

## 第 61 号 / 2007 . 3

(財)エンジニアリング振興協会  
石油開発環境安全センター

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-4-6 C Y Dビル  
TEL(03)3502-4447 / FAX(03)3502-3265  
<http://www.ena.or.jp/SEC/index.html>

委員会報告  
・運営会議  
・企画委員会  
平成 18 年度事業成果概要  
出張報告  
・遠隔海域石油開発環境安全調査  
お知らせ  
・第 298 回サロン・ド・エナ(予定)

### 委員会報告

#### 平成 18 年度第 2 回運営会議

日 時：平成 19 年 3 月 8 日(木)

議 題： 平成 18 年度事業概要および平成  
19 年度事業計画(案)について  
平成 19 年度予算(案)について

会議に先立ち経済産業省原子力安全・保安院  
渡辺鉱山保安課長殿及び寒河井委員長(石油資  
源開発(株)代表取締役副社長)からのご挨拶をいた  
だき、その後議事に入り、入澤常務理事から標  
記議題について内容説明を行い、審議の結果、  
満場一致で承認された。

#### 平成 18 年度第 2 回企画委員会

日 時：平成 19 年 3 月 5 日(月)

議 題： 平成 18 年度事業概要および平成  
19 年度事業計画(案)について  
平成 19 年度予算(案)について

会議に先立ち経済産業省原子力安全・保安院  
鉱山保安課松淵班長殿及び山下委員長(帝国石油  
(株)常務取締役)からのご挨拶をいただき、その  
後議事に入り、入澤常務理事から標記議題につ  
いて内容説明を行い、審議の結果、承認され、  
運営会議に付議することとなった。

### 平成 18 年度事業概要

・運営会議(委員長：寒河井 正 石油資源開  
発(株)代表取締役副社長)

平成 18 年度は 6 月、3 月に開催し、センター業務  
の運営に係る重要事項並びにセンターの調査・研究  
等の事業に関する事項について審議を行った。

・企画委員会(委員長：山下 恵司 帝国石油  
(株)常務取締役)

平成 18 年度は 6 月、3 月に開催し、センター業  
務の運営に係る重要事項並びにセンターの調査・研  
究等の事業に関する事項について審議を行った。

・国、政府関係機関等からの受託事業の実施

#### 1. 石油及び天然ガス鉱山坑井廃止基準調査 <経済産業省>

本調査は、石油及び天然ガス鉱山における鉱  
害を防止するために定められた坑井廃止基  
準について、最新の知見等を反映した基準の  
見直しに資することを目的に「坑井廃止基準  
調査」と「海洋掘採施設等の撤去に関する調  
査」を実施した。

##### (1) 廃止坑井基準調査

石油及び天然ガス鉱山における鉱害を防  
止するために定められた坑井廃止基準につ  
いて、最新の知見等を反映した基準に見直す  
ための検討に資する調査を実施した。

具体的には、国内の石油及び天然ガス鉱山  
における坑井の現状、特に中小鉱山における  
課題等の調査、整理を行った。また、米国及  
び欧州・北海の英国、ノルウェーの石油及び  
天然ガス鉱山の坑井封鎖に係わる関係法令、  
措置基準、措置事例、及び坑井封鎖技術、そ  
の他坑井封鎖措置の検討に必要な調査を実  
施した。

#### (2) 海洋掘採施設等の撤去に関する調査

海洋における坑井を廃止する場合、海洋掘  
採施設等も撤去する必要性が生じるため、これ  
らの施設等の撤去に関連する国際条約の枠  
組み等や国内外の法体系、また、撤去事例や  
最新の撤去技術及び環境保全等について、海  
外の政府機関や石油開発会社などへの聞き  
取りも併せ、調査を実施した。

調査内容は、次の通りである。国際条約  
(IMO 撤去指針、ロンドン条約、オスロパ

り条約)については、それぞれの枠組みの内容を踏まえた上で、適用事例や今後の動向などを調査した。また、海外の国内法規に関しては、英国・ノルウェー・米国における、法規制の枠組み、廃止申請手続き、残置基準、環境影響評価や事後の監視事項、魚礁関連などについて調査し、国内の法体系に関しては、改正海洋汚染防止法の施行後の動向を中心に整理した。一方、技術関係では、国内外の大型施設の撤去事例や海外の撤去計画、特に、国内での撤去に参考となると考えられたBP社のN.W. Huttonについて詳細な情報の入手に努めた。また、撤去手段については、使用する作業船や水深100mを超える箇所での切断技術や遠隔操作船などの深海作業技術及び関連する最新技術動向について調査した。環境保全に関しては、国内外の環境影響評価や事後の環境監視の事例等、また、魚礁利用の事例等について整理した。

## 2. 海洋石油開発環境影響調査(遠隔海域石油開発環境安全調査)

### < 経済産業省 >

本調査は、遠隔海域で従来型の浅海操業用施設及び大水深操業用施設を使用した開発実績のある諸外国の関連法令や指針、労働安全・環境保全対策事例について情報収集をおこない、我が国が今後、従来になかった立地条件での操業を実施する場合の環境保全・労働安全に関する指針等の検討に資する事項を取りまとめるものである。

調査内容としては、諸外国の遠隔海域における操業事例について、海域、水深、離岸距離、設備タイプ等の諸元を整理するとともに、事例の多い北海およびメキシコ湾を想定して英国・ノルウェー・米国における法規制の基本理念および枠組みについて調査した。また、遠隔海域におけるハザードを抽出・整理するとともに災害・事故事例の調査を行い、さらに同3か国において操業経験を有するオペレーターおよび管轄当局に対して、法規制および対応の実態に関する聞き取り調査を実施して詳細情報を収集した。

## 3. メタンハイドレート開発促進事業(環境影響評価に関する研究開発)

### < 経済産業省 >

平成13年度を初年度とする本事業は、我が国周辺に相当量の賦存が期待されているメタンハイドレートについて、将来のエネルギー資源として、その利用に向け、経済的で環境保全に配慮した開発システムの確立を目指した長期の研究開発のフェーズ1に相当するものである。当センターは開発に伴う環境影響評価分

野の研究開発を担当し、海域環境調査評価、モニタリング技術、HSE調査並びに地層変形予測技術の4サブグループに分業して作業を行った。グループ毎に平成18年度の調査研究の概括をすると以下のようにまとめられる。

### (1) 海域環境調査評価サブグループ

基礎試錐調査域を含む南海トラフ海域(東海沖～熊野灘)における海域環境の特徴を明らかにすることを目標に、既存資料と平成15～17年度にかけて実施した海域環境調査を基に南海トラフ(東海沖～熊野灘)の海域の環境の特徴付けを行った。

そして、海水中に漏洩したメタンガスの挙動を予測・評価する手法として有効と考えられる既存の数値モデルについて改良し、整備した。また、メタンハイドレートの分解に伴って生成する水の拡散範囲などを予測・評価するモデルについては、海底地形等を考慮した試算を行い、実海域を想定した解析ができるようにした。

データベースについては、引き続き新たなデータの入力、加工を行い、環境グループ内で円滑に運用した。

### (2) モニタリング技術サブグループ

メタンハイドレートの開発に伴い発生が懸念されるメタンガスの漏洩及び地層の変形をモニタリングする技術の開発を目標とし、本年度は直接検出法(溶存メタンセンサー)として平成17年度に引き続き、METSセンサーの改良を行い、半導体検出器のパラメーターの最適化と長期運用の実現化に向け改良を行い、これらの成果を組み込んだ試作機を完成した。集水型モニタリングシステムについては、耐圧型分離膜モジュールのメタン透過性と耐圧性や、計測部(赤外式ガス分析計等)のメタン検出限界下限と応答性の向上について検討した。地層変形モニタリングについては、海底地盤の特性評価のために採取した試料を用いた室内土質試験と陸域地すべり観測による地すべり挙動の解明とともに初期モデルの陸上での性能試験を行った。また、電力供給方式、データ伝送方式および自動解析手法についても検討した。間接検出法(バイオ技術利用)は、海底堆積物を対象に、微生物群集構造の系統解析およびメタン酸化細菌の分離培養を継続するとともに、深海底において直接メタン酸化細菌の遺伝子を解析できる装置についてのシステム設計にも着手した。これらメタンガスの漏洩モニタリングおよび地層変形モニタリングを含めた総合モニタリングとして、基本構想をまとめ、構成要素となる各サブシステムの概略仕様の検討を行った。

### (3) HSE調査サブグループ

フェーズ1においては、大水深オペレーションを中心に、海洋石油開発の経験が豊富な国、地域における安全面及び環境面に關する事例や關係する國際機關等が定めているガイドライン等の情報収集と整理を目標としている。

本年度は安全管理の面として、安全管理に關する先進諸国の監督官庁の知見や問題意識に關して、カナダを対象に調査を行った。環境管理の面においては、環境影響評価制度を中心に、カナダの制度・環境ガイドラインの調査を行った。また、環境影響へのマクロなリスク評価に關する調査として、既存リスク評価事例および地球温暖化関連情報の収集と整理を行った。

#### (4)地層変形予測技術サブグループ

メタンハイドレートの開発に伴う地層変形を予測するシミュレーターの開発を目標とし、本年度は「地盤物性の評価」、「構成式の構築」、「地層変形予測プログラムの開発および検証」の3項目について研究開発に取り組んだ。地盤物性の評価は、基礎試錐「東海沖～熊野灘」コアおよび海底地盤模擬試料の三軸圧縮試験、圧密試験を行い、海底地盤の強度・変形特性、圧密特性を把握した。構成式の構築は、上記力学試験を対象に要素シミュレーションを行い、力学試験結果とシミュレーション結果の比較検討により構成式の改良を行った。また、有限要素法による数値解析を行い、供試体内に発生する変形の局所化、せん断帯の発生等について検討し、構成式に考慮すべき海底地盤材料特性の洗い出しと絞込みを行い、これら特性を取り込んだ構成式の改良を行った。地層変形予測プログラムの開発および検証は、プログラムのシステム設計に基づき、プロトタイププログラムの開発を進めるとともに、その検証手法の検討に着手した。

#### 4. 二酸化炭素地中貯留技術研究開発

<経済産業省 補助金交付事業:実施主体(財)地球環境産業技術研究機構>

本研究開発は、大規模排出源から分離・回収した二酸化炭素を地下の帯水層へ長期に安定的かつ安全に貯留する技術の確立を目的としている。平成12年度から平成16年度においては、二酸化炭素の地下帯水層における長岡地区での圧入試験の実施および挙動シミュレーターを開発により、実験サイトにおける実挙動の観測結果を裏付けることが可能となり、二酸化炭素地中貯留の可能性の評価手法確立の目処を得た。引き続き平成17年度から『科学的技術的知見の集積段階から実適用に向けた技術実証段階への進展』を目指し、3カ年の計画で二酸化炭素地中貯留技術の確立に向けた研究開発を行っているものである。

(財)エンジニアリング振興協会は本事業の実施主体である(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)の分室として参加し、以下の6つのワーキンググループのうち3つの項目について調査研究を実施している。なおの全国賦存量調査WGについては、主に地下開発利用研究センターで担当している。

・二酸化炭素地中貯留の総合評価に關する研究有効性評価WG (RITE 担当分)

モデル地点調査WG (ENAA 担当分)

全国賦存量調査WG (ENAA 担当分、主にGEC 担当)

実適用環境整備WG (RITE 担当分)

・二酸化炭素地中貯留の安全評価手法に關する研究

岩野原モニタリングWG (ENAA 担当分)

地中挙動WG (ENAA 担当分)

当センターで実施した調査研究の内容は以下のとおりである。

##### (1)想定モデル地点調査

(モデル地点調査WG)

平成17年度に北海道および新潟の計4モデル地点を対象として実施したエンジニアリングスタディの結果、抽出された技術課題のうち、以下の重点課題につき解決策の検討を行った。

輸送設備に關する検討

・二酸化炭素のパイプライン輸送につき、技術面および法規制面から最適化検討を行うとともに、安全性に關する課題の抽出を行った。

圧入設備に關する検討

・海域の貯留層を対象に圧入可能量の評価手法を拡充し、圧入条件と操業方法を整理した。

また、国内のその他の地下貯留可能な地域に分離回収・輸送・圧入システムを適用することを目指して、大規模排出源近傍地域を対象に複数の排出源と複数の圧入サイトを連結したシステム・イメージを策定した。

あわせて、当WGの2年間の成果をもとに事業化に向けて、設備構成や設計指針を参照しやすい形に整理した「エンジニアリング・ドキュメント」をまとめた。

##### (2)岩野原モニタリング

(新潟県長岡市帝国石油(株)フィールドで展開)

岩野原基地において、圧入後(平成17年1月圧入完了)のCO<sub>2</sub>について、以下に示す各種モニタリングと試料採取・分析を実施し、その結果を用いたシミュレーション・スタディにより、圧入されたCO<sub>2</sub>の詳細な挙動・賦存状況の把握とその長期的予測を行った。あわせて岩野原基地坑井の封鎖を含むプロジェクト最終年度へ向けての解析・検討業務を行った。

二酸化炭素挙動の観測

- ・坑底温度・圧力測定
- ・坑口温度・圧力測定
- ・物理検層および解析（比抵抗、中性子、ガンマ線、音波）
- その他のモニタリング
- ・CO<sub>2</sub>濃度観測
- 解析および検討
- ・坑井間弾性波トモグラフィ解析
- ・貯留層地質状況のとりまとめ
- ・坑井封鎖・撤去手法の検討
- ・ベントナイトによる坑井封鎖技術室内試験
- シミュレーション・スタディー
- ・CO<sub>2</sub>の地中挙動の把握と長期予測
- ・シミュレータの機能強化
- 総合解析

#### ・石油開発の環境と安全に関する広報活動

1. 石油環境センターニュースの発行  
58号、59号、60号及び61号(予定)の4回発行した。
2. ENAA機関誌「ENGINEERING」  
石油開発環境安全センター 設立15周年記念特集号(No.112)を発行した。
3. 講演会の開催  
サロン・ド・エナで下記の講演会をアレンジした。  
「第291回 サロン・ド・エナ」  
開催日：平成18年11月15日(水)  
場所：当協会 6階会議室  
テーマ：ピークオイル論 - その意味するところ、油断せず需給緩和策を！ -  
講演者：藤田 和男 芝浦工業大学  
MOT大学院教授、東京大学名誉教授
4. 成果発表会の開催  
エン振協研究成果発表会2006 開催  
会期：平成18年7月6日(水) - 8日(金)  
場所：当協会 6階会議室  
当センター関連成果発表(7月8日(金)実施)  
内容：廃止坑井位置確認等実証調査の成果について  
発表者：石黒修一(石油開発環境安全センター 研究主幹)  
内容：海洋石油開発に係る海洋汚染影響調査  
発表者：松井隆明(株式会社日本海洋生物

研究所 企画開発部 副部門長)

内容：天然ガスパイプラインの維持管理におけるリスク評価手法適用に関する調査  
発表者：田中 俊哉 (JFEエン지니어リング(株)パイプラインシステム技術部流送設計室 課長)

内容：「メタンハイドレート開発促進事業」(環境影響評価に関する研究開発)

- 地層変形モニタリング装置の開発

発表者：斎藤秀樹(応用地質株式会社 技術本部 技術研究所 上級専門職)

内容：二酸化炭素地中貯留技術研究開発(岩野原モニタリングWG)

- モニタリング手法としての物理検層について

発表者：渡辺二郎(株式会社物理計測コンサルタント 営業部 課長)

内容：二酸化炭素地中貯留技術研究開発(モデル地点調査WG)

- 想定モデル地点調査 平成17年度成果報告

発表者：古川 博宣(石油開発環境安全センター 研究主幹)

内容：二酸化炭素地中貯留技術研究開発(全国賦存量調査WG)

- 全国賦存量調査 平成17年度成果報告

発表者：三井田 英明(地下開発利用研究センター技術開発第一部研究主幹)

#### 5. 自主事業

二酸化炭素地中貯留事業の検討

国内の二酸化炭素地中貯留事業の実証試験候補地の検討

個別地点における二酸化炭素地中貯留設備の検討(新潟地区、北海道地区)

#### 6. SEC ホームページ更新

より広く一般的に当センターの情報を提供し、開かれたセンターを実現することを目的とし、SECホームページを更新した。

(最新更新日：平成19年2月)

URL：<http://www.ena.or.jp/SEC/>

今年度から追加項目

- ・ENAA機関誌「SEC15周年記念号」の掲載
- ・平成17年度事業内容の追加
- ・賛助会員向け「お知らせ」の内容の充実
- ・SEC 対外発表論文一覧表の追加
- ・ENAA成果発表会、サロンドエナ関連の追加

## 出張報告

遠隔海域石油開発環境安全調査 米国ヒューストン出張記

石油開発環境安全センター 技術調査部部長代理 金光 雅弘

### 1. はじめに

当センターでは、「遠隔海域石油開発環境安

全調査」として、我が国が今後、従来にない立地条件での操業を実施する場合の、環境保全・



労働安全に関する指針等の検討に資する事項を取りまとめしております。本調査の一環として、開発実績のある諸外国の関連法令や指針、環境保全・労働安全の対策事例についての情報収集を目的として、平成 18 年 12 月 3 日から 9 日の行程で、調査委員会の（株）日本海洋生物研究所小山委員、日本オイルエンジニアリング（株）亀田研究員、（株）サイエンスアンドテクノロジー中根研究員とともに米国に出張したので報告します。

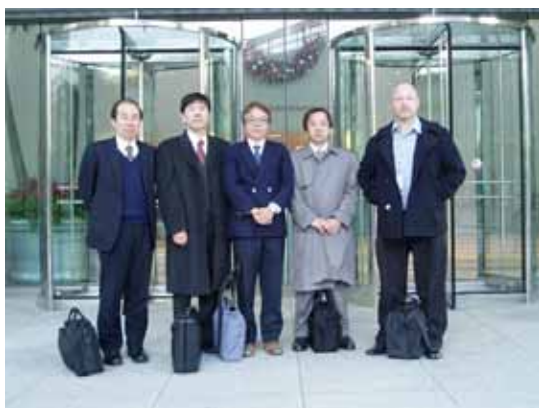


写真 1：シェブロン社にて

## 2. テキサス州ヒューストン

ヒューストンは、今回訪問したシェブロン社、コノコ・フィリップス社等メジャー各社をはじめ、米国内外の多数の石油会社が、最近の油価高値安定を背景として、ホットなオイルビジネスを日夜展開しており、世界の石油産業の中心をなしている都市です。

テキサス州は、面積 70 万平方キロメートルで米国全土の約 7 分の 1 を占め、日本国土の 2 倍に近い土地を有しています。日本の緯度で茨城県から沖縄県、南北約 1300 km あって州内の気候差が大きく、また東西約 1200 km にわたり州内で時差があるという広大な州です。東部に森林地帯、北部に大草原地帯、西部は牧農地帯、南西部は山岳丘陵地帯でメキシコとの国境、また石油の南東のメキシコ湾沿岸は長い海岸線が続き、港湾近くには工業地帯があります。テキサス州の人口は約 2200 万人、カリフォルニア州・ニューヨーク州に次いで米国第 3 位であり、中でもヒューストンは約 200 万人でニューヨーク、ロサンゼルス、シカゴに次いで米国第 4 位の大都市になっています。

テキサスは米国の中でも特に独自性・独立性の強い州であり、テキサスの人達はそれを誇りにしているようですが、事実この州には米国唯一の独立共和国の歴史があります。テキサスは 16 世紀からスペインの支配下に置かれ、1821 年にメキシコがスペインから独立すると同時にメ

キシコ領となり、その後白人の入植者が増大するにつれ、文化・言語の違いからメキシコ側とテキサス入植者との関係は急速に悪化しました。映画「アラモ」でも知られるとおり、1836 年両者はサンアントニオでついに戦闘状態に入り、入植者自衛軍側は「アラモの砦」に立てこもり、サンタアナ大統領が率いる約 5 千人のメキシコ大軍に包囲されながらも、英雄デイヴィ・クロケット、ボウイ、トラヴィスらの活躍で 187 人のテキサス側軍人達は全員降伏もせず、13 日間砦を守り続けた後、壮絶な戦死を遂げたという史実があります。

その後、テキサス州は共和国としての独立宣言を行いヒューストン近郊の「サンジャシントの戦い」でサム・ヒューストン将軍率いるテキサス軍がメキシコ軍を打ち破り、名実ともにテキサス共和国が誕生しました。しかし、独立後 10 年目の 1845 年に財政・防衛上の理由から合衆国に併合され、28 番目の州となりました。一方ヒューストンの開発は、テキサスがメキシコから独立した頃にアレン兄弟により街作りが始められ、その後、綿花・鉄道・木材・家具製造等の産業の中心地となり、特に 1901 年 1 月、ヒューストン東部ボーモント市「スピンドルトップ」において大規模油田が発見されるに至り、石油産業発展の引き金となりました。第二次大戦後、鉄鋼・石油化学等の産業が加わり、1960 年代に入ると世界的に有名な NASA の航空宇宙工学、エレクトロニクス産業など多岐にわたる分野で発展を続けています。

テキサスにおける石油産業興亡の歴史は、1866 年ヒューストンから北北東に位置するメルローズでテキサス最初の原油坑井が掘削され、「石油の世紀」といわれる 20 世紀冒頭にふさわしいスピンドルトップ石油大噴出によって全世界にセンセーションを巻き起こして以来、テキサス石油開発の黄金時代を迎え、飛躍的な経済・産業発展をもたらしました。1950 年には、全米の原油生産量の約 50% を州内で生産するようになり、1970 年代は世界の石油産業の中心として繁栄の一途を辿っていましたが、1985 年から油価急落により石油産業は一転して壊滅的な打撃を受け、不況の波が押し寄せるといった試練も経験しました。その後石油化学、電子・通信機器、コンピューター、光学機器、航空機部品、宇宙開発関連機器、医療・バイオテクノロジー等ハイテク産業が州内経済を復活させますが、テキサスにおける石油・天然ガス生産量は米国第 1 位であることに変わりはなく、今なお同国経済を根底から支える伝統的な資源産業として

君臨し続けています。

### 3. ヒューストンにて

本出張はデルタ航空を利用し、アトランタ経由でヒューストン入りしました。去る8月英国で発生したテロ未遂事件の影響を受け、液体の機内持ち込み禁止も含めて厳しい手荷物検査がありました。不覚にも成田で大急ぎでペットボトルのお茶を飲み干すこととなったのですが、米国に向かう便が標的とされたこともあり、米国内ではものものしい警戒で、コート・上着を取り、大部分の所持品をケースに出し、靴も脱ぎ、ベルトもはずし、パソコンも取り出し・・・検査場所はどこも長蛇の列で大変でした。ただ、現地は12月で寒風吹きすさぶ厳しい寒さを覚悟していましたが、さほどでもなかったのは幸いでした。



写真2：聞き取り調査

本調査では、内容に関連する豊富な経験と所有しているデータ・情報を活用するため、現地に本拠地を有するコンサルタントのアトキンス社を起用しました。日程調整や訪問先への事前連絡も依頼しましたが、聞き取り調査は、当方より我が国の現状説明の後、遠隔海域における開発の設計、建設、操業、廃棄の各段階において、どのような環境保全・労働安全のハザードを認識しているのか、どのようなリスク軽減対策を講じているのか、といった内容に対して、あらかじめ担当者あて送付した質問状に沿って行いました。調査の対象は、前述した石油2社と施設建設大手のムスタング社、所轄官庁 Minerals Management Service(MMS)となりました。MMSは米国内務省の鉱山局で、連邦管轄大陸棚における石油開発生産事業を統制し、その許認可から廃坑まで一連の作業全体を監督・指導しています。今回は同局担当者の都合が悪くなったため、急きょ10年間MMSに勤務した後、半年前に転職したアトキンス社取締役より聞き取り調査を行うこととなりました。具体的な内容は割愛しますが、各社とも担当者1~3名

が丁寧に対応してくれました。

さて、宿泊したホテルは同社より紹介を受けたのですが、ダウタウン西方20kmの閑静な場所にあり、比較的新しくきれいな建物で、各室に食器付きの台所があることに加えて、プール、トレーニングルーム、コインランドリーなどの設備も充実しており、長期滞在者を対象としているようでした。また食事では、テキサスといえばステーキ、ホテルで一押しのレストランを聞き出して、さっそく直行しました。多すぎないように注意して注文したつもりでしたが、とにかく添えられたポテトも驚くべき量でとても食べきれませんでした。初日が、夜遅い到着となったため最寄りの閉店直前のファーストフードで駆け足の夕食となっていたせいかもしれません。

### 4. おわりに

この出張で遠隔海域における操業を考えていくにあたって留意すべき事項や参考となる多くの関連データを得ることができたことは、大きな成果となりました。これらの中には、我が国の海洋石油ガス開発にとって未経験の問題や今後さらに検討すべき項目も含まれています。



写真3：立ち寄ったショップ前

さて最後に、テキサスのカウボーイ・・・などと言われますが、ご覧のとおりというわけで、本出張の機会を与えていただいた関係者各位に感謝して、この報告を終わります。

### お知らせ

第298回サロン・ド・エナ

(6月20日開催予定)

テーマ(予定): 環境に優しいエネルギーの安定供給について

講師(予定): 日本GTL技術研究組合 技術開発副部長兼技術部長 大澤 伸行 殿