

# 新기후체제와 에너지부문의 대응

원자력학회 2016 춘계학술발표회

신 정 식

# Contents

- 여건
- 신기후체제
- 대응방안

# 에너지 추이

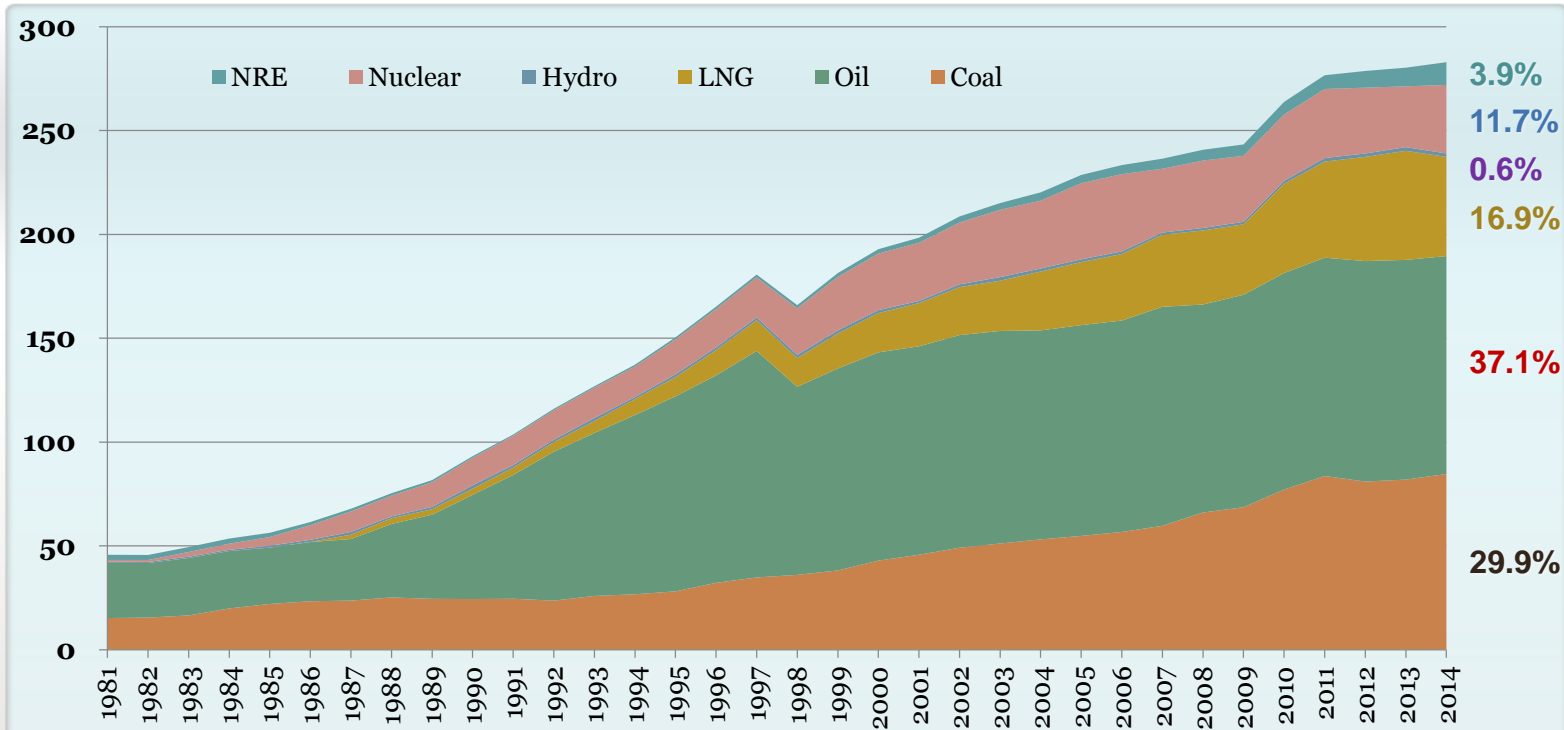
- 2000년 이후 일차에너지소비 성장을 감소. 특히 석유의존도는 지속적으로 감소
- 총 수입액 중에서 에너지수입 비중은 2014년 33.1% 차지

	1980	1990	1995	2000	2014	Average annual growth rate (%)		
						'80 ~'90	'90 ~'00	'00 ~'14
Primary energy consumption (M toe)	43.9	93.2	150.4	192.9	282.9	7.8	7.5	2.8
Per capita energy consumption (toe)	1.15	2.17	3.34	4.10	5.61	6.6	6.6	2.3
Oil dependence (%)	61.1	53.8	62.5	52.0	37.1	-	-	-
Energy imports (\$ 100 million)		109	191	379	1,741	-	13.1	11.5

# 에너지 믹스 변화 추이

- 석유의존도 : 58.1%(1981) → 37.3%(2014)
- LNG 비중 : 0.0%(1981) → 16.9%(2014)
- 석탄 비중: 33.3%(1981) → 19.3%(1997) → 29.9%(2014)

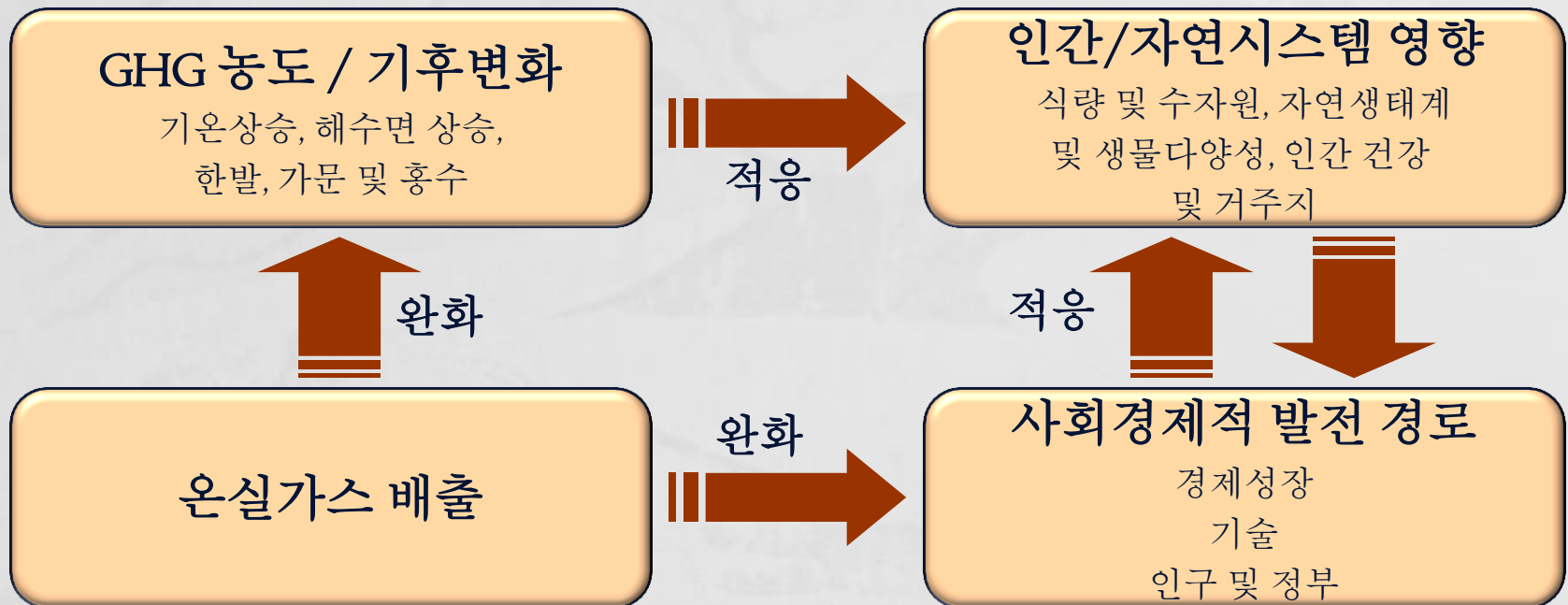
Unit: Million toe



# 기후변화 대응의 중요성

“기후의 **온난화** 현상은 **명백**” “기후변화에 대한 **인류의 영향**은 **명백**”  
(IPCC 5차 보고서)

“지구생태계를 보존하기 위해서는 2100년까지 기온 상승을 **2℃ 미만** 억제 필요”



# 기후변화협약: 기후체제의 시작

## 기후변화협약[1992]

UN Framework Convention on Climate Change  
(unfccc.int)

- **목표** : 기후시스템이 '위험한 정도'의 인위적 간섭을 받지 않는 수준으로 대기 중 온실가스 농도 안정화

\*'위험한 정도' '안정화'의 범위, 수준 설정은 국제협상의 주요 요소

(과학적 판단과 사회경제 정책적 상황 고려) → 기후변화정부간협의체(IPCC)의 역할 중요

- **원칙** : 형평성, 공통의 그러나 차별화된 책임(CBDR), 각국의 상이한 상황 고려, 사전예방적, 지속가능발전 증진

- **공약사항** : 선진국 대상, 2000년 온실가스 배출량을 1990년 수준으로 안정화, 선언적 (non-binding)인 공약, 구체적 이행 방안 부재

\* 개도국: 국가보고서 작성, 자발적 배출감축대책 등의 일반적인 사항

: 1995년부터 기후변화협약 당사국총회 개최(COP-1) ~ 2015년 COP-21(파리)

※ 기후변화협약 당사국총회(COP; Conference Of the Parties)

- 협상의 최상위 의사결정기구, 협약 원칙 개발, 새로운 공약사항 협상

# 교토체제: pre-2020 선진국 공약

## 교토의정서(1997)

기후변화협약의 구체적 이행방안 규정

2000년 이후 목표설정

### 감축대상 온실가스 및 배출원 규정

- 대상온실가스(6종): CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFCs, HFCs, SF<sub>6</sub> (이산화탄소, 비이산화탄소)
  - \* 2012년, NF<sub>3</sub> 추가
- 배출원: 에너지연소, 산업공정, 농업축산, 환경기초시설(폐기물 매립지) 등 에너지, 비에너지 부문
- 시장메커니즘 도입: 공동이행(JI), 청정개발체제(CDM), 배출권거래제(ETS)

### 선진국의 온실가스 감축목표 설정(정량적, top-down 방식)

<1997년 COP-3, 일본 교토에서 채택, 7~8년 이후인 2005년 발효>

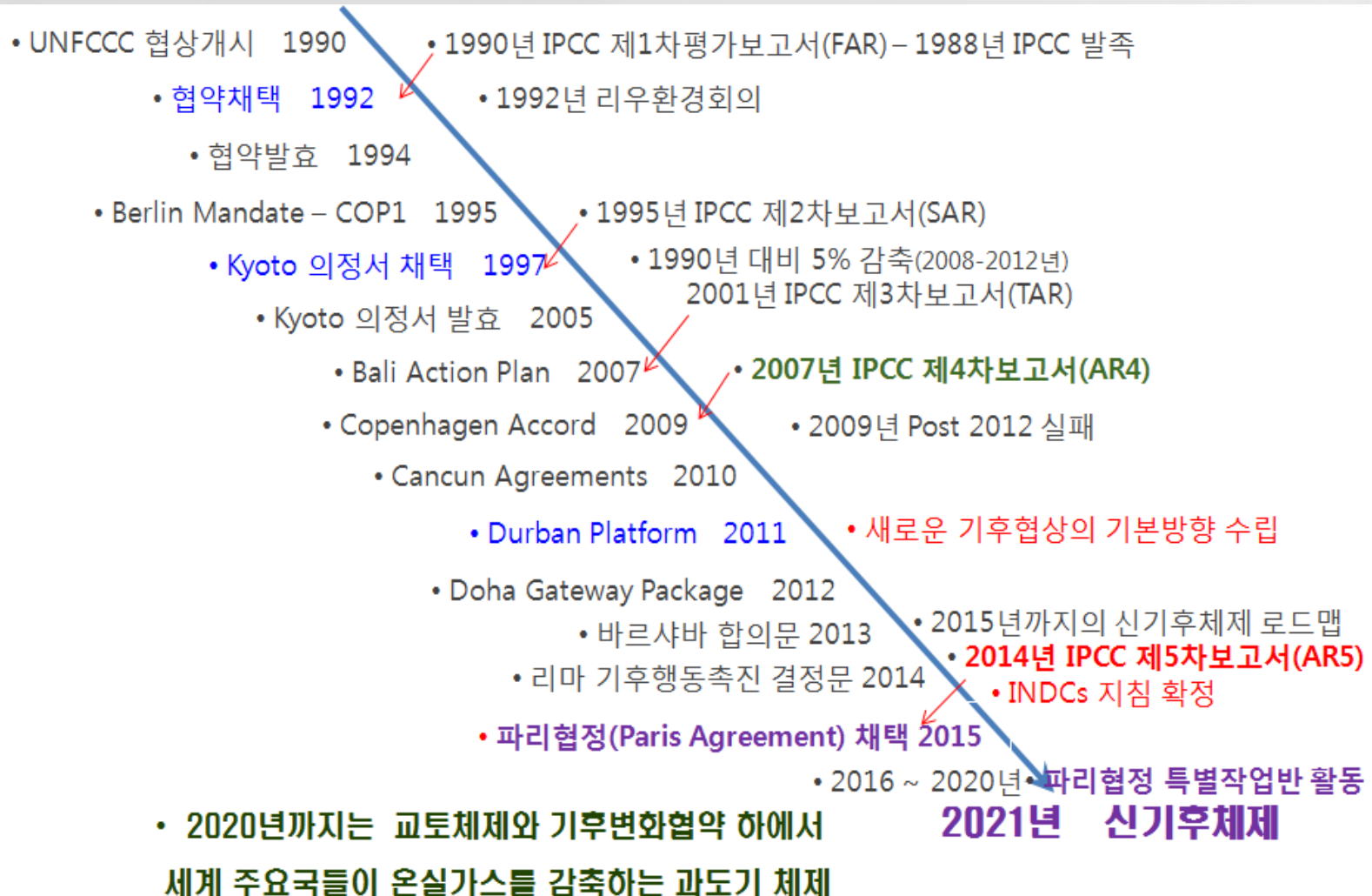
- 2008~2012년(1차 공약기간): 1990년 선진국가 배출량의 평균 5.2% 감축, 구속적
- 차별적 감축목표 부여(EU : -8%, 미국 : -7%, 일본 : -6%, 러시아 : 0% 등)

<도하개정안(2012년), 2020년까지 공약기간 연장에 합의>

- **2013~2020년(2차 공약기간): 1990년 선진국 배출량의 18% 감축**

\* 2020년 공약은 IPCC 4차보고서 권고기준인 25~40% 감축에 훨씬 못 미치는 수준

# 기후변화협상의 발전 과정



# 기존 교토의정서 체제의 한계

## 실효성에 대한 의문점

- ▶ 미국: 교토의정서 비준 거부
- ▶ 일본, 캐나다, 뉴질랜드: 제2차 공약기간 감축의무 포기 선언
- ▶ 기존 부속서 체제 하에서 중국, 인도 등 온실가스 다배출 개도국은 감축 의무 대상국이 아님

2020년 이후  
교토의정서 체제를 대체할 효과적인  
체제의 필요성 대두

## 새로운 접근법

- 모든 국가가 참여하는 새로운 기후변화 대응체제 구축 필요성 대두
- 새로운 감축목표 설정 방식
  - ▶ 자발적 국가기여방안(INDCs\*)
  - ▶ 상향식(Bottom-up) 접근방법: INDCs의 특성상 모든 국가가 참여하는 체제
- 미국 등 주요 선진국들은 기존 부속서 체제 강력 반대

## 우리나라에 미칠 영향

제조업 및 온실가스 다배출 업종의 비중이 높은 산업구조를 감안하면  
新기후체제는 우리경제에 큰 도전

# 신기후체제 협상 논의 경과

## ● 신기후체제하의 온실가스 감축방안? INDCs를 출발로 협상 진행

- 기후변화협약의 원칙인 공통의 그러나 차별화된 책임(CBDR), 개별 국가의 능력 (Respective capabilities, RC )과 각국의 상황(NC) 고려 (CBDR/RC/NC) 하지만,

\* 자국의 INDCs가 얼마나 공정하고 의욕적(fair and ambitious)인지를 스스로 설명

\* 후퇴금지(no backsliding)원칙: **현재의 감축행동**(예: 국가 기후변화 관련법상의 감축)을 넘어서는 강화된 수준의 자발적 기여

- 기후변화 적응도 INDC에 포함 할 것을 권고

- '15년 10.1일까지 제출된 INDCs에 대해 협약 사무국은 종합보고서(Synthesis Report)를 작성

\* **우리나라**: '15. 6.30일 INDCs 제출(감축/적응)  
(2030년 BAU 대비 37% 감축,  
국제시장메커니즘을 통한 감축 포함)

\* **INDC 총체적 분석결과: 2030년 570억t 규모(~2.7 °C)**



# 교토체제와 신기후체제 비교

구 분	교 토 체 제 (pre-2020년)	신 기 후 체 제 (post-2020년)
이행기간	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2008-2020년 (2005년 발효)</li> <li>· 1차: 2008-2012</li> <li>· 2차: 2013-2020</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2021년 ~ (발효 연도?)</li> </ul>
대상국가	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 교토의정서 비준국을 대상으로 선진국과 개도국으로 구분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 선진국, 개도국 그룹에 대한 구분 없이 196개 모든 당사국을 대상</li> </ul>
감축목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Annex I 선진국을 대상으로 의무 감축목표 부과 (top-down 방식)</li> <li>(2008-2012년, 1990년 기준 평균 5.2% 감축목표)</li> <li>(2013-2020년, 1990년 기준 18% 감축)</li> <li>· 개도국: 자발적으로 국가의 상황에 따라 2020년 중기 목표 제시(NAMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 장기 온도상승 제한 목표(2℃, 1.5℃ 노력)</li> <li>· 2050년 장기 저탄소개발 전략</li> <li>· 파리협정에 따라 각국이 정한 기여정도(NDC) 제출 (bottom-up 방식)</li> <li>(선진국: 절대량 방식, 개도국: 유연성 부여)</li> <li>· 조속한 기간내 배출 정점(peak) 도달</li> </ul>
법적형태*	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Protocol(교토의정서)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Agreement(파리협정)</li> </ul>
협정문의 주요 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기후변화 완화에 초점(온실가스 감축, 흡수원 확대)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 완화와 적응을 균형적으로 반영, 이행수단(기술, 재정, 역량배양), 행동 및 지원의 투명성 등 포함</li> </ul>
시장 메커니즘	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 배출권거래, 청정개발체제, 공동이행제도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국제탄소시장 메커니즘 활용 다양화 (단, MRV, 신뢰 구축, 환경건전성, double counting 방지)</li> </ul>

\* 명칭 자체가 법적 구속력이나 효력을 좌우하는 것은 아니며 내용의 합의가 중요

## 글로벌 규범으로서 기후변화협약 전환시점 도래

### ■ 기후변화협약추이 및 대응에 대한 인식 및 이해 차이

- 소극적 대응논리 : 저유가 기조의 지속으로 친환경 신재생에너지 산업의 성장이 지연될 것임. 파리합의도 정치적 구호이며 강제력이 없으므로 시간이 지나면 결국 교토협약과 같이 될 것임.
- 적극적 대응논리 : 저유가와 상관없이 친환경 신재생에너지산업의 성장은 거스를 수 없는 메가트렌드가 될 것이며 에너지저장 등 획기적인 기술 혁신이 향후의 신성장동력이 될 것임.
- 파리 신기후체제는 선진국과 개도국 간에 차별 없이 합의한 것이며 특정 국가의 특정 산업만 부담을 질 수는 없으므로 Border tax, Carbon tax 등 어떠한 형태로서든지 모든 국가가 공평하게 배출비용을 지불하게 될 것이므로 반드시 선제적인 준비가 필요.
- 우리의 정책 및 국내산업의 적응속도에 따라 ‘기회’와 ‘위기’가 상존

# 新기후체제 기반: INDCs

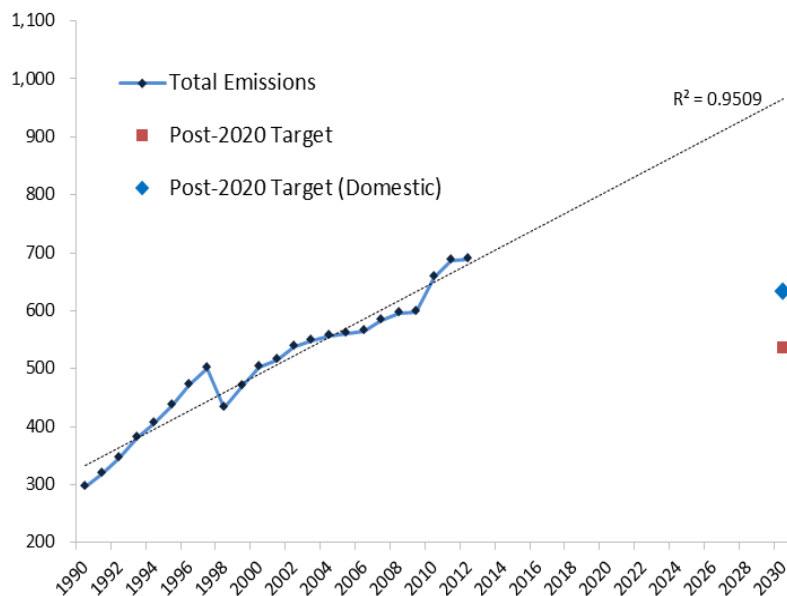
## ■ INDC 제출 현황

- ▶ 2016.3 기준 188개 당사국이 INDC를 제출
- ▶ 기후변화협약 당사국과 전세계 배출량의 98% 이상, 전세계 인구의 97% 이상 차지
- ▶ 절대량, BAU, 배출원단위, 정책 및 조치 등 다양한 형태의 목표 제시
- ▶ 파리협정 도출을 위한 기반 조성에 기여

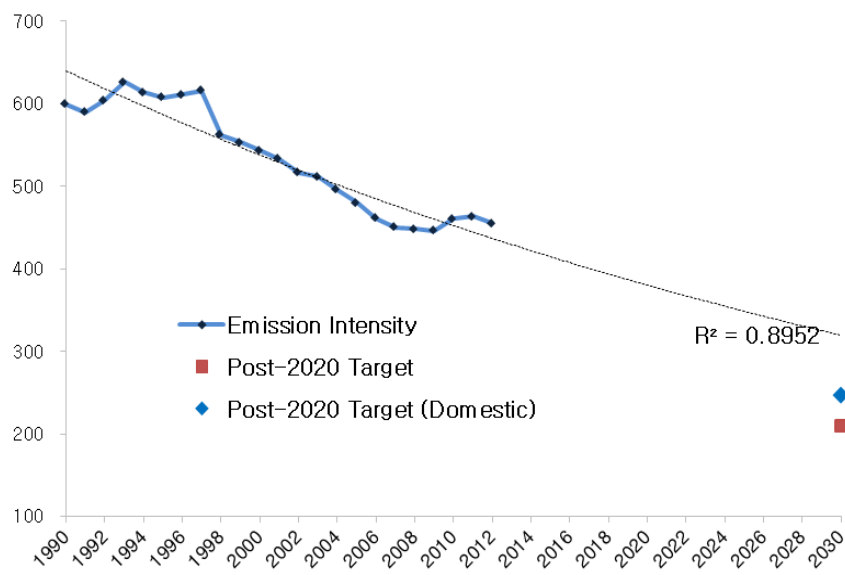
당사국	목표형태	감축목표	목표년도	기준년도
EU	절대량	-40%	2030	1990
미국	절대량	-26 ~ -28%	2025	2005
중국	원단위	-60 ~ -65%	2030	2005
한국	BAU	-37%	2030	-
일본	절대량	-26%	2030	2013

# 한국의 Post-2020 감축목표 평가

온실가스 배출 추세와 감축목표 : Korea



배출원단위 추세와 감축목표: Korea

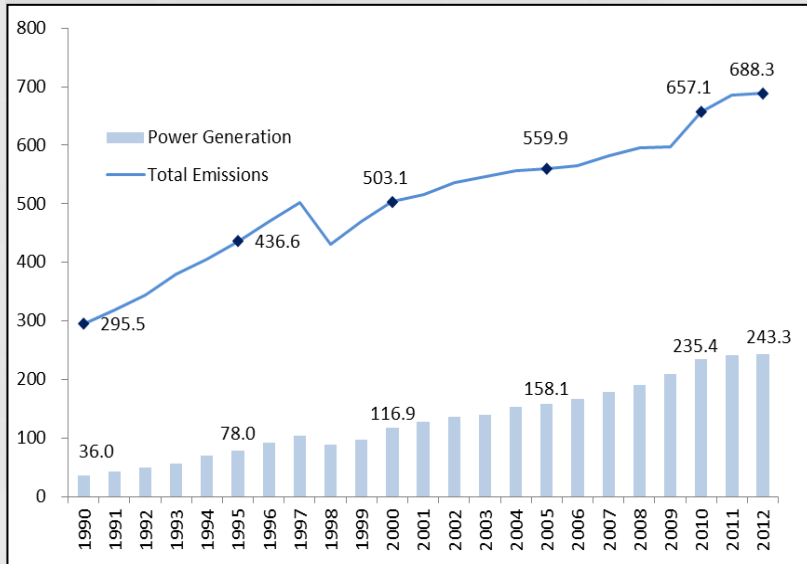


- ▶ 온실가스 배출증가세를 억제하고 빠른 시일 내에 감소세로 전환 필요
  - 설정한 감축목표 달성을 위한 획기적인 감축노력 필요
- ▶ 경제성장 과정에서의 배출원단위 개선속도 가속화 필요
  - 산업부문의 높은 에너지효율 수준을 고려하면, 개선의 여지가 높지 않음

# 온실가스 배출 현황\_발전부분

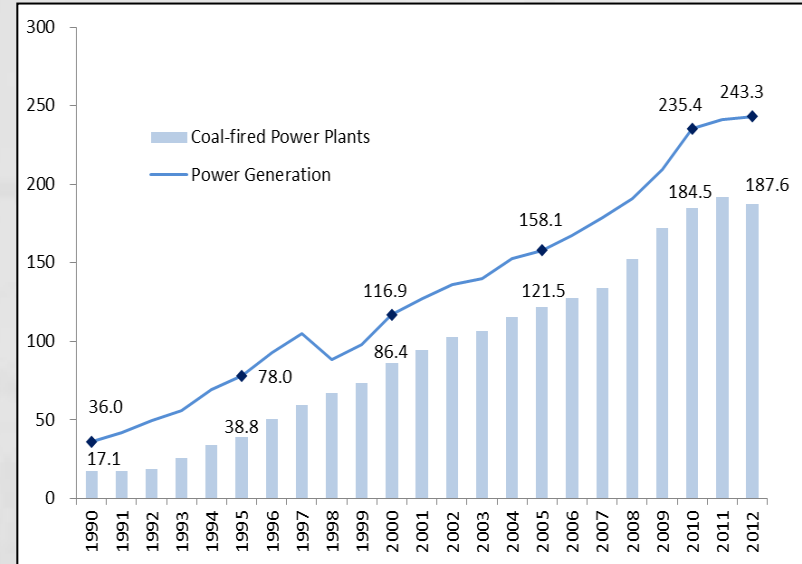
## 발전부문 온실가스 배출 추세

(단위: 백만 tCO<sub>2</sub>eq.)



## 석탄발전의 온실가스 배출 추세

(단위: 백만 tCO<sub>2</sub>eq.)



- ▶ 발전부문 온실가스 배출량: 36 (12%,1990) → 243 mil. tCO<sub>2</sub>eq. (35%,2012)
  - 연평균 9.1%의 빠른 증가세: 낮은 전기요금, 편의성 등의 요인
- ▶ 석탄발전의 온실가스 배출량: 17 (48%,1990) → 188 mil. tCO<sub>2</sub>eq. (77%,2012)
  - 연평균 11.5% 증가: 전력수요 증가 충당

# 획기적 해결책이 필요한 정책여건

## ❖ 국제사회에 온실가스 감축을 위한 **의욕적 목표** 제시

- 목표달성을 위한 총체적 노력 필요

## ❖ 목표달성을 위한 **저비용 감축수단**은 상대적으로 부족

- 산업부문을 중심으로 높은 에너지 효율 수준 (OECD 국가 중 가장 높은 수준)
- 저탄소 발전 잠재량이 부족하며 비용도 높음 (예, 신재생에너지)

## ❖ 목표달성 관련 **불확실성** 요소 존재

- 국제탄소시장(IMM)의 활용과 관련된 불확실성 존재
- 에너지산업의 활성화 및 저탄소 기술개발의 속도

# 정책 과제

## ☀ 에너지 산업, 시스템의 패러다임 전환

- 다양한 에너지 믹스, 에너지 신산업 창조경제 모델 육성 전략
  - \* 인프라에의 투자, 전환에 오랜 기간 소요, 중장기 전략 수립
- 전력·에너지 생산 및 보급량의 기후변화 탄력성 파악  
(예: 기후변화로 인한 물 부족, 전력생산에의 영향)
- 기후연계 신산업 육성, 비즈니스 모델 개발(국제기금 사업에의 활용과 연결)

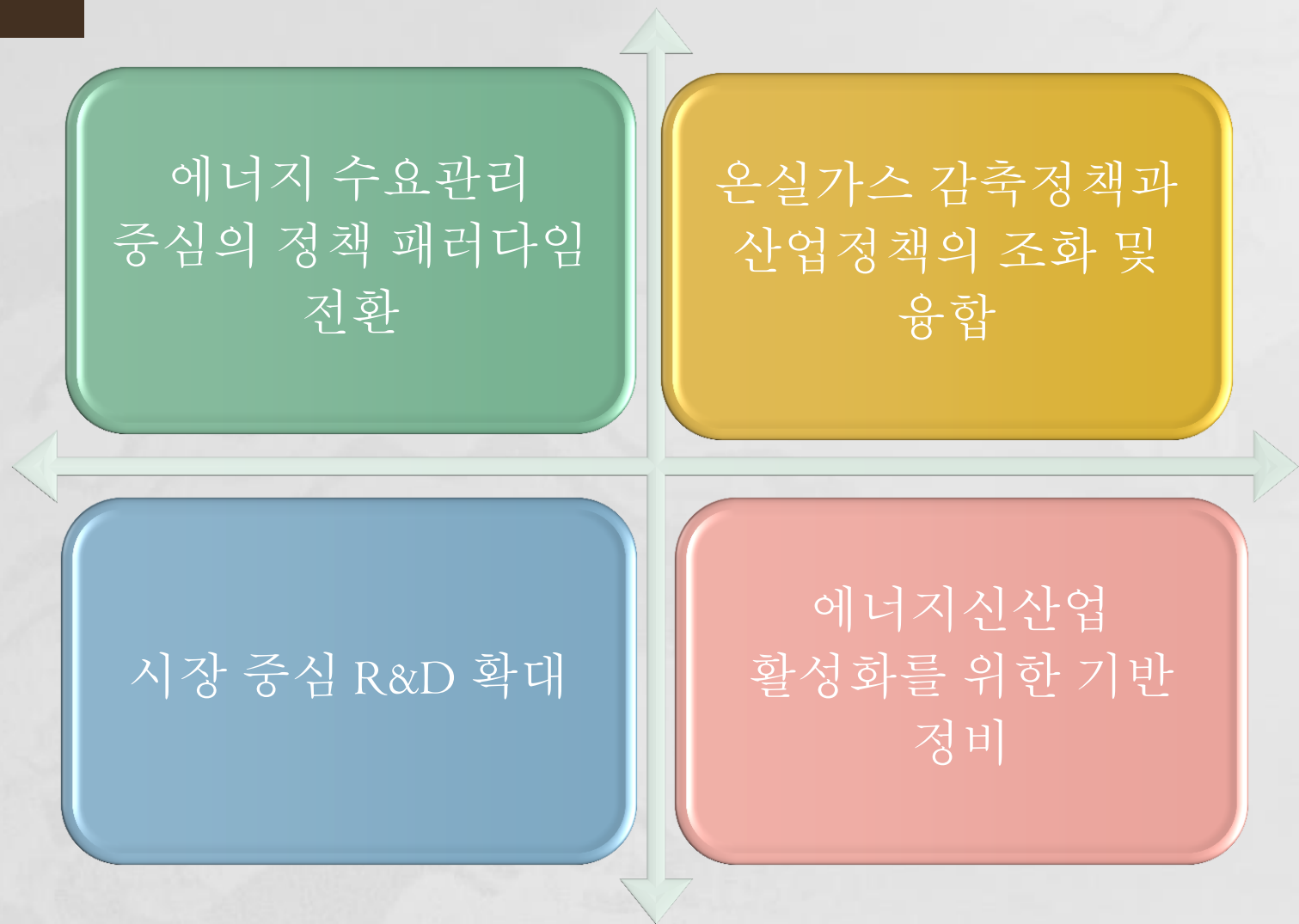
## ☀ 모든 경제분야(economy-wide)가 포함된 장기 저탄소개발전략 수립

- 2050년 장기 pathway 전략, 지속가능발전 틀에서 체질 개선
- 온실가스 배출섹터의 장기 전략 수립(세부 이행계획 수립: 기술혁신, 기술개발 전망과의 연계)
- 산업구조의 에너지, 자원 절약과 효율개선, 저탄소 전략
- 산업구조의 기후탄력성 제고: 1차, 2차, 3차 산업 등
  - 저탄소, 자원순환형 사회 구축: 사회 전반의 저탄소화 추진

## ☀ 패러다임 전환에 부적절한 정책, 장애 요인은 무엇인지 총체적 분석

- 법, 제도, 기술, 거버넌스 체계 등

# 新기후체제 대응 에너지정책 과제



# 에너지 수요관리

## 기존 공급중심의 에너지정책을 수요관리 중심으로 과감한 패러다임 전환

- ▶ 원전 등 에너지공급시설 사회적 수용성 악화, 제한적 신재생에너지 역할 전망 등
- ▶ 新기후체제 하에서 기존 공급중심 에너지정책의 지속가능성 불투명
- ▶ 에너지 수급안정과 기후변화 대응을 동시에 충족시킬 핵심적 대안

### 창조경제구현을 위한 에너지정책방향



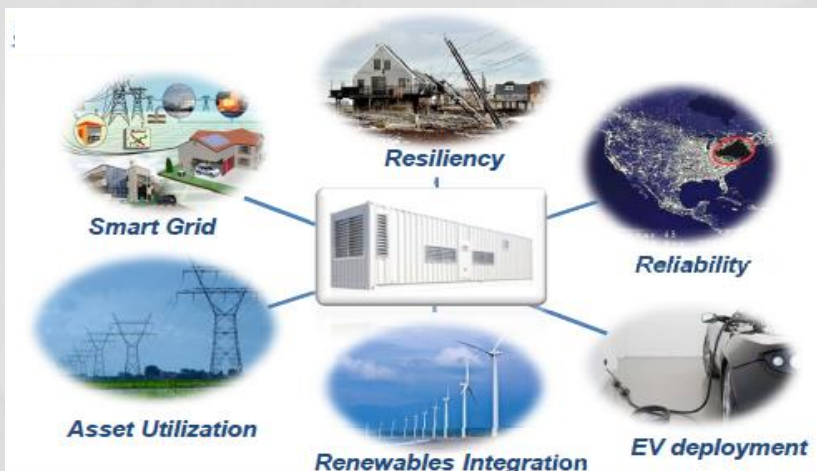
# 감축정책과 산업정책의 조화·융합

- 주력산업 및 에너지다소비 업종의 고효율 저탄소화 지원체계 구축
  - 기존 규제 중심의 감축정책은 경제 체질개선에 대한 신호와 방향성 제시 어려움
  - 감축정책과 제조혁신의 통합적 추진을 통한 산업생산시스템 전반의 에너지 효율화 및 저탄소화 추진
  - 온실가스 감축지원을 통한 주력산업 및 에너지다소비 업종의 친환경공정 전환, 고부가가치화 및 경쟁력 강화 유도
  - 업종/사업장의 배출원단위(배출량/부가가치 또는 배출량/생산량) 관리를 위한 인센티브 및 지원 시스템 구축 검토

산 업	대응 방향
자동차 · 디스플레이	친환경차, 플렉서블 패널 등 선도기술 상용화
석유화학	첨단 화학소재 개발
철 강	친환경차 등 고부가 철강재 개발
조선 · 해양플랜트	설계 엔지니어링 및 기자재 국산화
반도체	SoC · 장비 · 소재 집중 투자
섬 유	탄소섬유 상용화, 스트림간 협력 강화

# 시장기반 R&D 확대

- 수요자 중심의 에너지시스템 전환 대비 융·복합기술 및 시장중심 R&D 확대
  - 기존 단위기술 중심의 R&D는 에너지시장 전반의 요구에 대한 유연성 부족
  - 기후변화 대응 및 산업경쟁력 제고의 융합적 관점에서 접근 필요
  - 기존 요소기술 고도화(예: 초고효율 송배전, 초고효율 전동기 등) R&D 지속
  - ICT-에너지기술-빅데이터-디자인 등 다부문 융·복합을 통한 시장중심 R&D를 추진하는 Two-Track 시스템 구축
  - 기술집행위원회 (TEC), 기후기술센테 및 네트워크 (CTCN)의 적극 활용



# 에너지신산업 기반 정비

## 민간의 자발적 참여 및 장기투자 유인을 위한 제도 개선 및 정비

- ▶ 에너지산업과 다른 산업과의 융복합을 통한 신비즈니스 모델 및 부가가치 창출
- ▶ 신규 에너지 인프라에 대한 민간투자, 소비자의 역할 증대 및 행동변화 관점에서의 접근을 통한 기술개발 유인 제공
- ▶ 경쟁적 시장구조와 민간주도의 시장형성 전제
- ▶ 에너지 가격기능의 정상화, 전력 소매시장의 단계적 개방 등을 통한 다양한 형태의 비즈니스 모델 창출 유도
- ▶ 에너지신산업 지원 특별법의 조속한 제정 및 시행

### 에너지 프로슈머

- ▶ 신재생에너지, ICT 기술 등을 활용하여, 누구나 직접 전기를 생산하고, 남는 전력을 판매하는 다양한 유형의 신산업

### 전기자동차

- ▶ 순수 전기차 제조업과 더불어, 전기차 연관 생태계 활성화를 위한 새로운 산업도 포함

### 저탄소 발전

- ▶ 국내 발전의 저탄소화를 위해, 신재생에너지, 화력발전 효율화, 차세대 전력 인프라 등이 포함

### 친환경 공정

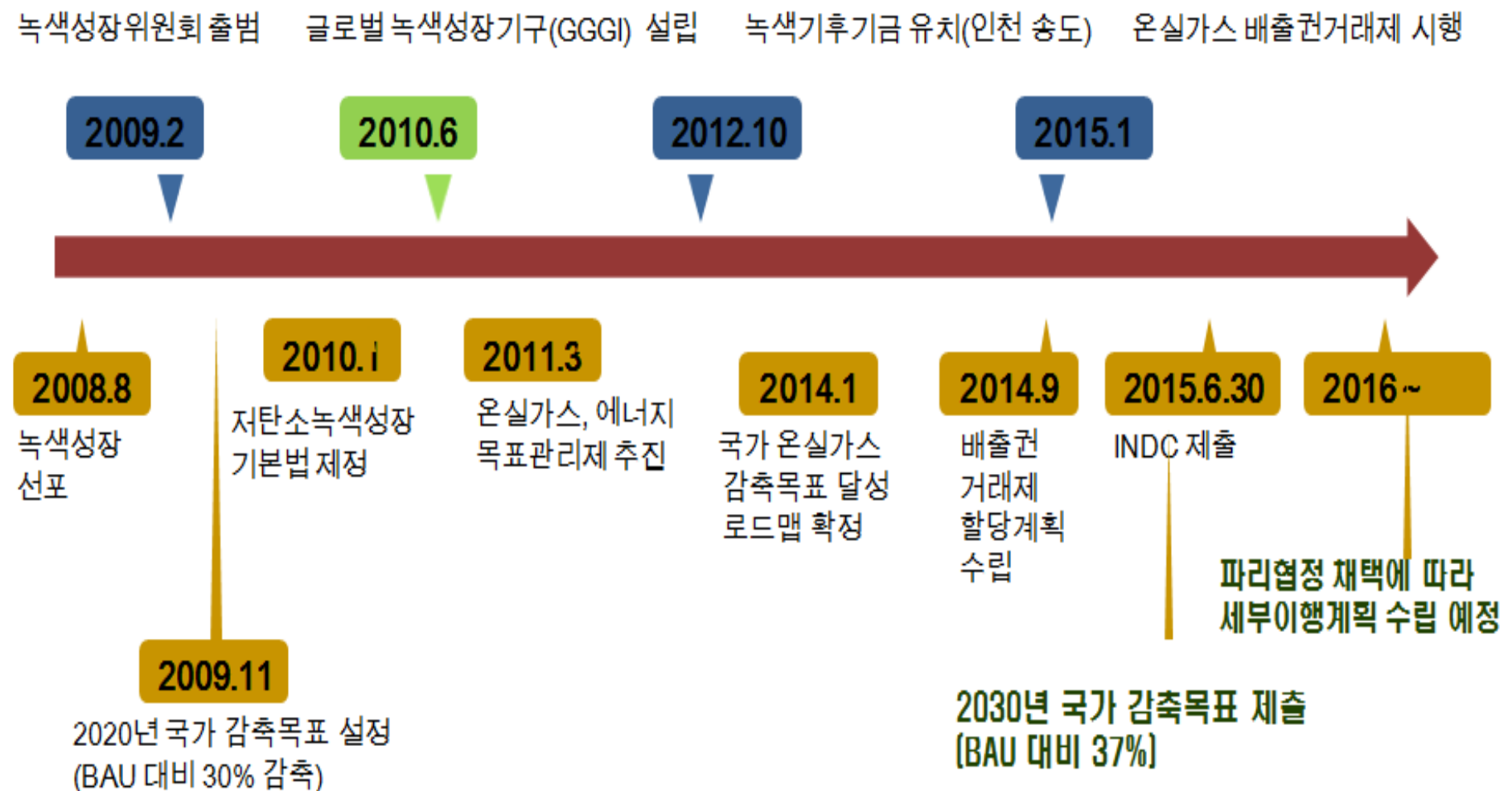
- ▶ 제조 공장의 효율향상·온실가스 대체하는 공정으로 전환하거나, 버려지는 미활용열을 사용하는 산업

# 新기후체제의 의미

- 新기후체제는 UNFCCC의 모든 당사국들이 참여하는 체제
  - ▶ 기후변화 완화 및 적응을 위한 개도국의 참여 본격화
- 新기후체제는 당사국이 기여방안을 스스로 결정하는 상향식 접근방식 채택
  - ▶ 자국의 경제/사회적 여건과 능력을 고려한 기여방안 제시
  - ▶ 기여방안(감축, 재정지원 등)의 공평성과 실현가능성에 대한 향후 논란 예상
- 新기후체제는 기존 에너지정책의 근본적인 패러다임 전환 요구
  - ▶ 고효율에너지 및 신재생에너지 시대의 시발점



# 기후변화 대응정책 추진과정



# 新기후체제 대응 에너지정책 과제

## 에너지신산업 기반 정비

- ▶ **민간의 자발적 참여 및 장기투자 유인을 위한 제도 개선 및 정비**
  - ▶ 에너지산업과 다른 산업과의 융복합을 통한 신비즈니스 모델 및 부가가치 창출
  - ▶ 신규 에너지 인프라에 대한 민간투자, 소비자의 역할 증대 및 행동변화 관점에서의 접근을 통한 기술개발 유인 제공
  - ▶ 경쟁적 시장구조와 민간주도의 시장형성 전제
  - ▶ 에너지 가격기능의 정상화, 전력 소매시장의 단계적 개방 등을 통한 다양한 형태의 비즈니스 모델 창출 유도
  - ▶ 에너지신산업 지원 특별법의 조속한 제정 및 시행

### 에너지 프로슈머

- ▶ 신재생에너지, ICT 기술 등을 활용하여, 누구나 직접 전기를 생산하고, 남는 전력을 판매하는 다양한 유형의 신산업

### 전기자동차

- ▶ 순수 전기차 제조업과 더불어, 전기차 연관 생태계 활성화를 위한 새로운 산업도 포함

### 저탄소 발전

- ▶ 국내 발전의 저탄소화를 위해, 신재생에너지, 화력발전 효율화, 차세대 전력 인프라 등이 포함

### 친환경 공정

- ▶ 제조 공장의 효율향상·온실가스 대체하는 공정으로 전환하거나, 버려지는 미활용열을 사용하는 산업

# 저탄소 전원믹스 체제로의 전환

- 국민은 ‘깨끗하고’ ‘안전한’ 전기를 원함. ‘싼’ 전기를 원하는 집단은?
- 석탄발전소 비중 축소

(미국) 발전부문 포괄적인 탄소규제 도입: 신규석탄(CCS의무화),  
기존석탄(발전량제약)

(영국) 배출권거래제도 이외에 탄소부과금(발전연료), 배출성능규제(신규석탄 CCS의무화) 도입

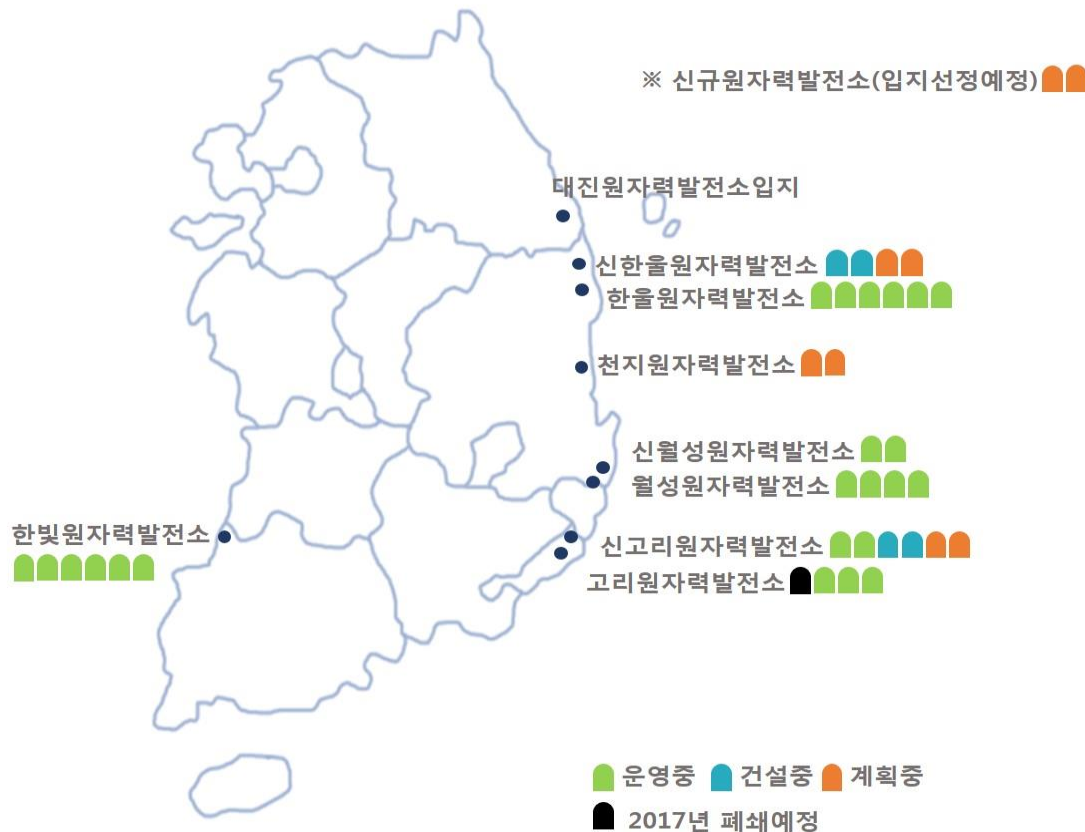
(독일) 배출권거래제도 이외에 석탄발전의 단계적 폐지정책 도입

(일본) 2030온실가스 감축 위해 석탄발전 규제 착수(화력발전량 중 석탄발전량 비중을 50% 이내로 규제)

(한국) 석탄발전 지원 확대(석탄발전가격 인상). 석탄발전 비중증대. LNG발전 가동률 급락

- 신재생에너지발전 확대를 위한 구체적 계획수립
- 교량적 에너지로서의 가스복합발전 적정비중 유지
- 원자력발전의 사회적 수용문제 해결
  - 기술 주도의 정책 대신 정치-사회-자연과학이 융합된(Trans-scientific) 방식의 정책 개발이 필요
  - 원전안전에 대한 사회문화적 접근 필요: 국민이 인식하는 것이 현실  
“Perception is reality!”

# (참고자료) 원자력발전소 현황 및 전망



- 가동중 : 24기  
(고리 1-4, 신고리 1-2, 월성 1-4, 신월성 1-2, 한빛 1-6, 한울 1-6)
- 건설중 : 4기 (신고리 3-4, 신한울 1-2)
- 계획중 : 8기 (신고리 5-6, 신한울 3-4, 천지 1-2, 신규원전 1-2)
- 폐지(예정, 2017년) : 1기(고리 1)



**Thank You !**