
탄소중립 : 의의, 방향, 과제

2021.01.12

이창훈

에너지전환 청년 프런티어 2기



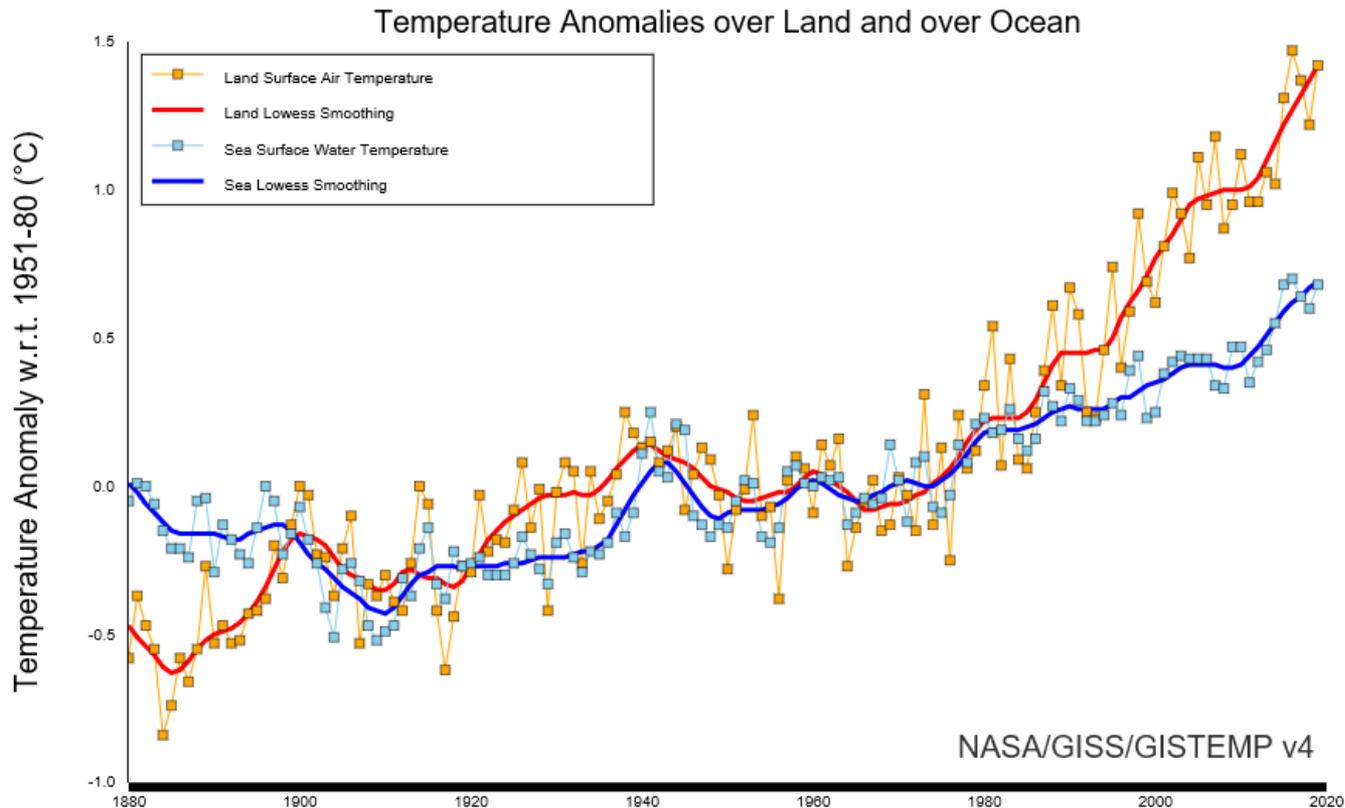
목 차

1. 기후변화 현황
2. 탄소중립 : 국제사회 목표 및 노력
3. 탄소중립 : 에너지전환 시나리오
4. 탄소중립 : 우선추진과제



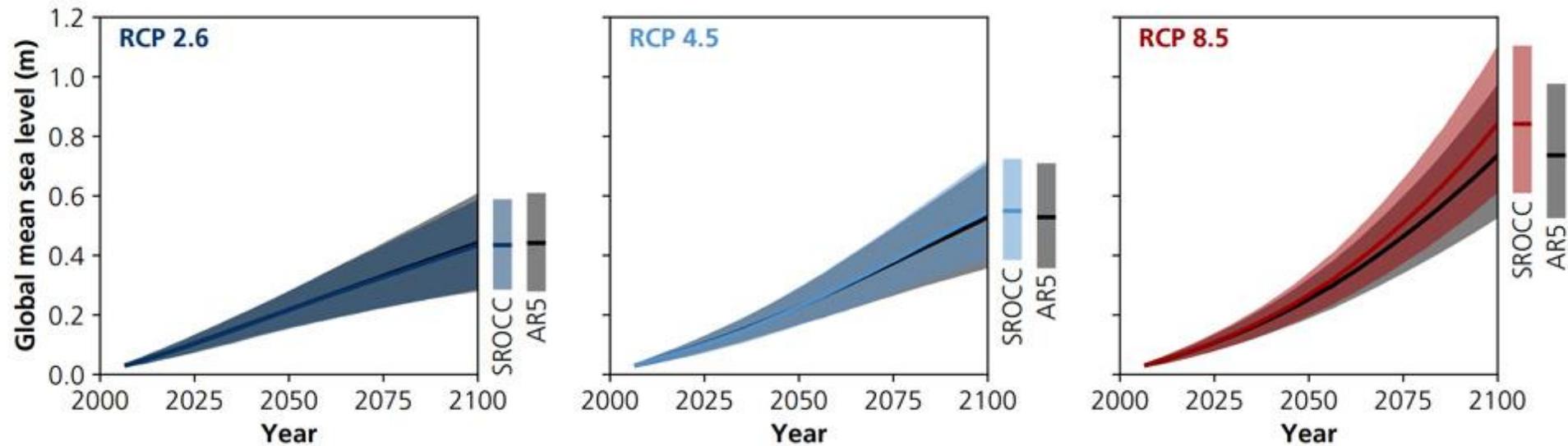
지구온난화 가속화

- 2019 : 근대 기상관측 이래 2번째 더운 해. 산업화 이전 대비(1880-1920년 평균) 1.25°C 상승
- 2014~2019 : 기상관측 이래 가장 더운 6년



해수면 상승

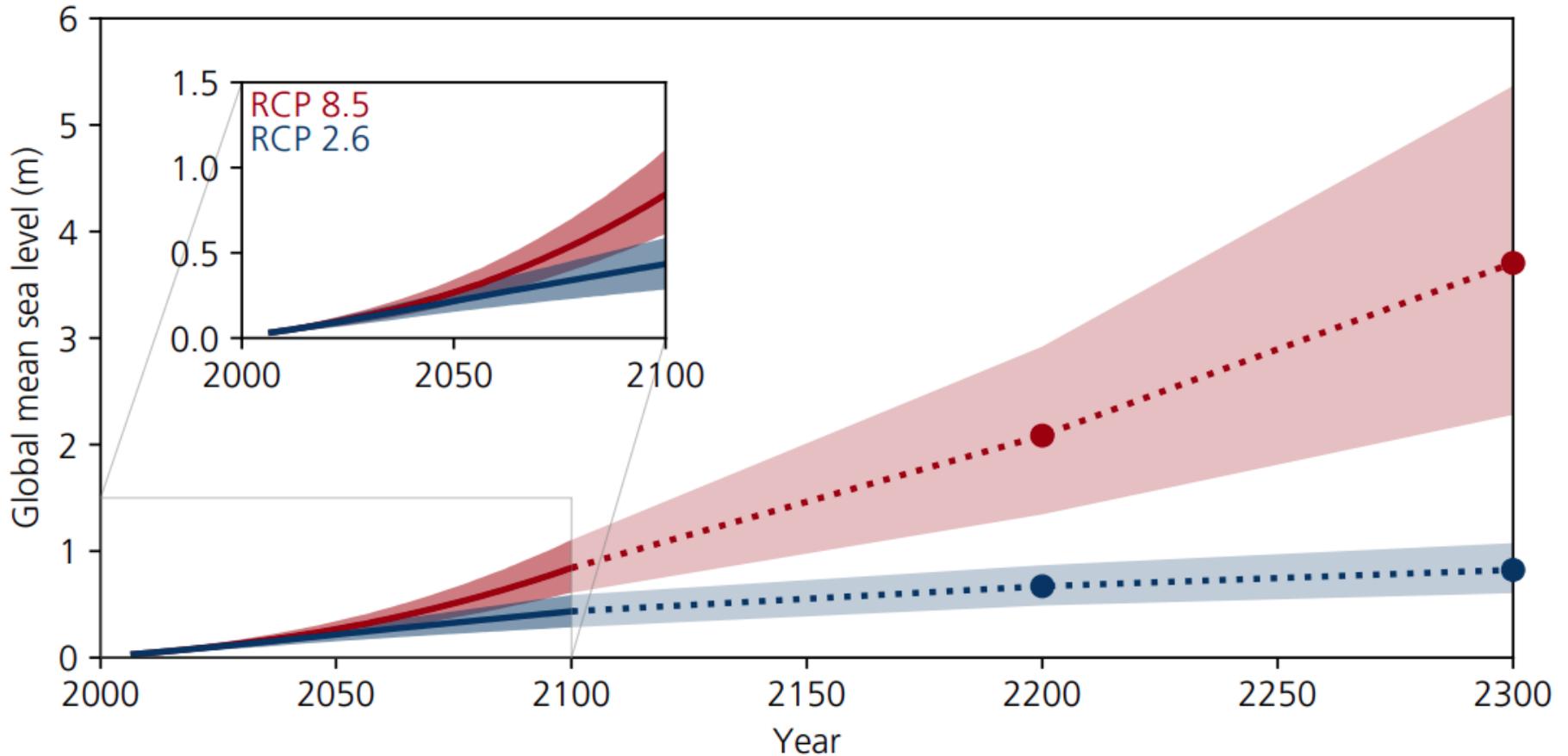
- IPCC Special Report Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (2019.9)



출처: Carbon Brief, <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-climate-change-is-accelerating-sea-level-rise>

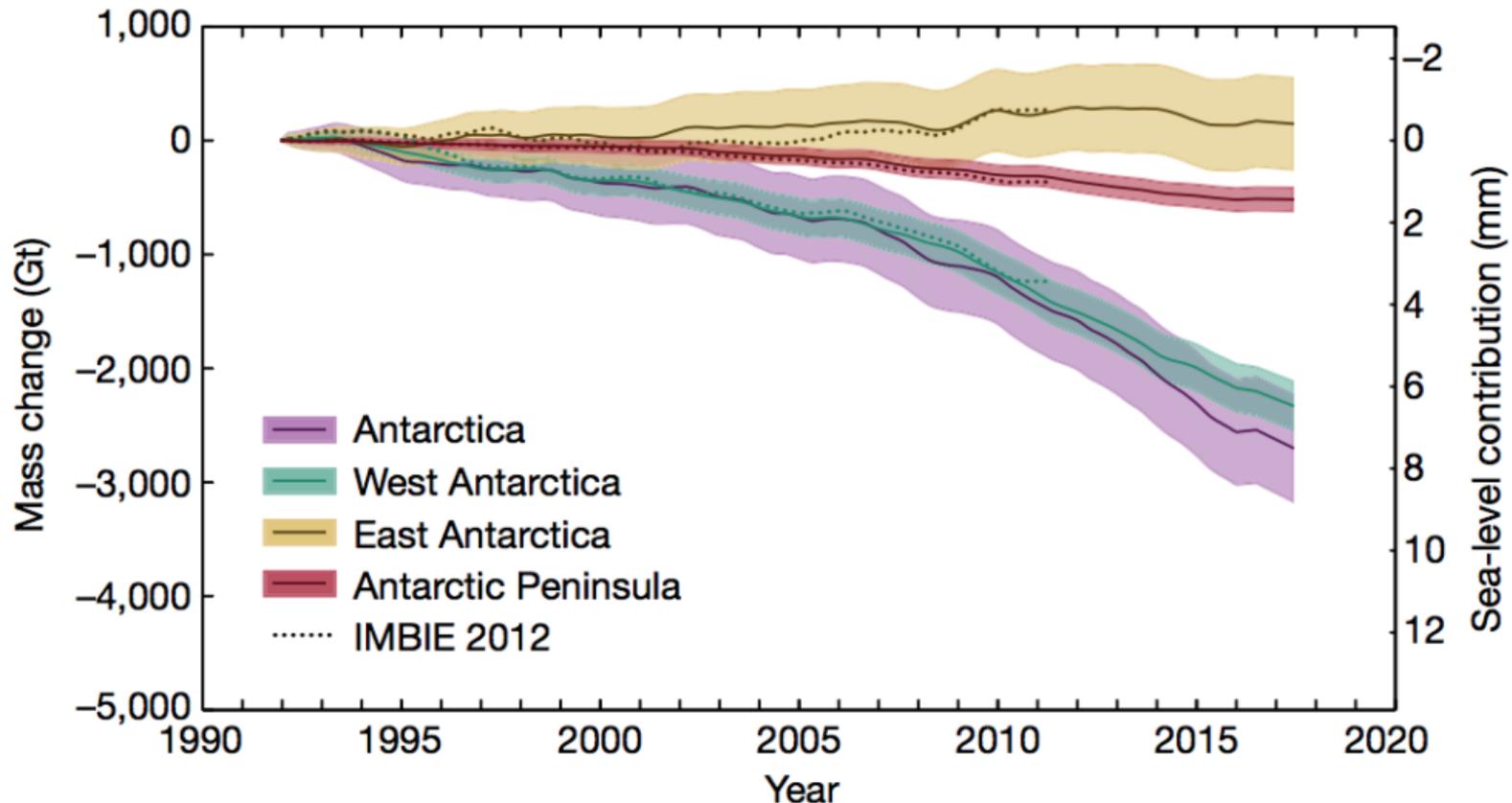
해수면 상승

- 해수면 상승은 2100 이후에도 수천년간 지속



극지 빙하 감소

- 남극대륙 빙상 질량 감소속도 : 1992-1997년 대비 2012-2017 4배 상승
- 남극대륙 빙상이 모두 녹으면 지구 해수면은 58m 상승

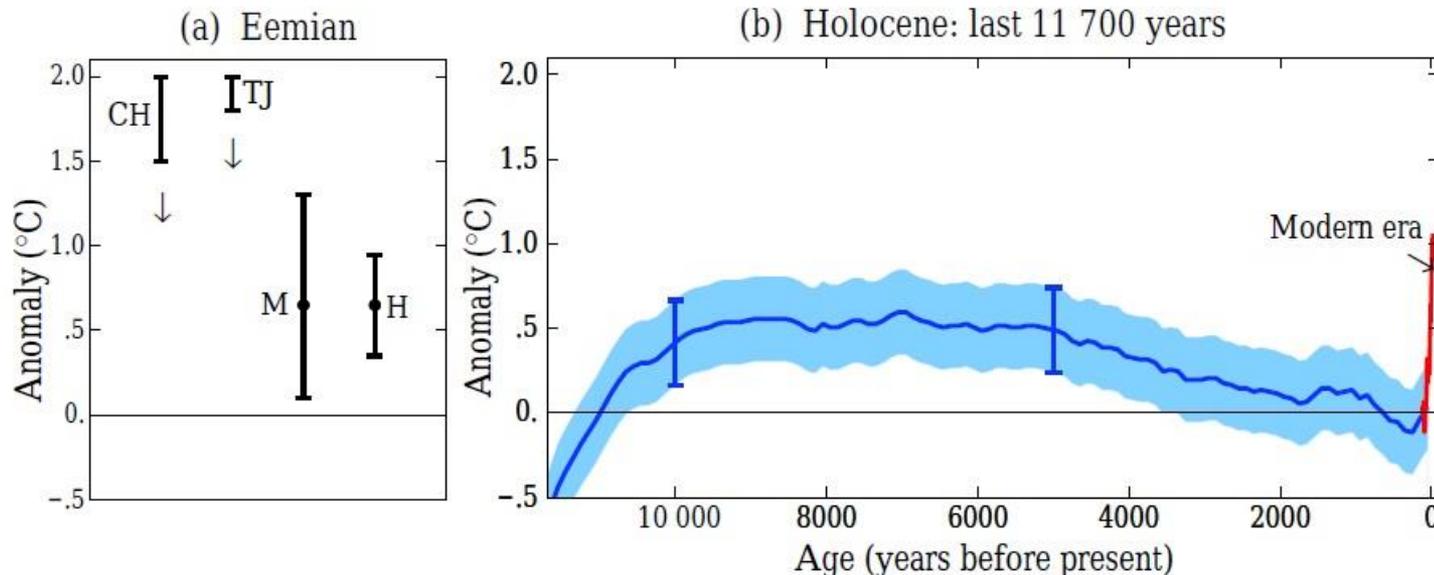


국가별 온실가스 배출량

국가	배출량 (MtCO ₂ e) LULUCF 포함	순위	1인당 배출량 (tCO ₂ e)	순위	GDP당배출량 (tCO ₂ e/ 백만USD)	순위	1850-2014 CO ₂ 누적배출량 (MtCO ₂)	순위
중국	11,601	1	9	54	666	60	168,762	2
미국	6,319	2	20	19	383	106	374,584	1
인도	3,202	3	2	137	459	90	39,332	7
인도네시아	2,472	4	10	46	968	38	10,098	24
러시아	2,030	5	14	27	559	76	105,236	3
브라질	1,357	6	7	70	432	96	12,373	19
일본	1,322	7	10	39	278	138	52,688	6
캐나다	867	8	24	10	568	74	29,101	9
독일	817	9	10	42	232	150	86,025	4
이란	801	10	10	41	621	67	13,381	17
멕시코	729	11	6	84	357	118	16,003	13
한국	632	12	12	32	372	112	14,263	16
사우디아라비아	583	13	19	21	379	109	9,657	25
남아프리카(공)	527	14	10	45	781	46	15,974	14
호주	523	15	22	14	514	83	15,631	15
영국	494	16	8	62	201	160	71,281	5

특이점 or 목표: 2°C, 1.5°C, 1°C ?

- 2°C : IPCC 4차 보고서 권고 (2007)
- Well below 2°C ($\approx 1.75 \sim 1.8^\circ\text{C}$) : 파리협정 목표 (2015)
- 1.5°C : 파리협정 지향목표, IPCC 1.5°C 보고서 (2018)
- 1°C : 이전 간빙기(에미안기)의 평균온도는 산업화 이전보다 1°C 높는데, 이때의 평균 해수면은 지금보다 6~9m 높았음



1.5°C 대응 탄소 예산

탄소 예산(Carbon Budget) : IPCC 1.5°C 보고서(2018), CO2 만 대상

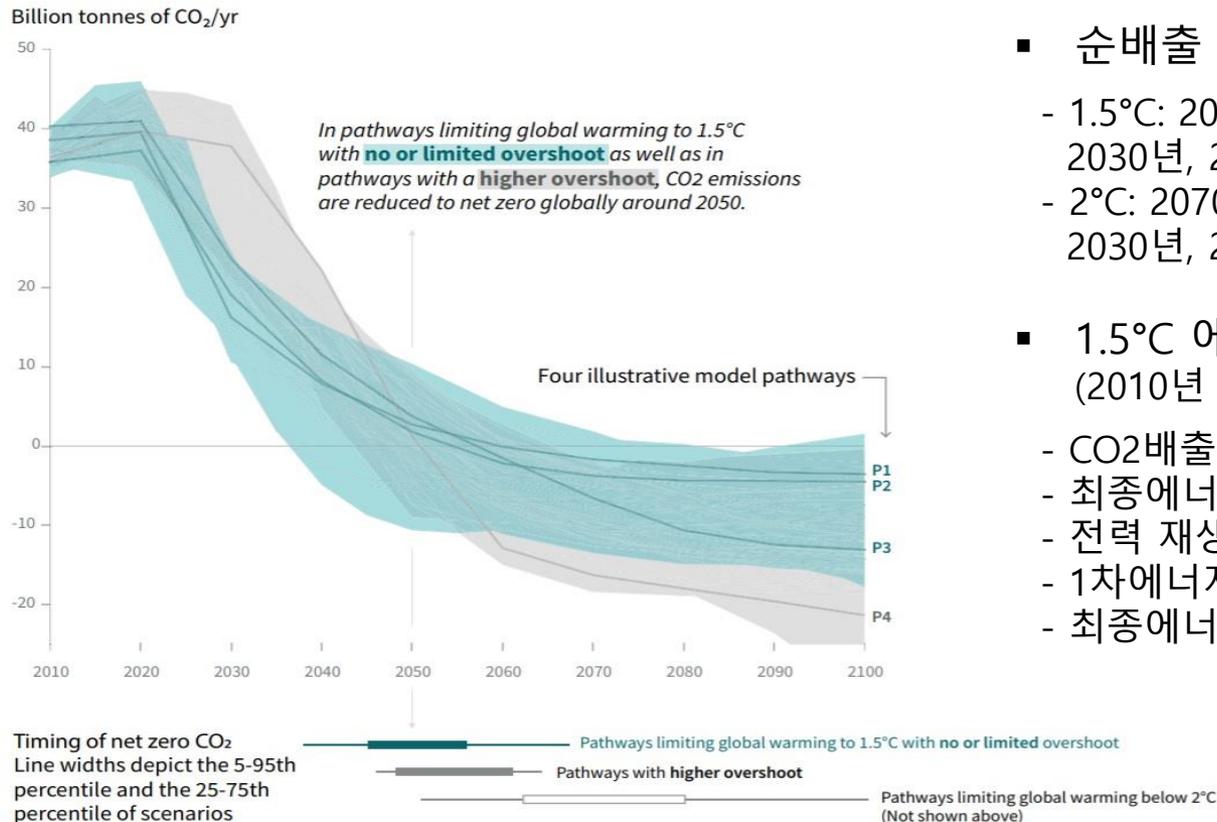
Table 2.2: The assessed remaining carbon budget and its uncertainties. Shaded grey horizontal bands illustrate the uncertainty in historical temperature increase from the 1850-1900 base period until the 2006-2015 period, which impacts the additional warming until a specific temperature limit like 1.5°C or 2°C relative to the 1850-1900 period.

Additional warming since 2006-2015 [°C]*(1)	Approximate warming since 1850-1900 [°C]*(1)	Remaining carbon budget (excluding additional Earth-system feedbacks*(5)) [GtCO ₂ from 1.1.2018]*(2)			Key uncertainties and variations*(4)					
		Percentiles of TCRE*(3)			Additional Earth-system feedbacks*(5)	Non-CO ₂ scenario variation*(6)	Non-CO ₂ forcing and response uncertainty	TCRE distribution uncertainty*(7)	Historical temperature uncertainty*(1)	Recent emissions uncertainty*(8)
		33 rd	50 th	67 th						
0.3		290	160	80	Budgets on the left are reduced by about 100 GtCO ₂ If evaluated to 2100 and potentially more on centennial time scales	+250	-400 to +200	+100 to +200	+250	+20
0.4		530	350	230						
0.5		770	530	380						
0.6		1010	710	530						
0.63	~1.5°C	1080	770	570						
0.7		1240	900	680						
0.8		1480	1080	830						
0.9		1720	1260	980						
1		1960	1450	1130						
1.1		2200	1630	1280						
1.13	~2.°C	2270	1690	1320						
1.2		2440	1820	1430						

*(1) Chapter 1 has assessed historical warming between the 1850-1900 and 2006-2015 periods to be 0.87°C with a +/- 0.12°C likely (1-σ) range
 *(2) Historical CO₂ emissions since the middle of the 1850-1900 historical base period (1 January 1876) are estimated at 1930 GtCO₂ (1630-2230 GtCO₂, 1-σ range) until end 2010. Since 1 January 2011, an additional 290 GtCO₂ (270-310 GtCO₂, 1-σ range) has been emitted until the end of 2017 (Le Quéré et al., 2018, Version 1.3 - accessed 22 May 2018).
 *(3) TCRE: transient climate response to cumulative emissions of carbon, assessed by AR5 to fall likely between 0.8-2.5°C / 1000 PgC (Collins et al., 2013), considering a normal distribution consistent with AR5 (Stocker et al., 2013). Values are rounded to the nearest 10 GtCO₂ in the table and to the nearest 50 GtCO₂ in the text.
 *(4) Focussing on the impact of various key uncertainties on median budgets for 0.63°C of additional warming.
 *(5) Earth system feedbacks include CO₂ released by permafrost thawing or methane released by wetlands, see main text.
 *(6) Variations due to different scenario assumptions related to the future evolution of non-CO₂ emissions.
 *(7) The distribution of TCRE is not precisely defined. Here the influence of assuming a log-normal instead of a normal distribution shown.
 *(8) Historical emissions uncertainty reflects the uncertainty in historical emissions since 1 January 2011.

1.5°C 대응 탄소 예산

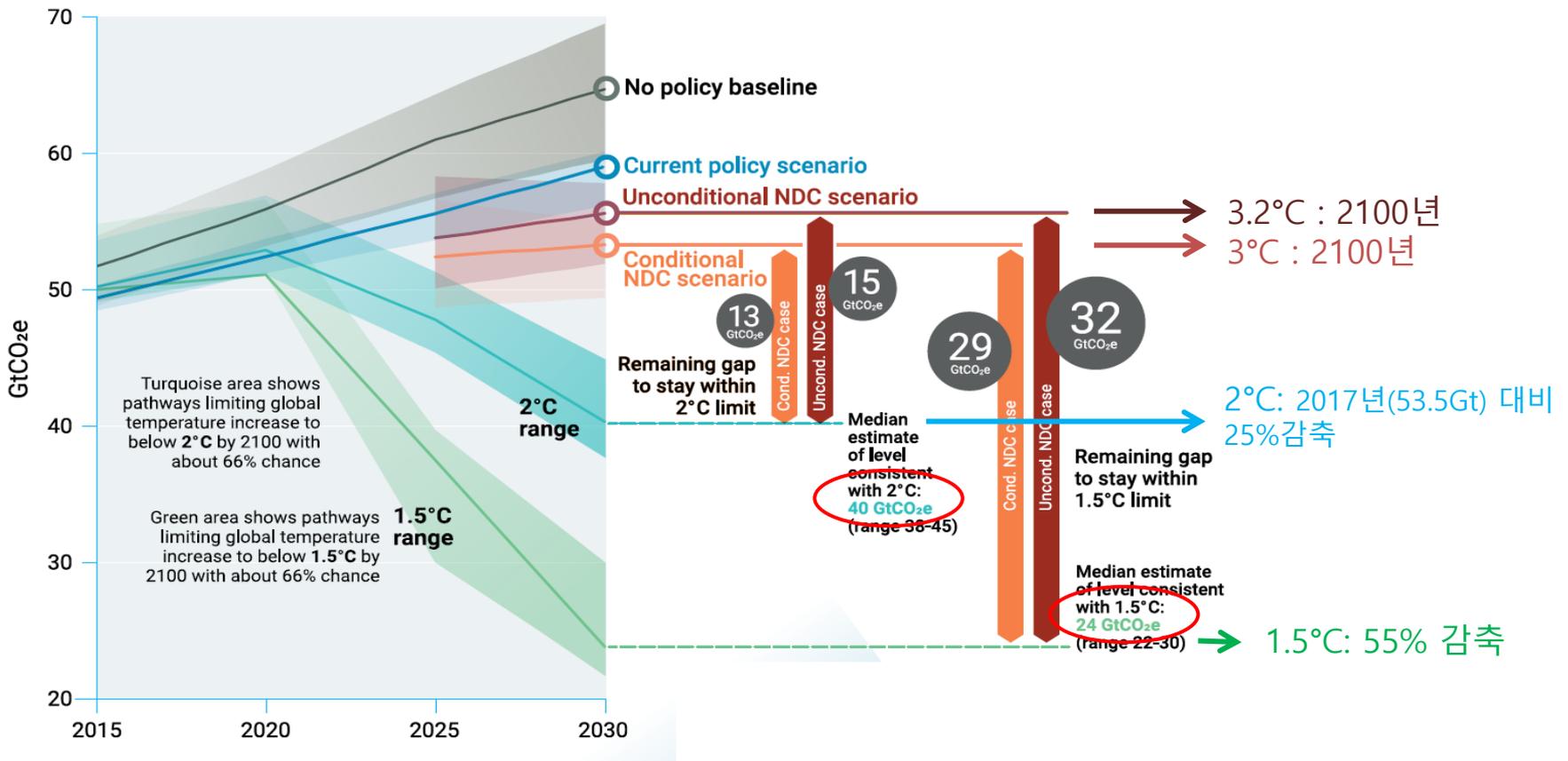
1.5°C 대응 이산화탄소 배출경로 : IPCC 1.5°C 보고서(2018)



- 순배출 0 달성 시점
 - 1.5°C: 2050년 전후
2030년, 2010년 대비 45% 감축
 - 2°C: 2070년 전후
2030년, 2010년 대비 20% 감축
- 1.5°C 에너지전환 시나리오 (2010년 대비 2030, 2050 비율)
 - CO₂배출: 58%, 93% 감축
 - 최종에너지수요: 15%, 32% 감축
 - 전력 재생E 비중: 60%, 77%
 - 1차에너지 재생E 비중: 49~67%(‘50)
 - 최종에너지 전력비중: 34~71%(‘50)

1.5°C 대응 탄소 예산

목표와 현실의 차이: UNEP Emissions Gap 보고서



1.5°C 대응 탄소 예산

1.5°C 대응 온실가스 국내 배출량 (National Carbon Budget)

- 국제협약의 감축부담 배분원칙 : 공정성 (Fair Sharing of Burden)
 - 형평(Equity) : 1인당온실가스배출량
 - 책임(Responsibilities) : 누적온실가스배출량(1850~, 1950~, or?)
 - 역량(respective capabilities) : 국민소득, 1인당 GDP, HDI, 소득분포

UNFCCC Article 3 Principles

1. The Parties should protect the climate system for the benefit of present and future generations of humankind, on the basis of **equity** and in accordance with **their common but differentiated responsibilities** and **respective capabilities**.

- * 협약 3조3항에, 비용효과성(Cost-Effectiveness)도 원칙으로 제시되고 있으나, 비용효과성은 국가간 '배출권'거래를 통해 달성할 수 있고, 이를 통해 개발도상국의 지속가능발전을 촉진할 수 있다는 점에서 부차적 원칙임

1.5°C 대응 탄소 예산

1.5°C 대응 온실가스 국내 배출량 (National Carbon Budget)

- 감축부담 배분방식(IPCC AR5, WG2, Ch.4)
 - 자원분담접근법(Resource Sharing)
 - > 배출권을 자원으로 보고, 전지구 배출허용량(Global Carbon Budget)을 각국에 배분하는 방식
 - > 장점: 임의적인 BAU 배출량 전망이 불필요
 - 단점: 개별국가 또는 국민들의 '역량'을 고려 못함
 - > 방식: 1인당 동일누적배출량, Contraction and Convergence 등
 - (감축)노력분담접근법(Effort Sharing)
 - > BAU 배출량에서 배출허용량을 뺀 전지구 감축량을 각 국에 배분
 - > 장점: 배분의 다양한 원칙 고려 가능
 - 단점: 임의적인 BAU 배출량 산정 필요
 - > 방식: RCI Index(GDR) 등

1.5°C 대응 탄소 예산

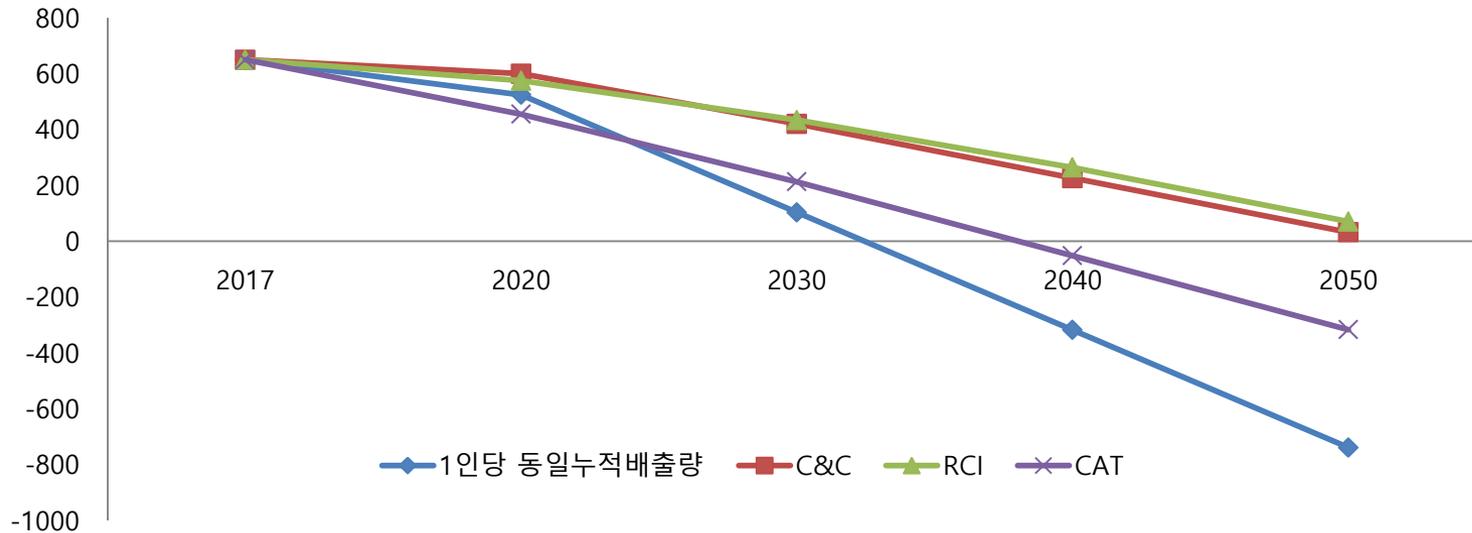
1.5°C 대응 온실가스 국내 배출량 (National Carbon Budget)

- 메타분석: IPCC 및 CAT(Climate Action Tracker) 접근방식
 - 자신의 배분방식을 활용하여 '공정분담 배출량'을 계산하지 않고, 기존 문헌의 배분결과값을 활용
 - 40개 이상의 문헌들을 배분원칙에 따라 범주화하고
1.5°C 및 2°C 목표에 대해, 국가별, 범주별 10%값, 90%값, 중앙값제시
 - ※ 배분범주: 책임, 역량, 균등, 일인당동일누적배출, 책임/역량/필요, 단계적접근
 - 대표성 있는 분담량을 제시할 수 있으나, 분담량의 편차가 커, 정책활용을 위해서는 추가적인 선별기준 필요
 - 참고: CAT는 LULUCF를 제외한 모든 온실가스배출량 기준 배분

1.5°C 대응 탄소 예산

1.5°C 대응 온실가스 국내 배출량 (National Carbon Budget)

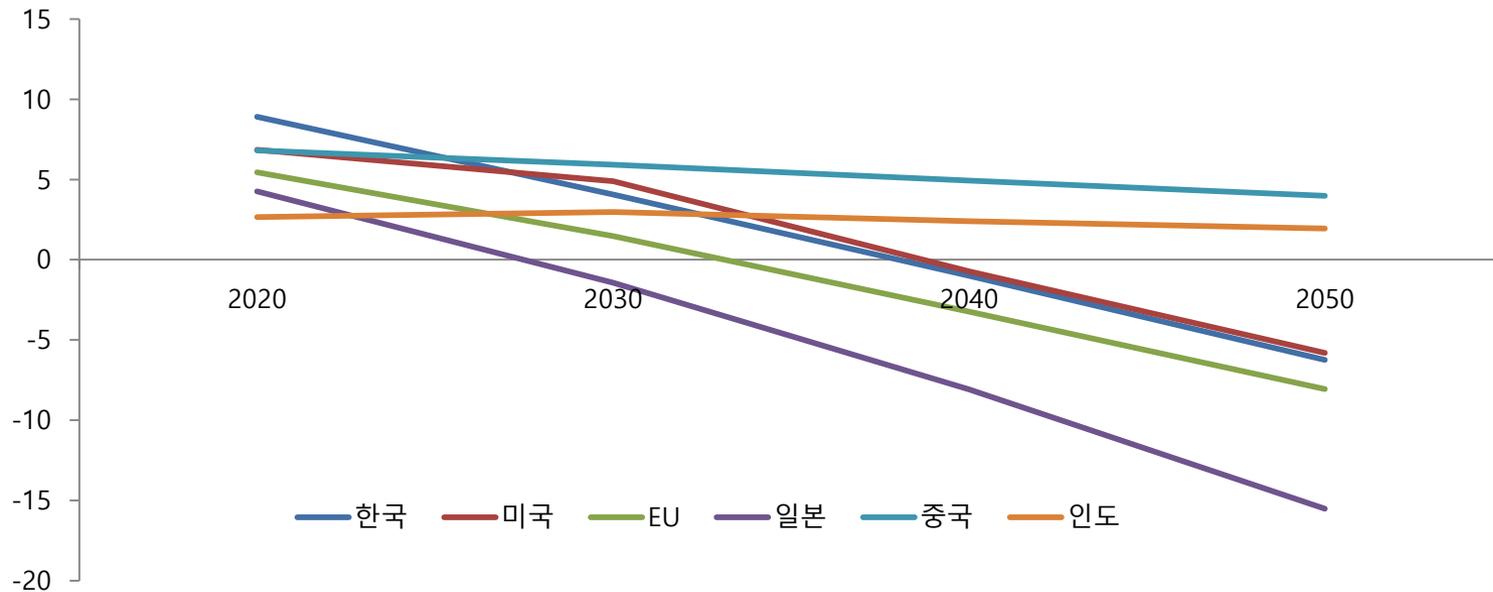
1.5°C 대응 이산화탄소 배출량 비교



	2020	2030	2040	2050
1인당 동일누적배출량	524	103	-318	-739
C&C	600	420	226	32
RCI	575	434	264	70
CAT	455	213	-52	-317

1.5°C 대응 탄소 예산

1.5°C 대응 1인당 탄소 예산 비교 (CAT)



tCO ₂ e/명	2020	2030	2040	2050
한국	8.90	4.06	-0.99	-6.24
미국	6.86	4.89	-0.73	-5.81
EU	5.45	1.47	-3.24	-8.06
일본	4.27	-1.43	-8.08	-15.52
중국	6.82	5.93	4.93	3.99
인도	2.65	2.98	2.41	1.95

탄소중립 선언 국가

LT-LEDS(Long-term low emission development strategy)에 탄소중립을 반영한 국가

Country Group	Countries intending to /reflecting net zero in their LTS	Countries that are undecided or unlikely to reflect net zero
OECD (37 member countries)	31 members	6 members (Australia, Israel, Mexico, Korea, Turkey, USA)
G7	6 members	1 member (USA)
G20	9 members	11 members (USA, Australia, Mexico, Korea, Russia, Turkey, Brazil, China, India, South Africa, Saudi Arabia)
CNC (29 members)	25 members	4 members (Mexico, Korea, Ethiopia, Timor Leste)
Country groups committed to net zero - EU (27), LDC (49), AOSIS (44), CVF (48)		

출처: 2050 Pathways Plattform (2020), 2050 LTS Forum South Korea.

Climate Ambition Alliance : 120개국이 2050년까지 탄소중립 선언

EU 그린 딜

- 유럽 그린딜(European Green Deal) ('19.12):
EU의 제1 국정 아젠다로, 기후변화 및 환경위기에 대한 대응전략이자 성장전략

*“The European Green Deal is our new growth strategy.
It will help us cut emissions while creating jobs.”*

Ursula von der Leyen, President of the European Commission



The European Green Deal is about **improving the well-being of people**. Making Europe climate-neutral and protecting our natural habitat will be good for people, planet and economy. No one will be left behind.

The EU will:



Become
climate-neutral
by 2050



Protect human life,
animals and plants,
by cutting pollution



Help companies
become world leaders
in clean products and
technologies



Help ensure a
just and inclusive
transition

EU 그린 딜

- 2050년 **온실가스 배출 순제로**를 달성하면서, **자원효율적이고 경쟁력있는 경제와 공정하고 번영하는 사회로 전환하기 위한 성장전략**
-

심층 전환적 성격의
정책 설계

- ① **온실가스 감축목표(2030, 2050) 상향 : 2050 Net-zero**
 - ② 깨끗하고 경제적이며 안정적 **에너지** 공급
 - ③ **청정·순환 경제**를 위한 **산업 전략**
 - ④ **건축물의 에너지·자원 효율화**
 - ⑤ 지속가능하고 스마트한 **수송**으로 전환 가속화
 - ⑥ 공정하고 건강하며 환경친화적인 **식품체계** 설계
 - ⑦ **생태계와 생물다양성** 보전 및 복원
 - ⑧ **유해물질** 없는 환경을 향한 **오염배출 제로화**
-

모든 EU 정책영역에서
지속가능성
주류화

- ① **녹색재원조달, 녹색투자, & 공정한 전환 담보**
 - ② 국가 예산의 **녹색화, 적절한 가격신호 표출**
 - ③ 연구 강화 및 혁신의 확산
 - ④ 교육과 훈련의 활성화
 - ⑤ **녹색선언 : “아무것도 해하지 말라”**
-

미국, 중국, 일본의 탄소중립 선언

- **미국 바이든 대통령 당선자 선거 공약**
 - 2050년 이전 탄소 순배출 제로, 2035년 발전부문 배출제로
 - 파리협약 재가입, 2030년 감축목표 상향 위한 외교적 노력 강화
 - 무역정책과 기후정책의 연계 : 탄소국경세 도입
- **중국 시진핑 주석 유엔총회 연설(20.9.22)**
 - 2030년 이전 배출정점, 2060년 이전 탄소중립
 - 2030년 감축목표 강화 추진
 - 기존 입장 : 배출정점은 2030년 즈음, 탄소중립 시점은 명시안함
- **일본 스가 총리 의회 연설(20.10.26)**
 - 2050년 탄소중립 선언
 - 기존입장 : 탄소중립은 금세기 후반 최대한 빨리, 2050년 목표는 80% 감축

탄소중립과 무역장벽

■ EU, 미국 등 주요 무역상대국의 탄소국경세 부과 전망

- EU : 철강 등에 대해 국경조정조치 언급
- 미국 : 감축조치가 미흡한 국가의 수입품에 대한 탄소세 부과

■ 글로벌 기업의 RE100 선언 및 공급망 탈탄소화 계획 : 주요 리스크

- Google, BMW 등 주요 기업들 RE100(이용전력의 100% 재생에너지사용) 선언
- **Apple 2030년 공급망 탄소중립 선언**
- 삼성전자/SK하이닉스 해외공장만 RE100
- 국내에서 RE100이 어려우면
공장 또는 생산물량 이전 불가피

Sony warns it could move factories
over Japanese energy policy

CEO pushes for renewable rules revamp to meet green manufacturing
pledges of its client Apple **Financial Times(2020.11.16)**

문재인 대통령의 탄소중립 선언

- 2050년 탄소중립 선언 (10.28) / 탄소중립 추진전략 (12.7)
 - 2021년 예산안 시정연설에서 2050년 탄소중립 목표 선언
 - 탈석탄 및 재생에너지 확대 등 에너지전환 가속화
- 2050 탄소중립을 향한 임기 내 노력
 - 대통령 직속 "2050 탄소중립위원회" 설치
 - 에너지전담차관 신설로 에너지전환 강화
 - 기후변화대응 특별기금 신설
 - 세금과 부담금제도 중장기 개편
 - 2030년 감축목표도 임기 내 상향 추진



탄소중립 여건 : 온실가스 배출 현황

분 야	'90년	'95년	'00년	'05년	'10년	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년
총배출량 (전년대비 증감)	292.2	435.9 (7.9%)	503.1 (7.1%)	561.8 (0.8%)	657.6 (10%)	697.0 (1.4%)	691.5 (-0.8%)	692.3 (0.1%)	692.6 (0.03%)	709.1 (2.4%)
순배출량	254.4	405.0	444.8	507.7	603.8	652.8	649.3	649.9	648.7	667.6
에너지	240.4	352.2	411.8	468.9	566.1	605.1	597.5	600.8	602.7	615.8
산업공정	20.4	45.2	51.3	55.7	54.7	54.8	57.3	54.4	52.8	56.0
농업	21.0	22.8	21.2	20.5	21.7	21.2	21.3	20.8	20.5	20.4
폐기물	10.4	15.7	18.8	16.7	15.0	15.9	15.4	16.3	16.5	16.8
(LULUCF)	(-37.7)	(-30.9)	(-58.3)	(-54.0)	(-53.8)	(-44.2)	(-42.2)	(-42.4)	(-43.9)	(-41.6)

출처: 제2차 기후변화대응기본계획

탄소중립 에너지전환 시나리오

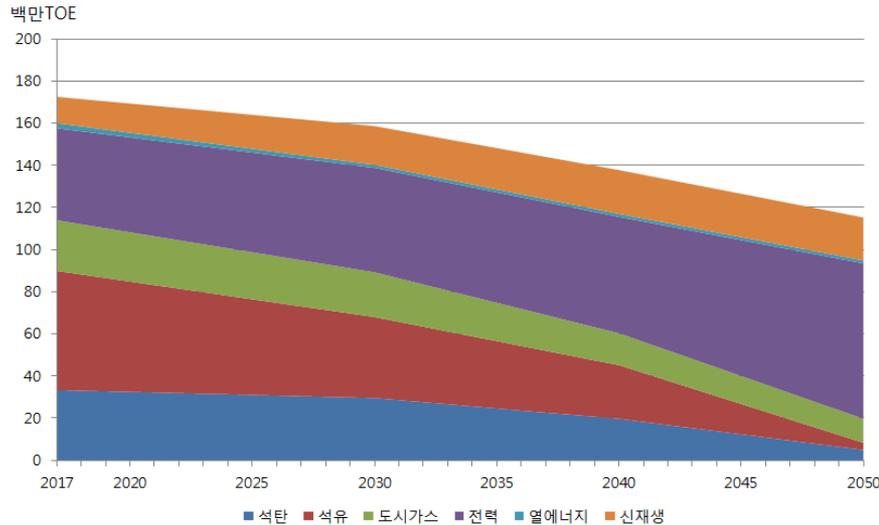
1. 에너지 수요 감축 (Reducing Energy Demand)
2. 에너지 수요의 전기화 (Electrification of Energy Demand)
3. 전력생산 탈탄소화 (Decarbonization of Electricity)
4. 산업부문 원료용 에너지의 탈탄소화 (Carbon-free Feedstock)

탄소중립 에너지전환 - 수요감축

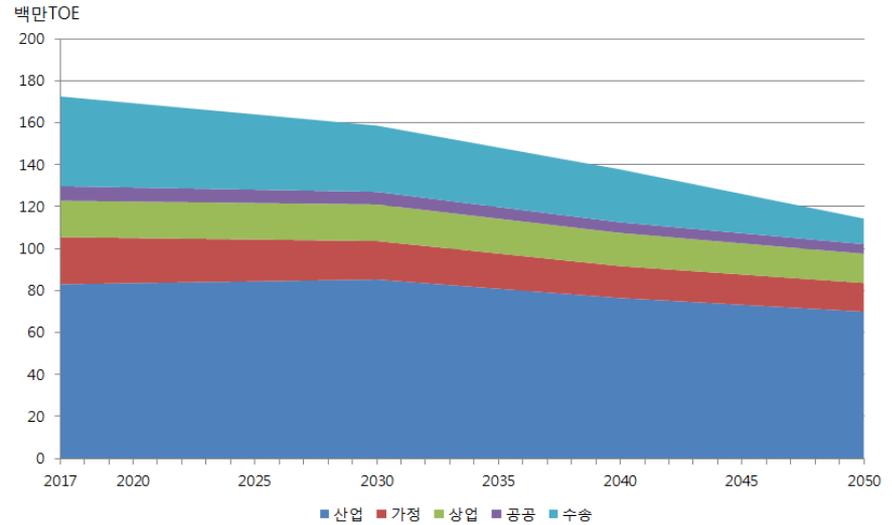
1. 에너지효율의 획기적 개선 및 수요 감축

- 2018년 이후 에너지효율성을 매년 3.0% 개선하여 에너지집약도(TOE/백만원)를 2017년 0.114에서 0.042로 줄이고, 최종에너지소는 2017년 172.6백만TOE에서 2050년 114.4백만TOE로 33.7% 절감

	단위	2017	2030	2040	2050
실질GDP	십억원	1,541,373	2,065,143	2,432,213	2,738,416
에너지 집약도	TOE/백만원	0.114	0.077	0.057	0.042
최종 에너지	백만TOE	176.0	158.7	137.8	114.4



<연료별 최종에너지 소비>



<부문별 최종에너지 소비>

탄소중립 에너지전환 - 수요감축

1. 에너지효율의 획기적 개선 및 수요 감축

(1) 에너지지용기기의 효율 규제 : 수명이 긴 기기일수록 기기효율규제 중요

- 신축건물 효율 규제 : “제로에너지하우스 의무화”

*현행 신축건물 제로에너지 규제 로드맵 : (20년) 공공건축물(1천m²이상) → (25년) 공공건축물(5백m² 이상), 민간건축물(1천m²이상) → (30년) 모든건축물(5백m²이상)

*현행 규제 강도 : ZEB 5등급 중 최하등급인 5등급(에너지수요의 20~40% 자체생산)

- 신차효율 및 배출규제 : “평균연비·온실가스규제”, “이산화탄소배출기준”

*현행 로드맵 : 온실가스 97g/km(2020) → 70g/km(2030) vs. 59g/km(EU, 2030)

*현행 규제 강도 : 다양한 유연성 메커니즘으로 과징금 우려 적음

(2) 에너지, 특히 화석연료 이용량 절감 : 시장경제적 수단(세제, 배출권거래제)

- 온실가스 총량제한 배출권거래제 (우리나라 배출량의 70%)

*총량의 지속적 감축, 유상할당 증가, 무상할당의 BM 적용, 가격안정화 (독일 price corridor 설정)

- 탄소세 : 거래제 비대상 부문

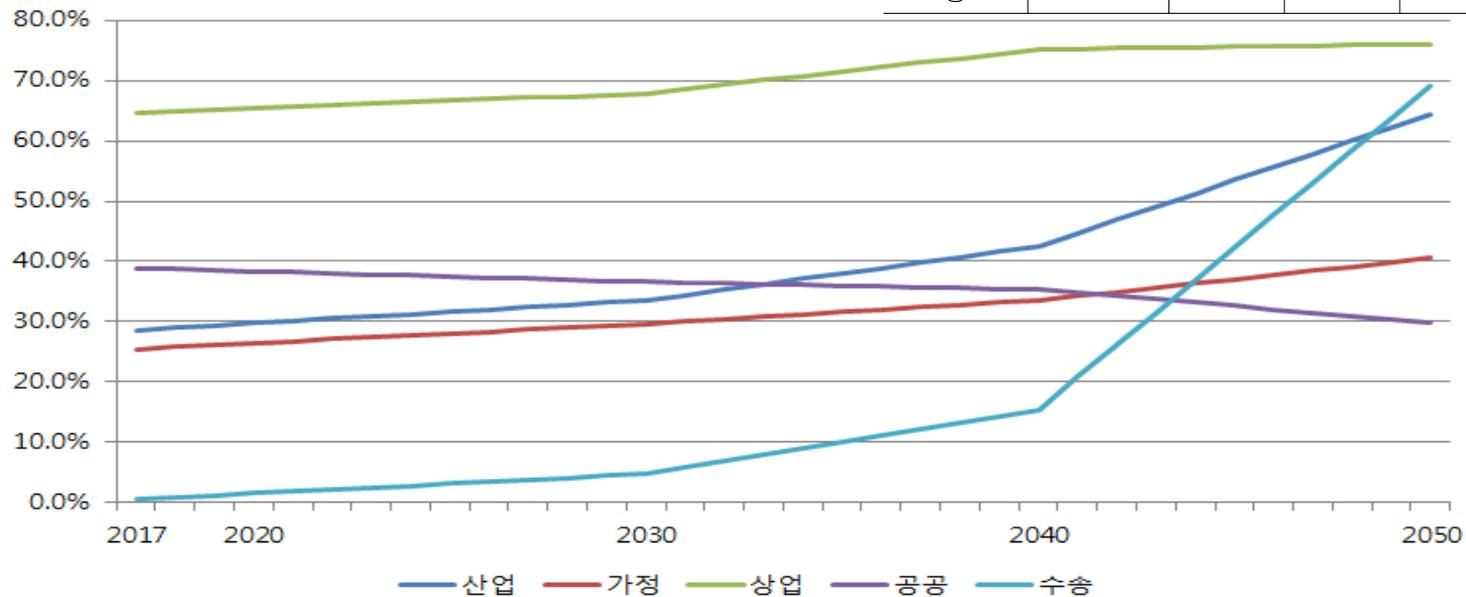
탄소중립 에너지전환 - 전기화

2. 에너지수요의 전기화

- 발전량은 2017년 553.5TWh에서 935.1TWh로 68.9% 증가하고, 최종에너지 중 전기비중은 2017년 25.3%에서 2050년 63.7%로 증가 (이창훈 외, 2019)

	단위	2017	2030	2040	2050
최종에너지	백만 TOE	172.6	158.7	137.8	114.4
전기소비량	백만 TOE	43.7	49.6	55.3	72.9
전기 비중	%	25.3	31.2	40.1	63.7
전기생산량	TWh	553.5	628.4	700.5	935.1

전력 비중



<부문별 전기화 비중>

탄소중립 에너지전환 - 재생에너지

3. 발전부문 재생에너지 확대

- 전기화와 더불어 전력생산에서 태양광, 풍력 등 재생에너지 이용을 대폭 확대하여 발전부문의 탄소집약도를 최소화
- 재생에너지 비중을 최대 85%까지 제고하고, LNG 발전 및 에너지저장기술(배터리, 수소, P2G 등)을 통해 전력계통의 유연성을 확보 (이창훈 외, 2019)
- 2040년까지 발전부문 탈석탄, 탈석유를 완료하고, 원자력은 현 정부의 정책을 반영하여 수명연한 40년 또는 60년 보장(2050년 기준 12.4GW 용량 발전)

	단위	2017	2030	2040	2050
발전량	TWh	553.5	628.4	700.5	935.1
연료별 비중					
- 석탄	%	43.1%	36.1%		
- 석유	%	1.6%	1.2%		
- 천연가스	%	22.2%	18.8%	33.6%	5.0%
- 원자력	%	26.8%	23.9%	16.4%	9.3%
- 재생에너지	%	6.3%	19.9%	50.0%	85.7%

탄소중립 에너지전환 - 재생에너지

3. 발전부문 재생에너지 확대

- 발전부문 배출량은 2017년 233백만톤CO2를 2050년 16백만톤CO2로 감축하고, 탈탄소화로 전력의 탄소집약도(tCO2e/MWh, 소비단) 2017년 0.4046에 0.0194로 개선
- 발전부문 전력믹스는 탄소집약도가 높은 석탄발전 비중을 지속적으로 낮추고 이를 태양광, 풍력 등 재생에너지로 대체

발전연료	발전량(TWh)		발전량 믹스		배출량 믹스	
	2017	2050	2017	2050	2017	2050
석탄	238.8		43.1%		80.7%	
석유	8.7		1.6%		1.5%	
천연가스	122.8	46.8	22.2%	5.0%	17.8%	100%
원자력	148.4	86.9	26.8%	9.3%		
신재생에너지	34.9	801.5	6.3%	85.7%		
합계	553.5	935.1	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

탄소중립 에너지전환 - 재생에너지

3. 발전부문 재생에너지 확대

- 2050년 재생에너지 발전량을 **육상 태양광과, 해상 풍력 (부유식 포함)**을 통해 50%씩 달성한다고 하면, 각각의 이용률 15%, 30% 가정 하에, **305GW, 152GW**가 필요
- 2050년 필요 태양광 시설용량의 3/4정도(229GW)를 **영농형태양광**으로 할 경우, 설치면적은 기존 나대지태양광시설에 비해 1.5배가 필요, **전체 경지면적의 약 20%**인 3,050km²를 차지
- 태양광효율이 평균 30%로 개선된다는 가정이며, 효율개선이 이루어지지 않아 20% 수준에 머물 경우 시설 설치를 위해 전체 경지면적의 30%가 요구됨
- 이창훈 외(2014, 81쪽)에 따르면 수심 50m 이내, 해안으로부터 50km 이내이면서 풍력밀도가 300W/m² 이상인 해양면적은 88,829km²로 이 지역의 20%에 풍력발전기 약 88GW를 설치하고, **부유식 해상풍력**시설을 수심이 깊은 동해안에 설치하면, 2050년 해상풍력 필요용량 확보 가능
- 잉여 재생에너지전력의 효율적인 저장(배터리, 수소, 암모니아) 및 활용(수소발전, 혼소 및 전소)이 요구
- 이들 저장 및 재이용에 따른 전환손실을 고려하면, 2050년 재생에너지 필요 발전용량은 더욱 증가

탄소중립 에너지전환 - 재생에너지

<참고> 영농형 태양광

농사와 태양광 발전 병행 원리

- 작물마다 생육에 필요한 포화 광합성량 존재
- 벼 : 50klux (약 5시간/일)
- 광포화점을 초과하는 태양광은 더 이상 작물의 광합성에 영향을 미치지 않음 (전력생산가능)

영농형 태양광 설비구조

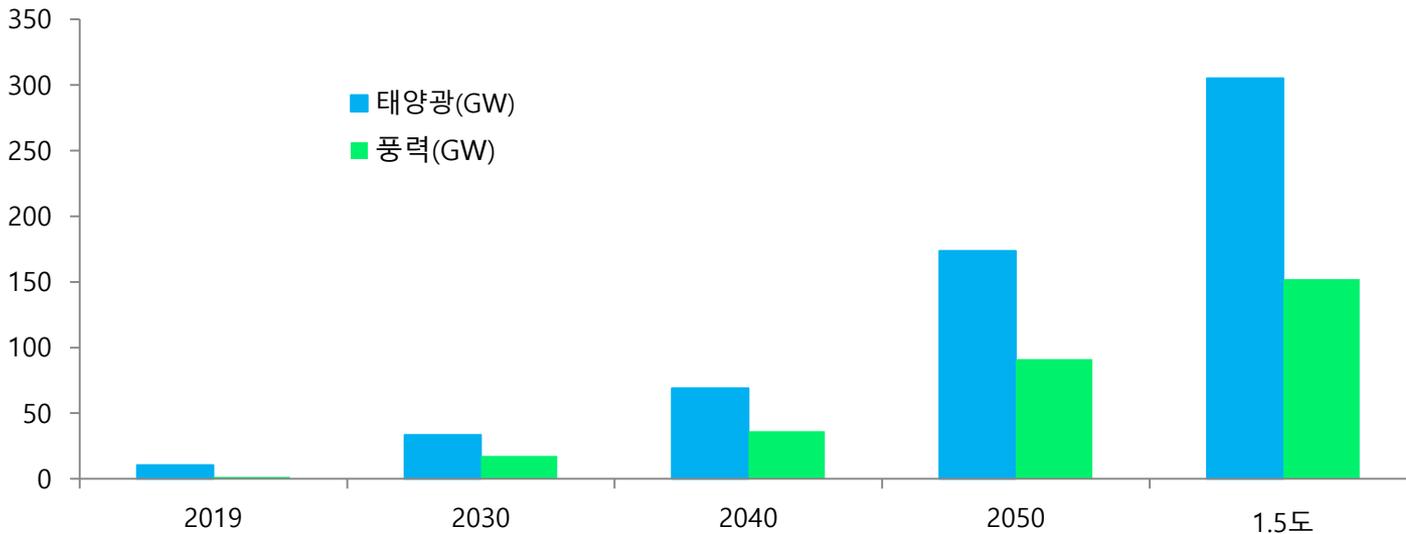
- 기존 농지 기능 유지 (토양손실 및 형질변경 없음)
- 구조물 높이 3.4m (기계화 영농 가능)
- 모듈 설치간격 1.5배 확대, 양각 조절 가능
- 수확량 최소 80% 이상 유지

출처: 한국남동발전(2018), 농민참여 영농형 태양광 발전사업

탄소중립 에너지전환 - 재생에너지

3. 발전부문 재생에너지 확대

정부계획 상 전력부문 설비 현황



	2019	2030	2040	2050	1.5도
태양광	10.5	33.5	68.9	173.6	305
풍력	1.5	17.6	36.3	91.2	152
출처	IRENA(2020)	8차전기본	3차에기본(추정)	LEDS포럼	이창훈(2019)

탄소중립 에너지전환 – 산업 부문

4. 산업부문 에너지전환 전략

산업부문 이산화탄소 배출

- 산업부문 이산화탄소 배출량은 탈탄소 에너지전환 시나리오에서 2017년 298.2백만톤에서 2050년 34.7백만톤으로 저감
 - 2017년 대비 2050년 저감율은 88.4%로 평균 저감률 91.5%보다 낮으며, 따라서 전체 이산화탄소 배출량 대비 배출비중은 2017년 50.3%에서, 2050년 68.7%로 증가
 - 이는 산업공정에서 범용으로 사용되는 저온 보일러 및 동력엔진용 연료는 저탄소화된 전력으로 대체가 쉬우나, 제철공정에서 환원제로 사용되는 석탄 등은 대체가 쉽지 않기 때문임

탄소중립 에너지전환 - 산업 부문

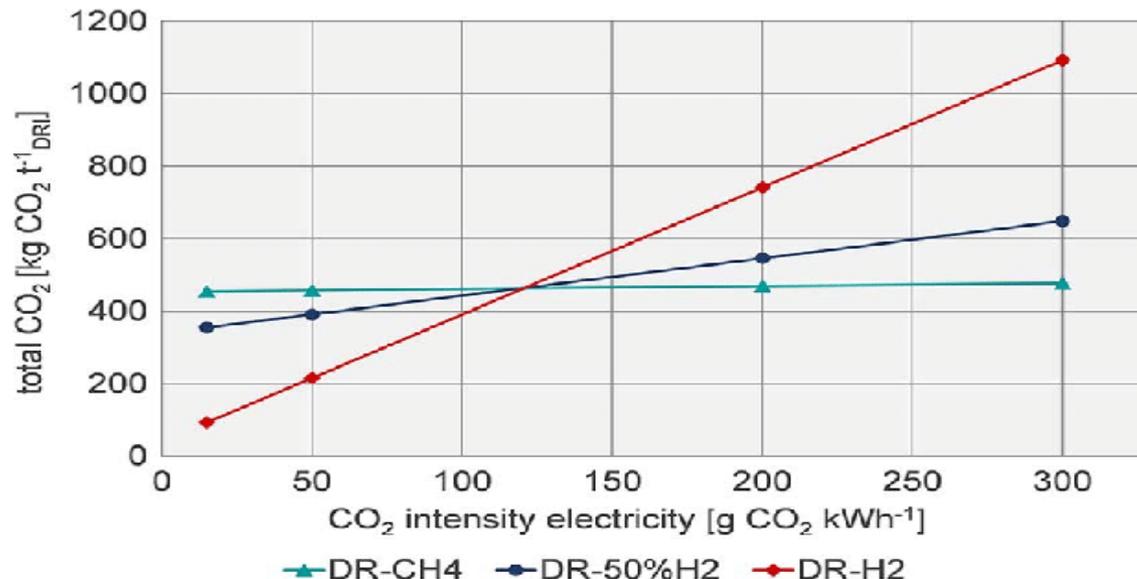
4. 산업부문 에너지전환 전략(예시) : 수소환원제철법

수소환원제철을 위한 전기소요량 (전기분해) : 철강1톤당 3.5MWh

- 철강 5천만톤(연평균 소비량) 기준 : 175 TWh (현재 우리나라 발전량의 1/3 수준)

- 해상풍력 66GW (30% 이용률 기준) 또는 태양광 133 GW (15% 이용률 기준) 필요

*우리나라 1인당 철강소비량은 약 1.1톤으로 세계 최고: 독일, 일본에 비해 2배, 미국에 3배 이상



탄소중립 우선 추진과제

- **시장경제에서 정부의 역할/기능**

- 심판의 역할 : 시장경제시스템(또는 경제 및 사회시스템)의 보호
 - (1) 규칙의 제정 및 집행 (2) 유효수요의 창출
- 선수의 역할 : 민간이 제공하지 못하는 공공 재화 및 서비스의 생산 및 공급
 - (1) 공공재의 생산 (2) 공공재 생산을 위한 자원(인적, 물적 자원) 구매

- **탄소중립과 정부의 역할**

- 탄소중립 목표 : 경제 및 사회 시스템 보호를 위해 국가의 목표로 설정
- 탄소중립 목표 달성 규칙 = 정책 = incentive/motivation mechanism
 - = 기업 및 국민들을 탄소중립 목표달성을 위해 유도하는 수단
 - = (직접) 규제, 세금, 보조금, 교육, 홍보
- 공공재 생산 및 구매 : 저탄소 제품 생산 및 저탄소 제품 구매

탄소중립 우선 추진과제

- **2050년 탄소중립 달성을 위한 준비 체계화**
 - 다양한 2050 탄소중립 시나리오 개발
 - 부문(발전, 수송, 건물, 산업)별 탄소중립전략 마련
 - 2030년 온실가스감축목표(NDC) 상향
 - 국제사회의 탄소중립노력 동참 및 지원
- **규제와 지원의 적정 정책믹스**
 - 발전/산업 : 재생에너지 지원 + 석탄발전 퇴출 + 탄소비용반영 강화
 - 건물 : 기존건물 리모델링 지원 + 신축건물 에너지효율 규제 강화
 - 수송 : 전기차 보조금 + 평균연비/온실가스배출규제 강화

탄소중립 우선 추진과제

- **에너지다소비업종(철강, 석유화학, 시멘트) 탈탄소화 지원**
 - 혁신기술의 연구개발 및 실증 지원 : 탄소환원제철, CCUS 등
 - 순환경제 접근방식 강화 : 소재수요 감축
 - 탄소가격화 + 탄소국경세 도입 추진
 - 미국, EU, 중국 등과 국제연구협력
- **사회적, 포용적 전환 추진**
 - 탄소중립 목표에 대한 국민의 동의 및 수용성 강화
 - 기후 및 환경교육 강화
 - 전환에 따른 피해지역, 산업, 노동자들을 위한 공정전환 프로그램

참고문헌

*인용표시가 별도로 되어 있지 않은 부분은 대부분 아래 문헌을 참고

- 신동원, 양유경, 이창훈, 2020, "바이든 대통령 당선자의 기후·에너지 공약과 시사점", *KEI 포커스*, Vol.8, No.16.
- 이창훈 외, 2020, "한국형 그린뉴딜 추진전략", *KEI 포커스*, Vol.8, No.15.
- 이창훈 외, 2019, 『지속가능발전과 에너지·산업 전환』, 경제·인문사회연구회.
- 이창훈, 2018, "기후변화의 위기와 대응", *신안보연구*, Vol.3, No.1, pp.7-31.
- 이창훈 외, 2013, "친환경 에너지정책 방향", *KEI 포커스*, Vol.1, No.1.