

- 광주 에너지 정책포럼

## 지자체 에너지 전환 동향과 과제

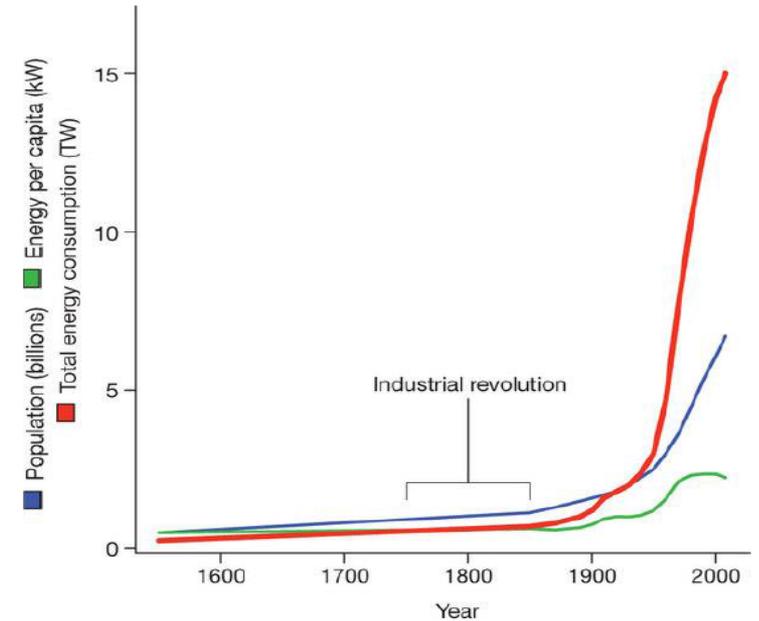
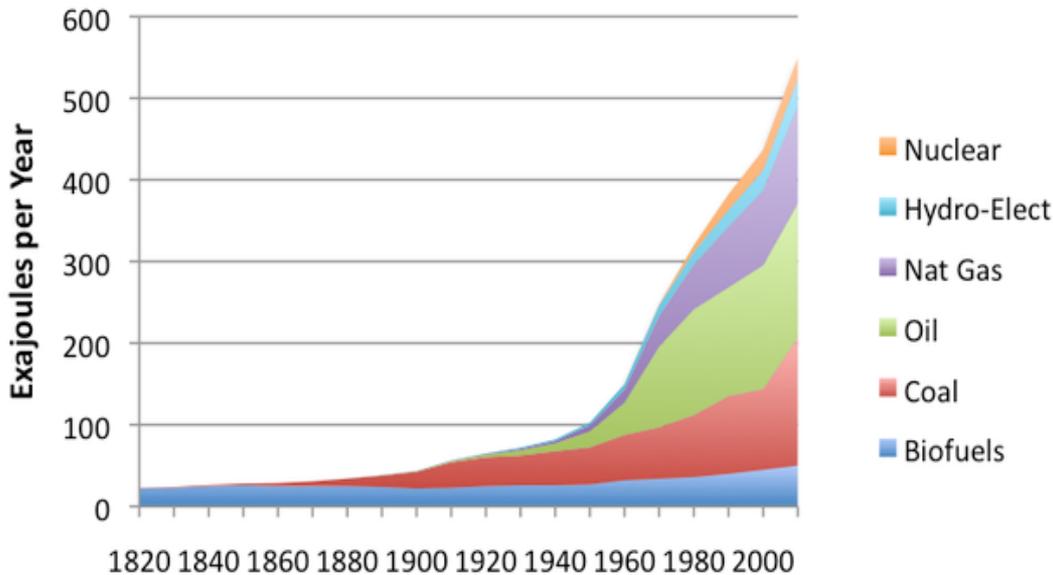
광주광역시의회 5층 예산결산위원회실  
2015.11.23.(월요일)

이상훈 소장  
한국신·재생에너지학회 녹색에너지전략연구소

# 현대 사회와 에너지 소비

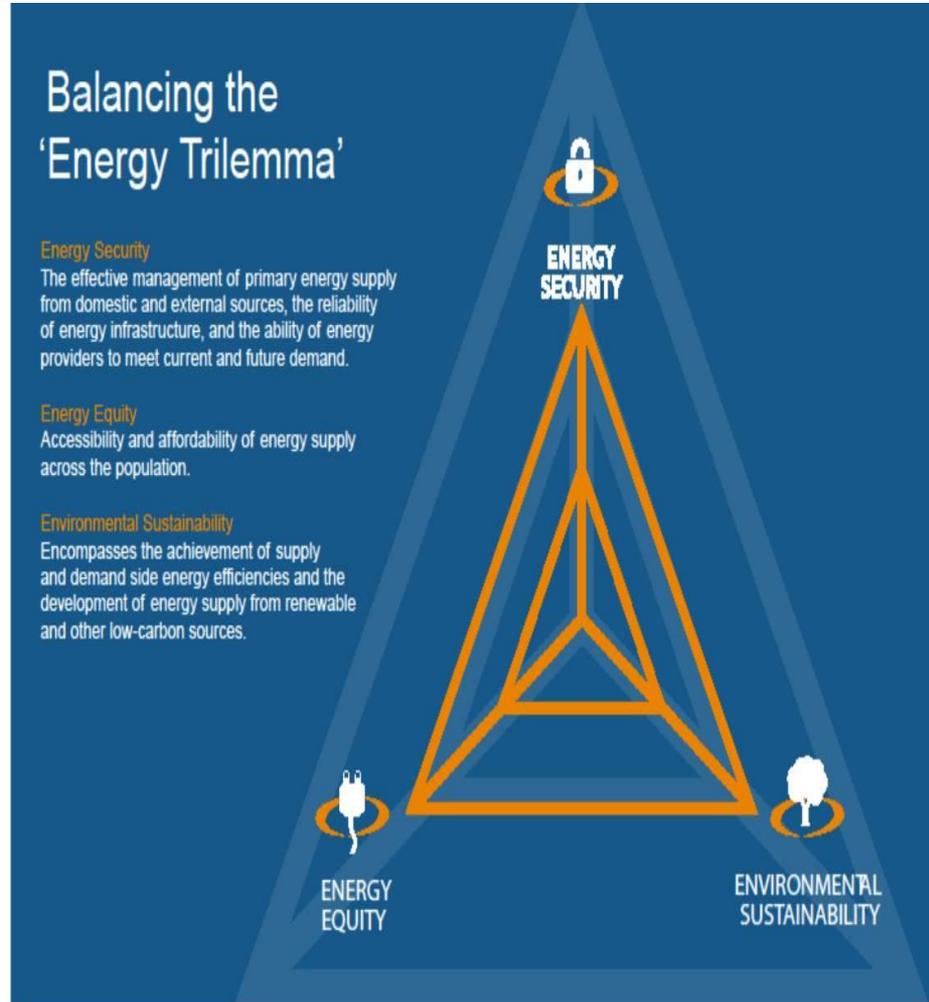
- 현대 산업 문명은 화석연료를 에너지로 이용하면서 형성되어 발전된 탄화수소에 기반한 사회임
- 산업혁명을 계기로 세계 에너지 소비와 1인당 에너지 소비량은 비약적으로 증가하였음

## World Energy Consumption



# 에너지 삼중고(Energy Trilemma)

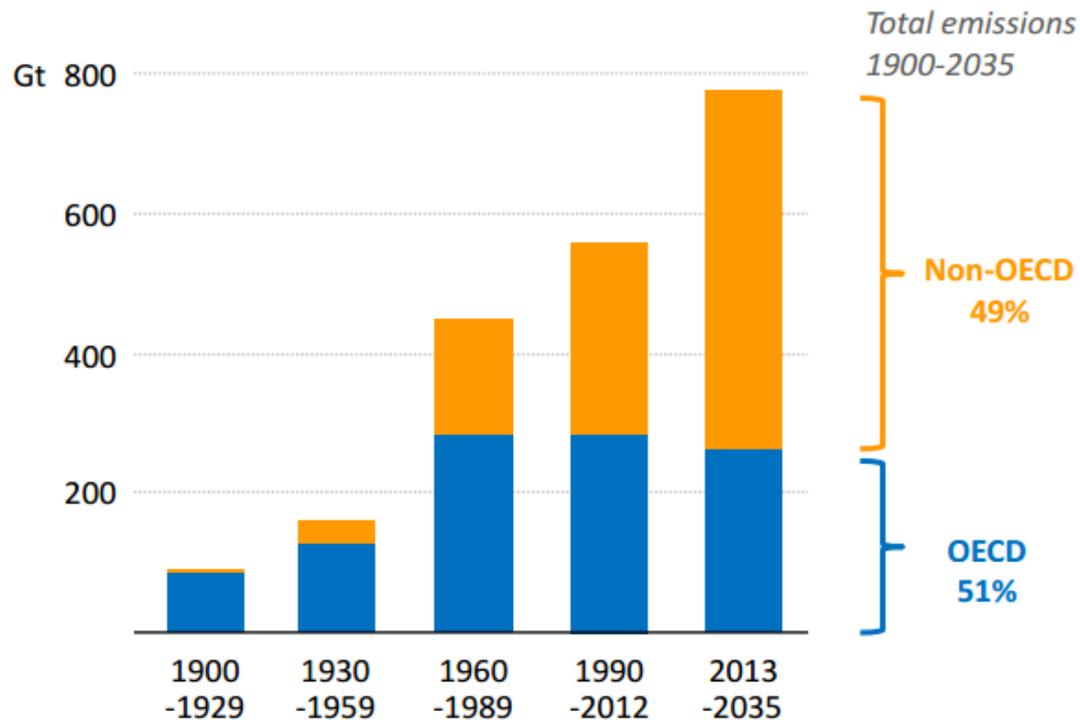
- 국제에너지기구(IEA) (2008년)  
“현재 에너지 수급 추세는 명백히 지속불가능하다(Unsustainable)”
- 1) 화석연료 부존량 한계와 편중성에서 기인하는 에너지 안정적 공급의 불안
- 2) 화석연료에서 발생하는 심각한 대기오염으로 인한 건강피해와 온실가스 배출로 인한 미증유의 환경 위기
- 3) 에너지 풍요의 시대에서 근대적 에너지 혜택을 받지 못하는 에너지 빈곤층 확대  
(전력 혜택 받지 못하는 인구 13억명, 취사시설을 제대로 갖추지 못한 인구 26억명)



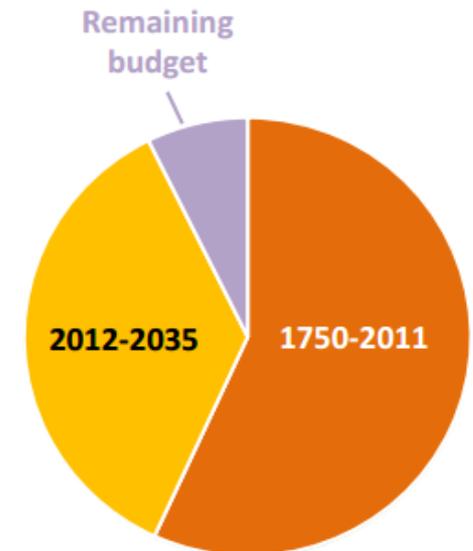
# 세계 에너지 미래는 지속가능한가 ?

- 세계 에너지 수요는 중국, 인도 등 신흥공업국의 주도로 2035년까지 30-40% 증가할 전망이다
- 2035년 세계 에너지 공급에서 화석연료는 75%의 비중을 차지할 것으로 예상
- 이런 추세가 지속될 경우 기후변화 완화를 위한 2°C 목표 달성의 가능성은 희박해짐

## Cumulative energy-related CO<sub>2</sub> emissions

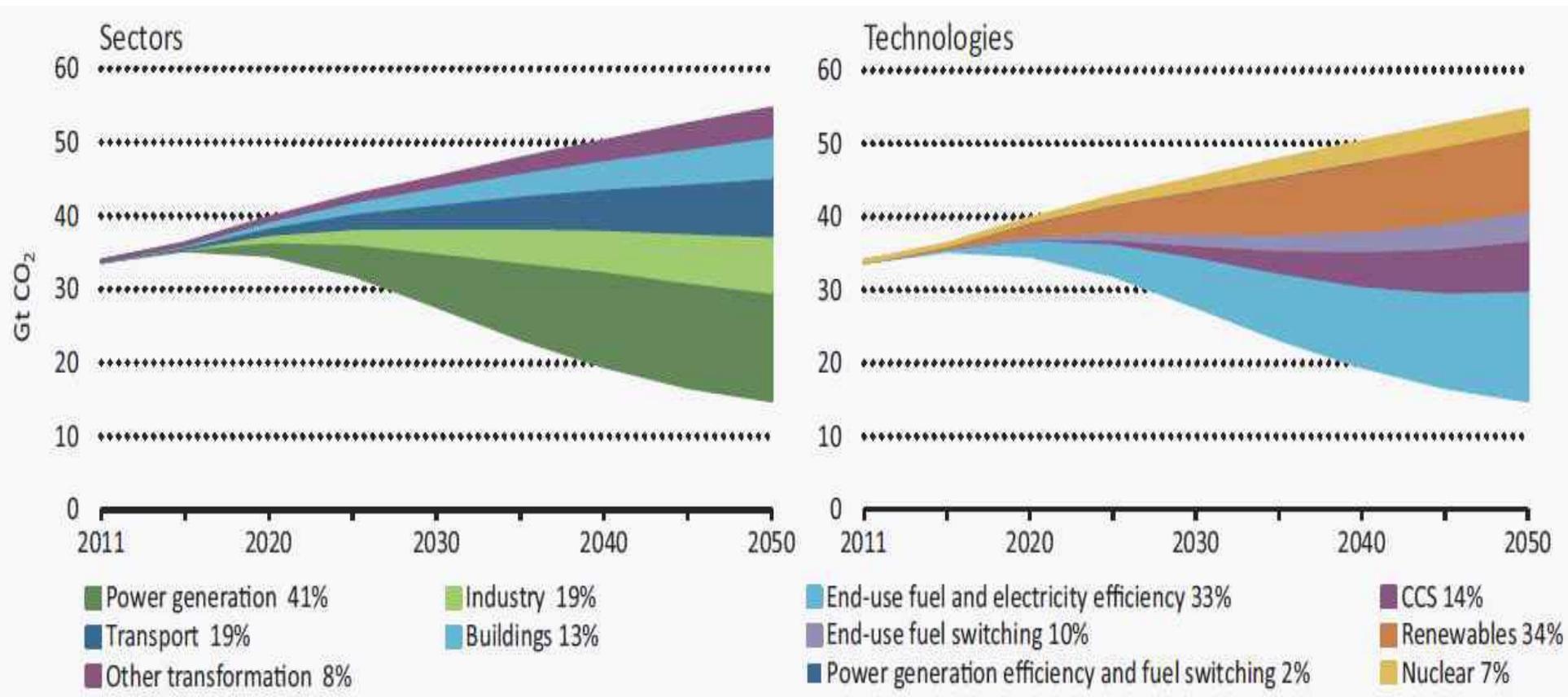


## 'Carbon budget' for 2 °C

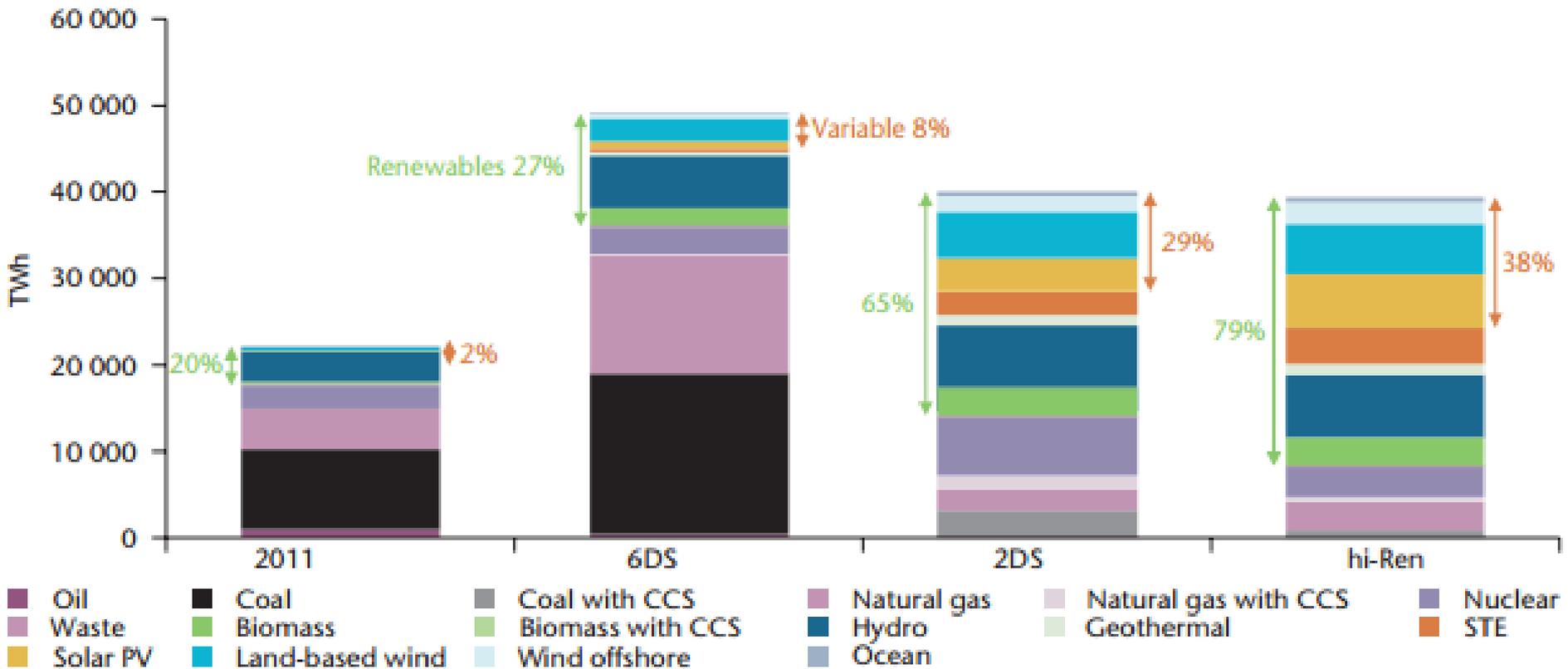


# IEA ETP 2DS 시나리오(2014년)

- 국제사회가 추구하는 2°C 목표를 달성하기 위한 에너지 시나리오
- 에너지 효율 향상과 재생에너지 보급 확대가 온실가스 감축에서 결정적 역할을 할 것으로 기대됨
- 원자력은 저탄소 배출원이나 전기 생산 중 비중은 1993년 이후 계속 감소(IPCC AR5 WGIII)
- CCS는 당분간 상용화가 어려울 것으로 전망



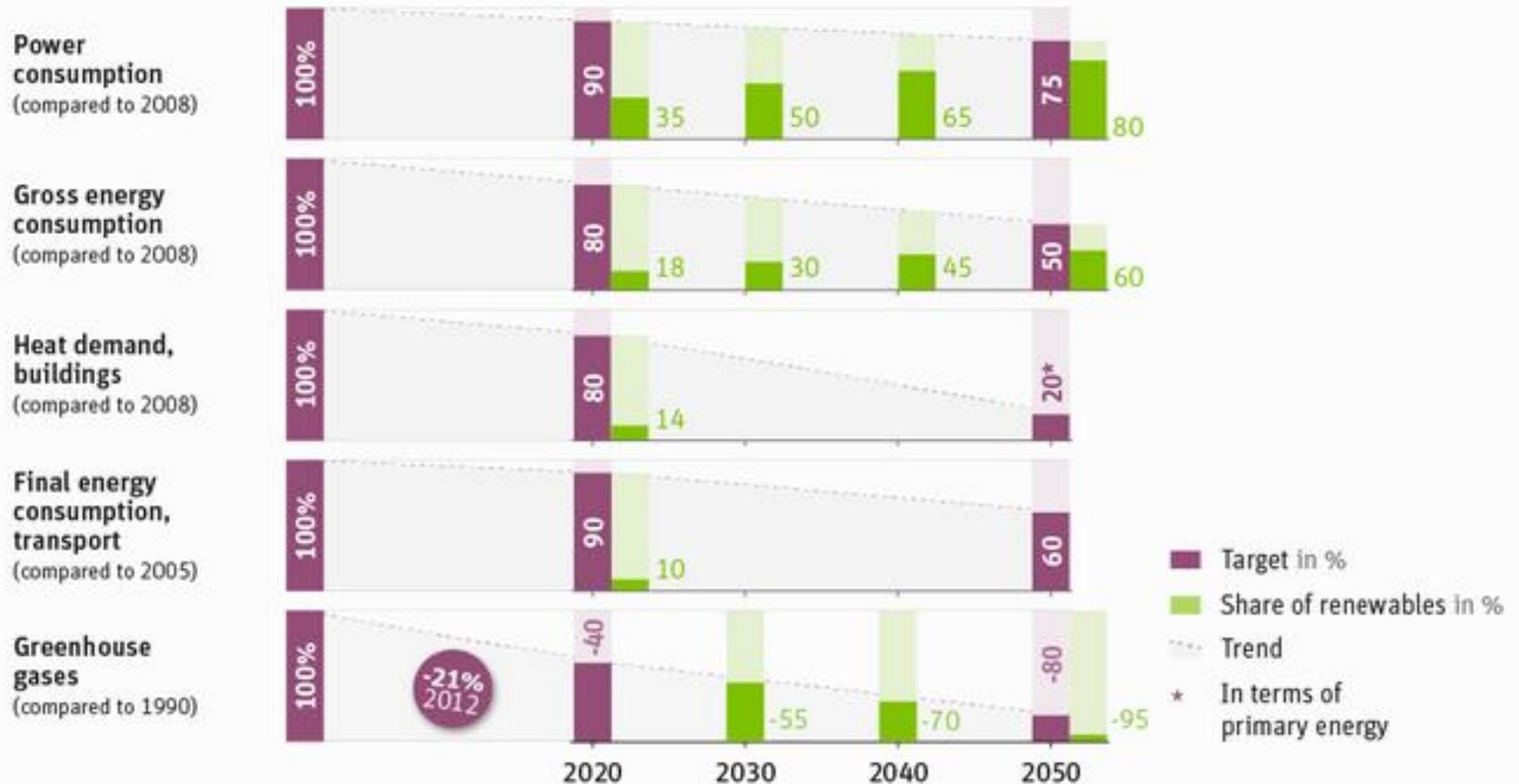
# IEA, 발전부문 탈탄소화(2DS)



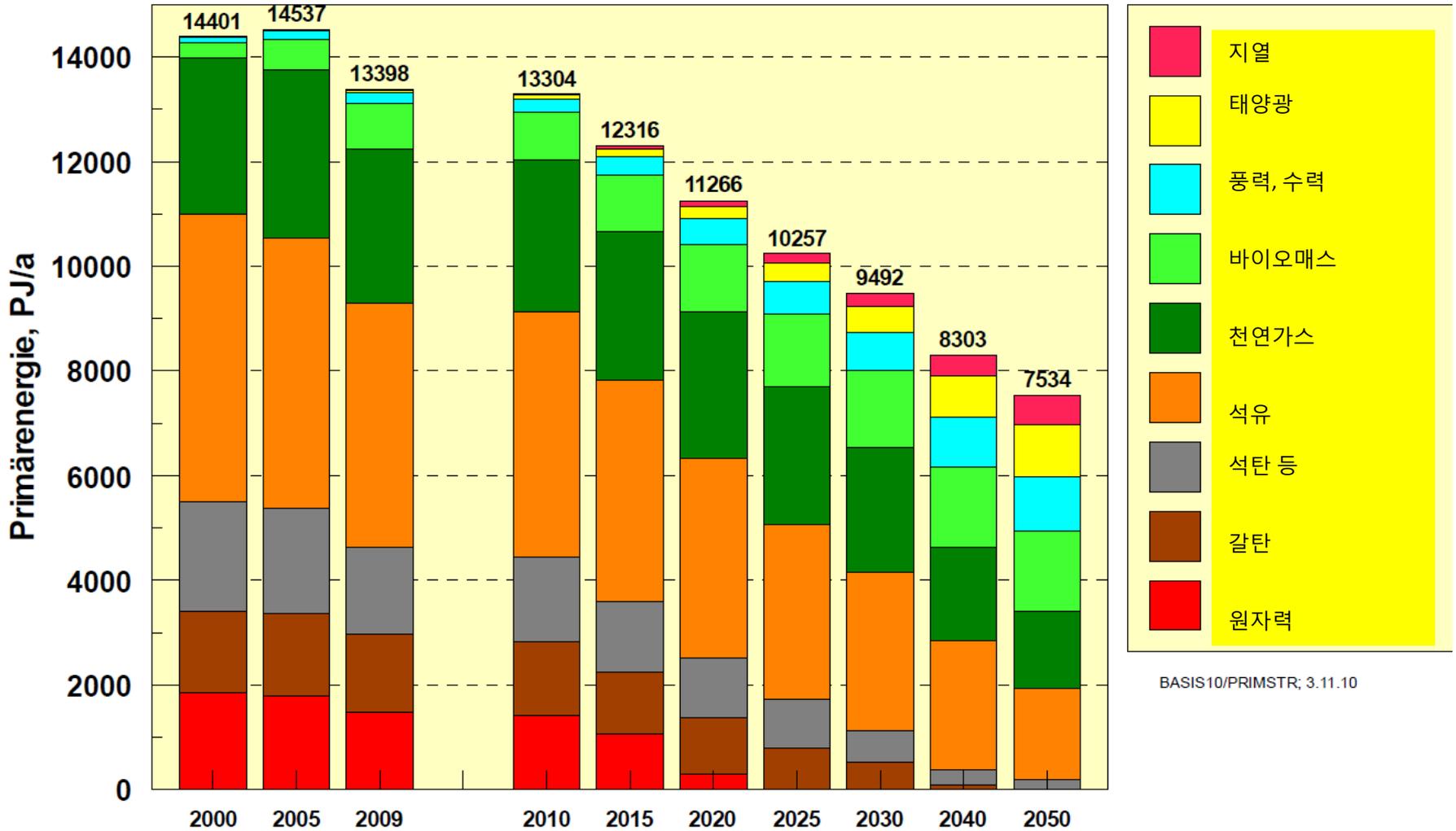
- 2DS 시나리오 : CO<sub>2</sub> 배출량 2050년까지 2011년 대비 50% 이상 감축
- CO<sub>2</sub> 누적 감축량의 절반을 재생에너지가 기여(풍력 18%, 태양광 13%, CCS14%)
- 발전설비 연평균 추가량 PV 92GW, 육상풍력 80GW, 해상풍력 16GW, CSP 18GW

# 독일 에너지 전환(Energiewende)의 비전

- 독일 에너지 전환은 다양한 부문별 장기 목표와 함께 높은 확실성을 확보함
- 2010년 정부는 전력소비, 에너지 총소비, 난방수요, 교통에너지, 온실가스 등에 대한 장기 목표를 설정함



# 독일 에너지 전환 시나리오

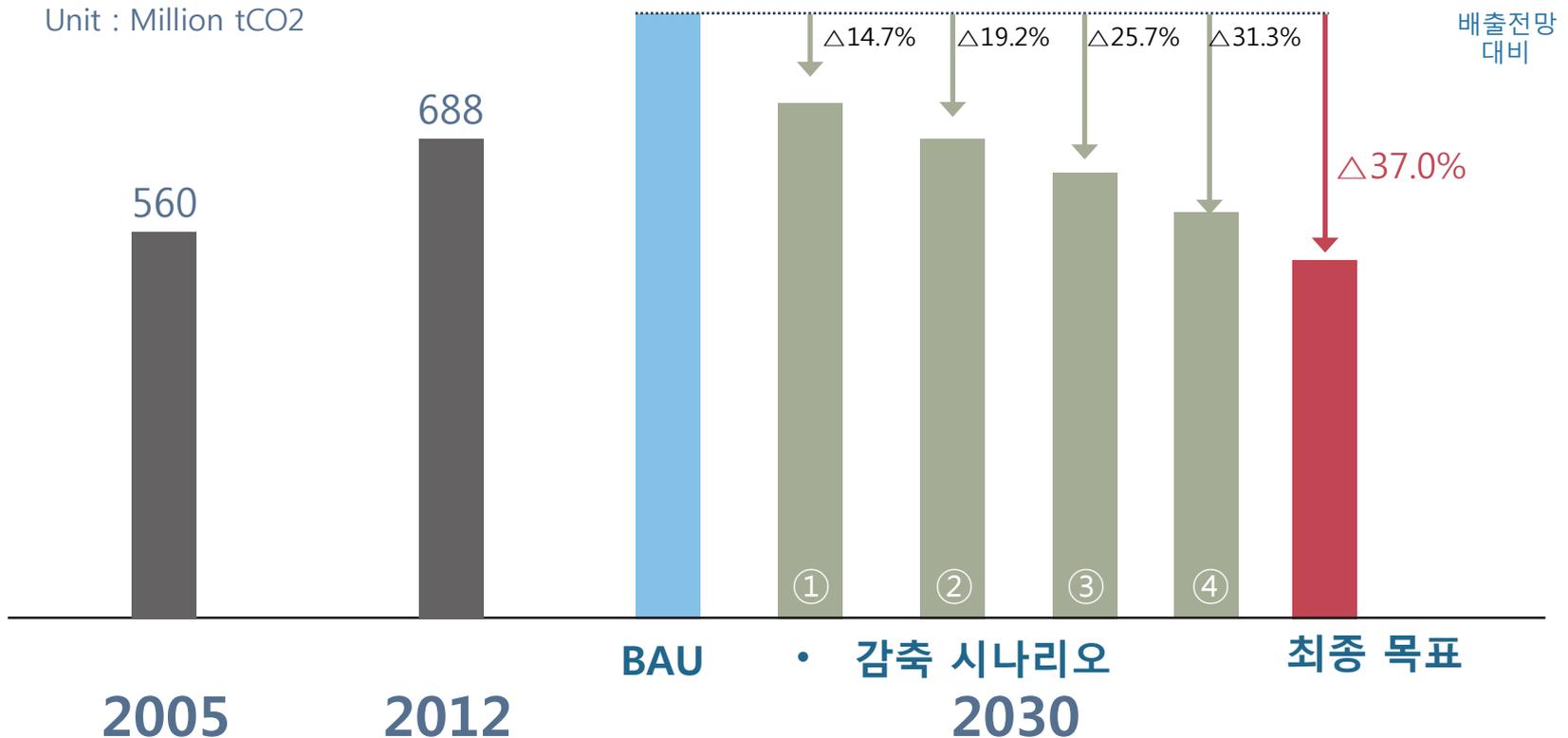


<1차 에너지 소비 감소: 2020년에 2009년의 84%, 2050년에 56%>

독일항공우주센터(DLR) 등, 2010

# 한국의 INDC와 국가 온실가스 감축 시나리오

- 한국은 2030년 배출전망치(851 백만tCO<sub>2</sub>) 대비 37%를 감축하는 국가 감축 목표를 유엔기후변화협약에 제출함
- 이것은 지자체 에너지계획에서도 기본적인 가이드라인으로 작용함

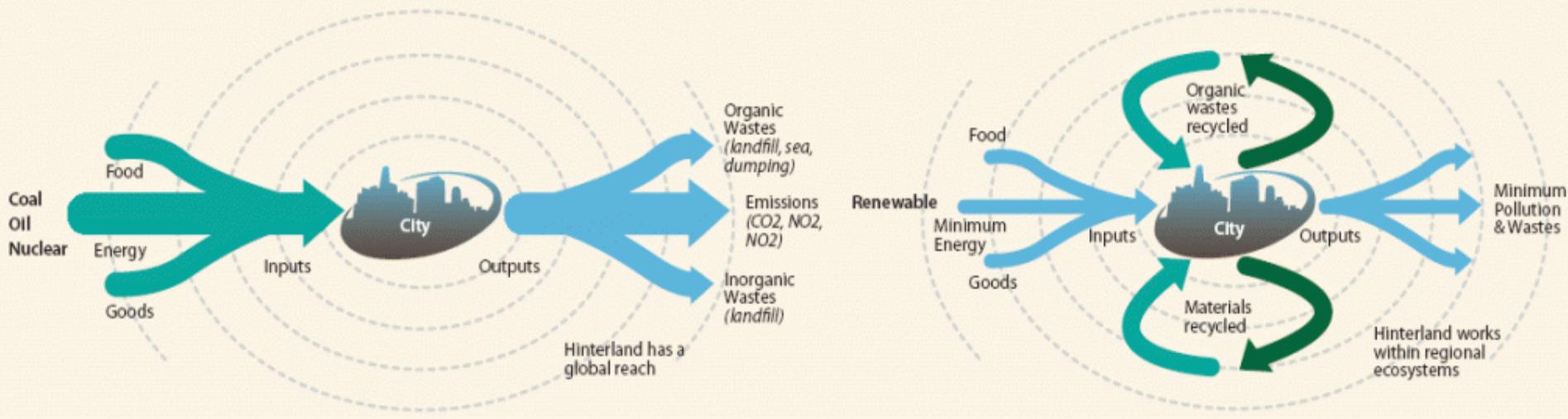


# 도시 에너지 전환 : 지속가능한 도시 - 순환적 대사

- 도시는 세계 에너지의 75%를 소비하고 온실가스의 80%를 배출하는 지역
- 도시지역의 90%는 연안에 인접해 있어 기후변화에 취약함
- 세계와 도시가 직면한 도전에 대응하기 위해 친환경도시, 녹색도시, 기후보호도시, 에너지자립도시 등 다양한 개념과 전략이 등장. 그 핵심은 순환적 대사 증진
- 식량, 물, 에너지 등 필수자원의 외부 의존을 줄이고 폐기물과 온실가스 등 오염물질 배출을 최소화하는 것이 도시의 지속가능성을 높이는 기본 전략임
- 국내에서 최근 후쿠시마 이후 탈핵의 대안으로, 송전탑 갈등 완화의 해결책으로, 지역 환경개선의 일환으로, 지역 경제활성화와 지역마케팅의 일환으로 에너지 자립 혹은 에너지 전환이 강조되고 있음

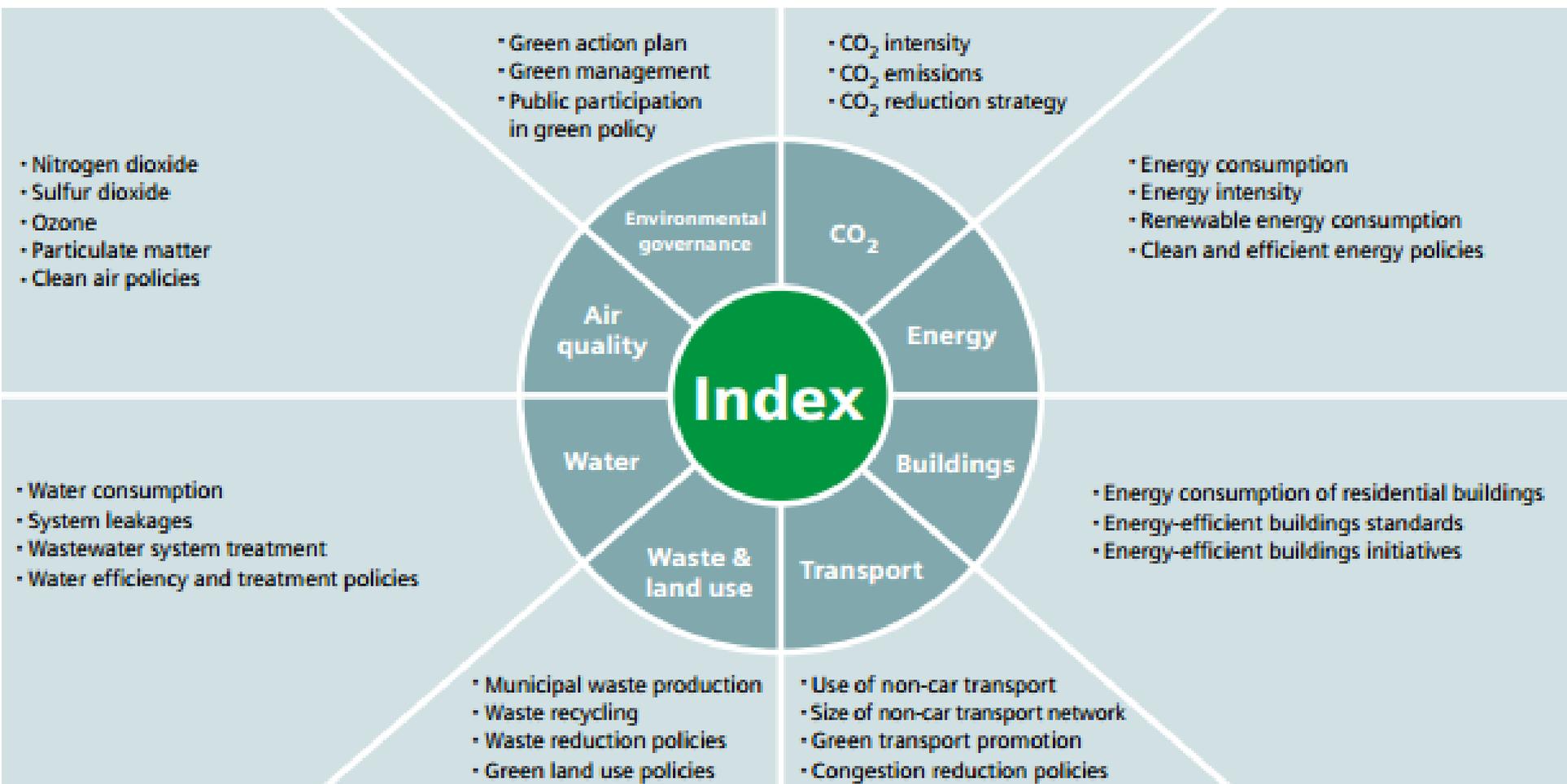
LINER METABOLISM CITIES CONSUME RESOURCES AND CREATE WASTE AND POLLUTION AT A HIGH RATE

CIRCULAR METABOLISM CITIES REDUCE CONSUMPTION AND POLLUTION, RECYCLE AND MAXIMIZE RENEWABLES



# 지속가능한 도시의 전략 : 유럽 녹색 도시 지수

- 생태적 조화와 삶의 질을 고려하는 지속가능한 도시는 에너지의 효율적 이용과 재생에너지 활용이 핵심적인 수단임



# 100% 재생에너지 네트워크 -Go 100% renewable energy

- 지역의 전기, 난방, 교통에너지를 100% 재생에너지 원으로 공급하는 것은 달성가능하며 급박하다는 비전을 공유하는 세계 도시네트워크
- 실질적인 정책 수단 및 모형을 제공하기 보다는 각 도시에서 진행되는 움직임을 공유하는 데 초점을 맞춤



HOME CONTACT PRIVACY POLICY LOGIN



ABOUT US

GO 100% MAP

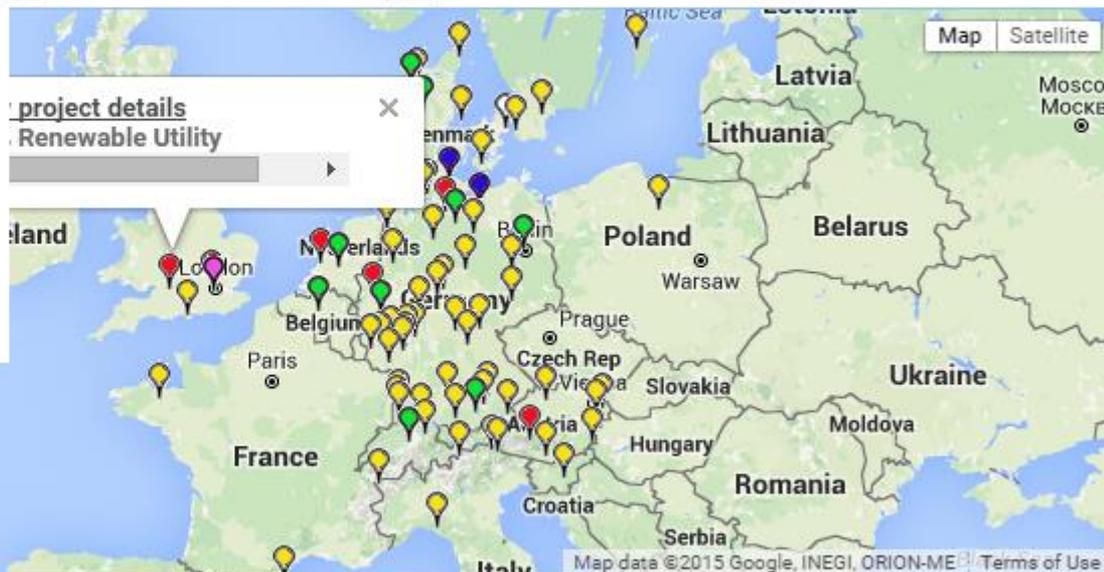
NEWS-EVENTS

LEARN MORE

SUPPORT US



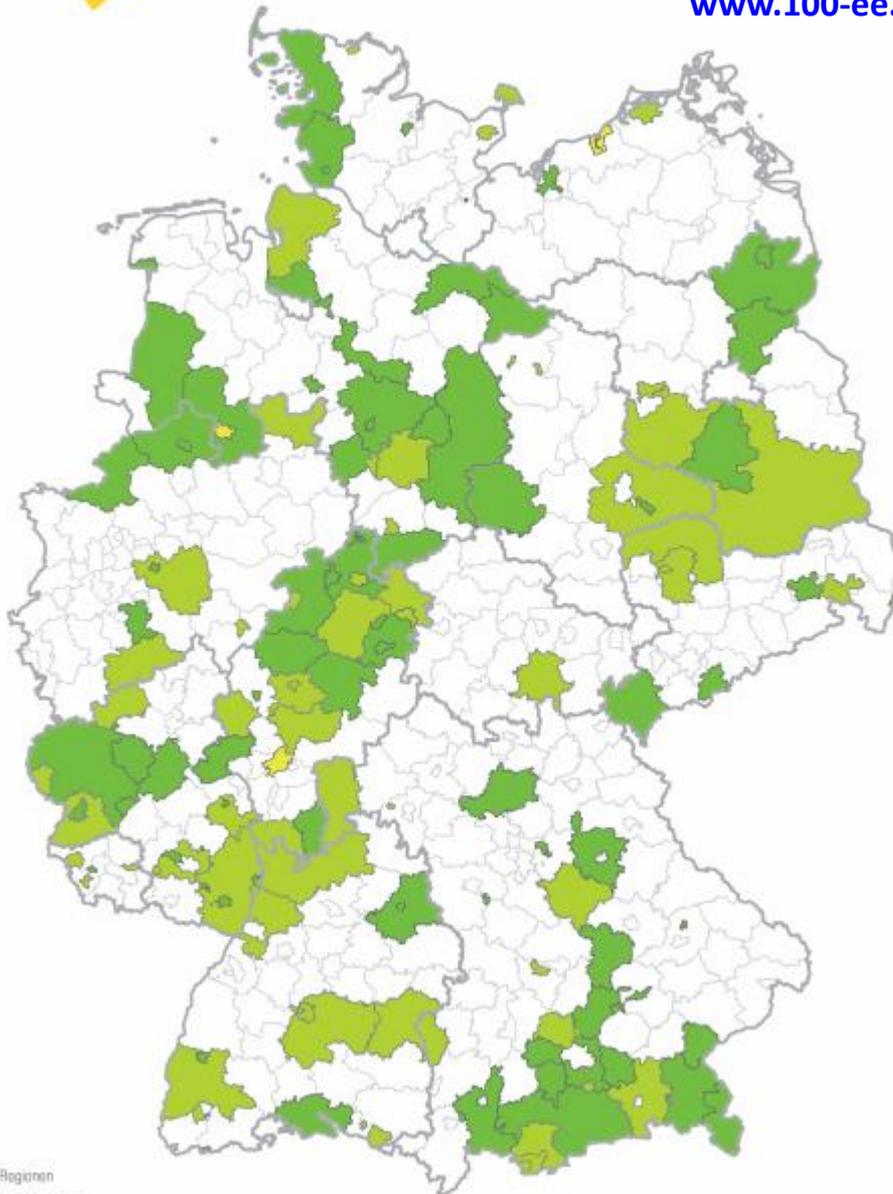
- WORLD VIEW
- AFRICA
- ASIA
- INDIAN OCEAN
- AUSTRALIA
- EUROPE
- NORTH AMERICA
- SOUTH AMERICA
- SOUTH PACIFIC OCEAN
- SUBMIT YOUR PROJECT



- WORLD VIEW
- AFRICA

Legend: City/Region State Country NonProfit Educational/Public Institution Residence Business

# 독일 100% 재생에너지 지역 프로젝트



■ 100ee-Regionen  
■ 100ee-Startregionen  
■ 100ee urban  
□ Andere Regionstypen oder unzureichende Datenlage

0 25 50 100 150 200 250 300 km

- 독일연방환경,자연보전, 핵안전부(BMU)가 후원
- 100% 재생에너지 전환을 위한 중간목표와 실질적 조치를 설정
- 에너지전환에 대한 합의에 기반한 89개 100% 재생에너지 지역과 58개 에너지전환 시작 지역 등 150개 지역은 인구 2600만(32%), 면적 13.3만km<sup>2</sup>(37%)를 차지함(2015년 6월 현재)

# ICLEI 세계 에너지 안전도시/지역을 향한 시도



자료 : Rahul Teku Vaswani, 2015

## 미국 샌프란시스코

목표: 2020년까지 100%  
재생가능에너지 전기  
인구: 825,850

## 미국 산호세

목표: 2022년까지 100%  
재생가능에너지 전기  
인구: 960,000

## 미국 마린 카운티

목표: 2020년까지 100%  
재생가능에너지 전기  
인구: 252,400

## 미국 랭커스터

목표: 2020년까지 100%  
재생가능에너지 전기  
인구: 156,000

## 미국 샌디에이고

목표: 2035년까지 100%  
재생가능에너지 전기와 운송  
인구: 1,345,895

## 아루바

목표: 2030년까지 100%  
재생가능에너지 전기, 냉방,  
운송  
인구: 102,911

## 스웨덴 말뫼

목표: 2030년까지 탄소중립  
도시  
인구: 303,873

## 독일 뮌헨

목표: 2025년까지 100%  
재생가능에너지 가정용 전기  
인구: 1,407,836

## 스페인 엑스트레마두라 지역

목표: 100% 재생가능에너지  
전기 이미 달성  
인구: 1,097,744

## 아이슬란드

목표: 100% 재생가능에너지  
전기, 난방  
인구: 325,670

## 스코틀랜드

목표: 2020년까지  
재생가능에너지 전기, 난방,  
초과량 수출  
인구: 5,327,700

## 덴마크 코펜하겐

목표: 2025년까지 탄소중립  
도시  
인구: 579,500

## 일본 후쿠시마현

목표: 2040년까지  
재생가능에너지 100% 또는  
1차에너지 수요량  
인구: 2,028,752

## 호주 시드니

목표: 2030년까지 100%  
재생가능에너지 전기, 냉난방  
인구: 4,757,083

# ICLEI 세계 100% 재생에너지 도시 및 지역 네트워크

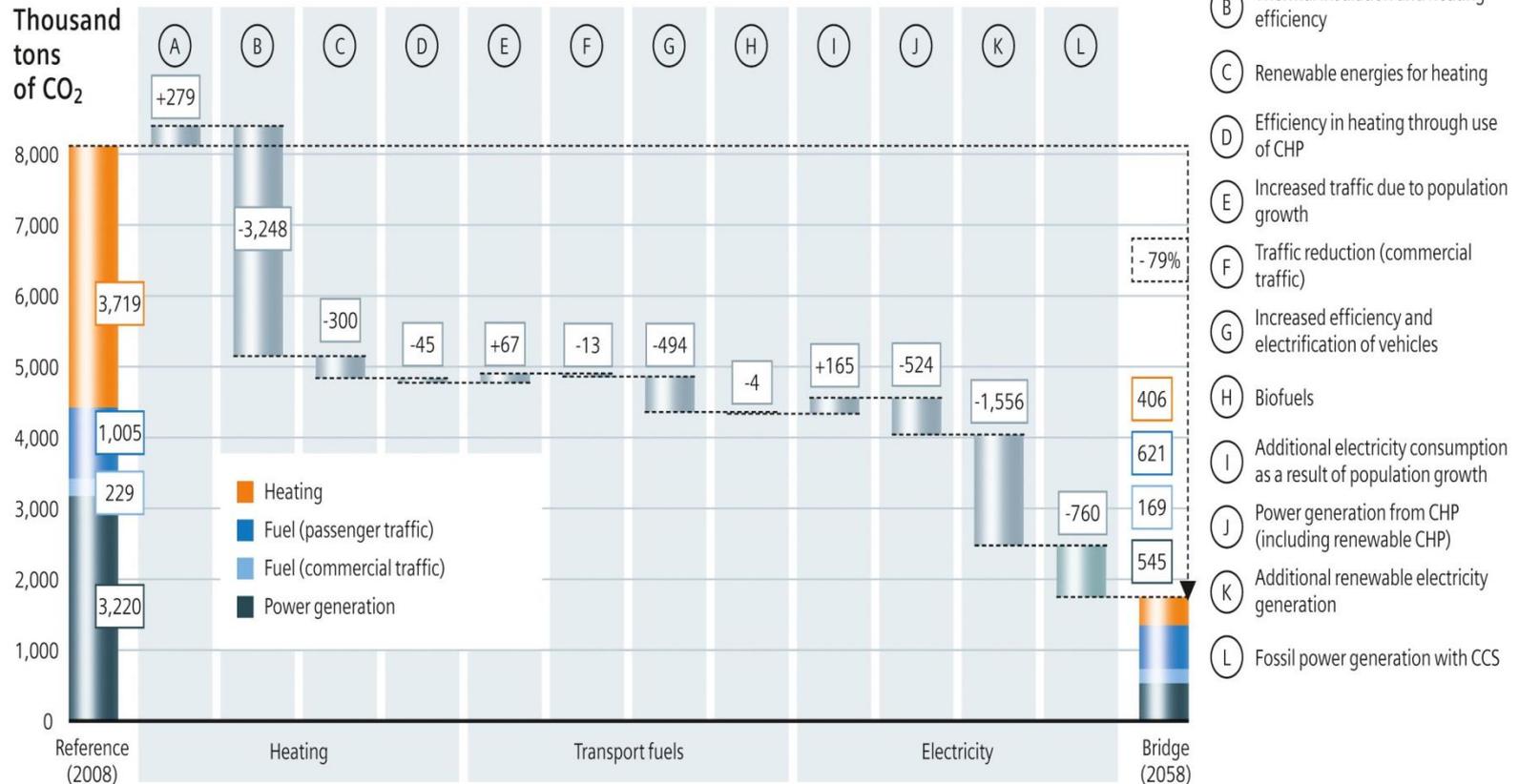
- 2014년부터 ICLEI 동아시아 사무국과 독일 부퍼탈연구소, 지자체와 지역 전문가 등이 협력하여 중국, 북한, 일본, 몽골, 한국 등 동아시아 도시들이 2030년까지 재생에너지로 에너지를 100% 공급하는 에너지 전환 시나리오 수립 사업 추진 중



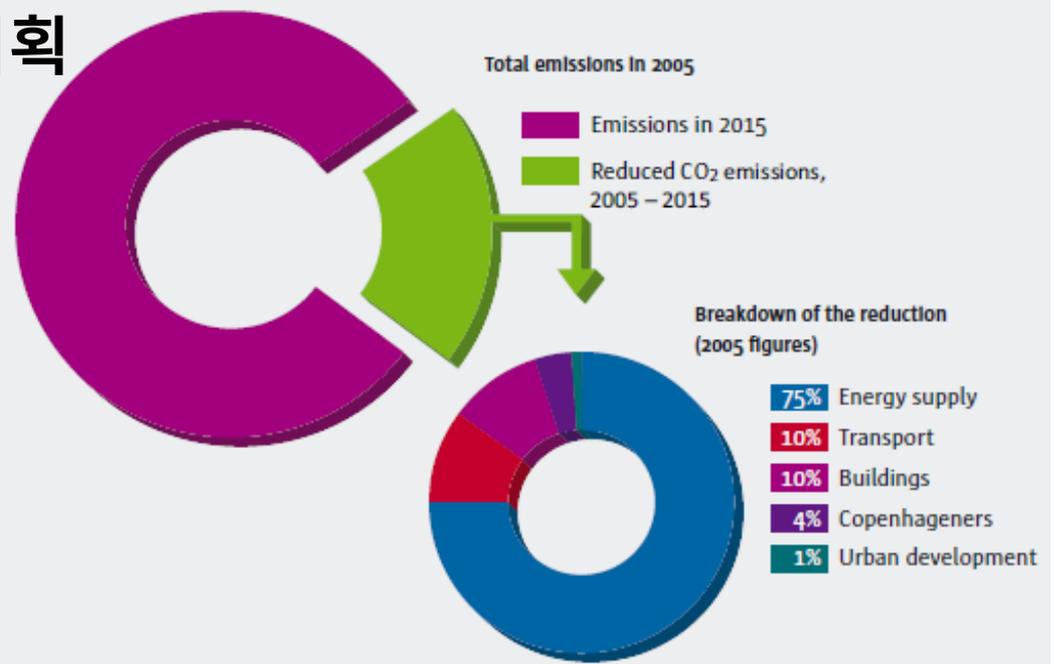
# 뮌헨 - 탄소 제로 미래(carbon-free future)

- 부퍼탈연구소가 지멘스의 후원으로 '지속가능한 도시 인프라-뮌헨' 편을 발간함
- 뮌헨은 2030년까지 1990년 대비 온실가스 50% 감축이라는 목표를 설정
- 2058년까지 2008년 배출량의 88%를 감축하는 목표 시나리오와 79%를 감축하는 중간과정(Bridge) 시나리오 수립

## Reduced CO<sub>2</sub> emissions - "Bridge" scenario



# 코펜하겐 온실가스 감축 계획



MEASURES FOR 2025	REDUCTION POTENTIAL, TONNES CO <sub>2</sub>
ENERGY SAVINGS	230,000
ENERGY SAVINGS IN THE MUNICIPALITY'S OWN OPERATIONS	19,000
CONVERSION OF BIOMASS	300,000
GEOHERMAL POWER	25,000
SOLAR HEATING	1,000
HEAT PUMPS AND ELECTRICAL ELEMENTS	65,000
IMPROVED WASTE SEPARATION	9,000
INCREASED WINDMILL CAPACITY	925,000
URBAN DEVELOPMENT	30,000
REDUCED ROAD TRAFFIC	150,000

# 국내 지자체 에너지 계획 수립 관련 동향

- **지자체 기후변화 대응 계획 수립**
  - 저탄소 녹색성장기본법에 의거하여 대부분의 지자체에서 기후변화대응 종합계획, 기후변화 적응 계획 등이 수립되었거나 진행 중임
  - 지자체 기후변화대응계획에서는 온실가스 인벤토리 구축 및 에너지부문 온실가스 배출량 산정이 핵심적인 과정에 포함됨
  - 지자체 특히 기초지자체 온실가스 배출량 산정에서 경계의 모호함, 기초지자체 수준의 통계자료의 부족 등이 에너지 수요 파악 및 예측의 정확성을 높이는데 한계로 작용함
  - 지방자치의 수준과 에너지 공급 시스템 상 지자체가 에너지 수요관리나 에너지 공급 등 온실가스 감축과 관련한 정책에서 주도적인 역할을 하는데 한계가 있음
- **서울시, 경기도, 제주도, 충청남도 등 광역시도 차원에서 실질적인 지역에너지 계획을 수립하려는 움직임이 확산되고 있음**
  - 서울시 원전하나줄이기 : 2020년까지 에너지 자립도 20%
  - 경기도 에너지 자립 선언 : 2030년까지 재생에너지 전력 비중을 20%로 향상
  - 충청남도 지역에너지계획 : 2020년까지 500MW급 화력3기 발전량을 재생에너지로 대체
  - 제주도 2030년 탄소없는 섬 프로젝트 : 2030년까지 온실가스 90% 감축, 해상풍력 등 재생에너지와 전기자동차 보급 확대
  - 서울시, 경기도, 충청남도, 제주도는 '지역에너지 전환' 공동 선언 추진(11월 24일)
- **에너지 자립섬 계획 추진 중**
  - 2020년까지 울릉도를 지열 및 연료전지, 재생에너지 하이브리드 시스템으로 에너지 공급
  - 디젤발전에만 의존하는 주요 도서를 에너지 자립섬으로 탈바꿈하는 계획 추진 중

# 서울시 원전하나줄이기 성과-200만 TOE 달성

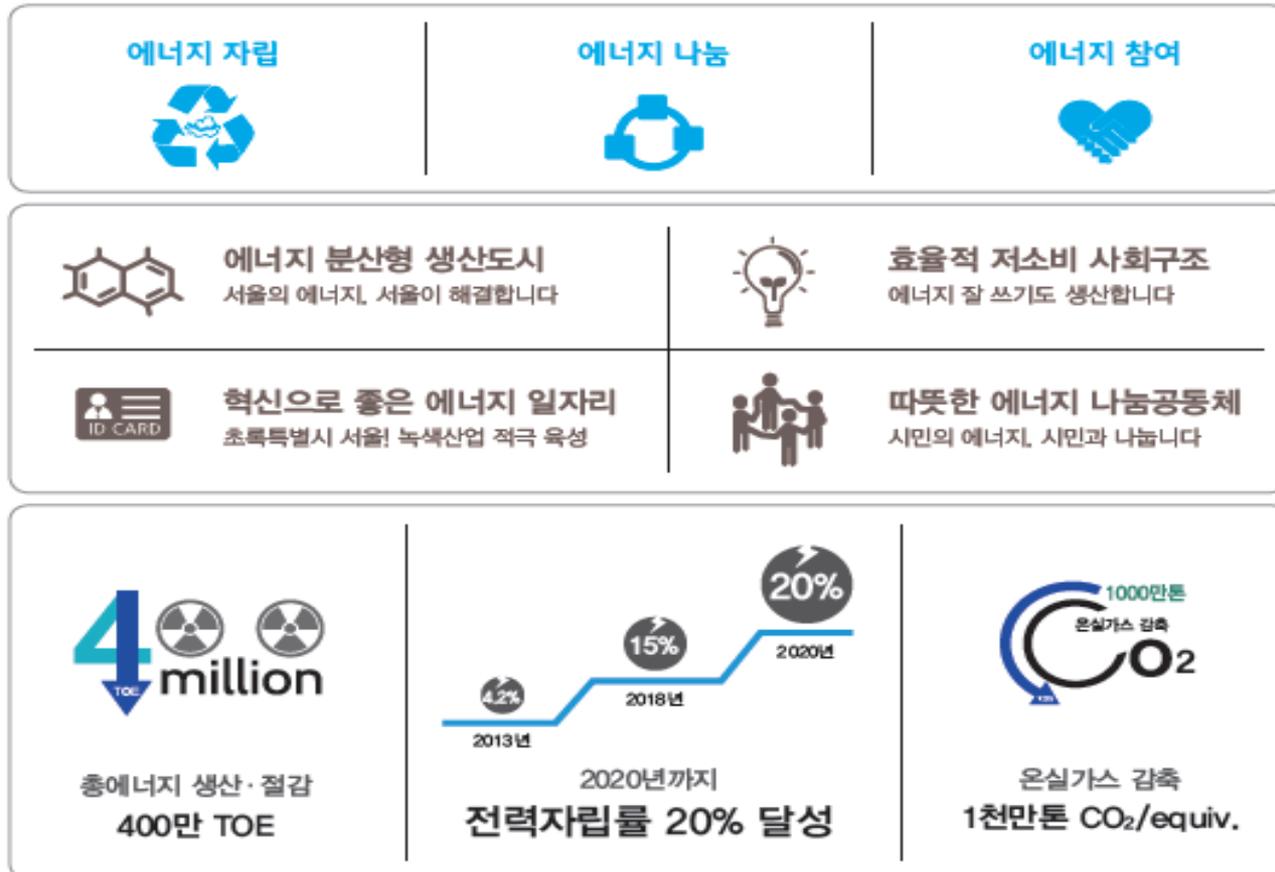
	목표 (천 TOE)	달성성과(천 TOE)			
		계	2012년	2013년	2014년
합계	2,000	2,040	331	921	788
에너지생산	410	260	35	78	147
에너지효율화	1,110	869	145	328	396
에너지절약	480	911	151	515	245

- 전국적으로 전력사용량 1.76% 증가시 서울은 -1.4% 감소
- 도시가스 및 석유사용량 전국 평균 증가시 서울은 감소
- 태양광 69MW(민자 635억원) : 서울형 FIT 시행, 미니 태양광 보급
- 연료전지 46MW(민자2,300억원) 설치
- 소각열, 하수열 등 버려졌던 에너지원 자원화
- 건물효율향상(BRP) 추진, LED 대대적 보급(지하철역사, 공동주택주차장, 조명 다소비 시설 등)
- 에코마일리지 170만 회원 45만TOE 에너지 절약, 에너지자립마을 확대

➔ 서울시는 '제2회 도시기후리더십 어워드'에서 C40 - 지멘스 어워드 수상

# 에너지 살림도시 서울

- 원전하나줄이기 실행위원회의 조직과 운영을 통해 시민사회, 기업, 공무원이 함께 계획을 수립하고 평가하는 모범적인 거버넌스 구축 및 실행
  - 서울시는 기후환경본부를 주축으로 녹색에너지과, 에너지협력과, 환경정책과 등 원전하나줄이기 사업을 우선시하여 추진할 수 있는 조직 체계가 구축됨
  - 서울시는 2016년 중반기에 서울에너지공사를 설립하여 집단에너지사업, 재생에너지 및 신에너지 보급 촉진 사업, 에너지효율화 사업 등을 활성화하고자 함



# 경기도 에너지 비전 2030

- 2030년까지 현재 30%인 전력자립도를 70%로 높이고 에너지 효율 개선 및 신재생에너지 투자 확대
  - 20조 규모의 에너지 신산업 시장을 선도하며 일자리 15만개를 창출
  - 신재생에너지 비중 20%, 에너지 절감 20% 목표
  - 2030년까지 노후 원전 11기 중 7기를 대체할 것으로 기대
  - 공공기관과 아파트 조명을 100% LED로 교체
  - 모든 신축 공공청사를 에너지 자립형으로 건축
  - 태양광 1GW 프로젝트 : 경기도 발전차액 지원제도, 공공기관 건물 및 부지 제공, 수상태양광, 산단 지붕 솔라 루프
  - 넥스트판교를 사물인터넷과 에너지시스템이 융합된 혁신 허브로 구축
  - 경기 북부에 에너지 클러스터 조성 : 미군 반환공여지, 군부대, 규제지역 미활용부지, DMZ 등에 재생에너지 시설 설치
- 비전 수립 과정에서 시민단체, 전문가, 산업계, 공무원 등 이해관계자가 참여하여 집중적인 논의를 거치고 이를 기반으로 경기연구원이 비전과 전략을 수립하는 과정을 거쳤음
- 31개 시군과 시민사회가 함께 실천하도록 경기도에너지위원회 등 거버넌스 구축을 진행
- 에너지과를 신설하고 지역에너지센터의 설립을 추구하는 등 조직적 기반 구축을 추진
- 목표 달성을 위한 실행수단과 예산이 부족하다는 한계를 경기도와 참여자가 인지하고 있음

# 충청남도 2020 지역에너지 종합계획

- 2020년 충청남도 지역에너지 종합계획을 수립하고 총 사업비 1조 5천억원 계획
- 26기의 도내 석탄화력이 2020년까지 35기로 증가될 예정이라 환경오염이 심화될 것으로 예상
- 지역에너지 종합계획의 추진을 통해 환경오염 저감과 친환경 에너지 자립기반을 구축
- 2020년에 연간 228.7백만TOE 규모의 신.재생에너지 생산
- 석탄화력발전소 3.3기(500MW급)에서 생산하는 1400만MWh의 전력량에 해당
- 온실가스 감축효과 1120만tCO<sub>2</sub> 기대
- 친환경 에너지 타운 조성, 신재생에너지 지역지원 사업, 화력발전소 온배수 활용 사업, 에너지다소비업체 에너지 이용합리화 추진 등 중앙정부의 정책과 보조를 맞추어 10대 핵심사업을 중점 추진할 방침
- 화력발전 지역자원시설세를 확보하기 위해 '충청남도 특정자원 지역자원시설세 특별회계 설치 조례'를 제정
- 화력발전 지역자원시설세를 1kWh당 0.15원에서 0.3원으로 인상하여 2016년 세수 추계는 448억원으로 예상
- 충청남도 에너지위원회 구성
- 2012년 온실가스 배출전망치 대비 30% 감축 등 기존계획을 현실을 고려하여 수정

# 2030 카본프리 아일랜드 제주

- 2020년 배출전망(BAU) 대비 41% 감축, 2030년 90% 이상 감축
- 1단계(2018년) : 가파도 ‘탄소 없는 섬’ 시범모델 구축
  - 제주에너지공사 설립(2012년 7월 1일)
  - 재생에너지 발전용량 730MW (풍력 520MW, 태양광 200MW)
  - 에너지저장장치(ESS) 용량 660MWh
- 2단계(2020년) : 전력부문 탄소 없는 섬 기반 구축
  - 신.재생에너지(50%), 스마트그리드, 전기자동차 운행
  - 시범사업(2011~16) : 350MW(한국전력기술, 한국남부발전)
  - 풍력 1,090MW, 태양광 250MW, 연료전지 60MW
  - 2020년까지 자동차 30% 전기자동차 전환(9만4천대)
  - 공공부문, 렌터카 등 대중교통부터 전기차 도입, 운영
- 3단계(2030년) : 전 부문 탄소 없는 섬 조성
  - 화석연료 사용없는 세계적 녹색성장 도시 구축
  - 풍력 2,350MW, 태양광 300MW, 연료전지 520MW
  - 852대인 전기차를 2030년까지 도내 전체 차량 수준(37만7천대)으로 보급
  - 전기차 급속 충전 인프라를 1만5천개로 확대하고 V2G 사업 시도
  - 에너지저장장치(ESS) 용량 1,9GWh
- 2015년 6월 ICT 기반으로 재생에너지 발전과 전기차, 에너지 저장장치와 에너지관리시스템을 통합하는 ‘글로벌 에코 플랫폼 제주’ 사업도 출범

# 2030 카본프리 아일랜드 제주

- 계획의 수립과 집행과정에서 시민사회와 협의, 협력이 부족함
  - 제주 환경단체들은 공급 위주, 기술지향적, 대기업 중심이라고 비판함



# 안산시 에너지 비전 2030(안)

- 안산시는 2016년 1월에 '안산시 에너지 비전 2030'을 선포할 예정
- 안산시 지속가능한 지역에너지 조성계획 수립 연구용역을 진행하는 한편 안산시 시민사회 대표, 주민대표, 기업인, 전문가 등으로 구성된 정책포럼을 동시에 진행하면서 연구결과를 비전과 전략으로 확정하는 논의를 병행
- 안산시 에너지 자립도시 및 대부도 카본제로도시 조성을 위한 추진 전략을 제시
- 비전과 목표를 수립 중인데 아래와 같은 안이 검토 중임
  - 2030년까지 신.재생에너지 전력비중 %, 전력자립도 %
  - 시화조력이 생산하는 전력만큼 에너지 소비를 절감하는 계획
  - 시화호를 중심으로 조력, 태양광, 풍력 등 재생에너지 이용 개발 확대
  - 건물 수송 부문 에너지 효율화
  - 에너지 절약문화 확산
  - 대부도 카본제로 도시 조성 (덴마크 삼쇠섬 같은 재생에너지 자립섬 추진)
  - 에너지 복지 공동체 실현

# 울릉도 친환경 에너지자립섬 조성계획

- 2012년 수립된 에너지 자립형 녹색섬 구상에서 한걸음 더 나아가 디젤발전 중심의 울릉도 전력공급체계를 ICT(ESS, EMS)가 융합된 신.재생에너지 발전원(태양광, 풍력, 소수력, 지열 및 연료전지)로 대체하여 에너지 자립을 추구하는 울릉도 에너지자립섬 조성계획 발표(2014년 10월, 한전 주도)
- 한전, 지자체, 참여기업이 특수목적법인(SPC)을 설립하여 친환경자립섬 구축, 운영을 전담하도록 할 예정이고 사업 구축비 3,300억원은 SPC투자금과 PF로 조달
- 현재 울릉도는 남양내연 10,500kW, 저동 내연 8,000kW, 추산수력 700kW로 전력을 공급하는 중(기타 21 가구 독립형 태양광이 총 217kW)
- 1단계 2017년까지 울릉도 전체전력의 30%를 신.재생에너지로 공급
- 2단계 2020년까지 디젤 제로화 달성을 위해 기저발전용으로 지열 및 연료전지 발전소를 도입하여 ICT 융합된 세계 최대 규모의 친환경에너지 자립섬 달성(인구 1만명 이상)
- 울릉도 에너지자립섬 사업을 통해 3.1조원의 파급 효과를 기대
- 울릉도 에너지자립섬 구축사업을 통해 해외 마이크로그리드 구축사업에 진출할 토대를 마련

# 국내 도시 100% 에너지 전환 계획 수립 ?

- 국내 도시에서 에너지 전환 계획 수립 현황
  - 지자체 기후변화 대응 계획 수립에서 에너지 부문의 수요 감축, 재생에너지 보급 확대 등을 포함하는 감축 시나리오가 포함된 사례는 있음
  - 하지만 야심찬 에너지 전환 장기 목표를 수립하고 이를 달성하기 위한 그럴듯한 계획을 그리는 에너지 전환 계획을 수립한 사례는 거의 없음
  - 국내 도시들은 에너지 및 기후변화 대응 관련 장기 목표를 세운 경우가 거의 없는데 이에 대한 필요성조차 제기된 적이 별로 없음
  - 지자체 기후변화대응 계획은 정부 계획에 맞추어 과거에는 2020년 감축 목표, 최근에는 2030년 감축 목표를 설정하고 감축 계획을 수립하는 방식을 취하고 있음
  - 지자체는 대개 정부 에너지 계획의 틀에서 재생에너지 보급 목표를 상향 설정하는 방식으로 지역에너지 계획이나 기후변화대응 계획을 수립하고 있음
  - 주요 광역시도의 실질적인 지역에너지계획 수립은 시나리오 방식보다는 목표를 잡고 에너지 수요관리와 공급 분야 계획을 목표에 맞게 수립하는 방식을 취함
  - 이클레이 동아시아본부와 함께 인제군, 전주시, 장흥군 등이 에너지 전환 계획 수립을 논의 중

# 국내 도시 에너지 전환과 관련한 과제

- 지역 에너지 계획 수립과 관련한 정책 여건의 개선
  - 에너지 수급과 에너지 관련 요금 책정에서 지자체의 책임과 권한을 강화하기 위한 정부와 지방 간의 에너지 행정 업무 조정과 분권이 필요함
  - 에너지 전환 계획의 수립과 이행을 위해 서울시 기후환경본부처럼 조직과 인력의 배치가 필요함
  - 지역에너지계획의 객관성과 정확성을 향상하기 위해 지역에너지통계 기반을 구축해나가야 함
- 국내 지자체 에너지 전환 계획 수립과 관련한 과제
  - 100% 재생에너지 전환 지역처럼 중앙정부의 온실가스 감축 계획이나 에너지계획에서 자유로운 도시 차원의 장기적인 에너지 비전의 수립이 필요함
  - 에너지 전환 계획은 바람직한 에너지 미래에 대한 관심과 논의를 촉발하고 다양한 기술적 정책적 수단과 과정에 대한 이해를 높이며 에너지 전환을 위한 구성원의 역할과 책임을 공유하는 효과가 있음
  - 지자체 에너지 전환 시나리오 수립을 위해 적절한 에너지 모형을 도입, 개발하고 구축하는 전문성의 제고와 국제 협력이 필요함
  - 에너지 비전 및 에너지 전환 계획 수립 과정에서 시민 참여를 촉진하기 위한 방안이 강구되어야 함

# 재생에너지 전환 도시의 미래상(IEA)

Source: Cities, Towns & Renewable Energy (IEA, 2009)

