

## 4. 技術プログラム

- ・石油開発
- ・精製・輸送・石油化学
- ・天然ガスのプロセス・輸送・市場
- ・持続可能な産業管理



# WPCモスクワ大会報告会

報告分野：石油開発  
(フォーラム、基調講演、ラウンドテーブル)

2014年9月4日  
石油天然ガス・金属鉱物資源機構  
調査部 主席研究員  
本村眞澄



## 報告分野：石油開発

- 
- ①「北極圏・大水深メガプロジェクトの管理」  
(BPK1 報告 Shell, Total)
  - ②「大水深での探鉱と生産」  
(F4: 報告 Eni, ExxonMobil, Petrobras)
  - ③「新規事業地域で何をなすべきか？」  
(F5: パネル討論会 Chevron, CNPC)





## ①「北極圏・大水深メガプロジェクトの管理」BRK1 Gilmour(Shell): Shellの革新技術の貢献

- ・過去30年間、20件の大水深メガプロジェクトを手掛けた
- 1988年メキシコ湾、Bullwinkle Platformで 最大水深400m
- GOM Perdidoで2,450mのFPSO、既に水深2,800mまで実績
- ・並行してLNG分野で新規の供給と需要を生み出した
- FLNG (Prelude, Browse) は新規埋蔵量、雇用、税収
- ・北極圏開発でShellの技術開発が決定的な役割果たす
- Sakhalin 2で寒冷地DMR技術、過酷な環境下でのリスク管理能力



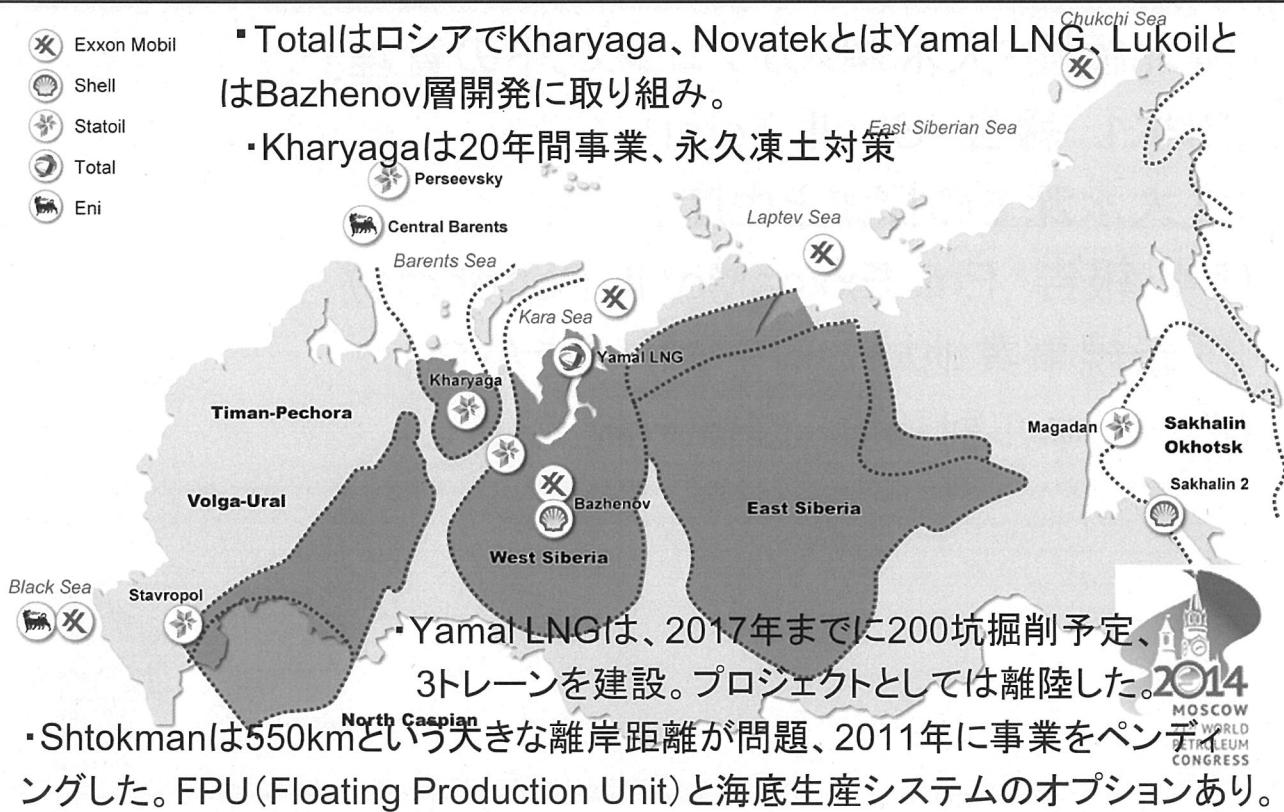
・世界のエネルギー需要は2050年に80%増。Shellは大水深、遠隔地、技術フロンティアに挑戦して対応。



## ①「北極圏・大水深メガプロジェクトの管理」BRK1 Houvard(Total): 北極圏のプロジェクト取組み

- Exxon Mobil
- Shell
- Statoil
- Total
- Eni

- ・TotalはロシアでKharyaga、NovatekとはYamal LNG、LukoilとはBazhenov層開発に取り組み。
- ・Kharyagaは20年間事業、永久凍土対策



- ・Yamal LNGは、2017年までに200坑掘削予定、3トレーンを建設。プロジェクトとしては離陸した。
- ・Shtokmanは550kmという大きな離岸距離が問題、2011年に事業をペンディングした。FPU(Floating Production Unit)と海底生産システムのオプションあり。

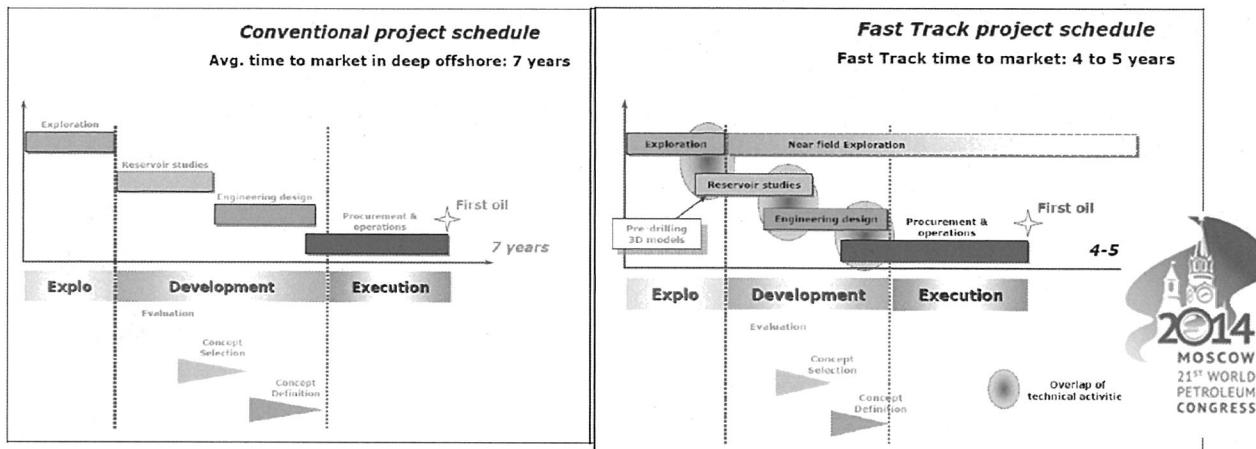




## ②「大水深での探鉱と生産」(F4)

Saadoun Banoori(Eni): Fast Trackの適用の強みと弱み

- \* 要点: 大水深での開発では、投資から回収までの時間を如何に短縮させるかが重用。このため、Fast Trackの手法を導入して、生産開始まで通常7年かかるものを、4-5年へ短縮。探鉱、貯留岩評価、エンジニアリング・デザイン、開発事業の各段階をオーバーラップさせる。
- \* 討議 通常手法の強みは事業の確実性、弱みは経済性の毀損。Fast Trackでは、強みは時間の節約、弱みは不確実性・地下リスクの拡大
- \* 結論 地下情報の不確実性の認識とリスク削減のバランスがポイント



## ②「大水深での探鉱と生産」(F4)

Timothy Garfield(ExxonMobil): 大水深生産

- \* 要点: 深海扇状地の探鉱で重要なのは、鉱区が扇状地の中でチャンネル堤防(levee)、埋積チャンネル(confined)、弱埋積チャンネル(weakly confined)、分流チャンネル(distributary channel)などの部分にあるか正確に把握すること。次いで①地震探鉱断面における良好なシールの認識、②石油根源岩タイプと熟成モデルによる石油、ガス賦存地域の認識、③炭化水素直接探知法の活用、の手順で評価。

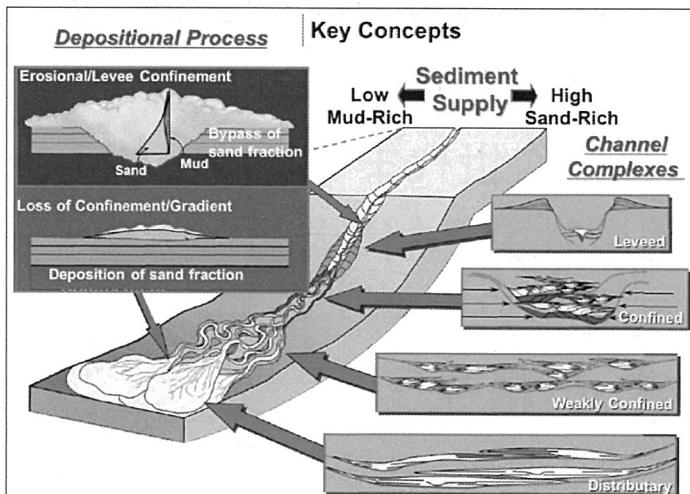


Figure 1. Conceptual channelized slope-fan model based on West Africa analogs.

生産開始後は4D地震探鉱と貯留岩のヒストリーマッチを行い、未回収炭化水素の把握、追加のin-fill生産井の掘削の指針を得る。サハリンではデルタ-扇状地モデルとして適用。黒海のTuapse Troughの大水深探鉱で活用。





## ②「大水深での探鉱と生産」(F4) Fraga(Petrobras): ブラジル・プレソルト開発

\* 要点: ブラジル Santos 沖盆地の岩塩層下位鉱床の開発。これまで探鉱の100%が成功し、3基のプラットフォームが設置、層厚2,000mの岩塩層の下位の炭酸塩岩に鉱床。最大のLula油田の生産コストは\$9/bblで、他油田の\$15/bblより安価。生産ではFPSO/VLCC hullの海底生産システムを用いる。今年24万b/d。

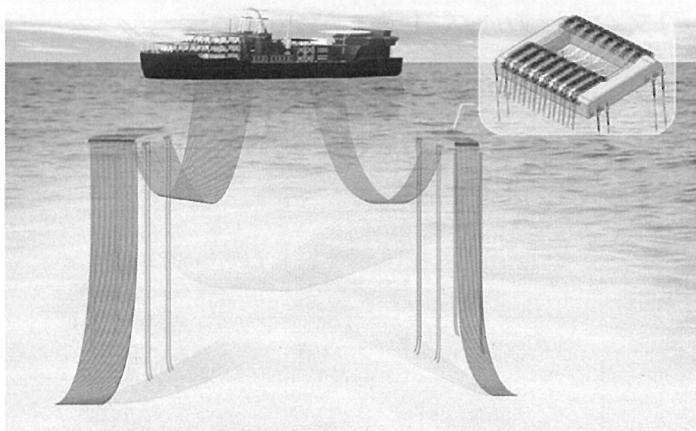


Figure 3: Gathering system with Buoy Supported Risers connecting steel catenary risers to an FPSO through flexible jumpers.

CO<sub>2</sub>の分離再圧入を行う。  
2020年までに22のFPSOを設置し、石油生産量を420万b/dとする目標。



## ③新規地域への進出で何が必要か(RT2) 5名による討論会

Jay Pryor(Chevron): 地理的フロンティアで透明性重要

- ・掘削現場の進捗状況をモニターして地域社会に公開
- ・工事トラックの移動ルートをネットで表示し理解を得る
- ・シェール開発では帯水層データを開示、無汚染を示す
- ・これらはHSEの一環であり、地域との信頼の問題
- ・会社の評価はその地域社会で次世代まで蓄積していく

Sun(CNPC): 相手国政府と地域社会ともに信頼が大事

- ・奨学金交付、宗教的配慮等で良好な関係構築
- ・「友好第一、ビジネスの次」の精神



## PL2 Opening Plenary: Energy strategy for a growing world (第1日目)

Rex Tillerson (ExxonMobil) : Rosneftと大水深、非在来、北極に注力すると明言。  
サハリンでの成果を挙げ、西シベリアでのシェールガス、Kara海での探鉱を実施する由。

(隣席のセチンRosenft社長は4月28日の米国からの制裁により、米国人とのビジネス上の対話を禁じられているが、世界石油会議事務局はあえて並べて席を用意した)





# WPCモスクワ大会報告会

報告分野: 石油開発  
(フォーラム、基調講演、ラウンドテーブル)

2014年9月4日  
国際石油開発帝石株式会社  
技術本部技術企画ユニット  
田中 弘樹



## 報告分野: 石油開発

- 
- ①「ロシアの石油産業の展望」  
(PL:露エネルギー省、OPEC、ルクオイル、ガスプロム)
  - ②「新たな資源をどこに求めるか?」  
(RT1:GDF Suez、ルクオイル、Barra Energia)
  - ③「北極圏における石油開発」  
(F2:NPD、Eni、ロシア科学アカデミー、ExxonMobil)
  - ④「非在来型石油・ガスの開発」  
(F4:Halliburton、Ecopetrol、AGH科学技術大学)
  - ⑤「新地球科学技術」  
(F5:Total、ExxonMobil、Schlumberger)
  - ⑥「先進的な掘削・生産技術」  
(F7:SINOPEC、ExxonMobil、Schlumberger、Eni)





## ロシアの石油産業の展望

当初予定のプーチン大統領やミレル・ガスプロム社長の講演が取止めとなつたのは残念だったが、直近のロシアの石油産業界の動向と方向性についての見解を、まとめて聞けたことは有意義

### 要旨

#### 1. Molodtsov露エネルギー省次官

- ✓ 2013年、ガスプロムやロスネフチ等が、アジア市場で新たな可能性を発見
- ✓ 今年5月の中露ガス購入契約署名は、大きなBreak through
- ✓ 今後のエネルギー輸出戦略の中心は、ガスや下流部門

#### 2. Abdalla Salem El-Badri OPEC事務局長

- ✓ ロシアは原油生産でサウジに次ぐ世界第2位、ガスは全世界の20%を生産
- ✓ 今後、ロシア企業は、国外パートナーとの協力関係を進めつつ、最適な供給シナリオについての方向性を探るだろう。産油国相互の成長は不可欠。

#### 3. Vagit Alekperovルクオイル社長

- ✓ 現在のロシアの主力油田の減退をカバーすべく、サウジアラビアやカスピ海北部で新たなプロジェクトを実施すると共に、ガスプロムやTotalと協力

#### 4. Alexander Medvezhevガスプロム輸出担当副社長

- ✓ ペチュラ海のプリラズロムノエ海上油田で生産を開始した他、東シベリア等でも開発を推進
- ✓ 西シベリアで、シェールオイル開発を推進(2020年までに年産5000万tを目指す)

### Q&A

Q1. 開発されたタイトオイルは国内向けか？

→生産量の50%は輸出。2020年までに国内製油所を改修し、受入可能にする  
(Alekperov社長回答)

Q2. ロシア大陸棚への民間企業参入を促すための優遇税制は？

→VATや資源抽出税等での新たな優遇を検討中(Molodtsov次官回答)



## RT01 新たな資源をどこに求めるか？ (Where should we look for new resources?)



Mr. Didier Holleaux (CEO, GDF Suez Exploration & Production)

・どの選択が自分の会社の戦略に合っているか？が重要。

・新たなResource(資源)よりもReserves(埋蔵量)を探す方が経済的。



Mr. Andrey Kuzyaev (President, LUKOIL overseas)

・開発費が高いため、ロシアではUnconventionalの需要はまだないと考えている。

・いわゆるConventionalがまだ存在する。イラン、イラク、サウジアラビアといった地域はまだ生産余力があるはずだ。



Dr. Cesar Cainelli (Vice President of Exploration, Barra Energia do Brazil Petro e Gas)

・ブラジルでは既発見フィールドのすぐ近くのプレソルトで大発見があった。

・技術の進歩と新たなアイデアにより開発可能となった事例だ。





## F2 北極圏における石油開発 (Exploration and Production in the Arctic)

- ノルウェー領バレンツ海では、1980年の鉱区公開以降約100坑が掘削され、多くの油ガス田が発見されたが、生産中はSnohvitガス田のみ。2011年夏のロシアとの境界線合意以降、探鉱活動が再び活発化。(NPD)
- Eniはオペレータとして、ノルウェー領バレンツ海Goliat油田開発作業を実施中。北極圏では、暗さ、アイス、リモート、インフラ、繊細な環境など、克服すべき課題が多い。(Eni)
- ロシアでは67海上鉱区が北極圏にあり、その約3/4をロスネフテが、残りをガスプロム、ルクオイル他が保有。異常高圧、永久凍土、ガスピケット、など課題が多く、国際的な協力が必要。(ロシア科学アカデミー)
- ExxonMobilはロスネフテと共同で、ロシア北極圏10鉱区を保有。北極圏では、暗さ、低温、アイス、永久凍土など課題が多いが、さらにロシアではリモート、インフラ、ロジなどがさらに困難なものに。(ExxonMobil)

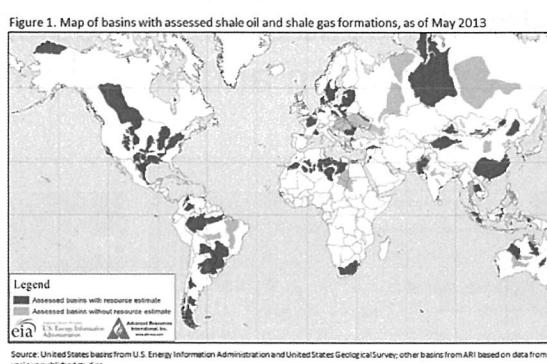


北極圏における石油開発は想像以上に過酷



## F4 非在来型石油・ガスの開発 (Unconventional oil and gas exploration and production)

- シェール開発は世界中に広がってきていて、が、国や地域により課題は異なる。世界でシェール開発を行う際の主要課題は、それぞれの国や地域政府規則、経済性、および長期安定生産。(Halliburton)
- コロンビアはアルゼンチン、ブラジルに次いで、南米で、3番目に非在来資源ポテンシャルがあると評価。Ecopetrolは、シェールガス/オイル、タイトガス/オイル、重質油、CBM、ガスハイドレート開発に取り組む。(Ecopetrol)
- ポーランドには膨大なシェールガス資源量が賦存すると評価。一方、地質の難しさ、都市化地域、環境・規制、水の確保、高コストなど、その開発は容易ではない。(AGH科学技術大学)



非在来型石油・ガスの開発は、米国以外ではハードルが高い





## F5 新地球科学技術

### (New Technologies for Geosciences)

トール社; スーパーコンピューター(PANGEA)を導入(2013年当時世界第11位の処理能力)。  
震探処理の計算時間の削減により、探鉱スタディがスピーディーになった。

(コントラクター処理)

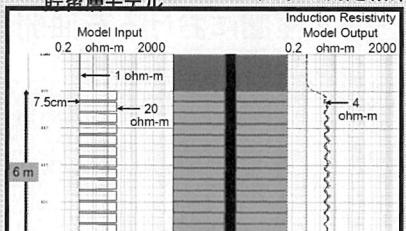
Kirchhoff PSDM 35日 →

(トール社インハウス処理)

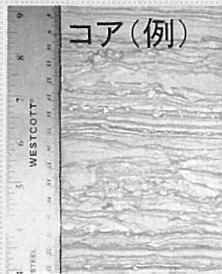
RTM PSDM 2日

西シベリアでは薄い泥岩を挟む砂泥互層のレザーバーであるため、これまでインダクションログでは過小評価でレザーバーとして認識されていないところもあった。  
→ 3軸インダクションログを開発したことにより測定可能となった。

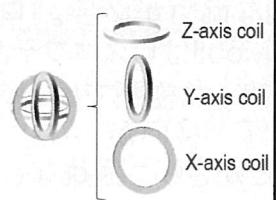
薄泥岩を挟む  
貯留層モデル



従来の測定結果



3軸インダクションログ



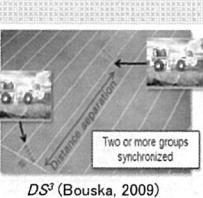
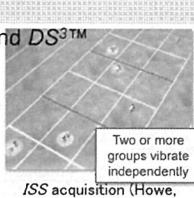
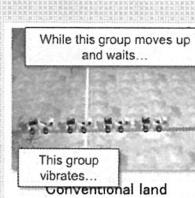
$20 \Omega \cdot m \rightarrow 4 \Omega \cdot m$  (過小評価)



## F5 新地球科学技術

### (New Technologies for Geosciences)

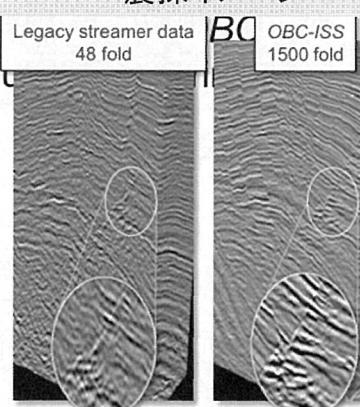
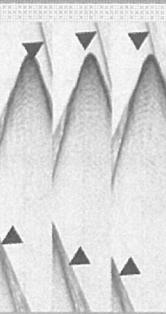
Simultaneous source acquisition  
for exploration and development  
surveys



震源を複数同時に発振する

利点;

- 収録時間とコストの減少
- データ品質の向上
- 現場作業時間の大幅な減少  
(事故リスクの低下)



震探処理によつて干渉部を分離  
After deblanding





## F7 先進的な掘削・生産技術 (Advanced drilling and production technologies)

- SINOPECは北東四川エリアで、大深度、高圧、高H<sub>2</sub>S、高CO<sub>2</sub>の坑井を掘削。耐腐食ドリルパイプ、Mist-Foam Drilling、Air-N2 Drilling、High pressure anti-gas channeling cementingなどの技術を適用。(SINOPEC)
- サハリン1プロジェクトでは、ERD技術がカギ。High strength drill pipe、High capacity top drive、Mud property managementなど詳細エンジニアリングにより掘削時のドリルパイプ振動を最小化。仕上げには、Smart completionも導入。(ExxonMobil)
- ロシアでは、低浸透性油層の開発や減退期の油田の再開発などの増加により、フラクチャーリング作業が大きく増加。フラクチャーリング流体の最適化が重要。(Schlumberger)
- Eniは厳しい条件下で安全に掘削作業を行うために、Downhole isolation packer (DHIP)を開発中。(Eni)



より厳しい条件での油ガス田開発へ





# WPCモスクワ大会報告会

報告分野: 石油開発  
(フォーラム、基調講演、ラウンドテーブル)

2014年9月4日  
石油資源開発株式会社  
技術本部 技術研究所  
手塚和彦



## 報告分野: 石油開発

- 
- ①「複雑な地質環境における課題」  
(F6 報告担当: 川田耕司)
  - ②「統合的貯留層管理と監視」  
(F8 報告担当: 手塚和彦)
  - ③「水圧破碎のベストプラクティス」  
(BPK5 報告担当: 手塚和彦)
  - ④「探鉱から生産までのサイクルタイムを如何に最適化するか?」(RT3 報告担当: 山田泰生)
  - ⑤「地政学的協力—長期エネルギー持続性を確保するため」(PL10 報告担当: 熊野裕介)





## F6:複雑な地質環境における課題

**主旨** 技術の進歩に伴い、探鉱・開発の対象は、複雑な地質環境に広がってきてている。本Forumでは、そのような対象に対するさまざまなアプローチを紹介する。

**Chair** Jason Canning (BG, UK) 4 oral presentation and  
Rafael Tenreyro-Perez (CubaPetroleo, Cuba) 10 poster presentations  
Hossein Roshandel (Dana Oil & Gas, Iran)

**Oral** Kurt Rudolph, 地質的に複雑な堆積盆: 課題と機会  
ExxonMobil, US

Xiaojun Han, Sichuan 難地形山岳地帯における地震探査探鉱技術の進歩と  
Geophysical Co., China 適用

Marcell Lux, 動水力学モデルを用いた圧力および移動集積予測  
MOL Plc., Hungary

川田耕司 由利原地域の玄武岩貯留層の地質モデル  
JAPEX

### Oral Session



## F6:複雑な地質環境における課題

### 地質に複雑な堆積盆: 課題と機会

Kurt Rudolph,  
ExxonMobil, US



- 地質的に複雑な堆積盆で、油ガス田発見するためには、その地域を熟知した技術者の育成および最新の地震探査技術の利用が鍵となる。
- 地震探査技術の進歩は著しく、状況によっては、貯留層スケールにおいての直接的な層序解析も可能である。
- 一方、客観的な評価のためには、地域間での一貫した探鉱評価が必要であるが、ExxonMobilでは、意思決定前の技術ピアレビューや過去評価の検証を行い、その一貫性を保っている。

#### Q&A

- Q: 世代交代の際、ベテラン技術者の豊富な知識を如何にして若手技術者に伝達するのか？
- A: さまざまな経験を持った技術者からなるスタディチームを構成し、そのチーム内での情報交換が鍵と考えている。

### 地震探査データ特殊処理例

Full Bandwidth Impedance

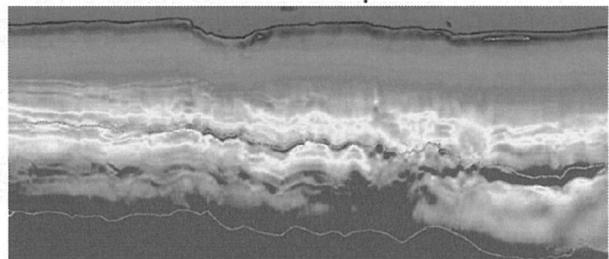
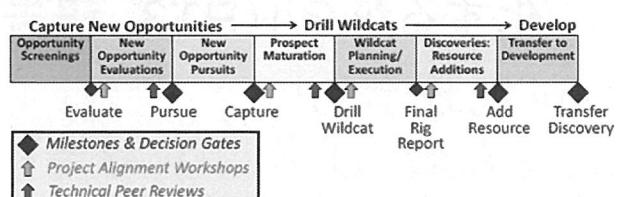


Figure 9. Inversion results for an area with complex velocity structure. Top seismic profile is from a conventional inversion, bottom is from Full Waveform Inversion. Fundamental seismic data input to both inversions is courtesy of ION Geophysical Inc.

### 探鉱評価プロセス

Exploration Work Process





# F6:複雑な地質環境における課題

由利原地域の玄武岩貯留層の地質モデル

川田耕司  
JAPEX

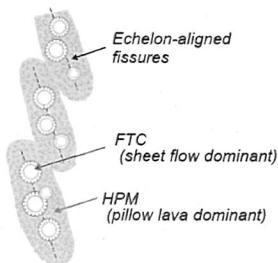


- 日本の玄武岩貯留岩について、現世のアナロジーを特定し、坑井情報、地震探査情報に結びつけながら、概念モデルを構築した。
- 地球統計学の多点法を応用し、概念モデルより地質モデルを構築した。
- 作成された地質モデルを基に現在フローシミュレーションを実施しており、ガス圧入の検討を行っている。

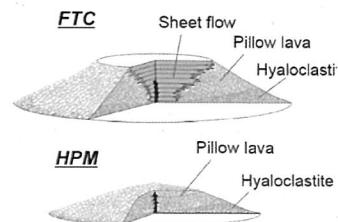
## Q&A

- Q: 火山岩相の生産レートはどの程度か？
- A: ピロー相で日産50~200バーレル程度である。
- Q: 震探インピーダンスが高い所が貯留層となるのか？
- A: 最も貯留岩性状の良い所は、インピーダンスが中程度の所である。

## Conceptual Model

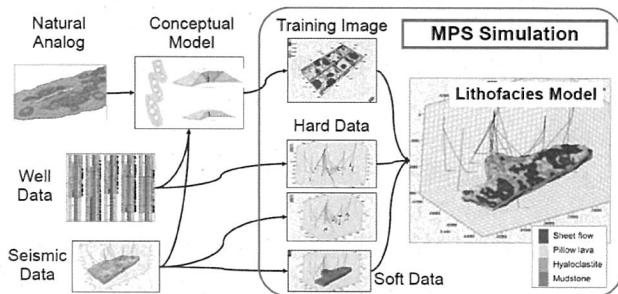


## 概念モデル



## 地質モデル作業フロー

### Lithofacies Modeling: Workflow (Summary)



# F8:統合的貯留層管理と監視

## 主旨

統合的な貯留層管理技術、すなわち様々なデータを統合することで貯留層モデルを検証・改善し、IORを含む最適な生産計画を立案していく技術に焦点を当てる。

## Chair

Adnan Al-Kanaan (Saudi Aramco)  
Morten Aagesen (DONG E&P, Denmark)  
手塚和彦 (JAPEX, Japan)

4 oral presentation and  
10 poster presentations from  
118 submitted abstracts

## Oral

Kent Johansen,  
Dong energy, Denmark

北海、デンマーク区域のSouth Arneフィールドでの生産最適化スタディ

Samson Ning,  
BP, US

Prudhoe Bayにおけるミシブルガス圧入EOR(MI-EOR)に関するスタディ

Silvia Vimercati,  
Eni E&P, Italy

アラスカ、ノーススロープにおける油生産最適化のスタディ

## Poster

熊野裕介  
JAPEX, 他9件

マイクロサイズミックデータを用いたジオメカモニタリング





## F8:統合的貯留層管理と監視

Prudhoe Bayでのミシブルガス圧入 EOR

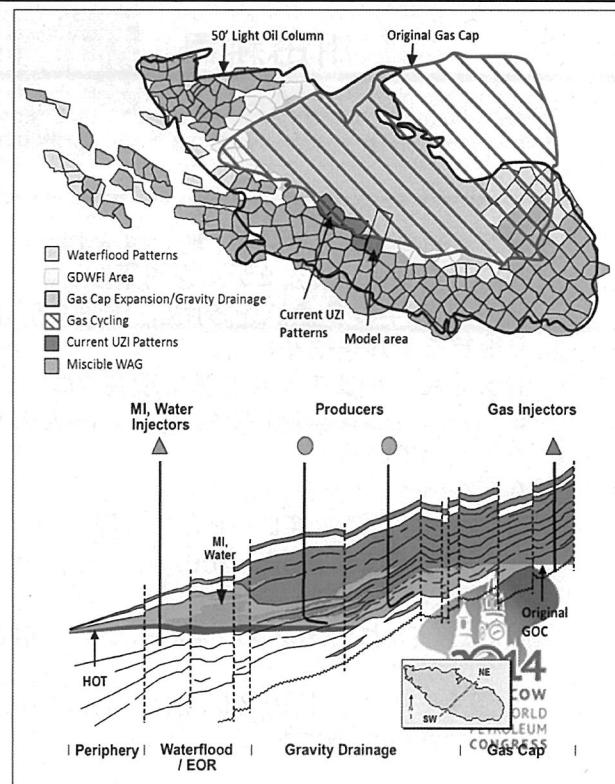
Samson Ning,  
BP, US



- 同地域では14年前からMI-EORをはじめ、その範囲を拡大しようとしている。
- シミュレーションスタディによれば、同地域では水攻法の効率がよく、原始鉱量に対して8%の増油が期待できる。
- MI圧入を行えばさらに2.5%の増油が期待できることがわかった。
- しかし、水攻法のみによる増油効果が結構大きいため、MIの適用には十分なスタディによって効果の高い坑井の順位付けが重要である。

### Q&A

- Q: 貯留層モデルはどの程度の頻度でアップデートしているのか？
- A: 新しい坑井を掘削すればアップデートする。また、EORを検討する際には、その都度圧力データとヒストリーマッチさせる。



## F8:統合的貯留層管理と監視 アラスカ、ノーススロープにおける油生産最適化

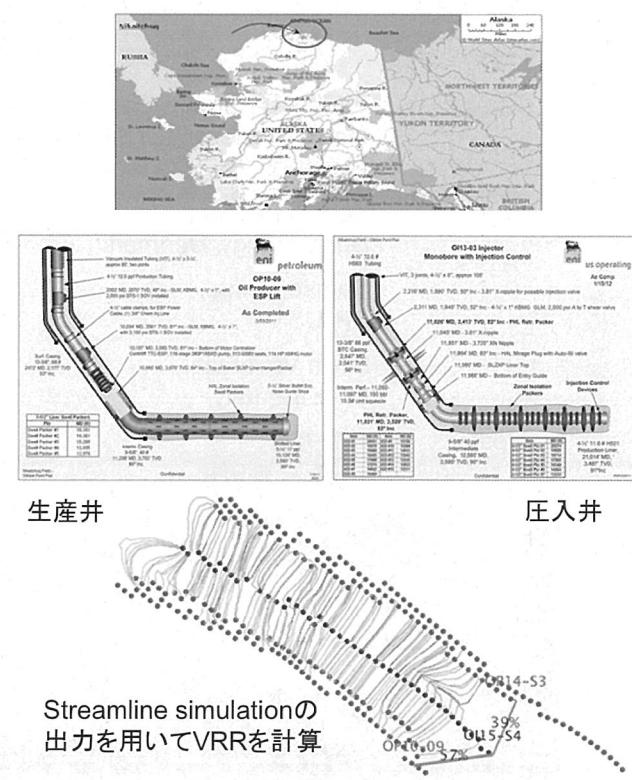
Silvia Vimercati,  
Eni E&P, Italy



- 生産用と圧入用の水平井が隣り合うように配置されており、生産井にはダウンホールポンプ(ESP)、圧入井にはインフローコントローラ(ICD)が装着されている。
- 圧入井には分布型温度計(DTS)も装備されており、圧入プロファイルを知ることができる。
- 生産井には油と水のそれぞれに溶解性を持つトレーサーが取り付けられており、水と油の流入深度、割合を評価することができる。
- これらの豊富なデータを統合し、最適な水攻戦略を検討・実施した。その結果、2013年までに17%の増油効果を得ることができた。

### 感想

- 統合管理チームとしてsedimentologist, petrophysician, geologist, reservoir engineerなどの協力関係を立てたことも成功の要因。





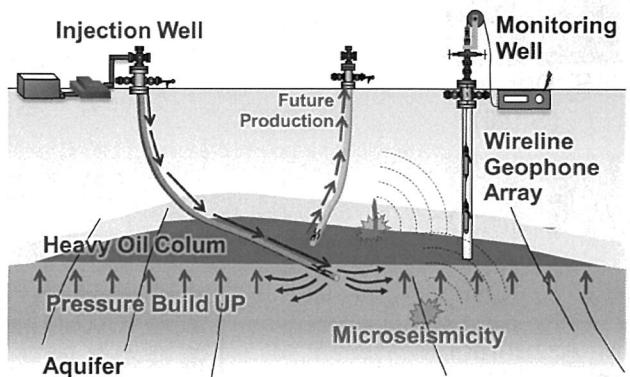
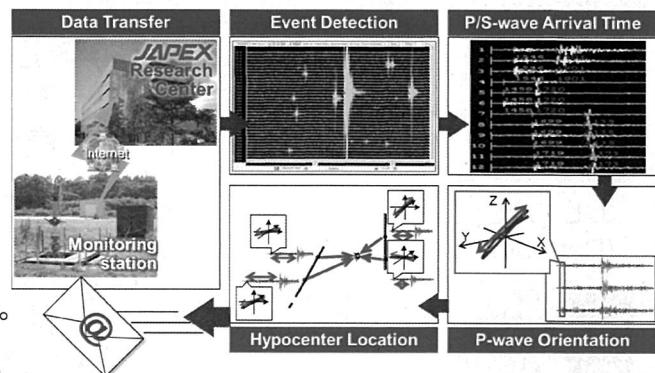
## F8:統合的貯留層管理と監視

マイクロサイスマニタリングによる貯留層の力学的健全性の監視

熊野裕介  
JAPEX



- 生産開始前の油層への水圧入による生産効率の向上を計画。
- 貯留層圧上昇に伴うシール破壊のリスクをマイクロサイスマニタリングによって監視。
- MS源の分布域は貯留層よりも深部に限られており、貯留層ならびに帽岩の力学的健全性が確認されている。
- MS源が、3次元震探により解釈された特定の断層近辺に集中しており、かつ時間とともにMS発生位置が深部方向へ移っていく傾向が示唆されている。
- その傾向をジオメカモデルで説明。



### 感想

- ジオメカモデルは非在来型資源開発やCCS事業で役立つ可能性がある。



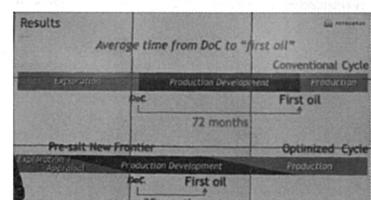
## RT3：探鉱から生産までのサイクルタイムを如何に最適化すべきか？



J. L. Diaz  
(Petrobras)

### Offshore開発での戦略事例

- 探鉱初期段階から生産設備を意識した意思決定 (Docまでに、並行して生産開発検討すると言うProjectのRobustness確保 → cycle time短縮化)



S. Durkin  
(Shell)

### Shellの世界での開発事例概観

- Cycle time／投資額の増加傾向 → 利益を圧迫
- 初期スケジュールの加速化
- Pre-FIDでの埋蔵量評価などの効果的評価プロセス
- Infrastructure・社会的／企業的な規制緩和など



M. Azzahrani  
(Saudi Aramco)

### Saudi Aramcoでの経験例

- 最新技術の援用
- 各データ間でのギャップを近づける努力：  
物探 vs 地質, 地質 vs 生産, 埋蔵量 vs 回収量



## RT3：探鉱から生産までのサイクルタイムを如何に最適化すべきか？



J. L. Diaz  
(Petrobras)

### 主な質疑

#### (1) 最適化で重要なことは？

- Better management
- 最新技術
- プロジェクトのrobustness等



S. Durkin  
(Shell)

#### (2) 最適化でのBig Sourceは？

- 世界的社会シフトへの対応
- 技術の進歩
- リスク検討
- Safety
- 若い世代への技術継承・Talent



M. Azzahrani  
(Saudi Aramco)

#### (3) その他

- Overoptimisation にも注意すること

最適化の万能薬はないが、プロジェクトの縦糸・横糸の連繋を各要素でしっかりとさせていくことが肝要と言ふことだろう



## BPK5:水圧破碎のベストプラクティス

### 主旨

非在来型資源であるタイトガス、シェールガスの開発を促進しているのは高度化した水圧破碎技術である。しかし、商業生産に足る生産量を獲得するためには、安全、環境、コストなどにおいて取り組まなければいけない課題を多く抱えている。

### Chair

#### Oral

Abdornabi Hashemi  
North Drilling Company,  
Iran

イランの炭酸塩岩貯留層におけるAcid fracturing  
(様々な困難と不確定性をなんとか克服して作業を成功させたという苦労話。10%の増油)

Adnan Al-Kanaan  
Saudi Aramco

水圧破碎のベストプラクティス: Saudi Arabiaでの水圧破碎作業(タイトサンド層)

Francois Auserais  
Schlumberger, US

環境負荷を抑える水圧破碎のベストプラクティス  
(プロップメントをぎっしり詰め込まずに、チャンネル状の隙間を残すように詰め込む技術)



Evolution of Hydraulic Fracturing			
1950 - 1960	1970 - 1980	1990 - 2000	2000 - 2010
<b>Single Vertical Well Locations</b>	<b>Multiple "S"-Shaped Wells per Locations</b>	<b>Single Horizontal Well Locations</b>	<b>Multiple Horizontal Well Locations</b>
<b>Typical Characteristics</b>	<b>Typical Characteristics</b>	<b>Typical Characteristics</b>	<b>Typical Characteristics</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Single tight gas</li> <li>• Single well location</li> <li>• 1-4 stages per well</li> <li>• 10 to 20 stages per well</li> <li>• 20 to 30 MPa pump rate</li> <li>• 100 to 150 bbls of proppant</li> <li>• 100 to 200 m3 of water</li> <li>• 100 to 200 m3 of acid</li> <li>• Computerized design</li> <li>• Complex well designs</li> <li>• Efficient design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi stage gas</li> <li>• High gas pressure</li> <li>• Large well locations</li> <li>• 8 to 15 stages per well</li> <li>• Geometrically spaced</li> <li>• 100 to 150 bbls of proppant</li> <li>• 100 to 200 m3 of water</li> <li>• 100 to 200 m3 of acid</li> <li>• Emergence of slickwater</li> <li>• No computerized design</li> <li>• Poor / bad storage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Single</li> <li>• Single well locations</li> <li>• 8 to 15 stages per well</li> <li>• Geometrically spaced</li> <li>• 150 bbls of proppant</li> <li>• 100 to 200 m3 of water</li> <li>• 100 to 200 m3 of acid</li> <li>• No computerized design</li> <li>• Poor / bad storage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shale and tight gas</li> <li>• Multi well locations</li> <li>• 10 to 40 stages per well</li> <li>• Computerized design</li> <li>• 100 to 150 bbls of proppant</li> <li>• 100 to 200 m3 of water</li> <li>• 100 to 200 m3 of acid</li> <li>• No computerized design</li> <li>• Development mode</li> <li>• Little GACG</li> <li>• Low completion rates</li> </ul>
<b>Example Plays</b>	<b>Example Plays</b>	<b>Example Plays</b>	<b>Example Plays</b>
Campbell River Bay, Roncar, Moray, Clapue	Utica, Pennsylvania	Jonah, Bakken, Haynesville	Gulf of Mexico, Haynesville, Marcellus, Eagle Ford, Bakken, Haynesville, Eagle Ford



# BPK5:地政学的協力－長期エネルギー持続性を確保するために

Chair	Renato Bertani (World Petroleum Council)	
Oral	Alexander Novak (Minister of energy, Russia)	ロシア:天然資源の産油国と輸入国の利益バランスが重要。ガス価格を上げることは重要ではない。Win-Winの関係を目指している。
	Besim Sişman (Turkish Petroleum Corporation)	トルコ:中東-欧州間のパイプライン敷設経由地であることには加えて黒海沿岸等での探鉱ポテンシャルによっても存在感を増している。
	Hosnia Hashim (Vice President, KUFPEC)	クウェート:探鉱開発活動、パートナーシップ戦略において、他国との協力関係がますます重要になっている。Kufpecは共同ベンチャーや大学等との共同研究で実績を作っている。
感想		「問題の解決策・答えは当事者の手の中にある」というSişman氏によるコメントが印象的であった。石油産業における良好な“地政学的協力”関係の構築は、単にエネルギーの安定供給という社会的責任を果たす上で重要であるばかりか、引いてはより広義の国際社会の安定化・維持発展にも貢献し得るものであり、それそのものが重要な社会的責任であると認識された。 その一方で「利益バランス」、「Win-Winの関係」というのは、響きは甘いが裏を返せば「利の無いパートナーとは組まない」という弱者排除の側面を伴っており、国際社会において“協力者”としての競争力が求められることに変わり無いことが改めて印象付けられた。



# WPCモスクワ大会報告会 (精製・輸送・石油化学)

2014年9月4日

JX日鉱日石エネルギー株式会社  
常務執行役員 中央技術研究所長  
五十嵐 仁一



1



報告分野:精製・輸送・石油化学

- 
- ①全体講演3:発展推進のための石油産業の役割  
(ダニエル・ヤーキン氏、BP、ペトロプラス)
  - ②F9:燃料と石化製品の二酸化炭素排出量削減  
(エクソンモービル、ドイツHTE GmbH、JPEC)
  - ③F11:バイオ燃料生産技術  
(リオデジャネイロ連邦大学、JX ほか)
  - ④RT5:バイオ燃料の持続可能性  
(シェブロン、ペトロプラス、BP ほか)
  - ⑤RT6:石油精製と石油化学の統合への挑戦  
(アラムコ、TOTAL、ノルウェーABB、OMV ほか)
  - ⑥RT11:石油企業からエネルギー企業への変革  
(TOTAL、REPSOL、ブラジルIBP、ドイツPWC)



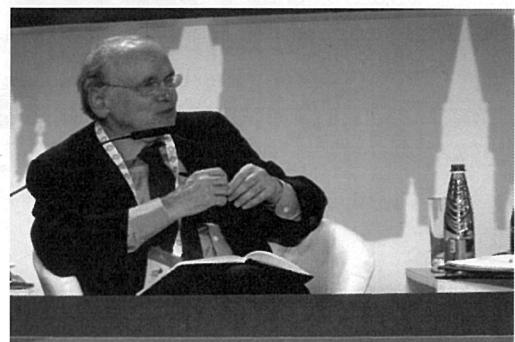
2



## ①発展推進のための石油産業の役割(PL3)

### 【ポイント】成長産業として勢いを増す石油・ガス開発

- ・議長 ダニエル・ヤーキン氏：今後のエネルギー市場を考える上で、途上国の動向が重要。特に中国の自動車は今後20年間で30～40%増加の見込み。
- ・BP ボブ・ダドレイCEO：石油開発は今後大きな飛躍が期待できる産業。「“Dino Industry”恐竜(=滅びゆく)産業”から“High-Tech Industry”へ」
- ・ペトロプラス：ホセ・マーチン氏：  
ブラジルの深海油田開発は、ブラジルの主要産業となっている。今後5年間で年平均440億ドル(4.4兆円)投資予定。



3



## ②燃料と石化製品の二酸化炭素排出量削減(F9)

### 【テーマ】各エネルギー源のライフサイクルアセスメント(LCA)

(エクソンモービル)

#### ・各エネルギー源のLCAの計算例を紹介

－正当に環境負荷を計算し、比較検討することが必要

－計算例：発電におけるLCA比較

石炭：1,031kg CO<sub>2</sub>eq/MWh

シェールガス：465kg CO<sub>2</sub>eq/MWh

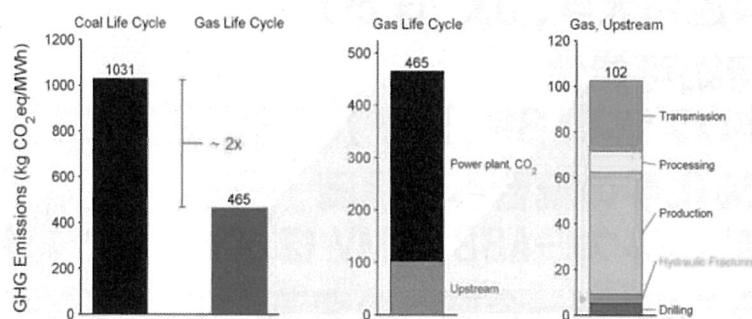
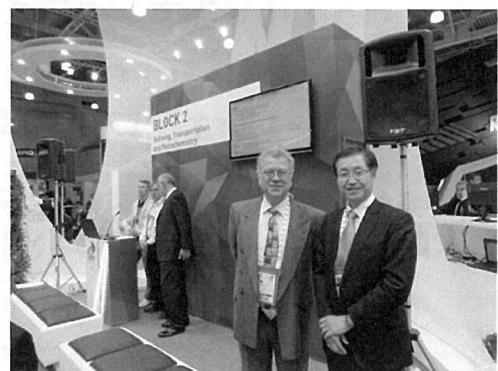


Figure 3: Life cycle GHG emissions associated with electricity generated from coal and Marcellus shale gas (2,3).





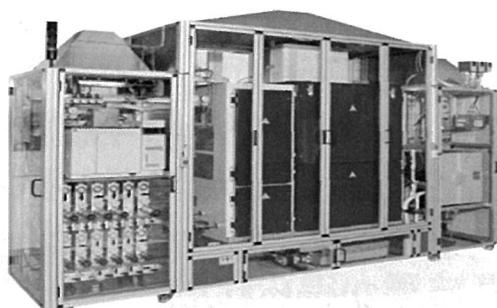
## ②燃料と石化製品の二酸化炭素排出量削減(F9)

【テーマ】高速反応評価装置による触媒開発(HTE GmbH, ドイツ)

・高速反応評価装置による接触改質触媒開発を紹介

－極めて少ない原料による短期間の触媒スクリーニングにより、研究開発効率の向上・スピードアップが可能。

X4000: 16連式トリクルベッドリアクターシステム



- 16リアクター／装置
- 触媒体積:
  - 最大1.5 ml / 10 cm @370° C (powder)
  - 最大3.1 ml / 16 cm @370° C (powder)
  - 2.2 ml (Extrudates) / 16 cm @370° C
- 最大温度: 450° C
- 等温領域: 10 cm / 16 cm
- 最大圧力: 160 bar
- GTO: 500-1500 l/l
- 液空間速度(LHSV): 0.5 – 4 h<sup>-1</sup>
- オンラインストリッピング
- オンラインGC
- 対応原料: ディーゼル、VGO、HVGO、重質油、潤滑油、バイオ原料

適用反応: HDS/HDN, HDO (バイオ原料), HDC, 潤滑油HDA, 異性化



5



## ②燃料と石化製品の二酸化炭素排出量削減(F9)

【テーマ】JATOP(Japan Auto-Oil Program)の概要(JPEC、日本)

・JPECで実施しているJATOP I の概要説明

－成果としてバイオディーゼルの高濃度利用時の懸念点とその対応策を提示

－研究トピックスとして常温貯蔵時の析出物に関する検討結果について紹介

### JATOPとは



◆ Duration

JATOP I : Fiscal 2007 ~ 2011 [5 years]

### Contents (Research Theme)

- (1) Impact on Fuel Properties
  - Ignition Quality
- (2) Impact on Stability
  - Oxidation Stability
  - Material Compatibility
  - Storage Stability at Room Temperature
- (3) Impact on Emissions
- (4) Impact on Exhaust Aftertreatment Systems
- (5) Impact on Low Temperature Operability
- (6) Impact on Engine Oil
- (7) Impact on Reliability
  - Injector Deposits
  - Stability During Long Parking Periods



6



### ③バイオ燃料生産技術(F11)

#### 1. 世界のバイオ燃料の実態と課題(議長: ブラジル・ノグエイラ教授)

- 世界的にバイオ燃料への需要は高く、供給が追いつかない状況。  
このため、現在主流の第1世代バイオエタノールだけでなく、  
食との競合がない第2世代バイオエタノールも必要な状況に。
- 第2世代については、経済性が課題。経済性を高めるために、  
化学品を生産する技術開発も行われている。

#### 2. バイオケミカルの技術開発(リオデジャネイロ連邦大学・サントス博士)

- 現在発電用燃料に用いられているバガス(サトウキビ搾りかす)を  
化学品(医薬品・化粧品等)の合成基幹化合物であるレブリン酸、  
コハク酸を生産するための原料に転用した場合の経済性を評価。
- 十分にメリットが出るとの試算結果が得られた。



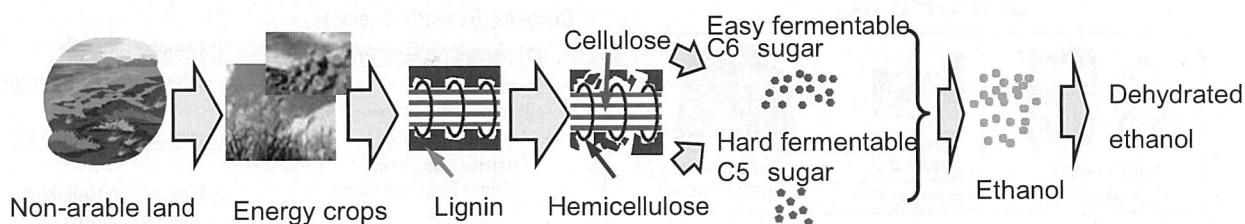
7



### ③バイオ燃料生産技術(F11)

#### 【テーマ】第2世代バイオエタノール生産システムの開発(JXエネルギー)

- バイオエタノール革新技術研究組合(JX、三菱重工MS、トヨタ、  
鹿島、サッポロエンジ、東レ)のNEDO事業での開発成果を紹介
  - 食料生産と競合しないエネルギー作物を原料
  - 環境調和性の高い、廃水ゼロの前処理プロセス
  - 遺伝子組み換え体でない酵母による高効率エタノール発酵
  - GHG排出量50%削減を達成



【質疑】非遺伝子組み換え酵母の作成方法・発酵効率・ライセンス可能性など  
(質問者:Bharat Petroleum Corporation インド国営石油)



8



## ④バイオ燃料の持続可能性(RT5)

(ペトロプラス、シェブロン、インド石油、BP、ロシア科学アカデミー)

### 持続可能性の定義(座長:BP・サウアーマン氏)

環境適合性(GHG削減・森林保護)、食との非競合、経済性

- ・ペトロプラス: サトウキビから第1世代バイオエタノールを生産。  
砂糖とエタノールとをバランスを取って併産しており食との競合は問題ない。また、アマゾン森林地帯と  
サトウキビ農場との間には2,500kmの緩衝  
地帯を設けており、森林破壊は生じていない。
- ・シェブロン: 100種のセルロース原料について  
バイオエタノール製造コスト評価を実施。



9



## ⑤石油精製と石油化学の統合への挑戦(RT06)

(アラムコ、オーストリアOMV、ノルウェーABB、ロシアUnited Petrochem、TOTAL)

### <結論>(座長:アラムコ化学戦略部門 Pat Rooney氏)

統合により得られた価値を、どのように配分し、その後どのように高めていくかが重要。

- ・フランスTOTAL: 統合の目的  
新しい価値の創造。そのためには双方の経営戦略の統一が重要。
- ・オーストリアOMV: コンテンセートの活用  
コンテンセートを新設のスプリッターで分け、精製・石化で利用
- ・ロシアUnited Petrochem: 石油留分を相互に活用  
精製・石化間で、石化原料・ガソリン基材等を相互に供給  
⇒移転価格がなかなか合意に至らなかつたなど、統合により  
得られた価値の配分は、現実問題としては難題



10



## ⑥石油企業からエネルギー企業への変革(RT11)

(TOTAL、REPSOL、ドイツPWC、ブラジルIBP、セルビアNIS-Gazpromneft)

### <結論>(座長:ブラジルIBP取締役・Jorge Marques氏)

変革のきっかけは、企業自身のニーズ、市場・社会のニーズである。企業として生き残るにはこれらのニーズに持続的に対応する必要があり、結果として変革に至っている。

### 1. 変革の背景

- ・TOTAL:企業を取り巻く環境変化(気候、新エネ、法規制など)が変革をもたらしている。
- ・REPSOL:MustかOptionかと問われればMustだと思う。市場・社会の期待に応えることが企業として生き残るために不可欠。
- ・ドイツPWC:まさにtransformational change(変革)である。石油メジャーもこの過程を経て今に至っている。



## ⑥石油企業からエネルギー企業への変革(RT11)

### 2. 変革の課題

#### ・セルビアNIS-Gazpromneft:

ガス会社であったがダウンストリーム効率が低く、発電事業に乗り出した。変革にあたって考慮したことは以下のとおり。

- 新しい分野におけるリスクの低減のために、リソースを補充
- ビジネスパートナーの選定。新しい知識の吸収
- 常に新しい戦略により新しいシナジーを見つけていく
- 新しいことに挑戦する上での従業員のメンタル面のサポート

### 3. 変革の形態

#### ・ブラジルIBP:

変革の形態には石油→ガス→電気、石油精製→再生可能エネルギー、国営石油→国際石油等がある。  
つまり、事業内容・扱う資源・会社形態等の変化。





ご清聴ありがとうございました

 **ENEOS**





# WPCモスクワ大会報告会

報告分野:石油精製・輸送・石油化学

2014年9月4日

出光興産株式会社 生産技術センター  
藤本 倫生



報告分野:石油精製・輸送・石油化学

- 
1. 【BPK3】製油所における安全操業の実現
  2. 【F10】炭化水素転換のための革新的触媒プロセス
  3. 【RT4】近代的製油所に及ぼす製品規格の影響





# 1. 【BPK3】製油所における安全操業の実現

Ensuring Prudent Operation in Refineries

Artur Thernesz, Executive Director for Refining and Marketing, INA plc., Croatia

Jean-Luc Karnik, CEO, IFP Training, France

Vladimir Kapustin, General Director, VNIPIneft, Russia

## 製油所(石化工場)の安全操業実現について議論

製油所(石化工場)の安全操業実現について以下2点、即ち、

- ◇ 安全設計
  - ◇ ヒューマンエラー防止
- の観点で議論が行われた。

### ロシア製油所・石化工場の安全設計 (by INA R&M)

ロスネフチの製油所・石化工場での最新安全設計導入例の紹介



# 1. 【BPK3】製油所における安全操業の実現

## 安全トレーニング(ヒューマンエラー防止)の重要性 (by IFP Training)

近年の製油所の状況を以下の3点として認識。

- ◇ 新技術への適用不足
- ◇ 世代交代による知識の喪失
- ◇ 経験の不足(機会の減少)

安全への脅威を低減し、運転の信頼性を確保する為に以下の2点を提唱

- ◇ 安全トレーニングの重要性:「安全はビジネスである」
- ◇ 製油所各層(オペレーター、エンジニア等)に対する  
トレーニングの必要性  
(IFP子会社であるRSIで安全トレーニングを実施)





## 2. 【F10】炭化水素転換のための革新的触媒プロセス

Commercialization of Hybrid Titania catalyst for hydrodesulfurization of diesel oil  
Akihiro Muto, Chiyoda Corporation, Japan

### サルファーフリー軽油生産を目的とした高性能Ti(チタン)触媒の開発実績

従来のTiサポートCo-Mo触媒は以下の特徴を有する。

- ◇HDS高活性に加え、脱窒素反応への高い選択性
- ◇低水素消費量
- ◇コスト及び嵩密度が既存アルミナサポート触媒と比較し高い（弱点）

今回紹介のあった新規触媒(Hybrid Ti触媒)はTiサポートとアルミナサポートの長所を特殊な合成技術で組み合わせることに成功し、高性能且つ適正な価格で触媒を供給することを可能とした。

本触媒は実際に商業生産されており、日本国内の軽油脱硫装置へ充填されLCO処理等で期待通りの性能を発揮している。



## 【F10】炭化水素転換のための革新的触媒プロセス

Nanoemulsion Concept to Enhance Deep Slurry Hydrocracking process

Marzieh Shekarriz, Research Institute of Petroleum Industry, Iran

### 新たなスラリー床水素化分解プロセス(HRH = Heavy Residue Hydroconversion)

硫化モリブデンナノ粒子を触媒として重油分解を目的に開発された  
新たなHRHプロセスに関する紹介

#### HRHプロセスの特徴

- ◇110vol%以上の分解得率
- ◇マイルド圧(=70bar)での水素化分解
- ◇触媒は回収されプロセス内で再利用
- ◇固体廃棄物が無い
- ◇全ての残渣がAPI=28-34の合成原油へアップグレード可能 等





## 【F10】炭化水素転換のための革新的触媒プロセス

High Severity Fluidized Catalytic Cracking (HS-FCC) – Go for Propylene!

Iwao Ogasawara, JX Nippon Oil & Energy Corporation, Japan

### HS-FCC技術開発の変遷と特徴

1996年よりベンチスケール(0.1BD)で検討を開始

2007年JX水島製油所に3kBDのセミコマーシャルプラントを建設

2011年より大きな問題無く3年運転達成 本格的な商業装置導入に向け検討中

特徴的な反応システム(ダウンフロー, 接触時間: 0.5秒, 反応温度: 600°C)と、  
自社開発触媒, 反応条件の3つの組み合せることで, 軽質オレフィンの選択性  
を既存FCCの約4倍相当に高めることに成功

軽質オレフィン選択性アップに向けた工夫

◇水素移行反応の抑制(触媒面)

◇ダウンフロー採用によりバックミキシングの抑制(プロセス面)



## RT4】近代的製油所に及ぼす製品規格の影響

Influence of local product specifications on refinery modernization

Moderator: Hege Marie Norheim, SVP Environment & Climate, Statoil, Norway;

Panelists: Christiana Figueres, Executive Secretary, UN Framework

Convention on Climate Change [UNFCCC], Germany;

Brian Sullivan, Executive Director, IPIECA, United Kingdom;

Rachel Kyte, Vice President for Sustainable Development,

World Bank, United States;

Dirk Forrister, President and CEO, International Emissions

Trading Association, Swaziland





## 【RT4】近代的製油所に及ぼす製品規格の影響

### 石油精製業界を取り巻く環境

環境規制による製品品質の厳格化

#### 例① 各国でのEURO IV・V相当の規制導入

過去5年間で各国の導入が進み、政府・民間企業による装置増強への投資

#### 例② IMO及びEUにおける船舶燃料規制

◇ECA(船舶からの大気汚染物質放出規制海域)域内

2015年1月1日より硫黄分上限0.1%へ強化

◇一般海域における船舶燃料の硫黄分規制

2020年より上限0.5%へ強化される見通し

(実施時期については2018年に再考予定)



## 【RT4】近代的製油所に及ぼす製品規格の影響

### 石油精製業界に求められていること

環境規制に対応した製品生産のための精製装置の増設

(脱硫装置、水素化分解装置、重質油分解装置等)

しかしながら

◇数年来続いている希薄な精製マージン

◇欧州等での石油製品の需要減

◇投資回収の不確実性

このような環境の中、製油所は追加投資を迫られており、判断が非常に難しい、苦しい状況にある。

