

시민이 누리는 에코 스마트 시티

Eco Smart City Solution for the Well-being

Ver. 2021.04. 27

세종 스마트시티 국제포럼
E세션: 지속가능한
에코 스마트시티 조성 방안

김 유 민

녹색도시연구소(GCI) 소장
교육부 미래교육위원회
서울특별시 시정평가자문단

Contents

1. 자연, 환경, 그리고 탄소중립
2. 에코 스마트시티의 가치
3. 스마트워터 시티
4. 도농 융합, ZERO EMISSION
5. 에코 재생에너지 (에코 태양광)
6. 제로에너지 빌딩
7. 스마트 빌딩
8. 그린 스마트 스쿨
9. 시민이 누리는 교육, 에코스마트 세종

자연, 환경, 그리고 탄소중립

□ 탄소중립 : 배출하는 탄소의 양 ≒ 흡수하는 탄소의 양

- 자동차, 산업, 건축물 에서 나오는 이산화탄소(CO2)는 대표적인 온실가스.
- 휘발유는 온실가스(CO2), 디젤은 미세먼지(PM)및 CO2의 주범.
- 30년생 소나무 단위면적(HA)당 연간 CO2 흡수량 : 10.8톤/년
- 승용차 1대 연간 CO2 배출량 : 2.4톤/년

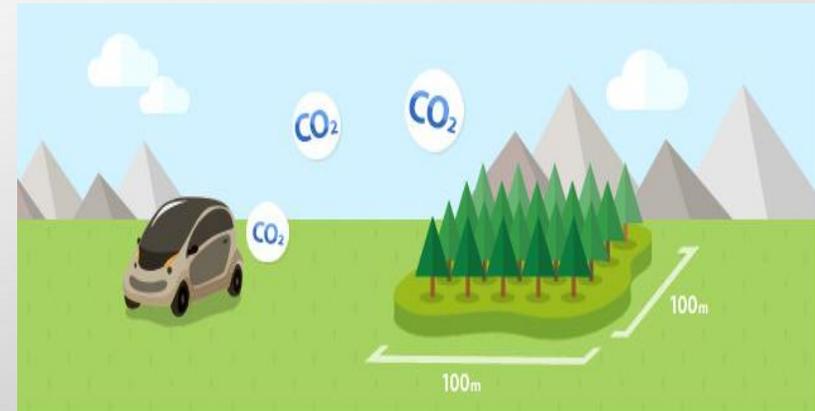
▷ 소나무 1ha의 숲은 4.5대의 승용차에서 1년간 나오는 CO2를 흡수

(∴ 10.8톤÷2.4톤 = 약 4.5대)

- 생물이 증가하면 그 자체만으로 탄소배출량은 증가
- 물의 탄소흡수 효과
물속의 수초나 모스 등은 광합성을 함
수초가 CO2를 흡수해서 광합성을 하면 산소가 발생
- 동시에 호흡을 하며 산소를 소비하고 CO2 배출.
이러한 광합성은 빛에 의해서도 이루어짐.

▷ 일상에서 배출하는 탄소를 흡수하는 장치로서

수공간, 녹지공간, 태양, 즉 자연 환경 필요

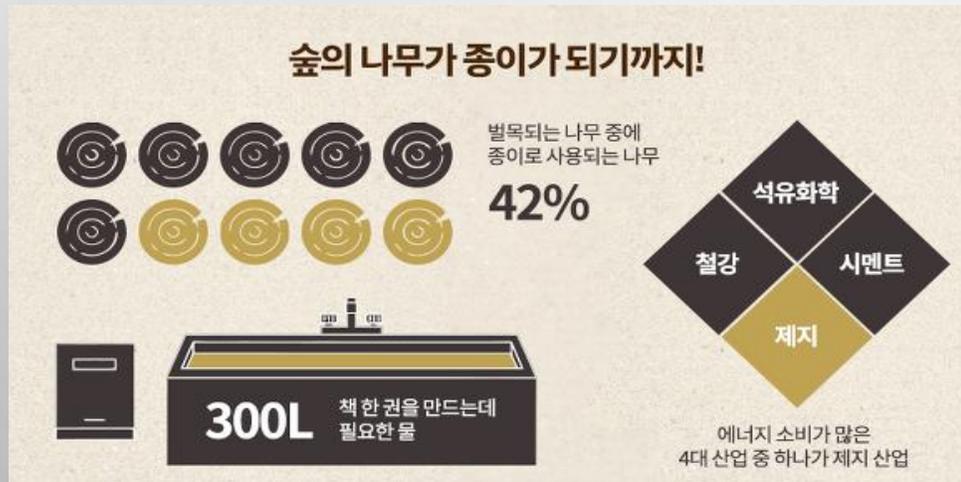


자료: 국립수목원 (1ha는 가로,세로100m의 면적)

자연, 환경, 그리고 탄소중립

- 종이사용 : 일 년에 약 964만 톤 (한국제지연합회 자료, 한국기준)
- 인쇄용지가 가장 많고, 이 중 45%는 출력한 그날 쓰레기통으로.
- 벌목 나무 중 42% 만 종이로 > 그 중에 45%는 그날 쓰레기가 된다.
- 연간 종이생산으로 벌목되는 나무= 700만 그루
- 종이 한 장 = 물 머그컵 한잔 필요
- 책 한 권 = 욕조 하나 가득 채운 300L 필요
- 다량의 여러 종류 화학약품, 첨가제, 색소가 추가 됨,
- 종이를 만드는 제지 산업은 석유화학, 철강, 시멘트 산업에 이어서 4번째 에너지 다소비산업.

- ▷ 연간 종이생산 964만톤 = 나무 700만 그루
- ▷ 그 중 당일 쓰레기로 버리는 45% = 나무 315만 그루
- ▷ 책 한권 = 물 300L (욕조 가득한 양)
- ▷ 다량의 화학약품,첨가제,색소 등 추가



- ▷ 교통량 줄이기, 종이 줄이기, 에너지 줄이기 등 = 수목을 심고 생태환경을 보호하는 것과 동일한 ECO 활동

이제 ECO의 개념과 인식이 새롭게 접근해야 할 때. 일상의 에너지 낭비와 탄소 배출을 줄이는 모든 행위와 기술도 ECO로 인식 접근.

에코 스마트시티의 가치

□ 기후변화로 인한 여러 도시 문제를 인간과 자연의 관점에서 해결해 나갈 방안

- 생태환경(ECO) 기술로 탄소중립을 이루면서 스마트시티(AI, ICT, IOT, 로봇 등)의 첨단 기술과 결합
- 도시의 공기질 개선(공기내 CO2 저감), 위생문제(악취와 세균) 해결, 쾌적성 확보, 도시 미관을 높임.
- 인간과 동물을 위한 식량, 바이오 연료, 펄프 생산을 도움. 동시에 쓰레기 매립의 문제도 해결
- 점차 고갈되어갈 천연자원의 활용 및 관리, 자원재생산 도움
- 스마트시티의 첨단기술로 더욱 '안전'하고 '신속'해진 삶의 '편리성' 도모

□ 시민이 누리는 에코 스마트시티의 환경 서비스

- 에코 자연 : 녹지공원과 수공간이 주변 가까이에 있고, 맑고 깨끗해서 언제든지 가족과 함께 상쾌한 바람을 마시며 휴식과 재충전.
- 제로에너지주택, 스마트빌딩 : 쾌적하고 안전한 업무와 주거환경으로, 일상의 효율성이 높아지고 일정한 실내온도로 건강이 유지된다.
- ZERO EMISSION : 쓰레기 악취나 세균이 사라져서 위생적이며 지저분하지 않고, 주변 미관이 좋아져 안정감을 준다.
- 스마트 워터 : 오염되지 않은 물을 늘 안심하고 마시며, 물사용량을 실시간으로 알 수 있어서 과도한 물사용시 누수를 감지할 수 있다.
- 누수가 생겨도 위치를 바로 파악해서 해결이 쉽다. 특히 공동주택의 위아래 주민과의 분쟁도 줄어든다.
- 스마트 교통 : 버스와 트럭의 매연이 사라지고, 미세먼지 농도 낮춰지고, 공기질이 개선 되어 기침이 줄어들고 숨쉬기 편하고 시야가 맑다.
- 대기질 개선 : 옷,차에 때나 먼지가 덜 타고, 이로 인해 세탁기,건조기, 물사용이 줄어서 전기료 절감, 에너지절감 및 탄소배출절감.

스마트 워터 시티

□ 친환경 수자원 이용 관리

물부족 상황 예상 : 도시, 국가 경계내의 깨끗한 수자원 확보 관건
식량문제, 환경문제, 자원재생산 등과 직결

- 2050년 아시아전역 10억명 이상 인구 물부족 사태 예상
- 중국 : 현재 11대 건조지역(물부족지역)이 전체 GDP 절반수준
- 지속가능한 개발(물 관리 통합관리체계)구축 필요
- 재해 재난 을 예측하고 대비

□ 스마트 워터 그리드 : 수자원이용의 효율성 제고

- 정보통신기술(ICT)을 활용 + 상수도 기술을 결합 >
 물사용정보, 정수처리, 상수관 망의 모든 영역 지능적인 관리시스템
- '물 부족' 지역의 지하수와 빗물, 바닷물 등 한정된 수자원을 이용해
 가장 경제적인 수 처리를 도모하는 데 목적

□ '스마트 워터 시티 (Smart Water City)'

- 자동 드레인 시스템 : 수질에 이상이 발견시 자동으로 밸브 개방돼
 오염된 수돗물을 배출.
- 스마트 미터링 : 물 사용량 원격계측, 소비자에게 사용정보 제공
 수돗물 공급과정의 누수를 줄임
- 원격누수감시시스템 : 누수에 의해 발생하는 음파를 탐지,
 누수지점예측

행정자치부, 통계청	국토해양부	한국수자원공사	소방 방재청	기상청	농업과학기술원
인구, 소득 행정정보	하천정보 수문정보	댐, 지하수 정보	홍수해 등 재해정보	기상정보	토양독성 등
한국농어촌공사	수력원자력	국립환경과학원	건설기술연구원	국립해양조사원	
농업용수 저수지 정보	발전용 댐 운영정보	수질환경 정보	유량정보	해양수질, 조석정보	



자료 : 환경부, 스마트워터그리드 연구단

- 세종시에도 '스마트 워터 시티 (Smart Water City)' 도입

도농 융합, ZERO EMISSION

□ 도농융합 - 식량 자급자족, 도시농업, 스마트팜

□ 스마트팜 : IOT+ ICT+ 환경제어시설 융복합기술

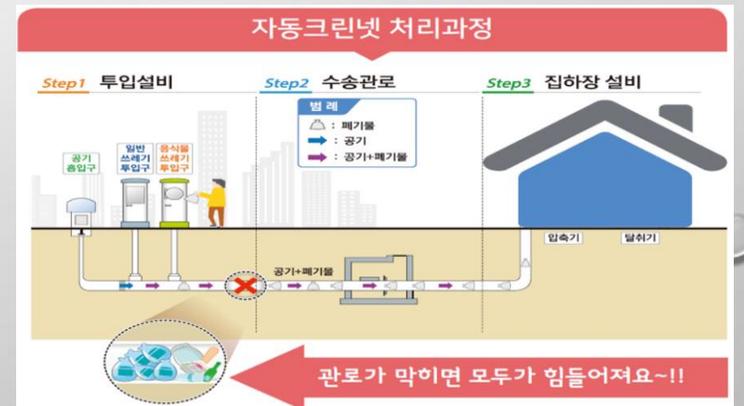
- 바이러스, 미세먼지등으로 친환경 유기농 의 건강한 식재료 자급자족, 도시 식량 문제 해결
- 산업형 컨셉 : 다층 수직형 식물농장, 업체류의 무농약재배 수직농장, 온실형 스마트팜 병행
- 파머스마켓 조성 : 상업단지 연계, 온라인 구매, 커뮤니티 형성

□ ZERO EMISSION

- 음식물 제로화 스마트리사이클링 시스템
- 음식물쓰레기 **바이오 자원화** 시스템
- 주방싱크대 음식물 투입 > 분쇄 > 오배수관 > 지하로 이동 > 고품물 80%이상 회수 > 발효, 소멸 > 퇴비배출
- ▷ **쓰레기의 발효 및 소멸 (도시 공간의 문제 해소) > 퇴비 등 자원화 (자원생산) > 텃밭 이용 > 식재료의 재생산 및 수확 > 약취 감소 및 위생 효과 (세균,벌레, 감염, 쓰레기 매립 공간 등 문제 해결) > 도시 미관 및 쾌적성 향상**
- ▷ 사용자 관리 및 시민의식 중요
잘못 사용할 경우 관로 막힐 수 있어 주의, 일반 및 음식물쓰레기 혼합시 문제. 각각 투입



자료: LH 스마트리사이클링 시스템



자료: 세종시

에코 재생에너지 (에코태양광)

□ 도시농업 + 에너지생산

옥상 텃밭(논,벼) + 태양광 쇼핑몰 - 군마현(縣)
쇼핑몰 지붕 : 옥상 조경 대신 논으로 활용, 벼를 키움
태양광발전으로 쇼핑몰 내부의 실내 조명 에너지로 사용



자료: 일본 군마현 쇼핑몰.

□ 녹색 화단 지붕 + 태양광 설비

싱가폴, 참여한 학생들이 친환경 생활을 체험할 수 있는 과학센터



자료: 싱가포르 과학센터, 에코하우스

에코 재생에너지 (에코태양광)

□ 옥상녹화 + 온실 태양광

워싱턴D.C.에서 세 번째로 큰 규모
자연과 인간의 공존을 실천하는 사례



자료 : World Wildlife Fund for Nature (WWF),
Washington, D.C.



□ 수자원 관리 + 생태 환경+ 에너지 생산 (정수장의 에코 태양광)

캘리포니아에 위치한 수돗물 정수시설.
14,000㎡면적의 탱크 두 개로 구성.
정수장 상단을 공원처럼 산책로 만들고
녹화와 태양광을 동시에 시공한 것이 특징
지붕 녹화면적만 6,000㎡ 이상, 태양광발전으로 전기사용



자료 : Alvarado Water Treatment Plant, California

제로에너지 빌딩

□ 에너지자립실현



패시브

- 냉난방에너지 사용량 최소화
(단열·기밀 성능강화)
- 자연채광, 자연환기, 외부차양, 옥상녹화, 벽면녹화, 고성능 단열재·창호 등 작은 에너지 높은 성능

액티브

- 신재생에너지생산
(태양광, 태양열, 지열 냉난방, 연료전지 등)
- 에너지소비량 최소화
(고효율 보일러, LED 조명, 열회수형 환기장치 등)

BEMS

- 에너지통합관리시스템
(IoT 센서 적용, 빌딩 내 에너지 사용 흐름 실시간 모니터링, 데이터 분석·예측)



자료: 제로에너지빌딩 인증시스템

스마트 빌딩

- 스마트시티의 시작은 누구나 스스로 자신의 솔루션을 쉽게 찾도록 하는 것이다.
즉, '쾌적성과 편리성'을 제공하며 무엇보다 '안전' 이 기본이 되어야
지속가능성을 유지할 수 있다.

- 스마트 빌딩 의 핵심 - 에너지, 안전, 보안

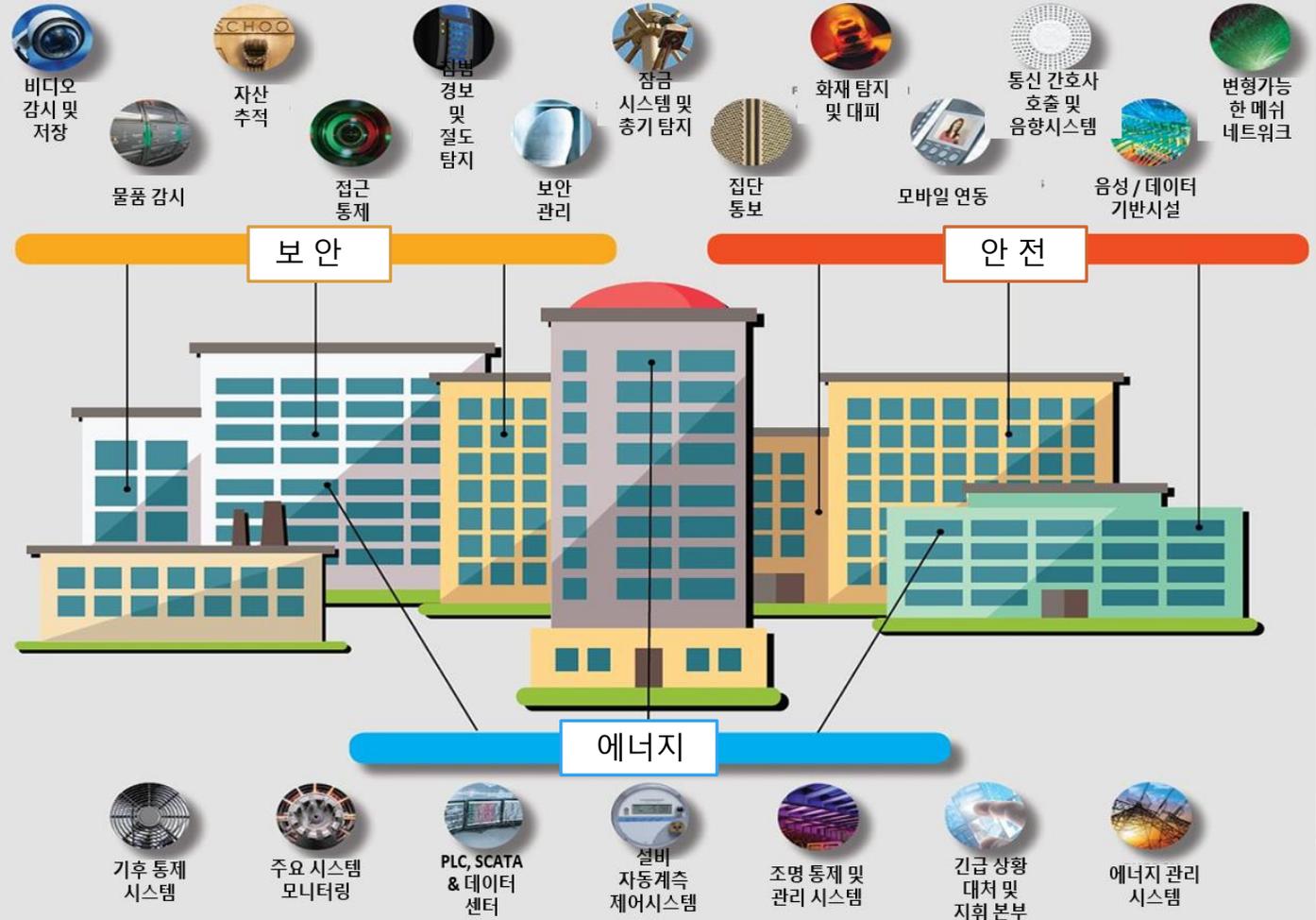
ICT 통합관리 체계의 자동운전시스템
(운영관리, 에너지) + 재난 관리 통합 시스템

- 중앙 원격통제를 넘어 자동화
- 긴급 위기 상황에 대처 시나리오 마련
- 이상현상 발생시 > 담당자 자동 호출 및 메시지 > 지휘본부 > 소방 및 경찰 연계, 관련인 연락

- ICT 통합관리체계 구축 구성요소

설비 제어	전력 제어	냉난방 제어	신재생 에너지	조명 제어	주차 관제
CCTV	원격 점검	엘리베이터	방재	출입 통제	

<위험> 을 줄이고 <안전, 기능, 쾌적성> 을 높이면서 <에너지>를 절약하는 시스템



그린 스마트 스쿨

□ 2021.02. 교육부 그린스마트 미래학교 종합추진계획 발표

- 미래형 교수학습이 가능한 디지털 기반 스마트교실
- 탄소중립 실현과 환경생태 교육을 고려한 그린학교

□ 탄소중립 제로에너지 스쿨

◦ 제로에너지 실현 : 탄소중립 실천

고효율 설비·자재를 이용한 에너지 절감 및 태양광 등 활용해서
제로에너지 스쿨로 변모

- 계절 및 외기온도의 변화에 대한 건물의 영향 최소화
- 적은 에너지 소모로 쾌적한 실내 환경을 유지

-> 사용자 모두 (교직원 및 학생, 학부모) 의
업무 및 학습 능률 향상, 건강증진, 자원과 에너지 소모의 절감

◦ 관리 자동화 : 냉난방 등에 원격·통합제어 체계를 구축 >
관리 업무 부담을 완화 >
효율적 관리를 통해 쾌적한 학습환경 제공

기존 학교 시설 현황



제로에너지 학교 시설 현황



자료: 그린스마트 미래학교 종합추진계획

그린 스마트 스쿨

변화상[象]

- 학교가 기후변화 대응에 선도적·모범적 역할 수행
- 다양한 생태환경을 조성하여 체험 중심의 환경교육 실현
- 유해물질과 미세먼지로부터 안전한 학교 환경 마련

그린학교



(충남 정산중) 최초의 제로 에너지 인증학교

- 태양광, 지열을 이용하여 학교에서 필요한 에너지의 40~60% 자체 생산
- 농촌 소규모 3개 학교를 통합하여 제로 에너지 건물로 조성



태양광 에너지를 활용한 그린학교 모델(공항공)

자료: 그린스마트 미래학교 종합추진계획

변화상[象]

- 교수학습 혁신을 위한 디지털 기반 스마트 학습환경 구현
- 유비쿼터스 환경에서 맞춤형 개별학습 제공으로 학습의 질 제고
- 디지털 기술 기반의 소통과 참여 확대로 학교 교육력 향상

스마트교실



(구미 사곡고) 디지털 기반 교수학습

- 모든 교실에 원격수업 인프라를 구축하여 코로나19 상황에서 실시간 쌍방향 수업 출석률 100%
- 학생 선택과목 61개 강좌 온·오프라인 편성



디지털 기반 스마트교실 모델(포항제철중)

자료: 그린스마트 미래학교 종합추진계획

□ 디지털 기반 : 종이(교재 및 참고도서, 인쇄물) 사용 대폭 절감 > '에코'를 통한 탄소중립

□ 학습과 휴식, 건강한 생태학교 : 자연,환경,기술,탄소중립을 이해 하는 과정 + 건강한 성장



실내 정원

생태 놀이터

정원과 연계한 휴게공간



※ IoT 기반의 실시간 실내공기질 측정 및 통합관리 환경 구축

시민이 누리는 교육, 에코스마트 세종

- **지속가능한 도시**

- 에너지 절감 및 확보, 지속가능한 소비 생산
- 디지털교육으로 종이(교재, 책, 메모지 등) 사용 대폭 절감

- **행복한 시민, 평생교육 지향**

- 도시내의 다양한 시설과 자연을 교육적으로 활용
- 에듀테크를 통한 새로운 배움, 미래 대비, 일자리연계

- **에듀테크**

- 발명 및 제작을 위한 공간마련, 3D 프린터 등 장비운영



자료: 세종스마트시티 시행계획

시나리오 1

- 1~2교시

선생님, 친구들과 영어 소설 내용에 대해 토론과 발표
- 토론식 수업



- 3교시

1교시에 토론수업을 한 교실에서 컴퓨터로 에듀테크 수업을 실시,
VR가상 과학실험을 끝내고 시 분석을
통해 맞춤형 프로그램을 학습

- VR실험
- 에듀테크 프로그램



- 4교시

메이커스페이스로 이동하여 물건 제작



- 쉬는 시간

학교 중심에 위치한 커뮤니티 공간에서 다른 반 친구들과 놀고
소통한다. 이웃집 할아버지와 인사하고 대화한다.

- 커뮤니티공간



- 방과 후

학교 공연장에서 1~2교시에 배운 소설을 다른 연극을 관람한다.
관람 후, 이웃주민들과 연기를 하며 시나리오를 배운다.



- 학교

수업이 끝나고 집에 돌아온 재석이는 에듀테크를 이용한
온라인 수업으로 오늘 학교에서 어려웠던 주제를 복습한다.



자료: 세종스마트시티 시행계획

‘살기좋은 도시’는 바로 ‘나’ 를 위한 도시라는 든든함을 갖는 도시이다.

**‘에코스마트시티’ 포함한 미래형 도시의 그 어떤 모습도
기술보다 인간이 기준이 되는 ‘휴머니티’에 근거해야 한다.**

감사합니다