
기후 · 환경연구개발사업 2021년도 시행계획(안)

2020. 12.



과학기술정보통신부

목 차

I. 개 요	1
1. 수립배경	1
2. 대상사업	1
3. 사업 추진체계	2
4. 사업 평가체계	2
II. '20년 추진현황 및 주요성과	3
III. '21년도 추진계획	4
1. '21년도 중점 추진방향	4
2. '21년도 예산 개요	6
3. 사업별 '21년 추진계획	8
① (신규) 미래수소원천기술개발	8
② (계속) 수소에너지혁신기술개발	12
③ (계속) 에너지클라우드기술개발	16
④ (계속) 기후변화대응기술개발	19
⑤ (계속) 기후기술협력기반조성	26
⑥ (계속) 플라즈마 활용 탄소자원화	29
⑦ (계속) 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발	32
⑧ (계속) 기후변화 영향 최소화 기술개발	35
⑨ (계속) 동북아-지역연계 초미세먼지 대응기술개발	38
IV. 향후 일정	43

I. 개 요

1 수립배경

- '21년도 기후·환경 분야 R&D 추진방향 및 세부사업별 추진계획을 확정하기 위해 기후·환경연구개발 통합 시행계획 수립
 - (근거) 과학기술기본법, 과기정통부 소관 과학기술분야 연구개발 사업 처리규정 등

2 대상사업

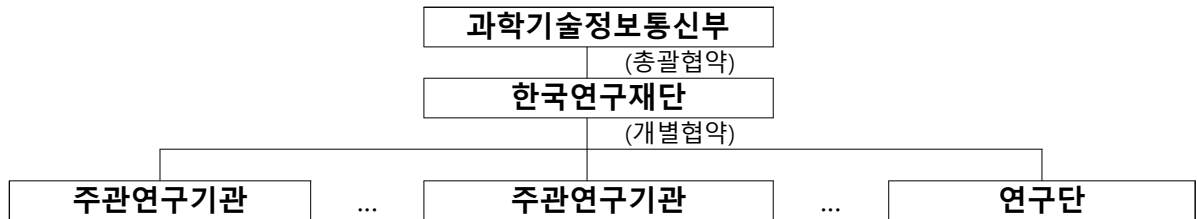
- 기후변화·에너지·탄소자원화·미세먼지 등 유관분야 R&D 사업
 - (규모) 기후변화대응기술개발 등 9개 사업, 총 1,501억 원
 - ※ 별도 지침에 따라 관리 중인 범부처 사업(탄소자원화 및 미세먼지)은 제외

< '21년 시행계획 수립 대상사업 >

(사업코드) 사업명	예산 (백만 원)		비고
	2020	2021(안)	
계	132,885	150,073	
(1160) 에너지·환경기술개발	128,385	142,573	
└ (1160-311) 미래수소원천기술개발	-	3,300	'21년 신규
└ (1160-409) 수소에너지혁신기술개발	11,767	14,100	
└ (1160-402) 에너지클라우드기술개발	4,445	3,600	
└ (1160-403) 기후변화대응기술개발	102,373	103,764	
└ (1160-407) 기후기술협력기반조성	400	565	ODA
└ (1160-408) 탄소자원화 기술 고도화(플라즈마 활용 탄소자원화)	4,100	4,300	내역사업
└ (1160-413) 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발	4,000	11,500	
└ (1160-414) 기후변화 영향 최소화 기술개발	1,300	1,444	
(1531) 국민생활문제해결연구	4,500	7,500	
└ (1531-411) 동북아-지역 연계 초미세먼지대응 기술개발	4,500	7,500	

3 사업 추진체계

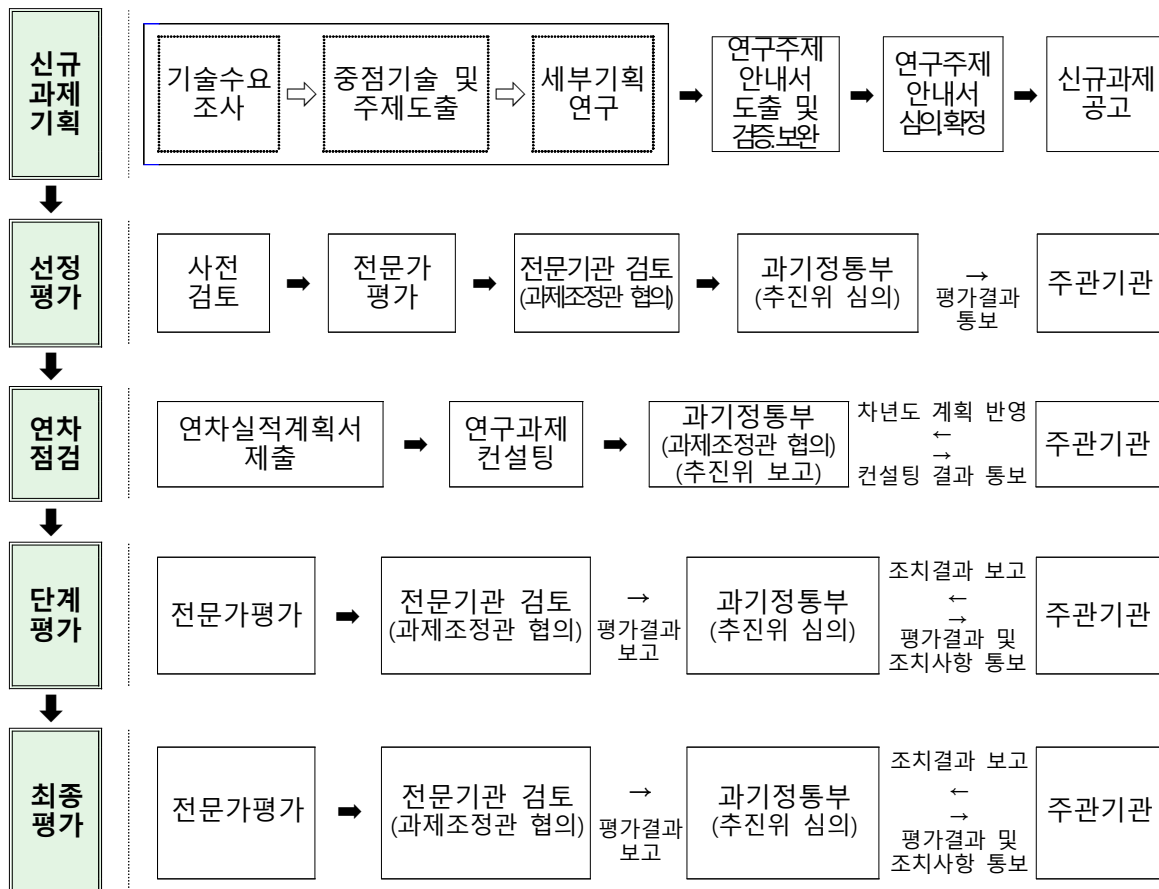
- (과기정통부) 사업 추진계획 수립 등 총괄 기획·관리
- (연구재단) 사업 위탁관리
- (주관연구기관 및 연구단) 연구개발 추진



4 사업 평가체계

- (공통절차) 전문가평가 → 전문기관 검토(과제조정관 협의) → 추진위원회*

* 기후·환경연구개발사업의 효과적 관리를 위해 추진위원회 단일 운영



II. '20년 추진현황 및 주요성과

□ 지원실적

- 기후변화대응기술개발 등 9개 사업, 총 1,501억원 지원

□ 주요성과

- 기후·환경 분야 대표 원천기술 개발사업인 '기후변화대응기술개발' 사업 지원을 통해 탄소 저감에 기여 가능한 우수 연구 성과 창출
 - 논문 질적 수준 향상(7.29('19)→9.07('20), 우수성과 다수 창출

< 기후변화대응기술개발사업 분야별 우수성과 예시 >

- 세계 최고수준의 무게당 출력비를 갖는 유연기판 상 이중접합 태양전지 개발(KIST)
 - 효율 35% 수준인 국내 최고 수준의 박막형 3중접합 태양전지 개발(Si 태양전지 효율의 1.7배), 이를 기반으로 4kW/kg의 세계 최고 수준의 무게당 출력비를 갖는 박막형 태양전지 개발
- 전기화학적 CO₂ 전환 에틸렌 화합물 제조 및 반응 경로 분석(KIST)
 - CO₂를 전기화학적으로 전환하여 에틸렌을 생성하는 전기촉매 표면 메커니즘을 실시간 분석으로 최초로 규명 ('20년 기후기술 10선 선정)
- 고성능 리튬 금속 전해질을 위한 불소화 방향족 희석제 개발(서울대)
 - 국지적 고농도 효과(리튬-음이온 배위)를 부여하여 리튬 금속의 안정적인 계면을 형성
(※ 개발된 전해액 희석제 기술은 40 μ m의 박막 리튬, 높은 리튬 용량 이용률 (NCM523 양극, 비용량 2.8 mAh cm⁻²)의 조건에서 전지 수명을 향상시킴. (70회 → 140회))

- CO₂를 포집하여 유용물질로 전환하기 위한 원천기술개발* 착수, 탄소광물화 원천기술이 국제적 온실가스 감축기술로 승인**('20.10)

* 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발사업('20~'24, 총 425억원)

** 탄소광물화를 통한 차수성시멘트 생산 기술이 유엔기후변화협약(UNFCCC)에 따른 온실가스감축 신규 방법론(CDM)으로 공표

- 「과기정통부 미세먼지 R&D 추진전략('20~'24)」 수립('20.6), 동북아 초미세먼지 발생 원인규명을 위한 신규 R&D* 사업 착수('20.10)

* 동북아-지역 연계 초미세먼지 대응 기술개발 사업('20~'25, 총 458억원)

- 군 특수차량(화물차, 항공기전인차 등) 등 배출원별 맞춤형 미세먼지 저감 기술개발 및 실증(※ 총 50대 실증 중, 미세먼지 발생량 95% 저감 효과)

Ⅲ. '21년도 추진계획

1 '21년도 중점 추진방향

① '2050 탄소중립'을 뒷받침하기 위한 기후·환경 R&D 지원 강화

- 온실가스 감축을 통한 탄소중립 사회 실현을 뒷받침하기 위해 신재생E·탄소자원화 등에 대한 R&D 지원 확대(1,172억 원, 전년 대비 128% 증)
 - 건물 에너지효율 향상 및 미래수소원천기술 개발 신규 지원
 - 신에너지(수소·연료전지), 재생에너지(태양전지·바이오에너지) 효율 및 내구성 향상, 비용 절감 등을 위한 기술개발 지원
 - 에너지 저장을 위한 이차전지 안정성 향상, 분산된 에너지 자원의 최적 통합 운영·관리를 위한 핵심 기술개발 지원
 - 온실가스 등에 포함된 탄소원을 화학원료·연료로 전환하기 위한 메커니즘 규명 및 성능 최적화를 위한 기술개발 지원
 - 발생하는 잔여 예산은 '2050 탄소중립' 실현을 뒷받침하기 위하여 동 시행계획의 추진방향에 적합한 신규 과제로 지원
- 기후변화 영향 최소화를 위한 연구를 계속 지원하는 한편, 국내 우수 기술을 활용한 개도국 지원 사업 강화(74억 원, 전년 대비 13.8% 증)
 - 도심 내 환경자원(대기·수자원 등) 자립화를 위한 기술개발 지원
 - 국내 우수 기후변화대응기술(IoT 활용 기술 등)을 활용하여 국가 간 협력을 기반으로 당사국들의 기술지원 수요에 능동적으로 대응
- 국민 삶의 질과 직결되는 미세먼지 문제 해결을 위한 동북아 지역 국가 연계 연구개발 지원 강화(255억 원, 전년 대비 13.3% 증)
 - 천리안2B호 활용 미세먼지 입체 관측 강화 및 동북아 연구자간 국제공동연구*를 통한 미세먼지 생성 과정, 물리·화학적 특성 규명

* 한(이화여대), 중(베이징대), 일(가나자와대), 몽골(국립몽골대)

③ 우수 연구성과 창출 촉진

- 탄소저감·탄소자원화 전략 플랫폼 운영을 통한 성과 확산 지원
 - (탄소저감) 태양전지·연료전지·바이오에너지·이차전지·전력IT 등 에너지 관련 동향 분석자료 공유 및 정책 수립 등 지원
 - (탄소자원화) 온실가스 저감 및 환경 영향에 대한 LCA(Life Cycle Assessment, 전과정평가)를 지원하고 최적 가용기술을 도출
- 연구성과 연중 수시 보도(연구재단 상시 접수), 기후기술 10선 선정, 대국민 전시·체험전 개최(기후기술대전) 등을 통해 우수성과 홍보
- 사업의 기획·관리·평가에 관한 효율적 지원 및 운영관리 및 성과 확산에 필요한 세부사항을 정하기 위해 **사업단* 운영규정 마련** 추진
 - * ‘동북아-지역연계 초미세먼지대응기술개발 사업단’ 등

④ 연구자 중심의 R&D 프로세스 운영

* 「2021년 과학기술분야 R&D사업 종합시행계획」 중 ‘연구개발 프로세스 개선 방안’ 주요사항 반영

- (기획·선정) 목표가 명확한 사업기획 및 전문성 있는 평가위원 확보
 - 신규과제 기획 또는 RFP 작성 시 국가R&D를 통해 달성하고자 하는 목표를 명확하게 설정(단순 논문, 특허 성과지표 지양)
 - 연구자의 예측가능성 제고 및 과제추진 지연 방지를 위해 공고시점을 1월/3월/5월/11월로 정례화
 - 과제별 특성을 고려하여 기술 분야별 평가위원을 구성하고, 필요 시 산업계 평가위원을 핵심 위원으로 활용
- (관리·평가) 핵심만 평가할 수 있도록 맞춤형 평가 실시
 - 연구자의 연구수행 전념과 행정부담 경감을 위해 연차점검 완화
 - 과제 유형별 평가체계를 차별화하고, 코로나19 상황 등에 대응하는 유연하고 내실 있는 평가체제로 운영

2 '21년도 예산 개요

□ 9개 사업 총 1,501억 원 (전년 대비 약 12.9% 증액)

[사업별 구분]

(단위 : 백만원)

구 분	'20 예산 (A)	'21 예산 (B)	증감 (B-A)	%	비고
총 계	132,885	150,073	17,188	12.9	
□ 미래수소원천기술개발	-	3,300	3,300	순증	'21 신규
▪ 미래선도수소생산	-	2,400	2,400	순증	
▪ 미래선도수소저장	-	900	900	순증	
□ 수소에너지혁신기술개발	11,767	14,100	2,333	19.8	
▪ 미래수소혁신기술	3,000	3,600	600	20.0	
▪ 차세대수소혁신기술	8,667	10,400	1,733	20.0	
▪ 수소국제협력네트워크 운영	100	100	-	-	
□ 에너지클라우드기술개발	4,445	3,600	△845	△19.0	
▪ 에너지클라우드기술개발	4,445	3,600	△845	△19.0	
□ 기후변화대응기술개발	102,373	103,764	1,391	1.4	
▪ 태양전지	14,829	13,798	△1,031	△7.0	
▪ 연료전지	12,760	11,391	△1,369	△10.7	
▪ 바이오에너지	10,085	10,978	893	8.9	
▪ 이차전지	6,923	7,756	833	12.0	
▪ Korea CCS 2020	6,671	-	△6,671	순감	예타 ('20 종료)
▪ 차세대 탄소자원화	7,805	9,756	1,951	25.0	
▪ 기반기술연구	22,800	23,385	585	2.6	
▪ 기획심사평가비	300	300	-	-	
▪ 다부처공동연구	2,400	1,800	△600	△25.0	
▪ C1가스리파이너리	17,800	21,000	3,200	18.0	예타
▪ 에너지효율향상기술개발	-	3,600	3,600	순증	'21 신규
□ 기후기술협력기반조성(ODA)	400	565	165	41.3	
▪ UNFCCC CTCN 신탁기금	400	-	△400	순감	
▪ 온두라스 과하나 섬 마이크로그리드 시스템 지속가능 운영 모델 개발 및 확산 기반 조성	-	200	200	순증	
▪ 세르비아 지역난방 스마트 모니터링 시스템 개발·실증 및 신재생에너지 연계 방안 수립	-	365	365	순증	
□ 탄소자원화기술고도화	4,100	4,300	200	4.9	일부 내역
▪ 플라즈마 활용 탄소자원화 연구개발	4,100	4,300	200	4.9	
□ 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발	4,000	11,500	7,500	187.5	
▪ 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발	4,000	11,500	7,500	187.5	
□ 기후변화영향 최소화 기술개발	1,300	1,444	144	11.1	
▪ 기후변화영향 최소화 기술개발	1,300	1,444	144	11.1	
□ 동북아-지역연계 초미세먼지 대응기술개발	4,500	7,500	3,000	66.7	
▪ 동북아-지역연계 초미세먼지 대응기술개발	4,500	7,500	3,000	66.7	

[기술별 구분]

(단위 : 백만원)

구 분		'20 예산 (A)	'21 예산 (B)	증감 (B-A)	%	비고 (관련 사업)
총 계		132,885	150,073	17,188	12.9	
□ 에너지 · 탄소자원화		103,885	117,179	13,294	12.8	
신재생 에너지	태양전지	14,829	13,798	△1,031	△7.0	· 기후변화대응기술개발
	수소 · 연료전지	26,927	30,591	3664	13.6	· 기후변화대응기술개발 · 수소에너지혁신기술개발 · 미래수소원천기술개발
	바이오에너지	10,085	10,978	893	△8.9	· 기후변화대응기술개발
이차전지		6,923	7,756	833	12.0	· 기후변화대응기술개발
전력IT		4,445	3,600	△845	△19.0	· 에너지클라우드기술개발
에너지효율향상		-	3,600	3,600	순증	· 기후변화대응기술개발
CCUS		40,376	46,556	6,180	15.3	· 기후변화대응기술개발 · 플라즈마 활용 탄소자원화 · 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발
기타(기평비)		300	300	-	-	· 기후변화대응기술개발
□ 기후변화적응 및 협력		6,500	7,394	894	13.8	
기후변화적응		6,100	6,829	729	12.0	· 기후변화대응기술개발 · 기후변화영향최소화기술개발
기후기술협력		400	565	165	41.3	· 기후기술협력기반조성
□ 미세먼지		22,500	25,500	3,000	13.3	
미세먼지		22,500	25,500	3,000	13.3	· 기후변화대응기술개발 · 동북아-지역 연계 초미세먼지 대응 기술개발

2 사업별 '21년 추진계획

1. [신규] 미래수소원천기술개발

1 사업개요

- (목적) 고효율·경제적·친환경적으로 수소를 생산, 저장하기 위해 도전적이고 파급효과가 큰 미래선도형 수소 생산·저장 기술 개발
※ 「수소 기술개발 로드맵('19.10)」의 미래형 수소 생산·저장 기술 대상
- (기간/총사업비) '21~'26(6년, 2+2+2) / 253억 원(정부출연금)

< 연차별 예산현황 및 투자계획(안) >

구분	2021	2022(안)	2023(안)	2024(안)	2025(안)	2026(안)	계
계(백만원)	3,300	6,600	4,900	4,900	2,800	2,800	25,300
미래선도 수소생산	16개 과제, 7,200 * 연간 과제단가 : 3억 원/개	10개 과제, 7,000 * 연간 과제단가 : 3.5억 원/개	5개 과제, 4,000 * 연간 과제단가 : 4억 원/개				18,200
미래선도 수소저장	6개 과제, 2,700 * 연간 과제단가 : 3억 원/개	4개 과제, 2,800 * 연간 과제단가 : 3.5억 원/개	2개 과제, 1,600 * 연간 과제단가 : 4억 원/개				7,100

※ 혁신적 기술개발 및 조기성과 도출을 위해 경쟁형 R&D 적용

- (주요내용) 수소 생산 3개 분야(태양광 수소생산, PCEC 수소생산, 열화학 수소생산), 수소 저장 1개 분야(고체흡착 수소저장) 원천연구 추진

< 세부기술별 국내·외 기술수준 >

세부기술	국내 수준	선도국 수준	목표
태양광 수소생산 ※ PVEC(태양전지+수전해), PEC(전기생산시스템 및 물분해 일체형)	PVEC시스템 수소생산 효율(STH) 7.7% 달성 광촉매 시스템 및 스케일업 연구 미비	PEC셀 수소생산 효율 19% 달성 (미국 캘리포니아 공대)	('25) 광전기화학 STH≥15%, 광촉매 STH≥2.5% ('30) 광전기화학 STH≥20%, 광촉매 STH≥3% ※ PEC셀 기준
PCEC 수소생산	기초연구 수준	기초연구 수준 (미국 NREL, LBN, INI 등)	('25) 단전지(5cm×5cm) 기반 썬스택(3단) 효율 검증 ('30) 50kWh/kg-H ₂
열화학적 수소생산	기초연구 수준	기초연구 수준	('25) 열화학 반응기 설계 및 제어 원천기술 확보 ('30) 탄소저감 기술 확립
고체흡착 수소저장	기술 미보유	5.5wt% (미국 ANL 등)	('30) ≥6.5wt% ('40) ≥7.5wt% (미국 DOE ultimate target)

② 기술개발 세부내용

□ 주요핵심 내용

- 고효율 태양광 수소생산 원천기술 개발
 - 태양광 수소 생산을 위한 광촉매,전극 신소재 기술 개발
 - 외부전력 없이 작동하는 고압 태양광 수소생산 시스템 개발
- 고효율 PCEC(프로톤 기반 수전해) 수소생산 원천기술 개발
 - 프로톤 전도성 전해질 및 공기극 소재 개발
 - 대면적 단전지 제조 및 스택 최적화 기술 개발
- 고체흡착 수소저장 원천기술 개발
 - 전산모사 기반의 새로운 수소저장용 다공성 흡착제 개발
 - 수분 등이 포함된 조건에서도 수소 흡·탈착이 용이한 화학적,물리적,열적 안정성 확보 기술 개발
- 재생에너지 연계형 열화학적 수소생산 원천기술 개발
 - 활성,내구성 개선 줄 가연 반응기 소재(촉매, 열전달체) 및 시스템 개발
 - 용융 금속 또는 용융 금속산화물 기반 혁신 신촉매 및 반응기 개발

□ 연차별 개발내용(로드맵)



③ '21년 추진 계획

○ (지원계획) 22개 과제, 3,300백만원

연도	'21년 주요 추진계획	지원 내용		
		과제 수 (개)	예산 (백만원)	연구기간
1	■ 미래선도 수소생산 - (태양광 수소생산) 광촉매·전극 신소재 개발, 외부 전력 없이 작동하는 고압 태양광 수소생산 시스템 개발 - (PCEC 수소생산) 프로톤 전도성 전해질 및 공기극 소재 개발, 대면적 단전지(5cm×5cm) 제조 및 스택(3층 이상) 최적화 기술 개발 - (재생에너지 연계 열화학 수소생산) 활성·내구성이 개선된 줄 가연 반응기 소재(촉매, 열전달체 등) 및 시스템 등 개발	16	2,400	6개월
2	■ 미래선도 수소저장 - (고체흡착 수소저장) 다공성 흡착제 및 수소 흡·탈착이 용이한 화학적·물리적·열적 안정성 확보 기술 개발	6	900	6개월

○ (사업운영)

- (상세기획) Middle-up 연구주제안내서(RFP 포함) 도출, 연구주제 안내서 심의·확정(~'21.3)
- (공고, 선정 및 협약) 사업 착수를 위한 사업공고('21.3~4), 선정 평가('21.5~6), 협약 및 집행('21.6)
- (사업 운영 및 관리방안)
 - 연구성과 교류를 위한 연구자 기술교류회(또는 세미나) 정례 운영
 - ※ ① 수소 분야 국내외 기술네트워크 구축을 추진 중인 '수소에너지혁신기술개발 수소국제협력네트워크' 과제와 연계 또는 ② 연차점검/컨설팅과 연계 추진
 - 연구 모니터링 연속성을 위해 자문위원회(부처, 전문가)를 구성·운영하고, 자문위원회를 활용하여 연차점검/컨설팅 추진

참 고

미래수소원천기술개발 vs 수소에너지혁신기술개발

□ 미래수소원천기술개발은 「수소 기술개발 로드맵(* 19.10)」 상의 미래형 기술 등을 대상으로 하고 있으며,

- 수소에너지혁신기술개발(차세대수소혁신기술)에서 연구 중인 저온 수전해(알칼라인, 고분자전해질) 수소 생산, 화학 저장 이후 예상되는 미래 수소 생산·저장 분야 기술선점을 위한 선도기술 개발을 목표로 하고 있음
- 또한 수소에너지혁신기술개발(미래수소혁신기술)이 친환경 수소 생산·저장이라는 테마에 대해 연구자가 자유롭게 연구주제, 기술목표를 제시하여 추진하는 바텀업 방식인데 반해,

※ 연구예시 : 국내 미활용 바이오매스를 이용한 그린수소 생산, 이온전도성 멤브레인 기반의 중저온 작동 물분해 혁신기술 등

- 미래수소원천기술개발은 고온 수전해, 광 분해, 열 분해, 물리흡착 저장 등 4개 세부주제에 대해 신규 소재 및 시스템 원천기술을 개발(세계 최고수준)하는 미들업 방식임

※ 우수 연구성과 확보 유도를 위해 3단계 경쟁형 R&D 추진 예정(탈락 과제 중 우수 성과는 차기 단계 연구에 연계하는 방안 고려)

< 「수소 기술개발 로드맵(*19.10)」의 기술분류체계에 따른 연구영역 구분 >

대분류	중분류	소분류	비고 (소소분류)	수소에너지 혁신기술개발 (차세대수소혁신)	미래수소 원천기술개발
수소생산	연료 이용 생산	개질 반응			
		가스화 반응			
		생물학적 전환 반응			
	폐자원/바이오매스 이용 생산	가연성 폐자원 가스화			
		생물학적 발효			
		바이오매스 가스화			
수소저장	물분해 생산	전기 분해	저온 수전해, 고온 수전해	저온 수전해 (알칼리·PEM*)	고온 수전해 (PCEC**)
		광 분해			광 분해
		열 분해			열 분해
	물리적 저장	기체 저장			
		액체 저장			
		물리흡착 저장			물리흡착
수소저장	화학적 저장	액상수소화물 저장	LOHC 기반, 암모니아 기반	LOHC*** 기반	
		금속·무기수소화물 저장			

* 고분자전해질

** 프로톤 전도성 세라믹 수전해셀

*** 액상유기수소화물

2. [계속] 수소에너지혁신기술개발

1 사업개요

- (목적) 친환경·고효율 수소 생산 및 안정적 수소 저장을 위한 원천기술 개발을 통해 수소경제 사회 진입을 위한 기반 구축
- (기간/총사업비) '19~'23(5년) / 486.1억 원(정부출연금)

< 연차별 예산현황 및 투자계획(안) >

구분	2019		2020	2021	2022(안)	2023(안)	계
계 (백만원)	10,240		11,767	14,100	10,400	2,100	48,607
차세대 수소 혁신기술 * 연구단	본연구 1단계 (3개 연구단, 31,067)				본연구 2단계 (" , 8,200)		35,067
미래 수소 혁신기술 * 경쟁형 R&D	선기획 (18개 과제, 540)	본연구 1단계 (12개 과제, 8,400)			본연구 2단계 (6개 과제, 4,200)		13,140
수소국제협력 네트워크 운영	본연구 (1개 과제, 400)						400

- (주요내용) 수소를 친환경적으로 생산하고 안정적으로 저장하며 비용을 절감할 수 있는 기술개발 추진
 - (차세대 수소 혁신기술) '30년 이후 상용화가 예측되는 알칼라인·고분자전해질 수전해, 액상유기수소화물 수소저장 핵심기술 개발

R&D 성과물 목표

- (알칼라인 수전해 연구단) 알칼라인 수전해 대면적 스택 기술 확보
 - * (~'22) 단위 셀 효율 82% (@0.6A/cm², ≥650 cm²), 내구성 및 부하대응성 확보
- (고분자전해질 수전해 연구단) 고분자전해질 수전해 스택 원천기술 확보
 - * (~'22) 촉매 등 요소기술 개발을 통해 고성능·저가 막전극접합체 개발
- (액상유기수소화물(LOHC) 수소저장 연구단) LOHC 수소저장 원천기술 확보
 - * (~'22) 저장소재 등 원천연구를 통해 고용량·저비용 LOHC 시스템 개발

- (미래 수소 혁신기술) 연구자 아이디어를 바탕으로 수소 생산·저장 분야 혁신기술* 발굴 (자유공모, 경쟁형 R&D)
 - * ④ 국내 미활용 바이오매스를 이용한 그린수소 생산 등
- (수소국제협력네트워크 운영) 국내·외 수소 기술 네트워크 구축을 통해 R&D 공동연구 기반 마련 (국제컨퍼런스 개최 등)

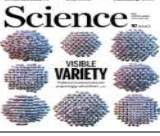
② '20년 추진 실적

○ (지원실적) 23개 과제, 11,767백만원

내역사업	'20년 추진내용	지원 내용	
		과제 수 (개)	지원금액 (백만원)
차세대 수소 혁신기술	■ 알칼라인 수전해 연구단 - 단위 셀 스케일업(셀 면적 100 cm ² 이상) 기술 개발 - 스택 최적 운전 플랫폼 모델 통합 - 부하변동 대응형 고효율·고내구성 전극 합성 최적화(NiFeMn 물질·조성 10종 이상) - 부하변동 대응형 고선택성·고내구성 분리막 물질 합성·평가(막 면적 > 200 cm ²)	4	3,467
	■ 고분자 전해질 수전해 연구단 - 고성능·저가 MEA 제조기술 개발(전류밀도 @ 1.9 V : 2.2 A/cm ²) - MEA 고내구화 기술 개발(MEA 성능 감소율 : 0.05 %/cycle) - 고성능·저가 비과불화탄소계 전해질막 기술 개발 - 저가·고성능 수소 및 산소 발생 반응 촉매 개발	4	3,467
	■ 액상유기화합물 수소 저장 연구단 - LOHC 기반 탈수소화 반응 최적화 및 열원 확보(0.6 Nm ³ /h 급) - 공정 모델링 에너지, 엑서지 및 경제성 평가 - 촉매-기저체 상호작용 역할 연구 - LOHC 후보군 스크리닝 연구	2	1,733
미래 수소 혁신기술	■ Carbon-free 수소에너지 생산 및 저장 요소기술 개발 - 수전해 기술 이용 수소생산 연구 고도화 - 바이오 기술 이용 수소생산 연구 고도화 - 고용량 수소저장재 특성 분석 및 연구 고도화	12	3,000
국제협력 네트워크	■ 수소국제협력 네트워크 운영 - 공동연구 주제 발굴 및 기획 프로세스 수립	1	100

○ (주요성과)

알칼라인 수전해 연구단 	■ 고내구성 부하변동 수전해 및 연료전지 촉매개발(포항공단) - 텅스텐 브론즈의 금속 부도체 상전이(Metal Insulator Transition) 현상에 기반한 선택적 전기화학반응을 통해 부하변동 시 수전해 및 연료전지 내구성 문제 해결 ※ Nature Catalysis 3, 639-648. 2020.6., (IF: 30.471)
고분자전해질(PEM) 수전해 연구단 	■ 이중도금 기술을 이용한 저귀금속/고효율 산화극 전극 개발(KIST) - 기존 수전해 전극에 통상 2.4mg/cm ² 사용되던 이리듐 촉매의 양을 0.5mg/cm ² 수준으로 낮추면서도 수전해 성능을 높인 저귀금속 산화극 전극 제조기술 개발 - 기존 스프레이 공정을 벗어나 이중도금이라는 신공정을 도입하여 반원 형태의 촉매 지지체와 200 nm 이하의 얇은 귀금속 촉매층을 형성하고, 이를 통한 고효율 수전해 운전성능 입증 ※ Applied Catalysis B. Environmental, 272, 118955. 2020.9., (IF: 16.683) ※ 특허출원(한국/미국) 10-2019-0046074 (KR)/ 16/590857 (US)
액상유기수소 운반체(LOHC) 연구단	■ 불균일계 촉매 3차원 구조 규명(서울대) - 세계 최초로 나노입자의 3차원 구조를 0.02(nm) 정확도로 분석

	- 액체 셀에 담긴 나노입자를 초당 400장의 속도로 촬영해 얻은 이미지를 빅데이터 알고리즘을 이용해 3차원 데이터로 재구성 ※ Science, 368, 60-67. 2020.4., (IF: 41.845)
국제협력 네트워크 	■ ‘수소경제와 한국의 수소기술’ 개최(한국에너지기술연구원) - 한국 수소기술의 현 주소를 진단하고 한계를 파악하여 수소 선도국가로의 도약을 위한 대응방안을 모색하고자 ‘제1회 수소경제와 한국의 수소기술’ 심포지움 개최 - 종합세션 및 기술세션(그린수소생산, 수소인프라, 수소시범도시, 수소 저장 등) 개최를 통해 수소 전문가 대상 토론 및 정보교류의 장 마련 - 온라인을 통한 심포지움 실시간 중계 진행(사전등록자 약 1500명)

③ '21년 추진 계획

○ (지원계획) 23개 과제, 14,100백만원

내역사업	'21년 추진계획	지원 내용	
		과제 수 (개)	예산 (백만원)
차세대 수소 혁신기술	■ 알칼라인 수전해 연구단 - 수전해 스택 성능 달성(수소생산량: 0.5 Nm³/hr, 전력소모량: 51.2kWh/kg이하 등) - 스택 최적 운전 통합 플랫폼 구축(내구성 진단, 통합 경제성 평가) - 부하변동 대응형 고효율·고내구성 전극 개발(산소발생·수소발생 과전압 목표 달성, 부하변동 내구성 확보 등) - 부하변동 대응형 고선택성·고내구성 분리막 개발(수소투과도 < 20 Barrer)	4	4,160
	■ 고분자 전해질 수전해 연구단 - 고성능·저가 MEA 제조기술 개발(전류밀도@1.9V : 2.5A/cm²) - MEA 고내구화 기술 개발(기계적 물성 35MPa(인장강도), 수소투과도 <55 Barrer 등) - 고성능·저가 촉매 개발(산소 과전압 210mV 달성 등) - 스택부품 고성능·고내구화(분리판/PTL 접촉저항 <20mΩcm² 등)	4	4,160
	■ 액상유기화합물 수소 저장 연구단 - LOHC 기반 수소방출 시스템 기술개발(2.3 Nm³/h 급) - 신규방향족, N-헤테로 고리 화합물 기반 LOHC 소재개발 (고효율·고용량 LOHC 소재 각 2개) - 수소 충방전용 고효율 촉매 설계(고성능 촉매 시스템 3종이상 제시)	2	2,080
미래 수소 혁신기술	■ Carbon-free 수소에너지 생산 및 저장 요소기술 개발 - 수전해(광수소, 이온전도 등) 기술 이용 수소생산 연구 고도화 - 바이오(미활용 바이오매스 등) 기술 이용 수소생산 연구 고도화 - 고용량 수소저장재(다공성물질, 수소저장합금 등) 특성 분석 및 연구 고도화	12	3,600
국제협력 네트워크	■ 수소국제협력 네트워크 운영 - 공동연구 주제 발굴 및 기획 프로세스 수립	1	100

○ (사업운영) 1단계 단계평가 (12월)

< 참고. 과제별 '21년 평가일정 >

내역 사업명	연구과제명(연구단, 단위과제)	평가개요		'21 예산 (백만원)
		평가내용	일정	
차세대 수소 혁신기술	(연구단1) 알칼라인 수전해 핵심기술개발	단계평가 (1단계)	12월	4,160
	(연구단2) 고분자전해질(PEM) 수전해 핵심원천기술개발	단계평가 (1단계)	12월	4,160
	(연구단3) 액상유기수소운반체(LOHC) 핵심원천기술개발	단계평가 (1단계)	12월	2,080
미래 수소 혁신기술	(생산①) 국내 미활용 바이오매스를 이용한 수익창출형 그린 수소 생산 시스템 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(생산②) 리튬이온 교환막을 이용한 고전류밀도(1A/cm ² @1.7V) 수전해 시스템 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(생산③) 이온전도성 멤브레인 기반의 중저온 작동 물분해 혁신 기술개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(생산④) 광수소변환효율 21.6% 이상의 저단가 태양광-수전해 시스템 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(생산⑤) 액상유기수소운반체의 전기화학적 수소 생산/저장을 이용한 CO ₂ 배출이 없는 친환경 연료전지 시스템 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(생산⑥) 고순도 Carbon-free 수소생산용 초이온 전도체 기반 고효율 저온형(≤550°C) 고체산화물 수전해 전지 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(생산⑦) 포톤제어기술에 의한 스케일업 PEC 수소생산 고효율화 핵심원천기술 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(생산⑧) 바이오매스 유래 미이용 C5유기화합물로부터 신재생 수소 생산 공정 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(저장①) 제어 성장된 층간 간격과 원자수준 금속을 이용한 고성능 수소 저장 소재 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(저장②) 다공성물질 기반 흡착제의 수소저장 한계극복 연구	단계평가 (1단계)	12월	300
	(저장③) Field Interaction Engineerinf을 통한 상온 고용량 수소저장재 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
	(저장④) TiFe계 수소저장합금 상온 활성화 성분계 개발	단계평가 (1단계)	12월	300
수소 국제협력 네트워크 운영	수소에너지 기술 네트워크 운영 및 공동연구 활성화 방안 연구	단계평가 (1단계)	12월	100

3. [계속] 에너지클라우드기술개발

1 사업개요

- (목적) 에너지클라우드* 환경에서 에너지 수요-공급 정보의 빅데이터 마이닝, 분석·예측 등 통합 관리가 유연한 스마트그리드 원천기술 확보

* 에너지 인포메틱스(정보화), 소프트웨어화, 프로비저닝(양방향 접근 권한) 기술을 통해 실현되는 에너지 효율화 및 에너지신산업 서비스 환경을 제공하는 에너지 망의 형상으로, 전통적인 단일 발전소의 단방향 전력공급 방식과 대비되는 개념



- (기간 /총사업비) '19~'23(5년, 2+3) / 200.5억 원(정부출연금)

< 연차별 예산현황 및 투자계획(안) >

연도	합계	'19	'20	'21	'22(안)	'23(안)
지원규모(백만 원)	20,045	4,000	4,445	3,600	4,000	4,000

- (주요내용) 에너지 클라우드 구성 요소 간 통합 및 최적 운영·관리를 위한 개방형 플랫폼 핵심원천기술 개발
 - 에너지 빅데이터 기반 분산자원 최적 운영·관리 기술
 - 에너지 클라우드를 위한 고신뢰성 보안 기술
 - 에너지 네트워크 구성 요소의 자율적 참여를 위한 개방형 플랫폼 기술
 - 다양한 가상물리시스템 기반 개방형 플랫폼 운영·검증·진단 기술

② '20년 추진 실적

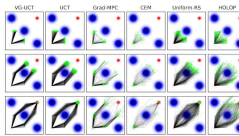
○ (지원실적) 2개 연구단, 4,445백만원

연 번	'20년 주요 추진내용	지원 내용	
		과제 수 (개)	지원금액 (백만원)
1	■ 차세대 복합형 에너지 서버 기반 개방형 에너지 클라우드 플랫폼 연구단 - 에너지 소비·공급 데이터 확보, 예측모델 정립, 가상 시나리오 구성, 강화학습 기반 운영·관리 제어 기술개발 및 개선 - 빅데이터 운용하기 위한 분산 메모리 플랫폼, 고신뢰 통합 보안 시스템, 에너지 데이터 수집 및 공유 플랫폼 개발 - 에너지 서버 공정 모사 및 설계(테스트 베드, 서버 프로토타입), 모델링 기반 서버 최적화 및 운전 전략, 전력 변환 시스템 개발 - 머신러닝 이용 합성 조건, 후보군 물질을 선별, 부하변동에 대한 연료전지 데이터베이스 확보, 이차전지 및 슈퍼커패시터 설계	4	2,222.5
2	■ 에너지 클라우드를 위한 개방형 플랫폼 핵심 원천기술 개발 - 아키텍처를 설계, 디지털 모델링과 네트워크 해석, 개방형 에너지 클라우드 요소기술 개발 - 외부 서비스 가능한 양자 내성 보안 프로토콜 및 양자 내성암호 개발 - 앙상블 기법 기반 인공지능 플랫폼 개발, 딥러닝 기반의 에너지 사용량 예측 모델 및 시뮬레이션, 빅데이터 시스템 및 에너지 거래 기술 개발 - 인공지능 기반 학습 알고리즘 적용한 가상 물리시스템 설계 및 최적 운영(CPS 기반 PHILS 설계 및 운영, 디지털 트윈 시각화 모델 등)	4	2,222.5

○ (사업운영)

- 사업 전략목표를 고려한 사업방향 설정 등 전문가 컨설팅(7.6.~7.13.)
- 산업통상자원부 관련사업* 연계 기술교류회(6.18, 12.18 총 2회)
- * 신재생E 연계 신송전 70kV급 핵심 기술개발, 지능형 LVDC 핵심기술개발 등 2개 사업
- 1단계 연구종료에 따른 단계평가 실시(12.16)

○ (주요성과)

 확장 제안된 알고리즘이 연속행동공간에서 보여주는 효율성	■ 에너지 자원 운영·관리를 위한 강화학습 알고리즘 연구 - 여러 곳의 에너지 공급·수요 지점들 사이에 전송선들을 구축할 때, 최소한의 개수의 전송선으로 제약조건을 만족하는 방법을 개발 - 가치 기울기를 이용하여 기존 알고리즘 대비 효율적으로 최적의 행동을 찾아낼 수 있는 개선된 몬테카를로 트리 탐색 알고리즘 개발 ※ AAAI 논문 게재(2020)
 W×L×H = 65×75×20 (mm) 초소형 태양광발전용 DC변환기	■ 태양광발전용 초소형 DC변환기 개발 - 전력반도체 GaN 소자 사용으로 일반적인 전력변환 주파수 대비 10배 높은 200kHz 주파수로 전력변환 처리로 부피와 효율 개선 ※ 태양광발전 시스템의 발전량 15% 이상 증대, 해외 대비 가격 1/3, 부피 1/5 수준 - 태양광 발전 출력을 높이는 최대전력점추종(MPPT) 기능과 태양광 발전 유연화 기술도 적용하여 5% 내외 간헐성을 스스로 완화

③ '21년 추진 계획

- (지원계획) 단계평가 결과에 따라 지속 지원할 1개 연구단(4개 과제)을 선정하여 1개 연구단만 2단계 연구('21년~'23년)를 위해 3,600백만원 지원
- (사업운영)
 - 산업통상자원부 스마트그리드분야 사업연계 기술교류회 지속 추진(1회 이상)
 - 연차점검(12월)

4. [계속] 기후변화대응기술개발

1 사업개요

- (목적) 기후변화 위기에 대응하여 온실가스 감축효과가 큰 기술 분야에 대해 세계 선도적 원천기술 확보 및 혁신 성장 동력 창출 지원

- (기간 / 총사업비) '09~'24(일몰) / 해당없음 ('20년까지 6,674.9억 원 투자)

< 연차별 예산현황(안) >

연도	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15**	'16**	'17	'18	'19	'20	'21
지원규모* (억 원)	125.5	170	250	380	457	435	504.6	667.9	789.9	865.8	996	1,024	1,038

* 정부출연금

** C1가스리파이너리('15~'16 별도사업으로 운영) 예산 포함

- (주요내용)

- (태양전지) 도심형 및 이동기기용 태양전지 등 사업화에 적합한 기후 산업 육성모델을 발굴하고 이에 기반한 차세대 태양전지 원천기술 개발 지원
- (연료전지) 고체산화물 연료전지(SOFC) 등 에너지 다소비 지역에 적합한 기후산업 육성모델을 발굴, 차세대 연료전지 원천기술 개발 지원
- (바이오에너지) 기존 기술 한계 극복을 위한 미활용·신규 바이오매스 확보 및 바이오매스를 연료화하는 복합 전환·이용기술 개발 지원
- (이차전지) 대용량 충전 시스템 개발, 쾌속 충전 EV용 이차전지 개발 등 사업화에 적합한 육성모델 발굴 및 차세대 이차전지 원천기술 개발 지원
- (차세대 탄소자원화) 부생가스·탄소폐자원 전환, CO₂ 전환(재생에너지 활용 및 유기성 폐자원)의 차세대 혁신형 기술 개발 지원
- (기반기술연구) 미세먼지 원인규명 및 저감·실증, 해수 자원화를 위한 분리막 핵심 원천 기술 개발, 기후변화대응 전략 플랫폼 구축 등
- (C1가스리파이너리) C1가스(CO, CH₄) 전환용 바이오촉매 및 화학 촉매 핵심 원천기술 개발 및 리파이너리 기술 개발 지원
- (에너지효율향상기술개발) 최종 에너지 소비 부문(건물)의 에너지 효율 향상 및 에너지관리시스템 핵심 원천기술 개발

② '20년 추진 실적

○ (지원실적) 36개 과제(계속 32, 신규 4), 99,973백만 원

(단위 : 개, 백만 원)

내역사업명	계		계속과제		신규과제		비고
	과제 수	지원금액	과제 수	지원금액	과제 수	지원금액	
계	36	102,373	32	92,657	4	7,316	
태양전지	9	14,829	8	12,829	1	2,000	
연료전지	11	12,760	10	9,784	1	2,976	
바이오에너지	6	10,085	4	7,745	2	2,340	
이차전지	2	6,923	2	6,923	-	-	
Korea CCS 2020	1	6,671	1	6,671	-	-	'20년 종료
차세대 탄소자원화	1	7,805	1	7,805	-	-	
기반기술연구	4	22,800	4	22,800	-	-	
C1가스리파이너리	1	17,800	1	17,800	-	-	
다부처공동연구*	-	2,400	-	-	-	-	
기획심사평가비	1	300	1	300	-	-	

* '다부처공동연구' : 단계평가('20.4) 후속조치 결과에 따라 종료

○ (주요성과)

- (과학·기술·경제적 성과) 논문 질적 수준 지속 향상

<연구비 1억 원 당 논문, 특허 및 기술이전 성과 (연구재단 ERND 데이터, '20.12)>

구 분		'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
SCI 논문	영향력 지수	4.45	3.85	4.21	4.06	4.55	4.28	5.64	5.98	6.10	7.02	7.29	9.07
	출 원	0.04	0.32	0.56	0.53	0.61	0.63	0.44	0.48	0.36	0.43	0.2	0.28
특허	등 록	0	0.02	0.04	0.12	0.26	0.34	0.25	0.17	0.14	0.11	0.08	0.12
	건 수	0	0	0	1	2	5	4	4	8	9	6	6
기술이전	기술 생산성*	0	0	0	0.87	0.31	2.15	0.61	0.57	3.42	2.45	0.99	3.99

* 기술생산성 : 기술실시계약 금액 / 당해연도 총 R&D투자금액 × 100(%)

- (연구성과) 전기화학적 CO₂전환으로 화학의 핵심원료인 에틸렌을 합성하는 촉매기술개발 등

③ '21년 추진 계획

○ (지원계획) 32개 과제(계속 28, 신규 4), 101,964백만원

(예산 단위 : 개, 백만 원)

내역사업명	계		계속과제		신규과제		비고
	과제 수	'21 예산	과제 수	'21 예산	과제 수	'21 예산	
계	32	103,764	28	98,364	4	3,600	
태양전지	9	13,798	9	13,798	-	-	
연료전지	4	11,391	4	11,391	-	-	
바이오에너지	6	10,978	6	10,978	-	-	
이차전지	2	7,756	2	7,756	-	-	
차세대 탄소자원화	1	9,756	1	9,756	-	-	
기반기술연구	4	23,385	4	23,385	-	-	
C1가스리파이너리	1	21,000	1	21,000	-	-	
다부처공동연구	-	1,800	-	-	-	-	
기획심사평가비	1	300	1	300	-	-	
에너지효율향상	4	3,600	-	-	4	3,600	

○ (사업운영)

- 【계속과제】 과제별 연차점검, 단계·최종평가 추진

* 과제별 상세내용(최근 5년간 투입예산, 연구책임자 등)

< 계속과제 '21년 평가일정 >

내역사업명	선정 년도	연구과제명(총괄과제, 사업단)	평가개요		'21 예산 (백만원)
			평가내용	일정	
① 태양전지	'16	① 도심 분산전원용 고성능 플렉서블 무기박막 태양전지 원천기술 개발	최종평가	12월	1,976
		② 도심 분산전원용 유기물 기반 태양전지 원천기술 개발	2단계3년차 연차점검	7월	1,976
	'17	③ 이동기기 자가 전원용 III-V족 초고효율 태양광 발전기술 개발	"	1월	2,756
		④ 에너지원 통합형 대면적·고성능 태양전지·열전 융합소자 원천기술개발	2단계2년차 연차점검	2월	689
		⑤ 효율 극대화를 위한 다중 접합 태양전지 기술 개발	"	2월	689
		⑥ 웨어러블 기기용 플렉서블 PV-EES 융합 모듈 원천기술 개발	"	2월	689
		⑦ 태양전지-이차전지 모노리틱 전원 및 이를 이용한 올인원 융합소자 개발	"	2월	689
	'19	⑧ 도시 생활구조물 활용을 위한 차세대 투광형 컬러 태양전지 원천기술 개발	1단계3년차 연차점검	1월	1,667
	'20	⑨ 건물일체형 고효율 친환경 태양전지 미니발전소 실증시스템 개발	1단계2년차 연차점검	3월	2,667

내역 사업명	선정 년도	연구과제명(총괄과제, 사업단)	평가개요		'21 예산 (백만원)
			평가내용	일정	
② 연료 전지	'17	① On-site 삼중열병합 건물에너지 네트워크용 차세대 고체 산화물 연료전지 핵심원천기술 개발	2단계3년차 연차점검	1월	2,756
	'18	② 백업전원용 저가형 비귀금속계 촉매 기반 고체알칼리막 연료전지 개발	2단계1년차 단계평가 (경쟁형R&D)	1월	2,000
		② 백업전원 활용을 위한 비귀금속기반 고성능고내구성 알칼리막연료 전지 MEA 기술 개발			
		② 100% 비귀금속 전극촉매 기반 고성능 MEA 제조 및 백업전원용 100 W 연료전지 스택모듈 개발			
	'19	③ 친환경 모빌리티용 태양광 수소 온사이트 생산 시스템 개발 및 실증	1단계3년차 연차점검	1월	2,667
	'20	④ 단주기 전력 변동성 대응 수소연료전지 원천기술 개발	1단계2년차 연차점검	3월	3,968
③ 바이오 에너지	'12	① 바이오리파이너리를 위한 미생물 시스템대사공학 원천기술 개발	최종평가	6월	800
	'17	② 바이오매스 유래 오일 기반 화학원료 및 수송용 연료 제조 기술 개발	2단계3년차 연차점검	1월	2,756
		③ 폐바이오매스를 이용한 zero-waste 바이오리파이너리 기술 개발	2단계2년차 연차점검	1월	1,756
	'18	④ 팜유잔사물 유래 바이오가스 에너지화 기술 개발	"	6월	1,000
	'20	⑤ 바이오매스 유래 유효유급 화학제품 제조를 위한 바이오-화학 융합 원천기술 개발	1단계2년차 연차점검	1월	2,733
		⑥ 나무 열분해오일로부터 바이오항공유 생산 원천기술 개발	"	1월	1,933
④ 이차 전지	'17	① 톱다운 전극/고체 전해질 설계에 기반한 에너지저장 시스템용 초고안전성 전고체 전지 핵심 기술 개발	2단계3년차 연차점검	1월	2,756
	'18	② (연구단) 전기자동차용 차세대 리튬금속 이차전지 핵심원천 기술 개발	2단계1년차 단계평가	1월	5,000
⑤ 차세대 탄소 자원화	'17	① (연구단) 차세대 탄소자원화 핵심기술 개발	2단계2년차 연차점검	1월	9,756
⑥ 기반 기술 연구	'17	① 저 에너지 소모형 염분차발전-해수담수화 하이브리드 공정용 분리막 및 시스템 핵심기술 개발	"	1월	2,873
		② 생활밀착형 VOCs 피해 저감을 위한 선진형 핵심기술 개발	"	1월	2,512
	'19	③ 현장 맞춤형 발생원별 미세먼지 원인규명 고도화	2단계1년차 연차점검	3월	8,000
		④ 비도로 이동 오염원 및 소각장 배출 미세먼지 저감기술 개발·실증연구	"	3월	10,000
⑦ C1가스 리파이 너리	'15	① (사업단) C1가스리파이너리	3단계1년차 단계평가	'20년 12월	21,000
⑧ 에너지 효율 향상 기술 개발	'21	① 차세대 냉방 시스템 기술 개발	선정평가	3월	3,600
		② 에너지 하베스팅 기반 센서 네트워크 시스템 기술 개발			
		③ 분산자원 건전성 관리 플랫폼 기술 개발			
		④ 나노전력그리드 기술 개발			

- 【신규과제】

- **에너지효율향상** : 상세기획('20.11~'21.1월), 과제공고(1월), 선정평가(3월), 과제협약 및 연구시작(4월), 연차점검(12월)

< 신규과제 '21년 예산(안) >

내역사업명	연구과제 주제	'21 예산 (백만원)	연구기간
에너지 효율향상	① 차세대 냉방 시스템 기술 개발	3,600	9개월
	② 에너지 하베스팅 기반 센서 네트워크 시스템 기술 개발		
	③ 분산자원 건전성 관리 플랫폼 기술 개발		
	④ 나노전력그리드 기술 개발		

< 참고. 과제별 세부내용 >

◇ 에너지효율향상 ① : 차세대 냉방 시스템 기술 개발

- 친환경 냉매인 공기(air)를 냉매로 이용하여 Zero GWP를 달성하고, 동시에 기존 프레온 냉매 기반 에어컨 대비 낮은 소비전력의 냉방시스템 원천 기술 개발

◇ 에너지효율향상 ② : 에너지 하베스팅 기반 센서 네트워크 시스템 기술 개발

- 건물의 미활용 에너지를 이용한 자가발전 센서를 통해 건물의 에너지 성능을 진단하고, 센서를 통해 수집된 데이터를 활용하여 건물에너지 통합운영 알고리즘 개발

◇ 에너지효율향상 ③ : 분산자원 건전성 관리 플랫폼 기술 개발

- 분산형 실시간 데이터 분석 기술과 에너지 엣지 인텔리전스 기술을 활용하여 건물 에너지 효율향상이 가능한 건전성 관리 플랫폼 기술 개발

◇ 에너지효율향상 ④ : 나노전력그리드 기술 개발

- 다양한 디지털 기기(OA 기기, 가전기기, 조명 등)에 전력과 초고속 데이터를 단일 통합 전선으로 제공하고 관리하는 전력공급능력이 뛰어난 LVDC 기반 고효율 나노전력 그리드 시스템 개발

□ 중·대형 사업단(연구단) '21년 추진계획 세부내용

【차세대 탄소자원화】

차세대 탄소자원화 사업 개요

- 산업부생가스 및 온실가스 內 탄소원(CO, CH₄, CO₂)을 자원으로 활용하여 화학원료·연료를 생산하는 기술 개발

분야	1단계 ('17 ~ '19)							2단계 ('20 ~ '21)				합계 (억원)
	1차년도('17)		2차년도('18)		3차년도('19)		1단계 예산 소계 (억원)	1차년도 ('20)		2차년도 ('21)(안)		
	예산 (억원)	과제 (개)	예산 (억원)	과제 (개)	예산 (억원)	과제 (개)		예산 (억원)	과제 (개)	예산 (억원)	과제 (개)	
부생가스/탄소폐자원 활용기술	13.48	8	13.88	8	12.98	8	40.34	18.20	8	20.54	8	79.08
재생에너지활용 CO ₂ 전환 융합기술	23.27	10	23.74	11	26.08	12	73.09	30.30	10	38.47	10	141.86
유기성폐자원 CO ₂ 전환융합기술	18.05	10	18.45	10	17.84	9	54.34	20.75	8	27.55	8	102.64
탄소자원화 전략플랫폼 구축	5.25	1	5.25	1	5.25	1	15.75	5.25	1	5.25	1	26.25
R&D 사무국 운영	2.41	1	2.91	1	2.91	1	8.23	3.55	1	5.75	1	17.53
합 계	62.46	30	64.23	31	65.06	31	191.75	78.05	28	97.56	28	367.36

- (추진내용) 확보된 원천기술의 공정 개발 및 실증 기반 마련

구 분	주요 추진내용
부생가스 /CO ₂ 활용	• 다성분 부생가스 내 CO 및 CH₄ 회수를 위한 고성능 복합막 개발 및 분리 공정 mini-pilot 개발 (1 Nm³/hr) • 부생가스+CO₂ 동시전환 합성가스 제조 공정 mini-pilot 개발 (4Nm³/hr) 및 이를 연계한 올레핀 생산 촉매/공정 개발
재생에너지 활용 CO ₂ 전환 융합 기술	• 광 직접 활용 CO₂ 전환 광-바이오 융합촉매 및 시스템 개발 • CO₂ 전기전환 에틸렌/옥살산 생성을 위한 시작품의 구성 및 안정적 구동 • 수소이용 CO₂ 직접전환에 의한 나프타/가솔린/메탄올/아로마틱스 등을 효율적으로 생산할 수 있는 촉매 및 P2X mini-pilot 개발 (5 kg/일)
유기성폐자원 /CO ₂ 전환 융합기술	• 바이오디젤 부산물(글리세롤) 활용 이산화탄소 동시전환 젖산 유도체 제조 촉매 개발 및 bench 규모 반응공정 개발 • CO₂ 전환 알킬카보네이트 및 당류 폐기물 활용 퓨란 유도체 등 폴리머 플랫폼 및 이를 이용한 CO₂-바이오 폴리머 개발 • 유기성폐기물로부터 바이오가스 생산→바이오가스 초청정 전처리→바이오 가스 전환 액체연료 제조 연계 공정의 mini-pilot 개발 (3 l/일)
탄소자원화 전략플랫폼	• 차세대 탄소자원화 개발기술의 전과정 온실가스 감축효과 및 경제성 분석 • 탄소자원화정책 및 제도개선사항 발굴

- (추진전략) '30년까지 실용화 가능한 13개 과제 TRL 5 수준 도달,
13개 과제는 TRL 4 수준에서 세계선도 수준의 원천기술 확보

- 수요기업에의 기술이전 및 후속 실증 사업 추진
- 글로벌 탑 수준의 탄소 자원화 연구 그룹화
- 사업단 성과 정리/확산 및 최종 평가 준비

【C1가스리파이너리】

C1가스리파이너리사업 개요

- C1가스(CO, CH₄)를 바이오·화학 촉매를 활용하여 화학원료·연료로 전환하는 기술 개발
 - (C1바이오촉매) C1가스 전환 한계 돌파형 효소 확보 및 발현 최적화, 고효율 C1 전환 원천 균주 확보를 통한 바이오-생산기반 기술 개발
 - (C1화학촉매) C1가스 활성화용 금속촉매 및 C1가스 고부가가치화를 위한 화학 촉매 기술 개발
 - (C1리파이너리) C1가스 전환율 극대화를 위한 리파이너리 소재 개발, C1가스 전환을 위한 고효율 반응 시스템 구축 및 성능평가를 통한 C1가스 전환 공정 기술개발, 바이오/화학 촉매 테스트 시스템 구축을 통한 공통시험 연구 지원

분야	1단계 (‘15 ~ ‘17)		2단계 (‘18 ~ ‘20)		3단계 (‘21 ~ ‘23)						합계 (억원)	
					1차년도 (‘21)		2차년도 (‘22)		3차년도 (‘23)			3단계 예산 소계 (억원)
	예산 (억원)	과제 (개)	예산 (억원)	과제 (개)	예산 (억원)	과제(개) (계속/신규)	예산 (억원)	과제 (개)	예산 (억원)	과제 (개)		
C1바이오촉매	126.1	21	145.49	17	32.8	6(6/0)	32	6	32	6	96.8	368.39
C1화학촉매	96.2	15	104.60	12	29.91	7(5/2)	25	7	25	7	79.91	280.71
C1리파이너리	75.19	9	219.84	16	138.29	20(12/8)	134.02	20	134	20	406.31	701.34
사업단 운영	13.93	1	23.63	1	9	1	9	1	9	1	27	64.56
합 계	311.42	46	493.56	46	210	34	200.02	34	200	34	610.02	1,415

- (추진내용) 1,2단계를 통하여 개발된 한계돌파형 융/복합 촉매 및 공정들의 최적화 연구 및 확보된 기술의 공정완성 추진 (TRL 6 달성)

구 분	주요 추진 내용
C1바이오 촉매	• 메탄 전환 플랫폼 균주 개발 : 생합성 경로를 재구축한 메탄전환 플랫폼 균주개발 및 최적화 (3단계 최종목표 : 세계 최고성능 바이오촉매 3종 개발) • CO 전환 균주 개발 : 다중오믹스 기반 CO 고효율 전환 생합성 균주 설계 및 구축을 통한 C-4화합물 >7g/L달성 (5g/L(‘20)→>7g/L(‘21)→20 g/L(‘23))
C1화학 촉매	• 메탄 전환 혁신 촉매 개발 및 촉매 시스템 적용 (3단계 최종 목표 : 촉매시스템 2건 이상 구현 및 원천 촉매 개발 누적 건수 8건 달성) • 메탄 전환 메탄올 제조용 균질계 촉매개발 : 메탄올 선택도 86% 달성 (85%(‘20) → 86%(‘21) → 90%(‘23))
C1 리파이너리	• 메탄 생물전환 플랫폼 공정개발 : 메탄 자화균 세포농도 >30g/L (15g/L(‘20) → 30g/L(‘21) → 50g/L(‘23)) • CO 생물전환 플랫폼 공정개발 : 유기산 생산성 >1 g/L/h 달성 (0.1(g/L/h(‘20) → 1g/L/h(‘21) → 4g/L/h(‘23)) • 메탄 화학전환에 의한 BTX 생산공정 개발 : BTX 수율 23% 달성 (20%(‘20) → 23%(‘21) → 30%(‘23)) • CO 화학전환에 의한 유기산 생산공정 개발 : 아세트산 수율 >32% 달성 (30%(‘20) → 32%(‘21) → 35%(‘23))

- (추진전략) 원천촉매 개발 지속 추진 및 TRL 6 수준의 C1가스 전환 생산기술 완성도 확보를 통한 기술사업화 추진 등
 - 기술경제성(TEA) 및 소규모의 실증 가능성을 고려하여, TRL 6 수준의 기술 완성도 확보가 가능한 원천기술 집중 지원
 - 전략협의체 구성 확대 등 기업과의 협력 강화로 기술 완성도를 높이고 개발 기술의 상용화(실용화) 가능성 증대 추구

5. [계속] 기후기술협력기반조성(ODA)

① 사업개요

- (목적) 유엔기후변화협약(UNFCCC) 기술메커니즘의 국가지정기구(NDE)로서 기술메커니즘 활성화에 기여하고, 국가 간 협력을 통해 당사국들의 기술지원 요청 수요에 능동적으로 대응
- (기간 /총사업비) '19~계속

< 연차별 예산현황 및 투자계획(안) >

연도	합계	'19	'20	'21	'22	'23
지원규모(백만 원)	2,500	1,000	400	565	385	150

※ 투자계획은 사업추진 과정의 상황 변화, 내역사업 수 변경 등에 따라 변경 가능

- (주요내용) 국내 기후기술 역량으로 개도국 기후변화대응을 지원

② '20년 추진 실적

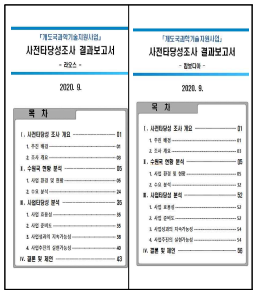
- (지원실적) 1개 과제(UNFCCC 신탁기금 납부), 400백만원

※ '19년에 착수한 2개 과제(12개월 과제, 코로나19로 연장) 지속 추진

연번	'20년 주요 추진내용	지원 내용	
		과제 수 (개)	지원금액 (백만원)
1	■ UNFCCC 신탁기금 납부 - 기후기술센터·네트워크 공여금 납부	1	400
2	■ 개도국 정부관계자 초청 기후기술협력 워크숍 개최 - 개도국 정부관계자(7개국 9명) 초청 워크숍('19.11)을 계기로 협력아젠다 7건을 발굴하고 후속사업 연계를 위한 사전타당성조사 2건 수행 ※ 사업기간을 코로나19 영향으로 당초 '19.8월~'20.8월 → '20.12월로 연장	1	- ('19년: 100)

3	■ 부탄 팀푸市 도시고형폐기물 관리체계 개선을 위한 마스터플랜 수립 - 도시고형폐기물 관리체계 개선을 위한 마스터플랜 수립 및 생활폐기물 재활용율 제고를 위한 반자동 선별설비 제작 ※ 사업기간을 코로나19 영향으로 당초 '19.8월~'20.8월 → '21.2월로 연장	1	- (19년: 400)
---	--	---	-----------------

○ (주요성과)

	■ 협력아젠다 발굴의 후속으로 2개국 대상 사전타당성 조사 2건 수행 (녹색기술센터) - 캄보디아: 수도 프놈펜 시 대상의 태양광 에너지 활용 그린빌딩 촉진 → (사전타당성 조사) 증가하는 전력수요 충족 및 에너지 안보, 혁신적 전력기술 확보를 지원하는 개발사업 - 라오스: 비도심지의 홍수피해 방지 기술 및 정책, 데이터 및 시스템 개발 → (사전타당성 조사) 기후변화로 인한 피해를 감소 및 예방할 수 있는 데이터 기반의 위험성 관리사업
	■ 폐기물 선별분류를 위한 시범연구설비 제작 및 시범운영 - 국내 업체에서 제작한 선별분류시설을 부탄에 운송하기 전 시범운영 - 부탄의 생활폐기물 재활용센터에 설치하여 선별분류 효율성을 증가 시킴으로써 재활용률 향상 및 순환경제체계로의 전환 촉진 가능 ※ 코로나19로 인한 지연으로 인해, 추후 실증설비 부탄측에 발송 예정
	■ 부탄 주요관계자 대상 폐기물부문 역량강화 프로그램 운영 - (장소 및 일시) 2020년 12월 15일-16일 / 온라인 운영 - (주요내용) 매립지, 자원순환, 퇴비화, 의료폐기물 세부부문에 대한 기술/정책·제도에 대한 전문가 역량강화 프로그램 운영 - (기타) 연구수행결과 보고 포함, 후속연계사업 개발 논의(KOICA 등)

③ '21년 추진 계획

○ (지원계획) 2개 과제, 565 백만원

연번	'21년 주요 추진계획	지원 내용	
		과제 수 (개)	예산 (백만원)
1	■ 세르비아 대상 ODA 사업 - IoT 기술을 접목한 세르비아 베오그라드시 지역 난방 수용가 스마트 모니터링 시스템 도입 및 신재생에너지 연계 네트워크 계획 수립	1	365
2	■ 온두라스 대상 ODA 사업 - 온두라스 과나하섬 마이크로그리드 시스템 지속가능 운영 모델 개발 및 확산 기반 조성	1	200

○ (사업운영)

- (종료과제) '19년 착수한 2개 과제의 종료 후 최종평가

※ 개도국 정부관계자 초청 기후기술협력 워크숍: 2월

부탄 팀푸市 도시고형폐기물 관리체계 개선을 위한 마스터플랜 수립: 4월

- (신규과제) 연구기획('20.11~'21.1월), 과제공고('21.1월), 선정평가(3월), 과제협약 및 연구개시(5월)

< 신규과제 '21년 예산(안) >

연구과제 주제	'21 예산 (백만원)	'21년 연구기간
① 세르비아 지역난방 스마트 모니터링 시스템 개발·실증 및 신재생에너지 연계 방안 수립	365	8개월
② 온두라스 과하나 섬 마이크로그리드 시스템 지속가능 운영 모델 개발 및 확산 기반 조성	200	

< 참고. 과제별 세부내용 >

◇ 세르비아 지역난방 스마트 모니터링 시스템 개발·실증 및 신재생에너지 연계방안 수립

- (사업기간/총 지원예산(안)) '21~'22년 총 2년간 600백만원

- 세르비아 베오그라드市 대상, IoT 기술을 접목한 지역난방 수용가 스마트 모니터링 시스템 개발·실증 및 신재생에너지 연계 네트워크 구축을 위한 중장기 로드맵 제시

※ ① IoT 접목 스마트 미터링·모니터링 시스템 개발 및 실증, ② 지속가능 운영을 위한 역량강화 교육, ③ 재생에너지 연계 로드맵 수립 등

◇ 온두라스 과하나 섬 마이크로그리드 시스템 지속가능 운영모델 개발 및 확산 기반 조성

- (사업기간/총 지원예산(안)) '21~'23년 총 3년간 500백만원

- 온두라스 과하나 섬 및 격오지 대상, 마이크로그리드(MG)의 지속가능한 운영을 위한 현지 환경에 최적화된 정책이 융합된 비즈니스 모델 개발 및 한국형 MG 시스템 확산 방안 수립

※ 산업부ODA(그린에너지섬(마이크로그리드 시스템) 구축지원)와 연계한 융합ODA형태로 추진

※ ① 독립형 MS 시스템 효율 극대화를 위한 비즈니스 모델 개발, ② MS 시스템의 비즈니스 모델 적용·확산을 위한 모델링 기반 에너지믹스 전략 고도화 및 로드맵 수립

6. [계속] 플라스마 활용 탄소자원화

1 사업개요

- (목적) 탄소자원화 유망기술의 고도화 및 조기 실증을 통해 탄소자원화 기술 확보와 동시에 국가 온실가스 감축에 기여
- (기간 /총사업비) '19~'21(3년, 2+1) / 108억 원(정부출연금)

< 연차별 예산현황 및 투자계획(안) >

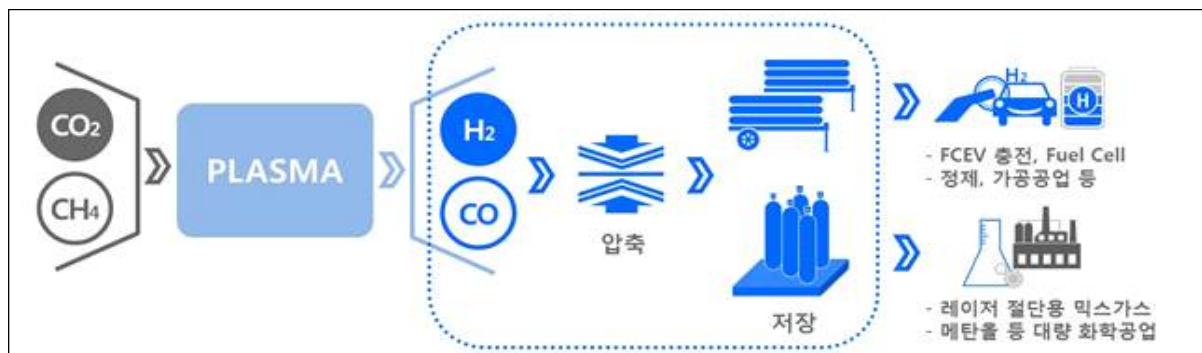
연도	합계	'19	'20	'21	'22(안)	'23(안)
지원규모(백만 원)	10,800	2,400	4,100	4,300	-	-

※ 투자계획은 사업추진 과정의 상황 변화에 따라 일부 변경 가능

- (주요내용) 플라스마*를 활용하여 온실가스(CO₂)를 유용가스(H₂, CO 등)로 전환·생산하는 기술 개발·실증

* 기체 상태의 물질에 계속 열을 가하여(온도를 올려서) 양이온과 음이온의 총 전하수가 거의 같아진 전기적으로 중성을 띄는 상태. 고체·액체·기체 상태가 아닌 제4의 물질 상태를 일컫는 용어

- 온실가스(CO₂) 전처리, 전환 등 공정별 공백 기술 연구개발 및 플라스마 활용 전환 기술 고도화
- 지자체, 기업 등과의 협력체계 구축을 통해 산업시설 내 실증·상용화 기반을 마련하여 기후산업 창출 도모

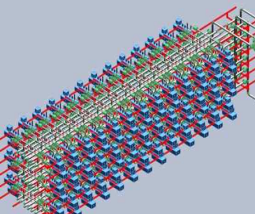


2 '20년 추진 실적

○ (지원실적) 1개 과제, 4,100백만원

연번	'20년 주요 추진내용	지원 내용	
		과제 수 (개)	지원금액 (백만원)
1	■ 【플라즈마 탄소전환 장치 개발】 - (CO₂ 포집 설비 개발) 400Nm³/h급 습식포집 공정 및 30ton/d 규모 압축 공정 설비 설계 완료 및 제작(누적공정률 80%) - (플라즈마 반응기 개발) 단위 플라즈마 반응기 제작 및 반응기 모듈 최적화 설계*를 통해 대용량 플라즈마 전환장치(PCCU)** 연계공정 개발 * 모듈 단위 시스템 설계를 토대로 24ft Hq(하이큐) 컨테이너 구성 설계 완료 및 주변 유틸리티(CH₄, CO₂ 탱크 등) 제작 진행 중 (누적공정률 70%) ** 연간 1,500t의 CO₂를 처리할 수 있는 단위 플라즈마 반응기 조합 패키지 - (가스분리장치 개발) 생성된 합성가스(CO, H₂) 분리장치(PGS) 상세설계 완료, 배관 및 유량계, 구동 프로그램 제작 ■ 【기술이전 및 상용화 지원】 - (기술 활용을 위한 기반마련) 탄소자원화 해외 사업화 기반 조성 연구 및 예비 타당성 조사분석 연구 * 해외 실증 대상국 분석, 네트워크 수립 방안 수립, 주요국(독일, 영국 등) 탄소자원화 관련 법안 조사 분석 등 - (개발 기술 실증 준비) 실증시설 설치 장소인 당진화력 발전소 내 부지 확보 및 관련 협의 완료, 토목공사 진행	1	4,100

○ (주요성과)

	■ CO₂ 액화탄산/포집 설계 완료 및 제작 - 60ton규모의 액화 탄산 설비와 30ton 탱크 설비 제작 - 습식 방식을 이용한 미세먼지와 초미세먼지를 CO₂ 포집과 함께 동시 제거 방식 활용, 최종 설계 완료 및 제작 진행 중(80%) - 배치도(Plot plan), 기본설계(PFD 등), 상세설계(P&ID 등) 진행 완료 및 제작 진행 중(80%)
	■ 단위 플라즈마 반응기 개발 및 제작/테스트 완료 - 단위 플라즈마 반응기 최적화, 설계 확정. (제작 공정 간소화, 내구성을 보장하는 설계로 진행) - 단위플라즈마 반응기 Test-bed 구축, 이를 활용한 성능분석 실험 진행 - 성능 측정, 검증 및 제작(21년 1월 중순 제작 완료 예정, 현 80%) - 연간 16ton(±5%)의 CO₂를 처리할 수 있는 성능사양 확보
	■ PCCU(대용량 플라즈마 전환장치) 개발 및 제작 - 연간 1,500t의 CO₂를 처리할 수 있는 단위 플라즈마 반응기 조합 패키지 - 모듈 단위 시스템 설계를 토대로 24ft Hq(하이큐) 컨테이너 구성 설계 완료 - 단위 플라즈마 반응기 디자인 확정 및 대용량 플라즈마 전환장치 설계 완료 - 주변 Utility 제작 진행 중(70% 완료) (CH₄, CO₂, O₂, SKID 탱크 설계 완료 및 제작 진행 70%)

3 '21년 추진 계획

○ (지원계획) 1개 과제, 4,300백만원

연번	'21년 주요 추진계획	지원 내용	
		과제 수 (개)	예산 (백만원)
1	■ 【플라즈마 탄소전환 장치 개발】 - (전체 설비 공정 통합) CO₂ 포집설비, 플라즈마 반응기, 가스분리 장치 설비 제작 완료 및 공정 통합(누적공정률 100%) - (플라즈마 탄소전환 장치 시운전) CO₂ 포집, 탄소전환 및 가스분리 실증을 위해 통합 설비 공정 연속 운전 Operating(14일 연속운전, 전체가동 1,000시간) ■ 【기술이전 및 상용화 지원】 - (기술 활용을 위한 기반마련) 기술 적용시 경제적 파급효과 및 온실가스 감축효과 분석, 비즈니스 모델 개발 - (법·제도적 지원방안 마련) CCU 기술 사업화에 필요한 제도적 지원 방안, 법률 제정 필요사항 도출 <통합 공정 구성 : 포집-탄소전환-가스분리-연소>	1	4,300

○ (사업운영) 2단계 연구 착수 (1단계 평가 '20.12/ 2단계 연구기간 '21.1~'22.2) 및 실증현장 컨설팅 실시(8월 중 예정)

7. [계속] 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발

1 사업개요

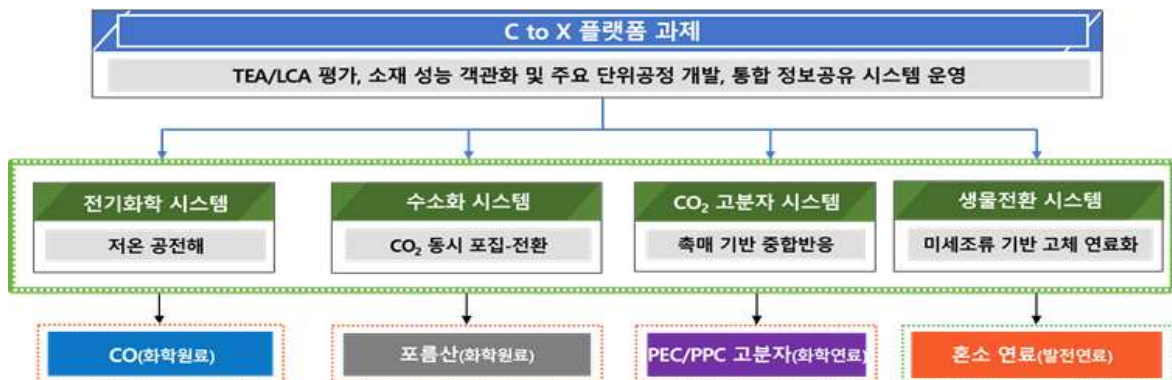
- (목적) 대기로 배출되는 CO₂를 활용하여 발전·수송용 연료, 화학제품 등을 생산함으로써 국가 온실가스 감축에 기여
- (기간 / 총사업비) '20~'24년(5년, 3+2) / 425억 원(정부출연금)

< 연차별 예산현황 및 투자계획(안) >

연도	합계	'20	'21	'22(안)	'23(안)	'24(안)
지원규모(백만 원)	42,500	4,000	11,500	11,000	8,000	8,000

※ 투자계획은 사업추진 과정의 상황 변화에 따라 일부 변경 가능

- (주요내용) CO₂를 활용한 CO, 포름산, 생분해 고분자, 플라스틱 생산 등 1 ton CO₂/ton 제품 이상 감축 가능한 전환기술 개발
 - (미세조류) 미세조류 광합성을 이용한 혼소용 바이오매스 분말 생산
 - (수소화) 수소를 환원제로 사용하는 CO₂ 포집-전환을 통한 포름산 제조
 - (저온전해) 전기화학적 CO₂ 환원반응을 통한 고순도 CO 제조
 - (고분자화) CO₂ 함유 고기능성 친환경 고분자 제조
 - (플랫폼) 연구개발 전주기 기술경제성평가(TEA) 및 전과정평가(LCA)를 통한 CO₂ 감축량 기여 산정



2 '20년 추진 실적

○ (지원실적) 1개 연구단, 4,000백만원

연번	'20년 주요 추진내용	지원 내용	
		과제 수 (개)	지원금액 (백만원)
1 (연구단)	■ (플랫폼) 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 연계기술개발 - 4종이상 CtoX 실증기술확보 서비스지향 아키텍처기반 구축 (R&D Hub, LCA/TEA 플랫폼, CtX 실증핵심기술개발 플랫폼, 국제협력네트워크, 수요기업 및 자문단의 연계구축 등) ■ (저온전해) 전기화학적 CO₂전환 고순도 CO생산 핵심기술 개발 및 실증 - 전기화학적 CO₂ 전환 CO 생산 공정 개념 확보 - 전기화학적 CO₂ 전환 CO 생성 반응기 개발(10cm² 규모) ■ (포름산) CO₂ 동시 포집-전환 포름산 제조 기술개발 - 촉매 디자인 도출 및 합성, 분말 촉매 대량 제조 및 성능 평가시스템 구축 - (10kg/day실증) 공정 정상상태 운전 및 주요 운전변수 민감도 분석 - (100kg/day실증) 통합공정 스케일-업 설계 방안 도출 ■ (고분자화) CO₂ 함유 고기능성 친환경 고분자 제조 기술개발 - 폴리카보네이트 합성용 신규 촉매 설계 및 합성법 개발 ■ (미세조류) CO₂ 바이오 화학소재화 광전환 시스템(미세조류) - 광생물전환 플라스틱 소재 적합 미세조류주 선정 - 고효율 광생물반응기 설계 최적화	1	4,000

○ (주요성과)

Cathode compartment of GDE system with Ni single-atom catalyst with Ni-N₄-C_x active sites	■ 고순도 CO 생산을 위한 Ni 기반 단일촉매 합성(KAIST, KIST) - 열분해 과정 합성법을 통하여 특수한 구조를 가진 Ni-N₄-C_x에 니켈(Ni) 단원자를 고함량으로 담지하였음 - 기존의 복잡한 니켈 단일금속 합성기술에서 벗어나 간단한 열처리 방식을 통해 합성하였고 이를 통해 니켈 단일 금속의 활성화 면적의 밀도를 증가시켜 전기화학적 CO생산을 산업적 수준의 전류밀도로 구현함 - 전기화학적 CO₂ 환원 반응을 산업적으로 가능한 전류밀도에서 높은 활성을 보이는 것을 확인하였음 ※ Applied Energy Materials(ACS), 3, 8739-8745. (IF: 4.473)
TOF = 1019 h⁻¹	■ NNN Pincer 리간드 담체 활용 이산화탄소 수소화를 통한 메틸포메이트 생산 기술 개발(중앙대) - 기존 이산화탄소 수소화를 통한 포름산 생성과정에서 아민과 포름산의 분리를 위한 다단계의 증류 정제방법을 사용하여 생산단가를 높이는 원인이 됨 - 포르메이트를 메탄올 용매에서 생성하여 직접 메틸포메이트로 전환하면 복잡한 증류없이 간편히 최종산물을 결과물에서 분리할 수 있음. 다만 메탄올 용매에서 작용하는 수소화 촉매 개발이 추가적으로 필요함 - 본연구에서는 이산화탄소를 수소화하여 직접 메틸포메이트를 생산할수 있는 매우 효율적이며 선택적인 비균질계 Ru 촉매를 개발함 ※ Inorganic Chemistry Frontiers, on-line. (IF: 5.958)

③ '21년 추진 계획

○ (지원계획) 1개 연구단, 11,500백만원

연도	'21년 주요 추진계획	지원 내용	
		과제 수 (개)	예산 (백만원)
1 (연구단)	■ (플랫폼) 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 연계기술개발 - 예비 TEA/LCA평가분석 및 차년도 기술개발추진 전략수립 - 전환공정 분석을 위한 공정 모델 개발/개선, 공정 최적화 수행 - 필수 LCI DB, LCA 기반 온실가스 배출량 산정(LCA 수행) ■ (저온전해) 전기화학적 CO₂전환 고순도 CO생산 핵심기술 개발 및 실증 - 1kg/day CO 생산 Test-bed 기본설계 - 전기화학적 CO₂ 전환 CO 생성 규모확대(25cm²) 및 성능 개선 - CO 생산 촉매 최적화 등 ■ (포름산) CO₂ 동시 포집-전환 포름산 제조 기술개발 - 저가촉매 구현 기술개발, 반응설계 최적화 - (10kg/day실증) 파일럿 운전 조건 최적화, CO₂포집/탈거장치 설계·제작 - (100kg/day실증) 통합공정 상세설계(도면, 전산모사 모델 등), 실증연구 인프라 구축 ■ (고분자화) CO₂ 함유 고기능성 친환경 고분자 제조 기술개발 - PEC/PPC 물성향상(블록 공중합 방법) - 중합법, 고효율 합성 기술 정립 - 촉매 구조 개선 설계 및 활성 극대화 기술 개발 ■ (미세조류) CO₂ 바이오 화학소재화 광전환 시스템 - 배양조건 최적화(폐수원, 온도, CO₂ 등) - 단일 1.5톤 규모 광생물반응기 개발 - 실증형(10m³ 처리 규모) 여과/탈수 시스템 설계 및 구축	1	11,500

○ (사업운영) 1단계 1년차 연차점검* (1월), 2차년도 연구개시(1월)

* 1차년도 실적 및 2차년도 사업계획에 대한 컨설팅 형식으로 진행

8. (계속) 기후변화 영향 최소화 기술개발

1 사업개요

- (목적) 기후변화로 인한 사회·경제적 영향 최소화를 위해 도시 환경자원(대기, 수자원 등) 확보·관리 원천기술 개발

- (기간 /총사업비) '20~'24년(5년, 3+2) / 79.43억 원

< 연차별 예산현황 및 투자계획(안) >

연도	합계	'20	'21	'22	'23	'24
지원규모(백만 원)	7,943	1,300	1,444	1,733	1,733	1,733

- (주요내용) 환경자원 자립형 미래도시 구축을 위한 원천 기술 개발
 - (과제1) 환경자원 자립형 도시를 위한 저에너지 소비형 핵심 분리 소재 기술 개발
 - * 도시 내 산업인프라 백연 및 미세먼지 저감 핵심 분리소재 개발, 산업-도시 인프라 맞춤형 물 순환을 위한 핵심 소재 개발
 - (과제2) 안정적 도시 수자원 확보를 위한 지하수 보전/운용 원천 기술 개발
 - * 지하수 인공함양/활용을 위한 주입수 및 회수수 수질확보 기술 개발, 지하수 인공함양 최적화용 모델 및 최적화 기술 개발
 - (과제3) 도시 환경질 예/경보용 환경 센서 소재 및 통합 관리 원천기술 개발
 - * 실시간 환경 모니터링용 IoT 센서 모듈 개발, 인공지능 기반 환경/에너지 복합 해석 및 예측 모델 개발

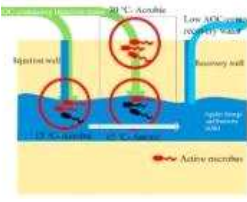


2 '20년 추진 실적

○ (지원실적) 3개 과제, 1,300백만원

연도	'20년 주요 추진내용	지원 내용	
		과제 수 (개)	지원금액 (백만원)
1	■ 미래도시의 Air-Aqua 연계를 위한 복합분리막 기반 고효율 물 자원 순환기술 개발 - 백연저감 및 물재이용을 위한 복합분리막 핵심소재 개발 - Air-Aqua 향상성 복합분리막 개발(유/무기 복합분리막, 세라믹 분리막 개발) - Air-Aqua 향상성 복합분리막 성능평가(수분투과도 2000GPU 달성, Lab-scale 유기물 제거율 80% 달성 등) - Air-Aqua 향상성 복합분리막 모듈 개발(Lab-scale 분리막 모듈 제작 및 성능평가 등)	1	600
2	■ 기후변화 대응 도시 수자원 다변화를 위한 지하수 운용/보전 원천기술 개발 - 대수층 특성치(광물 조성변화, 토양 유기물 함량 등) 및 분포범위 설정 - 대수층의 수리지질학적 특성 및 운영인자 변화에 따른 주입량 변화 평가 및 각 특성별 기여도 평가(영향, 운영인자 4종이상 검토) - 국내 해안지하수 및 기후변화 자료 수집 및 취약성 분석 수행	1	400
3	■ 인공지능형 집적 센서플랫폼 기반 대기환경 통합관리 시스템 개발 - 어레이 가스센서 플랫폼 요소기술개발(가스센서 요소기술 개발) - On-site 모니터링 모듈 측정 신뢰도 향상을 위한 인공지능 알고리즘 개발(인공지능 기반 비선형보정 기법 검증) - 저항변화 메모리 기반 하드웨어 인공지능 시스템 구현 및 환경변수 검출/분류/예측(단위공정 기술개발, 단일 소자제작 및 측정·분석)	1	300

○ (주요성과)

	■ 대수층 모사 환경내 미생물에 의한 동화유기탄소 제어특성 파악(KIST) - 인공함양지 주입 조건 모사 환경(적절 온도 및 산소 농도)에서 국내 대수층에서 발견된 미생물 종을 배양하여 토양 및 GAC와 존재 시, 동화유기탄소 제거 정도를 평가함 - 일부 동화유기탄소를 포함한 용수를 인공함양지에 적용하여도 인공함양지 내의 미생물 반응에 의하여 제거될 수 있으므로, 유기물 제어를 위한 전처리 공정이 생략될 수 있는 가능성을 발견함 ※ Environmental Research, 191, 110033. 2020.12., (IF: 5.715)
	■ 리셋전압 조절을 통한 멤리스터 소자의 상태 미세 조절(인하대) - 멤리스터 소자는 절연막의 breakdown 현상을 활용하기 때문에 일반적으로 동작특성의 산포가 좋지 못한 편임 - Reset시의 전압 크기 조절을 통해 멤리스터 소자의 정확한 상태조절 기법 개발 - 낮은 pulse 전압의 인가로 soft-breakdown을 얻고 그 결과로 목표 전도성 값에 95% 이상 정확도의 쓰기 동작 검증 ※ Applied Physics Letters, 117, 152103. 2020.10., (IF: 3.597)

③ '21년 추진 계획

○ (지원계획) 3개 과제, 1,444백만원

연도	'21년 주요 추진계획	지원 내용	
		과제 수 (개)	예산 (백만원)
1	■ 미래도시의 Air-Aqua 연계를 위한 복합분리막 기반 고효율 물 자원 순환기술 개발 - 백연저감 및 물재이용을 위한 복합분리막 핵심소재 개발 · Air-Aqua 향상성 복합분리막 개발(고수분투과 소재, 고수투과율, 고유기물제거 소재 개발) · Air-Aqua 향상성 복합분리막 성능평가(수분투과도 2300GPU 달성, Lab-scale 유기물 제거율 90% 달성 등) · Air-Aqua 향상성 복합분리막 모듈 개발(Lab-scale 소형모듈 제작 및 성능평가)	1	667
2	■ 기후변화 대응 도시 수자원 다변화를 위한 지하수 운용/보전 원천기술 개발 - 주입수 내 유/무기물질별 거동특성 이해 - 인공함양율 변화 평가 및 함양수 회수율 산정식 도출 - 실증부지 후보지 해안지하수 취약성 분석 수행	1	444
3	■ 인공지능형 집적 센서플랫폼 기반 대기환경 통합관리 시스템 개발 - 어레이 가스센서 플랫폼 요소기술개발(센서감도 향상, 저전력화) - On-site 모니터링 모듈 측정 신뢰도 향상을 위한 인공지능 알고리즘 개발(인공지능 기반 가스센서 비선형 보정기법 개발) - 저항변화 메모리 기반 하드웨어 인공지능 시스템 구현 및 환경변수 검출/분류/예측(저항변화 메모리 8×8 어레이 제작)	1	333

○ (사업운영) 1단계 2년차 연차점검 (3월)

* 1차년도 실적 및 2차년도 사업계획에 대한 컨설팅 형식으로 진행

9. [계속] 동북아-지역 연계 초미세먼지 대응 기술개발

1 사업개요

- (목적) 동북아 기후·에너지 등을 종합적으로 고려한 초미세먼지 관리 시스템을 마련하고, 지역 현안 초미세먼지 문제 해결 시범연구 실시
- (기간 /총사업비) '20.6 ~'25.3 (3+3) / 458억원(국고)

< 연차별 예산현황 및 투자계획(안) >

연도	합계	'20	'21	'22(안)	'23(안)	'24(안)	'25(안)
지원규모(백만 원)	45,800	4,500	7,500	11,250	11,000	9,050	2,500

* 투자계획은 사업추진 과정의 상황변화에 따라 일부 변경 가능

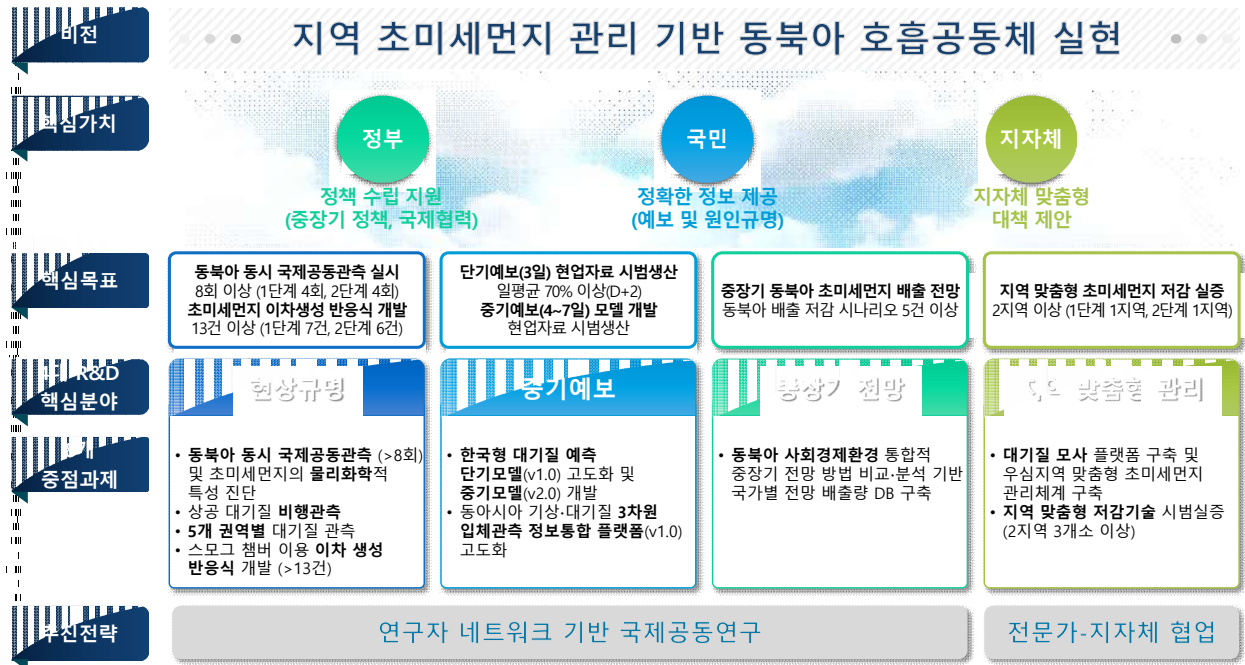
※ 회계연도 일치정책으로 2차년도 연구기간 변경(9개월), 총 연구개월수는 동일

○ 주요내용

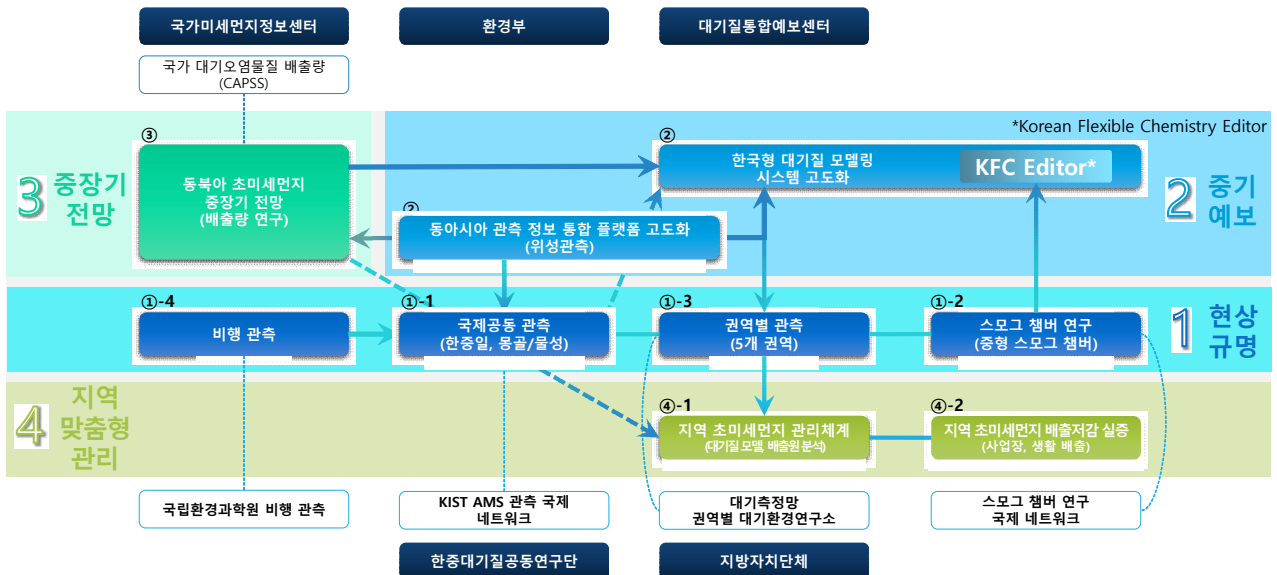
- (현상규명) 동북아시아 3차원 입체관측 및 중형 스모그 챔버 실험을 통한 초미세먼지 이차생성 반응 정량화 등 종합적 현상 규명
 - * 국제공동측정(한·중·일·몽골 포함), 항공·위성·지표 연직 관측 및 집중측정 등 3차원 입체관측에 의한 원인규명 고도화
- (중기예보) 고농도 초미세먼지 중기예보 정확도 향상을 위한 한국형 대기질 모델링 시스템 고도화
 - * 3차원 입체관측 및 스모그 챔버 연구결과를 포함한 독자적 입자생성모듈 개발, 대기경계층 등 기상모듈 개선
- (중장기 전망) 동북아시아 초미세먼지의 중장기 전망 기반 마련
 - * 사회경제적 변화, 에너지 연계분석을 통한 중장기 초미세먼지 배출 전망
- (맞춤형 관리) 지역 맞춤형으로 효과적인 초미세먼지 관리를 위한 오염원 상세 영향도 분석 및 저감 기술 등 시범 실증
 - * 초미세먼지 우심지역 관리체계 개발(대기질 모사 플랫폼, 고해상도 배출 인벤토리 포함) 개발, 관리대상 오염원 발굴 및 사업장 저감기술 시범 실증

② 사업추진 방향

- (사업범위) 초미세먼지 현상규명, 중기예보, 중장기 전망, 맞춤형 관리 등 4대 부문에 대한 초미세먼지 대응 과학기술 기반 마련



- (연구분야 간 연계) 4대 핵심분야 및 8개 중점과제, 유관기관 간 연계체계



○ 과제 구성 및 목표

분야	총괄/단위 과제명	1단계			2단계		
		20년	21년	22년	23년	24년	25년
현상 규명	동북아 국제공동측정을 통한 고농도 초미세먼지 발생 특성 규명 연구	한·중·일·몽골 국제공동 관측 4회 이상 실시 및 국 가 간 초미세먼지 특성 차이 분석			4개국 국제공동관측 4회 이상 실시 및 동북아 초미세먼지 생성기작 관련 국제공동논문 10편(누적)		
	다중 스케일 챔버를 활용한 초미세먼지 생성기작 규명 연구	스모그 챔버 실험에 의한 대기질 모델용 2차 생성 초미세먼지 모수화 7건 이상 도출 및 중형 스모그 챔버 이용 노화 기작 규명			2차 생성 초미세먼지 모수화 13건(누적) 및 장거리 이동 초미세먼지의 노화 및 물리 화학적 변환 특성 관련 논문 10편(누적)		
	권역별 초미세먼지 국내·외 영향 특성을 고려한 물리·화학적 특성 및 발생기작 규명 연구	5개 권역(수도권, 중부권, 남부권, 동남권, 강원권)의 초미세먼지 관측 및 고농도 발생원인 규명			1단계 종료		
	우심지역 초미세먼지 발생원인 규명 연구(미정)	2단계 시작			(2단계 공모) 우심지역별 고농도 초미세먼지 발생원인의 상세규명		
	비행관측에 의한 서해 상공 대기질 특성 규명 연구(미정)	(2차년도 공모) 장거리 이동 초미세먼지의 상공 대기 중 물리화학적 특성 분석			1단계 종료		
	비행관측에 의한 국내 배출원 상공 대기질 특성 규명 연구(미정)	2단계 시작			(2단계 공모) 국내 주요배출원 상공에서 초미세먼지 배출· 생성·변환 특성 분석		
중기 예보	한국형 대기질 예측 단기모델 고도화 및 중기모델 개발	한국형 대기질 예측 단기모델 고도화(v1.5 개발) 및 초미세먼지 단기예보 현업자료 시범생산			한국형 대기질 예측 중기모델 (v2.0) 개발 및 초미세먼지 중기예보 현업자료 시범생산		
중장기 전망	동북아 초미세먼지 개선을 위한 중장기 통합관리 전략 연구	동북아 국가별 정책에 따른 중장기 초미세먼지 배출전망 및 영향 시나리오 개발			동북아 공동의 최적 저감 시나리오 도출		
맞춤형 관리	우심지역 맞춤형 초미세먼지 관리체계 구축	우심지역 도출 및 지역 대기질 모사 플랫폼 구축			우심지역(4곳) 대상 초미세먼지 관리체계 구축 및 시범적용		
	저온 탈질촉매 기술개발 및 석유화학공정 배연탈질 실증	200℃ 저온 탈질촉매 개발 및 400,000Nm ³ /hr 규모 사업장 실증			1단계 종료		
	지역 맞춤형 초미세먼지 저감기술 실증(미정)	(2차년도 공모) 사업장 또는 생활환경 초미세먼지 저감 기술(집진, 탈황)의 실증			1단계 종료		
	지역 맞춤형 초미세먼지 저감기술 실증(미정)	2단계 시작			(2단계 공모) 사업장 또는 생활환경 초미세먼지 저감 기술(집진, 탈질, 탈황)의 실증		

③ '21년 추진 계획

○ ('21년 지원계획) 1개 사업단(10개 총괄·단위과제), 총 7,500백만원

분야	연번	과제명(총괄/단위)	주관기관	주요 추진 목표
현상 규명	1	동북아 국제공동측정을 통한 고농도 초미세먼지 발생 특성 규명 연구	이화여자대학교	-2차 국제공동측정 실시 -국제 공동논문 2편 투고
	2	다중 스케일 챔버를 활용한 초미세먼지 생성기작 규명 연구	한국과학기술연구원	-이차생성 모수화 : 3개 물질 -환경인자별 노화조건에 따른 잠재 이차생성 수율 산정 : 2개 물질
	3	권역별 초미세먼지 국내·외 영향 특성을 고려한 물리화학적 특성 및 발생기작 규명 연구	한국외국어대학교	-5개 권역별 2차 측정 실시
	4	비행관측에 의한 서해 상공 대기질 특성 규명 연구(미정)	미정	-서해상공 비행관측 실시
중기 예보	5	한국형 대기질 예측 단기모델 고도화 및 중기모델 개발	광주과학기술원	-대기질 예측 단기모델 (K_AChEMS v1.5) 개발 -3차원 입체관측망 데이터 보강 : 신규 위성, 원격관측
중장기 전망	6	동북아 초미세먼지 개선을 위한 중장기 통합관리 전략 연구	건국대학교	-동북아 국가별 사회경제 및 정책 전망 DB 구축 -동북아 국가별 기준연도 배출 인벤토리 DB 작성
지역 맞춤형 관리	7	우심지역 맞춤형 초미세먼지 관리체계 구축	한국환경정책· 평가연구원	-2개 우심지역 대상 고해상도 대기 배출량 산정 및 대기질 모사
	8	저온 탈질촉매 기술개발 및 석유화학공정 배연탈질 실증	한국과학기술연구원	-100 Nm ³ /hr 규모 현장 pilot 설비에서 탈질촉매 성능시험 실시 : 탈질효율 80% 이상
	9	지역 맞춤형 초미세먼지 저감기술 실증(미정)	미정	-초미세먼지 저감기술 실증 대상 선정
사무국	10	동북아-지역 대응 초미세먼지 사업단 기획·관리·평가	한국과학기술연구원	-포럼, 전문가 회의 개최 : 10회 이상 -미세먼지 이슈 분석 보고서 발간 : 1건 이상

○ 신규과제 선정

- (목적) 2년 간의 서해 상공 비행관측을 통해 현상규명에 필요한 관측 데이터와 우심지역의 초미세먼지 저감 실증기술 확보
- (지원규모) 현상규명 및 지역맞춤형관리 분야 각 1개 단위과제 내외

RFP번호	RFP명	선정 규모	RFP별 지원규모
2020-동북아 초미세먼지-1-4	비행관측에 의한 서해 상공 대기질 특성 규명 연구(미정)	(단위) 1개 과제 내외	`21년 4억원 내외(9개월) /총 2년 이내(21개월)
2020-동북아 초미세먼지-4-3	지역 맞춤형 초미세먼지 저감기술 실증(미정)	(단위) 1개 과제 내외	`21년 6억원 내외(9개월) /총 2년 이내(21개월)

○ 과제 평가

- (신규과제 선정평가) 연구계획 및 연구역량의 우수성, 연구개발 성과의 활용 가능성 등을 사업단 주관으로 평가 실시(3월 예정)
- (연차점검) 사업단 전체의 연구성과, 차년도 연구계획 등에 대해 전문기관(한국연구재단)이 점검하고 전략적 컨설팅을 제공

※ 사업단 자체점검* (2월 예정) → 전문기관 연차점검 실시(3월 예정)

* 사업단 주관으로 자체평가위원단 구성하여 세부과제별 점검

○ 사무국 운영

- (과제관리) 전주기적 사업 관리를 위해 연구현장 점검, 국제협력 지원, 지자체 협업 방안 마련, 과제 간 협력방안 제시 등 성과제고 추진
- (성과확산) 연차별 추진현황 공유회, 전문가 심층 토론회, 지역 전문가 협의회, 대국민 소통활동, 연구과제별/주제별 연구성과 종합·분석·홍보 등을 통한 성과확산 추진

IV. 향후 일정

<월별 일정>

일 정	내 용
1월	○ 기후변화대응기술개발 연차점검 및 단계평가 - (연차점검) `17년 선정 태양전지·연료전지·바이오에너지·이차전지·차세대 탄소자원화기반기술연구 등 8개 과제 / `19년 선정 태양전지·연료전지 등 2개 과제 / `20년 선정 바이오에너지 2개 과제</li> <li>- (단계평가) `18년 선정 연료전지·이차전지 등 4개 과제 ○ 에너지클라우드기술개발 `21년 과제 연구개시</li> <li>○ 기후변화대응기술개발사업(에너지효율향상) 신규과제 공고</li> <li>○ 기후기술협력기반조성사업(ODA) 신규과제 공고</li> <li>○ `20년 선정 유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발 과제 연차점검 ○ 동북아-지역연계초미세먼지대응기술개발사업 신규과제 공고
2월	○ 기후변화대응기술개발(`17년 선정 태양전지 4개 과제 연차점검) ○ 동북아-지역연계초미세먼지대응기술개발사업 연차점검
3월	○ 기후변화대응기술개발(`19년 선정 기반기술연구(미세먼지) 2개 과제, 태양 전지·연료전지 2개 과제 연차점검) ○ 기후변화영향최소화기술개발 연차점검 ○ 기후변화대응기술개발사업(에너지효율향상) 신규과제 선정평가 ○ 동북아-지역연계초미세먼지대응기술개발사업 신규과제 선정평가 ○ 미래수소원천기술개발사업 신규과제 공고
4월	○ 기후변화대응기술개발사업(에너지효율향상) 신규과제 연구개시 ○ 동북아-지역연계초미세먼지대응기술개발사업 2차년도 연구개시 ○ 기후기술협력기반조성사업(ODA) 신규과제 선정평가
5월	○ 기후기술협력기반조성사업(ODA) 연구개시
6월	○ 기후변화대응기술개발(`12년 선정 바이오에너지 1개 과제 최종평가)</li> <li>○ 기후변화대응기술개발(`18년 선정 바이오에너지 1개 과제 연차점검) ○ 미래수소원천기술개발사업 신규과제 선정평가
7월	○ 기후변화대응기술개발(`16년 선정 태양전지 1개 과제 연차점검) ○ 미래수소원천기술개발사업 신규과제 연구개시
8월	○ 탄소자원화기술고도화(플라즈마활용탄소자원화) 실증현장 컨설팅
10월	
11월	○ 수소에너지혁신기술개발 단계평가
12월	○ 기후변화대응기술개발(`15년 선정 C1가스리파이너리 연차점검)</li> <li>○ 기후변화대응기술개발(`16년 선정 태양전지 1개 과제 최종평가) ○ 기후변화대응기술개발사업(에너지효율향상 연차점검) ○ 에너지클라우드기술개발사업(`19년 선정 연차점검)

〈사업별 일정〉

사업명		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
미래수소원천 기술개발		신규	과제 기획		과제 공고			과제 선정	연구 개시				
에너지클라우드 기술개발		계속	연구 개시										연차 점검
기후 변화 대응 기술 개발	탄소저감	계속	연차 점검 단계 평가	연차 점검	연차 점검			최종 평가 연차 점검	연차 점검				최종 평가
	탄소자원화	계속	연차 점검										연차 점검
	기후변화 적응 등	계속	연차 점검		연차 점검								
	에너지효율향 상기술개발	신규	과제 공모		과제 선정	연구 개시							연차 점검
탄소 자원화 기술 고도화	플라즈마 활용 탄소자원화 연구개발	계속	2단계 연구 개시						실증 현장 컨설팅				
수소에너지 혁신기술개발		계속										단계 평가	
기후기술협력 기반조성(ODA)		계속 신규	과제 공고			과제 선정	연구 개시						
유용물질 생산을 위한 Carbon to X 기술개발		계속	연차 점검	'21년 연구 개시									
기후변화 영향 최소화 기술개발		계속			연차 점검								
동북아-지역연계 초미세먼지 대응기술개발		계속 신규	과제 공고	연차 점검	과제 선정	연구 개시							