



한국 2050 넷제로 과제

2020. 07. 21 한-EU 세미나

이 성 호

에너지기술평가원 수석연구원
및 에너지전환포럼 이사



목 차

- 한국 기후정책 동향
- 2050 넷제로(순배출제로) 의미
- 2050 넷제로 부문별 과제



한국의 기후정책 동향

- 한국의 국제적 위상
- 인구 : 5,148만명(2017, 세계의 0.69%, 26~28위)
- GDP : \$1,642.1billion (10위), \$31,682/인 (22위) in 2019, 수출입 비중 약 65%
- 에너지소비량: 94millions Toe in 1990 → 301millions Toe in 2018(지속 증가)
- 이산화탄소 배출량 : 2017, 배출량 9위, 배출량 비중 1.71%. 누적배출량 1%. 1인당 11.8톤/년
- NDC : 2030년 배출 목표는 2017년 대비 22.4% 감축한 536백만톤
- 2050 넷제로는 화석연료 제로화, 토지이용 배출 제로화→ 불가능에 도전하는 의미
- 2020.07.14 한국판 뉴딜 발표

NDC

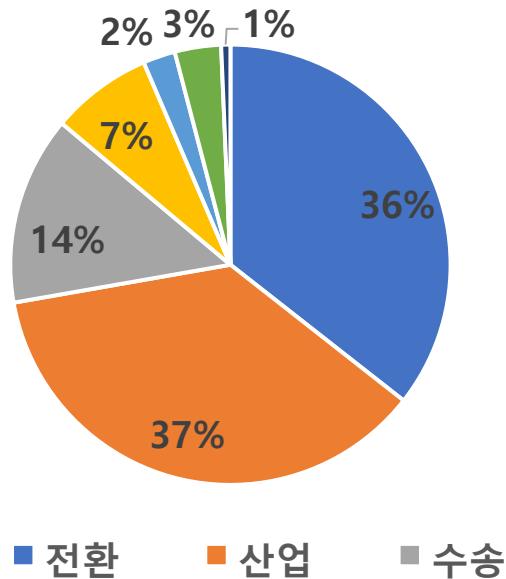
부문별 목표 핵심 4대 배출원(전환·산업·건물·수송)에서 집중 감축(91%)

(단위 : 백만톤 CO₂, %)

부문		배출량 ('17)	배출전망 (30BAU)	감축목표		
				목표 배출량	BAU대비 감축량(감축률)	주요 감축수단
국내 부문별 목표		-	850.8	574.3	△276.4(32.5%)	
배출원 감축	산업	392.5	481.0	382.4	△98.5 (20.5%)	√효율개선 √냉매대체 √연·원료전환 √폐열활용
	건물	155.0	197.2	132.7	△64.5 (32.7%)	√단열강화(신규·기존) √설비개선 √BEMS 확대
	수송	99.7	105.2	74.4	△30.8 (29.3%)	√친환경차 확대 √연비개선 √친환경항공·해운 √비행기·선박 √전기·수소차 확대 √대중교통 확대
	폐기물	16.8	15.5	11.0	△4.5 (28.9%)	√재활용확대 √매립가스화수
	공공(기타)	20.0	21.0	15.7	△5.3 (25.3%)	√LED조명 √재생에너지 확대
	농축산	20.4	20.7	19.0	△1.6 (7.9%)	√분뇨에너지화 √농림부산물 √농축산 폐기물 재활용
	탈루 등	4.8	10.3	7.2	△3.1 (30.5%)	
감축수단 활용	전환	(253.1)	(333.2) ₂	(192)	△141.2(42%)	√전원믹스 개선 √수요관리
	신산업, CCUS		-	-	△10.3	√탄소포집·활용·저장
국외감축 등			-	-	△38.3 (4.5%)	산림흡수+국제시장활용
감축수단 활용	산림흡수원	(-41.6)	-	-	△22.1	√경관·토지조성·도시숲 확대
	국외감축 등		-	-	△16.2	√양자협력 √SDM
합계		709.1 ⁴	850.8	536.0	△314.8 (37%)	국내(32.5%)+국외(4.5%)

시민사회 동향

- ✓ 2018년 에너지전환포럼 발족
- ✓ 2019년 기후위기비상행동 출범
- ✓ 2019년 '민관합동 LEDS 사회비전포럼' 참여
- ✓ 총선 전후 2050 넷제로 논의 활성화
- ✓ 정부 그린뉴딜 발표로 국민적 관심 고조



한국 부문별 온실가스배출량(2017)

국가·부문별 목표배출량 및 감축량(률)

(단위 : 백만톤 CO₂e)

구 분		'17년 현황	포럼 검토안 '50년 목표					
			1안	2안	3안	4안	5안	
국 가	배출량	709.1	178.9	222.0	279.5	355.9	425.9	
	감축량	-	530.2	487.1	429.6	353.2	283.2	
	감축률	-	75%	69%	61%	50%	40%	
부 문 별	전환	배출량	252.3	24.8	28.9	71.4	75.6	125.3
		감축량	-	227.6	223.5	180.9	176.7	127.0
		감축률	-	90.2%	88.6%	71.7%	70.0%	50.3%
	산업	배출량	259.9	89.7	124.1	132.2	200.7	211.1
		감축량	-	170.3	135.8	127.8	59.3	48.9
		감축률	-	65.5%	52.3%	49.2%	22.8%	18.8%
	건물	배출량	52.8	17.5	18.8	20.3	21.4	22.5
		감축량	-	35.3	34.0	32.5	31.4	30.3
		감축률	-	66.8%	64.4%	61.6%	59.5%	57.3%
	수송	배출량	98.3	26.3	28.8	33.8	36.0	40.0
		감축량	-	72.0	69.5	64.6	62.3	58.4
		감축률	-	73.3%	70.7%	65.7%	63.4%	59.4%
	폐기물	배출량	16.8	9.1	9.4	9.6	9.8	10.0
		감축량	-	7.8	7.4	7.3	7.0	6.9
		감축률	-	46.1%	43.9%	43.2%	41.9%	40.7%
	농 축 어 업	배출량	24.1	21.8	22.2	22.5	22.8	22.8
		감축량	-	2.3	1.9	1.6	1.3	1.3
		감축률	-	9.5%	7.8%	6.6%	5.5%	5.4%
	탈루 등	배출량	4.8	7.3				
		산림 흡수량	-	17.6	17.6	17.6	17.6	13.0

* '50년 감축량 및 감축률은 '17년 대비 기준

자료: 2050 저탄소 사회비전포럼 검토안

기후변화 국민 인식

- ✓ 많은 여론조사들에서 80% 이상이 기후위기가 심각하다고 응답
- ✓ 하지만 기후위기는 다른 사회경제정치적 사안에 비해 상대적으로 우선순위 낮음

	1년 안에	10년 안에	30년 안에
1위	경제성장	경제성장	저출산고령화
2위	실업	저출산고령화	기후변화
3위	저출산고령화	기후변화	경제성장
4위	빈부격차	실업	빈부격차
5위	남북관계	남북관계	남북관계
6위	이념갈등	빈부격차	실업
7위	기후변화, 남녀·세대갈등	이념갈등	이념갈등
		남녀·세대갈등	남녀·세대갈등

총선 후 기후위기 동향

6/5 : **모든 기초 지자체(226개)** 기후위기 비상선언

6/30 : **국회** 기후위기 비상 대응 촉구 결의안(한정애 의원 등 48인)

7/2 : **국회** 기후위기비상선언 결의안(김성환의원 등 109인)

7/7 : **모든 광역 지자체(17개)** 탄소중립 선언

7/8 : **국회** 탈탄소 사회로의 전환을 위한 기후위기대응 및 특별위원회 설치 결의안(강은미의원 등 12인)

7/14 : **정부 한국판 뉴딜 탄소중립 지향**

[세계일보, 2019.07.22]

2050 넷제로(순배출제로) 의미

1. 2017년 1차에너지 301백만Toe, 최종에너지 234백만Toe, 온실가스 709백만톤
 2. 2050년까지 에너지 소비를 줄이고(30~50%), 필요한 에너지는 재생에너지로 공급
 3. 2017년 **최종에너지 234백만Toe 중 50%를 절약**하면 117백만Toe = **1,360.71TWh**.
재생에너지 60%일 경우 70.2백만Toe = **816.426TWh**. 2017년 총전력생산량 **553TWh**
 4. 수출산업-탄소배출이 많은 철강, 석유화학, 시멘트, 내연기관차 산업 등은 저탄소 경쟁력 있는 산업으로 전환 불가피
 5. 에너지전환 산업 성장 – 에너지절약(히트펌프), 재생에너지, 에너지저장, 전기차 성장
 6. 정의로운 전환- 구조조정에 따른 피해 구제 및 차별화 극복
 7. 에너지 생산/유통/판매/소비 형태의 근본적 변화를 준비, 실행해야
- 사실상 불가능에 도전하는 셈. 발상의 근본적 변화 수반. 국민적 공감대가 핵심.

2050 넷제로 향한 부문별 정책과제

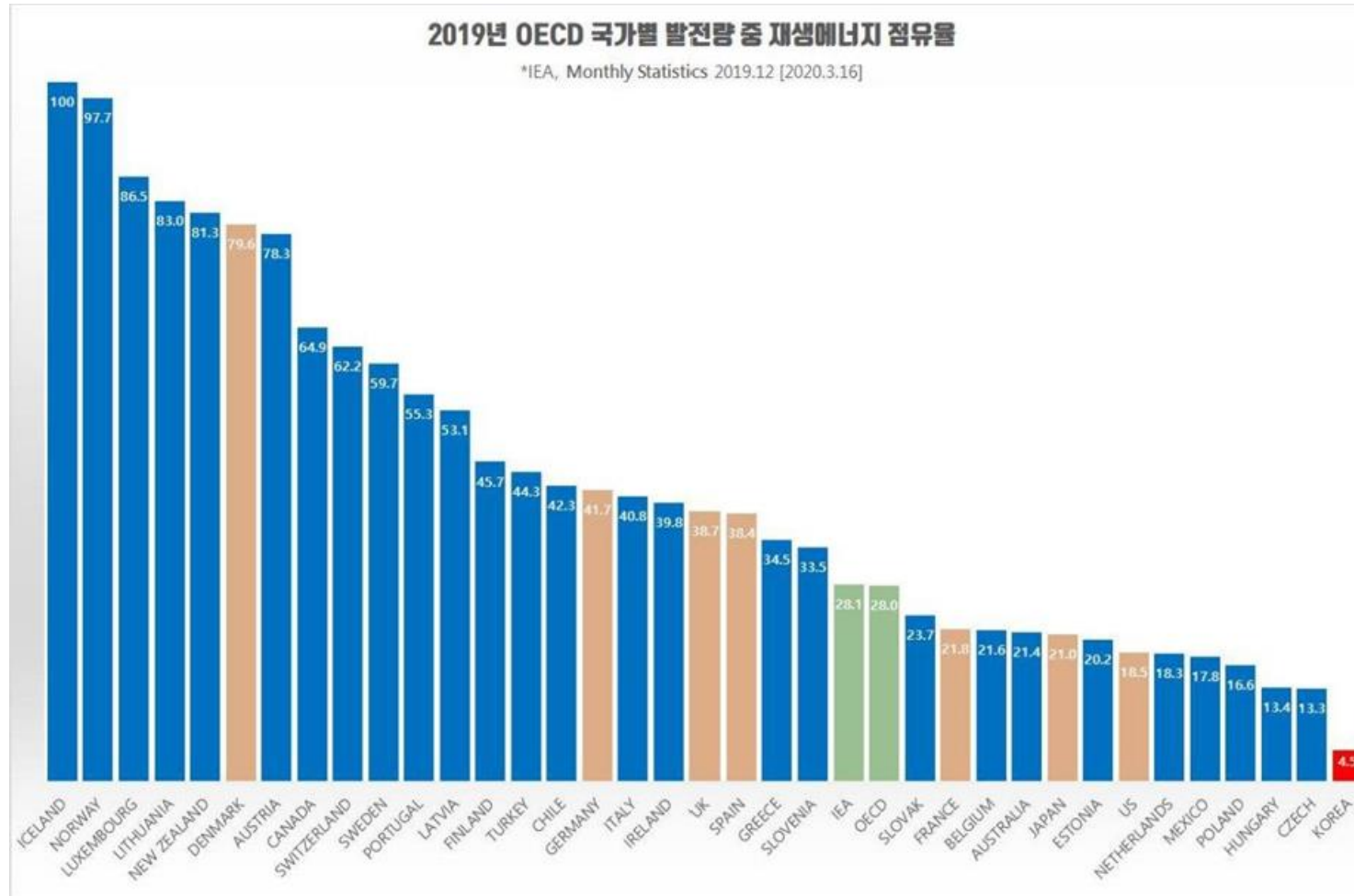
2019 에너지원별 발전설비용량 및 발전량

*Source : KEPCO, 전력통계속보 제494호

발 전 원	설비용량(MW)	설비비율(%)	발전량(GWh)	발전량 비율(%)
양 수	4,700	3.75	3,458	0.62
석탄(유, 무연탄)	37,003	29.52	227,403	40.45
유 류	3,864	3.08	4,158	0.74
LNG	39,550	31.56	143,803	25.58
원자력	23,250	18.55	145,910	25.95
기 타	912	0.73	1,845	0.33
수 력	1,808	1.44	2,776	0.49
태양광	10,505	8.38	11,688	2.08
풍 력	1,512	1.21	2,657	0.47
바이오	834	0.67	4,400	0.78
태양+풍력+바이오 소계	12,851	10.25	18,744	3.33
폐기물	267	0.21	7,934	1.41
기타 신재생(해양+매립+IGCC+연료전지)	1,132	0.90	6,209	1.10
신재생 소계	16,058	12.81	35,662	6.34
총 계	125,338	100.00	562,239	100.00

출처: 기후변화행동연구소

OECD국 재생에너지 비중과 우리나라 발전설비



우리나라 발전설비(2019, 한국에너지공단)

1. 원전: 23.25GW
2. 석탄: 37.0GW
3. LNG: 39.56GW
4. 태양광: 11,229MW(자가용포함)
5. 풍력: 1,452MW

건설 중 설비(2020.02.25)

1. 원전: 5.6GW
2. 석탄: 7.26GW
3. 가스복합: 5.68GW
4. 집단에너지: 3.0GW

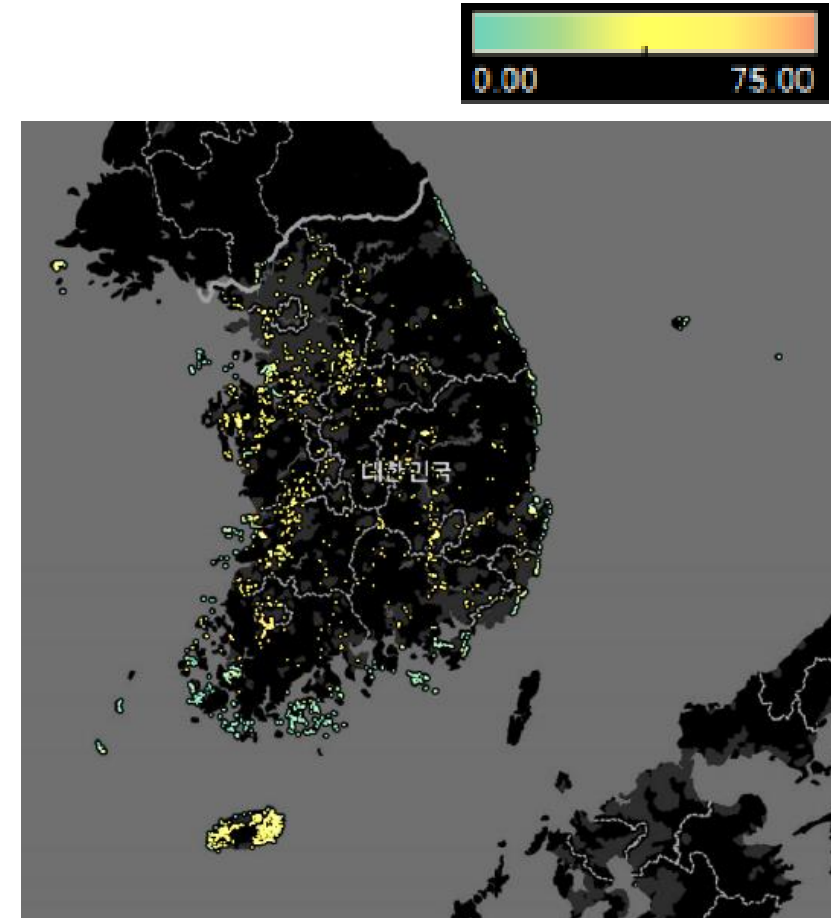
우리나라 재생에너지 발전 목표(안)

- ✓ 기준: IEA/IRENA, 2030년 온실가스 45%, 2050년 배출 제로
- ✓ REmap: 재생에너지화 - 전력 85%, 빌딩 77%, 산업 63%, 수송 58%
- ✓ 전력소비량 : '30년 기준 579.5TWh (계획기간('17 ~ '31년) 연평균 1.0% 증가 전망)
- ✓ 최대전력 : '30년(동계) 기준 100.5GW(계획기간('17 ~ '31년) 연평균 1.3% 증가 전망)

	2030년		2040년		2050년	
	시설용량	발전량	시설용량	발전량	시설용량	발전량
태양광	55GW	72.27TWh	140GW	184TWh	300GW	394.2TWh
풍력	20GW	48.18TWh	40GW	96TWh	100GW	240.9TWh
태양광 + 풍력	120.45TWh (총전력 600TWh의 20%)		280TWh (총전력 700TWh의 40%)		635.1TWh (총전력 800TWh의 79.4%)	

설치공간 · 경제성 : 태양광발전 300GW

1. 소요면적: 국토의 3%, 3000km²(1GW: 10km², 1kW: 10m²)
2. 설치 장소:
 - 도시 및 시설: 100GW(17,637km²의 5.6%),
 - 임야: 100GW(63,834km²의 1.6%),
 - 농지: 100GW(18,893km²의 5.3%)
3. 300GW발전량: $300 \times 1,314 \text{ GWh/y} = 394.2 \text{ TWh}$ ('50년 발전량의 49.2%)
1GW의 발전량: 1,314GWh/y(이용율 15%)
4. 토지 비용: 90조원, 3만원/m²
5. 태양광 시설비: 150.0조원, 50만원/kW (2030년에 현재의 1/2 가정)
6. 연간 태양광 발전 수입: 39.42조원($300 \text{ GW} \times 1,314 \text{ h} \times 100 \text{ 원}$)



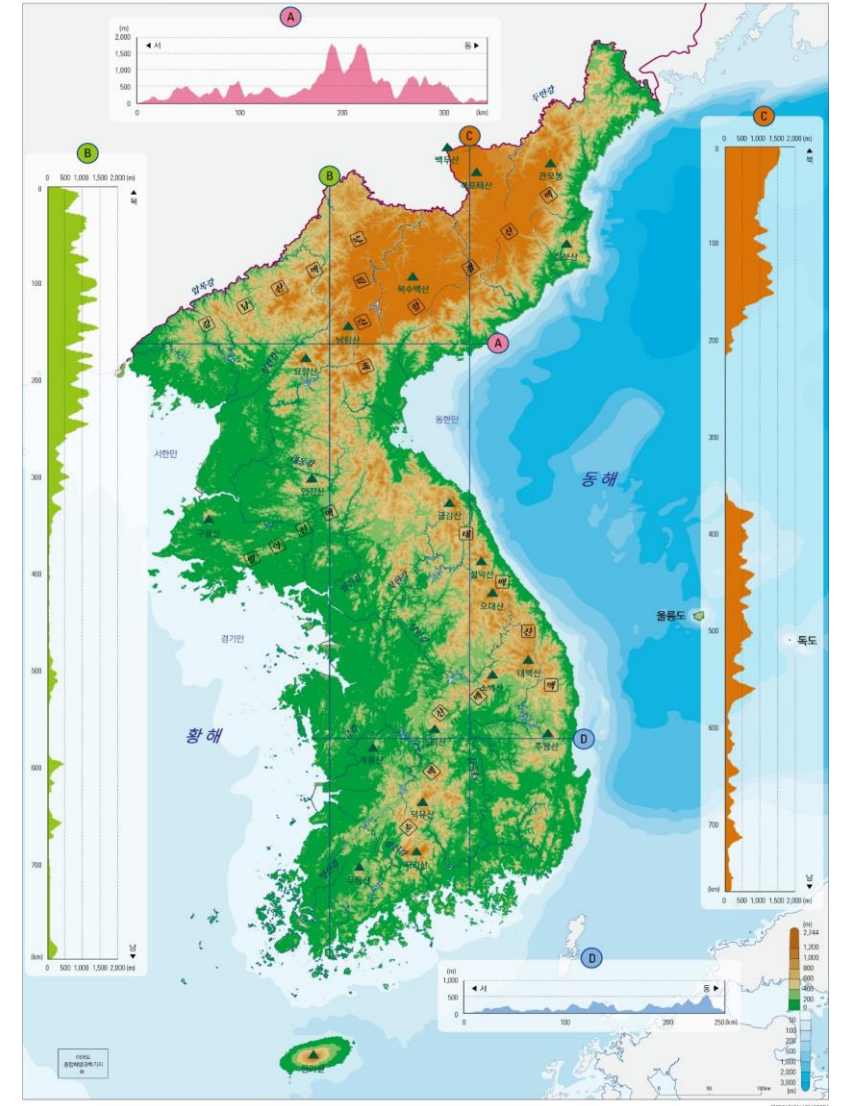
태양광에너지 시장잠재량(GWh)

자료: 2018신재생에너지백서(한국에너지공단, 2019)

설치공간 · 경제성 : 풍력발전 100GW

1. 저장 최소화를 위해 풍력발전 필수
2. 1GW 소요면적 : 30~50
(직경의 4~5배 이격, 3.3MW 날개 직경 140m)
3. 설치장소: 육상 30GW, 해상 70GW
 - 1) 백두대간 중 생태자연도 2등급 지역 설치
 - 2) 서남해안 평야에 설치(150m타워, 100m날개)
 - 3) 해상: 정부주도 계획, 송전선로 구축 뒤 입찰
4. 토지비용: 90~150조, 3만원/m²
5. 풍력설치비: 100~200조, 10억~20억/MW
6. 연간 풍력발전 수입: 24.09조
(이용율: 27.5%, 육상 20%, 해상 30%)

우리나라의 지형 및 지형 단면



안정성 : 유연성 자원 확보

- 기존 발전원의 유연성 확보(예, 가스복합의 터빈 단독운전 가능 여부)

- 수력발전: 10~20GW

양수발전 위주로 설치

산악 지형을 활용 양수발전 설치(독일은 평지): 수자원확보에 기여하며,

태양광발전이 중심인 전력체계에서 밤낮 운영으로 경제성 확보.

- 바이오발전: 국내 바이오자원 활용 최대한 발전자원화, 임산부산물, 농산부산물, 축산분뇨, 음식물쓰레기 등

- EV(100kwh) 1천만대 중 V2G에 10~20% 참여 시, 유연성 자원 50~100GWh(50kwh/EV)

- ESS: 600GWh(주파수, 전압, 피크저감, 밸런싱, 전력저장)

- DR: 20GW(냉난방, 냉동, 열저장, 히트펌프)

- 송전선 연결: 국내-재생에너지 연결 우선, 국외- 5~10GW (The Energiewende is Germany's largest postwar infrastructure project. It strengthens its economy and creates new jobs.)

전력부문 과제

보급목표 상향

- 2030년 재생에너지 전력 30%, 2040년 재생에너지전력 50%, 2050년 80~95%
- 국가 주도의 계획입지. 송전선로 건설과 민간의 발전소 건설, 운영 참여
- 전력산업구조개편, 에너지신산업(스마트그리드, DR, 프로슈머, RE100)

보급제도 개선

- 대규모 재생에너지(1MW 이상)는 경매 방식, 소규모(1MW 미만)는 발전차액지원제도 도입

입지계획

- 공공(국가/지자체) 재생에너지 입지계획 및 송배전 계획 수립
- 지자체의 에너지정책 역할 강화: 에너지 효율, 재생에너지 인허가

전력계통 유연성 확장

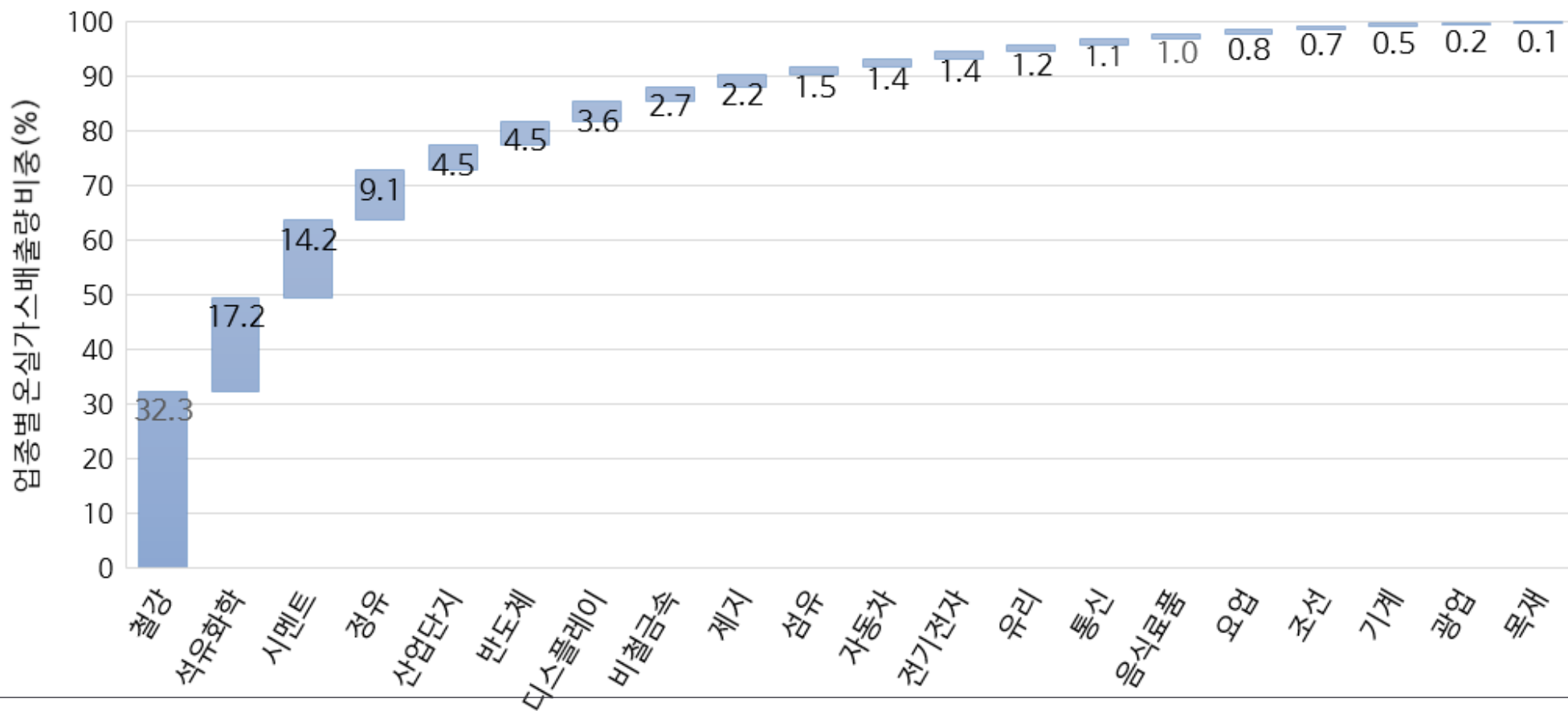
- 발전의 유연성 확대, 소비의 탄력성 확대, 전력계통 확장, 저장능력 확대

전력시장 구조개편

- 누구나 전력을 생산하고 판매할 수 있어야
- PPA, RE100, 프로슈머, V2G, DR, 스마트그리드

산업부문별 온실가스 배출현황

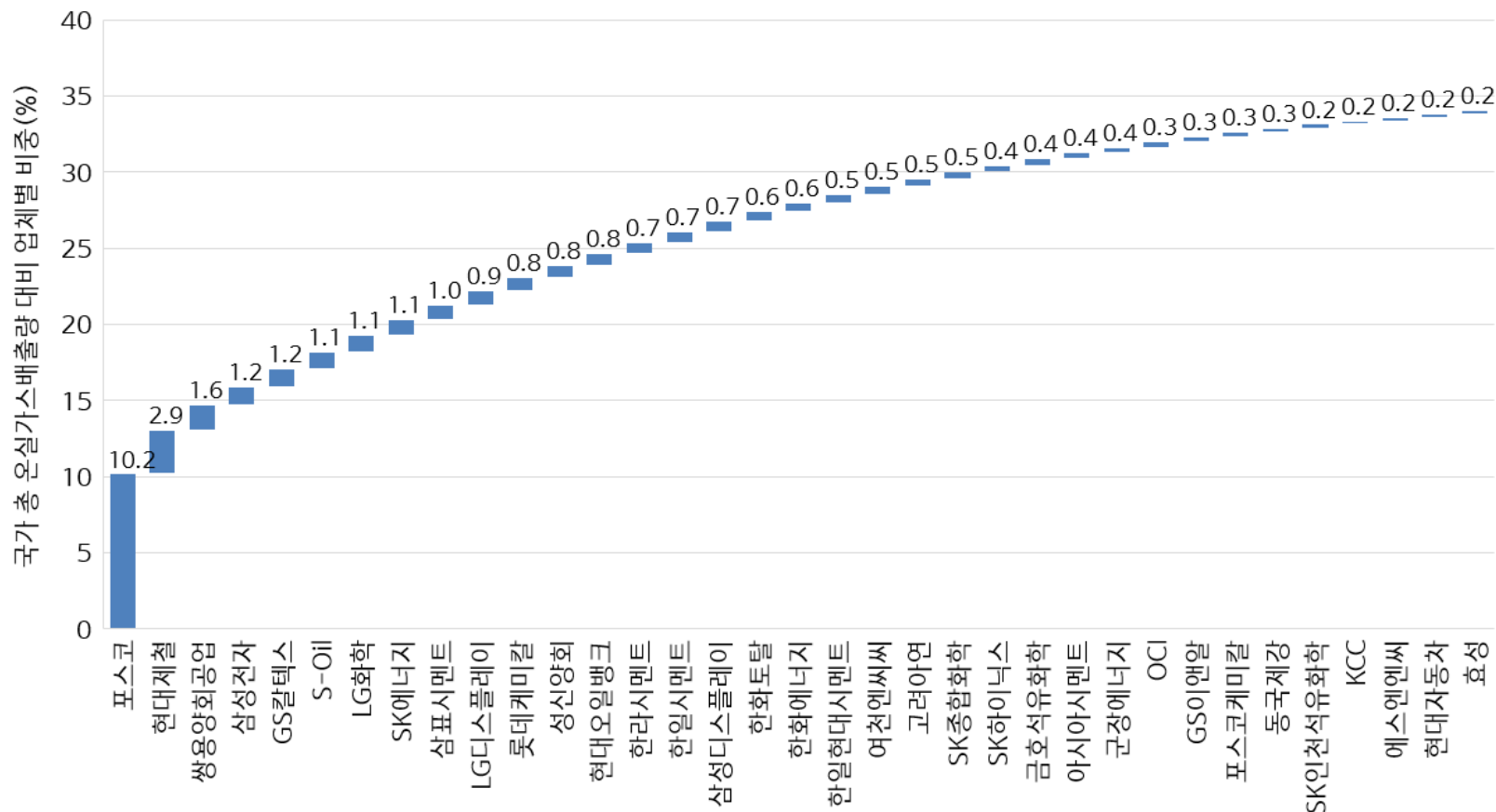
- 철강(32.3%), 석유화학(17.2%), 시멘트(14.2%), 정유(9.1%), 산업단지(4.5%), 반도체(4.5%) 순으로 높음
- 이들 6대 산업부문의 비중은 국가 총 배출량 대비 약 37%, 국가 산업부문 대비 약 68%, K-ETS 산업부문 할당업체 대비 82% 수준임



기업별 온실가스 배출현황

- 온실가스 다배출 상위 35개 기업의 배출량이 약 2억4천만톤으로 2017년 국가 총배출량 대비 약 34% 수준이며, 산업부문 총 배출량 대비 약 63%, K-ETS 할당업체 총 배출량 대비 약 76%임

(2015-2018년 평균)



산업부문의 온실가스 배출 주요 특징

온실가스 배출량의 지속 증가

- 👉 2000년부터 2017년까지 국가 최종에너지 소비는 연평균 2.7% 증가
- 👉 산업부문이 연평균 3.2% 증가한 것이 주요 원인임
 - * 상업(연 2.7% 상승), 수송(연 1.9% 상승), 가정(연 0.4% 상승)

특정 산업부문과 기업에 배출량 집중

- 👉 6개 산업부문의 온실가스 배출량 비중이 국가 총 배출량 대비 약 37%, 국가 산업부문 대비 약 68% 차지
 - * 철강, 석유화학, 시멘트, 정유, 산업단지, 반도체
- 👉 철강업체인 포스코와 현대제철 2개사의 배출 총량이 국가 총 배출량 대비 약 13%, 산업부문 총 배출량 대비 약 24% 차지
- 👉 다배출 상위 10개 기업의 배출 총량은 국가 총 배출량 대비 약 22%, 산업부문 총 배출량 대비 약 41% 차지
 - * 포스코, 현대제철, 쌍용양회공업, 삼성전자, 지에스칼텍스, S-Oil, 엘지화학, 에스케이에너지, 삼표시멘트, 엘지디스플레이

산업부문의 온실가스 배출 주요 특징

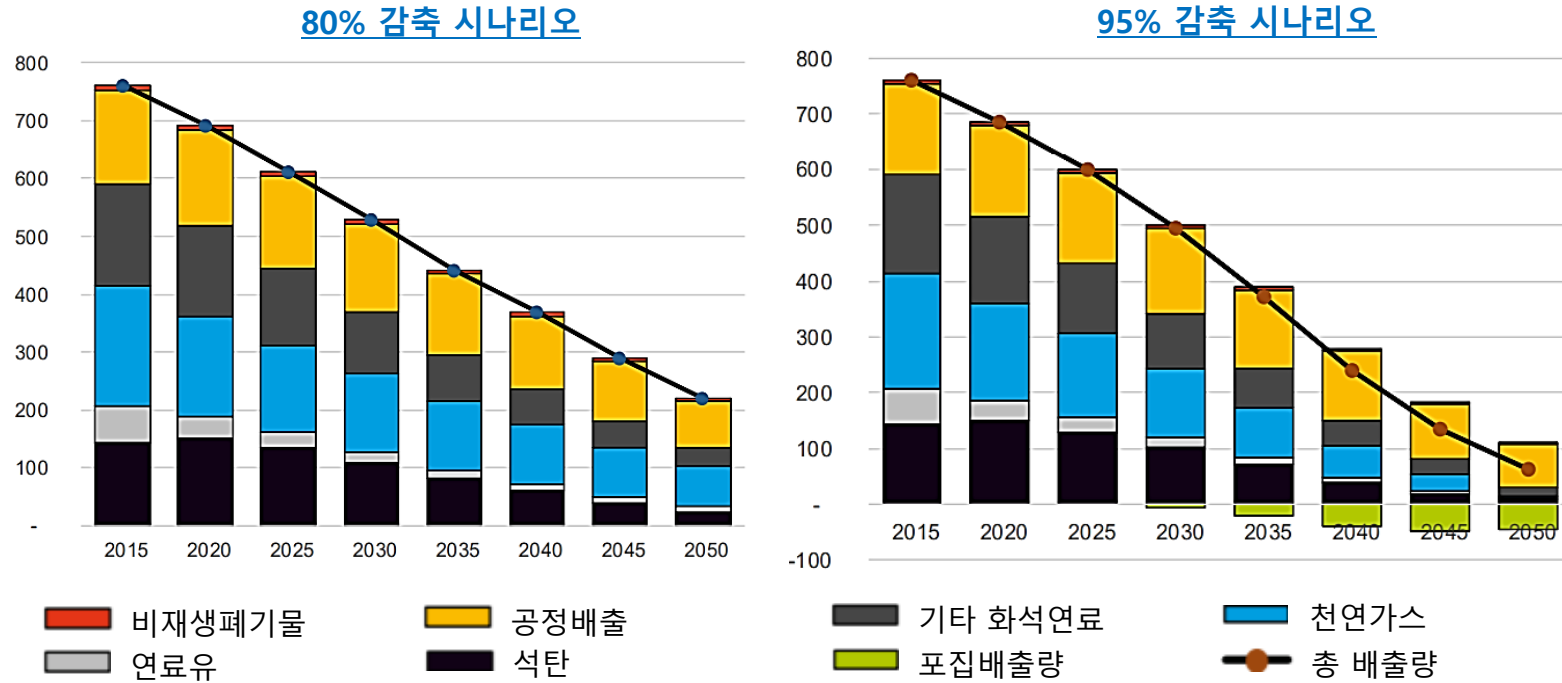
특정 배출활동 및 설비 사용에 집중

- 👉 온실가스배출량의 70% 이상이 에너지사용이며, 나머지의 대부분이 공정배출(약 26%)임
- 👉 에너지사용은 고정연소가 약 45%, 외부전기가 약 25%임
 - * 고정연소 연료원별 기준 부생가스(약 39%), 부생연료(약 25%), 석탄(약 22%), LNG(약 11%) 순임
- 👉 철강(약 41%), 시멘트(약 29%), 정유(약 12%), 반도체(약 5%), 디스플레이(약 4%) 업종이 전체 공정배출의 90% 이상 차지
 - * 철강업종은 포스코와 현대제철의 일관제철 공정배출이 약94%, 시멘트는 석회석 소성과정에서 대부분 발생
- 👉 2017년 기준 산업용 전동기, 팬, 펌프 등이 국가 전체 전력수요의 25% 이상을 차지

높은 원료용 비중

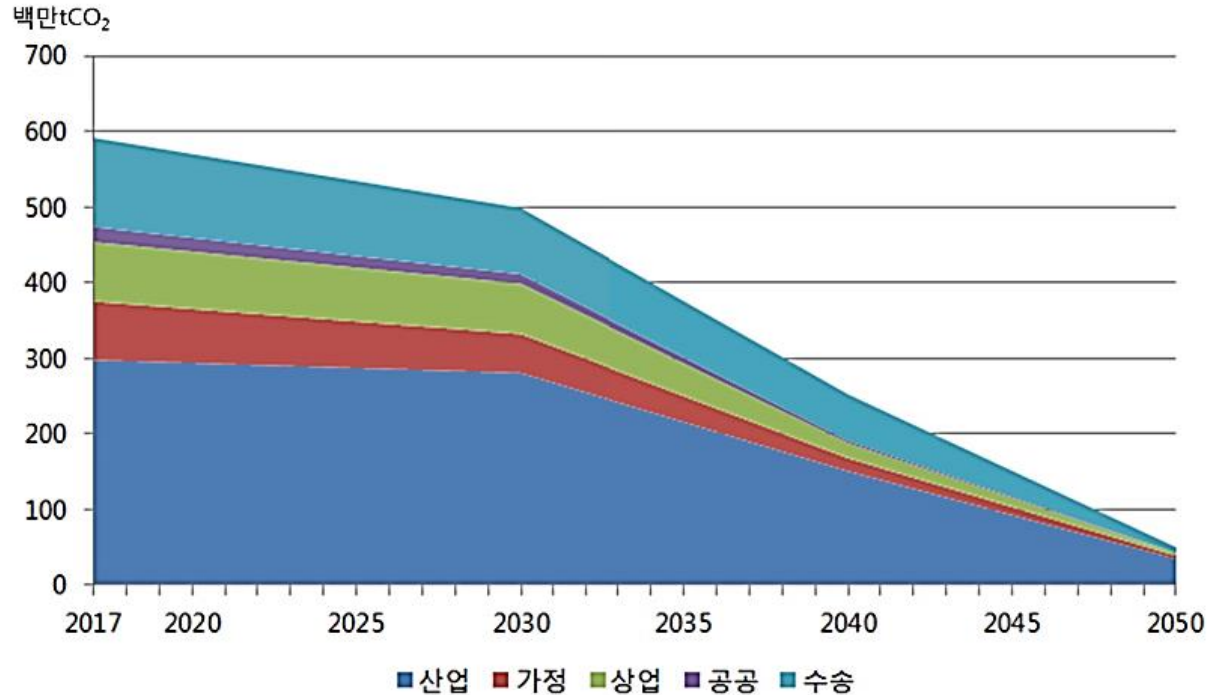
- 👉 국내 산업부문의 최종에너지 소비에서 원료용이 차지하는 비중은 2015년 기준 48.8% (cf. OECD 평균 29.5%)
- 👉 전체 석유 소비량의 53%가 납사 등 산업부문의 원료용으로 사용

해외 시나리오 – DG CLIMA (2019)*



- ICF와 Fraunhofer가 EU-28 산업부문을 대상으로 FORECAST 모델을 활용하여 2050 배출량 감축시나리오 제안
- 가장 강한 시나리오로 80% 감축안과 95% 감축안을 제시(하단 그림)
- 95% 감축 시나리오에서 철강은 (96%), 석유화학(91%), 시멘트(86%) 감축 전망
- 탄소비용은 2030년 100유로/톤, 2040년 200유로/톤 수준이 되어야 시나리오 달성

국내 시나리오 - 이창훈 외 (2019)



- 1.5°C 목표 달성을 위해 2050년 이산화탄소 배출량을 0으로 설정한 <심층 에너지전환> 시나리오 제시
- 산업부문에서는 2017년 298.2백만톤에서 2050년 34.7백만톤으로 **88.4%** 감축
- 주요 감축수단은 산업공정상 일반적으로 사용되는 저온 보일러 및 동력엔진용 연료를 재생에너지 기반의 전력으로 대체, 철강산업과 석유화학산업에서의 탈탄소화 방안 제시

출처: 이창훈 외 (2019), 지속가능발전과 에너지·산업전환: 기후변화 정책목표 1.5°C 대응을 중심으로, 경제·인문사회연구회 협동연구총서, p. 63

3대 다배출산업의 주요 감축방안

감축 방안	감축 수준 및 산업	산업별 잠재 감축률 및 적용 가능 기간		
		철강	시멘트	석유화학
순환성 강화 / 수요관리	원자재 사용 경감이 가능한 제품 설계, 재사용, 재활용률 제고 등	38% (2020-2050)	34% (2020-2050)	56%* * 전주기배출량 기준 (2020-2050)
에너지 효율	생산공정 효율화, 디지털 기술 적용 등	15% (2020-2050)	10% (2020-2050)	15%* * 제품배출량 기준 (2020-2050)
그린수소	철강과 화학 제조과정의 열원이나 환원제로 수소 사용	100%* (2040-2050) * 수소환원제철	100%* (2040-2050) * 수소 소성	100% 2040-2050 고온 및 원료
공정의 전기화	고온열 발생 등의 산업공정을 전기화	100%* (2045-2050) * 철광석 전기분해	50%* (2040-2050) * 소성공정	100%* * 제품배출량 기준 * 전기로 교체 (2040-2050)
바이오매스	열생산에 필요한 에너지원, 철강 환원제, 플라스틱 제품 원재료 등에 활용	100%* (2020-2040) * 전로, 순산소전로 공정	50% (2020-2050)	100%* * 제품배출량 기준 (2020-2050)

* 상단의 표는 Energy Transitions Committee (2018)의 Mission Possible 40-42페이지를 바탕으로 재구성한 것임.

산업부문 공통 · 부문별 감축방안 및 과제

공통

- RE100 선언을 통한 재생에너지 전기 사용 확대
👉 구매전력 탄소감축 & 부생수소, 개질수소를 그린수소로 대체
- 에너지효율향상, 3R 원칙(Reduce, Reuse, Recycle) 기반 순환경제로 전환
(연료/원료대체, 제품설계 및 공정개선 등)
- 배출권거래제, 탄소세 성격의 세제 등 탄소비용 지속 상승
- 저탄소, 순환경제형 사업부문 진출 & 산업구조로의 전환
👉 **우선과제로 전환&물리적 리스크의 정량적 평가 필요**

철강

- 기술혁신 - 수소직접환원철+전기로(DR H₂+EAF), 철강 재사용/재활용률 높이는 제련법 개발 및 적용, 천연가스 합성메탄가스로 대체
- 정책혁신 - 배출허용총량 지속적인 경감, 탄소집약도 높은 철강 사용에 대한 규제 신설, 공공 인프라 및 건물
- 기업혁신 - 수소직접환원철, 재사용/재활용 강화에 R&D 확대, 녹색철강 표준화에 적극 참여

산업부문 공통 · 부문별 감축방안 및 과제

시멘트

- 기술혁신 - 수소+전기 소성공정 개발 및 적용, 저탄소 시멘트와 콘크리트 등의 건축자재 개발
- 정책혁신 - 배출권거래제 목표 및 유상비율 강화, 공공 인프라 및 건물에 저탄소 시멘트 조달 의무화
- 기업혁신 - 소성공정에 수소나 재생전기로 교체

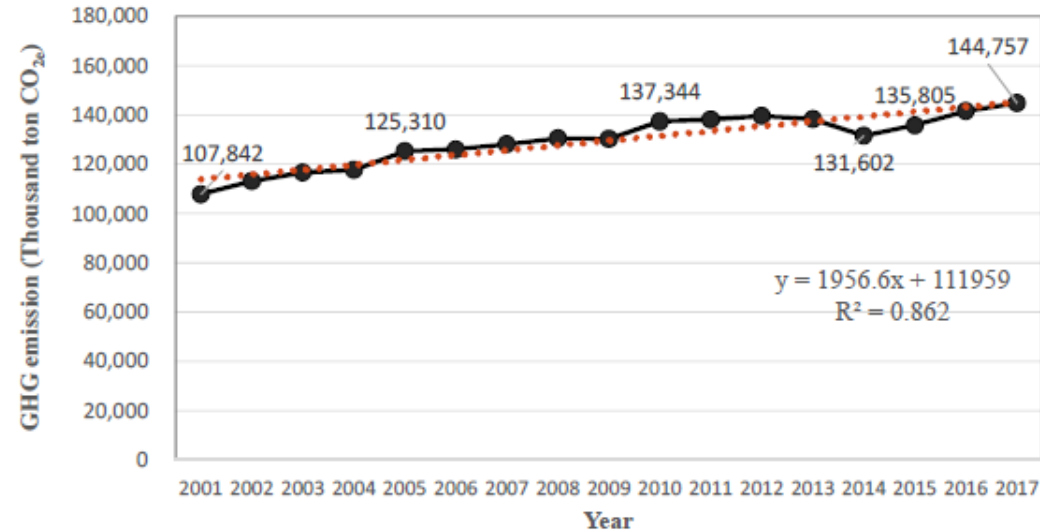
석유화학

- 기술혁신 - 고품질 다량 재활용 방식 개발 및 적용, 지속가능한 바이오 원재료 개발 및 적용(납사, 천연가스 대체) 그린수소 및 저탄소전기 기반 공정화
- 정책혁신 - 포장재, 생활가전 등에 저탄소기준 강화, 제품·포장재 재활용 및 생산자 책임제 강화
- 기업혁신 - 순환성 강화를 위한 밸류체인 전반의 협력 강화, 제품내 재활성 및 재활용 물질 감축 활동 강화

건물 부문 온실가스 배출 현황

- 2017년의 건물부문 온실가스 배출량은 144.7백만tCO_{2e}, 2001년~2017년 배출량 증가율은 약 2.0%로 꾸준히 증가

Annual GHG emission of building sector

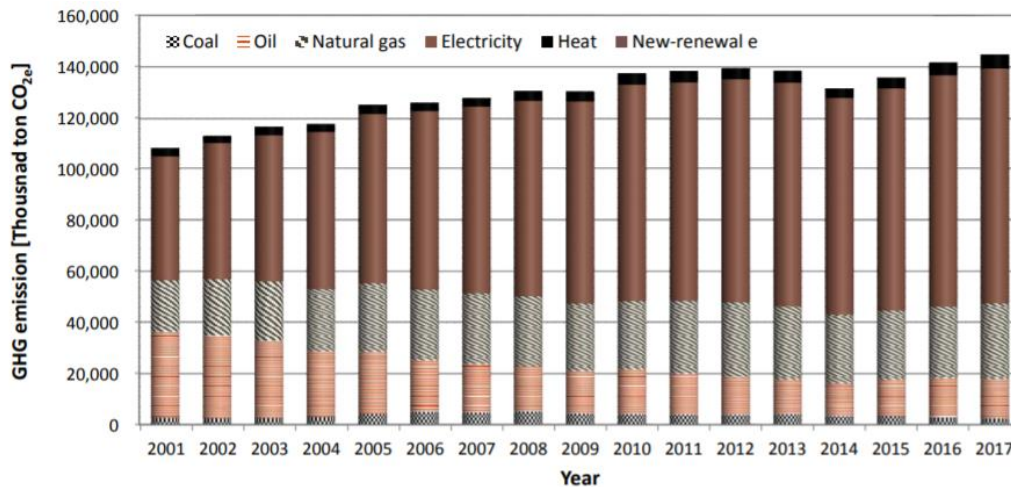


- 2015년 건물부문의 온실가스 배출량(CO_{2e})은 135.8백만tCO_{2e}으로 국가 전체 온실가스 총 배출량(692.9백만tCO_{2e}) 중 약 19.6%를 차지
 - 2015년 국가 에너지 총소비량 중 건물부문 37.0백만tCO_{2e} 으로, 17.8%를 차지하는 것과 비교하여 온실가스 비중이 높음
 - 이는 건축물에서 전력의 소비 비중이 43.3%로 타 에너지원에 비해 소비량이 높고 전력의 온실가스 배출계수가 다른 항목의 배출계수 보다 높기 때문

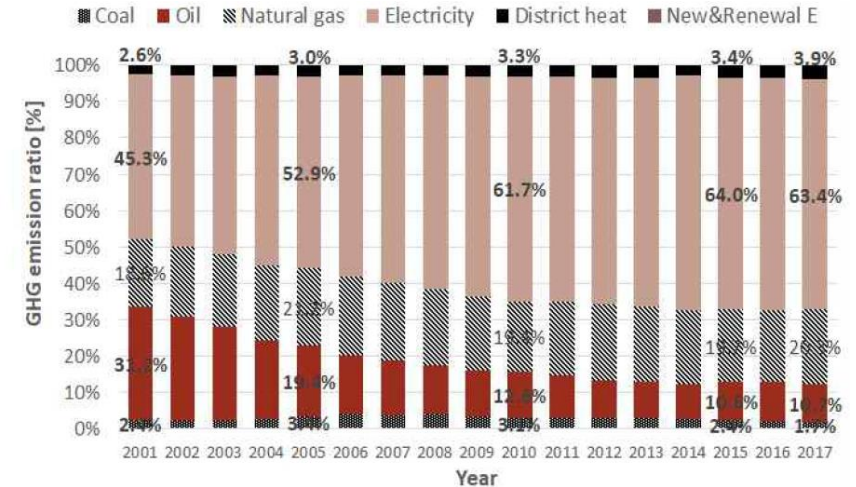
건물 부문 온실가스 배출 특징

- 간접배출량인 전력의 온실가스 배출이 차지하는 비중은 2001년 45.3%에서 2017년 63.4%로 크게 증가
- 반면 연료연소(석탄, 석유, 도시가스)에 의한 온실가스 직접 배출량은 2001년 56.2백만tCO_{2e}(52.1%)에서 2017년 47.3백만tCO_{2e}(32.7%)으로 사용량과 비중이 감소
 - 건물 내에서 직접적인 연료 에너지 사용에 의한 온실가스 배출량보다 전력 및 열에너지의 사용에 의한 간접적인 온실가스 배출량이 계속 증가
 - 건물부문의 온실가스 배출량은 국가 전력수급 기본계획 수립, 집단에너지 사업 추진과 전력의 생산을 위한 신재생 활용 등 에너지공급 관련 정책의 영향을 받음

Share of annual GHG emission by energy source in building sector



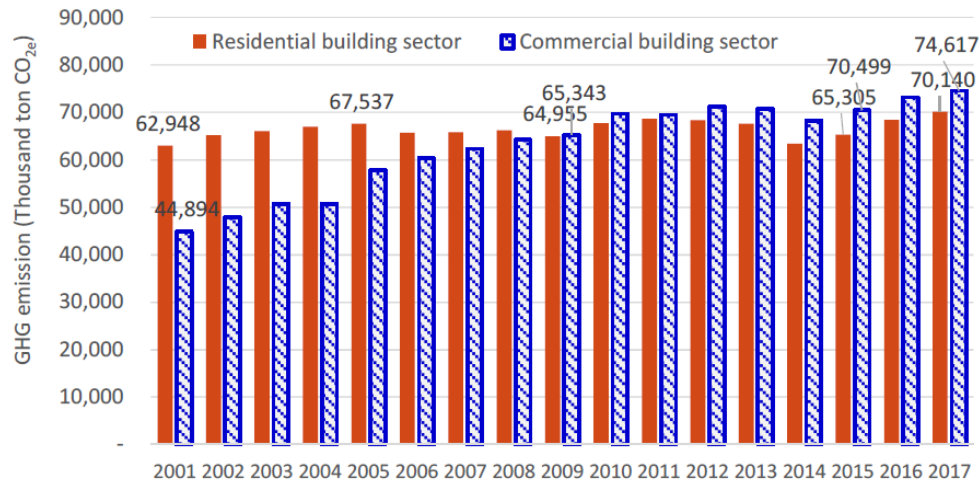
Ratio of annual GHG emission by energy source



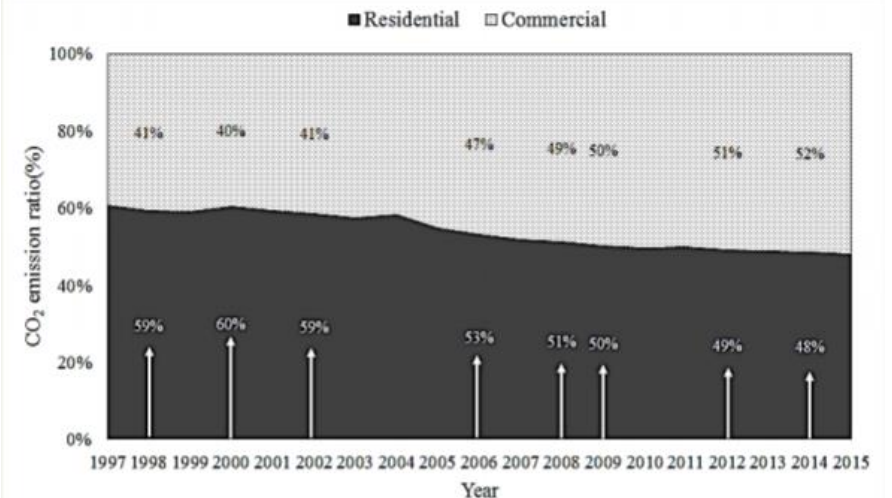
건물 부문 온실가스 배출 특징

- 2017년 건물부문 배출량은 주거 건물부문에서 70.1백만tCO₂e, 비주거(상업용) 건물부문에서 74.6백만tCO₂e으로 대략 총 144.7백만tCO₂e
- 가정부문의 온실가스 배출량은 2001년 대비 2017년까지 11.4% 증가, 상업부문 배출량은 약 66.2% 증가
- 상업용 건축물에서 에너지소비가 주택 등 주거 건축물보다 에너지 소비량이 크게 증가하고 있으며 상업용 건축물내에서는 타 에너지원보다 온실가스 배출계수가 높은 전력의 소비가 크게 증가
- 서울시는 전체 온실가스 배출량 중 건축물 분야가 64%를 차지

Comparison of GHG emission in residential and commercial building sector



Ratio of annual GHG emission



2050 건물 부문 넷제로 달성 핵심 과제

✓ 신규 건축물 제로에너지화 이행 달성을 위한 정책-기술-제도 강화

❖ 패시브-액티브-시스템 기술 융합

- 에너지 절약형 건물의 통합설계 (IDP, Integrated Design Process), 건축물 녹화 및 친환경 건축설계 포함
- 신규 도시 내 건축물 설계 단계부터 경도/위도, 풍속/풍향, 일사량/채광 등을 고려하여 설계
- BiPV(건물일체형태양광발전), BiWP(건물일체형풍력발전) 등 건물일체형재생에너지 및 ESS 설치
- 태양광 및 풍력 발전
- 차세대 바이오매스 난방/급탕기기, 천연냉매 사용
- AI 기반 스마트에너지관리시스템을 건물 설계 단계부터 고려
- 상업용 건물의 Intelligent Digital Building 구현으로 건물 내 사람이동 및 시설/시스템/기기 등 에너지 사용 최소화 및 최적화 도모

✓ 기존 상업용 건축물의 그린리모델링 및 제로에너지화 유도를 위해 포괄적인 정책-기술-제도 수립

- 인센티브와 규제 동시 적용
- 건축물의 용도별, 규모별, 기술별로 에너지 효율 향상 및 온실가스 감축 효과 평가 표준 수립
- 기존 건축물 에너지·온실가스 빅데이터화

2050 건물 부문 넷제로 달성 핵심 과제

- ✓ **에너지네트워크 관점에서의 건물에너지·온실가스 계획 수립 및 대응**
 - 전기화(Electrification), 신재생에너지, 집단에너지, 히트펌프, 그린수소 (P2G, Power-to-Gas), 스마트그리드 등
 - 폐열 활용, 열에너지 저장
- ✓ **고효율 기기/시스템 R&D 개발-실증 확대-수요 확대 유도를 위한 정책 지원**
 - 고효율 난방 · 환기 · 공기조절 시스템 (eHVAC 시스템)
 - 고효율 건물 외피 (HPE, High Performance Building Envelope), 고효율 단열재
 - 고효율 창호, 가전기기, 조명

수송부문 온실가스 배출 특징

(단위 : 백만톤CO2eq.)

구분	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
수송	35.5	64.7	69.9	81.8	85.4	94.2	98.8	98.3
민간항공	0.8	1.3	1.4	1.0	1.1	1.5	1.7	1.7
도로수송	30.9	58.5	64.5	76.9	81.1	90.1	94.6	94.3
철도	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.3	0.3
해운	2.4	3.6	2.8	2.8	2.3	1.6	1.4	1.3
기타수송	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	0.8

- 1990년 대비 2017년 수송부문 온실가스 배출량 62.8백만톤 증가(276.9% ↑)
- 도로수송 비중(약 96%)이 압도적으로 높고 63.4백만톤 증가(305.1% ↑)로 온실가스 배출량 증가를 주도
- 2017년의 경우 2016년에 비해 50만톤 감소(도로수송 부문 30만톤 감소)
⇒ 국제유가 변화가 상승기조 전환에 따른 소비량 변화로 추정

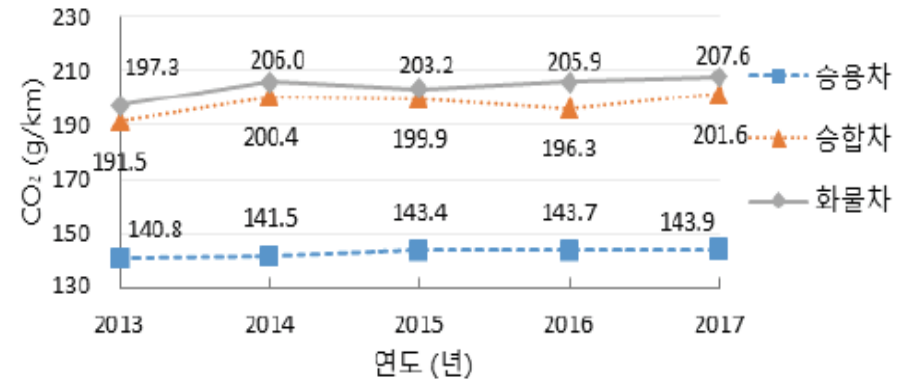
자료출처 : 국가온실가스인벤토리(1990~2017)

자동차 평균배출량 규제 목표와 배출 현황

구분		내용					
신규자동차 평균연비 기준 출처		- '자동차 평균에너지소비효율기준·온실가스 배출허용기준 및 기준의 적용·관리 등에 관한 고시' 별표1					
신규자동차 평균연비 기준	구분	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년
	평균연비(km/L)	17	18.6	19.2	19.6	21.4	24.3
	온실가스배출 (g/km)	140	127	123	120	110	97

< 자동차 종류별 평균CO₂ 배출량 (단위: g/km) >

구분	2013년		2014년		2015년		2016년		2017년	
	도심	복합	도심	복합	도심	복합	도심	복합	도심	복합
승용차 계	164.9	140.8	165.1	141.5	166.8	143.4	166.3	143.7	165.8	143.9
(일반형)	160.6	136.6	160.7	137.1	161.4	137.7	162.8	139.1	162.9	140.2
다목적형	177.0	153.8	174.6	151.3	175.4	153.0	173.1	152.2	177.4	155.8
(기타형)	-	-	206.8	179.4	194.9	169.5	171.4	151.0	170.1	150.4
승합차	221.9	191.5	232.0	200.4	230.4	199.9	225.0	196.3	231.5	201.6
화물차	212.8	197.3	224.9	206.0	220.4	203.2	222.6	205.9	224.5	207.6
전체	172.7	149.4	173.3	150.0	173.9	150.9	173.1	150.9	172.9	151.4

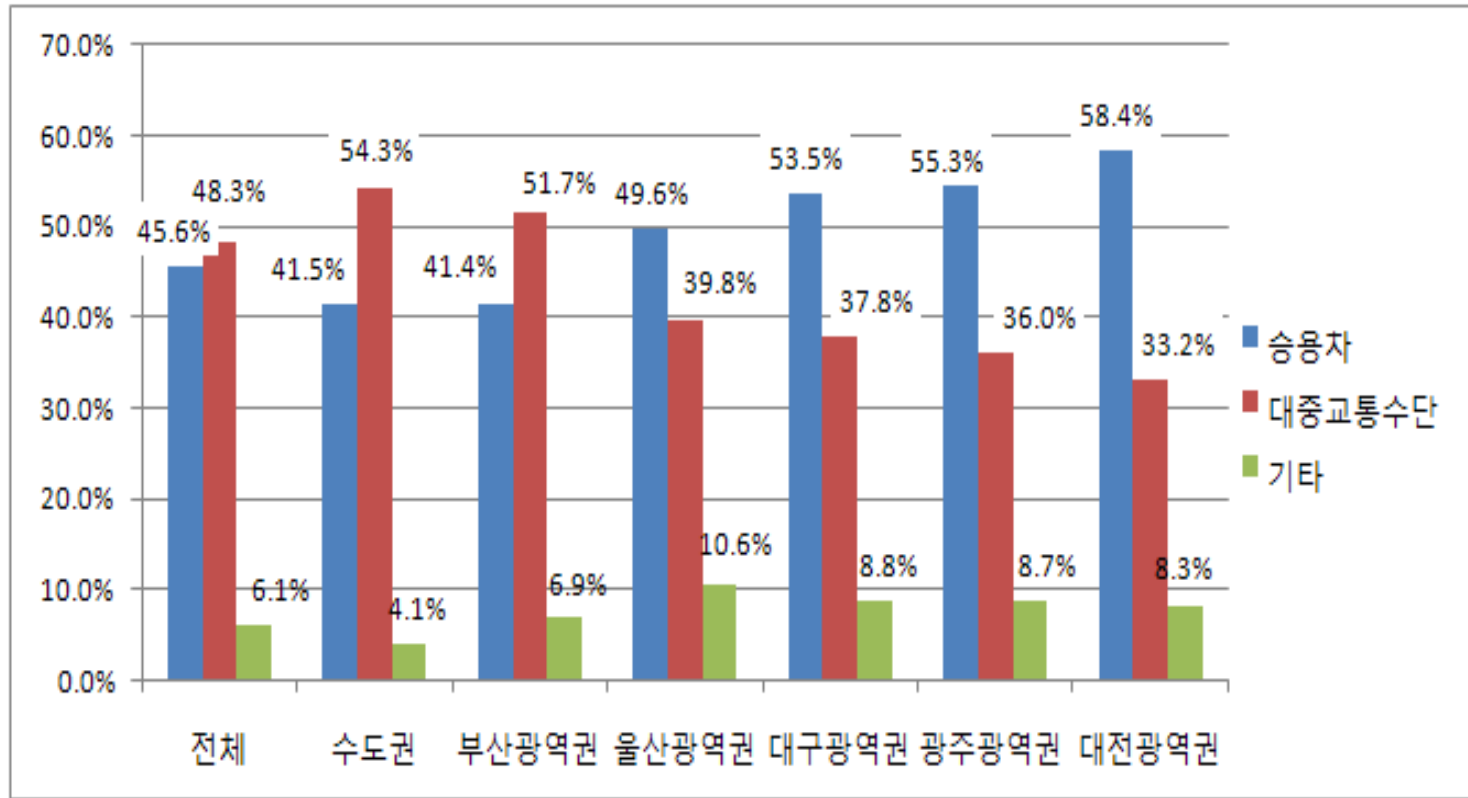


주: 복합모드 기준

- 2015년 이후 지속적으로 평균배출량 증가, '20년 97 g/Km (승용차) 달성 미지수
- 친환경차협력금(저탄소차협력금), 친환경차의무판매제 등 규제 달성을 위한 정책수단 미흡
- 중, 대형 승합 및 화물차에 대한 평균배출량 목표 제시 및 관리 정책 필수

자료 : 한국에너지공단

광역권 대중교통 수단분담율 현황



- 서울 수도권 및 부산광역권을 제외하면 승용차 이용이 압도적인 상황
⇒ **교통수요관리 정책의 부재 및 실패가 주요 원인**
- 대중교통 인프라 확충과 승용차 억제 정책의 종합적으로 추진 필요

자료 : 국토교통부(2010)

수송부문 과제1. 친환경차 및 저탄소차 전환을 위한 로드맵 마련

- 규제는 없고 인센티브(보조금)에 의존한 친환경차 보급정책 추진의 분명한 한계
 - 미래자동차 시장구조 등을 고려한 친환경차 보급계획 및 내연기관차 감축 로드맵
- ⇒ 저탄소차협력금(Bonus-Malus)등 친환경 자동차 세제(Green Tax) 및 친환경차 의무판매제 강화

주요국가 친환경차 전환로드맵 현황

국가	발표일	목표년도	해당 범위
내연기관 차량 판매 금지 년도 설정 국가			
중국	2017년	2040년	신차 판매
코스타리카	2018년	2021년	모든 차량
덴마크	2019년	2030년	신차 판매
프랑스	2017년	2040년	신차 판매
인도	2017년	2030년	신차 판매
아일랜드	2018년	2030년	신차 판매
이스라엘	2018년	2030년	수입차
네덜란드	2017년	2030년	신차 판매
노르웨이	2017년	2025년	신차 판매
영국	2017년	2040년 영국랜드, 웨일즈, 북 아일랜드 2032년 스코틀랜드	신차 판매
스웨덴	2018년	2030년	신차 판매
내연기관 차량 판매 금지 년도 검토 국가			
독일	입법 논의 중	2030년	신차 판매
ZEV(무공해차) 의무판매제 도입 국가			
중국	2019년 기준	판매량의 최소 10% 의무판매	
미국 (캘리포니아주 포함 10개주)	2018년 기준	판매량의 최소 4.5% 의무 판매 (연간 2.5%씩 증가로 2025년 22% 예정)	
한국	2020년	저공해차 보급목표제 시행예정 (6월 중 세부추진방안 마련)	

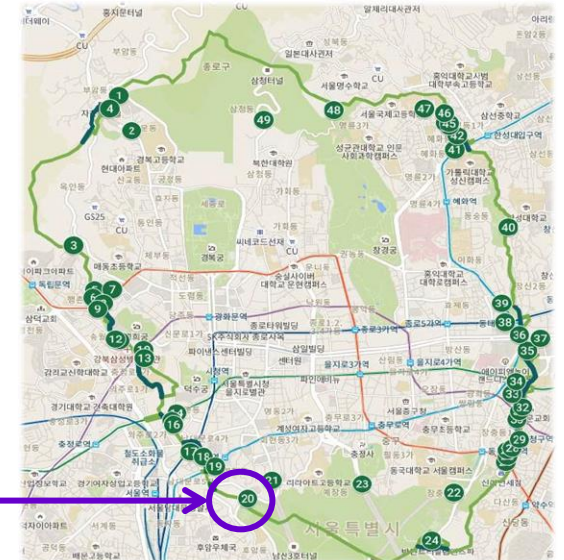
서울시 녹색교통지역(LEZ) 시행사례



- 단속시스템 : 자동차통행관리시스템 활용
 - 설치지점 : 녹색교통지역 경계도로에 설치(48개)
 - 단속방법 : 번호판 자동인식을 통해 5등급 차량 단속



48개 지점별로 차로 영상촬영장치(ANPR),
모니터링카메라(CCTV), 도로전광표지판(VMS),
안내표지판 등 설치



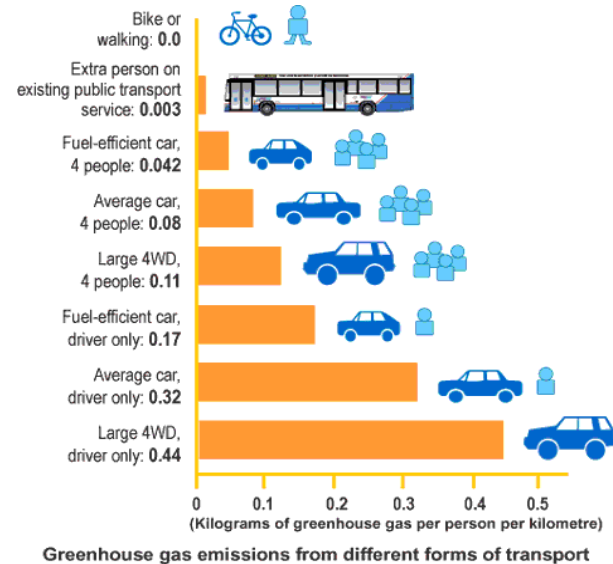
수송부문 과제2. 대중교통 및 녹색교통 수단 중심의 교통 정책으로의 전환

- 승용차 중심, 시설공급 및 속도향상 중심에서 보행 및 녹색교통 활성화 중심으로 패러다임 전환
 - 교통수요관리, 대중교통, 보행, 자전거 등 파편화 되어있던 정책에서 유기적이고 종합적인 대책으로 전환
- ⇒ 대중교통전용지구 보행자전용지구 확대 및 통행속도 하향 추진

서울시 버스중앙차로(BRT)시행 전후 비교



교통수단별 온실가스 배출량 원단위 및
지속가능 교통체계 구축을 위한 정책우선 순위 예시



수송부문 과제3. 시민참여 및 참여 거버넌스 확대를 통한 장기저탄소발전전략 모색

- 수송부문 온실가스 감축을 위해서는 민간의 자발적, 적극적 참여 및 실천 필수 요소
- 미래자동차 시장구조 대응을 위한 산업전환 등 수송부문 그린뉴딜 모델 개발 및 추진
- ⇒ **시민참여 확대, 미래산업 대응을 위한 섹터커플링 및 거버넌스 체계 구축**



시민참여형 프로그램 및 Car Free Day Seoul Campaign 사례

- **‘걷자’ 페스티벌**
 - 무엇이 중요한 지 함께 느끼고,
 - 어떻게 가능한 지도 확인해야
- **보행워크샵**
 - 보행환경에 대한 관심 유발
 - 일반시민들이 개선이슈에 참여
- **보행공모전**
 - 개선이슈에 참여
 - 일반시민들이 보행환경개선에 참여
- **Bike Eco Mileage (APP)**
 - 2011 시작. 현재 약 25,000명 가입
- **지속가능교통 기술**
 - 자전거마일리지와 ITS
 - 대중교통마일리지와 ITS
 - 보행마일리지와 ITS
 - SNS커뮤니티와 BIS,BMS

2050 넷제로를 위한 과제

“ 최근의 기후변화는 지구촌 구성원 모두의 비상대응을 요구하는 상황 ”

1. <국민적 공감대> **국민적 동의** 속에 에너지전환의 깊이와 속도를 획기적으로 높여야 함.
2. <실현방안> 화석연료, 원전을 대체하는 **절약/재생에너지 공급 구체적 실현 방안** 필요
3. <시장개편> 전력/가스/열 시장 개편, 전력판매시장 개방, **에너지가격/세제의 개편** 필수,
4. <관련 입법> **에너지전환법, 탄소세법** 필요, 보급 관련 개별법 정비 필요
5. <수송, 건물> **수송의 내연기관판매금지, 건물 에너지사용총량제** 등 필요
6. <**산업구조개편**> '저탄소 순환경제에 기반한 산업구조 개편'.
7. <국토이용> 재생에너지 대량보급을 위해 국가차원의 **국토이용계획 근본적 재검토** 필요.
8. <정의로운 전환> 절약, 재생에너지산업을 육성하여 **일자리 창출, 에너지복지**로 연결
9. <거버넌스> 에너지전환을 국정 최우선과제로 정립하고, **범정부적인 협조체제 구축**해야

A landscape photograph showing a field of solar panels in the foreground, with several wind turbines visible in the distance under a sunset sky. The sun is low on the horizon, casting a warm glow. The text "Thank you 😊" is overlaid in the center.

Thank you 😊