
2050 장기 저탄소 발전전략

- 「2050 저탄소 사회 비전 포럼」 검토안 -

2020. 2

2050 저탄소 사회 비전 포럼

순 서

I. 2050 장기 저탄소 발전전략	1
1. 2050 장기 저탄소 발전전략 개요	
2. 우리나라 현황 및 정책 여건	
II. 포럼 논의 경과 및 검토안 성격	10
III. 2050 장기 저탄소 발전전략(포럼 검토안)	17
1. 국가 비전	
2. 2050년 국가 온실가스 배출목표	
3. 탄소중립 달성방안	
4. 저탄소 전환 추진과제	
IV. 사회적 논의를 위한 포럼 제언	62
◆ 참고자료	65

Ⅰ . 2050 장기 저탄소 발전전략

1. 2050 장기 저탄소 발전전략 개요

수립배경

- 파리협정 목표에 따라 장기 온실가스 감축목표 및 전략 국제사회 제출
- 지속가능한 국가미래를 위한 전환 계기

□ 파리협정에 따라 각 당사국은 장기 저탄소 발전전략(LED^S)* 수립 필요

* LED^S : Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies

- 파리협정은 전 지구적인 기후변화에 대응하기 위하여 지구온도를 산업화 이전 대비 2°C 이하로 억제, 나아가 1.5°C를 달성토록 각국 참여를 촉구
- 이에, 국가 온실가스 감축목표(NDC*) 수립과 별도로 모든 당사국에게 2020년까지 「2050년 장기 저탄소 발전전략(이하 LED^S)」 수립을 요청

* (NDC; Nationally Determined Contribution) 각 당사국이 자국의 상황과 역량을 감안하여 기후변화협약에 제출하는 자발적 온실가스 감축 기여방안

< 참고 > LED^S 수립 근거 : 파리협정 조항 및 기후변화협약 당사국총회 결정문

- (파리협정 2조1항) Holding the increase in the global average temperature to **well below 2°C above pre-industrial levels** and **pursuing efforts** to limit the temperature increase to **1.5°C above pre-industrial levels**, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change;
- (파리협정 4조 19항) **All Parties should strive** to formulate and communicate **long-term low greenhouse gas emission development strategies**, mindful of Article 2 taking into account their common but differentiated responsibilities and respective capabilities, in the light of different national circumstances.
- (당사국총회 결정문, Decision 1/CP.21, 35항) **Invites Parties to communicate, by 2020**, to the secretariat mid-century, long-term low greenhouse gas emission development strategies in accordance with Article 4, paragraph 19, of the Agreement, and requests the secretariat to publish on the UNFCCC website Parties low greenhouse gas emission development strategies as communicated

<참고> 2°C, 1.5°C 국제적 논의 경과

- ('75, Nordhaus) 21세기 온실가스 배출량 산업화 이전 대비 2.4~4.4°C 상승 경고. 2°C 상승 제한 필요성 최초 제기
 - ('96, IPCC 3차보고서) 인위적 지구온난화 영향 제시
 - ('07, IPCC 4차보고서) 2°C 한계점 설정 권고
 - ('09~'10, 당사국총회 15/16) 범지구적 장기목표 2°C 채택. 기후변화 취약국은 1.5°C 주장
 - ('14, IPCC 5차보고서) 2°C 한계점 재차 권고
 - ('13~'15, 당사국총회, Review of adequacy of the long-term global goal) 2°C는 최후의 보루로, 1.5°C 강화 노력 필요 제기
 - ('15, 파리협정) '2°C 이하, 1.5°C까지 노력'으로 파리협정 목표 결정
 - ('18, IPCC) 1.5°C의 의의와 달성방안 등을 담은 1.5°C 특별보고서 채택
- 최근 발표된 UNEP Emissions Gap Report에 따르면 현재 각국이 제출한 NDC 평가결과, 파리협정의 목표인 2°C 및 1.5°C 달성이 어려울 것으로 관측

수립의의

□ 저탄소사회 전환을 위한 국가 에너지·기후정책의 중·장기 비전 설정

※ 목표달성 여부를 주기적으로 점검·평가받는 국가 온실가스 감축목표(NDC)와 달리 LEDS는 장기적 관점에서 기후변화, 에너지 정책 방향에 대한 비전을 도출하는데 의의

- ① (국가 정책 프레임 재확립) 국가 온실가스 배출 구조, 에너지공급 시스템, 소비 행태, 기술혁신 등 기후변화·에너지 정책 전반을 재점검하는 계기
- ② (저탄소 사회로의 전환) 온실가스 감축과 경제성장과의 탈동조화(Decoupling)를 추구하고 나아가 탈탄소화 실현 및 기후복원력 증진의 계기를 검토하는 야심찬 장기 국가 저탄소 전략
- ③ (중장기 국가 미래 경쟁력 강화) 현재보다 깨끗하고 혁신적인 선진 경제·사회로의 전환을 도모하고 관련 기후·에너지 기술 경쟁력을 확보하는 등 미래 지향적인 국가 발전의 계기를 확보

국외 제출현황

- 현재까지 공식 제출국 외에도 많은 국가에서 제출 예정
- 경제사회 구조개혁과 변화를 통한 탈탄소화 및 지속가능한 성장추구가 주요 내용

□ 2050 장기 저탄소 발전전략(LEDs) 공식 제출 주요국 현황

- 캐나다, 독일, 멕시코, 미국, 베닌, 프랑스, 체코, 영국, 우크라이나, 마셜제도, 피지, 일본, 포르투갈, 코스타리카 등 14개 국가가 유엔에 제출(2020.2.3. 기준)

Costa Rica	12/12/2019	Costa Rica's National Decarbonization Plan English	France	28/12/2016 resubmission	Strategie nationale bas-carbone
Portugal	20/09/2019	Portugal's National Long Term GHG Development Strategy English - Portuguese		18/04/2017	French national low-carbon strategy - 4 pager (English and French)
Japan	26/06/2019	The Long-term Strategy under the Paris Agreement	Benin	12/12/2016	Strategie de developement a faible intensite de carbone et silient aux changements climatiques 2016-2025
Fiji	25/02/2019	Fiji's Low Emission Development Strategy 2018-2050	United States	16/11/2016	Mid-Century Strategy for Deep Decarbonization Documentation and Output
Republic of the Marshall Islands	25/09/2018	Press release Title "Ti Eo - 2050 Climate Strategy "Lighting the way"	Mexico	16/11/2016	Mexico's Climate Change Mid-Term Strategy
Ukraine	30/07/2018	Ukraine 2050 - Low Emission Development Strategy		17/11/2016 resubmission	Climate Action Plan 2050 German
United Kingdom	17/04/2018	Cover Note The Clean Growth Strategy	Germany	26/04/2017 04/05/2017	Climate Action Plan 2050 Executive Summary
Czechia	15/01/2018	Climate Protection Policy Summary	Canada	17/11/2016	Canada's Mid-Century Long-Term Strategy

(출처) <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>

<참고> LEDS 공식 제출 국가 이외의 장기 전략 수립 현황

- 위 14개 제출국 이외에도 많은 국가에서 장기 온실가스 감축목표를 수립하고 LEDS 제출을 준비중
 - 북유럽 국가 일부는 감축목표 법제화 단계*
 - * (스웨덴) 2045년까지 탄소중립 달성 목표 (15% 상쇄 포함, 해운 및 항공 제외, 법제화)
 - * (덴마크) 2050년까지 저탄소사회 달성 목표 (법제화)
 - 18개 국가 및 32개 도시 LEDS 수립 중(출처 2050 Pathways Platform*)
 - * (2050 Pathways Platform) LEDS, 넷제로, 기후 탄력성, 지속 가능한 개발 경로 관련 국가, 지방, 도시를 지원하기 위한 플랫폼

□ 공식 제출 주요국 온실가스 감축목표 및 주요내용

국가	LEDS의 2050년 감축목표	주요내용
영국	'90년 대비 80% 감축	(전 략 명) 저탄소 미래를 위한 녹색성장 전략 (비 전) 청정성장(Clean Growth)을 위한 도약 (주요내용) · 녹색성장을 위한 녹색투자기금 활성화 · 에너지부문 생산성 및 효율성 강화 · 자연자원 가치 증대 · 공공부문 및 정부의 주도적 참여
독일	'90년 대비 80~95% 감축	(전 략 명) 2050 기후행동 계획 (비 전) 금세기 중반까지 탄소중립 달성 (주요내용) · 에너지 효율 및 재생에너지 확대, R&D 등을 강조한 부문별 이행전략 제시 · 생태세제 개혁, 교육 및 정보 공유 확대
프랑스	'90년 대비 75% 감축	(전 략 명) 국가 저탄소 전략 (비 전) 지속가능한 저탄소 경제로의 전환 (주요내용) · 부문별 이행전략 외 탄소발자국 저감, 공공인식 증대, 지속적인 토지 관리 및 폐기물 관리를 통한 순환경제로의 전환 이행 강조
미국	'05년 대비 80% 감축	(전 략 명) 심층 탈탄소화를 위한 반세기 전략 (비 전) 탈탄소경제를 향한 심층 순배출 경제 추구 (주요내용) · 정책강화 및 장애요소 제거 등 에너지부문 탈탄소화 · 산림 부문에 의한 흡수원 증대 · Non-CO ₂ 배출 저감
캐나다	'05년 대비 80% 감축	(전 략 명) 반세기 장기 전략 (비 전) 배출감축 및 환경보호를 통해 보다 깨끗하고 혁신적인 경제 창출 (주요내용) · 부문별 전력화 극대화 및 HFCs 등 Non-CO ₂ 배출 저감 · 산림 및 토지 부문의 흡수원 적극 활용 · 저탄소 소비로의 행동 전환
멕시코	'00년 대비 50% 감축	(전 략 명) 기후변화 반세기 전략 (주요내용) · 지속가능한 도시 및 농업·산림 추구 · 단기 체류성 오염물질 저감
일본	'13년 대비(추정) 80% 감축	(전 략 명) 파리 기후협정에 의한 장기전략 (비 전) 2050년까지 야심찬 저탄소사회 추구, 가능한 금세기 내 탈탄소화 (주요내용) · 전력화 전환 및 연료 제조 전 과정에서 CO ₂ 배출 감축 전략 제시

2. 우리나라 현황 및 정책 여건

< 우리나라 온실가스 배출량 >

□ (배출량) '17년 국가 온실가스 배출량은 709.1백만톤으로 최근 증가 추세

- '14년에 전년 대비 배출량이 소폭 감소(697백만톤→691백만톤)했으나 산업 생산 증가, 폭염 등에 따른 에너지사용 증가로 '90년 이후 연평균 3.3% 증가
- 총배출량 중 이산화탄소(CO₂) 비중이 91.7%로 가장 높으며 이어서 CH₄(3.8%), N₂O(2.0%), HFCs(1.4%), SF₆(0.9%), PFCs(0.3%) 순으로 배출

< 연도별 온실가스 배출추이(2019 국가 온실가스 인벤토리 보고서) >

(단위: 백만톤CO₂eq.)

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)

□ (배출수준) 총 배출량 기준 세계 11위('16년), CO₂ 기준 세계 7위

< CO₂ 배출량 세계 순위('16년 연료연소 기준) >

배출량 관련 지표	우리나라	순위	비고
CO ₂ 배출량	5.94억톤 CO ₂	7위	1위 중국(91.0), 2위 미국(48.3)
증가율('90-'16)	156%	59위	1위 베냉(2,121), 2위 베트남(976)
1인당 CO ₂ 배출량	11.6톤 (CO ₂ /인)	18위	1위 카타르(30.8), 2위 퀴라소(25.9)
증가율('90-'16)	115%	28위	1위 베냉(908), 2위 베트남(667)
온실가스 원단위 (GDP당 CO ₂ 배출량)	0.45kg (CO ₂ /\$)	60위	1위 리비아(2.31), 2위 퀴라소(2.24)
증가율('90-'16)	-29%	78위	1위 베냉(616), 2위 리비아(287)

※ 출처. 제2차 기후변화대응 기본계획

< 우리나라 기후변화 현황 및 전망 > ※ 출처. 한반도 100년의 기후변화(기상청, 2018)

□ (현황) 지난 106년간 평균기온 1.8℃ 상승, 폭염·한파 등 기상이변 현상 증가

- (기온) 20세기 초와 비교(1912~, 6개 지점 관측)하여 연평균기온 변화량은 0.18℃/10년 상승*하였으며, 최근 30년 간 큰 폭으로 상승(1.4℃↑)
 - * 계절적으로 겨울(+0.25℃/10년)과 봄의 기온상승(+0.24℃/10년)이 가장 크게 나타남
- (강수량) 지난 106년 동안 연 강수량은 16.3mm/10년 증가하였으나 강수일은 변동 없는 등 강수의 양극화 현상 심화(강한 강수↑, 약한 강수↓)
 - ※ 여름 강수량의 증가가 가장 컸으며(+11.6mm/10년), 다른 계절은 큰 변화 없음
- (해수면) 지난 43년간 연안 해수면 약 8cm 상승, 제주지역은 22cm 상승
- (계절) 과거 30년과 최근 30년 비교 시 여름이 길어지고 겨울이 짧아지는 지구 온난화 현상 발생(여름 19일↑, 겨울 18일↓)

□ (전망) 현 추세대로 온실가스 배출 시, 21세기 말 이상기후 현상 더욱 심화

- ※ IPCC에서 사용하는 온실가스 농도 및 복사강제력에 관한 RCP(Representative Concentration Pathway) 시나리오를 사용하여 예측
- (기온) 기후변화 대응 정책의 성과에 따라 다르나 21세기 말 기준 전 지구의 온도 상승보다 가파른 추세로 1.8℃~4.7℃* 상승할 것으로 예측
 - * IPCC 제5차 평가보고서의 RCP 시나리오에 따른 국내 기상변화 예측 시, RCP2.6 시나리오의 경우 21세기 중 후반기 +1.8℃, RCP8.5 시나리오의 경우 전반기 +1.8℃, 중반기 +2.8℃, 후반기 +4.7℃
- (강수량) 현재 대비 21세기 말 전체적으로 강수량은 증가할 것으로 예측(+5.5~+13.1%)되며, 현 추세대로 배출 시 한반도 전 지역에서 증가 예상
 - ※ 북서부와 남해안을 중심으로 강수량이 현재 대비 40% 이상 큰 폭으로 증가 전망
- (극한기후) 현재 남해안에 국한되는 아열대 기후는 점차 영역*이 넓혀지며, 폭염·열대야 등 고온 관련 극한지수의 증가** 및 저온 관련 지수 감소 예측
 - * 21세기 말, 동해안까지 해안을 따라 확장, 내륙의 경우 충청남도까지 확장할 것으로 전망
 - ** RCP 6.0 시나리오 기준, 21세기 말 폭염일 수 +2.36/10년, 열대야일수 +3.21/10년 증가

< 정책 여건 >

- 우리나라의 경제·사회적 지위에 걸맞는 국제사회의 일원으로서의 역할 미흡
 - 기후·에너지 정책에 관한 세계 주요 지표는 최하위 수준*으로 기후 변화 대응의 미흡을 지적하는 국제사회 목소리 증가
 - * OECD 국가 중 이산화탄소 배출량 증가율 1위, 에너지 전환지수 하위 5위 등
 - EU 등을 중심으로 온실가스 감축 실적과 연계한 무역 제재(탄소세 등) 논의가 진행되는 등 개별 국가정책을 국제 규범에 연계시킬 가능성에 적극 대비할 필요성 증대

- 에너지 전환 정책의 가시적 성과 도출에 대한 사회적 요구 대두
 - 문재인 정부 출범 이후 본격적인 에너지전환 방향이 구축되고 관련 계획이 전개* 중에 있으나, 이에 대한 가시적 효과는 아직 미흡
 - * 전력수급계획(8차, '17.12), 재생에너지 3020 이행계획('17.12), 에너지신산업 기술 로드맵('18.8), 수소경제활성화 로드맵('19.1), 제3차 에너지기본계획('19.5) 등
 - 석탄발전으로 대표되는 기존 화석연료 중심의 전력공급체계를 탈피하여 재생에너지 등 조속한 탈 화석연료 에너지 공급시스템 구축 필요*
 - * OECD 국가 중 재생에너지 발전 비중은 하위 2위, 석탄발전 비중은 상위 4위

- 기후변화 대응을 위기가 아닌 기회로 보고 도전하는 혁신적인 움직임 부족
 - EU 그린딜 정책, 미국 그린뉴딜 등 국제사회는 저탄소사회로의 전환을 국가 차원의 혁신 동력으로 보고 녹색경제로의 전환을 가속화 하는 다양한 기술·산업 육성을 추진하는 반면 우리나라 경쟁력은 취약*
 - * 에너지 시스템 성능과 에너지 전환 준비도를 고려하여 국가별 경쟁력을 측정하는 에너지전환지수(WEF, World Economic Forum)의 경우 세계 48위 순위, OECD 중 하위 5위
 - 우리나라도 고도의 정보 기술을 접목하여 재생에너지 확대, 친환경차 보급, 혁신적 에너지 수요관리 등 신시장 선점을 위한 기술·산업 육성 필요

<참고> 저탄소 관련 주요 지표 우리나라 현황

- (배출량) 2015년 기준 세계 13위. 전 세계 배출량의 1.43%(출처 EDGAR, Emissions Database for Global Atmospheric Research)
- (인당 배출량) 2017년 기준 OECD 국가 중 6위(출처 IEA, International Energy Agency)
- (배출량/GDP) 2017년 기준 OECD 국가 중 4위(출처 IEA, International Energy Agency)
- (배출량/에너지) 2016년 기준 OECD 국가 중 18위(출처 IEA, International Energy Agency)
- (배출구조) 2015년 기준 에너지 소비에 의한 배출량은 국가 총 배출량의 87%로 OECD 국가 중 최대 수준(출처 OECD, Organization for Economic Cooperation and Development; UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change)
- (재생에너지 및 석탄발전 비중) 2018년 재생에너지 발전비중은 OECD 가입국 중 33위로 하위 2위. 석탄화력 발전비중은 OECD 가입국 중 상위 4위(출처 OECD, Organization for Economic Cooperation and Development)
- (에너지효율 평점표) 2018년 기준 에너지 다소비 25개국 중 13위(출처 ACEEE, American Council for an Energy-Efficiency Economy)
- (에너지가격) 2018년 기준 OECD 가입국 중 전기가격은 5번째로 낮은 국가. 가스가격은 6번째로 낮은 국가(출처 IEA, International Energy Agency)
- (에너지전환지수*) 2019년 세계 48위. OECD 국가 중 하위 5위(출처 WEF, World Economic Forum)
 - * (에너지전환지수) 세계경제포럼에서 매년 발표하는 지수. 에너지 시스템 성능(경제 개발 및 성장, 에너지 보안/접근, 환경 지속가능성)과 에너지 전환 준비도를 고려하여 국가별 측정
- (에너지트릴레마지수*) 2019년 128개국 중 37위. OECD 국가 중 하위 5위(출처 WEC, World Energy Council)
 - * (에너지트릴레마지수) 세계에너지의회에서 매년 발표하는 지수. 에너지 안보, 에너지 평등, 환경 지속가능성 3가지 관계를 고려하여 국가별 측정
- (정부효율성*) 2018년 기준 세계 34위(출처 World Bank)
 - * (정부효율성) 공공서비스의 질, 공무원의 질, 정치적 압력과의 독립성, 정책수립 및 이행, 이행의 질, 정책에 대한 정부노력의 신뢰성에 대한 지표로 매년 세계은행에서 발표

II. 포럼 논의 경과 및 검토안 성격

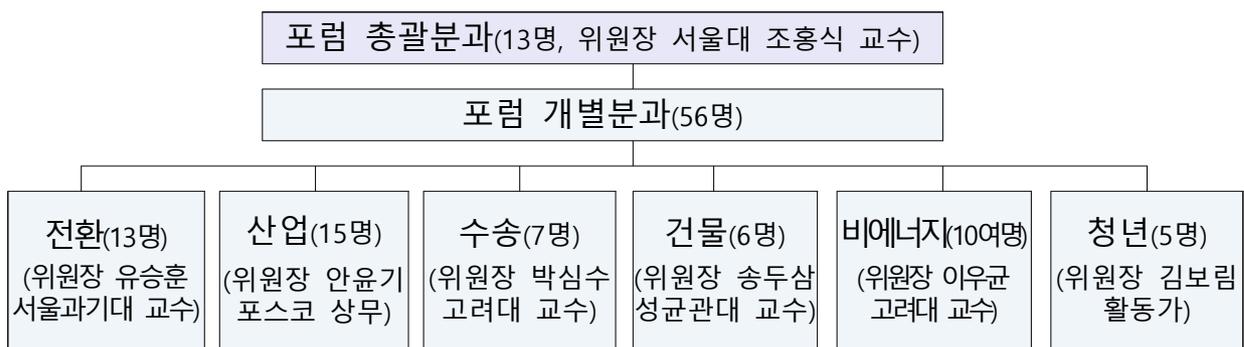
1. 2050 저탄소 사회 비전 포럼 논의 경과

□ 추진 목적

- 2050 장기 저탄소 발전전략은 장기적으로 국가 전반의 분야에서 변화와 혁신을 요구하므로, 일방적으로 정부가 주도하지 않고 민간 중심의 전문가 협의체를 구성·운영
- 전문가·시민사회·산업계·청년 등 다양한 이해관계자가 참여하여 2050년 저탄소 비전, 온실가스 감축목표, 저탄소 전환 추진과제 제안
 - 국책연구기관 중심의 기술작업반이 별도로 구성되어 감축 시나리오 등 기술·경제적 분석결과를 제공, 포럼과 협업

□ 포럼 및 기술작업반 구성

- (포럼) 정부 부처, 산업계, 녹색성장위원회 등에서 추천한 100여명 중 총괄, 전환, 산업, 건물, 수송, 비에너지, 청년 등 7개 분과 69명 선정
 - 소속, 나이, 성별, 추천기관, 전문분야와 분과별 인원분배 등을 종합적으로 고려하여 구성



- (기술작업반) 정부 부처에서 추천받은 국책연구기관 및 소속·산하기관 관계자 중 34명으로 구성
 - 총괄, 전환, 산업, 수송, 건물, 농축산·어업, 폐기물, 산림, 미래기술 등 9개 분과로 구성(작업반장: 온실가스종합정보센터장)

□ 논의 경과

시기	회의	주요 내용
3월	제1차 전체포럼	- 포럼 및 기술작업반 발족, 운영방안 확정(3.29)
4월 ~ 6월	총괄분과 + 기술작업반 + 개별분과	- 포럼 운영방안과 2050년 국가 저탄소 발전전략 포럼 검토안의 기본방향 논의, 온실가스 배출 기준 시나리오*(배출전망치) 검토 * 인구, GDP, 산업구조 등 기본 전제조건, 에너지기본계획 등 주요 국가계획 고려
7월 ~ 9월	개별분과 + 기술작업반	- (개별분과) 정책·제도·예산, 감축 효과, 기술성숙, 감축비용, 국제 동향 등을 고려하여 감축수단 검토 ※ 외부 관계자 의견수렴 병행 + (기술작업반) 감축 시나리오 초안 산정 등 기술 분석 수행
		- 부문별로 약·중·강 감축 시나리오 도출
	청년 세미나(8월)	- '저탄소 사회 비전 청년 세미나'(8.26) 개최, 포럼 청년분과가 주최하여 청년들과 기후위기 및 경제·산업·사회 변화 필요성 논의
	총괄분과	- 개별분과 진행상황 점검 및 조정 - 2°C 이하 온도상승 제한 등 국제사회의 전지구적 목표를 고려한 하향식 국가 배출목표 검토
10월 ~ 11월	국민 토론회(10월)	- '2050년 저탄소 사회 전환을 위한 국민 토론회'(10.8) 개최, 2050년 미래상과 저탄소 사회상에 대한 국민 의견 청취
	개별분과	- 부문별로 저탄소 전환 추진과제 논의 세미나 진행(외부전문가 초청) - 부문별로 비전, 감축수단 등 감축 시나리오 논의 보완
	총괄분과 + 기술작업반	- 국가 저탄소 비전 논의 - 부문별 감축 시나리오를 취합하여 국가 전체 배출목표 1~5안 도출 - 탄소중립 달성방안 검토
12월	포럼·작업반 전체회의	- 포럼 검토안 최종 논의(12.20)

※ 구분 : 전체회의 분과회의 공개 행사

< 분과별 회의 경과 요약 >

분과	회차 및 날짜	논의주제
총괄	1차 (4/12)	• 총괄분과 및 포럼 운영안 • 2050 LEDS 성격
	2차 (4/26)	• 총괄분과 및 포럼 운영안 • 2050 LEDS 성격
	3차 (5/10)	• 2050 LEDS 시나리오 기초사항 • 개별분과 현황
	4차 (5/24)	• 2050 LEDS 기본방향 • LEDS 제출 주요국 2050 비전 및 시사점
	5차 (6/14)	• 2040 접근방식 논의 • 2050 탄소중립비전 • 해외 주요국 저탄소발전전략 비교
	6차 (6/28)	• 개별분과 BAU 배출량 검토 • (외부전문가 초청) 2030 메가트렌드
	7차 (7/26)	• 감축시나리오 초안 및 개별분과 논의사항 • (외부전문가 초청) 기후변화 적응 피해 및 대책 현황
	8차 (8/30)	• 개별분과 논의사항 • 2°C 이하 반영 하향식 2050 배출경로안 검토
	9차 (9/27)	• 상향식 감축시나리오 분석현황 • 향후 상하향식 고려 배출경로 검토방안
	10차 (10/21)	• 상하향식 고려 배출경로 검토 • 향후 탄소비용 반영방식 • 부문별 감축시나리오 산정 관련 정보공유
	11차 (11/1)	• 포럼 검토안 시나리오 의미 및 명칭 • 포럼 검토안 목차 • 넷제로 및 국가·부문별 시나리오 결과(안)
	12차 (11/15)	• 넷제로 및 감축 시나리오 정리 • 국가 비전 및 사회상 초안
	13차 (11/29)	• 넷제로 시나리오 분석결과 수정안 • 감축시나리오별 경제파급효과 • 감축시나리오 제시방식(개수, 감축목표 제시방식)
	14차 (12/6)	• 감축시나리오 보완 논의 • 포럼 검토안 초안 논의 및 의견수렴 방식
전환	1차 (5/29)	• 2030 전환부문 감축목표 설명 및 2050 접근 방식
	2차 (6/20)	• (외부전문가 초청) 2040~2050년 전력 수요 증가율 • BAU 전원믹스
	3차 (7/19)	• 2050 전원믹스 관련 위원별 발제 • 2050 전환부문 감축시나리오 초안 결과 논의
	4차 (8/16)	• BAU 전원믹스 시나리오 수정안 및 수요관리 감축효과 • 2050 전원믹스관련 위원 발제
	5차 (8/28)	• 2050 전원믹스 • (외부전문가 초청) 국내 신재생에너지 잠재량
	6차 (9/16)	• 2050 전원믹스 관련 위원 의견 종합
	세미나 (11/13)	• 전원믹스 시나리오
	세미나 (11/25)	• 에너지전환 및 저탄소사회 이행을 위한 거버넌스 발전방향 • 에너지전환 및 저탄소사회 이행을 위한 에너지가격 개편방향
산업	1차 (5/29)	• 분과 운영안
	2차 (6/21)	• 시나리오 설정방식 및 방법 • (외부전문가 초청) BAU 전망 결과
	3차 (7/23)	• 2050 목표 산정 관련 자료 기반 감축 수단 • (외부전문가 초청) 2030 제조업의 미래
	4차 (8/21)	• 2050 목표 산정 관련 자료 기반 감축 수단 • 위원별 고려 감축수단 발제

	업종 간담회 (9/2)	<ul style="list-style-type: none"> • 철강업종 온실가스 감축수단 현황 조사 • 시멘트 산업 현황 및 주요 이슈 • 석유화학 온실가스 배출 현황 및 전망 • 디스플레이산업 동향과 온실가스 주요 이슈사항 • 저탄소발전전략을 위한 반도체산업 현황 및 주요이슈
	5차 (9/20)	<ul style="list-style-type: none"> • 감축수단 및 시나리오 논의
	세미나(11/22)	(1차 세미나) <ul style="list-style-type: none"> • 저탄소사회 달성을 위한 탄소소재 원료와 응용 • 폐열회수 • 산업공정배출 달성방안 (2차 세미나) <ul style="list-style-type: none"> • 플랫폼 경제 시대의 지역산업 클러스터 발전전략
건물	1차 (4/19)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안
	2차 (5/30)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 및 역할
	3차 (6/17)	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 산정안 • 2050 저탄소발전전략 건물부문 해외사례
	4차 (7/22)	<ul style="list-style-type: none"> • 건물분과장 정식 선임 • (외부전문가 초청) 2030 및 2040 목표 산정 관련 자료 기반 감축수단 논의
	5차 (8/12)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 비전 • 감축수단 및 수단별 목표 검토
	6차 (9/9)	<ul style="list-style-type: none"> • 감축수단별 목표 확정 • 분과 보고서 작성 계획
	세미나(11/15)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 LEDS 추진경과 및 해외사례, 비전 및 감축 시나리오 • ZEB 보급 확산을 위한 기술개발 및 추진 방향 • 신재생에너지 정책 방향 • 고에너지효율 보급 활성화 방안
수송	1차 (4/19)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안
	2차 (5/30)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 및 역할
	3차 (6/13)	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 주요전제 논의 • 감축수단
	4차 (6/25)	<ul style="list-style-type: none"> • (외부전문가 초청) BAU 초안결과 검토 및 논의
	5차 (7/22)	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 감축수단 국내외 트렌드 및 2050 적용가능성 발표 • 2050 저탄소 발전 전략 감축시나리오
	6차 (7/31)	<ul style="list-style-type: none"> • 수송부문 추가 감축수단 논의
	7차 (8/22)	<ul style="list-style-type: none"> • 감축시나리오 업데이트
	8차 (9/19)	<ul style="list-style-type: none"> • 해운, 교통수요관리 등의 정책 논의
	9차 (10/17)	<ul style="list-style-type: none"> • 감축수단 최종점검 및 분과보고서 작성방식
농축수산 폐기물	1차 (5/8)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안
	2차 (6/12)	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 초안 발표
	3차 (7/19)	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 BAU 초안 및 감축수단 • 2050 부문별 미래상
	4차 (8/23)	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 감축수단 • 2050 부문별 미래상
	5차 (9/20)	<ul style="list-style-type: none"> • 종합 의견 정리 • 감축시나리오 논의
	6차 (10/25)	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 논의안 검토 • 감축시나리오 논의 • 세미나 개최 논의
	세미나(11/8)	<ul style="list-style-type: none"> • 매립지 호기성 운영 전환 • 바이오 플라스틱 사용 의무화 • 폐기물감량화 및 재활용확대 • 유기성폐자원 바이오에너지화 • 2050 농축산 감축기술과 목표 • 산림부문 비전과 추진전략
청년	소모임 (4/1)	<ul style="list-style-type: none"> • 청년분과 역할 및 방향성
	1차 (5/10)	<ul style="list-style-type: none"> • 청년분과 활동방향 정리 논의
	소모임 (5/31)	<ul style="list-style-type: none"> • 역할분담 및 활동현황 논의
	2차 (6/7)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 미래비전 세미나 관련 논의
	3차 (8/8)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 저탄소 사회비전 청년 세미나 준비
	총괄분과 (9/27)	<ul style="list-style-type: none"> • 총괄분과에서 국가비전 및 제안사항 발표

2. 포럼 검토안 성격

- 국내 기후·에너지 전문가가 모여 집중 분석과 토론을 통해 도출한 결과
 - LEDS는 기존에 추진된 기후변화·에너지 관련 계획 간의 연계성을 고려하되 저탄소사회 전환이라는 목적 하에 2050년 미래에 대한 과감하고 도전적인 목표와 과제를 도출하는 것이 핵심
 - 저탄소사회로의 전환은 경제·사회·생활방식 등 모든 부문의 혁신과 변화가 필수적으로 동반됨에 따라 각계각층의 다양한 의견이 상존할 수 있으며 사회적 공감대에 기반한 의견 수렴이 특히 중요
 - 포럼 검토안은 기후변화 및 에너지 분야를 대표하는 약 100여명(포럼+작업반)의 분야별 전문가가 모여 약 9개월 간의 집중 분석과 토론을 거쳐 도출한 종합적 검토 결과로서 다양한 입장을 폭넓게 대변하기 위해 노력
- 사회 각계각층의 의견수렴을 위한 복수의 2050년 온실가스 감축목표 제시
 - 기존에 수립한 정부 중심의 국가 온실가스 감축목표 설정 체계와는 다르게 전문가의 논의결과를 정부에 제시하는 상향식 접근방식을 적용
 - 기회와 도전을 핵심가치로 지향하되 미래 전략이 필연적으로 지니는 불확실성과 이행가능성 등을 반영하여, 단일안이 아닌 복수의 2050년 온실가스 감축 목표와 국가 비전 및 저탄소 전환 추진과제를 제시
- 2050 LEDS 정부안 수립을 위한 사회적 논의의 기본자료 성격
 - 포럼 검토안은 저탄소사회 실현을 위한 변화의 주체인 기후변화·에너지 관련 부문별 민간 전문가의 의견을 담아 정부에 제시하는 자료로서, 동 검토안을 바탕으로 감축목표 뿐 아니라 국가 비전과 추진과제에 대해 폭넓은 사회적 논의와 정부 내 협의를 거쳐 LEDS 수립 필요
 - 포럼 위원 간에도 다양한 입장이 존재하는 점을 고려, LEDS 정부안 수립을 위한 사회적 논의 시 공정하고 체계적인 대국민 의견수렴이 필요

□ 포럼 검토안 구성

목차	주요 내용
국가 비전	<ul style="list-style-type: none"> - 2050년 저탄소 사회 전환을 위한 국가의 비전과 추진원칙
2050년 온실가스 배출목표	<ul style="list-style-type: none"> - 2050년 국가 온실가스 배출목표 - 배출목표별 주요 의미 (저탄소사회 전환 의의, 주요 지표 분석, 국가별 배출경로 비교 등) - 배출목표 도출 방식
탄소중립 달성방안	<ul style="list-style-type: none"> - 검토 배경 - 분석 결과 - 시사점, 포럼 논의결과
저탄소 전환 추진과제	<ul style="list-style-type: none"> - 저탄소 사회 전환을 위한 장기적이고 지속적인 국가 전반 및 전환산업·건물·수송·비에너지 등 부문별 추진과제
사회적 논의를 위한 포럼 제언	<ul style="list-style-type: none"> - 공정하고 체계적인 사회적 논의과정 추진 - 비용편익 분석 등 연구 보완 - 국가 전분야적 추진과제 구체화
참고자료	<ul style="list-style-type: none"> - 감축 시나리오 산정 관련 주요 사항, 분과별 세부 논의경과, 포럼 주관 대외 행사, 청년분과 제안사항, 2050 사회상 등

Ⅲ. 2050 장기 저탄소 발전전략 (포럼 검토안)

1. 국가 비전

국가 비전

□ 저탄소 사회 전환과 지속 가능한 탄소중립 국가경제 구현

- 기회와 도전의 관점에서 저탄소 사회로의 전환을 추진하고, 궁극적으로 탄소중립을 실현해 지속 가능한 국가경제를 구현

추진 원칙

① 기후변화 대응을 위한 국제사회 노력에 적극적 동조

- 국제사회의 책임 있는 일원으로서 기후변화 대응을 위한 국제사회 노력에 기여하고 파리협정의 목표인 2100년까지 지구 온도를 산업화 이전 대비 2°C 이하로 억제, 나아가 1.5°C를 달성할 수 있도록 지향
- 국제사회(기후변화협약)에 제출한 우리나라 2030년 온실가스 감축목표를 적극 이행하고 지속적인 모니터링을 통해 저탄소 사회로의 전환을 촉진
- 아울러, 각 부문별 다양한 이해관계자의 참여와 대국민 의견수렴을 통해 우리나라의 2050년 저탄소사회로의 전환을 위한 비전 및 전략(LEDs)을 수립하고 2020년까지 국제사회에 제출

② 미래 대비를 위한 야심찬 범국가적 도전 추진

- 저탄소사회로의 전환은 큰 도전과제이지만 제4차 산업혁명을 활용한 신 기술·신산업 육성, 신 일자리 창출, 환경(자연재난·미세먼지 등) 문제 해결 등 미래세대를 위한 기회적 측면이 공존
- 저탄소사회로의 전환을 더 이상 위기가 아닌 기회의 관점에서 우리나라의 지속가능하고 미래 지향적인 성장동력으로 인식하고 적극 추진

- 아울러, 국가 주요 비전인 포용·혁신·공정·복지와 저탄소사회 비전을 연계하여 범국가적인 영역에서 혁신적이고 창의적인 전환을 추진
 - (기술혁신) 4차 산업혁명 시대 디지털 기술 확대, 탈탄소 미래 기술 융합 등
 - (산업혁신) 소재-장비-SW-서비스 융합, 신산업 창출 전략 추진 등
 - (사회혁신) 에너지 소비행태 및 구조 전환, 지역공동체 문화, 교육 확산 등
 - (정책혁신) 탄소 가격 시그널을 반영한 정책 설계, 정책 거버넌스 확립 등

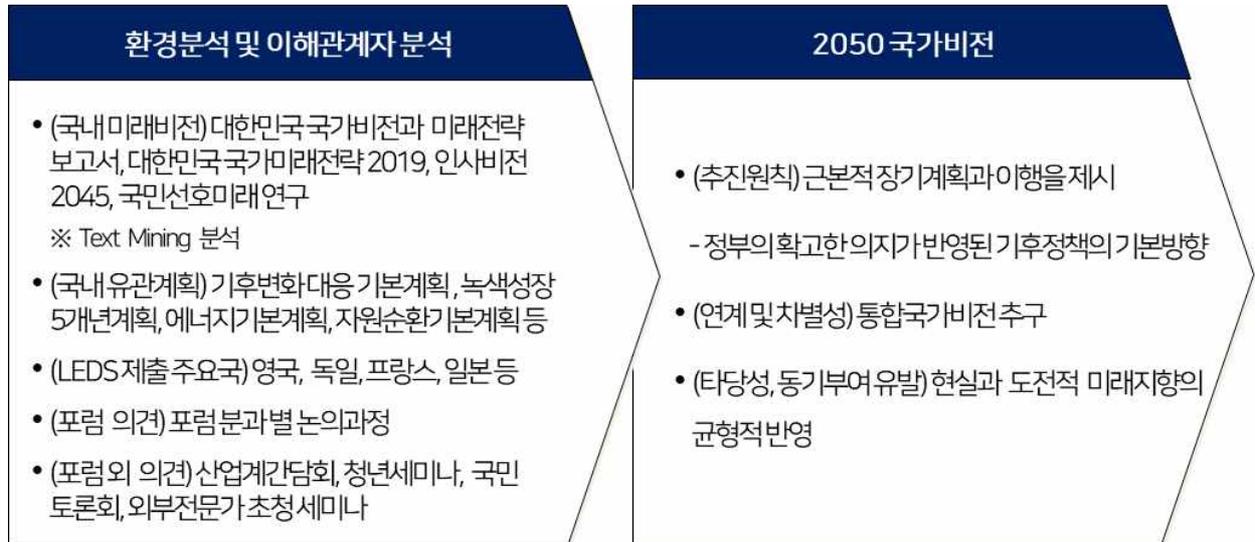
③ 지속 가능한 선순환 탄소중립 실현

- 탈석탄과 재생에너지 확대에 따른 대변되는 에너지 전환을 단계적이되 강고히 추진하여 글로벌 에너지·산업 패러다임 변화에 적극 대처하고 나아가 변화를 선도할 수 있는 국가 역량 확보
- 에너지 전환 과정에서 발생될 수 있는 기존 산업 종사자의 일자리 감소 등 사회적 비용 문제와 기술적 문제*들에 대한 해결을 위해 정부 차원의 지원과 지속적인 인프라 구축을 추진
 - * 원전, LNG, 분산전원, 재생에너지 간헐성, 에너지가격체계, 전력산업구조, 사회적 수용성 등
- 미래세대의 기회와 생존을 담보로 하는 지나친 생산, 유통, 소비의 악순환 체계를 벗어나 전 과정의 자원 순환 체계를 실현하고 산림·습지 등 자연환경의 지속적인 관리를 통해 지속 가능한 선순환 탄소중립 실현

④ 국민 모두의 공동노력 추진

- 미래세대를 위한 유일한 길이자 현재를 살아가는 우리에게도 저탄소사회로의 전환은 반드시 필요한 길임을 국민 모두가 공감할 수 있도록 기후변화 대응에 대한 인식 확산 및 실천 기반 조성 추진
- 아울러, 궁극적인 목표를 달성하기 위한 비용에 대해 공정하고 합리적인 부담을 원칙으로 국민 모두의 공동노력을 지속적으로 강화

<참고> 국가비전 도출과정



□ 국가비전 성격 분석

- 탄소중립사회 추구를 위한 사회적 논의 지속적 확대 계기
- 국가 응집력(통합)에 기여하고, 미래에 대한 희망으로 밝은 사회 제시
 - 미래세대를 포함한 모든 이해 당사자들의 동기부여 제시
- 국제사회 메가트렌드를 반영·주도하는 정부의 확고한 의지를 고려한 기후정책의 기본방향 제시

□ 국내 유관 미래비전 분석

- (분석 개요) 우리나라 국가비전과 통합 연계된 저탄소 국가비전 도출을 위해 주요 국가보고서*의 텍스트 마이닝 분석 실시
 - * 1) 대한민국 국가비전과 미래전략(경제인문사회연구원, 2018) : 혁신적 포용국가, 혁신과 포용의 조화(균형)
 - 2) 대한민국 국가미래전략 2019(카이스트, 2019) : 아시아 평화중심 창조국가
 - 3) 인사비전 2045(인사혁신추진위원회, 2016) : 변화에 유연하고 국민이 원하는 행정서비스를 스스로 찾아서 제공하는 지능형 정부
 - 4) 국민선호미래연구(국가미래연구원, 2018) : 2050년 분야별 전문가 선호미래, 미래정책에 대한 국민선호
- 저탄소를 반영하는 키워드로 '환경', '기후변화', '온실가스'를 선정하여 주요 이슈와 키워드 분석

순위	환경 이슈어	언급량	기후변화 이슈어	언급량	온실가스 이슈어	언급량
1	에너지	150	에너지	74	에너지	29
2	기술	149	기술	53	기술	17
3	자원	118	대응/대비	52	기후변화	16
4	산업	94	신재생에너지	31	신재생에너지	15
5	기후변화	90	온실가스	30	에너지 전환	14
6	안전	66	에너지 전환	23	저탄소	14
7	지역(협력)	57	온난화	18	전력	13
8	재해/재난	55	빅데이터 기반	18	사회	12
9	신재생에너지	50	국제	17	경제성장	8
10	지속가능	49	생물 다양성	17	미세먼지	8

- 핵심요인 및 공통핵심어 도출결과
 - '환경', '기후변화', '온실가스'의 가장 핵심키워드는 에너지와 기술

- 핵심요인은 에너지·기술, 사회·글로벌, 산업·경제, 자연·환경 네 가지 카테고리로 분류됨
- 핵심요인과 연관된 공통핵심어를 도출하여 저탄소사회 결정요인으로 선정

핵심요인	공통핵심어(저탄소사회 결정요인)
에너지·기술	에너지, 기술, 신재생에너지, 에너지 전환, 전력, 원자력, 녹색기술
사회·글로벌	중국, 북한, 지속가능, 글로벌, 정책
산업·경제	경제성장, 산업화, 에너지가격
자연·환경	기후변화, 온난화, 미세먼지, 산림

- ⇒ (핵심요인) 국가비전 도출 시 핵심 키워드로 활용
- ⇒ (공통핵심어) 사회상(온실가스 감축노력에 따라 실현되는 사회의 모습) 도출 시 포럼에서 언급된 요소들 외에 직접적으로 언급되지 않은 요소들도 반영

□ 국내 유관계획 비전 분석

계획명	비전
2차 기후변화대응 기본계획	지속가능한 저탄소 녹색사회구현
3차 녹색성장 5개년 계획	포용적 녹색국가 구현
3차 에너지기본계획	에너지 전환을 통한 지속가능한 성장과 국민 삶의 질 제고
국가지속가능발전 전략 및 이행계획	21세기 선진국가 : 경제·사회·환경 균형발전, 현세대·미래세대 공동번영
자원순환기본계획	자원 선순환으로 지속가능한 순환경제 실현
6차 산림기본계획	일자리가 나오는 경제산림, 모두가 누리는 복지산림, 사람과 자연의 생태산림

□ LEDS 제출 주요국 비전 분석

국가	비전
영국	청정성장(Clean Growth)을 위한 도약
독일	금세기 중반까지 탄소중립 달성
프랑스	지속가능한 저탄소 경제로의 전환
미국	탈탄소경제를 향한 심층 순배출 경제 추구
캐나다	배출감축 및 환경보호를 통해 보다 깨끗하고 혁신적인 경제 창출
일본	2050년까지 야심찬 저탄소사회 추구, 가능한 금세기까지 탈탄소사회 달성 (국가 전 영역의 혁신을 통한 환경과 경제의 선순환 국가 지향 및 국제사회 기여)
포르투갈	탄소중립을 위한 탈탄소경제 및 에너지전환 실현, 경제성장과 자원의 효율적 이용을 통한 국가 발전의 기회로 활용

□ 포럼 외 의견수렴

- 국민의견 반영을 위해 청년세미나, 국민토론회 등을 통한 주요 키워드 도출

구분	주요 키워드
청년 세미나	1.5도 달성, 넷제로, 지속가능, 산업구조 전환, 탄소비용, 사회적 합의, 시민 참여, 기술개발, 탄소중립
국민 토론회	지속가능, 저탄소/탈탄소, 넷제로, 탄소세, 미래세대, 사회적 공감대, 국제협력, 미래기술 개발/확산, 도전과 기회, 정책연계

2. 2050년 국가 온실가스 배출목표

1 배출목표 복수안

□ 국내 현실 뿐 아니라, 파리협정 등 국제 동향을 반영하여 2050 LEDS 작성 취지에 부합되는 **복수의 2050년 국가 온실가스 배출목표 마련**

* 2°C 이하 달성 목표 기여(하향식) 및 부문별 감축 시나리오(상향식)의 종합적 고려

2050년 배출목표	의미		
	종합	기술	사회변화
1안 '17년 대비 75% 감축 (178.9백만톤 배출)	- 포럼에서 고려 가능한 모든 옵션을 포함한 가장 도전적 안 - 탄소중립을 향한 저탄소 전환 최대 추진안	- 미래 혁신 기술 적용	- 전 분야적 야심찬 사회혁신
2안 '17년 대비 69% 감축 (222백만톤 배출)	- 저탄소 전환 추진을 강화하며 일부 실현가능성이 높은 옵션은 더 도전적으로 도입하는 경우	- 도전적 기술 + 실현가능성이 높은 일부 미래 혁신 기술	- 구조적 전환 + 일부 사회혁신
3안 '17년 대비 61% 감축 (279.5백만톤 배출)	- 저탄소 전환 추진 강화안	- 상용화 기술 확대 및 도전적 기술 도입	- 구조적인 전환 강화
4안 '17년 대비 50% 감축 (355.9백만톤 배출)	- 포럼 검토안 중 2°C 이하 목표를 달성하는 가장 보수적 시나리오	- 상용화·보편화 기술 + 실현가능성이 높은 일부 도전적 기술	- 기존 계획 확대 + 일부 구조적 전환
5안 '17년 대비 40% 감축 (425.9백만톤 배출)	- 기존의 국가 계획을 적용하면서 추가 감축수단 발굴 - 2°C 이하 목표 미달성	- 상용화·보편화 기술 적용	- 기존 계획을 확대하며 저탄소 전환 추진

국가·부문별 목표배출량 및 감축량(률)

(단위 : 백만톤 CO₂e)

구 분		'17년 현황	포럼 검토안 '50년 목표					
			1안	2안	3안	4안	5안	
국가	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%	
부문별	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%
	농축어업	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

2050년 부문별 주요 사회상

구 분	1안	2안	3안	4안	5안
 에너지공급부문	<ul style="list-style-type: none"> · 석탄화력발전 비중 4% · 재생에너지 발전비중 60% · 수소경제 시대 	<ul style="list-style-type: none"> · 석탄화력발전 비중 4% · 재생에너지 발전비중 60% · 수소경제 시대 	<ul style="list-style-type: none"> · 석탄화력발전 비중 8% · 재생에너지 발전비중 50% · 수소경제 보편화 	<ul style="list-style-type: none"> · 석탄화력발전 비중 8% · 재생에너지 발전비중 50% · 수소경제 보편화 	<ul style="list-style-type: none"> · 석탄화력발전 비중 12% · 재생에너지 발전비중 40% · 수소경제 가시화
 산업부문	<ul style="list-style-type: none"> · 전면적 전환과 융복합 확대 · 자원 재활용 최대화 및 획기적 공정개선 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 에너지 관리 시스템 전면 보급 · 자원 재활용 및 단계적 공정개선 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 에너지 관리 시스템 보급 확대 · 자원 재활용 및 단계적 공정개선 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 에너지 관리 시스템 보급 확대 · 산업공정 고효율 저감설비 도입 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 에너지 관리 시스템 일부 적용 · 전동기, 보일러 기기 에너지 소비효율 개선
 건물부문	<ul style="list-style-type: none"> · 녹색건물 정착 · 미활용 열 등 신재생에너지 소비 극대화 	<ul style="list-style-type: none"> · 녹색건물 정착 · 신재생에너지 보급 확대 강화 	<ul style="list-style-type: none"> · 녹색건물 일반화 · 신재생에너지 보급 확대 강화 	<ul style="list-style-type: none"> · 녹색건물 일반화 · 신재생에너지 보급 추진 	<ul style="list-style-type: none"> · 녹색건물 관리 강화 · 신재생에너지 보급 추진
 수송부문	<ul style="list-style-type: none"> · 내연차 급격한 퇴보(비중 7%) · 친환경차 대중화(비중 93%) · 자율주행, 인공지능 확산 	<ul style="list-style-type: none"> · 내연차 급격한 퇴보(비중 7%) · 친환경차 대중화(비중 93%) · 도로체계 변화 본격화 	<ul style="list-style-type: none"> · 내연차 점진적 퇴보(비중 18%) · 친환경차 보편화(비중 82%) · 도로체계 변화 본격화 	<ul style="list-style-type: none"> · 내연차 점진적 퇴보(비중 18%) · 친환경차 보편화(비중 82%) · 도로체계 변화 가시화 	<ul style="list-style-type: none"> · 내연차 감소(비중 25%) · 친환경차 확대(비중 75%) · 도로체계 변화 가시화
 농·축·산·폐부문	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 다각화 · 폐기물의 완전한 자연 선순환 · 자연친화적 환경 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 보급확대 · 폐기물의 완전한 자연 선순환 · 자연친화적 환경 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 보급확대 · 매팀부문 호기성 운영 및 바이오 플라스틱 비중 강화 · 자연친화적 환경 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 실용화 · 메탄가스 회수 증대 및 폐기물 재활용감량 강화 · 자연친화적 환경 	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 실용화 · 폐기물 재활용·감량 강화 · 자연친화적 환경

배출목표 해석

□ 주요 지표

- (2050년 BAU* 대비 감축율)

76.5%(1안), 70.8%(2안), 63.3%(3안), 53.3%(4안), 44.1%(5안)

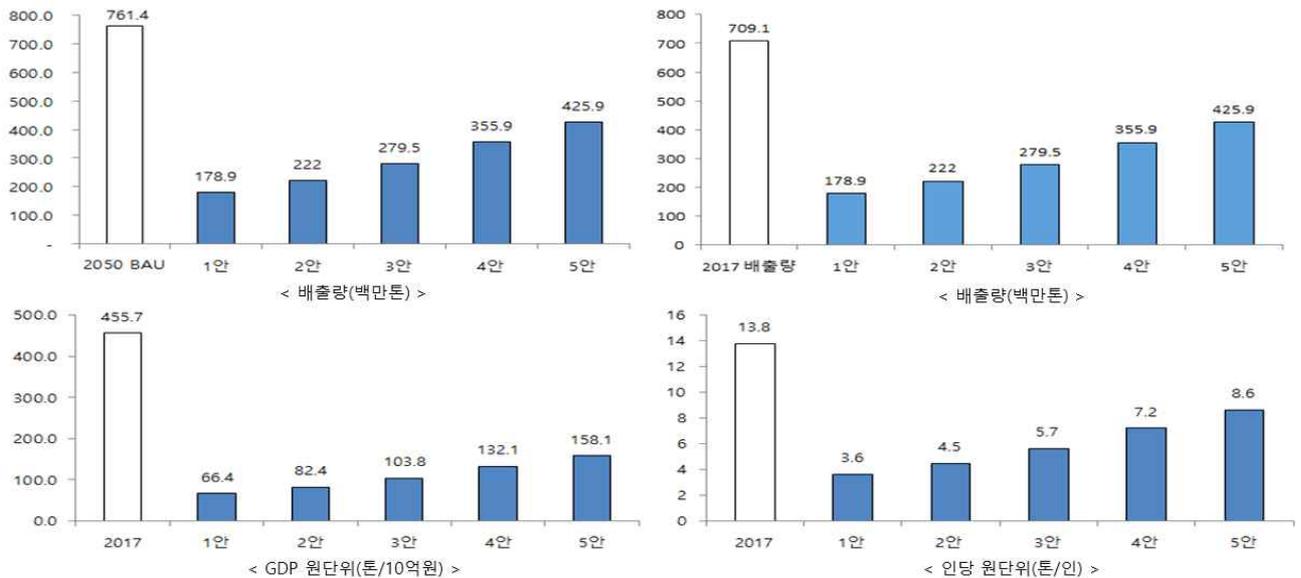
* (BAU, Business as usual) 기존 국가계획을 전제로 특별한 추가 조치를 취하지 않을 경우 배출될 것으로 예상되는 미래 전망치로서, 2050년 BAU는 761.4백만톤으로 전망됨

- (2017년 대비 GDP 원단위 감축율)

90.6%(1안), 88.4%(2안), 85.4%(3안), 81.4%(4안), 77.7%(5안)

- (2017년 대비 인당 원단위 감축율)

73.8%(1안), 67.5%(2안), 59.0%(3안), 47.9%(4안), 37.6%(5안)

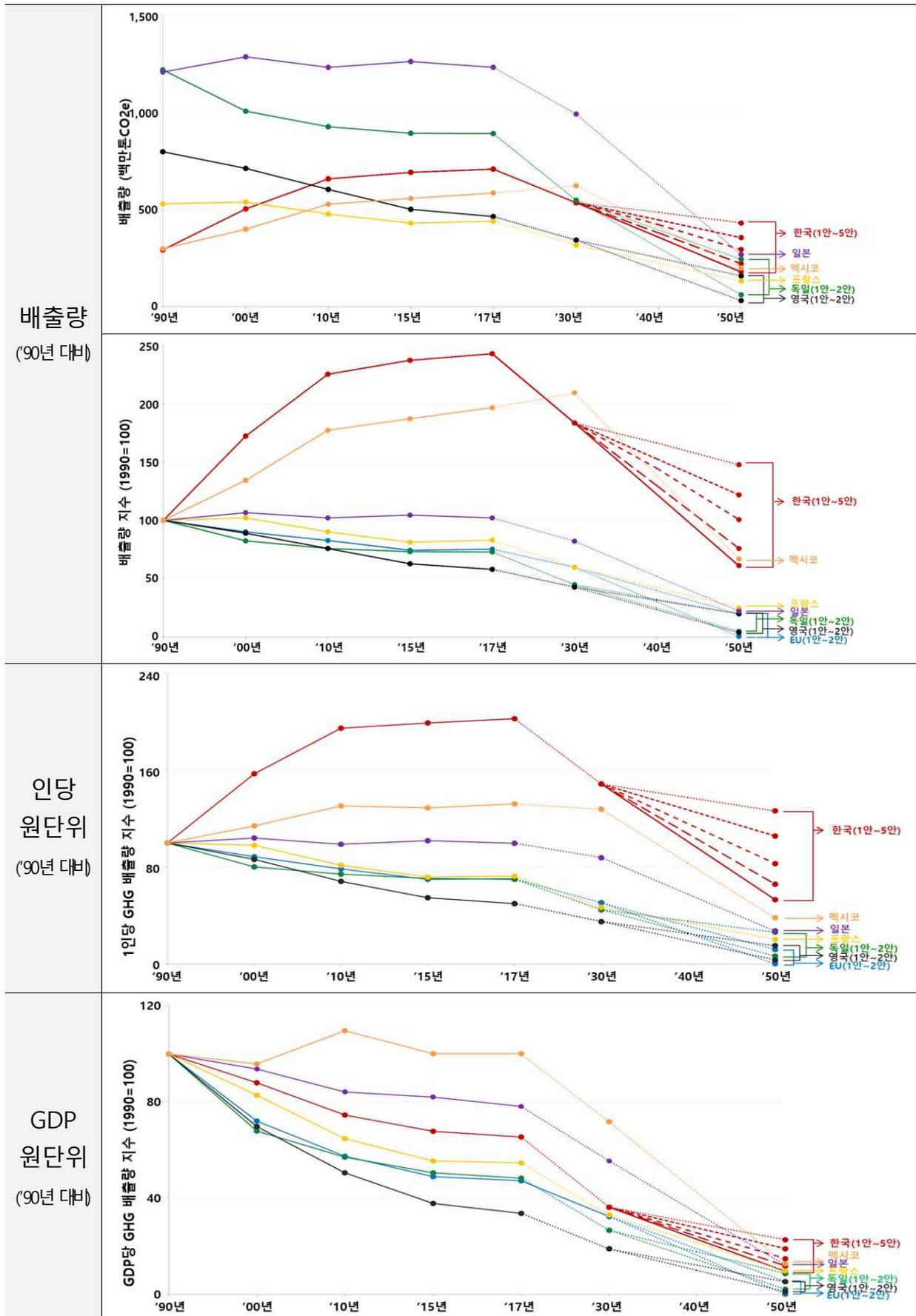


< 1~5안 주요 지표(절대량) >

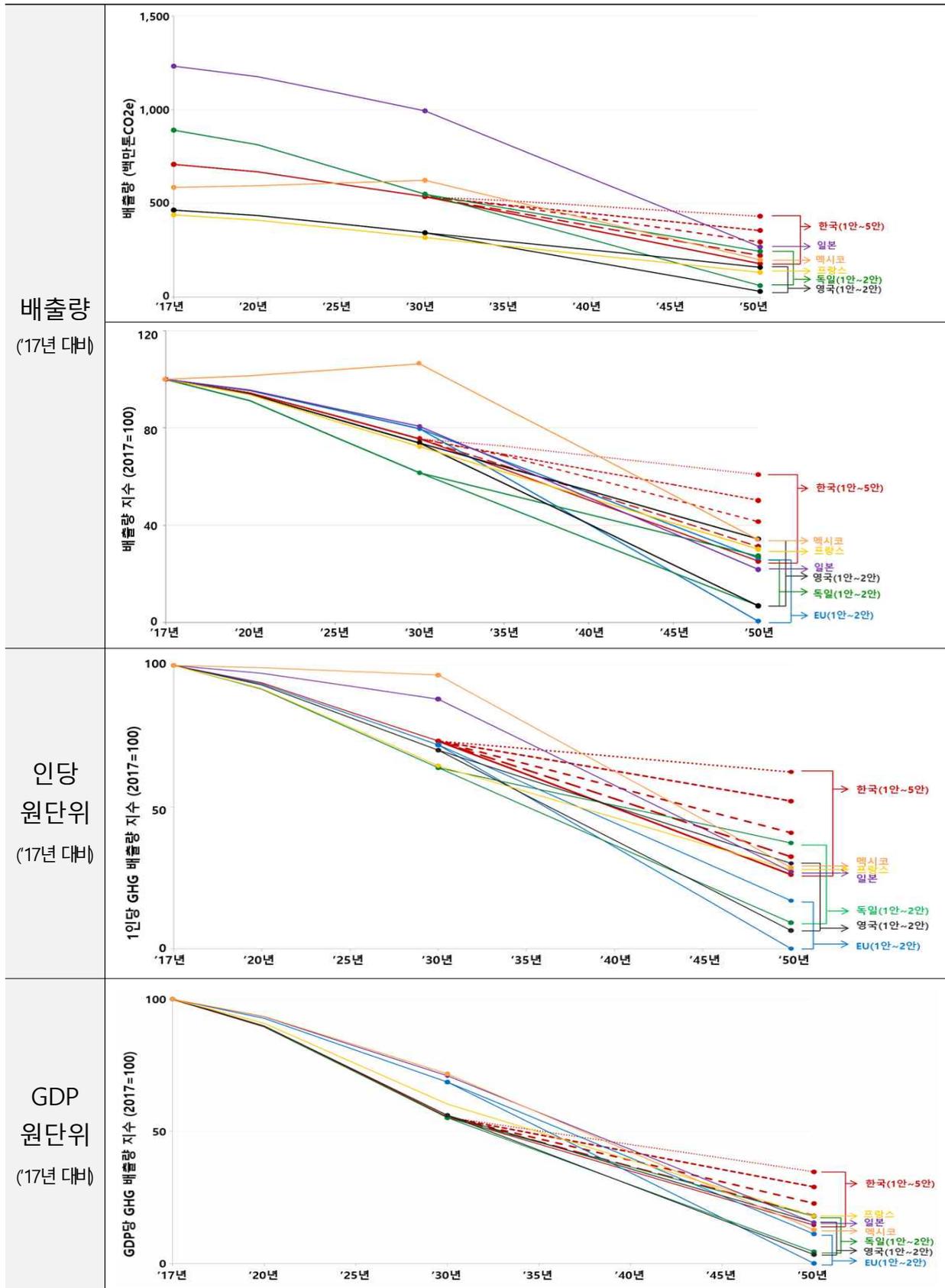
□ 주요국과의 배출목표 달성경로 비교

- (배출량) 영국·독일 등은 2000년대부터 2050년까지 지속적인 감축 추세이나, 우리나라는 그간 온실가스 배출량을 많이 줄이지 못하면서 2017~2050년 기간에 과거 대비 급격한 감축경로가 제시됨(1, 2안 기준)
- (원단위) 2030년 이후 우리나라의 인당 원단위 및 GDP 원단위의 개선속도는 영국, 독일, 일본 등 선진국 대비 상대적으로 더딘 수준

< 포럼 1~5안과 국가별 2050 배출목표 달성경로 비교 ('90년 대비) >



< 포럼 1~5안과 국가별 2050 배출목표 달성경로 비교 ('17년 대비) >



※ (영국) 유엔에 제출한 LEDS의 목표는 90년 대비 80%이나 최근 net zero로 상향을 검토중이므로 2개로 표시
 ※ (EU) 아직 유엔에 최종 LEDS는 제출하지 않았으나 초안 마련 상태이며 상반기 내 공식 제출 예상

<참고> LEDS 제출 주요국 2050 배출목표

국가	2050 감축목표 및 제시방식	2010년* 배출량 (백만톤)	2050년	
			배출목표 (백만톤)	'10년 대비 감축율**
영국	1990년 대비 80% 감축 (net zero 상향 검토중)	605	160	74%
독일	1990년 대비 80~95% 감축	926	244~61	74~93%
프랑스	1990년 대비 75% 감축	478	132	72%
멕시코	2000년 대비 50% 감축	528	200	62%
일본	2013년(추정) 대비 80% 감축	1,232	268	78%

* (출처) UNFCCC GHG data ('19.11), 토지이용, 토지이용변화 및 임업분야 포함.

** IPCC(AR5)의 2050년 OECD 권고 감축률은 2010년 대비 80~95%임

※ EU는 1990년 대비 80~100% 감축목표를 검토중이며, 최종 목표 및 LEDS는 상반기 내 유엔 제출 예상

<참고> 주요국 감축목표 제시방식 현황

NDC (2030목표)	<ul style="list-style-type: none"> • (BAU 기준) 한국, 멕시코, 터키, 아르헨티나 등 일부 국가 • (집약도 기준) 중국, 인도, 싱가포르, 칠레 등 일부 국가 • (기준년도 기준) 대부분의 OECD, G20 국가들 <ul style="list-style-type: none"> - 대부분 국가 1990년, 미국, 캐나다, 뉴질랜드, 호주 등 2005년, 일본 2013년 - 일반적으로 기준년도는 자국의 배출정점 년도를 반영
LEDS (2050목표)	<ul style="list-style-type: none"> • (기준년도 기준) 현재 제출된 모든 국가 (NDC 기준년도와 일치) <ul style="list-style-type: none"> - 멕시코는 NDC BAU 기준에서 기준년도(2000년) 기준으로 변경 • (참고) IPCC AR5의 2°C 고려를 위한 기준은 2010년 <ul style="list-style-type: none"> - 개도국에게도 절대량 형태 권고(아시아: '50년까지 '10년 대비 30~50% 감축)

* (NDC; Nationally Determined Contribution) 각 당사국이 자국의 상황과 역량을 감안하여 기후 변화협약에 제출한 2020년 이후의 자발적 온실가스 감축 기여방안으로써, 우리나라는 2030년 BAU 대비 37% 감축목표(536 MtCO₂e) 제시

* 포럼에서는 2030년 로드맵 수정 시 감축목표를 절대량 방식으로 변경키로 결정(18.7, 국무회의)한 사항과 2050 장기 전략의 특성을 고려해 기준년도 감축목표 제시방식을 권고(적정 기준년도는 최근년도인 2017년으로 합의)

2

배출목표 도출 방식

1 상향식 접근

개요

- 부문별, 감축수단별로 정책·제도·예산 지원가능성, 감축효과, 기술성숙, 감축비용 등을 종합적으로 고려하여, 기술작업반+개별분과 논의와 전문가 자문 및 총괄분과 피드백 과정을 통해 5개의 국가 감축 시나리오 도출

논의 경과

□ 감축수단별 정책·전망지표 검토

- (분류) 35개 감축수단(전환, 산업, 수송, 건물, 농축산, 폐기물 6개 부문)
- (활용) 부문 및 국가 시나리오 작성에 참고
- (기준) ① 정책지표 : 정책, 제도, 예산 지원 가능성(핵심~일반~없음)
② 전망지표 : i) 감축효과(고~중~저), ii) 기술성숙(고~중~저),
iii) 감축비용(유리~보통~불리)

< 정책·전망지표 예시 >

감축수단		정책지표	전망지표		
			감축효과	기술성숙	감축비용
전환	1. CCUS	-	●	●	○
	2. 믹스개선	★	●	●	●
	3. 석탄발전 효율개선	★	●	●	●
	4. Bio 중유 대체	-	●	●	●
	5. 수소경제 활성화	연료전지 도입	☆	●	●
수소 공급		★	●	●	○

※ (정책지표) ★핵심, ☆일반, -없음 / (전망지표) ●고(유리), ●중(보통), ○저(불리)

□ 감축수단·부문별 감축 시나리오 검토

- (분류) 8개 부문 35개 감축수단(6개 부문 + 탈루·산림 2개 부문)
- (활용) 국가 감축 시나리오 작성에 참고
- (방법) 35개 감축수단 강·중·약 → 8개 부문 강·중·약 시나리오
→ 국가 시나리오(3개 이상) 도출

국가 시나리오 선택기준

□ 고려사항

- 국가 시나리오를 3개 이상으로 제시하기로 포럼 총괄분과 논의
- 강·중·약 시나리오를 단순 합제한 3개의 국가 시나리오 외에, 부문(8개) 또는 감축수단(35개) 강·중·약을 조합한 시나리오 필요
 - ⇒ 8개 부문별* 강·중·약 선택은 부문간 우선순위 및 형평성 논란 우려
 - * 예) A 부문은 [강], B 부문은 [중]
 - ⇒ 35개 감축수단별* 지표 특성을 고려하여 강·중·약 선택 및 조합 필요
 - * 예) A 감축수단은 [강], B 감축수단은 [중]

□ 감축수단 조합 기준

- (기준) 정책지표와 전망지표 특성 고려
 - 핵심 정책지표로 분류된 수단은 정책, 제도, 예산 지원이 가능하므로 상대적으로 실현 가능성 높음
 - 정책지표는 낮더라도 감축효과, 기술성숙, 감축비용 등 전망지표가 모두 高(유리)인 수단은 실현가능성 높음
 - 정책지표가 일반적으로 분류된 수단 중에서 3개 전망지표가 두 개 이상 高인 수단("1지표 高+2지표 中" 포함)은 실현 가능성 높음
- (기준 적용) 정책수단별 실현 가능성을 고려하여 감축수단 분류
 - 핵심 정책지표 : 13개 감축수단(전환3, 산업3, 건물3, 수송2, 폐기물1, 농축수산1)
 - 감축효과, 기술성숙, 감축비용 모두 高 : 3개 감축수단(전환1, 농축수산2)
 - 일반 정책지표 + 3개 전망지표 중 두 개 이상 高 : 3개 감축수단 (산업1, 폐기물1, 농축수산1)
- (적용 결과) 감축수단(35개) 분류 → 실현 가능성 높음(19개) + 낮음(16개)

국가 시나리오 복수안

□ (1안) 8개 부문, 35개 감축수단 → [강] 시나리오 채택

⇒ 2050년 배출량 178.9백만 톤 (‘17년 대비 감축률 74.8%)

□ (2안) 35개 감축수단을 [강]·[중]에서 선택

○ 실현 가능성이 상대적으로 높은 19개 감축수단은 [강], 나머지 16개 감축수단은 [중] 선택

⇒ 2050년 배출량 222.0백만 톤 (‘17년 대비 감축률 68.7%)

□ (3안) 8개 부문, 35개 수단 → [중] 시나리오 채택

⇒ 2050년 배출량 279.5백만 톤 (‘17년 대비 감축률 60.6%)

□ (4안) 35개 감축수단을 [중]·[약] 중에서 선택

○ 2안과 마찬가지로, 실현 가능성이 상대적으로 높은 19개 감축수단은 [중], 나머지 16개 감축수단은 [약] 선택

⇒ 2050년 배출량 355.9백만 톤 (‘17년 대비 감축률 49.8%)

□ (5안) 모든 감축수단을 [약] 시나리오 채택

⇒ 2050년 배출량 425.9백만 톤 (‘17년 대비 감축률 39.9%)

< 감축수단별 국가 시나리오 검토(안) 예시 >

감축수단		1안			2안			3안			4안			5안		
		약	중	강	약	중	강	약	중	강	약	중	강	약	중	강
전환																
	1. CO ₂ 포집·저장...															
	2. 발전용 에너지...															
	3. 석탄...															
	4. Bio...															
	5. 수소...															
		연료...														
	수소...															
⋮	⋮															

② 하향식 접근

- (개요) 저감 잠재성과는 무관하게, 전 지구적 2°C 이하 달성목표 기여 및 저탄소 국가 비전을 고려한 배출목표 범위 검토(포럼 총괄분과)
 - 부문별 기술적·경제적 저감 잠재성에 기반한 상향식(기존 2020년, 2030년 국가 감축목표 설정 방식) 감축 목표와 다른 접근
 - ※ 국제사회에서 우리나라에게 요구·권고되는 것으로 판단되는 배출경로이자, 동시에 저탄소 사회로의 국가 비전을 반영해 결정하는 배출경로 혹은 저탄소 전환 비전의 단계적·공극적 이행을 위한 감축 노력을 추구하는 배출경로 접근방식

- (전제) 인구, GDP 전망 등 포럼의 기본 전제조건과 IPCC 5차 평가보고서의 RCP2.6*(66%, 450(430~480)ppm) 시나리오 기준 반영
 - * RCP2.6은 전 세계적으로 2010년 대비 41~72% 감축 수준에 해당되며, 2°C 달성 확률(Likely)이 가장 높은 시나리오에 해당(2°C 뿐 아니라 1.5°C 국제적 논의를 포함한다는 관점에서, 2°C 달성의 가장 높은 확률을 반영)

- (적용기준) 기후변화 대응의 역할분담(Burden Sharing) 등 국제적으로 비교 가능한 기준들을 다양하게 적용
 - 포럼에서는 IPCC 대륙별 권고 감축률, IIASA 동아시아 배출경로, 배출 책임과 감축능력, 국제 탄소예산 등 12개 기준들을 적용하여 검토

- (검토결과) 2°C 이하 목표 달성을 위한 2050년 우리나라의 온실가스 목표 배출량은 포럼 검토결과 -311 ~ +394백만톤

- (논의 시사점) 2°C 이하를 고려한 국가별 배출경로 분석 기준이 매우 다양해, 우리나라를 비롯한 각 국가의 하향식 2050년 배출경로는 특정 곤란
 - 절대량 관점에서는 해석상 유의가 필요하지만 일정 범주 내에서는 주요국의 배출목표 및 포럼의 상향식 접근결과와 상대적·종합적 비교 가능

<참고> 다양한 국제적 기준의 포럼 하향식 분석 적용 결과

1 IPCC AR5 지역별 권고 감축률

- (개요) IPCC 5차 평가보고서(AR5*) 2°C 달성 시나리오에서 권고되는 세계 지역별 감축률
* AR5(Fifth Assessment Report): 기후변화에 의한 영향, 취약성, 적응을 평가한 IPCC 5차 보고서
- (적용) AR5의 아시아 지역 대상 권고 감축율인 2050년까지 2010년 배출량 대비 30%*~50% 중 40%, 50%, OECD 국가 대상 권고 감축율인 2010년 대비 2050년 80%~95% 중 80% 적용 (3개)
* 우리나라의 경제적 지위, 배출규모 등을 고려해 30% 감축 기준은 제외
- (결과) 2050년 배출목표 **394~132**백만톤

2 IIASA 아시아(동아시아) 배출경로

- (개요) IPCC 2°C 달성 시나리오 하에서 IIASA*가 제시한 지역별 배출경로(CO₂ 기준)
* IIASA : International Institute for Applied Systems Analysis, 국제응용시스템분석연구소
- (적용) ① 아시아지역 배출경로와 동일하게 우리나라의 배출경로를 추정, ② 동아시아·태평양지역 전체 배출 증감율에 우리나라가 기여한 비중만큼만 고려, ③ ①에 동아시아·태평양지역 누적배출량 대비 우리나라 기여분을 추가 고려 (3개)
- (결과) 2050년 배출목표 **242~318**백만톤(① 254, ② 318, ③ 242)

3 인당 배출량(수렴)

① IPCC AR5 전 세계 배출경로의 2080년 제로 배출 준용

- (개요) IPCC AR5(2°C 이하 달성, 전 세계 2080년 제로 배출량 도달)를 토대로, 전 세계 2080년 인당 배출량 제로 준용
- (적용) 2080년 인당 배출량 제로를 전제로 2050년 세계 인당 배출목표를 도출하고 2030 목표배출량과 추세선을 연결하여 우리나라의 2050년 배출량 추정
- (결과) 2050년 배출목표 **300**백만톤

② IPCC AR5 전 세계 배출경로의 2050년 인당 배출량 준용

- (개요) IPCC AR5(2°C 이하 달성, 전 세계 2080년 제로 배출량 도달)를 토대로, 전 세계 2050년 인당 배출량 목표 준용
- (적용) 우리나라에도 동일하게 적용(인당 2.3~2.9톤)
- (결과) 2050년 배출목표 **114~143**백만톤

③ COP14 공유비전의 선진국 우선 감축 수준

- (개요) COP14('08년) 공유비전 논의 시 언급되었던 2050년 세계 온실가스 인당 배출량
- (적용) 우리나라에도 동일하게 적용(인당 2톤)
- (결과) 2050년 배출목표 **99**백만톤

4 배출책임과 감축능력

- (개요) 전 세계 감축요구량 달성을 위해, 온실가스 배출책임(Responsibility)과 능력(Capacity)을 고려한 감축지표를 토대로 각국이 감축노력을 분담(Burden Sharing)
 - 국가의 일정 소득 이상의 자료를 기반으로, 국가별 감축 기여율*을 산정
 - * 배출량, 소득수준, 국가의 책임과 능력을 고려한 RCI(Climate Equity Reference Calculator) 분석도구 활용
- (적용) 우리나라의 감축지표를 계산하여 적용(우리나라의 감축기여율은 1.7%)
- (결과) 2050년 배출목표 -311백만톤

5 DDPP(Deep Decarbonization Pathway Project)

- (개요) 우리나라를 포함해 16개국(호주, 브라질, 캐나다, 중국, 프랑스, 독일, 인도, 인도네시아, 이탈리아, 일본, 멕시코, 남아프리카공화국, 영국, 미국 등) 전문가들 중심으로 탈탄소화 경로에 관해 연구한 공동 프로젝트('15,'16년)
- (적용) 2°C 이하 목표 달성과 2010년 대비 2050년 전세계 에너지 부문 배출량 46~56% 감축 전제
- (결과) 2050년 배출목표 약 100백만톤(에너지부문 기준 84백만톤)

6 CAT(Climate Action Tracker)

- (개요) '18년에 기후변화 대응 세계 시민단체인 CAT에서 1.5°C 및 2°C 달성을 위한 공정한 국가 분담 범위 제시
- (적용) 1.5°C, 2°C 온도 목표와 책임역량 등 다양한 기준별로 중앙값 선정 및 평균 계산
- (결과) 2050년 배출목표 평균 -125백만톤(2°C 기준)

3 상·향식 접근결과 비교

- 하향식 분석결과를 상향식 감축 시나리오와 상호 비교하여, 국내 현실 뿐 아니라 현실 극복 의지를 반영해 우리나라가 결정할 수 있는 배출 목표를 다양한 의미로 해석
- 5안은 하향식 분석에 의하면 2°C 이하 달성 목표에 못 미치지만, 포럼 논의 결과 상향식 분석에 의해 도출된 약 시나리오는 기존 국가계획을 유지·확대하는 경우를 보여준다는 의미에서 포럼 검토안에 포함

<참고> 주요국 LEDS 보고서의 2050 배출목표 관련 2°C 관련 언급 내용

국가	2°C 언급 내용
영국	<ul style="list-style-type: none"> - 2°C 달성을 위한 IPCC AR4의 선진국 대상 감축 권고 수준 을 고려하되, 영국의 여건과 책임을 반영해 목표 확정 - (2050 배출목표) 160백만톤
독일	<ul style="list-style-type: none"> - 2°C 달성을 위한 EU의 2050 감축목표를 감안하되, 선진국으로서 여타 EU 회원국에 비해 적극적인 목표 설정 - (2050 배출목표) 244~61백만톤
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> - 2005-2013년 감축실적을 바탕으로 추세선으로 목표 설정, 단 2°C 달성을 위해 강화된 감축 필요성을 고려하며 접근 - (2050 배출목표) 132백만톤
멕시코	<ul style="list-style-type: none"> - IPCC(AR5) 2°C 달성 권고수준에 부합하는 목표가 설정되었음을 언급. 동시에 자국 입장에서 비용효율적인 배출경로 채택 - (2050 배출목표) 200백만톤
일본	<ul style="list-style-type: none"> - 파리협정의 2°C 이하 및 1.5°C 이행을 위해 2050년까지 80% 감축 목표가 설정되었음을 제시. 경제 성장 및 환경 건전성을 고려하고 부문별 이행 가능한 전략을 마련 - (2050 배출목표) 268백만톤
미국	<ul style="list-style-type: none"> - IPCC(AR4) 권고수준을 고려해 G8 국가들이 선진국의 경우 2050년까지 80% 감축이 필요하다고 선언('09)한 점을 감안하여 목표를 설정. 단 이러한 목표는 2°C 달성 경로 상에 있으며, 1.5°C 달성에도 기여할 것으로 전망 - (2050 배출목표) 1,320백만톤
캐나다	<ul style="list-style-type: none"> - 구체적인 목표 설정 근거에 대해서는 밝히고 있지 않으나, 2050 목표가 2°C 및 1.5°C 목표와 일관됨을 제시 - (2050 배출목표) 146백만톤

3. 탄소중립 달성방안

- 탄소중립(Net-zero) 달성을 위해서는 포럼 최대 감축안인 1안의 배출량 178.9백만톤의 추가 감축 필요
- 포럼 논의 결과, 탄소중립 목표는 정책 지원, 기술 확보, 기술 안정성과 감축비용 부담 등에 대해 광범위한 사회적 논의와 국민공감대 형성 필요
- 저탄소 사회로의 전환 관점에서 지속적인 논의와 탄소중립 접근 추진

1 검토 배경

- 국내외적으로 논의되고 있는 탄소중립(Net-zero*) 목표와 관련해, 포럼 청년분과, 국민 토론회 등에서 검토 필요성을 제기

* Net-zero : 대기중 온실가스 제거량이 나머지 배출원의 배출량을 상쇄, 순배출=0

- 포럼 1~5안과는 별도로 기술작업반 주관기관인 온실가스종합정보센터에서 우리나라의 2050년 탄소중립 달성을 위한 감축방안을 분석하고 포럼에서는 분석결과를 토대로 시사점을 논의

<참고> Net-zero 국내외 동향

○ 국외

- (포르투갈) 2050년 장기 저탄소발전전략(LEDs)에 Net-zero 목표 제시('19.9)

* 세부 감축수단 및 감축경로는 미제시

- (영국) LEDs와 별도로 Net-zero 보고서*를 발표('19.5), 달성방안 법제화 준비중(목표는 이미 법제화)

* (Net Zero: The UK's contribution to stopping global warming) '50년 95~96% 감축('90년 대비), 잔존배출량은 DAC(Direct Air Capture; 대기 중 CO₂를 직접 포집하여 저장·활용하는 기술)와 산림을 통한 상쇄로 Net-zero 실현

- (기후정상회의 및 기후협약 당사국 총회) '19.9월 기후행동 정상회의에서 65개국*이 '30~'50년까지 Net-zero 달성 선언에 동참, 기후협약 당사국 총회 계기 73개국으로 증가

* Carbon Neutrality Coalition, Under2 Coalition, Deadline 2020, Business Ambition for 1.5°C, UN-Conventioned Net-Zero Asset Owner Alliance 등 다양한 형태

- (EU) 최근 EU 차원에서도 Net-zero 논의 중, EU 이사회 차원에서 탄소중립 결의안 공표('19.12)

* 현재까지 대부분 국가들에서는 LEDs에 Net-zero 감축목표 포함 여부 미확정

○ 국내

- 국회 이정미 의원, 기후위기 대응 및 탄소 순배출제로 결의안 대표발의('19.9)

- 포럼 진행과정에서 청년분과, 국민토론회 등에서 Net-zero 검토 필요성을 제기

2 분석 결과

- (분석개요) 탄소중립 달성을 위한 추가 감축 요구량과 감축수단 분석
 - 탄소중립 달성을 위해서는 포럼 최대 감축안인 1안 배출량과 탄소중립(순배출=0)의 차이인 178.9백만톤 추가 감축 필요
 - 178.9백만톤 추가 감축을 위해서는 포럼 1안에서 고려한 감축수단 외에도 신규 감축수단을 발굴·도입하고, 부문별 감축 후에도 잔여 배출량이 있는 경우 그만큼 공통 수단을 추가 도입 필요
- (감축수단) 분야별로 탄소중립 실현에 필요한 과제 검토
 - (전환) 온실가스 배출이 없는 발전으로서, 기존 감축수단(재생¹⁾, 원자력²⁾) 외에 신규 감축수단(동북아 슈퍼그리드³⁾ 등)까지 검토 필요
 - 1) 햇빛·물·생물유기체 등 재생가능한 에너지를 전기로 변환시켜 이용하는 에너지
 - 2) 우라늄을 원자로에 넣고 중성자에 의한 핵분열 연쇄반응을 일으켜 얻는 에너지
 - 3) 예) 몽골에서 재생에너지로 전기를 생산 후 슈퍼그리드로 국내 도입
 - (산업) 산업 부문 배출량 만큼 온실가스 마이너스 배출을 하는 CCUS¹⁾ 확대 또는 DAC²⁾ 도입 필요
 - 1) Carbon Capture Utilization and Storage : 산업시설 굴뚝에서 이산화탄소를 포집하여 이를 저장·활용
 - 2) Direct Air Capture : 대기중 CO₂(400ppm 내외)를 직접 포집하여 이를 저장·활용※ CCUS 또는 DAC에 소요되는 발전원은 제로 배출 발전으로 충당
 - (건물) 냉·난방용으로 사용하는 화석연료를 대체하기 위해서는 그린수소 사용 연료전지 등 온실가스 제로 수단 도입 필요
※ 그린수소 생산에 소요되는 발전원은 제로 배출 발전으로 충당
 - (수송) 내연기관차의 무공해차 전환 가속화 필요
※ 전기 및 수소 생산에 소요되는 발전원은 제로 배출 발전으로 충당
 - (공통 감축) 부문별 감축 후에도 발생하는 공통 잔여 배출량만큼 정부(중앙정부 및 지자체)에서 CCUS 또는 DAC 등 감축수단 추가 도입 필요

- (제반조건) 정책 지원 및 기술 성숙, 비용 검토와 국민 행태 변화 필요
 - (정책지원) 부문별로 관련 법·제도의 신설 및 정부 부처간 정책의 유기적 혁신 동반 필요
 - ※ 전력수급기본계획, 에너지기본계획, 신에너지 개발계획, 배출권거래제 기본계획, 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률, 상쇄제도, 재생에너지 3020 이행 계획, 수소경제 활성화 로드맵 등
 - (기술성숙) 파일럿 단계 기술의 개발 가속화 및 비즈니스화, 기술의 안정성 확보가 관건
 - ※ (전환) 에너지저장시설, 초고압직류송전망, 신에너지 안정성 및 상용화, 해저송전선 건설 등 (산업) CCUS, DAC 기술의 상용화 등
 - (건물) 연료전지 시장의 기술경쟁력 확보 등
 - (수송) 수소경제 활성화, 미래자동차 산업 발전 지원 등
 - (비용) 매우 높거나, 현재 상황으로 추정이 곤란한 수준
 - ※ (매우 높음) DAC(사례; Carbon Engineering社, 최대 1톤CO₂e 당 100만원 이상, 프로젝트 총 투자비 1,100백만 달러 수준)
 - (추정 곤란) 신에너지, 동북아그리드 등
 - (행태변화) 국민 개개인 생활양식 전반의 대대적인 변화 필요

3 시사점(포럼 총괄분과 논의 결과)

- 2050년 탄소중립 달성을 위해서는 포럼 최대 감축안인 1안보다 더 획기적인 감축수단 도입과 정책·기술·행태변화 등의 제반조건 검토가 필요
- 탄소중립 목표는 정책 지원, 기술 확보, 기술 안정성과 감축 비용 부담 등에 대해 보다 광범위한 사회적 논의와 국민 공감대 형성이 필요
 - 탄소중립 달성을 위한 신규 감축수단은 향후 국가 전반의 영역에서 지속적으로 논의되어야 할 사항
- 탄소중립은 조속히 달성해야 할 지향점이자 추구할 목표로서 달성방안에 대한 지속적인 사회적 논의와 진전방안에 관한 검토가 필요

4. 저탄소 전환 추진과제

1 국가 전반의 혁신 프레임 확립

① [기술혁신] 미래 저탄소 신기술의 융합형 RDD&D 추진

□ 저탄소기술에 대해 집중적인 융합형 RDD&D* 추진

* Research, Development, Demonstration & Deployment : 연구, 개발, 실증, 확산

○ 최고 기술보유국 대비 기술격차*를 고려한 전략적 추진

* 선진국(미국, EU, 일본) 대비 88%~57.5% 기술수준, 2년~8.5년 기술격차

※ 이차전지, 태양전지, 스마트 에너지그리드, 수소·연료전지 등은 최고 기술에 근접하였으나
고효율 가스발전, CCUS, 풍력발전, 미세먼지 대응, 기후변화 감시·예측 기술 등은 상대적 열위

○ 기술별 우선순위를 고려하여 환경, 에너지 분야, 특히 융합형 저탄소 기술에 연구개발 투자 집중

※ 현재 국가 총 연구개발비(세계 5위) 및 연구개발 GDP 집약도(세계 2위)는 세계 상위권 수준

○ 저탄소 기술의 상용화를 위한 실증 연구투자를 지속적으로 확대*하고, 기술·업종간 융합을 통해 시너지 효과를 극대화

* 분산전원, 에너지관리시스템, 전기차·수소차 등 통합 실증연구를 통한 비즈니스 모델 확대 등

□ 융합형 RDD&D 관리체제로의 전환을 위한 제도적 기반 마련

○ 연구개발부터 실증사업 및 실제 도입에 이르는 효율적 체계 관리를 위해 기술 간 융합을 촉진할 수 있는 제도적 시스템을 구축

○ 단기 연구개발 성과에 구애받지 않고 후속 연구의 지원방안을 제공하는 연구 지원 시스템을 도입

② [산업혁신] 저탄소 전환을 위한 새로운 산업생태계 조성

□ 융합형 산업생태계를 조성하여 지속가능한 경제 체제로의 전환 추진

- 생산과 소비의 경계가 무너지는 4차 산업혁명 시대 융합형 글로벌 가치사슬*로의 산업지형 변화에 적극적으로 대비

* 제품연구개발-브랜드-디자인-제조-유통-마케팅-판매서비스 가치사슬 전반의 새로운 가치

- 기업의 진입과 투자를 위한 인프라와 제도를 마련하고, 동시에 산업간 연계와 협업*을 위한 산업생태계 구축을 도모

* 산업내·산업간 플랫폼 구축, 성장유망산업·주력산업 연계, 대·중·소기업 연계 등

□ 녹색금융 활성화를 위한 지속적인 제도 개선 및 혁신금융 확대 추진

- 저탄소 설비 투자 확대를 위한 금융지원, 저탄소 신기술 개발 및 이행전략 금융지원, 중소기업 진입 촉진을 위한 금융지원 확대

- 국제협력 프로젝트 활성화를 위한 민관 합동펀드 조성 확대 등

□ 저탄소 핵심 선도분야의 유관 산업을 육성하여 저탄소사회 전환 촉진

- (재생에너지산업의 성장동력화) 재생에너지 기술과 4차 산업혁명시대 핵심기술과의 융복합을 통한 신산업/신시장 육성

- (에너지효율 연계산업 육성) 사업장·건물·지역의 고효율 기기, 에너지 관리시스템, 분산자원 중개 거래 등 에너지효율 토탈 솔루션화

- (수소산업 육성) 산업혁신 촉진 관점에서 수소경제 구현을 위한 생태계 조성

<참고> 산업 업종별 미래 모습

- 시스템반도체, 바이오, 미래차는 주력품목으로 급부상
- 조선은 친환경선박으로 전면 전환
- 철강, 화학, 섬유는 고부가고기능 소재 비중 확대
- 이차전지는 전기차, 모바일 기기 확대에 급성장
- 가전산업은 스마트가전, 에어가전 중심으로 탈바꿈
- 기계산업은 스마트공장 확산에 따라 첨단장비, 로봇시장이 증가
- 바이오, 헬스, 미래차(친환경 모빌리티), 반도체(메모리, 시스템) 등 신산업 비중 확대

자료: 제조업 르네상스(산업연구원, 2019)에서 정리

③ [정책혁신] 탄소가격 시그널을 반영한 국가 정책 설계

□ 국가 전반의 영역에서 합리적 대응이 가능토록 유도하는 정책 운영 설계

- 정책 수립 시 비용 효율적인 온실가스 감축 유도를 위해, 배출권 가격, 탄소세 등 예측 가능한 감축 비용 관련 정보를 제공하고 시장에 탄소 가격 시그널 제공

※ 온실가스 감축 및 저탄소 사회 전환에 따른 편익은 중장기적으로 매우 광범위하여 측정이 어렵지만, 감축비용은 단기 효과 중심으로 접근가능

<참고> 탄소가격 전망 예시

- (파리협정 이행을 위한 세계 탄소가격) US\$40~80/tCO₂(‘20년), US\$50~100/tCO₂(‘30년)
* 출처 : Carbon Pricing Leadership Coalition(2017), 기후정책들의 환경성 구비 조건 전제
- (파리협정 이행을 위한 업종 탄소가격) US\$135~6,050/tCO₂(‘30년), US\$245~14,300/tCO₂(‘50년), US\$690~30,100/tCO₂(2100년)
* 출처 : IPCC 1.5°C 특별보고서(2018), 기후정책 기반조성 및 생태계 비용 등 포함

□ 2050 비전과의 정합성을 반영한 국내 배출권거래제의 획기적 전환

- 현재보다 엄격하지만 예측 가능한 국가할당계획을 마련(‘26~)
- 2050년 국가 감축목표 강화에 따른 배출권거래제의 감축 역할을 재정립하고, 이에 따라 할당계획을 추진, 중장기 할당계획 사전 제시 및 계획기간 확대 등
- 동시에, 비용 효율적인 온실가스 감축을 위한 할당계획의 변화를 모색
 - ※ 유상할당의 확대 추진, 하한가격(Price Floor) 설정 검토, 경매수익 활용 체제 구축, 파리협정 체제 하의 국제협력 방안 모색 등

□ 에너지 과세체계의 합리적 조정 등 효율적 감축정책 추진 기반 강화

- 외부비용 반영을 통해 발전용 및 수송용 에너지 세제의 합리적 조정
- 탄소가격 부여와 밀접한 연관이 되는 화석 연료세, 화석연료 보조금 과세체제도 에너지 상대가격 조정 과정에서 지속적으로 조정 검토

<참고> 국내외 관련 보조금, 부담금 및 환경급전 현황

- (세계 에너지 관련 보조금) 5,470억 달러('14년)에서 3,400억 달러('17년)로 감소(IEA/OECD)
- (세계 화석연료 보조금) 5,300억 달러('13년)에서 2,960억 달러('17년)로 감소(IMF*)
* IMF(International Monetary Fund), 국제통화기금
- (국내) 제세부담금 조정('19년 기준) 36→46(유연탄), 91.4→23원/kg(LNG)
- (국내) 환경급전 조정('19년 기준) 석탄발전 19.2(원/kWh), LNG발전 8.2(원/kWh)으로 발전원가 상승. 석탄과 LNG간 가격격차 11원으로 축소('17.12, 제8차 전력수급기본계획)

- 저탄소 전환에 부합되도록 범 정부 부처 협의 하에 유연탄·LNG 제세 부담금 체계 변화 지속 추진
- 미세먼지 대책 뿐 아니라 온실가스 감축까지 고려하여 환경급전 규정을 재정비하고, 석탄, LNG, 분산전원 간 친환경 급전을 촉진할 수 있는 체제로 전환

4 [사회혁신] 국가·지역 전반의 저탄소 사회로의 근본적 전환

□ 저탄소사회로의 근본적 전환을 위한 단계적·심층적 혁신

- 사회의 근본적 가치와 행태의 전환을 추진하여, 저탄소사회로의 전환이 미래 도시·지역 발전의 중요 동력으로 작동될 수 있도록 구현
- 제도적 혁신을 비롯해 네트워크, 지역공동체 실천 수준으로의 단계적, 심층적 사회혁신을 추진

□ 법, 제도적 기반 강화

- 저탄소 전환을 위한 지역사회 및 지자체의 역할을 정립하고 확대하기 위한 지역에너지계획, 지자체 기후변화대응계획, 지자체 온실가스 인벤토리 등 관련 법·제도의 기반 강화

□ 중앙-지역 간 거버넌스 강화

- 지역사회 및 지자체의 저탄소 전환 지원을 위해 중앙-지방-지역사회 간 협력 거버넌스 강화

- 지자체의 지속가능한 전환 활동을 보장하기 위해 지방분권화 시대에 부합할 수 있도록 중앙-지방정부 재정체계 정비

□ 지역 시민 참여 강화 및 지역 공동체 실천

- 계획 수립 과정에서 시민의 적극 참여가 보장되도록 지역의 저탄소 전환 내실화 방안을 다각적으로 추진
- 저탄소 전환 과정에서 유발되는 사회적 갈등 해소, 기후 취약계층 복지, 국민 공감대 확산을 위한 정보공유 시스템 마련 등을 적극 추진
- 주민 참여형 재생에너지 사업, 지역사회 주도형 생태마을 및 에너지 자립마을, 제로에너지 특화단지 등을 확대하여 도시·농어촌 개발의 패러다임 변화를 도모하고 지역 균형발전에 기여

5 [자연자원 보전] 자연 생명력 및 삶의 질 증진을 위한 국가 환경 관리

□ 국가환경 종합적 관점에서 온실가스외 직·간접적으로 연관된 환경이슈 대응

- 위해성에 기반하여 미세먼지, 초미세먼지 관리를 지속적으로 강화하고 온실가스 감축과의 시너지 연계 효과를 극대화하며 동북아 지역 공동 대응도 적극 추진
- 미세플라스틱의 관리방안 및 제도 정비를 통해 시중에 유통되는 화학물질의 안정성을 최대한 확보하고, 인간, 동물 생태계, 환경에 최적화된 관리체계 구축
- 갯벌복원, 해양보호구역 확대 등으로 연안 및 해양 환경의 생태 건강성 강화, 지속가능한 국가 연안 및 해양 관리를 위한 제도 정비

□ 기후 적응대책을 지속 강화하고 자연과 인간 삶의 조화 증진

- 사회기반시설 보호, 기후변화 취약계층 관리 기반 확대 및 지원사업 강화 등 지역 특성과 취약 유형을 고려하여 기후변화에 안전한 사회를 구현

전환 부문

- ◆ (기본방향) 전력 패러다임의 전환을 통한 저탄소 발전 실현
- ◆ (핵심과제) 재생에너지 확대를 위한 기반 구축, 수소경제 등 신재생에너지 산업 신성장 동력화, 전력시장 구조 및 에너지 과세 합리화, 탈탄소 및 에너지 수요관리 강화 등

① 재생에너지 확대를 위한 기반 구축

□ 재생에너지 발전 출력변동성 대응체제 구축(단기)

- 계통확충 및 에너지저장장치(ESS*) 확대를 통해 현재 누적되어 있는 접속 예정물량(9.7GW**) 등 단기 누적물량 해소

* ESS, Energy Storage System

** 즉시 접속(3.2GW) → 1년 내 해소(4.7GW) → '21년까지 해소(9.7GW)

□ 실시간 전력시장 도입 및 차세대 전력망 구축(중장기)

- 실시간 전력시장(Real time market) 도입 등을 통한 발전량 예측 제고 및 수급불균형에 따른 제약비용 증가 방지방안 강구

- ADMS* 및 SCADA** 등 혁신 기술을 활용한 차세대 전력망 인프라 구축 추진

* ADMS; Advanced Distribution Management System, 배전망 지능제어시스템

* SCADA; Supervisory Control And Data Acquisition, 감시제어 및 데이터취득

□ 주민·기업·지자체의 수용성 강화를 위한 지속적인 제도개선 추진

- 계획입지제도 확대, 일반용 태양광 상계거래 현금정산제도* 허용, 발전소 주변지역 범위 합리화 및 주민 동의 최소기준 검토 등 수용성 확보

* 현재 자가용은 허용되나, 일반용(10kW이하)는 대상에서 제외

- 민간기업 사용전력의 100%를 재생에너지로 이용하는 RE100* 이행기반 마련 추진, 투자 확대 및 에너지전환의 자발적 참여 유도

* (Renewable energy 100%) 사용전력의 100%를 재생에너지로 이용하는 것을 목표로 하는 자발적 캠페인으로, '14년 비영리단체인 The Climate Group과 CDP에서 최초로 소개

- 재생에너지 사업 이익공유 대상*을 지자체로 확대, REC 제도 개편 등 지자체 참여 사업에 인센티브 부여** 확대방안 지속 마련

* (현행) 주민, 어촌계 또는 조합 등 유관단체

** (현행) 발전사업자에게만 추가 REC 가중치(0.1) 부여

② 수소경제 등 신재생에너지 산업의 신성장 동력화

□ 수소 연료전지 보급설비 및 그린수소 공급방식 확대 등 수소경제 활성화

- 부품 국산화율을 포함한 연료전지의 지속적 설치확대를 통해 설치비, 발전단가의 대폭 절감을 달성
- 연료전지 전용 요금제를 통한 연료전지 가스요금 인하, 장기 고정가격 계약제도 도입 등 연료전지 설치 확대를 위한 다양한 지원 추진
- 현재 부생 및 추출수소 중심에서 수전해, 해외생산 방식으로의 수소 공급 확대 추진

<참고> 수소공급 방식

- (부생수소) 석유화학 공정 등의 부산물인 부생수소 활용
- (추출수소) 수소 수요처 인근 및 전국 LNG 공급망 활용을 통한 거점형, 분산형 수소생산
- (수전해) 재생에너지 잉여전력을 활용한 친환경 수소 생산 확대
- (해외생산) 해외 재생에너지, 갈탄 등 활용 수소생산 및 운송

□ 전후방 산업적 파급효과가 큰 미래 성장동력으로서 수소산업 적극 지원

- 부품·소재 중소·중견기업 성장 지원을 위한 융합 연계형 R&D, 연료전지 협력업체 지원을 위한 금융지원 추진 등

□ 가격경쟁에서 효율 중심으로 신재생에너지 산업경쟁력 강화

- 태양광 모듈 최저효율제 신설* 도입 등 태양광 보급 기반 마련
 - * 태양광 모듈 한국산업표준(KS)에 최저효율기준 신설('19) 등
- 재생에너지 설비 중 전주기 저탄소배출 설비 대상 REC 가중치 우대 등 REC* 제도 개편 추진
 - * REC(Renewable Energy Certificate, 신재생에너지공급인증서), 신재생에너지 발전량 MWh 단위로 발급하는 인증서로서, 환경 영향 및 온실가스 배출저감 효과 등을 고려하여 가중치 부여
- 친환경성 및 산업기여도 등이 고려된 경쟁입찰 방식 등 검토

□ 신재생에너지 산업의 수출 활력 제고

- 무역금융 확대 및 발전공기업과 제조기업의 동반 해외진출 유도
- 수출금융 우대 및 국산제품으로 해외프로젝트 수주 시 보험요율 인하 등

③ 전력시장 구조 및 에너지 과세 합리화

□ 전력시장 구조의 합리적 개선 지속 추진

- 전력 및 가스시장의 현황과 문제점을 지속적으로 파악하여 근본적·단계적인 전력시장 구조 개선 방안 추진
- 연료가격 중심의 기존 시장구조에서 배출권거래제와의 유기적 연계를 통한 합리적인 환경급전 적용 및 전환 지속

□ 에너지 과세체계의 공정성 및 환경성 강화

- (발전용) 유연탄·LNG 제세부담금은 외부비용을 주기적으로 평가·검증하여 합리적으로 반영
 - ※ 유연탄 36→46원/kg, LNG 91.4→23원/kg('19.4, 발전용 에너지 제세부담금 개편)
- (수송용) 휘발유, 경유, LPG 등 외부비용에 대한 객관적 평가를 바탕으로 사회적 의견을 수렴하여 합리적 상대가격 체계 구축

4 탈탄소 및 에너지 수요관리 강화

□ 화력발전 탈탄소·저탄소 강화 추진

- 신규 석탄발전소 건설 금지 기조 유지 및 기존 석탄발전소의 과감한 추가 감축 및 LNG 등의 연료전환 확대 통한 탈석탄 강화 지속
- 유류발전소 전량을 바이오중유로 대체하는 화력발전 배출 최소화 추진
- 남아있는 일부 석탄발전소는 초초임계압(USC*) 등 친환경 발전시스템을 적용하고, 저장 용량 확보 대책을 통해 CCS 및 CCUS 기술의 상용화 추진
 - * Ultra Super Critical: 높은 압력과 증기온도를 사용하여 발전효율을 높이고 이산화탄소 배출을 저감하는 고효율친환경 발전설비
- 상한제약 및 봄철 섯다운 대책의 우선적용 대상 발전소 선정기준 마련 등 온실가스과 미세먼지 대책을 동시 고려한 정책의 시너지 효과 도모

□ 4차 산업시대 통합수요관리시스템 상용화 추진

- 4차 산업혁명 기술(AI·IoT 등)을 접목한 통합수요관리 시스템의 상용화
- 수요거래제도(Demand Response)를 대규모 수요처 중심에서 소규모 수요처로 확대하고, 전력피크에 따른 차등 인센티브 부여 등의 제도 개선
- 소비자들이 추가적인 요금을 지불하고 재생에너지로 생산된 전력을 선택적으로 구매하는 녹색요금제 및 전력구매계약제도 도입 확대

산업 부문

- ◆ (기본방향) 포용적·혁신적 저탄소 경제 체제로의 전환
- ◆ (핵심과제) 미래 여건변화에 대비한 지속가능한 산업환경 확립(산업계 주도), 기술혁신 및 상용화 추진(정부 주도), 스마트 에너지효율 향상 등

① 미래 여건변화에 대비한 지속가능한 산업환경 확립(산업계 주도)

□ 미래 글로벌 여건과 포용적 산업환경으로의 변화에 대비

- 서비스 융복합과 신산업 창출과의 연계 등 디지털 전환 시대의 가치 사슬 변화에 대비하고, 자체적으로 지속가능한 산업환경 확립
- 산업간 연계와 협업을 통해 고부가가치를 창출하고 소재-장비-SW-서비스융합 등 혁신을 추진하며 미래산업 고도화에 선제적 대응
 - ※ (정부) 저탄소 촉진과 규제의 균형 도모, 복합 시스템형 연구개발, 신기술·신제품의 초기시장 창출 등 산업계 환경 조성 지원

□ 융합형·실증형 연구개발 체제로의 전환

- (융합형 연구개발) 연구개발 저변 확대 및 정부와의 연구개발 공동 기획, 신기술·신제품 개발 전 과정 통합추진, 연구개발 성과 확산을 위한 산·학·연 네트워크 적극 활용 등
- (실증형 연구개발) 저탄소 기술의 실증연구 비중을 지속 확대
 - ※ (정부) 실증연구 지원을 위한 인프라 조성 지원 (통합 실증을 위한 데이터베이스, 실험 연구단지, 실증 환경에너지타운 구축 등)

② 기술혁신 및 상용화 추진(정부 주도)

□ 친환경 수소 확대 등 신기술 도입 및 상용화를 위한 정책적 지원

- 수소환원제철 상용화를 위한 정부의 지속적 투자와 산학연 국책 연구 강화

- 석유화학 Power to X* 기술의 경제성 확보를 위한 지속적인 기술개발 지원
 - * (Power to X) 신재생에너지로 생산된 전력을 이용하여 전기분해를 통해 생성된 H₂와 포집된 CO₂로 다양한 연료 및 화학 물질을 생산하는 공정. 신재생에너지 자장의 한 용도로 개발
- 관련 기술의 탄소배출권 시장 메커니즘 활용 등 정책적 지원도 동시 추진

□ 정부 주도 저장·실증 프로젝트의 단계적 추진 및 CCUS 이행 구체화

- 저장소 탐색 선정 과정의 이해관계자 참여 확대 및 이행 절차 수단의 투명성 향상을 통한 국민의 기술 신뢰도 확보
- 포집·저장·활용에 대한 법적 검토 및 시장형성을 위한 인센티브 마련 등 관련 법적·제도적 보완 체계 정비

□ 신소재전환, 원료 대체 등을 통한 고부가가치화

- 저탄소 원료 사용 확대를 위한 기술개발, 바이오 원료의 안정적 조달, 바이오 연·원료 시장 형성 등 단계적 정책 개선 및 지원 방안을 모색
 - ※ 기존 석탄 잔사 연료에서 탄소재료로 변환하는 친환경적인 용융방사법 제조 기술 개발 집중 투자
- 기술개발 위주의 정책 뿐 아니라, 제품과 서비스융합을 위해 대·중소 기업이 함께 참여하여 고부가가치를 창출하는 산업구조 조성 지원

□ 공정배출 기술개발 및 보급

- (산업공정 배출의 지속적 관리) 고효율 저감설비 전면 도입 및 가동률 확대, 친환경 냉매전환 등
- (관련 기술개발 및 정책지원) 난분해 F-gas 파괴, SF₆ 대체 가스, 친환경냉매 사용기기 등 관리, 고효율 스크러버 실증 Test-bed 제공, 친환경냉매 사용기기 보급 지원사업 등 추진

③ 스마트 에너지효율 향상

□ 스마트 에너지관리시스템의 상용화

- 에너지 전환(공급, 저장, 공유) 촉진 수단으로서 IoT 기반 기술을 활용할 수 있도록 기술, 제도 개선방안을 모색하고 IoT 기반 에너지관리시스템(FEMS*) 설치의 실효성을 제고

* (Factory Energy Management System) 공장 설비의 에너지 사용현황 파악을 통해 합리적인 에너지 사용 및 설비기기의 관리를 최적화하는 시스템

- 기업이 자발적인 스마트 에너지관리시스템 설치를 유도할 수 있는 방안 마련

※ 실질적인 에너지 절감 성과를 확보·체감할 수 있도록 설치 후 사후관리 지원 체계 마련, 도입 초기 설치비용 확보가 어려운 중소·중견기업 중심의 보조금 확대 등

- 분산전원·FEMS·통합관제센터 간 연계된 산업단지를 조성하고 중장기적으로 중소기업과 일반 산업단지로의 확산방안을 지속 마련

※ FEMS와 통합관제센터 간 연계를 통해 사업장 간 에너지절감효과 비교분석 등 절감 잠재량 발굴·개선(에너지효율혁신전략, '19.8)

□ 에너지 고효율 설비 확산을 위한 지원 강화

- 기술성숙도, 에너지 저감량(감축효과) 특성을 고려해 관리품목 대상 및 효율 기준을 단계적으로 지속 확대 추진

- 대용량 전동기를 필요로 하는 공정설비를 대상으로 프리미엄 전동기 우선 교체

- 고효율 설비 상용화를 위해 고효율 설비 가격의 부담을 감소시킬 수 있는 대책*을 적극 마련

* 정부 규제, 설비수명 만료 등에 따라 교체수요가 발생할 경우 효과적인 보완대책 마련 등

□ 에너지 효율향상 제도의 지속적 시행을 위해 참여자에 인센티브 제공

- 자발적 에너지효율목표제, 에너지공급자 효율향상 의무화제도(EERS), 수요자원 거래제도(DR) 등 에너지 공급자·수요자 대상의 제도를 지속 추진하고 기여율에 비례해 참여자에 인센티브를 제공

<참고> 현재 에너지 효율 관련 제도 개요

- (자발적 에너지효율목표제) 정부와 다소비사업장 간 원단위 개선목표를 협약화하고, 이를 달성 시 정부가 인센티브를 제공하는 제도
 - ※ ('20) 시범사업 → ('21~) 본사업 추진 예정 ('19.8, 에너지효율 혁신전략, 산업부)
- (EERS; Energy Efficiency Resource Standard) 에너지공급자에게 에너지 절감목표 (판매량 대비 일정 비율)를 부여하고 목표량에 상응하는 효율향상 투자를 의무화하는 제도
 - ※ ('19) 시범사업 확대 → ('20) 본사업 추진 예정 ('19.8, 에너지효율 혁신전략, 산업부)
- (DR; Demand Response) 전기수요자가 전력을 사용하지 않고 절감한 전기량(수요자원)을 전력시장에서 기존 전력자원과 동일하게 거래할 수 있는 제도

건물 부문

◆ (기본방향) 건물 정책·기술·국민생활 혁신과 상호연계

◆ (핵심과제) 건축물 제로에너지화 달성, 스마트 기술 확산, 생활행태의 혁신 등

1 건축물 제로에너지화

□ 건축물 에너지효율 관리 의무화

- 건축물 규모 및 용도별 냉난방 부하 특성 등을 고려하여 설계단계 중심에서 유지 관리까지 확대하는 에너지 효율 개선 의무화
- 중·소규모(500㎡ 이하) 건축물까지 제로에너지건축물 의무화* 대상으로 확대하는 등 신규 건축물 에너지 성능 강화
 - * 에너지 효율 개선지원 사업과 연계해 500㎡ 이상 건물('30년~)부터 단계적 확대
- 노후 건축물의 그린리모델링 지원 확대 및 운영과정에서 나타날 수 있는 리바운드 효과*(rebound effect) 최소화 방안 마련
 - * 고효율로 인한 에너지 비용감소로 에너지 절약에 관심을 덜 가지게 되어 이전보다 오히려 에너지 소비가 증가되는 현상

□ 고효율기기 보급 확대

- 가전·사무기기의 사용환경(사용시간, 빈도 등)을 고려한 설비효율 개선과 에너지소비량 최소화 추진
 - ※ 고효율기기 인센티브 확대 및 일정 에너지 기준 미달 기기는 판매금지 추진
- 스마트 에너지관리시스템과 연계한 고효율기기 통합제어 기술(예; 스마트 조명시스템 등) 개발 및 보급
- 수입 형광등 판매금지 및 신축건물 LED 설치 의무화를 통한 스마트 조명 보급의 지속적 확대

□ 스마트 에너지관리시스템 보급 의무화

- 4차 산업혁명 선도기술을 활용한 AMI¹⁾, HEMS²⁾, BEMS³⁾ 등 스마트 에너지관리시스템 보급 설치 의무화 확대 추진
 - 1) (Advanced Metering Infrastructure) 유무선 통신을 활용한 효율적인 에너지 사용량 관리 시스템
 - 2) (Home Energy Management System) IoT를 활용한 주택 에너지 자동 관리 시스템
 - 3) (Building Energy Management System) IoT를 활용한 건물 에너지 자동 관리 시스템
- 기존건물과 신축건물의 특징을 반영하여 기존·신축건물 간 에너지관리 시스템 보급을 차별화하고 에너지 절감효과 극대화

□ 재생에너지 보급 및 미활용 열 사용 확대

- 태양열, 지열 등 주택·건물의 재생에너지 보급 확대를 통해 난방용 등 기존 화석연료를 최대한 재생에너지로 대체 추진
- 발전폐열, 소각열 등 미활용 에너지를 지속적으로 발굴하고, 변환 손실을 최소화하는 가전시스템 개발 및 보급을 적극 추진

<참고> 미활용 열에너지원 해외 정책 현황

- (미국) 지열히트펌프 및 태양열 급탕 중심으로 효율개선 추진 중 (The White House, 2016)
- (영국) 화석연료 난방사용 폐지 중(~'20), 신재생에너지 열원관련 기술에 45억 파운드('16~'21) 투자 중 (BEIS(비즈니스·에너지·산업 전략부), 2017)

2 스마트 기술 확산

- 에너지 절약설계 및 스마트 에너지관리와 연계한 시스템 제어기술 개발
 - R&D를 통해 시스템 제어기술을 개발하고, 기술개발과 동시에 시범 실증사업을 통해 관련 시장 확대방안 및 세계 시장 진출을 도모
- 재생에너지-ICT 융복합 신기술 제품개발 및 시장육성
 - R&D 및 공공건물 대상 시범사업 추진을 통해 건물 외장재용 태양광 (BAPV)* 등 융복합 제품 자체개발 및 상용화 촉진
 - * (BAPV; Building Applied Photovoltaic, 건물형 태양광) 건물외장재의 약 10%를 고효율 BAPV로 설치 시, '22년 약 1.5조원 시장 창출 전망(19.6, 산업부)

3 생활행태의 혁신적 변화 유도

- 생활 속 에너지 소비행동 혁신 방안 마련
 - 저탄소 생활방식으로의 근본적인 라이프 스타일(life style) 변화를 유도 하고 정책·기술의 실효성 증대를 위해 국민생활과 혁신의 연계·통합
- 건물 에너지 정보 인프라 구축
 - 정부, 에너지공급사, 스마트미터 제조사, 통신서비스 등 이해관계자 간 건물에너지 통합 빅데이터 플랫폼 구축을 통해 맞춤형 서비스 제공
 - 수요자 중심의 웹기반 맞춤형 원스톱 서비스 제공 및 상용화 추진
 - 정보인프라 품질 개선 및 실효성 확보를 위한 R&D 및 인력양성 지원
- 건물 에너지비용 체계 개선
 - IoT 계측기 등의 신기술을 활용하여 용도 및 시간대별 건물에너지 가격정보 체계를 세분화하여 현행 관리비 체계 개선
 - 건물 내 일반 관리비와 에너지 비용을 분리하여 부과하는 방안 검토

수송 부문

- ◆ (기본방향) 친환경 교통체제 확립을 통한 저탄소 사회 실현
- ◆ (핵심과제) 친환경차 운행 대중화, 내연기관차 고효율화 및 저탄소화 강화, 철도·항공·해운부문의 저탄소화 촉진, 저탄소 물류체계 구축 및 수요관리 선진화 등

1 친환경차 운행 대중화

□ 친환경차 시장 경쟁력 확보를 통한 보급 확대

- 시장 상황을 고려하여 친환경차 구매보조금 유지 및 개별소비세, 취득세 등 세제지원 연장을 통한 친환경차 보급 가속화 추진
- 그린수소 생산 방식과 지역을 고려하여 수소 가격의 하락을 유도하고 재정지원과 충전소 대폭 구축을 통해 수소차의 경제성 확보
- 국민들이 신뢰할 수 있도록 생산·저장·운송·소비 전 주기에 걸쳐 친환경차 운행의 안정성 확보

□ 전기·수소 충전 인프라 확대

- (전기) 공동주택(충전기 의무구축 확대 등), 대형마트, 주유소, 휴게소 등 다중이용시설에 급속충전기 보급을 확대하여 차량 이용 편의성 증진
- (수소) 기존 LPG·CNG 충전소를 수소 충전이 가능한 융복합 충전소로 전환하고 입지 규제완화를 통해 주요 도심 거점에 인프라 구축 확대

□ 친환경차 연관 산업 기술경쟁력 확보 및 지원 강화

- 온실가스 배출이 없는 그린수소 생산, 수소차·충전소 핵심부품 국산화 기술 개발연구 확대 등 수소산업 생태계 조성

- 전기차 배터리 제조기술, 전기차를 활용한 운송시장, 폐배터리 재활용 등 전기차 보급확대에 따라 파생되는 연관 산업의 발굴·육성
- 버스·택시·트럭 등 보유사업자 중심으로 수소차, 전기차 등 친환경차 수요의 발굴·확산을 지속 추진

2 내연기관차 고효율화 및 저탄소화 강화

□ 연비 개선 등 자동차 효율개선을 통한 온실가스 감축 촉진

- 국가 온실가스 감축목표, 업계 기준달성 가능성 등을 고려한 자동차(승용·승합·소형화물) 평균연비 기준(온실가스 배출허용기준)의 강화 및 중·대형차 평균연비 제도('22년부터 도입예정)의 성공적 안착 추진
 - ※ 자동차 평균연비·온실가스 관리제도 시행('12~, 산업부·환경부)
- 엔진·부품의 경량화 등 연비 향상을 위한 기술과 하이브리드화(전동화) 시스템의 효율 개선방안 지속 개발
- 핵심부품(전기동력, 자율주행차 등) 개발 등 안정적인 자동차 부품 공급기반 마련과 상용차 산업 생태계 구축을 위한 지원 확대

□ 바이오연료 혼합 의무화 제도 강화

- 현행 신재생에너지 의무혼합제도*(RFS)의 바이오디젤 혼합 비율을 확대 하고, 바이오에탄올을 의무 대상에 포함하는 등 장기적인 보급 목표 설정
 - * (RFS, Renewable fuel standard) 석유정제업자, 석유수출입업자가 기존 경유에 바이오 디젤을 일정비율 혼합하여 공급해야하는 제도('15.7 시행)
- 국내 폐자원(폐식용유 등) 재활용을 통한 바이오연료 생산·공급 등 해외 의존적인 바이오연료의 공급처 다변화로 안정적 수급 도모

③ 철도·항공·해운부문 저탄소화 촉진

□ 전기·수소 등 저탄소·무배출 연료로의 전환을 지속 추진

- (철도) 디젤철도차량의 내구연한 도래시 전기철도차량으로 교체, 수소 전지 하이브리드 기관차 상용화 연구개발 및 보급
 - ※ 철도차량용 수소충전 인프라시설을 구축하고 국가 계획상의 기관차 의무보유량을 수소연료전지 철도차량으로 대체하는 제도적 정비 추진
- (항공·해운) 전기항공기 도입, 수소·전기·LNG 선박 보급 등 친환경 운송수단 개발·보급 확대

□ 연료효율 향상 추진 및 바이오연료 도입·확대

- 수송 수단별 특성 및 국제 기술개발 추세를 고려하여 항공기* 효율 개선 및 선박** 효율화 등 효율 향상 추진
 - * (항공기) 지상전원공급장치 사용 확대 및 보조동력장치 사용 억제, 항공기 상공 지체비율 최소화, 고효율 신규 항공기 확대 및 노후기종 교체, 경제비행 등
 - ** (선박) 선체 경량화, 저마찰 도료사용, 고효율 추진기 사용 등 기술개선, 항로 최적화 및 저속운항 해역 설정 등
- 신재생에너지 의무혼합제도 대상영역 확대 등 기존 연료의 일정비율을 바이오항공유, 바이오디젤로 대체하기 위한 제도 개선 방안 검토

④ 저탄소 물류체계 구축 및 수요관리 선진화

□ 철도·해운 중심의 친환경 물류체계 강화

- 도로에서 철도·해운으로 전환하는 모달시프트(Modal-shift) 확대 추진
- 철도 및 연안해운 관련 법을 기초로 친환경 물류체계 전환에 따른 인센티브 강화 등 제도개선 추진

□ C-ITS 기술 고도화 및 확대·적용을 통한 선진화된 수요관리 추진

- 교통수요 예측을 기반으로 한 고속도로, 국도 등 주요 간선도로 정체 상황 및 우회도로 안내 등 실시간 모니터링 시스템 구축·운영 완비
- 여객부문에서 적용하고 있는 C-ITS* 기술을 화물분야까지 확대 도입하기 위한 법·제도적 기반 마련

* (Cooperative-Intelligent Transport Systems) 차세대 교통형 지능체제로서 차량 주행 중 운전자에게 주변 교통상황, 급정거, 낙화물 등의 위험정보를 실시간 제공

□ 저탄소 교통수단 이용 활성화

- 보행환경 개선사업 실시, 지역별 맞춤형 자전거 정책 및 안전한 자전거 이용환경 조성 지원 등 도보·자전거 이용 환경 개선
- 광역급행버스 노선 확대, 광역환승센터 구축 등 대중교통 이용 편리성 제고를 위한 네트워크 확충

농축수산 부문

- ◆ (기본방향) 저탄소 사회를 선도하는 지속가능한 농축수산
- ◆ (핵심과제) 지속가능한 스마트 농축어업으로의 전환, 농경지 탄소저장 기술개발의 지속 추진 등 합리적 토지이용을 통한 지속가능성 실현

□ 지속가능한 스마트 농축어업으로의 전환 추진

- 저탄소 농업기술 보급, 가축분뇨의 자원화 촉진, 축산부문 사료 관리, 어선 에너지효율화 등 기존 감축 수단의 지속적 확대 및 스마트 농업 전환
- 일관된 품질 유지, 안정적인 식량공급, 효율적 자원사용을 위해 4차 산업기술(ICT 기술, 인공지능, IoT 등)과 모니터링 기술이 적용된 정밀 농업 및 스마트팜을 보급
 - ※ 축산물 생산성 예측과 효율적 의사결정 지원을 위한 무인자동화 로봇 도입, 가축 생체정보 측정 등 스마트센싱 도입, 가축 생육환경 조절 및 정밀육종 개발 등 바이오 기술 도입, 토양환경 분석 시스템 도입 등
- 스마트팜의 효율적인 운용을 위해 농축어업인 및 도시민 대상의 교육, 시설 설치 비용 지원 등 추진

<참고> 스마트팜이란 ?

- 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷 등 ICT 기술과 로봇 등 과학기술을 온실·축사 등에 접목해 원격·자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있게 하는 지능화된 시설농장(19.10, 농림축산식품부 보도자료)

□ 합리적 토지이용과 새로운 에너지원 활용을 통한 지속가능성 실현

- 유기농법, 보존경운 등의 탄소순환농업을 활용한 농경지 탄소축적량 확대 기술을 개발하고 연안습지를 탄소 흡수원으로 활용하는 등 합리적 토지이용 방안 마련
- 다중열원히트펌프, 커피박펠릿 보일러, 재생에너지·태양열·미활용에너지, 어선 전기추진기 시스템, 양식장 친환경에너지 활용 등 새로운 에너지원 활용기술 개발 등

폐기물 부문

◆ (기본방향) 자원 선순환 경제 구현

◆ (핵심과제) 폐기물 감량 및 재활용 지속 강화, 메탄가스 회수 최대화를 위한 기술개발 및 정책도입 바이오플라스틱 활용 확대 등 세계 최고 수준의 자원순환 실현

□ 폐기물 감량 및 재활용 지속 강화 추진

- EPR 품목과 재활용량 확대, 빈용기 보증금제도, 폐기물 부담금제도 등 제품 생산에서 재활용까지 전 과정의 자원순환 정책 및 제도 강화
- 자원순환 실천운동 참여 확대를 통한 국민 생활방식을 전환하고 전과정에서 순환경제 실현

□ 메탄가스 회수 최대화를 위한 기술개발 및 정책도입

- 관리형 매립시설의 메탄가스 회수 중단 및 회수량 증가를 위한 정책 도입
 - ※ 음식물 직매립 금지 및 매립최소화 정책 등
- 폐기물 매립의존율을 최소화하는 자원순환시스템을 구축하고, 저탄소형 매립지 관리(메탄가스 회수형·저감형)로 전환하여 생물학적 처리로 인한 메탄가스 회수량 확대
 - ※ 대형매립지는 메탄회수, 중소규모 및 종료매립지는 메탄감축기술 적용 추진
- 매립현황 전수 조사, 혐기성 시설의 호기성 운영을 위한 경제적 문제 해결방안 마련 등 매립부문의 준호기성 운영을 위한 제도 마련 및 호기성 안정화 기술의 확대·적용
 - ※ (독일사례) 2013년부터 호기성 안정화 기술을 기후변화 대응 방법으로 인정하여 보조금 (최대 50% or 최대 50만 유로) 지급. 2018년 기준 43개소에 호기성 안정화 기술 적용 중

□ 바이오플라스틱 활용 확대

- 소각부문 플라스틱을 대체하는 바이오플라스틱의 활용 확대를 위한 기술개발 및 수거체계 마련

- 폐플라스틱 등을 탄소원으로 활용하고 바이오매스 원료에서 셀룰로오스 나노섬유 제품 등의 제조공정기술 개발, 제조 및 사용 단계에서 에너지 절약 실현
- 식물자원을 원료로 하는 친환경 플라스틱으로 기존 플라스틱을 대체하기 위한 기술 개발 및 제도개선 추진

산림 부문

◆ (기본방향) 지속가능한 토지이용과 산림흡수원 관리 실현

◆ (핵심과제) 탄소흡수력 증진을 위한 산림사업 확대 및 국산목재 활용기반 강화, 습지 보존 및 습지 내 임목바이오매스 확대 등 지속적인 자연자원 관리 강화

□ 탄소흡수력 증진을 위한 산림사업 확대 및 국산목재 활용기반 강화

- 유허토지, 해안 숲 등 비산림지역에 신규조림을 확대하고, 숲가꾸기 및 생장이 우수한 채종원산 종자 등을 활용한 갱신조림 확대
 - ※ 생산성이 낮은 한계농지는 유실수 재배 등 효율적 관리방안을 마련하고, 기능별 숲가꾸기를 지속 추진하며 숲가꾸기 부산물은 산림바이오매스로 활용
- 국산 목재공급을 단계적으로 확대하고, 탄소저장능력 증대 및 생산·가공·소비 이력관리시스템 구축, 제재목 가공기술 개발로 국산 목재 이용기반 확대
 - ※ (IPCC 기준 탄소저장기간) 제재목(50년), 보드(20년), 종이(3년)

- 산림사업 및 산림관리의 필수 기반시설인 임도의 적극적인 확충

□ 연안습지 보존 및 습지 내 임목바이오매스 확대 등 지속적인 자연자원 관리

- 해양보호구역 지정, 오염물유입 저감, 염생식물 증대, 갯벌복원 등을 통한 연안습지의 탄소저장량 증대
- 정부, 지역주민, 민간단체 등 다양한 이해관계자간 협력을 통해 연안습지의 보전관리 방안 마련 및 법·제도 정비 추진
 - ※ '갯벌 및 그 주변지역의 지속가능한 관리와 복원에 관한 법률(갯벌법)' 시행 예정('20.1.16~)

IV. 사회적 논의를 위한 포럼 제안

□ (제언1) 공정하고 체계적인 대국민 사회적 논의 추진 요청

- 저탄소를 넘어 탈탄소사회로의 전환은 우리 모두가 지금껏 당연히 영유하던 화석연료 기반의 에너지 공급 체계를 탈피하여 경제·사회·생활행태 등 모든 부문의 변화와 혁신을 전제로 한 도전적인 과제임
- 특히, 지속가능한 국가 미래적 관점에서 기회와 도전이란 가치 하에 탄소중립 사회를 지향하기 위해선 정부와 산업계 뿐만 아니라 모든 국민의 실천을 동반한 행동의 전환이 요구됨
- 본 포럼에서도 저탄소 사회 전환의 의의와 필요성에 관해서는 모든 전문가의 공감대가 확인되었으나, 다만 이행 과정에 대해 다양한 시각과 의견이 존재하는 것을 확인한 만큼 사회적 논의 과정에서도 기술적, 경제적, 제도적 관점에서 다양한 논의가 진행될 것으로 예상
- 이에, 본 포럼에서 제시한 검토안을 바탕으로 정부는 폭넓고 투명한 정보를 공정하게 국민에 제공하고 다양한 의견을 반영할 수 있는 체계를 마련하여 합리적인 배출경로 및 추진과제에 관한 사회적 논의가 진행될 수 있도록 요청하는 바임
- 아울러, 기후변화·에너지 정책에 대한 지속성 확보와 전문성 강화를 위해 사회적 논의 및 정부안 수립과정에서 본 포럼을 지속적으로 활용하여 효과적이고 발전적인 논의가 되도록 할 필요

<참고> 정부 주도 2020년 주요 추진 계획(안)

- 의견수렴 계획
 - 포럼 검토안에 대해 일반국민 등 다양한 이해관계자가 참여하는 사회적 논의 추진
 - * 부문별 토론회, 시민 공청회, 업계 간담회, 지자체 설명회, 온라인 설문조사 등
 - * (녹색위 권고) 2050년 온실가스 감축목표 설정은 국가 경제·사회구조의 변화를 가져오는 사안으로 사회적 합의 및 수용력 제고를 위한 공론화 과정이 중요
- 2020년 주요 추진 절차(안)
 - 대국민 대상 사회적 의견수렴 → 관계부처 협의 및 정부안 마련 → 녹색성장위원회, 국무회의 상정 및 유엔기후협약 제출(~'20. 하반기)

□ (제언2) 사회적 논의를 계기로 기후변화에 대한 범국민 인식 확산 필요

- 기후위기 대응을 위한 저탄소사회 전환은 더 이상 선택의 문제가 아닌 인류의 생존을 위해 피할 수 없는 길임을 인식하고 도전과 기회의 관점에서 범국민 공감대를 확보할 필요
- LEDS 수립을 위한 사회적 논의를 계기로 정부는 저탄소사회 전환에 확고한 의지를 국민 모두가 인식할 수 있도록 노력하기를 요청

□ (제언3) 저탄소사회 전환을 위한 비용·편익 분석 추진 검토

- 저탄소사회로의 전환을 위한 우리 모두가 부담할 비용과 투자가 필요한 부문에 대해 건설적이고 합리적인 논의가 진행될 수 있도록 국내외적으로 비교 가능한 비용 분석결과가 필요
 - ※ 예) 탄소비용 개념 및 범주 설정(직접 감축비용, 기후변화 대응(무대응)의 편익·피해비용 반영 등), 산정 가능성(데이터, 방법론, 분석기간 등) 검토
- 아울러, 저탄소사회로의 전환이 단순한 비용부담만 발생하는 부정적 요소가 아니라 인류의 생존을 위해 국제사회가 노력하는 전 지구적 해결 과제임을 고려하여, 기후변화 대응으로 인한 편익도 병행하여 분석할 필요

□ (제언4) 2050년 저탄소 전환을 위한 국가 전분야적 추진과제 구체화

- 국가 전반의 혁신적 프레임 구축을 위한 전분야적 추진과제 검토
 - ※ 예) 국가 미래전략으로서의 저탄소 국가전략, 정부재정계획, 투자계획, 일자리 창출 등에 관한 분석 실시 및 논의

참고 자료

참고 1

국가 온실가스 배출 전망

① 주요 전제

□ (인구 및 가구) 인구는 연평균 0.1%('17~'40년), -0.5%('40~'50년) 감소, 가구는 1인 가구 증가 영향으로 0.6%('17~'40년), -0.03%('40~'50년) 감소

[단위: 백만명]	'17년	'30년	'40년	'50년	'17~'40년	'40~'50년
인구	51.4	52.9	52.2	49.4	0.1%	-0.5%
가구	19.5	21.6	22.3	22.2	0.6%	-0.03%

* '15년까지 실적 적용, '16년 통계청 전망

□ (GDP) 전망기간 동안 연평균 2.0%('17~'40년), 1.0%('40~'50년) 성장 전망

[단위: 성장률]	'17년	'30년	'40년	'50년	'17~'40년	'40~'50년
GDP 성장률	3.1%	1.7%	1.2%	0.9%	2.0%	1.0%

* 2018년까지 실적 갱신, KDI 전망

□ (유가) 전망기간 동안 연평균 3.6%('17~'40년), 1.2%('40~'50년) 전망

[단위: \$/bbl]	'17년	'30년	'40년	'50년	'17~'40년	'40~'50년
국제유가	53	103	120	136	3.6%	1.2%

* 3차 에너지기본계획 전제조건 연장

□ (산업구조) 서비스업 비중이 확대되는 가운데, 제조업 증가세 유지

[단위: 조원, %]	'17년	'40년	'50년	'17~'40년	'40~'50년
농림어업·광업	34	36	34	0.2%	-0.6%
	2.2%	1.5%	1.3%		
제조업	499	724	786	1.6%	0.8%
	32.1%	29.7%	29.2%		
서비스업	1,023	1,675	1,875	2.2%	1.1%
	65.8%	68.8%	69.6%		

2 전망결과

□ (전망방법) 3차 에너지기본계획의 '40년까지 에너지 전망 자료를 최대한 고려하고 목표수요 작업과 연계성을 감안하여 에너지기본계획 연장안을 사용

* 센터 전망모형 결과와 에너지기본계획 연장안 비교 결과, 전체·부문별 에너지 수요 전망 결과는 1~2% 차이가 발생하나, 업종에너지원별 수요는 기관별 모형차이로 상이

○ 에너지 : 부문별 BAU 전체 취합 후 결정되는 전력·열 배출계수와 최신의 인벤토리 산정방식('17년)을 적용하여 온실가스 배출량을 산정

○ 비에너지 : 산업공정, 농축산, 폐기물은 포럼·작업반에서 논의하여 전망

< 온실가스 배출전망 결과 >

(단위 : 백만 톤 CO₂e)

구 분		'17년	'40년	'50년	연평균증가율(%)	
					'17~'40년	'40~'50년
합 계		709.1	756.6	761.4	0.3%	0.1%
에너지/ 비에너지	에너지	615.8 (86.8%)	659.1 (87.1%)	664.5 (87.3%)	0.3%	0.1%
	비에너지	93.3 (13.2%)	97.4 (12.9%)	96.9 (12.7%)	0.2%	-0.1%
부문별	(전환)**	(252.3) -	(268.7) -	(284.9) -	0.3%	0.6%
	산업	381.3 (53.8%)	433.7 (57.3%)	442.3 (58.1%)	0.6%	0.2%
	건물	175.0 (24.7%)	172.1 (22.7%)	173.9 (22.8%)	-0.1%	0.1%
	수송	99.7 (14.1%)	96.7 (12.8%)	92.2 (12.1%)	-0.1%	-0.5%
	농축수산*** 폐기물	48.4 (6.8%)	47.5 (6.3%)	45.8 (6.0%)	-0.1%	-0.4%

* 합계는 탈루, 가스 제조, 발전 공정배출이 포함된 수치임

** 전환 배출량은 부문별 간접배출에 포함됨

*** 농림어업 에너지 배출량 포함

참고 2

감축수단별 정책·전망지표

감축수단	정책지표	전망지표		
		감축효과	기술성숙	감축비용
전 환				
1. CO ₂ 포집·저장 활용	-	●	●	○
2. 발전용 에너지 개선	★	●	●	●
3. 석탄발전 효율개선	★	●	●	●
4. BC유 → Bio 중유 대체	-	●	●	●
5. 수소경제 활성화	연료전지 도입	☆	●	●
	수소 공급	★	●	○
산 업				
1. 수소화 기술 및 원료 재활용	-	●	●	○
2. 신소재 전환 및 고부가 제품 확대	-	●	○	○
3. 기기 효율개선	★	●	●	●
4. 스마트 공장 및 산단	★	●	●	●
5. CO ₂ 포집·저장 활용	☆	●	○	○
6. 저탄소 연·원료 사용	☆	○	●	●
7. 산업공정 배출 감축	★	●	●	●
건 물				
1. 건축물 에너지 효율 향상	★	●	●	○
2. 고효율 기기보급	★	●	●	●
3. 스마트 에너지 관리	★	○	●	●
4. 신재생 에너지 확대 및 미활용 열 활용	☆	●	●	○
수 송				
1. 도로부문 바이오연료 혼합	★	●	●	●
2. 친환경차 보급 포함, 평균연비 개선	★	●	●	●
3. 철도부문 선진화	☆	○	●	○
4. 항공부문 선진화	☆	○	●	○
5. 해운부문 선진화	☆	○	●	○
6. 교통 수요관리	☆	●	-	-
폐기물				
1. 재활용·감량	★	●	●	○
2. 메탄가스 회수	관리형 매립지	☆	●	●
	생물학적 처리시설	☆	●	●
3. 매립부문 호기성 운영 강화	-	●	○	●
4. 바이오 플라스틱 대체	-	●	○	●
농축수산				
1. 저탄소 농업기술 개발·보급	-	●	●	●
2. 탄소저장 확대	-	○	○	○
3. 가축분뇨 자원순환 촉진	★	●	●	○
4. 축산부문 사료 관리	-	○	○	○
5. 식생활 소비패턴 개선	-	○	○	○
6. 농축산 친환경 에너지·시설 확대	-	●	●	●
7. 정보통신기술(ICT) 및 인공지능(AI) 기술 적용	-	●	○	○
8. 친환경 어선보급 및 에너지 효율화	☆	●	●	●
9. 양식장 태양광 발전설비 보급	-	●	●	●

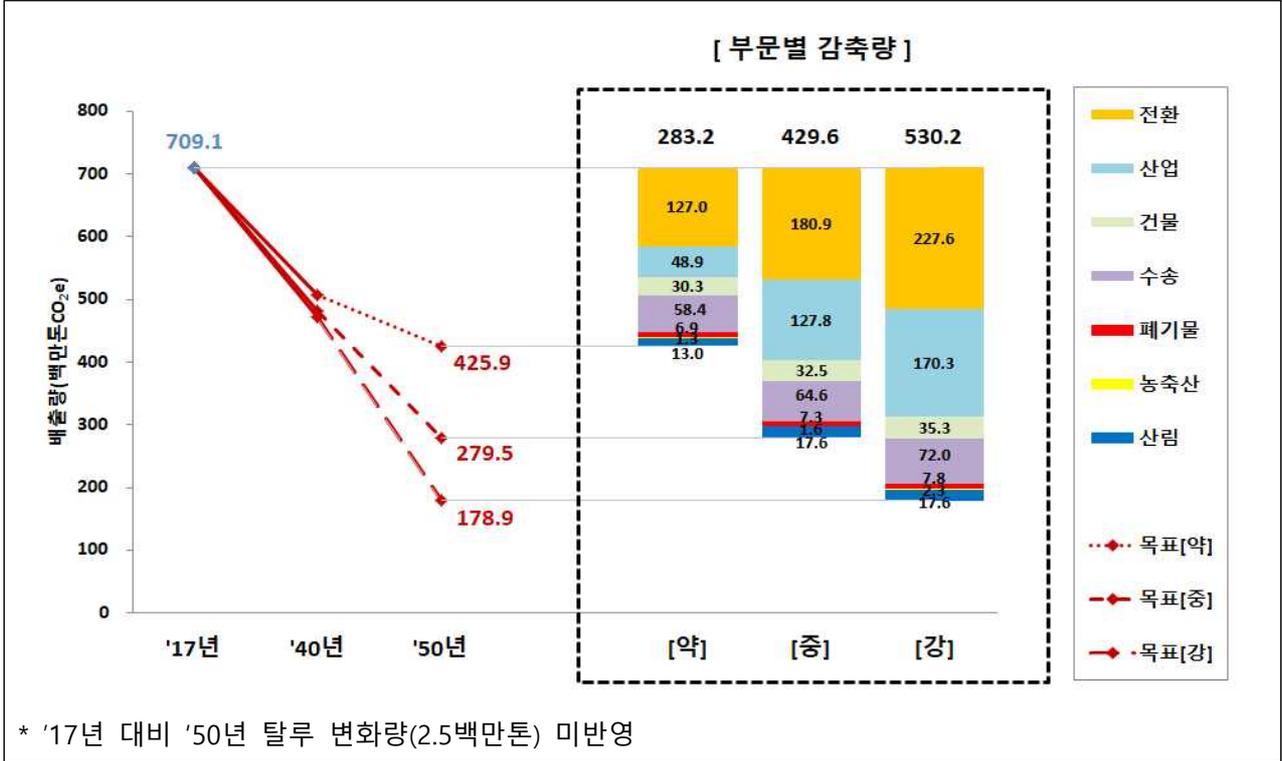
* (정책지표) ★핵심, ☆일반, -없음, (전망지표) ●고(유리), ●중(보통), ○저(불리)

참고 3

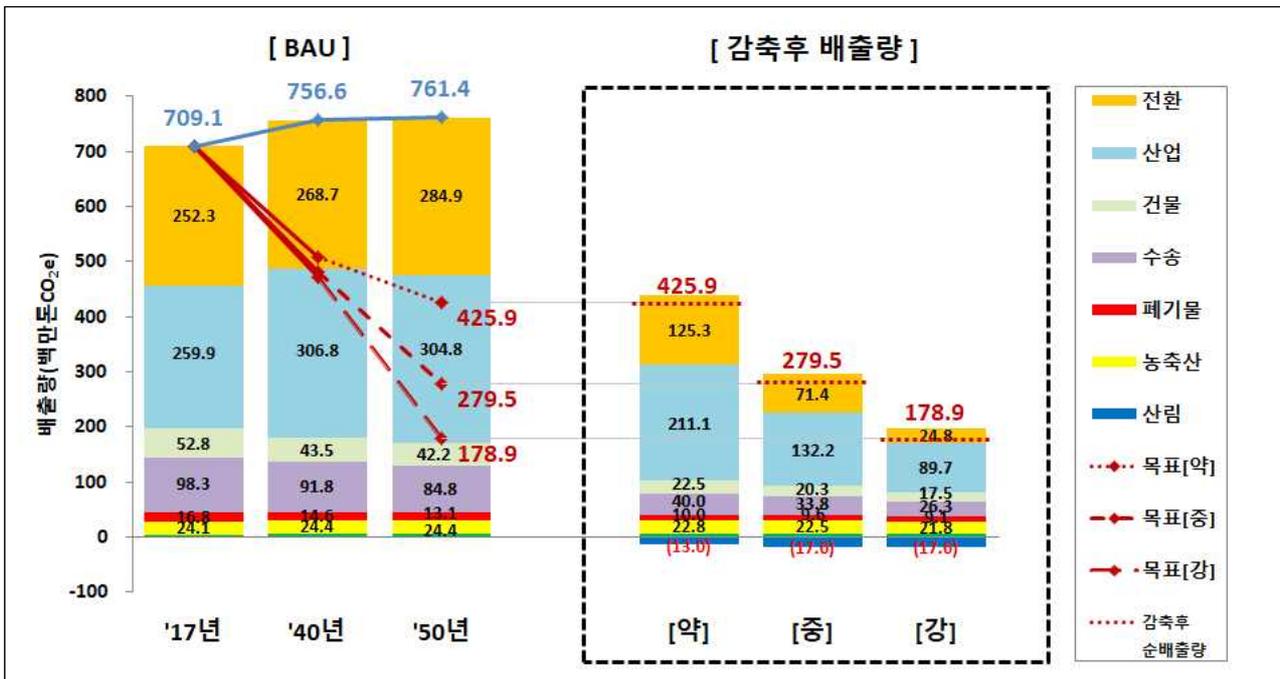
약·중·강 감축 시나리오별 배출 경로

1 부문 합계

< 온실가스 감축 시나리오 (부문 합계) >



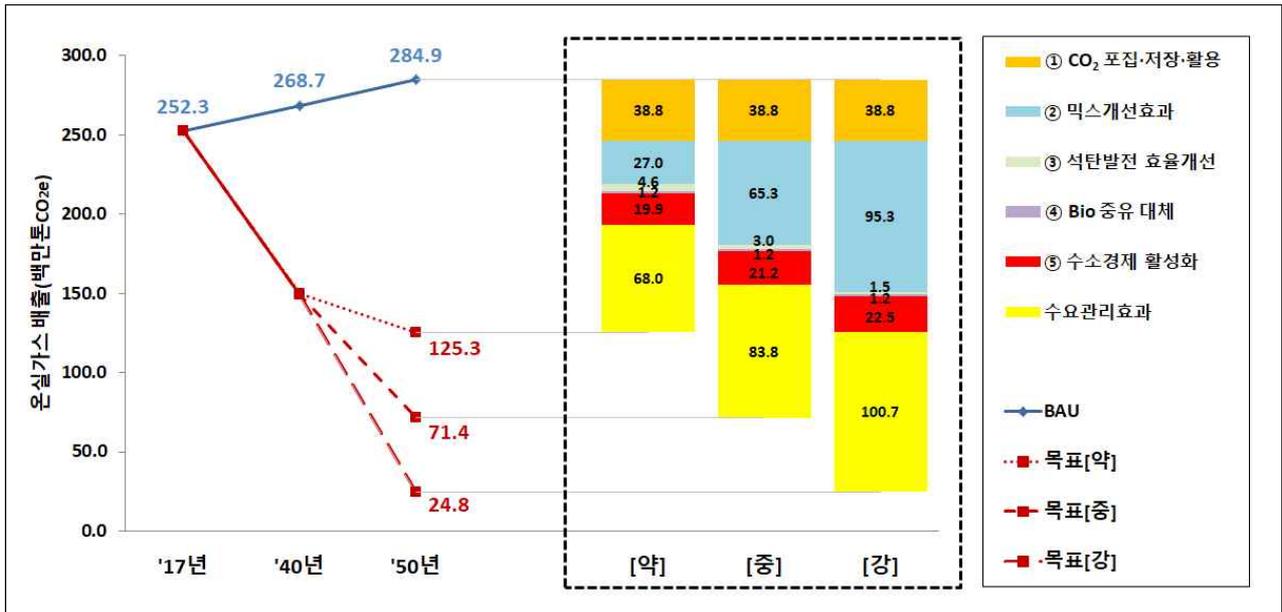
< BAU 및 감축후 배출량 비교 (부문 합계) >



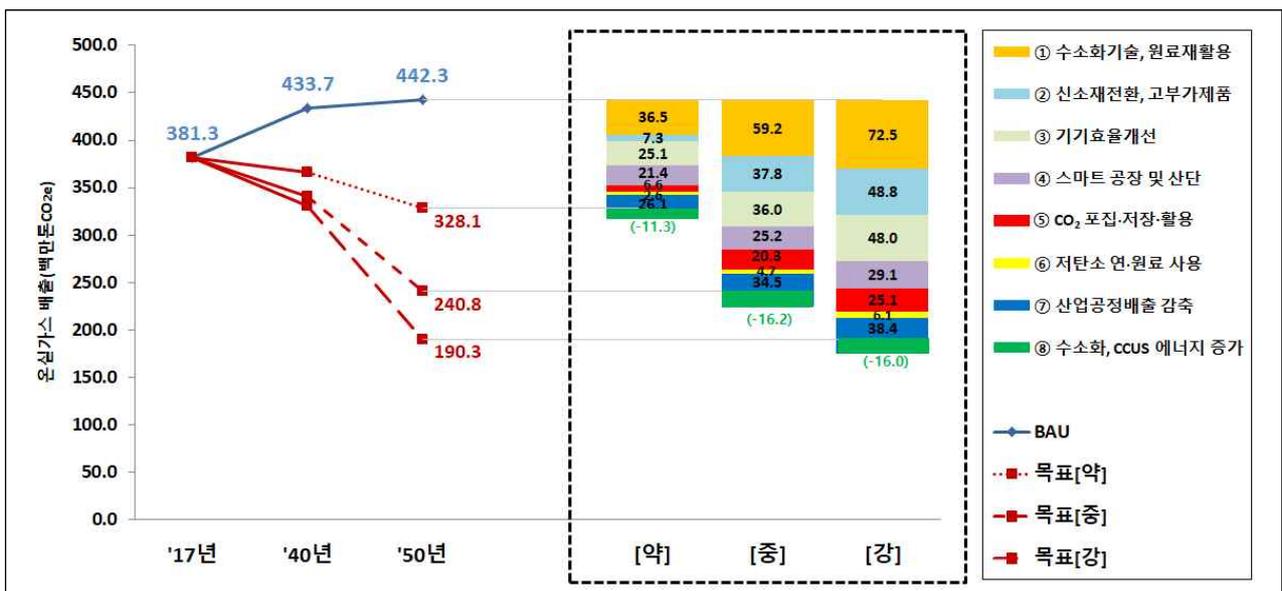
2 부문별(BAU 대비)

*탈루를 제외한 7개 부문

1 전환 부문

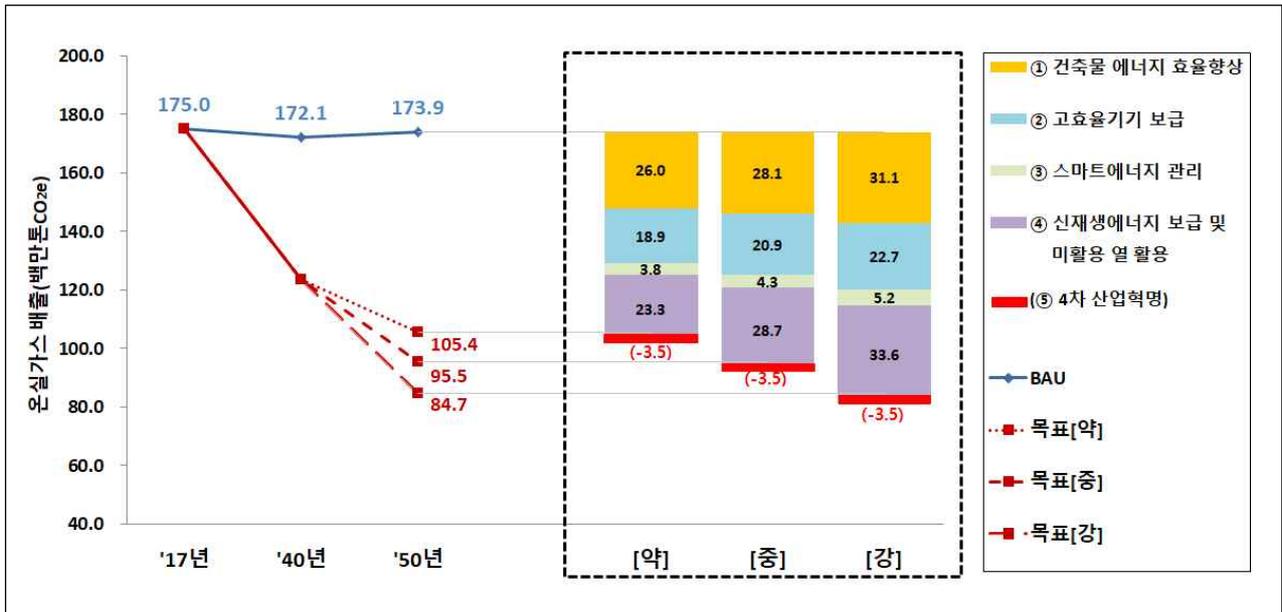


2 산업 부문



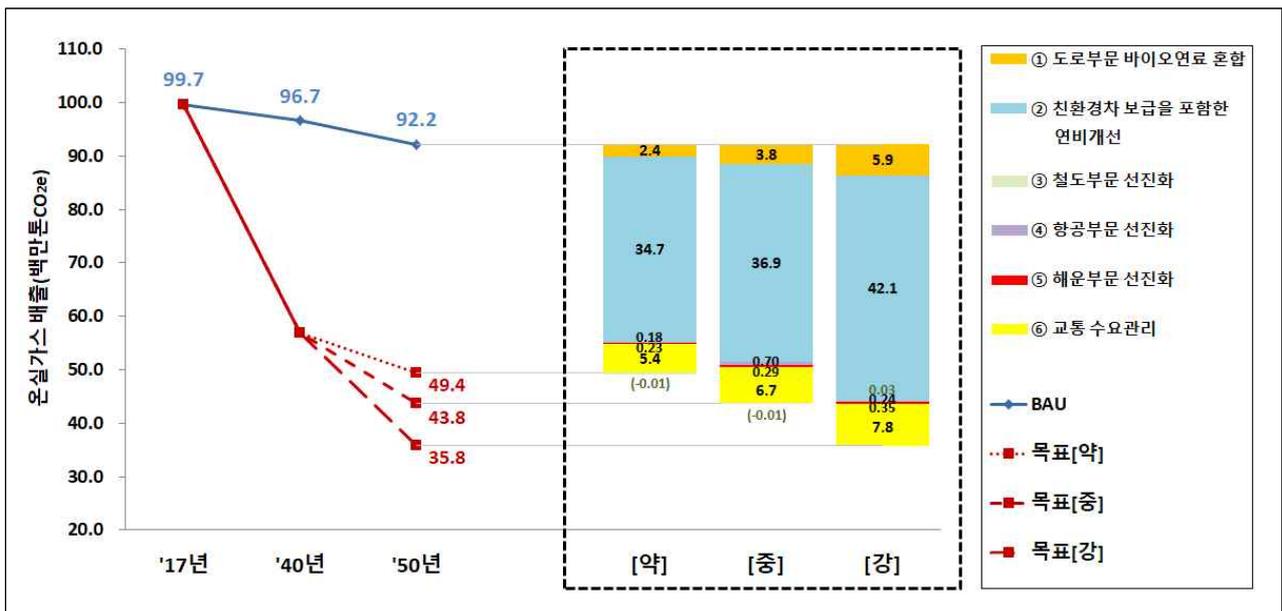
3

건물 부문



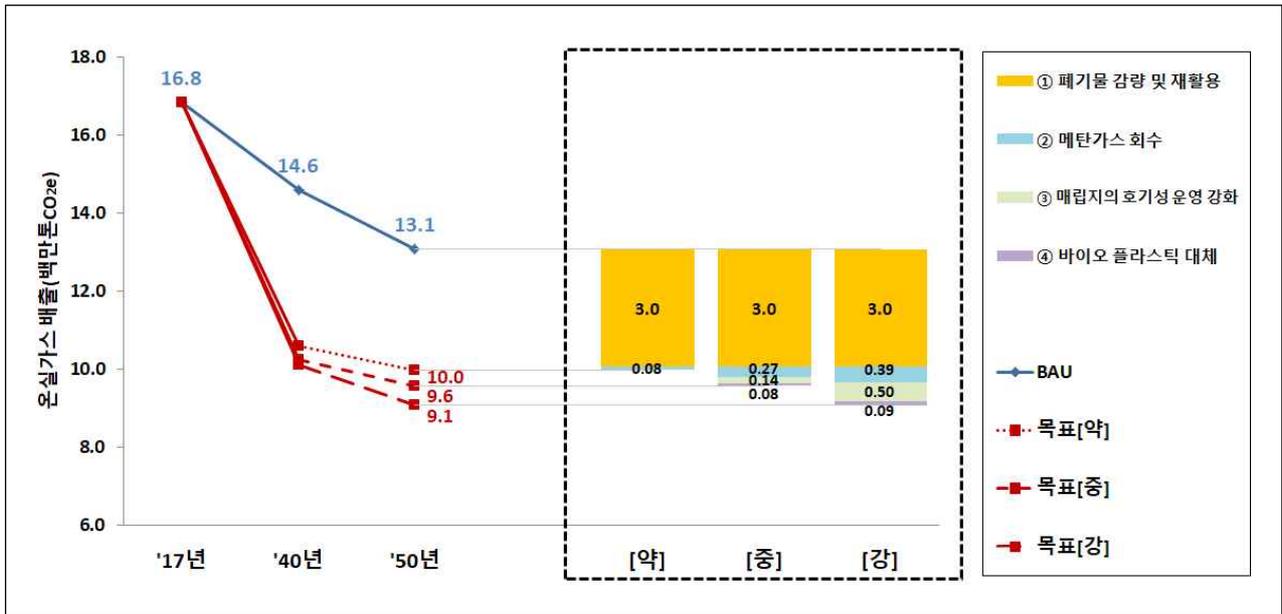
4

수송 부문



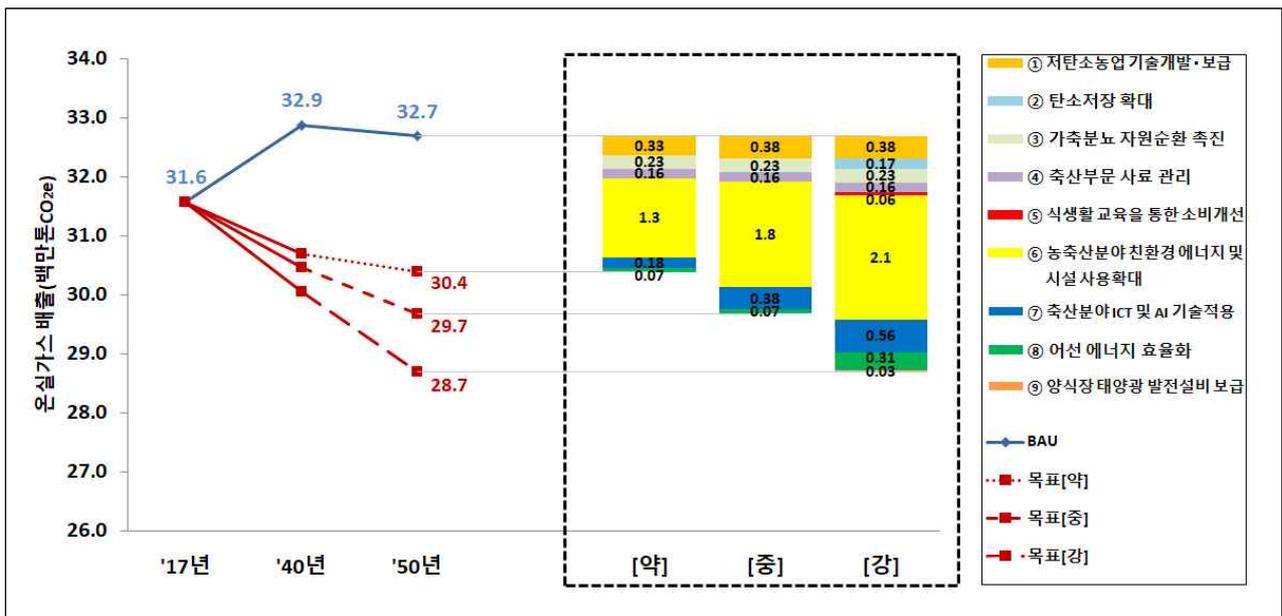
5

폐기물 부문



6

농축수산 부문



참고 5

분과별 논의 경과

< 총괄 분과 >

회차	논의주제	주요 논의내용
1차 (4/12)	<ul style="list-style-type: none"> 총괄분과 및 포럼 운영안 2050 LEDS 성격 	<ul style="list-style-type: none"> 포럼 내 의사결정방식 및 분과별 운영계획 <ul style="list-style-type: none"> 포럼 내 기술검토반 위원 추가 원칙 결정 방식 논의 2050 감축목표 설정 방식 <ul style="list-style-type: none"> 2도씨 및 1.5도씨 목표 반영 논의 감축목표 제시 방식
2차 (4/26)	<ul style="list-style-type: none"> 총괄분과 및 포럼 운영안 2050 LEDS 성격 	<ul style="list-style-type: none"> 포럼 운영 <ul style="list-style-type: none"> 총괄분과· 기술작업반 위원 추가 기술작업반 역할 정리 포럼 내 의사결정방식 일부 확정 정보공개 및 자료 공유 방식 결정 2050 감축목표 설정 <ul style="list-style-type: none"> BAU 정의 논의 공통전제 및 부문별 전제조건 결정 방법 총괄분과의 시나리오 정의 논의
3차 (5/10)	<ul style="list-style-type: none"> 2050 LEDS 시나리오 기초사항 개별분과 현황 	<ul style="list-style-type: none"> 2050 LEDS 시나리오 <ul style="list-style-type: none"> 다수 시나리오 작성 방안 및 구성 논의 전제 및 BAU/감축시나리오 작성 방안 확정 개별분과 운영 <ul style="list-style-type: none"> 개별분과 구체적 운영 계획 확정 비전 논의를 위한 별도의 세션 마련 결정
4차 (5/24)	<ul style="list-style-type: none"> 2050 LEDS 기본방향 LEDS 제출 주요국 2050 비전 및 시사점 	<ul style="list-style-type: none"> 2050 LEDS 기본방향 <ul style="list-style-type: none"> 2050년까지의 BAU 산정 방식 논의 시나리오 구성 논의 감축 시나리오 정의 및 제시방식 논의 2030, 2040 접근법 논의

<p>5차 (6/14)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2040 접근방식 논의 • 2050 탄소중립비전 • 해외 주요국 저탄소발전전략 비교 	<ul style="list-style-type: none"> • 감축시나리오 2040 접근방식 결정 <ul style="list-style-type: none"> - 제3차 에기본의 최종에너지수요를 40년까지 반영하는 것으로 결정 - 추가 온실가스 감축수단과 전환믹스를 고려한 감축안 다변화 • (포럼위원 발제) 2050 탄소중립비전 <ul style="list-style-type: none"> - IPCC SSP와 RCP 소개, 1.5°C 및 탄소중립 달성의 중요성 발표 • 해외 주요국의 LEDS 소개 및 시사점(청년분과) <ul style="list-style-type: none"> - 근본적인 사회시스템 변화, 편익과 투자 관점, 다양한 이해관계자 참여, 장기간 단계적 감축 강조
<p>6차 (6/28)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 개별분과 BAU 배출량 검토 • 2030 메가트렌드 	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 대안 및 전력부문 40-50년 믹스표현 방법, 개별분과 BAU 배출량 <ul style="list-style-type: none"> - (에너지부문) 제3차 에기본 BAU 추세 2050년까지 연장하여 배출량 산정 - (비에너지부문) 5월 확정된 주요 전제조건 GIR 모형에 반영하여 산정 - (전환부문 40-50년 믹스) 현재 도출된 전원믹스 하의 전력 및 열 배출계수 우선 사용, 이후 분석 결과들을 종합해 전원믹스 재검토 - (전환외 기타 부문) 개별분과 논의결과 수용 • (외부전문가 초청) 2030 메가트렌드(산업연구원) <ul style="list-style-type: none"> - 2030 메가트렌드 분석 작업(선정방법, 주요 메가트렌드, 메가트렌드별 중요도 및 발생가능성 조사, 빅데이터 분석계획 등) 소개
<p>7차 (7/26)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 감축시나리오 초안 및 개별분과 논의사항 • 기후변화 적응 피해 및 대책 현황 	<ul style="list-style-type: none"> • 감축시나리오 초안 및 개별분과 논의사항 <ul style="list-style-type: none"> - 시나리오 세부 스토리라인 작성 필요성 논의 - 총괄 및 개별분과 역할 재정립 필요성 논의 - LEDS 내 부문별 정부 정책 포함 방법 논의 • (외부전문가 초청) 기후변화 피해 및 대책 현황 (한국환경정책·평가연구원) <ul style="list-style-type: none"> - 국내 피해비용 산정 현황 및 적응대책의 현황 소개 및 논의

<p>8차 (8/30)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 개별분과 논의상황 • 하향식 2050 배출경로안 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 상향식 감축시나리오 분석 현황 <ul style="list-style-type: none"> - (청년) 설문조사 결과와 토론회 내용 공유 → 총체적·통합적 접근 요구 결론 - (전환) BAU 전원비중, 재생에너지 비중 설문조사 논의 내용 <ul style="list-style-type: none"> ▶ ('40~50년 BAU 전원믹스) 2040년 석탄·원자력 발전량 고정 ▶ (재생에너지 비중 설문조사) GIR/KEI 협의·내용 보완 후 진행 준비 - (산업) 감축수단별 검토 진행 및 주요 업종별 협회 의견 청취 중 - (수송) 감축수단별 약/중/강 구체적 내용에 대한 검토 진행 및 의견 수렴 중 - (건물) 건물부문 감축수단의 실효성 저해 요인 및 감축잠재량 현실성 관련 논의 진행 - (농림축산폐기물) 세부 부문별 미래상 및 감축기술 관련 논의 진행 • 개별 분과 논의 현황 공유 <ul style="list-style-type: none"> - (산업) 현재 주력 업종뿐 아니라 미래산업 반영 필요 - 온실가스 감축은 비용 측면 외에 기회 창출도 중요 - 기후변화 적응 논의도 중요 • 하향식 2050 배출경로안 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 2050의 목표배출량 범위 검토결과 논의 - 하향식 접근과 상향식 접근의 구체적 통합방법 필요성 논의
<p>9차 (9/27)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 상향식 감축시나리오 분석현황 • 향후 상하향식 고려 배출경로 검토방안 	<ul style="list-style-type: none"> • 부문 및 전체 상향식 시나리오 작업 결과 공유 <ul style="list-style-type: none"> - (청년) 1.5°C 목표 및 넷제로 검토 요청, 장기 산업구조 개편, 탄소총량제한 및 탄소가격, 투자자원 마련 등 강조 - (전환) 재생에너지 비중 위원별 의견 결과, 석탄발전 축소, LNG 과도기 역할, CCUS 활용 등 논의 - (건물) 비전 논의. 현재 기술 및 행태의 한계(rebound effect), 지속적 정책 추진, 기술혁신, 국민의식 선진화 등 - (수송) 약중강 시나리오 기준 틀 유지 관점에서 전체 비전 및 목표와의 연계 강화 논의 - (산업) 비전 논의. 저탄소녹색경제체제로의 전환. 지속가능 경쟁력 강화와 자원순환형 저탄소산업구조로의 전환 강조 - (농림축산폐기물) 분과내 용어 통일 논의. 농업부문 MRV, 산림부문 산림 고령화 및 사유림에 대한 인센티브 등의 중요성 논의 - (GIR 통합시나리오) 약중강 시나리오 분석결과 발표 및 논의

		<ul style="list-style-type: none"> • 상향식 시나리오 결과 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 총괄위원의 1차적인 의견 제시 · 에너지 수요의 전기화 반영 여부 · 1.5°C 및 넷제로 반영 필요성 여부 · 약중강 시나리오에 대한 명칭 변경 필요 · 추가 검토를 위한 더 구체적인 자료 필요 · 기준년도 대비 자료 표현 필요 · 목표배출량 표기 시 전력배출계수는 BAU 배출계수를 사용하여 표시하는 표의 문제점 · 부문간 중복(예: 건물 재생에너지) 및 수단간 충돌(예: 재생에너지 확대와 CCUS) 문제 · 2050 사회구조 및 산업구조에 대한 정상적 논의 필요 · 수송부문 친환경차 확대 안 보완 논의 · 감축비용 및 피해비용 논의의 병행 필요성 · 복수안 도출 및 범위안 도출 가능성도 고려 • (GIR) 향후 보완작업 방향 설명 <ul style="list-style-type: none"> · 전력화 및 중복계산 회피는 최대한 고려 · 수송부문 수소차 의무비율 반영 · 산업분과 재논의 예정 · CCUS 도입시 석탄발전 비중 등 검토 · 탄소예산 및 비용에 대한 분석 실시 예정
<p>10차 (10/21)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 상하향식 고려 배출경로 검토 • 부문별 감축시나리오 산정 관련 정보공유 • 향후 탄소비용 반영방식 	<ul style="list-style-type: none"> • 상하향식 통합 및 넷제로 고려 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 상하향식 통합을 위해 하향식 기준 고려하여 상향식 시나리오 조정 계속 진행 - 2050 넷제로 목표의 실현 가능성, 국가간 공정성 등의 문제가 있으나, 기존 시나리오와 별개로 넷제로 시나리오 분석결과의 다양한 의미를 GIR에서 별도 분석하기로 결정 • 상향식 국가 감축시나리오 재구성 방향 <ul style="list-style-type: none"> - 35개 감축수단에 대해 핵심지표별 평가를 바탕으로 기존의 강, 중 시나리오에 강중 믹스, 중약 믹스 형태의 4개의 시나리오안 도출 - 감축시나리오 재구성은 센터안을 보완해서 추진하되 수단별 감축량과 시나리오 구성내용은 추가적인 검토 필요

<p>11차 (11/1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 포럼 검토안 시나리오 의미 및 명칭 • 포럼 검토안 목차 • 넷제로 및 국가·부문별 시나리오 결과(안) 	<ul style="list-style-type: none"> • 포럼 검토안 시나리오 의미 및 명칭안 <ul style="list-style-type: none"> - 명칭에 대해서는 기술에 초점을 맞출 것인지 2~3개 (안)을 융합할 것인지 시나리오 세부 검토 후 재논의 • 이행전략 내용 및 작성 시기 관련 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 분과별 달성전략 워크샵(11월) 결과 반영 - GIR의 시나리오 세부 자료 반영 여부 논의 - 정부, 국민, 기업의 역할에 대한 방향은 국가 이행전략에 포함 • 넷제로 및 국가·부문별 시나리오 결과안 논의
<p>12차 (11/15)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 넷제로 및 감축 시나리오 정리 • 국가 비전 및 사회상 초안 	<ul style="list-style-type: none"> • 넷제로 및 감축 시나리오 보완 분석결과 재논의 • 국가간 감축속도 논의 • 국가 비전 및 사회상 초안 <ul style="list-style-type: none"> - 비전 및 기본 원칙은 해외 사례 참조 텍스트 마이닝 이해관계자 의견 수렴 포럼 참여자 의견 수렴 등을 거쳐 비전 및 5가지 기본 원칙 작성 - 사회상 제시방안 논의
<p>13차 (11/29)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 넷제로 시나리오 분석결과 수정안 • 감축시나리오별 경제파급효과 • 감축시나리오 제시방식 	<ul style="list-style-type: none"> • 넷제로 수정안 분석결과 재논의 • 국민경제파급효과 분석결과 논의 • 포럼 검토안 적정 개수, 기준년도 설정방식 결정
<p>14차 (12/6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 감축시나리오 보완 논의 • 포럼 검토안 초안 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지 비중 확대의 의미, 1안 산정과정 등 상호 이해증진 보완 논의 • 포럼 검토안 초안 발표, 초안에 대한 향후 의견수렴 방식 및 일정 논의
<p>전체회의 (12/20)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 포럼 검토안 초안 의견수렴 결과 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 포럼 전체회의로 진행(숙명여대 백주년기념관) • 포럼 검토안 최종안 확정 이전 최종 점검

< 전환 분과 >

회차	논의주제	주요 논의내용
1차 (5/29)	<ul style="list-style-type: none"> • 2030 전환부문 감축 목표 설명 및 2050 접근 방식 	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 감축안 접근방식 - 감축안/추가감축안에 관한 위원들의 의견 수렴 후 총괄 분과에 전달 계획
2차 (6/20)	<ul style="list-style-type: none"> • 2040~2050년 전력 수요 증가율 • BAU 전원믹스 	<ul style="list-style-type: none"> • (외부전문가 초청) 2040~2050년 전력 수요(에너지경제연구원) - 3차 예기본의 40년까지 전력수요 논의 - 40년까지의 부문별 전력수요 추세를 연장·확장한 40~50년 증가율 합의. 단, 향후 기술작업 분석결과에 따라 지속 논의 • BAU 전원믹스 - 3차 예기본 및 8차 전력수급기본계획의 시설계획을 반영한 2040년까지의 전원믹스 전망결과 논의
3차 (7/19)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 전원믹스관련 위원 발제 • 2050 전환부문 감축시나리오 초안 결과 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 전환부문 감축시나리오 - GIR에서 제시한 재생에너지 발전비중 시나리오 논의. 향후 보완 논의 예정 • 2050 전원믹스관련 위원 발제 - 석탄 및 원전 비중 논의 - 8차 전력수급계획 및 3차 예기본의 재생에너지 비중 검토 및 논의 - 가스에 과도한 집중 지양 - 제도적인 보완이 필요하다는 의견 - 감축시나리오 재생에너지 비중 논의
4차 (8/16)	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 전원믹스 시나리오 수정안 및 수요관리 감축효과 • 2050 전원믹스관련 위원 발제 	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 전원믹스 및 수요관리 효과 - 당초 BAU 전원믹스 '40년 비중 '50년까지 고정안에서, '40년 원별 발전량을 '50년 까지 고정하는 안으로 변경·확정 - 전력수요관리 효과는 기존 방식 채택

		<ul style="list-style-type: none"> • 2050 전원믹스관련 위원 발제 - 저탄소화 수단 중 신재생 확대 목표에 따라 가스 비중 조정하는 방향 제안 - 환경법의 기본원칙은 지속가능한 개발, 사전예방과 사전 배려, 오염원인자 책임, 협동의 원칙이 포함되며, 현재의 상황에서 30년 후 바람직한 방향은 탄소중립 또는 탄소제로 - 논의가 주로 공급차원에서 접근하고 있는데, 수요차원에서의 접근도 병행 필요하며, 이산화탄소 배출로 인한 사회적 비용을 에너지정책에 반영 필요
5차 (8/28)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 전원믹스 • 국내 신재생에너지 잠재량 	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 전원믹스 - 시나리오 배경에 대한 세부설명 논의 및 전원믹스 관련 위원별 의견 조사 실시 • (외부전문가 초청) 국내 신재생에너지 잠재량 및 현황 (에너지기술연구원, 한국환경정책·평가연구원) - 국내 신재생에너지 분석 과정 및 주요 결과(기술적 잠재량은 해외와 비교해도 충분한 수준) 공유 - 재생에너지(태양광/풍력) 환경영향평가 시 도출된 정책적 한계 및 개선방안 제시
6차 (9/16)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 전원믹스 관련 분과 내 설문조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 전원믹스 관련 위원별 의견 총괄분과에 내용 공유
세미나 (11/13)	<ul style="list-style-type: none"> • 외부전문가 초청 세미나 	<ul style="list-style-type: none"> • 외부전문가 초청 및 자문 (산기대, 흥익대) • 전환부문 감축시나리오 논의 - 석탄 수명 전제조건 보완 논의 - 전원믹스 설문조사 결과 논의 - 제약조건 및 선결과제 논의 결과 명시 중요 의견 - 최종 논의안 상세 수준 논의
세미나 (11/25)	<ul style="list-style-type: none"> • 외부전문가 초청 세미나 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지전환 및 저탄소사회 이행을 위한 거버넌스 발전방향 (녹색연합) • 에너지전환 및 저탄소사회 이행을 위한 에너지가격 개편방향 (에너지경제연구원)

< 산업 분과 >

회차	논의주제	주요 논의내용
1차 (5/29)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 <ul style="list-style-type: none"> - 기술작업반 및 포럼위원 역할 논의 - 미래신기술 등 분야별 전문가 의견 필요 시 추가 회의개최 - 감축목표 설정 시, 특정 업종 및 수단 보다는 효율개선 등의 방향으로 제시
2차 (6/21)	<ul style="list-style-type: none"> • 시나리오 설정방식 및 방법 • BAU 전망 결과 	<ul style="list-style-type: none"> • (외부전문가 초청) BAU 전망 결과(에너지경제연구원) <ul style="list-style-type: none"> - 3차 에기본 자료를 토대로 50년까지 연장한 에너지 수요 논의 - 온실가스 배출전망은 지속적 논의를 통한 보완
3차 (7/23)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 목표 산정 관련 자료 기반 감축 수단 • 2030 제조업의 미래 	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 목표 산정 관련 감축 수단 <ul style="list-style-type: none"> - 산업 방향 고려한 감축수단에 대해 지속적 검토 예정 • (외부전문가 초청) 2030 제조업의 미래 발제(산업연구원) <ul style="list-style-type: none"> - 주력산업의 구조전환 방향 및 온실가스 배출관련 시사점
4차 (8/21)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 목표 산정 관련 자료 기반 감축 수단 • 위원별 고려 감축수단 발제 	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 목표 산정 관련 감축 수단 <ul style="list-style-type: none"> - 향후 온실가스 다 배출업종의 발표 및 추가 논의를 통한 산업분과 최종 제시안 제시 • 위원별 감축수단 발제 <ul style="list-style-type: none"> - (국내외 CCU 동향 및 발전방향) 상용화를 위한 기술 확보, 구체적 실증, 시장성 확보 필요 - (Power to X) 현재 유가 기준으로 경제성 부족, 납사 가격이 \$1,000를 상회할 경우 경제성 확보 가능, 확산을 위한 여러 전제 조건 필요 - (수소환원제철) 유연탄 대체율 확대를 위한 안정적 수소 생산방식 확보 및 기술개발 이후 현장적용을 위한 정책 지원 필요 - (원단위 절감) 향후 ETS 발전방향은 BM 할당 확대를 통한 할당 인센티브 부여 및 유상할당 재원을 활용한 감축설비 확대 지원 필요 - (F-가스 저감설비 도입) 저감효율 달성 타당성은 현 수준의 Best Practice 기술을 2030년까지 업종 전체로 확대 - (연원료 바이오매스화) 1세대(식량계)는 기술적 완성도 높으나 부작용 존재, 2세대(비식량계)는 생산효율성 저하 문제, 3세대(미세조류 등) 바이오 연료기술은 개발 단계
9/2	업종별 간담회	<ul style="list-style-type: none"> (외부전문가 초청) • 철강업종 온실가스 감축수단 현황 조사

		<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 사업여건 및 향후 전망 - 온실가스 배출 현황 및 감축 여건 - 2030 온실가스 감축 목표 및 수단 검토 - 온실가스 감축 이행 장애요인 및 정부지원 요청사항 • 시멘트 산업 현황 및 주요 이슈 <ul style="list-style-type: none"> - 시멘트 산업 현황 및 주요 이슈 - 온실가스 감축 애로사항 - 포럼 건의사항 • 석유화학 온실가스 배출 현황 및 전망 <ul style="list-style-type: none"> - 석유화학산업 정의 및 현황·위상, 최근 동향 - 온실가스 배출 분석 - 애로 및 건의사항 • 디스플레이산업 동향과 온실가스 주요 이슈사항 <ul style="list-style-type: none"> - 디스플레이 산업 동향 및 온실가스 감축 현황 - 2040 온실가스 감축목표에 대한 업계 의견 • 저탄소발전전략을 위한 반도체산업 현황 및 주요이슈 <ul style="list-style-type: none"> - 반도체 시장 규모 및 전망 - 산업 이해 및 온실가스 실적 - 2030 감축기술 검토 - 주요 건의 및 고려사항
5차 (9/20)	• 감축수단 및 시나리오 논의	<ul style="list-style-type: none"> • 감축수단 및 시나리오 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 미래 기술관련 감축수단 논의 - 전반적인 감축수단 보완 논의
세미나 (11/22)	• 외부전문가 초청 세미나	<p>(1차 세미나)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 저탄소사회 달성을 위한 탄소소재 원료와 응용 <ul style="list-style-type: none"> - 석유와 석탄의 잔사를 탄소재료로 응용하여 자연친화적인 기후환경 조성 필요 • 수소환원제철 <ul style="list-style-type: none"> - 유연탄 대체율 확대를 위한 안정적 수소생산방식 확보 필요, 기술개발 이후 현장적용을 위한 정책 지원 필요 • 폐열회수 <ul style="list-style-type: none"> - 투자 필요, 저온폐열 이용 촉진 관건 • 산업공정배출 달성방안 <ul style="list-style-type: none"> - F-gas : 국가 인증 실증 Test-bed 제공 - 친환경 냉매 : 국산 대체냉매 개발, 안전성 확보 기술개발 및 친환경냉매 사용 보조금 지급 - SF6 가스 : 국산 새로운 가스 합성 기술 개발 및 SF6 등 불화가스 inventory 고도화 <p>(2차 세미나)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 플랫폼 경제 시대의 지역산업 클러스터 발전전략 <ul style="list-style-type: none"> - 산업경제 발전여건의 변화와 지역경제, 새로운 지역산업 육성모델 및 전략 마련 필요

< 건물 분과 >

회차	논의주제	주요 논의내용
1차 (4/19)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 분과 운영안 <ul style="list-style-type: none"> - 기술작업반 및 포럼위원 역할 논의 - 포럼 및 기술작업반 위원 추가 요청 - 분과 회의 운영방식 및 일정 논의 - 건물, 수송 부문 구분하여 진행, 차기 회의는 기본 전제 사항 공유를 위해 공통 개최
2차 (5/30)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 및 역할 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 분과 운영안 <ul style="list-style-type: none"> - 건물/수송 분과 별도 운영 확정 - BAU, 감축시나리오 및 감축수단 작업결과 검토
3차 (6/17)	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 산정안 • 2050 저탄소발전전략 건물부문 해외사례 	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 산정안 <ul style="list-style-type: none"> - 에기본 연장안 논의 - 부문별 BAU 전체 취합 후 결정되는 전력·열 배출계수와 최신의 인벤토리 산정방식(2016년)을 적용해 배출량 산정 • 2050 저탄소 발전전략 건물부문 해외사례 검토
4차 (7/22)	<ul style="list-style-type: none"> • 건물분과장 선임 • 2030 및 2040 목표 산정 관련 자료 기반 감축수단 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물분과장 선임 • 분과 운영방식 <ul style="list-style-type: none"> - 최종 결과는 목표에 대한 방향 제시 - 감축목표 달성 이행방안들에 대해 자유롭게 검토, 논의, 제언 - 8월까지 공식 논의를 마치고 9월부터는 간사 및 분과장을 중심으로 정리 예정 • 2030 온실가스 감축로드맵 현황 발제 <ul style="list-style-type: none"> - 2030 국가 온실가스 감축 로드맵 수정('18.7) 내용 발표 및 대응 논점 및 주요 전제 소개 (외부전문가 초청) • 주거용 건물 에너지 사용량 통계 발제(한국감정원) <ul style="list-style-type: none"> - 국가 건물에너지 통합관리시스템 및 주거용 건물 에너지 사용량 데이터 분석 결과 소개 • 제3차 에기본 시책별 절감시나리오 발제(에너지경제연구원) <ul style="list-style-type: none"> - 가정부문, 상업·공공부문 시책 및 절감시나리오 설정 내용 및 근거 설명
5차 (8/12)	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 비전 • 감축수단 및 수단별 목표 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 감축수단 및 수단별 목표 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 감축수단 지속 논의 추진 • 건물에너지 효율 향상, 조명에너지 발제 <ul style="list-style-type: none"> - 건물에너지 효율향상을 위한 설계기준 지속적 강화, 시공 단계에서 건물에너지 관련 하자 최소화 및 품질 확인 필요 - LED 조명 외 전반국부병용조명 방식, 조명제어 등을 통한

		<p>에너지절감 필요, 이를 위해 KS 조도기준 개정 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> • 건물에너지 효율 향상, BEMS 발제 <ul style="list-style-type: none"> - 신축건물은 에너지 요구량 관점 접근 필요, 기존건물은 '리모델링 보급률'에 대한 정의 필요 - 에너지 절감을 조정 필요 • 신재생에너지 보급관련 발제 <ul style="list-style-type: none"> - 수요량 계획 시 정책 및 사업성 고려 필요 - 폐열, 수열 등 미활용 에너지 반영 제안 • 건물부문 2050 비전 발제 <ul style="list-style-type: none"> - 민생부문 역할 중요성 강조
6차 (9/9)	<ul style="list-style-type: none"> • 감축수단별 목표 확정 • 보고서 작성 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 감축수단 <ul style="list-style-type: none"> - 감축수단 보완 논의 - 감축수단의 위계 정립 및 명칭 조정 논의
세미나 (11/15)	<ul style="list-style-type: none"> • 세미나 (한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회 특별세션) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 LEDS, 추진경과 및 해외사례 <ul style="list-style-type: none"> - 2°C 달성을 위한 도전적 비전 및 장기계획 - 국민수용성, 지속적 국가 아젠다로서의 중요성 • 2050 비전 및 감축 시나리오 <ul style="list-style-type: none"> - (에너지효율향상) 건축물 에너지절약설계기준 강화 및 ZEB 보급 확대, 그린리모델링 등 기존건축물 에너지효율 개선 사업 확대 - (고효율기기 보급확대) 관리제도 강화 및 보급 확대 - (스마트 에너지관리 및 국민참여) AMI·HEMS· BEMS 보급 확대, 지속적인 홍보와 교육을 통한 국민 참여 확대 - 신재생에너지보급 및 미활용열 사용 확대 • ZEB 보급 확산을 위한 기술개발 및 추진 방향 <ul style="list-style-type: none"> - 냉난방부하 최소화, 융복합시스템개발 적용 및 신재생 에너지 적용에 관한 기술개발 필요 - 경제성 확보를 위한 관련 산업 형성 필요 • 신재생에너지 정책 방향 <ul style="list-style-type: none"> - 2019년 신재생에너지 정책·제도 변화 : 국민 참여 확대 및 대규모 프로젝트 추진 • 고에너지효율 보급 활성화 방안 <ul style="list-style-type: none"> - (산업·공공·수송부문별 효율 혁신) 한국형 에너지스타 건물 도입, 으뜸 효율 가전 확산, 형광등 퇴출 제시 - (에너지효율 혁신 인프라 확충) 에너지공급자 효율향상 의무화제도(EERS) 도입, 에너지소비 효율등급제도 합리화, 합리적인 전기요금 체계 마련, 비전기에너지 활용기반 조성 - 에너지효율 연관 산업 육성

< 수송 분과 >

회차	논의주제	주요 논의내용
1차 (4/19)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 분과 운영안 <ul style="list-style-type: none"> - 기술작업반 및 포럼위원 역할 논의 - 포럼 및 기술작업반 위원 추가 요청 - 분과 회의 운영방식 및 일정 논의 - 건물, 수송 부문 구분하여 진행, 차기 회의는 기본 전제 사항 공유를 위해 공통 개최
2차 (5/30)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 및 역할 	<ul style="list-style-type: none"> • 개별 분과 운영안 및 역할 <ul style="list-style-type: none"> - 건물/수송 분과 별도 운영 확정 - BAU, 감축시나리오 및 감축수단 작업결과 검토
3차 (6/13)	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 주요전제 논의 • 감축수단 	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 주요전제 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 여객 및 화물 수요 주요전제는 3차 예기본 수용 - 3차 예기본 주요전제 구체적 논의 • 감축수단 분담 <ul style="list-style-type: none"> - 추가적인 감축수단 제시 - 포럼 위원 별 감축수단 분담하여 검토 진행 - 일부 감축수단 관련 국제트렌드 반영 검토
4차 (6/25)	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 초안결과 검토 및 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 초안결과 검토 <ul style="list-style-type: none"> - (외부전문가 초청) 40년까지 예기본 기준안, 50년까지 에너지원별 추세 연장 결과 논의(에너지경제연구원) - 화물수송 수요예측 단위 적합성 논의 - 50년 자동차 보유대수 전망 보완 논의 - 해운화물 세부데이터 검토 필요성 논의
5차 (7/22)	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 감축수단 국내외 트렌드 및 2050 적용가능성 발표 • 2050 저탄소 발전 전략 감축시나리오 	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 저탄소 발전 전략 감축시나리오 <ul style="list-style-type: none"> - 전문가 발제 내용 반영(항공, 해운) - 구체적인 감축수단 논의 진행 예정 - 감축수단 추가 반영 논의

		<ul style="list-style-type: none"> • 중대형차 연비 발제 <ul style="list-style-type: none"> - 대형차 온실가스 관리제도 국제 동향 및 국내 추진계획 설명 - 대형차 온실가스 저감 논의 • 항공 부문 발제 <ul style="list-style-type: none"> - 국제 항공 부문 온실가스 감축정책 및 감축 목표 설명 • 해운 부문 발제 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 해운 부문 온실가스 감축수단 설명
6차 (7/31)	<ul style="list-style-type: none"> • 수송부문 추가 감축수단 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 수송부문 추가 감축수단 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오디젤 혼합율 수정 논의 - 바이오에탄올 혼합율 논의 - 친환경차 보급대수 및 평균연비 개선율 추후 논의 - 부문(교통수요, 항공, 해운, 자율주행 등)별 감축수단 관련 추가 논의
7차 (8/22)	<ul style="list-style-type: none"> • 감축시나리오 업데이트 	<ul style="list-style-type: none"> • 감축시나리오 업데이트 <ul style="list-style-type: none"> - 승용차·중대형차 평균연비 개선 논의 - 철도부문 전력화 논의 - 추후 해운, 교통수요관리, 자율주행 감축시나리오 논의 예정
8차 (9/19)	<ul style="list-style-type: none"> • 해운, 교통수요관리 등의 정책 논의 • 감축수단 최종점검 및 최종보고서 작성방식 	<ul style="list-style-type: none"> • 감축수단 최종점검 <ul style="list-style-type: none"> - 수소차·하이브리드·내연차 비중 조정 논의 - 해운부문 및 교통수요관리 수정·보완 - 감축수단명 검토 및 수정 • 감축수단 최종점검 및 최종보고서 작성방식 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 감축수단 최종 검토 논의 - 분야별 해당 위원 최종보고서 작성 후 취합 - 최종보고서 보안을 위한 추가회의 필요
9차 (10/17)	<ul style="list-style-type: none"> • 최종보고서 보완방향 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 최종보고서 보완 <ul style="list-style-type: none"> - 감축수단 및 이행방안에 대한 위원별 검토 후 취합하여 최종점검

< 비에너지(농축수산·산림·폐기물) 분과 >

회차	논의주제	주요 논의내용
1차 (5/8)	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 	<ul style="list-style-type: none"> • 분과 운영안 <ul style="list-style-type: none"> - 부문별 역할 논의 - 수산의 에너지부분 제외 - 배출량 관련 방법론은 현 국가 방법론 이용 - 9월까지 부문별 작업 병렬적 진행 후 종합
2차 (6/12)	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 초안 발표 	<ul style="list-style-type: none"> • BAU 초안 <ul style="list-style-type: none"> - (폐기물) 2050 연장값 검토 및 논의 - (산림) 산림과학원 추정치 기반으로 논의 - (농축산) 배출량 전망 값 재검토 논의 - (수산) 해양수산부와 협의 후 재논의
3차 (7/19)	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 BAU 초안 및 감축수단 • 2050 부문별 미래상 (축산) 	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 BAU 초안 및 감축수단 <ul style="list-style-type: none"> - (산림) 산림기본계획 및 국산목재공급량 확대 계획 소개 - (수산) 어선 감척 및 에너지 효율 증대 반영, 연안습지 보전 추가 검토 예정 - (농업) 농업과 축산업 연계 필요, 신규 감축수단제시 - (기타) 부문별 상호협조 필요 • 축산부문 2050년 미래상 발제 <ul style="list-style-type: none"> - 효율성, 동물복지(소비자 의식변화), 자원순환 관점
4차 (8/23)	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 감축수단 • 2050 부문별 미래상 	<ul style="list-style-type: none"> • 부문별 감축수단 논의 <ul style="list-style-type: none"> - (산림) 유휴지 조림면적 확대 및 산림바이오매스 이용률 향상 - (농축산) 에너지 낭비 최소화, 저탄소 농산물 소비 확대 - (수산) 감축 잠재량 증가, 식생습지 복원계획 - (폐기물) 바이오플라스틱, 재활용율 증가, 매립지(준)호기화 및 바이오 리액터 • 2050 부문별 미래상 발제 <ul style="list-style-type: none"> - (산림) 인구감소로 인한 한계농지 발생으로 산림면적 증가, 활엽수의 혼합림 증가, 벌채량 증가로 순임목생장량 감소 - (농축산) 4차 산업혁명, 스마트농업, 경축순환농업으로 발전, 기후스마트농업으로 전환, 저탄소농업으로 발전 - (수산) 선박용 연료의 전기에너지 전환, 선박 및 수산업 기계의 에너지 효율 증가 - (폐기물) 인구 감소로 인해 전체 폐기물 발생 감소. 1인 가구 증가로 1인당 폐기물 발생량 증가, 음식물 등 유기성 폐기물 포장재 폐기물 발생량 증가, 재난 폐기물 증가

<p>5차 (9/20)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 종합 의견 정리 • 감축시나리오 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 종합 의견 정리 <ul style="list-style-type: none"> - 소분과 간사 작성 (미래상은 미래상 발표자 작성) • 감축시나리오 논의 <ul style="list-style-type: none"> - (폐기물) 매립부문 호기성 운영방안 및 생물학적 처리시설 메탄가스 확대 부분 관련 BAU 논의 - (수산) 연안습지 BAU 미포함, 대신 미래상에 언급. 단위 통일 필요 - (농축산) 감축수단별 중복사항 검토 및 수정, 감축량 표시방법 논의
<p>6차 (10/25)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 논의안 검토 • 감축시나리오 논의 • 세미나 개최 논의 	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 논의안 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 전체 감축률 조정 필요 - 최종 제출안 형식 통일 - 산림의 토양 포함여부 확인 필요 • 감축시나리오 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 부문별 간사를 통해 결정 • 이행방안 세미나 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 농축수산, 산림, 폐기물로 나눠서 회의 진행
<p>세미나 (11/8)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 외부 전문가 초청 세미나 	<ul style="list-style-type: none"> • 매립지 호기성 운영 전환 <ul style="list-style-type: none"> - 매립지의 호기성 운영 강화 및 확대를 통해 메탄가스 회수 강화 - 대형매립지의 메탄회수 실시, 종료 및 중소규모 매립지의 메탄감축기술 적용 필요 - 관리방안 제도개선 및 매립현황 전수조사 우선 실시 필요 • 바이오 플라스틱 사용 의무화 <ul style="list-style-type: none"> - 고비용, 물성 차이 등으로 사용 제한적 - 별도의 분리배출 및 처리 규정 없음 - 기술개발 및 재정지원, 별도의 규정 마련을 통해 사용 활성화 확대 • 폐기물감량화 및 재활용확대 <ul style="list-style-type: none"> - 폐기물 감량화 및 재활용 확대를 위한 다양한 사업 추진 중 • 유기성폐자원 바이오에너지화 추진 방향 <ul style="list-style-type: none"> - 특정 유기성폐자원의 혐기성 분해를 통한 에너지 생산에서 음식물류, 음폐수, 하수슬러지, 가축분뇨 등을 동시에 분해하는 통합바이오가스화시설 설치 추진 중 • 2050 농축산 감축기술과 목표(안) 세부설명 <ul style="list-style-type: none"> - 농축산 부문 최종논의안 보완사항 논의 • 산림부문 비전 및 추진전략 <ul style="list-style-type: none"> - 산림부문 최종논의안 보완 사항 논의

< 청년 분과 >

회차	논의주제	주요 논의내용
소모임 (4/1)	• 역할 및 방향성	<ul style="list-style-type: none"> • 청년분과의 역할 및 방향성 논의 • 의견 전달 방식 논의 • 2050 규범적 사회상 제시 방법 논의
1차 (5/10)	• 활동방향 정리 논의	<ul style="list-style-type: none"> • 비공식회의(4/1, 12, 26) 이후 역할 재정립 및 강화 • 청년분과 역할 <ul style="list-style-type: none"> - 기성세대 의견 청취 및 미래세대 의견 제시 - LEDS 제출 주요국 비전 및 시사점 파악 - 2050 사회상 파악을 위한 세미나 개최 준비
소모임 (5/31)	• 역할분담 및 활동현황 논의	<ul style="list-style-type: none"> • 청년분과위 활동 방향 <ul style="list-style-type: none"> - 자체 스터디 & 세미나 운영(개별분과 회의내용 공유차원) - 청년분과의 논의내용 및 의견수렴 내용들 공유 - 위원별 담당 분과 지정
2차 (6/7)	• 2050 미래비전 세미나 관련 논의	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 미래비전 세미나 개최 준비 <ul style="list-style-type: none"> - (행사명) 기후위기에 대응하는 저탄소 2050 사회 청년들은 어떻게 생각하는가? - (일시 및 장소) 8월 말. 서울권 대학 - (대상) 대학(원)생 중심 (약 50~70명) - (주제) 2050 저탄소사회비전 수립을 위한 '2050의 사회상' 미래세대 의견 수렴, 청년 의견 수렴 온라인 설문조사 실시 - (주최) 2050 저탄소사회비전포럼 청년분과
3차 (8/8)	• 청년 세미나 준비	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 저탄소 사회비전 청년 세미나 <ul style="list-style-type: none"> - 프로그램 및 구체적인 세미나 내용 확정 - 온라인 설문조사지 확정 후 배포
총괄 분과 (9/27)	• 국가비전, 제안사항 총괄분과 발표	<ul style="list-style-type: none"> • 2050 비전 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 지구생태계 및 경제가 붕괴하지 않는 희망 제시 - 글로벌 기후변화 대응과 지속가능모델 제시 - 기후위기 행동 위한 다양한 논의와 이행 촉진 • 제안사항 <ul style="list-style-type: none"> - 장기적인 산업 구조개편을 위한 로드맵 구축 필요 - 온실가스 감축 투자기금 마련 - 청년들의 의견수렴 거버넌스 구축 제안

□ 의견수렴 개요

- 청년분과 주도로 직접 “청년들이 생각하는 2050년 국가 사회상” 온라인 설문조사 실시(청년 201명 대상, 2019. 08. 12 ~08.24)

* 기후변화에 관심이 높은 청년들의 참여로 나온 결과임을 유의

□ 의견수렴 주요 결과

- (이해당사자) 청년들이 기후변화의 주요 이해당사자라고 생각 97.6%
- (국가경쟁력 관점) 강력한 온실가스 감축정책이 국가경쟁력에 중장기적으로 긍정적 80%, 잘 모르겠다 10%, 악화시킨다 8%, 기타 2%
- (대응노력) 현재 우리나라 기후변화대응 노력 불충분 49.5%, 보통 31.5%, 충분 26%
- (2050년 키워드) 기후변화, 에너지, 자원, 인구사회 및 경제
- (감축 정도) 우리나라 온실가스 감축방향은 선진국 수준 감축 50%, 국제사회 감축 수준과 무관하게 적극적 감축 42.5%
- (비용부담의 주체) 감축 비용은 생산자, 국민 모두 지불 64.5%
- (정부 역할) 제도/법 제정 및 개선(기후위기대응법 제정, 기후에너지부 신설 등) 69.5%, 시장원리를 활용한 감축목표 이행(배출권거래제 강화 등) 53.5%, 강력한 리더십으로 감축목표 설정 및 이행 49.5%
- (2050년 저탄소발전전략 키워드) 2050 저탄소발전전략에 비전 및 사회상으로서 담겨져야 할 3개 키워드 설문 결과,
 - 지속가능, 1.5도, Net zero, 탄소중립 키워드 다수(이 외 사회적 합의, 불평등 완화, 탈석탄, 기후정의, 산업구조의 혁신 등)

□ 미래세대 지속적 참여를 위한 청년분과 제안

- 청년들의 의견수렴 거버넌스를 구축하며, 권한이 있고 예산을 가지고 있는 ‘청년 기후변화대응 숙의위원회’ 제안
 - 기후변화대응은 전 세대가 함께 풀어야 하는 문제임. 그러나 청년들은 비전문성을 이유로 정책수립 과정에 참여하지 못하고 있음
 - 이는 청년들을 수동적으로 바라보는 관점과 기후변화 대응정책 수립과 이행에 있어 전문가들의 의견이 우선순위에 있다는 인식에 기인함
 - 하지만 기후변화는 전 세대의 문제로서, 정책 이행의 실효성을 위해서는 여러 이해 당사자들과 초기 단계부터 함께 논의하는 것이 중요함
 - 다만, 단순히 아이디어를 내고, 자리를 목소리를 내는 차원에서 운영되어서는 안 됨. 구체적인 권한과 이를 반영해 사회에 실행할 수 있는 역량이 필요함
- ※ 예를 들어 청(소)년위원회는 기본적으로 “연구제안, 부처별 질의를 위한 개입(참여)권한 확보, 개별보고서 및 정부권고안 수립과정에 참여보장” 과 같은 권한과 이를 수행하기 위한 예산이 필요하다고 판단함
- 특히, 기존에는 진행하지 않았던 방식을 도전해볼 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하며, 그 과정에서 도출되는 시사점을 극대화하여 기후변화 대응에 적극적으로 활용할 필요가 있음

국제환경

- 중국, 인도, 브라질, 터키 등 신흥 경제국들이 교육, 인프라, 첨단 기술 분야의 지속적인 투자를 통해 급격한 성장을 이루고 세계경제에서 주도적 역할을 하게 된다. 특히, 중국은 수출과 제조업 중심으로 고속 경제성장을 이루는 동시에, 기존 산업의 효율성 저하, 급속한 고령화 등의 문제를 해결하면서 차세대 정보기술 개발, 서비스 산업 육성, 인구정책, 지역 간 소득격차 완화, 환경문제 규제 강화 등 다양한 성장 전략을 마련하여 세계 경제 대국으로 성장한다. 미국과의 경쟁구도 과정을 거쳐 결국은 경쟁과 협력의 공존체제를 유지한다. 미국은 많은 지역 국가들과 전략적 동반자 관계를 수립하고, 중국은 동북아 질서에서 미국이 안정적인 역할을 하는 것을 인정하고 협조하면서 새로운 다자안보시대에 협력한다.
- 전 세계적으로 협력 체제가 유지되면서 국가간, 지역간 자유무역이 활성화된다. 투자와 서비스, 기술이전, 인적자원 이동, 글로벌 가치사슬 하에서의 분업 강화가 이루어진다. 미국-EU(TTIP), ASEAN+6(RCEP), 미국-한태평양연안국(TPP) 외에도 중남미지역, 러시아와 그 주변 국가 등 다른 지역간 자유무역이 활성화되면서 세계 시장이 통합되는 형태가 된다.
- 미국과 중국의 협력체제가 유지되면서 전 세계적으로 에너지 전환이 빠른 속도로 전개되어 탄소중립을 이행한다. 아시아에서도 혁신 교통수단 도입, 산업 에너지 디지털화 등 핵심기술 개발로 에너지 전환을 추구한다. 유럽은 4차 산업혁명 기술 클러스터 인프라 개선을 통해 에너지효율 향상 기술을 선도하며 성공적으로 에너지를 전환한다. 중동 역시 국제적 기술협력을 통해서 청정에너지 개발 기술을 확대하고, 고효율 저장장치의 개발을 통해 온실가스 배출 감소가 실현된다. 아프리카도 국제협력을 통한 관세 문제 해결, 기술개발을 통해 에너지 효율을 높일 수 있는 정책을 마련하고, 점진적인 에너지 전환에 기여한다. 북아메리카는 에너지 무역장벽과 관세문제가 메가 FTA를 통해 해결되면서 재생에너지 비율을 확대하여 온실가스 감축과 에너지 전환이 동시에 이루어진다.

4차 산업혁명 시대 산업화

- 2050년에는 로봇, 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 증강현실, 자율주행차, 3D 프린팅 등 기술 보급이 보편화되면서 현재 수준에서 상상을 뛰어넘는 사회, 그리고 현재와는 전혀 다른 직업세계로 전환된다. 초연결화, 초지능화 되면서 전 세계 어디서나 인터넷으로 연결되고 공유할 수 있는 글로벌 네트워크가 형성된다. 특히 이와 같은 미래기술 보편화로 인해 전기소비가 증가되지만, 이 보다는 훨씬 높은 각 영역의 에너지 소비 패턴과 효율향상의 획기적 개선으로 인해 저탄소사회로의 전환이 촉진된다.
- IoT를 활용한 스마트공장에서는 모바일이나 웹을 통해 고객의 주문을 받는 것은 기본이고, 상품 판매 상황을 상시적으로 보고 받게 된다. 산업현장에서는 IoT 기술로 인해 안전사고를 예방한다. 건설업계는 교량이나 학교, 빌딩 등의 구조물에 센서를 부착하여 지진 감지나 구조적 취약점을 사전에 찾아내 예방하게 된다. 가전업체는 가정 내 가전기기를 IoT 기반으로 연결하여 스마트폰으로 제어된다. 인공지능 기술을 통해 발전소 등 스마트공장에서는 로봇이 수집한 빅데이터를 분석해 최적화된 에너지효율 관리가 이루어지게 된다. 심지어 식물공장 등장으로 농촌이라는 공간 제약에서 벗어나 도시에서도 빌딩에서도 농사가 가능하다.
- 3D프린팅 기술 확산으로 인해 제품 제작에 시간과 비용이 절약되고, 복잡한 형상의 물건을 일체형으로 제작할 수 있어, 자원과 에너지의 낭비가 획기적으로 줄고, 소비자의 직접 생산이 가능해져 운송과 재고 관리에 따른 물류비 및 에너지소비가 현저히 감소된다.

기후변화, 온난화

- 전 세계가 파리협정을 이행함에 따라 여름철 북극 해빙이 없어지는 상황을 막고, 아마존 열대 우림을 보존하고, 시베리아 동토가 녹아 메탄이 배출되는 것을 방지하게 된다. 그럼에도 불구하고 2050년 세계는 아직도 기후변화 위기에서 완전히 벗어나지는 못한다. 2°C 상승억제에 따라 일부 고위도 지역에서는 작물 수확량이 증가하게 되지만, 서아프리카, 동남아시아, 남미와 북부 중남미 등 열대 지역에서는 옥수수과 밀의 수확량은 계속 감소된다. 2°C 상승억제에도 불구하고 물고기를 키우는 역할을 하는 산호는 백화현상으로 소멸 위험으로부터 벗어나지 못한다. 2050년에도 저탄소 이행을 계속 강화해야 한다는 목소리가 계속 힘을 받게 된다. 1.5°C 이하 상승을 위해 보다 강력히 노력할 경우, 기후변화로 인한 자연재해 발생빈도 등 피해비용 규모를 줄일 수 있기 때문에 2100년을 향해 더욱 지속적인 탄소중립 이행이 필요하다는 국제논의가 지속된다.
- 전 세계의 파리협정 이행노력은 기후변화에 의한 국가 간 불평등 왜곡을 상대적으로 완화하는데 기여한다. 2050년 시기에 말레이시아, 필리핀, 태국 등에서는 관광업 피해, 생산성 저하, 열스트레스 증가 등의 부정적 효과가 완화된다. 우리나라 역시 폭염, 폭우, 가뭄, 해일 등 이상기후의 발생 횟수 및 정도가 줄어든다. 특히 주요 유역의 수자원, 산림분포 변화에 따른 산림생태계, 연안 침식 범람 등의 문제가 대폭 완화되어 이로 인한 사회경제적 피해비용이 대폭 감소된다. 특히, 현 추세대로라면 폭염으로 인한 사망 및 질병이 연평균 수천명으로 우려되지만, 저탄소사회로의 실현으로 상당한 수준에서 대비할 수 있게 된다. 초미세먼지 문제 역시 중국과의 협력 등 지속적인 노력의 결과로 자유스러운 외출이 일상화된다. 전 지구적으로 지속적인 기후변화 개선 노력을 통해 느리지만, 그러나 전반적인 생태계의 회복이 진전된다.

에너지 분야

- 국제 메가트랜드에 부합되게 탈석탄 기조가 정착된다. 석탄화력발전 비중은 5% 이내로 급감된다. 반면 재생에너지는 정부의 집중 투자, 환경성과 주민 수용성 검토, 경제성 등 다양한 보급여건 개선으로 인해 급부상하여 60% 이상의 발전량을 담당하게 된다. 태양광이 유희농지, 간척지, 농업용저수지는 물론, 각 가정, 건물, 거리 등 생활터전 곳곳에 설치된다. 해상풍력 역시 시장잠재성이 높은 남해와 서해를 중심으로 5MW급 이상의 중대형, 부유식 형태로 보급된다.
- AI, IoT, 빅데이터 기술을 기반으로 전력수요와 자원 관리, 운영을 실시간으로 모니터링하는 통합수요관리 시스템이 상용화되면서 효율적 관리체계가 전면적으로 작동된다. 재생에너지 확산에 따라 증가되는 소규모 분산전원은 모든 정보를 소프트웨어로 모아 지역적 제한없이 마치 하나의 발전소처럼 운전하고 제어하는 시스템으로 운영된다. 소규모 발전설비에서 생산되거나 소비되고 남은 잉여전력을 에너지저장장치에 송전해 누구나 전력이 필요할 때 거래할 수 있어 공급의 안정성을 확보할 수 있게 된다.
- 수소가 수송용 연료, 전기·열 생산 등 주요한 에너지원으로 사용되면서 국가경제, 사회, 국민생활 전반에 근본적 변화를 맞이하게 된다. 수소를 이용한 발전용 연료전지는 2030년 전후로 중소형 LNG 발전과 대등한 수준의 발전단가 전환기를 거치면서, 2050년에는 설치비, 발전단가 모두 경제성을 상당 수준 확보하게 된다. 가정·건물용 연료전지는 공공기관, 민간 신축 건물 등에서 사용이 의무화되며, 100만 가구 이상에서 보급된다. 수소공급의 선도적 개발로 에너지의 해외 의존도를 줄이고, 수소에너지 수출국으로서의 위상을 지니게 된다.

산업 분야

- 디지털전환으로 새로운 유망제품을 생산하고, 서비스융합으로 산업 융복합이 가속화된 산업구조가 정착된다. 자동차, 조선, 기계, 철강, 화학, 섬유, 식품, 통신기기, 가전, 반도체, 디스플레이, 바이오헬스 등 거의 모든 업종이 이에 해당된다. 2050년 산업부문의 경쟁력 조건은 현재와는 전혀 다른 생태계에 놓이게 된다.
- 모든 공정이 스마트화되면서 자원의 효율적인 사용이 극대화된다. ICT 기술을 기반으로 한 스마트 에너지관리시스템(FEMS)과 에너지산업단지 조성은 에너지 효율수단의 기본이 된다. FEMS를 통해 공장의 모든 부분에 실시간 모니터링, 데이터 분석, 최적 제어가 이루어진다. 스마트 에너지 산업단지를 통해서 개별기업의 스마트화를 넘어 산업단지 내의 기업간 데이터 공유로 연관 업종의 기업들이 연계되고 스마트화된다. 스마트설비 도입을 통해 친환경 생산기반이 완비되고, 동시에 근로환경 개선으로 이어져 생산성도 향상된다. 2050년 FEMS는 사업장 규모에 상관없이 100% 보급되고, 대규모 스마트 산단은 10개소 이상으로 대폭 증가해 여의도 전체면적의 약 20배를 넘는 수준으로 확장된다.
- 한편, 시멘트, 철강 등 기존 전통적 제조업종들 중심으로 자원 재활용이 활성화되고 공정도 획기적으로 개선된다. 시멘트 생산 공정에서 연료로 사용되는 유연탄 대신 폐자원(페타이어, 폐합성수지 등)의 대체연료 사용이 확대된다. 또한 시멘트 원료의 절반 수준을 산업 폐기물(철강슬래그, 석탄재 등)로 대체해 자원 재활용을 달성한다. 제철 공정의 환원재인 코크스는 수소환원 방식으로 공정이 개선된다. 국내 재생에너지가 증가하면서 재생에너지 공급이 원활해 지고, 수소 공급 기술 및 CO₂ 포집기술이 확산되면서 수소환원기술이 적용된다.

수송 분야

- 친환경차가 주류를 이루고, 자율주행차량, 드론 등 새로운 운송수단의 등장으로 거리의 모습이 완전히 변화한다. 거리에 다니는 친환경차는 2천만대 이상으로, 전체 자동차의 93%를 차지한다. 친환경차 중에서 전기차는 가장 많이 볼 수 있고, 그 다음으로 수소차, 하이브리드차가 도로를 운행하게 된다. 전기충전소가 도심 곳곳에 생기면서 접근성이 용이해지고, 저렴한 비용으로 이용할 수 있다. 또한 수소연료전지의 상용화로, 수소충전소도 대폭 증가한다. 창원, 울산, 광주 등 각 지역, 고속도로 휴게소 등 전국 곳곳에서 손쉽게 수소를 충전할 수 있게 된다. 반면 하이브리드차는 전기차, 수소차의 대중성에서 밀려 점점 구매자가 줄어든다. 2050년 내연기관차를 아직 이용하는 사람은 7% 정도이지만, 2050년 실질적 구매자는 사실 상 없고, 자동차 시장에서 한때의 기억으로 남게 된다.
- 자율주행차가 시내를 달리고, 도로에는 신호등이 사라진다. 도로망이 인공지능으로 운송수단과 도로가 연결된다. 사람의 모습을 지닌 지능형 휴머노이드 로봇경찰은 거리 순찰이나 교통위반 벌금 부과 등 역할을 담당하게 된다. 로봇택시를 정기적으로 타고 다니면 자가용을 소유하는 것보다 비용이 꽤 낮아질 수 있다. 친환경차에 자율주행 기술이 결합되면서 승객의 교통비 지출도 현저히 낮출 수 있게 되어 현재와 같은 대중교통 체계는 지각변동이 예상된다. 이로 인해 교통 혼잡, 주차난, 대기오염 등의 문제들이 상당 부분 해소된다. 또한 아음속 캡슐트레인, 하이퍼루프 등 진공관을 이용한 초고속 열차의 개발과, 국가간 협의를 통해 연결된 진공관을 통해서 전 세계 어디든 1박 2일이면 충분히 다녀올 수도 있을지 모른다.

비에너지 분야

- 농축산 분야에도 ICT 기술, 인공지능이 도입되면서 정밀농업 및 스마트팜이 진화하여 안정적인 식량공급과 효율적인 자원사용이 가능해진다. 이와 같은 혁신적 변모와 더불어 토지이용의 합리적 운용을 통해 고령화에 대비하면서도 친숙하고 정겨운 지속 가능한 농어촌 모습이 실현된다. 인구감소에 따라 발생하는 유휴토지에서는 연간 300ha 이상이 조림지역으로 조성되고, 환경성과 수용성이 고려된 태양광, 풍력 등이 농어촌의 에너지 공급을 담당하게 된다. 소비자의 의식과 생활습관이 변화되어 친환경 식품소비에 대한 관심도 높다.
- 농촌에서 사용하는 농기계와 각종 장비에는 다양한 센서들간의 네트워크를 통해 사물인터넷 기술이 구현된다. 동시에 무인 자율주행을 통해 현장 상황에 따라 적절하게 비료를 뿌리고, 잡초를 제거할 수 있는 로봇을 볼 수도 있다. 잡초제거, 김매기, 가축 먹이 등 노령화된 농어민들이 하기 어려운 작업들도 로봇이 대신할 수 있다. 수집된 데이터들은 기후변화에 따라 지역맞춤형 종자를 결정하고, 습도, 온도, 이산화탄소, 조도 등을 판단해 안정적인 환경을 지속할 수 있다. 드론을 이용해 농장을 촬영하고 영상을 분석해 맞춤형 방재정보도 마련된다.
- 배출되는 폐기물의 절대량이 크게 감소하고, 배출된 폐기물의 대부분이 재활용되는 사회가 된다. 생산부터 재활용까지 모든 과정에서 자원 순환이 이루어지는 사회이다. 재활용이 용이한 제품 생산이 확대되고, 자원순환 문화가 일반화되면서 현재 형태의 1회 용품은 공급도 소비도 사라지게 된다. 녹색매장은 기본이 되고 재활용 제품을 자연스럽게 구매한다. 생산·소비단계부터 폐기물 발생을 줄이는 등 지속적인 관심과 노력을 통해 세계 최고 수준의 재활용율과 감량율을 보유하는 국가가 된다.

건물 분야

- ICT 기반의 에너지 관리 시스템이 개별 건물, 지역 커뮤니티를 넘어 도시 규모로 확산되면서 사회 전체적으로 녹색건물이 현실화된다. 신축 건물에는 강화된 에너지절약설계기준이 적용되고, 기존 건물에는 그린 리모델링이 확대된 결과, 가정 및 상업 모든 건물의 냉난방 에너지 효율이 현재보다 획기적으로 개선된다. 건물 내의 조명 뿐만 아니라 가전, 사무기기, 취사도구 등이 모두 고효율 기기로 대체되고, 여기에 또 스마트 에너지 관리 시스템도 도입된다. 스마트한 가정용 건물 에너지 관리 시스템이 절반 이상의 건물에 보급되어 제로에너지주택이 주류를 이루게 된다. 1백㎡ 규모 이상의 상업건물에도 스마트한 에너지관리시스템이 전면적으로 보급되어 에너지 사용량 및 사용패턴이 실시간 모니터링 되고, 에너지 운영이 최적화된다.
- 건물에 사용되는 전체 에너지 중에서 일정 부분은 태양광, 태양열, 지열, 연료전지 등 신재생에너지로 대체되어 에너지 효율향상과 온실가스 배출감축에 중요한 역할을 담당하게 된다. 또한 건물 인근 발전소에서 발생하는 배열·폐열, 소각장에서 발생하는 미활용 열 역시 재이용되어 건물에너지의 일부를 담당하게 된다.

<참고> 2050 사회상 개요

- **(작성목적)** 2050 저탄소사회 국가비전을 달성하는 과정에서 구현될 수 있는, 또는 추구하는 미래사회의 모습으로, 저탄소사회 인식 확산 및 공유, 국민공감대 형성을 위해 마련
- (비전과의 관계) 비전 달성의 노력(감축 시나리오, 배출경로)에 따른 2050년 사회의 모습
- **(사회상 작성 시 중요 반영요인)**
 - 부문별 감축 시나리오 핵심 이행수단이 실현된 사회의 모습(부문별 비전도 일부 반영)
 - Text mining을 통해 도출된 핵심요인 및 공통핵심어 중심으로 반영. 특히, 부문별 감축 시나리오에서 직접 설명이 어렵지만 국가 미래모습에 영향을 미칠 수 있는 사회글로벌(국제환경), 자연환경(국제기후변화) 요인도 별도 서술



국제환경

- 미국 중국의 경쟁·협력 공존 체제
- 세계시장 통합(자유무역 활성화)
- 저탄소 전환을 위한 모든 국가의 노력



국제기후변화

- 글로벌 기후변화 피해 완화 성과 (폭염피해, 미세먼지 감소)
- 글로벌 기후변화 문제 잔존
- 국제적 논의 지속적 진행



< 포럼 1안 기준의 2050년 사회상 >

