

〈사전타당성 조사 및 소요예산 적정성 검토〉

LNG-FPSO 기획연구 보고서

2010. 4.

총괄연구기관 / 한국가스공사

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원
L N G 플 랜 트 사 업 단

LNG플랜트사업단 기획연구보고서

〈사전타당성 조사 및 소요예산 적정성 검토〉
LNG-FPSO 기획연구 보고서

2010. 4.

총괄연구기관 / 한국가스공사

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원
L N G 플 랜 트 사 업 단

제 출 문

한국건설교통기술평가원장 귀하

본 보고서를 “LNG플랜트사업단 LNG-FPSO 기획연구”(연구기간 2009.10~2010.04)의 사업타당성 조사 및 소요예산 적정성 검토 최종보고서로 제출합니다.

2010. 04.

■ 총괄연구책임자

LNG플랜트사업단	사업단장	양 영 명	기획연구 총괄
-----------	------	-------	---------

■ 연구기획위원

한국건설교통기술평가원	건설3실장	신 현 옥	연구기획 및 분석
삼성테크윈	전 무	이 정 훈	연구기획 및 분석
동화엔텍	대표이사	홍 성 희	연구기획 및 분석
삼성중공업	상 무	하 문 근	연구기획 및 분석
STX조선해양	상 무	양 영 준	연구기획 및 분석
서울시립대학교	교 수	김 효	연구기획 및 분석
홍익대학교	교 수	장 호 명	연구기획 및 분석
인하대학교	교 수	조 철 희	연구기획 및 분석
한국선급	기술연구소장	하 태 범	연구기획 및 분석

■ 연구기획실무위원

한국과학기술원	교 수	정 상 권	기술분석/보고서작성
한국과학기술원	교 수	장 대 준	기술분석/보고서작성
한국가스공사	책임연구원	이 상 규	기술분석/보고서작성
한국가스공사	수석연구원	윤 인 수	기술분석/보고서작성
삼성중공업	책임연구원	김 승 혁	동향분석/보고서작성
GS건설	부 장	이 선 근	기술분석/보고서작성
삼성테크윈	수석연구원	백 기 영	기술분석/보고서작성
영남대학교	교 수	이 문 용	기술분석/보고서작성
중앙대학교	교 수	김 용 수	사전 타당성 분석
LNG플랜트사업단	팀 장	유 선 일	특허분석/보고서작성

요 약 문

I. 제 목

□ LNG-FPSO 기획연구 보고서의 사업타당성 조사 및 소요예산 적정성 검토

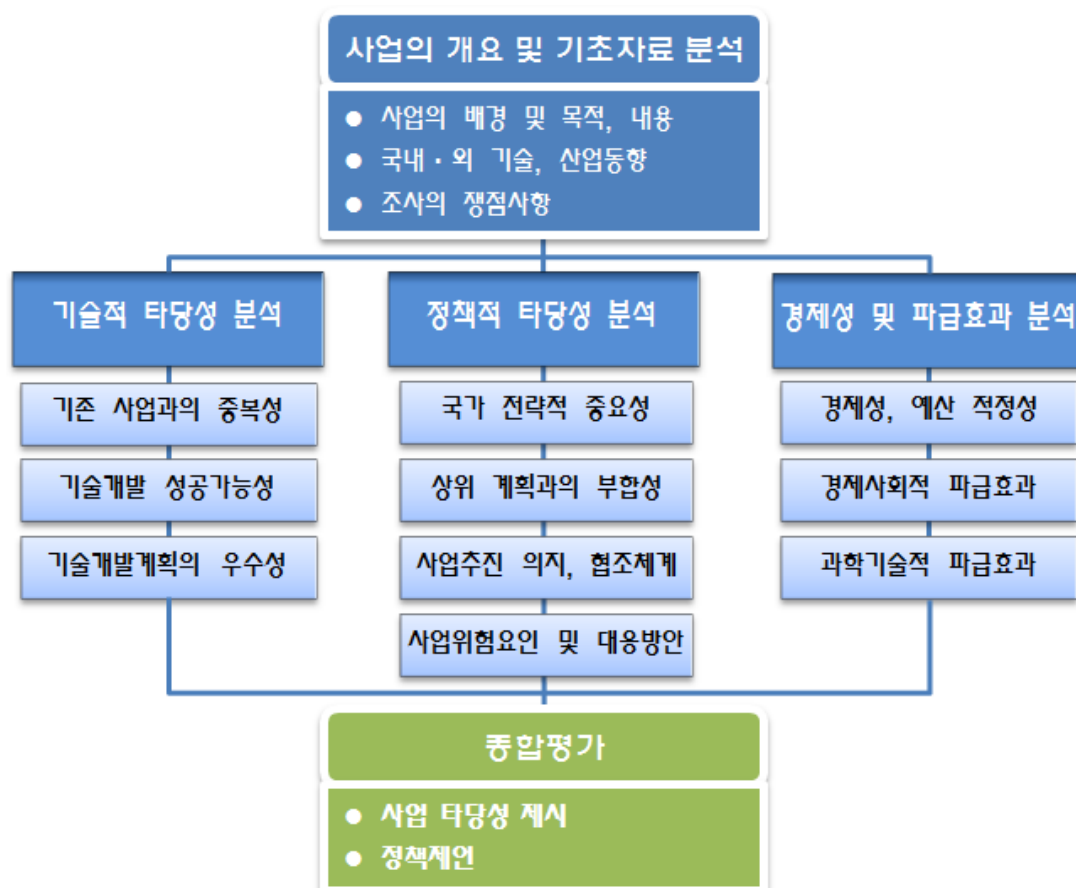
II. 사전타당성조사의 목적

- LNG-FPSO 사업의 추진 필요성과 주요 쟁점사항, 정책·기술 및 경제적 타당성에 대한 객관적인 분석을 통하여 사업 추진동력 제공
- 사업추진상 위험요인 등 불확실성과 이에 대한 사전 파악 및 대안 분석을 통하여 사업의 성공 가능성과 효율성 제고
- 이에 총 사업비 430억원 규모인 본 사업의 사전타당성조사를 실시함
 - ※ 과학기술기본법 시행령 21조 3항에 의거 총사업비가 500억원 이상 신규 국가연구개발사업에 대하여 사전타당성조사를 실시를 원칙으로 함

III. 사전타당성조사의 내용 및 범위

- 본 사업의 타당성 정도를 분석하기 위해 사업계획서 시안에 제시된 내용과 기초자료를 조사·분석하고 사전타당성조사의 판단 기준인 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 및 파급효과, 소요예산 적정성 분석을 수행함
- 기술적인 측면에서 기초자료 분석
 - LNG-FPSO 관련 범위인 LNG-FPSO 기본원리와 중요 기술 등을 중심으로 분석하였으며, 향후 특화 경쟁력을 가질 수 있는 최근의 기술변화를 반영
- 국내·외 시장분석
 - LNG플랜트사업단 상세기획보고서를 토대로 국내·외 분석 자료를 참고하였으며, 천연가스 수요, 개발 및 공급, LNG-FPSO 관련 시장동향 등을 분석
- 기술적 타당성 분석
 - 기존 사업과 중복성을 검토하였으며, 특히 지식경제부에서 추진하고 있는 과제와 관련하여 과제의 성격과 목표 및 범위, 결과를 종합적으로 분석함

- 정책적 타당성 분석
 - 국가 전략적인 중요성에 무게를 두고 상위 계획과의 부합성, 관리기관의 추진의지 등을 과거의 추진경과 및 사례에 비추어 평가함
- 경제적 타당성 분석
 - 국내·외 예측보고서에 기초한 산업과 시장을 전망하였으며, 특히 비용편익 분석기법을 도입하여 투입되는 비용 대비 효과를 정량적으로 비교하여 의사결정의 보조자료로 활용할 수 있도록 함
- 소요예산의 적정성 검토
 - 비용편익분석에 의한 검토와 관련 규정에 따른 비율, 정상적인 사업비 구조, 주요 기자재 및 시작품의 반영 등을 중점 검토함
- 타당성 검토결과 종합
 - AHP(Analytic Hierarchy Process, 분석적 계층화법) 기법을 도입함



[사전타당성조사의 주요내용]

IV. 사전타당성조사의 결과

□ 정책적 타당성 조사 결과

- LNG-FPSO 사업은 Topside부에 대한 국내 업체의 해외 기술 의존도가 높고 특허 등 라이선스 대외의존도가 높아 기술 외국 종속이 증가할 것으로 전망되어 정책적 지원을 통한 개선이 필요함
- 국가 100대 국정과제와 신성장 동력 창출, 녹색기술 혁신을 통한 미래국가 건설 등의 국가 핵심전략 및 세부기술들과 부합되고 산업 측면에서 전후방 파급효과가 큰 산업으로 국가 경쟁력 제고를 위해 연구개발 지원이 타당함

□ 기술적 타당성 조사 결과

- 전처리, 안전설계, 액화공정 최적화 등 특화 공정 개발에 중점을 두고 궁극적으로 독자적인 라이선스 확보를 목표로 하고 있는 핵심4과제와 FEED 설계 및 테스트베드 건조, Plant-CCS 연계기술 등 응용기술에 중점을 두고 상용 기술 확보를 목표로 하고 있는 핵심5과제의 구성은 핵심기술 파급효과, 중요도 및 구성에 있어서 우수하며 핵심과제를 지원하는 총괄과제를 포함한 전체 과제 수행의 당위성을 확보하고 있음
- 테스트베드를 중심으로 하는 설계 및 건설기술 과제와 핵심 기반 및 공정 기술이 결합하는 형태의 과제 구성으로 인하여 과제 간 연계성과 연구기관간 역할 분담이 체계적으로 설정되었음

□ 경제적 타당성 조사 결과

- 비용편익 분석결과 편익 대 비용 비를 나타내는 B/C ratio가 LNG-FPSO 사업의 낙관적, 비관적 성장 시나리오와 상관없이 1.0 보다 매우 높은 값을 보였고 민감도 분석에서도 동일한 결과를 보임. 특히 대규모인 LNG-FPSO 사업의 특성에도 불구하고 B/C 값이 매우 높게 평가되어 경제적인 측면에서 기대치가 큰 것으로 분석됨
- AHP분석 결과에서도 대상자들이 모든 상위 계층별 평가항목에 대하여 ‘사업시행’과 ‘사업미시행’을 대안으로 쌍대평가를 실시한 결과 정책적, 기술적, 경제적 타당성 등의 모든 측면에서 사업 시행이 미시행에 비해 압도적으로 크게 평가됨

V. 사전타당성조사의 활용계획

- ☐ LNG-FPSO 사업의 사전타당성조사 결과는 각 상위계층인 정책적, 기술적, 경제적인 측면에서 사업 시행이 타당하고 시급히 추진해야 할 사업으로 분석됨
- ☐ 세계적으로 도입기 단계에 있는 LNG-FPSO 사업의 해외시장 선점과 경쟁력을 확보하기 위하여 사업의 조기 출범이 필요함
- ☐ 사전타당성 조사 결과는 LNG플랜트사업단의 LNG-FPSO 과제 공모 및 기술개발 로드맵으로 활용함

차 례

1. 사전타당성조사 개요	1
가. 사전타당성조사의 목적	1
나. 사전타당성조사의 체계	2
(1) 추진절차	2
(2) 추진방법	3
(3) 연구위원회 운영	4
(가) 연구위원회의 구성	4
(나) 연구위원회의 역할	5
(다) 연구기획 추진절차 및 일정	6
다. 사업타당성조사의 주요내용	8
라. 쟁점사항	10
 2. LNG-FPSO 사업 개요	13
가. 사업 비전 및 목표	13
나. 사업배경	15
다. 사업 필요성	16
(1) 국제 환경규제 및 에너지 안보	16
(2) 해외 해양플랜트 수주의 지속 성장을 담보할 수 있는 신성장 동력	17
(3) 관련 국가 상위계획과 밀접하게 부합	17
(4) 사업 추진상 위험요인 대응방안 마련	19
라. 추진경위	21
마. 과제 선정 및 기존 과제와의 연계 방안	22
(1) 과제 선정 방안	22
(2) LNG플랜트사업단 핵심과제 조정	25
(3) LNG플랜트 사업성과 활용 방안	26
(4) 기술체계도 분석	27
바. 단계별 추진전략 및 계획	32
사. 기술로드맵	33
(1) 기술로드맵 및 예상 성과물	33
(2) 핵심과제별 기술로드맵	35
아. LNG-PFSO 사업의 핵심과제 상호 연계방안	38

3. 핵심과제 개요	41
가. 핵심과제 구성	41
나. 핵심과제의 정의 및 연구범위	42
(1) 총괄과제	42
(가) 총괄과제 정의	42
(나) 총괄과제의 비전	43
(다) 총괄과제의 연구범위	43
(2) 핵심4과제	44
(가) 핵심4과제의 정의	44
(나) 핵심4과제의 비전	45
(다) 핵심4과제의 연구범위	45
(3) 제5핵심과제	46
(가) 핵심5과제 정의	46
(나) 핵심5과제 비전	47
(다) 핵심5과제 연구범위	47
4. 기초자료 분석	51
가. LNG-FPSO의 정의 및 기술 범위	51
(1) LNG-FPSO의 정의	51
(2) LNG-FPSO의 기술 범위	52
나. SWOT 분석	53
(1) LNG-FPSO 사업 SWOT 분석	53
(2) 내·외부적 요인 분석	54
(3) 대응 전략	54
(4) 당면과제 해결 방안	55
다. 기술 및 산업환경 분석	56
(1) 세계 에너지 수요 및 개발 전망	56
(2) 가스산업	58
(가) 국내기술 및 산업 환경	58
(나) 천연가스 시장 현황	58
(다) 해외 관련기술 현황	61
(3) 해양 플랜트 산업	62
(가) 해양 플랜트 시장 변화 추세	62
(나) 국내 기술 및 산업 현황	67
(다) 국외 기술 및 산업 현황	68

(4) 연구개발 인프라	68
(5) 국내·외 기술 변화	68
5. 정책적 타당성	73
가. 세계적인 환경규제, 에너지 안보 측면의 국가 전략상 중요한 사업	73
나. 해외 해양플랜트 수주의 지속성장을 담보할 수 있는 신성장 동력	74
다. 관련 국가 상위계획과 밀접하게 부합	75
라. LNG-FPSO 사업 추진상 위험요인 대응방안 마련	76
마. LNG-FPSO 사업의 정부 R&D 지원 필요성과 전략	78
6. 기술적 타당성	83
가. LNG-FPSO 사업 비전 및 목표설정의 우수성	83
나. 핵심과제의 체계적 구성 및 수행계획의 우수성	85
다. 기존 연구사업 및 타 부처 사업과의 중복성 및 연계성	88
라. 테스트베드 추진의 타당성	91
마. LNG-FPSO 사업의 기술개발 성공 가능성	93
7. 경제성 및 파급효과	97
가. 시장전망	97
(1) 천연가스 시장 수요의 지속적 확대 예상	97
(2) LNG-FPSO 분야 시장 현황 및 전망	99
나. 비용-편익분석	101
(1) 분석방법 결정	101
(2) 기본가정	103
(3) 비용의 추정	103
(4) 편익의 추정(투자효과 분석)	104
(5) 비용-편익분석 결과도출	114
(6) 민감도 분석	119
다. 산업연관효과 분석	121
(1) 분석방법 결정	122
(2) 기본가정	123
(3) 산업의 분류	123
(4) 충격의 설정 및 투입계수(산업연관계수) 추정	124
(5) 산업 파급효과 분석 : 결과해석 및 시사점	126
(6) 종합분석 : 결과해석 및 시사점	132

라. 과학기술적 파급효과 분석	133
(1) 파급효과 분석 기준	133
(2) 과학기술적 연구성과 향상 분석	133
(3) 기술개발 역량 향상 분석	137
(4) 사회·경제적 파급효과 분석	139
8. 소요예산 적정성 검토	145
가. 소요예산의 적정성 검토 및 편성 기준	145
나. LNG-FPSO 사업 전체 예산	146
다. 총괄과제 예산	148
라. 핵심4과제 예산	152
마. 핵심5과제 예산	160
바. 운영비	170
9. 핵심과제의 기술개발 효과 및 성과 활용방안	175
가. 경제적, 기술적, 사회문화적 파급효과	175
(1) 경제적 파급 효과	175
(2) 기술적 파급 효과	176
(3) 사회/문화적 파급 효과	176
나. 성과활용방안	176
10. 종합분석 및 결론	179
가. AHP 기반 종합분석	179
(1) AHP 개요 및 분석 절차	179
(2) AHP 조사 결과분석	182
나. 결론 및 제언	184
(1) 결론	184
(가) 정책적 타당성	184
(나) 기술적 타당성	185
(다) 경제적 타당성	185
(2) 제언	186
11. 참고문헌	189

1

사전타당성조사 개요

- 가. 사전타당성조사의 목적
- 나. 사전타당성조사의 체계
- 다. 사업타당성조사의 주요내용
- 라. 쟁점사항

1. 사전타당성조사 개요

가. 사전타당성조사의 목적

- LNG-FPSO 사업의 추진 필요성과 주요 쟁점사항, 정책·기술 및 경제적 타당성에 대한 객관적인 분석을 통하여 사업 추진동력 제공
 - 특히, 사업추진상 위험요인 등 불확실성과 이에 대한 사전 파악 및 대안 분석을 통하여 사업의 성공 가능성과 효율성 제고
- 이에 총 사업비 430억원 규모인 본 사업의 사전타당성조사를 실시함
 - ※ 과학기술기본법 시행령 21조 3항에 의거 총사업비가 500억원 이상 신규 국가연구개발사업에 대하여 사전타당성조사를 실시를 원칙으로 함

나. 사전타당성조사의 체계

(1) 추진절차

- 본 사업의 사전타당성조사는 ‘국가연구개발사업 사전타당성조사 운용지침’을 준용하였으며, 주요 절차 및 내용은 다음과 같음
 - 기술 및 경제, 정책 분야의 전문성을 가진 산·학·연 전문가로 구성된 연구위원회 운영하며 사업목적 및 내용, 주요 쟁점사항 분석
 - 연구위원회간 토의를 통하여 객관적인 결론에 도달하는 방식으로 종합 결론 도출

<표 1-1> 사전타당성조사 추진 절차 및 내용

추진 절차	추진 내용
쟁점사항 및 조사방향 도출	- 주요 이슈에 기반한 분석 목적 및 작성방향 설정 - 사전타당성조사의 분석 및 평가기준 마련 - 조사 및 분석방향 및 방법론 설정
기초자료 분석	- 사전기획 사업계획 및 제출 자료의 분석 및 검토 - 관련 연구·분석자료 등을 종합한 결과 분석 - 유사 조사 및 평가사례 벤치마킹
분석모델 및 방법론 적용	- 기초자료 및 동향 분석, 사례 벤치마킹 등을 통하여 정성적 분석 - 비용편익분석 등 문제 해결에 적합한 모델 및 방법을 이용하여 정량적 분석
종합평가	- 분석된 결과를 고찰 및 평가하여 시사점 정리 - 평가결과 및 의사결정방안 제시

(2) 추진방법

- LNG플랜트사업단 과제의 상세기획 보고서와 연계하여 전문기관과 협의 추진
- 산·학·연 전문가 그룹인 연구위원회(연구기획위원회, 연구실무위원회) 구성
 - 전문 분야별로 연구 기획 참여 및 결과 검토를 수행하여 객관성과 공정성 확보
- 연구기획의 체계성 확보
 - 기획연구와 관련한 모든 자료, 결과물의 체계적인 중앙 집중식 관리
 - 연구 참여자간 각종 정보, 자료의 공유, 검토 지원
 - 전문가 그룹의 활동 지원과 의견수렴, 수요조사 및 의사결정 지원
- 원활한 연구기획 수행체계 마련
 - LNG플랜트사업단이 연구기획을 총괄하고, 사업단을 중심으로 연구위원회간 의견 조율, 연구기획 일정관리, 연구결과물 보고회 개최 등 수행
- 국내·외 전문가로 구성된 네트워크 구축·활용
 - 기술동향과 변화, 기술개발 타당성, 세부과제 도출 등에 적극 활용
- 연구기획 기간은 총 6개월이며, 연구기획 결과에 대한 결과보고회를 개최하여 수정·보완 실시



[그림 1.1] 연구기획 추진방법

(3) 연구위원회 운영

(가) 연구위원회의 구성

- 연구기획위원회는 LNG플랜트사업단장을 중심으로 LNG-FPSO 관련 전문기관, 산·학·연 전문가가 참여하여 연구기획 수행

<표 1-2> 연구기획위원회 구성

구분	세부연구내용	성명	소속	직급	비고
국내	기획연구 총괄	양영명	LNG플랜트사업단	단장	사업단
국내	연구기획 및 분석	신현옥	한국건설교통 기술평가원	실장	전문기관
국내	연구기획 및 분석	이정훈	삼성테크윈	전무	산업계
국내	연구기획 및 분석	홍성희	(주)동화엔텍	사장	산업계
국내	연구기획 및 분석	하문근	삼성중공업	상무	산업계
국내	연구기획 및 분석	양영준	STX조선해양	상무	산업계
국내	연구기획 및 분석	김 효	서울시립대학교	교수	학계
국내	연구기획 및 분석	장호명	홍익대학교	교수	학계
국내	연구기획 및 분석	조철희	인하대학교	교수	학계
국내	연구기획 및 분석	하태범	한국선급	소장	전문기관
국내	연구기획 정리	유선일	LNG플랜트사업단	팀장	사업단

- 연구실무위원회는 LNG플랜트사업단장을 중심으로 LNG-FPSO 관련 산·학·연 전문가가 참여하여 실무 연구기획 수행

<표 1-3> 연구실무위원회 구성

구분	세부 연구내용	성명	소속	직급	비 고
국내	기획연구 총괄	양영명	LNG플랜트사업단	단장	사업단
국내	기술분석, 보고서작성	장대준	한국과학기술원	교수	학계
국내	기술분석, 보고서작성	이상규	한국가스공사	책임연구원	산업계
국내	기술분석, 보고서작성	윤인수	한국가스공사	수석연구원	산업계
국내	동향분석, 보고서작성	김승혁	삼성중공업	책임연구원	산업계
국내	기술분석, 보고서작성	백기영	삼성테크윈	수석연구원	산업계
국내	기술분석, 보고서작성	이선근	GS건설	부장	산업계
국내	기술분석, 보고서작성	정상권	한국과학기술원	교수	학계
국내	기술분석, 보고서작성	이문용	영남대학교	교수	학계
국내	사전타당성 분석	김용수	중앙대학교	교수	학계
국내	특허분석, 보고서작성	유선일	LNG플랜트사업단	팀장	사업단

(나) 연구위원회의 역할

- 연구위원회는 기술·시장·인프라 분석, 사업 목표 및 범위 설정, 핵심과제 및 세부기술 도출, 연구 추진전략, RFP 및 평가기준 작성 등을 수행

<표 1-4> 연구위원회 역할

번호	연구내용	사업단	기획 위원회	실무 위원회	비고/협조
1	● 기술/시장/인프라 분석				
	- 국내·외 기술/시장 분석			○	
	- 국내·외 연구개발 사례 벤치마킹			○	
	- 국내 기존 연구과제 분석			○	
	- 사전 타당성 분석			○	
	- 기술동향(특허, 논문)/SWOT 분석	○			
2	● LNG-FPSO 사업의 목표 및 범위 설정				
	- LNG-FPSO 산업전망	○	○		
	- 목표 및 범위 설정	○	○		
	- 기술적 needs와 목표 연계성	○	○		
	- 성과 측정지표 정리	○			
3	● 핵심과제 및 세부기술 도출				
	- 기술 트리 작성		○	○	
	- 소요 기술군 분석		○	○	
	- 핵심과제 분류 및 범위 설정		○	○	
	- 기술개발 효과 분석		○	○	
4	● 연구추진전략				
	- 추진체계 및 로드맵	○			
	- 선진기술 확보 방안		○		
	- Test bed 구축 방안		○	○	
	- 운영방안 (국내 사례 벤치마킹, 기간, 자원, 실용화 등)		○		
5	● RFP 및 평가기준 작성 - 공모 RFP 작성 - 평가기준 설정	○		○	

(다) 연구기획 추진절차 및 일정

○ 연구기획 추진절차

<표 1-5> 연구기획 추진절차

추진 절차 (주체)	추진 내용	일정
연구기획 수립 및 검토 (사업단)	● 계획수립 및 방안검토 ● 핵심/세부과제(기술) 도출 및 검토	'09 11/13
↓		
연구기획 방안확정 (사업단/실무위원회)	● 핵심/세부과제(안) 확정 ● 기획보고서 목차 검토 ● 실무위원 기본업무분장 ● 기술(시장)동향 분석	'09 12/22
↓		
연구기획 초안검토 (실무위원회)	● 기획보고서 초안검토 ● 제안요구서(RFP) 초안검토 ● 사전타당성 초안검토 ● 기술(시장)특허동향 분석	'10 1/15
↓		
연구기획보고서 협의 (실무위원회)	● 기획보고서 내용 협의 및 수정보완 ● 제안요구서(RFP) 내용 협의 및 수정보완 ● 사업타당성 내용 협의 및 수정보완 ● 기술·특허 동향 보고서 검토 및 수정보완	'10 2/19
↓		
연구기획보고서 최종 검토 (실무위원회)	● 추진전략 및 기술로드맵 검토 ● 기획보고서 검토 - RFP 확정 ● 사전타당성 보고서 검토 ● 특허동향보고서 검토	'10 3/18
↓		
연구기획 종합 (사업단)	● 국토해양부/건교평 보고	'10 4/15

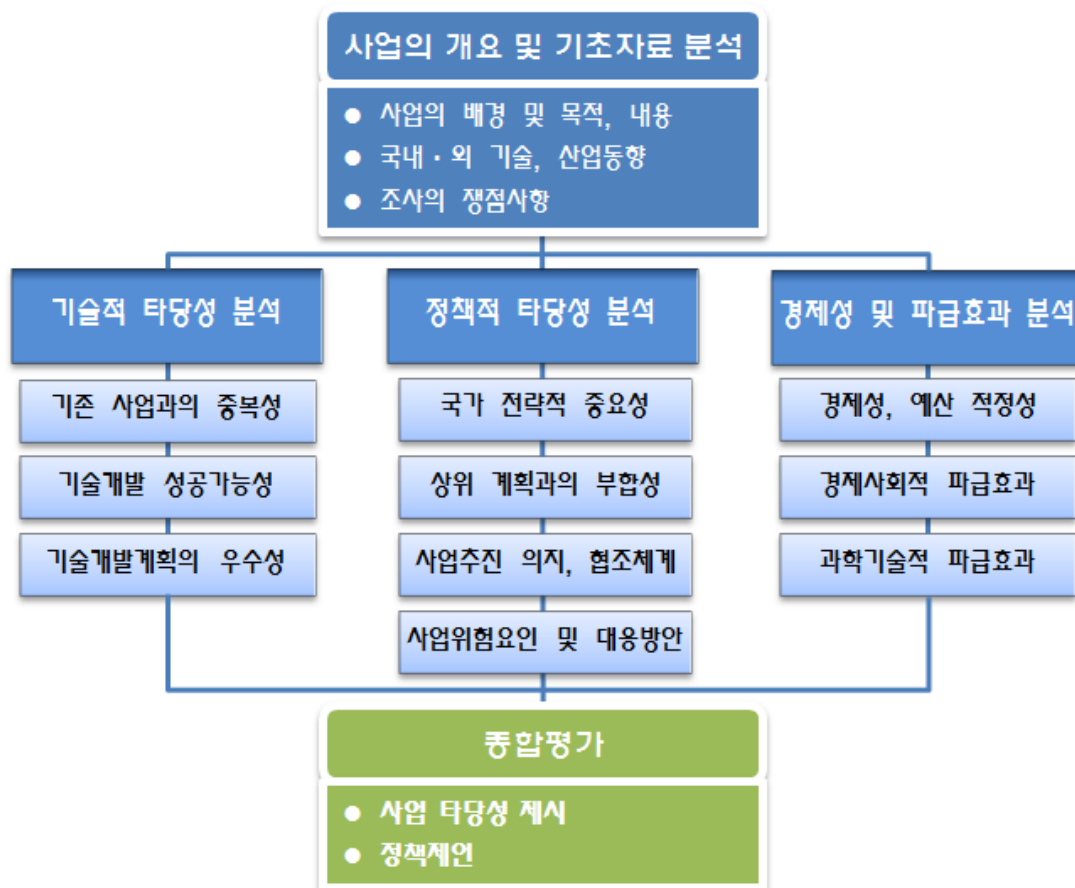
○ 연구기획 추진일정

<표 1-6> 연구기획 세부 추진일정

구 분	2009년			2010년			
	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월
연구기획위원회 구성	■						
실무위원회 구성	■						
연구기획위원회 개최 (실무위원회 개최)		■	■	■	■	■	
관련자료 수집	■	■	■				
기술동향 분석			■	■			
특허동향 분석			■	■			
핵심기술·연구과제 도출				■			
연구개발과제(안) 확정					■		
RFP 작성					■		
보고서 편집위원 구성				■			
보고서 작성내용 협의				■			
연구기획보고서 작성					■	■	■

다. 사업타당성조사의 주요내용

- 본 사업의 타당성 정도를 분석하기 위해 사업계획서 시안에 제시된 내용과 기초자료를 조사·분석하였고 사전타당성조사의 판단 기준인 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 및 파급효과, 소요예산 적정성 분석을 수행함



[그림 1.2] 사전타당성조사의 주요내용

- 기술적인 측면에서 기초자료 분석
 - LNG-FPSO 관련 범위인 LNG-FPSO 기본원리와 중요 기술 등을 중심으로 분석하였으며, 향후 특화 경쟁력을 가질 수 있는 최근의 기술변화를 반영
- 국내·외 시장분석
 - LNG플랜트사업단 상세기획보고서를 토대로 국내·외 분석 자료를 참고하였으며, 천연가스 수요, 개발 및 공급, LNG-FPSO 관련 시장동향 등을 분석

○ 기술적 타당성 분석

- 기존 사업과 중복성을 검토하였으며, 특히 지식경제부에서 추진하고 있는 과제와 관련하여 과제의 성격과 목표 및 범위, 결과를 종합적으로 분석함

○ 정책적 타당성 분석

- 국가 전략적인 중요성에 무게를 두고 상위 계획과의 부합성, 관리기관의 추진의지 등을 과거의 추진경과 및 사례에 비추어 평가함

○ 경제적 타당성 분석

- 국내·외 예측보고서에 기초한 산업과 시장을 전망하였으며, 특히 비용편익 분석기법을 도입하여 투입되는 비용 대비 효과를 정량적으로 비교하여 의사결정의 보조 자료로 활용할 수 있도록 함

○ 소요예산의 적정성 검토

- 비용편익분석에 의한 검토와 관련 규정에 따른 비율, 정상적인 사업비 구조, 주요 기자재 및 시작품의 반영 등을 중점 검토함

○ 타당성 검토결과 종합

- AHP(Analytic Hierarchy Process, 분석적 계층화법) 기법을 도입함

<표 1-7> 사전타당성조사의 주요 내용

구 분	내 용
사업개요 및 기초자료 분석	• 사업 배경 및 목적 • 사업 내용 및 추진체계 • 기술·산업 동향 • 조사 쟁점사항
기술적 타당성 분석	• 기존 사업 및 기관과의 중복성 • 기술개발계획의 우수성 • 기술수준 및 기술개발 성공가능성
정책적 타당성 분석	• 국가전략적 중요성 • 상위 계획과의 부합성 • 사업추진의지 및 관련기관과의 협조체계 • 사업추진상의 위험요인 및 대응방안
경제성 및 파급효과 분석	• 경제성 분석 • 경제사회적 파급효과 • 과학기술적 파급효과
소요예산 적정성 분석	• 비용편익분석에 의한 최적 소요예산 산정 • 세부과제별 예산구조/확보방안

라. 쟁점사항

- 본 사업은 LNG-FPSO 관련 기술개발에 특화된 과제로서 대규모의 예산 투입과 장기간에 걸쳐 추진됨에 따라 사전타당성조사를 통한 분석이 필요함
- 사전타당성조사의 주요 쟁점 사항은 다음과 같음
 - 우리의 여건에 비추어 기술적, 경제적 추진 당위성 검토
 - 현재 우리의 기술기반과 해외 진출 가능성을 동시에 분석하여 추진 타당성 확보
 - 기존 연구사업과의 중복투자 및 유기적 연계 가능성 검토
 - 대규모의 예산이 투입되는 테스트베드 추진계획의 타당성과 소요예산의 적정성 검토
 - 테스트베드 입지, 직접적 활용효과, 예산 등을 고려하여 타당성을 분석하고, 사후 활용방안 합리성 검토
 - 각 핵심과제별 세부과제의 구성과 목표, 예산 설정 등이 본 사업단 과제의 성공적 추진에 적합한지를 검토하여 조정의 근거 제시
 - 본 사업의 국가 정책적 의미 분석
 - 국가 전략상 중요도, 상위과학기술계획과 부합성, 관계기관과의 협력 방안 등
 - 본 사업 추진을 통해 기대할 수 있는 파급효과 및 경제성 분석을 통한 사업 규모의 적절성 검토
 - 정량적인 분석결과를 제시하여 보다 합리적인 의사결정을 할 수 있는 기초자료 제시

2

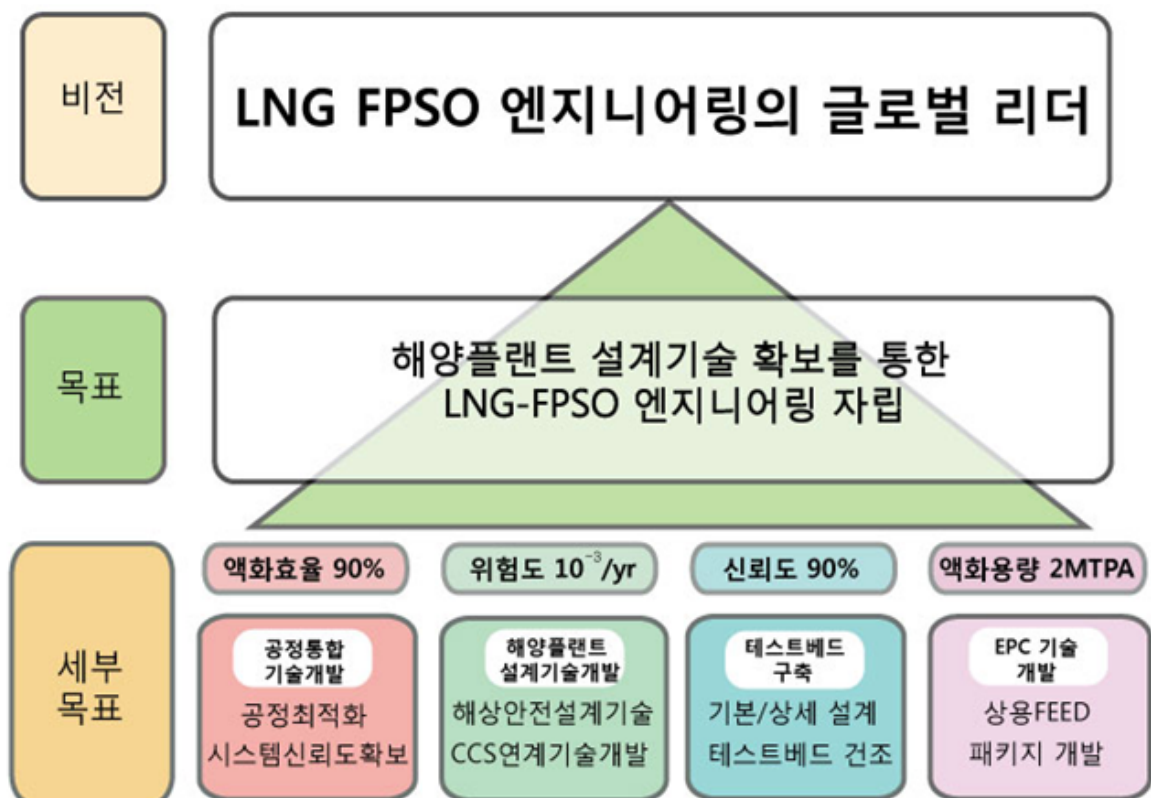
LNG-FPSO 사업 개요

- 가. 사업 비전 및 목표
- 나. 사업배경
- 다. 사업 필요성
- 라. 추진경위
- 마. 과제 선정 및 기존 과제와의 연계 방안
- 바. 단계별 추진전략 및 계획
- 사. 기술로드맵
- 아. LNG-PFSO 사업의 핵심과제 상호 연계방안

2. LNG-FPSO 사업 개요

가. 사업 비전 및 목표

- 본 사업의 비전은 “LNG-FPSO 엔지니어링 글로벌 리더”임
- 본 사업의 목표는 “해양플랜트 설계기술 확보를 통한 LNG-FPSO 엔지니어링 자립”임
 - 세부 목표는 공정 최적화를 통한 공정통합 기술개발, 해상안전 설계기술 및 CCS 연계기술 개발을 통한 해양플랜트 설계기술 개발, 테스트베드 설계, 건조 및 운전을 통한 테스트베드 구축, 상용 2 MTPA급 FEED 패키지 개발을 통한 LNG-FPSO EPC 기술 개발을 목표로 함
 - 정량적 목표는 액화용량 2 MTPA, 액화효율 90%, 신뢰도 90%로 설정하였으며, 신뢰도 및 위험도를 기반으로 비전 실현을 목표로 함



[그림 2.1] LNG-FPSO 사업 비전 및 성능 목표

○ 본 사업의 정량적 목표에 대한 관련 기술 평가항목 및 평가방법은 다음과 같음

<표 2-1> LNG-FPSO 정량적 목표의 관련 기술 평가항목 및 방법

평가항목 (주요성능 Spec)	단위	비중 (%)	세계 최고수준	국내수준	개발목표치		평가방법
			성능수준	성능수준	1단계	2단계	
테스트베드 구축	TPD	20	-	-	-	100	준공 및 완공보고서
Topside FEED 패키지	MTPA	25	3.6	-	-	2.0	설계집 검증
액화효율	%	10	90	-	-	90	시운전 보고서
신뢰도	%	10	90	-	-	90	시운전 보고서
위험도	1/yr	10	10^{-3}	-	-	10^{-3}	위험도 평가검토서
액화공정 특허	건	15	-	-	3	4	지적재산권
전처리공정 특허	건	10	-	-	2	3	지적재산권
계		100					

나. 사업배경

- LNG-FPSO는 산업의 전후방 연관효과가 크고 국제적인 환경 규제 및 에너지 안보 측면에서 그 파급효과가 매우 큰 중요한 기술임
 - 플랜트산업의 전후방 연관효과 : 94% (제조업 : 57%, 서비스업 : 39%)
 - 고부가가치 창출 효과 : 건조비용이 20~30억/척 달러 이상
 - 청정연료 경제구조로 전환에 따른 선진국의 기술투자 확대
 - 주요국의 에너지 확보전략 : 천연가스, 신개념 석유 개발
- LNG-FPSO 해외 수주를 위한 대규모 통합된 기술 확보와 실증적 검증이 필수적이며, EPC 필수기술(핵심기반 + 공정 + 설계/건설)의 집적 및 통합과 검증을 통한 우리나라 기술력의 인지도 확산이 필요함
 - 세계적인 가스수요 증가에 따른 LNG-FPSO 해외시장 수요 확대, 해외 플랜트 시장 진출 지원, 에너지 안보 등에 능동적으로 대응하기 위하여 2006년 건설교통 R&D 혁신로드맵에 반영함
- 본 사업의 추진목적은 우리 기업이 해외 LNG-FPSO 시장에서 지속적인 성장을 담보할 수 있는 해외 LNG-FPSO 플랜트 시장에서 EPC 핵심분야 (기반, 공정, 설계/건설 등) 진입을 위한 독자기술 확보에 있음



[그림 2.2] LNG플랜트사업단 과제 추진경과

다. 사업 필요성

(1) 국제 환경규제 및 에너지 안보

- 중장기적으로 에너지 수요가 증가함에 따라 대형 가스전뿐만 아니라 중소형 가스전을 대상으로 개발과 생산, 공급에 관한 투자가 증가하는 추세임
 - 본 사업은 세계적 환경 규제 및 청정 개발체제로의 이행과 에너지 안보 차원에서 국가 전략상 중요한 의미를 가지고 있음
 - 세계적으로 교토의정서(Kyoto protocol)에 의해 당사국은 온실가스 감축을 위한 정책과 조치를 취해야 함
- ※ 그 분야는 에너지 효율 향상, 온실가스의 흡수원 및 저장원 보호, 신·재생에너지 개발·연구 등이 포함 됨

참고

- ❖ 교토의정서(Kyoto protocol); 기후변화협약(UNFCCC)에 따른 온실가스 감축목표에 관한 의정서
 - 지구온난화를 일으키는 온실가스에는 탄산가스, 메탄, 이산화질소, 염화불화탄소 등 여러 가지 물질이 있는데, 이중 인위적 요인에 의해 배출량이 가장 많은 물질이 탄산가스이기 때문에 주로 탄산가스 배출량의 규제에 초점이 맞춰져 국가별 목표수치를 제시하고 있음
 - 선진국의 감축의무 이행에 신축성을 확보하기 위해 배출권거래제도(ET), 공동이행제도(JI) 및 청정개발체제(CDM) 등의 신축성체제(Flexibility Mechanism)를 도입함
- ❖ 공동이행제도(JI, Joint Implementation) : 선진국 기업이 다른 선진국에 투자해 얻은 온실가스 감축분의 일정량을 자국의 감축실적으로 인정받을 수 있도록 한 제도
- ❖ 청정개발체제(CDM, Clean Development Mechanism) : 선진국 기업이 개발도상국에 투자해 얻은 온실가스 감축분을 자국의 온실가스 감축실적에 반영할 수 있게 한 제도
- ❖ 배출권거래제도(ET, Emission Trading) : 온실가스 감축의무가 있는 국가가 당초 감축목표를 초과 달성했을 경우 여유 감축쿼터를 다른 나라에 팔 수 있도록 한 제도

- 청정에너지의 개발 및 사용처 확대를 통하여 청정연료 경제구조로 전환되고 있음
- 향후 수소경제로 진행되는 과정에서 과도기적으로 천연가스는 중요한 에너지원으로 평가되고 있으며, 선진 각국에서 에너지안보 측면에서 해외 에너지 확보에 전력을 다하고 있으며, 관련 산업을 국가적 차원에서 육성하고 있음
- 우리나라에서는 2006년 추진된 정부의 산업기술로드맵에 포함 되었으며, 2007년 통합기술 수립 시 해양산업 전략분야(Killer Application)로 부유식 해양 LNG 터미널(FSRU) 기술, 시추선(Drillship) 기술, FPSO 고부가가치 엔지니어링 기술, 해양탐사 및 수중 작업 로봇기술 등이 도출된 바 있음

- 우리나라도 국가적인 에너지 수급을 위한 안보차원의 접근이 필요하며, 이를 뒷받침할 수 있는 LNG 플랜트, LNG-FPSO 플랜트 분야의 우리 기술 확보를 위하여 본 사업의 추진은 정책적으로 큰 의미를 가지고 있음

(2) 해외 해양플랜트 수주의 지속 성장을 담보할 수 있는 신성장 동력

- 본 사업은 우리 기업이 해외 해양플랜트 시장에서 지속적인 성장을 담보할 수 있는 사업모델임
- 해외 석유 및 가스 시장에서 가격이 상승함에 따라 중소 가스전의 경제성이 향상되고 있으며, 중소 가스전의 70% 이상이 해상에 존재함
- 국내 조선사 척당 1조원을 상회하는 LNG-FPSO 세계 최초로 수주
 - 삼성중공업, 유럽 Shell사의 40억~50억달러 규모 LNG-FPSO 수주
- 각 조선사들의 LNG-FPSO 수주경쟁이 치열해지지만 자체 엔지니어링 기술 결여로 외국선주사에 대해 기술 종속이 심화되고 가격경쟁 면에서 불리한 실정임
- 현재 LNG-FPSO 사업 분야는 특히 LNG-FPSO Topside부에 대한 국내 업체의 해외 기술 의존도가 높고, 특허 등 라이선스 대외 의존도가 높아 기술 종속 심화 될 것으로 우려됨에 따라 정책적 지원을 통한 개선이 필요함
- 국내에서 LNG-FPSO 분야의 가치사슬과 연구기반이 취약하고, 연구개발 투자비가 커서 민간 주도의 추진이 어려운 실정을 감안할 때 국가 차원의 정책적인 지원이 필요함

(3) 관련 국가 상위계획과 밀접하게 부합

- 이명박 정부의 100대 국정과제와 연계
 - 과제 33 : 에너지 자주개발을 향상
 - 과제 34 : 청정에너지 개발
 - 과제 39 : 미래전략 산업 육성
- 2010년 국가 과학기술기본계획과 연계
 - 7대 R&D 집중육성 : 주력 기간산업 기술 고도화/플랜트 기술 고도화(국토해양부)
 - 7대 부문 중 국가주도기술(2조 4,251억원), 신산업창출을 위한 핵심기술(9,909억원)의 예산 투자규모가 가장 크고, 주력 기간산업 기술(조선분야 포함)이 타 부문에 비해 예산 증감이 가장 크게 증가(전년대비 33.2%)함

- 국가 녹색기술 연구개발 사업과 연계
 - 에너지 자원기술(신연료 기술)
- 신성장 동력 사업과 연계
 - 17개 부문 중 탄소 저감 에너지
- 녹색뉴딜 사업
 - 저탄소, 고효율 산업기술 분야 중 청정에너지
- 이와 같이 본 사업은 국가 100대 국정과제와 신성장 동력 창출, 녹색기술 혁신을 통한 미래국가 건설 등의 국가 핵심전략과 부합되고, 산업적 측면에서 전후방 파급 효과가 큰 산업으로 국가 경쟁력 제고를 위해 시급히 추진이 되어야 함

<표 2-2> 2010년 과학기술기본계획 7대 R&D 분야별 시행 예산

(단위: 백만원)

7대 R&D 분야	09예산	10예산안	증 감	
			금액	비율(%)
주력기간산업 기술 고도화 (자동차·조선, 기계·제조공정, 반도체 등)	348,995	465,015	116,020	33.2
신산업창출을 위한 핵심기술개발 강화 (차세대시스템 S/W, 암 진단·치료 등)	919,646	990,902	71,256	7.7
지식기반서비스 산업 기술개발 확대 (융합형 콘텐츠, 첨단물류 등)	224,214	234,309	10,095	4.5
국가주도기술 핵심역량 확보 (우주·항공, 원자력·핵융합, 국방 등)	2,195,036	2,425,112	230,076	10.5
현안관련 특정분야 연구개발 강화 (인수공통전염병, 부품·소재 등)	825,376	918,161	92,785	11.2
글로벌 이슈관련 연구개발 추진 (신재생에너지, 기후변화 예측·적응 등)	910,345	970,376	60,031	6.6
기초·기반·융합기술 개발 활성화 (바이오칩·센서, 지능형 로봇 등)	305,966	368,570	62,604	20.5
합 계	5,729,578	6,372,445	642,867	11.2

(4) 사업 추진상 위험요인 대응방안 마련

- 환경변화에 따라 연구 성과에 대한 평가가 달라 질 수 있으며, LNG-FPSO 사업 수행시 위험요인은 시장의 변화, 기술의 불확실성, 정책과 법규의 변화로 대별됨

<표 2-3> LNG-FPSO 사업 추진상 위험요인

위험요인	내 용
시장의 변화	미래 시장의 변화에 따라 연구개발 사업의 최종 성과 및 목표 수준의 변화가 발생할 수 있음
기술의 불확실성	연구개발 집단의 기술적 한계에 따라 최초 목표하였던 수준을 달성하지 못할 수 있음
정책/법규의 변화	최종 성과물이 정책 및 법규 문제로 상용화 되지 못할 수 있음

- LNG-FPSO 사업의 주요 위험요인별 대응방안

<표 2-4> LNG-FPSO 사업 주요 위험요인별 대응방안

대응방안	내 용
시장의 변화	향후 시장의 요구 수준과 연구 성과의 불일치에 따른 위험이 있으므로 단계별 목표시장에 대한 검토 및 모니터링 실시
기술의 불확실성	최종 목표에 대한 성과지표를 연도별로 구체적으로 수립하여 기술적 성공 가능성에 대하여 대응
정책/법규의 변화	본 사업 과제와 같은 중장기적인 실증사업이 안정적으로 추진될 수 있도록 연구개발비의 안정적인 편성과 유지가 중요

- 안정적인 사업비 확보를 위하여 사업간 단계별 사업비 조정
 - 본 사업 과제와 같은 중장기적인 실증사업이 안정적으로 추진될 수 있도록 연구개발비의 안정적인 편성과 유지가 중요함

○ 효율적인 산학연 전문 컨소시엄 구성

- 본 사업과 같은 대규모 연구개발 사업은 합리적인 대상기술의 선정과 기술개발에 참여하는 참여기관의 역량에 크게 의존함
- 연구 성과를 정상적으로 확보하기 위해서는 전문적 연구인력을 보유한 참여기관 중심으로 개발기술을 활용하기 위한 기업의 참여가 필수임
- 원천 및 핵심요소기술 확보와 장기적인 측면에서 해외 교류 활성화가 필요함



[그림 2.3] 산·학·연 연계 및 협력 체계

라. 추진경위

- '08.12~'09.08 LNG플랜트 사업단 LNG-FPSO 검토
- '09.09.29 LNG-FPSO 연구기획 사업 과제총괄위원회 의결
- '09.10.14 한국건설교통기술평가원 보고 및 승인
- '09.10.23 LNG-FPSO 연구기획위원회 및 실무위원회 구성
- '09.10~'10.03 LNG-FPSO 연구기획위원회 및 실무위원회 6회 개최
- '10.04.08 국토해양부 중간보고
- '10.06 차년도 예산반영 작업



[그림 2.4] LNG플랜트사업단 과제 추진경과

마. 과제 선정 및 기존 과제와의 연계 방안

(1) 과제 선정 방안

- LNG-FPSO 사업은 사업수행 효율성 및 시너지 효과, 사업기간 단축, 사업비 절감, 정부부처의 업무 효율화 등의 측면에서 LNG플랜트사업단 핵심과제로 추가하여 추진하는 방안이 타당함

<표 2-5> LNG-FPSO 사업추진 방안

구 분	제 1 안	제 2 안
추진방안	LNG플랜트사업단 핵심과제로 추가하여 사업추진	별도의 사업단을 구성하여 사업추진
사업기간	2011 ~ 2015 (5년간)	2011 ~ 2016 (6년간)
사 업 비	약 290억원	약 450억원
장 단 점	○ 장 점 - 기존 LNG플랜트 사업과 연계 추진 함으로서 사업수행 효율성 및 시너지효과 제고 - 지경부와의 소관업무 관할문제 발생 가능성 낮음 - 기존 육상 LNG 테스트베드와 연계 하여 LNG-FPSO 테스트베드 구성시 전처리 및 후처리 설비를 공동 이용할 수 있어 사업비 대폭 절감 가능 - 사업관리비 절감(30억원→10억원) - 사업기간 단축(6년→5년)	○ 장 점 - 별도 사업단 구성을 통한 집중적인 사업 수행 가능 - 신규 사업단 이름을 LNG-FPSO 사업으로 부각 가능 ○ 단 점 - 지경부와의 소관업무 분쟁발생시 사업 좌초 가능 - 기존 사업의 성과이전이 원활하게 이루어 지지 않을 경우 기술개발의 연속성이 없어 저 효율적 수행 불가 - 독립 LNG-FPSO 테스트베드 구성시 전·후처리 설비 신설로 사업비 대폭 증가 - 별도 사업단 구성시 사업관리비 및 총괄과제 연구비 추가 소요(약 160억원) - 사업기간 증가(약 +1년)
검토의견	▶ LNG-FPSO 사업은 육상 LNG 플랜트 사업성과를 활용해야 하기 때문에 효율적 사업수행과 사업비 절감을 위하여 육상 LNG플랜트사업과 연계 추진하는 방안이 유리 ▶ 독립 LNG-FPSO 사업단으로 추진할 경우 지경부와의 소관 업무 분쟁 발생시 사업자체가 좌초될 가능성이 높음 ▶ LNG-FPSO 사업을 기존 LNG플랜트사업단의 핵심과제로 추가하여 추진하는 방안이 타당한 것으로 판단됨	

- 별도 LNG-FPSO 사업단을 구성하여 추진할 경우 기존의 사업 수행기관이 기술이전에 소극적일 가능성이 높고 약 160억원의 추가 예산이 발생하는 등 문제 발생 소지가 있음
 - 기업의 특성상 기술개발 성과를 쉽게 이전하지 않거나 미온적일 수 있으며, 최악의 경우 기술개발을 처음부터 다시 해야 하는 일이 발생할 수 있음
 - 원천기술 및 FEED 설계기술에 대한 핵심 특허와 인력을 공유하지 않는 한 사업의 연속성을 기대하기 어렵고, 사업기간 지연과 사업비 추가가 우려 됨
 - 핵심4과제 : 기존 사업단의 개발기술을 파악, 이해하는데 약 30억원 추가 소요
 - 핵심5과제 : 테스트베드의 전처리 및 후처리 설비, 유틸리티 공급설비, 수전설비, 제어설비 등 구축에 약 100억원 추가 소요
 - 총괄과제 : 약 9억원 추가 소요
 - 사업관리 : 약 20억원 추가 소요
- LNG-FPSO 사업 추진방안별 소요예산
 - 제1안 소요예산(기존 LNG플랜트사업단의 핵심과제로 추진시)

<표 2-6> LNG플랜트사업단의 핵심과제로 추진 시 소요예산

(정부출연금 기준, 단위: 백만원)

구 분	계	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
합 계	29,000	2,779	3,163	8,010	8,926	6,122
• 핵심4과제	9,000	1,879	1,763	1,830	1,806	1,722
4-1 공정 최적화	5,000	1,079	1,043	1,030	1,006	842
4-2 해상 전처리	2,000	400	320	400	400	480
4-3 안전설계	2,000	400	400	400	400	400
• 핵심5과제	17,000	600	1,000	5,880	6,120	3,400
5-1 플랜트 설계	5,000	300	500	1,500	1,800	900
5-2 테스트베드	9,000	0	0	3,640	3,480	1,880
5-3 CCS 기술	3,000	300	500	740	840	620
• 총괄과제	2,000	300	400	300	500	500
• 사업관리	1,000	0	0	0	500	500

- 제2안 소요예산 (별도 사업단으로 추진시)

<표 2-7> 별도 사업단으로 추진 시 소요예산

(정부출연금 기준, 단위: 백만원)

구 분	계	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
합 계	45,000	3,979	5,743	7,370	10,946	10,946	10,662
• 핵심4과제	12,000	1,979	2,243	2,430	2,206	2,042	1,100
4-1 공정 최적화	6,000	1,079	1,143	1,130	1,106	1,042	500
4-2 해상 전처리	3,000	500	400	600	600	600	300
4-3 안전설계	3,000	400	700	700	500	400	300
• 핵심5과제	27,100	1,000	2,500	3,940	7,740	7,620	4,300
5-1 플랜트 설계	6,000	700	1,100	1,300	1,000	1,100	800
5-2 테스트베드	18,000	0	1,000	2,000	6,000	6,000	3,000
5-3 CCS 기술	3,100	300	400	640	740	520	500
• 총괄과제	2,900	500	500	500	500	500	400
• 사업관리	3,000	500	500	500	500	500	500

(2) LNG플랜트사업단 핵심과제 조정

- 보류상태인 GTL사업 대신 "LNG-FPSO 플랜트 공정응용기술 개발"을 핵심4과제로, "LNG-FPSO 플랜트 설계·건설 기술 개발"을 핵심5과제로 신규 추진하고 총괄과제는 연구범위를 확대하여 추진

<표 2-8> LNG플랜트사업단 핵심과제 조정

<현재>		<조정>	
구분	핵심과제명	구분	핵심과제명
핵심1 과제	LNG 플랜트 핵심 기반기술 개발	핵심1 과제	LNG 플랜트 핵심 기반기술 개발
핵심2 과제	고효율 LNG 플랜트 공정 기술 개발	핵심2 과제	고효율 LNG 플랜트 공정기술 개발
핵심3 과제	대용량 LNG 플랜트 설계 및 건설기술 개발	핵심3 과제	대용량 LNG 플랜트 설계 및 건설기술 개발
핵심4 과제	GTL 공정 응용설계 기술 개발 (보류)	핵심4 과제	LNG-FPSO 공정 응용기술 개발(신규)
핵심5 과제	GTL 플랜트 설계 및 건설 기술개발 (보류)	핵심5 과제	LNG-FPSO 플랜트 설계 및 건설 기술 개발(신규)
총괄 과제	LNG 플랜트 시스템엔지니어링기술 개발	총괄 과제	LNG 플랜트 시스템엔지니어링 기술 개발 (연구범위 확대)

※ GTL¹⁾ 플랜트는 LNG플랜트사업의 한 축으로 기획되었으나 지식경제부의 에너지자원기술개발사업인 “천연가스로부터 FT²⁾ 합성유의 제조기술 개발” 과제(‘06.8~’09.7)와의 중복성 문제가 제기되어 보류상태임

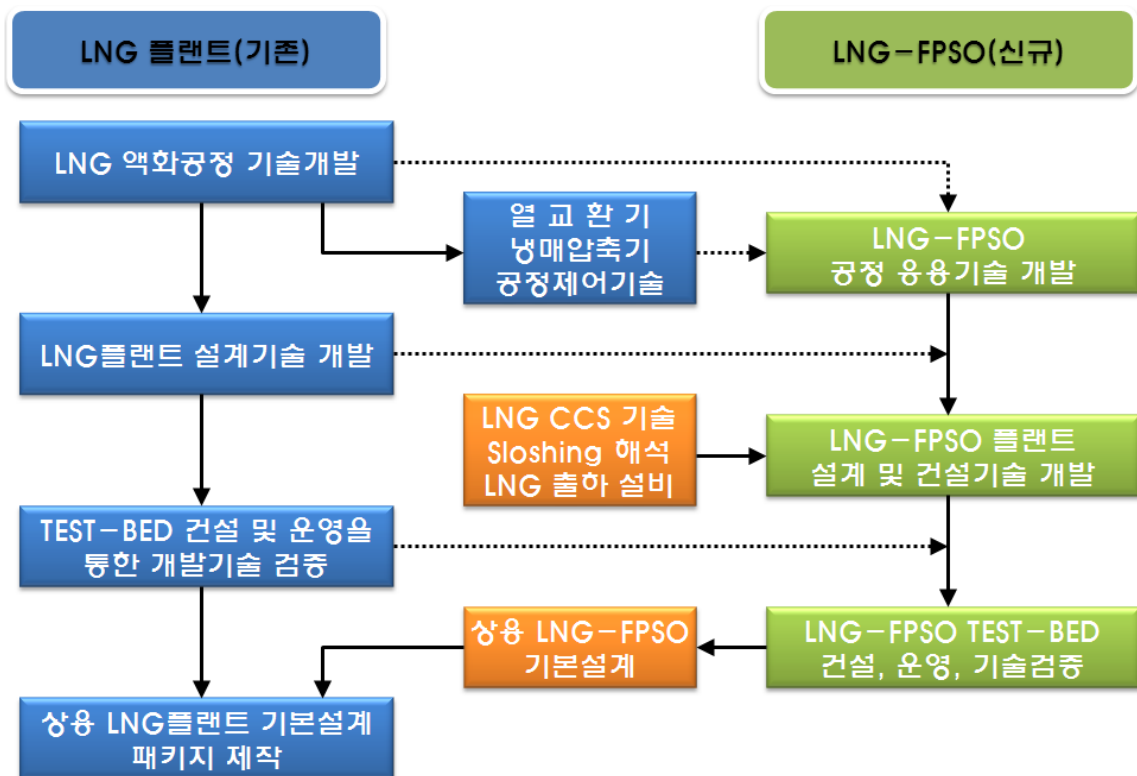
1) GTL(Gas-To-Liquid) : 천연가스를 화학적으로 변환시켜 LPG, 납사, 디젤유 등 액체연료를 생산하는 기술

2) FT(Fischer-Tropsch) 반응 : 합성가스(일산화탄소+수소)에서 탄화수소 혼합물을 합성하는 공정

(3) LNG플랜트 사업성과 활용 방안

○ LNG플랜트 사업성과를 활용하여 LNG-FPSO 사업 추진

- LNG플랜트 사업의 액화공정 기술을 해상용에 적합하게 최적화하여 LNG-FPSO용 공정기술 정립
- 열교환기 및 냉매압축기 개발품을 LNG-FPSO에 적합한 형식 및 용량으로 규격 다변화
- 육상 LNG 플랜트 설계기술을 LNG-FPSO 선상부의 제한된 공간에 설비를 배치하는 모듈화, 컴팩트화 설계기술로 업그레이드
- 기존 테스트베드와 연계한 LNG-FPSO 테스트베드를 추가로 건조하여 기술 검증
- LNG 저장탱크(CCS)의 대용량화 및 탱크 내 유체 유동현상(Sloshing), LNG 출하 설비(Offloading System) 등 LNG-FPSO의 특징적 연구가 필요
- 상용 규모의 육상 LNG 플랜트 및 LNG-FPSO 기본 설계 패키지 제작



[그림 2.5] LNG플랜트 사업성과 활용 방안

(4) 기술체제도 분석

○ 육상 LNG플랜트와 LNG-FPSO의 기술적 차별성을 살펴보면 <표 2-9>과 같음

<표 2-9> 육상 LNG플랜트와 LNG-FPSO의 기술적 차별성

항 목	육상 LNG 플랜트	LNG-FPSO	
		설계 차별성	영향
설치 조건	설비배치에 필요한 부지면적과 높이에 상대적으로 자유로움	선상부(Topside)로 설치공간이 제한되어 높이 방향으로 적층	제한된 공간내에 배치되기 때문에 화재, 폭발 등을 감안한 안전설계 필수
운전 정지 및 재가동	유지보수 계획 등 극히 간헐적인 정지 및 재가동	해상환경, 선체운동 등으로 정지 및 재가동 가능성 높음	플랜트 전체의 신속한 정지 및 재가동을 위한 기능 필요
장치 배치	유지보수 편의성을 고려하여 충분한 공간에 설비 배치	공간 부족으로 높이 방향으로 적층 배치	유지보수성이 떨어지므로 신뢰성, 고장, 유지보수를 고려한 운전가용도 검증 요구
안전도	육상 LNG 액화플랜트 기준에 따른 안전도 요구	해양 플랜트 기준 : 허용 위험도 충족을 증명하는 위험도 기반의 설계	막대한 양의 안전설계 요구 : 위험요소 분석, 위험도 평가, 허용 위험도 검증 등
액화공정	액화효율을 최우선으로 고려하여 선정	주어진 공간 내에 설비를 배치할 수 있도록 단순화된 공정 필요	다양한 후보 공정들이 검토되고 있으나 아직 운영 실적이 없어 최적 방식 미정
전처리 공정	가스정에서 채굴 후 1차 정제된 가스를 받아 LNG플랜트 전처리 공정에서 고순도로 처리	가스정에서 채굴된 정제되지 않은 천연가스를 LNG-FPSO 전처리 공정에서 고순도로 처리	채굴되는 천연가스의 조성변화와 선체운동에 따른 전처리 공정의 성능저하에 대비한 설계 최적화 필요
저장 시스템	육상 저장탱크	선체 내부의 화물탱크로 슬로싱 하중에 대응할 수 있는 설계 필요	선체운동으로 유발되는 슬로싱(Sloshing)에 대한 거동연구 및 보강방안 필요
유틸리티	일부 유틸리티의 외부 의존 가능	모든 유틸리티를 자체 생산, 공급해야 함	유틸리티와 공정 시스템의 설계 상관관계가 매우 큼
동특성	공정상의 동특성으로 한정됨	공정 동특성에 선체운동 추가	주요 장치들에 대한 선체 운동 한계치를 산정하여 보완해야 함

- LNG-FPSO는 LNG 운반선과 동일한 개념인 선체부(Hull)의 LNG 저장탱크와 천연가스의 전처리, 액화 및 출하는 LNG플랜트, 소요전력을 공급하는 발전설비로 구성된 선상부(Topside)로 구성되어 있으며 이에 대한 세부기술은 <표 2-10>과 같음

<표 2-10> LNG-FPSO 관련 세부기술 체계 및 검토

사업명	중분류	세부분류	검토결과
LNG플랜트사업 성과를 활용한 LNG-FPSO 핵심기술 개발	LNG-FPSO 공정 응용기술 개발	LNG-FPSO 공정 최적화기술 개발	○
		천연가스 해상 전처리기술 개발	○
		LNG-FPSO 안전설계 및 신뢰성 공학기술 개발	○
	LNG-FPSO 플랜트 설계 및 건설 기술 개발	LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술 개발	○
		LNG-FPSO 플랜트 건설기술 개발	○
	LNG-FPSO 저장 및 출하 기술개발	초대용량 LNG 저장 기술	×
		LNG 출하설비	×
		LNG-FPSO Plant- CCS 연계기술 개발	○
	해양 가스전 분석 및 사업모델개발	해양 가스전 조사 분석 및 LNG-FPSO 사업모델 개발	○
		LNG- FPSO 사업 Risk 조사 분석	○
	LNG-FPSO 관련 기자재 선정 및 평가기술	LNG-FPSO압축.팽창.발전 시스템기술개발	○
		열교환기	△
		LNG 펌프 및 초저온 자동 밸브	×
	LNG-FPSO 운영 및 유지 기술	운영 및 유지 기술	△
		실시간 감시 및 진단 시스템	△
		시뮬레이터	△

○ : 세부과제 선정, △ : 기존 LNG플랜트사업단 과제와 연계, × : 선정제외

○ 연구위원회에서 세부 분류된 기술체계도에 대하여 검토한 결과는 다음과 같음

- 연구위원회는 사업수행 효율성 및 시너지 효과 제고를 위하여 기존 LNG플랜트사업과 연계 추진하는 것이 타당하다는 의견에 일치를 모았으며, 본 연구기획 사업명을 “LNG플랜트사업 성과를 활용한 LNG-FPSO 핵심기술 개발”로 정의 함
- **LNG-FPSO 공정 응용기술 개발** : 액화공정 최적화, 해상 전처리 설계기술, 안전 설계 및 신뢰성 공학 기술 개발은 세부과제로 선정
- **LNG-FPSO 플랜트 설계 및 건설 기술개발** : LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술, 테스트베드 건조기술 개발은 세부과제로 선정
- **LNG-FPSO 저장 및 출하설비 기술개발** : 선체부(Hull)와 관련 있는 초대용량 LNG 저장기술과 LNG 출하설비는 국내 조선사에서 세계적으로 인정받는 기술과 건조능력을 보유하고 있으므로 세부과제에서 제외하였으나, 선상부(Topside)와 선체부(Hull)를 연계하는 LNG-FPSO Plant-CCS 기술개발은 Ship-Motion에 따른 Sloshing 해석을 포함하는 기술로서 본 사업과의 관계성을 고려하여 세부과제로 선정
- **LNG-FPSO 테스트베드 통합적용 기술개발** : 시스템엔지니어링 기술개발을 수행하는 가운데 LNG-FPSO의 사업을 성공적으로 이끌기 위하여 과제의 통합관리 및 Risk 관리가 필요하고, 과제간의 연계를 통하여 테스트베드에 적용하여 테스트베드의 성능, 운전비용 및 제 경비에 대한 분석이 필요함. 이에 기존의 LNG플랜트사업단 총괄과제에 포함
- **해양가스전 분석 및 사업모델 개발** : 해양 가스전 조사 분석 및 LNG-FPSO 사업 모델 개발과 LNG- FPSO 사업 Risk 조사 분석은 과제로 선정하되 기존 LNG플랜트사업단의 총괄과제에 포함
- **LNG-FPSO 관련 기자재 선정 및 평가기술** : LNG-FPSO 압축, 팽창, 발전 시스템 기술개발은 LNG-FPSO 회전기기 최적기술 개발로 과제명을 변경하고 LNG-FPSO 공정 최적기술 개발 과제로 포함
- 압축기와 열교환기는 LNG플랜트사업단에서 추진하고 있는 과제와 연계하여 LNG-FPSO에 적합한 형식 및 용량으로 규격을 다변화해서 적용하고, LNG 펌프 및 초저온 자동 밸브 등은 타 부처(지경부)에서 추진하는 과제와 연계하여 적용하되 본 사업에서는 제외함
- **LNG-FPSO 운영 및 유지 기술** : 기존 LNG플랜트 사업과 중복 연계되는 기술로서 기존 사업 결과물들을 최대한 활용하되 과제에서는 제외함

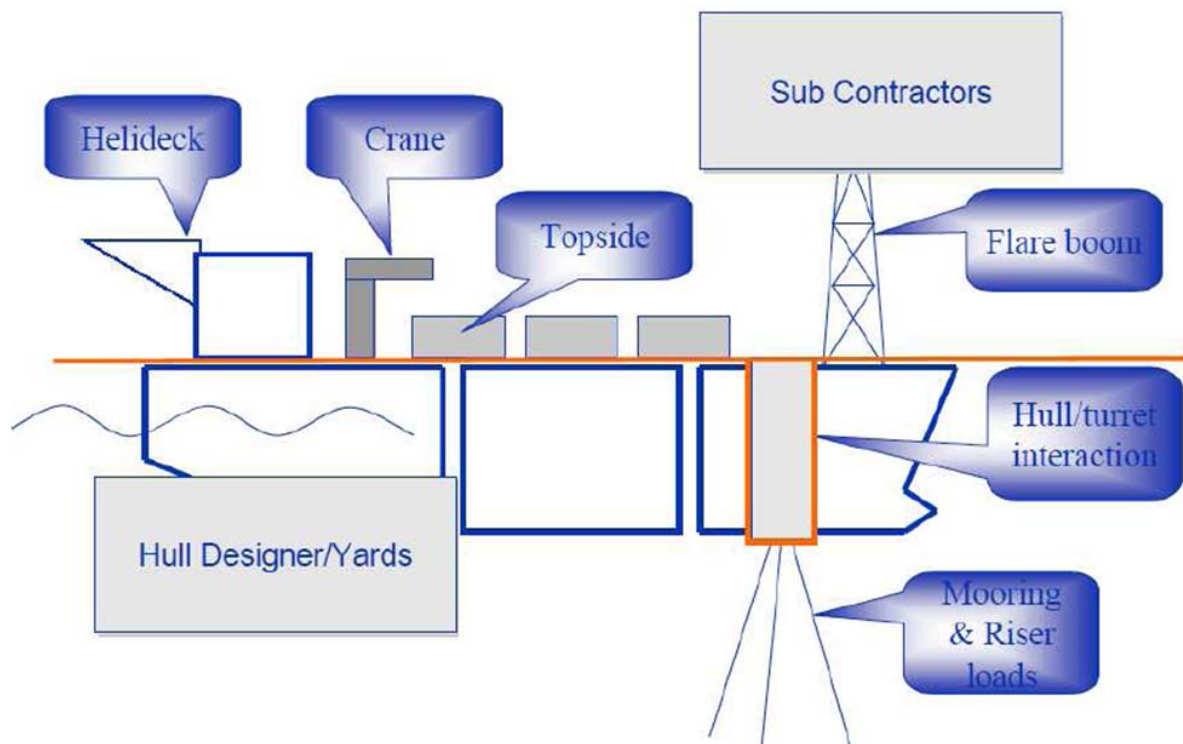
○ 핵심과제별 세부과제를 검토한 결과를 정리하면 <표 2-11>과 같음

<표 2-11> 핵심과제별 세부과제 검토 결과

핵심과제	세부분류	비고
핵심4과제 LNG-FPSO 공정 응용기술 개발 (신규)	4-1 LNG-FPSO 공정 최적 설계기술 개발 4-1-1 LNG-FPSO 공정 최적화 기술 개발 ○ 가스전 특성에 따른 최적공정 개념설계 기준개발 - 액화 사이클 특성 분석 - 공정설계 기준개발 ○ 테스트베드 액화공정 설계 ○ 가스전 특성에 따른 최적공정 개념설계 패키지 - 중질분 분리에 따른 액화공정 개념설계 패키지 개발	지정공모
	4-1-2 LNG-FPSO 회전기기 최적화 기술 개발 ○ 회전기기의 최적화 및 최적 운용기술 개발 ○ 신뢰성 예측 기술개발 ○ Life Cycle Cost(LCC) 최적화 기술 개발	분리공모
	4-2 천연가스 해상 전처리기술 개발 ○ 해상 가스전 전처리 설계기술 개발 - 가스전 응축물 및 LPG 분리 - 가스전 산성가스의 대량분리 ○ 해상용 전처리 컴팩트화 설계기술 개발 - 산성가스/수분/수은 제거 설비 - NGL 분리/회수 공정	분리공모
	4-3 LNG-FPSO 안전설계 및 신뢰성 공학기술 개발 ○ 위해도 평가/안전설계 기법 개발 ○ 위해도 기반 안전설계 프로그램 개발 - 생산가용도 기반 공정 설계 - 안전무결도 기반 안전시스템 설계 - 화재/폭발 위해도 평가 ○ LNG-FPSO 정량적 위해도 평가/RAM분석	분리공모
핵심5과제 LNG-FPSO 플랜트 설계 및 건설 기술 개발 (신규)	5-1 LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술 개발 5-1-1 LNG-FPSO Topside FEED 패키지 개발	지정공모
	5-1-2 LNG-FPSO 테스트베드 및 전처리 FEED 설계 ○ LNG-FPSO 테스트베드 개념, 기본, 상세설계 ○ 동력공급 최적화 포함 ○ 3D Modeling, 모듈화 및 공정제어포함	분리공모
	5-2 LNG-FPSO 플랜트 건조기술 개발	분리공모
	5-3 LNG-FPSO Plant-CCS 연계기술 개발 ○ CCS 설계/건조기술 개발 및 기준 정립 ○ CCS-Topside 연계기술 최적화	분리공모
LNG플랜트사업단 연계기술 (기존과제 연계)	○ LNG-FPSO 테스트베드 통합적용 기술 개발 ○ 해양 가스전 조사분석 및 LNG-FPSO 사업모델 개발	총괄과제 연계포함
	○ LNG-FPSO 공정 시뮬레이터 개발	1-2 연계
	○ LNG-FPSO 모듈화 및 컴팩트 기술 개발	1-1 연계
	○ LNG-FPSO 열교환기 설계기술개발	2-3 연계
	○ LNG-FPSO 사업 Risk 조사분석	총괄과제 연계



[그림 2.6] LNG-FPSO 설비배치 개략도



[그림 2.7] 선상부와 선체부의 연계

바. 단계별 추진전략 및 계획

○ LNG-FPSO 사업목표인 “해양플랜트 설계기술 확보를 통한 LNG-FPSO 엔지니어링 자립”을 달성하기 위한 단계별 추진전략 및 계획임

- 1단계 (2011년) : LNG-FPSO 플랜트 분석
 - 전처리 및 액화공정
 - 테스트베드 개념설계
 - 주요 기자재 최적화
- 2단계 (2012~2013년) : 2 MTPA LNG-FPSO 공정 설계
 - 2 MTPA LNG-FPSO Topside 설계
 - 테스트베드 건조
 - 전처리 및 액화공정 설계
- 3단계 (2014~2015년) : 상용화 기본설계 패키지 제작
 - 핵심역량 확보
 - 테스트베드 시운전
 - 상용화 2 MTPA급 Topside 기본설계 패키지 제작



[그림 2.8] LNG-FPSO 사업 단계별 추진전략 및 계획

사. 기술로드맵

(1) 기술로드맵 및 예상 성과물

○ LNG-FPSO 사업의 세부과제별 기술로드맵은 다음과 같음

<표 2-12> LNG-FPSO 세부과제별 기술로드맵

항 목	4차년도		5차년도		6차년도		7차년도		8차년도	
	4-H1	4-H2	5-H1	5-H2	6-H1	6-H2	7-H1	7-H2	8-H1	8-H2
LNG-FPSO 공정 최적설계기술	액화 공정 분석	액화 공정 선정	테스트베드 액화공정 설계		2 MTPA LNG-FPSO 액화공정 설계				LNG-FPSO 공정 라이선스 구축	
천연가스 해상 전처리기술	해양가스전 전처리 공정분석		테스트베드 전처리 공정설계		2 MTPA LNG-FPSO 전처리공정 설계				전처리 공정설계 패키지 제작	
LNG-FPSO 안전설계 및 신뢰성 공학기술	위해도평가/ 안전설계 기법정립		위해도 기반 안전설계 프로그램 제작				LNG-FPSO 위해도 평가/RAM분석		위해도 기반 안전설계 매뉴얼	
LNG-FPSO 플랜트 설계기술	Basis of Design 정립		2 MTPA LNG-FPSO Vessel 기본설계		2 MTPA LNG-FPSO 액화공정 및 Utility Generic FEED 설계				2 MTPA LNG-FPSO FEED 패키지	
	TB 개념 설계	테스트베드 기본설계	테스트베드 상세설계		2 MTPA LNG-FPSO 전처리 공정 Generic FEED 설계					
LNG-FPSO Plant-CCS 연계기술	저장탱크(CCS) 구조개발		Topsides-저장 탱크 구조해석		Topsides-저장탱크 연계설계 및 선급인증				2 MTPA급 CCS 설계패키지 제작	
LNG-FPSO 플랜트 건조기술 (테스트베드 Train-3(T3))	테스트베드 계획수립 및 기본설계			테스트베드 설계		인허가	건설관리		테스트베드 성능시험 및 평가	
		기본설계		상세설계		기자재 구매		시공-T3		시운전 및 성능시험

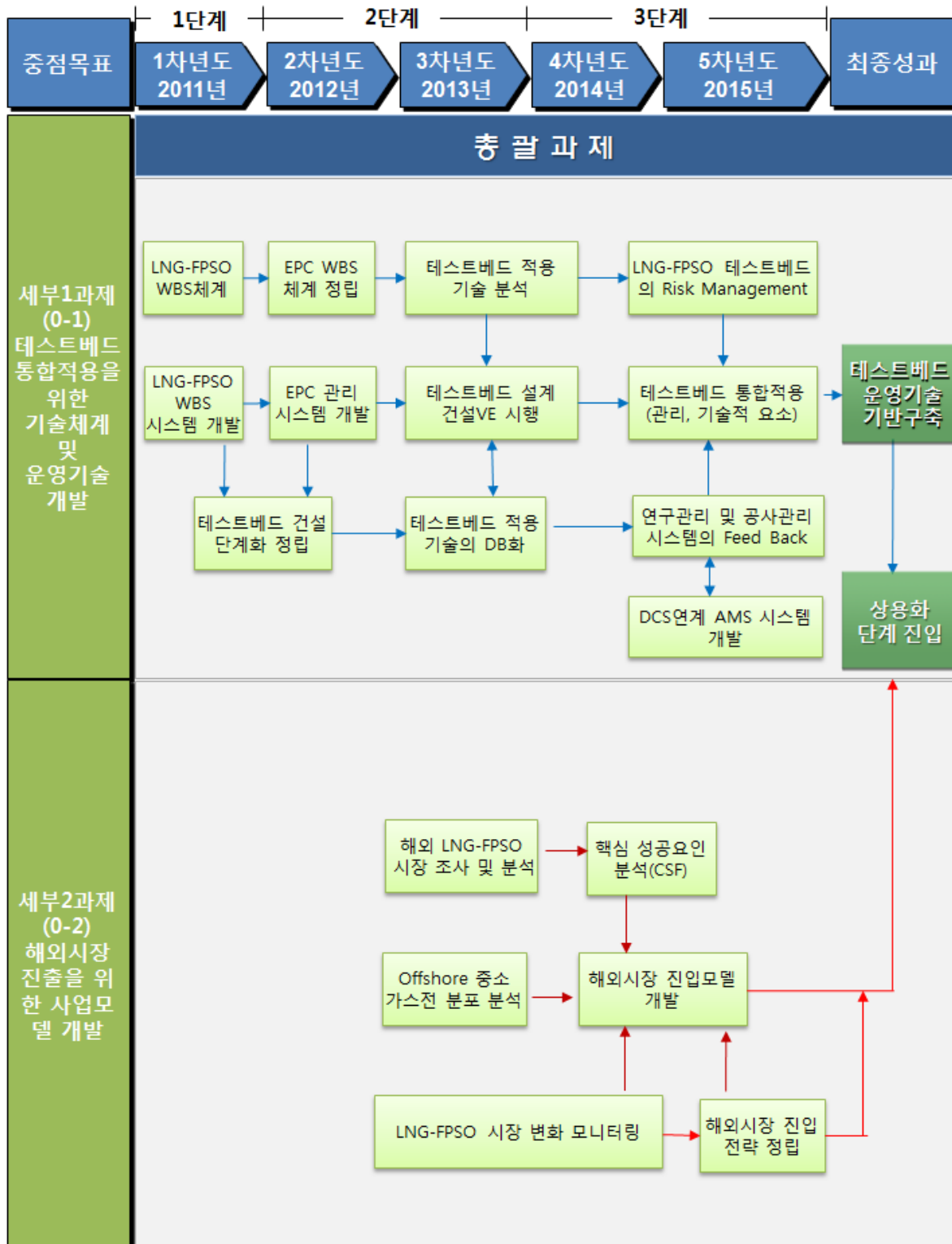
○ LNG-FPSO 사업의 핵심과제별 기술 및 예상 성과물은 다음과 같음

<표 2-13> 핵심과제별 기술 및 예상 성과물

핵심	예상 기술	주요 예상 성과물
총괄 과제	테스트베드 통합적용을 위한 기술체계 및 운영기술	• LNG-FPSO 테스트베드 기술적용체계 • 기술개발 단계화 모델 및 WBS • 상위 수준의 LNG-FPSO 플랜트 개념설계 및 운영 기술
	해외시장 진출을 위한 사업모델	• 해외시장 분석자료 • 해외지역 진출 여건 및 진출 시나리오 • LNG-FPSO 사업모델 및 단계별 시장진입 전략 • 해외시장 조사·분석보고서 • LNG-FPSO 사업 핵심성공요인 • LNG-FPSO 사업 모델
핵심 4 과제	LNG-FPSO 공정 최적 설계기술 개발	• 테스트베드 공정설계 • 가스전 특성에 따른 최적공정 개념설계 기준개발 • 가스전 특성에 따른 최적공정 개념설계 패키지 개발 • 회전기기의 최적화 및 최적 운용 기술개발 • 신뢰성 예측 기술개발 • Life Cycle Cost 최적화 기술개발
	천연가스 해상 전처리 설계기술 개발	• 해상 가스전 전처리 설계기술개발(응축물,LPG,산성 가스 분리) • 해상 전처리 컴팩트화 설계기술개발(산성가스, 수분, 수은제거 설비)
	LNG-FPSO 안전설계 및 신뢰성 공학기술 개발	• 위험도 평가/안전설계 기법 설명서 • 생산가용도 기반 공정 설계 프로그램 및 매뉴얼 • 안전무결도 기반 안전시스템 프로그램 및 매뉴얼 • 화재/폭발 위험도 평가 프로그램 및 매뉴얼 • 정량적 위험도 평가/RAM분석 프로그램 및 매뉴얼 • 개발된 안전설계 및 신뢰성 공학 기술 및 프로그램을 LNG-FPSO 플랜트 FEED 패키지에 적용 및 검증 결과 보고서
핵심 5 과제	LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술 개발	• LNG-FPSO 테스트베드 개념, 기본, 상세설계 • 2 MTPA급 Topside 상용 FEED 패키지
	LNG-FPSO 플랜트 건조기술 개발	• 일일 액화능력 100톤급 규모의 테스트베드 구축, 운영 및 유지 • 테스트베드의 고효율 건조 기법 개발(공기단축, 모듈화 시공기술) • 테스트베드 시운전을 통한 플랜트 안정화
	LNG-FPSO Plant-CCS 연계기술 개발	• 한국형 LNG CCS의 적용을 위한 CCS의 대형화기술 개발 • CCS의 대형화에 따른 자동화 건조기술 개발 • CCS 설계 기준 정립 • LNG, BOG, FG Header 최적설계개발

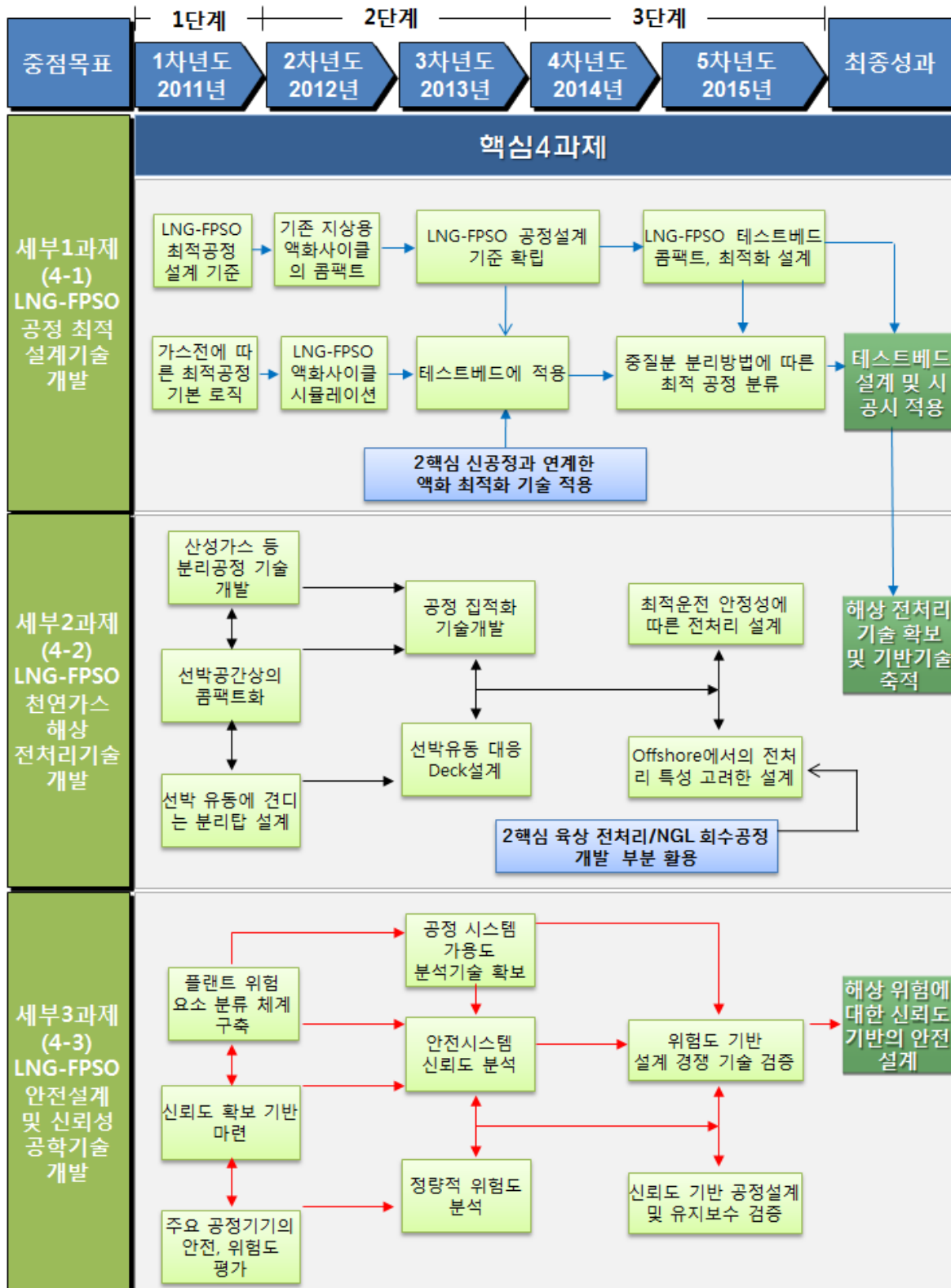
(2) 핵심과제별 기술로드맵

○ 총괄과제 기술로드맵



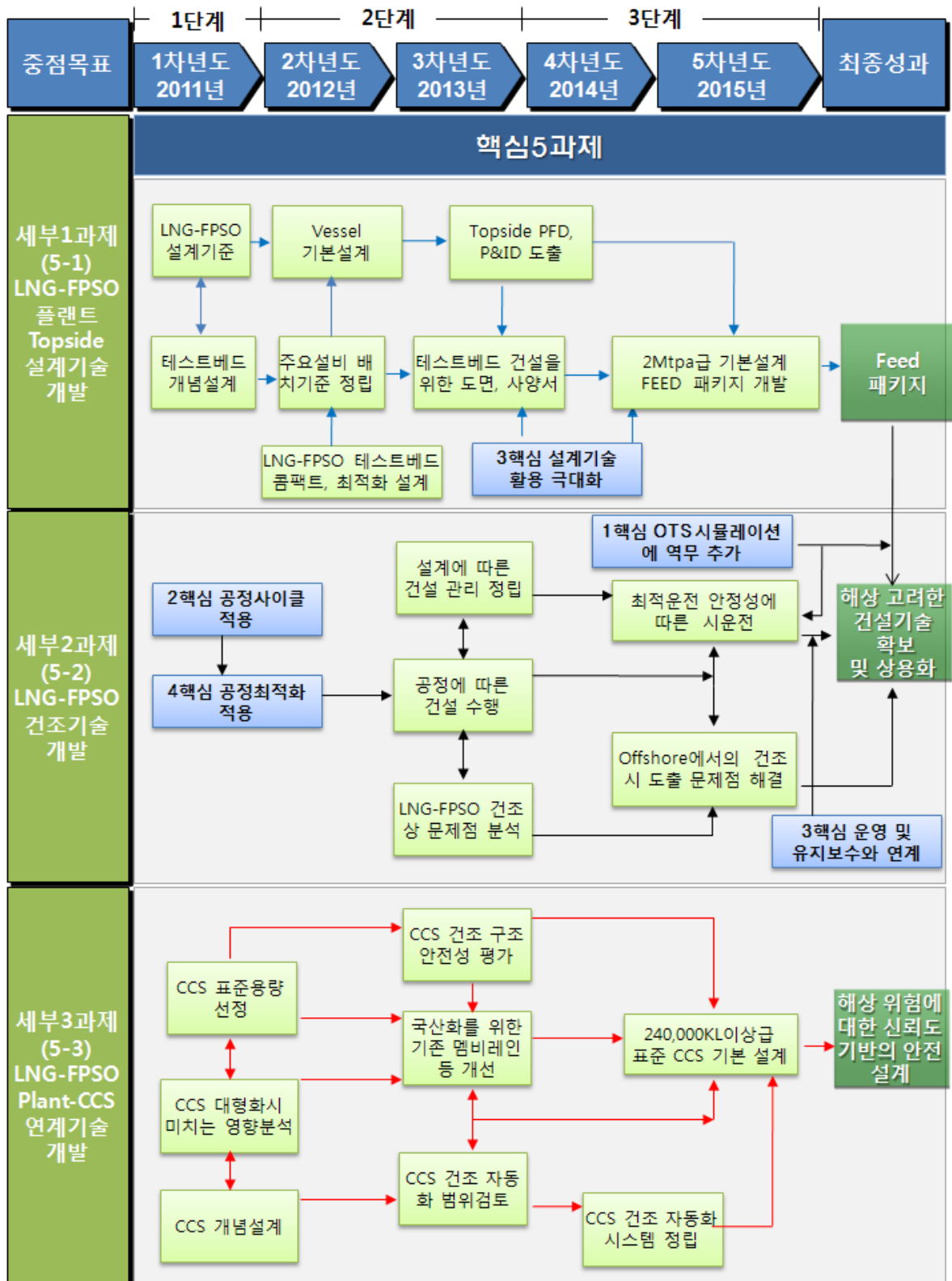
[그림 2.9] 총괄과제 기술로드맵

○ 핵심4과제 기술로드맵



[그림 2.10] 핵심4과제 기술로드맵

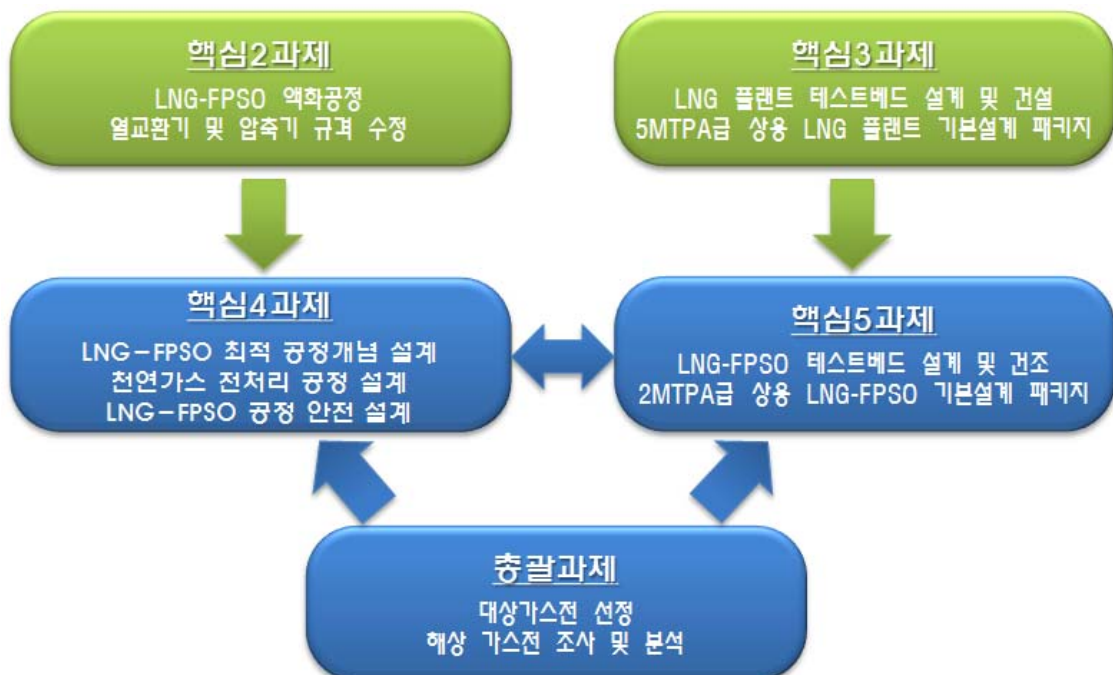
○ 핵심5과제 기술로드맵



[그림 2.11] 핵심5과제 기술로드맵

아. LNG-FPSO 사업의 핵심과제 상호 연계방안

- 총괄과제는 해외 해상 가스전을 조사하여 가스 가채량, 조성 및 해양조건에 따른 기술성과 경제성을 분석하여 LNG-FPSO 사업의 대상 해상 가스전 선정
- 핵심4과제는 대상 해상 가스전에 적합한 최적 공정 개념설계, 천연가스 전처리 설계 및 공정 안전설계 추진
 - 핵심2과제에서 개발한 신액화 공정 중 LNG-FPSO에 적합한 공정 선정
 - 핵심2과제에서 연구개발 중인 열교환기 및 냉매압축기 개발품을 LNG-FPSO에 적합한 형식 및 용량으로 규격 다변화
- 핵심5과제는 핵심4과제의 최적공정 개념설계, 전처리 공정 설계 및 공정 안전설계 DB를 기반으로 LNG-FPSO 플랜트 설계 및 건조기술 개발 추진
 - 핵심3과제의 테스트베드 설계기술을 선상부의 제한된 공간에 설비를 배치하는 모듈화, 컴팩트화 설계기술로 업그레이드
 - 핵심3과제의 테스트베드와 연계한 LNG-FPSO 테스트베드를 추가로 건조하여 기술 검증
 - LNG 저장탱크(CCS)의 대용량화 및 탱크 내 유체 유동현상(Sloshing), LNG 출하 설비(Offloading System) 등 LNG-FPSO의 특징적 연구 추진
 - 상용 2 MTPA 규모의 LNG-FPSO 플랜트 기본 설계 패키지 제작



[그림 2.12] 핵심과제 상호 연계방안

3

핵심과제 개요

가. 핵심과제 구성

나. 핵심과제의 정의 및 연구범위

3. 핵심과제 개요

가. 핵심과제 구성

- 총괄과제(0) : LNG 플랜트 시스템엔지니어링기술 개발
 - 세부1과제(0-1) : 테스트베드 통합적용을 위한 기술체계 및 운영기술 개발
 - 세부2과제(0-2) : 해외시장 진출을 위한 사업모델 개발
- 핵심4과제(4) : LNG-FPSO 공정 응용기술 개발
 - 세부1과제(4-1) : LNG-FPSO 공정 최적설계기술 개발
 - 세부1-1과제(4-1-1) : LNG-FPSO 공정 최적화기술 개발
 - 세부1-2과제(4-1-2) : LNG-FPSO 회전기기 최적화기술 개발
 - 세부2과제(4-2) : 천연가스 해상 전처리기술 개발
 - 세부3과제(4-3) : LNG-FPSO 안전설계 및 신뢰성 공학기술 개발
- 핵심5과제(5) : LNG-FPSO 플랜트 설계 및 건설기술 개발
 - 세부1과제(5-1) : LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술 개발
 - 세부1-1과제(5-1-1) : LNG-FPSO Topside FEED 패키지 개발
 - 세부1-2과제(5-1-2) : LNG-FPSO 테스트베드 및 전처리 FEED 설계
 - 세부2과제(5-2) : LNG-FPSO 플랜트 건설기술 개발
 - 세부3과제(5-3) : LNG-FPSO Plant-CCS 연계기술 개발



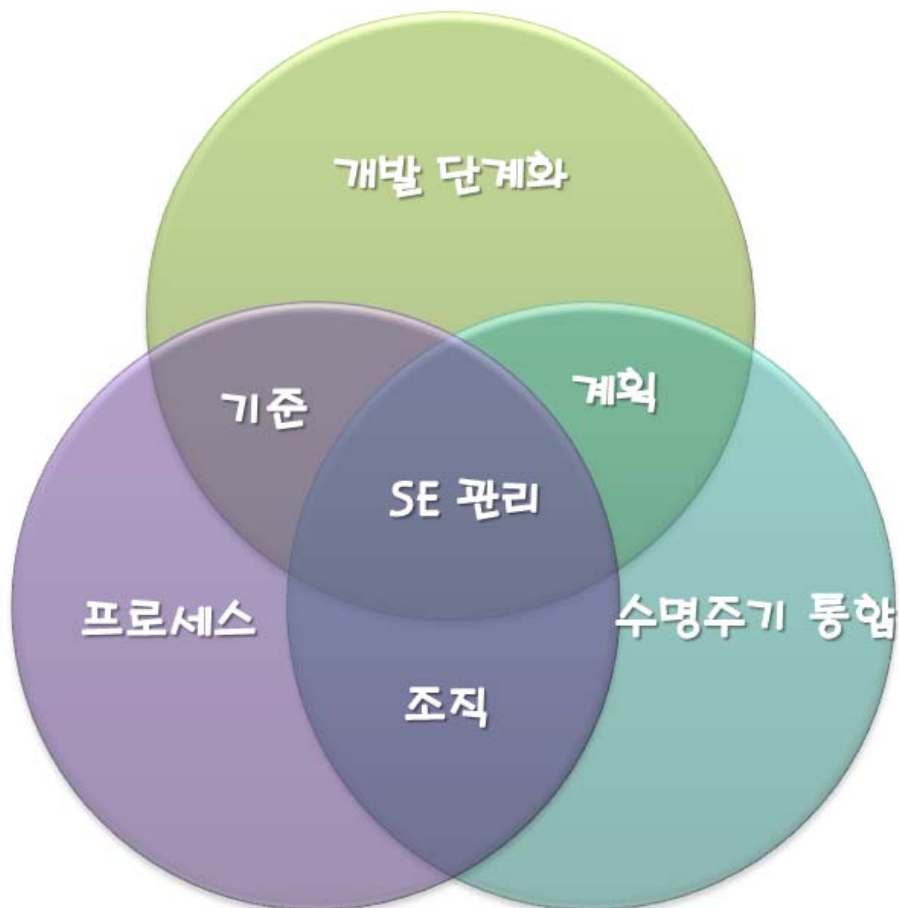
[그림 3.1] LNG-FPSO 사업의 과제 구성

나. 핵심과제의 정의 및 연구범위

(1) 총괄과제

(가) 총괄과제 정의

- 총괄과제는 사업단장이 주관하여 사업단 내 기술개발 요구조건과 개발단계를 설정하고 이를 모니터링 함과 동시에 상위 수준에서 인터페이스(Interface)를 관리하고, 개발된 기술을 테스트베드로 통합, 효율적 운영을 위한 시스템 엔지니어링(System engineering)기술로 정의 됨
- 즉, 사업화를 위한 연구비 및 성과물의 관리 지속성을 유지하기 위하여 시스템엔지니어링 측면에서 접근을 추진하여 궁극적으로 테스트베드 통합 적용 및 상용화로 핵심 성공요인을 이끌어 나가기 위한 과제임



[그림 3.2] 총괄과제의 수행내용

(나) 총괄과제의 비전

- 총괄과제는 성격상 구체적인 기술개발 보다는 각 핵심과제의 특성을 고려하여 연구 개발 성과를 일관적으로 유지하여 각 연구 성과물을 테스트베드에 통합하고, 이를 기반으로 해외 진출을 위한 사업모델 개발에 의의가 있음

(다) 총괄과제의 연구범위

- 세부1과제 : 테스트베드 통합적용을 위한 기술체계 및 운영기술 개발
- 세부2과제 : 해외시장 진출을 위한 사업모델 개발

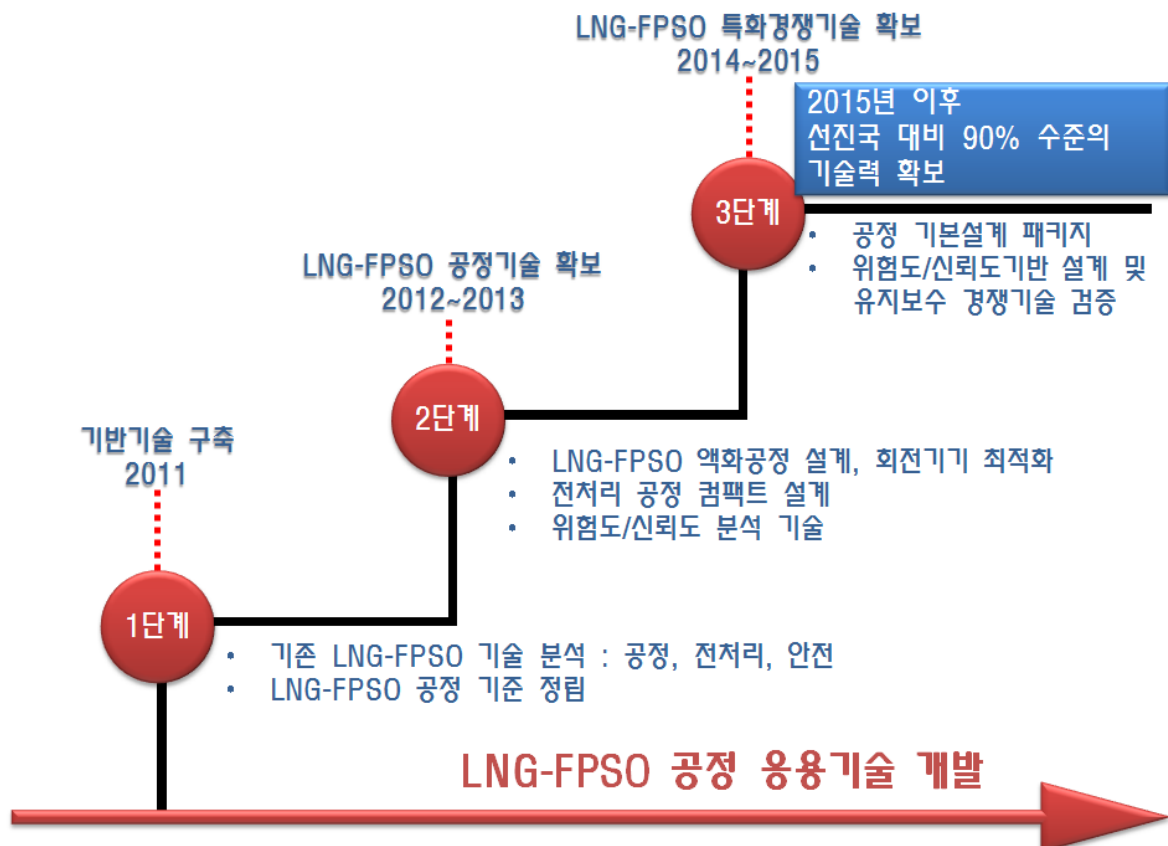
<표 3-1> 총괄과제의 연구범위

추진분야	연구범위
1단계 : 기술개발 단계화 및 관리체계 구축	○ LNG-FPSO 플랜트 기술개발 단계화 (Configuration, Function, Product) ○ LNG-FPSO 플랜트 수명주기 통합관리 체계 검토 ○ 사업단 과제 WBS 및 관리체계 ○ Test-bed 건조계획(사전, 시공, 사후) ○ 테스트베드 기술체계 및 운영기술
2단계 : LNG-FPSO 테스트베드 기술적용체계 및 해외시장 조사·분석	○ 상위 레벨의 과제 통합제어기술 ○ 개발기술 테스트베드 적용성 검증 방안 ○ 지역별 가스전 및 LNG 시장 조사·분석 ○ LNG-FPSO 사업의 핵심성공요인 분석
3단계 : 테스트베드 기술적용체계, 테스트베드 모니터링 및 사업모델	○ 연구과제 및 테스트베드 모니터링 및 피드백 ○ 상위 레벨의 통합운영 기술 ○ 지역별사업모델(지역특성+사업+기술) ○ LNG-FPSO 사업의 단계별 진입전략 도출

(2) 핵심4과제

(가) 핵심4과제의 정의

- 핵심4과제는 LNG 플랜트의 핵심 분야인 LNG-FPSO의 액화공정 및 전처리공정과 이에 대한 안전기술을 중점 대상으로 함
- LNG플랜트사업단의 핵심 1, 2, 3 과제와 연계하여 개발된 기술이 해양구조물에 맞도록 컴팩트화, 최적화하고 해양 안전성에 문제가 없도록 공정 응용기술을 개발하는 것으로 다음의 연구를 포함하고 있음
 - 가스전 특성에 따른 액화공정 최적설계 기준 개발
 - LNG-FPSO 회전기기 최적화기술 개발
 - 가스전 특성에 따른 최적 액화공정 개념설계 패키지
 - 해상 전처리 공정 설계기술 개발
 - 해상용 전처리 컴팩트화 설계기술 개발
 - 해양플랜트 안전설계 및 신뢰성 공학기술 개발



[그림 3.3] 핵심4과제 비전 달성을 위한 추진단계 및 단계별 목표

(나) 핵심4과제의 비전

- 핵심4과제의 비전은 국내 조선업체의 선박 건조기술과 LNG플랜트사업단의 초저온 액화공정 기술 연계를 통하여 선진 업체 보다 비교 우위의 기술을 개발하고 LNG-FPSO라는 신규 고부가가치 성장 동력을 창출하는 것임

(다) 핵심4과제의 연구범위

<표 3-2> 핵심4과제 연구범위

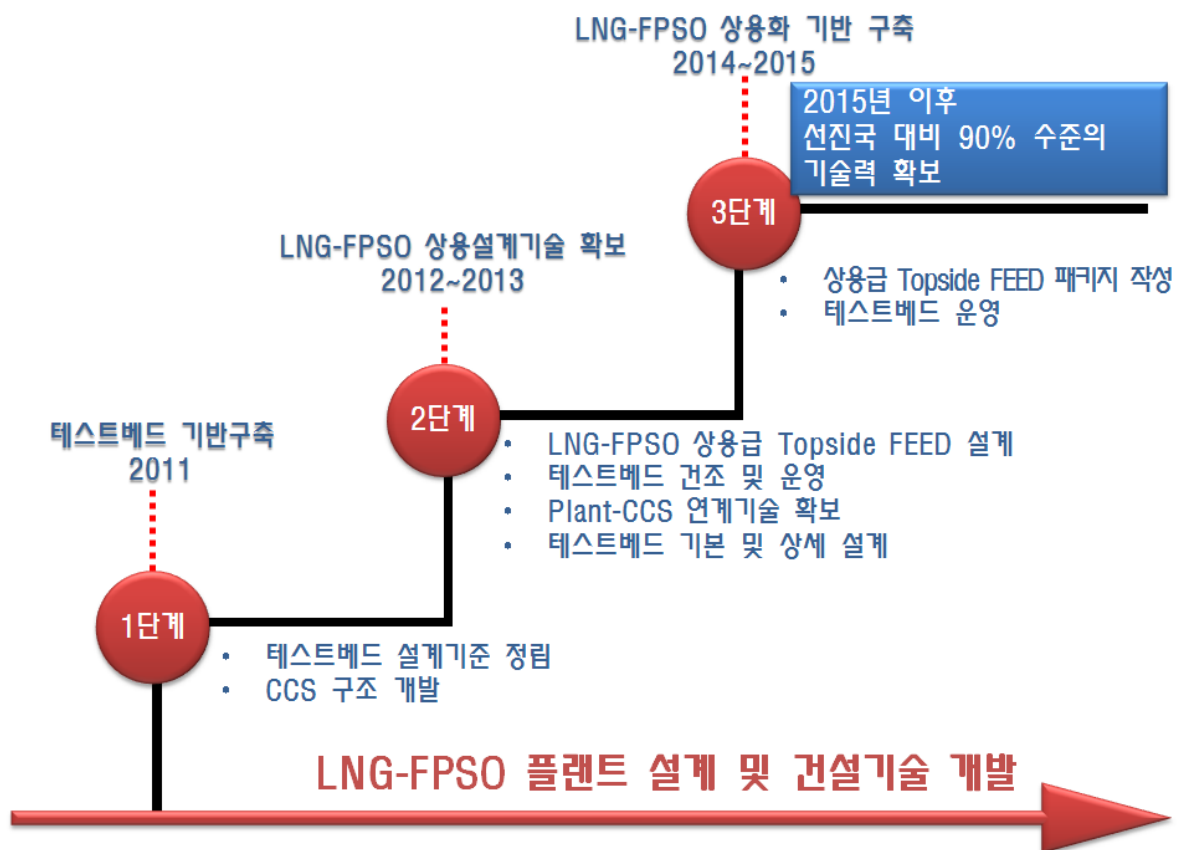
핵심과제	기술분야	연구범위
LNG-FPSO 공정 응용기술 개발	LNG-FPSO 공정 최적 설계기술 개발	○ 가스전 특성에 따른 최적공정 개념설계 기준개발 - 기존의 육상용 액화사이클 및 컴팩트형 냉동사이클에 대한 Simulation 및 공정 특성 정립 - LNG-FPSO 용 공정설계 기준 확립 ○ 테스트베드 액화공정 설계 ○ 가스전 특성에 따른 최적공정에 대한 공정설계 패키지 - 중질분 분리 방법에 따른 최적화된 공정의 분석 - LNG-FPSO의 FEED 패키지를 위한 공정설계 완성 ○ 회전기기의 최적화 및 최적 운용 기술개발 - Compressor 최적화 설계 - 극저온 Expander 최적화 설계 - 회전기기 최적 운용 설계 ○ 신뢰성 예측 기술개발 - 회전기기 소재의 데이터베이스 구축 - 회전기기 핵심부품의 신뢰성 평가 및 리뷰 - 회전기기의 신뢰성 Audit Process 개발 ○ Life Cycle Cost(LCC) 최적화 기술개발 - LCC 분석 위한 Case 정의 - Case별 LCC 평가 - Case별 LCC 최적화 설계
	천연가스 해상 전처리기술 개발	○ 가스전 특성에 따른 산성가스 및 불순물 제거공정 기술개발 - CO₂(50 ppm), H₂S 제거(3 ppm), 수분의 제거 및 처리 공정기술 개발 - 수은 제거공정 기술(10 nanogram/Nm³) 개발 - 개발된 공정에 대한 검증 - 컴팩트한 설치 및 최적조합 기술 정립 - H₂S 및 CO₂ 처리를 위한 공정 기술타당성 검토 ○ 가스전 특성에 따른 응축물 및 LPG 회수공정 기술 개발 - 액화공정 계통과의 열통합 기술 개발 (Rich/lean Case 해석) - 응축물 및 LPG 회수공정 집적화 기술 개발
	LNG-FPSO 안전설계 및 신뢰성 공학 기술 개발	○ 위험도 평가/안전설계 기법 개발 ○ 위험도 기반 안전설계 프로그램 개발 - 생산가용도 기반 공정 설계 - 안전무결도 기반 안전시스템 설계 - 화재/폭발 위험도 평가 ○ 정량적 위험도 평가/RAM분석 ○ 검증 : FEED 패키지(세부5-1과제)에 적용 및 검증

(3) 제5핵심과제

(가) 핵심5과제 정의

○ 핵심5과제는 LNG-FPSO 플랜트의 핵심분야인 LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술 개발, 건조기술 개발, Plant-CCS 연계기술 개발을 중점 대상으로 하며 다음의 연구를 포함하고 있음

- LNG-FPSO 테스트베드 설계 기준 정립, 기본 및 상세 설계
- LNG-FPSO 상용급 Topside FEED 설계(Vessel 기본설계 포함)
- 테스트베드 건조
- Plant-CCS 연계 기술 확보 및 최적화



[그림 3.4] 핵심5과제 비전 달성을 위한 추진단계 및 단계별 목표

(나) 핵심5과제 비전

- 핵심5과제 수행을 통하여 궁극적으로는 국제적으로 경쟁력이 있는 LNG-FPSO 플랜트의 EPC 기술을 개발하고, 국내 조선사의 해외수주 LNG-FPSO 프로젝트에 우선 적용하여 국익창출에 기여 할 수 있는 핵심역량을 확보하는 것임

(다) 핵심5과제 연구범위

<표 3-3> 핵심5과제 연구범위

핵심과제	기술분야	연구범위
LNG-FPSO 플랜트 설계 및 건설기술 개발	LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술 개발	○ LNG-FPSO Topside FEED 패키지 개발 - 2백만톤/년 급 상용 LNG-FPSO의 Topside FEED 패키지 ○ 100톤/일급 테스트베드 설계 - 테스트베드 FEED 패키지 - 동력공급계 최적화 - 3D 모델링 및 모듈화 - 공정제어 기술
	LNG-FPSO 플랜트 건조기술 개발	○ 100톤/일급 테스트베드 구축 - 테스트베드 - 계통제어시스템 국산화 - 모듈화 시공기술
	LNG-FPSO Plant-CCS 연계 기술 개발	○ KC-1 시스템의 CCS 구조개발 - CCS 대형화로 인한 CCS 구조안전성 평가 및 개선 - CCS 표준 설계 패키지 ○ LNG CCS의 건조 자동화 기술 개발 - CCS 건조 자동화를 위한 시스템 개발 - 건조 자동화 시스템 검증을 위한 mock-up 시험 ○ LNG CCS의 Topsides-저장탱크 연계설계 - Topside의 배치와 CCS 구조의 연계기술 개발 - CCS 관통노즐의 arrangement 최적화 - CCS 구조 및 설계도 선급인증 - 2 MTPA급 설계 패키지 제작

4

기초자료 분석

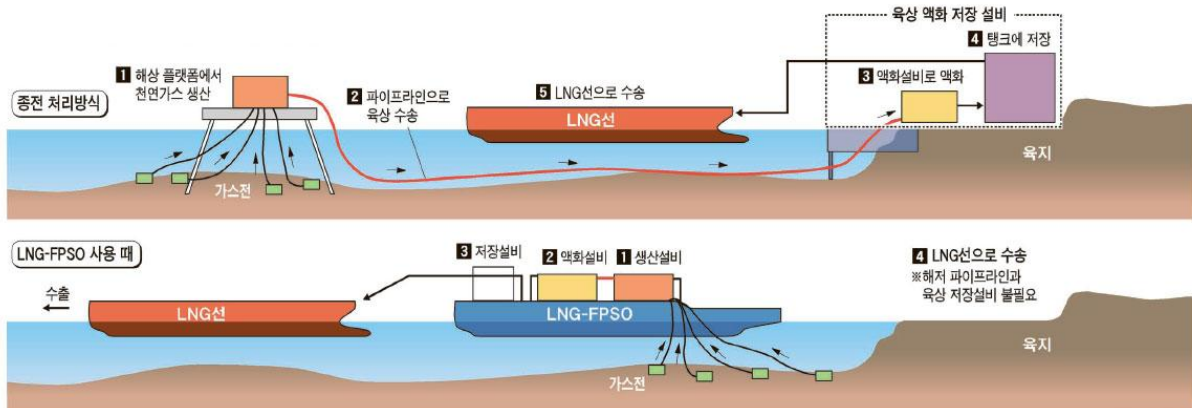
- 가. LNG-FPSO의 정의 및 기술 범위
- 나. SWOT 분석
- 다. 기술 및 산업환경 분석

4. 기초자료 분석

가. LNG-FPSO의 정의 및 기술 범위

(1) LNG-FPSO의 정의

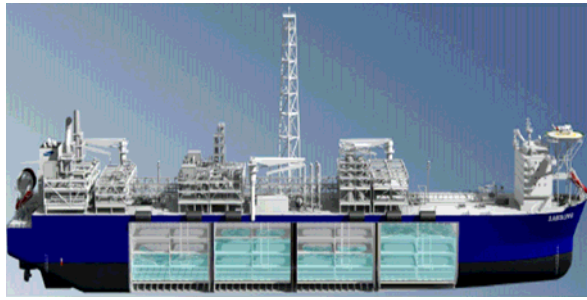
- LNG-FPSO(Liquefied Natural Gas-Floating Production, Storage and Offloading; 부유식 해양 LNG 액화플랜트)는 원거리 해상에 있는 가스전으로 이동하여 해상에 부유하며(Floating) LNG를 생산(Production), 저장(Storage), 출하(Offloading)할 수 있는 해상 이동식 복합기능 플랜트임
- 해저 가스전으로부터 유입된 천연가스를 전처리, 액화, 저장하는 설비를 갖춘 부유식 해상 구조물로 종전 천연가스 생산방식에 비해 생산절차를 축약하여 생산비용이 저렴하며, 가스전 생산 완료시 이동이 가능함



[그림 4.1] LNG-FPSO의 정의 및 개념



[그림 4.2] LNG-FPSO를 이용한 LNG 공급사슬 (Supply Chain)



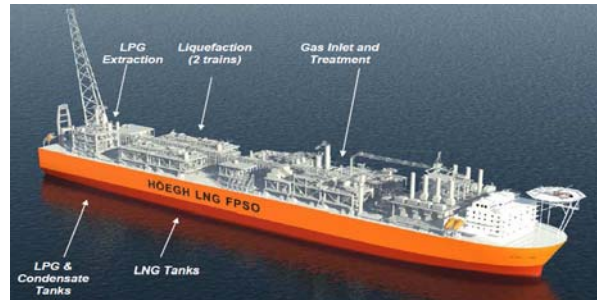
<Flex LNG-FPSO>



<SBMLinde LNG-FPSO>



<INPEX LNG-FPSO>



<Hoegh LNG-FPSO>

[그림 4.3] 최근 추진 중인 LNG-FPSO 프로젝트

(2) LNG-FPSO의 기술 범위

- 본 연구기획은 LNG-FPSO 플랜트를 대상으로 하며 기술의 범위는 전처리 및 액화 공정 기술, 핵심설비, 플랜트 설계 및 건조, 운전 및 유지관리 등을 포함하고 있음
- LNG-FPSO 플랜트 Topside 기본설계를 토대로 해상 전처리 공정, 액화공정, 열교환기, 압축기 등을 최적화한 테스트베드(Pilot LNG-FPSO)를 건조하고 테스트베드를 통해 개발된 공정기술에 대한 성능 검증 및 운영기술 확보
- 해상조건의 위험도와 신뢰도를 평가하는 안전설계와 선상부(Topside)와 선체부(Hull)를 연계하는 Plant-CCS 연계기술을 포함하고 있음
 - ※ 우리나라는 5대 대형 조선소는 연간 20여 척의 LNG-FPSO를 건조할 수 있는 시설을 갖추고 있으나 선상부(Topside) 플랜트에 대한 엔지니어링 설계능력을 갖추지 못하여 해외 기술에 의존하고 있는 실정임
 - ※ 우리나라 기업의 해외수주 확대와 부가가치 상승을 위해 자체적으로 대규모 EPC(Engineering, Procurement, Construction) 기술과 수행능력을 확보할 수 있도록 하는 것이 중요함

나. SWOT 분석

(1) LNG-FPSO 사업 SWOT 분석

- 국내·외 기술 및 정책동향, 산업전망 등을 통하여 LNG-FPSO 사업에 대한 SWOT 분석을 실시하였으며, 그 분석 결과는 <표 4-1>과 같음

<표 4-1> LNG-FPSO 사업 SWOT 분석

내부환경 외부환경	강점(Strength) - 우수한 인력 및 높은 생산성 - 우수한 연구개발 기반 및 기술개발에 대한 공감대 - LNG 연관제품 시장형성 - 대규모 선박 및 해양구조물 건조 경험 - 독보적인 LNG선 건조 경쟁력 - 세계 2위의 LNG 구매력	약점(Weakness) - LNG-FPSO 관련 원천기술 부족 및 핵심 기자재 해외 의존 - 플랜트 Topside FEED기술 부재 - Offshore Project 기획 등 사업추진경험 부재 - 가스전 개발사업 추진을 위한 파이낸싱 역량 취약	
	기회(Opportunity) - 고유가로 인한 Clean Energy 수요 증대 - 육상플랜트 건설기피로 해상 플랜트가 대안으로 부각 - 국내조선소의 LNG Vessel 설계, 건조능력 탁월 - 도입기 제품으로 기술선점 및 시장확보 가능	SO 전략 - LNG 구매력을 활용한 패키지형 자원개발 프로젝트 추진 - LNG 프로젝트 수요가 견인하는 기술개발 추진 - 주도적 LNG-FPSO 사업추진을 통한 국내 조선소, 기자재업체, 엔지니어링사, EPC 건설사의 시장진입	WO 전략 - LNG 수요가 견인하는 LNG-FPSO 기술개발 필요성 제고 - 국내 조선소 수주 LNG-FPSO를 벤치마킹하여 기술 확보 - 해외 LNG-FPSO 프로젝트 참여를 통한 Offshore Project 사업역량 확보
	위협(Threat) - 플랜트 Topside 에 대한 선진 기술 장벽 - 해양 LNG플랜트용 기자재산업 낙후 - 플랜트 Topside 설계능력 및 전문인력 부재 - 주도적 LNG-FPSO 사업 부재시 기술개발 후 사장가능성 상존	ST 전략 - 선진기술 장벽을 극복하기 위한 수단으로 독자 기술개발 및 주도적 LNG-FPSO 사업 추진 - LNG 구매력을 활용한 기자재 산업 육성 및 시장진입 지원 - LNG-FPSO 플랜트 Topside 및 해양플랜트 기술력 제고를 위한 전문인력 양성	WT 전략 - LNG-FPSO 프로젝트 위험성 회피를 위한 최적 사업모델 개발 - LNG-FPSO 원천기술 및 기자재 산업 발전을 위한 기술 개발을 통한 전문인력 양성 - LNG-FPSO 기술개발을 통한 주도적 프로젝트 개발 유도, 사업기획 및 파이낸싱 역량 제고

(2) 내·외부적 요인 분석

- 본 사업의 강점은 우수한 연구개발 기반 및 기술개발에 대한 공감대 형성, LNG 연관제품에 대한 시장이 이미 형성, 대규모 선박 및 해양구조물에 대한 건조 경험 풍부, 독보적인 LNG선 건조 경쟁력 보유, 세계 2위의 LNG 구매력을 이용한 사업기회 창출 등임
- 본 사업의 약점은 LNG-FPSO 관련 원천기술 부족, 핵심 기자재 해외 의존, 플랜트 Topside에 대한 FEED 기술 부재, Offshore Project 기획 등 사업추진경험 부재, 가스전 개발사업 추진을 위한 파이낸싱 역량 취약 등임
- 외부환경 측면에서 기회요인은 국내 조선사의 LNG-FPSO 수주로 기술 습득 및 새로운 시장 진입 기반 조성, 고유가로 인한 Clean Energy 수요 증대 및 중규모 가스전 개발에 대한 경제성 향상, 육상 액화플랜트 건설 기피로 해상 플랜트가 대안으로 부각, 국내조선소의 LNG Vessel 설계, 탁월한 건조 능력, 도입기 제품으로 기술선점 및 높은 시장 확보 가능성 등임
- 외부환경 측면에서 위협요소는 일괄수주방식에 따른 손실 위험도 증가, 해양 플랜트분야에서 중국 조선소의 추격, 플랜트 Topside에 대한 선진기술 장벽, 해양 LNG플랜트용 기자재산업 낙후, 플랜트 Topside 설계능력 및 전문인력 부족, 신개념 해양플랜트 FEED 설계 대한 외국 기술사들의 공격적 투자 및 기술 선점 등임

(3) 대응 전략

- SO 전략
 - LNG 구매력을 활용한 패키지형 자원개발 프로젝트 추진
 - LNG 프로젝트 수요가 견인하는 기술개발 추진
 - 주도적 LNG-FPSO 사업추진을 통한 국내 조선소, 기자재업체, 엔지니어링사, EPC 건설사의 시장진입
- ST 전략
 - 선진기술 장벽을 극복하기 위한 수단으로 독자 기술개발 및 주도적 LNG-FPSO 사업 추진
 - LNG 구매력을 활용한 기자재 산업 육성 및 시장진입 지원
 - LNG-FPSO 플랜트 Topside 및 해양플랜트 기술력 제고를 위한 전문인력 양성

○ WO 전략

- LNG 수요가 견인하는 LNG-FPSO 기술개발 필요성 제고
- 국내 조선소 수주 LNG-FPSO를 벤치마킹하여 기술 확보
- 해외 LNG-FPSO 프로젝트 참여를 통한 Offshore Project 사업역량 확보

○ WT 전략

- LNG-FPSO 프로젝트 위험성 회피를 위한 최적 사업모델 개발
- LNG-FPSO 원천기술 및 기자재산업 발전을 위한 기술개발을 통한 전문인력 양성
- LNG-FPSO 기술개발을 통한 주도적 프로젝트 개발 유도, 사업기획 및 파이낸싱 역량 제고

(4) 당면과제 해결 방안

- LNG 프로젝트 수요를 견인할 수 있는 기술개발 추진
- LNG 구매력을 활용한 패키지형 자원개발 프로젝트 추진 및 EPC, 기자재 등 시장 진입 지원
- 선진기술 장벽을 극복하기 위한 수단으로 독자 기술개발 및 주도적 LNG-FPSO 사업 추진, 그리고 이를 통한 국내 조선소, 기자재업체, 엔지니어링사, EPC 건설사의 시장진입 기회 제공
- LNG-FPSO 플랜트 Topside 및 해양플랜트 기술력 제고를 위한 전문인력 양성
- 국내 조선소에서 수주한 LNG-FPSO를 벤치마킹하여 기술개발에 활용
- 해외 LNG-FPSO 프로젝트 참여를 통한 Offshore Project 사업역량 확보
- LNG-FPSO 기술개발을 통한 주도적 프로젝트 개발 유도, 사업기획 및 파이낸싱 역량 제고

다. 기술 및 산업환경 분석

(1) 세계 에너지 수요 및 개발 전망

- 향후 25년(2010~2035년)간 전 세계 에너지수요 증가에 맞춰 주요 에너지원의 공급이 확대될 전망으로 이 기간 오일, 천연가스, 석탄은 중요 자원으로서의 역할이 지속될 것이며, 특히 천연가스는 핵심적 에너지원이 될 것으로 예상됨
- 오일(2035년 기준 전체 에너지 수요의 30.3%)은 유가 상승으로 인해 전체 에너지 수요에서 차지하는 비중이 감소될 것으로 예상됨
- 석탄(27.9%)은 화석연료 소비로 인한 오염물질 제한 또는 감소를 목적으로 하는 환경법과 비화석연료의 사용을 장려하는 정부 정책에 따라 수요량의 변화가 예상됨
- 천연가스(21.9%)는 유가 대비 상대적으로 저렴한 가격, 정부 정책 부합(친환경적인 연료), 풍부한 부존량 등의 이유로 가장 빠른 성장세를 보일 것으로 예상됨
- 핵연료(6.4%), 대체(재생)에너지(13.5%)는 고성장은 예상되나 전체시장에서 차지하는 비중, 경제성 및 활용성 측면에서의 제약이 많음
- 청정에너지에 대한 정부정책(FIT, RPS 등) 지원을 강화하고 있음

참고

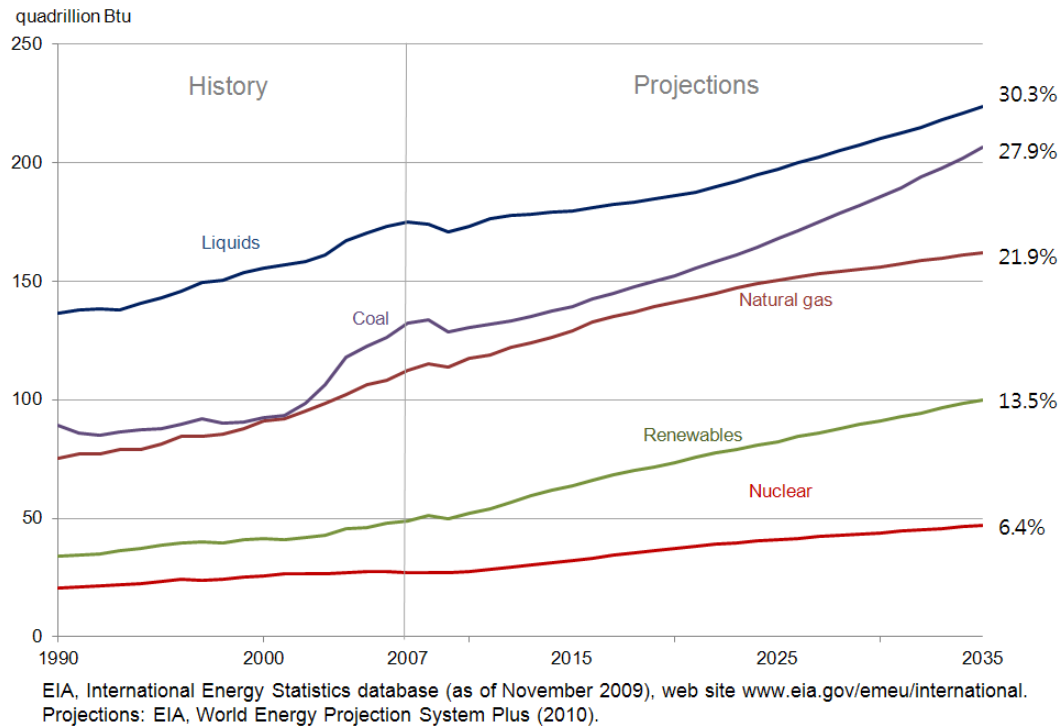
- ❖ FIT(Feed-In-Tariff, 발전차액보조금) : 신에너지와 재생에너지의 개발과 이용 그리고 보급을 촉진하기 위하여 법률에 의거하여 마련된 제도
- ❖ RPS(Renewable Portfolio Standard, 신재생 에너지의무할당제) : 에너지사업자에게 공급량의 일정비율을 신재생 에너지로 하도록 의무화한 제도

<표 4-2> 세계 에너지 동향 및 전망(1990~2035년)

(단위 : Quadrillion Btu)

구분	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Liquids	136.40	142.70	155.50	170.40	172.90	179.33	186.05	197.23	210.03	223.57 30.3%
Natural Gas	75.40	81.20	91.00	106.30	117.30	129.07	141.25	150.21	155.77	162.03 21.9%
Coal	89.20	87.90	92.30	122.30	130.26	139.08	152.40	167.76	185.65	206.26 27.9%
Nuclear	20.40	23.30	25.70	27.50	27.64	32.19	37.43	41.09	43.86	47.08 6.4%
Renewables	33.90	38.70	41.60	46.20	52.05	63.81	73.37	82.43	91.23	99.78 13.5%
합계	355.30	373.80	406.10	472.70	500.15	543.48	590.50	638.72	686.54	738.72 100.0%

※ Source : EIA(International Energy Statistics Database, 2009), LNG플랜트사업단 재구성.



[그림 4.5] 세계 에너지 수요 동향 및 전망(1990~2035년)

- 고유가 및 천연가스 수요 증가 등에 따라 에너지 공급 체계의 붕괴 위험성이 높아져 에너지 다소비 국가들의 에너지 안보에 심각한 위협이 되고 있음
 - OECD 국가 및 개발도상국들은 자국의 생산으로는 에너지 수요를 만족시키지 못하여 대부분을 수입하고 있고, 비OECD 국가들의 원유 및 천연가스의 생산도 향후 10년 이내 피크에 이를 전망이다
 - 경제가 급부상하는 중국과 인도와 같은 개발도상국은 전세계 에너지 자원 소비의 상당 부분을 차지하기 시작하였으며, 특히 이들 국가들은 급격한 경제성장뿐만 아니라 인구비중도 높아 조만간 선진국들의 에너지 수요를 앞지를 전망이다
- 오일 및 천연가스에 대한 수요 증가에 따른 가격 상승으로 채산성이 확보되고, Onshore 및 근해의 원유매장량 감소 우려가 대두되면서 심해 에너지원 개발에 대한 투자가 증가하고 있음
- 심해 에너지원 개발에 필수적인 다양한 FPS(Floating Production System) 중 FPSO 및 LNG-FPSO는 다양한 기능의 수행 능력을 토대로 시장의 주류로 부상할 전망이다
 - FPSO와 LNG-FPSO는 향후 심해 E&P(Exploration & Production; 자원개발) 증가에 따라 주요 플랫폼으로 부상할 전망이다
 - 특히, LNG-FPSO는 신규시장으로 아직 관련 기술개발 및 상용화에 대한 Risk는 존재 하지만, 향후 발주 및 연매출 성장 가능성이 가장 높을 전망이다

- 최근 삼성중공업은 세계 최초로 LNG-FPSO를 수주하였고, 대우조선해양은 자회사를 통해 LNG-FPSO 프로젝트 사업에 직접 참여하게 됨에 따라 향후 LNG-FPSO 수주 가능성이 한층 높아지고 있음
- ※ 삼성중공업은 유럽 Shell사의 LNG-FPSO 독점 건조 계약을 체결하였고, 최근 세계에서 발주되는 LNG-FPSO 대부분을 수주하고 있음
- ※ 대우조선해양E&R(대우조선해양의 자원개발 전문 자회사)는 노르웨이의 회그엘렌지, 파푸아뉴기니의 페트로민피엔지와 공동으로 파푸아뉴기니에서 25억 달러 규모의 LNG-FPSO 프로젝트 추진

(2) 가스산업

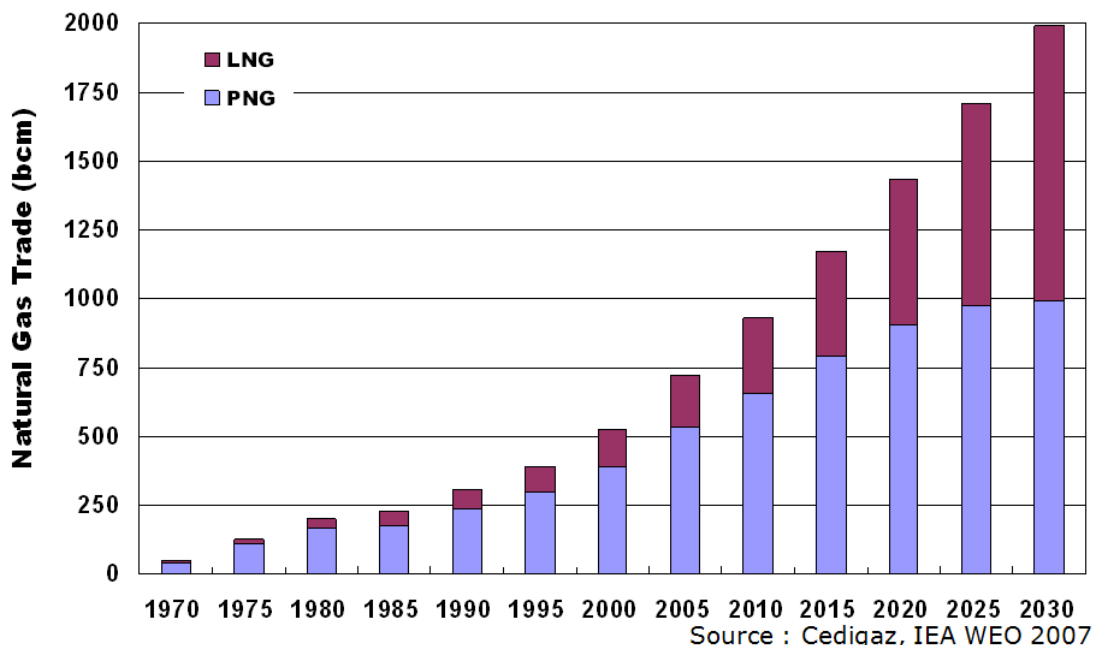
(가) 국내기술 및 산업 환경

- 국내의 LNG플랜트 관련 기술개발 사례는 저장탱크와 인수기지 부문을 제외한 액화공정 및 관련 응용기술 부분은 전무한 상황임
- 국내 업체가 LNG 플랜트 건설 사업에 참여한 사례는 국내에서는 LNG 인수기지와 저장탱크 부문이며, 해외에서는 주된 액화공정을 제외한 주변장치 설계와 건설 부문으로 제한되고 있는 실정임
- 천연가스가 생산되지 않는 우리나라는 LNG 생산시설 보다 LNG 이송 및 저장시설에 한정되어 있어 현재까지 LNG 생산시설에 대한 연구 실적이 전무함
- 전처리공정 : 국내의 EPC 업체는 다수의 프로젝트 경험을 보유하고 있으며, 생산된 가스의 수분을 Dehydration 공정으로 없애고 CO₂, H₂S 등의 불순물을 제거하는 공정으로 일반화된 기술(Open Technology)로 평가되고 있음
- 액화공정 : 국내 업체는 천연가스 액화공정에 대한 원천기술과 응용설계기술에 관한 연구 실적이 없고 EPC 프로젝트 수행 경험이 전무 함

(나) 천연가스 시장 현황

- 천연가스는 전 세계에 분포되어 있어 석유에 비해 중동지역에 대한 의존도가 낮음
- 2009년 말 기준으로 확인된 세계 천연가스 매장량은 약 187tcm으로 가채연수(R/P)가 약 63년 정도임
- 지역별로는 중동지역이 76.18tcm(40.8%)로 가장 많고, 구소련연방을 포함한 유럽지역이 63.09tcm(33.7%), 아시아-태평양지역(8.7%), 아프리카지역(7.9%)를 차지³⁾함

- 2009년 세계 천연가스 생산량은 2,987bcm으로 2008년도의 3,066bcm에 비해 약 2.1% 감소함
 - 세계 천연가스 생산량 중 876.54bcm(약 29%)이 지역 간에 거래되고, 지역 간 가스 거래량 중 PNG 거래량은 633.77bcm(72.3%), LNG 거래량은 242.77bcm(약 27.7%)임
 - 2009년 말 기준으로 18개국이 LNG를 생산하고, 22개국이 LNG를 수입하고 있음
 - 2009년도 기준으로 최대 LNG 생산국은 카타르로 전체 LNG 거래량의 약 20.4%(49.44bcm)를 수출하였고, 말레이시아, 인도네시아, 알제리가 그 뒤를 이음
 - 최대 LNG 수입국(2009년 기준) 일본은 전 세계 LNG 거래량의 35.4%(85.9bcm)를 수입하고, 우리나라는 14.1%(34.33bcm)로 2위임(이 수치는 2008년에 비해 일본은 7.8%, 한국은 7.1% 감소한 것임)
- 국제에너지기구 IEA⁴⁾에 의하면 2030년까지 세계 천연가스 수요는 4,320bcm (3,900Mtoe)로 전체 1차 에너지 수요 중 약 21.2%를 차지할 것으로 전망함
 - 이 기간 중동지역은 가스 소비량 증가폭이 가장 큰 지역이 될 것으로 전망함
 - 중국의 천연가스 수요는 폭발적으로 증가하여 2007년 기준으로 2030년에 약 3.3배 까지 성장하고, 인도도 거의 같은 수준으로 성장할 것으로 전망함
 - [그림 4.6]은 IEA에서 발표(2007년)한 세계 천연가스 수요와 전망임

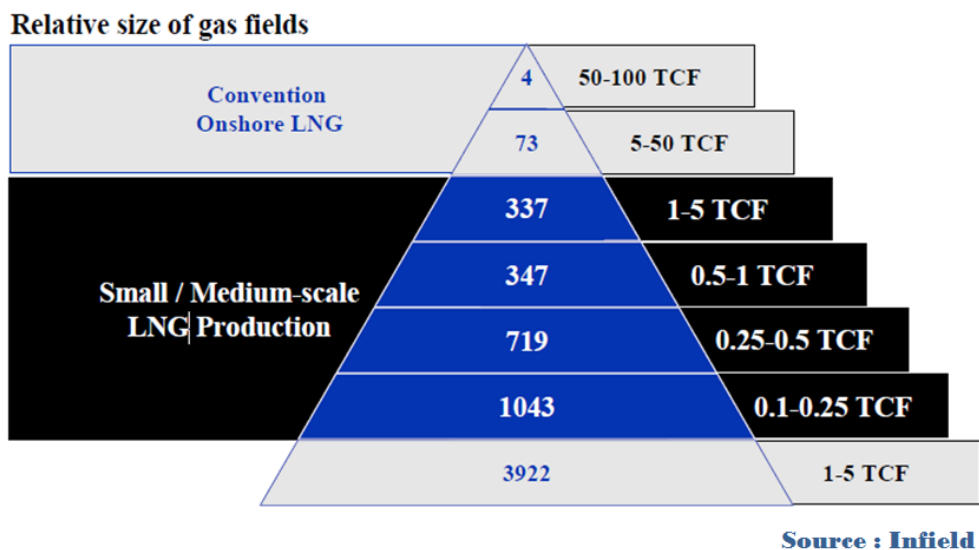


[그림 4.6] 세계 천연가스 수요 및 전망(1970~2030년)

3) BP Statistical Review of World Energy 2009

4) World Energy Outlook 2009, International Energy Agency, Paris

- 천연가스는 생산지와 수요지 간의 지리적 불일치로 수요자는 주로 수입에 의존함
 - 북미지역은 1990년대까지 지역 내에서 생산되는 가스로 거의 자급하였으나 2030년 경 전체 가스수요의 약 16%(159bcm)를 수입할 것으로 전망함
 - 전 세계적으로 전체 가스 거래량 중 LNG가 차지하는 비중이 2005년 26.2%에서 2030년 50%이상으로 증가될 것으로 전망함
- 전 세계적으로 2030년까지 지역 간 가스 거래량의 절반이 LNG 형태로 거래될 것으로 전망됨에 따라 LNG 액화기지과 인수기지의 건설이 활발하게 이루어지고 LNG 운반선의 수도 급격히 증가할 것으로 보임
 - 장기적으로 LNG 운반선은 2030년까지 증가하는 LNG 거래량에 부응하는 수송능력을 확보하기 위하여 약 4배 정도로 늘어날 전망임
 - LNG 관련기술의 진보에 따라 전통적인 LNG Chain에서 여러 가지 대안기술이 등장함에 따라 육상용 LNG 액화기지나 인수기지 대신 해상에서 이 기능을 해 주는 부유식 LNG 터미널인 LNG-FSRU와 LNG-FPSO 기술이 등장함
- 최근 대규모 LNG 액화플랜트 건설에 대한 투자비가 크게 증가함에 따라 LNG 가격 상승을 유발하였고, 이로 인하여 중규모 가스전 개발에 대한 경제성이 향상됨에 따라 LNG-FPSO의 경쟁력이 확보된 상태임
- 자원 보유국들의 환경보호 규제 강화로 육상 액화플랜트 건설이 어려워짐에 따라 LNG-FPSO 시장성이 크게 증가되고 있음
- 대규모 가스전은 이미 메이저 기업이 대부분 점유하여 가스전 확보가 어려움
 - 최근 경제성이 향상되고 있는 중규모 가스전의 경우 70% 정도가 해상에 위치하고 있어 해상 플랜트 설비를 이용한 자원개발이 반드시 필요하고 이를 구현하기 위한 수단으로 LNG-FPSO 기술 확보가 필요함



[그림 4.7] 해상 가스전 분포

(다) 해외 관련기술 현황

- 1964년 처음으로 상용 규모의 LNG 액화플랜트가 가동되기 시작된 이후 5개 정도의 액화공정 기술이 개발되었으며, 이에는 주로 APCI 공정이 사용되고 있음
- LNG 액화플랜트 시장은 프로젝트의 규모가 20억 달러가 넘는 초대형 프로젝트로 기술선진국들의 각축장이며, 선발기업들은 후발업체들의 진입을 막기 위해 카르텔을 형성하여 기술이전을 기피하고 있음
- Linde는 Statoil과 공동으로 개발한 MFCP 기술을 노르웨이의 Snobvit LNG 프로젝트에 적용하여 시장진입에 성공한 바 있고, Axens의 Liquefin Technology는 이란의 South Pars LNG 프로젝트에 적용을 추진하고 있어 신규 진입 가능성이 높음
- 최근 LNG 액화플랜트는 트레인 당 생산능력이 약 8 MTPA 까지 높아져 기존 용량의 3배 정도 높고 에너지 효율도 크게 향상되고 있음
- ExxonMobil를 비롯한 메이저기업은 자체적으로 액화공정기술 확보를 위하여 기술 개발을 추진하고 있음
- LNG 액화플랜트 분야의 엔지니어링 설계기술을 보유하고 있는 업체로는 KBR-JGC, Chiyoda, Bechtel, Technip 등이며 상위 3개사의 시장점유율이 90%를 차지함
- LNG 액화플랜트는 현재 18개국에서 44개 프로젝트를 운영 중이며, 전체 트레인 수는 93개로 연간 생산능력은 약 264.3 MTPA임
 - 2005년 이후 21개 프로젝트(25개 트레인)가 준공되어 전체 생산량의 약 43.3%인 117.3 MTPA가 이 기간 중에 증가되었음
 - 현재 건설 중인 액화플랜트는 모두 9개로 생산능력은 59 MTPA에 달하고, 특히 카타르는 기존 생산량 61.8 MTPA에 건설 중인 생산량 15.6 MTPA를 합하면 모두 77.4 MTPA로 전세계 생산량의 24%를 차지할 전망이다
 - 이 기간 동안 앙골라와 이란이 신규 LNG 생산국에 진입할 전망이고, 그 외 계획되어 있는 액화플랜트는 26개 프로젝트로 베네주엘라, 파푸아뉴기니, 캐나다, 브라질 등이 신규 생산국에 진입할 것으로 보임

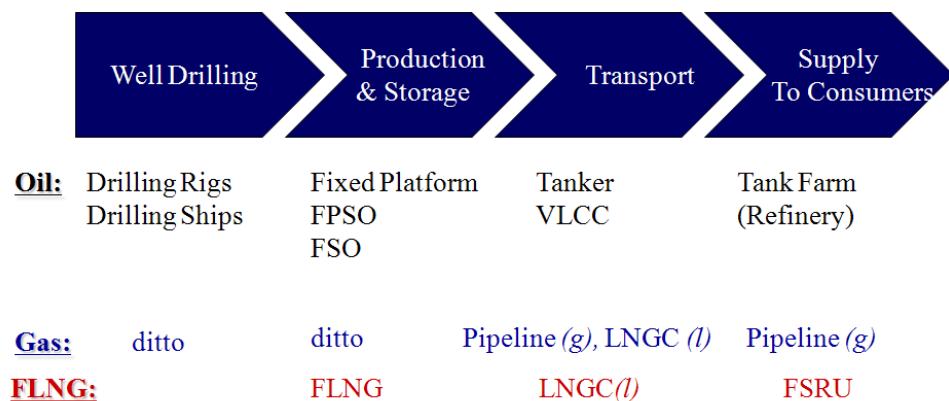
Type	Process	Licenser	Capacity, MTPA
Cascade	Optimized Cascade	Conoco-Phillips	3.6
	Mixed Fluid Cascade	Statoil-Linde	6~8
Mixed Refrigerant (MR)	Single Refrigerant MR	APCI	1.5
	Dual MR	Shell, Axens	4~8
	Propane Pre-cooled MR	APCI, Shell	4.5
N2 Expander	N2 Double Expander	BHP, Aragon	1.5~2.5

[그림 4.8] 주요 액화공정 및 라이선스

(3) 해양 플랜트 산업

(가) 해양 플랜트 시장 변화 추세

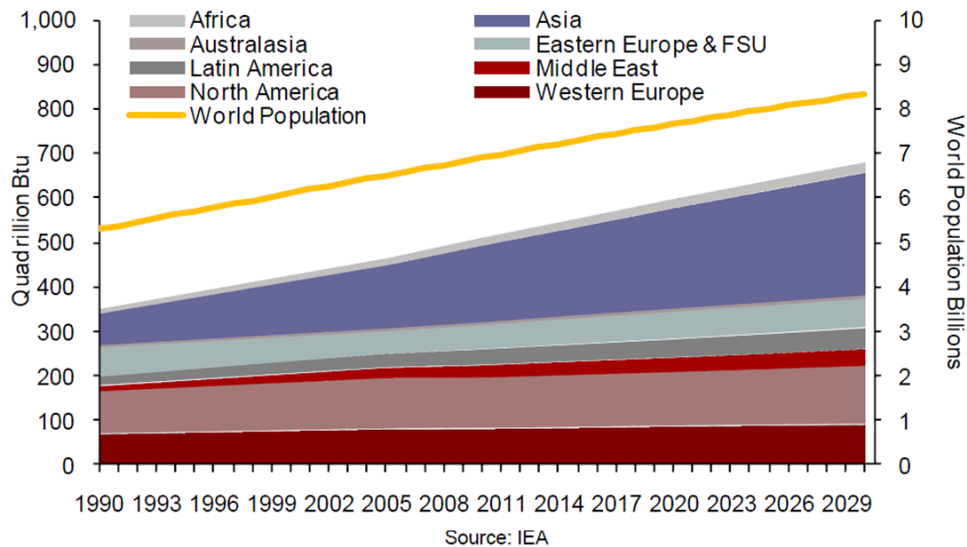
- [그림 4.8]은 해양 원유 및 천연가스의 공급 사슬(Supply chain)을 나타내며, 해양플랜트는 공급 사슬에 참여하는 구성 요소들 중 해양에 설치되는 설비들을 말함
 - Drilling Rig & Ship, Fixed Platform, FPSO, FSO 등이 전통적인 해양플랜트임
 - 최근 LNG-FPSO 또는 FLNG가 개발되었고, 심해 유전 개발을 위한 심해 생산플랜트도 해양플랜트 범주에 포함됨



FLNG: Floating LNG Production Unit
 F(P)SO: Floating, (Production,) Storage, and Offloading Unit
 FSRU: Floating, Storage, and Regasification Unit
 VLCC: Very Large Crude Carrier

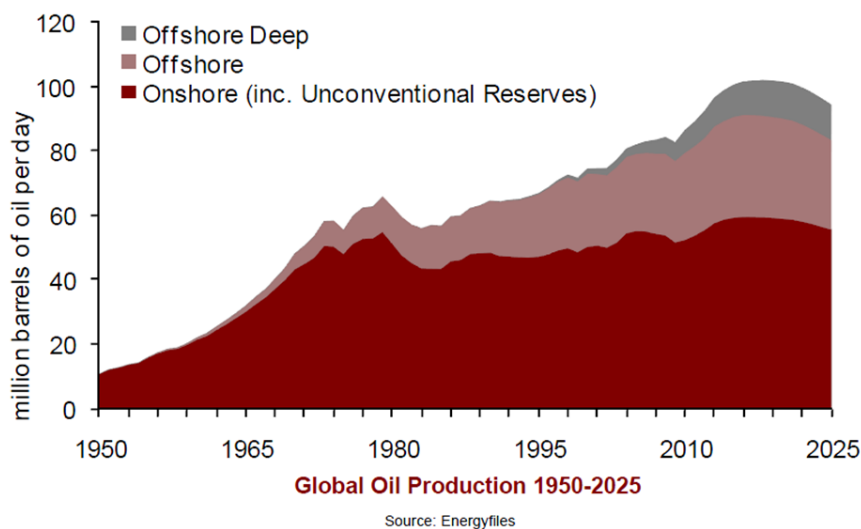
[그림 4.9] 해양 원유 및 천연가스 공급 사슬(Supply Chain)

- 해양플랜트 시장은 세계 원유 및 천연가스 소비량과 직접적인 비례 관계에 있음
 - 세계 에너지 소비는 향후 지속적인 증가가 예상되며 현재 대비 20년 이후에는 40% 정도 증가할 것으로 예상됨



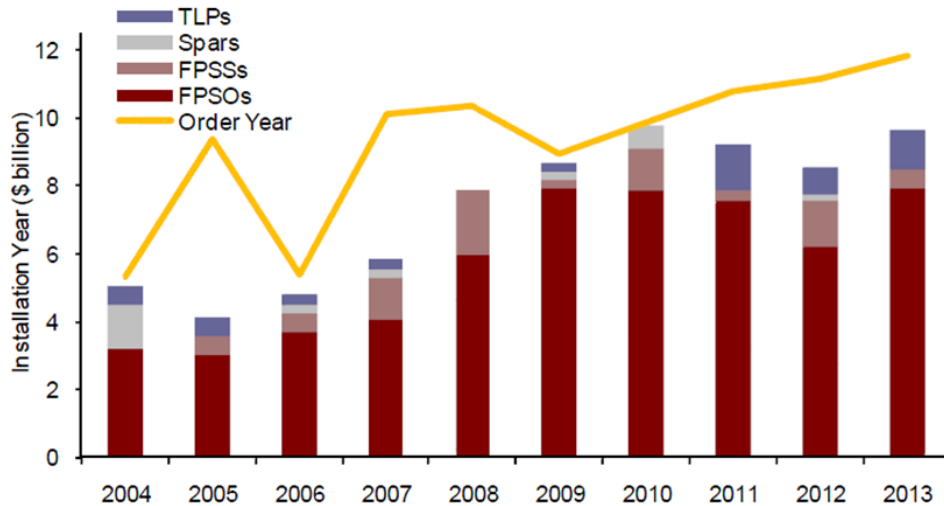
[그림 4.10] 1990년 이후 30년간 세계 에너지 소비 기록 및 전망

- [그림 4.11]는 원유 생산을 육상(Onshore), 천해(Offshore), 심해(Offshore Deep)로 나누어 도시한 것으로 현재 기준으로 해상에서 생산되는 원유가 전체의 33%를 차지하고 있고 2020년에는 35%까지 확대될 전망이다
 - 심해 원유가 차지하는 비율은 연속적으로 늘어날 것으로 예상되어 2002년 3%, 2007년 6%, 2012년 10%를 차지할 것으로 보임
 - 주의할 점은 2012년 이후 육상 및 천해 원유 생산이 줄어들고 심해 원유 생산은 반대로 늘어날 것으로 전망됨



[그림 4.11] 육상, 천해, 심해 원유 생산 비교

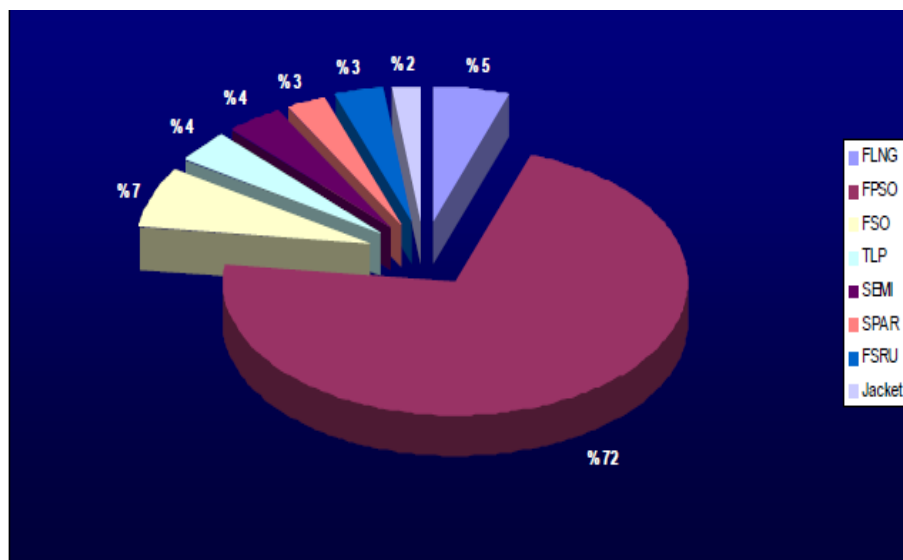
- 심해 원유 생산량 증가는 필연적으로 부유식 생산 설비 시장을 활성화시킴
- [그림 4.12] 해상 생산플랜트의 초기투자비(CAPEX: Capital Expenditure)를 보인 것으로 2009년 이후 5년 동안 총 460억불(약 50조원)의 해상 생산플랜트 시장이 기대되고 이중에서 72%가 FPSO일 것으로 예상됨



Global Floating Production Expenditure 2004-2013 by Type

Source: The World Floating Production Report 2009-2013 - Douglas-Westwood

[그림 4.12] 종류에 따른 부유식 생산설비에 대한 투자



Sources: International Marine Associates

[그림 4.13] 추진 중인 해양플랜트의 유형별 분포

- 현재 LNG-FPSO를 포함하여 추진 또는 검토되는 해양플랜트는 약 159건이며, 약 130~150건의 새로운 프로젝트가 계획되어 있음. 여기서 가장 중요한 Key Factor는 오일 가격임

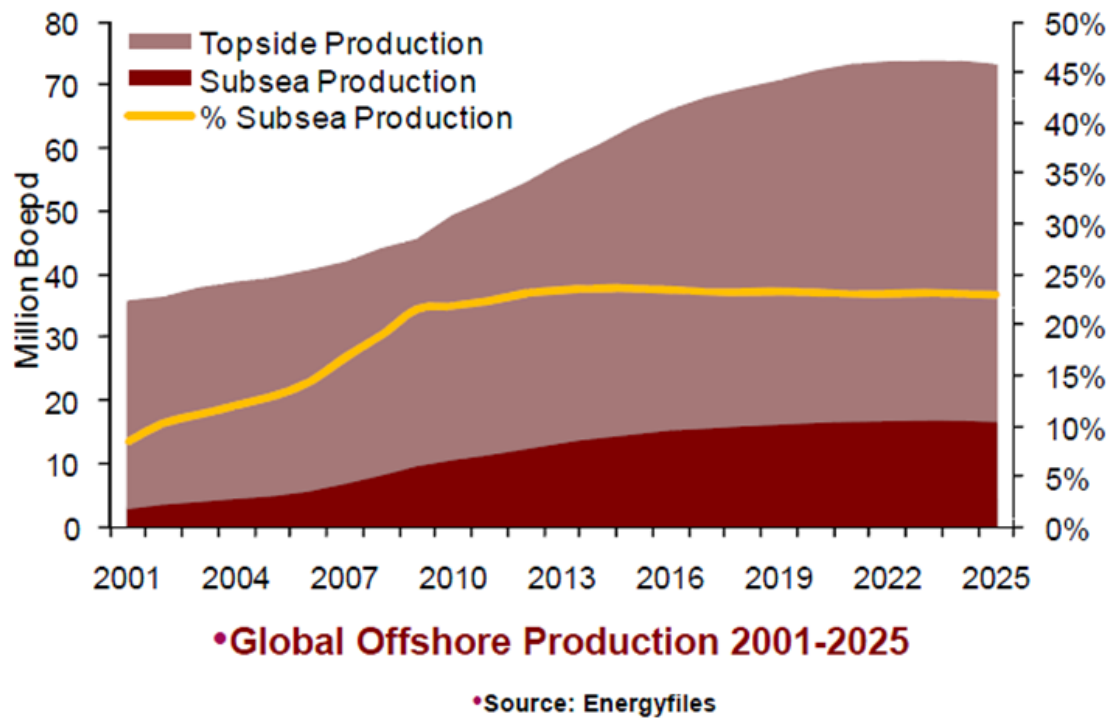
<표 4-3> LNG-FPSO 프로젝트 현황

Project	Capacity (mtpa)	Liquefaction Process	Storage (x1000m ³)	Status
Flex LNG	1.7	Costain Dual N2	220	EPC
Shell	3.5	Shell DMR	436	FEED
SBM Offshore	2.5	Linde MFCP	230	Generic FEED
Hoegh	1.6~2.0	Lummus C1-N2	190	Generic FEED
Inpex	4.5	MR	230	Feasibility
Aker Kvaerner	5.8	MR	160~200	FEED
Bluewater		N2 or MR		Concept
BW Offshore	1.0~2.0	Mustang NDX	165~180	Concept
Hamworthy	0.5~2.2	N2		Studies
Teekay	0.5~1.0	Mustang N2		Concept
Exmar/Excelerate	1.0~2.0	B&V PRICO		Concept
Saipem	1.0~2.5	N2 or MR	270	Studies
TGE Marine	0.4~1.5	MR		Concept
ConocoPhillips	5.3	Optimized Cascade	350	Concept
Sevan Marine	1.5	Costain Dual N2	200	Concept
Proteus LNG	2.0	Turbo Expander	160	Concept
Petrobras	2.7	N2 or MR		FEED
Pechora LNG	2.7	APCI DMR		Studies
PNG	3.0	Lummus C1-N2		FEED
DFLNG	2.0	SMR	270	Concept

- 심해 유전의 증가는 부유식 생산설비의 증가 뿐 만 아니라 심해 생산플랜트의 증가로 이어짐. [그림 4.14]는 심해 생산플랜트의 개념을 보인 것임
 - 심해 생산플랜트가 없는 경우에는 유정 유체가 부유식 생산설비로 바로 이송되게 되는데 물과 천연가스 등 부가가치가 떨어지는 물질을 처리해야 함
 - 심해 생산 플랜트는 해저에 설치되며 유정 유체로부터 원유만을 제거하여 부유식 생산설비로 이송하고 물과 천연가스는 유전으로 재 주입함
- 심해 유전 개발에 따라 심해 생산플랜트도 급속도로 증가하는 해양플랜트 중 하나임
 - [그림 4.15]과 같이 2007년 일당 4.2 백만 배럴의 원유가 심해 생산플랜트로 생산되었지만, 2018년에는 일당 12.5 백만 배럴의 원유가 심해 생산플랜트로 생산되어 200% 이상 추가 증가가 예상됨



[그림 4.14] 심해 생산플랜트의 개념도



[그림 4.15] 심해 생산플랜트에 의한 원유 생산량 및 분율

(나) 국내 기술 및 산업 현황

- 해양 플랜트에 대한 국내 기술 및 산업 현황은 크게 다음과 같이 요약됨
 - 대형 해양 플랜트의 주계약자
 - 건조 분야에서 독점적 시장 지배력
 - FEED 설계 능력 부족으로 인한 엔지니어링 외국 의존성
 - 공사 수행에 따른 손실 가능성 상존
 - 신개념 해양플랜트의 R&D에 대한 역량 부족
- 대형 프로젝트 발주처는 수 천 억원에서 수 조 원에 투입되는 대형 해양플랜트 프로젝트에 건조 기술력과 자금력이 인정되는 업체를 주계약자로 선정하려고 함
 - 현재 국내 조선3사인 대우조선해양, 삼성중공업, 현대중공업이 거의 모든 대형 해양공사의 주계약자임
- 국내 조선사는 건조 시장 분야에서 해외 어느 업체보다도 독점적 우위를 점하고 있으나 FEED 설계 능력 부족이라는 치명적 단점을 안고 있음
 - 중국 조선사는 선박 건조에 이어 해양플랜트 건조에도 한국 조선사를 추격하려는 의지를 보이지만 동등한 경쟁 상대가 되기에는 상당한 시일이 필요할 전망이다
 - 현재 대부분 국내 조선사는 외국 엔지니어링 업체에 FEED 설계를 의존하고 있음
 - 외국 업체에 대한 의존성은 단순히 엔지니어링 비용 유출 이외에도 FEED 설계 단계에서 공정의 골격과 주요 기자재가 결정되기 때문에 설계 기술 향상과 기자재 국산화에 결정적인 걸림돌이 되고 있음
- 국내 조선사는 FEED 설계를 외부 의존함에 따라 공사 수행에 따른 손실 가능성을 항상 품고 있음
 - 국내 조선사가 공사 수행과 결과에 대해 책임져야 하는 주계약자로서 설계를 자체 해결하지 못함으로 인해 발생하는 공사 수행에 따른 손실 가능성을 떠안고 있음
- FEED 설계 외부 의존의 다른 병폐는 신개념 해양 플랜트 R&D 역량 부족이라는 고질병임
 - 모든 해양 플랜트의 개념 설계는 외국 업체에 의해 제시됨에 따라 기술적 선점 및 기자재 개발 선도도 외국 업체의 몫이 되고 있음

(다) 국외 기술 및 산업 현황

- 해양 플랜트의 개념 설계 및 FEED 설계는 외국 오일 메이저(Exxon Mobil, Shell, Chevron, TOTAL 등)와 선진 엔지니어링 업체(Technip, Doris 등)가 독점하고 있음
 - 통상적으로 발주처인 오일 메이저가 특정 엔지니어링사를 선정하면, 특정 엔지니어링사는 FEED 패키지에 주요 기자재가 선정되어 포함시킴으로써 해양플랜트의 기자재 산업을 독점함
 - 즉, 외국 업체는 건조 측면의 약점을 설계와 기자재 독점으로 상쇄시키고 있음
- 중요한 점은 국외 업체는 기술 독점을 이용한 새로운 해양플랜트 및 기자재 개발이라는 선순환을 이끌어 내는 반면, 국내 업체는 엄청난 높이의 기술적 장벽으로 인하여 악순환이 진행되고 있음

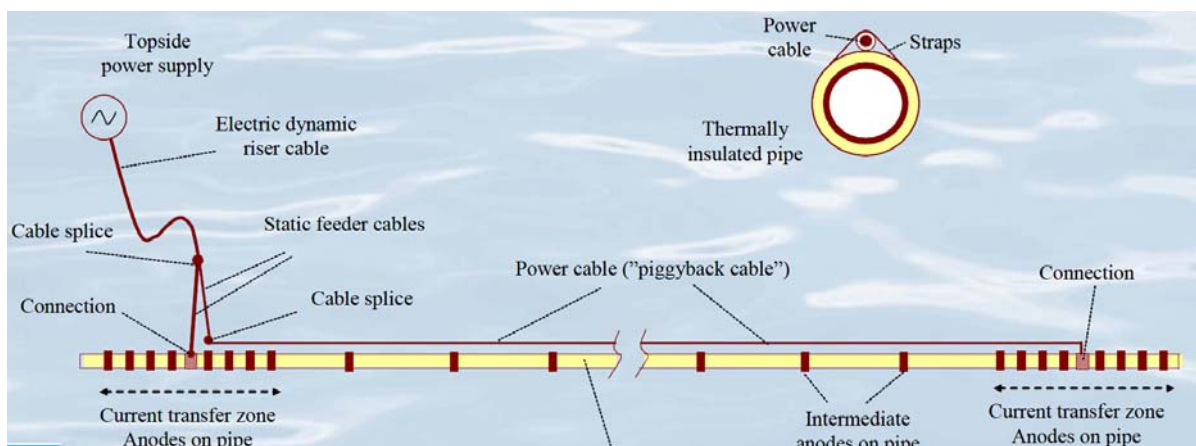
(4) 연구개발 인프라

- 해양 플랜트 분야의 국내 연구개발 인프라는 극히 열악하고 균형 잡혀 있지 않음
 - 국내 산업계의 연구개발 인프라는 기업 부설 연구소에서 해양플랜트 연구를 수행하고 있으나 연구원 수와 기술개발 투자를 보면 거의 미미한 수준임
 - 국내 대형 조선3사의 해양플랜트 전문 연구원은 30인 이하로 파악되며 업무의 상당 부분이 조선 분야에 편중되어 있음. 주요 연구 분야도 구조와 부유체 해석에 치중되어 있어 FEED 설계 전체를 다루지 못하고 있음
- 국내 연구계의 연구개발 인프라는 해양연구원과 조선기자재연구원이 있으나 이 연구원의 연구 분야 역시 조선사와 마찬가지로 구조와 부유체 해석에 기울어져 있음

(5) 국내·외 기술 변화

- 해양 플랜트 분야의 기술변화는 다음과 같이 요약됨
 - 신개념 해양 LNG플랜트를 위한 신공정 개발
 - 생산량 또는 효율 증대를 위한 유동 확보(Flow Assurance)
 - 안전 확보를 위한 위험도기반 설계
 - 생애 주기(Life Cycle) 측면에서 유지보수 최적화

- 천연가스의 소비가 증가함에 따라 소비 시장과 멀리 떨어져 개발하기 어려운 해양 고립 가스전(Stranded Gas Field)의 개발을 기대하고 있으며, 1tcf(trillion cubic feet)가 넘는 가스전만 400개에 달함. 우리나라의 연간 천연가스 소비량이 1tcf 정도임을 고려하면 매우 많은 천연가스가 고립가스전에 묻혀 있음
- 고립 가스전 개발은 크게 다음과 같은 방식들이 가능함
 - Gas to LNG (LNG-FPSO)
 - Gas to Liquid (GTL FPSO)
 - Gas to Wire or Electricity
 - Gas to Hydrate
- 이 중에서 LNG-FPSO가 가장 먼저 상용화될 것으로 기대되고 있으며 LNG-FPSO의 가장 중요한 부분은 해상 액화공정임
 - Shell을 포함한 오일 메이저를 비롯하여 다수의 엔지니어링사가 나름대로 설계를 제시하고 FEED 설계를 수행중임
- 유동 확보는 생산량 또는 효율 증대에 결정적인 역할을 하며 심해 유전에서 부유체까지 연결된 배관에서 유동이 안정적으로 흐르게 하는 것은 안전하고 경제적인 운전을 위해 매우 중요함
 - 하이드레이트, 왁스, 다상 유동, 고화물, 부식 등에 의해 유동 확보는 항상 도전적인 문제가 되고 있음
 - [그림 4.16]은 최근 개발된 해저 배관 가열 시스템으로서 전기 유도 원리를 이용해서 배관을 가열해서 하이드레이트나 왁스의 생성을 막음



[그림 4.16] 하이드레이트 및 왁스 방지를 위한 해저 배관 가열시스템 (출처: SUT)

- 안전 확보를 위한 위험도 기반 설계는 해양플랜트 설계의 중심 철학인 동시에 상대적으로 기술력이 낮은 국내 업체의 발목을 잡는 부분임
 - 이 방식의 설계에서는 모든 위험 요소를 파악하고 그 위험 요소에 의한 사고 위험도를 추산하여 안전설계를 수행할 것을 요구함. 이에 따라 다수의 정량적/정성적 위험도 해석이 필요하게 됨
- 해상 환경은 유지보수(Repair & Maintenance) 측면과 생애 주기(Life Cycle) 측면에서 도전적인 상황임
 - 고장의 감지, 여유 부품의 스톡, 작업 환경 등 모든 측면에서 유지보수 활동이 어려워 유지보수 최적화는 생애 주기 관점에서 이루어져야 함
 - 최근 들어 신뢰성 공학(Reliability Engineering)이 해양플랜트 설계에 급속하게 적용되고 있음

5

정책적 타당성

- 가. 세계적인 환경규제, 에너지 안보 측면의 국가 전략상 중요한 사업
- 나. 해외 해양플랜트 수주의 지속성장을 담보할 수 있는 신성장 동력
- 다. 관련 국가 상위계획과 밀접하게 부합
- 라. LNG-FPSO 사업 추진상 위험요인 대응방안 마련
- 마. LNG-FPSO 사업의 정부 R&D 지원 필요성과 전략

5. 정책적 타당성

가. 세계적인 환경규제, 에너지 안보 측면의 국가 전략상 중요한 사업

- 중장기적으로 에너지 수요의 증가추세는 유효하며, 대형 가스전뿐만 아니라 중소형 가스전을 대상으로 개발과 생산, 보급에 관한 투자가 증가하는 추세임
- 본 사업 추진은 세계적 환경 규제 및 청정개발 체계로의 이행과 에너지 안보 차원에서 국가 전략상 중요한 의미를 가지고 있음
 - 세계적으로 교토의정서(Kyoto protocol; 기후변화협약에 따른 온실가스 감축목표에 관한 의정서)에 의해 당사국은 온실가스 감축을 위한 정책과 조치를 취해야 함
 - ※ 그 분야는 에너지 효율 향상, 온실가스의 흡수원 및 저장원 보호, 신·재생에너지 개발·연구 등이 포함 됨
 - 청정에너지의 개발 및 사용처 확대를 통하여 청정연료 경제구조로 전환되고 있음
 - 향후 수소경제로 진행되는 과정에서 과도기적으로 천연가스는 중요한 에너지원으로 평가되고 있으며, 선진 각국에서 에너지안보 측면에서 해외 에너지 확보에 전력을 다하고 있으며, 관련 산업을 국가적 차원에서 육성하고 있음
 - 우리나라에서는 2006년 추진된 정부의 산업기술로드맵에 포함 되었으며, 2007년 통합기술 수립 시 해양산업 전략분야(Killer Application)로 부유식 해양 LNG 터미널(FSRU) 기술, 시추선(Drillship) 기술, FPSO 고부가가치 엔지니어링 기술, 해양 탐사 및 수중 작업 로봇기술 등이 도출된 바 있음
- 우리나라도 국가적인 에너지 수급을 위한 안보차원의 접근이 필요하며, 이를 뒷받침할 수 있는 LNG 플랜트, LNG-FPSO 플랜트 분야의 우리 기술 확보를 위하여 본 사업의 추진은 정책적으로 큰 의미를 가지고 있음

나. 해외 해양플랜트 수주의 지속성장을 담보할 수 있는 신성장 동력

- 본 사업은 우리 기업이 해외 해양플랜트 시장에서 지속적인 성장을 담보할 수 있는 사업모델임
- 해외 석유 및 가스 시장에서 가격이 상승함에 따라 중소 가스전의 경제성이 향상되고 그 대부분인 70% 이상이 해상에 존재함
- 국내 조선사 척당 1조원을 상회하는 LNG-FPSO 세계 최초로 수주
 - 현대중공업, 노르웨이 ENI사의 11억달러(1조3000천억원) 규모 FPSO 수주
 - 대우조선해양, 프랑스 토탈사의 18억1000만달러(2조1400억원) 규모 FPSO 수주
 - 삼성중공업, 유럽의 Shell사로부터 세계 최대(약 40억~50억 달러 규모) LNG-FPSO 수주
- 각 조선사들의 LNG-FPSO 수주경쟁이 치열해지지만 자체 엔지니어링 기술 결여로 외국선주사에 대해 기술 종속이 심화되고 가격경쟁 면에서 불리한 실정임
- 현재 LNG-FPSO 사업 분야는 특히 LNG-FPSO Topside부에 대한 국내 업체의 해외 기술 의존도가 높고, 특허 등 라이선스 대외의존도가 높아 기술 외국 종속이 심화될 것으로 우려되어 정책적 지원을 통한 개선이 필요함
- 국내에서 LNG-FPSO 분야의 가치사슬과 연구기반이 취약하고, 연구개발 투자비가 커서 민간 주도로 추진이 어려운 실정으로 국가 차원의 정책적인 지원이 필요함

다. 관련 국가 상위계획과 밀접하게 부합

- 이명박 정부의 100대 국정과제와 연계
 - 과제 33 : 에너지 자주개발을 향상
 - 과제 34 : 청정에너지 개발
 - 과제 39 : 미래전략 산업 육성
- 2010년 국가 과학기술기본계획과 연계
 - 7대 R&D 집중육성 : 주력 기간산업 기술 고도화/플랜트 기술 고도화(국토해양부)
 - 7대 부문 중 국가주도기술(2조 4,251억원), 신산업창출을 위한 핵심기술(9,909억원)의 예산 투자규모가 가장 크고, 주력 기간산업 기술(조선분야 포함)이 타 부문에 비해 예산 증감이 가장 크게 증가(전년대비 33.2%)함
- 국가 녹색기술 연구개발 사업과 연계
 - 에너지 자원기술(신연료 기술)
- 신성장 동력 사업과 연계
 - 17개 부문 중 탄소 저감 에너지
- 녹색뉴딜 사업
 - 저탄소, 고효율 산업기술 분야 중 청정에너지
- 이와 같이 본 사업은 국가 100대 국정과제와 신성장 동력 창출, 녹색기술 혁신을 통한 미래국가 건설 등의 국가 핵심전략과 부합되고, 산업적 측면에서 전후방 파급효과가 큰 산업으로 국가 경쟁력 제고를 위해 시급히 추진이 되어야 함

<표 5-1> 2010년 과학기술기본계획 7대 R&D 분야별 시행 예산

(단위: 백만원)

7대 R&D 분야	09예산	10예산안	증 감	
			금액	비율(%)
주력기간산업 기술 고도화 (자동차·조선, 기계·제조공정, 반도체 등)	348,995	465,015	116,020	33.2
신산업창출을 위한 핵심기술개발 강화 (차세대시스템 S/W, 암 진단·치료 등)	919,646	990,902	71,256	7.7
지식기반서비스 산업 기술개발 확대 (융합형 콘텐츠, 첨단물류 등)	224,214	234,309	10,095	4.5
국가주도기술 핵심역량 확보 (우주·항공, 원자력·핵융합, 국방 등)	2,195,036	2,425,112	230,076	10.5
현안관련 특정분야 연구개발 강화 (인수공통전염병, 부품·소재 등)	825,376	918,161	92,785	11.2
글로벌 이슈관련 연구개발 추진 (신재생에너지, 기후변화 예측·적응 등)	910,345	970,376	60,031	6.6
기초·기반·융합기술 개발 활성화 (바이오칩·센서, 지능형 로봇 등)	305,966	368,570	62,604	20.5
총 합 계	5,729,578	6,372,445	642,867	11.2

라. LNG-FPSO 사업 추진상 위험요인 대응방안 마련

- 환경변화에 따라 연구 성과에 대한 평가가 달라 질 수 있으며, LNG-FPSO 사업 수행시 위험요인은 시장의 변화, 기술의 불확실성, 정책과 법규의 변화로 대별됨

<표 5-2> LNG-FPSO 사업 추진상 위험요인 대응방안

위험요인	내 용
시장의 변화	미래 시장의 변화에 따라 연구개발 사업의 최종 성과 및 목표 수준의 변화가 발생할 수 있음
기술의 불확실성	연구개발 집단의 기술적 한계에 따라 최초 목표하였던 수준을 달성하지 못할 수 있음
정책/법규의 변화	최종 성과물이 정책 및 법규 문제로 상용화 되지 못할 수 있음

- 안정적인 사업비 확보를 위하여 사업간 단계별 사업비 조정
 - 본 사업과 같은 중장기적인 실증사업이 안정적으로 추진될 수 있도록 연구개발비의 안정적인 편성과 유지가 중요
- 효율적인 산학연 전문 컨소시엄 구성
 - 본 사업과 같은 대규모 연구개발 사업은 합리적인 대상기술의 선정과 기술개발에 참여하는 참여기관의 역량에 크게 의존함
 - 연구 성과를 정상적으로 확보하기 위해서는 전문적 연구인력을 보유한 참여기관 중심으로 개발기술을 활용하기 위한 기업의 참여가 필수임
 - 원천 및 핵심요소기술 확보와 장기적인 측면에서 해외 교류 활성화가 필요함



[그림 5.1] 산·학·연 연계 및 협력 체계도

○ 테스트베드 입지 확보 및 사후 활용계획이 우수

- 개발이 완료된 기술을 상용 플랜트에 적용하기 위해서는 개발된 기술의 타당성과 신뢰성 확보가 관건이며, 테스트베드를 구축하여 운영하는 과정에서 발생할 수 있는 다양한 문제점에 대한 빠른 피드백 및 검증 과정이 매우 중요함
- 테스트베드의 효율적인 운용과 사후 활용을 위한 시행방안 마련이 중요하며, LNG 플랜트사업단에서 현재 진행 중인 LNG 액화플랜트 테스트베드의 부지, 유틸리티 및 연구 인력과 연계하여 추진할 수 있음
- 국산화 기술 및 관련 기반 원천기술에 대한 현장 적용 가능성을 검증할 수 있는 기능을 보유하여야 하며, 이를 위해서는 테스트베드는 단순한 사업장이 아닌 실험시설 및 종합연구센터로서 조성계획이 바람직함

마. LNG-FPSO 사업의 정부 R&D 지원 필요성과 전략

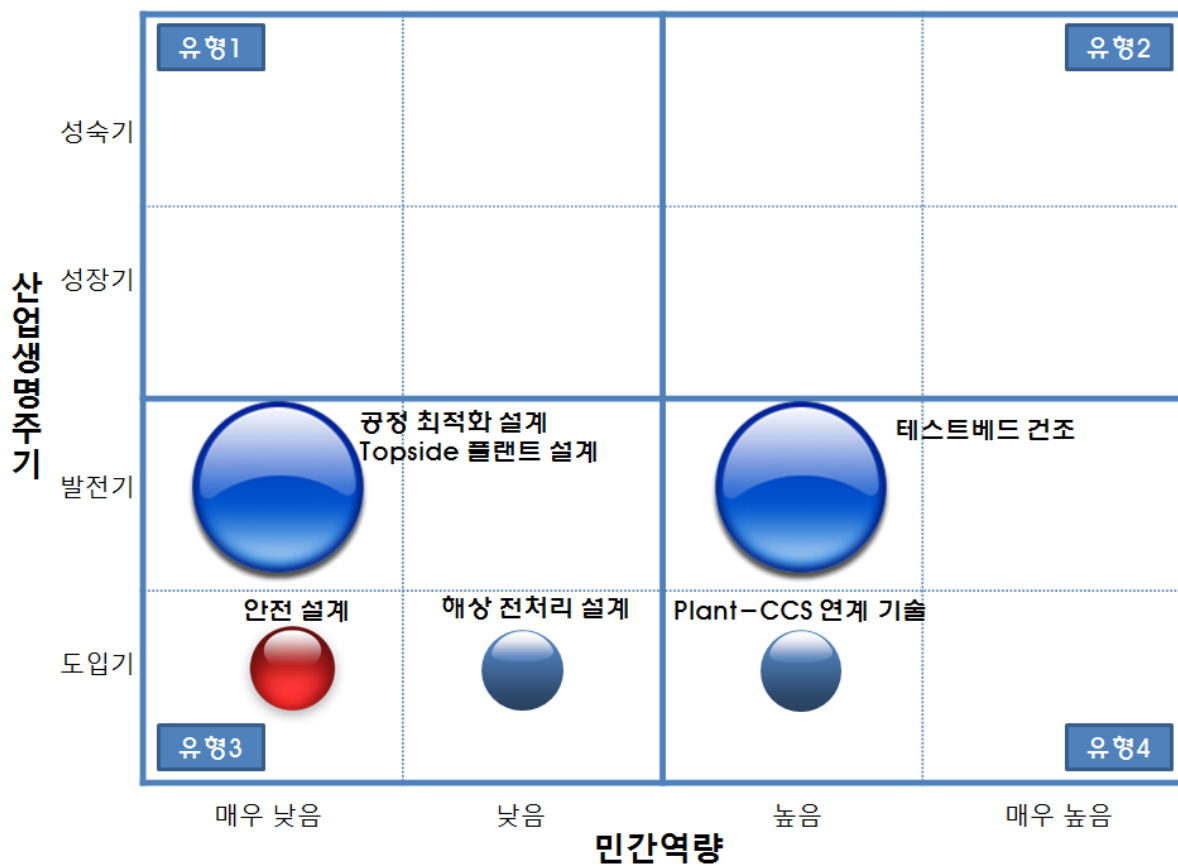
- 정부 R&D 지원의 필요성, 역할 및 전략을 수립하기 위해 민간산업역량과 산업발전 단계에 따라 LNG-FPSO 사업에 대한 분석을 실시함



[그림 5.2] 산업주기와 민간역량에 따른 정부 R&D 전략과 모형

○ LNG-FPSO 사업 세부 과제별 유형분석

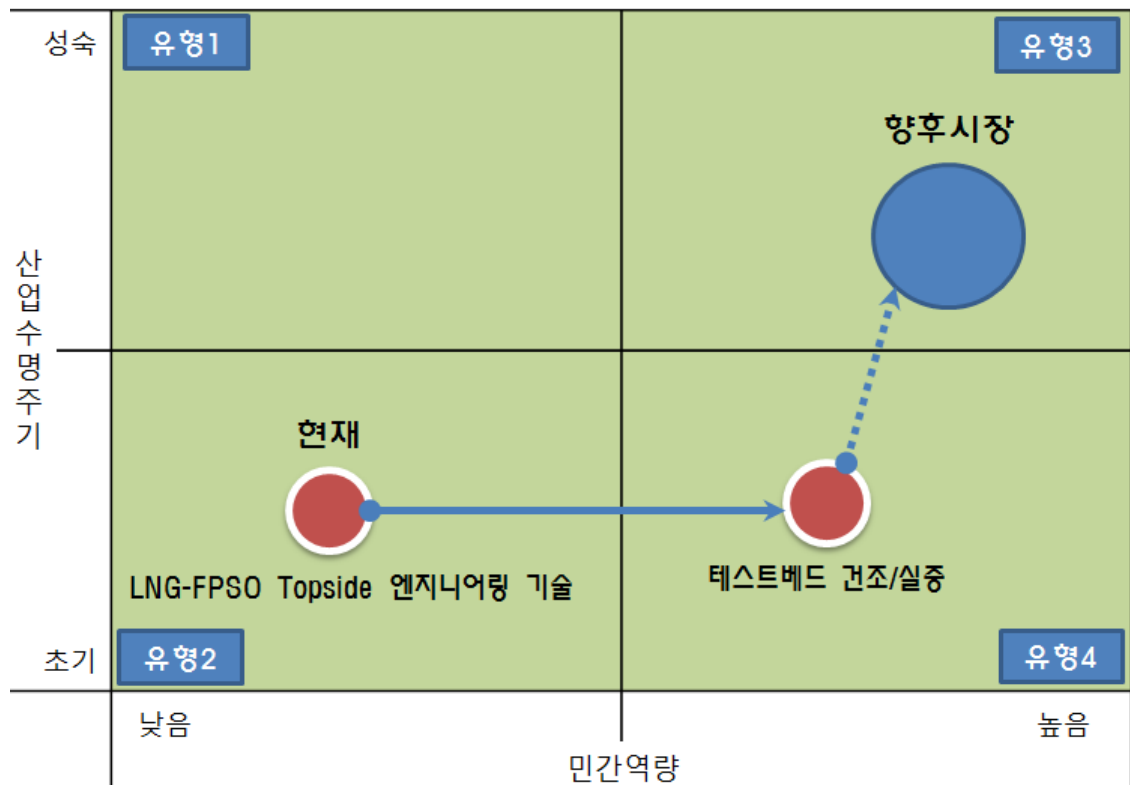
- 전반적인 LNG-FPSO 산업주기는 해상 가스전 위주로 도입기에서 발전기 단계로 진입하고 있으며, 본 사업의 핵심인 공정 최적 설계, 전처리 및 안전설계, Topside 플랜트 설계기술에 대한 민간역량은 아직 낮아 <유형4>에 해당하며, 정부주도의 선행기술 개발과 상용화 지원이 필요함
- LNG-FPSO 테스트베드 건조기술은 LNG선 및 원유 FPSO 건조 실적을 고려하면 발전기에 있고, 국내 민간역량은 높은 편으로 <유형3>에 위치하며, 국가 차세대 신성장 동력 창출의 일환으로 해외시장 확대를 위한 기반조과 테스트베드와 같은 대규모 실증사업의 정부지원의 필요성과 당위성이 강함



[그림 5.3] 세부과제별 유형분석

○ LNG-FPSO 사업 추진 전략

- 전반적인 LNG-FPSO 산업주기는 해상 가스전 위주로 도입기에서 발전기 단계로 진입하고 있으며, 본 사업의 핵심인 공정 최적 설계, 전처리 및 안전설계, Topside 플랜트 설계기술에 대한 민간역량은 아직 낮아 <유형4>에 해당하며, 정부주도의 선행기술 개발과 상용화 지원이 필요함
- LNG-FPSO 테스트베드 건조기술은 LNG선 및 원유 FPSO 건조 실적을 고려하면 발전기에 있고, 국내 민간역량은 높은 편으로 <유형3>에 위치하며, 국가 차세대 신성장 동력 창출의 일환으로 해외시장 확대를 위한 기반조과 테스트베드와 같은 대규모 실증사업의 정부지원의 필요성과 당위성이 강함



[그림 5.4] LNG-FPSO 사업추진 전략

6

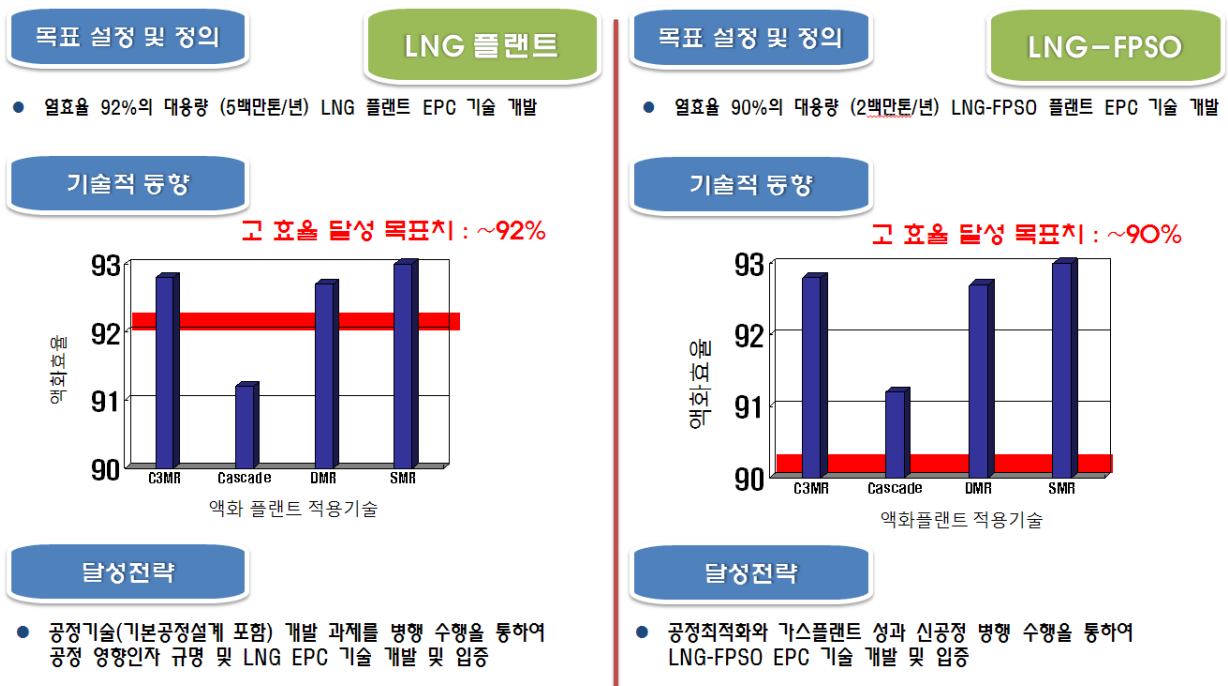
기술적 타당성

- 가. LNG-FPSO 사업 비전 및 목표설정의 우수성
- 나. 핵심과제의 체계적 구성 및 수행계획의 우수성
- 다. 기존 연구사업 및 타 부처 사업과의 중복성 및 연계성
- 라. 테스트베드 추진의 타당성
- 마. LNG-FPSO 사업의 기술개발 성공 가능성

6. 기술적 타당성

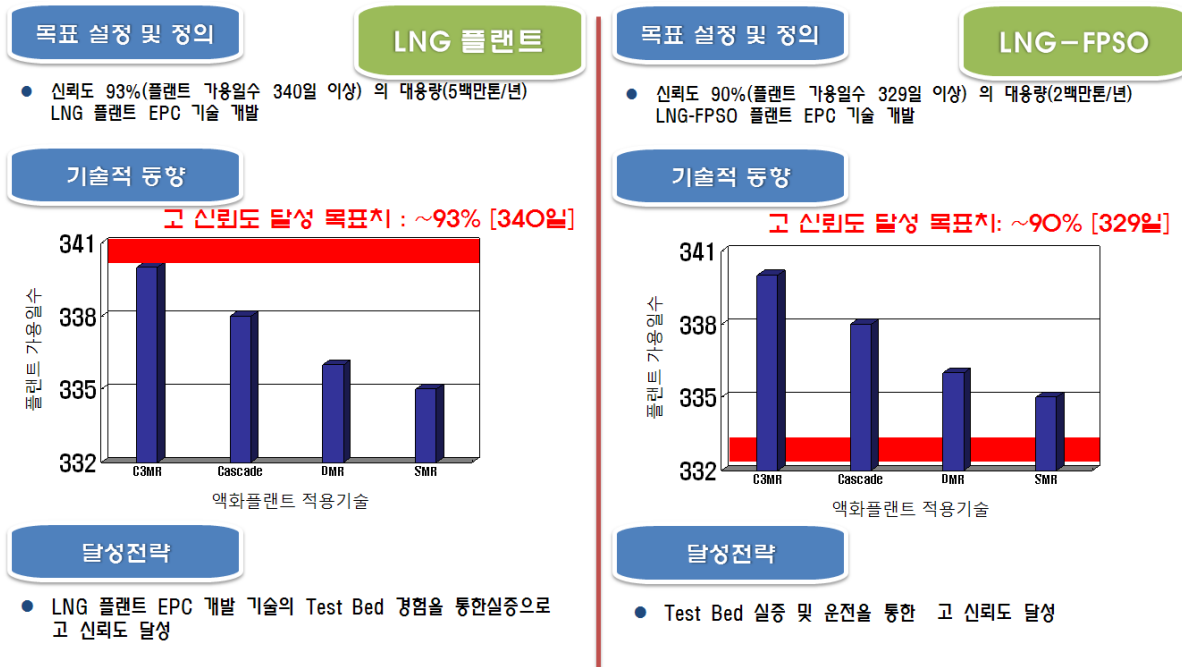
가. LNG-FPSO 사업 비전 및 목표설정의 우수성

- LNG-FPSO 사업의 목표 달성을 위한 접근 방안, 성능 목표치와 핵심과제별 세부과제 로드맵 등 수립된 기술개발계획이 우수함
 - 액화효율 90%
 - 신뢰도 90%
 - 위험도 $10^{-3}/\text{yr}$
 - LNG-FPSO 테스트베드 구축 (100 t/d×1트레인)
- LNG-FPSO 사업의 기술동향, 선행사례 등을 참조하여 기술 개발시 해외 경쟁력을 갖출 수 있는 목표수준을 설정하였음
- 고효율 목표설정에 있어서 육상 LNG 플랜트는 액화효율 92%가 목표이나, LNG-FPSO는 해상인 관계로 90%로 설정하였음



[그림 6.1] 고효율 목표 설정 근거 및 전략의 우수성

- 신뢰도 목표설정에 있어서 LNG 플랜트는 신뢰도 93%가 목표이나, 해상 조건의 LNG-FPSO 플랜트는 가용일수가 329일로 90%를 목표로 설정하였음



[그림 6.2] 고신뢰도 목표 설정 근거 및 전략의 우수성

- 위험도 목표설정에 있어서 일반 FPSO 플랜트는 위험도 $10^{-3}/\text{yr}$, 해상인 LNG-FPSO 플랜트도 일반 FPSO 위험도와 동일한 $10^{-3}/\text{yr}$ 이상으로 설정하였음



[그림 6.3] 상용 FPSO 수준의 위험도 목표 설정 및 전략

나. 핵심과제의 체계적 구성 및 수행계획의 우수성

- LNG-FPSO 사업의 고효율, 고신뢰도, 위험도 목표 달성에 미치는 영향이 크고, 신성장 동력기술로서 복합적 기술영역이 포함되는 핵심기술을 적합하게 선정한 것으로 분석됨
- 핵심4과제는 전처리, 안전설계, 액화공정 최적화 등 특화 공정 개발에 중점을 두고 있으며, 궁극적으로 독자적인 라이선스 확보를 목표로 하고 있음
- 핵심5과제는 FEED 설계 및 테스트베드 건조, Plant-CCS 연계기술 등 응용기술에 중점을 두고 있으며, 상용기술 확보를 목표로 하고 있음

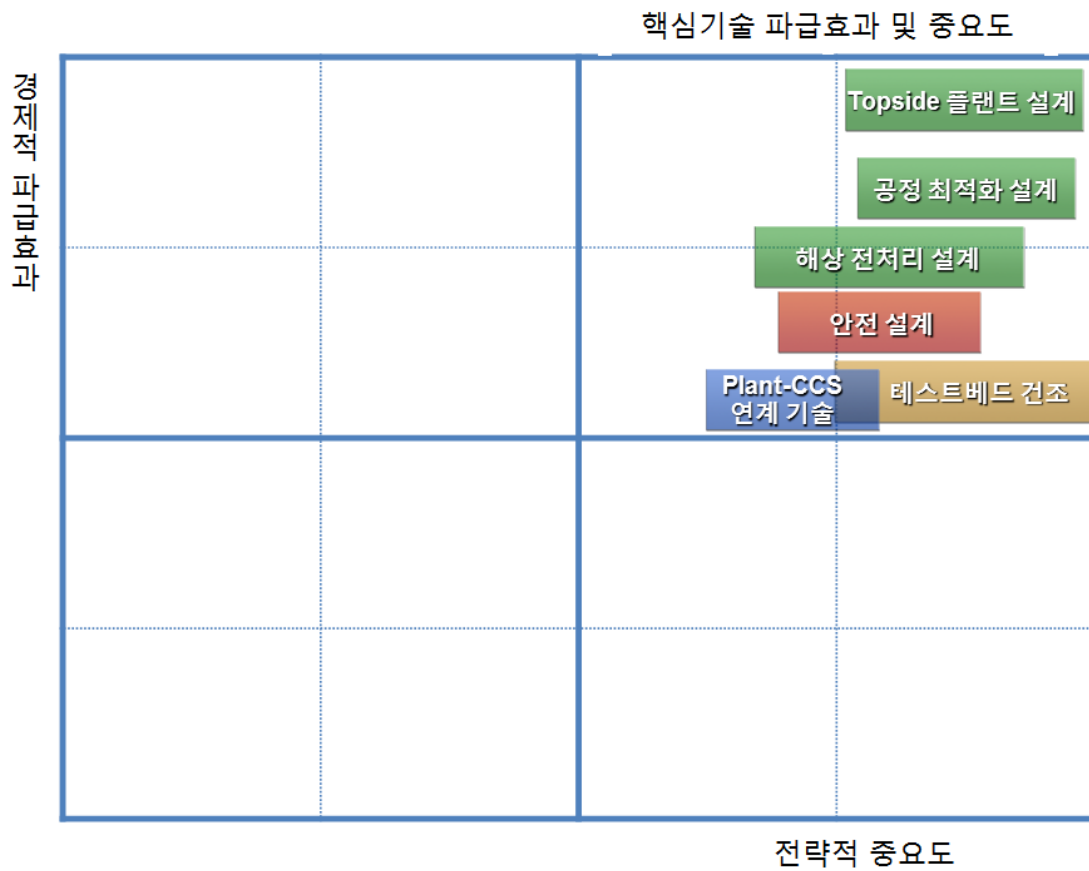


[그림 6.4] LNG-FPSO 사업의 과제 구성

- 이와 같은 과정을 통하여 도출된 2개의 핵심과제는 [그림 6.5]와 [그림 6.6]에 나타난 바와 같은 LNG-FPSO 플랜트 사업의 핵심적인 가치사슬(Value chain)과 밀접한 연결성을 갖고 있어 과제 수행의 당위성을 확보하고 있음

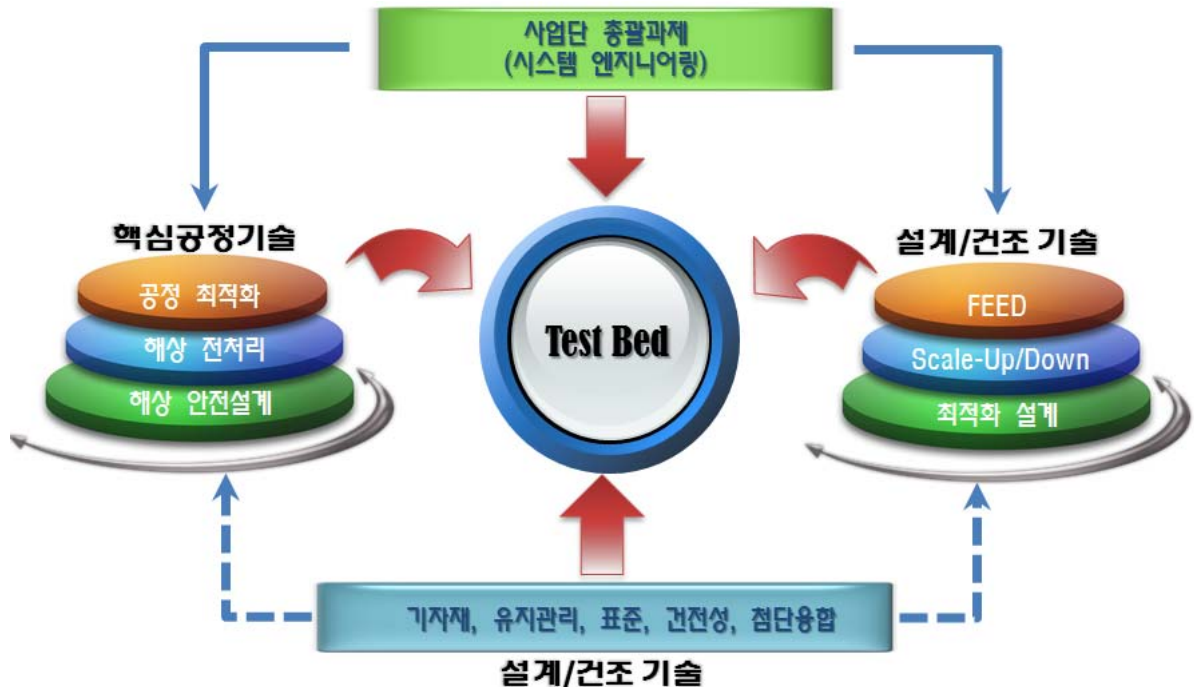


[그림 6.5] LNG-FPSO를 이용한 LNG 공급사슬 (Supply Chain)



[그림 6.6] 핵심기술 경제적 파급효과 및 전략적 중요도

- 또한 테스트베드를 중심으로 하는 설계 및 건조기술 과제와 핵심 기반 및 공정기술이 결합하는 형태의 과제 구성으로 인하여 과제 간 연계성과 연구기관 간 역할 분담이 체계적으로 설정된 것으로 분석됨



[그림 6.7] 테스트베드와 핵심과제의 연관관계

- LNG-FPSO 사업 과제의 구성

<표 6-1> LNG-FPSO 사업의 과제 구성

핵심	성능목표치	세부과제 (안)
총괄	- 테스트베드 기술적용체계 - 플랜트 운영기술 - 해외시장 진출 사업모델	0-1: 테스트베드 통합적용을 위한 기술체계 및 운영기술 개발
		0-2: 해외시장 진출을 위한 사업모델 개발
4핵심 과제	- LNG-FPSO 액화사이클 특성분석 - 해상 전처리 컴팩트화 설계기술 - LNG-FPSO 안전설계/신뢰성 공학기술 개발	4-1: LNG-FPSO 공정 최적설계기술 개발
		4-2: 천연가스 해상 전처리기술 개발
		4-3: LNG-FPSO 안전설계 및 신뢰성 공학기술 개발
5핵심 과제	- LNG-FPSO 테스트베드 개념, 기본, 상세설계 및 2MTPA 상용 FEED Package 100톤/일급 LNG-FPSO 플랜트 건조, 운영, 유지보수 - 한국형 LNG CCS적용 및 대형화 기술	5-1: LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술 개발
		5-2: LNG-FPSO 플랜트 건조기술 개발
		5-3: LNG-FPSO Plant-CCS 연계기술 개발

다. 기존 연구사업 및 타 부처 사업과의 중복성 및 연계성

- 정부의 R&D 예산규모의 확대와 더불어 다양한 연구개발 사업이 진행되는 상황에서 명확한 목적과 차별화된 역할 구분이 필요함
- 본 사전타당성조사에서는 LNG-FPSO 사업의 계획서 시안에 명시되어 있는 연구 분야를 기준으로 기존 연구과제의 중복 가능성 및 타 부처에서 진행 중인 연구개발사업과의 중복 가능성을 검토하였음
- 특히, 지식경제부에서 추진 중인 Eco-Ener 플랜트 경쟁력 확보사업과 비교·분석을 수행하였음
- LNG-FPSO 사업의 경우에 조사된 모든 과제에 있어서 중복성이 없음.
- 기자재 분야 중 일부 기술은 지식경제부에서 추진 중인 Eco-Ener 플랜트 경쟁력 확보사업과 연계성이 있으며 연계활용방안을 반영함
- 국토해양부에서는 기초 및 원천요소기술 R&D 보다는 전체계통을 대상으로 LNG-FPSO FEED 개발과 Test-bed 운영을 통해 사업관리를 포함한 EPC 능력 확보를 바탕으로 하고 있어 지식경제부 Eco-Ener 플랜트 경쟁력 확보 사업과는 차별화됨

<표 6-2> 기존 및 타부처 사업과의 중복성 검토

지원 부처	과제명 (주관수행기관)	연구기간	기술분류	연구개요	중복성 검토
지식경 제부	GIL (석유공사)	2006 ~2009	Co 촉매 slurry 방식	- 천연가스로부터 FT 합성유의 제조용 중형시험장치 개발 (규모 : 0.1 bbl/d) - 천연가스로부터 FT 합성유 제조 Pilot Plant (1bbl/d) 설계	GIL 관련 촉매 및 반응기에 관한 기술개발로 본 사 업의 연구와 중복 성이 없음
지식경 제부	DME (가스공사)	2004 ~2009	CO ₂ 저감기술 10 ton/day	- 일일 10톤 규모의 DME 제조 공정기술의 국산화 및 상용화 기반 구축 - 기존 공정 대비 0.5톤 이상의 이산화탄소 저감을 위한 DME 신 공정 핵심기술 개발 및 실증화	DME 제조공정에 관한 기술개발로 본 사업의 연구와 중복성이 없음
지식경 제부	BOG 재액화장치	2005 ~2008	질소냉동사이클 을 사용한	- 1 ton/h BOG 재액화장치 플랜트 건설	본 사업의 연구와 연계성이 있으나

	국산화 개발 (신영중공업)		천연가스 액화기술	- 액화 냉동 사이클 개발 - 실선용 LNG BOG 재액화장치 설계	주관기관의 파산 으로 연구중단되어 중복성 없음
중기청 (기술 혁신)	액화가스용 극저온 Metal Seat Butterfly Valve 개발 ((주)범한금속 공업, 진교정)	2003.04 ~2004.03	밸브개발	- 액체의 누설을 방지하기 위 하여 고무 오링을 사용하는 대신 메탈을 이용하는 기술 개발	중복성이 없으며, 기자재로 활용가능
지식경 제부	LNG선용 글로브 밸브 기술 개발 ((주)에이스브이)	2006.06 ~2009.05	밸브개발	- LNG 운반선에 이용되는 글 로브 밸브 개발	

<표 6-3>지식경제부 Eco-Ener 미래유망 플랜트 사업과의 중복성 검토

후보 번호	후보플랜트 제목	선정결과	LNG-FPSO 와의 중복성
1	CO ₂ 액화플랜트	과제 선정	△
2	GTL 및 GTH 플랜트	과제 선정	×
3	수소액화 플랜트	과제 선정	×
4	조류 발전 플랜트	과제 선정	-
5	정삼투식 해수담수화 플랜트	과제 선정	-
6	LNG-FPSO Topside 엔지니어링기술개발	과제 제외	○

○ : 중복성 있음 △ : 부분 중복 연계 가능 × : 부분중복 및 지경부 선정

○ 2010년 지식경제부(전문기관:산기평) 산업원천기술 개발사업 신규과제로 “LNG-FPSO Topside 엔지니어링 기본기술개발”과제로 공고되었으나, 본 사업단에서 선행 추진 중인 LNG 플랜트 사업과 중복성이 높아 과제에서 제외됨

○ 지식경제부의 과제로 선정된 CO₂ 액화플랜트는 본 사업단에서 선행 추진 중인 LNG 플랜트 사업과 부분 중복되나 기본기술을 지원 할 수 있음

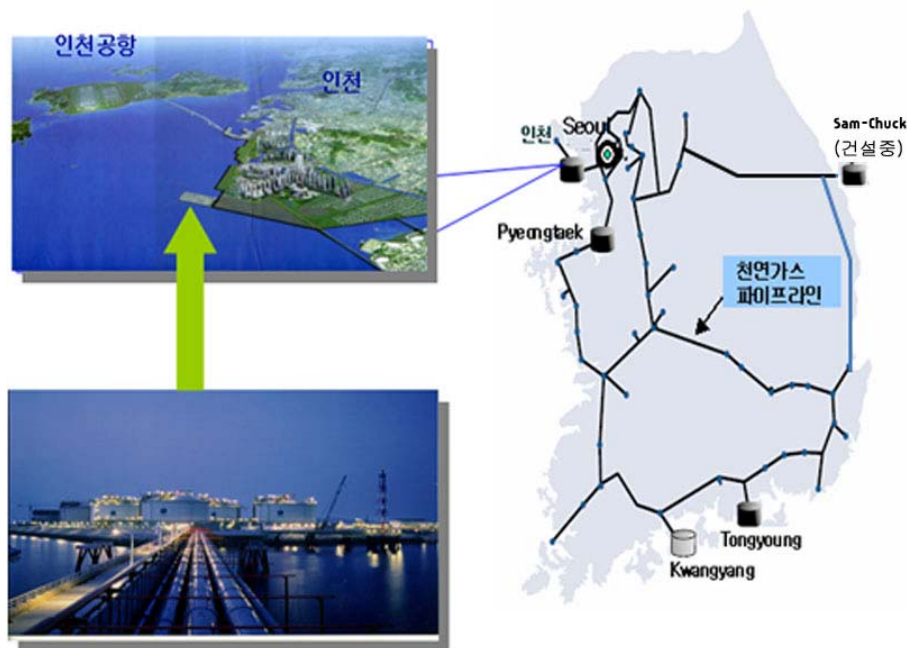
<표 6-4> 지식경제부 동남광역경제권 선도산업지원단 사업과의 중복성 검토

FPSO 관련 기술개발(기자재 국산화)	주요내용	예산 (정출금)	기간	주관기관
○ FPSO Seawater Pump 패키지 개발	심해수 펌프 개발	64억	'09-'11	과제 제외
○ FPSO Fuel Gas Compressor 패키지 개발	가스터빈 천연가스 공급 압축기 개발	81억	09-'11	삼성테크윈
○ FPSO Deck Machinery 개발 - FPSO Pedestal Crane - FPSO Anchoring	선상 갑판 장비 개발	50억	09-'11	디엠씨
합 계		195억		

- 2009년부터 지식경제부와 한국산업기술진흥원(전담기관)에서 주도하고 있는 “광역경제권 선도산업”의 일환으로 “동남광역경제권 선도산업지원단”에서 추진 중인 FPSO 관련 기술개발 사업은 LNG플랜트사업단 연구기획과는 별개의 사업임
- 동남광역경제권 선도산업지원단” 사업은 국내 조선사에서 기 수주한 LNG-FPSO 기본 기자재인 해수펌프, 가스터빈에 연료인 천연가스를 공급하는 장비(압축기 및 선상 갑판)를 국산화하는 사업으로, LNG플랜트사업단의 안전설계를 바탕으로 해상 전처리, 해상액화공정 중심의 상용 LNG-FPSO Topside 기본설계 패키지를 개발하는 사업과는 차원이 다른 별개의 사업임
- 천연가스를 -161℃로 액화하기 위하여 LNG플랜트사업단에서 개발 중인 초저온용 혼합냉매 압축기를 LNG-FPSO 사업에 적용하기 위한 최적화 연구를 기획하였으며, 지경부와의 과제 중복성을 배제하기 위하여 상기 LNG-FPSO 기본 기자재는 본 연구기획에서 사전에 제외하였음

라. 테스트베드 추진의 타당성

- 건설교통기술연구개발사업 사업단 운영관리지침 제1장 총칙, 2. 용어의 정의에 의하면, 테스트베드라 함은 “대형기술의 실용화를 목적으로 시범적용을 위한 시험 공간 시설물 시스템”을 말함
- 테스트베드는 일정 규모의 시설로 개발기술을 집적하여 Test bed를 구축하여 제반 사항(설계변수, 성능, 안전성, 운용성 등)을 검증하고 피드백(Feed back)하는 목적으로 상용화 및 대규모 사업에 필수적임
- LNG-FPSO는 세계에서 최초로 국내에서 수주한 선박 플랜트이며 육상에 비교하여 경제성이 지극히 높고 세계 선진국의 경우에도 육상과는 달리 선박에 적용하기 위한 연구개발은 수준이 높지 않은 단계로 공정응용, Topside 설계 및 건조기술은 필수적임
- LNG-FPSO의 테스트베드 건조기술은 시장 선점이 중요하며, 시장성을 확보하기 위한 R&D 기간은 60개월로 하고, 연구기간 중에도 중간성과를 적용시킬 수 있는 방향으로 사업관리 체계를 마련하여 목표를 조기 달성으로 조속히 사업화에 진입할 수 있도록 추진할 필요가 있음
- 테스트베드 후보지는 육상 테스트베드를 유치한 기관에서 수행하는 것이 효율적임
 - 육상 테스트베드와 컴팩트 시공하는 것이 효율 및 유지보수 비용 등 다양한 비교를 할 수 있어 유리하고, 이를 위하여 동일하게 100톤/일급으로 구성하는 것이 좋음



[그림 6.8] 테스트베드 입지사례(인천 가스인수기지)

<표 6-5> LNG 플랜트 및 LNG-FPSO 플랜트 테스트베드 비교

구분	LNG 플랜트	LNG-FPSO 플랜트
용량	• 100 ton/day (100 ton ×2)	• 100 ton/day (100 ton ×1)
설비범위	• 전처리공정, 액화공정 및 설비 (초저온열교환기, Cold box), 저장탱크	• 전처리공정, 액화공정 및 설비(초저온 열교환기, Cold box), 저장탱크
소요비용	• 총 330억원 • 정부 245억원, 민간 85억원(현물포함)	• 총 138억원 • 정부 90억원, 민간 48억원(현물포함)
건설기간	• 설계 14개월 • 건설 20개월(설계기간과 9개월 중복) • 시운전 5개월	• 설계 12개월 • 건조 12개월 • 시운전 5개월
입지	• 최소 50 m x 60 m의 공간 • 천연가스 공급 • LNG 인수기지(인천가스공사, 광양 포스코), 동해가스전, 해외가스전	• 최소 50 m x 60 m의 공간 • 천연가스 공급 • LNG 인수기지(인천가스공사, 광양 포스코), 동해가스전, 해외가스전

마. LNG-FPSO 사업의 기술개발 성공 가능성

- 사업단 과제의 성공요인은 자원(연구비, 인력) 투입정도, 기술/성과관리능력/시스템, 세부과제 통합정도, 테스트베드 적용성, 책임자의 의지, 기술정보 획득, 기술협력(해외 선진기관), 연구기관/인력의 전문성, 기술개발 경험/실적, 실험장비/시설 등으로 분석됨

<표 6-6> 사업단 과제의 성공요인 분석

구분	성공요인
사회·경제적 관점	• 홍보 : 포럼, 컨퍼런스, 성과발표회 등 활성화 • 국제 교류 : 해외 컨퍼런스, 관련 기관 및 지역 교류 확대 • 기술지원활성화 : 연차별 개발되는 기술을 토대로 관련기업의 기술지원을 추진 • 기술협력 : 해외 연구/인증기관과 교류, 시험/인증체계를 보완하고 상호인증체계 등 추진 • 국제공동연구 : 선진기관의 실적을 공유하고 이를 활용하기 위한 공동연구
성과 관점	• 핵심 기자재 사용적합성 평가를 통하여 테스트베드 적용 타당성 확보 • 성과를 예측하고 합리적인 목표 및 측정지표를 제시 • 기술협력(해외선진기관) : 국내 경험이 전무한 여건에서 첨단기술의 중간진입을 위한 선택 • 테스트베드에 적용되는 기자재 및 시스템의 표준화, 성능평가기준 및 절차 등을 제공하여 활용 • 성과를 예측하고 합리적인 목표 및 측정지표를 제시
내부 프로세스 관점	• 세부기술 통합 : 핵심과제를 구성하는 세부기술의 통합을 통하여 플랜트 기술의 완성도를 제고 • 기술관리 : 개발 기술의 세분화, 개발 소요기간, 필요자원 항목 관리시스템 구축 • 컨소시엄 구성 : 다양한 기술 분야의 전문성을 갖춘 연구기관, 기업 등으로 컨소시엄 구성
자원 관점	• 실적/연구인력의 전문성 : 경험이나 실적을 갖춘 전문인력의 참여 • 장비/시설 : 핵심기자재의 성능평가 및 검증을 위한 장비 및 시설의 확보 • 사업비 투입 : 대규모 사업으로서 성과 확보를 위하여는 안정적인 사업비 확보가 최대 관건임 • 해외정보 획득 : 플랜트 기술, 제품 분야별 표준화 동향, 위원회 운영, 국제표준화 흐름

- 사회/경제적 효과 및 성과는 연구자의 의지에 따라 비교적 달성이 용이할 것으로 분석되며, 내부 프로세스에 대한 사업단장의 정교한 검토 및 실행방안이 요구됨. 특히, 사업비의 안정적인 확보가 기술개발 성공 가능성에 큰 변수로 분석됨

7

경제성 및 파급효과

가. 시장전망

나. 비용-편익분석

다. 산업연관효과 분석

라. 과학기술적 파급효과 분석

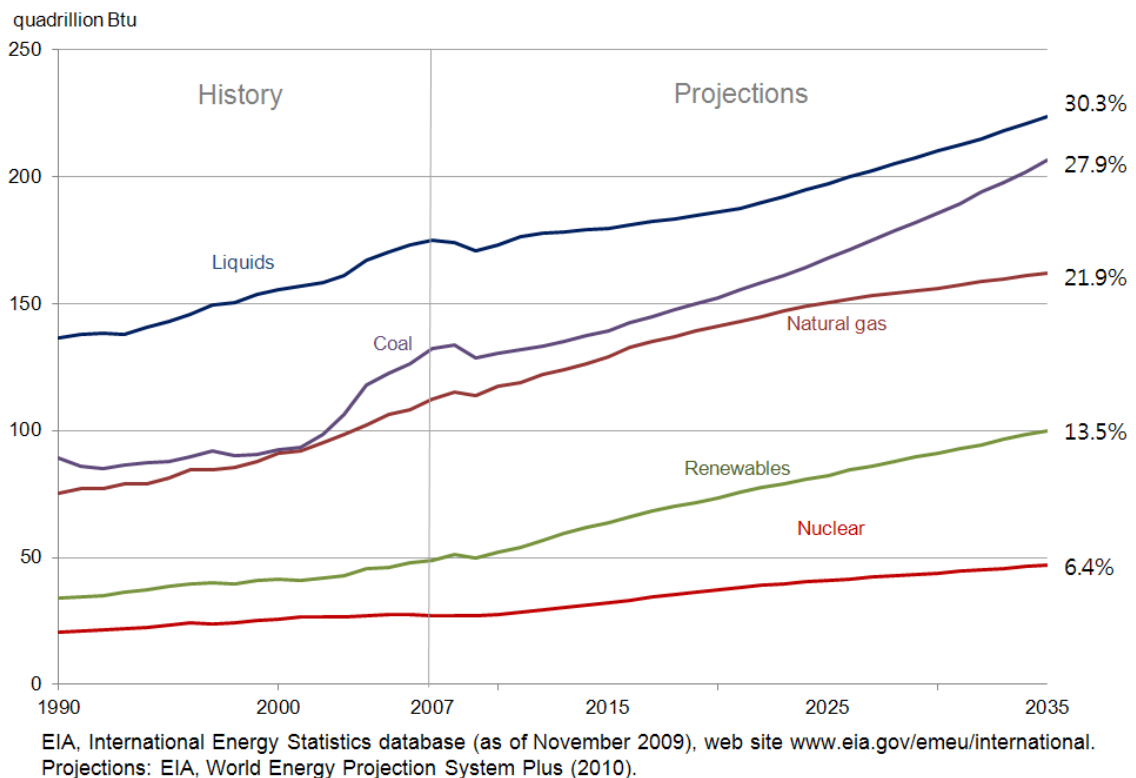
7. 경제성 및 파급효과

- LNG-FPSO 산업의 시장전망을 바탕으로 LNG-FPSO 사업의 직접적인 경제성(비용-편익분석) 및 타 산업으로의 경제적 파급효과(산업연관분석), 과학기술적 파급효과(특허, 논문 등에 의한 효과)를 분석함

가. 시장전망

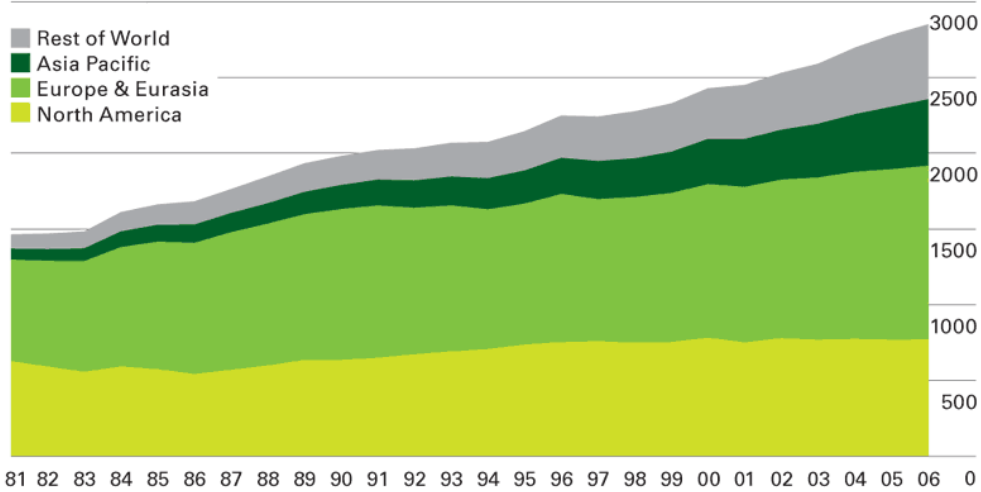
(1) 천연가스 시장 수요의 지속적 확대 예상

- 국제에너지기구(IEA; International Energy Agency)는 2035년 세계 에너지시장에서 차지하는 천연가스의 수요가 약 27.9%까지 증가할 것으로 예상
 - 천연가스 점유율은 2000년 22.4%에서 2035년 27.9%로 5% 증가 예상
 - 석유 점유율은 2000년 38.3%에서 2030년 30.3%로 보합세 예상



[그림 7.1] 세계 에너지 동향 및 전망(1990~2035년, IEA)

Consumption by area
Billion cubic metres

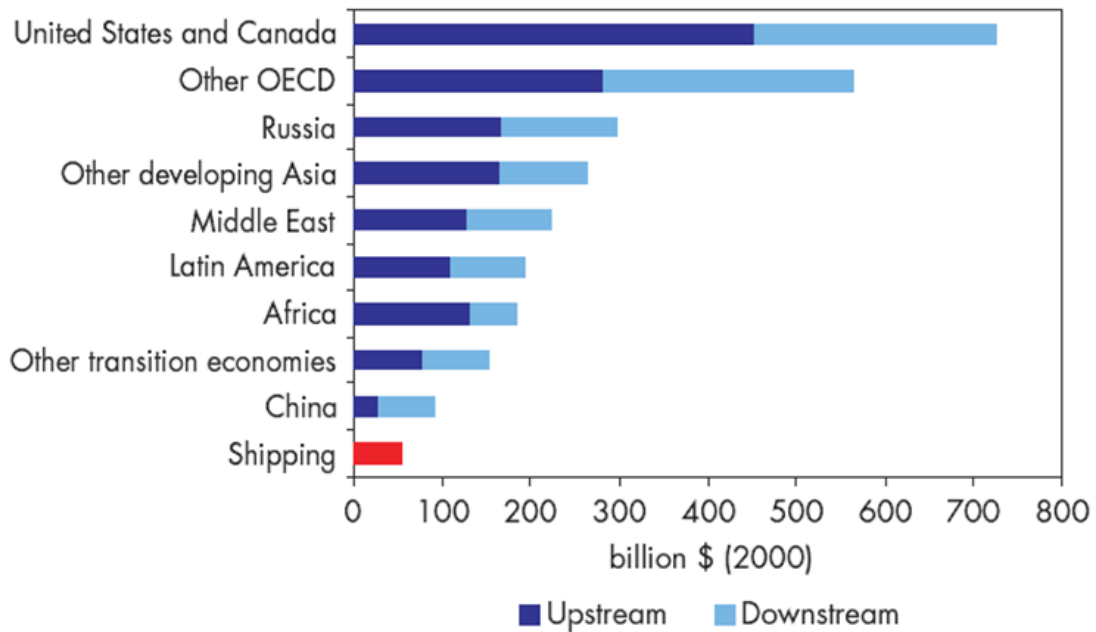


World natural gas consumption rose by 2.5% in 2006. Russia accounted for 40% of global consumption growth. Asia Pacific consumption growth remained strong. Consumption fell in the US and UK.

※ 자료 : <http://www.bp.com>, BP Statistical Review of World Energy 2007

[그림 7.2] 주요 지역별 천연가스 소비현황

- 가스부문의 투자금액은 향후 2030년까지 동안 총 2조 7천억 달러로서 연평균 약 1,000억 달러로 전망



[그림 7.3] 2030년까지 가스부문 투자전망

- 전반적으로 세계 가스플랜트 시장은 대규모 가스전 중심의 성장기에 있으나 최근 유가 상승으로 액화사업의 경제성을 갖게 된 중규모 가스전은 신규 시장으로 부상하고 있음
- 석유 정제와 관련된 기존 FPSO 시장은 활성화 되어 있으나, 천연가스를 -161 ℃의 낮은 온도에서 액화/저장하는 LNG-FPSO 해양플랜트는 전 세계적으로 도입기에 있음

<표 7-1> 세계 가스전 현황

구 분	가스전 용량(tcf)	총 가스전 수	해상가스전 수	시장현황
대규모 가스전	50 ~ 100	16	4	기존 시장
	5.0 ~ 50	163	73	
중규모 가스전	1.0 ~ 5.0	641	337	신규 시장
	0.5 ~ 1.0	668	347	
소규모 가스전	0.25 ~ 0.5	940	719	틈새시장
	0.1 ~ 0.25	1,620	1,043	
	< 0.1	5,085	3,922	

※ 1 TCF (Trillion Cubic Feet, 조ft³) = 28.32 BCM (Billion Cubic Meter) ≈ 21백만톤

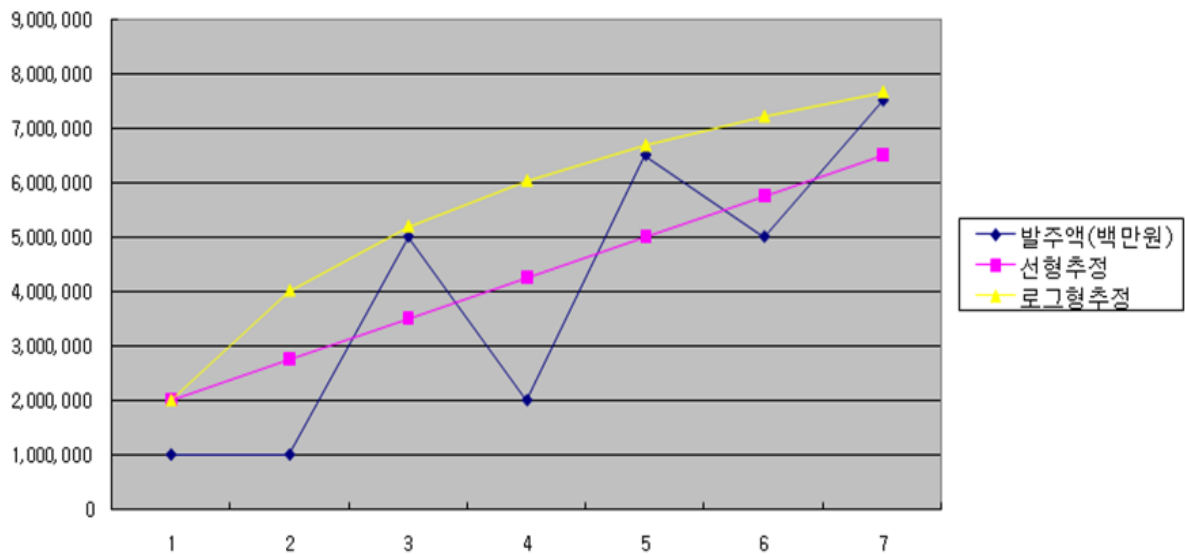
(2) LNG-FPSO 분야 시장 현황 및 전망

- 천연가스 시장은 지속적으로 그 규모가 증가하고 있으나 수요 증가에 따라 향후 대형 가스전은 점차 고갈되고 이를 보충하기 위한 소형 가스전 및 해양 가스전에 대한 개발이 증가할 것임
- 이에 따라 해양가스전 개발에 필수적인 LNG-FPSO에 대한 수요가 크게 증가할 것으로 예상됨
- 다음의 <표 7-2>과 [그림 7.4]는 세계시장의 LNG-FPSO 건조수요에 대한 기발주 호선과 발주예상호선을 나타내고 있으며 이에 대한 선형 및 로그형 시장 추세를 제시하고 있음 (국내 관련업계의 사내자료를 참고한 것임)

<표 7-2> 세계시장의 LNG-FPSO 건조수요 : 불변가(2010기준)

(단위: 백만원)

No.	년도	Project 명		금액 (억달러)	발주액 (백만원)	선형추정	로그형 추정	상태
1	2008	FLEX		10	1,000,000	2,000,000	2,000,000	기발주 호선 (100%국 내수주)
2	2009	SBM		10	1,000,000	2,750,000	4,016,901	
3	2010	SHELL		50	5,000,000	3,500,000	5,196,712	
4	2011	Excelerate	MISC	20	2,000,000	4,250,000	6,033,802	발주예상 호선
5	2012	Petrobras	SHELL	65	6,500,000	5,000,000	6,683,099	
6	2013	SHELL		50	5,000,000	5,750,000	7,213,613	
7	2014	INPEX	SHELL	75	7,500,000	6,500,000	7,662,157	



[그림 7.4] 세계시장의 LNG-FPSO 건조수요 및 추세 : 불변가(2010기준)

나. 비용-편익분석

- 본 사업의 직접적인 경제적 효과를 분석하는 방법은 다음의 단계를 거쳐 진행됨
 - 분석방법 결정
 - 기본가정 결정
 - 비용의 추정 : 비용항목 도출 및 분석
 - 편익의 추정 : 편익(혜택)항목 도출 및 분석
 - 비용-편익분석 결과도출 : 결과해석 및 시사점
 - 민감도 분석 : 결과해석 및 시사점



[그림 7.5] 비용-편익분석 단계

(1) 분석방법 결정

- LNG-FPSO의 경우 주로 해외에서 발주되고 국내에서 수주하여 건조되는 특성으로 중간소비재가 아닌 최종 소비재로 가정함
- 본 사업 수행을 위해 발생하는 비용은 5년 동안 투입되는 총 사업비로 산정함
- 본 사업의 과제수행 결과 발생하는 편익의 산정에는 부가가치 접근법을 이용하였음
 - LNG-FPSO의 건조 시 부가가치를 높이기 위한 기초 연구로서 사업 과제의 수행을 통해 확보한 기술향상에 따른 부가가치 증가분을 편익으로 추정함

- 「LNG-FPSO 사업의 부가가치 산출 조건」을 통해 추정된 비용과 편익의 현가를 바탕으로 비용-편익분석을 실시함
- 비용-편익분석에 큰 영향을 미치는 주요 위험변수들(할인율, 사업단기여도)에 대하여 민감도 분석을 수행하여 분석결과의 변동범위를 추정함

「LNG-FPSO 사업의 부가가치 산출 조건」

- LNG-FPSO 사업의 부가가치는 LNG-FPSO 건조시장(전세계) 규모의 추정, 국내 수주율(수주액) 추정, 국내수주액에 대한 부가가치 규모 산출, LNG-FPSO 사업의 순기여도를 순서대로 곱하여 산출
 - LNG-FPSO 건조수요 증가 시나리오에 근거하여 약 20년간(2016~2035년)의 LNG-FPSO 건조수요(전 세계 시장 기준)를 추정함
 - 이를 바탕으로 전 세계 시장에서의 국내 수주율(수주액)을 추정함
 - 국내 수주액에 대한 부가가치는 한국은행에서 발간한 <2007년 산업연관표>의 기타선박(특수선박이 주류)에 기초하여 부가가치(영업이익, 순생산세)를 판단함
 - ※ 단, 부가가치 중 피용자 급여 등은 경제성 분석의 보수적 관점을 견지하기 위해 본 분석에서는 제외함
 - 산출된 부가가치 중 본 사업에 의해 증가된 부가가치를 산정하기 위해 LNG-FPSO 사업단의 순기여도를 추정함
 - ※ 사업단 순기여도 추정은 동 사업 분야의 전문가 설문조사를 통하여 도출함



[그림 7.6] LNG-FPSO 사업의 부가가치 산출방식

(2) 기본가정

- LNG-FPSO 사업의 비용-편익분석을 수행하기 위해서 전제되어야 하는 계획기간과 사회적 할인율 및 관련사항에 대한 기본사항을 가정함
- 분석대상 기간, 즉 계획기간(Planning horizon)은 경제적·정책적 타당성 분석위원회, 전문가 자문, 선진국 관련기술 등의 활용기간 등을 감안하여 가정함
 - 2011년부터 2015년까지 5년간을 연구수행, 2016년부터 2035년까지 총 20년간을 개발기술 활용기간으로 가정하였고, 2011년부터 2015년까지 비용이 투입되고 2016년부터 2035년까지 편익이 발생함
- 미래의 현금흐름(Cash flow)을 현재가치(Present value)화 하기 위하여 KDI의 실질 사회적 할인율 추정치 6.5%를 준용함
 - KDI의 「예비타당성 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(2005)」에서는 실질 사회적 할인율로 6.5%를 제시하였음. 본 사업에서도 타 국책사업과의 비교성 등을 고려하여 KDI의 실질 사회적 할인율 추정치 6.5%를 준용함
- 본 사업제의 수행 중 건조되는 Test-bed의 잔존가치 및 차후 운영비는 사업단 과제수행 후 별도 연구사업 등을 통하여 재활용 하는 것으로 가정하여 0으로 가정함
- LNG-FPSO 사업 수행의 편익을 주로 활용이 전망되는 LNG-FPSO 수주에 따른 부가가치 수익에 국한하여 분석하고, 부가가치 중 영업이익과 순 생산세 만을 고려하고 국내 건조임에도 피용자 급여 등은 제외함
 - 이러한 보수적 관점의 부가가치 추정은 비교적 명확하고 직접적인 편익만을 분석에 고려함으로써 타당성 분석을 매우 엄격한 틀 내에서 수행한다는 의의를 가짐

(3) 비용의 추정

- 비용-편익 분석을 위한 비용의 추정은 LNG-FPSO 사업단 연구비로 산정함
 - 본 사업 수행에 소요되는 총 비용은 43,000백만원(2010 현가기준 34,769백만원)임
 - 과제수행기간은 5년('11~'15년)이 소요됨
 - 연도별 연구비(비용) 투입계획을 2010년 기준의 불변가와 현가로 정리하면 다음과 같음

<표 7-3> 연도별 연구비(비용) 투입계획

(할인율: 6.5%, 단위: 백만원)

No	년도	구분		총괄	4핵심	5핵심	운영비	계 (불변가)	계 (현가)
		단계	차수						
0	2010	-	-	-	-	-	-	-	-
1	2011	1단계	1차	300	2,890	924	-	4,114	3,863
2	2012	2단계	2차	400	2,714	1,540	-	4,654	4,103
3	2013		3차	300	2,816	9,047	-	12,163	10,069
4	2014	3단계	4차	500	2,778	9,416	500	13,194	10,256
5	2015		5차	500	2,648	5,227	500	8,875	6,478
계				2,000	13,846	26,154	1,000	43,000	34,769

(4) 편익의 추정(투자효과 분석)

○ 2016-2035년 LNG-FPSO 건조수요 추정(전세계 시장 기준)

- LNG-FPSO 건조수요 증가 시나리오에 근거하여 약 20년간(2016-2035년)의 LNG-FPSO 건조수요를 추정함

○ 세계시장의 LNG-FPSO 건조수요는 상기 시장분야에서 살펴본 국내 관련업체의 사내자료(2008~2014 : 발주호선 및 예상호선)를 기초로 하여 미래 건조수요를 다음과 같이 3가지의 시나리오로 추정하였음

「2016-2035년 LNG-FPSO 건조수요(전세계 시장 기준) 추정 시나리오」

☐ 선형 성장 = 선형적 증가 : 낙관적 관점

- 2008~2014년의 발주호선 및 예상호선 자료를 기초로 하여 미래 건조수요가 선형적으로 증가
- 미래 수요가 직선적으로 계속 증가

☐ 로그형 성장 = 로그형으로 증가 : 중립적 관점

- 2008~2014년의 발주호선 및 예상호선 자료를 기초로 하여 미래 건조수요가 로그형으로 증가
- 미래 수요가 시간이 갈수록 약간씩 증가는 하나 증가세가 둔화

☐ 무성장 = 증가세가 정지 : 비관적 관점

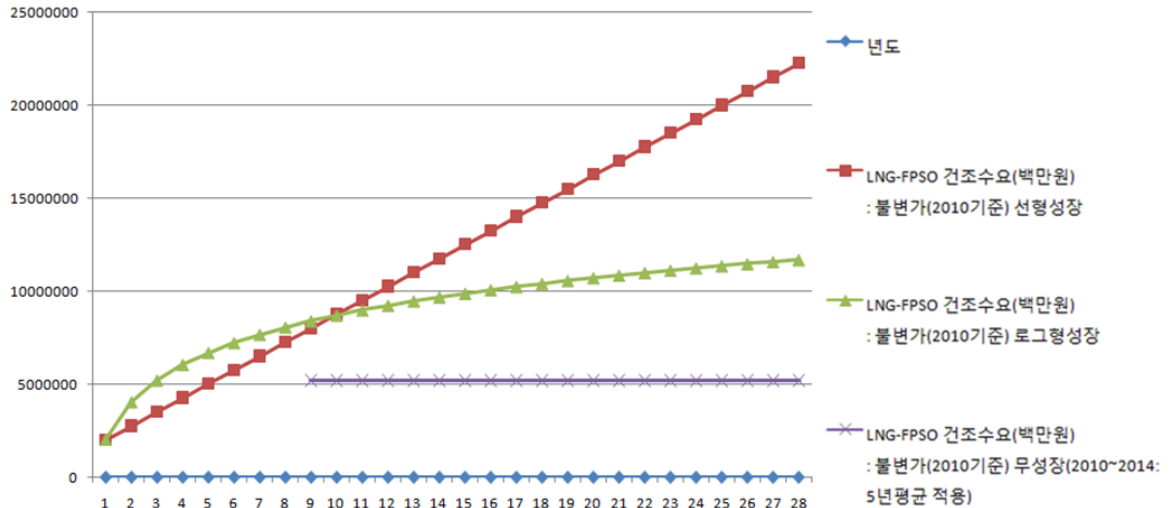
- 2008~2014년의 발주호선 및 예상호선 자료 중 2010~2014년 5년간의 평균적 수요가 미래에도 계속된다는 관점
- 미래 수요가 변동이 없고, 시장의 성장이 정지(무성장)된다는 관점

- 상기 3가지 시나리오에 대한 건조수요 추정결과를 정리하면 다음과 같음

<표 7-4> 세계시장의 LNG-FPSO 건조수요 예측 시나리오

(단위: 백만원)

편의 기간	할인용 연표	년도	LNG-FPSO건조수요: 변가(2010기준)			LNG-FPSO건조수요 : 현가(2010기준)		
			선형 성장	로그형 성장	무성장 (2010~2014: 5년평균적용)	선형 성장	로그형 성장	무성장 (2010~2014: 5년평균적용)
		2008	2,000,000	2,000,000				
		2009	2,750,000	4,016,901				
기준연도	0	2010	3,500,000	5,196,712				
연구기간	1	2011	4,250,000	6,033,802				
	2	2012	5,000,000	6,683,099				
	3	2013	5,750,000	7,213,613				
	4	2014	6,500,000	7,662,157				
	5	2015	7,250,000	8,050,703				
1	6	2016	8,000,000	8,393,425	5,200,000	5,482,673	5,752,300	3,563,737
2	7	2017	8,750,000	8,700,000	5,200,000	5,630,679	5,598,504	3,346,232
3	8	2018	9,500,000	8,977,331	5,200,000	5,740,196	5,424,383	3,142,002
4	9	2019	10,250,000	9,230,514	5,200,000	5,815,371	5,236,962	2,950,237
5	10	2020	11,000,000	9,463,420	5,200,000	5,859,986	5,041,410	2,770,175
6	11	2021	11,750,000	9,679,058	5,200,000	5,877,494	4,841,583	2,601,104
7	12	2022	12,500,000	9,879,811	5,200,000	5,871,036	4,640,378	2,442,351
8	13	2023	13,250,000	10,067,604	5,200,000	5,843,472	4,439,982	2,293,287
9	14	2024	14,000,000	10,244,008	5,200,000	5,797,403	4,242,046	2,153,321
10	15	2025	14,750,000	10,410,326	5,200,000	5,735,191	4,047,811	2,021,898
11	16	2026	15,500,000	10,567,649	5,200,000	5,658,978	3,858,199	1,898,496
12	17	2027	16,250,000	10,716,901	5,200,000	5,570,703	3,673,888	1,782,625
13	18	2028	17,000,000	10,858,869	5,200,000	5,472,125	3,495,358	1,673,826
14	19	2029	17,750,000	10,994,232	5,200,000	5,364,828	3,322,939	1,571,668
15	20	2030	18,500,000	11,123,577	5,200,000	5,250,245	3,156,838	1,475,745
16	21	2031	19,250,000	11,247,415	5,200,000	5,129,665	2,997,167	1,385,676
17	22	2032	20,000,000	11,366,198	5,200,000	5,004,246	2,843,962	1,301,104
18	23	2033	20,750,000	11,480,321	5,200,000	4,875,028	2,697,199	1,221,694
19	24	2034	21,500,000	11,590,137	5,200,000	4,742,943	2,556,807	1,147,130
20	25	2035	22,250,000	11,695,959	5,200,000	4,608,821	2,422,678	1,077,118
계			339,500,000	253,543,744	104,000,000	109,331,082	80,290,397	41,819,426



[그림 7.7] 세계시장의 LNG-FPSO 건조수요 예측 시나리오 : 불변가(2010기준)

- 2016-2035년 LNG-FPSO 국내 수주율 추정 : 전 세계시장에서 국내수주 비율(%)
 - 전 세계 시장에 대한 건조수요 추정을 바탕으로 국내 수주율(수주액)을 추정함
 - 현재까지는 국내업체가 LNG-FPSO 발주의 100%를 수주하였고 향후에도 국내업체가 거의 대부분을 수주할 것으로 예상하고 있음
 - 본 분석에서는 매우 보수적 관점에서 미래의 국내업체 수주율을 75%와 50%, 2가지 시나리오로 가정하여 분석하였음

「국내 업체의 수주율 시나리오」

- ☐ 전세계 건조수요의 75%
- ☐ 전세계 건조수요의 50%

- 세계시장의 LNG-FPSO 건조수요 예측 시나리오(선형, 로그형, 무성장형)와 2가지의 국내 업체 수주율 시나리오(75%, 55%)를 조합하면 다음과 같이 6가지의 시나리오가 도출됨

「국내 업체의 수주율 시나리오」

- ☐ 선형성장(선형적 증가 : 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 75%
- ☐ 선형성장(선형적 증가 : 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 50%
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가 : 중립적 관점)시 국내업체 수주율 75%
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가 : 중립적 관점)시 국내업체 수주율 50%
- ☐ 무성장(증가세가 정지 : 비관적 관점)시 국내업체 수주율 75%
- ☐ 무성장(증가세가 정지 : 비관적 관점)시 국내업체 수주율 50%

<표 7-5> 세계시장의 성장유형에 따른 국내 수주율별 수주액 추정 (2010년 현가 기준)
(단위: 백만원)

편의기간	할인용연표	년도	세계 LNG-FPSO 건조수요			선형성장시 수주율별 국내수주액		로그형성장시 수주율별 국내수주액		무성장시 수주율별 국내수주액	
			선형 성장	로그형 성장	무성장 (2010~2014: 5년평균적용)	75%	50%	75%	50%	75%	50%
기준연도	0	2010									
	1	2011									
	2	2012									
	3	2013									
	4	2014									
연구기간	5	2015									
	1	2016	5,482,673	5,752,300	3,563,737	4,112,005	2,741,336	4,314,225	2,876,150	2,672,803	1,781,869
	2	2017	5,630,679	5,598,504	3,346,232	4,223,010	2,815,340	4,198,878	2,799,252	2,509,674	1,673,116
	3	2018	5,740,196	5,424,383	3,142,002	4,305,147	2,870,098	4,068,288	2,712,192	2,356,502	1,571,001
	4	2019	5,815,371	5,236,962	2,950,237	4,361,528	2,907,685	3,927,722	2,618,481	212,678	1,475,118
	5	2020	5,859,986	5,041,410	2,770,175	4,394,990	2,929,993	3,781,058	2,520,705	2,077,632	1,385,088
	6	2021	5,877,494	4,841,583	2,601,104	4,408,120	2,938,747	3,631,187	2,420,792	1,950,828	1,300,552
	7	2022	5,871,036	4,640,378	2,442,351	4,403,277	2,935,518	3,480,284	2,320,189	1,831,763	1,221,175
	8	2023	5,843,472	4,439,982	2,293,287	4,382,604	2,921,736	3,329,987	2,219,991	1,719,965	1,146,644
	9	2024	5,797,403	4,242,046	2,153,321	4,348,053	2,898,702	3,181,535	2,121,023	1,614,991	1,076,661
	10	2025	5,735,191	4,047,811	2,021,898	4,301,393	2,867,596	3,035,858	2,023,905	1,516,423	1,010,949
	11	2026	5,658,978	3,858,199	1,898,496	4,244,233	2,829,489	2,893,649	1,929,100	1,423,872	949,248
	12	2027	5,570,703	3,673,888	1,782,625	4,178,028	2,785,352	2,755,416	1,836,944	1,336,969	891,313
	13	2028	5,472,125	3,495,358	1,673,826	4,104,093	2,736,062	2,621,519	1,747,679	1,255,370	836,913
	14	2029	5,364,828	3,322,939	1,571,668	4,023,621	2,682,414	2,492,204	1,661,469	1,178,751	785,834
	15	2030	5,250,245	3,156,838	1,475,745	3,937,684	2,625,123	2,367,628	1,578,419	1,106,808	737,872
	16	2031	5,129,665	2,997,167	1,385,676	3,847,248	2,564,832	2,247,875	1,498,584	1,039,257	692,838
	17	2032	5,004,246	2,843,962	1,301,104	3,753,184	2,502,123	2,132,972	1,421,981	975,828	650,552
	18	2033	4,875,028	2,697,199	1,221,694	3,656,271	2,437,514	2,022,900	1,348,600	916,270	610,847
	19	2034	4,742,943	2,556,807	1,147,130	3,557,207	2,371,471	1,917,605	1,278,404	860,348	573,565
	20	2035	4,608,821	2,422,678	1,077,118	3,456,616	2,304,410	1,817,008	1,211,339	807,838	538,559
계			109,331,082	80,290,397	41,819,426	81,998,312	54,665,541	60,217,797	40,145,198	31,364,569	20,909,713

○ 부가가치 산출(한국은행 2007년 산업연관표 활용)

- LNG-FPSO는 해양플랜트로서 한국은행의 산업연관표에서는 기타선박(특수선박이 주류를 차지 함)으로 분류됨
- LNG-FPSO 건조의 부가가치를 추정하기 위해 LNG-FPSO 국내 수주액(매출액)에 한국은행 2007년 산업연관표에서 제시된 기타선박의 평균 부가가치율을 곱함
- 2007년 산업연관표에서 제시된 기타선박의 평균 부가가치율은 다음과 같음

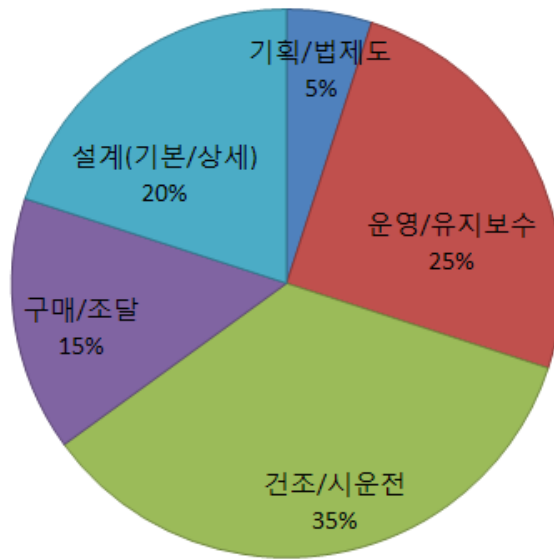
<표 7-6> 산업연관표에서 제시된 기타선박의 평균 부가가치율

구분	부가가치율	비고
비용자보수	0.154705	고려
영업잉여	0.054211	비고려
고정자본소모	0.024744	비고려
생산세(보조금공제)	0.007198	고려
부가가치계	0.240857	

- 산업연관표 부가가치 구성 항목 중 영업잉여, 순생산세 만을 편익 추정을 위한 부가가치로 고려하였으며, LNG-FPSO는 국내 제조업임에도 불구하고 비용자 보수, 고정자본 소모 등을 배제하여 부가가치 항목에서 제외함. 이는 매우 보수적 관점에서 비용-편익분석을 하기 위함임

○ LNG-FPSO 사업단의 편익(부가가치)에 대한 순기여도 추정

- 산출된 부가가치 중 본 사업에 의해 증가된 부가가치를 산정하기 위해 LNG-FPSO 사업의 순기여도를 추정함. 한다. 사업 순기여도 추정은 본 사업분야의 전문가 면담 및 설문조사를 통하여 도출함
- 현재 LNG-FPSO 건조의 경우 국내기술 약 50%(금액도 약 50%), 외국기술 약 50%(금액도 약 50%)로 가정하고, 외국기술 약 50%에 대한 국산화율이 본 사업의 순기여도 대상으로 추정함
- 이를 위해 우선 LNG-FPSO 건조에 따른 건조비용(건조 수명주기 비용)구조(%)를 추정함. 즉 건조 수명주기 비용을 기획/법제도, 설계, 구매조달, 시공·시운전, 운영·유지관리 등의 분야별 백분율(총100%)로 추정함



[그림 7.8] LNG-FPSO 건조에 따른 건조비용(건조 수명주기 비용)구조(%)

- 상기의 LNG-FPSO 건조비용구조(%)를 바탕으로 본 사업의 세부과제별 기술개선 기여도를 전문가 설문을 통하여 추정함. 추정방법은 상기 언급과 같이 현재 외국기술 50%를 100으로 보았을 때 본 사업을 통한 총 기술개선 기여도를 추정함

<표 7-7> LNG-FPSO 사업의 건조비용구조 및 세부과제별 기술개선 기여도

구분	분야별 현 수준 대비 개선율					기여도	과제별 기여율
	기획/법제도	설계	구매조달	시공/시운전	운영/유지관리		
	5%	20%	15%	35%	25%		
총괄	6.80%	2.50%	0.00%	2.50%	0.00%	1.72%	6.86%
총괄1세부		2.50%		2.50%		1.38%	5.50%
총괄2세부	6.80%					0.34%	1.36%
핵심4과제	0.00%	16.20%	10.70%	7.20%	3.20%	8.17%	32.66%
세부4-1과제		9.00%	6.00%	3.90%	1.80%	4.52%	18.06%
세부4-2과제		3.60%	2.40%	1.70%	0.70%	1.85%	7.40%
세부4-3과제		3.60%	2.30%	1.60%	0.70%	1.80%	7.20%
핵심5과제	0.00%	22.10%	18.50%	15.00%	10.70%	15.12%	60.48%
세부5-1과제		11.30%	6.00%	2.60%	1.80%	4.52%	18.08%
세부5-2과제		4.00%	10.80%	11.60%	6.50%	8.11%	32.42%
세부5-3과제		6.80%	1.70%	0.80%	2.40%	2.50%	9.98%
합계	6.80%	40.80%	29.20%	24.70%	13.90%	25.00%	100.00%

※ 현재 외국기술 50%를 100으로 보았을 때, 본 사업을 통한 총기술 개선 기여도 추정

- 상기 순서와 같이 LNG-FPSO 건조시장(전세계) 규모의 추정, 국내 수주율(수주액) 추정, 국내수주액에 대한 부가가치 규모 산출 후, LNG-FPSO 사업단의 순기여도를 곱하면 사업단의 최종 편익(부가가치) 창출을 추정할 수 있음

- 상기 시나리오별 총 부가가치 및 사업의 최종 부가가치 추정결과에 대한 표를 요약하면 다음과 같음

「시나리오별 부가가치 추정결과와 표」

- ☐ 선형성장(선형적 증가: 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 부가가치 : <표7-8>
- ☐ 선형성장(선형적 증가: 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 부가가치 : 표 생략
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가: 중립적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 부가가치 : <표 7-9>
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가: 중립적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 부가가치 : 표 생략
- ☐ 무성장(증가세가 정지: 비관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 부가가치 : <표 7-10>
- ☐ 무성장(증가세가 정지: 비관적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 부가가치 : 표 생략

- 선형성장(선형적 증가: 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 부가가치

<표 7-8> 시장의 성장유형과 수주율별 사업단 편익(부가가치) 추정
: 선형성장시 75%수주율의 경우 (2010년 현가 기준) (단위 : 백만원)

편익 기간	할 인 용 연 표	년 도	선형성장시 수주율별 국내수주액	총 부가가치			사업편익(부가가치) (외국기술 50%×사업 순기여도 25% 고려)		
			현가 (2010기준)	영업잉여	순생산세	소계	영업잉여	순생산세	소계
			75%	5.4211%	0.7198%		12.50%	12.50%	
기준 연도	0	2010							
연구 기간	1	2011							
	2	2012							
	3	2013							
	4	2014							
	5	2015							
1	6	2016	4,112,005	222,916	29,598	252,514	27,864	3,700	31,564
2	7	2017	4,223,010	228,934	30,397	259,331	28,617	3,800	32,416
3	8	2018	4,305,147	233,386	30,988	264,375	29,173	3,874	33,047
4	9	2019	4,361,528	236,443	31,394	267,837	29,555	3,924	33,480
5	10	2020	4,394,990	238,257	31,635	269,892	29,782	3,954	33,736
6	11	2021	4,408,120	238,969	31,730	270,698	29,871	3,966	33,837
7	12	2022	4,403,277	238,706	31,695	270,401	29,838	3,962	33,800
8	13	2023	4,382,604	237,585	31,546	269,131	29,698	3,943	33,641
9	14	2024	4,348,053	235,712	31,297	267,010	29,464	3,912	33,376
10	15	2025	4,301,393	233,183	30,961	264,144	29,148	3,870	33,018
11	16	2026	4,244,233	230,084	30,550	260,634	28,761	3,819	32,579
12	17	2027	4,178,028	226,495	30,073	256,568	28,312	3,759	32,071
13	18	2028	4,104,093	222,487	29,541	252,028	27,811	3,693	31,504
14	19	2029	4,023,621	218,125	28,962	247,087	27,266	3,620	30,886
15	20	2030	3,937,684	213,466	28,343	241,809	26,683	3,543	30,226
16	21	2031	3,847,248	208,563	27,692	236,256	26,070	3,462	29,532
17	22	2032	3,753,184	203,464	27,015	230,479	25,433	3,377	28,810
18	23	2033	3,656,271	198,210	26,318	224,528	24,776	3,290	28,066
19	24	2034	3,557,207	192,840	25,605	218,445	24,105	3,201	27,306
20	25	2035	3,456,616	187,387	24,881	212,267	23,423	3,110	26,533
합계			81,998,312	4,445,210	590,224	5,035,434	555,651	73,778	629,429

- 로그형성장(로그형적 증가: 중립적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 부가가치

<표 7-9> 시장의 성장유형과 수주율별 사업단 편익(부가가치) 추정

: 로그형성장시 75%수주율의 경우 (2010년 현가 기준) (단위: 백만원)

편익기간	할인율연표	년도	로그형성장시 수주율별 국내수주액	총 부가가치			사업편익(부가가치) (외국 기술 50%×사업 순기여도 25% 고려)		
			현가 (2010기준)	영업잉여	순생산세	소계	영업잉여	순생산세	소계
			75%	5.4211%	0.7198%		12.50%	12.50%	
기준연도	0	2010							
연구기간	1	2011							
	2	2012							
	3	2013							
	4	2014							
	5	2015							
1	6	2016	4,314,225	233,878	31,054	264,932	29,235	3,882	33,117
2	7	2017	4,198,878	227,625	30,224	257,849	28,453	3,778	32,231
3	8	2018	4,068,288	220,546	29,284	249,829	27,568	3,660	31,229
4	9	2019	3,927,722	212,926	28,272	241,197	26,616	3,534	30,150
5	10	2020	3,781,058	204,975	27,216	232,191	25,622	3,402	29,024
6	11	2021	3,631,187	196,850	26,137	222,988	24,606	3,267	27,873
7	12	2022	3,480,284	188,670	25,051	213,721	23,584	3,131	26,715
8	13	2023	3,329,987	180,522	23,969	204,491	22,565	2,996	25,561
9	14	2024	3,181,535	172,474	22,901	195,375	21,559	2,863	24,422
10	15	2025	3,035,858	164,577	21,852	186,429	20,572	2,732	23,304
11	16	2026	2,893,649	156,868	20,828	177,696	19,608	2,604	22,212
12	17	2027	2,755,416	149,374	19,833	169,207	18,672	2,479	21,151
13	18	2028	2,621,519	142,115	18,870	160,985	17,764	2,359	20,123
14	19	2029	2,492,204	135,105	17,939	153,044	16,888	2,242	19,130
15	20	2030	2,367,628	128,352	17,042	145,394	16,044	2,130	18,174
16	21	2031	2,247,875	121,860	16,180	138,040	15,232	2,023	17,255
17	22	2032	2,132,972	115,631	15,353	130,984	14,454	1,919	16,373
18	23	2033	2,022,900	109,663	14,561	124,224	13,708	1,820	15,528
19	24	2034	1,917,605	103,955	13,803	117,758	12,994	1,725	14,720
20	25	2035	1,817,008	98,502	13,079	111,581	12,313	1,635	13,948
합계			60,217,797	3,264,467	433,448	3,697,915	408,058	54,181	462,239

- 무성장(증가세가 정지: 비관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 부가가치

<표 7-10> 시장의 성장유형과 수주율별 사업 편익(부가가치) 추정

: 무성장시 75%수주율의 경우 (2010년 현가 기준)

(단위: 백만원)

편익기간	할인 용 연 표	년도	무성장시 수주율별 국내수주액	총 부가가치			사업편익(부가가치) (외국기술 50%×사업순 기여도 25% 고려)		
			현가 (2010기준)	영업잉여	순생산세	소계	영업잉여	순생산세	소계
			75%	5.4211%	0.7198%		12.50%	12.50%	
기준연도 연구기간	0	2010							
	1	2011							
	2	2012							
	3	2013							
	4	2014							
	5	2015							
1	6	2016	2,672,803	144,895	19,239	164,134	18,112	2,405	20,517
2	7	2017	2,509,674	136,052	18,065	154,117	17,006	2,258	19,265
3	8	2018	2,356,502	127,748	16,962	144,710	15,969	2,120	18,089
4	9	2019	2,212,678	119,951	15,927	135,878	14,994	1,991	16,985
5	10	2020	2,077,632	112,630	14,955	127,585	14,079	1,869	15,948
6	11	2021	1,950,828	105,756	14,042	119,798	13,220	1,755	14,975
7	12	2022	1,831,763	99,302	13,185	112,487	12,413	1,648	14,061
8	13	2023	1,719,965	93,241	12,380	105,621	11,655	1,548	13,203
9	14	2024	1,614,991	87,550	11,625	99,175	10,944	1,453	12,397
10	15	2025	1,516,423	82,207	10,915	93,122	10,276	1,364	11,640
11	16	2026	1,423,872	77,190	10,249	87,439	9,649	1,281	10,930
12	17	2027	1,336,969	72,478	9,624	82,102	9,060	1,203	10,263
13	18	2028	1,255,370	68,055	9,036	77,091	8,507	1,130	9,636
14	19	2029	1,178,751	63,901	8,485	72,386	7,988	1,061	9,048
15	20	2030	1,106,808	60,001	7,967	67,968	7,500	996	8,496
16	21	2031	1,039,257	56,339	7,481	63,820	7,042	935	7,977
17	22	2032	975,828	52,901	7,024	59,925	6,613	878	7,491
18	23	2033	916,270	49,672	6,595	56,267	6,209	824	7,033
19	24	2034	860,348	46,640	6,193	52,833	5,830	774	6,604
20	25	2035	807,838	43,794	5,815	49,609	5,474	727	6,201
합계			31,364,569	1,700,305	225,762	1,926,067	212,538	28,220	240,758

(5) 비용-편익분석 결과도출

- 본 사업에 대해서 상기의 과정을 통해 추정한 비용과 편익의 현가를 바탕으로 비용-편익분석을 실시함
- 비용-편익분석은 부가가치 추정 시와 같은 방법으로 상기 6가지 경우에 대한 시나리오별로 분석함
 - 6가지 시나리오별 비용-편익분석(B/C Analysis) 결과에 대한 표를 요약하면 다음과 같음

「시나리오별 비용-편익분석(B/C Analysis) 결과와 표」

- ☐ 선형성장(선형적 증가: 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 비용-편익분석: <표7-11>
- ☐ 선형성장(선형적 증가: 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 비용-편익분석: 표 생략
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가: 중립적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 비용-편익분석: <표7-12>
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가: 중립적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 비용-편익분석: 표 생략
- ☐ 무성장(증가세가 정지: 비관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 비용-편익분석: <표7-13>
- ☐ 무성장(증가세가 정지: 비관적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 비용-편익분석: 표 생략

- 선형성장(선형적 증가: 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 비용-편익분석

<표 7-11> 비용-편익 분석 결과

: 선형성장시 75%수주율의 경우(2010년 현가 기준)

(단위: 백만원)

편익 기간	할인용 연표	년도	비용(연구비)	사업편익(부가가치) (외국기술 50%×사업순 기여도 25% 고려)			비용-편익 (누계)
			현가(2010기준)	영업잉여	순생산세	소계	
				12.50%	12.50%		
기준연도	0	2010					
연구기간	1	2011	-3,863				-3,863
	2	2012	-4,103				-7,966
	3	2013	-10,069				-18,035
	4	2014	-10,256				-28,291
	5	2015	-6,478				-34,769
1	6	2016		27,864	3,700	31,564	-3,205
2	7	2017		28,617	3,800	32,416	29,212
3	8	2018		29,173	3,874	33,047	62,258
4	9	2019		29,555	3,924	33,480	95,738
5	10	2020		29,782	3,954	33,736	129,475
6	11	2021		29,871	3,966	33,837	163,312
7	12	2022		29,838	3,962	33,800	197,112
8	13	2023		29,698	3,943	33,641	230,753
9	14	2024		29,464	3,912	33,376	264,130
10	15	2025		29,148	3,870	33,018	297,148
11	16	2026		28,761	3,819	32,579	329,727
12	17	2027		28,312	3,759	32,071	361,798
13	18	2028		27,811	3,693	31,504	393,302
14	19	2029		27,266	3,620	30,886	424,187
15	20	2030		26,683	3,543	30,226	454,413
16	21	2031		26,070	3,462	29,532	483,945
17	22	2032		25,433	3,377	28,810	512,755
18	23	2033		24,776	3,290	28,066	540,821
19	24	2034		24,105	3,201	27,306	568,127
20	25	2035		23,423	3,110	26,533	594,660
합계			-34,769	555,651	73,778	629,429	18.10
B/C							B/C Ratio

- 로그형성장(로그형적 증가: 중립적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 비용-편익분석

<표 7-12> 비용-편익 분석 결과

: 로그형성장시 75%수주율의 경우(2010년 현가 기준)

(단위: 백만원)

편익 기간	할인용 연표	년도	비용(연구비)	사업편익(부가가치) (외국기술50%*사업순기여도25%고려)			비용-편익
			현가(2010기준)	영업잉여	순생산세	소계	(누계)
				12.50%	12.50%		
기준연도	0	2010					
연구기간	1	2011	-3,863				-3,863
	2	2012	-4,103				-7,966
	3	2013	-10,069				-18,035
	4	2014	-10,256				-28,291
	5	2015	-6,478				-34,769
1	6	2016		29,235	3,882	33,117	-1,652
2	7	2017		28,453	3,778	32,231	30,579
3	8	2018		27,568	3,660	31,229	61,807
4	9	2019		26,616	3,534	30,150	91,957
5	10	2020		25,622	3,402	29,024	120,981
6	11	2021		24,606	3,267	27,873	148,854
7	12	2022		23,584	3,131	26,715	175,569
8	13	2023		22,565	2,996	25,561	201,131
9	14	2024		21,559	2,863	24,422	225,553
10	15	2025		20,572	2,732	23,304	248,856
11	16	2026		19,608	2,604	22,212	271,068
12	17	2027		18,672	2,479	21,151	292,219
13	18	2028		17,764	2,359	20,123	312,342
14	19	2029		16,888	2,242	19,130	331,473
15	20	2030		16,044	2,130	18,174	349,647
16	21	2031		15,232	2,023	17,255	366,902
17	22	2032		14,454	1,919	16,373	383,275
18	23	2033		13,708	1,820	15,528	398,803
19	24	2034		12,994	1,725	14,720	413,523
20	25	2035		12,313	1,635	13,948	427,470
합계			-34,769	408,058	54,181	462,239	13.29
B/C							B/C Ratio

- 무성장(증가세가 정지: 비관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 비용-편익분석

<표 7-13> 비용-편익 분석 결과

: 무성장시 75%수주율의 경우(2010년 현가 기준)

(단위: 백만원)

편익 기간	할인용 연표	년도	비용(연구비)	사업편익(부가가치) (외국기술50%*사업순기여도25%고려)			비용-편익
			현가(2010기준)	영업잉여	순생산세	소계	(누계)
				12.50%	12.50%		
기준연도	0	2010					
연구기간	1	2011	-3,863				-3,863
	2	2012	-4,103				-7,966
	3	2013	-10,069				-18,035
	4	2014	-10,256				-28,291
	5	2015	-6,478				-34,769
1	6	2016		18,112	2,405	20,517	-14,252
2	7	2017		17,006	2,258	19,265	5,012
3	8	2018		15,969	2,120	18,089	23,101
4	9	2019		14,994	1,991	16,985	40,086
5	10	2020		14,079	1,869	15,948	56,034
6	11	2021		13,220	1,755	14,975	71,009
7	12	2022		12,413	1,648	14,061	85,070
8	13	2023		11,655	1,548	13,203	98,272
9	14	2024		10,944	1,453	12,397	110,669
10	15	2025		10,276	1,364	11,640	122,310
11	16	2026		9,649	1,281	10,930	133,239
12	17	2027		9,060	1,203	10,263	143,502
13	18	2028		8,507	1,130	9,636	153,138
14	19	2029		7,988	1,061	9,048	162,187
15	20	2030		7,500	996	8,496	170,683
16	21	2031		7,042	935	7,977	178,660
17	22	2032		6,613	878	7,491	186,151
18	23	2033		6,209	824	7,033	193,184
19	24	2034		5,830	774	6,604	199,788
20	25	2035		5,474	727	6,201	205,989
계			-34,769	212,538	28,220	240,758	6.92
B/C							B/C Ratio

○ 비용-편익분석 결과 해석 및 시사점

- 본 사업의 총 소요예산은 2011~2015년 까지 5년간 투입된 연구개발비로서 2010년 기준 현가로 34,769백만원으로 추정됨
- 본 사업의 총 편익(부가가치)은 본 사업단 과제 종료 후 개발 기술의 직접적 활용기간(20년간) 창출되는 것으로 시장의 성장시나리오 및 국내 기업의 수주율별 시나리오에 의하여 2010년 기준 현가로 629,429백만원~160,506백만원으로 추정됨
- 본 사업의 6개 시나리오별 비용-편익분석 결과를 종합하면 <표 7-14>과 같음

<표 7-14> LNG-FPSO 사업단의 6개 시나리오별 비용-편익분석결과 종합

실질 사회적 할인율(%)	비용-편익분석 결과 : B/C Ratio					
	선형성장시		로그형성장시		무성장시	
	75% 수주율	50% 수주율	75% 수주율	50% 수주율	75% 수주율	50% 수주율
6.50%	18.10	12.07	13.29	8.86	6.92	4.62

- 분석결과 편익비용비율(B/C Ratio)이
 - 선형성장(선형적 증가 : 낙관적 관점)시에는 18.10~12.07 정도
 - 로그형성장(로그형적 증가 : 중립적 관점)시에는 13.29~8.86 정도
 - 무성장(증가세가 정지 : 비관적 관점)시에는 6.92~4.62 정도로 추정됨
- 분석결과, 편익비용비율(B/C Ratio)이 산업의 성장 시나리오나 국내 수주율 시나리오와 상관없이 1보다 높은 값을 나타내고 있으며, 이는 본 사업의 역할이 경제적으로 타당한 것을 의미함
- 특히, 비관적인 경우에도 4.62배 정도의 편익비용비율을 나타내고 있어 경제적 타당성을 충분히 확보하고 있는 것으로 나타남. 또한 낙관적인 경우에는 그 비율이 18.10~12.07배 정도에 달해 경제성이 만족스러운 것으로 평가됨
- 이상의 6가지 시나리오별 편익비용비율(B/C Ratio)을 종합해서 고려해 볼 때 본 사업의 비용-편익분석 측면의 직접적인 경제성은 확실하다고 판단할 수 있음
- 결과적으로 본 사업 과제의 편익(부가가치)을 영업잉여와 순생산세로만 한정하고, 피용자 보수 등이 반영되지 않았음에도 불구하고 6개의 모든 시나리오에서 경제적으로 충분히 타당한 것으로 판정된 것은 본 사업이 LNG-FPSO 산업의 현주소를 감안할 때 시급히 수행되어야 할 필요성이 충분한 것이라고 해석될 수 있음

(6) 민감도 분석

- 비용-편익분석에 큰 영향을 미치는 주요 위험변수들에 대하여 민감도 분석을 수행하여 분석결과의 변동범위를 추정함
 - 이는 주요 위험변수들에 대한 잘못된 조사나 가정으로부터의 오류를 사전에 예측하여 이에 근거한 의사결정이 잘못되는 것을 사전에 방지하기 위함임
 - 주요 위험변수들은 할인율, 사업단기여도 등임
- 비용-편익분석에 있어서 미래금액의 현재화를 위한 실질 사회적 할인율은 6.5%로 선정하여 사용함
 - 사회적 할인율은 시대에 따라 변동될 수 있으므로 4.5%~8.5%까지 5가지 경우로 가정하여 할인율에 따른 민감도 분석을 수행함
 - 할인율에 따른 민감도 분석 결과를 요약하면 <표 7-15>과 같음

<표 7-15> 할인율의 변화에 따른 비용-편익 민감도 분석 결과

(사업단 기여도 = 50%×25% = 12.5%의 경우)

실질 사회적 할인율(%)	비용-편익분석 결과 : B/C Ratio					
	선형성장시		로그형성장시		무성장시	
	75% 수주율	50% 수주율	75% 수주율	50% 수주율	75% 수주율	50% 수주율
4.50%	22.78	15.19	16.37	10.91	8.44	5.62
5.50%	20.27	13.51	14.72	9.82	7.63	5.09
6.50%	18.10	12.07	13.29	8.86	6.92	4.62
7.50%	16.23	10.82	12.05	8.03	6.31	4.20
8.50%	14.60	9.74	10.96	7.30	5.76	3.84

- 할인율에 따른 비용-편익 민감도 분석 결과의 해석 및 시사점
 - 민감도 분석결과 예상 가능한 할인율의 변동범위 내에서 모든 시나리오들의 편익비용비율이 1보다 상당히 높은 값을 보여주고 있음. 이는 본 사업단의 직접적 경제성이 할인율의 변동에 무관하게 상당히 우수한 것임을 나타냄

- 비용-편익분석에 있어서 본 사업의 부가가치 추정시, 사업단 기여도는 “현재 외국기술 50%를 100으로 보았을 때 본 사업을 통한 총 기술 개선” 으로 정의하고 그 기여도를 전문가 설문조사를 통하여 추정하였음. 그 결과 ‘사업 기여도 50% × 25%의 총 기술 개선 = 12.5%’로 추정하였음
- 그러나 사업 기여도 역시 미래의 불확실한 결과에 대한 가정이므로 사업 기여도를 위험변수로 하여 민감도 분석을 수행하였음. 여기서 사업 기여도의 변동범위는 다음과 같이 5가지 경우로 추정하여 적용함

「사업 기여도의 변동범위」

- ☐ 사업 기여도 = 50% × 15%의 총기술개선 = 7.5%
- ☐ 사업 기여도 = 50% × 20%의 총기술개선 = 10.0%
- ☐ 사업 기여도 = 50% × 25%의 총기술개선 = 12.5%
- ☐ 사업 기여도 = 50% × 30%의 총기술개선 = 15.0%
- ☐ 사업 기여도 = 50% × 35%의 총기술개선 = 17.5%

- 사업 기여도의 변화에 따른 민감도 분석 결과를 요약하면 <표 7-16>와 같음

<표 7-16> 사업 기여도의 변화에 따른 비용-편익 민감도 분석 결과

사업 기여도	비용-편익분석 결과: B/C Ratio					
	선형성장시		로그형성장시		무성장시	
	75% 수주율	50% 수주율	75% 수주율	50% 수주율	75% 수주율	50% 수주율
7.50%	10.86	7.24	7.98	5.32	4.15	2.77
10.00%	14.48	9.66	10.64	7.09	5.54	3.69
12.50%	18.10	12.07	13.29	8.86	6.92	4.62
15.00%	21.72	14.48	15.95	10.64	8.31	5.54
17.50%	25.34	16.90	18.61	12.41	9.69	6.46

○ 사업단 기여도에 따른 비용-편익 민감도 분석 결과의 해석 및 시사점

- 민감도 분석결과 예상 가능한 사업단 기여도의 변동범위 내에서 모든 시나리오들의 편익비용비율이 1보다 상당히 높은 값을 보여주고 있음
- 이는 본 사업의 직접적 경제성이 사업단 기여도의 변동에도 불구하고 전체적으로 상당히 우수한 것으로 나타내고 있음

다. 산업연관효과 분석

- 본 사업은 20년 이상 장기간에 걸쳐 연구성과의 활용이 예상되는 산업 분야로서 직접적인 경제적 효과이외에도 국민경제 전체적 차원에서 타 산업들에게도 상당한 경제적 파급효과를 미치게 됨
- 본 사업의 타 산업으로의 경제적 파급효과를 분석하고자 산업연관표를 이용한 산업연관분석을 수행하였음
 - 분석내용은 이 사업에 의해 발생하게 되는 산업별 생산액의 변화를 보여주는 생산유발효과, 산업별 부가가치액의 변화를 보여주는 부가가치 유발효과, 기술대체에 의한 수입 유발효과(감소), 그리고 새로운 부가가치에 의해 취업을 유도할 수 있는 취업유발효과 등에 관한 것임

참고

- ❖ 산업연관표(Input-output table) : 경제적 파급효과 즉, 국가경제에서 한 산업이 생산해내는 재화와 용역이 다른 산업 또는 최종소비자에 의해서 어떻게 수요 되고, 이러한 생산을 위해서 다른 산업에서의 생산물이나 노동, 자본 등 본원적 생산요소가 얼마나 투입되는가를 기록한 통계표가 산업연관표라 하고, 이를 이용한 분석을 산업연관분석(Input-output analysis)이라 함
- 산업연관표에는 당해년도의 모든 재화와 서비스에 대한 총투입액과 총산출액이 각 산업별로 나타나 있어 국민경제 전체의 공급과 수요구조뿐만 아니라 각 산업의 공급과 수요구조도 한눈에 파악할 수 있음
- 산업연관분석은 산업연관표를 이용하여 산업 간의 상호연계관계를 파악하고, 이것을 국민경제구조의 분석, 장래의 경제예측 등에 사용하고자 하는 분석기법임

- 본 사업의 산업연관분석 절차는 다음의 단계를 거쳐 진행함



[그림 7.9] 산업연관분석 절차

(1) 분석방법 결정

- 산업연관분석을 위한 산업연관표는 [2007년 산업연관표(한국은행, 2009)]를 사용하였으며, 산업연관효과 분석은 [2007년 산업연관표]에 근거한 계수를 기준으로 추정함
- 본 사업의 수행을 위해서는 총 5년간(2011-2015)의 연구기간이 필요하고, 연구성과의 활용 및 파급효과는 비용-편익분석에서와 같이 그 후 약 20년에 걸쳐 발생하는 것을 가정함
- 본 사업의 과제수행 결과 발생하는 산업연관효과는 생산유발효과, 부가가치유발효과, 수입유발효과, 취업유발효과를 대상으로 분석하였으며, 분석과정은 다음과 같음

「LNG-FPSO 사업의 산업연관효과 산출 조건」

- LNG-FPSO 사업의 산업연관효과는 LNG-FPSO 건조시장(전세계) 규모의 추정, 국내 수주율(수주액) 추정, 투입계수(산업연관계수) 추정, LNG-FPSO 사업의 순기여도를 순서대로 곱하여 산출함
- LNG-FPSO 건조수요 증가 시나리오에 근거하여 약 20년간(2016~2035년)의 LNG-FPSO 건조수요(전세계 시장 기준) 추정을 바탕으로 전세계 시장에서의 국내 수주율(수주액 : 불변가)을 추정함
- 세계시장의 건조수요는 비용-편익분석에서와 같이 3가지 시나리오를 설정하였고, 국내 수주율은 각각의 시나리오에 대해 2가지(75%수주율, 50%수주율)씩 대응시켜 총 6가지 시나리오를 대상으로 함
- 산업연관표를 이용하여 투입계수(산업연관계수)를 추정함
- 본 사업에 의해 증가된 만큼의 산업연관효과 추정을 위해 LNG-FPSO 사업의 순기여도를 추정



[그림 7.10] LNG-FPSO 사업의 산업연관 효과 산출방식

- 상기의 과정을 통해 산업연관 분야별(생산유발효과, 부가가치유발효과, 수입유발효과, 취업유발효과)로 그 효과를 추정함
- 상기의 산업연관 분야별 효과 추정 결과를 종합하여 그 결과를 해석하고 시사점을 판단함

(2) 기본가정

- LNG-FPSO 사업의 산업연관분석을 수행하기 위해서 전제되어야 하는 계획기간, 가격기준, 충격(사업단 성과에 의한 경제적 임팩트) 등에 대한 기본사항을 가정함
- 계획기간(Planning horizon)은 비용-편익분석에서와 같이 2011년부터 2015년까지 5년간을 연구수행, 2016년부터 2035년까지 총 20년간을 개발기술 활용기간으로 가정함
 - 2011년부터 2015년까지 비용이 투입되며 2016년부터 2035년까지 편익과 산업연관 효과가 발생함
 - 가격기준은 2010년도 불변가를 기준으로 함
- 충격은 사업성과에 의한 국내 경제에 대한 임팩트로서 투자비(연구비 투자)와 연도별 국내수주액이 있으나, 보수적 관점에서의 분석을 위해 연구비투자는 고려하지 않고, 연도별 국내수주액만 고려함
 - 투자비(연구비 투자) → 비고려
 - 연도별 국내수주액 → 고려
- 산업연관분석을 위한 모든 계수는 [2007년 산업연관표(한국은행, 2009)]를 이용하여 추정하였으며, 이들 계수는 2016년부터 2035년까지의 산업연관효과 분석기간 동안에 계속되는 것으로 가정함

(3) 산업의 분류

- LNG-FPSO는 해양플랜트로서 선박과 플랜트의 특성을 동시에 포함하고 있는 것으로 본 분석에서는 선박/기타선박(각종 특수선박 포함)으로 분류하여 진행함

(4) 충격의 설정 및 투입계수(산업연관계수) 추정

- 산업연관표를 이용하여 산업적 파급효과 분석을 실시하기 위해서는 충격을 설정해야 함
 - 충격은 기존에 존재하지 않았던 새로운 경제적인 변화가 일차적으로 전체산업에 발생시키는 독립적인 교란을 의미함
 - 충격은 사업 성과에 의한 국내 경제에 대한 임팩트로서 본 사업에서는 연도별 LNG-FPSO 건조 국내수주액을 충격으로 설정하여 경제적 파급효과를 계산함
- 투입계수(산업연관계수)는 [2007년 산업연관표(한국은행, 2009)]를 이용하여 추정하였으며, 선박/기타선박에 대한 산업연관계수를 분야별로 정리하면 다음과 같음

「선박/기타선박에 대한 산업연관계수의 분야별 정리」

- ☐ 생산유발계수 : 1.751318
- ☐ 부가가치유발계수 : 0.489473
- ☐ 수입유발계수 : 0.510527
- ☐ 취업유발계수 : 10.9명/10억원

- LNG-FPSO 건조 국내수주액 추정 시나리오는 세계시장의 건조수요 시나리오 3가지에 대해 국내 수주율 시나리오에 2가지씩을 대응시켜 총 6가지 시나리오를 대상으로 함

「충격(사업단 성과에 의한 경제적 임팩트=연도별 LNG-FPSO 건조 국내수주액)에 대한 시나리오」

- ☐ 선형성장(선형적 증가 : 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 수주액(2010 불변가)
- ☐ 선형성장(선형적 증가 : 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 수주액(2010 불변가)
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가 : 중립적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 수주액(2010 불변가)
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가 : 중립적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 수주액(2010 불변가)
- ☐ 무성장(증가세 정지 : 비관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 수주액(2010 불변가)
- ☐ 무성장(증가세 정지 : 비관적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 수주액(2010 불변가)

<표 7-17> 세계시장의 성장유형에 따른 국내 수주율별 수주액 추정(2010년 불변가 기준)
(단위: 백만원)

편 의 기 간	년 도	세계LNG-FPSO건조수요 : 불변가(2010기준)			선형성장시 수주율별 국내수주액 : 불변가(2010기준)		로그형성 장시 수주율별 국내수주액 : 불변가(2010기준)		무성장시 수주율별 국내수주액 : 불변가(2010기준)	
		선형 성장	로그형 성장	무성장 (2010~2014 : 5년 평균)	75%	50%	75%	50%	75%	50%
기 준 연 도	2010									
연 구 기 간	2011									
	2012									
	2013									
	2014									
	2015									
1	2016	8,000,000	8,393,425	5,200,000	6,000,000	4,000,000	6,295,069	4,196,712	3,900,000	2,600,000
2	2017	8,750,000	8,700,000	5,200,000	6,562,500	4,375,000	6,525,000	4,350,000	3,900,000	2,600,000
3	2018	9,500,000	8,977,331	5,200,000	7,125,000	4,750,000	6,732,998	4,488,665	3,900,000	2,600,000
4	2019	10,250,000	9,230,514	5,200,000	7,687,500	5,125,000	6,922,886	4,615,257	3,900,000	2,600,000
5	2020	11,000,000	9,463,420	5,200,000	8,250,000	5,500,000	7,097,565	4,731,710	3,900,000	2,600,000
6	2021	11,750,000	9,679,058	5,200,000	8,812,500	5,875,000	7,259,293	4,839,529	3,900,000	2,600,000
7	2022	12,500,000	9,879,811	5,200,000	9,375,000	6,250,000	7,409,859	4,939,906	3,900,000	2,600,000
8	2023	13,250,000	10,067,604	5,200,000	9,937,500	6,625,000	7,550,703	5,033,802	3,900,000	2,600,000
9	2024	14,000,000	10,244,008	5,200,000	10,500,000	7,000,000	7,683,006	5,122,004	3,900,000	2,600,000
10	2025	14,750,000	10,410,326	5,200,000	11,062,500	7,375,000	7,807,744	5,205,163	3,900,000	2,600,000
11	2026	15,500,000	10,567,649	5,200,000	11,625,000	7,750,000	7,925,737	5,283,825	3,900,000	2,600,000
12	2027	16,250,000	10,716,901	5,200,000	12,187,500	8,125,000	8,037,676	5,358,450	3,900,000	2,600,000
13	2028	17,000,000	10,858,869	5,200,000	12,750,000	8,500,000	8,144,152	5,429,435	3,900,000	2,600,000
14	2029	17,750,000	10,994,232	5,200,000	13,312,500	8,875,000	8,245,674	5,497,116	3,900,000	2,600,000
15	2030	18,500,000	11,123,577	5,200,000	13,875,000	9,250,000	8,342,682	5,561,788	3,900,000	2,600,000
16	2031	19,250,000	11,247,415	5,200,000	14,437,500	9,625,000	8,435,561	5,623,708	3,900,000	2,600,000
17	2032	20,000,000	11,366,198	5,200,000	15,000,000	10,000,000	8,524,649	5,683,099	3,900,000	2,600,000
18	2033	20,750,000	11,480,321	5,200,000	15,562,500	10,375,000	8,610,241	5,740,161	3,900,000	2,600,000
19	2034	21,500,000	11,590,137	5,200,000	16,125,000	10,750,000	8,692,603	5,795,069	3,900,000	2,600,000
20	2035	22,250,000	11,695,959	5,200,000	16,687,500	11,125,000	8,771,969	5,847,979	3,900,000	2,600,000
계		302,500,000	206,686,756	104,000,000	226,875,000	151,250,000	155,015,067	103,343,378	78,000,000	52,000,000

(5) 산업 파급효과 분석 : 결과해석 및 시사점

- LNG-FPSO는 국내업체들이 현재도 수주하고 있고 앞으로도 수주할 것임으로 현재도 LNG-FPSO 수주에 의한 산업연관효과(산업 파급효과)가 있고 미래에도 있을 것임
 - 본 분석은 본 사업의 연구개발에 의해 추가적으로 발생한 산업연관효과를 추정함
- 본 사업의 연구개발 결과로 증가된 만큼의 산업연관효과 추정을 위해 사업의 순기여도를 추정하였음. 본 사업의 순기여도는 비용-편익분석에서와 같이 12.5%로 추정하였음

「사업단 기여도」

사업단 기여도

= 외국기술 50%에 대하여 $\times$ 25% 기술개선 = 전체적으로 12.5%의 기술개선

- 이와 같이 기술개선에 의해 산업적으로는 기술대체 효과가 생기고 이는 산업연관효과로 나타남. 본 분석에서의 기술대체에 의한 산업연관효과는 본 사업의 순기여도가 12.5%인 것을 고려하여 약산식으로 다음과 같이 추정함

「순기여도에 따라 증가된 산업연관효과 추정을 위한 계수 조정 : 약산식」

☐ 생산유발계수 = 기존계수(1.751318) $\times$ 12.5%

☐ 부가가치유발계수 = 기존계수(0.489473) $\times$ 12.5%

☐ 수입유발계수 : 수입유발효과는 다음의 국가경제 거시방정식에 따라 부가가치유발효과 만큼 감소된다.

최종 수요 = 부가가치 + 수입

= 소비 + 투자 + 수출

따라서, 수입유발계수는 별도로 조정하지 않고, 수입유발효과는 부가가치유발효과 만큼 감소되는 것으로 추정함

☐ 취업유발계수 = 기존계수(10.9명/10억원) $\times$ 12.5%

○ 상기의 과정을 통해 시나리오별로 분석된 산업연관효과에 대한 표를 요약하면 다음과 같음

「시나리오 및 연도별 산업연관효과 분석결과에 대한 표」

- ☐ 선형성장(선형적 증가: 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 산업연관효과 : <표 7-18>
- ☐ 선형성장(선형적 증가: 낙관적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 산업연관효과 : 표 생략
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가: 중립적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 산업연관효과 : <표 7-19>
- ☐ 로그형성장(로그형적 증가: 중립적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 산업연관효과 : 표 생략
- ☐ 무성장(증가세가 정지: 비관적 관점)시 국내업체 수주율 75% 경우의 산업연관효과 : <표 7-20>
- ☐ 무성장(증가세가 정지: 비관적 관점)시 국내업체 수주율 50% 경우의 산업연관효과 : 표 생략

<표 7-18> 시장의 성장유형과 수주율별 사업기여도를 고려한 산업연관효과 추정
: 선형성장시 75%수주율의 경우(2010년 불변가 기준) (단위: 백만원, 인)

편의 기간	년도	선형성장시 수주율별 국내수주액	사업기여도를 고려한 산업연관효과				비고
		(백만원) :불변가 (2010기준)	생산 유발효과 (+)	부가가치 유발효과 (+)	수입 유발효과 (-)	취업유발효과 :인/10억원 (+)	
			1.751318	0.489473	부가가치 유발효과 만큼 감소	10.9	산업연관계수
		75%	12.5%	12.5%		12.5%	사업기여도(%)
기준 연도	2010						
연구 기간	2011						
	2012						
	2013						
	2014						
	2015						
1	2016	6,000,000	1,313,489	367,105	-367,105	8,175	
2	2017	6,562,500	1,436,628	401,521	-401,521	8,941	
3	2018	7,125,000	1,559,768	435,937	-435,937	9,708	
4	2019	7,687,500	1,682,907	470,353	-470,353	10,474	
5	2020	8,250,000	1,806,047	504,769	-504,769	11,241	
6	2021	8,812,500	1,929,186	539,185	-539,185	12,007	
7	2022	9,375,000	2,052,326	573,601	-573,601	12,773	
8	2023	9,937,500	2,175,465	608,017	-608,017	13,540	
9	2024	10,500,000	2,298,605	642,433	-642,433	14,306	
10	2025	11,062,500	2,421,744	676,849	-676,849	15,073	
11	2026	11,625,000	2,544,884	711,265	-711,265	15,839	
12	2027	12,187,500	2,668,024	745,682	-745,682	16,605	
13	2028	12,750,000	2,791,163	780,098	-780,098	17,372	
14	2029	13,312,500	2,914,303	814,514	-814,514	18,138	
15	2030	13,875,000	3,037,442	848,930	-848,930	18,905	
16	2031	14,437,500	3,160,582	883,346	-883,346	19,671	
17	2032	15,000,000	3,283,721	917,762	-917,762	20,438	
18	2033	15,562,500	3,406,861	952,178	-952,178	21,204	
19	2034	16,125,000	3,530,000	986,594	-986,594	21,970	
20	2035	16,687,500	3,653,140	1,021,010	-1,021,010	22,737	
계		226,875,000	49,666,284	13,881,148	-13,881,148	309,117	

<표 7-19> 시장의 성장유형과 수주율별 사업기여도를 고려한 산업연관효과 추정
 : 로그형성장시 75%수주율의 경우(2010년 불변가 기준) (단위: 백만원, 인)

편의 기간	년도	로그형성장시 수주율별 국내수주액	사업기여도를 고려한 산업연관효과				비고
		(백만원) :불변가 (2010기준)	생산유발 효과 (+)	부가가치 유발효과 (+)	수입유발 효과 (-)	취업유발효과 :인/10억원 (+)	
			1.751318	0.489473	부가가치 유발효과 만큼 감소	10.9	산업연관계수
		75%	12.5%	12.5%		12.5%	사업기여도(%)
기준 연도	2010						
연구 기간	2011						
	2012						
	2013						
	2014						
	2015						
1	2016	6,295,069	1,378,083	385,158	-385,158	8,577	
2	2017	6,525,000	1,428,419	399,226	-399,226	8,890	
3	2018	6,732,998	1,473,953	411,953	-411,953	9,174	
4	2019	6,922,886	1,515,522	423,571	-423,571	9,432	
5	2020	7,097,565	1,553,762	434,258	-434,258	9,670	
6	2021	7,259,293	1,589,166	444,154	-444,154	9,891	
7	2022	7,409,859	1,622,127	453,366	-453,366	10,096	
8	2023	7,550,703	1,652,960	461,983	-461,983	10,288	
9	2024	7,683,006	1,681,923	470,078	-470,078	10,468	
10	2025	7,807,744	1,709,230	477,710	-477,710	10,638	
11	2026	7,925,737	1,735,061	484,929	-484,929	10,799	
12	2027	8,037,676	1,759,566	491,778	-491,778	10,951	
13	2028	8,144,152	1,782,875	498,293	-498,293	11,096	
14	2029	8,245,674	1,805,100	504,504	-504,504	11,235	
15	2030	8,342,682	1,826,336	510,440	-510,440	11,367	
16	2031	8,435,561	1,846,669	516,122	-516,122	11,493	
17	2032	8,524,649	1,866,171	521,573	-521,573	11,615	
18	2033	8,610,241	1,884,909	526,810	-526,810	11,731	
19	2034	8,692,603	1,902,939	531,849	-531,849	11,844	
20	2035	8,771,969	1,920,313	536,705	-536,705	11,952	
계		155,015,067	33,935,085	9,484,461	-9,484,461	211,208	

<표 7-20> 시장의 성장유형과 수주율별 사업기여도를 고려한 산업연관효과 추정
 : 무성장시 75%수주율의 경우(2010년 불변가 기준) (단위: 백만원, 인)

편의 기간	년도	무성장시 수주율별 국내수주액	사업기여도를 고려한 산업연관효과				비고
		(백만원) :불변가 (2010기준)	생산유발 효과 (+)	부가가치 유발효과 (+)	수입유발 효과 (-)	취업유발효과 :인/10억원 (+)	
			1.751318	0.489473	부가가치 유발효과 만큼 감소	10.9	산업연관계수
		75%	12.5%	12.5%		12.5%	사업기여도(%)
기준 연도	2010						
연구 기간	2011						
	2012						
	2013						
	2014						
	2015						
1	2016	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
2	2017	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
3	2018	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
4	2019	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
5	2020	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
6	2021	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
7	2022	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
8	2023	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
9	2024	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
10	2025	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
11	2026	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
12	2027	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
13	2028	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
14	2029	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
15	2030	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
16	2031	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
17	2032	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
18	2033	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
19	2034	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
20	2035	3,900,000	853,768	238,618	-238,618	5,314	
계		78,000,000	17,075,351	4,772,362	-4,772,362	106,275	

- 본 사업의 연구개발결과에 의한 20년간의 산업연관효과 분석결과를 종합 정리하면 다음의 <표 7-21>과 같음

<표 7-21> 본 사업단의 연구개발결과에 따른 산업연관효과 분석결과 종합
(사업단 기여도 = 50%×25% = 12.5%의 경우) : 20년간 총계 (단위: 백만원, 인)

구분	산업연관분석 결과					
	선형성장시		로그형성장시		무성장시	
	75% 수주율	50% 수주율	75% 수주율	50% 수주율	75% 수주율	50% 수주율
생산 유발효과	49,666,284	33,110,856	33,935,085	22,623,390	17,075,351	11,383,567
부가가치 유발효과	13,881,148	9,254,099	9,484,461	6,322,974	4,772,362	3,181,575
수입 유발효과	-13,881,148	-9,254,099	-9,484,461	-6,322,974	-4,772,362	-3,181,575
취업 유발효과(인)	309,117	206,078	211,208	140,805	106,275	70,850

< 생산유발효과 >

- 본 분석에서 생산유발효과란 본 사업의 연구활동 결과에 의해 산업적으로는 기술대체효과가 생기고, 그 결과에 의해 국가산업에 파생된 증가된 만큼의 생산액의 변화효과이다.
- 국내업체 수주율 75%인 경우에 있어서 20년간
- 선형성장(선형적 증가 : 낙관적 관점)시의 생산유발효과는 49,666,284백만원으로 추정됨
 - 로그형성장(로그형적 증가 : 중립적 관점)시 생산유발효과는 33,935,085백만원으로 추정됨
 - 무성장(증가세가 정지 : 비관적 관점)시 생산유발효과는 17,075,351백만원으로 추정됨

< 부가가치유발효과 >

- ☐ 본 분석에서 부가가치유발효과란 본 사업의 연구활동 결과에 의해 산업적으로는 기술대체효과가 생기고, 그 결과에 의해 국가산업에 파생된 증가된 만큼의 부가가치액의 변화효과임
- ☐ 국내업체 수주율 75%인 경우에 있어서 20년간
 - 선형성장(선형적 증가 : 낙관적 관점)시 부가가치유발효과는 13,881,148백만원으로 추정됨
 - 로그형성장(로그형적 증가 : 중립적 관점)시 부가가치유발효과는 9,484,461백만원으로 추정됨
 - 무성장(증가세가 정지 : 비관적 관점)시 부가가치유발효과는 4,772,362백만원으로 추정됨

< 수입유발효과 >

- ☐ 본 분석에서 수입유발효과란 본 사업의 연구활동 결과에 의해 산업적으로는 기술대체효과가 생기고, 그 결과에 의해 국가산업에 파생된 감소된 만큼의 수입유발액의 변화효과임
- 수입유발효과는 다음의 국가경제 거시방정식에 따라 부가가치유발효과 만큼 감소하게 됨

$$\text{최종수요} = \text{부가가치} + \text{수입}$$
- 따라서 수입유발액은 부가가치유발액 만큼 감소되는 것으로 추정됨
- ☐ 국내업체 수주율 75%인 경우에 있어서 20년간
 - 선형성장(선형적 증가 : 낙관적 관점)시의 수입감소효과(마이너스 수입유발효과)는 13,881,148백만원으로 추정됨
 - 로그형성장(로그형적 증가 : 중립적 관점)시 수입감소효과(마이너스 수입유발효과)는 9,484,461백만원으로 추정됨
 - 무성장(증가세가 정지 : 비관적 관점)시 수입감소효과(마이너스 수입유발효과)는 4,772,362백만원으로 추정됨

< 취업창출효과 >

- ☐ 본 분석에서 취업창출효과란 본 사업의 연구활동 결과에 의해 산업적으로는 기술대체효과가 생기고, 그 결과에 의해 국가산업에 파생된 증가된 만큼의 취업창출인력의 변화효과임
- ☐ 국내업체 수주율 75%인 경우에 있어서 20년간
 - 선형성장(선형적 증가 : 낙관적 관점)시의 취업창출효과(인)는 총 연인원 (Total Man-year)으로 309,117인으로 추정됨
 - 로그형성장(로그형적 증가 : 중립적 관점)시 취업창출효과(인)는 총 연인원 (Total Man-year)으로 211,208인으로 추정됨
 - 무성장(증가세가 정지 : 비관적 관점)시 취업창출효과(인)는 총 연인원(Total Man-year)으로 106,275인으로 추정됨

(6) 종합분석 : 결과해석 및 시사점

- 상기의 분야별 산업연간분석 결과를 종합해보면, LNG-FPSO 사업의 한국경제 전반에 대한 파급효과는 실로 막대하다고 평가할 수 있음. 이는 산업연관효과 측면에서도 본 사업의 필요성과 시급성이 충분한 것을 나타냄

라. 과학기술적 파급효과 분석

(1) 파급효과 분석 기준

- 파급효과의 분석 기준은 크게 과학기술적 연구성과 향상, 기술개발 역량 향상, 사회·경제적 파급효과 증대로 분류하여 각각의 성과지표에 따른 성과를 정량적으로 제시하고 그에 따른 목표치를 분석함
- 사업 수행을 통하여 각 성과지표가 목표치에 도달하는 경우의 수를 목표치와 가중치(0~1)를 적용하여 성과치를 제시함

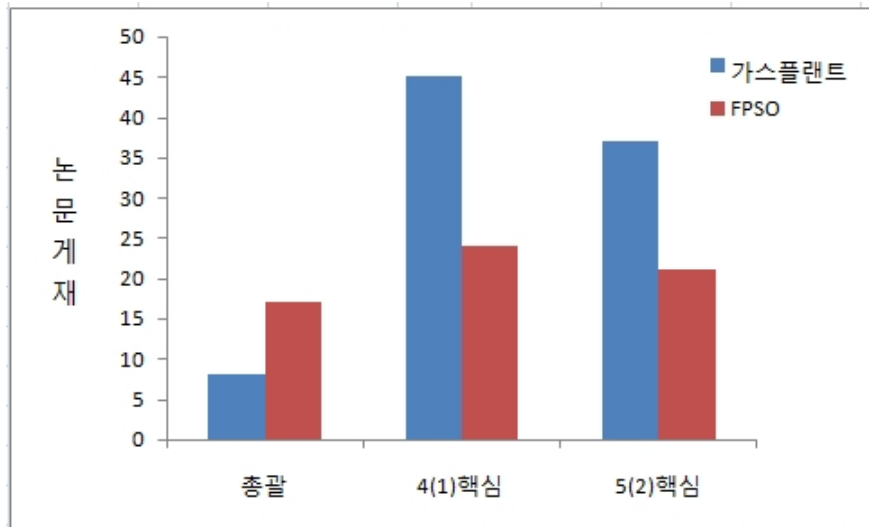
(2) 과학기술적 연구성과 향상 분석

- 과학기술적 연구성과 향상은 학술지 논문 게재, 특허 출원, 학술회 발표로 구분하여 분석함

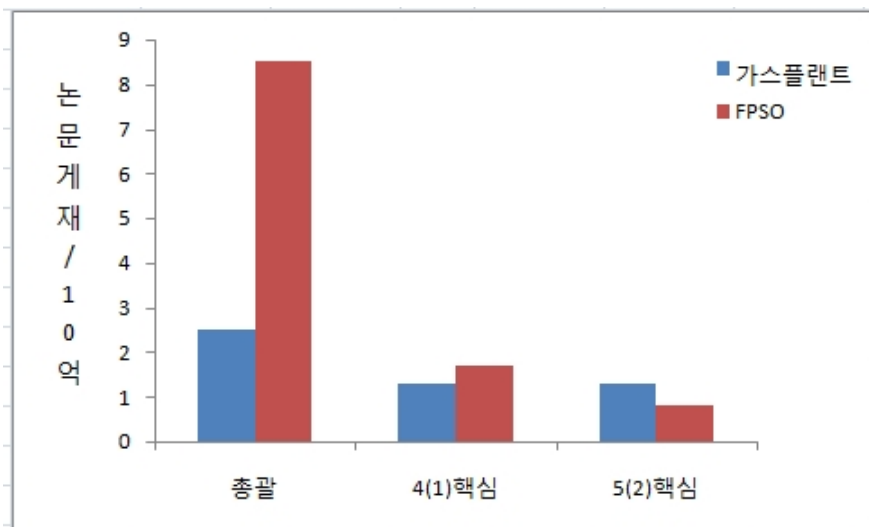
<표 7-22> 과학기술적 연구성과 향상 분석

목표	성과지표		측정방법	목표치	가중치
과학기술적 연구성과 향상	1-1	학술지 논문	논문 수	62	0.05
	1-2	특허 출원	출원 수	35	0.10
	1-3	학술회 발표	발표 수	65	0.05

- 핵심과제별 학술지 논문 게재는 총 62건으로 LNG플랜트사업보다 적으나 핵심과제별 10억원당 논문 게재는 총괄과제는 8을 넘어 우수하고 핵심4, 5과제는 비슷한 수준임
 - 핵심과제별 학술지 논문 게재 및 학술회 발표 분석
 - 핵심4과제는 총 127건 중 68건으로 53% 수준
 - 핵심5과제는 총 127건 중 49건으로 39% 수준
 - 10억원당 학술지 논문 게재와 학술회 발표 분석
 - 핵심4과제는 4.9로 전체 논문 수인 2.9 수준보다 상회함
 - 핵심5과제는 1.9로 전체 논문 수인 2.9 수준보다 약간 부족함

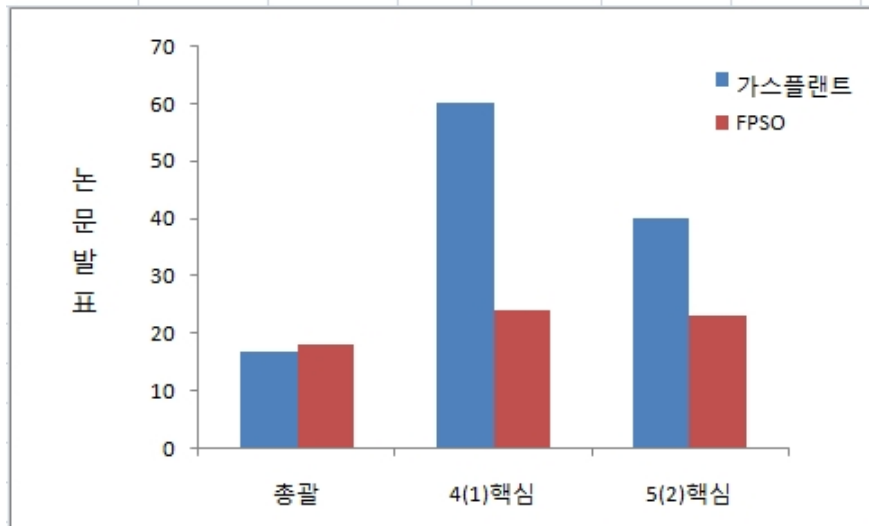


[그림 7.11] 핵심과제별 논문게재 목표

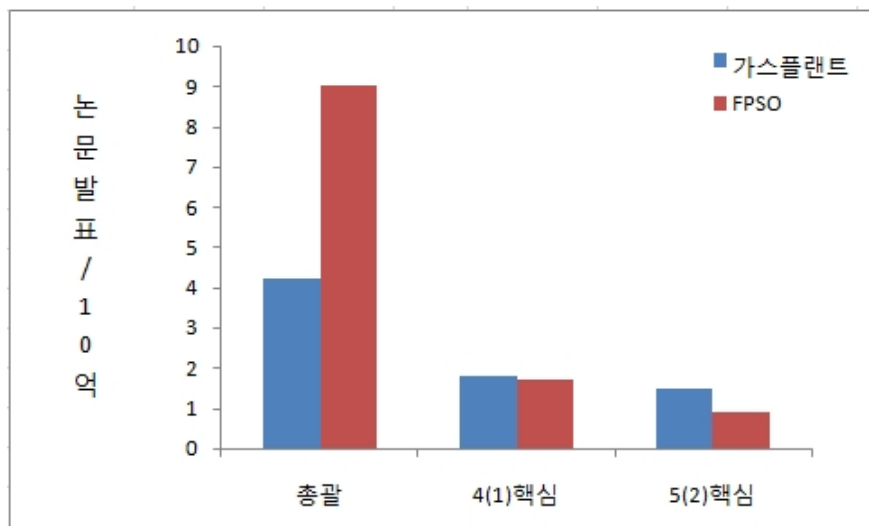


[그림 7.12] 핵심과제별 10억원당 논문게재 목표

- 핵심과제별 학술회 논문 발표는 총 65건으로 LNG플랜트사업보다 적으나, 핵심과제별 10억원당 학술회 논문 발표는 총괄과제는 우수하고 핵심4, 5과제는 LNG플랜트사업과 비슷한 수준임



[그림 7.13] 핵심과제별 학술발표 목표

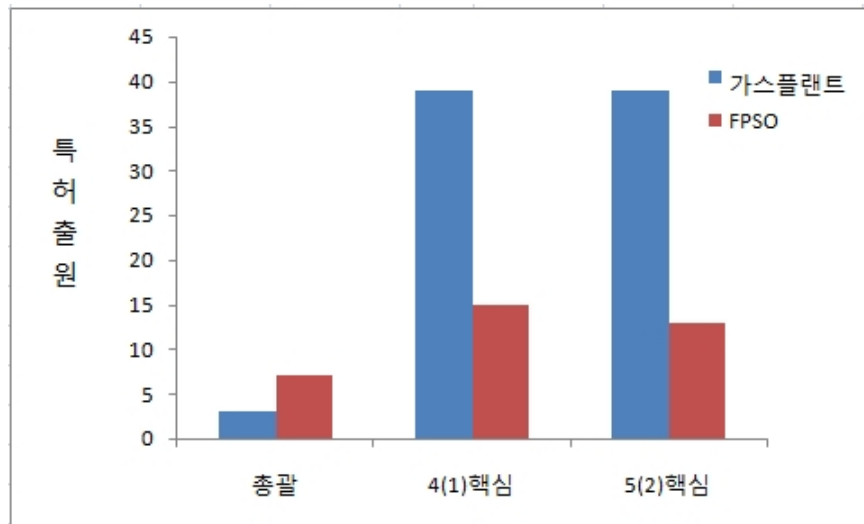


[그림 7.14] 핵심과제별 10억원당 학술발표 목표

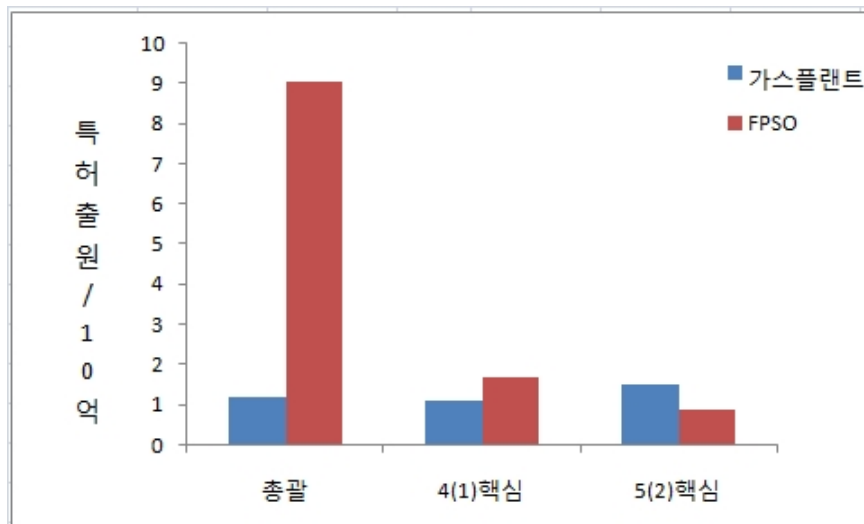
○ 특허 출현은 총 35건으로 LNG플랜트사업보다 적으나, 핵심 과제별 10억원당 특허 출원은 총괄 과제는 우수하고 핵심4,5과제는 LNG플랜트사업과 비슷한 수준임

- 핵심과제별 10억당 특허 출원 분석

- 핵심4과제는 0.65 수준임
- 핵심5과제는 0.61 수준임



[그림 7.15] 핵심과제별 특허출원 목표



[그림 7.16] 핵심과제별 10억원당 특허출원 목표

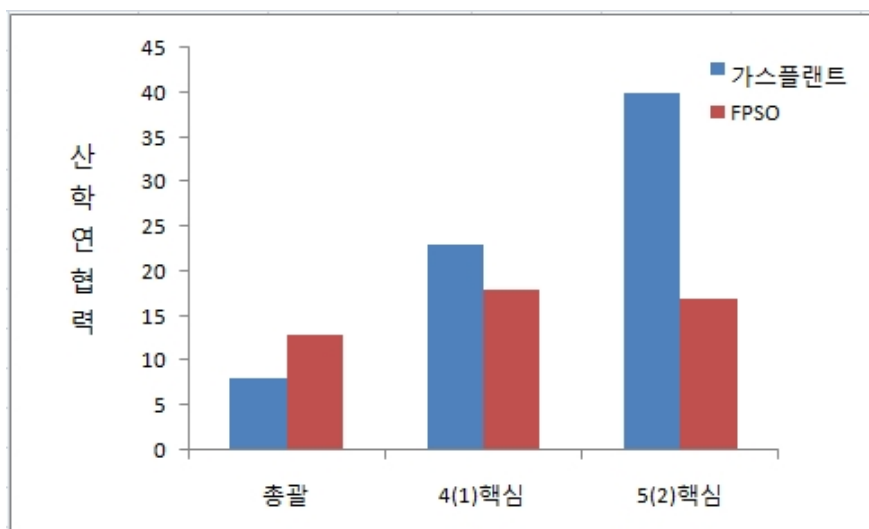
(3) 기술개발 역량 향상 분석

- 기술개발 역량 향상은 산학연 협력 활동, 연구보고서, 테스트베드 체계 구축, 산학연 기술지원, 기술단계화, 해외 현장 조사로 구분하여 분석함

<표 7-23>> 기술개발 역량 향상 분석

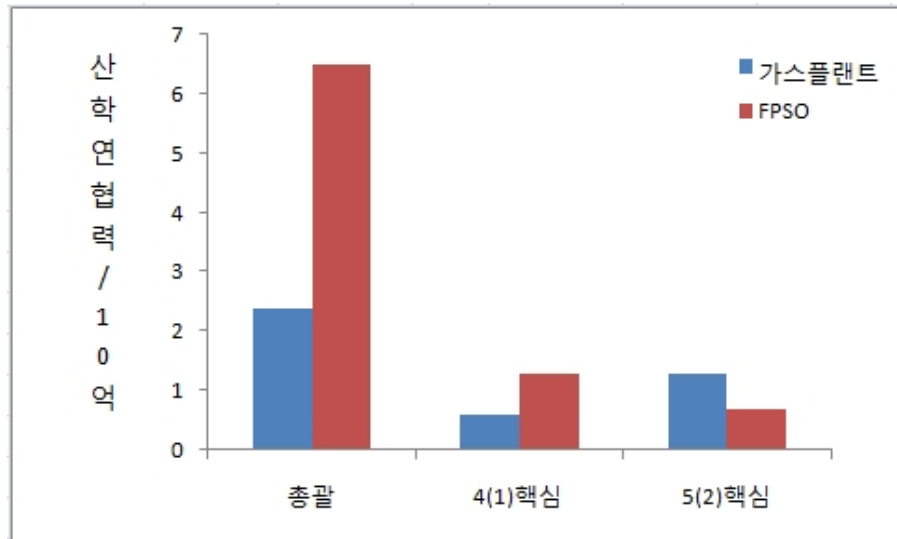
성과목표	성과지표		측정방법	최종 목표치	가중치 (0~1)
기술개발 역량 향상	2-1	산학연 협력	활동 건수	48	0.02
	2-2	연구보고서	보고서	32	0.03
	2-2	테스트베드	성과건수	9	0.03
	2-3	산학연 기술지원	활동 건수	36	0.03
	2-4	기술단계화	활동건수	4	0.02
	2-5	해외 현장조사	활동 건수	29	0.02

- 기술개발 역량 향상 분석에서는 각 성과지표의 최종 목표치가 고르게 나타나고 있으며, 산학연 기술지원 및 기술 단계화에 기여도가 높은 것으로 분석됨
- 기술개발 역량 향상 분야 연구성과는 핵심4, 5과제가 고르게 나타남
 - 핵심4과제는 총 72건, 10억원당 5.5건 수준
 - 핵심5과제는 총 71건, 10억원당 2.7건 수준



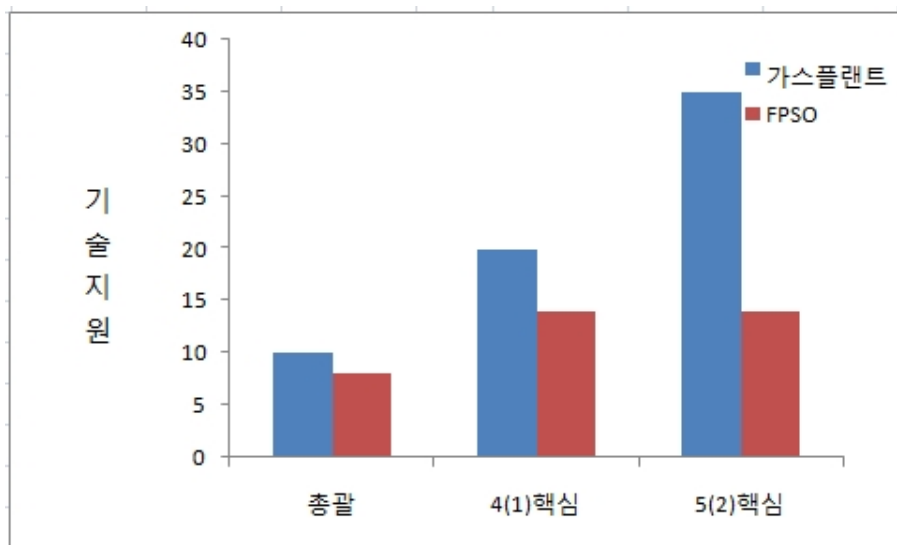
[그림 7.17] 핵심과제별 산학연 협력 목표

- 핵심과제별 산학연 협력은 총괄과제 13건, 핵심4과제 18건, 핵심5과제 17건으로 목표치가 설정되어 있으며, 10억원당 산학연 협력은 LNG플랜트사업과 유사한 목표치를 나타내고 있음

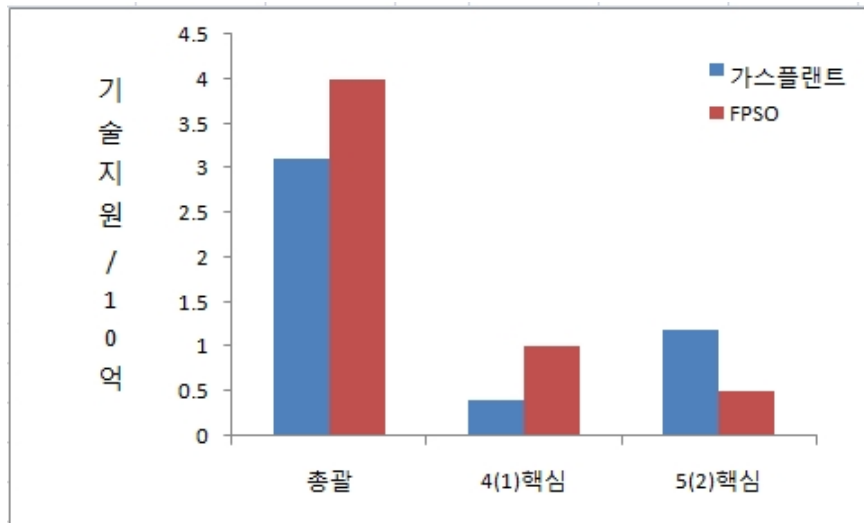


[그림 7.18] 핵심과제별 10억당 산학연 협력 목표

- 핵심과제별 산학연 기술지원은 총괄 8건, 4단계 14건, 5단계 14건으로 목표가 설정되어 있으며, 10억원당 기술지원 목표는 LNG플랜트사업과 유사한 목표치를 나타내고 있음



[그림 7.19] 핵심과제별 기술지원 목표



[그림 7.20] 핵심과제별 10억당 기술지원 목표

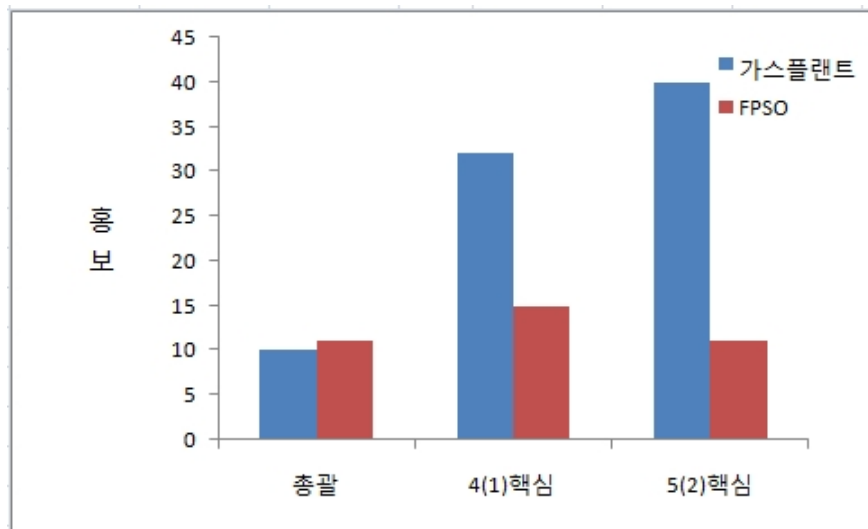
(4) 사회·경제적 파급효과 분석

- 사회·경제적 파급효과 증대는 연구개발 홍보, 기술 확산 교류로 구분하여 분석함
 - 연구개발 홍보는 최종 목표치가 37건이며, 기술확산 교류는 36건임
- 10억원당 연구개발 홍보 및 기술확산 교류는 핵심4과제 2.2건, 핵심5과제 1.2건으로 분석됨

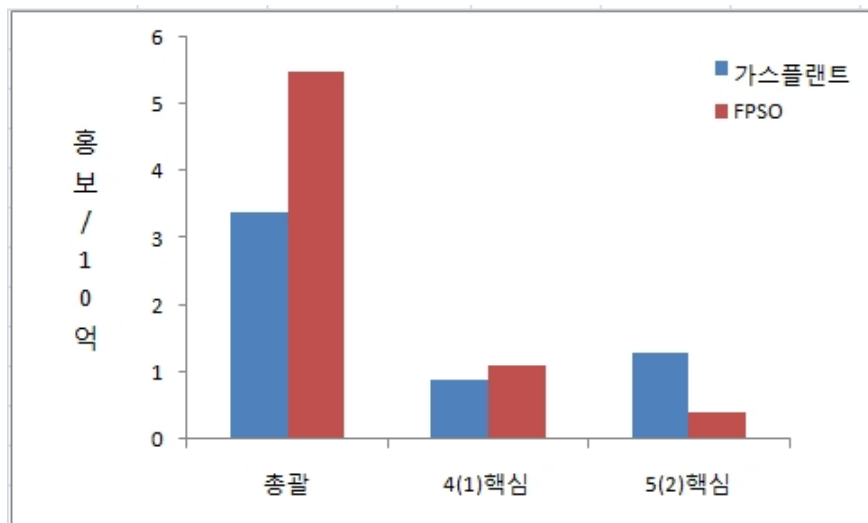
<표 7-24> 사회·경제적 파급효과 분석

성과목표	성과지표		측정방법	최종 목표치	가중치 (0~1)
사회·경제적 파급효과 증대	3-1	연구개발 홍보	활동 건수	37	0.07
	3-2	기술확산 교류	활동 건수	36	0.03

○ 핵심과제별 홍보는 LNG플랜트사업과 유사한 목표치를 나타내고 있음

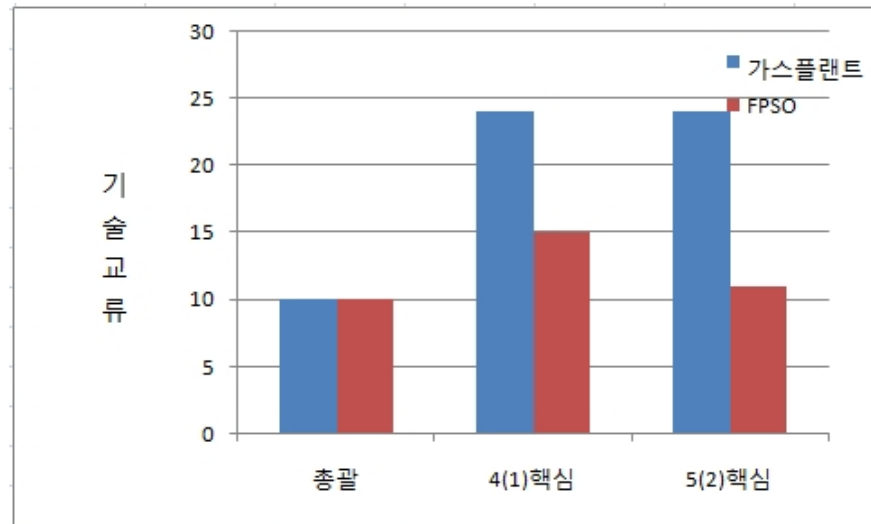


[그림 7.21] 핵심과제별 홍보 목표

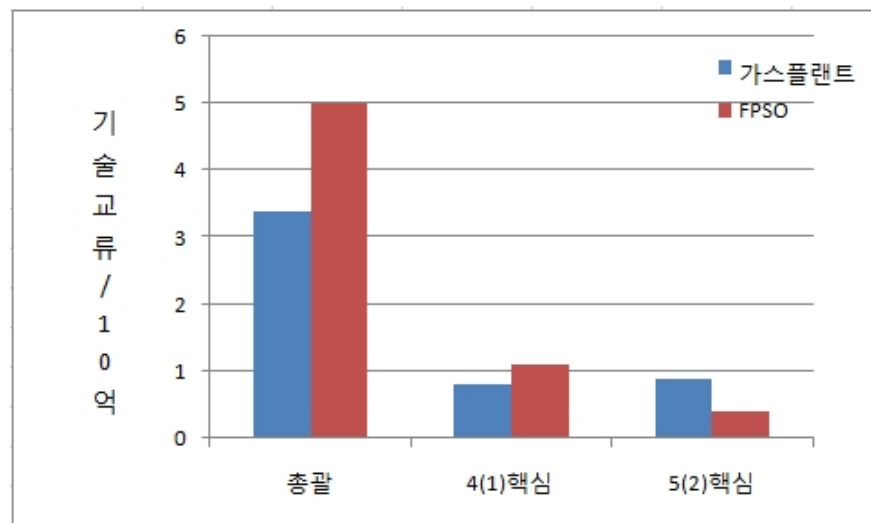


[그림 7.22] 핵심과제별 10억당 홍보 목표

- 핵심과제별 기술 확산을 위한 상호교류는 핵심4과제에서 높게 나타나고, 핵심과제별 10억원당 기술 확산을 위한 상호 기술교류는 총괄과제에서 높게 나타남. LNG 플랜트사업과 비교하면 기술 상호 교류는 유사한 결과를 나타내고 있음



[그림 7.23] 핵심과제별 상호 기술교류 목표



[그림 7.24] 핵심과제별 10억원당 상호 기술교류 목표

8

소요예산 적정성 검토

- 가. 소요예산의 적정성 검토 및 편성 기준
- 나. LNG-FPSO 사업 전체 예산
- 다. 총괄과제 예산
- 라. 핵심4과제 예산
- 마. 핵심5과제 예산
- 바. 운영비

8. 소요예산 적정성 검토

가. 소요예산의 적정성 검토 및 편성 기준

- 본 사업은 대규모 예산(정부출연금 290억원, 민간부담금 140억원)이 투입되는 연구개발 사업으로 소요예산의 명확한 산출 근거를 제시하고 관련 규정 범위에서 산출되었는지 검토함
 - 사업의 특성상 실용화 성격이므로 이에 적합한 정부출연금과 민간부담금의 비율을 검토하고 실질적으로 핵심 기술개발에 소요되는지 검토함
- 소요예산은 관련 규정 및 지침에 의거하여 편성하고 적정성과 적합성을 검토함
 - 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 및 동 시행규칙
 - 국토해양부 소관 연구개발사업 운영규정(개정 2009. 2. 11) 및 동 관리지침(제정 2009. 6. 30)
 - 건설교통기술연구개발사업단과제 관리지침(개정 2009. 12. 14)
- 소요예산의 비목은 인건비, 직접비, 위탁연구개발비, 간접비로 구성함
 - 소요예산 산정시 LNG플랜트사업단 상세기획과 핵심1, 2, 3과제의 예산 계획 및 집행을 고려하여 산정함
 - 특히, 테스트베드 소요예산은 핵심3과제의 테스트베드 설계 및 건설을 토대로 산정함

「소요예산 편성기준」

- ☐ 인건비(내·외부인건비) : 일반적 단일과제 기준으로 각 세부과제별 예산 대비 인력 검토
- ☐ 직접비(연구장비·재료비, 연구활동비, 연구수당)
 - 기자재/시작품/재료비(실소요 경비) : 각 세부과제별로 투입되는 수량의 적절성과 추정 비용에 대한 연구진 및 전문가의 검토
 - 수용비, 연구활동비, 기술정보비 : 관련 규정에 따름
 - 여비 : 전체 연구비의 10% 이내
 - 기술정보 활동비 : 10% 이내(과제 특성에 따라 조정)
 - 과제관리비 : (인건비 × 3%) 이내
 - 연구수당 : (인건비 × 20%) 이내
- ☐ 위탁연구개발비 : (인건비 + 직접비) × 40% 이내
- ☐ 간접비(인력지원비, 연구지원비, 성과활용지원비) : (인건비 + 직접비) × 17% 이내
 - ※ “국토해양부 소관 연구개발사업 운영규정” 중 간접비율이 고시되지 아니한 기관의 간접비율 적용

나. LNG-FPSO 사업 전체 예산

- 본 사업의 전체 예산은 430억원으로 정부출연금은 290억원, 민간부담금은 140억원이며, 그 중 정부출연금은 67.4%, 민간부담금은 32.6%를 차지함
- 전체 예산은 1단계 41.14억원(9.57%), 2단계 168.17억원(39.11%), 3단계 220.68억원(51.32%)으로 단계별로 편성함
- 본 사업의 전체 예산 중 인건비와 직접사업비가 차지하는 비중은 89.7%임
- 인건비 35.58%, 직접사업비 54.11%, 간접사업비 6.23%, 위탁사업비 4.08%임

<표 8-1> 단계별/연차별 예산

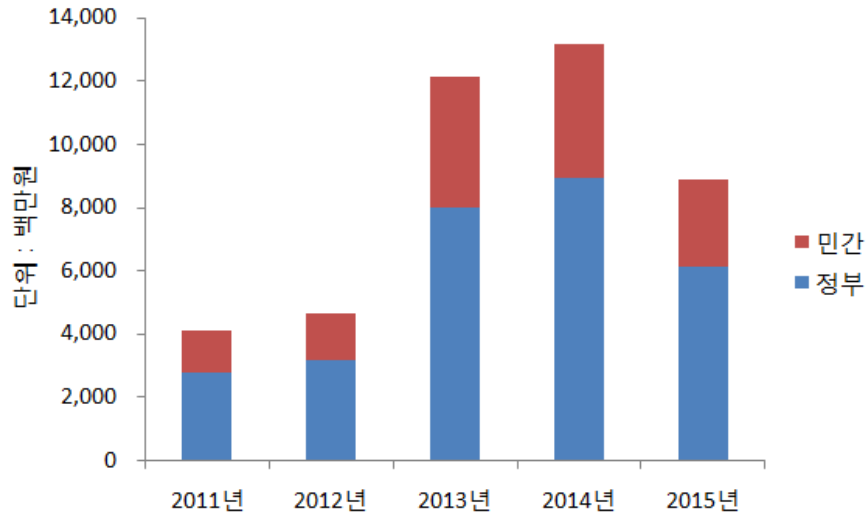
(단위 : 백만원)

구분		총괄	핵심4	핵심5	운영비	계
1단계	1차년도	300	2,890	924	0	4,114
2단계	2차년도	400	2,714	1,540	0	4,654
	3차년도	300	2,816	9,047	0	12,163
3단계	4차년도	500	2,778	9,416	500	13,194
	5차년도	500	2,648	5,227	500	8,875
합계		2,000	13,846	26,154	1,000	43,000

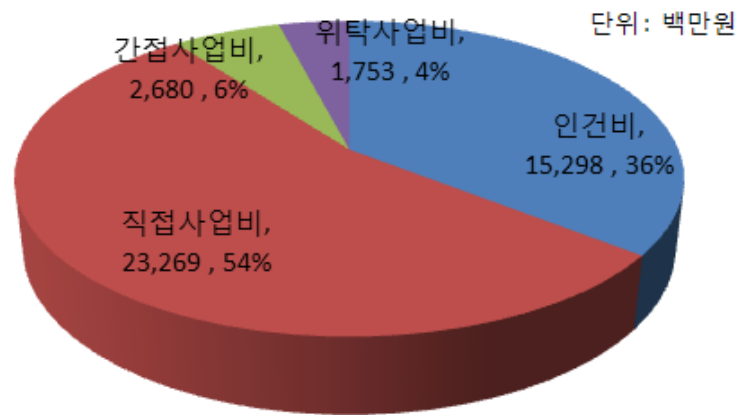
<표 8-2> 핵심과제 비목별 예산내역

(단위 : 백만원)

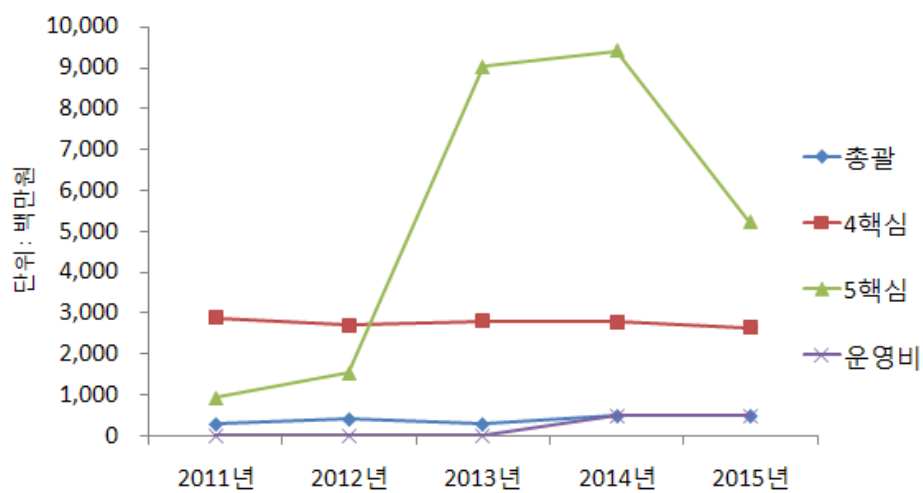
구분		총괄	핵심4	핵심5	운영비	계
소요 예산	인건비	696	5,281	8,704	617	15,298
	직접사업비	1,223	6,183	15,530	333	23,269
	간접사업비	81	1,332	1,217	50	2,680
	위탁사업비	0	1,050	703	0	1,753
합계		2,000	13,846	26,154	1,000	43,000
재원	정부	2,000	9,000	17,000	1,000	29,000
조달	민간	0	4,846	9,154	0	14,000
합계		2,000	13,846	26,154	1,000	43,000



[그림 8.1] LNG-FPSO 사업 재원 구성



[그림 8.2] LNG-FPSO 사업 비목별 예산



[그림 8.3] LNG-FPSO 사업 연차별 예산추세

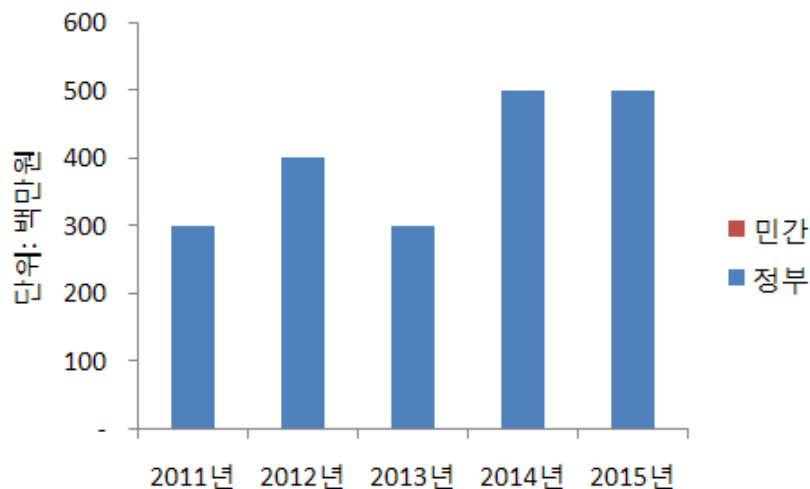
다. 총괄과제 예산

- 총괄과제 예산은 5년간 총 20억원으로 LNG-FPSO 개발기술의 테스트베드 통합 적용을 위한 기술체계 및 해외시장 진출을 위한 사업모델 개발을 최종 목표로 함
 - 총괄과제 예산은 1단계 3억원(15%), 2단계 7억원(35%), 3단계 10억원(50%) 임
- 총괄과제는 연구수행의 특성상 전액 정부출연금에 의하여 운영되며, 예산 비목 구성은 인건비 35%, 직접사업비 61%, 간접사업비 4%를 차지함
- 총괄과제 예산내역은 다음과 같음
 - 총괄 세부1과제(0-1) 예산은 5년간 총 12억원으로 LNG-FPSO 테스트베드 통합적용 기술체계 및 운영기술 개발 과제를 추진함
 - 총괄 세부2과제(0-2) 예산은 5년간 예산은 총 8억원으로 해양가스전 조사분석 및 LNG-FPSO 사업모델개발 과제를 추진함

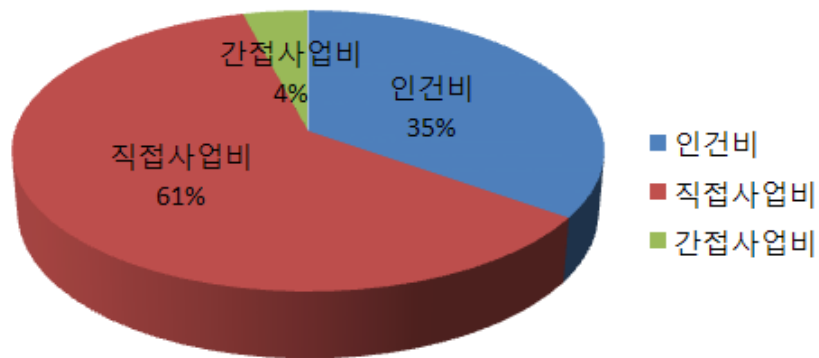
<표 8-3> 총괄과제 예산

(단위 : 백만원)

핵심과제	과제 번호	세부과제	정부	민간		계
				현금	현물	
총괄	0-1	테스트베드 통합적용을 위한 기술체계 및 운영기술 개발	1,200	0	0	1,200
	0-2	해외시장 진출을 위한 사업모델 개발	800	0	0	800
	계		2,000	0	0	2,000



[그림 8.4] 총괄과제 예산 재원



[그림 8.5] 총괄과제 비목별 예산

<표 8-4> 총괄과제 비목별, 연차별 예산

(단위 : 백만원)

구분		1단계		2단계		3단계	계
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
소요 예산	인건비	104	139	104	174	175	696
	직접사업비	184	245	184	305	305	1,223
	간접사업비	12	16	12	21	20	81
	위탁사업비	0	0	0	0	0	0
합계		300	400	300	500	500	2,000
재원 조달	정부	300	400	300	500	500	2,000
	민간	0	0	0	0	0	0
합계		300	400	300	500	500	2,000

○ 총괄, 세부1과제(0-1) 상세예산 및 산정내역

<표 8-5> 총괄, 세부1과제(0-1) 비목별, 연차별 예산내역

(단위 : 백만원)

구분		1단계	2단계		3단계		계
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
소요 예산	인건비	52	87	52	122	105	418
	직접사업비	92	153	92	213	183	733
	간접사업비	6	10	6	15	12	49
	위탁사업비	0		0	0	0	0
합계		150	250	150	350	300	1,200
재원 조달	정부	150	250	150	350	300	1,200
	민간	0	0	0	0	0	0
합계		150	250	150	350	300	1,200

<표 8-6> 총괄, 세부1과제(0-1) 예산 산정내역

(단위 : 백만원)

구분		품명	금액
인건비		연구원(책임,선임,원) 기술원(특급,고급,중급) 위촉연구원	418
직접비	기자재	컴퓨터, 사무용 S/W	147
	재료비		223
	시작품		
	기타	여비, 수송비, 기술정보활동비, 연구활동비 등	363
	소 계		733
위탁연구비			0
간접비		간접경비, 연구개발준비금 등	49
합 계			1,200

○ 총괄, 세부2과제(0-2) 상세예산 및 산정내역

<표 8-7> 총괄 세부2과제(0-2) 비목별, 연차별 예산내역

(단위 : 백만원)

구분		1단계	2단계		3단계		계
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
소요 예산	인건비	52	52	52	52	70	278
	직접사업비	92	92	92	92	122	490
	간접사업비	6	6	6	6	8	32
	위탁사업비	0	0	0	0	0	0
합계		150	150	150	150	200	800
재원 조달	정부	150	150	150	150	200	800
	민간	0	0	0	0	0	0
합계		150	150	150	150	200	800

<표 8-8> 총괄 세부2과제(0-2) 예산 산정내역

(단위 : 백만원)

구분		품명	금액
인건비		연구원(책임,선임,원) 기술원(특급,고급,중급) 위촉연구원	278
직접비	기자재	컴퓨터 , 사무용 S/W	98
	재료비		171
	시작품		
	기타	여비, 수용비, 기술정보활동비, 연구활동비 등	221
	소 계		490
위탁연구비			0
간접비		간접경비, 연구개발준비금 등	32
합 계			800

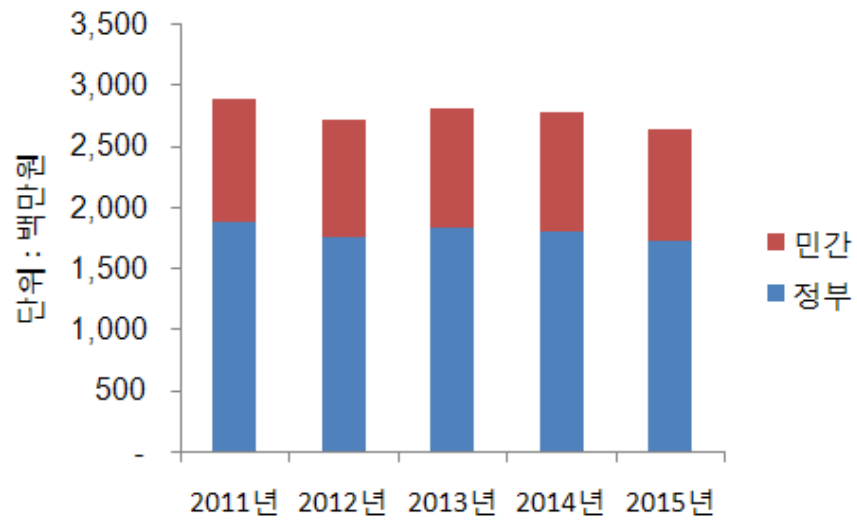
라. 핵심4과제 예산

- 핵심4과제 예산은 5년간 총 139억원으로 LNG-FPSO 공정 응용기술 개발을 최종 목표로 함
 - 핵심4과제 예산은 1단계 28.9억원(20.9%), 3단계 55.3억원(39.9%), 3단계 54.26억원(39.2%)으로 편성함
- 핵심4과제는 중소기업 규모의 기업체와 산학연 연구를 수행하는 것을 기준으로 해당 예산의 35% 수준에서 민간부담금을 편성함
- 핵심4과제는 기반기술, 핵심기술에 대한 집약적 연구 수행으로 간접비 비율을 최소화 하였으며, 예산 비목 구성은 인건비 38%, 직접사업비 47%, 간접사업비 10%, 위탁사업비 7%를 차지함
- 핵심4과제 예산내역은 다음과 같음
 - 세부1과제(4-1) 예산은 5년간 총 76.9억원으로 LNG-FPSO 공정 최적설계기술 개발을 추진함
 - 세부2과제(4-2) 예산은 5년간 총 30.7억원으로 천연가스 해상 전처리기술 개발을 추진함
 - 세부3과제(4-3)는 예산은 5년간 총 30.8억원으로 LNG-FPSO 안전설계 및 신뢰성 공학기술 개발을 추진함

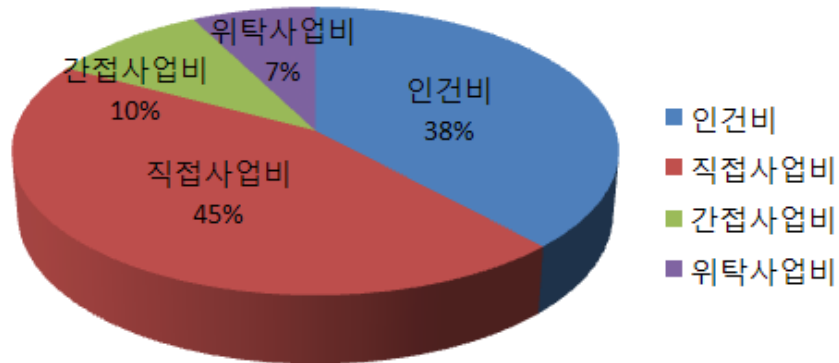
<표 8-9> 핵심4과제 예산

(단위 : 백만원)

구분		1단계	2단계		3단계		계
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
소요 예산	인건비	1,056	1,020	1,056	1,056	1,093	5,281
	직접사업비	1,315	1,187	1,241	1,203	1,237	6,183
	간접사업비	269	257	269	269	268	1,332
	위탁사업비	250	250	250	250	50	1,050
합계		2,890	2,714	2,816	2,778	2,648	13,846
재원 조달	정부	1,879	1,763	1,830	1,806	1,722	9,000
	민간	1,011	951	986	972	926	4,846
합계		2,890	2,714	2,816	2,778	2,648	13,846



[그림 8.6] 핵심4과제 예산 재원



[그림 8.7] 핵심4과제 비목별 예산

○ 핵심4과제, 세부1과제(4-1) 상세예산 및 산정내역

<표 8-10> 핵심4과제, 세부1과제(4-1) 예산

(단위 : 백만원)

핵심과제	과제 번호	세부과제	정부	민간		계
				현금	현물	
LNG-FPSO 공정응용 기술개발	4-1	LNG-FPSO 공정 최적 설계기술 개발	3,500	264	1,621	5,385
	4-1-1	LNG-FPSO 공정 최적화 기술 개발				
	4-1-2	LNG-FPSO 회전기기 최적화 기술 개발	1,500	113	695	2,308
	계		5,000	377	2,315	7,692

<표 8-11> 핵심4과제, 세부1과제(4-1) 비목별, 연차별 예산내역

(단위 : 백만원)

구분			1단계	2단계		3단계		계
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
소요 예산	인건비		651	651	651	651	651	3,255
	직접사업비		720	665	646	608	568	3,207
	간접사업비		88	88	88	88	78	430
	위탁사업비		200	200	200	200	0	800
합계			1,659	1,604	1,585	1,547	1,297	7,692
재원 조달	정부		1,079	1,043	1,030	1,006	842	5,000
	민간	현금	83	81	80	78	65	387
		현물	497	480	475	463	390	2,305
합계			1,659	1,604	1,585	1,547	1,297	7,692

<표 8-12> 핵심4과제, 세부1과제(4-1) 예산 산정내역

(단위 : 백만원)

구분		품명	금액
인건비		연구원(책임,선임,원) 기술원(특급,고급,중급) 위촉연구원	3,255
직접비	기자재	공정해석 S/W 열교환기 S/W 컴퓨터 공정설계 최적화 S/W 노트북 사무용 S/W 공정 해석 시스템(워크스테이션)	1,650
	재료비		
	시작품		
	기타	여비, 수용비, 기술정보활동비, 연구활동비 등	1,557
	소 계		3,207
위탁연구비			800
간접비		간접경비, 연구개발준비금 등	430
합 계			7,692

○ 핵심4과제, 세부2과제(4-2) 상세예산 및 산정내역

<표 8-13> 핵심4과제, 세부2과제(4-2) 예산

(단위 : 백만원)

핵심과제	과제 번호	세부과제	정부	민간		계
				현금	현물	
LNG-FPSO 공정응용 기술개발	4-2	천연가스 해상 전처리기술 개발	2,000	148	926	3,074
		계	2,000	148	926	3,074

<표 8-14> 핵심4과제, 세부2과제(4-2) 비목별, 연차별 예산내역

(단위 : 백만원)

구분		1단계	2단계		3단계		계	
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
소요 예산	인건비	185	149	185	185	222	926	
	직접사업비	369	296	369	369	443	1,846	
	간접사업비	61	49	61	61	70	302	
	위탁사업비	0	0	0	0	0	0	
합계		615	494	615	615	738	3,074	
재원 조달	정부	400	320	400	400	480	2,000	
	민간	현금	30	25	30	30	33	148
		현물	185	149	185	185	222	926
합계		615	494	615	615	735	3,074	

<표 8-15> 핵심4과제, 세부2과제(4-2) 예산 산정내역

(단위 : 백만원)

구분		품명	금액
인건비		연구원(책임,선임,원) 기술원(특급,고급,중급)	926
직접비	기자재	천연 가스 분석기(질량) 시스템 해석 장비(워크스테이션) 컴퓨터, 노트북, 업무지원 S/W 전산유체 패키지 공정설계 S/W	923
	재료비	밸브류(고압밸브, 정압기, 피팅등) 유량 센서류 천연 가스 , 산성 가스 기타 전산처리, 재료비	370
	시작품	wave motion 특성분석을 위한 Lab scale column and internal 장치 흡수 평형 측정 장치	184
	기타	여비, 수용비, 기술정보활동비, 연구활동비 등	369
	소 계		1,846
	위탁연구비		
간접비		간접경비, 연구개발준비금 등	302
합 계			3,074

○ 핵심4과제, 세부3과제(4-3) 상세예산 및 산정내역

<표 8-16> 핵심4과제, 세부3과제(4-3) 예산

(단위 : 백만원)

핵심과제	과제번호	세부과제	정부	민간		계
				현금	현물	
LNG-FPSO 공정응용 기술개발	4-3	LNG-FPSO 안전설계 및 신뢰성 공학기술 개발	2,000	155	925	3,080
	계		2,000	155	925	3,080

<표 8-17> 핵심4과제, 세부3과제(4-3) 연차별, 비목별 예산내역

(단위 : 백만원)

구분		1단계	2단계		3단계		계
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
소요 예산	인건비		220	220	220	220	1,100
	직접사업비		226	226	226	226	1,130
	간접사업비		120	120	120	120	600
	위탁사업비		50	50	50	50	250
합계			616	616	616	616	3,080
재원 조달	정부		400	400	400	400	2,000
	민간	현금	31	31	31	31	155
		현물	185	185	185	185	925
합계			616	616	616	616	3,080

<표 8-18> 핵심4과제, 세부3과제(4-3) 예산 산정내역

(단위 : 백만원)

구분		품명	금액
인건비		연구원: 책임급 4인, 선임급 6인	1,100
직접비	기자재	폭발 해석용 워크스테이션 데이터베이스 센터	180
	재료비	전산처리비(수퍼컴 사용료) 전산처리 재료비	125
	SW 리스	신뢰도 해석 프로그램 리스 폭발 해석 프로그램 리스 구조 동력학 해석 프로그램 리스	450
	기타	여비, 수용비, 기술정보활동비, 연구활동비 등	375
	소 계		1,130
위탁연구비		신뢰도 및 위험도 데이터베이스 구축 3D CAD 구축	250
간접비		간접경비, 연구개발준비금 등 (정부지원금의 30% 기준)	600
합 계			3,080

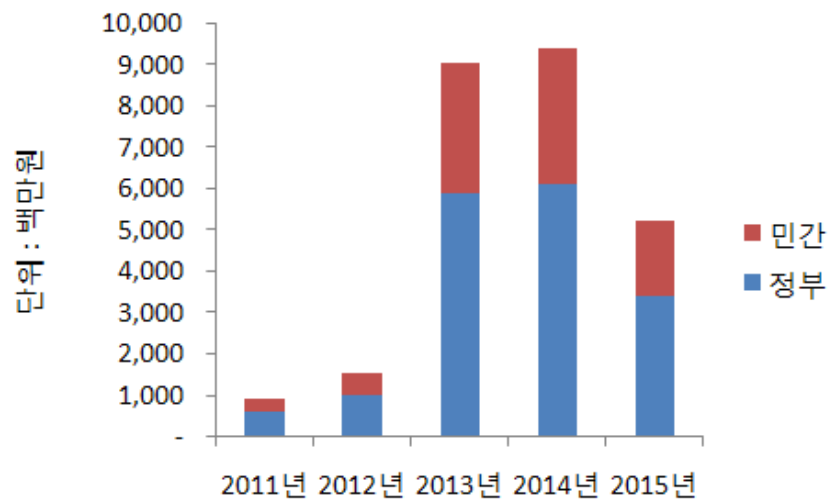
마. 핵심5과제 예산

- 핵심5과제 예산은 5년간 총 261.5억원이며, LNG-FPSO 플랜트 설계 및 건설기술 개발을 최종 목표로 함
 - 핵심5과제 예산은 단계적으로 1단계 9.24억원(3.5%), 2단계 105.87억원(40.5%), 3단계 146.43억원(56%)으로 편성함
- 핵심5과제는 중소기업 규모의 기업체와 산학연 연구를 수행하는 것을 기준으로 해당 예산의 35% 수준에서 민간부담금을 편성함
- 핵심5과제는 테스트베드 건조를 위해 직접비의 비중이 높고 3~5차년도에 예산이 집중되어 있으며, 예산 비목 구성은 인건비 33%, 직접사업비 59%, 간접사업비 5%, 위탁사업비 3%를 차지함
- 핵심5과제 예산내역은 다음과 같음
 - 세부1과제(5-1) 예산은 5년간 총 76.9억원으로 LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술 개발을 추진함
 - 세부2과제(5-2) 예산은 3년간 총 138.5억원으로 LNG-FPSO 플랜트 건조기술 개발을 추진함
 - 세부3과제(5-3)는 예산은 5년간 총 46.2억원으로 LNG-FPSO Plant-CCS 연계기술 개발을 추진함

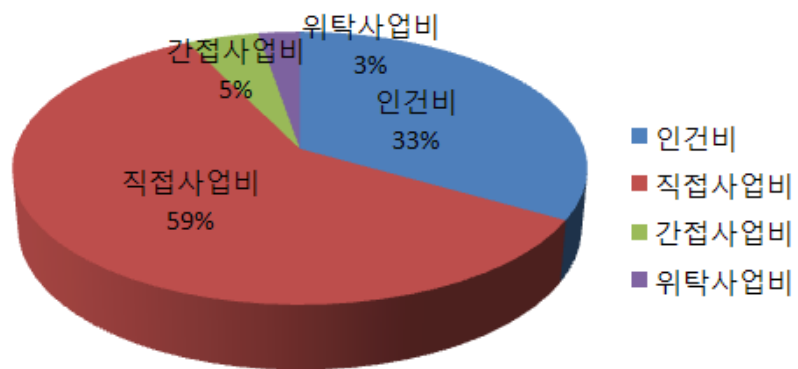
<표 8-19> 핵심5과제 예산

(단위 : 백만원)

구분		1단계	2단계		3단계		계
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
소요 예산	인건비	417	515	2,935	3,149	1,688	8,704
	직접사업비	409	908	5,539	5,549	3,125	15,530
	간접사업비	53	89	329	398	348	1,217
	위탁사업비	45	28	244	320	66	703
합계		924	1,540	9,047	9,416	5,227	26,154
재원 조달	정부	600	1,000	5,880	6,120	3,400	17,000
	민간	324	540	3,167	3,296	1,827	9,154
합계		924	1,540	9,047	9,416	5,227	26,154



[그림 8.8] 핵심5과제 예산 재원



[그림 8.9] 핵심5과제 비목별 예산

○ 핵심5과제, 세부1과제(5-1) 상세예산 및 산정내역

<표 8-20> 핵심5과제, 세부1과제(5-1) 예산

(단위 : 백만원)

핵심과제	과제 번호	세부과제	정부	민간		계
				현금	현물	
LNG-FPSO 플랜트 설계기술 개발	5-1	LNG-FPSO 플랜트 Topside 설계기술 개발	3,000	227	1,389	4,616
	5-1-1	LNG-FPSO Topside FEED 패 키지 개발				
	5-1-2	LNG-FPSO 테스트베드 및 전처 리 FEED 설계	2,000	150	926	3,076
	계		5,000	377	2,315	7,692

<표 8-21> 핵심5과제, 세부1과제(5-1) 비목별, 연차별 예산내역

(단위 : 백만원)

구분			1단계	2단계		3단계		계
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
소요 예산	인건비		140	230	925	1,105	415	2,815
	직접사업비		270	500	1,092	1,290	880	4,032
	간접사업비		7	12	47	55	21	142
	위탁사업비		45	28	244	320	66	703
합계			462	770	2,308	2,770	1,382	7,692
재원 조달	정부		300	500	1,500	1,800	900	5,000
	민간	현금	23	38	113	136	67	377
		현물	139	232	695	834	415	2,315
합계			462	770	2,308	2,770	1,382	7,692

<표 8-22> 핵심5과제, 세부1과제(5-1) 예산 산정내역

(단위 : 백만원)

구분		품명	금액
인건비		연구원(연구임원, 수석, 책임, 선임, 원)	2,815
직접비	기자재	전문코드임차료(HYSYS, FLOWMASTER 등) : 750 전문코드유지비(NEPTUNE, FLUENT 등) : 300 공정해석장비(워크스테이션 등) : 150	1,200
	전산처리 및 관리비	전문코드감가상각(FLACS, NEPTUNE 등): 17	17
	기술정보활동비	전문가활용비 : 1,000 정보활동비 : 50 교육훈련비 : 135 엔지니어링컨설팅비 : 1,350 학회/세미나/문헌구입비 : 35 기타(수용/수수료, 연구활동비) : 10	2,580
	여비	국내여비 : 35 국외여비 : 200	235
	소 계		4,032
위탁연구비		대학 : 250 엔지니어링사 : 453	703
간접비		과학문화활동비, 지적재산권 확보	142
합 계			7,692

○ 핵심5과제, 세부2과제(5-2) 상세예산 및 산정내역

<표 8-23> 핵심5과제, 세부2과제(5-2) 예산

(단위 : 백만원)

핵심과제	과제 번호	세부과제	정부	민간		계
				현금	현물	
LNG-FPSO 플랜트 설계기술 개발	5-2	LNG-FPSO 플랜트 건조기술 개발	9,000	679	4,168	13,847
	계		9,000	679	4,168	13,847

<표 8-24> 핵심5과제, 세부2과제(5-2) 연차별, 비목별 예산내역

(단위 : 백만원)

구분		1단계	2단계		3단계		계	
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
소요 예산	인건비	0	0	1,680	1,553	636	3,869	
	직접사업비	0	0	3,752	3,587	2,025	9,364	
	간접사업비	0	0	168	214	232	614	
	위탁사업비	0	0	0	0	0	0	
합계		0	0	5,600	5,354	2,893	13,847	
재원 조달	정부	0	0	3,640	3,480	1,880	9,000	
	민간	현금	0	0	275	262	142	679
		현물	0	0	1,685	1,612	871	4,168
합계		0	0	5,600	5,354	2,893	13,847	

<표 8-25> 핵심5과제, 세부2과제(5-2) 예산 산정내역

(단위 : 백만원)

구분		품명	금액
인건비		연구원(책임, 선임, 원) 기술원(특급, 고급, 중급)	3,869
직접비	기자재	천연 가스 분석기(질량) 시스템 해석 장비(워크스테이션) CAD system 데이터 센터 플로터	3,465
	재료비	밸브류(고압밸브, 정압기, 피팅 등) 유량 센서류 기타 전산처리, 재료비	2,156
	시작품	Dehydration 공정 외	2,600
	기타	여비, 수용비, 기술정보활동비, 연구활동비 등	1,143
	소 계		9,364
위탁연구비			
간접비		간접경비, 연구개발준비금 등	614
합 계			13,847

○ 테스트베드 기자재 예산(안)

<표 8-26> 테스트베드 기자재 예산(안)

(정부출연금 기준, 단위 : 백만원)

항 목	총 계	정부출연금				민간 부담금
		소계	'13년	'14년	'15년	
○ 전처리 설비	750	750	350	400	0	0
- Fractionation	200	200	100	100	0	0
- BOG Compressor	350	350	150	200	0	0
- Heater & Cooler	200	200	100	100	0	0
○ 액화공정설비	4,000	4,000	2,190	1,660	150	0
- Cold Box	700	700	300	400	0	0
- Heat Exchanger	200	200	100	100	0	0
- Compressors	2,500	2,500	1,500	1,000	0	0
- Column & Vessel	200	200	100	50	50	0
- Coolers	200	200	100	50	50	0
- Refrigerant Tank	100	100	50	30	20	0
- Miscellaneous	100	100	40	30	30	0
○ 배관설비	350	350	100	210	40	0
- 초저온밸브	150	150	30	100	20	0
- 초저온배관	100	100	40	60	0	0
- 기타	100	100	30	50	20	0
○ 계장설비	450	450	100	280	70	0
- 제어설비	150	150	50	80	20	0
- 현장계측기	300	300	50	200	50	0
○ 전기설비	200	200	80	100	20	0
- 수전설비	100	100	50	50	0	0
- 현장전기설비	100	100	30	50	20	0
○ 유틸리티설비	100	100	40	40	20	0
- 소방설비 등	100	100	40	40	20	0
○ 기 타	200	200	80	80	40	0
합 계	6,050	6,050	2,940	2,770	340	

※ 외산 기자재 구입비용은 환율 1,000원/US\$ 기준으로 산출된 금액임

○ 테스트베드 건조비용(자재 및 공사비 포함)

<표 8-27> 테스트베드 건조비용

(단위 : 백만원)

항 목	합 계	정부 출연금	민간 부담금	'13년	'14년	'15년	비 고
1. 기자재	6,050	6,050	0	2,940	2,770	340	
• 전처리설비	750	750	0	350	400	0	
• 액화공정설비	4,000	4,000	0	2,190	1,660	150	
• 배관설비	350	350	0	100	210	40	
• 계장설비	450	450	0	100	280	70	
• 전기설비	200	200	0	80	100	20	
• 유틸리티설비	100	100	0	40	40	20	
• 기타	200	200	0	80	80	40	
2. 시 공	2,000	0	2,000	750	800	450	
• 토목공사	200	0	200	150	50	0	민간
• 건축공사	250	0	250	150	100	0	민간
• 기계공사	300	0	300	100	100	100	민간
• 배관공사	300	0	300	100	100	100	민간
• 전기공사	450	0	450	100	250	100	민간
• 계장공사	300	0	300	100	100	100	민간
• 소방공사	100	0	100	0	50	50	민간
• 가설공사	100	0	100	50	50	0	민간
3. 시운전.개선	1,250	950	300	50	100	1,100	
• 시운전	300	0	300	0	0	300	민간
• 시험평가	100	100	0	0	0	100	
• 성능개선	500	500	0	0	0	500	
• 유지보수	200	200	0	50	100	50	
• 냉매등 케미컬	150	150	0	0	0	150	
4. 운 영	2,000	2,000	0	650	610	740	
• 테스트베드 운영	2,000	2,000	0	650	610	740	
5. 관리비	2,547	0	2,547	1,210	1,074	263	
• 과제 관리비	2,547	0	2,547	1,210	1,074	263	민간
합 계	13,847	9,000	4,847	5,600	5,354	2,893	

○ 핵심5과제, 세부3과제(5-3) 상세예산 및 산정내역

<표 8-28> 핵심5과제, 세부3과제(5-3) 예산

(단위 : 백만원)

핵심과제	과제 번호	세부과제	정부	민간		계
				현금	현물	
LNG-FPSO 플랜트 설계기술 개발	5-3	LNG-FPSO Plant-CCS 연계기술 개발	3,000	226	1,389	4,615
	계		3,000	226	1,389	4,615

<표 8-29> 핵심5과제, 세부3과제(5-3) 비목별, 연차별 예산내역

(단위 : 백만원)

구분		1단계	2단계		3단계		계	
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
소요 예산	인건비		277	285	330	491	637	2,020
	직접사업비		139	408	695	672	220	2,134
	간접사업비		46	77	114	129	95	461
	위탁사업비		0	0	0	0	0	0
합계			462	770	1,139	1,292	952	4,615
재원 조달	정부		300	500	740	840	620	3,000
	민간	현금	23	38	56	63	46	226
		현물	139	232	343	389	286	1,389
합계			462	770	1,139	1,292	952	4,615

<표 8-30> 핵심5과제, 세부3과제(5-3) 예산 산정내역

(단위 : 백만원)

구분		품명	금액
인건비		연구원(책임, 선임, 원) 기술원(특급, 고급, 중급)	2,020
직접비	기자재	PLC control programing system Multi-strain measurement system Fiber optic measurement system 3D modeling & Analysis system 멤브레인 금형 멤브레인 현장 자동용접시스템	554
	재료비	소재류(STS304L, AL5083-O, PUF 등) 기자재류(컨트롤러, 마이크로 컴퓨터 등) 멤브레인시스템 시험용 자재 등 공압실린더, 제어밸브, 튜브 등 전산처리, 재료비	877
	시작품	개선된 멤브레인 현장 자동용접시스템 Movable scaffolding system (시험용 부분실물규모) Movable scaffolding system test-bed Movable scaffolding system 모형 (전시, 홍보용)	518
	기타	여비, 수용비, 기술정보활동비, 연구활동비 등	185
	소 계		2,134
	위탁연구비		
간접비		간접경비, 연구개발준비금 등	461
합 계			4,615

바. 운영비

<표 8-31> 운영비 예산

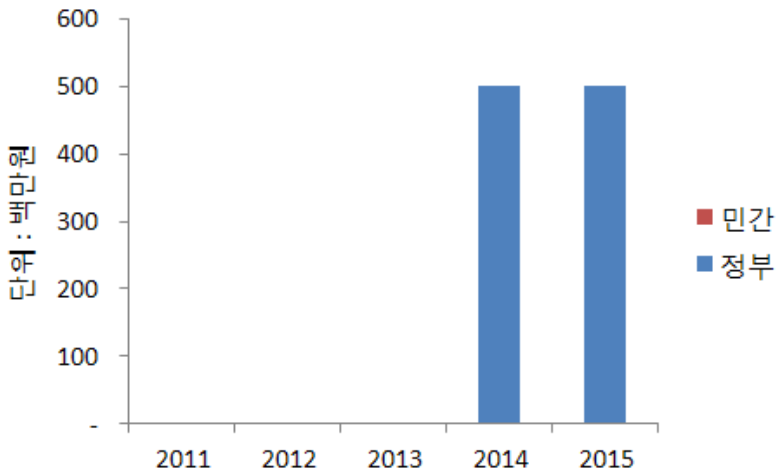
(단위 : 백만원)

과제	세부과제	정부	민간		계
			현금	현물	
운영비	사업단 운영비	1,000	0	0	1,000
	계	1,000	0	0	1,000

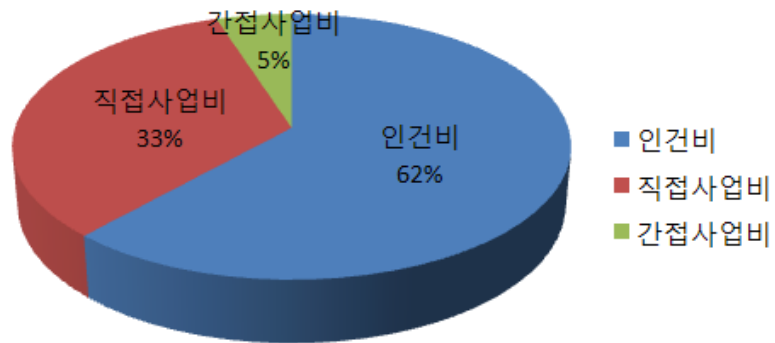
<표 8-32> 운영비 비목별, 연차별 예산내역

(단위 : 백만원)

구분		1단계	2단계		3단계		계
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
소요 예산	인건비	0	0	0	300	317	617
	직접사업비	0	0	0	175	158	333
	간접사업비	0	0	0	25	25	50
	위탁사업비	0	0	0	0	0	0
합계		0	0	0	500	500	1,000
재원 조달	정부	0	0	0	500	500	1,000
	민간	0	0	0	0	0	0
합계		0	0	0	500	500	1,000



[그림 8.10] 운영비 예산 재원



[그림 8.11] 운영비 비목별 예산

<표 8-33> 운영비 예산 산정내역

(단위 : 백만원)

구분		품명	금액
인건비		연구원(책임,선임,원) 기술원(특급,고급,중급) 위촉연구원	617
직접비	기자재	컴퓨터, 사무용 S/W	100
	재료비		
	시작품		
	기타	여비, 수용비, 기술정보활동비, 연구활동비 등	233
	소 계		333
위탁연구비			0
간접비		간접경비, 연구개발준비금 등	50
합 계			1,000

9

핵심과제의 기술개발 효과 및 성과 활용방안

- 가. 경제적, 기술적, 사회문화적 파급효과
- 나. 성과활용방안

9. 핵심과제의 기술개발 효과 및 성과 활용방안

가. 경제적, 기술적, 사회문화적 파급효과

(1) 경제적 파급 효과

○ LNG-FPSO Topside Plant 엔지니어링 설계 사업을 통한 수익창출

- 설계용역비 : 30억불 × 2척/년 × 3% = 1.8억불/년
- LNG-FPSO 저장탱크에 확대 적용을 통한 원가절감
- LNG-FPSO 저장탱크 원가절감 : 1억불/척 × 2척/년 × 10% = 0.2억불/년

<표 9-1> 경제적 파급효과 분석

항 목	기대효과	산출내역	비 고
수출액	60억불	30억불 × 2척/년	조선사
설계용역비	1.8억불	60억불/년 × 3%	Topside 설계사
외화가득율	18억불	60억불 × 30%	기자재, 설계 등
생산유발효과	75억불	60억불 × 1.25	산업연관효과 1.25
고용유발효과	9,644명	2,411명 × 2척 × 2	LNG선의 2배 적용

○ LNG-FPSO 플랜트 부품소재 산업 내수 유발 효과

- 플랜트 관련 업체의 국산 기자재 사용 비율은 평균 51% 수준임
 - 담수 분야는 약 70~90%의 높은 국산 기자재 사용률을 보임
 - LNG 분야는 현재 국산 기자재 사용 비율이 약 10~30%에 불과하나 본 사업을 통해 50% 수준 이상으로 상승시키면 플랜트 부품 소재 산업의 내수 유발 효과 발생
- LNG-FPSO 해외 수주 호조는 플랜트 관련 국산 기자재 수출로 향상으로 향후 수출기반 확충에 크게 기여 할 것임
 - 최근 수년간 해외 플랜트 수주 호조의 영향으로 플랜트 관련 수출액이 최근 5년간 (2003~2007) 연평균 30% 증가

○ 국가에너지 자급률 확보 효과

- 해외 가스전에 진출하여 청정에너지 연료를 생산·도입으로 국가에너지 자급률에 기여할 수 있음
- 1차 에너지 중 석유 의존도를 낮출 수 있음(2004년 의존도 : 45.6% → 37%로 낮출 수 있음)

(2) 기술적 파급 효과

- 국내 자립의 LNG-FPSO 플랜트 설계·건조기술 확보
 - 테스트베드 건조 및 운영을 통한 시공 기술 및 관련 매뉴얼 확보

<표 9-2> 기술수준 분석

(세계 최고 수준을 100으로 기준)

항 목	기술수준		세계최고 수준 (기관명/국가)
	현재수준	도달목표	
Topside Plant 액화공정 기술	20	100	APCI/미국
Topside Plant 기본설계 능력	30	100	APCI/미국
Topside Plant 위험도 분석	20	80	DNV Consulting 노르웨이
LNG 화물창-플랜트 연계기술	60	100	GTT/프랑스

(3) 사회/문화적 파급 효과

- 연구개발 시설 확충으로 국가 효율성 극대화
 - LNG-FPSO 건조기술 실증을 위한 실험시설 및 인력 구비 (현재 전무)
 - 지속적인 신산업플랜트 개발 및 검증에 활용 가능
 - 연구개발에 다양한 국내기업들이 참여를 유도하므로 해외시장 진출 시 컨소시엄 구성으로 Risk 분산 및 사업 추진력 향상 가능

나. 성과활용방안

- LNG-FPSO 테스트베드 연계 해외 플랜트 시장 진출
 - LNG 가치사슬 요소 (천연가스 생산 → LNG 생산, 저장 → 운송 → 저장 → 재기화 → 소비)가 제한적인 국내 여건에서 대규모 연구개발 사업 및 테스트베드 구축을 통하여 기술의 신뢰성과 완성도 제고
- 국내 공기업, 민간 주도의 해외 가스전 사업권과 연계하여 우리 기술 적용
- 현장 수행 실적과 독자 기술을 토대로 원격지 중소 가스전을 대상으로 기획, 개발형 건설사업의 모델을 개발·적용하여 시장 경쟁력 강화

10

종합분석 및 결론

가. AHP 기반 종합분석

나. 결론 및 제언

10. 종합분석 및 결론

가. AHP 기반 종합분석

국가연구개발사업 사전타당성조사의 마지막 단계는 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 및 파급효과 분석결과를 종합하여, 사업 시행의 타당성 정도를 종합적으로 판단하는 것이다.

각각의 타당성 분석결과를 종합하기 위해서는 평가항목에 따라 중요도를 합리적으로 결정해야하는 어려움, 정량적 분석결과와 정성적 분석결과를 통합하는 어려움, 서로 상이한 척도를 갖는 평가항목을 통합하는 어려움, 평가의 일관성과 사업의 특수성을 동시에 반영해야 하는 어려움, 종합평가에 참여하는 여러 평가자들의 의견을 종합하여 최종적인 결론을 도출하는 어려움이 있다. 그리고 여러 사람의 의견이 종합되어야 할 경우에 대표성을 가진 종합판단 도출 및 상반된 견해를 갖는 경우의 최종 의사결정 도달의 난제가 있다.

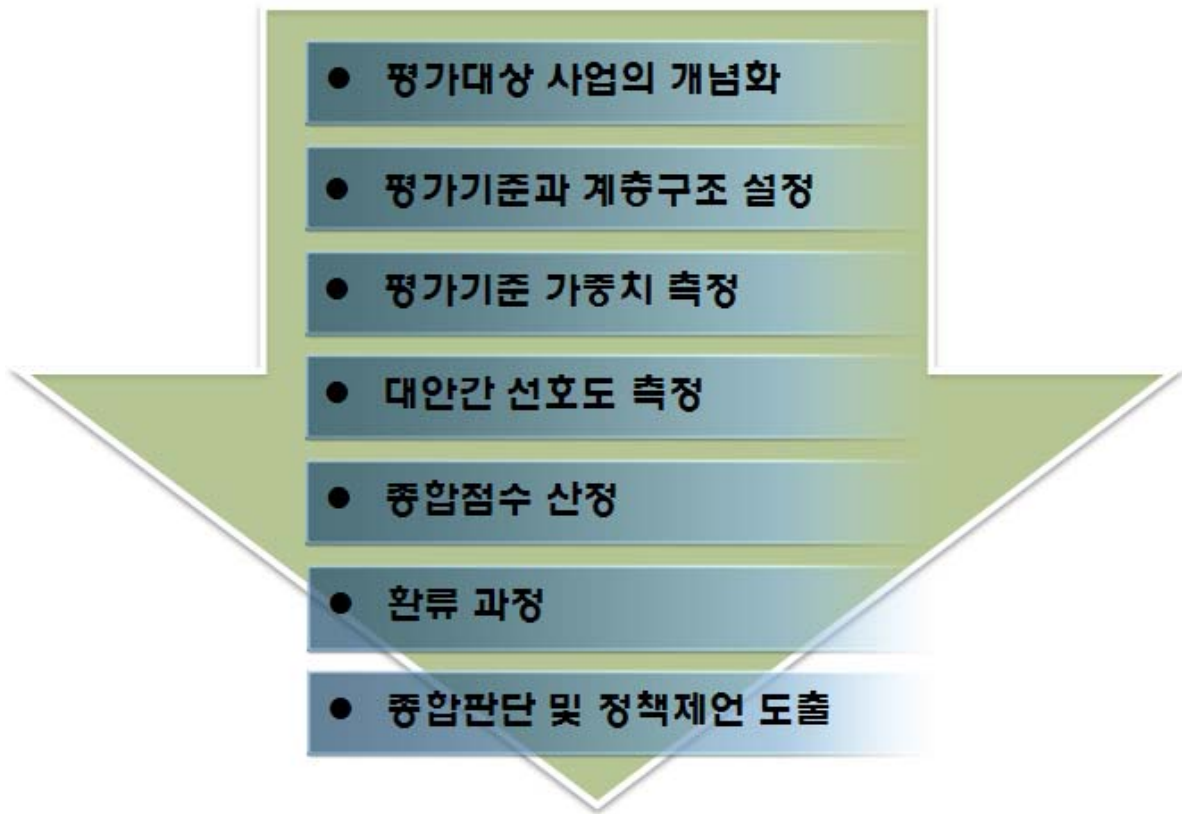
상기와 같은 어려움을 극복하기 위하여 일반적으로 이용하는 방법이 다수의 속성들을 고려하고 다수의 목적들을 포함하는 의사결정을 최적화하는 다기준분석기법이며, 본 조사에서는 AHP(Analytic Hierarchy Process, 분석적 계층화법)를 이용하여 사업의 타당성 여부를 최종적으로 판단하였다.

(1) AHP 개요 및 분석 절차

AHP 기법은 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며, 개별 평가기준에 대해 서로 다른 선호도를 가진 대안들을 체계적으로 평가할 수 있도록 지원하는 의사결정기법의 하나이다. 1970년대 초 Thomas Saaty에 의해 개발된 방법으로 평가요소들을 동질적인 집합으로 군집화하고, 다수의 수준으로 계층화한 후, 각 수준별로 분석·종합함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 과정을 지원한다.

AHP 기법의 가장 큰 특징은 문제를 구성하는 다양한 평가요소들을 주요 요소와 세부 요소들로 나누어 계층화하고, 계층별 요소들에 대한 쌍대비교(Pairwise comparison)를 통해 요소들의 상대적 중요도를 도출하는 데 있다. 이 기법은 인간의 사고와 유사한 방법으로 문제를 분해하고 구조화 한다는 점, 그리고 평가요소 사이의 상대적 중요도와 대안들의 선호도를 비율척도로 측정하여 정량적인 형태로 결과를 도출한다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있다. 뿐만 아니라, 간결한 적용절차에도 불구하고 척도선정, 가중치 산정절차, 민감도 분석 등에 사용되는 각종 기법이 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 방법들을 활용한다는 점에서 이론적으로도 높게 평가받고 있다.

이러한 장점 때문에 1977년 Saaty에 의해 수행된 교통시스템 설계문제를 비롯하여, 신기술 선택의 문제, 병원서비스 시스템의 설계, 정치적 분쟁해결 문제 등 다양한 분야에서 활용되어 왔다. 일반적으로 AHP 기법은 [그림 10.1]과 같은 절차를 거쳐 수행된다.



[그림 10.1] AHP 수행 절차

본 AHP 분석의 최종 목표는 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 및 파급효과를 종합하여 사업의 시행 여부에 대한 의사결정을 도출하는 것이다. LNG플랜트사업단의 타당성 평가를 위한 AHP 계층구조와 평가항목별 평가내용, 평가 기준은 <표 10-1>와 [그림 10.2]에 각각 나타내었다.

[그림 10.2]에 도시한 바와 같이 계층간 평가항목과 시행 여부(시행, 미시행)의 가중치는 평가항목 간 쌍대비교 질문에 대한 응답결과로 결정되며, 쌍대비교에는 Saaty가 제안한 9점 척도를 채택하였다. 본 사업의 타당성 여부를 최종적으로 판단하기 위해 AHP 설문서를 구성하였고, 이에 대해 자문위원과 FPSO 관련 전문가들을 대상으로 수집한 자료를 토대로 분석하였다.

<표 10-1> LNG-FPSO 사업의 AHP 평가항목별 평가내용 및 평가기준

평가항목	평가내용	평점기준	비 고
정책적 타당성 분석	-	-	-
국가전략적 중요성	• 국가 전략적 측면에서 사업의 중요성/필요성	• 사업계획서에서 얻은 정보를 바탕으로 정성적으로 판단	• 국가 전략적으로 중요할수록 사업시행 점수가 높음
상위계획과의 부합성	• 상위계획 및 관련 계획에의 반영 여부 • 주무부처에서 추진하는 정책방향과의 일치 여부	• 사업계획서에서 얻은 정보를 바탕으로 정성적으로 판단	• 상위계획과의 부합성이 높을수록 사업시행 점수가 높음
사업추진 의지 및 관련기관 협조체계	• 조직 및 기관의 사업 추진 의지 • 관련 기관 및 부처의 협조 체계	• 사업계획서에서 얻은 정보를 바탕으로 정성적으로 판단	• 사업추진 의지가 높고 협조체계가 우수할수록 사업시행점수가 높음
사업추진상의 위험요인 및 대응방안	• 사업추진에 장애가 될 수 있는 위험요인분석과 이에 대한 대응방안	• 사업계획서에서 얻은 정보를 바탕으로 정성적으로 판단	• 위험요인/수준이 적고/낮고 대응방안이 구체적일수록 사업시행 점수가 높음
기술적 타당성 분석	-	-	-
기존사업과의 중복성	• 기존에 수행중인 연구개발 사업과의 중복여부	• 사업계획서에서 얻은 정보를 바탕으로 정성적으로 판단	• 중복성이 낮을수록 사업시행점수가 높음
사업계획의 우수성	• 사업목표와 연구내용 구성의 적절성 • 기술기획의 적절성, 추진 전략과 체계의 적절성	• 사업계획서에서 얻은 정보를 바탕으로 정성적으로 판단	• 우수성/완성도가 높을수록 사업시행점수가 높음
기술적 성공가능성	• 연구개발기반 • 현 기술수준 • 예상 참여인력의 질적 수준	• 사업계획서에서 얻은 정보를 바탕으로 정성적으로 판단	• 성공가능성이 높을수록 사업시행 점수가 높음
경제적 타당성 분석	-	-	-
경제성	• 비용 (Cost)-편익(Benefit)분석	• B/C 비율로 판단 (본 사업의 B/C 분석 결과 참조)	• B/C 비율이 높을수록 사업시행 점수가 높음
경제사회적 파급효과 (산업연관효과)	• 생산유발효과 • 부가가치유발효과 • 수입대체효과 • 취업창출효과	• 각 유발효과로 판단 (본 사업의 각 유발효과 분석결과 참조)	• 각 유발효과가 클수록 사업시행 점수가 높음
과학기술적 파급효과 (특허 및 논문영향 등)	• 목표 논문게재 편수 • 목표 특허출원 건수 • 각종 국·내외 학술발표 건수 인력양성 등	• 논문게재 편수, 특허출원 건수, 각종 국내·외 학술발표 건수를 고려하여 판단 (본 사업의 해당분야 분석결과 참조)	• 논문, 특허, 학술발표 건수가 많을수록 과학기술적 파급효과가 크고, 사업시행 점수가 높음



[그림 10.2] LNG-FPSO 사업 사전 타당성 조사용 AHP 구조

(2) AHP 조사 결과분석

AHP 조사 결과 정책, 기술, 경제적 타당성에 대한 쌍대비교에서 가중치는 각각 0.135, 0.533, 0.333로 평가되었다. 이는 LNG-FPSO 사업에 있어서 기술적 타당성에 가장 큰 가중치를 두고 있으며, 다음으로 경제적 타당성에 비중을 두는 것으로 분석되었다.

참고

- ❖ AHP 분석에 있어서 기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제성 및 파급효과의 가중치는 평가결과에 미치는 영향이 크다. 건설교통기술연구개발사업 사전타당성조사 모델 구축 연구에서는 플랜트기술고도화사업의 경우 기술성을 30~50%, 경제성을 30~50%, 정책성을 20~40% 범위에서 세부 항목에 대한 평가를 하도록 제시하였다. 본 분석의 경우 LNG-FPSO 사업의 특수성과, 이러한 제안과 차이가 중대하지 않은 것으로 판단하여 본 분석의 결과를 채택하였다.

각 평가항목별 가중치는 <표 10-2>에 산술평균값을 정리하였다.

<표 10-2> AHP 평가항목별 가중치

계층	평가항목	종합
정책적 타당성 0.135	국가 전략적 중요성	0.317
	상위계획과의 부합성	0.218
	추진의지 및 협조체계	0.252
	위험요인 및 대응방안	0.214
기술적 타당성 0.533	기존사업과의 중복성	0.072
	기술개발계획의 우수성	0.432
	기술수준 및 기술개발 성공가능성	0.496
경제성 및 파급효과 0.333	경제성	0.546
	경제사회적 파급효과	0.267
	과학기술적 파급효과	0.187

정책적 타당성 측면에서는 국가 전략적 중요성과 추진의지 및 협조체계에 높은 가중치가 주어졌으며, 기술적 타당성 측면에서는 기술수준 및 기술개발 성공가능성과 기술개발계획의 우수성이 높게 평가되었다. 경제성 및 파급효과 특면에서는 경제성 자체가 가장 높게 평가되었다.

한편 AHP조사 대상자들이 모든 상위 계층별 평가항목에 대하여 ‘사업시행’과 ‘사업미시행’을 대안으로 하여 쌍대평가를 실시하였으며 결과를 <표 10-3>에 제시하였다. 항목별 타당성 정도를 살펴보면 정책적 타당성이 사업 시행의 경우 0.843으로 높게 평가되었으며, 기술적 타당성과 경제성 및 파급효과 측면은 각각 사업 시행이 0.864, 0.870로 더욱 높게 평가되었다.

사업 시행에 관하여 레벨을 고려하여 최종 종합한 AHP 가중치 결과는 사업시행이 0.863, 미시행이 0.137로 평가되었다.

<표 10-3> 평가항목별 AHP 결과 종합분석

구분	정책적 타당성		기술적 타당성		경제성 및 파급효과	
평가자	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
종합평점	0.843	0.157	0.864	0.136	0.870	0.130
레벨을 고려한 총평점	0.114	0.021	0.460	0.073	0.289	0.043
총평점 순위	3		1		2	
총평점 분석	시행 경우의 합: 0.863, 미시행 경우의 합: 0.137					

나. 결론 및 제언

(1) 결론

이상과 같이 LNG-FPSO 사업 과제에 사전타당성조사를 실시하였으며, 최종 결론은 각 상위계층인 정책적, 기술적, 경제적인 측면에서 모두 사업 시행이 타당하다는데 무게를 두었다. 그 주요 결론은 다음과 같다.

(가) 정책적 타당성

중장기적으로 에너지 수요의 증가추세는 유효하며, 대형 가스전뿐만 아니라 중소형 가스전을 대상으로 개발과 생산, 보급에 관한 투자가 증가하고 있는 LNG-FPSO 사업 추진은 세계적 환경 규제 및 청정개발 체계로의 이행과 에너지 안보 차원에서 국가 전략상 중요한 사항이며, 이를 뒷받침할 수 있는 LNG 플랜트, LNG-FPSO 플랜트 독자 기술의 확보를 위한 LNG-FPSO 사업의 추진은 정책적으로 타당성을 가지는 것으로 분석된다. LNG-FPSO 사업은 우리 기업이 해외 해양플랜트 시장에서 지속적인 성장을 담보할 수 있는 사업모델임을 감안할 때 국내에서 LNG-FPSO 분야의 가치사슬과 연구개발이 취약한 관계로 투자비가 큰 연구개발사업에 민간 주도의 추진이 어려운 실정을 고려하여 국가 차원에서 정책적인 지원이 바람직하다.

또한, LNG-FPSO 사업분야는 특히 Topsides부에 대한 국내 업체의 해외 기술 의존도가 높고 특허 등 라이선스 대외의존도가 높아 기술 외국 종속이 증가할 것으로 전망되어 정책적 지원을 통한 개선이 필요하고, 국가 100대 국정과제와 신성장 동력 창

출, 녹색기술 혁신을 통한 미래국가 건설 등의 국가 핵심전략 및 세부기술들과 부합되고 산업 측면에서 전후방 파급효과가 큰 산업으로 국가 경쟁력 제고를 위해 연구개발 지원이 타당하다.

(나) 기술적 타당성

LNG-FPSO 사업의 기술동향, 선행사례 등을 참조하여 기술 개발시 해외 경쟁력을 갖출 수 있는 목표수준을 설정하였다.

공정 최적화와 기존 LNG플랜트 사업의 성과인 신공정을 활용한 LNG-FPSO EPC 기술개발을 나타내는 액화효율 목표는 육상 액화플랜트의 경우 92%이나 공간의 제약성, 선박유동을 고려하여 90%로 설정하였다.

플랜트 가용일수를 주요 인자로 판단하는 신뢰도는 육상 액화플랜트의 경우 340일 이상인 93%이나 해상조건인 본 사업의 신뢰도는 가용일수 329일 이상인 90%로 설정하였다

공간 제한성에 자유로운 육상 액화플랜트에서의 집적도는 10% 이상 개선이 일반적인 목표이나, 공간 제한성과 선박유동을 고려해야하는 LNG-FPSO 사업은 모듈러 설계와 컴팩트 설계가 사업 성공의 관건임으로 집적도 20% 이상을 목표로 하였다.

전처리, 안전설계, 액화공정 최적화 등 특화 공정 개발에 중점을 두고 궁극적으로 독자적인 라이선스 확보를 목표로 하고 있는 핵심4과제와 FEED 설계 및 테스트베드 건조, Plant-CCS 연계기술 등 응용기술에 중점을 두고 상용기술 확보를 목표로 하고 있는 핵심5과제의 구성은 핵심기술 파급효과, 중요도 및 구성에 있어서 우수하며 핵심과제를 지원하는 총괄과제를 포함한 전체 과제 수행의 당위성을 확보하고 있다.

또한 테스트베드를 중심으로 하는 설계 및 건설기술 과제와 핵심 기반 및 공정기술이 결합하는 형태의 과제 구성으로 인하여 과제 간 연계성과 연구기관간 역할 분담이 체계적으로 설정되었다.

(다) 경제적 타당성

국제에너지기구 (International Energy Agency, IEA)에서는 2030년경에 세계시장에서 차지하는 천연가스의 수요가 약 28%까지 증가할 것으로 예상하고 있으며, 이는 세계적인 고유가동향과 북미, 유럽, 중국 등에서 천연가스 수요가 증가하는데 기인한 것으로 분석되었다.

이에 따라 가스부문의 투자금액은 향후 2030년까지 동안 총 2조 7천억 달러로서 연평균 약 1,000억 달러로 전망된다. 이 중 절반 이상은 탐사 및 개발 분야에 사용될 것으로 전망되고 나머지는 액화플랜트 및 수송 및 저장 등 하류(downstream)부분에 투자

가 필요할 것으로 예측되었다. 특히 LNG-FPSO 분야는 대규모 가스전의 고갈에 따라 이동식 탐사 및 개발이 크게 증가될 것으로 예상되어 미래 성장이 크게 증가될 것으로 예상되는 분야이다.

비용편익 분석결과 편익 대 비용 비를 나타내는 B/C ratio가 LNG-FPSO 사업의 낙관적, 비관적 성장 시나리오와 상관없이 1.0 보다 매우 높은 값을 보였고 민감도 분석에서도 동일한 결과를 보였다. 특히 대규모인 LNG-FPSO 사업의 특성에도 불구하고 B/C 값이 매우 높게 평가되어 경제적인 측면에서 기대치가 큰 것으로 분석된다.

한편 AHP 설문서를 바탕으로 한 AHP분석 결과에서도 대상자들이 모든 상위 계층별 평가항목에 대하여 '사업시행'과 '사업미시행'을 대안으로 쌍대평가를 실시한 결과 정책적, 기술적, 경제적 타당성 등의 모든 측면에서 사업 시행이 미시행에 비해 압도적으로 크게 평가되었다. 이는 LNG-FPSO 사업의 정책적, 기술적, 경제적 타당성이 매우 중대하고 매우 시급히 추진해야 할 사업으로 평가되었다.

(2) 제언

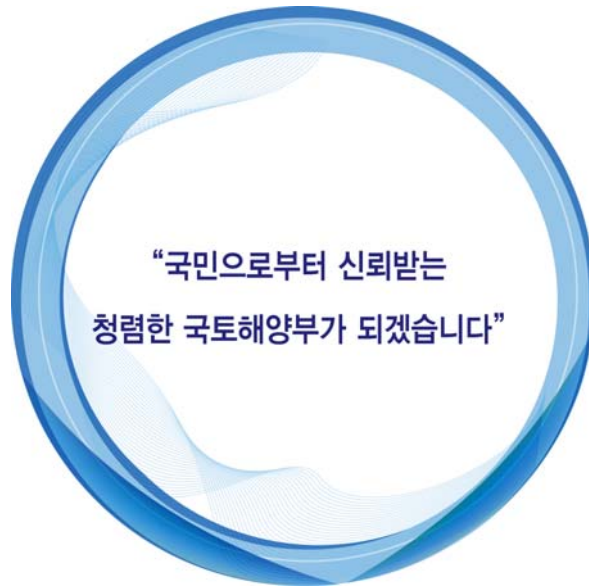
- 세계적으로 도입기 단계에 있는 LNG-FPSO 사업의 해외시장 선점과 경쟁력을 확보하기 위하여 사업의 조기 출범이 필요함
- LNG-FPSO 사업의 성공 가능성을 높이기 위해 2012년까지 공정 확정, 테스트베드 설계 등의 연구기반 확립, 2013년까지 상용 LNG-FPSO 기반조성, 2014년까지 LNG 테스트베드 실증, 2015년까지 상용 LNG-FPSO FEED 패키지 완성에 집중해야 함
- LNG-FPSO 사업 초기에 시스템엔지니어링 관점에서 기술개발 체계, 핵심과제별 세부과제 분리 공모시 세부기술의 미세 조정방안 마련이 필요함
- 본 사업과 같은 중장기적인 실증사업이 안정적으로 추진될 수 있도록 연구개발비의 안정적인 편성과 유지가 필요함



11. 참고문헌

1. A. J. Finn, Are Floating LNG Facilities Viable Options, Hydrocarbon Processing, July 2009.
2. D. Harrold, Design a Turnkey Floating LNG Facility, Hydrocarbon Processing, July 2004.
3. C. Durr et al., LNG Technology, Hydrocarbon Processing, July 2008
4. S. Huang, Improve Recovery of Intermediate Components with LNG, Hydrocarbon Processing, July 2007.
5. V. Aggarwal et al., Improve NGL Recovery, Hydrocarbon Processing, May 2001.
6. S. Mokhatab et al., Natural Gas and LNG Trade Global Perspective, Hydrocarbon Processing, July 2006.
7. Kanfa Aragon, The World's First LNG-FPSO
8. Inga Bettina waldmann , Evaluation of Process systems for Floating LNG Production Units , Kanfa Aragon AS, Tekna conference 18-19th June 2008
9. LNG플랜트사업단 상세기획연구보고서
10. Tim Cornitus, Medium-scale Liquefaction Technology, Global forum - Flaring Reduction Gas Utilization
11. Small-scale Liquefaction Taps into Niche Markets for LNG, [3/26/2007]
<http://www.lngexpress.com/showstory.asp?id=9414>
12. K. J. Vink, et. al., Baseload Liquefaction Processes, Hydrocarbon Engineering, October 1998
13. Jolinde M. van de Graaf and Barend Pek, Large-capacity LNG Trains - The Shell Parallel Mixed Refrigerant Process, pp. 41~44, Business Briefing : LNG Review, 2005
14. Doug Yates, P.E., Thermal Efficiency - Design, Lifecycle, and Environmental Considerations in LNG Plant Design, GASTECH 2002
15. Markus Hammerdinger, Josef Fleckinger, Achim Stoeckl, Rupert Kkuge, Helium Leak Detection in the Supply Chain for Liquefied Natural Gas (LNG), ECNDT 2006 - Tu.2.6.4
16. Wesley R. Qualls, et. al., Liquid Expanders in the Phillips Optimized Cascade LNG Process, GASTECH 2002
17. Christian D. T. Begazo, et. al., Small-scale LNG Plant Technologies, Hydrocarbon World 2007

18. Simon Newton, FLNG Liquefaction and regasification Technologies, FLNG Project advancement 2009 (Seoul)
19. Nazery Khalid, The ABC of FLNG : Altering Mindset to Maximize Potential, FLNG Project advancement 2009 (Seoul)
20. G. Gourdet, Unveiling New Set of Rules For LNG-FPSO, FLNG Project advancement 2009 (Seoul)
21. Pastoor Wouter, Developing LNG Producer projects , GASTECH 2009
22. Ian Ramshaw, Michael Wilkes, The Layout challenges of Large Scale Floating LNG , GASTECH 2009
23. 大野泰伸, LNG-FPSO : Shell の 受注者が 決定, その 他現況, JOGMEC 2009/8/17
24. 大野泰伸, FEED 段階へと 移行する LNG-FPSO , JOGMEC 2009/7/17
25. 宮崎信一, LNG ビジネスの 本質を 理解するための 液化プラント 必須知識, JOGMEC, 石油・天然ガスレビュー
26. CHEMSYSTEMS PERP PROGRAM, Floating LNG Production 07/08S10, Nexant



국민으로부터 신뢰받는 청렴한 국토해양부가 되겠습니다.

국토해양부 부조리신고센터

국토해양부 공무원의 부패행위 또는 부실공사를 알게 되었거나 부패행위를 강요 또는 제의 받은 때에는 국토해양부에 신고할 수 있습니다.



국토해양부 홈페이지(www.mltm.go.kr) 부조리신고센터



경기도 과천시 관문로 88 국토해양부 감찰팀



TEL: 02)2110-8045 FAX: 02)504-9146



인천광역시 연수구 동춘동 973번지 한국가스공사 LNG플랜트사업단

Tel : 032-810-0252~60, FAX : 032-810-0251

<http://www.gasplant.or.kr>