

# 米国シェール開発の現状について

2013年10月30日

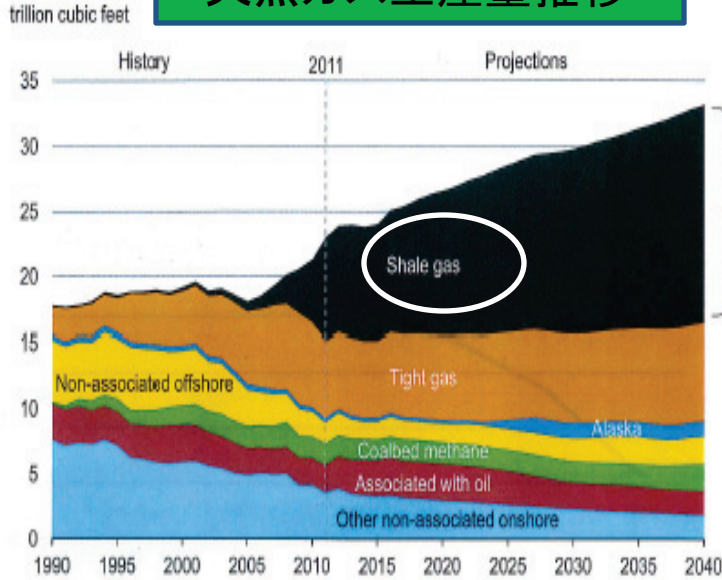
米国住友商事 上級副社長  
資源エネルギーグループ長  
Summit Discovery Resources  
Vice President

村井 俊朗

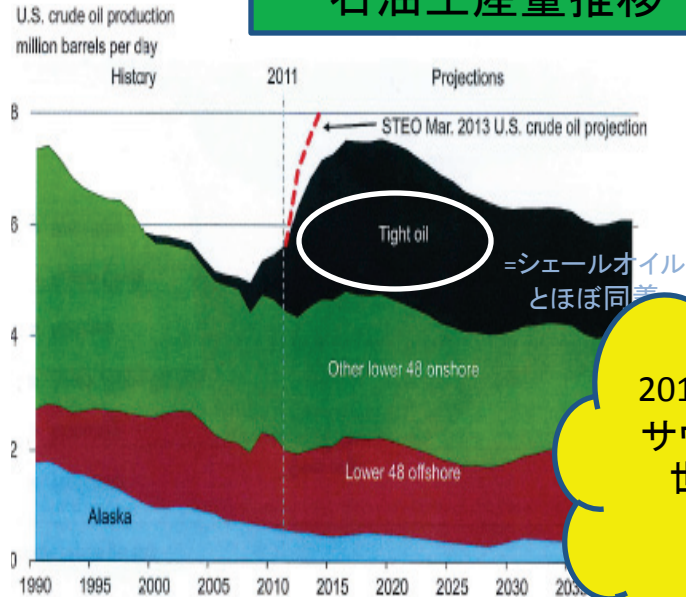
渡辺 考

# 米国の石油、ガス生産量推移と長期予測

天然ガス生産量推移



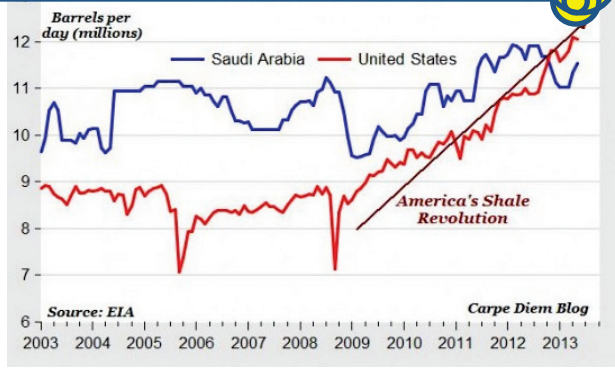
石油生産量推移



2013年 米国は  
サウジを抜いて  
世界最大の  
産油国に

2007年頃からシェールガス生産が大幅増加。続いてシェールオイル生産が急速に増加中。

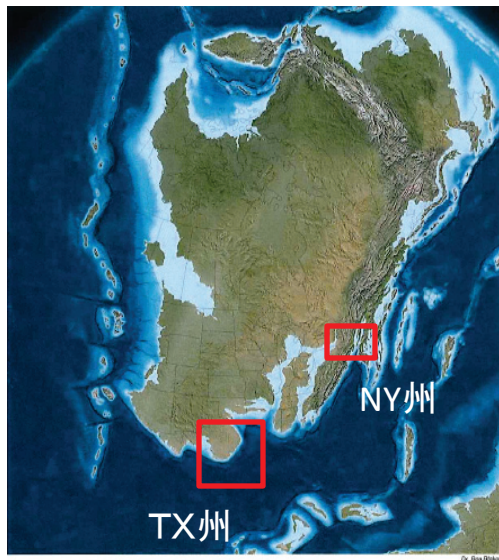
サウジアラビアと米国の石油(液体燃)生産量推移



出展: U.S. Energy Information Administration (EIA)

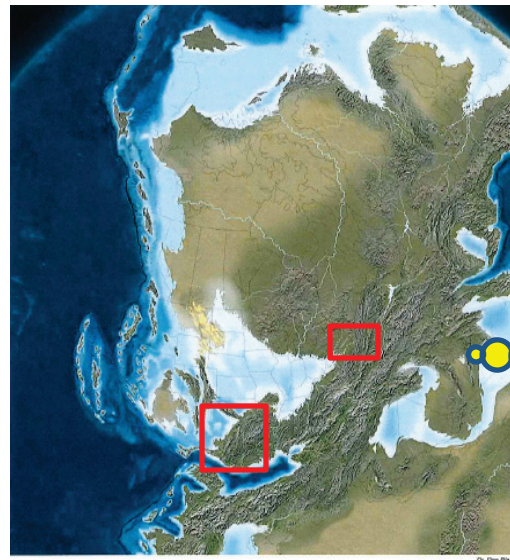
# 古生代の北米とシェール層の形成

3.85億年前の北米



Middle Devonian, 385 million years ago

2.90億年前の北米



Early Permian, 290 million years ago

NY州のマーセラス  
シェール層

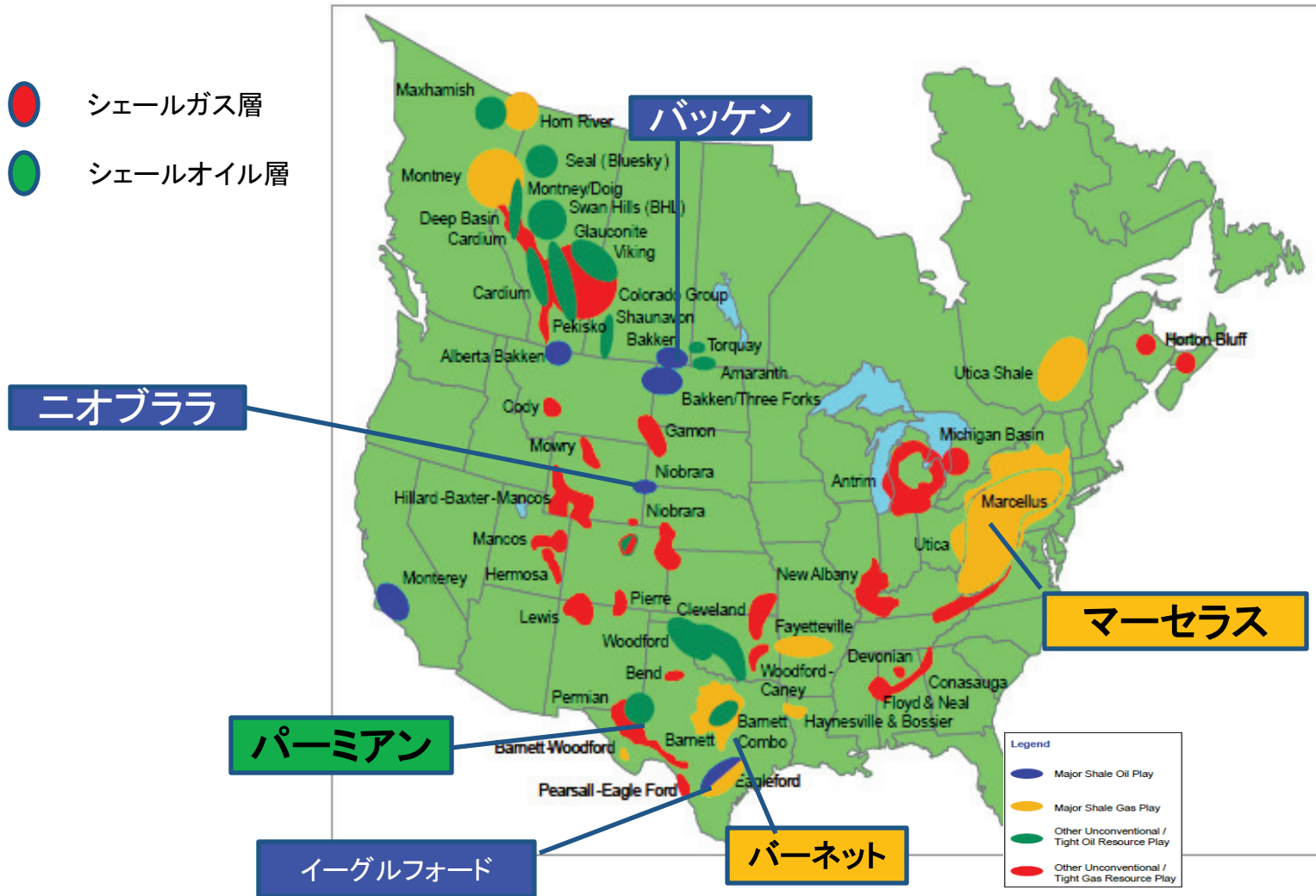


浅瀬の海の微生物が堆積。  
長い年月の間温度と圧力  
がかかりシェール層内で  
炭化水素に変化。

Marcellus Shale bank along Route 174 just south of Slate Hill Road in Marcellus, NY

# 北米シェール層の所在地

- シェールガス層
- シェールオイル層



# 在来型ガス田とシェールガス



シェール(頁岩, 泥岩の一種)層の中で熱と圧力を受け生成された有機物(炭化水素)が、長期間で序々に上へ移動し、帽岩の下部の貯留岩層に溜まる。

硬いシェール層内には閉じ込められた炭化水素が広く分布。

商業的生産には技術革新が必要だった。

# シェールガス開発の父

## REMEMBRANCES | George P. Mitchell 1919-2013 'Father of Fracking' Helped To Unleash U.S. Energy Boom

By Tom Ichniowski  
7/27-28/13  
George P. Mitchell turned hydraulic fracturing from an experimental technique into an energy industry mainstay, making it possible to pump oil and gas from once untappable rocks and unleashing an energy boom across the U.S. Known as the father of fracking, Mr. Mitchell died Friday at age 94 at his home in Galveston, Texas.

Energy & Development Corp. spent years pushing its company's engineers to find ways to get more natural gas out of the ground, especially rocks that seemed too tough to drill. They finally figured out a profitable way to break up shale rocks with pressurized water, chemicals and sand in the process known as hydraulic fracturing. "George Mitchell, more than anyone else, is responsible for the most important energy in-

novation of the 21st century," said Daniel Yergin, vice chairman of consulting firm IHS and a Pulitzer Prize winning author on energy. The son of poor Greek immigrants, Mr. Mitchell graduated with a degree in petroleum engineering from what is now Texas A&M University in 1940. After serving in the U.S. Army Corps of Engineers during World War II, Mr. Mitchell and his brother Johnny started an oil exploration business in Houston in 1946.



George P. Mitchell with a statue of himself at The Woodlands in 2007.

His first efforts at fracking, in the late 1970s, were expensive, and oil prices investors and his board of directors questioned the spending. But by the late 1980s the company had figured out the right mix of techniques and materials to produce shale gas economically, and began to do so on a major scale. Energy & Development Corp. bought Mr. Mitchell's firm in 2002 for \$4.1 billion, and named the hydraulic fracturing technique "wellbore stimulation." He helped launch the current surge in oil and gas production. In the 1970s Mr. Mitchell put his energy wealth to work developing thousands of acres of pine forest north of Houston into a master-planned residential community, The Woodlands. "George didn't want The Woodlands to become just another bedroom community but to also become a major employment center," said Bill White, a former Houston mayor and assistant secretary of energy. "That's why today there are just as many people commuting into The Woodlands as there are out of it." Mr. Mitchell was also instrumental in preserving large parts of his hometown of Galveston, a coastal city that has struggled economically. Last year he joined with New York Mayor Michael Bloomberg's philanthropic foundation to study ways to develop oil and natural gas reserves around the country in an environmentally responsible way.

ギリシャ移民のGeorge P. Mitchell氏が生涯をかけてTX州バーネットでシェール層からのガス掘削法を開発(水平掘削と多段階水圧破砕の組合せ)。GPS等ITの発達も貢献。

当初は気にかけていなかったOil Majorsも急速な発展を無視できず2008/9年頃から本格参入

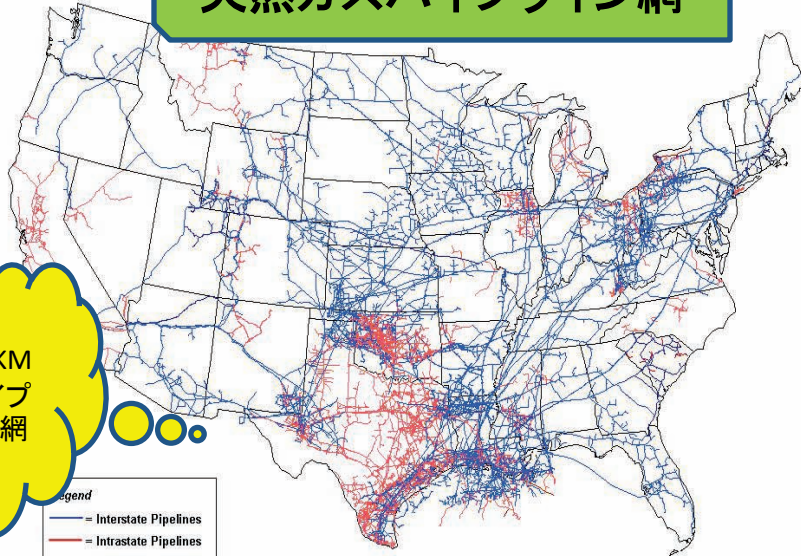
本年7月シェール開発の急速な発展を見ながら94歳で逝去。

(出展: Wall Street Journal)

非在来型石油ガス=シェール石油ガス、CBM、オイルサンドなど。  
シェール石油、ガスという別の種類の石油、ガスがあるわけではない。

# 米国の主な天然ガス、石油パイプライン網

## 天然ガスパイプライン網

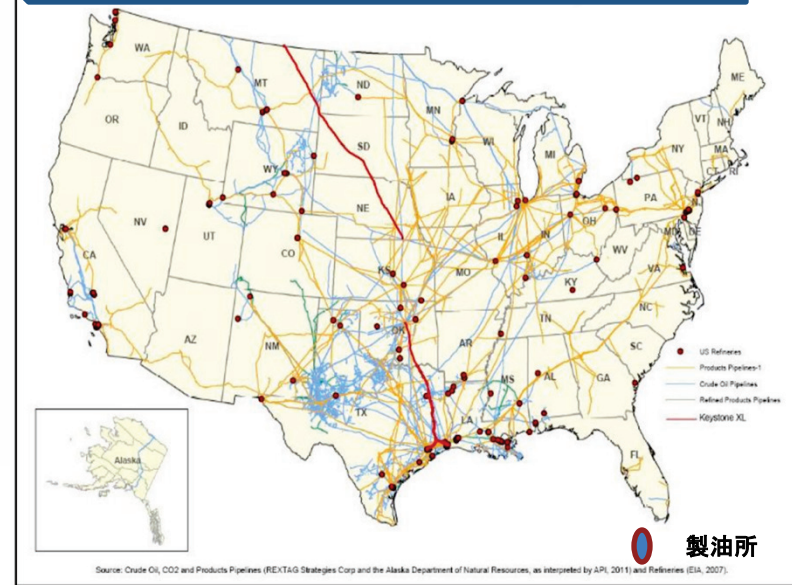


50万KM  
のパイプ  
ライン網

•パイプライン網、エネルギー関連サービス産業などのインフラ充実が米国シェール開発加速の基盤

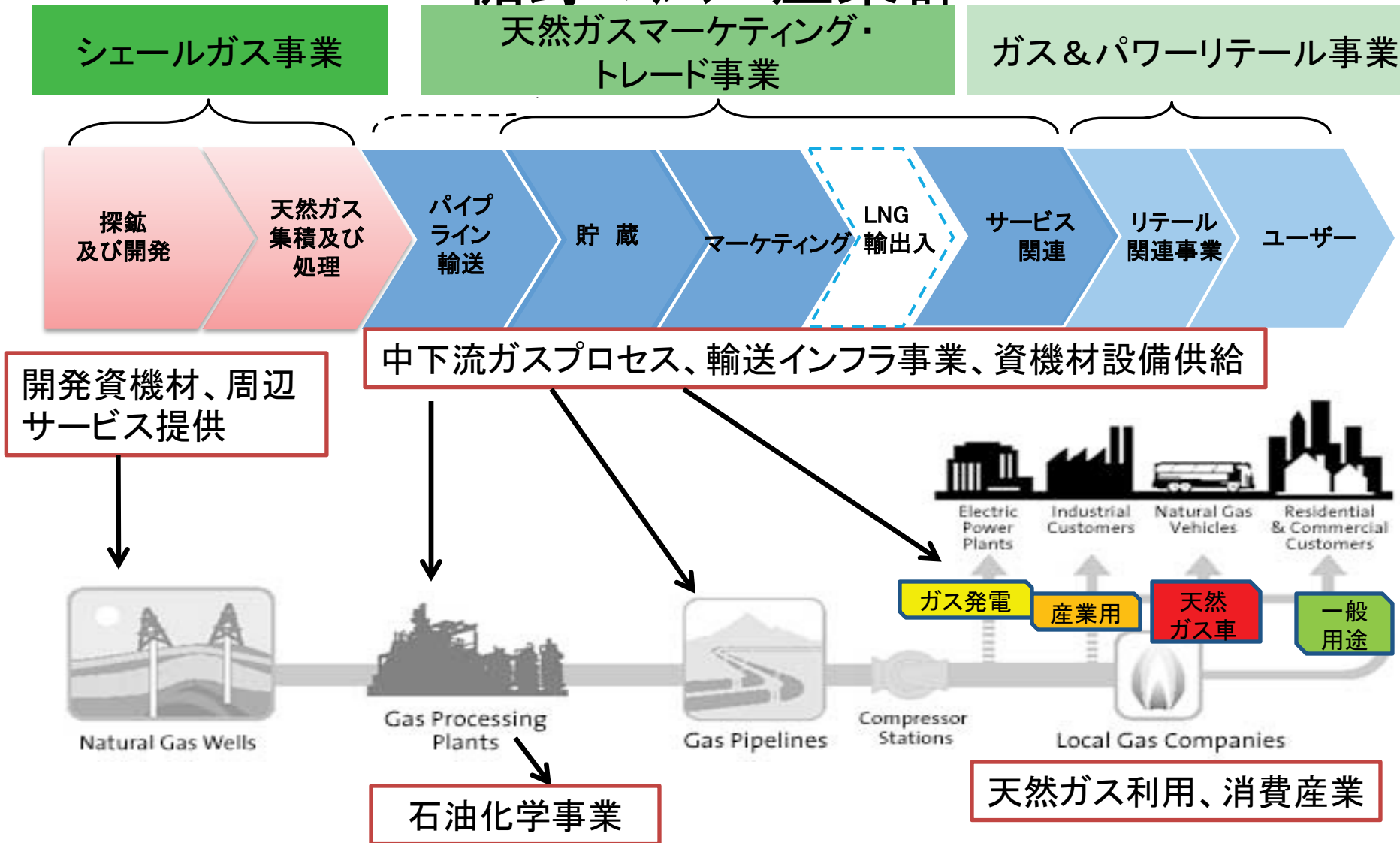
•需給バランスの急激な変化でパイプラインや輸送インフラの大構造改革が現在進行中(一部逆流現象)

## 石油パイプライン網



出展 : U.S. Energy Information Administration (EIA)

# シェールガス開発事業を軸とした 裾野の広い産業群





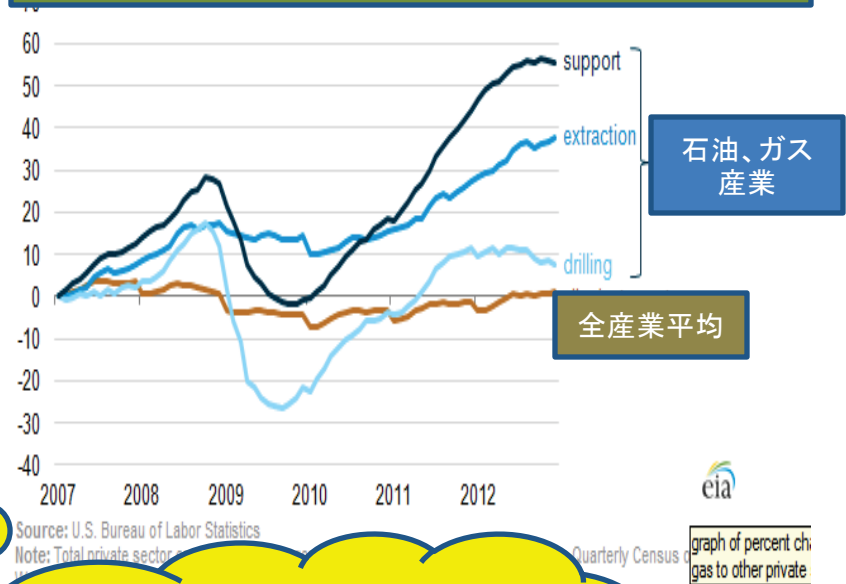
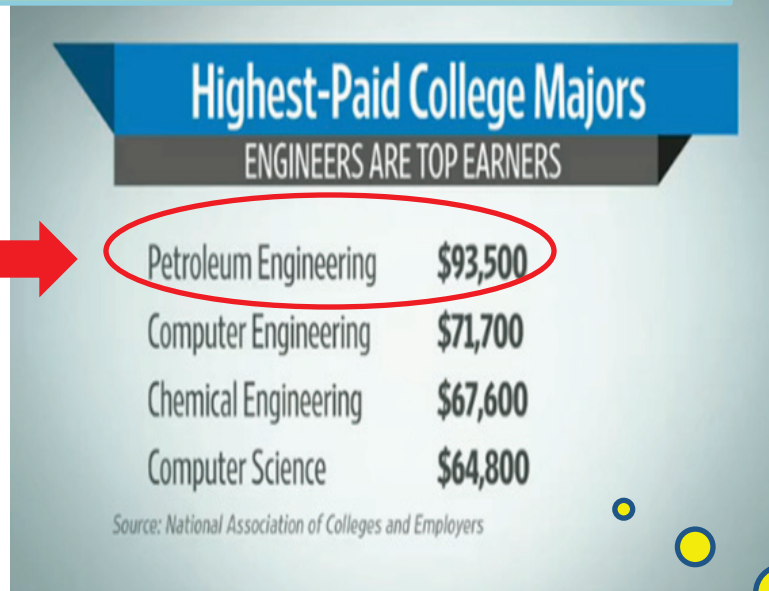
# Petroleum Engineerは高年収人気職種

米国大卒のトップ職種初任給比較  
(トップ10のうち7つが理工系)

他業種に比べ雇用増大が著しい  
米国の石油ガス産業

石油ガスのセクター別雇用の増加

No1



2013年4月 Wall Street Journal

石油ガス開発技術者は  
ブームといえるほど確保  
が難しく、売り手市場

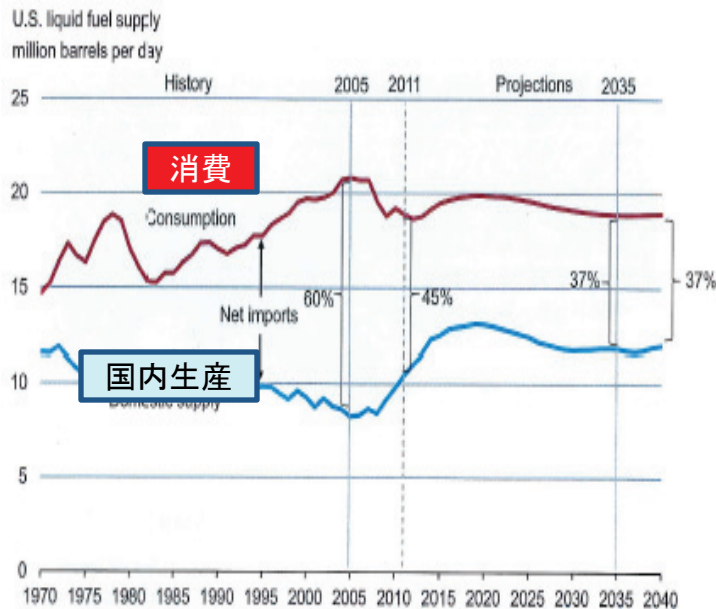
# 米国の石油、ガス長期需給バランス推移

**Saudi America ? (Financial Timesより)**

米国が石油自立国に近づく事による世界のパワーバランスへの影響が議論されている

## 石油需給バランス

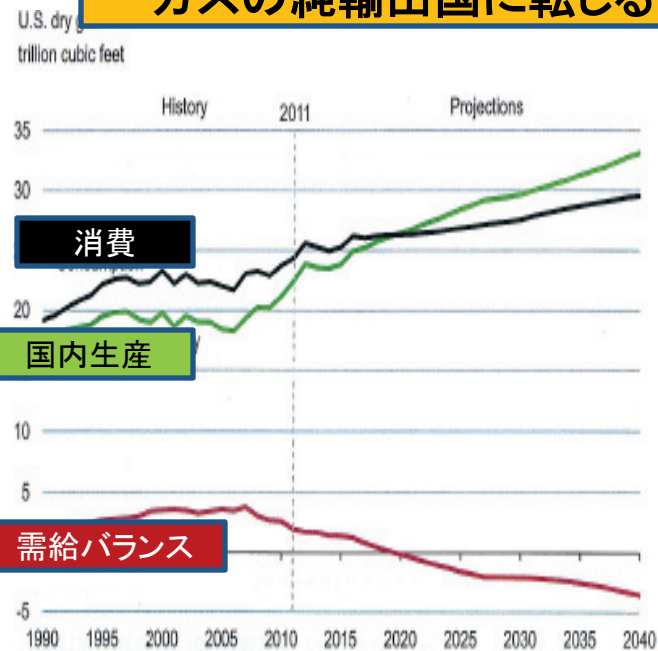
石油の海外依存は大きく減少中



出展: US Energy Information Administration (EIA)

## 天然ガス需給バランス

米国は2010年代後半に天然ガスの純輸出国に転じる



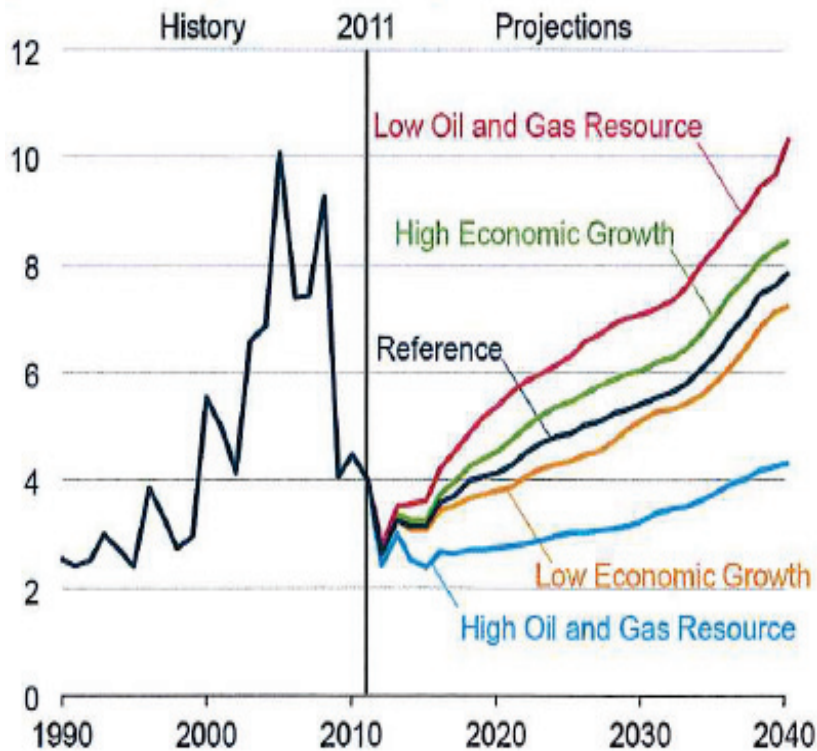
Source: EIA, Annual Energy Outlook 2013 Early Release

# 米国での石油、ガス価格の推移

## 米国天然ガス価格 (Henry Hub) 推移

シェールガス増産で価格は急落。今後の価格は需要の創出に伴い序々に上昇。

(2011 dollars per million Btu)



## 原油価格 (Brent) 推移

原油価格は国際市況にリンク (WTI). シェールオイル増産は価格押し下げ要因。

(2011 dollars per barrel)



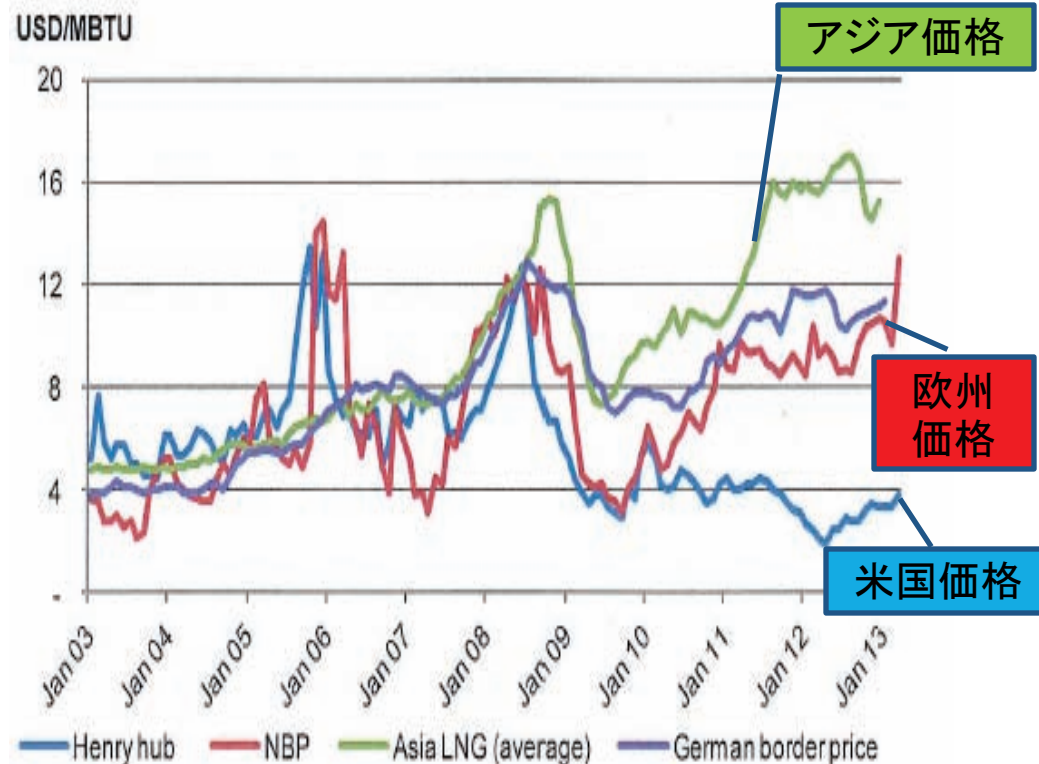
# 米国にとってのシェールガス革命の影響

米国にとってのシェール革命の意義とは？

- 1) Abundant (豊富な)
  - 2) Cheap (安い)
  - 3) American (純国産の)
- なエネルギーソースを手に入れた、という事。

オバマ政権も化石燃料としては優等生の天然ガスによる恩恵を米国経済に取り入れる方向 (Green からCleanへ?)。

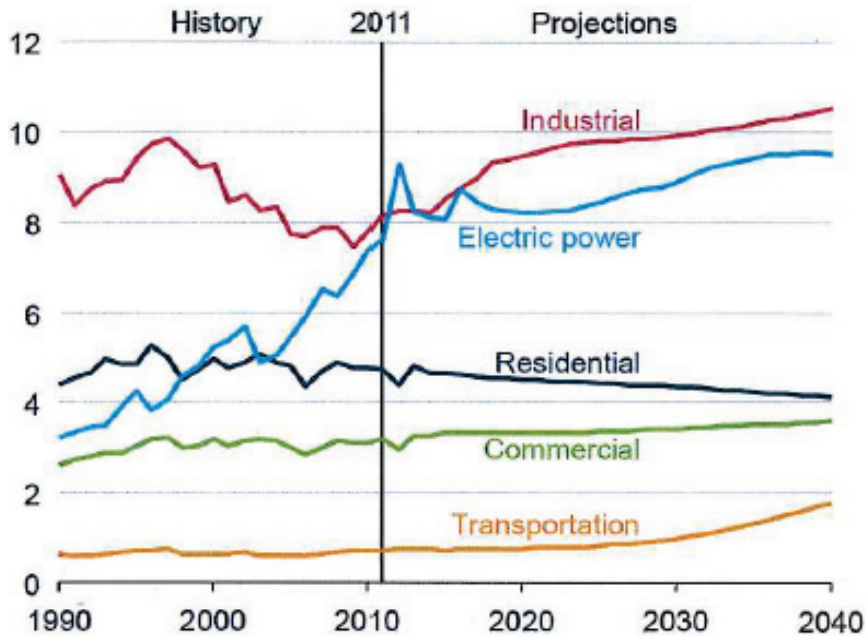
世界の天然ガス価格



# 米国でのセクター別天然ガス需要予測

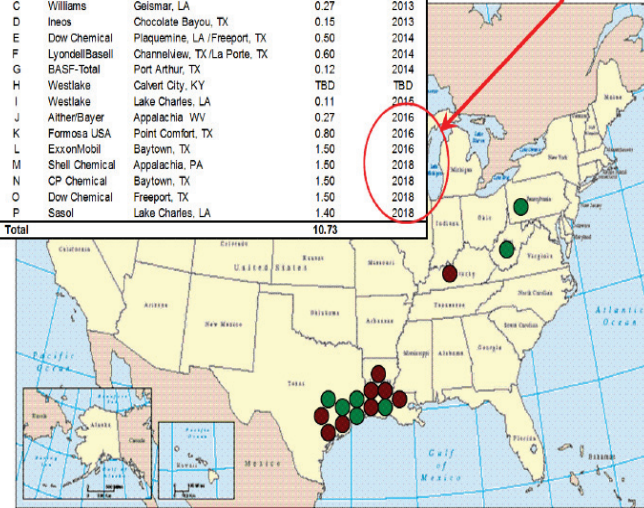
電力、産業、輸送用途の需要が増加

Figure 85. Natural gas consumption by sector, 1990-2040 (trillion cubic feet)



Reference	Owner/Operator	Location	Capacity (mm MM <sup>3</sup> /Y)	In-service
A	Westlake	Lake Charles, LA	0.11	2012
B	Dow Chemical	Hahnville, LA	0.40	2012
C	Williams	Galsimar, LA	0.27	2013
D	Ineos	Chocolate Bayou, TX	0.15	2013
E	Dow Chemical	Piquemine, LA /Freeport, TX	0.50	2014
F	LyondellBasell	Charmakew, TX/La Porte, TX	0.60	2014
G	BASF-Total	Fort Arthur, TX	0.12	2014
H	Westlake	Cahert City, KY	TBD	TBD
I	Westlake	Lake Charles, LA	0.11	2016
J	AltherBayer	Appalachia, WV	0.27	2016
K	Formosa USA	Point Comfort, TX	0.80	2016
L	ExxonMobil	Baytown, TX	1.50	2016
M	Shell Chemical	Appalachia, PA	1.50	2018
N	CP Chemical	Baytown, TX	1.50	2018
O	Dow Chemical	Freeport, TX	1.50	2018
P	Sasol	Lake Charles, LA	1.40	2018
<b>Total</b>			<b>10.73</b>	

Majority of expansions at least 4-6 years away

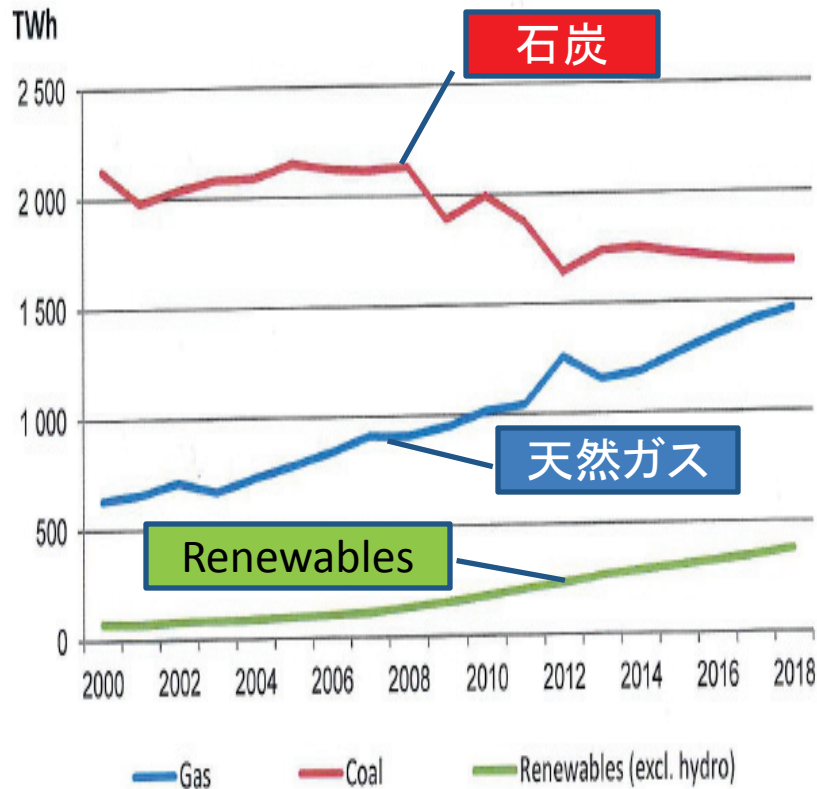


Greenfield  
Brownfield

価格競争力のあるエタンを原料とした大型エチレンラッカー新增設計画多数(上図)

製鉄(直接還元鉄)、肥料、タイヤなど天然ガス利用の製造設備計画も相次いで発表されている。

# 米国の電力用石炭と天然ガス



- 米国の発電量の半分近くは従来石炭火力。天然ガスの価格低下に伴い、石炭発電量が減少、ガス発電量が伸長(稼働率の変化)。
- 2015年以降環境規制(水銀、Sox/Nox、CO2規制等)によりさらに大きく石炭からガス火力へのシフトが起こる(老朽化石炭火力の建替え)。

出展: International Energy Agency (IEA)

# 米国のLNG輸出プロジェクトの動向

US projects under DOE review for non-FTA exports permits				
プロジェクト名	州	推進会社	能力 ( b c f /日)	Non-FTA 国向DOE 輸出許可
Sabine Pass	Louisiana	Cheniere Energy	2.02	承認済
Freeport LNG	Texas	Freeport/Macquarie	1.40	条件付承認済
Lake Charles	Louisiana	Southern/BG	2.00	条件付承認済
Cove Point	Maryland	Dominion	0.77	条件付承認済
Freeport Expansion	Texas	Freeport	1.40	申請中
Cameron LNG	Lousiana	Sempra	1.70	申請中
Jordan Cove (greenfield)	Oregon	Fort Chicago/Energy Projects	0.80	申請中
Oregon LNG (greenfield)	Oregon	LNG Development Company	1.25	申請中
Corpus Christi	Texas	Cheniere Energy	2.10	申請中
Floating liquefaction facility	Texas	Exceletrate Liquefaction Solutions	1.38	申請中
Gulf Coast LNG Export (greenfield)	Texas	Michael Smith	2.80	申請中
Elba Island	Georgia	El Paso/ Southern LNG	0.50	申請中
Gulf LNG Energy	Mississippi	Gulf LNG Liquefaction Company	1.50	申請中
CF Floating LNG	Lousiana	Cambridge Energy	1.07	申請中
Golden Pass	Lousiana	ExxonMobil/Qatar Petroleum	2.60	申請中
South Texas LNG	Texas	Pangea LNG/Statoil	2.20	申請中
年間合計			25.49	

中部電力、大阪ガス参画

住友商事、東京ガス、  
関西電力参画

東芝参画

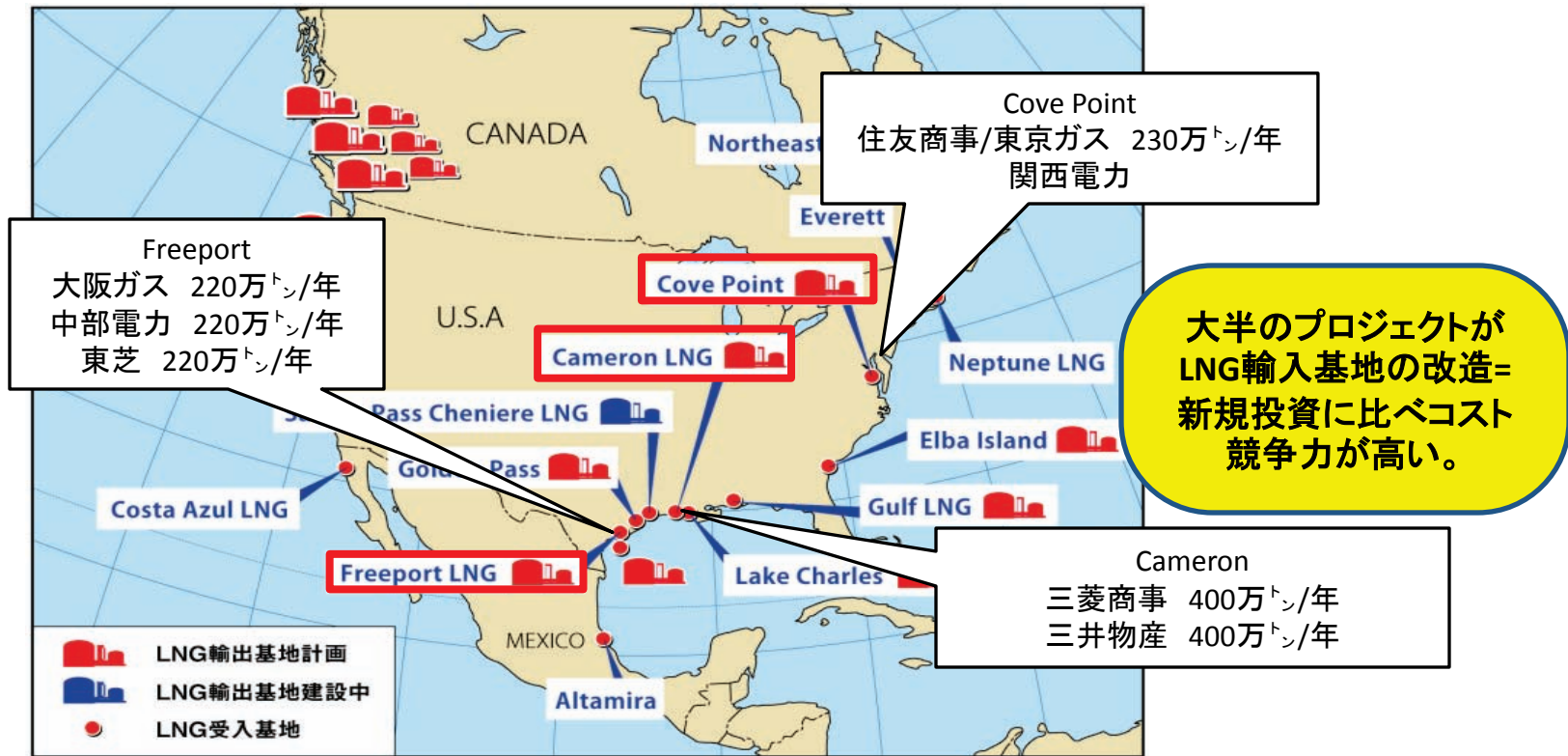
三菱商事、三井物産、  
東京電力参画

(1BCF/DはLNG約7百万トン/年)

- +DOEによるNon-FTA国向け輸出許可申請承認プロセス進行中。
- +現在申請中案件含めLNG換算約1.8億トン/年(25.5BCF/D)と目白押し。
- +内約4千万トン/年(6BCF/D)が条件付含め承認済み。
- +米国消費量の一割程度(6-8BCF/D)が2020年までに輸出される？
- +それとは別に、メキシコやカナダ向けパイプラインガス輸出も増大。

# 米国のLNG輸出計画 — 日本勢の動き

日本勢関与案件計1,690万トン/年。(日本のLNG輸入量の約19%に相当。)



出展:JOGMEC資料に一部住友商事加筆



# 住友商事の米国シェール事業関連体制



## 上流事業

### Summit Discovery Resources LLC (“SDR”)

- 設立：2009年
- 株主：100%住友商事グループ
- 所在地：ヒューストン/ピッツバーグ  
オクラホマシティ
- 保有資産：バーネット/マーセラス/パーミアン

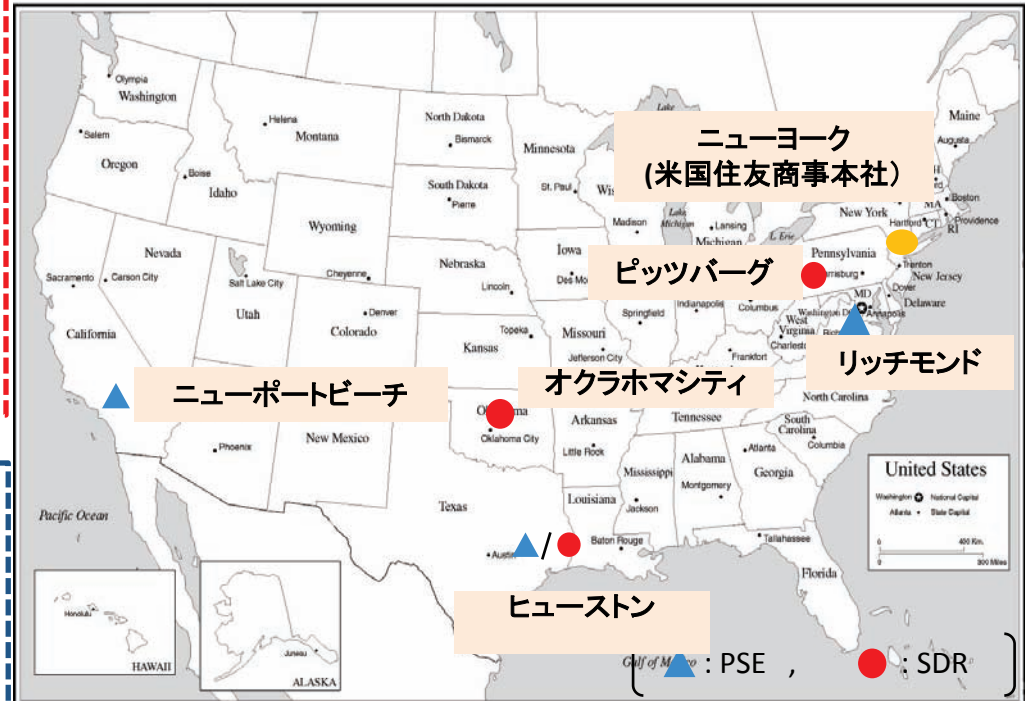
(詳細は後段で紹介)



## 中下流事業

### Pacific Summit Energy LLC (“PSE”)

- 設立：2004年
- 株主：100%住友商事グループ
- 所在地：ウッドランド/ニューポートビーチ  
リッチモンド
- 事業内容：天然ガス及び電力のトレーディング



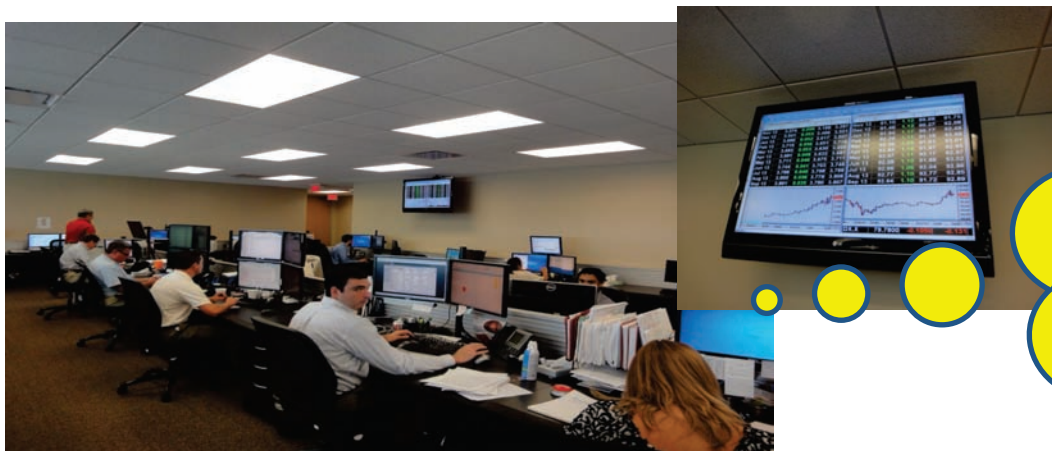
他に掘削用パイプ(ケーシング)の供給では  
市場の20%のシェア

# 住友商事の米国天然ガス・電カトレーディング

## Pacific Summit Energy LLC



- 設立: 2004年8月
- 株主: 住友商事グループ100%
- 従業員: 60名(うち日本人派遣員4名)
- 事業内容: 米国における天然ガス及び電力のトレーディング  
LNG輸出用天然ガスの調達
- 現物取扱規模: 天然ガス 1.5Bcf/d、電力 1.8MMWH/月
- 取引先総数: 約500社 (電力、ガス会社、産業需要家、トレーダー等)



米国国内市場をよく知り、トレード機能を持っていることは上流事業にもLNG輸出用ガス調達にも大変重要。

# 住友商事が参画しているLNG輸出プロジェクト

## Dominion Cove Point LNG プロジェクト (メリーランド州)

- 期間: 2017年末より約20年間
- 液化能力: 4.6 百万トン/年
- 2.3百万トン/年につきDominion社と液化加工契約締結。  
(残りの2.3百万トン/年はGAIL社(インド)が同様の契約締結)
- 販売先: 東京ガス 140万トン/年、関西電力 80万トン/年  
(残り10万トン/年は操業上のバッファー)
- 当社100%事業投資会社PSE (Pacific Summit Energy) 社が米国内で天然ガスを長期に亘り調達する。



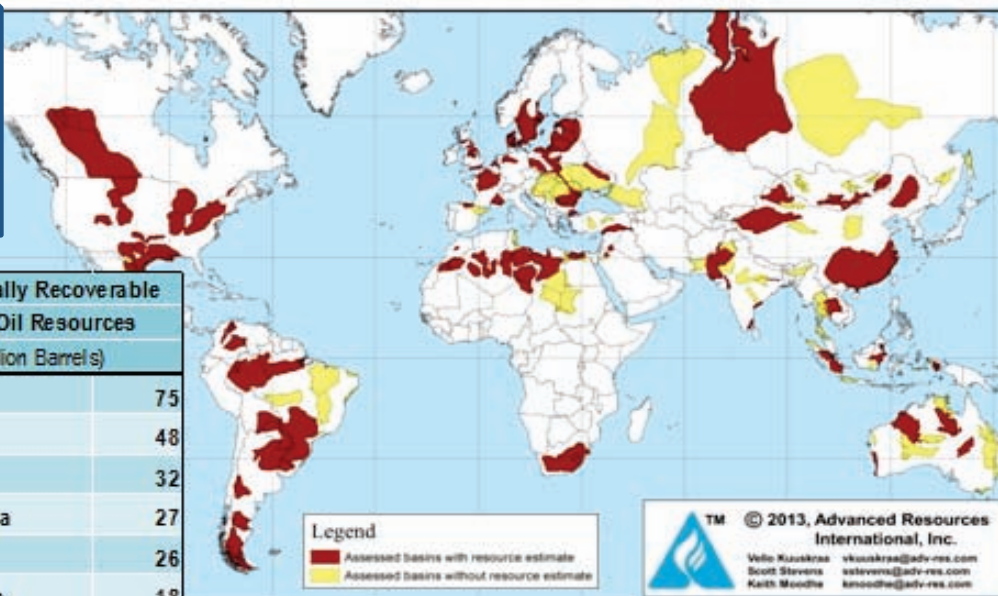
意義: 世界最大のガス生産国である米国から、石油価格にリンクしない価格体系(Henry Hubリンク)のLNGを日本向けに供給する事で安定供給、ソース多様化に貢献。



# 世界のシェールオイル、ガス埋蔵量

EIA/ARI World Shale Gas and Shale Oil Resource Assessment

各国でシェール開発始まるも  
インフラ整備、地層の違い、  
環境への対応等有り本格開  
発には時間がかかりそう。



Technically Recoverable Shale Gas Resources (Tcf)		Technically Recoverable Shale Oil Resources (Billion Barrels)	
1. U.S.	1,161	1. Russia	75
2. China	1,115	2. U.S.	48
3. Argentina	802	3. China	32
4. Algeria	707	4. Argentina	27
5. Canada	573	5. Libya	26
6. Mexico	545	6. Australia	18
7. Australia	437	7. Venezuela	13
8. South Africa	390	8. Mexico	13
9. Russia	285	9. Pakistan	9
10. Brazil	245	10. Canada	9
11. Others	1,535	11. Others	65
<b>TOTAL</b>	<b>7,795</b>	<b>TOTAL</b>	<b>335</b>

- **Shale Gas.** U.S., China, Argentina, Algeria, Canada and Mexico account for nearly two-thirds of the assessed, technically recoverable shale gas resource.
- **Shale Oil.** Russia, U.S., China, Argentina and Libya account for nearly two-thirds of the assessed, technically recoverable shale oil resource.

産油ガス国の地下には必ず根源岩であるシェール層が存在する(中東などにも)!



出展 EIA/ARI

# 米国シェール革命の影響(まとめ)

## 炭化水素(石油・ガス・石炭)市場の変化

- 米国市場から押し戻される原油
- ガスに置換した米国炭は海外市場を求める
- 油価連動しないLNG価格が国際市場に与える影響

## 米国が石油ガスを廉価で自給自足する時代に

- 製造業の復活、広範な経済効果
- 中東依存度の低下、地政学的リスクの変化



## 我々日本にできる事(考察)

他国での出来事と捉えず、米国での変化をしっかりと見据え、官民共同で上流を含めた投資や参画機会を増やす。

製造業やEngineering分野等においても石油ガス(シェール)や石炭産業での技術革新に日本の高い技術力が生かせる分野を探し、高成長分野を捕捉すべし。

結果としてLNGや石炭輸入等を通じて日本のエネルギー安全保障へと繋がる。

# シェールガス開発事業の実際 (次へ)

