

보도시점 2023. 12. 19.(화) 15:00 (2023. 12. 20.(수) 조간) 배포 2023. 12. 19.(화) 09:00

본격적인 탄소중립 핵심 분야별 기술 개발 전략 제시

- 국가과학기술자문회의 산하 제8회 탄소중립기술특별위원회 개최 -

- 탄소중립 선박, 제로에너지건물, 태양광 분야 '탄소중립 기술혁신 전략 로드맵' 발표
- '이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술 고도화 전략' 발표

과학기술정보통신부(장관 이종호, 이하 '과기정통부')는 12월 19일(화) 국가과학기술자문회의 산하 '탄소중립기술특별위원회' 제8회 회의를 개최하였다.

* 국가 탄소중립 연구개발 컨트롤타워로서 범부처 탄소중립 연구개발 정책을 총괄·조정

그간 정부는 '탄소중립 녹색성장 기술혁신 전략('22.10)' 발표 이후 탄소중립 분야 연구개발을 임무중심형으로 추진하기 위해 '한국형 탄소중립 100대 핵심기술 선정안('23.5)', 분야별 '탄소중립 기술혁신 전략 로드맵('22.11*', '23.5**)', '디지털 기반 탄소발자국 모니터링 기술 육성 전략('23.5)' 등을 발표하였다.

* 수소 공급, CCUS, 무탄소 전력공급, 친환경 자동차 / ** 석유화학, 철강, 시멘트

이에 더하여 이번 회의에서는 탄소중립 핵심기술 분야별로 본격적인 연구개발을 추진하기 위한 정책으로 △탄소중립 기술혁신 전략 로드맵(안) - 탄소중립 선박, 제로에너지건물, 태양광 분야, △이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술고도화 전략(안) 등 총 2건의 안건을 상정·심의하였다.

【제1호】 탄소중립 기술혁신 전략로드맵(안)

- 탄소중립 선박, 제로에너지건물, 태양광 분야

탄소중립 기술혁신 전략 로드맵은 탄소중립 기술이 실제 현장에 적용되는 것을 목표로 하는 임무지향형 기술임을 고려하여 구체적인 목표와 시한을 정하고, 前단계 개발이 성공하면 후속 개발을 진행하는 임무 중심의 시나리오 방식으로 기획되었다. 정부는 본 로드맵을 탄소중립 분야 정부 R&D 투자를

위한 청사진으로 활용할 예정이며, 기술 및 정책 변화를 반영하여 주기적으로 개정·보완함으로써 필요한 지원이 적시에 이루어질 수 있도록 할 계획이다.

이번에는 최근 탄소 감축을 위한 국내외 정책 변화에 대응하기 위해 기술 개발이 시급한 탄소중립 선박, 제로에너지건물, 태양광의 3개 분야 기술혁신 로드맵을 제시하였으며, 분야별 로드맵의 주요 내용은 다음과 같다.

[탄소중립 선박 분야]

탄소중립 선박은 ①무탄소 연료(암모니아, 수소 등)를 사용하거나 ②저탄소 연료(LNG 등) 사용에 따른 CO₂를 처리하여 순 탄소배출이 0인 선박을 말한다. 국제해사기구(IMO)가 신조선 환경규제*('15~)에 더해 올해부터 현존선 환경규제**를 본격 시행하여 글로벌 해운시장 탄소중립 추세가 가속화되고 있는 상황에서 신속한 기술 개발이 요구되고 있다.

* 에너지효율설계지수(EEDI) 규제 : 선박 종류·규모별 탄소배출 기준에 맞게 설계·건조 요구

** 탄소집약도지수(CII) 규제 : 선박 종류·규모별 탄소배출 기준 미달 시 개선·퇴출 등 요구

이에 정부는 '30년 무탄소 선박을 상용화하고 친환경 선박 기자재 국산화율 90% 이상을 달성하는 것을 목표로 하는 기술 개발 전략을 수립하였다. 특히 조선업 전체의 경쟁력은 높지만 핵심 기자재 기술을 해외에 상당 부분 의존하고 있는 우리 여건을 고려하여, 탄소중립 선박의 핵심 기자재 기술 내재화와 함께 기술 개발 단계부터 해상 조건에서의 실증과 연계하여 선박 탑재를 위한 실적(Track record)을 확보한다는 계획이다.

< 탄소중립 내연기관 >

기존의 화석연료를 사용하던 선박용 내연기관을 대체하여 LNG나 메탄올 등의 저탄소 연료 또는 암모니아, 수소 등 무탄소 연료를 사용하는 내연기관 및 핵심 부품 기술을 내재화하기 위한 연구개발을 지원한다.

▲ [대표예] (무탄소연료 내연기관) (1단계 ~25년) 선박용 암모니아 내연기관 추진 기술 개발 → (2단계 ~27년) 시험·측정 기술 개발 및 성능 평가 → (3단계, ~'31년) 암모니아 추진선 개발·실증

< 선박용 연료전지 및 배터리 시스템 >

수소나 암모니아 등 무탄소 연료를 사용하는 연료전지 또는 배터리를 전기추진 선박의 발전원으로 사용하기 위한 기술로서, 연료전지와 배터리를

선박에 적용하여 충분한 운항 거리를 확보하고 안전하게 활용하기 위한 대용량화 설계 및 최적화 기술을 개발할 예정이다.

▲ [대표예] **(연료전지)** (1단계, ~'26년) 선박용 연료전지 파워팩 기술 확보 → (2단계, ~'29년) 연료전지 부품 내구성·성능개선 → (3단계, ~'35년) MW급 대용량 시스템 기술 확보·실증

< 선박 전기추진 시스템 >

무탄소 연료(암모니아, 수소 등)를 사용하는 발전기나 연료전지 또는 배터리로 생산한 전기 에너지를 통해 추진 전동기를 구동하는 기술로서, 반도체 차단기, 전력변환장치, 추진 전동기 등 전기추진시스템 성능 확보를 위한 핵심 부품 기술 내재화를 추진한다.

▲ [대표예] **(전력변환장치)** (1단계, ~'27년) 소형 선박용 개발 → (2단계, ~'30년) 중대형 선박용 MW급 전력변환장치 개발 → (3단계, '30년~) 소·중대형 선박용 상용화

< 연료 후처리 및 에너지 효율 향상 >

연료를 운송·저장하는 과정에서 발생하는 증발가스, 엔진에서 연료를 연소시키는 과정에서 발생하는 연료 슬립 및 배기가스를 후처리하여 탄소 배출을 감축하는 연료 후처리 기술과 함께 선박의 최적 선형 설계 기술, 마찰 저감 기술 등 운항 시 필요한 에너지를 저감하기 위한 에너지 효율 향상 기술을 개발한다.

▲ [대표예] **(효율 향상)** (1단계, ~'26년) 핵심기술 개발 → (2단계, ~'30년) 육·해상 실증 및 상용화 가능성 점검 → (3단계, '30년~) 대형화 및 고도화를 통한 연료 30% 저감

[제로에너지건물 분야]

제로에너지건물 기술은 건물 에너지 요구량(단열 등)과 소요량(설비 등)을 최소화하고 에너지를 생산(신재생)하여 건물의 최종 에너지소요량을 최소화하는 기술로서, 건물 부문 탄소 배출량이 '18년 기준 국가 전체 배출량의 24.6%(직·간접 배출 기준 179.2백만 톤)을 차지하고 있는 만큼 우리나라의 탄소 중립 달성을 위해 중요한 기술이다.

이에, 정부는 2030년까지 건물 부문의 온실가스 배출량을 2018년 대비 30% 이상 감축하는 것을 목표로 하여 건물 탄소배출 감축을 위해 건물 외피 및 설비, 신재생에너지 융합, 건물 데이터 기반 건물 에너지 관리 등 전방위적인 기술혁신 계획을 수립하였다. 특히 국내 건물 중 기축 건물이 95%를 차지하는 여건을 고려하여 적정비용으로 건물의 효율적인 에너지 관리가 가능하게 할 수 있는 기술에 집중하였다.

< 고성능·다기능 건물 외피 >

건물 외피에 사용되는 자재 및 부품을 생산하여 시공·관리·폐기하는 전주기의 탄소 배출을 줄이기 위한 기술로서, 건물 외피에서 손실되는 에너지를 최소화하기 위한 조명·차양·단열 기술과 함께 기존 건물에 활용할 수 있는 리트로핏* 기술을 개발한다.

* 노후 건축물 부자재의 부분 또는 전체를 바꾸어 에너지 성능과 효율을 향상시키는 것

▲ [대표예] (초단열 외피) (1단계, ~'28년) 건축 자재 친환경화 및 저탄소 신소재 개발
→ (2단계, ~'32년) 통합 모듈화 및 패키지 엔지니어링 기술 상용화 기반 구축

< 건물 설비 전기화 및 고효율화 >

현재의 화석연료 기반 냉방·난방 및 급탕 설비를 히트펌프 기반으로 전기화하고, 체계적인 관리를 통해 건물 내 열원 설비를 최적으로 운전하기 위한 제어 기술을 개발한다.

▲ [대표예] (열에너지 네트워크) (1단계, ~'27년) 중앙-분산 히트펌프 및 열교환시스템 개발
및 소규모 공동주택/건물 실증 → (2단계, '28년~) 30세대 이상 중·대규모 단지 실증

< 건물 신재생에너지 및 에너지 융합시스템 >

건물 연계형 신재생에너지를 활용하여 건물의 전기·열에너지 자립률을 높이고, 나아가 커뮤니티 단위에서 건물 간에 잉여 에너지를 공유할 수 있도록 하여 최적 운영이 가능하게 하는 기술을 개발한다.

▲ [대표예] (건물 일체형 신재생에너지) (1단계, ~'28년) 신재생에너지 융복합 에너지 자립형 시스템 개발 → (2단계, '28년~) 30세대 이상 공동주택 단지 대상 실증

< 건물 에너지 관리·제어 및 데이터 활용 >

디지털 트윈 기반 건물 자율 운전 기술, 가상 센서 등 ICT 기술을 활용하여 개별 건물에서 생산·운영·소비되는 에너지에 관한 데이터를 수집·분석·진단하여 에너지를 효율적으로 운영할 수 있도록 하는 기술을 개발한다. 나아가 이를 도시 전반의 에너지 거래 및 공유를 가능하게 하는 플랫폼으로 확장하기 위한 기술을 개발할 계획이다.

▲ [대표예] (자율 운전) (1단계, ~'30년) 디지털 트윈 구축 요소기술 개발 → (2단계, ~'35년) 디지털 트윈 기반 자율 운전 기술 개발 → (3단계, '35년~) xEMS Level 3 수준 실증

[태양광 분야]

태양광 발전은 광기전력 효과(Photovoltaic effect)*를 이용하여 태양의 빛 에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 기술로서 친환경 에너지 전환을 위해 태양광 보급이 크게 확대되었지만, 앞으로는 발전 효율을 높여 경제성을 확보함으로써 차세대 시장을 선점하기 위한 선도적 기술 개발이 필요한 시점이다.

* 광기전력 효과 : 빛에서 전기를 생성하는 원리로, 반도체에 흡수된 빛 에너지로 인해 전하가 생성되고 생성된 전하가 접합면에서 분리되면서 전위차를 발생시키는 현상

이에, 정부는 석탄, LNG 등 화력발전을 감축하고 태양광 등 재생에너지를 확대하는 기조하에 올해 초 재생에너지 보급 전망을 실현가능한 수준으로 재정립하였다. 아울러 비용효율적이고 주민 수용성을 높이며 국내 산업발전과 함께하는 재생에너지 보급이 이루어질 수 있도록 합리적인 재생에너지 정책 방향을 설정하고, 이에 필요한 기술 개발을 추진한다는 계획이다.

< 초고효율 태양전지 >

현재 태양광은 실리콘 태양전지가 대부분을 차지하고 있으며, 중국이 가격 경쟁력을 앞세워 세계 시장을 선점하고 있다. 다만, 실리콘 태양전지(효율 약 25% 내외)는 효율 개선 한계에 근접하였기 때문에, 그간의 추격형 연구에서 벗어나 새로운 돌파구가 필요한 상황이다. 이에 따라, 차세대 소재인 페로브스카이트*를 실리콘 태양전지에 적층해 다양한 파장을 흡수함으로써 효율을 극대화하는 탠덤(tandem) 기술을 활용하여 초고효율 태양전지(효율 약 36% 이상)를 개발하는 것을 목표로 한다.

* 페로브스카이트(Perovskite) : 에너지 전환효율이 높고 단가가 저렴한 차세대 태양전지 소재

▲ [대표예] (페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지) (1단계, ~27년) 요소기술 개발 및 대면적화 → (2단계, ~30년) 모듈 실증(모듈 효율 28%) → (3단계, ~50년) 기술 고도화 및 양산화(모듈 효율 36% 이상)

이와 함께, 사용처를 다양화하기 위해 경량화 및 대면적화에 장점을 가진 박막 기반 태양전지의 탠덤화 등 고효율화를 통해 다양한 사용처에 적용가능하면서도 효율을 높일 수 있는 태양전지의 개발도 병행한다.

▲ [대표예] (박막 기반 탠덤 태양전지) (1단계, ~26년) 요소기술 개발 → (2단계, ~30년) 고도화대면적 모듈화 (셀 효율 30%, 크기 M6 이상) → (3단계, ~50년) 기술 고도화 및 양산화(모듈 효율 34% 이상)

< 사용처 다변형 태양광 >

또한, 태양광 설치공간에 제약이 큰 국내 여건을 고려하여 건물, 영농, 수상, 수송 등으로 태양광 사용처를 다변화하기 위한 시스템 기술 개발과 함께 시스템 적용에 기초가 되는 경량형, 투광형 등 다기능 태양광 기술을 개발한다.

- ▲ [대표예] **(건물형 태양광)** (1단계, ~'25년) 설비이용률 및 수용성 개선 → (2단계, ~'30년) 설비이용률 극대화 및 100kW급 소규모 실증 → (3단계, ~'50년) MW급 대규모 실증 및 상용화(설비이용률 17% 이상)

< 태양광 폐패널 재사용·재활용 >

한편, 태양광 보급 확대에 따라 기대수명이 도래한 태양광 폐모듈을 소각·매립하지 않고 재사용·재활용하는 기술을 개발하여 자원순환 체계 구축을 뒷받침한다.

- ▲ [대표예] **(태양광 폐모듈 재활용)** (1단계, ~'26년) 폐모듈 전파쇄 공정·장비 개발 → (2단계, ~'30년) 폐모듈 실리콘 분말화 기술 → (3단계, ~'50년) 대용량 처리기술 및 순환이용률 고도화(순환이용률 95% 이상)

[제2호] 이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술고도화 전략(안)

이번 「이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술고도화 전략(안)」에서는 CCU 기술을 크게 4가지로 분류하였다. ①주력기술에 대해서는 4대 권역별 CCU 플래그십 프로젝트(예타)를 추진하고, ②산업전략기술을 육성하기 위해서는 민·관 공동투자를 지원하고, ③미래혁신기술에 대해서는 국책연구 및 출연(연) 간 연구역량을 결집하고, ④차세대 新산업에 대해서는 제도적 기반을 조성한다. 주요 내용은 다음과 같다.

	주력 기술	산업전략기술	미래혁신기술	차세대 신산업
추진 전략	산업현장별 특성을 살린 대형 실증플래그십 사업 추진	민관 공동 투자 추진으로 취약산업 전략기술 경쟁력 확보	도전적 맞춤형 R&D 추진 및 국책연구·출연(연) 연계 강화	법·제도 개선 및 인증기반 마련으로 CCU 신산업 확산 촉진
추진 과제	 <ul style="list-style-type: none"> 서부권/중부권/남부권/동남권 발전·정유·석유화학·철강·시멘트 	 <ul style="list-style-type: none"> 민관공동 R&D사업 추진 실증연계 기업지원 강화 	 <ul style="list-style-type: none"> 토너먼트형 차세대기술 국책사업 추진 국가중점연구실 중심 연구역량 결집 	 <ul style="list-style-type: none"> 통합법안 및 제도 정비 지원제도 발굴 및 확대 기술 인증기반 조성 국가표준 제정 지원

① (주력기술) 2030년 국가온실가스감축목표(NDC) 달성을 위하여 우선 주력 기술을 대상으로 ‘4대 권역별 CCU 플래그십 프로젝트’를 추진한다. 먼저, ▲서부권에서는 화학, 생물, 광물화 등 다양한 산업과 CCU 기술을 육성하는 CCU 실증 플랫폼 구축한다. 다음으로 ▲남부권에서는 지역의 강점인 화학산업과 주로 연계하고, ▲동남권에서는 기존 철강 산업과 연계하여 제철 과정에서 배출되는 이산화탄소로 메탄올을 생산하거나, 슬래그로 대체 건설 소재를 생산한다. 마지막으로 ▲중부권에서는 지역 특화산업인 시멘트 산업과 연계하여 레미콘 배출 이산화탄소로 건설 2차 제품 생산을 지원할 계획이다.

② (산업전략기술) 향후 기대되는 시장가치나 기업 수요에 비해 현재는 미성숙한 기술은 기대수요를 산정하여 빠르게 육성하며 민·관 공동투자를 적극적으로 장려한다. 또한, 출연(연), 대학, 협회 등이 참여한 CCU 기술 지원단을 운영하여 기술정보 DB 제공, 기술 교류, 기술 매칭 등 기업지원을 강화할 계획이다.

③ (미래혁신기술) 미래지향적이고 도전적인 차세대 CCU 기술을 지원하기 위하여 신규 국책연구과제를 기획한다. 신규 과제는 초기에 잠재력이 높은 기술 분야를 폭넓게 지원하되, 기술개발 단계마다 상용화 가능성을 평가하여 지원을 집중시키는 토너먼트형으로 운영한다. 더불어, 국가 CCU 중점연구실*을 지정하여 분야별 세계 최고 수준의 선도 기술 확보와 체계적인 국제협력연구와 인력양성을 추진할 계획이다.

* 향후 숲 출연(연) 간 통합 체계인 NTC(National Technology Center)로 확대 검토

④ (차세대 新산업) 제도적 기반을 조성하기 위해 관계부처와 협의하여 CCUS 통합법안을 마련하고, CCU 기술 국가표준을 수립하기 위해 기술 인증을 포함하여 사업화 연계를 위한 기술 표준화 연구지원 및 관련 기관 간 협력을 촉진할 계획이다.

정부는 이번에 수립한 「이산화탄소 포집·활용(CCU) 기술고도화 전략(안)」에 따라 ‘4대 권역별 CCU 플래그십 프로젝트’의 예비타당성조사 대상 여부를 검토하고 후속 절차를 빠짐없이 추진하여 탄소중립 달성을 위한 CCU 기술 개발을 지원할 예정이다.

주영창 과학기술혁신본부장은 “그간 국가적 목표 달성을 위한 명확한 목표와 시한을 제시하는 임무지향 탄소중립 R&D 체계를 통해 탄소중립 R&D의 기반을 마련해 왔다면, 이제는 탄소중립 분야에서도 세계를 무대로 최고에 도전하는 차세대 혁신 기술을 확보할 수 있도록 정책적으로 지원해 나가겠다.”고 밝혔다.

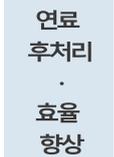
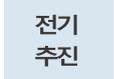
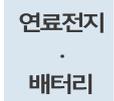
- 붙임 1. 제1호 안건 주요 내용
- 2. 제2호 안건 주요 내용

담당 부서 <특위 운영>	과기정통부	책임자	과 장	장홍태 (044-202-6730)
	과학기술전략과	담당자	사무관	김라희 (044-202-6732)
<1호 안건>	과기정통부 과학기술전략과	담당자	과 장	장홍태 (044-202-6730)
			사무관	방은기 (044-202-6731)
			사무관	김라희 (044-202-6732)
<2호 안건>	과기정통부 기후환경대응팀	책임자	팀 장	이찬영 (044-202-4511)
		담당자	사무관	이인영 (044-202-4543)



탄소중립 선박 분야 기술혁신 전략 로드맵(안) 주요 내용

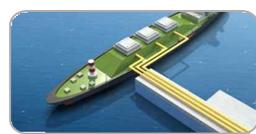
탄소중립 선박 분야 탄소중립 기술혁신 전략 로드맵



글로벌 탄소배출 규제 본격화에 따른 조선시장 지각변동

무탄소 선박 전환을 위한 단계별 혁신 기술 확보

1 탄소중립 내연기관	2 연료전지·배터리	3 전기 추진 시스템	4 연료 후처리·효율향상
<ul style="list-style-type: none"> 수MW급 LNG-암모니아 혼소엔진 실증 탄소저감 70% 이상 20MW급 암모니아엔진, MW급 수소엔진 개발 탄소저감 90% 이상 	<ul style="list-style-type: none"> MMWh급 대용량 연료전지 시스템 개발 및 실증 액체수소 저장탱크 및 연료공급 시스템 개발 MMWh급 고효율 배터리 및 제어 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 전기추진시스템 국산화율 95% 이상 에너지 통합제어 효율 5% 이상 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 후처리 요소 기술 개발 및 고도화 <ul style="list-style-type: none"> BOG 처리 기술 연료슬립 처리 기술 배기가스 후처리 기술 에너지효율 30% 이상 향상 <ul style="list-style-type: none"> 최적 선형 구축 효율향상 장치 소재 경량화 풍력 보조 추진 등



2030년 무탄소 선박 상용화 · 친환경 선박 기자재 국산화율 90% 이상

분야별 기술 혁신 로드맵

	정부지원(민관협업)	민간주도	현재	'30	'40	'50
내연기관	1 혼합 연료 내연기관	핵심부품 및 패키징 기술 개발 (수 MW급 암모니아 혼소 내연기관)	실증선박구축 해상 실증	상용 규모 실증	단계적 보급 확대	
	무탄소 연료 내연기관	핵심부품 개발 및 성능 평가 (수십 MW급 암모니아·수소 무탄소엔진)	육상 실증	해상 실증·보급	단계적 보급 확대	
연료전지·배터리	2 선박용 연료전지 시스템	연료전지 파워팩 개발 (PEMFC 200kW, SOFC 500kW)	부품 내구성 확보 (스택 내구 시간 30,000hr)	대용량 실증 (MW급 시스템)	병커링 기술 개발	
	추진용 배터리 시스템	액체수소 저장탱크 개발 (50m ³ , 0.35ton)	액체수소 연료공급 시스템 개발	고출력·고안전성 시스템 개발	고출력 (MWh급), 지능형 제어관리 시스템 개발	선박 실증
전기 추진	3 직류배전시스템 (반도체차단기 포함)	중소형 선박용 개발	실증	상용화 및 보급 확대		
	전력 변환 장치	중대형 선박용 개발 및 실증	실증	상용화 및 보급 확대		
	추진 전동기	중소형 선박용 개발	실증	상용화 및 보급 확대		
	통합제어관리시스템	수MW급 POD 기술 개발	실증	상용화 및 보급 확대		
연료 후처리·효율 향상	4 증발 가스(BOG) 처리 기술	요소 기술 개발 (BOG 재역화 기술, 화물창 및 연료탱크 등)	상용급 실증 (BOG 70% 감축)	대형화, 고도화 (BOG Loss 제로화)		
	연료 슬립 처리 기술	메탄슬립 저감 요소기술 개발	상용급 실증 (LNG 메탄슬립 0.3kg/kWh ↓)	기술 고도화 (90% 이상 감축)		
	배기가스 처리 기술	선박용 CO ₂ 포집 요소기술 개발	상용급 실증 (CO ₂ 포집 30% ↑)	기술 고도화 (CO ₂ 배출 제로화)		
	에너지 효율 향상 기술	핵심 기술 개발 (풍력추진, 페일 이용 보조발전, 최적 설계 플랫폼, 경량 소재 등)	선박 적용 및 실증	기술 고도화 및 보급 확대 (에너지 30% 절감)		

* 2단계 이후 실증 규모는 1단계 개발 및 정부 예산 상황에 따라 변경 가능

□ 제로에너지건물 분야 기술혁신 전략 로드맵(안) 주요 내용

— I 제로에너지건물 분야 임무중심 탄소중립 기술혁신 전략 로드맵 I —



탈탄소화 전환을 위한 건물 부문 온실가스 배출 감축 필요

임무

신축 및 기존 건물을 제로 에너지화 하는 혁신 기술 확보



목표

1 건물 외피 (~'30)

- ☑ 건물 차양 시스템의 일사획득계수 0.1 달성, 목표주도 확보율 85% 달성
- ☑ 외피 열관류율 0.8W/m²K 확보 및 초단열 외피 기반 건물 에너지 자립률 60% 확보
- ☑ 리트로핏 공사비 15% ↓, 공기 10% ↓

2 건물 설비 (~'30)

- ☑ GWP10 이하 중앙-분산 히트펌프/열교환시스템 개발 (10-20세대 소규모 공동주택 대상)
- ☑ P2H-EMS 기반 에너지 자립률 100% 확보 (소규모 건물)
- ☑ 건물 열저장 밀도 5배 ↑, 체적 1/5 ↓, 경제성 확보
- ☑ 전열교환 환기에너지 소비 50% ↓

3 신재생에너지 융합 (~'30)

- ☑ 신재생에너지 융복합시스템 적용 건물의 에너지 자립률 30% 이상 확보
- ☑ 에너지 저장공유 요소기술 개발 및 지열수열미활용 열 하이브리드 시스템 개발

4 데이터 관리·제어·활용 (~'30)

- ☑ 건물 에너지시스템의 10분당 예측오차율 30% 미만
- ☑ 기상센서 정확도 95% 이상 확보 (실물 센서 대비)
- ☑ 운전 최적화를 통한 건물 에너지 소비 10% ↓

'18 대비 건물부문 온실가스 배출량 32.8% 감축(~'30) → 88.1% 감축(~'50)

분야별 기술 혁신 로드맵

■ 정부지원(민관협업) ■ 민간주도 현재 '30 '40 '50

건물 외피

- 스마트 차양
초단열외피 기반 설비 모듈화/패키지
외피 리트로핏

핵심기술 개발	사업화 실증
신소재 개발	모듈·패키지 개발 및 상용화
단위건물 실증	중대규모 실증단지 운영 및 상용화

건물 설비

- 열에너지 네트워크 및 히트펌프
P2H-EMS
고효율 고밀도 저장
전열교환

기술 개발 및 소규모(수십세대) 공동주택 실증	중대규모(수백세대 규모) 실증단지 구축 및 상용화
기술 개발 및 소규모(수십세대) 공동주택 실증	중대규모(수백세대 규모) 실증단지 구축 및 상용화
핵심 소재 부품 및 시스템 개발	건물 유형별 실증 및 상용화
핵심 소재 부품 개발	통합 시스템 실증

신재생 에너지

- 건물일체형 신재생 HVAC
커뮤니티 복합네트워크

시스템 개발 및 실증 (50세대 내외)	Full scale 실증(수백세대 규모)
핵심 소재 부품 및 시스템 개발	건물 유형별 실증 및 상용화

건물 데이터 활용

- 자율운전
가상센싱
데이터 분석 및 진단

디지털 트윈 구축 요소기술 개발	자율운전 기술 개발	xEMS Level 3 수준 자율운전 실증 및 상용화
핵심기술 개발	성능 실증	
사용량 분석 기술 개발	운전 효율화 진단 기술 개발	에너지 공유 플랫폼 실증

※ 2단계 실증 규모는 1단계 개발 및 정부 예산 상황에 따라 변경 가능

☐ 태양광 분야 기술혁신 전략 로드맵(안) 주요 내용

- 태양광 분야 탄소중립 기술혁신 전략 로드맵 -

도전

친환경 에너지 전환을 위한 차세대 태양광 기술 경쟁력 확보

임무

초고효율 태양광 전환 및 사용자 다변화를 위한 혁신 기술 확보

목표

1 초고효율 태양전지

- 페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지

현재 24% (단일접합 실리콘)
모듈효율 36% 이상
- 박막 기반 탠덤 태양전지

현재 15% (단일접합 박막)
모듈효율 34% 이상

2 사용자 다변형 태양광

- 건물형 MW급 실증 설비용률 17%
- 영농형 MW급 실증 설비용률 20%
- 수상형 GW급 실증 설비용률 20%
- 수송형 전기차 주행 보조 주행거리 25km/일
- 다기능 초경량·유연·투광형 태양전지 개발

3 폐모듈 재사용·재활용

- 폐모듈 재사용 폐모듈 재사용 평가 정확도 향상 및 모듈 출력 향상 기술 확보
- 폐모듈 재활용 폐모듈 전파쇄 공정 장비 개발 및 처리 기술로 순환이용률 고도화

● 분야별 기술 혁신 로드맵

		현재	'30	'40	'50
초고효율 태양전지	페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지 및 모듈	요소기술 R&D 대면적화	모듈 실증 (셀 효율 35%)	기술 고도화 및 양산화 (셀 효율 40%, 모듈 효율 36%)	
	박막 기반 탠덤 태양전지 및 모듈	요소기술 R&D	모듈 실증 (셀 효율 30%)	기술 고도화 및 양산화 (셀 효율 40%, 모듈 효율 34%)	
사용처 다변형 태양광	건물형 태양광	설비용률 수용성 개선	소규모 실증 (100kW급)	MW급 대규모 실증 및 상용화 (설비용률 ≥ 17%)	
	영농형 태양광	수용성 향상 경제성 확보	기술 고도화	MW급 대규모 실증 (설비용률 ≥ 20%)	
	수상형 태양광	설비경쟁력 확보	대형단지 운용 기술 (GW급)	에너지 연계 다양화 기술 개발 (설비용률 ≥ 20%)	
	수송형 태양광	요소기술 R&D	주행보조 실증 (주행거리 12km/일)	전기차 연계 주행보조 시스템 상용화 (주행거리 25km/일)	
	다기능 태양광	요소기술 R&D	모듈 실증 및 고도화	초경량·유연·투광형 태양광 기술 고도화	
폐모듈 재사용·재활용	폐모듈 재사용	재사용 분류기준 제정 현장 성능평가 고도화	모듈 출력향상 (출력향상률 5%)	재사용 모듈 상용화	
	폐모듈 재활용	요소기술 R&D	폐모듈 실리콘 분말화	대용량 처리 및 순환이용률 고도화 (순환이용률 ≥ 95%)	

※ 2단계 실증 규모는 1단계 개발 및 정부 예산 상황에 따라 변경 가능

□ 정부지원(민관협업) ■ 민간주도



비전

CCU 기술 조기 상용화를 통한 2030 NDC 달성
및 탄소중립 산업경쟁력 확보



목표

'30년 국내 상용사례를 창출하고, 국제규제에 대응하는
CCU 실증 및 기술 고도화

주력 기술



4대 권역 실증플래그십 추진

- 서부권 / 중부권 / 남부권 / 동남권 대규모 실증
- 발전·정유·석유화학·철강·시멘트 산업별 패키지화
- 전방산업(CO₂배출기업) 및 후방산업(CO₂제품수요기업) 연계

산업전략기술



집약적 기술수준 향상

- 탄소규제 취약산업 중심 민관합동 R&D 사업 추진
- 국가 CCU 중점연구실을 통한 전략원천기술 확보
- 실증연계 기업지원 강화 (기술지원단, 기술플랫폼 등)

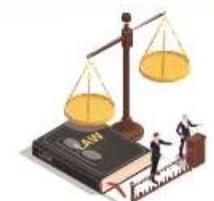
미래혁신기술



맞춤형 R&D 추진

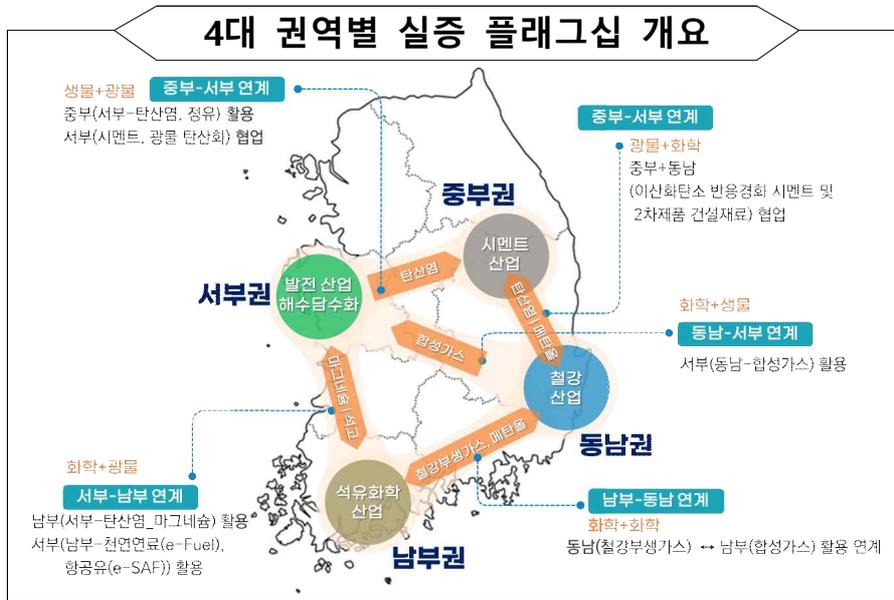
- 포집 기술 가격경쟁력 확보 (저비용·고효율 차세대 포집 기술 등)
- 차세대 CCU 기술개발 (탄소 네거티브형 CO₂ 팩토리 기술 등)

차세대 新산업



신산업 기반조성

- 법·제도 정비 (통합법안 마련, 제도 정비, 지원제도 확대)
- 기술 인증 및 표준화 (인증 기반 조성, CCU 관련 국제 표준 제정 지원)



② 산업전략기술 : 민관공동투자

- ① (전략기술 육성) 시장가치·기업 수요에 비해 아직 미성숙한 기술은 탄소규제 취약산업의 수요를 중심으로 CCU 전략기술 육성
- ② (가격경쟁력 확보) 상용화 수준에 도달한 고농도 포집기술 대비 포집효율의 한계를 극복할 수 있는 기초·원천기술 연구지원
- ③ (실증 연계) 출연(연), 대학, 협회 등이 참여한 CCU 기술지원단을 운영하여 기술정보 DB 제공, 기술 교류, 기술 매칭 등 기업지원

③ 미래혁신기술 : 맞춤형 R&D 추진

- ① (국책 연구지원) 미래지향 도전적 차세대 기술을 지원하기 위한 토너먼트형 신규 국책연구과제 기획
- ② (연구역량결집) 국가 CCU 중점연구실*을 지정하여 분야별 세계 최고 수준의 선도기술 확보와 체계적인 국제협력·인력양성 추진
* 향후 숲 출연(연) 간 통합 체계인 NTC(National Technology Center)로 확대 검토

④ 차세대 新산업 : 제도적 기반 조성

- ① (법·제도 : CCU 통합법안 마련) CCU 기술개발 및 유관 산업의 체계적 육성을 위해 필요한 정책 지원을 최초로 수립한 법률안 마련
- ② (인증제도 : 국가표준 제정) 기술 인증을 포함하여 사업화 연계를 위한 다양한 CCU 표준화 연구지원 및 관련 기관 간 협력 촉진