

경제관계장관회의 겸

성장전략 TF

25-0-0

(공개)

초혁신경제 15대 선도프로젝트 추진계획(Ⅲ)

2025. 11. 26.

관 계 부 처 합 동

초혁신경제 15대 선도 프로젝트 추진계획 (III) (요약)

I

추진배경

- 인구구조 변화, 투자위축, 생산성 정체로 잠재성장률의 지속적 하락 전망 속에 성장동력이 둔화, 초혁신경제로의 전환이 시급
- 경제안보, 에너지 전환, 식량위기 대응을 위한 선제적 지원과 기술개발·산업 고도화로 글로벌 시장 주도권 확보 필요
- 「새정부 경제성장전략(8.22)」에 따른 초혁신경제 15대 프로젝트 추진계획 발표 I *(9.10), II **(10.20)에 이어 세 번째 추진계획을 마련·발표

* (9.10) SiC전력반도체, LNG화물창, 그래핀, 특수탄소강, K-식품

** (10.20) 스마트농·수산업, 초고해상도 위성개발·활용, AI바이오 오픈생태계 구축, K-뷰티

※ 업계 및 전문가 의견을 반영하여 "SiC전력반도체"를 GaN전력반도체도 포함하는 "차세대 전력반도체" 프로젝트로 변경·추진

II

추진방향, 선정절차 및 선정기준

1. 추진방향

- (초혁신경제) 추격형 경제의 한계를 극복하고 선도형 경제로 나아가기 위해 초혁신기술 개발, 미래대응, 글로벌 시장 진출에 집중 투자
- (구체적인 프로젝트) 구체적인 프로젝트(Kingpin)에 대해 재정·세제·금융·규제개선 등 국가 역량을 총동원한 집중지원으로 가시적 성과 창출
※ 지역별 특화산업과도 연계하여 지역균형성장 및 지역혁신 촉진
- (추진단 구성) 기업을 중심으로 한 민관합동 추진단을 프로젝트별로 구성하고, 정부는民間을 적극 지원 · 뒷받침

2. 선정절차 및 선정기준

- (선정절차) 국정과제와의 연계성*, 관계부처** 및 지자체 의견, 현장방문 및 민관협의체, 전문가 의견 등을 통해 선정

* ①세계 선도 전략기술 육성, ②신성장 동력 발굴·육성, ③의료AI·제약·바이오헬스 강국 실현 등

** 성장전략TF 1차 회의('25.8.5), 경제관계장관회의('25.8.7) 등 논의, 관계부처 간담회 등

- (선정기준) 경쟁력 확보, 시장성·파급력, 구현 가능성, 확산·지속 가능성 모두를 충족하는 3대 분야 “15대 선도 프로젝트” 선정
- (첨단소재부품: 5개*) 산업생태계의 게임체인저 육성으로 생산성 제고
 - * 차세대 전력반도체, LNG 화물창, 초전도체, 그래핀(Graphene), 특수탄소강
- (기후·에너지·미래대응: 6개*) 지속가능한 성장을 위해 선제적으로 대응
 - * 차세대 태양광·전력망, 해상풍력·HVDC, 그린수소·SMR, 스마트농업/수산업, 초고해상도 위성
- (K-붐업: 4개*) 시장규모가 크고 성장 잠재력 높은 글로벌시장 진출
 - * K-바이오·의약품, K-콘텐츠(게임, 웹툰 등), K-뷰티, K-식품

III 목표 및 추진체계

1. 목표

- 3대 분야, 15대 프로젝트에 대해 기술개발, 인력, 금융, 해외진출·입지지원, 규제개선 등 패키지 지원으로 ‘30년까지 잠재성장을 반등 도모

2. 추진체계

- (추진협의체) 성장전략TF(부총리 주재)에서 추진방향을 논의·확정하고, 부총리 주재 관계장관회의를 통해 추진상황 점검 및 지원방안 마련
- (실무 추진협의체) 추진상황 모니터링 및 부처간 협조사항 논의를 위해 실무 추진 협의체(간사·기재부 차관보)를 구성·운영
- (추진단) 「기업 + 주관부처·관계기관 + 기재부^{*}(지원)」 등으로 프로젝트별 추진단을 구성하여 단기간내 성과 창출 도모
 - * 프로젝트별로 “초혁신경제지원관”을 지정하여 재정·세제·금융·인력·규제·입지 등 해결 집중 지원

IV 향후계획

- 프로젝트별 세부 실행계획 지속 업데이트 (계속)
- ’27년 사업추진을 위한 예산 사업 발굴 (~’26.4월)

- (기후·에너지·미래대응) 지속가능한 성장을 위해 선제적으로 대응
 - (차세대 태양광) 초고효율 태양광 텐덤셀·모듈 핵심기술 확보로 세계최초 모듈 상용화('28년) 및 효율 극대화('30년)
 - (차세대 전력망) AI 기반 대규모 ESS 구축 및 마이크로그리드 실증 추진으로 한국형 차세대 전력망 구축
 - (해상풍력) 초대형 풍력터빈, 부유식 해상풍력 등 차세대 풍력 기술개발·실증으로 해상풍력 보급 가속화
 - (HVDC) 민관합동 HVDC 핵심 기자재 기술개발 및 전력망 실증으로 안정적 재생에너지 보급 및 서해안 에너지고속도로 구축(1단계, ~'30년)
 - (그린수소) 대용량 수전해 시스템 개발 및 대규모 생산·저장 실증으로 선진국 수준의 생산기술 확보 및 생산역량·경제성 제고
 - (SMR) i-SMR(경수형) 및 차세대 SMR(비경수형) 개발로 국산 SMR 다변화 추진 및 글로벌 SMR 시장 진출 본격화('30년)
- * 나머지 프로젝트(초전도체, K-바이오(글로벌 상업화, K-디지털 헬스케어 수출 모델), K-콘텐츠) 추후 상정 · 논의 예정

순 서

| | |
|------------------------------|----|
| I . 추진배경 | 1 |
| II . 추진방향, 선정절차 및 선정기준 | 2 |
| III. 체계도 및 추진체계 | 4 |
| IV. 향후계획 | 5 |
| V . 프로젝트별 추진계획 (Ⅲ) | 6 |
| 참고. 15대 프로젝트 세부 일정 (Ⅲ) | 41 |

I. 추진배경

◆ ①복합위기 속 초혁신경제로의 대전환, ②기후위기·에너지·미래대응,
③기술주권 확보 및 글로벌 시장 공략 등 선제적 집중 투자 필요

□ 복합위기 속 잠재성장을 하락, 초혁신경제로의 대전환 시급

- 인구구조 변화, 투자위축, 생산성 정체로 잠재성장을 점차 하락할 것으로 전망^{*}되는 등 경제의 성장엔진이 둔화
 - * 잠재성장을 전망(한국은행, %): '25~'29)1.8 → '30~'34)1.3 → '35~'39)1.1 → '40~'44)0.7
- AI 등 급변하는 기술 패러다임에 맞추어 미래 신성장 경쟁력과 초혁신기술을 확보하는 선도경제로의 본격적 전환 절실

□ 기후위기·기술패권 시대 대응을 위한 미래전략 강화 필요

- 이상기후, 국제분쟁, 글로벌 공급망 불안정 등으로 인해 공급의 불확실성과 식량안보 불안정성 증대
 - ※ 3개년('21~'23년) 평균 우리나라 곡물 자급률 19.5%, 전체 식량자급률 47.7% ('22년 기준)
- “2등은 생존할 수 없는 시대(Winner Takes All)”로 전환, 향후 5년은 마지막 “골든타임”으로 평가됨
- 기술·에너지·식량·분야에 대한 선제적 지원과 세계 일등 수준의 기술개발·산업 고도화로 글로벌 시장 주도권 확보 필요

□ 「새정부 경제성장전략(8.22)」에 따른 초혁신경제 15대 선도프로젝트 추진

- 초혁신경제 15대 프로젝트 추진계획 발표 I *(9.10), II **(10.20)에 이어 세 번째 추진계획을 마련·발표

* (9.10) SiC전력반도체, LNG화물창, 그래핀, 특수탄소강, K-식품

** (10.20) 스마트농·수산업, 초고해상도 위성개발·활용, AI바이오 오픈생태계 구축, K-뷰티

※ 업계 및 전문가 의견을 반영하여 “SiC전력반도체”를 GaN전력반도체도 포함하는 “차세대 전력반도체” 프로젝트로 변경·추진

- 각 프로젝트별 기업 및 관계기관이 참여하는 추진단 구성을 완료하고, 단기간 내 성과를 가시화하기 위한 추진계획을 정교화
- 이를 통해 글로벌 기술경쟁이 심화되는 현 시점에서 기술주권을 확보하고, 경제대혁신을 위한 기반 강화

II. 추진방향, 선정절차 및 선정기준

1. 추진방향

① 초혁신경제로의 대전환

- 선도형 경제로 전환하기 위해 초혁신기술 개발, 미래대응, 글로벌 시장 진출 등 3대 분야에 세계 최고 수준의 상품·서비스화

② 혁신 프로젝트(Kingpin) 본격 추진

- 구체적인 혁신 아이템을 선정하고 집중적인 패키지 지원^{*}을 통해 단기간에 가시적 성과 창출

* 재정·세제·금융·인재양성·규제개선 등 국가의 모든 역량·재원을 총동원

- 초혁신경제 프로젝트를 지역별 특화산업[†]과도 연계하여 지역균형성장 및 지역혁신을 촉진

* (예시) 차세대 전력반도체(부산), LNG화물창, 특수탄소강(동남권), 해상풍력(서남권), 그린수소(제주, 서남권) 등

③ 기업 중심의 프로젝트별 추진단 구성

- 기업을 중심으로 프로젝트 추진과정에서의 애로사항을 신속히 발굴·해결하고, 민간 주도의 혁신을 촉진

※ 최소 월 1회 정례회의 개최 및 현장방문 실시

- 정부는 인프라 정비·제도 개선·재정·세제·금융 지원 등을 통해 민간을 적극 뒷받침하며, 문제 해결형 지원체계 구축

2. 선정절차

□ 국정과제와의 연계성, 관계부처 및 지자체 의견, 현장방문·민관협의체·전문가 의견 등을 통해 선정

- ① (국정과제) ①세계 선도 전략기술 육성, ②신성장 동력 발굴·육성, ③의료AI·제약·바이오헬스 강국 실현 등

* 혁신적 제약·바이오, 첨단·미래소재, 미래에너지, 컬처, 우주·항공, 기후테크 등

② (관계부처 등) 부처 업계 간담회, 지자체 건의, 국회 논의 등 통해 발굴

- 장관급회의(성장전략TF 1차 회의('25.8.5), 경제관계장관회의('25.8.7)) 논의

* 첨단소재, K-컬처, K-식품 등 논의

- 관계부처 업계 간담회, 국회 논의, 지자체 및 업계 건의 등

* 차세대 전력반도체, LNG화물창, 그래핀, 특수탄소강, SMR, 그린수소, 태양광, 초전도체 등

③ (현장방문 및 민관협의체 · 전문가) 민간 및 관련 전문가들이 시급히 지원해야 할 프로젝트 건의

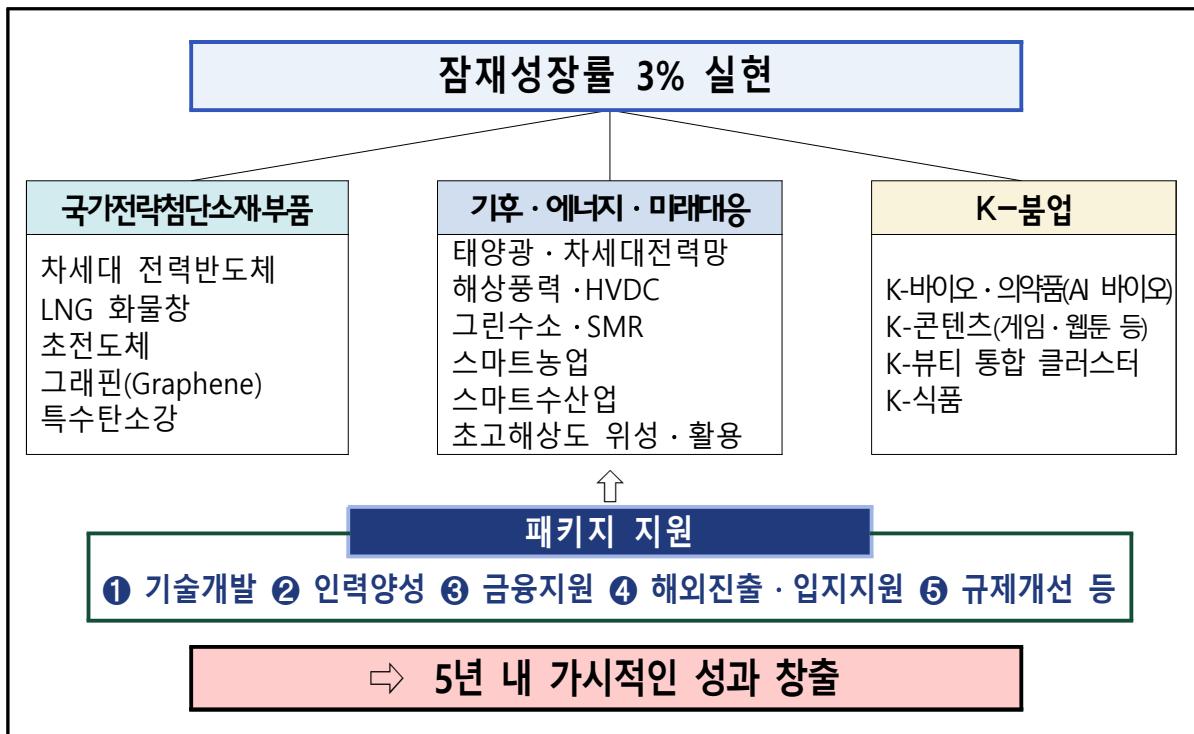
* K-컬처, AI-바이오, 임상 3상 펀드, K-디지털헬스케어, 스마트농업, 스마트양식, SMR 등

3. 선정기준

| | 국가전략첨단소재·부품 분야 | 기후·에너지·미래대응 분야 | K-붐업 분야 |
|--------------|--|---|--|
| 분야 선정기준 | 첨단산업 혁신 기반 강화 및 관련 산업 분야 생산성을 제고 하는 분야 ↓ 산업생태계의 게임체인저 육성 | 중장기 국가 생존전략과 직결된 분야로 기후 위기, 에너지전환, 미래 대응 핵심 분야 ↓ 지속 가능한 성장 | 확보된 경쟁력으로 성장 잠재력 높은 글로벌시장에 진출하여 K-붐업을 견인할 수 있는 분야 ↓ 신성장 동력으로 육성 |
| 프로젝트 선정기준 | < 아래의 조건을 모두 충족하는 프로젝트 > | | |
| 프로젝트 선정기준 | ① (경쟁력확보) 기술경쟁력이 확보되었거나 확보 잠재력이 있는 프로젝트 | | |
| | ② (시장성 및 파급력) 성공 시 국내외에 큰 시장을 창출하고, AX 및 국가전략산업 등 전 산업에 파급효과가 큰 프로젝트 | | |
| | ③ (구현가능성) 성공시킬 수 있는 재정, 기술, 인력, 인프라 등을 확보할 수 있는 프로젝트 | | |
| | ④ (확산 및 지속가능성) 1개의 시범사례/지구 성공 후 국내외로 쉽게 확산 및 장기적인 경쟁력 유지가 가능한 프로젝트 | | |

III. 체계도 및 추진체계

1. 체계도



2. 추진체계

※ 現 기재부 신성장전략기획추진단을 “초혁신경제추진단”으로 개편 예정



※ 추진단은 협조부처 추가, 확대/조정/세부분과 설치 등 유연하게 운영할 예정이며, 지방정부 참여도 적극 독려 예정

[1] (추진협의체) 성장전략 TF(부총리 주재)를 통해 추진 방향을 논의·확정하고,

→ 부총리 주재 관계장관회의(경장, 산경장 등)를 통해 추진상황 점검 및 지원방안 마련

[2] (실무 추진협의체) 실무 추진협의체(간사 차관보) 통해 프로젝트 추진상황 상시 모니터링 및 부처간 협조사항 논의

※ <구성(안)> 기획재정부 차관보(간사), 과기·농식품·산업·복지·중기부(1급^{*}), 신성장추진단장, 민간위원(프로젝트 참여기업, 전문가 등)

* 주관부처 1급은 수시로 프로젝트 추진상황, 쟁점 등을 점검하여 실무 추진협의체 논의 안건 상정, 기타 부처 국장급은 논의 사안별로 참석

[3] (추진단) 20개 추진단(단장: 주관부처 국장) 주관부처 주도 구성

○ 「기업 + 주관부처·관계기관 + 기재부(지원)」 등으로 구성

- (기업) 프로젝트의 Value Chain을 구성하는 대·중견·중소기업 선정
 - (지자체) 지역균형성장과 관련되는 프로젝트에 적극 참여 유도
 - (지원) 기재부 국장^(급) + 신성장추진단 직원 + 산업연구원 전문가 등
- * '초혁신경제지원관'으로 지정하여 재정·세제·금융·규제 관련 쟁점 적극 해결 지원

○ 이질적인 성격의 과제로 구성된 경우, 별개의 추진단으로 운영(총 20개)

* 예) 태양광·차세대전력망, 해상풍력·HVDC, 그린수소·SMR, K-바이오·의약품 3개 세부과제

IV. 향후계획

□ 프로젝트별 세부 실행계획 지속 업데이트 (계속)

□ '27년 사업추진을 위한 예산 사업 발굴 (~'26.4월)

V. 프로젝트별 추진계획 (III)

1

차세대 태양광 상용화

① 초고효율 태양광 탠덤셀 및 태양광유리 기술력 확보, ② 초고효율 태양광 탠덤 모듈 상용화

- ◇ (중장기 목표) 핵심기술 개발 및 산업생태계 육성으로 세계 최초 탠덤 모듈 상용화
- ◇ (연도별 목표) '26년 핵심소재 개발 및 열화원인 분석 → '27년 상용 모듈 개발 및 실증 → '28년 탠덤셀 효율 32%, 모듈 효율 26% 달성을 및 모듈상용화 → '29년 저탄소 및 양면형 탠덤 모듈 개발 및 실증 → '30년 셀 효율 35%, 모듈 효율 28% 달성으로 세계최고 수준 달성

(1) 우리의 현주소

- 세계 태양광 시장은 지속적인 성장* 중이나, 최근 결정질 실리콘 태양전지의 효율은 기술적 한계**에 근접

* 연간 태양광 보급전망(GW): ('23) 456 → ('24) 601 → ('25) 650 → ('30) 860

** 최근 결정질 실리콘 태양전지의 양산효율은 한계효율 27%에 근접한 25~26% 수준

- 기존 태양전지 분야는 특정국 독점*과 공급과잉으로 인한 가격 경쟁 열위로 차세대 태양전지 기술을 통한 생태계 재편 필요

* '24년 기준 전세계 모듈 생산용량 1,405GW 중 중국 1,156GW(약 83%)(IEA PVPS '25)

- 우리나라는 차세대 태양광 기술인 고효율 탠덤셀* 태양전지 원천기술을 확보하고 양산성·효율** 향상 추진 중

* 수광층을 2개(페로브스카이트+결정질 실리콘) 사용하여 효율을 극대화한 태양전지
(이론적 한계효율: 既 실리콘 셀 29.4%, 탠덤셀 44%)

** 초기효율: (탠덤셀(330cm²)) 30.2%(세계 최고 수준), (탠덤 모듈(1.9m²)) 25%

- 中·獨 등 주요국 역시 탠덤셀 핵심기술 확보를 위해 집중 투자* 중

* (탠덤셀) 대학·연구소 중심으로 소면적(cm²) 초기효율 극대화 경쟁

(탠덤모듈) 기업을 중심으로 상업용 대면적·고효율 모듈 시제품 제작 착수

⇒ '초고효율 탠덤셀' 등 차세대 태양전지, 건물일체형태양광*에 대한 ①기술력 확보, ②조기 상용화하여 새로운 생태계로 재편

* 건물일체형태양광(BIPV): 태양광 모듈을 외벽·지붕 등 건물자체로 활용하여 전기를 생산

[2] 현장의 목소리

(추진단 1차 회의, '25.10월)

- ① (탄소검증제) 탄소배출량 측면에서 국내 제조 제품의 비교우위를 강화할 수 있도록 ‘국가 표준 전력배출계수’* 현행화

* 탄소검증제에서 제품 생산 시 발생하는 이산화탄소 배출량 산정에서 기준이 되는 계수

현장의 목소리

- A社: 우리나라 표준 전력배출계수를 현행화하여 계통전력사용 배출량 측면에서 국내 기업에게 유리하게 설계할 필요

- ② (R&D 지원) 텐덤셀 상용화를 위해 대규모, 종합적 R&D 지원

현장의 목소리

- B교수: 상용화 R&D를 위해서는 대규모 협의체와 대형 R&D 필요

- ③ (연구장비 보급 및 도입 지원) 대학·연구소 등에 연구장비 보급을 확대하고 장비도입 심의 기간 단축

현장의 목소리

- C연구원: 대학·연구소의 텐덤셀 기초연구를 위한 장비 보급 필요
- D연구원: 1억원 이상 장비 구입 시 장비도입심의 기간 단축 필요

- ④ (연구 협력체계 구축) 텐덤셀 연구·기술개발에 필요한 하부셀의 국내 수급 문제 해소 및 산·학·연 교류

현장의 목소리

- E연구원: 하부셀 국내 수급이 어려워 대학과 연구소의 텐덤셀 기술개발 어려움
- F社: 텐덤셀과 모듈을 개발하는 앵커기업이 양산에 필요한 소재와 장비에 대한 컨셉과 필요사양을 소부장 기업들과 공유 필요

[3] 추진방안

① (태양광 추진단) 셀·모듈·소재 등 태양광 밸류체인을 구성하는 기업(대·중·소), 연구기관 및 표준·인증 관련 기관 등으로 구성

* (구성) [산] (대) 한화솔루션, HD현대에너지솔루션, KCC, (중견) 주성엔지니어링, (중소) 엘케이켐, 유니테스트, 한국태양광산업협회

[학] 고려대, 성균관대, 울산과기원

[연] 에너지기술연구원, 화학연구원, 한전 전력연구원, 에너지공단

[관] (주관) 기후부, (협조) 산업부 등

< 참고: 국내 차세대 태양광(탠덤셀) 산업생태계 >

■ 국내기업은 태양광 산업 전 분야의 핵심기술 既 확보/개발 중이나, 업스트림(폴리실리콘, 잉곳·웨이퍼)은 **타국 대비 가격경쟁 열위**, 해외이전 등의 상황

⇒ 텐덤 등 차세대 초고효율 태양전지 및 셀·모듈 중심 새로운 생태계로 재편 필요

* 부가가치 비중(23년 기준) : 폴리실리콘 17%, 웨이퍼 15%, 셀 12%, 모듈 56%

| 텐덤셀(태양전지) | 모듈 | 시스템(응용처) |
|--|--|---|
| | | |
| <ul style="list-style-type: none"> (상부셀 소재) 엘케이켐, 씨엔원 등 (건식증착장비) 한화솔루션, 주성엔지니어링, 셀코스, 더셀 등 (습식장비) 고산테크 (상부셀) 한화솔루션, 유니테스트, 한국전력, 메카로 (하부셀) 한화솔루션, HD현대에너지솔루션 (효율장비) 티앤아이테크 | <ul style="list-style-type: none"> (모듈) 한화솔루션 (소재) JH머티리얼, 창성시트, 프린티어에너지솔루션 (장비) 한화솔루션 (효율장비) 티앤아이테크 | <ul style="list-style-type: none"> (설계사공) 한화에너지, LS일렉트릭, GS건설, 탑선 등 (건물형) KCC, 에스지에너지, 에스케이솔라테크 등 (수상형) 스코트라, 미래에스피 등 (영농형) 그린드팜, 솔단, 더블유피 등 (수송형) 현대자동차, 한국철도공사 등 |

: 차세대 태양광 추진단 참여기업

○ 기후부가 텐덤셀 상용화를 위한 R&D·실증·인력양성 등을 집중 지원하고, 기재부·산업부는 인프라 구축 지원

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------|------------|------------------|
| R&D | 기후부 등 | | |
| · 초고효율 텐덤셀 기술개발 및 세계최초 상용화를 위한 연구 | | | |
| 실증 | 기후부 | | |
| | | | |
| 인프라 | 기후부 | 기재부 | 산업부(국표원) |
| | | | |
| 인력양성 | · 텐덤셀 AI 자율실험실 구축 | · 재정·세제 지원 | · 국내외 표준인증 체계 마련 |
| 기후부 | | | |
| · 텐덤셀 R&D, 소재·장비·제조 전문인력 양성(석박사 과정) | | | |

[2] (지원방안) '26년 초고효율 탠덤 모듈 기술개발 및 실증 등 추진

- ‘28년 상용화 목표에 맞춰 표준·인증·시범사업 등 시장선점을 위한 제도적 기반 마련

< 차세대 탠덤셀 초기 상용화 세부실행계획 주요 내용(안) >

- (추진 방향) 초고효율 탠덤셀 세계최초 상용화
 - 핵심기술개발, 산업생태계 육성 등을 통해 '28년 모듈상용화 및 '30년 상용면적* 탠덤셀 효율 35%, 모듈 효율 28% 달성을 위한 효율 극대화
* 탠덤셀 330cm² 이상, 모듈 1.7m² 이상
- (추진 내용) 차세대 초고효율 탠덤셀 초기 상용화를 위한 양산기술 개발, 실증 및 초기시장 창출을 위한 표준·인증 체계구축 추진
 - (기술개발) 상용면적 탠덤 모듈 개발 및 실증, 제조단가 저감을 위한 소재 개발(국산화) 및 장비개발, 성능·신뢰성 시험방법 개발 등
 - (기업지원) 국내외 표준·인증체계 구축, 공동활용 연구센터* 활용 민관 협력 체계 확충, 공공주도 시범사업 및 인센티브 강화 등
* 100MW 규모 태양광 기업 공동활용 연구센터 개소(23)
 - (국제협력) 국제 포럼 등을 통한 글로벌 태양광 네트워크 강화
→ (~'25.11월) 추진단을 활용하여 세부실행계획 발표, ('26년 上) 세부 실행계획 업데이트 및 '27년 수행할 구체적인 사업 발굴

< '26년 예산(안) 반영 내용 >

① (기술개발) 탠덤 셀·모듈 기술확보를 위한 R&D ('26년안 336억원)

- 상용면적(1.7m² 이상) 탠덤 모듈 개발·실증, 탠덤셀 설계 최적화 검증 등을 위한 '26년 신규 R&D 과제(4개, 170억 원) 추진

< '26년 차세대 탠덤셀 신규 R&D 현황 (단위: 억원) >

| 과제명 | 사업기간 | 정부예산(안) | '26년예산(안) |
|---------------------------------------|---------------|---------|-----------|
| 상용면적 폐로브스카이트/결정질 실리콘 탠덤 모듈 기술개발 및 실증* | '26.04~'29.03 | 250 | 70 |
| 차세대 탠덤 태양전지 설계 최적화를 위한 AI 자율실험실 개발* | '26.04~'29.03 | 150 | 50 |
| 양면형 탠덤 태양전지 기술개발 및 효율 검증* | '26.07~'29.06 | 100 | 30 |
| 저가 고효율 우주용 탠덤 모듈 개발 및 검증 | '26.04~'29.03 | 80 | 20 |

* 세계 최초 상용화를 위한 선제적, 집중 투자 필요 → '26년 신규과제 추가 증액 검토

- 탠덤셀 기술개발, 사용처 다변화, 순환경제 구축을 위해 수행 중인 14개 R&D 과제(계속과제, 165억 원) 지속 추진
- BIPV 등 태양광 유리 기술개발을 위한 R&D 추진

* BIPV(Building-Integrated Photovoltaics): 건물 일체형 태양광 발전

② (인력양성) 기업 수요 기반, 석박사급 전문인력 양성 추진

* 탠덤 및 고효율 실리콘 태양전지 관련 산업형 석박사 전문인력(R&D, 제조·소재·장비 엔지니어) 양성(에너지 인력양성사업 中 태양광 분야 과제, 기획 중)

③ (마케팅지원) 차세대 태양광의 초기시장 창출, 글로벌 경쟁력 제고를 위해, 국내외 표준·인증체계 구축 관련 R&D 과제* 지원

* ('26년안) 22억원, (사업내용) 탠덤 모듈 성능·신뢰성 시험기술 개발 및 장비 확보, 국내 산업융합 신제품 적합성 인증(안) 개발 등

- 초기시장 창출, 트랙 레코드 확보 위한 공공주도 시범사업* 기획

* (예시) 탠덤 태양광 발전소 보급지원 사업('26년 사업기획→'27년 사업 시행)

- '태양광 기업공동활용 연구센터' 및 대기업 협업 등을 통해 탠덤 하부셀(TOPCon, HJT 타입) 수급 해소

- 글로벌 네트워크 강화를 위한 국제 탠덤셀 포럼* ('25.12월) 및 세계태양광총회** ('26.11월) 개최

* (탄덤셀 포럼) 국제 학술행사, 獨·中·日 등 주요국 석학 참석

** (태양광 총회) 학술대회·포럼 등으로 구성된 국제 컨벤션 행사(70여개국 참여)

④ (제도개선) 태양광 이격거리 완화, 탄소검증제 개선 등 보급 확대를 위한 제도개선 추진

- 기존 가이드라인('23.2월, 산업부), 지자체별 조례* 등을 분석하여 '재생에너지법' 내 재생e 설비 이격거리 기준 관련 조항 신설 추진

* (현행) 국토계획법령에 따라 지자체 조례로 이격거리 설정

- 탄소검증제 전력배출계수 개편을 검토하여 국내 제조 제품의 탄소배출량 비교우위를 강화

< '27년 이후 추진계획 >

① (기술개발) 탠덤 셀 32%, 모듈 26% 효율 달성 및 세계최초 모듈 상용화('28년) 및 효율 극대화(셀 35%, 모듈 28%, '30년)

* '27년 상용 모듈 개발·실증 → '28년 셀 32%, 모듈 26% 효율 달성 및 세계최초 모듈상용화 → '29년 저탄소 및 양면형 탠덤 모듈 개발·실증 → '30년 셀 35%, 모듈 28% 효율 달성

- 탠덤 셀·모듈·장비 핵심 기술 및 사용처 다변화 등을 위한 추가 R&D 및 실증연구* 추진(~'30년)

* 셀·모듈 효율·안정성 극대화 및 양산장비·소재 개발, 저탄소·친환경 탠덤 모듈 개발 및 인프라 구축 등을 위해 총 6개의 신규 R&D과제 추진

② (인력양성) 기업 수요를 기반으로, 탠덤 태양전지 연구·제조 전문인력 양성 추진(계속)

③ (마케팅지원) 차세대 태양광의 초기시장 창출 및 글로벌 경쟁력 제고를 위해, 국내 표준·인증체계^{*} 구축(계속)

* 국내 산업융합 신제품 적합성 인증(안) 개발('27년) 및 지정('28년), 모듈 인증시험 등

- 국내 탠덤 태양광 앵커기업, 인증기관 등과의 협력을 통해, 국제표준화(IEC) 동향을 파악하고 적극 대응(계속)기후부, 산업부

- 실증 및 인증시험 결과 기반, 공공주도 탠덤 태양광 발전소 보급 지원 시범사업(가칭) 추진(계속)

- 국제 탠덤셀 특별포럼 등 국제 학술행사 지속 개최(계속)

④ (기반구축) AI 기반 탠덤셀 자율실험실을 활용하여, 소재·장비에 대한 양산성 검증·평가 및 트랙 레코드 확보(계속)

⑤ (제도개선) 태양광 이격거리 완화, 탠덤 모듈 제품의 탄소검증제 편입을 통한 정부지원사업 경쟁입찰 가점부여 등(계속)

2 한국형 차세대 전력망 구축

한국형 차세대 전력망 구축으로 ①재생e 확대, ②송전망 추가 구축 회피 및 계통안정화, ③전력 신산업 육성 등 성과 창출

◇ (중장기 목표) 전남^{*}을 차세대 전력망 선도기지로 구축 → 전국 확산 추진

* 국내 최대 재생e 보유 중이나 출력제어 빈번, 전력 공기업·학계 밀집(한전·거래소·에너지공대 등)

◇ (연도별 목표) '26년 마이크로그리드 실증(4개소) 및 배전망 ESS 설치(20개 선로) → '27년 전력시장 제도개선(재생e입찰시장 개설) → '29년 예비력시장 도입 검토

[1] 우리의 현주소

□ 탄소중립 위한 재생e 확대가 필요하나, 출력제어 등은 제약요인

* 전원별 출력제어('25.3~5월 기준): 재생e(69.6GWh), 원전(56.4GWh) 順

○ 소규모 태양광이 주로 배전망에 연계되어, 기존 단방향 계통에서 양방향 계통으로 변화

* 태양광 발전설비 중 약 98.8%가 배전망에 연계('24년)

○ 재생e 최대 수용을 위한 배전망 유연화가 필요한 상황

* (예) ESS 등 보급을 통해 재생e 계통접속 가능성 제고 등

- 재생e 확대는 계통운영 난이도 증대·계통 안정성 저해 가능
 - 재생e가 확대될수록 소수·대형 발전기(화력·원전) 위주에서 다수·소형 발전기 중심으로 재편됨에 따라 계통 운영 난이도 증가
 - * 발전기 대수('15→'23): 원전 및 화력 548기→590기 / 신재생 1.4만→15만
 - 간헐성 자원인 재생e는 우선 급전되어 계통 불안정성 심화
 - 중앙집중형 계통관리체계에서 AI 기술을 통해 분산자원을 집합 관리할 수 있는 지능형 관리방안 도입 필요

- 지역별 전력자급 편차로 송전망 구축 수요 증가
 - 발전원은 지방 편중(재생 - 호남·제주, 화력·원전 - 동해안), 데이터 센터 등 수요는 수도권 편중 → 지역별 전력 자급* 편차 확대
 - * 전력자급율: 전남 213.4%, 충북 15.8%, 서울 11.6% 등('24년 기준)
 - 수도권으로 전력 공급을 위해 송전망 신설 필요, 주민 수용성 등으로 장기간 소요되는바 단기 해결책 검토 요구
 - 발전 여유지역으로 대형 전력수요 이전 등 지산지소 방안 필요

- 해외는 AI 기반 분산 전력망 확대 → 경제적 부가가치 창출 중
 - (영국) 실시간 요금제를 기반으로 지역 유연성 시장* 개설, AI 기반 전력 스타트업**이 요금에 따라 전력수급을 최적화
 - * Piclo Flex: ESS, 전기차 등 유연성자원 거래 플랫폼 운영
 - ** 英 Octopus는 AI 기반의 전력수급 시스템(Kraken) 개발, 기업가치 90억불('24)
 - (미국) 격오지 전력 자립을 위한 분산 전력망 투자 확대 중
 - * 美 에너지부는 커뮤니티 마이크로그리드 프로젝트(C-MAP)에 8백만불 투자('25.6)
 - 35개의 격오지 마을에 마이크로그리드를 건설하고 재생에너지 공급 확대
 - (유럽) 친환경 마을사업으로 지역경제 활성화

(스웨덴 말뫼시) 친환경 에코 도시

- 조선업 쇠퇴 → 지속가능한 환경 도시
 - 태양광 설치, 바이오가스 에너지 활용
 - 친환경 에너지자립 건물(터닝토르소) 건설
 - MG 기반 에너지 공유거래 시스템 구축

(독일 아우크스부르크) 태양광 이익공유 산단

- RE100 대응 → 수익공유로 재생e 수용성 확보
 - 공장 옥상에 시민참여형 태양광 발전소를 설치
 - 시민협동조합과 지역기업, 市 공기업이 연합
 - 수익 시민조합 배당 및 산단 근로자 e바우처 환원

[2] 현장의 목소리

① (인프라) 소규모 분산 자원인 재생에너지, ESS 등을 통합관리할 차세대 지능형 전력망 필요

현장의 목소리

- S社: ESS 같은 유연성 자원이 대폭 확충되어야 재생에너지 수용성을 높이면서 전력공급의 안정화가 가능
- L社: 재생에너지 발전량과 전력소비를 예측하고 ESS, DR 등 유연성 자원과 통합관리하는 마이크로그리드로 발전과 소비를 최적화할 수 있음

② (시장 제도) 혁신적 전력 시장제도를 도입하여 통합발전소사업(VPP^{*}), ESS 등 신산업 부문에 민간의 투자 활성화

* VPP(Virtual Power Plant): 재생에너지, ESS 등 소규모 분산자원을 모집하여 하나의 발전소처럼 운영

현장의 목소리

- H社: 재생에너지 입찰 시장을 육지로 확대하여 적절한 시장 보상체계 하에 VPP 사업자 참여 활성화
- E社: 공공 주도의 ESS 보급 보다는 전력시장의 차익거래 등 적정한 시장보상 체계로 민간의 자발적 투자 유도 필요

[3] 추진방안

① (지원체계) 기후부 2차관 주재 『한국형 차세대 전력망』 추진단 구성

○ 관련 부처(기후부, 국토부, 농림부, 국방부 등), 공공기관(한전, 거래소, 코트라 등), 기업, 대학 등이 참여하는 민관 합동 협의체로 구성

* [산] SK ON, LG엔솔, 해줌, 그리드워즈 등

[공공] 한전, 전력거래소, 코트라, 에너지공단 등

[학] 한국에너지공대, 광주과기원, 인하대 등

[관] (주관) 기후부, (협조) 국토부, 농림부, 국방부 등

○ 차세대 전력망 ①사업집행 기획 및 추진상황 공유, 원활한 사업 수행을 위한 ②규제철폐, ③기업 애로사항 해결 창구 등으로 활용

< (참고) 차세대 분산 전력망 산업 개요 >

▣ 차세대 분산 전력망 산업 개요

- 수요지 인근에 배치된 분산자원(태양광, 연료전지, ESS, 전기차 등)을 AI·디지털 기술 활용해 최적 운영하고 전력을 거래하는 미래형 전력시스템
- 기존 전력산업과 ICT산업의 융합 생태계로, 분산 전력망을 구성하는 다양한 제품, 시스템과 AI 기반 디지털(통신, IoT, 빅데이터 등) 기기와 소프트웨어 포괄

<차세대 분산 전력망 산업의 구조>



<예시 : 차세대 전력망 구성 산업별 주요 기업>

| 구분 | 설비/디바이스 | 통신/네트워크 | 소프트웨어/플랫폼 | 운영 및 서비스 |
|----|------------------------------|------------------------|---|------------------------|
| 품목 | 분산전원(태양광, 풍력), ESS, AMI, 인버터 | 광통신망, 무선망, 전력선 통신(PLC) | 운영시스템(EMS, BEMS), 분산자원관리시스템(DERMS), VPP | 수요반응 서비스, O&M |
| 기업 | 한화큐셀, LG엔솔, LS일렉트릭, SK ON | KT, SKT, 한전KDN, 팬타시큐리티 | LG CNS, 주해줌, 브이피피랩, 그리드워즈 | SK E&S, 한화 컨버전스, 엔라이튼 |
| 용도 | 하드웨어 인프라 | 분산 전력망 데이터 흐름 | 계량 모뎀, E-Mobility | 분산시스템 구축, 정산·운영 서비스 제공 |

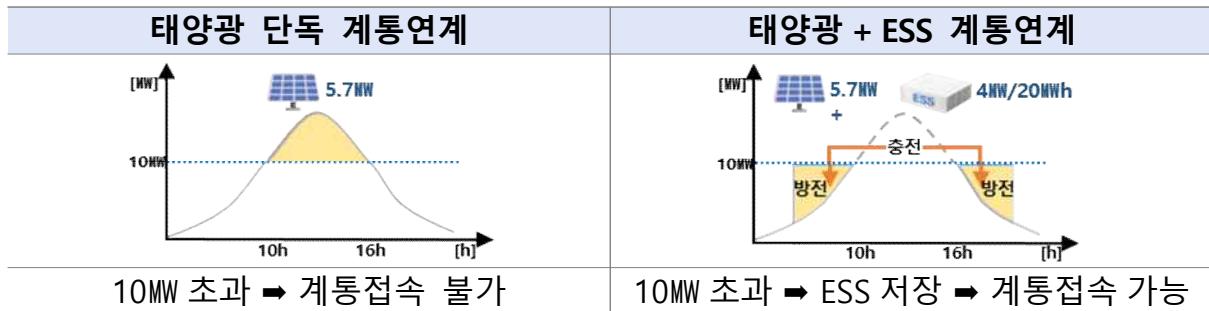
2 지원방안

< '26~'30년 지원내용 >

① AI 기반 대규모 ESS 구축

- (설비) 태양광이 주로 접속해 있는 배전망을 기준으로, '30년 까지 약 85개 선로에 ESS 구축, 약 340MW 규모
 - * 재생에너지 출력제어 완화를 위해 5시간 저장 가능한 용량으로 보급
- (운영) VPP 등을 활용, AI 기술을 접목하여 최적 운영
 - ☞ 계통 추가건설 없이 배전 유연화 통해 재생e 최대 접속 유도
 - * 현재 호남지역 접속지역 물량 2.5GW의 약 19.4% 해소 기대

< 재생e + ESS연계에 따른 계통접속 차이>



- (예산) 20개 배전선로를 선정하고, 각 선로당 4MW 총 80MW 규모 ESS 설치비 지원('26년안, 국비 1,176억원)
 - * 총사업비 9,996억원, 국비 4,998억원('26~'30년, 보조율 50%), 예타면제 완
 - '27년도 이후 65개 배전선로를 선정하고 추가 260MW 설치 지원
 - * 사업 계획 적정성, ESS 산업기여도, 화재안전성, 가격 등을 고려하여 평가

② 다양한 입지에 대한 마이크로그리드(MG)* 실증 추진

- * 마이크로그리드(MicroGrid): 기존 전력망과 독립된 분산전원 중심 국소적 전력공급시스템
- (대상) 입지별 특성에 맞는 맞춤형 MG 모델 개발을 위해 농공산단, 대학 캠퍼스, 군부대, 공항 등에 대한 실증 추진
- (구축방안) AI 기반 태양광+ESS 등을 분산자원으로 활용하고, 입지별 전력 수급 최적화를 위한 DR* 등 수요관리 의무화
 - * 수요반응(Demand Response): 전기소비 절감에 따른 인센티브, 시간대별 전기요금제도 등을 통해 평상적인 전기소비 패턴으로부터 전기사용량 수준을 변경
- ☞ 전력 다소비 시설의 전력안보 확보 및 계통 유연성 강화
 - * 최근 AI 연구 등으로 캠퍼스 전력사용 증가(A 대학 '20년 183 → '24년 235, GWh)

< MG 실증 예상효과 >

| 실증단지 | 예산(억원) | MG 구축규모 | 에너지 자립률 변화(%) |
|------|--------|---------------------|---------------|
| 농공산단 | 200 | PV 10MW, ESS 5MWh | 12.9 → 71.5 |
| 캠퍼스 | 250 | PV 12.5MW, ESS 5MWh | 6.8 → 21.1 |
| 군부대 | 400 | PV 10MW, ESS 4MWh | 0 → 23.7 |
| 공항 | 30.4 | PV 0.4MW | 2.8 → 11.6 |

* 에너지자립효과: 입지별 총 전력수요량 대비 태양광 비중(ESS 효과 고려)

- (예산) 수요처 맞춤형 마이크로그리드(PV, ESS, AI 운영플랫폼 등) 설치 지원 ('26년안, 국비 702.4억원)
 - * 총사업비 866.4억원, 국비 735.4억원('26~'27, 보조율 70~100%)
- 실증사업 추진 실적을 바탕으로 사업 확대 검토 ('27년~)

③ 계통관리 지능화 역량 제고 위한 혁신 생태계 구축

- (혁신생태계) AI 전력 스타트업 창업 활성화, 인재양성 등을 위해 나주를 『K-그리드 인재·창업 밸리』로 조성
 - 에너지 공대에 스타트업 등이 개발한 AI 플랫폼 초기 상용화를 위한 실증 테스트베드* 구축 → 오픈캠퍼스로 운영, 활용도 증대
 - * 실제 계통 상황과 동일한 가상 전력망 시뮬레이터, 계통 테스트 장비 등 구축
 - ①국제 공동연구, ②스타트업 육성 프로그램* 등 병행 가동
 - * 국내·외 유망 스타트업과의 1:1 매칭을 통한 인력 교류, 창업 사례 공유 등
- (예산) 한국에너지공대를 에너지 공공기관, 대기업, 투자기관, 스타트업, 대학이 협업하는 오픈 캠퍼스로 전환 ('26년안, 195억원)
 - (R&D) 실증사업을 바탕으로 MG 최적운영 기술 등 핵심 기술 개발 추진

④ 지산지소 실현을 위한 분산특구* 지정 및 인센티브 제공

- * (목적) 전력 지산지소 실현 및 분산에너지 신산업 육성(근거: 분산법 제33조)
- (활용) 인근 전력 다소비 시설(데이터센터, 항만 등)에 대한 전력 공급 실증 등 지역 맞춤형 지산지소 모델 추진
 - 또한 V2G·P2H 등 신규 분산자원 발굴 위한 테스트베드로 활용
 - * Vehicle to Grid: 전기차를 전력망과 연결해 전력 저장장치로 활용
 - Power to Heat: 전력을 열에너지로 변환하여 저장·활용
- (인센티브) 전력 직접거래* 특례, 전력 부대비용 할인**, 전력 다소비 시설을 대상으로 하는 계통영향평가 간소화 등 제공
 - * 특구내 전력생산자가 수용가에 전력시장을 거치지 않고 직접 공급 가능
 - ** 전력생산자의 망이용요금 등 부대요금 약 11원/kWh 할인

< 분산특구 지정결과(25.11) >

| 지역 | | 주요 사업 모델 |
|----|---------|---------------------------------|
| 1 | 경기도 의왕시 | ESS를 활용하여 전기 충전 및 인근 전기차 충전소 공급 |
| 2 | 부산광역시 | ESS를 활용하여 인근 데이터센터·항만에 전력 공급 |
| 3 | 제주도 | 전기차를 ESS처럼 충·방전하여 수익을 얻는 V2G 실증 |
| 4 | 전라남도 | 데이터센터 유치, 마이크로그리드 실증 |

- (예산) 분산 신산업 사업에 대한 국비 지원으로 사업 추동력 확보

* 총사업비 1,400억원, 국비 700억원('26~'30년, 보조율 50%), 예타면제 완

- 既 선정된 특구 중 2개소를 선정하여 100억원 지원('26)

* 향후 총 12개('27~'30) 특화지역의 전력신산업 지원('26)2개, ('27)2개, ('28)3개, ('29)3개, ('30)4개)

⑤ 혁신적 전력시장 개편 병행

- ①지속가능 운영, 민간투자 유도 등을 위한 사업성 제고, ②관리 가능한 자원 편입 등을 위한 단계적 시장제도 개편 추진

- (~'26년) 호남 지역에 대한 재생e 준중앙제도 시범운영

* 재생e+ESS 등을 통해 제공한 하향 예비력 서비스에 대해 인센티브 지급
(제어가능용량에 비례한 기본정산금 11원 지급)

- (~'28년) 제주에서 시범운영 중인 재생e 입찰시장 육지 도입

* 현재 육지는 시장입찰 없이 우선 급전 → 재생e를 전력시장에 참여시켜 가격과 물량을 입찰하고, 용량정산금 등 보상 제공

- ('29년~) 예비력 시장 개설 검토

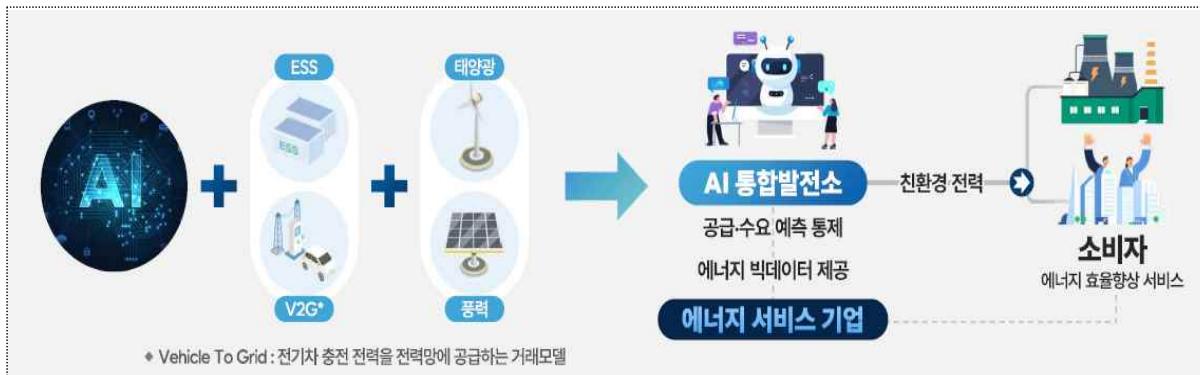
* 예측 불가능한 발전설비 고장, 기상여건 변화에 따른 재생e 발전량 및 전력수요 급변 등 대응에 기여하는 분산자원에 대한 보상 제공

불임

차세대 전력망 개념 및 기능

- (개념) 재생e, ESS 등 다양한 분산 자원을 AI 기술로 제어하여 전력 생산·저장·소비를 최적화하는 지능형 전력망

< 차세대 전력망 개념도 >



- (기능) ①계통 유연화, ②계통관리 지능화, ③지산지소 실현

- (계통 유연화) ESS, V2G* 등 유연자원 대규모 확충, 마이크로그리드 등을 활용한 수요 최적화로 재생e 최대 수용

* Vehicle to Grid: 전기차를 전력망과 연결해 전력 저장장치로 활용

** (예) 마이크로그리드 구축 통해 자체 발전원 확보 → 계통 부하 저감 → 태양광 등 추가 분산자원 연결가능성 제고

☞ 기대효과: 재생e 확대 및 배전망 추가 건설 회피

- (계통관리 지능화) 태양광 등의 전력 생산·소비를 AI로 예측하여 수급을 최적화하는 VPP 등을 활용하여 분산자원 관리

* Virtual Power Plant: 여러 분산자원을 AI 기술로 연계, 하나의 발전소처럼 운영

※ 기상상황, 재생e 발전패턴 등 빅데이터 활용

☞ 기대효과: 계통운영 안정성 강화 및 VPP 등 전력 신산업 육성

- (지산지소 실현) 분산특구를 통한 지역별 지산지소 모델 실증, 전력직접거래 특례 등 통해 전력수요(데이터센터 등) 지방유치 유도

☞ 기대효과: 송전망 추가 건설 회피 및 지역경제 활성화

3

초대형 해상풍력 보급

- ① 20MW+급 초대형 해상풍력터빈 등 핵심부품 기술개발 및 국산화,
- ② 해상풍력 보급 확대 및 전문인력양성 체계 구축

- ◇ (중장기 목표) 20MW+급 초대형 해상풍력 터빈 및 연계기술 개발 등 공급망 강화, 해상풍력 보급 확대
- ◇ (연도별 목표) '26년 20MW+급 터빈·핵심부품 개발 착수 → '27년 20MW+급 터빈 설계 → '28년 부유식 수직축 시스템 초기설계 완료 → '29년 부유식 요소부품 상용화 개발·실증 → '30년 20MW+급 터빈 제작·실증

(1) 우리의 현주소

- 세계 풍력시장은 성장단계에 진입^{*}하였으며, 해상풍력은 가파른 성장세로 풍력발전의 중심이 육상풍력에서 해상풍력으로 이전
 - * 전세계 풍력발전 누적 설치량 1,136GW, 연간 신규 설치량 100GW/yr
- 국내에서는 「해상풍력 특별법」 제정으로 해상풍력 보급 확산 및 산업 생태계 구축을 위한 제도적 기반이 마련
 - * 해상풍력 보급촉진 및 산업 육성에 관한 특별법 ('25.3월 제정→'26.3월 시행)
 - 타워·케이블·하부구조물 등은 경쟁력을 보유하고 있으나, 터빈은 용량·설치·운용 등 측면에서 선도국 대비 경쟁열위
 - 해상풍력 보급 확산에 따른 제조·운반·설치 및 유지·보수에 인력 수요가 예상되어 조기 인력양성을 통한 고용 창출도 시급
- ⇒ 20MW+급 초대형 해상풍력터빈 등 핵심부품 ①기술개발·국산화, ②해상풍력 보급 가속화, ③해상풍력 전문인력양성 체계 마련 추진

[2] 현장의 목소리

* 추진단 제1차회의('25.9월), 부유식 해상풍력 간담회('25.9월)

- [1] (R&D) 20MW+급 터빈의 설계부터 상용화까지 민간기업의 투자를 유도하기 위한 예산 증액 필요

현장의 목소리

- 터빈·부품 제조社: 20MW+급 터빈·핵심부품 설계~상용화 전 과정을 개별기업이 투자·개발할 여력이 없으므로 국가 R&D를 통한 지원 확대 필요

- [2] (인력·인프라) 사업 전주기에 따른 해상풍력 전문인력 양성 및 프로젝트 적기 준·착공을 위한 해상풍력 필수 인프라 확충 필요

현장의 목소리

- 제조社, 학·연 전문가: 국산제품 등의 제조·시험·실증·운송·설치 등을 위한 인프라 조기 구축 필요, 국내 공급망을 주도할 국내 개발사, 인력 육성 필요

- [3] (트랙 레코드 확보) 국산 기자재 및 R&D 성과물의 실증을 통한 트랙 레코드 확보 및 수출산업화로 성장 필요

현장의 목소리

- 제조社: 제품 양산을 위해 큰 투자가 필요하여 공공 입찰 시 국산 터빈 공급 우대, 국내 납품 제품에 대한 인증 의무화 등을 통해 국산 제품의 판로확보 지원 필요

[3] 추진방안

- [1] (해상풍력 추진단) 해상풍력 공급망을 구성하는 앱커기업, 참여기업, 주관·유관부처, 관련기관, 전문가 등으로 추진단 구성

* (구성(안)) [산] (대) 두산에너빌리티, 삼성중공업, (중견) 유니슨, 태웅, (중소) 휴먼컴퍼지트, 신라정밀 등

[학] 광주과기원, 인하대 [연] 재료연, 기계연

[협] 풍력산업협회, [공] 한국에너지공단, 에기평

[관] (주관) 기후부, (협조) 기재부, 산업연 등

※ 추진단 참여기관은 과제를 진행하면서 유연하게 변동 가능

< 참고: 해상풍력 산업생태계 >

- (단지개발) 발전공기업, 민간·해외 개발사 주도 SPC → (부품) 중소·중견기업 → (제조) 터빈 대기업 → (설치) 건설·조선 대기업 → (운영) 단지운영 SPC



- 기후부가 20MW+급 초대형 해상풍력 터빈 및 부유식 해상풍력 실증하고 해수부는 부유식 수직축 해상풍력 실증 시스템 개발

| | | |
|------|--|---|
| R&D | 기후부 | 해수부 |
| | <ul style="list-style-type: none"> · 20MW+급 초대형 해상풍력 터빈·블레이드 등 · 부유식 해상풍력 설치기술 | <ul style="list-style-type: none"> · 부유식 수직축 해상풍력 |
| 실증 | 기후부 | 해수부 |
| | <ul style="list-style-type: none"> · 20MW+급 초대형 해상풍력터빈, 초대형 부유식 해상풍력 등 | <ul style="list-style-type: none"> · 부유식 수직축 해상풍력 |
| 인프라 | 기후부 | 해수부 |
| | <ul style="list-style-type: none"> · 제품 등의 제조·시험·실증·운송·설치 등을 위한 인프라 구축 | <ul style="list-style-type: none"> · 부유식 수직축 해상풍력 |
| 인력양성 | 기후부 | 기후부 |
| | <ul style="list-style-type: none"> · 에너지인력양성사업, 해상풍력 산업지원센터 구축 등 | <ul style="list-style-type: none"> · 에너지인력양성사업, 해상풍력 산업지원센터 구축 등 |

2 (지원방안)

< '26년 예산(안) 반영 내용 >

- ① (기술개발) 20MW+급 초대형 터빈 기본계획(안) (~'25末)을 바탕으로 블레이드 등 핵심부품('26~), 터빈 제조사 주관 상용화 개발 착수('27~)

* 신재생에너지핵심기술개발(풍력): '26년안 698억원 지원

< 초대형 해상풍력 터빈 개발 주요 내용(안) >

- (추진 방향) '30년대 초 글로벌 경쟁력을 갖춘 초격차 해상풍력 터빈 개발 완료로 GW/yr 수준의 국내 보급 확대 및 수출산업화 기반 구축
 - 국내 적용시스템 표준안 개발 및 핵심부품 국산화를 통한 공급망 강화
- (추진 내용) 20MW⁺급 풍력터빈·핵심부품 국산화 및 단가저감 기술개발 방향 설정, 부유식 해상풍력 기술개발 및 실증 지원
 - (터빈·핵심부품) 풍황 등 국내 설치환경 및 수요기업 요구사항을 반영하여 20MW⁺급 터빈 기본설계, 블레이드·베어링 등 핵심부품 국산화 개발
 - (부유식) 부유식 해상풍력 설치기술 개발 및 실증 지원('25년~)

< 20MW+급 초대형 해상풍력터빈 개발 ('26년) >

- (터빈·핵심부품 등) 20MW+급 터빈 및 블레이드·베어링 등 초대형 해상풍력시스템 개발 추진
 - * 신재생에너지핵심기술개발(풍력) 내 터빈·핵심부품 '26년안 331억원 지원
 - ** 초대형 풍력터빈용 전력변환장치('25년~), 베어링 설계·시험기술 개발('26년~)
 - (터빈) 국내 환경 및 수요기업 의견을 반영하여 설계 및 사양 결정, 비용분석 및 후행 상세제작 설계·활용계획 수립 ('25년~)
 - (블레이드) 국내 설치여건뿐만 아니라 글로벌 공급에 적합한 초대형 블레이드의 설계·제조기술 개발 및 실증 추진 ('26년~)
 - (핵심부품) 단기간 내 국산화가 어려운 전력변환장치, 메인 베어링 등 핵심부품의 국산화 전략 수립 및 개발
- (부유식) 부유식 해상풍력 설치기술(부유체, 변전소, 계류시스템 등) 상용화 개발 및 실증을 통해 공급망 트랙 레코드 확보 추진
 - * 신재생에너지핵심기술개발(풍력) 내 부유체 시스템 '26년안 77억원 지원
 - 초대형 부유식 해상풍력 실증 테스트베드 기본설계, 부지선정 완료하여 기술 실증기반 확보 (~'26년)
- (부유식 수직축 해상풍력) 이중부유체, 수직축 터빈, 발전기 등 300kW급 실증시스템 및 운송·설치 개념설계(해수부, '26년안 38억원)
 - * 이중부유체, 수직축 터빈 및 유체·구조 통합 성능해석기술 개발

② (인력양성) 글로벌 기업과 협력을 통한 양질의 국내인력 양성이 가능한 산·학·연 협력 체계 구축 및 교육센터 등 건립

- 에너지인력양성사업* 등 연계한 대학 과정 확대 지원 및 유지보수 인력양성을 위한 해상풍력 산업지원센터 구축 (~'26)

* 에너지인력양성(R&D): '26년안 20억원(과제 中 풍력 분야 예산)

< 인력양성을 위한 해상풍력산업지원센터 >

- (추진 방향) 해상풍력 보급에 따른 유지보수 인력의 대규모 양성 필요성에 따라 해상 구조 안전 교육 등을 제공하고 산업을 종합 지원할 센터 구축
- 세계풍력협회에서 인정하는 GWO(세계풍력기구, Global Wind Organisation) 교육의 체계 및 장비 구축 등 기반 마련
- (사업 내용) ¹⁾해상풍력 인력을 위한 교육개발 및 교육환경 조성 ²⁾대규모 풍력단지조성 지원 ³⁾주민수용성 확보 목표로 새만금에 '26년까지 건설(총사업비 477억)
- (교육운영) 해상풍력의 고소, 해상 작업에 특화된 안전 교육(화재, 조난 상황 등의 구조 등)부터 풍력발전단지 운영 기술 및 발전량 예측 등의 고급 교육까지 가능
- (주민수용성 확보) 풍력 유지관리의 산업 표준화, 생태계 영향 연구 등 진행

< 에너지인력양성사업(R&D) >

- (사업 개요) 에너지 산업의 인력수급 불균형 해소와 국가 에너지정책 변화에 대응하기 위한 미래 에너지산업의 석·박사급 혁신인재 양성
- 풍력 특화 과제 발굴을 통해 대학 교육과정 강화 및 기업 연계 R&D 훈련 지원
- (지원 내용) ^①초대용량 풍력발전시스템 혁신연구센터, ^②풍력 지지구조시스템 에너지 혁신연구센터, ^③경북지역 풍력에너지 클러스터 인재양성사업 등 과제 단위 164.3억 지원 중
 - ① 초대용량 풍력발전시스템 관련 원천·국산화 기술 확보 및 석·박사급 고급인력 양성 시스템 구축 기획
 - ② 풍력 지지구조시스템(타워, 고정식/부유식 하부구조, 기초) 기술분야 최정상급 인재 양성과 글로벌 수준의 거점 센터 구축 및 운영
 - ③ 경북 풍력에너지 클러스터의 후방산업을 위한 시설·장비실증, 연구인프라를 활용한 연구경험을 축적하여 지역 산업현장에 즉시 투입이 가능한 인재양성

- 해풍 공급망 전주기에 맞춰 신규 인력양성과 재직자 역량 강화
 - (신규) 업계(개발사, 제조사, 발전사, O&M 등) 수요 맞춤형 인력양성을 위한 민·관·학 공동으로 기획·개발·운영하는 프로그램 신설
 - (재직자) 발전소 건설, 운영 및 유지보수 경험과 역량을 갖춘 화력 발전소 재직자에 대해 해상풍력 전환 교육으로 전문 관리자 양성

③ (마케팅지원) 타워·하부구조물·해저케이블 등 경쟁력 확보한 산업은 비용 절감 및 수출지원을 통한 해외시장 진출 연계

< '27년 이후 추진계획 >

① (기술개발) 20MW⁺급 초대형 터빈 상용화 개발 착수 및 부유식 해상풍력 테스트베드를 활용한 부유체 등 국내기술 실증 과제 착수

* '26년 부지 결정 및 기능설계 완료

○ (터빈·핵심부품 등) 20MW⁺급 터빈 상용화 개발 및 실증 착수

* 20MW+급 초대형 해상풍력터빈 상용화 개발('27년~)

- (터빈) 기본설계 결과를 활용하여 상용터빈 설계 및 실증

- (블레이드) 국내 공용의 블레이드 설계, 제작 시험, 제조 자동화 기술을 통한 비용 절감 및 품질확보 실현

- (핵심부품) 단기간 내 국산화가 어려운 전력변환장치, 메인 베어링 등 핵심부품의 설계 및 시험기술 개발

○ (부유식) 부유식 해상풍력 테스트베드 대상 실증대상 기술공모 및 기술개발 착수

* 국내 고유 해상풍력 부유체 설계 및 실증('27년~)

○ (부유식 수직축 해상풍력) 300kW급 실증시스템 기본설계 및 축소 성능시험('27), 실증시스템 제작 운송·설치('28~'29), 실증운용('30~)

* 300kW 실증시스템 성능시험 및 실증운용 결과를 바탕으로 20MW+급 설계

◆ 인력양성, 인프라구축, 제도개선 등 세부실행계획은 12월 中 기후부 “해상풍력 인프라·금융지원 및 보급계획” 통해 발표 예정

4

고압직류송전방식(HVDC) 상용화

① HVDC 핵심 기자재 기술개발, ② 실증선로 건설 적기('30년) 추진

- ◇ (중장기 목표) 서해안 에너지고속도로 구축 및 해외진출 교두보 마련
- ◇ (연도별 목표) '26 설계기술 확보 → '27 시제품 검증 → '28~'29 제작·설치 → '30 시운전(실증)

(1) 우리의 현주소

- (글로벌 현황) HVDC 기술은 전력 손실이 적고 장거리 대용량 송전에 유리, 재생에너지 연계에 최적화되어 있어 글로벌 전력인프라의 핵심
 - (시장) 글로벌 HVDC 시장은 '24년 약 15.6조원에서 '30년 23.1조원으로 성장 전망 (연평균 성장률 6.7%)(VMR, '23)
 - (기술) 전류형 컨버터(LCC)*가 큰 비중을 차지 중이나, 재생 에너지 연계 수요 증대 등으로 전압형 컨버터(VSC) 기술** 부상

* Line-Commutated Converter: 대용량 및 초고압 송전에 강점. 높은 효율과 신뢰성 보유

** Voltage Source Converter: 송전 방향 실시간 전환, 전력망 안정화, 재생에너지 연계 최적화 강점

- (경쟁구도) 글로벌 3社*가 선점한 공급자 우위 시장**에서 HVDC 기술 수직계열화로 시장지배력 지속 강화**

* Hitachi(스웨덴), Simens(독일), GE(미국)이 전압형HVDC 시장 약 90% 점유(케이블 제외)

** AI/탄소중립으로 인한 전력망 신규 건설 및 노후 전력망 현대화 사업으로 수요 급증

【 주요국 정책 추진 현황 】

- 대규모 재생에너지 계통 연계를 위한 전력망 확충 정책 시행과 함께 2GW급 HVDC 기술 표준화로 HVDC 전력망 집중 투자
 - (유럽) EU 국가간 전력망 및 재생에너지 연계를 위한 HVDC 중심 전력망 인프라 투자 확대 및 기술개발(RED-III, '23)*
 - * ~'29년 전력망 확충에 8천억\$ 투자, HVDC 등 전력망 기술개발과 실계통 적용 정책 추진
 - (중국) 전력망 협안 해결 기술개발, 중국신전력망 구축(안) 발표('23)*
 - * ~'30년 재생e 42.5%로 상향, 전력망 인프라 투자 확대 및 기술개발 촉진(재생e 지침)
 - (미국) 재생에너지 확대, 노후 전력망 개선, 혁신적인 전력망 확장책 시행
 - * Grip('22): ~'30년 송전망 60% 확장, ~'50년 송전용량 3배 증대 필요, ~'35년 200억\$ 투자 발표

□ (국내 현주소) 케이블 경쟁력은 높으나, 핵심 변환기술 자립 필요

◇ HVDC 시스템: 송전선로(케이블) + DC변환소(컨버터 밸브/제어기, 변환용 변압기 등)

- (케이블) ±500kV급 HVDC 해저케이블 국산화 성공, 국내 LS 전선과 대한전선 등 제작사 세계 5위 기술력 확보*

* (1위) 프리즈미안(伊), (2위) 넥상스(佛), (3위) NKT(丹), (4위) 스미토모(日), (5위) LS전선(韓)

** 국내 운용중인 4개 HVDC(전류형 3개, 전압형 1개) 중 초기사업('98)인 제주 #1을 제외한 나머지 설비에는 국산 HVDC 케이블(LS전선)을 사용

- (변환기술) 200MW급 BtB* 전압형 HVDC 변환설비 국산화 성공('23.9), 양주변환소 설치·운용

* Back to Back: 변환기 간 DC케이블 없이 직결하여 전력 흐름을 제어할 용도
(두 개의 변환소를 동일한 장소에 바로 붙여서 설치)

- 다만, 기존 교류 변압기(Monopole) 활용, 양극(Bi-pole) 시스템
변환용 변압기 기술은 부재

* 양극 송전(Bi-pole): 2개의 고압 DC 선로 사용으로 1개 회선 고장에도 다른 회선으로 50% 전력공급 가능(전력공급 안정성 高)

[우리나라 HVDC 경쟁력 분석]

| 분야 | 경쟁력 수준 | 현황 |
|--------------------------|-------------------------|---|
| 케이블/전선 | 매우 강함 (세계적 수준) | LS전선 등 중심으로 해저케이블, HVDC 육상 케이블 제조 기술 세계적 수준 |
| 변환설비 (밸브, 제어기, 변압기 등) | 상대적 약세 (기술 자립화 진행 중) | 밸브, 제어기 등 핵심 변환기술은 히타치, 지멘스, GE 등 소수 글로벌 선도기업이 세계 시장 주도 |
| 시스템 통합/ 건설 | 성숙 단계 | 한전, 주요 대기업들이 제주-육지 연계 등 다수 HVDC 프로젝트 통해 경험 축적 중 |

⇒ 변환설비 분야 기술 자립과 글로벌 경쟁력 확보 시급

- 특히, 재생에너지 연계 강점을 가진 전압형 HVDC 기술을 조기 확보하여 국내외 프로젝트에 실증 추진 필요

[2] 현장의 목소리

1 (장비도입 절차지연) 단기 사업기간 내 행정부담 완화 필요

현장의 목소리

(‘25.10.21. HVDC 기술개발협의회)

- 주요 참여기업(H社 등): 변압기 기술개발 사업기간이 '25.9~'27.12(28개월)로 비교적 짧아, 고가 장비의 도입 심의 등 절차가 지연될 경우 절연 전압시험 등 주요 일정이 지연될 가능성이 있음

[주요장비 도입일정]

| 도입연도 | 장비명 |
|------|----------------|
| 2025 | 1,600kV 직류시험설비 |
| 2026 | 맨드릴(권선제작) |
| 2026 | 교류 및 직류 시험설비 |
| 2027 | 철심기립장치 |
| 2027 | 권형기 |

- C연구원: 장비심의 신속 추진 요함

2 (기자재) 기자재 조기발주 등 연구비 사용 가이드라인 마련 필요

현장의 목소리

(‘25.10.21. HVDC 기술개발협의회)

- B社: 변압기 부싱 등 장납기 기자재의 경우 제작·납기가 통상 12~24개월 이상 소요되어, 조기 발주 필수적임
 - 납기 장기 소요되는 품목의 경우 실집행 반영 시점이 지연되므로, 단년도 예산집행 구조로는 실질적 일정 관리 곤란 → 결산시 집행 부진 등으로 오인될 가능성
 - 예) 기자재는 '25년 발주·계약 완료 후 '27년에 자재 납품·검수 예정
- ☞ 기자재 조기발주와 규정 정합성 검토 및 가이드라인 마련이 요청됨

3 (국내 시험인증 여건 고려) 국내 시험인증 여건 부족 및 제품 특성상 현장입회시험이 적정한 바, 기업내 시험체계구축 지원 필요

현장의 목소리

(‘25.10.21. HVDC 기술개발협의회)

- C社: 500kV급 Bi-pole 변환용변압기 시험인증설비가 부족하고 에너지고속도로 적기 구축을 위해서는 시험인증체계 적기 구축이 필수적
 - 시험인증기관 현장입회시험 전제로 기업내 시험인증체계 구축을 적극 지원
- ☞ 연구기획단계에 고려됨, 다만, 적기 시험인증체계 구축을 위해 정부측 노력

[3] 추진방안

① (추진체계) '30년 에너지고속도로 적기 구축을 위한 민관합동의 HVDC 핵심기자재 설계·제작·시험 역량을 보유한 중전기기 제작업체 중심 산·학·연 협력체계로 『HVDC 추진단』 구성

- * (구성) [산] (대)HD현대일렉트릭, LS일렉트릭, 효성중공업, (중견)일진전기
[학] 한양대학교에리카, [연] 한국전기연구원
[관] (주관) 기후에너지환경부 (협조) 기재부 등
[유관기관] 한국에너지기술평가원, 한국전력공사

< 서해안 HVDC 사업 – 民官합동 기술 국산화 >

- (정부) 전압형 HVDC 변환용변압기 개발(~'27) + (민간) 전압형 컨버터 밸브/제어기 개발(~'27)
→ (제작·설치) SPC를 통한 기자재 제작('28~'29)→(시운전) 새만금-서화성 HVDC 시운전(한전)

< 500kV 전압형 HVDC 주요 설비 >



변환용 변압기

변환을 위한 적정 전압으로 변경
정부기술개발 : HVDC 추진단 참여기업



밸브(Valve)

교류↔직류 변환 반도체



제어·보호설비

기기상태 감시·제어·계측·보호

민간자체개발

기술개발

- ▲ 변환기(밸브) 민간
- ▲ 제어기 자체개발
- ▲ 변압기 정부과제

실증연계

- ▲ 서해안 에너지고속도로 #1
(새만금-서화성) 설치

사업화수출

- ▲ 국내 : AC-DC 복합 전력망 구성
- ▲ 해외 : HVDC 시스템 수출

- 서해안 에너지고속도로 #1 구축 : 기술개발(밸브/제어기+변압기), 상용품(DC케이블)

○ (협조체계)

| R&D | 기후에너지환경부 | | 민간자체개발 |
|-----------|------------------------------|--------|----------------------------------|
| | 전압형 HVDC 변환용 변압기 기술개발 (~'27) | | HVDC 밸브/제어기 기술개발(~'27) |
| 실증 | 기후에너지환경부 | 지방정부 | 전력망위원회 |
| | 새만금-서화성 HVDC 건설(28~'30) | 전북, 안산 | 국가기간전력망 사업 관리 |
| 인프라 금융 | 변환용변압기 주관기관(국내 4社) | | 기획재정부·금융위 |
| | 변환용변압기 시험인증체계(현장입회시험) 구축 | | 건설·실증 사업비 조달 지원 (국민성장펀드 활용 등) |

비 전

HVDC 기술 Global Top 3로 도약

목 표

HVDC 1.0

기초기술 확보
(200MW급)

(~'24년)

HVDC 2.0

대용량 · 상용화 기술
국산화
(GW급)

Global Top 5

(²GW~'30년)

HVDC 3.0

직류/교류
복합전력망
본격 구축
+ 수출 산업화

Global Top 3

('31년~)

4대
전략
. .
8대
세부
과제

핵심
기술
확보

① 대용량 HVDC 핵심기술 국산화

- ② 實 전력망 연계를 통한 실증

+

산업
인프라
구축

② 산업 인프라 구축

- ③ 국내 공급망 확충
- ④ 산업육성 기반 구축

+

수출
산업화
지원

③ 수출 산업화 지원

- ⑤ System 및 기자재 분야 수출전략
- ⑥ 해외진출 기반 마련

+

거버
너스
구축

④ 산업 활성화 거버넌스 구축

- ⑦ HVDC 포럼 개편
- ⑧ HVDC 제도 점검

2 지원방안

| 구분 | | '26 | '27 | '28 | '29 | '30 |
|-------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 기술개발 | (정부) 변환용 변압기 (민간) 컨버터 밸브/제어기 | | | | | |
| 제작·설치 | SPC 통해 기자재 제작 | | | | | |
| 실증 | 새만금·서화성 선로 | | | | | |
| 인력양성 | 혁신연구센터 등 활용 | | | | | |

① (기술개발) HVDC 핵심 기자재 기술개발(~'27)

- (변환용 변압기) 민관합동으로 500kV급 전압형 HVDC Bi-pole 변환용 변압기 설계·제작 기술 개발* ('26년안 120억)

* 정부와 국내 변압기 기업들이 공동 참여하여 기술개발('25.下~'27, 국비·민간 각 280억 분담)

- (밸브/제어기) 민간주도로 2GW급 전압형 HVDC 밸브/제어기 기술 고도화 ('25~'27, 총 330억 규모, '26년 150억 투입 예정)

* 200MW급 소용량 밸브/제어기 기술(국책과제 통해 국산화 완료)을 2GW급 대용량으로 확대



② (실증) 개발된 기술들을 '27년부터 實 전력망에 투입·실증 준비

- SPC 설립('26), 2GW 규모의 새만금-서화성(220km)* 선로 구간 대상으로 실증 추진 준비

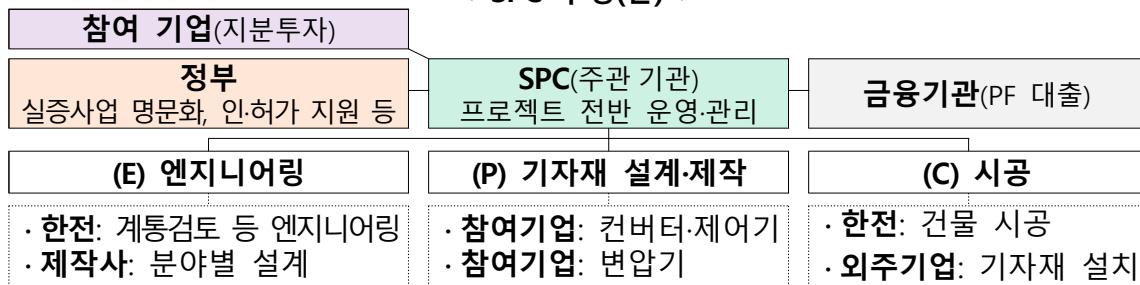
* 서해안 해저 에너지고속도로 1단계 선로로 '30.12월 준공 예정

< 참고: 실증 계획(안) >

- (사업방식) 한전 및 HVDC 기술개발 참여기업* 등 MOU 체결 후 설립한 SPC가 사업 추진(건설 및 기술검증)
 - * 기술 국산화에 성공한 기업

※ SPC 설립 관련 MOU 체결('25.10월 전력망위원회): 국내 4社, 한전, 에기평
- 한국전력공사, 밸브/제어기 및 변압기 제작·공급업체 등으로 SPC를 구성하여 '26년 말까지 SPC 설립 예정
- 참여 기업들의 구체적인 지분 구조는 기업별 역할 등을 고려하여 기업 간 협의를 통해 출자금을 정하여 결정

< SPC 구성(안) >



③ (인력양성) 혁신연구센터 등 활용하여 HVDC 분야 고급인력 양성

- 現 DC 그리드 에너지 혁신연구센터*를 거점으로 효성중공업 등 20개 기업이 참여하여 고급인력(석·박사급) 200명 양성('23년~)

* 에너지인력양성사업(기후부, 연간10억원, '23~'28년)지원을 통해 '23.9월 한양대 내 개소

- 차세대 전력기기 시스템 혁신연구센터('26년) 및 HVDC 분야 고급인력 양성 혁신연구센터*('27년) 신설 추진

* 에너지인력양성사업 내역사업 중 과제(5년 과제)로 기획 중

④ (규제개선/기타) 사업 적기 추진을 위한 규제 개선 등 추진

- (장비 심의 신속 추진) 장비도입 절차의 행정 지연 최소화

* 관계부처(과기부 등) 협조 및 참여기업이 상시심의(신속추진대상) 제도를 적기에 신청·활용할 수 있도록 안내 및 지원

- (연구비 사용 가이드라인 마련) 장납기 기자재의 특성을 고려, 연구 개발비 사용의 연속성 확보(연차이월 등) 등 예산집행 불확실성 최소화

- (공공기관 예타 면제) 실증사업 신속 추진을 위한 공공기관 예비타당성 조사 면제 추진

* '25.12월 국무회의 상정 예정

5

그린수소 생산 · 실증 프로젝트

① 그린수소 고효율 기술개발, ② 대규모 생산·저장 실증사업

- ◇ (중장기 목표) 그린수소 초격차 생산기술 확보 및 생산역량·경제성* 제고
- ◇ (연도별 목표) '26 그린수소 생산실증사업(제주, 육지) 기획(안) 도출 → '28 상용급 수전해 시스템 기술 확보 및 양산체계 마련, 제주(20~50MW) 실증사업 착수 → '29 육지(최대 100MW) 그린수소 생산·저장 시범사업 착수

[1] 우리의 현주소

- (필요성) 산업 분야 탈탄소 핵심수단*으로 대두되고 있으며, 재생e 간헐성을 보완할 수 있는 청정수소의 안정적 생산·확보가 미래 산업경쟁력의 핵심 변수

* 청정수소는 탄소 배출량이 전체 산업의 76%를 차지하는 난감축 산업(철강, 석유화학, 대형모빌리티 등 전기화가 어려운 분야)의 탈탄소 유력수단

※ 2035NDC(국가온실가스감축목표, '25.11.)는 2018년 대비 국가온실가스 53~61% 감축을 목표로 하고 있는 바, 청정수소는 무탄소·친환경 에너지 전환 핵심 수단

- 그간 지원으로 수소 활용분야(수소차, 연료전지) 글로벌 수준의 기술과 보급실적을 보유하였으나 생산분야 기술은 선진국 대비 열위

* 선진국(100) 대비 기술수준(에기평, '24): 기체 수소충전소 90, 연료전지 90~95, 기체 수소 운반차량 80, 수전해 70

- (글로벌 시장) 수전해는 상용화된 알칼라인, PEM* 중심으로 설치·보급 중이며 EU, 미국, 중국 등이 앞선 기술력 보유

* (알칼라인) Longi, Sungrow(中)은 5~10MW 상용시스템 및 2~3GW/년 양산능력 보유 (PEM, 고분자전해질막) PlugPower(美) 1MW, Nel(노) 1.25MW, 상용시스템 보유

- (국내 시장) 1~2MW 시스템 연구개발 및 실증 단계로 해외 선도 기업과의 기술력 격차는 5~6년 정도로 평가

- 수전해 시스템 기술 보유업체로는 (알칼라인) B社 2MW, T社 0.25MW, (PEM) H社 0.5MW 등 소수

[2] 현장의 목소리

① (기술개발) 그린수소 생산 핵심기술 조기확보 필요
(‘25.9.30일 추진단 1차 회의)

현장의 목소리

- A교수: 그린수소 생산단가가 저렴한 국가와 가격경쟁을 위해 소·부·장의 효율, 내구성 등 단계적 고도화 기술개발 지원이 필요

② (실증) 대규모 실증사업을 통한 수전해 설비 및 운영기술 트랙 레코드 확보 필요 ('25.7월 기업 간담회, 9.30일 추진단 1차 회의)

현장의 목소리

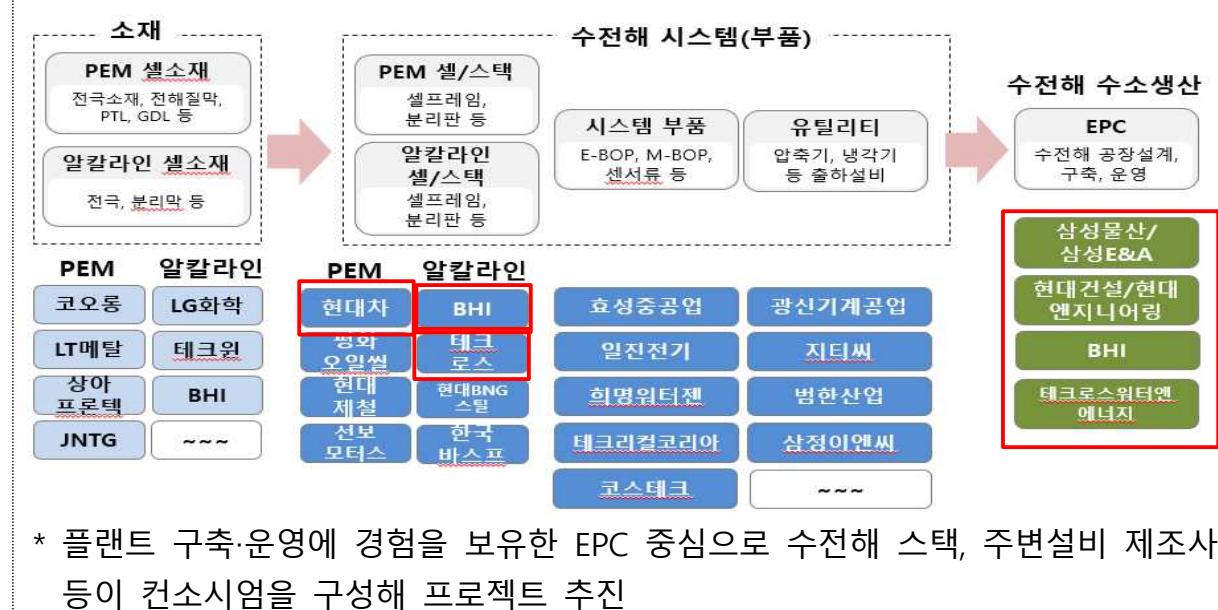
- B연구원: EPC-O&M 경험을 통한 핵심기술 국산화를 추진하고 글로벌 경쟁력 확보를 위해 그린수소 프로젝트가 필요
- C社: 대용량 수전해의 경우 개발과정에서 전력비 등 운영에 드는 비용이 많아 작은 규모의 기업이 감당하기 힘든 상황으로 정부지원 필요

[3] 추진방안

① (지원체계) 산학연이 참여하는 '그린수소 프로젝트 추진단' 구성

- * (구성) [산] 현대차, 삼성물산, 현대엔지니어링, 현대건설, 포스코홀딩스 등
[학] 에너지공대, 단국대, 제주대 등
[연] 에너지기술연구원, 에너지기술평가원, 에너지경제연구원 등
[관] (주관) 기후부, (지원) 기재부

< 참고: 수전해 산업 생태계 >



| | |
|-----------|---|
| R&D | 기후부 등 |
| | 대용량 수전해 시스템 기술개발, 수전해 핵심 소재·부품 기술개발 |
| 실증 | 기후부 |
| | 대규모 그린수소 실증(제주, 육지) |
| 지원 플랫폼 | 기후부, 기재부 |
| | 실증사업 적기추진 및 수전해 산업활성화 등을 위한 산학연 지원체계 구축 |

② (추진방안) 선진국 수준의 그린수소 생산기술(수전해) 확보를 위한 기술개발 및 대규모 생산·저장 실증사업 추진

< 추진 방향>

- ✓ 대용량 수전해 시스템 개발 및 수전해 설비 GW급 생산능력 확보
- ✓ 재생e 발전 밀집지역에 그린수소 생산·저장 실증사업 추진
: 11MW급^(현) → 20~50MW^(제주/해외) + 최대 100MW^(육지)

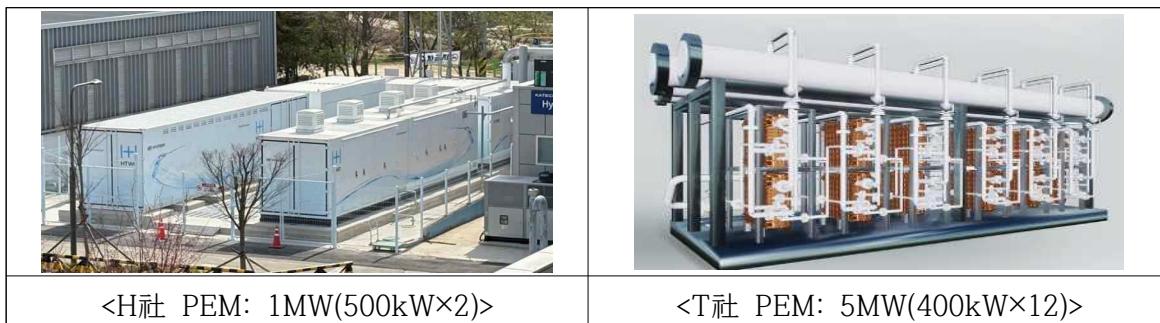
○ (R&D) 대용량 수전해 시스템 개발 및 GW급 생산능력 확보(~'28)

- 대면적 전극, 분리막 등 핵심 소재·부품 기술개발(~'26) 및 고효율·대용량(5MW급) 수전해 시스템 개발* 추진

* 5MW급 PEM 시스템 개발('25~'29), off-grid 알칼라인 수전해 플랜트 개발('25~'29) / 효율목표 (수소 1kg 생산시 소요되는 전력량): 58~60kWh/kg-H₂ → 52kWh/kg-H₂

- H社는 기존 연료전지 생산라인을 활용해 GW급 수전해 스택 생산능력을 확보할 예정이며 B社, T社도 생산능력 확대 검토 中

※ 주요기업 수전해 시스템 모델



< '26년 예산안 반영 내용 >

① (기술개발) 수전해 분야에 총 12개 과제, 318억원 지원

- 수전해 소재·부품 기술개발 51억원(4개), 대용량 알칼라인·PEM 수전해 시스템 기술개발* 175억원(2개),

* 5MW PEM 수전해 시스템 개발(100억원), 계통분리형 수소 마이크로그리드 운영기술 개발(75억원, 알칼라인)

- 해외진출 지원을 위한 대용량 해외플랜트 설계기술 개발 30억원, 수전해 성능평가 프로토콜 개발 14억원 등 지원

② (실증) 제주도에 10.9MW 수전해 실증단지 구축 추진 中

* '22~'27, 총사업비 561억원(국비 268억원), 제주 북촌리 소재

③ (규제개선) 고효율·저비용 청정수소 생산을 위해 기술개발이 시급한 수전해 분야 중심의 규제 합리화 추진

- 모듈형 수전해설비 비상제어 기준 합리화*, 모듈형 수전해설비 내압성능 검사 완화** 등

* 셀/스텍 일부분 고장시에도 전체 설비를 정지토록 규정하고 있는 비효율 개선

** 수전해 설비 내 모든 개별 스택에 대한 내압·기밀성능 확인 반복시험으로 과다한 비용부담 개선 필요

< '27년 이후 추진계획 >

① (기술개발) 대용량 수전해 시스템(5~10MW) 모델 개발 및 GW급 수전해 생산능력 확보 (~'28)

② (실증) 규모 대폭 확대(11MW→100MW) 및 재생e 밀집 지역 중심 추진 (예타)

(1) 제주(R&D 실증): 20~50MW 그린수소 국내외 생산 실증사업

- (기간/규모) '28~'34(7년) / 총사업비 9,778억원
- (주요내용) 20~50MW 국내 생산(제주) 실증을 통해 트랙 레코드를 확보하고 검증된 설비·기술을 활용 해외 생산(최대20MW) 단지 구축 → 국산 설비·기술 활용한 해외 그린수소 생산거점* 구축 지원

* 재생e가 풍부한 호주, 말레이시아, 중동 지역 등 검토

(2) 육지(시범): 재생e 밀집지역에 그린수소 생산 + 저장단지 구축

- (기간/규모) '29~'33(5년) / 총사업비 5,877억원
 - (주요내용) 재생e 연계 최대 100MW 그린수소 생산 및 저장 실증
→ 수소의 에너지 전환·저장 기능 활용한 계통 유연성 확보 실증
- * 저렴한 재생e 전력가격 확보를 위해 RE100단지 등과 연계방안 검토

6

한국형 소형모듈원자로(SMR) 개발

① i-SMR(경수형) 및 차세대 SMR(비경수형) 기술개발, ② 지역 파운드리 거점 구축

- ◇ (중장기 목표) 글로벌 SMR 시장 선점 및 우리의 경쟁력 확보를 위한 기술 개발과 파운드리 구축을 통한 SMR 제조역량 강화 병행
- ◇ (연도별 목표)
① 경수형 '26 i-SMR 표준설계인가 신청 → '28 i-SMR 표준설계인가 획득 → '29 SMR 제작지원센터 구축 완료 → '30 글로벌 SMR 시장 진출 본격화
② 비경수형 '27 비경수 SMR 개발 신규 프로젝트 착수 → '30 비경수 SMR 핵심기술 설계 완비

[1] 우리의 현주소

- AI·데이터센터 등 첨단산업 발전에 따른 전력수요 급증, 탄소 중립 요구 강화 등에 따라 글로벌 SMR* 경쟁 가속화

* 300MWe 이하 출력을 가지며, 원자로 구성품을 모듈형으로 생산하여 현장에서 조립 가능한 원자로로, 냉각재가 물인 '경수형'과 물이 아닌(기체 등) '비경수형'으로 구분

※ SMR 글로벌 시장규모는 '50년 375GW 전망(OECD, '21), 현재 17개국에서 83개 노형을 개발 중이며, Open AI 등 빅테크들은 데이터센터 전력공급 등 위한 SMR 개발사 투자

- (경수형) 美 NuScale Power는 표준설계 승인('25년, 77MW급), GE-Hitachi는 캐나다 건설승인을 받는 등('25년, 300MW급) 경수형 SMR 개발에 박차
- (비경수형) 美 TerraPower, X-energy 등은 안전성 강화 및 전력 외 활용(공정열공급, 선박추진 등)을 목표로 비경수형 SMR 상용화 추진 중

- 우리나라는 경수형 '28년 표준설계 인가 획득 및 비경수형 기술개발 추진 중

- (경수형) 680MW급 혁신형 소형모듈원자로(i-SMR)의 핵심기술 개발 및 표준설계 진행 중 (과기정통부-기후부 공동)

⇒ 원전 전주기 공급망*, 대형원전 건설·운영 경험** 등 강점 기반으로, AI 대전력 수요 대비 및 SMR 시장 선점 위한 신속한 사업화 필요

* (원전 공급망 전주기) 설계 → 연료·기기 제작 → 건설·시공 → 운영·정비

** 한국의 대형원전(APR1400): 국제인증·UAE수출·운영 성과(가동률 세계 최고 수준) 등

- (비경수형) 산업·운송분야 기여도 및 성장잠재력이 높은* 비경수형(SFR, MSR 등)을 개발 중이나, 해외 상용화 목표(30년 전후) 대비 속도가 더딘
 - * 산업공정열 공급, 선박추진 등에 특화되어 글로벌 무탄소시장에서의 성장 잠재력이 큼
- ⇒ 미래의 시장수요에 대비하여 비경수형 SMR 기술개발을 가속화하기 위한 적극적인 지원 필요

< 참고 : 소형모듈원자로(SMR) 유형 >

| 구분 | 경수형 | 비경수형 |
|-------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 냉각재 | 물(경수) | 소듐, 헬륨 등 |
| 특징 | 대형원전 운전을 통해 既 검증된 기술 활용(상용화 유리) | 높은 안전성(대기압 운전 등) 사용후핵연료 발생량 저감 |
| 주활용분야 | 전력 공급(분산전원) 등 | 고온열 공급, 선박 추진 등 |

[2] 현장의 목소리

('25.11.6. 추진단 1차 회의)

- 1 (산업육성) '30년대 글로벌 시장에서 실기하지 않도록 R&D를 가속화하고, 실증 및 관련 제도개선 등 병행 필요

현장의 목소리

- A社: 비경수형 SMR 중 높은 기술완성도를 보유한 소듐냉각고속로(SFR)의 신속한 사업화를 위해서는 R&D·실증 단계에서의 정부 투자 확대 필요[비경수]
- B社: 원전시장에 투자가 부족하므로, 민간 투자 유인을 위한 SMR 기술의 국가 전략기술 상향(現 신성장·원천기술(조특법)) 등 제도적 지원도 병행 필요[공통]

- 2 (안전규제) 신속한 인허가체계 마련을 위해 규제당국과의 소통 건의

현장의 목소리

- i-SMR사업단: 규제체계 정비는 개발측과 규제측의 공동의 노력이 필요하며, 사업자가 규제기관과 소통할 수 있는 창구를 만드는 것이 중요[공통]
- C社: 선박용 SMR의 경우, 대륙간 이동을 고려한 국제적 규제프레임워크가 마련되어야 하며, IAEA, IMO 등 국제기구에서의 공동 노력이 필요[공통]

- 3 (기반구축) 공급망 구축 지원 및 전문인력 확보 방안 마련 시급

현장의 목소리

- D社: 국제적 요구사항을 만족시킬 수 있는 공급망을 구축하여야 하며, 이를 위해서는 국내 보조기기 업체 등의 역량 강화를 위한 노력도 필요[공통]
- E社: SMR 전문인력 확보 등 정부의 지원 필요[공통]

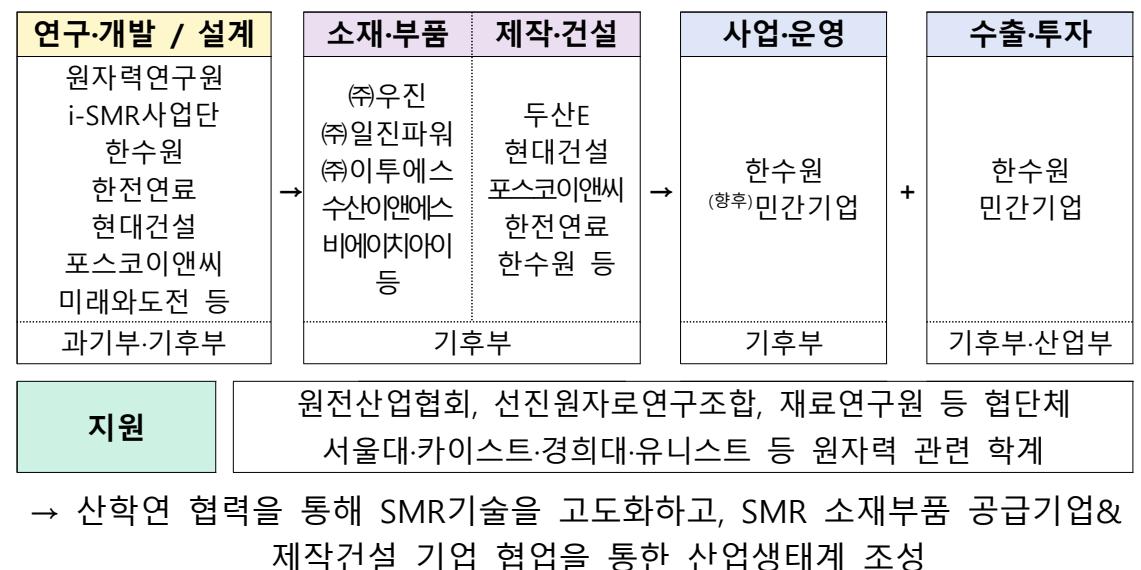
[3] 추진방안

① (지원체계) 밸류체인 구성하는 앵커기업+참여기업+주관부처 및 관련기관+기재부+전문가 등으로 구성된 추진단 구성

- * (구성) [산] 한수원·두산에너빌리티·현대건설·포스코이앤씨·삼성중공업·HD한국조선해양·수산이앤에스·포스코홀딩스·한전연료·i-SMR기술개발사업단·원전산업협회 등
- [학] 서울대·카이스트·경희대·유니스트
- [연] 원자력연구원·재료연구원·선진원자로연구조합 등
- [관] (주관) 기후부·과기부, (협조) 원안위·산업부 등

< SMR 산업 생태계 >

- **기후에너지환경부**: 경수형SMR기술개발 및 실증·상용화, 민간기업 투자 등
- **과학기술정보통신부**: 경수형·비경수형SMR기술개발



※ 전주기에 걸친 산·학·연이 SMR 프로젝트 추진단에 참여

- 기후부·과기정통부 주관으로 연구개발을 중점 추진하고, 관계부처는 관련 법·제도 정비, 주요 지자체는 산업기반 구축 등을 지원



[2] (지원방안) i-SMR(경수형) 및 차세대 SMR(비경수형) 개발로 국산 SMR 다변화 추진 + 지역 파운드리 거점 구축으로 산업육성

< '26년 추진계획 >

① (기술개발) 한국형 SMR 노형 기술개발 지속 추진

- (경수형) i-SMR 기술개발('26년안 기후부 267억원 + 과기부 374억원), SMR 혁신제조 국산화 기술개발('26년안 신규 기후부 81억원) 추진
 - (비경수형) SMR 3대 노형* 기술개발('26년안 과기부 213억원) 지속
- * (차세대 SMR) 3대 노형(고온가스로, 용융염원자로, 소듐냉각고속로) 기술개발 중

② (기반구축) 지역의 SMR 제조 역량 강화를 통한 글로벌 SMR 파운드리 거점 구축

- SMR 제작지원센터*('26년안 기후부 102억원, '24~'29) 건립, 혁신생태계 기반조성('26년안 과기부 49.7억원, '26~'30)

* 제작지원센터: SMR 기자재 제작장비 공동활용센터를 창원·부산·경주에 구축
혁신생태계 기반조성: 산·학·연 수요중심 공백·애로기술 R&D, 산·학 협력사업 지원 등

③ (금융지원) 원전산업성장펀드('25년 350억원, 금융위) 조성 및 활용*을 통해 SMR 시장 진출 희망기업 지원

* 1,000억원 조성(정부·산은·한수원+민간, '25년) → 원전(SMR 포함) 기업 중심 투자

④ (규제·제도) SMR에 특화된 국내 규제체계를 개발하고, 체계적인 SMR 산업 지원을 위한 법적 근거를 마련

- 중소형원자로 안전규제 기반기술개발('26년안 원안위 130억원), SMR 전주기 안전규제 검증기술개발('26년안 원안위 72억원) 등

- 'SMR 특별법' 제정으로 R&D·상용화·수출 등 전주기 산업 육성

* 관련 국정과제: (28-1) 미래전략기술 집중 육성 - 차세대 SMR 개발(근거법 마련)

⑤ (인력양성) SMR 분야를 포함한 원자력 전문인력 확보 지원*

* SMR 입문 과정, SMR 전문기관 융복합 과정 등 운영 및 기업-인력 플랫폼 구축 등

* 차세대원자력 전문인력 양성센터(서울대, 한양대, UNIST) 중심 원자력 융복합 커리큘럼, 산·학·연 협력 프로젝트 등을 통해 비경수형 SMR 전문인력 양성 추진
(과학기술 혁신인재 양성사업 중 일부, '26년안 과기부 42억)

< '27년 이후 추진계획 >

① (기술개발) i-SMR 실증을 위한 기술개발을 지속하고, 비경수형 SMR 개발 가속화 신규 프로젝트 추진

- i-SMR 최초 적용 기자재 등에 대한 실규모 시제품 제작 및 성능·안전성 검증 R&D 추진

- 비경수형 SMR 3대 노형(SFR, HTGR, MSR)의 개발 가속화 및 민간 기술역량 향상을 위해 민관합작 방식 R&D 프로젝트* 추진

* 인허가·사업화 전략을 선제적으로 수립하고 이에 부합하는 기술개발을 추진

② (기반구축) i-SMR 사업화 추진기관 설립, R&D·실험인프라 구축·운영 등을 통한 SMR 기술개발-사업화 기반 마련

- 산재된 i-SMR 지재권의 통합관리와 민간기업 참여 확대를 위해 민·관 합작 사업화 추진기관 설립 추진

- SMR 혁신기술의 연구개발, 시험·검증, 성과확산을 위한 연구 인프라(문무대왕과학연구소, 경주 감포) 구축(~'27)

③ (규제·제도) 경수형·비경수형 SMR 안전규제체계 신속 정비를 위해 관계부처 및 기관 간 소통채널 강화, 국제협력 지속

- 개발주체-주관부처-규제기관 간 SMR 규제 정보·의견 교류 활성화를 위한 정례 회의체(반기별, 원안위·기후부·과기부) 구성

- 선박용 SMR의 대륙간 이동 등 미래 시장을 감안하여, 국제 규제 마련을 위해 IAEA·IMO 논의*에 적극 참여(과기부·해수부·원안위)

* (예시) IAEA해상 원자력 글로벌 규제프레임워크 마련(추진 예정), IMO원자력상선 안전 코드 개정(해수부 참여 중) 등

참 고

초혁신경제 15대 프로젝트 세부 일정 (Ⅲ)

| 시기 | 세부 일정 |
|-----|---|
| 25년 | [차세대 태양광] '26년 탠덤셀 신규과제 기획, 차세대 탠덤셀 조기 상용화 TF 회의 개최 |
| | [해상풍력] 초대형 해상풍력 설계 협의체 포럼 |
| | [해상풍력] 해상풍력 인력양성 인프라 조성, 양성체계 마련(R&D) |
| | [차세대 태양광] 2025 국제 탠덤셀 특별포럼 개최(대전, 12.1-2) |
| | [차세대 태양광] 태양광유리 신규사업 기획 |
| | [해상풍력] 20MW+급 초대형 터빈 기본(안) 수립 |
| | [해상풍력] 부유식 해상풍력 테스트베드 입지 기본(안) 도출 |
| | [HVDC] 변환용변압기 기술요건 개발 |
| | [그린수소] 제주 그린수소 국내외 생산 실증사업 기획(안) 검토 |
| | [SMR] i-SMR 표준설계인가 신청 |
| 26년 | [SMR] 원전산업성장펀드 조성 |
| | [차세대 태양광] 지상용 및 우주용 탠덤 모듈 개발, AI 자율실험실 구축 착수 |
| | [차세대 전력망] AI 기반 ESS 공급, 마이크로그리드 실증 등 공모 착수 |
| | [해상풍력] 해상풍력 인력양성 인프라 조성, 양성체계 마련(R&D) |
| | [해상풍력] 부유식 수직축 300kW급 해상풍력 실증모델 개념도출 |
| | [HVDC] 변환용변압기 절연설계 기술 개발 |
| | [그린수소] 제주 그린수소 생산단지 구축 사업 예타 신청 |
| | [그린수소] 대용량 수전해 시스템 기술개발 지원 및 규제개선 과제 발굴(계속) |
| | [SMR] 'SMR 혁신제조 국산화 기술개발사업' 착수 |
| | [SMR] 'SMR 시험검사지원센터 건립사업' 착수 |
| | [SMR] '차세대원자력 혁신생태계 기반조성사업' 신규과제 착수 |
| | [SMR] SMR 특별법 제정(목표) |

| 시기 | 세부 일정 |
|-----|--|
| 하반기 | [차세대 태양광] 제9회 세계태양광총회 개최(대전, 11월), 양면형 탠덤셀 개발 착수 |
| | [차세대 전력망] AI 기반 ESS 공급, 마이크로그리드 실증 등 사업자 선정 |
| | [해상풍력] 부유식 해상풍력 테스트베드 설계(안) 도출 |
| | [해상풍력] 부유식 수직축 300kW급 해상풍력 실증모델 개념설계 |
| | [HVDC] 변환용변압기 공정기술 개발 및 시작품 제작 착수 |
| | [그린수소] 서남해권 그린수소 생산·저장 시범사업 기획(안) 검토 |
| | [SMR] '제7차 원자력진흥종합계획' 수립 |
| 27년 | [차세대 태양광] 건물적용 탠덤 모듈 및 양산용 장비개발 착수 |
| | [차세대 태양광] 탠덤 모듈 옥외실증 및 초고효율 3단자 탠덤셀 개발 착수 |
| | [해상풍력] 20MW+급 초대형 터빈 기본설계 완료 및 상용화 개발 착수 |
| | [해상풍력] 해상풍력 지자체 특구 조성 및 지역인재 양성, 유치 |
| | [해상풍력] 부유식 수직축 300kW급 해상풍력 실증모델 기본설계 및 축소모형시험 |
| | [HVDC] 변환용변압기 시작품 제작 완료 및 시험인증 |
| | [그린수소] 서남해권 그린수소 생산·저장 시범사업 예타 신청 |
| | [그린수소] 대용량 수전해 시스템 기술개발 지원 및 규제개선 과제 발굴(계속) |
| | [SMR] 비경수형 SMR 신규 프로젝트 착수 |
| | [SMR] 문무대왕과학연구소 구축 |
| 28년 | [차세대 태양광] 탠덤셀 효율 32%, 모듈 효율 26% 달성 |
| | [차세대 태양광] 모듈 상용화 탠덤 모듈 적합성인증 기준마련 및 시험 |
| | [해상풍력] MW 급 부유식 실해역 실증 및 테스트베드 구축 착수 |
| | [해상풍력] 해상풍력 지자체 특구 조성 및 지역인재 양성, 유치 |
| | [해상풍력] 부유식 수직축 300kW급 해상풍력 실증모델 제작 및 조립 |
| | [HVDC] 기술개발성공여부 평가, 새만금-서화성 HVDC 설치 변압기 제작 착수 |
| | [그린수소] 제주 그린수소 생산단지 구축 사업 착수 |
| | [SMR] i-SMR 표준설계인가 획득 |

| 시기 | 세부 일정 |
|-----|--|
| 29년 | [차세대 태양광] 건물 실증 착수, 저탄소·친환경 텐덤 모듈 개발, 양산성 개선 |
| | [해상풍력] 계류시스템 등 부유식 요소부품 상용화 개발 및 실증 |
| | [해상풍력] 해상풍력 인력 전문화, 해외 진출 |
| | [해상풍력] 부유식 수직축 300kW급 해상풍력 실증모델 운송·설치 |
| | [해상풍력] 부유식 수직축 1MW급 해상풍력 단위모듈(블레이드, 발전기) 설계·제작 |
| | [HVDC] 새만금-서화성 HVDC 설치 변압기 제작 |
| | [그린수소] 서남해권그린수소 생산·저장 시범사업 착수 |
| 30년 | [SMR] SMR 제작지원센터 구축 |
| | [차세대 태양광] 텐덤셀 효율 35%, 모듈 효율 28% 달성(효율 극대화) |
| | [해상풍력] 20MW+급 초대형 터빈 제작 및 실증 착수 |
| | [해상풍력] 해상풍력 인력 전문화, 해외 진출 |
| | [해상풍력] 부유식 수직축 300kW급 해상풍력 실증모델 운용 |
| | [해상풍력] 부유식 수직축 1MW급 해상풍력 단위모듈(블레이드, 발전기) 성능시험 |
| | [HVDC] 새만금-서화성 HVDC 선로 통합 시운전 및 운용 |
| | [SMR] 글로벌 SMR 시장 진출 본격화 |