4．技術プログラム

・天然ガス
・石油開発
・石油精製
・補完エネルギー
・持続性

WPCドーハ大会報告会

報告分野：天然ガス

2012年2月8日
大阪ガス株式会社
資源・海外事業部
石黒　千賀子

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野：天然ガス

①ガス・インフラへの投融資
（BP2：Chair: Mr.Ghannan, Managing Director, Nakilat
IFP、Nakilat ）

②国境をまたぐパイプライン：
利害関係者の調整を如何に図るか
（RT1：Moderator: Mr.Fasimon, Senior Vice President, MOL Group
GAIL、Dolphin Energy、South Asia Gas Enterprise、
Det Norske Veritas、Gazprombank）

③ガス価格の展望：
投資を呼ぶに足る高価格かつ消費者をひきつけるに足る価格
（RT2：Moderator: Mr.Blough, Vice President,Chevron Global Gas
BP Global Gas、IEA、TOTAL）

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

① BP2：ガス・インフラへの投融資

LNGやP/L、ストレージ等巨大ガスインフラ・プロジェクトの実現には複雑で困難なファイナンスが課題となる。
世界経済の悪化や政情不安の中で今後の見通しを最近の事例から紹介する。

- **プロジェクト・ファイナンス**
  - 莫大な初期コストに対し、長期に安定した収入が保証される天然ガス・インフラ事業には、プロジェクト・ファイナンスは適した手法。
  - プロジェクトの事業性そのものを担保とするため、将来起こり得るリスクを検証・排除し、安定した返済を確保する必要がある。
  - 新技術（フローティングLNGなど）利用のリスク。
  - プロジェクトの大型化とコスト上昇に伴い、商業銀行によるファイナンスの限界とのギャップを埋める中国の役割が期待されている。
- **カタール・輸送プロジェクトへのファイナンス・スキーム**
  - Nakilat（Qatar Gas Transport Company Ltd）はカタール政府によって設立されたLNG船の保有および輸送会社。
    Q-Flex、Q-Maxが大量に発注され、多額の融資が行われた。

②国境をまたぐパイプライン 1

天然ガス需要国は供給の信頼性と安定性、供給国は市場への長期的なアクセス、パイプライン通過国は設備の維持・運営に対する妥当な対価を求めている。
しかしこれら関係者の利害のバランスの実現は、さらに困難になりつつある。
この問題を各々の視点から考える。

- **ドルフィン・プロジェクトと中東のエネルギー・セキュリティ**

  カタール・ノースフィールドからUAE、オマーンにガスを供給する中東初の国際ガス・P/Lプロジェクト。

- **海底パイプラインの役割**

  海には国境がなく、トランジット国の問題もない。需給を直接結び付け、利益を最大化できる。技術的にも多くの先例があり、確立されてる。

- **LNGの役割**

  天然ガスの安定的な供給にはLNGもP/Lも必要である。P/L敷設にかかる時間や政治的なリスクに対して、LNGの役割は大きく、LNGのフレキシビリティを高める世界統一基準の整備は有効である。レギュレーターには輸送に伴うリスクを鑑みた、より良い規制の制定が求められる。

②国境をまたぐパイプライン 2

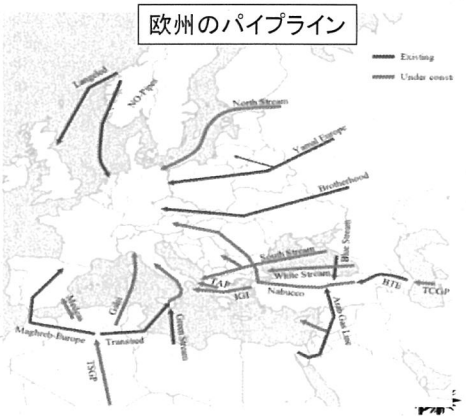
- **ロシアガスP/Lと欧州の自由化**

  ロシアー欧州間のパイプラインはEUの自由化導入によって構造的なリスクにさらされている。
  プライシングや引取り条項の変更は新たなP/L投資にも悪影響を及ぼす可能性がある。

- **国際P/L取引の成功**

  国際P/Lプロジェクトの成功のためには、国際的なインデックスにリンクしたガスプライシング、パイプライン通過国の責任の明確化、国際標準に基づいた国際的な企業への建設・運営の委託、プロジェクト・ファイナンスを利用した投資者の利益の確保、長期契約の締結、安全な操業の確保、国際法の整備、税制の統一などが必要。

欧州のパイプライン



出所）"Gas Glut Reaches Europe" Deutsche Bank Research, July 2010

③ガス価格の展望

過去50年間天然ガス価格は主に石油にリンクされてきた。
しかし石油価格の変動や、競合エネルギーの変化などからその優位性は揺らぎつつある。
異なるプライシングのメリットを比較し、いつどのプライシングが契約価格の主流になり得るかを評価する。

- BP
  - 天然ガスは環境コストを考えれば石炭と比べ優位にあり、石油開発コストの上昇を考えれば石油より優位にある。
  - 多くの国ではまだガスは石油と競合しているが、電力との競合となると、市場の透明性が求められる。
  - HHインデックスにはニューヨークの気温や発電需要など地域の要素が影響する。
  - LNGの調達の多いJKMを指標にするという考え方もある。
  - 今後も石油リンク価格とスポットリンク価格は共存すると考えられる。
  - 欧州大陸側にはまだ発電用での石油のリプレイス需要が残っている。石油市場の透明性や信頼性なども価格決定の重要な要素であることには変化がない。
  - 長期的に供給側－需要側が両方納得するようなスキーム、マーケットシグナルが発信できる市場作りが必要。

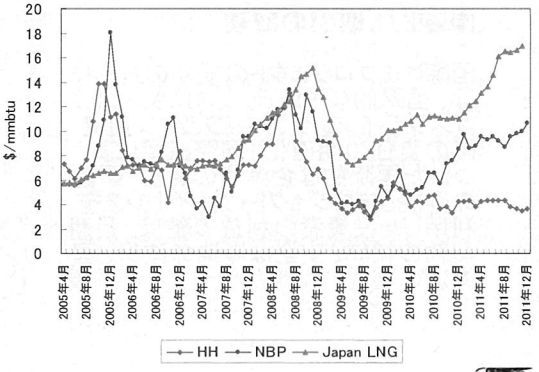
IEA

- ガスはフレキシブルな燃料であり、石油リンク方式は続かない。代替燃料や環境政策対応などで需要が変化する。
- 石油には高い税率がかけられており、インデックスに向かない。
- 天然ガス独自のプライシングを採用するためには、よりフレキシブルで透明な市場が必要である。

TOTAL

- 供給のセキュリティには石油リンクの長期契約が必要である。
- また供給側は価格を見て、石油とガス生産をスイッチできる。
- 天然ガスがグローバル化するに従って、ハブ価格は石油リンクに近づいていくだろう。スポット価格は石油リンクよりも高くなる。

3市場の天然ガス価格



20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

WPCドーハ大会報告会

報告分野：天然ガス
（ LNGの生産・貯蔵 ）

2012年2月8日

千代田化工建設株式会社
技術部門
中村　守孝

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野：

①LNG生産：液化・出荷における最新技術開発
（F1: RasGas Qatar, Det Norske Veritas Australia, Shell Netherland, QatarGas Qatar）

②LNG貯蔵、再ガス化、並びにセキュリティマネージメント
（F2: RIAS Iran, Imperial College UK, ONGC India, IIES Iran, KNPC Kuwait）

③開発困難なガス田
（F4: Eni Italy, Linde Germany, Shell Netherland, IOC India, MES Japan)

④主要ガスプロジェクトにおけるプロジェクトマネージメントに関する教訓
（BPK1: Shell, Amec, Chiyoda）

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

①LNG生産：液化・出荷における最新技術開発

- 世界のエネルギーは、環境負荷の低減、油とガスの価格差のトレンドから、下記分野でのLNGの大きな伸びが予想される。
  - ◆ 船舶用燃料:ノルウエーの実績、SOx排出の制限
  - ◆ 地上輸送用燃料:中国650,000台の天然ガストラック
  - ◆ 発電設備:小型発電所でも 燃料油からLNGへの転換
- カタールのLNG生産量の拡大： 世界一のLNG輸出国へ、
  - ◆ 総生産量 年産7700万トン カタールガス社、ラスガス社
  - ◆ 採掘井大口径ライザー管、新AP-X液化プロセス、超大型LNGタンカー
- 新しいLNG Plant： Floating LNG
  - ◆ Prelude 向けFLNG： LNG生産量 3.6MTPA, LNG貯槽 220,000m3
  - ◆ 全長488m, 全幅 74m, 総排水量600,000ton
  - ◆ サイクロン対策、低温深海水の利用、新設計オフローディングアーム

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

②LNG貯蔵、再ガス化、並びに セキュリティマネージメント

- Safety： LNG水上漏洩の蒸発量の推算手法の高度化
  - ◆ 生成する氷の層の厚さと沸騰形態（膜沸騰or核沸騰）を考慮した伝熱量の算出
  - ◆ 氷の層が生成して表面温度が低下することにより蒸発時間は長くなる。
- LNG 冷熱利用技術
  - ◆ LNGをガス化する際の冷熱を用い、ゼーベック効果を利用した熱電発電
  - ◆ 燃焼炉の廃熱によりLNGをガス化することを想定、ガス側の伝熱促進検討
- エネルギーセキュリティ
  - ◆ エネルギー供給を保証するアプローチとして、売り手と買い手のマーケット原理ではなく、生産国と消費国が直接的に関係を持つことが有効
- FSRU（Floating Storage and Regasification Vessel）
  - ◆ クエートで初のLNG受入基地（Mina Al-Ahmadi South Pier LNG Terminal）
  - ◆ LNGカーゴ船2艘、受入、再ガス化、払出、海水設備：工期20か月の短期間
  - ◆ 2010年450万m3のLNG受入実績、2011年520万m3のLNGを受入予定

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

③開発困難なガス田

- ガスの時代の到来: 3A （Abundant、Acceptable、Affordable）
- Easy Gas is Over: 3D （Difficult、Deep、Distance）

- 具体的な開発手段
  - ◆ エネルギー効率から、CNG（95%）、LNG（90%）での輸送が有利
    - ➢ LNGでは、中小規模、Floatingなどが候補
  - ◆ 油とガスの価格差の点から、GTLも有望な手段
  - ◆ ガス田の近隣に小型発電所建設、電気での輸送
  - ◆ 新しい技術開発：Natural Gas Hydrate （NGH）
    NGH：165 Nm3／m3、 −20℃
    LNG：600 Nm3／m3、 −160℃
    輸送におけるエネルギー密度は低いが極低温設備は不要
- 普遍的な開発手段はない。ガス田の立地、周囲のマーケット状況で個別の検討が必要。

④主要ガスプロジェクトにおける プロジェクトマネージメントに関する教訓

- Pearl GTL（Mr.Andrew Brown, Qatar Shell）
  - ◆ Researchを始めてから40年を経て大型のGTL Plantが5年がかりで完成
  - ◆ 現地労働者数：65カ国52000人（ピーク時）、配管・架構：300000トン（エッフェル塔40基分）
  - ◆ 全プラントは12分割され、それぞれ、Best Contractorに発注
  - ◆ Projectを支えた多数の人々の協調と、40年にわたって育んできた技術の蓄積が成功のカギ。
- 大型ガスプラント（Mr.Samir Brikho, Amec Plc）
  - ◆ 建設納期、予算と共に運転での運転性や保守性を考慮することが肝要。
  - ◆ 早い段階から運転性や保守性への考慮、過去の運転からのLLを取り込む必要あり
  - ◆ HSEの重要性はプロジェクト成功の基本である
- Qatarでの大型LNGプラント （Mr. Nobuo Seki, Chiyoda Corporation）
  - ◆ コンクリート：739000m3、配管・架構：385000トン、ケーブル総延長：20000Km
  - ◆ 大型のため規格外の部品、新たな設計手法が必要
  - ◆ 工事量の算定において従来の手法が適用できない部分
  - ◆ 多大な工事量、また複数のプロジェクトの同時進行などから労働者の不足、熟練度の低下 トレーニングプログラムの充実

WPCドーハ大会報告会

報告分野： 天然ガス

2012年2月8日

JX日鉱日石エネルギー株式会社
研究開発企画部プリンシパルリサーチャー
尾山　宏次

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野：天然ガス

①GTLの効率、安全性及び経済性の改善

F3：Shell, ORYX GTL, IFP, Forbes

副議長：野沢氏（千代田）

②CNGや石油化学用など天然ガスの活用拡大

RT3：Barrick Energy(カナダ), Indian Oil, 国営イランガス, Shell LNG

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

① GTLの効率、安全性及び経済性の改善（1）

- 要点(結論)
  - 過去10年間はGTLビジネスにとって失望時期
  - この先の10年間はGTLビジネスにとって明るい展望

◆過去10年間はGTLビジネスにとって失望時期

- 計画された大型案件で実行されているものは3件のみ
  - Oryx(カタール/Sasol)　技術課題でフル生産に遅れ
  - Pearl(カタール/Shell)
  - Escravos（ナイジェリア/Chevron)　建設遅れ、コスト増大(製品は2013年以降）

① GTLの効率、安全性及び経済性の改善（2）

◆この先10年間はGTLビジネスにとって追い風

- 技術の進歩・改善
  - Shell、SasolのGTL技術の改善(自社技術として対応）
  - 他のGTL技術：GTLF1、Axens、CompactGTL、日本GTL
- マーケットの急激な改善(原油価格に比べて相対的に安いガス価格)
- 非在来型天然ガスの導入により埋蔵量が豊富になり、長期的なガス価格の不安要素が減少
- GTLプロジェクトの経済性は案件毎に異なるが、Pearlプロジェクト（Shell/Qatar)は成功を予想

① GTLの効率、安全性及び経済性の改善(3)

◆比較例　OryxとEscavos(規模(約3.2万BD)、技術(Sasol)がほぼ同じ)

	Oryx GTL			Escravos GTL		
	Low-case scenario	Base-case scenario	High-case scenario	Low-case scenario	Base-case scenario	High-case scenario
Assumed oil price (US$/barrel)	74.0	86.0	98.0	74.0	86.0	98.0
Assumed gas price ($/MMBtu)						
Assumed operating costs per boe of product (US$/boe)						
Assumed plant availability						
Assumed plant efficiency						
US$ million						
Capital cost of entire project	-1,400	-1,400	-1,400	-8,400	-8,400	-8,400
Net Annual Income	487	630	773	546	690	834
Internal Rate of Return (IRR, %)	34.8%	45.0%	55.2%	4.2%	6.5%	8.7%
Net Present Value (NPV) (US$ billion) @ 5%	5.5	7.5	9.5	-0.7	1.3	3.4
Net Present Value (NPV) (US$ billion) @ 7.5%	4.0	5.6	7.2	-2.3	-0.7	0.9
Net Present Value (NPV) (US$ billion) @ 10%	3.0	4.3	5.6	-3.4	-2.1	-0.8

= confidential data

•時期と建設場所の違いによりコストが大幅に違うため

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

① GTLの効率、安全性及び経済性の改善(4)

◆Pearlプロジェクトの経済性

Economic scenarios for Pearl GTL

	Low-case scenario	Base-case scenario	High-case scenario
Assumed oil price (US$/barrel)	74.0	86.0	98.0
Assumed gas price ($/MMBtu)*	0.00	0.00	0.00
Upstream opex per boe of upstream production (US$/boe)	-2.00	-2.00	-2.00
Downstream opex per boe of upstream production (US$/boe)	-4.0	-4.0	-4.0
Daily upstream wet gas production (kboe/day)	320	320	320
Assumed plant availability	95%	95%	95%
US$ million			
Capital cost of entire project	-19,000	-19,000	-19,000
Net Annual Income	6,190	7,307	8,425
Internal Rate of Return (IRR, %)	32.6%	38.4%	44.3%
Net Present Value (NPV) (US$ billion) @ 5%	68.2	84.0	99.7
Net Present Value (NPV) (US$ billion) @ 7.5%	50.0	62.5	74.9
Net Present Value (NPV) (US$ billion) @ 10%	37.2	47.3	57.5

Gas price is nominally zero for integrated projects. its cost is covered by capex and upstream opex

•12万BDのエタン、LPG、コンデンセートの併産によるメリット大(安いガス価格(この場合はゼロ)がポイント)

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

① GTLの効率、安全性及び経済性の改善(5)

◆その他

□GTLのプレミアム利用(特にShell)

- 自動車用軽油:高セタン価を利用して、燃費向上と排気低減の両立
- ジェット燃料:ASTM規格の新設(D7566:50%上限)/高発熱量と低密度により燃費向上

□環境対応(製油所内の対応に加えて)

- 副生物である大量の水の活用 ⇒ 砂漠地帯のグリーン化(Oryx)

□LNGとGTLの経済性比較(ガス価格:$9.60/MMBtu)

- 原油価格:$70/b以下ならLNG有利 $100/b以上ならGTL有利
- $70/b～$100/b:IRRはLNG NPVはGTL

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

②CNGや石油化学用など天然ガスの活用拡大

● 要点

- 自動車用途としてCNG車の導入拡大
- LNGを燃料として用いたトラックや船の利用

◆CNG車の利用拡大

- 利点
  - 天然ガス産出国における石油輸入削減
  - 大気環境改善
- 1000万台以上(パキスタン、イラン、アルゼンチン、ブラジル、インドなど開発途上国での利用が多い)

⇒自動車やSS等のインフラ普及が未発達な国

- LNGを燃料とした車両や船(長距離対応)、ただし技術的(安全性含む)には不明

◆化学品等への利用拡大は一般論の言及のみ

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

WPCドーハ大会報告会

報告分野：石油開発
（技術関連発表）

2012年2月8日
石油天然ガス・金属鉱物資源機構
石油開発技術本部
技術部 メタンハイドレート開発課課長代理
藤井　哲哉

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

1

報告分野：石油開発

① 新しいフロンティアの探鉱：技術革新と将来の見込み
（F6: Chevron, ノルウェー石油局NPD, Shell）
② 地下の画像化と炭化水素の直接探鉱技術の進展
（F9: Saudi Aramco, Statoil, IFP, ほか）
③ 難しい貯留層に適用する坑井掘削と仕上げ技術
（F10: Shell, South Rub Al-Khali Co., Statoil, NIOC)
④ 上流部門に適用される非在来型先端技術
（F11: Petrobras, ExxonMobil, ABB, Saudi Aramco）
⑤ 炭素捕捉と隔離技術（CCS）の最新の発展状況
（BPK10: Alberta Energy, Statoil）

＊担当した11セッションのうち、新しい知見・情報を含むと思われる上記5セッションにフォーカス。

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

2

① 新しいフロンティアの探鉱：技術革新と将来の見込み（F6）

（1）Chevron：“非在来型思考の向上”

- 従来型に囚われない柔軟な思考や技術革新が不可能を可能にし、新たなエネルギー供給を可能にする。
- 「岩塩は基盤である」、「頁岩はシールか根源岩で探鉱対象ではない」、などの従来の考えに囚われていると、プレソルト（岩塩層下）やシェールガスなど探鉱には至らない。
- 新たなプレイや技術に日頃から目を向けることが重要。



Mr. Robert Ryan
(Vice President,
Global Exploration,
Chevron Upstream and Gas)

同社の実例）
ワイドアジマス地震波イメージング
（wide azimuth seismic imaging）
メキシコ湾深海地下のイメージ向上
↓
ネット層厚 300 feetの油層の発見
（2009年、Buckskin油田）

① 新しいフロンティアの探鉱：技術革新と将来の見込み（F6）

（2）ノルウェー石油局NPD：ノルウェー沖探鉱機会

- 原油・天然ガスの輸出国
- 最も残存探鉱ポテンシャルが高いNorwegian Sea：
  - 石油探鉱は未実施
  - 玄武岩層下のイメージングが重要課題（従来の地震探査では困難）。
  →電磁探査、重力・磁力探査、その他最近の地震探査解析技術の活用を検討中。
- バレンツ海でのロシアとの新協定（2011年7月）－新たな探鉱機会の可能性
- 詳細はwww.npd.no　参照。



Ms. Bente Nyland

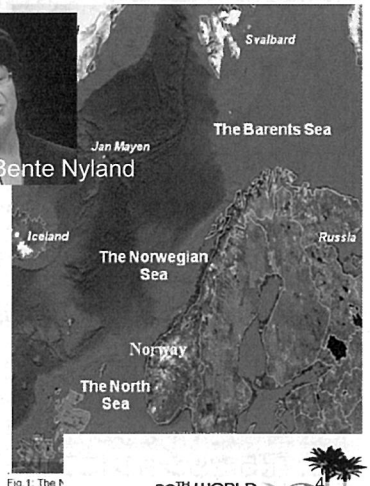


Fig 1: The N

① 新しいフロンティアの探鉱：技術革新と将来の見込み（F6）

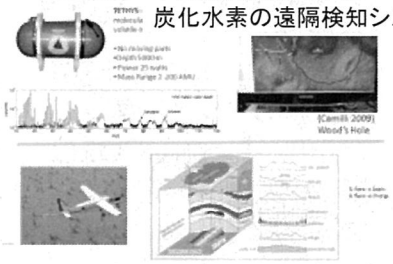
（3）Shell：“次なるターゲットは？”

- 世界の各堆積盆地のうち、十分探鉱が進んでいるのはわずか20%に過ぎない。
- 例えば東アフリカ地域（現在天然ガス埋蔵量が50 tcfと評価）のような近年の発見例：
  →同様の商業的発見の可能性
- 重要な鍵の一つ：技術革新
  例）・Light Touch（Shell開発）
  ・CSEM（人工電磁探査）
  ・マルチラテラル坑井掘削
  など。。



Mr. Bruce Levell
(Chief Geoscientist)

“Light Touch”
小型飛行機を用いた
炭化水素の遠隔検知システム

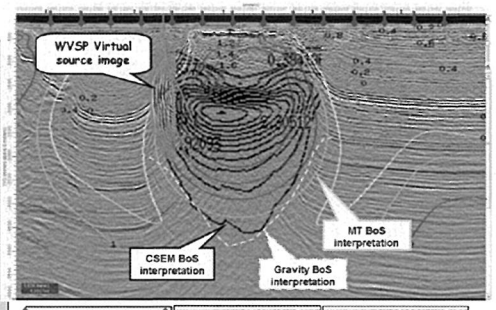


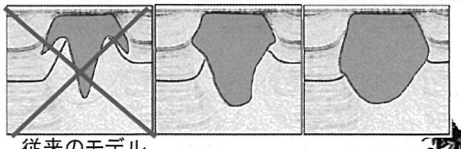
② 地下の画像化と炭化水素の直接探鉱技術の進展（F9）

（1）Statoil：物理探査のジョイントイメージング

Dr. Ketil Hokstad

- 3次元重力探査（Full Tensor gravity Gradiometry(**FTG**)）・人工電磁探査（**CSEM**）・磁気探査を組み合わせて、ノルウェーNordkapp堆積盆における岩塩層下面のイメージングを実施。
- その結果、岩塩層下面の形状が明らかとなり、従来からのモデルが更新され、探鉱計画策定に寄与。





従来のモデル

CSEM: Controlled-Source Electromagnetic Sounding

② 地下の画像化と炭化水素の直接探鉱技術の進展(F9)

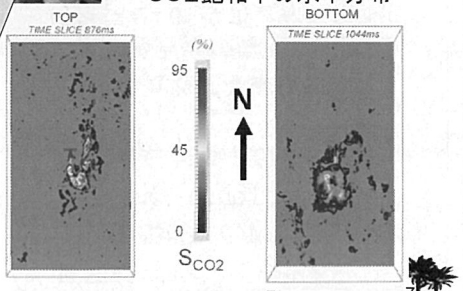
(2) IFP:地震探査の4次元インバージョンによるガス(CO2)飽和率の定量的評価

- ノルウェー北海Sleipnerのco2圧入層(CCS)
- 4次元重合前インバージョンを実施。
- co2圧入前後におけるP波・S波のインピーダンスの変化が見られ、co2の飽和率変化を推定することが可能となった。



Dr. Noalwenn Dubos-Sallee

CO2飽和率の水平分布



20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

7

③ 難しい貯留層に適用する坑井掘削と仕上げ技術(F10)

(1) Shell: タイトガス層を対象としたアンダーバランス掘削

- タイトガス層: 複雑かつ不均質な地質と貯留層物性、および操業環境が極めて厳しくデータ取得が困難。
- 高塩分濃度またはオイルベースの掘削泥水を使用 →検層やコアデータの信頼性が劣る。
- 同社では2008年からアンダーバランス掘削(UBD)を重要戦略技術と位置付け、積極的に活用。
- 本技術により、掘削と同時に貯留層のキャラクタリゼーション(真のnet productive pay zoneの検知、フラクチャーの開閉評価etc)を実現。
- 北米において10以上のタイトガス層の開発プロジェクトを進め、大幅な掘削コスト削減などを達成。

Mr. David Elliott

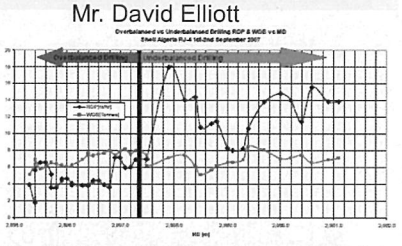


Figure 11 – Measured ROP Increase between WBM and Underbalanced Diesel Fuel

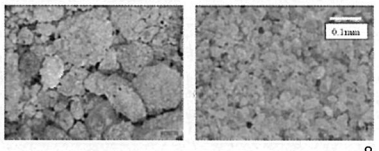


Figure 12 – Comparison of Overbalanced (left) to Underbalanced with Clear Fluids Cuttings

8

③ 難しい貯留層に適用する坑井掘削と仕上げ技術(F10)

(2) Statoilの発表: マルチラテラル坑井掘削

- ノルウェー沖Troll油ガス田
- 水平坑井、マルチラテラル(多重水平)坑井の掘削、さらに個々のブランチ(分岐箇所の)コントロールにより、水やガスの油層内への介入を回避。生産性向上。
- また下部仕上げ区間において、Swellable elastomer packerやサンドスクリーン内にインフローコントロールデバイスを設置。

  →ガスのブレークスルーやウォーターコーニングを遅らせることに成功。



Ms. Linda Charlotte Berge

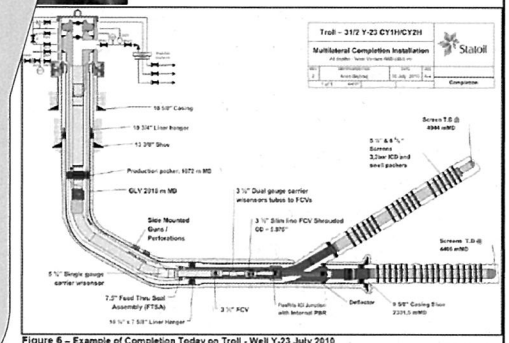
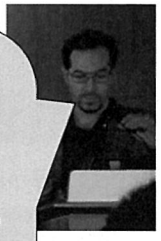


Figure 6 – Example of Completion Today on Troll - Well Y-23 July 2010

③ 難しい貯留層に適用する坑井掘削と仕上げ技術(F10)

(3) NIOCの発表:ニューラルネットワークを用いたイラン南部油田における掘削ビット摩耗の予測

- ニューラルネットワークシミュレーターを用いて、掘削ビットおよびベアリングの摩耗を予測する3つの新しいモデルを開発。
- モデルの開発に際しては、50坑井以上の実油田のデータを使用。
- 実測値と予測モデルの相関係数は0.94以上となった。
- 本モデルはビットパフォーマンスの予測と最適化に使用可能。



Dr. Mohammad Rastegar

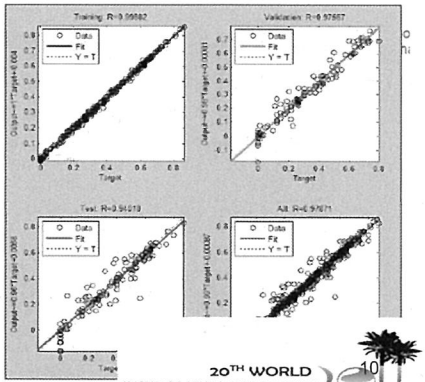


Figure 6- Linear corre

④ 上流部門に適用される非在来型先端技術（F11）

（1）Petrobras：PROCAP FUTURE PROGRAM

根本的なイノベーション達成のための非在来型先端技術の適用

- 拡大するブラジルのテクノロジー・能力
  ⇒ワールドクラスの設備、100の大学との50技術ネットワークを所有

19のR&Dプログラム
例）
- 未来のFPSO
- ナノテクノロジー
- ロボット工学
- レーザービット掘削
- 海底油ガス処理システム

Mr. Orlando Ribeiro

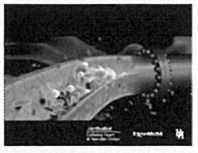


石油生産の将来像

④ 上流部門に適用される非在来型先端技術（F11）

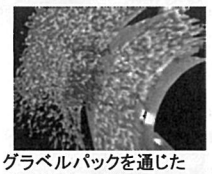
（2）ExxonMobilの発表
ポンプとパイプ：医科学との油田のシナジー効果

- 2007年から同社は医学業界との技術コラボレーション「ポンプとパイプ」のコースポンサーとなっている。
- MRI（核磁気共鳴）やエコー、コンピューター解析を用いたオイル・ガス流路解析等について紹介。

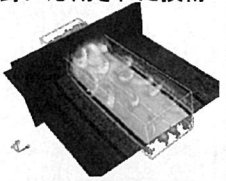


Mr. Bill Kline
（Mr. William E. Kline）
←Pumps and Pipes のロゴ

医療分野から石油開発分野に応用された技術



グラベルパックを通じた流体移動の詳細シミュレーション



坑内への流体移動
Figure 10. Emergence into Well

④ 上流部門に適用される非在来型先端技術（F11）

（3）Saudi Aramco: 貯留層ナノエージェント

- 油層に水を圧入して回収率を増加させる際、圧入水に"Nano Agents"を混合し、生産井でのサンプリングにより、回収効率を確認。
- 沈殿/凝集/フロック化/吸着しないことが必要（チャレンジング）。
- 不活性、親水・親油性でないナノエージェントの選定が必要
- A-Dotsの構造：中心に無機物の核、その周囲に球状に添加薬品が配列し、その周囲にセンサーエレメントが配列。

Mr. Dmitry Kosynkin

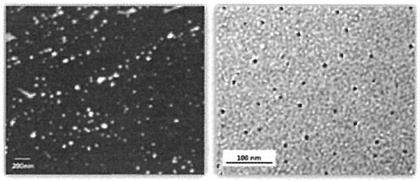
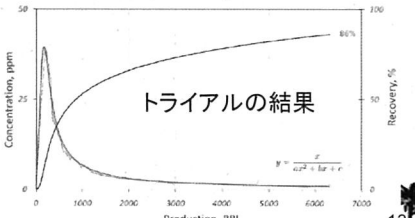


Fig. 2: AFM and TEM images of the A-Dots.



⑤ 炭素捕捉と隔離技術（CCS）の最新の発展状況（BPK10）

Alberta Energy（州政府）の発表

- カナダ・アルバータ州におけるCCSへの取り組みを紹介。
- エドモントン周辺でShellなどによる計4つのプロジェクトが進行中。
- CCS資金助成法（Funding Act）により、2008年7月に20億ドルの予算が付与された。
- さらに2010年にはCCSの改正法が制定され、①Pore-space ownership（CO2貯留のための地下の孔隙の所有権）、②Tenure Agreement（借地権契約）、③Long term liability（長期間の法的責任）、④Post-closure Stewardship Fund（隔離後の管理・監督責任）、について明確化。
- 2015年からは新たに3～5つのプロジェクトが開始される予定。



Ms. Sandra Locke



報告分野：石油開発ーまとめ

① 新しいフロンティアの探鉱：技術革新と将来の見込み
② 地下の画像化と炭化水素の直接探鉱技術の進展
③ 難しい貯留層に適用する坑井掘削と仕上げ技術
④ 上流部門に適用される非在来型先端技術
⑤ 炭素捕捉と隔離技術の最新の発展状況

- 非在来型思考の重要性
- 玄武岩層や岩塩層下のイメージング
  → 地震探査 ＋ 3次元電磁探査、重力・磁力探査、
  4次元インバージョン
- 掘削・仕上げ技術の向上
  → マルチラテラル坑井掘削、アンダーバランス掘削
- 医学分野との融合
- 貯留層評価へのナノテクノロジーの適用
- CCS関連：法整備
- NOCの技術力

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

WPCドーハ大会報告会

報告分野：石油開発

2012年2月8日

JX日鉱日石開発株式会社
事業2部
那須　俊彦

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野：石油開発

①増進回収：新たな挑戦と技術（F8）
（Chair: Dr. Abdulaziz Kaabi, Saudi Aramco, Saudi Arabia
Speakers: Dr. Ali Yousef, Saudi Aramuco, Saudi Arabia
Danielle Morel, TOTAL E&P, France
Dr. Erik Sondena, Petro AS, Norway
Dr. Bill Higgs, Saudi Arabian Chevron, Kuwait ）

②超重質油開発技術の進歩（BK4）
（Chair: Rafael Tenreyro, Cupet, Cuba
Speakers: Dr. Eddy Isaacs, Alberta Innovates, Canada
Prof. Anatoly Zolotukhin, Gubkin Russian State University of Oil & Gas, Russia）

③埋蔵量と資源の区分：新たな規定から分かること（RT5）
（Moderator: Charlotte Griffiths, UN Economic Commission for Europe
Panelists: Andy Brogan, Ernst & Young, UK
Douglas Carsted, Sproule International Ltd., Canada
Bente Nyland, Norwegian Directorate, Norway
Ivan Sandrea, Energy Intelligence Group, UK
Bernard Seiller,TOTAL SA, France）

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

①増進回収：新たな挑戦と技術 -1-

【課題】
埋蔵量補填には、IOR（Improved Oil Recovery）/EOR（Enhanced Oil Recovery）：増進回収による更なる回収率向上が必要（図1参照）

- **IOR/EORの一例**
  - ✓3D/4D地震探査結果を基づいた地質・油層モデルの向上
  - ✓大偏距坑井掘削、インテリジェントウェルなどの坑井仕上げ技術
  - ✓水・ガス圧入
  - ✓水蒸気・ケミカル圧入

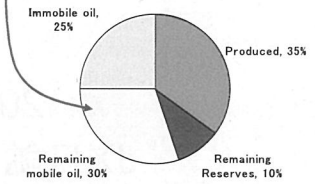


図1 フィールドの埋蔵量分類の一例

①増進回収：新たな挑戦と技術 -2-

- **Saudi Aramco**
  - ✓炭酸塩岩貯留層では、低塩分水圧入が、回収率向上に効果的
  - ✓2～10回の希釈海水にて、7～18%の回収率向上（図2-コアフラッディングの結果-参照）
  - ✓回収率向上のメカニズムは、低塩分水圧入により、炭酸塩岩の濡れ特性（Wettability）がより親水性側に変化（図3参照）

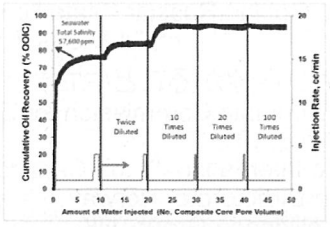


図2 油回収率と圧入との関係
(Source:New Recovery Method for Carbonate Reservoirs Tagged "Smart WaterFlooding")

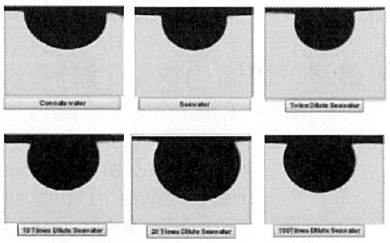


図3 接触角測定のイメージ図
(Source:New Recovery Method for Carbonate Reservoirs Tagged "Smart WaterFlooding")

①増進回収：新たな挑戦と技術 -3-

➢ Petro AS

✓室内実験およびパイロットテスト等の結果から、水圧入ベースのEOR技術には回収率を向上させるポンテンシャルあり（図3参照）

✓低塩分水圧入、または Bright Water™圧入の技術が高評価

✓ケミカル圧入の場合、ノルウェーの規制に基づき、環境影響を考慮する必要あり

Method	Potential (% STOOIP)	Inj. volume (fraction of PV)	Maturity of method			Complexity		Cost	HSE
			Mechanism	Modelling	Operational	Subsurface process	Operations		
LSWI	2-8	0.5*							
Surfactants	5-12	>0.5							
Polymer flood	2-8	>0.5							
Bright Water™	2-8	<0.1**							
LPS	2-10	0.4-1.0							
Na-silicate	2-8	<0.2							

図4 水圧入ベースのEOR技術の比較
(Source:A new spring for EOR in Norway)

①増進回収：新たな挑戦と技術 -4-

➢ Total

✓アンゴラで、大水深へのポリマー圧入を最初に実施

✓シミュレーションベースでは、水圧入ケースに比べ、ポリマー圧入したケースでは、3～5年Water-cut（坑井から産出される水量の比率）の上昇が抑制

➢ Saudi Arabian Chevron

✓Wafraフィールド（炭酸塩岩/ドロマイト層）における水蒸気圧入による重質原油回収のパイロットテストは成果あり

✓巨大油田への水蒸気圧入のフルフィールド展開は初の事例

✓ハード面だけでなく、ソフト面のエンジニアおよびコントラクターへの教育実施

①増進回収：新たな挑戦と技術 -5-

【まとめ】

- EORの早期検討が必要
- EORをおこなう上で、環境影響も要考慮
- EOR適用に対し、人的資源の投入および教育が重要
- 今後、フルフィールド展開した効果が、他のフィールドにおける更なる回収率アップの引き金になる可能性

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

②超重質油開発技術の進歩 -1-

【超重質油開発の課題】

- 重質油およびビチュメンの膨大な可採埋蔵量を背景とした更なる回収率向上の必要性
- 品質向上（収率・性状改善）の必要性
- 大量に使用される水処理の必要性
- 生産・精製に大量のエネルギー（GHG）削減の必要性（図5参照）

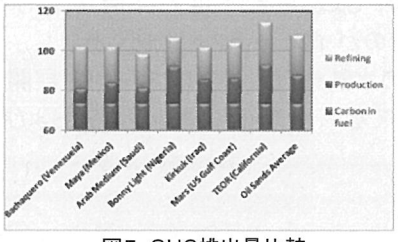


図5 GHG排出量比較
(Source:Advanced in extra heavy oil development technologies)

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

②超重質油開発技術の進歩 -2-

- **Alberta Innovates**

【開発技術:回収率アップおよび環境対応】

✓SAGD(Steam Assisted Gravity Drainage)の応用
- Steam and Gas Push
- Fast-SAGD
- Wedge wells

✓Hybrid Steam Solvent/Heated Solventプロセス

✓Gravity Stable Combustionプロセス

✓Electrical Heating

✓Cold Production

【プロセス技術: 収率および性状改善】

【露天掘り技術: 効率操業】

【環境技術: 大量の水処理およびGHG低減】

②超重質油開発技術の進歩 -3-

- **Gubkin Russian State University of Oil & Gas**

【開発技術:回収率アップ】

✓Dual Wellhead SAGD(Steam Assisted Gravity Drainage)技術

✓Thermo-hydro-dynamicモデルの構築

✓Thermogas圧入技術(図6参照)

【プロセス技術: 収率および性状改善】

✓ORD(Oscillatory Rotary Drums device)

✓Cavitation-vortex device(Laval nozzle)

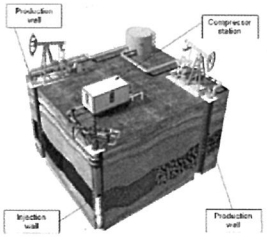


図6 Thermogas EORレイアウト
(Source:Advanced in extra heavy oil development technologies)

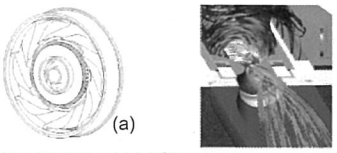


図7 ORD(a)およびCavitation-vortex(b) device
(Source:Advanced in extra heavy oil development technologies)

③埋蔵量と資源の区分
:新たな規定から分かること

- 資源量および埋蔵量の世界基準の作成のため、2007年PRMS（Petroleum Resources Management System）策定

  【背景】

  ✓資源量および埋蔵量は、石油会社のみならず、政府、金融機関、証券監督機関および投資家等々にとって、大きな関心事項であり、重要な評価結果

  ✓国・会社ごとに、独自の埋蔵量に関する定義・分類の基準に基づいた埋蔵量算定

- 今後のキーワードは、「透明性」、「継続性」、「統一基準」

WPCドーハ大会報告会

報告分野：石油精製
（　総括：セッション副議長として　）

2012年2月8日
千代田化工建設
技術部門
藤間 銀治郎

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野：議長/副議長の役割

各フォーラムは　議長1名と 副議長2名で構成

- 議長は10分間のSpeechを行うことが出来る
- 副議長は Paper Presenter に なれる



フォーラムのマネージは議長の責任だが、
担当CPC (Congress Program Committee)
が決められ、必要な助言を与える
F15では、日本が担当し、Paper選定の考え方を示唆

① Selection of Paper and Poster based on abstract
F15 では、応募総数77（Paper 66/ Poster 11)に対して、内容や地域等を勘案し、Paper 5 及び Poster 9を選定し、CPC に上申
選定基準は、各フォーラムの議長／副議長の裁量

② Suggestion on submitted Paper and Poster
提出されたPaperとPosterに関し、内容を審査し、必要なコメント
今回は、提出締め切りが延期されたので実質2週間の審査

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野：Posterセッション(1/2)

- Poster Sessionは、一般の入場者が自由に聴講出来るDigital Poster Plazaにて、発表を行う
- Digital Poster Plazaは4小間に分かれており、各小間には発表内容を閲覧できるモニターが4台と、聴講席約20席が用意されている
- 選定されたPoster数は24フォーラムで合計177（各フォーラム　1～13）でしたが、実際に参加・発表された人数は是より少ない





20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野：Posterセッション(2/2)

F15 Heavy oil and residue upgrading のPoster Presentation



東北大
阿尻氏



出光
岩本氏



千代田
杉氏

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

20th WPC に参加して

- The door to the 450 scenario is closing
  (IEA World Energy Outlook 2011)
- Peak Oil: Ahead of US or Behind US?
  (20th WPC Plenary 7)

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

WPCドーハ大会報告会

報告分野：石油精製
（フォーラム）

2012年2月8日
出光興産株式会社

海外PJ推進室長
武藤秀留

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野：石油精製

①「新しい石油精製技術」
（F12：Merchant Energy,UK、Shell、Sasol、KBC）

②「石油化学工業における原材料変更と技術」
（F14：ｶｳｻﾞｽﾗｳﾃﾝ大学,独、King Abdulaziz City,
ｻｳｼﾞ、NPC、出光）

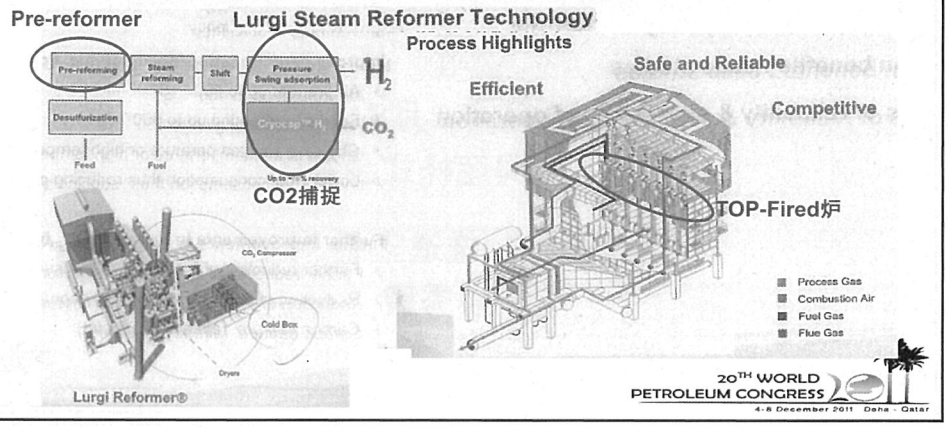
③「重質油・残油改質」
（F15：千代化、Hart Energy,USA、OMV,Austria）

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

① 新しい石油精製技術(F12)

【ﾃｰﾏ】 変化していく製品スペック・原料にミートさせる技術

- CO2発生を抑えた水素製造プラント紹介(By Air Liquid/Lurgi)
  - Air-Pre-heat、Pre-reformer、Top-Fired設計により建設費低下、CO2発生低下、水素製造効率アップ
  - CO2捕捉技術(PSA＋ColdBox)の適用

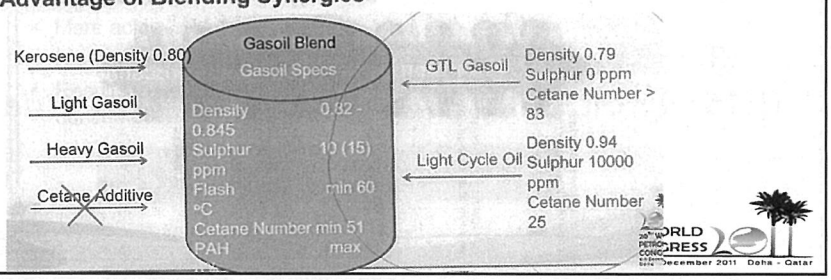


① 新しい石油精製技術(F12)

【ﾃｰﾏ】 変化していく製品スペック・原料にミートさせる技術

- 変化する環境下で精製ﾏｰｼﾞﾝを確保する技術提供(By SGS)
  - 原油:重質化・高硫黄化方向、ｵｲﾙｻﾝﾄﾞ由来合成原油など
  - 製品:Dieselｼﾌﾄ、低硫黄舶用燃料
  - Keyとなる技術紹介:
    - ・水素化分解(高活性触媒)による低品質原料のUpgrade
    - ・GTL活用による製品基材選択のﾌﾚｷｼﾌﾞﾙ化
    - ・腐食等の装置制約も考慮した安価原油の迅速評価

Taking Advantage of Blending Synergies



① 新しい石油精製技術(F12)

【ﾃｰﾏ】 変化していく製品スペック・原料にミートさせる技術

- 合成Jet燃料への挑戦(By Sasol)
  - 石炭・ﾊﾞｲｵ系GTLｼﾞｪｯﾄ燃料が2010年9月に認可
  - 20年に渡る、認可迄の経緯と研究活動を紹介
    ※凝固点がポイント

- 重質・高酸価原油からの高品質製品製造技術紹介(By KBC)
  - 既存技術:水素化分解、過分解型FCC、コーカー、
    ｺｰｸｽｶﾞｽ化＋FT合成、ﾊﾞｲｵ燃料の活用
  - 将来技術:微生物、細菌技術による重質炭化水素の変換
    ※文献紹介レベル

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

② 石油化学工業における原材料変更と技術(F14)

【ﾃｰﾏ】ミクロ(触媒技術)からマクロ(装置ｲﾝﾃｸﾞﾚｰｼｮﾝ)まで紹介

- ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ増産型FCC触媒への新規ｾﾞｵﾗｲﾄ技術
  (By Kaiserslautern大学、独)
  - ﾓﾃﾞﾙ化合物(n-ｵｸﾀﾝ)を用いたﾏｲｸﾛ装置で各種ｾﾞｵﾗｲﾄ評価
  - ﾐﾃﾞｨｱﾑ細孔径を持つ一次元細孔構造の新規ｾﾞｵﾗｲﾄが有望
  - ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ収率 : ZSM22、ZSM23 ＞ ZSM5

- ｴﾁﾚﾝのｵﾘｺﾞﾏｰ触媒の開発(By King Abdulaziz科学技術都市、ｻｳｼﾞ)
  - αｵﾚﾌｨﾝ重合触媒の開発＆評価
  - Ni/Zr錯体触媒(ﾒﾁﾙｱﾙﾐ賦活剤存在下)が高活性

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

② 石油化学工業における原材料変更と技術(F14)

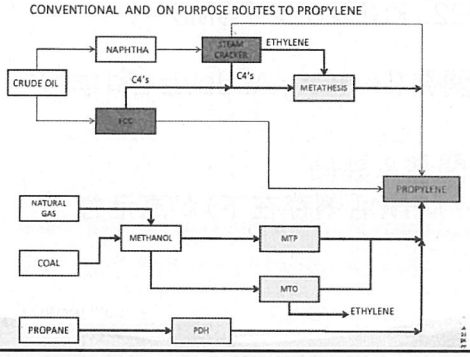
【ﾃｰﾏ】ミクロ(触媒技術)からマクロ(装置ｲﾝﾃｸﾞﾚｰｼｮﾝ)まで紹介

- 製油所/石化工場のｲﾝﾃｸﾞﾚｰｼｮﾝによる国際競争力強化事例
  (By 出光)
  - 国内燃料需要低下・石化原料ﾅﾌｻ偏重等
  - 千葉ｺﾝﾋﾞﾅｰﾄ地区等での石化他との先進的ｲﾝﾃｸﾞ事例を紹介
    Et原料の多様化/融通、水素ﾈｯﾄﾜｰｸ確立 etc
  - 効果:ｺｽﾄ削減、付加価値向上、CO2削減、地域環境保全

② 石油化学工業における原材料変更と技術(F14)

【ﾃｰﾏ】ミクロ(触媒技術)からマクロ(装置ｲﾝﾃｸﾞﾚｰｼｮﾝ)まで紹介

- On-purposeﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ生産技術の評価(By NPC、ｲﾗﾝ)
  - Et、FCCが現状の主流だが、ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝは副産物でありｴﾁﾚﾝ、ｶﾞｿﾘﾝの需要変動の影響大
    ⇒ 影響を受けにくいOn-purpseﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ生産技術のﾆｰｽﾞ大
  - ﾌﾟﾛﾊﾟﾝ脱水素、ﾒﾀﾉｰﾙtoﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ、ﾒﾀｾｼｽを評価



  - 建設費が安いﾒﾀｾｼｽに競争力あり
  - 石炭由来ﾒﾀﾉｰﾙのAvailability次第では中国ではMTPが有望

③ 重質油・残油改質(F15)

【ﾃｰﾏ】 改質技術の紹介

- ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ増産を目指したHS-FCC技術開発
  (By JX日鉱日石ｴﾈﾙｷﾞｰ)
  - 技術の特徴:高選択性触媒＋Downer反応
  - ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ収率:25%対原料(3,000BPDﾊﾟｲﾛｯﾄ装置評価)
  - 他の技術と組み合わせる事で更なる収率向上が可能

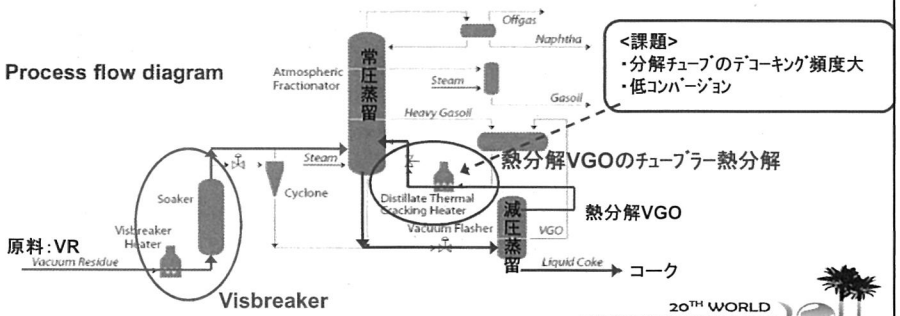
- 2030年に向けた重質原油開発の展望(By Hart ｴﾅｼﾞｰ、米)
  - 背景:Easy Oil生産はﾋﾟｰｸｱｳﾄし多様な石油資源開発が必要
  - 石油資源開発には膨大な投資が必要:深海油田など
  - 世界的ｴﾈﾙｷﾞｰ需要増で油価高騰
  - 超重質油の開発も注目される見通し(ｶﾅﾀﾞ産、ﾍﾞﾈｽﾞｴﾗ産)

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

③ 重質油・残油改質(F15)

【ﾃｰﾏ】 改質技術の紹介

- 低建設コスト・環境配慮型残油処理技術(By OMV、ｵｰｽﾄﾘｱ)
  - ｿｰｶｰ型Visbreaker装置＋Deep Thermal Gasoil Unit (Shell)によるDiesel増産
  - ガスタービン排熱をﾌﾟﾛｾｽ流体(原料の予熱)で熱回収
  - SNOx(Haldor Topsoe)採用による環境基準遵守



20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS
4-8 December 2011 Doha - Qatar

WPCドーハ大会報告会

報告分野
(全体講演・石油精製)

2012年2月8日
日揮株式会社
経営戦略室
岩井龍太郎

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野:

①(未来エネルギーの展望とカタールの役割)
(Plennery2: ExxonMobil, Shell)
②(製油所のメンテナンスと運転の信頼性)
(PBK5: PCK Raffinerie Germany,MOL Hungery)
③(原油と石油製品の長距離輸送)
(PBK6: Det Norske Veritas Norway,
Teheran University)

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

1.未来エネルギーの展望とカタールの役割-①

＊ExxonMobilのシェールオイル開発について

・シェールオイルの生産はまだ黎明期であり、そのポテンシャルを正確に把握するには、地質構造の解明や生産カーブの解析を行う必要があり、全貌を解明するにはもう少し時間が掛かる。

＊シェールガス開発について

・既に10年以上の生産実績を有する

・XTO Energyの買収によるシナジー効果を発揮し、今後は北米のみならず、南米（アルゼンチン）、ヨーロッパ、アジア（インドネシア）への展開も試みる。

＊アブダビの油田権益更新

・2014年に失効するアブダビのオンショア油田の権益更新に注目している。新しいスキームを模索している。

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

1.未来エネルギーの展望とカタールの役割-②

＊Shellのエネルギー需給予測

・2050年までに世界のエネルギー需要は現在の3分の2増加すると見ている。しかし、供給側は通常の増加率でいけば50%程度の増加にとどまるため、需給のギャップは大きい。

・需給のギャップを埋めるために非在来型資源の開発技術向上による生産量増大、ならびに需要側の消費抑制が必要となってくる。

＊非在来型資源の開発

・非在来型天然ガスが重要な部分を占めている。シェールガス/タイトガスの北米/中国/オーストラリアでの開発には強く注目しているし。最近ではウクライナでも開発を進めることに決定した。

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

1.未来エネルギーの展望とカタールの役割-③

＊天然ガスビジネスについて

・2011年はPearl GTLプラントの商業運転開始をはじめShellにとって重要な年であった。

・過去10年はShellのポートフォリオは「Gas」の占める割合が大きかった。今後も世界のガス市場、特にLNGの分野においては世界のリーダーでありたい。

＊再生可能エネルギーについて

・現在、再生可能エネルギーは供給ソースの10%程度であるが、2050年には30%に増加するであろう。ただそれは石油、ガス、原子力エネルギーが尚3分の2を占めるということも意味している。

2.製油所のメンテナンスと運転の信頼性-①

＊メンテナンスの意義

・プラントの運転信頼性に影響を与え、それは収益に 大きく影響する。

・メンテナンスを成功させるためには、先を見越した計画・準備が重要であり、できるだけ早く取りかかることが肝要である。

・そうした計画・準備が出来るかどうかは、その製油所にメンテナンスの文化が根付いているかどうかに依る。

＊メンテナンス成功の鍵

・メンテナンスに関わる人がその重要性をきちんと認識していること。その文化が根付いていること。メンテナンスの計画・準備はできるだけ早い段階で取りかかること。

・メンテナンスにかかるコストをセーブしすぎないこと。高品質の業者・材料を選定すること。

2.製油所のメンテナンスと運転の信頼性-②

＊メンテナンス文化の根付き

・ロシアやポーランドのような新興国でのメンテナンス文化の根付きには最低5年が必要。

・プラントの作業員にオーナーシップの意識を高めさせることが有効である。すなわち家や車を所有するときの意識と同じように、「自分のプラント」という意識を植え込むイメージである。

・ロシアでは大体3,500-4,000人の人が製油所で働いており、その全員にあまり差をつけることなく給料を支払う必要がある。本来ならば人員を減らして、その分作業効率の良い人材に多く払ったりしたいところであるがそれができないので、なかなか難しいところがある。また、自分たちの職場が無くなるのを恐れる。

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

3.原油と石油製品の長距離輸送-①

＊タンカー業界の環境対応

・増加する海上輸送量に対し、漏えいオイル量は減少傾向にあり、安全航行への意識改善及び油漏えい削減化に成功している。

・極地の氷上範囲の変化のような気候変動は、オイル及びタンカー業界に影響を与える。

・タンカーからの二酸化炭素排出量の削減について、今後の環境規制の流れにより 2015 (−10%), 2020(−20%), 2025(−30%)を実現する。

・タンカー航行速度とそれにかかる年間コスト及び二酸化炭素排出量の関係により、適切な航行速度を選択しなければならない。今後、更に燃費改善や環境保護に対する技術革新に拍車がかかる。

・大型原油タンカーの技術開発を検討中。

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

3.原油と石油製品の長距離輸送-②

＊パイプライン輸送を改善するための重質油粘度削減方法

・世界のエネルギー需要が高まる中、従来型の軽質原油埋蔵量は減少傾向にある。このため重質油(API20度以上)の需要が2030年には15%増えるとIEAは予測している。

・一方で重質油のパイプライン輸送は、流動性が低く・送り出すポンプコスト高を伴う。

・輸送効率を上げるための重質油の粘度を下げる改質技術として、A. 加熱　B.部分改質　C.軽質油との混合による希釈　D. 油乳化による水分作成　E. オイル層周りの環状水の利用　F. 電界あるいは磁気を用いて振動させる方法がある。

＊イラン重質原油での実験結果

・加熱することで劇的に粘度は下げられる。

・油分と水分の混合割合は、粘度の観点から油分は75%が最適。

3.原油と石油製品の長距離輸送-③

・乳剤による水分形成による粘度削減はコストの高い軽質油を混合するのに比べ現実的だが、界面活性剤が高い。乳剤により希釈された重質油を発電プラント燃料として使用する場合、混合した乳剤を取り除く必要はない。

・パルス電界を利用した技術は、特に埋設パイプラインの場合において有効。アスファルトベースの原油については短周期のパルス電界が有効であることがわかった。

・パルス電界及び磁気を照射しても重質油の温度変化はなく、照射を止めれば下がった粘度は元の値まで戻る。

WPCドーハ大会報告会

報告分野:　補完エネルギー

2012年2月8日

JX日鉱日石エネルギー株式会社
研究開発企画部プリンシパルリサーチャー
尾山　宏次

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野:補完エネルギー

①ライフサイクル分析を加味したバイオ燃料及びバイオマス原料の選択

F16: イタジュバ連邦大学(ブラジル), MicroBio(米国), インド石油

②エネルギー源としての水素の可能性

BPK7: JXエネルギー(岡崎), カナダ国立研究機構

③自動車燃料源の比較分析

BPK8: Neste Oil(フィンランド), JPEC(尾山)

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

①ライフサイクル分析を加味したバイオ燃料及びバイオマス原料の選択(1)

- 要点
  - バイオ燃料のLCA評価：原料となるバイオマス種や製造の違いにより単位発熱量当たりのエネルギー投入量や温暖化排出係数（CO2排出量）が大きく異なる
  - 微細藻を原料としたバイオ燃料(開放型池での生産を想定）は他のバイオ燃料と比較してもCA評価において優れる

◆ ブラジルでの生産を前提としたさとうきびからのエタノール、パーム由来および大豆由来のバイオディーゼルでのLCA評価で温暖化係数の高いものは大豆由来のバイオディーゼル。
  - 理由1：単位耕作面積当たりの生産量が影響している
  - 理由2：副生物の利用（熱源や発電への利用）
    - 大豆：2.7トン/ha ⇒ 755L/ha ⇒ 8.1-42.6gCO2/MJ
    - パーム：19.3トン(果実）/ha ⇒ 429L/ha ⇒ 5.1gCO2/MJ
    - さとうきび：83トン/ha ⇒ 7422L/ha ⇒ 4.1gCO2/MJ

①ライフサイクル分析を加味したバイオ燃料及びバイオマス原料の選択(2)

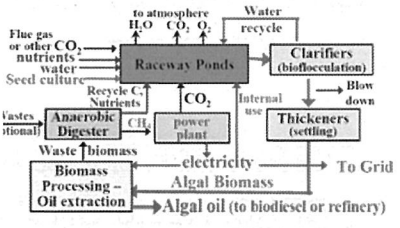
◆ 微細藻からのバイオ燃料製造の研究が世界的にも盛んな状況であり、様々な方法、技術開発が進められている
  - 微細藻生産の技術開発の中心は光バイオリアクターを用いたもの
  - 現在の微細藻の商用生産は開放型池によるものがほとんど

◆ LCA評価　開放型池による微細藻の生産を想定



Figure 1. Microalgae production ponds – Raceway type ponds. Cyanotech, Inc., Hawaii. Each pond is about a quarter hectare in size. Depth ~25 cm. Note paddle wheels for mixing at the far end.

微細藻によるバイオ燃料の基本スキーム



①ライフサイクル分析を加味したバイオ燃料及びバイオマス原料の選択(3)

◆ LCA評価結果

エネルギー投入量 MJ/GJバイオ燃料

	微細藻 (Wet)	微細藻 (Dry)	大豆
耕作～給油時までの値 (WelltoTank)	216.38	173.80	301.41

温暖化(GHG)排出係数 MJ/GJバイオ燃料

微細藻 (Wet)	微細藻 (Dry)	大豆
8.78	3.99	16.80

◆ 欧米で取り扱いが議論中の間接的土地利用変化の影響に対しても微細藻からのバイオ燃料は影響が少ない

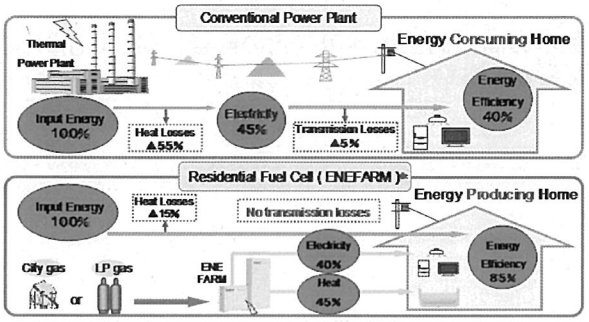
②エネルギー源としての水素の可能性(1)

- セッション概要
  - 水素はカーボンフリーエネルギー源としてこれまで喧伝されてきたが、高コストや燃料電池でのパフォーマンス上の課題等その実現が遅れている。このセッションでは水素のR&Dやエネルギーバリューチェーンに沿った水素の利用についてプライオリティを探る
- 要点
  - 水素の利点:①多様なエネルギー資源から製造できるため、エネルギーセキュリティに貢献、②高効率性によるCO2低減に貢献
    - 水素社会の実現に向けた日本における対応(JX)
    - 水素エコノミーを中心とした話題(カナダ)

②エネルギー源としての水素の可能性(2)

◆ 水素　スマートエネルギーキャリアーと位置づけ
◆ 水素社会を実現するために日本での二つのゲートに対応
  – 家庭用燃料電池システム(エネファーム)
  – 燃料電池自動車(水素供給事業:HySUT)

◆ 家庭用燃料電池システムにおける高いエネルギー効率



・震災後に販売数増加
・新型SOFCの販売

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

②エネルギー源としての水素の可能性(3)

◆ 水素エコノミー(水素に関する経済性)の一般的な論点
◆ 現在および将来の可能性のある水素製造方法
  – 熱的水素製造(Thermal)
    • スチームリフォーム(CCSとの組み合わせ)
  – 電気化学による(Electrochemical)水素製造
    • 水アルカリ法、太陽エネルギー法等。少量で高純度水素が必要なユーザー向け
  – 生物による水素製造(Biological)
    • ガス化法、熱分解法、藻類利用等。様々な資源が利用可
  – その他
◆ コスト比較:熱的水素製造方が最も安価で、電気化学法が最も高価。
◆ 材料、触媒、コスト低減、副生物の利用、水素純度向上、等が水素製造技術の課題

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

③自動車燃料源の比較分析(1)

- セッション概要
  - 石油・自動車業界はより高品質の燃料供給、エネルギー効率が良く環境に優しい車の開発ということで共に努力している。このセッションでは電気、天然ガス、水素及びバイオマスなどの代替自動車燃料の最新の開発状況と今後の見通し、ならびに燃料品質・エネルギー効率・コスト低減に関してこれまでの成果と今後の見通し、更には予測可能な将来について自動車燃料需要増に如何に対応するかを論じる
- 要点
  - 水素化バイオ燃料(HVO)について(フィンランド)
  - 自動車燃料としての液体系燃料の役割(JPEC)

③自動車燃料源の比較分析(2)

◆HVO-水素化バイオ燃料

- HVOの特徴
  - パラフィン燃料、高セタン価(70以上)、低密度、FAMEと比較して蒸留が軽い
- バイオディーゼル(FAME、HVO、BTL)のうち、BTLは高コスト。HVOはFAMEよりもコスト高だが、既存のディーゼルに対して品質が優れる。
- 再生可能エネルギー指令(RED)の2020年再生可能エネルギー目標10%に対して、FAMEは技術的な問題から7%が上限。一方、HVOは既存軽油に30%までブレンドが可能。欧州の軽油品質規格:EN590の密度下限が制約となる。
- 米国の低セタン軽油にHVOを22%程度混合すればEN590規格のクリアが可能。
- 軽油と比較してPM、NOx等の排出ガスを低減でき、地域の大気改善に貢献。
- HVOのロッテルダム取引価格はディーゼルの2倍。また原料は様々なものが利用可能。

③自動車燃料源の比較分析(3)

◆日本における自動車・燃料の検討事例の紹介
- METIの次世代自動車(NGV)戦略2010(METI)
- 自動車および燃料のWell-to-Wheel解析(JHFC)
- 二つの技術開発の重要性
  - 将来のCO2排出ゼロパスに向けた技術開発
    - 水素＋燃料電池/電気＋電気自動車
  - 液体系燃料＋内燃機関によるCO2削減に向けた技術開発
    - 排ガス低減も含めて燃料技術(品質)と自動車技術との適合性が重要

◆燃料品質と自動車技術の適合性に関する研究事例として日本の石油・自動車共同研究(JPEC事業)の一部を紹介
- 低硫黄化の効果 ⇒ JCAPデータを引用
- バイオ燃料の利用技術 ⇒ JATOPデータを引用

WPCドーハ大会報告会

報告分野：補完エネルギー

2012年2月8日
出光興産株式会社
資源部企画総括マネジャー
山本善弘

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

報告分野：補完エネルギー

① クリーン石炭技術
（F18: Clean Coal Technology）
Chair: Laszlo Varro/ IEA (France)

② 地熱の選択
（F19: Geothermal Options）
Chair: Alison Thompson/ Canadian Geothermal Energy (Canada)

③ 2050年のエネルギーミックス
（RT10：The Energy Mix of 2050）
Chair: Jean-Jacques Mosconi/ TOTAL SA (France)

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

① クリーン石炭技術

【概要】 実質的な討議は「温暖化ガス抑制策」

- 二段階の温暖化ガス抑制策
  - 前工程：エネルギー効率向上
  - 後工程：CO2液化、固定化（含むCCS）
- 各国でCCSが上手く行かない最大要因
  - CCSを既存の枠組み、法律の範囲で対処
  - 多くの法律、政府機関が関与。結果的に調整しきれず挫折
  - 本格的な取り組みには、特別法による集約化が不可欠
- CCS適地選定の難しさ
  - 例：豪QLD州のCCSプロジェクト中止（適地なし）
  - 温暖化ガス抑制への重要課題⇒要継続スタディ

① クリーン石炭技術

【結論】

- CCS成否の鍵
  - 法律、政府機関の整理（特別法への集約化）
  - コストを商業的に許容可能なレベルに抑制（含む適地選定）
  - 温暖化が地球に与える影響を定量評価

【将来への課題】

- CCSを含む温暖化抑制策の石炭火力への適用
  - 米国の既存石炭火力発電所の更新
  - 中国、インドの今後20年間の新設火力への対応

② 地熱の選択

【概要】 各国での地熱開発状況

- インドネシア、フィリピン：Chevronの活動
  - 世界最大の地熱開発会社（1,273MW）
  - 技術成長が石油・ガス開発に比べ遅い
  - 困難な銀行からの開発資金融資（低経済性）

- カナダ：Swan Hills油田でのバイナリー発電導入
  - 原油生産のために水圧入。油生産時に温水を併産
  - バイナリー発電の導入意思決定。機器発注済

- カナダ：証券取引所は地熱資源量の評価基準を制定
  - 探鉱精度の疎密度等でResource, Reserveを分類
  - 地熱を石油、鉱物資源のような資産と評価
  - 上場を促進（資金調達容易化）

② 地熱の選択

- ドイツ：再生可能エネルギー法（FIT）導入
  - 地熱発電が急増中
  - 掘削リスク低減のための保険あり

【結論】

- 石油会社の地熱資源開発への役割（地下リスク評価力）
- 国、産業界全体での地熱資源開発支援
  - FIT、資源量の評価基準、保険

【将来への課題】

- 石油会社としての3.11後の地熱資源開発への取り組み

20TH WORLD PETROLEUM CONGRESS 2011
4-8 December 2011 Doha - Qatar

③ 2050年のエネルギーミックス

【概要】 需要予測：Round Table（会場からの質疑応答含む）

- 予測に当っての要因
  - 人口推移（新興国での激増）
  - 世界経済の動向
  - 各国政府のエネルギー政策（非在来型、再生可能）
  - 技術革新

【結論】

- 2050年でもエネルギーの75%は炭化水素
  - 代替エネルギー導入はコスト的に大きな伸びは期待薄
- 石炭と天然ガスの需要は維持
  - 石炭は更なるCO2削減が必須

③ 2050年のエネルギーミックス

- 原子力は全体の7~8%を維持
  - 国の政策により温度差は有り
- 再生可能エネルギー比率はある程度、上昇
  - 技術革新によるエネルギー転換効率化見合い
- 技術革新の可能性
  - ｴﾈﾙｷﾞｰﾐｯｸｽに大きな影響を及ぼす技術革新は考えにくい

【将来への課題】

- 技術革新の見極め
  - エネルギー転換の効率化向上技術
  - CO2削減・回収技術