
비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발사업(R&D) 상세기획 결과보고서

2021. 12.

예비타당성조사 결과(제언사항 등) 반영을 위한
수정·보완용 상세기획 결과보고서를 배포하오니,
참고하시기 바랍니다.

차 례

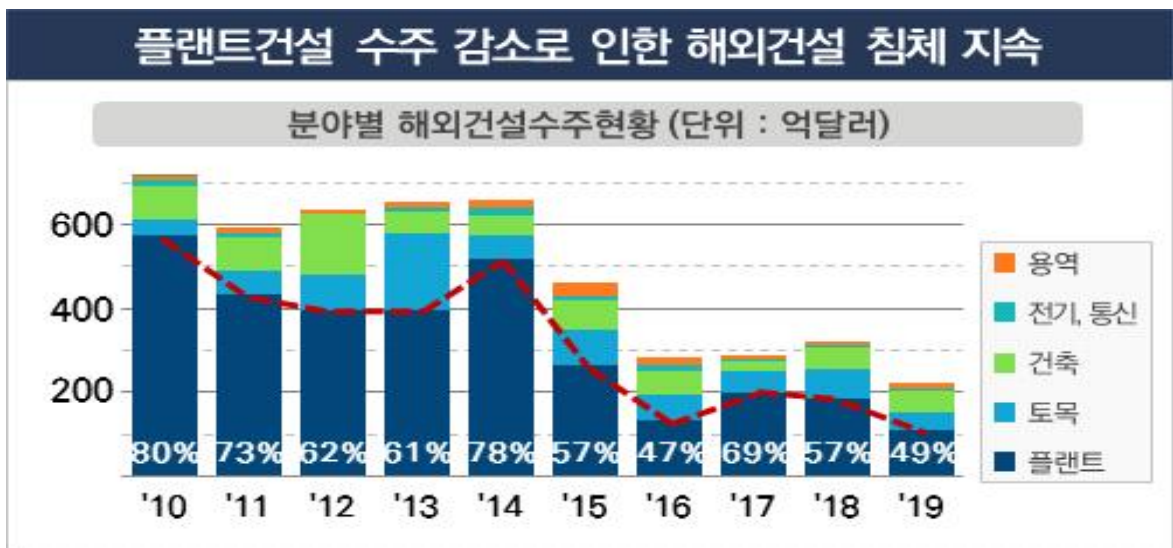
I. 상세기획 추진결과	1
1. 사업 개요	3
2. 상세기획 추진계획	13
3. 상세기획 추진결과	19
II. 과제제안요구서(RFP)	53
1. 중점분야① 비전통오일 친환경 \square 고수올 회수 및 순환시스템 기술개발	55
2. 중점분야② 오일 함유 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술개발	73
3. 중점분야③ 생산수 계통의 오일제거 및 수처리 복합공정 설비기술 개발	87
4. 중점분야④ 비전통오일 장거리 이송용 부분개질 기술개발	101
5. 중점분야⑤ 오일 생산플랜트의 패키지와 설계 및 통합실증 기술개발	115
6. 사업단장 주관과제 - 비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발 및 실증 지원	129
III. 실증플랜트 상세계획	145
1. 기본방향 및 요건	146
2. 실증플랜트 계통설계	153
3. 실증플랜트 운영계획	163
4. 상세 일정계획	165
IV. 실증 후보지(안)	175
V. 참고자료	181
1. 사업단 세부 예산(안)	182
2. 사업단 관련 규정·지침	183

I. 상세기획 추진결과

1. 사업개요

1 추진배경 및 필요성

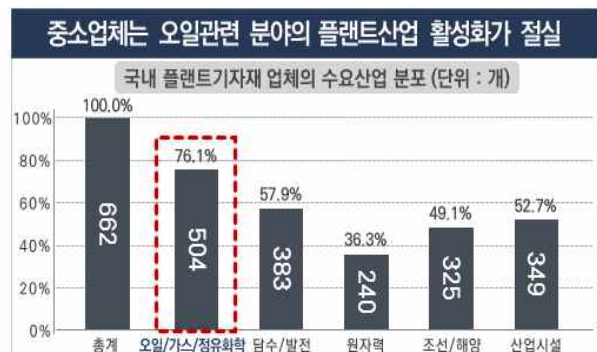
- 해외건설 수주는 플랜트(66%)가 주도하고 있으나, 플랜트 건설 수주 감소로 인해 해외건설 침체가 지속
 - 플랜트분야 인원감축, 구조조정 등 산업기반 축소로 플랜트 관련 산업의 붕괴현상 직면



- 플랜트 산업구조 특성에 따라 산업기반을 지지하는 중소기업까지 위기 상황
 - 국내 플랜트 관련 업체 대부분은 오일·가스·석유화학 분야에 집중하고 있으며, 중소기업체는 오일관련 분야의 플랜트 산업 활성화가 절실한 상황

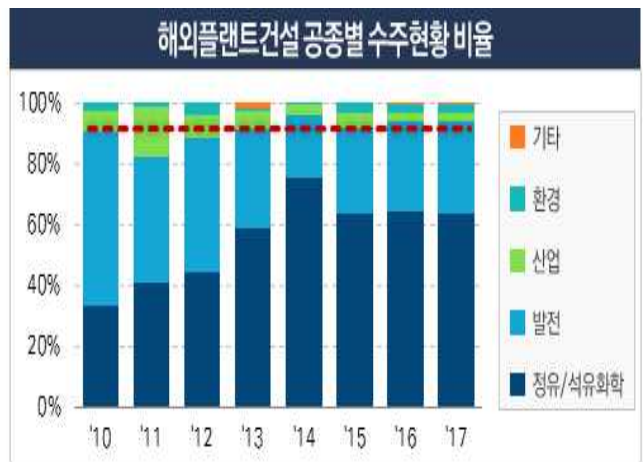
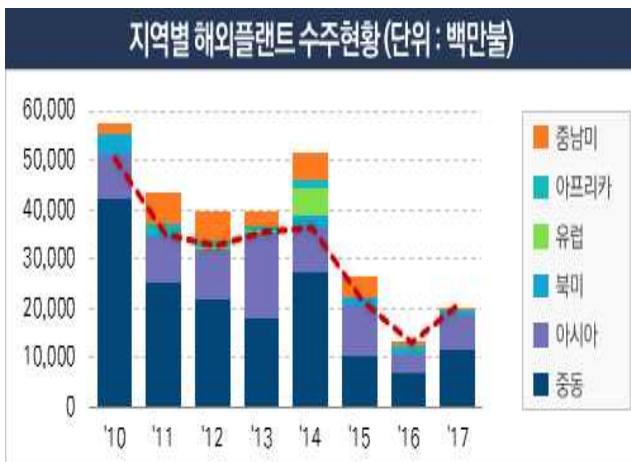


〈미쓰비시 중공업 정유화학 플랜트 사례, 2014〉



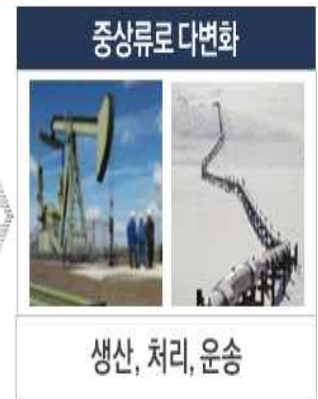
〈출처 : 플랜트기자재 인증기반 구축연구 최종보고서(국가기술표준원, 2014)〉

- 진출지역 및 공종 편중현상 으로 국제 환경변화 대응에 취약한 것이 수주 감소의 주요 원인이며, 이의 해결을 위한 수주 다변화 전략 마련 시급
 - (지역) 중동·아시아 지역이 해외 플랜트 건설의 80% 차지
 - (공종) 정유/석유화학, 발전플랜트 공종이 90% 이상을 차지하며, 오일산업 하류 부문 및 발전 플랜트에 의존
- 오일관련 분야의 플랜트 산업 활성화를 위해 비전통오일 매장 지역과 같이 지역에 국한되지 않고 시장 진입이 가능토록 다변화 필요
- 정제, 석유화학, 발전 등 활용분야의 하류중심에서 생산, 처리, 운송 등의 중·상류로 공종 변화 필요

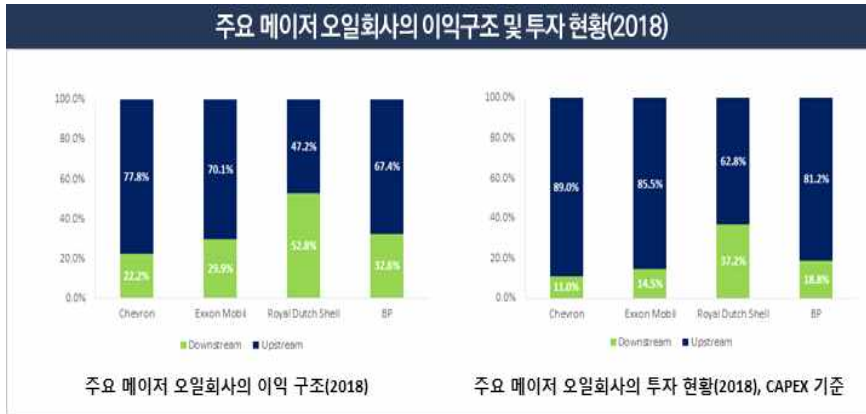


지역다변화

공종다변화



- 고부가가치 달성을 위해 개념·기본설계 등 핵심·원천기술 확보, 핵심 기자재 개발 등을 포함한 비전통오일 생산 플랜트 건설역량 강화 필요
- 시공 및 상세설계 중심의 EPC 수주형태를 뛰어넘는 개념설계 및 FEED(기본설계) 엔지니어링 핵심기술 확보 시급
 - 우리나라 EPC의 영업이익률은 글로벌 EPC 대비 지속적으로 낮은 수준으로 고부가가치 영역으로의 확장을 통한 구조적 개선 요구

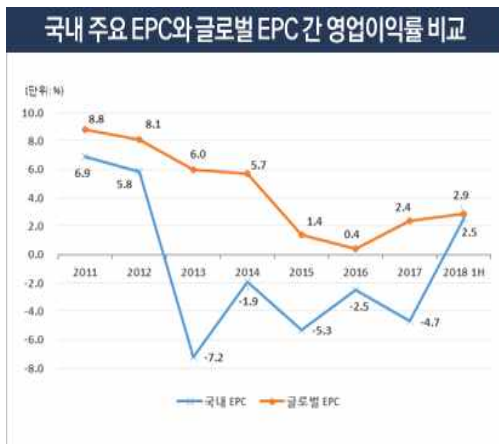


플랜트 수주 국내 경제 파급효과

부문 (수주액 내 비중)	극산화물 1% 상승시추가	
	생산유발효과 (억원)	고용유발효과 (명)
엔지니어링 (9.2%)	1,371	884
엔지니어링→기자재	153	30
기자재(57.7%)	8,571	2,102
계	9,942	2,986

자료: 플랜트 협회 수주의 국내 경제 파급효과 분석에 관한 연구, 산업경제연구 제28집 제4호, 2015

- 플랜트산업의 영역 중 부가가치가 낮은 상세설계 이후의 영역을 주로 담당해왔으나, 중국, 인도 등 후발국의 추격으로 가격경쟁력이 약화
- 해외 조달·의존으로부터 탈피하기 위한 국내 중소·중견 엔지니어링·기자재 업체의 기술경쟁력 강화를 위한 R&D 투자 확대 필요
- 비전통오일 플랜트 시장 진입 및 경쟁력 강화를 위해서는 FEED를 포함하는 핵심·원천 기술의 확보 및 개발기술의 실증 시급
 - 비전통오일 플랜트 시장진입 경쟁력 강화를 위해 기술개발은 물론 이를 검증할 수 있는 현지 실증실적(Track-Record) 확보 중요



○ 세계적인 오일 수요 증가에도 전통오일의 공급은 감소하는 반면 비전통 오일공급은 지속적 증가 전망

- * 전통 석유자원과 유사한 수준으로 세계 석유자원 매장비율 중 약 55% 차지
- 비전통 오일 공급은 '17년 기준 8.5mbd에서 '40년 16.3mbd로 91.8% 증가할 것으로 예측됨
- '40년까지 전통오일 시장대비 30%(최저)~62%(최고)까지 성장예상

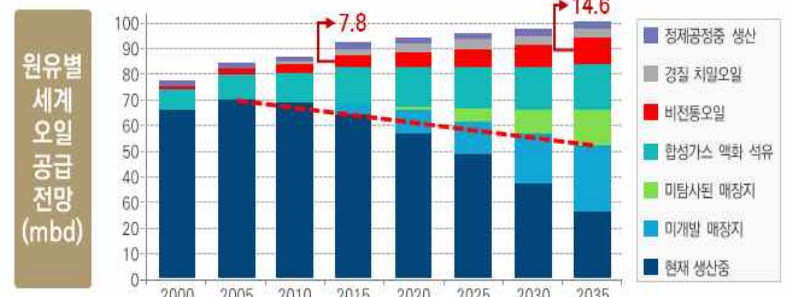
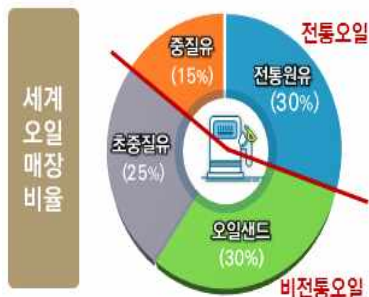
< 비전통오일 시장 관련 주요 전망 내용 >

전망기관	전망기준년도	전망내용	출처
EC	2040	• 2040년 비전통오일 시장 규모가 전통오일 시장 규모의 60~62% 수준으로 성장할 것을 전망함(낙관적 전망기준)	European Commission(2016)
IEA	2040	• 2040년 비전통오일 시장은 하루 생산량 37.4Mb/일 수준으로 증가하여 전통오일 시장 생산량 63.8mb/일의 56.2% 수준으로 성장할 전망	IEA(2018)
DNV-GL	2035	• 2035년까지 2016년 대비 두 배 수준인 22Mb/일로 증가할 것으로 예상되며, 이는 전통오일 생산량의 30% 수준이 될 전망	DNV-GL (2017, 2019)

전통 오일과 비전통 오일의 매장비율 유사
전통오일 위주의 개발 한계 직면

전통오일 공급 연평균 0.2% 감소 전망
비전통오일 공급 연평균 2.3% 증가 전망

비전통 오일생산단가현재 배럴당 \$51 수준
기술개발로 생산단가 절감 가능



○ 전통오일은 생산에 한계가 있으며 추가 탐사가 필요하여 이의 대안인 비전통오일 분야로 확대 필요

* 회수율 증진을 위한 고비용 투자, 심해 새 유전탐사 필요 등



비전통 오일 생산전망

	2017	2025	2030	2035	2040
Oil sand	2.7	3.4	3.5	3.6	3.8
Extra Heavy Oil	1.0	0.8	1.0	1.3	1.7
Tight Oil	4.8	9.8	10.0	10.4	10.8

출처: World Energy Outlook, 2018

- 사우디, 이란 등 전통원유 생산국 관련 국제정세 불안 및 유가의 큰 변동폭 등으로 비전통오일 역할 증대
 - 중동지역 관련 국제 정치 환경 변화와 opec 중심의 원유 공급량 조정에 의해 급변하는 유가에 대응하여 우리나라 에너지 안보 확립을 위한 장기적인 대응방안 마련 필요
 - 미국 등 non-opec 국가들은 전통유 공급 감소의 불확실성을 비전통 오일의 공급으로 완화하여 유가 안정을 도모



- 우리나라는 원유 도입국 다변화로 중동지역 비중을 낮추고 있음에도 여전히 중동지역 의존적 구조('18년에는 73.5%의 원유를 중동에서 도입)

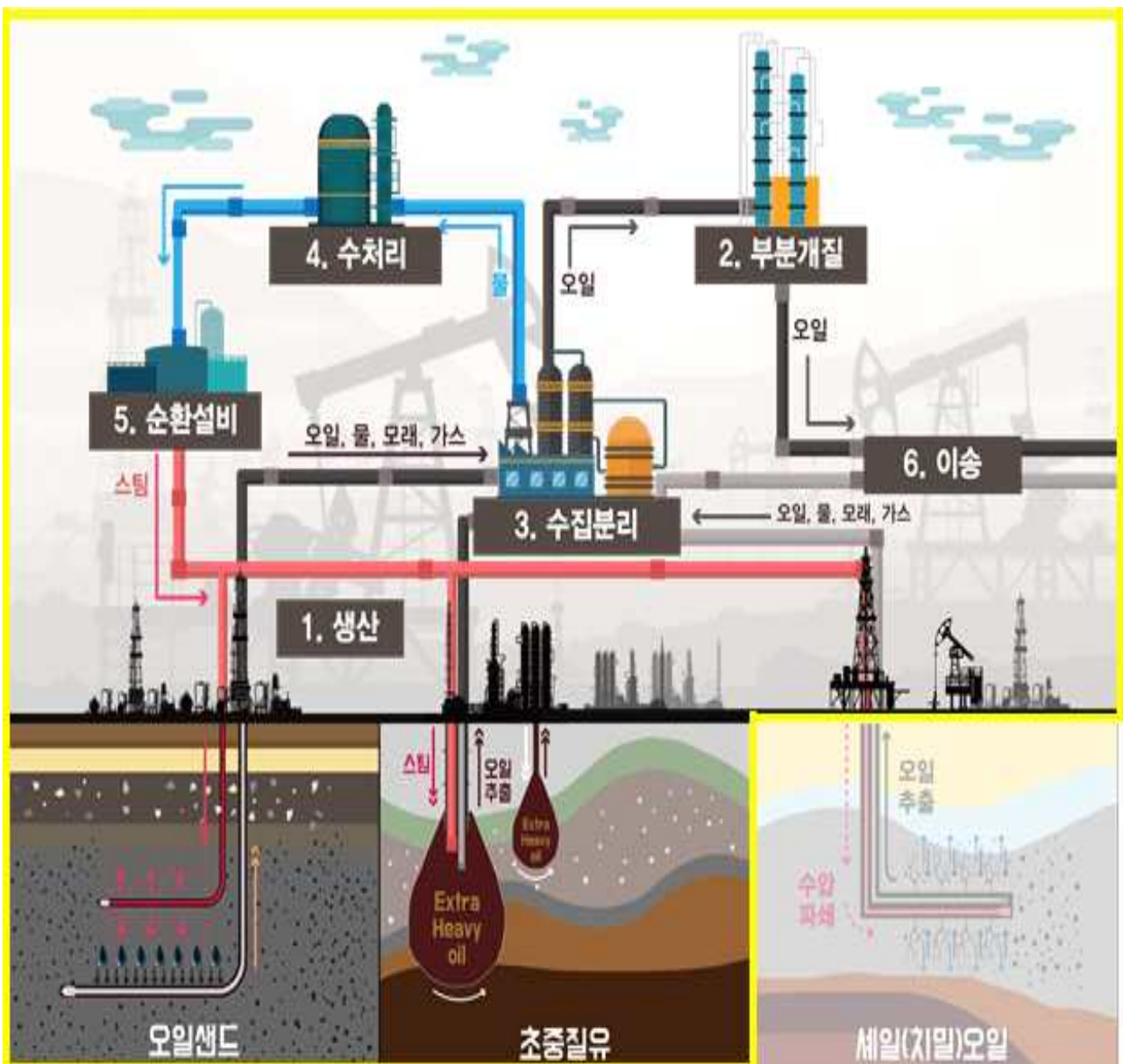
- (중앙일보, '19.09.16.) “원유 수입 중 사우디産 30%..., 장기적으로 기름값 상승 불가피”
- (한국경제, '19.09.15.) “사우디 생산량 절반 ‘타격’...”美·이란 전쟁 땀 유가 100弗까지 급등”
- (조선비즈, '20.01.07.) “미·이란 전면전 땀 유가 150달러까지 오를수도”

- ‘제5차 해외자원개발기본계획’에는 자원의 개발과 도입을 연계하고, 개발기술 확보 기회로 활용하고 있으며, 국내기업의 시장진출* 실적이 있는 비전통오일 생산플랜트 관련 기술개발 추진 필요

* GS건설과 SK건설은 캐나다 오일샌드 시장에 진출경험이 있으나, 상세설계 이후의 EPC 중심의 수주

2 사업의 정의 및 범위

- (정의) 비전통오일 생산 및 이송 플랜트 건설에 요구되는 사업의 통합 설계 및 관리 핵심기술을 개발 및 실증하는 R&D사업
- (범위) 오일샌드 및 초중질유를 지하에서 추출하기 위한 기술과 셰일오일을 포함한 모든 비전통오일을 지상에서 처리하고 이송하기 위한 기술개발 및 생산현지 실증



3 사업 목표 및 추진내용

○ 사업의 비전 체계도

- 비전통오일 생산·처리·이송이 가능한 플랜트 핵심기술 개발과 실증으로 건설경쟁력 확보 및 신시장 개척 추진
- ‘비전통오일 생산플랜트 핵심기술 확보*’ 및 ‘FEED 자립화’, ‘현지 실증플랜트 구축·운영 기반 실증실적 확보**’ 등 총 3개의 성과목표 구현
 - * 중소 기자재 업체 기술경쟁력 향상, 플랜트 구성 기자재 국산화율 80 % 이상
 - ** 오일 생산시점부터 연속 가동일수 90일 이상
- 핵심기술 개발 및 핵심설비 제작·성능평가, 현장 통합실증 등으로 총 2단계 연구개발 추진
 - * (성과지표) 논문지수, 국제특허 출원·등록, 성능달성도(모듈단위, 플랜트), 시험인증·해외인증 건수, 시제품·시제품 제작, 플랜트 기자재 국산화율 등



- (사업명) 비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발사업(R&D)
- (사업 추진기간) '22.4~'28.12 (6년 9개월)
- (총 연구비) 미정 (정부 1,952억원, 민간 미정)
- (As-Is vs To-Be)
 - 중동 및 아시아지역 중심의 시장확보에서 전 세계 비전통오일 매장 지역으로의 진출 다변화
 - 석유, 정유화학 등 하류산업에서 오일생산 및 이송 등의 중·상류 산업으로의 공종 변화
 - EPC(상세설계-구매-시공) 중심에서 고부가가치인 FEED(기본·개념 설계) 기술까지 포함한 패키지화



- (중점 추진방향)
 - 중소·중견기업 주도(대기업 협력)의 현지 수요기반 융복합 R&D 추진
 - 개발기술의 완성도 제고를 위한 단계적 검증과 실증을 통해 상용화 추진
 - 비전통오일 생산 기술 및 시험인증 주도기관과 국제교류 및 협력 중점 추진
 - 사업특성 고려한 효율적인 사업관리 및 개발성과의 확산체계 구축

○ (사업비 규모 및 소요 인력)

사업비 규모						
대항목	구분	소항목	총사업비(억원)			
			합계	국고	지방비	민자
연구개발 (95%)		비전통오일의 친환경/고수율지하 회수 기술	미정	459	-	미정
		비전통오일의 장거리 이송용 부분개질 기술	미정	349	-	미정
		오일 함유 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술	미정	207	-	미정
		생산수 계통의 오일제거 및 수처리 복합공정 설비기술	미정	179	-	미정
		오일 생산 플랜트의 패키지와 설계 및 통합실증 기술	미정	679	-	미정
	합계		미정	1,873	-	미정
	사업운영비		79	79	-	-
	총 합계(100%)		미정	1,952	-	미정

연구 인력(인)								
구분	1단계				2단계			합계
	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	
책임급(명)	81	99	118	143	170	157	137	905
선임급(명)	108	132	153	190	222	210	181	1,196
연구원급(명)	81	99	118	143	170	157	137	905
합계(명)	270	330	389	476	562	524	455	3,006

※ 사업비는 정부 예산사정 등에 따라 변경될 수 있음

○ (그 간 예타 등 추진경과)

- '17.09~'19.03 : 극한지 자원화플랜트 기술개발사업 기획 추진
 - * 기획과제 수행기관(연구책임자) : 한국건설기술연구원(황인주), 기획연구비 : 1.9억원
- '18.11 : 「극한지 오일생산 플랜트건설 핵심기술 개발사업」 예타 신청
 - * 국토부 단독, 총사업비 4,267억원(국고 2,859억원), 사업기간 '22~'28
- '18.12 : 기술성평가(現, 예타대상선정) “적합” 통보(과기부→국토부)
- '19.01~'19.06 : 예비타당성조사 진행
- '19.06 : 국가연구개발사업 예비타당성조사 “미시행” 통보
- '19.08~'20.8 : 비전통유 생산플랜트 건설 핵심기술 개발사업 보완기획 추진
 - * 극한지역(캐나다)을 포함한 세계 오일샌드 시장을 대상으로 기술개발 범위 재도출
- '20.02 : 「비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발사업」 예타 신청
 - * 국토부 단독, 총사업비 3,986억원(국고 2,760억원), 사업기간 '23~'29
- '20.03 : 예타 대상선정 “확정” 통보(과기부→국토부)
- '20.03~'20.10 : 예비타당성조사 진행
- '20.11 : 국가연구개발사업 예비타당성조사 “시행” 통보(AHP : 0.648)
 - * 국토부 단독, 총사업비 2,760억원(국고 2,032억원), 사업기간 '23~'29
- '21.09~12 : 예비타당성조사 결과 수정보완을 위한 상세기획 추진

2. 상세기획 추진계획

1 중점보완 필요내용

□ 추진목적

- '22년부터 대형 사업으로 추진예정인 '비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술개발사업의 예타 시행(결과)에 따른 세부과제별 연구내용, 성과지표, 과제제안요구서 등 보완을 위한 상세기획 추진

□ 중점 보완 필요내용 (예비타당성조사 보고서의 정책 제언)

- 사업목표 달성을 위한 기술목표, 성과목표 및 성과지표, 실증 및 운영방안 등 상세 보완 필요

< 2020년도 예비타당성조사 보고서 (21.01, KISTEP) >

☞ 사업목표 달성을 위한 기술목표의 명확화 필요

- * (설계 및 FEED 자립화) 프로그램 및 도면 등 개발 정도를 측정할 수 있는 객관적이고 구체적인 방법의 추가제시 필요
- * (핵심기술 확보) 실증단계에서 확보되어야 할 기술과 수준을 명확히 제시·관리 필요

☞ 중소·중견기업 역할의 명확화 필요

- * (사업 연계방안) 국내 건설 엔지니어링사, 중소·중견 기자재업체의 기술경쟁력 향상 및 해외동반진출 등의 성과·목표지표 연계 필요
- * (개발기술 활용) 품질보증체계 또는 공인인증제도 등의 도입을 통해 기술력 검증 및 확산 독려 필요

☞ 사업단 실증센터 등 관련 조직의 역할에 대한 구체화 필요

☞ 비전통오일 관련 상품화 가능성 제고를 위한 방안 검토 필요

☞ 현지 환경관련 규제와 위험요인 완화를 위한 친환경 공법 등의 홍보 필요

☞ 사업종료 후 실증플랜트의 지속적인 활용 등 제도적 보장방안 필요

☞ 정책환경변화, 부지제공 기관의 재정상황, 민관합작투자사업·해외기업 연계 가능성 등에 대한 시나리오별 위험관리 및 협력체계 확보 필요

☞ 실증분야 등 중점분야와 연계성이 미흡하여 조정된 세부과제는 주관 부처의 판단에 따라 타 사업 및 신규과제로 추진 가능

2 주요 추진내용

① 성과목표·지표(안) 상세보완 및 검토

- 사업목표* 달성을 위한 기술목표, 기술수준, 성과목표의 측정방법 등의 다각적 분석 추진
 - * 비전통오일 생산·처리·이송 플랜트 핵심기술 확보 및 실증을 통한 기술 자립화와 시장진출 기회 마련
- 중소·중견 기자재, 건설엔지니어링사의 참여확대를 위한 지표연계 등

② 「비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술개발」 사업단 구성·운영(안) 마련

- 성공적인 통합실증을 위한 사무국 및 실증센터 등의 효율적인 지원체계 구성 및 운영 방안 도출·검토 등
 - * 지원조직 대상 및 역할, 관련 책임자의 역량 등을 고려한 구성방안 마련

③ 위험관리 및 협력체계 방안 구성

- 기술경쟁력 확보이후 시장진출과 관련하여 전략적 보완* 추진
 - * 현지 정책·법규 등 갱신사항 분석, 상용화 상세방안, 환경
- 연구기관 간 성과물 소유문제, 부지제공기관 및 현지 대상국 간 협력체계 구성 등과 관련하여 절차에 따른 역할 분담 마련 등

④ 총괄 및 세부과제별 과제제안요구서(RFP) 도출 등

- 예타 결과 조정된 일부 중점과제의 통합추진방안 마련
 - * 통합실증 중점분야 및 파이프라인 등 중점분야 간 통합 등
- 세부과제별 기획내용 상세보완 및 RFP 작성



3 추진 방법

- 전문기관 주도로 자체 상세기획 추진*하며, 분야별 전문가를 포함한 상세기획위원회 구성·운영하여 지원역할 수행

* '21년 KAIA 혁신계획, 전담기관 주도 상세기획 추진과 연계

- 상세기획위원회는 다음과 같이 구성·운영 추진

- (기간) '21. 09월 ~ '21.12월 (4개월)
- (구성) 국토부, 우리원 및 외부전문가 등 참여



- (역할) 비전통오일 성과목표·지표 등 세부 판단기준 정립, 현지 연계 지원 등의 추진방안, 과제제안요구서(RFP) 논의·검토
- (방식) 효율적 논의를 위해 약 3주~4주 간격으로 위원회를 개최하며, 상세기획위원회로 운영

* 세부과제간 연관성, 성과물 연계 등을 고려하여 총괄위원회 및 분과위원회 구성

※ 코로나-19 확산 추이에 따라 영상회의 또는 서면 등으로 추진

4 추진 일정

- 9월 3주 : 1차 상세기획위원회(착수)
 - 사업단 구성(사업단 총괄과제 포함) 방안 검토 및 확정
- 10월 1주 : 2차 상세기획위원회
 - 해외 진출 관련 위험관리 및 협력체계 방안 상세화
- 10월 4주 : 3차 상세기획위원회
 - 중소·중견기업의 참여 확대 등을 위한 성과목표·지표 연계 검토
- 11월 3주 : 4차 상세기획위원회
 - 사업단 운영(사업단장 및 사무국·실증센터) 방안 검토 및 확정
- 12월 2주 : 5차 상세기획위원회
 - 기획보고서 및 RFP(안) 작성안 검토 등
- 수시 : 상세기획위원 또는 외부전문가 자문 등을 통한 의견 청취·반영

주요 업무	9월					10월				11월				12월	
	1주	2주	3주	4주	5주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	1주	2주
사업단 구성 방안 검토		■	■												
위험관리·협력체계 상세화			■	■	■	■									
성과목표·지표 상세 보완						■	■	■	■						
사업단 운영 방안 검토										■	■	■	■		
총괄위원회 회의												■			■
상세기획보고서 및 RFP 도출									■	■	■	■	■	■	■
분과회의 등 검토												■	■		

※ 상기 일정 및 주요 업무 등은 추진과정에서 변경될 수 있음

5 상세기획위원회 구성

□ 상세기획위원회 구성조건

- 당연직 및 외부 전문가 등 기획위원으로 구성
 - (당연직) 국토부 담당과인 기술정책과의 과장(또는 담당사무관) 및 우리원 담당부서인 기획3그룹의 그룹장, 플랜트실 등
 - (기획위원) 기술·정책·시장 전문가 중에서 기술분야 분과위원회를 구성하고 분과위원장을 상세기획위원으로 활용
- 상세기획위원은 기관별 1명 이내를 원칙(당연직은 제외)으로 하며, 상세기획 진행과정에서 변경되거나 추가될 수 있음

□ 상세기획위원회(안)

- 총괄위원회(분과위원장 4명, 당연직 3명)

연번	성명	소속	직위	분과	기관구분	비고
1	방○하	국토교통부	과장	-		당연직
2	신○돈	인하대학교	교수	생산·순환	학	분과위원장
3	김○수	성균관대학교	교수	수집·분리 및 수처리	학	분과위원장
4	노○선	한국에너지기술연구원	책임연구원	부분개질	연	분과위원장
5	김○철	SK건설	전문위원	통합실증	산	분과위원장
6	권○규	국토교통과학기술진흥원	그룹장	-		당연직
7	임○권	국토교통과학기술진흥원	연구위원	-		당연직

※ 역할 : 주요 조정(변경)사항 검토 및 총괄 조정(연구내용, 예산 등)

○ 기술분야 분과위원회

분과	성명	소속	직위	기관구분	비고
① 생산·순환	신○돈	인하대학교	교수	학	분과위원장
	성○진	고등기술연구원	수석연구원	연	
	황○주	한국건설기술연구원	연구위원	연	
② 수집·분리 및 ③ 수처리	김○수	성균관대학교	교수	학	분과위원장
	조○민	현대엔지니어링	팀장	산	
	황○현	고려대학교	교수	학	
④ 부분개질	노○선	한국에너지기술 연구원	책임연구원	연	분과위원장
	김○태	한빛레이저	팀장	산	
	유○형	(주)테크윈	부장	산	
⑤ 통합실증	김○철	SK건설	전문위원	산	분과위원장
	김○언	(주)유심	연구소장	산	

※ 역할 : 분과별 세부 추진방안(예타결과 수정·보완사항 포함) 및 RFP 등 검토

3. 상세기획 추진결과

1 1차 전체회의 결과

- (목적) '22년 대형 R&D로 착수예정인 '비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발사업'의 예타결과 수정·보완을 위한 상세기획 착수
- (주요내용) 착수회의 형식으로, 상세기획 관련 자유토의 추진
 - '비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발사업' 상세기획 추진 계획 등 안내
 - 호선 등의 방식을 통해 분과위원장 선출·확정
 - 예타신청 대비 예산 조정(감액) 된바, 목표 달성에 영향이 없는지 검토 필요 (필요시, 세부기술별 예산 조정, 통합 등)
 - * 통합 플랜트→핵심설비→핵심기술 순으로 검토하여 필수기술 위주로 재검토
 - 기타 상세사항 등은 분과위원회를 통해 논의 추진

2 2차 전체회의 결과

- (목적) 해외 진출을 위한 위험관리 및 협력체계 방안 상세화 추진
- (주요내용)



① 부지 제공기관과 연구기관 간 성과물 소유 및 협력문제 등 검토 필요

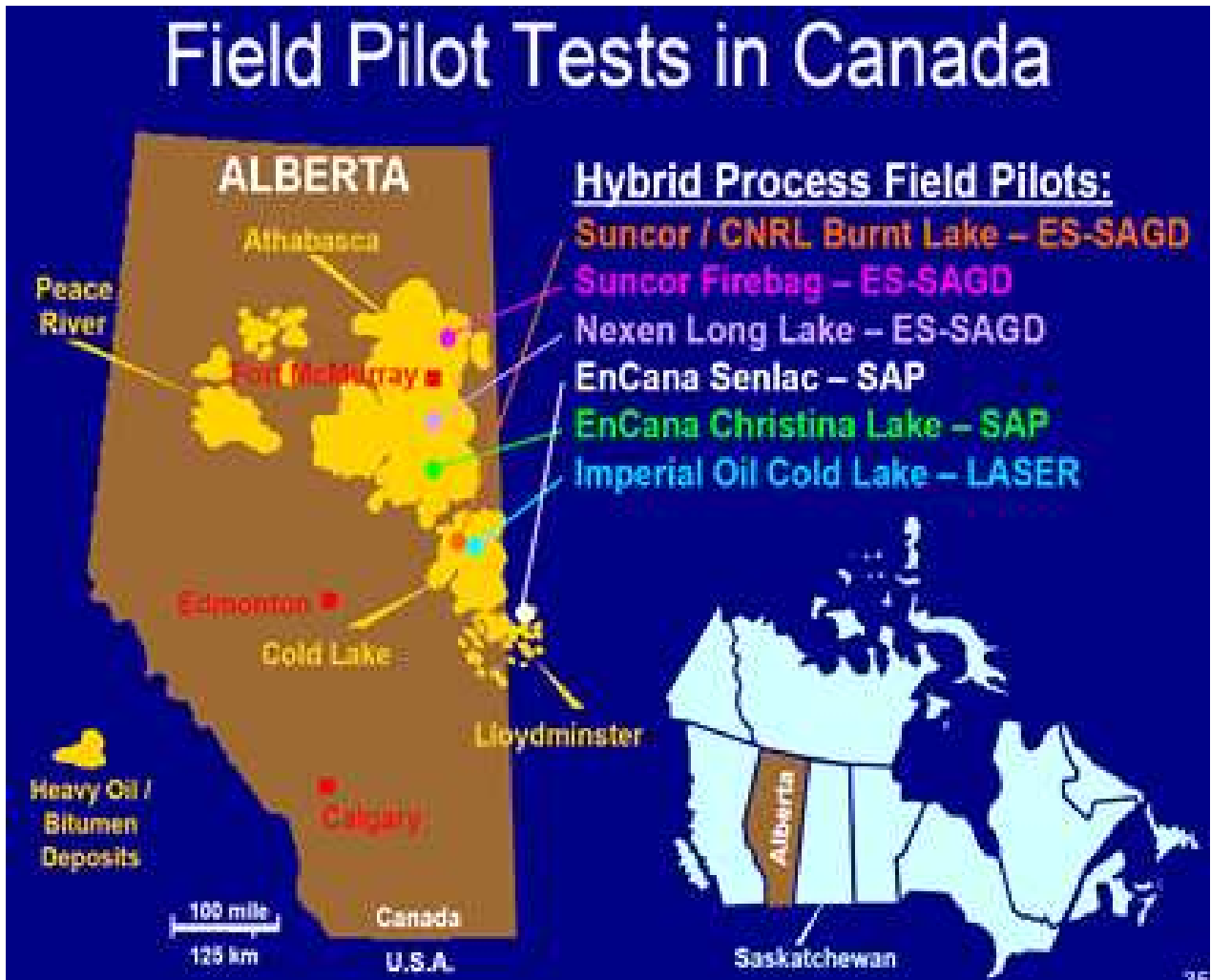
- (성과물 소유문제) 부지 제공기관 및 주관연구기관 간 협약 등을 통해 연구종료 후 실증플랜트의 소유·운영권* 검토
 - * 연구종료 후 운전·유지관리 비용 발생에 따라 원유 생산 사업자가 사업 주체, 사업단에서 지원하는 방안 등 (필요시, 특수목적법인(SPC), 사업단 독자운영 등도 고려)

- (부지 제공기관 협력) 부지 상세내용, 현지 유관설비(파이프라인 포함*) 활용 여부, 제반 유틸리티 제공 여부 등의 확인이 중요
 - * 파이프라인 시험 및 고속 뒷채움(Backfill)기술의 검증 등
- (실증플랜트 지속활용) 추적평가 및 장기실증 등을 위해 연구 종료 후 실증플랜트 지속운영 권장
 - * 정기보수 주기 등에 맞추어 운영이 바람직
 - ** 오일 판매 수입을 통한 운영비 총당은 하나의 방법이 될 수 있으나, 유가 변동 등에 따라 실제 사업기간 내 재검토 필요
- 필요시, 비전통오일 생산플랜트 장기 운영·유지관리를 위한 후속 과제 추진 등을 사업단장 주관과제에서 검토

② 정책환경변화, 부지제공 예정기관 재정상황, 민관합작투자사업 및 해외기업 연계 등 위험관리를 통해 안정적 협력체계 확보 필요

- (정책 환경변화) 해외수주 제고를 위해 대형 실증 R&D 사업과 정책* 연계하여 추진 중 * 건설산업 혁신방안('18.6), 해외건설진흥기본계획 등
 - 기후변화 대응을 위한 탄소중립* 등의 정책과 부합한 후속 또는 연계사업 발굴 필요
 - * 디지털 기반 지능형 효율화 기술, 비전통오일의 지하 개질을 통한 수소 생산 및 CO₂ 저장 기술 등 실증
- (실증부지 위험관리) 실증부지(안)*에 따른 위험요소 저감방안 검토
 - (현지기업) 캐나다 알버타주 현지기업(VCI, Sumcor 등)이 보유한 실증부지를 활용하는 방안
 - ※ ES-SAGD 공정과 관련된 기술개발 수행 또는 수행 중인 기업들과 협력하여 실증부지를 확보하는 방안 모색 등
 - ☞ (장점) 인·허가, 현지 설비연계 활용, 유틸리티 제공 여부 등의 사전협의 추진 가능
 - ☞ (위험요소 저감방안) 상호간의 편익제공 여부·수준에 따라 부지 제공에 관한 영향이 크므로, 기술협력(국제공동연구) 등을 통한 연구참여 및 상세협약 추진

-  (Value Creation Inc.) 알버타주 에너지국(AER)으로부터 3개 광구에 대한 파일럿 실증 허가를 획득하였으며, 부분개질 기술의 검증을 위한 실증에 관심
-  (Suncor Energy Inc.) 소유한 광구의 일부를 파일럿 규모로 실증할 수 있도록 수요기업에 임대하고, 대가로 실증 데이터를 공유받는 형식으로, 연계 추진 검토



< 캐나다 알버타주 파일럿 규모 실험관련 부지 현황 >

- (캐나다 알버타주) Alberta Innovates와의 MOU 체결('18.12)에 따라 후속 상세협의를 통한 실증장소를 마련하는 방안
 - ☞ (장점) 관련연구 수행중인 산하 연구소, 실험기관 등을 포함하여 조속한 협의 가능
 - ☞ (위험요소 저감방안) 인·허가, 현지 설비연계 활용, 유틸리티 제공 여부 등 상세 사항 협의주체는 아니므로, 참여의향이 있는 현지기업 확보 협력 필요
- ※ 주한캐나다대사관(알버타주 한국사무소) 등 적극 활용 검토

- (한국석유공사) 캐나다 알버타주 내 소유광구를 실증부지로 활용
 - ☞ (장점) 오일샌드 생산 광구 및 구축된 기본 유틸리티 사용으로 비용·기간 등 절감 가능
 - ☞ (위험요소 저감방안) 재정상황에 따른 광구매각 우려가 있으며, 향후 인수 기관과 협력 가능토록 석유공사의 적극 협조 필요
- (민관합동투자사업 연계) 재원조달은 정부 정책자금인 한국해외인프라도시개발지원공사(KIND)와 연계하고, 컨소시엄은 참여기업 중심으로 구성
 - ☞ (장점) 기술개발 성과물의 해외진출 지원 및 실증 리스크 관리 강화 가능
 - ☞ (위험요인 저감방안) 해외 실증 전 타당성 검토 및 실증플랜트 건설·운영 위험관리 지원 협력 등을 검토하고, 향후 기술검증 이후 상용화를 위한 자금 투자 등으로 연계

③ 환경관련 규제와 환경보호 단체 활동 등 위험요인 완화 및 지속적 관리 필요

- (친환경 공법기술) 기존 대비 온실가스를 10% 이상 절감하는 기술로 환경규제 강화 시 시장 확대에 긍정적으로 작용할 것으로 판단
 - * 현재 SAGD 공법으로 상용 운전중인 광구에서는 발생한 온실가스를 대기 방출중으로 환경규제에 대한 이슈는 없으나, 지속적인 모니터링은 필요
- (수처리 기술력 홍보) 세계수준의 수처리 기술력(신기술 포함)을 통한 물 재활용(90% 이상) 등 환경보호 관점에서의 홍보* 추진
 - * “Oil Sands Trade Show & Conference(Fort McMurray, Canada)”, “Heavy Oil Show(Lloydminster, Canada)”, “World Heavy Oil Conference & Exhibition” 등 현지 전시회 및 컨퍼런스 참여 및 캐나다 알버주를 통한 홍보 등
- (토양오염 검토) 다양한 솔벤트를 스팀과 함께 지하에 투입하는 생산 공법이며, 일부 지하에 잔류되는 솔벤트가 토양오염에 영향이 없도록 추진 필요
- (공감대 형성) 환경단체 민원·불신 등을 해소하기 위해 사업 초기부터 소통창구 형성 추진

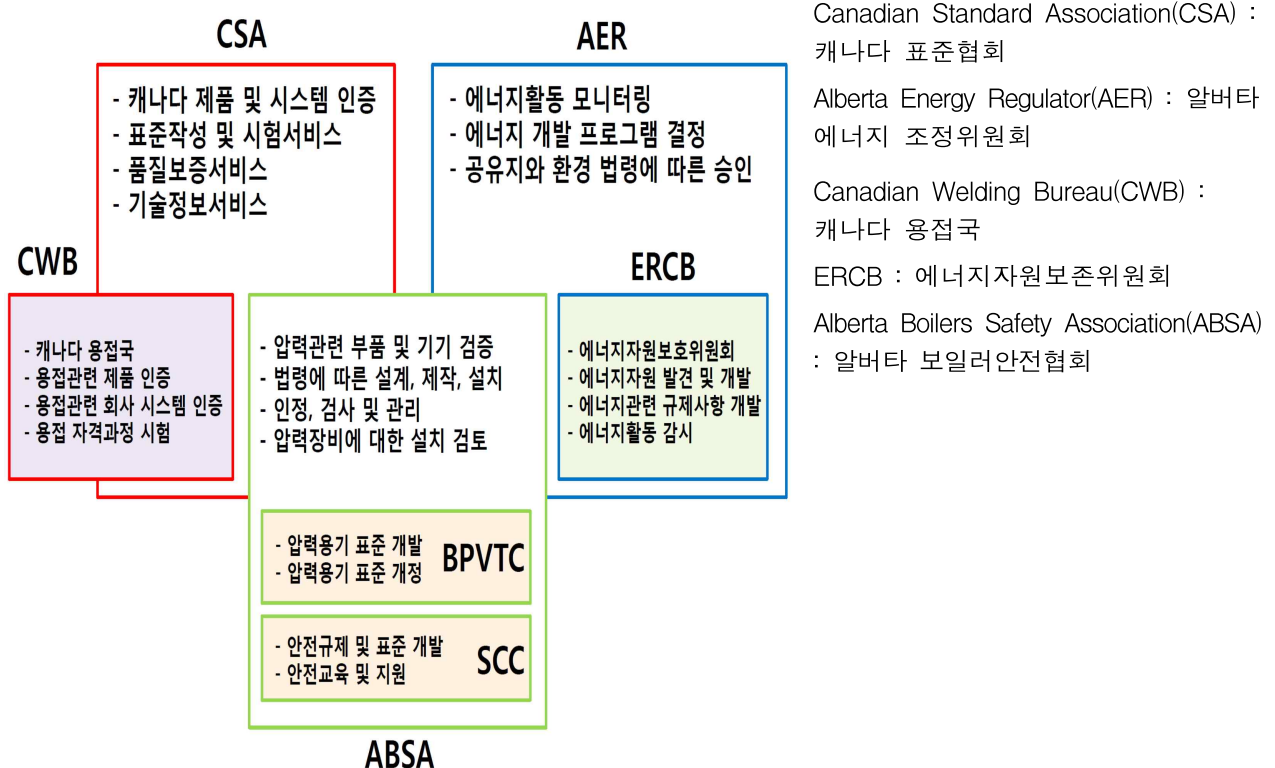
④ 신시장 진출을 위해 전략의 구체화 및 지속적인 점진 요구 (기술개발 이후 상품화 하지 못하는 상황 우려)

- (현지 성능검사·인증) 테스트베드의 경우에도 미인증 설비는 안전 문제 등으로 사용이 불가능하므로, 기술 신뢰성 제고를 추진
 - * 실증플랜트에 대한 장기운전 등 최적화를 통해 국내·외 공인기관의 성능 평가 결과 확보(최소 세계수준의 ES-SAGD 기술경쟁력 확보)
- (현지 사업화) 현지 상용화 등을 위해 캐나다 현지 기업·연구소* 등과 공동 사업화(특수목적법인 설립 등) 추진 고려
 - * 개발된 기술의 상용화 적용, 사업화 수행·지원 등을 위한 역할 수행
 - ** 검증된 개발기술의 활용은 발주처에 좌우되므로 예상 발주처를 수요기업으로 포함 검토
- (기술개발·사업화 지원 이원화) 핵심기술 확보를 위한 연구와 시장 진출을 위한 전략화 연구로 구분하여 추진
 - * 현지 시장 수요조사 및 진출 전략, 비즈니스 모델 개발 및 사업성 평가 등을 사업단 총괄기관 및 통합실증 기관에서 수행하는 것이 바람직
- (사업화 전략) 선행특허 심층 분석, 시장 경쟁요소, 경쟁기업 상세 조사, 현지 홍보 등의 컨설팅역할을 사업단 총괄기관에서 수행



⑤ 개발과 인증·실증이 해외에서 진행되어 일정지연·실패 위험이 있으므로 사업계획에 위험 회피방안 반영 필요

- (현지 사업경험 활용) 국내 유관사업 경험기관(기업, 컨설팅업체 등), 캐나다 현지기관의 협력을 통해 발생 가능한 위험요인 사전제거
 - * 현지 인·허가, 규정 준수, 인증 등이 통상 사업수행과 다르므로 캐나다 프로젝트 등 경험이 있는 기관 또는 현지 지원조직 활용 필수
- (위험요소 사전파악) 현지 법·제도의 충분한 이해와 숙지, 관리 조직 체계 구축 및 전담인력 확보 등 현지 실증을 위한 사전 위험요소 저감방안을 연구개발제안서에 제시토록 요청
 - * 사업착수 후 사업일정 지연의 최소화를 위해 현지 유관기관·단체의 협조 요청 및 업무협력 세부방안 등 마련 필수
- (현지 인증방안 사전검토) 캐나다표준협회(CSA) 등 현지 시험·인증기관 및 핵심설비별 인증방안 등 안내



⑥ 기 수행한 극한지 해외플랜트 기술개발업으로 확보된 핵심기술을 최대한 활용하여 기술개발 효율성 제고방안 마련 필요

- (R&D 성과연계) 기 수행한 과제의 핵심기술을 연계하여, 현지 기후·특성에 맞는 상용급 플랜트 건설·운영기술 개발 추진
 - (사전타당성) 북극권 주변의 혹한지에서 오일·가스 자원의 개발 환경 조사기법 및 리스크 분석모형, 생산 플랜트의 계획·개념설계 타당성 평가기술 등을 최대한 연계토록 추진
 - * '북극권 에너지자원 플랜트 현지적용을 위한 선행기술 연구('18.4~23.12)
 - (모듈화 기법) 기 확보한 핵심설비(파일럿 규모) 성과 및 모듈화 건설기술(플랜트 모듈구조 설계·제작)을 최대한 활용토록 추진
 - * '오일샌드 모듈화 플랜트 시공을 위한 설계, 제작 및 현장적용 기술개발('14.12~'20.4)

< 오일샌드 모듈화 연구단 과제 핵심성과 >

핵심성과명	정의	목적	성과책임자 (소속기관)	질적성과	비고
모듈 및 기자재 시험·인증체계	파일럿 모듈 해외 인증 확보를 위한 체계 마련	극한환경용 고인성, 내마모성, 내부식성 등 기자재 시험인증	이○수 (한국기계전기전자시험연구원)	시험인증 시스템 DB 구축(CS, CWS, ABBSA)	기초 자료 활용
오일샌드 플랜트용 모듈 구성 유닛 설계	주요 공정유닛 구동 메커니즘 모사 및 최적 형상 도출	공정유닛 설계기술 국산화	김○제 (성균관대학교)	유 수 분 리 장 치 (FKWO) 파일럿 검증 DB 확보	결과 활용
복합열캐리어 발생기 설계·제작	고온 고압의 열캐리어를 발생시키는 연소기술의 국산화	증기발생을 위한 보일러 기능 대체	장○채 (광신기계공업)	복합열캐리어 발생기 파일럿 검증 결과	결과 활용
플랜트 기능 모듈 집적 패키지	운송 표준규격에 맞는 모듈로 통합·집적한 패키지	구조 프레임 내 모듈로 집적설치하여 시공성 개선	황○주 (한국건설기술연구원)	집적 패키지 파일럿 검증 결과	결과 활용
오일샌드 모듈화 플랜트 모니터링 시스템	의사결정 시스템 기반 모니터링 시스템	시설물의 구조손상 위험요소 사전차단 등 통합 시스템 관리	정○우 (주)한국케이저티콘설턴트	모니터링 시스템 개발 및 현장적용 결과	결과 활용

3

3차 전체회의 결과

□ (목적) 중소·중견 기자재, 건설엔지니어링사의 참여확대를 위한 성과목표·지표(안) 상세보완

□ (주요내용)

①

사업목표 달성을 위해 기술목표의 명확화 및 객관적이고 설계 및 FEED 자립화의 구체적인 방법 추가 제시 필요

○ (세부기술 수준·목표 명확화) 세부기술별 기술수준 및 성능목표를 다음과 같이 명확화하고, 실증플랜트와 연계하여 최종 검증될 수 있도록 추진 (상세사항 '첨부 1' 참조)

* 세부기술별 기술개발을 통한 기술수준, 성능지표별 성능목표 변화, 산출물 (성과물)등으로 정리하여 명확화

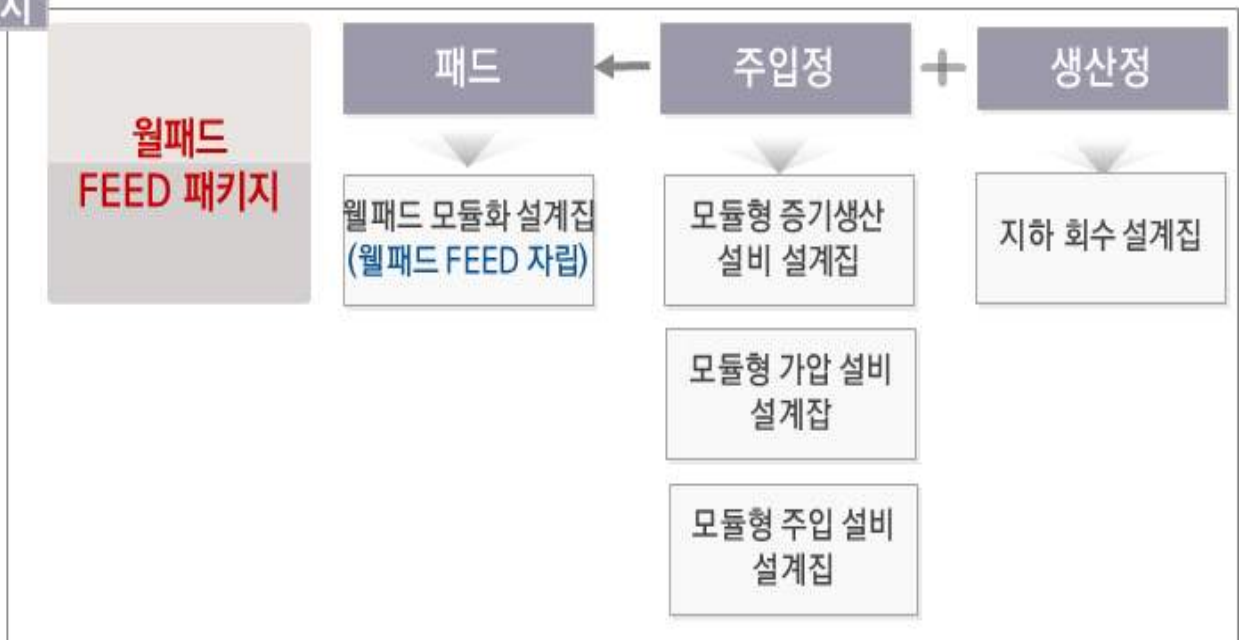
○ (정량목표 추가) 핵심과제별 통합 FEED 패키지 도출을 통해 FEED 자립 목표 달성여부 추가* 확인

* (당초) 통합 공정 설계 tool 및 제작도면 개발 + (추가) 통합 FEED 패키지 확보

No	구성항목	세부기술	기술개발내용	목표	성과물	
1	웰패드	패드	1-2	웰패드 모듈화 설계 (웰패드FEED자립)	처리용량 1,000 BOPD/pad	웰패드 모듈화 설계 집
2		주입정	1-3	모듈형 증기생산 설비 설계	12,000m3/d (가압관 6개)	모듈형 증기생산 설비 설계집
3			1-4	모듈형 가압설비 설계	압력 1,500psig, 가열온도 300℃	모듈형 가압설비 설계집
4			1-3	모듈형 인젝션 설비 설계	유량 15,000m3/hr, 양정 13,800m, 작동온도 Max. 427℃	모듈형 인젝션 설비 설계집
5		생산정	1-2	운영조건 및 제어	고점성 원유 회수율 62%, SOR 2.9	지하회수 설계집
6	수집분리	조립자 분리	3-3	모래 제거용 Wellhead desander 설계	Separation cut size 100μm, 97%	Wellhead desander 설계집
7		이송	3-1	고점성 슬러지 이송 펌프 설계	토출량 227 m3/h, TDH 500 ft, 작동온도 -45 °C	고점성 슬러지 이송펌프 설계집
8		다상 분리	3-1	다상 혼합물 수집 및 분리 설비 설계 (수집분리FEED자립)	분리효율 95%	3-Phase separator 설계집
9		미립자 분리	3-3	In-line type De-sanding Unit 설계	Separation cut size 50μm, 92%	In-line type De-sanding unit 설계집

No	구성항목		세부 기술	기술개발내용	목표	성과물
10		오일 분리	3-2	에너지 플랜트용 오일분리 설비 설계	오일 중 Salt 함유량 < 10 ptb, drain수 중 오일 함유량 <150 ppm	Electric desalting skid 설계집
11	이 송	촉매	2-2	부분 개질용 촉매 설계	수율 > 85 vol%, 생성물 품질(API 비중) > 20	촉매 설계집 및 제법
12		부분 개질	2-3	부분 개질 반응기 설계 (부분개질FEED자립)	잔사유 전환율[524 °C 기준] 70 wt%, 동점도(cSt @Pipeline Temp.) 300 이하	부분 개질 반응기 설계집
16		시공	5-2	Backfill 고속 시공 프로세스 설계 (파이프시공FEED자립)	유동성 (mm) 200mm 이상, 시공 효율(%) 90, 배관 설치 시간 단축(%) 95	Backfill 시공 프로세스 설계집
17	수 처 리	전처리	4-2	미량오일 및 다상물질 제거 전처리 시설 설계	처리 능력 240m ³ /d, 유류 성분 제거효율 99%	전처리 설비 설계집
18		분처리	4-3	재이용수 생산 담수화 설비 설계	물 재이용율 90%, 농축수 회수율 40%	담수화 설비 설계집
19		시공	4-1	수처리 복합공정 모듈러 설계 (수처리FEED자립)	시공기간 10 일, 인력 투입율 50 %	복합공정 모듈화 설계집
21	통합 실증	통합 설계	5-1	Pre-FEED, 기본설계 (통합 FEED자립) , 상세설계	용량 300 bpd, 통합운전 90일, 패키지 기술수준 95%	FEED package

예시



- (자립화 측정항목 구체화) 성과목표 정량적 달성도를 확인할 수 있도록 주요 업무별 관리업무 및 세부 업무항목별 측정 및 검증 방안(안) 등을 참고 (상세내용 '첨부 2' 참조)

②

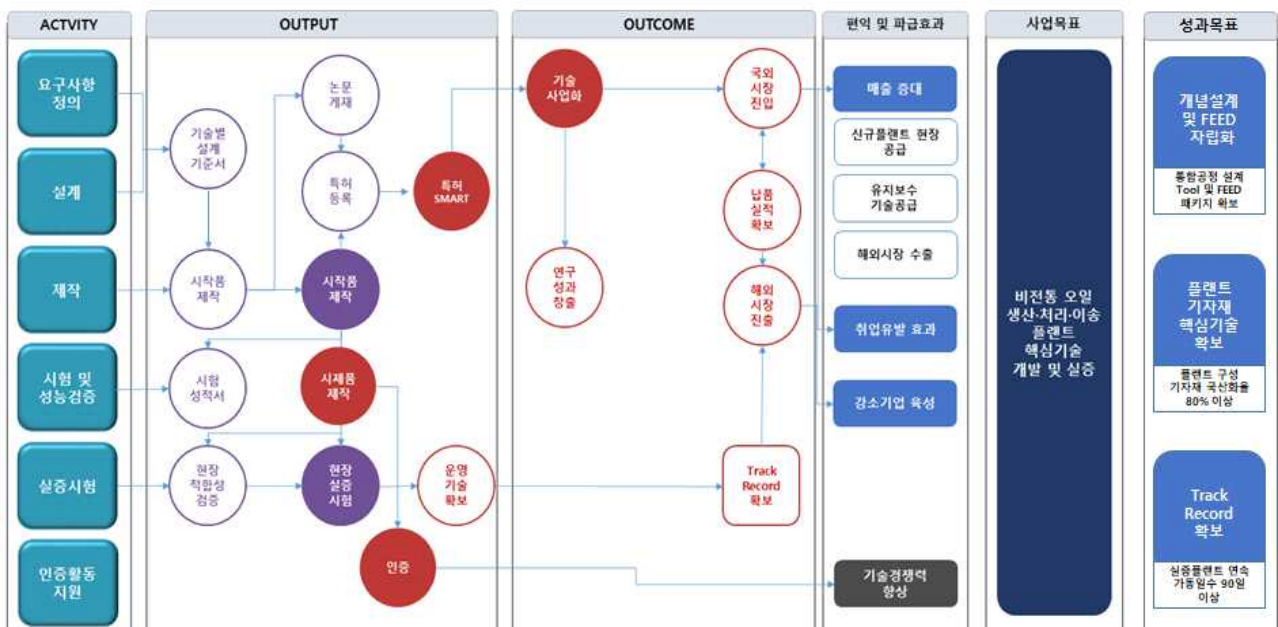
플랜트 건설 업계의 경쟁력 강화방안의 구체적인 제시와 함께 기술개발 과정에서 중소·중견기업의 역할 명확화 필요

- (국내 건설 엔지니어링사 참여확대) 설계기술은 시작품·시제품 제작을 위한 초기단계로 중요성을 갖으며, 핵심과제 내 중점 FEED 및 통합 FEED 패키지 등 도출을 위한 건설 엔지니어링사* 다수 참여 유도

* (핵심과제) 중소·중견 엔지니어링사 + (통합실증) 중견·대기업 엔지니어링사

- (사업연계 방안) 건설 엔지니어링사의 참여로 FEED 자립화 등의 성과목표와 직접적 연계되며, 성과목표 달성은 사업목표 달성이 이루어지도록 논리적 연계 구조보강

- 요구사항 정의, 설계, 제작, 시험 및 성능검증, 실증시험, 인증활동 지원을 통해 기술별 설계기준서, 시작품 제작, 시험 성적서, 현장 적합성 검증 등 결과 도출
- 기술 사업화, 특히 SMART 지수, 시작품 제작, 시제품 제작, 현장 실증시험, 인증으로 이어지고, 해외 시장진출, 납품실적 확보, Track Record 확보 등 성과창출
- 달성된 성과는 매출 증대, 취업유발 효과, 강소기업 육성 등의 파급 효과 창출로 이어져 사업목표·성과목표 달성에 기여



< 활동-산출물-성과물-편익·파급효과-사업목표(성과목표) 연계 프로세스 구조화 >

- (중소·중견 기술력향상* 성과지표) 중소기업의 새로운 기술을 도입하기 위해 EPC 수행 대기업을 요구사항 및 확인 방법을 만족하도록 동 사업의 성과지표를 보완

* 국내 중소기업 기자재업체 기술력 향상은 기존 시장을 점유하고 있는 해외 기자재를 대체할 수 있으며 해외 동반진출 기반 마련도 가능

- 중소기업 기자재 기술력·가격 경쟁력·안전성 향상과 테스트베드 적용을 통한 실증실적 확보를 통해 '비전통오일 생산플랜트 건설 경쟁력 확보 및 신시장 개척' 등 비전 달성 가능

* 사업목표 달성을 위한 기술경쟁력 확보, 기술 국산화율 향상, 안정적 운영성 등의 정량적 성과목표를 설정하고, 이를 측정할 수 있는 성과지표를 설정

	요구사항	확인방법	관련 성과지표
중소 기기자재 업체 기술경쟁력 향상	기존기술 대비 성능향상	성능시험 결과*	국제 인증
		국제인증 여부	
		성능향상 관련 특허	특허출원/등록
	가격 경쟁력	단가절감 관련 특허	성능달성도
안정성 확보	적용실적 여부		

* 성능시험 결과에 대한 확인은 세부과제별 성능목표 달성여부로 실시

< 중소기업 기자재업체 기술경쟁력 향상과 관련된 성과지표 설정 >

- (중소기업 기술력 검증·확산) 개발될 기술에 대한 품질보증체계 및 공인인증제도 등의 성과지표 추가

* 현장 통합실증 및 해외 현지 사업화를 위해 국내·외 인증 등 추가

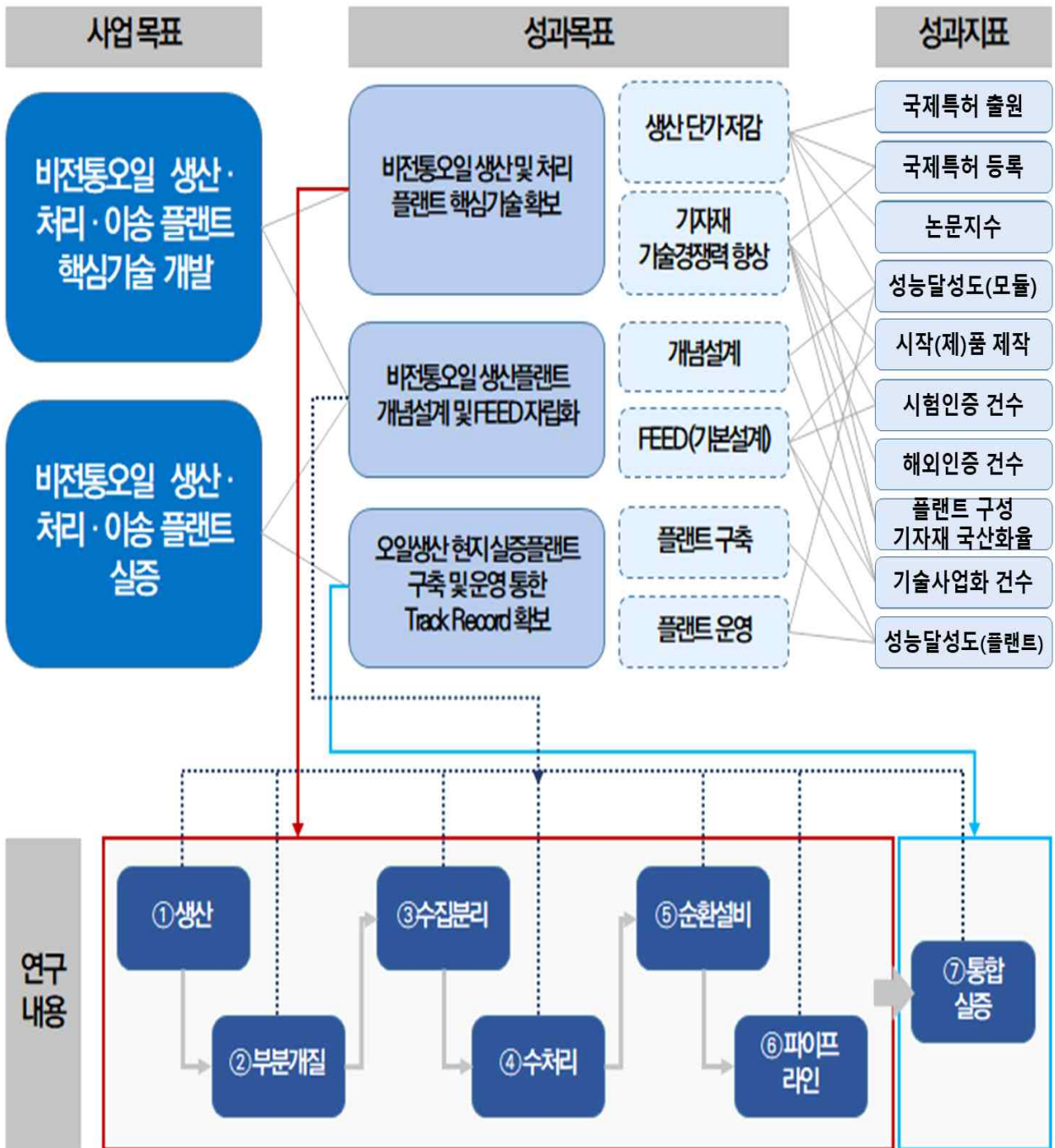
- (시험인증 건수) 연구개발을 통한 개발품의 개발목표에 따른 국내·외 품질규격 등이 적합하게 반영되었는지 시험인증을 통해 입증

* 부분품, 시작(제)품 등을 대상으로 국내·외 시험인증 통과 여부를 목표로 설정

- (해외인증 건수) 실증플랜트에 적용되는 핵심설비의 국내외 품질규격 등이 적합하게 반영되었는지 해외인증을 통해 입증

* 시제품·상용품 등을 대상으로 해외인증 통과 여부를 목표로 설정

☞ 전체적으로 수정·보완된 사항을 종합하여 다음과 같은 성과목표·지표 도출



첨부 1 세부기술별 기술수준 및 성능목표

구분	세부기술	기술수준		TRL		성능목표			산출물(성과물)	
		전	후	전	후	성능지표		전		후
생산 및 순환 설비	하이브리드 열공법 및 운영제어	68	80	3	7	비전통오일 회수율		50 % (SAGD 기준)	62 %	<ul style="list-style-type: none"> • 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 • 최적의 ES-SAGD 운영조건 • 지하회수 설계집
						CSOR		3.5 (SAGD 기준)	2.9	
						탄화수소 용매 사용 비율 (Vol. %)		15 %	5 %	
	웰패드 시스템 및 생산유체 수집·분리 기술	75	95	4	8	웰패드 처리용량	처리용량	1,000 bdp/pad	1,200 bdp/pad (생산관·주입관 한쌍기준)	<ul style="list-style-type: none"> • 웰패드 모듈화 설계집 • 웰패드 모듈화 시스템 • 그룹분리장치 • 순환설비(웰패드) 통합FEED
						생산유체 그룹분리성능	API	API 45	API 23	
						생산관 단열성능	열전도율	-	0.006 W/m·°C	
						분리시험성능	현지 법규	-	AER Directive 17 만족	
							상분리	2상	3상	
	모듈형 증기생산 및 인젝션 설비기술	75	95	4	9	가압 성능	가압성능규격	API 610	API 610	<ul style="list-style-type: none"> • 증기생산설비 • 증기가압설비 • 모듈형 증기생산 설비 설계집
							최대 증기량	-	12,000m ³ /d (가압관 6개)	
						증기 성능	품질/순도	75%	100%	
							공급 온도	314°C	314°C	
모듈형 복합 열캐리어 가압스테이션 기술	75	95	4	9	복합 열캐리어 연소기	가열온도	300 °C	300 °C	<ul style="list-style-type: none"> • 복합연소기 • 열캐리어 가압설비 • 모듈형 가압설비 설계집 • 모듈형 인젝션 설비 설계집 	
						Vaporization Rate	-	95%		
					스테이션 가용도	생산 가용도	93	95		

구분	세부기술	기술수준		TRL		성능목표			산출물(성과물)
		전	후	전	후	성능지표	전	후	
부분개질	부분개질 촉매기술	67	85	3	7	부분개질 합성원유 수율	75~85 vol%	> 85 vol%	<ul style="list-style-type: none"> • 부분개질용 고성능 분산 촉매 설계 • 촉매 설계 및 대량 생산 방안 • 촉매 설계집 및 제법
						부분개질 합성원유 품질 (동점도)	350 cSt @40 °C	< 300 cSt @40 °C	
						생성물 품질(API 비중)	15 °API	> 20 °API	
						부분개질 합성원유 품질 (코크 저감율)	10% 이상	40% 이상	
						촉매 양산 규모	-	5kg/일 이상	
	부분개질 반응기·공정기술	67	85	3	7	부분개질 공정 규모 (비튜멘 투입량)	-	20 BPD 수준	<ul style="list-style-type: none"> • 부분개질 반응기/ 공정의 효율 및 선택성 향상 기술 • 부분개질 반응기/공정의 설계 및 최적화 기술 • 부분 개질 반응기 설계집 • 부분개질 통합FEED
						생성물 수율 (vol%)	75~85	85 이상	
						올레핀 함량 (wt%)	-	1 이하	
						잔사유 전환율 [524 °C 기준] (wt%)	50~70	70	
						생성물 품질 [동점도] (cSt @Pipeline Temp.)	150~350	300 이하	
생성물 품질 [API 비중] (oAPI)	15~25	20 이상							
수집분리	다상 혼합물질 수집·분리기술	68	95	5	8	유수 분리효율(%)	95%	97%	<ul style="list-style-type: none"> • 3-Phase separator • 슬러리펌프 • 고점성 슬러지 이송펌프 설계집 • 3-Phase separator 설계집 • 수집분리 통합FEED
						고형물 이송능력	토출량:227 m3/h	227 m3/h	
							TDH 500 ft	500 ft	
	오일 처리 기술	70	95	5	8	탈염성능	작동온도 -45 °C	-45 °C	<ul style="list-style-type: none"> • Oil desalting • Electric desalting skid 설계집
							고형물 처리: up to 70%	75%	
							오일 중 Salt 함유량 < 10 ptb	5 ptb	
오일 중 물 함유량 <0.2%	0.1%								
drain수 중 오일 함유량 <150 ppm	100 ppm								

구분	세부기술	기술수준		TRL		성능목표			산출물(성과물)
		전	후	전	후	성능지표	전	후	
	싸이클론을 이용한 미립자 제거기술	72	98	4	8	Wellhead Desander 모래 등 이물질 분리효율	100 μ m 크기 95%	97%	<ul style="list-style-type: none"> Wellhead desander li-line desander Wellhead desander 설계집 In-line type De-sanding unit 설계집
						In-line type Desanding Unit 모래 등 이물질 분리효율	1-100 μ m 크기 90%	92%	
수처리	스마트 시공 및 운영 관리기술	75	100	4	8	시공기간 (일)	-	10	<ul style="list-style-type: none"> 복합공정 모듈화 설계집 복합공정 시제품 운영결과 무정지 유지관리기술 통합 모니터링 및 운영시스템
						가동 중지율 (%)	-	0% (연속운전 90일 이상 가동 중지율, 불가피한 정비 등은 제외)	
	재이용수 생산 전처리 기술	75	100	4	8	유기물 제거효율 (%)	80	90	<ul style="list-style-type: none"> 미량 오일 제거기술 미량 다상물질 제거기술 무기 분리막 공정기술 전처리 모듈화 공정 설계/운영기술 전처리 설비 설계집
						유류 성분 제거효율 (%)	90	99	
						전처리 비용 (\$/배럴)	3.0	2.0	
	재이용수 생산 본처리 공정기술	70	100	4	8	재이용비용 (\$/m3)	15	8	<ul style="list-style-type: none"> 고품질 재이용수 모듈 시스템 본처리 모듈 설계집 농축수 회수 기술
						물 재이용율 (%)	60	90	
농축수 회수율(%)						20	30		
통합실증	비전통오일 생산플랜트 Pre-FEED 및 통합실증 기술	65	100	3	8	비전통오일형 Pre-FEED 기술 확보	최고 기술수준 100 (%)	90	<ul style="list-style-type: none"> 통합 공정 개념 설계도 통합실증 플랜트 운영결과 FEED package 통합실증 통합 FEED
						패키지 설계 기술	최고 기술수준 100 (%)	95	
						파일럿 규모	-	300 bpd 실증	
						연속운전시간(일)	-	90일	

첨부 2

설계 및 FEED 자립화 정도 측정을 위한 항목 구체화

주요 업무	관리업무	세부 업무항목
1. FEED 기획 단계	목표 설정	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 전반에 대한 목표 FEED 업무수행에 대한 목표 FEED 팀 조직
	타당성 조사	<ul style="list-style-type: none"> 기술적 타당 성을 검토 프로젝트 수지에측 부지 세부 조사
	FEED 업무 수행 계획	<ul style="list-style-type: none"> FEED 업무 수행 일정 자원투입계획 프로젝트 정의서 작성
2. 자료수집 단계	프로젝트 요구사항	<ul style="list-style-type: none"> 발주자의 요구사항 검토 기술선(Licensor)의 정보 검토 유사 사례 플랜트 자료 수집
3. 개념설계 단계	설계기준 작성	<ul style="list-style-type: none"> 발주자 요건(Owner's Input) 프로젝트 개괄적 요약 단위 생산량 원료 사양 생산물질 사양 유틸리티 조건 부지정보 운전 조건
	공정 분석	<ul style="list-style-type: none"> 공정 최적화 에너지 및 물질 수지 개략적인 기기 리스트 공정 데이터시트
	프로젝트 레이아웃 설정	<ul style="list-style-type: none"> 개략적인 부지배치도 프로젝트 공정 계획 개략 견적
	BEDD (Basic Engineering Design Data) 작성	<ul style="list-style-type: none"> 기후 조건 유틸리티 정보 기기 표준 및 규정 환경 규제 지역 코드
4. FEED 단계	공정흐름도(PFD) 작성	<ul style="list-style-type: none"> 설계공정 및 공정분석
	설비 공정 데이터시트 작성	
	기기 사양서 작성	<ul style="list-style-type: none"> 압력 용기 패키지 설비 전기 및 계장 등
	공정배관계장도(P&ID) 작성*	<ul style="list-style-type: none"> 주기기 오일생산 시스템 유틸리티 공정시스템 전기단선도 등
	기기 가격 책정 실시	<ul style="list-style-type: none"> 고부가가치 기기 식별 기기벤더 선정
	배치 및 평면도 작성	<ul style="list-style-type: none"> 시공성/운전성/유지관리성 재료 사양 안전 요소 등 검토
	종합적인 설계 검토 수행	<ul style="list-style-type: none"> PFD 및 P&ID 검토 위험 및 조작성 해석(HAZOP) 등

주요 업무	관리업무	세부 업무항목
5. EPC 수행계획 단계	주요 고려사항 검토	<ul style="list-style-type: none"> 계약 조건 노동 가용성 현장물류계획 기술적 복잡성 주기기 및 자재 구매원 현장 제작정도 등
	EPC 수행 방법 및 전체 일정계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> 통합 EPCS 스케줄 작성
	상세설계 계획	<ul style="list-style-type: none"> 설계 일정 전문기업 하도급 협업 수행 구매/조달 계획 벌크성 자재물량 산출 벌크성 자재 가격책정 시공 기술지 등
	구매/조달 계획	<ul style="list-style-type: none"> 재료 및 기기 공급원 하도급 계획
	시공 계획	<ul style="list-style-type: none"> 노동력 구매/조달 계획 현장 동원 시기 기능공 레벨 작업 순서 하도급 계약 시기 공사기간 등
	시운전 계획	<ul style="list-style-type: none"> 시운전 계획 수립 개별 검사 계획 종합 검사 계획
7. 사업 기준공사비 산정 단계	사업비 계정 분류	<ul style="list-style-type: none"> 토목 건축 기계 배관 전기 계장 등
	구매비 산정	<ul style="list-style-type: none"> 관급자재 구매비 포함
	시공비 산정	<ul style="list-style-type: none"> 사급자재 구매비 건설 노무비 건설 관리비 건설 장비비 건설 보험료 이행보증금 인허가비
	본사지원비 산정	<ul style="list-style-type: none"> 사업관리비 구매/조달 관리비 계약관리비 사업통제비용 IT 지원비용 회계관리비용 품질관리비 자금조달 수수료
	현장관리비 산정	<ul style="list-style-type: none"> 용수공급비 건설관리비 시운전비 건설기간 재산세 등

주요 업무	관리업무	세부 업무항목
	기타비용	<ul style="list-style-type: none"> • 운송비 • 수입관세 • 부지비용 • 예비비 • 개발 비용 상환비 • 초기 연료비 • 노무자/해양화물/책임보험 비용 등
	예비비	<ul style="list-style-type: none"> • 잠재적 리스크 비용
	전체 사업비용 책정	<ul style="list-style-type: none"> • 발주자 비용 • 자금 조달 비용 • 이자 비용 • 물가상승률

* P&ID는 오일 생산 설비 전체 공정을 나타내고, 시운전 준비 및 플랜트 유지보수를 위한 자료로써 넓게 활용되는 가장 중요한 FEED 결과물

4 1차 총괄위원회 결과

□ 회의개요

- (목적) 대형사업의 효율적 추진을 위해 핵심과제 추진방향(안) 및 사업단 구성방안(안) 등에 대하여 심의·의결
- (심의내용) 예타결과에 따른 중점분야 및 세부기술간 통합·연계 방안, 사업단 조직구성 및 사업단장 주관과제 추진방향 등 적정성 검토

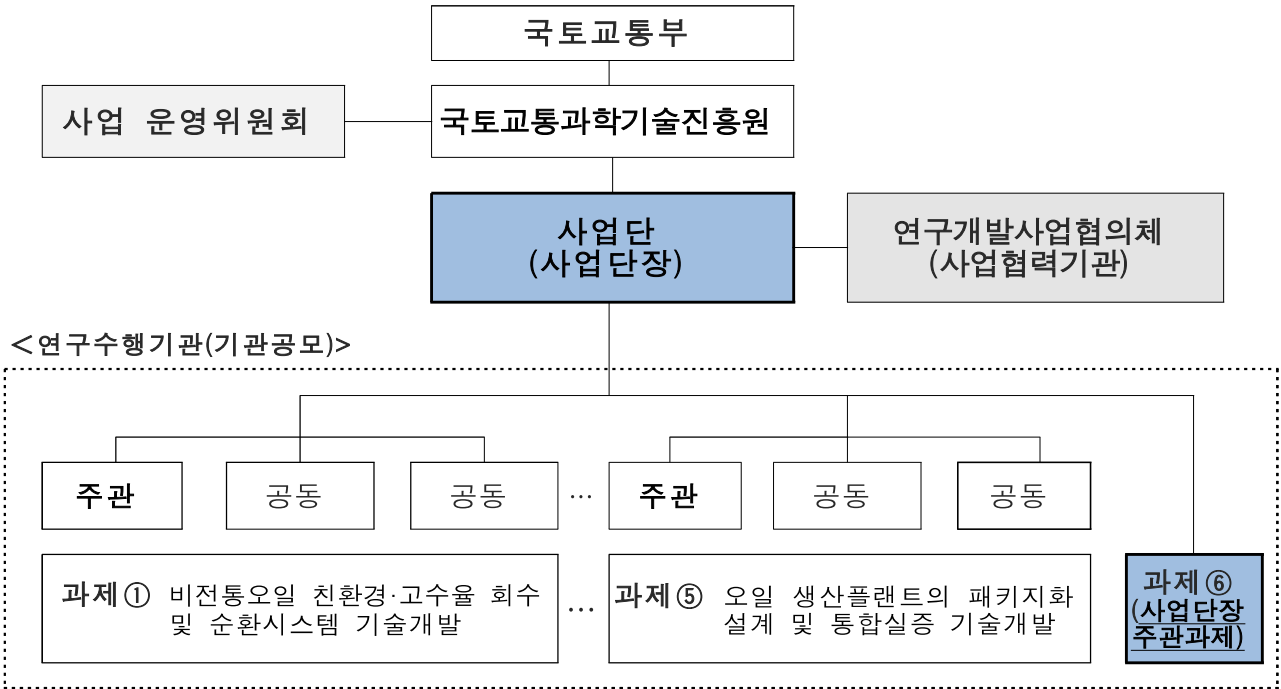
□ 심의내용

- (제1호) 성공적인 해외 현지실증을 위해 세부기술 간 연계성 (핵심공정-설비제작-시공·운영 등) 강화 등 통합하여 총 5개 연구 개발과제로 구성·추진
 - 예비타당성조사 결과* 중점분야 및 세부기술간 통합·연계 필요
 - * 예타신청한 21개의 세부기술 결과, 총 14개의 추진 필요성 확보(7개 반영, 7개 부분반영, 7개 미반영 등)
 - 일부 중점분야는 단일 세부기술로 구성되어 유사분야 통합추진
 - * 생산분야 및 파이프라인 분야는 단일 핵심기술로 구성되어, 유사분야인 순환설비 및 통합실증 분야와 통합 (7개 중점분야 → 5개 중점분야)
- (제2호) 사업단 총괄 역할 부여 및 사업운영비 사용 등을 위한 사업단장 주관과제 신설하여 사업단 구성 추진
 - 통합실증 분야 등 연구개발과제가 개발된 기술의 검증을 위한 총괄 성격으로 사업단장 주관과제 지정이 가능하나,
 - 특정기관에 유리한 상황이 될 수 있으며 사업성공 가능성 제고를 위해 해외 현장실증에 전념토록 체계 구현*이 바람직한 것으로 판단
 - * 필요시, 사업단 내 실증센터의 역할 등을 통해 사업단 운영·관리 지원 가능

< 제1호 안건 요약 >

예타 신청시			예타 결과반영 변경(안)		
중점분야	핵심과제(7개)	세부기술(29개)	세부기술(29개)	핵심과제(5개)	중점분야
생산	[1] 비전통오일의 친환경·고수율 지하 회수 기술개발	[1-1] 비전통오일 저류층 변화 예측 및 고해상 영상화 기술	제외		
		[1-2] 비전통오일 생산 증진을 위한 하이브리드 열공법 및 운영 제어 기술	[1-1] 비전통오일 생산 증진을 위한 하이브리드 열공법 및 운영 제어 기술	[1] 비전통오일 친환경·고수율 회수 및 순환시스템 기술 개발	생산·순환설비
순환설비	[2] 주입물질 인젝션 및 월패드 시스템 기술개발	[2-1] 월패드 시스템 및 생산유체 수집·분리 기술	[1-2] 월패드 시스템 및 생산유체 수집·분리 기술		
		[2-2] 모듈형 증기 생산 및 인젝션 설비기술	[1-3] 모듈형 증기 생산 및 인젝션 설비기술		
		[2-3] 모듈형 복합 열캐리어 가압 스테이션 기술	[1-4] 모듈형 복합 열캐리어 가압 스테이션 기술		
수집분리	[3] 생산수 계통의 오일제거 및 수처리 복합공정 설비기술 개발	[3-1] 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술	[2-1] 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술	[2] 오일 함유 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술개발	수집분리
		[3-2] 오일 처리 기술	[2-2] 오일 처리 기술		
		[3-3] 싸이크론을 이용한 미립자 제거 기술	[2-3] 싸이크론을 이용한 미립자 제거 기술		
수처리	[4] 생산수 계통의 오일제거 및 수처리 복합공정 설비기술 개발	[4-1] 기후극변화 대응 수처리 복합공정 설비의 기능유지를 위한 스마트 시공 및 운영 관리 기술	[3-1] 기후극변화 대응 수처리 복합공정 설비의 기능유지를 위한 스마트 시공 및 운영 관리 기술	[3] 생산수 계통의 오일제거 및 수처리 복합공정 설비기술 개발	수처리
		[4-2] 고품질 재이용수 생산을 위한 전처리 기술	[3-2] 고품질 재이용수 생산을 위한 전처리 기술		
		[4-3] 고품질 재이용수 생산을 위한 분처리 공정기술	[3-3] 고품질 재이용수 생산을 위한 분처리 공정기술		
부분개질	[5] 비전통오일 장거리 이송용 부분개질 기술개발	[5-1] 비전통오일의 생산 수율 및 품질 향상을 위한 친환경 지하 개질 기술	제외		
		[5-2] 파이프라인 이송용 합성원유 생산을 위한 부분개질 촉매 기술	[4-1] 파이프라인 이송용 합성원유 생산을 위한 부분개질 촉매 기술	[4] 비전통오일 장거리 이송용 부분개질 기술개발	부분개질
		[5-3] 비전통오일의 열공법 생산 공정과 연계된 부분개질 반응기/공정기술	[4-2] 비전통오일의 열공법 생산 공정과 연계된 부분개질 반응기/공정기술		
파이프라인	[6] 비전통오일 이송 파이프라인 건설 자동화 기술	[6-1] 장거리 파이프라인 건설사업의 리스크 분석 기반 비용-공기 예측기술	제외		
		[6-2] 비전통오일 생산 수송을 위한 대규모 파이프 개발 기술	제외		
		[6-3] 파이프라인 매설을 위한 굴착 자동화 기술	제외		
		[6-4] 파이프라인 스마트 현장 접합 기술	제외		
		[6-5] 파이프라인 시험 및 고속 backfill 기술	[5-1] 파이프라인 시험 및 고속 backfill 기술	[5] 오일 생산플랜트의 패키지와 설계 및 통합실증 기술개발	통합실증
통합실증	[6] 오일 생산플랜트의 패키지와 설계 및 통합실증 기술개발	[7-1] 비전통오일 생산 플랜트의 Pre-FEED 및 통합실증 기술	[5-2] 비전통오일 생산 플랜트의 Pre-FEED 및 통합실증 기술		
		[7-2] 고점성 원유 통합 생산 및 개질 공정의 에너지 분석과 최적화 기술	제외		

< 제2호 안건 요약 >



□ **종합 심의결과**

- 심의 안건에 대해 “원안 통과”로 의결

의안 번호	안건명	심의 결과		
		원안 통과	조건부 통과	재심의
제1호	(의결) 예타결과에 따른 세부기술별 통합 및 핵심과제 추진방향(안)	○		
제2호	(의결) 사업단 구성방안 및 사업단장 주관과제 추진방향(안)	○		

- (제1호) 예타결과 등에 따라 원안과 같이 추진하고, 필요시 상세 기획 추진상황 등에 따라 밀접하게 연관된 수집·분리 및 수처리 분야의 통합(핵심과제 5개→4개) 고려 요망
- (제2호) 원안과 같이 추진하고, 향후 실제 사업단 조직 구성 시 제한요건이 없도록 과제제안요구서(RFP) 도출 필요

5 4차 전체회의 결과

□ (목적) 사업단 조직(사업단장 및 실증센터 등) 역할 구체화 추진

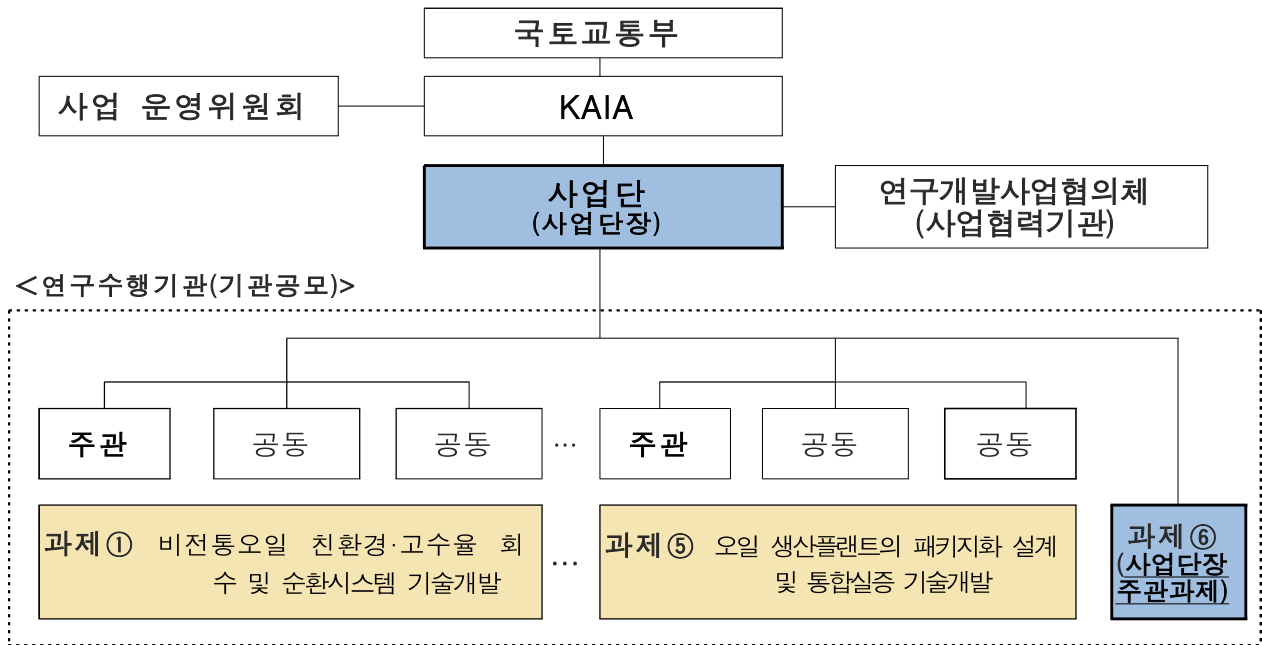
□ (주요내용)

①

대형 프로젝트 관리역량이 매우 중요하므로 사업단 실증센터 등 관련 조직 역할에 대한 구체적 제시 필요

○ (사업 추진체계) 대형 사업의 효율적 운영과 성과 실용화 제고를 위해 하기의 사업단 체계로 추진

- 사업단장 주관과제(연구지원) 및 5개 연구개발과제로 구분



* : 연구개발과제 5개(과제①~⑤) / : 사업단장 주관과제(과제⑥)

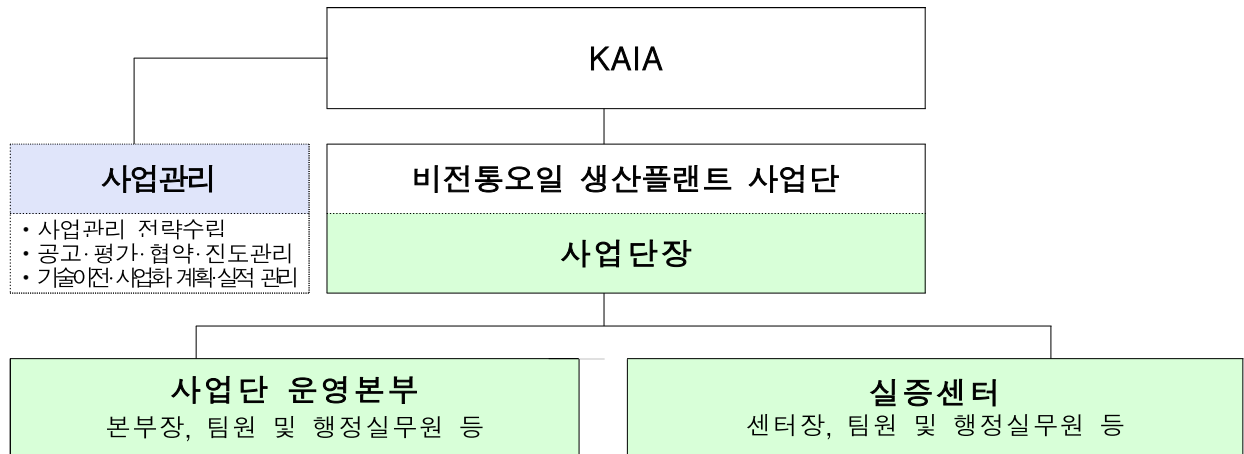
<사업체계 구성(안) >

○ (사업단 조직) 사업단은 동 사업분야 권위 있는 전문가 중 선정된 사업단장과 운영본부*, 실증센터**로 구성·운영

* 사업단장 보좌역할로, 중점분야 간·내의 과제 조정 협의·지원, 사업단 지원 (운영·행정·성과·연구비 관리 등)업무 등 수행

** 핵심과제 간 연구결과를 종합·반영하여 실증 테스트 등을 지원(해외 현지 실증 시 위험요소 저감 역할)

- (인력구성) 사업단장, 운영본부장 및 운영본부 전담직원, 실증센터장 및 실증센터 전담직원 등으로 편성



- * 조직 및 인력은 직무분석 및 사업단장의 업무분장 등에 따라 추후 변경될 수 있음
- ** 위촉연구원 신규 채용 또는 정책 전문성을 고려하여 사업단장이 지정하는 분야별 주요 핵심과제 연구기관 내 전문가를 사업단에 파견 조치 (필요시 순차적 파견)
- *** 센터장은 핵심과제⑤ (통합실증) 주관연구책임자가 겸직

- (주체별 세부역할) 사업단장, 운영본부(장), 실증센터(장)의 세부역할이 유기적으로 연계되도록 구성

< 사업단 조직 주체별 세부역할 >

주체	세부역할
사업단 (사업단장)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업단 총괄 역할 • 세부과제 진도관리·자체평가·참여기관 간 역할배분 등 • 연구성과 관리 및 사업화 지원 • 연구성과 보급·확산 및 홍보 • 운영본부 및 실증센터 구성·운영
운영본부 (본부장)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업단장 지원 역할 및 사업운영 제반 업무 (신규 기술수요조사, 과제 기획, 과제 점검, 사업홍보·성과관리 등 지원) • 중점분야 간 과제 조정 협의 및 지원 • 사업 추진전략 수립 (사업단 운영계획 및 지침 등 수립) • 비전통오일 시장 동향 조사 및 해외기술 벤치마킹 조사·분석
실증센터 (센터장)	<ul style="list-style-type: none"> • 인·허가, 현장시험, 인증획득 등을 위한 종합적 지원 역할(시험인증 기관 및 플랜트 제작·운영기관, 실증부지 소유기관 등 협의) - 수요처 요구조건을 정의하여 세부과제별 설계에 반영토록 지원 - 개발품의 현장적합성 검증, 기술 성능시험 등의 지원을 위한 실증 플랜트(테스트베드) 시험계획 수립 및 운영지원 - 실증부지 소유기관 및 (시)운전 운영기관 실무협의 - 국내·외 시장진출을 위해 필요한 인증조사, 인증항목 및 절차 정의, 세부과제 인증 획득 활동 지원 등



사업단장 및 통합실증 과제책임자 선정시 역량 있는 인력 구성토록 노력 필요

① 사업단장 선정방향(안)

- (기본 자격요건) 플랜트 분야 전문성과 관리역량이 뛰어난 전문가이며 사업 운영·관리에 필요한 역량을 보유한 자
 - * 플랜트사업 수행 또는 관리경험 보유 등
 - ** 정부 R&D 또는 민간 프로젝트를 통한 테스트베드 구축·운영 경험 또는 자원플랜트분야 R&D 사업관리 경험이 충분하며 네트워킹을 구축한 전문가 등
- (경력 자격요건) 사업단장 역할이 가능한 최소 경력 검토 필요
 - * 스마트건설 사업단의 경력자격 등 준용

< 경력자격(안) >

-
- ① 박사 또는 기술사 취득 후 플랜트 분야 10년 이상 경력자 또는 부교수 이상
 - ② 학사 취득 후 플랜트분야 기술개발 또는 실무 경력이 17년 이상인 자
 - ③ 국·공립 연구기관으로 연구직 과장 또는 연구관 10년 이상이며 관련 분야의 연구개발 또는 업무실적을 객관적으로 입증 할 수 있는자
 - ④ 정부출연연구소 책임급 연구원 이상이며 관련분야의 연구개발 또는 업무실적을 객관적으로 입증 할 수 있는자
 - ⑤ 기타 동등이상의 자격
-

○ (기타 자격요건)

- 「국가연구개발혁신법 시행령」 제59조(부정행위 등에 대한 제재처분)에 의거 참여제한을 받지 않는 자, 「국가공무원법」 제33조(결격사유) 각 호에 해당하지 않는 자 등
 - 사업단장 신청시 소속기관으로부터 사업단 최종평가 종료 및 최종 보고서 발간·배포 시점('29.05.30 예정)까지 고용을 기 보장받은 자
 - * 사업단장 선정을 조건으로 한 신청기관의 고용 보장 예정 또는 확약의 경우 제외
 - 사업종료 시까지 사업단장 역할 수행* 및 참여율 100% 권장
 - * 국토교통 연구개발사업 관리지침(개정안) 제23조 제9항에 따른 변경은 예외
 - 최종 과제제안요구서 조정·보완에 참여한 자는 지원 불가
 - * 국토교통 연구개발사업 관리지침(개정안) 제12조 제5항
- ※ 사업단장 공고 및 선정평가 방법 등은 '첨부' 참조

② 통합실증 분야 연구책임자 선정방향(안)

○ (기본 자격요건) 플랜트 분야 전문성과 관리역량이 뛰어난 전문가이며 사업 운영·관리에 필요한 역량을 보유한 자 (필수)

* 플랜트 기본설계, EPC 등 관련 경험 보유

** 정부 R&D 또는 민간 프로젝트를 통한 테스트베드 구축·운영 경험이 충분하며 네트워킹을 구축한 전문가 등

○ (경력 자격요건) 연구책임자 역할 가능한 최소한의 경력 검토 필요

* 사업단장의 경력자격 등 준용

< 경력자격(안) >

① 박사 또는 기술사 취득 후 플랜트 분야 10년 이상 경력자 또는 부교수 이상

② 학사 취득 후 플랜트분야 기술개발 또는 실무 경력이 17년 이상인 자

③ 국·공립 연구기관으로 연구직 과장 또는 연구관 10년 이상이며 관련 분야의 연구개발 또는 업무실적을 객관적으로 입증 할 수 있는자

④ 정부출연연구소 책임급 연구원 이상이며 관련분야의 연구개발 또는 업무실적을 객관적으로 입증 할 수 있는자

⑤ 기타 동등이상의 자격

○ (기타 자격요건) 사업단장의 기타 자격요건 준용

- 「국가연구개발혁신법 시행령」 제59조(부정행위 등에 대한 제재처분)에 의거 참여제한을 받지 않는 자, 「국가공무원법」 제33조(결격사유) 각 호에 해당하지 않는 자 등

- 사업종료 시까지 연구책임자 역할 수행*

* 국토교통 연구개발사업 관리지침(개정안) 제23조 제9항에 따른 변경은 예외

- 최종 과제제안요구서 조정·보완에 참여한 자는 지원 불가

* 국토교통 연구개발사업 관리지침(개정안) 제12조 제5항

□ **권한 및 역할** : 기획·관리, 운영 등 사업 전반에 관한 업무 책임 총괄

- ① 사업단 조직의 구성, 운영, 관리 및 사업단 운영기준 제정·시행 등 사업단 경영 전반에 관한 사항
- ③ 사업 전략수립, 연도별 추진계획 및 예산배분(안) 수립에 관한 사항
- ④ 연구개발과제의 기획, 자체평가, 진도관리·정산·예산조정, 컨소시엄 간 역할 배분에 관한 사항
- ⑥ 연구개발과제의 진행 과정 및 연구결과의 검토·보고에 관한 사항
- ⑥ 연구개발성과 사업화, 지적재산권·정보관리 등 지원, 사업성과 관리 및 국가연구 개발사업 조사·분석·평가 관련업무 협조에 관한 사항
- ⑦ 사업 성과의 관리·보급·확산 및 홍보 등 대외실무 총괄에 관한 사항
- ⑦ 국토교통부에서 실시하는 산업육성·발전 정책의 기술자문 및 업무협조에 관한 사항
- ⑧ 사업목표 달성에 필요한 규제·제도 개선사항의 발굴, 정책 제안에 관한 사항
- ⑨ 인력양성, 국제협력 등 인프라 조성에 관한 사항
- ⑨ 사업단의 효율적 운영을 위한 자체 홈페이지·시스템 구축 등에 관한 사항
- ⑩ 기타 연구개발의 효율적 추진을 위해 필요한 사항

□ **책임**

- (사업단 주관기관*) 사업단장이 사업단 운영·관리에 전념토록 보장 필수

* 사업단장이 소속된 기관으로, 연관되어 추진되는 연구개발과제들의 총괄관리 등 수행

- (독립성 보장) 사업단운영 독립성이 보장되도록 사업단장 응모시 「주관기관장 및 사업단장 간의 독립 운영에 관한 합의 문서 제출」

- (사업단장 교체·해임)

- (교체) 사업단장이 계속하여 직무를 수행할 수 없는 경우 사업단장 교체에 필요한 절차 수행

* 국토교통 연구개발사업 관리지침(개정안) 제23조 제9항

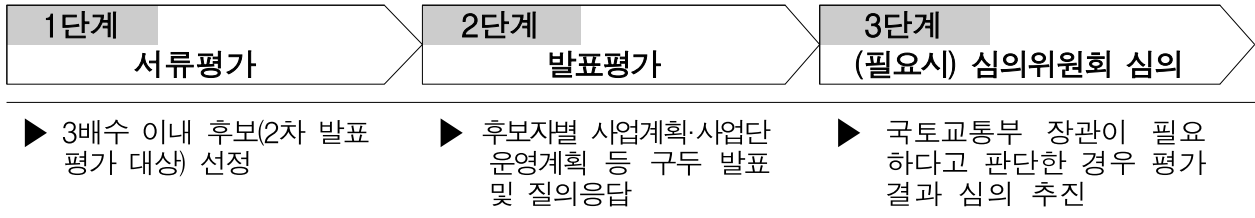
- (해임) 중대한 협약위반 등으로 결격사유가 있을 시 운영위원회 의결을 거쳐 사업단장 해임 추진

* 국토교통 연구개발사업 관리지침(개정안) 제5조 제1항

□ 근무조건

- (임기) 사업기간 종료 시까지 전념하여 업무수행
- (보수) 관련 기준은 원 소속기관의 내부 규정을 따름

□ 사업단장 선정절차



* 1단계 최초 접수인원이 1인 이하일 경우 재공고(7일 이내) 실시

- (연구개발과제 평가단 구성) 위원장 1인을 포함한 5인 이상 15인 이하로 전문분야에 따라 산·학·연 외부전문가 등으로 구성

* 국토교통 연구개발사업 관리지침(개정안) 제14조(연구개발과제 평가단) 1항 및 3항

- ① 서류평가(사업이해도, 연구역량, 사업관리역량, 소속기관 지원의지 등), ② 발표평가(사업계획, 연구수행·활용능력, 관리역량 등) ③ 필요시 심의위원회 심의(필요시) 결과 등에 따라 선정

* 국토교통 연구개발사업 관리지침(개정안) 제15조(선정평가) 1항 및 제16조(선정평가기준) 1항

- (서류평가) 신청요건에 대한 결격사유 여부, 제출자료 미비사항 등을 점검하고, 선정평가 기준에 따라 3인 이내로 2차 발표평가 대상 선정

* 공고/재공고 이후 접수인원이 3인 이하인 경우, 서면평가에서는 신청요건에 대한 결격사유/허위사실 여부, 제출자료 미비 사항만 확인하고 2단계 발표평가 진행(1차 평가 미 실시)

- (발표평가) 1차 서류평가에서 선정된 후보자별 발표(사업단 운영계획 등) 및 질의응답 등을 통해 평가

* 1차 서류평가 점수(50%)와 2차 발표평가 점수(50%)의 결과에 따라 최종 후보자 선정

- (심의위원회) 연구개발과제 평가단의 평가결과 심의 (필요시)

- (최종선정) 연구개발 평가단 평가결과(또는 심의위원회 의결결과)에 따라 사업단장 최종 선정

* 적격자 부재 시 재공고(7일 이내)할 수 있음

□ 사업단장 평가항목

○ (서류평가 기준)

평가항목(배점)		평가착안점
I. 서류평가	사업 이해도 (40)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업의 목적 및 개념을 명확히 이해하고 있는가? - 동향분석의 구체성 및 계획반영 정도 - 목표 및 성과지표의 독창성 및 도전성 - 목표달성을 위한 추진일정의 적정성 - 과제간 유기적 연계를 위한 평가, 조정 및 성과관리방안 - 참여인력의 구성 및 인프라 구축방안의 적정성 - 해외시장 진출 전략의 구체성 등
	사업단장 연구역량 (20)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업단장 연구역량이 사업목표 달성에 적격한가? - 사업단장의 전문성 및 자격 - 사업기획 경험 및 실적 등
	사업단장 사업관리역량 (20)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업단장 사업관리역량이 사업목표 달성에 적격한가? - 사업관리 경험 및 실적 - 연구경험 및 실적 - 사업단 과제관리 및 운영능력 등
	소속기관 지원역량 및 지원의지 (20)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업 추진에 대한 소속기관 지원역량과 지원 의지가 우수하고 명확한가? - 소속기관의 관련분야 경험 및 실적 - 인력, 시설 및 지원시스템 등 사업단 지원역량 - 기관의 유사과제 수행 실적 등

○ (발표평가 기준)

구분	평가항목(배점)	평가착안점	
II. 발표평가	사업계획	사업계획의 우수성 (25)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업의 목표가 명확한가? ○ 최종/단계별 사업 목표가 적절한가? ○ 사업 추진내용이 사업목적에 부합하는가? ○ 사업단 운영관리(사업단 내 핵심과제 관리 포함) 계획이 적정한가? ○ 테스트베드 선정·추진·활용계획의 적절성 및 실현가능성이 있는가?
		추진전략의 타당성 (15)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업추진 전략 및 체계가 타당하며 우수한가? ○ 추진내용이 사업비 규모에 맞게 설계되었는가? ○ 사업단 운영전략 및 유관 사업과의 연계전략이 우수한가? ○ 사업단 구성 주체 간 역할 분담, 협력체계 및 연계방안이 타당한가?
		기대효과 (5)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 7년의 사업기간을 통해 사업목표 달성이 가능한가? ○ 다양한 분야와 산업에 적용될 수 있는 가능성이 있는가? ○ 사업결과가 신산업 창출로 연계가능성이 높은가?
	연구수행 · 활용능력	연구 및 사업화 역량의 우수성 (10)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과거 자원플랜트 관련 연구개발 경험 업적 및 활용실적이 얼마나 우수한가? ○ 자원플랜트 관련 기술이전 또는 사업화 성공 경험이 있는가?
		비전 및 리더십 (10)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 오일 생산플랜트 신시장 진출을 위한 구체적 비전을 제시하고 있는가? ○ 동 사업의 추진배경 및 사업목적을 제대로 이해하고 있는가? ○ 사업의 성공적 추진을 위한 사업단장의 역할을 적절히 제시하고 있는가?
		네트워킹 역량 (10)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자원플랜트 분야에서 국내·외 활동이 활발하며, 높은 인지도를 보유하고 있는가? ○ 오일 생산플랜트 해외 신시장 진출을 위한 네트워크를 충분히 구축하고 있는가?
	관리역량	사업단장 관리능력 (10)	<ul style="list-style-type: none"> ○ R&D 사업기획 및 관리역량이 우수하며, 사업단장으로서 능력을 보유하고 있는가? ○ 사업단 운영철학, 관리·운영방안을 적절하게 제시하고 있는가? ○ 사업단 성과 활용계획(기술이전, 사업화 등)은 적절하게 제시하고 있는가?
		소속기관 지원의 적극성 (10)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소속기관은 연구단의 안정적인 사업추진을 위해 구체적인 지원계획을 제시하고 있는가? ○ 소속기관의 시설, 기자재, 인프라 등 각종 지원내용은 충분한가?

※ 1차 서류평가 점수(50%)와 2차 발표평가 점수(50%)의 결과에 따라 최종 후보자 선정

6

과제제안요구서(RFP) 도출

- 전체회의 1회, 분과회의 2회 등을 통해 각 연구개발과제의 과제 제안요구서(안) 도출
 - * 최종 RFP 상세내용은 2장의 과제제안요구서(RFP)를 참고
- 예타 결과사항을 반영하여 연구과제목표, 연구과제내용, 기술개발 목표, 최종성과물 등을 일부 조정

조정사항	조정내용
연구과제목표 조정	<ul style="list-style-type: none"> ✓ (전체) 사업 최종목표 중 하나인 플랜트 구성 기자재 국산화율 80% 달성을 위해 연구과제별 '핵심설비 국산화율 80% 이상 확보' 목표 추가 ✓ (수처리) 예타 결과에 따른 예산 감액으로 원격운영 제어시스템 개발은 목표에서 제외
연구과제내용 조정	<ul style="list-style-type: none"> ✓ (수처리) 무인진단, 시 모니터링 등의 연구내용을 축소하고 수처리 모듈 통합시공 및 운영에 중점 추진 ✓ (통합실증) 파이프라인 고속 뒷채움 기술은 파이프라인을 일부구간 매설하여 실증하는 방향으로 연구내용 추진 (테스트베드 구축 연구내용에 포함)
기술개발목표 조정	<ul style="list-style-type: none"> ✓ (수처리) 연구내용 축소에 따라 인력 투입율 등의 성능지표 제외 ✓ (부분개질) 예타 결과에 따른 예산 감액으로 설비용량 조정(부분개질용 비전통오일 주입량 30배럴/일 → 20배럴/일급)
최종 연구개발성과물 조정	<ul style="list-style-type: none"> ✓ (전체) 핵심설비 등의 최적화 결과를 반영한 운영 지침서(안) 추가 ✓ (전체) 연구개발과제별 통합설계집(FEED 패키지) 추가

- 상세기획을 통해 조정내용을 반영한 연구개발과제(생산·순환, 수집 분리, 수처리, 부분개질, 통합실증)의 개요는 다음과 같음

중점분야1(생산·순환): 비전통오일 친환경/고수율 회수 및 순환시스템 기술개발

- ☑ (정의) 온실가스 배출 저감 및 비전통오일 회수율 증진을 위한 친환경/고수율 공법 및 유동성 확보를 위한 증기 생산/주입설비와 웰패드 시스템 기술개발 ※ 웰패드 시스템: 현장 작업성, 자동화 운영성, 유지보수의 용이성을 확보하기 위해 생산구역별로 요구되는 설비 등을 집적화

중점 1분야의 최종목표

- 비전통오일 생산소요 에너지 비용과 온실가스 배출 10% 이상 저감
- 현장환경 운영/내구성 대응 모듈형 웰패드(8,400배럴/패드) 시스템
- 유동성 향상 증기생산(품질 100%) 및 주입설비(증기량 12,000m³/일)
- 비전통오일 생산증대를 위한 열캐리어 가압스테이션(생산 가용도 95% 이상)

AS-IS	⇒	To-Be
<p>시스템을 활용한 지하 회수 기법 [SAGD]</p> <ul style="list-style-type: none"> CSOR = 3.5 회수율 = 50% 	⇒	<p>하이브리드 열공법</p> <ul style="list-style-type: none"> CSOR = 3.0 회수율 = 62% 이상

중점 1분야의 개념도

☑ (세부기술) 총 4개의 세부기술로 구성

- (1-1) 비전통유 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 및 운영 제어 기술
- (1-2) 웰패드 시스템 및 생산유체 수집분리 기술
- (1-3) 모듈형 증기 생산 지하투입 설비기술
- (1-4) 모듈형 복합 열캐리어 가압 스테이션 기술

중점 2분야(수집분리): 오일 함유 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술개발

- ☑ (정의) 오일 생산 현장에서 분출되는 진흙, 모래, 오일·유해가스 함유 다상 혼합물의 수집, 분리 기능 수행의 지상설비기술

중점 2분야의 최종목표

- 모듈식 채굴오일 혼합물 수집 및 분리설비 기술
- 비전통오일 생산지역의 최저 기후환경에서 운용이 가능하고, 혼합물 분리효율 97%를 가지는 채굴오일 혼합물 수집 및 분리설비
- 오일 중 염분성분 등 부산물 분리 및 활용기술

AS-IS	⇒	To-Be
<ul style="list-style-type: none"> 대형 플랜트로 사용하는 공간이 넓음 이동성이 없어 지역을 옮기면서 생산 불가능 비전통오일 생산지역 기후 환경에서 생산설비 운영, 시공 및 설치가 어려움 	⇒	<ul style="list-style-type: none"> 수집, 분리 및 처리를 통합하여 고효율, 소형화 모듈화를 통한 이동성 확대 설치시간 단축으로 비전통오일 생산지역 기후 환경에서 설치 용이

중점 2분야의 개념도

☑ (세부기술) 총 3개의 세부기술로 구성

- (2-1) 다상 혼합물질 수집 및 분리 설비 기술
- (2-2) 오일 처리 기술
- (2-3) 싸이클론을 이용한 미립자 제거 기술

중점 3분야(수처리): 생산수 계통의 오일제거 및 수처리 복합공정 설비기술 개발

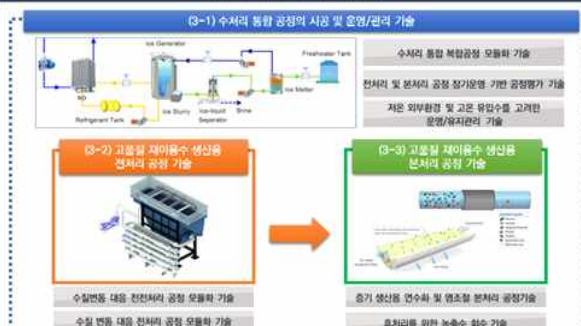
- ☑ (정의) 비전통오일 생산 플랜트에서 발생하는 고농도 폐수로부터 오일제거 및 수처리하기 위한 비전통오일 맞춤형 재이용 수처리 기술

중점 3분야의 최종목표

- 극한지 환경에서 적용성과 효율성이 우수하고, 생산계획에 따라 이동이 가능한 모듈식 복합수처리 복합공정 기술
- 재활용율 90%, 유류성분 제거율 99%를 가지는 고품질 수처리 재이용 공정

AS-IS	⇒	To-Be
 <ul style="list-style-type: none"> 지상 플랜트형 생산수 처리 설비 에너지소비형 수처리 공정 고정형 플랜트로 공간 집적화를 낮춤 	⇒	 <ul style="list-style-type: none"> 이동형 물 재이용수 생산 모듈화 설비 저에너지·친환경 재이용수 생산 공정 기존보다 작은 공간에 설치 용이

중점 3분야의 개념도



(3-1) 수처리 통합 공정의 시공 및 운영/관리 기술

(3-2) 고품질 재이용수 생산용 전처리 공정 기술

(3-3) 고품질 재이용수 생산용 본처리 공정 기술

(세부기술) 총 3개의 세부기술로 구성

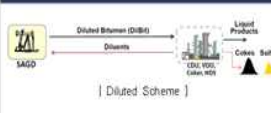


- (3-1) 수처리 통합 공정의 시공 및 운영/관리 기술개발
- (3-2) 고품질 재이용수 생산용 전처리 공정기술
- (3-3) 고품질 재이용수 생산용 본처리 공정기술

중점 4분야(부분개질): 비전통오일 장거리 이송용 부분개질 기술개발

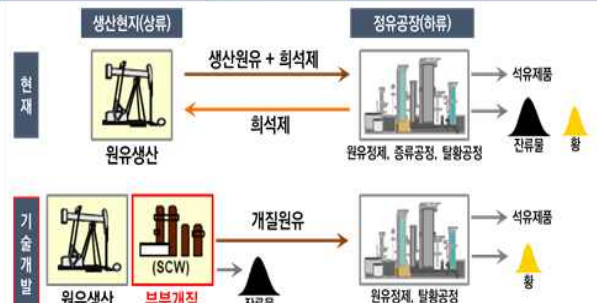
- ☑ (정의) 고점성의 비전통유로부터 장거리 파이프라인 수송이 가능한 수준의 품질과 성상을 보유한 합성원유(Synthetic Crude Oil)를 생산하기 위한 물 기반 지상 부분개질 기술

중점 4분야의 최종목표

- 고가의 희석제를 사용하지 않고 파이프라인 수송을 위한 고점성 원유의 지상 부분개질(Partial Upgrading) 기술 개발
- 부분개질 합성원유 수율 90 vol% 이상, 부분개질 합성원유 품질확보 (비중 20 oAPI 이상, 점도 300 cSt 이하) 기술

AS-IS	⇒	To-Be
 <p>[Diluted Scheme]</p>  <p>[Full Upgrader Scheme]</p> <p>고가의 희석제 사용</p>	⇒	 <p>(2-1) 촉매 기술</p> <p>(2-2) 반응기/공정기 개발</p> <p>물 기반 분산제 개발</p> <p>부분개질 실용규모 공정 개발</p> <p>고가의 희석제 없이 파이프라인 이송 가능한 고점성 원유 개질</p>

중점 4분야의 개념도



생산원유(상류) → 정유공장(하류)

원유생산 → 석유제품

원유정제, 증류공정, 탈황공정 → 진류물

원유생산 + 희석제 → 원유정제, 증류공정, 탈황공정 → 석유제품

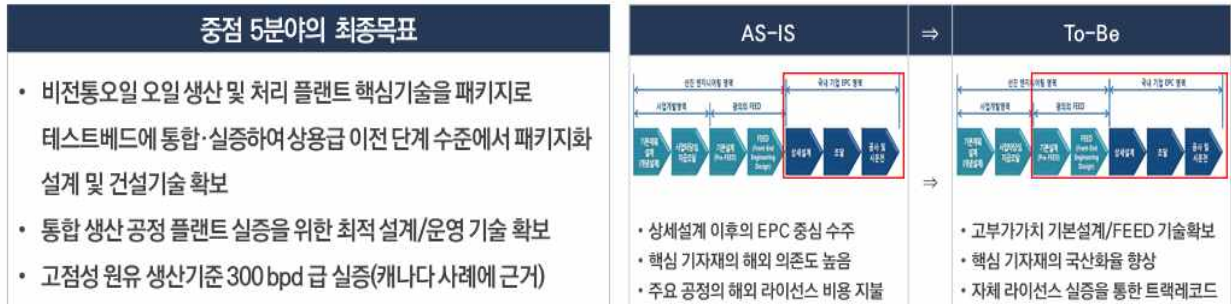
원유생산 (SCW) → 원유정제, 탈황공정 → 석유제품

(세부기술) 총 2개의 세부기술로 구성

- (4-1) 파이프라인 이송용 합성원유 생산을 위한 부분개질 촉매 기술
- (4-2) 비전통유의 열공법 생산 공정과 연계된 부분개질 반응기/공정 기술

중점 5분야 : 오일 생산 플랜트의 패키지화 설계 및 통합실증 기술

- ☑ (정의) 오일 생산 및 처리 플랜트 건설 핵심기술 개발사업에서 개발된 핵심기술을 실용화를 목적으로 실제와 동일한 환경에서 통합실증



- ☑ (세부기술) 총 2개의 세부기술로 구성

- (5-1) 비전통오일 생산 플랜트의 Pre-FEED 및 통합실증 기술
- (5-2) 파이프라인 시험 및 고속 뒷채움 기술

7 2차 총괄위원회 결과

☐ 회의개요

- (목적) 비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발사업(R&D)의 예비 타당성조사 통과* 및 보완사항 따른 상세기획 추진** 결과 심의·의결
- (심의내용) 상세기획 추진결과 및 과제제안요구서(안) 심의·의결

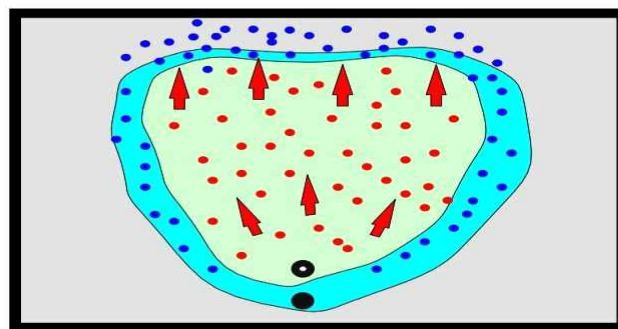
☐ 심의결과

- 심의 안전에 대해 “원안 통과”로 의결
 - 수처리 분야 목표인 ‘가동 중지율(0%)’ 달성을 위해 문구 일부 수정
- * 저온 외부환경 및 고온 유입수를 고려한 운영 및 유지관리(진단포함) 기술개발

II. 과제제안요구서(RFP)

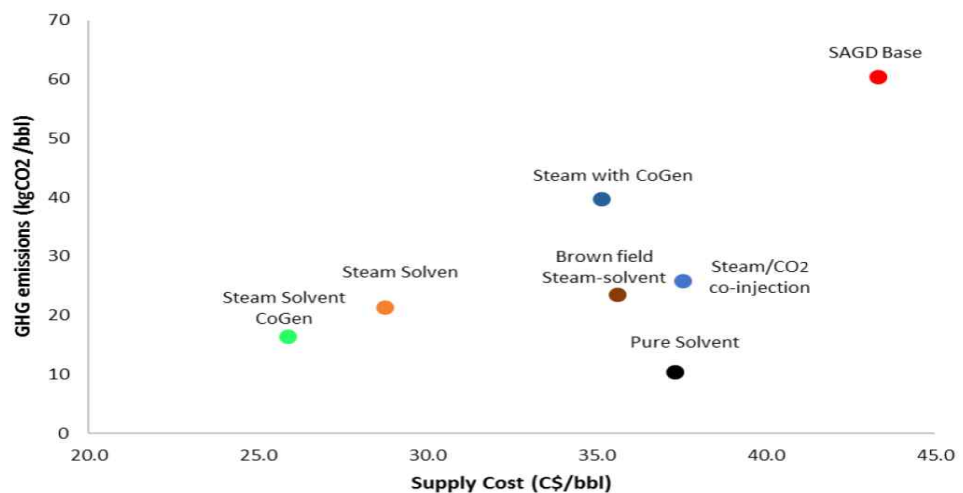
연구과제명	비전통오일 친환경·고수율 회수 및 순환시스템 기술개발
1. 연구목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실가스 배출저감 및 비전통오일 회수율 증진을 위한 친환경·고수율 공법 및 유동성 확보를 위한 증기 생산·주입·가압설비 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> ※ 설비용량 : 비전통오일 내 오일생산량 300 bpd급 플랜트 기준 용량 반영 * 실증플랜트 구성 기자재의 국산화율 80% 이상 달성 - (친환경 열공법) 비전통오일 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 및 운영 제어기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ※ 하이브리드 열공법 : 탄화수소 용매 등을 스팀과 함께 주입하는 공법으로, 솔벤트 등의 특성과 시추공의 배열구조 및 열손실층에 대한 보안을 결합 * 탄화수소 등 용매 활용(증기 주입량 감소)을 통한 온실가스 배출 및 에너지 소비량 10% 이상 저감 - (비전통오일 회수) 웰패드 시스템 및 생산유체 수집·분리기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ※ 웰패드 시스템 : 현장 작업성, 자동화 운영성, 유지보수의 용이성을 확보하기 위해 생산구역별로 요구되는 설비 등을 집적화 (지하 가압관, 생산관, 생산유체 수집계통, 생산유체 분리시험 및 그룹 분리장치, 증기 및 열캐리어 주입장치 등으로 구성) * 현지 환경에서 설비운영성과 내구성이 우수하고, 이동·설치가 용이한 모듈형 웰패드(설계기준 처리용량 일 8,400배럴/패드) 시스템 확보 - (증기 생산·주입) 모듈형 증기 생산 및 지하투입 설비기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 고정성 원유 저류층을 가열하는 등 유동성 향상을 위한 증기생산(품질 100%) 및 생산촉진가스를 가압·공급(최대 증기량 12,000m³/일)하는 주입설비 개발 - (유동성 증대) 모듈형 복합 열캐리어 가압 스테이션 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> ※ 탄화수소계열 연소가스 혼합물(열캐리어)을 동시에 주입하는 방식으로 지하 저류층 내에서 반응확산과 생산촉진가스로 토출을 촉진하는 등 유동성 추가 증대 * 고정성 원유의 생산성 증대를 위한 고효율 복합 열캐리어 가압설비(가열온도 300℃, 기화율 95% 이상) 및 모듈형 스테이션(생산 가용도 95% 이상) 개발 ○ 단계별 목표 <ul style="list-style-type: none"> - (1단계, 3년 9개월) 하이브리드 열공법 및 운영 자동화 기술개발, 웰패드 시스템, 증기 생산·주입설비, 복합 열캐리어 가압 스테이션 등 핵심설비 설계·제작·모듈화 및 성능평가 - (2단계, 3년) 핵심설비 모듈 테스트베드 설치 및 시운전·연속운전 지원(공정 최적화), 운전결과를 반영한 상용급(20,000배럴/일) 비전통오일 생산플랜트 적용을 위한 기본설계 기술개발
2. 연구 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비전통오일 생산량은 세계 오일 생산량 대비 9.7%이며, 최근 저유가 기간에도 증가하는 등 시장진입을 위한 비전통오일 생산·순환기술 개발 필요 * '18년 비전통오일 생산량은 '16년 대비 28만 배럴/일 증가(World Oil Review 2019)

- 지하에 증기를 주입하는 기존의 생산공법 개선을 통해 에너지 소비는 줄이고 비전통오일 회수율은 증진할 필요
 - 열주입 석유회수증진공법(thermal enhanced oil recovery, thermal EOR)은 다량의 증기를 지하에 주입하기 위해 별도의 연료원과 공급수 필요
 - * 증기 발생을 위한 연료(천연가스 등) 연소로 인해 다량의 온실가스 배출 이슈
 - 기술개선을 위한 대표적인 공법은 ES-SAGD (Expanding Solvent-SAGD)가 있으며, 탄화수소 용매를 주입하여 비전통오일의 점성도를 감소 가능
 - ※ SAGD(Steam Assisted Gravity Drainage) : 중질원유가 석인 오일샌드에서 증기로 석유 성분을 녹인 후 물과 혼합된 비투멘을 지상으로 뽑아 원유와 불순물을 분리하는 방식
 - * 탄화수소 용매 활용에 따른 증기 사용감소로 온실가스 배출량 저감 및 생산단가 감소



- ▲ Steam
- Condensed Solvent
- Vaporized Solvent

< 탄화수소 용매를 활용한 열주입 석유회수증진공법 개념도 >



< 비전통오일 생산공법별 온실가스 배출량 및 원유 배럴당 공급단가 >

- 비전통오일 저류층 내에 다양한 크기로 협재된 세일층은 스팀챔버 발달을 방해하기 때문에 기존 SAGD 공법 적용 시 어려움이 있어, 저류층의 불균질성이 잘 반영된 고해상 저류층 모델 개발 필요

- 수평정 형태로 지하 저류층 생산방식이 계획·시공되어, 가압 및 추출 설비를 집약시켜 유지보수성 개선 및 운용 효율성 제고 필요
 - 기존의 분산형 설비는 현장 환경에 따라 운송·설치 제약이 있으며, 주입정과 거리간격이 클수록 열손실 발생 및 유체 유동성 감소
 - * 웰패드에 연결되는 주입관·생산관의 열손실 최소화 위한 단열재 및 이중관, 생산관에 추가적인 열 공급기능, 고유동 다중 펌프설계 등 적용 추세
 - 증기 등 유체 주입 시 고온·고압에 따라 마모·부식이 발생하여 오일 누출 등 방지를 위해 생산시스템의 운영 효율성 고려 웰패드 시스템 고도화 필요
- 운영환경 등에 따라 웰패드 및 증기 주입설비 등 이동·설치의 어려움 존재 및 생산용량 변동 대응을 위한 모듈화 기술개발 필요
 - 기후조건이나 고온·고압 생산 환경에 따라 생산 효율성 제고를 위한 모듈형 웰패드 및 증기 주입설비 개발 필요
 - * 고온·고압 증기발생 및 가압 스테이션, 복합 열캐리어 가압설비, 웰패드 집적 시스템 설계 기술, 고온 및 고압 유동으로 인한 안전기술 등에 관한 수요 증대
 - ** 현지 저류층 특성 및 용량, 생산계획, 생산운영 등 가변적 적용이 가능한 이동형 모듈방식 열캐리어 가압시스템 등 개발 필요
- 중앙처리시설(CPF)의 효율적 운전제어를 위한 생산유체 측정 및 시험 분석, 생산유체를 액체와 기체로 분리하는 그룹 분리장치 등은 국내 시험분석, 설계 및 제작역량을 집약하는 등 현지 시장진입 전략 마련 필요
- 증기만 주입하는 방식과 달리 탄화수소계 연소가스 혼합물을 동시에 주입하여 지하 저류층 내에서 탄화수소에 의한 반응확산과 생산촉진가스로 토출을 촉진하는 등 유동성 추가 확보가 가능한 기술개발 필요

□ 기술동향 [국외 동향]

- '00년대부터 SAGD 공법이 상업적으로 널리 사용되고 있으며, 증기 사용량을 절감하여 운영비 절감 및 이산화탄소 배출 감소 가능한 탄화수소 용매를 사용 연구 진행 중
 - * EnCana와 Suncor사에서 실증단계 연구 추진 중
 - ** 이 외 VAPEX(Vapor Extraction, 탄화수소 용매만 사용) 생산 기술, N-Solv (탄화수소 용매를 가스형태로 주입) 생산 기술 등이 있음
- 비전통오일 저류층 품질특성에 따라 생산단가 절감을 위해 SOR(Steam-Oil Ratio) 및 CSOR(Cumulative Steam-Oil Ratio)를 최소화하는 추세

※ SOR : 주입되는 스팀의 양을 생산되는 오일의 양으로 나눈 지표로, 값이 작을수록 적은 스팀의 양으로 많은 양의 오일을 생산 가능

※ CSOR : 주입된 누적 스팀의 양을 누적 오일 생산량으로 나눈 지표

○ 솔벤트를 스팀과 혼합·주입하여 SAGD의 스팀 효과와 솔벤트와 고점성 원유간의 희석효과를 이용한 회수기법* 수요 증가 추세

* Expanding Solvent-SAGD : 변형된 SAGD 기법으로, 솔벤트 분리 공정에서 회수된 솔벤트 양과 주입된 솔벤트 양을 비교하여 솔벤트 손실에 대한 모니터링이 가능하여 환경문제에 빠른 대응 가능

○ 캐나다 IMEX사 및 영국 Helix Oilfield Services사 등 생산관 관련 선진기업에서는 생산유체의 열 손실을 줄여 SAGD 공법 효율 향상 및 고점성 원유 생산과정에서 발생할 수 있는 환경 피해를 방지

○ 웰패드의 test separator 및 water cut meter를 이용하여 지하로부터 생산된 다상 혼합물(오일, 물 등)의 물 생산비율 실시간 측정 및 공정 유지관리 효율 증대 가능

○ 스위스 SULZER사는 오일·가스 생산, 운송, 정제 및 석유화학 가공용 첨단 펌프 솔루션 제공하며, 파이프라인, 물분사, CO2 파이프라인 및 주입 등에 주로 활용하고 있음

○ 직접 접촉식 증기발생기는 연소환경에 급수를 직접 분사하는 방식으로 낮은 품질의 급수 사용 등 기존 시스템보다 10% 이상 효율 제고

* gti사는 앨버타주 SAGD방식 생산 플랜트 대상 테스트 수행

○ 중국 Jiangsu Dajiang Petroleum Technology사의 모듈형 증기발생기는 열캐리어 방식을 개발·적용하여 증기 품질 85%, 열효율 90% 이상 달성

[국내 동향]

○ 한국건설기술연구원은 지반안정화를 위해 열사이편 시작품을 제작하고 성능 평가를 위한 실험장비를 고안하여 평가 수행

* 국내 구조물 설계 및 시공 시 지반조사에 대한 연구내용은 상용화 단계임

○ 증기 사용량 감소 등 운영비 절감, 이산화탄소 배출 감소를 위한 탄화수소 용매를 활용 연구는 미흡한 수준

○ 공사기간 단축 및 비용절감 등을 위해 파일럿 규모 오일샌드 플랜트 모듈화 설계·제작·시공 기술개발 진행하였으나, 웰패드 시스템관련 연구는 미흡한 수준

- 생산유체 분리시험 기술 관련하여 ‘비재래 원유 증산을 위한 종합체 주입 sequence 및 plant 설계’ 연구개발 과제 등이 수행되었으나, 상용급 기술력 확보는 아직 미비
- 산업용 폐열회수 보일러 등 제작 역량은 있으나, 해외 유전 현장에 적용이 가능한 설계기술 등은 신뢰성 확보에 부족한 상황
- 고온 고압 7단 펌프의 경우, API610*을 만족하며 양정이 3,000m 급인 펌프 설계 연구 완료
 - * 본 연구개발과제에서 개발하고자 하는 펌프 기술의 약 75% 수준
- 열캐리어 방식 파일럿 급의 모듈 및 시스템을 개발*하였으나, SAGD 공법 적용을 위한 설계 최적화, CPF 계통 연계 구성, 대용량화 및 상용급 실증 등은 매우 미흡
 - * 해외(중국) 라이선스(연소기)를 도입하여, 압축기를 비롯한 주변 기자재를 결합하는 등 국산화 수준은 아님
- CNG 압축기, Air 압축기 등 열캐리어 가압설비 관련 장비 국산화를 위한 연구 수행 중
 - * 압력 제어 통해 증기를 조절하는 증기발생기 기술 연구 중

3. 연구내용

- (구성기술 1) 비전통오일 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 및 운영 제어기술 개발
- 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 기술개발
 - 원유생산 예측을 위한 현장규모 3차원 저류층 시뮬레이션 모델 개발
 - 비전통오일 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 기술 개발
 - 하이브리드 열공법에 영향을 미치는 주요 저류층 변수 도출
 - 비전통오일 생산 극대화를 위한 infill well 타입 및 운영기술 개발
 - 현장 실증광구 복잡성 반영 하이브리드 열공법 운영 최적화 기법 개발
- 현장 실증 광구의 특성을 반영한 ES-SAGD 공법 기술개발
 - 고온·고압 조건에서의 인공지능 기반 자동화설비 제작 기술개발
 - 생산장애층 및 열손실층의 크기 및 분포에 따른 탄화수소 용매 및 오일 회수율 평가 기술개발
 - 탄화수소 용매 종류에 따른 운영조건 및 오일 회수율 평가 기술개발
 - 현장 실증과 연계한 탄화수소 용매 주입 조건 최적화 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. 비전통오일 회수율	%	62 (캐나다)	50 (SAGD 기준)	62 이상
2. CSOR ^{주1)}	-	3.0 ^{주2)} (캐나다)	3.5 (SAGD 기준)	2.9 이하
3. 탄화수소 등 용매 사용 비율	Vol. %	5 (캐나다)	15	5 이하 ^{주3)}

주1) 주입된 누적 스팀의 양을 누적 오일 생산량으로 나눈 지표

주2) 최고 수준으로 SAGD 공법을 운영하고 있는 Suncor사의 경우 3~4 수준으로 유지 중

주3) 탄화수소 용매를 활용한 SAGD 프로젝트 적용 기준(17년 Mahihkan North 프로젝트를)을 목표로 하되, 실증광구 대상 시뮬레이션 최적화 결과에 따라 변경 가능

□ (구성기술 2) 웰패드 시스템 및 생산유체 수집·분리 기술개발

○ 웰패드 모듈화 설계 및 제작 기술개발

- 설치 및 이동이 용이한 웰패드 모듈화 시스템 설계·제작 기술개발
- 현지 운송법규 및 운송시스템, 설치 등을 고려한 웰패드 패키지 기능모듈 설계 및 제작 기술개발
- 그룹분리장치*, 단열 생산관 및 주입기·분리기 설비 등을 포함한 웰패드 모듈 시스템 제작 기술개발
- * 생산유체 혼합물에서 액상과 기상 그룹으로 분리하고, 침전물을 1차 배출하는 장치
- 유동 안정성 확보를 위한 Water cut 모니터링 시스템 개발
- 웰패드 시스템 내구성 및 가용도 등 성능평가 기술 개발
- 테스트베드 적용 및 평가를 통한 최적화 기술 개발
- 상용급(20,000배럴/일) 비전통오일 생산플랜트 적용을 위한 웰패드 모듈 기본설계 기술개발

○ 생산유체* 수집·그룹분리장치 기술개발

- * 증기나 물, 생산축진가스가 비튜멘, 모래 등과 혼합 후 지상으로 분출되는 혼합물
- 생산유체 그룹분리장치 성능해석 및 수집 시스템 계통설계 기술개발
- * 장치 용량별 분리구조, 구조재료, 분리효율 등 최적화 설계
- 생산유체 그룹분리장치를 이용한 생산관 서징 제어기능 기술개발
- 비전통오일 유동환경에 적용 가능한 수집·그룹분리장치 설계·제작 및 성능평가 기술개발
- * 분리효율, 내마모성, 안전성을 강화한 장치 제작·평가 및 최적화
- 테스트베드 적용 및 평가를 통한 최적화 기술 개발

○ 생산관 단열 및 유동 제어 기술개발

- 단열재 및 이중관 구조에 따른 단열 생산관 설계·제작 기술개발
- 고점성 원유 생산환경*에 따른 열 손실량 및 생산관 내 유체 유동특성 분석 기술개발
 - * 비전통오일 저류층의 토양 분포범위, 오일 점성도, 저류층 온도 등
- 단열재 열전도도 등 설계조건 변화 생산관 단열 성능평가 기술개발
- 단열 생산관과 연계한 고점성 원유 생산관 유동·생산성 증진평가 기술개발

○ 생산유체 3상 분리 시험장치 기술개발

- 수집분리시험 및 실시간 정밀 측정 시스템 기능설계 기술개발
- 생산유체 3상(원유, 가스, 물) 시험분리기 통합 설계 및 제작 기술개발
- 웰패드 시스템 장착 및 실증을 통한 유량 측정 정확도 평가기술 개발
- 테스트베드 적용 및 평가를 통한 최적화 기술 개발
- 원격지 웰패드 시스템에 장착되는 시험분리기 원격진단 및 운영제어 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. 웰패드 처리용량 ^{주1)}	bpd/pad	8,400 (캐나다/Devon)	-	8,400
2. 생산유체 그룹분리성능	API	API 23 (캐나다/SUNRY PETRO)	API 45	API 23
3. 생산관 열전도율	W/m·°C	0.006 (캐나다/IMEX)	-	0.006
4. 분리시험성능	AER Directive 17	AER Directive 17, 3상 시험	2상	AER Directive 17, 3상 시험

주1) 생산관·주입관 한 쌍당 1,200bpd/pad 기준, 설계는 7개(8,400bpd/pad), 실증은 1개 (1,200bpd/pad) 처리용량으로 추진

□ (구성기술 3) 모듈형 증기생산 및 지하주입 설비기술 개발

○ 고점성 원유 생산용 고품질 증기 발생기술 개발

- 급속증발 및 고온 포화증기 생성 메커니즘 모델링 개발·평가
- 다단 급속증발기 및 고온 포화증기 발생기 모듈계통 설계·제작·성능평가

- 급속증발 및 고온 포화증기 발생 통합모듈 에너지 분석 및 제어 기법 개발
- 급속증발 및 고온 포화증기 발생 통합모듈 제작 및 성능평가
- 웰패드 시스템 및 테스트베드 적용을 통한 최적화 기술 개발

○ **생산촉진가스 인젝션 스테이션 설계 및 제작 기술개발**

- 생산촉진가스 가압 스테이션 모듈 설계 및 제작 기술개발
- 다단형 인젝션 펌프 스테이션 등 가압설비 설계 및 제작 기술개발
- 생산촉진가스 가압 스테이션 내구성 및 가용도 평가기술 개발
- 생산촉진가스 가압 스테이션 운전을 위한 유틸리티 최적화 기술개발
- 테스트베드 적용을 통한 최적화 기술 개발

○ **기술개발 목표**

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. 증기 품질/순도	%	100 ^{주1)} (캐나다/- Oak Point Energy)	75	100
2 증기 공급 온도	℃	314 ^{주2)} (캐나다/Grizzly)	-	314
3 최대 증기량	API	5,469m ³ /d ^{주3)} (캐나다/Grizzly)	-	12,000m ³ /d (가압관 6개)
4. 가압성능규격	API	API 610 (캐나다/Grizzly)	-	API 610

주1) 과거 75~80 수준의 증기 품질이었으나, 공정개발을 통해 100% 증기품질의 공급 시스템 적용

주2) 캐나다 현지에서 일반적으로 적용하는 온도

주3) 단일 트레인에서 최대 생산증기 공급량으로 설계하여 110개의 웰패어에 적용

□ **(구성기술 4) 모듈형 복합 열캐리어 가압설비 기술개발**

○ **복합 열캐리어 스테이션 통합설계 및 제작 기술개발**

- 복합 열캐리어 가압설비 기능설계 및 모듈화 설계 기술개발
- 모듈형 복합 열캐리어 스테이션 설계·제작 및 성능평가 기술개발
- 모듈형 복합 열캐리어 스테이션 내구성 및 가용도 평가기술 개발
- 모듈형 복합 열캐리어 스테이션 운전을 위한 유틸리티 최적화 기술개발
- 테스트베드 적용을 통한 최적화 기술 개발

○ 복합 열캐리어 연소기 모델링 및 제어 기술개발

- 비전통오일 대상 복합 열캐리어 구성계통 분석 및 성능 해석 기술개발
- 복합 열캐리어 연소기 상세 설계 및 시제품 제작 기술개발
- 복합 열캐리어 연소기 성능평가 기술개발
- 연료소비 및 처리비용 절감을 위한 운영조건·범위 최적화 기술개발

○ 복합 열캐리어 연소기 및 연료 주입설비 제작기술 개발

- 복합 열캐리어 가압설비용 압축기* 설계·제작 및 성능평가 기술개발
* 모듈화에 적합한 연료 및 연소제 공급용 압축기 등
- 복합 열캐리어 가압설비용 압축기 내구성 및 가용도 평가기술 개발
- 성능평가 결과를 반영한 운영조건·범위 최적화 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. 스테이션 생산 가용도	%	95 ^{주1)} (캐나다/Oak Point Tech.)	93	95
2. 복합열캐리어 연소기 기화율	%	95 (캐나다/LARICINA)	-	95
3. 복합열캐리어 연소기 가열온도	℃	300 (중국/Jiangsu)	300	300

주1) 북미 비전통오일 설비의 경우, 사용조건이 열악하거나 생산운영 효율성을 높이기 위한 방안으로 90% 이상 높게 설계

4. 연구 추진 방법

□ 추진전략

- 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시
 - 핵심 연구개발성과 제시 및 그에 따른 연차별 목표를 수립하고, 그에 적합한 연차별 세부 추진전략 및 일정계획, 핵심성과 로드맵을 제시할 것
 - 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것
 - 연구개발목표(성능, 경제성 등)는 기존 기술 등과 비교하여 설정 근거와 함께 정량적으로 반드시 제시할 것
 - * 예) 생산단가 기존 대비 00% 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등
- 연구개발내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시

- 기존에 수행되었거나 국내·외에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구 개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구개발계획에 포함
 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시
- 정부 및 관련 공공기관·공사·기업 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보
 - 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행
 - 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악
- 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출
- 연구개발성과물을 연구개발계획서에 구체적으로 제시
 - 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계로 구분하여 제시
 - 수요자 중심으로 연구성과물 활용방안 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적 방안 제시
 - 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
 - ※ 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약 시 조정(추가) 될 수 있음
- 연구개발성과 도출의 기간, 예산, 적정성을 고려하여 주어진 조건 내에서 구체적인 테스트베드 실증 계획(실증 대상 및 규모, 소요예산, 추진 일정 등) 및 방안을 연구개발계획서에 제시
 - 개발기술의 실증을 위한 테스트베드와 관련하여, 타 중점분야 연구개발 과제와의 협업 등 구체적인 실증 방안 제시
- 중점분야5 연구개발과제와의 연결을 위한 통합 FEED 패키지 도출 추진

No	구성항목		기술개발내용	성과물
1	웰 패 드	패드	웰패드 모듈화 설계 (웰패드FEED자립)	웰패드 모듈화 설계집
2		주입정	모듈형 증기생산 설비 설계	모듈형 증기생산 설비 설계집
3			모듈형 가압설비 설계	모듈형 가압설비 설계집
4			모듈형 인젝션 설비 설계	모듈형 인젝션 설비 설계집
5		생산정	운영조건 및 제어	지하회수 설계집

- 국내 기 개발된 관련 기술을 활용하여 상용화를 위한 기반마련 추진
 - 테스트베드 운영 결과를 반영하여 상용급 핵심설비 개념·기본설계 기술개발 확보 추진(연구개발 7차년도)
 - ※ 상용급(20,000배럴/일 급) 비전통오일 생산플랜트 적용 가능한 설계기술 개발
 - 연구개발 종료 후 핵심설비는 상용으로 지속적 활용을 권장하며, 이를 위한 활용방안 및 사업모델 제시
- 국제공동연구 추진
 - 국내기반이 극히 취약한 분야는 국외 전문기관과 연계하여 국제 공동연구 추진
 - ※ 필요시 기술분야별 세계 최고 수준의 전문가와 기술협력 네트워크 조성

□ 추진체계

- 본 연구개발과제는 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄 공모로 진행
 - 주관연구개발기관은 개발 기술간 연계·활용, 최종 연구개발성과물의 실용화 등을 고려하여 컨소시엄을 구성하고 연구개발과제의 총괄 역할을 수행
 - 연구책임자는 역할 분담의 필요성 및 명확성 등을 고려하여 공동연구 개발기관과의 협의를 통해 구체적인 연구개발계획을 수립하고, 전체 연구개발과제를 책임지고 진행·관리
- 주관연구개발기관은 과제 시작시점부터 종료까지 동일기관이 연구를 수행하여야 함
- 컨소시엄 구성시 과도한 연구개발기관의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것
 - * 연구개발기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며, 연구개발내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결 시 조정될 수 있음
- 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제
- 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영
- 연구자의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

- 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요(지속적인 기술 동향 조사 및 수요 조사 등)

[연구개발내용 간 연계 전략]

- ① 연구개발내용 구성상 (구성기술1) 비전통오일 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 및 운영 제어기술 개발이 핵심이므로, 이를 수행하는 주관연구개발기관의 역할이 중요
- ② 본 연구개발과제로 개발되는 모든 장치는 연구개발 수행기관에서 활용할 수 있도록 정보공유 및 기술개발 협력체계 구축
- ③ 향후 해외 사업화 모델 개발을 위하여 연구개발에 참여하는 기관들과의 협조체계 구축 필요

[실증 추진 전략]

- 본 사업에서 선정된 주관연구개발기관은 해외 실증단계에서 비전통오일 관련 설비, 전력 및 유틸리티 공급, 실증부지, 건물 등을 제공할 대상국 또는 기관, 국토교통부, 연구관리전문기관(국토진흥원), 사업단 총괄기관 등과 협의하여 실증 추진

※ 실증대상국가 : 한-캐나다 국제공동 연구추진 협의에 따른 캐나다로 지정

- 선정된 주관연구개발기관은 중점분야5 주관연구개발기관과 협의하여 기술연계 방안을 수립하고 통합 공정표(일정표)를 1차년도 내 제시

※ 핵심설비 모듈 개발과 테스트베드 구축 간 일정조율 협의 추진 필요

- 구축된 모듈의 현지 이송과 관련하여, 중점분야5 연구개발과제와 협의하여 추진할 것
- 진단·모니터링 시스템 구축시, 통합 진단·모니터링에 포함될 설비 및 상세사항을 중점분야5 연구개발과제에 제공 하여야 함

- 현지 인증 획득의 경우, 중점분야5 주관연구개발기관(또는 사업단 실증센터)과 협의하여 추진

* 실증센터 : 핵심과제 간 연구결과를 종합·반영하여 실증 테스트 등을 지원

- 캐나다표준협회(CSA), 알버타 에너지조정위원회(AER), 캐나다 용접국(CWB), 알버타 보일러안전협회(ABSA) 등 현지 시험 및 인증 추진

[추가 고려사항]

- 국산 플랜트 기술의 해외 진출을 위한 것으로 주요 설비의 기술을 보유하거나 개발 중인 기업이나 연구개발기관의 참여를 권장

5. 최종 연구개발성과물

- (구성기술 1) 비전통오일 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 및 운영 제어기술 개발
- 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 기술개발
 - 3차원 저류층 시뮬레이션 모델
 - 비전통오일 생산증진 하이브리드 열공법
 - 비전통오일 생산증진 하이브리드 열공법 운영 지침서(안)
- 현장 실증 광구의 특성을 반영한 ES-SAGD 공법 기술개발
 - 비전통오일 저류층의 ES-SAGD 최적 운영 지침서(안)
 - 탄화수소 용매 종류에 따른 운영조건 및 오일 회수율 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
 - 지하회수 설계집
- (구성기술 2) 웰패드 시스템 및 생산유체 수집·분리 기술개발
- 웰패드 모듈화 설계 및 제작 기술개발
 - 웰패드 모듈화 시스템 및 통합 FEED 설계집
 - Water cut 모니터링 시스템
 - 웰패드 시스템 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
 - 웰패드 시스템 운영 지침서(안)
 - 상용급(20,000배럴/일) 비전통오일 생산플랜트용 통합 FEED 설계집
- 생산유체 수집·그룹분리장치 기술개발
 - 생산유체 그룹분리장치 이용 생산관 서징 제어 기술
 - 생산유체 수집·그룹분리장치 제작도면
 - 생산유체 수집·그룹분리장치
 - 생산유체 수집·그룹분리장치 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함

○ **생산관 단열 및 유동 제어 기술개발**

- 단열재 및 이중관 구조 단열 생산관 제작도면
- 단열재 및 이중관 구조 단열 생산관
- 열 손실량 및 생산관 내 유체 유동특성 분석 보고서
- 생산관 단열성능 및 유동·생산성 증진 성능평가 결과보고서
* 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함

○ **생산유체 3상 분리 시험장치 기술개발**

- 생산유체 3상 시험분리기 제작도면
- 생산유체 3상 시험분리기
- 유량 측정 정확도 성능평가 결과보고서
* 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
- 생산유체 3상 시험분리기 원격진단 및 운영제어 시스템

□ **(구성기술 3) 모듈형 증기생산 및 지하주입 설비기술**

○ **고점성 원유 생산용 고품질 증기 발생기술 개발**

- 모듈형 증기생산 설비 설계집
- 급속증발 및 고온 포화증기 발생 통합모듈 에너지 분석·제어 SW
- 급속증발 및 고온 포화증기 발생 장치 및 통합모듈
- 급속증발 및 고온 포화증기 발생 통합모듈 성능평가 결과보고서
* 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
- 모듈형 증기생산 설비 운영 지침서(안)

○ **생산촉진가스 인젝션 스테이션 설계 및 제작 기술개발**

- 모듈형 생산촉진가스 주입설비 설계집
- 생산촉진가스 가압 스테이션 모듈 및 성능평가 결과보고서
* 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
- 다단형 인젝션 펌프 스테이션 등 가압설비
- 모듈형 생산촉진가스 주입설비 운영 지침서(안)

□ (구성기술4) 모듈형 복합 열캐리어 가압 스테이션 기술

○ 복합 열캐리어 스테이션 통합설계 및 제작 기술개발

- 복합 열캐리어 가압설비 설계집
- 모듈형 복합 열캐리어 스테이션
- 모듈형 복합 열캐리어 스테이션 성능평가 결과보고서
* 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
- 모듈형 복합 열캐리어 스테이션 운영 지침서(안)

○ 복합 열캐리어 연소기 모델링 및 제어 기술개발

- 복합 열캐리어 구성계통 분석 및 성능 해석 보고서
- 복합 열캐리어 연소기 제작도면
- 복합 열캐리어 연소기
- 복합 열캐리어 연소기 성능평가 결과보고서
* 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함

○ 복합 열캐리어 연소기 및 연료 주입설비 제작기술 개발

- 복합 열캐리어 가압설비용 압축기 제작도면
- 복합 열캐리어 가압설비용 압축기
- 복합 열캐리어 가압설비용 성능평가 결과보고서
* 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함

6. 활용방안 및 기대효과

- 활용방안
- (시범적용) 효과적인 실증을 위해 과제 추진 시 비전통오일 생산플랜트 핵심기술의 검증 수요가 있는 오일샌드 광구를 1곳 이상을 선정하여 개발기술 적용
 - 하이브리드 열공법, 웰패드 시스템 및 생산유체 수집·분리설비, 증기 생산·주입설비, 복합 열캐리어 가압스테이션 등 주요 연구결과의 현장적용 수행
※ 해외 현장 실증부지 등은 연구과제 착수 이후 사업단에서 협의 및 선정
 - (활용처) 국토교통부 등 해외건설·플랜트 담당 정부 부처의 정책 수립과 개선(안) 마련, 국내 기업의 해외 시장진출 기반 마련 등에 활용

- (실용화 조건) 개발기술을 실제 오일샌드 광구 및 비전통오일 생산 플랜트에 시범 적용 후 해외 건설·플랜트 수주 제고를 위한 사업화 추진 노력 필요
 - 저류층 비전통오일 대상 하이브리드 열공법 시뮬레이션 결과를 활용하여 오일생산 증진기술 등에 적용
 - 탄화수소 계열 혼합가스를 공급하는 복합 열캐리어 가압설비 중 연소기에 대한 독자개발 및 실증을 통해 라이선스 확보 노력 필요

□ 기대효과

- 기술적 효과
 - 비전통오일과 탄화수소 용매의 혼합으로 증기를 활용한 SAGD 공법보다 점성도를 낮추어 생산효율 향상이 가능한 기술 확보
 - 필요한 증기 사용량과 이산화탄소 배출량을 감소시켜 운영비 절감과 환경오염 문제에 대비 가능한 기술 확보
 - 현지에서 작업성 향상과 자동화 건설 등이 가능한 모듈화 웰패드 집적화 기술 확보 및 내구성 및 운용성 개선으로 우위 점유 기반 마련
 - 해외 비전통오일 시장 진출을 위한 순환설비시스템 기술 개발을 통해 에너지 중·상류부분 기술 경쟁력 향상
- 사회·경제적 효과
 - 비전통오일 개발에 대한 국내 기업 진출 및 관련 산업 활성화 기반 마련
 - 고해상 지질 모델링과 ES-SAGD 운영최적화 기술을 통해 경제적인 광구 운영 가능
 - 현지 환경에 특화된 모듈형 플랜트 설비로 시장 진입장벽 최소화
 - 비전통오일 생산플랜트 핵심설비 개발로 관련 소재부터 부품, 설계, 운용기술 등 가치사슬 상의 후방산업 연관산업 파급효과 기대
 - 해외 라이선스를 회피한 독자적 공법 및 핵심설비 국산화로 해외 의존도 감소 및 비용절감효과 향상 기대

7. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2022.04 ~ 2028.12 (6년 9개월)
- [1단계]
 - 1차년도 연구개발기간 : 2022.04.~2022.12. (9개월)
 - 2차년도 연구개발기간 : 2023.01.~2023.12. (12개월)

- 3차년도 연구개발기간 : 2024.01.~2024.12. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2025.01.~2025.12. (12개월)

[2단계]

- 5차년도 연구개발기간 : 2026.01.~2026.12. (12개월)
- 6차년도 연구개발기간 : 2027.01.~2027.12. (12개월)
- 7차년도 연구개발기간 : 2028.01.~2028.12. (12개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 45,936백만원 이내

- 1년차 정부지원연구개발비 : 4,104백만원 이내

- ※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
- ※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로 「국가연구개발혁신법 시행령」 [별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서에 제시된 연구개발내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으며, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음
- 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사 연구개발과제와 연구개발내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제·보고서 및 www.ntis.go.kr 참고
- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행 중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함
- 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 핵심 연구 개발성과별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 구성기술 간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시
- 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발일정계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표 수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함
 - ※ 연구개발과제 선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 비전통오일의 친환경 인식 마련을 위한 연간 홍보계획을 연구개발 제안서에 제시
 - 환경문제와 관련하여 친환경 공법기술 등 긍정적인 부분의 홍보를 위해 현지 세미나·포럼·컨퍼런스 및 전시회 등 참여계획 제시
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화 등에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음
- 국토교통과학기술 연구개발사업의 성과로 구축된 12개 대형 실험시설 적극 활용

연구과제명	오일 함유 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술개발
1. 연구목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 오일샌드 채굴을 통해 분출되는 혼합물에서 오일을 생산하기 위하여 오일, 물 및 가스 등을 수집·분리*하는 기술개발** <ul style="list-style-type: none"> * 오일샌드 플랜트에 활용 가능한 오일 수집 및 모래, 가스, 물, 오일, 염, 미립자 제거 ** 실증플랜트 구성 기자재의 국산화율 80% 이상 달성 ※ 설비용량 : 비전통오일 내 오일생산량 300 bpd급 플랜트 기준 용량 반영 - (수집·분리) 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> * 고효율의 유수분리(97% 이상)와 고흥물 이송능력(토출량 227m³/h, 작동온도 -45°C, 고흥물 처리비율 75%)을 갖는 수집분리 설비 개발 - (염 제거) 오일 처리 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> * 탈염(오일 중 염 함유량 5ptb 이하)을 위한 분리 시스템 개발 ※ PTB : Pounds Per Thousand Barrels - (미립자 제거) 싸이클론을 이용한 미립자 제거 기술개발 등 <ul style="list-style-type: none"> * 싸이클론 방식의 모래 등 원유에 남아 있는 이물질 제거기(Wellhead Desander 공정 : 100 μm 크기 97% 제거, In-line type Desanding Unit 공정 : 1~100 μm 크기 92% 제거) 개발 ○ 단계별 목표 <ul style="list-style-type: none"> - (1단계, 3년 9개월) 비전통오일의 수집분리를 위한 유수분리기, 고품성 슬러지 이송용 펌프, 염 제거기, 모래제거기 등 핵심 설비 설계·제작·모듈화 및 성능평가 - (2단계, 3년) 핵심설비 모듈 테스트베드 설치 및 시운전·연속운전 지원(공정 최적화), 운전결과를 반영한 상용급(20,000배럴/일) 비전통 오일 생산플랜트 적용을 위한 기본설계 기술개발
2. 연구 필요성 및 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> □ 연구개발 필요성 <ul style="list-style-type: none"> ○ 비전통오일 생산 및 설비 구축·운영 환경에 부합하는 수집분리 설비의 효율 최적화를 위한 설계 패키지 및 설비 기술개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 비전통오일 생산환경에서의 기능 작동성, 효율성 및 신뢰성 확보 필요 <ul style="list-style-type: none"> * 온도가 현저히 낮거나 접근이나 이동에 어려움이 있는 원격지에 건설되는 경우가 대부분 - 유수분리 기술은 밀도 차이로 인해 오일과 물 부분의 경계면 측정 및 폐수로 인한 환경오염 방지를 위해 개발 필요

- 오일샌드는 높은 점성(10,000cP*~수백만 cP)과 비중(8~12°API)으로, 오일 처리과정중 이물질 막힘 등에 따른 파손 등 경제적 손실방지를 위한 고형물 제거 기술개발 필요

* CentiPoise : 점성계수 단위(1cp = 1g/m.s)로 물의 점성률은 20℃ 기준 1cp

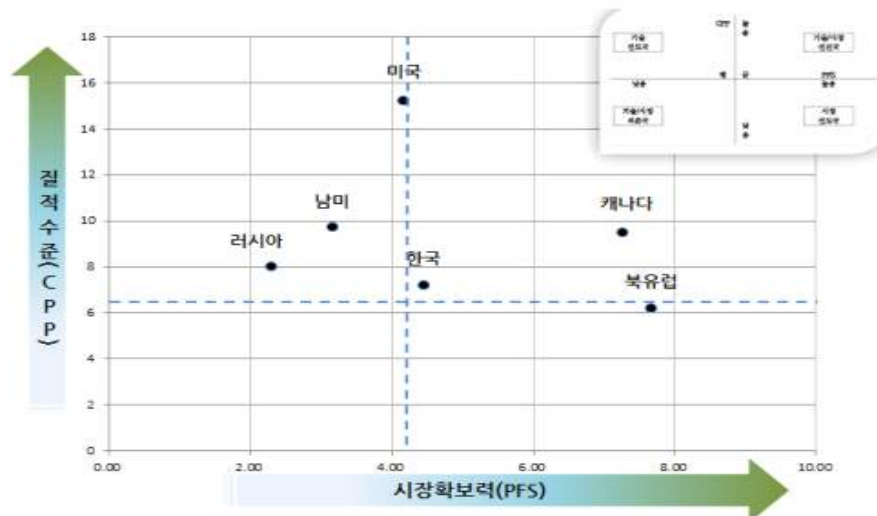
** American Petroleum Institute(미국석유회)의 API Gravity로 물은 10API

- 최저기후환경(-40℃)에서도 효율적으로 다량의 채굴오일을 분리하고 생산된 오일을 이송·처리 가능한 현장 시스템 기술 개발 필요

- 내부 유체 온도 유지하기 위한 단열처리 등의 기술개발 필요
- 냉기에 강한 재료 및 단열재, 가열식 제어 등 기후환경에 사용 가능한 고정성 펌프 기술 개발 필요

- 에너지 플랜트 분야 수집분리 기술 수요 대응 등 세계적 수준의 기술 및 역량확보를 위한 현장 실증실적 필요

* 실용화 기술개발을 통해 선진기술 수준으로 도약 필요



- 비전통오일 생산플랜트 운전기술 및 오일 품질 향상을 위한 탈염 등 오일 처리기술 필요

- 오일에 포함된 염 성분은 파이프라인과 플랜트 부식의 원인으로, 탈염 공정을 통해 제거 필요

- 분리된 오일에 포함된 미립자 제거 기술 필요

- 지하매장지로부터 생산된 비전통오일은 원유, 물, 모래, 가스가 혼합되어 있으며, 오일을 생산하기 위해서는 많은 양의 미립자(모래, 자갈 등) 제거 필요

□ 기술동향 [국외 동향]

- (미국 Schumberger) 처리기의 뜨거운 물을 FWKO*로 재활용하여 연료활용 감소 등 환경적·경제적 측면의 이점 확보
* Free Water Knock Out : 오일과 물의 혼합물을 물과 오일로 분리하기 위한 중력 분리 공정(밀도차 및 중력침강 등)으로, 캐나다가 선도중(Husky Energy, NEXEN 등)
- (스위스 Endress+Hauser) 초음파를 이용하여 관 내부 이송 유체의 유속을 측정하여 유량을 산출하는 방식으로 정확성 향상
- (캐나다 Flodraulic Group) 원심펌프는 내한 재료, 맞춤형 단열재, 가열식 계기제어 및 열추적 시스템 등을 사용하여 -45 °C 에서도 동작 가능토록 설계
- (SPARKLET ENGINEERS) 물 희석 및 유화, 정전 기적 유착 및 분리 등을 통한 탈염·탈수 기술을 개발
- (Process group) 원유 처리기는 첫 유수분리 시, 원유에 원치 않는 염이 포함되어 있는 것을 처리하는 장치로, 탈염(desalting) 성능은 5-10 PTB 수준까지 감소 가능
- (프랑스 SUEZ environnement) wellhead용 Desander Cyclones는 고형물 분리기술로서, 50~400 mm 대형 고형물에 대한 설계도 제공
- (미국 FMC Technologies, ExxonMobil upstream research) Inline desander를 개발하여 모래 제거효율을 95 %까지 향상
* 개발된 inline desander는 모래와 더불어 물·오일 등의 분리 기술에도 적용 가능
- (미국 Flowserve) 자기장을 이용하여 작동유체로부터 iron oxide 입자를 분리하는 magnetic separator를 개발

[국내 동향]

- (성균관대학교) 수치해석 기법을 활용하여 오일샌드(초중질유) 플랜트에 사용되는 다상 유동분리기의 유입구 형상에 따른 효율 분석 연구 진행
- (주호산업) '양흡입형 임펠러를 구비한 스퍼트(Spurt) 펌프' 특허는 양흡입형 임펠러 형상을 고안하여 동일 출력의 모터에서 유체의 토출량을 극대화하는 기술
- 회분식 고압반응기에서 탈염 조건을 모사한 연구(전기흡착식 탈염용 친수성 탄소복합전극 등) 진행 (상용화 등 선진사 수준 기술력은 미확보)

- (주)우민기술은 사이클론 분리 방식의 머드·가스 분리기 기술 개발
 - * 사이클론 분리를 직렬 또는 병렬로 연결하거나 다단으로 구성하여 굴착 과정에서 회수되는 머드 내 가스를 안정적 분리

3. 연구내용

□ (구성기술 1) 다상 혼합물질 수집 및 분리 설비 기술개발

○ 3상 분리기 설계·제작 및 성능평가 기술개발

- 작동 조건에 따른 3상 분리기 설계인자 도출
- 3상 분리기 설계 및 제작 기술개발
- 3상 분리기 성능평가 기술개발
- 다상 혼합물 분리를 위한 운영 최적화 기술개발
- 수집분리 설비 모듈 시스템* 설계 및 제작 기술개발
 - * 개발된 3상분리기, 슬러지펌프, 탈염제거기, 미립자 제거기 등을 포함
- 상용급(20,000배럴/일) 비전통오일 생산플랜트 적용을 위한 수집분리 설비 모듈 기본설계 기술개발

○ 슬러지 펌프를 이용한 혼합물 이송 최적화 기술개발

- 작동 조건에 따른 슬러지 펌프 설계인자 도출
- 토출량과 TDH*를 고려한 슬러지 펌프 설계 및 제작 기술개발
 - * TDH: Total dynamic head, 총수두
- 슬러지 펌프 작동 환경(-45℃~-20℃)에 따른 성능 분석 및 최적화 이송 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. 유수 분리효율	%	95 (캐나다/Husky)	90	97%
2. 토출량	m ³ /h	227 (캐나다/TOYO PUMPS)	195	227
3. 고형물 이송 능력	TDH	500 (캐나다/TOYO PUMPS)	480	500
4. 작동온도	°C	-45 (캐나다/TOYO PUMPS)	-25	-45
5. 고형물 처리비율	%	70 (캐나다/TOYO PUMPS)	55	75

주1) TDH: Total dynamic head

□ (구성기술 2) 오일 처리 기술개발

○ 전기적 탈염제거(Electric desalting skid) 설계인자 및 제어로직 개발기술

- 부산물(Salt 등) 처리 또는 활용 기술개발
- 저비용 오염물질 제거 냉각시스템 최적화 기술개발
- Electrical desalting skid 계측기기 연계 제어시스템 개발

○ 전기적 탈염제거(Electric desalting skid) 설비 제작 및 성능평가 기술개발

- 공정 최적화를 통한 탈염제거 설비 설계·제작 기술개발
- 저비용 오염물질 제거 냉각시스템 개발
- 탈염제거 설비 성능평가 기술개발
- 탈염제거 설비 통합 연계 시운전 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. 오일 중 Salt 함유량	ptb	< 10ptb ^{주1)} (process group)	30	5ptb
2. 오일 중 물 함유량	%	< 0.2%	0.5	0.1%
3. drain수 중 오일 함유량	ppm	< 150ppm	300	100ppm

주1) ptb: pound per thousand barrels

□ (구성기술 3) 싸이클론을 이용한 미립자 제거 기술개발

○ 웰헤드(Wellhead) 고형물제거(desander) 설비 설계·제작 및 성능평가 기술개발

- 미립자 제거용 장치 해석 검증 및 형상 최적화 기술개발
- Wellhead desander 설계 및 제작기술 개발
- Wellhead desander 성능평가 기술개발

○ 인라인타입(In-line type) 고형물제거(desanding) 유닛 설계·제작 및 성능평가 기술개발

- 초미립자 제거용 장치 해석 검증 및 형상 최적화 기술개발

- in-line desanding 유닛 설계 및 제작기술 개발
- in-line desanding 유닛 성능평가 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. Wellhead Desander 모래 등 이물질 분리효율	%	100 μm 크기 95%	77%	97%
2. In-line type Desanding Unit 모래 등 이물질 분리효율	%	1-100 μm 크기 90% (미국/FMC Tech.)	74%	92%

4. 연구 추진 방법

□ 추진전략

- 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시
 - 핵심 연구개발성과 제시 및 그에 따른 연차별 목표를 수립하고, 그에 적합한 연차별 세부 추진전략 및 일정계획, 핵심성과 로드맵을 제시할 것
 - 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것
 - 연구개발목표(성능, 경제성 등)는 기존 기술 등과 비교하여 설정 근거와 함께 정량적으로 반드시 제시할 것
 - * 예) 생산단가 기존 대비 00% 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등
- 연구개발내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시
- 기존에 수행되었거나 국내·외에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구 개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구개발계획에 포함
 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시
- 정부 및 관련 공공기관·공사·기업 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보
 - 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행
 - 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악

- 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출
- 연구개발성과물을 연구개발계획서에 구체적으로 제시
 - 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계로 구분하여 제시
 - 수요자 중심으로 연구성과물 활용방안 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적 방안 제시
 - 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
 - ※ 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약 시 조정(추가) 될 수 있음
- 연구개발성과 도출의 기간, 예산, 적정성을 고려하여 주어진 조건 내에서 구체적인 테스트베드 실증 계획(실증 대상 및 규모, 소요예산, 추진 일정 등) 및 방안을 연구개발계획서에 제시
 - 개발기술의 실증을 위한 테스트베드와 관련하여, 타 중점분야 연구개발과제와의 협업 등 구체적인 실증 방안 제시
- 중점분야5 연구개발과제와의 연결을 위한 통합 FEED 패키지 도출 추진

No	구성항목	기술개발내용	성과물
1	다상 분리	다상 혼합물 수집 및 분리 설비 설계 (수집분리FEED자립)	3-Phase separator 설계집
2	이송	고점성 슬러지 이송 펌프 설계	고점성 슬러지 이송펌프 설계집
3	수집분리 오일 분리	에너지 플랜트용 오일분리 설비 설계	Electric desalting skid 설계집
4	조립자 분리	모래 제거용 Wellhead desander 설계	Wellhead desander 설계집
5	미립자 분리	In-line type De-sanding Unit 설계	In-line type De-sanding unit 설계집

- 국내 기 개발된 관련 기술을 활용하여 상용화를 위한 기반마련 추진
 - 테스트베드 운영 결과를 반영하여 상용급 핵심설비 개념·기본설계 기술개발 확보 추진(연구개발 7차년도)
 - ※ 상용급(20,000배럴/일 급) 비전통오일 생산플랜트 적용 가능한 설계기술 개발
 - 연구개발 종료 후 핵심설비는 상용으로 지속적 활용을 권장하며, 이를 위한 활용방안 및 사업모델 제시

○ 국제공동연구 추진

- 국내기반이 극히 취약한 분야는 국외 전문기관과 연계하여 국제 공동연구 추진

※ 필요시 기술분야별 세계 최고 수준의 전문가와 기술협력 네트워크 조성

□ 추진체계

○ 본 연구개발과제는 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄 공모로 진행

- 주관연구개발기관은 개발 기술간 연계·활용, 최종 연구개발성과물의 실용화 등을 고려하여 컨소시엄을 구성하고 연구개발과제의 총괄 역할을 수행

- 연구책임자는 역할 분담의 필요성 및 명확성 등을 고려하여 공동연구 개발기관과의 협의를 통해 구체적인 연구개발계획을 수립하고, 전체 연구개발과제를 책임지고 진행·관리

○ 주관연구개발기관은 과제 시작시점부터 종료까지 동일기관이 연구를 수행하여야 함

○ 컨소시엄 구성시 과도한 연구개발기관의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것

* 연구개발기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며, 연구개발내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결 시 조정될 수 있음

○ 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제

○ 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영

○ 연구자의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요(지속적인 기술동향 조사 및 수요 조사 등)

[연구개발내용 간 연계 전략]

① 연구개발내용 구성상 (구성기술1) 다상 혼합물 수집 및 분리설비 기술개발이 핵심이므로, 이를 수행하는 주관연구개발기관의 역할이 중요

- ② 본 연구개발과제로 개발되는 모든 장치는 연구개발 수행기관에서 활용할 수 있도록 정보공유 및 기술개발 협력체계 구축
- ③ 향후 해외 사업화 모델 개발을 위하여 연구개발에 참여하는 기관들과의 협조체계 구축 필요

[실증 추진 전략]

- 본 사업에서 선정된 주관연구개발기관은 해외 실증단계에서 비전통 오일 관련 설비, 전력 및 유틸리티 공급, 실증부지, 건물 등을 제공할 대상국 또는 기관, 국토교통부, 연구관리전문기관(국토진흥원), 사업단 총괄기관 등과 협의하여 실증 추진
 - ※ 실증대상국가 : 한-캐나다 국제공동 연구추진 협의에 따른 캐나다로 지정
- 선정된 주관연구개발기관은 중점분야5 주관연구개발기관과 협의하여 기술연계 방안을 수립하고 통합 공정표(일정표)를 1차년도 내 제시
 - ※ 핵심설비 모듈 개발과 테스트베드 구축 간 일정조율 협의 추진 필요
 - 구축된 모듈의 현지 이송과 관련하여, 중점분야5 연구개발과제와 협의하여 추진할 것
 - 진단·모니터링 시스템 구축시, 통합 진단·모니터링에 포함될 설비 및 상세사항을 중점분야5 연구개발과제에 제공 하여야 함
- 현지 인증 획득의 경우, 중점분야5 주관연구개발기관(또는 사업단 실증센터)과 협의하여 추진
 - * 실증센터 : 핵심과제 간 연구결과를 종합·반영하여 실증 테스트 등을 지원
 - 캐나다표준협회(CSA), 알버타 에너지조정위원회(AER), 캐나다 용접국(CWB), 알버타 보일러안전협회(ABSA) 등 현지 시험 및 인증 추진

[추가 고려사항]

- 국산 플랜트 기술의 해외 진출을 위한 것으로 주요 설비의 기술을 보유하거나 개발 중인 기업이나 연구개발기관의 참여를 권장

5. 최종 연구개발성과물

- (구성기술 1) 다상 혼합물질 수집 및 분리 설비 기술개발
- 3상 분리기 설계·제작 및 성능평가 기술개발
 - 3상 분리기 및 제작도면
 - 3상 분리기 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함

- 3상 분리기 운영 지침서(안)
- 수집분리 모듈 시스템 및 통합 FEED 설계집
- 수집분리 모듈 시스템 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
- 상용급(20,000배럴/일) 비전통오일 생산플랜트용 수집분리 모듈 통합 FEED 설계집

○ 슬러지 펌프를 이용한 혼합물 이송 최적화 기술개발

- 슬러지 펌프 및 제작도면
- 슬러지펌프 운영 지침서(안)
- 슬러지 펌프 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함

□ (구성기술 2) 오일 처리 기술개발

○ 전기적 탈염제거(Electric desalting skid) 설계인자 및 제어로직 개발기술

- 전기 탈염 제거기 설계집
- 전기 탈염 제거 제어계측 시스템
- 전기 탈염 제거기 계측기기 연계 제어시스템

○ 전기적 탈염제거(Electric desalting skid) 설비 제작 및 성능평가 기술개발

- 전기 탈염 제거기 및 제작도면
- 저비용 오염물질 제거 냉각시스템
- 전기 탈염 제거기 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
- 운전특성(제어로직)에 따른 운영 지침서(안)

□ (구성기술 3) 싸이클론을 이용한 미립자 제거 기술개발

○ 웰헤드(Wellhead) 고형물제거(desander) 설비 설계·제작 및 성능평가 기술개발

- 웰헤드 고품물 제거설비 설계집
- 웰헤드 고품물 제거설비 및 제작도면
- 웰헤드 고품물 제거설비 운영 지침서(안)
- 웰헤드 고품물 제거설비 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함

○ 인라인타입(In-line type) 고품물제거(desanding) 유닛 설계·제작 및 성능평가 기술개발

- 인라인타입 고품물 제거설비 설계집
- 인라인타입 고품물 제거설비 및 제작도면
- 인라인타입 고품물 제거설비 운영 지침서(안)
- 인라인타입 고품물 제거설비 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함

6. 활용방안 및 기대효과

- 활용방안
- (시범적용) 효과적인 실증을 위해 과제 추진 시 비전통오일 생산플랜트 핵심기술의 검증 수요가 있는 오일샌드 광구를 1곳 이상을 선정하여 개발기술 적용
 - 혼합물질 수집·분리설비, 염 제거 등 오일 처리기술, 미립자 제거 기술 등 주요 연구결과의 현장적용 수행
 - ※ 해외 현장 실증부지 등은 연구과제 착수 이후 사업단에서 협의 및 선정
 - (활용처) 국토교통부 등 해외건설·플랜트 담당 정부 부처의 정책 수립과 개선(안) 마련, 국내 기업의 해외 시장진출 기반 마련 등에 활용
 - (실용화 조건) 개발기술을 실제 오일샌드 광구 및 비전통오일 생산 플랜트에 시범 적용 후 해외 건설·플랜트 수주 제고를 위한 사업화 추진 노력 필요
 - 비전통오일 생산 현지 최저기후환경(-40℃)에서 대응 가능한 고정성 슬러지 이송 펌프와 3상 분리기 개발을 통해 해외시장 진입
 - 미립자 제거 기술은 요구조건에 따라 웰헤드 또는 인라인타입으로 적용 가능함으로써 원유 생산 설비시장 진입에 유리

□ 기대효과

○ 기술적 효과

- 비전통오일 상류부분 수집분리 플랜트 설계 기술개발과 원천기술 확보를 통하여 기술경쟁력 확보
- 물 제거 후 효율적 이송을 위한 처리기술의 국산화와 경험 축적으로 해외 기술시장 진출 기회 마련
- 고점성 유체를 생산·수송하기 위한 온도조건(-40℃~80℃)과 고압에서의 효율적인 자원이송 기술과 유동안정성 기술 확보
- 비전통오일 환경에서 가스 및 오일 이송 시 저속에 의한 생산량 저감 현상을 방지하는 유속 향상 첨가제 기술 확보 가능

○ 사회·경제적 효과

- 비전통오일 생산 환경 조건의 처리공정 통합 설계기술을 바탕으로 해외프로젝트 수주에 따른 국가경제의 파급효과 기대
- 수집분리 분야 플랜트의 소재부터 부품, 설계, 운영기술 등 가치사슬상의 핵심역량 확보 가능
- 해외 라이선스를 회피한 독자적 비전통오일 수집분리 분야 전문 인력 양성 및 해외시장 진출 시 국내 산업의 고용 창출 효과
- 고압의 비전통오일 생산플랜트에서 발생하는 플러깅으로 인한 파이프라인 막힘, 파쇄, 가스·오일 누출로 인한 환경오염 사전 방지효과 기대
- 비전통오일 환경의 파이프라인 유동흐름 안정성분석 및 확보를 통한 환경적 사고 미연에 방지

7. 연구개발기간 및 연구개발비

○ 총 연구개발기간 : 2022.04 ~ 2028.12 (6년 9개월)

[1단계]

- 1차년도 연구개발기간 : 2022.04.~2022.12. (9개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2023.01.~2023.12. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2024.01.~2024.12. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2025.01.~2025.12. (12개월)

[2단계]

- 5차년도 연구개발기간 : 2026.01.~2026.12. (12개월)
- 6차년도 연구개발기간 : 2027.01.~2027.12. (12개월)
- 7차년도 연구개발기간 : 2028.01.~2028.12. (12개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 20,664백만원 이내

- 1년차 정부지원연구개발비 : 1,872백만원 이내

- ※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
- ※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로 「국가연구개발혁신법 시행령」 [별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서에 제시된 연구개발내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으며, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음
- 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사 연구개발과제와 연구개발내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제·보고서 및 www.ntis.go.kr 참고
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행 중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함
 - 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 핵심 연구개발성과별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

- 연구개발계획서에 구성기술 간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시
- 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발일정계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표 수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함
 - ※ 연구개발과제 선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 비전통오일의 친환경 인식 마련을 위한 연간 홍보계획을 연구개발 제안서에 제시
 - 환경문제와 관련하여 친환경 공법기술 등 긍정적인 부분의 홍보를 위해 현지 세미나·포럼·컨퍼런스 및 전시회 등 참여계획 제시
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화 등에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음
- 국토교통과학기술 연구개발사업의 성과로 구축된 12개 대형 실험시설 적극 활용

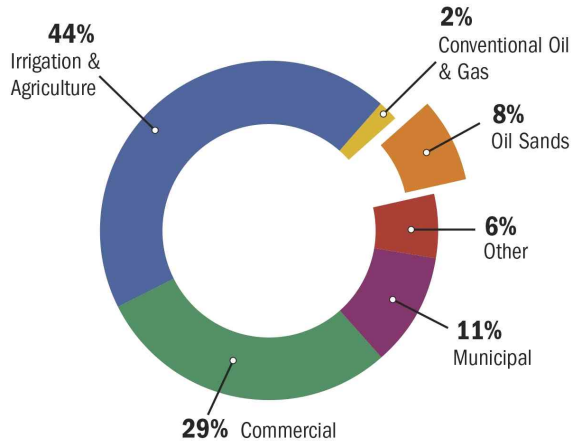
연구과제명	생산수 계통의 오일제거 및 수처리 복합공정 설비기술 개발
1. 연구목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비전통오일 생산 플랜트에서 발생하는 고농도 폐수로부터 오일제거 및 수처리하기 위한 비전통오일 맞춤형 재이용 수처리 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - (통합 시공·운영) 통합 실증을 위한 수처리 플랜트 설계/시공/운영 기술 <ul style="list-style-type: none"> ※ 플랜트 용량 : 오일샌드 내 오일생산량 300 bpd급 플랜트 기준 수처리 용량 반영 * 국산화율 80% 이상, 시공기간 10일 이내, 가동 중지율 0%(연속운전 90일이상) - (전처리공정) 고품질 재이용수 생산용 전처리 공정 설계 및 시공 기술 <ul style="list-style-type: none"> * 유기물 제거 효율 90%, 유류성분 제거율 99%의 공정 시스템 개발(유입 오일 농도 100 ppm 이하 기준), 총 전처리 비용 2.0 \$/배럴 (= 12.5 \$/m³) 이하 - (본처리공정) 고품질 재이용수 생산용 본처리 공정 설계 및 시공 기술 <ul style="list-style-type: none"> * 물 재이용률 90% 이상 및 재이용 비용 8 \$/m³ 이하, 농축수 처리공정(후처리)에서 농축수의 30% 이상 물 재이용 ○ 단계별 목표 <ul style="list-style-type: none"> - (1단계, 3년 9개월) 수처리 공정 개발, 설계 인자 도출 및 설계, 수처리 공정 내 단위 공정별(전처리 및 본처리) 모듈화 및 성능평가 - (2단계, 3년) 수처리 플랜트 구축 및 운영 기술개발
2. 연구 필요성 및 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> □ 연구개발 필요성 <ul style="list-style-type: none"> ○ 전세계 오일 가격 상승에 따른 에너지 다변화 대응 전략 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 재생에너지 시장이 확대되고 있으나, 아직까지 전세계 경제는 화석연료에 대한 의존도가 높음 - 전통적인 화석연료는 몇몇의 국가에서 독점하고 있는 상황에서, 기술발전 등으로 인해 오일샌드 및 셰일오일의 비전통 오일 시장이 부각 ○ 오일샌드 생산 시 비투멘 톤당 약 7-10 톤의 물이 소요되며, 이중 3/4 내외의 물을 수처리하여 재활용하므로 재이용 기반의 수처리 시스템 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 일반적으로 고형물 및 오일 제거, 유기물 제거를 위한 전처리와 염제거를 위한 최종처리로 구성 - 오일 및 고형물 제거를 위한 De-oiling 공정은 가스 부상 공정이 일반적으로 활용되며, 전처리 공정은 막 공정이 일반화되고 활용

- 오일제거 공정은 오일의 제거율 향상과 함께 에너지 및 건축비 감소를 위한 기술개발이 핵심 방향으로 대두
 - 오일 제거율은 결국 오일과 미세 가스가 부착율에 의해 결정되므로, 미세 가스 생성기술에 의해 좌우됨. 따라서, 마이크로 및 나노 단위의 가스 생성기술 개발에 대한 필요성이 증대되고 있음
 - 전처리 공정은 일반적으로 화학/침전/결정화 공정이 적용되며, 이는 후단 수처리 공정 부하를 감소시키기 위한 목적이 큼
 - 캐나다 지역 특성상 공정수 배출 제한으로 인하여 물 배출량 감소를 위한 단위 공정 적용 목적이 큰 것으로 판단됨
 - 이를 대체하거나 혹은 통합 수처리 공정 개발은 에너지 및 건축비 감소에 크게 기여할 가능성이 높기 때문에 막 공정 등의 현장 적용성 평가 등이 급증하고 있음
 - 비전통 오일은 스팀을 활용하는 공정이므로 물의 재활용 및 급수 수질 기준이 높아야 함.
 - 공정 목적에 따라서 염제거 수준이 높아야 하므로 NF/RO 등을 포함한 통합 수처리 공정에 대한 평가가 지속적으로 요구되며, 특히 고온에 따른 막 공정 운영 및 유지관리 기술의 개발이 필요
- 현장 유입수의 성상과 현지의 규제 상황을 반영하여, 다양한 기술에 의한 통합 수처리 플랜트 기술개발 필요
- 현장 수질에 따른 공정 조합 가능성 평가가 반드시 필요하며, 이에 따른 경제성 확보 전략 수립이 필수

□ 기술동향

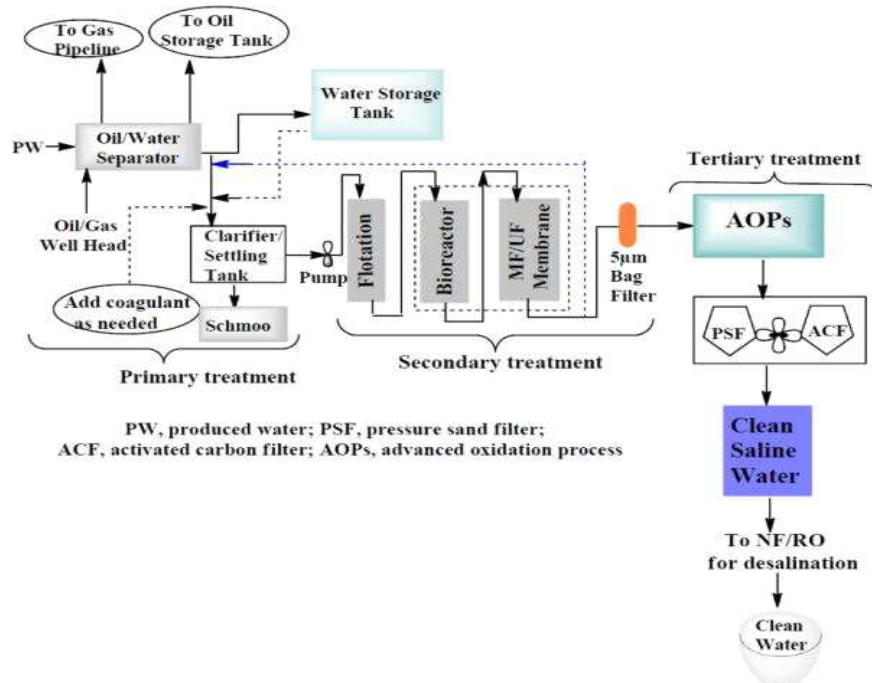
[국외 동향]

- 비전통 오일의 생산량대비 물 소요량 시, `14년 기준 캐나다 오일샌드 물 플랜트 시장은 2,912,000-4,160,000 m³/d로 추정
 - 75% 내외를 재이용해야 하므로 캐나다 내 실질적인 재이용 시장은 약 2,184,000-3,120,000 m³/d 내외로 추정
 - 이러한 규모는 캐나다 알버트주 물시장 전체의 8% 내외로 분석 가능



<캐나다 알버타주 물시장>

- 동 시장에서는 취수와 지하 대수층의 담수사용을 제한하므로, 재이용 수처리 플랜트 활용성이 크게 중요한 상황임
- 또한 오일샌드 플랜트내 공정 용수가 환경으로 방출되는 것을 금지하기 때문에 더욱 고도화된 용수 플랜트가 요구됨
- 대표적인 생산수(Produced water) 처리를 위해서 필요로하는 수처리 공정 기술은 그림에 있는 바와 같으며, 현장 여건에 따라 무방류 (ZLD, Zero Liquid Discharge)에 따른 후속 처리가 요구될 수도 있음
- 수처리 공정 중에서 오일 함유 폐수 특성에 의해 막 공정은 적용성 평가가 연구기관 중심으로 이루어지는 상황임



<일반적인 Produced water 처리 공정>

[국내 동향]

- 통합 수처리 플랜트는 활발하게 연구되었으나, 오일 포함 폐수는 반도체 폐수를 포함한 공업용수 수처리 플랜트에서 일부 적용
 - 일반적으로 부직포를 이용한 필터 공정, 화학적 공정, 오일 필터 등이 적용되나, 오일생산을 위한 스팀 생산을 위한 수질 수준을 맞추기에는 한계가 있으며, 다양한 수질·수원에 대한 적용 경험이 절대적으로 부족
- RO 공정은 상용화된 기술로 세계적인 수준이나, 특성상 오일에 적용하기에는 한계 존재
 - 일반적으로 역삼투막을 포함한 다양한 요소 기술이 상용화되어, 해수담수화 분야에서는 세계적인 역량 보유
 - 해수, 염수, 강, 재이용 등 각각의 수자원에 다양한 형태로 적용되고 있으나, 특성상 오일 처리만을 위한 실험은 찾아보기 어려움
- GS건설, SK건설 등이 캐나다에서 일부 EPC 경험이 있으나, 오일 샌드 생산플랜트용 통합 수처리 시스템의 구축·운영 실적은 전무

3. 연구내용

□ (구성기술 1) 수처리 통합 공정의 시공 및 운영·관리 기술개발

○ 비전통오일 맞춤형 재이용 수처리 공정의 시공 및 운영·관리 기술개발

* 오일샌드플랜트의 오일생산량(300 BPD급) 기준으로 수처리 플랜트 용량 적용

- 수처리 통합 복합 공정의 모듈화 기술개발
- 전처리 및 본처리 공정의 장기 운영을 통한 공정 평가
- 저온 외부환경 및 고온 유입수를 고려한 운영 및 유지관리(진단포함) 기술개발
- 유입수 염농도 및 수질별 통합 공정 설계 패키지 도출
- * 설비 운영 데이터 등을 반영한 상용급 기본 설계 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1 시공기간 ^{주1)}	일	30일 이내	-	10
2 가동 중지율 ^{주2)}	%	-	-	0

주1) 현장 거치 및 설치 기간으로 기반 조성을 위한 토목공사와 시운전 제외

주2) 연속운전 90일 이상 가동 중지율 0% 유지(불가피한 정비 등은 제외)

□ (구성기술 2) 고품질 재이용수 생산용 전처리 공정 기술개발

- 수집 분리 공정 처리수 수질 변동 대응 전처리 공정의 모듈화 기술개발
 - 오일 제거율 90%*, 입자성 물질 70% 및 총 유기물 제거율 90% 이상을 위한 전처리 공정 기술개발
 - * 유입 수 100 ppm 기준, 유류성분 제거율 90%
 - 에너지 절감을 위한 가스 부상기술을 활용한 오일 분리기술 개발
 - 유입 수질 대응 공정 설계 인자 도출 및 경제성 평가
- 수집 분리 공정 처리수 수질 변동 대응 전처리 공정 모듈화 기술 개발
 - 수질 1 ppm 이하(유입 수 10 ppm 기준 유류성분 제거율 90%)를 위한 오일 제거 기술개발
 - 무기막 공정 기술 및 무약품 처리 공정 기술개발
 - 유기막 공정 대비 경제성 확보 인자 도출 및 모듈화
 - 본처리 공정을 위한 전처리 공정 설계 기준 제시
- 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1 유기물 제거효율	%	90	80	90
2 유류 성분 제거효율	%	90	80	99
3 전처리 비용 ^{주1)}	\$/배럴	3.0	-	2.0

주1) 국내 전처리 공정 대응 유닛 기술은 확보되어있으나, 실 플랜트 처리에 적용된 사례는 없음

□ (구성기술 3) 고품질 재이용수 생산용 본처리 공정 기술개발

- 스팀 생산 용 연수화 및 염 조절을 위한 본 처리 공정 기술개발
 - 스팀 생산시 스케일 방지를 위한 가이드 라인 및 염 조절 공정 설계 기준 마련
 - 유입 원수 대비 90% 이상 회수율을 위한 모듈화 공정 설계기술 및 시공, 유지관리 기술개발
 - 다양한 염제거 공정평가를 통한 경제성 확보가 가능한 기술개발
- 후처리를 위한 농축수 회수 기술개발
 - 30% 이상 회수가 가능한 후처리 공정 기술개발
 - * 캐나다 현지 사정상 ZLD (Zero Liquid Discharge)까지 고려해서 기술개발

- 경제성을 고려한 연수화, 염 조절 및 후처리 공정 패키지 모듈화 기술개발
- 재이용 비용 8 \$/m³ 이하 달성을 위한 공정 최적화

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1 재이용비용 ^{주1)}	\$/m ³	15	-	8
2 물 재이용율	%	85	60	90
3 농축수 회수율	%	20	20	30

주1) 국내 재이용 비용은 일반적으로 1,000 원/m³ 내외이나 비전통 오일 플랜트에서 적용사례 없음.

4. 연구 추진 방법

□ 추진전략

- 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시
 - 핵심 연구개발성과 제시 및 그에 따른 연차별 목표를 수립하고, 그에 적합한 연차별 세부 추진전략 및 일정계획, 핵심성과 로드맵을 제시할 것
 - 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것
 - 연구개발목표(성능, 경제성 등)는 기존 기술 등과 비교하여 설정 근거와 함께 정량적으로 반드시 제시할 것
 - * 예) 생산단가 기존 대비 00% 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등
- 연구개발내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시
- 기존에 수행되었거나 국내·외에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구 개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구개발계획에 포함
 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시
- 정부 및 관련 공공기관·공사·기업 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보
 - 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행
 - 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악
- 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출

- 연구개발성과물을 연구개발계획서에 구체적으로 제시
 - 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계로 구분하여 제시
 - 수요자 중심으로 연구성과물 활용방안 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적 방안 제시
 - 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
 - ※ 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약 시 조정(추가) 될 수 있음
- 연구개발성과 도출의 기간, 예산, 적정성을 고려하여 주어진 조건 내에서 구체적인 테스트베드 실증 계획(실증 대상 및 규모, 소요예산, 추진 일정 등) 및 방안을 연구개발계획서에 제시
 - 개발기술의 실증을 위한 테스트베드와 관련하여, 타 중점분야 연구개발과제와의 협업 등 구체적인 실증 방안 제시
- 중점분야5 연구개발과제와의 연결을 위한 통합 FEED 패키지 도출 추진

No	구성항목		기술개발내용	성과물
1	수처리	전처리	미량오일 및 다상물질 제거 전처리 시설 설계	전처리 설비 설계집
2		분처리	재이용수 생산 담수화 설비 설계	담수화 설비 설계집
3		시공	수처리 복합공정 모듈러 설계 (수처리FEED자립)	복합공정 모듈화 설계집

- 국내 기 개발된 관련 기술을 활용하여 상용화를 위한 기반마련 추진
 - 테스트베드 운영 결과를 반영하여 상용급 핵심설비 개념·기본설계 기술개발 확보 추진(연구개발 7차년도)
 - ※ 상용급(20,000배럴/일 급) 비전통오일 생산플랜트 적용 가능한 설계기술 개발
 - 연구개발 종료 후 핵심설비는 상용으로 지속적 활용을 권장하며, 이를 위한 활용방안 및 사업모델 제시
- 국제공동연구 추진
 - 국내기반이 극히 취약한 분야는 국외 전문기관과 연계하여 국제공동연구 추진
 - ※ 필요시 기술분야별 세계 최고 수준의 전문가와 기술협력 네트워크 조성

- 추진체계 ○ 본 연구개발과제는 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄 공모로 진행
- 주관연구개발기관은 개발 기술간 연계·활용, 최종 연구개발성과물의 실용화 등을 고려하여 컨소시엄을 구성하고 연구개발과제의 총괄 역할을 수행
 - 연구책임자는 역할 분담의 필요성 및 명확성 등을 고려하여 공동연구개발기관과의 협의를 통해 구체적인 연구개발계획을 수립하고, 전체 연구개발과제를 책임지고 진행·관리
- 주관연구개발기관은 과제 시작시점부터 종료까지 동일기관이 연구를 수행하여야 함
- 컨소시엄 구성시 과도한 연구개발기관의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것
- * 연구개발기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며, 연구개발내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결 시 조정될 수 있음
- 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제
- 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영
- 연구자의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
- 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요(지속적인 기술동향 조사 및 수요 조사 등)

[연구개발내용 간 연계 전략]

- ① 연구개발내용 구성상 (구성기술1) “처리 통합 공정의 시공 및 운영·관리 기술개발”이 해외 실증을 위한 핵심이므로, 이를 수행하는 주관연구개발기관의 역할이 중요
- ② 본 연구개발과제로 개발되는 모든 장치는 연구개발 수행기관에서 활용할 수 있도록 정보공유 및 기술개발 협력체계 구축
- ③ 향후 해외 사업화 모델 개발을 위하여 연구개발에 참여하는 기관들과의 협조체계 구축 필요

[실증 추진 전략]

- 본 사업에서 선정된 주관연구개발기관은 해외 실증단계에서 비전통 오일 관련 설비, 전력 및 유틸리티 공급, 실증부지, 건물 등을 제공할 대상국 또는 기관, 국토교통부, 연구관리전문기관(국토진흥원), 사업단 총괄기관 등과 협의하여 실증 추진
 - ※ 실증대상국가 : 한-캐나다 국제공동 연구추진 협의에 따른 캐나다로 지정
- 선정된 주관연구개발기관은 중점분야5 주관연구개발기관과 협의하여 기술연계 방안을 수립하고 통합 공정표(일정표)를 1차년도 내 제시
 - ※ 핵심설비 모듈 개발과 테스트베드 구축 간 일정조율 협의 추진 필요
 - 구축된 모듈의 현지 이송과 관련하여, 중점분야5 연구개발과제와 협의하여 추진할 것
 - 진단·모니터링 시스템 구축시, 통합 진단·모니터링에 포함될 설비 및 상세사항을 중점분야5 연구개발과제에 제공 하여야 함
- 현지 인증 획득의 경우, 중점분야5 주관연구개발기관(또는 사업단 실증센터)과 협의하여 추진
 - * 실증센터 : 핵심과제 간 연구결과를 종합·반영하여 실증 테스트 등을 지원
 - 캐나다표준협회(CSA), 알버타 에너지조정위원회(AER), 캐나다 용접국(CWB), 알버타 보일러안전협회(ABSA) 등 현지 시험 및 인증 추진

[추가 고려사항]

- 국산 플랜트 기술의 해외 진출을 위한 것으로 주요 설비의 기술을 보유하거나 개발 중인 기업이나 연구개발기관의 참여를 권장

5. 최종성과물

- (구성기술 1) 수처리 통합 공정의 시공 및 운영·관리 기술개발
- 비전통오일 맞춤형 재이용 수처리 공정의 시공 및 운영·관리 기술개발
 - * 오일샌드플랜트의 오일생산량(300 BPD급) 기준으로 수처리 플랜트 용량 적용
 - 수처리 통합 공정 시뮬레이션 모델
 - 수처리 통합 복합 공정의 모듈화 설계집(통합 FEED 패키지) 및 시공 지침서
 - 수처리 통합 복합 공정 설비 및 운영 매뉴얼
 - 실시간 최적 운영 조건 통합 모니터링 및 운영 시스템
 - 수처리 통합 복합 공정의 성능평가 보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
 - 설비운영 데이터를 반영한 상용급(20,000배럴/일) 비전통오일 생산 플랜용 설계기술(통합 FEED 패키지)

□ (구성기술 2) 고품질 재이용수 생산용 전처리 공정기술 개발

- 수집 분리 공정 처리수 수질 변동 대응 전전처리 공정의 모듈화 기술개발
 - 전전처리 공정의 모듈화 설계집 및 시공 지침서
 - 전전처리 공정 모듈화 설비 및 운영 매뉴얼
 - 성능평가 보고서와 이를 반영한 상용급 기술 설계기술
- 수집 분리 공정 처리수 수질 변동 대응 무기막 공정 기술개발
 - 전처리 공정의 모듈화 설계집 및 시공 지침서
 - 전처리 공정 모듈화 설비 및 운영 매뉴얼
 - 성능평가 보고서와 이를 반영한 상용급 기술 설계기술

□ (구성기술 3) 고품질 재이용수 생산용 본처리 공정 기술개발

- 스팀 생산을 위한 연수화 및 염 제어를 위한 본처리 공정 기술개발
 - 본처리 공정의 모듈화 설계집 및 시공 지침서
 - 본처리 공정 모듈화 설비 및 운영 매뉴얼
 - 성능평가 보고서와 이를 반영한 상용급 기술 설계기술
- 농축수내 재이용수 회수 기술개발
 - 후처리 공정 패키지 설계 및 시공 지침서(안)
 - 후처리 공정 모듈화 설비 및 운영 매뉴얼
 - 성능평가 보고서와 이를 반영한 상용급 기술 설계기술

6. 활용방안 및 기대효과

- 활용방안**
- (시범적용) 효과적인 실증을 위해 과제 추진 시 비전통오일 생산플랜트 핵심기술의 검증 수요가 있는 오일샌드 광구를 1곳 이상을 선정하여 개발기술 적용
 - 비전통오일 맞춤형 재이용 수처리 통합 복합 공정 등 주요 연구결과의 현장적용 수행
 - ※ 해외 현장 실증부지 등은 연구과제 착수 이후 사업단에서 협의 및 선정
 - (활용처) 국토교통부 등 해외건설·플랜트 담당 정부 부처의 정책 수립과 개선(안) 마련, 국내 기업의 해외 시장진출 기반 마련 등에 활용

○ (실용화 조건) 개발기술을 실제 오일샌드 광구 및 비전통오일 생산 플랜트에 시범 적용 후 해외 건설·플랜트 수주 제고를 위한 사업화 추진 노력 필요

- 다양한 수처리 분야에서 관련기술로 적용 가능하며, 단계적 전략 구축 필요

* (단기 사업화) 상·하수 처리분야 및 관망, 극·형지 지역 혹은 재난 대비 수원 확보 설비 사업 분야 등으로 확대

* (해외시장 진출) 건설사 및 운영사 등과의 협력을 통한 해외시장 진출 및 세계적 물 관련 기업 성장모델 구축

□ 기대효과 ○ 기술적 기대효과

- 기존 비전통오일·가스 생산수 처리 공정이 다양한 수처리 공정의 조합으로 오일 내오염성 무기막 공정을 이용하여 효과적인 에너지 생산수 처리 전략을 제시함으로써 국제 생산수 처리시장 선점 및 새로운 기술경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대

- 무약품 세정 및 연수화 공정 기술이 확보 가능하고 추가적으로 유사 분야인 정수처리 및 다양한 폐수처리 분야에 적용될 수 있는 기술

- 막오염의 위험성을 최소화하여 더 낮은 에너지와 운영비용으로 재이용수의 생산할 수 있을 것으로 기대됨

- 무방류에 가까운 기술의 확보가 가능하고 결정화까지 가능하기 때문에 추가적인 자원의 회수를 통한 부가가치 창출이 가능

- 5대 핵심기술인 시스템 엔지니어링, 핵심 기자재, 플랜트 시공, O&M, 시스템 적용 및 환경 등으로 이루어진 공정을 제3의 에너지-물 산업(The Third Energy-Water Industry)으로 집중 육성함으로써 직간접적인 고용창출 효과를 유발함

○ 경제·사회적 기대효과

- 수처리 공정 유지관리를 위한 투입인력 감소나 근무 강도 절감을 통한 경제적 효과 기대

- 비전통오일 생산 지역의 환경 특성과 환경오염 방지를 위한 오일의 제거 및 회수와 약품을 사용하지 않은 고효율의 환경 친화적인 생산수 처리 공정으로 적용함으로써 에너지 생산에서의 환경에 대한 악영향 감소에 기여

- 에너지 생산수 맞춤형 재이용 플랜트 설계 시공 최적화 및 운전 데이터 확보를 통해 자원 개발에서 무분별한 수자원의 사용을 막을 수 있기 때문에 사회적인 에너지 생산에 대한 이미지 제고가 가능
- 자원 개발 시 발생할 수 있는 생산수의 2차 오염을 방지하고 환경 부하를 최소화하여 환경복지 및 사회 건강에 기여
- 국내 기업을 활용한 기술력 확보 후, 해외시장 진출 시 비전통오일의 생산수 처리 분야에서 국가경쟁력 강화뿐만 아니라 차세대 에너지 생산수 처리 기술 확보를 통한 신규 플랜트 수주규모 증가 기대
- 에너지 생산성을 향상 시켜 안정적인 에너지 수급 강화가 가능할 것으로 보이며, 자원개발-환경 관리 패키지화를 통한 국내 기업의 해외진출 경쟁력 제고 및 불필요한 환경 비용을 절감

7. 연구개발기간 및 연구개발비

○ 총 연구개발기간 : 2022.04 ~ 2028.12 (6년 9개월)

[1단계]

- 1차년도 연구개발기간 : 2022.04.~2022.12. (9개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2023.01.~2023.12. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2024.01.~2024.12. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2025.01.~2025.12. (12개월)

[2단계]

- 5차년도 연구개발기간 : 2026.01.~2026.12. (12개월)
- 6차년도 연구개발기간 : 2027.01.~2027.12. (12개월)
- 7차년도 연구개발기간 : 2028.01.~2028.12. (12개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 17,928백만원 이내

- 1년차 정부지원연구개발비 : 1,584백만원 이내

- ※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
- ※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로 「국가연구개발혁신법 시행령」 [별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서에 제시된 연구개발내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으며, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음
- 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사 연구개발과제와 연구개발내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제·보고서 및 www.ntis.go.kr 참고
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행 중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함
 - 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 핵심 연구개발성과별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 구성기술 간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시
- 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발일정계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표 수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함
 - ※ 연구개발과제 선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 비전통오일의 친환경 인식 마련을 위한 연간 홍보계획을 연구개발 제안서에 제시
 - 환경문제와 관련하여 친환경 수처리 기술 등 긍정적인 부분의 홍보를 위해 현지 세미나·포럼·컨퍼런스 및 전시회 등 참여계획 제시
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화 등에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음
- 국토교통과학기술 연구개발사업의 성과로 구축된 12개 대형 실험 시설 적극 활용

연구과제명	비전통오일 장거리 이송용 부분개질 기술개발
1. 연구목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고점성의 비전통오일로부터 고가의 희석제를 사용하지 않고 장거리 파이프라인 이송용 합성원유를 생산하는 부분개질 기술개발 및 실증 <ul style="list-style-type: none"> ※ 설비용량 : 비전통오일 내 오일생산량 300 bpd급 플랜트 기준 용량 반영 * 실증플랜트 구성 기자재의 국산화율 80% 이상 달성 - (부분개질 촉매) 파이프라인 이송용 합성원유 생산을 위한 부분개질 촉매 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> * 파이프라인 이송용 합성원유 (동점도 : 300 cSt 이하, API 비중 : 20 °API 이상) 생산이 가능한 물 기반 부분개질 공정의 고효율 촉매 기술 개발 - (부분개질 설비) 비전통오일의 열공법 생산 공정(ES-SAGD)과 연계된 부분개질 반응기/공정 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> ※ ES-SAGD(Expanding Solvent-Steam Assisted Gravity Drainage) : 중질원유가 섞인 오일샌드에서 탄화수소 등 용매와 증기로 석유성분을 녹인 후 물과 혼합된 비투멘을 지상으로 뽑아 원유와 불순물을 분리하는 방식(용매 확장형 증기배유공법) * 장거리 파이프라인 이송이 가능한 합성원유를 생산하기 위한 고효율·저비용 부분개질 반응기 및 공정 최적화(생성물 수율 85 vol% 이상) 기술개발 ○ 단계별 목표 <ul style="list-style-type: none"> - (1단계, 3년 9개월) 부분개질용 분산형 촉매 설계·제조 및 부분개질 반응기/공정 설계·제작·성능평가 기술개발 - (2단계, 3년) 실증 규모 부분개질 플랜트 현장 설치·운전, 생산 공정 연계 부분개질 플랜트 성능평가 및 공정 최적화 기술개발
2. 연구 필요성 및 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> □ 연구개발 필요성 <ul style="list-style-type: none"> ○ 개질 공정 (Upgrading Process), 희석제 혼합 등 점도를 낮추어 이송이 가능한 합성원유 제조공정 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 고점성 비전통오일에는 아스팔텐 (Asphaltene) 성분 및 불순물이 다량 함유되어 점성이 매우 높아 장거리 이송에 부적합 ○ 고점성 비전통오일 광구의 약 85% 이상인 중·소규모 광구의 경우 개질 공정 적용보다 희석제 혼합을 통한 이송기술 적용 중 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 상용화된 비전통오일의 개질 공정의 경우는 일정량 이상 (50,000배럴/일)의 규모에서 경제성 확보 가능 - 고가의 희석제 사용으로 비전통오일 생산·이송 단가에 영향으로, 부분개질(Partial Upgrading) 기술의 수요 증대

- 생산 현장의 특성에 유연하게 적용할 수 있는 개질 공정 개발 필요
 - 대규모 현장을 중심으로 투자비(70,000~100,000 US\$/BPD)가 높은 완전개질(Full Upgrading)을 목적으로 개질기술 개발 완료
 - 중·소규모 광구에 특화되고 파이프라인 이송용의 합성원유 부분개질 (Partial Upgrading)은 아직 개발단계로 기술 확보 필요
- 부분개질은 공정이 단순하고 투자비 (25,000~30,000 US\$/BPD 이하) 및 운전비 (15 US\$/bbl 이하)가 저렴하여 경제성 확보 가능하여 선 제적 기술 확보 필요
 - 완전개질 공정과 비교하여 경제성을 확보하기 위해서는 열분해 방식부분 개질 공정에서 수율과 품질이 높은 새로운 공법 개발 필요

□ 기술동향 [국외 동향]

- ENI사의 EST 공정 등은 완전개질 상용화에 근접하였으며, 일부 수첨 부분개질 공정은 정유 공정에서 사용되는 상업화 개질 촉매 사용
- 다기능 촉매를 통한 반응 중 수소생성 개질공정의 효율 극대화과 물분해 및 수성가스 반응에 의한 수소 생성/개질 동시 반응 연구 중
 - Genoil사는 Mo 계열의 촉매를 사용하여 5~20 BPD 규모의 부분개질 촉매 공정을 연구 중
 - PVDSA사는 Visbreaking 공정을 향상시킨 Aquaconversion 공정의 촉매 검증 연구를 진행하고 5만 배럴/일 규모의 촉매 공정 설계
- Visbreaking 개질 공정에 수열 반응을 도입하여 점성을 낮추고 수율을 향상시키는 방향과 초임계수를 이용하여 개질뿐만 아니라 합성 원유의 품질 향상을 도모하는 방향으로 기술개발 중
- 중견기업들을 중심으로 2010년대 초반부터 Pilot 또는 실증 규모의 부분개질 반응기/공정에 대한 기술개발 추진 중
 - * Ivanhoe Energy(HTL), ETX Systems(IYQ), Genoil(GHU), MEG Energy (HI-Q) Eadie Oil(EADIEMAC), TRU Oiltech(TRU), Wesco Energy (CPJ), Value Creation (VCS-H) 등

[국내 동향]

- 오일샌드 역청을 대상으로 하여 연구실 수준에서 수소화 분해 개질 촉매개발 및 실험 수행
- 국내 S정유사에서 MoS₂ 나노 입자 이용 분산형 촉매의 개발 연구 시도
 - 기존 Mo 계열 유용성 촉매의 Mo 일부를 Ni 또는 Co 등의 전이금속으로 대체하여 수소화 분해 성능 확보
- 5~10 배럴/일 규모의 중질유 개질 공정 적용을 위하여 분산형 유용성 촉매의 개발 연구 진행
- 초임계수를 이용하여 오일샌드 역청, 오일세일 등의 비전통오일에서 아스팔텐 제거 오일(DAO)을 생산하는 기초연구 진행
 - 급속 열분해 방식을 이용한 PDU(Process Development Unit) 규모의 부분개질 기술과 코크스의 가스화 기술을 개발한 실적 보유
 - 완전개질 방식인 슬러리상 수첨분해 반응기/공정에 대한 효율 및 선택성 향상 기술개발 등

3. 연구내용

□ (구성기술 1) 파이프라인 이송용 합성원유 생산을 위한 부분개질 촉매 기술개발

○ 물 기반 부분개질용 촉매 설계 및 제조 기술개발

- 슬러리 상 부분개질 공정용 촉매 제조 기술개발
- 물을 활용한 부분개질 촉매 설계 기술 개발
- 부분개질 비튜멘 내 올레핀 조절을 위한 소재 설계 기술 개발

○ 부분개질 촉매 성능 향상 기술

- 부분개질 촉매의 코크 생성 억제 기술개발
- 고정성 비전통 원유와 물의 혼합 또는 물/오일/용매 혼합물에서의 촉매 분산 기술개발
- 실증규모 촉매 성능 균일성 확보 및 평가 기술개발

○ 부분개질 촉매 산업 적용(Scale-up) 기술개발

- 개발된 부분개질 촉매의 대량 생산 기술개발

- 실증 규모의 연속식 촉매 투입 및 운전 기술개발
- 상용급 촉매 생산을 위한 기본 설계 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. 부분개질 비튜멘 (PUB)의 수율	vol%	85 이상 (캐나다/MEG 멕시코/IMP)	70~75	85 이상
2. PUB 품질 (동점도)	cSt @40 °C	300 이하 (캐나다/Genoil)	350~500	300 이하
3. PUB 품질 (API 비중)	°API	20 이상	15	20 이상
4. PUB 품질 (코크 저장율) ^{주1)}	%	33 이상 (베네수엘라/PDVSA)	10~15	40 이상
5. 촉매 양산 규모 ^{주2)} (공정 규모 기준)	kg/day	- ^{주3)}	0.1~0.2 ^{주4)}	5 이상

주1) 열분해기술 대비 코크 생성량 감소 비율

주2) 공정 실증 규모 기준 촉매 투입량

주3) 해당 공정 관련 촉매 생산 기술 부재

주4) 실험실 규모 촉매 생산량

□ (구성기술 2) 비전통오일의 열공법 생산 공정과 연계된 부분개질 반응기/공정 기술개발

○ 부분개질 반응기/공정 성능 향상 기술개발

- 부분개질 실험용 장치 이용 운전조건별 부분개질 반응 특성 평가기술 개발
- 부분개질 생성물 성상·품질 평가를 위한 반응기/공정 성능 향상방안 마련
- PDU 규모 부분개질 실험설비 설계기술 개발
- PDU 규모 부분개질 실험설비 제작기술 개발 및 성능실험

○ 실증규모 부분개질 반응기/공정 성능평가 및 설계기술 개발

- PDU 규모 실험설비 수율·전환율·선택성 등 성능평가 기술 개발
- 물 기반 실증규모의 부분개질 설비* 세부 공정구성 및 설계기술 개발
- * 부분개질 촉매 성능 및 지하회수 공법을 반영한 부분개질 반응기·공정
- 실증규모 부분개질 설비 세부 구성장치 제작 및 시공 기술개발

○ 실증규모 부분개질 반응기/공정 운전 및 최적화 기술개발

- 실증규모 부분개질 설비 성능평가 기술개발 및 운전성능 향상 방안 마련
- 실증규모 부분개질 반응기/공정 운영 최적화 기술개발
- 부분개질 설비에 대한 기술적 타당성 및 경제성 평가기술 개발
- 상용급 규모 부분개질 공정에 대한 기본설계 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. 부분개질 공정 규모 (비튜멘 투입량)	BPD	10~500 (캐나다/Ivanhoe, ETX Systems)	-	20 수준
2. 부분개질 비튜멘 (PUB)의 수율 ^{주1)}	vol%	85 이상 (미국/UOP, 캐나다/MEG, 멕시코/IMP)	70~75	85 이상
3. 잔사유 전환율 (524 °C 기준) ^{주2)}	wt%	40~50 (일본/JGC, 베네수 엘라/PDVSA)	-	50 이상
4. PUB 품질 (올레핀 함량)	wt%	1 이하 (캐나다/NEXEN)	-	1이하
5. PUB 품질 (동점도) ^{주3)}	cSt @40 °C	300 이하 (캐나다/Genoil, Value Creation)	350~500	300 이하
6. PUB 품질 (API 비중) ^{주4)}	°API	20 이상 (캐나다/TRU Oiltech, Petrobeam)	10~15	20 이상

주1) 부분개질 공정 투입량 대비 PUB(Partially Upgraded Bitumen) 생성량 비율

주2) $[1 - (\text{생성물의 잔사유 함량} / \text{원료의 잔사유 함량})] \times 100$

주3) 희석제(Diluent) 사용없이 파이프라인 수송이 가능한 PUB의 최대 점도 기준 적용

주4) 희석제(Diluent) 사용없이 파이프라인 수송이 가능한 PUB의 최대 비중(940 kg/m³) 기준 적용

4. 연구 추진 방법

□ 추진전략

○ 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시

- 핵심 연구개발성과 제시 및 그에 따른 연차별 목표를 수립하고, 그에 적합한 연차별 세부 추진전략 및 일정계획, 핵심성과 로드맵을 제시할 것
- 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것
- 연구개발목표(성능, 경제성 등)는 기존 기술 등과 비교하여 설정 근거와 함께 정량적으로 반드시 제시할 것

* 예) 생산단가 기존 대비 00% 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등

- 연구개발내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시
- 기존에 수행되었거나 국내·외에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구개발계획에 포함
 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시
- 정부 및 관련 공공기관·공사·기업 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보
 - 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행
 - 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악
- 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출
- 연구개발성과물을 연구개발계획서에 구체적으로 제시
 - 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계로 구분하여 제시
 - 수요자 중심으로 연구성과물 활용방안 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적 방안 제시
 - 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시
 - ※ 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약 시 조정(추가) 될 수 있음
- 연구개발성과 도출의 기간, 예산, 적정성을 고려하여 주어진 조건 내에서 구체적인 테스트베드 실증 계획(실증 대상 및 규모, 소요예산, 추진 일정 등) 및 방안을 연구개발계획서에 제시
 - 개발기술의 실증을 위한 테스트베드와 관련하여, 타 중점분야 연구개발과제와의 협업 등 구체적인 실증 방안 제시
- 중점분야5 연구개발과제와의 연결을 위한 통합 FEED 패키지 도출 추진

No	구성항목		기술개발내용	성과물
1	이송	촉매	부분 개질용 촉매 설계	촉매 설계집 및 제법
2		부분 개질	부분 개질 반응기 설계 (부분개질FEED자립)	부분 개질 반응기 설계집

- 국내 기 개발된 관련 기술을 활용하여 상용화를 위한 기반마련 추진
 - 테스트베드 운영 결과를 반영하여 상용급 핵심설비 개념·기본설계 기술개발 확보 추진(연구개발 7차년도)
 - ※ 상용급(20,000배럴/일 급) 비전통오일 생산플랜트 적용 가능한 설계기술 개발
 - 연구개발 종료 후 핵심설비는 상용으로 지속적 활용을 권장하며, 이를 위한 활용방안 및 사업모델 제시
- 국제공동연구 추진
 - 국내기반이 극히 취약한 분야는 국외 전문기관과 연계하여 국제 공동연구 추진
 - ※ 필요시 기술분야별 세계 최고 수준의 전문가와 기술협력 네트워크 조성

- 추진체계
- 본 연구개발과제는 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄 공모로 진행
 - 주관연구개발기관은 개발 기술간 연계·활용, 최종 연구개발성과물의 실용화 등을 고려하여 컨소시엄을 구성하고 연구개발과제의 총괄 역할을 수행
 - 연구책임자는 역할 분담의 필요성 및 명확성 등을 고려하여 공동연구 개발기관과의 협의를 통해 구체적인 연구개발계획을 수립하고, 전체 연구개발과제를 책임지고 진행·관리
 - 주관연구개발기관은 과제 시작시점부터 종료까지 동일기관이 연구를 수행하여야 함
 - 컨소시엄 구성시 과도한 연구개발기관의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것
 - * 연구개발기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며, 연구개발내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결 시 조정될 수 있음
 - 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제
 - 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영
 - 연구자의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요

- 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요(지속적인 기술 동향 조사 및 수요 조사 등)

[연구개발내용 간 연계 전략]

- ① 연구개발내용 구성상 (구성기술2) 비전통오일의 열공법 생산 공정과 연계된 부분개질 반응기/공정 기술개발이 핵심이므로, 이를 수행하는 주관연구개발기관의 역할이 중요
- ② 본 연구개발과제로 개발되는 모든 장치는 연구개발 수행기관에서 활용할 수 있도록 정보공유 및 기술개발 협력체계 구축
- ③ 향후 해외 사업화 모델 개발을 위하여 연구개발에 참여하는 기관들과의 협조체계 구축 필요

[실증 추진 전략]

- 본 사업에서 선정된 주관연구개발기관은 해외 실증단계에서 비전통 오일 관련 설비, 전력 및 유틸리티 공급, 실증부지, 건물 등을 제공할 대상국 또는 기관, 국토교통부, 연구관리전문기관(국토진흥원), 사업단 총괄기관 등과 협의하여 실증 추진

※ 실증대상국가 : 한-캐나다 국제공동 연구추진 협의에 따른 캐나다로 지정

- 선정된 주관연구개발기관은 중점분야5 주관연구개발기관과 협의하여 기술연계 방안을 수립하고 통합 공정표(일정표)를 1차년도 내 제시

※ 핵심설비 모듈 개발과 테스트베드 구축 간 일정조율 협의 추진 필요

- 구축된 모듈의 현지 이송과 관련하여, 중점분야5 연구개발과제와 협의하여 추진할 것
- 진단·모니터링 시스템 구축시, 통합 진단·모니터링에 포함될 설비 및 상세사항을 중점분야5 연구개발과제에 제공 하여야 함

- 현지 인증 획득의 경우, 중점분야5 주관연구개발기관(또는 사업단 실증센터)과 협의하여 추진

* 실증센터 : 핵심과제 간 연구결과를 종합·반영하여 실증 테스트 등을 지원

- 캐나다표준협회(CSA), 알버타 에너지조정위원회(AER), 캐나다 용접국(CWB), 알버타 보일러안전협회(ABSA) 등 현지 시험 및 인증 추진

[추가 고려사항]

- 국산 플랜트 기술의 해외 진출을 위한 것으로 주요 설비의 기술을 보유하거나 개발 중인 기업이나 연구개발기관의 참여를 권장

5. 최종 연구개발성과물

- (구성기술 1) 파이프라인 이송용 합성원유 생산을 위한 부분개질 촉매 기술개발
 - 물 기반 부분개질용 촉매 설계 및 제조 기술개발
 - 부분개질용 촉매 선정 보고서
 - 부분개질 공정용 촉매 및 제법
 - 부분개질 촉매 성능 향상 기술
 - 연속평가 장비 제작도면
 - 실증용 촉매 제조 공정 설계집
 - 실증규모 촉매 성능평가 결과보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 임회 성능시험 의견서 등 포함
 - 부분개질 촉매 산업 적용(Scale-up) 기술개발
 - 부분개질 촉매 보관, 전처리 및 투입 관련 지침서(안)
 - 실증용 촉매 제조 설비
 - 실증용 촉매 시운전 지침서(안) 및 결과 보고서
 - 상용급 촉매 제조 공정 기본설계집
- (구성기술 2) 비전통오일의 열공법 생산 공정과 연계된 부분개질 반응기/공정 기술개발
 - 부분개질 반응기/공정 성능 향상 기술개발
 - 부분개질 반응기/공정 선정 결과 보고서
 - BSU(Bench Scale Unit) 규모 부분개질 실험설비 제작도면
 - BSU 규모 부분개질 실험설비(부분개질 공정 및 촉매 성능평가용)
 - 실증규모 부분개질 반응기/공정 성능평가 및 설계기술 개발
 - BSU 규모 부분개질 실험설비 성능평가 보고서
 - 실증규모(20배럴/일 급) 부분개질 설비 설계집(통합 FEED 패키지)
 - 실증규모 부분개질 설비
 - 실증규모 부분개질 설비 시공 절차서(안)

○ 실증규모 부분개질 반응기/공정 운전 및 최적화 기술개발

- 실증규모 부분개질 설비 성능평가 보고서
 - * 제3자기관 시험결과서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
- 실증규모 부분개질 설비 운전 지침서(안)
- 상용급 부분개질 공정 개발을 위한 타당성 분석 보고서
- 상용급* 부분개질 반응기 및 공정 통합 FEED 설계집
 - * 20,000배럴/일 비전통오일 생산플랜트 적용 규모

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- (시범적용) 효과적인 실증을 위해 과제 추진 시 비전통오일 생산플랜트 핵심기술의 검증 수요가 있는 오일샌드 광구를 1곳 이상을 선정하여 개발기술 적용
 - 합성원유 생산용 부분개질 촉매, 열공법 생산공정 연계 부분개질 반응기 및 공정기술 등 주요 연구결과의 현장적용 수행
 - ※ 해외 현장 실증부지 등은 연구과제 착수 이후 사업단에서 협의 및 선정
- (활용처) 국토교통부 등 해외건설·플랜트 담당 정부 부처의 정책 수립과 개선(안) 마련, 국내 기업의 해외 시장진출 기반 마련 등에 활용
- (실용화 조건) 개발기술을 실제 오일샌드 광구 및 비전통오일 생산 플랜트에 시범 적용 후 해외 건설·플랜트 수주 제고를 위한 사업화 추진 노력 필요
 - 물 기반 부분개질용 촉매는 저가 중질유분 등의 개질 촉매로 활용 가능
 - 부산물 처리 공정도 무해화 처분 공법으로 친환경 및 비용 저감이 가능하므로 운영사의 요구 조건에 따라 다각적으로 활용 가능

□ 기대효과

- 기술적 효과
 - 단일 공정으로 고정성 비전통오일의 수율과 품질 향상을 경제적으로 달성할 수 있는 개질 촉매 기술 확보
 - 고정성 비전통오일의 장거리 수송에 특화된 고효율의 현장 부분개질 반응기/공정에 대한 핵심 기술 확보
 - 고정성 비전통오일과 관련된 해외 광구 개발이나 해외기술 도입 등에 대비하여 유리한 조건 선점 가능한 기반기술 확보

○ 사회·경제적 효과

- 국내의 정유 공정에서 발생하는 대표적인 중질유분인 감압잔사유 (VR : Vacuum Residue)의 개질용 촉매로도 활용 가능
- 고점성의 비전통오일과 관련된 다양한 사업(정제, 판매, 설비 부분 등)의 해외진출 및 관련 플랜트 수출 증대 기대
- 부분개질 기술 개발 후 '30년까지 5년간 약 30기의 부분개질 설비 집중 보급 예상
 - * 부분개질 분야의 플랜트 시장의 전체적인 규모는 200억불 (연간 물가 상승률 3% 기준) 전망
- 원유 수급의 불균형 및 에너지 파동 등에 대비할 수 있는 대체 원유 자원 확보를 가능하게 하여 국가의 에너지 안보 정책에 기여
- 부분개질 공정 촉매의 개발이 완료되면 선진국이 선점한 개질 기술 및 슬러리상 분산형 촉매의 국산화 가능
 - * 희석제 미사용 및 부분개질 생성물의 수율 증가에 따른 경제성 증대 효과 기대

7. 연구개발기간 및 연구개발비

○ 총 연구개발기간 : 2022.04 ~ 2028.12 (6년 9개월)

[1단계]

- 1차년도 연구개발기간 : 2022.04.~2022.12. (9개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2023.01.~2023.12. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2024.01.~2024.12. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2025.01.~2025.12. (12개월)

[2단계]

- 5차년도 연구개발기간 : 2026.01.~2026.12. (12개월)
- 6차년도 연구개발기간 : 2027.01.~2027.12. (12개월)
- 7차년도 연구개발기간 : 2028.01.~2028.12. (12개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 34,848백만원 이내

- 1년차 정부지원연구개발비 : 3,168백만원 이내
 - ※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
 - ※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로 「국가연구개발혁신법 시행령」 [별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능
 - ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제외의 보안등급은 “일반 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서에 제시된 연구개발내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으며, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음
- 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사 연구개발과제와 연구개발내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제·보고서 및 www.ntis.go.kr 참고
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행 중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함
 - 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 핵심 연구개발성과별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 구성기술 간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시
- 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발일정계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표 수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함
 - ※ 연구개발과제 선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화 등에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음
- 국토교통과학기술 연구개발사업의 성과로 구축된 12개 대형 실험시설 적극 활용

연구과제명	오일 생산플랜트의 패키지화 설계 및 통합실증 기술개발
<p>1. 연구목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비전통오일 생산·처리 플랜트 핵심기술의 패키지화 및 통합실증을 통한 상용급 수준의 설계 및 건설·운영기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 실증플랜트 구성 기자재의 국산화율 80% 이상 달성 ※ 중점분야1~4 분야에서 개발된 다수의 공정과 기술이 결합되는 패키지화 설계 (핵심 모듈의 통합 중심), 실증플랜트 건설·운영 등을 통한 비전통오일 생산·처리·인프라 분야의 해외현지 실증실적 확보 - (플랜트 설계) 비전통오일 생산 플랜트의 Pre-FEED 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> * 각 중점분야의 연구개발과제 결과를 반영하여 비전통오일 생산플랜트 기술을 통합하는 개념설계 및 기본설계 패키지 기술 확보 - (플랜트 시공·운영) 비전통오일 생산 플랜트의 통합실증 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> * 1,200배럴/일 비튜멘 처리(수처리 포함) 및 300배럴/일 오일 생산이 가능한 플랜트 구축·운영기술 확보(오일 생산 시점부터 연속운전 90일 이상 달성) ○ 단계별 목표 <ul style="list-style-type: none"> - (1단계, 3년 9개월) 비전통오일 생산·처리 플랜트 구축 계획수립 및 설계기준 정립, 테스트베드 개념·기본 및 상세설계 기술개발 - (2단계, 3년) 비전통오일 생산·처리 플랜트 구축(핵심설비 모듈 설치 등 포함) 및 시운전·연속운전을 위한 운영 기술개발
<p>2. 연구 필요성 및 기술동향</p>	<p>□ 연구개발 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 대부분의 오일시장은 해외 선진사 등 소수기업의 카르텔 형성으로, 비전통오일 시장 진입을 위한 핵심기술 적용 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 기업은 핵심 원천기술의 부족으로 신시장 진입 어려운 상황으로, 공중 다변화 등 시장진입을 위한 핵심기술 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> * 시스템 또는 기술의 적용 실적 등이 없는 경우 기술 확보 인정은 어려움 ○ 고부가가치 영역인 개념·기본설계 기술 확보를 위해 다수 공정 설비 집합체 규모의 패키지화 설계기술 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 단일 파일럿 검증으로는 규모, 운전변수 등의 한계 존재하며, 패키지화 설계 기반의 종합성능 확보 및 문제점 개선 필요 ○ 테스트베드는 비전통오일 생산·처리에 적용을 위한 종합 기술 검증 역할로서 추진 필요

- 실제 상용플랜트 건설시 나타날 수 있는 각종 문제들의 해결을 통한 상용화 기술 축적 필요
 - * 유체의 성상을 고려하여 기계/배관 등의 선정과 각종 전처리 및 분리 공정을 통해 불순물 제거 및 품질 제고 등 이송 안정성 확보 필요
- 비전통오일 생산지역 현장 여건에 따른 시공 품질 및 신뢰성 확보를 위한 모듈화 기술개발 필요
 - 극저온, 동토 및 얼음환경 등을 극복할 수 있는 시공기술을 개발하여 극한지 오일·가스 개발을 주도할 수 있는 기회 확보 필요
 - * 극한의 기후와 가혹한 현장여건에 따른 생산성 저하 및 건설비용 상승 등의 어려움 해결 필요
- 테스트베드 운영 결과를 통해 핵심기술의 검증 및 최적화로 국산화 기술을 통한 사업모델 구축 필요

□ 기술동향 [국외 동향]

- (캐나다) SNC Lavalin사는 노상채굴 및 SAGD 방식의 오일샌드 기본·상세설계 프로젝트에 경험이 있으며, Cenovus, Suncor사는 상용화 실적을 갖는 최적 설계기술 보유
 - ※ SAGD(Steam Assisted Gravity Drainage) : 중질원유가 섞인 오일샌드에서 증기로 석유 성분을 녹인 후 물과 혼합된 비투멘을 지상으로 뽑아 원유와 불순물을 분리하는 방식
- (미국) WorleyParsons사는 오일샌드 생산 공정 라이선스 및 개념·기본설계 기술 보유
- (프랑스) Technip사는 Suncor Fort Hills Project의 기본설계 수행 실적 확보

[국내 동향]

- 국내 기업의 상세설계·시공 등 일부 해외 수주실적은 있으나 기본설계, 핵심공정·설비는 외산 도입으로 자체기술 적용은 전무
 - GS건설은 한국석유공사 블랙골드광구 상세설계 수주 등 SAGD 기반 생산 공정과 지상설비 공정설계 및 시운전 완료
 - SK건설은 캐나다 Suncor사의 Fort Hills Secondary Extraction 프로젝트(노상채굴 공정)와 Husky사의 Rush Lake Commercial 프로젝트의 EPC(상세설계·조달·시공) 및 유지보수 수행

3. 연구내용

□ (구성기술1) 오일 생산 플랜트의 Pre-FEED 기술개발

※ Pre-FEED(Pre-Front End Engineering Design) : 타당성 조사 및 개념설계를 의미하며, 이후 FEED(기본설계)와 연계됨

○ 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 Pre-FEED 기술개발

- 테스트베드 실증부지 환경조사 등 타당성 조사 수행
- 테스트베드 시스템 구성을 위한 타당성 평가
- 테스트베드 구축 추진계획 수립 및 설계기준 정립 마련
- 테스트베드 개념설계 기술개발

○ 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 FEED 기술개발

- 현지 현장조건을 고려한 테스트베드 기본설계 기술개발
 - * 중점분야 1~4 에서 개발된 공정과 핵심기술이 결합되는 패키지화 설계로, 각 중점분야의 FEED 패키지와 연계하여 통합 FEED 패키지 도출
- 테스트베드 시스템 구성 정합성 평가기술 개발
 - * 정합성 평가 프레임 및 알고리즘 개발, 기본설계 평가 솔루션 구축 및 평가 등

○ 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 상세설계 기술개발

- 현지 현장조건을 반영한 테스트베드 상세설계 기술개발
- 고점성 원유 통합생산 및 개질 공정 에너지 분석모델 개발
 - * 비전통오일 생산공정 열원 공급량 및 전체공정 설계비용 등

○ 상용급(20,000배럴/일 급) 비전통오일 생산플랜트 Pre-FEED 기법 분석 및 기술개발

- 테스트베드 운영 결과를 반영한 상용급 개념·기본설계 기술개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1. Pre-FEED 기술 확보	%	100 (캐나다 /Suncor, Shell)	65	90 이상
2. FEED 패키지 설계기술	%	100 (캐나다 /Suncor, Shell)	65	95 이상

□ (구성기술2) 오일 생산 플랜트의 통합실증 기술개발

○ 해외 현지 검증·실증사례 벤치마킹 마련

- 상용급 비전통오일 프로젝트 기준 검증 및 실증사례 분석
- 현지 인·허가사항 수행을 위한 조치계획 도출

○ 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 건설기술 개발

- 테스트베드 상세설계 기반 구성품 도입 및 부대설비 구축
- 테스트베드 모듈화 제작 및 핵심설비 모듈* 현장설치 기술개발
 - * 중점분야 1~4 에서 이송된 생산·순환, 수집분리, 수처리, 부분개질 설비 모듈
- 파이프라인 Backfill(뒷채움) 고속 시공공법 및 안정성 평가 기술개발
 - * 지하에 매설되는 파이프라인을 대상으로 실증 추진

○ 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 운영기술 개발

- 테스트베드 시운전 및 검증 기술개발
- 테스트베드 장기실증 평가를 위한 연속운전* 기술개발
 - * 증기 주입 후 오일 생산 시점부터 90일간 연속운전(불가피한 유지보수 등 테스트베드 정지를 제외한 가동일수) 기반 실증실적 확보
- 테스트베드(핵심모듈 별) 운전현황, 건전성·위험도(이상상황), 에너지 소모량* 분석 등 통합 진단·모니터링 시스템 개발
 - * 고정성 원유 통합생산 및 개질 공정 에너지 분석모델 적용

○ 해외 현지 맞춤형 사업화를 위한 확산·보급 모델 개발

- 테스트베드 실증결과 기반 비전통오일 생산플랜트 사업화 방안 제시
- 비전통오일 보유국별 비전통오일 생산플랜트 건설·운영 타당성 분석
- 온실가스 저감 모델을 반영한 비전통오일 사업화 확산 모델 개발

○ 기술개발 목표

성능지표	단위	현재 성능수준		기술개발 목표
		세계최고	국내수준	
1 테스트베드 규모 (오일생산 규모)	배럴/일	-	-	300
2 테스트베드 국산화율	%	-	-	80 이상
3 테스트베드 가동일 (통합 운전시간)	일	-	-	90

4. 연구 추진 방법

- 추진전략
- 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시
 - 핵심 연구개발성과 제시 및 그에 따른 연차별 목표를 수립하고, 그에 적합한 연차별 세부 추진전략 및 일정계획, 핵심성과 로드맵을 제시할 것
 - 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것
 - 연구개발목표(성능, 경제성 등)는 기존 기술 등과 비교하여 설정 근거와 함께 정량적으로 반드시 제시할 것
 - * 예) 생산단가 기존 대비 00% 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등
 - 연구개발내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시
 - 기존에 수행되었거나 국내·외에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구 개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구개발계획에 포함
 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시
 - 정부 및 관련 공공기관·공사·기업 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보
 - 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행
 - 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악
 - 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출
 - 연구개발성과물을 연구개발계획서에 구체적으로 제시
 - 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계로 구분하여 제시
 - 수요자 중심으로 연구성과물 활용방안 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적 방안 제시
 - 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
 - * 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약 시 조정(추가) 될 수 있음

- 연구개발성과 도출의 기간, 예산, 적정성을 고려하여 주어진 조건 내에서 구체적인 실증 계획(실증 대상지 선정 및 규모, 소요예산, 추진 일정 등) 및 방안을 연구개발계획서에 제시
 - ※ 실증대상국가 : 한-캐나다 국제공동 연구추진 협의에 따른 캐나다로 지정
- 테스트베드와 관련하여, 대상 주정부(캐나다 알버타주) 및 실증부지 및 기반시설 관리기관(현지 공공기관·기업) 등과의 협업 등 구체적인 실증 방안 제시*
 - * 협약체결 이후, 실증플랜트 구축 및 운영을 위한 실증부지를 사업단과 같이 대상 주정부 및 현지 공공기관·기업과 협의하여 선정
- 중점분야 1~4 연구개발과제의 FEED 패키지 도출을 위한 작성 기준 제공 및 각 연구개발과제의 연결을 위한 통합 FEED 패키지 도출 추진
- 가급적 국내 기 개발된 관련 기술을 활용하여 상용화를 위한 실증사업 추진
 - 연구개발 종료 후 핵심설비 및 테스트베드는 상용으로 지속적 활용을 권장하며, 이를 위한 활용방안 및 사업모델 제시
- 국제공동연구 추진
 - 국내기반이 극히 취약한 분야는 국외 전문기관과 연계하여 국제공동연구 추진
 - ※ 필요시 기술분야별 세계 최고 수준의 전문가와 기술협력 네트워크 조성

□ 추진체계

- 본 연구개발과제는 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄 공모로 진행
 - 주관연구개발기관은 개발 기술간 연계·활용, 최종 연구개발성과물의 실용화 등을 고려하여 컨소시엄을 구성하고 연구개발과제의 총괄 역할을 수행
 - 연구책임자는 역할 분담의 필요성 및 명확성 등을 고려하여 공동연구개발기관과의 협의를 통해 구체적인 연구개발계획을 수립하고, 전체 연구개발과제를 책임지고 진행·관리
- 주관연구개발기관은 과제 시작시점부터 종료까지 동일기관이 연구를 수행하여야 함
- 컨소시엄 구성시 과도한 연구개발기관의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것
 - * 연구개발기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며, 연구개발내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결 시 조정될 수 있음

- 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제
- 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영
- 연구자의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
- 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요(지속적인 기술 동향 조사 및 수요 조사 등)

[연구개발내용 간 연계 전략]

- ① 연구개발내용 구성상 (구성기술2) 오일 생산 플랜트의 통합실증 기술이 핵심이므로, 이를 수행하는 주관연구개발기관의 역할이 중요
- ② 본 연구개발과제로 개발되는 모든 장치는 연구개발 수행기관에서 활용할 수 있도록 정보공유 및 기술개발 협력체계 구축
- ③ 향후 해외 사업화 모델 개발을 위하여 연구개발에 참여하는 기관들과의 협조체계 구축 필요

[실증 추진 전략]

- 본 사업에서 선정된 주관연구개발기관은 해외 실증단계에서 비전통 오일 관련 설비, 전력 및 유틸리티 공급, 실증부지, 건물 등을 제공할 대상국 또는 기관, 국토교통부, 연구관리전문기관(국토진흥원), 사업단 총괄기관 등과 협의하여 실증 추진

※ 실증대상국가 : 한-캐나다 국제공동 연구추진 협의에 따른 캐나다로 지정

- 선정된 주관연구개발기관은 실증참여 대상국 또는 기관과 협의하여 사업부지의 개요, 현황, 기반시설(도로, 상하수도, 전기, 통신, 가스) 확보 및 계획, 활용가능 시점, 민원발생 가능성 등을 사업단 총괄기관과 검토하여 상세업무협약을 체결 후 제출
- 선정된 주관연구개발기관과 사업단 총괄기관은 협력하여 실증참여 대상국 또는 기관의 연구개발 중 행정지원과 연구개발 사업 종료 후 시설의 활용, 운영에 대한 계획 제시

※ 연구 종료 후 5년까지 설비운영과 유지관리에 대한 계획 수립 제시

- 선정된 주관연구개발기관은 중점분야1~4 주관연구개발기관과 협의하여 기술연계 방안을 수립하고 통합 공정표(일정표)를 1차년도 내 제시
 - ※ 핵심설비 모듈 개발과 테스트베드 구축 간 일정조율 협의 추진 필요
 - 중점분야1~4 연구개발과제의 핵심설비를 가급적 모듈로 공급 받은 후 테스트베드에 설치하여야 하며, 지하 기초 시설물, 모듈 간 연결 및 유틸리티를 포함한 보조 설비 등을 구현하여야 함
 - 통합 진단·모니터링 시스템 구축시, 진단·모니터링을 위한 설비 및 상세사항을 각 중점분야 연구개발과제에서 제공 받아야 함
- 인·허가 취득 등을 위한 전담조직*을 운영하고 및 각 중점분야 연구개발과제의 인증 획득에 대하여 협의 및 지원 역할을 하여야 함
 - * 사업단장을 보조하는 지원조직인 실증센터로, 주관연구책임자는 실증센터장을 겸직
 - ** 실증센터 : 핵심과제 간 연구결과를 종합·반영하여 실증 테스트 등을 지원
 - 캐나다표준협회(CSA), 알버타 에너지조정위원회(AER), 캐나다 용접국(CWB), 알버타 보일러안전협회(ABSA) 등 현지 시험 및 인증

[추가 고려사항]

- 국산 플랜트 기술의 해외 진출을 위한 것으로 주요 설비의 기술을 보유하거나 개발 중인 기업이나 연구개발기관의 참여를 권장
- 캐나다 현지에 테스트베드를 설치할 예정이므로 캐나다 오일샌드 플랜트 경험을 보유한 기업의 참여 권장
- 현지 사업화 등을 위해 특수목적법인 설립을 고려할 경우, 이에 대한 추진계획을 연구개발계획서에 제시

5. 최종성과물

- (구성기술1) 오일 생산 플랜트의 Pre-FEED 기술개발
- 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 Pre-FEED 기술개발
 - 테스트베드 구축을 위한 설계 기준(안)
 - 테스트베드 실증부지 타당성 조사 보고서
 - 현지환경 대응 가능한 비전통오일 생산·처리 플랜트 설계 지침(안)
 - 비전통오일 생산·처리 통합공정 개념설계집 (Pre-FEED 패키지)

- 통합 설계기준*(Overall Design Basis), 기본설계용 자료집(Basic Engineering Design Data), 공정 모사 보고서(Process Simulation Report), 통합공정 배치도(Overall Block Flow Diagram), 예비 공정 흐름도(Preliminary Process Flow Diagram), 설비 배치도(Preliminary Plot Plan) 등 포함

* 중점분야 연구개발과제의 단위 설계기준(Unit Design Basis) 통합

○ 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 FEED 기술개발

- 비전통오일 생산·처리 통합공정 기본설계집 (통합 FEED 패키지)
 - 공정 설명도(Process Description), 공정 흐름도(Process Flow Diagram, PFD), 상세 공정 흐름도(Piping & Instrument Diagram, P&ID), 공정 안전 보고서(FEED HAZOP Report) 등 포함
- 비전통오일 생산·처리 통합공정 설계 Tool(SW 프로그램)
 - * 통합공정 설계 프로그램 결과 기반 플랜트 요소기술별 도면 작성 기준(안) 포함
- 비전통오일 생산·처리 통합공정 기본설계 평가 SW 프로그램

○ 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 상세설계 기술개발

- 비전통오일 생산·처리 통합공정 상세설계집
 - 3D 모델링 자료(3D Modeling), 건설 작업 패키지(Construction Work Package, CWP), 최종 자료집(Final Data Book) 등 포함
- 고정성 원유 통합생산 및 개질공정 에너지 분석 시뮬레이션 결과 보고서 및 SW 프로그램

○ 상용급(20,000배럴/일) 비전통오일 생산·처리 통합공정 기본설계집

□ (구성기술2) 오일 생산 플랜트의 통합실증 기술개발

○ 해외 현지 검증·실증사례 벤치마킹 마련

- 상용급 비전통오일 프로젝트 기준 해외 검·실증사례 분석 보고서

○ 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 건설기술 개발

- 300배럴/일 오일 생산 테스트베드(모듈 및 부대설비 포함)
- 300배럴/일 오일 생산 테스트베드 건설 지침서(안)
- 파이프라인 Backfill(뒷채움) 고속 시공 가이드라인(안)

- 최적 현장 다짐도 및 저온환경 특수도 최적 배합비 등 제안
- 현장 계절 조건에 따른 내구성 및 단열 특성 성능 결과서
- 파이프라인 뒷채움 지반 안정성 평가 보고서
- 파이프라인 뒷채움 고속 설치 및 자동화 결과보고서 등

○ 300배럴/일 비전통오일 생산플랜트 운영기술 개발

- 테스트베드 시운전 및 연속운전 지침서(안)
- 테스트베드 시운전 및 연속운전 결과 보고서
 - * 제3자기관 시험성적서 또는 전문가 입회 성능시험 의견서 등 포함
- 비전통오일 생산플랜트 운영 매뉴얼
- 통합 진단·모니터링 SW 프로그램 및 플랫폼

○ 해외 현지 맞춤형 사업화를 위한 확산·보급 모델 개발

- 비전통오일 생산플랜트 사업화 전략 보고서
- 비전통오일 보유국별 비전통오일 생산플랜트 건설·운영 타당성 보고서
- 온실가스 저감 모델을 반영한 비전통오일 사업화 확산 모델

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- (시범적용) 효과적인 실증을 위해 과제 추진 시 비전통오일 생산플랜트 핵심기술의 검증 수요가 있는 오일샌드 광구를 1곳 이상을 선정하여 개발기술 적용
 - 비전통오일 생산플랜트 FEED 설계안 및 테스트베드 모듈, 통합 진단·모니터링 시스템 연계 등 주요 연구결과의 설계·현장적용 수행
 - ※ 해외 현장 실증부지 등은 연구과제 착수 이후 사업단에서 협의 및 선정
- (활용처) 국토교통부 등 해외건설·플랜트 담당 정부 부처의 정책 수립과 개선(안) 마련, 국내 기업의 해외 시장진출 기반 마련 등에 활용
- (실용화 조건) 개발기술을 실제 오일샌드 광구 및 비전통오일 생산 플랜트에 시범 적용 후 해외 건설·플랜트 수주 제고를 위한 사업화 추진 노력 필요

□ 기대효과

- 기술적 효과
 - 고부가가치 영역인 개념·기본설계를 통해 다수 공정설비 집합체 규모의 패키지화 설계기술 및 상용화 기술 확보

- 고점성 에너지 통합 생산 및 개질 공정의 시뮬레이션 기술 확보로 타 공정에도 활용 가능한 경쟁력 있는 핵심기술 확보 기반 마련
- 생산 및 개질 공정 시나리오의 에너지 분석 및 비교를 통한 가장 에너지 효율적인 기술이 적용된 공정 설계 기술 확보

○ 사회·경제적 효과

- 에너지 최적화를 통한 고점성 원유 통합 생산 및 개질 공정 설계는 온실가스 배출량을 상당량 감소 가능하여 친환경 정책 부합
- 에너지 분석 및 최적화 기술로 인한 비용 절감 효과로 타분야 산업 및 엔지니어링 산업의 증진을 유도에 기여 가능
- 국산화 공정 기술 및 설계기술 확보를 통해 수입대체 효과 기대 및 신시장 진입 기반 확보 가능
- 통합 진단·모니터링 등을 통한 유지관리 효율화로 비용 절감 기여

7. 주관연구책임자(실증센터장)의 자격

- 플랜트 분야 전문성과 관리역량이 뛰어난 전문가이며 사업 운영·관리에 필요한 역량을 보유한 자로서, 다음의 자격 중 어느 하나를 갖춘 자
 - ※ 정부 R&D 혹은 민간 프로젝트를 통한 테스트베드 구축·운영 경험이 충분하며 네트워킹을 구축한 전문가 등
- 박사 또는 기술사 취득 후 플랜트 분야 10년 이상 경력자 또는 부교수 이상
- 학사 취득 후 플랜트분야 기술개발 또는 실무 경력이 17년 이상인 자
- 국·공립 연구기관으로 연구직 과장 또는 연구관 10년 이상이며 관련 분야의 연구개발 또는 업무실적을 객관적으로 입증할 수 있는 자
- 정부출연연구소 책임급 연구원 이상이며 관련분야의 연구개발 또는 업무실적을 객관적으로 입증할 수 있는 자
- 기타 동등이상의 자격
- 연구책임자(실증센터장) 직무에 집중하여 연구개발과제를 성실히 수행할 수 있는자
- 「국가연구개발혁신법 시행령」 제59조(부정행위 등에 대한 제재처분)에 의거 참여제한을 받지 않는 자, 「국가공무원법」 제33조(결격사유) 각 호에 해당하지 않는 자 등

8. 연구개발기간 및 연구개발비

○ 총 연구개발기간 : 2022.04 ~ 2028.12 (6년 9개월)

[1단계]

- 1차년도 연구개발기간 : 2022.04.~2022.12. (9개월)
- 2차년도 연구개발기간 : 2023.01.~2023.12. (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2024.01.~2024.12. (12개월)
- 4차년도 연구개발기간 : 2025.01.~2025.12. (12개월)

[2단계]

- 5차년도 연구개발기간 : 2026.01.~2026.12. (12개월)
- 6차년도 연구개발기간 : 2027.01.~2027.12. (12개월)
- 7차년도 연구개발기간 : 2028.01.~2028.12. (12개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 67,896백만원 이내

- 1년차 정부지원연구개발비 : 6,120백만원 이내

- ※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
- ※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로 「국가연구개발혁신법 시행령」 [별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

9. 기 타

○ 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서에 제시된 연구개발내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으며, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

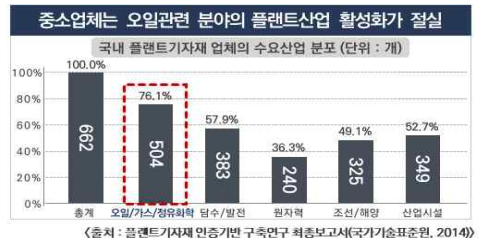
○ 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음

○ 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사 연구개발과제와 연구개발내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제·보고서 및 www.ntis.go.kr 참고

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함

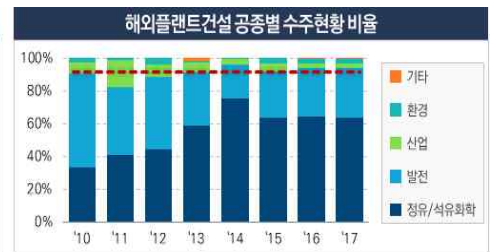
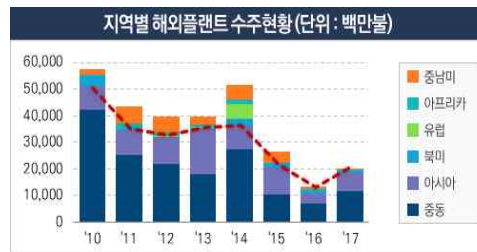
- 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 핵심 연구 개발성과별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 연구개발계획서에 구성기술 간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시
- 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발일정계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표 수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
 - ※ 연구개발과제 선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화 등에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음
- 국토교통과학기술 연구개발사업의 성과로 구축된 12개 대형 실험시설 적극 활용



○ 해외 수주감소의 주요 원인으로 지목되어온 진출지역 및 공중 편중 현상* 해결을 위한 수주 다변화 필요성 증대

- 진출영역 다변화는 동 사업 관련 중소 기자재 산업의 경기회복은 물론 높은 산업 간 연계성으로 다른 산업에도 파급효과 발생

* 중동·아시아 지역이 80%, 석유화학·발전플랜트 공종이 90% 이상으로 외부환경 변화 시 취약



지역다변화

공중다변화



○ 신재생에너지 활용과 상관없이 '40년까지 오일 수요량 증가추세 전망

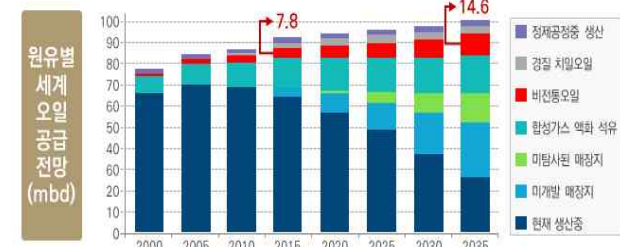
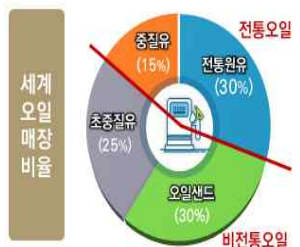
- 사우디, 이란 등 전통원유 생산국 관련 국제정세 불안 및 유가의 큰 변동폭 등으로 비전통오일* 수요 증대 추세

* 전통 석유자원과 유사한 수준으로 세계 석유자원 매장비율 중 약 55% 차지

전통 오일과 비전통 오일의 매장비율 유사
전통오일 위주의 개발 한계 직면

전통오일 공급 연평균 0.2% 감소 전망
비전통오일 공급 연평균 2.3% 증가 전망

비전통 오일 생산단가 현재 배럴당 \$51 수준
기술개발로 생산단가 절감 가능



<출처: 국제에너지기구>

< 비전통오일 시장 관련 주요 전망 >

시장전망	출처
<ul style="list-style-type: none"> • 2040년 비전통오일 시장 규모가 전통오일 시장 규모의 60~62% 수준으로 성장할 것을 전망함(낙관적 전망기준) 	European Commission (2016)
<ul style="list-style-type: none"> • 2040년 비전통오일 시장은 하루 생산량 37.4M 배럴/일 수준으로 증가하여 전통오일 시장 생산량 63.8M 배럴/일의 56.2% 수준으로 성장할 전망 	IEA(2018)
<ul style="list-style-type: none"> • 2035년까지 2016년 대비 두 배 수준인 22Mb/일로 증가할 것으로 예상되며, 이는 전통오일 생산량의 30% 수준이 될 전망 	DNV-GL (2017, 2019)

- 세계시장의 환경규제 강화 등 친환경 기조에 따라 발주사에서는 환경영향 최소화 기술(저탄소 공법, 재활용 기술 등) 활용 요구
 - 친환경 공정 및 핵심기술 개발과 해외현지 실증실적 확보로 상류(탐사·생산)·중류(이송·저장)부문 플랜트건설 시장 진출기회 마련 필요

□ 기술동향 [국외 동향]

- (생산·순환) SAGD(Steam Assisted Gravity Drainage) 상용공법에서 발전하여 증기사용 저감으로 운영비 절감, CO₂ 배출 감소를 위한 탄화수소 용매 공법 개발
 - ※ SAGD : 중질원유가 섞인 오일샌드에서 증기로 석유성분을 녹인 후 물과 혼합된 비투멘을 지상으로 뽑아 원유와 불순물을 분리해내는 방식
- (수집분리) Husky Energy 등에서는 물 주입법이나 수압 파쇄법을 이용하여 원유를 회수하는 오일 분리기술은 Free water knock out(FWKO)가 대표적
- (수처리) VEOLIA 등은 미세기포를 발생시키면서 분리하는 방식으로 윤활유, 연료유 등 다양한 오일을 분리가능한 기술 확보
- (부분개질) 수열 반응을 도입하여 낮은 점성도 및 고수율 확보와 초임계수를 이용한 품질향상 기술 및 공정개발 중이며, 수소 전달체에 의한 중질유 개질 검증 실험 수행
- (통합실증) WorleyParsons 는 오일샌드 생산공정의 라이선스를 보유하고 있으며, Suncor 등에서 상용화 실적을 갖는 최적 설계 기술 보유

[국내 동향]

- (생산·순환) 한국화학연구원, 한국석유공사 등에서 열공법을 활용한 비전통오일 회수 공법 소규모 실험 수행
- (수집분리) 성균관대는 오일샌드 플랜트에 사용되는 다상 유동 분리기의 유입구 형상에 따른 효율 분석 연구수행
- (수처리) 청수인더스트리에서 나노구조체를 활용한 유수분리 시제품 등을 개발 중이나, 부유물질 농도가 높은 비전통자원 생산수 처리 운영기술은 전무
- (부분개질) 오일샌드 등으로부터 중질성분을 제거한 오일 생산 관련 기초연구 수행하였으며, 정유산업 고도화에 적용 가능한 수첨 반응용 소재·공정에 대한 기초연구 수행
- (통합실증) GS건설 등에서 한국석유공사 블랙골드 광구의 상세설계 수주 경험이 있으며, SK 건설은 Suncor사의 프로젝트로 설계·조달·시공·유지보수 실적 있음
 - ※ 단, EPC 중심의 수주실적으로, 국내 자체기술(개념·기본설계 등) 또는 공정을 활용한 수주 실적은 전무한 수준

3. 중점분야 연구내용

□ 연구개발과제 구성 및 추진체계



□ 중점분야별 주요 연구내용

중점분야별 연구개발과제	주요 연구내용(구성기술)
○ 중점분야 1 : 생산·순환	
- 비전통오일 친환경·고수율 회수 및 순환시스템 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> · 비전통오일 생산증진을 위한 하이브리드 열공법 및 운영제어 기술 · 웰패드 시스템 및 생산유체 수집·분리 기술 · 모듈형 증기 생산 및 지하주입 설비기술 · 모듈형 복합 열캐리어 가압설비 기술
○ 중점분야 2 : 수집분리	
- 오일 함유 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> · 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술 · 오일처리 기술 · 싸이클론을 이용한 미립자 제거 기술
○ 중점분야 3 : 수처리	
- 생산수 계통의 오일제거 및 수처리 복합공정 설비기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 수처리 통합 공정의 시공 및 운영·관리기술 · 고품질 재이용수 생산용 전처리 공정기술 · 고품질 재이용수 생산용 본처리 공정기술
○ 중점분야 4 : 부분개질	
- 비전통오일 장거리 이송용 부분 개질 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> · 파이프라인 이송용 합성원유 생산을 위한 부분개질 촉매기술 · 비전통오일 열공법 생산공정 연계 부분개질 반응기/공정기술
○ 중점분야 5 : 통합실증	
- 오일 생산플랜트의 패키지화 설계 및 통합실증 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> · 오일 생산 플랜트의 Pre-FEED 기술 · 오일 생산 플랜트의 통합실증 기술개발
○ 사업단장 주관과제	
- 비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발 및 실증 지원	<ul style="list-style-type: none"> · 비전통오일 생산플랜트 관련 조사·분석, 핵심 기술 개발 및 테스트베드 구축·운영 지원 · 비전통오일 생산플랜트 핵심기술 개발 및 테스트베드 구축·운영 관련 세부기획

4. 사업 추진 방법

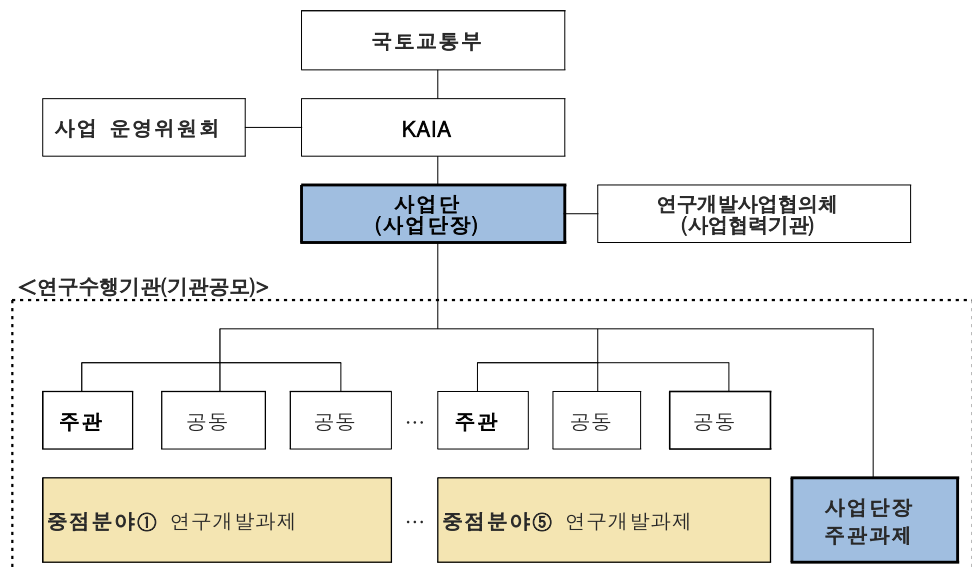
- 추진전략
- 단계별(4+3년, 2단계)로 추진하고, 핵심기술 개발과 해외 현지에 테스트베드(실증플랜트) 구축 및 운영 등 통합실증 지원
 - * 단계평가 시 연구성과, 기술변화 등 고려하여 연구내용 일부 조정 가능
 - (1단계, '22~'25) 중점분야 내 핵심기술 개발 및 성능평가 지원
 - (2단계, '26~'28) 현지 테스트베드 구축 및 통합실증 지원
 - 선정된 주관연구개발기관은 선정된 타 중점분야 주관연구개발 기관과 협의하여 총괄연구개발계획서를 협약 후 4개월 내에 제출
 - 중점분야별 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시

- 핵심 연구개발성과 제시 및 그에 따른 연차별 목표를 수립하고, 연차별 세부 추진전략 및 일정계획, 핵심성과 로드맵을 제시할 것
 - ※ 기술개발 대상과 범위, 기술개발목표의 범위/수준을 제시하고, 이를 달성하기 위한 목표, 성과로드맵 등을 제시
- 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것
- 연구개발목표는 정량적으로 제시
 - ※ 예) 기존 대비 00% 비용절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등
- 중점분야별 연구개발내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시
- 기존에 수행되었거나 국내·외에서 현재 수행 중인 관련 연구개발 결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 포함
- 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시
- 연구개발성과물을 구체적으로 제시
- 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계로 구분하여 제시
- 수요자 중심으로 연구성과물 활용방안 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적 방안 제시
- 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시
 - ※ 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약 시 조정(추가) 될 수 있음
- 비전통오일 생산플랜트 전주기 기술에 대한 기술개발과 해외 실증, 운영에 대한 통합적인 연계성과 구체성, 실현 가능성 등 제시·실행
- 연구개발성과 도출의 기간, 예산, 적정성을 고려하여 주어진 조건 내에서 구체적인 실증 계획(실증 대상지 선정 및 규모, 소요예산 및 추진일정 등) 및 방안 제시
 - ※ 실증대상국가 : 한-캐나다 국제공동 연구추진 협의에 따른 캐나다로 지정
- 가급적 국내 기 개발된 관련 기술을 활용하여 상용화를 위한 실증사업 추진
 - 연구개발 종료 후 핵심설비 및 테스트베드는 상용으로 지속적 활용을 권장하며, 이를 위한 활용방안 및 사업모델 제시

- 테스트베드와 관련하여, 대상 주정부(캐나다 알버타주) 및 실증부지 및 기반시설 관리기관(현지 공공기관·기업) 등과의 협업 등 구체적인 실증 방안 제시
 - * 협약체결 이후, 실증플랜트 구축 및 운영을 위한 실증부지를 중점분야5 주관 연구개발기관과 같이 대상 주정부 및 현지 공공기관·기업과 협의하여 선정
- 정부 및 관련 공공기관·공사·기업 등 기술수요처와 유기적 협조 체제 구축
 - 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보
 - 관련 정부부처 및 전문기관과 협의 수행
 - 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악
- 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출
- 국제공동연구 추진
 - 국내기반이 극히 취약한 분야는 국외 전문기관과 연계하여 국제 공동연구 추진
 - ※ 필요시 기술분야별 세계 최고 수준의 전문가와 기술협력 네트워크 조성

□ 추진체계

- 「비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발사업」은 사업단으로 추진하며, 본 사업단장 주관과제*로 선정된 주관연구개발기관은 사업단을 독립된 형태로 운영되는 조직(법인 등)으로 구성하여야 함
 - * 사업단장이 주관하여 수행하는 연구개발과제로 사업단 기획·관리내용 포함



사업운영위원회	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업단 운영 및 관리 등과 관련한 중요한 사항 및 전문 기관이 요청한 사항에 대한 검토·심의·조정 실시 - 사업 세부시행계획 수립에 관한사항 - 주요 내용변경에 관한 사항 - 지원 우선순위, 연구개발비 규모 등에 관한 사항
연구개발사업 협의체 (사업협력기관)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중점분야 연구개발과제 간 사업추진 방향·운영 실무 자문 ○ 중복사업 방지를 위한 사업조정 심의 자문 등

- 사업단장 주관과제의 주관연구개발기관은 사업단 총괄기관이 되며, 사업단 운영 독립성이 보장되도록 하여야 함
 - ※ 총괄기관 : 사업단을 운영할 수 있는 전문성과 기술력, 행정능력을 겸비한 기관으로서 사업단장이 소속된 기관
- 사업단장 주관과제의 주관연구책임자는 사업단장이 되어 역할 수행
- 사업단 총괄기관은 과제 시작시점부터 종료까지 동일기관이 연구를 수행하여야 함
- 사업단장 주관과제는 1개의 단일 주관연구기관으로 구성하여 연구 수행 (컨소시엄 구성 불가)
- 플랜트 분야에 대한 전문성과 관리역량이 뛰어난 사업단장이 연구 개발과제를 전체적으로 관리하는 책임운영체계 도입
 - 사업단은 연구개발·시험평가·성과확산 등 연구사업의 전주기적 관리 업무를 총괄하는 역할 수행
 - 사업단장에게 사업단 구성·운영 등에 관한 권한 및 책임 부여
 - 기술개발에서 테스트베드 적용 및 검증까지 일련의 과정이 유기적으로 연결될 수 있도록 참여기관 및 연구진의 체계적인 협력방안 마련
- 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영
- 관계부처 및 업계 간 유기적 협의체계 구축을 통한 의견수렴 및 교류 활성화
- 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요
- 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행체계 구축 필요(지속적인 기술 동향 조사 및 수요 조사 등)

[연구개발내용 간 연계 전략]

- ① 본 연구개발과제에서 사업단 기획·관리 역할을 수행므로, 이를 수행하는 사업단 총괄기관의 역할이 중요
- ② 각 중점분야 연구개발과제와 정보공유 및 기술개발 협력체계 구축
- ③ 향후 해외 사업화 모델 개발을 위하여 연구개발에 참여하는 기관들과의 협조체계 구축 필요

[실증 추진 전략]

- 본 사업에서 선정된 사업단 총괄기관은 해외 실증단계에서 비전통오일 관련 설비, 전력 및 유틸리티 공급, 실증부지, 건물 등을 제공할 대상국 또는 기관, 국토교통부, 연구관리전문기관(국토진흥원), 중점분야5 연구개발기관 등과 협의하여 실증 추진

※ 실증대상국가 : 한-캐나다 국제공동 연구추진 협의에 따른 캐나다로 지정

- 선정된 사업단 총괄기관은 실증참여 대상국 또는 기관과 협의하여 사업부지의 개요, 현황, 기반시설(도로, 상하수도, 전기, 통신, 가스) 확보 및 계획, 활용가능 시점, 민원발생 가능성 등을 중점분야5 연구개발기관과 검토하여 상사업무협약을 체결 후 제출
- 선정된 사업단 총괄기관과 중점분야5 주관연구개발기관은 실증참여 대상국 또는 기관의 연구개발 중 행정지원과 연구개발 사업 종료 후 시설의 활용, 운영에 대한 계획 제시

※ 연구 종료 후 5년까지 설비운영과 유지관리에 대한 계획 수립 제시

- 사업단 총괄기관은 중점분야5 연구개발기관과 함께 연구 종료 후 설비의 운영과 유지관리에 대한 계획을 수립하여 제시

[추가 고려사항]

- 현지 사업화 등을 위해 특수목적법인 설립을 고려할 경우, 이에 대한 추진계획을 연구개발계획서에 제시

5. 최종성과물

- 비전통오일 생산플랜트 관련 조사·분석 보고서
- 비전통오일 생산플랜트 장기 실증* 사업 기획연구 보고서
- * 지하유정 및 지하생산공법, 관련 인프라에 대한 장기 실증

○ 탄소중립과 연계 가능한 사업 기획연구 보고서

※ 기후변화 대응을 위한 연계과제 아이템 발굴 및 기획 결과 일체 포함

* (예시) 디지털 기반 에너지 효율화 기술, 지하 개질을 통한 수소생산 및 CO2 저장 기술 실증 등

○ 현지 민원 해소 등을 위한 국내·외 합동 소통창구 운영결과 보고서

6. 기대효과 및 파급효과

□ 기대효과 ○ 기술적 효과

- 중·상류 부문 플랜트 친환경 기술력 강화
- 비전통오일 생산플랜트 건설 및 운영기술 실증사례 확보 및 상용화를 통한 기술 경쟁력 제고
- 독자적인 원천기술을 확보함으로써 진출 가능한 시장확대와 진출 기업의 상용화 기술을 위한 응용기술 등으로 연관기술 파급
- 에너지, 조선, 소재 산업 등 연관기술과 융복합 후속 R&D로 파급

○ 사회·경제적 효과

- 해외플랜트 수주 지역 및 공종 편중화 개선으로 플랜트 분야 중소·중견기업 안정화 및 지속발전 도모
- 오일·가스 플랜트 건설사업에 대한 적극적 참여와 해외 선진업체 기술에 대한 의존도 감소
- 오일 생산 및 처리 플랜트의 최적화를 통해 에너지 효율성과 비용 절감 효과 기대
- 플랜트 사업 수주 확대를 통한 국내 일자리 창출 촉진 효과

○ 정책적 효과

- 해외수요가 높은 공종의 집중개발로 원천기술 및 건설기술 글로벌 경쟁력 확보 등 건설산업 혁신 정책에 기여
- 산업기반 붕괴에 직면한 플랜트 건설산업의 육성·촉진을 위한 신시장 진입 기반 마련 등 해외수주 제고 정책에 기여
- 원유 수급의 불균형 및 에너지 파동 등에 대비할 수 있는 대체 원유자원의 확보 등 국가 에너지 안보 정책에 기여

7. 사업단 총괄기관 및 사업단장의 자격

- 총괄기관 ○ 「국가연구개발혁신법」 제2조, 「국토교통과학기술 육성법」 제8조, 「국토교통과학기술 육성법 시행령」 제7조 및 「국토교통과학기술 육성법 시행규칙」 제3조에 의한 기관
- ※ 국토교통 연구개발사업 관리지침 별표1(국토교통연구개발사업 지원제외조건) 해당 기관은 제외
- 사업단장 ○ 플랜트 분야 전문성과 관리역량이 뛰어난 전문가이며 사업 운영·관리에 필요한 역량을 보유한 자로서, 다음의 자격 중 어느 하나를 갖춘 자
- ※ 정부 R&D 혹은 민간 프로젝트를 통한 테스트베드 구축·운영 경험 또는 자원 플랜트분야 R&D 사업관리 경험이 충분하며 네트워크를 구축한 전문가 등
- 박사 또는 기술사 취득 후 플랜트 분야 10년 이상 경력자 또는 부교수 이상
 - 학사 취득 후 플랜트분야 기술개발 또는 실무 경력이 17년 이상인 자
 - 국·공립 연구기관으로 연구직 과장 또는 연구관 10년 이상이며 관련 분야의 연구개발 또는 업무실적을 객관적으로 입증할 수 있는 자
 - 정부출연연구소 책임급 연구원 이상이며 관련분야의 연구개발 또는 업무실적을 객관적으로 입증할 수 있는 자
 - 기타 동등이상의 자격
- 사업단장 신청시 소속기관으로부터 사업단 최종평가 종료시점 ('29.05.30 예정)까지 고용을 기보장 받은 자
- ※ 사업단장 선정을 조건으로 한 신청기관 차원의 고용 보장 예정 및 확약은 불인정
- 「국가연구개발혁신법 시행령」 제59조(부정행위 등에 대한 제재처분)에 의거 참여제한을 받지 않는 자, 「국가공무원법」 제33조(결격사유) 각 호에 해당하지 않는 자 등
- 사업종료 시까지 사업단장 역할 수행 및 참여율 100% 권장

8. 총괄기관 및 사업단장의 역할 및 임무

- 총괄기관 ○ 사업단장 후보 추천
- 사업단 운영을 위한 지원조직(인력), 시설·장비, 공간 등을 제공
- 총괄기관은 사업단장 주관과제를 수행

- 사업단장
- 사업단/지원조직 구성·운영·관리 및 사업단 운영기준 제정·시행 등 사업단 경영 전반에 관한 사항
 - ※ 사업단 운영기준은 전문기관 장의 승인을 얻어 시행
 - 사업 전략수립, 연도별 추진계획 및 예산배분(안) 수립에 관한 사항
 - 연구개발과제의 기획, 자체평가, 진도관리·정산·예산조정 및 컨소시엄 간 역할배분 등에 관한 사항
 - 연구개발과제의 진행과정 및 연구결과의 검토·보고에 관한 사항
 - 연구개발성과 사업화, 지적재산권·정보관리 등 지원, 사업성과 관리 및 국가연구개발사업 조사·분석·평가 관련업무 협조에 관한 사항
 - 연구개발성과 관리·보급·확산 및 홍보와 대외 실무 총괄에 관한 사항
 - 국토교통부에서 실시하는 산업육성·발전 정책의 기술자문 및 업무 협조에 관한 사항
 - 사업목표 달성에 필요한 규제·제도 개선사항의 발굴 및 정책 제안에 관한 사항
 - 인력양성, 국제협력 등 인프라 조성에 관한 사항
 - 사업단의 효율적 운영을 위한 자체 홈페이지·시스템 구축 등에 관한 사항
 - 시스템엔지니어링 및 시스템통합을 위한 기술개발
 - 테스트베드에 시스템 적용 및 관리
 - 국내외 연구개발동향, 기술수준 등의 조사 및 분석
 - 국내외 시장동향, 관련 규제 등의 조사 및 분석
 - 개발기술의 사업화 촉진을 위한 국내외 시장 확보정책 개발, 현장지원 및 적용과 홍보전략 개발 및 추진
 - 사회 경제적인 파급효과 등 개발기술의 가치 분석 및 성과활용 계획
 - 연구개발성과의 권리강화 및 기술이전 사업화

- 각 중점분야 연구개발과제에 대한 성과목표 및 성과지표(KPI), 주요 성과별 달성일정(Milestone), 테스트베드 구축 시나리오 등을 포함한 종합적인 성과관리계획과 통합진도관리계획을 세워 사업단장 주관 과제 협약 후 4개월 이내에 전문기관에 제출하여야 함

※ 계획수립, 제출방식 등은 추후 전문기관과 협의하여 진행

- 기타 당해 사업단 과제의 효율적 추진을 위하여 필요한 사항

※ 사업단은 상기 내용을 포함한 사업단장 주관과제 수행 등 해당 사업단과제를 효율적으로 추진하기 위하여 사업단장을 보조하는 지원조직을 둘 수 있음

9. 사업단 운영형태

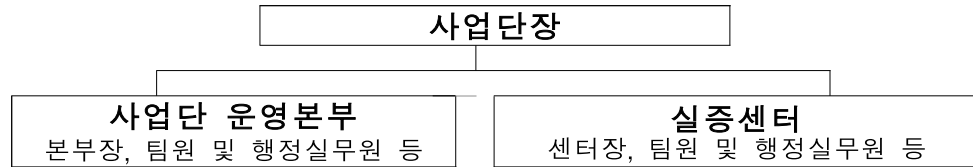
- 사업단 : 대형사업을 수행하기 위하여 구성된 법인 또는 독립된 형태로 운영되는 조직으로 구성

- 사업단장 주관과제를 효율적으로 추진하기 위하여 사업단장을 보조하는 지원조직을 둘 수 있으며, 총괄기관으로부터 지원받은 인력을 포함하여 구성 가능

- 운영본부*와 실증센터**로 구성하여 운영 가능

* 사업단장 보좌역할로, 중점분야 간·내의 과제 조정 협의·지원, 사업단 지원(운영·행정·성과·연구비 관리 등)업무 등 수행

** 핵심과제 간 연구결과를 종합·반영하여 실증 테스트 등을 지원(해외 현지실증 시 위협요소 저감 역할)



주체	세부역할
사업단 (사업단장)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업단 총괄 역할 • 세부과제 진도관리·자체평가·참여기관 간 역할배분 등 • 연구성과 관리 및 사업화 지원 • 연구성과 보급·확산 및 홍보 • 운영본부 및 실증센터 구성·운영
운영본부 (본부장)	<ul style="list-style-type: none"> • 사업단장 지원 역할 및 사업운영 제반 업무 (신규 기술수요 조사, 과제 기획, 과제 점검, 사업홍보·성과관리 등 지원) • 중점분야 간 과제 조정 협의 및 지원 • 사업 추진전략 수립 (사업단 운영계획 및 지침 등 수립) • 비전통오일 시장 동향 조사 및 해외기술 벤치마킹 조사·분석
실증센터 (센터장)	<ul style="list-style-type: none"> • 인·허가, 현장시험, 인증획득 등을 위한 종합적 지원 역할(시험인증기관 및 플랜트 제작·운영기관, 실증부지 소유기관 등 협의) - 수요처 요구조건을 정의하여 세부과제별 설계에 반영토록 지원 - 개발품의 현장적합성 검증, 기술 성능시험 등의 지원을 위한 실증플랜트(테스트베드) 시험계획 수립 및 운영지원 - 실증부지 소유기관 및 (시)운전 운영기관 실무협의 - 국내·외 시장진출을 위해 필요한 인증조사, 인증항목 및 절차 정의, 세부과제 인증 획득 활동 지원 등

- * 위촉연구원 신규 채용 또는 정책 전문성을 고려하여 사업단장이 지정하는 분야별 주요 핵심과제 연구기관 내 전문가를 사업단에 파견 조치 (필요시 순차적 파견)
- ** 센터장은 중점분야⑥(통합실증) 주관연구책임자가 겸직

- 선정된 사업단장은 사업단장 주관과제에 가급적 집중하여야 하며, 기 수행 중인 연구개발과제에는 연구책임자를 포함한 참여연구원에서 제외 요망
- 사업단장은 총괄기관으로부터 업무와 책임에서 독립하여 사업단 운영 및 관리에 전념하여야 하고, 총괄기관의 장은 전문기관의 장과 협약을 통해 이를 보장하여야 함

10. 연구개발기간 및 연구개발비

- 총 연구개발기간 : 2022.04 ~ 2028.12 (6년 9개월)
- [1단계]
 - 1차년도 연구개발기간 : 2022.04.~2022.12. (9개월)
 - 2차년도 연구개발기간 : 2023.01.~2023.12. (12개월)
 - 3차년도 연구개발기간 : 2024.01.~2024.12. (12개월)
 - 4차년도 연구개발기간 : 2025.01.~2025.12. (12개월)
- [2단계]
 - 5차년도 연구개발기간 : 2026.01.~2026.12. (12개월)
 - 6차년도 연구개발기간 : 2027.01.~2027.12. (12개월)
 - 7차년도 연구개발기간 : 2028.01.~2028.12. (12개월)
- 총 정부지원연구개발비 : 7,900백만원 이내
 - 1년차 정부지원연구개발비 : 1,100백만원 이내
 - ※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
 - ※ 「국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정」 제29조2(연구개발비 지급 및 계상 등)에 따라 정부지원연구개발비 전액 지원 가능
 - ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

11. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임
- 본 연구개발과제의 제안서는 제시된 총괄기관 및 사업단장 공모 제안 요구서와 서류양식에 따라 작성하는 것을 원칙으로 함
 - 다만, 사업단장 신청자의 창의적인 제안내용에 따라 내용의 추가 또는 변경이 가능하나, 내용의 추가 또는 변경시에는 명확한 사유 필요

- 총괄연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음
- 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사 연구개발과제와 연구개발내용이 중복되지 않도록 총괄연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제·보고서 및 www.ntis.go.kr 참고
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행 중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함
 - 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 세부과제별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시
- 총괄연구개발계획서에 중점분야 간 연구내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시
 - 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물 간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시
 - ※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시
- 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발일정 계획과 이에 대한 관리계획 등을 총괄연구개발계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표 수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
 - ※ 연구개발과제선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

- 비전통오일의 친환경 인식 마련을 위한 연간 홍보계획을 총괄연구개발계획서에 제시
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
 - ※ 현지 유관기관과의 업무협력, 법·제도·규정 관련 전문기관(또는 전문가) 활용 방안 등을 제시
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음
- 국토교통과학기술 연구개발사업의 성과로 구축된 12개 대형 실험시설 적극 활용

Ⅲ. 실증플랜트 상세계획

1. 기본방향 및 요건

1 실증플랜트의 정의

□ 실증플랜트의 정의

- 대형기술의 실용화 및 사업화를 목적으로 개발된 기술, 서비스, 장비 등을 검증하고 시범적용하기 위해 구축된 실제와 동일한 환경 또는 현장이나 이에 포함된 성과물
- 테스트베드는 기술개발 연구 성과물의 현장적용을 통한 기술개선 및 개별 성과물간의 통합 시 운영 및 신뢰도를 확보하여 국내외 시장 진출의 기반을 다지기 위한 기술사업화의 최종 단계



< 실증플랜트 운영 목적 >

- 본 기획연구에 대한 실증플랜트는 다음과 같은 목적으로 구축하고자 함
 - 비전통오일 플랜트를 구성하는 요소기술 현지 적용성 검증 및 완성도 향상
 - 비전통오일 플랜트 요소 기술의 검증을 통한 인증 체계 구축
 - 개별 인증 및 통합 시스템 구축에 대한 검증 및 인증
 - 테스트를 통해 확보된 데이터 축적, 평가 및 활용 방안 도출
 - 개별 및 통합 시스템의 문제점 도출 및 제도적인 문제 해결 방안 도출
 - 기 수행중이거나 기 완료된 과제의 성과물과의 연계성을 고려하여 비전통오일 관련 사업의 시너지 제고

□ 실증플랜트 수행 사례

- 테스트베드는 해당 플랜트에 대한 EPC 관련 경험뿐 아니라, 개발된 기술의 성능과 완성도를 확인하기 위한 실험 시설
 - 시험 목적에 맞게 다양한 환경에 개발된 기술을 노출시켜 성능, 장기운영 안정성, Scale-up을 위한 인자 도출 및 트러블슈팅과 예상하지 못했던 문제점들을 파악하기 위해 연구 수행 시 반드시 거쳐야 하는 단계
- 단일 기술을 적용하기 보다는 개발된 여러 가지 기술이 종합된 형태로 테스트베드가 구축되는 것이 일반적이며, 국내뿐만 아니라 해외에서도 다양한 플랜트 기술개발을 위하여 테스트베드를 구축 활용

구분	대상 (국가)	투입 비용	완료시기	테스트베드 시행 목적
국 내	IGCC	약 150억 원	2015년	<ul style="list-style-type: none"> - 석탄가스화 기술 실증(성능 및 운영안정성 검증) - 최적운전조건 확보, 탄종별 성능시험 - 장기운전 성능데이터 확보 - 20톤/일 규모로 상용플랜트의 1/100 수준
	습식 CCS	약 300억 원	2012년	<ul style="list-style-type: none"> - 석탄화력 발전소 배가스 중 CO2 포집기술 실증 - 흡수 기술의 안정적 운영여부 판단 - 최적운전조건 확보 및 장기운전 성능데이터 확보 - 10MW규모로 상용 발전소의 1/50 수준
	LNG	약 300억 원	2014년	<ul style="list-style-type: none"> - LNG액화 프로세스의 안정성 확보 - 기존 기술과의 성능비교 - 장기운전 성능데이터 확보 - LNG 플랜트 설계/건설기술 축적
	해수담수화	약 1,500억 원	2012년	<ul style="list-style-type: none"> - 역삼투식 해수담수화 기술 성능 및 안전성 검증 - 45,000톤/일 규모 담수생산
국 외	GTL (일본)	약 360억 원	2009년	<ul style="list-style-type: none"> - 천연가스를 원료로 합성석유 생산기술 실증 - GTL 플랜트 세부 공정별 성능 및 안전성 검증 - GTL 플랜트 설계/건설 기술 축적 - 장기 운전성능데이터 확보
	Oxy-CFB (유럽)	약 2,000억 원	2012년	<ul style="list-style-type: none"> - CFB(순환유동층)보일러를 활용한 석탄 순산소 연소기술 실증 - CFB 보일러 및 순산소 연소 시스템 성능 및 운영안정성 검증 - 30MW규모로 상용 발전소의 1/10 수준
	산소 ITM (미국)	약 3,000억 원	2014년	<ul style="list-style-type: none"> - 이온투과막을 통한 공기 중 산소 분리기술 실증 - 16년간, 0.1TPD → 5 TPD → 100TPD 실증 - 단계별 1,000일 이상의 장기운전 데이터 확보 - IGCC 및 CCS 플랜트 연계 실증

□ 상용 기술의 검증 및 확보

- 플랜트 건설은 목표성능의 달성을 위해 다수의 공정이 유기적으로 연계되어지는 복합적인 시스템 특성
 - 개별 공정의 성능이 검증되더라도, 전체 공정을 연계하여 건설된 한 개의 시스템으로서의 성능 검증이 필수적임
- 대규모의 비용이 투입되는 플랜트 건설 특성 상, 발주자는 실제 건설 및 운영을 통하여 성능이 검증된 기술만을 사용 요구
 - 미진출 공종 및 신기술에 대해서는 실제 플랜트 건설 및 운영을 통한 Track record 확보가 매우 중요함
- 대부분의 오일시장은 소수 기업에 의한 시장 카르텔이 형성되어 있고, 국내 EPC 기업은 핵심 원천 기술의 부족으로 신시장 진입에 어려움
 - 라이선스 구매를 통한 상세설계 이후의 저부가가치 역무만을 주로 담당하고 있어 국내 자력기술을 기반으로 진입 어려움
- 정부의 해외건설 수주확대 정책과 더불어, 자원개발과 도입을 연계하고자 하는 장기적 전략의 성공적 추진을 위해 기술개발 필요
 - 기초개발 단계에 있는 오일생산 관련 공정 및 건설 기술을 상용급 시설 적용이 가능한 수준으로 견인할 필요가 있음
- 연구실 수준의 단일 파일럿 검증으로는 규모 및 운전변수 등의 한계로 생산현지에 적용 가능한 건설 기술의 집합체로 통합 적용할 필요
- 따라서, 실증플랜트는 한 가지 기술이 아닌, 비전통오일 생산 현지에 적용 가능한 종합 기술 검증이 최종 목표로, 상용공장 건설시 나타날 수 있는 각종 문제들의 해결을 통하여 상용화 기술 축적이 가능하여야 함.
- 비전통오일 생산 플랜트 건설시장 진입을 방해하는 관례, 까다로운 인허가, 자국 기술사 스탬프 요구 등 장애를 실증플랜트 운영 실적 확보를 통하여 해결함으로써 신시장 진입이 가능하게 함

□ 공정 및 기계/배관 분야의 독자 기술개발

- 개발 및 실증을 목적으로 하는 비전통오일 생산 및 처리 기술은 기존 기술의 한계를 극복하기 위한 방향성을 가지고 추진
 - 우리나라는 관련 기술의 라이선싱을 가지고있지 않아 경쟁력있는 기술 개발 없이는 시장 진입이 어려움
- 유체의 성상을 고려하여 기계/배관 등을 선정해야 하고 최종 목적지에 이르기 전까지 각종 전처리 및 분리 공정을 통해 불순물을 제거하여 제품의 품질을 높이고 이송 안정성을 확보하여야 함
- 유정에서 생산된 자원은 오일/수분/가스/불순물 등 다양한 화학성분이 혼합된 점도가 높은 다상유동형태(slug 형태)로 처리 가능한 기술확보 필요
 - 이송 전에 고체, 액체, 가스로 분리하여 배관 운송성을 향상시키고 이송 안정성을 위한 분리장치, 컴프레서, 펌프등 설계기술이 필요함
- 비전통오일 플랜트에 적용되는 기계/배관 등의 기자재는 외부의 온도 변화와 열 변형에 대응하기 위한 특화 설계가 필요
 - 특히, 매니폴드와 분리장치 등은 황화수소와 수분으로 인한 부식으로 성능악화와 수명 단축 가능성이 높아 내식 안정성 확보 및 이에 따른 설계기술이 필요

□ 1단계 실증 계획

- 실증플랜트에 적용되는 각 세부과제에서 개발 성과물에 대한 개별적인 성능을 테스트해야 함
- 실증플랜트는 현지의 상황을 재현할 수 있는 곳으로 지정하여야 함
- 추가 예산이 필요하지 않도록 실물 크기의 제품 테스트가 용이하도록 설계하여야 함
- 실증 환경은 비전통오일 생산 현지의 환경과 가능한 유사하여야 하며, 최소한 실증플랜트 구축 예정지역의 환경을 만족하되, 비전통오일 생산 최저 기후환경 조건에서의 성능 검증이 필요함
- 파악된 문제점을 해결한 R&D 산물들 실제 용도에 적합하도록 중점 분야별로 통합하여 하나의 시스템을 만들어 테스트를 수행함
- 개별 실험을 통과하여 각각의 산물은 기능적 측면에서 신뢰성을 확보하였다고 할 수 있지만, 통합 과정에서의 장비간의 간섭 및 예기치 못한 호환성의 문제를 파악할 수 있도록 통합 실험 수행이 필요함
- 구축된 실증플랜트는 일회성이 아닌 다양한 플랜트 기자재 실증 및 통합 시스템 실증에 사용될 수 있음

□ 3단계 실증 계획

- 1단계 실증플랜트에서의 Test를 거친 제품일지라도 실제 Site 상황에서는 다양한 변수가 존재함
- Lab Test의 경우 장비 운용에 최적화된 주변 환경이 구축되어 있으나, 실제의 경우에는 그렇지 못한 경우가 대부분이므로 실제 필드에서의 통합 Test는 반드시 수행되어야 함

4

실증플랜트 기본요건

- 실증플랜트는 모든 중점분야의 각 세부과제에서 개발된 기술의 실증 및 실용화가 가능하도록 해야 하며 실증플랜트의 구성은 아래 표와 같은 항목으로 추진이 가능함
- 실증 Plant는 원료 확보, Effluent 설비, 관련 Infra, Utility 공급이 원활하도록 기존 유사 플랜트 근처에 설치되는 것을 원칙으로 한다.
- 본 실증 플랜트는 비전통오일 생산 현지 환경에서 안정적 구동이 가능한 자립기술 확보를 위한 실증 시설로서, 안전 및 품질 분야에서 상용설비에 준하는 code and standard를 만족함과 동시에 현지에서 요구되는 로컬 설계기준에 적합해야 함
- 경제적인 면을 고려하여 Off-spec 재처리, Future expansion등을 고려한 별도의 추가 Design Margin은 고려하지 않으며, redundancy 설비는 특별한 경우를 제외 하고는 고려하지 않음
- Site에서 다양한 Test가 가능하게 Broad operating range를 갖도록 충분한 Flexibility를 갖게 설계가 되어져야 함
- 개발되는 실용화 기술과 핵심설비의 핵심기술 및 관련 기반기술에 대한 현장 적용성을 검증할 수 있는 연구기능을 보유해야함
 - 이를 위해서는 실증 플랜트는 단순한 현장 실험시설이 아닌 비전통오일 생산 플랜트 기술 연구활동 기능을 갖추도록 구성함

<실증플랜트의 기본 요건>

항목	기본조건	내용 및 배경
기능	연구개발활동 지원이 가능한 적절한 규모 확보	설계/시공 및 공정개발 성과물에 대한 실증을 통한 데이터 활용가치를 확보할 수 있는 적정 규모의 파일럿 플랜트 (1,200 bpd)를 통해 기술자료 확보, 기술의 피드백
	종합 시험평가 기능	핵심설비의 기반/원천기술에 대한 현장 적용성을 종합적으로 시험을 통해 평가하고 대외적으로 인정되어야 함
생산품의 처리	생산품처리의 용이성	실증플랜트를 통해 생산된 오일을 처분시 환경오염 및 원료 가스 재구매 등 문제를 발생시키므로, 이를 보다 효율적으로 처리하기 위하여 생산 오일의 처리 방법이 반드시 마련되어야 함 (Ex. 보일러 연료, 파이프라인 공급, 실증플랜트 내 재순환 등)
인허가	실증플랜트 설치 인허가 취득의 용이성	실증플랜트에 필요한 설비들이 오일, 유해가스, 고압의 탱크와 회전기기를 다루고 있어, 시설 설치에 따른 인증 및 인허가 획득의 문제가 발생할 수 있음 특히 Local Code and regulation을 만족하는 설비 업체 선정 필요. 예를들어 CSA 인증, PE Stamping이 가능한 업체, ABSA 인증 업체 등. 국내업체 최대 활용에 제한 사항이 될 수있음.
실증플랜트 부지	부지확보	도로, 전기 등 주변 인프라를 활용하여 접근성과 시공성이 확보된 시설의 부지를 선정하여, 정해진 구축기간과 예산을 준수해야 함
설계	오일생산 현지 국가의 설계기준 적용	생산현지 국가의 설계기준을 적용하여 성능/신뢰성 입증을 통해 시장 경쟁력 확보의 발판 마련
원료공급	원료수급의 용이성	오일 & 가스를 원료로 사용하는 시설이므로 원료수급이 용이한 장소에 조성되어야 함
유틸리티	유틸리티 활용가능성	기존 인프라 설비를 활용할 수 있고, 전기, 용수 등의 유틸리티 시설이 기 구축된 장소에 건설하여 실증플랜트 시설비 및 운영비를 최소화
추진일정	선행연구 추진을 통해 리스크 저감	본 사업 이전에 선행연구를 통해, 사업부지, 시스템 요건, 인허가사항 등을 확보하여 후속작업에 차질이 없도록 하며, 비전통오일 생산 플랜트 기술 실증 및 실용화를 위해 개념설계, 기본설계 2년, 상세설계 및 자재 조달 2년, 개발품 운송 및 설치 1년, 시운전 1년, 종합평가 1년 등 7년 이상 소요 예상
실현가능성	국내 및 해외 인프라 및 기술 수준을 고려하여 실현가능한 계획 하에 추진되어야함	개발기술은 최소한 lab 혹은 bench 규모의 소규모 실험설비를 이용한 파일럿 테스트를 거친 검증된 기술을 실제 실증에 반영(기술 성숙도가 높지 않은 기술을 무리하게 도입하게 되면 최종 목표인 비전통오일 생산시장 자력 진출을 위한 기술개발을 저해)

2. 실증플랜트 계통설계

1 기본 계통 구성

- 고점성 원유 생산 시설, 다상물질을 분리하는 시설, 수 처리 시설, 스팀 생산 설비, 여러 가지 부분 개질 관련 설비로 구성됨
- 실증플랜트의 용량은 1,200bbl/day (Emulsion)이며, ES-SAGD 공정으로 추출한 Bitumen 일부를 부분개질로 처리하는 공정이 포함됨
- 실증플랜트 대표적인 구성 장비는 아래의 표와 같음

구성항목	구성장비	형 식	비 고
Primary Oil Separation	Flash Treater Effluent / Glycol Exchanger	Plate & Frame	
	BFW / Emulsion Coolers	Shell & Tube	
	Glycol / Emulsion Coolers	Shell & Tube	
	Produced Water / BFW Exchanger	Shell & Tube	
	Produced Water Trim Coolers	Shell & Tube	
	Diluent / Glycol Exchanger	Shell & Tube	
	Oil Treater Sample Cooler	Shell & Tube	
	Emulsion Static Mixer	Static	
	Inlet Static Mixer	Static	
	Desand Pump	Centrifugal	
	Chemical Injection Package	Package	
	Slop Oil Flash Treater Package	Package	
	Demulsifier Storage Tank	Vertical	
	Reverse Demulsifier Storage Tank	Vertical	
	Free Water Knock-Out Vessel	Horizontal Vessel	
Oil Treater	Horizontal Vessel		
Diluent Recovery Unit	DRU Column	Vertical Vessel	
	DRU Feed Heater	Shell & Tube	
	DRU Condensers	Shell & Tube	
	DRU Condensate Cooler	Shell & Tube	
	DRU Feed Preheater	Plate	
	Sales Oil Cooler	Plate	
	Sales Oil Trim Cooler	Plate	
	DRU Recovery Pumps	Centrifugal	
	DRU Product Oil Pumps	Centrifugal	
	Diluent Circulation Pumps	Centrifugal	
	Anti-Foam Injection Pumps	Diaphragm	
DRU Flash Pumps	Centrifugal		

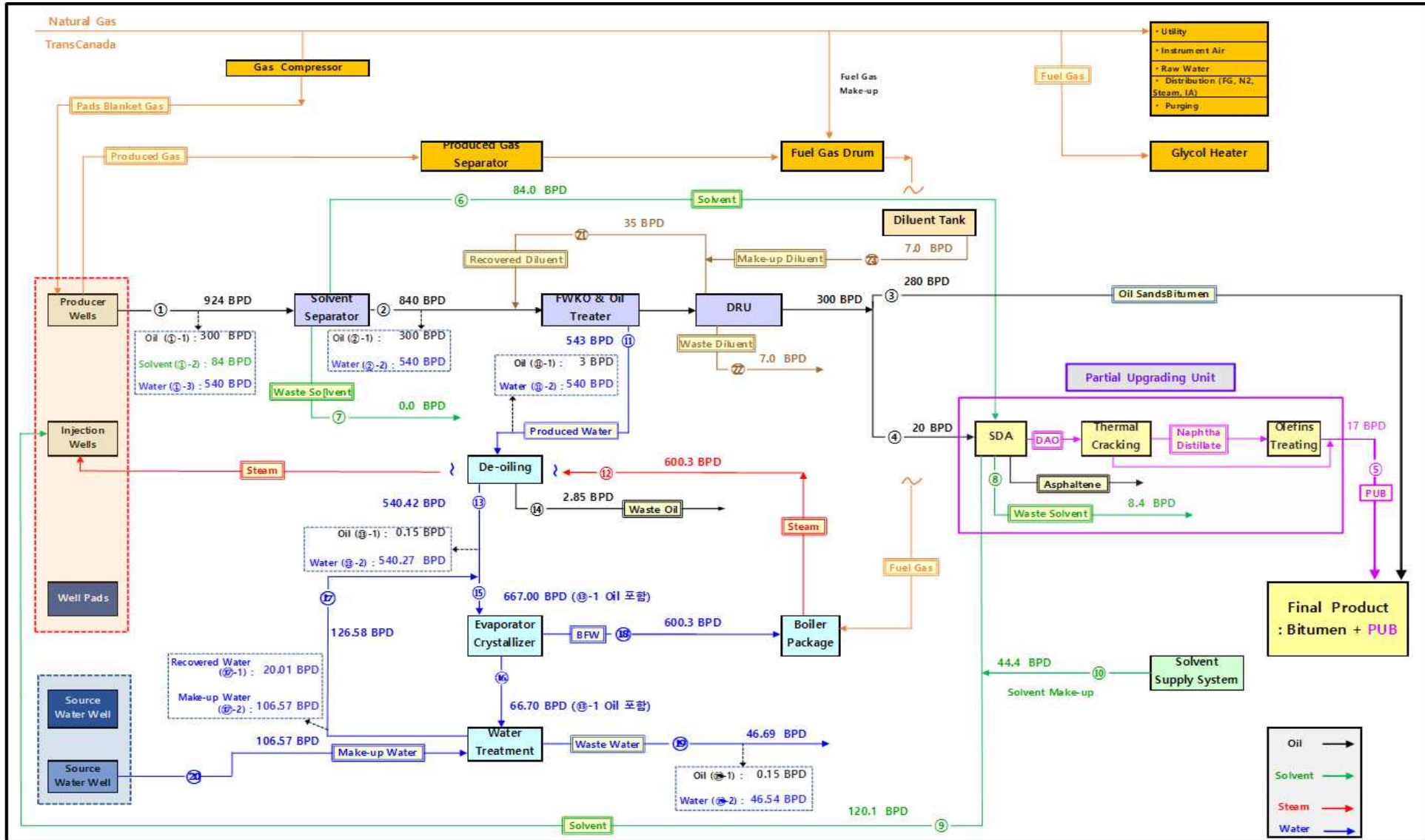
구성항목	구성장비	형식	비고
	Closed Drain Sump Pump	Centrifugal	
	DRU Building Sump Pump	Centrifugal	
	Chemical Injection Package	Package	
	DRU Surge Vessel	Horizontal Vessel	
	Steam Condensate Drum	Vertical Vessel	
	DRU Flash Vessel	Horizontal Vessel	
	DRU Overhead Separator	Horizontal Vessel	
Produced Water Treatment	Eductor Supply Pumps	Centrifugal	
	ORF Charge Pumps	Centrifugal	
	IGF Skim Oil Pumps	Rotary	
	Skim Oil Pumps	Rotary	
	Desand Return Pumps	Centrifugal	
	Produced Water Transfer Pumps	Centrifugal	
	Slop Oil Recycle Pumps	Rotary	
	Chemical Injection Pumps	Diaphragm	
	Desand Slop Pumps	Rotary	
	Oil Removal Filter Package	Package	
	Induced Gas Flotation Package	Package	
	Chemical Injection Package	Package	
	Produced Water Tank	Vertical	
	Skim Tank	Vertical	
	Desand Tanks	Vertical	
	Slop Oil Tank	Vertical	
	Oil Removal Filters	Vertical	
	Induced Gas Flotation Vessel	Horizontal Vessel	
	Evaporator / Crystallizer Package	Package	
Steam Generation	Economizer	B.V.	
	Pre-Heater	B.V.	
	Blowdown Condensate Cooler	Shell & Tube	
	Steam Condensate Cooler	Shell & Tube	
	Blowdown Flash Steam Cooler	Aerial Cooler	
	HP BFW Pumps	Centrifugal	
	BFW Oxygen Scavenger Pumps	Diaphragm Metering	
	Blowdown Condensate Pumps	Centrifugal	
	LP BFW Pumps	Centrifugal	
	Phosphate Injection Pumps	Diaphragm Metering	
	Filming Amine Injection Pumps	Diaphragm Metering	
	Steam Condensate Pumps	Centrifugal	
	Boiler Building Sump Pump	Air driven Diaphragm	
	Steam Generator Package	Package	
	Chemical Injection Package	Package	
	Combustion Air Blower	Airfoil	
	Phosphate Tank	Tote	
	Filming Amine Tank	Tote	
	BFW Oxygen Scavenger Tank	Tote	
	Boiler Feed Water Tank	Vertical	
Steam Blowdown Flash Vessel	Horizontal Vessel		

구성항목	구성장비	형식	비고
	Steam Condensate Flash Vessel	Vertical Vessel	
	HP Steam Condensate Flash Vessel	Horizontal Vessel	
	Steam Silencer	Horizontal Vessel	
Glycol System	Glycol Cooler	Aerial Cooler	
	Glycol Filter	Cartridge	
	Utility Glycol Heater	B.V.	
	Glycol Circulation Pumps	Centrifugal	
	Glycol Make-up Pump	Centrifugal	
	Utility Glycol Heater Package	Package	
	Glycol Tank	Vertical	
	Glycol Heater PSV Discharge Tank	Vertical	
Fuel Supply & Produced Gas Handling	Fuel Gas Heater	Shell & Tube	
	HP Flare Stack	B.V	
	LP Flare Stack	B.V	
	Flare Knock Out Drum Pumps	Rotary	
	Methanol Injection Pump	Diaphragm Metering	
	HP Flare Stack Package	Package	
	LP Flare Stack Package	Package	
	VRU Package	Package	
	PAD fuel gas compressor Package	Package	
	Chemical Injection Package	Package	
	Glycol Pop Tank	Vertical	
	Methanol Storage Tank	Vertical	
	Mixed Fuel Gas Drum	Vertical Vessel	
	HP Flare KO Drum	Horizontal	
Produced Gas Separator	Horizontal		
ES-SAGD Unit	De-Propanizer	Column	
	Stabilizer	Column	
	Slug Catcher Liquid Cooler	Shell & Tube	
	Gas/Gas Heat Exchanger	Shell & Tube	
	Gas Chiller	Shell & Tube	
	Refrigeration Sub-cooler	Shell & Tube	
	De-Propanizer Feed Heater	Shell & Tube	
	De-Propanizer Reboiler	Shell & Tube	
	De-Propanizer Bottom Cooler	Shell & Tube	
	Stabilizer Feed/Bottom Exchanger	Shell & Tube	
	Stabilizer Reboiler	Shell & Tube	
	Inlet separator Cooler	Aerial Cooler	
	De-Propanizer Overhead Cooler	Aerial Cooler	
	Stabilizer Product Cooler	Aerial Cooler	
	Stabilizer Overhead Condenser	Aerial Cooler	
	Slug Catcher Pump	Centrifugal	
	Inlet Separator Water Pump	Centrifugal	
	Inlet Separator Hydrocarbon Pump	Centrifugal	
Compressor Disch Separator Pump	Centrifugal		
Low Temperature Separator Pump	Centrifugal		
De-Propanizer Overhead Separator	Centrifugal		

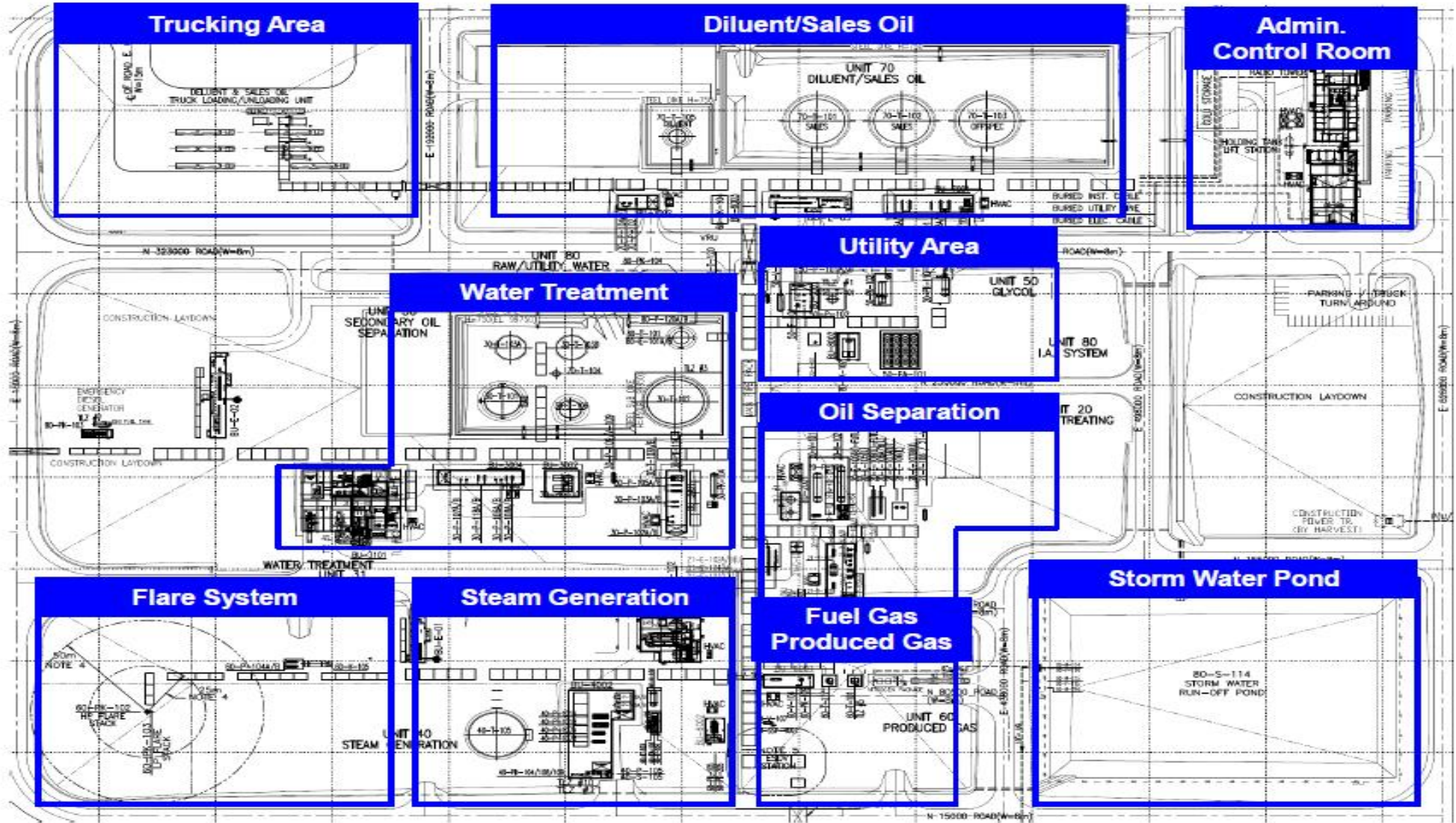
구성항목	구성장비	형식	비고
	Pump		
	De-Propanizer Bottom Pump	Centrifugal	
	Stabilizer Feed Drum Pump	Centrifugal	
	Stabilizer Feed Drum Water Pump	Centrifugal	
	Stabilizer Overhead Separator Pump	Centrifugal	
	Stabilizer Bottom Pump	Centrifugal	
	Butane Injection Pump	Centrifugal	
	Make-up Butane Injection Pump	Centrifugal	
	Produced Butane Injection Pump	Centrifugal	
	Butane Injection Booster Pump	Centrifugal	
	Inlet Gas Compressor Package	Package	
	H2S Scavenger Injection Package	Package	
	Methanol Injection Package	Package	
	Refrigeration Package	Package	
	Stabilizer Refrigeration Package	Package	
	Waste Chemical Tank	Vertical	
	Slug Catcher	Horizontal Vessel	
	Inlet Separator	Horizontal Vessel	
	Compressor Disch Separator	Vessel	
	Gas Filter / Coalescer	Horizontal Vessel	
	Liquid K/O Drum	Horizontal Vessel	
	H2S Scavenger Inlet Separator	Vertical Vessel	
	H2S Scavenger Contactor	Vertical Vessel	
	H2S Scavenger Post Scrubber	Vertical Vessel	
	Low Temperature Separator	Horizontal Vessel	
	De-Propanizer Overhead Separator	Horizontal Vessel	
	Stabilizer Feed Drum	Horizontal Vessel	
	Stabilizer Overhead Separator	Horizontal Vessel	
	Butane Make-up Bullet Tank	Horizontal Vessel	
	Produced Butane Storage Bullet Tank	Horizontal Vessel	
Tankage Area & Truck Loading Area	Water Draw-Off Pump for Sales Oil Tanks	Rotary	
	Water Draw-Off Pump for Diluent Tank	Rotary	
	Off-Spec Pumps	Rotary	
	Diluent Supply Pumps	Centrifugal	
	Sales Oil Pumps	Rotary	
	Tank Treating Chemical Injection Pumps	Diaphragm Metering	
	Chemical Injection Package	Package	
	Sales Oil Tank	Vertical	
	Off-Spec Tank	Vertical	
	Waste Oil Tank	Vertical	
Utilities & Off Sites	Diluent Tank	Vertical	
	Raw Water Filters	Cartridge	
	Raw Water Pumps	Centrifugal	
	Storm Water Pond Pump	Centrifugal	
	Utility Water Pumps	Centrifugal	
	Instrument Air Package	Package	
	Utility Water Treatment Package	Package	

구성항목	구성장비	형 식	비 고
	Emergency Diesel Generator Package	Package	
	Raw Water Tank	Vertical	
	Utility Water Storage Tank	Vertical	
	Storm Water Run-Off Pond	Pond	
Well Pad	Instrument Air Compressor & Dryers Packages	Package	
	Instrument Air Receiver	Vertical Vessel	
	Pad Demulsifier Injection Pumps	Diaphragm Metering	
	Chemical Injection Package	Package	
	Pad Demulsifier Storage Tank	Vertical	
	Pad Test Separator Package	Package	
	Pad Group Separator	Vertical Vessel	
	Pad Emulsion Pumps	B.V	
	Pad Produced Gas Condenser	Aerial Cooler	
	Pad Produced Gas Separator	Horizontal Vessel	
	Pad Condensate Pumps	B.V	
Pad Pop Tank	Vertical		

2 실증플랜트 계통 Block Diagram



3 실증플랜트 Lay-out(안)



3. 실증플랜트 운영계획

1 운영 방안

- 실증플랜트는 R&D를 통해 생성된 산물의 테스트를 위한 기반 시설으로써 이동성, 경제성 등을 고려한 최적의 위치가 조기에 선정 필요
 - 구축된 실증플랜트는 실증대상 원유인 오일샌드 생산을 위한 기자재의 실증뿐만 아니라 다양한 비전통오일 플랜트에서 사용이 가능하도록 설계함
- 실증플랜트는 현지 인증 시스템에서 요구하는 기준에 적합하도록 설계 되어야 함
 - 개발기술이 실제 오일 샌드 및 비전통오일 플랜트 기자재의 생산 및 사업화로 이어질 수 있는 가능성을 검증할 수 있어야 함
 - 수요처의 요구 사항을 반영하고, 실제 설치 지역에 대한 검증 및 인증이 가능하도록 설계기준을 적용함
- 지속적인 협업 네트워크 구축을 통한 시설운영의 연속성 확보 필요
 - 실증플랜트는 일회성이 아닌 연속적 운영이 가능하여야 함
 - 해외 기관과의 공동 연구 및 인증 시설 구비를 통한 자원화 플랜트의 지속적 실증 테스트를 통해 연구개발 성과 활용의 극대화
- 실증플랜트는 개별 pilot test를 포함하여 기자재간 통합 시스템 실험이 가능하도록 설계하여 시스템 통합 시 발생할 수 있는 인자 파악 및 해결 방안 도출이 가능하여야 함
- 실증플랜트는 실험이 발생할 수 있는 대부분의 요인들을 파악할 수 있도록 센서 및 장비 류를 구비하여야 하며 통합을 위한 전용 장비의 개발 및 구비가 필수적

2 단계별 추진일정(안)

- 선행연구단계 : 실증플랜트 요건과 입지 확립 (‘북극권 에너지자원 플랜트 현지적용을 위한 선행기술 연구(‘18~’23) 등)
 - 후보지 환경조사(~’21) 등
- 1단계(본사업, 3년 9개월) : 현지 Site Pre-FEED 타당성 확보, 및 현지 용역 추진, 실증플랜트 기본·상세설계 및 기자재 조달
 - 본사업 개발요구사항에 기초한 실증플랜트 구성 타당성 확립, 현지 용역 검증(’23)
 - 기본설계(’24년), 상세설계(’25년), 실험시설 기본 및 공통 구성 설비 및 유닛, 유틸리티 등 조달발주(’25년)
- 3단계(본사업, 3년) : 개발 시스템 제작 및 운송, 설치 및 시운전 (’27년), 실증평가(’28)

내 용	선행연구				1단계												2단계															
					2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
후보지 환경 조사	■	■	■	■																												
실증플랜트 계획 수립 및 부지 선정					■	■																										
실증플랜트 대상 설계 기준 정립							■	■																								
Pre-Feed 실시									■	■	■	■																				

내 용	선행연구				1단계												2단계															
					2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028			
기본설계 실시									■	■	■	■																				
실증플랜트 상세설계													■	■	■	■																
실증플랜트 모듈 제작																	■	■	■	■												
플랜트 인허가																					■	■	■	■								
각종 기자재 인증																									■	■	■	■				
실증플랜트 모듈 운송																													■	■	■	■
현장 건축 및 토목 공사																																
실증플랜트 모듈 현장설치																																
실증플랜트 시운전 및 검증																																

4. 상세 일정계획

1 선행연구단계

- 2018년 플랜트 연구사업으로 착수한 “북극권 에너지자원 플랜트 현지적용을 위한 선행기술 연구” 과제로 실증플랜트 구성요건과 실증후보지 조사를 착수
 - (비전통오일 생산 권역별 인문, 자연, 지리 현황분석) 북극권인 러시아, 미국 캐나다로 권역을 구분하여 인문, 자연 지리 현황을 조사 및 분석
 - 특히 Arc GIS를 활용한 연구성과는 다목적 엔지니어링 DB 구축에 기여도가 높을 것으로 사료됨
 - (비전통 고점성오일 에너지자원 현황 조사) 비전통 고점성오일 에너지자원 현황 데이터를 구축을 위하여 지질, 생산, 지상 및 통합운영에 대한 선행연구 및 연구동향을 조사 및 분석
 - 캐나다 진출확대 측면에서 통합생산기술 확보를 위한 사전조사 및 기반구축에 크게 기여할 것으로 보임
 - (고점성원유 지상 플랜트 디렉토리 구축 및 시험, 인증기준 조사) 비전통오일 생산플랜트 사용조건을 파악하고, 현지 운용성 확보를 위한 시스템 설계 영향인자, 운용 고려사항 등을 분석
 - 비전통오일 생산 지역인 북미, 러시아 등을 구분하여 시험인증, 법규, 규제를 조사 및 분석하여 개념설계를 위한 기본요건을 제시
 - (비전통오일 생산 플랜트 관련 분야 선행 연구동향 및 가용 DB 조사) 사업관리기법에 대한 벤치마킹을 통해 비전통오일 플랜트 건설 사업 수행시 사업 영향인자 분석 프레임을 제시

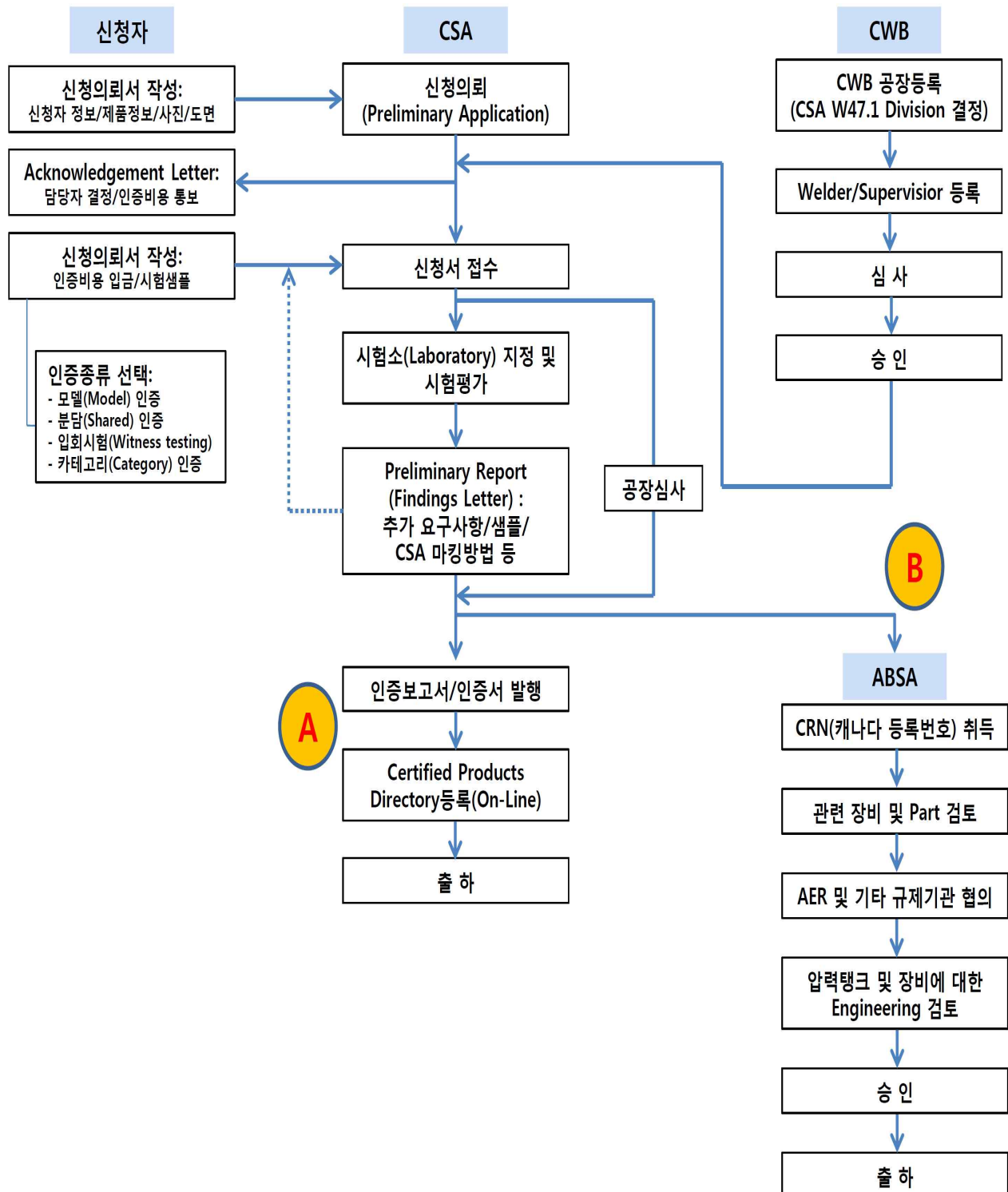
- 실증플랜트 계획 수립
 - 기술개발 성과물 실증을 통한 실증플랜트의 기술자료 확보 방안 수립
 - 기술개발 실증플랜트를 통해 생산된 오일 처리 방안 협의
 - 기술개발 실증플랜트 건설에 필요한 인증 및 인허가 조사
 - 기술개발 실증후보지 선정 방안 및 후보지 지반조사
 - 기술개발 실증플랜트 건설 지역 환경에 맞는 설계기준 조사
 - 기술개발 원료 수급에 대한 현지 기관과의 협조 및 공급계획 수립
 - 기술개발 전기, 용수 등의 유틸리티 시설 활용계획 수립
- 실증플랜트 Pre-FEED
 - FEED 기획 : FEED 관리 업무를 수행하기 위한 계획 수립
 - FEED 업무 수행에 대한 목표 설정 및 FEED 팀 조직 결성
 - 실증부지 상세 조사
 - FEED 업무 수행 일정, 자원투입계획 등 FEED 업무 수행 계획
 - 사전조사 및 자료 수집 단계 : 핵심요구 사항 및 정보 검토·자료 수집
 - 유사 사례 플랜트들에 대한 자료 수집
 - 기후조건, 유틸리티 정보, 기기 표준 및 규정, 환경규제 등 설계 공통 기준 조사
 - Pre-FEED (개념 설계) : FEED 기획과 자료 수집단계에서 수집한 자료를 바탕으로 설계기준 수립
 - 설계기준 작성 (Design Basis & Basic Engineering Design Criteria) : 계통 구성 , 유틸리티 조건, 운전조건 등 종합
 - 공정 분석 : PFD (Process Flow Diagram), 공정 시뮬레이션, 에너지 및 물질 수지, 개략적인 장비 리스트

- 공정 설명 (Process Description)
 - Preliminary P&ID (Piping & Instrument Diagram)
 - 실증플랜트 Lay-out : 공정 계획, 개략적인 부지 배치도
 - PFD를 바탕으로 구성장비 사양서 작성
 - 각종 Summary작성 (Utility Summary, Effluent Summary, Flare Load Summary)
 - Level II FEED / EPC Schedule 및 Cost Estimation ($\pm 30\%$)
- 실증플랜트 기본설계
- 기본 설계 : 공정별 주요장비 리스트와 사양을 확정하는 단계이며 상세 성과물은 아래와 같음.
 - 설계 기준 Updating (Design Basis & Basic Engineering Design Data)
 - 상세 설계 기준 작성 (Process Design Criteria, Process Design Philosophies, Piping Design Basis, Electric Design Basis, Instrument Basis, Electric Design Basis etc..)
 - 공정 설명 Updating
 - PFD(Process Flow Diagram) & HMB (Heat & Material Balance) 확정
 - MSD (Material Selection Diagram) 작성
 - PMS (Piping Material Specification) 작성
 - P&ID(Piping & Instrumentation Diagram) Development
 - 장치 및 계장 설비 사양서 작성 (Equipment Datasheet, Instrument Datasheet)
 - 장치 명세서 (Equipment List)
 - Line 사양서 (Line List)
 - Cause Effect Diagram & Interlock Description
 - Control Narrative

- Instrument Index
 - 각종 Summary Updating (Utility Summary, Effluent Summary, Flare Load Summary)
 - 각종 Calculation & Report 작성
 - 공정별 모듈형태로 제작하기 위한 모듈 Key Plan 작성 및 검토
 - 배치 평면도와 30% 3D 모델링 작성 : 시공성, 운전성, 유지관리, 재료 선정 등을 검토
 - 시운전 계획 및 운전 안내서 작성
 - 종합적인 설계 검토 : 위험 및 조작성(HAZOP), SIL, PFD, P&ID 등 검토
 - 각종 Specification (Equipment / Instrument / Electric etc..)
 - Power Consumption & Single Line Diagram
 - Hazardous Area Classification
 - MTO (Material Take-off)
 - 기자재 견적 접수 및 주요 기자재 발주
 - EPC Level III 상세 Schedule 작성 및 Cost Estimation ($\pm 10\%$)
- 실증 플랜트 상세설계
 - 용량 1,200배럴/일(Emulsion 기준이며, 오일생산량 기준으로는 300배럴/일) 실증플랜트를 설계할 수 있는 기반기술을 개발
 - 확보된 성과들을 Oil Separation, Produced Water Treatment, Steam Generation, Fuel Supply, ES-SAGD Unit, Utility, Well Pad에 적용하여 상세설계 진행
 - 기자재 인증
 - 캐나다 앨버타주의 안전관련 규제 및 인증절차에 대해 정확히 파악하는 것이 필수
 - 앨버타주의 압력 관련 제품의 공인검사 및 안전관리기관인 ABSA(Alberta Boilers Safety Association)의 검사절차 및 제도에 대한 조사 및 분석

- 안정성과 관련된 제품에 대해 수입, 판매하기 위해서는 주당국의 승인을 받거나 CSA 인증을 받도록 규정하고 있으며, 캐나다 규제 기관의 역할 및 구성현황 분석

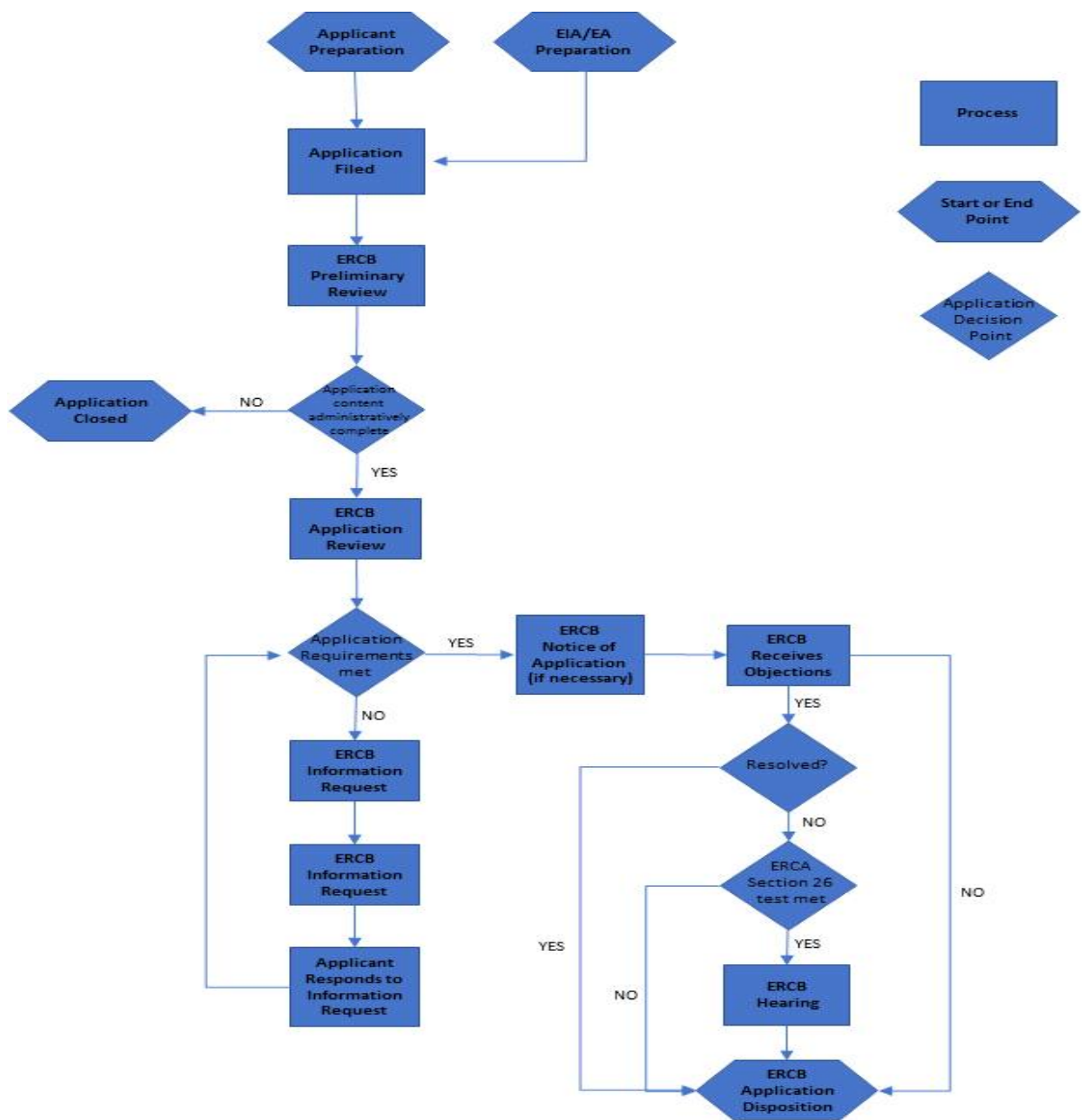
- 캐나다 기자재 관련 시험인증 절차는 아래와 같음



<캐나다 시험인증 절차>

○ 실증부지 인허가

- 캐나다에서 프로젝트를 시작하기 전에 오일생산 사업자는 ERCB와 연방 캐나다 환경 평가 국에 개발을 위한 신청서를 제출하고, 앨버타 환경과 지속 가능한 자원 개발을 승인을 받아야 함
- 적용 프로그램 및 승인 프로세스가 영향을 받은 이해 관계자와 공청회 및 환경에 미치는 영향을 고려하여야 함
- 앨버타 환경과 지속 가능한 자원 개발의 승인은 물 사용, 배출 공기 등 모니터링에 대한 규칙 및 보고 사항을 설정함



<오일샌드 개발 신청 프로세스>

- 현장 건축 및 토목 공사 : 아래의 사항을 검토하여 현장조건에 맞게 실시함
 - 건축 부분은 기계, 전기, 정보·통신, 토목, 실내조경, 기타 부대 시설 등 다른 공종과 상호연관성을 고려하여 합리적으로 계획 필요
 - 실증부지의 국제조약 및 관련법규와 관할 행정관청의 조례, 규정, 자치법규 등을 참고하여 각종 배치계획 및 대지이용계획과 규제 사항을 확인하여 설계에 반영해야 함
 - 캐나다의 경우에는 저온의 기후환경에서도 실증플랜트 운전원들이 편리하고 안락한 환경에서 연구를 수행할 수 있는 건물 시공추진
 - 유지 및 관리에 필요한 관리 인력이 최소화되어야 하고, 사용자재 및 설비는 장기간 경과 시에도 적절히 손쉽게 유지관리가 될 수 있도록 계획함
 - 유지관리가 편리하고, 재해, 소방, 방재 측면에서 안전하고 원활한 피난 경로를 계획함
 - 본 실증플랜트는 오일생산 현지라는 열악한 환경에서도 대원들이 편리하고 안전하게 연구를 수행할 수 있어야하고, 친환경적인 설계를 통해 오염물질의 배출이 없도록 공간을 구성해야 함
 - 컨트롤룸, 쉘터 등에는 전원의 공급 신뢰도를 확보하기 위한 비상 전원 공급계통을 고려해야 함
 - 토목공법의 선정은 대지여건, 지층조건, 공사목적, 공법의 경제성 및 시공성, 굴착 심도 등의 제반 여건을 종합적으로 고려하여 최적공법 선정
 - 오일생산 현지의 지반조건을 고려한 특수공법 및 신공법 적용 시에는 채택하고자 하는 공법과 관련공법을 비교 분석한 후 그 적용 여부를 결정하여야 하고 채택 시 투입할 장비, 인력, 자재, 공사기간 등도 충분히 검토하여야 함

- 본 공사로 인한 환경피해 최소방안을 검토 제시하여야 하며 현지 여건에 따른 공사 진행시 애로사항 등을 예측 판단하고 이에 대한 해소방안을 검토하여야 함
- 본 설계는 지역의 특수성과 상위계획과의 연계성을 고려하여 다음 사항을 충분히 검토 후 설계에 반영함
- 기계설비 시공 : 아래의 사항을 검토하여 현장조건에 맞게 실시함
 - 동절기가 긴 지역에 시설이 지어지는 만큼, 각 기기별로 적절한 방한대책을 수립하여 기계가 동파되거나, 내부의 얼음 생성으로 인하여 작동이 멈추어 테스트베드 운영에 지장을 미치는 일이 없도록 해야 함
 - 유지보수 및 관리가 용이하도록 장비 반입, 반출 공간을 확보하여 장비를 배치하여야 함
 - 부분적 가동, 변경 또는 개·보수 및 증설에 대한 유연성 고려
 - 자동제어 밸브 등 배관에는 By-pass 배관을 설치하여 비상시에도 사용이 가능하도록 해야 함
 - 외부로 노출되는 배관은 용도에 따라 완전히 둘러싼 단열이 되도록 하여 외기온에 의해 동결/파손 등의 위험이 없도록 해야 함
 - 강설 등의 이유로 모재의 표면이 젖어 있을 때, 습도가 90%가 넘을 때, -5도씨 이하일 때, 작업위치에서 10m/sec 이상의 강풍이 불 때 용접하기 위해서는 적절한 완화 조치를 수행해야함
 - 기상악화, 눈보라, 폭한 등으로 수조, 용매, 기계설비의 윤활유 등 용액이 동결, 파손 등의 위험이 있으므로 이를 감안한 보온 강화 및 보완시설 설치 등 별도의 대책을 강구해야함
 - 외기 및 배관 내 유체의 흐름으로 인한 배관의 신축현상에 대하여 예측 후 문제가 발생하지 않도록 신축이음 설치 등 조치가 필요

- 전기설비 시공 : 아래의 사항을 검토하여 현장조건에 맞게 실시함
 - 건축물에 부착되는 모든 전기관련 자재는 현지 기후적 특성을 고려하여 내구성이 우수하고 사용목적에 맞는 요구 성능을 유지할 수 있어야 하며 건축마감과 조화될 수 있는 자재를 사용하여야 함
 - 전기설비 공사 시 건축, 기계설비, 정보 통신설비, 기타 분야별로 긴밀히 협의하여 적절한 시공이 되어야 하며, 협의 미비에 따른 책임은 시공자에게 있음
 - 공사완성 후 검사가 곤란한 부분 또는 감독관이 필요하다고 요구하는 시설물에 대해서는 사진 등으로 기록하여 준공계 제출시 첨부하여야 함
 - 전기공사의 일반적 사항이 아닌 특별한 공정이 필요한 경우에는 자재시방서를 별도로 작성하여야 함
 - 타 분야(건축, 기계 등)와 간섭되는 부분은 시방서에 분야별로 공사범위(한계)를 명확히 명시하여야 함
 - 본 공사에 적용되는 전기관련 기자재는 고효율 제품을 사용하여야 하고 주요장비 및 기기류에 대한 공인 기관의 시험성적서를 제출하여야 함
 - 실증플랜트 건설현장 또는 시공현장에 반입된 이후에는 장비, 자재 및 기기에 대해 시험 및 검사가 이루어지기 어려우므로 자재의 선정, 반입 전에 성능 등에 대해 시험 및 검사가 이루어지는 것이 바람직함
 - 특수자재나 생산현지의 기후적 특성을 반영하여 적용되어야 할 자재의 경우 별도의 국내 기준이 없을시는 외국의 기준을 준용할 수 있으나, 외국기준의 적용 시에는 관련사항을 충분히 검토하여 감독관에게 개요 및 설명서를 제출하여야 함
 - 케이블 인·출입을 위한 피트, 샤프트, 개구부 설치, 슬리브 매입 등 선 시공을 요하는 부분은 시공 전에 각 공종별 전문업체 상호간 긴밀한 협조를 통하여 누락됨이 없이 시공하여야 함

- 소방설비 시공 : 아래의 사항을 검토하여 현장조건에 맞게 실시함
 - 관련 법규 및 조례 등을 준수하여 시행하고, 공사에 필요한 관련 기관의 수속 및 서류 작성은 계약자의 부담으로 지체 없이 시행함
 - 모든 소방설비 관련 기기 및 자재는 신품으로서 KS 규격 또는 현지 규격에 적합한 표준제품 이상으로 하되 관련 법률에서 정한 소방용 기계·기구의 형식 승인 및 성능 시험 규정에 적합한 제품을 사용하는 것을 원칙으로 함
 - 소방시설 공사와 관련되는 타 분야의 시공 담당자와 충분한 협의를 통하여 시공부분의 누락이 없도록 하여야 함
 - 소화약제의 저장용기는 관련 기준에 따라 적합한 크기의 적합한 장소에 설치되어야 함
 - 소방설비는 소방법령 및 시행규칙 등의 관계법규에서 인준하는 해당 기술자의 책임하에 시공감독을 하도록 하며, 안전수칙 교육 및 모든 사고 재해 방지대책을 수립·시행하여야 함
- 실증플랜트 모듈 현장설치 : 아래의 사항을 검토하여 현장조건에 맞게 실시함
 - 모듈러 공사는 샵제작을 우선으로 하며 현장에서는 각 유닛의 결합부분에 대해서만 시공하는 것으로 함
 - 공장제작 부분은 현장에서 조립만으로 시공 가능하도록 내·외부 마감, 전기, 기기, 배관 등 가능한 모든 부분을 공장에서 제작 설치하는 것을 원칙으로 함
 - 모듈러의 구조체는 모서리 부분에 하중을 지지할 수 있는 기둥을 두며, 기둥과 기둥 사이에 강재 보를 두어 변형 및 하중에 견디는 구조로 제작해야 함
 - 공장 출고로부터 현장 조립 이전까지, 운송 중에 외부로부터의 해수나 수분의 침투나 충격을 방지할 수 있어야 함
 - 모듈 운송과 관련하여, 이동할 도로의 최대 폭, 높이, 하중 등에 대해서 고려해야하며, 도로 상황에 맞는 적정속도로 모듈을 운송해야 함

IV. 실증 후보지(안)

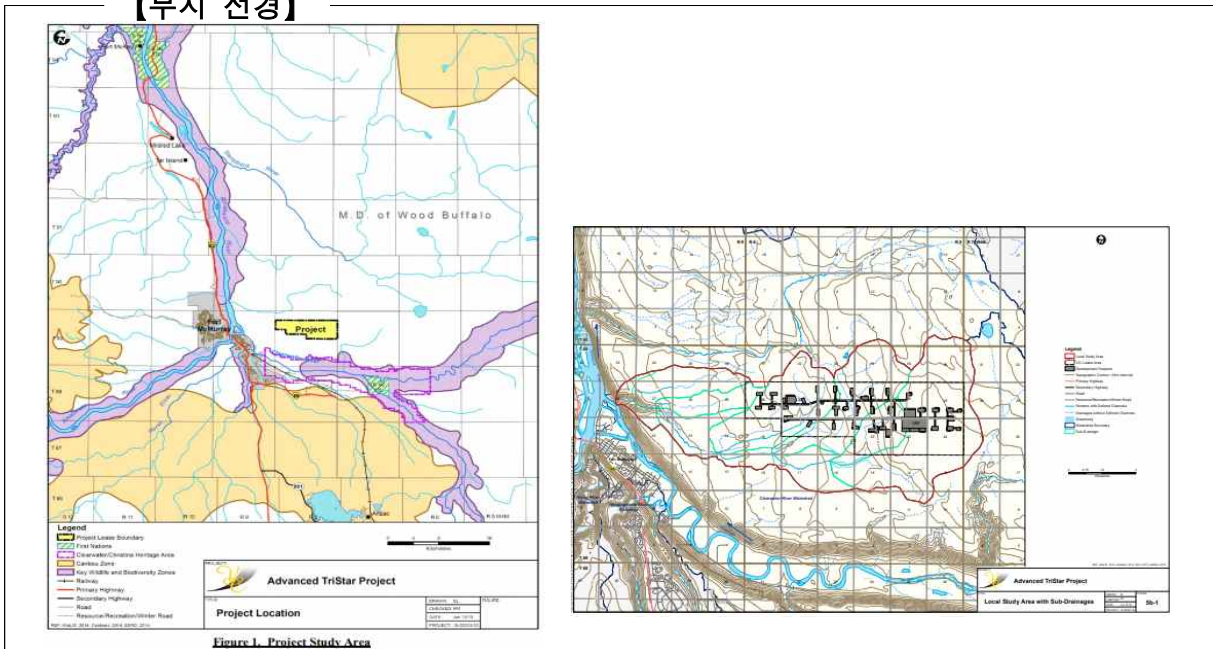
※ 본 사업과 연계하여 추진 가능성이 있는 후보지(안)이며, 실제 추진여부는 사업단에서 주도하여 검토 및 부지 제공기관과 협의 후 상세협약 추진 필요

1 VCI

- (회사 개요) 캐나다 앨버타주 캘거리에 본사를 둔 오일샌드 자원 개발 회사
- (부지 위치) 캐나다 Fort McMurray 남쪽 14 km 위치

* 위도 / 경도 : 56°42'41.8"N 111°13'41.9"W

【부지 전경】



- (부지 규모) 25,788ha(헥타르), 2,000 배럴/일 생산 가능(승인기준, (AER Approval No. 12138B))
- (유사 사업 추진경과)
 - (개요) APOP (Advanced Productivity Optimization Pilot) 승인받아 2,000 bop 규모의 실증사업을 TriStar 광구 (Fort McMurray 남쪽 14 km 위치)를 대상으로 추진 중에 있음.
 - (내용) VCI는 기존 도로 및 유틸리티를 활용하여 독점기술인 Accelerate Decontamination*(ADC™) 검증 실시
 - * 물과 아스팔텐을 비튜멘으로부터 동시 분리하는 등의 제염유 생산 공정
 - (결과) APOP 프로젝트는 VCI의 Tristar 광구 적용의 첫 번째 개발로 장기적인 상용화 개발의 첫 단추 역할 수행

【활용 사례】

☞ ATS (Advanced TriStar) 프로젝트*에 를 신청하여 약 30,000배럴/일 규모의 생산설비와 60,000배럴/일 개질 설비 등 상용화 추진

* ATS-1 및 ATS-2 두 단계로 추진 / (환경영향평가) '16년 완료 → (개발승인) '18년 완료

- VCI사의 또다른 생산공정인 CSIR* (Condensable Steam in-situ Recovery) 공법을 이용하여 오일을 생산
- 생산된 오일의 운송 용이성을 위해 개질 기술인 ADC™ (Accelerated DeContamination) 와 COC™ ** (Clean Oil Cracking) 공정을 연계하기 위한 상용화 추진 중

* 현장 비투멘 회수율 증진을 위해 탄화수소(나프타 등)와 증기 동시 주입

** 열을 활용한 공정으로, 분자를 작게 분해하여 중질유를 경유로 전환

○ (본 사업과의 연계 추진방안) VCI사에서는 친환경 부분개질 (Clean Oil) 기술 확보에 관심이 많으며, 본 사업과의 기술개발 방향이 유사하므로 협력 가능성이 높음

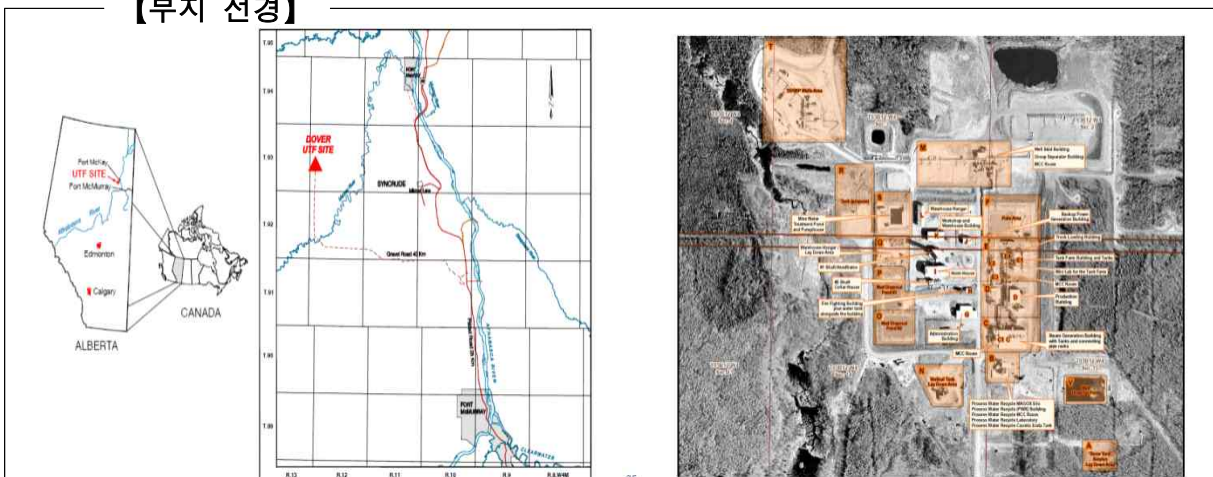
- APOP 프로젝트의 TriStar 광구와 연계 및 추진방향 검토

2 SUNCOR

- (회사 개요) 캐나다 앨버타주 캘거리에 본사를 둔 캐나다 통합 에너지 회사로서 오일샌드에서 합성 원유 생산을 전문으로 함
- (부지 위치) 캐나다 알버타주 Fort McMurray 북서쪽 65 km 위치 (Sections 7 and 18, Township 93, Range 12, west of the 4th Meridian)

* 위도 / 경도 : 57°03'36.5"N 111°55'28.6"W

【부지 전경】



- (유사 사업 추진경과)
 - (개요) 소유한 광구 일부를 파일럿 규모로 실증할 수 있도록 임대하고 있으며, 대가로 실증 데이터를 공유
 - (프로젝트 이력) ① 연구 기관인 AOSTRA(Alberta Oil Sands Technology Research Institute)에서 운영('84년 건설) → ② 캐나다 오일 회사에서 인수·운영*
 - * Gibson Petroleum('95~'97)→Northstar Energy('97~'01)→Devon('01~'05)→Petro-Canada('05~'09)→Suncor
 - (내용) SUNCOR에서는 부지 등을 제공하고, 연구개발·검증기관(Nsolv사)은 현장 설치, 시운전 및 성능평가 수행
 - (결과) 프로판 또는 부탄 등의 솔벤트를 주입하여 오일샌드 내 오일 추출 기술(Nsolv사)의 검증 완료

【활용 사례】

☞ Nsolv 사가 실증 지역을 임대하여 BEST(Bitumen Extraction Solvent Technology) 공법에 대한 현장 실증을 '13년부터 시작

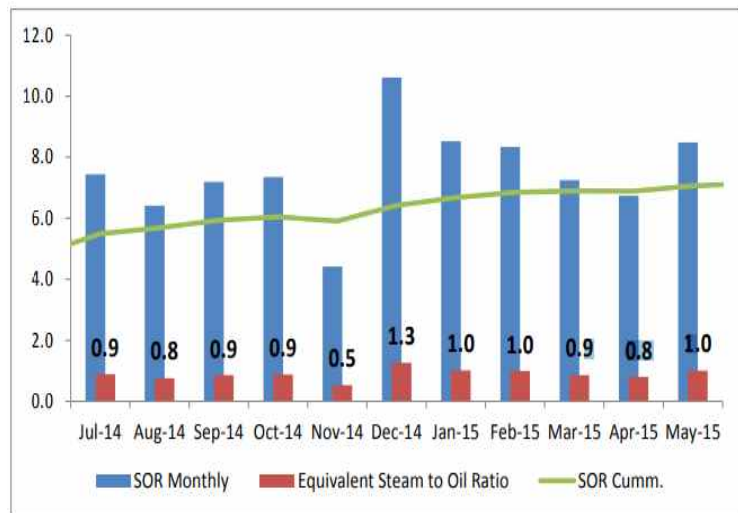
- 60℃의 용매(솔벤트)를 주입하여 오일샌드 용해 및 회수

* 솔벤트 주입→오일 및 솔벤트 혼합물 지상 회수→솔벤트 분리·회수→오일 생산

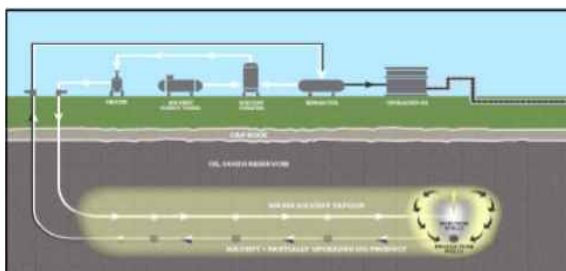
- 300배럴/일 파일럿 운전을 성공적으로 추진하여 기술을 검증 하였으며, 2016년부터 일 5,000배럴 오일 생산시설 개발 추진



BEST 파일럿 플랜트 위치



BEST 파일럿 플랜트 SOR(Solvent/Oil Ratio) 결과



N-Solv사 공정



BEST 파일럿 플랜트

- (본 사업과의 연계 추진방안) Nslov사의 파일럿 플랜트 사례를 참고하여 suncor사의 광구 대어 프로젝트와 연계 추진 검토

V. 참고자료

참고1

사업단 세부 예산(안)

□ 연도별 총 연구비

(단위 : 백만원)

구분	총 연구비	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28
정부지원 연구개발비	195,172	17,948	21,692	25,508	31,052	36,048	33,816	29,108
기업부담금	미정	미정	미정	미정	미정	미정	미정	미정
합 계	미정	미정	미정	미정	미정	미정	미정	미정

※ 기업부담금의 경우, 협약체결 이후 확정 예정

□ 연구개발과제별 정부지원연구개발비

(단위 : 백만원)

과제명	총 정부지원 연구개발비	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28
① 비전통오일 친환경, 고수율 회수 및 순환시스템 기술개발	45,936	4,104	4,968	6,048	7,416	8,568	7,992	6,840
② 오일 함유 다상 혼합물질 수집 및 분리설비 기술개발	20,664	1,872	2,232	2,736	3,384	3,816	3,528	3,096
③ 생산수 계통의 오일제거 및 수처리 복합공정 설비기술 개발	17,928	1,584	2,016	2,304	2,808	3,384	3,096	2,736
④ 비전통오일 장거리 이송용 부분개질 기술개발	34,848	3,168	3,816	4,536	5,544	6,480	6,120	5,184
⑤ 오일 생산플랜트의 패키지화 설계 및 통합실증 기술개발	67,896	6,120	7,560	8,784	10,800	12,600	11,880	10,152
⑥ 비전통오일 생산플랜트 건설 핵심기술 개발 및 실증 지원	7,900	1,100	1,100	1,100	1,100	1,200	1,200	1,100
합계	195,172	17,948	21,692	25,508	31,052	36,048	33,816	29,108

□ 국토교통부 소관 연구개발사업 운영규정

제2조(정의) 이 규정에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

16. "사업단"이란 대형사업을 수행하기 위하여 구성된 법인 또는 독립된 형태로 운영되는 조직을 말한다.
17. "사업단장"이란 사업단의 업무를 총괄하는 책임자를 말한다.

제12조(사업단) ① 장관은 연구개발사업의 특성 등에 따라 전문기관의 장에게 제2조 제16호에 따른 사업단을 구성하여 운영하도록 할 수 있다.

② 전문기관의 장은 사업단의 구성·운영과 사업단장의 권한·임무 등에 대한 세부사항을 따로 정할 수 있다.

③ 전문기관의 장은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 일정한 절차를 거쳐 사업단장을 해임하거나, 사업단을 해체 할 수 있으며, 이 경우 그 결과를 장관에게 보고하여야 한다.

1. 사업단 운영 부실, 2. 연구개발성과 불량, 3. 그 밖에 중대한 협약 위반 등

□ 국토교통 연구개발사업 관리지침

제7조(사업단의 구성 및 운영) 전문기관의 장은 다음 각 호에 따라 사업단을 구성·운영토록 할 수 있다.

1. 사업단은 연구개발사업의 성격, 규모 또는 기술발전 단계 등을 고려하여 법인 또는 독립된 조직형태로 운영한다.
2. 사업단장은 전문기관의 장의 승인을 얻어 사업단 운영전반에 관한 세부사항을 별도로 정할 수 있다.

제12조(연구개발과제 신청·접수 및 처리) ⑤ 신청서류 검토결과 다음 각 호에 해당되는 경우에는 일정기간을 정하여 보완요청하고, 정당한 사유 없이 기간 내에 보완하지 않을 경우 신청서를 되돌려 보낸다.

6. 최종 과제제안요구서 조정 및 보완과정에 참여한 기획자가 연구책임자로 참여하는 경우

제14조(연구개발과제 평가단) ① 연구개발과제 평가단은 과제의 규모 및 세부 전문분야에 따라 위원장 1인을 포함하여 5인 이상 15인 이내로 구성한다.

<중략>

③ 평가위원 선정은 법 제14조, 영 제27조에 따르며, 만약 평가대상이 운영규정 제2조제5호에 따른 대형사업인 경우에는 변호사, 변리사, 투자자문 전문가 등을, 국제 공동의 경우에는 필요시 국외 전문가를 포함시킬 수 있다.

제15조(선정평가) ① 평가는 서면평가, 대면(발표)평가, 온라인평가, 현장평가 중에서 하나 이상의 방법을 선택하여 수행화되, 대면(발표)평가를 우선적으로 고려하여야 한다.

제16조(선정평가 기준) ① 전문기관의 장은 법 제10조제2항 및 영 제12조제2항에 따라 다음 각 호의 사항을 종합적으로 고려하여 평가를 실시하여야 한다. 다만, 사업별 특성에 따라 제3호부터 제11호까지의 사항 중 일부 또는 전부를 평가하지 아니할 수 있다.

1. 연구개발과제의 창의성 및 수행계획의 충실성
2. 연구자 또는 소속 기관·단체의 연구개발 역량
3. 연구개발과제의 학술적·기술적·사회적·경제적 파급효과 및 연구개발성과의 활용 가능성
4. 해당 국가연구개발사업 근거 법령 및 추진계획과의 부합성
5. 선정평가 대상 연구개발과제와 국가연구개발사업으로 추진됐거나 추진되고 있는 다른 연구개발과제와의 차별성
6. 연구개발과제 관련 연구시설·장비 구축계획의 타당성
7. 연구개발과제의 국내외 연계·협력 가능성
8. 연구개발비 및 연구개발기간의 타당성
9. 과제목표의 도전성과 적절성
10. 성과지표의 적절성
11. 보안과제 분류의 타당성

제23조(협약 변경) ⑨ 연구책임자 및 책임자(공동, 위탁)의 변경은 다음 각 호의 규정을 따른다.

1. 연구책임자는 법 제15조제1항, 제2항 각 호에 해당하는 경우 특별평가를 거쳐 변경하고, 책임자(공동, 위탁)는 협약 당사자 간의 협의에 의하여 변경할 수 있다.