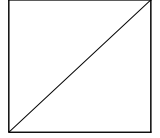


공 개



의안번호	제 1 호
제 출 연 월 일	2021. 3. 31. (제 16 회)

## 탄소중립 기술혁신 추진전략(안)

과학기술관계장관회의

제 출 자	기획재정부 장관 홍남기 산업통상자원부장관 성윤모 국토교통부장관 변창흠 중소벤처기업부장관 권철승	과학기술정보통신부장관 최기영 환경부장관 한정애 해양수산부장관 문성혁 산림청장 박종호
제출 연월일	2021. 3. 31.	



## 탄소중립 기술혁신 추진전략(안) (요약)

### □ 추진 배경

- 현실로 다가온 기후위기\*, 국제사회는 보다 강력한 대응을 추진
  - \* 미국은 피해액 10억\$ 이상 태풍, 폭우 등 기상재해가 '20년에 22건으로 사상 최다 발생
  - 세계는 보다 강화된 목표인 “2050 탄소중립”으로 지향점 전환 중
  - ※ EU('19.12월)·中('20.9.22)·日('20.10.26)·韓('20.10.28) 등 주요국 탄소중립 선언
- 도전적 과제\*인 “2050 대한민국 탄소중립” 추진, 기술혁신이 관건
  - \* (우리의 여건) 탄소중립까지 기간 촉박, 제조업 비중 및 화력발전 비중 高
  - 탄소중립 실현에 新기술 개발·상용화를 통한 혁신이 필수적
  - ※ 2070년까지 세계 에너지 분야 CO<sub>2</sub>감축 中 34%가 기술혁신에 의한 것('20, IEA)

➔ 혁신기술을 통해 탄소중립 실현의 부담을 경감하고, 새로운 성장의 기회로 전환하는 구체적인 기술혁신 전략 필요

### □ 글로벌 탄소중립 정책 및 시장 동향

- 주요국은 탄소 배출 저감을 위한 규제 강화 움직임
  - ※ 탄소국경세 도입(EU '23년, 美 '25년), 플라스틱세 및 자동차 배출규제 강화(EU '21년) 등
  - 철강, 자동차 등 국내 주요 수출업종 경쟁력에 영향 가능
  - ※ 민간 부문에서도 투자 시 ESG기준의 평가 도입, RE100 목표설정 등 저탄소 전환 요구
- 주요국은 탄소 비용 상승을 친환경 신산업 성장의 기회로 활용
  - 신재생에너지 확산을 기회로 에너지 신산업·시장 창출 가속화
  - ※ (EU)'30년 재생E 비중 32%로 확대, (日)'30년 해상풍력 10GW, 수소 300만톤 공급 목표
  - 고탄소 업종 전환 지원을 포함한 탈탄소 정책·투자 적극 추진
  - ※ (EU)에너지집약산업 지원을 위한 新산업전략 수립, “배출권거래제혁신기금” 마련

#### <EU의 탄소중립 투자 계획>

- ▶ 유럽 그린딜 투자 : 향후 10년간 EU 다년 예산 중 25%(5,030억 유로)를 기후환경 사업에 배정
- ▶ 호라이즌 R&D 투자 계획 : '21년~'27년 동안 약 1,000억 유로의 예산 투입 예정
  - \* 배터리, 수소, 재생에너지, CCUS, 에너지시스템 혁신, 저탄소 교통 등에 투자

## □ 우리나라 탄소중립 추진 현황 및 시사점

### ① (배출현황) 온실가스 배출량은 '18년까지 주요 부문에서 지속 증가

- 선진국 대비 높은 석탄발전 비중\*과 에너지 집약적 산업구조\*\*

\* 주요국 석탄발전량(TWh, '10→'19) : (美)1,994→1,076 (EU)755→475 (韓)199→225

\*\* 제조업/에너지 다소비업종 비중(% , '19) : (EU) 16.4/5.0, (美) 11.0/3.7, (韓) 28.4/8.4

☞ (시사점) 무탄소 발전원 확대, 다소비 산업 전환을 효율적으로 지원하여 온실가스 감축역량을 확보하는 혁신기술 개발 시급

### ② (연구개발) 선도국 대비 기술수준은 80%로 추격 그룹에 해당

※ 탄소중립 관련 정부R&D 투자 : ('17) 0.92조원 → ('21) 1.60조원(연평균 14.8% 증)

※ 태양광 88%, 수소제조 80%, 산업 효율화 81.5%, CCUS 78% 등

- 신기술 사업화율은 30% 수준('18)으로 성과확산에는 한계

☞ (시사점) 중장기 지원으로 기술역량을 지속적으로 축적 중이나, 상용화에는 한계 → 현장적용에 이르는 가시적 성과 창출 필요

### ③ (산업) 정부주도로 新시장 형성\* 중이나, 영세규모\*\*로 경쟁력 한계

\* RPS 등 지원을 통해 재생에너지 신규 보급 확대('17년 2.1GW → '19년 4.5GW)

\*\* 예)수소산업 분야 중소기업 비중 86%, 투자 비중은 대기업/중견기업(59.5%)에 집중

- 저탄소 산업혁신을 추진 중\*이나, 민간의 적극적 참여·협력 필요

\* 제조업혁신전략('18)을 통해 반도체·디스플레이 등 4개 산업별 맞춤형 고부가가치화 추진

☞ (시사점) 자생할 수 있는 신산업 창출 및 고배출 산업 전환 가속 필수 → 민간이 적극 참여할 수 있는 생태계·기반 조성 필요

## □ 비전 및 추진전략

<b>비전</b>	<b>기술 혁신으로 2050 대한민국 탄소중립 견인</b> < 혁신적 탄소감축 수단을 지속 공급하는 기술혁신 생태계 마련 >		
<b>정책목표</b>	<b>글로벌 선도기술 확보</b> '40년 선도국 대비 95%	<b>탄소중립 기술 확산</b> '50년 산업 무탄소 전환	<b>저탄소 新산업 창출</b> 탄소 신산업 생태계 구축
범부처 협업을 통해 혁신기술이 상용화로 이어지는 전주기 지원 강화			
<b>기술개발</b>	① [핵심기술] 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 개발 전략 제시 ② [R&D 실행] 범부처 탄소중립 R&D사업 기획·착수		
<b>생태계 조성</b>	③ [新산업 창출] 핵심기술 상용화 집중 지원 ④ [민간 주도 전환] 민간의 적극적인 참여를 유도하는 환경 조성 ⑤ [R&D 기반 강화] 인력양성 및 법·제도 기반 강화		

# □ 주요 내용

## 1 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 개발 전략 제시

○ 탄소중립에 핵심적 기여가 가능한 10대 핵심기술을 전략적 개발

※ LEDS 연계성, 감축 기여도 등 바탕으로 선정 → 기술개발 목표 및 달성로드맵 설정

국가 상위계획 연계성 LEDS 부문별 비전·이슈	온실가스 감축기여도 부문·분야별 배출 비중 고려	주력산업 연관성 분석 주력산업 연계기술 수요 반영
-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------

<b>태양광</b> 초고효율화 / <b>풍력</b> 대형화	<b>수소</b> 전주기 기술 확보	<b>바이오에너지</b> 선도기술 확보
<b>전략</b> 중국 저가화 공세 대응 → 초고효율화 및 응용처 확대	<b>전략</b> 탄소중립 핵심수단 → 단가저감 안정적 공급기술 확보	<b>전략</b> 보급활용 저조 극복 → 다양한 연료기술 경제성 확보
<b>목표</b> 효율 27%→(30)35%	<b>목표</b> 용량 5.5MW→(30)15MW	<b>목표</b> 충전단가 7천원→(30)4천원/kg

<b>철강시멘트</b> 산업 저탄소 전환	저탄소 차세대 <b>석유화학</b> 구현	<b>산업공정</b> 효율 극대화
<b>전략</b> 탄소배출 비중 高 → (단기)저탄소 연료·원료 대체기술 및 (장기)수소환원제철 기술 확보	<b>전략</b> 공정 효율향상은 한계 → 저탄소 원료, 공정 전가 기술 확보	<b>전략</b> 高GMP 공정가스 사용 → 배출제어 고도화, 대체가스 확보
<b>목표</b> (철강) 수소 0%→(40)100% 사용, (시멘트) 연료 24%→(40)65% 대체	<b>목표</b> 기존제품 대비 가격 150%→(40)100%	<b>목표</b> 저감효율 80%→(40)95%

무탄소 차세대 <b>수송</b> 기술	탄소중립 건물 기반 기술	<b>디지털화</b> 기반 효율 최적화	<b>CCUS</b> 상용화 기술 확보
<b>전략</b> 성능 경쟁 심화 대응 → 고성능 전원 및 고속 충전기술 확보	<b>전략</b> 제로에너지건물 의무화 → 단위설비, 운영 최적화 기술 확보	<b>전략</b> 전력소비 증가 → ICT 고효율화, 차세대전력망 확보	<b>전략</b> 경제성·상용화 불확실성 → 혁신소재·대형화 개발 및 실증
<b>목표</b> 주행거리 406→(45)975km	<b>목표</b> (30) 효율 30% 향상기술 확보	<b>목표</b> (30) 데이터센터 전력 20% ↓	<b>목표</b> (30) 포집 가격경쟁력 30\$/톤

## 2 범부처 탄소중립 기술혁신 R&D사업 기획·착수

○ 시급한 산업수요 기반 현장특화 R&D와 미래 대비 중장기 혁신원천 R&D의 2-Track으로 “순주기 함께 달리기” 추진

### 1 현장특화형 저탄소화 핵심기술 상용화 가속

- (현장특화) ① 신재생 발전확대·계통 안정화, ② 다배출 산업(철강, 시멘트 등) 저탄소화, ③ 수송 무탄소화, ④ 건물 효율향상 등 부문별 핵심기술 상용화

※ 4개 업종별 감축(산업부), 친환경 철도(국토·선박(해수), 폐기물자원화(환경) 신규R&D 추진(22~)

< 산업의 저탄소 전환을 지원하기 위한 대규모 예타사업 추진(예시) >

업종	기술개발 목표
① 철강	수소 환원제 100% 전환을 위한 점진적 기술개발 지원
② 시멘트	석회석 클링커 사용 저감 및 원료대체 실증화 지원
③ 석유화학	폐플라스틱 화학적 재활용을 통한 납사 대체 원료 생산
④ 반도체	기존 공정가스(F-gas) 대체 기술 및 온실가스 최적관리 시스템 개발

## ② 중장기 탄소중립 기초·원천기술 단계적 확보

- (유망기술 고도화) 수소공급, CCUS, 脫플라스틱기술 부처공동개발('22~)
- (기초·원천) 파급효과 큰 10대 기술혁신 프로젝트 추진('21.예타, 과기)
  - 민간 최고전문가 중심의 10개 대형연구단을 구성, 중장기 지원
  - ※ 10대 핵심기술별로 초고성능(2030 실현), 차세대 원천기술(2050 실현) 2-Track의 R&D 추진

## ③ 소부문 디지털화를 통한 에너지효율 혁신

- (ICT활용) 에너지 소주기(생산·유통·소비) 지능형 효율화 기술\*개발  
→ “탄소중립도시”를 통한 실증 추진
  - \* (발전)신재생발전량 예측·제어(산업), (소비)맞춤형EMS/디지털트윈 개발(산업, 국토, 과기) ('21~)
- (ICT자체) 데이터센터, 유·무선망, ICT기기의 효율 극대화
  - ※ 지능형 냉난방·서버 최적화, 사용량 연계 네트워크 동적 운영, PIM반도체 개발(과기, '22~)

## 3 新산업 창출로 이어지는 집중지원 체계 마련

### ① 탄소중립 新기술 조기 상용화 촉진

- 규제자유특구와 R&D특구를 통한 탄소중립 기술 규제샌드박스 확대\* 및 실증·사업화 지원 강화\*\*
  - \* 탄소중립 규제자유특구 확대 : ('20)11개 → ('25)20개, R&D특구 실증 규제특례 시행('21.上~)
  - \*\* 규제특구챌린지(우수기업창업팀 선발 지원), R&D특구 실증테스트베드 구축 등 패키지 지원 강화
- 출연연 100대 사업화 유망기술 발굴·육성\* 및 R&D특구·대학의 역량을 활용한 지역·산업 연계 기술사업화\*\* 촉진
  - \* 조기 사업화 가능한 출연연 보유기술 → 기술사업화를 위한 재정·인프라 지원('21.上~)
  - \*\* 지역특구별 특화 R&BD지원 신설('22.~), 지역-대학 연계(ex.울산-UNIST) 난제해결R&D 추진

### ② 탄소중립 신기술 산업 창출 지원

- 창업 지원→공공수요 구매연계→녹색 벤처·보증 등 소주기 지원 확대
  - ※ (창업) 그린스타트업2000, 대학실험실 창업 등 창업 지원 시 탄소중립 기술 분야 강화 (공공수요) 탄소중립 기술의 혁신(시)제품 지정 확대 및 공기업 구매연계 R&D 확대 (투·용자) 녹색 벤처투자('21. 0.2조원), 녹색보증('21.~'24. 연 0.45조원) 등 기업 성장지원 강화
  - ※ '탄소가치평가 모델' 개발·도입 등을 통해 탄소중립 기술에 대한 투자 우대 추진

## 4 민간이 주체가 되는 저탄소화 기술혁신 촉진

### 1 신기술·제품 확산을 위한 제도적 지원 강화

- 신기술 상용화·시장진입 촉진을 위한 인센티브 로드맵\* 마련(~'22) 및 표준·인증체계 선제적 구축\*\*

\* 기존 지원제도(RPS-REC, 친환경차 보조금 등) 개선을 포함, 기술·시장별 특성에 따른 방안 제시

\*\* 구현방법·시험평가기준 등 개발, 국제표준화를 위한 『탄소중립 표준화 전략』 수립('21.末), 유사인증 통합 검토, GWP·수소 유량 등 측정표준 확립 등 표준·인증제도 적기 개선('21.~)

- 제품화→시장진입→현장보급→탄소 감축의 순과정에 걸쳐 상용화 촉진에 필요한 기술규제·기준을 적기 완비

※ 예) 수소 산업차량 기술안전기준, CCUS감축량 산정기준, 시멘트 순환자원 사용 기준 등

※ 기존 상용화를 제한하는 규제를 지속 발굴 개선(범부처 협의·조정체계 마련, '21.下)

### 2 민간의 기술혁신 투자 촉진

- 탄소중립 R&D 세액공제 확대 검토\* 및 기업의 참여부담 완화\*\* 검토

\* 조세특례법 상 신성장원천R&D 세액공제 대상에 탄소중립 핵심기술 추가 검토

\*\* 탄소중립 정부R&D에 대해 참여기업의 매칭비율 조정, 기술료에 대한 인센티브 등 방안 강구

## 5 기술혁신이 지속되는 연구역량·기반 강화

### 1 혁신인재 양성 및 국제협력 기반 강화

- 탄소중립 융합인재 양성 및 교육·전시 등을 통한 문화 확산 추진

※ (인력) 탄소중립 기술혁신 융합인재(10년간 1,000명), 산업전환·녹색융합 전문인력 양성

※ (문화) 기후행동 매뉴얼 개발·전파, 과학의달 계기 "탄탄대로" 캠페인 추진('21.4월~) 등

- 한·미 정상회담 등 주요국과 관련 협력의제 지속 발굴 및 공동연구 확대

\* 전문가 기획을 통한 협력의제 발굴('21.上), 해외석학 네트워킹 프로그램 신설·강화

- CTCN을 통한 탄소중립 신기술 해외 실증·사업화 기능 강화

### 2 중장기 지속성 확보를 위한 혁신기반 강화

- 기후기술개발촉진법\*, 기후대응기금 신설 등 안정적 추진기반 마련

\* 하위법령 완비 및 "(가칭)탄소중립 기술정책센터", "(가칭)기후기술 국제협력 센터" 지정('21.末)

## □ 향후 추진계획

① (기술개발) 10대 핵심기술 확보 전략을 반영하여 각 부처의 탄소중립 R&D사업을 '21년도 상반기 내에 기획 완료

※ 신속 추진 가능한 세부기술 기획 → '22년도 정부안 예산 요구

※ 중장기 원천기술, 분야부문별 대형R&D → '21년 내 예타 신청 및 '23년도 예산 확보 추진

② (생태계 조성) 탄소중립 기술혁신의 조기 성과창출을 위해 대부분의 정책 과제를 '21년 내 착수·시행

< [참고] 10대 핵심기술 기술목표 및 핵심지표 요약 >

핵심기술	목표	핵심지표	
① 태양광·풍력	(태양광) 초격차 선도기술 확보	태양전지 효율	(現) 27%(상용 20%)→('30) 35%→('50) 40%
	(풍력) 풍력 대형화 선도기술 확보	풍력 발전기 용량	(現) 5.5MW → ('30) 15MW → ('40) 20MW
② 수소	수소경제 구현을 위한 수소 전주기 기술 확보	수소충전소 공급가	(現) 7,000원/kg → ('30) 4,000원/kg → ('40) 3,000원/kg
		수소 발전 단가	(現) 250원/kWh → ('30) 141원/kWh → ('40) 131원/kWh
③ 바이오 에너지	바이오연료 선도기술 확보	바이오연료 가격경쟁력 (동종화석연료 대비)	(現) 120~150% → ('30) 100% → ('45) 85%
④ 철강·시멘트	철강·시멘트 산업 저탄소 전환기술 확보	수소환원제철 기술수준 (연원료대체율(수소))	(現) 0% → ('40) 100%
		시멘트 석회석 대체가능율	(現) 0% → ('40) 8%
		시멘트 순환연료 대체가능율	(現) 24% → ('40) 65%
⑤ 석유화학	저탄소 차세대 석유화학 기술 구현	탄소중립원료 제품 가격경쟁력 (동종 석유화학제품 대비)	(現) 150% → ('40) 100%
⑥ 산업공정 고도화	산업 온실가스 제어 및 효율 극대화	반도체·디스플레이 공정가스 배출 저감기술 효율	(現) 80% → ('40) 95%
		산업공정 에너지효율 설계 오차	(現) 30% → ('30) 5%수준
⑦ 수송효율	탄소 배출 없는 차세대 모빌리티 확보	차세대전지 배터리 밀도	(現) 250Wh/kg → ('45) 600Wh/kg(상용화)
		수소 고속충전기술	(現) 1.6kg/분 → ('30) 7.2kg/분
⑧ 건물효율	탄소중립 건물 구현 기술 기반 구축	건물 에너지 효율	('30) 30% 향상 기술 확보
		제로에너지 건축비 (리모델링 대비)	(現) 130% → ('45) 105%
⑨ 디지털화	디지털 기반 에너지효율 최적화	데이터센터 전력 소모	('30) '19년 대비 20%이상 저감
		계통 운영시스템 적용	('40) AI기반 차세대 계통 운영시스템 적용
⑩ CCUS	CCUS 상용화 기술 확보	CO <sub>2</sub> 상용급 포집 가격경쟁력	(現) 60\$/톤 → ('30) 30\$/톤 → ('50) 20\$/톤
		CO <sub>2</sub> 전환 제품 가격경쟁력 (기존 시장가 대비)	(現) 연구중 → ('40) 100%



과학기술관계장관회의	
회 차	2021-16 (제1호)

---

# 탄소중립 기술혁신 추진전략(안)

---

2021. 3. 31.

관 계 부 처 합 동

# 순 서

I. 추진 배경 .....	1
II. 글로벌 탄소중립 정책 및 시장 동향 .....	3
III. 국내 탄소중립 추진여건 및 시사점 .....	5
IV. 비전 및 추진전략 .....	8
V. 5대 전략별 세부 추진계획 .....	9
【기술 개발】	
1. 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 개발 전략 제시 ...	9
2. 범부처 탄소중립 기술혁신 R&D사업 기획·착수 ...	21
【생태계 조성】	
3. 新산업 창출로 이어지는 집중지원 체계 마련 ...	28
4. 민간이 주체가 되는 저탄소화 기술혁신 촉진 .....	31
5. 기술혁신이 지속되는 연구역량·기반강화 .....	34
V. 향후 추진계획 .....	37

# I. 추진 배경

## □ 기후위기의 현실화 → 국제사회의 대응 강화

- (위기) 파리기후변화 협약('15)을 통한 대응 노력\*에도 태풍, 폭우, 가뭄 등의 기상재해가 증가하는 등 기후위기 징후 현실화

\* 산업화 이전 대비 2100년 기온 상승을 2°C 이하로 억제 목표, 1.5°C 이하를 추구  
※ 미국은 피해액 10억\$ 이상인 기상재해가 '20년에 22건으로 사상 최다 발생

- (대응) IPCC 특별보고서('18)에 따라 국제사회는 보다 강화된 목표인 “2050 탄소중립”으로 지향점 전환 중

\* EU('19.12월)·中('20.9.22)·日('20.10.26)·韓('20.10.28) 등 주요국 탄소중립 선언

<지구온난화 1.5°C 특별보고서(IPCC, '18) 주요내용>

- ▶ 現추세로는 '30~'52년 사이 1.5°C 초과, 2100년 3°C이상(2°C 이상 시 복원 어려운 피해)
- ▶ 2100년까지 1.5°C로 제한하려면 2050년까지 쏘지구 탄소중립\* 달성 필요
- \* CO<sub>2</sub>의 인위적 배출량이 인위적 흡수량과 균형을 이루어 총 배출량이 0이 되는 상태

## □ “2050 대한민국 탄소중립” 선언 → 기술혁신이 관건

- (목표) 국제사회와 발맞추어 “2050 대한민국 탄소중립”을 추진
    - 선진국의 탄소국경세 도입 등 글로벌 환경규제 강화에 선제적으로 대응하여 경제성장과 탄소중립이라는 목표를 동시 추구
- ※ 2050 탄소중립 추진전략('20.12.7.), 대한민국 탄소중립 선언(대통령, '20.12.10.)

- (부담) 우리나라 여건\*을 고려할 때, “2050 탄소중립”은 기업·국민의 부담을 발생시킬 수 있는 도전적인 과제

\* ① (기간) 배출정점('18) 후 탄소중립까지 기간 촉박, ② (산업구조) 높은 제조업 (에너지 다소비 업종) 비중, ③ (에너지믹스) 높은 화력발전 비중

- (전략) 탄소중립 실현을 위해서는 新기술의 개발·상용화가 필수 조건

\* 2070년까지 세계 에너지 분야 CO<sub>2</sub>감축 中 34%가 기술혁신에 의한 것('20, IEA)

➡ 탄소중립 혁신기술을 통해 탄소중립 실현의 부담을 경감하고, 새로운 성장의 기회로 전환하는 구체적인 기술혁신 전략 필요

## [참고] 전략 수립 경과

- ('21.1.13.) 제1차 탄소중립 범부처 TF 회의 개최 (국조실장 주재)
  - 회의결과, '탄소중립 기술혁신 추진전략'을 범부처 계획으로 수립하고 관련 R&D사업을 포함하여 '22년 예산에 반영할 수 있도록 함
- ('21.1.26.) '탄소중립 기술혁신 추진전략' 수립 관련부처 회의\* 개최
  - \* 과기부 연구개발정책실장 주재, 과기·산업·환경·국토·해수·중기·교육부 참석
  - 추진전략 수립방향 공유 및 10대 핵심기술 도출(안) 논의
- ('21.1.26.~2.8.) 산·학·연 탄소중립 기술개발 의견수렴
  - 대한상의, 산업기술진흥협회, 산학협력단, 출연(연) 등을 대상으로 탄소중립 기술개발 애로사항 조사
  - \* 약 100여개 기업 및 연구기관에서 의견을 제시 → 현장 건의사항을 검토하여 동계획에 적극 반영
- ('21.2.5.) 제5차 정책점검회의 개최 (기재부 제1차관 주재)
  - 추진전략 수립 계획 및 진행상황 논의 → 탄소중립 기술개발은 현장 수요 반영 및 R&D·세제 등 정부의 적극적 지원방안 필요
- ('21.2.10.~3.10.) 10대 핵심기술 분야 전문가 기획위원회 구성·운영
  - 관계부처 전문가 추천(1.26.~2.5)을 통해 총괄 및 분과 위원회 구성
    - ※ 총괄위원회 21명(분과장 10인 포함), 10대 분과위원 61명, 총괄실무 6명 등 88명으로 구성
  - 총괄·분과위원회를 통해 관계부처의 추진사항을 반영한 10대 핵심기술 기술개발전략(목표, 세부기술, 달성전략, 기대효과 등) 제시
  - \* 분과위원회 회의 3회 개최(2.8.~2.9., 2.18.~2.19. 2.25.~2.26.) 분과장 회의 2회 개최(2.24., 3.3.), 총괄위원회 회의 2회 개최(2.10., 3.10.)

## II. 글로벌 탄소중립 정책 및 시장 동향

### □ 탄소감축 목표 상향 및 국내외 기업 규제 강화

- (목표) 세계 121개국(미국, EU 등 29개국)이 탄소중립(Net-Zero)을 선언(21.2월)하였으며, 미국, EU 등 29개국(21.2)은 탄소중립 계획 수립 완료

※ (EU) 「유럽 기후법」을 통해 EU 가입국 '50년 탄소중립 목표 법적 의무화  
 (美) 파리협정 복귀(21.1.20), '35년 전력부문 탄소중립 및 '50년 탄소중립 목표 수립

- (규제) EU, 미국 등에서 탄소국경세 등 탄소배출저감을 위한 규제 도입이 예정·검토되고 있어 국내 주요 수출 업종 경쟁력에 영향

- 또한, 민간 기업들도 ESG 평가\*, RE100 등을 도입\*\*하는 등 자발적으로 탄소배출 저감 노력을 강화하는 중

\* ESG(환경, 사회, 지배구조) 기준의 민간투자 비중 33%(18)→95%(30) 전망(도이치뱅크, '19)

\*\* RE100 이니셔티브(100% 재생에너지 사용)에 구글, 애플 등 세계 291개사 가입(21.3월)

< 주요국의 탄소중립 관련 규제 강화·신설 동향 >

탄소중립 규제	주요 내용
탄소국경세	- (EU) '23년 시행 예고 / (미국) '25년 탄소세 도입 공약 → 검토 중
플라스틱세	- (EU) 재활용 불가능 플라스틱 폐기물에 0.8유로/kg 부과(21년 시행)
자동차 배출가스 규제	- (EU) 판매 차량의 평균 CO <sub>2</sub> 배출량 기준 95g/km로 강화, 초과 시 제조사에 2유로/g 벌금 부과(21년 시행)

### □ 탄소저감 노력 → 친환경 新산업 성장의 기회로 활용

- (신산업) 탄소배출 저감 정책의 강화와 신기술의 출현을 기회로 에너지·환경 등 관련 분야 신산업·시장 창출 가속화

※ (EU)'30년 재생E 비중 32%로 확대, (日)'30년 해상풍력 10GW, 수소 300만톤 공급 목표

※ Google, Apple 등에서 ICT기반 분산전원 최적화 운영 플랫폼 등 신산업 창출 추진

- (산업전환) 주요국은 탄소배출 규제와 함께 자국 내 고탄소 업종의 경쟁력 유지를 위한 탈탄소화 전환 지원정책 병행

※ (EU)에너지집약산업 지원을 위한 新산업전략 수립, “배출권거래제혁신기금” 마련

※ (日)기업의 탈탄소화 투자 확대를 위한 세제 개정 및 녹색금융 신설

- (투자) 기술혁신을 위한 R&D 투자를 중심으로, 기후위기 대응과 성장에 모두 기여하기 위한 “그린 딜” 등 대규모 투자 추진

< [참고] EU 및 미국의 탄소중립 투자 계획 >

**【 유럽 】**

▶ **EU 유럽 그린딜 투자**

- 향후 10년간 EU 다년 예산 중 25%인 5,030억 유로를 기후·환경 사업에 배정
- EU는 COVID-19 이후 경제회복과 지속가능 발전을 위하여 녹색 및 디지털 투자에 총 1조 8,500억 유로를 투입한다는 '유럽회복계획('20.5)' 공개

▶ **EU 호라이즌 R&D 투자 계획**

- '21년~'27년 동안 약 1,000억 유로의 예산 투입 예정
- 탈탄소화(배터리, 수소 등 혁신기술), 탄소제로 에너지(재생에너지 혁신기술, CCUS 등), 에너지시스템 혁신(건물, 산업 효율 등), 저탄소 교통(미래차, 철도, 항공 등) 등에 투자

**【 미국 】**

▶ **기후위기대응 투자계획 : 바이든 행정부 기후위기대응에 1.7조 달러 투자 예정**

▶ **기후혁신 R&D 투자 계획**

- 기후 첨단연구프로젝트 기구(ARPA-C) 출범\*을 위한 기후혁신 실무그룹 창설('21.2.11)
- \* '50년 탄소중립을 위한 저렴하고 혁신적인 기술 촉진을 위한 연방정부의 노력을 조정·강화
- 탄소중립 건물, 현재 대비 비용 1/10의 에너지저장, 저렴한 무탄소 이동수단, 저렴한 무탄소 수소, CCUS 등의 기후혁신 추구

**□ 에너지, 수송 등 초부문에서 탄소중립 新시장 급성장 전망**

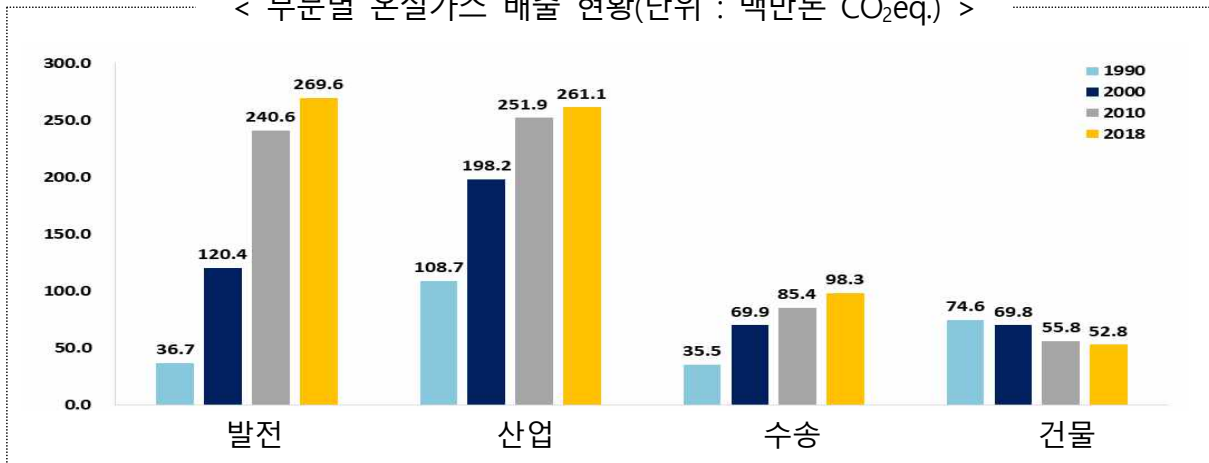
- (에너지) 에너지 전환에 따른 재생에너지 발전 수요가 지속 확대되고 수소를 중심으로 新에너지 수요 급증 예상
  - ※ 세계 재생에너지 발전량(비중): ('19) 7,157TWh(26.6%) → ('30) 12,522TWh(36.6%)(IEA, '20)
  - ※ '50년 수소는 세계 에너지수요의 24% 차지, 12조\$의 글로벌 시장 전망(골드만삭스 '20.9월)
- (수송·건물) 내연기관차 금지 등 친환경 모빌리티 시장이 급증하고, 감축 잠재량이 높은 건물효율 향상 분야에 투자 확대 예상
  - ※ 전기차/수소차 판매대수 '20년 130만/1.1만 → '40년 4,783만/337만(BNEF)
  - ※ 세계 건물효율향상 투자: ('17) 1,400억\$ → ('25) 2,200억\$ → ('40) 3,600억\$(IEA, '18)
- (디지털化) 에너지 분야 ICT 서비스 확산과 사회환경 변화(비대면 수요 증가 등)에 따라 디지털化를 통한 에너지효율 향상 수요 증대
  - ※ 에너지분야 디지털화로 발전 비용 5% 절감, 건물 에너지 사용 10% 감축 전망(IEA)
  - ※ 전세계 전력 소비 중 ICT 분야 비중(네이처, '18) : ('19) 11% → ('30) 21%

### Ⅲ. 국내 탄소중립 추진 여건 및 시사점

#### 1 온실가스 배출 현황 및 여건

- (배출량) '18년 7억 2,760만 톤으로 '17년(7억 970만톤) 대비 2.5% 증가하여 배출 정점 도달, '19년 7억 280만톤(잠정치)으로 최초로 감소
- 경제 성장에 따른 에너지 소비량 증가 등으로 우리나라 온실가스 배출량은 주요 부문에서 '18년까지 지속적으로 증가한 상황

< 부문별 온실가스 배출 현황(단위 : 백만톤 CO<sub>2</sub>eq.) >

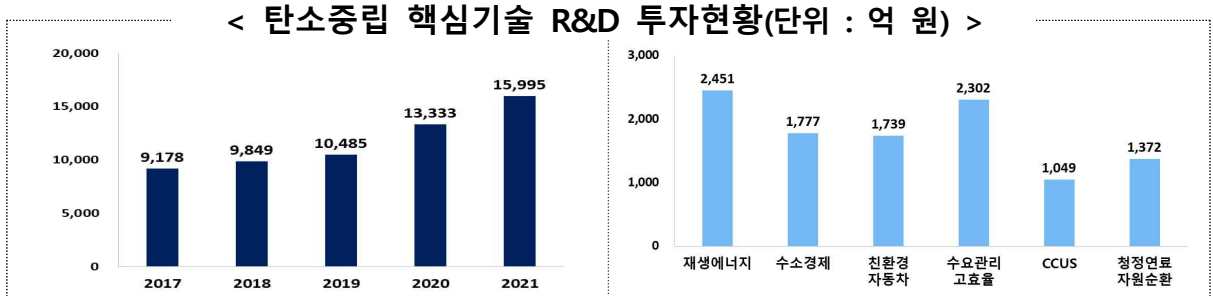


- (배출환경) 선진국 대비 높은 석탄발전과 제조업 비중으로 에너지 산업과 제조업 등에서 대부분의 온실가스 배출
  - (발전) 脫석탄 정책을 적극 추진하는 미국, EU 등에 비해 국내 석탄발전은 지속 증가
    - ※ 미국은 '18년 15GW의 석탄발전을 폐쇄, 40년 만에 석탄 소비량 최저수준 기록
    - ※ 주요국 석탄발전량(TWh, '10→'19) : (美)1,994→1,076 (EU)755→475 (韓)199→225
  - (산업구조) '20년도 제조업이 GDP의 27.2%를 차지, 철강·석유화학·반도체 등 탄소중심의 에너지 집약적 산업 구조로 구성
    - ※ 국내 에너지다소비 기업이 전체 에너지소비의 47.7%, 신재생E 사용량은 0.07%(19년)
    - ※ 제조업/에너지다소비업종 비중(% , '19) : (韓) 28.4/8.4, (EU) 16.4/5.0, (美) 11.0/3.7

☞ (시사점) 무탄소 발전원 확대, 다소비 산업 전환을 효율적으로 지원하여 온실가스 감축역량을 확보하는 혁신기술 개발 시급

## 2 탄소중립 기술 및 연구개발 역량

- (정부 R&D투자) '21년 1조 5,995억원으로 확대 추세이며, 재생에너지, 에너지효율, 수소 분야에 집중



- (기술수준) 선도국 대비 기술수준은 80%로 추격 그룹에 해당, 기술 사업화를 통한 신기술 기반 산업창출에는 한계\*  
\* 사업화율 : ('15) 26.7% → ('16) 27.4% → ('18) 30.8% (vs. 산업기술 45.4%)

< 2020 기후기술 수준조사 (GTC, '21) >

구분	태양광	풍력	수소 제조	바이오 에너지	원료 대체	NonCO <sub>2</sub> 저감	산업 효율화	수송 효율화	건물 효율화	송배전 시스템	CCUS
수준(%)	88.0	80.0	80.0	80.0	83.5	80.0	81.5	80.0	80.0	85.0	78.0
선도국	미국	EU	미국	미국	미국/EU	EU	EU	미국	EU	미국/EU	미국

☞ (시사점) 중장기 지원으로 기술역량을 지속적으로 축적 중이나, 상용화에는 한계 → 현장적용에 이르는 가시적 성과 창출 필요

## 3 민간 기업의 탄소중립 역량

- (신산업) RPS, 전기차 보조금 등 정부 주도로 초기시장 형성에 기여\*하였으나, 다수 기업들\*\*의 글로벌 경쟁력은 한계  
\* 재생에너지 신규 보급량 : ('17) 2.1GW → ('18) 3.5GW → ('19) 4.5GW  
\*\* 예)수소산업 분야 중소기업 비중 86%, 투자 비중은 대기업/중견기업(59.5%)에 집중
- (산업지원) 정부는 제조강국 위상 유지를 위해 저탄소 산업구조 혁신을 추진 중이나, 민간의 보다 적극적인 참여·협력이 필요\*  
※ 제조업혁신전략('18)을 통해 반도체·디스플레이 등 4개 산업별 맞춤형 고부가가치화 추진

☞ (시사점) 자생력을 갖춘 신산업 창출 및 고배출 산업 전환 가속 필수 → 민간이 적극 참여할 수 있는 생태계·기반 조성 필요



## [참고] 그간 기후변화 관련 정책과의 관계

### □ 그간의 기후변화 관련 정책과 “탄소중립 정책” 의 관계

- 정부는 기후변화 대응 정책('99~'07)으로 시작하여, 녹색성장·녹색기술 정책('08~현재) 중심으로 관련 정책을 지속 추진

➔ “탄소중립” 정책은 기존의 “기후변화 대응” 정책의 연장선에서 가장 높은 지향점을 제시하는 도전적인 정책

정책	기후변화 대응 (’97~’07)	녹색성장, 그린 뉴딜 (’08~)	탄소중립 (’20~)
지향점	<ul style="list-style-type: none"> <li>기후 협약 대응 (감축+적응)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>녹색 新산업(경제 성장)</li> <li>기후 협약 대응(감축+적응)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>강화된 기후변화 대응(목표 상향)</li> <li>新산업 창출 및 성장 동시 달성</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>기후변화 대응의 기본 틀 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>환경오염 대응 등 친환경 정책 포함</li> <li>재정투자 사업에 중점</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>가장 도전적 목표 설정</li> </ul>

### □ 탄소중립 R&D 정책 간의 관계

- (탄소중립 R&D 투자방향) 탄소중립 관련 기술의 전반을 포괄하는 정부R&D 투자 분야 및 중장기 투자확대 방향을 제시

- (탄소중립 기술혁신 추진전략) 투자방향에서 제시한 기술 중 탄소감축 기여도가 큰 10대 핵심기술을 선정하여 확보전략을 제시

※ 예시) 재생에너지 분야에서 태양광, 풍력, 바이오에너지 분야를 선정하였고, 적응 및 흡수 분야는 미포함

정책	R&D 투자방향('21.3)	기술혁신 추진전략('21.3)	기술로드맵('21.12)
중점	정부 투자	사업·집행	기술 발전
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 기후변화 대응 R&amp;D와 연속성 유지 (적응 등 전체를 포괄)</li> <li>단/중/장기 예산의 투자 방향을 제시 (분야, 시기별 핵심기술)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>탄소감축에 직접 기여하는 기술을 선정 (적응 분야 제외 등)</li> <li>재정 외 정책·제도 지원전략을 제시하는 실행전략</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>온실가스 감축 시나리오 (환경부, 6월)와 연계</li> <li>관련 기술분야 전반을 포괄하여 기술의 발전 방향·전망 제시</li> </ul>

## IV. 비전 및 추진전략

### 비전

#### 기술 혁신으로 2050 대한민국 탄소중립 견인

〈 혁신적 탄소감축 수단을 지속 공급하는 기술혁신 생태계 마련 〉

### 정책 목표

#### 글로벌 선도기술 확보

탄소중립 기술수준  
(선진국 대비, 평균)  
(’18) 80% → (’40) 95%

#### 탄소중립 기술 확산

’50년도 원료·연료·  
제품의 무탄소 전환  
(온실가스-성장 탈동조화)

#### 저탄소 新산업 창출

혁신기술 기반  
고부가가치 新산업 육성  
(감축효과 기반 생태계 구축)

### 범부처 협업을 통해 혁신기술이 상용화로 이어지는 소주기 지원 강화

### 기술 개발

#### ① 10대 핵심기술

- 10대 핵심기술 도출
- 핵심기술별 세부 전략
  - ①태양광·풍력    ②수소    ③바이오에너지
  - ④철강·시멘트   ⑤석유화학   ⑥산업공정 고도화
  - ⑦건물효율    ⑧수송효율   ⑨디지털화   ⑩CCUS

#### ② 범부처 R&D추진

- 현장특화형 상용화R&D
- 중장기 기초·원천R&D
- ICT기반 에너지효율 혁신

+

### 생태계 조성

- 조기 상용화 촉진
- 新기술 창업 지원

#### ③ 공공기술 상용화

- 新기술 인센티브·규제 개선
- 탄소중립 민간 투자 촉진

#### ④ 민간 주도 전환

#### ⑤ 지속가능한 R&D 기반

- 인력양성·문화·국제협력
- 법·제도 및 자원 기반

# V. 5대 전략별 세부 추진계획

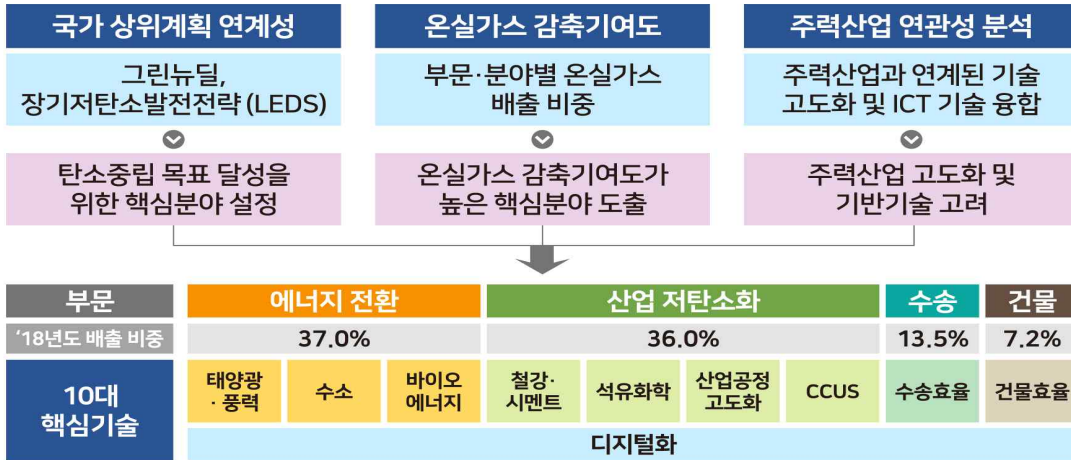
## 1 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 개발 전략 제시

### 1. 10대 핵심기술 도출 기본방향

□ 장기저탄소발전전략(LEDs) 기반으로 부문별 이슈 분석과 온실가스 감축기여도, 주력산업 연관성, 정책 환경을 고려

○ 기획 과정에 민간 기업이 적극 참여\*하여 산업 현장의 시급한 수요를 반영한 핵심기술을 전략적으로 도출

\* 10개 분과별 기획위원회 71명 중 28명(39%), 자문위원 9명 중 4명(44%)



<10대 핵심기술이 적용된 2050 탄소중립 사회>



## 2. 10대 핵심기술별 세부 전략

### 1-1 태양광 → (목표) 초격차 선도기술 확보

▶ (핵심지표) 태양전지 효율 : (現) 27%(상용 20%) → ('30) 35% → ('50) 40%

#### □ 혁신 전략

- (현황·이슈) ①중국 저가화 공세 및 상용기술 한계, ②입지 다변화 (수상, 건물 등) 요구 증대, ③도시 등 응용분야 확대 필요성 증가

※ 중국 Longi, Jinko, Trina 등은 대규모 설비확장으로 모듈 가격 하락 유도  
 ※ 현재 태양광 시장의 95% 이상을 차지하는 실리콘 태양전지의 한계효율은 30%  
 ※ 글로벌 탄소중립 추진에 따라 수상, 해양, 건물(BIPV) 등 응용시장 급증 전망

- ☞ (기술개발) ①상용기술을 대체할 차세대 고효율 기술(고성능 탠덤 등), 적기 상용화, ②수·해상 시스템 설치·운영 효율화(경제성 확보), ③도시형 태양광(초경량 태양전지 등) 기술개발 추진

- 다양한 소재와 방법을 통해 초고효율 달성, 상용화 촉진을 위해 산·학·연 공동개발 유도, 수상·해상 시스템 안전성·신뢰성 검증 추진

- ☞ (정책·제도) 실증 인프라 구축, 新기술 인증기준 마련 및 공공수요 창출\* 등 상용화 및 시장진입 촉진 기반 마련

\* 의무할당제도(RPS) 대상 및 비율 확대 검토 등

< 태양광 기술개발 전략 >

종분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
초고효율 태양전지	전지 효율 ~26.7% 모듈 효율 ~21%	탠덤 초격차화, 초고효율화		상용화 적용	('30) 탠덤 셀 효율 35%, 모듈 30% ('50) 다중접합 셀 효율 40% 이상
		장기안정성/고내구성 확보			
태양광 시스템	수상태양광 시스템 설치 단가 13.5억원/MW	수상/해상 태양광 시스템	내구성 및 경제성 확보	융복합 시스템 실증	('30) 수상태양광 설치 단가 4억원/MW ('50) 수상태양광 설치 단가 2.7억원/MW
		융복합 시스템 개발			
탄소중립 도시형 태양광	유연 태양전지 효율 ~20%	경량/유연/반투명/고감도 태양전지 고효율화 (무기박막, 유기페로브스카이트, 유기 등)		사업화	('30) 초경량 유연 탠덤 셀 효율 30% ('50) 고집적 고내구성 모듈
		고집적 기능성 모듈 개발			

※      정부의 집중지원이 필요한 기간

- 기대 효과 : 효율 극대화를 통한 필요면적 축소(현재의 60% 수준) 및 응용처 확대(해상, 건물 벽면 등)로 태양광 발전량 증대

※ 예) 1GW설비에 필요한 면적: 현재(모듈효율 21%) 14.2km<sup>2</sup> → '40년(모듈효율 35%) 8.5km<sup>2</sup>

## 1-2 풍 력 → (목표) 풍력 대형화 선도기술 확보

▶ (핵심지표) 풍력 발전기 용량 : (現) 5.5MW → ('30) 15MW → ('40) 20MW

※ 도전적인 목표로서, 현재 진행 중인 타당성 연구 결과를 통해 향후 조정 가능

### □ 혁신전략

- (현황·이슈) ①핵심부품의 높은 해외의존도\*, ②세계적 대형화 추세\*\* 및 부유식 시스템 확대, ③계통 한계\*\*\* 및 복잡지형으로 인한 고장률 증가

\* 핵심부품 국산화율 60% 수준 \*\* GE(미국)는 '19년에 12MW 터빈 출시(현재 두산중공업은 '22년 8MW급 목표로 개발 중)

\*\*\* '20년 상반기 출력제한 횟수가 '19년 전체(46회)보다 증가, 생산전력 45% 손실

- ☞ (기술개발) ①대형 블레이드 등 핵심부품 기술 자립, ②대형 부유식 시스템 적기 상용화, ③계통 안정성 및 운전 신뢰성\* 확보 추진

\* 전력망 한계로 인한 감발운전 등 극복을 위한 출력예측·제어, 대응 기술 등

- 기술개발 단계에서부터 부품·발전기 관련 기업과 공동 개발을 통해 실증테스트 계획을 구체화하여 상용화 촉진

- ☞ (정책·제도) 주민수용성 제고 방안 강구, 보급확대를 위한 인센티브 강화로 수요창출, 계통연계 확대·전력예측 시스템 구축 추진

< 풍력 기술개발 전략 >

증분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
풍력 핵심부품 효율향상	5.5MW (블레이드 길이:70m)	10~15MW급 대형 블레이드	시스템 실증	사업화	(30) 15MW급 핵심 부품 실증/상용화(블레이드 100m 이상)
		10MW급 직접 구동형 발전기/전력변환기	실증/사업화		(40) 20MW급 핵심 부품 실증
풍력 발전기 대형화	발전용량 5.5MW	고정식 풍력발전기 대형화	실증/사업화		(30) 15MW급 고정식 풍력 상용화
		부유식 풍력발전기 대형화		시스템 실증/사업화	(35) 15MW급 부유식 풍력 상용화 (50) 20MW급 부유식 풍력 상용화
풍력단지 운전효율 향상	운전수명 20년	복잡지형단지 신뢰성 실증평가	사업화		(30) 풍력발전단지 운전수명 25년
		출력 예측 및 활용 기술	실증/사업화		(30) 출력 예측 정확도 95%

※ 정부의 집중지원이 필요한 기간

- 기대 효과 : 발전기 대형화, 운영 효율 향상 등 풍력기술 선진화로 풍력 발전량 증대 기여

※ 예) 5MW급 발전기가 설치된 해상풍력단지(설비용량 3.9GW)에 10MW급 발전기 적용 시 총 설비용량 4.9GW로 25% 증가

## 2 수 소 → (목표) 수소경제 구현을 위한 수소 전주기 기술 확보

▶(핵심지표) 수소충전소 공급가(원/kg) : (現) 7,000 → ('30) 4,000 → ('40) 3,000  
 수소 발전단가(원/kWh) : (現) 250 → ('30) 141 → ('40) 131

### □ 혁신전략

○ (현황·이슈) ①그린수소 생산단가 고비용(13,000원/kg)\*, ②대규모 수송·저장 애로, ③수소 활용분야 확대 전망\*\*

\* Nel(노), Asahi Kasei(일) 등은 대형 수전해 시스템 개발 등 그린수소 경제성 확보 추진('50년 그린수소 생산단가 전망(\$/kg, BNEF) : (獨)0.99, (美)0.84, (韓)1.64)

\*\* 수소차, 선박 등 수소 모빌리티와 병원, 건물 등 분산발전원으로 확대

☞ (기술개발) ①수소 저가·대량생산 기술, ②장거리·대용량 수소 저장·운송 기술 개발, ③고효율·장수명 연료전지 발전시스템 개발

- 출연연·대학 중심으로 쏠주기 핵심 원천기술\* 개발 후 상용화를 위한 기업지원 강화\*\*, 수소기술 선도국과 협력체계 구축 병행

\* 수전해시스템 다양화, 저가·고효율 수소 저장·추출 기술, 안정적 수소 운송 기술 등

\*\* 국산기술 기반 시스템 조기 상용화를 위해 시스템 개발단계부터 기업 참여 확대

☞ (정책·제도) 청정수소 생산·판매 활성화를 위한 지원정책과 함께 수소 저장·운송 및 발전을 위한 안전성 확보·검증 기반 강화

※ 저장·운송의 경우 대규모 인프라 구축이 수반되므로, 기술 실증 前 경제성·환경성 분석을 수행해 국내 환경에 적합한 저장·운송 방법 선택

< 수소 기술개발 전략 >

증분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
수소 생산	[그린수소 생산단가] 13,000원/kg	중형 개질시스템 개발	CCS 연계 개질 시스템 및 실증	상용화 대용량 HESS/P2H 상용화('40)◎ 수전해 시스템 개발 대형화 실증 상용화 ◎ 10MW급 수전해 시스템 개발('25) 100MW급 상용화('40)◎	▶ 수소 생산단가 ('30) 3,500원/kg ('40) 2,500원/kg
수소 저장·운송	[LOHC 수소 추출] 2Nm <sup>3</sup> /h [수소 배관망] 200km	★ 해외협력 추진('26) 액체수소/화학적(암모니아, LOHC 등) 수소 저장 기술 개발		상용화	▶ 수소 추출효율 ('28) 1,000Nm <sup>3</sup> /h ▶ 수소 운송 ('40) 장거리배관망구축 및 수송선 상용화
수소 발전	[발전단가] 250원/kWh [가스터빈 천연가스터빈 실증]	연료전지 분산 발전시스템 개발		양산 및 상용화 ◎ 열병합 효율 90% 이상('30) 수소 및 암모니아 터빈 개발 상용화	▶ 발전단가 ('30) 141원/kWh ('40) 131원/kWh

※ 정부의 집중지원이 필요한 기간 ◎ 상용화 시기 ★ 해외연계

□ 기대 효과 : 수소 생산 시스템 효율 향상 및 재생전력 기반의 수소 생산 확대로 수소사회 구현 가시화

※ 예) 공급가격 저감으로 수소차 100km 주행기준, 연료비용(휘발유 → 수소) 50% 이상 저감

### 3 바이오에너지 → (목표) 바이오연료 선도기술 확보

▶ (핵심지표) 바이오연료 가격경쟁력(동종 화석연료 대비)

(現) 120~150% → ('30) 100% → ('45) 85%

#### □ 혁신전략

- (현황·이슈) ①경제성·활용수요 부족, ②원료(바이오매스) 수급 한계
  - ※ 국내 바이오중유 연료 생산기술은 최고 수준(단석산업, JC케미칼 등)으로 평가되나 발전기, 선박용 엔진 및 산업용 보일러 등의 적용기술은 아직 미흡한 수준
  - ※ 수송용 바이오 경유·에탄올(GS-칼텍스, 단석산업 등) 기술이 실증단계이나, 사업성 확보를 위해서는 발효당 등 다양한 바이오매스 원료 생산·전환·활용 역량 필요

☞ (기술개발) ①②전력·열 및 수송용 연료로 활용 확대를 위해 다양한 바이오에너지의 저비용·고효율·고품질화·대량생산 기술 개발

- 특히, 미활용 바이오매스\* 활용 및 적용처 확대를 위해 기술개발에서 상용화까지 전주기적 민·관 협력 추진

\* 농산(벼짚, 왕겨 등), 축산(가축의 분뇨 등), 임산(가지, 잎 등 목재부산물), 도시폐기물(음식물 쓰레기, 하수 슬러지 등) 국내 미활용 바이오매스 다량 존재

☞ (정책·제도) 바이오매스 생산·수송·활용을 위한 통합 관리체계 구축, 신재생에너지 보급 지원 제도\* 개선을 통해 조기 확산 지원

\* 바이오디젤 혼합비율 상향, 바이오 연료(바이오선박유, 바이오항공유, 바이오에탄올 등)에 대한 기술기준 개발 및 활용방안 검토 등

< 바이오에너지 기술개발 전략 >

중분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
전력/열 생산기술	고형연료/가스 활용 2.9/0.43 TWh 전력생산	바이오고형연료 기술/시스템	통합 시스템 실증	▼ CCUS 연계(35)	('30) 바이오 고형연료 활용 6.2 TWh 전력생산 ('45) 바이오가스 활용 1.5 TWh 전력생산
		저급유지 활용 바이오중유 공정 구축	상용화 및 이전확산	▼ CCUS 연계(35)	
		분산형 바이오가스 플랜트 구축	상용화 및 이전확산	▼ 해외수소 연계(40)	
수송용 연료 생산 기술	동종 화석연료 대비 가격 120~150% 수준	바이오CNG 고질화 및 바이오LBM 생산 공정 구축	상용화		('35) 바이오 CNG 고질화 비용 50% 절감 ('30) 바이오휘발유-기존 발효당 단가 대비 75% 절감
		비식용 발효당 생산 기술 개발/상용화	연료용 알코올 및 휘발유 생산 기술 개발/상용화		
		유지계원료 기반 바이오경유	유지계 Drop-in 바이오경유		('45) 바이오선박유/항공유 : 연료품질기준 100%
		목질계 바이오경유 기술 개발	상용화 및 확산	▼ 해외수소 연계(40)	
		바이오중유 선박유 실증	바이오경유/알콜/CNG 선박유 실증	상용화 및 사업화	▼ 해외수소 연계(40)
		저에너지 소모형 바이오항공유 생산 기술 개발	상용화 및 사업화		

\* ■ 정부의 집중지원이 필요한 기간 ▼ 타분야 기술연계

□ 기대 효과 : 신기술 기반의 바이오에너지를 활용한 무탄소·저탄소 전력 생산 및 수송용 연료 대체

#### 4 철강·시멘트 → (목표) 철강·시멘트 산업 저탄소 전환기술 확보

- ▶ (핵심지표) 수소환원제철 기술 연·원료대체율(수소) : (現) 0% → ('40) 100%
- 시멘트 석회석 대체가능율 : (現) 0% → ('40) 8%
- 시멘트 순환연료 대체가능율 : (現) 24% → ('40) 65%

#### □ 혁신전략

○ (현황·이슈) ①철강·시멘트 부문 배출량 감축 시급\*, ②철강산업 에너지 원단위효율 한계 돌파\*\*를 위한 혁신기술 필요

\* '19년 국가 온실가스 배출량 철강 1.17억톤(16.7%), 시멘트 3.9천만톤(5.6%)

\*\* 국내 철강 산업의 에너지 효율 추가절감 가능성 : 중국·인도의 1/4, 유럽의 2/3(IEA)

☞ (기술개발) ①철강·시멘트 분야 탄소 다배출공정 탈피 및 ②연료·원료 대체 혁신기술 개발

- (장기 혁신기술)수소환원제철 기술 개발과 (중단기 과제)철강·시멘트 산업 저탄소 연료·원료 대체 기술 개발의 2-Track 추진

- 중장기 전략과 연계하여 2-Track 추진을 위해 그린 수소, 바이오 에너지 및 CCUS 등 관련기술의 활용·연계 추진

☞ (정책·제도) 산업현장에 직접 적용하는 실증 인프라\* 구축 및 실용화를 위한 규제개선, 인증제도 마련\*\* 등 지원 추진

\* 산학연 R&D 협업체계 및 테스트베드 실증 인프라 구축

\*\* 폐기물 활용 지원 정책, 혼합시멘트 혼합재 품질관리를 위한 표준화·인증 등

< 철강·시멘트 기술개발 전략 >

중분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
저탄소/무탄소 그린제철 기술	수소환원 제철 연구 단계 (수소사용율 0%)	수소제철 신기술 및 저탄소 연·원료 대체 혁신 기술 개발		실증 및 상용화 ▼ CCUS연계('40)	('30) 수소환원제철 및 저탄소 고로 개발 ('40) 수소환원제철 수소사용율 100% ('50) 수소유동환원 기술 적용 탄소중립
		폐자원·폐열 및 부산물 재활용 기술 개발		실증 및 단계적 상용화 ▼ 수소연계('35)	
탄소 저감형 친환경 시멘트 기술	석회석대체 자원 전무 순환연료 대체율 24% 수소버너 적용전무	비탄산염 원료·혼합재 함량 증대기술 개발		상용화 ▼ CCUS연계('30)	('40) 석회석대체율≥8% ('40) 순환연료대체율≥65% ('50) 2MW 버너 개발·적용
		대체연료·친환경열원 개발 및 공정 효율 향상		실증 상용화	

\* 정부 집중지원이 필요한 기간 ▼ 타분야 기술연계

□ 기대 효과 : 친환경 원료·연료대체 및 공정 저탄소화로 철강·시멘트 산업 부문 '50년 탄소중립 달성 기여

※ 예) 철강, 시멘트 탄소중립 혁신기술이 현장에 모두 적용될 경우 '40년 CO<sub>2</sub> 배출을 '19년 대비 20% 내외 감축 가능



## 5 석유화학 → (목표) 저탄소 차세대 석유화학 기술 구현

▶ (핵심지표) 탄소중립원료 제품 가격경쟁력 (동종 석유화학제품 대비)

(現) 150% → ('40) 100%

### □ 혁신전략

- (현황·이슈) ①탄소중립 원료 이용공정의 기술신뢰성·경제성 부족\*, ②운전최적화에 의한 효율 향상은 한계 도달\*\*

\* 석유화학 원료와 공정 부문의 다양한 혁신 노력들이 동시에 진행되고 있으나 연구 단계이거나 소규모 적용 수준(SK, LG, 롯데, 한화 등 주요 기업들이 탄소중립 노력 중)

\*\* LG화학 나프타 분해·정제(NCC)플랜트의 에너지효율은 세계 최고 수준에 도달

- ☞ (기술개발) ①바이오매스, 순환자원 활용 석유화학 원료, 고부가 제품 제조기술, ②공정 전기화(신재생 연계), 저에너지화 기술 개발

- 산업계 수요 기반으로 경제성 확보가 가능한 원료, 공정 우선 개발

※ 석유화학 공정의 탄소저감 혁신기술은 현재 개념수준, 구현을 위한 중장기 소재개발 및 공정화 R&D 필요 → 정밀한 기술성, 환경성 평가를 통한 상용화 기간 단축 추진

- ☞ (정책·제도) 탄소중립 제품·공정 조기 보급 및 활용 촉진을 위한 지원 제도\*, 온실가스 감축효과 인증 기준 등 마련

\* 금융 지원 등 인센티브 제도, 탄소중립 원료 이용제품 의무사용비율 규정 등

< 석유화학 기술개발 전략 >

중분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
탄소중립 원료 활용	[바이오나일론] 現 석유화학제품 대비 가격 150% 이상	바이오나프타 생산기술 실증	바이오나일론/폴리에스터/폴리올레핀 가격경쟁력 확보 및 사업화 ◎ 기존 나프타 가열분해로 투입('26~)	해외수소 연계('40~)	▶ 석유화학제품 대비 가격경쟁력 100% 확보 ('25) 바이오나일론 ('30) 바이오폴리에스터 ('40) 바이오폴리올레핀
		플라스틱 해중합 플랫폼 및 플라스틱 나프타/가스화 플랫폼 실증	상용화 및 사업화	◎ 해중합 플랫폼 실증 원료('25) ◎ 페플라스틱 활용 플랫폼 실증 원료('30)	
		메탄직접전환/부생CO 전환 원천기술 개발 및 실증	상용화		
공정탄소 저감	탄소저감 新 공정 개발 TRL 2~3	전기가열 분해/합성공정 요소기술 개발 및 실증		상용화	▶ 재생E 연계 전기가열로 ('40) 20% 대체
		에너지절약형 나프타 분해/신개념 COTC/저에너지 분리소재·공정 기술 개발 및 실증		상용화	

※ 정부의 집중지원이 필요한 기간    ◎ 상용화 시기    ▼ 타분야 기술연계    ★ 해외연계

- 기대 효과 : 탄소중립 원료·제품 생산 및 그린化 新공정 적용으로 석유화학 산업의 저탄소 전환에 기여

※ 예) 탄소 중립 원료 가격경쟁력이 석유화학제품과 동등해질 경우 상당량의 CO<sub>2</sub> 감축은 물론 차세대 석유화학산업 육성 기반 마련

## 6 산업공정 고도화 → (목표) 산업 온실가스 제어 및 효율 극대화

▶ (핵심지표) 반도체·디스플레이 공정가스 배출저감기술 효율 : (現) 80% → ('40) 95%  
 산업공정 에너지효율 설계 오차 : (現) 30% → ('30) 5%수준

### □ 혁신전략

- (현황·이슈) ①공정가스 지구온난화지수(GWP)는 CO<sub>2</sub>의 수백~수만배\*, ②제조업 중심 경제구조, 산업공정 에너지효율 향상이 탄소중립에 필수\*\*

\* 주요 공정가스 GWP<sub>100</sub>(CO<sub>2</sub>=1) : NF<sub>3</sub> 16,100, CF<sub>4</sub> 6,500, c-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> 8,700, CHF<sub>3</sub> 11,700

\*\* 향후 20년간 에너지 관련 온실가스 감축의 40%이상이 효율향상으로 감축(IEA, '20)

※ 재생에너지, 미래차 등 전력반도체 수요 증가('19년 약 450억\$ → '23년 약 530억\$)로 반도체 산업 확장으로 인한 공정가스 배출량 증가 전망

- ☞ (기술개발) ①고(高) GWP 공정가스 제어·대체·인증 기술 및 ②산업효율 향상을 위한 스마트 그린 기기·공정·공장 고도화 기술 개발 추진

- (단기)배출가스 저감효율 향상기술과 (중·장기)신규 저(低)GWP 공정 가스 개발의 2-Track 추진

- 실증 및 사업화를 위한 수요업체, 제조업체와 기술전문가의 협업 체계 및 테스트베드 인프라 구축 추진

- ☞ (정책·제도) 개발된 대체·효율화 기술의 실제 산업 적용을 위한 공인 인증체계 확립 등 현장 도입 유인책 강구

< 산업공정 고도화 기술개발 전략 >

종분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
반도체·디스플레이 산업기술	저감효율 80%	배출제어 시스템 고도화	시스템 실증·상용화		(40) 저감효율 ≥ 95% (40) 친환경가스 양산기술
	GWP요소 기술개발중	친환경대체가스 기술 확보	적용 및 양산 기술 개발		
	최고대비 85% 수준	GWP 국가 인증체계개발	Global GWP 인증체계개발	GWP 측정기술개발	(30) GWP글로벌인증체계
산업기기 효율개선	에너지 원단위 2.5	반도체·디스플레이 친환경 소재기술	반도체·디스플레이 친환경 제조기술	사업화	(30) 고효율 전력반도체 집적화·공정 기술 확보
	현장오차 30%	요소기술개발	핵심 소재 개발 및 기기 효율 향상	사업화	(30) 에너지원단위 <2.2, IE5급 전동기 상용화
	효율개선 2~5%	AI FEMS 및 공정설계 최적화 지원 에너지트윈 개발		실증	(30) FEMS 현장오차 <5% (30) 그린스마트팩토리 에너지 절감률 10%
		스마트팩토리 센서·시스템 및 공장맞춤형 시스템개발	상용화		

※ 정부의 집중지원이 필요한 기간

- 기대 효과 : 공정가스 배출 제어 및 친환경 공정 전환, 산업 기기·공정·공장의 에너지효율 극대화로 산업공정 저탄소화 실현

※ 예) '30년 친환경 대체가스 기술 확보로 고(高)GWP 온실가스 활용 공정에 GWP150 이하 신규 공정가스 확보

## 7 수송효율 → (목표) 탄소 배출 없는 차세대 모빌리티 확보

- ▶ (핵심지표) 차세대전지 배터리 밀도 : (現) 250Wh/kg → ('45) 600Wh/kg(상용화)  
수소 고속충전기술 : (現) 1.6kg/분 → ('30) 7.2kg/분

### □ 혁신전략

- (현황·이슈) ①전기차 성능 경쟁 심화\*, ②산업차량, 철도, 선박 등 수소 활용 확대\*\* 필요성 증대

\* 기존기술 한계를 극복하는 차세대 전지 확보, 충전 편의성 증대를 위한 기술경쟁 치열 (일본 Toyota, 미국 Solid Power, 독일 Volkswagen, 한국 삼성, 현대차 등이 전고체 전지 시장선점 경쟁)  
\*\* 국내 차량의 4.5%인 중·대형 상용차, 대형 트럭이 수송부문 배출량의 22.5% 차지  
※ 자율주행차 군집주행으로 15.9% 연료 절감 및 2~5% CO<sub>2</sub> 저감 효과 확인(日)

- ☞ (기술개발) ①차세대 배터리·충전기술 조기 상용화, ②연료전지 고내구·고출력화 기술개발 추진

- 차세대 기술의 수요 맞춤형 개발·상용화를 목표로 완성차 기업과 공동연구를 추진(충전기술 등 인프라 개발 및 표준화·인증 등 병행)

- ☞ (정책·제도) 안전기준 마련, 충전소 입지 개선 등 차량 보급속도에 비해 더딘 인프라 구축 가속화

※ 전기차 충전기 의무설치 건물('22년 기준으로 신축건물 5%, 기존건물 2%) 단계적 확대, 수소충전소의 입지 규제 완화 등 검토

< 수송효율 기술개발 전략 >

중분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
전기 모빌리티	[시스템 에너지밀도] 250Wh/kg	차세대전지(금속공기 등) 시스템 개발 ◎ 전고체전지 개발 완료('26)		상용화	('45) 차세대전지 에너지밀도 600Wh/kg
	[무선충전] 6.6kW	대용량 충전 기술 개발 ◎ 고속 충전 시간 8분 달성('30)		상용화	('45) 무선충전 용량 ≥500kW
수소 모빌리티	[상용차] 내구 16만km	상용 및 철도용 시스템 개발	상용화		('30) 상용차 내구 80만km
	[설비 국산화] 40%	선박 및 항공용 시스템 개발		상용화	('35) 철도/선박 상용화
		수소 충전/병커링 기술 개발 및 실증 수소 기자재 국산화율 100% 및 고속 충전기술 확보('30) ◎		상용화	('40) 병커링 상용화
지능형 모빌리티	[자율차/선박] 레벨2/레벨1	C-ITS-자율차 협력 주행/자율운행선박 기술개발		상용화	('50) 자율차 레벨5 /자율운행선박 레벨4

※ 정부의 집중지원이 필요한 기간    ◎ 상용화 시기

### □ 기대 효과 : 친환경 모빌리티 성능 향상으로 보급 확대를 견인

※ 예) (전기차) 주행거리 향상(406km → 975km)으로 서울-부산 충전 없이 왕복 가능  
(수소차) 고속 충전기술(1.6→7.2kg/분) 확보로 충전시간(넉쓰 기준) 5분→1분 미만으로 단축

## 8 건물효율 → (목표)탄소중립 건물 구현 기술 기반 구축

▶(핵심지표) 건물 에너지 효율 : ('30) 30% 향상 기술 확보

제로에너지 건축비(리모델링 대비) : (現) 130% → ('45) 105%

### □ 혁신전략

○ (현황·이슈) ①제로에너지건물 의무화 추진, ②ICT기반 건물 에너지 최적운영 서비스 시장 확대\*, ③단위기술의 통합·연계 미흡

\* 구글, 아마존 등의 플랫폼 기업은 ICT기술을 바탕으로 건물운영 기술 시장점유율 확대

※ 국내 ICT 기반 건물에너지 효율화 시장은 글로벌 다국적 기업이 60~70%의 시장을 점유 중이나 SKT, KT 등의 통신기업의 기술개발 및 투자로 시장점유율 확대 중

☞ (기술개발) ①제로에너지건물 경제성 확보를 위한 외피성능 향상, ②차세대 냉난방 등 단위기술 고효율화 및 ICT융합기술 개발

- 출연연 중심의 단위기술 연계 및 통합 플랫폼 개발·실증을 추진 하고, 기업 협력을 통한 통합기술 비즈니스 모델 구축


※ 기존 단위건물의 에너지 소비효율향상 한계를 극복할 수 있는 ICT 기반의 혁신적인 시스템 융합 및 운영 핵심 기술 확보

☞ (정책·제도) 노후 건축물\* 효율향상을 위한 금융지원 등 제도적 지원 방안 검토, 건물 효율 관련 공공데이터 활용체계 마련

\* 건물분야의 국가 온실가스 저감을 위해서는 전국 건축물의 약 38%(274만동)를 차지 하고 있는 노후 건축물의 성능개선이 중요

< 건물효율 기술개발 전략 >

중분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
건물적용 단위기술	기존 건축물 에너지제로화 비용: 기존 리모델링 비용대비 130%	냉난방/설비·기기 고효율화	시스템 적용 실증	상용화	('45) 기존 리모델링 비용 대비 105% 이내
		고성능 외피 및 부하저감 요소기술	Net-Zero 건물 최적화	실증사업화	
운영 및 융합기술	TRL 3	자율운영형 xEMS(Level 3) 개발	실증 디지털화(분산자원관리)▼	상용화	('35) 에너지 시스템 통합 플랫폼 구축 (TRL 7)
		커뮤니티 기반 신재생 연계 에너지 시스템 통합 플랫폼 구축	비즈니스모델 확보		

※  정부의 집중지원이 필요한 기간 ▼ 타분야 기술연계

□ 기대 효과 : 단위설비·기술 고효율화 및 에너지사용·운영 최적화 적용으로 건물 에너지소비 대폭 절감

※ 예시) 개발된 혁신기술이 건물에 모두 적용되었다고 이상적으로 가정 시 '40년경에는 '19년 건물부문 에너지 소비량의 약 40%를 절감 가능

## 9 디지털화 → (목표) 디지털 기반 에너지효율 최적화

▶ (핵심지표) 데이터센터 전력 소모 : ('30) 20%이상 저감

계통 운영시스템 적용 : ('40) AI기반 차세대 계통 운영시스템 적용

### □ 혁신전략

- (현황·이슈) ①ICT기술확산에 따른 전력소비 증가\*, ②에너지데이터 활용 필요성, ③분산전원 확대\*\*에 따른 전력 안정성·품질 문제 부상

\* 전세계 전력 소비 중 ICT 분야 비중(네이처, '18) : 11%('19) → 21%('30)

\*\* '20년 68.9TWh(총 발전량의11.9%) → '34년 132.2TWh(총 발전량의 20.9%)

※ 에너지 공급자뿐 아니라 Google, Apple 등 IT기업과 Verizon, KT, SKT, LG U+, 한전 등 기업들이 에너지플랫폼 구축 및 데이터센터 지능형 운전을 통한 전력효율 개선 추진

- ☞ (기술개발) ①ICT디바이스·인프라 고효율화, ②에너지 데이터 집적·활용 기술, ③차세대 전력망 및 대용량 에너지저장 기술 개발 추진

- ③산학연 협력연구 및 배전인프라를 통한 성능검증 및 실증, 에너지 저장시스템의 전주기 기술확보 (소재부품~시스템 통합)

- ☞ (정책·제도) 차세대전력망 운영기술 국제표준화 추진, 분산전원 출력 변동성 완화, 자율제어 등 연계기술기준 마련, 변전소 등 인프라 보강

- 에너지 데이터의 신뢰성·보안성 확보 및 데이터를 공동 활용할 수 있는 개방형 빅데이터 서비스 체계 마련

\* 단위규모(가정, 빌딩, 공장 등)별로 에너지절약을 위한 데이터 관리는 이루어지고 있으나 해당 데이터의 공유를 통한 플랫폼 형태의 서비스 제공은 미흡

< 디지털화 기술개발 전략 >

중분류	현 수준	단기(~25)	중기(~30)	장기(~50)	목표
ICT 기기 및 인프라 효율화	PUE : (민간) 2.03 (공공) 3.13	고효율 ICT장치·AIoT 개발	기지국 효율화 ◎ 기술 실증 및 상용화('25)	사업화	(45) 자율형 PUE 관리 (민간) 1.5(공공) 2.3
에너지 데이터 활용	적용 도메인별 AI 알고리즘 적용 단계	데이터 협업분석 플랫폼 구축	에너지 통합 수급관리 실증	디지털 트윈-AI 협력 에너지 서비스 플랫폼 기술	(30) 에너지 원간-산업간 정보연계, 데이터유통
분산자원 관리	TRL 3~4	동기/비동기 협조운영 및 AI기반 분산전원 최적운영	실증	사업화	(45) AI 기반 분산전원 최적관리시스템 실증
차세대 전력망	TRL5	MVDC 요소기기 개발 및 실증선로 구축	운영	AI기반 EMS 계통운영	(35) 전고체전지 ESS 탑재 및 운용 (40) AI기반 자율운전 배전운영시스템
		저가고안전 ESS	상용화	차세대 ESS용 전지 개발	

※ 정부의 집중지원이 필요한 기간    ◎ 상용화 시기

- 기대 효과 : AI, 빅데이터 등 디지털화 혁신기술의 쏠분야 적용으로 에너지소비 절감 기대

※ 예) 데이터센터 효율화 기술 적용으로 '19년 5.27TWh의 20%인 1.05TWh 절감 가능

## 10 CCUS → (목표) CCUS 상용화 기술 확보

▶(핵심지표) CO<sub>2</sub> 상용급 포집 가격경쟁력 : (現) 60\$/톤 → ('30) 30\$/톤 → ('50) 20\$/톤  
 CO<sub>2</sub> 전환 제품 가격경쟁력(기존 시장가 대비) : (現) 연구중 → ('40) 100%

### □ 혁신전략

- (현황·이슈) ①고비용 및 상용화 불확실성\*, ②국내저장소 미확보 및 낮은 사회적 수용성, ③민간투자 유인책 부족

\* 미국, 노르웨이 등에서 원유생산 시 CO<sub>2</sub>를 주입하여, 원유회수율 증진을 통해 경제성을 확보하는 기술을 상용화하였으나, 순수한 CCUS기술은 상용화 가능성 불확실

- ☞ (기술개발) ①혁신소재 개발, 효율향상, 대형화로 비용 저감, ②국내 환경(배출원, 저장소, 시장수요) 기반 실증연구를 통한 검증·안전성 확보

- 포집-저장 연계 기술개발을 통한 대규모 CO<sub>2</sub>처리, 수익창출 가능한 포집-활용 제품화 가속을 위한 산·학·연 공동개발 방식 추진

- ☞ (정책·제도) CCS 사회적 수용성 확보, CO<sub>2</sub>이송·저장·활용 관련법령 정비, 국가 관리·평가 체계 구축 및 민간 확산을 위한 인센티브 도입

< CCUS 기술개발 전략 >

중분류	현 수준	단기(~'25)	중기(~'30)	장기(~'50)	목표
포집	84% 포집비용 \$60~70/톤	연소배가스 포집 중/대규모 실증	CCS 사업 추진	대규모 실증 및 상용화	▶ 포집비용 저감 ('30) \$ 30/톤 ('50) \$ 20/톤
		산업공정 및 기타 포집 기술 개발	◎ 일부기술상용화		
저장	79% 100톤 시험 주입	저장소 확보 및 중·대규모 실증	상용화		('30) 잠재용량 확보 ('50) 대규모 저장
활용	81% 파일럿 실증	연료·화학제품 핵심 기술개발 및 공정최적화	상용화 확대		▶ 기술 상용화 ('25) 기술경쟁력 확보 (선진국대비 90%) ('40) 가격경쟁력 확보 (現시장가대비 100%)
		◎ 일부기술상용화	상용화		
		광물탄산화 제품 실증기술 개발	상용화		
		차세대 탄소소재화 핵심 기술 개발	상용화		

※ 정부의 집중지원이 필요한 기간    ◎ 상용화 시기

- 기대 효과 : '50년 연간 일정규모 이상의 CO<sub>2</sub> 저장\* 및 약 5조원 규모의 CCU 신산업\*\* 창출 기대

\* 국산 포집기술 비용혁신과 상용화 및 적극적인 국내·외 해양저장소 확보를 통한 CCS사업 확대 시

\*\* 경제적인 CCU신기술 도입을 통해 '17년 생산량 및 가격 기준, CCU 기반 주요 제품이 석유화학제품(경유, 플라스틱 등) 10% 대체 시

## 2 범부처 탄소중립 기술혁신 R&D사업 기획·착수

### 추진 기본방향

◆ (범부처 협업) 시급한 산업수요 기반 현장특화 R&D와 미래 대비 중장기 혁신원천 R&D의 2-Track으로 “순주기 함께 달리기” 추진

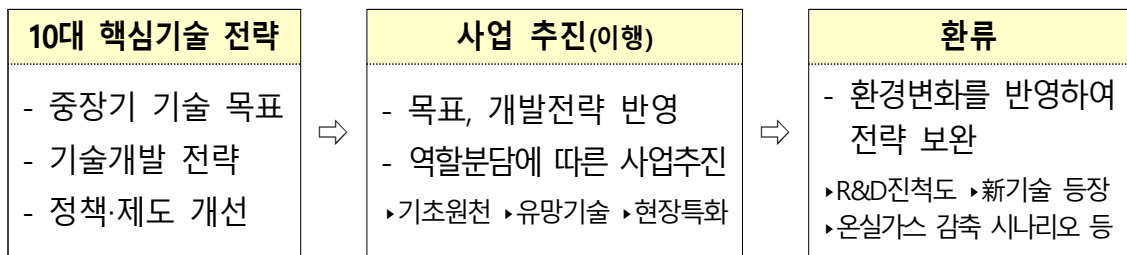
연도	2021	~2030	~2040	~2050
현장특화	산업·부문별 고탄소 공정		제품 신속 대체 목표	(각 부처)
혁신원천	전분야에 탄소감축 효과가 높은 혁신기술 제공		목표	(과기정통부)

◆ (민-관 협력) 기획 단계부터 “민-관이 함께하는 R&D” 추진

※ 기술개발 단계에 따라 민간의 참여 비중을 확대



◆ (전략 연계) 부처 역할에 따라 10대 핵심기술별 전략을 이행하는 사업을 기획·추진하고, 기술개발 여건, 환경변화를 전략에 환류



◆ (효율화) 대규모 재원이 소요되는 시급한 과제임을 고려, 분야별로 선도국과의 협력, 소·부·장 R&D 연계 등 효율적 추진 방안 강구

※ 세부기술별 부처 역할 분담, '22년 예산 및 신규사업 재원규모 등은 정부 R&D 예산심의에 따라 결정

- 10대 핵심기술별로 R&D추진에 따른 “온실가스 감축영향 평가” 연구를 병행하고, 결과를 바탕으로 기술별 투자비중을 지속 조정

# 1. 현장특화형 저탄소化 핵심기술 상용화 가속

## ① 산업현장의 시급한 수요 기반 저탄소화 기술 확보·적용 (각 부처)

❶ (산업공정 혁신) 철강·석유화학 등 다배출 업종 신공정 개발을 위한 대규모 예타사업을 추진하고, 중소기업 탈탄소화 기술개발 지원

- (공정일반) 효율향상, CO<sub>2</sub>회수, 재제조·자원순환 등 R&D 지속 확대

※ 제철공정 내 CO<sub>2</sub> 회수활용기술개발(산업, '21년 58억원), 에너지저감 공정축매 재자원화 기술개발(산업, 신규, '22~), 저탄소 순환경제 전환 핵심기술개발(산업, 신규예타, '23~'30) 등

- (다배출 업종) 당장 개발이 가능한 감축기술 아이템부터 신속 지원을 위해 '22년 별도사업 신설과 더불어 대규모 예타사업 기획

※ 철강, 시멘트, 반도체, 디스플레이, 석유화학, 정유 등 산업별 온실가스 감축기술개발 (산업, 신규, '22~) 등

### 다배출업종 등 산업공정 관련 R&D 예타 추진방향

◆ 산업계에 대한 빈틈없는 지원이 가능하도록 대규모 R&D사업 기획

◆ 다배출 업종의 신공정 개발 외에도 산업 일반 및 친환경 공정을 위한 기술 개발까지 종합 지원

업종	기술개발 목표
① 철강	(공정개선) 수소 환원제 100% 전환을 위한 점진적 기술개발 지원 (자원순환) 공정 부생가스, 스크랩 활용을 위한 브릿지 기술개발
② 시멘트	(공정개선) 석회석 클링커 사용 저감 및 원료대체 실증화 지원 (자원순환) 광물탄산화, 배기가스 회수열 활용 등
③ 석유화학	(공정개선) 석유계 납사 대체를 위한 바이오 납사 활용 공정개발 지원 (자원순환) 폐플라스틱 화학적 재활용을 통한 납사 대체 원료 생산
④ 반도체· 디스플레이	(공정개선) 기존 공정가스(F-gas) 대체 기술 및 온실가스 최적관리 시스템 개발 (자원순환) 폐 PFCs 가스처리, 지능형 POU 스크러버 등
⑤ 산업일반	탄소저감 관련 제조업 내 공통품목(전동기, 냉각기 등) 기술개발 지원
⑥ 친환경 공정	오염물질 최소화 및 자원절약형 기술개발 지원

- (중소기업) 업종별 공정에 공통 적용 가능한 탄소중립 선도모델 개발

\* 식료품 제조업, 제지, 금속가공업 등 중소기업장 온실가스 다배출업종별 탄소중립 선도모델 개발(중기, '22~), 중소기업 탈탄소 공정전환 개발사업(중기, '22~)



## ② (에너지 전환) 신재생에너지 확대 및 전력 계통 안정화 지속 추진

- (신재생) 차세대 태양광, 부유식 해상풍력, 그린수소 고효율 생산 등 신재생에너지 분야 핵심기술 개발사업 지속 추진

※ 신재생에너지핵심기술개발(산업, '21년 2,742억원), 기후변화대응기술개발(과기, '21년 1,038억원)

- (계통·저장) 재생에너지의 간헐성 등을 보완하고, 계통 안정화를 위한 전력망 및 에너지저장시스템 기술개발

※ 대용량 ESS 기술개발(산업, '21년 160억원), AC/DC Hybrid 배전망 기술개발(산업, 신규, '22~) 등

## ② 수송·건물·환경의 탈탄소화를 위한 핵심기술 상용화 (각 부처)

### ① (친환경 수송) 친환경 차량 대중화 및 미래 모빌리티 인프라 확대

- (수소·전기차) 시장경쟁력 확보를 위한 성능·편의성 향상 기술개발 및 하이브리드 시스템 고도화, 탄소중립 연료 활용기술 개발

※ 자동차산업기술개발(산업, '21년 1,257억원), 탄소중립 연료 적용 기술개발(산업, 신규, '22~'25) 등

- (친환경 철도) 수소연료전지 철도차량 및 전기트램 실용화 기술개발을 통해 광역-도심 철도의 친환경 전환 기반 마련

※ 고속 전기트램 기술(국토, 신규, '22~'24), 수소 기관차·차량 기술개발(국토, 신규, '22~'30) 등

- (친환경 선박) 선박의 연료, 운항효율 개선을 위한 기술개발

※ 수소어선선박 개발(해수, 신규, '22~'26), 친환경선박 전주기 기술개발(해수, 산업, 신규, '22~'31) 등

### ② (건물 탈탄소화) 탄소중립 도시 기반기술 단계적(건물→도시) 확보

- (건물 단위) 에너지성능 진단, 취약부위 보강설계 자동화 및 리모델링 경제성 제고 등을 통해 제로에너지건물 확산 기반마련

※ 2MW급 에너지저장·활용 기술개발(국토, 신규, '22~'26) 등

- (마을·도시 단위) 도시형 신재생에너지 공급, 탄소저감형 도시계획 등 탄소중립도시 조성 인프라 기반기술 구축

※ 수소시범단지 인프라 기술개발(국토, 신규, '22~'25) 등

### ③ (폐기물·환경) 현안 폐기물 재활용, 환경산업 탄소감축, 자연기반 탄소 흡수·저장 등 기술개발 신규 기획

※ 태양광 폐패널 등 금속 함유 폐자원 재활용 기술(환경, 산업, 신규예타, '23~'30) 등

※ 습지생태계 보존 기술개발(환경, 신규, '22~'26), 산림부문 탄소중립 실증기술/목재 활용 기술 연구(산림, 신규, '22~'27), 탄소흡수형 해안조성 기술개발(해수, 신규, '22~'25) 등

## 2. 중장기 탄소중립 기초·원천기술 단계적 확보

### ① 탄소중립 유망 원천기술 고도화 개발 공동기획 (부처 합동)

#### ① (수소경제) 수소 기술개발 로드맵('19.10월)에 따라 그린수소 생산·저장 기술 지속 지원 및 범부처 핵심기술개발 신규사업 기획

※ 수소에너지혁신기술개발(과기, '21년 141억원), 그린수소 생산·저장 시스템 기술개발(산업, '21년 101억원), 그린수소 등 저탄소 수소 공급망 구축(6개 부처, 신규예타, '23~'31) 등

#### ② (CCUS) 대규모 CCUS 통합실증 사업 지속 지원('21~'23년, 다부처 490억원), CO<sub>2</sub>를 대규모 포집·저장 할 수 있는 기술 확보 추진

- CCU 로드맵('21.上, 과기·산업·환경) 기반 예타 시범사업 기획 및 기타 탄소(산업 부생가스 등)의 고부가 전환·활용 연구 지속 지원

※ CCU3050 사업(과기, 신규, '22~'24), 탄소자원화 플랫폼 화합물제조기술(과기, '22~'26) 등

#### ③ (자원순환) 2050년 석유계 플라스틱 퇴출 로드맵에 따라 석유계 플라스틱 대체 및 생분해를 위한 핵심기술 확보

※ 탄소중립형 바이오플라스틱 제품기술개발(과기·산업, 신규, '22~'25), 폐유기자원 업사이클링 기술개발(과기·환경, 신규, '22~'24), 탈플라스틱 사회 구축 기술개발(환경 등, 신규예타, '23~'30) 등

### ② 한계돌파형 도전적 기초·원천R&D 확대 (과기)

#### ① (기초연구 역량강화) 대학 내 탄소중립 우수연구 발굴 및 연구 인력 양성을 위해 탄소중립 선도연구센터 지정공모 추진

- 정체 중인 기초연구 단계 기후기술 R&D 투자를 지속적으로 확대

※ ('17) 8,548억원(8.0% ↑) → ('18) 8,224억원(△3.8%) → ('19) 8,239억원(0.2% ↑)

- 다양한 분야와 융합을 통해 관련 기술의 집단연구성과 창출을 위해 이학 또는 공학분야 선도연구센터(S/ERC) 지원('21.6월)

② (10대 기술혁신 프로젝트) 중장기적으로 탄소감축 및 경제적 파급 효과가 클 것으로 예상되는 도전적 원천기술 통합 개발

- (선정 기준) 핵심기술별 목표 및 산업계 활용 시기(30년 이내, ~50년)를 고려하여 기술성숙도 제고가 필요한 기술 선별
- (추진 내용) 기술혁신 목표에 따라 “①초고성능 달성”, “②차세대 신기술”의 2-Track으로 지원방식 차별화 추진

< 탄소중립 10대 프로젝트 추진방향 예시 >

유형	기술목표	지원방식
한계돌파형 초고성능 원천기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 2030 감축목표 달성 필요기술</li> <li>▶ 기존 기술의 한계를 극복하는 (break-through) 도전적 목표</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 도전적 성능목표만 설정, 기술트렌드에 신속히 대응하는 MovingTarget형 지원</li> <li>▶ 하향식 프로젝트 집중투자</li> </ul>
탈탄소전환형 차세대 원천기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 2050 Net-Zero 이행 필수기술</li> <li>▶ 기존 감축수단의 틀을 뛰어넘는 (disruptive innovation) 신기술 Seed 발굴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 근본적 문제해결 가능성을 고려한 경쟁형 R&amp;D 지원</li> <li>▶ 상향식 연구과제 선별적·장기적 투자</li> </ul>

- (지원 방식) 민간의 최고전문가를 단장으로 하는 연구단을 구성, 임무 중심의 R&D를 추진하되, 단장에게 자율적 권한 부여

※ 기술이전 및 상용화 후속연구 진입 목표를 고려하여, 수요기업이 포함된 산·학·연 컨소시엄으로 연구단을 구성

➔ 10개 연구단별 연 200억원 규모로 연구비를 지원하고, 목표 변경, 선택과 집중 등 고려 9년간 3단계(3+3+3)로 추진(21.下, 예타 신청)

2-Track의 10대 프로젝트 추진 예시

<p>① (초고성능) 태양전지 초고효율 한계돌파 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 실리콘 태양전지의 이론효율(30%) 한계를 극복한 저비용·고효율 태양전지 생산기술 확보</li> </ul> 	+	<p>② (차세대원천) 차세대 태양전지 및 소재 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 탄소중립 도시 구현을 위해 다기능성(초경량, 유연성, 반투명, 심미성)의 다양한 차세대 소재 및 태양전지 기술 개발</li> </ul> 
---	---	---

### 3. 소부문 디지털화를 통한 에너지효율 혁신

#### 1 ICT를 활용한 에너지효율화 (각 부처)

##### ① (에너지 생산 효율화) 신재생에너지의 간헐성 극복 위한 AI 기반 발전량·계통영향 예측, 가상발전소 개발 및 자가발전시설 효율화

※ 전력변환(DC→AC→DC)에 따른 손실 최소화 기술개발(산업,과기, 신규, '23~'25), 클라우드 기반 다수 분산전원·저장장치 연결·제어 기술개발(산업,과기, 신규, '23~'25) 등

##### ② (에너지 소비 효율화) 지능형 관리시스템 기반 에너지 소비 혁신

- (공장) 제조 디지털화에 에너지 효율화를 결합, 범용장비(설비·보일러·공조 등) 및 업종별 맞춤형 에너지관리시스템(EMS) 개발·보급

※ 공장EMS 보급형 표준 플랫폼 개발(산업, '21년 49억원), 바이오·식품·금속·제지 등 업종별 EMS(산업, '21년 79억원), 스마트공장 고도화 및 구축(중기, '21년 4,002억원) 등

- (건물·가정) 국민DR 등 수요관리, 클라우드 기반 홈 에너지 관리 효율화, 에너지 효율적 건축설계 자동화 등 지능형 서비스 개발

※ 사용자 생활패턴 맞춤형 냉난방기기 연구 등(과기·국토·산업, '23~'26)

- (융합확산) 건축물 및 공장 중심의 에너지관리시스템을 농업, 조선, 철강 등 타 분야 핵심시설로 확산

※ 스마트팜·조선소 등 ICT융합 에너지관리시스템(과기, 신규, '22~'24)

##### ③ (데이터 연계) 기 구축 데이터(발전시설 등)의 정제·고도화 및 신재생 에너지 발전 데이터, 건물·공장 에너지 소비 데이터 수집·관리

※ 재생에너지 데이터 수집·통합 관리(산업, '23~'25), 건물에너지 소비데이터 플랫폼 구축·수집·관리(국토,산업, '23~'25), 데이터 비식별화·연동규격(과기,산업,국토, '23~'26)

- 분야별 디지털트윈 간 상호연동 및 데이터 교환을 위한 규격 수립

※ 건물 에너지 최적화 디지털트윈 플랫폼(산업, '21~'23), 디지털라이브 국토 공간정보 기술개발(국토, 신규, '22~'26), 디지털 트윈 연동규격 마련(과기,산업,국토, 신규, '23~'26)

##### ④ (탄소중립도시) 에너지+ICT 융합을 통한 도시에너지 네트워크 실증

- (도시 에너지관리) 도시 내 에너지원·공급망·소비설비 등에 대한 모니터링·분석 체계 및 에너지 수급관리 시스템 구축('24~)

- (단위기술 실증) 부문별(주거·상업·공업지구 등) 에너지관리시스템 실증

※ 부산, 세종 등 스마트시티와 연계한 부문별 EMS 실증 검토(국토,산업,과기, '23~'27)

※ 규제샌드박스 등과 연계한 에너지이용 혁신서비스 시범 실증(국토·산업·과기, '23~'27)

## ② ICT 산업 에너지효율화 (과기)

- ① **(데이터센터)** 데이터 센터 운영환경 조정, 에너지 효율적 장비 등을 집적한 참조모델을 제시하고 기존 센터에 실증
  - (냉난방) IoT 센서를 활용한 데이터센터 운영환경 실시간 분석, 인공지능 기반으로 온도조절 최적화(기존 대비 40% 에너지 절감)  
※ 인공지능 기반 데이터센터 냉난방 온도조절 최적화(과기, 신규, '23~'26) 등
  - (IT장비) 데이터 처리량에 따라 서버를 자동조정(스케일링)하는 기술 및 에너지 효율적 서버·네트워크 장비 개발  
※ 데이터센터 서버 스케일링 기술개발(과기, '23~'27), 서버 內 CPU-GPU-메모리 전력소모 최적화, 전기-광 통신 하이브리드 네트워크 시스템 구축(과기, '23~'26) 등
- ② **(유무선 네트워크)** 기지국·인터넷망 접속자 수 및 트래픽에 따른 신호 출력 조정 등 에너지 절감 기술개발
  - (무선통신) 기지국 內 전력증폭기·안테나 사용량을 동적 조정('23~), 기존 실리콘 대비 출력이 높은 질화갈륨(GaN) 소자 확대 적용  
※ 고효율, 고출력 28GHz 대역 GaN 전력 증폭기 개발(과기, 신규, '22~'24)
  - (유선망) 초고속 인터넷 통신장비(전송장비, 분배기, 셋탑박스 등) 전력 소비 최소화를 위한 동적 출력 조정 등 효율화 기술개발('23~)
- ③ **(부품·제품)** 센서, 반도체 등 효율화로 디지털화에 따른 에너지절감
  - (초저전력 센서) IoT 센서 구동에너지 최적화, 지능형사물인터넷(AIoT) 및 생활에너지를 전력으로 변환하는 에너지 하베스팅 기술개발('23~)
  - (PIM 반도체) 프로세서와 메모리를 통합하는 기술개발  
※ PIM 인공지능 반도체 핵심기술개발(과기,산업, 신규예타, '22~'28)
- ④ **(에너지 ICT 전문기업)** 에너지-ICT기술을 접목한 혁신기업 육성
  - (중소기업 지원) 에너지 ICT 기술을 보유한 중소기업의 혁신제품 및 서비스 개발, 컨설팅, 융자지원 등 종합 지원체계 구축  
※ R&D바우처(연 50억원), 사업화 컨설팅(연 25억원), 장기저리 융자프로그램(연 50억원)  
※ 에너지-ICT기업 협업R&D(과기, 신규, '23~'27), 에너지혁신기업 사업화 지원(산업, 신규, '22~)
  - (고효율 에너지기자재 인증) 현재 냉난방·조명기기 중심 인증을 ICT 장비·제품(스위치, 라우터 등)으로 확대\*  
\* 고효율에너지기자재 인증시 조달 우선구매, 세액감면 등 혜택 부여

## 1. 탄소중립 유망 新기술의 조기 상용화 촉진

◇ 특구의 규제샌드박스를 통한 新기술 실증 테스트베드를 확충하고, 출연연, 대학 등이 보유한 역량을 바탕으로 조기 상용화를 추진

## ① 탄소중립 규제자유특구 확충을 통한 신기술 사업화 가속 (중기)

- **(확충)** 탄소중립 분야 규제자유특구 확대('20년 11개 → '25년 누적 20개)
- **(사업화)** 규제특례를 통한 R&D, 특허·인증 등 지원은 물론, '특구 챌린지' 운영을 통한 후속 패키지 지원\* 추진('21.下)
  - \* 특구별 우수기업, 창업팀 선발 → 특구이전·정착, 투자IR, R&D 등 패키지 지원
  - ※ '21년 규제자유특구혁신사업육성 등 4개 세부사업 내 697억원 지원
- **(법령 정비)** 실증·안전성 검증을 토대로 규제특례의 일반화를 위한 법령을 정비를 추진, 실증종료 이후 기술혁신 지속
  - ※ 안전성 검증기관 지정 및 법령정비 TF 구성·운영('21년 하반기에 6개 실증이 종료)

## ② R&amp;D특구 규제특례 도입을 통한 혁신기술 실증 가속 (과기)

- **(도입)** 17개 연구개발특구의 공공연구성과에 대한 신기술 실증특례 제도 도입('21.上, 연구개발특구육성법 시행령 시행)
- **(실증 촉진)** 특구 內 탄소중립 신기술 보유기업의 수요를 대상으로 실증 테스트베드 구축\* 및 실증특례 조기 착근('21.~)
  - \* 실증 장비·인프라(既구축 활용 + 필요 시 신규 구축) 및 행정, 재정 원스톱 지원체계 구축

기업명	탄소중립 관련 신기술 실증 수요 사례
유엔아이△△ (대덕 R&D특구)	▪ CO 등 합성 탄소 유해물질을 제거 할 수 있는 기능성 필터 개발 → (애로요인) 관련 기술의 효능 및 성능 기준 부재
(주)동아☆☆ (부산 R&D특구)	▪ 150~160℃에서 운영 가능한 고온고분자연료전지(HI-PEMFC) 개발 → (애로요인) 실증 인프라 및 관련 기준 부재

- **(연계 강화)** R&D특구 실증특례로 지원이 어려운 특구기업\*은 기존 규제샌드박스(ICT, 산업융합 등) 연계한 규제특례 지원 추진
  - \* 예시 : 임시허가 수요 기업, 자체 개발 기술 실증특례 수요 기업 등

③ 단기 상용화 촉진을 위한 “출연연 100대 유망씨드” 발굴·육성 (과기)

- (발굴) 10대 핵심기술 분야 중심으로 출연(연) 보유 기술 中 조기 사업화 가능한 “100대 사업화 유망 씨드” 발굴(‘21.上)  
 ※ 연구개발특구재단, 관련 출연(연) 등 협의체를 구성 → 발굴 및 사업화 지원과제 기획
- (지원) 출연(연) 융합연구 및 인프라\*를 활용, 사업화 애로(시험·인증, 재정 등) 해소를 통한 조기 현장적용 추진(~’24)  
 \* 풍력 분야 예시 : 예기(연) 글로벌연구센터(제주), 재료(연) 풍력시험동(부안) 등

※ 탄소중립 중개연구단 시범 운영(기술키움R&D) : 산·학·연이 보유한 탄소중립 핵심 기술의 단기 상용화를 위한 사업화 연계활동 집중 지원(‘21~’24)

④ 지역·산업과 연계한 탄소중립 기술사업화 촉진 (과기, 산업)

- (R&D 특구) 지역·산업 특성을 고려, 특구별 탄소중립 특화분야를 도출\*하고, 탄소중립 기술의 상용화지원 사업\*\* 신설(‘22)  
 \* 지자체, 출연연·대학, 기업 등이 참여하여 탄소중립 기술혁신을 협력 추진  
 \*\* ①기술발굴-이전, ②공공수요-보유기술 매칭의 양방향 지원하는 R&BD사업 추진

< R&D특구별 탄소중립 특화(예시)>

구분	대덕특구	광주특구	대구특구	부산특구	전북특구
특화 분야	① 태양광·풍력, ⑩ CCUS	② 수소, ⑧ 건물효율	⑥ 산업공정 고도화, ⑨ 디지털화	③ 바이오에너지, ⑦ 수송 효율	③ 바이오에너지, ⑥ 수송효율
세부 내용	파급효과가 큰 저탄소 혁신기술	AI연계 분산전원 등 에너지효율 극대화	스마트화를 통한 노후산단 효율 향상	친환경 선박·플랜트, 해양자원 활용 등	저탄소 스마트팜, 친환경 농기계 등

- (지역·대학 연계) 지역산업 특성을 살린 탄소중립 난제 해결 R&D 추진 및 실증·사업화를 통해 기술혁신 확산

< 지역연계 탄소중립 기술혁신 성과 확산 방안(예시)>

울산·UNIST	CO <sub>2</sub> 多배출 기업 다수 → 기업과 탄소중립 애로기술 공동개발·실증 (예시 : 탄소저감형 수소생산 공정, 산업폐가스 물질전환 기술 등 실증센터 구축)
광주·GIST	AI집적단지를 조성 중 → AI 기반 탄소중립 캠퍼스 모델 정립·확산 (예시 : AI기반 최적 탄소배출량 운영시스템, AI기반 재생에너지 제어기술 개발 등)

- (Buy R&D) 국가기술은행(NTB)을 통해 탄소중립 기술거래 확대\* 및 사업화 추진기업에 사업기획, 후속R&D, 금융지원\*\* 등 강화  
 \* 공공연(기술공급), NTB·기술거래기관(중개), 전문연(기업수요) 등 협의체 구성·운영  
 \*\* 스케일업 기술사업화(‘21~’28), 산업기술정책펀드 투자확대 및 VC 연계(‘21) 등

## 2. 탄소중립 新기술 산업 창출 지원

◇ 10대 핵심기술 분야 중심으로 新기술 창업 → 금융·R&D를 통한 도약성장 → 초기시장 진출의 기업의 쏠주기 성장지원

### ① 탄소중립 新기술 기반 창업 촉진 및 초기시장 창출 지원 (과기, 중기, 환경, 산업 등)

- **(기술창업)** '그린스타트업 2000\*', 대학 실험실 창업지원 등 정부 지원사업 추진 시 탄소중립 新기술 분야 지원 강화
  - \* '21~'25년간 2,000개(중기환경부 각 1,000개) 기업 선정, 멘토링, 사업화 등 패키지 지원
  - ※ 선정평가 시 저탄소 기술, 친환경 사업 우대(평가기준 반영, 가점 부여 등) 검토
- **(초기시장 창출)** 탄소중립 기술의 혁신(시)제품 지정을 확대(정책연계 분야 등)하고, 공공수요를 적극 발굴하여 시범구매 사업 지속 확대
  - 에너지 공기업이 최종 수요자로 참여하는 공기업 구매연계형 R&D를 확대\*하는 등 공공수요 기반 초기시장 창출 추진
  - \* 공공에너지 선도투자 및 신산업 창출 지원사업('21년 신규 48억원)

### ② 도약 성장을 위한 녹색금융 확대 및 R&D역량 확보 지원 (과기, 중기, 산업)

- **(투자)** 스마트대한민국 펀드\*를 통한 녹색 벤처투자 확대('21년 0.2조원) 및 기술혁신전문펀드\*\* 활용 중소·중견기업 기술 투자 강화('22~'24, 0.3조원)
  - \* 민관 공동출자 방식으로 '20~'25년 간 총 6조원 조성하여 한국판 뉴딜분야에 투자
  - \*\* 산업기술 R&D자금 관리 은행들의 출자금을 활용한 펀드 조성
- **(융자)** 온실가스 감축효과 평가 기반의 녹색보증('21~'24, 매년 0.45조원), Net-Zero 유망기업 지원자금('21년 200억원) 등 성장 지원 강화
  - '탄소가치평가 모델\*'을 개발, 평가에 활용하고 R&D단계부터 사전평가하여 R&BD를 우대지원\*\*하는 성장사다리 구축
  - \* 新기술 사업에 의한 온실가스 감축량을 추정하여 화폐가치로 환산·평가
  - \*\* 중기부 탄소중립 R&D 과제선정 시 우대 → R&D성공 시 사업화 자금 연계지원
- **(제도)** 우수기업연구소 지정대상에 '탄소중립' 분야를 신설('21~), 탄소중립 기업에 인센티브(정부R&D사업 가점, 병역특례 등) 제공
  - ※ 기업연구소 전용사업을 신설('22년 2개 新규사업)하고, 탄소중립 기업 별도트랙을 마련
  - ※ "탄소혁신 stars 300" 프로그램 신설 : 산업·에너지 분야 탄소중립 선도기업을 선정하여 전용R&D, 수출마케팅, 컨설팅 등 집중 지원(예. 소부장 으뜸기업)



## 1. 新기술·제품 확산을 위한 제도적 지원 강화

◇ 탄소중립 기술 확산을 촉진하는 제도적 인센티브를 발전시키고, 병목 방지를 위해 기술규제·기준 적기 마련 및 지속 합리화

## ① 탄소중립 기술의 상용화 촉진을 위한 인센티브 설계 (탄소중립위)

- (전략) 제한된 재원의 합리적 배분을 위해 탄소중립 기술 전반에 대한 '상용화 촉진 인센티브 로드맵' 수립('21~'22)

※ 기존 제도(RPS-REC, 친환경차 보조금 등) 개선을 포함, 기술·시장별 특성에 따른 방안 제시

< 관련 기업 설문조사를 통해 접수된 인센티브 부여 방안(일부 사례) >

신재생 에너지	- 풍력 REC 가중치 상향 등 - RFS 제도 확대 등, 블루수소 인정 범위 확대 등
CCUS	- CO <sub>2</sub> 포집 감축량 인정 및 포집시 사용에너지 보조금 확대
기타	- 폐플라스틱 제품 부가세 감면, 폐기물에너지를 감축수단으로 인정 등

- (제도) 저탄소 기술 확산을 촉진하기 위한 배출권거래제 최적가용 기법(BAT) 적용 방안 마련('21.下) (환경)

※ 최적가용기법의 종류, 검토방식 등을 구체화하고, 적용과 연계한 할당 인센티브 검토

## ② 新제품개발 가속화를 위한 표준·인증체계 선제적 구축 (산업, 환경, 국토, 과기 등)

- (표준) 『탄소중립 표준화 전략』을 수립('21.末, 국가기술표준원)하여, 산업별 저탄소 기술의 시험평가기준 등 표준 개발 및 국제표준화 추진
- (인증) 탄소중립 관련 유사 인증제도\*의 통합·공동운영을 검토하고, 신기술에 대한 인증제도·기준\*\* 적기 마련

\* 예시 : 건축물에너지효율등급인증, 제로에너지건축인증, 녹색건축인증 등

\*\* 예시 : CO<sub>2</sub>전환 탄산화물 건설·화학소재 인증, 재사용(재제조) 배터리 검증·인증 등

- (측정) 배출량 측정, 감축기술 신뢰성 평가 등 탄소중립 기술·산업 관련 데이터 신뢰성 제고를 위한 국가측정표준체계 확립('21.3.~)

※ 지구온난화지수(GWP), 수소 유량 등 탄소중립 기술 전반의 측정 신뢰성 제고

③ 新기술발전에 대응하는 기술규제 적기 마련 (산업, 환경, 국토, 해수 등)

- (신설) 제품화→시장진입→현장보급→탄소 감축의 순과정에 걸쳐 상용화 촉진에 필요한 기술규제·기준을 적기 완비

< 상용화 촉진을 위해 신설 필요한 규제·기준(예시) >

수소	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 액화 수소 운송·저장·처리 안전규정 제정</li> <li>- 철도, 지게차 및 물류로봇 등 특수 수소차량의 기술·안전 기준</li> <li>- 수소설비 공사관리 관련 가스산업 법령·기준과 건설 법령·기준의 연계</li> <li>- 수소 실험공간 설치에 대한 규격·제도</li> </ul>
CCUS	- CCUS 감축량 산정 기준 마련 및 범위 확대 → 향후 국제기준 제정

- (개선) 기존 법령상 탄소중립 신기술의 상용화를 제한하는 규정을 발굴하여 지속 개선('21.3~)

< 상용화 촉진을 위해 개선 필요한 규제·기준(예시) >

바이오	- 음식물폐기물을 고형연료 제품에 포함하여 폐기물 재활용 촉진
CCUS	- CO <sub>2</sub> 전환 탄산칼슘을 폐기물관리법 상 폐기물에서 제외
시멘트	- 폐합성수지 등 순환자원 사용에 대한 합리적인 염화물 기준 마련

④ 탄소중립 규제 합리화를 위한 범부처 협의·조정 체계 마련 (탄소중립위)

- 기술규제 신설·개선을 위해 탄소중립위원회(예정) 산하에 '범부처 탄소중립 기술규제 협의회' 설치·운영 ('21.6~)

- 상용화 인센티브 방안 제시, 新기술 발전에 따른 기술규제의 적기 신설, 기존 기술규제의 문제점 개선 추진

- 특히, 부처간 이견 사항에 대해 적극적인 조정과 중재 역할을 통해 합리적인 방안 제시

※ 예시 : 풍력발전 등 신재생에너지 사업자 허가 과정에서 해수부, 환경부 등 다수 부처·법령이 관련되어 의견 조정에 애로 해소

## 2. 민간의 탄소중립 기술혁신 투자 촉진

◇ 민간기업의 탄소중립 기술개발 투자·참여 부담을 완화하여 민간 주도의 저탄소화 기술혁신 촉진

### ① 민간기업의 탄소중립 기술개발 및 시설투자 세액공제 확대

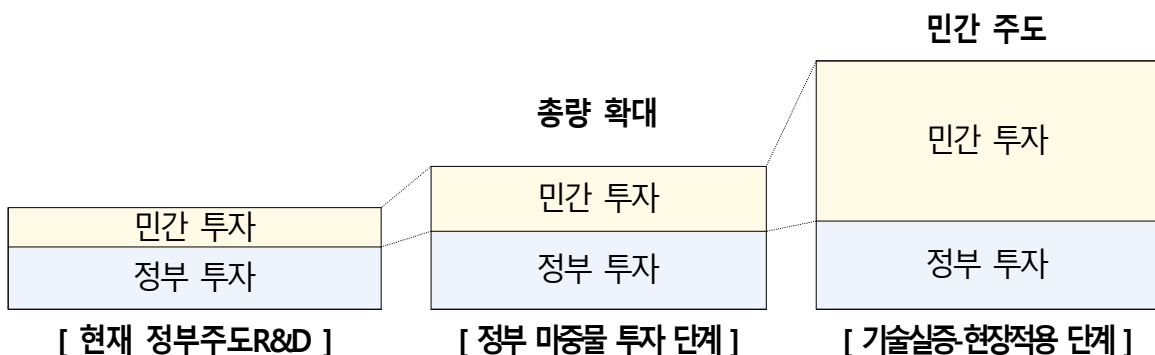
- **(R&D투자)** 탄소중립 분야 기업 투자확대를 위해 신성장·원천기술 R&D 비용 세액공제\* 대상에 탄소중립 추진을 위한 핵심기술 추가 검토 **(기재)**  
\* 신성장·원천기술 R&D 세액공제 비율 : 20~40%(조세특례제한법)
- **(시설 투자)** 탄소저감 기술 등을 포함한 신성장 기술 사업화 시설 투자\*는 통합투자세액공제 기본공제율을 우대 적용(+2%p) **(기재)**  
\* 신성장기술 사업화시설의 범위도 확대 반영(조세특례제한법 시행령·시행규칙 既개정)

### ② 기업의 정부 R&D 참여 부담 경감

- **(매칭 투자)** 기업이 탄소중립 기술 정부R&D 사업에 참여할 경우, 기업의 부담 완화를 위해 매칭비율 조정 등 다양한 방안 강구 **(각부처)**  
※ 사례) 소부장 R&D의 경우에 기업의 매칭비율을 완화
- **(기술료)** 정부의 탄소중립 R&D에 참여한 기업이 그 결과를 직접 실시할 경우, 기술료에 대한 인센티브 방안 등 검토 **(각부처)**

< [참고] 민간투자 유인을 통한 탄소중립R&D 투자 확대 방향 >

- ◆ 정부 마중물 투자와 민간투자 유인을 통해 현장중심 핵심기술을 확보  
⇒ 현장에 적용하기 위한 민간의 대규모 실증·상용화 투자로 연계



## 5 기술혁신이 지속되는 연구역량·기반 강화

### 1. 혁신인재 양성 및 국제협력 기반 강화

◇ 현장의 시급한 저탄소화 수요에 대응하는 맞춤형·융합 인재양성 및 저변확대를 위한 문화확산을 추진하고, 국제협력 기반 강화

#### ① 기술혁신을 선도할 탄소중립 분야 고급 연구인력 양성 추진 (과기, 환경, 산업 등)

- **(산업 전문인력)** 친환경 소재, 미래차 등 산업 전환 맞춤형 인력양성\* 및 중소기업 재직자·신규인력 대상 친환경 분야 교육 강화
  - \* 철강, 시멘트, 석유화학, 미래차 등 7개 분야 전문인력양성(21년 201억원)
  - \*\* 재직자 연수과정 5개 운영, 3개 국립공공-현대기아차 협력 교육 강화 등(21년 약 700명)
- 환경산업과 연계한 녹색융합\* 분야 맞춤형 인재양성 추진
  - \* 녹색복원, 소재 등 녹색융합 특성화대학원(21년 12개)을 통해 3년간(~24) 1,000명 양성
- **(고급 연구인력)** 도전적 기술혁신 연구개발을 장기간 확대 지원하여, 산·학·연의 글로벌 선도 인재 양성
  - ※ 탄소 다배출 지역산업 RE100 혁신을 위한 학·석·박사 10년간 1,000명 양성
  - ※ 기후변화난제센터, 기후기술확산센터 등 2개 센터 시범운영(22년~24년 총 76억원)
  - ※ KIURI 연구단(연 20억원), ITRC(연 8억원) 등 탄소중립 분야 신규과제 지원 확대(21.~)

#### ② 혁신을 뒷받침하는 국민 체감의 탄소중립 문화 확산 (과기, 환경 등)

- **(교육·체험)** 탄소중립 분야 교육·전시 확대, 과학문화 인프라 활용·확충 등을 통한 기후위기·탄소중립 문화 확산
  - ※ 탄소중립 생활과학교실 확대(2개 신규 지정), 과학관 기후위기 특별전(22.~) 등 검토
  - ※ 생활영역별 맞춤형 기후행동 매뉴얼 개발·전파(21.6월), 교과과정에 반영(22.下 고시)
  - ※ '탄소중립 분야 전문과학관 타당성 조사 용역' 추진 중(~20.9월)
- **(소통·홍보)** 과학의 달 계기로 공감대 형성 및 성과 홍보를 위한 '탄탄대로(탄소중립, 탄소제로, 대한민국 과학기술로)' 캠페인 추진(21.4월~)

< 탄탄대로 캠페인 예시 >

청소년 참여	청소년 과학탐구 대장정(21년 신설)을 탄소중립 테마로 운영
기부 캠페인	네이버 해피빈과 연계, '탄소중립 기술혁신' 바로알기 프로젝트 추진
릴레이 소통	대표연구자 강연(4월)→특별다큐 등(6월)→대한민국 과학축제(하반기)

### ③ 선진국과의 탄소중립 협력활동 다각화 (과기, 산업)

- **(국가 간 협력)** 미국, 영국, 독일 등 해외 주요국과 탄소중립 분야의 협력의제 지속 발굴 및 공동연구사업 추진 확대
  - 美바이든 정부의 기후변화 대응 강화기조를 고려, '21년 개최 추진 중인 한·미 정상회담과 장관급 과기공동위 의제\* 반영
    - \* **(의제후보)** 탄소중립 관련 양국 연구기관 간 정기 포럼 구성 및 협력사업 기획
  - 산·학·연 전문가 중심의 기획위원회를 구성·운영하여 협력의제를 적극 발굴(~'21.상반기), 국제 공동연구사업\* 우선 지원 추진
    - \* 국가간협력기반조성사업 등 3개 사업('21년 약 180억원) 및 '22년 신규사업 추진
    - ※ 英, 獨 등과 산업혁신 협력, 유럽 공동연구플랫폼 "유레카"를 통한 다자협력 등 추진
- **(R&D네트워크 확대)** 주요 권역별 우수 연구기관과 연구자 정보 구축 및 해외석학 자문·네트워킹을 위한 "(가칭)울트라+ 프로그램" 신설
  - \* 탄소중립 분야 해외 석학의 국내 초빙과 국제학술대회 개최 등 글로벌 교류 활성화 지원

### ④ 탄소중립 관련 기술의 해외 확산 촉진 (과기)

- **(NDE)** CTCN\*을 통한 수요 발굴, GCF 재원을 활용한 대형사업화 등으로 이어지는 전주기 기술협력 지원 등 NDE\*\* 역할 강화
  - ※ (예시) 국제기구를 통한 개도국 수요 맞춤형 사업 발굴 → 국내 ODA 자원 활용 후속연구 및 실증 → 국제 자원(GCF, MDBs 등) 연계 사업 대형화
  - \* 기후협약에 따른 기술협력 이행기구(기후기술협력네트워크)    \*\* 기술협력 국가 지정 창구
- "(가칭)기후기술 국제협력 센터" 지정('21.末)을 통해 기술발굴·기획 기능을 강화하여 ODA, 국제재원 등 연계 사업화 지원 강화 추진
  - ※ 예시) WB, IDB 등과 기후변화 대응 관련 산업기술 ODA 추진
- **(확산)** P4G 정상회의 녹색기술특별세션('21.5월) 및 CTCN 협력연락 사무소 개소('21.3분기)\*를 계기로 국내기술의 해외확산 지원
  - \* (Partnering for Green Growth and Global Goals 2030) 각국의 기후변화대응과 지속 가능 발전 지원을 위해 설립된 국제기구로, '21년 제2차 P4G 정상회의 한국 개최 예정

## 2. 중장기 지속성 확보를 위한 혁신기반 강화

- ◇ 탄소중립 실현을 위한 기술혁신(R&D, 국제협력, 기반조성 등) 추진의 법적근거를 명확화하고, 안정적 재원 기반 마련

### 1] 탄소중립 기술혁신 추진의 법적근거 강화 (과기, 산업)

- 탄소중립 관련 R&D, 기반조성 등의 안정적 추진을 위한 『기후변화대응 기술개발 촉진법』 제정('21.3.)에 따른 후속조치 적기 추진
  - ※ 산업계의 기후변화 대응력 강화를 지원하기 위한 「탄소중립 산업구조로의 전환을 위한 특별법」 제정도 추진('21.末)
- 하위법령(시행령, 시행규칙)을 마련(~'21.3분기)하고, 정책·전략 기획 등 실행을 위한 조직 확충 및 전담기관\* 지정('21.末)
  - \* 관련 출연(연)에 "(가칭)탄소중립 기술정책센터", "(가칭)기후기술 국제협력 센터" 지정

### 2] 기후대응기금 신설에 따른 연구개발 투자 확대 노력 (기재)

- 탄소중립 추진을 적극 뒷받침하기 위해 '(가칭)기후대응기금'을 신설·운영할 계획
  - ※ 기금설치 근거법인 「탄소중립 기본법」 제정('21.上)
- 온실가스 감축을 위한 혁신기술개발 및 상용화 촉진 등 R&D에 적극 활용될 수 있도록 노력

### 3] 지속가능한 혁신을 위한 공공연구 역량 활용 체계 마련 (과기)

- 출연(연) 역량을 중장기적으로 결집·활용하기 위한 컨트롤타워 설치·운영 검토('21.6월~)
  - ※ 연구회 산하에 『(가칭)출연(연) 탄소중립 협의회』 신설
- **(목적)** 탄소중립R&D는 에너지, 주력산업 등 중장기 원천기술이 핵심 → 공공R&D 주체의 역량을 체계적으로 축적·활용
- **(기능)** 출연(연)의 ①탄소중립 R&R 정립, ②R&D 추진전략 제시, ③10대 핵심기술 개발전략 이행방안 제시 등 추진

## VI. 향후 추진계획

### ① 기술 개발

- 10대 핵심기술 확보 전략을 반영하여 각 부처의 탄소중립 R&D 사업을 '21년도 상반기 내에 기획 완료
  - 신속 추진 가능한 세부기술 개발은 기존 사업 확대, 예타 규모 이하 신규사업 추진 등 '22년도 정부안 예산 요구
  - 중장기 원천기술 개발, 분야·부문별 대형R&D 등 예타 사업은 '21년 내 예타 신청 및 '23년도 예산 확보 추진

분야부문		주요 내용	일정	주관부처
LEDS 부분별 특화형 기술 상용화	에너지	▶신재생에너지 분야 핵심기술개발 지속 추진	'22년 예산	과기, 산업
		▶전력계통 안정화 및 에너지저장시스템 4개 사업	'22년 예산	산업
		▶에너지 수요관리 기술 고도화	'22년 예산	산업
	산업공정	▶공정 효율향상 등 기존 R&D 사업 지속투자	'22년 예산	산업
		▶다배출 업종별 신규사업 6개 신속지원	'22년 예산	산업
		▶다배출 업종 등 산업공정 관련 대규모 예타	'21.下 신청	산업
	수송	▶수소·전기차 대중화	'22년 예산	산업
		▶친환경 철도 및 선박, 초고속 철도망	'22년 예산	국토, 해수
		▶개인이동수단 인프라	'22년 예산	국토
	건물	▶건물, 마을·도시 단위 에너지 관리	'22년 예산	국토, 산업
폐기물	▶폐자원 재활용 및 자원화	'22년 예산,	환경, 산업 등	
	▶탄소 흡수기술 고도화 및 탄소감축 정책지원	'23년 예타		
중장기 기초-원천	기초연구	▶기후기술 분야 기초연구 확대	'22년 예산	과기
	원천기술	▶10대 기술혁신 프로젝트 예타	'21.下 신청	과기
	수소경제	▶그린수소 생산·저장 기술개발 5개 사업	'22년 예산	과기, 산업, 해수
		▶그린수소 등 저탄소 수소 공급망 구축 예타	'21.下 신청	과기 등 6개
	CCUS	▶대규모 CCUS 통합실증 사업	'22년 예산	국조 등 5개
		▶CO <sub>2</sub> 포집·처리 및 기타탄소 활용 3개 사업	'22년 예산	산업, 과기
		▶CCU 로드맵 기반 예타	'21.下 신청	과기, 산업
자원순환	▶석유계 플라스틱 대체 및 생분해 기술개발	'22년 예산	과기, 산업, 환경	
전부문 디지털화	ICT활용 효율화	▶ICT기반 에너지 생산·소비 효율화	'22년 예산	산업, 국토, 과기
		▶에너지 데이터 연계 강화	'22년 예산	산업, 국토, 과기
		▶탄소중립도시 실증	'23년 예타	과기, 국토, 산업
	ICT산업 효율화	▶데이터센터 효율화	'23년 예타	과기
		▶유무선 네트워크 효율화	'22년 예산	과기
		▶ICT 부품/제품 효율화	'22년 예산	과기, 산업

## ② 생태계 조성

- 탄소중립 기술혁신의 조기 성과창출을 위해 대부분의 정책 과제를 '21년 내 착수·실행

분야부문		주요 내용	일정	주관부처
공정기술 상용화	조기 상용화	▶출연연 100대 유망씨드 발굴·육성	'21.上~	과기
		▶지역·산업 연계 기술사업화 촉진	'22년 예산	과기
	신기술 실증·사업화 지원	▶탄소중립 규제자유특구 확충	'20~'25	중기
		▶연구개발특구 규제특례 도입	'21.上~	과기
	신기술 창업	▶기술창업 촉진 및 초기시장 창출	'21.上~	중기 등
▶녹색금융 확대 및 R&D역량 확보		'21.上~	중기, 과기	
민간주도 전환	제도적 지원	▶상용화 촉진 인센티브 설계	'21.上~	탄소중립위
		▶표준·인증체계 선제적 구축	'21.上~	산업 등
	합리적 규제	▶기술규제 적기 마련	'21.上~	산업 등
		▶범부처 규제 합리화 협의·조정	'21.下~	탄소중립위
	투자촉진	▶탄소중립 R&D 및 시설투자 세액공제 확대	'21.下~	기재
▶정부 R&D 참여 부담 경감		'21.下~	기재	
지속가능 R&D 기반	인력양성 문화확산	▶고급 연구인력 양성	'21.上~	과기 등
		▶국민 체감 문화 확산	'21.下~	과기, 환경
	법적 근거 및 재원	▶기후변화대응 기술개발 촉진법 제정	'21.上	과기
		▶기후대응기금 신설 및 투자촉진	'21.上	기재
		▶공공연구 역량 활용 체계 마련	'21.上~	과기
	국제협력	▶선진국과 협력활동 다각화	'21.上~	과기, 산업
▶탄소중립 기술의 해외확산 촉진		'21.上~	과기	

◆ 동 전략은 2050 탄소중립 달성을 위한 시급한 기술혁신 사항에 대하여 선제적으로 마련한 것으로서, 이행 과정에서 기술, 산업, 사회 환경변화를 반영하여 지속 수정·보완해 나갈 계획임



# 붙임1

## 범부처 탄소중립 기술혁신 R&D사업 추진 목록(안)

◆ 동 목록은 각 부처의 잠정적 사업계획을 종합한 것으로, 탄소중립 R&D 사업 분류는 '22년도 예산심의 과정에서 조정·확정될 예정임

### 1 현장특화형 저탄소화 핵심기술 상용화 가속

분야	사업명	소관부처, 계획	비고
산업공정 혁신	제철공정 내 CO2 회수활용기술개발	산업, '21년 58억원	
	제조분야 온실가스미세먼지 동시저감 기술개발	산업, '21년 40억원	
	산업기계 에너지저감형 재제조 기술개발	산업, '21년 90억원	
	희소금속 회수 공통활용기술개발	산업, '21년 50억원	
	첨단제품 전후방산업의 순환자원이용기술개발	산업, '21년 39억원	
	저열화성 노후 전력기자재 재제조 기술개발	산업, '21년 30억원	
	특수차량 노후 엔진·배기장치 재제조 기술개발	산업, '21년 56억원	
	에너지저감 공정축매 재자원화 기술개발	산업, '22~	'22 신규
	저탄소 공정전환 공통 핵심기술(CCT) 개발사업	산업, '22~'26	'22 신규
	철강, 시멘트, 반도체·디스플레이, 석유화학 각 산업별 온실가스 감축기술개발	산업, '22~	'22 신규
	정유산업 온실가스 감축기술개발	산업, '22~	'22 신규
	중소사업장 온실가스 다배출업종별 탄소중립 선도모델 개발 (식품품 제조업, 제지, 금속가공업 등)	중기, '22~	'22 신규
	중소기업 탈탄소 공정전환 개발사업	중기, '22~	'22 신규
	다배출업종 등 산업공정 관련 대형R&D 예타 (철강/시멘트/석유화학/반도체·디스플레이 등)	산업, '23~	예타('23신규)
저탄소 순환경제 전환 핵심기술개발	산업, '23~'30	예타('23신규)	
에너지 전환·소비	신재생에너지핵심기술개발	산업, '21년 2,742억원	
	재생에너지 전력계통 연계 대용량 고압 모듈형 ESS 기술개발	산업, '21년 38억원	
	고신뢰 장주기 대용량 RFB-ESS(수십MWh)급 기술개발	산업, '21년 100억원	
	해수이차전지 대용량화 및 MWh급 ESS기술개발	산업, '21년 22억원	
	에너지 수요관리 핵심기술개발	산업, '21년 2,140억원	
	차세대 AC/DC Hybrid 배전 네트워크 기술개발사업	산업, '22~	'22 신규

분야	사업명	소관부처, 계획	비고
친환경 수송	전기추진차도선 및 이동식 전원공급시스템개발	해수, '20~'24	
	친환경선박 혼합연료 기술개발 및 실증	해수, '21~'25	
	에너지절감형 친환경어선 개발	해수, '21~'25	
	자동차산업기술개발	산업, '21년 1,257억원	
	하이브리드시스템 고도화 기술개발	산업, '22년~'25	'22 신규
	탄소중립 연료 차량적용·검증 기술개발	산업, '22년~'25	'22 신규
	고속 중저상 트램-트레인시스템 (150km/h급) 핵심기술개발	국토, '22~'24	'22 신규
	수소연료전지 기관차 및 Inter-City 수소철도차량 기술개발	국토, '22~'30	'22 신규
	370km/h 이상 고속운행 핵심기술 및 평가기준개발	국토, '22~'25	'22 신규
	PM 안전지원 인프라 기술개발	국토, '22~'24	'22 신규
	수소연료 기반 어선·레저선박 개발	해수, '22~'26	'22 신규
	신재생에너지기반 한국형 중소형 선박 및 미세먼지저감기술개발	해수, '22~'26	'22 신규
	친환경선박 전주기 혁신기술개발	해수, 산업, '22~'31	예타('22신규)
	초고속(1,200km/h) 이동수단 Hypertube 기술개발	국토, '23~'32	예타('23신규)
건물 에너지 관리	건축물 에너지 디지털 진단 및 설계	국토, '22~'26	'22 신규
	2MW급 공기액화 기반 에너지 저장·활용 시스템 기술개발	국토, '22~'26	'22 신규
	빅데이터 기반 토지이용 변화예측 및 공간계획 기술개발	국토, '22~'26	'22 신규
	RE100 기반의 수소 시범단지 인프라 기술개발	국토, '22~'25	'22 신규
폐기물 ·환경	탈플라스틱 사회 구축 기술개발	환경 등, '23~'30	
	자원·에너지 회수형 하폐수 처리공정 기술개발사업	환경, '22~'26	'22 신규
	폐자원 활용 에너지 전환 실증 기술개발사업	환경, '22~'26	'22 신규
	폐플라스틱 재활용 고도화 기술개발	환경, '22~'25	'22 신규
	환경현안 폐기물 적정 재활용 기술개발	환경, '22~'24	'22 신규
	폐기물처리시설 수명연장 기술개발	환경, '22~'25	'22 신규
	해양 플라스틱 쓰레기 저감 기술개발	해수, '22~'26	'22 신규
	습지생태계 보존 및 가치증진 기술개발	환경, '22~'26	'22 신규
	산림부문 탄소중립 추진기반 및 실증기술 연구	산림, '22~'26	'22 신규
	해양생태계 기반 탄소흡수형 해안조성 기술개발	해수, '22~'25	'22 신규
	탄소저감형 목재이용 기술/목재 활용 탄소저장체계 구축	산림, '23~'27	'23 신규
	금속 함유 폐자원 재활용 기술개발	환경, 산업, '23~'30	예타('23신규)
	중소환경사업장 K-그린 기술개발	환경, '23~'29	예타('23신규)
	신기후체제 대응 환경기술개발	환경, '22~'28	예타('22신규)
국가 탄소그리드 구축 기술개발	환경, '23~'29	예타('23신규)	

## ② 중장기 탄소중립 기초·원천기술 단계적 확보

분야	사업명	소관부처, 계획	비고
혁신원천	기후변화대응기술개발	과기, '21년 1,038억원	예타('23신규)
	탄소중립 10대 기술혁신 프로젝트	과기	
수소	미래수소원천기술개발	과기, '21년 33억원	
	수소에너지혁신기술개발	과기, '21년 141억원	
	그린수소 생산·저장 시스템 기술개발	산업, '21년 101억원	
	액화수소 운송 및 충전시설 안전기술개발	산업, '22~'25	'22 신규
	해양에너지 연계 그린수소 생산	해수, '22~'25	'22 신규
그린수소 등 저탄소 청정수소 공급망 구축	6개 부처, '23~'31	예타('23신규)	
CCUS	탄소중립 추진을 위한 CCUS 실증 및 상용화 지원	산업, '22~'24	'22 신규
	CCU 3050 사업	과기, '22~'24	'22 신규
	탄소자원화 플랫폼 화합물제조기술	과기, '22~'26	'22 신규
자원순환	탄소중립형 바이오플라스틱 제품기술개발	과기·산업, '22~'25	'22 신규
	폐유기자원 업사이클링 기술개발	과기·환경, '22~'24	'22 신규
	석유대체 친환경 화학기술개발	과기, '22~'26	'22 신규
	재생자원 저탄소 산업원료화 기술개발	산업, '22~'26	'22 신규
	해양바이오 산업소재 친환경 기술개발	해수, '22~'26	'22 신규

## ③ 쏠부문 디지털화를 통한 에너지효율 혁신

분야	사업명	소관부처, 계획	비고
ICT활용 효율화	전력변환(DC→AC→DC) 손실 최소화, 분산전원·저장장치 클라우드 기반 연결·제어	산업,과기, '23~'25	'23 신규
	공장EMS 보급형 표준 플랫폼 및 업종별 EMS 기술개발	산업, '21년 128억원	
	스마트공장 고도화 및 구축	중기, '21년 4,002억원	
	사용자 생활패턴 맞춤형 냉난방기기 연구	과기,국토,산업, '23~'26	'23 신규
	스마트팜·조선소 등 ICT융합 EMS	과기, '22~'24	'22 신규
	재생에너지 데이터 수집·통합 관리	산업, '23~'25	'23 신규
	건물에너지 소비데이터 플랫폼 구축·수집·관리	국토,산업, '23~'25	'23 신규
	데이터 비식별화·연동규격	과기,산업,국토, '23~'26	'23 신규
	디지털 트윈 연동규격 마련	과기,산업,국토, '23~'26	'23 신규
	탄소중립도시 에너지 수급관리 시스템	국토,산업,과기, '24~'27	'24 신규
단위 부문별 EMS시스템 시범·실증	국토,산업,과기, '23~'27	'23 신규	
ICT산업 효율화	인공지능 기반 데이터센터 온도조절 최적화 및 에너지 효율향상 기술 실증	과기, '23~'27	'23 신규
	데이터센터 서버 스케일링, 서버 전력소모 최적화, 전가·광 통신 하이브리드 네트워크 등	과기, '23~'27	'23 신규
	기지국 전력증폭기·안테나 사용량 동적 조정, 초고속인터넷 전송장비 에너지절감 기술 개발	과기, '23~'26	'23 신규
	초저전력 지능형사물인터넷(AIoT) 및 에너지 하베스팅 소자 기술개발	과기, '23~'27	'23 신규
	에너지혁신기업 기술사업화지원사업/에너지·ICT기업 협업	산업 '22~/ 과기 '23~'27	'22신규/ '23신규

## 붙임2

## 탄소중립 기술혁신 10대 핵심기술 세부 현황

기술		정의	중분류	세부기술		
① 태양광· 풍력	태양광	태양광발전시스템(태양전지, 모듈, 축전지 및 전력조절기, 직 교류 변환장치로 구성)을 이용하여 태양 빛 에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술	초고효율 태양전지	실리콘 기반 초고효율 태양전지 기술		
				고출력·고내구성 대면적 저가 모듈화 기술		
				셀 및 모듈 저가소재·부품 및 양산장비 기술		
			태양광 시스템	스마트 O&M(MW이상) 기술		
	입지 다변화에 따른 다양한 발전시스템 구축 기술					
	태양광· 풍력		태양광을 활용한 융복합시스템 구축 기술	탄소중립 도시형 태양광	차세대 스마트 도시형 태양전지 (건물적용 차세대 및 스마트 모바일 태양전지)	
					스마트 에너지 도시형 태양광 (스마트, BIPV 응용) 모듈 및 시스템 기술	
					풍력 핵심부품 효율향상	고출력 블레이드 설계·제작 기술
						전기 부품 효율성능 향상 기술
	풍력발전기 대형화		고정식 풍력발전기 대형화 기술			
부유식 풍력발전기 대형화 기술						
풍력단지 운전효율 향상	풍력단지 운전 신뢰성 확보기술					
	계통연계 안정성 확보기술					
② 수소	물, 유기물, 화석연료 등의 화합물 형태로 존재하는 수소를 분리, 생산하여 활용하는 기술	수소 생산	블루수소 생산			
			그린수소 생산			
		수소 저장·운송	물리적 수소 저장			
			화학적 수소 저장			
			육상 수소 운송			
		수소 발전	해상 수소 운송			
			고정형 연료전지			
가스터빈						
③ 바이오 에너지	바이오매스(Biomass, 유기성 생물체를 총칭)를 직접 또는 생·화학적, 물리적 변환과정을 통해 액체, 가스, 고체 연료를 생산하여 열·발전 또는 수송용 연료로 활용하는 기술	전력/열 생산 기술	바이오 고형연료			
			바이오중유			
			바이오가스			
		수송용 연료 생산 기술	바이오CNG/LBM			
			바이오휘발유			
			바이오경유			
			바이오선박유			
바이오항공유						

기술	정의	중분류	세부기술	
④ 철강·시멘트	온실가스 다배출 자원을 사용하는 기존공정을 온실가스 저배출·무배출의 에너지 효율적 친환경 철강·시멘트 제조로 전환하기 위한 소재·부품·공정·장비·설비 기술	저탄소/ 무탄소 그린 제철 기술	한국형 수소환원제철 기술 탄소 중립형 저탄소 연원료 대체 기술 자원순환형 초고속 전기로 공정 기술 철강 부산물 업사이클링 기술	
		탄소저감형 친환경 시멘트 기술	비탄산염 원료 및 적용 기술 가연성 순환자원 재활용 기술 혼합재 함량 증대 및 신규 혼합재 제조 기술 시멘트 생산에너지 효율향상 및 친환경 열원 활용 기술 CO <sub>2</sub> 반응 경화 클링커 및 제품 제조 기술	
⑤ 석유화학	탄소중립 新화학산업 구축을 위한 저탄소 원료 및 신재생에너지 활용, 공정에너지 저감, 부생자원 전환 등 석유화학 산업 공정 전반의 탄소 저감 기술	탄소중립 원료 활용	바이오매스 활용 폐플라스틱 활용 C1가스 전환	
		공정 탄소 저감	석유화학공정 전기화 저탄소 혁신공정 개발	
⑥ 산업공정 고도화	공정 중 직접 배출되는 온실가스 (F-gas, N <sub>2</sub> O 등) 배출을 줄이고, 에너지·자원 효율성을 극대화할 수 있는 소재개발, 공정 최적화·제어·관리 및 배출가스 처리 기술	반도체·디스플레이 산업 기술	공정가스 배출제어 기술 친환경 공정가스 대체·전환 기술 온실효과 측정 검증·인증 기술 친환경 반도체/디스플레이 소재/제조기술	
		산업 기 효율 개선	에너지다소비기기 효율 향상 공정효율 최적화 그린 스마트팩토리 고도화	
⑦ 수송효율	수송 모빌리티(승용·상용차, 철도, 선박 등)의 활동 시, 전기/수소 시스템을 적용하여, 에너지 효율 향상 및 탄소배출 저감 달성	전기 모빌리티	전기구동 시스템 차세대 전지시스템 충전인프라 고도화	
			수소 모빌리티	수송용 연료전지 고도화 수소충전 인프라 수소 모빌리티용 소부장
				지능형 모빌리티

기술	정의	중분류	세부기술
⑧ 건물효율	건물의 단열, 냉/난방 기기 효율화, 부하 저감 등의 단위 기술의 고도화와 도시/건물의 전력·열 이용 다변화, ICT 기반 에너지관리 등의 건물 운영 및 신기술의 융합을 통한 Net Zero 건축물 및 커뮤니티 구현	건물적용 단위기술	외피 및 부하저감기술
			설비 효율향상 기술
			건물 단위기술 연계·통합
		운영 및 융합기술	건축 환경 데이터 수집·분석 기술
			건물 에너지성능 평가 및 예측기술
			ICT 기반 건물 및 커뮤니티 운영 최적화기술
			신재생에너지 그리드 통합 및 운영 플랫폼
⑨ 디지털화	에너지 생산·유통·소비 단계에서 ICT를 활용하여 효율을 향상시키는 기술 (데이터와 네트워크를 기반으로 예측/운영/제어/관리를 최적화) 및 ICT 기기 (장비/디바이스)와 인프라 효율 향상 관련 기술	ICT 기기 및 인프라 효율화	에너지 하베스팅 및 고효율 장치기술
			고효율 통신·네트워크 기술
			데이터센터 에너지효율화 기술
		에너지 데이터 허브	에너지 데이터 허브 플랫폼 기술
			데이터 허브 활용 기술
		분산자원관리	신재생 안정성 및 신뢰성 확보 기술
			분산자원 통합 연계 기술
			차세대 전력망
		계통 유연성 향상 기술	
		대용량 장주기 에너지저장 기술	
⑩ CCUS	배출된 CO <sub>2</sub> 를 포집하여 심부 지층에 안전하게 저장하거나, 직접 또는 전환하여 활용하는 기술	포집	연소 배가스 포집
			산업분야 공정가스 및 합성가스 포집
			바이오가스 및 매립지가스 포집
			연료 연소 중 원천분리
			차세대 포집
		저장	수송
			탐사
			주입
			모니터링
		활용	연료 전환
			화학제품 전환
			건축소재 광물화
			탄소소재 전환

과학기술정보통신부 기초원천연구정책관  
원천기술과

담당자	전승윤 서기관
연락처	전 화 : 044-202-4516 E-mail : chai0114@korea.kr