

2018 인하대 **K-MOOC** 강의 교재

인류의 그림자, 에너지 바로알기

신 현돈 교수

(hyundon.shin@inha.ac.kr)

인하대학교 에너지자원공학과

2018

8: 한국의 에너지자원개발

8-1: 자원 빈국의 자원개발 실정

한국의 에너지 구성

- 화석+원자력: 94%, 신재생 5%
 - 전력원: 원자력+석탄+석유:79%

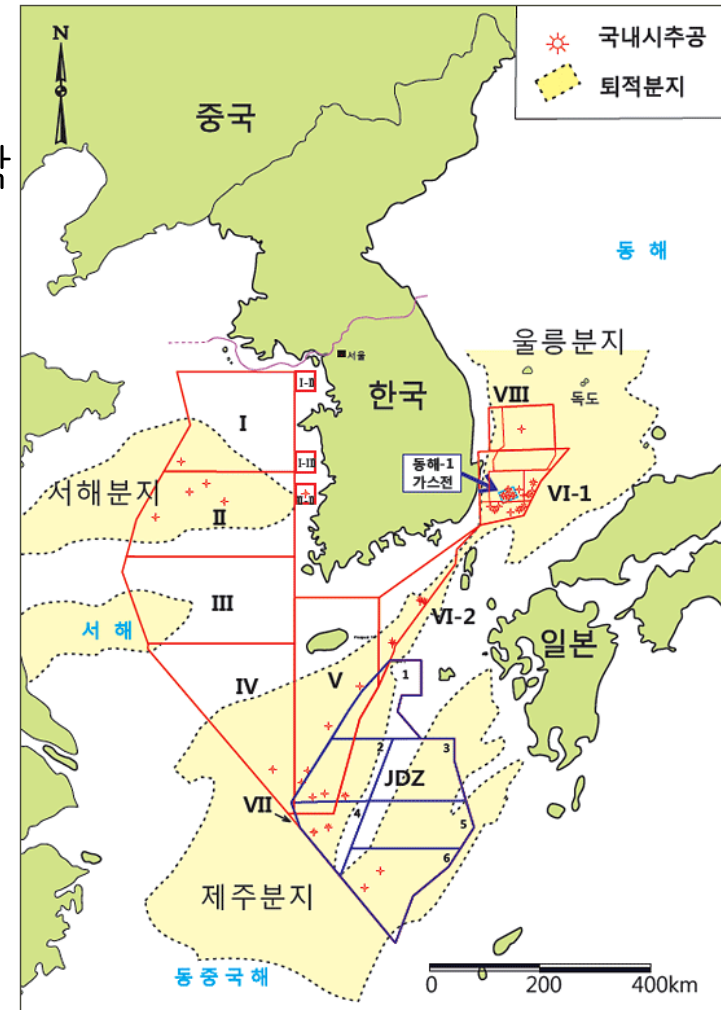


국내 대륙붕 탐사 현황

- 1970년대: 외국회사 조광권 설정 참여
- 1979 석유공사 설립후 본격적 탐사 시작
 - 물리 탐사: 116 천 L-Km 및 4800 Km² 실시
 - 시추: 47공 실시

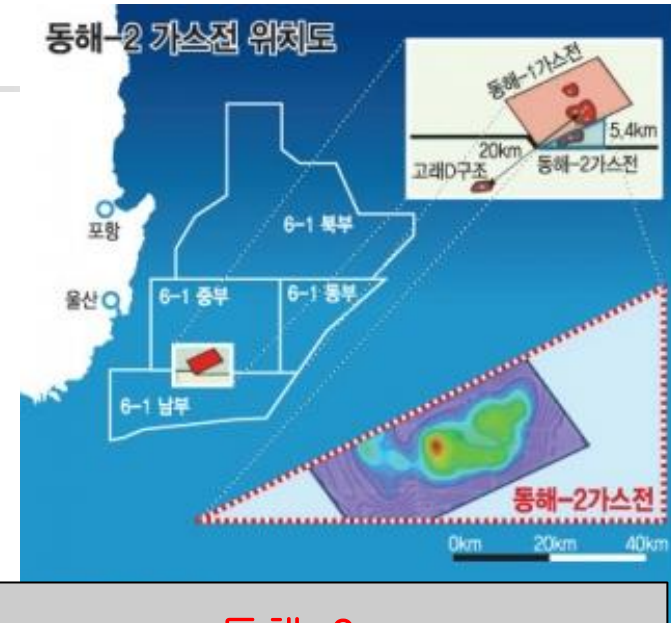
(석유공사 자료, 2016)

분지	광구	광구면적(kar)	물리탐사		시추(공)	투자비(천불)
			L-km	kar		
동해	제6-1광구 남부, 동부, 중부	6,540	15,897	3,471	24	266,831
	6-1북부 및 8광구	3,140	5,107	504	2	244,740
서해	제1광구/1-2, 1-3	35,306	8,520	-	1	11,809
	제2광구/2-2	39,869	19,114	298	4/1	42,393
	제3광구	41,620	8,193	-	-	5,157
남해	제4광구	43,195	12,781	-	1	11,376
	제5광구	44,529	11,995	-	4	26,793
	제6-2광구	11,939	12,786	-	3	45,227
JDZ	한일공동	69,662	19,571	563	7	87,126
기타	기타(동-서해)	-	2,585	-	-	1,421
합 계		319,069	116,549	4,836	47	847,354



국내 대륙붕 개발

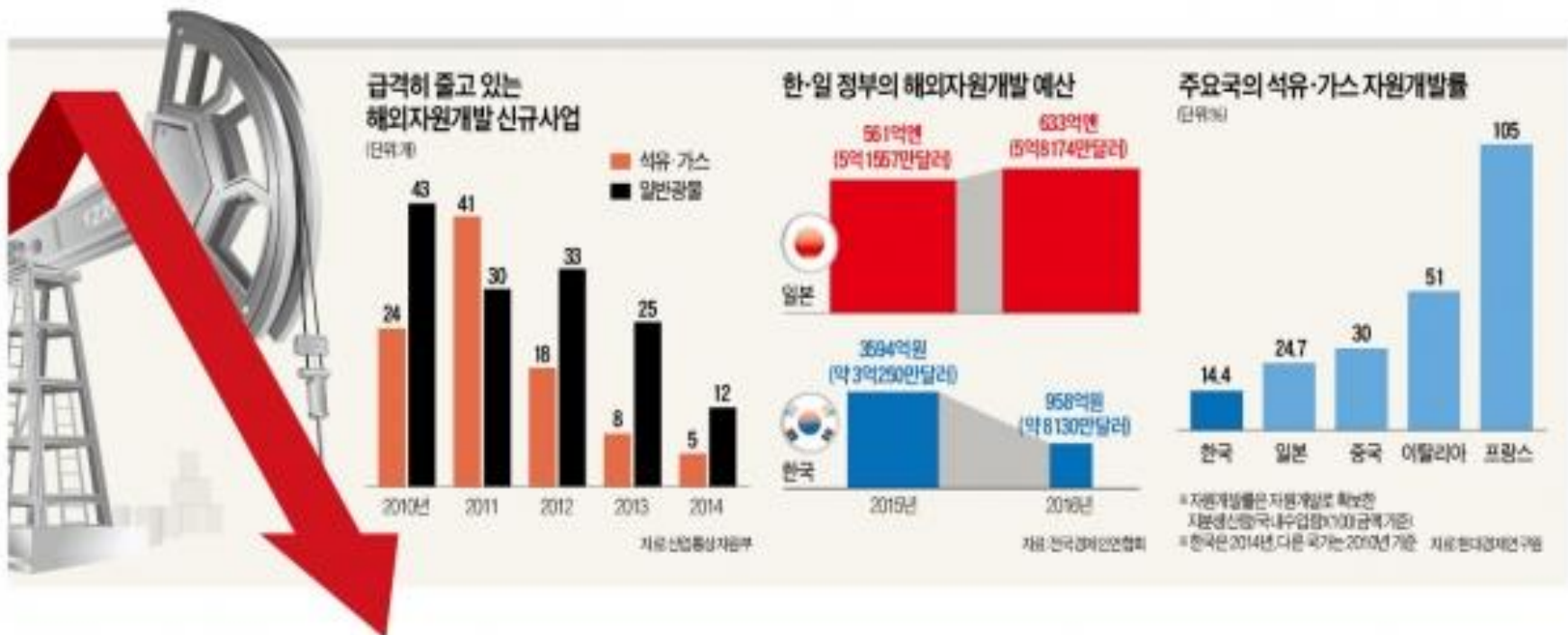
- 동해-1 가스전: 2004~2018
 - 6-1광구내, 울산 앞바다 58Km
 - 가채 매장량 1.8 Bcf
 - 탐사성공(1998), 생산설비(2002)
- 동해-2 가스전 추가 연계 개발
- 6-1 광구 남부 물리 탐사 중
 - 포스코 대우 70%, 석유공사 30%



구 분	동해-1	동해-2
위 치	동해 6-1광구 중부지역	동해-1가스전 남서쪽 5.4km 지점
생산기간	'04.7 ~ '18.10	'16.7 ~ 19.6
생산수량	천연가스 3,815천톤, 컨덴세이트 3,220천배럴	천연가스 52천톤, 컨덴세이트 41천배럴
투 자 비	826백만불	142백만불
매 출 액	1,855백만불	31백만불
조광권자	석유공사(100%)	석유공사(70%), 포스코대우(30%)

해외자원개발 투자 및 자원 확보

- 석유가스 확보율 14%: 에너지위기 노출
- 예산 규모 작음: 성공 위험성 극복 못함

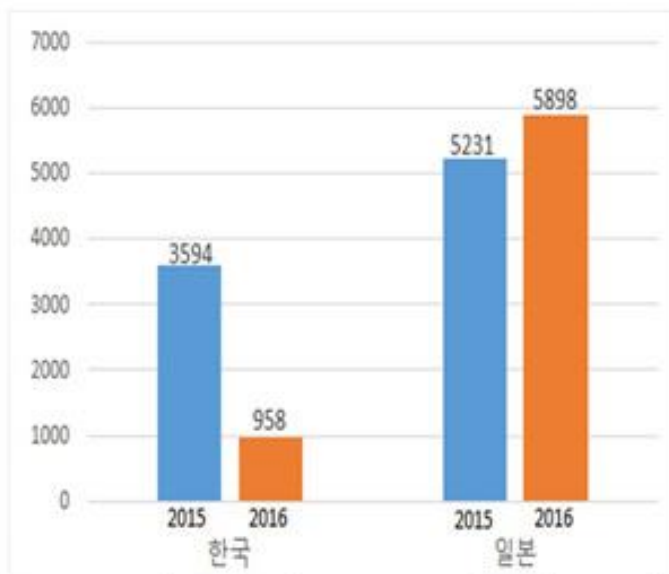


해외자원개발 투자비교

- 경쟁국과 비교 20% 이하
- 지속적인 투자 불가

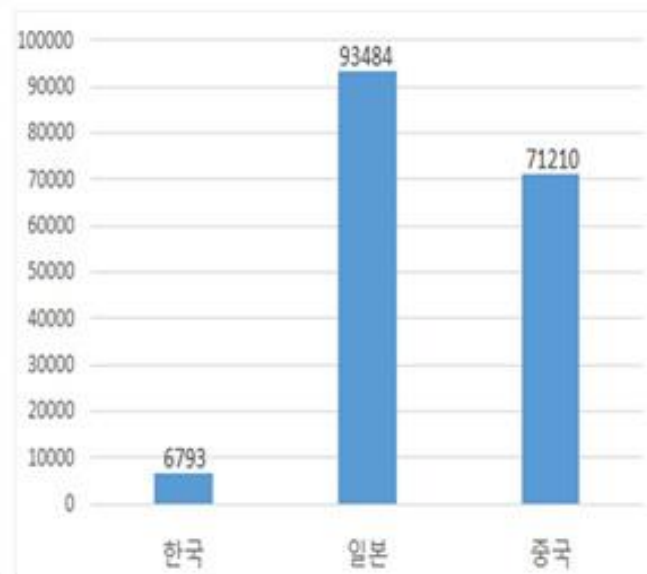
<한일 해외자원개발 지원예산>

(단위 : 억원)



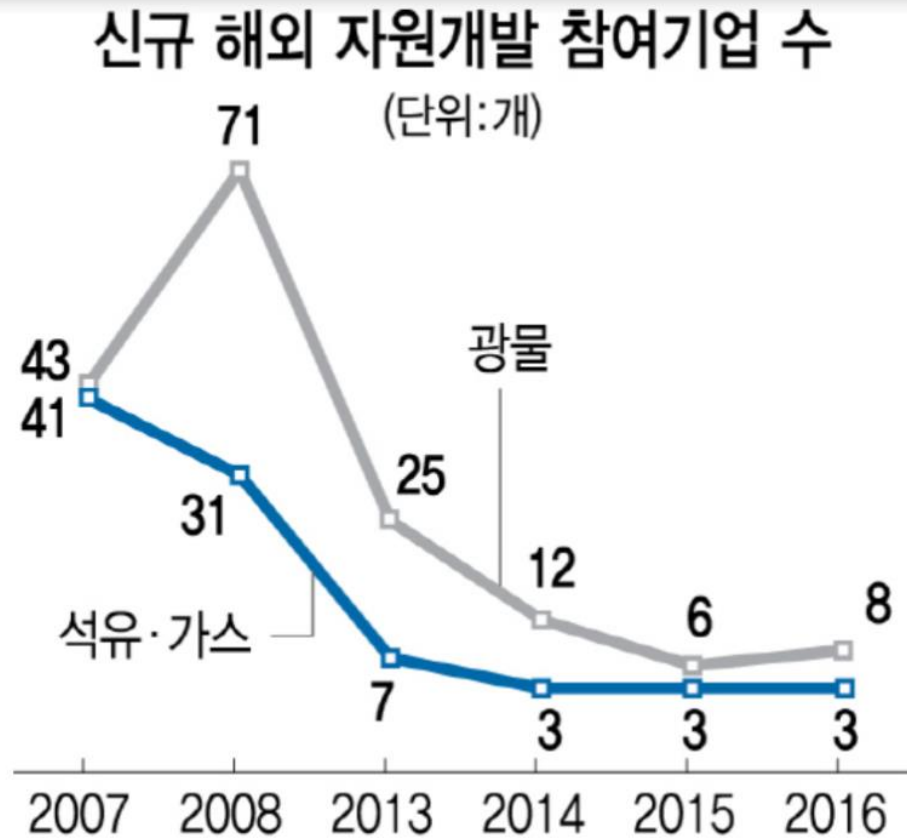
<한중일 2014년 해외자원개발 투자액>

(단위 : 백만\$)



해외자원개발 참여기업 수

■ 2008년 이후 급감




자료: 한국지질자원연구원

에너지 기업은 규모가 크다 !

Market Value

- Exxon: \$363 B
- RD Shell: \$210 B
- PetroChina: \$204 B
- Total: \$122 B
- Schlumberger: \$111 B
- Samsung: \$162 B
- KEPCO : \$33 B


	#9	ExxonMobil	United States	\$236.8 B	\$16.2 B	\$336.8 B	\$363.3 B
---	----	------------	---------------	-----------	----------	-----------	-----------

	#17	PetroChina	China	\$274.6 B	\$5.7 B	\$368.7 B	\$203.8 B
---	-----	------------	-------	-----------	---------	-----------	-----------

	#28	Chevron	United States	\$129.9 B	\$4.6 B	\$266.1 B	\$192.3 B
---	-----	---------	---------------	-----------	---------	-----------	-----------

	#30	Total	France	\$143.4 B	\$5 B	\$224.5 B	\$121.9 B
---	-----	-------	--------	-----------	-------	-----------	-----------

	#31	Sinopec	China	\$283.6 B	\$5.1 B	\$223.7 B	\$89.9 B
---	-----	---------	-------	-----------	---------	-----------	----------

	#50	Royal Dutch Shell	Netherlands	\$264.9 B	\$2.1 B	\$340.2 B	\$210 B
--	-----	-------------------	-------------	-----------	---------	-----------	---------

	#53	Gazprom	Russia	\$102.1 B	\$4.9 B	\$250.2 B	\$57.1 B
---	-----	---------	--------	-----------	---------	-----------	----------

	#75	Rosneft	Russia	\$80.8 B	\$5.8 B	\$139.6 B	\$51.1 B
---	-----	---------	--------	----------	---------	-----------	----------

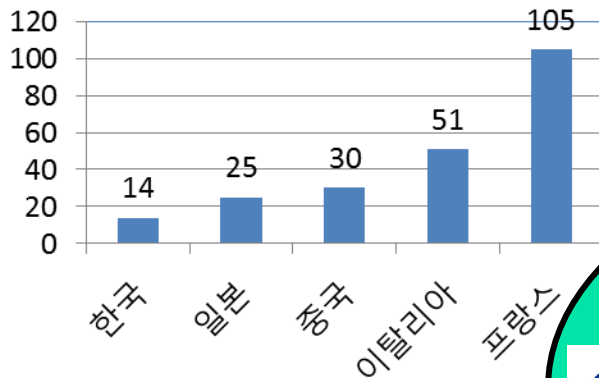
	#121	Reliance Industries	India	\$42.2 B	\$4.2 B	\$91.5 B	\$50.6 B
---	------	---------------------	-------	----------	---------	----------	----------

(Source: Forbes, 2016)

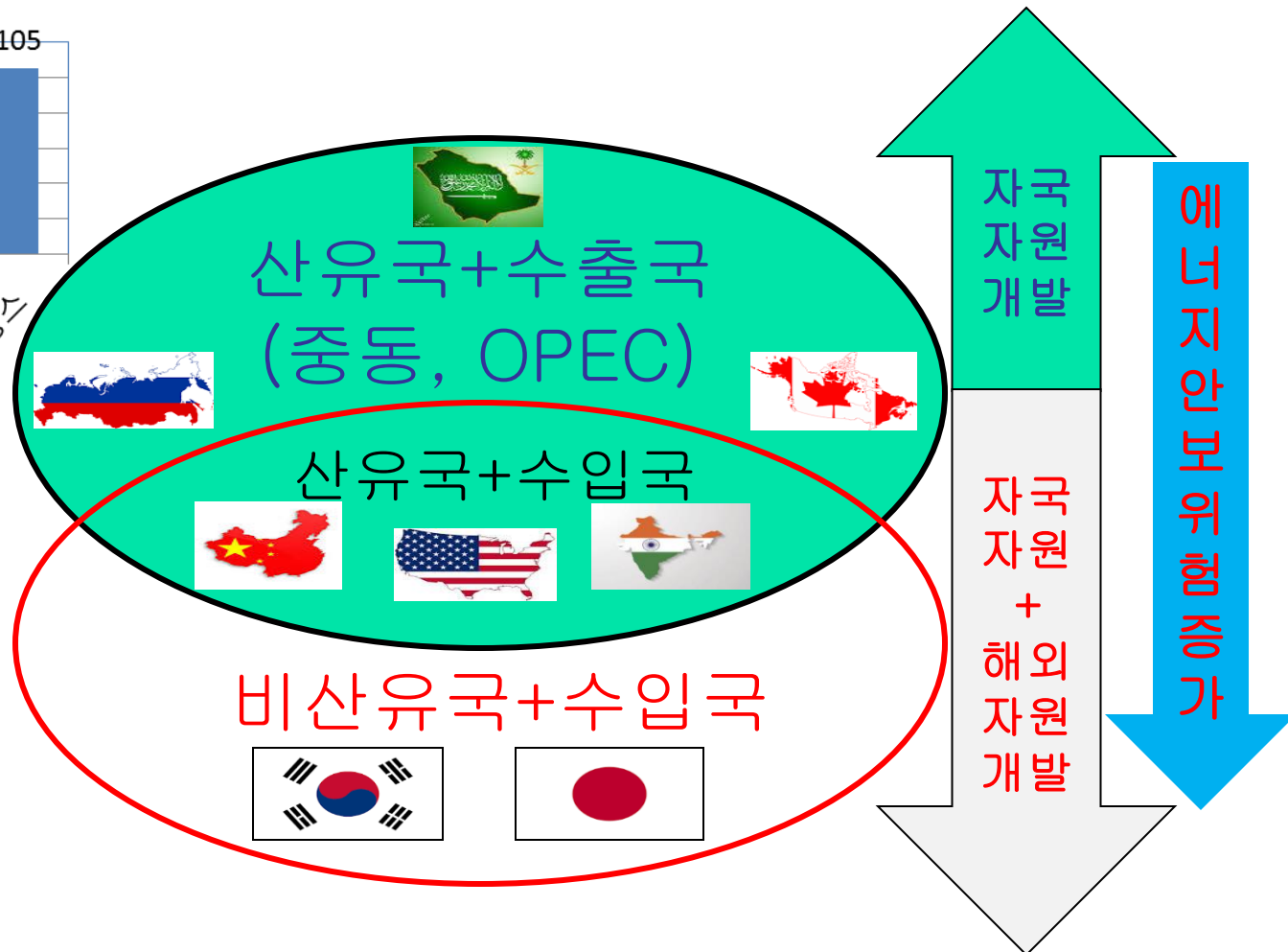
8-2: 한국의 에너지안보 현실

국가별 에너지 안보와 전략

주요국의 석유가스자원 개발률



한국의 자원개발률



에너지 안보 지수

■ 에너지 안보 지수

- 에너지 안보,
- 형평성,
- 환경지속성 기준

■ 미국>일본>한국



한국의 에너지 안보 지수




- 종합적으로 54위
- 에너지 안보 분야: 101 위

54 RANK KOREA (REP.) SCORE ACD

TRILEMMA BALANCE



INDEX RANKINGS AND BALANCE SCORE

	2013	2014	2015	Trend	Score
Energy performance	85	70	78	↑	
 Energy security	103	98	101	→	D
 Energy equity	49	25	20	↑	A
 Environmental sustainability	85	85	94	→	C
Contextual performance	16	22	22	→	
 Political strength	37	40	40	→	
 Societal strength	26	31	32	→	
 Economic strength	9	13	14	→	
Overall rank and balance score	64	55	54	→	ACD

한국의 자원개발 현실은 ?

- 비연속성, 비전문성, 단기적 성과에 집착하여 국가차원의 일관성 있는 정책 추진 불가
 - 추진 주체의 소형화로 선순환 구조 확립 불가
 - 자원가 등락에 따른 사업 참여-철수 반복적인 엇박자 정책
 - 전시성 단기 성과 지향으로 일관성 있는 정책 추진이 불가
 - 정부의 간섭과 무책임+구성원의 무력감
 - 전문성과 역량 부족



투자규모: 경쟁국의 10%



○ #사례2. 감사원은 1999년 석유평사가 인수한 영국 북해 캡틴 광구 투자에 대해 "예상 유가 인상률을 잘못 예측해 적정 시세보다 2,300만달러(약 26억원) 비싸게 매입했으며, 산업자원부에 기관주의를 내릴 것을 요구했다." 라고 감사결과를 발표함. 당시 유가 하락으로 캡틴 광구 평가액이 급락하자 대규모 손실 논란이 생겼으나 석유평사는 그대로 광구를 보유함. 12년 뒤인 2011년 10월에 유가가 오르면서 총 투자비 대비 2억3,000만달러(약 2,600억원) 수익을 남기고 매각됨



〈탐사 사업비 대비 성공불용자 자원물(석유)〉



성공불용자
비율감소:30%

차입 80%

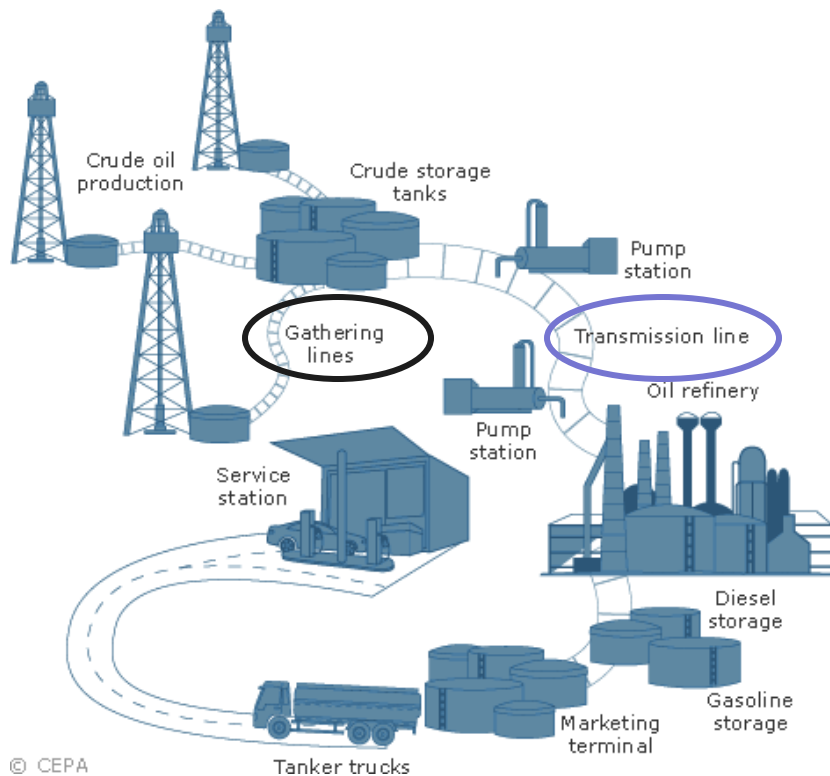




8-3: 국내 석유가스의 비축과 운송

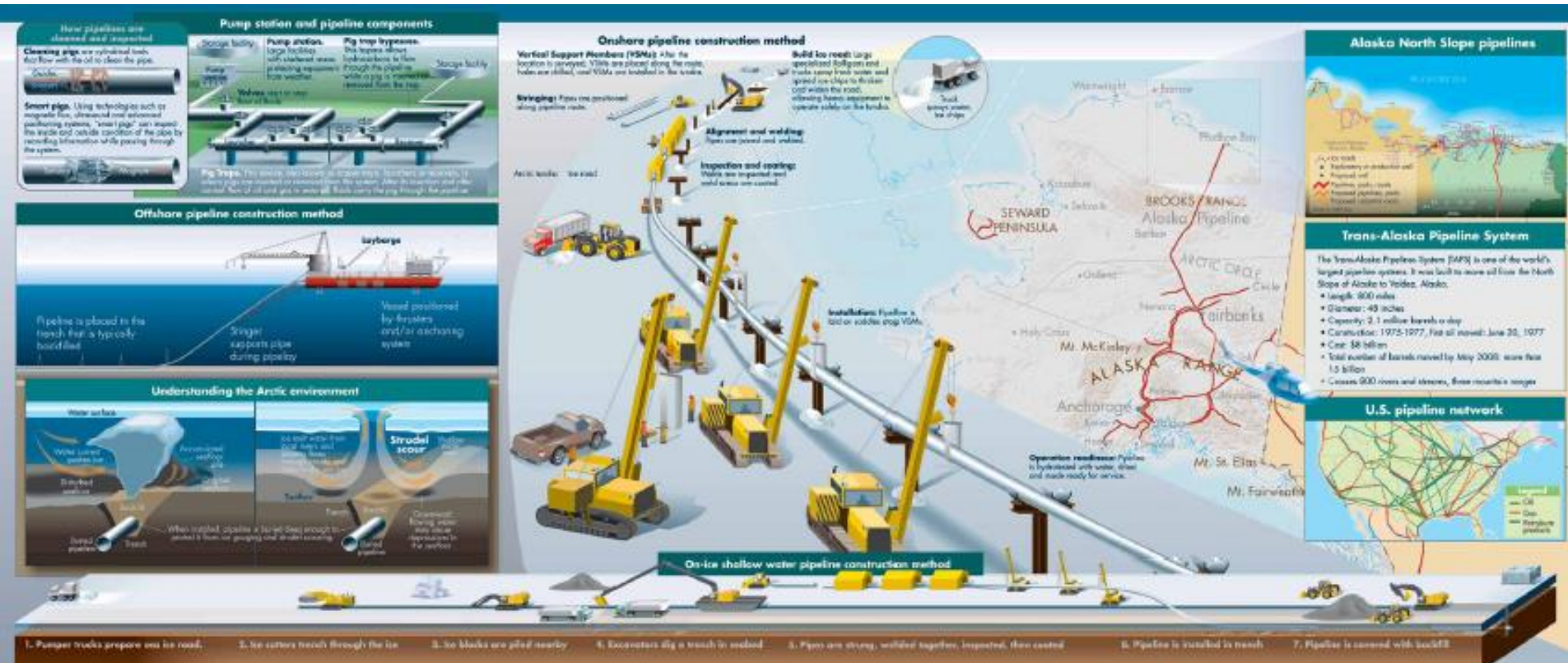
파이프라인

- World Total : 3.5 MM km (USA 65%, Russia 8%)
- Gathering – Transportation – Distribution
- Pipeline: 4~48"dia (Buried 3~6 ft), 40ft long
Speed: 5km/hr(oil), 40km/hr(gas)



파이프라인 건설

■ 육상 및 해상



한국의 송유관

전국 송유관 Network



한국의 가스 배관망



러시아 가스관과 한국의 에너지



탱커(Tanker)

- Very Large Crude Carrier (VLCC: 2백만)
- Ultra Large Crude Carrier (ULCC: 3백만)

파나맥스
(50만)
아프라맥스
(80만)
수에즈맥스
(100만)



LNG 도입

- 도입 선-인수기지-재기화-공급망



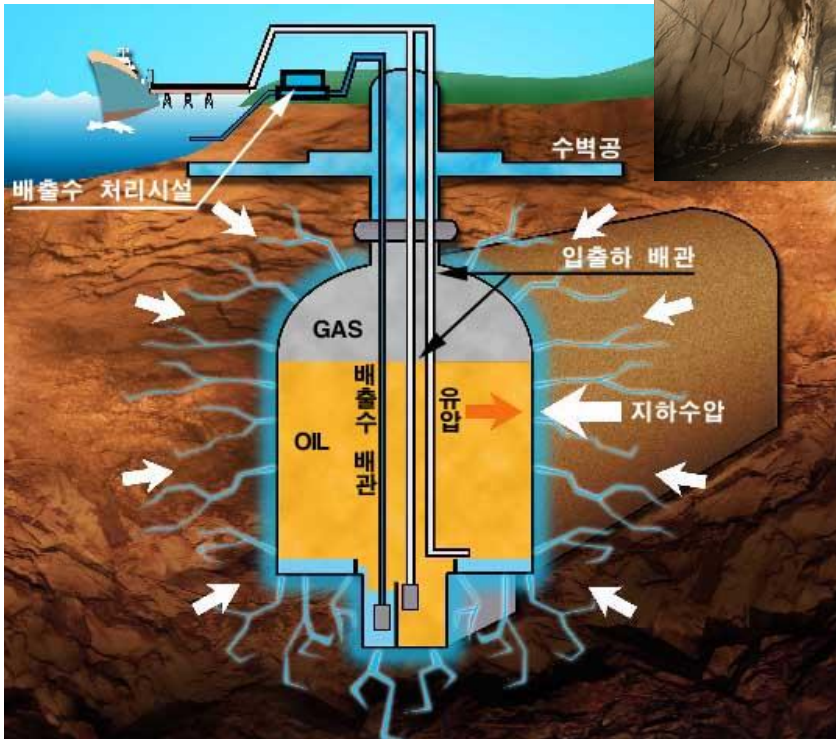
국내 원유비축

- 9개 비축기지: 146 MM bbls 용량 (93 MM bbls 비축)

Cavern : W22.5m-H16m



Tank : D86m-H22m

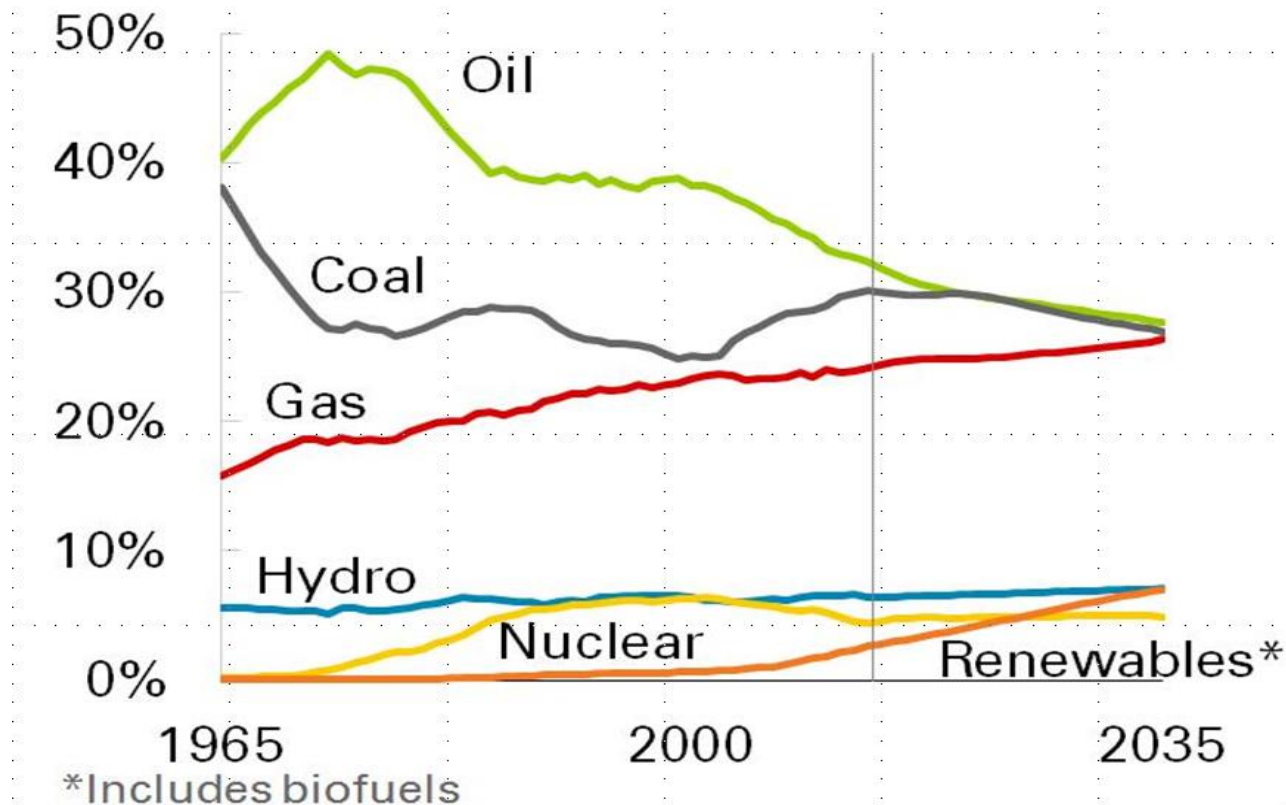


8-4: 해외자원개발의 특징

화석연료는 여전히 주요 에너지원 !

■ 세계 에너지 유형별 수요

석유-석탄-가스 (2012) → 석유-가스-석탄 (2035년)



(Source: BP 2014)

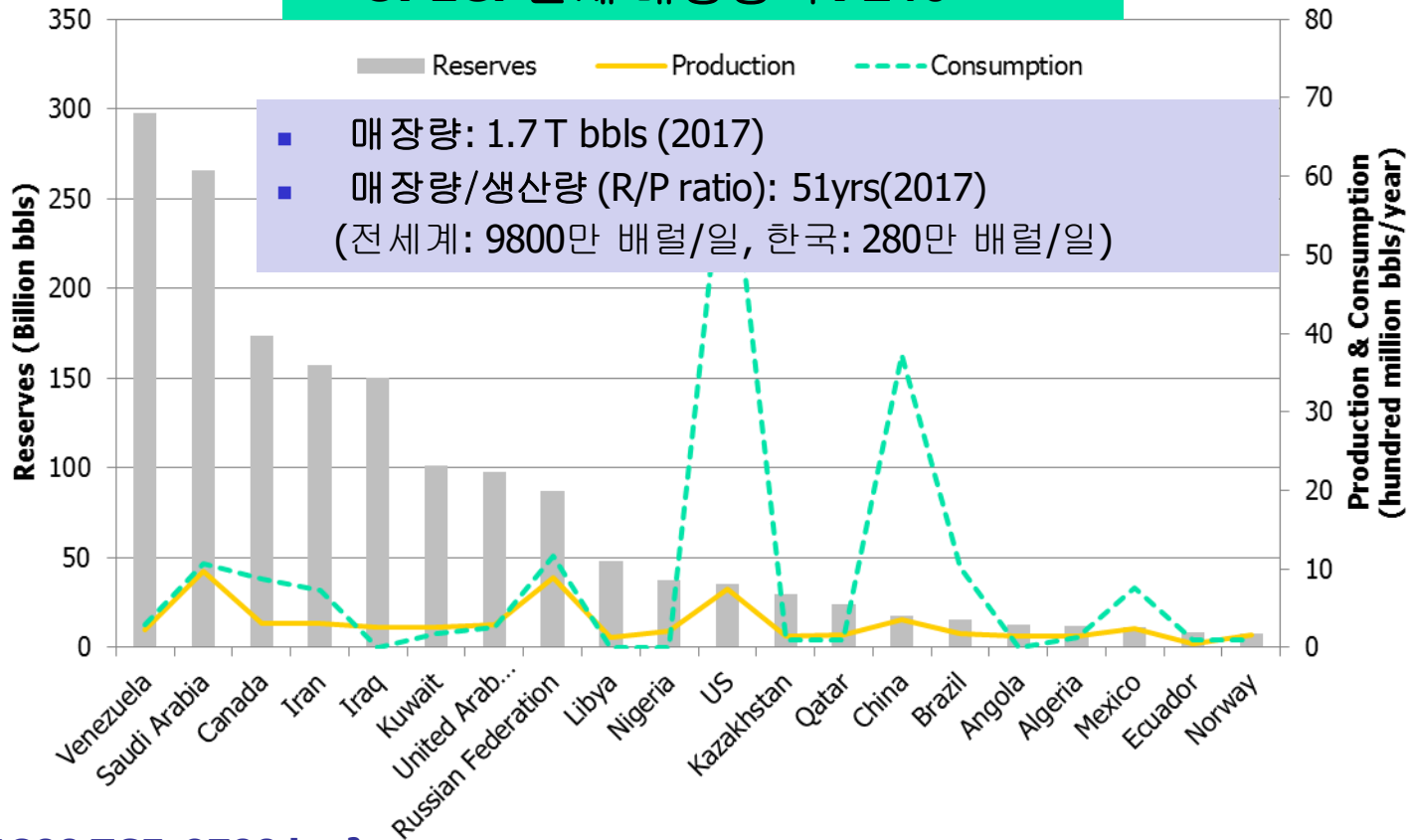
석유매장량의 편재성, 유한성

베네수엘라, 사우디 아라비아, 캐나다, 이란, 이라크

170 B bbl, 5300 km²



- 상위 **10개국**: 전체 매장량의 **87%**
- **OPEC**: 전체 매장량의 **72%**

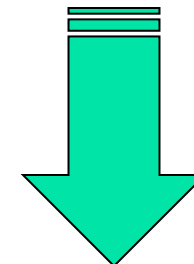


1800 TCF, 9700 km²

NOC	NON-NOC	
1. Saudi Aramco		12.5
2. Gazprom		9.7
3. National Iranian Oil Co		6.4
	4. ExxonMobil	5.3
5. PetroChina		4.4
	6. BP	4.1
	7. Royal Dutch Shell	3.9
8. Pemex		3.6
	9. Chevron	3.5
10. Kuwait Petroleum Corp.		3.2
11. Abu Dhabi National Oil Co.		2.9
12. Sonatrach		2.7
	13. Total	2.7
14. Petrobras		2.6
15. Rosneft		2.6
16. Iraqi Oil Ministry		2.3
17. Qatar Petroleum		2.3
18. Lukoil		2.2
	19. Eni	2.2
	20. Statoil	2.1
	21. ConocoPhillips	2.0
22. Petroleos de Venezuela		1.9
23. Sinopec		1.6
24. Nigerian National Petroleum		1.4
25. Petronas		1.4
		89.5

NOC: 65 MMbbbls (73%)
 Non-NOC: 25 MMbbbls

국영석유회사 및
 메이저 석유사의
 생산 독점



대형 회사

(2012 년도 기준)

자원개발의 특징

- 탐사에서 생산단계로의 낮은 성공률, 긴 준비기간, 높은 초기 투자비: **대형화**

탐사

- 어디에, 무엇이, 얼마 만큼

개발

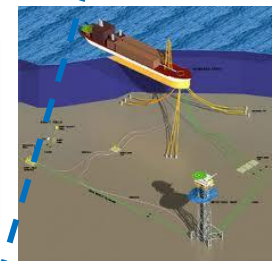
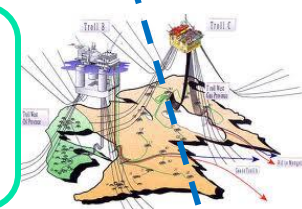
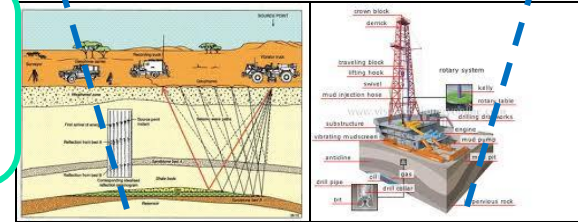
- 회수 방법 결정, 경제성 평가

생산

- 생산 최적화, 증산기법, 폐공 및 철수

10
년
이
상

100개 사업

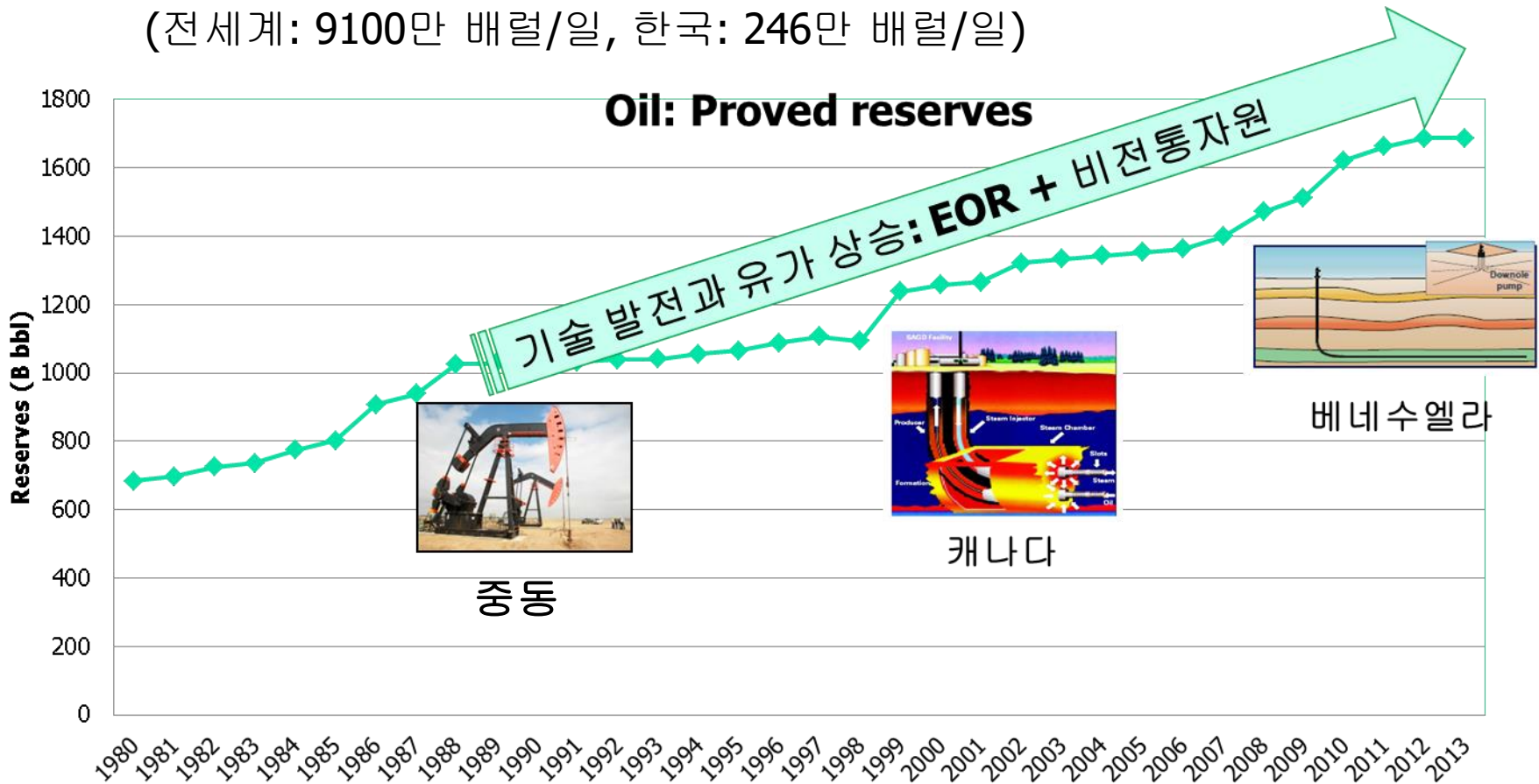


5~10개 사업

매장량은 증가하고 있다 !

- 매장량: 1.04 T bbls(1992) to 1.67 T bbls (2012)
- 매장량/생산량 (R/P ratio): 30yrs(1980) to 53yrs(2013)
(전세계: 9100만 배럴/일, 한국: 246만 배럴/일)

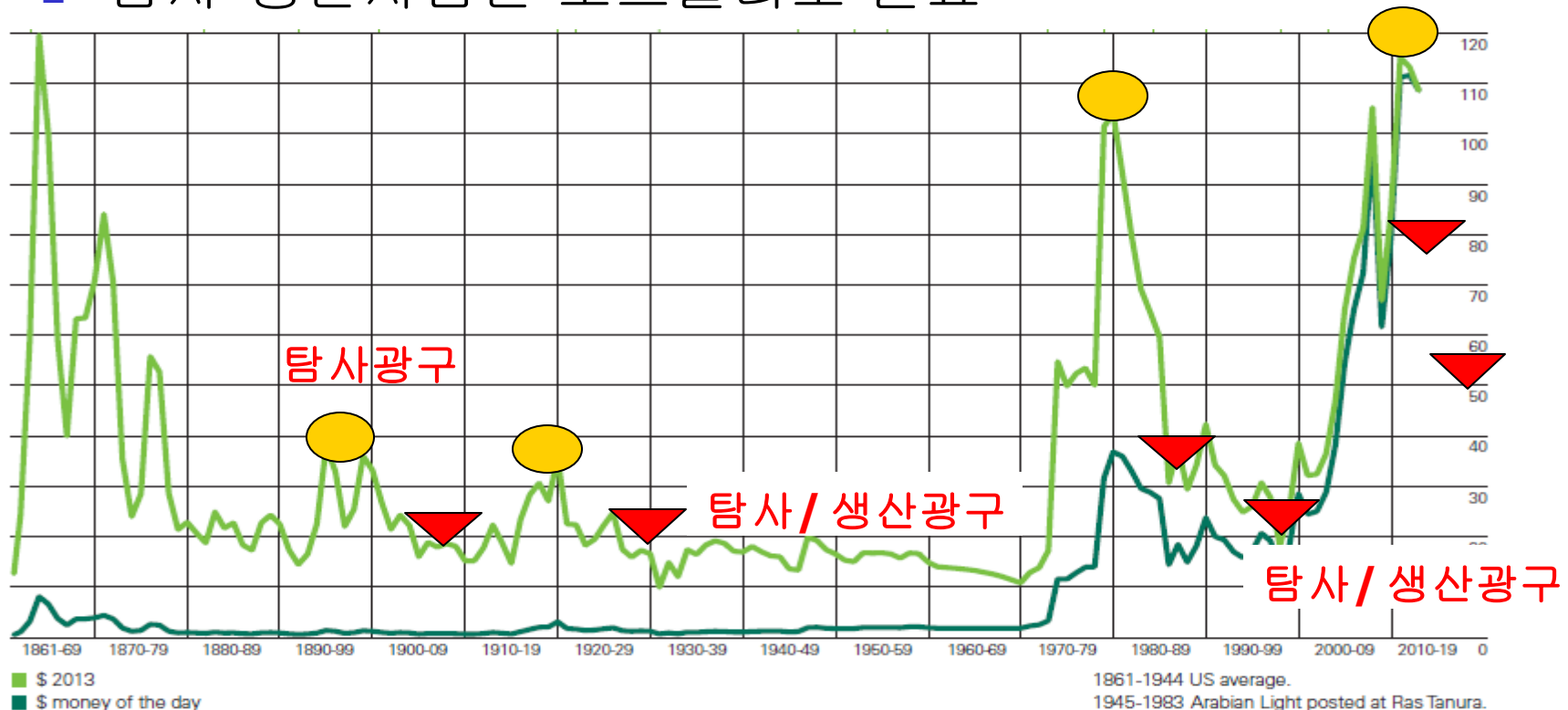
T (trillion):조



(Source: BP Statistical Review, 2014)

유가는 상승-하강 주기가 있다 !

- 꾸준한 사업추진: 긴 탐사 기간, 유가 변동
- 광구매입은 저유가시
- 탐사-생산사업간 포트폴리오 필요



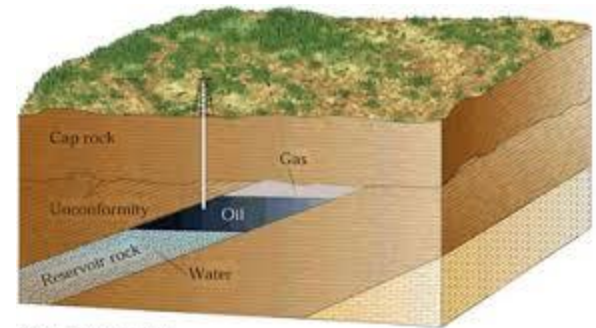
광구 내 매장량은 사라지지 않는다

- 매장량의 잔존가치는 미래 유가를 반영 못한 허수.
- 유가가 낮으면 수익은 줄지만 매장량이 사라지는 것은 아니다 !!

D86m-H22m



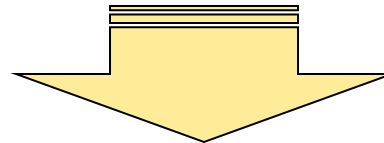
W22.5m-H16m



C. Stratigraphic trap

국내 비축

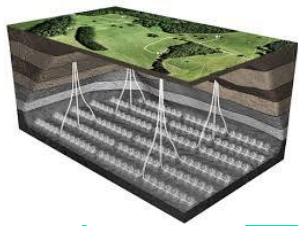
해외유전



해외 보유 유전은 해외 원유 비축기지 역할을 할 수 있다 !

연관산업에 파급이 크다 !

- 석유개발: 대규모, 장기적, 기술의존, 전주기, 관련산업



사업운영권자
(Operator)



관련산업

개발
생산

- 석유개발 및 서비스: 시추, 생산
- 생산시설 설계 및 건설: **FEED, EPC**

수송

- 저장, 파이프라인, 운송선

정제

- 정유 및 판매



계약
발주

(Track
Record)

- 석유 탐사/개발/생산
- 석유개발 서비스
- 엔지니어링
- 건설

- 석유가스운송, 강관

- 도입, 정유, 발전

용역사
(Service)

공급계약

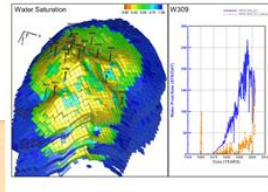
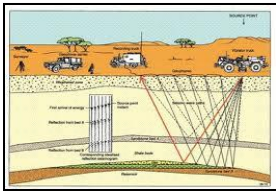
(Track Record)

공급자
(물품,
자재)

자원개발주기와 인생

- 치밀한 준비, 계획, 꾸준한 투자와 사업 추진이 중요

탐사 - 개발 - 생산 - 종료



투자 (교육) - 회수기 (직장+ 재투자) - 유지기

사업 단계에 따른 가치변화

- 사업단계: 탐사광구 << 개발광구 <<< 생산 광구
 - 위험도 : 높음
 - 수익성 : 높음
 - 비용회수: 빠름
- 차입에 의한
생산 광구 매입
- ↓
- 유가 리스크에 노출
- 낮음
낮음
낮음

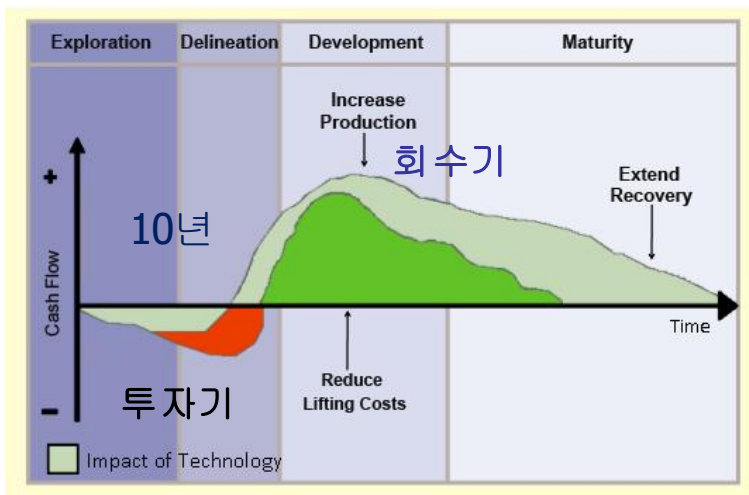
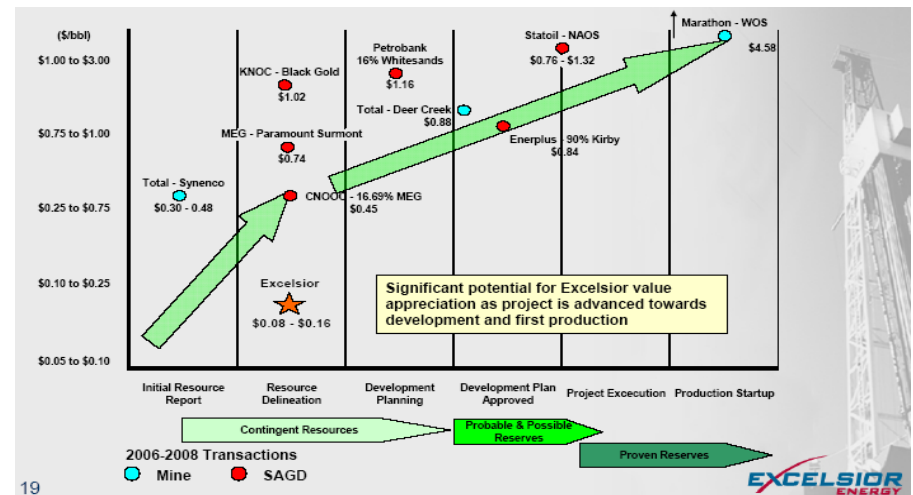


Figure: Impact of information technology on E&P life cycle cash flow.

Source: The Digital Oil Field - Oil & Gas Investor, Apr 2004



8-5: 올바른 에너지자원개발 정책

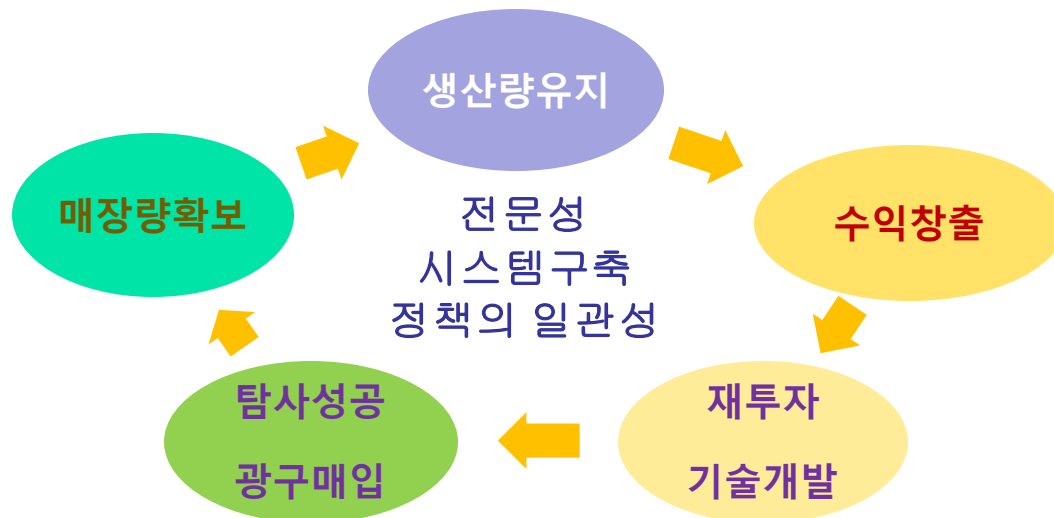
성공적인 자원개발추진 조건

■ 자원개발의 특성과 추진 방안

- 고 위험 : 전문성+포트폴리오
- 불확실성 : 전문성+포트폴리오+대형화
- 장기간 소요: 일관성+포트폴리오
- 타 산업 파급효과: 운영광구+자원외교



전문성 x 포트폴리오 x 대형화 x 운영권사업 x 공기업 활용
= 탐사성공으로 선순환 / 지속발전 시스템 구축



한국의 자원개발 현실은 ?

- 비연속성, 비전문성, 단기적 성과에 집착하여 국가차원의 일관성 있는 정책 추진 불가
 - 추진 주체의 소형화로 선순환 구조 확립 불가
 - 자원가 등락에 따른 사업 참여-철수 반복적인 엇박자 정책
 - 전시성 단기 성과 지향으로 일관성 있는 정책 추진이 불가
 - 정부의 간섭과 무책임+구성원의 무력감
 - 전문성과 역량 부족



투자규모: 경쟁국의 10%



○ #사례2. 감사원은 1999년 석유평사가 인수한 영국 북해 캡틴 광구 투자에 대해 "예상 유가 인상률을 잘못 예측해 적정 시세보다 2,300만달러(약 26억원) 비싸게 매입했으며, 산업자원부에 기관주의를 내릴 것을 요구했다." 라고 감사결과를 발표함. 당시 유가 하락으로 캡틴 광구 평가액이 급락하자 대규모 손실 논란이 생겼으나 석유평사는 그대로 광구를 보유함. 12년 뒤인 2011년 10월에 유가가 오르면서 총 투자비 대비 2억3,000만달러(약 2,600억원) 수익을 남기고 매각됨



〈탐사 사업비 대비 성공불용자 자원물(석유)〉



성공불용자
비율감소:30%

차입 80%



국가 자원개발 목표와 전략

- 적정 수준의 매장량/생산량 확보로 자원 안보 확립
- 도입선 다변화로 유사시 자원의 안정적 공급로 확보
- 자원 보유국/ 자원 미개발 국가로 진출 확대: 자원 외교
- 운영 사업 적극 참여로 운영기술 확보 및 주변 산업과의 시너지 창출로 신성장 동력화

한국의 해외 자원개발: 도랑
치고 가재 잡고

매장량 및
생산량 확보

저유가: 자원 수입액 감소
고유가: 기업 수익성 증가

도입선 다변화
(포트폴리오)

에너지자원의
안정적 공급

주변산업/기술력
(운영광구)



대형화 및 공기업 활용
(자원외교)

정부+기업 협업



바람직한 자원개발 추진 방향

공기업을 통한 최소한의
에너지자원안보

전문성 x 대형화 x 공기업 활용
= 선순환 / 지속발전 시스템 구축



성장단계에서 지속적인 정부의
지원 확대로 민간부문 활성화

자원개발 사업의 특성을 반영한 정책 추진 및 평가의
장기적 접근, 일관성 유지, **조용한** 지원

전문 인력양성
전문 경영 체제
외부의 간섭으로부터 독립

장기적 관점에서 일관성 있는 정책추진이 가능한
전문성을 갖춘 독립적인 시스템 구축

해외자원개발 추진 자세

- 지속성과 일관성
- 꾸준한 노력과 기다림
- 장기적 평가



$$1.01^{365} = 37.8$$

$$0.99^{365} = 0.03$$



오늘의 성과는 선조들의 덕
지금 심은 나무는 후손을 위한 것



시간 경과

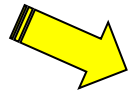
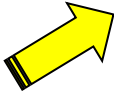


...

본질에 충실하라 !

던진 돌에 맞으면

반응은 ?



자원빈국의 해외자원개발 목적 !!