講 演

石油公団の実施する国際共同研究の現状とねらい*

尾 上 哲**

(Received December 10, 1998; accepted January 13, 1999)

Strategy and status of international research
collaboration carried out by JNOC/TRC

Satoru Onoe

Abstract: One of the functions of Technology Research Center of Japan National Oil Corporation is to promote international R&D Collaborations. A background philosophy and two categories of international collaboration are reviewed: technology introducing and sharing type, and strategic type with oil producing countries. Several projects, ongoing or in the past, of each category are explained briefly.

Technology introducing and sharing type: Joint Research Consortium TRC currently participating, EOR Workshop organized by International Energy Agency, JIP's organized by Drilling Engineering Association.

Strategic type: Collaborative research projects with PERTAMINA of Indonesia, TPAO of Turkey, Jilin Oil Field Administrative Bureau of China, KISR of Kuwait, King Fahd University of Petroleum and Minerals of Saudi Arabia, PDVSA of Venezuela, Abu Dhabi National Oil Company of United Arab Emirates, PEMEX-E & P of Mexico.

Key words: research, collaboration, petroleum technology, strategic application

1. はじめに

現代は変化の急な時代、変化が常態となった時代、と言われる。インターネットにより情報は瞬時に世界中を駆け巡る。石油ビジネスの形態も大きく変わろうとしている。石油は相変わらず地下で開発されるのを待っており、これを地上に取り出すという行為は変わらないが、これをめぐってどうビジネスを作っていくかは変わろうとしている。

変化に柔軟に対応していくことを可能にするのは技術である。10年前はとても開発は無理と思われていたもの

が、水平坑井を用いることにより経済的に採取できるようになった。埋蔵量の不確実性が高く投資に踏み切れないと考えられていた油田が、三次元地震探査でその輪郭が明らかとなり、簡便な採取装置で柔軟に経済開発されている。水平坑井も浮遊式生産システムも10年前から知識としては十分にあったものである。

低油価が定着した今日、マージナルでない油ガス田はもう出てこないと思われる。柔軟な判断を可能にするのは、積極的なものの考え方と技術力に裏づけられた総合力である。技術は持っているだけでは価値を生まず、応用されて初めて価値を生み出す。石油ビジネスのどの部分でどのような価値を生み出していくのか、石油会社は必死で知恵を絞ることになった。

石油公団石油開発技術センターの研究評価システムで委員を務めていただいている森谷正規氏(放送大学教授、現代技術論専攻)は、技術には「個の技術」と「場の技術」があると言われる¹⁾。例えば、自動車は素晴らしい機械だが、それが交通渋滞、交通事故、排気ガスに

*平成10年10月27日、平成10年度石油技術協会秋季講演会で「石油公団の実施する産油国等との国際共同研究の現状とねらい」として講演 This lecture was delivered at the 1998 JAPT Autumn Meeting held in Tokyo, Japan, October 27, 1998.

**石油公団石油開発技術センター Technology Research Center of Japan National Oil Corporation

よる大気汚染などの車社会の問題を引き起こしている。具体的な地域、文化の中で車社会を実現するには信号制御、情報システム、安全システムなどの技術が必要である。自動車という「個」の機械を受け入れる「場」を整えるための技術である。「個の技術」に比べて「場の技術」は大変遅れている。

石油鉱業において技術を適用する「場」は地下深い油ガス層で、不均質な自然の堆積物である。技術の適用により「場」の理解は深まっても、大きな不確実性は残る。場の不確実性を適切に認識し、果敢に決断し柔軟に対応していく、その材料を与えるのが「場の技術」と言える。変化の急な現在において、世界の石油会社は「個の」技術と知識は他社と共有してもよい、勝負はそれを油田操業などに機敏に適用して実際の価値を生み出す「場の技術」にあるとの認識であるようだ。

当技術センターにおいても、汎用性は保ちつつも、操業問題解決型の、できるだけ「場の技術」に近い技術課題に取り組むように努めている。このためには、実際に問題を抱えている技術者、操業現場に近い人々との共同作業が必要となってくる。ここに石油会社や産油国政府機関との国際共同研究を進める意味がある。

本稿では、国際共同研究にかかわる石油開発技術センターの役割について述べ、その実施する国際共同研究の例を紹介する。

2. 石油開発技術センターの役割

石油公団石油開発技術センターの役割は以下の4項目に整理される。

- (1) 研究開発：石油ガスの探鉱開発関連技術の研究開発を実施する。
- (2) 技術支援：石油開発技術センターの研究開発成果などを活用して石油開発事業の技術課題解決を支援する。
- (3) 教育訓練：セミナーほかを通じて日本の石油開発技術者を教育する。また産油国政府機関の技術者を招聘・教育し産油国との関係強化を図る。
- (4) 国際研究協力：海外の石油会社および研究機関との共同研究によって効率的に研究を進める。

これら4つのファンクションを別々に追求するのは効率的ではないし、現実的に無理である。当技術センターの現状の研究テーマは表1のとおりであるが、各研究テーマの実施過程では外部のかたがたと協力しつつ新規技術を用いて具体的な問題の解決を図ることにより、技術支援および技術移転・教育訓練の目的も同時に達するよう努力している。また各研究テーマの中間目標および最終到達目標を実践的に達していくためには、どうして

も国内外の会社および研究機関との共同研究が必要になってくる。

変化の急な現在において、もはや新規技術開発を1機関のみで行うのはまれで、国際的な共同作業によって効率的に技術開発するのが流れとなっている。「個の技術」は共有してもよい、「場の技術」で勝負、との認識である。

国際共同研究コンソーシアムが花盛りの現状であるが、当センターでも51件（1998年5月現在、表2参照）の研究コンソーシアムに参加して、現行研究テーマ関連の最新情報を収集している。

3. 国際共同研究の位置づけ

石油公団の実施する国際共同研究は目的別に2つに分けられている。すなわち、欧米などの先端技術情報を当技術センターの研究開発に取り入れる「技術取得型国際共同研究」と、産油国などとの良好な協力関係構築を目指す「戦略的国際共同研究」とである。「技術取得型国際共同研究」は、大学などが主催する共同研究コンソーシアムへの参加、あるいは、個別の石油会社などの保有する先端技術を現行研究開発に取り入れるために提携する共同研究である。また、「戦略的国際共同研究」には、産油国の実フィールドを利用しその資産価値増大につながりうる研究協力、および実油田操業には直接つながらないが、油田などの利権取得、あるいは継続的利権保有等を念頭においた産油国政府機関などとの研究協力がある。

1996年度より当技術センターに研究企画室を設け、「戦略的国際共同研究」の効率的推進に当たらせている。すなわち、関係する事業会社および公団内関係各部との調整により、具体的な対象国および推進方針を策定し、共同研究実現交渉から、プロジェクトの実施・管理、技術者交流はかに至るまでの多岐にわたる業務を、各研究室と協力・調整しつつ遂行している。また研究企画室は、「技術取得型国際共同研究」においては、国際研究動向なども考慮しつつ、各研究室の実施する具体的な共同研究推進を補佐・調整する。また、各研究室が参加している研究コンソーシアムを調整・管理し、最大限の効果を享受すべく計画する役割も負っている。

中長期的には、当技術センターの研究開発成果を、我が国石油開発会社が関係する海外のフィールドにおいて実証し成果を上げることにより、産油国との関係強化を図ることが最も重要な研究成果の普及・活用の道であると考えている。

表 1-1 石油開発技術センター研究テーマ

研究テーマ（担当研究室）	目 的	H9 年度までの実施内容	H10 年度の実施内容	全体スケジュール									
				H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14
物理地層に関する研究 （地質・地化学研究室） （経常研究）	物理地層技術の動向を把握し、高精度の地層評価に資する地層技術並びに解析手法等につきその適用性を検討する。	統計的手法を用いた物理地層解析手法について理論調査を行い、プログラム/基本システムを開発した。国内外6地域を対象としたケーススタディを通してプログラムの機能強化を図った。	地層に関する情報を収集し、その探鉱への実用性を検討する。また、統計学的解析手法を用いた物理地層解析プログラムに関するケーススタディを継続し、その有効性を確認する。										
基盤運動からみた油田構造の形成に関する研究 （地質・地化学研究室） （経常研究）	堆積盆の生成発展過程の特徴をテクトニクスの観点から明らかにし、その特徴と石油地層形成要因との関連性を検討することで、石油地層における新たな手がかりをつかむ。	我が国周辺の堆積盆のテクトニクスを堆積盆の生成発展に主眼をおいて追究した『堆積盆の生成発展過程の研究』（平成6年度終了）の継を受け、発展段階に主眼を移して研究を継続した。	既存資料の整理、地層探鉱断面の再解釈、現地調査、岩石試料の分析を通して、油田の構造形成と基盤の上昇運動の関連について検討する。										
石油地層形成における堆積作用・成成作用に関する研究 （地質・地化学研究室） （経常研究）	堆積盆における堆積作用、成成作用について明らかにし、それと石油地層形成要因との関連性を検討することにより、石油地層における新たな手がかりをつかむ。また、それに関連した最先端の研究情報・データを体系的に入手しつつ、その概念・手法の探鉱への応用方法・利用方法について検討する。	貯留岩形成、根拠岩形成、泥岩形成、油・ガスの移動・集積それぞれにおける堆積・成成作用の影響について、データ収集、既存資料・モデルに関する調査他を実施した。	貯留岩形成、根拠岩形成、泥岩形成、移動・集積それぞれにおける堆積・成成作用の影響に関する研究を継続すると同時に、コンソーシアムに参加して、海外における最新の研究動向について調査する。										
三次元堆積盆地解析システム技術 （地質・地化学研究室） （大型研究）	堆積盆地における石油システム（根源岩中で生成された石油が排出され、移動の後、トラップに集積するための評価技術を開発し、それをコンピュータ上で三次元的に再構築するためのベースモデルを開発する。	根源岩堆積モデルのプロトタイプ構築のため、北海道・東アジアの根源岩の調査を実施するとともに、根源岩の分布を規制する気象（海）案に関するシミュレーションモデルの開発に着手した。新出モデル構築のため、根源岩の吸着特性を明らかにする実験を実施し、基盤データを取得した。堆積盆地進化モデルに関する調査を行い、三次元ベースモデルの詳細設計を行うとともに、変形・流体移動モデルの開発に着手した。	根源岩堆積モデルのプロトタイプの有効性・妥当性を検討する。地化学評価マニュアルの普及を図る。根源岩の炭化水素吸着特性を明らかにし、排出モデルを構築する。三次元ベースモデルの入出力システムを開発するとともに、変形・流体移動モデルのプロトタイプとの統合を図る。										
トラップの形成・シール能力評価技術 （地質・地化学研究室） （大型研究）	石油ガスを集積する地質構造の高精度の把握、保持するシール能力の定量的予測を行う技術を開発する。	地下構造の発達を模擬するアナログモデルの動向調査、シール岩物性及び断層幾何学パラメータの収集、岩石実験装置の概念設計準備、野外での断層予測調査、貯留層地化学技術の検証、断層シールモデルの検証、ワークステーション整備を実施した。	アナログモデルのデータベース化、シール岩物性のデータベース化、シール評価モデルの設計、岩石実験装置の製作、断層の野外調査、貯留層地化学及び断層シールモデルの実フィールドへの適用を実施する。										

表 1-2

研究テーマ（担当研究室）	目 的	H9 年度までの実施内容	H10 年度の実施内容	全体スケジュール									
				H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14
岩石物性評価技術に関する研究 （物理探査研究室） （経常研究）	地層探査データによる貯留岩の性状把握に必要な岩石の地層物性（孔隙率等）と貯留岩パラメータ（孔隙率等）との関係を実験的アプローチにより導出する。	基礎試験及び給油テストフィールド実験第1、2、3号井のコアを取得し、弾性波速度と孔隙率等の岩石物性の推定法に関する研究を実施した。また、中東エル・ブンドク油田およびサウジアラビア油田の炭酸塩岩コアを用いて、EORモニタリングの可能性を検討するための弾性波速度測定を含むケーススタディを実施した。	H10年度は、中東等の油田地域での炭酸塩岩および砂岩貯留層のコア試料の岩石物性の測定および解析を優先的に実施する。なお、本実験終了後に、基礎試験「高倉」および「小吉川」のコア試料の測定も計画する。										
難地域物理探査技術 （物理探査研究室） （大型研究）	従来の探査技術では、地下構造の把握が困難な難地域（山地、異常岩層、断層帯等）に対し、有効な物理探査技術を開発する。	地層探査技術では中心課題である三次元地震探査技術の開発を継続、電磁探査でも三次元技術の開発に着手した。また、異なるデータを効率よく統合・解析するための会話型総合解析システムに関しては、ケーススタディを継続した。	地層探査技術では、難地域三次元地震探査における問題点解決のための技術開発を継続するほか、電磁探査技術でも三次元探査技術の開発を継続する。また、総合解析技術では、取得済みデータの解析、ケーススタディを実施し、まとめを行う。										
3次元物理探査による貯留層構造・特性把握技術 （物理探査研究室） （大型研究）	最新の3次元物理探査技術を用いて、貯留層の複雑な内部構造や、不均質な貯留層特性の分布を、より詳細かつ3次元的に把握するための技術開発を行い、探鉱・開発の効率化、コストの削減を図る。	（平成10年度新規テーマ）	未だ3次元地震探査データが取得されていない実油田で得られている地質モデルを用いて、弾性波モデリングを実施し、モデリング手法の検討を行うとともに、既存データの再処理等を通して、詳細な貯留層構造・特性を把握する上で最適な3次元地震探査収録・処理手法の設計を行う。また、3次元比抵抗構造を導出するためのデータ収録・処理手法について検討する。										
流体挙動把握のための物理探査技術 （物理探査研究室） （大型研究）	貯留層内に侵入した水を代表とする流体の挙動を物理探査手法によりモニタリング可能か否かを定量的に評価する技術を開発する。更に、モニタリング可能な場合に、貯留層内流体の挙動を実際にモニタリングするための現場調査を開発する。	（平成10年度新規テーマ）	共同研究先が保有するカフジ油田の油層を対象とした物理探査、コア採取を行い、同油田コアサンプルを用いて、地下の油層条件下における弾性波速度測定、および各種コア解析を実施する。その結果に基づき、油層への水侵入による貯留層内流体の置換が油層の弾性波速度に及ぼす影響を定量的に評価する。また、統井、地震探査等の各種データを用いて地質モデルの作成を実施する。										

表 1-3

研究テーマ(担当研究室)	目 的	H9年度までの実施内容	H10年度の実施内容	全体スケジュール													
				H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14				
高精度イメージング技術 フェーズ2 (物理探査研究室) (特別研究)	複雑な地質構造地域での石油の探 新開発におけるリスクを低減し、 油・ガス田発見率の向上を図るた め、このような地域においても地質 構造を正確にイメージング(画像化) できるような地震探査技術を開 発する。	データ取得関連技術として、合成地震探査 データを提供するための3次元シミュ レーションの開発を行った。また、物理 モデル実験によるデータ取得法の検討を 実施した。 さらに、並列計算機上で高速に振動する2 次元重合成前深度マイグレーションプロ グラムの開発、並びにワークステーション上 で動作する2次元元基型速度評価システムの 開発を行い、海上2次元地震探査データに 対する処理・解析技術の研究開発を進めた。 上記の開発技術について、合成データおよ び海上地震探査フィールドデータを用いた ケーススタディを実施し、成果の評価を行 った。	3次元および陸上2次元地震探査データにお けるイメージング技術の開発に重点をおき、 F22の研究開発を行う。 3次元シミュレーションソフトによるシミュ レーションスタディを行う。また、3次元モデ ルを用いた物理モデル実験を行い、データの取 得法に関する種々の検討を行う。 さらに、3次元深度マイグレーションソフトの 開発を進める他、3次元速度解析法の情報収 集・仕様検討・関連ツールの導入を行う。 また、地震探査フィールドデータおよび合成 データを用いて、上記技術に関するケースス タディを実施する。	<div><div><フェーズ1:データ取得技術><フェーズ2:データ取得技術></div><div><フェーズ1:データ処理技術><フェーズ2:データ処理技術></div><div><フェーズ1:データ解析技術><フェーズ2:速度解析技術></div><div><フェーズ1:総合解析技術><フェーズ2:総合解析技術></div></div>													
バイオ/ケミカルプロセス の研究 (油層研究室) (経常研究)	バイオ系については、石油の様々な 分野で利用可能な有用微生物の探 索及び特性の評価を図る。 また、ケミカル系については、炭 水化合物処理等の実用化に適用可能 なケミカルスの基礎的情報を蓄積す る。	経常研究「微生物EOR技術の研究」とし て、有用菌の選択、培養、油回収実験等 を行ったほか、1、2、3次回収技術の一環 としてケミカル(ASP)回収の実験研究 を実施した。また、IOR・EOR用薬剤 に関する調査を実施し、ケミカルスのフ ィールド適用事例のデータベースを構築 した。	バイオ系の研究では、有用菌の探索・培養・性 状実験を継続し、コア増実験により有用微 生物のMEO能力評価を実施する。 また、ケミカルスの研究では、炭水化合物 に適用可能なポリマーゲルの基礎物性につ いて試験・評価する。	<div><div><バイオプロセス(微生物EOR)技術研究>(S62~H3)</div><div><バイオ/ケミカルプロセスの研究></div></div>													
油層シミュレーション技 術の研究 (油層研究室) (経常研究)	油層シミュレーション諸技術に関 する技術情報入手、及び各種シミュ レーションモデルの開発、機能強化 を実施し、油層マネジメントに貢 与する。	カナダCMG、スタンフォード大学他 の研究プロジェクトに参加し、最新情報を得 ると同時に、「高精度油層評価技術(高 精度地層構造解析技術、高精度地層 構造解析生産性向上技術)」等の研究開発 にも活用した。	引き続き各研究プロジェクトに参加し、情報収 集を行う。更に既開シミュレーションを用 いてケーススタディを実施、その機能強化を図 る。	<div><div><油層シミュレーション技術の研究>(S60~)</div></div>													
コア・流体分析技術の研究 (油層研究室) (経常研究)	油層評価上の基礎データとなる油 層岩性、油層流体特性を正確に測 定することにより油層特性の精 度向上を図ると共に、EOR回収法、 炭水化合物回収法の最適設計、油層マ ネジメントに資する。	コア分析及び流体分析技術に関する調査、 研究を行うと共に、関連技術の国際会議へ の参加/発表、研究者との意見交換を通 じて最新技術のフォローアップを図った。	H9年度の研究を継続すると共に、不均質コア のキャラクタリゼーション、X線マイクロト モグラフィによる孔脈構造調査の可能性調査等 を実施する。	<div><div><コア・流体分析技術の研究開発></div></div>													
ガス収法 (油層研究室) (経常研究)	最も適用可能性の高い増進回収 プロセスとして期待される「ガス収 法」を、実油田に適用可能な とするための技術開発を行う。	炭化水素ガスをミシブル回収法に関わる基礎実 験装置及びその手法の検討を実施した。ガス収法に 関する調査を行った。	ガスミシブル回収法研究として相率動研究を 継続するほか、フィールド適用性評価の一環とし て、ガス収法プラントに関する調査を実施す る。	<div><div><ガス収法></div></div>													
IOR増進回収改善技術 (油層研究室) (経常研究)	水収法やEORの中で最も適用可 能性の高いガス収法、水基回収法 のようなプロセスに対し、油層の不 均質性を考慮しつつ、これら有効に 実油田に適用するための増進回収 技術の研究を行う。	炭化水素ガスをミシブル回収法に関わる基礎実 験装置及びその手法の検討を実施した。ガス収法に 関する調査を行った。 ケミカル、水平井を用いた増進回収 に関する文献調査を行ったほか、 水平井を促進する互層を対象とし た水収法に適用した場合のポテン シャルについて、数値シミュレー ションにより評価し、米国の陸 上油田にて実証試験を開始した。	水平井のIOR圧入井と適用による改善効果 を把握するための、実証試験の継続と評価を行 う。その他のプロファイル改善技術等の最新 技術動向調査を実施する。	<div><div><IOR増進回収改善技術></div></div>													

表 1-4

研究テーマ(担当研究室)	目 的	H9年度までの実施内容	H10年度の実施内容	全体スケジュール													
				H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14				
炭酸塩岩油層モデル構築技術 (油層研究室) (大型研究)	炭酸塩岩特有の不均質な油層特性に起因する水収法やガスミシブル回収などの増進回収の弱点を克服するため、地質・物性・油層の各分野で進展しつつある技術を統合的に活用した貯留層モデルを構築し、信頼性の高い評価技術を確立する。	1. インドネシア、ワリオ油田・アルンガス田を対象とし、地層シミュレーションのケーススタディを実施した。 2. 中東ブンドク油田の地質・油層モデルを構築した。 3. 中東ザクム油田における地震探査法によるガス圧入モニタリング可能性評価スタディを実施した。 4. サウジアラビア キングファハド大学と岩石特性に関する共同研究に着手した。 5. 米国ユノカル社とのタイムラプス法炭酸ガス圧入モデリング共同研究に着手した。 6. ガス圧入に関する室内実験装置の整備をすすめ、ブンドク油田、ザクム油田原油を用いた実験を行った。 7. 地質統計学ソフトウェアの整備を進めた。	1. ワリオ油田・アルンガス田スタディを完了させ、マレーシア サラワク中石油を対象とし、地層シミュレーションのケーススタディに着手する。 2. ブンドク油田に対するガス圧入シミュレーションスタディを実施する。 3. ザクム油田に対する実際のデータ取得及びモデル構築を進める。 4. キングファハド大学との共同研究を進める。 5. ユノカル社との共同研究を進める。 6. ガス圧入コアフラッドテスト装置を整備し、実験に着手する。 7. 異種間データ統合手法を中心として地質統計学手法の開発・強化を進める。	<div><炭酸塩岩実油田評価研究></div> <div><炭酸塩岩実油田EORプロセス評価研究></div>													
EOR実用化技術 (油層研究室) (大型研究)	実油田の操業は、フィールドの不均質性、操業上の制約等の不確定要素に左右されやすく、経常研究等で重心に研究されてきた増進回収プロセスを、そのまま適用することはできない。このため、開発済みの増進回収プロセスを、特定の油田を対象に設計し、小規模なフィールドテストを実施して、操業上のノウハウを含むEORの応用、総合的な技術の開発を行う。	1. 平成8年度に中国吉林油田石油集団有限責任会社と微生物フィールドテストに関する実施協定書を締結した。これに基づき平成9年度までに現地に微生物培養用の地上施設を建設し、これを稼働状態にした。第1回目ハフとバフテストの結果、油の増進がみられた。また、圧入した微生物を再生産開始後に確認するとともに、微生物の代謝活動があったことを示す有機酸等を生産水中から検出した。 2. クウェート科学技術研究所KISRとの間で共同研究プロジェクト協定書、実施協定書を締結した。研究プログラムの策定と実施。研究対象油層基本スクリーニング実施。EOR用炭酸ガス部の現地調査実施。	1. 微生物増殖フィールドテスト (1) 事前生産：ベースライン測定(生産流体の物理的、化学的、生物学的物性測定) (2) フィールドテスト：第2回ハフとバフ圧入/生産テスト(9年度継続し対応) (3) テスト結果の評価 (4) MEORシミュレーションモデルの開発 2. KISRとの増進回収技術開発 (1) 実験装置・コンピュータのKISRへの導入 (2) トレーニングによるKISRへの技術移転(実験、シミュレーション) (3) 岩石・流体試料の取得と分析 (4) 相挙動スタディ (5) 油層シミュレーション準備	<div><微生物EORフィールドテスト></div> <div><クウェイトKISR共同研究></div>													
二・三次回収技術 (油層研究室) (特別研究)	炭酸ガス収法について、実油田での圧入実験を実施し、本収法の実用化を図ると共に、要素技術の関連研究も進めて行い、既存油田の原油回収率向上に資する。	鶴城油田フィールドテストでは、実証試験により炭酸ガス圧入による増進効果を確認した。中川油田フィールドテストでは実験片の掘削、地上施設の建設を終了し、実証試験を開始した。関連研究では、低濃度ケミカル収法の基礎研究等を実施し、また、炭酸ガス収法要素技術の研究として、炭酸ガスミシブル回収における不純成分の影響に関する研究を開始した。	中川油田フィールドテストにおいては、98年度開始した実証試験を継続する。また、炭酸ガス収法要素技術の研究として、炭酸ガスミシブル回収における不純成分の影響に関する研究を継続する。	<div>フェーズ1、II (S57~H4)</div> <div><炭酸ガス収法フィールドテスト></div> <div><要素研究></div> <div><低濃度ケミカル収法の研究(炭酸ガス収法実用化技術の研究)></div>													

表 1-5

研究テーマ(担当研究室)	目 的	H9年度までの実施内容	H10年度の実施内容	全体スケジュール											
				H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16
水溶性天然ガス採取技術 (油層研究室) (特別研究)	本邦の天然ガス生産量の1/4を供給する水溶性天然ガスの生産率動及び圧入還元水の層内流動挙動を解明し、鉱床破壊を起こさず、かつ地盤沈下を抑制する適正地下還元圧入技術を開発する。	岩石の測定・調査は、主に泥岩について実施した。C/Tスキャナーを用いて泥岩中のガスの流れを観察した。K ₀ 圧密実験は、装置の改良・予備試験を終了し、本実験に移行した。また、地質構造図の作製、フィールドデータのまとめ、共にほぼ終了した。シミュレーターのプログラムもほぼ終了し、バグ取りを残すのみである。	今までの課題のコアリングでは、未固結砂岩は流されて採取できなかった。今年度は、砂を対象とした浅部でのコアリングを実施し、砂の物性値の測定を実施する。流体特性についても、炭酸ガス濃度、塩分濃度をパラメータにしたメタンの溶解度測定を実施する。二相流動挙動調査及びK ₀ 圧密試験は継続して実施する。シミュレーションスタディは、プログラムの改良、センシティビティスタディの後、小規模なフィールドモデルのスタディを行う。												
大深度火山岩貯留層生産 性向上技術 (油層研究室) (特別研究)	本邦の大深度火山岩貯留層の経済的な開発を可能にするために、適切な回収率向上の手法を開発する。	地層応力状態の研究、天然フラクチャー発達調査、層内層間流動の研究を実施するほか、水圧破砕技術の評価・設計及び大規模井・マルチブランチ井掘削の可能性評価と生産性予測を行う。	平成9年度から引き続き、天然電解系を含む火山岩貯留層の評価技術の開発と、生産性向上手法の確立の2方向から実施する。またこれらを総合して、研究対象ガス田である南長岡ガス田に対する生産性向上の方策を策定し、フェーズⅡのフィールドテスト実施の可否の評価を行う。以上の結果、フィールドテストの実施が決定された場合には、その準備作業を行う。												
掘削作業効率向上に関する 基礎研究 (掘削技術研究室) (経常研究)	掘削作業の効率化による掘削コストの低減を図るために、基礎的な技術(掘進率、掘削トラブル、掘削データベース、掘削挙動予測、泥水)の研究開発を実施する。	クルサ大学との共同研究を継続するとともに、掘進率評価データベースを利用した掘削サポートシステムの概念設計を行う。またTRJ Eについて国内石油技術者の普及を図るほか、掘削挙動予測に関するモデリング手法の調査及び地層障害防止を目的とした泥水システムの調査を実施する。	クルサ大学との共同研究を継続するほか、掘進率評価データベースを利用した掘削サポートシステムの概念・詳細設計を行う。また地層障害防止を目的とした泥水システムの調査を継続するほか、廃泥水処理技術について実証試験を行う。												
水平坑井開発技術 (掘削技術研究室) (大型研究)	垂直坑井に比べ坑井産油能力が大きく、可採鉱量の増加及び開発投資額の低減をもたらす水平坑井について、掘削、検層、生産、油層評価の多岐にわたる分野における先進技術を開発し、水平坑井適用技術の向上を図る。	RCDOSについては、8-1/2インチ坑用プロトタイプ機の改良を実施するとともに、商品化促進のため、海外石油サービス会社との共同開発に着手した。また、バリス中性子センサーについては、ワイヤレスシステムのプロトタイプ機の検証試験を実施し、コンセプト確認を行った上でLWDタイプのプロトタイプ機の設計に移行した。さらに、仕上げ技術に関しては、デザインガイドブックの策定を行った。また、水平坑井向けの生産最適化プログラムについては、S I M S C I社と実施許諾契約を締結した。	RCDOSについては、海外石油サービス企業との共同開発を引き続き実施しながら評価改良を進め商品化を目指す。バリス中性子センサーについては、LWDタイプのプロトタイプ機の製作、機能テストを経てフィールドテストを実施する。												

表 1-6

研究テーマ(担当研究室)	目 的	H9年度までの実施内容	H10年度の実施内容	全体スケジュール											
				H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16
スリムホール掘削技術 (掘削技術研究室) (大型研究)	掘削コストの大幅な削減、環境に与える影響の低減をもたらすスリムホール掘削技術について、ビット、ドリルストリング、コイルドチュービング、ウォールコントロール及び泥水等の分野において研究開発を推進し、同技術の確立を図る。	フェーズ2 (H9~H11)として、コイルドチュービングを使ったスリムホール掘削技術に着目し、フェーズ1で得られた成果を活用し、総合システムとして本邦石油会社等に技術普及を図るべく、欧米石油企業等との共同研究を主体に研究開発に着手した。(高強度高寿命C/T素材の開発、C/T坑底機器開発、C/T掘削リグ開発、アンダーバランス掘削研究、マニュアル作成等)	フェーズ2 (H9~H11)として、コイルドチュービングを使ったスリムホール掘削技術の実用化を目指した研究開発を欧米石油企業等との共同研究を主体に継続し、総合システムとして本邦石油会社等に技術普及を図るべく、柏崎テストフィールドにて、開発した機器の技術等の実証試験を実施する。(C/T素材技術の開発、スリムホールビット、アンダーバランス掘削研究、マニュアル作成等)												
メタンハイドレート開発 技術 (掘削技術研究室) (特別研究)	M/Hを対象とした平成11年度の基礎試験に向け、それまでにM/Hに関する理論、掘削、生産技術等の要素研究を実施し、商業級のポテンシャル及び開発可能性を検討する。	〈基礎物性〉M/H生成装置による各種実験を継続し、熱伝導率等を測定した。 〈地質・地化学探査技術〉M/H賦存地質モデルを構築、検層パラメータの実証非での測定、ガス自動採取装置の仕様を検討した。 〈物理探査技術〉低周波及び受信ケーブルに係る現場実験とデータの解析を行うとともに、同実験を通して得られたデータの解析に着手した。 〈掘削技術〉各種シミュレーターの詳細設計、コアンプラナーの基本・詳細設計及び製作に着手した。 〈生産技術〉相平衡計算モデルを組み込んだ基礎流動モデルの作成及び検証のための装置の試作等を実施した。	〈基礎物性〉M/H生成実験装置による各種実験を継続し、天然M/Hの電気抵抗率等を測定する。 〈地質・地化学探査技術〉M/H賦存地質モデルを構築するとともに検層データの解釈、新型デガッサー、ガス新型サンプリング装置を製作する。 〈物理探査技術〉疑似複合媒質を用いた実験とデータ対比の検討、現場実験仕様の評価作業の継続、ガス賦存量推定のための関連データ解析技術を開発する。 〈掘削技術〉坑内温度圧力、キックコントロールのシミュレーションプログラムの検証、泥水、セメントリングおよびコアンプラナーは実証非での結果を評価し、改良する。 〈生産技術〉M/H分解モデルの三次元への拡張と検証、坑井テスト解析モデル作成を行う。引き続きコアンプラナーの強度試験を行い堆積中での強度特性の推定に資する。 〈開発可能性調査〉9年度調査の概念に基づき実現可能性の高い手法に関し調査・整理する。												

表 1-7

研究テーマ(担当研究室)	目 的	H9年度までの実施内容	H10年度の実施内容	全体スケジュール									
				H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14
異常高圧層検知センサー開発技術 (掘削技術研究室) (特別研究)	掘削中に遭遇する大きなリスクの一つとして認識されている異常高圧層への対策として、掘削前方の異常高圧層を事前に検知するセンサーの開発を行い、基壇の未然防止ばかりでなく、泥水比重の適切な維持による掘進率向上等掘削作業の最適化を図る。	1. 坑底機器の開発 (1) 音響発振子の仕様決定 ビット直上で弾性波を発生させる音響発振子について、音響伝導距離と解像度の関係、岩石サンプル等を用いた官位実験により把握し、周波数帯域等の仕様を決定した。 (2) 簡易サブの製作及び実験 発振子及び受信センサーを設置した簡易サブを製作し模擬地層を使用した各種実験を行い、反射波の伝播特性を把握する。更に、掘削環境下でのノイズ特性等をシミュレーション及び実験によって把握し、プロトタイプ機の仕様を検討した。 2. 関連技術調査 前年に引き続き、文献調査、関連特許調査及び情報収集を実施した。	1. 必要に応じ海外石油サービス会社との協力を得て、以下の開発作業を行う。 (1) 簡易サブの製作及び実験 (2) データ処理技術の開発 (3) プロトタイプ機の概念設計、製作並びに実験(上記(2)の進捗状況によって実施を判断する。) 2. 関連技術調査 平成9年度に引き続き、文献調査、関連特許調査及び情報収集を実施する。	<div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div></div>									

表 1-8

研究テーマ(担当研究室)	目 的	H9 年度までの実施内容	H10 年度の実施内容	全体スケジュール									
				H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14
腐食環境実フィールド実証化技術 (生産技術研究室) (特別研究)	特別研究「高圧・腐食環境下生産技術」(昭和60年~平成5年度)で開発した内面コーティッドチュービングについて、実フィールドにおいて技術の実証を図ると共に、その他の各種機器・部材の耐食性向上のための要素技術、油・ガス田条件に対応した耐食性材料選定、評価技術を開発し、腐食環境下での油・ガス田の開発、生産に対応する。	実証試験の対象となる油・ガス田としてロシアのアストラハンガス田を選定し、コーティッドパイプを降下した。(約1年半の実証試験の予定) 地表面・坑内機器等の開発では、コーティング技術の成果応用としてスクレイザーブレードの大型化しサンプルの試作やエルボ管内部クラッピングを行った。 腐食環境下材料選定プログラムの開発では、種々の腐食形態を加味した選定プログラムの開発を実施した。	コーティッドチュービングの実証試験では、サンプル管を保管し、評価試験のため日本に運搬する。 地表面・坑内機器等の開発では、スクレイザーブレード及びエルボ管の性能評価試験実証試験を実施する。 JODCOとの共同研究の一環として、耐食性材料/操業条件の最適化に関する研究に着手する。対象フィールドの現地調査を行うと共に、対象坑井の腐食環境を基本条件とした材料評価ラボ試験を行う。	<div>< コーティッドチュービングの実証試験 ></div> <div>< 地表面/坑内用周辺機器等の開発 ></div> <div>< 腐食環境下材料選定プログラムの開発 ></div> <div>< 耐食性材料選定の最適化に関する研究 ></div>									
大水深海洋石油開発技術 (生産技術研究室) (特別研究)	大水深海域での石油生産システムとして有望地とされている浮遊式生産システムと海底生産システムに係る要素技術を確立し、水深1,000m程度までの海域における石油の探索・開発に取り組むことを可能とする技術基盤を整備する。	大水深開発システム評価技術に関しては、大水深用生産システムの現状技術レベルを評価するとともに、大水深用生産システムの概念設計作業を行った。 TLP最適化プログラムでは挙動解析プログラムを開発し、水槽実験により検証した。洋上横出用浮体保持システムでは波浪型出荷システムの要素技術及びファジー制御論法を応用した相対位置制御法を開発し、水槽実験による検証を行った。 大水深用掘削ライザーシステムでは中間切り離しシステム、ライザー制御法、高精度挙動解析プログラムの開発を行った。 多相流計測システムでは、可動部のない相関型流量計プロトタイプ1次試作を行い、室内実験により性能を評価した。 石油生産情報統合システムではフィールドバス技術に応用した機器等のプロトタイプを開発し、実証試験を行って研究を完了した。	大水深開発システム評価技術に関しては、大水深開発評価プログラムのプロトタイプを開発する。 TLP最適化プログラムでは、挙動解析について従来法との比較作業を行うと共に上記評価プログラムを組み込み可能な簡易設計プログラムを開発し、研究を完了する。 洋上横出用浮体保持システムでは波浪型出荷システムの概念設計及びニュートンネットを応用した相対位置制御法の改良等を行う。 大水深用掘削ライザーシステムでは中間切り離しシステム、ライザー制御法の検証を水槽実験により行い、研究を完了する。 多相流計測システムでは、プロトタイプの2次試作及び評価を行う。	<div>< 大水深開発システム評価技術 ></div> <div>< TLP最適化プログラム ></div> <div>< 洋上横出用浮体保持システム ></div> <div>< 大水深掘削ライザーシステム ></div> <div>< 多相流計測システム ></div> <div>< 石油生産情報統合システム ></div>									

表 2-1 参加中の国際共同研究コンソーシアム

プロジェクト名称	主催	主要メンバー	目的及び研究概要
Geological, Geophysical and Engineering Studies of Clastic Reservoir Analogs	テキサス大学オースティン校	Amoco, BP, Chevron, Exxon, Conoco, Mobil, Unocal 他	油・ガス回収率向上に資することを目的とし、河川・デルタ成砂岩の堆積相構成及び浸透率などの岩石物性の分布様式を解明し、同タイプの貯留岩のアナログとしての基礎データの蓄積、油層シミュレーションを実施する。
The Industrial Consortium for Research and Education (ICRE)	イリノイ大学	Exxon, Arco, Mobil, Texaco, Unocal, BP, Chevron, Conoco 他	水理地質学や（微視）地化学の諸問題を定量的に分析技術を開発する。そのために、物理化学法則に基づいた数値的のコンピュータモデルを開発中。開発されるモデルに組み込まれる断層モデルや三次元モデル等の考え方は、3次元ベースモデルの開発に役立つと考えられる。
シール岩石のカタログ化	PetoTech Associates	Exxon, Mobil, Conoco, Shell, Amoco 他	石油会社から提供された層岩コアの各種分析を行い、シールとなる岩石を分類してカタログを作成する。 本コンソーシアムに継続参加することにより、世界各地の層岩のシール能力に関するデータベースを獲得でき、3次元ベースモデルの一端の強化が可能となる。
バハマ・フロリダ地域の新生界礫成石灰岩発達過程の研究	マイアミ大学	Amoco, BP, Exxon, Marathon, Mobil, Shell, Texaco 他	フロリダ・グレートバハマバンク地域を中心として、炭酸塩岩の堆積・成作用のメカニズム解明、データ蓄積を実施し、炭酸塩岩貯留岩のモデル構築に資する。
堆積盆地の流体移動に関する研究	コロンビア大学、コーネル大学、ルイジアナ州立大学他	Exxon, Mobil, Texaco, BP, Shell, Arco, Agip, Elf, Conoco 他	断層トラップにおいて断層等に坑井を掘削し、断層帯の組織の観察や浸透性などの性状を測定することにより、油の二次移動過程を解明する。
Molecular Organic Geochemistry Industrial Affiliates Program(MOGIA)	スタンフォード大学	Chevron, Mobil, Arco, Shell, Saudi Aramco, BP, Petrobras, IMP	年代を示すバイオマーカーの研究等の基礎研究と南米や中国への応用
コンゴ堆積盆地コンソーシアム	ペンシルベニア州立大学	Arco, Conoco, Chevron, Oxy, Phillips, Texaco, Union Texas, Mobil, Shell	西アフリカコンゴ堆積盆地において主要根源岩層と考えられる湖成頁岩を対象に、根源岩ポテンシャル並びにその堆積様式を規制する要因を検討する。
Stanford Project on Deep Sea Depositional Systems(SPODDS)	スタンフォード大学	BP, Exxon, Chevron, Texaco, Conoco 他	海底扇状地堆積物の堆積メカニズム及び三次元の堆積相分布についてモデル化し、貯留岩分布予測に資する。
The Rock Fracture Project (RFP)	スタンフォード大学	Amoco, Arco, BP, CNPC, Elf, Exxon 他	断層やフラクチャーの形成・発達過程の解明。 断層やフラクチャーにおける流体移動過程のモデル化
Fluid - Flow Properties of Faults and Field - Scales Studies of Faulted Reservoirs (断層の流体移動特性)	Texas A & M	Exxon, ARCO, Mobil, Conoco, Shell 他	様々な空間スケールにおける断層帯の浸透率の解明。 断層の発達過程と浸透率分布との関係化
Stress and Diagenesis as Controls on Fault Flow and Fault - Sealing	Heriot - Watt Edinburgh	Shell Exxon, Mobil, Phillips, Amoco 他	応力、歪み、成成作用が断層帯の浸透率に及ぼす影響の解明。
NMR Carbonate Rock Catalogue (NMR 炭酸塩岩カタログ)	Applied Reservoir Technology Ltd.	Agip, Amoco, BG, Shell 他	NMR 及びイメージ分析と物性データとの比較。MRI の実施。NMR から物性の予測。
Worldwide Rock Catalogue (WWRC - 貯留岩カタログ)	Reservoirs, Inc.	BP, Shell, Conoco, Exxon, Texaco 他	物性データベース。カッチングスから物性の予測。
WWRC - Add-on Study for NMR Measurements (貯留岩カタログ WWRC への NMR 追加)	Reservoirs, Inc.	Conoco, Shell, Exxon 他	上記に NMR を追加し、物性データベースの拡充。NMR 換層のキャリブレーション。
Experimental Study of Basin Stratigraphy	ミネソタ大学 St. Anthony Falls 研究所	Exxon, Mobil, Texaco, Conoco, Arco	室内での大規模実験装置を用いて、海水準変動・砂屑物供給・堆積物の沈降など様々なパラメータを用いた地層（堆積シークエンス）の形成実験を行うことにより、貯留層分布モデルを構築する。

表 2-2

プロジェクト名称	主催	主要メンバー	目的及び研究概要
根源岩地化学ライブラリー	Humble	Agip, Amoco, Arco, Chevron, Exxon, Conoco, Elf, Fina, Mobil, Oxy 他	世界各地の代表的根源岩の各種地化学分析を実施し、根源岩の地化学パラメータのライブラリーを構築する。
3-D Reservoir Modelling of East Pennie Coalfield, UK, Sandbody Geometries, Architecture Pre- and Post-Faulting Connectivity (CHANEL)	CMPT	Exxon, Statoil, Texaco, Total	デルタ成砂岩の三次元的な連結性を規制する断層の発達の統計的な予測。
Stanford Rock Physics and Borehole Geophysics Project	スタンフォード大学	BP, Mobil, Exxon, Shell, Texaco, Ecopetrol 他	岩石サンプル実験データ、坑井データ、および地震探査データを用いて、貯留層の物性値を定量的かつ系統的に説明する手法を開発する。
Consortium for Research in Elastic Wave Exploration Seismology	カルガリー大学	Amoco, BP, Chevron, Mobil, Shell, Texaco, Intevap, Saudi Aramco 他	炭化水素に関連した地質構造の物性を精度よく推定すると共に、地下構造の正しいイメージングを可能にするために、多成分地震探査データの解析手法の確立を目指す。
DELFT Philosophy on Inversion (DELPHI)	デルフト大学	Agip, Exxon, Total, Texaco, Shell, Amoco, Saudi Aramco 他	ショットレコードから直接に地下の岩層や孔隙率を求めるために必要な処理やインバージョンの手法を開発する。
Comprehensive Test of the New Downhole, Hydraulic, Axial Vibration	マサチューセッツ工科大学 Earth Resources Laboratory	Chevron, Texaco 他	坑井内バイブレーターを用いて、3次元元 V S P データを取得し、同震源の評価を行うと共に、今後の坑井内震源開発、逆 V S P のデータ取得、解析手法に関する研究を実施する。
Reservoir Characterization Project Phase VII	コロラド鉱山大学	BP, Texaco, Chevron, Exxon, Mobil, Conoco, Amoco, Arco, Total, Intevap 他	P 波（横波）の他、S 波（横波）も併用した3次元3成分地震探査を用いた貯留層解析技術の開発を実施してきており、現任、同手法を繰り返し実施し、油層モニタリングを行う4次元3成分地震探査の技術開発を実施している。
Seismic Tomography Project	スタンフォード大学	Unocal, Chevron, Texaco, Exxon, Conoco, Petrobras 他	坑井間地震探査、特に貯留層特性解析を目的としたフルウェーブを使用した技術の開発を実施する。
The Research Program On Seismic Waves in Complex 3D Structures	チャールズ大学	Shell, Elf 他	複雑三次元構造における地震波の伝播に関する理論的研究を実施する。
Extending Borehole Electromagnetic Imaging to Cased Wells	カリフォルニア大学、Lawrence Berkeley National Laboratory	Chevron, Texaco 他	坑井ケーシングが存在する環境下での電磁トモグラフィーの実用化に関する研究を、数値モデリング、モデル実験により実施する。
Fluid Property Effects and Seismic Gas Detection (Fluid Project)	コロラド鉱山大学、Houston Advanced Research Center(HARC)	BP, Chevron, Mobil, Exxon, Shell, Texaco, Conoco, Total, Saudi Aramco 他	貯留層における孔隙内流体の種類及び性状が弾性波速度に与える影響を流体及びコアサンプルを用いた室内実験により評価し、系統的な解析手法及びソフトウェア開発を行う。
Kinematic Inversion Method	IFP	Shell, Amoco 他	従来の地震探査処理技術の高精度化を図り、地下の複雑な地質構造を解明するための総合的データ解析技術を開発する。
Attenuation and Dispersion in Gas Saturated Rock(Attenuation Project)	コロラド鉱山大学、Houston Advanced Research Center(HARC)	BP, Exxon, Conoco 他	油層条件下で低周波数をカバーする帯域の広い弾性波速度測定を実施し、弾性波の分散、減衰特性を評価することにより、地震探査、物理検層、超音波速度測定結果の比較、総合解析手法を開発する。
Tomography and Modeling / Migration Research Development Project	ユタ大学	Amoco, Arco, Exxon 他	坑井間地震探査、地震探査モデリングおよびマイグレーション技術に関する研究開発を実施する。

表 2-3

プロジェクト名称	主催	主要メンバー	目的及び研究概要
Consortium for the Development of Specialized Seismic Techniques	ブリティッシュ・コロンビア大学	Arco, Agip 他	波形処理に関する最先端の理論・手法に基づく、特殊探検処理技術を開発する。
4D Acquisition Consortium	Energy Research Clearing House	Texaco 他	海上において繰り返し3次元地震探査データを取得し、空間的分解能、繰り返し精度等を評価することにより、手法の有効性を評価すると共に、最適な収録、処理手法の確立を目指す。
SMART - 3D Project	de Groot -Bill Earth Sciences	Agip, Saudi Aramco, Norsk Hydro 他	坑井データ、地震探査データを用いて3次元的地層特性分布を導出する汎用ソフトウェアの開発をケーススタディを通して実施する。
Stanford Center of Reservoir Forecasting (SCRF)	スタンフォード大学	Exxon, Shell 他	地質学、地球物理学、石油工学各分野の技術開発及びそれらの統合化により油層挙動予測技術を上昇させることを目的としており、油層キャラクター化に関する研究、詳細油層モデル構築、流動シミュレーション手法の確立が主課題。
Improved Well Performance Research Project (IWP)	テキサス大学	Arco, BP, Mobil 他	既存坑井の生産性の向上を目的とした技術に関する研究、フラクチャリング、プロダクションロギング、酸処理、地化学モデリング、油層障害、新プロジェクトの6項目について研究。
TRC-CMG 技術協力	Computer Modeling Groupe (CMG)	Imperial Oil, BP 他	実用的なシミュレーションに新しい概念を導入し、スタディを行う上で必要なフィールドスケールの特徴を持つシミュレーターの開発、シミュレーターのモジュライゼーション、ユーザーが使いやすいソフトウェアの開発を行っている。
Research Consortium on Fractured Petroleum Reservoirs	米国油層工学研究所 (RERI)	Austra, Elf, Amoco, Mobil, Phillips, Cibiocim, Texaco, BP, Shell 他	実験を主体としたフラクチャ-油層に関する評価技術の研究開発を目的として、溶解ガス押しによるフラクチャ-油層からの油回収、フラクチャ-油層のシミュレーション等を研究。
Stanford University Petroleum Research Institute - Reservoir Simulation Program (SUPRI-B)	スタンフォード大学	Mobil, BP, Elf, Tevep, Unocal, Marathon, Arco, CMG, Texaco 他	油層シミュレーションに係る諸要素技術の研究開発を目的として、EOR モデル、フラクチャ-型モデル、フレキシブル格子を用いたモデル等の油層モデリング技術の向上、多目的モデルの開発を行っている。
炭酸塩岩層不均質性キャラクター化シミュレーション及び残油回収炭酸塩岩キャラクター化シミュレーション	テキサス大学	Agip, Amoco, Arco, Chevron, Exxon, Mobil, Hulsburton, Shell 他	テキサス州の炭酸塩岩貯留層を対象とし、地表・地下データの統合による不均質性地質モデリング、及びシミュレーションによる油層挙動予測精度の向上を目的としており、露頭地質評価を中心とする不均質油層の詳細地質評価、パイロットテストに焦点を絞った油層評価について研究。
Research Consortium on Gas Condensate Reservoirs	米国油層工学研究所 (PERI)	Mobil, Chevron, Marathon 他	ガスコンデンセート層の生産挙動、組成等に関する室内実験を伴う研究を目的とし、コンデンセート層の易動度、ガスコンデンセート層坑井の生産挙動、ガスコンデンセート組成の層内分布について研究。
Enhanced Oil and Gas Recovery Research Program	テキサス大学オースティン校	Amoco, Saudi Aramco, Arco, BPX, Chevron, Conoco, Elf, Exxon, Japex 他	ケミカル法、CO ₂ 注法、シミュレーション技術及び油層技術に関する14テーマで研究を実施する。
Stanford University Petroleum Research Institute - Miscible Flooding Industrial Affiliates Program (SUPRI-C)	スタンフォード大学	Agip, Arco, BPX, Mobil, Exxon, Chevron, Conoco, Petronas 他	主として炭酸ガス注法の研究、特にミシブル流動のスケールアップに係る研究を実施する。
(PRI) Joint Industry Participation Project	PRI (カナダ)	Austra, Amoco, Mobil, NIOC, Chevron, Shell 他	主として重質原油増進回収技術に関する研究情報、EORスクリーニングプログラム等を入力する。また、実験研究手法、装置に関する指導を行う。

表 2-4

プロジェクト名称	主催	主要メンバー	目的及び研究概要
ボアネットワークモデルを用いた二相流動岩石特性の予測	ヘリオットワット大学 スタンフォード大学	BP, Shell, Exxon, Arco 他	岩石孔隙内の流動をモデル化し、相対透過率及び毛細管圧力を計算するプログラムを開発する。
Development of Full Project Engineering and Economics for the Vapex Process	PRI (カナダ)	PRI, Nordic Engineering, Arkril Enterprises, CERI 他	重質油蔵はオイルサンド層に対する Vapex Process の経済計算の手法を確立する。それに付随して圧入、生産挙動の予測や坑井や地上施設的设计などの実用化の分野の研究を実施する。
DEA67 Phase II (スリムホール掘削技術に関する調査研究)	マウラーエンジニアリング社 (米国)	Agip, Shell, Statoil, Texaco, Mobil 他	スリムホール掘削技術に関し、最新の動向を調査するとともに各種簡易プログラムを開発する。
TUDRP (掘削技術全般に関する基礎研究)	タルサ大学	ADNOC, Agip, Amoco, BP, Chevron 他	掘削技術全般の中で注目される分野の基礎研究を行うとともに各種計算モデル等を開発する。
DEA101 Phase I (アンダーバランス掘削技術に関する調査研究)	マウラーエンジニアリング社 (米国)	Chevron, Marathon, Intevep 他	アンダーバランス掘削技術に関し、最新の動向を調査するとともに各種簡易プログラムを開発する。
DEA107 (高性能コイルドチューピングの開発)	石油公団	BP, Agip, Amoco, Scottish Enterprise 他	強度及び耐疲労性に優れた高性能コイルドチューピングを開発する。
DEA67 Phase III (スリムホール掘削技術に関する調査研究)	マウラーエンジニアリング社 (米国)	Mobil, BP, Aramco, ADNOC, PEMEX 等 30 社	スリムホール掘削技術に関し、最新の動向を調査するとともに各種簡易プログラムを開発する。
TUFFP (管内の二相流挙動に関する研究)	タルサ大学 (米国)	AOC, BP, Exxon, Mobil, Pertamina 他	二相流パイプライン及び坑井内二相流に係る諸問題について研究開発する。
Paraffin Deposition Prediction in Multiphase Flowlines and Wellbores (パラフィン析出予測に係る研究)	タルサ大学 (米国)	Amoco, BP, Conoco, Statoil, Total 他	多相流管内のパラフィン析出挙動に関する汎用的な予測手法を確立する。
Further Investigation of a Buoyant Leg Structures (Phase I)	I.D.E.A.S 社 (米国)	BP, Conoco, Texaco, Shell 他	次世代の海洋生産システムと考えられている鋼製テザーによる一点係留パイの開発を行う。Phase-1 では概念設計、Phase-2 では実験を行う。
Highly Compliant Rigid - pipe Riser Analysis (HCR ライザー解析)	PMB Engineering	Amoco, Arco, BHPP, BP, Conoco, Elf, Exxon 他	既開発及び開発中の水中線構造物挙動解析プログラム検証・改良用データを入力する。
SINTEF-IFE Three Phase Flow Project (三相流モデリングプロジェクト)	SINTEF (ノルウェー) IFE (ノルウェー)	Shell, Mobil, Statoil, Elf 他	管内の油・ガス・水三相流について実験による流体挙動の解明、実験データの取得を行う。

4. 国際共同研究の契機

新規技術の開発はそれ自身が価値を生み出すわけではなく、実際の油田操業に適切に応用されて初めて価値を創造する。「個の技術」は他者と共有してもよい、コストも安上がりだから共同開発すればよい、「場の技術」で機敏にノウハウを活用し価値創造の競争に勝てばよいと考えられるようになった。実際、油田は単純ではないので、研究開発された新規技術が容易に適用されてストレートに価値創造につながるケースは多くない。油ガス田は複雑でマージナルになっている。

このような事情で昨今、国際共同研究の機会は急増している。共同研究内容および相手先は慎重に選ぶ必要がある。当技術センターとしては効率的に柔軟に共同研究を実施していきたいが、以下の3原則は堅持する。

- ・ common interests
- ・ mutual benefits
- ・ equal footing

現行の国際共同研究が始まった契機は、以下のように整理される。

- ・ 石油開発会社のニーズ
- ・ 海外事務所による先方ニーズの発掘
- ・ 石油公団技術ミッション
- ・ 海外会議などへの出席
- ・ 海外技術者研修による関係

石油公団では、毎年2月、次年度予算がほぼ決まった段階で、当技術センターおよび関係各部が協議し、次年度の技術ミッションおよび海外会議出席の計画を立てる。目的は、産油国に対し日本の技術力をアピールするとともに、先方の技術ニーズを把握し、共同作業の可能性を検討し、将来の探鉱開発事業につなげることである。平成10年度は技術ミッション4件(PEMEX(メキシコ)、PDVSA(ベネズエラ)、Saudi Aramco(サウジアラビア)、QGPC(カタール))を実施し、海外出席は一部石油開発会社と共同で以下の6件を実施した。

- ・ EXPETRO '98, メキシコ
- ・ GEO '98, バーレーン
- ・ Caspian OEGC, アゼルバイジャン
- ・ KIOGE '98, カザフスタン
- ・ ADIPEC '98, アラブ首長国連邦
- ・ EXITEP, メキシコ

石油公団では産油国との関係強化を図るため、1989年以来、政府機関関連技術者を対象に海外技術者研修を実施してきている。4コース(exploration geology, geophysics, reservoir engineering および advanced drilling management)を準備し、年間3コースを実施して

いる。各コースでは、各産油国から1~2名、合計16~18名を招待し、3か月間当技術センターの研修施設に滞在させる。専門家による実践的な講義と日本紹介プログラムを受けた参加者たちは、おおむね日本びいきになって帰っていく。現在までの受講者は33か国436人に上る。継続は力である。本研修経験者が現在石油省の要人になっている国もある。当技術センターの研究者と討議し、幕張および柏崎の施設を知ったベネズエラからの1研修生(現在研究所のマネジャー)の発議で掘削関連の共同研究(後述)が始まった。

5. 技術取得型国際共同研究

(1) 共同研究コンソーシアム

海外の大学などの主催する共同研究コンソーシアムには、当技術センター現行研究テーマに関連する情報収集、および将来の研究シーズとなりうるものの情報収集を目的として、現在51件に参加している。表2はその内容であるが、地質・地化学関連13件、物理探査関連18件、油層評価関連11件、生産技術関連5件および掘削技術関連4件となっている。

(2) 世界エネルギー機構(IEA)

世界エネルギー機構(International Energy Agency)には増進回収技術に関して各国が協力しようというワークショップが設けられている。現在これには9か国(オーストラリア、オーストリア、カナダ、デンマーク、フランス、日本、ノルウェー、英国、米国)が参加している。ワークショップには5タスクあるが、日本は以下の3タスクに参加している。

- ・ fundamental research on surfactant and polymer
- ・ development of techniques for gas flooding
- ・ dynamic reservoir characterization

各国がおのおのの計画に従って自己の費用で研究するが、毎年次年度の計画を通知しあうとともに、研究成果を報告・交換しあうという緩い縛りの協力機関である。各国の政府機関が参加しており、日本からは1979年以来当技術センターが参加している。

(3) Drilling Engineering Association

Drilling Engineering Association は米国を中心とするメンバーで始められた掘削関係の共同研究をプロモートする枠組みであり、参加会社内で共同研究候補テーマを宣言し、同テーマに参加する会社を募る場を提供する。当センターは1987年以来これに参加し、いくつかのJoint Industry Projectに参加してきたが、DEA 107「コイルドチュービング素材および革新接合法の研究開発」は、1996年に当技術センターが呼びかけ、BP、

Agip および Scottish Enterprise の各社が参加して共同研究が成立したものである。本共同研究は住友金属工業(株)の協力を得ながら実施しており、長寿命・高強度コイルドチュービングおよび先端的溶接技術を開発しようとしている。

(4) Unocal 社

物理探査関連の先端技術、特に坑井間地震探査技術の習得を加速するため、米国 Unocal 社を選定し、1989年以来共同研究を実施している。

1989～1991年には、South Casper Creek 油田(ワイオミング州)の水蒸気圧入現場において、三次元地震探査および坑井間地震探査を用いて、水蒸気フロントを把握することができた。ここでは圧入トレーサーを使用し、油層シミュレーションによる予測水蒸気フロントとの整合が得られた。

1991～1995年には、Orcutt Hill 油田(カリフォルニア州)において、フラクチャーの発達したモンテレー層(第三系中新統、シェール、ドロマイトおよびチャートより成る)に対し、3成分地震探査によるフラクチャー評価を試みた。ここでは自然フラクチャーの発達した油層の生産性向上技術として、水圧破砕および水平坑井の最適化技術についても実証を行った。これら一連の共同作業により自然フラクチャーの発達した油層の評価に関する知見が蓄積できた。

1993～1995年には、Southwest Andrews 油田(テキサス州)において、複雑な堆積作用・続成作用を受けた炭酸塩岩油層評価への物理探査技術の適用性を検討した。孔隙率・浸透率分布を予測することが困難な地層において、三次元地震探査および坑井間地震探査などを用い、検層・コアデータを合わせて総合解釈することにより、油層構造および浸透率分布を把握しようとした。ここでは当技術センターで開発した新規 SWD (seismic while drilling) 震源のテストも行った。

1997年からは、2000年までの計画で、Reinecke 油田(テキサス州)の炭酸ガス圧入プロジェクトにおいて圧入炭酸ガスフロントのモニタリングを行う。VSP および坑井間地震探査などの活用により、繰り返し地震探査技術精度向上のための技術開発を行う。

6. 戦略型国際共同研究

(1) Pertamina, インドネシア

Pertamina との EOR 共同事業の話は古く1980年代当初からあった。マイセラー・ポリマー攻法の実証現場を求めている当技術センターは、イリアンジャヤのクラモノ油田を選定し、1990～1991年にフィージビリティスタディを実施した。当方の準備しうる広範な界面活性剤と

クラモノ原油との組み合わせによる油層水の最適塩分濃度や可溶化能力を実験的に検討するとともに、油層シミュレーションによる増油効果の予測を行った。室内実験の結果、可溶化能力の高い界面活性剤は見いだせたものの、マイセラーの安定性に問題があり、油層内で高粘度の液晶を形成する可能性を克服できず、残念ながら現地でのパイロットテストへの移行は断念した。日本でのスタディには常時 Pertamina からの参加者を受け入れ、技術移転を兼ねて共同で作業していたため、本判断に対する先方の理解を得るのに多くの労力は要しなかった。

(2) トルコ国営石油公社

トルコ南東部イキステペ油田の重質油に対して、炭酸ガスおよび水蒸気を圧入してその増油効果を見るというパイロットテストは、トルコ国営石油公社 TPAO と石油公団の共同研究として、1988～1995年の8年間にわたって実施された。付近には炭酸ガス貯留層があり、重質油に対する炭酸ガス圧入は TPAO がすでに近隣油田で実施しており、先方の興味は深部超重質油(深度1,300m)に対する水蒸気圧入にあった。当方としてはイキステペ油田が炭酸ガス攻法関連技術の実証現場として良好な条件を備えていることから、当技術センターで蓄積した技術の適用による炭酸ガス攻法を主張した。協議のうえ、5点法パターンを2つ設け、別々に並行して水蒸気攻法と炭酸ガス攻法のパイロットテストを行うこととなった。

我が国の石油開発会社およびプラント・エンジニアリング会社の技術を糾合して本事業に当たるため、原油二・三次回収技術研究組合を通して本事業を遂行した。フィージビリティスタディから坑井掘削、プラントの設計、建設、操業、評価までの長期にわたる本共同研究においては、超重質油に由来する技術的困難性だけでなく、イラクによるクウェート侵攻およびクルド人の反政府活動といった政情不安に基づく困難さも味わった。TPAO の柔軟な協力のもと、一連のパイロットテスト作業をやり遂げたことは、本事業に携わった多くの技術者らに自信と得がたい経験を与えた²⁾。

(3) 中国吉林省油田管理局

1996年より中国吉林省扶余油田において微生物 EOR フィールドテスト共同研究を行っている。扶余油田は水攻法末期の老朽油田であり、吉林省油田管理局は残油回収の方法を検討していた。当技術センターでは、経済的に有利な EOR として1987年から永く微生物攻法の研究を実施してきており、実証現場を求めていた。深度: 320-450m, 孔隙率: 26%, 浸透率: 230md などの条件は微生物攻法に適しているため、双方の興味が一致した。現在までに当技術センターで選定したガス生産菌な

どを用いてハフ&パフテストを実施し、油層内での菌増殖と油生産量の増加を確認した。今後はデータモニタリング手法を最適化し、ミニフラッドおよび連続フラッドテストを2002年までの計画で実施する。

(4) クウェート科学技術研究所

1996年12月、クウェート科学技術研究所 (KISR) との包括研究協力協定が締結され、同時にガスミシブル攻法を主とした EOR 共同研究がスタートした。大産油国クウェートでの EOR は将来必ず必要となる。イラク侵攻で壊滅的打撃を受けた KISR の復旧支援とガスミシブル攻法に関する技術移転を進めながら、現地油田への EOR 適用性評価ができるのは石油公団のニーズに合致する。室内実験、スクリーニングを通じてテストフィールドを選定し、フィージビリティスタディを実施することまでが現行共同研究のスコープに入っている。肯定的な結果が出た場合には、パイロットテストに移行することも共通認識になっている。ただし、油田操業を担当する Kuwait Oil Company (KOC) との関係がまだ良好になっておらず、計画は遅れぎみである。ただし既実施の PVT テスト関連技術移転、産業排ガスからの炭酸ガス分離スタディなどに対しては先方から好評を得ており、KOC のスタンスが好転してきている。

(5) キングファハド鉱物資源大学

1997年12月、キングファハド鉱物資源大学・研究所 (KFUPM-RI) との包括研究協力協定が調印され、同時に油層岩石特性および分析方法に関する共同研究 ("Wettability and its effects on the dynamic flow properties") がスタートした。アラビア石油(株)カフジ油田のコアを用いて、貯留岩石の濡れ性と水攻法挙動の関連を X 線 CT スキャナーなどの分析を通して解明しようというものである。1999年には X 線 CT スキャナーを現地に導入する。当技術センターの X 線 CT スキャナーに関連する技術を移転するところから同国技術者との協力関係を作っていくとしている。現在はコア分析関連スタディおよび装置導入に先だつ X 線 CT スキャナー関連技術のトレーニングを実施中である。

(6) INTEVEP/PDVSA, ベネズエラ

1998年3月、PDVSA-JNOC 間の包括研究協力協定が調印された。これに先だち当技術センターでは、1997年より「アンダーバランス掘削に係る多相流体挙動シミュレーターの開発」を INTEVEP との共同研究としてスタートさせた。これは油層障害を抑え効率的に掘削するため、近年アンダーバランスドリリングが多用されるが、ここでは地層流体が泥水中に混入するため多相流となり、循環泥水のハイドロリックス計算とホールクリーニング能力が問題となる。この技術課題でベネズエ

ラ側と関心の一致を見たものである。当技術センターはホールクリーニングに関する実験などを担当しており、先般柏崎テストフィールドにカッティングストランスポートフローループ実験装置を導入して、データ取得中である。これによれば、多相流のフローパターン、ならびに多相流状態におけるカッティングスの挙動を目視観察できる。

上記以外に、当方で開発中の多相流ポンプ、多相流流量計などの実証を INTEVEP との共同研究として実施すべく準備中である。

(7) JODCO-JNOC-ADNOC 共同研究

アブダビ国営石油会社 (ADNOC) とは、包括共同研究契約を締結しているわけではないが、同国では我が国石油開発企業3社が操業を担当していることもあり、原油生産量・輸入量も多く、石油公団にとって最重要国の1つである。実操業から生じる技術課題が多く、当技術センターの研究開発はアブダビの操業から独立してはありえないと認識している。ジャパン石油開発(株) (JODCO) が操業に関与する Zakum 上部油田操業においては次の技術課題が重要と認識されている。

- ・地質・油層モデルの構築
- ・効率的データ取得・モニタリング
- ・水平坑井技術の活用と最適化
- ・生産水処理技術
- ・腐食関連技術
- ・ガス圧入井に関する技術
- ・広域・遠隔監視制御システム関連技術
- ・環境・保安に関する技術
- ・地下技術と地上設備技術の統合的スタディ

当技術センターとしては現行の研究開発テーマの中で、できるだけ情報を提供し、共同で課題解決に当たっていきたくと考えている。上記課題に関連しており、しかも一般性のある技術課題を抽出して、JODCO らと共同で調査・解決していくように努めている。テーマの選定から実施方法などについて、JODCO は ADNOC と連絡を密に取り、先方の了解と支援のもとに研究を進めている。これまでの調査・研究実績としては以下があり、ADNOC から高い評価を受けている。

- ・特殊水平坑井を用いた水攻挙動の改善
- ・圧入ガスモニタリングの可能性評価
- ・高濃度硫化水素を含む天然ガス用コンプレッサーのスタディ
- ・アブダビにおける排気ガスからの CO₂ 回収コスト調査
- ・タママ IA/II 層高密度データ取得および油層モデリング

- ・耐腐食性材料選定の最適化
- ・アシッドガスの処理方法調査

(8) PEMEX, メキシコ

PEMEX-E&P と JNOC の包括協力協定は1998年11月に調印された。ここでは技術開発での協力にとどまらず、トレーニングおよび情報交換も含む広い範囲の協力がうたわれている。メキシコは依然として石油利権を外国企業に開放していない。しかし従来のかたくなな姿勢が徐々に変わりつつある。外国の営利企業ではなく、国家機関であれば協力関係を持ってもよいのではないかと考えるように変わってきたように思う。これが包括協定につながった。

包括協定のもと、現在2件の共同研究が合意されつつある。1件は Cactus 油田 (Tabasco) を対象に、自然フラクチャーの発達した炭酸塩岩油層のモデリングを行うもので、先方はガス圧入の検討に使えるモデルを構築したいと考えており、当方は不均質炭酸塩岩に対して培ってきた技術を、シミュレーターの検証も含めて実証したいという思いがある。もう1件は広大な Chicontepec 油層 (North Region, 不連続な砂岩・泥岩の互層) を対象に、地質推計学的手法により砂岩油層のキャラクターゼーションを行おうというもので、先方は本油層の効率的な開発につなげたい (現状では一部しか開発されていない) と考えており、当方は堆積過程シミュレーター Facies 3D の活用・改良と地質推計学的手法の検証を行いたい。深部タービダイト砂岩の評価に際しては、新潟

地域で蓄積された地質評価のノウハウが生きてもらえる。これらが双方の関心の接点となっている。また、それぞれ規模の大きな油田であり、操業の歴史があるので、将来的に新たな共通関心の技術課題が発掘される可能性があり、当方に確実にノウハウが蓄積されていくと信じる。

7. おわりに

当技術センターが実施する国際共同研究について紹介させていただいたが、ここで紹介しなかったものも数多くある。各テーマの内容、実績、計画などの詳細については石油開発技術センター年報を参照いただきたい³⁾。または当技術センター研究企画室に何なりと問い合わせいただきたい。ごく一部の共同研究相手先の企業資産に関係する情報以外はすべてオープンである。

今後も当センターでは、操業現場のニーズにあう「場の技術」課題を共同研究対象として取り上げていく方針であり、適切なものがあればぜひ提案いただきたい。

引用文献

- 1) 森谷正規, 1998: 文明の技術史観. 中央公論社.
- 2) Nakamura, S., 1995: A critical evaluation of a steamflood pilot in a deep heavy carbonate reservoir in Ikiztepe Field, Turkey. *SPE30727*.
- 3) 石油開発技術センター, 1988-1997: 石油開発技術センター年報.