

여시재 과제 발표 (2019.07.09)

# 중국의 에너지 수요에 따른 동북아 에너지 수급 파급효과

김 연 규

한양대학교 국제학부 교수

한양대학교 에너지거버넌스 센터장



# CONTENTS

## I. 연구 배경

- 에너지 부문에서의 중국의 딜레마

## II. 중국 에너지 수요 예측 방법론

- 한·중 에너지 소비구조 비교
- 중국의 에너지 밸런스
- 1인당 에너지 수요 예측 방법론

## III. 예측결과 및 그에 따른 파급효과/리스크

- 전력 소비 : 1인당 전력 소비 예측, 동북아 전력망 연계
- 가스 소비 : 1인당 가스 소비 예측, 천연가스 소비 및 공급 추세, 미·중 무역분쟁
- 석유 소비 : 1인당 석유 소비 예측, 원유도입 증가의 파급효과 및 리스크

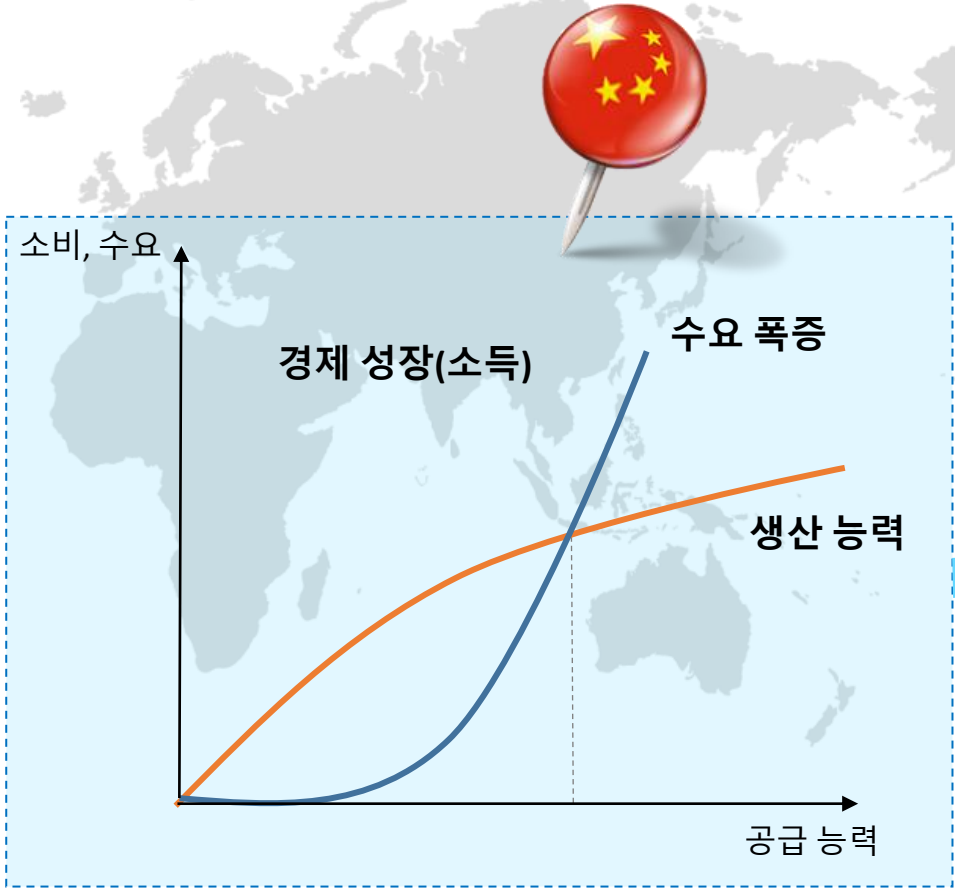
# I. 연구 배경



# 에너지 부문에서의 중국의 딜레마

중국 :

최대 에너지소비국 & 물자원 부족국



에너지 해법 :  
원유, 가스,  
재생에너지로  
석탄 대체?

## 중국 에너지 해법의 딜레마

1

가스 + 재생 에너지로  
전력수요 급증 충당 가능한가?

2

소비·생산 = 에너지 및 자원 소비 확대  
(ex. 글로벌 불균형, 지정학적 갈등)

전력난  
제한 송전

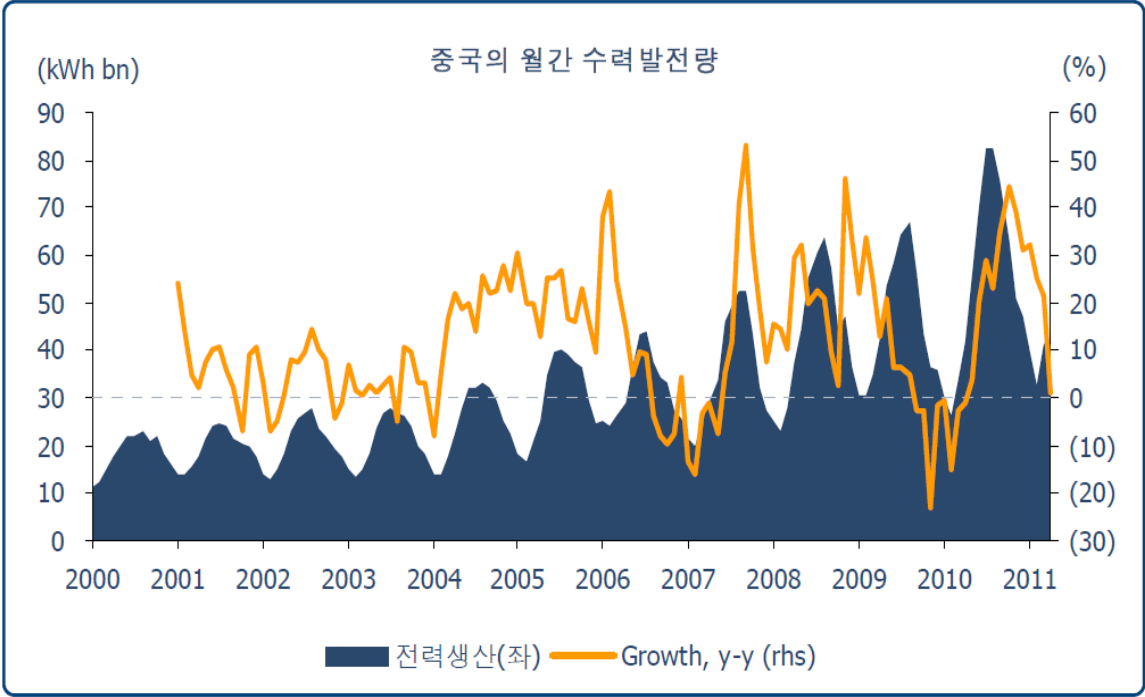
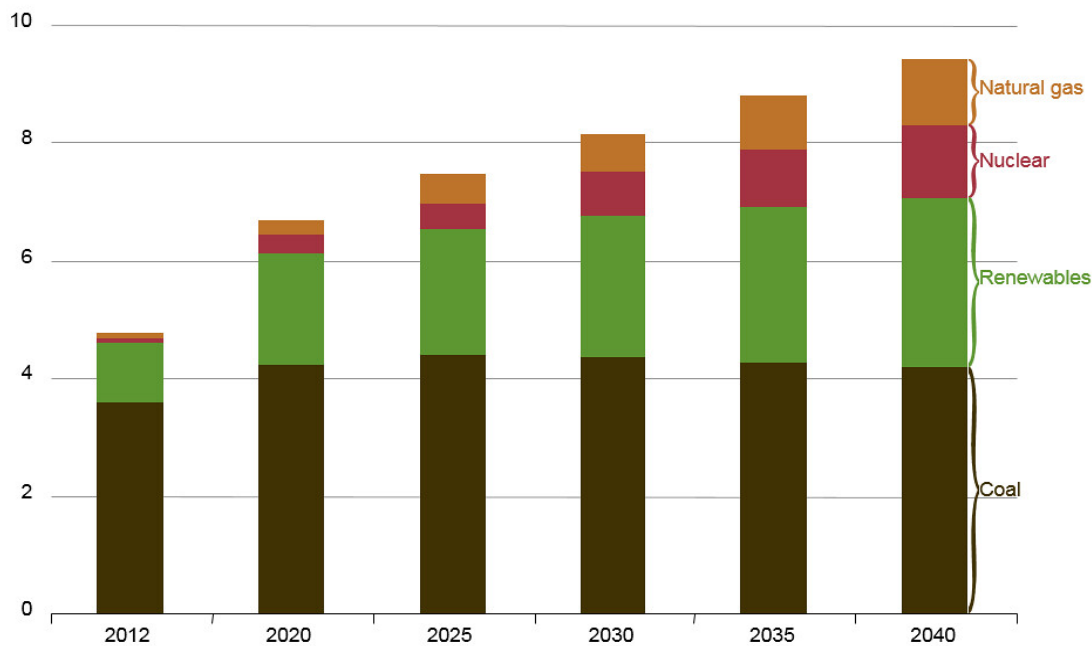
# 딜레마 1: 가스 + 재생에너지로 전력수요 충당 가능? (1)

중국 에너지소비의 패러다임이 이미 변화하고 있음

석탄 대체 가스발전 확대

수력발전 : 신재생에너지의 주축

Figure 5-12. China electricity generation by fuel source, 2012–40  
trillion kilowatthours



# 딜레마 1: 가스 + 재생에너지로 전력수요 충당 가능? (2)

## 기존 전력공급 패턴

석탄 생산지 및 발전소 위치의 불균형,  
가뭄 등으로 전력난 초래



## 향후 전력공급 계획

석탄생산지 →  
태양광, 풍력단지 변모



# 딜레마 1: 가스 + 재생에너지로 전력수요 충당 가능? (3)

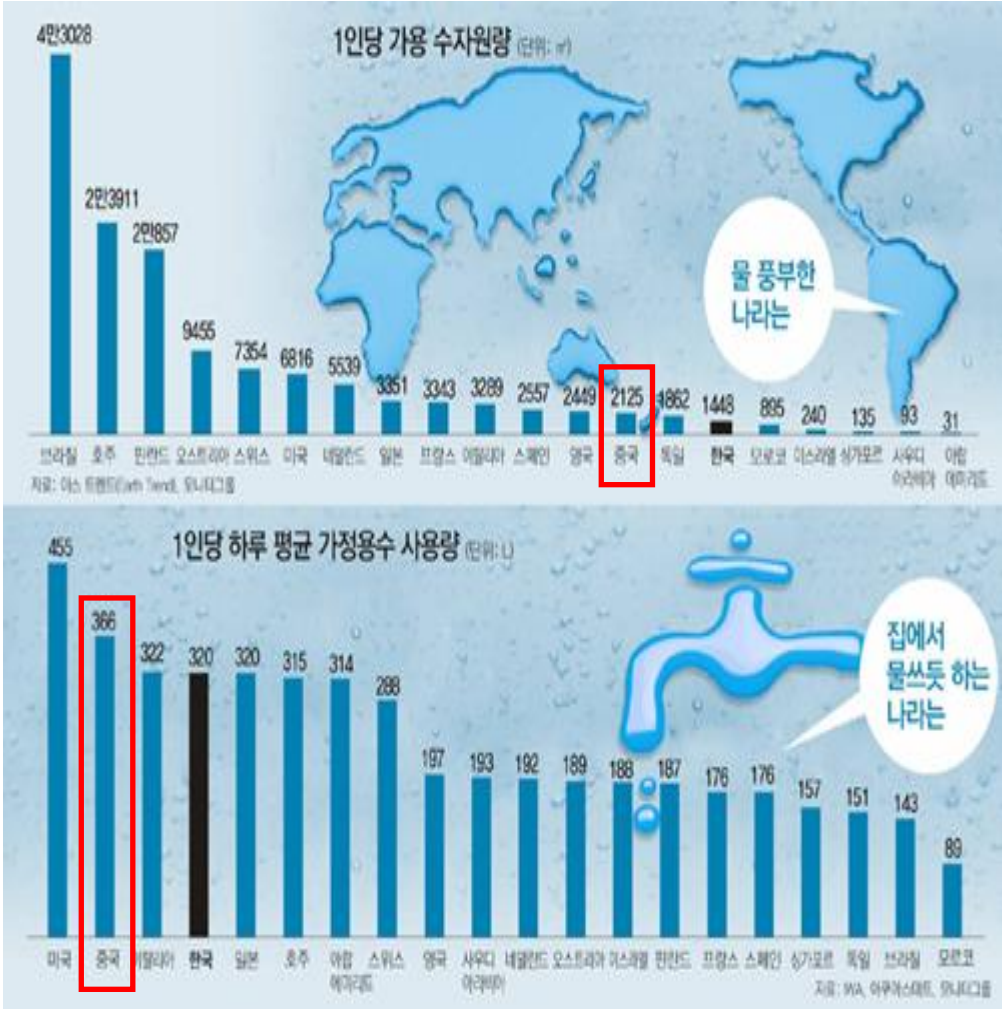
## 중국의 수자원 수급

- 중국의 1인당 하루 평균 가정용수 사용량 : 세계 2위
- 가용 수자원량은 부족한 상황

## 기후변화로 인한 리스크

- 기후변화로 인한 가뭄 빈발 → 댐사태가 위기에 직면
- 물부족 국가인 중국의 수자원 공급을 더욱 악화시킬 전망
- 수력발전 의존도가 높은 중국에 리스크로 작용

수력발전  
전력공급 부족

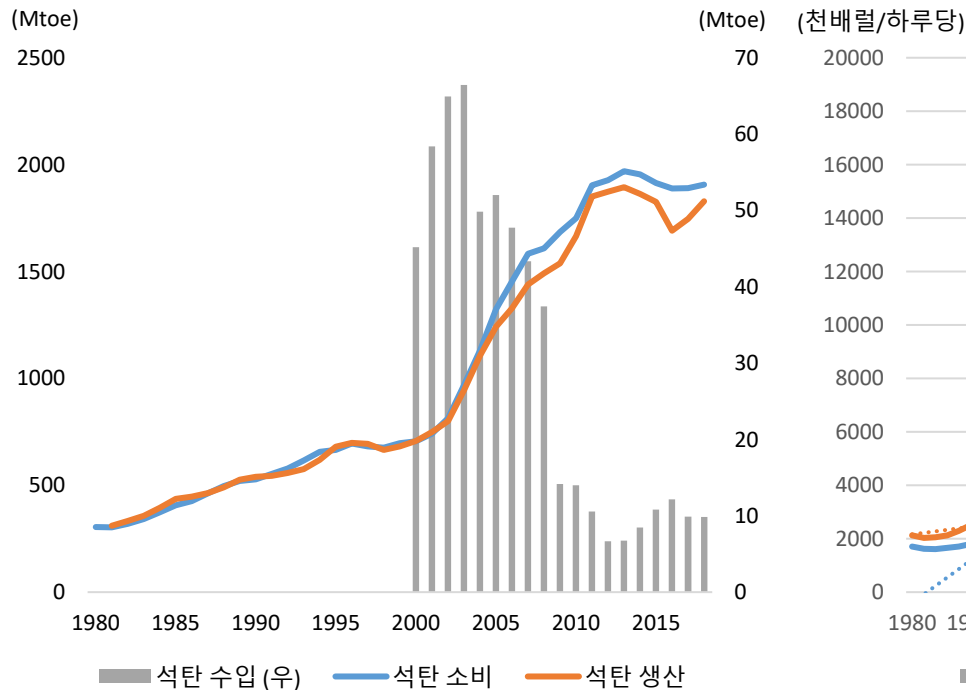




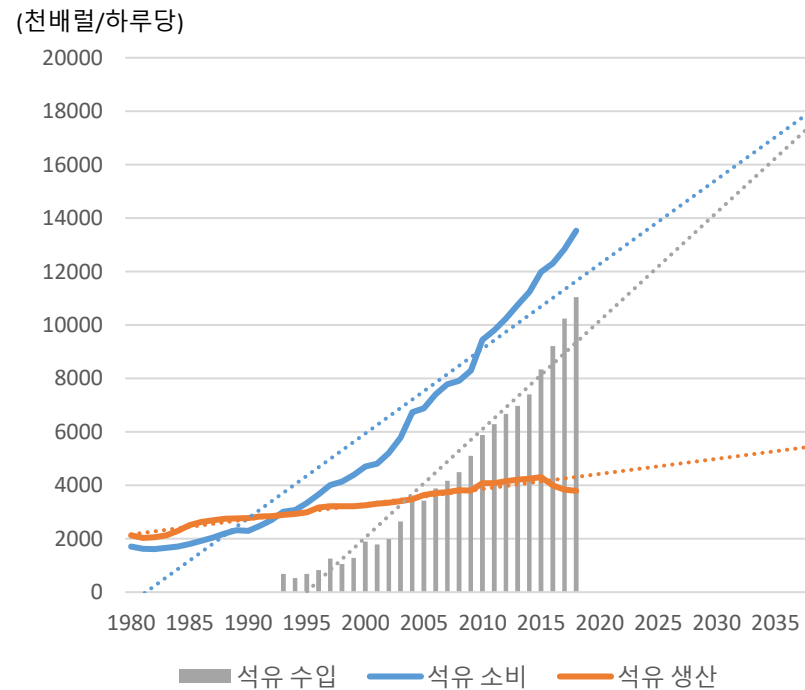
## 딜레마 2: 에너지 및 자원소비 확대 → 지정학적 갈등(1)

- 석탄수입, 소비 및 생산은 감소 혹은 보합세를 나타내는 반면, 석유 및 가스의 수입, 생산은 지속적으로 증가할 것으로 예상
- 이러한 추세는 가스에서 가장 두드러짐

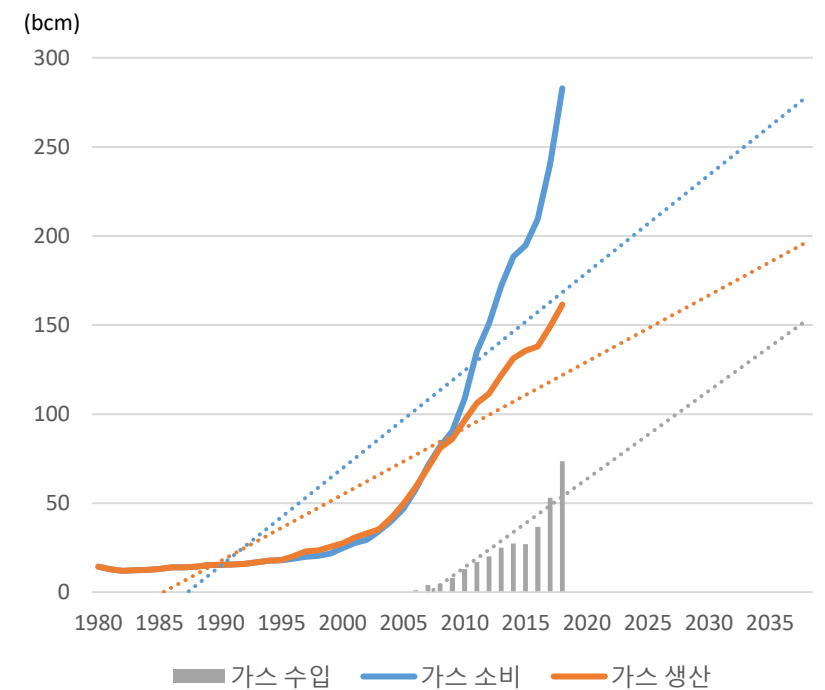
### 석탄 수입, 소비, 생산 추이



### 석유 수입, 소비, 생산 추이



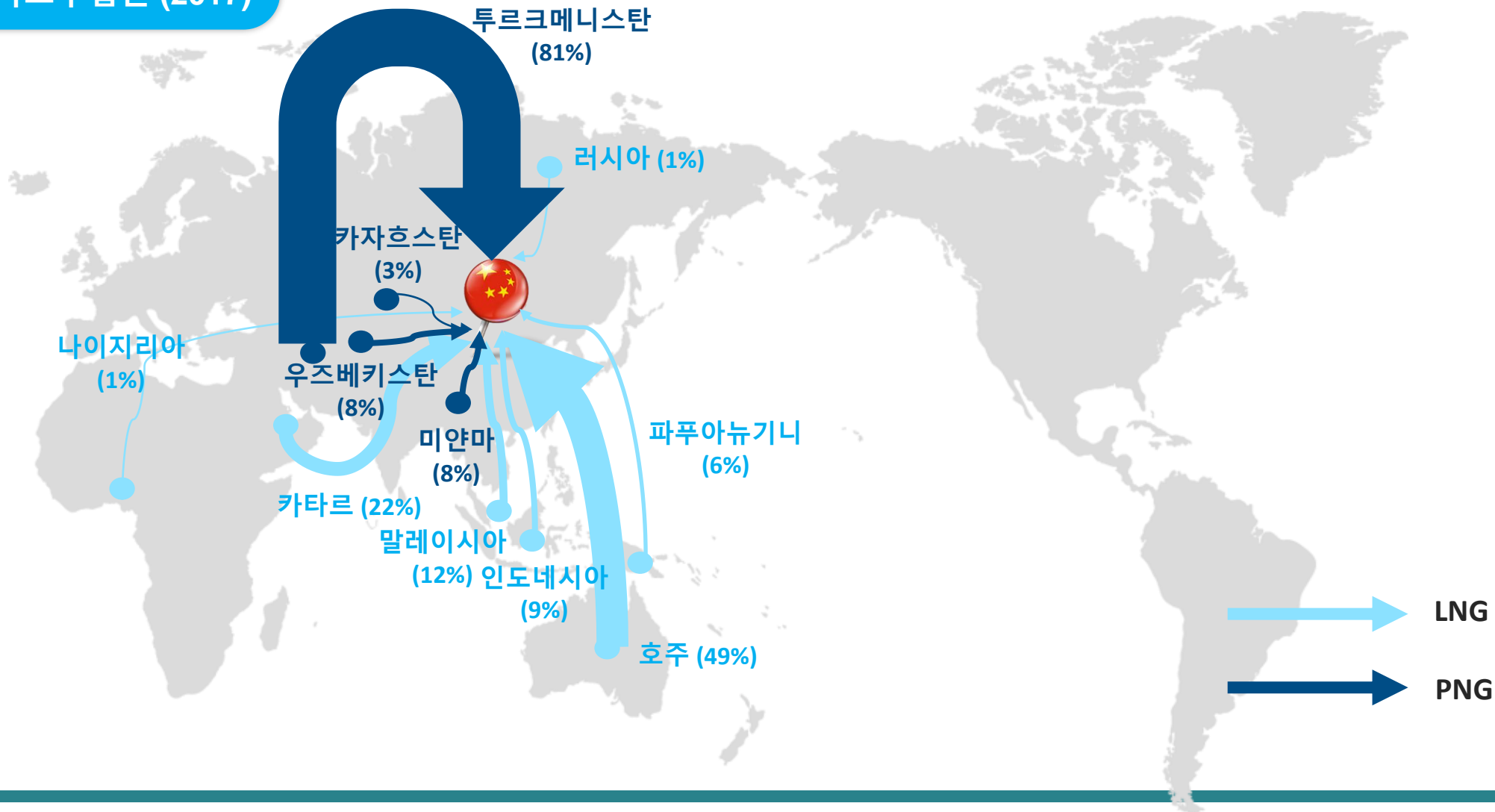
### 가스 수입, 소비, 생산 추이





# 딜레마 2: 에너지 및 자원소비 확대 → 지정학적 갈등(2)

중국의 주요 가스수입원 (2017)



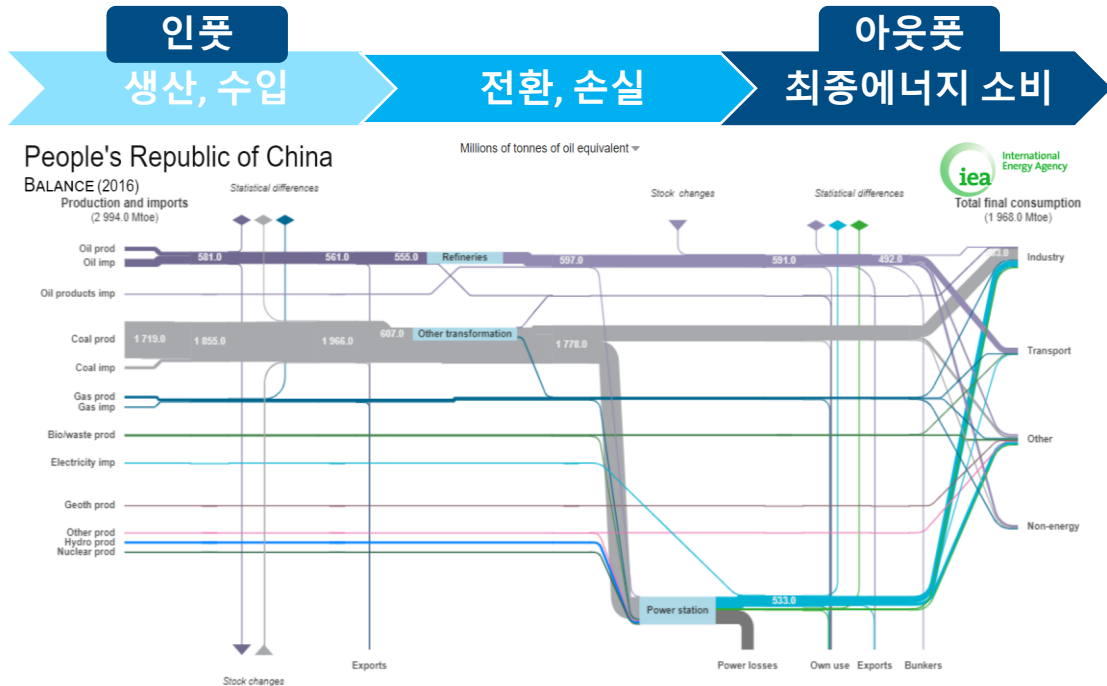
## II. 중국 에너지 수요 예측 방법론



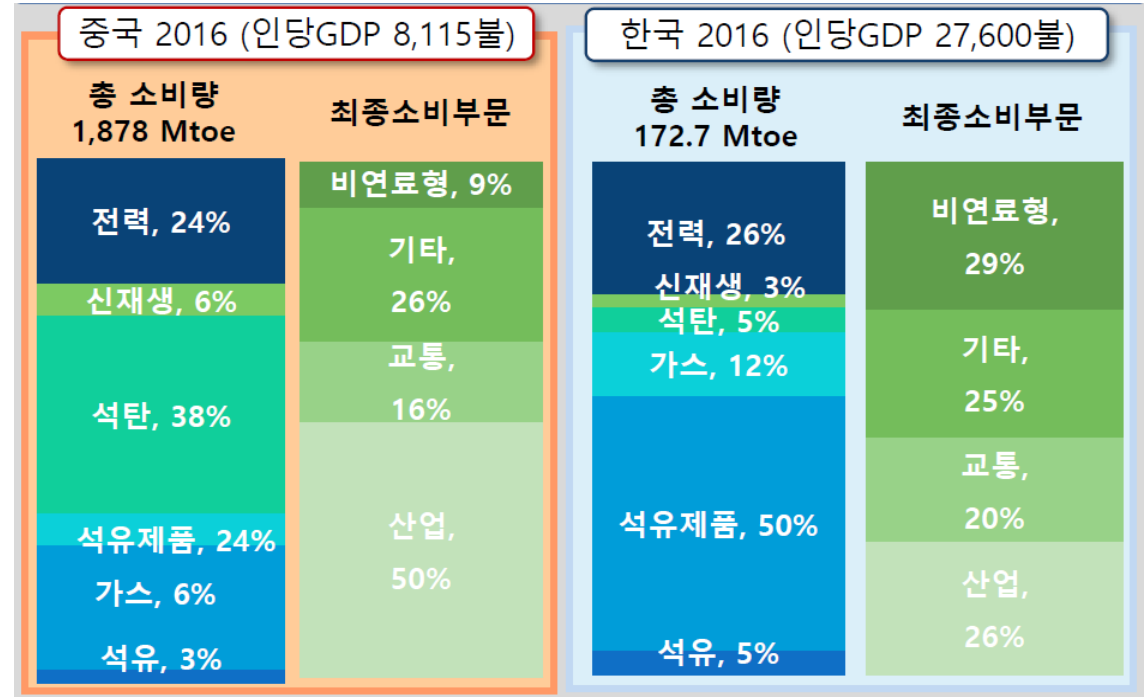
# 韓·中 에너지 소비구조 비교

- Sankey 모형에 따르면 에너지 아웃풋 (최종 에너지 소비) 이전에 전환 및 손실 과정을 거치기 때문에 향후 중국의 에너지원별 소비가 급증한다면 거대 규모의 인풋 (생산 및 수입) 확보가 불가피
- 중국이 향후 소득 증가에 따라 한국의 에너지 밸런스를 따라간다고 가정, 한국의 과거 에너지 밸런스를 주시할 필요
  - 2016년도 한국의 에너지 최종소비 구조를 따른다면  
중국의 석탄소비 비중 → 25%p 감소 / 가스소비 비중이 → 6%p 증가 / 석유제품 소비비중 → 26%p 증가

## 석탄 대체 가스발전 확대



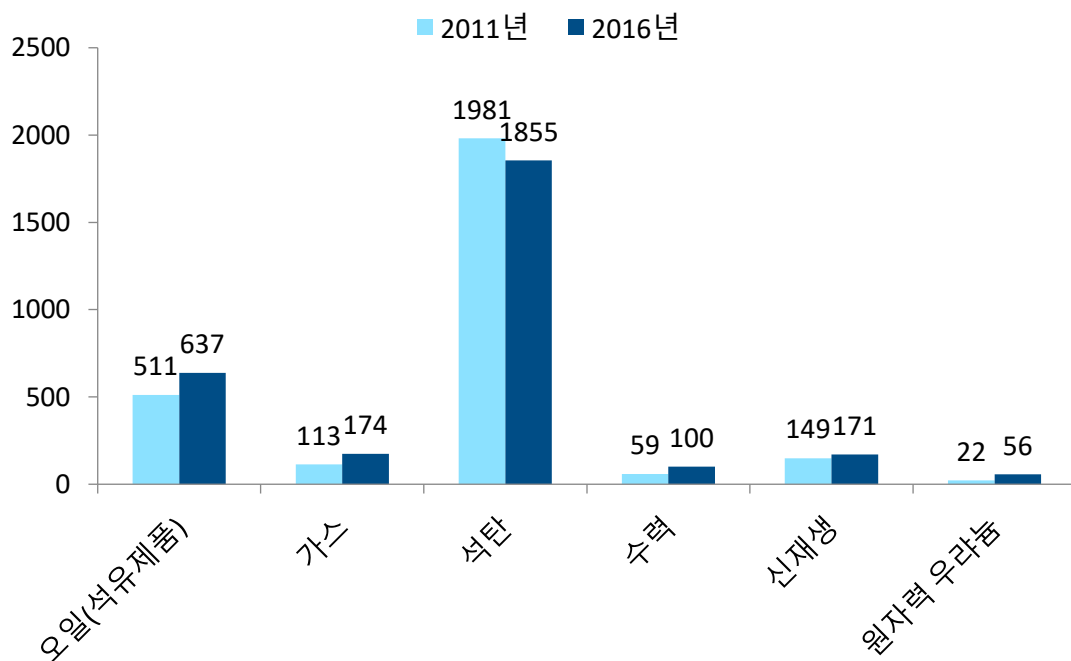
## 2016년도 韓·中 최종 에너지 소비 구조 비교



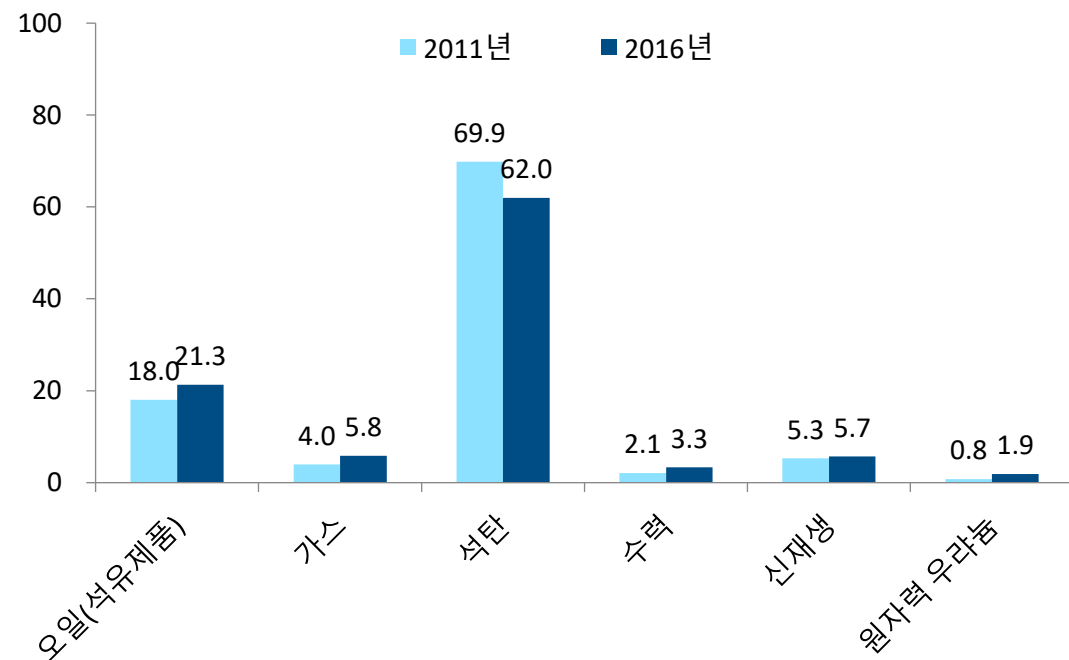
# 중국의 에너지 밸런스 (Sankey 모형)

- 중국은 현재 약 3,000Mtoe 를 투입해 약 2,000Mtoe를 최종 소비하는 에너지 구조
  - 석탄이 압도적인 에너지원(약 60%)이 되고 있으며, 석유와 가스, 신재생 순
  - 석탄을 제외한 모든 1차 에너지의 투입이 증가 추세에 있으며, 석유>가스 순으로 투입이 증가
  - 비중은 석유가 3.3%p, 가스가 1.8%p 씩 증가해, 석유와 가스가 투입 에너지 비중 급증 추세에 있음이 확인

## 에너지원별 공급량 (Mtoe)



## 에너지원별 공급량 비중 (%)

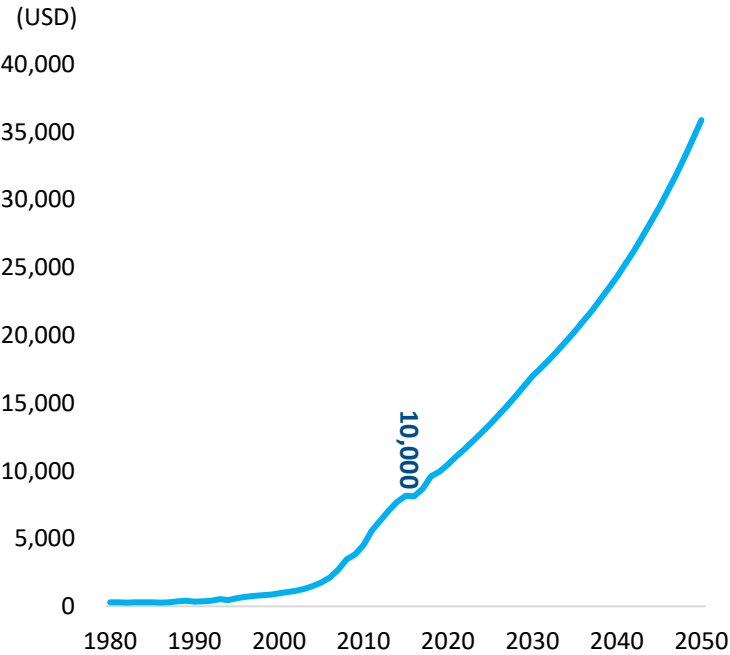


# 중국의 人當 가스, 전력, 석유 소비 예측 방법론

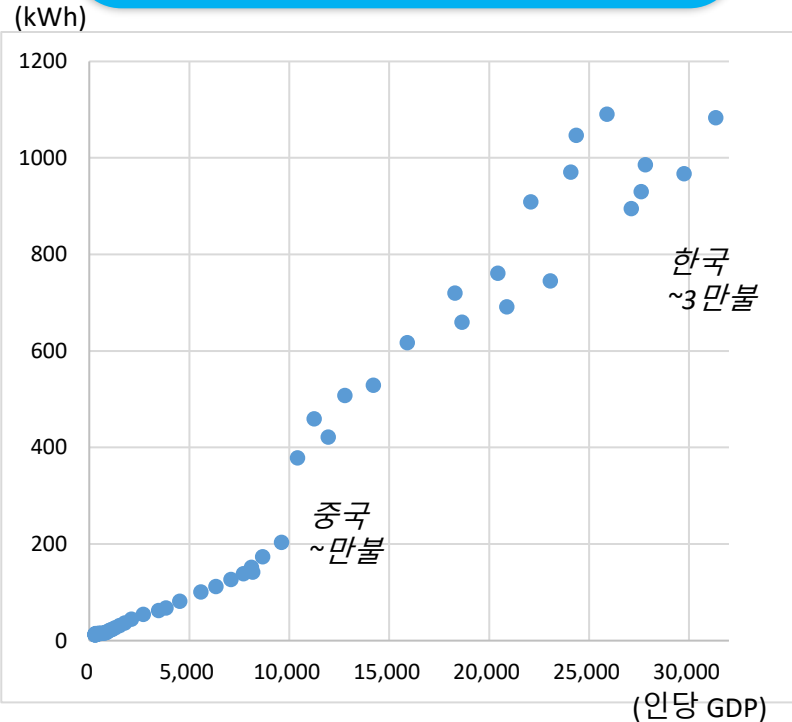
- 중국이 소득 증가에 따라 한국과 미국의 전력 및 가스 소비 추이를 추종할 것이라고 가정
- 한,중,미 人當 GDP와 각국 人當 전력,가스,석유 소비량의 회귀식을 사용, 2050년 까지 예측한 중국 人當 GDP에 대입하여 예측
- 중국의 人當 GDP를 **Cobb-Douglas 함수**를 사용한 성장 회계 모형을 통해 2050년까지 추종

\* Growth Accounting Model 성장률 = 노동 + 자본 + 총요소생산성(TFP)

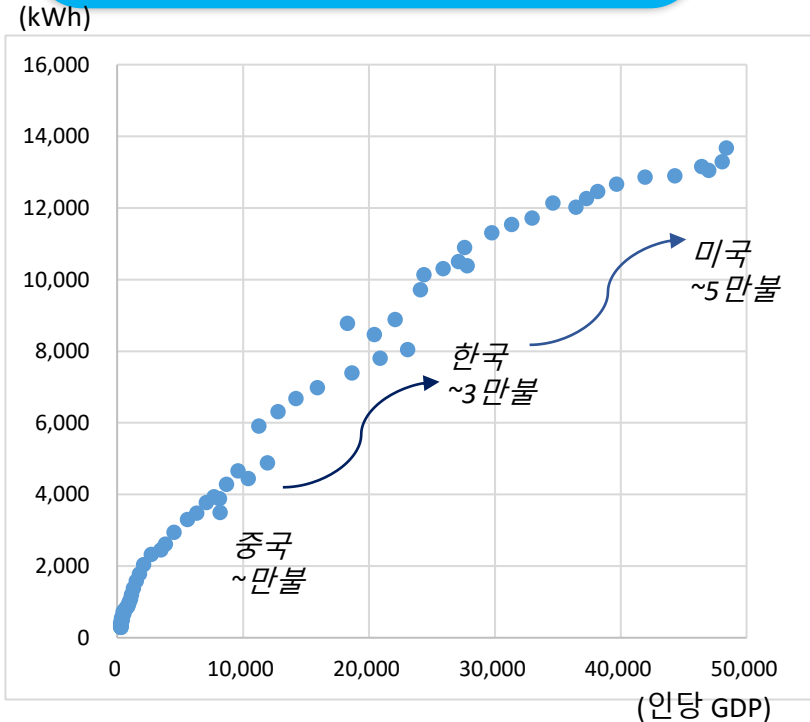
중국 인당 GDP 성장곡선 추정



소득증가에 따른 가스 소비



소득증가에 따른 전력 소비



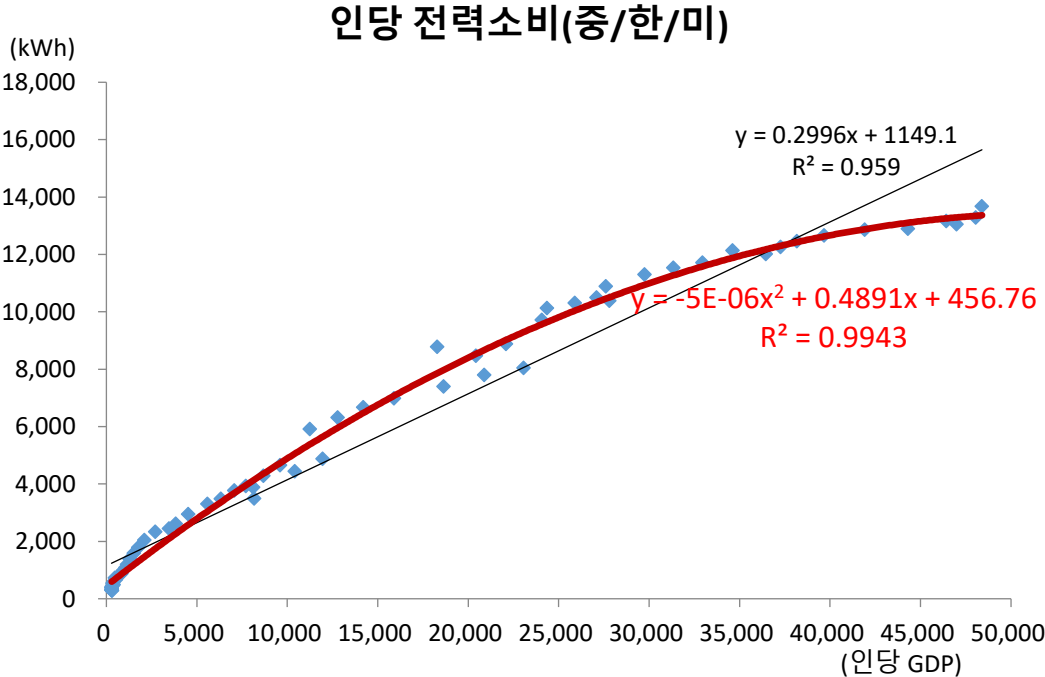
### III. 예측결과 및 그에 따른 파급효과/리스크



# 중국의 人當 전력 소비 예측

- 중국, 한국, 미국의 인당 전력소비는 12,000 kWh까지 급증하다가 성숙기에 접어드는 곡선
  - 중국은 전력계획 13.5를 통해 2020년 인당 5,000 kWh 소비를 목표
  - 인당GDP 증가에 따른 전력 소비 증가는 2035년에 약 1만 kWh, 2046년 12,000 kWh 이후 정체되는 것으로 나타남
  - 총 필요한 발전량: 6,984 TWh (현재) → 14,083 TWh (2035년) → 16,793 TWh (2046년)

## 소득증가에 따른 전력 소비



## 중국 인당 전력 소비 예측

	인당 GDP	인당 kWh	총전력 (TWh)
2010	5,633	2,566	3,433
2019	9,919	4,693	6,984
2020	10,477	5,005	7,814
2035	20,267	10,037	14,083
2046	30,603	12,307	16,793



# 동북아 전력망 연결

- 전력수요가 지속적으로 증가하는 데 반해, 국가간 전력망 단절로 추가발전에 막대한 비용 소요
- 몽골 고비사막, 러시아 극동지방 등의 풍부한 재생에너지 잠재력을 활용, 동북아 국가간 전력망을 연결함으로써 전력부족 해결
- 2050년까지 28,000km, 110 GW 용량의 송전선 구축 계획 (총 투자액 684억 달러 예상)

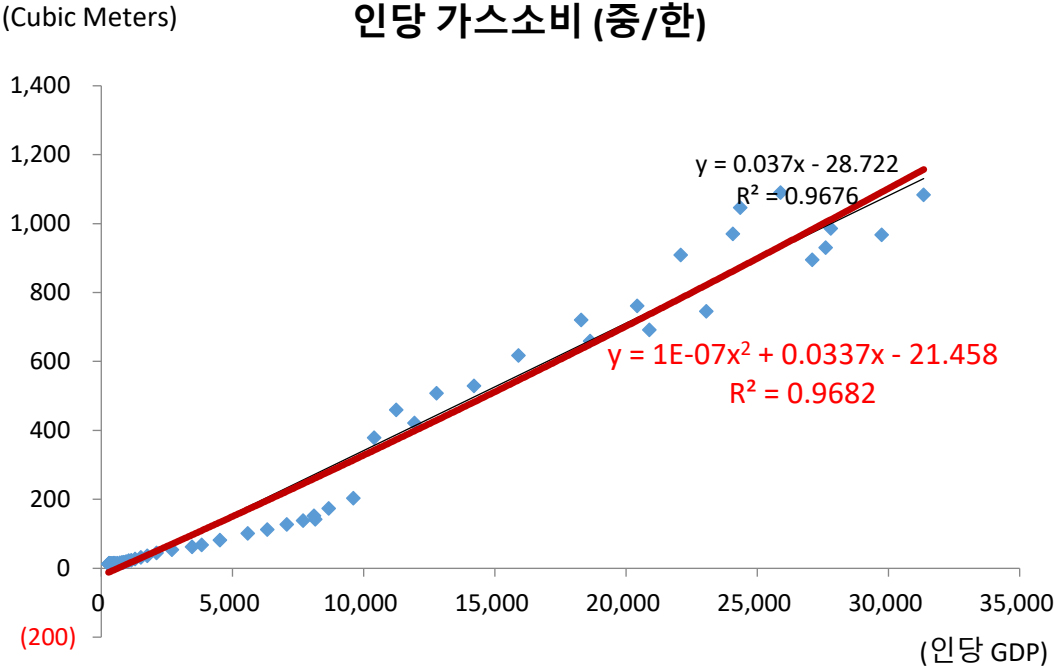


	~ 2025	2026 ~ 2035	2036 ~ 2050
수출국	몽골 (4GW), 러시아극동 (2GW), 중국 동북부(1.5GW)	몽골 (12GW), 러시아극동 (26GW), 중국 동북부(1.75GW)	몽골 (20GW), 러시아극동 (42GW), 중국 동북부(9.75GW)
수입국	일본(4GW), 한국(2.5GW), 북한(1.25GW)	일본(16GW), 한국(19.5GW), 북한(4.25GW)	일본(40GW), 한국(23.5GW), 북한(8.25GW)
신규 구축 송전선 (km)	3,130	12,000	3,000
송전용량 (GW)	11.75	59.75	345
비용 (억 달러)	67	27.2	110

# 중국의 人當 가스 소비 예측

- 중국, 한국의 인당 가스 소비는 1,200 BCM 까지 급증
  - 인당GDP 증가에 따른 총 가스 소비 증가는 2035년에 약 1,272 BCM, 2040년에 약 1,637 BCM
  - 중국이 한국의 경험을 추종한다고 가정했기 때문에 BP의 ET Scenario, RT Scenario 보다는 다소 높은 예측치

## 소득증가에 따른 가스 소비

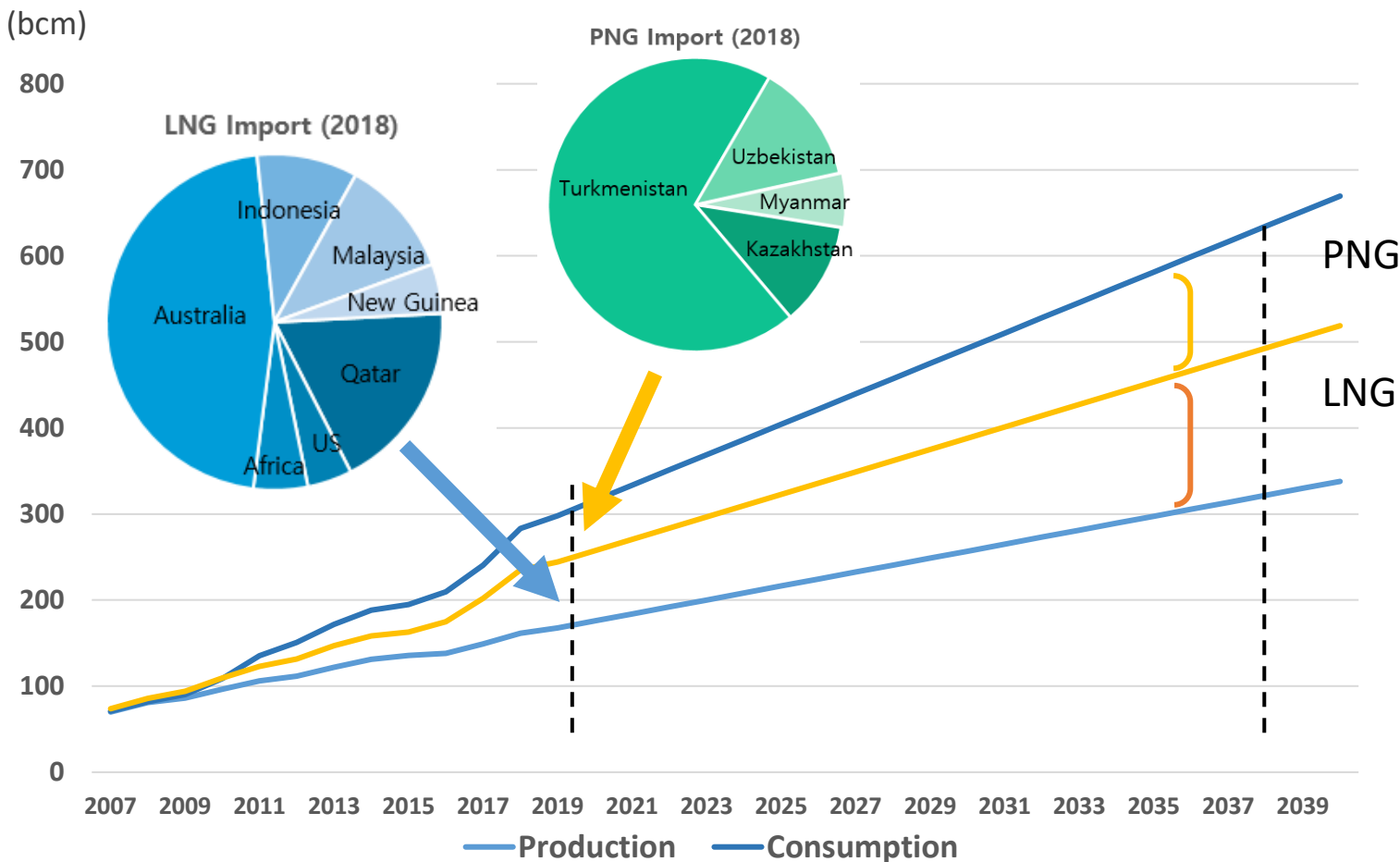


## 중국 인당 가스 소비 예측

	인당 GDP	예측치 (BCM)	BP ET Scenario	BP RT Scenario
2020	10,477	549	309	771
2035	20,267	1,272	582	878
2040	30,603	1,637	640	947

# 천연가스 소비 및 공급 추세

- 생산 대비 소비의 급격한 증가로 인해 수급갭 확대
- PNG 대비 LNG 수입 확대로 미국 장악력 증가 (세계 가스 신규생산의 70%는 미국)



	생산 (bcm)	소비 (bcm)	Δ (bcm)
2015	135.7	194.7	59
2020	175.7	315.8	140.1
2025	216.3	404.2	187.9
		⋮	
2035	297.3	581.1	283.7
2040	337.9	669.5	331.7

\* BP ET Scenario를 기준으로 작성

# 리스크 요인: 美·中 무역분쟁

## 미국 가스 생산 현황

	2018.12 생산량 (bcm)	2019.05 생산량 (bcf/d)
미국	817	90.6
중동	-	63.8
러시아	-	61.5

## 미국 가스 수출 현황

- 2019.05 가스수출량 9.9 bcf/d, 110 bcm
- Henry Hub 가격: 2.64/MmBTU
- 2018년 사상최대 수출기록 : 2017년 대비 미국 가스수출 35% 증가 (호주, 카타르, 말레이시아 미국 순)
- 한국, 멕시코, 일본, 중국 등 33개국으로 수출
- 미·중 분쟁으로 중국 LNG 수입이 24.6 bcf/d (2017)에서 6.6 bcf/d (2018.06)로 급감

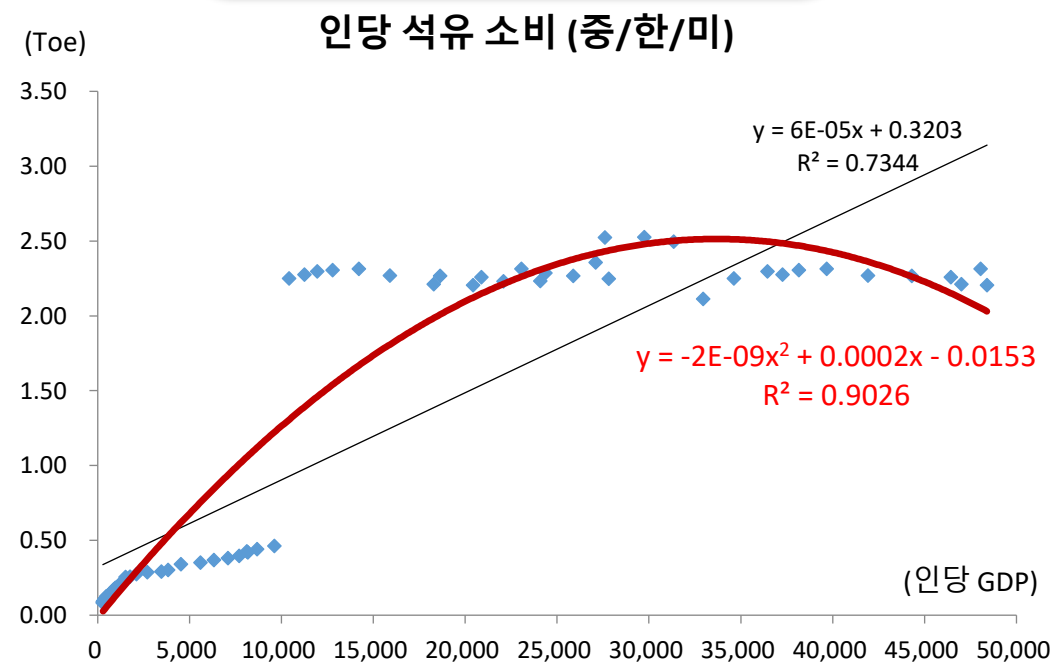
### \* 미국 LNG 수출 국가 Top 10 (2016.02-2019.04)

순위	국가명	Cargo 수	수출량 (bcf)	비율 (%)	순위	국가명	Cargo 수	수출량 (bcf)	비율 (%)
1	한국	133	458.3	18.6	6	칠레	38	118.7	4.8
2	멕시코	114	388.5	15.8	7	요르단	27	92.3	3.8
3	일본	68	235.2	9.6	8	스페인	24	76.8	3.1
4	중국	65	221.7	9.0	9	터키	23	76.1	2.9
5	인도	36	123.7	5.0	10	영국	22	72.5	2.9

# 중국의 人當 석유 소비량 예측

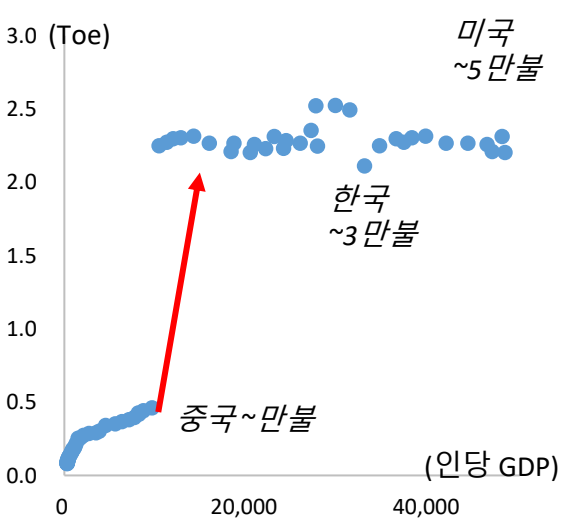
- 중국, 한국, 미국의 인당 석유소비는 2.5 toe (17 boe) 까지 급증하다가 성숙기에 접어드는 곡선
  - 인당 GDP 10,000불 시기 중국과 한국의 인당 석유 소비의 격차가 상당
  - 중국이 향후 10년간 한국의 인당 석유 소비량을 격추한다고 가정한다면, 인당 소비량이 조금만 증가해도 중국의 많은 인구의 영향으로 중국의 총 석유 소비량이 급격히 증가할 것으로 예상

## 소득증가에 따른 석유 소비



## 중국 인당 석유 소비 예측

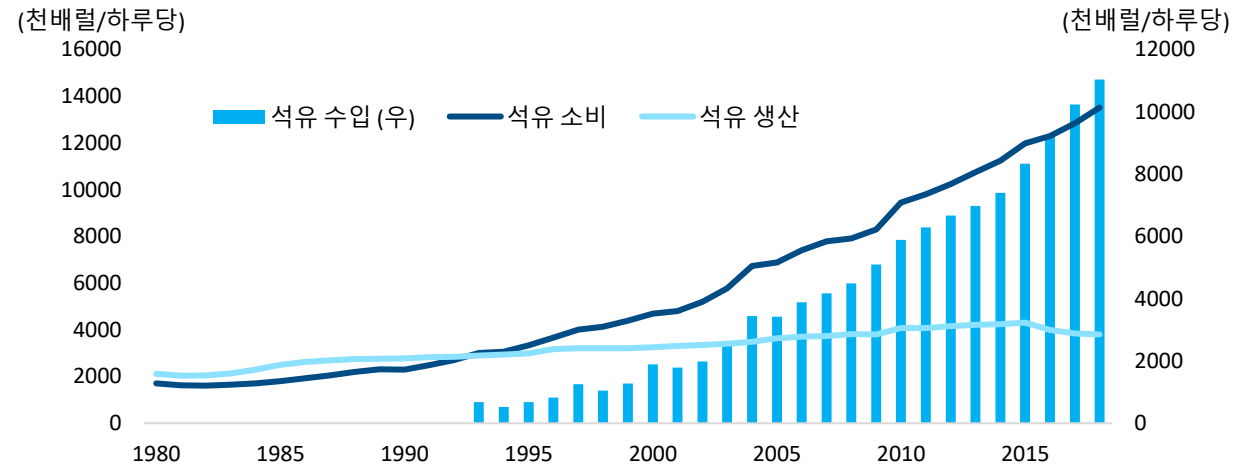
\* 한국과 중국의 인당 GDP 10,000불 시기  
인당 석유 소비량 차이는 약 5배



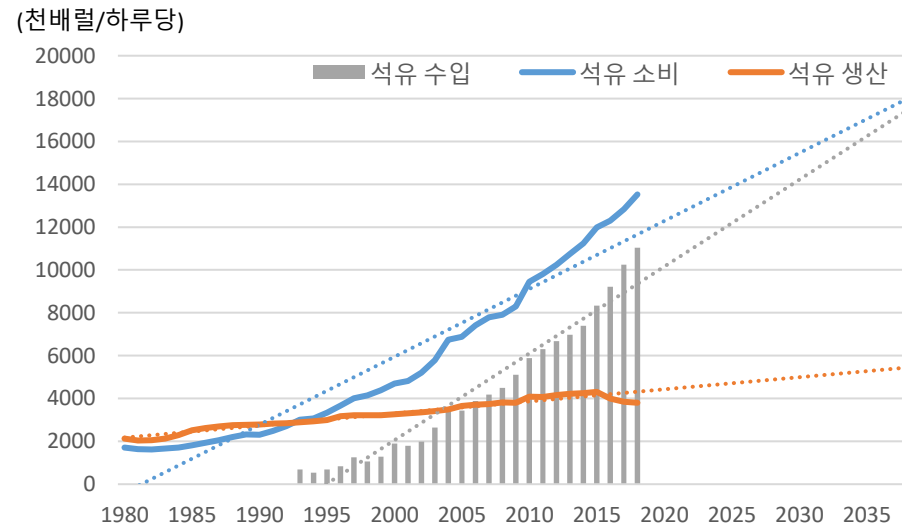
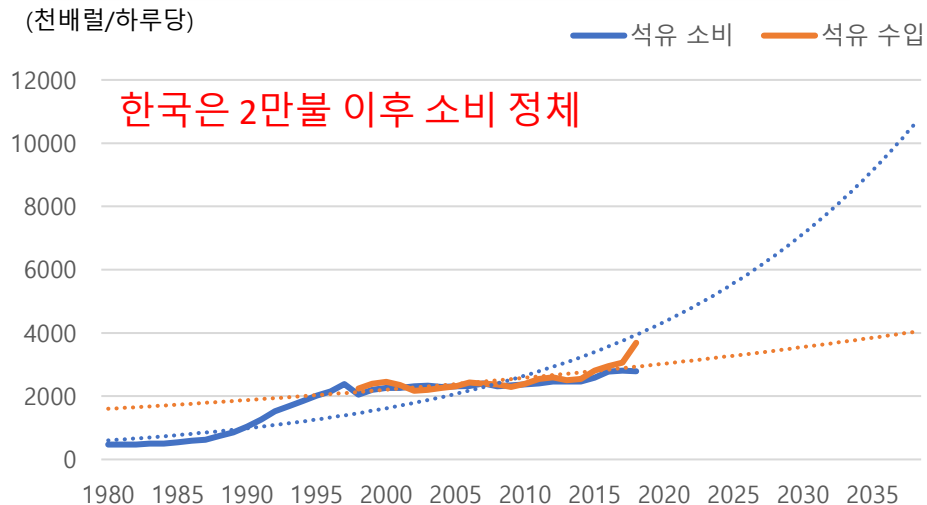
	인당 GDP	인당 석유소비 (TOE)
중국 (2018)	9,608	0.46 (3.4 barrel)
한국 (1999)	10,409	2.25 (15.38 barrel)

# 석탄 대체를 위한 석유 소비 증가

- 석유위기 이후 공급안정성이 높은 석탄, 원전의 발전부문 도입 및 도시가스 확대
- 2017년 석유수입량 8 MBD : 미국(7.9 MBD)을 제치고 세계최대 수입국으로 등극
- 타이트오일 개발 기술 부재로 중국 자국 내 석유생산 정체



## 한국의 경험처럼 소비한다면...



- 국내 연비규제 강화, 고속철도의 급속한 성장, 전기차 보급 확산 → 증가율 둔화
- 석유화학 수요 지속 증가
- 2035년경 중국의 석유수요 정점 이후 정체 15.5 MBD

# 중국 원유도입 증가의 파급효과 및 리스크

파키스탄	<ul style="list-style-type: none"> <li>사우디 과다르항에 석유정제공장 건설</li> <li>최근 파키스탄 과도한 차관으로 경제난</li> <li>파키스탄 IMF에 구제금융 신청</li> <li>인도 이란 차바하르 항 대항마로 개발</li> </ul>
미얀마	<ul style="list-style-type: none"> <li>미얀마 뱅갈만 차우크류항에서 시작되어 중국 윈난省을 경유, 충칭市까지 연결</li> <li>윈난省과 충칭市에 각각 1,000만 톤급 정유소 건설, 연간 1,277만 톤의 석유제품 생산</li> </ul>

미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>2019년 현재 12 MBD 생산 (타이트오일 비중 : 60%)</li> <li>베네주엘라와 이란은 5년만에 석유생산량 최저 기록</li> <li>2024년 석유생산 16 MBD, 수출 9 MBD 예상</li> <li>2030년 세계 신규 석유생산의 70%를 미국이 차지할 것</li> </ul>
----	--

일대일로 통한 석탄 대체 원유, 가스 보급로 확대

EFFECT

RISK

미·중 패권 경쟁으로 예기치 못할 리스크

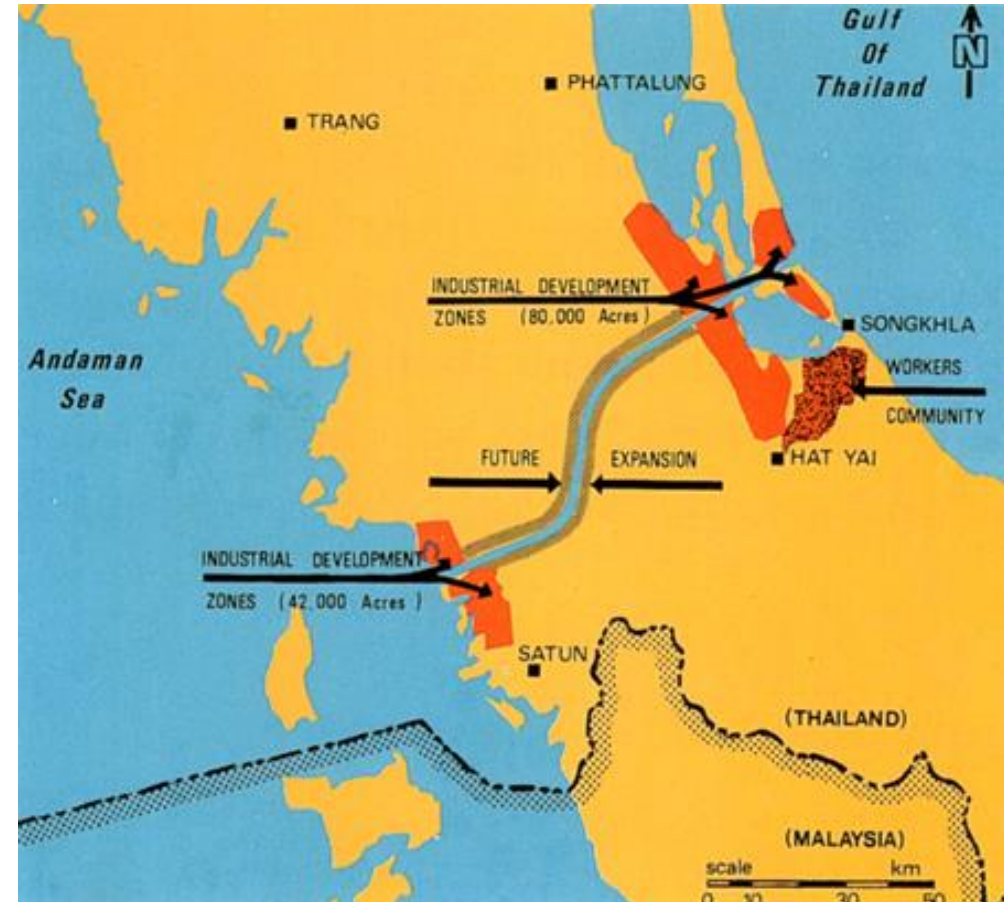
이란	<ul style="list-style-type: none"> <li>중국의 이란 원유 수입 급감</li> <li>이란 원유 : 저렴하고, 나프타 성분 풍부</li> <li>미국의 호르무즈 해협 봉쇄에 직면할 가능성</li> </ul>
아프리카/베네주엘라	<ul style="list-style-type: none"> <li>아프리카는 중국 2대 원유수입 지역으로, 리비아 원유 수입 급감</li> <li>중국은 2007년 이후 베네주엘라 원유에 500억달러 투자</li> </ul>

- 중국 내 원유생산량 2015년 524만 배럴 기록 이후 하락세
- 80% 원유 말라카해협 통과
- 2017년 중국의 원유 대외의존도 66%

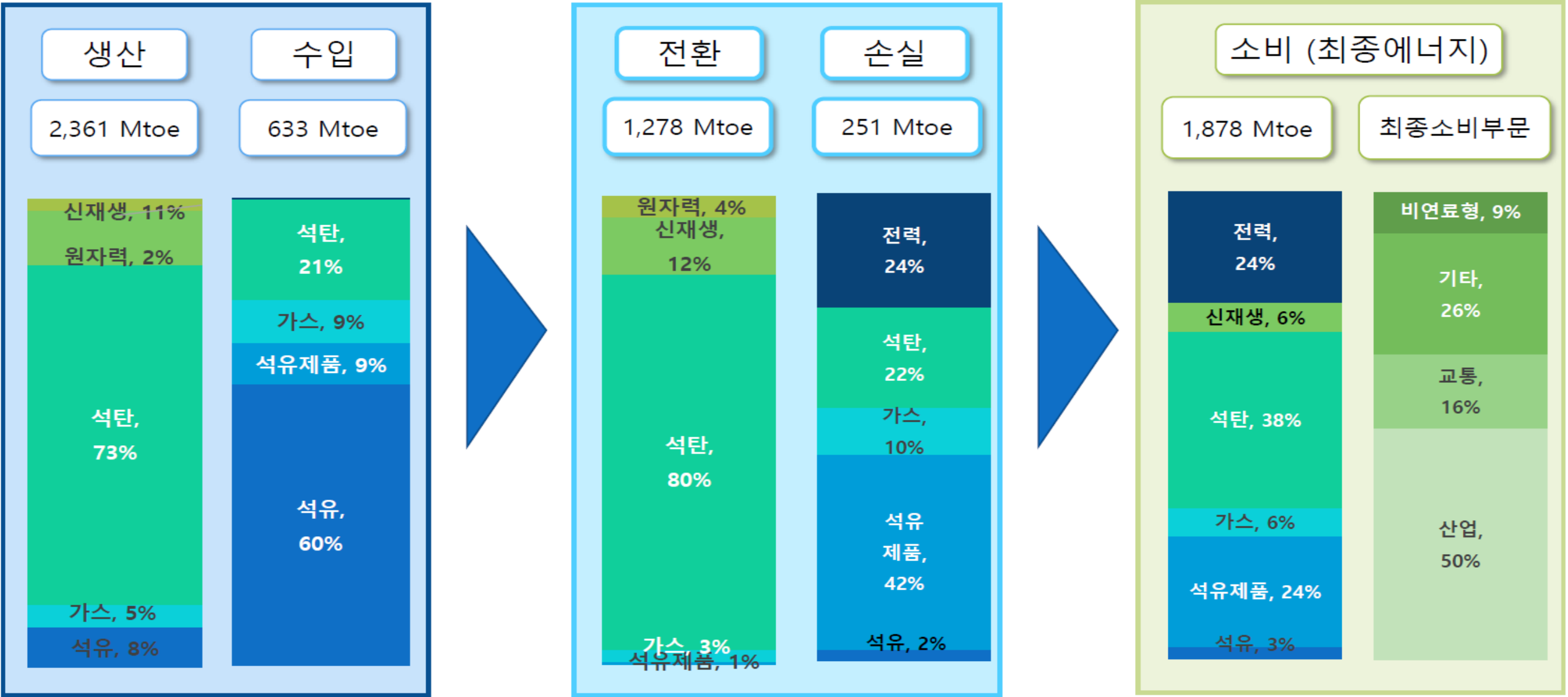




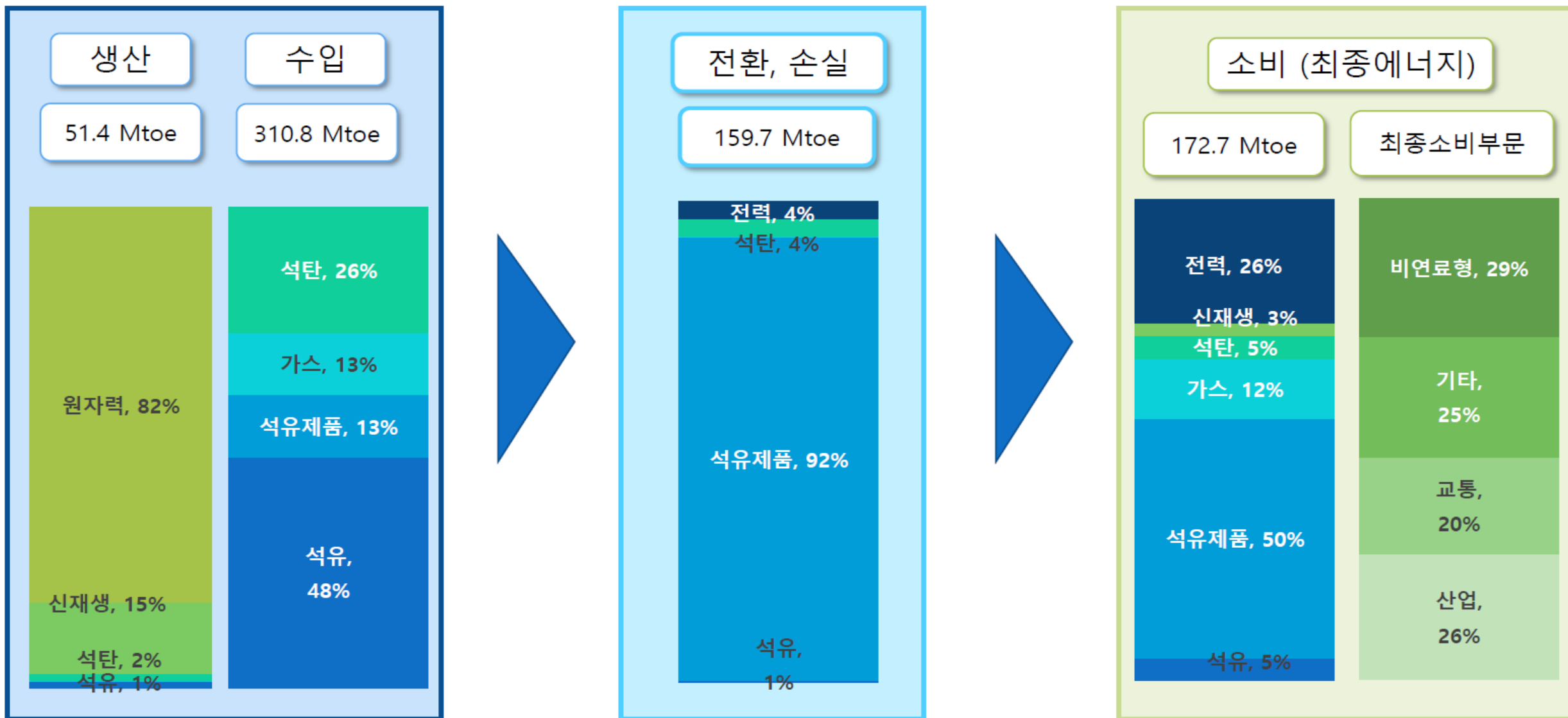
# 태평양... 인도양 출구 확보



# 부록 1) 중국 에너지 밸런스 (2016)



## 부록 2) 한국 에너지 밸런스 (2016)



# 감 사 합 니 다

younkyoo@gmail.com

