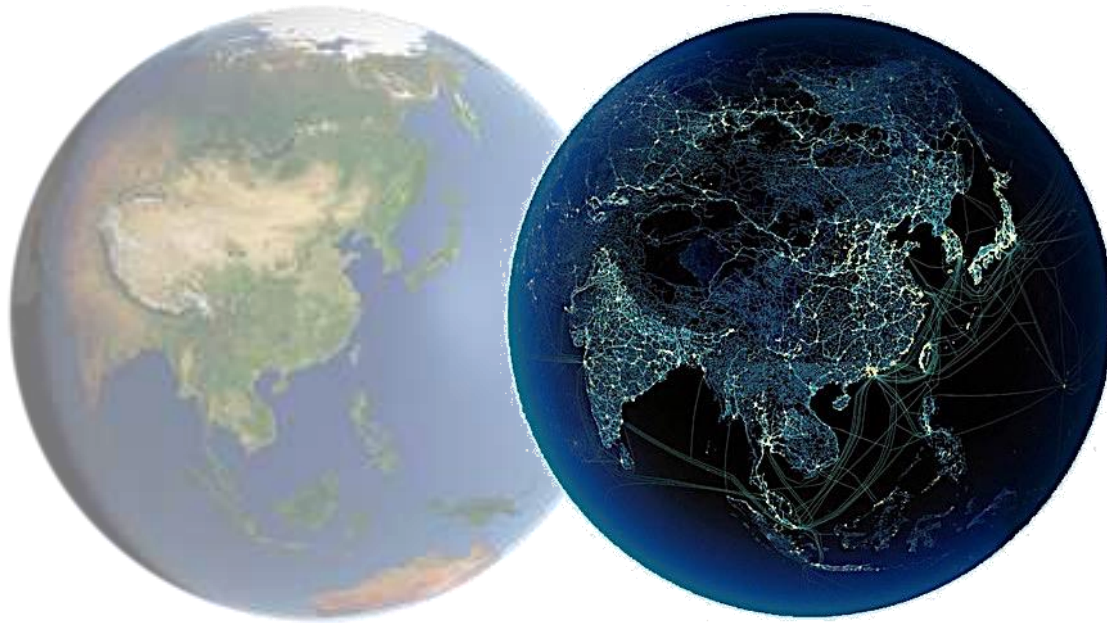


# 인류세와 도시의 녹색전환



2021.09

조명래 (18대 환경부 장관)

# 순서

---

1. 인류세와 환경문제
2. 행성적 도시화의 문제
3. 도시의 녹색전환: 회복 탄력적 도시 만들기

---

# 1. 인류세와 환경문제

# 인류세와 환경문제

## ➤ 의미

- 인류가 만든 지질/환경의 연대, 충적세(Holocene) 이후
- 시작점: 18세기 산업화, 1950년대 핵실험, 2000년대

## ➤ 구분자(markers)

- 방사능 물질 퇴적, 이산화탄소 농도 급증, 플라스틱·담뱃, 콘크리트·알루미늄 등의 퇴적, 토양 내 질소·인 함량 증가, 미세먼지 증가, 생물종 감소 등

## ➤ 환경문제의 양상

- 인류의 전면적 개입으로 지구 신진대사 교란 → 기권, 수권, 지권, 생물권의 유기적 교란과 파괴 → 생물종 대멸종 (하루 10종)
- 행성적 한계의 문제\* → 환경문제라기 보다 지구시스템(earth system)의 문제

- ❖ **행성적 한계로서 환경문제:** 기후변화, 생물다양성 상실, 생물지화학적 순환 장애(인, 질소농도 초과), 성층권 오존 결핍, 해양산성화, 담수이용(물순환) 교란, 토지이용체계 변화(농업·임업·도시팽창), 유해화학물질 순환급증, 대기 중 에어졸 부하 등 (Steffen, Richardson, et.al., 2015)



# 인류세와 환경문제

## ➤ 인간은 핵심적 생태교란 세력

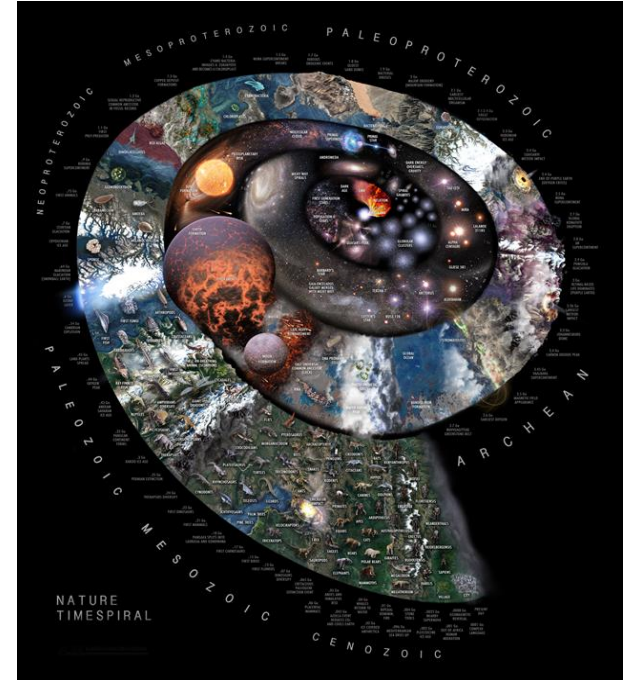
- 인구증가에 따른 거주지의 비약적 확대 → 엄청난 (화석) 에너지의 소비
- 지구기후변화에 의해 지구의 표층과 미래의 진화과정 변화

## ➤ 딥 타임의 인식과 '인간/자연 의 하나 (One with Nature)'로 회귀

- 인간이 자연과 더불어 진화(인간-자연 공진화)해 온 '딥 타임(deep time)'으로 회귀
- 인간-자연의 분리 대신 통합(assembly)의 재인식 → 인간과 사물(물질)의 통합 → 신유물론

## ➤ 지구 후견인으로서 인간 역할의 재설정

- 지구시스템의 관리자(stewards of the earth system)로서 인간의 적극적인 역할 재주목 (\*단, 에코모더니즘, 환경도구(기술)주의로 회귀 경계)
- 인간과 비인간의 대등한 관계 설정 -> 신인간중심주의



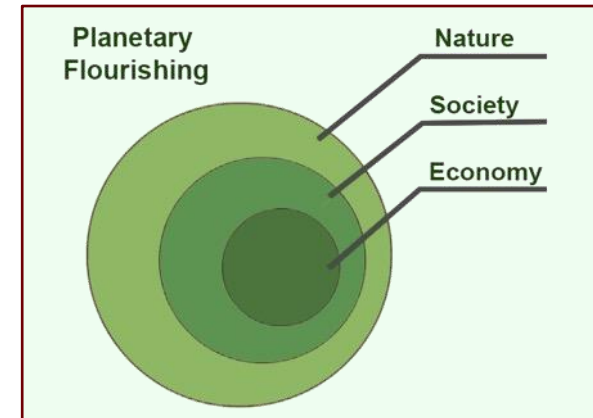


# 인류세 환경문제의 넘어서기: 녹색전환

- ▶ 자연의 물질 순환과 동조하는 사회경제시스템으로 전환
  - 사람종의 전환: 자연의 지배종에서 자연의 순응종으로 (교육/실천통한) 재탄생
  - 생활양식의 전환: 고탄소 일상소비의 재편(예, 육류중심에서 채식중심으로 식단 변경)
  - 산업 체제의 전환 : 탄소배출의 제로화, 탄소중립 산업체제로 재편
  - 사회제도의 전환: 사회정의->생태정의, 민주주의->생태민주주의, 개발국가->생태국가
  - 생태체제의 전환: 지구시스템의 물질순환 복원



❖ ‘(인간중심) 산업사회’에서 ‘(자연기반) 생태사회’로의  
전환 → **녹색전환**



# 참고: 전통 환경정책 패러다임의 한계

Frank Bierman (2021)는 ‘인류세 시대 환경정책의 미래: 패러다임 전환을 위한 시간\*’이란 논문에서 전통적인 환경정책 패러다임이 5가지 이유에서 한계에 직면해 있다고 주장

- ❖ ‘인간-자연 이분법(dichotomy of humans and nature)’의 강조
- ❖ ‘사회생태적 체제 접근(social-ecological system approach)’과 같은 통합적 연구개념 (integrated research concept)을 수용하지 못함
- ❖ 행성적 정의와 민주주의(planetary justice and democracy)를 강조하지 않음
- ❖ 인류세 시대 새로운 규범적인 도전(예, 지구 평균 온도상승 1.5도 내 묶기)의 대응 실패
- ❖ 인간종과 비인간종 생존(survival)의 문제를 정치적으로 주변화하는 위험

\* Birman, Frank, 2021, The future of environmental policy in the Anthropocene: time for a paradigm shift, *Environmental Politics*, vol.30, nos. 1-2, 61-68.

---

## 2. 행성적 도시화의 문제



# 행성적 도시화: 기후변화의 Driver

- **인류세 시대 기후변화의 이면**: 인구/활동 증가 → 거주지/관계망의 확장 → 자원 채취 및 오염배출의 초국경화 → 생태발자국의 전지구화 → 지구온난화, 지구 시스템의 붕괴

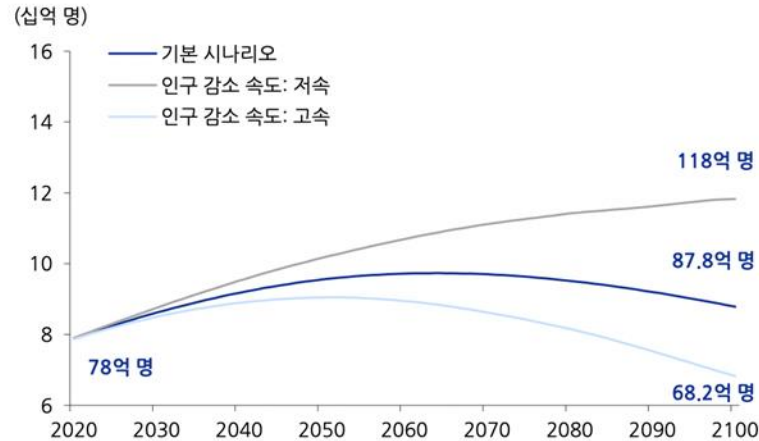


- **행성적 도시화**: 도시중심 활동의 확장으로 비도시 지역까지 도시화 촉진 → 지구란 행성 차원의 도시화 초래 → 지구적 환경문제의 가속화

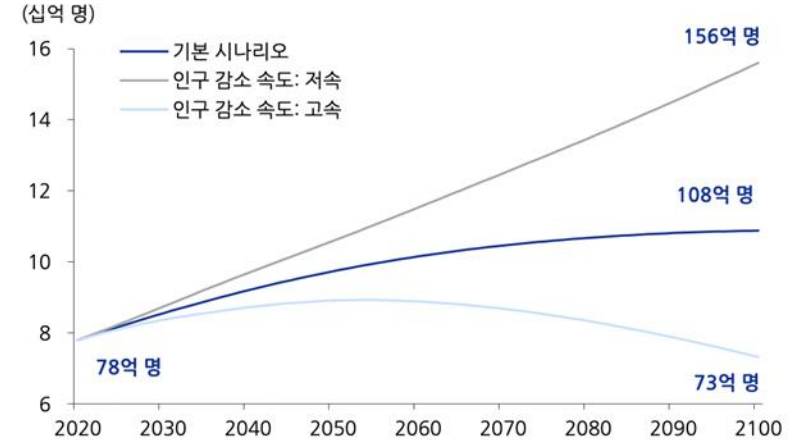


# 행성적 도시화: 전망

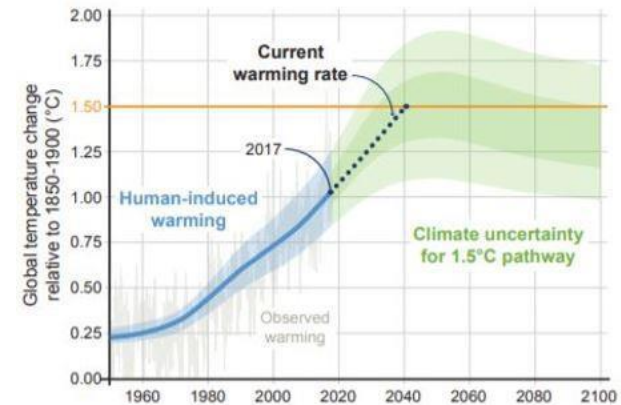
IHME 세계 인구 전망



UN 세계 인구 전망



## 기후변화 가속화



# 행성적 도시화와 환경문제

## ➤ 행성적 환경문제의 진원지로서 도시

- 도시는 지구 표면의 2%
- 세계 인구의 55% (42억) 거주(2019)
- 세계 GDP의 80% 생산
- 세계 에너지 66% 소비
- 세계 탄소배출의 75% 차지
- 세계 온실가스 배출 55%는 25개 대도시에서 발생, 23개가 중국 대도시

## ➤ 도시전망

- 2050년 세계 인구 68%, 도시거주
- 2050년 도시면적, 현재(2019)의 1.7배 (약 250만km<sup>2</sup>) 증가:도시인구성장률 의 1.5배
- 2060년까지 세계 건물 스톡(building stock), 현재의 배 이상 증가
- 향후 40년 간 매달 뉴욕시 규모의 도시지역 조성

## ➤ 기후변화와 도시환경문제 (전세계 도시 70%, 기후 리스크 직면)

- 도시열(urban heat) 상승과 자연재해 등으로 에너지 공급의 불안정
- 월경성 대기오염 물질(초미세먼지 등)의 순환·유입으로 대기질 악화/환경질환 급증
- 해수면 상승과 도시침식 (90%의 전세계 도시가 해안지역에 위치)
- 집중호우/가뭄 등 자연재해 빈발, 물순환 단절과 물부족 (세계 도시인구 1/3)
- 불용성 폐기물의 배출 누적으로 토양/수생태계 오염 광역화 (예, 미세플라스틱의 침투순환)
- 건폐지 증가 등에 의한 녹지소실로 생태적 순환 단절
- 농업재해 등으로 식량(먹거리) 공급 불안정

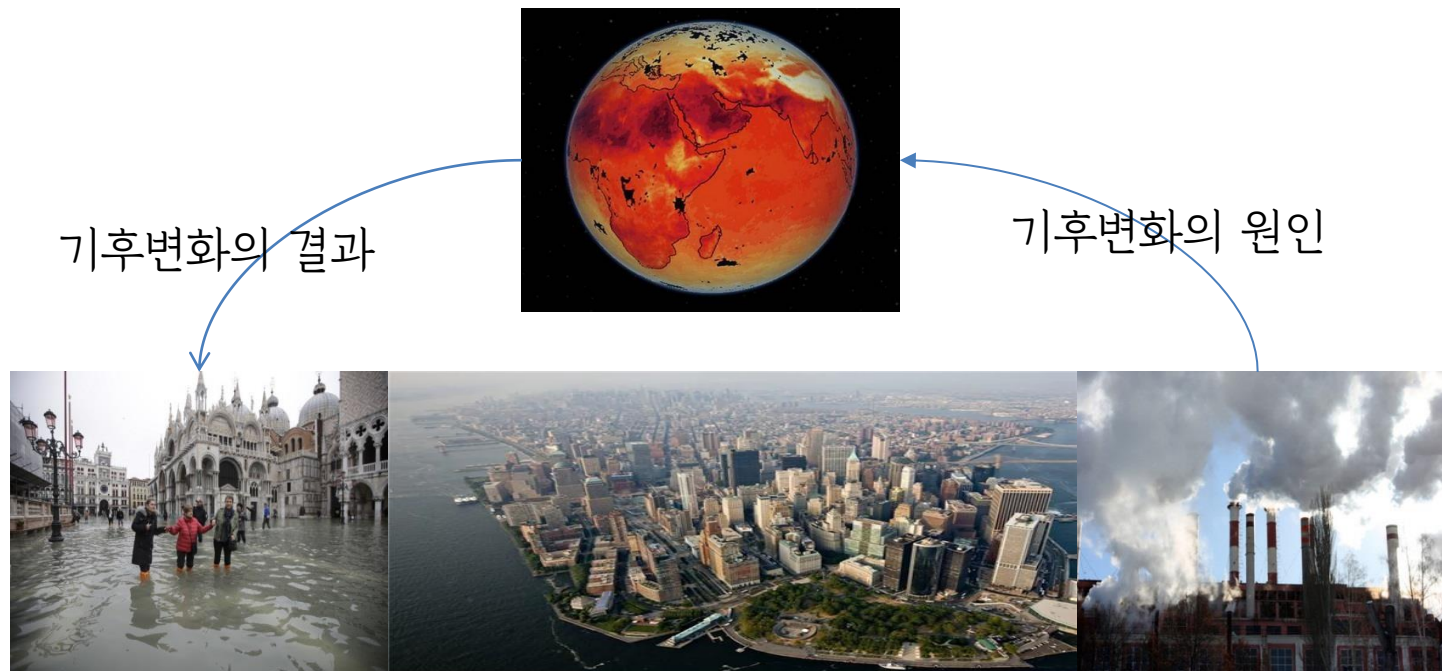
---

### 3. 도시의 녹색전환 -회복 탄력 도시 만들기-

# 도시의 녹색전환: 기후변화 영향

## ➤ 기후변화의 도시적 영향

- 기후변화의 결과: 도시열, 해수면상승, 자연재해, 물부족, 대기질 악화, 생물종 소실, 식량부족 등
- 기후변화의 원인: (화석)에너지 과소비, 고밀 건축, 물질 소비, 교통/유통, 난(토지) 개발, 폐기물 배출 등



# 도시의 녹색전환: 기후변화 대응

## ➤ 도시의 기후대응: 완화/적응 vs. 회복탄력성

### ❖ 완화/적응

- 기후 영향의 흡수/완화(mitigation) → 기후 양향에 대한 적응(adaptation)

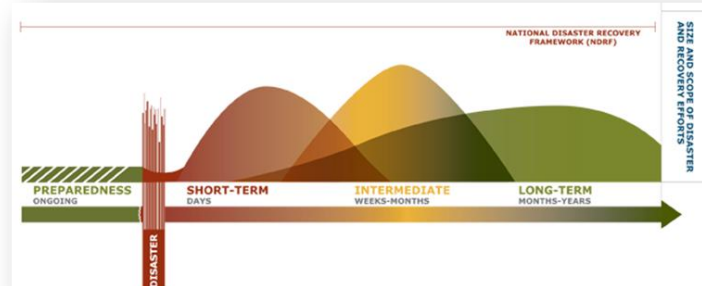
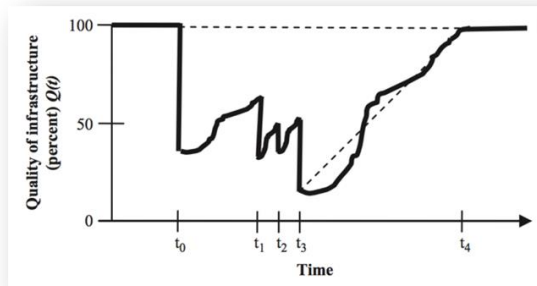
➔ 기후변화 결과에 대한 '적응' 중심 접근: '행위(actions)' 중심 실천



### ❖ 회복탄력성 (resiliency)

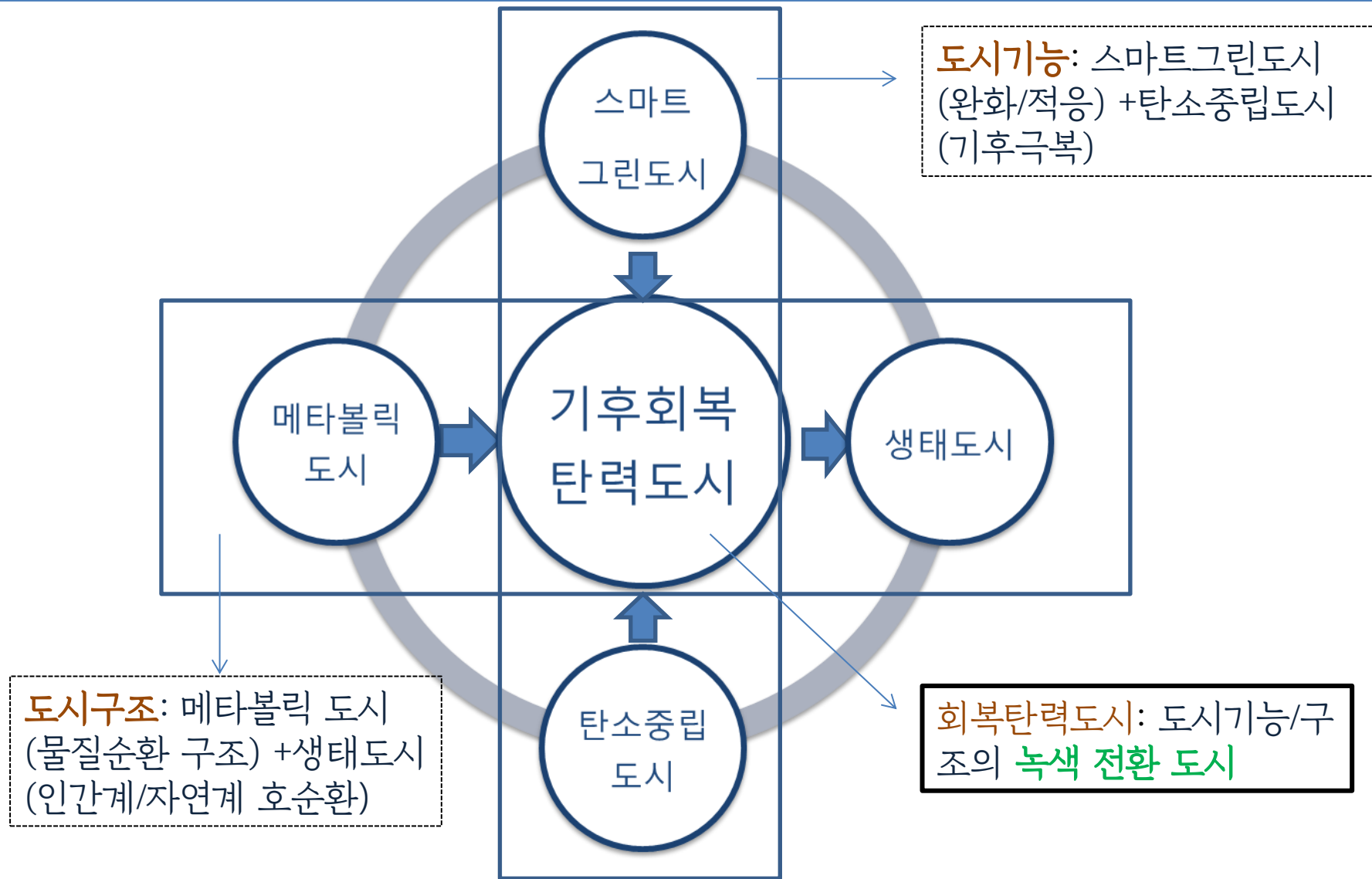
- 기후영향 흡수/완화 (absorptive) → 기후영향 적응/정상화(adoptive) → 구조개선/진화적 발전 (transformative)

➔ 기후변화 원인/결과에 대한 '회복탄력성' 중심 접근: '구조전환' 중심 실천



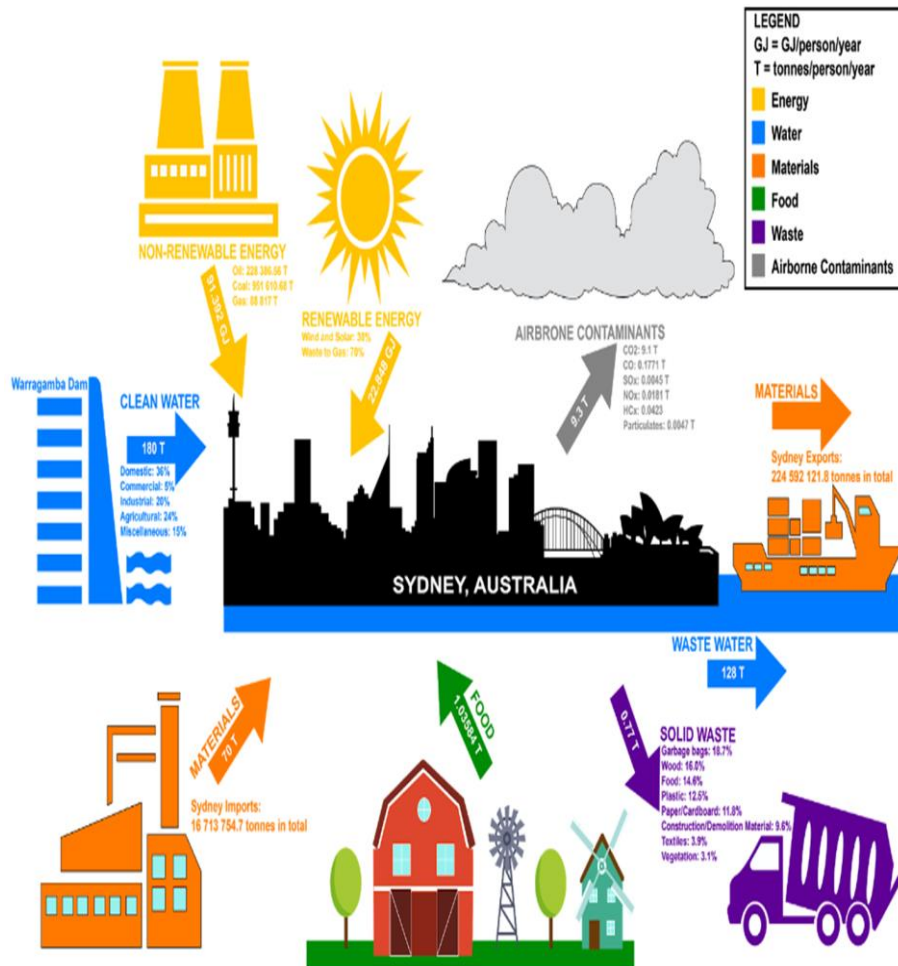


# 도시의 녹색전환: 기후 회복탄력 도시





# 도시의 녹색전환: 메타볼릭 도시

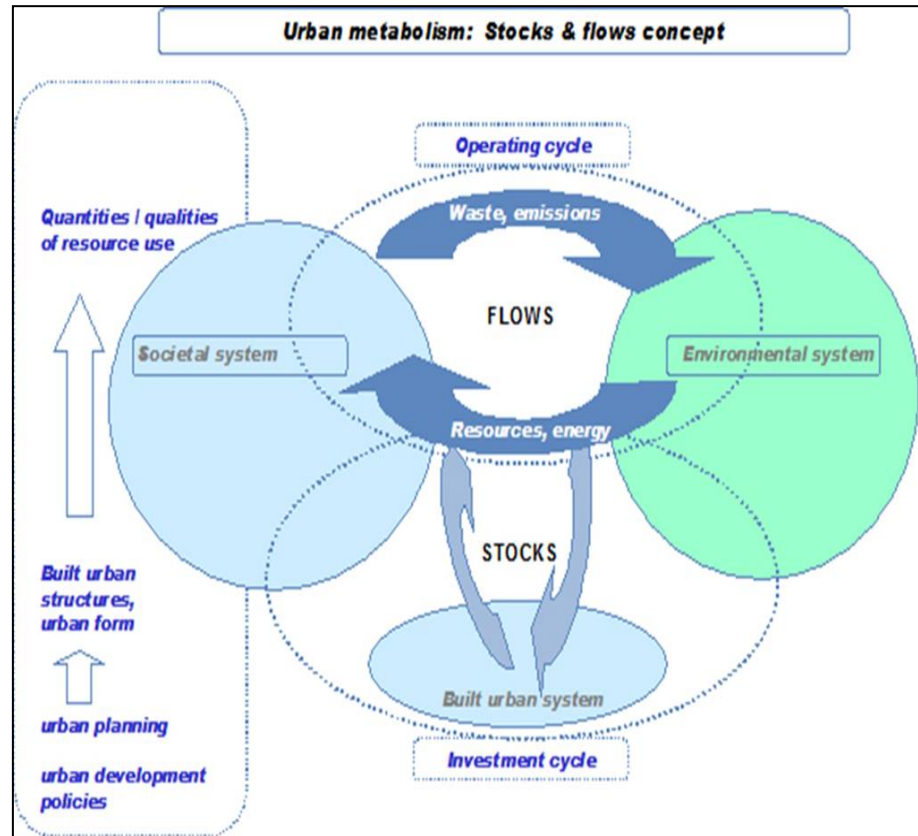
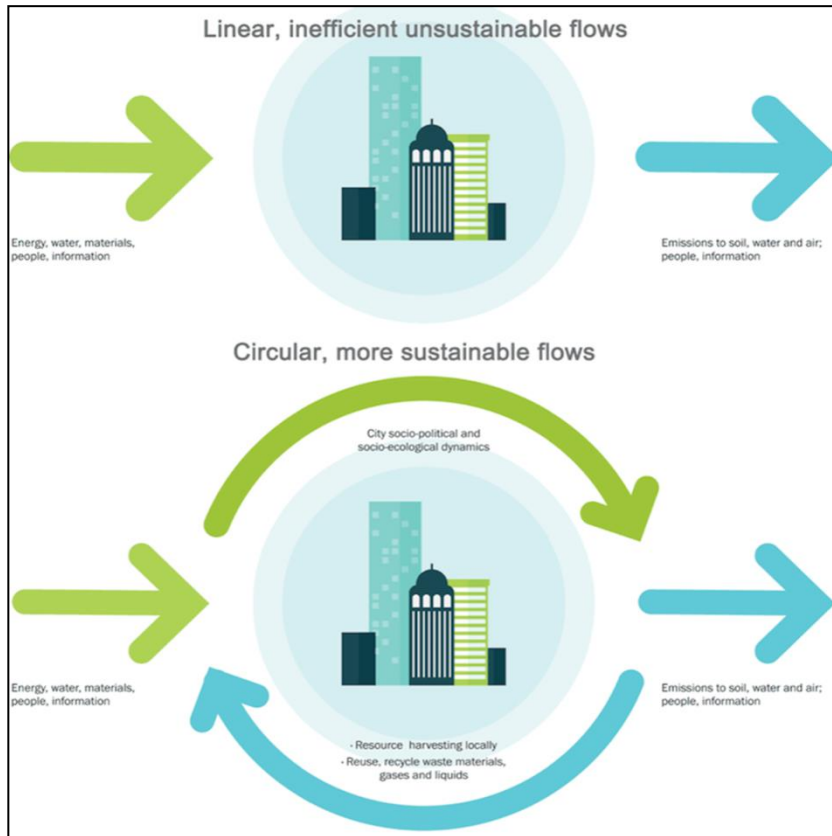


Inputs [7]		Outputs [7]	
Water	658 985 400 tonnes	Air Waste	CO <sub>2</sub> : 64 259 464.475 tonnes Other: 978 570.525 tonnes
Food	3 650 284 tonnes	Waste Water	577 670 000 tonnes
Timber	3 839 325 m <sup>3</sup>	Solid Waste	Council: 1 443 300 tonnes Commercial/Industry: 962 200 tonnes [24] Garbage bags: 18.7% [24] Wood: 16.0% [24] Food: 14.6% [24] Plastic: 12.5% [24] Paper/Cardboard: 11.8% [24] Construction/Demolition: 9.6% [24] Material: 9.6% [24] Textiles: 3.9% [24] Vegetation: 3.1% [24] Demolition: 424 500 tonnes
Energy	Oil: 2 537 628.48 tonnes Coal: 10 573 452 tonnes Gas: 986 855.52 tonnes  114.24 tonnes/person/year 80% non – renewable [23] 20% renewable [23] • Wind and Solar: 30% [23] • Waste to Gas: 70% [23]		
Materials	70 tonnes/person/year [6]  Imports: Australia: 100 100 000 tonnes Sydney ≈ Sydney Population (%) × imports (tonnes) (0.166970576) × (100 100 000) = 16 713 754.66 tonnes [25]	Waste Heat	417 703 780 000 × 10 <sup>6</sup> J
		Materials	Exports: Australia: 1 345 100 000 tonnes Sydney ≈ Sydney Population (%) × exports (tonnes) (0.166970576) × (1 345 100 000) = 224 592 121.84 tonnes [25]

호주 시드니 시의 자원의 투입(input)과 폐기물의 배출(output) 구조

소비되는 자원의 '투입량' 對 방출되는 '배출량'의 수지구조(accounting)

# 도시의 녹색전환: 도시 메타볼리즘



## ❖ 도시 메타볼리즘의 유형

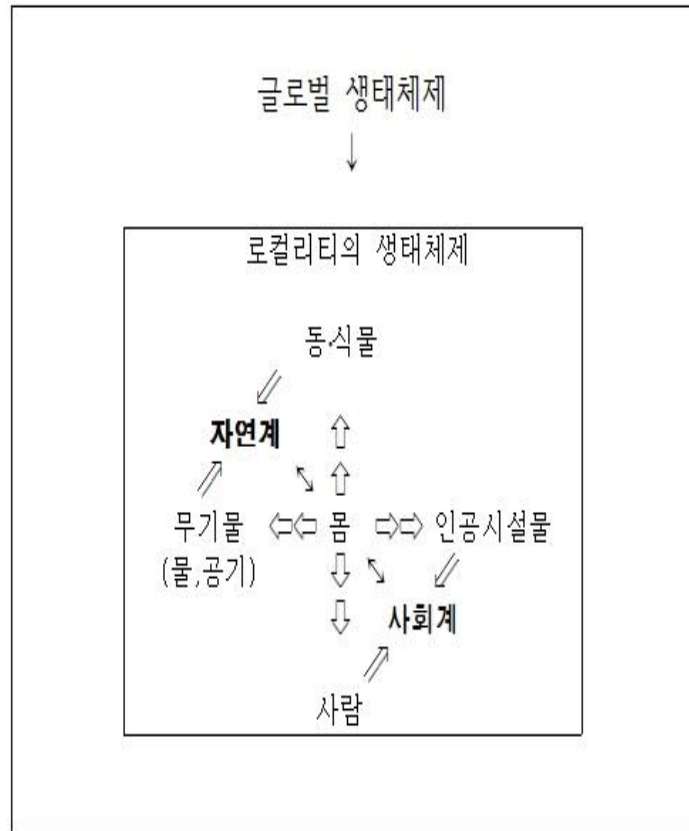
- 선형 (linear) vs. 순환형 (circular)
- 팽창적 '선형 메타볼리즘': 생태발자국의 광역화
- 지속적 '순환적 메타볼리즘': 생태용량 내 도시 지속가능성 허용

## ❖ 도시 메타볼리즘의 구성/작동

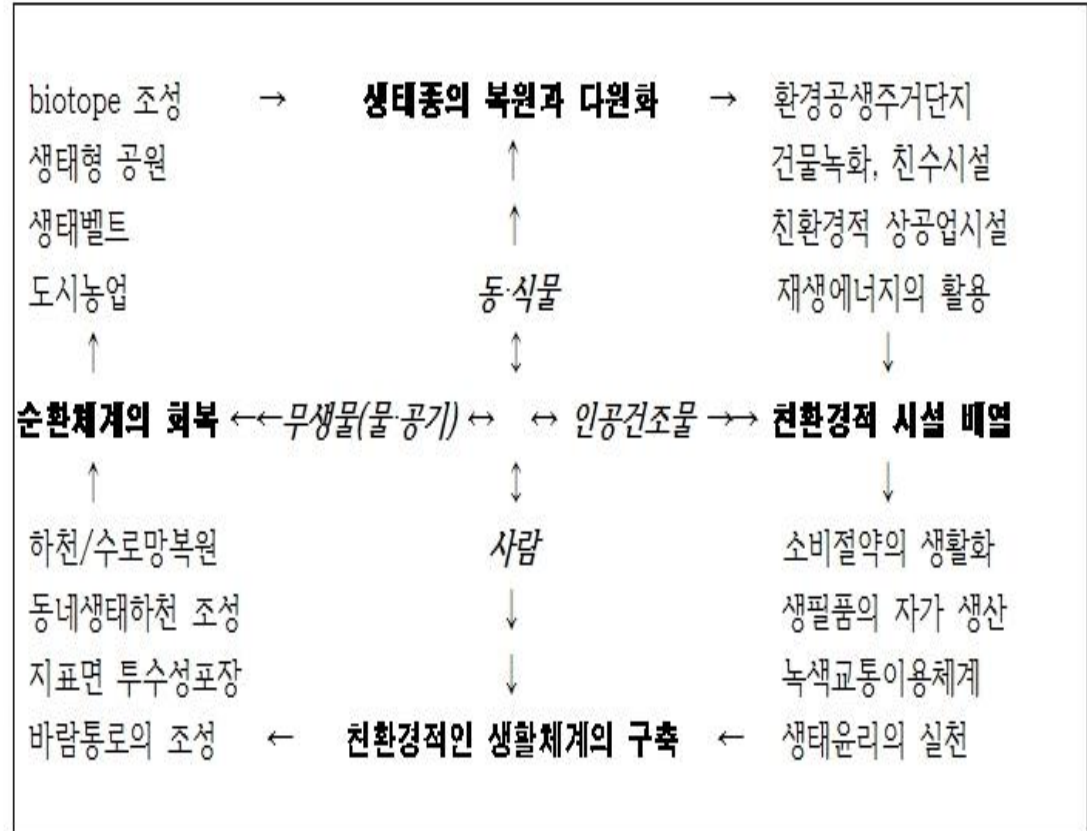
- 유량(flows) /저량(stocks), 자연계/사회계
- 도시 내 자원의 흐름(유량)은 도시의 자연계와 사회계를 거쳐 (유입과 배출) 건조환경으로 비축(저량)/재활용
- 자연계와 사회계를 호순환하는 메타볼리즘은 안정적 도시생태체제(생태도시)를 만듦

# 도시의 녹색전환: 생태도시

## 생태체제로서 도시의 구성



## 생태도시 조성 방안



# 도시의 녹색전환: 그린 스마트 도시

## ➤ 그린 스마트 도시

- 스마트 기술을 통해 기후변화로 인한 도시환경문제를 해결하는 도시
- 암스테르담, 비엔나, 바르셀로나 등은 그린스마트 도시 조성사업을 통해 온실가스 20% 저감, 재생에너지 20% 달성, 에너지 효율 20% 개선 등 녹색전환 추진

## ➤ 한국 스마트 그린도시 사업

- 그린뉴딜의 8개 추진과제\* 중 '도시의 녹색 생태계 회복'을 위한 대표 사업으로, 기후·환경위기에도 지속가능한 환경 도시의 구현을 목표로 함
- 도시회복력 구축, 온실가스 저배출, 생태복원, 녹색생활환경 조성 등 4대 방향에 맞춰 10대 사업모듈 사업을 2-3개 조합·적용해 추진



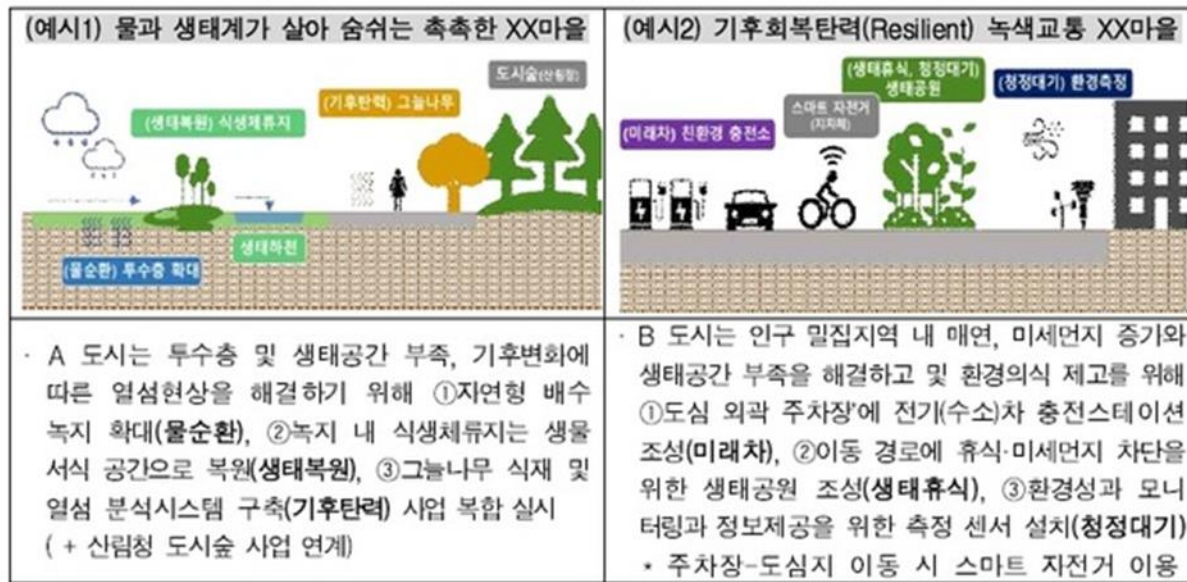


# 도시의 녹색전환: 스마트 그린 도시

## ➤ 추진방식

- 지자체는 지역별 기후·환경 여건에 대한 진단을 토대로 기후탄력 등 10개의 사업유형\* 중 복수의 사업을 공간적, 유기적으로 연계하여 지역 특성에 맞는 묶음형(패키지) 환경개선 솔루션으로 추진

\* ① 기후탄력, ② 물순환, ③ 물안전·안심, ④ 미래차, ⑤ 자원순환, ⑥ 생태복원, ⑦ 생태 휴식, ⑧ 청정대기, ⑨ 환경 교육, ⑩ 생활환경



## ➤ 사업유형: '문제해결형' 대 '종합선도형'

- 문제해결형: 도시의 기후·환경 문제해결을 위해 2개 이상의 사업을 결합하여 마을(커뮤니티) 단위 수준에서 추진되며, 2년간 최대 100억 원(국비 60억 원, 지방비 40억 원)투입

- 종합선도형: 기후·환경 문제 해결 뿐만 아니라 도시공간의 선제적인 녹색전환을 위한 사업을 발굴하여 마을 (커뮤니티) 혹은 그보다 큰 지역을 대상으로 3개 이상을 대상으로 하여 추진되며, 2년 2년간 최대 167억 원(국비 100억원, 지방비 67억 원) 투입

# 도시의 녹색전환: 탄소중립 도시

## ➤ 탄소중립도시

- 도시단위에서 탄소배출량과 흡수량을 같게 하여 '순 제로(Net-zero)'가 실현되는 도시
- '2050 탄소중립' 국가목표/계획에 따라 장기적으로 추진되어야 할 녹색 전환의 도시

## ➤ 도시의 탄소중립화 방안

- 배출원별(부문별)로 탄소배출을 최대 줄이면서 흡수원을 통해 잔류 탄소의 흡수하여 순제로

감축부문 (배출원)	감축/흡수 방안
전 환 (에너지)	에너지 자립률 제고, 분산형(로컬) 신재생 에너지 생산 및 공급망, 마이크로 그리드 수준 ESS 확충, 수소타운 조성 등
산업	에너지 효율개선, 연.원료 전환, 공정개선, 순환경제 활성화, 공정전환, 탄소포집 및 활용(CCUS) 확대 등
수송	친환경 모빌리티 (전기차, 수소차, 충전시설 등) 확대, 친환경 대중교통 (스마트 도로, 무공해 버스.기차) 확충 등
건물	제로 에너지 건축(신규) 의무화, 그린리모델링, 가정의 에너지 프로슈머화 등
농축산	도시농업 활성화, 로컬푸드 육성, 채식중심 건강식 보급 등
폐기물	폐기물 원천감량, 생애순환 플라스틱 보급, 폐기물 재자원화 등
흡수원	도시숲 확대, 훼손지/유휴지의 조림, 하천/습지(하도, 홍수터, 습지 등)의 생태복원, 생물서식지 확대 및 생물종 복원 등



# 도시의 녹색전환: 탄소중립 도시

## ➤ 추진전략: 감축 로드맵에 따른 중장기 도시 전환전략

- 에너지 전환: 신재생에너지 중심의 분산적, 자립적 에너지 레짐 구축 등으로 에너지 전환
- 산업 전환: 도시 생산·유통의 탈탄소화 등으로 산업전환
- 소비 전환: 탄소총량제 도입 등으로 탈탄소 소비로의 전환
- 인프라 전환: 순환체계 및 스마트 교통·통신망의 구축 등으로 인프라 전환
- 생태전환: 숲복원, 생태축 복원, 물순환 복원 등으로 생태전환
- 공간전환: 탄소중립 토지이용체계로 개편 등으로 공간 전환

## ➤ 추진기반

- 인벤토리 구축(배출원별 배출량 DB구축)
- 국가 Netzero 시나리오에 따라 해당 도시(지역)의 'net zero 시나리오' 및 분야별 감축 로드맵 작성
- 지방계획에 넷제로 반영 및 장단기 이행전략 수립
- 기술 및 재정적 지원 및 이행 평가 체계 구축
- 탄소 중립거버넌스 구성운영





감사합니다.

