

# 셰일가스 개발 동향과 산업에의 영향

김희집, 액센츄어 에너지산업 부문 대표

2012. 11

A large, stylized orange chevron graphic pointing to the right, positioned behind the text "High performance. Delivered.".

High performance. Delivered.

# Table of Contents

I

세일가스 개발 동향

II

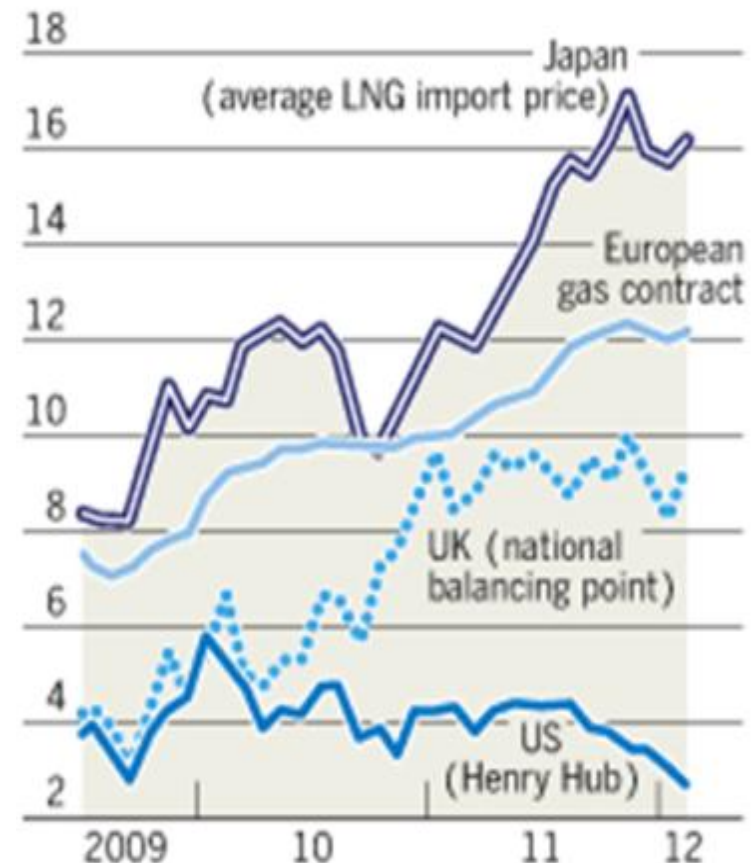
다양한 산업에의 영향

셰일가스는 “가스의 황금 시대”를 가져오게 할 새로운 에너지원으로, 기존 석유 에너지원을 대체할 혁명적인 자원으로 평가받고 있습니다

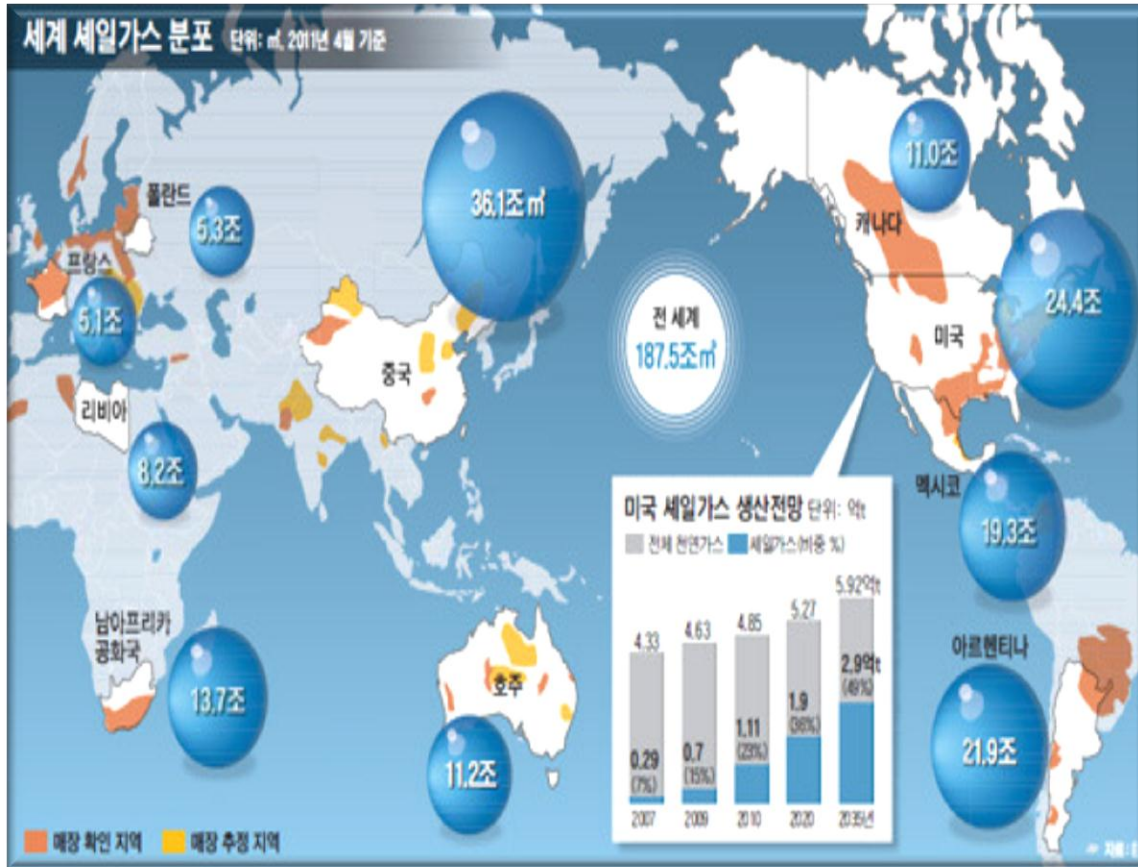
## Shale Gas Revolution!

- 전세계가 약 60년간 사용가능한 막대한 매장량
  - 현재 확인 매장량은 석유와 비슷한 규모
  - 잠재 매장량은 200년 이상 사용 가능 추정 (약 635조 m<sup>3</sup>)
- 중동/러시아 집중이 아닌 전세계에 넓게 분포
- 채굴 기술 발전으로 높은 경제성 확보
  - '99년 수평시추/수압파쇄법 개발 이후 기술 진보로 생산 단가는 전통가스의 67% 수준 (\$31 vs. \$46/1000m<sup>3</sup>)
- 유가와 가스 가격의 Decoupling 심화
  - 미국의 경우 열량 환산 시 배럴 당 유가 100 달러 기준 적정 가스 가격은 17 달러 수준이나, 3달러 수준에 불과
- '09년부터 미국은 러시아를 제치고 세계 최대 천연가스 생산국으로 부상
- 석탄 대비 낮은 CO<sub>2</sub> 배출량 (55% 수준)

- 국제 천연가스 가격 추이 (\$/mmBtu) -



# 북미를 중심으로 대규모 개발이 시작되고 있으며, 중장기적으로 전 세계적인 개발 확산이 예상됩니다



Source: 조선일보

## ● 북미 중심 대규모 개발 진행

- 1) 근원암(Source rock)이 풍부
- 2) 시추 등 서비스 산업의 경쟁력 우수
- 3) 전국적 파이프라인 인프라
- 4) 토지 제공에 대한 과감한 인센티브

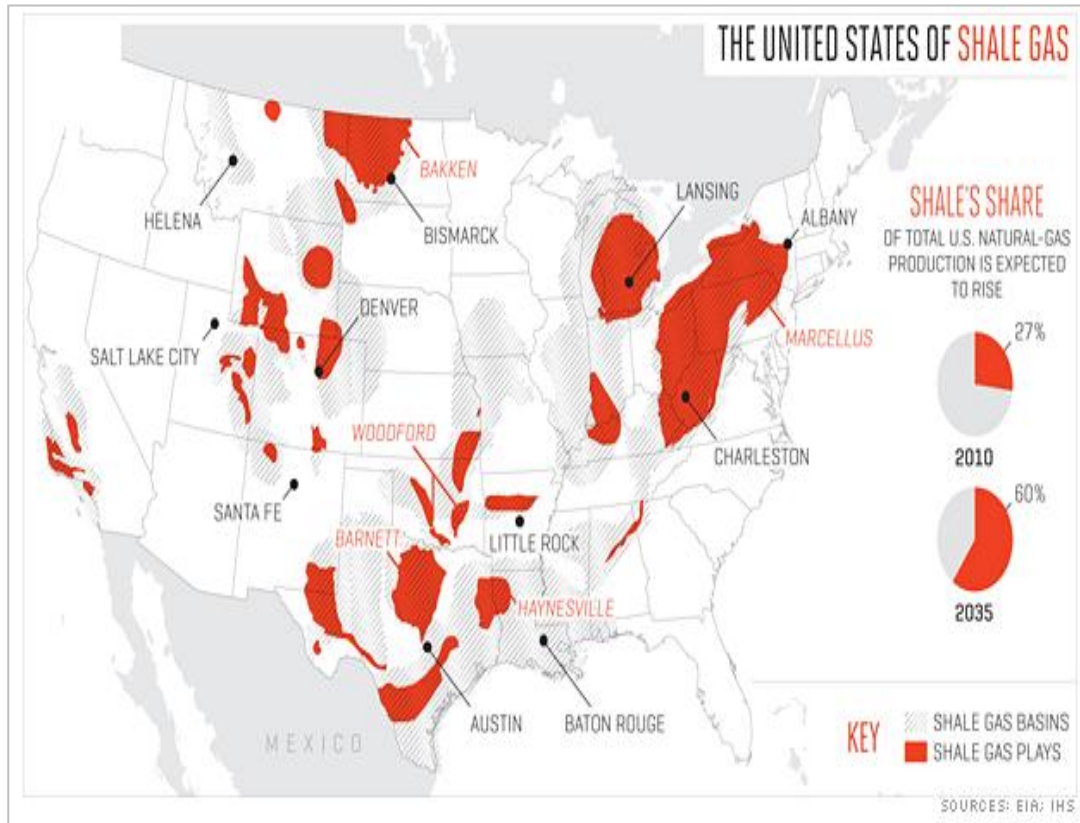
(Shale 비중) '98년 1.9% → 현재 29%  
→ '35년 49~60%

## ● 중장기적으로 중국, 남미 등 북미 外 지역의 거대한 개발 기회 존재

## ● 현재 Liquid 성분이 많은 가스전 중심 개발 진행 중

## ● 향후 가스 가격 상승시 (\$5/MMBtu 수준) Dry Gas전 개발 대폭 확대 예상

미국의 경우 전국적으로 활발한 개발이 이루어 지고 있으며, ExxonMobil 등 Major 社들은 미래 잠재력을 보고 적극적인 투자를 진행하고 있습니다



Source: EIA, IHS

- 글로벌 에너지 기업들은 미국 셰일 가스 사업에 적극 참여 중

- **ExxonMobil:** '09년 XTO Energy를 \$35B에 인수  
“Fracking party has just begun”

- Rex Tillerson, CEO of ExxonMobil

- **Shell:** '10년 Marcellus 지역에 \$4.7B 투자, 생산 포트폴리오의 절반 이상이 가스

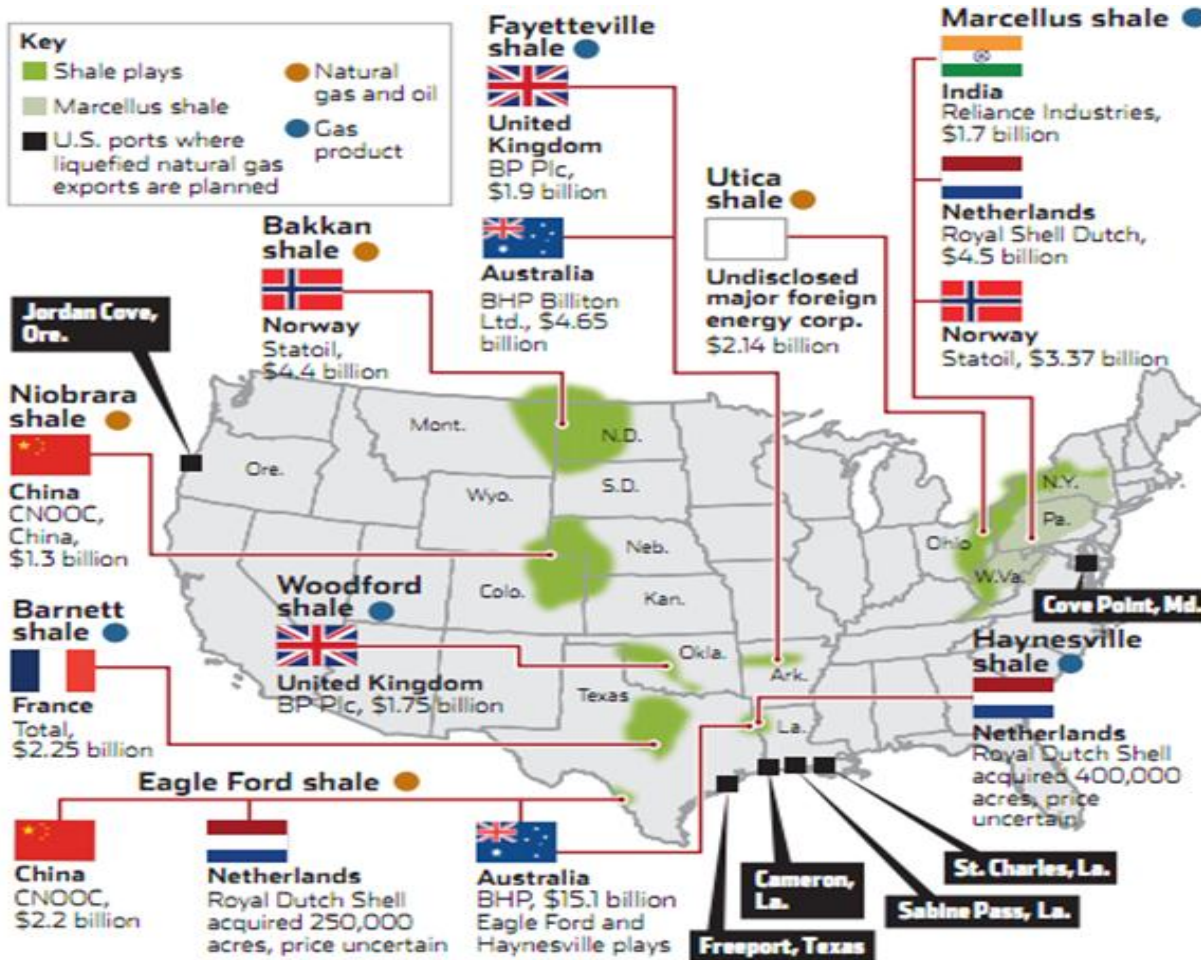
- “ We are now Gas and Oil Company”

- Ajay Shah, Vice President of Shell

- **Chevron:** '11년 Marcellus 지역의 Atlas Energy를 \$3.2B에 매입



# Major 社 이외에도 신규 가스 수요 국가를 중심으로 미국 셰일가스 개발 및 도입을 위한 적극적인 투자가 이루어 지고 있습니다

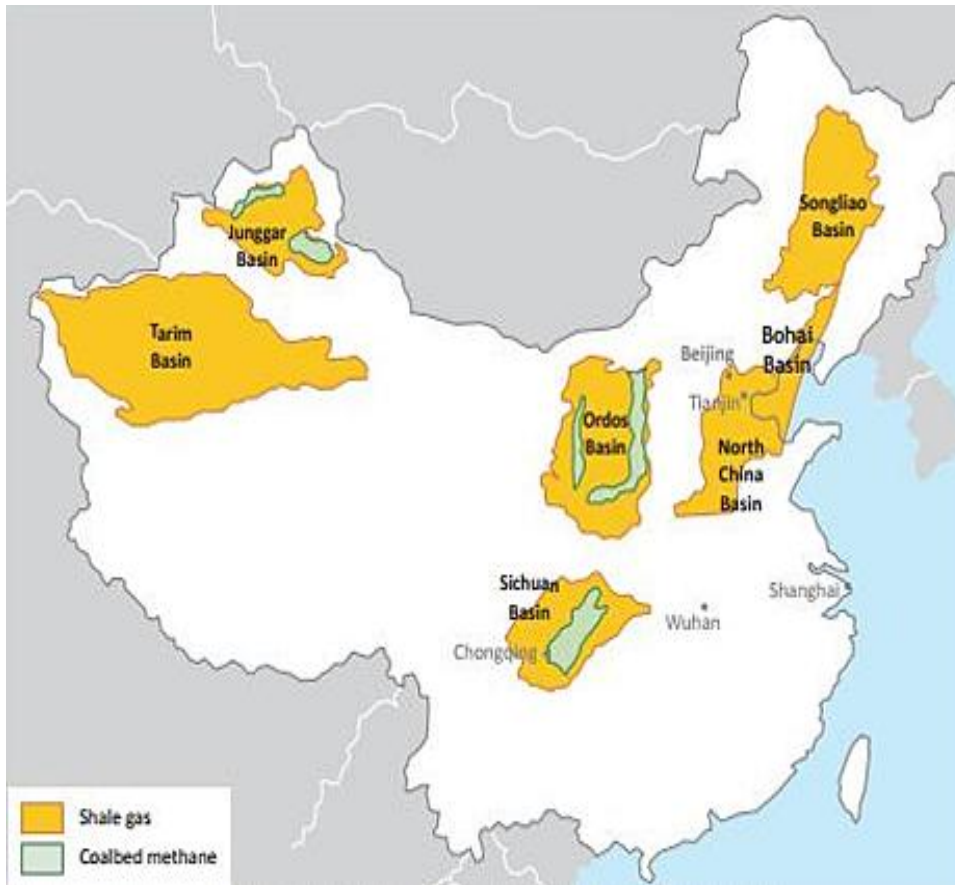


- 기존 LNG 수요 국가 뿐만 아니라 인도, 유럽 등 신규 가스 수요 국가의 셰일가스 투자가 확대 중
- 노르웨이 (Statoil): Bakken 지역의 Brigham사 지분을 \$4.4B에 매입
- 인도 (Reliance): Marcellus 지역의 Atlas 에너지사 지분을 \$1.7B에 매입
- 중국 (CNOOC): Eagle Ford 지역의 Chesapeake 지분을 \$2.2B에 매입
- 말레이시아 (Petronas): 캐나다 다수 셰일가스권을 보유한 \$5.5B에 인수
- 일본 (Marubeni): Hunt Oil의 Eagle Ford 지분 35%를 \$1.3B에 인수

Source: Tribune-Review

# 세계 최대의 셰일가스 보유국인 중국은 자국 셰일가스 개발을 위한 적극적인 기술 확보 노력을 경주하고 있습니다

## - 중국의 주요 셰일가스 매장지역 -

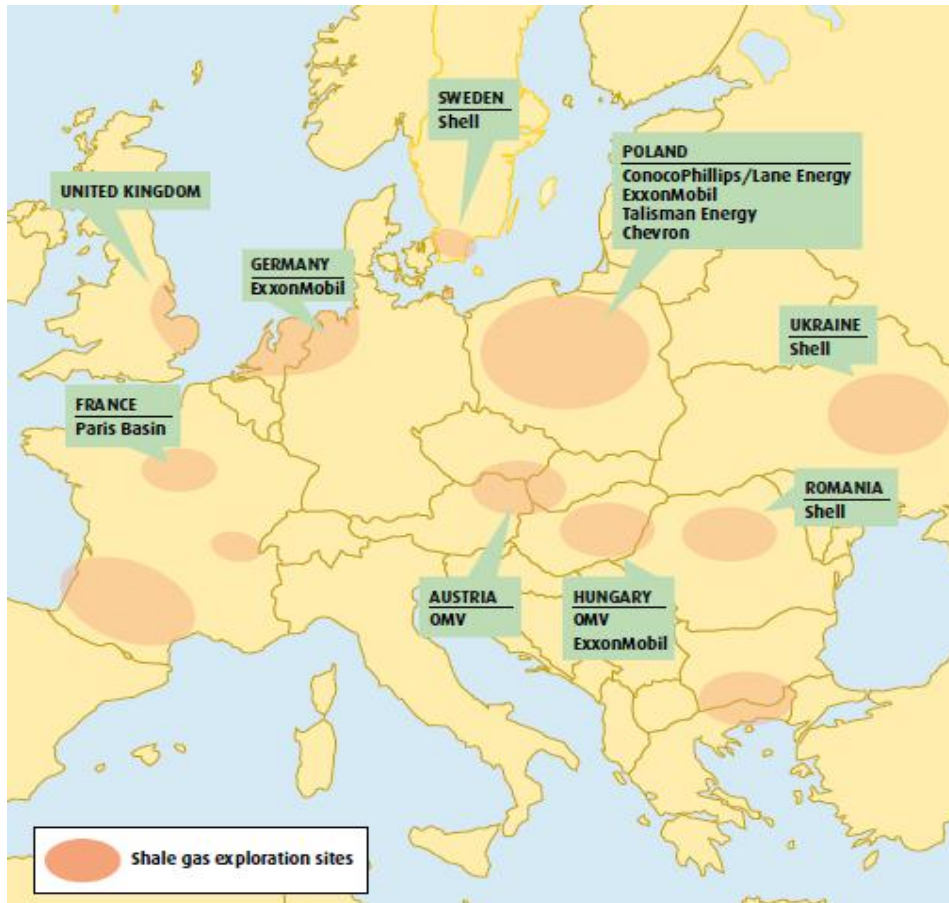


Source: EIA, Potential gas shale fields in China

- **중국은 세계 최대 셰일가스 보유국으로서 막대한 개발 잠재력을 보유**
  - EIA 2011년 기준 중국의 셰일가스 매장량은 전세계 19% 정도로 미국의 약 1.5배 이상
- **자국 기술력 제고를 위하여 적극적인 해외 셰일가스 자산 확보 시도**
  - CNPC: Shell의 캐나다 Groundbirch 지분 20%를 10억달러에 인수
  - CNOOC: 북미 Frac Tech사 30% 지분 인수 추진 중
- **최근 글로벌 메이저 사들과 공동으로 자국 내 활발한 개발 사업을 진행 중**
  - Shell: CNPC와 Sichuan 지역에서의 셰일가스 공동 개발을 위해 연간 10억 달러 투자 계획 발표

# 유럽은 풍부한 셰일가스 매장량을 보유하고 있으나, 안정성과 환경 오염에 대한 논란으로 인해 본격적인 개발에는 시간이 걸릴 전망입니다

## - 유럽의 주요 매장지역 및 개발 추진 기업 -



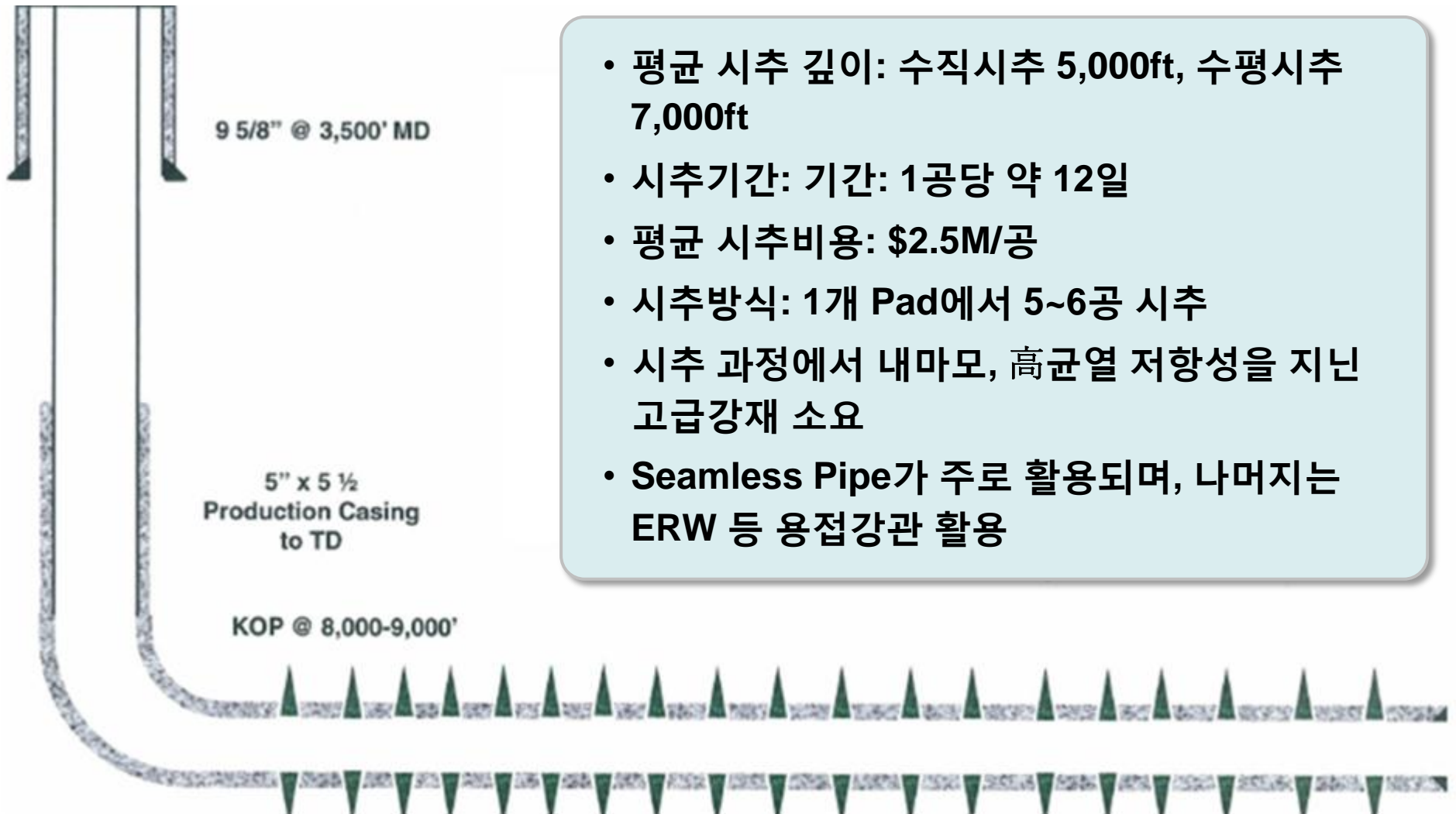
Source: Gas Strategies

- 유럽은 풍부한 셰일가스 매장량을 보유 중
  - 폴란드는 미국의 20% 이상인 187 Tcf, 프랑스는 180 Tcf, 노르웨이는 83 Tcf 보유
- 폴란드 등 동유럽을 중심으로 개발이 시작될 예정이나 인프라 등의 이슈 존재
  - 폴란드의 경우 '14년부터 본격 생산 시 '35년에는 가스 자급이 가능할 것으로 전망
  - 대규모 인프라 투자 필요로 개발 비용 상승 예상
- 안정성과 환경 오염에 대한 논란으로 본격적인 개발에는 장기간이 소요될 전망
  - 높은 인구 밀도에 따른 엄격한 환경 규제 적용
  - 프랑스: 안정성을 이유로 '11년 수압파쇄법 금지 및 Total의 기존 탐사권을 폐지



## 셰일가스 개발 사례

### - 시추 단계 (Drilling)



- 평균 시추 깊이: 수직시추 5,000ft, 수평시추 7,000ft
- 시추기간: 기간: 1공당 약 12일
- 평균 시추비용: \$2.5M/공
- 시추방식: 1개 Pad에서 5~6공 시추
- 시추 과정에서 내마모, 高균열 저항성을 지닌 고급강재 소요
- Seamless Pipe가 주로 활용되며, 나머지는 ERW 등 용접강관 활용

## 세일가스 개발 사례

### - 수압파쇄 및 완결 단계 (Hydraulic Fracturing & Completion)



#### Fracturing & Completion

- 19 ~ 20 Stage
- Mixture of 90.5% Water, 9% Sand, 0.5% Chemicals Injected

#### Water

- Well Spacing by Water
- A typical horizontal deep shale gas or oil well requires an average of 4.5 million gallons per well (110,000 barrel)
  - Equivalent to the amount of water consumed by New York City in approximately 6.3 minutes
- Produced from 5000 feet under

# 세일가스 개발 사례

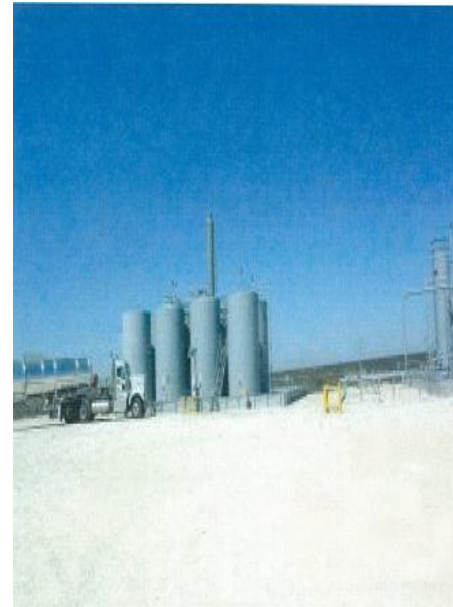
## - 생산 및 수송·저장 인프라



**Control Room**



**Christmas Tree**



**CPF (Central Processing Facility)**



**Gas Compressor**

Site에서 생산된 Oil 및 Gas는 파이프라인을 통해 수송 및 판매  
\*단, NGL(Natural Gas Liquids)은 트럭으로 수송, 판매



# 세일가스 개발 사례

## - Central Processing Center





# Table of Contents

I

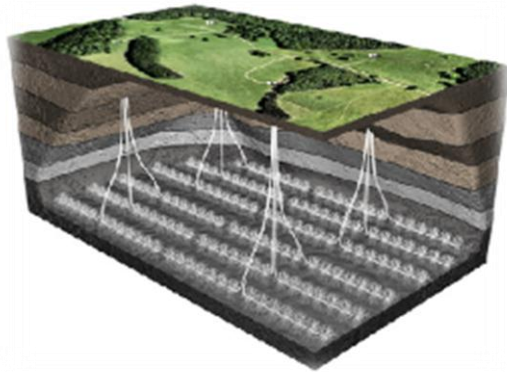
세일가스 개발 동향

II

다양한 산업에의 영향

# 미국의 셰일가스 생산 급증은 에너지뿐만 아니라, 제조업, 수송산업, 철강업 등 전 산업의 경쟁력에 큰 변화를 가져오고 있습니다

## Shale Gas Revolution!



- 북미 가스가격 급락 (한국의 1/6 수준)
- 향후, FTA가 체결된 한국도 셰일가스 수입으로 가격 하락 가능(30% 예측)

### 북미 지역 제조업의 부활

- **LyondelBasell**: '09년 파산 신청, '10년 흑자전환 (영업이익 29억\$)
- **US Steel**: 고로 가열원료 가스전환, 톤당 \$8~\$10<sup>1)</sup> 비용 절감

### 가스 발전의 증가

- 가스 발전소(복합발전 포함) 향후 3년 내 258기 신규 건설 전망

### 수송연료 가스 전환

- **GE와 Chesapeake**: '15년까지 250개의 CNG<sup>2)</sup> Station 구축 협약

### LNG Terminal, Pipeline 등 인프라 건설 확대

- 북미, 서호주 중심의 건설 사업기회: '20년까지 500조원

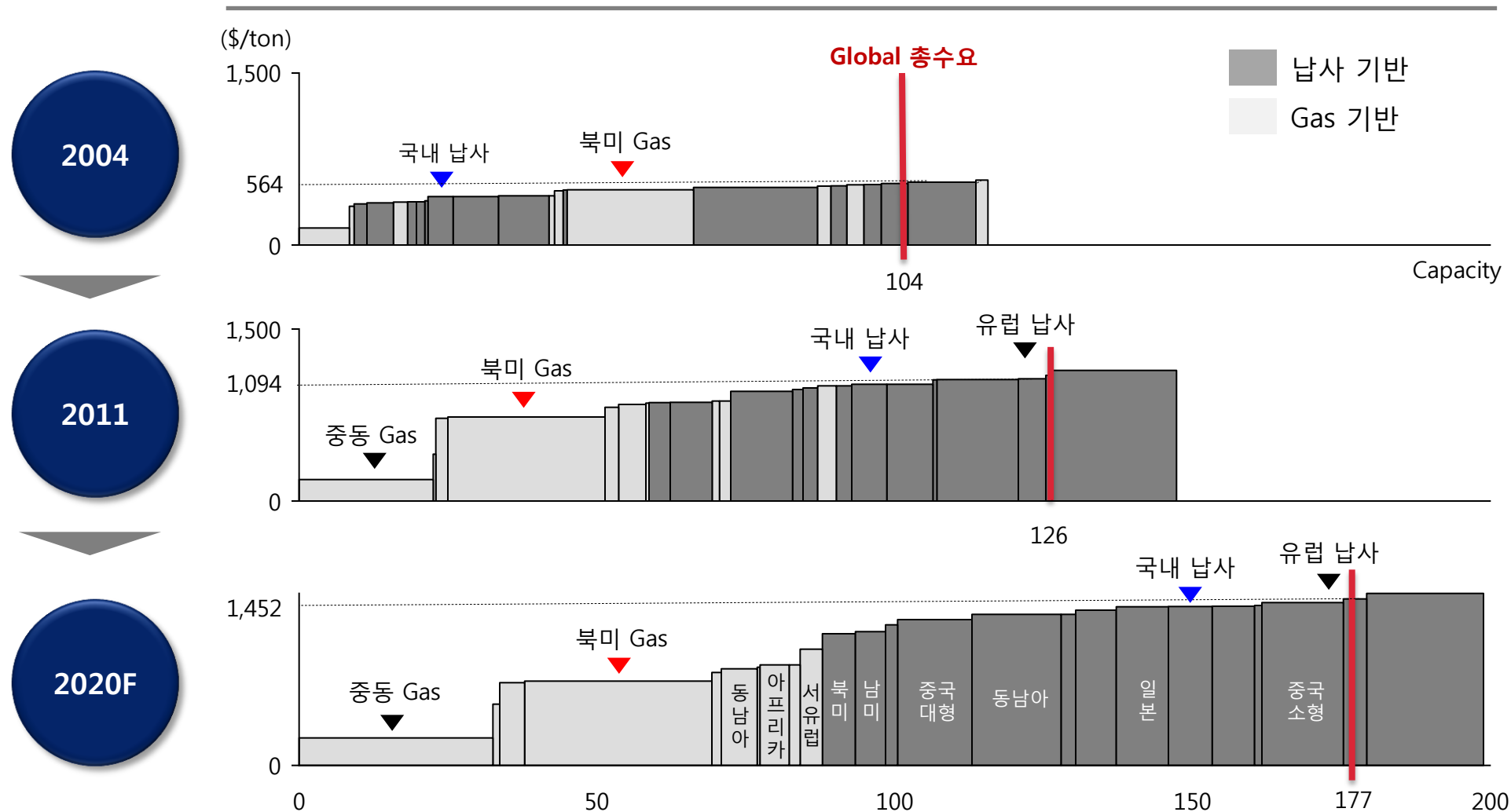
### 수평굴착으로 인한 특화 강재 수요 증대

- 高수소균열 저항성/내마모 소재 수직 굴착 대비 4.2배 소요

Source: 1) Wall Street Journal, 2) Compressed Natural Gas

# 세일가스를 원료로 한 북미 에탄 Cracker의 가격경쟁력 강화에 따라 북미 화학산업의 경쟁력이 크게 향상될 것으로 전망됩니다

글로벌 Ethylene Supply Curve



# 북미 화학산업의 경쟁력 강화에 따라 14개의 신규 Cracker 건설 및 증설 프로젝트가 진행 중이며, 10개 이상의 추가 프로젝트가 계획 중에 있습니다

## - 북미 Gas-Based Chemical Plant 신설/증설 프로젝트 현황 -

Company	Project	Capacity	Location	Cost	Start-up
Bayer Corp	New Cracker	n/a	Marcellus shale basin	n/a	n/a
Chevron Phillips Chemical	New Cracker	1.5 tonnes	Cedar Bayou, Texas	n/a	Q1 2017
Chevron Phillips Chemical	De-bottleneck/expansion	121,000 tonnes	Port Arthur, Texas	n/a	2011
Dow Chemical	Improve plant flexibility	n/a	Plaquemine, Louisiana	n/a	2014
Dow Chemical	New Cracker	World-scale	US Gulf Coast	n/a	2016-2017
Dow Chemical	Restart	390,000 tonnes	St. Charles, Louisiana	n/a	end 2012
ExxonMobil Chemical	New Cracker	1.5 tonnes	Baytown, Texas	n/a	2016
Formosa Plastics	New Cracker	800,000 tonnes	Point Comfort, Texas	\$1.7bn	2016
INEOS	Debottleneck	115,000 tonnes	Chocolate Bayou, Texas	n/a	end 2013
LyondellBasell	Expansion	386,000 tonnes	Laporte, Texas	n/a	2014
Shell	New Cracker	World-scale	US Northeast	n/a	2016-2017
Westlake Chemical	Expansion	108,863 tonnes	Lake Charles, Louisiana	n/a	H2 2012
Westlake Chemical	Expansion	113,399 tonnes	Lake Charles, Louisiana	n/a	2014
Williams	Expansion	272,158 tonnes	Geismar, Louisiana	\$350m-\$400m	Q3 2013

Source: Accenture Research Center



# 미국 철강업도 활기를 찾고 있습니다

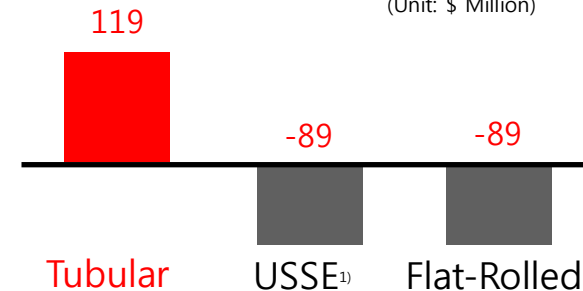
- 수평 시추 증가에 따른 Tubular 제품 수요 급증
  - 북미 OCTG 수요: 320만톤 ('09) → 620만톤 ('11)
  - 특히 고강도, 내마모 등 고급 강재 및 Premium Connection 소요량 증가 (기존 대비 4.2배)
- 가스 원료 활용을 통한 원가 절감
  - US Steel의 경우 고로 가열 원료로 석탄 대신 가스를 활용해 톤당 \$8 ~ \$10 수준의 비용 절감
  - 고로 Operation 외에서도 연간 \$80M 수준의 에너지 비용 절감 예상
- 자원 수송을 위한 대규모 파이프라인 인프라 수요 증가 전망
  - Gathering Pipe, Lateral Pipe, Trunkline 등
  - 2035년까지 \$178.3B의 파이프라인 투자 전망

Source: INGAA



## '11년 4분기 부문별 영업이익

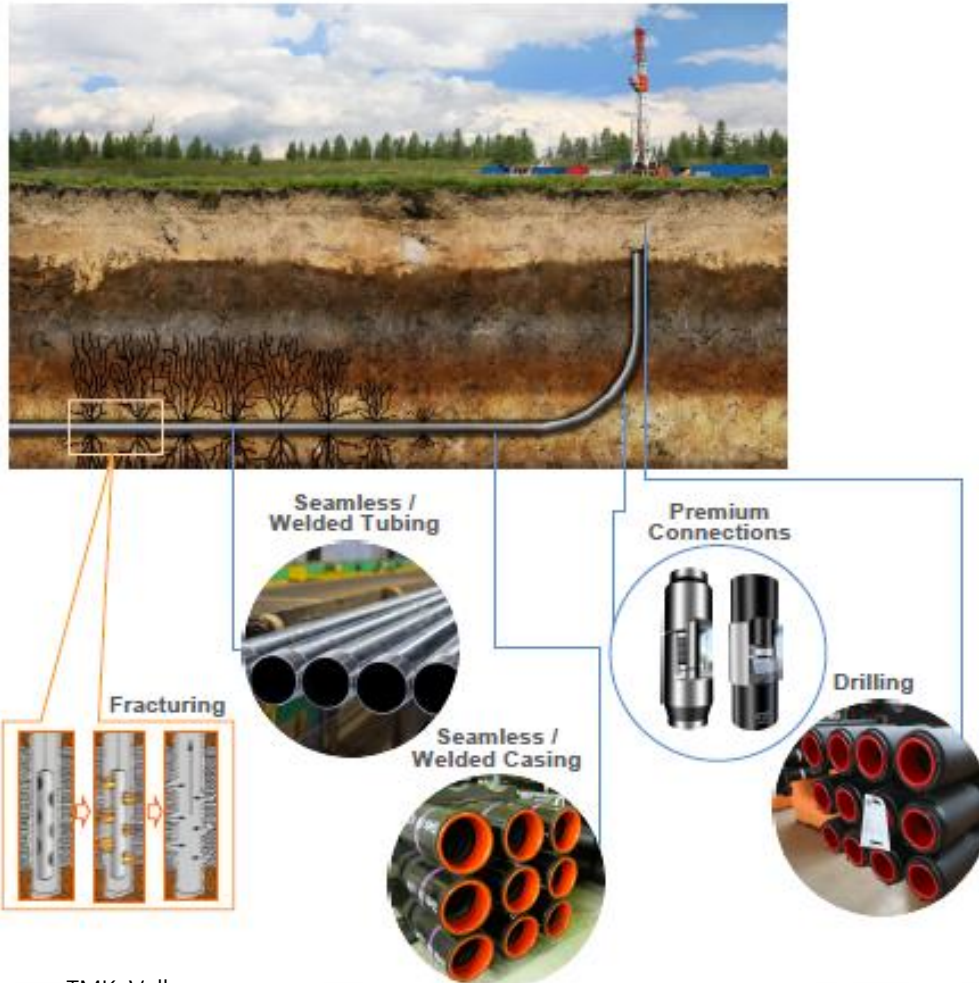
(Unit: \$ Million)



- Tubular가 수익을 창출하는 유일한 사업부
- '11년 Tubular 매출 전년대비 26% 상승
  - 생산능력 313만톤의 9개 생산기지 운영
- 최근 셰일가스 전용 Premium Connection 브랜드 "Patriot TC™" 런칭

1) Responsible for Europe

# 셰일가스 시추에는 Drilling Pipe, Casing, Tubing 등 전통적 수직시추 대비 4배 이상 많은 고급 강재가 필요합니다



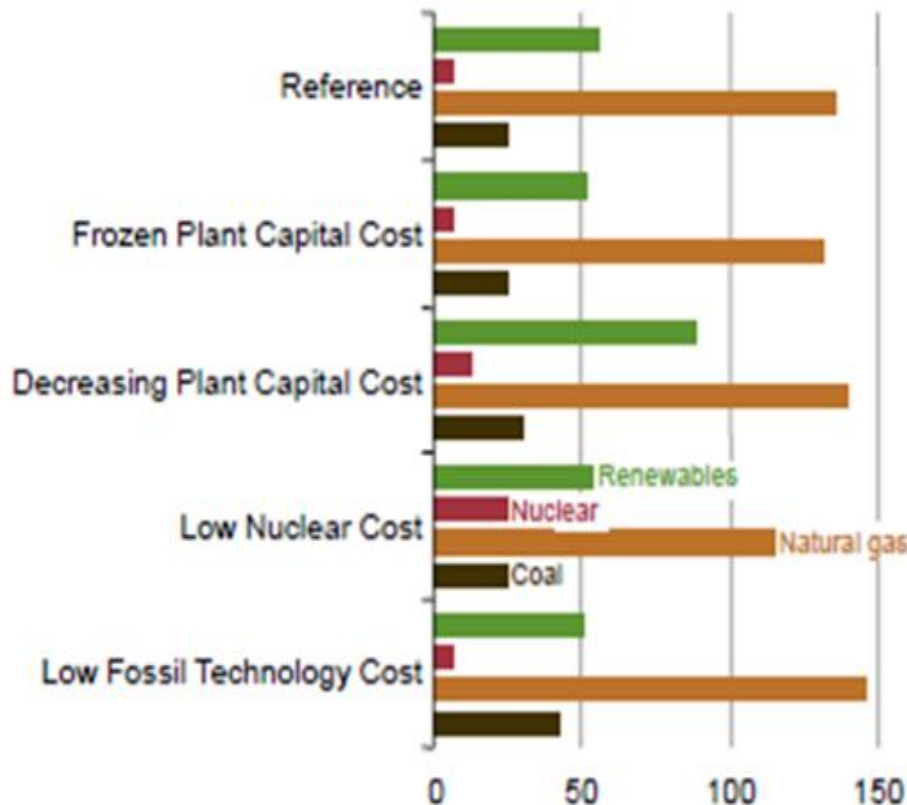
	Horizontal (Shale)	Vertical (Conventional)
총 길이(ft)	13,000	3,000
Seamless 비중	60%	35%
Premium Connection 비중	30%	5% 이하
Well 당 OCTG 강재 소요량 (톤)	190	45

4.2배

Source: TMK, Vallourec

# 미국의 발전 시장은 저렴한 셰일가스를 기반으로 하는 천연가스 발전 중심으로 재편될 전망입니다

미국 내 발전원 별 신규 발전소 전망 시나리오  
(2010~2035, GW)



Source: EIA, Annual Energy Outlook 2011

- 저렴한 가스 발전 비중 확대로 '08년 이후 미국 내 전력 도매 가격은 50% 이상 하락
- Exelon의 원자력 발전소 2기, CMS Energy의 2조 규모 석탄 발전 등 대규모 발전소 건설 취소
- 복합발전을 포함한 가스 발전소는 향후 3년 내 258기가 신규 건설될 전망
- 최근 1,000MW 급 대형 가스 발전소 건설 추진 중 (아리조나, Bowie Power Station)

\* PJM 도매가: '08년 \$87 MWh → '11년 \$39 MWh  
Source: Bloomberg Energy, 2012

## CNG 및 LNG를 사용하는 천연가스 차량의 비중은 북미 지역에서 대형 트럭을 중심으로 확대되고 있습니다



Long distance trucks (LNG)

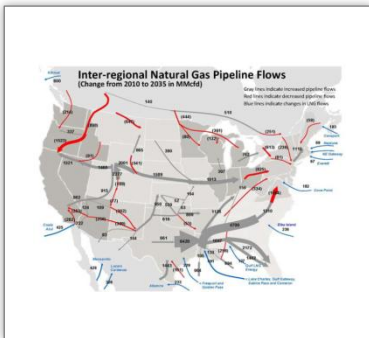
- 북미에서는 기존 Diesel 차량 대비 경제성이 높고 친환경적인 천연가스 차량이 부각되고 있음
  - NGV 트럭의 경우 Diesel 트럭 대비 연간 \$27,000의 연료비 절감이 가능 (현재 CNG 가격은 디젤의 1/2)
  - 현재 LNG와 Diesel 겸용 엔진 기술 개발로 향후 5년 내 북미 트럭 시장의 1/3을 점유할 것으로 전망
- 주요 기업의 천연가스 차량으로의 교체가 진행중
  - AT&T(최근 1,200대 CNG Van 주문), Staples, Water Management, United Parcel Services 등
- 관련 인프라 확충 및 높은 차량 가격 등의 이슈 존재
  - 낮은 Density로 잦은 충전 및 대규모 연료 탱크 필요
  - 디젤 트럭 대비 NGV 트럭은 \$30,000 이상 높은 가격임



# 셰일가스 개발 확대에 따라 Pipeline, LNG Terminal 등 철강 고소비 에너지 인프라 수요가 급격히 증가하고 있어 주목해야 합니다

## 에너지 인프라 시장의 급성장

### Pipeline



#### ● 지역간 에너지 수급 불균형 확대에 따른 Pipeline 수요 급증

- 북미: '35년까지 225조 원 투자 계획 (Bakken, Mont Belvieu)
- 아시아: 향후 5년간 5만 마일 수요 (중국, 동남아시아)

### LNG Terminal



#### ● 북미/호주 가스 수출 및 아시아 LNG 수입을 위한 LNG Terminal 투자 증가

- 북미: 21개 LNG 터미널 신설 승인
- 중국: 17개 터미널 사업 추진 중

### GE Energy Finance Services

#### ● 셰일 개발 증대로 인한 에너지 인프라 사업기회 주목, 인프라 소유 기업에 집중 투자

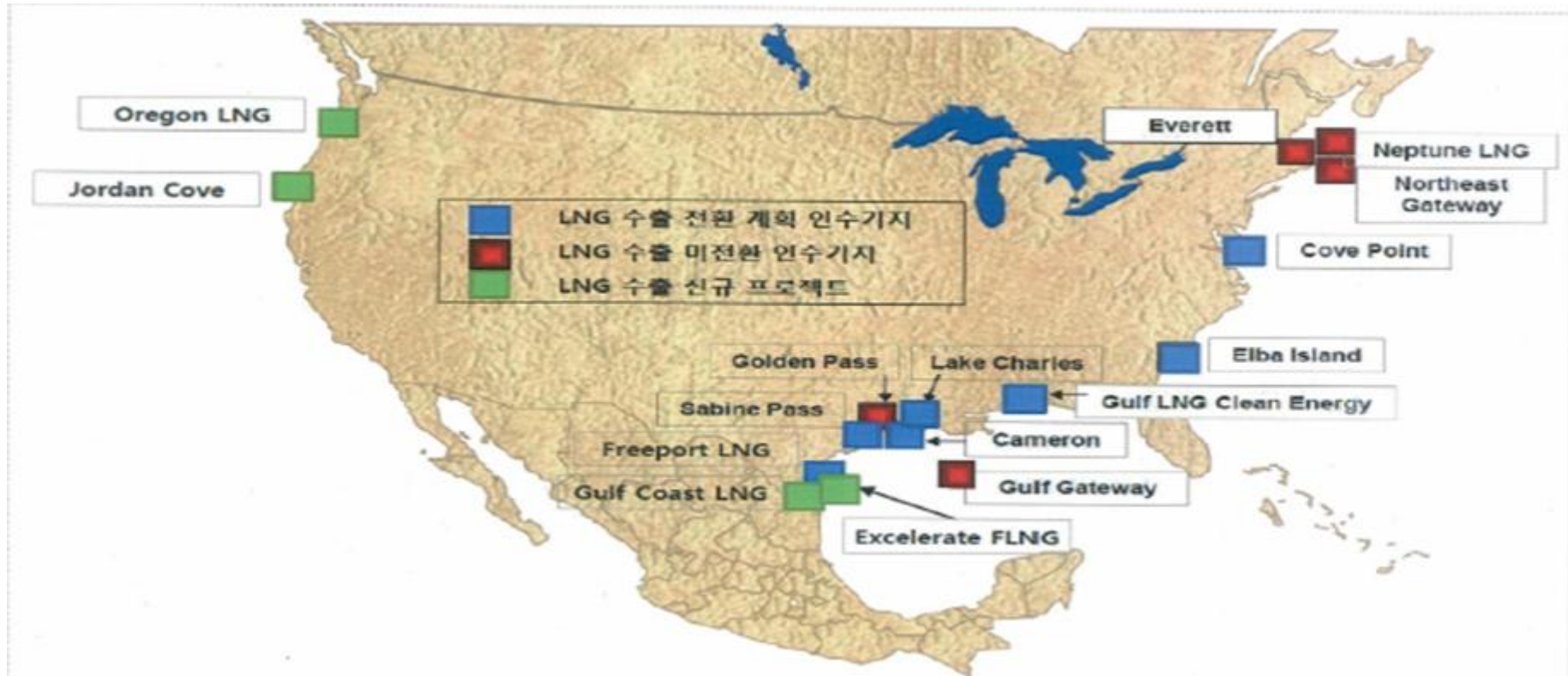
- 북미에서 \$3B 규모의 Midstream 투자 진행, 약 4.3만 마일 Pipeline 소유

### Kinder Morgan

#### ● 북미 Pipeline 전문 기업 El Paso 인수 (\$37B)

현재 미국에서는 셰일가스 수출을 위하여 기존 LNG 수입 터미널의 전환 및 신규 수출 터미널 건설이 활발히 이루어지고 있습니다

• 미국의 LNG 수입 기지 전환 계획 및 신규 수출 프로젝트 현황



총 14개의 LNG 수출 터미널 프로젝트가 추진 중(총 127백만톤)

– 현재 수출이 승인된 Sabine Pass을 제외하고 수출 승인 절차 중

## Conclusion

- 새롭게 부상되는 북미 화학 산업, 철강산업 등 국내 산업에 영향이 예상되는 분야에 대한 철저한 모니터링 및 대응 방안 마련이 필요합니다
- 셰일가스 개발 시 엔지니어링, 기자재, 소재 등 연관 산업의 시스템 수출을 위한 전략적인 접근이 이루어져야 합니다
- 셰일가스 개발 외에도 자원의 저장 및 수송을 위한 인프라 사업기회 (파이프라인, LNG Terminal)에도 주목해야 합니다
- 셰일 가스의 도입의 경우, 단순 도입뿐만 아니라 LNG 수출 터미널, 트레이딩 등 고수익 창출이 가능한 도입 모델로 진화해야 합니다

# Q & A

