



# 북극권 자원에너지 개발 기초(선행) 연구

Break through ———

Dream ———

New market ———



국토교통부  
Ministry of Land,  
Infrastructure and Transport



KAIA  
국토교통과학기술진흥원



# 목 차

제1장 기술 개요 .....	1
제1절 기술의 정의 .....	1
제2절 기술개발의 필요·시급성 .....	7
제3절 국고 지원의 당위성 .....	11
제4절 기술기획 체계 및 경과 .....	15
제2장 북극권 자원에너지 개발 대내·외 환경분석 .....	21
제1절 글로벌 메가트렌드 .....	21
1. 글로벌 메가트렌드 .....	22
2. 글로벌 메가트렌드 변화에 따른 흑한지 오일·가스플랜트 개발 대응방향 .....	25
제2절 국내·외 연구개발 정책동향 .....	29
1. 국외 연구개발 정책동향 .....	29
2. 국내 연구개발정책동향 .....	34
3. 요약 및 시사점 .....	37
제3절 산업 및 시장 동향 .....	39
1. 개요 .....	39
2. 북극권역 오일·가스 개발 동향 .....	39
3. 기술분야별 시장 현황 .....	48
4. 국내 산업 및 시장 동향 .....	52
5. 요약 및 시사점 .....	56
제4절 국내·외 기술동향 .....	59
1. 기술분류체계 .....	59
2. 기술동향 조사·분석 .....	60
3. 기술동향 시사점 .....	75
제5절 시장 진입방안 .....	77
1. 시장 진입을 위한 EPC 기업의 접근 방안 .....	77
2. 시장진입 단기 전략 .....	77
3. 시장진입 장기 전략 .....	78
4. 시장 진입방안 종합 .....	78
제6절 사업평가 .....	81
1. 개발환경분석 .....	81
2. 사업위험요인 .....	83
3. 사업관리요소 .....	85
4. 타당성 평가 및 분석 .....	85
제3장 국내 R&D 역량 분석 .....	89
제1절 정부 투자 현황 .....	89

1.플랜트 분야 국가 R&D 투자 동향 .....	89
2.북극권 이송스테이션 건설플랜트 관련 R&D 투자 동향 .....	94
제2절 국내 관련 기술역량 분석 .....	97
1.특허동향 조사 .....	97
2. 요소기술 현황 분석 .....	109
3.국내 기술수준 분석 .....	111
제3절 종합 분석 .....	115
1.역량분석 및 격차해소방안 .....	115
2.기술개발 성공 가능성 판단 .....	116
3.SWOT 분석 .....	118
4.SWOT 전략 .....	119
제4장 기술개발 기본방향 및 추진전략 .....	123
제1절 기술개발의 기본방향 .....	123
1. 고려사항 .....	123
2. 기본방향 .....	124
제2절 기술개발 비전 및 목표 .....	127
1. 기술개발 체계 .....	127
2. 사업 비전 및 목표 .....	128
3. 사업 추진전략 .....	131
제3절 기술 구성 .....	135
1. 기술도출 프레임 .....	135
2. 기술 수요조사·분석 .....	136
3. 기술 구성 .....	138
4. 기술 내용 .....	140
5. 기존 과제와 유사·중복성 .....	143
제5장 기술개발 세부계획 .....	145
제1절 세부기술 개요 .....	145
1. 현지의 사업환경 조사 분석 .....	145
2. 세부기술 추진 필요성 .....	151
3. 세부기술 달성목표 .....	153
4. 세부기술 개발 상세계획 .....	155
5. 세부기술 추진전략 .....	173
6. 세부기술 소요예산 계획 .....	175
7. 파급효과 .....	177
제6장 기술개발 관리방안 및 기대효과 .....	179
제1절 기술개발 관리방안 .....	179
1. 성과지표 풀 구축 .....	179

2. 성과목표 및 지표 총괄표 .....	181
3. 과제관리 체계 및 프로세스 .....	182
4. 제안요구서(RFP) .....	184
제2절 기대효과 .....	193

# 그림 목 차

<그림 1> 산업 및 시장 동향 분석 프레임 .....	39
<그림 2> 2014년 국가별 오일-가스 매장량 포트폴리오 분석 .....	41
<그림 3> 2014년 Remaining resources in Arctic offshore provinces by lifecycle - billion boe (*includes Pechora Sea) .....	41
<그림 4> 북극권 자원 매장량 .....	42
<그림 5> 연도별 주요국 가스 생산량 추이 .....	44
<그림 6> 연도별 주요국 오일 생산량 추이 .....	44
<그림 7> 2014년 국가별 오일-가스 생산량 포트폴리오 분석 .....	45
<그림 8> 2014년 국가별 오일-가스 소비량 포트폴리오 .....	47
<그림 9> 글로벌 Engineering Service 시장 전망 .....	49
<그림 10> 글로벌 건설엔지니어링 시장 규모 추이 .....	49
<그림 11> 글로벌 건설엔지니어링 시장의 지역별 비율 .....	50
<그림 12> 극지용 쇄빙유조선(좌) 및 드릴쉽(우) .....	53
<그림 13> Areas currently protected for conservation, as recognized by the IUCN in the World Protected Areas Database at UNEP-WCMC. OGP .....	62
<그림 14> Functional and non-functional requirements .....	64
<그림 15> 북미지역 천연가스 파이프라인 .....	67
<그림 16> 중국 파이프라인 표준 체계 .....	71
<그림 17> 파이프라인 적용 Turbo-compressor 시험설비(Mega Test Center, Siemens) .....	73
<그림 18> Probability of Presence of Undiscovered Oil and Gas Fields .....	81
<그림 19> Energy Resources in the Arctic .....	82
<그림 20> Negotiated, Claimed and Potential Borders in the Arctic .....	82
<그림 21> 오일 및 가스 플랜트 표준평가 접근법 .....	83
<그림 22> Major Shale Gas Plays .....	83
<그림 23> 한국해양플랜트산업의 구조적 현황 분석 .....	84
<그림 24> 플랜트연구사업과 플랜트엔지니어링핵심기술개발사업 과제규모 비교 .....	91
<그림 25> Project management 분야 특허출원 동향 .....	99
<그림 26> Project management 분야 기술주기 .....	100
<그림 27> Project management 분야 주요출원인_글로벌 .....	101
<그림 28> Project management 분야 주요출원인_주요국 .....	101
<그림 29> Project management 분야 기술경쟁력 포트폴리오 .....	103
<그림 30> Code & standard 분야 특허출원 동향 .....	104
<그림 31> Code & standard 분야 기술주기 .....	105
<그림 32> Code & standard 분야 주요출원인_글로벌 .....	106
<그림 33> Code & standard 분야 주요출원인_주요국 .....	106
<그림 34> Code & standard 분야 기술경쟁력 포트폴리오 .....	108
<그림 35> IPA 분석의 프레임워크 .....	113

<그림 36> IPA 포트폴리오 분석 결과 .....	114
<그림 37> 기술개발 성공 가능성 분석 프레임 .....	116
<그림 38> 극한지 플랜트 configuration 개요 .....	145
<그림 39> 현지 사업환경 분석 .....	156
<그림 40> 북극권 현지건설 환경 분석 .....	157
<그림 41> 북극권 특화 오일가스 사업수행 단계별 리스크 요인 평가 기술 개발 .....	159
<그림 42> 선행 계획/기초설계 시뮬레이터 기술개발 .....	162
<그림 43> 계획/기초설계 타당성 분석 소프트웨어기술 개발 .....	164
<그림 44> 지상설비 설계 기술 개발 .....	165
<그림 45> 북극권 개발기술 현장 적용 추진체계 개발 .....	168
<그림 46> 북극권 오일가스 플랜트 시험인증 기술 체계 .....	170
<그림 47> 성기술 1 기술개발 로드맵 .....	172
<그림 48> 주요 성과지표 도출 .....	179
<그림 49> 일반과제 추진 절차 .....	183

# 표 목 차

<표 1> 과학기술기본계획내 북극권역 오일가스플랜트 기술 관련 분야 .....	35
<표 2> 2014년 주요 국가별 천연가스, 오일 확인 매장량 .....	40
<표 3> 2014년 주요 국가별 천연가스, 오일 생산량 .....	43
<표 4> 북극권역 이송스테이션 관련 시장 규모 및 전망 .....	48
<표 5> 글로벌 건설엔지니어링 시장의 분야별 규모 및 비율 .....	50
<표 6> Top 225 설계회사의 2014년도 시장점유율 .....	51
<표 7> Top 225 내 주요 설계회사 목록 .....	52
<표 8> 국내 기업 해외 개발 프로젝트 현황 .....	54
<표 9> 주요 해외사업 추진현황 .....	55
<표 10> 북극권역 탐사 자원량 .....	57
<표 11> Example of a cost profile for various pump scenarios .....	65
<표 12> (러시아) 파이프라인 관련 3대 에너지 기업 .....	71
<표 13> 해양플랜트 시장전망 구분(Douglas Westwood 등 2010, 억 불) .....	86
<표 14> 플랜트 관련 연구과제 정부지원 현황; 2011~2013년 .....	89
<표 15> 플랜트 과제 연구수행주체별 정부연구비 비중; 2011~2013년 .....	90
<표 16> 플랜트 과제에서 개발 단계 과제의 비율; 2011~2013년 .....	90
<표 17> 플랜트 관련 정부R&D사업 .....	92
<표 18> 석유 가스 플랜트 .....	92
<표 19> 국토교통부 R&D 투자 동향; 2012~2015년 .....	95
<표 20> 특허검색 DB 및 검색범위 .....	97
<표 21> 기술분류체계에 따른 검색식 및 검색건수 .....	97
<표 22> 연도별 공개 및 등록 특허 추이('95~'15) .....	99
<표 23> 주요 국가별 기술경쟁력 분석 결과 .....	102
<표 24> 국가별 기술독점도 분석 결과 .....	103
<표 25> 연도별 공개 및 등록 특허 추이('95~'15) .....	104
<표 26> 주요 국가별 기술경쟁력 분석 결과 .....	107
<표 27> 국가별 기술독점도 분석 결과 .....	108
<표 28> 기술수준 조사 결과 .....	111
<표 29> 특허기반 기술경쟁력 분석 결과 .....	111
<표 30> 전략적 중요도 조사 결과 .....	112
<표 31> IPA 분석에 따른 4분위 영역 구분 .....	112
<표 32> 북극권 이송스테이션 플랜트분야 기술격차 해소방안 .....	115
<표 33> 북극권 이송스테이션 플랜트 기술격차 해소방안 .....	115
<표 34> 기술 분류(소)별 기술 주기 및 TRL 분석 결과 .....	116
<표 35> 종합 성공요인 분석 .....	117
<표 36> 국가정책 및 상위계획 비전 검토 .....	129
<표 37> “극한” 관련 부처별 진행현황 분석 .....	148

<표 38> 구성기술 1 달성 목표 .....	153
<표 39> 요소기술 및 개발내용 .....	155
<표 40> 공정기술1 개발 목표 .....	156
<표 41> 공정기술2 개발 목표 .....	158
<표 42> 공정기술1 개발 목표 .....	160
<표 43> 요소기술 및 개발내용 .....	161
<표 44> 공정기술1 개발 목표 .....	163
<표 45> 공정기술1 개발 목표 .....	164
<표 46> 공정기술1 개발 목표 .....	166
<표 47> 요소기술 및 개발내용 .....	167
<표 48> 공정기술1 개발 목표 .....	169
<표 49> 공정기술3 개발 목표 .....	170
<표 50> 구성기술 확보 전략 .....	171
<표 51> 기술개발 주체별 상업화 협력 방안(주체별 역할) .....	173
<표 52> 1 핵심 투자계획 (단위 백만) .....	175
<표 53> 2 핵심 투자계획 (단위 백만) .....	175
<표 54> 3 핵심 투자계획 (단위 백만) .....	176
<표 55> 총 투자계획 .....	176
<표 56> 유형별 성과지표 Pool .....	179
<표 57> 성과 유형별 공통 지표(안) .....	180
<표 58> 세부기술 분야별 핵심 성과지표 설정(안) .....	180
<표 59> 성과목표 및 지표 총괄표 .....	181

# 제1장 기술 개요

## 제1절 기술의 정의

### ➤ 북극권역의 정의

- (북극권) 북극권(arctic circle)은 북위 66° 33' 44" 을 지나며, 북극권은 지구 자전축 기울기의 변화에 따라 위치의 변동이 있으며, 북극권은 북극과 북극 해안을 포함하고 육상의 경우에 영구 동토층으로 덮여 있음
- (북극권역) 본 기획에서 북극권역은 북극권에 연해 있는 국가를 포함한 영역으로 정의함
  - \* 러시아, 알래스카(미), 그린란드(덴마크), 캐나다, 핀란드, 노르웨이 등
  - 이 지역은 온도나 환경여건이 열악하거나 물리적 접근이 어려운 지역을 의미하며, 지역개발 및 건설사업 관련하여 접근, 거주, 작업환경이 열악한 여건에 있음
  - 북극권역에는 오일 및 가스 등이 풍부하며, 전세계 미발견 오일·가스 부존량의 약 22%가 영구 동토를 포함한 극한지에 매장된 것으로 추정하고 있음(USGS, 2012)
  - 매장된 오일·가스는 해당 지역에 접근이 어려운 경우가 많으며, 기존 전통적인 채굴방법으로 생산성을 확보하기 어려워서 새로운 채굴방법을 적용하여야 하는 비전통 오일·가스인 경우가 많음
- (기후환경) 일반적으로 이 지역에서 한지는 영하 18℃ 까지, 혹한지는 영하 30℃ 까지, 극한지는 영하 30℃ 이하로 구분하고 있으며, 기술의 발전과 사업적 수요에 따라 점진적으로 극한지개발이 증가하고 있는 현실임

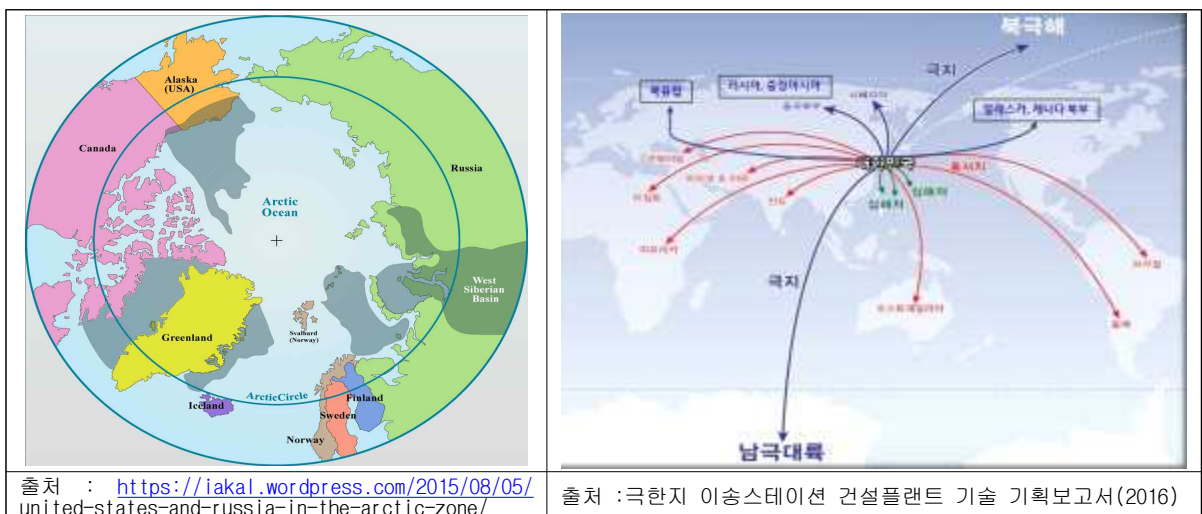


그림 1. 북극권 및 권역에 대한 개요도

➤ 기술의 정의

- (북극권역 자원에너지 지상설비 선행평가 기술) 북극권역에서 오일·가스 개발환경과 사업 리스크를 분석하고, 이를 기반으로 오일·가스 지상플랜트의 계통구성 및 타당성(계획·기초설계 등) 평가, 이 지역의 기술무역장벽에 대응을 위한 시험·인증 기술로 정의함
  - 본 기술개발에서는 북극권역의 오일·가스 개발환경·사업리스크, 생산공법·지상설비 기초설계 및 타당성 검토 등 선행기술 개발
- (범위) 북극권역 추운 지역의 오일·가스전(田)에서 오일·가스를 생산·이송하기 위한 지상 플랜트 설비를 대상으로 열악한 조건에 적합한 설비형식·운영, 건설공법 등의 타당성, 현지 시험인증 체계와 적합성 등을 분석하고, 현지 여건과 기술적 특성을 고려한 사업 리스크 평가기법, 국제 공동연구를 통한 기술개발 등을 포함
  - ※ 특성상 동토, 영구동토층에서 오일·가스를 생산함에 있어 원격지에 인프라(도로, 기초, 구조 등)와 각종 지상설비(surface facilities)를 건설하여야 하는데 추위와 일조시간, 민감한 동토지반, 소요자원 조달 등 큰 장애로 작용하며, 이는 기존 중동이나 아프리카, 동남아시아 등에서 오일·가스 플랜트 기술로 해소하기 어려운 측면이 있음. 이에 따라 지반기초 및 구조물, 급속시공, 모듈화, 콤팩트, 추운조건(-40℃ 내외)에서 운용 등을 위해서 기초 및 지상설비의 재료, 공법, 형식 등에 있어 차별화된 기술과 기준이 적용되고 있음

➤ 극한지 사업단 과제 추진과제와 연관성

- 향후 사업단 과제는 극한지 오일·가스 플랜트 과제 : 건설수행단계에서 “기본설계와 시공, 운영·유지”에 관한 **하드웨어 기술개발에 중점**
  - 지상 플랜트를 구성하는 공정, 시스템/장치/구조물 등을 중점개발
- 당해 기술은 기본설계 전단계인 “사업기획/계획(개념설계 등)”에 관한 선행평가기술, 북극권역 현지의 제반 건설여건을 고려한 사업 리스크 평가기술 개발에 중점
  - 지상 플랜트 건설 이전에 사업적, 기술적 타당성을 평가하는 기술개발에 중점하며, 개발된 기술은 향후 극한지 연구사업과 기업의 사업진출시 의사결정과 기본설계에 활용가능

표 2 선행기술과 향후 사업단기술의 연계성

구분	금회 R&D 추진			→	향후 예비타당성 신청						
건설 단계	사업기획/계획			→	설계-조달-시공-운영						
	사업평가	↔	개념설계	→	기본설계	→	조달시공	→	시운전	→	운영유지
연구 활동	개발환경분석 사업위험요인 사업관리요소 타당성 평가		라이선스분석 계통장치구성 열물질흐름도 시험인증체계		현장/DB 라이선스공 정설계 건전성능		시스템 기자재 시공법 시험인증		설계보완 성능평가 사용적합성		모니터링 운전제어 긴급조치 교육훈련

▶ 지상설비

- 중·상류부문 : 중류부문은 주로 이송분야로 오일·가스 스테이션 및 처리공정·저장설비, 이송망 등을 포함(이송망 과제는 기 진행 중이므로 범위에서 제외). 상류부문은 유전지대 지상에 설치되는 수집관로 및 승압시스템, 3상 분리, 수분제거, 오일처리, 생산수처리, 불순물 제거, 유틸리티, 셸터 등 전처리 설비를 포함



그림 2 북극권역 자원에너지 지상플랜트 개요도

그림 5 오일·가스 중·상류부문과 하류부문 구분

- 북극권역에서 오일·가스플랜트 구성은 일반적인 생산·처리·이송 등의 경우와 계통구성에 있어서 크게 다르지 않으나 사용조건이나 건설의 제약으로 인하여 설계, 형식, 형상, 기능이 다르게 적용되며, 특별히 시스템의 신뢰성을 중요하게 취급함
- 지상설비 구성 : 오일·가스전에서 유정을 통해 분출되는 물질은 에멀전 형태로 오일, 가스, 물, 각종 이물질 등이 혼합되어 있으며, 수집관 및 매니폴더, 승압유닛 등 수집스테이션을 통하여 다상 분리기를 통과하면서 오일, 가스, 물, 유용성분 등으로 분리가 되고, 이후 오일·가스처리시스템, 생산수처리시스템, 이송스테이션 등으로 연계됨
  - 수집스테이션은 다수의 오일·가스 웰헤드에서 분출되는 에멀전을 적정 위치로 모이기 위하여 수집관 및 매니폴더, 저장탱크 등을 설치하며, 일부 왕복동형 압축기(엔진 결합)를 활용하여 가스를 이송하거나 머드펌프를 사용하여 머드를 재순환시킴
  - 수집된 에멀전은 FWKO(free water knock out) 등과 같은 다상(주로 3상) 분리기를 통과하면서 오일과 가스, 물, 수반성분 등으로 분리가 됨
  - 이후 오일처리시스템에서는 오일처리를 통하여 불순물과 수분을 제거하고, 효율적 이송을 위하여 필요시 적정한 점성을 유지하도록 변환, 조정하여 펌프 스테이션을 통하여 장거리 이송을 함
  - 가스는 압축성 유체로서 장거리 이송에 있어 전처리가 매우 중요하며, 전처리는 주로 수분제거, 산성가스나 유황 등 불순물을 제거하고 압축기를 통하여 승압, 장거리 이송을 하며, 장거리 이송에 있어 온도제어, 노점 제어, 수분제거 등이 중요한 장치로 부가됨
  - 오일·가스 개발에 있어 물을 대량으로 사용하며, 환경이나 비용 측면에서 이의 재순환 활용이 중요한 이슈임. 이는 생산수처리시스템을 통하여 기능을 수행하며, 사용후 물에는 미세오일, 이온물질 등이 함유되어 있어 보일러나 수배관 등과 같은 유틸리티의 수명과 유지보수에 미치는 영향이 커서 지역별, 시스템별 적절한 수질기준을 적용하고 있음
  - 생산수처리계통에서 먼저 미세오일을 제어하는 방식으로 최근 미세기포와 온도를 조절하여 오일성분을 제거하는 IGF(induced gas flotation) 방식이 적용되며, 이후 단계별 오일제거필터, 이온화기, 연수화기, 증발기 등이 필요에 따라 구성됨. 최근에는 극한지용으로 후단의 복잡한 계통을 없애고 간략화된 멤브레인 방식에 대한 검토가 증가하고 있음
  - 북극권역에서 오일·가스 개발은 극한의 기후와 토양조건과 같은 장애요인을 극복하여야 하며, 이의 초기단계는 주로 현장의 부지정리 및 안정적인 기초와 구조물 설치가 중요함

➤ 관련 시장

- 중·상류부문 영구동토, 극지 등 기온이 낮아 작업환경이 열악한 지역으로 미개발 오일·가스 잠재량이 큼. 중류·상류 영역으로 진출을 통한 부가가치 창출 잠재성이 매우 큼
- 북극권역에서 관련 시장은 오일·가스 생산, 이송분야에서 수집스테이션, 전처리공정, 이송 스테이션 등 핵심 목적물에 대한 엔지니어링, 연관 설비 및 기자재, 지반기포 및 구조, 사업계획 및 관리, 건설장비 등으로 파악됨

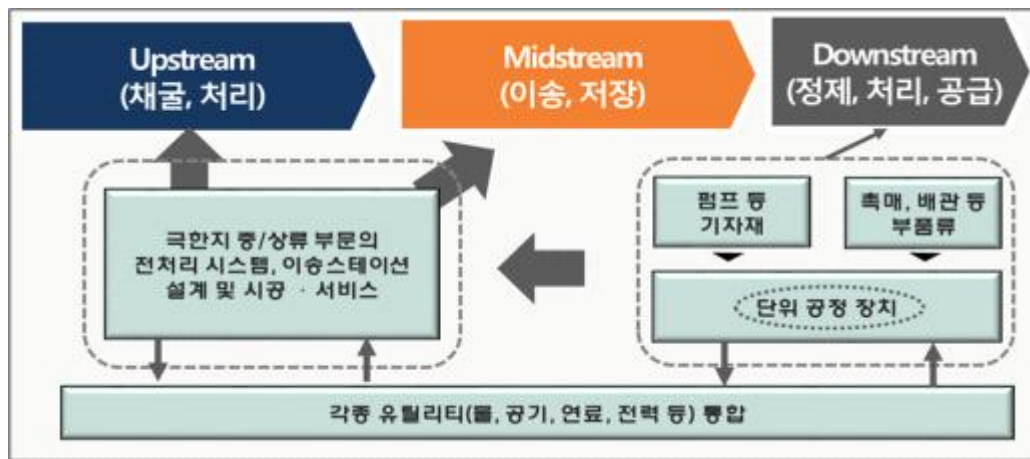


그림 6 극한지 이송 스테이션 건설플랜트 가치사슬

- 시장 잠재성 및 접근성 : 현재 국내기업은 러시아 Yamal Project 등에 일부 참여하고 있으며, 한국가스공사에서 천연가스를 도입하는 수준으로 국가적으로 공동개발협력을 도모하고 있어 발전 가능성이 큰 시장으로 평가하고 있음



## 제2절 기술개발의 필요·시급성

### <경제·사회 측면>

- ▶ 북극권역 **흑한지**의 자원 에너지 개발현장을 보유하고 있는 국가나 개발권을 가진 기업의 시장독점으로 인해 **우리기업의 고부가가치 시장진입에 애로**
- 현지 열악한 개발환경 조사, 사업계획단계의 선행설계, 시험인증 지원체계 등 민간 건설부문의 역량제고 및 사업리스크 저감을 통해 진출 활성화 필요

#### <극한지 오일·가스 시장 주도 상위기업>

회사명	사업영역	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 오일 및 NGL 생산량: 387 MBOE/d (1000 배럴/1일), 천연가스 생산량: 1,554 MMcf/d (백만 ㎥/1일)</li> <li>▶ 영국 북해 Forties Alpha Satellite Platform(FASP) 추진 중</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 영역: 시추·분석(평가), 완성작업(completion)-생산 부문</li> <li>▶ 수익: 245억 달러, 운영 수입: 28억 달러 규모</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 전 세계적으로 flow equipment 제품, 시스템 제공</li> <li>▶ subsea, surface, drilling, valves &amp; measurement 등</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 미국 내 천연가스 2위, 석유 및 NGL 11위 업체</li> <li>▶ 천연가스 gathering 및 compression business를 포함</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Upstream 기준 업계 1위(2014년 판매 순이익 192억 달러,</li> <li>▶ Upstream: 평균 생산량 260만 BOE/d, 생산 및 탐사</li> <li>▶ Downstream &amp; Chemicals: 정제, 연료-윤활유 등</li> <li>▶ Gas &amp; Midstream: 가스 기반 상업화 및 제품 가치 최대화</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사업지역: Anadarko Basin, Barnett Shale, Eagle Ford, Rockies, Canadian Heavy Oil 등</li> <li>▶ Enlink 인수를 통한 가스 압축기지 확보 (Ohio River Valley): 580 MMcf/d급 압축기지 확보</li> </ul>	

\* 상기 기업 외 다수의 기업이 시장을 주도하면서 설계, 시공, 조달, 운영 등의 사업을 발주

- ▶ 흑한지 오일·가스 플랜트 건설시장은 **중·장기적으로 시장확대가 전망되는 고부가가치 가치사슬\*** 영역으로, 연구개발 투자가 매우 저조한 실정
- 전세계 미발견 석유자원의 43 %, 가스자원의 58%가 영구동토를 포함한 북극권·극한지에 매장 (United States Geological Survey 2012)
  - \* 가치사슬 : 오일·가스 생산공법, 수집·분리, 전처리, 생산수 처리, 수분제거, 승압·조정설비, 유틸리티, 지반기초·구조 등 **흑한지에 적합한** 시스템과 이에 관한 건설사업 수행역무(계획, 설계, 시공, 조달, 운영, 유지보수 등)
  - 관련과제 : 동토지역 자원이송망 설계 및 시공기술('18년 종료예정)
- ▶ 미래 성장동력 창출을 통한 **미개척 시장**으로 경제영토 확대를 위해 흑한지 오일·가스 개발 시장에서 건설수주 확대를 지원 필요

- 흑한지 개발 프로젝트 계획 및 설계기술을 기반으로 중규모 프로젝트 참여가 가능하며, 국내 핵심장치·기자재 품질 강점을 활용한 조달·공급체인과 연계
- 해외 시장·공중 다변화 이슈 해소 : 기존 진출지역(중동, 북아프리카, 동남아)에서 북극권, 러시아권, 북미권, 중앙아시아권, 남미권 등으로 다변화 시급
  - \* '11년 이후 '15년까지 누적 수주액의 80.4%가 중동·아시아권에 집중(해건협)

<기술 측면>

- 미래 오일·가스 개발수요가 증가하고 있는 북극권역 등 흑한지에서 열악한 현장 여건에 적합하고 시장 경쟁력을 확보할 수 있는 선행기술 요구 증가
  - 북극권역 등 흑한지 진출실적이 미미한 우리의 여건에서 현지 개발환경과 이에 매칭되는 중견·중소기업형 소요기술을 파악하여 경쟁력 제고 필요
  - 본 기술은 흑한환경에서 플랜트 건설사업의 전단계 수행에 큰 영향을 미치는 기술이나, 건설수주형 우리기업의 수행역량이 매우 낮은 실정임
  - 오일·가스 개발을 위한 지상설비계통에 대해 선행 검토단계에서 계획·설계의 적합성(사업성, 입지, 라이선스, 장치구성 등) 분석기술 개발
    - \* 선행단계 사업 계획·설계 기술 : 신규 사업개발, 건설사업 참여 시에 사업주나 건설·엔지니어링, 기자재 사 등에서 필수적으로 수행해야 하는 역무이나, 우리기업은 상세설계 및 시공 등에 관한 단순 수주에 머무름
- 북극권역 흑한지의 기후와 가혹한 현장여건에 따른 생산성, 신뢰성 확보를 위한 기술 니즈가 매우 크나, 핵심기술 미비 및 기술격차 등의 장애요소를 시급히 해소 필요
  - 고부가가치 가치사슬 영역인 오일·가스 개발사업의 상류(upstream) 부문으로 진출을 위한 핵심 기술 확보 및 선진기술과 격차해소가 시급
    - \* 본 제안기술의 개발목표 수준: (현재) 69% → (개발후) 90% 수준

<유관분야 기술수준 분석결과 : 선진기술 100% 대비 국내기술수준>

소분류	기술수준(x)	전략적 중요도(y)
(A1) Project management	70.1%	3.8
(A2) Process configuration	69.0%	4.1
(A3)		
(A4)		
(A5) Code & Standard	67.4%	3.8

\*출처 : 극한지 이송스테이션 건설플랜트 기획보고서(2016)

- \* 상류부문은 유전지대 지상에 설치되는 수집관로·승압시스템, 3상 분리, 수분제거, 오일처리, 생산수처리, 불순물 제거, 유틸리티, 쉘터 등 전처리 설비 등
- 극한환경에서 플랜트 건설 경쟁력 확보의 핵심 키워드로 생산성 제고, 비용의 최소화가 중요하며, 신뢰성 기반의 시공계획 및 플랜트 설계, 시공자동화, 모듈화 설계, 시공법, 맞춤형 건설 플랜트·핵심장치 등에 관한 기술혁신이 필요
- 미개척 타겟시장 성장 잠재성, 5~7년 이상의 시장 진입시기, 국내 조달체인의 역량 및 인지도 등을 종합 고려시 국토교통부의 대표 브랜드 과제로 성공 가능성이 큼
  - 신뢰성 기반의 시공계획 및 플랜트 설계, 시스템 및 공정설비, 시공법 건설장비 등 기술역량 확보
- (해외 플랜트 시장 다변화 및 생태계 조성 이슈 해소) 기존 진출지역(중동, 동남아시아)의 수주 비중을 낮추고 북미권, 북극권, 중앙아시아권 등으로 다변화 시급
- 우리나라 해외플랜트 수주의 지역·공종의 편중 해소를 통한 리스크 저감
  - 극한환경 플랜트 건설 전주기 핵심기술의 실증개발을 통하여 미개척지에서 신사업 창출과 해외 수주 경쟁력을 증대에 기여할 수 있는 대표 기술로서 적합성이 높음
  - 정부는 에너지 개발, 플랜트, 해상운송, 조선·수산업 등 파급 효과가 높은 산업을 중심으로 국내 기업의 북극권 개발 참여기회를 높이려 노력 중
- (R&D 기반 산업생태계 조성 및 고부가가치 영역으로 진출확대) 극한지 오일·가스 플랜트 시장은 개발현장을 보유하고 있는 국가나 개발권을 가진 선진기업의 시장 카르텔로 인해 민간기업의 진입에 애로를 해소
  - 정부 차원의 건설시장분야 기술·정보 교류협력을 통하여 민간 건설산업부문의 상호 교류 활성화를 촉진 필요
  - 중·장기적으로 오일·가스 개발이 점증할 것으로 전망되는 극한지 오일·가스플랜트 건설시장의 고부가가치 가치사슬 영역으로 진출확대를 위한 기반조성이 시급
- 북극권역 여건을 고려한 기술개발과 이의 실증, 시험인증에 관한 전주기 역량을 확보하여 건설 및 엔지니어링사와 조달체인에 해당하는 중견·소기업의 동반진출 모델을 창출 필요



### 제3절 국고 지원의 당위성

- (플랜트연구사업의 목적 적합성) 정부 부처(국토교통부)의 방향성과 플랜트연구사업의 목적은 핵심기술 실증을 통하여 해외수주 경쟁력 강화임
- 극한환경 플랜트 건설 전주기 핵심기술의 실증개발을 통하여 미개척지에서 신사업 창출과 해외 수주 경쟁력을 증대에 기여할 수 있는 대표과제임
- (상기 연구사업 내 대표성) 동 사업 내 가스, 자원화, 이송, 수처리 기술 등을 조달하는 측면에서 연관성을 가지며, 현장에서 관련기술의 통합 및 시스템화, 건설엔지니어링 측면의 대표성을 가짐



- (상위계획과 부합성) 본 사업과 연관이 있는 국토교통부, 미래창조과학부 등에서 소관하는 상위계획과 부합성이 높음
- 제3차 과학기술기본계획('13~'17) : 추진전략 중에 신시장 개척 지원, 미래성장 동력 확충(자원 개발처리, 첨단플랜트 원천기술), 과학기술 글로벌화 등에 부합
- 국토교통부의 방향성: 우리나라 경제의 잠재성장률 4% 유지를 위하여 국토교통 기술경쟁력을 강화하고 지속적인 성장동력으로 역할 수행
- 극한환경 플랜트 건설 핵심기술 : 플랜트 건설사업의 전주기 핵심기술의 실증개발을 통하여 미개척지에서 신사업 창출과 해외 수주 경쟁력을 증대
- \* 제2차 건설교통기술 연구개발사업 중장기계획( '13~'17) : 플랜트연구사업 내 극한지 에너지플랜트 기술, 극한지 이송스테이션 기술 등 반영
- 극한지 에너지 및 자원이용 기술 개발이 포함되어 있어 본 연구개발 사업은 상위계획에 부합하는 것으로 분석됨
- 10대 기술분야 중 에너지·자원분야에 “자원개발 및 탐사기술 분야 R&D 투자 활성화” 와 본 연구의 부합성이 높음

- 기존 에너지 자원 고갈에 따른 신규 매장지(극한지)의 메가 프로젝트가 증가하고 있으며, 정부에서는 지속적인 에너지 자원 확보를 위한 국가적 차원의 노력을 기울이는 등 극한지 에너지 자원 확보의 중요성이 증대되고 있는 상황임
  - 국내의 극한지 오일·가스전을 대상으로 고부가가치 지상 플랜트 설비를 건설하는 기술은 미확보 상태로, 유망 극한지 시장 진출을 위해서는 세계 최고수준의 기술확보가 필요하나 사업특성상 리스크가 커서 민간부분에서 진입하기에 애로가 있음
  - 국내 중소·중견기업의 역량과 극한환경 플랜트 기술의 난이도, 시험인증 장벽 등을 고려시 정부 주도의 투자를 통한 리스크 분산이 필요
- 본 연구는 정부의 투자방향에 부합되고 국토교통 중장기 계획에 반영된 사항으로, 이의 실천과 미래 시장수요에 능동적 대응을 위하여 예산지원이 필수적임
- 본 신규과제는 `18년 정부연구개발 투자방향 중 “신(新) 성장엔진의 차질없는 확보, 기존산업의 경쟁력 제고”에 부합성이 높음
    - 新성장엔진 가동을 위한 신시장·신산업 R&D 확대
      - ※ 북극권역 혹한지 여건에 적합한 비전통 오일·가스플랜트 기술
  - 미지원시 본 연구의 목적인 북극권역 등 혹한지 진출을 위한 선행기술 및 시험인증 기술체계 개발의 지연, 이로 인한 시장수요에 적기 대응을 통한 사업화 추진에 애로가 예상됨
  - 최근 세계경기 악화에 따른 기업 구조조정 등이 진행되고 있고 향후 시장 회복 전망을 고려시 선행적으로 기반연구를 통한 교두보 마련의 적기로 판단됨
- 미개척 북극권역 혹한지 오일가스 개발시장 진출을 위한 **기반조성**의 일환으로 현지 관련기관과 국제공동연구 등 **국제 교류·협력**방안을 체계적, 지속적 추진 필요

## ※ 북극권역 오일 · 가스분야 투자개발사례

### ● 러시아 Yamal LNG

- 세계에서 가장 큰 LNG 프로젝트로 용량 16.5 MTPA, 프로젝트 비용 270 억 USD이며, 2013년 말 착공하여 2017년 12월에 완공예정

프로젝트 명	Yamal LNG
프로젝트 규모	연산 1,650만톤 규모의 LNG 액화플랜트 (550만톤 x 3기)
사업비	약 6조 2000억원
시설 전경	

### ● 러시아 Sakhalin-2 프로젝트

- 기존에 운영되고 있는 사할린 LNG 플랜트 확장공사로 현재 러시아 국영 천연가스회사인 가즈프롬(GAZPROM)사가 추진 중
- 현재 사할린-2 LNG 프로젝트에선 연간 1,000만 톤 이상의 LNG가 생산 중이며, 오는 2021년 세 번째 LNG 설비(연 540만 톤)를 가동개시할 계획임

### ● 캐나다 포트힐스(Fort Hills) 오일샌드 프로젝트

- Suncor사 주도로 진행되며, 2014년 SK건설이 단독수주한 캐나다 포트힐스(Fort Hills) 오일샌드 프로젝트는 일일 18만 배럴의 역청을 생산하는 프로젝트이며, 건설비는 약 25억 5천만 미불로 캐나다 내 최대 규모의 공사로 2017년 말 완공 예정임





### ● 캐나다 Kitimat LNG Terminal 프로젝트

- 1단계에 연간 1천3백만 톤, 2단계로는 2천6백만 톤의 LNG플랜트를 브리티시 컬럼비아 주의 키티캣에 건설하는 300억 달러 규모의 사업
- '04.9월 환경평가(Environmental Assessment)를 개시한 이래, '11.10월 LNG 수출허가(Export License) 획득 (20년간 연간 최대 10백만톤)
- 치요다, 에이맥포스터휠러, 사이웬, 윌리파슨스의 컨소시엄(CFSW)이 FEED를 포함한 주요 건설 계약을 2014년에 수주



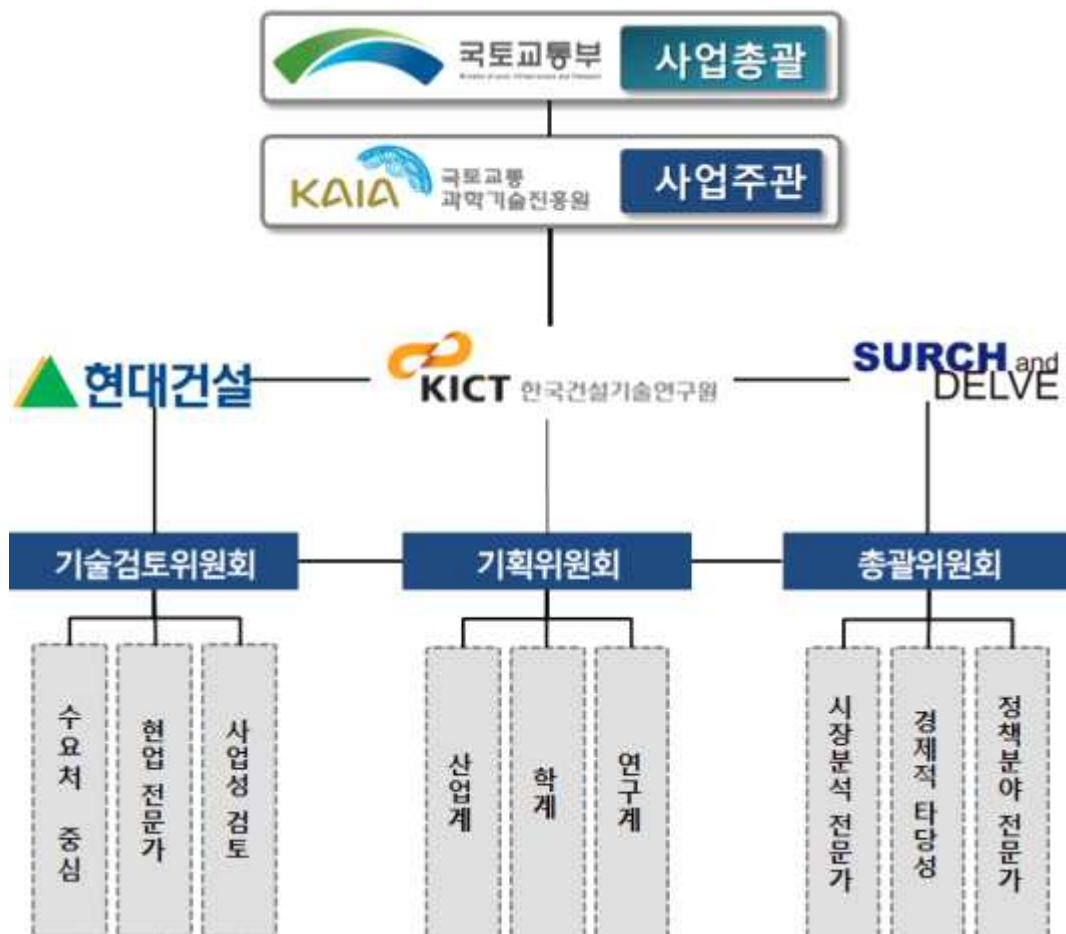
● 기타 극한지 오일·가스 프로젝트

프로젝트 명	MacKenzie Gas Pipeline Project (캐나다)	Point Thomson Initial Production Sys. (미국, 알래스카)
수행업무	예비타당성조사, 타당성조사, 개념설계, FEED	타당성조사, 개념설계, FEED, 상세설계, EPC
프로젝트 규모	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gas pipe : 연장 1,221km</li> <li>■ LNG pipe : 연장 470km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 가스생산 시설 : 1,600 m3/day</li> </ul>
사업비	14조 8천억원	-
시설 전경		

## 제4절 기술기획 체계 및 경과

### ☞ 기술기획 체계

- 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, 전문가 기획위원회와 협력하여 체계적인 예비타당성 사업 기획추진 체계 수립
- 플랜트 관련 산·학·연 전문가가 참여하는 기획위원회를 구성하여 기술성, 경제성, 정책성 및 중복성을 체계적으로 분석하여 세부사업을 기획
- 기획 주관 : 한국건설기술연구원
- 공동기획 : 현대건설, 씨치엔텔브
- 위원회 : 총괄위원회, 기획위원회, 기술검토위원회



## ➤ 추진 경과

- 제2차 건설교통기술 연구개발사업 중장기계획( '13~' 17) : 플랜트연구사업 내 계획
- 제1차 연구진 회의 및 전문가 자문
  - 시기 : 2016. 1. 22(금)
  - 내용 : 기술 소분류/키워드, 환경(트렌드/이슈, 시장, 정책, 기술 등), 역량 분석, 수요조사방안, 기획타당성위원회 보고방안 등 협의
- 제2차 연구진 회의 및 기획위원회 전문가 회의
  - 시기 : 2016. 03. 25(금)
  - 내용 : 기술분류체계 상 소분류에 해당하는 요소기술 구성에 관한 전문가 브레인 스토밍을 통하여 요소기술 도출
- 제3차 연구진 회의 및 전문가 검토회의
  - 시기 : 2016년 4월 15일
  - 내용 : 기획연구 수행 중간 결과(성공가능성)에 대하여 기획타당성검토위원회를 구성·운영하여 검토 실시 (※ 추진근거 : 국토교통부 소관 연구개발사업의 신규과제 선정 등에 관한 지침)
- 제1차 국제협력 추진방안 협의(캐나다 Alberta주)
  - 일시/장소 : 2016. 4/17~4/28, 캐나다 Alberta주
  - 내용 : 교류협력방안 사전협의, 유관 연구기관 및 기업 방문을 통한 공동개발 추진방안 등 협의
  - 결과 : 상호 의향 확인(Alberta주정부 관계자의 한국 방문 및 협의 등)

\* Government of Alberta, AITE, C-FER, 캘거리대학교, 엘버타대학교



- 제2차 국제협력 추진방안 협의(대한민국 세종시, 국토교통부)
  - 일시/장소 : 2016. 5/30, 대한민국 국토교통부 회의실

- 내용 : 국토교통부 R&D현황 및 극한지 기획과제 소개, 상호 관심사항 토의(교환 프로그램, 정부 간 MoU, 공동연구 등)
- 결과 : 실무협의를 추진키로 함 (극한지 플랜트 기획자료 제공 등)



● 제3차 국제협력 추진방안 실무대표 협의(KAIA)

- 일시/장소 : 2016. 8/10, 국토교통과학기술진흥원 회의실
- 내용 : 교류협력분야 사전 확인, 공식적인 실무협의방안 토의
- 결과 : MoU (국토교통부-Alberta주), 공동연구, 국제세미나 등 3가지 안건에 대해서 공식적으로 실무 협의키로 함



● 제4차 연구진 회의 및 기술검토위원회

- 일시/장소 : 2016. 07.15(화), 한국건설기술연구원

- 내용 : 후보기술 설명 및 중요도 평가, 검증 추진방안 등 협의
- 결과 : 후보기술별 중요도 평가, 사업성공 가능성 제고방안 도출



● 제5차 연구진 회의 및 기술검토위원회

- 일시/장소 : 2016. 09.27(화) -09.28(수), 한국건설기술연구원
- 내용 : 후보과제 우선순위, 목표 및 성과지표, 추진전략의 적절성, 사업관리방안, 사전 타당성 결과 검토 등을 수행
- 결과 : 후보과제 우선순위 도출, 성과지표 개선, 추진전략 구체화, 사전 타당성 결과 개선, 경제성 분석 가중치 조정 등

● 제6차 연구진 회의 및 전문가 검토

- 일시/장소 : 2016. 10.12(수), KTC
- 내용 : 연구진 및 기획집필진 주도의 보고서 논리체계, 내용, 기술체계에 대한 토의 및 정리
- 결과 : 추진논리 및 근거, 사업논리 재정립, 세부기술개발계획의 편제 및 완성도 제고

● 극한지 오일가스플랜트 국제세미나 추진

- 일시/장소 : 2016. 12.08(목), The-k Hotel (서울시 양재동)
- 내용 : 극한지 오일·가스산업이 발달한 캐나다, 러시아 등 사업개발 및 기술 전문가(파이프라인, 극한지 설비, 안전, 자산관리, 사업개발, 시험인증 등)를 초청하여 심층 토론

# 2016 International Cold Regions Oil & Gas Seminar

DEC. 7-8, 2016  
The K-Hotel, Seoul, Korea

## ICOS 2016

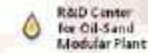
The 1<sup>st</sup> International Cold Regions Oil & Gas Seminar sponsored by the Alberta and Korean government will be held in Seoul. The goal of this seminar is to promote international exchange and cooperation in unconventional oil & gas industries in cold regions. This will be a great opportunity for all the seminar participants to network and exchange state-of-the-art technologies and industrial information.

### |Host|

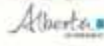
Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement



Consortium of R&D Center on Oil and Gas Plant



### |Sponsored by|



### Contact information

Homepage : [www.icoc.or.kr](http://www.icoc.or.kr)

E-mail : [icoc2016.help@gmail.com](mailto:icoc2016.help@gmail.com)

Tel : +82-70-8883-7193



## 제2장 북극권 자원에너지 개발 대내·외 환경분석

### 제1절 글로벌 메가트렌드

	메가트렌드	주요전망	미래 이슈
사회 문화 분야 (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계화 속에 권역화 및 지역화 가속</li> <li>• 인구구조 변화에 따른 경제활동 인구 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 엔지니어링, 플랜트 산업의 기술인력 고령화</li> <li>• 기능 및 기술인력 부족에 따른 자동화 시스템 구축 확산</li> <li>• 북극지역 플랜트 건설·운영 고도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업생산인구 감소에 따라 자동화, 무인화, 네트워킹화 등 효율적 플랜트 관리수요 증가</li> <li>• 에너지의 효율적 이용과 차세대 플랜트 개발 기술 요구</li> </ul>
과학 기술 분야 (T)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경제·사회현안, 미개척 과학기술 진보</li> <li>• 기술분야 간 융·복합화 가속</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT기반 네트워크, 가상·원격 등 융·복합기술의 건설분야 확산</li> <li>• 미개척지(북극) 진출 확대를 위한 극한기술의 수요 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IoT 기반 스마트 진단 및 유지보수 기술 수요 증가</li> <li>• 나노, 소형화, 지능화, 신소재 등 신기술의 융복합 접목 증가</li> <li>• 엔지니어링, 플랜트 분야의 기술장벽 강화</li> </ul>
경제 분야 (E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 세계 미개척 시장경쟁심화 및 글로벌 과점화</li> <li>• 글로벌 네트워크 및 협업 활동 가속화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유지관리·보수, 신항국 시장 규모 확대</li> <li>• 북극권역 플랜트건설 산업 글로벌 경쟁 심화</li> <li>• 선진국과 개발도상국의 제도·기술적 격차 심화에 의한 무역장벽 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 북극권역 플랜트 진단, 손실저감, 효율성 제고를 위한 장수명 유지관리기술 증가</li> <li>• 해외 인프라 미개척 시장 선점 및 확대를 위한 국내 실적, 조달역량 확보가 중요</li> <li>• 북극권역 플랜트 분야의 실증기술 확보를 통하여 무역장벽 해소노력이 필요</li> </ul>
생태 환경 분야 (E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화 및 환경오염 심화에 대응 청정생산체계 확산</li> <li>• 물·에너지·자원 수요 증가에 따라 생산투자 지속 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지구온난화 대응 글로벌 환경규제 및 인증제도 강화</li> <li>• 북극권역 특성을 고려한 건설 플랜트의 안전성 및 효율성 도모</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화 및 환경오염에 대한 선제적 대응이 가능한 북극권역 플랜트 안전성 확보</li> <li>• EPC 산업의 M&amp;A 및 전략적 제휴를 통한 글로벌 경쟁력 강화 필요</li> <li>• 환경오염 저감기술, 친환경 건설기술, 신재생 에너지 사용 기술 등 요구</li> </ul>
정치 안보 분야 (P)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 민족·종교·국가간 갈등의 심화</li> <li>• 국가간 물·에너지 갈등 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가별 에너지 안보강화</li> <li>• 글로벌 인증기준 및 표준화 시스템 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급변하는 세계 플랜트시장을 주도하기 위한 정부의 기술 리더십 강화 필요</li> <li>• 플랜트 분야의 글로벌 표준화, 시험·인증 등 기술무역장벽 해소노력이 필요</li> </ul>

# 1. 글로벌 메가트렌드

## 1.1 사회(Society)

### ▶ 세계화 속에 권역화 및 지역화(Glocalization) 가속

- 세계화 속에 자국업체 보호를 위한 발주처 현지인력 및 기자재 사용 요구가 확대되고 있으며, 현지 조직의 독립적 성장을 위한 기술이전 및 교육, 훈련을 통한 엔지니어 육성 등 글로벌화와 현지화의 통합적인 조화 요구 증가 추세
- 경제성장과 함께 소득수준 향상이 두드러진 거대 후발 개도국들의 신규 플랜트 시장에서의 상호 문화적 이해와 융합을 통한 공공 및 지역이익 갈등의 조정 역할 증대

### ▶ 엔지니어링, 플랜트 산업의 기술인력 부족현상 심화

- 엔지니어링, 플랜트 산업에서 해외진출 확대를 위해서는 인력수급이 매우 중요
  - 기본 및 상세설계를 위한 인력이 절대적으로 부족한 상황
  - 국내 플랜트 인력풀에 한계 상황에 와 있기 때문에 인력 양성이 시급한 실정

□(북극권역 건설플랜트 미래전망) 경제활동인구의 감소로 인한 엔지니어링, 건설플랜트의 분야의 무인화 및 건설플랜트 안전성 향상을 위한 지능형 관리시스템 도입 전망

- 경제 위기에 의한 국내 엔지니어링, 플랜트 분야에서의 사업 관리력, 기술력, 추진력이 우수한 인력의 퇴사와 신규 인력 미충원으로 기술 인력 부족 심화

## 1.2 기술(Technology)

### ▶ 기술융합의 가속화와 고부가가치화 지속

- 스마트 전력 및 워터그리드 연계 플랜트 등 IT기반의 융복합 신산업 출현의 가시화, 글로벌 환경 규제 대응 신재생 융합 플랜트의 활성화, 육상플랜트 기술을 해상 플랜트에 접목 등 기술융합 현상의 가속화
- 선진 기업들의 시장 수성을 위한 독자적인 프로세스 라이선스 확보, 이와 연계한 핵심 기자재의 선점을 위한 High Tech 융합기술에 대한 지속적인 R&D투자 및 테스트베드 플랜트를 통한 R&D 실효성 확보

### ▶ 정보통신, 바이오, 나노, 에너지 및 환경기술 발전

- 경제·사회현안 해결을 위한 물·에너지 생산, 이송, 저장, 이용에 관한 일련의 가치사슬 확대
  - \* ICT, 신소재, 극한기술 발전에 따라 국토교통분야의 원격수행 및 전주기 사업관리 등 실현

□(북극권역 건설플랜트 미래전망) 첨단기술 발달 및 기술융복합화로 인한 플랜트 시설의 첨단소재, 스마트(지능형)시스템 적용 확대 전망

- 고도화 및 효율적 플랜트 건설을 위한 첨단소재 및 재료, 소형화 시스템, IoT 등과 접목하여 관련기술의 비약적인 발전을 전망

### 1.3 경제(Economy)

#### ▶ 국가 간 FTA 체결 증가로 인한 글로벌 무한경쟁 시대 도래

- 세계화 인식의 확산 등에 따라 경제적 장벽이 급속히 허물어지고 있으며, 최근 자유무역협정(FAT) 체결이 증가하면서 글로벌 경제시대 도래
  - 세계시장 통합은 기업 입장에서는 글로벌 단일 시장이라는 거대한 기회를 주는 동시에, 전 세계 무한 경쟁이라는 위협을 제기
  - 특히, 다국적 기업은 무한경쟁 속에서 글로벌 아웃소싱 네트워크를 강화함으로써 생산성 향상 및 비용 절감 효과를 극대화
- 지역주의 추세의 확산 및 중국·인도의 급성장 등에 따라 다수의 국가가 주도권을 잡는 다자주의 시대 도래
  - 주요국간 관계가 한 국가의 패권적 주도에 의해 결정되기 보다는 정책 현안에 따라 협력과 경쟁이 동시에 발현, 교차되어 점차 다극화로 이행되는 과도기 현상

#### ▶ 세계플랜트 시장의 경쟁심화 및 시장 과점화

- 전통적으로 미국, 일본, 서유럽 등 기술선도국의 기업들이 중심이 되어 시장을 주도하고 발전해왔던 플랜트엔지니어링 시장이 최근 후발기업들의 가격경쟁력과 선도국들의 기술경쟁력과의 대격돌 상태로 변화
- 선진국들의 고부가가치 시장의 독점력 강화와 새로운 가치창조를 위한 EPC 수주 패턴의 변화와 함께 후발국들의 기술 및 가격 경쟁력 강화에 따른 플랜트 엔지니어링 기업의 포지셔닝 변화 심화
- 시장 경쟁력 강화 및 고부가가치 분야의 시장 점유율 제고를 위한 선진기업과 후발기업의 전략적 제휴 및 M&A등 글로벌 카르텔화에 의한 핵심사업의 컨소시엄 수주 확대
- 설계와 시공, 프로젝트 금융 등 패키지형 서비스 요구증가 추세에 따른 투자개발형 프로젝트 시장 활성화 및 프로젝트 파이낸싱의 중요성 확대
- 신규 플랜트 시장뿐만 아니라 기존 플랜트의 노후화로 인한 성능향상 및 리모델링 혹은 폐기 후 재설치하는 등 재생 플랜트 시장이 선진국을 중심으로 부상하고, 에너지자원 확보 경쟁에 따른 신재생 에너지 플랜트 및 해양플랜트의 급속한 시장 확대 전망
- 경제 위기, 유가 변동에 따른 플랜트 발주 물량의 감소에 따른 국내 업체 간 경쟁 가속화

- (북극권역 건설플랜트 미래전망) 글로벌 경쟁체제의 돌입에 따른 특정 국가 및 기업의 핵심기술 및 시장의 독점 및 북극권역 건설플랜트산업 선점을 위한 국가간 경쟁 심화 전망
  - 북극권역 건설플랜트 분야의 기술집약화가 전망되며, 참여 주체별 실적 및 역량 차이에 따른 글로벌 시장진입 제약
  - 에너지 자원기술, 환경기술, 기후변화 대응기술 등을 접목한 북극권역 건설플랜트산업 선점을 위한 국가간 경쟁 가속화 전망

## 1.4 환경/생태(Environment)

### ▶ 글로벌 환경규제와 에너지문제 확산

- 기후변화관련 에너지, 환경 이슈해결을 위한 각국 정부의 대응 강화
  - 지구온난화 가속화 및 세계 환경규제는 새로운 무역규제로 활용될 전망이며, 이에 따라 친환경 산업의 중요성 확대
  - 우리나라를 비롯한 세계 주요국들은 저탄소 산업에 대한 적극적인 육성 및 지원정책 추진
  - 후발 개도국의 급격한 경제성장과 오일피크에 따른 우려로 세계적으로 에너지 문제가 이슈로 대두되면서 청정 대체에너지 및 신재생에너지 시대로의 진입

### ▶ 지구온난화 및 기후변화 영향 증가

- 지구온난화로 인한 기온이 상승하면서 브라질 리우데자네이루의 폭우, 파키스탄 북서부의 홍수, 대만의 태풍 등 이상기후 현상이 발생
  - 지난 100년간 평균기온이 0.74℃ 상승함에 따라 해수면 상승과 빙하 감소가 일어나고 있을 뿐만 아니라 전 세계 사막화 면적이 연간 평균 3,572km<sup>2</sup>로 20년전(1,622km<sup>2</sup>) 대비 2배 증가
- 또한, 기후변화에 따른 기상재해의 대형화로 인해 피해액 및 복구비 규모도 매년 증가 추세에 있어 예방위주의 관리시스템에 대한 수요가 증가하고 있음도 매년 증가 추세에 있어 예방위주의 관리 시스템 도입이 시급

- (북극권역 건설플랜트 미래전망) 기후변화로 인한 북극권역 건설플랜트의 사고 대응력 강화 및 피해 최소화를 위한 위험성 평가 및 복구대응 기술 개발
  - 플랜트 엔지니어링 기술과 녹색기술의 융복합화를 통한 효율성 증가 요구

## 1.5 정치/안보(politics)

### ▶ 무역기술장벽(TBT : Technical Barriers to Trade)의 심화

- 국가 간 자유무역협정 체결이 확대됨에 따라 전통적인 무역장벽인 관세나 수입수량제한 등은 감축 또는 철폐되어가고 있으나, 기술규정, 표준 및 적합성평가절차 등 기술무역 장벽은 높아지는 추세

- 자유무역협정 체결에 따라 교정, 시험, 검사 등 적합성평가결과의 상호인정과 적합성평가기관의 개방이 주요 관심사로 부상

➤ 급변하는 세계 플랜트시장을 주도하기 위한 각국 정부의 기술 리더십 강화

- ISO를 중심으로 국제적인 데이터 모델 표준화 및 지식기반화 적극 추진
- 플랜트 표준화와 관련하여 유럽은 PISTEP, 독일은 STEP-CDS, 일본의 경우 SCADEC 표준 등 ISO10303 기반의 도면교환 표준화 정책추진
- 대외적으로는 자유경쟁정책과 대내적으로는 자국업체 보호정책 혼재

□(북극권역 건설플랜트 미래전망) 북극권역 건설플랜트의 해외시장 진출 시 기술무역장벽(TBT)의 강화로 인한 해외진출 제약요인 발생 전망

- 기술무역장벽(TBT) 해소를 위한 국제 기술규정, 표준 및 적합성 평가 관련 기술개발 투자 강화 필요

## 2. 글로벌 메가트렌드 변화에 따른 흑한지 오일·가스플랜트 개발 대응방향

### 2.1 사회분야 대응방향

➤ 신뢰성을 갖춘 지능형 네트워크화 및 인프라 안정성 확보기술 개발 필요

- 자동화·무인화, 도시·산업단지 집중화에 따른 공급·처리망 고도화 전망
- 인력 대체·보조를 위한 자동화·전산화, 무인화, 원격 인프라, 디지털 네트워크화 등의 확산

➤ 국내 플랜트 기술 수준 향상을 통해 신시장 창출 노력이 필요

- 인구 증가, 기술 발전 등에 따른 새로운 산업 이슈와 및 기존산업의 전문화 대형화됨에 따라 북극권역에 적용 가능한 기술의 니즈 증대
- 사회적 위험성 증대와 지구 기후변화에 따라 기술적 능력이 극대화 할 필요성이 큼
- 개발도상국의 빠른 경제성장으로 인해 향후 15~20년간 에너지 수요가 약 50퍼센트 증가할 것으로 예측되며, OPEC의 증산 및 대규모의 비전통식 공급원의 출현으로 2035년까지 세계 에너지 생산은 완만하게 상승할 것으로 예상<sup>1)</sup>(석유의 경우 연1%),

➤ 리바운드 효과

- 에너지 및 자원 효율성을 증가시켜주는 기술적 방법들이 의도와 반대로 에너지와 자원의 이용을 증가시켜 이들의 소비가 증가하는 현상
- 지속가능성을 향한 노력을 손상시키는 리바운드 효과는 몇 가지 층위에서 발생: 비용 효율성이 증가하면서 제품과 서비스에 대한 수요가 증가하는 직접적 리바운드 효과, 유상 자원의 무료화가 수

1) 국제에너지 기구(IEA)

요를 증가시키는 간접적 리바운드 효과, 효율성 개선이 총수요의 증가로 이어지는 거시경제적 리바운드 효과

## 2.2 기술적 대응방향

- ▶ 첨단기술 접목 및 기술융복합화를 통한 북극권역 이송플랜트 장수명화 및 안전성 향상 기술 개발
  - 북극권역 이송플랜트 시설물 관련 신소재 개발 및 첨단부품 개발을 통한 장수명화로 유지관리 비용 저감
    - 첨단 센서 기반 스마트 진단 및 자기보상, 유지보수 기술 개발을 추진
    - 나노, MEMS, 지능화, 신소재 등 신기술의 라인프라인 융복합 접목
- ▶ 시장진출을 위한 기술개발이 시급히 이루어져야 할 것으로 보임
  - 향후 국제적으로 북극권역 에너지 개발 사업이 활발히 진행될 것으로 예상됨에 Alaska Pipeline Project와 같이 북극권역지 자원활용을 위한 프로젝트가 현재 진행되고 있을 뿐만 아니라 EU에서는 에너지 자원 확보를 위한 다양한 이송망 구축 계획을 수립하고 있음
  - 이상의 프로젝트에 대응하기 위해 향후 5년 이내에 관련 기술을 구축하여야 하며, 특히 극한지용 자원이송망 설계 및 시공자동화 기술은 국내에 전 무하여 선진 기술과의 격차를 해소하기 위해서는 연구력의 집중과 3~4년 이상의 시간이 소요되므로 시급한 연구과제 추진이 필요함.

## 2.3 경제분야 대응방향

- ▶ 북극권역 이송플랜트 Value-Chain 전단계의 기술수준 향상을 통한 글로벌 경쟁력 강화 필요
  - 지역/국가 간 경쟁 심화에 따른 일부 선진국의 시장선점 및 독점으로 인해 신규 혹은 시장 진출에 어려움이 있어 혹은 이송플랜트 전 단계(부품·소재, 계획, 설계, 시공, 유지관리 등)의 기술수준 향상 필요
  - 이송플랜트 산업의 단계별 기술수준을 고려하여 현재 기술수준이 높은 부품·소재 분야보다는 기술수준이 현저히 낮은 유지관리 분야에 대한 집중 투자를 통한 기술경쟁력 강화 필요
  - 극지역과 같은 북극권역 기후를 가진 지역이 경제적 부흥을 겪으면서 2030년까지 해당 지역들에 급격한 경제성장이 전망
  - 일차적으로는 북극권역 기후 지역의 경제 활성화와 이차적으로 (아)열대 기후 국가들의 경제적으로 활동이 크게 증가할 것으로 예상
- ▶ 국내 실증실적 기반 표준화를 통한 기술무역장벽 해소 및 해외시장 진출 확대
  - 기술무역장벽(TBT) 대응을 위한 국제표준에 부합하는 시험평가, 인증 등 적합성 평가 기술개발 강화

- 국내 SOC 예산의 감소 및 건설 산업 경기에 대한 국민적 피로도가 상승함에 따라 상대적으로 활황인 해외시장 진출 모색
- 대기업-중소기업간, 시공-엔지니어링 산업간 해외진출 불균형으로 인하여 건설업계의 글로벌 성장의 한계가 존재하므로 새로운 건설수요, 시장창출 뿐만이 아닌 해외진출에 필요한 실질적인 역량 강화 필요

## 2.4 환경/생태 분야 대응방향

- ▶ 기후변화 및 환경오염에 대한 선제적 대응시스템 구축 및 북극권역 이송플랜트 안전성 강화를 위한 기술개발 필요
  - 불확실한 자연재해로부터 피해를 최소화하기 위한 북극권역 이송플랜트 안전성 강화 및 재난재해 대응 복구기술 필요
- ▶ 에너지 소비효율 증대 및 환경오염 방지를 위한 스마트(지능형) 기술보급 확대적용
  - 북극권역 이송플랜트 시설물을 통한 오일·가스 자원의 공급순환 과정의 손실저감 및 효율적 공급을 위한 지능형 관리시스템 구축

## 2.5 정치/안보 대응방향

- ▶ 기술무역장벽(TBT) 해소를 위한 흑한지 이송플랜트 관련 기술의 국제표준 실태 조사 및 대응전략 수립 필요
  - 북극권역 이송플랜트 관련 기술의 표준 원천 기술의 축적 및 흑한지 신시장의 확보전략 수립
  - 측정과학기술분야 연구개발을 통한 무역기술장벽 극복 및 글로벌 국가경쟁력 강화를 위한 R&D 투자 확대



## 제2절 국내·외 연구개발 정책동향

### 1. 국외 연구개발 정책동향

- ▶ 최근 지구 온난화로 북극권역 자원개발 및 수송여건이 크게 개선됨에 따라 러시아, 노르웨이, 미국, 캐나다 등 극지 인접국들은 국가적 차원에서 북극권역 자원개발과 인프라 건설사업을 활발히 추진
- 인접국 및 선도국가들은 혹한지역을 자국의 미래 전략적 자원 공급지역으로 지정하고 혹한지역 경제/에너지 개발 프로그램을 제정하여 실행하고 있음

#### 1.1 미국

- ▶ 미국은 2013년에 발표한 ‘혹한지역에 대한 국가전략(National Strategy for the Arctic Region)’을 발표하고, 혹한지역 개발에 관심을 보이는 관계국과 연계하여 북극권역 자원개발을 활발하게 추진하고 있음
- 또한 2013년에는 ‘북극 전략’을 통해 3개의 정책방향(Three lines of efforts)으로 북극권역에서의 안보상의 이해 증진, 북극권역 환경과 자원에 대한 책임 있는 관리, 국제협력 강화 등을 제시하였음
- 미국 정부는 이 전략을 통해 북극권역의 해빙 감소와 환경 변화에 따른 입장을 제시했는데, 구체적으로 ‘환경 보호’와 ‘자원 개발’이라는 상충되는 목표를 동시에 추구하겠다는 의지를 표출함
- ▶ 알래스카(Alaska)는 대표적인 대형 석유·천연가스 부존지역으로 석유 탐사자원량이 혹한지역에서 가장 많은 약 30 Bbbl이며, 1977년 North Slope에서 석유생산을 시작으로 2011년까지 16.2 Bbbl 이상의 중질유를 생산하였음
- 알래스카의 North Slope 지역은 앞으로 5.3 Bbbl의 석유가 생산 가능할 것으로 예상되며, 최근 몇 년간 이 지역에서 석유회수증진 기술이 시행되어 60% 이상의 회수율 증진을 이끌어내는 등 북극권역 기술 개발을 추진하고 있음
- 이러한 알래스카에서의 개발은 그 동안 주정부와 환경단체의 반대로 이루어지지 못하였으나, 지난 2010년 미국 정부에 의해 알래스카 지역을 포함한 미국 연근해 대륙붕 개발이 허용되면서 혹한지역 대륙붕 자원개발이 본격화되었음
- 최근에는 North Slope의 가스가 부존되어있는 지역(Prudhoe Bay, Point Thompson 등)과 남부해안 Nikiski 수출터미널을 잇는 약 1,287 km 길이의 가스관을 비롯해 액화플랜트, 저장시설, 수출터미널 등을 건설하는 ‘Alaska LNG Project’가 의회의 승인으로 본격적으로 가동될 전망이다
- ▶ 미국의 기술개발 활동을 보면, 정부 차원에서는 국방부 소속의 북극권역 연구소인 CRREL(Cold Regions Research and Engineering Laboratory)이 한랭지에서의 공학적 연구개발을 적극적으로 추진하고 있으며, 민간은 엑슨모빌이나 쉘 등 주로 대형 글로벌 기업들을 중심으로 추진되고 있음

- 엑슨모빌의 경우, 러시아의 Rosneft와 공동으로 극지연구센터를 설립키로 한 것이 대표적인 사례임
- 이외에 북미권에서 미국과 아울러 북극권역 프로젝트를 적극적으로 진행하고 있는 캐나다의 경우에도 Arctic Offshore Patrol Ship project 등 연구개발을 적극적으로 추진하고 있음

## 1.2 노르웨이

- 노르웨이는 북극권역 유전에 대한 주도권을 가지고 있으며, 이미 자원개발 플랜트산업의 최고 선도국가로 발돋움하였음
  - 노르웨이 국영석유 기업인 Statoil은 프랑스의 Total 등과 함께 바렌츠해의 신규 해양유전 탐사에 심혈을 기울이고 있으며, 노르웨이 정부도 바렌츠해의 해양유전 개발을 장려하기 위해서 탐사 및 개발에 대한 세금감면정책을 추진
  - 세계최고 수준을 자랑하는 해양플랜트산업 국가로 성장하게 된 원동력은 노르웨이 해양산업의 대표적 R&D 추진 및 교육기관인 MARINTEK를 들 수 있음
  - MARINTEK의 연구분야 5가지 중에 Maritime transportation systems를 제외하고 나머지 4개 분야가 해양플랜트 R&D에 집중하면서 연구개발 및 기술개발을 주도하고 있음
- 노르웨이는 Statoil을 중심으로 자국 원유 생산량의 감소분을 보충하기 위하여 바렌츠해, 캐나다, 알래스카, 그린란드 등에서 자원개발을 추진하고 있음
  - 노르웨이는 바렌츠해에 위치해 있는 Snøhvit 가스전에서 2007년 12월부터 가스 생산을 시작하였으며, 본 가스전의 천연가스 가체매장량은 193 bcm (billion cubic meter), 가스컨덴세이트 113백만 배럴, 천연가스액화물 5.1백만톤으로 추정됨
- 노르웨이는 실제적인 가치를 창출하기 위하여 북극권역 관련 새 프로젝트에 약 2,400만 달러를 지원할 예정이며, 2014~2019년에 걸쳐 에너지, 해양자원, 광물자원, 운송물류, 환경 및 환경산업 등과 관련한 프로젝트를 우선 추진할 계획임
  - 노르웨이의 북극권역 전략은 바렌츠해와 로포텐섬 해상지역에 채택한 “통합관리계획”으로, 바렌츠해역의 석유 채굴 중단유지 외에 무역선박의 해안 30해리 이상 접근 금지, 해양보호구역 설정, 불법조업 활동감시, 바렌츠 해역의 연구 및 탐사활동 전개 등을 포함하고 있음
- 노르웨이 정부는 1981년 북극 바렌츠 해 탐사를 허가하자 국영 석유회사인 스타토일이 그해 스노비트(Snøhvit) 가스전을 발견한 바 있음. 그 후 30년 간 스타토일과 많은 외국 회사들이 80공 이상의 탐사정을 통해 많은 유전을 발견한 바 있음. 스타토일은 1990년대에 바렌츠해 러시아 해역의 탐사활동에도 참여했으며, Total SA사와 공동으로 북극의 육상 카르야가(Kharyaga) 유전 개발에 참여함. 바렌츠 해에서 석유 개발은 이미 노르웨이 해와 북해에서 경험이 있는 노르웨이 대륙붕개발업체들에게 가장 중요한 관심의 대상이 될 것이며, 스타토일은 이미 함펠페스트(Hammerfest)근처에 세계에서 가장 고위도 지역에 위치하면서 북극권

이북에서는 유일한 액화천연가스(LNG) 생산 시설을 설치하였음. 여기서는 노르웨이 바렌츠 해 스노비트 가스전으로 부터 석유환산 일48,000 배럴의 천연가스를 생산하고 있음. 스타토일은 2020년까지 북극에서 석유환산 일 백만 배럴을 생산하게 될 것으로 기대하고 있음

- ▶ 노르웨이는 지금까지 지식 증진에만 초점을 맞추어 왔으나 실제적인 가치를 창출하기 위하여 북극관련 새 프로젝트에 약 2,400만 달러를 지원할 예정이며, 이는 2014~2019년에 걸쳐 에너지, 해양자원, 광물자원, 운송물류, 환경 및 환경산업 등과 관련한 프로젝트에 우선순위가 주어질 운용될 계획임

\* 출처 : 한국해양수산개발원(2014)

### 1.3 러시아

- ▶ 시베리아 개척과 자원개발을 위하여 20세기 이전부터 북극권역 기술을 중시해온 러시아는 북극권역 자원개발에 가장 적극적인 국가로서, 야말반도에서 석유, 가스전 개발 추진 중임
  - 특히 이 지역에 대한 매장자원 추정규모가 석유 900억 배럴(전 세계 매장량의 13%), 천연 가스 470억 배럴(전 세계 매장량의 30%)로 추정되어 있어 러시아는 다른 국가들에 비해 북극권역 진출에 대해 적극적임
- ▶ 러시아의 최대 석유/가스 생산지역인 서시베리아 매장지역에서의 생산 정체 및 감소 현상이 빠르게 진행되면서 점차 주요 매장지역이 북극권역 방향으로 옮겨가고 있음
  - 북극권역의 자원 중 접근이 용이한 육상지역의 자원은 이미 개발 혹은 생산단계에 있으며, 현재 대부분의 자원이 대륙붕에 부존하는 것으로 파악되며, 이는 전체 탐사 자원량의 약 80%정도인 것으로 추정됨
- ▶ 현재 러시아 북극권역에서 생산되는 석유·천연가스의 주된 소비처인 유럽지역에 이러한 자원을 원활하게 수출하기 위해서 기존의 LNG 플랜트 이외에 러시아 민영 에너지기업 Novatek의 야말(Yamal) LNG 사업의 최종투자결정(FID)이 승인
  - 이러한 사업은 유럽 뿐만 아니라 북극권역과 아시아를 연결하는 상당 규모의 LNG 시장이 될 것으로 평가되고 있으며, 수출시장 확대를 위해 LNG 사업 뿐 아니라 원유수출 터미널 건설을 추진하고 있으며, 기존 원유 수출 터미널 확장 및 신규 터미널 건설을 검토하고 있음
- ▶ 러시아 정부는 2007년부터 북극해 대륙붕 연장을 위한 본격적인 조사작업에 착수했으며, 지질조사 작업의 경우 탐사비용은 약 21.4백만 달러, 해저지형지도 작성비용은 42.9백만 달러로 추산됨

### 1.4 캐나다

- ▶ 북극권역 개발과 관련하여, 캐나다는 2007년 러시아의 북극권역 자원개발과 관련하여 자국 주권을 강조한 이후, 관련 정책을 지속 수립하고 추진하는 등 적극적 대응을 하고 있음

- 2009년 “Canadas’ Northern Strategy : Our North, Our Heritage, Our Future“를 발표하였으며, 여기에서의 전략목표는 영유권 확보 및 강화, 사회·경제개발 촉진, 환경보호, 지역자치권 보장 등을 제시함
- 글로벌 자원기업에 북극 해상광구 세 곳에 대한 개발권을 부여하였으며, 2013년부터 북극 이사회 의장국 활동으로 영향력이 확대될 전망이다
- 그러나 전 세계 석유 생산국가 중 석유 부존량 3위, 하루 석유생산량 6위로 석유분야에 있어서 개발을 활발하게 진행하고 있으나, 그에 비해 북극권역 석유·천연가스 자원 개발은 준비 단계로 파악됨
- 현재 캐나다는 북극권역의 환경과 유사한 캐나다 국경의 남부 지역에서 석유·천연가스 자원을 생산하고 있으며, 북서부 지역에 있는 노르만(Norman) 유전에서 1932년부터 석유를 생산하여 하루 약 12.5 Mbbl을 생산하고 있음
- 이외에도 캐나다는 개발단계에 있는 유·가스전과 기존 수송망을 연결하여 생산할 예정에 있으며, 파이프라인 설치가 불가능한 지역은 LNG 등의 다른 운송방법을 강구하고 있는 중임
- 캐나다는 현재 개발단계에 있는 매장지를 기존 수송망과 연결하여 생산단계로 전환할 계획임
- 캐나다 Queen Elizabeth Island 지역인 Northwest Territories에 11개의 개발단계 매장지가 존재하고 있음
- 이 지역은 Pipeline 설치가 불가능한 지역으로 LNG 등의 다른 방법을 강구하고 있으며, 유조선 진입이 가능한 방식으로 개발될 가능성이 가장 높음

## 1.5 투르크메니스탄

- 투르크메니스탄 정부는 이전 정부의 생산 증대 중심의 자원개발 정책에서 높은 수출 가격과 새로운 오일·가스 수출시장 개척 중심의 에너지 정책으로 노선을 변경
- 2006년 정권 초기 투르크메니스탄 정부는 자국 천연가스 수출시장 다변화를 시도를 통해 러시아 의존도를 낮추려는 목표를 제시하여 추진
- 수출대상국 다변화 전략은 당초 러시아 의존도 완화를 목표로 추진되었으나, 최근엔 중국의존도 급증과 이란·러시아 등 주요 수출국과의 경쟁 구도 심화에 따라 다변화 전략의 문제점이 제기되고 있음
- 2016년 1월, 가즈프롬(Gazprom, 러시아 국영 천연가스회사)의 자회사 가즈프롬엑스포트(Gazpromexport)가 투르크멘가즈(TurkmenGaz, 투르크메니스탄 국영 가스회사)에 대한 가스 수입 중단을 결정
- 러시아를 경유하지 않고 카스피해를 통과해서 아제르바이잔 및 터키를 통한 對유럽 수출을 위해서도 계속 EU와 협의 하였으나 카스피해를 통한 對유럽 가스 수출은 현재 해저 가스관 건설을 반대하는 러시아로 인해 실현되지 못함

- 외국인 투자환경에는 여전히 전 정권의 폐쇄적 성격이 잔재하지만, 자국 소유 카스피해에 위치한 해상 석유 가스 매장지에 대한 외국투자 유치를 적극 추진
- 또한, 2008년 신규 탄화수소법이 채택으로 투르크메니스탄 석유 가스 개발사업에 대한 외국투자 증대를 위한 기반을 마련
- ▶ 투르크메니스탄은 기본적으로 해상 매장지 개발만 외국기업에게 개방하고, 육상 매장지 개발사업은 자국기업 주도로 추진하고 있으나, 대중국 가스 수출을 위해 중국 기업과 육상 매장지 개발을 공동으로 추진하였음
- 2002년 투르크메니스탄과 중국 간 경제협정 체결로 최근 중국은 투르크메니스탄 경제 발전을 위한 차관을 지급하고, 투르크메니스탄은 자국 육상 매장지 개발사업에 대한 중국기업의 참여를 허용
- 개발사업에 대한 외국기업들의 투자는 기본적으로 외국인투자법에 의해 규제되고 있음
- ▶ 투르크메니스탄은 카스피해에 접해 있으나, 사실상의 내륙국가로서 PNG에 한해 가스수출이 이루어지고 있으며, 최근에는 수출다변화 전략의 한계를 극복하기 위해 유럽 및 중동 국가들과의 협력방안을 적극적으로 모색
- 가스관 프로젝트 협력을 통해 2030년까지 가스 생산량을 230 Bcm, 수출을 180Bcm로 확대하고자 함
- 투르크메니스탄은 현재 4개의 수출용 가스관을 운영하고 있으며, 중앙아시아- 중국 가스관 확장을 통한 對중국 수출 확대, TCP(카스피해 가스 수송관) 프로젝트를 통한 유럽 시장 진출, TAPI(투르크메니스탄~아프가니스탄~파키스탄~인도) 가스관 건설을 통한 남아시아 시장 진출 등을 계획하고 있음

## 1.6 중국

- ▶ 중국은 2001년부터 10.5계획을 수립하는 등 북극권역의 탐사 및 연구를 강화하고 있으며, 최근에는 북극권역 자원개발을 적극 추진하고 있음
- 중국의 북극과학 탐사는 1999년 중국해양국 주도로 처음 시작되었으며, 2003년 제2차 극지과학탐사, 2008년 제3차 극지과학탐사가 진행되었음
- 2004년에는 북극에 황하기지를 설립하였고, 2007년 북극이사회 잠정 옵서버로 선정되었음
- 또한 미국, 캐나다를 비롯한 여러 국가와 북극권역 공동탐사 실시 및 교류를 통한 협력관계를 구축하고 있으며, 한국, 핀란드 등의 국가와 북극권역 연구 협력에 관한 양해각서를 체결하였음
- ▶ 2015년에 중국극지연구중심은 북극권역의 자원 개발 등을 위해 북극권역 캐나다 영토에 과학기지를 건설할 계획을 밝힘
- 중국은 현재 극지 연구원 500명을 보유하고 있고, 매년 극지 연구 예산을 10% 증가시키는 등 극지 개발에 본격적으로 나서고 있음

## 2. 국내 연구개발정책동향

- ▶ 국내 정책동향을 분석하기 위하여, 1) 연구개발정책 2) 국가안전정책 등의 부문별 정책동향을 살핌. 이를 통해 북극권역 오일가스 플랜트의 위상을 파악하고, 연구개발사업의 비전과 사업기획 방향 설정에 활용

### 2.1 연구개발정책 동향

#### 가. 과학기술기본계획

- ▶ 과학기술기본계획은 과학기술기본법에 따라 5년 마다 수립하는, 법정 중장기 계획이자 과학기술분야 최상위 계획
  - 향후 5년 간 우리나라 과학기술 발전목표와 정책방향을 설정하고 이를 달성하기 위한 범정부적 정책과제 제시
  - 총 21개의 법정필수 사항을 포함하고, 창조경제 실현을 위한 과학기술 역할과 방향을 정립
- ▶ 기본계획에서는 경제부흥과 국민행복을 위한 하이파이브(High Five) 전략 추진
  - 과학기술로 여는 희망의 새시대를 비전으로, △국가 R&D투자 확대 및 효율화 △국가전략기술 개발 △중장기 창의역량 강화 △신산업 창출 지원 △일자리 창출 등의 추진전략 제시
  - 추진전략을 실현하기 위한 19개 분야, 78개 추진과제에는 북극권역 오일가스 플랜트 사업과 관련된 △국가발전의 중추거점으로 출연(연) 육성 △과학기술 글로벌화 △기술이전 사업화 촉진 등이 있음
    - (국가발전의 중추거점으로 출연(연) 육성)중소기업 지원 및 일자리 창출역량 강화등
    - (과학기술 글로벌화) 국제과학기술허브 구축 및 국제협력 인프라 조성 등
    - (기술이전 사업화 촉진) 사업화 촉진을 위한 개방형 혁신 활성화 등
    - (신시장 개척 지원) 융합 기술 제품 개발 촉진 등
- ▶ 이 중에서 북극권역 오일가스 플랜트와 직접적으로 연관성이 있는 기술은 △주력 수출산업 고도화 △미래에너지와 자원확보 활용 △ 선제적 자연재해 대응과 피해 최소화 △사회적 재난 대응체계 확보 등이 있음
  - (주력수출산업고도화) 첨단플랜트 원천기술
  - (미래에너지와 자원확보 활용) 자원개발 처리기술
  - (국토인프라 선진화) 최첨단 인프라구조물 건설기술

5대 분야	19개 추진과제	북극권역 오일가스플랜트 기술 관련 분야
1. IT융합 신산업 창출	SW 인터넷 신산업 창출	• 지식기반 빅데이터 활용기술
	C-P-N-D 기반 ICT 혁신역량 강화	• 융합서비스 플랫폼 기술
	문화·관광 콘텐츠 첨단화	
	스마트 물류·교통 시스템 구축	
	주력수출산업 고도화	
2. 미래성장 동력확충	미래에너지와 자원확보·활용	• 스마트 그리드기술 • 환경친화형 고성능 전력 수송기술 • 열에너지네트워크기술 • 자원개발 처리 기술
	보건·의료 글로벌 시장 선점	
	농림축산식품 고부가가치화	
	우주·항공·국방의 성장동력화	
	해양·수산의 미래산업화	
3. 깨끗하고 편리한 생활환경 구축	기후변화 대응력 강화	
	환경 보전·복원 시스템 고도화	
	생활공간 편의성 향상	
4. 건강 장수 시대 구현	난치성 질병 극복	
	환자 맞춤형 의료서비스 실현	
	저출산·고령화 대응 강화	
5. 걱정 없는 안전사회 실현	선제적 자연재해 대응과 피해 최소화	• 자연재해모니터링·예측·대응기술
	사회적 재난 대응체계 확보	• 기반시설 기능유지 및 복구·복원기술
	식량안보와 식품안전 향상	

〈표 1〉 과학기술기본계획 내 북극권역 오일가스플랜트 기술 관련 분야

## 나. 2015년도 국토교통기술 연구개발사업 시행계획

- 2015년도 국토교통기술 연구개발사업 시행계획은 국토교통부 소관의 연구개발사업을 효율적으로 추진하기 위해 사업시행의 기본방향과 중점 추진과제를 발굴하여 제시하고 있음
  - 창조경제 실현을 위한 국토교통 R&D 중장기전략(14~23) 상의 10대 중점프로젝트를 국토교통기술의 주요 R&D로 구체화
- 2015년도 국토교통 R&D 추진방향으로, △중소기업 R&D 경쟁력 강화 △ICT 등 첨단기술 융복합 R&D 촉진 △국민안전 R&D 투자강화 △국민체감 서비스 R&D 추진을 제시하고 있음
  - (첨단기술 융복합 R&D) ICT와 국토교통 기술간 융합화 기술개발
- 분야별 사업전략 중에서 건설기술연구사업 전략과 플랜트연구사업 전략에서는 다음과 같은 세부기술을 제시
  - 건설기술연구사업 전략에는 국민복지와 창조경제를 리드하는 스마트 인프라 시스템을 비전으로 4개 중점분야를 제시하고 있으며, 국토라이프라인과 관련하여 다음과 같은 기술을 제시
    - (건설재료 개발 및 활용기술) 환경부하 저감형 건설재료 기술, 고성능·다기능 건설재료 기술

- (재난·재해 대비 시설물 유지관리 및 건설안전 기술) 생애주기 자산관리 기술, 건설재해 안전 및 대응 기술
- 플랜트연구사업 전략에는 글로벌 경제영토 확대를 선도하는 플랜트 건설강국을 비전으로 5개 중점분야를 제시하고 있으며, 국토라이프라인과 관련하여 제3중점분야인 자원이송 및 순환기술에서 다음과 같은 기술을 제시
- (생활기반 자원순환 플랜트 건설기술) 국토부 소관 산업환경설비 복합플랜트, 생산·공급·처리 설비 등 최적화, 실증 기술
- (자원이송 네트워크기술) 오일가스, 유틸리티 등을 관망을 이용하여 이송하는 시스템과 동토 지반 기초에 관한 기술

## 2.4 소결

- ☞ 정부에서는 재난·재해로부터 안전한 국토공간 조성, 신성장산업 육성을 위해 다양한 정책을 추진하고 있음. 이러한 정책목표 달성을 위한 실천수단으로써 지하 라이프라인 연구개발사업 기획 필요
- 경제혁신을 통한 경제부흥에 융합신산업과 친환경에너지 신산업 육성·신시장 창출, 해외건설·플랜트 수출 고부가가치화 등을 제시하고 있음
- 과학기술기본계획에서는 국가전략기술개발 분야로 깨끗하고 편리한 생활환경 구축, 걱정 없는 안전사회구축, IT융합 신산업 창출, 미래성장동력 확충을 선정하였으며, 이를 위한 세부기술 분야로 지식기반 빅데이터 활용기술, 국토인프라 선진화, 선제적 자연재해 대응과 피해최소화, 사회적 재난 대응체계 확보를 제시
- 미래 국토발전 전략에서는 네트워크형 창조적 국토 실현, 융복합 스마트 국토기반 구축, 안전하고 회복력 있는 국토공간 조성, 국토인프라 재생과 현명한 이용체계 구축, 분권·소통형 국토정책 추진 등의 대응전략을 제시
- 국토교통 R&D 중장기전략에서는 국토교통 기술을 통한 국민행복 및 글로벌 가치 창조를 위해, 글로벌 시장 선도, 융복합 신산업 창출 기반 조성, 안전하고 편리한 국토공간 조성, 국민 생활복지 향상 등의 4대 전략을 제시하였으며, 안전하고 편리한 국토공간 조성 분야에 △인공지능 국토공간 △지능형 인프라 자동관리 분야를 제시
- 2015년 정부연구개발투자 방향 및 기준에서는 사회기반시설 편의성·안전성 제고를 위한 R&D투자를 확대하고, 건설·교통 분야 핵심원천기술 확보를 위한 R&D 강화를 중기투자방향으로 설정하였으며, 2015년 투자방향으로 생활환경 편의성 및 시설물 안전성 증진을 위한 R&D를 확대, 산업 경쟁력 강화를 위한 기술고도화 및 표준화 지원을 제시
- 2015년 국토교통기술 연구개발사업 시행계획에서는 환경부하 저감형 건설재료 기술, 고성능·다기능 건설재료 기술, 재난·재해 대비 시설물 유지관리 및 건설안전 기술을 건설기술연구사업의 전략으로 제시하였으며, 스마트 친환경 도시, 재해·재난 대비 안전한 도시기반 조성, 도시 에너지 및 자원 순환 관리, 생활기반 자원순환 플랜트, 자원 이송 네트워크, 건축공정·운영·유지관리 등

### 9개 중점분야를 제시

- 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획에서는 선진적 안전관리체계 확립, 국민과 함께하는 안전관리 실현, 환경변화 선제대응형 안전관리로 전환, 지능형 기술축진 및 효율화 등을 전략으로 제시하고 있으며, 유지·관리 체계의 선진화, 기후변화 또는 자연재해에 선제적 대응체계 구축, ICT 기술 접목을 통한 시설물의 지능형 유지관리 시스템 구축을 강조
- 살펴본 바와 같이, 북극권역 오일가스 플랜트 연구개발사업의 기획은 신산업 창출을 위한 핵심기술일 뿐만 아니라 정부의 상위정책목표를 달성할 수 있는 주요 실천수단이 될 수 있음

## 3. 요약 및 시사점

- 자원개발 및 북극항로 개척 등 북극권역에 대한 관심은 증가하고 있으나, 실제적으로 북극권과 관련된 정보 및 연구개발은 부족한 실정
  - 북극권역의 미래가치 및 중요성을 언급한 서적들이 계속 출간되고 있으며, 북극주변 연안국들의 자원경쟁 소식이 자주 언론을 통해 보도되고 있으나, 국내에 종합적인 보고서를 찾기 어려움
  - 특히 북극권역의 극한 환경을 극복하기 위해서는 건설, 산업진출 확대 등에 대한 기초연구 확대가 시급하나, 많이 부족한 실정
  - \* 북극권역과 관련 새로운 시장이 창출되고 있으나 심도있는 연구개발사업과 정부차원의 산업 육성 정책이 뒷받침되어야 우리가 나아갈 방향 및 전략이 나올 수 있음
- 북극권역 관련 연구에 대한 정책적 지원 (자연과학 연구뿐만 아니라 인문사회, 산업부문 등 다양한 분야의 연구 지원 필요)
  - (인문사회) 북극 연안국(특히, 러시아)의 관련법제 연구
  - (산업부문) 북극권역 건설플랜트, 자원개발, 연관산업 관련 R&D 연구
- 현재 북극권역과 관련한 정부계획으로는 국토해양부가 마련한 「북극해 북동항로 진출 기본계획」이 주이며, 그 외 외교부에서 관련 국제회의에 참석하는 등 관련부처별로 산발적으로 추진
  - 반면 북극에 대한 우리나라의 중장기 정책은 마련되지 않은 상태로 정부차원의 목표 및 추진전략이 미비된 상태



# 제3절 산업 및 시장 동향

## 1. 개요

- ▶ 세계 에너지 전망을 바탕으로 북극권역 오일·가스 플랜트 개발 동향, 기술분야별 시장 현황 등을 조사하여 동사업과 관련한 산업 및 시장 환경을 분석함



〈그림 1〉 산업 및 시장 동향 분석 프레임

## 2. 북극권역 오일·가스 개발 동향

### 2.1 매장량<sup>2)</sup>

- ▶ 세계적으로 확인된 천연 가스매장량은 187.07Tcm규모로서, 국가별로는 이란이 34.02Tcm으로 가장 많고, 다음으로는 러시아(32.64Tcm), 투르크메니스탄(17.28Tcm) 등의 순서로 나타남
- ▶ 오일은 세계적으로 약 1.7조 배럴이 매장된 것으로 파악되며, 베네수엘라(17.5%), 사우디아라비아(15.7%), 캐나다(10.2%) 등의 국가의 점유율이 높은 것으로 분석

2) 발견된 저장층에 잔존하며, 비용, 지질학, 기술, 판매 가능성, 가격에 대한 가정에 기반해 90% 확률로 수익성 있게 채굴할 수 있는 탄화수소의 총량

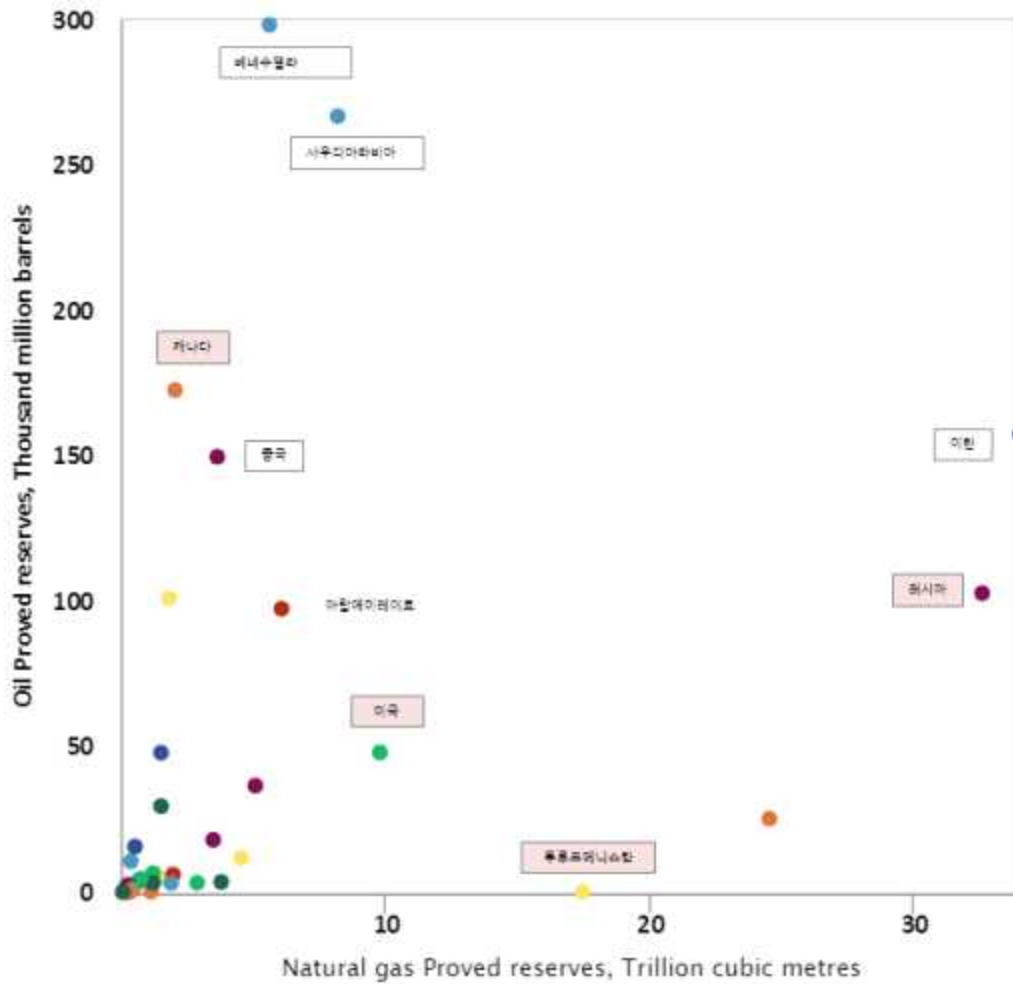
국가	천연 가스 매장량		오일 매장량	
	Trillion cubic metres	점유율 %	Thousnd Million barrels	점유율 %
러시아	32.64	17.4%	103.16	6.1%
투르크메니스탄	17.48	9.3%	0.60	0.0%
미국	9.77	5.2%	48.46	2.9%
캐나다	3.46	1.8%	172.92	10.2%
노르웨이	1.92	1.0%	6.54	0.4%
카자흐스탄	1.51	0.8%	30.00	1.8%
베네수엘라	5.58	3.0%	298.35	17.5%
사우디아라비아	8.17	4.4%	267.00	15.7%
이란	34.02	18.2%	157.80	9.3%
기타 국가합계	114.55	61.2%	615.23	36.2%
World	187.07	100.0%	1700.06	100.0%

자료 : BP Statistical Review of World Energy

\*음영부분은 동사업과 관련한 극한지역을 포함하는 주요 국가를 나타냄

### <표 2> 2014년 주요 국가별 천연가스, 오일 확인 매장량

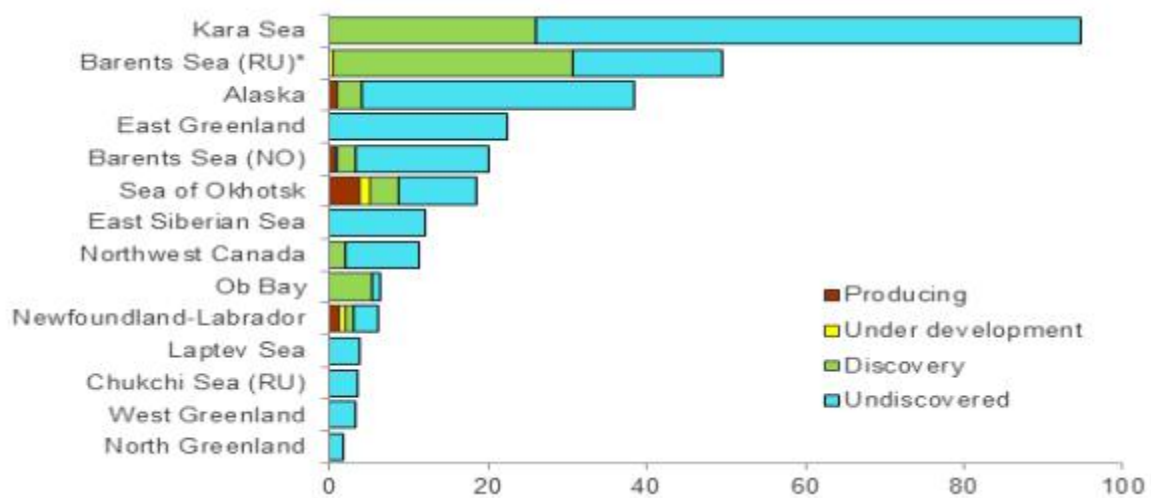
- ▶ 국가별 오일-가스 확인 매장량 포트폴리오 분석을 수행한 결과, 일부 중동 국가를 제외한 캐나다, 미국, 투르크메니스탄, 러시아 등 주로 극지 지역을 포함하는 국가의 확인 매장량이 많은 것으로 나타남
  - 이러한 양상은 시계열 분석 결과 계속 되고 있으며, 미탐사지역 개발 가속화에 따라, 향후 극지 지역을 포함하는 국가와 다른 국가와의 확인 매장량 편차는 더욱 심화될 것으로 전망
  
- ▶ 북극권에서 기준 약 22%의 미발견 전통 석유, 가스 자원이 존재하는 것으로 추정됨. 북극권에서 61개의 대형유전 및 가스전(매장량 5억 배럴 이상)이 발견되었는데 그중 러시아에 43개, 캐나다에 11개, 알래스카에 6개, 노르웨이에 1개가 존재한다. 총 61개 발견 유전 중 15개는 아직 생산에 이르지 못하고 있는데 11개가 캐나다 북서영토(Northwest Territories), 2개가 러시아에, 2개가 알래스카 북극에 있다. 러시아 43개 유전 중 35개가 서 시베리아 분지에, 5개가 티만 페초라(Timan-Pechora)분지, 2개가 남 바렌츠 분지, 1개가 루들로프 새들(Ludlov Saddle)에 있음



자료 : BP Statistical Review of World Energy

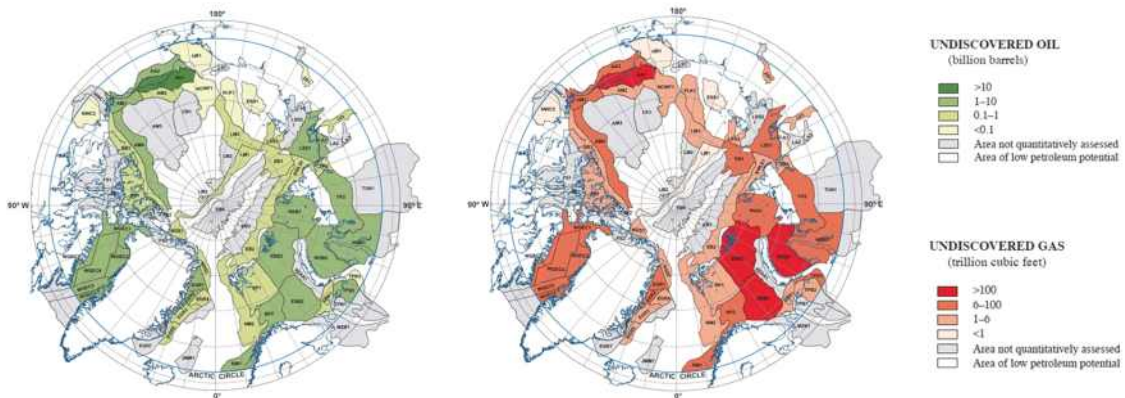
\*음영부분은 동사업과 관련한 극한지역을 포함하는 주요 국가를 나타냄

<그림 2> 2014년 국가별 오일-가스 매장량 포트폴리오 분석



<그림 3> 2014년 Remaining resources in Arctic offshore provinces by lifecycle - billion boe (\*includes Pechora Sea)

- ▶ 북극 offshore 지역에 3,000억 boe의 오일·가스가 존재하지만, 70%ms 아직 발견되지 않음
- ▶ USGS 보고서에 따르면 현재 북극권 내의 캐나다, 러시아, 미국 알래스카에서 400여개의 육상유전이 개발 중이며 확인된 석유 및 가스 포함 석유자원 매장량은 석유환산(BOE) 2,400억 배럴에 달하는데 이는 전 세계에 알려진 전통석유자원(conventional petroleum resources)매장량의 10%에 해당함



〈그림 4〉 북극권 자원 매장량

\* 출처 : Undiscovered Oil and Gas Resources in the Arctic (USGS 2010)

- ▶ 북극권 5천만 배럴 이상의 유전 혹은 가스전이 있을 확률이 10% 이상인 25개 분지의 미발견 석유자원 추정 총 매장량은 석유 900백억 배럴, 천연가스 1,669조 m<sup>3</sup>, 천연가스액(natural gas liquids) 440억 배럴에 달함. 이는 전 세계 미발견 석유의 13%, 미발견 천연가스의 30%에 해당함. 또한 이를 석유 환산으로 계산하면 4,120억 배럴에 달한다. 북극 석유자원은 북극해의 넓은 대륙붕 때문에 84%가 대륙붕에 존재하며 자원 전체의 2/3는 천연가스가 차지함. 석유매장량의 70% 이상은 알래스카 북극(Arctic Alaska), 아메라시아 분지(Ameraisa Basin), 동 그린란드 열 개분지(East Greenland Rift Basins), 동 바렌츠 분지(East Barents Basins), 서 그린란드-동 캐나다 등 5개 지역에 존재하며, 천연가스 70% 이상은 서 시베리아 분지, 동 바렌츠 분지, 알래스카 북극 등 3개 지역에 존재하는 것으로 추정됨. 국가별로 보면 러시아가 북극권 석유자원 매장량의 50%이상을 갖고 있으며 동시에 북극권 최대의 천연가스 보유국임. 한편 북극권 최대의 석유 보유국은 미국(알래스카)임
- ▶ 북극석유 및 가스 매장량은 천연가스가 470억 배럴로 전 세계 매장량의 30%이며, 석유가 900억 배럴로 전 세계 매장량의 13%를 차지함

## 2.2 생산량

- ▶ 미국과 러시아는 오일과 가스 모두 10%를 상회하는 생산 점유율을 보이고 있으며, 지속적으로 점유율이 높아지는 경향을 보임

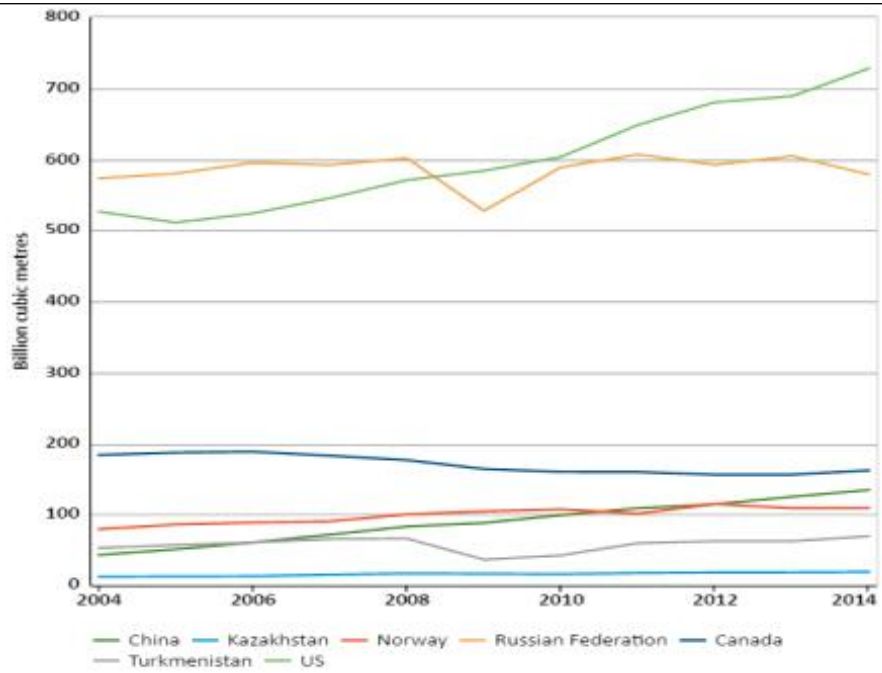
국가	천연 가스 생산량		오일 생산량	
	Billion cubic metres	점유율 %	Million tonnes	점유율 %
러시아	578.73	16.7%	534.07	12.7%
투르크메니스탄	69.27	2.0%	11.82	0.3%
미국	728.27	21.0%	519.94	12.3%
캐나다	162.04	4.7%	209.80	5.0%
노르웨이	108.82	3.1%	85.62	2.0%
카자흐스탄	19.25	0.6%	80.85	1.9%
베네수엘라	108.24	3.1%	543.44	12.9%
사우디아라비아	162.04	4.7%	211.43	5.0%
이란	172.59	5.0%	169.19	4.0%
기타 국가합계	1,351.35	39.0%	1,854.40	43.9%
World	3,460.60	100.0%	4,220.56	100.0%

자료 : BP Statistical Review of World Energy

\*음영부분은 동사업과 관련한 북극권역을 포함하는 주요 국가를 나타냄

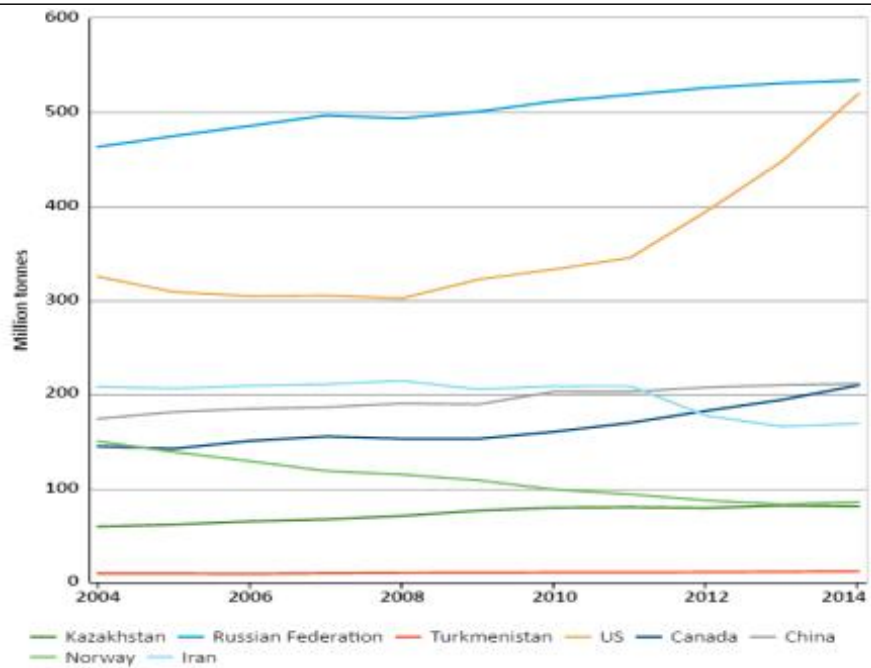
### <표 3> 2014년 주요 국가별 천연가스, 오일 생산량

- ▶ 지역 국가를 포함한 주요국의 연도별 가스 생산동향을 분석한 결과, 2008년을 기점으로 미국이 최대 생산국이 되었으며, 캐나다는 2004년 이후 감소 추세에 있는 것으로 나타남
- 오일의 경우, 2010년 이후 세일 오일 생산에 기인한 미국의 증가 추이가 두드러지며, 동 기간 내 이란은 생산 조절 전략에 따른 소폭 감소 추이가 나타남



자료 : BP Statistical Review of World Energy

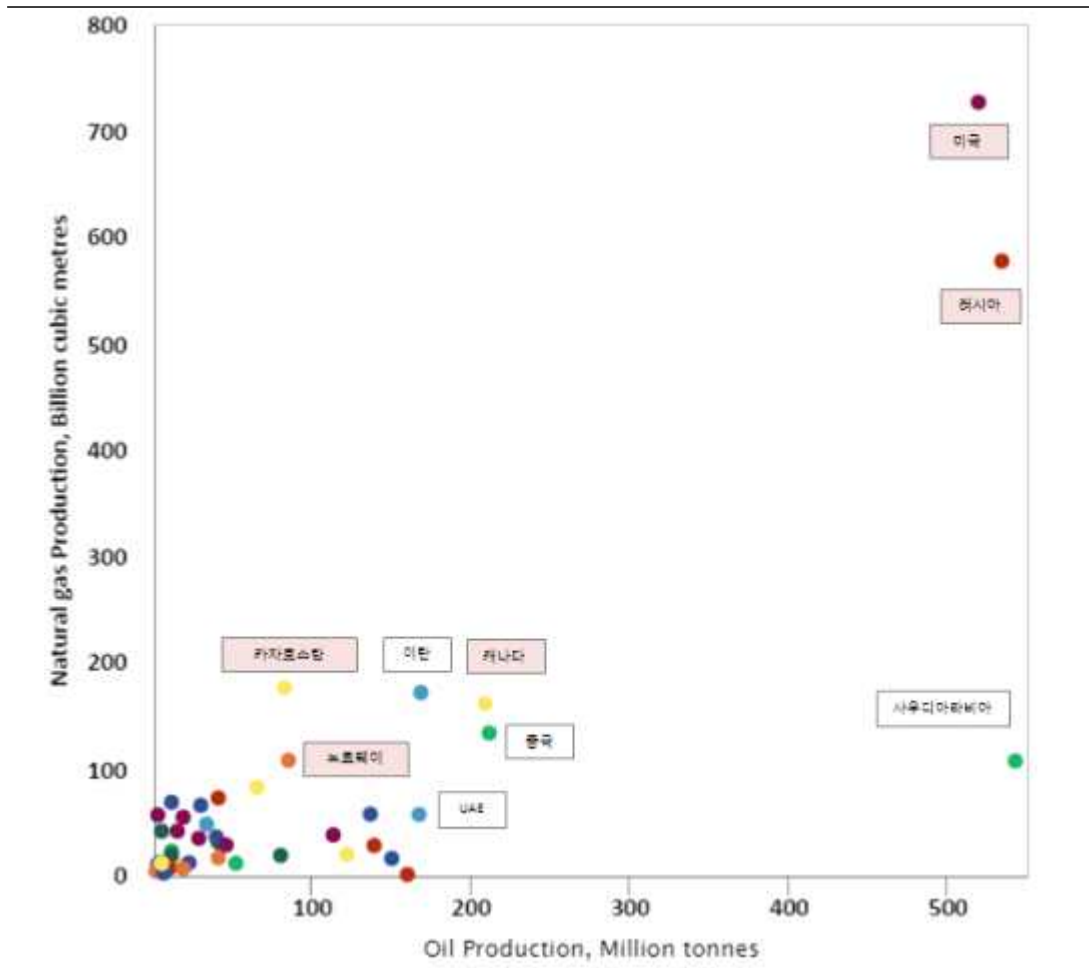
<그림 5> 연도별 주요국 가스 생산량 추이



자료 : BP Statistical Review of World Energy

<그림 6> 연도별 주요국 오일 생산량 추이

- ▶ 국가별 오일-가스 생산량 포트폴리오 분석을 수행한 결과, 미국, 러시아, 캐나다, 중국, 이란, 카자흐스탄 등의 생산 점유율이 높은 것으로 분석됨
- 노르웨이의 경우 절대적인 자원 생산량이 많지는 않으나, 인구수 대비 많은 자원을 생산하고 있으며, 노르웨이 국내총생산(GDP)에서 오일·가스 산업이 차지하는 비중은 약 23%에 달함



자료 : BP Statistical Review of World Energy

\*음영부분은 동사업과 관련한 북극권역을 포함하는 주요 국가를 나타냄

〈그림 7〉 2014년 국가별 오일-가스 생산량 포트폴리오 분석

## 2.3 소비량

- ▶ 2014년 기준 글로벌 일일 가스 소비량은 328.28Bcm, 오일 소비량은 9,208.6만 배럴로 파악되며, 우리나라의 오일 소비량은 세계 8위 수준인 245.6만 배럴로 나타남
- 상위 10개국의 소비 점유율은 오일 및 가스 모두 약 60% 수준으로서 자원 소비의 양극화 현상이 두드러짐

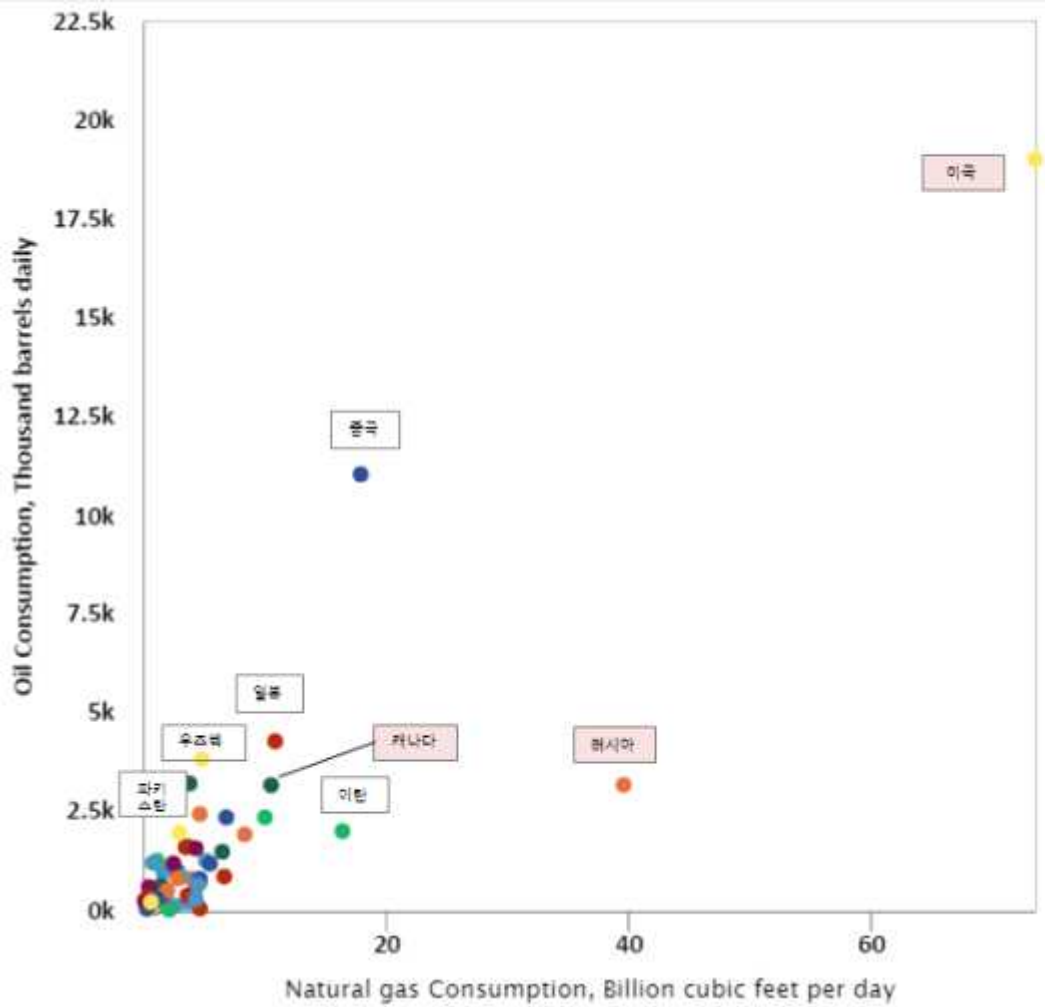
(단위: Billion cubic feet per day, Thousand barrels daily)

순위	가스			오일		
	국가	소비량	점유율	국가	소비량	점유율
1	미국	73.47	22.4%	미국	19,034.84	20.7%
2	러시아	39.59	12.1%	중국	11,056.49	12.0%
3	중국	17.95	5.5%	일본	4,298.08	4.7%
4	이란	16.47	5.0%	인도	3,845.94	4.2%
5	일본	10.88	3.3%	브라질	3,228.82	3.5%
6	사우디아라비아	10.47	3.2%	러시아	3,195.86	3.5%
7	캐나다	10.08	3.1%	사우디아라비아	3,185.46	3.5%
8	멕시코	8.3	2.5%	한국	2,456.03	2.7%
9	독일	6.86	2.1%	독일	2,371.46	2.6%
10	UAE	6.71	2.0%	캐나다	2,370.58	2.6%
	기타 국가 합계	127.5	38.8%	기타 국가 합계	37,042.64	40.2%
	세계	328.28	100.0%	세계	92,086.20	100.0%

자료 : BP Statistical Review of World Energy

### <표 II-1> 2014년 오일 및 가스 소비 상위 10개국 현황

- ▶ 국가별 오일-가스 소비량 포트폴리오 분석을 수행한 결과, 미국, 러시아, 중국, 캐나다, 일본, 이란 등 자원부국 및 선진국을 중심으로 자원소비가 이뤄지고 있는 것으로 나타남
- 상대적으로 중국, 일본, 우즈베키스탄, 파키스탄 등은 석유 소비가 많으며, 미국, 러시아, 캐나다, 이란 등은 가스 소비가 많은 경향을 보임



자료 : BP Statistical Review of World Energy

\*음영부분은 동사업과 관련한 북극권역을 포함하는 주요 국가를 나타냄

<그림 8> 2014년 국가별 오일-가스 소비량 포트폴리오

### 3. 기술분야별 시장 현황

▶ 동사업 추진을 통해 접근 가능한 시장은 엔지니어링, 처리 공정, 수집 및 이송스테이션, 건설공법, 건설장비 등 5개 분야 중 엔지니어링 분야임

타깃 분야	시장 자료 매칭	START		END		CAGR	자료
		year	금액 (billion)	year	금액 (billion)		
가. 엔지니어링	Global Design market	2014	70.6	-	-	-	ENR
	Global Engineering Services	2011	773	2016	909	3.3%	IBISWorld
나. 처리·공정	Oil and gas Separation	-	-	2020	10.7	-	Grand View Research
	Oil and gas Separation Equipment Market	2014	6.39	2022	8.82	4.2%	Grand View Research
	Onshore prodedced water	2012	59	-	-	-	DW
다. 수집 및 이송 스테이션	Pipeline Transportation	2014	8.68	2019	14	10.0%	MarketsandM arkets
	Pipeline; Safety, Piggig system 등	2013	4.35	2018	6.73	9.1%	MarketsandM arkets
라. 건설 공법	Onshore Pipeline construction	2010 ~2014	193	2015 ~2019	222	직전 기간 대비 14% 증가	DW
마. 건설장비	Global Construction Equipment Market	2015	153.13	2020	223.41	7.9%	Modor Intelligence

자료 : ENR, IBISWorld, Grand View Research, DW, MarketsandMarkets, Modor Intelligence

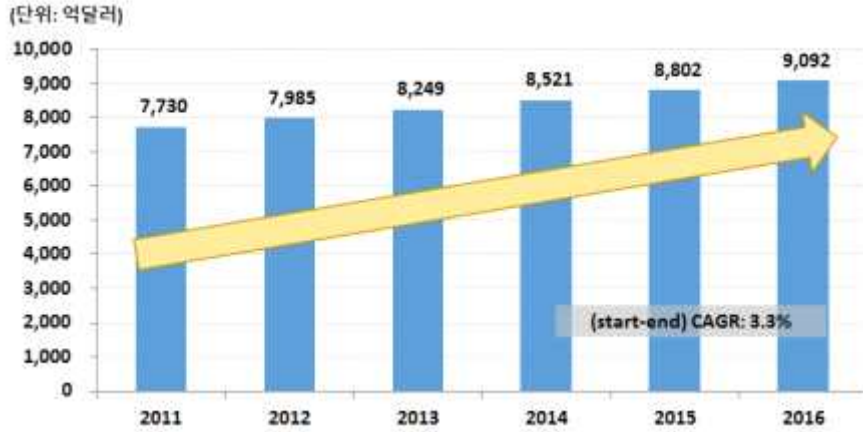
\* 타깃 분야별 별도 표기

〈표 4〉 북극권역 이송스테이션 관련 시장 규모 및 전망

#### 가. 엔지니어링 분야

##### 1) 시장 규모 및 전망

▶ 글로벌 Engineering Service 시장은 2011년 7,730억달러 규모에서 연평균 3.3% 성장하여 2016년 9,092억달러 규모를 형성할 것으로 전망(IBISWorld)

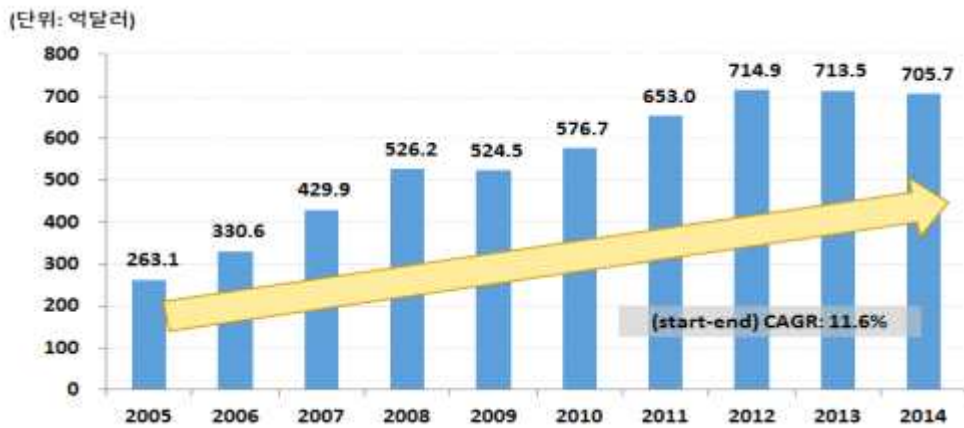


자료: Global Engineering Services: Market Research Report, IBISWorld 2015

<그림 9> 글로벌 Engineering Service 시장 전망

- ▶ 글로벌 건설엔지니어링 시장\*은 2014년 기준, 약 706억달러 규모로 파악되며, 2012년 이후 성장세는 고착화 경향을 보임

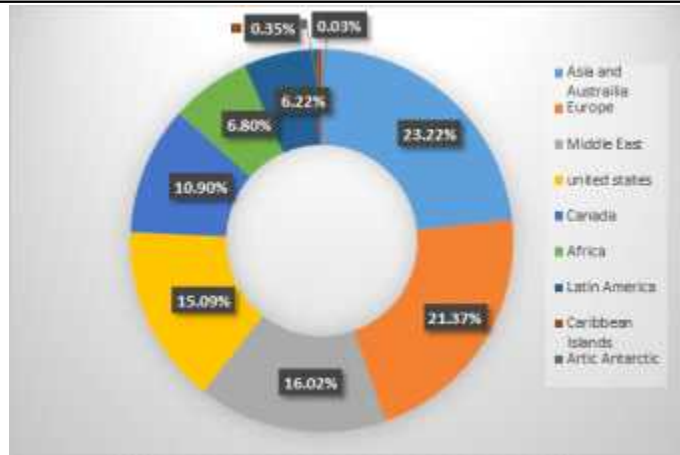
\* 글로벌 건설엔지니어링시장 규모는 ENR의 매출 상위 225개 기업 대상 Annual Survey에 기초한 것으로 결측치가 존재함(2014년 206개사 응답 등)



자료: ENR 2015

<그림 10> 글로벌 건설엔지니어링 시장 규모 추이

- 지역별로는 아시아 및 오세아니아 지역이 23.22%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 다음으로 유럽(21.37%), 중동(16.02%) 미국(15.09%) 등의 순서로 나타남

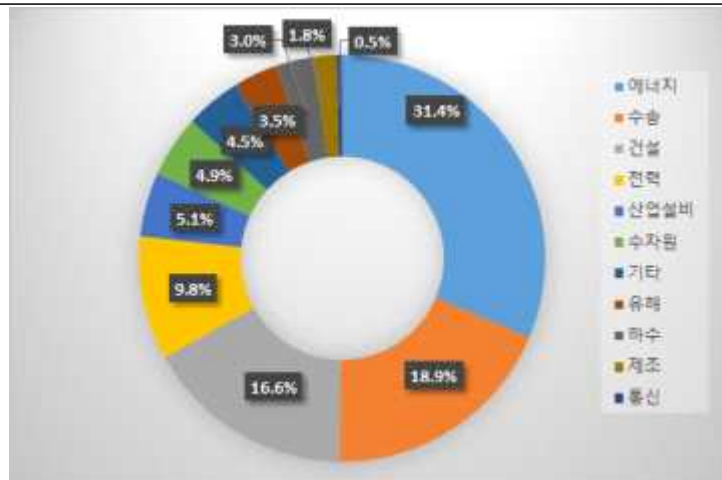


자료: Ups and Downs in the Global market (ENR, 2015)

<그림 11> 글로벌 건설엔지니어링 시장의 지역별 비율

- 설계시장에서 수송(Transportation)분야가 차지하는 비율은 18.9%에 수준으로 약 134억달러 규모이며, 건설(BUILDING)분야는 16.6%로서 약 118억달러 규모로 파악됨

<표 5> 글로벌 건설엔지니어링 시장의 분야별 규모 및 비율



(단위: 백만달러)

분야	에너지	수송	건설	전력	산업 설비	수자원	기타	유해 폐기물	하수 관거	제조	통신
규모	22230.6	13371.4	11795.9	6963.8	3618.5	3479.1	3176.3	2509.2	2103	1257.7	346.7
비중	31.4%	18.9%	16.6%	9.8%	5.1%	4.9%	4.5%	3.5%	3.0%	1.8%	0.5%

자료: Ups and Downs in the Global market (ENR, 2015), 씨치엔텔브 자료 재구성

## 2) 시장 동향

- ▶ 2015년 ENR에서 발표한 The Top 225 International Design Firms(2014) 자료에 따르면, 미국이 80개로 가장 많은 수의 회사가 순위권에 랭크되어 있으며, 다음으로는 중국(23개), 한국 및 일본(각 12개) 등의 순서로 나타남
- 국내 기업의 세계시장 점유율은 1.9%로서, 아시아(4.2%), 중동(3.3%), 아프리카(3.2%) 등의 시장점유율이 높으며, 상대적으로 유럽, 미국, 캐나다(각 0.1% 내외) 등의 진출은 미흡한 것으로 파악
- 이러한 현상은 중국, 일본, 호주 등 아시아권 국가에 동일하게 관찰되며, 일본은 다른 아시아 국가와는 달리 중동지역 점유율이 낮은 특징을 보임

〈표 6〉 Top 225 설계회사의 2014년도 시장점유율

국적	기업수	해외 수익		지역별 점유율						
		금액 (백만달러)	점유율 (%)	중동	아시아	아프리카	유럽	미국	캐나다	남미
미국	80	22445.7	31.7	25.0	40.1	16.8	36.6		68.0	30.4
캐나다	6	7105.2	10.0	3.8	8.6	7.7	10.3	26.2		11.1
유럽	54	24577.1	34.7	36.0	26.2	33.9	45.5	46.0	9.2	43.6
영국	7	6668.6	9.4	10.3	10.5	8.9	4.2	21.2	2.9	4.5
독일	6	826.2	1.2	1.8	0.8	2.5	1.4	1.2	0.0	0.5
프랑스	9	2695.1	3.8	4.0	3.4	6.2	4.6	3.1	1.6	4.6
네덜란드	4	7201.0	10.2	5.6	8.0	6.2	14.5	19.1	1.3	13.4
이탈리아	5	609.7	0.9	2.3	0.5	0.7	0.4	0.1	1.2	1.5
스페인	9	2200.2	3.1	7.3	1.1	3.7	1.4	0.6	1.4	13.3
기타 유럽	14	4376.2	6.2	4.7	1.9	5.6	18.9	0.7	0.8	5.8
호주	7	6642.6	9.4	3.8	5.5	12.6	5.1	19.3	20.3	6.5
일본	12	734.4	1.0	0.4	2.4	2.4	0.1	0.7	0.1	1.0
중국	23	2913.3	4.1	3.8	9.4	12.7	0.4	1.2	0.1	3.0
한국	12	1363.9	1.9	3.3	4.2	3.2	0.1	0.2	0.1	2.1
기타	31	5047.2	7.1	23.6	3.6	10.7	1.9	6.4	2.3	2.4
계	225	70829.4	100.0	100	100	100	100	100	100	100

자료: Ups and Downs in the Global market (ENR, 2015)

- 주요 기업으로는 AECOM, WorleyParsons, ARCADIS NV 등이 상위권에 랭크되어 있으며, 국내기업은 현대엔지니어링(26위), SK엔지니어링(57위), 한전(84위) 등이 100위권 내에 진입해 있음

〈표 7〉 Top 225 내 주요 설계회사 목록

Rank (`15년)	Rank (`14년)	Firm	Type of Firm*	해외수익 (백만달러)
1	4	AECOM, Los Angeles, Calif., U.S.A.	EA	4,991.7
2	1	WorleyParsons, North Sydney, NSW, Australia*	EC	3945.2
3	6	ARCADIS NV, Amsterdam, The Netherlands*	E	3561.0
4	5	Fugro NV, Leidschendam, The Netherlands*	GE	3002.0
5	2	Jacobs, Pasadena, Calif., U.S.A.	EAC	2915.3
6	14	WSP Parsons Brinckerhoff, Montreal, Quebec, Canada	E	2908.1
7	3	Fluor Corp., Irving, Texas, U.S.A.*	EC	2674.0
8	8	Dar Al-Handasah Consultants (Shair and Partners), Cairo, Giza, Egypt*	EA	2373.0
9	7	AMEC plc, Knutsford, Cheshire, U.K.*	EC	1950.6
10	11	CH2M HILL, Englewood, Colo., U.S.A.*	EAC	1517.2
26	33	Hyundai Engineering Co. Ltd., Jong-ro-gu, S. Korea	EC	750.9
57	-	SK Engineering & Construction, Seoul, S. Korea*	EC	257.5
84	73	KEPCO ENGINEERING & CONSTRUCTION CO. LTD. Yongin-si, Gyeonggi-do, S. Korea	AE	127.7

자료: Engineering News-Record 2015

주 EC : Engineer-Contractor, GE : Geotechnical Engineer, EA : Engineer-Architect,

E : Engineer, AEC : Architect-Engineer-Contractor, AE : Architect-Engineer

#### 4. 국내 산업 및 시장 동향

- ▶ 국내 대형 건설사들은 중동 Oil & Gas 플랜트와 남극, 캐나다 등의 건설 경험을 바탕으로 해외 북극권역에서 채굴된 가스, 오일 등 에너지자원을 처리, 이송할 수 있는 스테이션 건설을 통하여 미개척 비전통 에너지원을 확보하고 해외 시장 확대를 고려하고 있음
- ▶ 해외 시장 확대를 위하여 영구동토 등 다양한 지역으로 진출을 시도하고 있으나, 동토층 시공법, 기후변화에 따른 장비고장 및 시공관리문제, 기지건설 공법인 모듈러 공법 등 리스크 요인과 극한환경에서의 설계 및 시공경험이 미비로 진출에 애로가 있음
- 국내는 대부분 원재료(철강, 파이프, 건축구조 형강) 제작과 남극 장비고 과학기지를 설치가 유일함
- 국내 업체 중 포스코, 현대제철에서 북극권역에서 사용되는 파이프나 건축구조 형강 개발 중이나 그 외에 기술개발과 경험이 취약함

- 세계 최초의 극지용 쇠빙유조선 및 드릴십을 삼성중공업이 생산하여 각각 러시아 소브콤폴로트와 스웨덴 스테나에 판매



〈그림 12〉 극지용 쇠빙유조선(좌) 및 드릴십(우)

## 가. 현대건설

- 현대건설은 자원개발사업 공동 추진을 통한 원재료의 안정적 수급 달성과 원가경쟁력을 확보하고 자원개발사업을 희소자원인 리튬 등으로 확대해 계열사인 현대자동차의 전기차 경쟁력을 확보함
- 현대건설은 중남미 건설시장에서 경쟁력을 갖추기 위해 자원개발 및 인프라 수요가 많은 브라질과 아르헨티나 등 수주 가능성이 높은 지역에 선택과 집중을 하고 있음
  - 2012년 콜롬비아 하수처리장 공사(3억 5,000만달러)를 수주했고, 우루과이에서도 6억 3,000만달러 규모의 복합 화력발전소 공사도 수주함
  - 베네수엘라에서는 같은해에 약 30억달러 규모와 48억달러 규모의 정유공장 공사를 연달아 수주에 성공함
- 현대건설은 2014년 호주 광산탐사 개발 전문업체 렉스 미네랄즈가 발주한 애들레이드 부근 힐사이드 구리광산의 정광 생산 플랜트공사 초기용역계약을 체결함
  - 현대건설은 본 용역에서 현대로템, 영국 AME사와 공동으로 호주 힐사이드 구리광산 정광 생산 플랜트에 대한 수행전략과 세부 공정계획 수립, 시공비 확정, 사전설계 등의 업무를 수행함
  - 현대건설은 초기 용역계약을 통해 호주 힐사이드 구리광산의 정광 생산 플랜트 프로젝트 수주에 유리한 입지를 선점할 것으로 전망됨
- 최근 현대건설은 남극에 과학기지를 건설한 경험이 있으며, SK건설과 GS건설은 신사업으로 성장하고 있는 캐나다 오일샌드 플랜트를 수주하면서 해외진출 지역을 넓히고 있음
  - 1988년 대한민국 최초의 남극 연구기지인 ‘세종과학기지’를 완공하고, 2014년 2월 ‘장보고 과학기지’를 완공하는 등 시공능력을 갖고 있으며, 장보고 과학기지 설계는 현대엔지니어링, 건축 구조용 형강 재료는 현대제철이 담당함

## 나. SK건설

- SK는 지난 1991년 걸프전 종전 이후 쿠웨이트 원유를 가장 먼저 구매하는 등 에너지 자원

개발 민간외교를 활발하게 추진 중임

- 그 결과 SK건설이 쿠웨이트에서 총 6억 2,400만달러 규모의 원유집하시설 공사를 수주하는데 성공함
- ▶ SK건설은 2007년부터 오일샌드 플랜트 분야에 진출하기 위한 준비를 시작하여 2012년 캐나다 허스키 오일샌드 프로젝트를 수주하여 2,600만달러 규모의 기본설계와 모듈공정을 완료함
- ▶ SK건설은 2011년 이라크 내 최대 규모인 도라 정유플랜트 현대화 프로젝트의 기본설계(FEED)를 수행한 후 2014년 단일 플랜트 공사로 역대 최대 규모인 카르발라 정유 공장 공사 수주에 성공함
- ▶ 또한, 현대건설은 2014년 초 미국 루이지애나주 찰스호 인근 연간 340만톤 규모의 천연가스 액화플랜트를 짓기 위한 양해각서(MOU)를 매그놀리아 LNG와 체결함
- 원천기술을 보유한 글로벌 메이저사들이 사실상 독점하고 있는 액화플랜트시장에서 SK건설이 한국 건설업체 최초로 EPC 공사 수주에 성공함
- ▶ SK건설은 2014년 캐나다 포트힐스(Fort Hills) 오일샌드 프로젝트를 단독 수주하여 2017년 말 완공 예정임

다. GS건설

- ▶ GS건설은 2010년 캐나다 앨버타 주 콩클린 지역에서 중질원유가 섞인 오일샌드에서 석유 성분을 뽑아내는 ‘블랙골드 프로젝트’ 를 수주함. FEED는 캐나다 Oil & Gas EPC 전문기업인 IMV projects Inc.가 수행함

〈표 8〉 국내 기업 해외 개발 프로젝트 현황

구분	현대건설	SK건설	GS건설
국가	남극	캐나다 <sup>1)</sup>	캐나다 <sup>1)</sup>
위치	남극 빅토리아랜드 테라노바 만	앨버타 주, 포트힐스	앨버타 주, 콩클린
시설	장보고 과학기지	오일샌드 처리플랜트	오일샌드 처리플랜트
공사기간	2012.11 ~ 2014.02	2014.07 ~ 2017.10	2010.08 ~
수주액(억원)	721	26,000	3,600

\* 주1) 캐나다는 북극해 연안 5개국으로 북극권역에 속하는 국가이지만, 현재 공사가 진행되는 앨버타 지역은 계절 동토에 해당됨

라. 한국가스공사

- ▶ 한국가스공사는 세계 최대 LNG 터미널 건설·운영 노하우를 활용하여, 해외에서 플랜트 사

업 참여를 확대하고 있음

- 한국가스기술공사는 멕시코 만사니요 LNG 인수기지의 유지보수역무에 참여하고 있음
- 국내의 LNG 인수기지 유지보수역무에 대한 경험을 바탕으로 본 프로젝트를 성공적으로 완수하기 위하여 2012.5월 멕시코지사 설립하였으며, 현재 5명의 기술인력이 투입되어 역무 수행 중임
- 한국가스공사는 2011년 1월 캐나다 MGM 에너지의 우미악(Umiak) 가스전 지분 20 %를 매입 함으로써 북극권 자원개발의 교두보를 마련
- 전체 매장량 729만 톤 중 한국 측 지분인 145만 톤은 2011년 한국 천연가스 소비량 4,190만 톤의 3.5 %에 해당

〈표 9〉 주요 해외사업 추진현황

구분	멕시코 만사니요 LNG터미널 사업	모잠비크 마푸토 가스공급사업	쿠웨이트 알주르 LNG터미널 사업
위치	멕시코 서부 태평양 연안의 콜리마주 만사니요	모잠비크 수도 마푸토	쿠웨이트 북부 알주르
규모	150,000kl저장탱크×2기, 기화송출설비(연 380만톤 처리)	Steel배관(10"), Steel배관(6"~2"), PE배관 등 82km, 관리소 1개소	22.5만kl 저장탱크×8기, 기화송출설비(연 2,200만톤 처리), 접안설비 2식, 2차펌프 14기, BOG 처리설비, Flare 설비 등
기간	2008년 4월 ~ 2031년 8월	2012년 4월 ~ 2034년 5월	2016년 5월 ~ 2021년 3월

- 한국가스공사는 카타르, 오만 등 해외국가들로부터 LNG를 도입한 이래 도입량이 해마다 급증하여 2015년 기준으로 31,410천톤을 도입함
- 한국가스공사는 국내에 평택, 인천, 통영, 삼척 등 천연가스 도매공급을 위한 생산기지를 보유하고 있음

## 5. 요약 및 시사점

- ▶ 글로벌 에너지 시장에서 개발이 비교적 용이한 육상 및 천해의 자원개발이 점차 마무리되고, 그 간 채산성과 기술의 한계에 부딪혀 개발하지 못했던 극지의 자원개발이 활발히 진행되고 있음
  - 2000년대 이후 전 세계 석유생산에서 기존매장지(유럽지역의 북해 매장지역, 러시아 서 시베리아 매장지역 등)에서의 생산 비중이 급격히 감소하고 있으며 회수율 증대에 따른 원유생산, 비전통석유 생산, 신규매장지 발견/개발에 따른 생산 비중이 증대되는 추세임
  - 미국 USGS(U.S. Geological Survey)에 따르면, 전세계 미발견 석유/가스 탐사자원량의 22% 정도(약 4,120억 boe)가 북극지역에 매장되어 있는 것으로 추산됨
    - 구체적으로 석유 약 900억 배럴, 천연가스 약 1,670tcf(trillion of cubic feet), NGL 440억 배럴 등이 북극 지역에 매장되어 있는 것으로 추정됨
- ▶ 지속적으로 증가하는 세계 에너지 수요로 인해 대규모 석유·천연가스 등 다양한 자원이 부족한 극지 개발에 대한 관심이 높아지고 있으며, 특히 자원개발에 있어 북극지역(Arctic region)이 전략적 요충지로 주목받고 있음
  - 북극지역은 약 550개의 유·가스전에서 350 Bboe에 달하는 석유자원을 함유하여 전 세계 확인매장량의 15%를 차지하고 있으며, 미발견회수가능(undiscovered, technically recoverable) 자원량은 가스 1,670 Tcf, 석유 90 Bbbl, 콘덴세이트, 천연 가솔린 및 LPG를 포함하는 NGL(Natural Gas Liquid) 44 Bbbl이 부족한 것으로 추정됨
  - 북극지역 석유/가스 탐사자원량은 러시아 West Siberian Basin과 East Barents Basin, 미국 Arctic Alaska에 집중되어 있으며 주요 생산단계 매장지는 러시아에 41개, 미국에 4개, 노르웨이 1개 지역에 존재함
  - 러시아 Tazovskoye 매장지는 1962년에, 미국 Alaskan Pmdhoe Bay는 1967년에 각각 발견되었으며, 러시아, 노르웨이 지역에는 주로 가스 자원량이 많으며, 미국, 캐나다 지역에는 석유 자원량이 많은 편임
  - 러시아는 극지 인접국 가운데 가장 적극적으로 극지 자원개발 사업을 전개하고 있으며 이미 육상 매장지역에 대하여는 파이프라인을 통해 석유/가스가 국내는 물론 해외로 수출 중임
- ▶ 미국, 노르웨이, 캐나다, 러시아 등 극지 인접국 4개국은 북극권역 자원 개발을 선점하기 위해 국가차원의 개발전략을 추진하고 있고, 쉘, 엑슨모빌, BP, 스탯오일, 에니(ENI), 가즈프롬 등 글로벌 기업들의 극지개발을 위한 각축전이 본격화되는 추세임

구분	원유 (억 bbl.)	천연가스 (tcf)	천연가스 액화물 (억 bbl.)	총 탐사자원량 (억 boe)
West Siberian Basin	36.6	651.50	203.3	1,325.7
Arctic Alaska	299.6	221.40	59.0	727.7
East Barents Basin	74.1	317.56	14.2	617.6
East Greenland Rift Basins	89.0	86.18	81.2	313.9
Yenisey-Khatanga Basin	55.8	99.96	26.8	249.2
Amerasia Basin	97.2	56.89	5.4	197.5
West Greenland-East Canada	72.7	51.82	11.5	170.6
Laptev Sea Shelf	31.2	32.56	8.7	94.1
Norwegian Margin	14.4	32.28	5.0	73.2
Barents Platform	20.6	26.22	2.8	67.0
Eurasia Basin	13.4	19.48	5.2	51.1
North Kara Basins & Platforms	18.1	14.97	3.9	46.9
Timan-Pechora Basin	16.7	9.06	2.0	33.8
North Greenland Sheared Margin	13.5	10.21	2.7	33.2
Lomonosov-Makarov	11.1	7.16	1.9	24.9
Sverdrup Basin	8.5	8.60	1.9	24.8
Lena-Anabar Basin	19.1	2.11	0.6	23.2
North Chukchi-Wrangell Foreland Basin	0.9	6.07	1.1	12.0
Vikitskii Basin	1.0	5.74	1.0	11.6
Northwest Laptev Sea Shelf	1.7	4.49	1.2	10.4
Lena-Vilyuyi Basin	3.8	1.34	0.4	6.4
Zyryanka Basin	0.5	1.52	0.4	3.4
East Siberian Sea Basin	0.2	0.62	0.1	1.3
Hope Basin	0.02	0.65	0.1	1.2
Northwest Canadian Interior Basins	0.2	0.31	0.2	0.9
계	899.8	1,668.66	440.6	4,121.6

자료 : U.S. Geological Survey

〈표 10〉 북극권역 탐사 자원량



## 제4절 국내·외 기술동향

### 1. 기술분류체계

#### ▶ 북극권역 이송스테이션 엔지니어링 기술 분류체계

중분류	소분류	소분류 기술설명
엔지니어링 기술	(A1) Project management	플랜트 건설사업 수행 전단계(계획, 기본설계, 상세설계, 시공, 조달, 시운전, 운전, 유지보수, 폐기 등)에 걸쳐 사업의 효율성, 생산성 제고를 위한 사업기획, 원가, 타당성, 수행공정(계획, 설계, 시공, 조달, 운영 등) 관리, 리스크관리 등에 관한 기술로서, IT 응용 가상건설 등을 포함
	(A2) Process configuration	플랜트사업의 CAPEX와 OPEX에 최적화된 공정계통과 시스템을 구성하는 기술로서, 생애주기(기획, 설계, 조달, 시공, 운영, 폐기 등) 동안 각종 업무절차를 규정하거나 공정계통이나 시스템의 형상 및 속성 데이터를 구축하고 관리하는 기술을 포함
	(A3) Utilities	북극권역 전처리 및 스테이션에 소요되는 열, 가스, 전력, 물 등을 생산, 공급하고 사용 후 주변환경에 미치는 영향을 최소화하기 위한 처리기술로서, 건물 내 공기조화 및 냉난방, 신재생에너지 연계기술 등을 포함
	(A4) Operation & Maintenance	북극권역 전처리 및 이송 스테이션의 효율적인 운전과 시설의 유지관리를 위한 기술로서, 적정 가동율 유지, 비상시 정지, 사양의 변경, 수리, 보수, 교체 및 검사·점검하는 일련의 활동
	(A5) Code & Standard	북극권역 전처리 설비 및 이송 스테이션을 설치하고자 하는 지역의 해당 국가가 요구하는 설계, 제작, 운전 및 폐기 등 전주기에 걸쳐 공통적으로 적용되는 규범 및 규칙으로 Code는 강제성이 부여되며 Standard는 권고성이 강함

## 2. 기술동향 조사 · 분석

### 2.1 북극권역 엔지니어링 분야

#### ▶ 북극권역지 프로젝트 리스크 관리

- 노르웨이의 연구기관 Nansen Institute는 극지 자원 개발 프로젝트 수행 시 지켜져야 할 사항 (Regulation, Institution 등)을 정리하고 그에 따른 리스크를 아래와 같이 정의하였음

리스크	설명
저온	극지의 저온 환경은 구조물, 작업환경에 큰 영향을 미침
얼음	여름 기간(7~8)월을 제외한 대부분의 기간 동안 얼음이 얼게 되므로 장비에 미치는 영향을 최소화
기후	극지 기후 환경에 대한 연구가 미흡하고 예측 또한 불확실성이 큼
작업환경	저온, 짧은 낮 시간, 얼음에 의해 발생하는 소음 및 진동, 극지 환경이 사람에게 미치는 심리적 영향 등을 고려해야 함
환경	사업 수행이 극지방 생태계 및 환경 보호에 미치는 영향을 고려해야 하나 관련 연구가 미흡함
오일 유출	얼어있는 지역에서의 오일 유출이 발생시 대책 방안이 마련되어 있지 않음
대피 및 구조	고립된 지역, 짧은 낮 시간 등 북극권역의 특성상 사고 발생시 구조 활동에 제약이 있음
원주민	사업자의 극지방 원주민에 대한 정보 부족

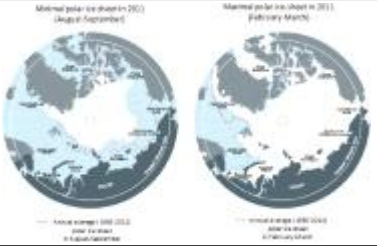
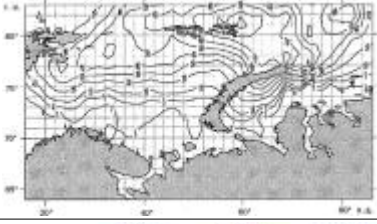
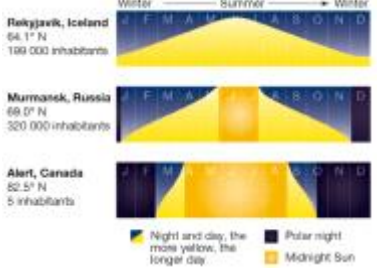
- 환경단체에서는 Shell 사의 알래스카와 러시아 지역에서의 사업 수행 사례 분석을 통하여 북극권역에서의 사업 수행시 문제점을 도출하였음 (Greenpeace, Platform, FairPensions 2012)

문제점	설명
높은 생산 비용	북극권역에서의 사업수행은 혹독한 기후, 고립된 지역, 고도의 기술력 필요 등 지역적 특수성으로 인해 오일/가스 생산 비용이 타 지역에 비해 높음
발주국과의 관계	고비용으로 인해 적은 비용 증가에 의해서도 큰 손실을 입을 수 있음. 따라서 발주국과의 우호적인 관계를 통한 세금 우대, 보조금 지원 등이 사업 수익성에 영향을 미침
오일 유출	북극권역에서 오일이 유출되었을 시 적절한 대응 방법이 마련되어 있지 않음
환경 문제	환경오염에 대한 민감도가 타지역에 비해 높아 환경오염에 대한 보수적인 설계와 개발 기준 요구됨

안전 문제	제한된 작업 시간으로 인해 관리자가 무리한 작업을 진행하다 인명사고가 발생한 사례가 있음
자금 조달	높은 생산 비용에 따른 수익성 악화, 환경 단체들의 반발, 고위험 사업 등의 이유로 투자자들이 투자를 선호하지 않음

- 환경적 요인이 사업을 수행함에 있어 주요한 리스크 요인으로 작용함. Gorddeva(2013)는 북극권역에서 사업을 수행함에 있어 주요하게 관리해야하는 환경적 리스크 인자를 아래와 같이 정의하였음

※ 출처: Gorddeva, 2013, Identification of Criteria for Selection of Arctic Offshore Field Development Concept

리스크 인자	설명
Ice Conditions	<p>대부분의 바다 유역이 winter time 동안 연속적인 얼음 층으로 되어있다. 얼음층의 평균 두께는 0.9~1.2m으로 추정되나, 3m를 초과할 수도 있다고 예상됨</p> 
Ice bergs	<p>빙산으로부터 떨어져 나온 ice bergs는 수직 길이 60~100m, 수평 길이 1~2km에 이름</p> 
Long periods of darkness	<p>극 지역의 밤은 24 시간 동안 어둠이 지속될 수 있으며, 북극 전역에서도 지역차가 있을 수 있다. 12월부터 1월 중순까지는 해가 떠 있는 시간이 4 시간/일 임</p> 
Fog	<p>상대적으로 높은 습도 때문에 안개가 발생할 수 있으며, 겨울에는 상대적으로 더 빈번한 안개가 발생하고 밤에는 성에 안개도 관찰됨</p>
Strong Winds	<p>낮은 온도와 강한 바람은 장비 표면의 큰 열 손실과 re-distribution of snow cover at open areas의 원인이 됨</p>

- IGU(International Gas Union, 2015)에서는 북극권역에서 플랜트 사업을 수행할 시 필수적으로 고려해야 하는 요인들에 대한 연구를 진행함

- 인구가 적기 때문에 상대적으로 인프라 시설이 부족함

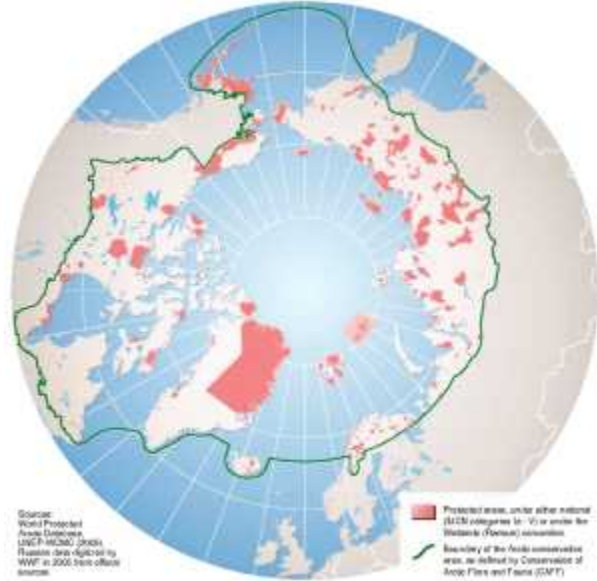
→ 위성에 잡히지 않거나 부정확한 지도 상의 지역도 존재함

→ 도로 및 철도 시스템, 전력 시스템 등 많은 인프라 시설의 부족으로 인하여 사업 수행 시 큰 규모의 자금을 인프라

시설에 투자해야 함

- 극한지역의 자연 환경적 특수성

- 평소 인간의 접근이 지극히 제한되고, 자연환경이 잘 보존된 지역임
- 공기, 물, 토양 등 광범위하고 엄격한 환경 모니터링이 실시되고 있음
- 자원개발 활동 시 환경 위해요소를 예측하고 사고 예방하는 것이 필수적임
- 일본의 경우 정부 차원에서 북극 등 관련지역의 환경보호와 관련한 리스크 관리 또한 중점적으로 다뤄지고 있음



출처: Oil and Gas Operation, 2013

<그림 13> Areas currently protected for conservation, as recognized by the IUCN in the World Protected Areas Database at UNEP-WCMC. OGP

- 안전 문제

- 극해는 예기치 못한 사고가 발생했을 때 탈출이나 사고대응을 위한 접근이 어려움
- 일반적인 해양플랜트에서와는 다른 관점의 안전설계개념 설정이 필요

- 낮은 온도

- 항로의 낮은 온도 하에서 근로자들의 작업이 가능해야함
- 낮은 온도 하에서 플랜트의 구조적 안전에 문제가 발생하지 않아야 함

➤ 구매 조달 관리

- 김영주 외. (2014)는 극한지 플랜트 사업에서 구매조달에 관한 문제점을 언급
- 해양플랜트 설비는 일일 임대료만도 수억 원이며, 생산량은 수십에서 수백억 원 규모이니 공기가 늦어짐에 따라 잃게 되는 기회비용이 큼
- 북극권역의 경우 항시 출입이 자유로운 곳이 아니기 때문에 연중 제한된 시기에 한해 해양플랜트 설치공사가 가능
- Sea ice와 같은 극한지역의 환경적 요인으로 인한 납기 지연, 공사 금지구간과 설치공사 기간이 겹치게 될 경우 생산시기를 다음해로 늦추어야하는 문제 발생 가능하기 때문에 납기를 맞추는 것

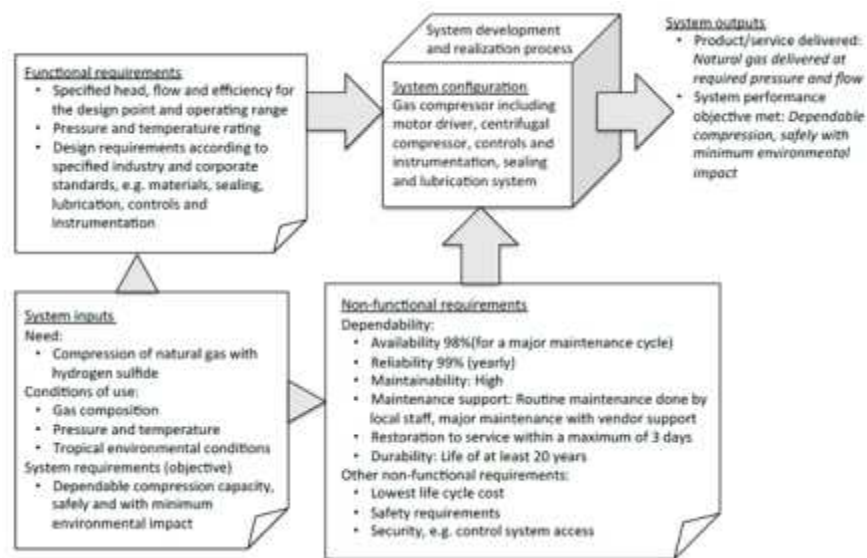
이 매우 중요

- 북극권역 해양플랜트 제작에 사용되는 기자재의 경우 특수 재질이나 특별한 기능을 요구할 수 있기 때문에 통상의 해양플랜트보다 더욱 공급자가 제한되어 시장 경제 원리가가 통용되지 않을 수 있다는 사실도 고려해야 함
- 2014 Russian Oil & Gas Outlook Survey에 따르면 Oil & Gas 회사가 구매조달 단계에서의 주요한 리스크로 1) Counterparty risks (수송 지연, 부적합한 품질 등) 2) Macroeconomic risks (경제적 상황, 환율로 인한 가격 변동성 등) 3) Regulatory risks 4) Low competition among suppliers (특히 극한 지역과 같은 특수 상황에서는 공급자의 기술적 독점이 문제가 됨)를 선정하였음
- 특히 수송 지연과 부적합한 품질 등 Counterparty Risks는 약 40%에 해당하는 응답자들이 supply chain risk의 주요 인자로 응답
- 최근 국내외 북극해항로를 통한 유럽과 아시아간의 국제수송에 대한 관심이 높아지고 있음. 아직 까지 북극해항로를 통한 국제수송에는 많은 어려움이 있으나 극지에서의 LNG 프로젝트 개발과 더불어 북극해 해상운송시장 진출을 위한 노력이 이루어지고 있음
- 최근 러시아 정부는 북극해항로를 통한 유럽과 아시아간의 화물운송에 관심을 가지고 있음

#### ➤ 북극권역 플랜트 기자재류 시험평가 기반 구축

- 오일 및 가스 파이프라인 시스템에 대한 안전관련 표준 활동 조사
- 오일 및 가스 산업에서의 파이프라인 시스템에 대한 설계, 시공, 작동 및 유지보수에 대한 표준 (설계, 소재, 설치, 연결, 압력 시험, 부식 제어 등)
- 캐나다의 경우 CSA Z662 표준을 반드시 수행해야 하며, 정부 관리자는 주도적으로 적합성을 판별 하도록 함
- Z662는 강관 및 부속품들이 Z245.12(Steel Flanges), Z245.1(Steel Pipe), Z245.11(Steel Fittings), Z245.15(Steel Valves) 또는 동등 규격들을 따라야 할 것을 요구하고 있음
- 미국 ASME B31.8 규격은 가스 이송을 위해 사용되는 파이프라인 설비에 대한 설계, 조립, 설치, 검사 및 시험에 대한 표준을 규정하고 있음
- 환경 및 안전규정(A5)
  - 미국 FERC(Federal Energy Regulatory Commission) 및 USDOT(미국, Department of Transportation)에서는 주정부간 파이프라인 압축기 스테이션에 대한 합법적인 장소와 안전 요구사항을 수립하였음. 또한 EPA(Environmental Protection Agency)에서는 압축기 스테이션에서의 배기가스 및 소음방출을 엄격하게 규제하고 있음
  - 압축기를 구동시키는 터빈의 경우 NOx 배출량을 25 ppm까지 규제하고 있음. 미국 오하이오 주에서는 15 ppm까지 규제하고 있음
  - FERC는 가스 스테이션 압축기에 대하여 55 dB(A) 이하의 소음을 규제하고 있으며, 스테이션 시공 전후에 이를 검증하고 있음

- IEC/TC 56에서는 1965년 신뢰성(reliability) 표준을 도입하였으며, 1989년 최종적으로 TC 명칭을 신인성(dependability)으로 결정함
- 신인성은 작동 준비상태와 관련된 가용도(availability), 서비스 제공의 연속성(reliability), 예방 및 고장 정비의 편리성(maintainability), 정비 지원 제공 및 정비업무 수행을 위한 조달 제공(supportability)의 특성으로 구성됨
- 신인성은 필요할 때 작동할 수 있는 능력으로 정의되며, 시스템, 생산제품, 공정 또는 서비스와 같은 물리적 자산(asset)에 적용할 수 있음
- 장비나 시스템의 성능에 대한 요구사항은 기능적(functional) 및 비기능적(non-functional) 요소로 구분할 수 있으며, 기능적 요구사항은 시스템의 기본적인 목적이며, 비기능적 요구사항은 안전성, 신인성 및 사용성(usability)과 같은 요구사항들을 수립하기 위한 근본적인 기준으로 정의됨



출처: Achieving dependability value for pipelines and facilities, Proceedings of the 9th International Pipeline Conference, 2012

〈그림 14〉 Functional and non-functional requirements

- 파이프라인 설계 단계에서 신뢰성 및 유지보수성(maintainability)을 고려하는 것은 매우 중요하며, IEC/TC 56과 같은 국제표준을 비롯한 많은 기술적 방법들이 이용되고 있음
- 신뢰성과 관련하여 현재 산업계에서 가장 많이 이용되는 해석방법들로는 FMEA/FMECA가 80%, 와이블(Weibull) 해석이 60%를 차지하며, 이외에 FRACAS(failure reporting, analysis and corrective action system)가 56%, 일반적 통계 및 6-sigma가 53%, 위험도/안전도 분석이 51%를 차지하고 있음
- 설계단계에서 유지보수성을 고려하는 주요 목적은 예방 및 고장 정비와 같은 유지보수에 소요되는 시간 및 비용을 최소화 하는데 있음
- 이러한 목적 달성을 위해 모듈화(modularization), 부품 표준화 및 상호 호환성, 진단 및 고장 격리, 유지보수성 예측 및 증명 단계로 세분화 하여 진행됨
- 유지보수 측면에서는 RCM(reliability-centered maintenance) 방법이 매우 효과적인 위험도 기반 기법으로 잘 알려져 있으며, 와이블 해석과 같은 신뢰성 기법을 이용하여 LCC 및 재원 최적화에 확

대하여 이용될 수 있음. 아래의 표는 펌프 스테이션에 대한 LCC 분석을 수행한 결과이며, 가변속도 및 제어시스템을 장착한 스마트 펌핑 시스템에 대한 필요성을 보여주고 있음

〈표 11〉 Example of a cost profile for various pump scenarios

Pump Type	Cost Element	Cost	Percent of LCC
Conventional Pumping System	Initial Cost	\$ 20,600	3.0%
	Operating Cost	\$ 636,900	92.5%
	Maintenance Cost	\$ 31,000	4.5%
	Life Cycle Cost	\$ 688,500	100%
Smart Pumping System	Initial Cost	\$ 19,800	4.40%
	Operating Cost	\$ 410,700	91.44%
	Maintenance Cost	\$ 18,600	4.16%
	Life Cycle Cost	\$ 449,100	100%
Parallel ANSI Pump	Initial Cost	\$ 13,500	8.5%
	Operating Cost	\$ 110,715	70.19%
	Maintenance Cost	\$ 33,503	21.31%
	Life Cycle Cost	\$ 157,718	100%
Multistage Centrifugal Pump (Present Study)	Initial Cost	\$ 31,000	3.5%
	Operating Cost	\$ 838,750	94%
	Maintenance Cost	\$ 21,346	2.5%
	Life Cycle Cost	\$ 890,265	100%

출처 : Achieving dependability value for pipelines and facilities, Proceedings of the 9th International Pipeline Conference, 2012

- (뉴질랜드) 1999년에 HSE(Health and Safety in Employment) 파이프라인 규정이 개정되었으며, 기존의 파이프라인 정책에 큰 변화가 있었음(모든 파이프라인 작동을 위해서는 인증기관으로부터 발행된 적합성 인증서를 요구)
  - 파이프라인은 적합성 인증서가 없으면 작동할 수 없으며, 인증서에는 파이프라인 및 안전한 파이프라인 작동을 위해 필요한 모든 장비에 대한 인증을 포함하고 있음
  - 인증기관은 파이프라인 및 부속 장비에 대한 안전성을 판단하기 위해 시험 및 검사를 실시해야 하며, 적합성 인증서 사본을 파이프라인을 작동시키기 전에 해당 정부기관에 제출하여야 함
  - 인증은 관련 코드, 기술규정 및 표준과 부합되도록 진행되어야 하며, 5년 보다는 더 길지 않도록 인증만료일을 명시해야 함
  - 파이프라인의 작동 후 소유주/작동기관은 인증기간 내 작동에 대한 책임이 있으며, 인증서 만료일 전 또는 파이프라인 및 장비들이 더 이상 인증서에 명시한 성능에 미치지 못할 경우에는 파이프라인의 지속적인 작동을 위해서는 인증서 재발급을 받아야 함
- (뉴질랜드) 기존 사용되고 있는 파이프라인의 인증
  - 작동중인 이송 파이프라인 및 관련 기자재에 적용 가능한 표준 및 코드(적용 가능한 코드/표준이 없고 1999년 11월 이전 작동되었던 파이프라인에 대해서는 뉴질랜드 표준 NZS 5223을 따라야 함)

- US Minimum Federal Safety Standards for Gas Lines - Part 192
- ASME B31.3 Process Piping
- ASME B31.4 Liquid Transportation Systems for Hydrocarbons, Liquid Petroleum Gas, Anhydrous Ammonia, and Alcohols
- ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Systems
- Institute of Petroleum Pipeline Safety Code(IP Part 6)
- NZS 5223 Code of Practice for High Pressure Gas and Petroleum Liquids Pipelines
- NZS/AS 2885 Pipelines - Gas and Liquid Petroleum

- 신규로 건설되는 파이프라인이 아닌 기존 파이프라인의 경우에 대한 적합성 평가는 더욱 어려움이 있으며(파이프라인이 땅속에 묻혀있기 때문에 물리적인 검사는 제한적임), 서비스 이력이나 작동 및 유지보수 계획에 주로 집중하여 평가가 이루어짐

- (뉴질랜드) 신규 파이프라인의 인증

- 신규 파이프라인 인증과정은 체계적/통합적인 평가 및 적용 가능한 코드/표준에 대한 검토가 이루어져야 하며, 신규 파이프라인에는 우선적으로 NZS/AS 2885 표준을 적용하고 있음
- NZ/AS 2885는 설계단계에서 위험도 평가(risk assessment)를 요구하고 있으며, 이전 표준인 NZS 5223을 대체하고 있음
- 방식코팅을 적용하기 전에 파이프 및 부품류에 대한 검사가 이루어져야 하며, 설치하기 전에 방식코팅에 대한 홀리데이 검사를 실시해야 함
- 모든 파이프라인은 운전(작동)하기 전에 공인된 강도 및 누설시험(AS 1978 표준에 적합해야 함)을 통과해야 하며, 다음 부품들은 현장 테스트를 제외함
  - ※ 예비 테스트를 통과한 파이프
  - ※ 공인된 표준에 적합한 압력등급을 가진 부품들
  - ※ Tie-In Weld
  - ※ Small bore controls/Instruments/Sampling piping

\* 출처 : Guidelines for a Certificate of Fitness for High-Pressure Gas and Liquids Transmission Pipelines, Department of Labour(New Zealand), 2002

## ➤ (캐나다) 오일 및 가스 파이프라인 시스템에 대한 CSA 안전관련 표준화 활동

- CSA(캐나다 표준협회) 표준 Z662(Oil & Gas Pipeline Systems)

- 오일 및 가스 산업에서의 파이프라인 시스템에 대한 설계, 시공, 작동 및 유지보수에 대한 표준(설계, 소재, 설치, 연결, 압력 시험, 부식 제어, 작동 및 유지보수 등 17개 항목과 15개의 부속서로 구성되어 있음)
- 육상 및 해양 파이프라인 파이핑, 장비, 탱크 저장소, 펌프 및 가스 스테이션, 압력조절 스테이션 및 측정 스테이션을 취급
- 250명(공급자 및 조립자, 이송관련업체 및 분배관련업체, 연방정부 관계자 등) 이상으로 구성된 안전 위원회

- 위원회 하부에 10개의 기술위원회(TSC, Technical Subcommittees)를 운영하고 있음
- ISO TC67/SC2(해양플랜트 파이프라인 시스템) 활동에 참여
- 400,000 km의 파이프라인이 캐나다 앨버타 지역에서 작동중이며, AER(Alberta Energy Regulator)에 의해 규제를 받고 있음
- 앨버타 지역의 파이프라인은 직경이 대부분 6 인치(168 mm)이며, 약 900개의 파이프라인 회사들이 운영하고 있음
- AER은 운영자들에게 파이프라인과 관련된 사고(파열이나 시험 불합격 등)에 대한 보고서를 요구하고 있음
- 파이프라인 운영자는 CSA Z662 표준을 반드시 따라야 하며, 정부 관리자는 주도적으로 적합성을 판별하기 위한 검사활동을 실시해야 함
- Z662(Table 5.3)는 또한 강관 및 부속품들이 Z245.12(Steel Flanges), Z245.1(Steel Pipe), Z245.11(Steel Fittings), Z245.15(Steel Valves) 또는 동등 규격들을 따라야 할 것을 요구하고 있음
- CSA Z662는 파이프라인 부속품들에 대한 검증 프로그램을 개발하고 있으며, CSA와 같은 제3자 증명을 통해 파이프라인 안전성을 증대시키고 있음
- 이 표준은 운영자들에게 Pipeline Integrity Management 프로그램을 갖출 것을 요구하고 있음(부속서 N)
- 또한 기계적 결함, 부식, 응력부식균열 및 코팅 손상에 대해서도 고려해야 함
- 위험도 관리(risk management)(위험도 기준, 위험도 평가, 위험요인 파악, 위험도 분석 및 추산, 위험도 제어 및 모니터링 등)에 대한 새로운 표준인 Z662-15를 강제 적용할 예정임



출처: CSA Group Safety Standards for Oil and Gas Pipeline Systems: A Life-Cycle Approach, CSA Group, 2015

〈그림 15〉 북미지역 천연가스 파이프라인

➤ (노르웨이) 육상 파이프라인 검증관련 표준화 활동

- 노르웨이 DNV-DSS-316 표준(Verification of Onshore Pipeline)
- 육상 파이프라인 시스템에 대한 기준, 안내 및 파이프라인 건전성 검증을 위한 표준

- 이 표준은 육상 파이프라인에 대한 DNV 인증 프로세스를 포함하지는 않으며, 별도의 지정기관이 정의해야 함
- 이 표준은 상위 표준인 DNV-OSS-300(위험도 기반 검증)의 영향을 받으며, 설계, 시공 및 운영 중에 육상 파이프라인 시스템에 대한 검증 활동을 규정함

#### ➤ (미국) ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping System

- 가스 이송을 위해 사용되는 파이프라인 설비에 대한 설계, 조립, 설치, 검사 및 시험에 대한 표준이며, 이러한 설비의 유지관리(O&M)에 대한 안전성을 다루고 있음
  - Materials and Equipment
  - Welding
  - Piping System Components and Fabrication Details
  - Design, Installation, and Testing
  - Operating and Maintenance Procedures
  - Corrosion Control
  - Offshore Gas Transmission
  - Sour Gas Service
- 파이프가 적절한 연성(ductility)을 가지고 있는지 확인하기 위하여 인성(toughness) 테스트를 API 5L의 SR5 또는 SR6 절차에 따라 수행해야 함
  - 사용온도가 10°C 보다 낮은 경우에는 적절한 저온 시험을 수행해야 함
- 모든 파이핑 시스템은 예비 테스트를 거친 조립품이나 연결부위(tie-in)를 제외하고는 설치 후에 ASME B31.8 코드에 따라 시험을 수행해야 함
  - 연결부위의 용접부에 대해서는 방사선 투과시험 또는 다른 종류의 비파괴 시험을 이용하여 검사해야 함
  - 비용접 연결부에 대해서는 설치 후에 작동압력 이상으로 누설시험을 수행해야 함
- 규정된 최소 항복강도의 30% 또는 그 이상의 원주응력(hoop stress)에서 작동되는 모든 파이프라인은 설치 후 및 작동 전에 강도를 확인하기 위하여 적어도 2시간동안 시험을 실시해야 함
  - Location Class 1의 Division 1에 위치한 파이프라인은 최대 작동압력이 규정된 최소 항복강도의 72% 보다 큰 원주응력을 발생시키는 경우에는 설계압력의 1.25배의 압력으로 수압시험을 실시해야 함
  - Location Class 1의 Division 2에 위치한 파이프라인은 최대 작동압력이 규정된 최소 항복강도의 72% 보다 큰 원주응력을 발생시키는 경우에는 최대 작동압력의 1.1배의 압력으로 공압 또는 수압 시험을 실시해야 함
  - Location Class 2에 위치한 파이프라인은 최대 작동압력의 1.25배의 압력으로 공압 또는 수압 시험을 실시해야 함
  - Location Class 3과 4에 위치한 파이프라인은 최대 작동압력의 1.4배의 압력으로 수압시험을 실시해야 함

➤ (미국) ASME B31.4 Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids

- 원유, LPG, CO2 등 액체 이송을 위해 사용되는 파이프라인 설비에 대한 설계, 재료, 조립, 시공, 검사 및 시험에 대한 표준임
  - Design
  - Materials
  - Dimensional Requirements
  - Construction, Welding, and Assembly
  - Inspection and Testing
  - Operating and Maintenance Procedures
  - Corrosion Control
  - Offshore Liquid Pipeline Systems
- 규정된 최소 항복강도의 20% 보다 큰 원주응력이 발생하는 파이프라인에 대해서는 설계 내부압력의 1.25배의 압력으로 적어도 4시간 동안 수압시험을 실시해야 함
  - 수압시험에 대한 API RP 1110 표준을 참고
- 규정된 최소 항복강도의 20% 보다 작은 원주응력이 발생하는 파이프라인에 대해서는 설계 내부압력의 1.25배의 압력으로 1시간 동안 수압시험을 실시해야 함
  - 공압으로 시험하는 경우에는 7 bar 또는 규정된 최소 항복강도의 25% 원주응력을 발생시키는 압력으로 시험을 실시함

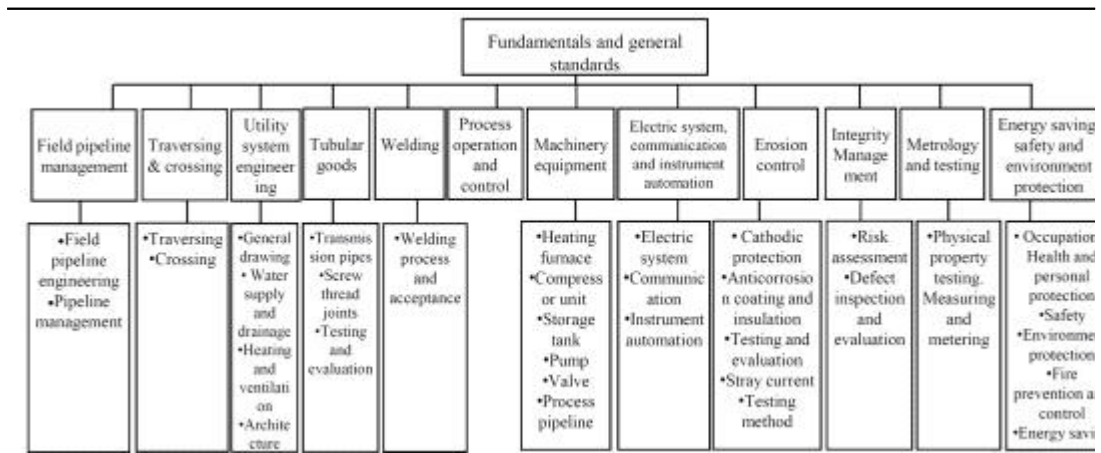
➤ (미국) 교통부(Department of Transportation) 소속기관인 파이프라인 및 위험물질 안전청(PHMSA, Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration)은 파이프라인을 포함한 위험물질에 대한 안전 및 이송에 관한 규정을 다루고 있음(Pipeline Safety Regulations : 49 CFR Parts 190-199)

- 위험물질로 인한 재산, 생명 및 환경에 대한 위협요인을 최소화 하기 위하여 PHMSA는 자국내 위험물질 취급에 관한 기술규정 및 표준을 개발하고 있음
- 49 CFR Part 192 : Transportation of Natural and Other Gas by Pipeline - Minimum Federal Safety Standards
  - Materials
  - Pipe Design
  - Design of Pipeline Components
  - Welding of Steel in Pipelines

- Joining of Materials Other Than by Welding
- General Construction Requirements for Transmission Lines and Mains
- Customer Meters, Service Regulators, and Service Lines
- Test Requirements
- Uprating
- Operation & Maintenance
- Qualification of Pipeline Personnel
- Gas Transmission/Distribution Pipeline Integrity Management(IM)

➤ (중국) 12개의 국가 표준과 62개의 단체표준을 보유하고 있음

- 중국은 자국내에 120,000km 길이의 오일 및 가스 파이프라인을 보유하고 있으며, 천연가스 파이프라인은 61,000km에 달함
- 파이프라인 및 이송스테이션 분야의 국제표준화 활동을 지속적으로 수행하고 있으며 ISO 표준 3건, NACE 표준 2건을 제정 추진하고 있음
- ISO 표준 제정 추진
  - Petroleum and natural gas industries - pipeline integrity management specification - Part 1: Full-life cycle integrity management for onshore pipeline
  - Petroleum and natural gas industries - pipeline integrity management specification - Part 2: Full-life cycle integrity management for offshore pipeline
  - Petroleum and natural gas industries - geological hazards risk management of oil and gas pipelines
- NACE 표준 제정 추진
  - Test method for measurement of gouge resistance of coating systems
  - Test method for measurement of peel strength of pipeline coating systems
- 파이프라인 표준 체계는 3등급으로 나누어져 있음
  - 1단계: 일반적(포괄적) 표준
  - 2단계: 관리, 이송, 유틸리티 시스템 등 12개 항목으로 분류된 표준
  - 3단계: 2단계에서 도출된 35개의 하위레벨의 표준



출처: China oil and gas pipeline standard system, Petrochina natural gas and pipeline company, 2015

<그림 16> 중국 파이프라인 표준 체계

<표 12> (러시아) 파이프라인 관련 3대 에너지 기업

구분	주요내용
가즈프롬(Gazprom, 국영 천연가스 회사)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 러시아 가스 생산의 93%를 책임짐</li> <li>- 세계 가스 부존량의 16% 장악</li> <li>- 러시아 국내총생산(GDP)의 25% 차지</li> <li>- 서유럽은 천연가스 소비량의 25%를 러시아에 의존함</li> <li>- 세계 30여개국에 수출, 직원수 43만명, 가스관 연장 길이 총 15만 3000km</li> </ul>
로스네프트(Rosneft, 국영 석유 회사)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세계 석유 생산량의 5%, 러시아 생산량의 40% 차지</li> <li>- 2013년 TNK-BP 인수로 세계최대 석유회사가 됨</li> <li>- 2013년 기준으로 하루에 420만 배럴의 원유를 생산</li> </ul>
트란스네프트(Transneft, 국영 송유관, 가스관 회사)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 러시아 전역의 송유관과 가스관을 독점 건설</li> <li>- 가즈프롬, 로스네프트와 강한 연대관계가 형성되어 있음</li> <li>- 주요 파이프라인 72,000 Km, 펌프스테이션 약 500개, 러시아 생산 석유의 90%의 운송을 담당</li> <li>- 주요 파이프 라인에 대한 예방, 진단 및 긴급 수리 작업</li> <li>- 정부 간 협정에 따른 석유 및 석유 제품의 운송 문제에 다른 국가의 파이프 라인 회사와의 상호 작용</li> <li>- 파이프 라인 수송의 기술 개발 및 문제해결, 새로운 장비, 기술, 재료 도입</li> <li>- 생산설비, 시스템 확장, 개발 및 투자 유치</li> </ul>

출처: [www.transneft.ru](http://www.transneft.ru)

- 극한지에서의 건설과 유지보수를 어렵게 하는 것은 혹독한 기후 조건에 기인하며, 사람이나 기계 설비/구조물의 능력을 감소시킴. 겨울철 극지에서는 지역에 따라 기후가 현저히 변화하며, 심한 날씨 변화는 건설/시공을 어렵게 하고 기계 구조물 및 소재의 내구성능을 떨어뜨리게 됨
- 극지방에서는 작업 지역이 해양 및 내륙 어느 쪽이 가까이 있는지에 따라 작업 환경이 많이 달라

지며, 내륙에 가까울수록 겨울에는 더 춥고 여름에는 더 더움

- 극지용 파이프라인 및 설비는 ASME/API/CSA 등과 같은 표준과 규제당국의 기술기준에 따라 설계되며, 오일/가스의 물성값이 서로 다르므로 설계 단계에서 두 시스템에 기본적인 차이점이 있음
- 극지에서의 설계 및 시공의 주요 이슈는 동상(frost heave) 및 융해침하(thaw settlement) 현상이며, 두 가지 경우 모두 길이방향으로의 휨을 받게 됨. 이러한 휨 응력을 완화시키기 위해서는 융해범위에서의 단열, 더욱 깊은 안정된 지층으로의 매설, 지상식인 경우 토지로부터 파이프라인의 격리, 파이프라인 두께의 증가 등이 필요함
- 융해지역에서의 최대 파이프 침하는 약 1~2m 정도이며, 이를 고려하여 파이프 두께를 증가시키고 있음
- 변형을 기반 설계(strain-based design)는 동상 및 융해침하 현상에 의한 지반의 서로 다른 움직임을 고려하게 되며, 원주방향의 변형과 길이방향의 변형율이 매우 중요함. 따라서 이러한 이유로 파이프 소재 및 설계와 관련된 문제점들을 해결해야 하며, CSA Z 662 표준은 이러한 변형을 기반 설계에 기초하고 있음

※ 출처 : Ramesh Singh, Arctic Pipeline Planning, 2013

➤ 극한지에서의 가스 및 펌프 스테이션은 작동영역에서 안전하고 효율적으로 작동되도록 설계되어야 하며, 화재나 소음으로부터 인접 건물들이 안전하도록 크기 및 위치가 결정되어야 함

- 원동기, 가스 압축기, 펌프, 부속 설비 및 제어시스템 등은 작업영역에서 안전하게 작동되도록 설계되어야 함. 분리기는 ASME Section VIII의 요구사항에 적합해야 하며, 압축기 스테이션의 가스용 파이프는 적절한 등급의 강(steel)을 사용하며 ASME B31.3의 규정에 적합하여야 함
- 안전을 고려하여 압축 스테이션은 두 개의 출구를 마련해야 하고 10피트 이상의 플랫폼/통로를 설치해야 하며, 설치물에서 출구까지 70피트 내에는 어떠한 장애물도 없어야 됨

※ 출처 : Ramesh Singh, Arctic Pipeline Planning, 2013

➤ 북극권역에서의 파이프라인 소재는 API 5L의 규정에 따라 선택되며, ASME B31.8(가스 이송용 파이프라인) 및 ASME B31.4(액체 하이드로카본 및 기타)에 따라 설계됨

- 파이프 및 관련된 소재의 선택에서는 API 5L/ISO 3183에 규정된 지침을 따라야 하며, 샤프피 노치 시험을 거친 PSL 2 등급의 극지용을 따름

※ 출처 : Ramesh Singh, Arctic Pipeline Planning, 2013

➤ 오일/가스 국제표준

- ISO에서는 TC193, TC67에서 천연가스 및 원유와 파이프라인 이송에 대한 기술위원회를 구성하여 관련 표준을 관리하고 있음

Technical committee No.	Technical committee name
ISO/TC193	Natural gas
ISO/TC193/SC1	Natural gas / Analysis of natural gas
ISO/TC193/SC3	Natural gas / Upstream area
ISO/TC67	Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries
ISO/TC67/SC2	Pipeline transportation systems
ISO/TC67/SC6	Processing equipment and systems
ISO/TC67/WG10	Liquefied natural gas installations and equipment

➤ Turbo-compressor 시험평가 설비(Duisburg Mega Test Center, Siemens)

- Siemens는 석유화학 플랜트산업에 적용되는 회전식 압축기(Turbo-compressor)의 성능평가를 위한 세계 최대 규모의 시험평가 설비를 구축·운영하고 있음

- 시험설비 사양

- 성능시험 범위

- ※ 단일 압축기(시험실 장비활용) : ~ 25 MW
- ※ 가스터빈 구동 완성형(Packaged) 압축기 : ~ 160 MW
- ※ 전기 구동 완성형(Packaged) 압축기 : ~ 100 MW
- ※ 증기 터빈 구동 완성형(Packaged) 압축기 : ~ 35 MW

- 부대시설 사양


- ※ 규모(L X W X H): 180 X 40 X 35 [m]
- ※ 연료 가스 공급 범위: 10 kg/s
- ※ 냉각수 공급 범위: 7500 m<sup>3</sup>/h, Δt = 25 K



출처: <http://www.energy.siemens.com/nl/en/compression-expansion/testing.htm>

<그림 17> 파이프라인 적용 Turbo-compressor 시험설비(Mega Test Center, Siemens)

➤ 주요 국가 표준 동향

국가	주요내용
<p>미국</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CFR Part 192, title 49에서 파이프라인/이송시스템에 대한 최소 요구조건을 규정</li> <li>- ASME B31.8(Gas transmission and distribution piping system)에 의거 가스이송 파이프라인 설비에 대한 설계, 설치, 검사 및 시험에 대한 표준</li> <li>- ASME B31.4(Pipeline transportation systems for liquid hydrocarbons and other liquids)에 의거 원유 등 액체 이송용 파이프라인 설비에 대한 설계, 설치, 검사 및 시험에 대한 표준</li> </ul>
<p>뉴질랜드</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 신규 파이프라인 인증은 NZS/AS 2885 표준에 따르며 설계단에서 위험도평가를 요구하고 있음</li> <li>- 방식코팅 이전에 파이프 및 부품류에 대한 검사가 이루어져야 하며, 방식코팅에 대한 홀리데이 검사 실시해야 함</li> <li>- 모든 파이프라인은 AS1978에 따라 공인된 강도 및 누설시험을 통과해야 함</li> </ul>
<p>캐나다</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CSA Z662(Oil &amp; gas pipeline systems)에 따라 정부관리자 주도로 적합성 검사가 실시됨</li> <li>- CSA와 같은 제3자 증명을 통해 파이프라인 안전성 증대를 유도하고 있음</li> <li>- 위험도 관리(Risk management)에 대한 새로운 표준인 Z662-15를 강제 적용할 예정(2015년)</li> </ul>
<p>노르웨이</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 별도 지정기관을 통하여 DNV-DSS-316(Verification of onshore pipeline)에 따라 육상 파이프라인 시스템에 대한 기준, 안내 및 건전성 검증을 실시함</li> </ul>
<p>러시아</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 러시아 국영 송유관 회사인 트란스네프트에서 파이프라인 품질관리시스템을 관리</li> <li>- 러시아 연방의 표준 및 규정 준수(GOST, Gosstandart of Russia(러시아 표준))</li> <li>- GOST의 요구사항 : ISO9001_2008, GOST R 55048_2012</li> <li>- 러시아 안전요구사항 적합여부 시험·인증을 위한 GOST R 인증이 수반되어야 함</li> </ul> <p>GOST R에 신입되는 국외 시험소는 아래와 같음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SGS(스위스), DIN(독일), GOST-TUV(독일), MERTCONTROL(헝가리)</li> <li>- TUV-라인란드 소속의 아시아연구소, 대중(대만), 상하이(중국), 홍콩, 서울시험소(한국)</li> </ul> <p>※ 출처 : <a href="http://www.rapatcl.or.kr/new/system/data/GOST.pdf">www.rapatcl.or.kr/new/system/data/GOST.pdf</a></p>

### 3. 기술동향 시사점

- ▶ 기존 플랜트 건설 참여 형태는 대체로 전처리 및 시공분야가 주류를 이루고 있으며, 고도의 기술력과 경험을 요구하는 엔지니어링 분야의 타당성 조사, 기본설계를 포함하는 FEED와 전체 사업관리를 주도하는 PMC(project management consultancy) 수주에는 많은 제약조건을 가지고 있음
  - 플랜트엔지니어링 분야에서 향후 예상되는 난관을 극복하기 위해서는 국내 기업이 플랜트 산업 초기부터 확보해 온 상세설계, 기자재 조달 및 건설 관련 역량과 전문 인적 자원을 활용하여 프로젝트 초기 단계에서 수행되는 FEED 수주를 통한 종합적인 엔지니어링 기술의 경쟁력 강화가 요구됨
- ▶ 극한 지역에서의 플랜트 건설 수요가 증가함에 따라 필수적으로 극한 지역에 적합한 지반 조사 기법이 필요하며, 현재 단일 물리탐사 기법을 통해 지반 조사를 주로 진행함에 따라 결과 데이터의 신뢰성이 낮음 따라서 복합 물리탐사를 통한 데이터의 해상도 및 신뢰성 증대 필요함
- ▶ 북극권 지역 가스/오일 이송스테이션은 극한 환경조건 극복, 성능·안정성·가용도 확보, 무인 작동환경 구축을 위하여 강건한 스테이션 운영에 특화된 유틸리티 기술개발이 필요함
  - Gathering 스테이션 시스템 설계 및 제작기술은 국내에 전무하여 선진기술과의 격차해소를 위하여 연구력의 선택과 집중이 필요함
- ▶ 기존 오일·가스 upstream 전처리 효율성 증진, 북극지역 개발을 위한 onshore, offshore 플랜트, FPSO 및 FLNG의 전처리 장비 및 기술의 첨단화가 필요함
  - 현재는 3S separator, AGRU(Acid Gas Removal Unit), SRU(Sulfur Recovery Unit), 수처리, 유수분리기 등에서 통합설계에 대한 기술적 진전과 효율성 향상이 있었고, 최근 3S와 dew-point control을 통합한 모듈화 기술이 적용되고 있음
  - 해외 메이저 오일·가스 기업 onshore 및 offshore에 전처리 공정 통합 및 모듈화 비용절감을 위해 적용
- ▶ 기존 화학 처리제 중심의 수처리 기술 패러다임이 가격 경쟁력뿐만 아니라 기존 방식으로 처리하지 못했던 물질들을 걸러낼 수 있는 Membrane 방식의 기술 패러다임으로 전환됨에 따라 북극권 기후에 적용가능한 수처리 기술의 개발 및 도입은 기존 석유산업에서 어려움에 직면한 정부 및 국내 건설사에 새로운 돌파구를 마련할 것이라 판단됨
  - Membrane은 3가지 특징 Compact, Modular, PLC system으로 북극권 지역에 적용가능성이 높지만 IGF(Induced Gas Flotation)기술과 독자적인 동결방지 성능요건을 만족하는 시스템 구축 필요
  - Membrane 기술의 특징으로 여과망처리기술은 COD 90%, BOD 98%, 부유물제거 99%의 효율을 보이고 있으며, 비용절감, 용량의 유연성, 최소한의 유지보수 비용 등 Membrane의 효과적인 측면을 고려한 북극권용 수처리 기술 개발이 필요함

- ▶ 동결방지 시스템을 갖추고 고점성 슬러지 이송이 가능한 입자별 분리 효율 87% 이상의 유수 분리기 개발은 오일 운송의 효율성을 증대시킴으로써 관련 시장의 선발 기술과의 격차를 줄이고 세계시장에서 낮은 비중을 차지하는 국내 플랜트산업의 성장과 경쟁력 제고를 도모할 수 있음
- ▶ 비전통 자원·에너지의 탐사 및 개발, 동토지역 및 극지 등 upstream 전처리에 대한 기술수요가 증가하고 있으며, 세계적 수준의 북극권용 upstream 통합 설계 기술 및 역량을 확보를 위해서 현장 실증 실적이 매우 중요함
  - (테스트베드를 통한 실증) 북극권 이송스테이션을 위하여 개발된 요소기술들에 대한 검증을 위한 테스트베드 건설 및 통합 운영기술 개발 필요
  - 테스트베드 상세설계 및 시공을 통하여 건설과 개발기술의 검증·보완을 통한 통합설계 및 시공 기술, O&M 기술 확보가 요구됨

## 제5절 시장 진입방안

### 1. 시장 진입을 위한 EPC 기업의 접근 방안

#### ▶ 한국형 비즈니스 모델 수립

- 단기적으로 기술력을 보유한 기업 또는 자산에 대한 지분투자 및 인수합병 등을 통해 기술 및 운영 노하우를 습득하고, 장기적으로 독자적인 기술개발에 나서야 함
- 국내 기업이 경쟁력을 가지고 있거나 향후 성장 잠재력이 높은 비전통 자원개발을 둘러싼 전후방 산업을 충분히 활용하는 전략적인 접근 방식이 필요함

#### ▶ 자금 지원 확대

- 비전통 자원 관련 해외기업이나 자산의 M&A 자금 지원 확대가 필요함
- 국내기업이 일정 수준 이상의 기술력을 확보한 이후에는 직접출자 지원도 검토해 볼 필요가 있음

#### ▶ 지속적인 모니터링 체계 구축

- 북극지역 비전통자원의 높은 발전 잠재력에도 불구하고 개발과 관련한 환경과피 우려, 그에 따른 규제 강화 리스크 등 불확실성이 존재함
- 불확실성에 따른 사업 리스크를 낮추는 한편 사업기회 포착을 위해 지속적으로 북극지역 비전통 자원개발 동향을 모니터링하고, 변화하는 시장 환경에 따라 신속한 대응방안 마련이 요구됨

### 2. 시장진입 단기 전략

#### ▶ 북극권용 플랜트 건설은 초기에 국내 기업들의 경험이 부족하므로, 현지 한국인 EPC인력과 네트워크 구축이 필수적임

- 개념설계, 기본설계, 상세설계 등 설계 부문에 있어서는 북극권 플랜트 설계 경험과 노하우가 있는 현지 회사를 중심으로 관련 프로젝트를 통하여 습득한 경험을 활용함
- 공사의 경험과 기술을 최대한으로 활용하되, 북극권용 플랜트 운영과 관련된 세부적인 부분은 경험과 지식이 있는 현지 인력을 채용하여 현지 기술자문 등을 보완적으로 활용하여 추진함
- 북극권 플랜트 설계 및 건설 관련 기업으로부터 시설유지/보수 지원을 확보함

#### ▶ 북극권 플랜트 설계사업 추진 시 북극지역의 플랜트 설계 경험은 없으나 다른 유사설비 설계 경험이 많은 국내 기업들을 동참시킴으로써, 장기적으로 기술 자립이 가능하도록 유도하고 이를 통한 비용절감 효과를 제고함

- 건설부문에 있어서는 설계단계부터 동참한 국내기업과 기타 유사설비 건설 경험이 있는 국내기업 위주로 추진하고 두 번째 이후의 사업에 대해서는 국내 기업 위주의 설계 및 건설을 추진함

- 플랜트 건설 분야 동종기업들 간 업무협약 등을 체결하여 정보교류와 공동사업 추진으로 기술축적 및 사업 활성화의 시너지 효과를 극대화함
- 집하·처리·이송 시설과 관련하여 우리나라 엔지니어링 기업들은 캐나다에서 가격 경쟁력이 있을 것으로 판단되므로 사업정보 교류와 협력을 통해 우리나라 기업들 전체의 사업 참여 수 확대 및 캐나다 내 입지 강화를 모색함

### 3. 시장진입 장기 전략

- 캐나다 현지 기업과의 시설 공동 구축 및 활용, 국내 기업들의 생산 전과정에 필요한 기술 자립, 현지 기술연구 그룹 참여 등의 전략을 추진함
  - 캐나다 현지 기업과의 시설을 공동으로 구축하고 활용함으로써 비용 효율성을 증대함
  - 인근 소규모 기업들과의 협력을 통해 공동으로 시설을 구축하고 활용함으로써 생산의 부가가치 증대 및 비용효율성을 극대화함
  - 캐나다 현지 기술연구 그룹에 참여하여 북극권 플랜트 관련 기술연구 활동에 동참함
- 장기적으로 북극지역 현지 기업과의 협력 프로젝트 추진을 통해 추출 및 이송 시설을 포함한 생산 전과정에 필요한 오일·가스 플랜트 건설 기술의 자립을 추구함
  - 추출, 처리, 이송 시설 설계 및 건설 분야에서의 후속 프로젝트 추진이 필요함
  - 국내 엔지니어 기업들이 개질 공정 구축 사업에 진출하고 있어 이와 연계한 참여 확대가 필요함
  - 개질 공정 사업 추진을 통해 축적한 경험과 정보를 바탕으로 추출 및 이송 플랜트 선후공정 분야로 진출을 다각화하는 방안도 가능할 것으로 판단됨

### 4. 시장 진입방안 종합

- 기술 역량 향상을 통한 시장진출
  - 기술력은 북극권 플랜트 산업에서 필수적이면서 가장 강점이 될 수 있는 부분으로 한국 기업이 기술력을 빠르게 확보하여 동 산업 내에서의 시장 경쟁력을 확보해야함
  - 공법이나 시설물의 종류와 특성이 다양하므로 기업마다 나름의 특화된 건설공법을 개발하고 전략적 제휴나 수직 계열화에 의한 제작 업체를 확보(공급망 체계 확보)함으로써 특화된 시장 경쟁력을 확보해야함
- 단기적으로는 국책사업(북극지역, 동토기반, 파이프라인 등)을 통해 기술 검증 및 기술력을 확보하고 경험의 축적을 통해 해외 진출 및 대규모 사업 참여를 추진하여 위험요소를 최소화함
- 북극권 지역 오일·가스 이송플랜트 개발의 성공을 위해서는 향후 상류부문 투자대상의 확보 및 장기적 개발 투입 계획 수립이 필요함
- 플랜트 분야 전시회 활용

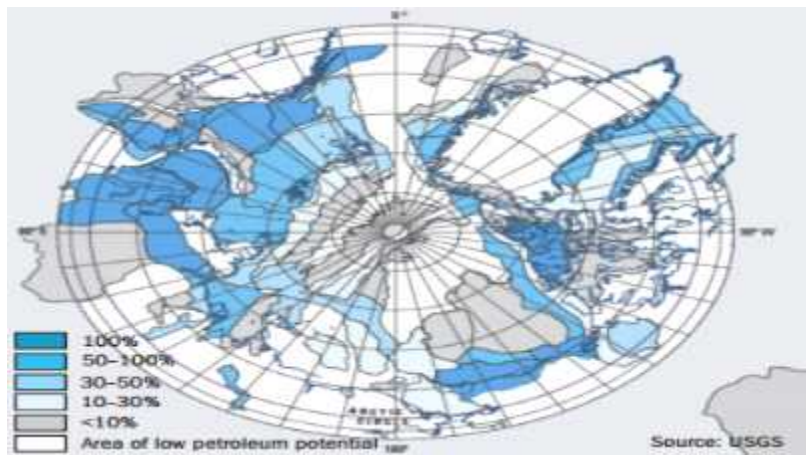
- 캐나다 내 플랜트 전문 박람회 참가/참관, 캐나다 관련기관과의 세미나 공동주최 등을 통해 업계 관계자 대상 인지도 제고 및 현지 동향을 지속적으로 파악해야 함



## 제6절 사업평가

### 1. 개발환경분석

- ▶ 현재 북극권역은 세계 석유의 약 10분의 1을 차지하고 노르웨이의 StatoilHydro가 운영하는 Snow White 해상 가스전을 제외하고는 전체 가스의 1/4을 차지합니다. 그러나 에너지 산업은 2008년 7월 미국 지질 조사국 (USGS)의 CARA (Columbia-Arctic Resource Assessment)가 발표된 후 북극해의 가능성을 개발하는 데 더 많은 관심을 보이고 있음. 이에 따라 기술적으로 복구 가능한 석유 및 가스 공급을 산정한 그 평가는 약 900 억 배럴의 석유, 1669 조 입방 피트의 천연 가스, 440 억 배럴의 천연 가스 액체가 발견 될 수 있다고 판단
- ▶ 북극권의 북쪽, 해양 지역에서 약 84 %를 차지함. 핵심 표본은 북극 분지가 한때 광대한 양의 유기 물질을 함유한 아열대 해역에 의해 덮여있어 형성에 거의 완벽한 환경을 제공했다는 것을 보여줌. 거대한 탄화수소 층 및 러시아의 북쪽 바다는 더 관리하기 쉬운 얼음 상태를 가지고 있고 그 지역의 추정 매장량을 감안할 때 전문가들은 북극의이 특정 구역이 가스 및 석유 검색을 위해 처음으로 개발 될 것으로 기대됨
- ▶ 북극해의 길고 뾰족한 대륙붕은 상업적으로 접근 할 수 있는 해상 석유 및 가스 매장량에 대한 높은 잠재력을 갖고 있음. 일부 분석가들은 알래스카 북극 해안에 있는 지역이 USGS 자료를 근거로 세계 석유 및 가스 매장량의 약 22 %가 북극에서 발견 될 것이라고 예상함



〈그림 18〉 Probability of Presence of Undiscovered Oil and Gas Fields

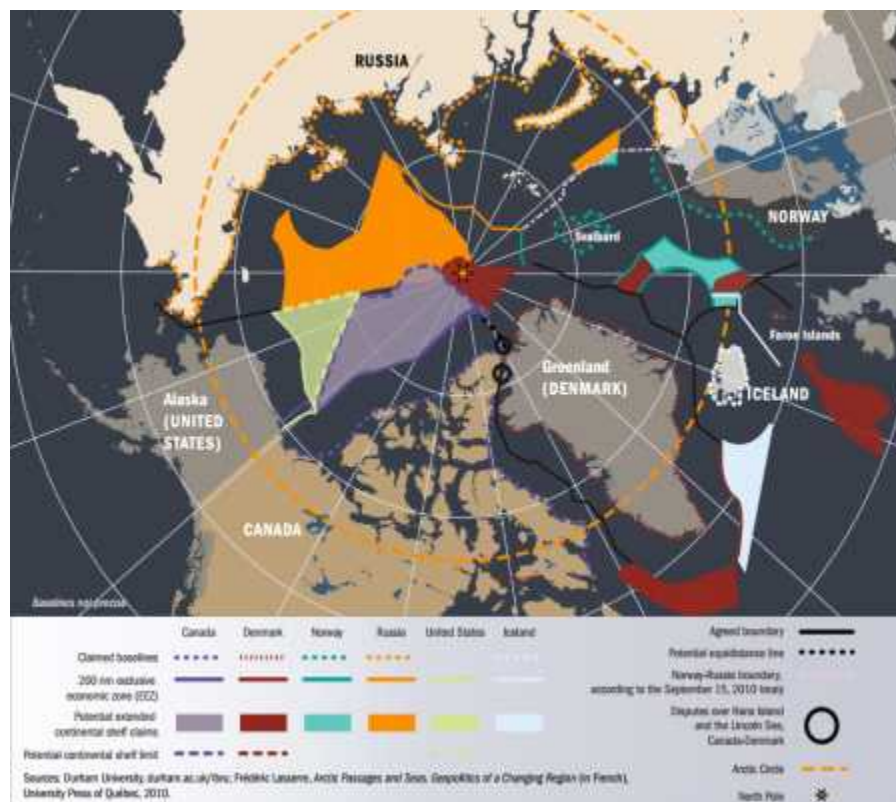
출처: The Institute for Foreign Policy Analysis (2012)

- ▶ 북극 알래스카, 아메리카 대륙 분지, 동 그린란드 리프트 Basins, East Barents Basins 및 West Greenland East 캐나다 부분. 또한, 70 % 이상 천연 가스는 단지 3 개의 주에 있다고 추정됨. 서쪽 시베리아 분지, 동쪽 바렌츠 분지 및 북극 알래스카 북쪽 경사면을 따라 러시아의 북극 탐사에 대한 강한 관심을 설명하며, 잠재적 석유 및 가스 매장량의 80 %가 시베리아 대륙붕에 있는 것으로 파악됨



<그림 19> Energy Resources in the Arctic

출처: The Institute for Foreign Policy Analysis (2012)

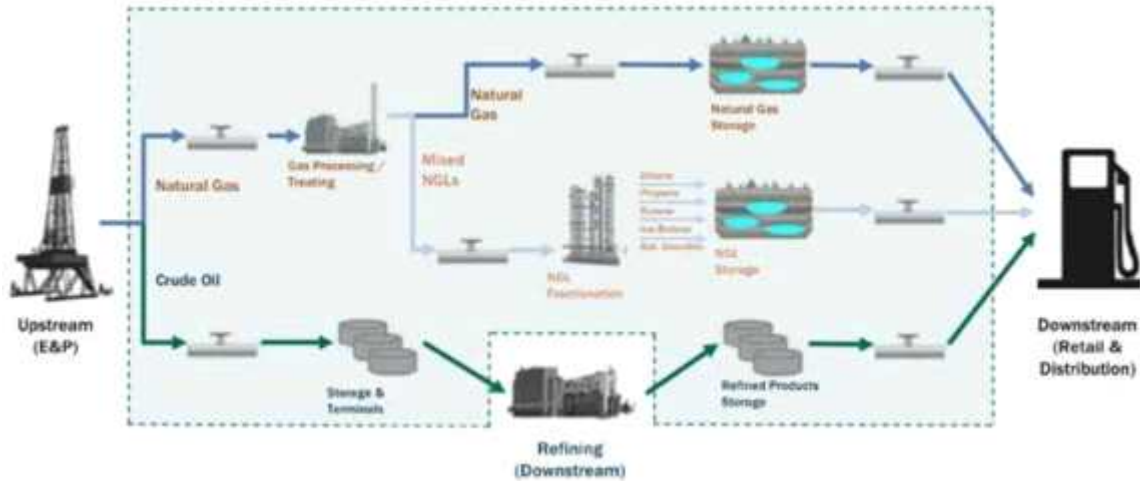


<그림 20> Negotiated, Claimed and Potential Borders in the Arctic

출처: Durham University, [durham.ac.uk/ibru](http://durham.ac.uk/ibru); Frédéric Lasserre, Arctic Passages and Seas, Geopolitics of a Changing Region (in French), University Press of Québec, 2010

## 2. 사업위험요인

- 3가지 표준 평가 접근법은 소득 접근법, 시장 접근법 및 자산 접근법이며, 일반적으로 석유 및 가스 산업에 종사하는 기업에 적용됨. 적절한 평가 방법을 선택하는 주요 요소는 해당 회사가 운영하는 가치 사슬 부문을 이해하는 것이며, 각 분야에 대해 주요 요소들을 고려해야 함



<그림 21> 오일 및 가스 플랜트 표준평가 접근법



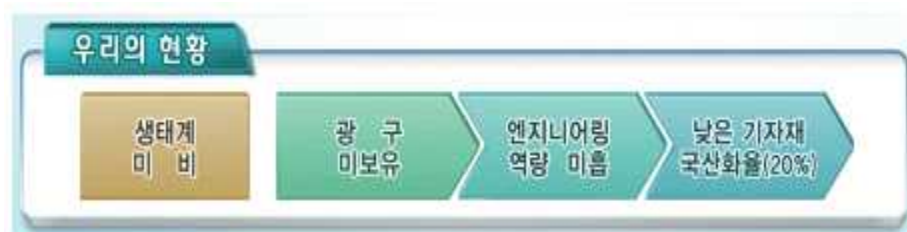
<그림 22> Major Shale Gas Plays

출처: Total website featuring EIA (2013)

- 본 보고서는 오일 및 가스 플랜트 사업을 운영하는 회사들이 직면한 운영 리스크 및 위험 요인에 대해 다루고 있음. 또한, 기업 수준의 작동위험요소를 경험할 수는 있지만, 주로 well, 파이프라인 및 플랜트의 작동환경에 어떤 영향을 미치는지에 초점을 맞춤
- 북극석유 및 가스 산업은 지리적으로 더 열악한 환경 조건에서 작동이 이루어 짐. 이에 따라 탄화수소를 추출하기위한 비 통상적인 공정 및 공동 협력 위험한 국제 탐사에 대한 대규모 Exploration & Production (E&P) 프로젝트가 일반적으로 행해짐. Exploration & Production

(E&P) 관계자와 함께 관리해야 하며 장비 효율 개선과 같은 생산적인 시간이 요구됨

- 하지만, 비용 효율적인 탄화수소 생산을 위해, 기업들은 점차 주요 자산 관련 데이터를 액세스하고 관리하는데 주력하고 있으며, 필드에서 정유소까지 전체 기업의 규모를 확장시키는 일에 전념하고 있어, 오일 및 가스 플랜트 산업의 안전 요인의 관리가 미흡한 실정임
- 결과적으로 프로젝트 포트폴리오는 다음과 같이 동적으로 관리되어야 하며, 프로젝트 목록을 지속적으로 수정할 수 있는 프로세스와 매개 변수를 기반으로 평가, 선택 및 우선순위가 지정되게끔 새 프로젝트 및 리그의 리스크 수준 등과 같은 기업의 고려사항 등을 우선순위 재 지정 및 리소스가 필요에 따라 가장 적절한 프로젝트에 할당되도록 해야 함
- 국내 기업의 해양플랜트 시장 매출은 지난해 257억 달러(조선3사 집계)를 수주해 249억 달러의 일반 상선 등 선박의 수주실적을 능가하고 있으며, 이에 따라 대형 조선소들은 향후 해양플랜트 수주에 보다 집중한다는 계획
- 선박공급 과잉, 유럽 발 재정위기, 전 세계적인 경기후퇴 우려 등으로 선박 발주량이 전년동기 대비 42% 수준에 그친 2012년 상반기에도 국내 업계에서는 FPSO(1척, 20억 달러) 및 LNG FSRU(1척, 2억 8,000만 달러)의 전 세계 발주 전망을 수주하였고 드릴십 7척(약 44억 달러, 전 세계 발주량 8척), LNG-FPSO 1척(7억 7,000만 달러, 전 세계 발주량 2척) 등을 수주하며 조선해양 분야의 글로벌 경쟁력 유지하며, 해양플랜트산업이 조선업계의 주력분야로 떠오르고 있다. 하지만 우리나라는 기본설계기술개발에 활용할 광구가 없어 독자 엔지니어링을 수행한 실적이 미비하고, 이에 따라 기자재 선정권한을 가진 FEED에서 배제되는 경우가 많아 기자재 국산화율 역시 20% 수준(Topside 기준)
- 국내 조선사들은 FPSO, 드릴십 등 해상플랫폼 건조에는 강점을 가지고 있지만, 고정식 플랫폼과 기존 유조선 등 개조하여 FPSO 등으로 활용하는 개조시장에서는 경쟁력을 확보하지 못하고 있다. 또한, 광구 활용의 어려움과 기술적 진입장벽으로 인해 시장규모가 가장 큰 심해저 및 이송라인 시장에는 아직 진출 모색 단계에 머물러 있어 적극적인 업계의 노력 및 정부 지원이 절실한 실정이다. 상선건조 시장에 이어 해양플랜트 시장에서도 중국 등 후발 경쟁국들의 추격이 거세지고 보유광구를 활용하여 자국 산업을 육성하는 전략을 추진하는 상황에서 정부의 정책적 역할이 어느 때보다 필요한 시점임



<그림 23> 한국해양플랜트산업의 구조적 현황 분석

### 3.사업관리요소

- ▶ 연구수행 단계는 2단계로 나누며, 1단계(1차, 2차 및 3차년도)에서는 요소기술 및 기반 구축, 2단계(4차 및 5차년도)에서는 개발기술의 검증 및 실증을 통해서 극한지 구성계통 Configuration 및 테스트베드 설계 독자기술을 확보
  - 해외 선진 기업들과의 기술 교류를 통하여 극한지 플랜트 테스트 베드 설계 기술의 전반적인 설계 기술을 파악하고 국내 기업간 기술 결합 및 협력을 통한 추가적인 고도화를 이루어 기술 개발 목표 도달 가능성 제시. 그리고 또한, 국내외 기업 및 산학등의 관련 업계 및 학계의 전문가를 적극적으로 활용하여 산학연 연계를 이루어 운영함
  - 지속적인 기술 확보 전략 수립 및 현장 데이터를 중심으로 한 재검증을 통하여 국내 기업에서는 각종 재해 등을 포함하는 시나리오를 반영한 시뮬레이션 기반의 설계를 구축하고 국외 필드 테스트 관련 업체 및 관리기관 협의체를 구성하는 등의 해외 기관의 적극적인 참여를 유도함으로써 국/내외적인 운영 및 적용으로 기술 개발
- ▶ 주관기관은 대규모 인프라 건설 및 운영 체계의 연구 경험이 풍부하고 효과적인 스테이션 설계 및 운영이 가능한 국책연구기관(혹은 공공기관)이 참여하고, 스테이션에 대한 시스템 구축 기반을 확보하여 첨단기술 기반의 사업화 역량을 갖춘 기업 주도의 산학연 공동연구 형태로 추진체계를 구축
- ▶ 국제 규격 및 타겟 시장에 적합한 시제품 개발 및 Track record 등 노하우 확보를 통해 단계적으로 국내외 상업화

### 4.타당성 평가 및 분석

- ▶ 시장 전망으로는 세계 에너지 수요가 상승(2035년까지 연평균 1.6%)하고 고유가가 지속됨에 따라 해양에너지원을 발굴·시추·생산하는 해양플랜트 시장은 '10년 1,400억 달러에서 '20년 3,200억 달러로 급성장할 것으로 전망으로 사업화 지원이 필요
- ▶ 경제성 확보로 최근 생산되는 해양유전의 평균 수심은 '00년 1,000m에서 '11년 2,300m로 깊어지고 있고 수심 3,000m 이상의 심해까지 개발이 활성화 될 것으로 보여, 심해용 해상플랫폼(FPSO, SPAR 등)과 심해저(Subsea) 설비가 시장성장을 주도할 것으로 전망되고 있다. 또 현재 가장 큰 비중을 차지하고 있는 파이프라인과 URF 등 이송설비 시장의 비중은 지속적으로 유지될 것으로 보여 이에 대한 진입전략도 필요한 실정임

(단위 : 백만원, %)

연도	2010년	2015년	2020년	2030년
구분				
해상플랫폼	372	547	749	1,056
심해(Subsea)	450	793	1,165	1,898

기타(URF 등)	630	963	1,361	2,085
-----------	-----	-----	-------	-------

자료: 지식경제부 해양플랜트 산업 발전 방안

〈표 13〉 해양플랜트 시장전망 구분(Douglas Westwood 등 2010, 억 불)

- 전후방 연계산업과 연계한 국내 플랜트산업의 안정적 발전토대 마련
  - 국내 플랜트산업이 차지하는 중요성에도 불구하고 핵심기술 및 전문인력 부족, 산업구조 취약, 정부의 체계적 육성정책 미흡 등으로 글로벌경쟁력은 취약한 상황임
- 국내 강점을 기반으로 수요 맞춤형 북극권 오일가스 이송 플랜트기술 고도화 추진
  - 북극권 오일가스 이송 플랜트 산업의 경쟁력 확보를 위해 既 개발되어 있는 기술 및 개발 중인 기술과 첨단 기술산업과의 융·복합 추진을 통해 성능향상

## 4.2 강점 · 위험요소

- 새로운 기술개발과 글로벌기업 육성 전략
  - 플랜트산업은 국가 주력산업의 고도화, 양질의 일자리 창출 및 신성장 동력을 선도하는 파급효과가 큰 산업임
  - 현재 플랜트 시장의 카르텔화 되어 있고 중국, 인도 등 신흥개발국과의 가격경쟁력을 고려할 때 기술적 우위는 물론 시장지배가 가능한 전천후 플랜트 스타기업 육성이 필요함
  - 국내·외 시장 점유율 확대를 위한 선도기술 개발 추진
  - 핵심 원천기술의 해외 의존도를 낮추기 위해 북극권 플랜트 시공장비, 실시간 진단·보수장비 등 전략기술을 발굴하고 실증능력을 갖추어 대외협상, 타깃시장 선도
- 국민생활과 밀접한 시설물 안전성 분야 등 틈새기술 확보
  - 국내의 높은 도시인구 비율(91%)로 인한 증가되는 민원발생 및 노후화 시설을 대응하기 위해 안전성 향상 및 서비스 기술을 확보
  - 개발 원천, 실용기술의 검증, 실증 확대를 통하여 경쟁, 협상 기술로 활용
- 국내 실증 가능 기술의 신뢰성, 인지도 제고
  - 국내 개발기술의 신뢰성 검증 차원에서 단계적인 테스트베드 구축을 추진하고, 실증현장을 활용하여 개발기술의 우수성 홍보 및 인지도 제고

## 4.3 약점 · 기회 전략

- 플랜트 산업은 국가 주력산업의 고도화가 가능하고, 양질의 일자리 창출과 성장동력으로써 역할이 가능하므로, 정부차원의 과감한 투자가 필요

- 소수의 업체와 주요 선진국이 기술, 경험 및 파이낸싱의 우위를 바탕으로 플랜트시장을 지배하고 있으며, 선진 업체들은 M&A를 통해 기술역량을 확보하고 있음
- 핵심분야에 대한 원천 및 응용 기술 개발을 지원, 라이선스 실증기술 확보
  - 국제적인 북극권 오일가스 이송 플랜트 관심 증대 및 수요 증가추세에 대응하기 위해 선제적인 북극권 오일가스 이송 플랜트 실증기술 개발 및 라이선스 확보를 통해 글로벌 시장 진출 기회를 확대함
- 국제시장에 진입가능한 전문기술을 보유한 인력 및 핵심기업 등 산업 생태계 조성
  - 북극권 오일가스 이송 플랜트 산업의 Value-chain별 정부-민간의 연계 및 제휴 촉진을 통한 협업 구조 강화, 공동연구 등을 추진하여 기술개발 전략을 수립
- 북극권 오일가스 이송 플랜트 글로벌 표준에 부합하는 기준, 인증체계 벤치마킹
  - 선도적인 북극권 오일가스 이송 플랜트 기술개발을 통해 글로벌 표준에 부합하는 기준 및 인증체계 구축 및 지원

#### 4.4 약점 · 위협 전략

- 독자적 신기술개발로 글로벌시장 선도 가능
  - 발주처가 선정한 원천기술을 적용하여 설계하는 LNG 플랜트의 경우, 소수의 EPC 업체가 Licensor와 독점적 사용계약을 체결하여 후발업체의 시장진입을 원천적으로 봉쇄하고 있음
  - 플랜트산업은 전형적인 High Risk High Return 산업으로, 후발주자는 독자 기술체계를 구축하여야 함
- 해외 선진기업과 전략적 제휴를 통한 공동기술개발 추진
  - 국외 선진국에서는 주요 시설물간의 영향력 평가 및 체계적 북극권 오일가스 이송 플랜트 기술개발 등 신규 시장 진출 동력을 위한 다양한 정책추진 및 기술개발 투자를 강화하고 있어 이에 대응할 수 있는 북극권 오일가스 이송 플랜트 협력기술 개발을 추진
- 선진기관 및 업체와 기술 및 인적 교류 확대
  - 기술 카르텔에 대응하고, 국내 개발기술의 해외진출을 위한 교두보 마련 차원에서 선진기관과 인적, 기술 교류를 적극 확대
- 개발기술의 실증 확대 및 국내외 홍보 강화
  - 국내 플랜트 산업 및 새로운 일자리 창출을 위한 R&D 투자확대 및 성과의 활용도 제고를 위해 현장실증 중심으로 국내외 홍보, 선순환구조 확립



# 제3장 국내 R&D 역량 분석

## 제1절 정부 투자 현황

### 1. 플랜트 분야 국가 R&D 투자 동향

- 정부는 플랜트 산업을 새로운 수출 동력산업으로 육성하고 플랜트 수출 강국 진입을 위해 중장기 플랜트 지원계획을 수립하고 기술개발을 위한 R&D 사업을 추진하고 있음
  - 해양수산부 R&D 사업의 2017년 예산은 5,935억원 정도 규모로 작년대비 200억원 증액되었으며 이는 정부 R&D 예산 수준의 약 3%에 해당됨
    - 극지 및 대양과학연구 관련 과제 규모는 약 180억원 수준임
  - 해마다 국토교통 R&D 투자 규모는 꾸준히 확대되며, 연평균 3.6%의 증가세를 보이고 있음. 플랜트와 관련된 R&D 사업의 대부분은 국토 교통부에서 주관하고 있으며 2017년 플랜트 연구사업 규모는 378억원 수준임
    - 플랜트 건설사업에 요구되는 핵심공정 개발, 기본설계 및 실증 기술개발에 초점을 두고 있음
  - 정부 플랜트와 관련된 R&D과제수준 검색(2011~2013년)을 수행해보면 그 규모 자체는 2011년 1,300억원 수준이었으나 2013년에는 1,100억원 수준으로 절감 추세에 있는 것으로 파악됨
    - 부처로서는 알려진 바와 같이 산업부와 국토부가 주된 역할을 담당하고 있음
- 플랜트R&D와 관련한 사업 및 과제를 검색하기 위해 기술 분야별 키워드를 도출함  
 최근 2011년부터 2013년까지의 기간을 기준으로 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 통해 사업 및 과제를 검색함

〈표 14〉 플랜트 관련 연구과제 정부지원 현황, 2011~2013년

(단위 : 백만원, %)

분류	2011년	2012년	2013년	연평균 증가율
총액	128,546	118,646	110,617	△7
국토부	43,187(33.6%)	39,364(33.2%)	25,601(23.1%)	△23
산업부	73,927(57.5%)	68,509(57.7%)	61,972(56.0%)	△8

자료: NTIS

- 연구참여 주체로서는 대기업 이외에 출연연, 대학, 중소기업 등 다양한 주체가 참여하는 것을 확인할 수 있음
- 국토부와 산업부 모두 대기업의 비율이 높지만 연도별로 감소하고 있으며 산업부의 경우 중소기업과 대학의 활발한 참여가 이루어지고 있음을 알 수 있음

〈표 15〉 플랜트 과제 연구수행주체별 정부연구비 비중; 2011~2013년

(단위 : %)

수행주체	국토부			산업부			3년 합계
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	
출연연	0.0	18.0	23.7	15.0	15.9	19.5	15.1
대학	42.5	9.2	10.4	7.3	12.5	28.8	18.1
대기업*	52.9	62.8	50.6	49.2	47.9	29.3	47.3
중소기업	1.0	8.9	8.7	26.2	20.5	18.3	16.3
기타	3.6	1.1	6.5	2.3	3.3	4.1	3.2

\* 중견기업 포함

- 연구개발 단계 기준으로는 시스템 엔지니어링 성격을 지니는 플랜트 분야의 특성상 개발 연구의 비율이 전체의 70%가 넘어 매우 높음

단, 국토부의 경우 개발 연구의 비율이 증가하고 있는 반면 산업부의 경우에는 개발연구의 비율이 줄어들고 있어 부처별 지원하는 연구개발 성격의 차별화가 진행중인 것으로 해석할 수 있음

〈표 16〉 플랜트 과제에서 개발 단계 과제의 비율; 2011~2013년

(단위 : %)

국토부			산업부			3년 합계
2011	2012	2013	2011	2012	2013	
54.4	79.2	86.9	83.5	74.3	57.0	72.0

- 2011년에서 2013년까지 3년간 국토부(국토교통부, 국토해양부, 해양수산부)와 산업부(지식경제부, 산업통상자원부)의 플랜트 R&D 과제의 참여주체별 HHI<sup>3)</sup>를 살펴보면 각각 1764와 650으로 도출됨
  - HHI가 1000 이하인 경우 집중도가 거의 없는 상태로 해석할 수 있으며 1800 이상은 과점 상태로 해석할 수 있음
  - 즉, 산업부의 R&D지원은 다수의 주체에게 자금이 흘러간 것으로 볼 수 있고 국토부의 R&D지원은 특정 주체의 활동이 두드러진 것으로 해석할 수 있음
- 플랜트연구사업은 국토부 사업으로써, 플랜트 건설사업에 요구되는 핵심공정 개발, 기본설계 및 실증 기술개발을 통해 국내적용은 물론 해외 플랜트 수주 경쟁력을 증대시키기 위해 2007년부터 추진된 사업임
  - 2014년까지 총 2,000억원이 넘는 정부자금이 투입되었으며 해수담수화플랜트, 가스플랜트 등이 대표적인 연구개발 대상이었음
- 플랜트엔지니어링 핵심기술개발사업은 산업부에서 2011년부터 추진해온 사업으로 기존의 Eco-Ener플랜트경쟁력강화사업(2009~)과 엔지니어링기술진흥사업(2010~)을 통합하여 추진해왔음
  - 고효율 하이브리드 담수화 공정기술이나 심해 드릴링 장비 등 다양한 연구과제를 대상으로 정부자

3) HHI(허핀달-허쉬만 지수): 시장 내에서 특정 주체가 갖는 집중도를 파악해 시장의 경쟁도를 평가하는 지수로서 HHI 값이 클수록 산업의 집중도가 높음. HHI 100~1,000은 '집중도가 거의 없는 시장', 1,000~1,800은 '경쟁적인 시장', 1,800~4,000은 '과점적 시장', 4,000 이상은 '독점적 시장'을 나타냄

금 지원이 이루어졌음

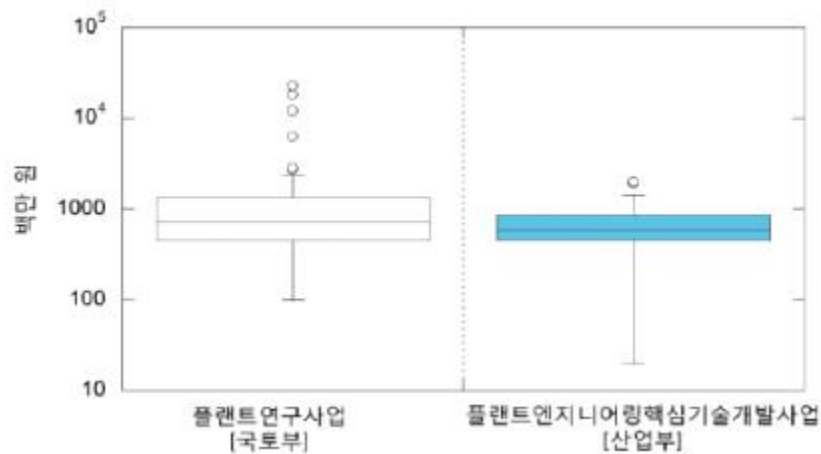
- 국토부와 산업부의 대표사업인 두 사업 모두 대기업 지원비중이 높아 대기업 비중을 축소하는 정부 정책기조에 의해 최근 3년간 연구개발 규모가 감소하였으나 최근 중소기업 지원이나 대학을 통한 원천기술개발 투자를 늘려가고 있음
- 복수부처가 플랜트를 이슈로 대형 R&D사업을 추진하다보니 부처간 역할분담에 대한 문제제기가 있어왔음

국토부와 산업부는 플랜트 분야의 효율적인 연구개발을 위해 2012년부터 실무부서 차원의 비상설 협의회를 구성•운영해왔음

논의를 통해 공정기술과 기자재 등 기반기술은 산업부가 담당하고 실증 및 시공기술 등 실용화 기술은 국토부가 담당하는 것으로 역할을 분담한 것으로 알려져 있음

국토부와 산업부의 플랜트 관련 연구개발에 있어 앞에서 살펴본 대표적인 사업을 비교함으로써 중복문제의 정도를 가늠할 수 있음

과제비용 규모 측면에서 비교해보면 국토부 플랜트 사업의 과제는 평균 18억 9300만원, 중앙값 7억 1200만원이며 산업부 플랜트엔지니어링핵심기술개발 사업의 과제는 평균 6억 7300만원, 중앙값 6억 원으로 t-test를 적용하면 규모 차이가 통계적으로 유의미함을 알 수 있음(그림 III 4] 참조)



〈그림 24〉 플랜트연구사업과 플랜트엔지니어링핵심기술개발사업 과제규모 비교

### ▶ 플랜트산업 관련 정부R&D사업

- 국토부는 LNG 플랜트 및 해수담수화(역삼투압 방식) 플랜트 분야의 사업을 진행하고 있으며 친환경 에너지 플랜트 분야의 사업을 계획하고 있고, 산업부에서는 최근 친환경 에너지 플랜트 부분을 중심으로 사업들을 추진하고 있음

〈표 17〉 플랜트 관련 정부R&D사업

관련 부처	관련 사업명	담당 플랜트 기술 분야	비고 (예산)
국토해양부	플랜트기술 고도화사업	• 천연가스 액화 플랜트 및 해수담수화 (역삼투) 플랜트 핵심공정, 기본설계, 실증 플랜트 건설 및 기자재 개발	332.5억원 (10년)
지식경제부	Eco-Ener플랜트 경쟁력확보사업	• 미래유망 친환경 고효율 에너지 플랜트 원천기술, 기자재 개발 및 인증기반 구축 • 해수담수화(정삼투) 플랜트, 이산화탄소액화 플랜트, GTH 플랜트, 수소액화 플랜트	55억원 (10년)
지식경제부	신재생에너지 기술개발사업	• 석탄가스화복합발전(IGCC) 플랜트 가스화 공정 종합설계 및 테스트 베드 구축	43억원 (09년)
지식경제부	에너지자원기술 개발지원사업	• NGH 저장·운송 및 이용기술 • BTL 합성원유생산·이용기술 • 목질계 바이오매스 연료화 기술	12억(08년) 4억(08년) 2.8억(08년)
환경부	차세대핵심환경 기술개발사업	• PET재생플랜트 등의 폐기물 활용 소규모 실증 플랜트 개발	연 10억이내

\*IGCC: (Integrated Gasification Combined Cycle), NGH: (Natural Gas Hydrate), PET: (Polyethylene Terephthalate)

➤ 이러한 시책 중 ‘석유가스 플랜트’ 분야의 지원정책 및 R&D사업을 살펴보면 다음과 같

- 2007년에 수립된 ‘해외 플랜트 수주동향 및 지원시책’에서는 가스압축기, 가스터빈 등의 플랜트 기자재는 차후 개발 대상 품목 중의 하나로 선정해 기술개발을 추진하였음  
이에 LNG, GTL 등을 전략적 기술개발 분야로 선정하고 중장기 R&D 지원계획을 수립하였음
- 2009년에 수립된 ‘플랜트 수주 확대 및 경쟁력 제고 방안’에서는 가스액화 및 합성 공정기술, FLNG 등 플랜트 등 가스 플랜트를 중심으로 기본 설계 기술 개발을 중점 지원 기술로 선정하고 중장기적인 확보지원을 계획하였음
- 2010년 수립된 ‘엔지니어링 산업 발전 방향’에서는 LNG 플랜트 분야에서 5mtpa급 모델 설계 기술을 확보하는 한편 액화 공정에 관한 원천기술을 토대로 라이선스를 구축해 냉매 압축기나 열교환기 등의 테스트베드 실증 추진을 제시하였음

〈표 18〉 석유 가스 플랜트

해외플랜트 수주동향 및 지원시책(2007)	플랜트 수출확대 및 경쟁력 제고방안(2009)	엔지니어링 산업 발전방안(2010)	엔지니어링산업 진흥기본계획(2012)
-전략적인 플랜트 - 수주지원 활동전개 -글로벌 플랜트 정보 및 네트워크 구축	-수주확대를 위한 -금융지원 강화 -수주마케팅 및 해외 진출 지원 강화	-핵심-원천 기술 자립화 -경험축적 및 수행 실적(Track Record) 확	-엔지니어링 원천기술 확보 -수행 실적(Track Record) 확보 -기술경쟁력 확보여건 조성 -선진형 인력양성 체제 구축

해외플랜트 수주동향 및 지원시책(2007)	플랜트 수출확대 및 경쟁력 제고방안(2009)	엔지니어링 산업 발전방안(2010)	엔지니어링산업 진흥기본계획(2012)
<ul style="list-style-type: none"> <li>-플랜트 기술개발 본격 추진</li> <li>-플랜트 인력 및 금융 공급 원활화 도모</li> <li>-중소플랜트 기자재의 수출 촉진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-외화 가득를 제고 노력</li> <li>-전략적 R&amp;D 추진</li> <li>기술기반 확충 및 상용화 촉진</li> <li>-전문 인력 양성 및 현장공급 확대</li> <li>-제도적 인프라 완비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>보</li> <li>-전문대학원 등 인력 양성 기반 확충</li> <li>-해외시장 진출지원 강화</li> <li>-중소업체간 협업 활성화</li> <li>-기업친화적 시장환경 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-시장수요와 연계한 인력양성</li> <li>-해외진출 맞춤형 지원 강화</li> <li>-프로젝트 파이낸싱 지원체계 구축</li> <li>-해외진출 기반 확충</li> <li>-기업중심의 법제도-통계 개선</li> <li>-정보집적과 one-stop 서비스 강화</li> <li>-엔지니어링 복합단지 조성</li> </ul>

- 이러한 지원대책 수립을 근거로 산업부와 국토부가 중심이 되어 실제 플랜트 연구개발 사업을 기존 과제단위가 아닌 사업단위 수준으로 추진하고 있음
- 산업부의 ‘플랜트 엔지니어링 원천기술 개발사업’은 2011년부터 Eco-Ener 플랜트 경쟁력 확보사업(2009)과 엔지니어링 기술 진흥사업(2010)을 통합하여 추진되고 있는 사업인데 동 사업은 플랜트 및 엔지니어링 분야의 핵심·원천기술 및 기자재 개발을 통한 기술 경쟁력 강화 및 주력산업의 국제 경쟁력 기반 확보를 목적으로 추진되고 있음
- 산업부의 ‘미래산업 선도기술 개발사업’은 미래 우리나라의 성장동력으로 새로운 산업을 창출하고, 산업적 파급효과가 큰 핵심기술을 개발하고자 2012년부터 추진된 총 사업비 7,300억원 규모로 추진하고 있는 대형 신규사업임

주요 개발내용은 크게 지능형 심해 Oil & Gas 플랜트 엔지니어링 기술, 해저 생산처리 시스템, 친환경 부유식 해상설비(Topside) 시스템, 심해 Oil & Gas 플랜트 설치기술 개발로 구성되어 있음

- 국토부가 주관하고 있는 ‘플랜트 기술고도화 사업’은 플랜트 건설사업에 요구되는 핵심공정 개발, 기본설계 및 실증을 통해 국내적용은 물론 해외 플랜트 수주 경쟁력 증대를 목적으로 하고 있음

주요 추진분야로 신 공정 플랜트 분야, 자원화 플랜트 분야, 플랜트 엔지니어링 분야가 있는데 신 공정 플랜트 분야로는 LNG-FPSO에 대한 기술개발, 자원화 플랜트 분야로는 비전통 에너지 개발기술인 오일샌트 플랜트 모듈화 기술 그리고 플랜트 엔지니어링 분야는 제품수명주기관리(Production Life-cycle Management, PLM) 기반 모듈화 설계기술이 포함되어 있음

➤ (평가 및 미흡한 점) 핵심 원천기술에 대한 장기적 R&D 투자 전략이 미흡하며 부처 간 소통 및 역할 조정을 통한 차별화에 한계가 있음

- (민간 기술 성숙분야 역할 차별화 부족) 민간 역량이 높은 분야에 대해서는 민간R&D는 제품 개발에, 정부R&D는 핵심 기술역량 확보에 집중해야 하나 차별화된 기술자립화 전략이 미흡함
- 플랜트 등 핵심기술 역량이 취약한 상태에서 정부 R&D투자는 응용 및 개발 연구에 치중하고 있음

※ 플랜트분야 응용 및 개발 연구 비중은 75.6%임

- (부처, 지역간 연계 및 차별화 미흡) 부처 간 시너지 효과 창출, 정부·지역 간 연구개발 및 기반구

축 분야의 유사중복 투자 방지를 위한 조정이 미흡함

▶ (투자 전망) 정부는 범용전통대기업 확보기술 등 민간영역 활성화분야보다는 미래산업 대비 첨단기술 및 핵심원천기술공통 기반기술 연구에 투자를 강화하고, 주력산업의 고부가가치화 및 제조업 스마트화에 집중적으로 투자하고자 함

- 플랜트 시스템의 신뢰성, 안전성 확보의 핵심요소인 개념·기본설계 (FEED) 등 고부가가치 원천기술에 선택과 집중 지원 강화함

▶ (기술 수요) 기존 산업의 패러다임을 넘어 개인 편의성 증진, 친환경성 강화, 안전규제 등에 적극적으로 대응하기 위해 연관 산업간 융합이 필요하며, 사물인터넷, 클라우드 등의 발전에 따라 실시간 통합제어 등 시공간을 극복할 것으로 예상되며 이를 지원하는 플랫폼 기술이 각광받을 것임

- 특히 자원개발 플랜트분야는 극한 환경에서 유가스 개발을 위한 현장 적응형 고효율장치 수요가 증가될 것임

국제기구, 연안국의 해양환경 및 안전규제 강화 추세에 따라 친환경 선박시스템 및 기자재에 대한 연구기술개발 투자가 강화될 전망됨

플랜트 시스템의 신뢰성, 안전성에 관한 기준이 강화될 것임

## 2. 북극권 이송스테이션 건설플랜트 관련 R&D 투자 동향

▶ 국내에서는 북극권 자원이송망 설계 및 시공 경험이 거의 없는 상황이며 관련기술 개발에 대한 투자가 미미함

- 한편, 시베리아 에너지 개발과 관련하여 정부는 1996년부터 시베리아 가스와 석유 도입을 위해 적극적으로 러시아와 협상을 벌여왔음

1999년에는 김대중 대통령이 러시아를 방문하여 이르쿠츠크 가스전 개발 사업을 한-러-중 3자 구도로 추진하기로 합의하였음

2004년 노무현 대통령이 다시 러시아를 방문, 정상회담을 통해 한-러 양국간 가스분야 협정을 맺기로 하는 등 시베리아 에너지 도입을 위해 매우 구체적이고 가시적인 계획을 추진하였음

- 또한 정부는 2006년 7월 착수, 2008년 완공된 동 시베리아 송유관 제 1단계 공사(타이셰트-스코볼디노 구간 2,269 km)에 송유관 조사위원회를 구성하여 건설자금조달 참여와 강관·후판 등 송유관 건설자재의 수출, 석유 선적항 건설 및 송유관 지선공사에 적극적으로 참여하였음

이러한 정부의 노력으로 2015년부터 30년간 러시아로부터 750만톤의 천연가스를 공급받기로 합의된 상황임

▶ 국토교통부의 북극권 이송스테이션 건설플랜트와 관련하여 최근 2012년부터 2015년까지의 기간을 기준으로 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 통해 사업 및 과제를 검색하였음

- 오일샌드, 파이프라인, 동토 기반 R&D 투자 추이를 살펴본 결과, 오일샌드 분야를 제외한 파이프

라인과 동토 기반 분야는 감소하는 추세임

〈표 19〉 국토교통부 R&D 투자 동향, 2012~2015년

(단위 : 백만원, %)

분야	2012년	2013년	2014년	2015년	연평균 증가율
오일샌드	95	-	1,532	2,320	△190
파이프라인	-	630	1,063	824	△14
동토 기반	-	160	152	126	▼11

자료: NTIS

- 2011년도 “과학기술기본계획”에 따르면 7대 집중육성 R&D 분야에서 “국가주도기술 핵심역량 확보” 분야는 투자규모가 가장 크며, 본 연구와 연계성이 높은 건설기술혁신사업과 북극권 에너지 및 자원이용 기술 개발이 포함되어 있으며 2011년 개최된 G20 정상회의에서 한·러 양국 정상회담을 통한 러시아 유·가스전 및 광물자원 개발협력 강화와 천연가스 한국공급에 따른 장거리 자원이송에 대한 필요성이 증대됨
- 정부는 러시아 정부와 에너지 협력 사업에 적극적으로 참여하여 북극권 자원 시장진출을 위한 기반은 마련되었으나, 북극권 자원이송망 건설 기술수준은 미흡한 상황으로 시장진출을 위한 기술개발이 시급히 이루어져야 할 것으로 보임

  - 정부는 1996년부터 시베리아 가스와 석유 도입을 위해 적극적으로 러시아와 협상을 벌여왔으며, 2006년 7월에는 동시베리아 송유관 공사를 위해 건설자금조달, 송유관 건설자재 수출, 석유 선적항 건설 및 송유관 지선공사에 적극 참여하였음
  - 이러한 정부의 노력으로 2015년부터 30년간 러시아로부터 750만톤의 천연가스를 공급받기로 합의된 상황임
- 향후 국제적으로 북극권 에너지 개발 사업이 활발히 진행될 것으로 예상됨에 따라 국내 건설회사가 자원이송망, 부대시설, 공공시설물 등의 공사를 수주할 수 있는 기술력을 시급히 확보하여야 할 것으로 보임

  - Alaska Pipeline Project와 같이 북극권 자원활용을 위한 프로젝트가 현재 진행되고 있을 뿐만 아니라 EU에서는 에너지 자원 확보를 위한 다양한 이송망 구축 계획을 수립하고 있음
  - 이상의 프로젝트에 대응하기 위해 향후 5년 이내에 관련 기술을 구축하여야 하며, 특히 북극권용 자원이송망 설계 및 시공자동화 기술은 국내에 전무하여 선진 기술과의 격차를 해소하기 위해서는 연구력의 집중과 3~4년 이상의 시간이 소요되므로 시급한 연구과제 추진이 필요함



## 제2절 국내 관련 기술역량 분석

### 1. 특허동향 조사

#### 1.1 분석 배경 및 목적

- 본 분석은 북극권 이송스테이션 플랜트기술분야에 대한 현재 기술수준, 기술개발동향 등 사전 특허·기술 동향을 파악함으로써 R&D 방향성 검토할 수 있도록 하는데 있음

#### 1.2 분석 범위

- 본 분석에서는 1973년 01월부터 2015년 12월까지 출원공개 또는 출원등록된 한국, 일본, 유럽, 중국 특허를 분석 대상으로 하였으며, 특허정보 DB는 (주)웍스의 WIPS를 사용함

〈표 20〉 특허검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국가	검색 DB	검색구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국특허 (KIPO)	WIPS	1973.01~ 2015.12	특허공개 및 등록 전체문헌
	미국특허 (USTPO)	WIPS		
	일본특허 (JPO)	WIPS		
	유럽특허 (EPO)	WIPS		
	중국특허 (SIPO)	WIPS		

#### 1.3 검색식

〈표 21〉 기술분류체계에 따른 검색식 및 검색건수

기술분류	검색식	검색건수				
		한국 KIPO	미국 USPT O	일본 JPO	유럽 EPO	합계
Project management	TAC=((project* or 프로젝트* or 설계* or 계획* or design* or 운전* or test* or 보수* or repair* or plan* or 플래닝* or 기획* or (실행 n/1 가능) or 실행가능* or feasibilit*) AND ((risk n/1 management) or 리스크관리* or 위험관리* or 위기관리* or ((리스크 or 위기 or 위험) n/1 관리) or (life n/1 cycle) or 라이프사이클 n/1 코스트) or (생애주기 n/1 비용) or (supply n/1 chain) or 공급망관리* or (공급 n/1 (체인 or 사슬)) or (공급망 n/1 관리) or scenario* or 시나리오* or (project n/1 cost) or (cost n/1 variance) or 원가차액보 고* or (가상 n/1 (플랜트 or 발전소)) or (virtual n/1 plant) or mapping* or 매핑* or 맵핑* or (virtual n/1 reality) or (가상 n/1 현실) or (augmented n/1 reality) or (증강 n/1 현실) or (virtual n/1 environment) or (construction n/1 progress) or (건설 n/1 진도) or ((4D or 4차원) n/1 CAD) or (4D n/1 카드) or (4차원 n/1 건설공사) or 영상처리* or (영상 n/1 처리) or	23	575	11	112	721

기술분류	검색식	검색건수				
		한국 KIPO	미국 USPT O	일본 JPO	유럽 EPO	합계
	(image n/1 processing) or (material n/1 recognition) or (building n/1 information) or 빌딩정보모델링* or 건축정보모델링* or 건물정보모델링* or (몰입형 n/1 인터페이스) or (immersive n/1 interface) or simulator* or 시뮬레이터* or emulator* or 에뮬레이터*) AND (극한* or 동토* or 해저* or 격오지* or (eternal n/1 frost) or permafrost* or 극지* or 저온해역* or (저온 n/1 해역) or (cold n/1 region) or arctic* or 북극* or extrem* or 언훈* or 북극* or siberia* or 시베리아* or tundra* or 툰드라))					
Process configuration	TAC=(((process* n/1 configurat*) or (process* n/1 flow) or (공정도*) or (작업도*) or (공정* n/1 순서*) or (작업* n/1 순서*) or (공정순서*) or (작업순서*) or (공정배치*) or (공정배열*) or (공정구성*) or (프로세스구성*) or (프로세스배치*) or (프로세스배열*) or (작업배치*) or (작업배열*) or (작업구성*) or (공정 n/1 배치*) or (공정 n/1 배열*) (공정 n/1 구성) or (프로세스 n/1 배치*) or (프로세스 n/1 구성*) or (프로세스 n/1 배열*)) AND ((극한*) or (동토*) or (해저*) or (격오지*) or (eternal n/1 frost) or (permafrost*) or (극지*) or (저온해역*) or (저온 n/1 해역) or (cold n/1 region) or (arctic*) or (북극*) or (extrem*) or (언훈*) or (북극*) or (siberia*) or (시베리아*) or (tundra*) or (툰드라)))	1,434	70	3,732	28	5,264
Code & Standard	TAC=(((Test n/1 method) or 인증법* or 검사법* or 시험법* or 검사방법* or (검사 n/1 방법) or (code n/1 standard) or (규정 n/1 표준) or (test n/1 certification) or 인증테스트* or (테스트 w/1 인증)) AND (극한* or 동토* or 해저* or 격오지* or (eternal n/1 frost) or permafrost* or 극지* or 저온해역* or (저온 n/1 해역) or (cold n/1 region) or arctic* or 북극* or extrem* or 언훈* or 북극* or siberia* or 시베리아* or tundra* or 툰드라)))	23	245	53	62	383

## 1.4 특허동향 분석 결과

### 1) Project management 분야

#### 가) 특허출원동향

##### ▶ 국가별 특허동향

- Project management 관련 기술의 연도별 세계(한국, 미국, 일본, 유럽, 중국 등) 특허 출원 건수의 추세 및 증가율을 살펴보면, 1995년부터 2015년까지 연간 10~90건 수준의 특허 출원을 유지하고 있음

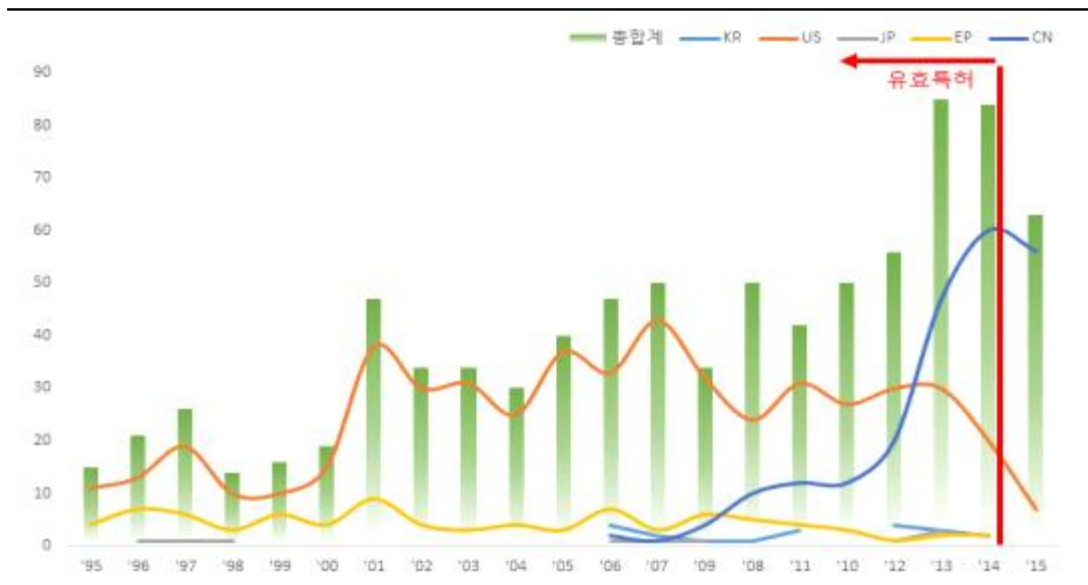
본 기술에 있어 특허 출원 건수가 가장 높은 국가는 미국으로 약 20년간('95년~'15년) 516건이 출원 되었으며, 중국 224건, 유럽 86건, 한국 21건, 일본 10건 순으로 나타남

〈표 22〉 연도별 공개 및 등록 특허 추이('95~'15)

(단위 : 건)

국가	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	총합계
한국	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	2	1	1	0	3	4	3	2	0	21
미국	11	13	19	10	10	15	38	30	31	25	37	33	43	24	32	27	31	30	30	20	7	516
일본	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	3	0	0	10
유럽	4	7	6	3	6	4	9	4	3	4	3	7	3	5	6	3	4	1	2	2	0	86
중국	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	10	12	12	20	47	60	56	224
합계	15	21	26	14	16	19	47	34	34	30	40	47	50	34	50	42	50	56	85	84	63	857

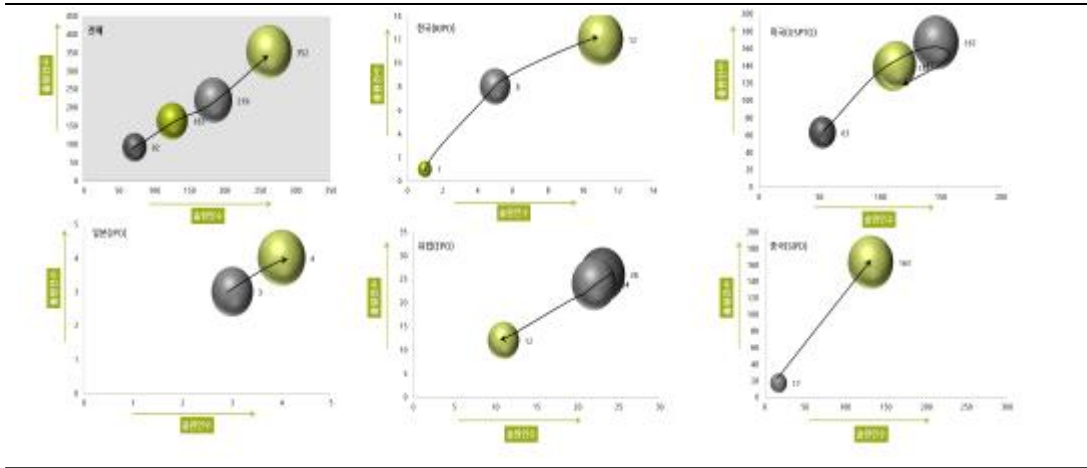
- 한국의 Project management 관련 특허출원은 2000년대 중반부터 출원이 시작된 것으로 나타나며, 출원이 시작된 이후 지속적인 특허 출원이 진행되고 있는 것으로 타나남
- 일본의 경우, 96년도에 처음 특허 출원이 시작되었으며, 2013년도까지 간헐적으로 특허출원이 진행되고 있는 것으로 타나남
- 미국의 경우, 가장 많은 특허 출원을 하였으며, 지속적으로 10건~40건의 특허를 매년 출원하고 있는 것으로 나타남
- 유럽의 경우, 미국과 마찬가지로 매년 특허 출원이 진행되고 있으나, 미국보다 특허건수가 적은 것으로 나타남
- 중국의 경우, 2006년에 처음 특허 출원이 시작되었으나, 최근 가장 많은 특허 출원을 진행하고 있는 것으로 나타남



〈그림 25〉 Project management분야 특허출원 동향

▶ 포트폴리오 기술주기 동향분석

- 미국, 일본, 한국, 유럽 및 중국 특허청의 특허 데이터를 바탕으로 포트폴리오 기술주기 분석



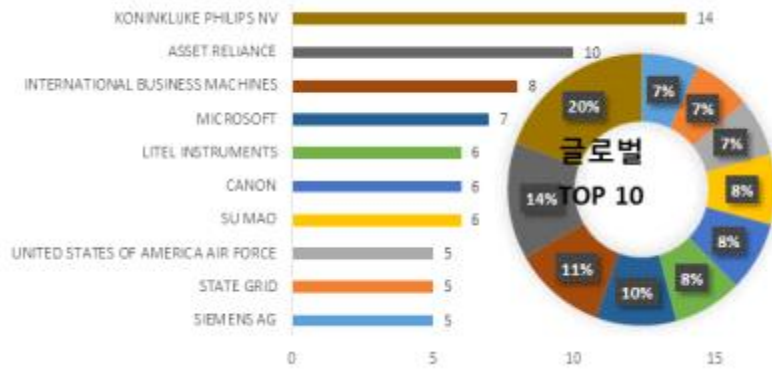
〈그림 26〉 Project management 분야 기술주기

- 분석구간 : 출원인 기준 1995년~2015년(1구간 : '95~'99, 2구간 : '00~'04, 3구간 : '05~'09, 4구간 : '10~'15)
- 연도를 구간별로 구분하고 각 구간별 출원 건수의 변동 현황과 출원인 수의 변동 현황의 상관관계를 이용하여 거시적인 관점에서 현재의 발전 정도를 국가별로 분석한 결과는 〈그림 III-49〉에 나타난 바와 같음<sup>4)</sup>
  - 출원건수는 기술개발의 활동정도를 나타내고, 출원인수의 증가는 시장의 신규 진입자 증가를 의미함
- 특허 건수와 출원인 수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 살펴보는 포트폴리오 기본 모델에서 'Project management' 분야의 경우, 한국은 1구간부터 4구간까지 출원인 수 및 출원 건수가 증가하고 있어 현재 발전기 단계에 있는 것으로 나타남

4) 본 그래프는 특허출원건수와 출원인수간 상관관계를 통해 기술의 발전, 성숙 및 퇴조단계를 한눈에 파악할 수 있는 기술주기가 포트폴리오임

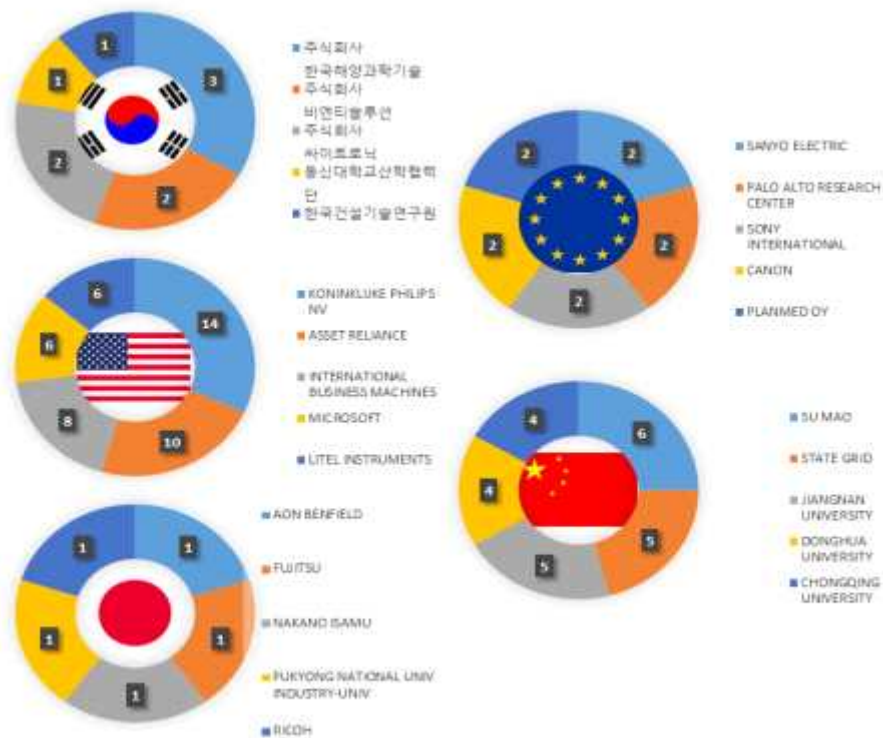
- 발전기 : 특허와 특허출원인이 빠른 증가를 보이며, R&D의 급격한 증가가 이루어지며, 경쟁이 격화되고 있음을 의미함.
- 성숙기 : 특허 수의 정체 및 특허출원인이 정체 또는 감소하는 시기로 지속적인 연구개발이 이루어지나 일부 업체의 도태가 이루어지고 있음을 의미함
- 퇴조기 : 특허 수는 감소하고, 특허출원인은 정체 또는 감소하는 시기로 대체기술이 출현하고, 기술발전의 불연속점이 발생하고 있음을 의미함
- 부활기 : 특허와 출원인의 수가 증가추세로 재 전환되는 시기로, 기술의 유용성이 재발견되며, 대체기술이 쇠퇴하고 있음을 의미함

➤ 주요 출원인 분석



〈그림 27〉 Project management 분야 주요출원인\_글로벌

- 각국의 특허 출원(공개 및 등록)현황을 토대로 분석한 글로벌(한국, 미국, 일본, 유럽, 중국) 주요 출원인 분석결과, 상위 출원인 TOP10 내에서 네덜란드의 KONINKLUKE PHILIPS NV가 20%(14건)의 점유율 및 출원건수로 가장 두드러진 활동을 한 것으로 나타남
- 한국 국적의 출원인은 상위 TOP10에 나타나지 않았으며, 각 국의 주요 상위 출원인의 출원 현황은 다음과 같음



〈그림 28〉 Project management 분야 주요출원인\_주요국

## 나) 특허경쟁력 분석

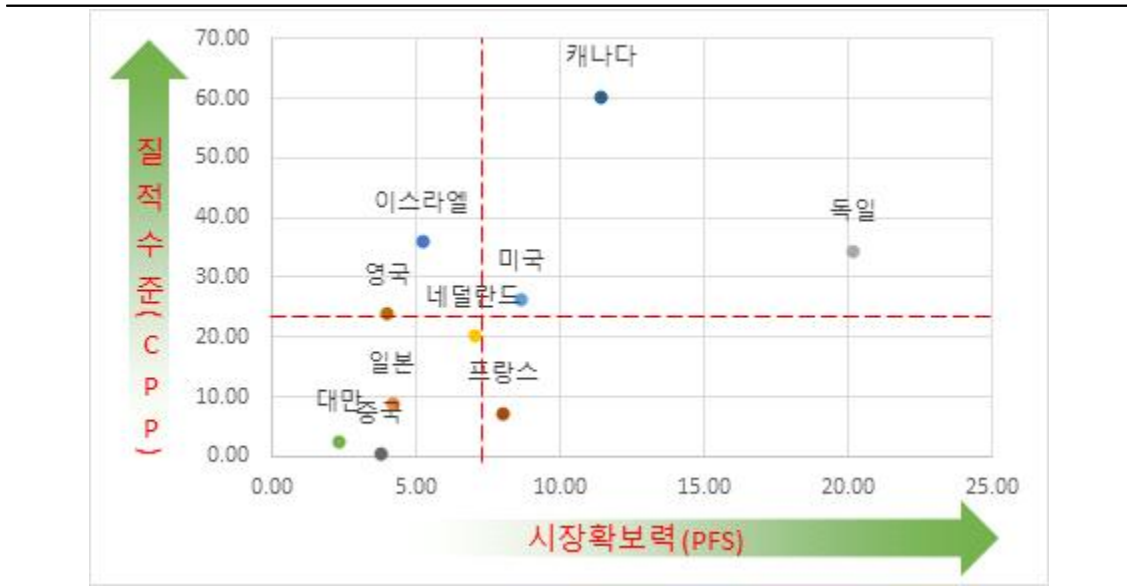
### ▶ 주요 국가별 기술경쟁력 분석

- 미국 등록특허를 대상으로 기술경쟁력 분석에 있어서 국가별 비교를 수행하기 위해 본 특허의 미국등록 특허건수를 고려하여 상위 10개 국가를 선정하여 분석대상으로 함  
 ‘Project management’ 관련 기술에 대한 분석 대상 국가는 미국, 일본, 독일, 네덜란드, 이스라엘 등이며, 이를 대상으로 PFS(시장확보지수), CPP(피인용도지수) TS지수, 기술독점도 지수(허핀달지수) 등을 분석함
- 기술 경쟁력 분석을 위하여 미국 등록특허를 통하여 제공되는 등록 특허 건수, 패밀리 특허 건수, 피인용 횟수 등을 활용하여 분석을 실시

〈표 23〉 주요 국가별 기술경쟁력 분석 결과

국가명	등록 특허 건수	family 특허 건수	피인용 횟수	시장확보 지수(PFS)		피인용도 지수(CPP)	
				지수(PFS)	순위	지수(CPP)	순위
미국	154	1329	4058	8.63	3	26.35	4
일본	29	121	262	4.17	7	9.03	7
독일	13	262	449	20.15	1	34.54	3
네덜란드	11	77	223	7.00	5	20.27	6
이스라엘	9	47	325	5.22	6	36.11	2
대만	9	21	25	2.33	10	2.78	9
캐나다	7	80	423	11.43	2	60.43	1
프랑스	5	40	37	8.00	4	7.40	8
중국	4	15	3	3.75	9	0.75	10
영국	3	12	72	4.00	8	24.00	5

- ‘Project management’ 관련 기술의 시장확보지수(PFS)는 독일, 캐나다, 미국 순이었으며, 피인용지수(CPP)는 캐나다, 아일랜드, 독일 순으로 분석됨
- 기술의 피인용도지수(CPP)와 시장확보지수(PFS) 모두 평균보다 높은 국가는 미국, 캐나다, 독일로 나타났으며, 이들 국가는 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있음
- 한국의 경우, 피인용도지수(CPP)와 시장확보지수(PFS)를 고려한 결과 상위 TOP10에 나타나지 않으며, 일본, 중국의 경우 모두 평균보다 낮은 것으로 나타남



〈그림 29〉 Project management 분야 기술경쟁력 포트폴리오

- ‘Project management’ 관련 기술 분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 한국이 0.90로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단됨

기술독점도(허핀달지수)가 낮다는 사실은 기술의 시장 진입 장벽이 낮음을 의미하며, 현재 ‘Project management’ 분야의 기술은 글로벌 대기업에 의한 기술독점력이 그다지 크지 않음을 알려줌

〈표 24〉 국가별 기술독점도 분석 결과

구분	특허건수	허핀달지수(HHI)
한국	21	0.90
미국	516	0.84
일본	10	0.50
유럽	86	0.23
중국	224	0.53

#### 4) Code & standard 분야

##### 가) 특허출원동향

##### ☞ 국가별 특허동향

- Code & standard 관련 기술의 연도별 세계(한국, 미국, 일본, 유럽, 중국 등) 특허 출원 건수의 추세 및 증가율을 살펴보면, 1995년부터 2015년까지 지속적으로 특허 출원건수가 증가하고 있음
- 본 기술에 있어 특허 출원 건수가 가장 높은 국가는 중국으로 약 20년간(’95년~’15년) 354건이 출원

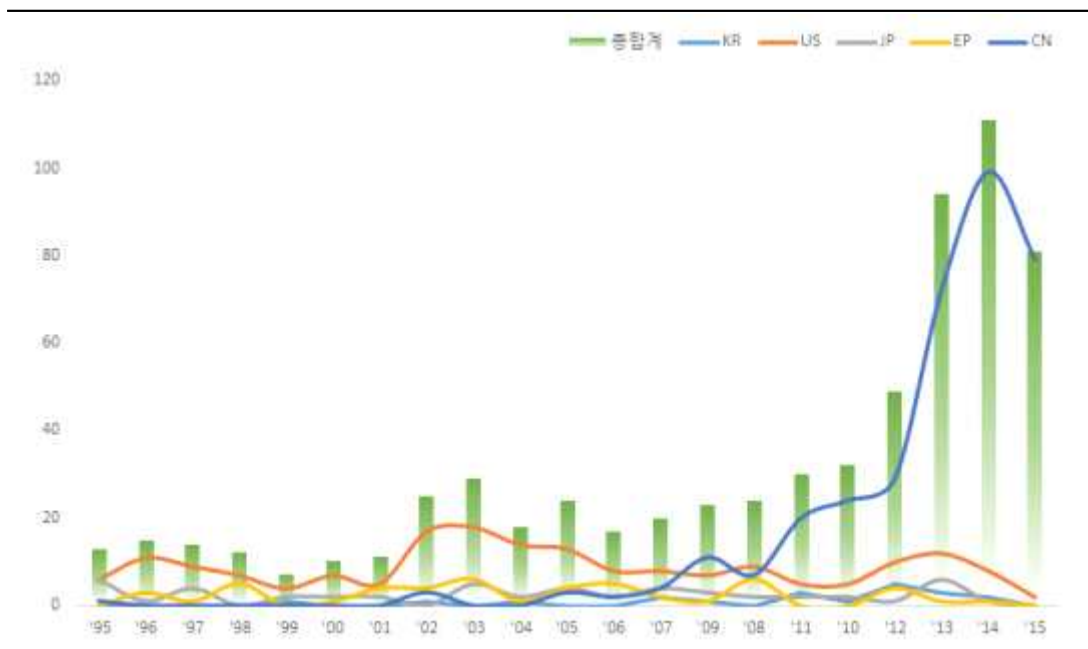
되었으며, 미국 185건, 일본 51건, 유럽 49건, 한국 20건 순으로 나타남

〈표 25〉 연도별 공개 및 등록 특허 추이('95~'15)

(단위 : 건)

국가	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	총합계
한국	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	3	1	5	3	2	0	20
미국	6	11	9	7	4	7	5	17	18	14	13	8	8	7	9	5	5	10	12	8	2	185
일본	6	1	4	0	2	2	2	0	5	2	4	2	4	3	2	2	2	1	6	1	0	51
유럽	0	3	1	5	0	1	4	4	6	1	4	5	2	1	6	0	0	4	1	1	0	49
중국	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	2	4	11	7	20	24	29	72	99	79	354
합계	13	15	14	12	7	10	11	25	29	18	24	17	20	23	24	30	32	49	94	111	81	659

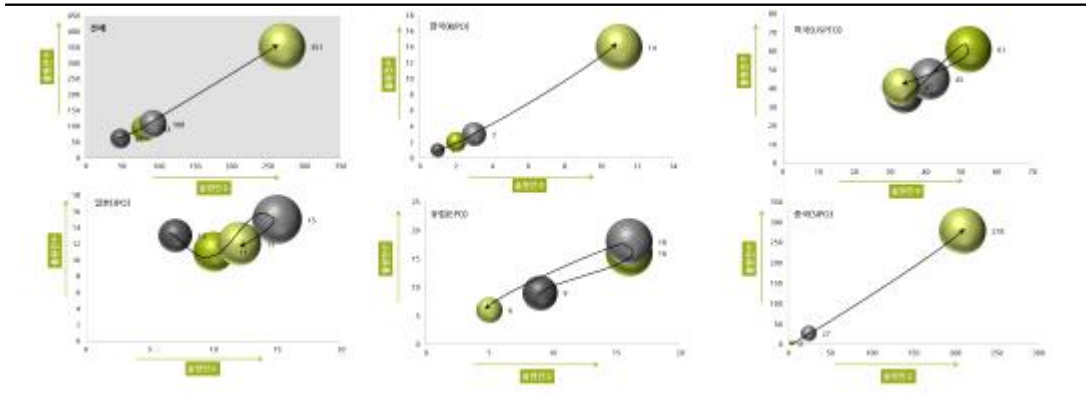
- 한국의 Code & standard 관련 특허 출원이 2000년대 중반 이후 진행되고 있는 것으로 나타남
- 일본의 경우, 지속적으로 특허 출원이 진행되고 있으며, 연간 약 2~4건의 특허 출원이 진행되고 있는 것으로 나타남
- 미국의 경우, 지속적으로 5건~15건의 특허를 매년 출원하고 있는 것으로 나타남
- 유럽의 경우, 특허 출원이 간헐적으로 나타나는 것으로 확인됨
- 중국의 경우, 가장 많은 특허를 출원하였으나, 최근에 특허 출원이 집중되어 있는 것으로 나타남



〈그림 30〉 Code & standard 분야 특허출원 동향

➤ 포트폴리오 기술주기 동향분석

- 미국, 일본, 한국, 유럽 및 중국 특허청의 특허 데이터를 바탕으로 포트폴리오 기술주기 분석



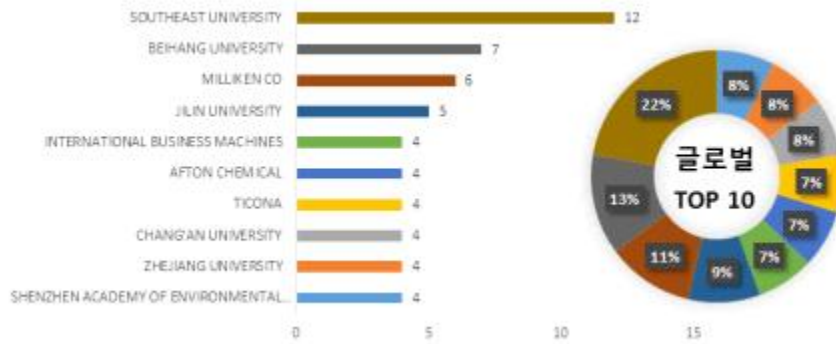
〈그림 31〉 Code & standard 분야 기술주기

- 분석구간 : 출원인 기준 1995년~2015년(1구간 : '95~'99, 2구간 : '00~'04, 3구간 : '05~'09, 4구간 : '10~'15)
- 연도를 구간별로 구분하고 각 구간별 출원 건수의 변동 현황과 출원인 수의 변동 현황의 상관관계를 이용하여 거시적인 관점에서 현재의 발전 정도를 국가별로 분석한 결과는 <그림 III-54>에 나타난 바와 같음<sup>5)</sup>  
출원건수는 기술개발의 활동정도를 나타내고, 출원인수의 증가는 시장의 신규 진입자 증가를 의미함
- 특허 건수와 출원인 수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 살펴보는 포트폴리오 기본 모델에서 'Code & standard' 분야의 경우, 한국은 1구간부터 4구간까지 출원인 수 및 출원 건수가 증가하고 있어 현재 발전기 단계에 있는 것으로 나타남

5) 본 그래프는 특허출원건수와 출원인수간 상관관계를 통해 기술의 발전, 성숙 및 퇴조단계를 한눈에 파악할 수 있는 기술주이 포트폴리오임

- 발전기 : 특허와 특허출원인이 빠른 증가를 보이며, R&D의 급격한 증가가 이루어지며, 경쟁이 격화되고 있음을 의미함.
- 성숙기 : 특허 수의 정체 및 특허출원인이 정체 또는 감소하는 시기로 지속적인 연구개발이 이루어지나 일부 업체의 도태가 이루어지고 있음을 의미함
- 퇴조기 : 특허 수는 감소하고, 특허출원인은 정체 또는 감소하는 시기로 대체기술이 출현하고, 기술발전의 불연속점이 발생하고 있음을 의미함
- 부활기 : 특허와 출원인의 수가 증가추세로 재 전환되는 시기로, 기술의 유용성이 재발견되며, 대체기술이 쇠퇴하고 있음을 의미함

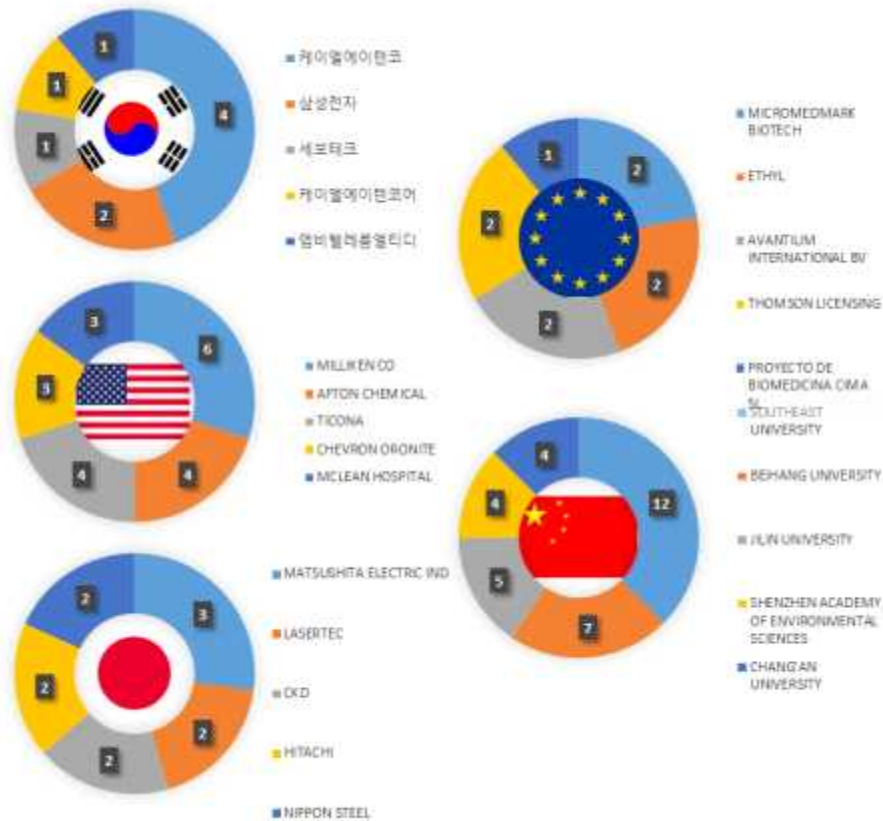
➤ 주요 출원인 분석



<그림 >

<그림 32> Code & standard 분야 주요출원인\_글로벌

- 각국의 특허 출원(공개 및 등록)현황을 토대로 분석한 글로벌(한국, 미국, 일본, 유럽, 중국) 주요 출원인 분석결과, 상위 출원인 TOP10 내에서 중국 국적의 SOUTHEAST UNIVERSITY가 22%(12건)의 점유율 및 출원건수로 가장 두드러진 활동을 한 것으로 나타남
- 한국 국적의 출원인은 상위 TOP10에 나타나지 않았으며, 각 국의 주요 상위 출원인의 출원 현황은 다음과 같음



<그림 33> Code & standard 분야 주요출원인\_주요국

## 나) 특허경쟁력 분석

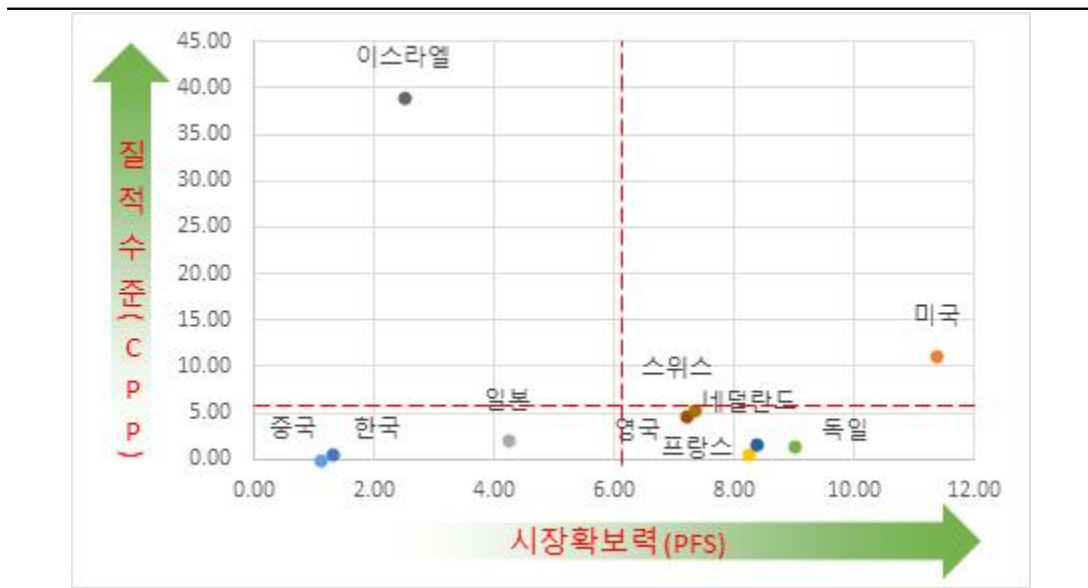
### ▶ 주요 국가별 기술경쟁력 분석

- 미국 등록특허를 대상으로 기술경쟁력 분석에 있어서 국가별 비교를 수행하기 위해 본 특허의 미국등록 특허건수를 고려하여 상위 10개 국가를 선정하여 분석대상으로 함  
 ‘Code & standard’ 관련 기술에 대한 분석 대상 국가는 중국, 미국, 일본, 프랑스, 한국 등이며, 이를 대상으로 PFS(시장확보지수), CPP(피인용도지수) TS지수, 기술독점도 지수(허핀달지수) 등을 분석함
- 기술 경쟁력 분석을 위하여 미국 등록특허를 통하여 제공되는 등록 특허 건수, 패밀리 특허 건수, 피인용 횟수 등을 활용하여 분석을 실시

〈표 26〉 주요 국가별 기술경쟁력 분석 결과

국가명	등록 특허 건수	family 특허 건수	피인용 횟수	시장확보 지수(PFS)		피인용도 지수(CPP)	
					순위		순위
중국	228	251	0	1.10	10	0.00	10
미국	102	1160	1143	11.37	1	11.21	2
일본	67	283	144	4.22	7	2.15	5
프랑스	13	107	7	8.23	4	0.54	8
한국	13	17	7	1.31	9	0.54	8
독일	11	99	17	9.00	2	1.55	7
네덜란드	8	67	14	8.38	3	1.75	6
영국	5	36	24	7.20	6	4.80	4
이스라엘	4	10	156	2.50	8	39.00	1
스위스	3	22	16	7.33	5	5.33	3

- ‘Code & standard’ 관련 기술의 시장확보지수(PFS)는 미국, 독일, 네덜란드 순이었으며, 피인용 지수(CPP)는 이스라엘, 미국, 스위스 순으로 분석됨
- 기술의 피인용도지수(CPP)와 시장확보지수(PFS) 모두 평균보다 높은 국가는 미국으로 나타났으며, 기술의 질적 수준이 높으면서 시장확보력이 높은 국가로 이해할 수 있음
- 한국의 경우, 피인용도지수(CPP)와 시장확보지수(PFS)를 고려한 결과 평균보다 낮은 것으로 나타남



〈그림 34〉 Code & standard 분야 기술경쟁력 포트폴리오

- ‘Code & standard’ 관련 기술 분야의 국가별 기술독점도(허핀달지수)를 살펴보면, 한국이 1.15로 5개국 가운데 가장 높은 기술독점도를 보였으나 전체적으로 5개국 모두 낮은 기술독점도를 보이는 것으로 판단됨

기술독점도(허핀달지수)가 낮다라는 사실은 기술의 시장 진입 장벽이 낮음을 의미하며, 현재 ‘Code & standard’ 분야의 기술은 글로벌 대기업에 의한 기술독점력이 그다지 크지 않음을 알려줌

〈표 27〉 국가별 기술독점도 분석 결과

구분	특허건수	허핀달지수(HHI)
한국	20	1.15
미국	185	0.46
일본	51	0.49
유럽	49	0.35
중국	354	0.71

## 2. 요소기술 현황 분석

### 소분류별 요소기술 수준현황

0 기술전무, 1 기술의존, 2 기술자립, 3 기술선도

소분류	요소기술	R&D 前 (2016)				R&D 後						
		국외 기술수준	국내 기술수준	분석	R&D 대상	국외 기술수준	국내 기술수준 (R&D 개발기술)	R&D 개발기술 적용 및 효과				
(A1) Project management	Pre-FEED 사업성 평가 기술	· 상용 사업개발(Process Development) 서비스 수준 · Pre FEED/FEED 패키지 준비 서비스 가능 수준(Chiyoda 등)	3	· 자체 사업개발 및 발주자 제안 수준 미흡 · 입찰공고 후 사후 대응 및 준비 수준	1	· 고부가가치 사업 시장 참여 위해 기술 국산화 개발 필요 <b>▶ 기술자립 필요</b>	◎	· 상용 사업개발(Process Development) 서비스 수준 · Pre FEED/FEED 패키지 준비 서비스 가능 수준(Chiyoda 등)	3	· 발주자 및 투자자에 선도적 제안 및 기술양여 가능한 개발 기술 확보 <b>▶ 기술자립 달성</b>	3	· 북극권 이상 스테이션 건설 프로젝트의 Pre-Project 단계의 개발 및 기획 기술 확보 및 적용('19년 예상) · 프로젝트 수행 단계의 계획 대비 실적 정보 확보, 평가 및 수행 기술 확보의 사전 기술로 확대적용 가능하며, 전체 공사 기간 및 비용 저감 효과 ('19년 기준 10% 이상)
	리스크 예측 및 평가기술	· 정량적, 정성적 리스크의 분리 관리 가능 · 정성적 리스크의 정량화 부분 가능 수준 · 사업성 확보에 활용가능 수준	3	· 프로젝트 리스크 예측 및 평가 수준 미흡 · 국내 및 해외 프로젝트로 구분하여 대응하며 해외 프로젝트의 경우 정확도 개선이 요구됨	1	· 상용 사업개발(Process Development) 서비스 가능 수준으로의 도약 필수 · 사업성 개선에 활용 <b>▶ 기술자립 필요</b>	◎	· 상정량적, 정성적 리스크의 분리 관리 가능 · 정성적 리스크의 정량화 부분 가능 수준 · 사업성 확보에 활용가능 수준	3	· 상용 사업개발(Process Development) 서비스 수준 · 정량화 및 계량화 기법 보유 · 사업성 측정에 활용 가능한 수준 확보		
	사업비 산정기술	· Quantity Surveyor 방식 발주방식 확대에 주도적 대응 가능(영국 업체 주도) · 원전 등 고난도 프로젝트 적용 수준 · 리스크 기반 사업비산정 및 관리 기술 수준 90%	3	· 국내 프로젝트 및 해외 프로젝트 중 주거프로젝트 적용 가능한 수준이나 플랜트 등 고난도 프로젝트에의 적용 미흡 수준(이윤 확보 저해) · 리스크 기반 사업비산정 및 관리 기술 수준 65%	1	· 국제표준규격의 사업비 산정체계 및 관리 기술 개발 필요 <b>▶ 기술자립 필요</b>	◎	· 선도국은 FEED 단계에서 전체 사업비 산정 정확도 우수 · 제작사 설계사양 및 협업체 사업비 정보 수집력 우수	3	· 원전 수준 고난도 프로젝트 사업비 산정체계 확보 수준 <b>▶ 기술자립 달성</b>	3	· 국내기업의 해외진출 사업성 제고 · 사업초기단계에서 사업비 산정 정확도 개선 및 사업수행 시 사업비 집행 실시간 모니터링으로 계획한 사업수행 이윤 창출 가능성 제고
	구매조달기술	· 공급망관리(SCM)기법 활용한 현업 적용 수준 · 공급업체(Vendor)별 제작, 품질 관련 일정 및 검수 가능 수준	3	· 건설업에서의 온전한 공급망관리(SCM) 적용은 미흡한 수준 · 일정 및 품질 정보의 부분적 획득 수준	1	· n-Tier까지의 공급망 정보관리 및 체계 확충은 고난도 프로젝트의 경우 필수적임 <b>▶ 기술자립 필요</b>	◎	· 투명하고 체계적 정보관리 체계 구축으로 업무수행 효율 고도화(국내 기술력 대비 30%이상)	3	· n-Tier까지의 공급망 정보관리 체계 구축으로 업무수행효율 30% 이상 향상 <b>▶ 기술자립 달성</b>	3	· 다양한 공급업체의 제작, 원자재 검수, 품질, 운송 정보의 실시간 공유 가능 · 현장 공정계획에 따른 자재, 장비, 인원 등 작업 자원의 효율적 계획 및 관리 가능
	AR가상시공기술	· VR/AR을 통한 시공성 개선 및 검토 가능 수준 · 건축 설계, 엔지니어링 분석, 건축시공 단계를 가상의 환경에서 직접 구현 가능 수준	3	· BIM Room을 통한 VR실 구현은 가능한 수준이나 아직 미흡한 수준	1	· AR, MR를 통한 가상시공기술 개발 필요	◎	· VR/AR을 통한 시공성 개선 및 검토로 사업비 절감 및 리스크 감소 · 기본설계 후 상세 설계 과정에서 엔지니어링 효율성 제고 · 건축시공 단계를 가상의 환경에서 직접 구현 가능 수준	3	· 반도체, 제조업 수준에 근접한 AR/VR/MR 기술의 건설업 적용 가능 수준	3	· 설계 정보를 기반으로 한 학공전 최종 검토로 시공성 검토 효과 극대화
	센서네트워크 현장적용기술	· IOT를 활용한 부재 변화 및 품질분석 가능 수준 · BIM 기술을 활용하여 에너지 분석을 통하여 시뮬레이션 결과를 도출하여 설계안을 검토 가능 수준	3	· 센서 네트워크 센싱 정보를 이용한 기자재 재고, 위치, 시공 정보 파악을 위한 기초 연구 및 기본 적용 가능 수준	1	· IOT와 다양한 센서를 활용한 건설 현장 조달 및 품질관리기술 필요	◎	· BIM 기술을 활용하여 에너지 분석을 통하여 시뮬레이션 결과를 도출하여 설계안을 검토 가능 수준	3	· IoT를 활용한 주요 기자재의 현장 반입까지의 실시간 정보, 센서네트워크 기술을 이용한 검수-시공-시운전 정보의 일관성 있는 관리 기술 보유, 주요 기자재의 변경이력관리와 이관관리 가능 수준	3	· 현장 반입 시까지 요구되는 조달 정보의 통합관리 · 현장 반입 후 검수-시공-시운전(테스트) 과정에서 요구되는 제반 정보의 통합적 관리 · 주요 기자재 및 모듈의 규격, 사양, 기준 등에 관한 이력관리 및 이관기술의 개발 등으로 이송스테이션이 요구하는 성능을 시운전 요건을 만족하는 수준으로 현장 통합관리가 가능
	시운전 업무 체계	· 시운전 주도 준공정보 관리 기술 수준 95% · 미국 주도 · FIATECH, POSCCaesar 사 등	3	· 정부 R&D 과제로 초기 수준의 시스템 개발(LNG 플랜트 사업단) 하였으나 실 프로젝트 적용 사례 미흡 · 시운전 주도 준공정보 관리 기술 수준 65%	0	· 선진국에서 자동화 툴을 이용하는 방안에 대한 관심이 높음(전체 기업의 39%). <b>▶ 기술자립 필요</b>	◎	· 시운전 전문회사 및 팀이 별도로 운영되며, 단기간에 고난이도의 전반적 테스트가 수행되는 상위 기술 · 미국, 프랑스, 일본 주도	3	· 시운전 중심의 업무 체계 및 업무 자동화 기술 확보 <b>▶ 기술자립 달성</b>	3	· 시운전 중심 EPCS 통합 업무 프로세스 및 준공도서 자동 생성 알고리즘 등을 확보하여 사업관리 역량 향상
	사업정보통합기술	· 정보통합기술 및 플랫폼 기술 수준 95% · 미국 주도 · 3D EXPERIENCE 플랫폼 사용 · 구글, 애플 사 등	3	· 국정부 R&D 과제로 초기 수준의 시스템 개발(LNG 플랜트 사업단) 하였으나 실 프로젝트 적용 사례 미흡 · 정보통합기술 및 플랫폼 기술 수준 60%	0	· 미국과 유럽 등 선진국에서 시장 수요가 증가 전망 (8.9조 달러로 증가 예상) <b>▶ 기술자립 필요</b>	◎	· 국제표준규격을 기준으로 한 정보관리 및 형상관리의 통합 추세 강함 · 미국, 프랑스, 일본 주도	3	· 현지 적합성이 높은 고효율 업그래딩 공정 설계기술 확보 <b>▶ 기술자립 달성</b>	3	· 생애주기 경계면 지식정보 형상관리 기술, IOT기반 계측정보 처리기술 확보를 통하여 정보관리의 패러다임 혁신적 변화, 다양한 사업에 응용이 가능하여 시너지 제고

소분류	요소기술	R&D 前 (2016)				R&D 後		
		국외 기술수준	국내 기술수준	분석	R&D 대상	국외 기술수준	국내 기술수준 (R&D 개발기술)	R&D 개발기술 적용 및 효과
(A2) Process configuration	EPCS단계 의사결정지원 기술	· 미국 주도 · Crowdsourcing 활용 · 플렉스테크 사 등	3 정부 R&D 과제로 초기 수준의 시스템 개발(LNG 플랜트 사업단) 하였으나 실 프로젝트 적용 사례 미흡	0 가상현실 구현을 위한 하드웨어 뿐만 아니라 소프트웨어 산업까지 비약적으로 성장 가능 <b>▶ 기술자립 필요</b>	◎	· 미국 주도	E 현장여건에 맞춘 설계, 구매조달, 시공, 시운전의 리스크를 통합적으로 관리, 의사결정을 수행할 수 있는 솔루션 확보 <b>▶ 기술선도</b>	G 가상현실 기반 실시간 프로젝트 협업기술, 빅데이터 기반 EPC단계 시운전 리스크 관리 기술 확립을 통하여 대외적인 신인도 제고
	영상인식 시공관리 기술	· 드론을 활용한 건설현장 영상 정보 수집 및 사물 인식 기술을 활용한 시공 관리	3 대학 중심으로 관련 기술에 대한 기초연구 진행중	1 RIDAR 장비 소형화 및 가격 하락에 따른 활용기술 수요증대 <b>▶ 기술자립 필요</b>	◎	· 작업자 휴대용 스캐닝 장비 및 모바일 기기를 활용한 시공관리 정보 추출	E 4D기반 시공관리 및 클라우드 서버를 활용한 Cyber 프로젝트 관리 기술 확보 <b>▶ 기술자립 달성</b>	G 영상기반 시공 현장 기자재 인식 및 추적 기술이 보편화되면 극한 환경에서도 원격 시공 등 자동화 장비와 연계된 급속 시공이 가능 ('20년 예상) · 드론을 활용한 실시간 이미지 분석을 통해 작업자 및 시공 장비의 안전 상태 확인
	공정구성 선정기술	· 플랜트 EPC 선진기업이나 엔지니어링사에서 그간의 실적을 토대로 기술 선도 · Technip, Fosterwheeler 등	3 관련 실적이 미비하여 국외 선진기업에 의존	1 경험과 실적을 토대로 기술자립이 가능	◎	· ICT 기반 통합솔루션 전개	E 기술자립 가능하나 국제적인 신인도 문제로 시장진입에 제한 <b>▶ 기술자립 달성</b>	G
(A5) Code & Standard	공정 타당성 평가 기술	· 플랜트 EPC 선진기업이나 엔지니어링사에서 그간의 실적을 토대로 기술 선도 · 타당성 평가 및 분석 기술 수준 90% · Technip, Fosterwheeler 등	3 관련 실적이 미비하여 국외 선진기업에 의존 · 타당성 평가 및 분석 기술 수준 60%	1 경험과 실적을 토대로 기술자립이 가능	◎	· ICT 기반 통합솔루션 전개	E 기술자립 가능하나 국제적인 신인도 문제로 시장진입에 제한 <b>▶ 기술자립 달성</b>	G
	에너지 물질수지 해석기술	· 플랜트 EPC 선진기업이나 엔지니어링사에서 그간의 실적을 토대로 기술 선도 · Technip, Fosterwheeler 등	3 관련 실적이 미비하여 국외선진기업에 의존	1 경험과 실적을 토대로 기술자립이 가능	◎	· ICT 기반 통합솔루션 전개	E 기술자립 가능하나 국제적인 신인도 문제로 시장진입에 제한 <b>▶ 기술자립 달성</b>	G

### 3. 국내 기술수준 분석

#### 3.1 기술수준 조사

- ▶ 전문가위원 대상 델파이조사를 통해 기술분류체계에 따른 소분류별 상대적 기술수준 및 기술격차를 조사
  - 델파이기법은 전문가들에게 개별적으로 설문서와 그 종합된 결과를 전달 회수하는 과정을 거듭함으로써 독립적이고 동등한 입장에서 의견을 접근해 나갈 수 있는 특징이 있음
    - 미지의 값을 예측하는 전통적인 델파이기법을 적용하였으며, 수량적 예측을 최대한 구체화하는 사안에 효과적인 방법임
  - 기술수준 평가기준: 세계 최고수준(100), 최고기술국과 대등한 수준(90~99), 최고기술국에 근접한 수준(80~89), 최고기술국에 다소 뒤쳐진 수준(70~79), 최고기술국보다 낮은 수준(60~69), 아주 낮은 수준(59 이하)
  - 기술 격차: 선도국가의 기술수준에 도달하기까지 소요되는 기간

〈표 28〉 기술수준 조사 결과

(단위: %, 년)

중분류	소분류	선도국가	상대적 기술수준	기술격차
엔지니어링	(A1) Project management	미국	70.1	4.5
	(A2) Process configuration	미국	69.0	4.8
	(A5) Code & Standard	미국	67.4	4.9

- 시장확보지수, 피인용도 지수 등 질적 특허분석을 통해 특허기반 기술경쟁력을 분석하였으며, 분석 결과는 전문가위원 대상 기술수준조사의 참고자료로 활용

〈표 29〉 특허기반 기술경쟁력 분석 결과

중분류	소분류	시장확보지수(PFS)		피인용도 지수(CPP)	
		선도국가	한국	선도국가	한국
엔지니어링	(A1) Project management	독일 20.15	-	캐나다 60.43	-
	(A2) Process configuration	특허분석 미실시(검색식 필요)			
	(A5) Code & Standard	미국 11.37	1.31	이스라엘 39	0.54

### 3.2 기술의 전략적 중요도

- ▶ 기술의 전략적 중요도분석은 기술적 중요도, 시급성, 파급효과의 각 항목을 5점 척도로 조사하여 평균값을 적용
  - 기술적 중요도: 중분류 기술 내에서 차지하는 상대적 중요도, 타 소분류 기술과의 연계성이 높고, 연관 기술의 개발 및 활용의 기반이 되는 정도
  - 시급성: 해당 분류 기술이 적정수준을 구현해야 하는 시기의 정도
  - 파급효과: 해당 분류 기술이 타 기술 개발에 미치는 영향

〈표 30〉 전략적 중요도 조사 결과

중분류	소분류	전략적 중요도			
		기술적 중요도	시급성	파급효과	평균값
엔지니어링	(A1) Project management	3.9	3.6	3.8	3.8
	(A2) Process configuration	4.2	4.1	4.0	4.1
	(A5) Code & Standard	3.7	3.9	3.8	3.8

〈표 31〉 IPA 분석에 따른 4분위 영역 구분

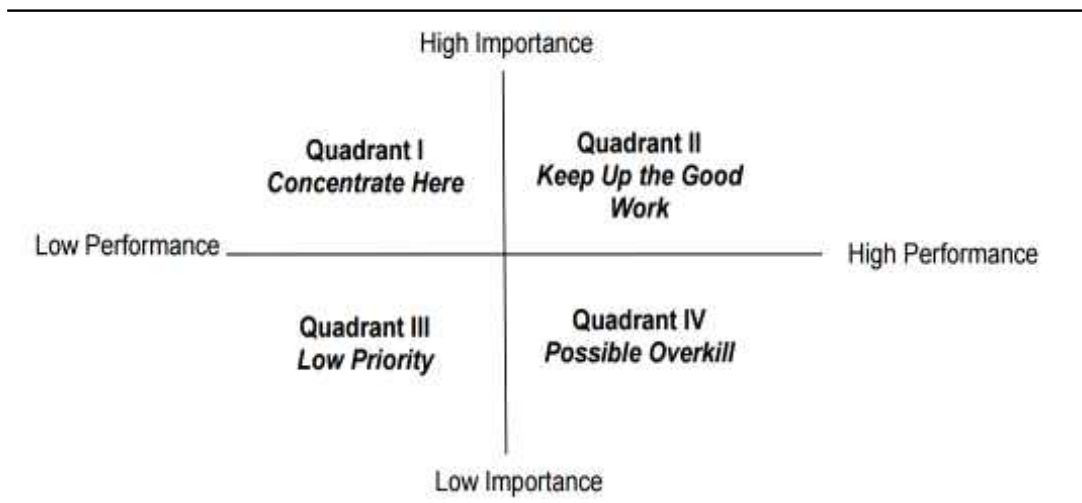
중분류	소분류	기술수준(x)	전략적 중요도(y)	4분위 영역
엔지니어링	Project management	70.1%	3.8	Quadrant I
	Process configuration	69.0%	4.1	Quadrant I
	Code & Standard	67.4%	3.8	Quadrant I

\*음영표시 부분은 Concentrate Here (Quadrant I)영역에 해당하는 소분류

### 3.3 기술의 전략적 중요도-기술수준 포트폴리오(IPA) 분석

#### ▶ IPA 분석 개요

- IPA 분석은 전문가들이 평가한 중요도(전략적)와 기술수준사이의 관계를 4분면 안에 나타냄으로써 향후 지향해야 할 R&D 활동의 전략적 방향을 찾아내는데 유용한 방법임
- Concentrate Here(I) : 기술의 전략적 중요도는 높으나 상대적으로 기술수준이 낮은 영역으로 적극적 투자 검토가 필요한 영역
- Keep Up the Good Work(II): 기술의 전략적 중요도 및 기술수준이 모두 높은 수준으로 현재 수준의 성과 유지가 필요한 영역
- Low Priority(III): 기술의 전략적 중요도와 기술수준이 모두 낮은 영역으로 소극적 관리 대상에 해당하는 영역
- Possible Overkill(IV): 기술수준은 높으나 기술의 전략적 중요도가 낮은 영역으로 과잉노력 지양 영역에 해당



자료: The Use of Importance-Performance Analysis (IPA) in Evaluating Japan's E-government Services, Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, Vol 6. Iss 2, August 2011, pp17-30 재인용, (원자료: J. Martilla and J. James, Importance-performance analysis, Journal of Marketing, vol. 41, no. 1, pp. 77-79)

〈그림 35〉 IPA 분석의 프레임워크

➤ 북극권 이송스테이션 건설플랜트 기술개발 사업의 IPA 분석 결과

- 분석결과, 투자우선 고려 대상 영역으로 (A1) Project management, (A2) Process configuration, (A4) Operation & Maintenance, (A5) Code & Standard, B3) Gas treating and processing, (C3) Pipeline booster station, (C4) Monitoring and control, (C6) Pigging system, (D1) Permafrost + Site investigation 등 9개 소분류가 나타남



〈그림 36〉 IPA 포트폴리오 분석 결과

## 제3절 종합 분석

### 1. 역량분석 및 격차해소방안

#### 1.1 역량분석

〈표 32〉 북극권 이송스테이션 플랜트분야 기술격차 해소방안

◎ :1순위, ○ :2순위, · :3순위

중분류	소분류	장비	인력	R&D	중기 육성	기초 연구	법제도	산학연
(A) 건설 엔지니어링	(A1) Project management		◎	○	·			○
	(A2) Process configuration		◎	○	·			○
	(A5) Code &Standard		◎	○	·			·

· 장비: 장비/설비구축

· 기초연구: 기초연구지원확대

· R&D: R&D투자확대

· 산학연: 산학연 연계강화

· 인력: 인력양성육성

· 법제도: 법제도 정

· 중기육성: 중소기업

● 기술격차 해소를 위해서는 R&D 투자확대와 장비/실험설비 구축이 우선과제로 분석되며, 이는 기존 투자 부족에 기인하는 것으로 분석됨

● 공정기자재, 수집 및 중 소형 승압이송스테이션 등은 국산화가 가능

#### 1.2 격차 해소방안

〈표 33〉 북극권 이송스테이션 플랜트 기술격차 해소방안

소분류	해소방안
(A) 건설엔지니어링	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 플랜트 건설사업 수행 전단계(계획, 기본설계, 상세설계, 시공, 조달, 시운전, 운전, 유지보수, 폐기 등)에 걸쳐 사업의 효율성, 생산성 제고를 위한 사업기획, 원가, 타당성, 수행공정(계획, 설계, 시공, 조달, 운영 등) 관리, 리스크관리 등에 관한 기술 개발</li> <li>■ 플랜트사업의 CAPEX와 OPEX에 최적화된 공정계통과 시스템을 구성하는 기술로서, 생애주기(기획, 설계, 조달, 시공, 운영, 폐기 등) 동안 각종 업무절차를 규정하거나 공정계통이나 시스템의 형상 및 속성 데이터를 구축하고 관리하는 기술을 개발</li> <li>■ 북극권 전처리 및 스테이션에 소요되는 열, 가스, 전력, 물 등을 생산, 공급하고 사용 후 주변환경에 미치는 영향을 최소화하기 위한 처리기술로서, 건물 내 공기조화 및 냉난방, 신재생에너지 연계기술을 개발</li> <li>■ 북극권 전처리 설비 및 이송 스테이션을 설치하고자 하는 지역의 해당 국가가 요구하는 설계, 제작, 운전 및 폐기 등 전주기에 걸쳐 공통적으로 적용되는 코드 구축, 시험인증 지원</li> </ul>

## 2. 기술개발 성공 가능성 판단

### 2.1 분석 절차

- ▶ 제안하는 기술의 발전추세가 대규모 투자 근거인지 여부를 분석하는 기술추세 분석과 주요 연구개발활동 주체와의 상대적인 기술격차를 분석하는 기술수준 분석을 수행하여 주요 성공요인을 고려한 종합적인 성공가능성을 검토
- ※ 분석 절차 : 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제2판)의 기술개발 성공 가능성 분석절차를 기반으로 동사업 분석에 적합하도록 절차를 재구성



〈그림 37〉 기술개발 성공 가능성 분석 프레임

### 2.2 기술추세 및 기술수준에 따른 기술 속성 분석

- ▶ (투자 시기 적합성) 미국, 일본, 한국, 유럽 및 중국 특허청의 특허 데이터를 바탕으로 포트폴리오 기술주기를 분석한 결과, 대체로 성장기에 위치에 있는 것으로 분석되어, 연구개발을 위한 투자 적합시기로 판단

〈표 34〉 기술 분류(소)별 기술 주기 및 TRL 분석 결과

소분류	포트폴리오 기술주기(특허) 분석			TRL*
	전체	미국	한국	
Project management	성장기	성숙기	성장기	6
Process configuration	성장기	성장기	성장기	5
Code & Standard	성장기	쇠퇴기	성장기	7

※ TRL 분석 방법: TRL 수준별 체크리스트를 바탕으로 전문가 평가를 통해 소분류별 국내 TRL 을 도출하였음

➤ (투자 당위성) 기술수준 분석 결과, 우리나라는 최고기술보유국 대비 73%의 기술수준과 4.3년의 기술격차를 보이는 것으로 분석됨에 따라, 기술도입 혹은 모방보다는 적극적인 연구개발 활동을 통한 경쟁력 확보가 우선되어야 할 것으로 판단

※ 2015 국토교통 기술수준조사 보고서에 따르면, 자원이송/스테이션 분야의 최고기술 보유국은 미국으로서 우리나라의 기술수준은 미국대비 63.9%, 기술격차는 6년으로 분석

### 2.3 연구목표 달성을 위한 성공요인 분석

➤ 국내 인프라 현황 및 자원개발플랜트 관련 기술확보 수준 등을 고려할 때 연구자의 의지에 따라 기술개발 가능성이 높다고 판단되며, 내부프로세스 최적화 및 사업비의 안정적인 확보가 기술개발 핵심 성공요인으로 분석

● 인프라 및 니즈 분석 결과, 기술관리 측면에서 기획·연구수행 기반의 충실성 및 의지가 높다고 판단

※ 성공요인 분석 방법 : 기획위원 및 각분야 전문가를 통해 기술개발성공에 영향을 미치는 주요변수를 조사하여 변수별 성공요인 및 가능성을 종합적으로 검토함

〈표 35〉 종합 성공요인 분석

구분	성공 요인
경제적 관점	<ul style="list-style-type: none"> <li>●국제 교류 : 해외 컨퍼런스, 관련 기관 및 지역 교류 확대</li> <li>●기술협력 : 해외 연구기관과의 기술 교류 및 파트너십 구축을 위한 MOU 체결 추진</li> <li>●기술지원활성화 : 연차별 개발되는 기술을 토대로 관련기업의 기술지원을 추진</li> <li>●해외정보 획득 : 위원회 구성을 통한 플랜트 기술, 제품 분야별 표준화 동향, 국제표준화 경향 및 지식의 지속적 습득</li> </ul>
기술개발 및 성과 관점	<ul style="list-style-type: none"> <li>●홍보 : 포럼, 컨퍼런스, 성과발표회 등 활성화</li> <li>●테스트베드 적용을 통한 연구개발 성과의 산업적용 가속화</li> <li>●성과예측 분석모델에 따라, 성과를 예측하며, 합리적인 목표 및 측정지표를 설정</li> <li>●기술협력(해외선진기관) : 북극권 지역 경험이 부족한 국내 여건에서 첨단기술의 중간진입을 위한 선택</li> <li>●테스트베드에 적용되는 기자재 및 시스템의 표준화, 성능평가기준 및 절차 등을 제공하여 활용</li> </ul>
내부 프로세스 관점	<ul style="list-style-type: none"> <li>●세부기술 통합 : 핵심과제를 구성하는 세부기술의 전략적 연계 및 통합을 통한 이송 건설플랜트 기술의 완성도 제고</li> <li>●기술관리 : 개발 기술의 세분화, 개발 소요기간, 필요자원 항목관리시스템 구축</li> <li>●컨소시엄 구성 : 다양한 기술 분야의 전문성을 갖춘 연구기관, 기업 등으로 컨소시엄 구성</li> </ul>
자원 관점 (인력, 시간, 인프라,	<ul style="list-style-type: none"> <li>●실적/연구인력의 전문성 : 국내 최고의 경험과 실적을 갖춘 전문인력의 참여</li> <li>●산업 기반(수행 주체) : 현대건설, SK건설, GS건설 등의 대기업과 건설기술연구원, 한국생산기술연구원 등의 연구기관을 중심으로 북극권 지역 자원이송 건설플랜트 연구개발 및 산업적용을 위한 기반을 충족</li> </ul>

구분	성공 요인
비용 등)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•장비/시설 : 건설기술연구원 등 핵심기자재의 성능평가 및 검증을 위한 장비 및 시설의 확보하고 있으나 국외 기관에 비하여 격차가 큰 실정으로 단기적으로 적극적인 교류협력을 통하여 해소 필요</li> <li>•사업비 투입 : 대규모 사업으로서 성과 확보를 위하여 안정적인 사업비 확보가 최대 관건임</li> </ul>

### 3. SWOT 분석

- 국내외 기술, 시장, 정책 동향 분석 결과를 바탕으로 기회요인과 위협요인을 도출하고, 국내 기술 인프라 기술 인력 현황 분석 결과와 기술예측결과를 바탕으로 강점과 약점을 도출하여 SWOT 분석을 통해 Keyword를 도출함
- Keyword의 영향요인에 대한 가중치는 기획위원 및 외부인의 설문조사를 바탕으로 작성함

		O(기회)	T(위협)
		외부요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>•ICT, IoT 접목을 통한 시장수요가 큰 분야의 강점 유지</li> <li>•지구온난화 등의 이유로 개발가능 북극권역 확대</li> </ul>
내부요인			
S(강점)		SO 전략 추진방향	ST 전략 추진방향
<ul style="list-style-type: none"> <li>•세계적 수준의 ICT, IoT, 소재·부품 융복합 역량 보유</li> <li>•오일가스 이송 플랜트 연관산업(물, 에너지, 건설 등)의 해외 실적</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•수요 맞춤형 북극권 오일가스 이송 플랜트 기술 고도화 추진</li> <li>•ICT, IoT 접목을 통한 시장수요가 큰 분야의 강점 유지</li> <li>•공공기술 실증 및 국내 북극권 산업 전후방 연관효과를 제고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•국내·외 시장 점유율 확대를 위한 선도기술 개발 추진</li> <li>•국내 실증 가능 기술의 신뢰성, 인지도 제고</li> </ul>
W(약점)		WO 전략 추진방향	WT 전략 추진방향
<ul style="list-style-type: none"> <li>•북극권 오일가스 이송 플랜트 핵심원천 라이선스 미보유</li> <li>•공공기술분야로서 중견·중소 기업이 참여하는 산업 생태계 취약</li> <li>•종합적인 제도, 인프라 시설 부족</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•핵심분야에 대한 원천 및 응용 기술 개발을 지원, 실증기술 확보</li> <li>•국제시장에 진입가능한 전문기술을 보유한 고급 인력 및 핵심기업 육성</li> <li>•북극권 오일가스 이송 플랜트 글로벌 표준, 국내 기준, 인증체계 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•선진기관 및 업체와 기술 및 인적 교류 확대</li> <li>•개발기술의 실증 확대 및 국내외 홍보 강화</li> <li>•해외 선진기업과 전략적 제휴를 통한 공동기술개발 추진</li> </ul>

- 사회적 중요성
  - 건설분야의 새로운 부가가치 창출 필요

- 자원이송망 건설 관련 신성장 동력 산업으로의 진입
- 해외 건설시장 규모 확대 및 북극권 지역 해외건설 진출 활발
- 극한조건에서의 대형구조물 시공으로 선진 국가 인프라 구축
- 대형 토목공사 추진에 따른 일자리 창출
- 기술적 중요성
  - WBT (World Best Technology) 확보를 위한 신기술 개발
  - 국책사업에 따른 신뢰성과 안정성 확보
  - 핵심부품의 국산화
  - 극한환경 건설에 따른 자동화시공으로 품질 향상
- 경제적 중요성
  - 건설시장 규모 확대에 따른 국제 경쟁우위 기술력 확보다양한 구조형식에 대한 공사비 절감 공법 개발
  - 엔지니어링 체인(설계/시공/유지관리/수주) 완성을 통한 시장 진입 확대
- 생태학적 중요성
  - 극지환경을 고려한 환경 피해 최소화 공법 (기술적 중요성에 포함)
  - 에너지원 유출에 대한 감시 진단 조기 대응 방안 (기술적 중요성에 포함)
- 정책적 중요성
  - 에너지 안보 강화
  - 플랜트 고도화를 통한 건설 경기 부양
  - 통일 이후 북한의 한지개발 필요

## 4. SWOT 전략

### 4.1 SO전략

- 전후방 연계산업과 연계한 국내 플랜트산업의 안정적 발전토대 마련
  - ● 국내 플랜트산업이 차지하는 중요성에도 불구하고 핵심기술 및 전문인력 부족, 산업구조 취약, 정부의 체계적 육성정책 미흡 등으로 글로벌경쟁력은 취약한 상황임
- 국내 강점을 기반으로 수요 맞춤형 북극권 오일가스 이송 플랜트기술 고도화 추진
  - ● 북극권 오일가스 이송 플랜트 산업의 경쟁력 확보를 위해 既 개발되어 있는 기술 및 개발 중인 기술과 첨단 기술산업과의 융·복합 추진을 통해 성능향상

### 4.2 ST전략

- 새로운 기술개발과 글로벌기업 육성 전략
  - 플랜트산업은 국가 주력산업의 고도화, 양질의 일자리 창출 및 신성장 동력을 선도하는 파급

효과가 큰 산업임

- 현재 플랜트 시장의 카르텔화 되어 있고 중국, 인도 등 신흥개발국과의 가격경쟁력을 고려할 때 기술적 우위는 물론 시장지배가 가능한 전천후 플랜트 스타기업 육성이 필요함
- 국내·외 시장 점유율 확대를 위한 선도기술 개발 추진
  - 핵심 원천기술의 해외 의존도를 낮추기 위해 북극권 플랜트 시공장비, 실시간 진단·보수장비 등 전략기술을 발굴하고 실증능력을 갖추어 대외협상, 타깃시장 선도
- 국민생활과 밀접한 시설물 안전성 분야 등 틈새기술 확보
  - 국내의 높은 도시인구 비율(91%)로 인한 증가되는 민원발생 및 노후화 시설을 대응하기 위해 안전성 향상 및 서비스 기술을 확보
  - 기 개발 원천, 실용기술의 검증, 실증 확대를 통하여 경쟁, 협상 기술로 활용
- 국내 실증 가능 기술의 신뢰성, 인지도 제고
  - 국내개발기술의 신뢰성 검증 차원에서 단계적인 테스트베드 구축을 추진하고, 실증현장을 활용하여 개발기술의 우수성 홍보 및 인지도 제고

### 4.3 WO전략

- 플랜트 산업은 국가 주력산업의 고도화가 가능하고, 양질의 일자리 창출과 성장동력으로써 역할이 가능하므로, 정부차원의 과감한 투자가 필요
  - 소수의 업체와 주요 선진국이 기술, 경험 및 파이낸싱의 우위를 바탕으로 플랜트시장을 지배하고 있으며, 선진 업체들은 M&A를 통해 기술역량을 확보하고 있음
- 핵심분야에 대한 원천 및 응용 기술 개발을 지원, 라이선스 실증기술 확보
  - 국제적인 북극권 오일가스 이송 플랜트 관심 증대 및 수요 증가추세에 대응하기 위해 선제적인 북극권 오일가스 이송 플랜트 실증기술 개발 및 라이선스 확보를 통해 글로벌 시장 진출 기회를 확대함
- 국제시장에 진입가능한 전문기술을 보유한 인력 및 핵심기업 등 산업 생태계 조성
  - 북극권 오일가스 이송 플랜트 산업의 Value-chain별 정부-민간의 연계 및 제후 축진을 통한 협업구조 강화, 공동연구 등을 추진하여 기술개발 전략을 수립
- 북극권 오일가스 이송 플랜트 글로벌 표준에 부합하는 기준, 인증체계 벤치마킹
  - 선도적인 북극권 오일가스 이송 플랜트 기술개발을 통해 글로벌 표준에 부합하는 기준 및 인증체계 구축 및 지원

## 4.4 WT전략

### ▶ 독자적 신기술개발로 글로벌시장 선도 가능

- 발주처가 선정한 원천기술을 적용하여 설계하는 LNG 플랜트의 경우, 소수의 EPC 업체가 Licensor와 독점적 사용계약을 체결하여 후발업체의 시장진입을 원천적으로 봉쇄하고 있음
- 플랜트산업은 전형적인 High Risk High Return 산업으로, 후발주자는 독자 기술체계를 구축하여야함

### ▶ 해외 선진기업과 전략적 제휴를 통한 공동기술개발 추진

- 해외 선진국에서는 주요 시설물간의 영향력 평가 및 체계적 북극권 오일가스 이송 플랜트 기술개발 등 신규 시장 진출 동력을 위한 다양한 정책추진 및 기술개발 투자를 강화하고 있어 이에 대응할 수 있는 북극권 오일가스 이송 플랜트 협력기술 개발을 추진

### ▶ 선진기관 및 업체와 기술 및 인적 교류 확대

- 기술 카르텔에 대응하고, 국내 개발기술의 해외진출을 위한 교두보 마련 차원에서 선진기관과 인적, 기술 교류를 적극 확대

### ▶ 개발기술의 실증 확대 및 국내외 홍보 강화

- 국내 플랜트 산업 및 새로운 일자리 창출을 위한 R&D 투자확대 및 성과의 활용도 제고를 위해 현장실증 중심으로 국내외 홍보, 선순환구조 확립



# 제4장 기술개발 기본방향 및 추진전략

## 제1절 기술개발의 기본방향

### 1. 고려사항

- ▶ 동 기술개발의 기본방향 설정을 위해 메가트렌드 분석, 국내외 환경분석(정책, 기술, 산업·시장), 국가정책 방향성 등을 종합적으로 고려함
- 북극권 자원에너지 지상플랜트 선행평가 기술과 관련된 메가트렌드 분석을 통한 미래사회 이슈 대응을 위한 중점 추진분야 설정
- 대내외 환경분석(정책, 기술, 산업·시장 등)에 기반한 STEEP 분석을 통한 사업추진 방향성을 도출
- 환경분석은 시장 및 산업동향을 토대로 해당 기술과 매칭이 되는 타겟시장을 확인하고 글로벌 경쟁환경을 분석하여 기술개발 연계성을 반영
- 기술동향은 먼저 기술분류체계를 검토하고 이를 토대로 관련 키워드 중심으로 선진기술사례와 패러다임 변화를 검토하여 시사점을 도출
- 정부정책 및 상위계획 검토 등을 통한 정책 실천수단으로써의 R&D 추진분야 부합성과 국고 지원 당위성을 확보
- 메가트렌드 분석, 환경분석, 국가정책 방향 등을 종합적으로 고려한 사업의 기본방향 및 추진 전략 도출



그림 67 기술개발 방향 설정 프로세스

## 2. 기본방향

- ▶ 북극권역 관련 분야의 미래 산업 변화 전망을 위한 메가트렌드 분석을 실시하고 이에 효과적으로 대응하기 위한 기술니즈를 도출
  - 동 산업의 트렌드 변화를 예측하며, 이에 적합한 미래이슈 및 핵심키워드를 도출미래사회의 환경변화에 따른 대응방향 모색을 고려한 주요 키워드를 도출
  - 미래 니즈 키워드와 국내외 R&D 동향 및 환경분석을 통한 핵심 이슈의 매칭을 통해 중점 추진 분야를 설정함
  - 이러한 지상 플랜트 사업의 효율적인 추진을 위한 선행평가기술로 현지조사분석, 사업리스크 평가, 계획 및 설계의 타당성 검증, 공정 및 시스템 설계의 적합성 평가 등에 관한 선행분야에 대한 기술개발이 매우 중요한 것으로 분석됨
  - 이러한 수요기술은 기술동향 및 요소기술 분석, 특허분석 등을 통하여 기술격차 해소 등 성공 가능성을 분석하여 기술구성에 반영함
- ▶ 북극권역 자원에너지 지상 플랜트 관련 분야의 미래사회 변화 전망을 위한 메가트렌드 분석을 실시하고 이에 대응하기 위한 기술니즈를 도출
  - 사회문화, 과학기술, 경제, 생태환경, 정치안보 분야의 미래사회 변화 모습을 예측하고, 극한지 플랜트 산업의 트렌드 변화를 예측하며, 이에 적합한 미래이슈 및 핵심키워드를 도출



그림 68 북극권역 지상 플랜트 주요 이슈 및 키워드 도출

- (시장·기술 다변화) 기존 중동, 동남아, 중남미 지역 위주의 오일·가스 개발이 점진적으로 심해져, 북위 66° 전후 북극권역 등으로 개발시장이 확대되면서 관련 소재, 기자재, 건설기술 수요가 변화추세

\* 극한환경 : 영구동토, 극지, 심해저, 극서지 등 기온이 낮거나 변동이 심하고, 압력이나 마찰조건 등이 가혹하여 작업환경이 열악한 지역으로 미개발 오일·가스 잠재량이 큼

▶ 핵심기술의 효율적 확보를 위하여 북극권역 국가의 선진기관과 전략적 국제공동연구를 추진

- 상호 강점을 결합하고 약점을 보완, 투자 효율성 제고
- 북극권역 오일·가스 개발현장에서 경험과 실적을 공유하여 개발기술의 통합성능을 제고하고 실증 실적을 확보, 인지도 제고
- 북극권역 오일·가스 시설의 특성 DB(고장, 수명, 성능 등) 구축, 적용기준 지원 등을 통하여 한국 개발기술의 신뢰성 검증

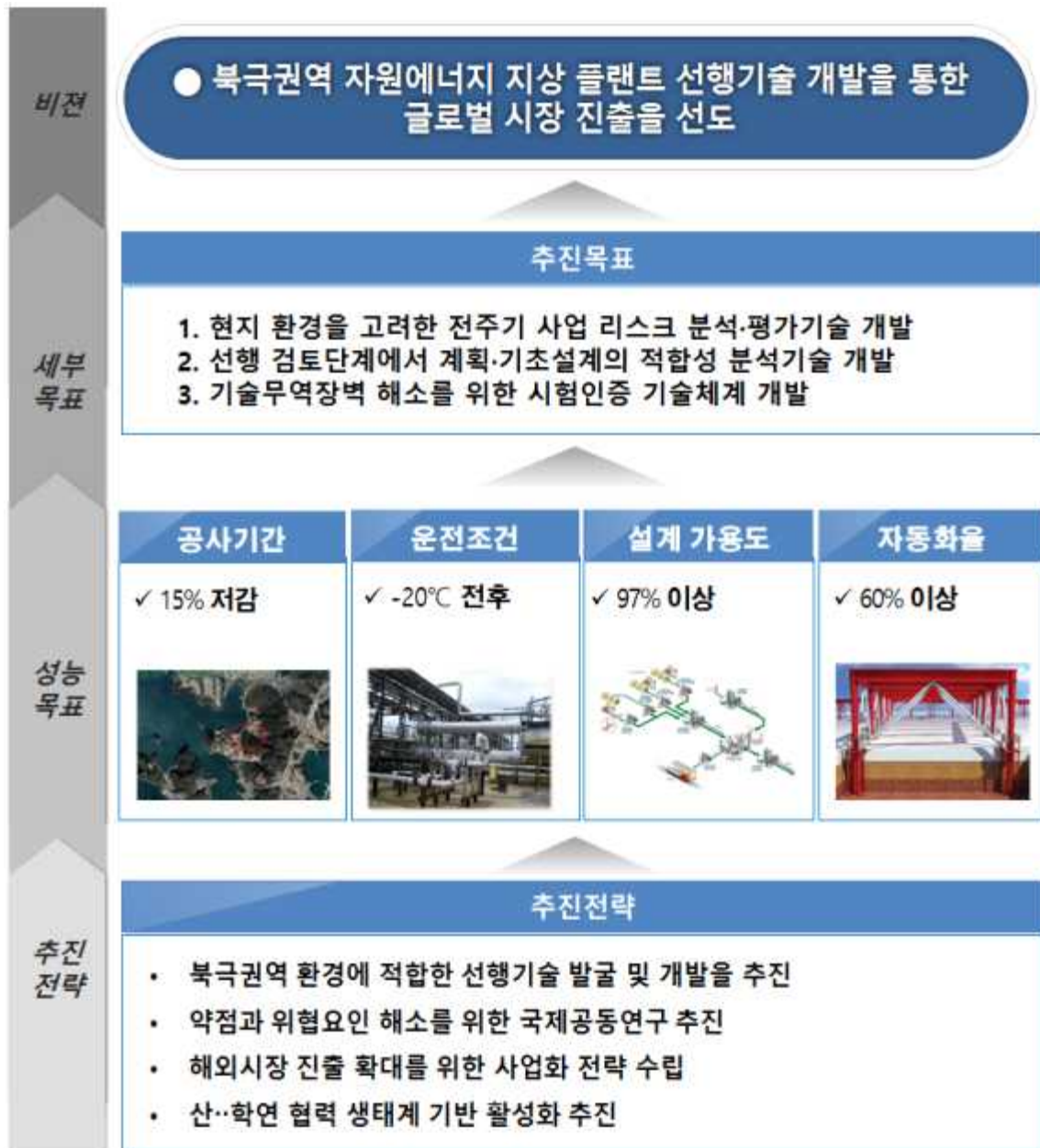
※ 현지 지층정보, 유전 운용경험, 북미 기준 등을 고려한 시험·시운전 등



## 제2절 기술개발 비전 및 목표

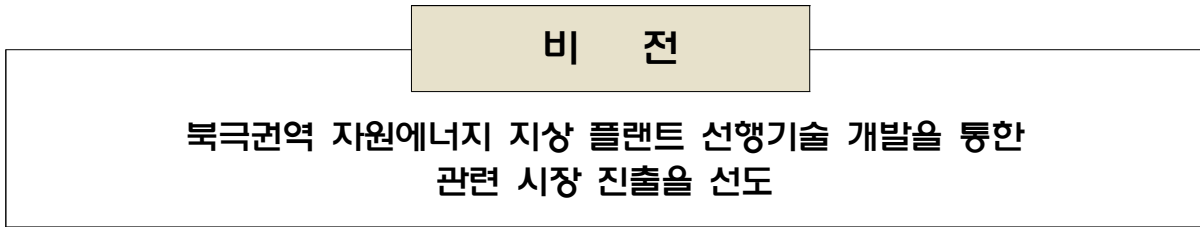
### 1. 기술개발 체계

- ▶ 동 기술개발의 세부목표→추진전략과 연계되는 비전은 “북극권역 자원에너지 지상 플랜트 선행기술 개발을 통한 관련 시장 진출을 선도” 로 설정함



## 2. 사업 비전 및 목표

### 2.1 비전 설정



#### ▶ 비전 수립방법

- 동 사업의 비전은 국가정책 및 상위계획의 방향성과 국내 역량을 고려하여 도전적이나 실천 가능한 비전을 제시함
- 또한 사업의 특성(중장기 산업기술)을 고려하여 기술개발 추진에 따른 아래 목적을 제시함
  - 북극권역을 포함하는 흑한지 오일·가스 개발환경과 리스크 분석, 지상플랜트 계획·기초설계 평가 등 선행기술을 개발하고 시험·인증 기술체계를 구축하여 기업의 해외사업, 실용화 연구 등을 효율적으로 추진하는데 활용할 계획임



그림 70 비전수립 틀

#### ▶ 비전 수립 및 분석

- 부처의 방향성: 우리나라 경제의 잠재성장률 4% 유지를 위하여 국토교통 기술경쟁력을 강화하고 지속적인 성장동력으로 역할 수행
  - 제2차 건설교통기술 연구개발사업 중장기계획('13~'17)
- 주요 키워드: 기술 경쟁력 강화, 성장동력, 글로벌 시장 선도 등을 분석

- 미래의 모습: 궁극적으로 글로벌 상류시장에 진입하여야 하나 현재 수준에서 관련 가치사슬과 생태계가 취약한 여건을 고려하여 설정함
  - 북극권역 오일·가스 시장 진입을 위한 역량을 기술개발을 통하여 실현하는 미래 역량과 위상을 설정
  
- 키워드 매칭: 전문가 브레인스토밍
  - ① 성장동력 ⇒ 북극권역 오일·가스 플랜트 (지상)
  - ② 기술경쟁력 ⇒ 세계적 수준 (최고기술 대비 90% 이상)
  - ③ 글로벌 시장 선도 : 오일·가스 생산 플랜트 및 서비스 시장 진출 교두보 확보
    - 오일·가스 개발사업은 ① 탐사·개발·생산 ② 수송 ③ 정제 ④ 공급으로 나눌 수 있는데, ① 부문을 상류(upstream), ② 부문을 중류(midstream), ③ 부문 이후는 하류(downstream)으로 구분하는데 상류부분의 부가가치가 높음

〈표 36〉 국가정책 및 상위계획 비전 검토

상위계획	비전 및 목표
1. 제3차 과학기술기본계획	창조적 과학기술로 여는 희망의 새시대
2. 국토교통 R&D 중장기 전략	국토교통 기술을 통한 국민행복 및 글로벌 가치 창조
3. 물 재이용 기본계획	지속가능한 물 재이용 활성화로 친환경 대체 용수 확보
4. 국가 안전관리 기본계획	OECD 수준의 안전 선진국 실현
5. 제3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획	시설안전의 Blue화를 통한 행복사회 구현
6. 제2차 국가에너지기본계획	에너지 자립사회 구현
7. 제4차 건설산업진흥기본계획	건설산업의 지속발전 기반 강화

## 2.2 최종 목표

### 최종 목표

북극권역을 포함하는 혹한지 오일·가스 개발환경과 리스크 분석, 지상플랜트 계획·기초설계 평가 등 선행기술을 확보

- ▶ 현지 오일·가스생산공법, 지상설비 적용환경 분석, 이에 기반한 전주기 사업 리스크 분석·평가기술 개발
  - 현지 사업사례 분석을 통한 실제적 적용이 가능한 정보 구축
  - 리스크의 정량적 지표화를 통한 선행계획 평가에 활용이 가능하도록 개발
  
- ▶ 오일·가스 생산공법, 이에 최적화된 지상설비계통에 대해 선행 검토 단계에서 계획·기초설계의 적합성 분석기술 개발
  - 현지 사업에 참여실적을 가진 기관의 데이터에 기초한 시뮬레이션 체계 및 평가기법 확보
  - 사업 리스크 요인을 고려한 선행계획 및 기초설계의 사업화 활용측면의 타당성 확보
  
- ▶ 현지 시장 및 기술 카르텔 극복을 위한 적정기술 발굴 및 공동연구체계 구축, 기술무역장벽 해소를 위한 시험인증 기술체계 개발
  - 현지 진출시 무역장벽 해소방안으로 기업의 활용성 확보
  - 현지 연구소, 대학, 기업 등과 공동연구를 통한 현지 적정기술 확보

### 3. 사업 추진전략

- ▶ (북극권역 환경에 적합한 선행기술 발굴 및 개발을 추진) 북극권역의 기후와 가혹한 현 장여건에 따른 생산성, 신뢰성 확보기술을 추진
  - 극한환경에서 플랜트 건설 경쟁력 확보의 핵심 키워드로 생산성 제고, 비용의 최소화가 중요 함
  - 신뢰성 기반의 시공계획 및 플랜트 설계, 시공자동화, 모듈화 설계, 시공법, 맞춤형 건설 플랜 트·핵심장치 등에 관한 기술혁신이 필요
  
- ▶ (선행기술의 효율적 확보를 위한 국제공동연구를 중점 추진) 북극권역 환경에 최적화된 기술을 보유한 선진기관과 국제공동연구를 추진
  - 북극권역 오일·가스 선진기관과 국제공동연구를 추진하여 우리나라 여건에서 개발 현장·실 적이 미비한 약점을 해소하고 현지에 적합한 경쟁 우위기술을 개발하여 시장 진출의 교두보 를 확보
  - 북극권역 국가(러시아, 캐나다, 핀란드 등)와 사전 접촉을 통하여 추진방안을 마련
    - 특히, 글로벌 진출 기반조성의 일환으로 우리나라 국토교통부와 캐나다 Alberta주정부, 관련기 관 간 업무협약 및 공동연구 추진방안을 모색
  
- ▶ 실적기반 해외시장 진출을 확대를 위한 북극권역 타깃시장 발굴
  - 내수시장 및 글로벌 시장을 대상으로 시장규모, 시장 성장률, 주요 플레이어, 국내외 규제현 황, 소비트렌드 및 지출구조 등을 조사하여 타깃시장 발굴
  - 국내 기술수준 향상 및 핵심기술 확보, 국내실증 기반 해외 선진 및 신흥시장 진출 전략 수립
  - 동 사업의 해외시장 진출을 위한 주요 연구개발 성과물을 세부기술분야로 구분하여 시장세분 화를 통한 타깃 시장을 선정

※ 국제공동연구 추진을 위한 그간의 실적

(러시아는 현지 문화여건 상 진행이 미진하며, 핀란드와 동토지방관련 교류진행)

○ 그간 추진경과

- 극한지 이송스테이션 건설플랜트 기술 기획(사업단급, '16 완료)
- \* ('16.04.20) 오일샌드연구단에서 Alberta주정부 방문 : 공동연구 타진
- \* ('16.05.31) 캐나다 Alberta주정부에서 국토교통부 방문 : 공동연구 추진 공감
- \* ('16.07.06) 실무연락 담당자 협의(KICT) : 공동연구 추진범위 등 실무협의
- \* ('16.08.10) Alberta주 파견대표와 KAIA 미팅 : 공동연구 추진방법 협의
- \* ('16.12.08) ICOS 2016 행사추진, 한-캐나다 관계기관 참여 및 세미나 발표
- \* ('16.12.09) 국제공동연구 추진방안 간담회(KICT, 캐나다 차관보 참석)
- \* (2017.6.4.~) 캐나다 Alberta주 유관기관과 공동연구, 기업 교류회 예정

구분	정부·유관	연구전문	시험인증	규제·시험, 협회	학술
대한민국	MoLIT, KAIA	KICT, 고등기술연구원, Innotech Alberta	KTC	KGS, KAPIT, ICAK, KOSEC	SKKU
캐나다	Alberta 주정부	(구. AITF 등 통합), C-FER Technologies	CSA	NEB, PSAC C-FER	Calgary Univ.

○ 대한민국-캐나다 국제공동연구 추진방향



○ 역할 및 상호 활용방안

구분	대한민국	캐나다 Alberta주정부
역할	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 북미 흑한지 오일·가스 개발사업 기 개발사례(계획, 설계, 건설, 운용 등 전주기) 벤치마킹</li> <li>▪ 북극권역 사업 전주기 리스크·현장조사에 기반한 공정·시스템 계통구성 및 사업성 평가</li> <li>▪ 북미 기준 국내 시험·인증체계 및 기업 연계망 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 유전 개발, 시스템 운용특성 DB 등 협력</li> <li>▪ 실적 데이터 기반 계통구성 및 사업 타당성 검증</li> <li>▪ 북미기준에 따른 시험·인증 네트워크 지원</li> </ul>
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 극한지 오일·가스 개발현장에서 실험부지를 공유하여 개발기술의 통합성능을 제고하고 실증실적을 확보, 인지도 제고</li> <li>※ 현지 정보, 유전 운용경험, 북미 기준 등을 고려한 시험·시운전 등</li> <li>▪ 캐나다 극한지 오일·가스 시설의 특성 DB(고장, 수명, 성능 등) 구축, 적용기준 지원 등을 통하여 한국 개발기술의 신뢰성 검증</li> <li>▪ 중·장기적으로 인력 및 정보 교류, 연구팀의 파견 등을 통한 현지화를 추진하고, 장기적으로 기술센터 설립하여 R&amp;D 효율성과 사업화 촉진에 기여</li> <li>▪ 이러한 인적 네트워크, 각종 정보, 기술적 기반을 활용하여 우리 기업의 해외 진출을 위한 교두보를 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 극한지 오일·가스 개발에 있어 한국 기업의 신속하고 고품질의 건설기술을 결합하여 사업 리스크를 저감하고 사업성을 높일 수 있음</li> <li>▪ 한국의 ICT, CPS 기술역량을 보유하고 있으며, 거대한 오일·가스 시설의 계획, 관리분야에 접목하여 효율성 제고 가능</li> <li>▪ 캐나다 극한지 오일·가스 개발과 관련하여 강점을 가진 지하 저류층 평가, 재료, 파이프라인 모니터링 및 안전 등에 관한 연구에 집중하고 있으며, 연구개발투자 포트폴리오 구성 측면에서 한국의 극한지 오일·가스 기술개발사업과 연계방안을 모색하여 투자 효율성을 높일 수 있음</li> </ul>

※ 별첨 1. 캐나다 Alberta주정부 방문단의 국토교통부 방문요청 레터



**Government of Alberta**

Alberta Korea Office

Embassy of Canada, 21 Jeongdong-gil (Jeong-dong), Jung-gu, Seoul, 04535, Seoul, Korea  
T. 02-3783-6140. F. 02-3783-6144

May 18, 2016

Dr. Dong-In Yang  
Senior Deputy Director  
Construction Workforce, Machinery and Materials Division  
Ministry of Land, Infrastructure and Transportation  
#11, Doum-ro 6, Sejong Special Self-governing City, 30103, Korea

Dear Mr. Dong-In Yang,

I wish you tremendous success.

The Alberta Korea Office is requesting a meeting with Construction Workforce, Machinery and Materials Division in the Ministry of Land, Infrastructure and Transportation (MOLIT) from 10:00 am to 11:30 am on May 31, 2016 at a conference room in the MOLIT offices.

The purpose of the meeting is to discuss the possibilities of joint research for the organizations and companies between Alberta, Canada and Korea on the research project MOLIT is currently planning and future cooperation between the Alberta Government and the Korean Government (i.e. MOLIT) in regards to developing Alberta's Oil and Gas resources.

The meeting participants will be:

- Gregory Baker, Managing Director and Counsellor (Commercial), Alberta Korea Office
- Fabricio Lima, Acting Team Lead - Energy/Environment, Asia Pacific Branch, Ministry of Economic Development and Trade
- Victor Lee, Senior Trade & Investment Officer, Asia Pacific Branch, Ministry of Economic Development and Trade
- Ja-Young Won, Commercial Coordinator, Alberta Korea Office

I hope you can accept this meeting request and please contact Ms. Ja-Young Won for more information. You can contact her at 02-3783-6141 or [jayoung.won@international.gc.ca](mailto:jayoung.won@international.gc.ca).

Best Regards,



Gregory Baker  
Managing Director and Counsellor (Commercial)  
Alberta Korea Office

## 제3절 기술 구성

### 1. 기술도출 프레임

- ▶ 본 기술기획 시 합리성, 객관성 및 사업화 가능한 사업 아이템 선정을 위해 북극권역 지상 플랜트 관련 국내 R&D 동향, 사업추진 기본방향 및 추진전략 등을 통해 중점분야 및 세부기술을 도출
- 본 기술기획에서는 사업기획의 충실성을 기하기 위해 Top-down /Bottom-up 방식을 병행하는 형태로 세부기술 및 요소기술 분야 발굴
  - Top-down 기술기획 : 국가 차원의 북극권역 플랜트 기술 발전을 위한 핵심 중점 지원 아이템 발굴
  - Bottom-up 기술기획 : 국내 산·학·연 전문가를 대상으로 북극권역 플랜트 분야 기술 개발의 현재 및 미래에 요구되는 기술수요를 발굴



그림 73 기술발굴 프레임 및 절차

## 2. 기술 수요조사·분석

- 기획위원회를 통하여 북극권역 지상 플랜트 건설산업 분야 기술개발의 현재 및 미래에 요구되는 기술수요를 파악함
  - 북극권역의 주요 이슈는 작업환경이 열악하고, 이동경로의 장애, 시스템 가동조건의 제한, 시스템의 신뢰성 및 안전성, 지반붕괴, 인력활용의 애로, 사업의 불확실성 등으로 조사됨
  - 주요 키워드는 북극권역 사용 적합성, 시스템의 신뢰성 및 가용성, 북극권역 사업의 타당성, 적용되는 플랜트 공정계통의 기초설계 및 configuration 등으로 조사됨
- 북극권역 관련 산·학·연 전문가들을 대상으로 설문조사를 통한 현장의 의견수렴과 기술수요를 파악하여 21건을 접수함
  - 수요조사결과 현지 건설환경 여건 조사, 선행 기초설계 및 이의 타당성 평가, 사업초기에 리스크 기반 타당성 분석, 시험인증체계 등으로 요소기술을 분류할 수 있었음

	수요조사기술명	비고
1	극한지용 천연가스처리 플랜트 공정선정기술 개발	선행 기초설계로 반영
2	극한지 오일·가스 업스트림 설비 configuration 기술	전체분야에서 일부 계통에 관한 사항으로 제한
3	Test method, Code, Standard, Test and certification	반영
4	영구동토 지반조사 장비와 건설기계 핵심부품 개발	현지 환경, 입지 및 접근로에 관한 내용으로 반영
5	북극권 무선센서 네트워크 시스템	선행기술과 거리가 있음
6	북극권 오일가스 플랜트 가상건설기술	계통 및 리스크분석기법과 연동하도록 반영
7	혹한지 Deoil 및 수처리 통합공정 기술	장치개발로 제외. 후속 사업단에서 개발 예정
8	이송스테이션 RCM 기술	시스템의 건전성 평가내용을 중요성이 높아 반영
9	극한지 이송스테이션 preFEED 기술	계통에 대한 선행설계 및 타당성 평가로 반영
10	가혹현장에서 원격 현장 통합관리기술	사업관리 및 리스크 분석에 반영
11	현지 개발환경 및 공법, 지상설비를 고려한 개념설계 기술	선행 계획 및 개념설계 타당성 분야로 반영
12	시각 정보를 이용한 시공 프로세스 관리기술	사업 리스크 저감기법으로 반영
13	공정계통의 안전도 평가기술	시스템의 신뢰성 향상기술로 반영

14	시스템 configuration을 위한 RAM 기술	선행계획 및 설계에서 계통을 대상으로 반영함
15	극한지 플랜트 기자재류 시험평가 기반 구축	물리적인 기반이 아닌 해외 현지의 시험인증정보, 해다기관과 교류방안으로 반영
16	리스크의 정량적 지표화를 통한 선행계획 평가기술	선행계획의 타당성 평가에 반영
17	선행 계획·기초설계 적합성 시뮬레이션 체계	계획 및 설계의 선행평가 기술로 반영
18	계획·기초설계(사업성, 입지, 라이선스, 장치구성 등) 기술	북극권역 현지에 적합한 기술 분석 내용으로 반영
19	현지 기관과 기술교류를 통한 개발기술의 현장 기술	현지 실적보유기관과 기술적 협력기법으로 반영
20	현지 법규·기준에 따른 시험운용 및 인증 기술체계	시험인증체계로 반영
21	증강현실 기반 극한지 플랜트 사업관리기술	가상계획 및 계통설계분야에 반영

### 3. 기술 구성

- ▶ 동 개발기술의 비전과 세부목표 등을 달성하기 위한 기술의 구성은 3대 추진기술과 6개 요소기술 분야로 구성함
- 3대 기술은 ① 메가트렌드 분석, ② 환경분석, ③ 정부정책 방향성 등을 종합적으로 고려한 후, 전문가 기획위원회에서 최종적으로 선정하였음
- 6개 세부기술 분야는 산·학·연 전문가 기술수요조사와 전문가 기획위원회 운영을 병행하여 12개 기술 중에 우선순위가 높은 기술분야를 선정하고 연구내용을 통합조정하여 구성함

21개 후보과제	1차 기술검토위원회(12개)	2차 기술검토위원회(6개)
극한지용 천연가스처리 플랜트 공정선정 기술 개발	북극권역 지상 플랜트 공정기초 기술	
극한지 오일·가스 업스트림 설비 configuration 기술	오일·가스 지상설비 configuration 기술	
Test method, Code, Standard, Test and certification		북극권역 개발환경 조사·분석기술
영구동토 지반조사 장비와 건설기계 핵심부품 개발	북극권역 개발환경 조사분석기술	
북극권 무선센서 네트워크 시스템	북극권 오일가스 플랜트 가상건설 기술	사업 계획 및 수행단계별 정량적 리스크 분석기술
북극권 오일가스 플랜트 가상건설기술		
혹한지 Deoil 및 수처리 통합공정 기술		
이송스테이션 RCM 기술	신뢰성 기반 가용도 평가 및 유지 관리기술	
극한지 이송스테이션 preFEED 기술		
가혹현장에서 원격 현장 통합관리기술	북극권역 플랜트 기술적 타당성 평가기술	북극권역 플랜트 공정계통의 계획 타당성 평가기술
현지 개발환경 및 공법, 지상설비를 고려한 개념설계 기술	개발환경 및 공법, 지상설비를 고려한 플랜트 계통 계획 기술	
시각 정보를 이용한 시공 프로세스 관리 기술		북극권역 지상 플랜트 공정계통 신뢰성 평가기술
공정계통의 안전도 평가기술		
시스템 configuration을 위한 RAM 기술	극한지 플랜트 기자재류 시험평가 기반 구축	
극한지 플랜트 기자재류 시험평가 기반 구축		
리스크의 정량적 지표화를 통한 선행계획 평가기술	리스크의 정량적 지표화를 통한 선행계획 평가기술	
선행 계획·기초설계 적합성 시뮬레이션 체계		기술교류를 통한 개발기술의 현장 기술
계획·기초설계(사업성, 입지, 라이선스, 장치구성 등) 기술	계획·기초설계(사업성, 입지, 라이선스, 장치구성 등) 기술	
현지 기관과 기술교류를 통한 개발기술의 현장 기술	기술교류를 통한 개발기술의 현장 기술	현지 법규·기준에 따른 시험운용 및 인증 기술체계
현지 법규·기준에 따른 시험운용 및 인증 기술체계		
증강현실 기반 극한지 플랜트 사업관리 기술	현지 법규·기준에 따른 시험운용 및 인증 기술체계	

● 우선순위 평가

세부기술 후보	우선순위	개발전 ⇒	개발후
1. 북극권역 지상 플랜트 공정기초 기술	7	3	5
2. 오일·가스 지상설비 configuration 기술	6	4	6
3. 북극권역 개발환경 조사분석기술	11	4	6
4. 북극권 오일가스 플랜트 가상건설기술	12	5	6
5. 신뢰성 기반 가용도 평가 및 유지관리기술	3	5	7
6. 북극권역 플랜트 기술적 타당성 평가기술	2	3	5
7. 개발환경 및 공법, 지상설비를 고려한 플랜트 계통 계획 기술	1	3	5
8. 극한지 플랜트 기자재류 시험평가 기반 구축	10	3	4
9. 리스크의 정량적 지표화를 통한 선행계획 평가기술	4	3	5
10. 계획·기초설계(사업성, 입지, 라이선스, 장치구성 등) 기술	5	3	5
11. 기술교류를 통한 개발기술의 현장 기술	9	5	6
12. 현지 법규·기준에 따른 시험운용 및 인증 기술체계	8	4	6

● 최종과제 도출

세부기술 후보	우선순위	개발전 ⇒	개발후
1. 북극권역 오일·가스사업 개발환경 및 리스크 분석기술	2	4	6
2. 북극권역 오일·가스 개발사업 선행계획·기초설계 평가기술	1	3	5
3. 북극권역 오일·가스플랜트 시험인증 기술체계	3	4	6

## 4. 기술 내용

### ▶ 북극권역 흑한지 오일·가스사업 개발환경 및 리스크 분석기술 개발

- (북극권역 오일·가스사업 개발환경 및 리스크 분석기술) 현지 오일·가스생산공법, 지상설비 적용환경을 분석하고, 이에 기반한 전주기 사업 리스크 분석·평가기술 개발
    - **현지 사업환경, 건설환경, 사업수행단계 리스크 요인 분석 및 특성화 관리기술**
  - 현장별 오일·가스 생산플랜트 건설환경과 사업 위험요소를 분석하여 효과적인 사업리스크 관리기법을 개발
- \* 수혜자 : 투자개발사, 발주사, 건설·엔지니어링사, 용역사, 제작사 등

<b>개발목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦현지 오일·가스생산공법, 지상설비 적용환경 분석, 이에 기반한 전주기 사업 리스크 분석·평가기술 개발</li> </ul>
<b>주요 연구내용</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦현지의 사업환경(제도, 기준, 문화 등) 조사·분석</li> <li>◦현지의 건설환경(입지, 기후, 경로, 조달여건 등) 분석기법</li> <li>◦사업수행단계별 리스크 요인 평가 및 관리방안 특성화 (현장, 생산공법·설비기술, 수행단계 등)</li> </ul>
<b>기술개발 방향성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦현지 사업사례 분석을 통한 실제적 적용이 가능한 정보 구축</li> <li>◦리스크의 정량적 지표화를 통한 선행계획 평가에 활용이 가능하도록 개발이 필요</li> </ul>
<b>개념도</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;지형변화, 불연속적 분포&gt;</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;폴리자드 작업환경&gt;</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;영하의 역전후 가동조건&gt;</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;용기와 철하 반복&gt;</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>&lt;배관 부상&gt;</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>▶ 기술적 도전사항</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 개발환경(온도, 일조, 작업조건 등)</li> <li>• 동결용기/용해철하</li> <li>• 시스템, 기술의 사용 적합성</li> <li>• 물류, 현장시공</li> <li>• 운전, 운영</li> <li>• 사업 리스크</li> </ul> </div>

### ▶ 북극권역 흑한지 오일·가스 개발사업 선행계획·기초설계 평가기술 개발

- (북극권·극한지 오일·가스 개발사업 선행계획·기초설계 평가기술) 현지 오일·가스 생산공법, 이에 최적화된 지상설비계통에 대해 선행 검토단계에서 계획·기초설계의 적합성 분석기술 개발
  - **오일·가스플랜트에 대해 선행단계에서 상기 개발환경 등에 관한 정보와 소요기술에 대한 정보를 토대로 계획·기초설계(입지, PFD, 기술, 형상 등) 타당성 분석기술**

- 프로젝트 투자·수주 계획단계에서 CAPEX, OPEX, 수익성 측면에서 타당성을 분석하기 위한 공정·시스템 계통설계, 가상 분석 프로그램을 개발

\* 수혜자 : 투자개발사, 발주사, 건설·엔지니어링사, 용역사, 제작사 등

개발목표	○오일·가스 생산공법, 이에 최적화된 지상설비계통에 대해 선행 검토 단계에서 계획·기초설계의 적합성 분석기술 개발
주요 연구내용	○현지의 개발환경 등에 관한 정보와 소요기술에 대한 정보 분석 ○선행 계획·기초설계 적합성 시뮬레이션 체계 ○계획·기초설계(사업성, 입지, 라이선스, 장치구성 등) 타당성 분석 ○현지 개발환경 및 공법, 지상설비를 고려한 개념설계 구축
기술개발 방향성	○현지 사업에 참여실적을 가진 기관의 데이터에 기초한 시뮬레이션 체계 및 평가기법 검증 ○사업 리스크 요인을 고려한 선행계획 및 기초설계의 사업화 활용 측면의 타당성 고려
개념도	

➤ 북극권역 오일·가스플랜트 시험인증 기술체계 개발

- (현지 국제교류·협력, 국제공동연구, 시험인증 추진체계 구축) 현지 시장 및 기술 카르텔 극복을 위한 교류·협력방안, 적정기술 발굴 및 공동연구 추진, 기술무역장벽 해소를 위한 시험인증 협력체계 등에 기반 구축
- 현지 기업·기관과 사업교류(기술, 기자재 등) 지원체계, 현지화 국제공동연구를 통한 현장적용 추진, 현지 법규·기준에 따른 시험운용 및 인증체계
- 오일·가스 생산플랜트 시험인증 기술체계 : 해당 국가별 시험·인증제도, 절차·기준, 시험규격 등을 구축(DB, 설계, 제작 등에 피드백 체계 등)

\* 수혜자 : 투자개발사, 발주사, 용역사, 제작사 등

<p><b>개발목표</b></p>	<p>◦현지 시장 및 기술 카르텔 극복을 위한 적정기술 발굴 및 공동연구 체계 구축, 기술무역장벽 해소를 위한 시험인증 기술체계 개발</p>
<p><b>주요 연구내용</b></p>	<p>◦현지 기관과 기술교류를 통한 개발기술의 현장 적용모델 - 국제공동연구 핵심주제(현지화 적정기술 등) 및 참여기관 발굴</p> <p>◦현지 법규·기준에 따른 시험운용 및 인증 기술체계 - 캐나다, 러시아, 미국, 중앙아시아, 노르웨이 등</p>
<p><b>기술개발 방향성</b></p>	<p>◦현지 진출시 무역장벽 해소방안으로 기업의 활용성 확보</p> <p>◦현지 연구소, 대학, 기업 등과 공동연구를 통한 현지 적정기술 확보</p>
<p><b>개념도</b></p>	

## 5. 기존 과제와 유사·중복성

### 중복성 검토 (www.ntis.go.kr)

\* 검색 : 국문 키워드 “북극권역, 극한지”가 포함된 모든 과제, 검색기간은 2001~2014년임

● 키워드 “북극권”에 대한 중복과제는 없음

유사과제 검색결과					
검색일시	2017.05.16 09:38				
검색범위	기 수행과제 + 타인등록과제 + 공공R&D과제				
기준유사도	60				
검색결과 요약	등록과제 수			유사과제여부	
	3 건			0 건	
세 부 검 색 결 과					
순번	과 제 명	연구 책임자	유사과제여부		
			기수행과제	타인등록과제	공공 R&D과제
1	북극권역 극한지 오일 가스사업 개발환경 및 리스크 분석기술	황인주	X	X	X
2	북극권역 극한지 오일 가스 개발사업 선행계획 기초설계 평가기술	황인주	X	X	X
3	북극권역 오일 가스플랜트 시험인증 기술체계	황인주	X	X	X
<p>국가과학기술지식정보서비스</p>					
<p>주1) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행했거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제)                  주2) 타인등록과제 : 다른 사용자가 유사과제 여부를 판단하기 위해 등록된 과제                  주3) 공공R&amp;D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&amp;D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&amp;D 과제                  주4) 기준유사도 : 유사과제라고 판단할 최소 기준이 되는 유사도 점수</p>					
<p>상기 내용은 과제개요 내 주요 텍스트 비교를 통한 1차적인 유사과제 결과이며, 최종적인 과제의 유사여부는 발주기관의 연구심의위원회에서 결정됩니다.</p>					
<p>국 가 과 학 기 술 지 식 정 보 서 비 스</p>					

● 키워드 “극한” 관련 부처별 진행현황 분석

구 분	국토교통부	산업통상자원부	기타
부처의 증장기계 획	-제1차 증장기계획('08~'12) : -제2차 증장기계획('13~'17) :	-통합기술청사진 (2010) -산업기술로드맵(2011)	
연구개발	-극한지 이송망 설계·시공 연구단 ('13~ ) -오일샌드플랜트모듈화연구단('14~ ) -모듈화 협업연구단('13~ )	-ARC7 운용가능한 북극해 기반 부유식 해양구조물 개발('16~ ) -ARC7 극지 환경용 해양플랜트 내빙구조 설계기술 개발('16~) -심해자원 생산용 해양플랜트 ('12~)	한국건설기술 연구원 주요사업 등 극지연구소 운영사업 등
연구기획	-극한지 이송스테이션 건설플랜트 ('16) -동토지역 극한작업 시공자동화 기술 ('13) -극한지 자원이송망 설계시공기술 ('12)	북극해 기반 극한환경 해양플랜트 ('15년 예타신청, 미통과) 미래전략 심해저	
분석결과	① 지향하는 적용처 : 극한(추운) 지역의 육상(국토부) ↔ 해상(산통부)으로 구분됨 ② 연구대상 : 목적물 또한 지상설비(국토부) ↔ 해상설비(산통부) 등으로 구분됨 ③ 특성 : - 국토부 : 건설현장에 적용되는 토공, 지상플랜트, 시공장비, 현장운용 등에 관한 계획설계 (system configuration 등), 시스템 설계, 유틸리티, 시공, 조달, 운영 등에 관한 기술 중심 - 산통부 : 북극해양용 소재·부품, FPSO(해상설비탑재부유선박), 빙저항 구조, 해양관측/북극해 통합정보, 심해저 장비 등에 관한 설계, 제작, 해양운용 등에 관한 기술 중심		

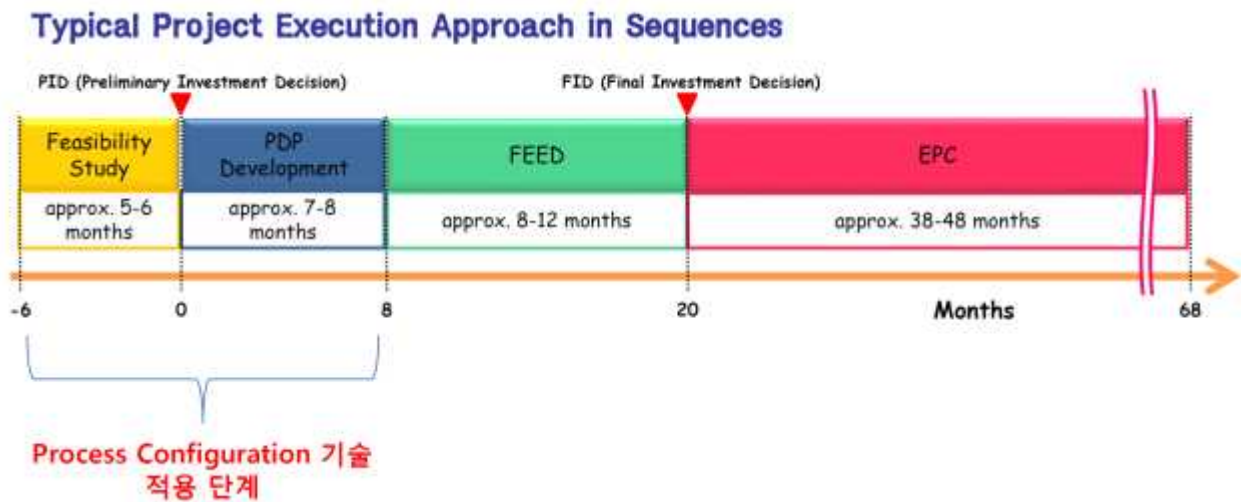
# 제5장 기술개발 세부계획

## 제1절 세부기술 개요

### 1. 현지의 사업환경 조사 분석

▶ 세부기술의 정의 및 목적

- (정의) 극한지 플랜트 건설 사업의 Pre-FEED 단계에서 요구되는 공정 Configuration 기술은 사업기획(project planning), Battery limit 설정(주공정 및 유틸리티 범위), 시공현장 준비(지질조사 및 현장조건), 환경영향 조사, 초기 개념설계(공정 최적화, BEDD, Plot Plan 등), FEED 계약 등에 관한 요건설정을 위한 핵심기술이며, 각 핵심과제에서 개발되는 기술을 파일럿 플랜트에 적용하기 위한 통합설계기술로 구성됨
- (목적) 국내기업은 시공 중심의 산업구조로 성장, 플랜트 가치사슬 상의 하류부문(상세설계 및 시공)에 기술력이 집중되어 있어 상대적으로 경쟁력이 취약한 고부가가치 영역인 극한지 자원이송 상류부문(원천기술, 기본설계 등)의 신시장 진출을 위해서는 Pre-FEED 핵심기술인 구성계통 Configuration 기술 개발을 통한 FEED 역량 확보가 필요함



<그림 38> 극한지 플랜트 configuration 개요

▶ 세부기술의 구성 및 추진범위

- 기간/예산 : 6년/88억 원(정부 66억 원)

- 구성기술 개요

구성기술	개요	결과물	기간 (총년)	소요 예산
북극권 자원에너지 개발 기초[선행]연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>북극권역을 포함하는 혹한지 오일/가스 개발환경과 리스크를 분석하고 지상플랜트 계획/기초설계/평가 등의 선행기술을 확보하여 기술무역 장벽을 낮추고 향후 극한지 플랜트 건설 사업화 타당성을 도출함</li> </ul>		'18년~ '27년 (10년)	88 억원
북극권 혹한지 오일/가스사업 개발환경 및 리스크 분석기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>현지제도, 문화, 기준 등의 사업환경과 현지의 입지, 기후, 경로, 조달여건 등의 건설환경을 분석하여 사업 수행단계별 리스크 요인을 평가하고 관리방안을 특성화하여 현장, 생산공법 및 설비 기술, 수행단계등에 대한 가이드라인 제시</li> <li>활용주체 - 프로젝트 관리자(PM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>사업환경 분석 메뉴얼</li> <li>건설환경 분석 메뉴얼</li> <li>리스크 요인 평가 알고리즘</li> </ul>	'18년~ '23년 (6년)	22 억원
북극권 혹한지 오일/가스 개발사업 선행계획/기초설계 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>현지 개발환경 등에 관한 정보와 소요기술에 대한 정보를 분석하고 이를 기반으로 선행계획/기초설계 적합성 시뮬레이션 S/W개발</li> <li>사업성, 입지, 라이선스, 장치 계통 구성등의 계획/기초설계 타당성을 분석하고 극한지 현지 특화된 개념설계 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>북극권 특성화 선행/기초설계 S/W</li> </ul>	'18년~ '23년 (6년)	26 억원
북극권역 오일/가스 플랜트 시험인증 기술체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술무역 장벽 해소를 위한 현지 법규/기준에 따른 시험운용 및 인증 기술 체계 구성 및 북극권 선행계획/기초설계 개발 모델에 대한 현장적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시험인증 체계 구축</li> </ul>	'18년~ '23년 (6년)	40 억원

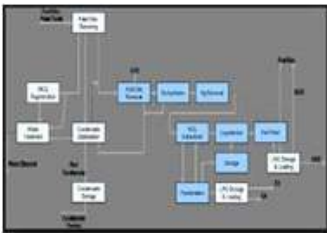
➤ 세부기술의 이슈 및 해결방안

현안 문제점 및 이슈	해결방안	기술적 니즈
국내 플랜트 수주 점유율에 비해 설계능력 부족으로 공정설계는 국외업체가 독점하여 국내 플랜트 관련 시장은 제조에 국한되어 설계 변경 시 생산설계를 변경하여 기자재 발주가 지연되고 이로 인한 비용/기간 연장으로 저수익 구조가 형성	고효율화, 경제성, 콤팩트화를 고려한 극한지 플랜트 전처리 통합공정 설계 및 운영 원천기술 확보로 일관성 있는 작업 환경을 제공함으로써 설계능력 부족으로 인한 저수익 구조 극복	P&ID 및 O&M 매뉴얼, 통합공정 기본설계 기술개발
시뮬레이션 기술의 필요성에 대한 인식 부족과 높은 가격, 운용할 수 있는 전문인력 확보의 어려움이 접근 장벽으로 작용	기존의 복잡한 절차를 간소화하고 그래픽 환경에서 조작함으로써 공정정보를 통합 관리하여 공정 내 성능에 영향 미치는 인자를 해석하여 공정에서 생산성과 효율성을 증대	공정해석 시뮬레이터 개발

➤ 세부기술의 개발목표

● 최종목표

- 극한지 오일가스 효율적 이송을 위한 전처리 기술 개발

성과물	최종달성목표
북극권역 극한지 오일/가스사업 개발환경 및 리스크 분석기술	
<p>예상성과물: 전주기 리스크 분석 평가 S/W</p> 	<p>개발성능목표: 현지 오일/가스생산공법 매뉴얼 개발 1건, 지상설비 적용환경 분석 매뉴얼 개발 1건, 매뉴얼 기반 사업 전주기 리스크 분석 평가 S/W 개발 1건</p> <p>설정배경: 극한지 오일/가스 개발의 경우 기존의 전통자원이 가지고 있는 리스크 요인과는 다르게 극한지 특성화 지상설비가 필요하며 극한지 O&amp;M 리스크에 대한 관리 운영체계가 부족함. 또한, 건설 사업타당성 분석에 환경 및 노무 비용등에 대한 분석 보고서가 필요하며 이에 대한 국내 전문 설계 컨설팅 회사가 존재하지 않음. 상대적으로 우수한 국내 기자재 제조 기술을 기반으로 개념설계 시부터 초기 리스크를 관리한다면 시너지 효과를 볼 수 있으며, 시장 선점에 유리한 경쟁요소로 작용 할 수 있음. 본 개발에서는 선진국 수준의 사업 및 건설 환경 분석 매뉴얼을 개발하고 이를 기반으로 사업 전주기 리스크 분석 평가 S/W를 개발하고자 함.</p>
북극권역 극한지 오일/가스 개발사업 선행계획/기초설계 평가기술	
<p>예상성과물 : 선행기초/설계 적합성 평가 시뮬레이터</p>	<p>개발성능목표: 선행기초 설계 적합성 평가 시뮬레이터, 환경 및 공법 적용 개념설계 1건</p>

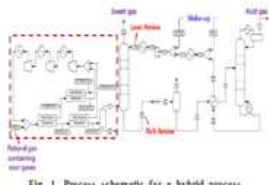
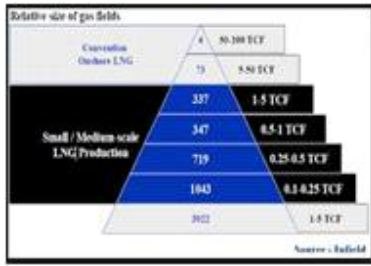


Fig. 1. Process schematic for a hybrid process.

설정배경: 극한지 현지 사업 정보 및 소요기술에 대한 정보 분석을 통해 선행 계획 및 기초 설계 수행 평가 시뮬레이터를 확보하고 시뮬레이터 기반의 개녀설계를 1건 수행함으로써 경제성 및 사업성 분석 평가기술을 확보함

**북극권역 오일/가스플랜트 시험인증 기술체계**

예상성과물 : 시험인증 기술체계 구축 1건



개발성능목표: 시험인증 기술체계 1건

설정배경: 극한지 사업 리스크 관리에 있어 국외 기관의 기술 카르텔 극복을 위한 적정 기술 개발 및 공동연구 체계 형성이 필요하며, 이를 기반으로 극한지 오일가스 사업의 기술무역장벽 해소를 위한 국내 인증기관과 국외 인증기관과의 시험인증 기술체계 개발이 필요함.

**▶ 세부기술의 유사·중복성 및 차별성**

중복성 키워드 ‘극한지’ 검색 검토 결과 국토교통부 0건, 산업통상자원부 0건, 기타 0건 등으로 00% 이상이 추운 극한지에서 지반, 파이프라인 등에 관한 기술로 국토교통부 특화기술영역으로 분석됨

**<표 37> “극한” 관련 부처별 진행현황 분석**

구 분	국토교통부	산업통상자원부	기타
부처의 중장기계획	-제1차 중장기계획(‘08~’12) : -제2차 중장기계획(‘13~’17) :	-통합기술청사진 (2010) -산업기술로드맵(2011)	
연구개발	-극한지 이송망 설계·시공 연구단(‘13~ ) -오일샌드플랜트모델화연구단(‘14~ ) -모델화 협업연구단(‘13~ )	-ARC7 운용가능한 북극해 기반 부유식 해양구조물 개발(‘16 ~ ) -ARC7 극지 환경용 해양플랜트 내빙구조 설계기술 개발(‘16~ ) -심해자원 생산용 해양플랜트(‘12~ )	한국건설기술연구원 주요사업 등 극지연구소 운영 사업 등
연구기획	-극한지 이송스테이션 건설플랜트 (‘16) -동토지역 극한작업 시공자동화 기술(‘13) -극한지 자원이송망 설계시공기술(‘12)	북극해 기반 극한환경 해양플랜트 (‘15년 예타신청, 미통과) 미래전략 심해저	
분석결과	① 지향하는 적용처 : 극한(추운) 지역의 육상(국토부) ↔ 해상(산통부)으로 구분됨 ② 연구대상 : 목적물 또한 지상설비(국토부) ↔ 해상설비(산통부) 등으로 구분됨 ③ 특성 : - 국토부 : 건설현장에 적용되는 토공, 지상플랜트, 시공장비, 현장운용 등에 관한 계획설계(system configuration 등), 시스템 설계, 유틸리티, 시공, 조달, 운영 등에 관한 기술 중심 - 산통부 : 북극해양용 소재·부품, FPSO(해상설비탑재부유선박), 빙저항 구조, 해양관측/북극해 통합정보, 심해저 장비 등에 관한 설계, 제작, 해양운용 등에 관한 기술 중심		

구 분	연구목표	연구내용	기타
본제안기술 (국토교통부)	극한지 건설 플랜트 엔지니어링 극한지 플랜트 건설공법 및 구조물, 건설장비, 운용 기술 개발	극한지 플랫폼 구성계통 Configuration 개념 설계기술 개발 AR 기반 Digital 사업관리시스템 개발 지능형 극한지 현장 통합관리기술 개발	타 사업, 과제와 목적물이 다르며, 적용 지역 또는 일반적인 온도 범위와 다른 추운지역으로 사용 조건을 달리하는 성능목표가 설정됨
오일샌드플랜트 모듈화연구단 (2014.12~, 국토교통부)	오일샌드 모듈화 플랜트에 적용할 수 있도록 운송, 성능, 안전, 운영(유지보수 포함)성을 고려한 기능모듈 분할 및 최적화 설계기술을 개발하고, 현장 적용 파일럿 실증모듈 제작을 위한 상세설계	플랜트 컴팩트 기능모듈 개발 플랜트 집약도 향상을 위한 플랜트 구성 설비에 대한 공정 분석 운송을 고려한 규격별 표준 구조프레임 및 집적 모듈 개발 극한조건 모듈러 재료 이용기술 플랜트 모듈 Pilot Test	모듈화 성과를 연계하여 수준 및 활용도 제고
자원이송망 설계시공연구단 (2013. 9~, 국토교통부)	극한지온도조건(-40~20℃)을 반영한 2,000 km급 자원이송망 설계·평가 기술 정립 극한지용(-40℃) 고성능(인성, 변형능) 파이프 및 현장 연결구조기술 개발 위험인자 극복형 파이프라인 접합부 방식 기술 및 환경영향 평가 기법개발 극한환경(-40℃, 2000 km급) 자원이송망 성능유지를 위한 변형진단, 안전 및 유지관리 시스템 개발	(1-1) 자원이송망-기반구조물 설계 및 평가 기술 개발 (1-2) 광역단위 관망 계획 및 최적화 기술 개발  (2-1) 극한지용 고성능 파이프 개발 (2-2) 극한지용 고속 현장 연결구조 기술 개발  (3-1) 극한지 자원이송망 건설공정 관리기술 개발 (3-2) 파이프라인 용접부 부식/방식 및 코팅 기술 개발 (3-3) 극한지 환경영향성 검토 및 비즈니스 모델 개발  (4-1) 신뢰성 기반 극한지 자원이송망 안전성능 변형진단 및 관리기술 개발 (4-2) 극한지 자원이송망 데이터의 효율적 관리체계 개발	지반분야 : 동결심도, 설계 온도의 차이  방부식분야 : 전기방식 이외의 방식을 반영  데이터 관리 : 사업관리 측면에서 목적물이 다름. 관련 방법론에 대한 성과를 연계 활용
위치유지와 계류시스템을	북극해에서 운용 가능한 부유식 해양구조물 개발	- 대빙 위치유지와 계류 성능 해석을 위한 요소기술 개발	2016년 5월 시작 (5년)

<p>적용하여 ARC7 조건에서 연중 운용이 가능한 북극해 기반 부유식 해양구조물 형상 개발 (산업통상자원 부)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ARC7에서 연중 운용이 가능한 북극해 기반 해양구조물 형상 설계</li> <li>- 부유식 해양구조물의 저항/위치유지/계류/연성운동 성능 검증</li> </ul>	<p>중복성 없음</p>
<p>ARC7 극지 환경용 해양플랜트 내빙구조 설계기술 개발 (산업통상자원 부)</p>	<p>쇄빙이 가능한 ARC7급 극지 해양플랜트 구조 설계기술에 대한 독자기술개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-극지 해양구조물의 마모 및 피로 특성에 대한 연구</li> <li>-극지 해양구조물의 내빙 구조 설계 기반기술 확보</li> </ul>	<p>2016년 5월 시작 (5년)  중복성 없음</p>
<p>북극해기반 극한환경 해양플랜트(2 015년 상반기 예비타당성조 사 신청, 산업통상자원 부)</p>	<p>극한해역(북극권 및 북해) 자원의 안정적 생산/운용 할 수 있는 FPSO 핵심기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고효율 저비용 극한환경용 해양플랜트 통합설계 및 시제품 개발</li> <li>- ICE 기반 Met-ocean 시스템 및 Ice monitoring 시스템 개발에 의한 북극해 통합정보 빅데이터 구축</li> <li>- 빙해환경용 해양플랜트 엔지니어링 기술 자립화</li> <li>- 극한환경(-50℃ 이하)용 핵심 기자재, 장비 및 강재 국산화</li> </ul>	<p>중복성 없음</p>

## 2 세부기술 추진 필요성

- **(극한지 플랜트 수요 증가)** 해외 오일·가스 메이저 기업들은 다양한 환경과 기후에 설치가 가능한 upstream 영역 부분에서 기술개발이 이루어지고 있으며, 극한 환경자원 개발 선점을 위해 국가 차원의 개발 전략을 추진(특히, 생산된 오일/가스 이송을 위한 신 개척 분야인 전처리 공정 통합설계 수요가 증가함)
- \* Douglas-Westwood(2014)는 세계 8,061 offshore 플랫폼의 유지보수, 수정&운영에 총 \$95 billion이 사용되었고, 2015-2019년 동안 offshore 시장이 5.4%의 CAGR를 전망
- **(전처리 공정 기술 발전)** 기존 오일·가스 upstream 전처리 효율성 증진, 극한지역 개발을 위한 onshore, offshore 플랜트, FPSO 및 FLNG의 전처리 장비 및 기술의 첨단화가 필요함
- \* 해외 메이저 오일·가스 기업 onshore 및 offshore에 전처리 공정 통합 및 모듈화 비용절감을 위해 적용
- **(극한환경 에너지 플랜트 개발)** 비전통 자원·에너지의 탐사 및 개발, 동토지역 및 극지 등 upstream 전처리에 대한 기술수요가 증가하고 있으며, 세계적 수준의 극한지형 upstream 통합 설계 기술 및 역량을 확보를 위해서 pre-feed 실적이 매우 중요함
- \* 창조경제 산업엔진 창출전략 중 시스템 산업분야 극지환경용 해양플랜트 프로젝트를 발표하여 해외기술 의존도를 탈피하여 미래 산업 경쟁력 확보를 전망(산업통상자원부, 2014)
- \* 미국, 캐나다, 러시아, 중국 등 연구개발 및 북극자원 탐사 적극 추진 중('23년 600억불 플랜트 시장), 한국은 그린란드와 자원개발 협력 MOU('12년) 및 종합추진계획 확정('13.7월)
- **(강건한 스테이션 운영시스템 구축)** 극한지 오일·가스 이송 스테이션은 극한 환경조건 극복, 성능·안정성·가용도 확보, 무인 작동환경 구축을 위하여 강건한 스테이션 운영에 특화된 유틸리티 기술개발이 필요함
- **(정부주도의 연구개발 필요)** 기존 시장 진입 장벽이 높고, 극한지 환경의 특수성 반영 및 기술 경쟁력 없이는 상업화 및 시장점유가 어렵고, 투자에 따른 기업의 리스크가 크고 대규모 비용 투자가 예상되므로 정부주도의 연구개발 지원이 필요함
- 극한지가 가지는 리스크 인자에 대한 정보의 질과 양은 현재 국내 기업이 활발히 진출하여 활동하고 있는 중동지역 등과 비교할 때 극히 미흡한 수준임. 또한 프로젝트별 리스크 인자도 중요한 변수이므로 제반 리스크를 포괄적으로 예측하고 평가할 수 있도록 인자들의 모집합 및 분류체계 구축, 분석 및 평가 알고리즘 개발, 종합적 평가 체계 개발이 필수적임
- 빅데이터 활용 기술, 사업비 예측 및 산정 기법, 건설 프로젝트 전체에 투입되어야 하는 각종 자원들에 대한 구매 및 조달 계획 수립 기술, 글로벌 협업으로 지형적/시간적/거리적 한계를 극복하고 사업을 수행할 수 있는 체계 구축 기술을 확보하는 것은 현재 극한지역에서 자원개발 및 이송에 관한 사업을 수행하는 모든 기업들이 필요로 하는 중요 기술임

수행기관	과제명/프로그램 (연구기간 2009년-현재)	주요 내용 및 특징	지원부처 (총연구비)
창원대학교	친환경해양플랜트FEED 사업단 (2013~2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양플랜트 설계/생산/운영 전주기 지식을 구비한 FEED 특화 전문 실무인력 양성</li> <li>- 명품 글로벌 친환경 해양플랜트 FEED 특화 엔지니어링 협동과정 개설/운영</li> <li>- 국내외 해양 플랜트 관련기업/교육/연구기관 과 협력 네트워크 구성</li> </ul>	교육부 (179.62)
현대중공업	LNG-FPSO Topside 플랜트 설계기술 개발 (2008~2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상용급 LNG-FPSO Topside 상용 FEED 패키지 개발</li> <li>- Design Basis/Design Philosophy/ Operation &amp; Maintenance Philosophy/ Process Description/Optimized Heat &amp; Mass Balance/Process Flow Diagram(PFD)/ Piping &amp; Instrumentation Diagram (P&amp;IDs/Equipment Process Data sheets(PDS)/ Utility 설계</li> <li>- 선체운동을 고려한 Column CFD 해석</li> </ul>	국토교통부 (524.00)
두산중공업	실증 가스화 플랜트 종합설계 및 자립기술 개발 (2011~2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가스화플랜트 개념기본설계 및 최적화 기술 개발</li> <li>- IGCC 가스화 플랜트 Configuration 기술개발</li> <li>- 가스화 플랜트 동특성해석 모델 개발</li> <li>- IGCC + CCS 플랜트에 대한 BDP 개발</li> <li>- 가스화플랜트 이용률 향상 기술개발</li> </ul>	산업통상 자원부 (7009.00)
대우조선해양	심해 석유 생산망 FEED 설계 및 부유체 핵심 기술 개발 (2012~2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 심해 석유 생산망 FEED 설계를 위한 핵심 기술 개발</li> <li>- 심해용 해양 플랜트를 위한 해저생산 운영지원시스템</li> <li>- 심해용 부유체 및 계류 시스템의 핵심 기술 개발</li> </ul>	산업통상 자원부 (6348.23)

- 극한지의 지리적 특성을 감안한 사업성 평가 기술, 사업계획 수립을 위한 객체지향형 업무수행 기술, 가상시공기술, IoT 기반 현장 통합관리 기술은 사업의 성공적 수행을 위해 필수적임. 그러나 국내 기업의 경우 극한지 건설 경험이 거의 전무하며, 개별 기업이 상기 기술을 자체적으로 투자하여 개발하기엔 많은 제한이 따름. 따라서 정부가 지원하는 연구를 통하여 극한지 프로젝트에서 사용가능한 실용 기술 개발이 절실히 요구됨

### 3. 세부기술 달성목표

- Douglas-Westwood(2014)는 세계 8,061 offshore 플랫폼의 유지보수, 수정&운영에 총 \$95 billion 이 사용되었고, 2015-2019년 동안 offshore 시장 연평균 5.4% 성장률을 전망하며, 전처리공정 설계를 통한 시장 진입이 가능할 것으로 전망됨
- 1세부 달성 목표 : **북극권역 흑한지 오일/가스 사업개발환경 및 리스크 분석 기술**
  - 북극권 사업 환경 조사 분석
  - 북극권 특화 건설환경 분석
  - 북극권 특화 오일가스 사업수행 단계별 리스크 요인 평가기술 개발
- 2세부 달성 목표 : **북극권역 흑한지 오일/가스 개발사업 선행계획 기초설계 평가 기술**
  - 북극권 특화 선행 계획/기초설계 시뮬레이터 기술개발
  - 북극권 특화 플랜트 계획/기초설계 타당성 분석 소프트웨어 개발
  - 북극권 지상설비 개념 설계 기술 개발
- 3세부 달성 목표 : **북극권 오일/가스플랜트 시험인증 기술체계**
  - 북극권 개발기술 현장 적용 추진체계 개발
  - 북극권 시험운용 인증 기술체계 개발

〈표 38〉 구성기술 1 달성 목표

구분	단기 목표	중장기 목표
출시 제품	극한지용 오일가스 처리공정 최적화 소프트웨어	극한지 내 전처리 설비 효율향상을 위한 설계안 도출 및 전처리 통합공정 기본 설계
진입 분야	전처리 공정 설계 시장	해외 극한지 내 전처리 공정 기본 설계 시장
타겟	기존 개착식 건설 플랜트 upstream 오일가스 전처리 공정 설계 국산화	극한지 건설 플랜트 upstream 오일가스 독자기술 확보를 통한 시장 기술 경쟁력 / 시장 점유율 증대
시장 창출 목표	20억 원	500억 원
세계 시장 대비 점유율	0%	10%
논문 및 기술 특허 확보	논문 4편/년, 특허 4건/년	논문 5편/년, 특허 5건/년
기업 설립 수 고용인원	전문기업 1개 및 5명/년	전문기업 4개 및 15명/년

중점분야	세부기술	비고
북극권역 흑한지 오일/가스 사업 개발환경 및 리스크 분석 기술	북극권 사업 환경 조사 분석	개발 환경 측정 및 조사 기법 전주기 사업 리스크 분석서 사업 리스크의 정량 적 평가 프로그램
	북극권 특화 건설환경 분석	
	북극권 특화 오일가스 사업수행 단계별 리스크 요인 평가기술 개발	
북극권역 흑한지 오일/가스 개발사업 선행계획 기초설계 평가 기술	북극권 특화 선행 계획/기초설계 시뮬레이터 기술개발	지상 플랜트 건설 사업 선행계획 타당 성 분석 프로그램  지상 플랜트 기초 설계서  지상 플랜트 configuration 보고서
	북극권 특화 플랜트 계획/기초설계 타당성 분석 소프트웨어 개발	
	북극권 지상설비 개념 설계 기술 개발	
북극권 오일/가스플랜트 시험인증 기술체계	북극권 개발기술 현장 적용 추진체계 개발	시험인증 체계
	북극권 시험운용 인증 기술체계 개발	

#### 4. 세부기술 개발 상세계획

##### ○ 1세부

##### 가. 요소기술별 개발내용

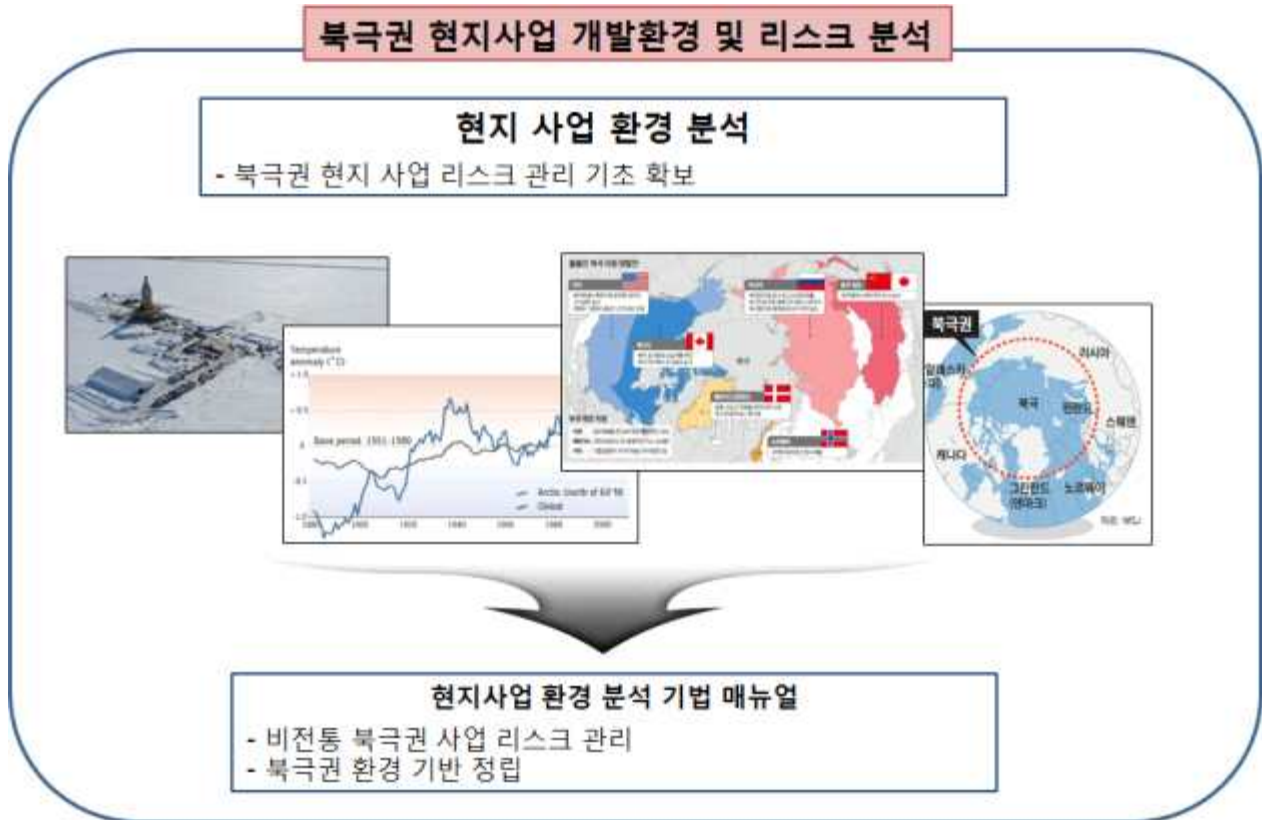
〈표 39〉 요소기술 및 개발내용

세부기술 분야	요소기술	해외 기술수준	국내 기술수준	개발내용
북극권역 혹한지 오일/가스 사업 개발환경 및 리스크 분석 기술	북극권 현지사업환경 조사분석	100 (러시아)	30	현지 사업 환경 분석 기법 매뉴얼 1건
	북극권 현지건설 환경분석	100(미 국)	50	현지 건설 환경 분석 기법 매뉴얼 1건
	사업수행 단계별 리스크 요인 평가 및 관리 방안 특성화	100(미 국, 일본)	50	사업수행 단계별 리스크 요인 평가 및 관리 S/W 1건

## 1) 요소기술 1: 북극권 현지 사업 환경 조사 분석

### 가) 기술개발의 정의

- 기존 전통 자원 생산국가 이외에 비전통 자원 생산국가로 진출하기 위해 북극권 오일가스 생산 국가들의 제도, 법규, 기준, 문화등에 대한 조사 분석을 통하여 사업 리스크 관리의 기초 단계 확보할 수 있는 기술



〈그림 39〉 현지 사업환경 분석

### 나) 기술개발 필요성

- 기존의 전통자원의 경우 국내 기업은 중동 및 아시아시장을 점유하고 있으며 중동 및 아시아 국가들에 대한 제도, 기준, 문화에 대한 분석은 충분히 이루어져 플랜트 건설시 걸쳐 리스크 분석이 가능하나, 비전통 북극권 자원의 경우 기존 점유 시장과 다른 국가들로 이루어져 있어 제도, 기준, 문화에 대한 조사 분석을 통하여 걸쳐 리스크 관리에 대한 재정립이 필요함.

### 다) 기술 개발 목표

〈표 40〉 공정기술1 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
북극권 사업환경 조사 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해외 오일·가스 선도시의 경우 100% 북극권 사업 환경분석기술 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 북극권 사업환경 분석 매뉴얼 1건</li> <li>• 기존 북극권 플랜트 대비 공사기간 및 비용 5%절감</li> </ul>

## 라) 현재 기술 수준

- 현재 북극권 진출 업체들이 보유하고 있는 환경 영향 평가 경험을 국내 기업의 경우 전혀 보유하고 있지 않기 때문에 북극권 환경 조건에 적합한 TRL 6 수준의 리스크 관리 매뉴얼이 확립되어 전주기 리스크 관리 매뉴얼의 기반 기술을 확보하여야 함

## 2) 요소기술 2 : 북극권 현지건설 환경 분석

### 가) 기술개발의 정의

- 북극권 특화 건설 환경 분석은 지역특성상 자원개발이 상대적으로 다른 지역에 비해 혹한 기후, 육상보다 연약한 지반, 물의 참하 방지 추가 지반공사 등의 이유로 높은 비용이 발생하는 동토층을 고려한 북극권 현지건설 개발환경을 분석 기술
- 북극권 현지 건설 환경 분석기법은 극한지 특성화 지상설비를 고려한 건설사업의 타당성 분석으로 환경 및 노무 비용 등에 대한 분석 매뉴얼을 개발에 유용한 기술



〈그림 40〉 북극권 현지건설 환경 분석

## 나) 기술개발 필요성

- 지구온난화로 결빙기간이 줄어들면서 영구동토층 위의 지표층이 과거보다 일찍 녹기 시작하고, 일부 지역의 동토층도 녹기 시작하면서 지층변화 및 습지화에 따른 기존 설비 가동 및 물자·인력 이동 기간이 단축됨에 따라 관련 시설이 가동되지 못하는 문제가 발생하고 있어 시설 공급, 공사기간 등 북극권 건설 환경에 따른 사업 분석이 필수적임
- 북극지역에 대한 환경보호 관심이 전 세계적으로 높아지면서 환경보호 관련 법정 소송이 개발 비용 상승의 요인으로 작용하고, 북극해 연안국 정부가 북극지역에서의 자원개발 건설에 따른 법·제도 등을 고려한 추가적인 안정장치 마련 및 시설사용 의무화 등 북극환경 건설사업 적용요인들을 파악하기 위한 사전 조사가 필요함

## 다) 기술 개발 목표

〈표 41〉 공정기술2 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
북극권 현지건설 환경 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설 사업타당성 분석에 환경, 제도, 법규, 세계적 환경 관심도, 노무비용 등을 고려한 국내 분석은 미비한 편이며, 세계 북극권 건설 선진업체에 비해 국내 전문 설계 컨설팅 회사가 존재하지 않는 상황</li> <li>• TRL 3단계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선진국 수준의 현지 건설 환경 분석 기법 매뉴얼 1건</li> <li>• TRL 6단계</li> <li>• 기존 북극권 플랜트 대비 공사기간 및 비용 5%절감</li> </ul>

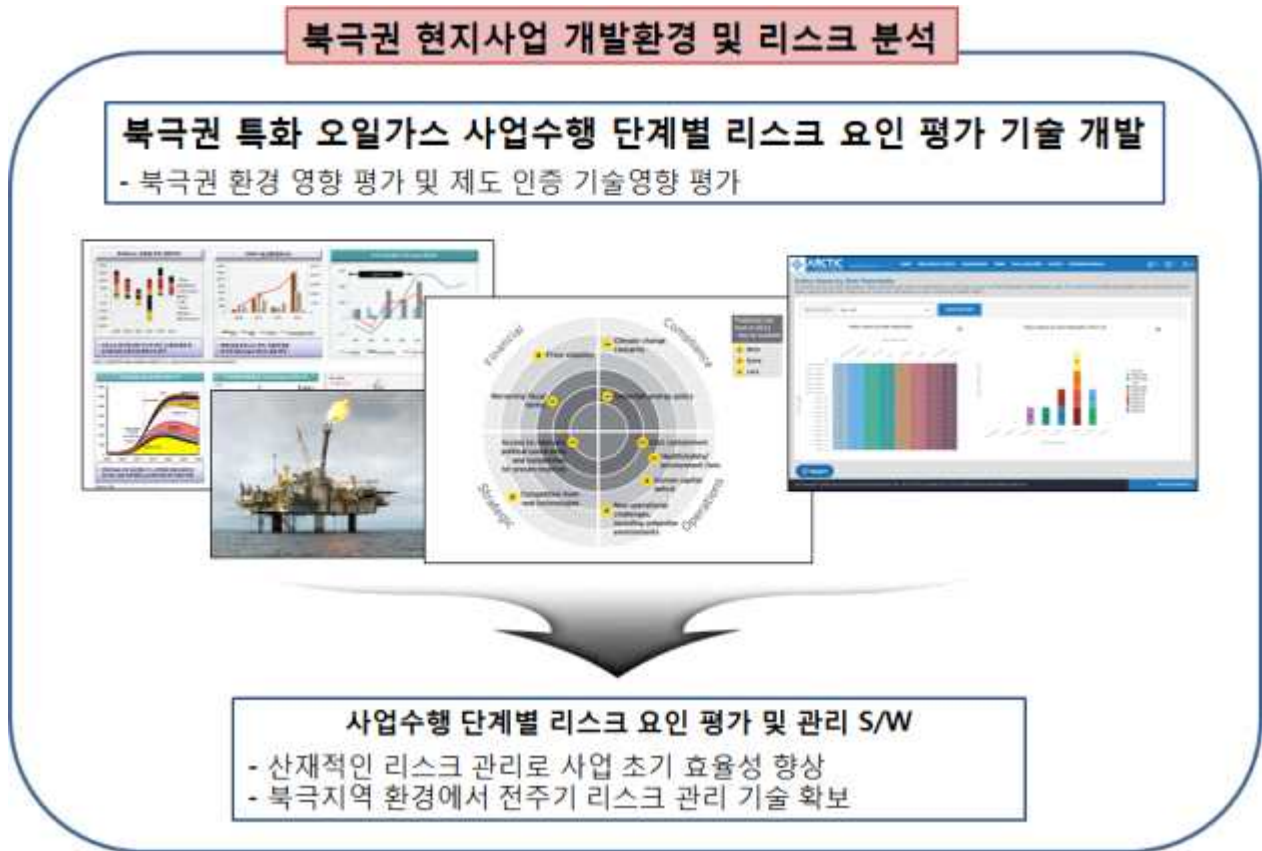
## 라) 현재 기술 수준

- 북극지역 건설 환경 분석에 대한 기법 확립은 아직 초기단계에 머물러 있으며, 북극지역 장애 요인들을 고려한 북극 건설 환경을 분석이 요구되는 상황으로 고위험·고비용이 발생, 혹한추위, 동토지대, 유빙 및 빙하 등에 적합한 현지건설 환경 분석이 북극해 연안 5개국에서 이루어지고 있음
- 국내 북극권 현지건설 환경 분석 기법 매뉴얼이 도출되고 현지에 적용하는 상황에 도달하지 못한 수준으로 현지건설 환경 분석은 북극지역의 환경오염과 보수적인 건설 환경조건을 기반으로 하는 분석 기법 확립이 요구될 수 있음
- 북극권 현지건설 환경 분석 기법 매뉴얼 도출에 대한 국내 현지 건설 환경 분석 기술은 TRL 3단계 수준이며, 북극해 연안 국가의 환경 분석 기법과 동등한 분석 기술은 TRL 6단계까지 요구됨

### 3) 요소기술 3 : 북극권 특화 오일가스 사업수행 단계별 리스크 요인 평가 기술 개발

#### 가) 기술개발의 정의

- 환경영향 평가 및 제도 인증 기술영향 평가를 기반으로 사업수행 단계별 리스크 요인을 분석하고 이를 기반으로 리스크 요인평인을 평가하여 사업초기 단계에서 효과적인 리스크를 예측할 수 있는 기술



〈그림 41〉 북극권 특화 오일가스 사업수행 단계별 리스크 요인 평가 기술 개발

#### 나) 기술개발 필요성

- 기존 전통자원의 경우 국내 기업이 점유하고 있는 시장을 기반으로 리스크 운영 관리에 유리한 측면이 있으나, 아직 국내리스크 관리 기반은 매우 약한편임. 또한, 북극권 작업 환경의 경우 환경, 기후, 제도 법규 등의 산재적인 리스크가 존재하여 사업초기단계부터 이를 효율적으로 관리하고 예측할 수 있는 리스크 관리 체계가 필요함.

다) 기술 개발 목표

〈표 42〉 공정기술1 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
북극권 특화 오일가스 사업 수행 단계별 리스크 요인 평가기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해외 오일·가스 선도사의 경우 100%북극권 리스크 관리 기술 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선진사 대비 90%수준의 확률 기반 북극권 오일가스 건설 플랜트 리스크 운영관리 S/W</li> </ul>

라) 현재 기술 수준

- 현재 북극권 진출 업체들이 보유하고 있는 리스크 관리 경험을 국내 기업의 경우 전혀 보유하고 있지 않기 때문에 북극권 환경 및 기술, 제도, 법규 등을 포함한 TRL 6 수준의 리스크 관리 매뉴얼이 확립되어 전주기 리스크 관리 매뉴얼의 기반 기술을 확보하여야 함

○ 2세부

가. 요소기술별 개발내용

〈표 43〉 요소기술 및 개발내용

세부기술 분야	요소기술	해외 기술수준	국내 기술수준	개발내용
북극권역 극한지 오일가스 개발사업 선행계획 기초설계 평가 기술	북극권 특화 선행 계획/기초설계 시뮬레이터 기술 개발	100 (러시아)	30	북극권 플랜트 기초 설계 시뮬레이터 1건
	북극권 특화 플랜트 계획/기초설계 타당성 분석 소프트웨어 개발	100(미 국)	20	북극권 특화 플랜트 건설사업 선행계획 타당성 분석 S/W
	북극권 지상설비 개념 설계 기술 개발	100(미 국, 독일)	20	극한지 플랜트 건설사업 계통 configuration 보고서

## 1) 요소기술 1 : 북극권 특화 선행 계획/기초설계 시뮬레이터 기술 개발

### 가) 기술개발의 정의

- 북극권 시장 진출 및 시장 선점에 유동성을 갖기 위해 환경 영향 및 제도 법규 등의 대외 환경 DB를 기반으로 가상 선행 계획 시뮬레이터 기술을 구축하여 전주기 사업 리스크 관리등이 통합된 선행 계획/기초 설계 시뮬레이터 기술 개발



〈그림 42〉 선행 계획/기초설계 시뮬레이터 기술개발

### 나) 기술개발 필요성

- 북극권 시장의 경우 다양한 문화권과 다양한 국가에 귀속되어 있는 지리적인 단점을 보유하고 있으며, 이에 따라 다양한 문화, 제도, 건설 환경을 가지고 있으며, 플랜트 기자재의 운송, 제작, 현지 작업등의 다양한 DB를 구축하고 이를 기반으로 가상 운용 평가할 수 있는 통합 시뮬레이터 구축이 필요함.

다) 기술 개발 목표

〈표 44〉 공정기술1 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
북극권 특화 선행 계획/기초설계 시뮬레이터 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해외 오일·가스 선도시의 경우 전통, 비전통 플랜트 사업 영역에 대한 가상 기초설계 시뮬레이터 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 북극권 가채량 기준 상위 3개 국가에 대한 제도, 법률, 법규, 운송 DB가 포함된 가상 시초 설계 시뮬레이터 구축</li> </ul>

라) 현재 기술 수준

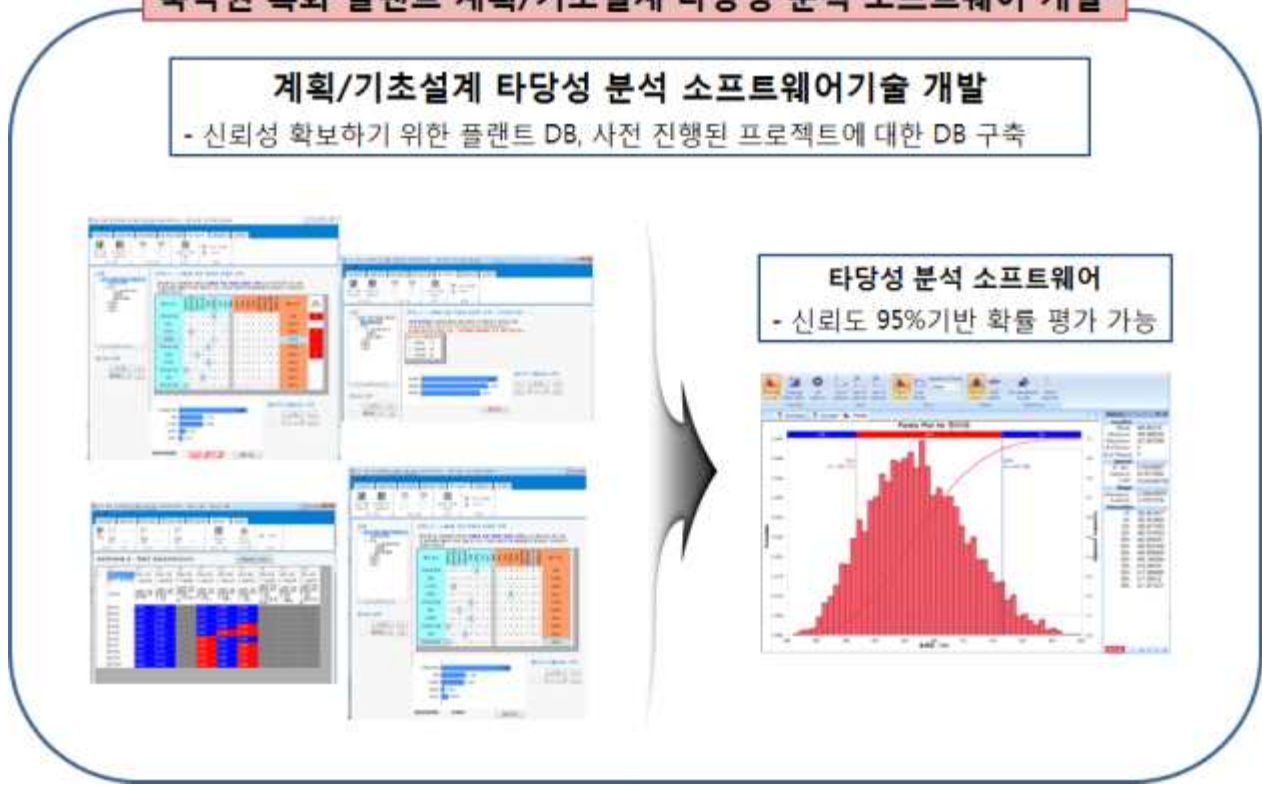
- 북극권 국가별 산재되어 있는 자국내 선행/기초 설계 DB를 보유하고 있으나, 통합된 국가별 가상 시뮬레이터를 보유하고 있지 않음. 또한, 제도, 법률, 법규, 최근 트렌드인 모듈화 등에 대한 운송 시뮬레이터가 포함된 경우는 존재 하지 않음.

2) 요소기술 2 : 북극권 특화 플랜트 계획/기초설계 타당성 분석 소프트웨어 개발

가) 기술개발의 정의

- 계획.기초설계 가상 시뮬레이터에 대한 타당성을 분석하고 신뢰성을 확보하기 위하여 기존 전통자원 플랜트에 대한 DB, 사전 진행된 프로젝트에 대한 DB등을 구축하고 이를 기반으로 타당성을 분석하는 기술

**북극권 특화 플랜트 계획/기초설계 타당성 분석 소프트웨어 개발**



〈그림 43〉 계획/기초설계 타당성 분석 소프트웨어기술 개발

나) 기술개발 필요성

- 기존의 계획/기초 설계 타당성 분석의 경우 전통자원에 대한 타당성 분석은 충분히 이루어져 있으며, 타당성 평가 기법을 확보하고 있으나. 비전통 자원 중 북극권의 현장 조건을 반영한 타당성 평가 기법은 확보되어 있지 않음. 또한, 북극권 선행 계획/기초설계 시뮬레이터 기술 개발을 통해 확보된 사업 전주기 리스크 관리에 타당성 및 신뢰성을 부여하고 향후 시뮬레이터와 패키지를 구성함

다) 기술 개발 목표

〈표 45〉 공정기술1 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
북극권 특화 플랜트 계획/기초설계 타당성 분석 소프트웨어 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 해외 오일·가스 선도시의 경우 전통 플랜트 사업 영역에 대한 선행기초 조사 타당성에 대한 패키지 프로그램 보유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 신뢰도 95% 기반 확률 평가 타당성 S/W 개발</li> </ul>

라) 현재 기술 수준

- 해외 선진사의 경우 pre-feed 단계에서 확률 및 선행 DB기반 타당성 평가 패키지를 보유하고 있으며 국내의 경우 pre-feed부터 전주기 리스크 관리까지 매우 열악하여 프로젝트 진행과정에서 큰 손실을 보고 있음.

### 3) 요소기술 3 : 북극권 지상설비 개념 설계 기술 개발

#### 가) 기술개발의 정의

- 극한지 플랜트 건설 사업의 pre-feed 단계에서 요구되는 공정 configuration 기술은 사업 기획 (project planning), battery limit 설정(주공정 및 유틸리티 범위), 시공현장 준비(지질조사 및 현장조건), 환경영향 조사, 초기 개념설계(공정최적화 등) FEED 계약 등에 관한 요건설정을 위한 핵심기술



<그림 44> 지상설비 설계 기술 개발

#### 나) 기술개발 필요성

- 플랜트 엔지니어링 분야에서 향후 예상되는 난관을 극복하기 위해서는 국내 기업이 플랜트 산업 초기부터 확보해 온 상세설계, 기자재 조달 및 건설 관련 역량과 전문 인적 자원을 활용하여 프로젝트 초기 단계에서 수행되는 FEED 수주를 통한 종합적인 엔지니어링 기술의 경쟁력 강화가 요구됨

다) 기술 개발 목표

〈표 46〉 공정기술1 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
북극권 특화 플랜트 구성계통 configuration 기술	• 총투자비용 예측 오차 범위 : $\pm 30\%$	• 총투자비용 예측 오차 범위 : $\pm 25\%$

라) 현재 기술 수준

- 플랜트 분야에서 동적모사 기술은 새로운 공정에 대한 투자 및 공정제어의 현대화를 위한 매우 유용한 도구로 사용되며, MYNAH Technologies 사에서는 CAPEX 및 OPEX 비용에 대한 투자분석, 신공정 투자 및 공정제어 개선에 대한 분석을 동적 모사 시뮬레이터(mimic simulation software)를 이용하여 수행하고 있음. 또한 제어시스템 검증, 시험/운영자 교육/운영절차에 대한 검증 및 시험에 대한 생애주기 동적모사 프로그램(life cycle dynamic simulation)을 개발, 시장에 판매하고 있음

## ○ 3세부

### 가. 요소기술별 개발내용

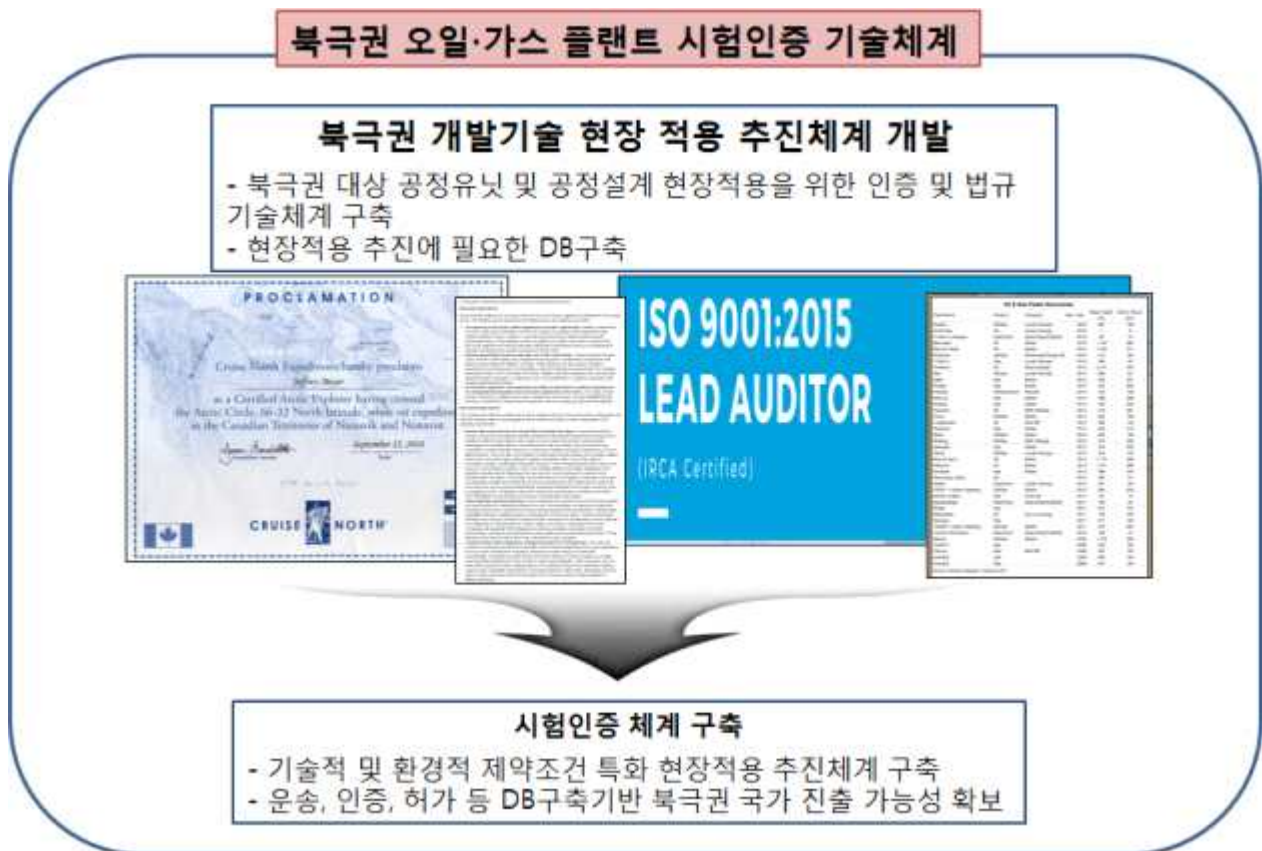
〈표 47〉 요소기술 및 개발내용

세부기술 분야	요소기술	해외 기술수준	국내 기술수준	개발내용
북극권 오일/가스 플랜트 시험인증 기술체계 구축	북극권 개발기술 현장 적용 추진체계 개발	100 (캐나 다)	30	개발 기술 현장적용 추진체계 구성 및 추진 매뉴얼 1건
	북극권 시험운용 인증 기술 체계 개발	100(캐 나다, 핀란드 )	30	시험인증 체계 구축

1) 요소기술 1 : 북극권 개발 기술 현장적용 추진체계 구축

가) 기술개발의 정의

- 북극권 대상 공정유닛 및 공정 설계에 대한 기술개발을 통하여 만들어진 성과품을 현장적용 하기 위하여 인증 및 현지 법규 준수 등 필요한 부수적인 기술 체계를 구축하고 추진에 필요한 DB를 구축하는 기술



<그림 45> 북극권 개발기술 현장 적용 추진체계 개발

나) 기술개발 필요성

- 북극권은 기존의 전통 자원플랜트 기술대비 기술, 환경적 제약조건으로 인하여 북극권 특화형 기술개발이 필요하며, 이를 현장에 적용하기 위해서는 운송, 인증, 허가 등의 현장적용 추진체계가 필요함. 북극권은 크게 5개 나라에 걸쳐 있어 각 국가별로 운송, 인증, 허가 등의 조건이 다르며, 이를 현장적용하기 위한 기술 협약 및 DB구축이 필요함.

다) 기술 개발 목표

〈표 48〉 공정기술1 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
북극권 개발 기술 현장적용 추진체계 구축	• 각국별 별개의 DB보유	• 북극권 5개국 인증, 법규, 허가 DB 구축 및 현장 적용 추진체계 구축

라) 현재 기술 수준

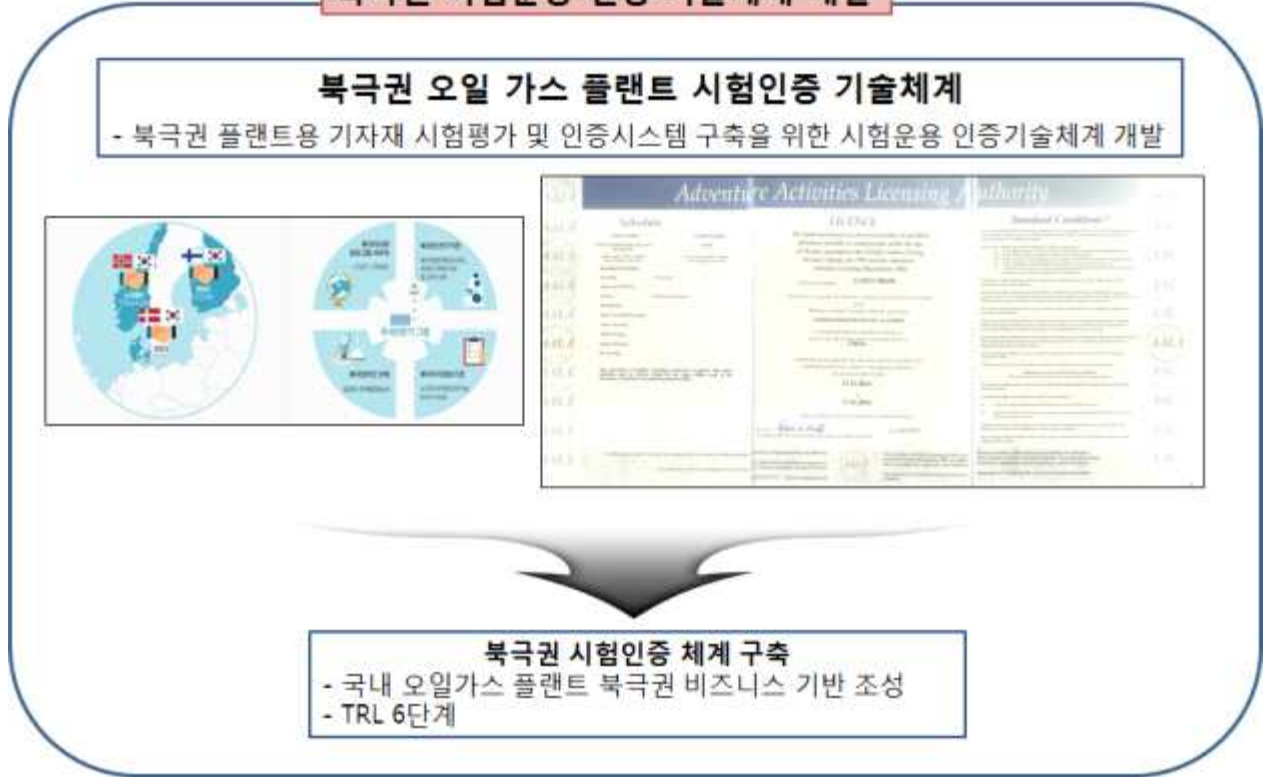
- 현재 국내 장비에 대한 북극권 시장진출 경험이 전무하고 현장적용을 위한 인증, 법규, 허가 DB가 존재하지 않음. 따라서 국내 혹은 국제공동연구를 통하여 개발된 성과품에 대한 현장적용을 위한 기술개발 TRL 6 수준의 상시 대응이 가능한 추진체계 및 DB process 를 구축해야 함.

2) 요소기술 2 : 북극권 시험운용 인증 기술체계 개발

가) 기술개발의 정의

- 북극권 시험운용 인증 기술체계 개발은 지반기초 및 구조물, 급속시공, 모듈화, 컴팩트, 혹한 조건(-40℃)에 적용하기 위한 오일·가스 플랜트의 계획, 설계단계 문제점 도출, 분석 및 설계 오류 검증 등 오일·가스 플랜트 프로세스를 확립 및 적용하기 위한 기술체계임

**북극권 시험운용 인증 기술체계 개발**



〈그림 46〉 북극권 오일가스 플랜트 시험인증 기술 체계

나) 기술개발 필요성

- 북극권 오일·가스 플랜트 시험운용 인증 기술체계는 극한지 플랜트용 기자재 시험평가 (ASME/CSA/GOST/APIASTM) 및 인증시스템을 구축하여 해외진출을 도모하는 중요한 기술체계로 분류되고 있기 때문에 이에 대한 시험운용 인증 기술체계 개발이 시급함

다) 기술 개발 목표

〈표 49〉 공정기술3 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
북극권 오일/가스플랜트 시험인증 기술체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 극한지 오일/가스 플랜트 시장에 대한 시험인증 기술체계 부재</li> <li>• 북극연구 운영 기본계획을 수립하여 연구 지속 추진</li> <li>• 극지용 조선기자재 국제공인 시험인증 부분에 시험인증 지원체계 구축</li> <li>• TRL 3단계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 북극권 시험인증 체계구축</li> <li>• TRL 6단계</li> </ul>

라) 현재 기술 수준

- 국내 북극 비즈니스 기반조성을 위해 산업부, 해수부 주관부처로 관련 연구를 지속적으로 추

진하고 극지용 조선기자재 국제공인 시험인증 지원체계를 구축( '15.6)하고 있으나, 조선분야에 한정되어 있어 북극권 육상플랜트에 대한 시험인증 기술지원 및 기술체계가 요구되고 있음

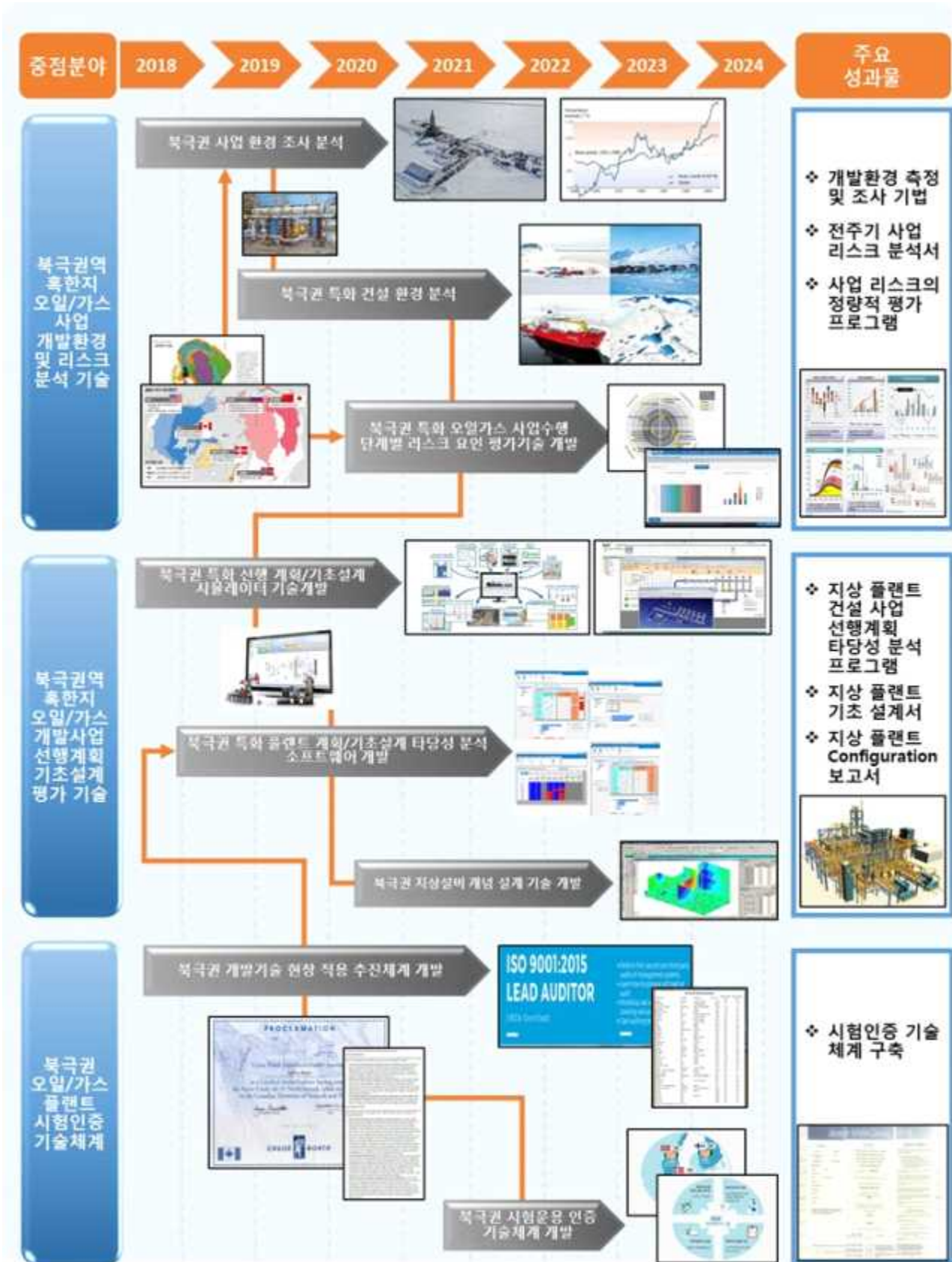
## 나. 구성기술 확보 전략

〈표 50〉 구성기술 확보 전략

구성기술	요소기술	단계	성과연계	자체개발	기술도입	글로벌협력	아웃소싱
북극권역 자원에너지 지상 플랜트 선행평가 기술 개발	북극권역 흑한지 오일/가스 사업 개발환경 및 리스크 분석기술	상 용		●		○	
	북극권역 흑한지 오일/가스 개발사업 선행계획 기초설계 평가 기술	상 용		●		○	
	북극권 오일/가스플랜트 시험인증 기술체계	상 용		○		●	

● : 주, ○ : 부

다. 구성기술 로드맵



<그림 47> 성기술 1 기술개발 로드맵

## 5. 세부기술 추진전략

- 연구수행 단계는 2단계로 나누며, 1단계에서는 요소기술 및 기반 구축, 2단계에서는 개발기술의 검증 및 보완, 실증을 통해서 극한지 구성계통 Configuration 및 파일럿 플랜트 설계 독자 기술을 확보
- (1단계) 국내 기업의 영구동토지역 등의 시공사례 경험 미흡을 바탕으로 하여 해외 선진 기업들과의 기술 교류를 통하여 북극권역 혹한지 플랜트 설계 기술의 전반적인 설계 기술을 파악하고 국내 기업간 기술 결합 및 협력을 통한 추가적인 고도화를 이루어 기술 개발 목표 도달 가능성 제시. 그리고 또한, 국내외 기업 및 산학등의 관련 업계 및 학계의 전문가를 적극적으로 활용하여 산학연 연계를 이루어 운영함
- (2단계) 지속적인 기술 확보 전략 수립 및 현장 데이터를 중심으로 한 재검증을 통하여 국내 기업에서는 각종 재해 등을 포함하는 시나리오를 반영한 시뮬레이션 기반의 설계를 구축하고 국외 북극권역 혹한지 개발환경 및 리스크 분석기술 관련 업체 및 관리기관 협의체를 구성하는 등의 해외 기관의 적극적인 참여를 유도함으로써 국/내외적인 운영 및 적용으로 기술 개발
- 주관기관은 대규모 인프라 건설 및 운영 체계의 연구 경험이 풍부하고 효과적인 지상설비 개념 설계 및 운영이 가능한 국책연구기관(혹은 공공기관)이 참여하고, 스테이션에 대한 시스템 구축 기반을 확보하여 첨단기술 기반의 사업화 역량을 갖춘 기업 주도의 산학연 공동연구 형태로 추진체계를 구축
- 국제 규격 및 타겟 시장에 적합한 시제품 개발 및 Track record 등 노하우 확보를 통해 단계적으로 국내외 상업화를 추진

〈표 51〉 기술개발 주체별 상업화 협력 방안(주체별 역할)

구분	주관기관	대학 및 연구기관	아웃소싱 기관(업체)	전문기관	해외기관
주요내용	통합 솔루션	시나리오 기반 의사결정기법 사나리오 구성 인자 다중의사결정기법	시장조사 및 경제성 평가	사업관리 실무지원	-
	핵심 개발 기술 사업화	기술이전 및 사업화 지원	기술가치 분석 및 실시 지원	기술이전 및 사업화 등	-
	현장 검증·실증을 통한 신뢰성 확보			성과확산 지원	-
참여가능주체	산, 연	학, 연	컨설팅사	-	-

● ● 참여주체(대기업, 중소기업)의 기술개발 역량(수준)

-본 제안기술은 대기업·중견 건설·엔지니어링사, 안전진단 엔지니어링사, IT 통합 솔루션사 등에서 참여하여 개발 및 사업화에 적합한 기술임

-스테이션 핵심장치 설계기술 분야에서 압축기 제작 등 핵심 기자재 제작을 대상으로 엔지니어링 기술 개발을 수행하는 실무 측면의 역량이 높은 편임

-모니터링 시스템 분야에서 센서를 이용한 정밀 안전 진단, 감시 시스템 설계에 있어서는 전문 인력이 다소 미흡하나 이는 학·연 컨소시엄을 통하여 해소 가능

● ● 지재권 확보전략

-북극권 스테이션 계획·설계 기술 분야는 특성상 엔지니어링에 관계되는 공법, 기법, 장치 설계, 센서류 측면이 강하여 관련 분야 핵심·원천기술과 지재권의 확보가 다소 어려운 상황임

-이러한 애로사항을 해소하기 위하여 사전에 공백특허, 분쟁특허, 매매특허, 회피방안 등에 관한 심층 분석을 실시

● ● 단계별 시장 진입 전략

-기존의 기업에서 보유하고 있는 스테이션 핵심장치 설계 제조 기술과 학·연에서 보유하고 있는 설비 최적화 기술의 알고리즘 기술력이 투입된다면 단시간 내에 세계적 수준의 기술 경쟁력을 확보할 수 있음

-1단계 : 극한지 플랜트 건설 산업은 지역마다 법규 및 지원제도가 크게 다르고 Track record 확보가 중요하므로 국내 또는 해외의 전략적 국가를 선택 및 집중하여 성공사례를 인근 국가로 확대하는 전략이 필요

-2단계 : 국내 플랜트 건설 업체들은 업체간 경쟁이 격화되고 있는 조선업, 해양플랜트 시장보다는 비교적 초기시장인 극한지 플랜트 시장에서 기회요인을 찾아야 함

## 6. 세부기술 소요예산 계획

### 가. 투자 규모

- ● 총 88억 원/6년 중 정부출연금 66억 원(75%) 대비 민간부담금 22억 원(25%)으로 구성된 정부주도 사업추진

〈표 52〉 1 핵심 투자계획 (단위 백만)

구성기술	구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	총계
북극권 현지사업 환경 조사 분석	정부(일반회계)	37.5	75	112.5	112.5	75	37.5	450
	민 간	12.5	25	37.5	37.5	25	12.5	150
	소 계	50	100	150	150	100	50	600
북극권 현지건설 환경 분석	정부(일반회계)	75	75	150	150	75	75	600
	민 간	25	25	50	50	25	25	200
	소 계	100	100	200	200	100	100	800
사업수행 단계별 리스크 요인 평가 및 관리방안 특성화	정부(일반회계)	75	75	150	150	75	75	600
	민 간	25	25	50	50	25	25	200
	소 계	100	100	200	200	100	100	800
합계		250	300	550	550	300	250	2,200

〈표 53〉 2 핵심 투자계획 (단위 백만)

구성기술	구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	총계
북극권 특화 선행 계획/기초설계 시뮬레이터 기술 개발	정부(일반회계)	75	75	150	225	150	75	750
	민 간	25	25	50	75	50	25	250
	소 계	100	100	200	300	200	100	1,000
북극권 특화 플랜트 계획/기초설계 타당성 분석 소프트웨어 개발	정부(일반회계)	75	75	150	150	75	75	600
	민 간	25	25	50	50	25	25	200
	소 계	100	100	200	200	100	100	800
북극권 지상설비 개념 설계 기술 개발	정부(일반회계)	75	75	150	150	75	75	600
	민 간	25	25	50	50	25	25	200
	소 계	100	100	200	200	100	100	800
합계		300	300	600	700	400	300	2,600

〈표 54〉 3 핵심 투자계획 (단위 백만)

구성기술	구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	총계
복극권 개발기술 현장 적용 추진체계 개발	정부(일반회계)	75	75	150	225	150	75	750
	민 간	25	25	50	75	50	25	250
	소 계	100	100	200	300	200	100	1,000
복극권 시험운용 인증 기술 체계 개발	정부(일반회계)	300	300	600	600	300	150	2,250
	민 간	100	100	200	200	100	50	750
	소 계	400	400	800	800	400	200	3,000
합계		500	500	1,000	1,100	600	300	4,000

〈표 55〉 총 투자계획

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	총계
정부(일반회계)	787.5	825	1,612.5	1762.5	975	637.5	6,600
민 간	262.5	275	537.5	587.5	325	212.5	2,200
합계	1,050	1,100	2,150	2,350	1,300	850	8,800

## 7. 파급효과

### 가. 기술적 측면

- ● 북극권역 흑한지 건설 사업에 대한 Pre-FEED 수행체계 및 리스크 분석 기술 적용을 위한 설계 기술 확보로 향후 북극권 건설 프로젝트 상류부문 진출의 교두보 마련
- ● 플랜트 구성계통 Configuration 기술 및 플랜트 공정계통에 대한 실시간 동적모델을 이용한 시뮬레이션 기술의 확보

### 나. 산업/사회적 측면

- ● 해외 신시장 진출을 위한 연구투자 분위기 선도
  - 영구 동토 지역 중요성에 대한 국내 여론 형성 가능, 북극지역에 대한 연구 투자 증가
  - 시의 적절한 정부 주도의 선도적 연구투자로 기술 개발 및 후속 연구 지속 분위기 형성 가능
- ● 국민생활 및 산업활동의 안정성 제고
  - 극한지 지역을 대상으로 한 미래 선도적 연구 결과를 통해 해당 지역에 대한 국제적 입지의 선도적 확보
  - 안전한 자원개발 및 운송 기술 개발을 통해 국민 신뢰도 향상

### 다. 경제적 측면

- ● 북극지역 설계기술 확보를 통한 밸류 체인(설계-시공-유지관리) 구축으로 흑한지 대형 자원 개발 사업 참여 기회 증대 및 국가 신성장 동력 창출 및 일자리 창출 효과
- ● 해외 흑한지 자원 개발 사업에 참여 할 수 있는 기초·응용 연구를 통한 산업기반 구축을 하여 국내 에너지원의 중장기적인 수급을 가능하게 하며 국가 건설경기 부양효과가 있음
- ● 북극권역 흑한지 플랜트 건설 분야 신규 시장 창출
  - 영구 동토 지역에서의 플랜트 건설 시 경제성 증대, 국내 기업의 북극지역 플랜트 건설 수주 기대 효과 증가
  - 요소 기술의 개발 및 확보로 글로벌 경쟁력 제고



# 제6장 기술개발 관리방안 및 기대효과

## 제1절 기술개발 관리방안

### 1. 성과지표 풀 구축

- ▶ 북극권역 자원에너지 지상 플랜트 기술분야별 성과지표 도출을 위한 성과지표 Pool은 ‘국가연구개발사업 표준성과지표’를 준용하여 유형별 성과지표를 추출하여 구축

〈표 56〉 유형별 성과지표 Pool

유형	분류 기준	사업유형별 성과지표
공공기술개발	국민 건강증진, 재난 방지 등 국민 삶의 질 기여 기술개발	논문게재 건수, 특허출원 및 등록건수, 기술이전 건수, 기술지도 건수, 정책화 건수
중장기 산업기술개발	광범위한 응용가능성에 중심을 두고 장기간에 걸쳐 기술개발	신진연구자지원수, 신진연구자지원비율, 논문게재 건수, 특허출원 및 등록건수, 시험인증 통과율, 연간 TRL달성도, 기술분야를 고려한 IF활용 논문지수, 삼극특허 등록건수, 시제품 생산건수, 특허기술가치, 특허 인용도, 목표기술 확보여부(전문가판단), 관련산업 민간투자유인, 매출액, 수출액, 시장점유율



〈그림 48〉 주요 성과지표 도출

- 공통 성과지표는 과학·기술적 성과, 경제적 성과, 사회적 성과 중 산출(output) 중심의 성과지표를 설정함

〈표 57〉 성과 유형별 공통 지표(안)

성과 유형	공통 성과지표	비고
과학적 성과	논문 Impact Factor	논문 질적 성과
기술적 성과	특허 SMART 시제품 및 프로토타입구축 건수 핵심기술 확보	기술수준향상 및 사업화 연계
경제적 성과	사업화매출액 신규고용창출	R&D 결과물의 사업화 연계 실적

- 특성화 성과지표는 세부기술 분야의 핵심목표와 직접적으로 연계되는 핵심 성과지표로 분야의 특성을 고려하여 설정함

〈표 58〉 세부기술 분야별 핵심 성과지표 설정(안)

세부기술 분야	특성화 성과지표	선정 이유
1. 북극권역 오일·가스사업 개발 환경 및 리스크 분석기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 시공/운용 비용 저감</li> <li>▪ 생애주기 정보데이터 활용도</li> </ul>	건설기술 개발을 통한 공정 및 공사기간 단축
2. 북극권역 오일·가스 개발사업 선행계획·기초설계 평가기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 계획성능평가 신뢰도</li> </ul>	국내 독자적인 인프라 계획/설계 기술확보를 신뢰도 향상
3. 북극권역 오일·가스플랜트 시 험인증 기술체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 시험인증체계 구축 수준</li> </ul>	해외 현지의 시장 진입에 장벽이 되는 시험인증분야 대응력 향상

## 2. 성과목표 및 지표 총괄표

〈표 59〉 성과목표 및 지표 총괄표

구 분	내용								
최종 목표	○ 북극권역을 포함하는 흑한지 오일·가스 개발환경과 리스크 분석, 지상플랜트 계획·기초설계 평가 등 선행기술을 확보								
단계별 성과 목표	1단계 (2018~2019)			2단계 (2020~2021)			3단계 (2022~2023)		
	○ 북극권역 지상플랜트 분야 과학기술역량 강화			○ 북극권역 지상플랜트 분야 국제교류 역량 강화			○ 북극권역 지상플랜트 사업화 기반 강화		
성과 지표	지표명	지표 구분	가중 치	지표명	지표 구분	가중치	지표명	지표 구분	가중치
	논문지수	질	0.6	논문지수	질	0.4	논문지수	질	0.2
	특허지수	질	0.2	특허지수	질	0.3	특허지수	질	0.3
	시험인증정보 구축건수	양	0.2	시험인증정보 구축건수	양	0.3	시험인증체계 구축 건수	양	0.3
							정책활용도	양	0.2
		합계		1.0	합계		1.0	합계	

### 3. 과제관리 체계 및 프로세스

- ▶ 연구과제의 최종결과물의 실용화 및 현장적용 성과 극대화를 위한 전주기적 프로세스에 기반한 성과관리 운영방안을 도입
  - 계획(사업/과제 기획)
    - 과제목표의 명확성, 성과계획의 합리성, 목표와 내용의 적합성, 유사성/중복성 검토를 통해 과제 추진의 적절성 확보
    - 주요 분석 단계 : 사업목표전략 설정 → 사업 성과계획 설정 → 과제 선정
  - 집행(연구개발 수행관리)
    - 연구기관 선정 및 비용·인력 등의 자원배분, 연구개발 수행, 연구 수행 산출물 도출의 체계적 수행을 통해 사업 수행의 체계성 확보
    - 주요 분석 단계 : 투입(Input) → 수행(Process) → 산출(Output)
  - 결과(성과조사·분석·평가)
    - 사업 투입 대비 산출 분석, 산업에 대한 경제적·사회적·공공적 영향력 분석, 논문/특허 등 질적 성과 및 양적 성과분석을 통해 사업수행의 효율성, 효과성 확보
    - 주요 분석 단계 : 산출(Output) → 활용결과(Outcome) → 파급효과(Impact)
- ▶ 기술수요조사, 과제기획부터 공고, 선정 및 연구수행, 사후관리까지 세부 프로세스 및 수행주체별 명확한 역할분담을 통한 R&D 전주기적 관리 프로세스 확립
  - 동 과제의 중점 분야 및 세부 기술 분야의 규모 및 기간 등의 특성을 고려하여 일반과제로 구분하여 추진함
    - (일반과제) 단위·요소 기술을 개발하는 연구과제

- 일반과제는 단위 요소기술을 개발하는 연구과제로써 독립기술 개발을 수행함으로써 하나의 최종 기술개발 목표를 달성하는 과제임



〈그림 49〉 일반과제 추진 절차

#### 4. 제안요구서(RFP)

연구개발과제명	북극권 에너지자원 플랜트 현지적용을 위한 선행기술 연구
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북극권 주변의 흑한지에서 오일·가스 자원 개발환경과 리스크 분석, 지상 플랜트 계획·기초설계 평가 등 선행기술 확보               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북극권 개발환경 조사기법 및 리스크 분석기술(확률모형) 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>* 확률모형(리스크 특성) : 데이터 기반의 확률밀도함수 3개 이상</li> </ul> </li> <li>- 지상 플랜트의 선행 계획·기초설계 평가기술(가용도 97%) 개발                   <ul style="list-style-type: none"> <li>* 가용도(시스템의 생산성 평가척도) : 실제운전시간/운전가능시간</li> </ul> </li> <li>- 오일·가스 플랜트 인·허가, 표준, 시험·인증체계 DB 구축 (북유럽, 북미, 러시아 등 3개 지역)</li> </ul> </li> </ul>
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	<p data-bbox="167 952 335 1041">□ 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 북극권* 오일·가스 플랜트 건설시장은 중·장기적으로 시장확대가 전망되는 가치사슬** 영역으로, 연구개발 투자가 매우 저조한 실정               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전세계 미발견 석유자원의 43 %, 가스자원의 58%가 영구동토를 포함한 북극권·극한지에 매장(United States Geological Survey 2012)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>* 북극권(arctic circle)역 : 북위 66° 33 ' 44 " 전후에 추운지역(영하 18℃ 이하)으로, 미개발 오일·가스 매장량이 큰 지역으로 개발사업이 점증하고 있음</li> <li>** 가치사슬 : 오일·가스 생산공법, 수집·분리, 전처리, 생산수 처리, 수분 제거, 승압·조정설비, 유틸리티, 지반기초·구조 등 흑한지에 적합한 시스템과 이에 관한 건설사업 수행역무(계획, 설계, 시공, 조달, 운영, 유지보수 등)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ 북극권 자원개발 시장으로 경제영토 확대를 위해 흑한지 오일·가스 개발시장에서 건설수주 확대를 지원 필요               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외 시장·공중 다변화 이슈 해소 : 기존 진출지역(중동, 북아프리카, 동남아)에서 북극권, 러시아, 북미, 중앙아시아 등                   <ul style="list-style-type: none"> <li>* '11년 이후 '15년까지 누적 수주액의 80.4%가 중동·아시아권에 집중(해건협)</li> </ul> </li> <li>- 흑한지 개발 프로젝트 계획 및 설계기술을 기반으로 중규모 프로젝트 참여가 가능하며, 국내 핵심장치·기자재 품질 강점을 활용한 조달·공급 체인과 연계</li> </ul> </li> <li>○ 북극권 주변의 흑한지 에너지자원 개발현장을 보유하고 있는 국가나</li> </ul>

개발권을 가진 기업의 시장독점으로 인해 우리기업의 고부가가치 시장 진입에 애로

- 북극권 건설사업은 리스크가 매우 큰 사업으로 현지 시장 진출시 예상되는 리스크 요인(적정기술, 건설환경, 사업관리, 시험·인증 등) 해소가 중요
  - \* 특히 중견·중소기업의 투자 리스크는 해외시장 진출 다변화에 큰 제약임

- 현지 열악한 개발환경 조사, 사업계획단계의 선행설계, 시험인증 지원체계 등 민간부문의 역량제고 및 리스크 저감을 통해 진출 활성화 필요

○ 중장기 오일·가스 개발수요가 증가하고 있는 북극권 주변의 흑한지에서 열악한 현장 여건에 적합하고 시장 경쟁력을 확보할 수 있는 핵심기술 요구 증가

- 북극권역 등 흑한지 진출실적이 미미한 우리의 여건에서 현지 개발 환경과 이에 매칭되는 중견·중소기업형 소요기술을 파악하여 경쟁력 제고 필요

○ 북극권역 흑한지의 기후와 가혹한 현장여건에 따른 생산성, 신뢰성 확보를 위한 기술 수요가 매우 크므로, 핵심기술 미비 및 기술격차 등의 장애요소를 시급히 해소 필요

- 고부가가치 영역인 오일·가스 개발사업의 상류(upstream) 부문으로 진출을 위한 핵심기술 확보 및 선진기술과 격차해소가 시급
- 선행·기초 연구를 통한 대규모 실증기술 개발의 성공 가능성 제고 필요
- 현지 정부 및 기관과 국제공동연구 등 교류·협력방안을 체계적, 지속적 추진 필요

**□ 기술동향**

○ 북극권 주변의 흑한지에서 에너지자원 개발 플랜트 건설사업의 수행 전단계(계획, 기본설계, 상세설계, 시공, 조달, 시운전, 운전, 유지보수, 폐기 등)에 걸쳐 사업의 효율성, 생산성, 신뢰성을 대폭 향상

- 사업기획, 원가, 타당성, 수행공정(계획, 설계, 시공, 조달, 운영 등) 관리, 리스크 관리 등에 관한 기술이 ICT 응용 가상건설 등과 결합하여 발전 추세

○ 선진기업은 사업의 CAPEX와 OPEX에 최적화된 공정계통과 시스템을 합리적으로 타당하게 구성하기 위한 기술개발이 활발함

- 생애주기(기획, 설계, 조달, 시공, 운영, 폐기 등) 동안 각종 업무절차를 규정하거나 공정계통이나 시스템의 형상 및 속성 데이터를 구축하고

관리하는 Configuration 기술을 정착시킴

- 흑한지 유정으로부터 채굴되는 혼합물로부터 분리된 오일에 포함된 수분이나 유해물질 등을 제거하여 오일 주성분을 추출하고 저장이나 이송에 적합한 조건의 오일로 변환/전환하는 기술이 차별성을 가지고 접목되고 있음
- 북극권 오일·가스 생산, 전처리 설비 및 이송 스테이션을 설치하고자 하는 지역의 해당 국가가 요구하는 설계, 제작, 운전 및 폐기 등 전주기에 걸쳐 공통적으로 적용되는 Code, Standard 등이 체계적으로 구축됨
  - 국내에 흑한지 해당지역은 없으나 그간 연구개발 투자 및 플랜트 건설경험을 토대로 국토교통부에서 동토 자원이송망 설계, 오일 샌드 플랜트 모듈화 기술 등이 개발되고 있음
- 캐나다의 경우, 북극권역 플랜트 기자재류 시험평가 분야에서 CSA Z662 표준을 반드시 수행해야 하며, 정부 관리자는 주도적으로 적합성을 판별하도록 하고 있음
- 북극권 오일·가스 프로젝트에 우리 기업의 시장진출 탐색이 증가하고 있으나 사업성 확보, 리스크 저감 방안은 과거의 사례를 답습하는 수준
  - 러시아를 중심으로 알래스카, 캐나다 등에서 대형사업 발주전망에 따라 국내 기업(현대건설, 한진중공업, 가스기술공사, 중견사 등)의 현지조사, 사업성·기술 분석 등이 활발하나 해외기술에 의존성이 매우 높음

**3. 연구개발내용 및 범위**

- 세부과제별 연구내용
  - 북극권 흑한지 개발환경 조사기법 및 리스크 분석 기술 개발
    - 북극권 동토·연안 개발환경 조사·분석기법
    - 개발사업 현지의 기후, 지리, 입지 등 종합적인 개발환경 분석
    - 현지 오일·가스 생산플랜트 건설환경 분석
    - 사업 전주기 리스크 요인 조사·분석 기법 (현장, 생산공법·설비기술, 설비이송, 수행단계 등 고려)
    - 현지 기존사업의 리스크 DB 분석 및 가중치 도출
      - \* 기 개발사례(계획, 설계, 건설, 운용 등 전주기) 벤치마킹
    - ICT, 센서네트워크 기반 시공위험 관리기술
    - 전주기 리스크 및 다중의사결정 기반 사업관리 기술

- 오일·가스 생산·이송 플랜트의 선행계획·기초설계 평가 기술 개발
  - 현지 개발환경 및 공법, 지상설비를 고려한 개념설계 구축
  - 플랜트의 선행계획·기초설계 적합성 시뮬레이션 체계
  - 계획단계에서 공정계통의 CAPEX, OPEX 분석 툴/도구
  - 선행 검토단계에서 계획·기초설계의 타당성(사업성, 입지, 라이선스, 장치구성, 설비이송 방법 등) 분석기술 및 가상 평가 프로그램
  - 현지 실적 데이터 기반 계통구성 및 사업 타당성 검증 기술
    - \* 유전 개발, 생산, 처리, 이송 시스템 운용특성 DB 등을 활용
- 북극권 오일·가스플랜트 시험인증 기술체계 개발
  - 현지 오일·가스플랜트 개발 관련 인·허가, 표준, 시험·인증체계 조사
  - DB, 설계 및 제작 등에 피드백 체계 구축
  - 북미 기준 국내 시험·인증체계 및 기업 연계망 구축
  - 북미 기준에 따른 시험·인증 네트워크 지원체계
  - 현지 파일럿 실증 현장 확보, 시험·시운전 방안 모색
- 현지 기관과 국제교류·협력, 향후 실증화 국제공동연구 마스터 플랜 및 추진체계 마련
  - 현지 시장 및 기술 카르텔 극복을 위한 교류·협력방안
  - 현지 수요 및 적정기술 발굴 및 공동연구 추진방안

#### 4. 연구개발 추진방법

- 추진전략 ○ 기본방향
  - 북극권 주변 흑한지 현장에 대한 이해 및 사업 리스크 저감을 위해 실적을 보유한 해외 선진기관과 국제협력을 추진
  - 우리나라 여건을 고려한 해외 흑한지 보유국가의 우수연구기관과 역할 분담 및 약점 해소를 위한 국제협력 체계 구축
  - 현지 오일·가스 플랜트 시설의 특성 DB, 시험·인증기준 등을 통하여 국내 개발기술의 신뢰성 검증체계 마련
- 효율적인 선행기술 연구를 위해 북극권역 환경에 최적화된 기술을 보유한 선진기관과 국제협력 추진

- 북극권역 오일·가스 선진기관과 국제협력을 추진하여 우리나라 여건에서 개발 현장·실적이 미비한 약점을 해소하고 현지 시장 진출의 교두보를 확보
- 현지 사업에 참여실적을 가진 기관의 데이터에 기초한 시뮬레이션 체계 및 평가기법, 사업 리스크 요인을 고려한 선행계획 및 기초설계의 사업화 활용측면의 타당성 확보
- 내수시장 및 글로벌 시장을 대상으로 시장규모, 시장 성장률, 주요 선진기업, 국내외 규제현황, 소비트렌드 및 지출구조 등을 조사하여 목표시장 발굴
- 현지 사업사례 분석을 통한 실제적 활용이 가능한 정보를 구축하고 국내 기술수준 향상 및 핵심기술 확보, 국내실증 기반 해외 선진 및 신흥시장 진출 전략 수립

#### 5. 최종성과물

- 주요 최종성과물
  - 개발환경 측정 및 조사기법
  - 전주기 사업 리스크 분석서
  - 사업 리스크의 정량적 평가 프로그램
  - 다중의사결정 및 관리 프로그램
  - 지상 플랜트 건설사업 선행계획·기초설계 타당성 평가 프로그램
  - 지상 플랜트 기초(개념)설계서
  - 지상 플랜트 Configuration 보고서
  - 시험인증체계 및 DB
  - 국제협력 기술수요 및 추진방안

#### 6. 활용방안 및 기대효과

- 활용방안
  - Pre-FEED 수행을 통하여 극한지 플랜트 구성계통 configuration 기술을 확립하고 실증플랜트 건설 계획 수립 및 FEED 기반기술로 활용
  - 북극권 오일/가스 플랜트 기초설계 시뮬레이션 기술은 공정계통 설계 기초 자료 및 실증플랜트 설계 기반으로 활용
  - 북극권역 건설환경 조사 DB는 극한지 대규모 건설사업 등에서의 지반조사 컨설팅 사업 등에 활용

- 북극권 오일/가스 플랜트 시험인증 기술체계 확립으로 오일/가스 및 파이프라인 사업 진출 기반 마련
- 북극권역을 포함하는 흑한지 에너지자원 플랜트 해외사업, 실용화 연구 등의 효율적 추진에 활용

**□ 기대효과**

- 북극권 흑한지 입지분석, 전처리 계통 개발, 소요기술의 적합성 등을 북극권 수행 실적에 기반한 비교실증을 통한 플랜트 사업의 설계역량 향상
- 북극권 국가들과의 오일·가스자원 분야 플랜트기술의 국제협력, 해외 네트워크 기반 확보를 통해 글로벌 진출역량을 강화 및 교두보 확보
- 해외 자원부국의 산업 및 연구 지원 프로그램과 연계하여 국내 연구 개발 프로그램의 기술적 성과창출 효율성 제고
- 미래 시장 선점을 위한 유망기술 개발과 산업에 활용을 위한 공동 프로그램을 추진하여 약점을 극복
- 세계적 수준의 흑한지 건설 관련 선형기술 개발로 다양한 후속 실증연구개발의 성공 가능성 및 국가 위상 제고

**7. 연구개발기간 및 소요예산**

- 총 연구개발기간 : 2018. 4. ~ 2023. 12.(5년 9개월)
  - 1차년도 연구개발기간 : 2018. 4. ~ 2018. 12.(9개월)
- 총 정부출연금 : 5,260백 만원 이내
  - 1차년도 정부출연금 : 478백 만원 이내
- \* 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
- \* 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
- \* 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불 명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

**8. 기 타**

- 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히

제시하여야 함

- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
  - ※ [www.kaia.re.kr](http://www.kaia.re.kr) 열린정보, <http://rndgate.nits.go.kr>의 유사과제 목록 참조
  - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 과제의 연구개발 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
  - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 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
- 연구개발계획서에 세부 과제간 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, 성과물 상호간, 개발기술-성과물간 연계성
  - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시
- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
  - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적인 방안을 제시해야 함
  - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 지도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료 활용
  - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 세부과제(기술)별로 기술도입, 원천기술 개발 등 기술 확보 전략을 연구개발 계획에 제시해야 함
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행 실적이 있고, 과제 추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발 결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
  - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및

전문가 활용계획을 연구계획에 포함

- 추후 연구개발 계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
  - 본 과제의 연구기간 및 연구비는 추후 협약시 변경될 수 있음
  - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
  - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
- 기업 참여시 기업부담금은 연차별로 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」의 기준을 따르되, 추가 부담 가능



## 제2절 기대효과

### 가. 기술적 기대효과

- 북극권 흑한지 입지분석, 전처리 계통 개발, 소요기술의 적합성 등을 캐나다 실적에 기반한 비교실증을 통한 플랜트 사업의 설계역량 향상
- 해외 자원부국의 산업 및 연구 지원 프로그램과 연계하여 국내 연구개발 프로그램의 기술적 성과창출 효율성 제고
- 해외 북극권역 자원부국의 산업 및 연구 지원 프로그램과 연계하여 국내 연구개발 프로그램의 기술적 성과창출 효율성 제고
- 미래 시장 선점을 위한 유망기술 개발과 산업에 활용을 위한 공동 프로그램을 추진하여 상호 약점을 극복
- 세계적 수준의 흑한지 건설 관련 선형기술 개발로 다양한 후속 실증연구개발의 성공 가능성 및 국가 위상 제고

### 나. 경제적 기대효과

- 캐나다, 러시아 등 북극권 오일·가스자원 분야 플랜트기술의 국제공동연구, 해외 네트워크 기반 확보를 통해 글로벌 진출역량을 강화 및 교두보 확보
- 미래 시장 선점을 위한 유망기술 개발과 산업에 활용을 위한 공동 프로그램을 추진하여 약점을 극복
- 흑한지 스테이션 건설기술 확보로 러시아 극동지역 진출 기회 증대, 에너지 수입 고비용 절감과 에너지 안보 강화
- 시나리오별 경제적 타당성 분석 결과 낙관적 시나리오의 분석결과 B/C Ratio가 1.08로 경제적 타당성을 확보하였음
- 또한, 비관적 시나리오는 0.86, 낙관적 시나리오는 1.08로 사회적 할인율의 변화에 따른 모든 시나리오에서 정부주도 연구개발 투자 타당성을 확보한 것으로 판단됨

### 다. 사회·문화적 기대효과

- 북극권역 건설기술 확보로 북미, 러시아 극동지역 진출 기회 증대, 에너지 수입 고비용 절감과 에너지 안보 강화

- 세계적 수준의 북극권역 건설 관련 기술 개발로 다양한 실증연구 가능 및 국가 위상 제고
- 해외 신시장 진출을 위한 연구투자 분위기 선도
  - 영구 동토 지역 중요성에 대한 국내 여론 형성 가능, 극지역에 대한 연구 투자 증가
  - 북극권역 지역을 대상으로한 미래선도적 연구 결과를 통해 해당 지역에 대한 국제적 입지의 선도적 확보