
신기후체제와 에너지정책

한국원자력학회 2016춘계학술발표회

2016. 5.11

오형나 (경희대 국제학과)

순서

- ❖ 서론: 기후변화
- ❖ 신기후체제와 파리협정
- ❖ 한국의 **INDC**
- ❖ 기후변화 정책방향
- ❖ 결론

1. 서론: 기후변화

기후변화: 부정 또는 무관심?



Donald J. Trump 
@realDonaldTrump

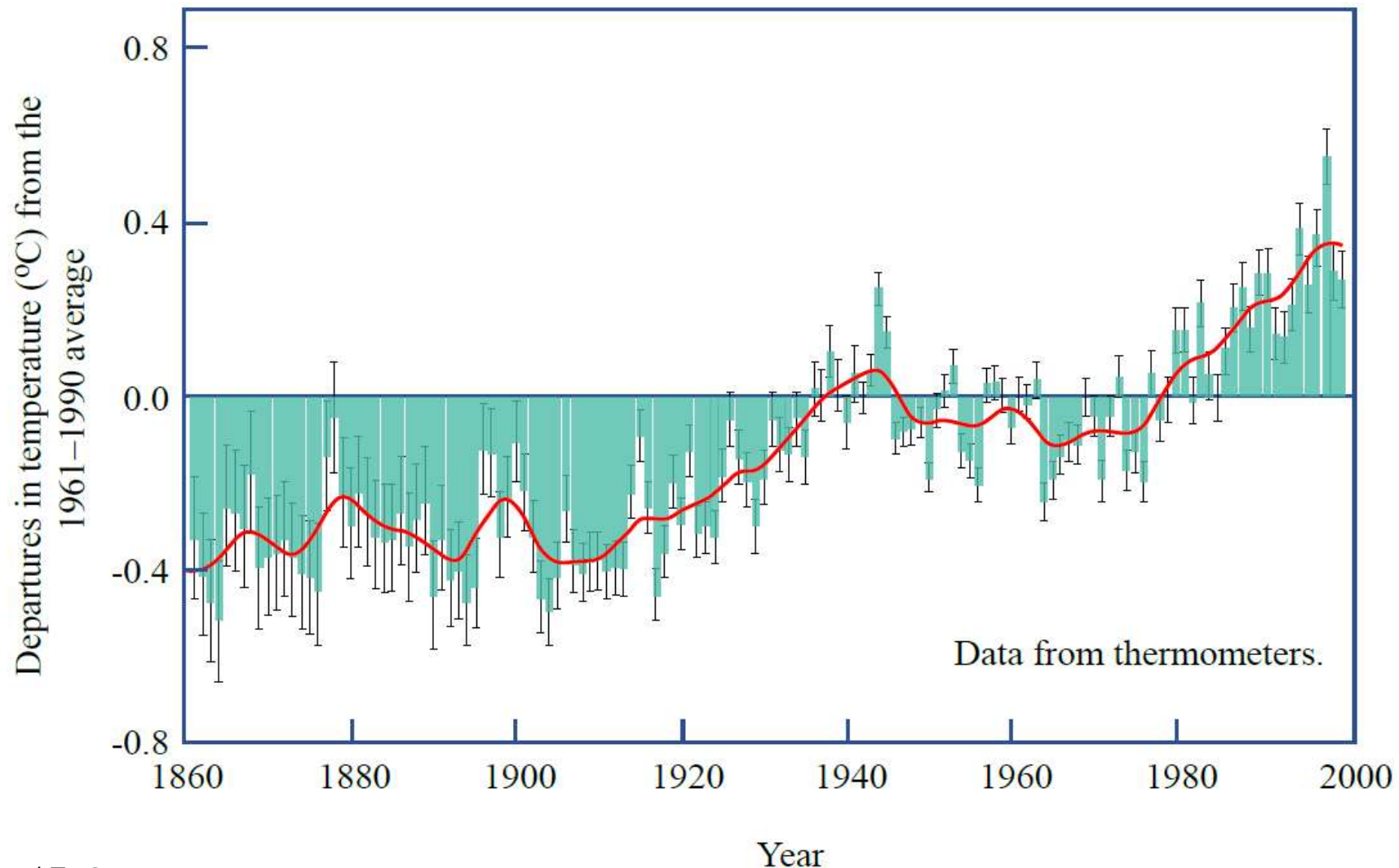
 Follow

It's snowing & freezing in NYC. What the hell ever happened to global warming?

11:25 PM - 21 Mar 2013

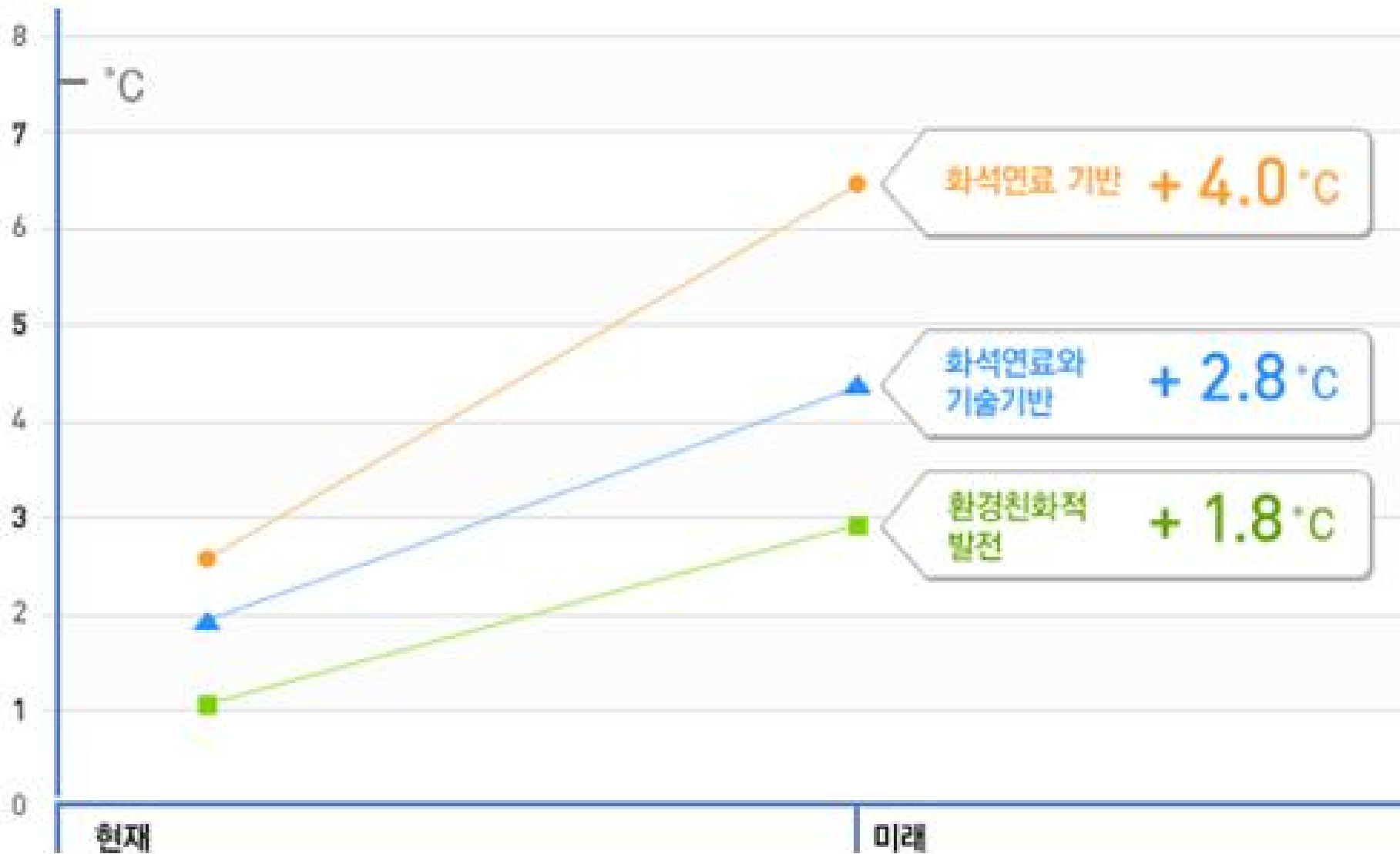
기후변화: 지구평균온도(과거)

~ 지난 100년간 0.74°C 상승, 지난 25년간 0.45°C 상승



자료: Source: Hunt (2011)

기후변화: 지구평균온도(미래)



자료: IPCC 4차 보고서 (<http://cleanair.seoul.go.kr/inform.htm?method=climateEffect02>)

기후변화: 영향



[출처 : 'IPCC 4차 보고서' yndall Centre]

기후변화 효과 (한국):

- 1912-2008년간 6대 도시 온도변화, $+1.7^{\circ}\text{C}$
- 폭염, 폭설 등 이상기후 빈도 증가
- 호흡기 질환 증가, 심장질환 감소, 작물수확량 변화
- 해수면의 상승 (제주도 용무리, 43년간 22cm 상승)



기후변화 효과 (한국):

GHG 농도

누적배출량

감축량

기후변화 수준

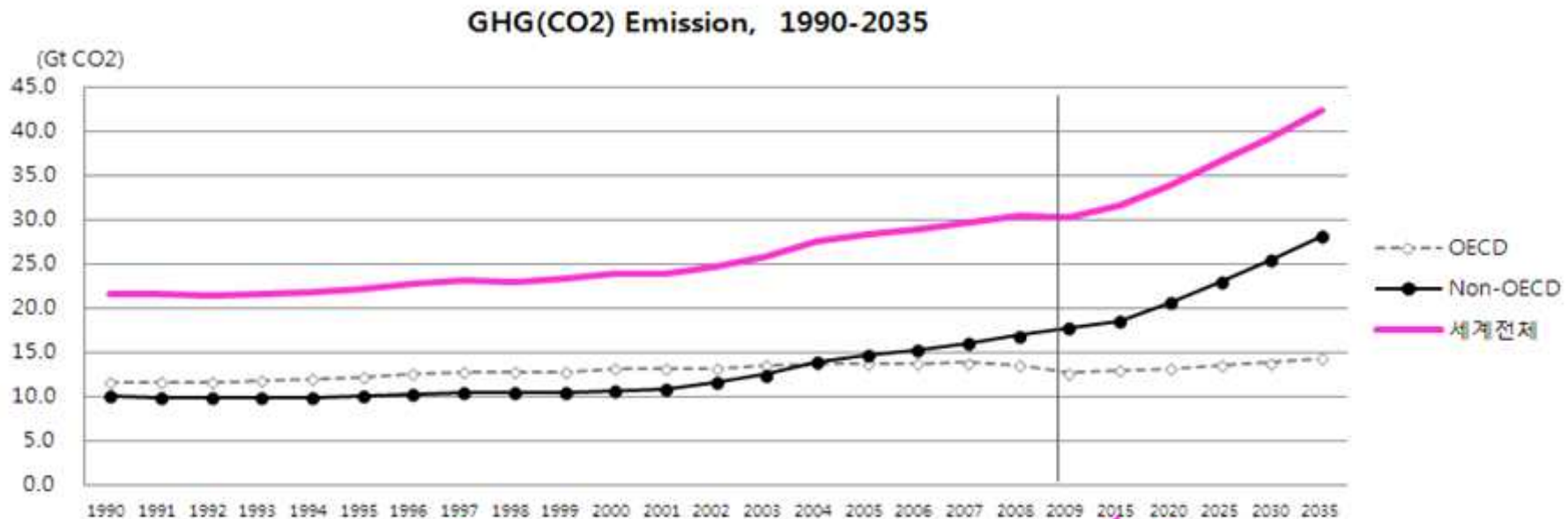
CO ₂ eq Concentrations in 2100 (CO ₂ eq)	Subcategories	Cumulative CO ₂ emission ³ (GtCO ₂)	Change in CO ₂ eq emissions compared to 2010 in (%) ⁴		Temperature change (relative to 1850–1900) ^{5,6}				
		2011–2100	2050	2100	Likelihood of staying below temperature level over the 21 st century ⁸				
					1.5°C	2.0°C	3.0°C	4.0°C	
< 430	Only a limited number of individual model studies have explored levels below 430 ppm CO ₂ eq								
450 (430–480)	Total range ^{1,10}	630–1180	-72 to -41	-118 to -78	More unlikely than likely	Likely	Likely	Likely	
500 (480–530)	No overshoot of 530 ppm CO ₂ eq	960–1430	-57 to -42	-107 to -73	Unlikely	More likely than not			
	Overshoot of 530 ppm CO ₂ eq	990–1550	-55 to -25	-114 to -90		About as likely as not			
550 (530–580)	No overshoot of 580 ppm CO ₂ eq	1240–2240	-47 to -19	-81 to -59		More unlikely than likely ¹²			
	Overshoot of 580 ppm CO ₂ eq	1170–2100	-16 to 7	-183 to -86					
(580–650)	Total range	1870–2440	-38 to 24	-134 to -50	Unlikely ¹¹	Unlikely	More likely than not		
(650–720)	Total range	2570–3340	-11 to 17	-54 to -21			More unlikely than likely		
(720–1000)	Total range	3620–4990	18 to 54	-7 to 72		Unlikely ¹¹	Unlikely ¹¹	Unlikely	More unlikely than likely
>1000	Total range	5350–7010	52 to 95	74 to 178					

자료: Working Group iii Contribution to the IPCC 5th Assessment Report, 2013.

2. 신기후체제와 파리협정

I

Kyoto 체제(~'20) vs 신기후체제 ('20이후)



	<Countries>	<Reduction Commitment>
Annex B	Annex A – identifies GHGs Annex B* – lists countries with emission reduction target commitment (Annex I – Turkey – Belarus + some EIT countries)	2005 ~12, with the Kyoto Extended Kyoto at Doha (2012)
Non-Annex B	Non-Annex B	2020

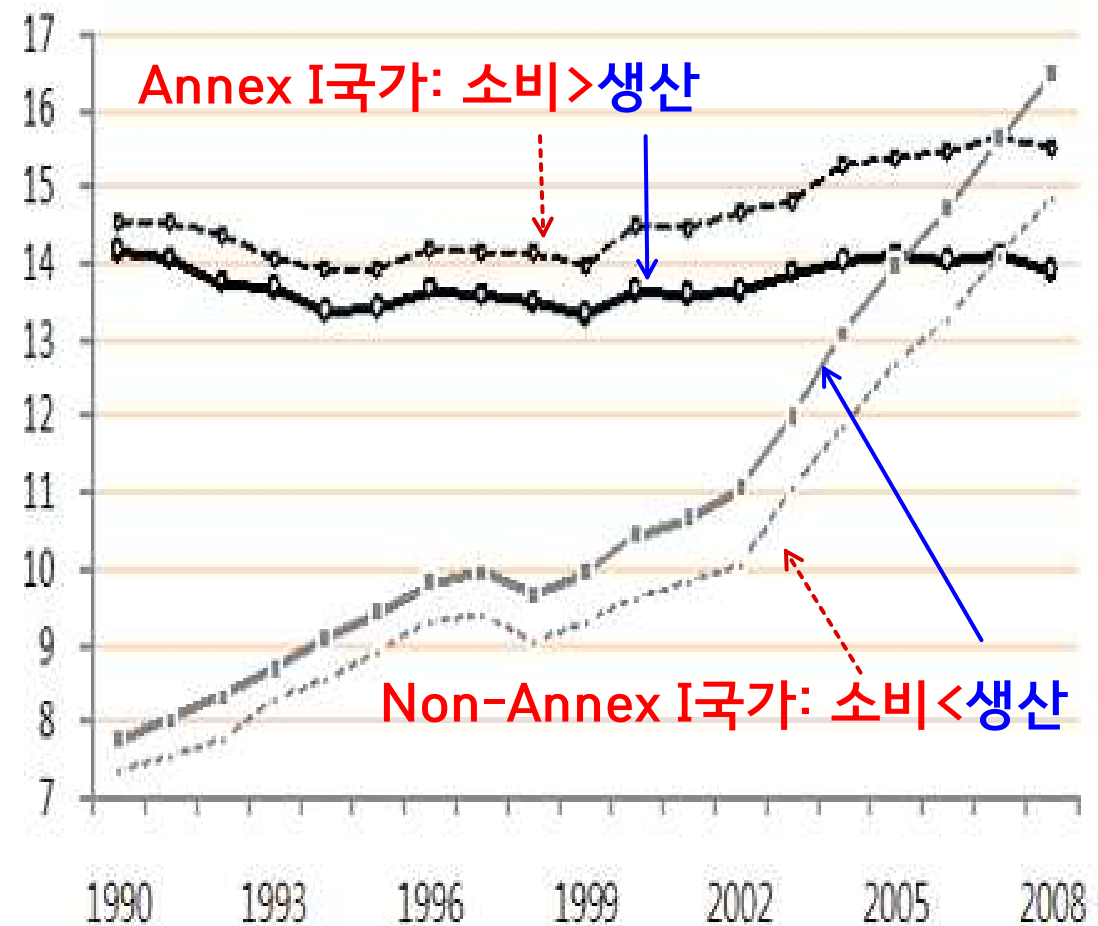
* Annex B countries must meet their targets by 2012 set against 1990 emission levels under the Kyoto (EU – 8%, USA -7%, Canada -6%, Japan -6%, Annex B -5.2%).

Kyoto 체제의 특징과 한계

- 공통의, 그러나 차별화된 책임론 → 선진국에만 감축의무 → 탄소 누출
- Top-down으로 정해진 감축의무 그러나 강제력은 없음.
- 국제탄소시장의(CDM) 붕괴: 초과공급 → 가격폭락

< CO2 관련 재화: 생산과 소비 >

(unit: billion tons)



자료: Peter et al. (2011)

신기후체제: 파리협정, 특징과 쟁점

- 공통의 , 그러나 차별화된 책임론
 - 공통의 감축의무: 모든 배출국가 (개도국도 감축의무)
 - 차별화된 책임: 선진국은 개도국의 저감 및 적응활동을 금전적/기술적으로 지원할 의무를 가짐
 - 따라서, 대규모 기후재원 마련 필요 (Article 9)
 - * 2020년부터 매년 1,000억 달러(약 118조원) 이상의 자금을 조달하기로 약속.
 - * 독일과 일본이 의장국: 올 6월 G7미팅에서 논의시작
 - * COP합의에 미온적이었던 미국은 2020년까지 연간 8억 6,000만 달러를 분담하겠다고 밝힘 (기존 분담액의 2배)
 - * MDB의 역할 강조 (투자, Scale-up, 리스크 최소화, Capa/Buil.)
 - * 적응활동에 대한 지원 확대 (현재는 20% 미만)

신기후체제: 파리협정, 특징과 쟁점

- 감축의무 결정방식: Bottom-up 방식
 - 자국 상황을 고려한 국가감축목표(INDC) 제출하고 2020년부터 이를 이행 (2월말 현재 161개국가가 제출)
 - * 목표설정방식, 감축목표의 구체성 제각각
 - 기후변화목표 상향조정 (1.5°C 이내)
 - * 현재 제출된 INDC를 이행하더라도 온도 상승폭을 섭씨 2.7도로 제한하는 데에 그칠 것으로 추정 → 파리협정은 당사국이 5년마다 상향된 감축목표를 제출하도록 명시
 - 이행실적의 평가, 비교, 인증의 필요성
 - 국제사회가 공동으로 검증하는 '이행점검Global Stocktaking) 시스템'을 만들기로 합의 (누가? 어떻게 점검?
: Article 6)
 - 법적 강제조항?: 논란 중 (강제력 약하다는 의견이 지배적)
- 모든 국가에 기후적응전략 요구

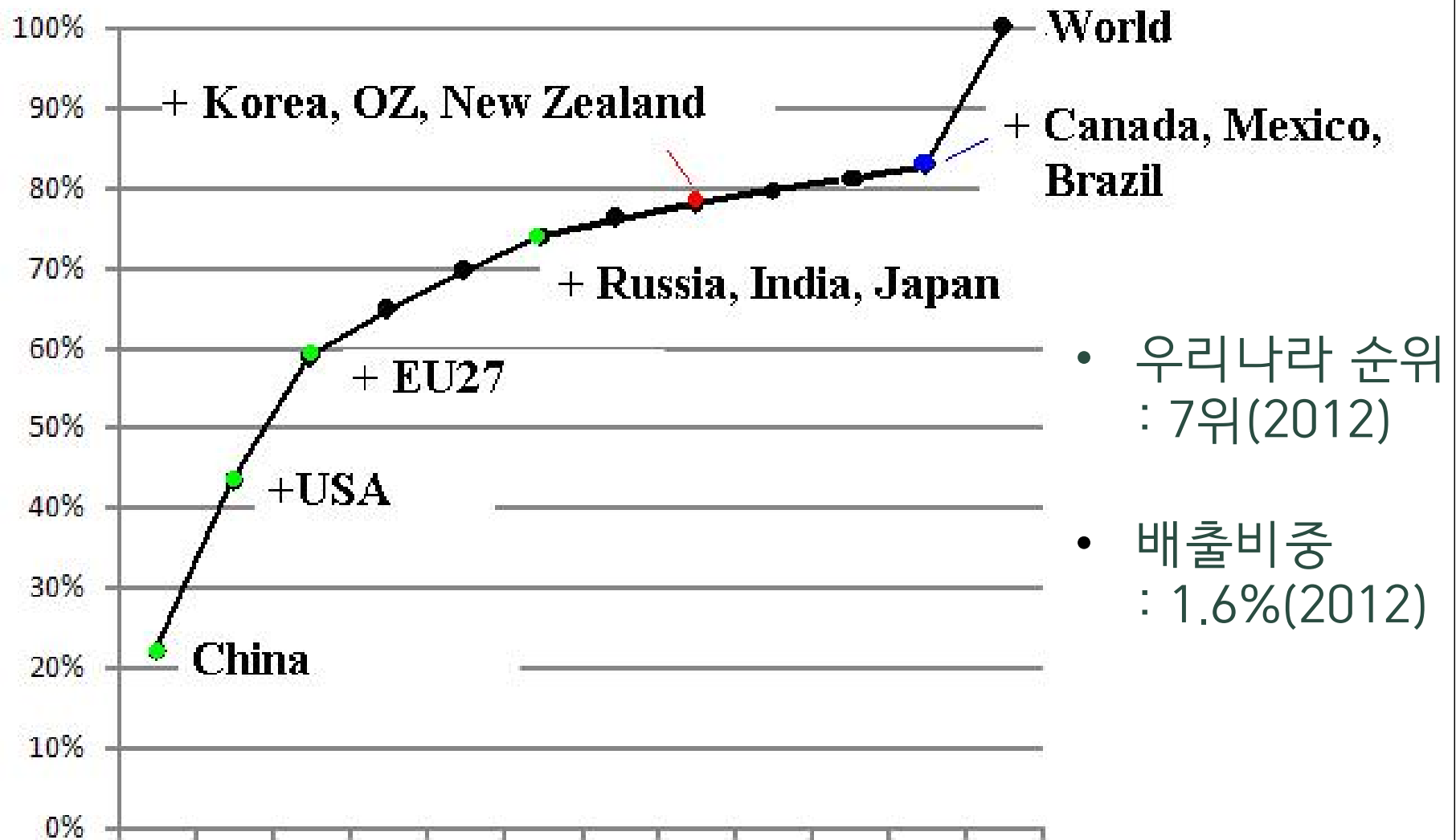
신기후체제: 파리협정, 특징과 쟁점

- 국제탄소시장의 재건
 - (집중형) CDM과 유사한 SDM? (UNFCCC의 희망)
 - (분산형) Club 활동 인정 → Article 6
 - * JCM 모델에 대한 관심
 - * 해외 저감 및 적응활동에 대한 PPP 투자

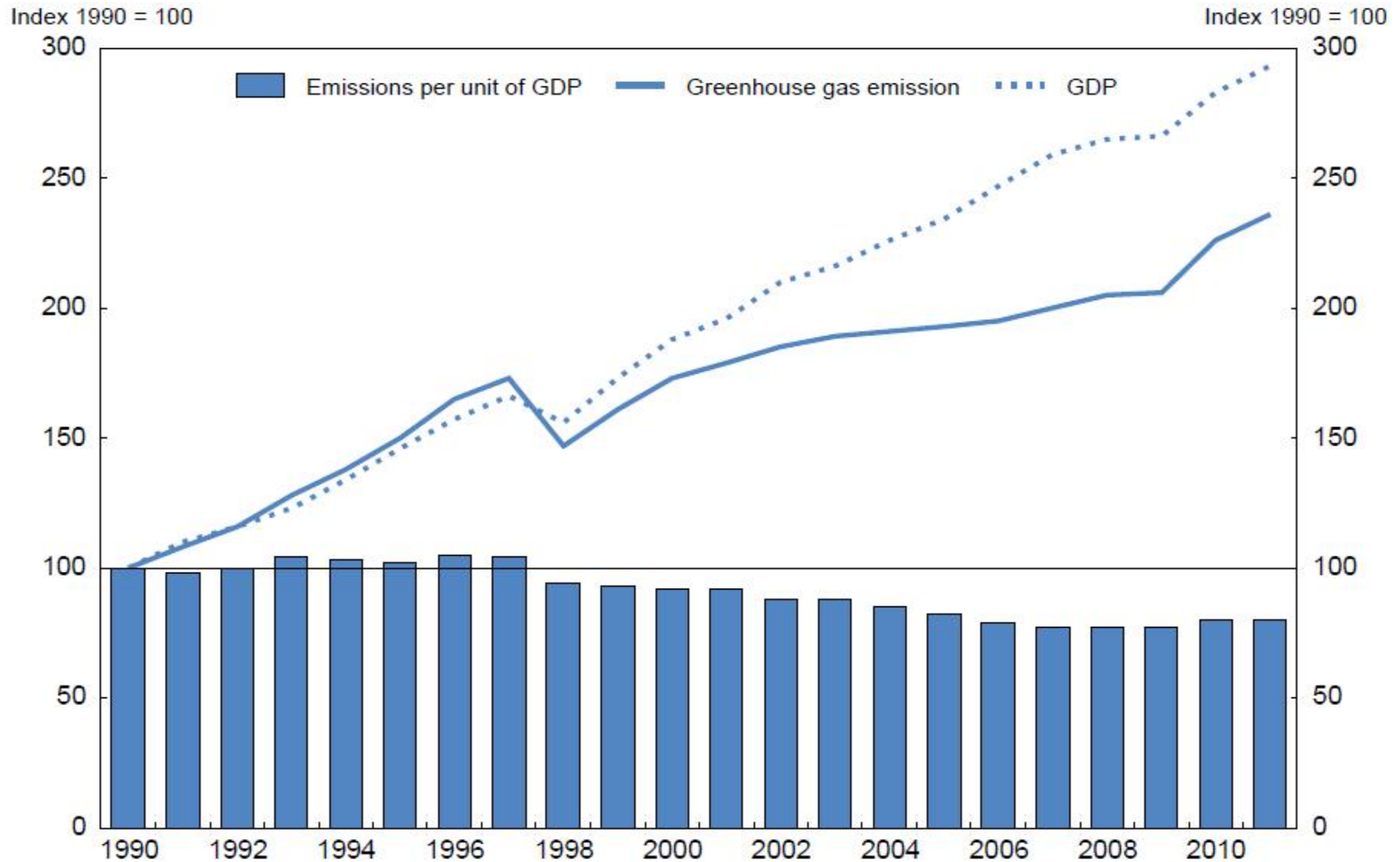
3. 한국의 INDC

I

각국의 글로벌 GHG 배출에의 기여(2010)

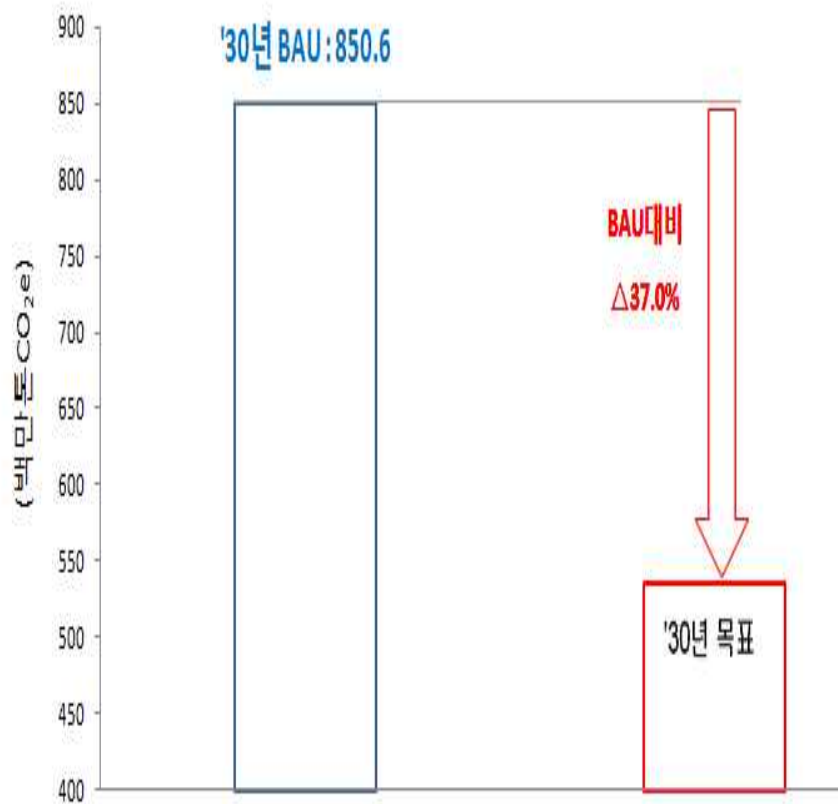


한국의 GHG 배출현황: 추이 (1990=100)



Source: OECD 한국리포트 2014 (<https://www.oecd.org/eco/surveys/Korean-Overview.pdf>)

한국의 INDC



- ▶ 2030년 BAU 대비 37% 감축
 - 국내 25.7%
 - * 과거에 비해 낮은 감축목표
 - 과거: 연간감축률 5.19%
 - INDC: 연간(국내)감축률 0.45%
 - 해외사업을 통해 11.3%
- ▶ 파리협정에서 선진국으로 분류되지 않았음 → 글로벌 기후재원에의 기여의무 없음.

주: 2030년 온실가스 배출전망: 8억 5,060만톤 CO₂e

자료: 환경부 2015.06.30. 보도자료 ("2030년 우리나라 온실가스 감축목표 BAU(851백만톤) 대비 37%으로 확정")

한국의 INDC

○ 함께 발표된 산업부문의 GHG 감축정책

▶ 산업계의 목표 감축률 (산업공정 포함)

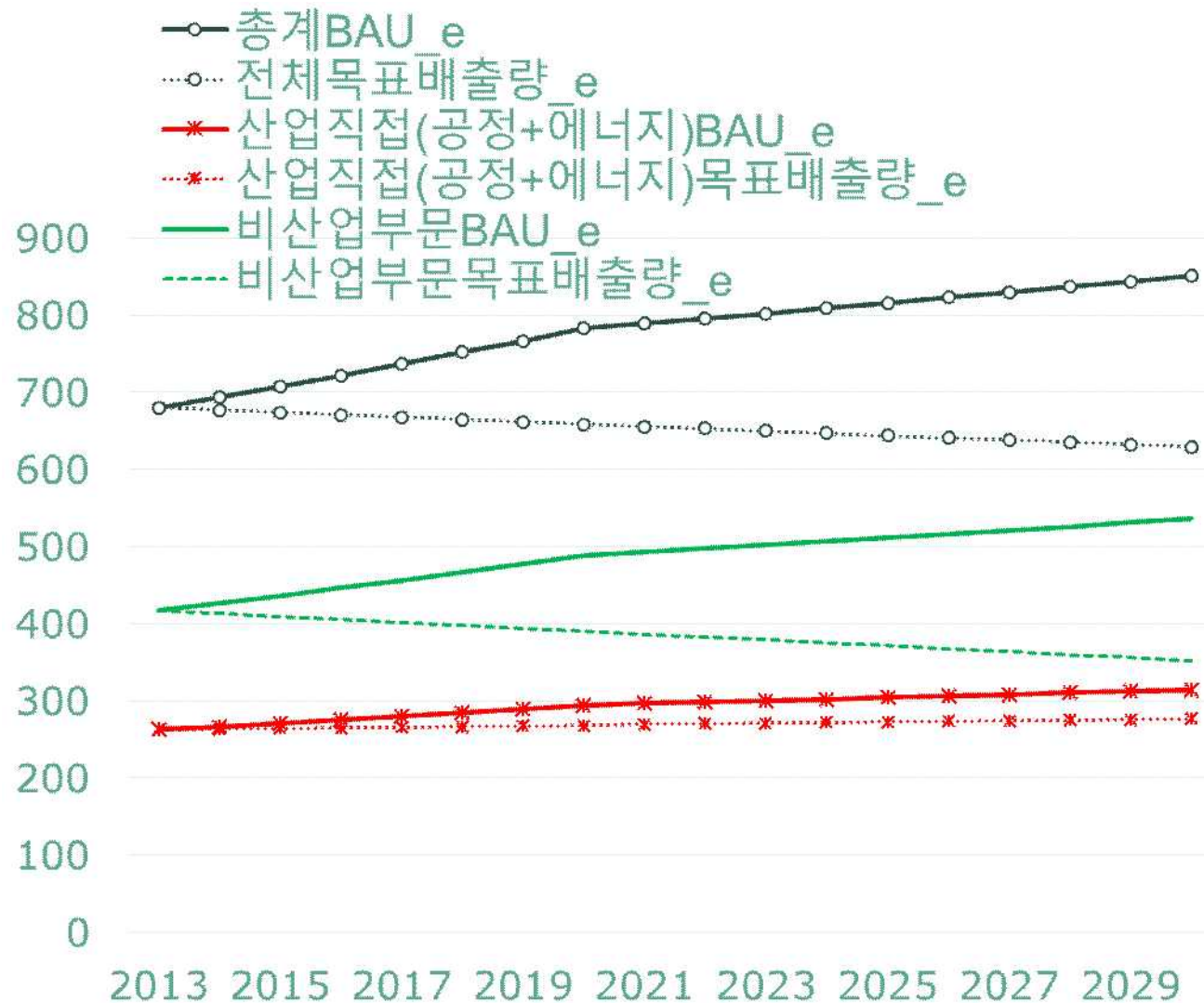
: BAU의 12% 수준을 초과하지 않도록 하고, 이에 맞춰 KETS 포함 법과 제도를 개선

▶ 산업부문에 치중된 감축의무를 타 배출부문과 분담

▶ 공정혁신, 전기차, 제로에너지 빌딩, 에너지 자립성, 온실가스 포집 및 저장기술 개발투자 등 에너지부문 지원

한국의 INDC

○ INDC 달성을 위한 감축스케줄(안)*



INDC(국내 26%)를
위한 국가 선행감축
률 = 연간 0.45%

비산업부문 목표감축
률 ≤ 연간 0.99%

산업부문 목표감축률
≤ 연간 0.31%

INDC 달성을 위한 정책수단

○ 배출권거래제: 그간 가장 중요한 감축수단으로 인식

- 산업부문에 대한 낮은 감축률 → 산업부문은 ETS의 주요 적용부문

○ 대안

- 1) 거래제 Cap 하향적용 + non-ETS 부문의 강력한 감축수단 개발 필요
→ No-Free Lunch
[대외 Accountability, 대내 공정성 논란의 우려]
- 2) KETS 부문 감축률을 전체 감축률과 동일하게 유지하고 실질적인 감축비용을 낮추는 방안
 - 해외상쇄 3기 전 허용 또는 해외감축분 재활용
 - 감축률의 탄력적 적용

○ 어떤 경우건 국민적 합의과정 필요

4. 기후변화 정책방향

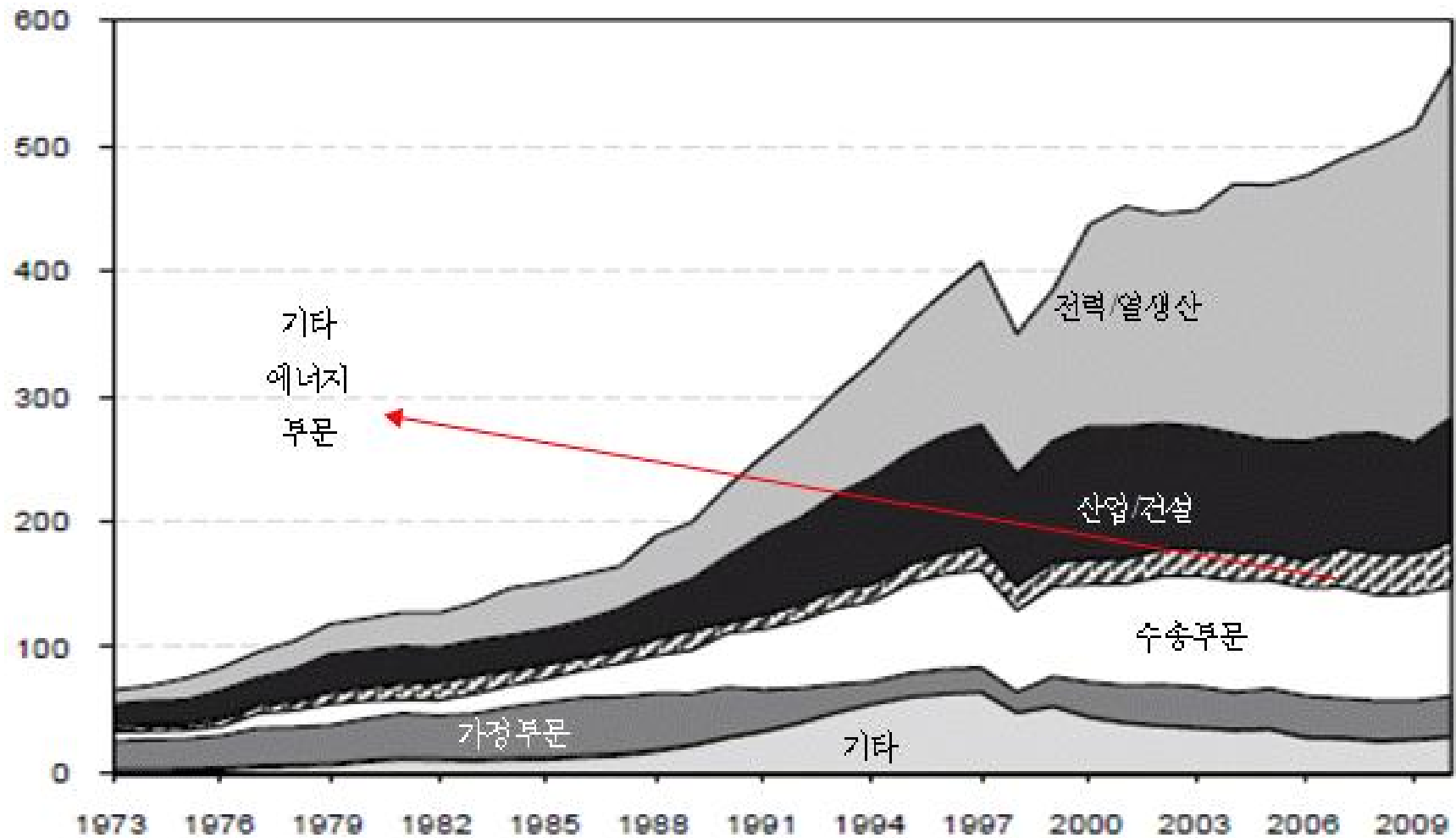
I

4. 기후변화 정책방향

4-1. 국내 감축정책(25.7%감축): 에너지부문 중심

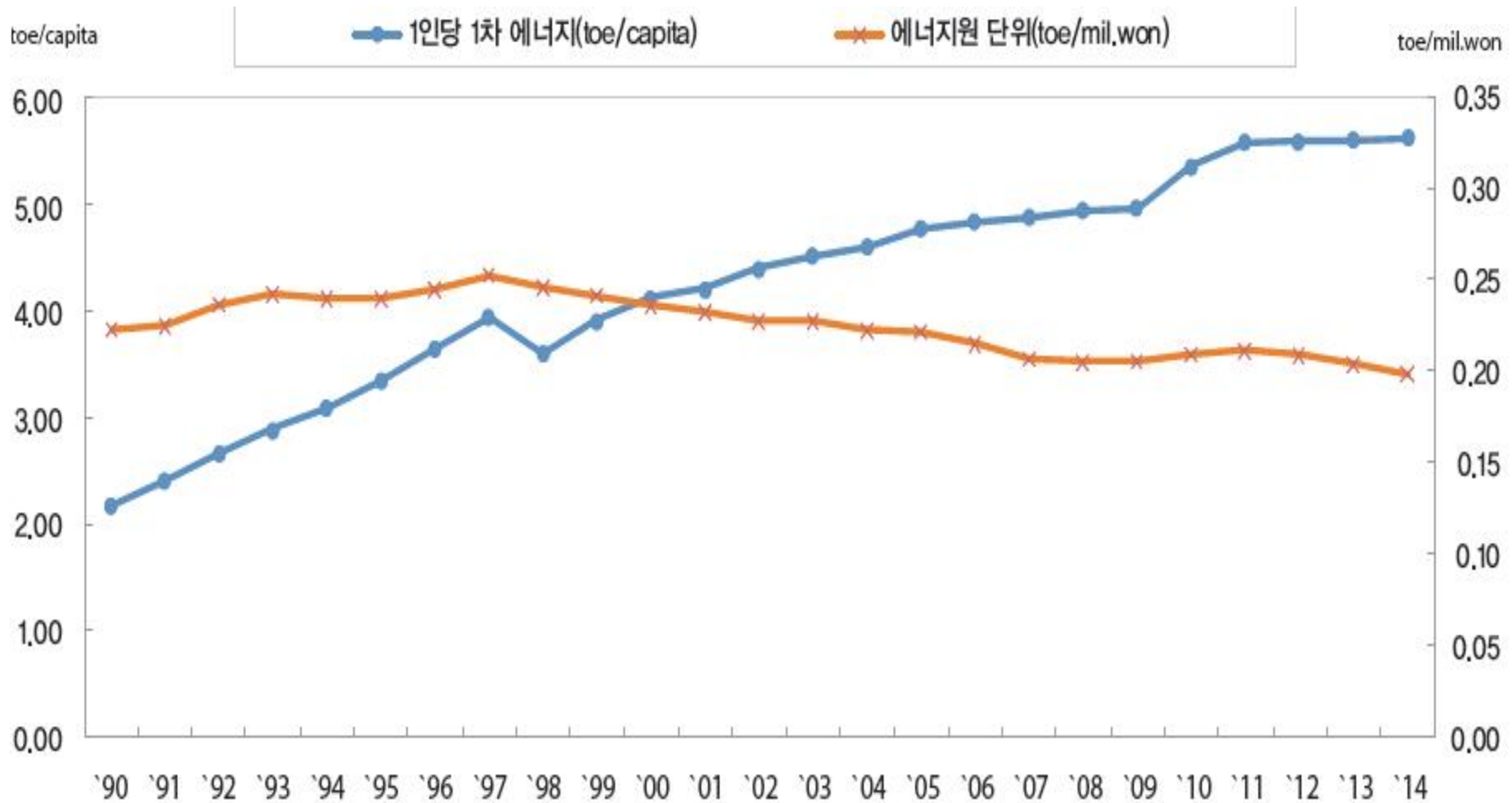
한국의 GHG 배출현황: 부문별 배출량 (2010)

단위: 백만CO2e톤



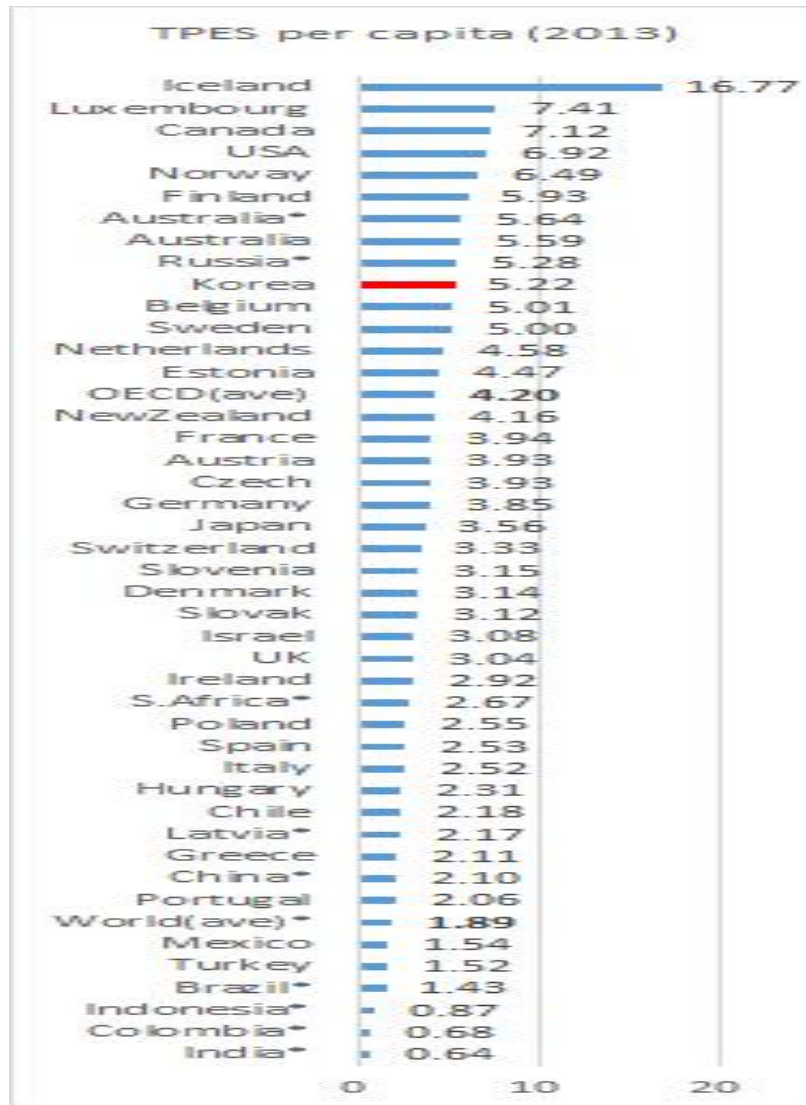
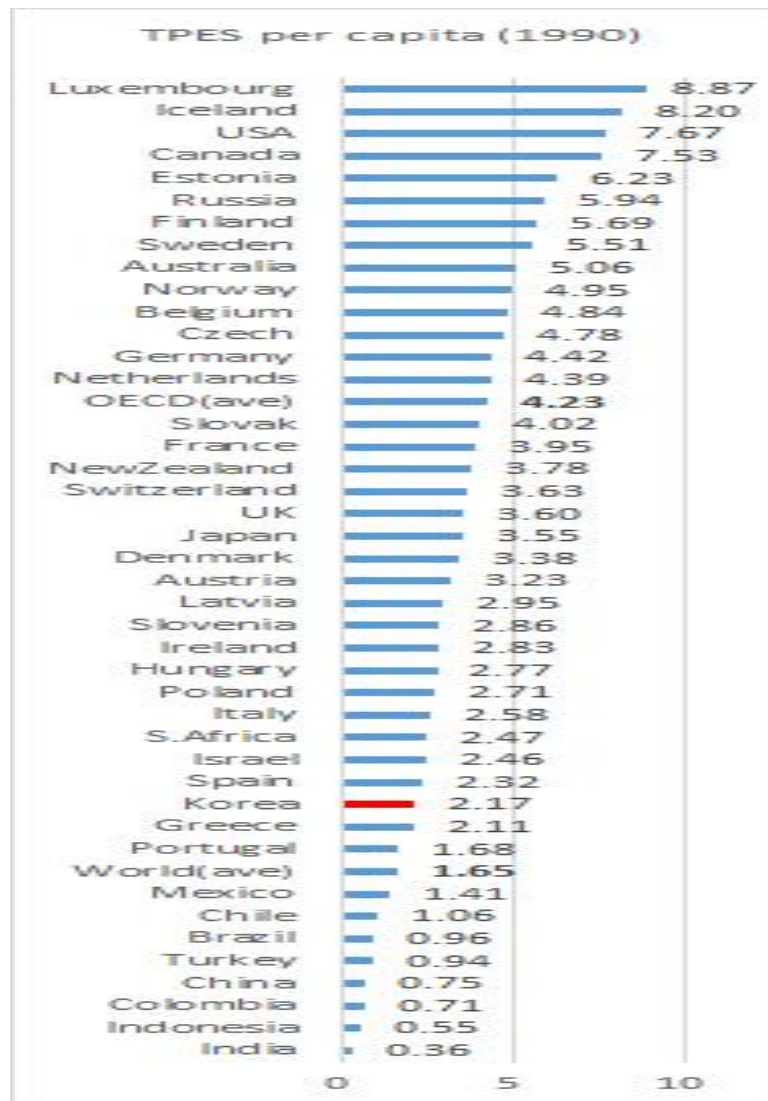
출처: IEA, Energy Policies of the IEA Countries: The Republic of Korea 2012 Review

1인당 에너지사용량과 에너지 원단위



출처: 에너지경제연구원, 2015 자주 쓰는 에너지 통계 (2016)

1인당 에너지사용량:국제비교



출처 : UN Data Base로부터 계산.

국내감축(BAU대비 26%): 어디서?

○ 에너지관련 GHG를 줄이기 위한 방안

$$CO2_{energy} = cI \times E = cI \times (eI \times GDP)$$

- cI : 저탄소 에너지로의 전환 (CO2e/에너지 사용량을 낮추는 방안)
 , 석탄 → 재생에너지, 원자력
- eI : 에너지효율을 높이는 방안 (Energy 사용량/GDP을 낮추는 방안)
 , Technology
- E : 에너지소비를 줄이는 방안

○ 발전부문 (cI) - 다음 페이지

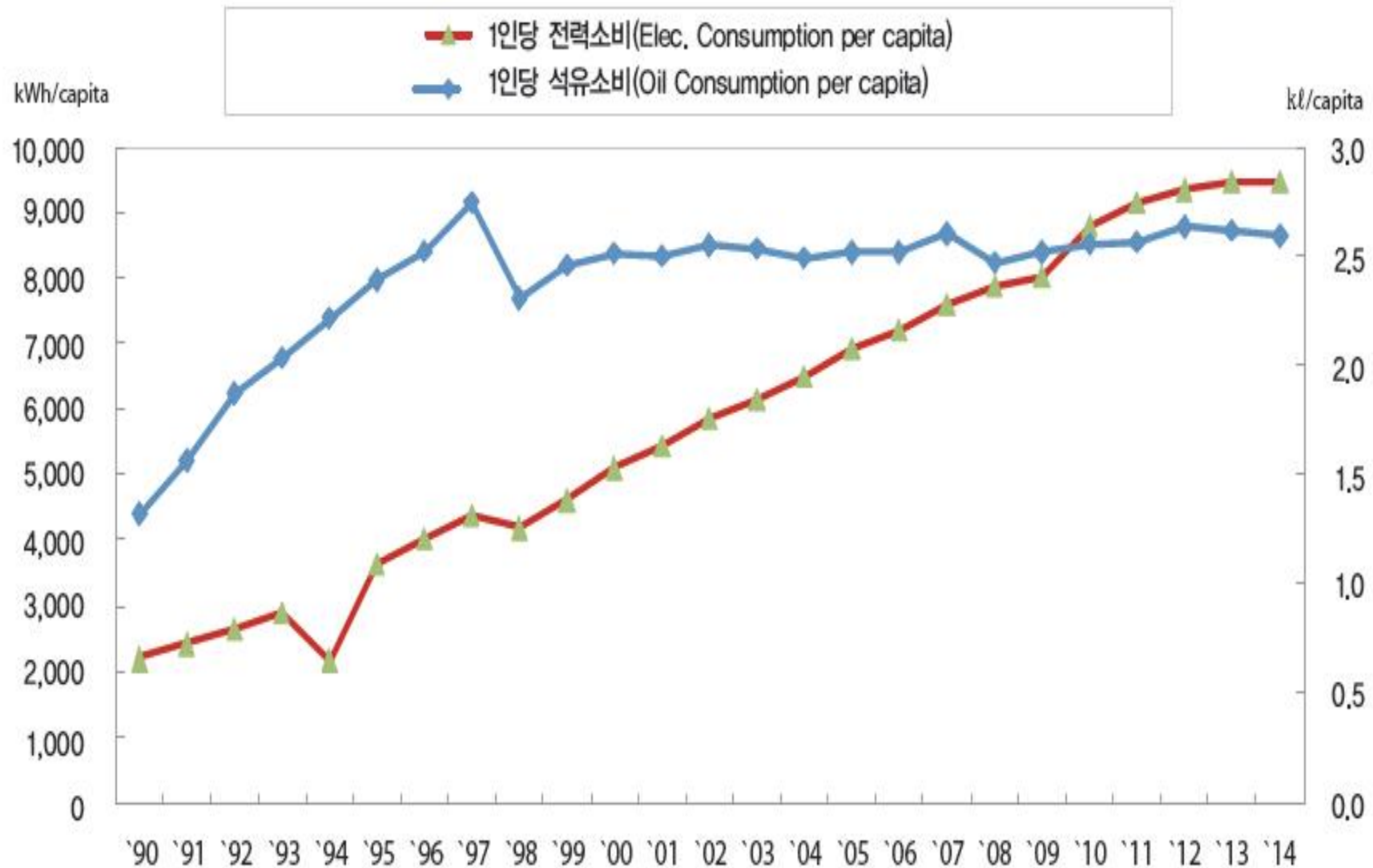
○ 수송부문

-에너지효율 개선, 전기차 보급확대, 대중교통확대

○ 상업용 또는 주거용 건물 부문

- 에너지효율 개선, 수요관리

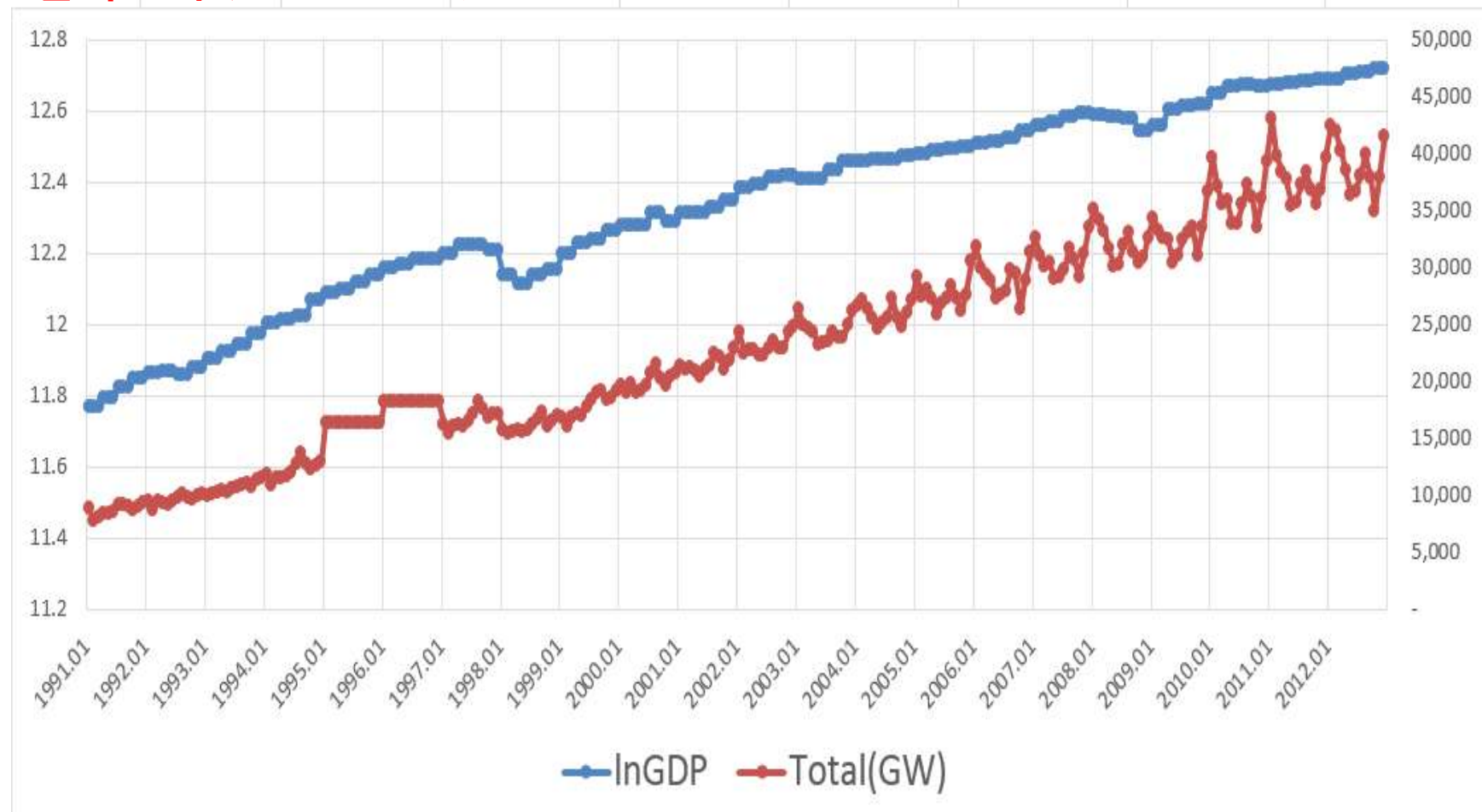
1인당 전력소비량과 석유소비량 추이비교



출처: 에너지경제연구원, 2015 자주 쓰는 에너지 통계 (2016)

발전부문의 GHG 배출량 추이

○ 전력소비 (1991-2012)



Source: Kim, J., Choi, K. and Oh, H. (2016), Why the Peak Load Is Observed During the Winter Months in Korea?

연평균 전력소비 증가율 (1991-2012)

- ▶ 총 GHG 중 발전부문이 차지하는 비중 > 40%
- ▶ 발전부문 온실가스 배출량 중 80% 이상 ← (석탄)화력발전

Variables	Year-wise	Summer	Winter
GHG(Total)	3.74		
GHG(Energy Sector)	4.08		
GDP	4.23		
전력소비 (전체)	7.39	7.17	7.83
전력소비 (산업부문)	5.79	6.51	6.76
전력소비 (상업부문)	10.48	9.80	11.57
전력소비 (가정부문)	6.60	5.83	5.93

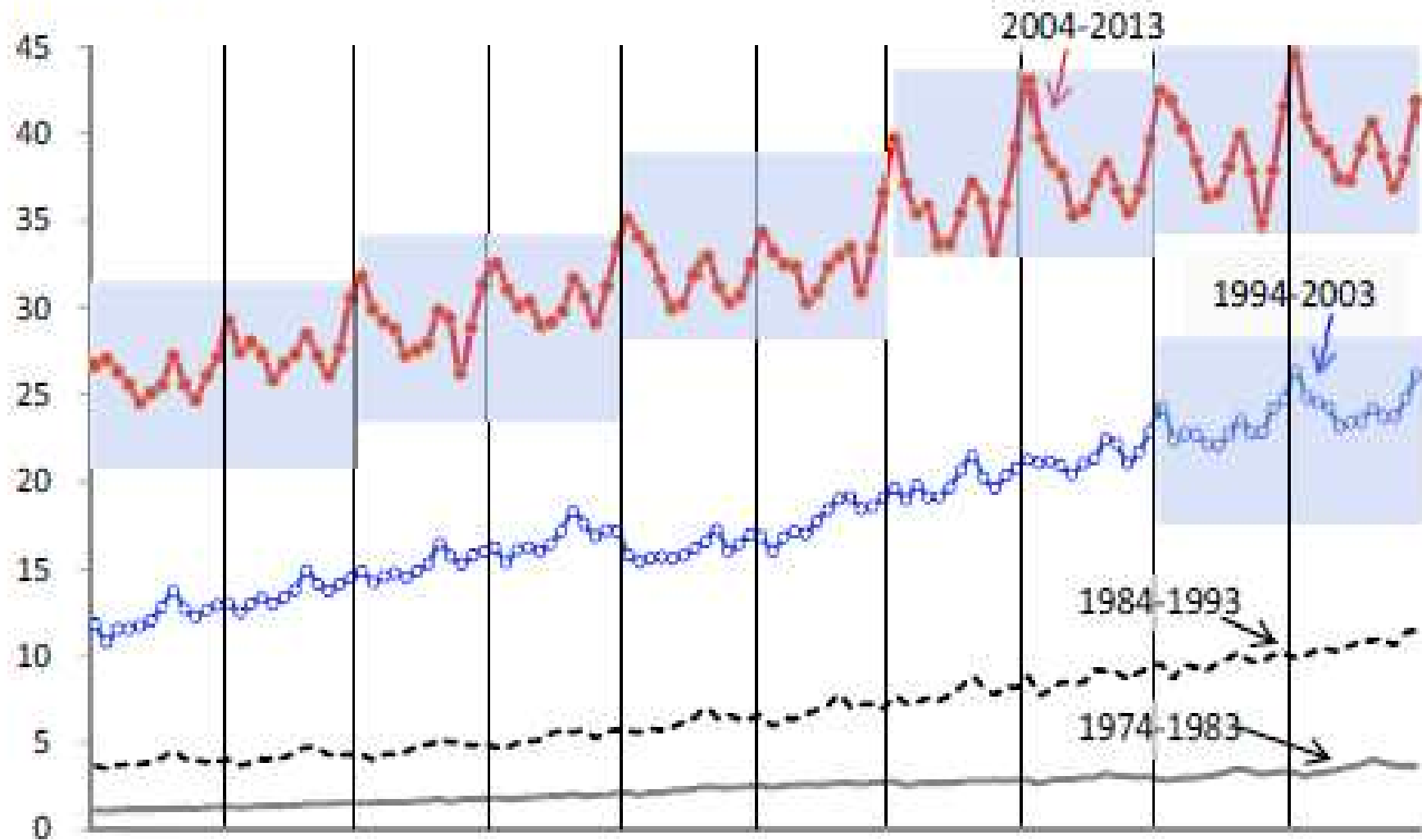
Source: Kim, Choi and Oh (2016),

전력소비 증가율 > GDP증가율

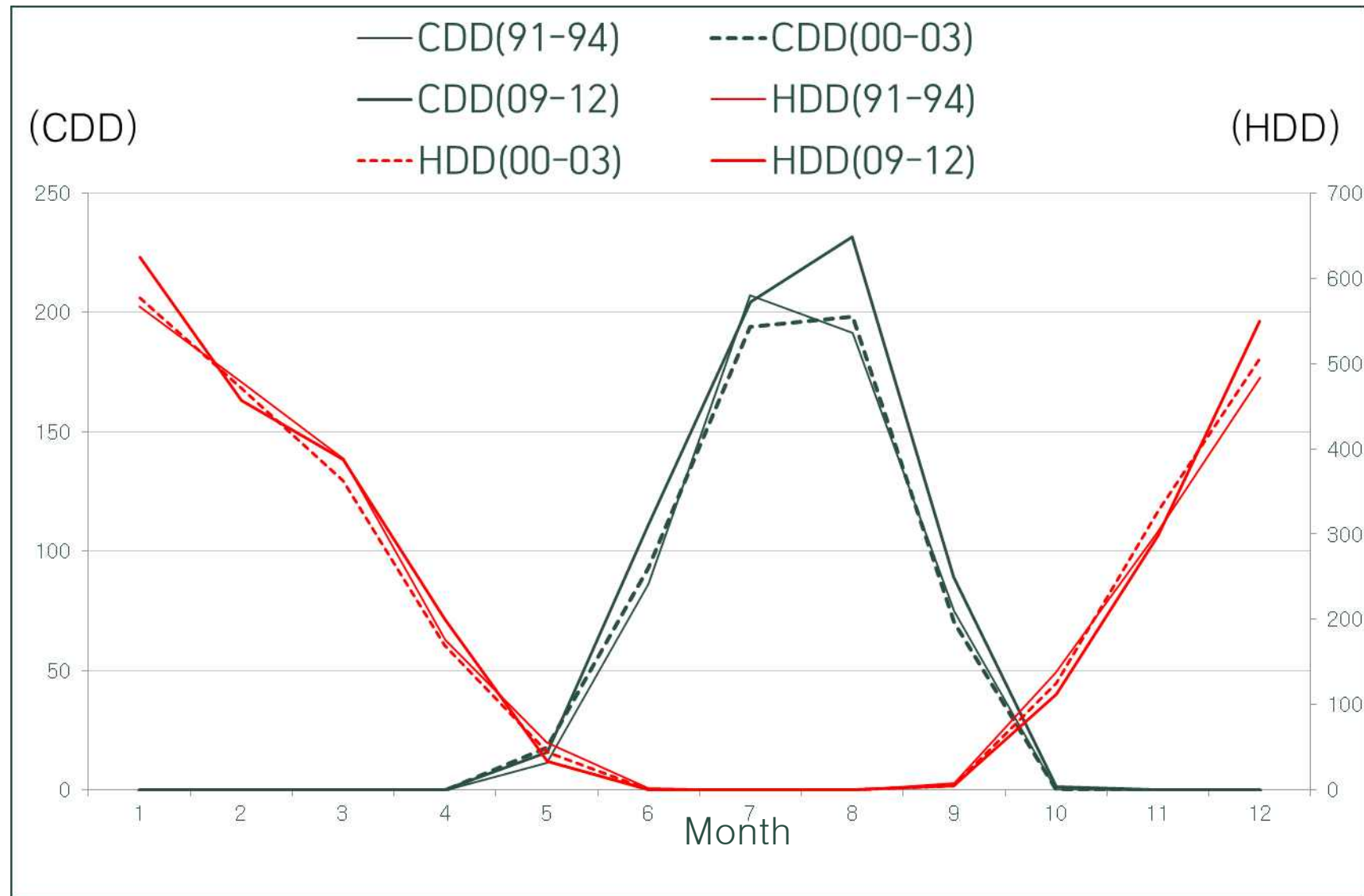
겨울 전력소비 증가율
> 여름 전력소비 증가
율

한국 전력소비의 독특한 계절성 ('02년부터 시작)

Billion KWh



독특한 계절성- 심해진 동절기 혹한탓?



Source: Kim, Choi and Oh (2016)

독특한 계절성 & 전력소비급증- 가격효과?

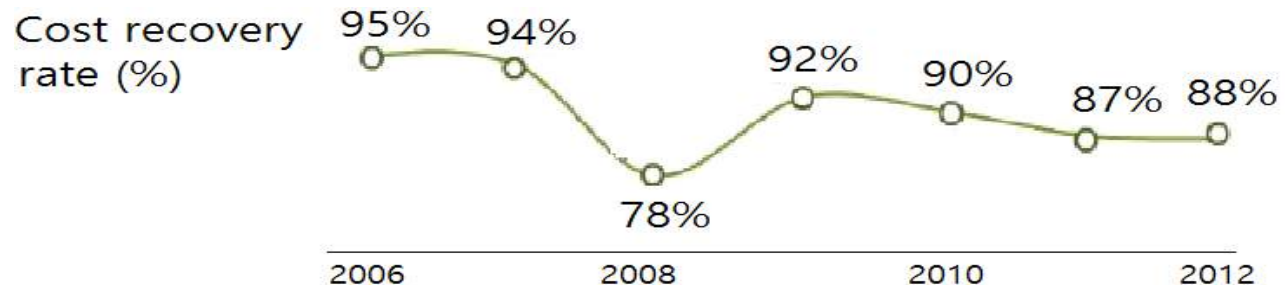
○ 한국의 전력가격 결정방식

▶ 도매시장

- Costs-based dispatch
- 최근 도매가격 상승: LNG 발전기의 가격결정 빈도 증가
- 전력수급계획 → 원전비율 확대 → 가격을 낮추는 요인으로 작용

▶ 소매시장

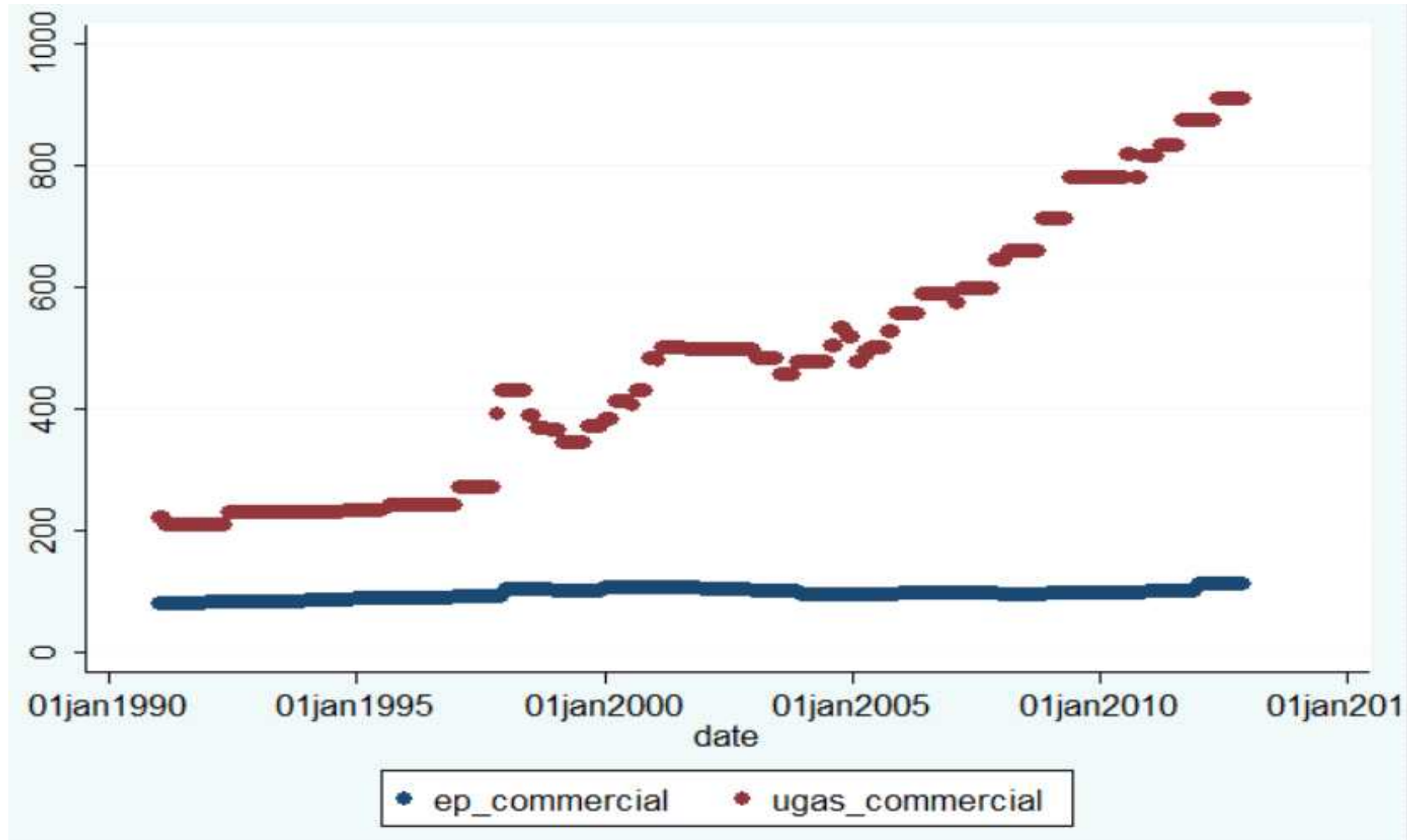
- 규제시장
- 소매가격 < 원가.



- 최근 개선, close to 1.
- However, 도시가스와의 상대가격은 하락 → 겨울철 소비확대

독특한 계절성 & 전력소비급증- 가격효과?

○ 난방 에너지인 도시가스와 전력의 가격 변화 (상업부문)



Source: Kim, Choi and Oh (2016)

전력부문의 감축정책 - 소비관리정책 필요

○ 에너지 소비와 관련된 부의 외부성

온난화	총량의 70~80%에 해당하는 GHG 배출
대기오염	화석연료 연소에 따른 대기오염(매연, 미세먼지 등) → 세계적으로 연간 3백만명의 조기사망 유발 (미국 GDP의 1%, 중국 GDP의 4%에 해당하는 손실 발생)*
토양오염	산성화물질 배출에 따른 2차 오염
수질오염	발전관련 용수 오염
교통사고	혼잡, 교통사고/사망(세계적으로 1.2백만명 사망) *
에너지안보	에너지수입 증가 → 무역수지 및 에너지 자립도 악화 →에너지안보 위협

출처 : *IMF (2014, p.1), 자동차 운행과 관련된 외부성은 IMF(2014, p.1)에서 다음의 연구를 재인용.

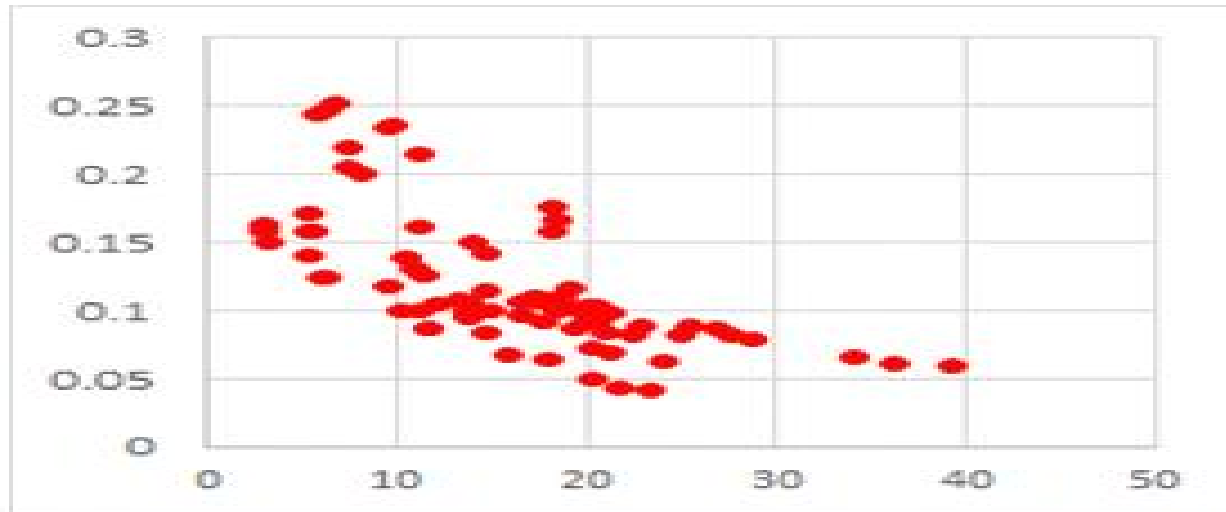
전력부문의 감축정책

○ 발전부문: 전력수급 및 세제정책방향(중장기)

- 원자력발전부문의 비중확대 (2015년 22.5% → 2035년 29%)
- 재생에너지 확대
- CCS(탄소채집기술) 투자 및 상용화
- 에너지효율 개선
- 에너지수요관리 ~ 에너지가격정책
 - * 에너지세제: 그린 재정 제시 (중장기 재정운용방안)
 - * 에너지 관련 보조금 단계적 일몰 (?)
 - * 전기가격인상(산업통상자원부, '전기요금 개선안의 개요', (2013.11.29)

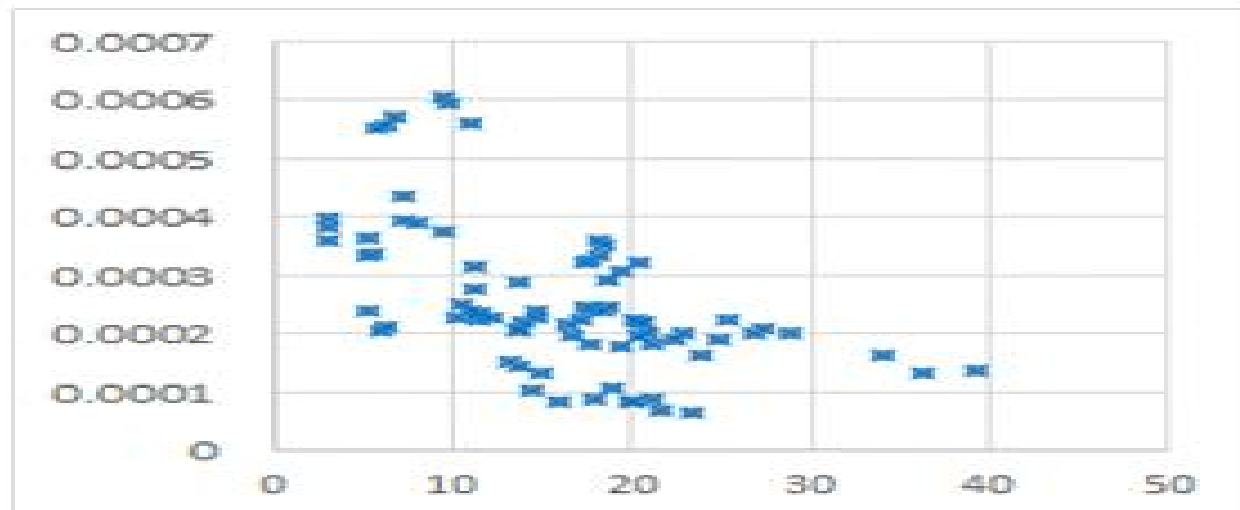
에너지가격/에너지 환경세 효과 (41개국)

GDP당 동등한 에너지 강도 (energy intensity)



에너지세율

탄소배출량 (CO2 intensity)



화발유가

에너지세율의 국제비교

국 가	수 송	난 방	전 력	평 균
한 국	10.5	0.5	- 0.1	1.8
프랑스	12.7	0.5	0.1	2.5
독 일	15.4	1.1	1.7	4.0
이탈리아	16.7	1.1	1.2	5.0
영 국	18.9	0.6	0.6	4.6
스페인	9.2	0.7	0.1	2.9
터 키	14.7	0.4	0.8	2.9
폴란드	9.3	0.7	0.5	2.2
OECD평균	11.36	0.82	0.89	3.18
IV(한국제외) 평균	13.84	0.73	0.71	3.44

4. 기후변화 정책방향

4-1. 국내 감축정책(25.7%감축): 에너지부문 중심

4-2. 해외부문 감축정책(11.3% 감축)

|

해외감축(11.3%)-방안

○ 96.1백만톤의 감축분을 어떻게 확보할 것인가?

- ▶ 해외탄소시장(SDM)에서 구매 - REDD+등의 감축크레딧 구매
→ 국부 유출 vs (국내 배출권거래제 참여업체) 감축부담 최소화
- ▶ 해외 (PPP를 통한) 감축사업을 통해 감축분 확보
→ 비용효과적? vs 해외시장개척의 부수효과기대

SDM

JCM



최적 포지션 (Club 활동 고려 필요)

- ▶ Article 6에 대한 연구 및 적정 Positioning 필요
- 어떤 입장?, 어떤 Club?, Climate Finance의 활용?

4. 기후변화 정책방향

4-1. 국내 감축정책(25.7%감축): 에너지부문 중심

4-2. 해외부문 감축정책(11.3% 감축)

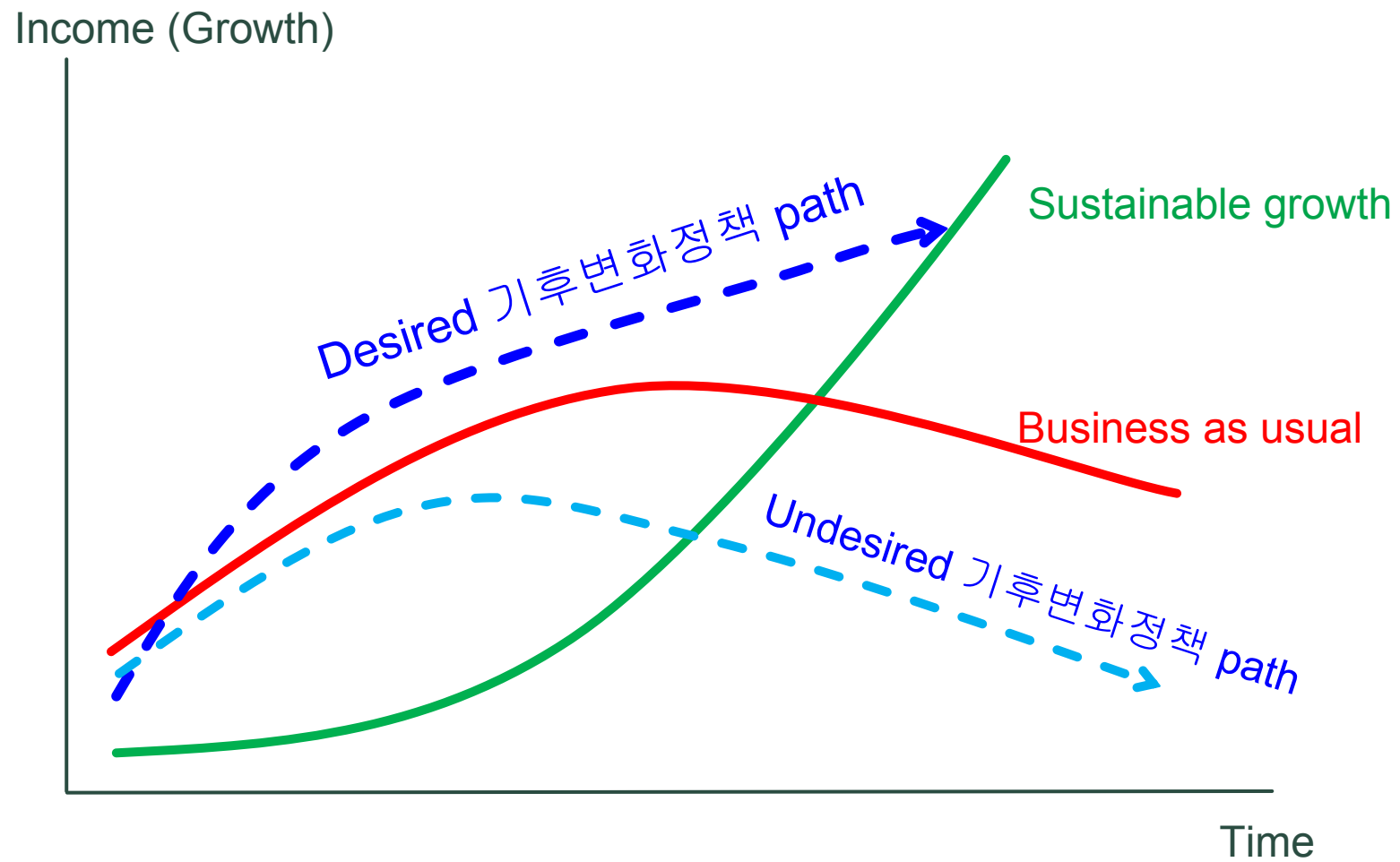
4-3. 적응정책

|

적응정책:방향

- ▶ 이상기후 및 재난에 대한 정책 대응 → 인프라 확충 및 정비
- ▶ 질병관리 정책에의 반영 필요
- ▶ 민간의 기후리스크 관리를 위한 금융상품 개발 → 보험, 파생상품(날씨, 배출권 파생상품)
- ▶ Inequality 적 관점의 접근 필요

결론



감사합니다

