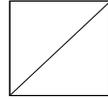


공개



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

2050 탄소중립 실현을 위한  
탄소중립 연구개발 투자전략(안)

과학기술관계장관회의

제 출 자	기획재정부 장관 홍남기 농림축산식품부장관 김현수 환경부장관 한정애 해양수산부장관 문성혁 농촌진흥청장 허태웅 특허청장 김용래	과학기술정보통신부장관 최기영 산업통상자원부장관 성윤모 국토교통부장관 변창흠 중소벤처기업부장관 권칠승 산림청장 박종호 기상청장 박광석
제출 연월일	2021. 3. 31.	

# 탄소중립 연구개발 투자전략(안) 요약

## 1 추진 배경

- 주요국들의 탄소중립 선언으로 '탄소중립'이 돌이킬 수 없는 새로운 국제질서로 자리매김하고 있으며, 이에 따라 글로벌 경제환경도 변화 예견
    - ※ 환경 친화적 기업 투자 제한, 탄소 국경세 검토, 자동차 배출규제 상향 등
    - 우리도 2050 탄소중립 선언(대통령님, '20.10)으로 새로운 도전에 착수
  - 탄소 多배출 업종이 많고 대외 의존도가 높은 우리 경제가 성장을 이어가기 위해서는 탈탄소경제로 전환이 필수이며 그 열쇠는 '기술의 혁신'
    - 미국, EU 등은 탈탄소 기술 선점을 위한 투자를 대폭 확대 중
      - ※ (美) 10년간 1.7조 달러(정부) / (EU) 10년간 1조 유로(정부+민간) / (日) 10년간 17조 엔(정부+민간)
- ⇒ 민·관 협업 및 부처 간 협업으로 국가 역량을 결집, 2050 탄소중립 실현을 위한 R&D 투자 청사진 제시 필요

## 2 기본 방향

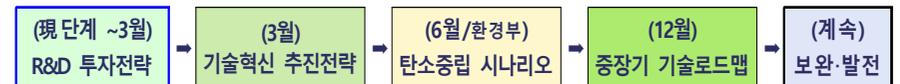
- (목표) 2017년 : 탄소배출 세계 7위 → 2050년 : 탄소중립 실현
  - 에너지 생산-가공-유통-소비의 **全** 단계별로 부문별 탄소배출량\*을 획기적으로 감축할 혁신적 기술을 개발·상용화
    - \* 發電 39.5%, 산업 33.5%, 수송 13.5%, 건물 및 기타 13.5%
  - 궁극적 목적을 '산업현장 구현'에 두고 R&D 투자 및 사업을 기획·추진

	현재	방향
에너지 생산	화석연료 등	→ <b>탈탄소화</b> (재생 에너지 등)
에너지 가공·유통	석유제품, 가스, 전기 등	→ <b>전기화, 수소화</b>
에너지 소비	산업·수송·건물 多배출	→ <b>산업공정 혁신, 에너지 고효율화</b>

## 3 추진 전략

- (정부, 마중물과 자양분 역할) 국내 기술역량 확보가 꼭 필요한 분야를 중심으로 민간의 마중물 및 미래의 자양분 역할에 역점
    - ※ 국내 수요 면에서 경제성이 부족한 분야는 R&D보다 선진국과 기술도입 및 협력 모색
    - (단기 관점) 민간 호응·동참의 기폭제 역할을 하는 마중물
      - 기술경쟁력, 국내 수요(시장), 탄소감축 효과 면에서 유망하고 기술의 개발부터 상용화까지 성공의 경험 축적이 가능한 분야를 우선 지원
    - (중장기 관점) 2050년까지 국가의 미래를 준비하는 자양분
      - 민간이 나서기 어려운 한계돌파형 기술(차세대 태양전지, CCUS 등) 개발 및 2050년까지 탄소중립의 동력이 될 기초기술 역량과 저변을 확충
  - (선제적 대응) '탄소중립 시나리오' 수립(6월, 환경부) 전에 '탄소중립 R&D 투자전략' 및 범부처 '기술혁신 추진전략'을 수립
    - ⇒ '22년도 R&D 사업의 기획 및 예산을 요구하고, 탄소감축 효과가 크면서 현장에서 시급한 기술의 개발·실증 R&D부터 우선 착수
  - (민간주도 환경 조성) 우리 기업이 적극적으로 참여할 정책·제도 마련
    - 탄소중립 기술로드맵, R&D사업 기획 등에 민간전문가가 주도적 역할
      - ※ 민·관 합동 탄소중립 기술기획위원회 출범(2월~)
    - 기업의 탄소중립 기술개발에 대한 세제 혜택, 정부 R&D 매칭비용 경감, 개발한 기술의 실증규제 개선, 공공조달을 통한 시장진출 지원 등 강화
  - (점점·보완·발전) '탄소중립 시나리오\*'를 반영한 2050년까지의 '탄소중립 중장기 기술로드맵' 등 탄소중립 기술혁신 정책의 청사진을 연내 완료
    - \* 부문별 감축 잠재량 및 비용·편익을 고려하여 최적의 탄소감축 경로 제시
- ⇒ 전 부처 탄소중립 R&D 사업을 구체화하고, 사업의 성과와 문제점 및 상황변화를 지속 점검하여 정책과 투자의 우선순위를 유연하게 보완·발전

< 범부처 탄소중립 기술혁신 정책 준비 일정 >



#### 4 탄소중립 R&D 투자전략의 주요내용

##### 1. 탄소중립 R&D 투자규모 확대

- (국가적 R&D 투자 목표) 탄소중립 R&D 투자 획기적 확대
  - 정부 R&D : 선제 투자
    - '21년 1.59조원에서 재생에너지·산업공정·에너지효율화 등 마중물 효과가 큰 분야 중심으로 투자 확대
  - 민간 R&D : 투자 견인
    - 뉴딜펀드(20조원)를 통한 투자, 기업R&D 세액공제 혜택 등 확대

##### 2. 핵심 투자분야 설정

- 에너지의 생산-가공-유통-소비 단계에서 탄소배출 흐름과 배출량을 분석, 지향하는 에너지 생산-가공-유통-소비 모습을 제시
  - ※ 탄소중립 연구기관 협의체('20.10.~'21.01), 전문가 간담회(5회) 등 워킹그룹에서 논의



- 탄소감축 효과(IEA 전망 참조) 및 산업여건 등을 고려, '10대 핵심 투자분야' 설정

##### < 10대 핵심 투자분야 >

- ① 재생 에너지 ② 수소 경제 ③ 전력 네트워크 고도화 ④ 친환경 자동차
- ⑤ 수요관리 및 고효율화 ⑥ 산업공정 혁신 ⑦ 탄소 포집·저장·활용
- ⑧ 청정연료 및 자원순환 ⑨ 핵융합 ⑩ 적응 및 흡수

#### 3. 전략적 투자

- (단기~장기 단계별 전략) 중점투자 기술의 성숙도, 시장 상황 등 고려
  - ① (단기:3년) 실리콘 태양전지 고효율화(22%→26%), 풍력 핵심부품 국산화, ICT 기반 에너지 고효율화, 저온수전해 수소 생산기술 등을 조기에 실증·상용화
  - ② (중기:10년) 텐덤 태양전지, 수소환원제철, 분산·지능형 전력망 등 분야의 기술력·경제성을 확보해 부상하는 거대시장 선점 (대형프로젝트 추진)
  - ③ (장기:30년) 유망하지만 기술이 미성숙된 유연·경량 차세대 태양전지, CCU 및 DAC\* 등 한계돌파형 기술을 확보해 미래시장을 겨냥
    - \* (CCU) CO<sub>2</sub>를 포집해 건축화학소재·연료 등 활용, (DAC) 일반 대기 중에서 CO<sub>2</sub>를 직접 포집
- (기술 수준별 전략) 우리 기술경쟁력이 높은 분야(태양광, 이차전지 등)는 시장 점유율 확대를 위한 성능향상 및 차세대 기술개발에 주력
  - 추격 분야(에너지효율, 수전해 등)는 실증·상용화를 통해 기술격차 해소

##### < 10대 핵심 투자분야 및 30개 세부 분야 + 플랫폼 >

재생에너지	태양광	풍력	해양	신재생 융합
수소 경제	수소 생산	수소 저장·유통	연료전지	수소 활용
전력 네트워크	스마트 그리드	에너지 저장		
친환경 자동차	전기차	수소차		
수요관리 및 고효율	디지털 수요관리	산업 효율향상	수송 효율향상	건물 효율향상
산업공정 혁신	철강	시멘트	석유화학	반도체 디스플레이
CCUS	포집	저장	활용	
청정연료 및 자원순환	바이오 에너지	자원순환	수소복합 발전	
핵융합	핵융합			
적응 및 흡수	기후 예측·모니터링	수질환경 수자원관리	흡수원 강화	
융합실증 플랫폼	인프라 구축·실증	에너지 안전	인력양성 국제협력	기업지원 표준화 및 인증

□ **부처별 역할분담 및 부처협업 강화**

- 범 부처 '탄소중립 R&D 투자전략' 등에 따라 각 부처는 부문별(발전·산업·수송·건물 등) 산업현장 적용을 목표로 하는 R&D 사업 기획·추진
- 현장 호응도가 높은 부처간 협업 R&D 사업을 예산에 우선 반영

< 부처별 역점 분야 >

부처	부처별 탄소중립 R&D 역점 분야
과학기술정보통신부	■ 탄소중립 핵심분야 원천기술 확보, ICT를 활용한 에너지 고효율화
산업부	■ 탄소 多배출업종 대상 온실가스 저감을 위한 산업공정 개선 ■ 재생에너지수소경제 활성화, 계통 안정화, 소비 효율화를 위한 기술개발
국토부	■ 제로에너지 건물, 친환경 교통, 수소 인프라 기술개발 강화
환경부	■ 탈 플라스틱 기술 등 자원순환 기술, 탄소흡수, 기후적응 기술 강화
해수부	■ 해양에너지, 해양생태계 기반 탄소 흡수저장 강화
중기부	■ 중소기업 맞춤형 탄소중립 모델 개발·보급
기상·산림청	■ 기후변화 예측 및 영향평가, 생태계 흡수원 강화

**4. 민간 주도를 위한 여건 조성**

① **민간 주도형 R&D 추진체계 정비**

- 탄소중립 기술 분야의 국내 대표적 CTO들이 참여하는 '민·관 합동 기술기획위원회' 및 관련 기업 상설협의체 운영 (2월~)
  - ※ 산하 5개 분과위(에너지, 고탄소산업, 수송·교통, 도시국토·ICT, 환경) 포함 총 100여명
- 중장기 기술로드맵 수립 및 R&D 사업 기획 등에 주도적 역할 부여
- 상용화 목표인 탄소중립 R&D 사업은 민간전문가(PM)가 권한과 책임을 가지고 **상황변화**에 따라 전략·일정을 **유연하게** 운영하는 방식을 확대
  - ※ (예시) (과기부) 혁신도전 프로젝트, (산업부) 알키미스트 프로젝트
- 기획 단계부터 **특허 정보**를 활용, 글로벌 동향 및 우리의 장점·약점 분석

② **기업의 R&D 투자 적극 유도**

- (세계 혜택) 탄소중립 분야 기업 투자 확대를 위해 **신성장·원천기술 R&D비용 세액공제\*** 대상에 탄소중립 추진을 위한 핵심기술 추가 검토
  - \* 신성장·원천기술 R&D 세액공제 비율 : 20~40% (조세특례제한법)

- (매칭투자) 기업이 탄소중립 기술 정부 R&D사업에 참여할 경우, 기업의 부담 완화를 위해 **매칭비율 조정 등 다양한 방안** 강구
- (공기업 투자유도) 에너지 분야 공기업에 매년 탄소중립 R&D 투자 확대를 권고하고, 해당 기관의 투자실적을 **경영평가 지표에 확대** 반영
  - ※ (예시) '21년, 28개 공공기관에 그린뉴딜 분야 R&D 630억원 투자 권고

③ **R&D - 실증 - 시장진출까지 중단계 지원**

- (소·부·장 방식 기업지원) 출연연·대학의 연구인프라를 결집, 기업의 탄소중립 **애로기술 해결, 시설장비, 시험·인증, 인력양성** 등 지원
  - ※ 소부장 사례 : 국가연구실(N-Lab) 출연(연) 25곳 / 국가연구시설(N-facility) 대학·출연(연) 11곳 / 국가연구협의체(N-team) 산학연 연구협의체 15개 기관
- (실증 등 규제개선) 종합적 실증을 통해 **성공 경험을 축적**할 수 있도록 **연구개발특구** 등을 활용하여 **넓은 규제\***를 과감히 개선
  - \* (예시) 고온에서 작동하는 고온·고분자 연료전지를 건물 난방에 적용하여 난방효율 및 안정성 등을 검증할 기준 부재
- (공공 조달) 공공 조달이 **조속한 시장진출**의 마중물이 되도록 **혁신 조달 연계형 R&D**('21, 554억원) **확대** 및 **혁신형 공공조달과 연계** 강화
  - ※ 「수요발굴→ R&D 추진→ 혁신제품 지정→ 공공조달」 (기재부, 조달청, 과기부, 산업부 등)

**5. 향후 계획**

- **부처 협업사업 기획(각 부처) 및 민·관협의체 구성·운영(혁신본부) : '21. 3월 ~**
  - 부처 간 협업 및 산업 현장 수요를 반영하여 '22년도 R&D 사업 및 예타 관련 사업 기획 추진
  - 민·관 합동 탄소중립 R&D기획위원회, 민간기업 상설협의체 구성·운영
- **'22년 탄소중립 R&D 예산(안) 배분·조정(혁신본부) : '21. 5~6월**
  - 10대 핵심 투자분야를 중심으로 '22년도 예산 배분·조정

과학기술관계장관회의	
회 차	2021-16 (제3호)

---

**2050 탄소중립 실현을 위한**  
**탄소중립 연구개발 투자전략(안)**

---

**2021. 3. 31.**



# 순서

I. 수립 배경 .....	1
II. 국내외 현황 및 여건진단 .....	2
III. 기본 방향 .....	6
IV. 핵심 투자분야 .....	8
V. 탄소중립 연구개발 투자전략 .....	12
[전략 1] 전략적 투자 .....	13
[전략 2] 민간 주도를 위한 여건 조성 .....	18
VI. 향후 계획 .....	21

# I. 수립 배경

## ◇ 기후변화 대응을 위한 신기후체제 출범 : 파리협정

- (지구 온난화) 인간의 활동으로 산업화 이전(1850~1900) 대비 현재 약 1°C 온난화를 유발하였으며, 최근 10년마다 0.2°C 상승 추세
  - \* IPCC 지구 온난화 1.5°C 특별보고서(2018) : 지구 온도가 산업화 이전 대비 1.5 °C 이상 상승하지 않으려면 2050년에는 탄소중립에 도달해야 한다고 분석
- (신기후체제) 지구 평균 온도를 산업화 이전 대비 2°C보다 낮은 수준으로 유지하기 위해 모든 국가가 참여하는 파리협정\* 적용('21.1)
  - \* 모든 회원국에게 온실가스감축 의무가 부여되었으며, 우리나라는 '30년까지 '17년 배출량 대비 24.4% 감축 목표로 확정('20.12)

## ◇ 탈탄소사회 진입 : 친환경 시장 확대, 탄소중립 선언

- (친환경 시장) 각국의 수소경제 추진, 태양광·풍력 등 재생에너지 발전 비중 확대, 전기차·수소차 보급 등으로 친환경 시장의 급성장 전망
  - \* 민간 영역에서는 구글, 애플 등 글로벌 기업 중심으로 기업 사용전력의 100%를 재생 에너지로 충당하는 RE100 자발적 참여 확대 중(280여개 기업, SK 계열 6개사 가입 확정)
- (탄소장벽) EU·미국의 탄소국경세\* 도입 논의 본격화, 미국·중국의 친환경차 의무판매제도 도입, 내연기관차 판매금지 국가 확대 중
  - \* 온실가스 배출규제가 약한 국가의 상품을 규제가 강한 국가로 수출시 세금을 부과하는 제도로 선진국을 중심으로 ESG(환경·사회·지배구조)를 강조하면서 탄소세 도입 확대 추세
- (탄소중립) 유엔 기후정상회의('19.9)를 시작으로 EU, 미국, 일본('50년), 중국('60년)에 이어 우리나라도 '50년까지 탄소중립 선언('20.10월, 대통령)

→ 한국의 탄소 배출량은 '18년을 정점으로 감소 전망, 다른 국가에 비해 배출 정점 이후 탄소중립까지 기간이 짧아 적극적인 전략 필요

\* 온실가스 배출 추이(백만톤) : ('16) 692 → ('17) 709 → ('18) 727 → ('19) 702(잠정)  
 \*\* 탄소중립까지 소요기간(정점 기준) : EU 60년, 일본 37년, 한국 32년, 중국 30년

# II. 국내외 현황 및 여건진단

## ◇ 해외 정책 및 투자 : 탄소중립 정책 발표 + 대규모 투자

- (정책) 각국에서 최근 탄소중립 선언 후 관련 정책을 잇달아 발표 중
  - (미국) 바이든 정부는 '기후변화 대응'을 주요 국정과제로 설정하고, 파리기후협정 재가입, 연방정부 저탄소 차량 의무구입 등 추진 중
 

```

                    graph LR
                    A["① 파리기후협약 복귀 지시 행정 명령 서명  
'21.1.20.(취임식)"] --> B["② 공중보건·환경보호 및 기후변화대응에 대한 과학회복 행정명령 서명  
'21.1.20.(취임식)"]
                    B --> C["③ 국내외 기후 위기 대처 행정 명령 서명  
'21.1.27."]
                    C --> D["④ 기후위기대응을 위한 과학기술 혁신계획 제시  
'21.2.11."]
                    
```
  - (EU) EU 정상회의는 '50년 탄소중립 달성을 목표로 하는 유럽 그린딜 ('19.12월)에 합의하고 감축 목표 상향\*, 탄소국경세 등 논의 중
    - \* 감축목표를 '30년까지 '90년 대비 기존 40%에서 55%로 상향 조정하고, 기후법 (Climate Law) 제정을 통해 법적 구속력 부여 예정
  - (일본) 탄소중립 이행전략으로 '2050 탄소중립에 따른 녹색성장전략 ('20.12월)'을 수립하고, 핵심산업에 대한 구체적인 전망 및 목표 제시
    - \* 전력부분은 재생에너지, 원자력, 수소전력 등을 통해 탈탄소화하고, 비전력부분은 전기화 및 열수요에 대한 수소화 및 CO<sub>2</sub>회수로 대응
- (투자) EU, 미국, 일본, 독일 등에서 대규모 투자계획을 발표

구분	미국 (~'30)	EU (~'30)	일본 (~'30)	독일 (~'30)	영국 (~'50)	호주 (~'30)
투자 규모	1.7조 달러 (1,870조원)	1조 유로 (1,320조원)	17조 엔 (178조원)	5백억 유로 (68조원)	120억 파운드 (19조원)	180억 호주달러 (14.5조원)

- \* 미국, 독일, 영국, 호주는 정부 예산만 포함, EU, 일본은 민·관 합계 기준
- \*\* 투자규모는 R&D 뿐만 아니라, 인프라 구축 및 지원, 배출권, 투자기금 등이 포함
- 미국의 경우 향후 10년간 청정에너지 혁명과 청정발전, 관련 산업 분야 등에 1.7조 달러를 투자할 계획
  - \* 재원은 소득세 및 기업법인세 등 증세를 통해 마련하고, 에너지·수송 분야 외에도 친환경 자동차 공공기관 구입 확대, 친환경 신규 공공주택 150만개 등을 포함

◇ **국내 정책 및 투자 : 신재생 중심 정책 + 투자 확대 추세**

- (정책) 탄소중립 선언 이후 '2050 탄소중립 추진전략'에서 방향을 제시, 추후 탄소중립 시나리오(6월, 환경부)에 따라 부처별로 구체화할 예정
  - (2050 탄소중립 추진전략) 2050 탄소중립을 위해 '적용적 감축'에서 '능동적 대응'으로 방향 제시와 함께 3+1 전략 발표(기재부 등)
    - \* 3(경제구조의 저탄소화, 新유망 저탄소산업 생태계 조성, 탄소중립 사회로의 공적전환) + 1(탄소중립 제도적 기반강화)
  - (후속 대책) 기후변화 적응대책(LEDs 포함, 환경부), 전력수급 및 신재생 에너지 기본계획(산업부)이 '20.12월 발표되었으며, 기존 정책목표를 승계'
    - \* 배출량 : '30년까지 '17년 대비 24.4% 감축 → '25년 이전에 목표 상향 예정 / 신재생에너지 비중 : '30년 20% 수준 (재생에너지3020, 3차 에너지기본계획 상 목표)

- (투자) 재생에너지, 수요관리 및 고효율 분야에 대한 지속적인 투자와 함께 최근 수소, 친환경 자동차 중심으로 R&D 투자 확대 중

- 탄소중립 분야 정부 예산 추이는 '19년 1조 485억원(6.5% ↑)에서 '20년 1조 3,333억원(27.1% ↑), '21년 1조 5,995억원(19.9% ↑)으로 최근 급증

\* 정부 R&D 증가율보다 높은 수준 / 정부 R&D 증가율 ('19) 5.0%, ('20) 19.4%, ('21) 13.4%  
(단위 : 백만원, %)

구분	'17	'18	'19	'20	'21	연평균 증가율
합계	917,804	984,929	1,048,503	1,333,250	1,599,449	14.9
재생에너지	179,124	191,644	225,158	252,865	245,093	8.2
수소 경제	46,237	49,023	65,459	106,495	177,713	40.0
친환경 자동차	37,881	41,304	75,322	142,718	173,888	46.4
수요관리·고효율	162,067	163,435	146,496	167,065	230,208	9.2
CCUS	84,480	84,328	86,494	67,285	104,871	5.6
청정연료·자원순환	94,583	88,960	86,543	116,936	137,191	9.7

→ 제조업 기반 국가\* 모두 탄소중립을 선언하고 대규모 투자를 발표, 한국도 글로벌 기후위기 극복과 신산업 창출을 위한 적극적 대응 필요

\* 미국, 일본, 독일, 중국 등

◇ **국내 산업(발전) 여건 : 탄소중립은 도전적 과제**

- (국내 여건) 우리의 제조업 중심 산업구조, 화석연료 위주 에너지믹스 등 감안 시 탄소중립은 매우 어려운 과제지만, 피할 수 없는 과제
  - (산업) 높은 제조업 비중, 철강, 시멘트, 화학 등 탄소 다배출 업종 중심의 산업구조는 다른 주요국 대비 탄소중립 실현에 어려운 여건
    - \* 제조업 비중/에너지 다소비업종(%, '19) : (韓) 28.4/8.4, (EU) 16.4/5.0, (美) 11.0/3.7
  - (발전) 높은 화력발전 비중, 국토의 70%를 차지하는 산지와 계통섬\* 입지 구조로 신재생 에너지로 신속한 전환이 쉽지 않은 상황
    - \* 유럽 등 국가는 지형상 주변국들과 전력계통 연계를 통해 안정적인 전력수급이 가능하나, 우리는 타국으로부터 안정적인 전력계통 확보에 한계
- (기술성숙도) 저탄소 기술은 기술수준이 낮아 민간의 단독 추진에는 한계가 있으므로 정부의 전폭적인 지원과 선도적 투자가 필요한 분야

< 저탄소 밸류체인 기술성숙도 (35개, IEA 에너지기술전망2020) >

구분	성숙	초기도입	실증	대규모 프로토타입	소규모 프로토타입
주요분야 (개)	수력, 지열 (7)	태양광, 풍력 (15)	CCS, 수소터빈 (6)	스마트 충전 (2)	전기화 시멘트 (5)

- (기술 혁신) 현재 기술과 가격 수준으로는 기존 기술·산업 대체가 요원하여, 게임 체인저(game changer) 글로벌 혁신기술 개발이 절실
  - 지금까지 다양한 핵심요소 기술을 개발·상용화\*해 왔으나, 일부는 기술 개발 후 실증 부족 및 시장 미성숙\*\* 등으로 상용화에 한계
    - \* 결정질 실리콘 태양광, 육·해상 풍력발전, 수소연료전지, ESS 등
    - \*\* 탄소 포집·저장(CCS), 수소 생산(알칼라인 수전해, 천연가스 개질) 등

→ 정부의 전략적 R&D 투자와 함께 수요 기업을 포함한 산업계의 적극적 참여를 통해 글로벌 기술혁신을 선도할 필요

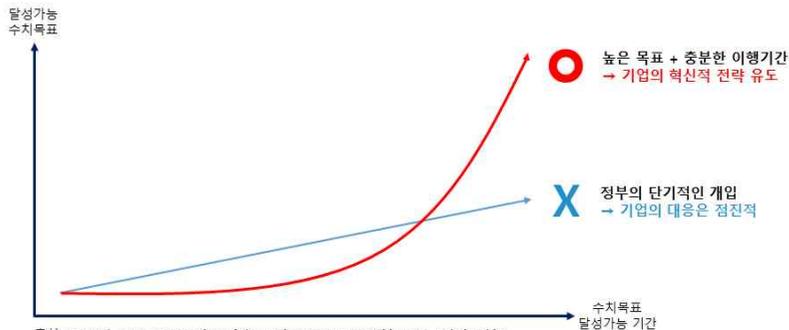
※ 1990년대 G7프로젝트로, 수소전기차(현대차) 및 256M DRAM(삼성) 개발 등 건인

## ◇ 시사점

- **(민간주도)** 기술혁신을 위해서는 대학·출연연 뿐만 아니라, 개발된 기술의 상용화 및 시장 적용을 위한 민간의 주도적 역할이 긴요
    - 특히, **대규모 전환비용** 발생이 우려\*되는 분야는 R&D 기획부터 상용화까지 전 단계에서 산업계의 참여를 위한 시스템 필요
    - \* 철강·시멘트·석유화학 3개 업종 전환비용만 400조원 이상이며, 수명이 남은 기존 설비의 매몰비용까지 고려한다면 비용은 더 커질 우려(산업연구원, '20.10.)
  - **(선제적 기술혁신)** 각국의 탄소중립 선언 이후 대폭 확대되는 친환경 신시장 선점을 위해서는 신속한 R&D 방향 설정과 투자가 필요
    - \* 세계 배출량의 43%를 차지하는 미·중 탄소중립 선언과 주요국의 대규모 투자로 재생에너지, 전기차, 수소 등 친환경 신시장의 대폭 확대 전망
  - **(지속가능성 확보)** 탄소중립은 30년간 추진해야 하는 정책으로 기술진보, 사회상황 등을 고려한 점검·보완·발전과 함께 정책적 일관성 유지
    - \* 탄소중립 시나리오, 중장기 기술로드맵, 부처별 탄소중립 주요 정책, 사업별 성과 및 상황변화를 고려하여 R&D 투자전략 등 지속 점검·보완·발전
- ⇒ **민·관 협업 및 부처 간 협업**으로 국가 역량을 결집, 2050 탄소중립 실현을 위한 **R&D 투자 청사진**을 신속하게 제시하고 **중장기 탄소중립 기술혁신**에 착수

### < 환경과 경쟁력에 관한 포터이론 >

- 환경정책의 경우 불확실성 속에서 기업을 포함한 혁신을 유도하려면, 정부의 단기간 개입을 반복하는 것이 아니라 **높은 수치의 목표를 내걸고, 장기간의 이행 기간을 확보하며, 예측가능하고 안정적인 정책**을 취하는 것이 유효한 전략



출처 : Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship  
(Michael E. Porter and Class van der Linde)

## Ⅲ. 기본 방향

### ▣ (목표) 2017년 : 탄소배출 세계 7위 → 2050년 : 탄소중립 실현

- 에너지 생산-가공·유통-소비의 쉰 단계별로 부문별 탄소배출량을 획기적으로 감축할 혁신적 기술을 개발·상용화
  - \* 發電 39.5%, 산업 33.5%, 수송 13.5%, 건물 및 기타 13.5%
- 궁극적 목적을 '**산업현장 구현**'에 두고 R&D 투자 및 사업을 기획·추진

	현재	방향
에너지 생산	화석연료 등	→ 탈탄소화(재생 에너지 등)
에너지 가공·유통	석유제품, 가스, 전기 등	→ 전기화, 수소화
에너지 소비	산업·수송·건물 多배출	→ 산업공정 혁신, 에너지 고효율화

- ① **(정부, 마중물과 자양분 역할)** 국내 기술역량 확보가 꼭 필요한 분야를 중심으로 민간의 마중물 및 미래의 자양분 역할에 역점
  - \* 국내 수요 면에서 경제성이 부족한 분야는 R&D보다 선진국과 기술도입 및 협력 모색
  - (단기 관점) 민간 호응·동참의 기폭제 역할을 하는 마중물
    - 기술경쟁력, 국내 수요(시장), 탄소감축 효과 면에서 유망하고 기술의 개발부터 상용화까지의 성공의 경험 축적이 가능한 분야를 우선 지원
  - (중장기 관점) 2050년까지 국가의 미래를 준비하는 자양분
    - 민간이 나서기 어려운 **한계돌파형 기술**(차세대 태양전지, CCUS 등) 개발 및 2050년까지 탄소중립의 동력이 될 **기초기술 역량과 저변을 확충**
- ② **(민간주도 환경 조성)** 우리 기업이 적극적으로 참여할 정책·제도 마련
  - 탄소중립 기술로드맵, R&D 사업 기획 등 탄소중립 기술혁신 정책 전 과정에 산업계의 적극 참여를 위한 기반 마련
  - \* 민·관 합동 탄소중립 기술기획위원회 출범(2.9.~)

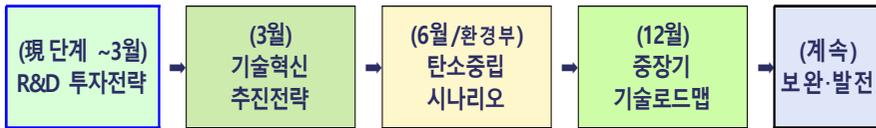
③ (선제적 대응) '탄소중립 시나리오' 수립(6월, 환경부) 전에 '탄소중립 R&D 투자전략'을 수립하여 '22년 R&D 사업 방향을 민·관에 제시

⇒ 탄소감축 효과가 크면서 현장에 시급한 기술의 개발·실증을 조속히 추진할 수 있도록 '22년 R&D 사업의 기획 및 예산 요구

④ (점점·보완·발전) '탄소중립 시나리오'를 반영한 '50년까지의 '탄소중립 중장기 기술로드맵' 등 탄소중립 기술혁신 정책의 청사진을 연내 완료

⇒ 전 부처 탄소중립 R&D 사업을 구체화하고, 사업의 성과 및 상황 변화를 지속 점검하여 정책과 투자의 우선순위를 유연하게 보완·발전

< 범부처 탄소중립 기술혁신 정책 준비 일정 >



< 투자전략 - 기술혁신 추진전략 - 기술로드맵 연계방안 >

정책	R&D 투자전략	기술혁신 추진전략	중장기 기술로드맵
중점	정부 투자	사업·집행	기술 발전
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 생산·가공·유통·소비 전 분야와 탄소 순환을 감안 (적응, 흡수 등 포괄)</li> <li>단기/중장기 예산의 투자 방향을 제시 (투자 확대, 분야별 방향)</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. 핵심 투자분야

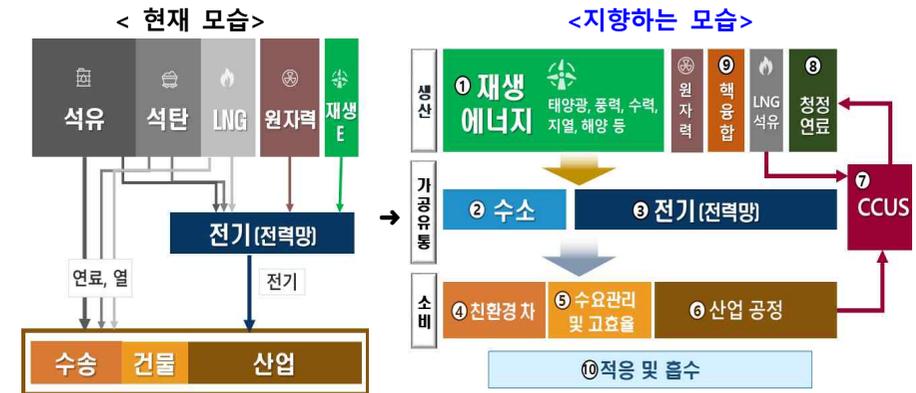
■ 에너지 생산부터 소비 단계의 2050 지향하는 모습을 기준으로 탄소감축 효과 등을 고려해 핵심분야를 도출하고, 기술수준 진단

### ① 핵심 분야 설정

□ 화석에너지 중심의 사회에서 2050 탄소중립 사회로 이행을 위해서는 에너지 생태계 전 과정의 혁신과 재구조화가 필요

○ 에너지의 생산·가공·유통·소비 단계에서 탄소배출 흐름과 배출량을 분석, 지향하는 에너지 생산·가공·유통·소비 모습을 제시

\* 탄소중립 연구기관 협의체(20.10.~'21.02), 전문가 간담회(5회) 등 워킹그룹에서 논의



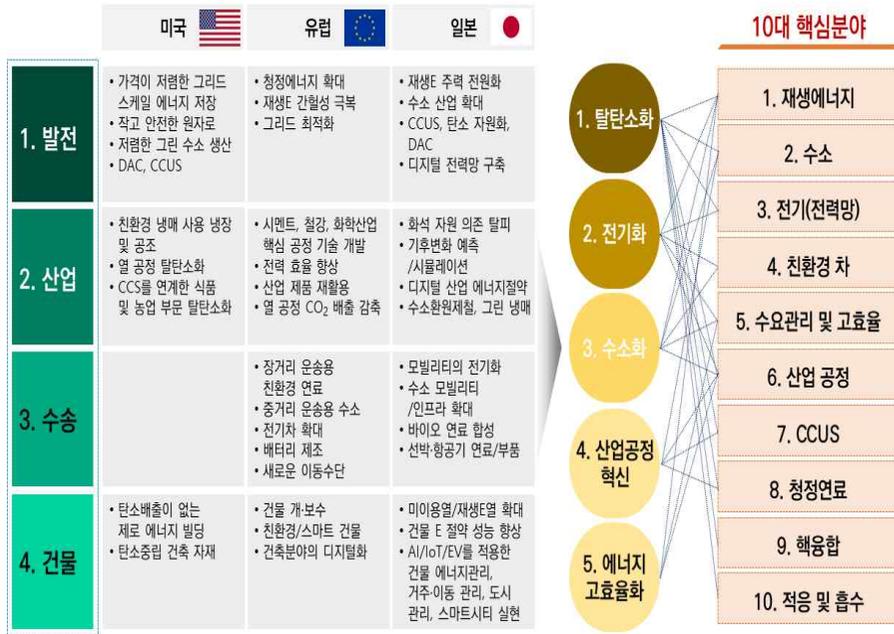
○ 탄소감축 효과(IEA 전망 참조) 및 산업여건 등을 고려한 '8대 분야'와 post-에너지원, 환경을 고려한 총 '10대 핵심 투자분야' 설정

< 10대 핵심 투자분야 >

- ① 재생 에너지 ② 수소 경제 ③ 전력 네트워크 고도화
- ④ 친환경 자동차 ⑤ 수요관리 및 고효율화 ⑥ 산업공정 혁신
- ⑦ 탄소 포집·저장·활용(CCUS) ⑧ 청정연료 및 자원순환
- ⑨ 핵융합 ⑩ 적응 및 흡수

□ 10대 핵심 분야에는 미국, 유럽, 일본에서 최근 발표한 탄소중립 관련 주요 분야와 그간 우리가 발표한 주요 정책 상 기술을 포함

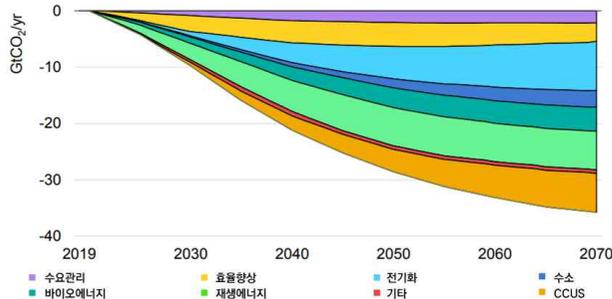
< 주요국의 탄소중립 주요 기술과 10대 핵심분야 간 연계 >



※ (미국) 바이든 기후변화 대응 혁신기술(공약), (유럽) Fit for NET ZERO('20.10.), (일본) 혁신적 환경이노베이션전략('20.1.), 녹색성장전략('20.12.)

< IEA 에너지기술전망 2020 >

■ (탄소감축 기여도 비중) 재생에너지 23%, 전기화 20%, 효율향상 15%, CCUS 15%, 바이오에너지 12%, 수요관리 7%, 수소 6%, 기타 2%



② 탄소중립 분야 기술수준

□ (기술수준·격차) 탄소중립 분야 최고기술보유국은 미국 및 EU이며 한국의 기술수준은 80%, 기술격차는 3.0년 (녹색기술센터 기술수준조사, '21.3.)

< 감축분야의 국가별 기술수준 및 기술격차 >

구분	한국	중국	일본	미국	EU
기술수준(%)	80	80	90	100	100
기술격차(년)	3.0	3.5	1.5	0.0	0.0

○ 기술수준 상위 분야는 전기지능화 기기, 태양광 및 연료전지 분야, 하위 분야는 지열, 수소저장 및 CCUS 분야

< 국내 탄소중립기술 분야 연구개발수준 상·하위 3개 분야 >

상위	분야	최고기술 보유국	기술 수준(%)	기술 격차(년)	하위	분야	최고기술 보유국	기술 수준(%)	기술 격차(년)
1	전기지능화 기기	미국, EU	89.0	1.5	1	지열	미국, EU	75.0	5.0
2	태양광	미국	88.0	1.5	2	수소저장	미국	76.5	3.0
3	연료전지	미국	85.0	2.0	3	CCUS	미국	78.0	5.0

□ 주요 분야별 기술수준

○ (재생에너지) 국내·외적으로 CO<sub>2</sub> 감축 잠재력이 가장 큰 태양광 기술은 세계적 수준이나, 풍력은 경쟁국 대비 기술격차가 큰 상황

\* IEA 에너지기술전망('20)의 발전 부문의 탄소 감축 기술 비중 : 태양광(27%), 풍력(18%)

○ (수소경제) 각국에서 최근 경쟁적으로 추진\*하는 초기 단계 시장으로 연료전지는 높은 수준이나, 수소의 생산·저장·운송 등 기술은 부족

\* 일본('17), 호주('19), 미국('20), EU ('20), 독일('20), 프랑스('20) 등 수소전략 발표

○ (산업효율) 소형기기, 센서, 관리 등 개별 기술은 일부 확보, 국내 여건상 산업 핵심공정 중심의 저탄소화를 위한 기술개발 시급

○ (CCUS) 각국의 탄소중립 선언으로 빠른 성장이 예상되며, CO<sub>2</sub> 포집·저장은 대규모 실증과 저장소 확보, 활용은 조기 상용화 기술 필요

◇ 현장의 목소리 : 혁신기술 + 투자

◇ (현장 의견수렴) 기후에너지 전문가 회의(4회), 수소분야 전문가 간담회 및 현장 방문(10.28), 기후에너지 연구기관 협의체 운영(10회) 등

(태양광) “차세대 제품개발을 통해 중국과의 기술격차 확대 필요”(연)

(풍력) “해상 풍력·부유식 풍력 기술개발 필요”(산)

(연료전지) “국내에서의 트랙레코드 확보, 차세대 소재에 대한 지원 필요”(산)

(수소) “생산/이송·저장 분야 그린 기술 확보 필요”(연)

(고효율) “효율향상을 통한 에너지 소비구조 혁신에 집중 필요”(연)

(전력망) “계통 수용성·안정성을 위한 기술개발과 대규모 설비투자 필요”(학)

(CCUS) “CCS 상용화를 위한 포집 실증, 대규모 저장소 확보가 시급한 과제”(연)



- 선도형과 추격형 기술이 혼재된 상황으로 태양광, 연료전지, 친환경 차 기술의 고도화와, 풍력, CCUS, 기후적응 등은 신속한 기술격차 해소 필요
- 수소 생태계 전반의 빠른 조성, 제로에너지 건물 기술 확보와 함께 국내 산업구조 상 철강·시멘트·석유화학 등 탄소 다배출업종에 대한 기술혁신이 필수

V. 탄소중립 연구개발 투자전략

목표

▣ 2017년 : 탄소배출 세계 7위 → 2050년 : 탄소중립 실현

추진 방향

▣ 2050 탄소중립 실현을 위한 탄소중립 기술 혁신

- ◇ R&D 투자 ⇒ 탄소중립 사회 실현을 위한 전략적 R&D 투자 확대
- ◇ 추진체계·플랫폼 ⇒ 민간 주도형 + 탄소중립 지원 기반 구축

핵심 전략

전략적 투자

- 민·관이 협력하여 R&D 투자규모 지속 확대
- 전주기 경쟁력 확보를 위한 부처 협업 투자
- 단기·중장기 투트랙 전략

민간주도를 위한 여건 조성

- 민간 주도형으로 R&D 추진체계 정비
- 기업의 적극적 참여 유도
- R&D - 실증 - 시장진출까지 전 단계 지원
- 탄소중립 R&D 지원 기반 강화

- ◇ 기술 혁신을 통해 2050 탄소중립을 견인할 수 있도록 전략적 투자규모 확대 및 단기·중장기 투트랙 전략 추진

## ① 민관이 협력하여 R&D 투자규모 확대

### □ (국가적 R&D 투자) 탄소중립 R&D 투자 획기적 확대

#### ○ 정부 R&D : 선제 투자

- '21년 1.59조원에서 재생에너지·산업공정·에너지효율화 등 마중물 효과가 큰 분야 중심으로 투자 확대

\* 탄소중립 분야 정부 R&D 예산 증가율('19~'21) : 17.5%

#### ○ 민간 R&D : 투자 견인

- '18년 2.34조원에서 정부 투자 확대와 함께 뉴딜펀드(20조원)를 통한 투자, 기업 R&D 세액공제 혜택 등 확대를 통해 민간 투자 유도

\* 탄소중립 분야 민간 R&D 예산 증가율('13~'18) : 4.3%  
(2018 기후기술 산업통계 보고서, 녹색기술센터, '20.12.)

## ② 탄소중립 전주기 경쟁력 확보를 위한 부처 협업 투자

부처	부처별 탄소중립 R&D 역점 분야
과기정통부	■ 탄소중립 핵심분야 원천기술 확보, ICT를 활용한 에너지 고효율화
산업부	■ 탄소 다배출업종 대상 온실가스 저감을 위한 산업공정 개선 ■ 재생에너지·수소경제 활성화, 계통 안정화, 소비 효율화를 위한 기술개발
국토부	■ 제로에너지 건물, 친환경 교통, 수소 인프라 기술개발 강화
환경부	■ 탈 플라스틱 기술 등 자원순환 기술, 탄소흡수, 기후적응 기술 강화
해수부	■ 해양에너지, 해양생태계 기반 탄소 흡수·저장 강화
중기부	■ 중소기업 맞춤형 탄소중립 모델 개발·보급
기상·산림청	■ 기후변화 예측 및 영향평가, 생태계 흡수원 강화

### □ (과기정통부) 탄소저감 및 경제적 파급효과가 큰 도전적 원천연구

- (10대 핵심기술) 탄소중립 분야별 특성에 따라 초고성능 달성, 상용화 가속 등을 위해 10대 프로젝트 도전적 원천연구 사업 기획·추진
- (수소) 기술개발 로드맵('19.10월)에 따라 수소 원천기술개발 투자를 강화하고 청정수소 공급망 구축을 위한 범부처 사업 기획·추진
- (탄소자원화) CCU 로드맵('21.5월)에 따른 CO<sub>2</sub> 포집·활용 핵심기술 개발 착수 및 기타 탄소(산업 부생가스 등)의 고부가 전환·활용 강화
- (디지털화) ICT를 활용한 에너지 생산·소비·유통 효율화 및 ICT 산업 자체의 에너지 효율향상을 위한 다부처 사업 기획·추진

### □ (산업부) 저탄소 산업구조로 대전환 및 에너지 전환정책의 가속화

- (산업공정) 다배출업종을 대상으로 (단기) 효율개선·공정관리 고도화, (장기) 근본적 탄소저감을 위해 필요한 新공정 개발을 적극 지원
- (수송) 전기차 성능·편의성 제고, 중대형 상용차의 전동화, 내연기관 차의 하이브리드화 및 연비개선 관련 기술개발 강화
- (에너지 공급) 전기화·수소화를 위해 태양광, 풍력, 수소 등 신재생 에너지 기술과 재생에너지 확대를 뒷받침할 계통·전력망 기술 개발
- (에너지 수요) 에너지 사용량 절감을 위해 에너지기기 효율향상, 에너지관리 기술 고도화, 데이터기반 실시간 수요제어 기술 고도화, 산업 효율향상 등 지원

### □ (국토부) 탄소중립도시 조성 기반기술과 친환경 초고속철도망 개발

- (탄소중립도시) 건물에너지성능 진단, 취약부위 보강설계 자동화 등 제로에너지 건물과 탄소중립도시 조성을 위한 인프라 기반기술 개발
- (친환경 철도) 수소연료전지 철도차량, 전기트램 실용화와 (단기) 370km/h 이상 고속운행, (장기) 미래 초고속 하이퍼튜브 철도 개발



< 10대 핵심 분야 및 30개 세부 분야 + 플랫폼 >

재생에너지	태양광	풍력	해양	신재생 융합
수소 경제	수소 생산	수소 저장·운송	연료전지	수소 활용
전력 네트워크	스마트 그리드	에너지 저장		
친환경 자동차	전기차	수소차		
수요관리 및 고효율	디지털 수요관리	산업 효율향상	수송 효율향상	건물 효율향상
산업공정 혁신	철강	시멘트	석유화학	반도체 디스플레이
CCUS	포집	저장	활용	
청정연료 및 자원순환	바이오 에너지	자원순환	수소복합 발전	
핵융합	핵융합			
적응 및 흡수	기후 예측·모니터링	수질환경 수자원관리	흡수원 강화	
융합실증 플랫폼	인프라 구축·실증	에너지 안전	인력양성 국제협력	기업지원 표준화 및 인증

※ 30개 세부 분야에 대한 단기 및 중장기 전략 : 참고 2 (23페이지~)

< 예시 : 재생에너지 (태양광) >

□ ①-1 태양광 : 실리콘계 초고효율화와 차세대 태양전지 선점을 통해 글로벌 가격경쟁력 확보 및 시장 점유율 확대

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 실리콘 태양전지 기반의 초고효율 모듈                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 결정질 실리콘 태양전지, 양면형, 표면 재결합 최소화</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 신시장 창출을 위한 차세대 태양전지                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 페로브스카이트/실리콘 탠덤, 경량유연·고감도(유기물, CIGS, I-III-VI, III-V 등)</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 태양광 입지 다변화를 통한 보급 확대                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수상·해상, 영농형, 건물형, 산업단지 내 지붕형 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 미래원천 기술 글로벌 경쟁력 확보                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저가, 고내구성 소재소자, 박막 태양전지 대면적화</li> </ul> </li> </ul>

2

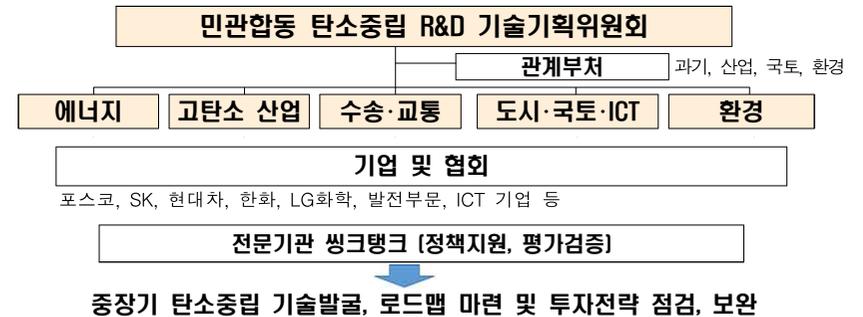
민간 주도를 위한 여건 조성

◇ 산업현장의 탄소중립 실현하기 위해 민간 주도형으로 추진체계를 정비하고, 기업의 투자 확대를 위한 제도 개선 및 기반 강화

① 민간 주도형으로 R&D 추진체계 정비

- 민·관 합동 탄소중립 R&D 기획위원회 (2050 탄소중립위원회와 연계·협력)
  - 기업 대표, 관계 부처 등이 참여, 산업계 수요를 기반으로 탄소중립 혁신기술을 발굴, 기술로드맵을 마련하고 R&D 투자전략에 반영

< 민·관 기술협력 체계도 >



- 민간기업 상설 협의체 (산업기술진흥협회 지원)
  - 분야별 선도기업 CTO(최고 기술 책임자)가 참여하는 상설 협의체를 구성, 민간의 자발적 참여 유도를 위한 제도정비, 인센티브 방안 등 의견수렴
    - \* 「민관합동 탄소중립 R&D 기술기획위원회」에 제시
- 탄소중립 R&D 싱크탱크 설치·운영
  - (정책지원 센터) 출연연 등 전문성을 활용, 글로벌 기술·시장 동향 분석, R&D 투자·인력·성과 정보 구축, 해외 연구기관 네트워크 구축 추진
  - (평가·검증 센터) 부문별 감축 잠재량 분석 및 기술 개발·적용에 따른 탄소 감축 효과성 검증

## ② 기업의 적극적 참여 유도

- (세계 혜택) 탄소중립 분야 기업 투자 확대를 위해 신성장·원천기술 R&D비용 세액공제\* 대상에 탄소중립 추진을 위한 핵심기술 추가 검토
  - \* 신성장·원천기술 R&D 세액공제 비율 : 20~40% (조세특례제한법)
- (매칭투자) 기업이 탄소중립 기술 정부 R&D사업에 참여할 경우, 기업의 부담 완화를 위해 매칭비율 조정 등 다양한 방안 강구
- (공기업 투자유도) 에너지 분야 공기업에 매년 탄소중립 R&D 투자 확대를 권고하고, 해당 기관의 투자실적을 경영평가 지표에 확대 반영
  - ※ (예시) '21년, 28개 공공기관에 그린뉴딜 분야 R&D 630억원 투자 권고

## ③ R&D - 실증 - 시장진출까지 전 단계 지원

- (예타 개선) 산업현장의 신속한 적용이 필요한 탄소중립 관련 R&D 사업의 경우 비용효과분석(E/C) 적용 등 우대 방안 검토
  - \* 기재부 협의를 거쳐 구체적인 우대 방안 및 세부 범위 설정 추진
- (소·부·장 방식 기업지원) 출연연·대학의 연구인프라를 결집, 기업의 탄소중립 예로기술 해결, 시설장비, 시험·인증, 인력양성 등 지원
  - ※ 소부장 사례 : 국가연구실(N-Lab) 출연(연) 25곳 / 국가연구시설(N-facility) 대학·출연(연) 11곳 / 국가연구협의체(N-team) 산학연 연구협의체 15개 기관



\* 핵심분야별 글로벌 시장규모, 기술수준, 국내 수요기업 수 등 특성을 고려하여 복수 유형의 연구거점 지정

- (실증 등 규제개선) 종합적 실증을 통해 성공 경험을 축적할 수 있도록 연구개발특구 등을 활용하여 **낮은 규제\***를 과감히 개선

\* (예시) 고온에서 작동하는 고온·고분자 연료전지를 건물 난방에 적용하여 난방 효율 및 안정성 등을 검증할 기준 부재

- (공공 조달) 공공 조달이 **조속한 시장진출**의 마중물이 되도록 **혁신 조달연계형 R&D**('21년, 554억원) 확대 및 **혁신형 공공조달과 연계 강화**
  - ※ 「수요발굴→ R&D 추진→ 혁신제품 지정→ 공공조달」(기재부, 조달청, 과기부, 산업부 등)

## ④ 탄소중립 R&D 지원 기반 강화

- (사업 유연성) 상용화 목표 탄소중립 사업은 민간전문가(PM)가 권한·책임을 갖고 **상황변화에 따라 전략·일정을 유연하게 운영하는 방식 확대**
  - ※ (예시) (과기부) 혁신도전 프로젝트, (산업부) 알키미스트 프로젝트
- (특허정보) 기획단계부터 특허정보를 활용해 글로벌 동향 및 우리의 강점·약점을 분석하고, 탄소중립 핵심·유망기술 발굴
- (종합실증) 재생에너지, 수소, 전기차 등 분야별 실증체계를 **융복합 종합실증이 가능한 '탄소중립 실증도시'**로 확대·운영
  - \* 재생에너지, 수소, 네트워크 등 에너지 분야 기술은 계통에 직접 연계되는 특성 상 실증연구를 통한 안전성·성능 검증이 사업화의 필수 요건
- (출연연) 국책연구기관의 탄소중립 분야 혁신 기술 개발과 산업현장 지원을 위해 **탄소중립 관련 연구사업 및 기업 지원 강화**
  - \* 국가과학기술연구회 융합연구단을 활용하여 탄소중립 분야 대형R&D 과제 지원 등 추진
- (온실가스 감축 평가모형) 탄소중립 시나리오 및 온실가스감축에 따른 효과성 검증을 위한 **한국형 탄소중립 R&D 기술 통합평가모형 개발**
  - \* 개별 기관온실가스종합정보센터, 에코연, 에기연, 녹색기술센터, 환경정책평가연, 산업기술진흥원 등의 평가모형을 분석하여 온실가스 감축효과와 경제성을 함께 평가하는 통합평가모형 구축



## VI. 향후 계획

□ 부처 협업사업 기획(각 부처) 및 민·관 협의체 구성·운영(혁신본부)  
: '21. 3월 ~

- 부처 간 협업 및 산업 현장 수요를 반영하여 '22년도 R&D 사업 및 예타 관련 사업 기획 추진
- 민·관합동 탄소중립 R&D기획위원회, 민간기업 상설협의체 구성·운영

□ 탄소중립 시나리오 마련(환경부) : '21. 6월

- 발전, 산업, 수송, 건물 등 부문별 감축 잠재량 분석 및 국내 여건에 적합한 탄소중립 시나리오 제시

□ '22년 탄소중립 R&D 예산(안) 배분·조정(혁신본부) : '21. 5~6월

- 10대 핵심 투자분야를 중심으로 '22년도 예산 배분·조정

□ 중장기 기술로드맵 수립(혁신본부) : '21. 12월까지

- 탄소중립 시나리오, 민간 수요 등을 반영하여 로드맵을 수립하고, 향후 “중장기 R&D 투자전략”(‘22.3월) 및 부처별 사업기획 등에 활용

□ 탄소중립 R&D 제도 개선(각 부처) : '21. 하반기 ~

- 탄소중립 R&D 세액 공제, 기업 매칭부담 경감, 공기업 투자유도 등 탄소중립 R&D 제도 개선 추진

## 참고 1 추진과제 및 일정

	주요 추진과제	부처	일시
<b>1. 탄소중립 R&amp;D 전략적 투자</b>			
1-1	■ 민·관이 협력하여 R&D 투자규모 지속 확대	기재부 과기부	'21.上~
1-2	■ 전주기 경쟁력 확보를 위한 부처 협업 투자 ('22년 신규사업 및 증액사업, 예타 사업 등 기획)	각 부처	3월~
<b>2. 민간 주도를 위한 여건 조성</b>			
2-1	■ 민·관합동 탄소중립 R&D 기획위원회 구성·운영	과기부	3월~
	■ 민간기업 상설 협의체 설치·운영	과기부 산업부	3월~
	■ 탄소중립 R&D 싱크탱크 구성·운영	과기부	'21.下~
2-2	■ 세액공제 혜택 (조세특례제한법)	기재부	'21.下
	■ 기업 매칭부담 경감	과기부	'21.下
	■ 공기업 투자유도 (공공기관에 대한 연구개발투자 권고)	과기부	'21.下
2-3	■ 예타 개선	과기부	'21.下
	■ 소·부장 방식 기업 지원	과기부	'21.下~
	■ 실증 등 규제개선 (연구개발특구 내 실증특례)	과기부	'21.下
2-4	■ 혁신형 공공조달	각 부처	'21.下
	■ 사업 관리 유연성 확대	과기부	'21.下
	■ 종합실증 확대 운영	각 부처	'22.~
	■ 출연연을 통한 연구사업 및 기업 지원 강화	과기부	'22.~
	■ 한국형 탄소중립 R&D 기술 통합평가모형 개발	과기부 산업부 환경부	'22.~

## 참고 2 30개 세부 분야 : 단기 및 중·장기 전략

### ① 재생에너지 : 태양광, 풍력, 해양, 신재생융합

- ①-1 태양광 : 실리콘계 초고효율화와 차세대 태양전지 선점을 통해 글로벌 가격경쟁력 확보 및 시장 점유율 확대

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 실리콘 태양전지 기반의 초고효율 모듈</li> <li>- 결정질 실리콘 태양전지, 양면형, 표면 재결합 최소화</li> <li>■ 태양광 입지 다변화를 통한 보급 확대</li> <li>- 수상·해상, 영농형, 건물형, 산업단지 내 지붕형 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 신시장 창출을 위한 차세대 태양전지</li> <li>- 페로브스카이트/실리콘 탠덤, 경량·유연·고감도(유기물, CIGS, I-III-VI, III-V 등)</li> <li>■ 미래원천 기술 글로벌 경쟁력 확보</li> <li>- 저가, 고내구성 소재소자, 박막 태양전지 대면적화</li> </ul>

- ①-2 풍력 : 풍력 핵심기술 국산화 및 선도기술 개발을 통해 산업 경쟁력 제고 및 해외 시장 진출

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 풍력터빈 핵심부품 국산화</li> <li>- 용량별 블레이드, 동력전달부품, 전력변환기</li> <li>■ 초대형·장수명 풍력기술 개발 및 실증</li> <li>- 해상 8MW급 이상 실증, 내구성 확보 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 부유식 해상풍력 시스템 개발</li> <li>- 해상풍력 플랫폼 설계 및 제작, 통합제어, 실증운용기술</li> <li>■ 풍력단지 연계형 기술 개발 및 실증</li> <li>- 12MW 이상 실증, 육해상 단지 설계, GW급 해상풍력 단지구축 및 운영유지 수용성 향상 모델</li> </ul>

- ①-3 해양 : 해양에너지(조류, 파랑, 온도차 등) 발전설비 고도화와 해상 실증을 통한 경제성·신뢰성 확보 및 조기 상용화

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 발전설비 효율과 발전 용량 개선</li> <li>- 모듈 단위 발전기 대용량화 및 운용기술, 집적 시스템 기술</li> <li>■ 해상 실증 이력 확보</li> <li>- 실험실 시험장 등 인프라, 환경영향평가 기술, 유지·보수 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 발전비용 절감을 통한 규모의 경제 실현</li> <li>- 상용 모듈 단위 발전기, 고효율 발전시스템, 친환경 소재·부품 등</li> </ul>

- ①-4 신재생융합 및 기타(수력, 태양열, 수열 등)

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대형 히트펌프 개발 및 보급, 재생열 저장 (중저온) 및 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 하천수·해수 등 열에너지 생산 효율 제고, 열에너지원(전기·가스·열) 융합시스템</li> </ul>

### ② 수소 경제 : 수소생산, 수소이동·저장, 수소활용·연료전지

- ②-1 수소생산 : 그린·저탄소 수소생산 핵심 원천기술 개발을 통해 수소경제 실현 및 글로벌 경쟁력 확보

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 추출 수소생산 기술의 실증 및 상용화</li> <li>- 개질수소 상용화 및 대용량화, CCS 연계 저탄소 수소생산,</li> <li>■ 수전해 핵심기술 확보 및 성능 개선</li> <li>- 저온 수전해(알칼라인, 고분자전해질 등) 고효율화 및 스케일 업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 재생에너지 기반의 그린수소 생산 기술</li> <li>- 재생에너지 연계 수전해 상용화, 고온 수전해, 양방향 수전해</li> <li>■ 차세대 수소생산 기술 및 소재 개발</li> <li>- 비귀금속계 전극, 수소/산소 혼합방지용 신소재, 대면적 소재 생산 및 장비 공정</li> </ul>

- ②-2 수소이동·저장 : 국내 적합한 대용량 수소 이송·저장 기술을 개발하고 연관기업의 투자와 실증을 연계한 핵심기술 및 인프라 구축

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 액체수소 생산을 위한 플랜트·저장·이송 기술 개발 및 실증</li> <li>- 수소액화 플랜트, 수소액화 효율 향상, 기화 손실 최소화, 극저온 압축수소 저장 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대용량 이송을 위한 기술 개발</li> <li>- 대용량 튜브트레이러용 복합재 용기, 대규모 운송선, 수소 배관망 기술</li> <li>■ 액상 수소화물 형태의 이송·저장 기술</li> <li>- 액상수소화물 관련 소재, 촉매 개발 및 시스템 실증, 대량 합성 공정 기술</li> </ul>

- ②-3 수소활용·연료전지 : 재생에너지를 활용한 수요 맞춤형 초고효율 연료전지 시스템 개발, 수소 충전 및 모빌리티 부품 국산화 및 신뢰성 확보

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고효율 발전용 고체산화물 연료전지 개발</li> <li>- 전기효율 60% 이상, 종합효율 80% 이상 고효율 SOFC 연료전지 설비 기술</li> <li>■ 연료전지 기반의 종합에너지공급 시스템</li> <li>- 분산형 고효율 에너지 다중생산 (전기/열/수소/냉방) 시스템</li> <li>■ 수소 모빌리티 실증기반 기술 개발</li> <li>- 충전 부품 국산화, 건설용·항공용·선박용 등 다양한 적용이 가능한 연료전지 파워팩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 그린수소 연계 연료전지 시스템 개발</li> <li>- 태양광, 풍력, 해양에너지 등 연계한 무탄소 배출 연료전지</li> <li>■ 전기효율 70% 이상 혁신 제품 개발</li> <li>- 마이크로열병합용, 분산발전용 연료전지 소형화/다양화/신뢰성 확보</li> <li>■ 수소 모빌리티 효율향상, 내구성 확보</li> <li>- 고효율 충전, 고연비·고내구 소재·부품, 응용분야별 특화 연료전지 기술</li> </ul>

### ③ 전력 네트워크 고도화 : 스마트그리드, 에너지 저장

□ ③-1 스마트그리드 : 전력망 안정화와 차세대 지능형 전력망 기술 확보를 통해 에너지전환 목표달성 기반 마련

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 분산형 전력망의 수용성 및 유연성 확보                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신재생전원 지역 및 통합 관제, 분산전원관리, 친환경 전력기기</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 미래 지능형 전력시스템 기술 개발                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차세대 지능형 전력망 운영 플랫폼, 분산자원 통합 시스템</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전력시스템의 확장성·신뢰성 확보                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지능형 전력망 시스템 도입을 위한 시험·인증 기술 및 표준화</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 다양한 전력시스템 실증 및 디지털화                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 디지털 변압기 및 전력 라우터 양산, 스마트시티용 디지털 그리드 시범구축</li> </ul> </li> </ul>

□ ③-2 에너지 저장 : 고안전·장주기 ESS 신기술 개발 및 실증을 통한 국내 시장 다변화, ESS 고부가가치 신시장 창출

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 재생에너지 연계 대용량 고압 모듈형 ESS실증</li> <li>■ 저가 공정 및 재활용 기술, 수십MW급 장주기 RFB-ESS 상용화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ESS 기술 트랙레코드 확보                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대용량 흐름전지, 선박용 ESS 등 실증</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 선박용 ESS 패키징 기술 국산화                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선박에 탑재 가능한 MW급 ESS 제품화, 선박용 ESS 안전성 평가 기술</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고안전성, 고부가가치형 차세대 저장 기술                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해수이차전지 및 연계기술, 기계적·열적 에너지저장기술 등</li> </ul> </li> </ul>

### ④ 친환경 자동차 : 전기차, 수소차

□ ④-1 전기차 : 친환경 고효율 전기차 핵심기술 개발을 통해 자생적 시장 경쟁력 확보와 글로벌 경쟁력 확보

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 시장확대 대응 요소부품 기술 확보                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구동 및 전력변환, 배터리 시스템, 공조 및 열관리 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 상품성 제고를 위한 차종 다양화                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 핵심 부품 성능 개선 및 가격저감, 경량화 기술, 자율주행</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 플랫폼화 및 고도화 기술 개발                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전성 향상기술, 열쾌적성 관리 기술, 사고 저감 기술, 충전시간 단축</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 차세대 고성능 이차전지 시스템 등 에너지 고밀도화 기술 개발                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전고체, 리튬황, 리튬메탈, 금속-공기 등</li> </ul> </li> </ul>

□ ④-2 수소차 : 중대형 수소 상용차용 핵심기술을 확보하여 글로벌 시장 선도

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수소차용 수소연료전지 핵심부품 기술                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고효율 연료전지시스템, 내구 성능 향상 기술</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 시장 경쟁력 확보를 위한 차종 확대                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차종 확대를 위한 수소 상용차 주행거리 연장 및 고용량 충전기술</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수소차 경쟁력 제고를 위한 가격저감                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수소저장용기를 포함한 전용부품의 성능 개선/가격 저감</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자생적 시장 경쟁력 확보를 위한 연료전지 고도화                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차세대 연료전지, 액화수소 공급 시스템</li> </ul> </li> </ul>

### ⑤ 수요관리 및 효율향상 : 디지털 수요관리, 효율향상(산업·건물·수송)

□ ⑤-1 디지털 수요관리 : 분산형 친환경 에너지 공급시스템과 연계된 디지털 기반 수요관리 핵심 기술 확보 및 글로벌 시장 진출

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 디지털화 기반 실시간 에너지 데이터                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소비자·사업자를 위한 전력, 가스, 열 에너지 소비 데이터의 실시간 제공</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 커뮤니티 단위 최적화를 위한 에너지관리                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소비자의 인위적 개입을 최소화하는 사용자 맞춤형 수요관리 자율운용 서비스</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ICT 인프라 에너지 효율 핵심 기술                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터센터 스마트관리, 유무선 네트워크·IoT 센서의 에너지 절감</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 그린 에너지 연계 통합형 수요관리 시스템                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분산형 에너지원 중심의 커넥티드 커뮤니티 통합 관리</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수요 부문 핵심 데이터 분석·처리 및 시스템 제어를 위한 지능정보 기술                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수요 부문 빅데이터 분석·제어 시스템</li> </ul> </li> </ul>	

□ ⑤-2 효율향상(산업) : 에너지 공통기기 초고효율화와 에너지관리 기술 확보를 통해 산업 경쟁력 강화 및 에너지 사용량·온실가스 배출 감축

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 효율 등급 강화 대응을 위한 고효율 에너지 공통 기기 개발                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업용 대용량 에너지 공통 기기 고효율 핵심 기술 개발 및 실증</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 에너지 다소비 기기의 전력화, 지능화                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공정 맞춤형 제어 기술, 전력 변환 효율 향상 기술 개발 및 실증, 스마트팩토리</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 미활용 에너지 활용 극대화를 위한 폐열 발전 기술                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미활용 산업 폐열 이용 발전 시스템</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 능동형 에너지·온실가스 관리기술 확보                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 업종별 공정 효율 최적화, 빅데이터 기반 공정 최적화 및 온실가스배출 관리, 차세대 냉매</li> </ul> </li> </ul>

□ ⑤-3 효율향상(건물) : 그린 리모델링과 신재생 연계 에너지 최적 관리 기술 확보를 통해 건물 에너지 자립도 향상 및 온실가스 배출 감축

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 신재생 에너지 활용 확대를 통한 건물 에너지 자립도 향상</li> <li>- 분산 에너지원 적용 확대를 통한 건물 에너지 최적 공급 및 자립도 향상 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 에너지와 실내 환경 통합 관리 시스템</li> <li>- 디지털 모델 기반 에너지·환경 성능진단 및 통합관리 기술</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 에너지 다소비 건물 대응 에너지관리</li> <li>- 에너지 고밀도·다소비 건물(데이터센터, 물류센터 등) 에너지 최적 관리기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 건물 맞춤형 표준 관리 모델 및 관리</li> <li>- 에너지 다소비 대형 건물(병원, 호텔 등) 맞춤형 효율진단 및 에너지 최적 관리</li> </ul>

□ ⑤-4 효율향상(수송) : 수송 분야의 미래 선도 기술 확보를 통해 저에너지·저탄소 수송 체계로의 전환

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수요 대응 서비스 연계 충전 인프라</li> <li>- 충전서비스 사업자간 정보 공유 기반 충전 수요 및 일정 관리 서비스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 차세대 초고속, 자동 충전 선도 기술</li> <li>- 고효율 전력변환 소자 기반 초고속 MW급 전기차 충전기 개발 및 실증</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 철도차량 에너지소비 저감 기술</li> <li>- 경량·고효율 전기기계제동시스템, 경량·소형 인보드(Inboard) 고속대차</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 철도중심 저에너지·저탄소 교통체계</li> <li>- 실시간 데이터기반 경제운전 지원시스템</li> </ul>

## ⑥ 산업공정 : 철강, 석유화학, 시멘트, 반도체·디스플레이

□ ⑥-1 철강 : 설비 효율 극대화(고로, 전기로) 및 그린 제철(수소환원철)을 통한 철강업 탄소중립 도전

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 스마트 기술로 설비효율 극대화</li> <li>- 최적 에너지 효율형 공정장비 등 기존 설비 효율 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수소환원철 용해 기술</li> <li>- 수소환원철(H<sub>2</sub>-DRI) 전기로 용해 기술, 공정 최적화 기술</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 탄소배출 저감기술 개발</li> <li>- 하이브리드 연·원료(수소+석탄), 부생가스 및 슬래그 재활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 한국형 수소환원제철 및 그린 인프라</li> <li>- 수소환원제철 실증 및 상용화, 철강산업 발생 탄소 재처리 기술</li> </ul>

□ ⑥-2 석유화학 : 석유화학산업 탄소저감 핵심 원천기술 개발을 통해 탄소중립 달성 및 글로벌 산업 경쟁력 지속

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 플라스틱 폐기물 화학적 재활용 및 플라스틱 원료 대체</li> <li>- 열분해, 가스화, 해중합 등 화학적 재활용 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 재생에너지 기반 나프타분해 신공정·기술 확보</li> <li>- 고전류 및 저전압 전기저항 가열식 분해로 및 금속재료</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 플라스틱 원료 대체(석유→바이오매스)</li> <li>- 바이오 플라스틱/화학제품, 바이오 올레핀, 바이오 BTX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 나프타 분해시 잉여 부생메탄의 화학제품 전환</li> <li>- 부생메탄의 메탄올, 에틸렌 전환</li> </ul>

□ ⑥-3 시멘트 : 연료·원료 대체 운전기술 개발 및 대형플랜트 실증을 통한 온실가스 순환자원화

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 클링커 분쇄공정 등 주요 생산공정 효율개선</li> <li>- 클링커 분쇄공정 효율개선, 배기가스 회수열 재활용기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 생산설비(시멘트 소성로)에 사용되는 화석 연료를 친환경 연료(수소 열원 등) 전환</li> <li>- 수소/바이오매스/폐열 등 친환경 열원 기반 공정개발</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 석회석 원료의 사용량 감축 및 비탄산 원료로의 대체 기술개발 및 실증</li> <li>- 탄산염광물 대체원료, 혼합재 함량증대 및 혼합시멘트 확대 적용 기술</li> </ul>	

□ ⑥-4 반도체·디스플레이 : 친환경 제조환경 구축과 에너지 초절감 소자 개발로 글로벌 가격경쟁력 확보 및 시장 점유율 확대

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 온실가스 처리 기술 및 공정연계형 인텔리전트 배출제어 시스템</li> <li>- 인텔리전트 배출 제어기술, 온실가스/미세먼지 동시 저감 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 온실가스 배출이 없는 친환경 대체 공정가스 기술</li> <li>- 온실가스 배출이 없는 식각, 증착용 가스 및 공정 개발</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 지구온난화지수가 낮은 가스 기술</li> <li>- 식각 및 증착 공정에 필요한 Low GWP 물질 및 공정 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 에너지 효율을 획기적으로 개선한 차세대 전력 반도체 기술</li> <li>- 장수명/초저전력 반도체, 디스플레이 패널 개발</li> </ul>

⑦ CCUS : CO<sub>2</sub> 포집, 저장, 활용

□ ⑦-1 CO<sub>2</sub> 포집 : 포집 트랙레코드 확보와 다양한 배출원 적용을 통해 대규모 포집 실증기반 구축 및 상용화

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 규모 격상 및 장기 실증운전을 통한 대규모 포집역량 강화</li> <li>- 실증플랜트 기본설계 및 장기 운영 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 가스발전/산업 포집 고도화 및 스케일업</li> <li>- 대형화, CCU 연계, CO<sub>2</sub> Hub활용을 통한 비용 저감 기술</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 다양한 배출원에 적용가능한 포집기술</li> <li>- 적용처 맞춤형 설계, 다양한 조건의 배기가스 포집 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 포집기술 조기 상용화</li> <li>- 고효율-저비용 혁신포집기술, 스케일업 실증 및 발전/산업분야 적용</li> </ul>

□ ⑦-2 CO<sub>2</sub> 저장 : 대규모 저장소 확보와 단계적 저장·실증을 통해 CCS 상용화 및 국가 온실가스 감축

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대규모 저장소의 단계적 확보</li> <li>- 국내 대륙붕 탐사·시추를 통한 유망구조 선별 및 저장가능 용량 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 차세대 저장 원천기술 개발</li> <li>- 민간기업 참여 유도를 위한 저장비용 절감 하이브리드 CCS 구축</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 중규모(연 40만톤) 실증을 통한 저장 및 안전관리 기술 확보</li> <li>- 동해가스전 활용 중규모 지중저장 실증, 안전·환경관리 평가 및 모니터링 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 대규모(연 400만톤) 실증을 통한 기술 고도화 및 상용화 기반 조성</li> <li>- 기술 자립화, 기 개발된 기술의 스케일업 및 고도화</li> </ul>

□ ⑦-3 CO<sub>2</sub> 활용 : 시장수요에 기반한 CCU 혁신·융합기술 개발 및 민간참여형 기술 실증 확대

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 조기 상용화 기술 확보</li> <li>- 저탄소공정 기반 화학제품 생산 기술, 석유대체 고부가 화학제품</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 민간참여형 CCU 실증화 사례 확대</li> <li>- 기술고도화 및 패키지를 통한 실증화, 기업 참여를 통한 실증사업 확대</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 감축 대상 CCU 기술 적용에 따른 온실가스 감축 방법론 확립</li> <li>- 국가 온실가스 감축을 위한 방법론 확립 및 감축량 평가인증 기반 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 발전, 철강, 시멘트, 석유화학산업 등 CCS 연계 기술 개발</li> <li>- 블루수소 생산을 위한 수소+CCU 등 기존 산업공정에서 수용 가능한 기술, DAC(Direct Air Capture), e-fuel 등</li> </ul>

⑧ 청정연료 및 자원순환 : 바이오에너지, 수소복합발전, 자원순환

□ ⑧-1 바이오에너지 : 시장 창출이 가능한 원천기술 개발 및 기술 집적화를 통해 국내 실증 및 해외 시장 진출

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기존 에너지/화학 체계에 적합한 대체품 생산 기술</li> <li>- 바이오가스 고품질화, 혼용 바이오연료, 바이오 정밀 화학제품 생산 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 무배출 통합형 바이오리파이너리</li> <li>- 마이너스 탄소배출 바이오에너지/화학, 바이오리파이너리 집적 기술, 리그닌 전환</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 이슈 해결형 바이오에너지/화학 기술</li> <li>- 생분해성 플라스틱, 부생 가스/메탄 전환 기술, 조류 바이오매스 이용 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 분자 기반 바이오에너지/화학 전환 기술</li> <li>- 신규 가능성 바이오 플라스틱 생산 기술, 고부가가치 바이오소재 기술</li> </ul>

□ ⑧-2 수소복합발전 : 가스터빈 고효율화 및 수소연소 기술 확보를 통해 청정발전 기술확보 및 글로벌 경쟁력 강화

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고효율 가스터빈 설계, 제작기술 확보</li> <li>- 초기 모델(270MW, 40%) 김포열병합 실증 및 후속 모델(380MW, 43%) 실증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 청정발전용 가스터빈 생태계 기반조성</li> <li>- 표준 복합발전 모델 설계기준 정립, 실증 확산</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수소암모니아 연소기술 확보 및 성능 검증</li> <li>- 수소암모니아 연소용 연소기 개발/성능 검증, 소형급(5MW) 전소 및 대형급 (270MW) 수소 혼소 실증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수소암모니아 전소 중소형 가스터빈 기반 복합발전 실증 및 수소암모니아 전소용 대형 가스터빈 기반 구축</li> </ul>

□ ⑧-3 자원순환 : 폐기물 저감, 재활용, 재제조 등 자원순환 기술 개발을 통해 자원의 선순환으로 지속가능한 순환경제 실현

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자원순환 분야 공동활용 기술</li> <li>- 순환자원 물질재활용 공정내 공동활용기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 재활용 고부가가치화 기술</li> <li>- 친환경고순도화 중심의 재활용 고도화 기술, 페플라스틱 해중합 등 화학적 재활용 기술</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 폐자원의 산업원료화(전처리, 정제 등)</li> <li>- 폐기물 분리선별 등 전처리 고도화 기술, 유용자원 추출회수고순도화 등 정제 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 재제조 제품의 성능검증/기준 기술</li> <li>- 기술개발 완료 후 지속적인 보급확산을 위한 재제조 성능검사 및 품질인증</li> </ul>

⑨ 핵융합

□ 미래에너지를 위한 핵융합 핵심기술의 선제적인 준비·확보

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ KSTAR 연구, ITER 참여를 통한 핵융합 핵심 기술 확보</li> <li>- 플라즈마 밀폐 및 안정화 기술, 고효율 장시간 운전/제어 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 핵융합 전력생산 실증 핵심기술 개발</li> <li>- 열에너지 변환 기술, 연료주기, 재료 등 공학 기술</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 핵융합 분야 선도를 위한 기술 수준향상 및 인력 양성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 지속적인 기술 고도화 및 종합 기반 조성</li> </ul>

⑩ 적응 및 흡수 : 기후 예측·모니터링, 물관리, 흡수원 강화

□ ⑩-1 기후 예측·모니터링 : 기후변화 예측기술 개발 및 영향평가 시스템 구축을 통해 과학적 기후정보 기반의 탄소중립 실현

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 글로벌 입체 감시 통합평가 및 추적 기술</li> <li>- 기후변화 감시 공백 해소를 위한 온실가스 입체감시 분석 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 온실가스 배출량 검증 시스템</li> <li>- 감시정보 기반의 역모델(기상모델 활용) 개선을 통한 국가 인벤토리 검증 기술</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전망 기술 개발 및 기후·탄소 배출량 분석체계</li> <li>- 지구온난화 위험수준별 극한기후 평가 기술, 탄소 배출량을 고려한 분석 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 신규 규격 기후변화 시나리오 산출 체계 개발 및 피해 최소화 체계 구축</li> <li>- 첨단 디지털 기술 기반 예측모델 및 산출, 시나리오 관리 및 활용체계 구축</li> </ul>

□ ⑩-2 수질환경 및 수자원 관리 : 물정보, 물수요·공급, 물순환 및 유역 통합관리 고도화 기술 확보를 통한 국민 물 복지 실현

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 물 수요-공급을 연계관리, 대체수자원 확보를 통한 최적 물공급 및 시설 운영</li> <li>- 물 수요-공급 연계 평가기술, 물공급 시설 연계운영기술, 대체수자원 확보 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수자원 데이터를 통합측정 관리 분석 기술</li> <li>- 물정보 측정 및 수집 통합, 물정보 데이터 통합, 물정보 통합 분석 및 가시화 기술</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 물순환 건전화 및 중장기·중대권역 대상 통합관리 기술</li> <li>- 물순환 건전화 기술, 중장기 및 중대권역 통합물관리 기술</li> </ul>

□ ⑩-3 흡수원 강화 : 흡수원 복원·확대 등을 통해 생태계 기능을 극대화하여 도시와 국토, 연안의 저탄소화 실현

<단기>	<중장기>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기후위기 대응 생태계 관리 및 평가 기술</li> <li>- 기후변화에 따른 유형별 생태계 영향 조사 및 위험성 평가 기술, 흡수 분야별 모니터링 및 정보 관리 체계 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자연·생태계를 활용한 감축 기술</li> <li>- 산림 활용 흡수원, 산림 외 육상 흡수원, 갯벌 복원 등 해양 생태자원 흡수원</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 산림·하천·육상 등 생태계 복원 기술</li> <li>- 생태 하천 복원, 훼손된 산림·습지 복원, 국가생태축 단절 훼손지 조사 및 복원</li> </ul>

□ 융합실증플랫폼 등 : 실증·평가 인프라, 표준화 및 인증, 인력양성, 에너지 안전, 기업지원, 국제협력 등 지속적인 운영 및 정책 지원 분야

< 10대 핵심 분야 및 30개 세부 분야 >

구 분	세부 분야
재생에너지 (4)	태양광, 풍력, 해양, 신재생융합 등
수소 경제 (4)	수소생산, 수소이송·저장, 수소활용, 연료전지
전력 네트워크 고도화 (2)	스마트그리드, 에너지 저장
친환경 자동차 (2)	전기차, 수소차
수요관리 및 고효율화 (4)	디지털수요관리, 산업효율향상, 건물효율향상, 수송효율향상
산업공정 혁신 (4)	철강, 석유화학, 시멘트, 반도체·디스플레이
CCUS (3)	CO <sub>2</sub> 포집, 저장, 활용
청정연료 및 자원순환 (3)	바이오에너지, 수소복합발전, 자원순환
핵융합	핵융합
적응 및 흡수 (3)	기후 예측·모니터링, 수질환경·수자원 관리, 흡수원 강화

과학기술정보통신부 과학기술혁신본부 공공에너지조정과	
담당자	엄기철 사무관
연락처	전 화 : 044-202-6841 E-mail : dkfus@korea.kr