

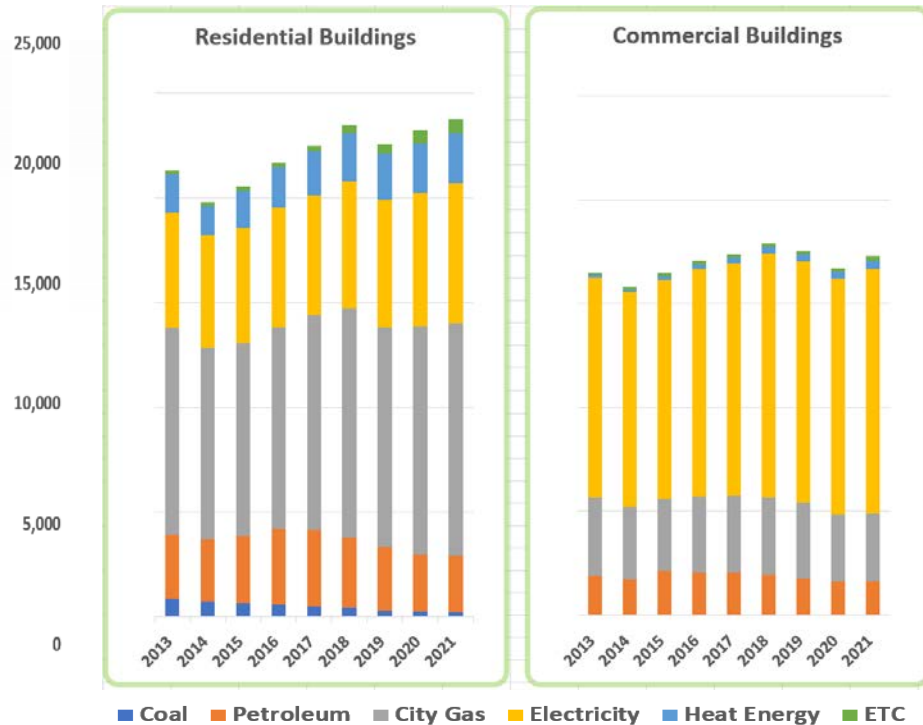
건물 부문 탄소 중립 이행을 위한 조건과 방향

2024. 03 .15

건물부문 에너지 소비 추세와 요인

건물 부문 에너지 소비 변화 요인과 추이

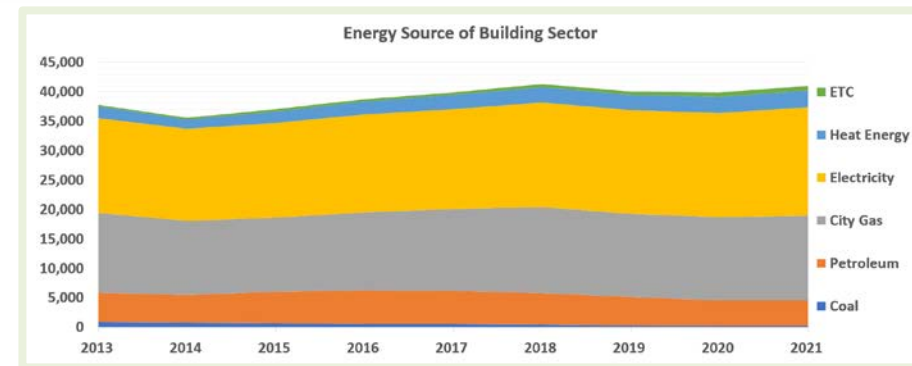
(1000toe) 건물 부문 에너지 소비 추이(가정, 상업)



물량 * 효율 * 소비강도

$$energy_{residential} = h \cdot \frac{p}{h} \cdot \frac{area}{p} \cdot \frac{energy}{area}$$

$$energy_{commercial} = GDP \cdot \frac{area}{GDP} \cdot \frac{energy}{area}$$

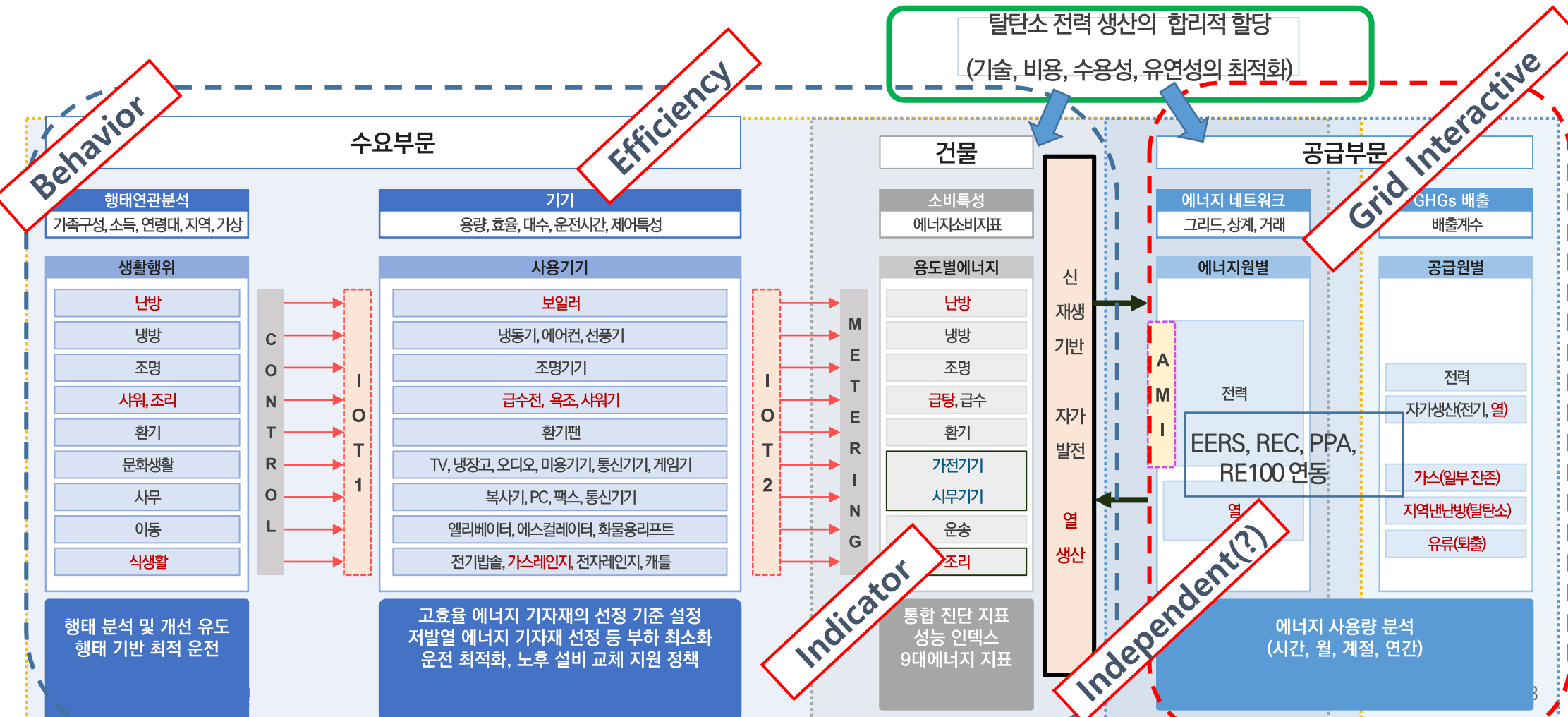


2021 년 기준

인구 : 5,173만명(20년 5,183만명 피크), 주택수 : 1,881만호(총조사),
 주택증가율 1.5%(감소중) 공동주택 78.3%, 30년 이상 아파트 11.3%
 1인가구 33.4%, 아파트 평균면적 76.4m², 주택당 거주수 2.8명, 빈집수 139만호(7.4%)
 1인당 GDP 34,983USD, 건물 부문 에너지 소비량(공공제외) : 4,104만TOE
 1인당 전력소비량 10,330kWh(세계 3위), 가정용 호당 전기소비량 5,616kWh(OECD 하위권)

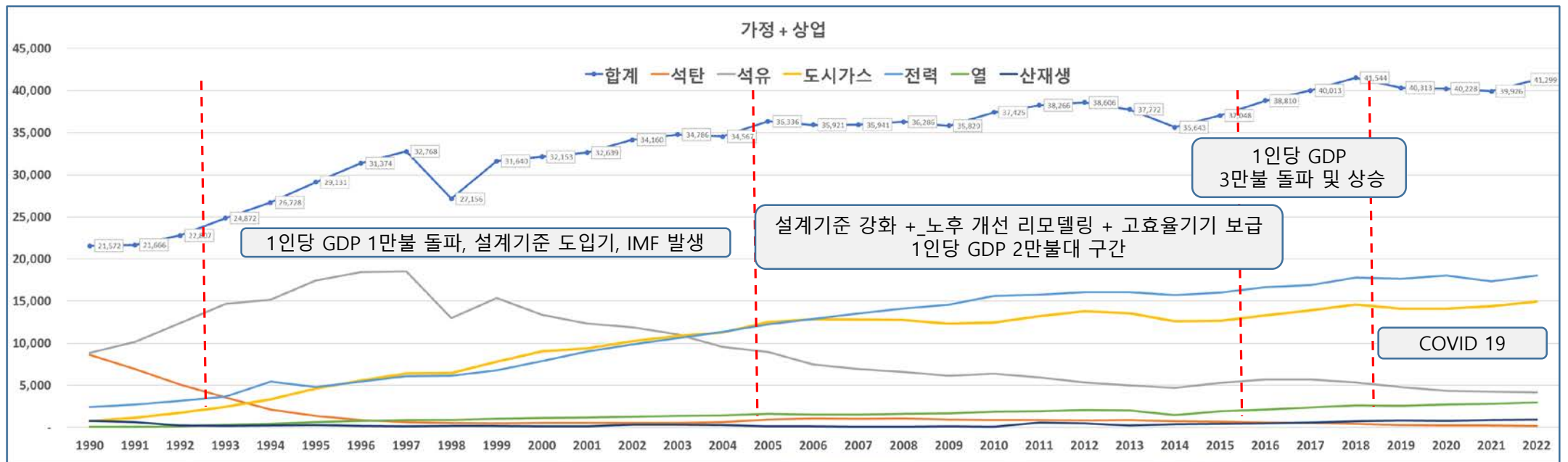
건물 에너지의 구성 (건물 부문 탄소배출의 범위와 구조)

- 건물은 10가지의 다른 에너지 용도로 구성, 현행 제로에너지 건물 등급은 냉·난방, 조명, 환기, 급탕 중심 (가전·사무기기·취사 등 제외), **행태 변화(Behavior Change)**, **적정 사용 및 배출 지표(Indicator)**, **그리드 중심 감축 필요**
- '20년 기준 건물(공공포함)은 총 45.6백만toe 에너지를 사용하고 있으며, 열에너지 비율이 55%인 25.2백만toe 사용 중, 건물 에너지의 80% 이상이 화석 연료 기반으로 생산
(화석연료 퇴출 일정 및 탈탄소형 에너지로의 전환 로드맵 구축 필요, 중장기 화석연료 퇴출 시나리오 필수)



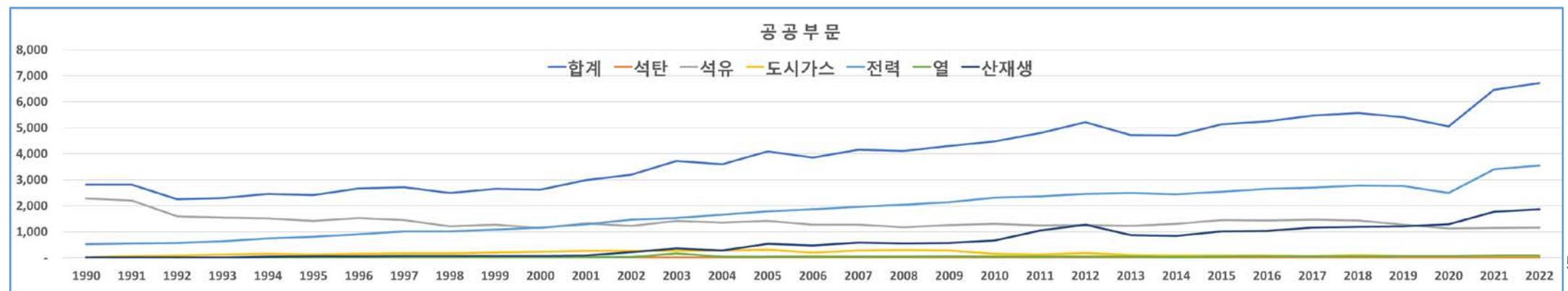
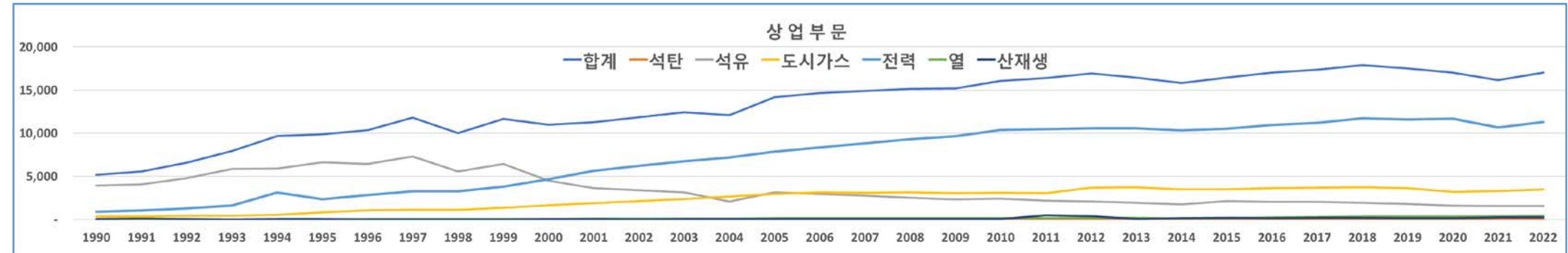
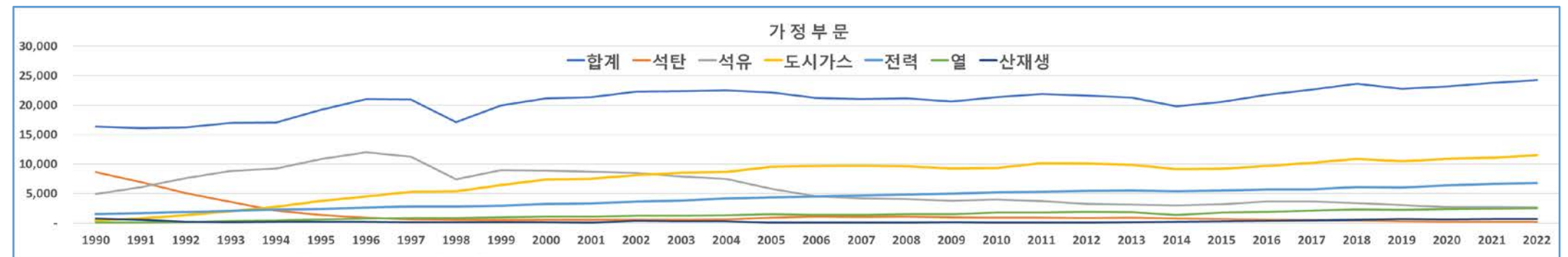
건물 탄소배출은 감소하고 있는 것인가?

- 건물 부문 총에너지 사용은 여전히 증가 추세 (효율 ⬆, 인구 —, 연면적 ⬆, 전력소비 ⬆, 가스 소비 ⬆, GDP ⬆)
- 화석연료 비율 80%, 전력 45%, 전력 생산의 원자력 등 비화석연료 비율 32.4%
- 석탄, 석유는 감소 추세, 도시가스는 안정화, 전력은 증가 추세
 - ☞ 탄소중립 전략에서 도시가스는 퇴출 or 최소화 필요
- 도시가스(31%)와 전력(45%) 비율은 전체의 76%, 상업·공공부문은 전력에너지 61.9% 차지
- 건축물에서 사용하는 에너지원 비율은 석탄 0.5%, 석유 12%, 가스 31%, 전력 46%, 열 6%, 신재생 5%로 구성 (2021년 실적)



건물 부문별(가정, 상업, 공공) 에너지 소비추세와 에너지 원별 구성

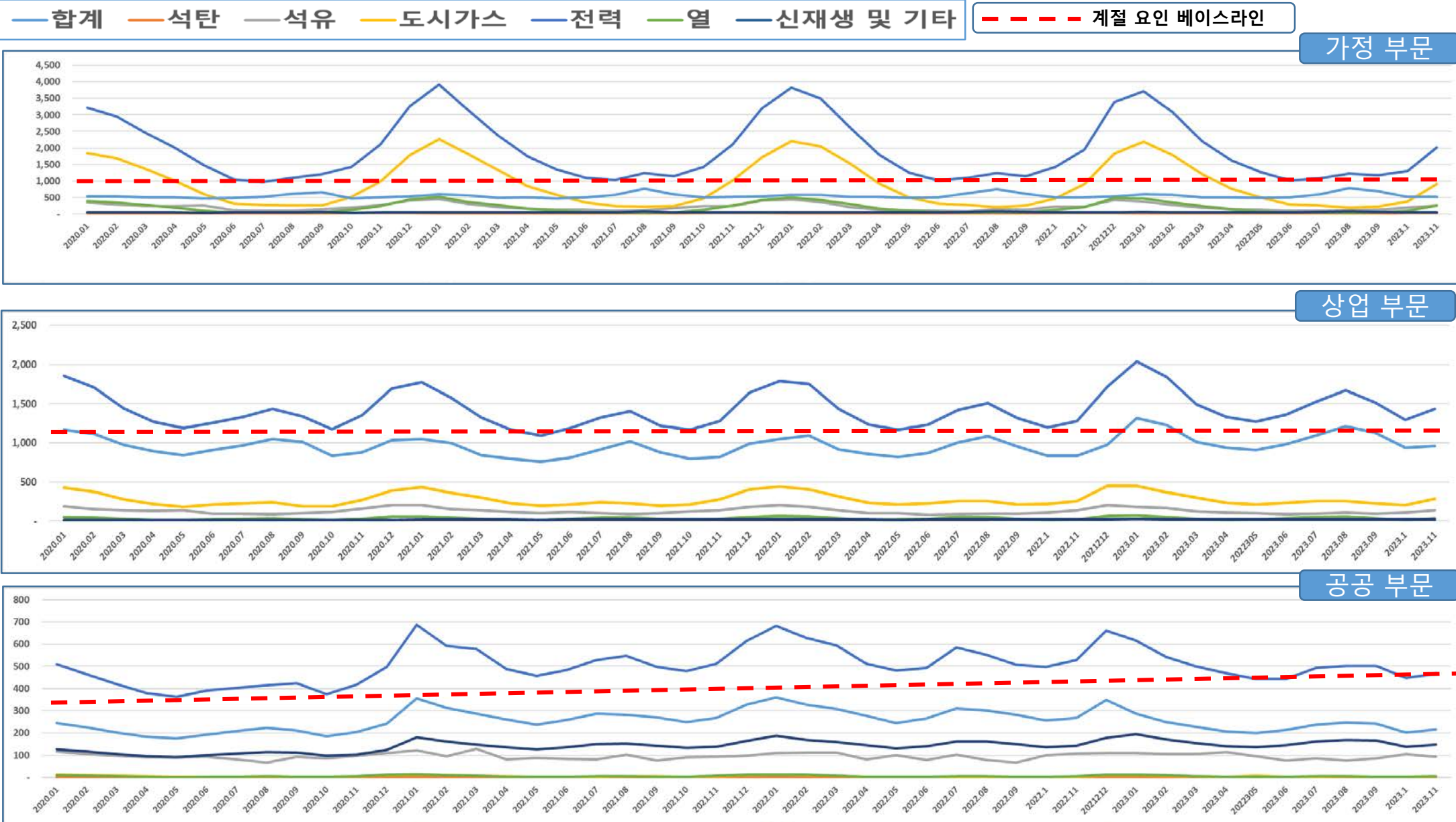
- 전부문 감소 추세 미진입, 가정 부문 전력 및 도시가스 증가 중, 상업부문 전력 증가, 가스 정체
- 공공부문에 대한 정의 필요 (비건물 요인 포함), 21년 이후 급증 현상 발생
- 건물 부문 전력화에 대한 사회적 협의 필요 (전기건물의 포지셔닝, 누진요금제, 화석연료 퇴출)



건물 부문별 에너지 계절 소비추세

(난방, 냉방 등 계절형 에너지와 기저 에너지의 구분)

- 넷제로 건물, 그린리모델링 등 현행 정책은 냉난방(급탕포함)에 치중, 비계절 에너지 추가 대책 필요(전력)



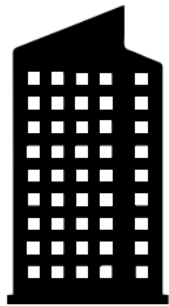
배출량 기반 건물 탄소 관리 필요

신축 건물은 성능 중심이지만, 실제 건물의 에너지 사용은 건물 용도 및 사용자의 행태 특성에 따라 달라지며, Real Net Zero를 위해서는 실사용량에 대한 정책 개입이 불가피

기존 건물 부문 탄소 중립이 어려운 이유

Energy-Neutral Building

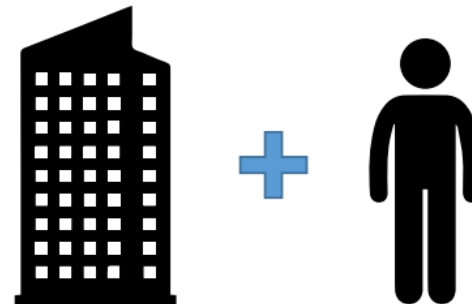
건물 성능



Building-related energy

Zero Energy Building

사용 성능



Building-related energy + Use-related energy

그림 출처 : ZEB policy and cases for non-residential and public buildings in the Netherlands, Minyoung Kwon (TU Delft), 2020

사용량 규제형 정책 도입 필요

탄소 중립은 실제 건물의 에너지 사용에 따른 배출을 제로화하는 것이며, 건물 용도 및 사용자의 행태 특성에 따른 적정 실사용량 유도를 위한 정책 개입 필요

행태적 특성 고려한 건물에너지 관련 정책 이행 구조 검토

	정책 유형	관련 정책 및 내용	정책 수단	
개인허용배출량(PCAs) Personal Carbon Allowances	경제적 행위 기반 Economic Behavior	고탄소 배출 행위 및 상품에 대한 비용 부담 강화 탄소 배출 감소 및 효율 향상에 대한 경제적 인센티브 부여	탄소세, 누진요금제 보조금, 바우처, 규제 완화	고탄소 배출 행위, 고탄소 제품 및 서비스의 퇴출 (저탄소, 넷제로형 에너지 사회로 전환)
	인지 인식 기반 Cognitive Awareness	생활 활동 및 행위별 탄소 배출 상세 정보 제공 지속가능한 탄소중립 사회 구현을 위한 허용배출량 제한의 수용성 확보	건물별 탄소배출 상세 정보 공개 탄소중립 지원 플랫폼 구축 및 대국민 서비스 확대	
	사회 규범 기반 Social Norms	개인 허용 배출량의 공정 배분에 대한 정의 및 원칙 제정 개인 허용 배출량의 수용성 확보	탄소 배출에 대한 국가, 지자체, 개인의 책무 구분 데이터 기반 분배 원칙 설계 및 PCA 기반 ETS 등 시행	

탄소중립 국가 기본계획에서의 건물 부문 대응 내용

(줄이는 대책 vs 바꾸는 대책)

관리 번호	과제명	주관부처 (협조부처)
1-3-1	신규 건축물의 에너지 성능 강화	
	① 제로에너지 건축물 확대 및 성능 강화	국토부 (산업부)
	② 소형 건축물 에너지 성능 강화 방안 마련	국토부
	③ 제로에너지 건축물 확산을 위한 제도 개선	국토부 (산업부, 환경부)
1-3-2	기존 건축물에 대한 그린리모델링 추진	
	① 총량제와 연계한 노후건축물 그린리모델링 로드맵 마련	국토부
	② 공공건축물 그린리모델링 사업 지원대상 확대 및 의무화 단계적 추진	국토부
	③ 민간건축물 그린리모델링 확산	국토부
1-3-3	건물의 에너지 사용효율 향상	
	① 건물 에너지사용설비·관리시스템 효율혁신	산업부
	② 건물 에너지효율 평가관리기반 강화 및 효율개선	산업부 (국토부)
	③ 공공부문의 선도적 온실가스 감축 강화	환경부
1-3-4	계획수립-공간조성 탄소중립화	
	① 국토단위 탄소중립을 위해 국토종합계획에 탄소중립 가치 반영	국토부
	② 도시단위 탄소중립을 위해 도시계획에 탄소중립요소 도입	국토부
	③ 탄소중립 지원을 위한 탄소배출 공간지도 구축	국토부
	④ 정주지 온실가스 배출·흡수량 통계산정 체계 구축	국토부
	⑤ 계획·개발사업의 탄소중립 내재화를 위한 기후변화영향평가 추진	환경부
	⑥ 건물 분야 에너지 전환 및 재생에너지 확대	국토부 (산업부, 환경부 등)

간접배출 중심

줄이는 대책

【 부문별 배출량 목표 】

(단위: 백만톤CO₂e, 괄호는 '18년 대비 감축률)

구분	부문	2018 실적	2030 목표	
			기준 ('21.10)	수정 ('23.3)
배출	배출량(합계)	727.6	436.6 (40.0%)	436.6 (40.0%)
	전환	269.6	149.9 (44.4%)	145.9 (45.9%) ¹⁾
	산업	260.5	222.6 (14.5%)	230.7 (11.4%)
	건물	52.1	35.0 (32.8%)	35.0 (32.8%)
	수송	98.1	61.0 (37.8%)	61.0 (37.8%)
	농축수산	24.7	18.0 (27.1%)	18.0 (27.1%)
	폐기물	17.1	9.1 (46.8%)	9.1 (46.8%)
	수소	(-)		8.4 ²⁾
	탈루 등	5.6		3.9
흡수 및 제거	흡수원	(-41.3)	-26.7	-26.7
	CCUS	(-)	-10.3	-11.2 ³⁾
	국제감축	(-)	-33.5	-37.5 ⁴⁾

직접배출 중심

【 탄소중립 · 녹색성장 정책방향 】

기존에는 (AS-IS)	앞으로 (TO-BE)
실행방안 미흡	실행방안 구체화
원전 등 무탄소 전원 활용 미흡	균형잡힌 에너지 믹스 (원전+재생e)
정부 주도	정부+지역·민간 주도
수동적 대응	혁신 주도의 능동적 대응
부처별 산발적 지원	범부처 통합 지원
이행점검 체계 미흡	투명하고 체계적인 이행관리

바꾸는 정책

건물 부문 탄소중립의 이슈

탄소중립 구현과 건물 부문 이슈

1. 절약(효율)은 감축의 일부분, 전환이 핵심 대책
2. 화석 연료 퇴출에 대한 대응 전략
 - 현재 건물부문의 화석연료 기반 에너지 사용 비율은 80% 이상
 - 석탄, 석유는 퇴출은 필수, 건물 에너지의 약 15% 차지, 사용 주체는 취약층 (시범 기술형과 경제형 대책 선택)
 - 도시가스 퇴출 불가피, 도시 에너지 구조의 개편 필요, 도시 개조의 기회, 비용 최적화 관점의 시기 조정, 요금제
3. 화석연료 기반 열사용 기기의 퇴출과 전력화
 - 보일러, 가스 주방기기도 내연 자동차 처럼 점진적 퇴출, 신규 생산 중단 예고 필요, 영국 가스보일러 금지('25년)
4. 퇴출 속도의 딜레마
 - 빠르면 경제적 부담, 느리면 대체 기술의 전환 보급 시간 부족(전환은 15년 시간 필요), R&D 전략과 연동 추진
5. 넷제로에너지 건물의 경제성 미확보 (경제성 확보 ZEB -> Nearly Zero)
 - 자립형 제로에너지 건물의 한계 인식, 공유/구획형 및 계통연계 제로화 추진을 위한 부처 통합형 정책 개발
6. 전기 자동차는 친환경 자동차, 전전(全電) 건물도 친환경 건물?
 - 전전(全電) 건물은 장려될 수 있는가?, 그린 전력의 건물 부문 우선 배정 필요(미국, 2035년 탄소제로 전력 선언)
7. 건물은 냉난방, 조명 이외에도 제로화 할 것이 많다(가전, 사무기기, 취사, 조리, 전산, 통신 기기, 미용.....)
 - 건물 내의 인간 활동(행태)으로 발생하는 에너지에 대한 넷제로 대책은? 탄소배출량 기반 요금 제도 도입 필요
8. 절실함의 정도 (탄소중립의 정책적 우선 순위)

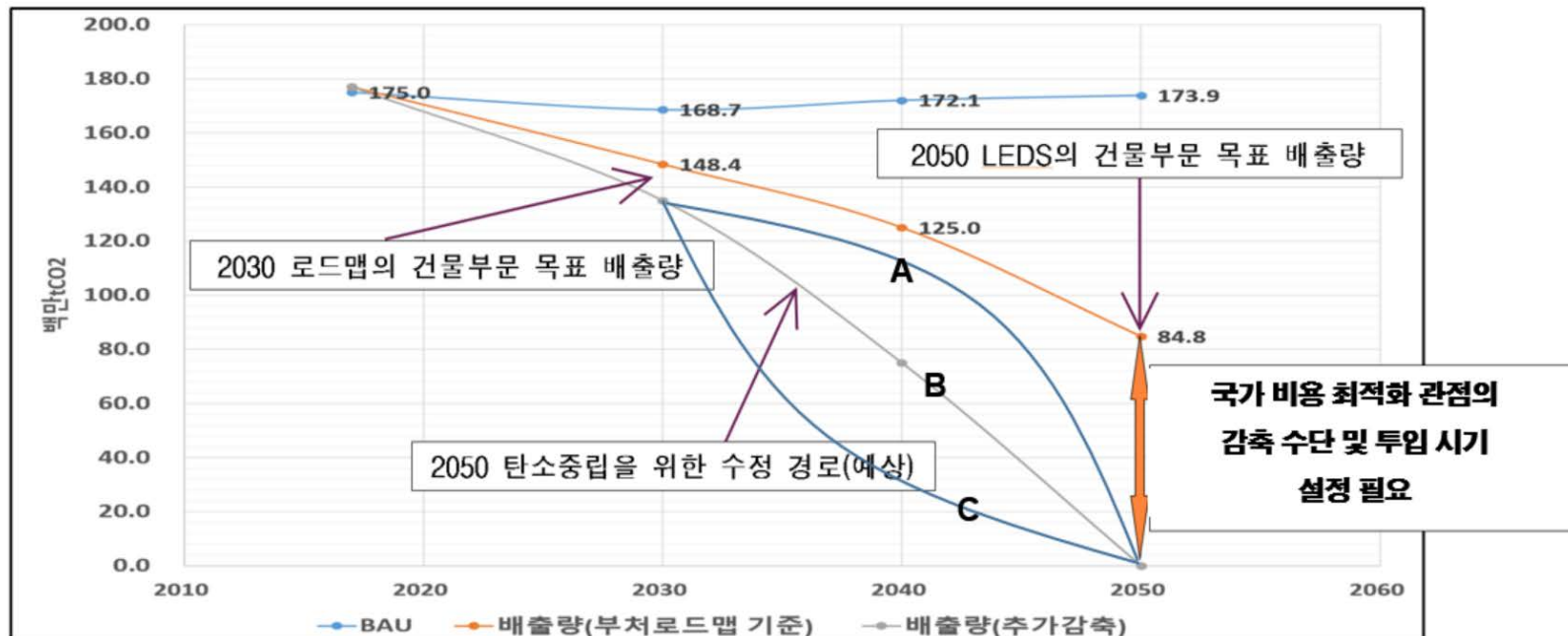
건물 부문 탄소중립 이행 시나리오 (속도와 비용)

탄소중립 이행 최적 경로의 설정 필요(R&D와 시장 전환 속도)

(2050 탄소중립과 ZEB) 건물 부문 넷제로 구현을 위해서는 냉난방 및 전기 수요의 대대적 감축과 탈탄소 에너지의 전면적인 도입이 불가피, 경로 설계가 중요 (국가비용 최적 관점)

탄소 중립(Net Zero)의 최적 이행 경로 설계 (시간, 공간, 기술)가 중요

* 건물 부문(가정·상업·공공) 총에너지 사용량은 45,476천toe, 신재생에너지 비율은 3.9% 수준(2019년 기준), 건물 부문 총에너지의 80% 이상이 화석연료 기반으로 공급 중 → 2050 탈탄소 기반 에너지 공급으로 전환(도시가스 일부 제외, 7.1백만tCO₂)



[2030년이 아닌 2050을 위한 준비]
화석연료 기반 에너지 사용 전면 중지
탈탄소 기반 전력 및 열에너지로 대체

☞ 전환부문의 탈탄소 전력 제공과 함께 건물 부문 자체 노력 최대화 필요

단계적 목표 달성을 위한 단기 수단과 에너지 인프라 재구축을 위한 중장기 수단이 병행 추진되어야 함

탄소중립을 위한 전략 구체화 (규제 강화 불가피, 이행 시점 중요)



탄소배출권 확대, 화석연료 퇴출 일정 구체화 규제형 탄소 시장 관리 체계로의 전환

탄소 중립 이행을 위한 주요 조치에 대한 법제화 및 탄소 중립 이행 기본 원칙 수립

영국 “The Path to net Zero”, EU “Fit for 55”, 미국 New York Local Law 97 등 탄소 중립을 위한 국가 원칙 마련 및 이행 수단에 대한 법제화 등 탄소 중립 시장으로 전환을 위한 구체적 조치 착수



EU

배출권 거래제 대상 확대, 청정에너지 우대 조세, 탄소국경조정제도 도입

- 에너지 효율 부문 년 1.5% 에너지 절감 목표 회원국에 의무 부여
- 건물, 운송 부문 EU ETS 편입 (탄소 거래 기반 그린리모델링 시장 조성)



USA

산업별 탄소배출 규제 강화, 대형 건물 배출량 규제(New York)

- 뉴욕시 의회 2025년 탄소배출허용량 규제(Local Law 97), 5만개 대형 건물 대상
- 자동차 탄소 배출 규제 강화 계획 발표



UK

15년 이내 가스보일러 퇴출, 2030년까지 280만호 주택 그린화 지원

- '28년까지 60만개의 히트펌프 보일러 보급
- '25년 부터 최대 80% 강화된 탄소중립형 주택(Zero Carbon Ready) 기준 시행

“ 법제화에 기반한 탄소중립 이행 시그널을 시장에 제공 ”

국가 기본계획 추진과제와 건물 부문 대응 이슈

건물 부문

비전
(건물부문)

국민 생활과 함께하는
탄소 중립 건축물로의 보급과 전환을 합리적으로
이행하여, 시장 경제와 일자리 창출에 기여

중장기
감축목표

2030년까지 “온실가스 32.8% 감축” 달성

2018 52.1백만톤 → 2030 35.0 백만톤

전략별
감축정책

신축 건축물의 에너지 성능 강화

- 제로에너지 건축물 확대 및 성능 강화
- 소형 건축물 에너지성능 강화
- 제로에너지건축물 확산을 위한 제도 개선

기존 건축물의 그린리모델링 추진

- 총량제 연계 그린리모델링 로드맵 구축
- 공공건축물 그린리모델링 단계적 의무화
- 민간건축물 그린리모델링 확산

건물의 에너지 사용 효율 향상

- 건물에너지 설비/관리시스템 효율혁신
- 건물에너지 효율평가 기반강화
- 공공부문의 선도적 온실가스 감축

계획수립-공간조성 탄소중립화

- 국토종합계획에 탄소중립가치 반영
- 도시계획 등에 탄소중립 요소 도입
- 도시단위 탄소배출 공간지도 구축

이행기반
강화정책

제도개선

탄소 중립 건축물 확대를 위한
넷제로, 그린리모델링 정책
선도

재정 지원

국민 부담을 최소화 하는
경제적 기술의 확보와
지원 재정 확대

시장확대

건물 탄소중립 이행을
통한 건물 탄소중립 시장
조성

협력적 추진

범부처, 지자체, 시장과
국민의 역할 정립 및
협력 체계 도모

정보제공

건축물 에너지 및 탄소배출
정보 플랫폼 구축

기술혁신

글로벌 시장을 선도하는
건물 탄소중립 기술의
선도적 구축

유관부처 상설 협의체 + 이행 점검.평가체계 운영

효율 향상의 감축 한계(최대 30%)
건물 자립의 한계 (외부 그리드 공급 불가피)
전력 및 지역 열원의 탈탄소화
(건물은 국가 전력의 45% 사용)
비용 기반 탄소중립 정책 추진(배출권 거래제 연동)

【 탄소중립 · 녹색성장 정책방향 】

기존에는 (AS-IS)	앞으로 (TO-BE)
실행방안 미흡	실행방안 구체화
원전 등 무탄소 전원 활용 미흡	균형잡힌 에너지 믹스 (원전+재생e)
정부 주도	정부+지역·민간 주도
수동적 대응	혁신 주도의 능동적 대응
부처별 산발적 지원	범부처 통합 지원
이행점검 체계 미흡	투명하고 체계적인 이행관리

건물 부문 화석연료 저감을 위한 정책 방안 (2030 NDC)

□ 직접 배출 부문(석탄, 석유, 도시가스)

1	건물 부문 화석연료 퇴출 로드맵 설정 및 2030 감축 목표량 확정
2	(민간) 탈탄소/저탄소 난방기기 교체 지원 사업 실시(100만대/년)
3	(공공) 건물 신축 및 난방 열원 교체 시 화석연료 기반 난방기 사용 금지
4	(도시) 신규 및 재개발 신도시 탄소중립형 에너지 공급 체계 의무화
5	석탄, 석유 퇴출에 따른 에너지 대체 중장기 지원 방안 구축(전력화, 가스화)
6	취사기기의 전력화 촉진을 위한 기술 개발 및 단계별 전환 로드맵 설정
7	화석연료 대체 난방/냉방/급탕용 신재생에너지 확대 발굴
8	탈탄소형 지역난방 확대를 통한 직접 연소 열에너지 전환 지원

□ 간접 배출 부문(전력, 열)

1	제로에너지건축물 의무화 강화 이행 (의무등급 강화, Ready ZEB 개념 도입)
2	그린리모델링 기반 확대 (건물에너지 정기 점검제 등 도입 등 국민참여 확대)
3	고효율에너지기자재 건물 부문 전 부문 확대 시행 (취사 추가, 가전/사무 확대)
4	전력 사용량 억제 (누진형 요금제의 상입 및 전체 용도 확대)
5	지역난방의 탈탄소화 촉진

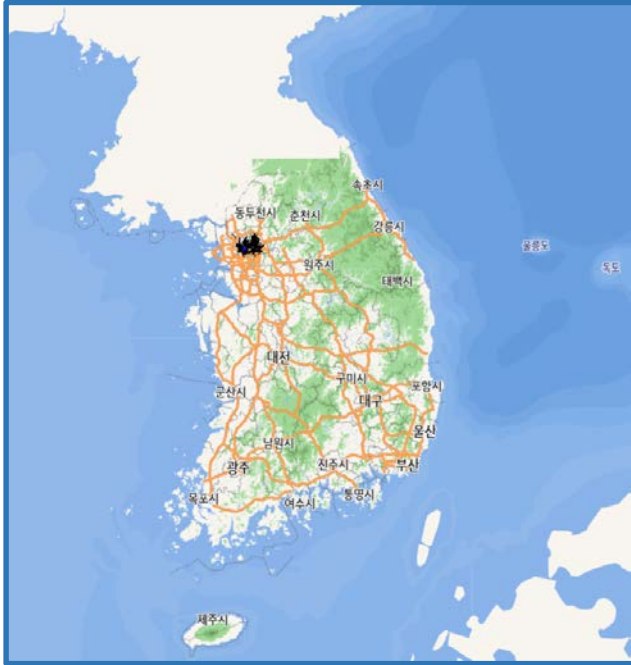
□ 배출 한도 관리 (지자체, 세제형)

건물별 탄소배출 정보제공 및 배출 한도 관리	국민 인지형 건물별 탄소 배출 정보 제공
	건물용도별 탄소배출 한도 관리제 도입 (인별, 건물별) 탄소 연말 정산 및 종합 배출세 (누진형)

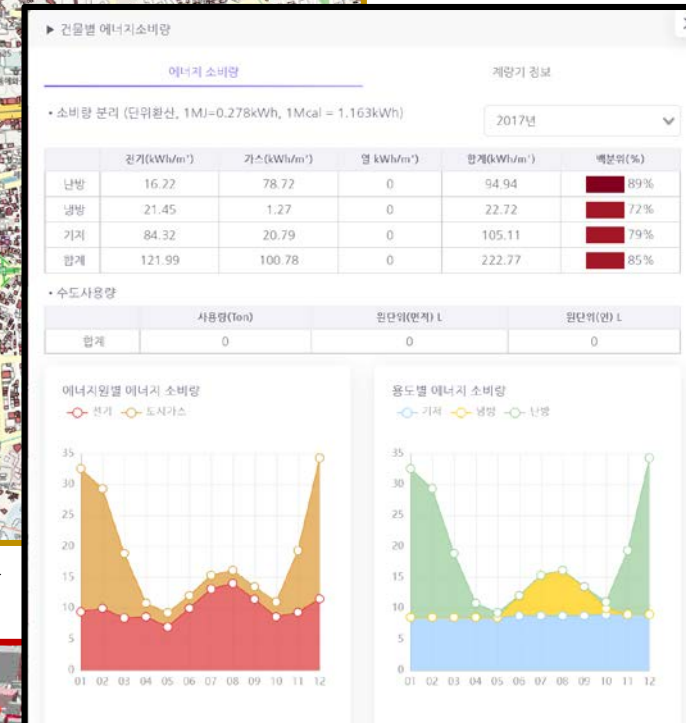
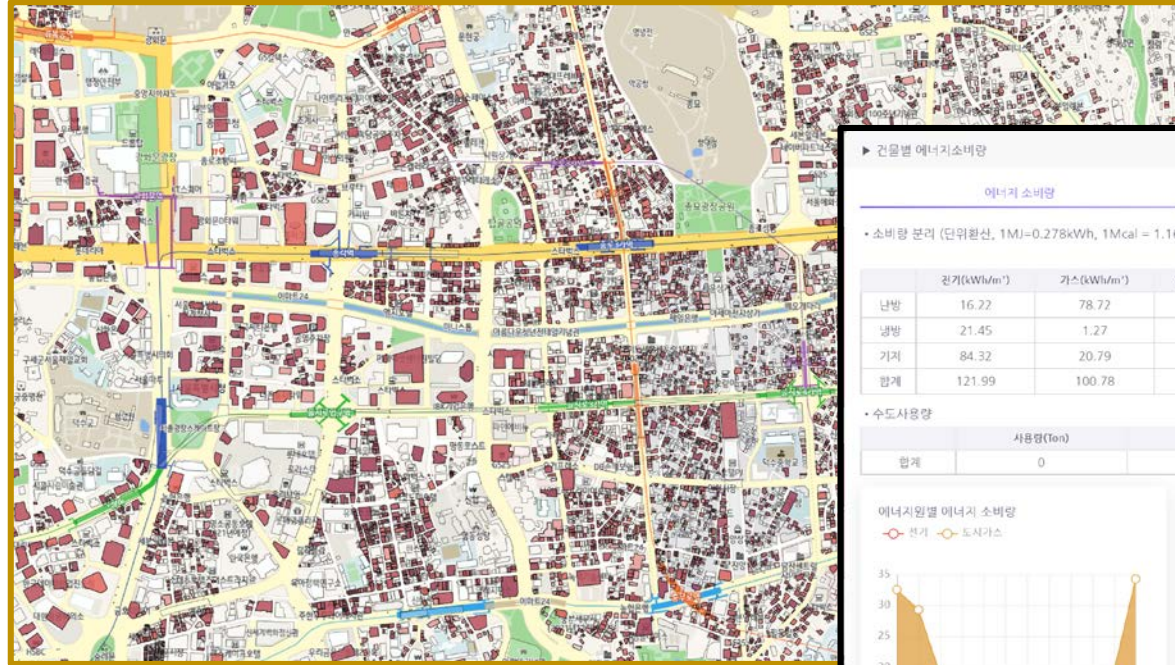
개별 건축물에 대한 체계적인 정책 개입 및 지원 필요

- 국민건강보험과 같은 지역 건물 에너지 케어 체계 구축 (정보 지원형)
- 탄소 연말정산, 탄소 종합 배출세, 배출기반 에너지 누진 요금제 등의 도입 (비용 규제형) -

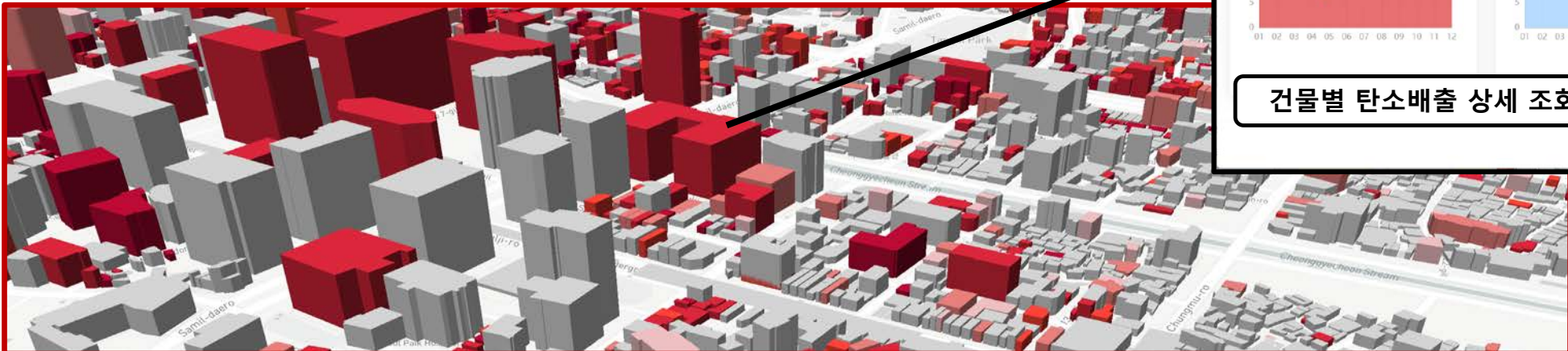
[전국 건물/에너지 사용 정보 DB화]



[지역 건물별 에너지 활동 정보 DB화 및 감축 지원 플랫폼 구축]



[탄소 배출 정보 공개 및 건물별 허용 배출량 관리제 도입]



건물별 탄소배출 상세 조회 기능 제공

확인



헬스케어

VS



건물 에너지 케어

감사합니다

공공데이터 기반 건물에너지 광역 검진 기술 개발

Data-Centric Checkup Technique of Building Energy Performance