぎらいつつ、グローバル企業に成長するためにはこれからの正念場だと締めくくりました。ただ、編集子との個別の話し合いの中では、「石油公団が廃止され、中核会社構想が・・・」

というストーリーに統合をはめ込むのはだめだと主張しました。飽くまでも、我々は自律的に統合の道を選んだのだから。ただ、統合を後押ししてくれる環境があったことは間違いなく、それに触れること自体は否定しないものの、政府に言われて経営統合したというのは絶対だめだと念押ししました。密かに両社で統合の準備をしていた昔を思い出しながらです。石油開発そしてエネルギーを取り巻く事業環境が、この10年間で大きく変わってきたなど、つくづく感じています。INPEXが担っている責任は益々重くなっていると感じています。

コラム：米国（テキサス）での石油開発

アメリカはスピンドルトップの発見から、上下流一貫のビジネスモデルを作り上げたんです。見つけたのは1901年でした。スピンドルトップはアメリカの石油産業にとって、本当のランドマークなんです。2001年には発見100周年のお祝いをやったんですが、2万人も集まり、ブッシュ元大統領も参加していました。テキサスの人でもあるしね。いずれにしても、そのくらいアメリカにとっては、エポックメイキングなことでした。

スピンドルトップの発見によって、それまで専門家が石油なんか無いと言っていたガルフコーストに、大規模油田の賦存が明らかになったことから、スピンドルトップと同じ岩塩ドーム型油田の探鉱が始まりました。時あたかも石油需要の主役が灯油から自動車用ガソリンに変わろうとしていて、大量生産が見込めるガルフコーストに人々が殺到しました。何しろスピンドルトップの発見井 Spindletop Gusher は、暴噴を抑えるまでの10日間、8万 B/D を超える大噴油でした。エクソン上流部門の母体となったハンプルやモービル、またガルフ、テキサコなどは、この暴噴をきっかけにして生まれました。中でもニューヨークの不動産王であったメロン財閥は、発見井から資本参加してガルフ石油を設立、パイプラインや製油所、石油積出し棧橋を敷設・建設し、上下一貫石油事業の雛形づくりの先導者になりました。その後、テキサス州内に大きく手を広げながら成長し、西テキサスのパーミアンなんかは、ガルフの金城湯池の地になりました。

昭和50年代の半ばにガルフの人に案内されて、パーミアンを細かく見せてもらったことがあります。まだシェールによって復活する前で、生産量も80万 B/D に落ちていました。けれども、地平線まで続くかと思われる数の採油ポンプが櫛比する様からは、スピンドルトップ以来刻んできたアメリカ石油産業の歴史が思わず脳裏をかすめました。“ローマは一日にして成らず”と。石油開発屋は、こうした歴史にもっと敬意を払わなきゃと思います。

スピンドルトップにしても、あの時代を検証するいろいろなものが残っているから、行ってみることをお奨めしますね。ロータリー式掘削そのものはスピンドルトップ以前のコルシカーナでも使われていましたが、スピンドルトップの場合、深度600フィート弱のクイ

ックサンドとよばれた軟弱層を綱掘りでは突破できず、ロータリー式は必須だった。ただ、スピンドルトップでロータリー式が使われたことが契機となって、それからはロータリー式がスタンダードになったという経緯だね。

石油開発の歴史の中には、偉大な業績が素人の手でなされたという話で溢れています。地球と大地に語りながらやる仕事の宿命であり、また、深遠さゆえにだと思ふけれどね。スピンドルトップの発見をもたらしたのも素人で、パティロ・ヒギンスという男でした。彼はもともと地域の嫌われ者で、バプティスト教会に仕掛けた悪戯がもとの撃ち合いで、副保安官を射殺し、自らは左腕の肘から先の前腕を失う事件まで起こしていた。裁判では副保安官が先に発砲していたことから正当防衛が認められて無罪となったものの、スピンドルトップを擁する町のボーモンにはいられず、ルイジアナとの州境へと移り、木材伐採に携わっていた。しかし、そこで奇跡が起こったんです。たまさか顔を出したバプティスト教会の伝道集会で、彼に神が舞い降りたんですね。前非を悔い改め、神の僕となることを誓い、ボーモンに帰郷した彼は、レンガづくりを生業としながら狂信といえるぐらいの敬虔なキリスト教信者となり、子供たちを相手にした日曜学校活動にも積極的だったんですが、実はこれがあとになって幸運を運んできました。レンガを焼くための燃料に彼は石油を使っていたんだけど、その炎が彼に語りかけた。これからの燃料は石油だと。早速、彼はペンシルベニアに赴き、アメリカ地質調査所の報告書も読みながら、石油が賦存している地形の特徴などを調べたんですね。そうこうしている内に、彼の頭の中に閃いたのが、日曜学校で子供たちをよく連れて行った丘でした。硫黄の臭いもするし、湧水にガス泡が見られるし、あの丘の下に石油が眠っているに違いないと確信したんです。まさに神のお導きですよ。

こうした惨憺な論理 (cold logic) によらない大発見が、石油開発の歴史のなかには数多くあるんですよ。言わば、情熱がもたらした直感ですね。近代石油産業の幕開けとなったペンシルベニア州タイタスビルで掘られたドレーク井以来、始めは石油が地表に滲み出るところに掘る油徴説 (Seepology)、その後、川沿い説 (Creekology)、定方位油脈説 (Ruler Geology)、小丘地形説 (Topographic Mounds) と見かけは洗練された石油探鉱法が唱えられたけれど、まあ勘の域はでていなかった。ただ、半世紀かかった石油地質学の体系化には、こうした勘による探鉱がもたらしたデータの集積がものを言ったんですよ。さらにいえば、スピンドルトップを含めた、勘が発掘した資源量も馬鹿にならなかった。後付けで見ると、勘にもそれなりの合理性があったというべきかな。そして、付け加えたいのは、探鉱理論の体系化を最初に試みたのも無学のジオロジストだったということです。ジョン・フランクリン・カール (John Franklin Call) という人で、ペンシルベニアの油田情報を徹底的に集めて現場を歩きまわり、北米大陸で最初に地質構造図を描いています。彼は掘削機器等にも関心が深く、それらの標準化に努めたことも知られており、そのプロフェッショナルリズムを讃えて、SPE はジョン・フランクリン・カール賞を設けています。石油開発という分野は、アマチュアの情熱と執念が拓いたといっても過言ではなく、PC 画面ばかり見ている今の技

術屋には、その辺りを玩味して欲しいですね。もっと、土の臭いがしなきゃと思うんだけど。

シェールオイルの最大生産地であるパーミアンだって同じですよ。発見井はサンタ・リタ 1 号井といって、石油にはまったく縁がなさそうなカトリック聖女の名前が使われています。サンタ・リタは中世イタリアのカッシアという町に生きた修道女で、教皇レオ 13 世から“叶わぬ夢の守護聖人 (patroness of impossible dream)”として列聖されている。何故こうした名前かと辿っていくと、やっぱりアマチュアによる果敢な愚挙という構図があらわれてきます。昔、「オールド・ルーキー」というディズニー映画があったけど、冒頭、砂塵が舞う荒れ地を一人の男が埃まみれのブーツを踏みしめ、そこを籠から取り出したバラの花びらで祝福する二人の修道女が映され、テキサス訛りのナレーションが流れて、“ここに多くのテキサス・レジェンドに倣い、真下に石油が眠っていると信じ、井戸を掘ろうとする男がいる”と語られる。まるでテキサスの石油への扉を開いたのは素人の情熱と執念の塊だと言わんばかりです。因みに井戸名の由来は、この男フランク・ピクレルが資金集めにニューヨークに行った折、二人の修道女からなけなしの貯金を提供されたが、それを二人から告白された教区の神父が“叶わぬ夢の守護聖人サンタ・リタのご加護を祈りなさい”と応えたことによるとのことらしいです。ピクレルが遺した書簡によると、バラの花びらの祝福は修道女によるものでなく、二人からバラの花びらを託されたピクレルが、掘削機にのぼって撒いたらしい。

サンタ・リタ 1 号井が掘られた土地は、西テキサスの鳥も通わぬ僻地のリーガン郡ビッグレイクという町で、テキサス大学が所有していました。映画そのものは、ここの高校に物理・化学の先生として赴任した教師のジミィ・モリスが生徒たちに励まされ、かつて敗れたメジャーリーガーへの夢に再挑戦し、トライアウトを経てタンパ・ベイに入団を果すというストーリーで、再びビッグレイクにサンタ・リタの恩寵が舞い降りたと締めくくっています。時代はベーブ・ルース、ルー・ゲーリックらが活躍したメジャーリーグ華やかかりしとき、サンタ・リタの再臨も大袈裟ではなかったのかもしれませんが、ただ、掘削クルーが野球という文明をもってきたと、石油への敬意も忘れてはいないけどね。

テキサス大学がこんなところに土地を持っている理由を詮索すると、もともとメキシコ領であったテキサスが独立戦争を経て共和国になり、合衆国に併合されて 28 番目の州となり、その 5 年後の 1850 年にやっと州境が確定したという歴史を繙かなければならず、結構、面倒ですよ。いずれにしても、独立国からの仲間入りだったから、他州とは違って公有地のほとんどが州のもので、州から付与されたということ。ただ、付与した時には州議会も石油の“せ”の字も頭にはなかった。

テキサスの州境を決める原型は、サム・ヒューストン³⁹がメキシコ軍を打ち破ったサンジャシントで、負傷をおしながらも描いたもので、最大の目的はメキシコとの境界線をリオグランデ河にすること、それを捕らえたメキシコ大統領サンタ・アナに呑ませることでした。つまり、メキシコがスペインからの独立戦争で勝ち取ったサビン川以西のメキシコ領のうち、リオグランデ以東をすべてテキサス領としていました。ただ、テキサスが州となるにあたっては主に奴隷制問題を巡って紆余曲折があり、サム・ヒューストンが描いた原案が削りに削られて、現在の姿になった。この州境確定合意を 1850 年協定 (Compromise of 1850) と呼んでいるけど、ただ一つ見落としがあった。州の管轄権が及ぶ海洋の範囲ですね。当時、長さの単位としてリーグ (league) がよく使われていたことから、ヒューストンは何の躊躇いもなくテキサス沖 3 リーグをテキサス海域としていた。1850 年協定でもそれは何ら問題とならずにすんなり通っていた。1 リーグは 3 海里だから、9 海里 (10.53 マイル、16.668km) となるけれど、1938 年にルイジアナ沖 1 マイルの浅海で石油生産が始まると、州の海洋主権に関する話が俄然騒がしくなった。まあ、州の海洋主権については明確に法制化されていなかったし、また、それまで海洋の経済的価値なんて誰も考えていなかったんですよ。そんなことで、州海洋主権の 이슈は 1952 年の大統領選の争点 (Tideland Controversy) にもなった。州の主権を保証すると公約した共和党のアイゼンハワー候補が翌年の選挙では勝ったんだけど、その公約を実現するために議会を通した 2 法 (Submerged Lands Act と Outer Continental Lands Act) がとても中途半端だったんですよ。州主権が及ぶ範囲を 1 リーグ (3.452 マイル、5.556km) とし、それ以遠は連邦に帰属するとしただけでなく、州海域の資源から得られるリース料やロイヤルティはエスクロー勘定⁴⁰に繰り入れるとされていたんですね。自州海域に石油賦存の可能性が高いテキサス州は、これには我慢できなかった。何より、連邦による州併合の時、メキシコとの停戦にあたって結ばれたグアダルルーペ・イダルゴ条約に規定されている 3 リーグが認められていたという法的根拠があり、しかもテキサスにとってその権益から入る収入は無くてはならないものだったんです。メキシコからの独立を勝ち取ったテキサスが、その国造りのための言わば財源は、広大な土地とそれに付帯する権益だったんですね。これは合衆国自体も同じでしたがね。そのため、独立後すぐにその実務を担う General Land Office を行政執行機関としては最初につくっていた。テキサス州にとって、3 リーグか 1 リーグかは死活問題だったんですね。結局、1960 年の連邦最高裁判決によって、テキサス州およびフロリダ州ガルフコーストは 3 リーグ、他州は 1

³⁹ Samuel Houston : 1793-1863。米国の軍人、政治家、テキサス革命における指導者。1823 年バージニア州選出連邦下院議員、当時のジャクソン大統領を支持。1827 年テネシー州知事。1832 年テキサスに移り、テキサス暫定政府の組織化、対墨戦争で活躍。1836、41 年のテキサス共和国大統領選に勝利。米国連邦によるテキサス併合後、1848 年テキサス州選出連邦上院議員、ポーク大統領主導による米墨戦争を支持。1859 年テキサス州知事。

⁴⁰ エスクロー勘定：プロジェクトによって生み出されたキャッシュフローを第三者の銀行等が管理する口座で管理し、予め定められた条件が満たされた時点でその口座から支払いがなされる仕組み。

リーグということで最終決着した。それぞれが連邦に加わる歴史的経緯を斟酌したんだね（フロリダは 1845 年に 27 番目の連邦州となり、1861 年に連邦脱退、1868 年に連邦に再加盟）。ヒューストンがサンジャシントの戦場で描いた海洋境界線の宿題が解けるまで 120 年以上かかったんですよ。ただ、テキサスにとって、これは大きかった。テキサス州はその主権海域から生まれる利益をすべて公教育を支援するための **Permanent School Fund (PSF)** という **sovereign wealth fund** の基金にまわしたんですよ。何しろ、テキサス州沿岸の石油・天然ガス開発から得られるリース料やロイヤルティは莫大です。PSF の最近の会計報告（2019 年 8 月末；2018 年度）をみても、年度収益は 36 億ドル、年度末基本財産は 465 億ドルとなっている。しかも、収益の大宗は財務運用益ですね。メキシコ湾からの石油収入で、既に潤沢すぎるほどのキャッシュフローを蓄えているんですよ。

テキサスが 3 リーグを確保したのは本当に大きかった。これは PSF の懐の暖かさをみれば一目瞭然なんだけど、もとをただせば、それをもたらしたのもテキサス革命だったわけで、テキサス人が高さ 156m のサンジャシント・モニュメントに胸を張るのも分からなくもないですよ。

公有地付与のメニューは多種多様でとても複雑なんだけど、もともとはリンカーン大統領時代に連邦政府が始めた政策で、アパラチア山脈以西の広大な未開拓地の開発、そのための基幹インフラとしての鉄道を建設するために、公有地を与え、それを元手にしながら（輸送インフラが出来れば未開地の価格も上昇）線路長を伸ばさせた。場合によっては、連邦債まで付与して当面の鉄道建設費に充てさせてもいた。鉄道会社が土地持ちである理由はそれなんですね。テキサスでも、テキサス州マーシャルからカリフォルニア州サンディエゴまでの鉄道建設をするにあたって、州の公有地（連邦公有地が州内にほとんどなし）の付与が 1854 年から始まりました。全長 972 マイルは 1881 年に完成しましたが、それが約束の期日を守れなかったんですね。そのため、建設を担ったテキサス・アンド・パシフィック鉄道（T&P）への付与はテキサス州内で 3.5 百万エーカー（273 マイル分）にしかならず、T&P は破産してしまいました。納まらないのは T&P の建設債に投資していた債権者達で、裁判所の判断も仰ぎながら、付与された土地を債権者団が設立した信託会社に移転し、地下鉱物の採掘権については 1954 年にテキサコに売却しました。今、西テキサスのパーミアン堆積盆で、シェブロンが盛んにシェール開発を進めていますが、その対象地域はほとんど鉱山使用料 (royalty) のかからない 2.2 百万エーカーに及ぶ元テキサコの保有鉱区なんです。2001 年にシェブロンとテキサコが統合した際の、思いもよらぬテキサコの持参金ですね。まさか、パーミアンがシェールによってここまで復活するとは、統合時には想像もしてなかった筈です。パーミアンで水平坑井と多段式フラクチャリングによる本格的シェール開発が始まったのは、2008 年のことでしたからね。

シェール開発はフォード政権時代にガス供給が不足したため、それまでも知られていた膨大な量のシェール・ガスを何とか商業的に開発しようと発足させた産官学をあげた研究開発イニシアティブの成果だけけれども、いわゆるシェール革命に火がついたのは、フォートワース (Fort Worth) だった。ミッチェル・エナジーのジョージ・ミッチェルが、自らのガス田の既存井や新掘井 345 坑を使い、16 年という年月をかけた試行錯誤が実を結んだんですよ。

ところで、テキサス独立直後に、行政機関としては第 1 号として 1836 年に立ち上げられた公有地管理総局 (General Land Office : GLO) は、公有地管理のための全般的な業務を司っていたけれど、隠れた重要な仕事があった。それは地図をつくることで、被付与者には地図づくりのための測量を義務づけていました。例えば、鉄道建設の場合は、幅 10 マイルの帯状の土地を線路の両側に設定して、それを 1 マイル四方の正形状に区分けして杭打ちさせていた。そして、鉄道会社に付与する土地は、市松模様状 (checkerboarding) にして全体の半分としていたんですよ。わざと面倒な測量をさせながら公有地を与え、入植者のために移動の利便がよい土地を用意する一石二鳥も狙っていたし、それ以上に、国土を横切る鉄道周辺の測量が、全土の地図作成には欠かせなかったんでしょうね。それらの測量野帳をもとに地図をつくる地味な仕事も GLO は担っていた。そして、当初オースティンの GLO 本部オフィスで、それを担当していた技師が、後年、人気作家となる短編小説の名手オー・ヘンリーだったんですよ。月収 100 ドルという高給取りで、いかに重要な仕事か分かりますよね。彼が GLO に勤務していたのは 3 年間で、テキサスに石油ブームが起きる前のこと、残念ながら彼の小説には石油は出てこないけれど、もし彼が石油を巡る狂騒を見て、ウィットに富んだ筆致で小説を書いていたら、石油屋の必読書になっていたかもしれないね。今でも GLO は活動していて、付与した公有地に係る様々な課題への対応と、新しくアラモ砦の遺構保存にも取り組んでいますね。GLO から賦与された土地での鉱区の移転登録には、今でも GLO の事前承認が必要で、そのための書式も用意されています。テキサス海域の海底面の下も GLO の所管だから、最近では海洋汚染対策も重要な仕事となっているみたいですよ。

テキサスでの土地付与の歴史は、スペイン、メキシコ、テキサス共和国、テキサス州と sovereignty が異なる背景で行われたことから、相当複雑なんですよ。付与した土地と地下権利のカテゴリー分けは複雑怪奇で、とても素人には手に負えません。例えば、1876 年憲法では公立学校支援のためのファンドである PSF への基金づくりのため、42.5 百万エーカーをリザーブしたんですが、1895 年以降にそれらの売却を始めたとき、土地を grazing land、farming land、timber land、mineral land にカテゴリー分けしていたんです。そして、そのうちの約 7 百万エーカーが西テキサスと南テキサスに集中した mineral land になっていて、地下資源の権利は州に帰属するとしていたんです。mineral land の買手からは当然に

不満の声があがり、それが収まるには、テキサス州最高裁の判断を基に、議会が **New Sales Act** を通過させた 1931 年まで待つ必要があったんですよ。州による地下鉱物の権利を認定する一方、土地所有者には州のエージェントとしてリース権を与え、リースから得られるボーナス、ロイヤルティ、その他の報酬を折半するという格好で決着しました。こうした土地は **relinquishment lands**（収束に至る間、議会が土地所有者に鉱物資源の権利を一部譲渡するとして立法した **Relinquishment Act** に由来）と呼ばれていますが、テキサス開発の過程で生じた **public** と **private** の衝突というか痛み分けですね。もちろん、実務上の仲介役は **GLO** が務めています。

それにしても、教育は 100 年の大計という言葉がありますが、テキサスの国造りにおいてはそれが徹底していましたね。1876 年の州憲法には **Public University Fund (PUF)** の設立が明記され、テキサス大学とテキサス **A&M** 大学の設立・運営を支援する **sovereign wealth fund** が立ち上がっています。その基金をひねり出すため、当然のごとく **PUF** に土地が与えられた。西テキサスに約 2.1 百万エーカーという規模だったんだけど、何しろ不毛の地で買い手などおらず、当初は放牧用として貸し出して、年収 40,000 ドルという貧寒とした状態に過ぎなかった。しかし、コルシカーナやスピンドルトップでの石油発見によって、テキサスで石油開発ブームが起ると、1901 年、州議会は **PUF** ランドの鉱物の権利売却を認めて収入増を図ったんだけど、パーミアンはヒューストンやポートアーサーなど、ガルフ沿岸の石油集積、処理、移出センターから遠くて、なかなか石油屋の目が向かなかった。しかも当時のテキサス大学の地質専門家などは、パーミアンなんかには石油がある筈はないと公言もしていて、**PUF** ランドの鉱業権を買おうなんていう人は現れなかったんですね。ところが、テキサス大学理事会土地委員会 (**Land Commission of the UT Board of Regents**) には目利きがいたようで、1916 年に一切の **PUF** ランドと鉱物権の売却を禁止したんですね。そして、1923 年、その土地からサンタ・リタ 1 号井が生まれ、パーミアンに石油ブームが到来したんですよ。やっぱり石油というのは専門家にだけ門戸を開いてはいないんだというお手本です。お陰で、テキサス大学とテキサス **A&M** 大学の両校は、アメリカのみならず世界でも屈指の金持ち大学になった。カルフォルニアのことは詳細には分からないけど、テキサスの成り立ちの歴史に絡んで、鉱物資源開発に付帯して生ずる権原が極めて多様で、テキサスの制度が他州とは違ってくるのは必然だと思いますね。

(本稿終わり)