

[병행세션\_2] 탄소중립도시와 온실가스 감축

# 지자체 온실가스 감축과 우수사례

---

2021. 05. 11

유종익 수석연구위원

(재)한국기후변화연구원

# Contents

- Ⅰ. 지자체 온실가스 감축과 탄소중립 의의
- Ⅱ. 해외사례 및 시사점
- Ⅲ. 국내 지자체 탄소중립 동향과 추진 방향

# I.

## 지자체 온실가스 감축과 탄소중립 의의

1. 지방정부의 온실가스 감축
2. 탄소중립 선언과 지방정부 역할

# II.

# III.

# 01 지방정부의 온실가스 감축

국내 지방정부의 온실가스 감축 이슈는 2007년부터 시작되었으나 중앙 정부 주도의 지자체 감축 지원으로 추진함에 따라 지자체별 대응 역량의 차이 발생

2007

서울시, 국내 최초 온실가스 감축목표 선언 (친환경에너지선언)  
- 1990년 기준 2010년까지 20%, 2020년까지 25%

2009

국내 최초 전국지자체 단위 온실가스 배출량 산정, 공표  
- 지자체 온실가스 감축기반 확보를 위한 정보 제공(국립환경과학원)

2010

국내 최초 지자체 온실가스 배출량 산정 가이드라인 발간  
- 감축활동에 초점을 맞추기 위한 배출량 산정(한국환경공단)

2017

최신 국가 고유 배출계수 반영 및 감축 인벤토리 제시  
- 지자체 관리권한 유무에 중점을 둔 감축 인벤토리 제시(한국환경공단)

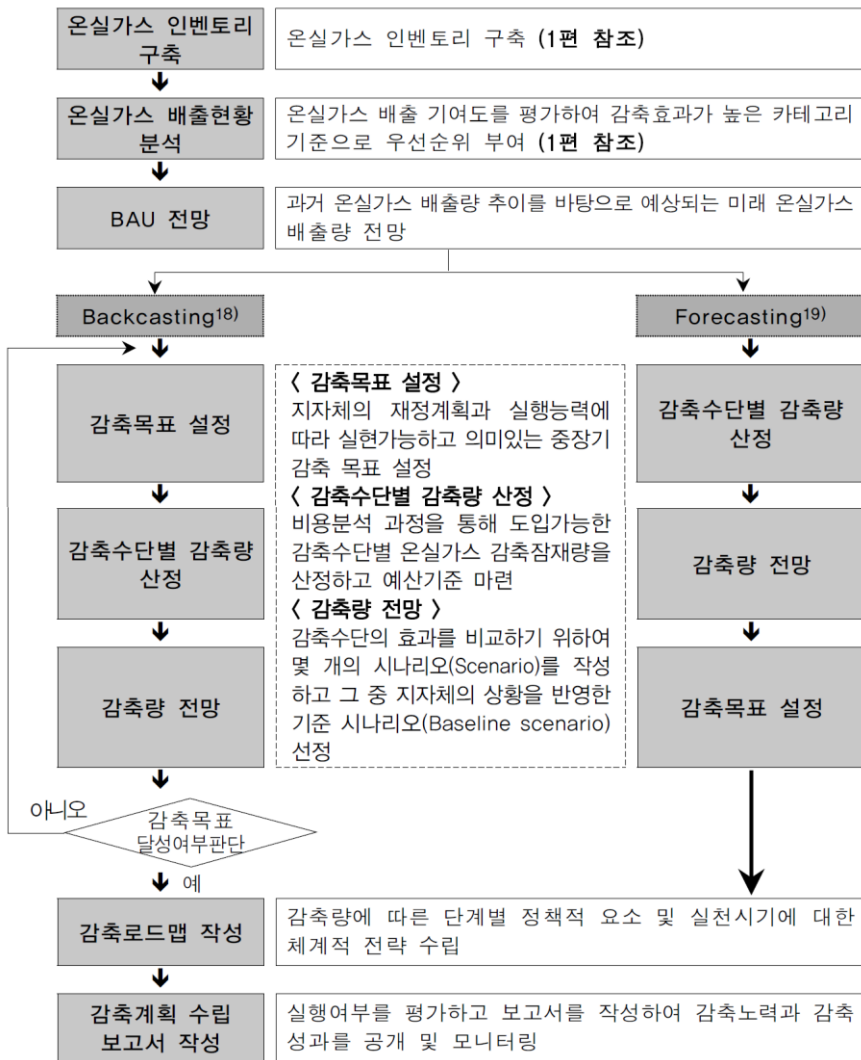
2020

국가 vs. 지역 인벤토리 정합성 확보 노력  
- 국가 인벤토리를 중심으로 지자체 활동자료 분배 (GIR)



# 01 지방정부의 온실가스 감축

정규화 된 절차 내 지역별 특성을 반영하여야 할 필요가 있음



→ 인벤토리 정보의 투명성, 일관성 ?

→ 배출원인 vs. 감축 대상?

→ 전망 결과의 신뢰성?  
배출영향인자의 객관성?  
통계자료의 확보 가능성?

→ 지자체의 산업 구조 변화?  
타 분야(사업)와의 double counting  
목표의 달성 가능성?

## 이론적 접근방법

- 배출량 원인 파악
- 배출활동 저감
- 정량적 평가

vs.

## 현실적 문제점

- 통계기반 배출량산정, 원인을 추정
- 신규 발굴보단 기존(유관) 사업

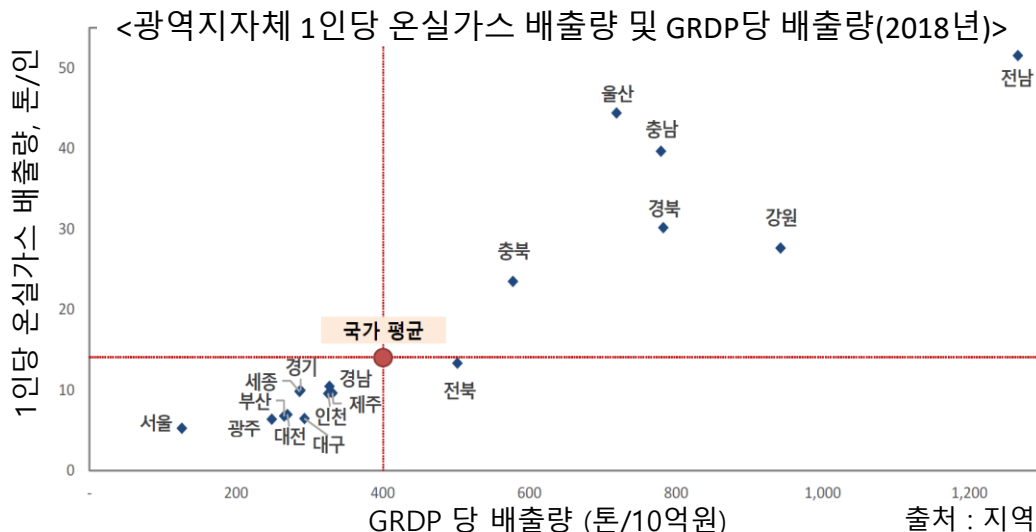
# 01 지방정부의 온실가스 감축

## 지방정부 별 특성에 따른 감축 정책 수립 방향의 다양성 확보 필요

탄력성	탈동조화 구분	2005~2018년	2010~2018년
$B < 0$	강한 탈동조화 GRDP가 증가할 때, 배출량은 감소	서울(-0.08)*	서울(-0.5), 대구(-0.39), 부산(-0.28)*, 경남(-0.25)*, 강원(-0.12)*
$0 < \beta < 1$	약한 탈동조화 배출량 증가가 GRDP 증가보다 둔화	강원(0.05)*, 울산(0.08)*, 대구(0.22), 부산(0.25), 충북(0.35), 인천(0.53), 경기(0.57), 대전(0.59), 경남(0.63), 광주(0.68), 전북(0.7), 경북(0.75), 제주(0.85)	경북(0.02)*, 광주(0.11)*, 인천(0.18)*, 충북(0.25), 전북(0.29)*, 전남(0.36)*, 울산(0.38)*, 대전(0.38), 경기(0.48), 제주(0.76)
$\beta > 1$	동조화 배출량 증가가 GRDP 증가보다 큼	충남(1.94), 전남(1.07)	충남(1.93)

$\beta$ 는 온실가스 배출량 증가율(%)과 GRDP 증가율(%) 간의 탄력성을 의미함.

\*은 탄력성 값이 통계적으로 유의한 수준이 아님



지역별 탄소배출활동  
원인과 감축여건이 상이  
➔ 특성 분석에  
따른 목표 및  
감축계획 수립의  
자율성 강조 필요

출처 : 지역의 탄소중립, 목표 선언 넘어 실행이 중요!(경기연구원, 2021)

# 01 지방정부의 온실가스 감축

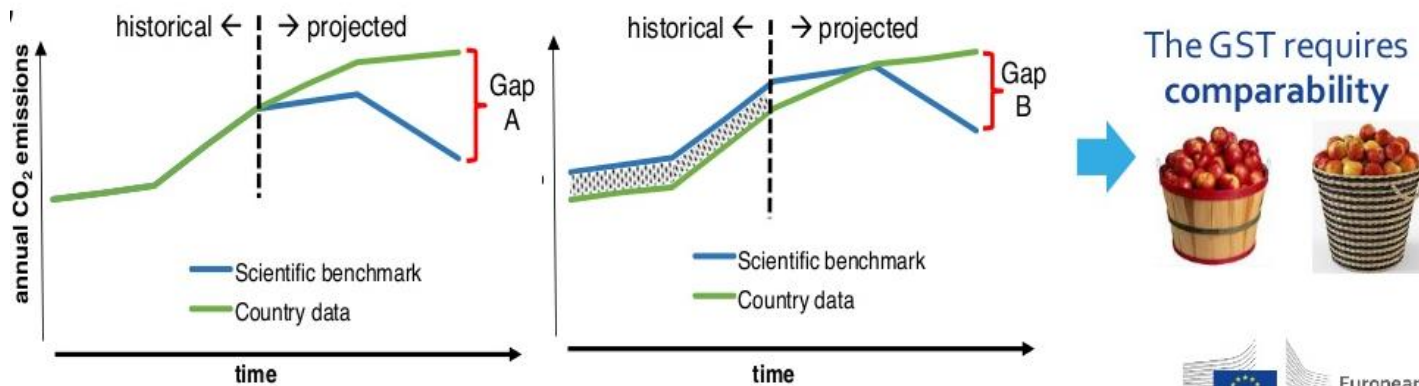
온실가스 감축의 이행여부 평가는 실제 온실가스 배출량을 적용

- ‘파리협정’(Paris Agreement) 이후 파리협정 이행에 대한 평가는 제 14조 전지구적 이행 점검 (Global stocktake)에 대한 규정으로서 5년 단위로 목표 달성여부를 평가
- 목표 달성 여부의 평가를 위한 투입자료로서, 온실가스 인벤토리에 관한 정보, 감축 활동에 관한 정보, 재원 흐름에 관한 정보 등으로 확정(2019) – 국가단위 적용, 지방정부는?

## Inputs to the Global Stocktake (GST):

- a) **Aggregated countries' GHG data**, including GHG inventories + biennial reports (for the historical part) and NDCs (for the forward-looking part)
- b) **IPCC AR6 and other scientific data**

The GST will compare a) and b) to assess the “gap” toward the 2°C trajectory:



## 02 탄소중립 선언과 지방정부 역할

## 2050탄소중립전략 10대과제와 연관된 지방정부 역할

정책방향	10대 과제	지방정부 역할 및 연관성
경제구조의 저탄소화	에너지 전환 가속화	<ul style="list-style-type: none"> <li>신재생에너지 활성화</li> <li>송배전망 확충을 위한 주민수용성 확보</li> <li>분산형 에너지 시스템 확산</li> </ul>
	고탄소 산업구조 혁신	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업여건을 고려한 특성화 사업 발굴(기업연계)</li> </ul>
	미래 모빌리티로 전환	<ul style="list-style-type: none"> <li>대중 교통 체계 개편</li> <li>친환경 mobility 보급 확대 (에너지공급망 및 mobility 교체 지원)</li> </ul>
	도시,국토 저탄소화	<ul style="list-style-type: none"> <li>신축 및 기축 건물의 에너지 성능 규제/지원</li> <li>탄소중립도시 조성 및 흡수원 관리(산림경영)</li> </ul>
신유망 저탄소 산업 생태계 조성	신유망산업 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역 특화/주력 산업 확보를 위한 사업개발 및 지원(기업 연계)</li> </ul>
	혁신생태계 저변구축	
	순환경제 활성화	<ul style="list-style-type: none"> <li>폐기물 발생 및 수거체계</li> <li>지역 특화/주력 산업 확보를 위한 기업 연계</li> </ul>
탄소중립 사회로의 공정전환	취약 산업계층 보호	<ul style="list-style-type: none"> <li>사업 재편을 위한 일자리 사업 (교육, 재취업 프로그램 등)</li> </ul>
	지역중심의 탄소중립실현	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역 맞춤형 탄소중립 계획 수립</li> </ul>
	탄소중립 사회에 대한 국민의식 제고	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역 주민 대상 홍보 및 교육</li> </ul>

I .

II .

## 해외사례 및 시사점

1. 주요 도시별 탄소중립을 위한 감축 경로
2. 주요 도시별 탄소중립 실천 방안
3. 특징 비교 및 시사점

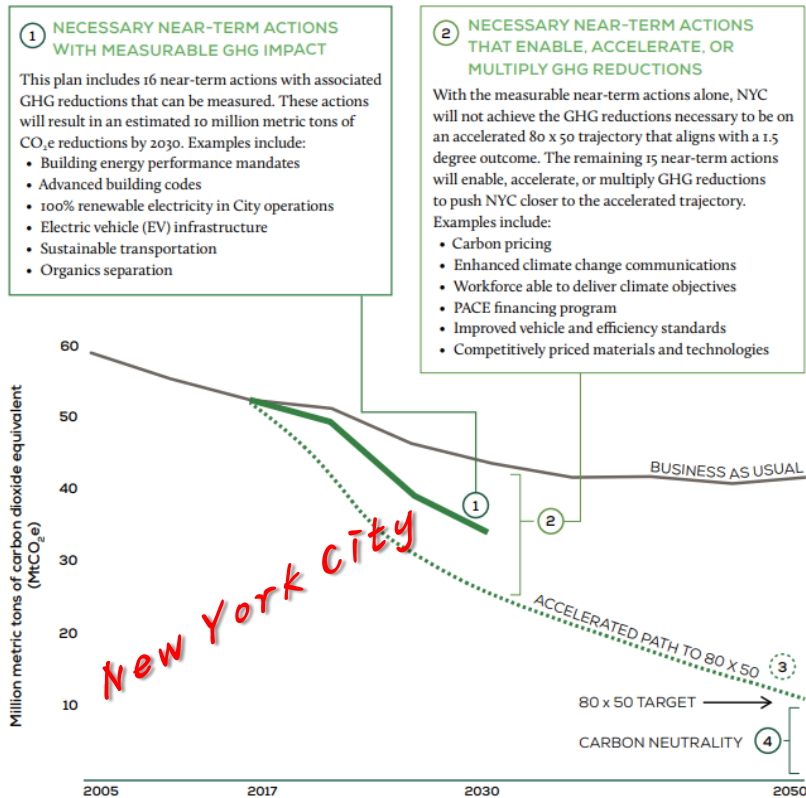
III .

# 01 주요 도시별 탄소중립을 위한 감축 경로

## 뉴욕시

### GHG Impact of 2020 Climate Actions

Actions NYC must take by 2020 have prolonged impacts to 2030 and beyond.



### 감축경로의 설정

BAU외 4개 시나리오를 구성하고 단계별 감축 목표를 설정

- ① 16개 정량화가 가능한 감축활동을 기반으로 2030년까지 10백만톤 감축
- ② 1.5°C 목표 달성을 위해 필요한 추가적인 감축수단으로서 15개 감축 활동을 추가
- ③ 2050년까지 감축 수단을 지속적인 노력과 재평가를 통한 장기 목표 달성
- ④ 탄소중립 : 모든 기술적 타당성 있는 감축 수단을 적용 한 후, 상쇄(Offsetting)를 통한 탄소중립 달성

1.5°C 달성을 위한 감축목표와  
탄소중립목표를 이원화 하고,  
탄소중립을 위해 '상쇄'를  
감축수단으로 활용



# 01 주요 도시별 탄소중립을 위한 감축 경로

## 파리

**Paris's greenhouse gas emissions**  
(25.6 million tonnes of CO<sub>2</sub> in 2014) can be divided  
into two major categories:

### LOCAL EMISSIONS (6,0 MtCO<sub>2</sub> in 2014)

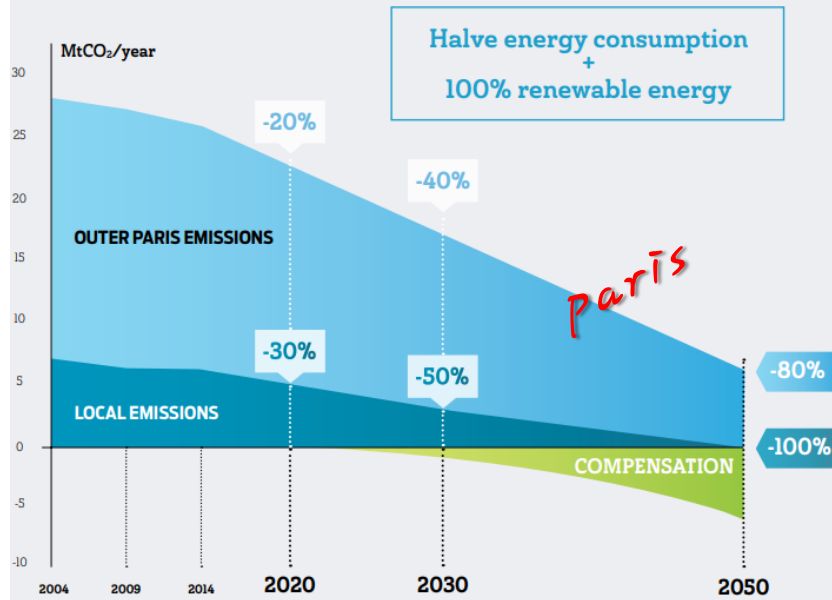
Direct emissions from Paris area related to the energy consumption of the residential, tertiary/service and industrial sectors, city centre transport and the emissions associated with the waste produced in Paris.

### THE CARBON FOOTPRINT OF THE TERRITORY (6,0+19,6 MtCO<sub>2</sub> in 2014)

Local emissions plus the upstream emissions<sup>3</sup> produced prior to energy consumption, emissions associated with the food and construction sectors, and from transport outside Paris (including air transport).

In line with the goals of the Paris Agreement, by the horizon of 2050, the City of Paris undertakes to:

- **REDUCE LOCAL EMISSIONS BY 100%**, achieving the goal of zero emissions in Paris.
- **PROMOTE AN 80% REDUCTION IN THE CARBON FOOTPRINT** of Paris compared to 2004 levels and involve all local stakeholders in compensating for residual emissions in order to attain the zero net carbon target for the Paris area.



## 감축경로의 설정

직접배출량과 간접(outer paris)배출량으로 구분

- ① 직접배출량은 100% 감축  
→ 에너지소비량 50%감축 + 100% 신재생에너지
- ② 간접(outer Paris)배출량은 2004년 대비 80%감축
- ③ 잔여배출량은 파리시민들이 참여하는 방식으로 대체(상쇄)

직접배출량과 간접배출량으로  
구분하고, 2050년까지 탄소중립  
달성을 위해 파리 시민(시민, 회사,  
및 기관)이 참여하는 '상쇄'를 선택

# 01 주요 도시별 탄소중립을 위한 감축 경로

## 멜버른

### 2.3 Proposed emissions reduction targets

Aligning to the Paris Climate Agreement needs a mix of delivery mechanisms: engaging, facilitating, partnering and collaborating. It also requires taking leadership and advocating for policy change and action from others.

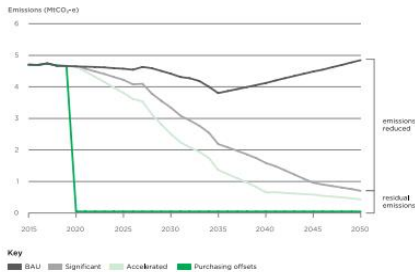
To inform the development of the strategy we analysed four scenarios:

1. Business as Usual
2. Significant Action to reduce emissions
3. Accelerated Action to reduce emissions
4. Purchasing Offsets from 2020.

In addition to the actions within the City of Melbourne's powers, both the Significant and Accelerated Action Scenarios require investors, businesses and the Victorian and Australian Governments to take action.

The scenarios we analysed are summarised in Figure 5 below. It illustrates the emissions we need to reduce as part of the international effort to stay below a 1.5°C rise in global average temperatures and the residual emissions in 2050 that need to be further reduced or offset.

Figure 5: Scenarios for emissions reduction targets.



The following table summarises the characteristics of each scenario.<sup>15</sup>

Table 2: Analysis of each scenario

SCENARIO	TARGET PER PERSON IN 2030	NET ZERO EMISSIONS	ALIGNED TO PARIS CLIMATE AGREEMENT
1. Business as Usual	22.1 tCO <sub>2</sub> -e	never	no
2. Significant Action	14.3tCO <sub>2</sub> -e	2050	yes
3. Accelerated Action	10.7 tCO <sub>2</sub> -e	2043	yes
4. Purchasing Offsets	22.1 tCO <sub>2</sub> -e	2020	no

### 감축경로의 설정

BAU 포함 4개 시나리오를 구성하고 단계별 감축 목표를 설정

- ① BAU
- ② 주요 감축수단 적용 (2050년 잔여량 0.5백만톤)
- ③ 추가 감축수단 적용 (2050년 잔여량 0.2백만톤)
- ④ 상쇄배출권 구매 (1인당 22.1톤 구매)

에너지공급, 건물, 수송 및 폐기물 등  
4개 분야에 대한 감축 수단 적용  
수준에 따라 단계별(2030년 및  
2050년 목표 설정)

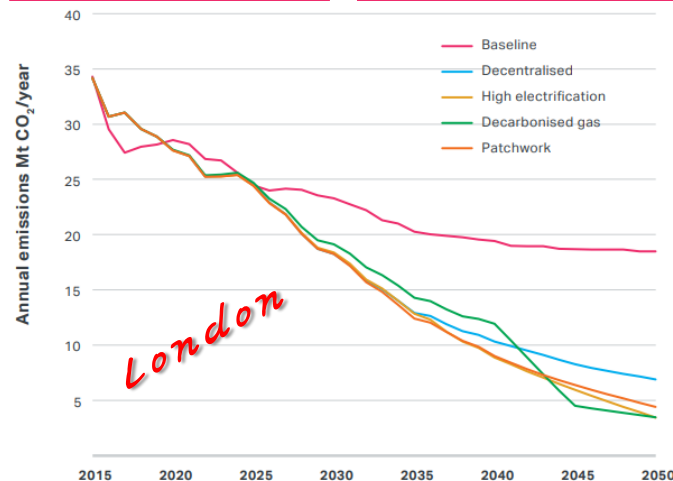
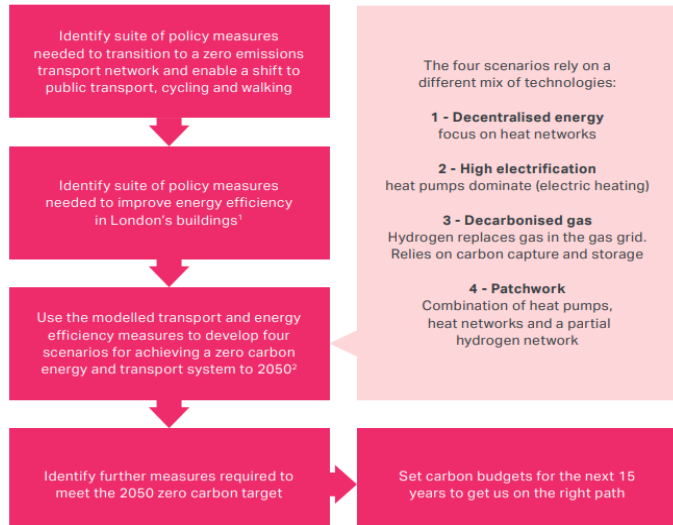




# 01 주요 도시별 탄소중립을 위한 감축 경로

## 런던

### Modelling approach



### 감축경로의 설정

다양한 감축수단 혼합을 통한 4개 분야 감축 경로 설정

- ① 에너지 분산 (열 중심)
- ② 전력 중심의 에너지 공급(heat pump)
- ③ 수소에너지 (CCS 포함)
- ④ 추가수단(heat pump, 열 네트워크 및 수소네트워크 조합)

수송 및 에너지효율향상에 필요한 정책 수단을 확인하고 2050년까지 탄소제로를 위한 4대 감축경로 설정

# 02 주요 도시별 탄소중립 실천 방안

## 바르셀로나

비전

+ Responsible, - Vulnerable, + Health, + Quality of life

목표

2050년까지 탄소중립도시 실현, 2030년까지 다음의 목표 수립



1인당 온실가스 배출량 2005년 대비 45% 감축  
- 개별교통수단 이용을 통한 여행 20% 감축  
- 태양에너지의 이용 5배 증대  
- 40년 이상된 주거용 건물의 20% 개보수



도심지 녹지공간 1.6km<sup>2</sup> 확대  
(=현재 주민1인당 1m<sup>2</sup> 상당)



100% clean 자원 확보



시민 1인당 하루 100리터 이하의  
가정용 식수 소비율 달성



에너지 빈곤층 제로화



시민협동조합(프로젝트)에 120만 유로  
(2년마다 20만 유로)의 보조금 지원

정책수단

5개 영역, 18개 세부 정책 수립 (계획연도 : 2030년)

1 People first	2 Starting at home	3 Transforming communal spaces	4 Climate economy	5 Building together
시민의 삶의 질 향상	건물효율성 증대	건강하고 생물다양성을 높이며, 효율적/포괄적인 환경으로 공공장소의 전환	자원순환 사회로의 전환	시민과의 협력
① Taking care of everyone ② No cuts ③ Preventing excessive heat	④ Better than new building ⑤ Recovering terrace roofs	⑥ Planning with a climate focus ⑦ Many more green areas ⑧ Not a single drop wasted ⑨ Renewables in public areas ⑩ Getting around easily ⑪ Conserving the seafront	⑫ Virtuous circle ⑬ Responsible consumption ⑭ Zero waste ⑮ Food sovereignty	⑯ Cultural action for the climate ⑰ Climate cooperation ⑱ Let's get organised

## 02 주요 도시별 탄소중립 실천 방안

## 코펜하겐 CPH 2025 Climate Plan

## 목표

2025년까지 탄소중립도시 실현(2012년 8월 시의회에서 채택됨)

	1 에너지 소비 (2010년 기준)	2 에너지 생산	3 이동수단 (2010년 기준)	4 도시관리 이니셔티브 (2010년 기준)
세부 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>열소비량 20% 감축</li> <li>상업 및 서비스 회사의 전기 소비량 20% 감축</li> <li>가정용 전기 소비량 10% 감축</li> <li>2025년 전기 소비량의 1%에 해당하는 태양열 패널 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역난방의 탄소중립</li> <li>코펜하겐 총 전기소비량을 초과하는 풍력 및 바이오매스 기반의 전기 생산</li> <li>가정과 기업의 플라스틱 폐기물 분리 배출</li> <li>유기폐기물의 바이오가스화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>코펜하겐에서의 모든 여행의 75%를 도보 또는 자전거 또는 대중교통 이용</li> <li>코펜하겐에서의 직장 또는 학교 이동 시 50% 자전거 이용</li> <li>2009년 대비 20% 이상 대중교통 이용 승객의 증가</li> <li>대중교통의 탄소중립</li> <li>모든 소형차량(light vehicles)의 20~30% 신규연료 활용</li> <li>모든 대형차량(heavy vehicles)의 30~40% 신규연료 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시 건물의 에너지 소비량 40% 감축</li> <li>시의 신규 건물의 충족요건 강화(2015년까지 신축된 건물은 2015년 충족요건 달성, 2020년까지 신축된 건물은 2020년 충족요건 달성)</li> <li>시의 공공 운송은 전기, 수소 또는 바이오연료로 운행</li> <li>가로등 에너지 소비량 50% 감축</li> <li>기존 시립 건물 및 신축 시립 건물에 총 60,000m<sup>2</sup>의 태양광패널 설치</li> </ul>
정책 수단	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energy-efficient operations and appliances</li> <li>Renovating building envelopes</li> <li>Flexible energy consumption</li> <li>New areas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biomass in combines heat and power units</li> <li>Flexible energy technology</li> <li>Carbon neutral supply</li> <li>Solar panels</li> <li>Wind turbines</li> <li>Resources and waste Analysis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>World's best city for cyclists</li> <li>Public transport</li> <li>Traffic</li> <li>New fuels in light vehicles</li> <li>Heavy transport</li> <li>Shipping</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Municipal buildings</li> <li>Municipal transport</li> <li>Municipal procurement</li> <li>Teaching and outreach</li> </ul>

# 02 주요 도시별 탄소중립 실천 방안

## 뉴욕

### 목표

“80×50” (2050년까지 2005년 온실가스 배출량 대비 80% 감축)과 탄소중립

정책수단	1	소비량 감축 및 효율성 증대 (Reduced and more efficient consumption)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건물 에너지 효율 규제(Building Energy Performance Mandate)</li> <li>- 시 소유 건물의 에너지 개선(Deep energy retrofits in city-owned buildings)</li> <li>- 건축기준(법규) 강화(Advanced building codes)</li> <li>- PACE financing 도입 (Property assessed clean energy financing(PACE))</li> <li>- 뉴욕 시 건물 프로그램(NYC Building Programs)</li> <li>- 지속가능한 운송 수단(Sustainable Transportation)</li> <li>- 유기폐기물 분리배출(Organics Separation)</li> </ul>
	2	클린에너지로의 전환 (Transition to Clean energy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 100% 신재생에너지를 이용한 도시 운영(100% Renewable electricity for city operations)</li> <li>- 신재생 기반의 전기 공급(Renewables-based electric supply)</li> <li>- 전기차 충전 인프라 구축(Electric vehicle charging infrastructure)</li> </ul>
	3	기후변화 리더십 (Climate change leadership)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 탄소 및 기타 외부 요소(Carbon and other externalities accounting)</li> <li>- 탄소중립을 위한 세계 도시 계획 (Global cities protocol for carbon neutrality)</li> <li>- 향상된 기후 커뮤니케이션(Enhanced climate communications)</li> </ul>

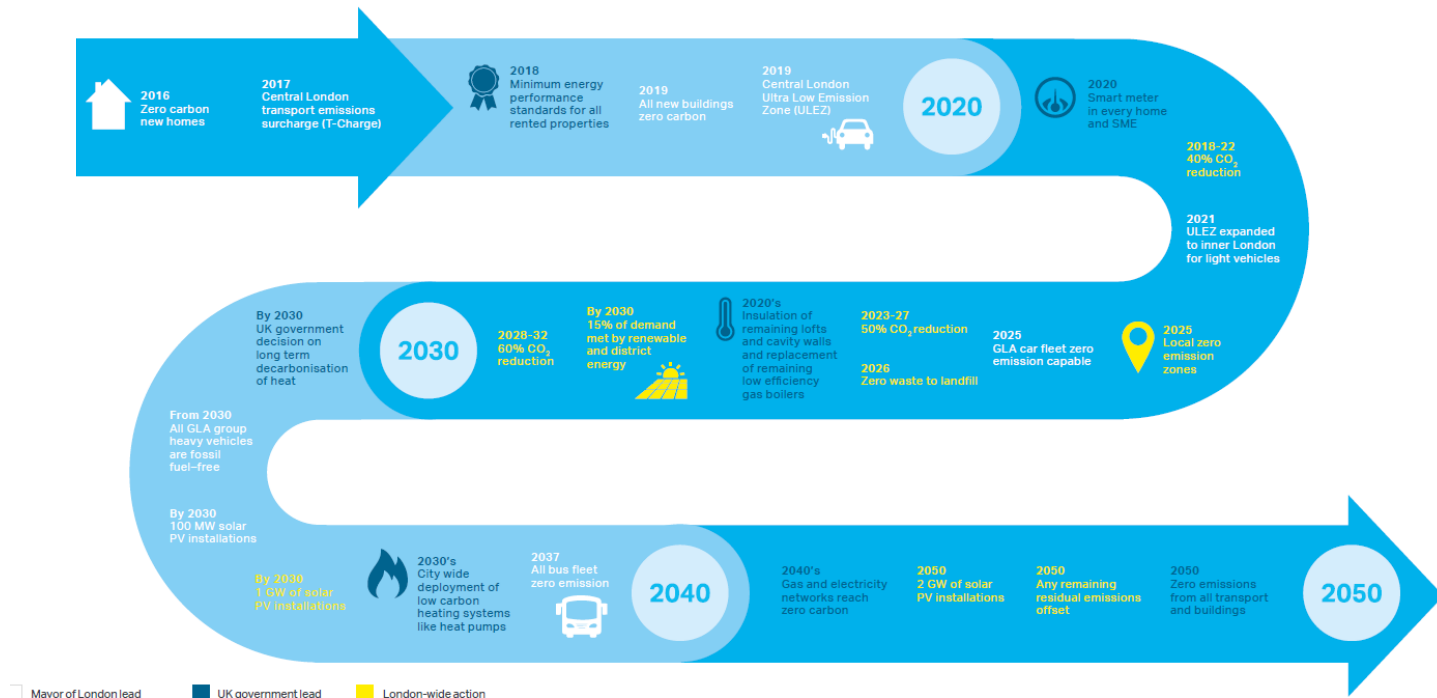
# 02 주요 도시별 탄소중립 실천 방안

## 런던

### 목표

2050년까지  
탄소중립도시  
실현

### 정책수단



Option 1 : Decentralised

Heat zoning, 기존 건물 연결 정책, 140만 지역난방연결로 이어지는 기타 정책 지원

Option 2 : High electrification

대체 난방시스템을 위한 CO<sub>2</sub> 표준과 380만 개의 히트 펌프와 1백만 개의 direct 전기 히터를 제공하는 기타 정책 지원

Option 3 : Decarbonised gas

2040년부터 2045년까지 런던의 가스관을 수소로 전환(370만대의 보일러가 교체 또는 전환)

Option 4 : Patchwork

대체 난방시스템, 열 구역 및 기타 정책 지원을 위한 CO<sub>2</sub> 표준은 380만 개의 열 펌프와 하이브리드 열 펌프 그리고 90만 개의 열 네트워크 연결로 이어질 것임.  
2040년까지 hydrogen backbone 건설.

# 02 주요 도시별 탄소중립 실천 방안

## 멜버른

### 목표

전지구적 온도 상승 1.5°C 이하로 억제 (파리협약 이행 목표), 구체적 목표 제시 X

정책 수단	1 100% 신재생에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 보다야심찬 재생에너지 목표와 국가 전력 rules 변경</li> <li>- 기업 전력 구매 협약(계약)의 가속화</li> <li>- 신재생에너지 제품의 시민 구매 촉진</li> <li>- 시민 또는 중소기업을 위한 가상 발전소나 태양광 정원 활성화</li> <li>- 다른 도시, 투자자, 연금회사와 협력하여 화석연료 에너지 공급중단의 가속화</li> <li>- 기업, 대학, 의료서비스 및 기타 조직과 파트너십을 맺어 혁신적인 재생가능 에너지 기술 및 연구의 촉진</li> </ul>
	2 배출량 제로 빌딩 및 구역	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 의회 소유 건물 및 구역의 혁신적인 탄소 positive 디자인 및 운영 시연</li> <li>- 산업계 및 빅토리아, 호주 정부와 협력하여 장벽을 줄이고 배출량 제로 건물 및 도시 재생구역 제공</li> <li>- CitySwitch 및 기타 파트너십을 통한 기존 상업용 건물 및 입주자의 에너지 효율 프로그램 가속화</li> <li>- 다양한 상업용 및 주거용 건물에 대한 에너지 성능 공개</li> <li>- 지방 지자체 전역의 아파트에 대한 전국 건축 환경평가제도(NABERS) 채택 촉진</li> <li>- 배출량 제로 건물 및 구역의 개발을 지원하기 위한 정책 계획의 갱신 및 시행</li> <li>- 1993년 국가 건설 법규, 건축법 및 규정보다 더 높은 에너지 성능 표준을 지지하기 위한 업계와의 파트너십 구축</li> <li>- 건물 및 구역 연료를 가스에서 전기로의 전환 권장 및 촉진</li> <li>- 조달, 도시 설계 및 계획을 통해 도시 전역의 제품, 자재 및 건물의 환경 영향 및 구체화된 배출량을 줄이기 위한 순환 경제 원칙 채택</li> </ul>
	3 배출량 제로 운송수단	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도보, 자전거 및 녹색 인프라를 위한 더 많은 공간을 만들기 위한 도로 공간 재할당</li> <li>- 전용 차선 교통 신호 등 우선 순위 주차 제어 및 도로 사용자가 가격 책정을 통한 능동적인 대중교통 우선 순위 지정</li> <li>- 재생가능에너지로 구동되는 에너지 효율적인 대중교통 수단을 지원</li> <li>- 빅토리아 정부가 열차, 트램 및 버스 서비스를 운행 연장하도록 지원</li> <li>- 자동차의 탄소집약도를 낮추고 전기자동차로의 전환 지원</li> </ul>
	4 폐기물의 영향 감축	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐기물 발생 억제를 촉진하고 폐기물 및 자원회수 전략을 구현하여 폐기물 매립, 화수, 재활용으로의 전환 유도</li> </ul>



## 02 주요 도시별 탄소중립 실천 방안

## 오슬로

## 도시비전

“Oslo towards 2030: Smart, safe and green”

## 기후목표

1990년 대비 2020년까지 배출량 50% 감축, 2030년까지 95% 감축

## 기후 및 에너지 전략의 16개 이니셔티브

## 도시 개발 및 수송(8)

1. 교통량 2020년까지 20% 감축 및 2030년까지 1/3로 감축을 고려한 토지 및 교통, 인프라 계획 수립
2. 지속가능한 운송수단의 보장
3. 2020년까지 대중교통 100% 신재생 연료 사용
4. 자전거 운행 비율 2020년까지 16%, 2025년까지 25% 증가
5. 도시물류시스템의 교통 수요 감소 촉진 및 모든 신차와 경량화물 차량에 대해 2020년부터 100% 재생가능한 연료 및 하이브리드로 전환
6. 2020년까지 중장비 차량의 최소 20%에 대해 재생가능한 연료 사용으로 전환, 2030년까지 모든 대형의무차량과 건설기계에 대해 100% 재생가능한 연료 사용으로 전환
7. 대형의무차량에 의한 화물 운송을 최대한 철도 또는 해상으로 이전
8. 해상전기 및 기타 환경적 조치를 통한 항구활동에 의한 배출량 2030년까지 50% 감축

## 건물(3)

9. 난방을 위한 화석연료의 사용을 2020년에 단계적으로 폐지하고 재생가능한 에너지원으로 대체
10. 2020년까지 건물에너지 소비 1.5TWh 감축
11. 난방 및 냉각을 포함하는 에너지 운반체로서 물 사용계획 2020년 내에 수립

## 자원 활용(1)

12. 폐기물 및 폐수처리 장기계획 수립 → 재활용 증대 및 에너지 회수를 통한 제로배출 달성

## 기후 거버넌스(4)

13. 기후예산 통합으로 전략적 기후 정책 강화
14. 환경 효율적인 조달을 수행하고 시가 소유한 사업체에 특정 기후 요구사항을 설정
15. 시민, 기업, 학계, 단체 및 기타 공공기관과 긴밀히 협력하여 기후 솔루션을 개발 및 구현
16. 미래 배출 감축을 촉발할 수 있는 주력 프로젝트를 주도

# 02 주요 도시별 탄소중립 실천 방안

## 파리

### 도시비전

Zero Local Emission = 50% 에너지 소비 감축 + 100% 신재생에너지

### 목표

2050년까지 탄소중립 실현

#### 2030년 목표



**-50%\***

지역GHG배출량감축



**-40%\***

파리의탄소발자국



**-35%\***

에너지소비



**45%**

전체에너지소비량중  
신재생에너지의비중  
(10%지역재생에너지포함)



Become a  
**ZERO**

화석연료및  
국내난방오염지역



WHO권고안을  
준수하는  
**대기질**

Guarantee a pleasant living environment that is adapted to the climate for all Parisians.

#### 2050년 목표



Make Paris a  
**ZERO**

지역GHG배출량제로



**-80%\***

파리의탄소발자국



Commit the actors of the Parisian territory to offset the residual emissions in order to reach

**탄소중립**



**100%**

신재생에너지의비중  
(20%지역재생에너지포함)



**-50%\***

파리영토내의에너지소비량

Ensure the climate resilience of Paris and carry out a socially fair transition.

\* Compared to 2004



# 02 주요 도시별 탄소중립 실천 방안

## 주요 도시 사례 : 파리

### 정책 수단

#### 에너지;

A solar, 100% renewable-energy city and a key player in French renewables

- 공공에너지 서비스를 위해 그 역량과 운영자원을 개발하는 도시
- 시 토지에서 재생 가능 에너지를 생산하는 도시
- 스마트 그리드와 네트워크를 통해 재생가능 에너지로 공급되는 도시
- 100% 재생가능 에너지 목표 달성을 위해 지역 파트너십을 구축하는 도시
- 재생가능 에너지 생산을 위한 혁신을 지지하는 도시

#### 수송;

The city of shared, active and clean transport

- 자동차 정량대수를 규제하고 감축하는 도시
- 깨끗하고 공유(shared)되며, 순조로운 이동성을 보장하는 도시
- 저탄소 도시 물류를 지원하는 도시
- 클린 에너지 분야를 지원하고 저탄소 이동을 위한 혁신 도시

#### 건물;

A 100% Eco-renovated paris with low-carbon and positive energy buildings

- 대규모 건물 정비에 필요한 비용을 제공하는 도시
- 최고 성능 기준에 따라 신축 건물의 광범위한 건축을 구현하는 도시
- 주택 불균형을 줄이고 지역적 연계를 고무하는 도시

#### 도시계획;

A carbon neutral, resilient and pleasant city to inhabit

- 에너지 전환을 가속화하기 위한 도시 계획을 채택하는 도시
- 신규 운영 tools을 사용하여 지역적으로 지속가능한 건설과 개발을 조율하는 도시
- 도시 개발 정책의 범위를 변경하고 건축 차원을 넘어서 움직이는 도시

#### 폐기물;

Towards zero non-recovered waste and a circular economy in paris

- 발생원에서 폐기물 발생을 줄이는 도시
- 모든 폐기물의 회수 및 체계적 복구를 가속화하는 도시

#### 식량;

Paris, a sustainable food city

- 지속가능한 농업-식품 분야의 개발을 지원하고 식량의 자급자족을 강화하는 도시
- 저탄소 다이어트를 채택한 도시

# 02 주요 도시별 탄소중립 실천 방안

## 스톡홀름

목표	2020년 시민 1인당 CO <sub>2</sub> 배출량 2.3톤, 2040년까지 탈 화석연료	
세부목표	2040년까지 탈 화석연료를 위한 필요사항	2020년까지의 정책수단
지속가능한 에너지 사용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 석탄사용 단계적 폐지</li> <li>- 에너지수요관리를 통한 화석연료의 재생가능한 연료로의 전환</li> <li>- 지역난방 네트워크 연결 확대</li> <li>- 재생가능한 전기량의 증가 가능성 검토</li> <li>- 화석연료 이외의 에너지 사용을 지원하는 법률 및 규정의 정비</li> <li>- 시가 운영하는 기구들의 전기 소비량의 10%를 자체 태양에너지 생산으로 커버</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020년까지 CO<sub>2</sub> 배출량을 최소 24만톤 감축하는 지역난방시스템 도입</li> <li>- 시가 운영하는 사업의 에너지 효율성 2015년대비 10% 향상</li> <li>- 에너지요구사항 준수를 용이하기 하기 위한 건물의 레이아웃 및 form factor 모델 수립</li> <li>- 시의 자체 태양에너지 생산량 증대</li> </ul>
친환경의 효율적 수송	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 화석연료를 사용하지 않는 도로 운송 부분의 실천계획 수립 및 2040년까지 화석연료 판매금지를 위한 타당성 마련</li> <li>- 화석연료를 사용하지 않는 수송부문을 지원하는 법률 및 규정의 정비</li> <li>- 화석연료를 사용하지 않는 운송(shipping) 촉진</li> <li>- 건설기계 및 발전소에서 화석연료 사용 중지를 위한 실천계획 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최소 8만톤의 배출량 감축을 위한 도로 교통량 줄이기</li> <li>- 최소 14만톤의 배출량 감축을 위한 교통에 사용되는 화석연료 사용 줄이기</li> <li>- 기후친화적인 시내 교통수단 마련</li> </ul>
자원효율적인 자원순환	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소각 폐기물에서 fossil 플라스틱 감축 가능성 조사(화학물질, 건강 및 기타 환경 영향을 기후영향과 함께 고려)</li> <li>- 화석천연가스를 대체할 필요성을 충족시키기 위해 충분한 바이오가스 생산량을 확보하는 방법 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 총 2만톤 CO<sub>2</sub>eq의 감축량에 부합하는 수준으로 바이오가스 생산량 증대</li> </ul>

## 03 해외 도시 사례를 통한 시사점

## 각 도시별 특징 비교 및 시사점

구분	뉴욕	파리	런던	코펜하겐	바르셀로나
계획 수립	2017. 9	2018. 3	2018. 5	2016. 6	2018. 4
2030 목표	10백만tonCO <sub>2</sub> eq (2017년 대비)	50% (2004년 대비)	60% (1990년 대비)	2025년까지 탄소중립	1인당 배출량 45% (2005년 대비)
2050 목표	2005년대비 80%	Scope1 : 100% Scope2 : 20% (2004년 대비)	건물, 수송분야 제로, 잔여분은 상쇄	-	탄소중립 실현
핵심 감축 수단	소비량 감축 및 효율성 증대 클린에너지 전환 기후변화 리더쉽	에너지, 수송, 건물, 도시계획, 폐기물 및 식량 등 도시 전체 지속가능발전을 포괄	에너지분산, 수소 및 CCS 등 에너지 공급에 초점	풍력중심의 신재생에너지로 80%감축	삶의 질, 건물 효율성, 생물 다양성, 자원 순환 및 시민과 협력 등 5개 영역 18개 정책
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.5°C 달성을 위한 감축목표와 탄소중립 목표를 이원화</li> <li>탄소중립을 위해 '상쇄'를 감축 수단으로 활용 (20%분량)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>직접 및 간접 배출량 구분</li> <li>탄소중립 달성을 위한 파리 구성원(시민, 회사, 및 기관)이 참여하는 '상쇄'를 선택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수송 및 에너지 효율 향상에 필요한 정책 수단을 확인</li> <li>2050년까지 탄소 제로를 위한 4대 감축 경로 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가장 선제적인 탄소 중립 선언 및 이행</li> <li>풍력 등 신재생에너지 자원이 풍부한 장점을 극대화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>감축, 적응 및 회복력, 기후정의, 그리고 시민 행동 참여의 네가지 원칙을 기반으로 한 감축계획 수립</li> </ul>

I. | II.

III.

## 국내 지자체 탄소중립 동향과 추진 방향

1. 국내 지자체 탄소중립 선언
2. 탄소중립 실현을 위한 제언

# 01 국내 지자체 탄소중립 선언

국내 226개 지자체가 기후위기 비상선언을 선포, 탄소중립 지방 정부 실천 연대에 101지자체 참여

## □ 서울특별시

- 서울판 그린뉴딜 발표 : '20. 7. 8
  - 2050년 '탄소배출 제로(Zero)' 실현계획 발표
  - 건물(그린빌딩), 수송(그린모빌리티), 도시숲(그린숲), 신재생에너지(그린에너지), 자원순환(그린사이클) 등 5대분야 집중추진
- 그린뉴딜 정책을 통한 온실가스 감축전략 토론회 : '20.10.22
  - 서울시 온실가스 감축전략에 대한 시민, 전문가 등 의견수렴

## □ 제주특별자치도

- 제주형 뉴딜 종합계획 발표 : '20. 10. 12
  - 2030 에너지자립섬 목표 카본프리 아일랜드 계획 보완 (그린뉴딜부문)

## □ 당진시

- 당진시 그린뉴딜 추진계획 발표 : '20. 12
  - 2035년까지 53% 감축(2030년까지 '공공부문 탄소중립' 달성)
  - 일자리 약 24,450개 창출(' 25)

## □ 충청남도

- 충남형 그린뉴딜 사업제안 : '20. 6. 5
  - 주제 : 그린(Green)으로 그린 충남, 새로운 미래를 열다.
  - 4대분야, 10개과제, 50개세부사업 추진으로 지속가능한 탄소중립사회 전환
- 2020 탈석탄 기후위기 대응 국제컨퍼런스 개최 : '20. 9. 8
  - 주제 : 기후위기 시대, 그린뉴딜과 정의로운 전환
  - 전국 탈석탄 금고 선언식(7개광역시도, 11개시도교육청, 38개 기초지자체)

## □ 광주광역시

- 광주공동체 기후위기 비상사태 공동선포 및 광주형 AI-그린뉴딜 시민보고회 : '20. 8. 19
  - 2045 탄소중립 에너지 자립도시 실현계획 발표

## □ 화성시

- 「화성형 그린뉴딜 종합계획」(' 20.7) 및 「화성형 그린뉴딜 추진계획 발표」(' 21.1)
  - 2030년까지 연 45만톤 감축('04년 기준 10%)

# 01 국내 지자체 탄소중립 선언

강원도는 '액화수소' 를 중심으로 한 탄소중립 실천 방안을 제시

## 비전

강원도라서 할 수 있는, 주도적이고 지속가능한  
**탄소중립 & 탄소흡수 녹색통일 강원시대 준비와 완성**

## 목표

**2040 탄소제로 에너지 플러스 강원 조기 달성**  
[온실가스 34,437천톤 이상 감축으로 탄소중립(Net Zero) 초과 달성]

## 4대 전략

## 12대 과제

### 1. 그린·액화수소 등 에너지 대전환

- 1-1. 그린·액화 수소 경제 실현
- 1-2. 그린 Mobility 확산
- 1-3. 신재생·미래 에너지 지속확대

### 2. 주요 배출산업의 저탄소 및 자원화

- 2-1. 화력발전소 연료 전환 및 탄소광물화
- 2-2. 시멘트산업 Net-Zero 및 자원화
- 2-3. 자원 재활용 종합 콤비나트 조성

### 3. 건강한 산림관리와 관광자원 탄소중립

- 3-1. 젊은 산림 흡수원 관리와 자원화
- 3-2. 대형리조트 등 관광 시설 친환경화
- 3-3. 제로에너지 건축물 전환

### 4. 디지털 탄소중립 및 기후안심인프라 확대

- 4-1. 디지털기반 에너지 수요 관리 및 거버넌스
- 4-2. 이상기후 정보화 및 먹거리 안전
- 4-3. 탄소중립 남북 협력

## 기대 효과

**Green Alliance Network Governance Win-win Opportunity to Nationwide**

저탄소 신산업 ➡ 육성 일자리·고소득 ➡ 탄소중립+삶의 질 향상





## 02 탄소중립 실현을 위한 제언

탄소중립 선언은 지속가능한 미래상에 대한 지자체의 비전을 포함하여야 함

### 탄소중립선언 : 장기적 관점에서 바라보는 미래비전

- 중간 목표 설정을 통한 점검과 이행평가 필요 → 기후변화대응 종합계획수립(2021~)

#### 지역적 특성을 반영한 종합적 문제 해결

- 지속가능한 지역 여건 확보  
(산업 및 경제구조, 성장률, 주거형태 및 여건, 배출원 및 흡수원의 종류, 재생에너지 생산여건, 주민과 자치단체장의 의지, 사회적 약자 배려 등)
- 지역 경제, 사회 및 산업구조 개선을 포함 모든 분야에 걸친 종합적 문제 해결 방안  
(저탄소기술을 이용한 집중 특화사업의 육성 및 사양산업의 전환 등)

#### 기초 역량 확보를 통한 지속적 추진

- 온실가스 배출량 정보 관리  
(통계, 배출원인, 종합적 이행평가, 사업별 효과 확인 및 환류를 통한 개선 등)
- 전문가 및 전문기관 양성  
(지역 발전연구원, 민간전문가, 시민단체 등)
- 교육 및 홍보, 의견수렴 거버넌스 확보  
(민, 관, 산, 학 및 전문가, 지역주민 포함, 정보공개 및 의견 수렴 상설 채널)



# 02 탄소중립 실현을 위한 제언

## 법인으로서 지자체의 권한을 적극 활용



자치조직권  
(기관구성, 총원)

- 의사결정이 가능한 상위, 전담조직 구성
- 자치단체 장 직속 의사소통 조직을 포함한 사업 기획, 추진 및 실적 관리
- 순환근무 한계 극복을 위한 외부 전문가 또는 전문기관 육성 및 업무 연속성 확보



자치행정권  
(지방사무 처리)

- 탄소중립 계획 이행을 위한 실천업무
- 정부 위임사무와 구분 (감축 노력의 효과 구분)
- 주민과 직접적인 소통이 이루어지는 실천 사업의 모집(공모), 사업관리 등
- 중앙정부의 자치 행정권 보장 및 권한 부여 선행



자치재정권  
(자원확보 관리)

- 재정자립도가 낮은 지역의 경우 고질적인 한계
- 중앙의 예산 배분에 의존한 특성화 사업 발굴 제약
- 민간자금 유치, 정부 보조금 사업 확보를 위한 세부 방침 마련 필요
- 중앙정부의 자치재정권 강화를 위한 제도 개선 필요



자치입법권  
(조례규칙 제정)

- 탄소중립 계획 이행을 위한 법적 근거 확보
- 조례 및 규칙 제정에 따른 지방의회 기능 및 역할 강화
- 의회 전문성 확보를 위한 자문기구 설립
- 제한적이지만 사법권 행사를 포함한 구체적인 조례 제정

전면 개정된 지방자치법에서는 주민 주권 구현과 자치권 확대를 제고  
**변화된 법령 내 적극적인 활용방안 마련이 필요**

Thank you



# 에너지 산업을 위한 기상기후서비스



광주지방기상청



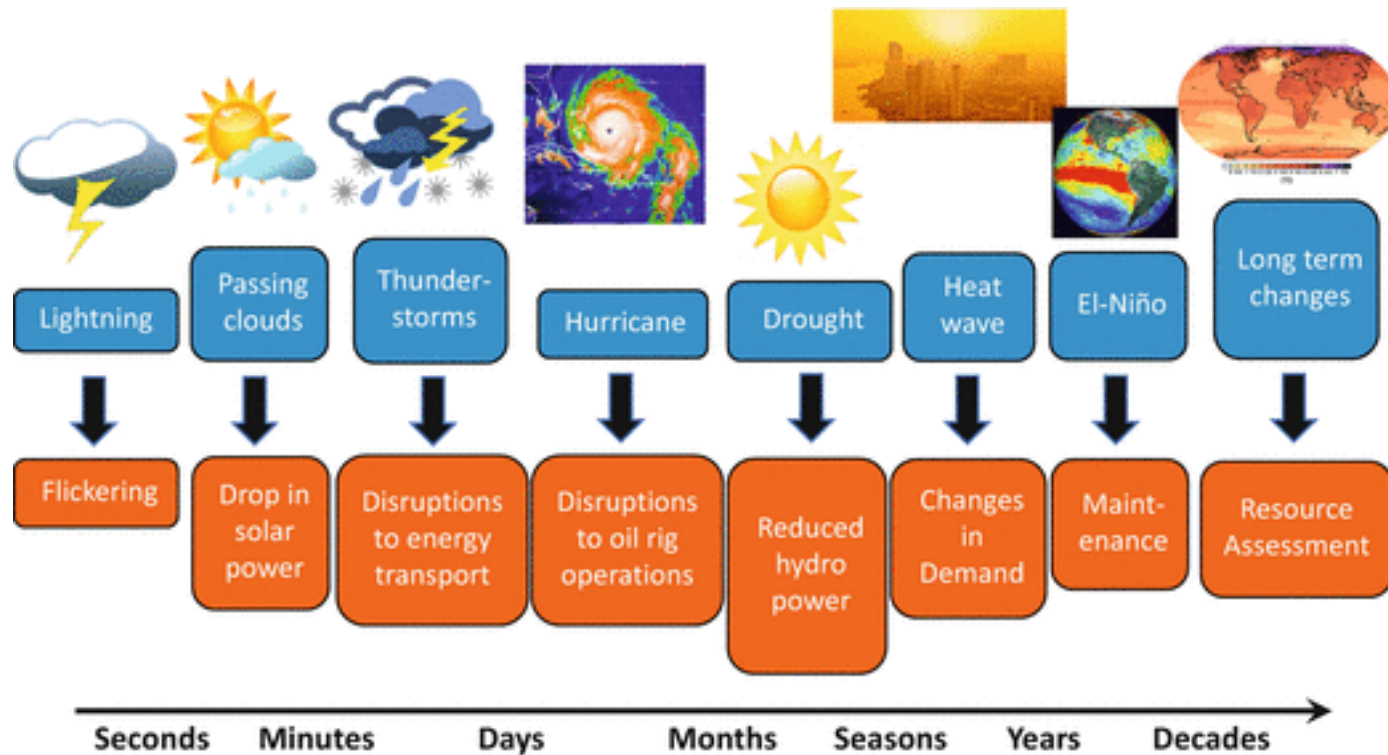
한명주 사무관

2021. 5. 11.

# 1. 에너지 부문에 미치는 기상기후정보의 영향

## 날씨 및 기후 정보 활용의 필요성

- 날씨와 기후 변동성은 에너지 공급, 수요, 운송 및 유통 등 에너지 시장 전반에 영향
- 풍력, 태양광 등 재생에너지 비율이 확대될수록 에너지 부문에 미치는 날씨와 기후의 영향력은 더욱 증가
- 에너지 시스템의 개선과 체계적 관리를 위해 날씨와 기후 정보의 활용 중요



날씨 및 기후가 에너지 부문에 미치는 영향(WEMC(세계에너지기상위원회))



# 1. 에너지 부문에 미치는 기상기후정보의 영향

## 기후변화 예측의 잠재적 영향

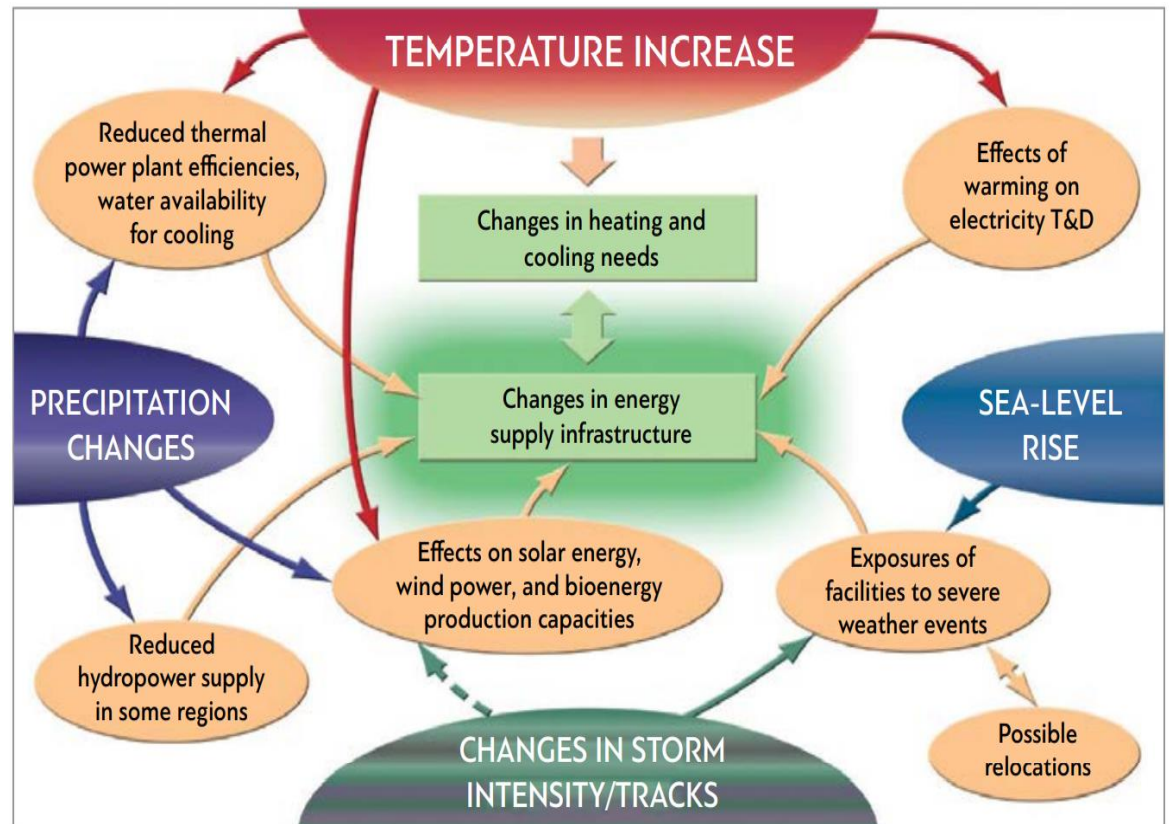
직접 영향

에너지 수요 및 공급

간접 영향

에너지 자원 부족, 기반시설 및 운송, 타 경제부문과의 연계성

기후변화 요소	잠재적 영향
기온 상승	<ul style="list-style-type: none"> <li>발전 효율 감소</li> <li>냉방수요 증가</li> </ul>
강수 및 가뭄 패턴 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>수력발전 악영향</li> <li>화력·원자력 냉각수 가용성 감소</li> </ul>
극한기상현상	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 공급 감소</li> <li>연료 품질 저하</li> <li>에너지 자원 감소</li> <li>인프라 손상</li> </ul>
해수면 상승	<ul style="list-style-type: none"> <li>인프라 영향</li> <li>자원 가용 영역 제한</li> </ul>

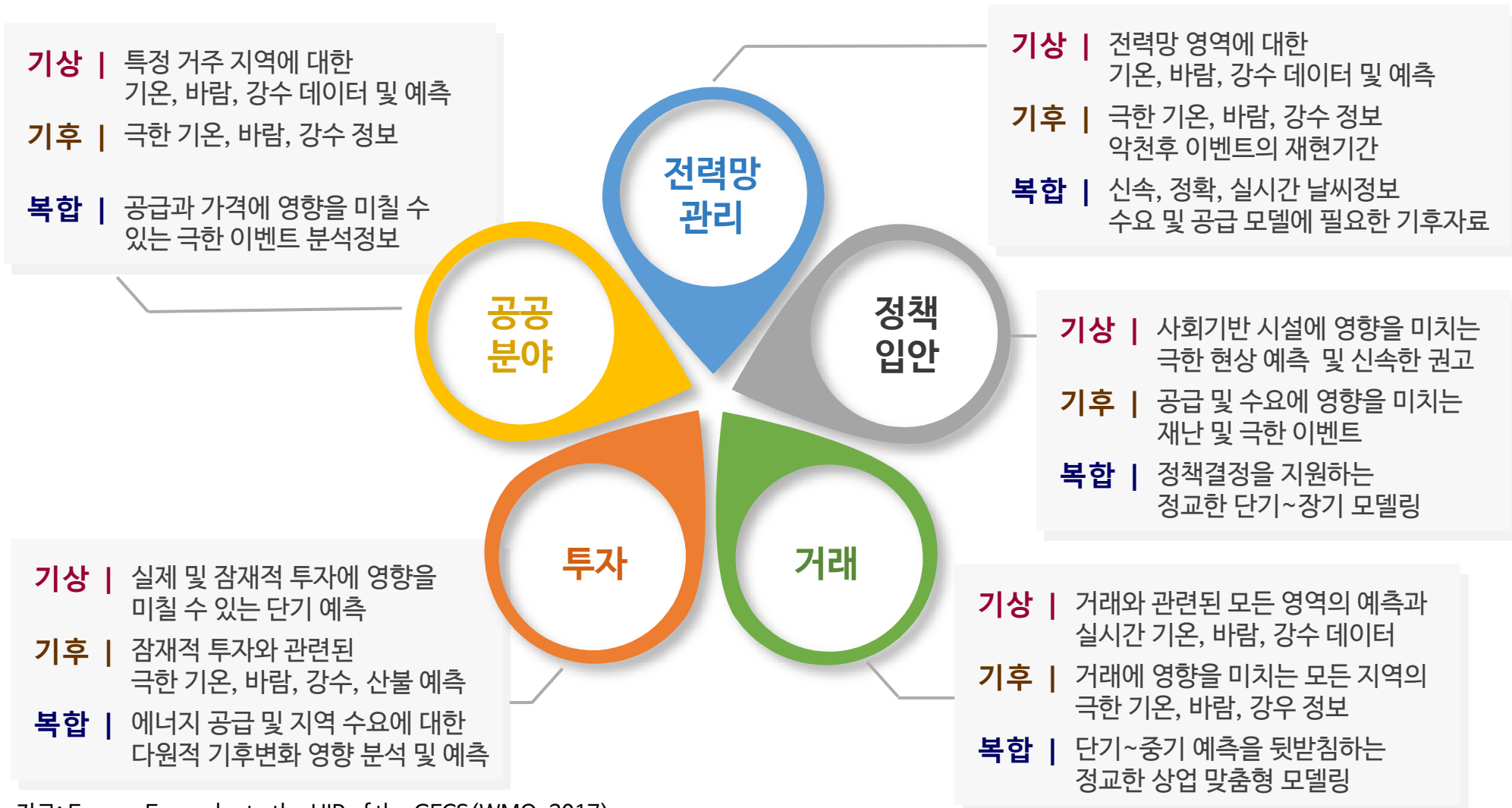


에너지 공급 분야 대한 기후변화의 잠재적 영향(Willbanks, 2014)

자료: Energy Exemplar to the UIP of the GFCS(WMO, 2017)

## 2. 서비스 사용자 관점의 니즈 분석

### 전기 에너지 부문 의사결정에 요구되는 다양한 유형의 기상기후정보



### 3. 에너지 부문 기후서비스 중점 영역

#### 프로젝트 단계별 기상기후서비스 수요

STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4	STEP 5
자원 평가	영향 평가	부지선정 · 재정확보	운영 · 유지관리	에너지 통합
<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지 생산현장의 잠재적 초기 생산량을 추정할 수 있는 데이터 및 도구 제공</li> <li>•에너지 자원과 필요한 기반시설의 초기 평가</li> <li>•기후위험관리를 위한 기후 정보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•새로운 에너지 추출 및 생산현장 인프라에 관련된 기상 영향을 식별 · 추정하기 위한 데이터 및 도구 제공</li> <li>•새로운 에너지 부지가 환경에 미치는 영향 정보 제공</li> <li>•에너지 시스템 인프라의 건설 및 유지보수를 지원하기 위한 법규, 표준, 설계, 정책에 대한 맞춤형 기상기후정보 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•에너지 생산율을 정확하게 추정할 수 있는 데이터 및 도구 제공</li> <li>•자원평가 및 위험관리를 위한 사이트별 상세 기후정보 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•기반시설의 운영 및 자산 보호를 위한 정보 제공</li> <li>•효과적 유지보수 계획 수립을 위한 조기경보 제공</li> <li>•에너지 시스템의 효율적 작동 및 유지보수를 위한 상세한 현장별 기상기후정보(과거, 예측) 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•가장 효율적이고 지속가능하며 저비용으로 에너지 생성 지원</li> <li>•적절한 에너지 효율 대책 적용 지원</li> <li>•에너지 수요를 고려하여 균형있는 분배 및 공급 지원</li> </ul>

## 4. 사용자 니즈를 충족하는 기상기후 서비스

### 전지구 기후 서비스 체제(GFCS)



# Global Framework for Climate Services

---

GFCS는 WMO의 정책목표로서  
기후 서비스의 양과 질, 확대를 위한 협력 활동(coordinated actions)이다.

즉, **모두가 일정 수준의 기후서비스를 누리기 위해**  
갖추어야 할 필수 활동을 제시한 세계 공통의 체제(메커니즘)

- 효과적인 기후 및 재해 위험 관리를 통해 광범위한 사회적, 경제적, 환경적 편익 제공을 목적
- 기후에 영향을 받는 활동에 대해 의사결정자(산업계, 행정가, 근로자 등)가 가능한 최선의 결정을 내리는 데 도움이 되는 방식으로 구성



## 4. 사용자 니즈를 충족하는 기상기후 서비스

### 전지구 기후 서비스 체제(GFCS)

#### 5가지 핵심 구성요소

##### 사용자 인터페이스 플랫폼 (UIP)

사용자와 제공자가 상호작용하는  
수단 또는 매체 플랫폼

##### 기후서비스정보시스템(CSIS)

기상기후 정보를 보관, 분석,  
모델링, 교환 처리하는 매체

##### 관측 및 감시(OBS)

기상기후 자료를 생산하기 위한  
관측 및 감시 행위

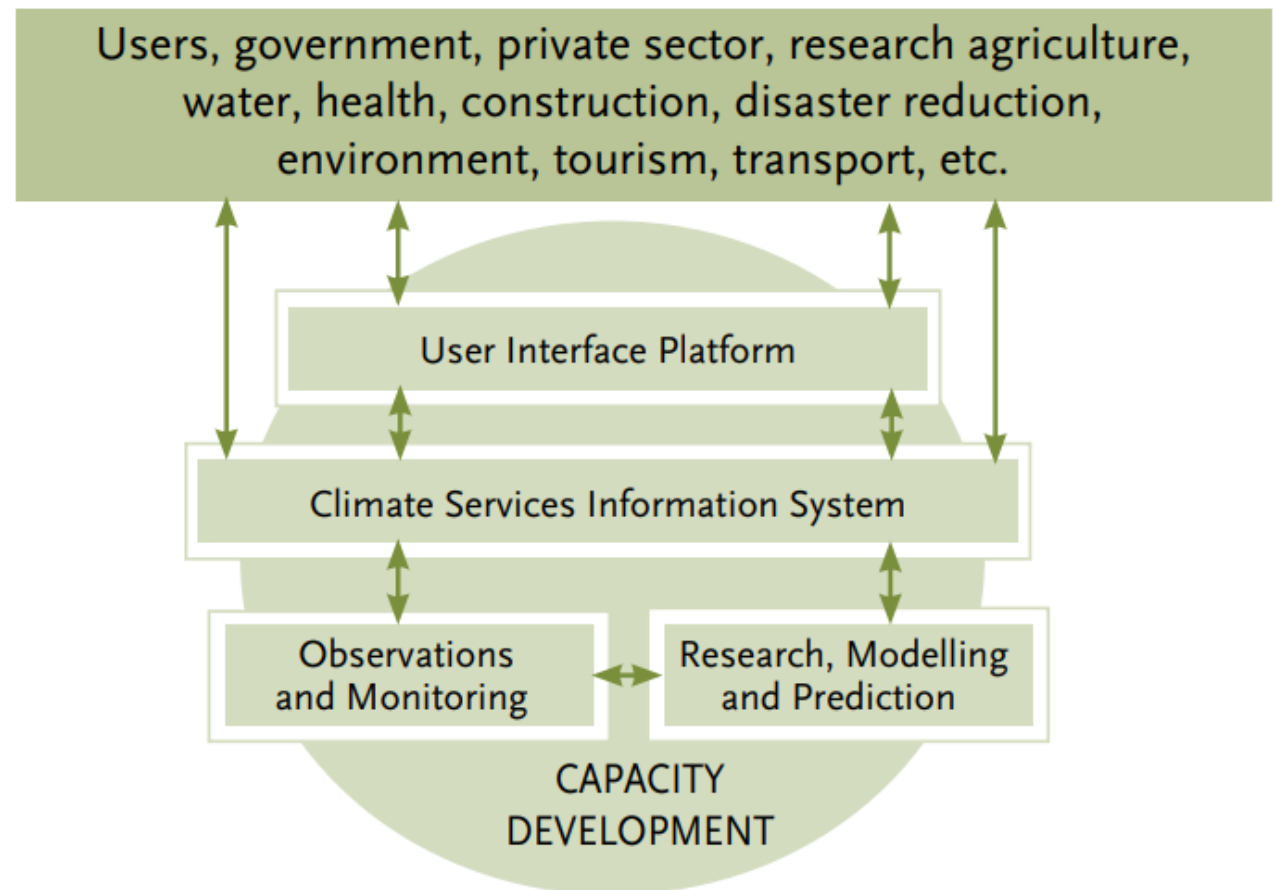
##### 연구·모델링·예측(RMP)

기상기후 정보 품질 개선을 위한  
연구, 모델링, 예측 행위

##### 역량 개발(CD)

효과적인 기상기후서비스를 위한  
기관, 인프라, 인적자원의 체계적 개발

GFCS의 기능 구성요소



## 4. 사용자 니즈를 충족하는 기상기후 서비스

### 에너지 부문 중점영역별 기후서비스 구성요소

#### STEP 1

##### 자원 평가

#### STEP 2

##### 영향 평가

#### STEP 3

##### 부지선정 · 재정확보

#### STEP 4

##### 운영 · 유지관리

#### STEP 5

##### 에너지 통합

#### 사용자 인터페이스 플랫폼(UIP)

- 자원 및 기후위험 추정을 위한 데이터 저장소 및 제품 정보 제공
- 기상장비의 적절한 설치, 작동, 유지관리 지원
- 자원 및 기후 불확실성 평가 제공
- 기후변동성과 변화에 대한 이해 및 지침 제공

#### 관측 및 모니터링(OBS)

- 자원 및 위험 영향평가를 위한 현장 및 위성 기반 기상관측 데이터
- 모델 기반 고해상도 과거 기상 데이터
- 데이터 정책 및 지침 업데이트 및 공식화
- 송전망, 해안 거리, 고도, 인구밀도 등 보조 데이터

#### 기후서비스 정보시스템(GSIS)

- 과거 기상 데이터 세트 및 기후 예측
- 특정 에너지 하위 부문에 대한 맞춤형 데이터
- 자원 및 위험 예측의 불확실성 추정
- 에너지 시스템 법규, 표준, 모범사례, 가이드라인에 맞춘 기후값 개발

#### 연구·모델링 및 예측(RMP)

- 관측장비 개선
- 위성 검색 및 변환 알고리즘 개선
- 대기 구성요소에 대한 자원 민감도 연구
- 특정 의사결정을 위한 기후변화 예측의 다운스케일링
- 개별 데이터 자원의 불확실성 정보 평가 및 결합 방법

## 4. 사용자 니즈를 충족하는 기상기후 서비스

### 에너지 부문 중점영역별 기후서비스 구성요소

STEP 1

자원 평가

STEP 2

영향 평가

STEP 3

부지선정 · 재정확보

STEP 4

운영 · 유지관리

STEP 5

에너지 통합

#### 사용자 인터페이스 플랫폼(UIP)

- 특정 기반시설에 관련된 기상기후 현상 파악
- 기후 관련 환경영향 식별
- 기상기후 영향, 환경영향에 대한 통계 제공
- 국내외 표준, 법규, 지침에 대한 기후 지원
- 과학적으로 검증된 에너지 시스템 영향 평가

#### 관측 및 모니터링(OBS)

- 환경 영향의 식별 및 완화를 위한 기후관련 변수의 관측, 모니터링
- 대기질 및 가스 배출 데이터베이스
- 건강에 미치는 영향에 대한 데이터베이스
- 발전 설비 및 에너지 수송에 대한 위험 데이터 베이스

#### 기후서비스 정보시스템(GSIS)

- 극한현상 데이터(재현기간, 발생확률, 초과 임계값 등) 및 기후 분석
- 현장별 상세 모델링 및 의사결정 지원을 위한 데이터
- 국내외 표준, 법규에 대한 지원
- 온실가스 배출 감소 및 지속가능한 에너지 사용 지원

#### 연구·모델링 및 예측(RMP)

- 극한현상 재현기간, 발생확률 및 초과 임계값 특성화
- 에너지 기능 통합을 위한 고해상도 수치모델 매개변수 개발
- 에너지 설비 및 기술과 관련된 기후분야 환경영향 연구
- 온실가스 완화, 기후 적응을 지원하는 원-원 에너지 시스템 식별

## 4. 사용자 니즈를 충족하는 기상기후 서비스

### 에너지 부문 중점영역별 기후서비스 구성요소

STEP 1

자원 평가

STEP 2

영향 평가

STEP 3

부지선정 · 재정확보

STEP 4

운영 · 유지관리

STEP 5

에너지 통합

#### 사용자 인터페이스 플랫폼(UIP)

- 자원 및 리스크 평가를 위한 데이터 품질 이해
- 기후 변동성 및 변화에 대한 이해 및 지침 제공
- 데이터 수집 및 통계 평가 개선을 위한 제안 도출

#### 기후서비스 정보시스템(GSIS)

- 고품질 기록 데이터 세트
- 자원 및 시스템 리스크의 불확실성 평가
- 자원 및 위험, 극한현상 발생 확률의 통계적 특성
- 기후변화 동향 및 미래 에너지 생산량과 리크스 예측에 대한 지침

#### 관측 및 모니터링(OBS)

- 관측 품질 및 시간 분해능 측면에서 매우 높은 등급의 상황 데이터
- 현장별 상세 모델링

#### 연구·모델링 및 예측(RMP)

- 자원과 시스템 리스크의 연간 변동성을 포함하도록 단기 상황 데이터 확장방법 개선
- 기상 및 극한기후 정량화
- 관련 변수의 확률분포 함수의 통계적 추정 강화
- 단기 예측을 수십년 예측에 연계하는 접근 방식

## 4. 사용자 니즈를 충족하는 기상기후 서비스

### 에너지 부문 중점영역별 기후서비스 구성요소

STEP 1

자원 평가

STEP 2

영향 평가

STEP 3

부지선정 · 재정확보

STEP 4

운영 · 유지관리

STEP 5

에너지 통합

#### 사용자 인터페이스 플랫폼(UIP)

- 현장별 예측의 해석 및 정확성
- 다양한 리드 타임의 조기경보 발령
- 통계적 물리적 예측 및 계절적 예측의 상대적 속성
- 전문 지식 · 기술 도출
- 대상별 교육 지원

#### 관측 및 모니터링(OBS)

- 현장별 관측지점 데이터
- 인프라별 기상 데이터
- 과거 기상학적 문제사건의 데이터베이스 및 분석

#### 기후서비스 정보시스템(GSIS)

- 현장별 단기간 계절예측
- 통계적 물리적 모델링에 기초한 조기경보 시스템
- 단기 및 계절적 극한기상 발생확률 분석 및 예측
- 기후영향에 따른 운영 및 유지관리 계획 수립을 위한 기후데이터 및 정보 제공

#### 연구·모델링 및 예측(RMP)

- 사이트별 섹터별 정보개선을 위한 예측도구
- 극한사건, 복귀기간, 발생확률, 초과 임계값 특성화
- 단기, 계절 및 장기 기후 요구사항간의 연계  
예: 변동성, 범위 또는 동향
- 다양한 리드 타임에서 효과적 경고 전달 방법론 개선

## 4. 사용자 니즈를 충족하는 기상기후 서비스

### 에너지 부문 중점영역별 기후서비스 구성요소

STEP 1

자원 평가

STEP 2

영향 평가

STEP 3

부지선정 · 재정확보

STEP 4

운영 · 유지관리

STEP 5

에너지 통합

#### 사용자 인터페이스 플랫폼(UIP)

- 에너지 시장 운영자 의견 모색
- 수요 모델링 경험 수집 및 데이터베이스 분석
- 개선된 도구 개발을 위한 에너지 거래자, 보험사, 기상학자 간의 상호작용
- 기상기후 예측을 이용한 에너지 수요 예측

#### 관측 및 모니터링(OBS)

- 수요, 보험, 에너지 효율과 관련된 과거 기상기후 데이터
- 관측기록 확장을 위한 모델 기반 데이터
- 건물 방향, 날씨 변수에 대한 에너지 시스템 반응
- 과거 에너지 거래 자료

#### 기후서비스 정보시스템(GSIS)

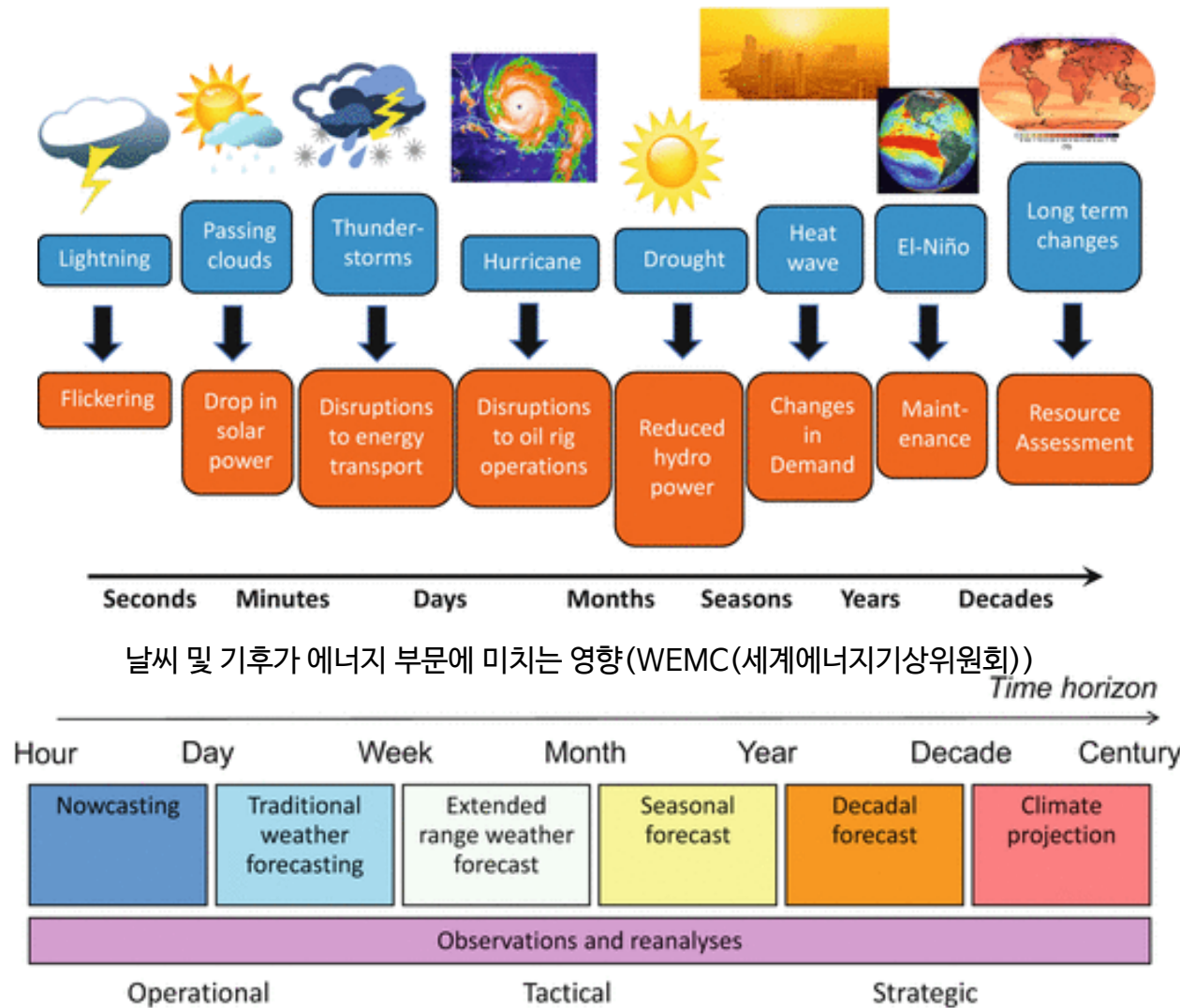
- 수요 관련 과거 기상기후 변수 데이터
- 단기부터 십년 단위까지 극한 현상 확률 분석 및 예측
- 지역의 단기 및 계절별 기상예측
- 단기 및 계절 예측의 과거 성과 평가와 사후 처리
- 기후 동향 및 미래전망

#### 연구·모델링 및 예측(RMP)

- 기상기후 변수와 에너지 수요간의 상호작용 모델링
- 기상변수 및 에너지 효율의 관계 조사
- 단기 및 계절예측 기술 향상
- 의사결정 연결을 위한 시간척도 접근법(단기~장기)
- 기후변화 예측 해석, 한계, 불확실성에 대한 지침



## 5. 날씨 및 기후 예측성



날씨 및 기후가 에너지 부문에 미치는 영향(WEMC(세계에너지기상위원회))

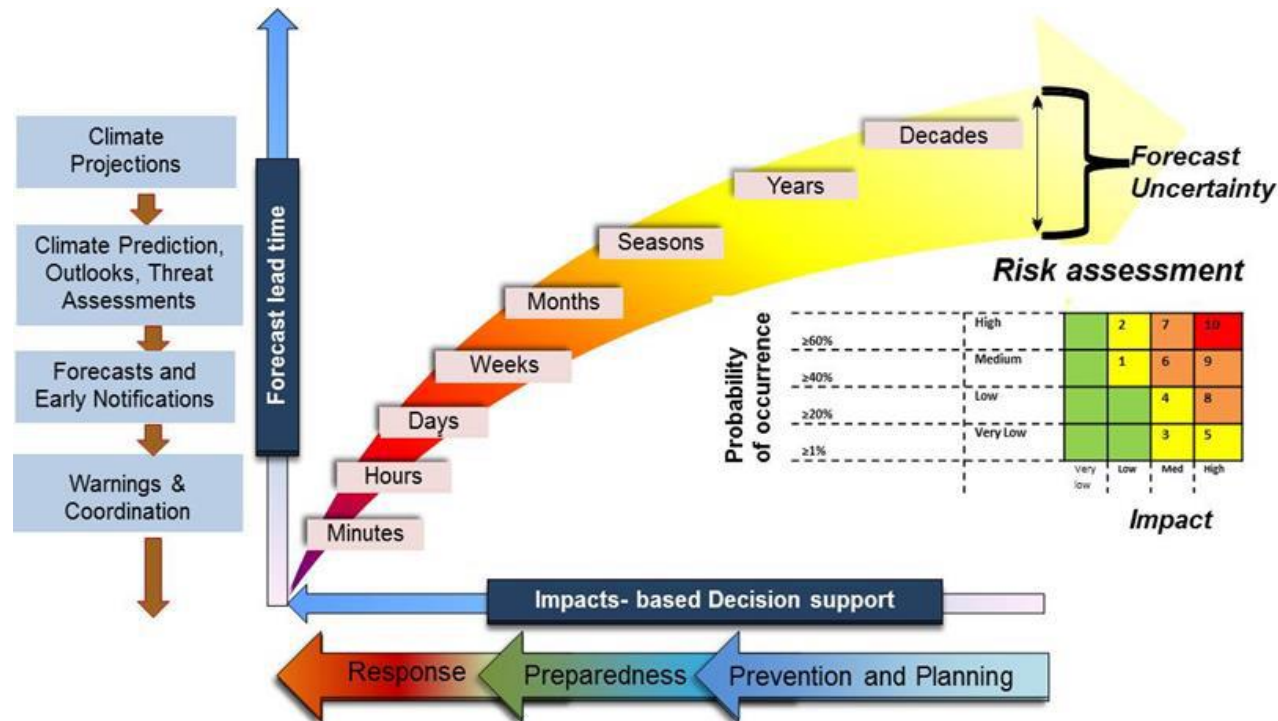
날씨 및 기후 시간규모, 예측 도구 및 데이터(David Brayshaw, 2018)



## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 기후 위험 관리

- 단계별 (대응, 준비, 예방·계획) 위험 관리를 위한 날씨와 기후 전망 활용
  - 기후 정보의 리드타임 개선으로 **대응 시간 확보**, **위험관리 전략 수정** 또는 **비상계획 실행**



기상 및 기후 위험단계(Canada school of public service adapted from WMO, 2016)

## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 단기 예측

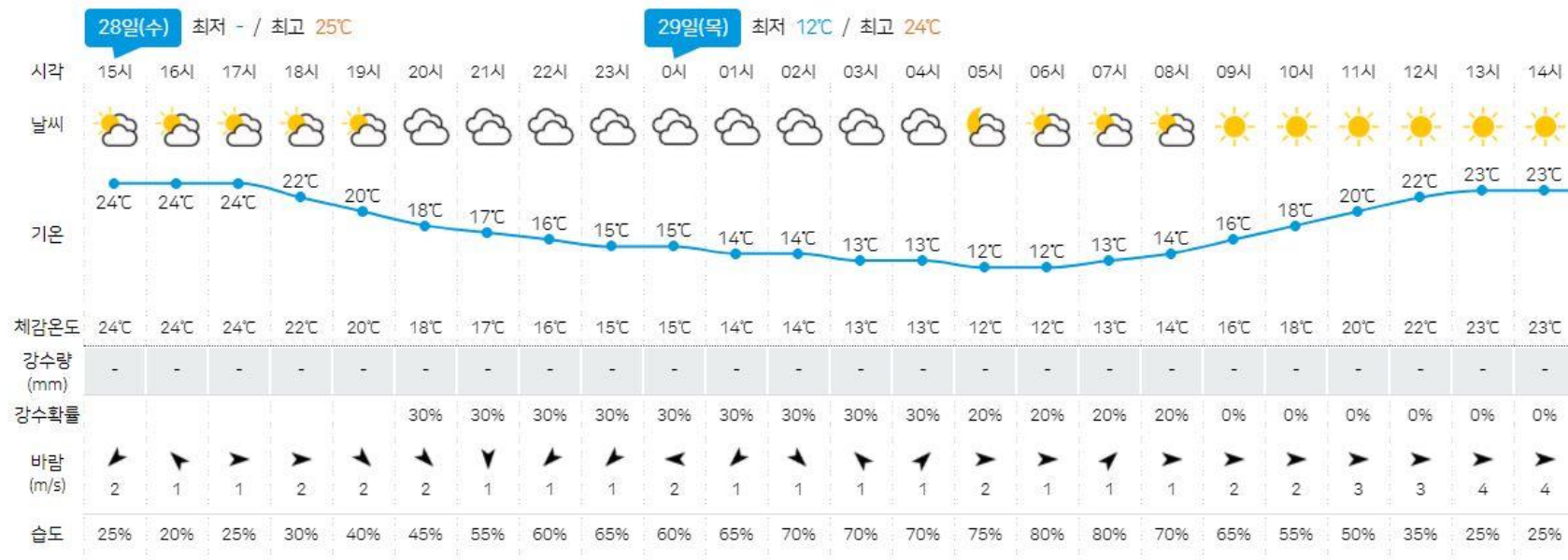
- 몇 시간~ 몇 주의 정확한 단기 예측
  - 기상 이벤트로 인한 기반시설 운영, 유지보수 및 중단 계획에 활용
  - 작업자 안전 및 인프라 보호, 장비 효율성 향상

\* 단기예보 1시간 상세화 제공 시작('21.4.27.)

### 단기예보 시간 상세화

[ 시범운영 ] 2021. 4. 27. → [ 정규서비스 ] 2021. 6.

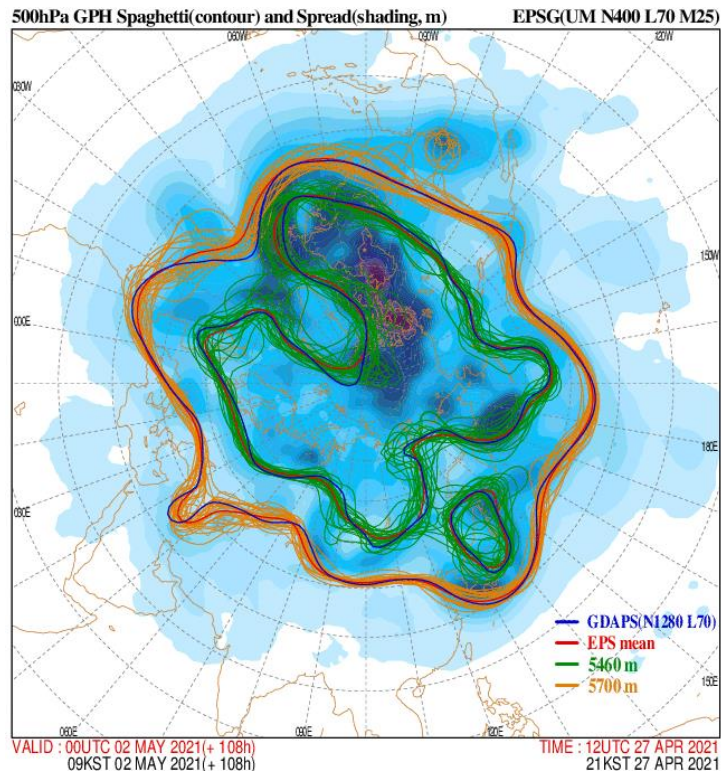
구 분	기 존	개 선
단위	• 3시간 단위	• 1시간 단위
기간	• 오늘 ~ 모레	• 오늘 ~ 글피
강수량 적설 표현	• 범주 표현 - 강수량: 20~40mm 등 - 적설: 1~5cm 등	• 정량값 제공 원칙 • 일정 위험수준 이상 강도는 범주 표현 * 호우 시간당 30mm 이상, 적설 5cm 이상



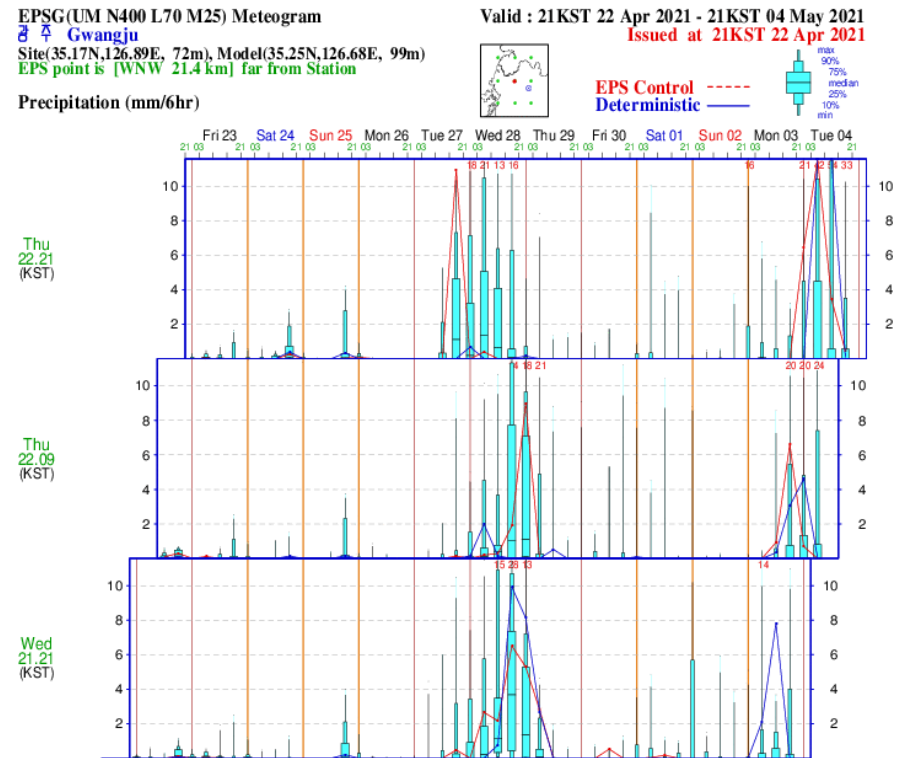
## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 중기 예측

- 수 일~수 주 범위에 대한 앙상블 접근법 이용, 관측망 한계에 따른 초기 조건의 불확실성 보완
- 대규모 날씨 패턴 변화를 예측하여 폭염 또는 한파의 시작을 조기에 인지



UM-앙상블 북반구 500hPa GPH 스파게티



UM-앙상블 강수 예측 경향(지점 : 광주)



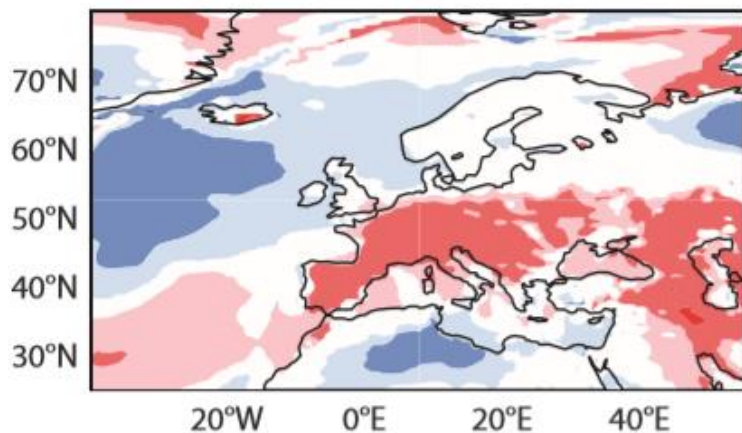
## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 중기 예측

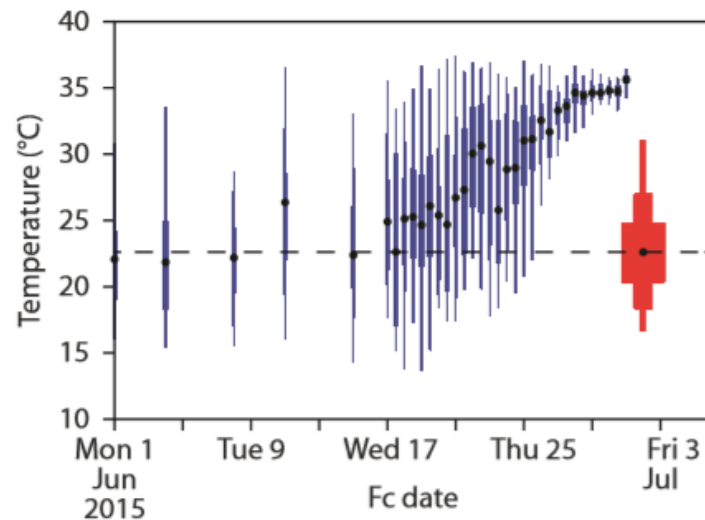
[ ECMWF 2015년 7월 첫째 주 유럽 전역의 폭염 예측 ]

- 프랑스, 독일, 스페인 등 많은 지역에서  
최고기온 기록 경신(7월 1일 파리 오후 기온 약 40도)
- 6월 18일 ECMWF 예측에서 조기 징후 발견 가능하며
- 6월 22일 예측부터는 눈에 띄게 강화됨

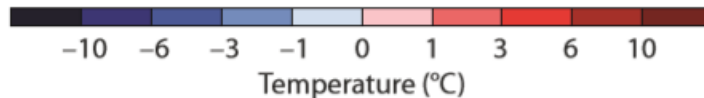
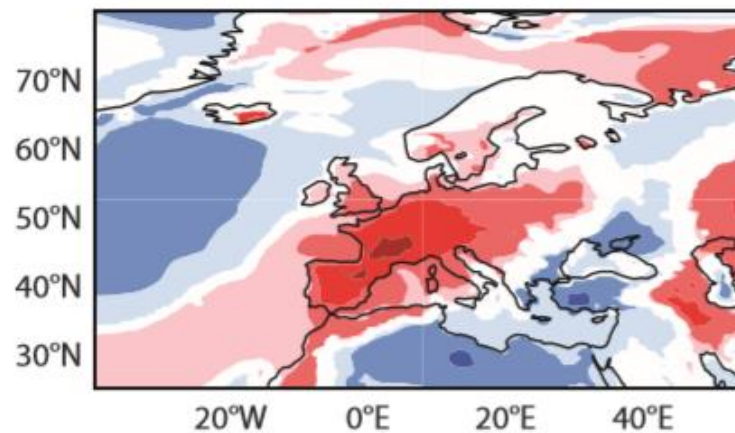
b) 6월 18일에 예측한 6월 29일~7월 5일 2m 기온편차



a) 7월 1일 파리 기온에 대한 앙상블 예측 변화



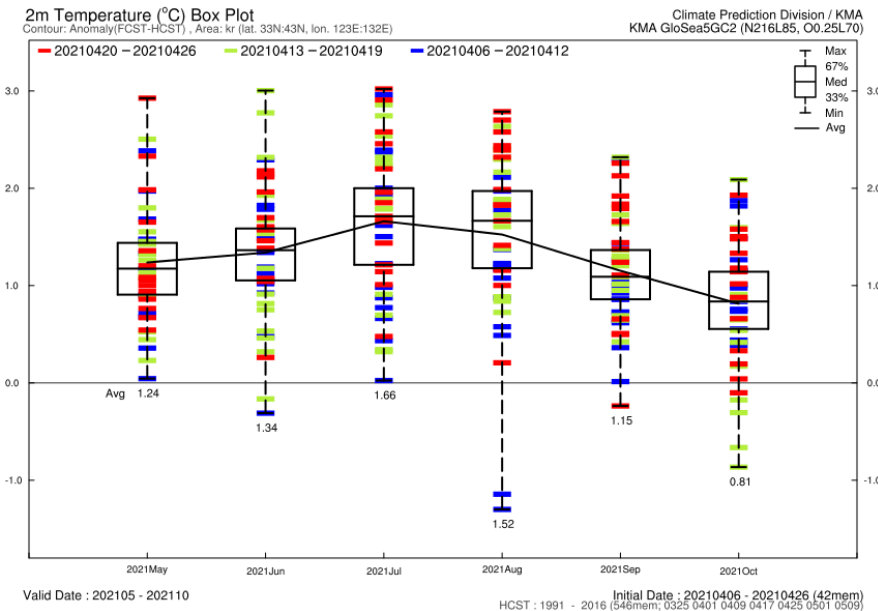
c) 6월 22일에 예측한 6월 29일~7월 5일 2m 기온편차



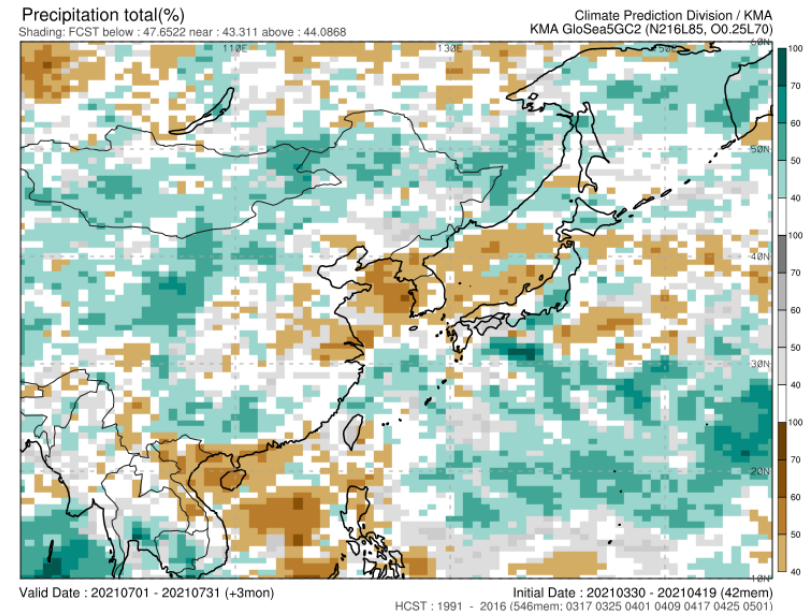
## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 계절 예측 ~ 수십년 기후 전망

- 향후 몇 개월~몇 년 단위의 통계적 요약 또는 확률분포
  - 위험 관리, 적응 계획 등 의사결정에 활용
  - 에너지 혼합에 따른 취약성 이해, 미래의 풍력 발전 현장 계획, 자원관리 전략 개발 등에 이용
- 인공적 요인(온실가스, 에어로졸 등) + 자연적 변화(태양활동, 화산 에어로졸 등) + 기후 시스템 변화(대기-해양 대규모 모드 등)

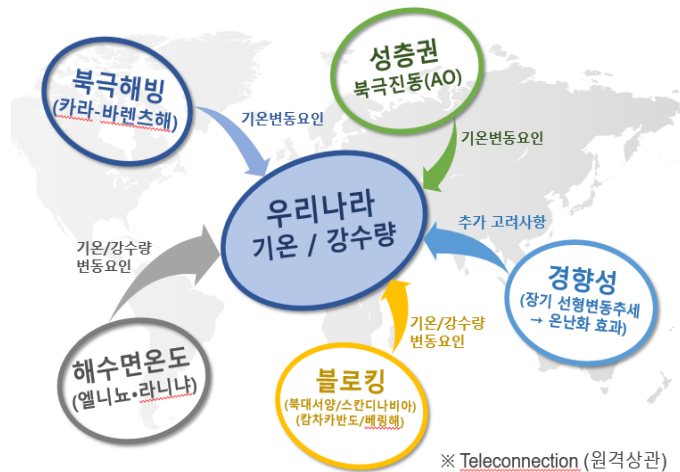


2m 평균기온 편차 Box Plot

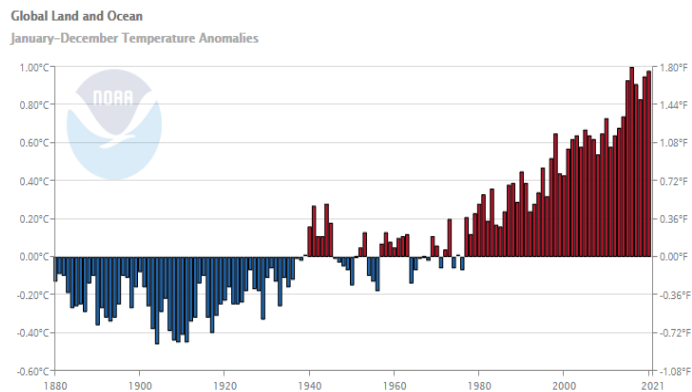


SFC 강수량 확률분포

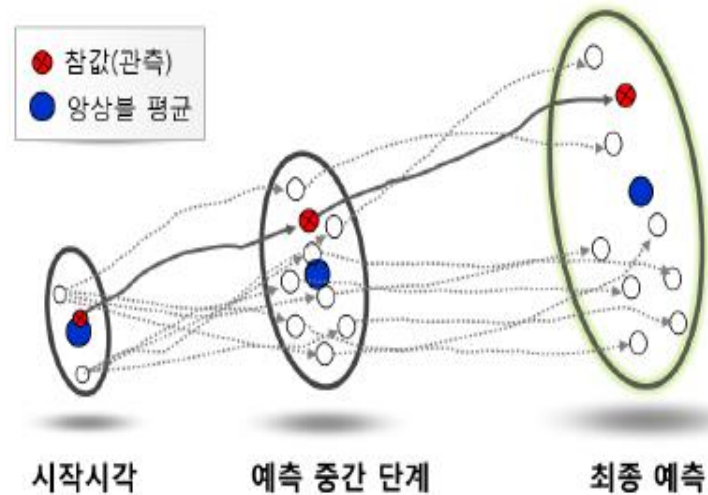
## 기후예측 불확실성



## 기후감시요소 간의 서로 다른 영향의 중첩



## 기후변화로 인한 이상기후 발생 증가



## 기후예측모델의 불확실성

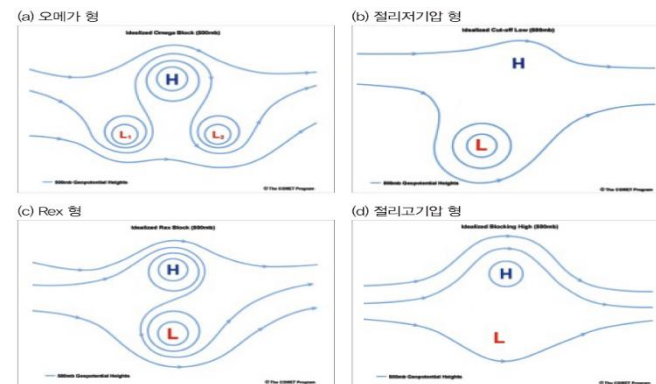


그림 3. COMET의 Satellite Feature Identification Blocking Pattern에서 분류한 4가지 플로킹 유형

## 블로킹 발생으로 인한 기압계 변화



## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 앙상블 예측

- 여러 모델의 예측 결과를 가중평균함으로써 단일 모델들이 가지는 예측 오차를 최소화

Figure 2C: Winter-Mean Percent Increase

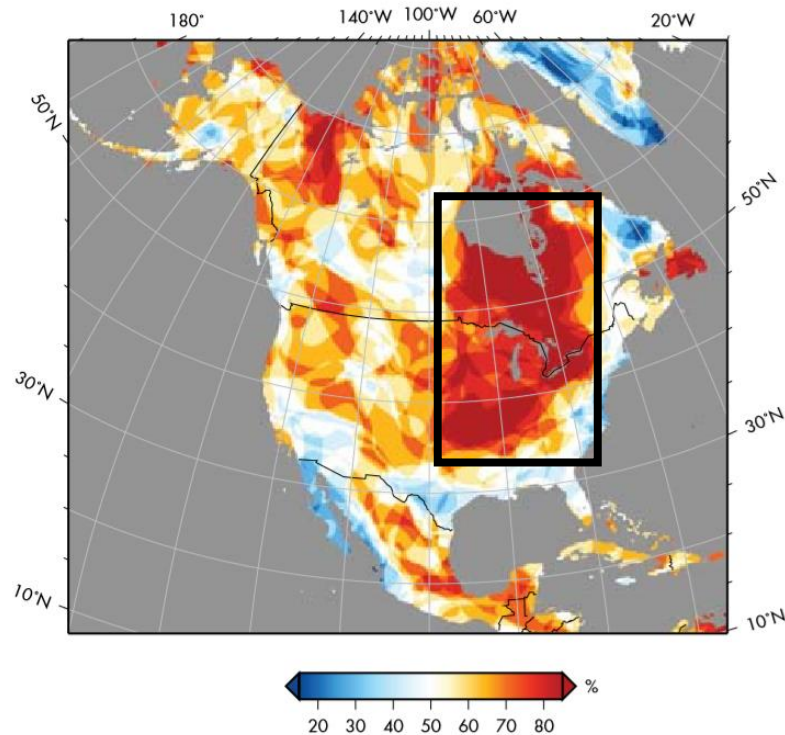
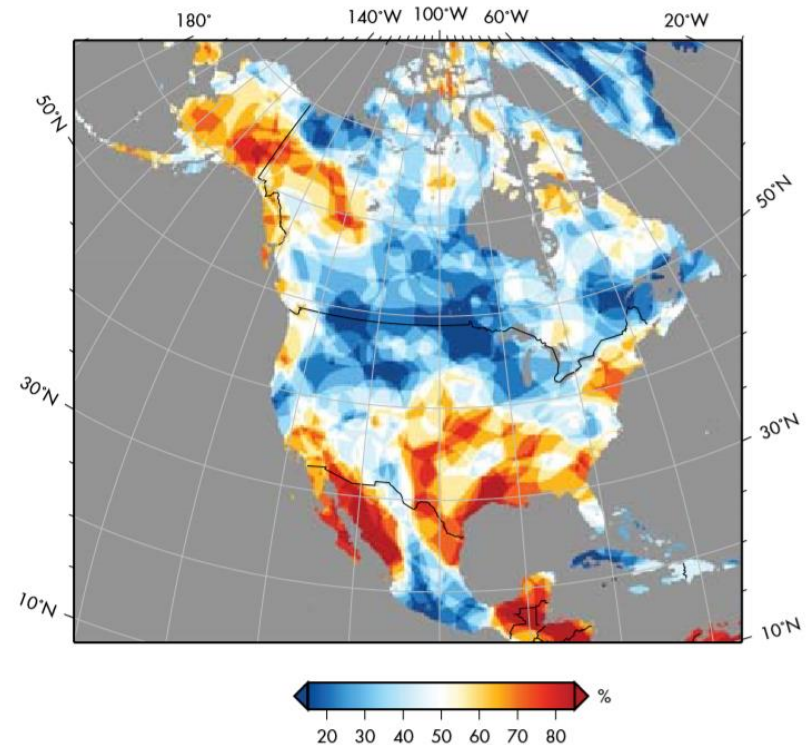


Figure 2D: Summer-Mean Percent Increase



(좌)겨울철, (우)여름철 북미지역의 풍속 변화에 대한 앙상블 예측 평균값(S. Eichelberger 등, 2008)

\* 겨울철 : 대부분의 모델이 북미지역 전반에 겨울철 풍속 증가 예상,  
- 검정색 박스 : 모델간 일치성이 가장 높은 지역

\* 여름철 : 북미대륙 북쪽과 멕시코, 카리브해 일부 지역에서 풍속 감소,  
알래스카와 멕시코만, 캘리포니아 걸프 지역에서 풍속 증가



## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 기후변화 시나리오

#### • RCP(대표농도경로) 시나리오

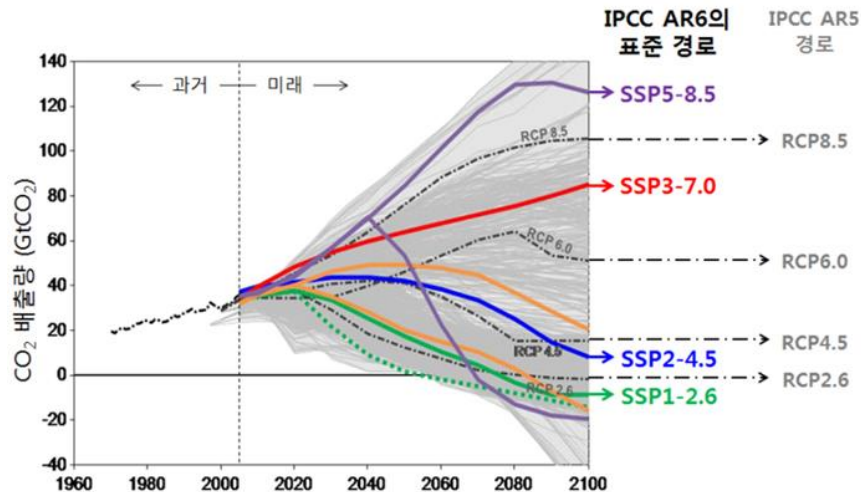
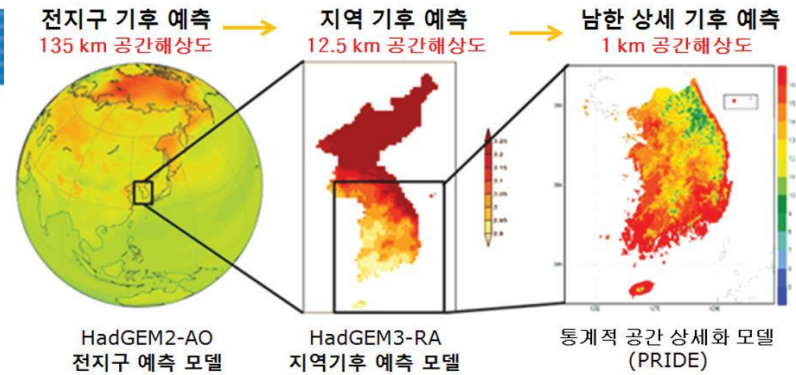
- IPCC 제5차 평가보고서에서 사용된 온실가스 배출량 감축 수준에 따른 기후변화 시나리오

\* 종류 : RCP2.6, RCP4.5, RCP7.6, RCP8.5

#### • SSP(공통사회경제경로) 시나리오

- IPCC 제6차 평가보고서 작성을 위해 미래 사회경제 구조의 변화를 고려한 새로운 온실가스 경로 개발

- ('19~'20) 전지구 및 동아시아 시나리오 제공, ('21.12.) 남한 상세 시나리오 제공 예정



SSP와 RCP 시나리오 비교

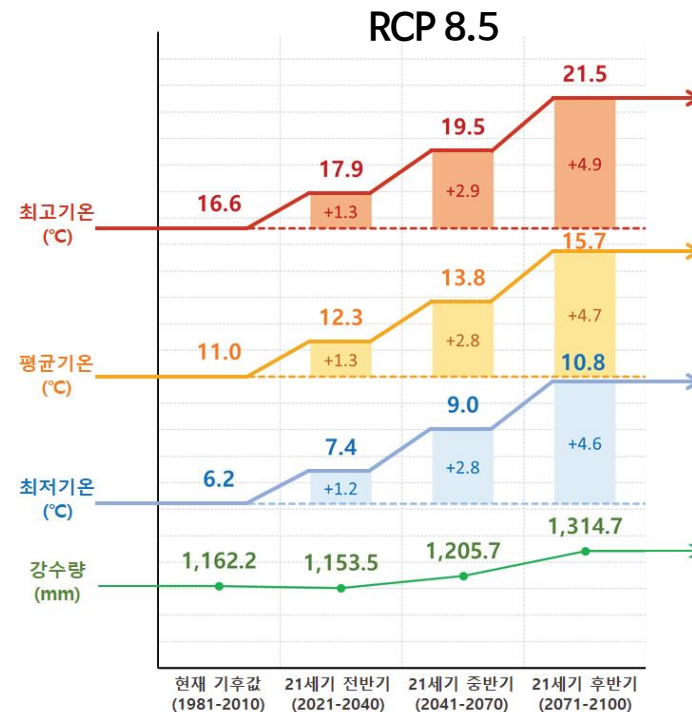
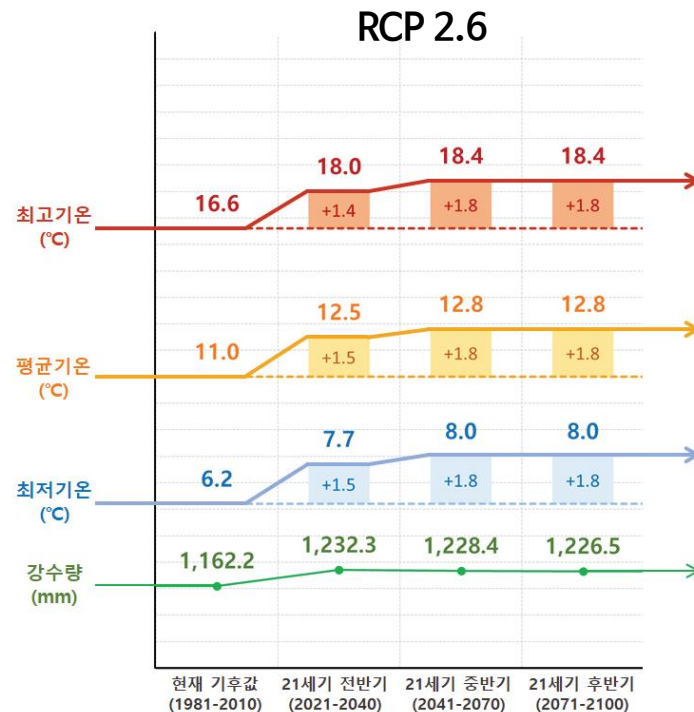


SSP 시나리오 구성

## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 기후변화 시나리오 (RCP)

- RCP2.6은 21C 중반기 이후 온실가스 농도가 안정되어 기온 유지되는 반면, RCP8.5는 상승폭 점차 커짐
- 연강수량은 장주기 변동성에 의해 비선형적 변화 경향을 보이지만  
공통적으로 21C 중·후반기에는 온난한 기후에서 강수량 증가 전망



RCP 시나리오에 따른 21세기 한반도 기온 및 강수량

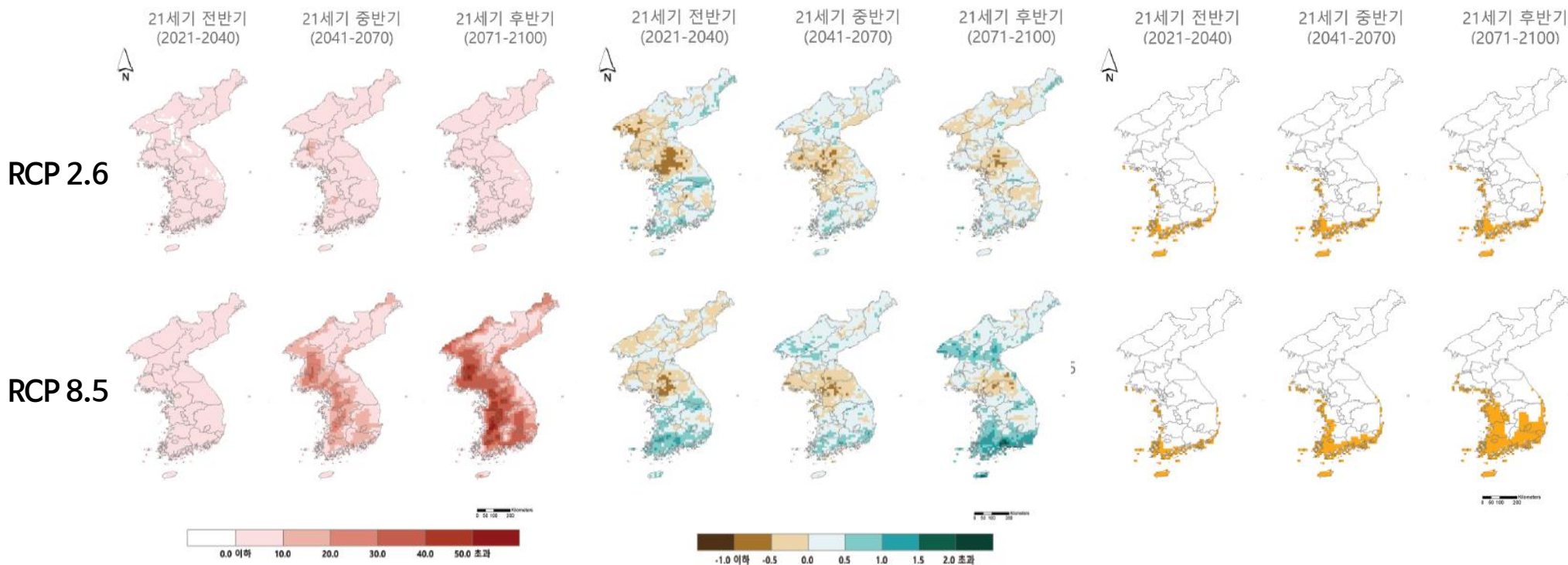
## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 기후변화 시나리오 (RCP)

폭염일수 편차 전망

호우일수 편차 전망

아열대 기후구 전망



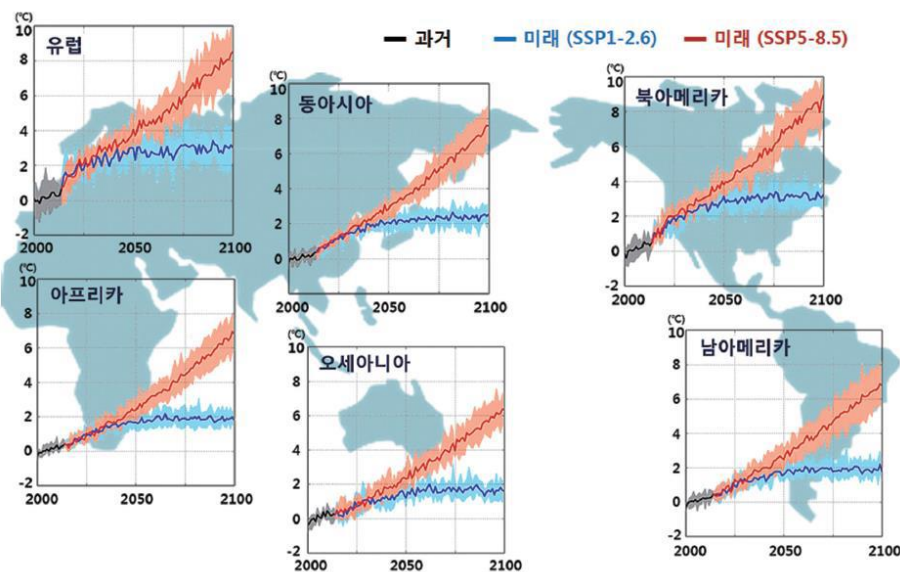
RCP 시나리오에 따른 21세기 한반도 극한일수 및 아열대 기후구 전망



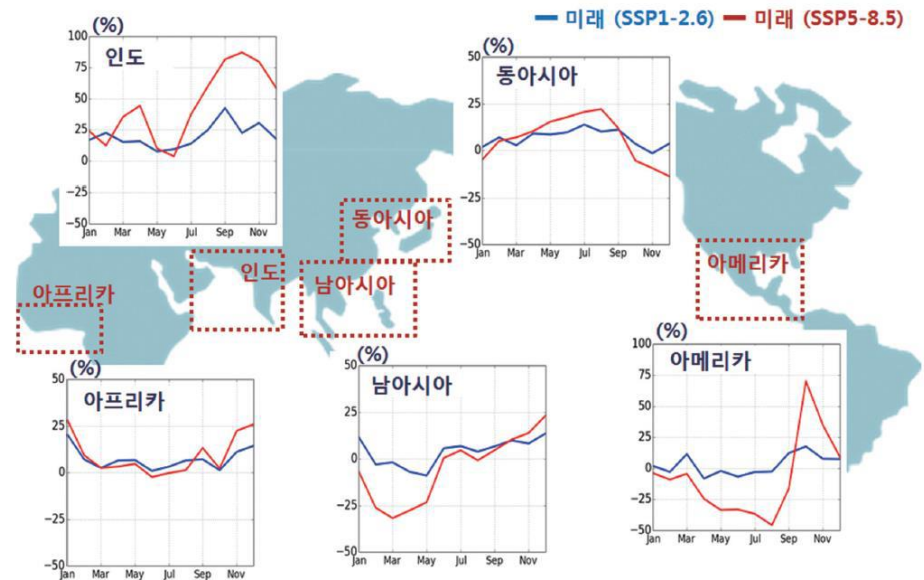
## 5. 날씨 및 기후 예측성

### 기후변화 시나리오 (SSP)

- 지역별 21세기말 **평균기온** 상승폭은 현재 대비 약 **+1.7~7.8℃** 전망
  - 유럽, 동아시아, 북아메리카 **2.4~7.8℃ 상승**, 아프리카, 오세아니아, 남아메리카 **1.7~6.0℃ 상승** 전망
- 21세기말 주요 **몬순지역 강수량**은 변동성 **크고 증가**하는 경향
  - **동아시아** 지역의 평균강수량은 두 시나리오(SSP1-2.6, SSP5-8.5) 모두에서 **대체로 증가**하는 경향



현재(1995~20104년) 대비 2000~2100년의 지역별 평균기온 변화



21세기말 지역별 평균강수량의 월별 변화

## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

에너지 산업을 위한 기후서비스 촉진과 성공을 위해서는 에너지 산업 전반의 완전한 참여 필요



에너지회사



전력공급업체



송전·분배 사업자



금융·보험업체



에너지시장 운영자

### 【 기후서비스 및 에너지 분야 의사결정 지원 도구에 대한 민간부문 파트너십 포럼 】

- 에너지 분야 의사결정 지원을 위한 구체적인 기후 산출물 및 서비스 개발 -



에너지 믹스 시나리오



수력발전 생산을 위한 계절예측



의사결정 지원 기후 시나리오



에너지 수요의 계절예측



에너지 분야 다년간 기후예측

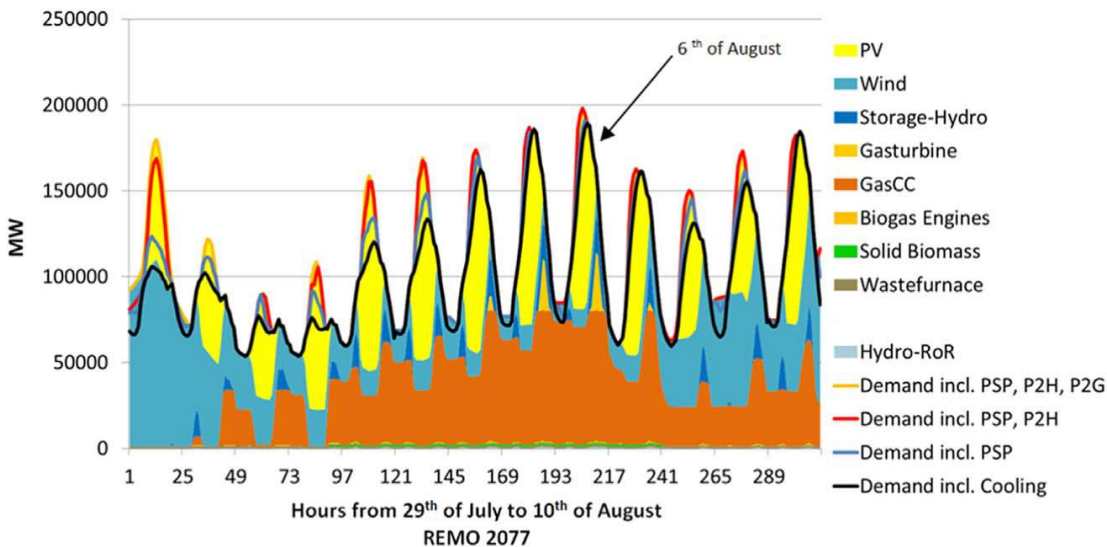


관측 및 재분석 데이터

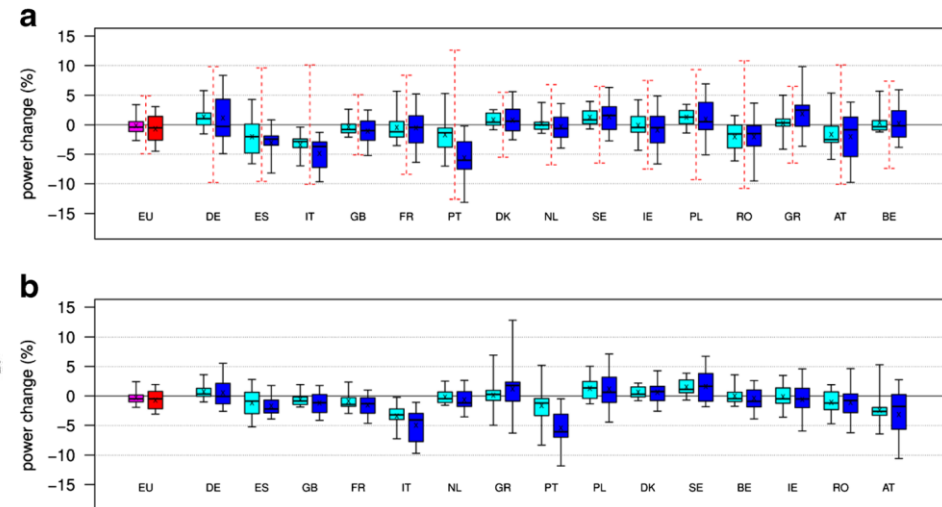
## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 에너지 믹스 시나리오

- 개요 : 장단기 국가 전력수요를 충족하는 에너지 믹스와 각 구성요소의 비율 설계
- 목표 : 가장 비용 효율적인 방법으로 예상 수요를 충족하기 위해 에너지 공급 믹스를 맞추는 것
- 결과물 : 에너지 생산 프로파일, 수요 프로파일 시나리오, 에너지 믹스 프로파일 최적화 도구



REMO 모델 그린 시나리오 하에서의  
2077년 독일과 오스트리아 전력 생산 및 수요 조합  
(G. Totschnig, 2017)



유럽의 국가별 풍력 에너지 생산량 비교  
(1971-2000년 기간 대비 변화율, %) (I. Tobin, 2015)

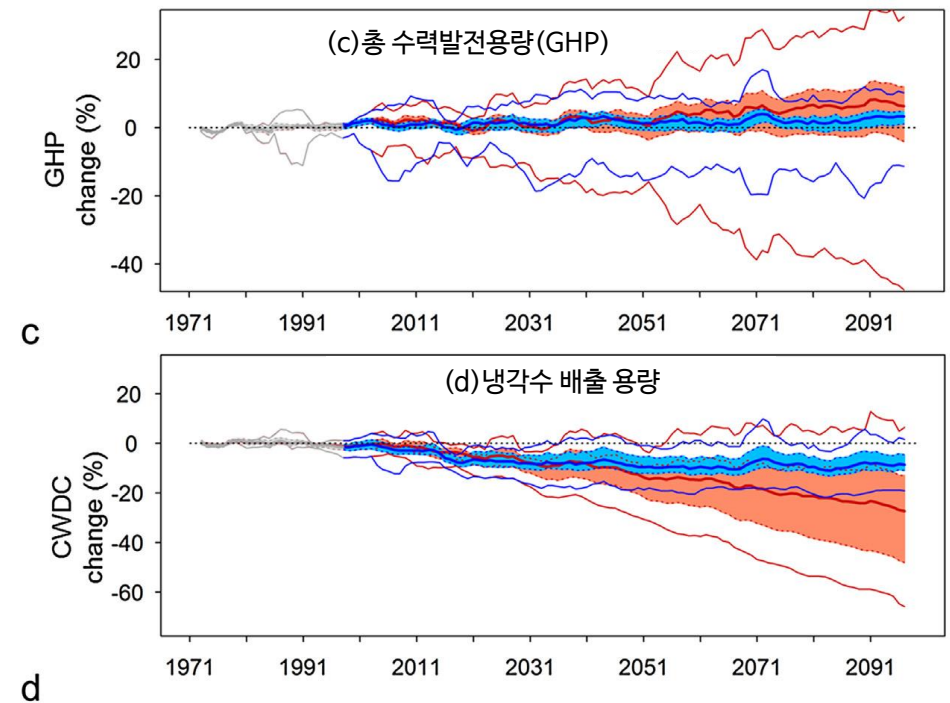
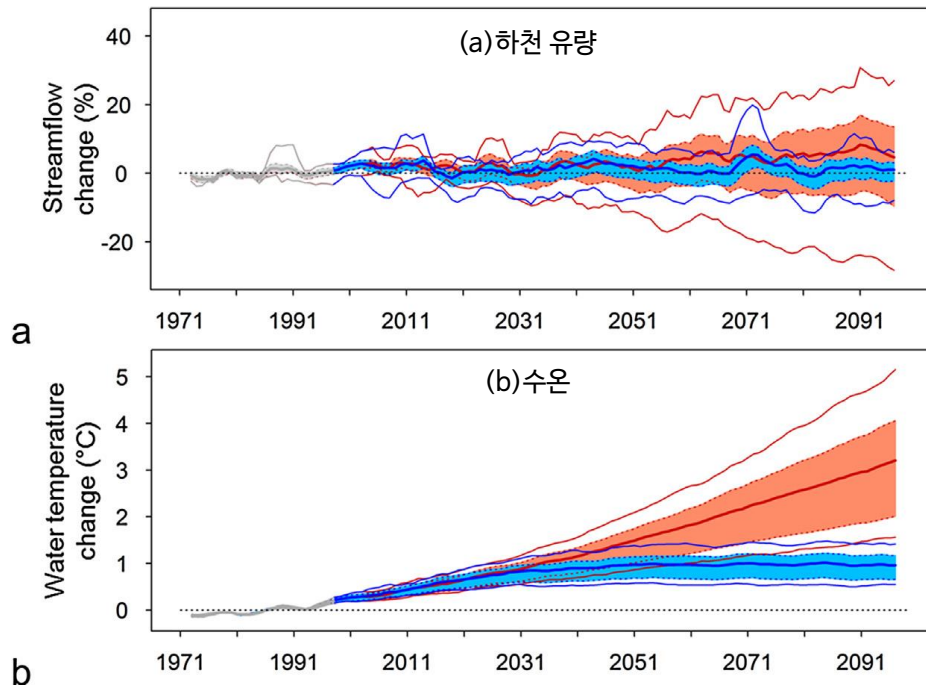
(a) 2012년까지 설치 시설 대상

(b) 2020년까지 설치 시설을 포함한 예측 결과

\* 왼쪽막대: 2031-2060년 / 오른쪽막대: 2071-2100년

## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 에너지 믹스 시나리오



RCP2.6 및 RCP8.5 시나리오에서의 21세기 (a)하천 유량, (b)수온, (c)총 수력발전 잠재력, (d)냉각수 배출 용량의 전지구적 변화 추세  
\* GHMs: 글로벌 수문 모델, GCMs: 대기대순환 모델, GHP: 총 수력발전용량 (M.T.H. van Vliet, 2016)

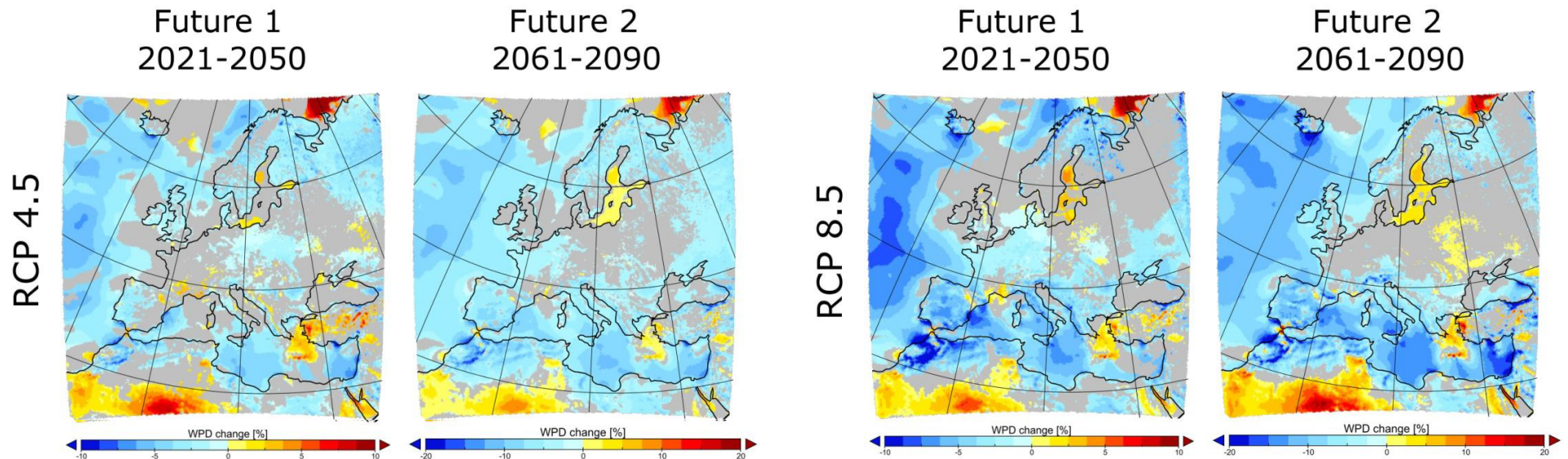
— CTRL mean GHMs-GCMs      — RCP2.6 mean GHMs-GCMs  
 ..... CTRL range GHMs      ..... RCP2.6 range GHMs  
 — CTRL full range GHMs-GCMs      — RCP2.6 full range GHMs-GCMs  
 — RCP8.5 mean GHMs-GCMs      ..... RCP8.5 range GHMs  
 — RCP8.5 full range GHMs-GCMs



## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 의사결정 지원 기후 시나리오

- 개 요 : 에너지 생성, 전송, 분배를 위한 기후예측
- 목 표 : 에너지 인프라의 수명에 따른 중장기 계획 수립을 지원하는 기후 시나리오 제공
- 결과물 : 정보 상세화 및 추출을 위한 소프트웨어, 모든 지역에 적용 가능한 방법론, 기후 시나리오 데이터와 영향 모델을 연결하는 도구, 불확실성 평가 도구



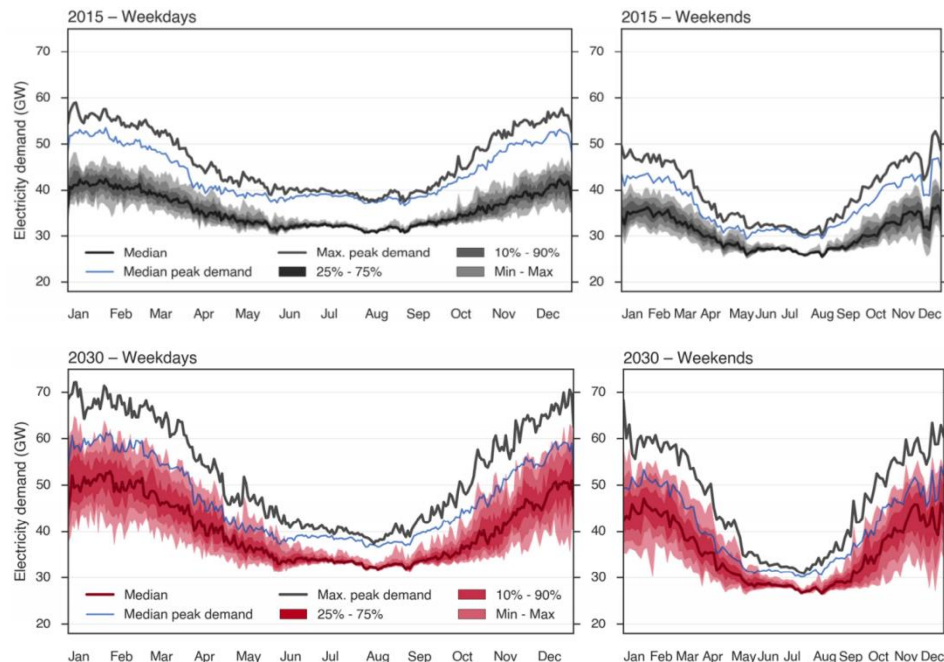
기후변화 시나리오에 따른 미래 풍력에너지 생산 변화(R. Davy)

\* 5개 모델의 앙상블 평균값 중 최소 4개 모델 이상이 일치하는 경우만 채색(그 외는 회색음영)

## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 에너지 분야 다년간 기후예측

- 개 요 : 지역 규모의 에너지 **수요** 및 생산 패턴 변화 예측을 위한 미래(10~30년) 기후예측 방법 가이드선스 제공
- 목 표 : 향후 ‘수요 변화’와 ‘공급 차질’을 예상할 수 있는 고품질 기후정보 제공
- 결과물 : 기후예측정보 생산 방법에 대한 가이드선스, 지역별로 설계 · 생산된 기후정보



2015년과 2030년의 연간 총 전력수요의 변동성 시뮬레이션

\* 계절적 전력수요 추세와 변동성 모두  
난방 수요가 증가하는 겨울철 증가

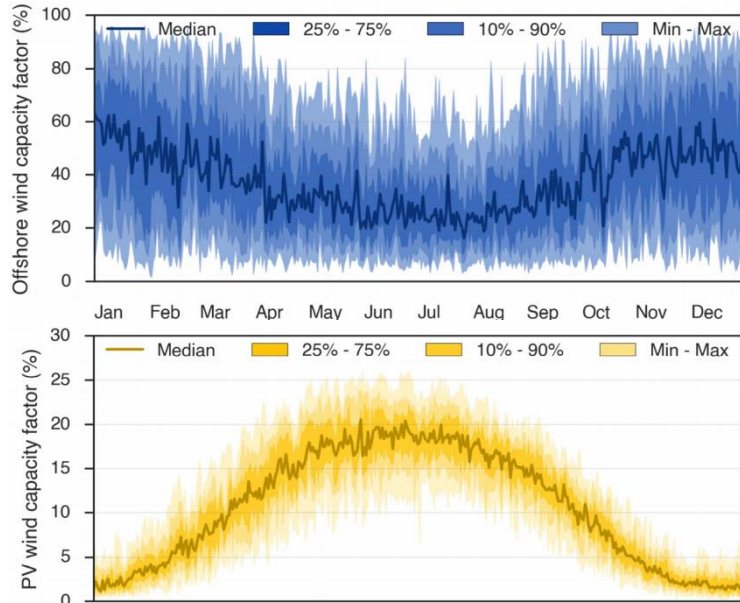
\* 2030년에는 변동성과 함께  
전력수요 및 최대피크수요도  
모두 확대될 것으로 예상

## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

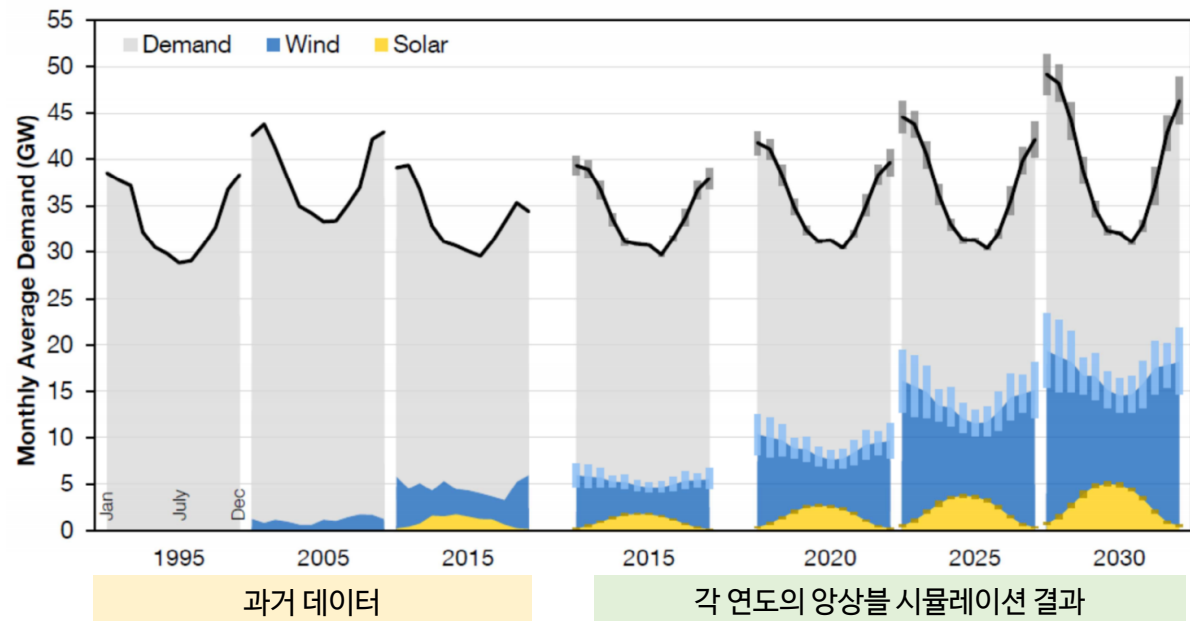
### 에너지 분야 다년간 기후예측

- 개 요 : 지역 규모의 에너지 수요 및 **생산** 패턴 변화 예측을 위한 미래(10~30년) 기후예측 방법 가이드스 제공

PV 및 해상 풍력의 일평균 용량의 연간 변동성(1991~2015년)



풍력 및 태양광 발전의 수요와 공급의 계절적 변화 (막대: 앙상블 간의 표준편차)



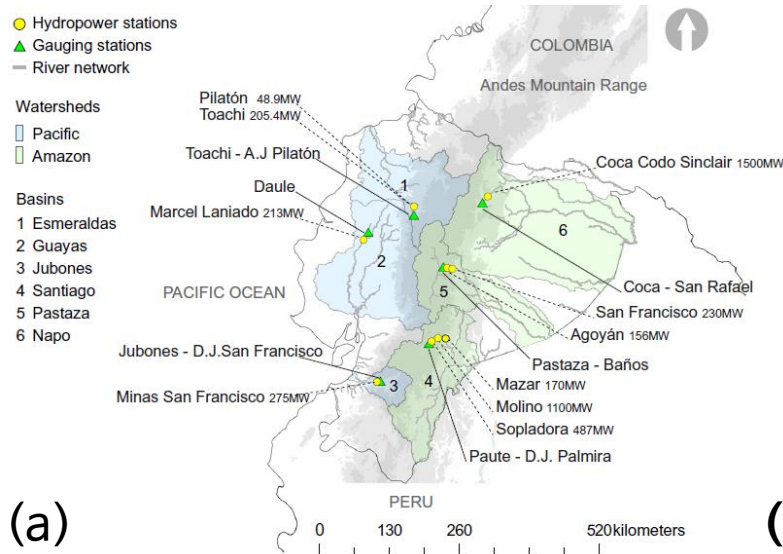
- \* 전체 수요 대비 풍력 및 태양광 에너지의 비율은 2005년부터 점차 증가하여 2015년 15%까지 증가
- \* 미래에는 풍력 및 태양광 에너지의 비중이 더욱 확대될 전망( 2020년 25% ⇨ 2025년 38% ⇨ 2030년 44% )



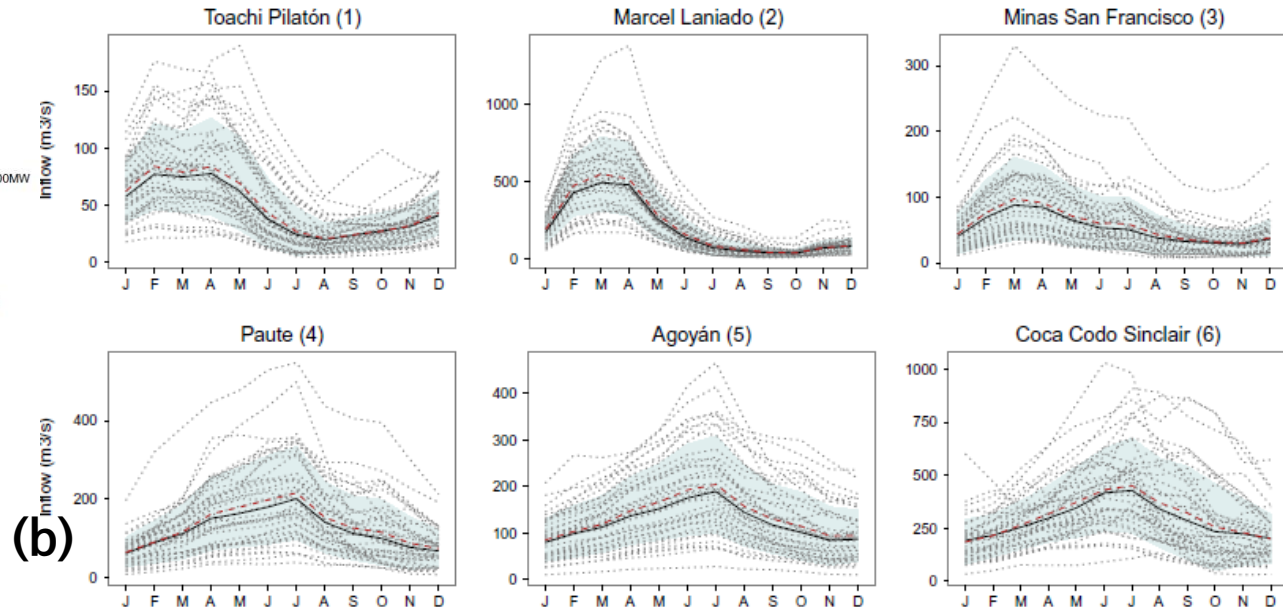
## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 수력발전 생산을 위한 계절예측

- 개요 : 향후 1~12개월 기간의 계절별 댐 유입량 예측 제공
- 목표 : 전력 생산을 위한 수자원 관리 최적화
- 결과물 : 일 강수, 기온, 누적 댐 유입량에 대한 월별 · 계절별 앙상블 예측



(a)



(b)

(a)에콰도르 6대강 유역의 수력발전소 및 계량소 위치

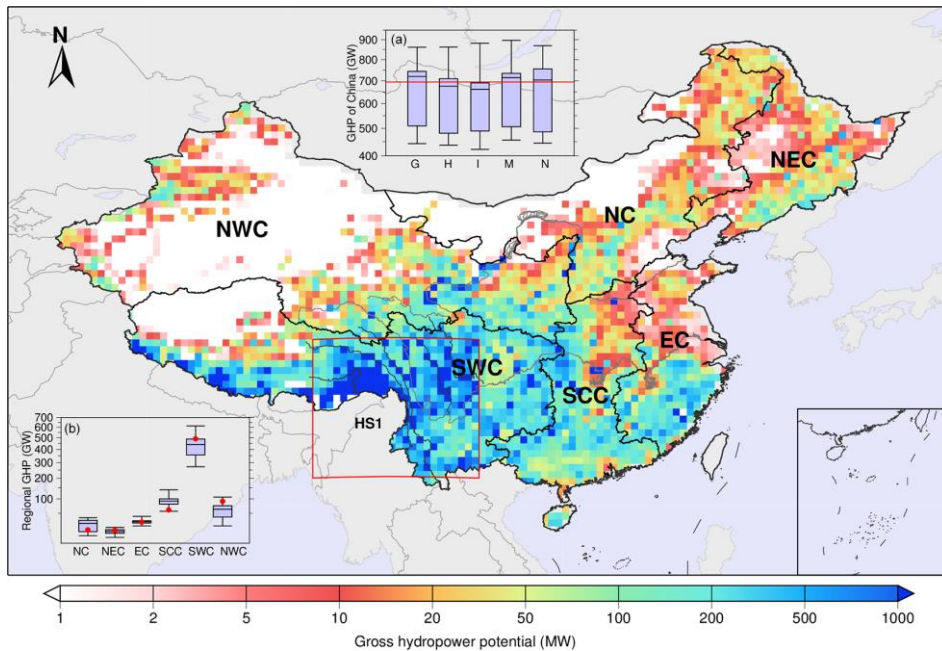
(b)에콰도르 주요 수력발전소 및 계량소의 유량 예측(2071~2100년 기간)

(Pablo E. Carvajal, 2017)

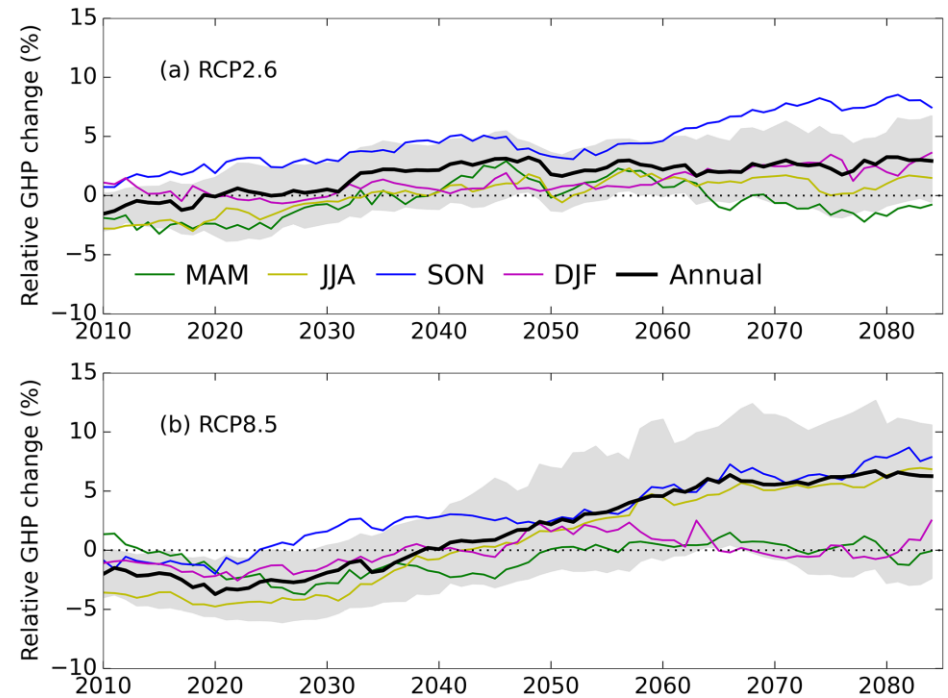
\* 선 : RCP4.5 시나리오에 따른 각 GCM 예측 및 CMIP5 앙상블 평균 \* 음영 : 표준편차

## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 수력발전 생산을 위한 계절예측



GCM-GHM 조합 앙상블 모델의 중국 수력발전용량(GHP)  
(2071~2100년 기간)



RCP 시나리오 기반 중국 수력발전용량(GHP) 변화율(%)  
(2010~2084년 기간)

\* 빨간박스: 핫스팟 영역(HS1) \* NC, NEC, EC, SCC, NWC, SWC : 방위에 따른 중국지역구분

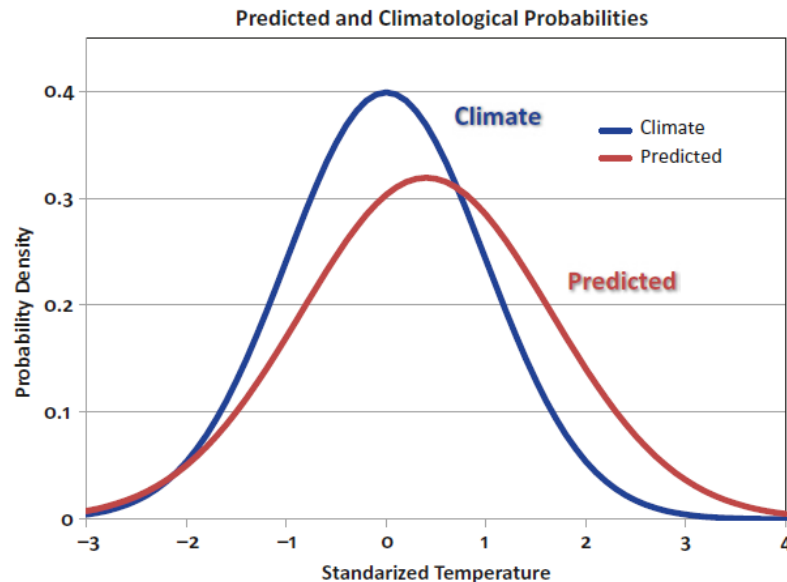
(a) GCM-GHM 조합의 중국 GHP / \* 빨간선: 보고된 GHP \* G, H, I, M, N : 사용된 모델명 약자

(b) GCM-GHM 조합의 지역 GHP / \* 빨간점: 보고된 GHP

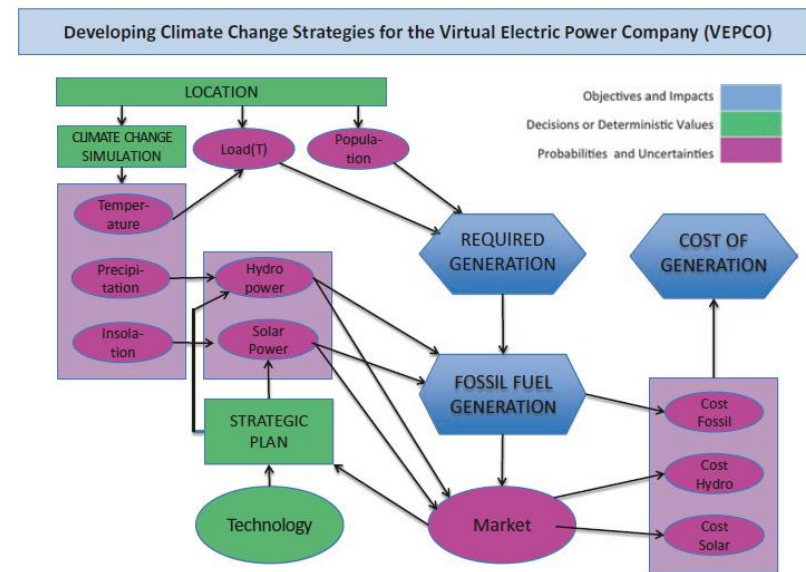
## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 에너지 수요의 계절예측

- 개 요 : 전력 중단 위험이 높은 이벤트에 초점을 맞춘 온도 계절예측
- 목 표 : 에너지 수요의 변동성 예측 개선으로 전력 중단 위험 감소
- 결과물 : 영향도 높은 온도 이벤트(면적, 지속시간, 강도로 정의)에 대한 프로토 타입 예측 서비스



S2S\* 예측을 위한 표준 온도 기후값 - 예측값 비교  
\* S2S: Season to Subseasonal



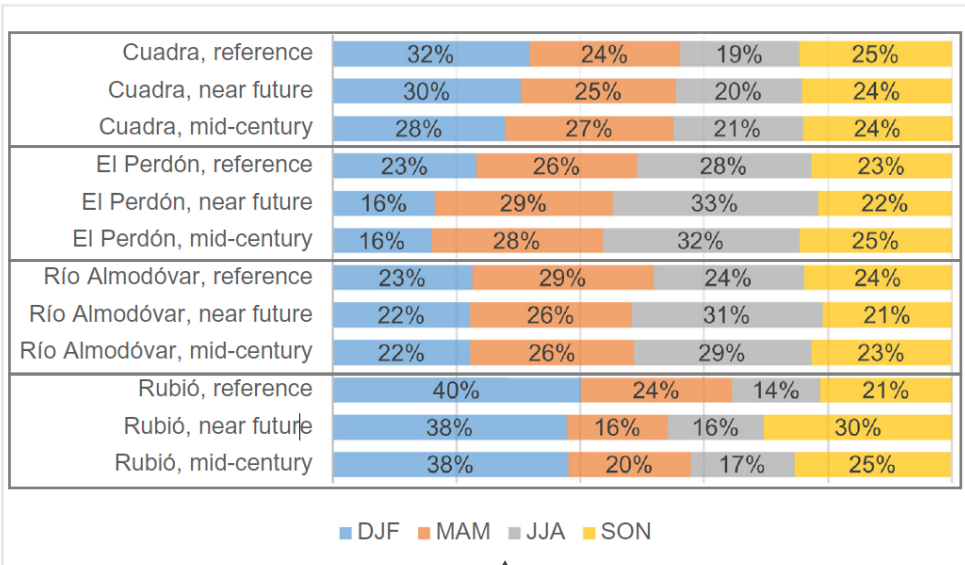
전력회사의 기후변화 전략 개발을 위한 비즈니스 모델

\* 기후변화 에너지믹스의 영향 산출 및 전력 거래(공급량, 공급비용 등)에 활용



## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 에너지 수요의 계절예측



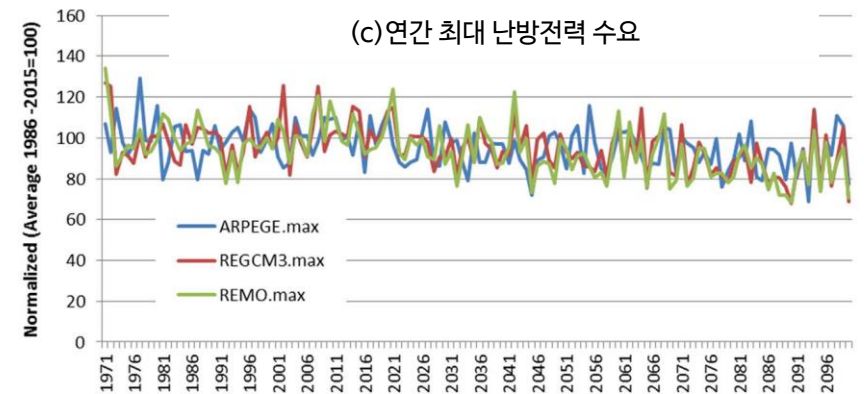
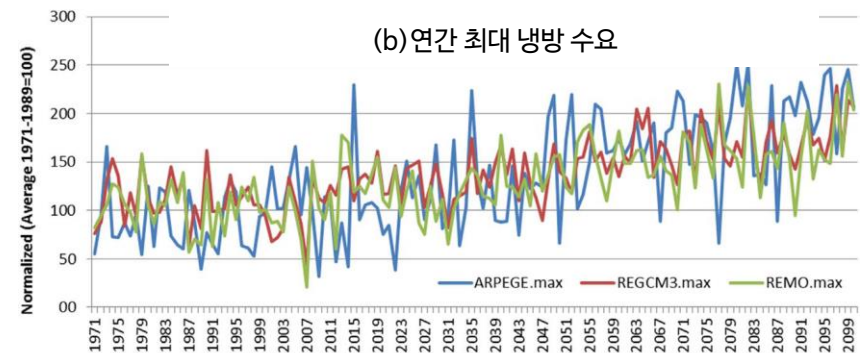
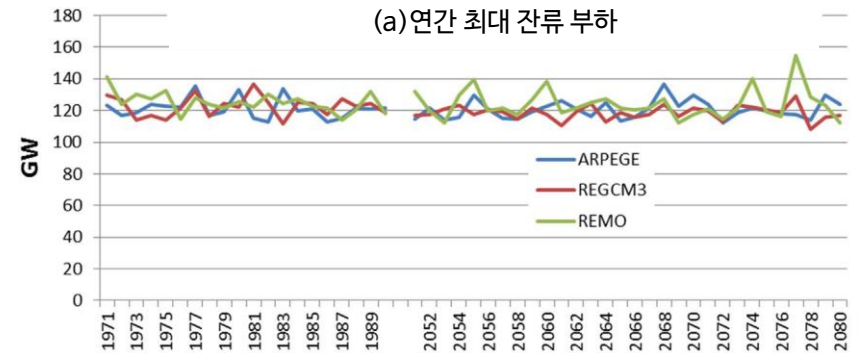
미래 시나리오(RCP 4.5와 8.5 평균)에 따른  
스페인 풍력발전소의 계절별 생산량(%) 변화(K. Solaun, 2020)

독일과 오스트리아의 연간 최대

(a)잔류 부하, (b) 냉방수요, (c)난방전력수요

\* 1971-1989 기상기후자료 + 2051-2080 시뮬레이션

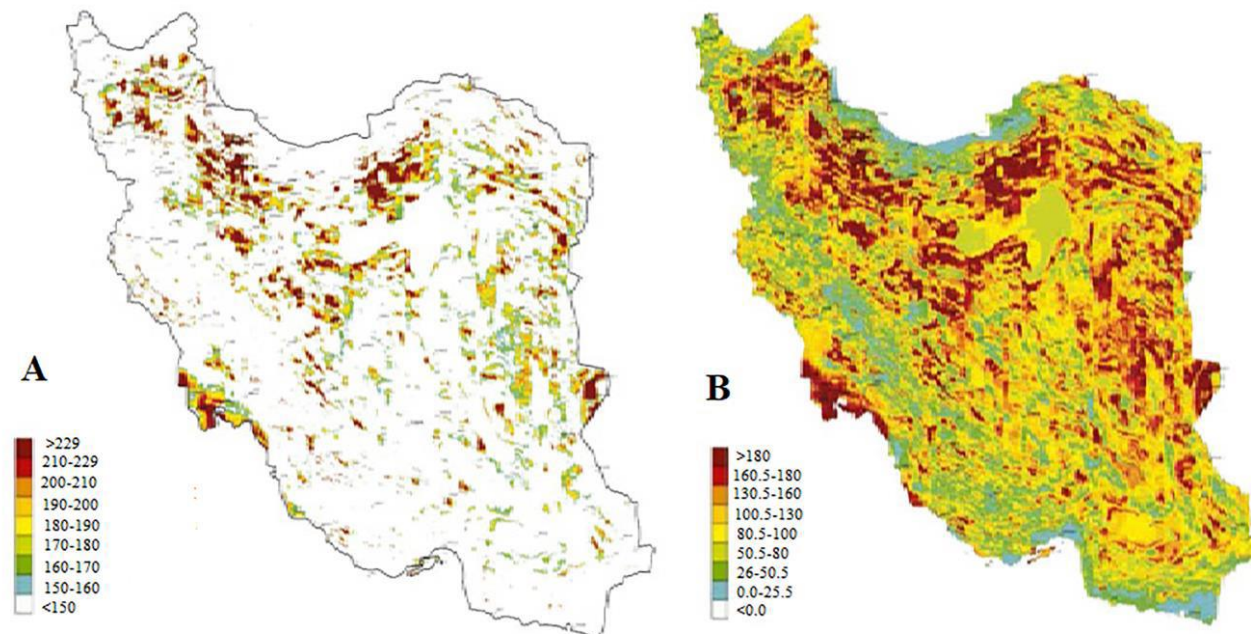
(G. Totschnig, 2017)



## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 관측 및 재분석 데이터

- 개요 : 에너지 수요 추정, 위험 평가를 위해 필요한 기상 변수의 관측 및 재분석 데이터
- 목표 : 계획, 설계, 운영 등 다양한 단계에서 에너지 효율성 및 비용 효율성 증대
- 결과물 : **[풍력]** 다양한 높이의 풍향, 풍속, 기온, 기압, 지표면 거칠기, **[태양광]** 복사조도, 위성영상, 기온, 돌풍, 우박, **[수력]** 강수량, 토양수분, 유량, 바람, 토양타입, 홍수 등, **[해양]** 파고, 파향, 파동스펙트럼, 수심, 염분, 조수 등



**[풍력]** 이란 지역 60m 고도 기준 (A)풍력 에너지가 150W/m<sup>2</sup> 이상인 지역, (B)풍력 에너지 밀도 (H. Hekmatnia, 2020)



## 6. 에너지 부문에 대한 기후 산출물 · 서비스의 예시

### 관측 및 재분석 데이터

1970-1999년 관측(UDEL) 및  
IPCC-AR4 모델(앙상블)로  
계산된 계절 평균 강수량  
\* 등고선 간격: 1mm/day  
\* 음영: 2mm/day 이상  
(Carolina Vera, 2006)



\* 남반구 계절 기준

- 여름(1~3월)
- 가을(4~6월)
- 겨울(7~9월)
- 봄(10~12월)

## 7. 에너지분야 기후서비스 개발 사례

### Ukko 에너지 기후서비스 프로토타입

- EUPORIAS 프로젝트의 일환으로 개발된 프로토타입 기후서비스
- 풍력산업 사용자에게 풍속에 대한 확률론적 계절예측을 제공하는 대화형 기후서비스 인터페이스
- 웹 애플리케이션 (<http://project-ukko.net>) 통해 시각화된 데이터 제공
- 풍속의 계절예측 패턴과 추세 파악하고 지역 수준의 상세 예측자료 활용 가능

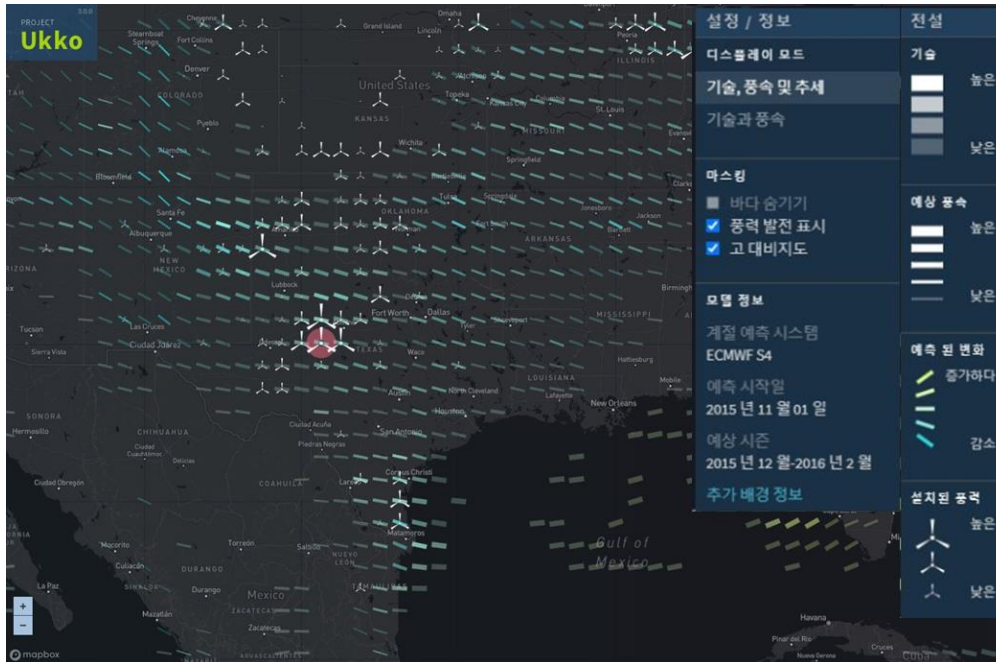
#### EUPORIAS 프로젝트

EUropean Provision Of Regional Impact Assessment on a Seasonal-to-decadal timescale

- 정의 | 유럽 7차 프레임워크 프로그램(FP7)을 통해 EU가 후원하는 프로젝트 (2012. 11.~2017. 1.)
- 목표 | 계절에서 다년 단위로 운영되는 기후서비스를 개발하여 의사결정 과정에서 기후서비스의 가치를 입증
- 비전 | 기후서비스 시장을 활성화하고 기후 변동성과 변화에 대한 사회의 복원력(탄력성) 향상
- 주요성과
  - ① 주요 부문(풍력에너지, 운송, 농업, 식량안보, 수자원관리)에 대한 6가지 프로토타입 기후서비스 제공
  - ② 유럽의 기후예측 사용자 환경에 대한 광범위한 조사 및 분석
  - ③ 기후예측기술 보정, 상세화, 편향보정 및 시각화를 위한 표준 도구 개발
  - ④ 계절예측 데이터를 의사결정을 위한 사용자 관련 정보로 변환 방법 연구
  - ⑤ 다양한 행위자(특히 서비스 사용자) 참여를 강화하여 의사소통 및 상호 이해, 시제품 공동 개발 등 개선

## 7. 에너지분야 기후서비스 개발 사례

### Ukko 에너지 기후서비스 프로토타입

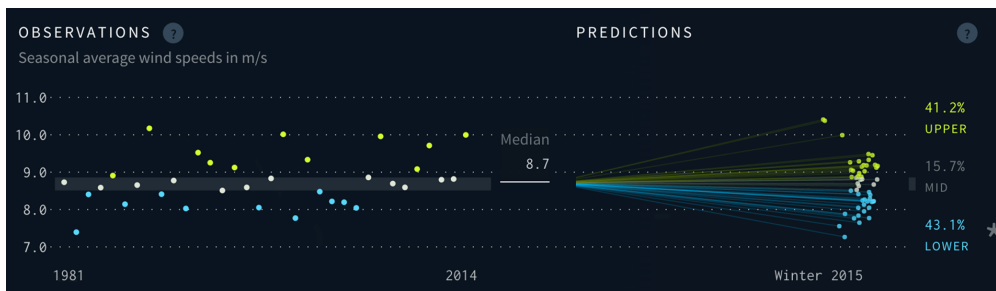


#### 데이터 및 예측기간

- ECMWF 계열예측시스템 10m 풍속
- ERA-interim 재분석
- 2015~16년 DJF 기간 ('15. 12.~'16. 2.)

#### 제공형식

- 데이터 오버레이 맵 형식
- 전 세계 10만개 지역의 풍속 예측 데이터를 시각화된 다차원 선(line)으로 제공
- 지역 선택시 과거 30년간의 풍속 관측자료 및 51개 앙상블 예측자료가 팝업패널로 제공

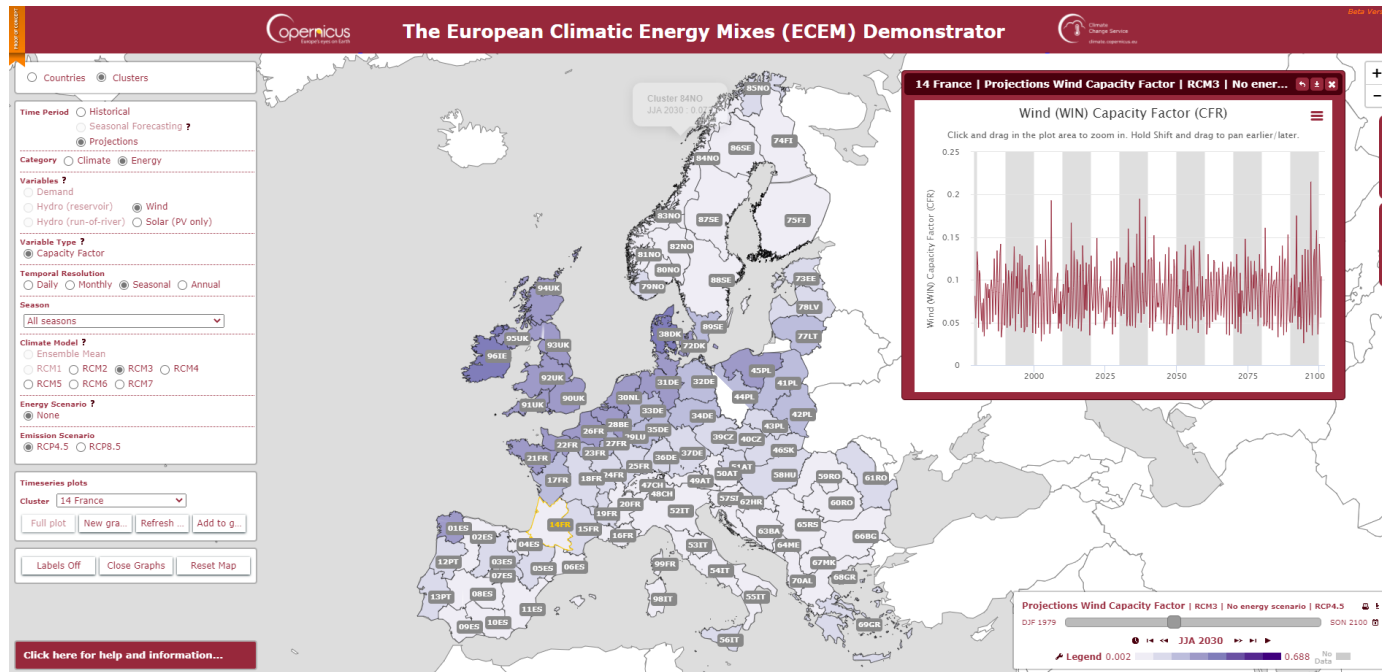




## 7. 에너지분야 기후서비스 개발 사례

### 유럽 기후 에너지 믹스(ECCM: European Climate Energy Mixes)

- 유럽 전체의 에너지 혼합 옵션을 평가하기 위한 도구
- 2018년 3월 성공적으로 완성되어 운영 단계로 진입
- 현재의 에너지 시스템 평가 및 미래 에너지 공급 계획을 지원
  - 고품질 데이터 세트 탐색과 기후 및 에너지 변수에 대한 지도와 시계열도 제공



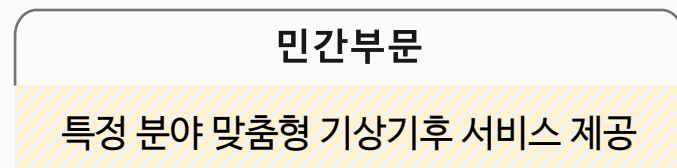
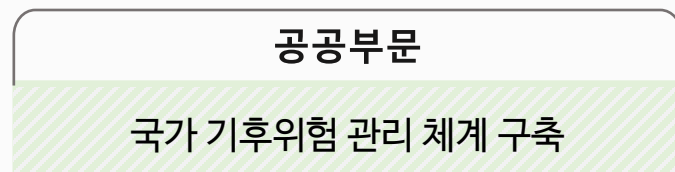


## 8. 에너지 분야 기후서비스 협력체계

### 민관 협력 파트너십

- 기후변화와 저탄소 에너지 시스템의 필수적 발전 요구에 대응하여 최근 에너지와 기상학의 협력 더욱 강화
- 고품질 기상기후 정보와 에너지부문 정책수립, 전략적 계획, 리스크 관리 및 운영의 효율적 통합을 위해 에너지 및 기상 전문가와 의사결정자간의 이해와 커뮤니케이션 개선 필요

#### 공공 - 민간 협력 공동체 접근방식



경영, 인재육성, 리더십, 파트너십, 과학 커뮤니케이션, 서비스 제공, 자원동원 등  
에너지 분야 의사결정 현장의 기상기후 정보 통합을 위한 종합적 역량 구축

## 8. 에너지 분야 기후서비스 협력체계

### 교육 훈련

- 개 요 : 장기예측 정보의 필요성과 사용 방법에 대한 양방향 교육
- 목 표 : 기후와 에너지 분야의 상호 이해와 인식 제고
- 결과물 : 다양한 수요자 맞춤형 교육 프로그램 및 교육자료, 기후 및 에너지 분야의 숙련된 인력, 작업 현장 보고서 및 권장사항

#### 에너지 시스템 관리자

양상불 예측, 확률 예측의  
사용 및 활용 방법 이해



#### 기후 과학자

에너지분야 의사결정 과정  
및 잠재적 기후 입력 이해

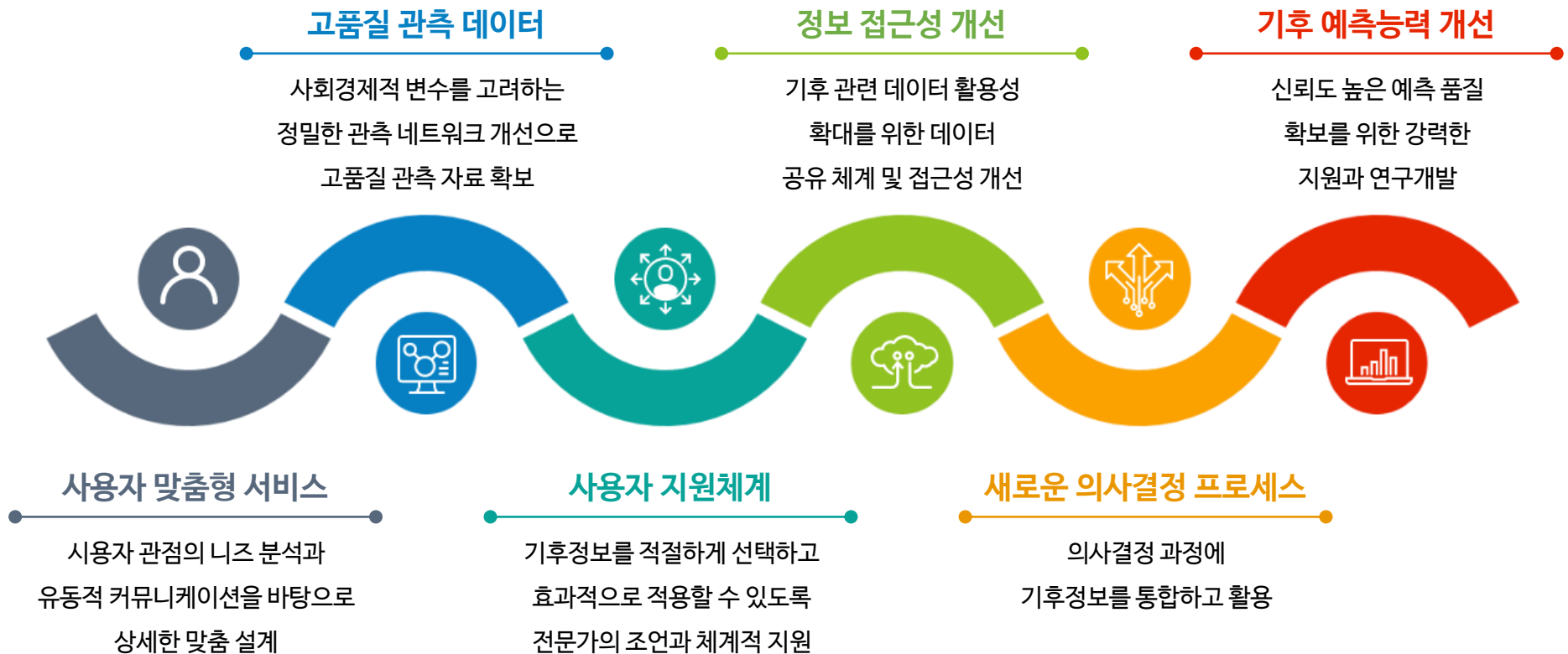


\* WMO는 전세계 28개 지역에 지역 트레이닝 센터(대한민국 : 기상청)를 두고 다양한 역량개발 및 교육 훈련 기회를 제공(WMO Education and Training)

## 8. 에너지 분야 기후서비스 협력체계

### 에너지분야 기후서비스에 대한 제언

- 기후서비스 제공자와 사용자의 커뮤니케이션 및 참여 강화
- 고품질 기후 데이터 및 예측 성능 확보
- 기후정보를 의사결정 과정에 통합하는 새로운 의사결정 프로세스 마련







WEATHER  
&  
CLIMATE



GREEN  
ENERGY



**Thank you**



광주지방기상청

# 광주광역시 2045 탄소중립도시 계획

김태호(탄소중립도시연구지원단 전략본부장)





# 목차

a table of contents



**01** 광주광역시 기후변화대응 노력

**02** 온실가스 배출 현황 및 특성

**03** 제2차 종합계획 온실가스 감축 성과분석

**04** 광주광역시 2045 탄소중립도시 추진계획

**05** 제3차 기후변화대응 종합계획 주요내용

**06** 추진체계 및 모니터링

# 1. 광주광역시 기후변화대응 노력

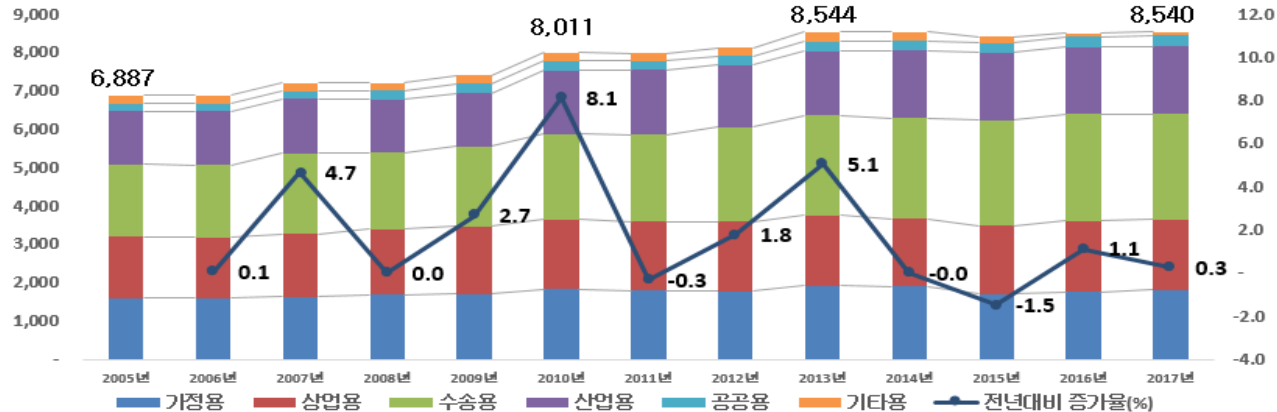


## 주요 사업 성과

- 탄소은행제를 통해 '08~'20년(13년)까지 923천 톤CO<sub>2</sub> 감축(30년산 소나무 1억 4천만 그루)
- 10년 동안 430개 아파트가 저탄소 녹색아파트에 참여하여 14천 톤CO<sub>2</sub> 감축(213만 그루)
- '08년 시범도시 이후 12년 동안 평균 감축량은 509천 톤CO<sub>2</sub> 로 '08년 배출량의 6.6% 수준

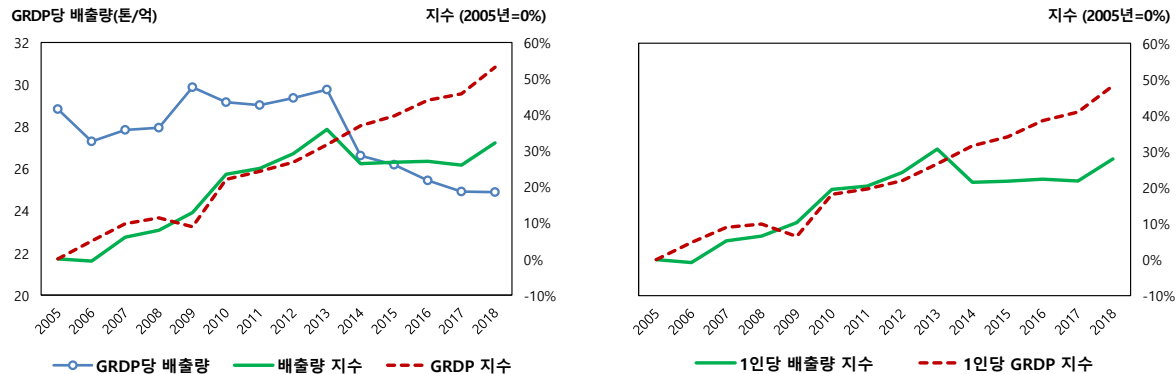
## 2-1. 온실가스 배출 현황 및 특성

### 에너지부문 온실가스 배출량 변화



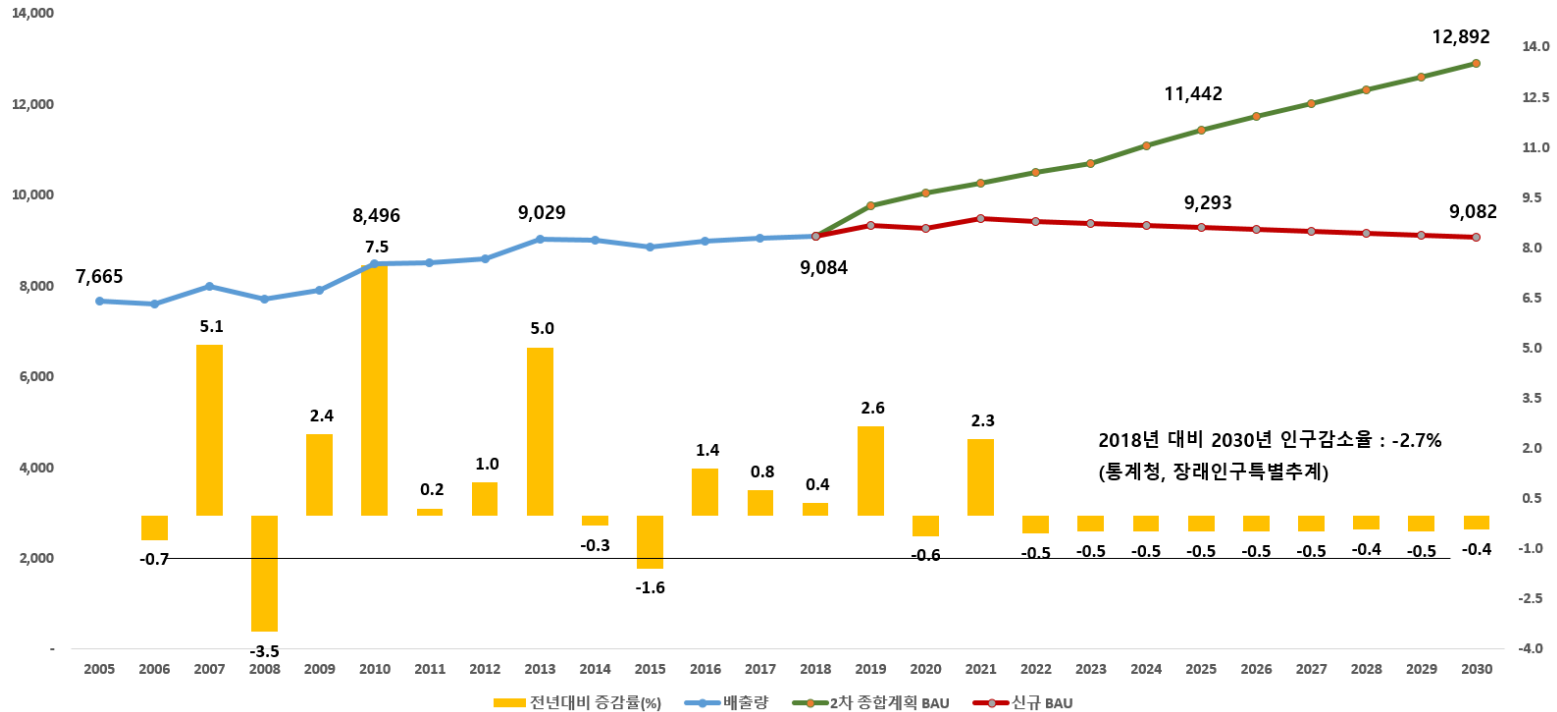
\* 에너지부문('17년) : 수송용 32.2%, 상업용 21.6%, 가정용 21.3%, 산업용 20.6%, 공공/기타 4.3%

### 2005~2018년 광주광역시 온실가스 배출량 지수 및 GRDP지수



\* '13년 이후부터 배출량 증가가 GRDP 증가보다 둔화되는 '약한 탈동조화' 경향을 보임

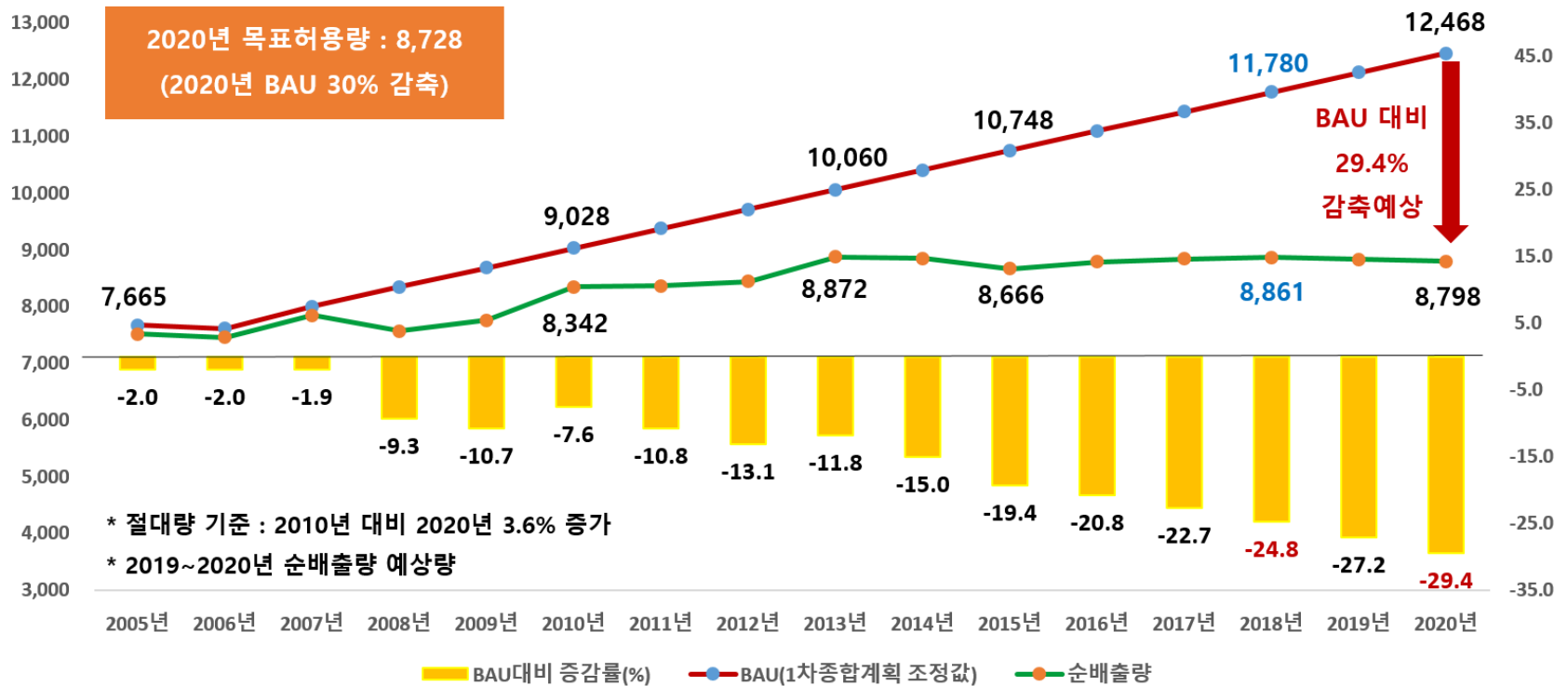
## 2-2. 온실가스 배출량 전망



### 광주광역시 온실가스 배출 전망

- 2차 종합계획 BAU는 2030년 12,892천 톤CO<sub>2</sub>eq. 배출을 예상
- 신규 BAU는 2021년 이후 지속적인 배출량 소폭 감소(평균 0.5%씩 감소)를 예상하여 9,082천 톤CO<sub>2</sub>eq.의 배출량을 기록할 것으로 전망

# 3-1. 2차 종합계획 온실가스 감축성과분석

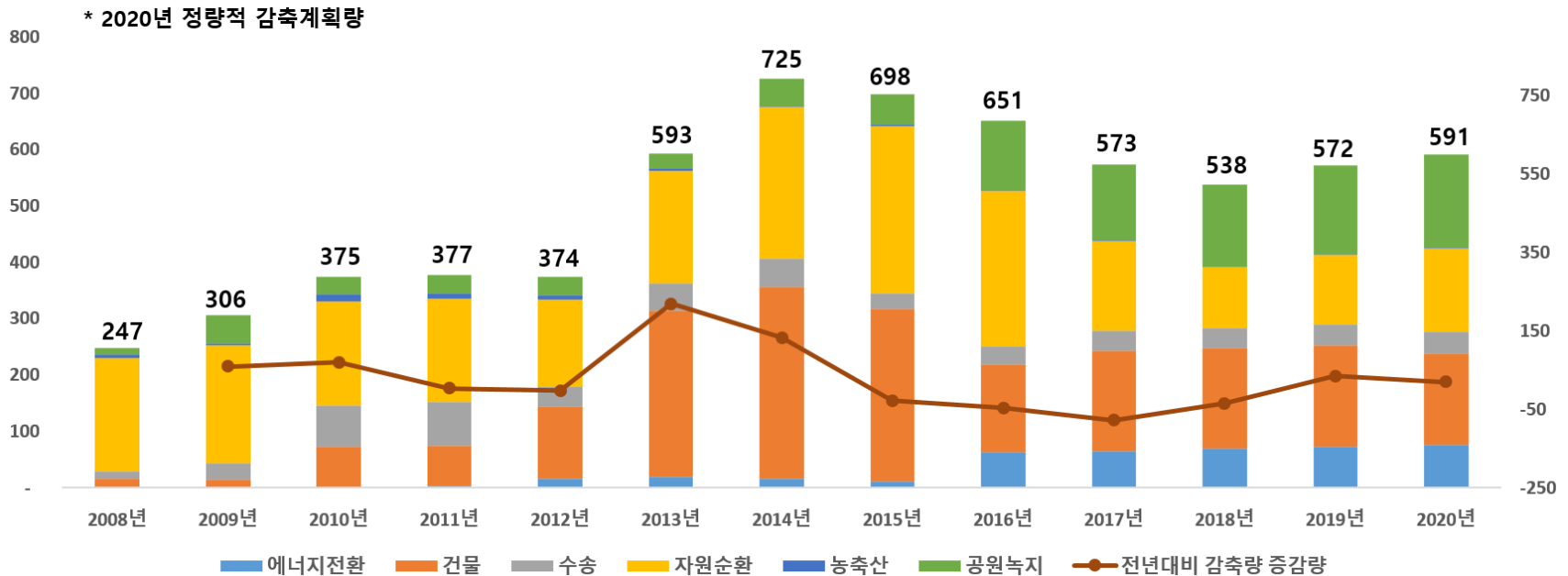


## BAU 기준 대비 온실가스 감축 성과

- 광주광역시 온실가스 순배출량은 2013년 8,872 천톤CO<sub>2</sub>eq.로 가장 많았음
- 2018년에는 8,861천 톤CO<sub>2</sub>eq.의 순배출량을 기록했고, 2020년에는 8,798천 톤CO<sub>2</sub>eq.를 배출할 것으로 예상되며 이는 BAU 대비 29.4%의 감축을 예상함



## 3-2. 2차 종합계획 부문별 감축 현황 분석



### 연도별 부문별 온실가스 감축 현황

- 광주광역시 온실가스 감축량은 2014년 725천 톤CO<sub>2</sub>eq.으로 가장 많았고 2018년까지 감소추세를 보이다가 이후 소폭 상승하여 2020년 591천 톤CO<sub>2</sub>eq.을 감축할 것으로 예상함
- 2020년 부문별 감축량은 공원녹지가 28%로 가장 많았고, 다음으로 건물(27.2%), 자원순환(25%), 에너지전환(12.9%), 수송(6.7%), 농축산(0.3%) 순으로 예상됨

# 4-1. 광주광역시 2045 탄소중립도시 비전 및 전략

비전

포스트코로나 시대를 이끄는 **글로벌 선도도시 광주**

목표/전략



AI-그린뉴딜을 통한  
100% 전력 에너지 자립



내연기관 완전퇴출 100%  
친환경차 도입



시민 누구나 10분거리  
숲과 공원이 있는  
도시 조성



대한민국에서 가장  
깨끗하고 안전한  
친환경 인프라 조성



환경융합산업 선도를 통한  
그린일자리 확산



단 한사람도 소외받지 않는  
기후적응역량 강화

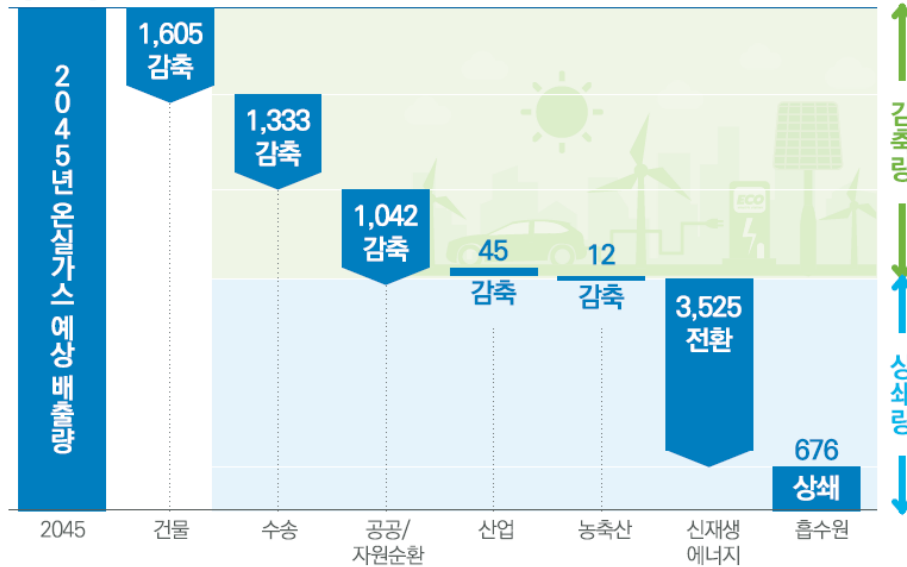


## 4-2. 2045 탄소중립도시 감축목표

### 2045 : 탄소중립도시 달성

(단위 : 천톤 CO<sub>2</sub>eq.)

8,236.8



2045  
탄 소 중 립  
100%



# 4-3. 2045 탄소중립도시 주요 과제





## 4-4. 탄소중립 에너지자립도시 광주 추진





# 5-1.3차 종합계획의 전략방향

## 新기후체제 본격 이행과 탄소사회로의 전환을 위한 기후위기 대응 정책 전환

- 새로운 감축목표 설정에 따른 부문별 감축 경로 재설정 및 범시민 차원의 통합적 대응으로 전환
- 지방정부 중심 이행에서, 민관이 협업하고 각 부문의 다양한 이행관계자가 참여하는 체계로의 전환
- '30년 온실가스 감축목표 달성 및 기후변화 적응 정책 통합 추진을 통한 탄소중립 전환 기반 마련

## 분야별 市 정책과 연계한 온실가스 감축 및 적응의 성과 증진

- 부문별 감축 목표 설정 및 이행을 통한 온실가스 감축 정책의 실효성 증진
- 기존 계획 및 광주형 AI-그린뉴딜 종합계획과 연동성을 확보한 실효적인 정책 추진
- 탄소중립 사회로의 이행을 위한 제도적 기반 마련으로 성과 창출 극대화

## 기후위기 대응 거버넌스 구축과 도시생활 전반의 저탄소 전환 실천기반 마련

- 시민 및 공동체의 기후행동계획의 실천 증대를 통한 저탄소 생활문화 확산
- 범시민 차원의 통합적 이행을 통한 실효적인 온실가스 감축 사업의 추진
- 기업의 자발적 에너지 전환 및 기후위기 행동 촉진으로 산업 부문의 감축 기반 확산

## 체계적 온실가스 감축 이행 관리를 위한 이행 평가 프로세스 구축

- 분야별 사업 성과와 실 배출량 비교를 통한 연도별 목표량 보완 및 사업우선순위 재설정
- 시민과 함께하는 사업성과에 대한 평가, 온실가스 인벤토리를 통한 성과 검증

## 5-2. 3차 종합계획의 비전 및 목표

### 비전

녹색공동체와 함께 포스트 코로나 시대를 이끄는

## 2045 탄소중립도시 이행 기반 마련

### 목표

#### 감축

2025까지 2010년  
대비 온실가스 배출  
량 12.5% 감축  
(110만톤)

#### 적응

기후 위험 감소를  
통한 회복력 있는  
도시 기반 조성

### 기본방향

- 공공부문의 선도적이며 실효성 있는 기후행동 추진
- 시민과 공동체가 함께하는 기후행동의 실천
- 기업의 자발적인 기후행동의 동참

에너지 전환

건물

수송

자원순환

농축산

공원녹지

산업

적응

## 5-3. 3차 종합계획의 부문별 추진전략(1)

### 에너지 전환

#### 시민주도 녹색 분권 실현으로 전력 30% 그린에너지화

- 지속적인 신·재생에너지 보급 지원
- 시민·기업 주도 에너지 분권 강화
- 광주시 전역 그린에너지 보급 · 확대
- 공공시설의 에너지 자립화 추진

### 건물

#### 노후건축물 조기 리모델링과 제로에너지화 기반 마련

- 시민참여에 기반한 건축물 에너지 저감 촉진
- 공공이 선도하는 건축물 에너지 저감 확대
- 노후건축물에 대한 그린리모델링 확산
- 신축 건축물에 대한 녹색건축물 공급 확대

### 수송

#### 노후경유차 조기 폐차와 친환경 자동차 전환

- 노후경유차 조기 폐차와 자동차 이용 억제
- 친환경 자동차 전환 및 인프라 대폭 확대
- 녹색 대중교통 이용 활성화

### 자원순환

#### 발생저감과 자원화 촉진을 통한 자원순환 기반 조성

- 폐기물 저감과 자원화 촉진
- 녹색제품 이용 활성화 및 처리시설 효율화
- 자원순환 기반 조성

## 5-3. 3차 종합계획의 부문별 추진전략(2)

### 농축산

#### 친환경 로컬푸드 확대와 농업부문 에너지 효율화 촉진

- 친환경 농업 활성화와 오염 저감
- 채식 및 로컬푸드 활성화
- 농업 부문 에너지 효율화 사업 추진

### 공원·녹지

#### 10분거리 녹색공간 조성으로 생활 밀착형 흡수원 확대

- 생활 속 탄소 흡수원 확대
- 기후변화 대응형 도시 숲 조성

### 산업

#### 자발적 감축 노력 확산과 녹색산업 육성

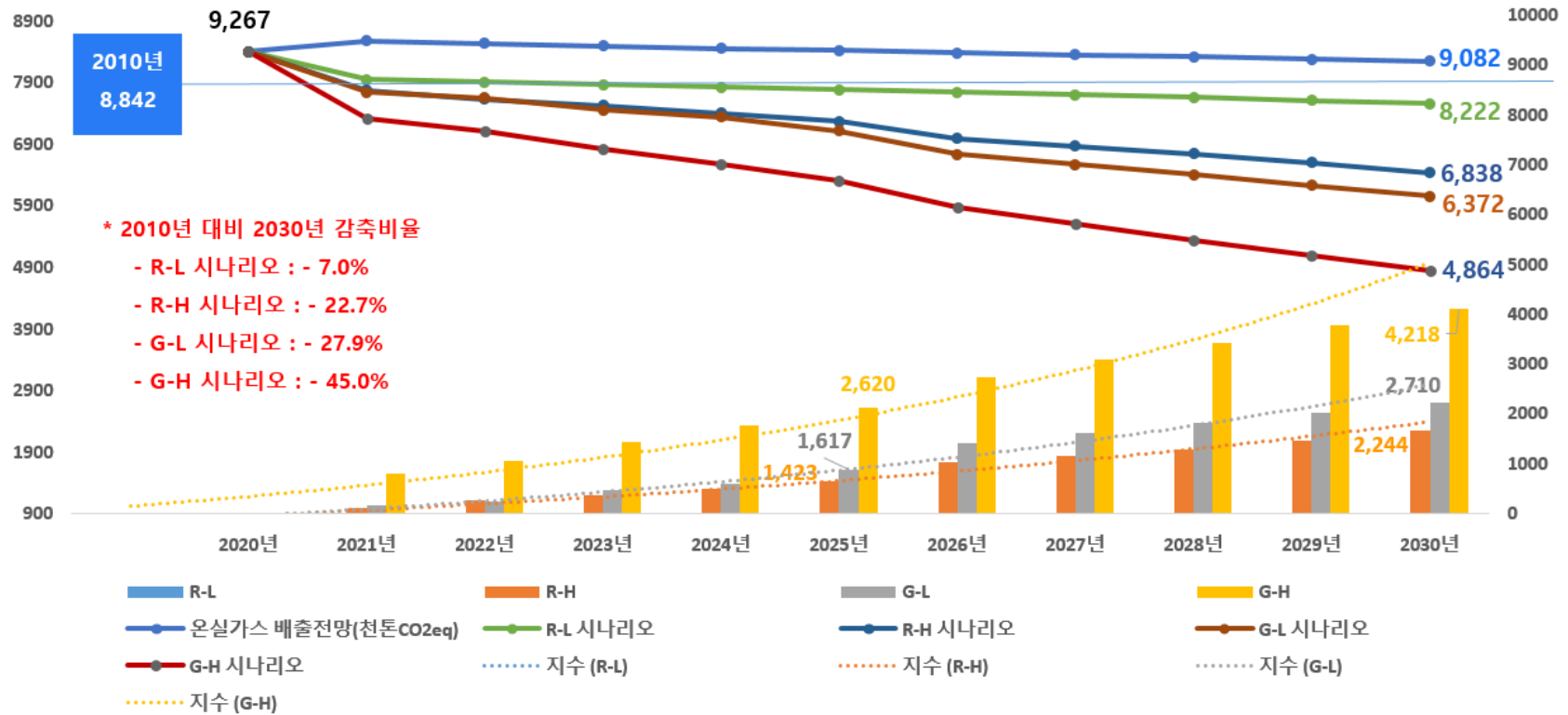
- 기업의 자발적 온실가스 감축 노력 확산
- 녹색산업단 조성 및 녹색산업 육성·지원

### 적응

#### 기후 위험 감소를 통한 회복력 있는 도시 조성

- 기후변화 취약계층의 적극적 관리
- 폭염에 강한 시민건강도시 광주 조성
- 재난·재해에 대처하는 회복력있는 도시 조성
- 적응대책에 대한 실효적인 이행

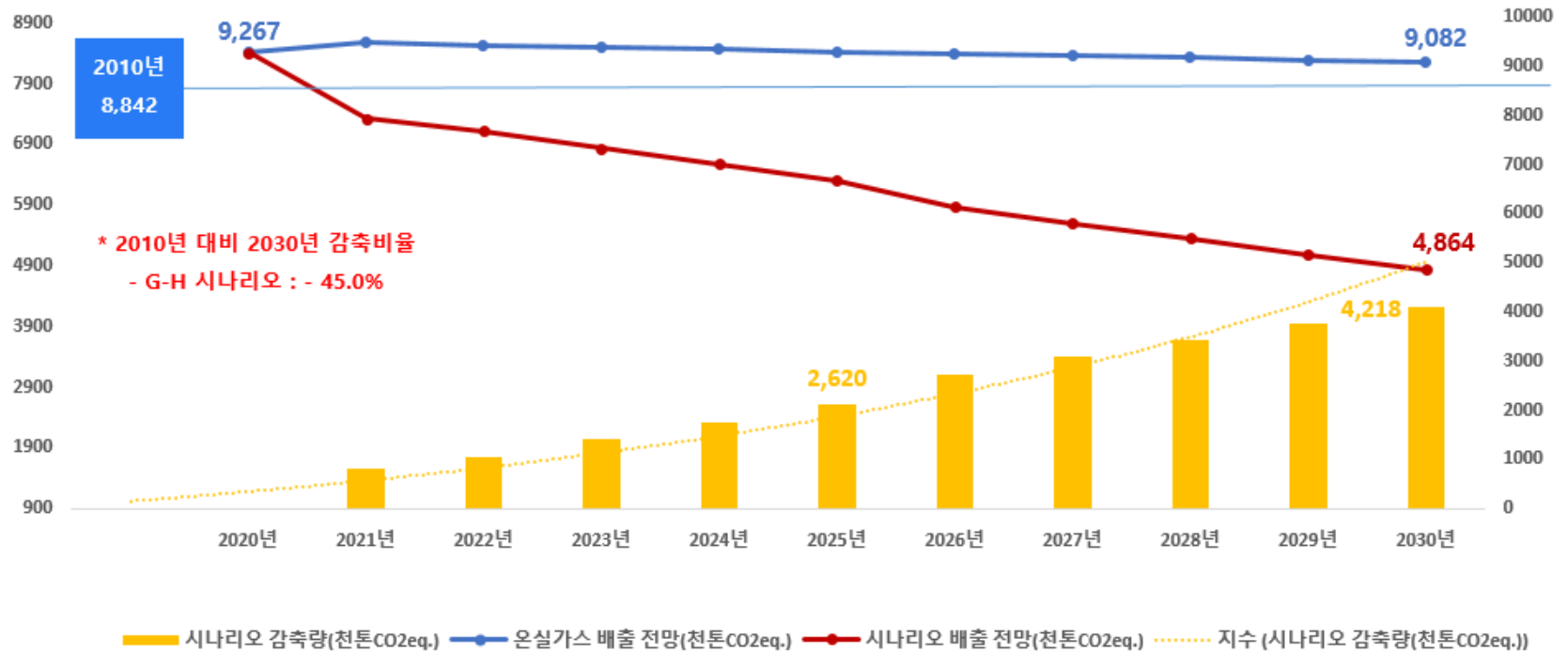
# 5-4. 중장기 온실가스 감축 시나리오



구분	세부시나리오	수준	달성내용
Forecasting Model	R-L	2030감축로드맵(감축기준)	2030 국가할당량 미달성
	R-H	2030감축로드맵(감축강화)	2030 국가할당량 달성
Backcasting Model	G-L	지역에너지계획 반영	2030 국가할당량 이상
	G-H	2045 탄소중립도시	2045 탄소중립도시 달성



## 5-5. 2030 온실가스 감축 로드맵



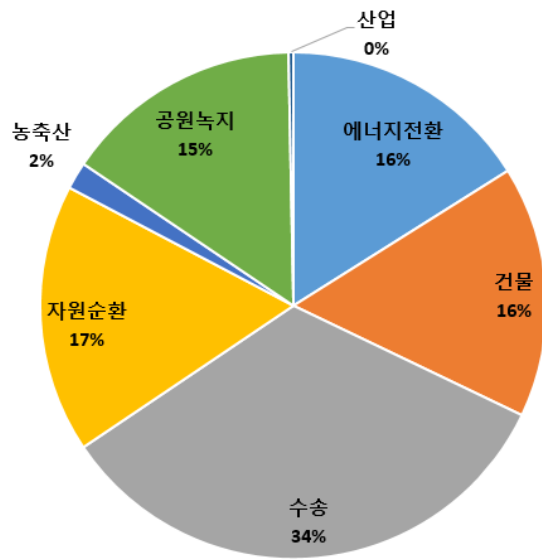
### 2030 온실가스 감축 로드맵

- 2045년 탄소중립도시를 달성하는 G-H시나리오에 따른 온실가스 감축 로드맵
- 로드맵에 따르면 2030년 광주광역시 온실가스 배출량은 4,864 천톤CO2eq.으로 예상배출량인 9,082 천톤CO2eq.의 54% 수준임

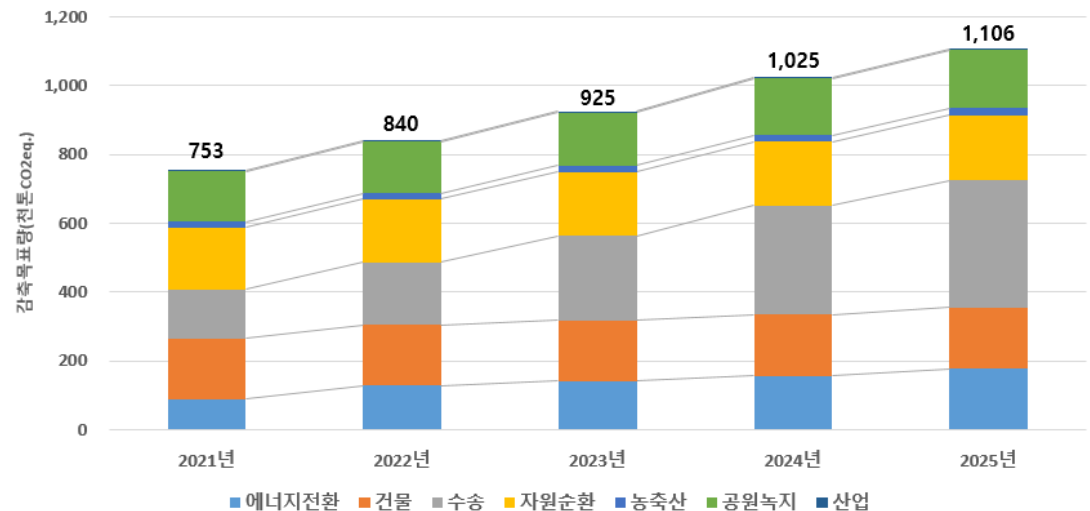
# 5-6. 부문별 온실가스 감축계획

## 연도별 부문별 온실가스 감축 계획

- 광주광역시의 2025년 온실가스 감축 목표량은 1,106천톤CO2eq.임
- '25년 온실가스 감축 목표량 중 수송 부문의 감축 목표량이 34%로 가장 많고, 자원순환 부문 17%, 에너지전환과 건물 부문이 16%, 공원녹지 15%, 농축산 2%, 산업 0.3%순임
- '25년 감축 목표량은 '21년 대비 47% 증가한 수치임



■ 에너지전환 ■ 건물 ■ 수송 ■ 자원순환 ■ 농축산 ■ 공원녹지 ■ 산업

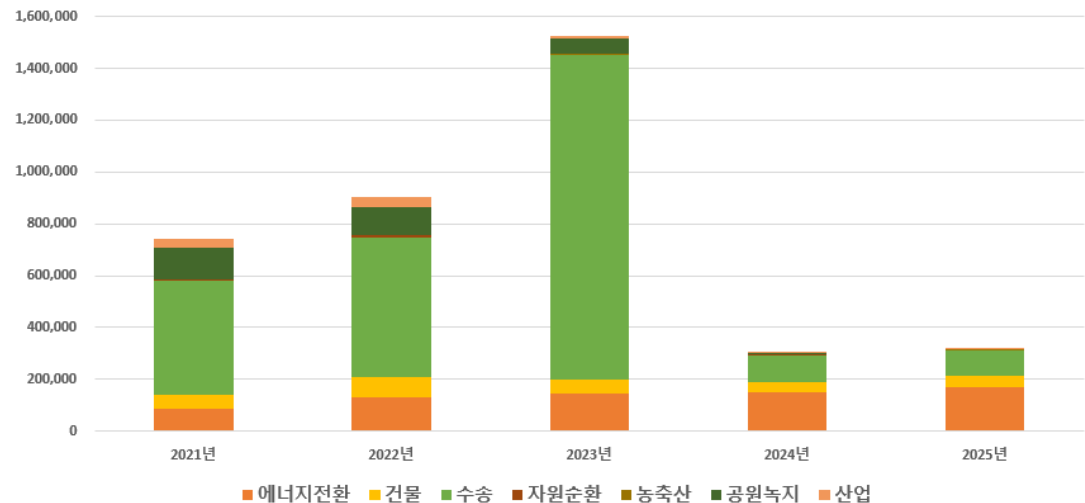
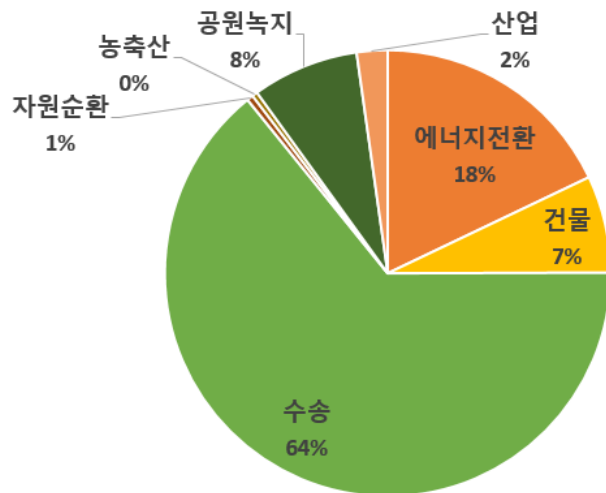


<2025년 부문별 감축목표량 비중>

# 5-7.3차 종합계획의 예산 계획

## 연도별 부문별 온실가스 감축 사업 예산 계획

- '21 ~ '25년까지 5년간 총 3조 7,920억원 소요 예상  
(국비 1조 5,790억원, 시비 1조 6,260억원, 민자 5,865억원)
- 총 사업비 중 수송 부문이 64%로 가장 많고, 에너지 전환 부문 18%, 공원녹지 8%, 건물 7%, 산업 2%, 자원순환 1%, 농축산 0.4%순임
- 수송 부문의 사업비의 대부분은 도시철도 2호선 건설 사업임



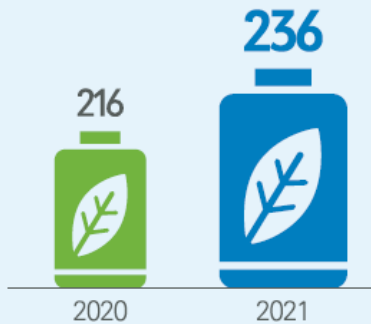
■ 에너지전환 ■ 건물 ■ 수송 ■ 자원순환 ■ 농축산 ■ 공원녹지 ■ 산업

# 5-8. 2021년 온실가스 감축목표

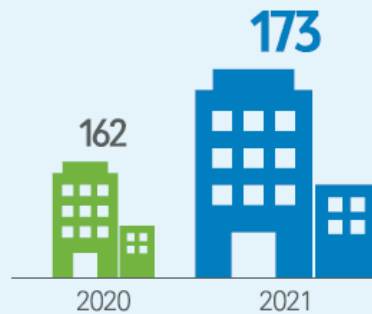
## 2021 : 온실가스 100만톤 감축

(단위 : 천톤 CO<sub>2</sub>eq.)

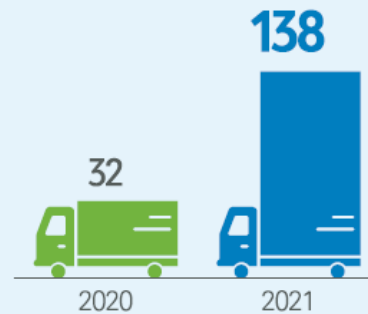
### 에너지전환



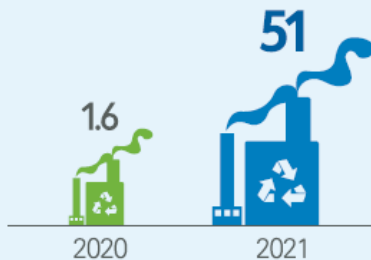
### 건물



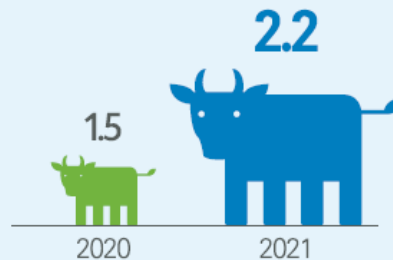
### 수송



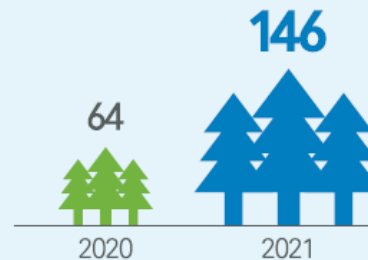
### 공공/자원순환



### 농축산



### 흡수원



+

247



광주  
공동체  
실천사업

# 5-9. 2021년 부문별 온실가스 감축계획

## 에너지전환 부문 목표 236천톤 CO<sub>2</sub>eq



## 건물 부문 목표 173천톤 CO<sub>2</sub>eq



## 수송 부문 목표 138천톤 CO<sub>2</sub>eq



## 공공/자원순환 부문 목표 56천톤 CO<sub>2</sub>eq



## 농축산 부문 목표 2천톤 CO<sub>2</sub>eq

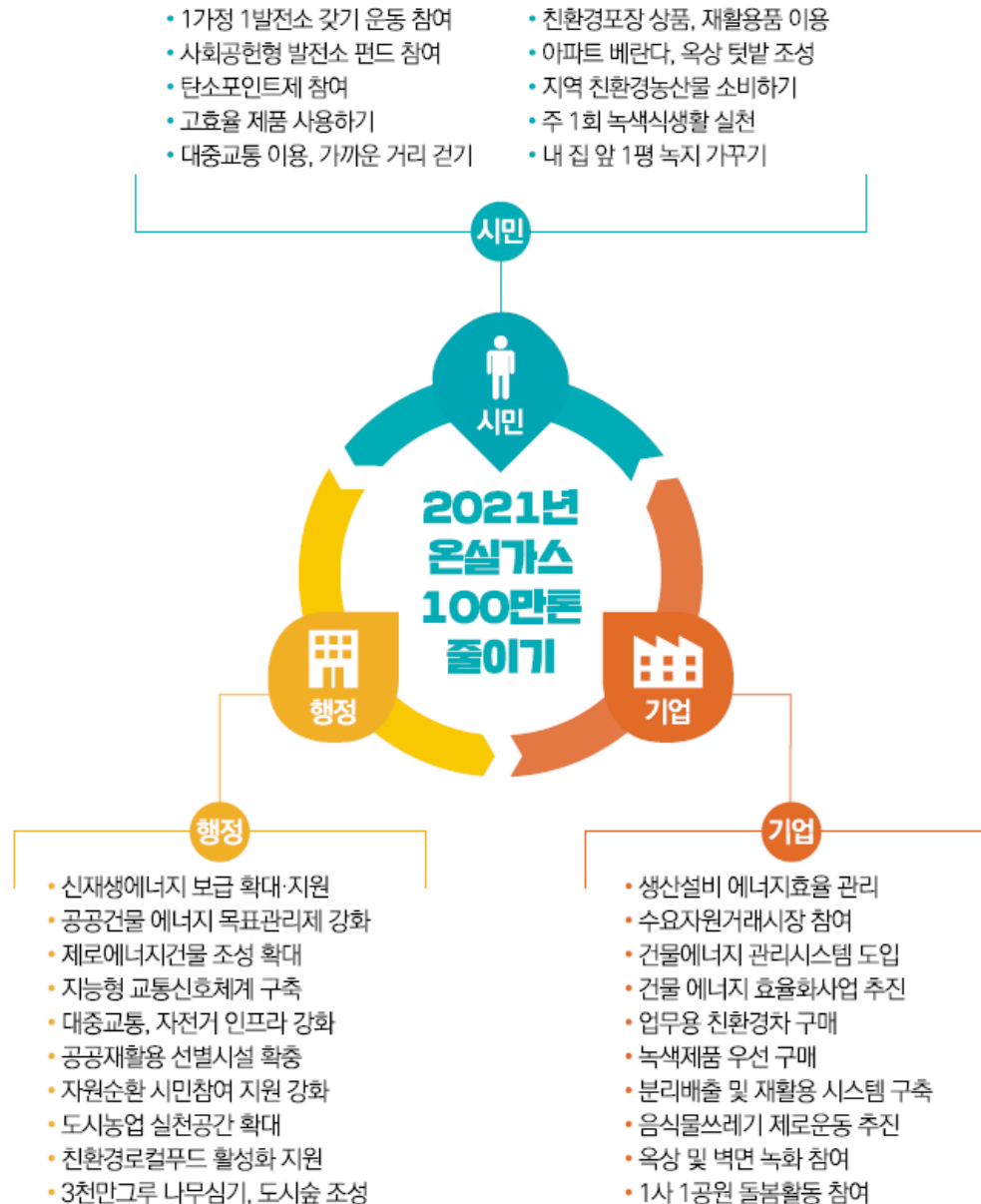


## 흡수원(상쇄) 부문 목표 146천톤 CO<sub>2</sub>eq



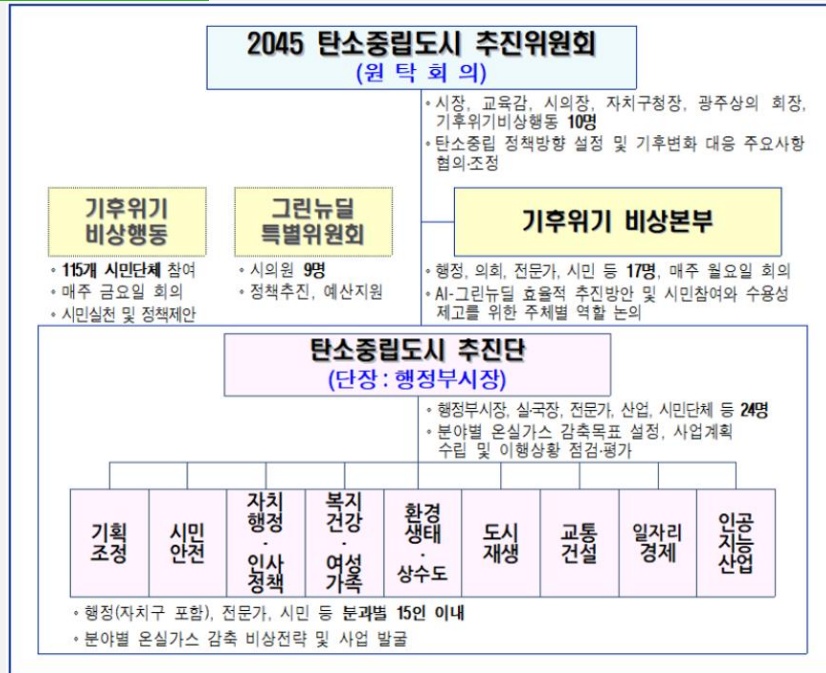


# 5-10. 광주공동체별 주요역할



# 6-1. 추진체계 및 실천기반

## 추진 체계



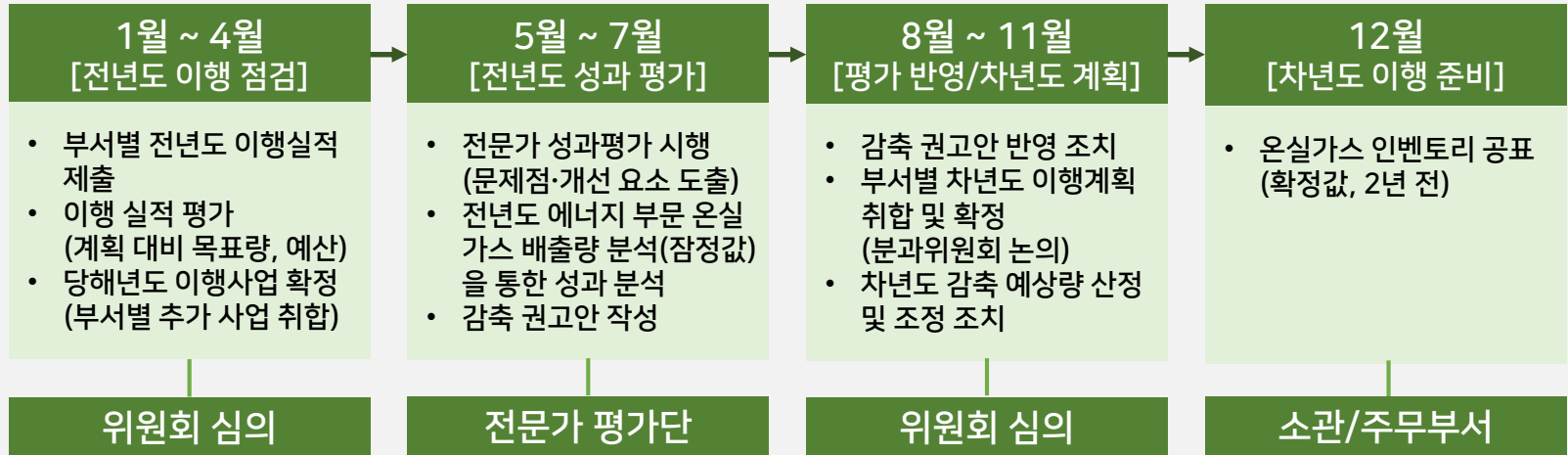
## 실천 기반

- 생활 속 기후행동 실천을 위한 시민운동 확산
  - 기후행동 확대를 위한 핸드북 제작 및 배포
  - 시민사회 주도 기후행동캠페인 확대
  - 다양한 매체 활용 기후행동 인식 확산
  - 생활밀착형 정보 제공
- 범시민 실천 및 참여 기반 확대를 위한 시민조직화
  - 에너지전환마을 모델 창출 및 활성화
  - 사회적 경제 조직의 지원 활성화
  - 저탄소 녹색아파트 조성사업 확대 추진
  - 기후위기대응 연계 공모사업 발굴 추진
- 인식제고 및 대응역량 강화를 위한 교육 확대
  - 단계별, 계층별 교육 확대
  - 학교 등 교육기관 연계 교육의 일상화
  - 생활 근거지 데이터 기반 교육 확대
- 기업의 자발적 참여 및 협업 구조 마련



## 6-2. 평가및제도기반

### 이행평가 프로세스



- 매년 市 온실가스 배출량 검증 : 행정구역 내 직·간접적인 모든 배출원 (부문별, 에너지원별 등)
- 市 감축목표 달성을 위한 연도별 감축량 재설정 및 정책방향 보완

### 제도적 기반 강화

- 기후변화대응조례 전면적 개정 추진
- 기후위기대응 사전검토제도 도입
- 공공기관 기후위기대응조치 반영
- 기후위기 성과평가제도(BSC) 도입
- 기후예산제 도입방안 검토 및 적용
- 관련 조례에 기후위기대응 조치사항 포함



—— 광주공동체가 함께 내딛는 한걸음 ——

2045 탄소중립  
에너지 자립도시 **광주**

# 광주광역시 도시탄소관리시스템 구축 및 활용



연구개발실  
선임연구원 안 창 민



# CONTENTS

## 1. 개발배경

- 1-1 추진배경
- 1-2 목적 및 범위

## 2. 특징 및 차별성

- 2-1 인벤토리 고도화
- 2-2 공간정보 연계
- 2-3 탄소중립평가체계

## 3. 시스템 소개

- 3-1 시스템 구성
- 3-2 시스템 활용방안

# 1. 개발배경

## 1-1 추진배경

### ■ 기후변화대응 본격화



기후변화대응 시범도시



2011 UEA 광주 정상회의



GEO-5 회의 개최



Rio+20 특별세션 개최



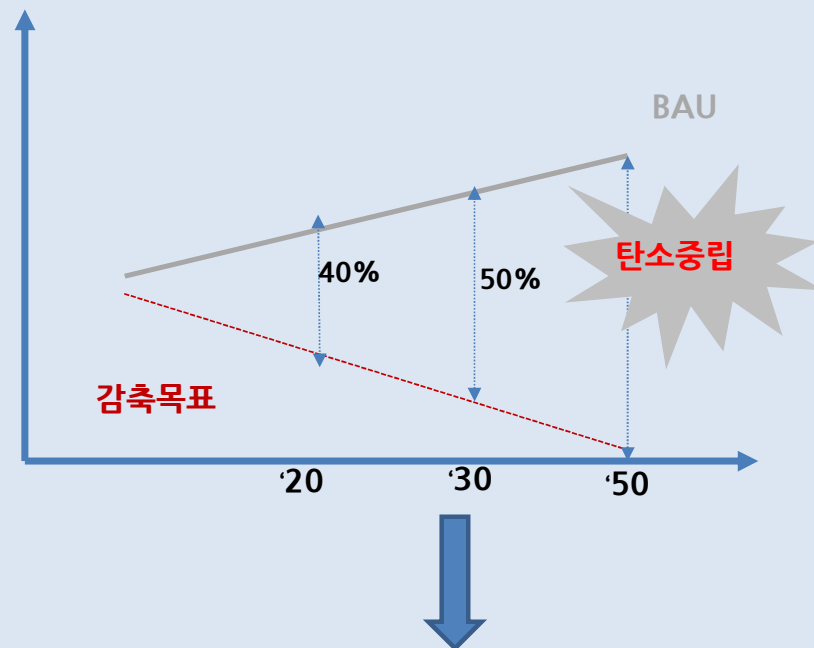
광주광역시, “**글로벌 국제환경 선도도시**”로 집중

# 1. 개발배경

## 1-1 추진배경

### ■ 탄소중립도시 광주 2050 계획 수립

- 온실가스 배출전망치(BAU) 대비  
2020년 40%, 2030년 50% 감축,  
2050년 **탄소중립 도시** 실현 목표



“온실가스 저감”에 집중

### ■ 도시기반 온실가스 배출특성 파악 필요

- 탄소중립도시, 지속적 성과관리 기반 필요
  - 온실가스 배출량 체계적 관리
  - 온실가스 배출량 모니터링
- 종합적인 온실가스 저감 전략 마련 필요
  - 광주시 온실가스 배출특성 파악
  - 온실가스 예상배출량, 감축량 파악



“도시탄소관리시스템구축”

# 1. 개발배경

## 1-2 목적 및 범위

### 목적

도시기반의  
온실가스 배출특성 상세 파악

기후변화 대응 시책에 대한  
영향분석

탄소중립도시 실현을 위한  
온실가스 모니터링

### 추진 과제

#### 탄소배출 현황 및 특성분석

- 도시계획 단위 온실가스 인벤토리 고도화
- 탄소배출 현황 파악
- 탄소배출 특성분석

#### 도시계획 요소별 온실가스 영향분석

- 온실가스 예상배출량 추계
- 계획요소별 온실가스 영향분석

#### 탄소중립도시 평가체계 수립

- 탄소중립도시 모니터링  
평가지표 및 평가모델 개발
- 시나리오 별 탄소중립도시 평가

#### 도시탄소관리시스템 구축

- 탄소중립도시 모니터링 및  
추진성과 종합관리시스템 구축
- 종합관리시스템 고도화

### 추진 배경

#### 도시단위 기후변화대응 본격화

- 광주시 글로벌 국제환경선도 도시 집중
- 탄소중립도시 광주 2050 계획수립

#### 도시기반 온실가스 배출특성 파악 필요

- 도시계획에 적합한 온실가스 분류체계 마련
- 필지단위 별 온실가스 인벤토리 고도화

#### 지속적인 온실가스 모니터링 관리기반 마련 필요

- 탄소중립도시 지속적인 성과관리기반 마련
- 도시계획 개발 전후 시뮬레이션 사업평가

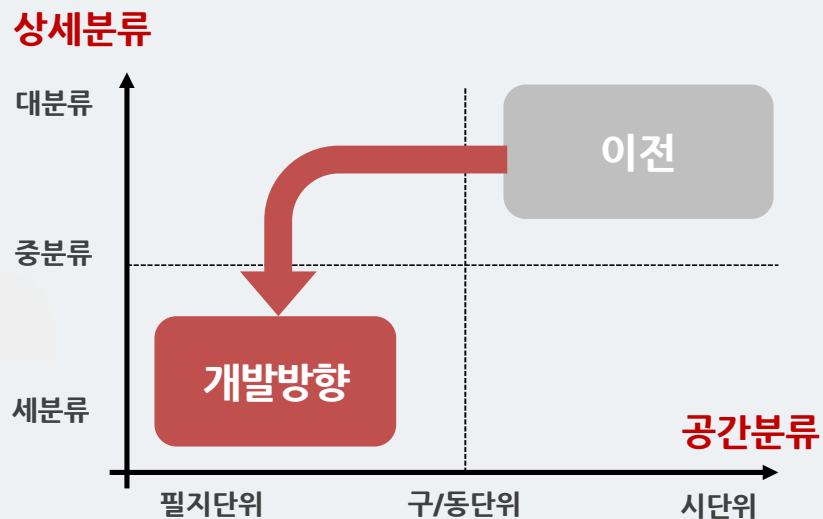
## 2. 특징 및 차별성

### 2-1 인벤토리 고도화

#### ▪ 도시계획에 적합한 온실가스 분류체계 마련



#### ▪ 필지단위 별 온실가스 인벤토리 고도화





## 2. 특징 및 차별성

### 2-1 인벤토리 고도화

#### □ 인벤토리 고도화 : 건축물부문

특징/차이점(건물분야)	
1	온실가스 배출량 추이 (연도별/월별/용도별)
2	필지단위 까지 온실가스 배출 정보
3	103개 용도별 배출 원단위 비교 (아파트 VS 단독주택)
4	동일유형 비교 및 에너지사용 평가 (에너지사용계획 심의 참고자료)
5	건축연도별 온실가스 배출비교 (2000년 이전 VS 이후 건물)
6	온실가스 배출 영향인자 도출 (노후건물, 생활수준, 주거인구 등)

기본현황분석

상세현황 & 증감분석

음식물 쓰레기 배출 현황

시계열분석

3,000~5,000미만

5,000~10,000미만

10,000이상

층수

☒ 5층미만
 ☒ 5~10층
 ☐ 11~20층
 ☐ 21층 이상

구조

☒ 콘트리트구조
 ☐ 철골, 철근콘트리트
 ☐ 철골구조
 ☐ 조적구조
 ☐ 목구조
 ☐ 기타구조

용도

☒ (주거)단독주택
 ☐ (주거)기숙사,다세대
 ☐ (주거)아파트
 ☐ (상업)근린생활시설
 ☐ (상업)공중위생시설
 ☐ (상업)식품위생시설
 ☐ (상업)유원체육시설
 ☐ (상업)호텔
 ☐ (상업)시장
 ☐ (상업)대규모점포
 ☐ (상업)의료시설
 ☐ (업무)사무실
 ☐ (업무)오피스텔
 ☐ (교통)위험물시설
 ☐ (교통)차량관련시설
 ☐ (교통)운수시설
 ☐ (문화)문화시설
 ☐ (문화)의식시설
 ☐ (문화)복지시설
 ☐ (교육)교육연구시설
 ☐ (종교)종교시설
 ☐ (기타)기타

건물  
승인년도

☒ 1980이전
 ☐ 1980~1990미만
 ☐ 1990~2000미만
 ☐ 2000~2010미만
 ☐ 2010이후

에너지

☒
☐
☐
☐
☐

## 2. 특징 및 차별성

### 2-1 인벤토리 고도화

#### □ 인벤토리 고도화 : 교통부문

교통분야는 '원단위법과 통행배분법'을 병행하여 산출하였으며, 원단위법으로는 광주시 전체 교통 분야의 온실가스 배출량을, 국내 교통부문 온실가스 산정 Tier 3를 적용하여 주요 구간에 대한 온실가스 배출량을 산정함

원단위법/IPCC Tier2	KOTEMS Tier 3 적용
<ul style="list-style-type: none"> <li>도로교통(승용차, 승합차, 화물차, 특수차)은 원단위법을 사용하여 산출하였고, 도시철도(지하철)은 IPCC 방법론에 의해 산정함</li> </ul> <p><b>원단위법</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>산정방법 온실가스 배출량 = 차종별/연료별 연간 주행거리(km) * 주행거리 당 연료 소비량(L/km) * 연료별 온실가스 배출계수(tCO<sub>2</sub>)</li> </ul> <p><b>IPCC Tier2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>산정방법 온실가스 배출량 = 연료별 판매량(kW) * 국가교통부 고시 교통수단별 온실가스 배출계수(CO<sub>2</sub>/kW)</li> </ul> <p>광주시 전체 교통부문 온실가스 배출량</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산정방법 온실가스 배출량 = 수단별 구간 교통량(대) * 구간별 거리(km) * 교통수단/속도별 온실가스 배출계수(tCO<sub>2</sub>/km-대)</li> </ul> <p>가로 교통량 분석 구간도</p>  <p>광주광역시 28개 주요 도로</p> <p>주요 구간별 온실가스 배출량</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>백운광장-남부경찰서입구</li> <li>남부경찰서입구-백운광장</li> <li>광주대입구교차로-백운광장</li> <li>백운광장-광주대입구</li> <li>동운고가사거리-농성광장</li> <li>농성광장-동운고가사거리</li> <li>서방사거리-산수오거리</li> <li>산수오거리-서방사거리</li> <li>동림동장애인복지회관-운암사거리</li> <li>운암사거리-동림동장애인복지회관</li> <li>학동삼거리-남광주사거리</li> <li>남광주사거리-학동삼거리</li> <li>운천저수지-쌍촌역사거리</li> <li>쌍촌역사거리-운천저수지</li> <li>서방사거리-문화사거리</li> <li>문화사거리-서방사거리</li> <li>경신여고사거리-중흥삼거리</li> <li>중흥삼거리-경신여고사거리</li> <li>우석교차로-동운고가사거리</li> <li>동운고가사거리-우석교차로</li> <li>금남로4가역사거리-유동사거리</li> <li>유동사거리-금남로4가역사거리</li> <li>계수교차로-동림I.C</li> <li>계수교차로-동림I.C</li> <li>광천사거리-계수교차로</li> <li>계수교차로-광천사거리</li> <li>계수교차로-풍금사거리</li> <li>풍금사거리-계수교차로</li> </ol>

## 2. 특징 및 차별성

### 2-1 인벤토리 고도화

#### □ 인벤토리 고도화 : 녹지부문

##### 기존 인벤토리 구축 방안

- 기존의 흡수원 부문은 흡수량 산정식은 IPCC 방법론에 의해 산정함
- 그러나 이러한 분류체계는 도시차원과 맞지 않아 관련 계획 수립 시 반영 할 수 없음

##### IPCC Tier2

- 산정방법
- 온실가스 흡수량 = 연년생 목본 작물 경작 면적(ha) \* 목본 바이오매스에대한 계수(tC/ha·yr)

구분-1단계	구분-2단계	구분-3단계	구분-4단계
비에너지	AFOLU	토지	임지로 유지되는 임지
			임지로 전환된 토지
			농경지로 유지되는 농경지
			농경지로 전환된 토지
			초지로 전환된 토지
			습지로 유지되는 습지
			습지로 전환된 토지
			토지용도전환에 따른 바이오매스 탄소손실량
			무기토양에서의 연간 유기탄소 축적 변화량
			토지용도전환에 따른 고사유기물의 탄소손실량

##### 수종별 흡수계수 적용

- 국내에서 개발된 수종별 흡수계수 적용함
- 광주광역시는 산림부문의 경우 수종별 DB가 구축되어 있지 않아 녹지면적을 활용한 DB를 구축하였음

##### 수종별 흡수계수

- 산정방법
- 산림 : 산림 유형별 면적 × 흡수계수(kgCO<sub>2</sub>/ha)
- 가로수 : 녹지 유형별 면적 × 흡수계수(kgCO<sub>2</sub>/ha)

대분류	중분류	소분류	
산림	인공녹지	공원	근린공원
			주제공원
		시설녹지	경관녹지
			완충녹지
			연결녹지
가로수	은행나무		
	느티나무		
	이팝나무		
	왕벚나무		
	당단풍		
	벚나무		
	회화나무		
	플라타너스		

## 2. 특징 및 차별성

### 2-2 공간정보 연계

온실가스·에너지 사용량 정보 + 건물속성정보 + 공간정보

▪ 온실가스 배출원 및 에너지를 건물속성 (행정동, 블록, 필지, 건축물) 정보와 연계

#### 배출원 - 에너지원 - 공간정보가 연계된 인벤토리

##### 배출원

- 건축물 : 단독, 공동, 상업, 업무, 공업 등
- 교통 : 승용차, 철도, 버스 등
- 공원녹지 (흡수원)

##### 에너지원

전력  
가스  
수도  
석유  
지역냉난방

##### 공간정보

- 도형정보 : 행정구역 (구/동) 블록/필지/건축물 교통네트워크 등
- 속성정보 : 건축물 속성 등 (용도, 연면적, 노후도 등)



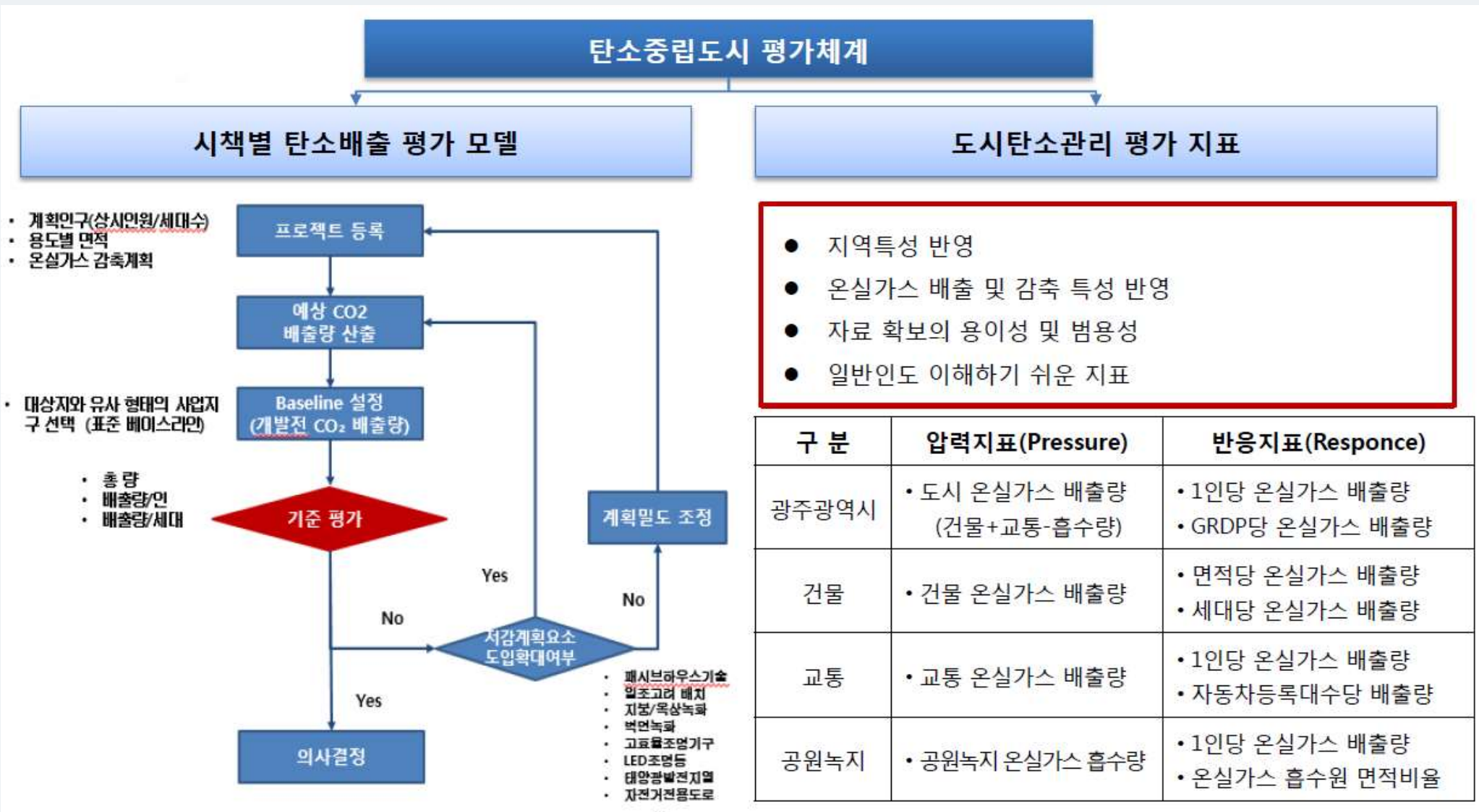
광주광역시  
도시탄소관리시스템

■ 온실가스 배출원 및 에너지원을 건물속성 (행정동, 블록, 필지, 건축물) 정보와 연계



## 2. 특징 및 차별성

### 2-3 탄소중립평가체계



# 2. 특징 및 차별성

## 2-3 탄소중립평가체계

### 도시정비사업

- 사업별 정비구역 지정 고시문을 활용하여 개발 계획 내용을 기준으로 영향 분석 시행
  - 정비계획이 수립되는 정비구역 지정단계 이상의 사업을 기준으로 산정함
  - 지정 고시문의 사업 계획안을 토대로 온실가스 예상 배출량 산출
  - 용지별, 용도별 면적, 공원녹지 면적을 토대로 영향분석 시행
- 도시정비사업의 재개발 구역 23곳, 재건축 5곳을 조사 분석한 결과 평균 온실가스 배출량 증가율은 **재개발사업이 152%, 재건축사업은 178%**로 나타남
  - 사업이전 배출량의 실제값을 알 수 없는 경우, 용도별 배출원단위는 노후도별 배출원단위를 적용하여 산정함.  
(사업이전의 경우 90년 이전 원단위, 사업이후의 경우 2005년 이후 원단위 적용)

### 도시개발 사업 예상 배출량 산정방법

온실가스 배출량= 세대수\*세대별 전용면적(m²)\*용도별 배출 원단위(tCO<sub>2</sub>/m²)

구역명	사업이전 면적(m²)	사업이후 면적(m²)	사업이전 배출량 (tCO <sub>2</sub> )	사업이후 배출량 (tCO <sub>2</sub> )	배출량 증가량 (tCO <sub>2</sub> )	배출량 증가 비율 (%)
학동3	9,148,650	18,175,318	749,274	1,437,668	688,393	191.9



구분	구역명
재개발	계림5-3
	산수2
	양동3
	광천동
	지원1
	월산2
	풍향
	계림4
	계림8
	산수1
	지원2-1
	학동4
	계림2(풍향3)
	월산1
	임동2
	우산
	신가동
	계림5-2
	계림7
	풍향2
	무학동간하
	학동3
	마복지평
재건축	쌍촌동쌍촌
	화정동염주주공
	주월장미
	송정주공
	화정주공

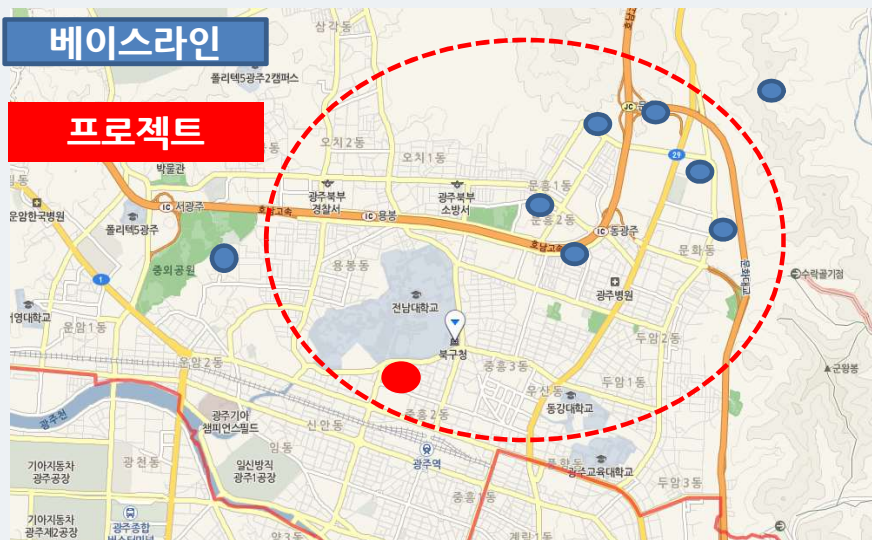
## 2. 특징 및 차별성

### 2-3 탄소중립평가체계

#### 도시탄소관리 평가체계 구축

광주시 추진사업에 대한 배출량 영향평가

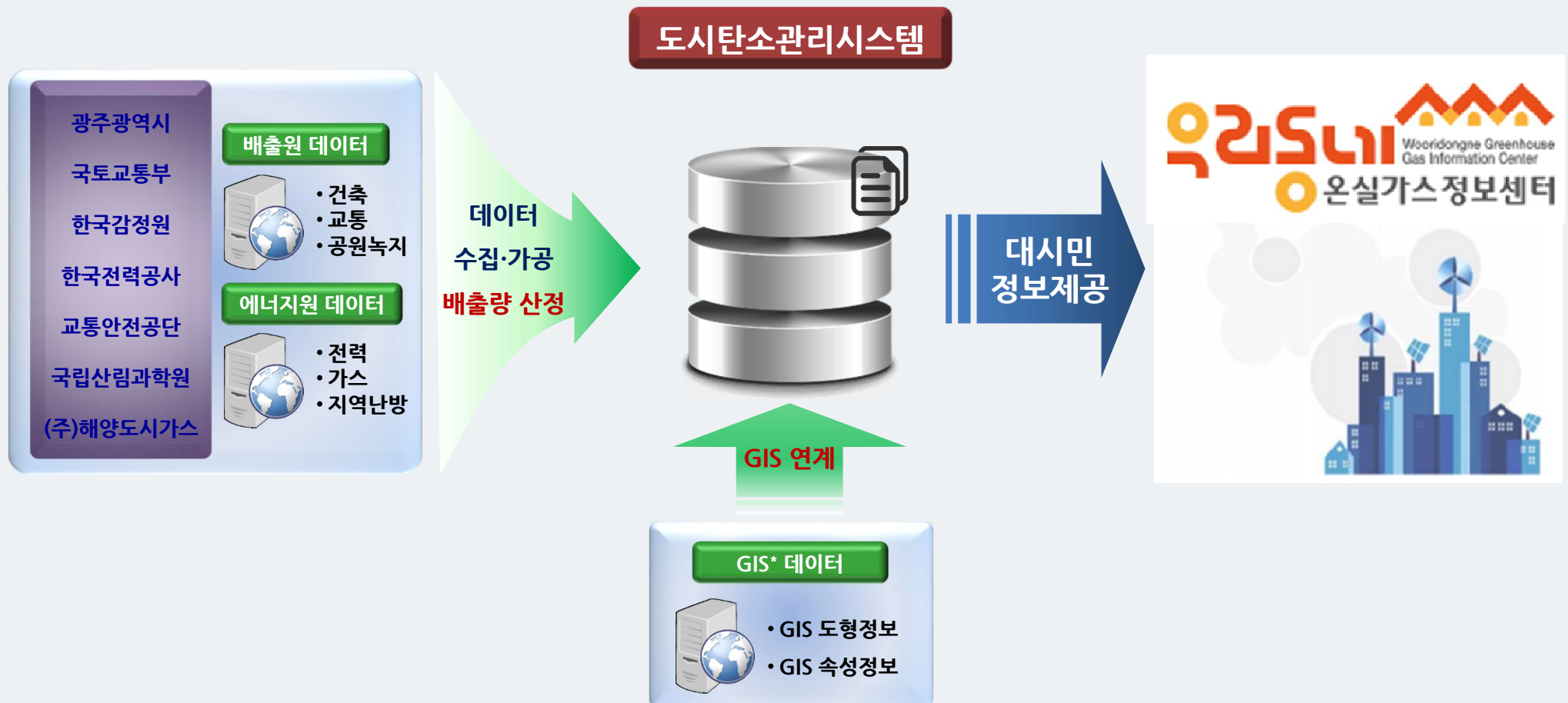
#### 광주광역시 녹색아파트 온실가스 배출량 평가



구분	프로젝트	베이스라인
지역	북구 신안동	북구 운암동
용도	공동주택(아파트)	공동주택(아파트)
전용면적	84㎡(전용면적)	84㎡~124㎡
건축년도	1991년 10월	1989년 08월
소독	㎡당 1,200천원	㎡당 1,400천원
대상면적		16,670.52 m <sup>2</sup>
원단위	54 kgCO <sub>2</sub> /㎡	116 kgCO <sub>2</sub> /㎡
예상 감축량	$62 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2 * 16,670.52\text{m}^2 = 1,033,572.24 \text{ kgCO}_2 = 1,033 \text{ tCO}_2$	

# 3. 시스템 소개

## 3-1 시스템 구성



\* GIS : Geographic Information System



# 3. 시스템 소개

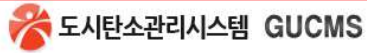
## 3-1 시스템 구성





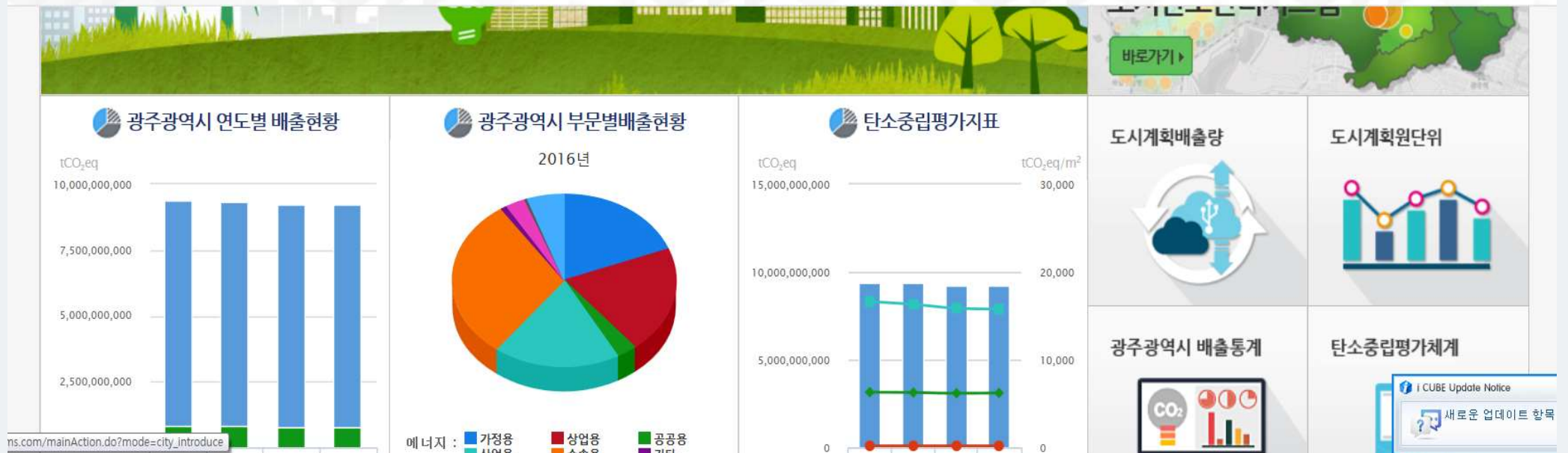
# 3. 시스템 소개

## 3-1 시스템 구성



| 관리자 | 비밀번호변경 | 로그아웃 |

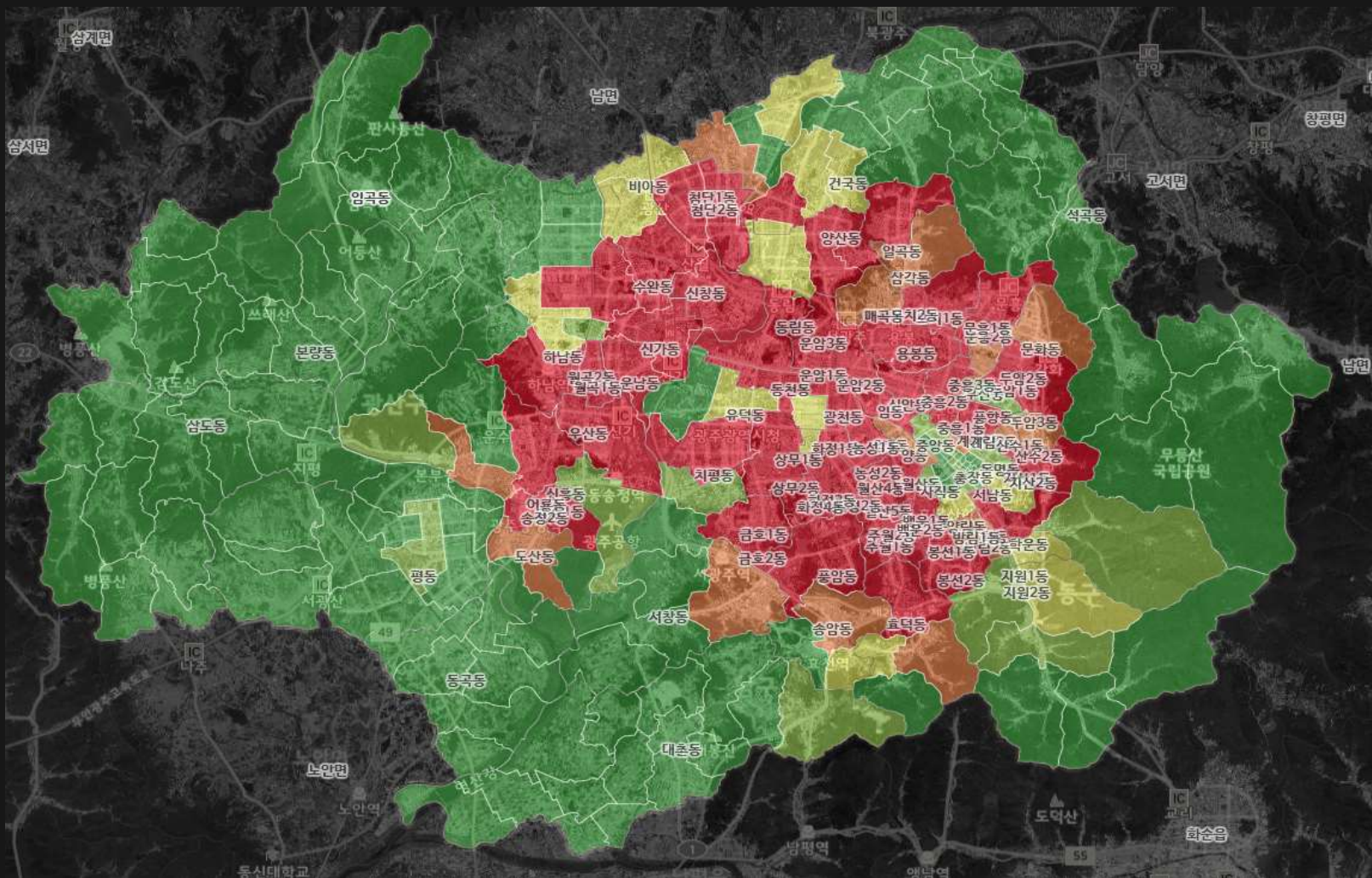
도시탄소관리시스템	도시계획배출량	도시계획원단위	탄소중립평가체계	광주광역시배출통계	자료실
도시탄소관리시스템소개	도시계획배출현황	도시계획배출원단위	도시정비사업평가	광주광역시배출현황	교육자료
도시계획분야분류체계	건축지역별 배출현황	건축물용도별 배출원단위	탄소중립평가지표	광주광역시부문별배출현황	관련정책
	건축용도별 배출현황	건축물노후도별 배출원단위(지역)		광주광역시 연도별예상배출량	데이터출처
	건축에너지원별배출현황	건축물노후도별 배출원단위(용도)		광주광역시 부문별예상배출량	사용자관리
	교통지역별 배출현황	교통자동차등록대수당배출원단위			
	교통에너지원별 배출현황	교통주행거리기준 배출원단위			
	녹지흡수현황	녹지면적당흡수량			
	상세검색				



# 3. 시스템 소개

## 3-1 시스템 구성

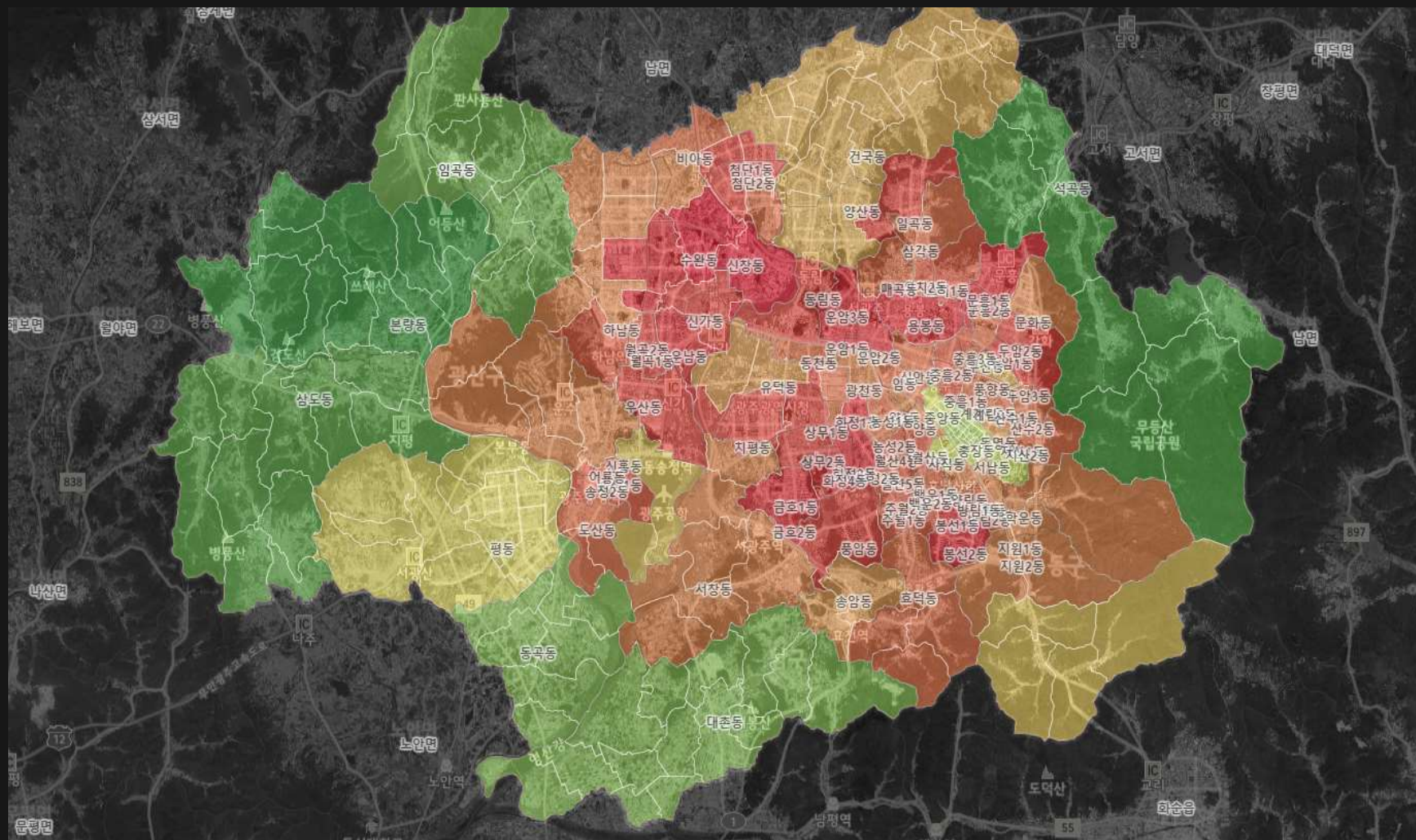
□ 기본 분석(예시: 건물부문 온실가스 배출량)





# 광주광역시 도시탄소관리시스템

### □ 기본 분석(예시: 교통부문 온실가스 배출량)

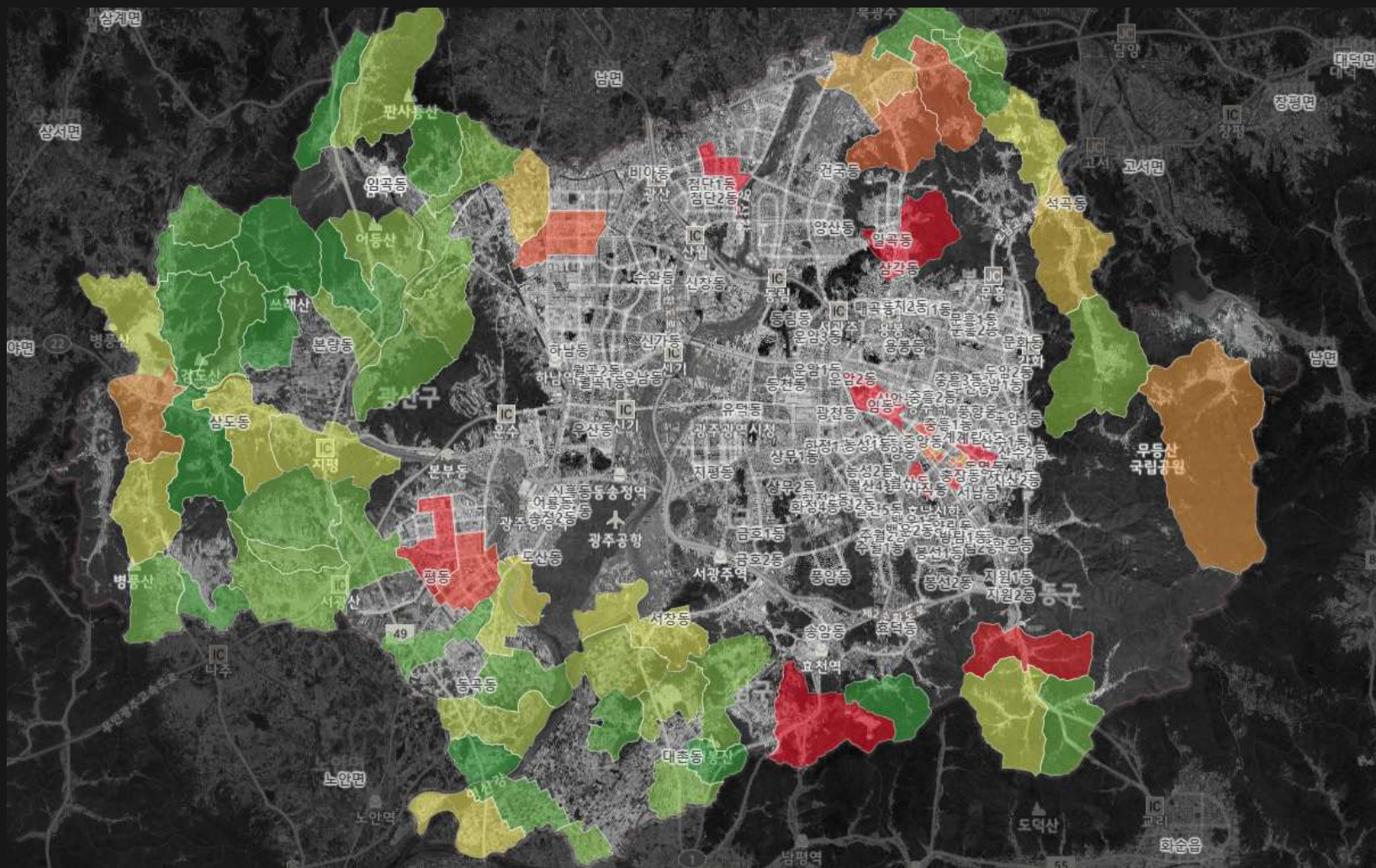




# 3. 시스템 소개

## 3-1 시스템 구성

□ 기본 분석(예시: 건물부문 전년대비 온실가스 배출 증가지역)

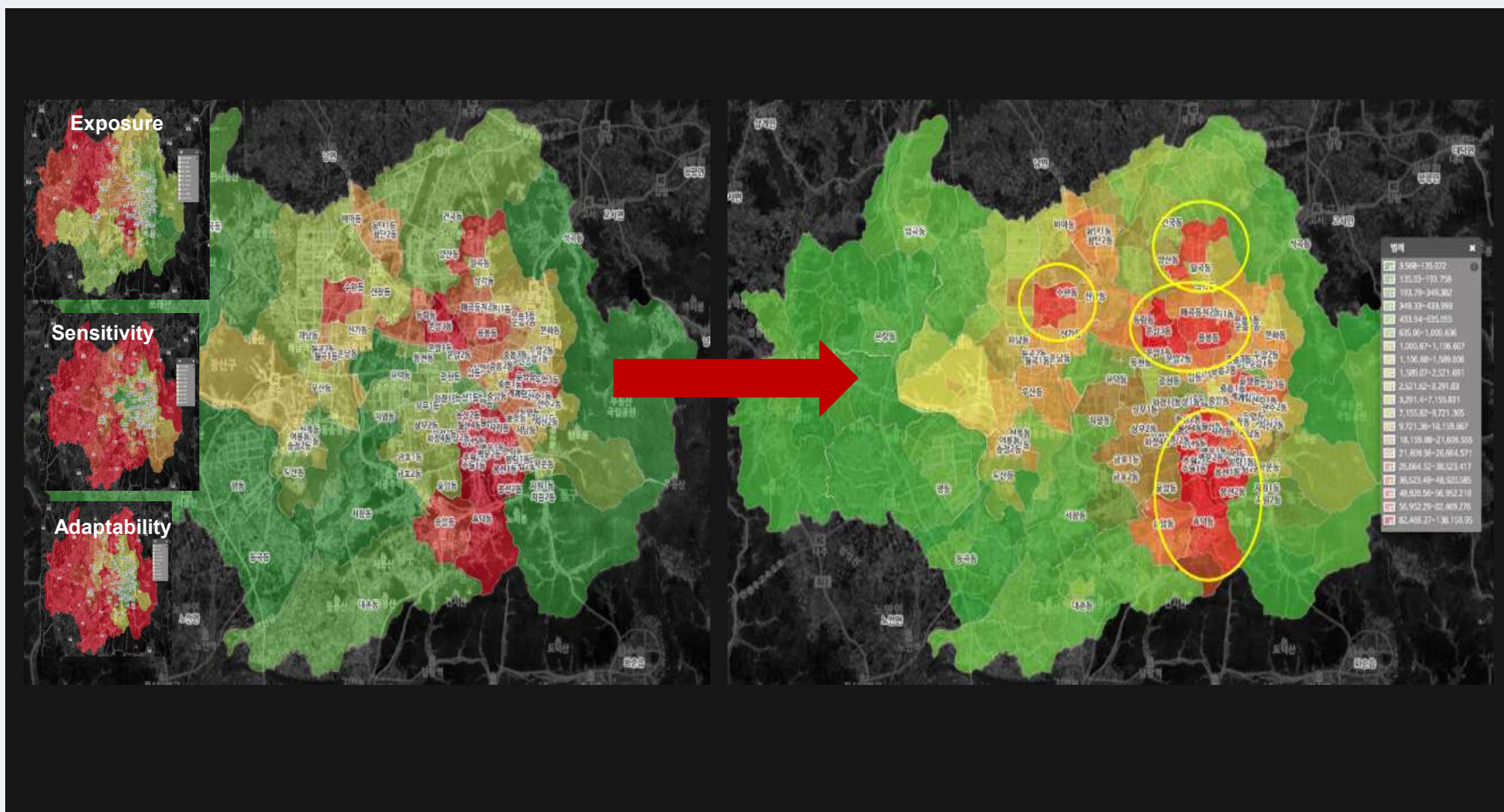




# 3. 시스템 소개

## 3-1 시스템 구성

### □ 응용 분석(VRI)





# 3. 시스템 소개

## 3-1 시스템 구성

□ 응용 분석(예시: 공동주택 음식물쓰레기 배출량)

기본현황분석
상세현황 & 증감분석
음식물 쓰레기 배출 현황
시계열분석

배출량 현황

분석항목

☒ 총 배출량
☐ 일반 배출량
☐ 종량제 배출량

년도

☒ 2016년
☐ 2017년

월

☒ 1월
☐ 2월
☐ 3월
☐ 4월
☐ 5월
☐ 6월
☐ 7월
☐ 8월
☐ 9월
☐ 10월
☐ 11월
☐ 12월

표현방법

☒ 시군구
☐ 법정동
☐ 포인트

증감현황

분석항목

☒ 총 배출량
☐ 일반 배출량
☐ 종량제 배출량

대상 기간

2016년 1월
~
2016년 12월

비교 기간

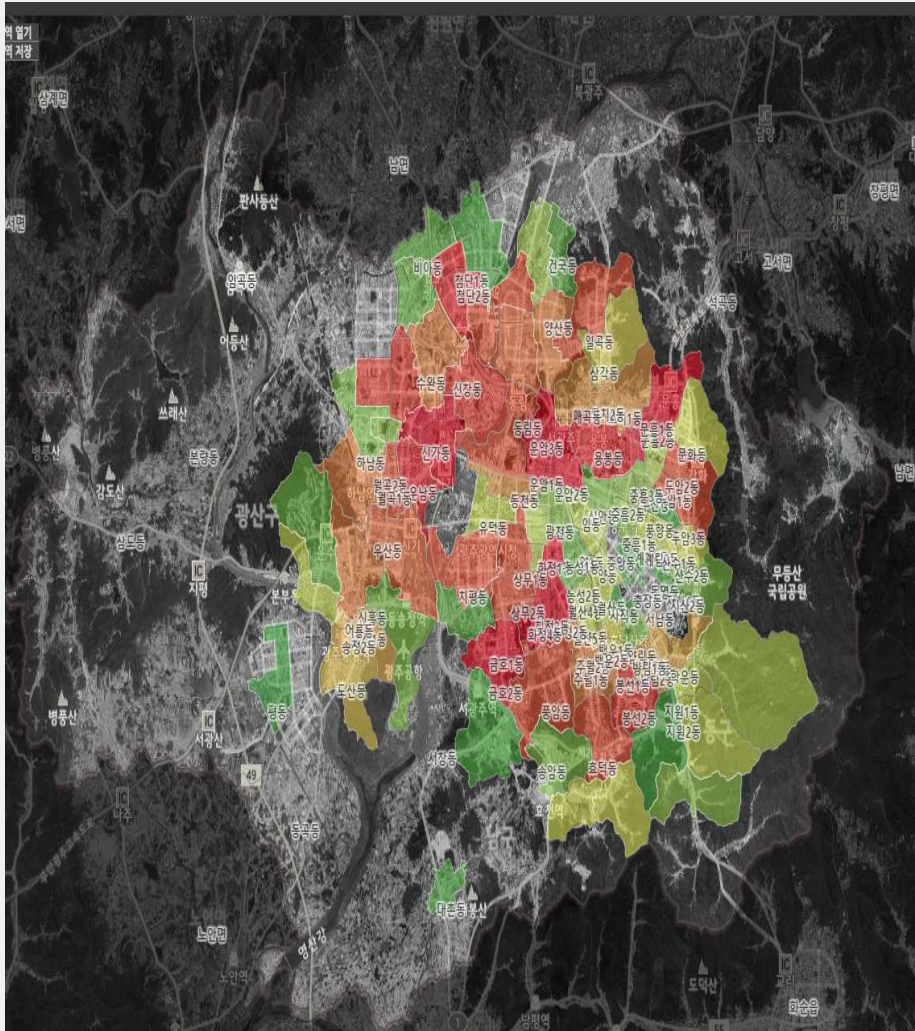
2017년 1월
~
2017년 12월

증감률조건

미선택

표현방법

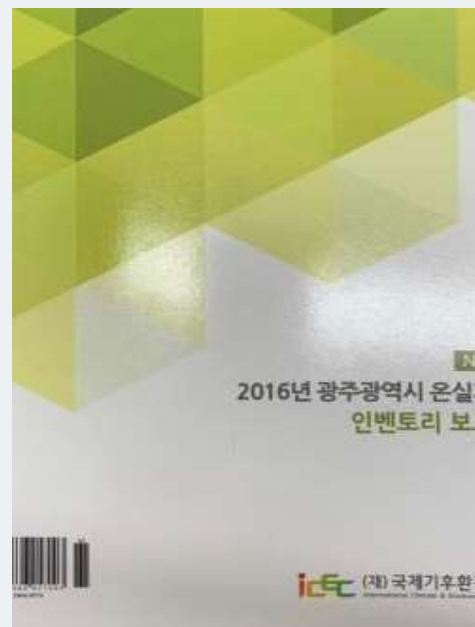
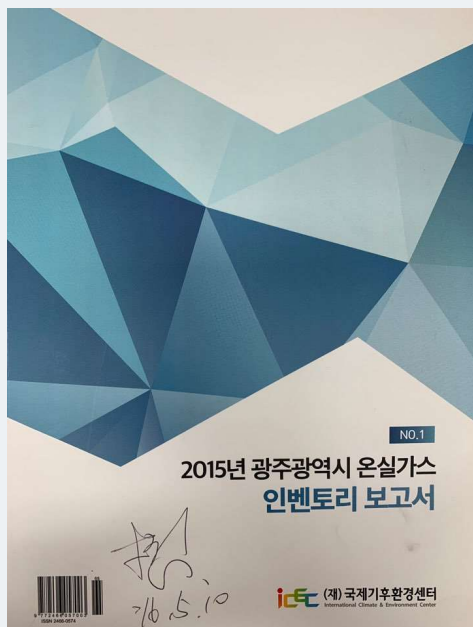
☒ 시군구
☐ 법정동
☐ 포인트



# 3. 시스템 소개

## 3-2 시스템 활용

### □ 활용사례(온실가스 인벤토리 보고서)



# 3. 시스템 소개

## 3-2 시스템 활용

### □ 활용사례(우리동네 온실가스 정보센터)



## 우리동네 온실가스 정보센터



### 우리동네 온실가스 정보센터란?

광주광역시 지역 온실가스·에너지 관련된 다양한 정보를 제공하는 홈페이지입니다.

최근 지구온난화에 따른 기후변화로 인해 이상기후 현상이 빈번하게 발생하고 우리생활에도 많은 영향을 주고 있습니다.

이에 따라 국내의 온실가스 감축규제가 강화되고 있으며 도시기반 온실가스 감축의 중요성이 커지고 있습니다.

우리동네 온실가스 정보센터는 광주광역시의 지역별 온실가스 배출현황 및 다양한 정보를 제공합니다. 이를 통해 광주시민의 온실가스 감축 및 에너지 절약에 대한 관심과 참여를 제고하고자 합니다.

### 온실가스 이해

- 온실가스의 정의
- 온실가스의 영향
- 온실가스 감축 실천방법

### 온실가스 배출량 현황 및 전망

- 국가 온실가스 배출량
- 광주광역시 온실가스 배출량 및 전망
- 구·동단위 온실가스 배출량

### 관련자료 제공

- 광주 및 우리동네 온실가스 08 제공
- 광주광역시 온실가스 인벤토리 보고서
- 광주광역시 온실가스 지도자료 등
- 배출량 계산기

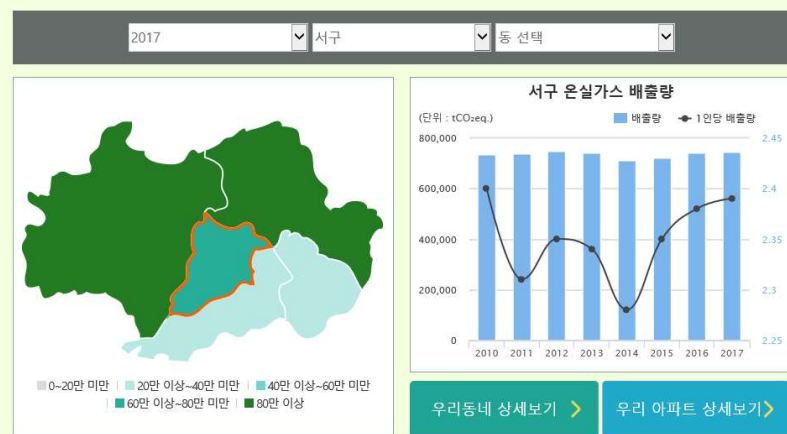


# 3. 시스템 소개

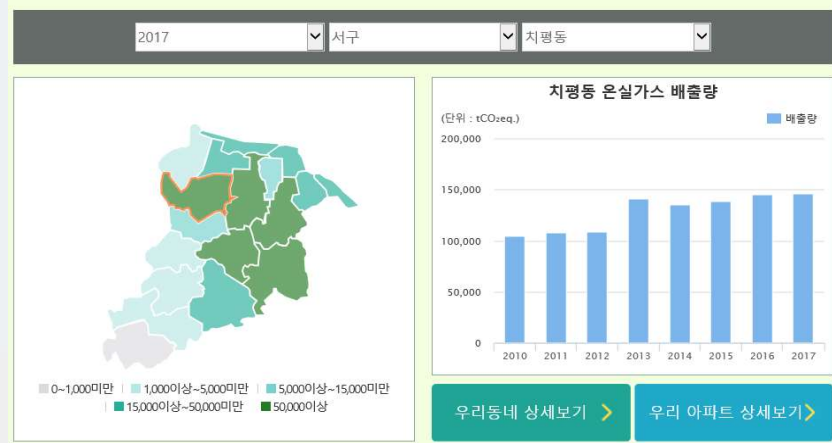
## 3-2 시스템 활용

### □ 활용사례(우리동네 온실가스 정보센터)

#### ① 우리동네 검색



#### ① 우리동네 검색



#### ② 2017년도 서구 순위보기

(단위 : tCO<sub>2</sub>eq.)

순위	자치구	총 배출량	1인당 배출량	그래프
1위	북구	996,400	2.24	
2위	광산구	877,600	2.12	
3위	서구	742,500	2.39	
4위	남구	366,100	1.66	
5위	동구	325,700	3.36	

총 배출량 1인당 배출량

#### ② 2017년도 치평동 순위보기

(단위 : tCO<sub>2</sub>eq.)

순위	법정동	총 배출량	그래프
1위	치평동	145,663	
2위	용봉동	123,966	
3위	쌍촌동	109,147	
199위	도금동	99	
200위	덕의동	43	
201위	도호동	2	

총 배출량

## 3. 시스템 소개

### 3-2 시스템 활용

#### □ 활용사례(연구개발 및 정책수립에 활용)

광주시 기후변화기본계획  
광주시 기후변화 적응계획  
광주시 서구, 남구 적응계획  
광주시 기후행동계획  
2030 광주시 온실가스 감축로드맵  
광주 온도 1도 낮추기 프로젝트  
광주시 환경보전계획  
도시 열환경 연구 보고서



다양한 연구개발 및 기후변화 대응 정책  
수립에 과학적이고 객관적인 통계 자료로 활용



정책 발굴, 계획, 예산 등의 과정에서  
근거자료로 활용



## □ DB의 지속 업데이트를 통한 안정적 관리 및 고도화 추진

- 한국검정원과의 MOU 체결을 통해 건축물 DB 확보 안정성 확보
- 기후 정보, 신재생에너지와의 연계성 확보를 통한 고도화 사업 추진

## □ 광주광역시 온실가스 인벤토리 보고서 발행 (매년)

## □ 도시탄소관리시스템 활용도 증진

- 매년 공무원 대상 사용자 교육 및 정책자료로 활용
- DB 정보제공 프로그램 추진을 통해 전문가 DB 활용도 증진
- 시스템을 활용한 비산업부문 배출권 사업 발굴 추진

## □ 감축사업 관련 관리 및 성과 평가를 위한 고도화 작업

**THANK YOU  
FOR WATCHING**

여기까지 봐 주셔서 감사합니다.