



산업통상자원부
MINISTRY OF TRADE, INDUSTRY & ENERGY
MOTIE

2013 해양플랜트산업 기술로드맵

- 100대 전략품목 및 세부기술 -

2013. 05



1. 로드맵 개요

본 기술로드맵은 해양플랜트의 선종과 목적에 따라 Drillship & Drilling Rig, FPSO, LNG FPSO & FSRU, Subsea & OSV로 분류하고 각각에 대한 기술체계를 도출하였고 엔지니어링 분야를 각 선종별로 반영하였으며, 전략적으로 기술개발이 필요한 100대 제품과 기술을 도출하였음

- 해양시추시스템이란 해저에 매장된 원유와 가스의 시추를 목적으로 운영되는 시설로서 해저 원유 시추설비인 Fixed Drilling Platform, Semi-submergible Drill Rig, Drillship으로 분류됨
 - Drillship은 해상에서 시추작업을 위한 선박형 해양시추설비로 선박 중앙에 시추를 위한 Derrick system 및 하부에 Moon pool과 같은 Drilling system을 갖추고 있는 선박으로 추진력이 있어 일반 선박처럼 쉽게 이동이 가능하고 시추할 위치에서 작업선의 도움으로 앵커를 전개한 후 시추를 하거나, 심해 시추를 하기 위하여 Dynamic Position System을 갖추고 있는 선박임
 - Drill Rig는 Rig 하부에 배 모양인 두개의 Hull이 있고 상부에는 Main Structure(주 구조물)가 있는데 상하로 Caisson으로 연결되어 하부 Hull의 부력을 상부 Structure에 바쳐 충분한 화물과 힘에 견딜 수 있도록 되어 있고, 보편적으로 “시추리그”라 칭하며 Hull이 일정부분 수중에 잠기게 되면 파도에 의한 움직임이 상당히 줄어 구조물이 안전성을 유지할 뿐만 아니라 상부 구조물은 수면으로부터 높이 위치하게 되어 높은 파도에도 견딜 수 있는 구조물임
- FPSO(Floating, Production, Storage and Off-loading)란 해상에서 석유 또는 가스의 생산과 저장 및 하역의 기능을 결합 수 있도록 만든 부유식 구조물로 선박에 오일 생산 플랜트를 탑재하는 형태로 구성됨
 - Topside Process, Hull, Turret Mooring, Riser, Subsea 시스템으로 구성되며, 구매·조달의 주 대상인 플랜트 기자재 산업을 포함함
- 해상에서 계류설비를 통하여 안전하게 부유하고 있으며 높은 신뢰성과 안정성을 가지고 유정에서 올라오는 원유와 가스를 분류한 뒤 가스를 정제하고 저온설비를 이용한 열교환을 통하여 가스를 액화하고 저장한 뒤 LNG운반선에 안전하게 하역하여 주는 친환경 설비인 LNG FPSO와 해상에서 계류설비를 통하여 안전하게 부유하고 있으며 높은 신뢰성과 안정성을 가지고 LNG운반선에서 하역 받은 LNG를 저장하고, 저장된 LNG를 고압의 가스로 만들어 해저 배관을 통하여 육상으로 송부하는 친환경 설비인 LNG FSRU를 통칭함
- Subsea 시스템은 심해저에 매장되어 있는 원유와 가스를 채굴, 이송하는 플랜트로 Subsea Production & Processing System 및 이를 연결하는 SURF(Subsea Umbilical, Riser, Flowline)로 구성됨
 - OSV(Offshore Support Vessel, 해양지원선)는 해양에너지인 석유와 가스의 탐사 및 채굴을 위해 해상에 구조물을 설치하거나 설치된 구조물의 특성화된 작업을 지원하기 위해 운영되는 선박으로 수행하는 업무에 따라 그 종류가 다양함

2. 전략제품 및 세부기술

□ 드릴십 & 드릴리그 분야

- 드릴십 및 드릴리그 분야의 경쟁력 강화 전략으로 첫 번째, ‘체계적인 기술개발 지원시스템의 구축’을 통하여 해양시추시스템 전체의 통합기술개발을 우선 수행하여 시장진입을 시도하고, 이러한 시장진입을 통해서 국내 기자재산업의 수요를 창출할 필요 있음
- 두 번째로 ‘산업 생태계 강화를 위한 산업기반 지원시스템 구축’ 전략으로 첫째 전략과 병행하여 시추시스템 산업과 기자재 산업을 육성하기 위해서 산업적 표준화, 신뢰성 검증, 제품공급과 산업의 유기적 연계를 위한 가치사슬에 따른 공급체계를 구축하여 통합시스템 시장과 기자재시장의 공동 발전을 도모할 필요가 있음
- 세 번째로 ‘해양시추시스템 관련 분야의 인력공급체계 확립’ 전략으로 해양시추시스템 산업의 지속적인 발전과 고용증대 효과를 위해서 기술개발인력 및 시운전, 서비스 등의 인력에 대한 체계적 인력양성 시스템을 구축하고 공급체계도 구축할 필요가 있음
- 상기의 세 가지 전략을 통하여 새로운 고부가가치 산업분야인 해양시추시스템 산업의 수직적 공급체계 및 지속적인 성장을 도모하여 목표를 달성할 것으로 기대됨

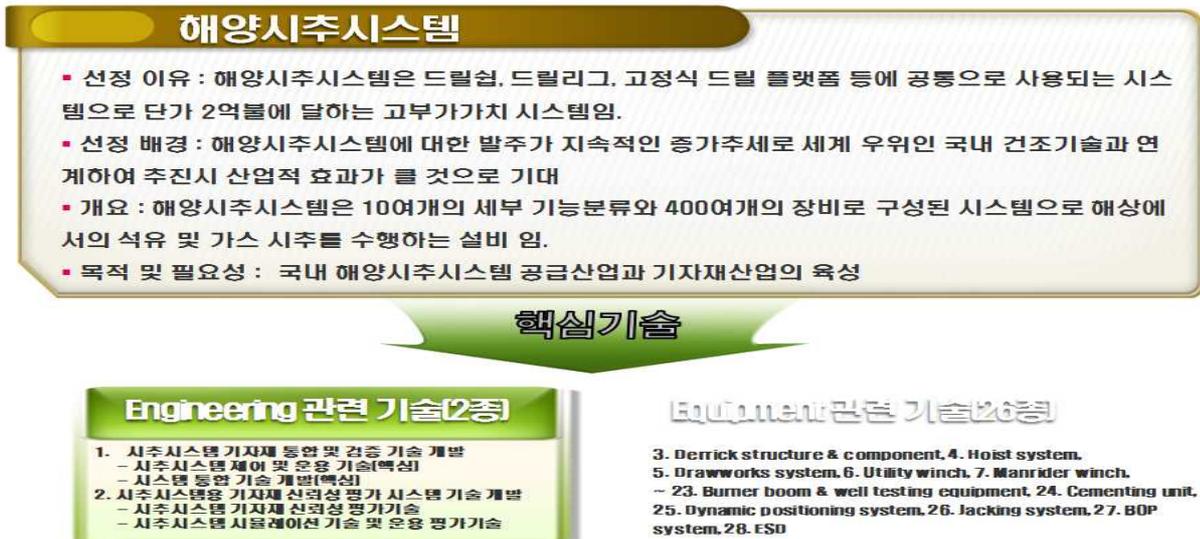


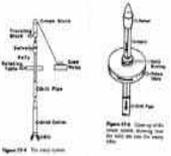
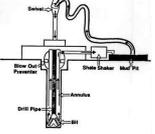
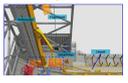
그림 1. 해양시추시스템의 핵심기술

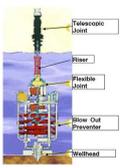
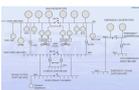
- 해양시추시스템의 탑 브랜드는 해양시추설비인 Drillship, Semi-submergible Rig, 고정식 드릴 플랫폼 등에 공통으로 적용되는 시스템으로 선정하였음

- 해양시추설비의 선체부분과 해양시추시스템은 실제 공급시장이 별도 분리되어 있으므로 현재 강점을 가진 선체 부분이 아닌 해양시추시스템을 탑 브랜드로 설정하였음
- 엔지니어링 기술분야는 시추시스템의 통합 및 검증 설계 기술과 신뢰성 평가기술은 기자재 기술이나 기타 제조기반 기술분야와 별도의 기술분야로 전체 시스템의 공급 및 납품의 핵심적인 부분을 담당하는 기술분야로 국내 기술이 확보되지 않을 경우 기자재 관련 기술의 국산화를 성공해도 기술적, 시장적 종속상황이 발생하는 매우 중요한 기술분야로 2종의 대표적인 기술을 포함함
- 기자재 기술분야는 국내 고용과 생산에 지대한 영향을 미치는 해양시추시스템 10개 분야의 기술로 약 26종의 기술을 포함하고 있음

연번	전략제품군	전략품목	핵심기술	세부/요소기술
1	Drilling Integration System 	시추시스템 기자재 통합 및 검증 기술	시추시스템 기본설계 및 위해도 평가기술	<ul style="list-style-type: none"> • 시추공정에 대한 분석 • 시추시스템 주요 기자재의 용량산정 • 시추시스템 Sizing/배치 엔지니어링 기술 • FEMA • HAZID • HAZOP
			시추시스템 제어 및 운용기술	<ul style="list-style-type: none"> • 외란을 반영한 능동제어기법 • 통합제어 기능을 지닌 분산제어 시스템 • 시추시뮬레이션 기술 • 시추운영시나리오 및 매뉴얼
			시추시스템 통합 기술개발	
		시추시스템용 기자재 신뢰성 평가 시스템 기술	Hazardous zone 적용 장비 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 방폭 안전 등급에 따른 구역설정 • 구역별 장비 배치 및 안전성 평가기술
			안전무결도 등급 달성	
			Drilling Operation on Land or Sea with Prototype or Actual System	<ul style="list-style-type: none"> • SIL Assessment • SIL 등급 평가
		ESD(Emergency shut down system) 기술	Protection system 기술	<ul style="list-style-type: none"> • Shut down of part systems and equipment • Isolate hydrocarbon inventories • Isolate electrical equipment • Prevent escalation of events • Stop hydrocarbon flow • Depressurise / Blowdown • Emergency ventilation control • Close watertight doors and fire doors
			Gas Burning Safety 기술	
			Gas Leakage Control 기술	
		2	Derrick & Hoisting System 	Derrick structure & component 설계 제작 기술
Joint 전단/피로강도 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> • elevated backup tong <ul style="list-style-type: none"> • T-head latch • jaws • hydraulic powered cylinders • link arms • support plate • gripping members 			
Blow out 충격 해석 및 방호벽 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> • retractable dolly <ul style="list-style-type: none"> • control valves • hydraulic racker • hydraulic supply system 			

				<ul style="list-style-type: none"> ram cylinder system 	<ul style="list-style-type: none"> ram guide cylinder assembly traveling yoke dolly hydraulic power unit wire rope
			구조설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Fast line shive 	
		Hoist system 설계 제작기술	금속가공기술	<ul style="list-style-type: none"> crown block system travelling block system 	<ul style="list-style-type: none"> crossover sheave fastline sheave deadline sheave frame & mast sheave wooden buffer bearing & spring brake device structure hook block structure safety locking device
				<ul style="list-style-type: none"> Dead line shive Dead line anchor Drill line storage reel 	
		Draw works system 설계 제작기술	전기제어기술	<ul style="list-style-type: none"> drum & winch shaft gear 	
			Brake system 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> motor mount lubricating oil system disk brake system emergency lowering system 	
3		Crown mounted compensator 설계 제작 기술	고분해능 Gyroscopic 모션센서 기술	<ul style="list-style-type: none"> Crown block assembly Linkage arm Support structure Hydraulic power unit 	
			실린더 제작기술		
			APV 제작기술		
		Active heave compensator 설계 제작 기술	고분해능 Gyroscopic 모션센서 기술	<ul style="list-style-type: none"> PHC cylinder AHC cylinder Traveling block Rod end beam Load pin connecting hook AHC umbilical hoses PHC rod AHC rod 	
			실린더 제작기술		
			APV 제작기술		
		Riser tensioner system 설계 제작 기술	고분해능 Gyroscopic 모션센서 기술	<ul style="list-style-type: none"> 8 double riser tensioner units with hydraulic snubber drums 8 double idler sheaves 32 working air pressure vessels 9 standby air pressures 2 air control skids 	
			실린더 제작기술		
			APV 제작기술		

4	 <p>Drilling control System</p>	DCR (Drillers control room) 설계 제작 기술	시추시스템 제어 및 운용 기술	<ul style="list-style-type: none"> Local equipment controls/PLCs DrillView, data acquisition, resentation and control system MH configurable automatic drilling system (CADS) Necessary computer hardware Drilling control cabins (DCCs) 	
		LER (Local electrical room) 설계 제작 기술	지능형 배전반(Smart Switchgear) 설계/제작기술	<ul style="list-style-type: none"> Generators and electric motors Switchboards Transformers Variable Speed Drives 	
			전력감시시스템(PMS) 설계/제작기술		
		Main HPU 설계 제작 기술	콘솔제작기술	<ul style="list-style-type: none"> electric moter hydraulic/gear pump hydraulic actuator valves suction filter 	
시스템 통합 제어 기술					
5	 <p>Rotating system</p>	TDM(Top Drive Machine system) 설계 제작 기술	Top Drive Machine의 기어부에 대한 구조 및 피로 해석 기술	<ul style="list-style-type: none"> The Portable Top Drive including guide dolly. Operator's panel including suspension accessories. The Torque tube system. The Diesel - hydraulic power unit. Transportation equipment for the complete system. Portable Top Drive <ul style="list-style-type: none"> - a gearbox including main shaft. - one or two hydraulic motors. - a pipe handler including torque arrestor. - quid dolly including cooler for gearbox oil. - I.B.O.P. valve. - elevator links incl. elevator. 	
			Top Drive Machine의 Gearbox 하우징 강도 및 진동 해석 기술		
			Top Drive Machine 패키징 기자재 분석 기술		
			Top Drive Machine control system 모듈화 및 표준화 기술		
		Rotary table 설계 제작 기술	유압 구동/슬립방지 시스템 설계 기술		<ul style="list-style-type: none"> Bicycle Chain Rotary Lock Rotary Bushing Kelly Drive Rotary Table Set
			Crown Block/Rotating Hook 설계기술		
Rotary Table/Hook Load Pin 구조강도 평가 기술					
6	 <p>Mud system</p>	Mud circulation system 기술	Dry bulk storage and transfer system 설계 제작기술	<ul style="list-style-type: none"> Drill Bit Drill Collar Annulus Drill Pipe Kelly Swivel Shale Shaker Desander Desilter Degasser Mud Tank Mud Pump Rotary Hose Bridge Crane 	
			Mud additive system 설계 제작기술		
			Mud mixing system 설계 제작기술		
		Mud pump system	Piston 및 Liner 고강도 정밀가공기술 및 열처리 기술		
Piston 및 Liner의 윤활 및 실링 기술					
7	 <p>Pipe handling equipment and systems</p>	Pipe handling system 기술	Pipe handling system 통합설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> Intermediate Racking Arm Upper Racking Arm Fingerboard Mousehole Pipe Deck Pipe Handler Gantry Crane Piperack Crane Horizontal to Vertical Arm Riser Handling System Catwalk Machine 	
			Pipe handling 자동화 기술		
		Drilling용 Riser pipe 설계 제작 기술	고압평가기술		
			압출기술		

8	<p>Material and equipment handling system</p> 	Utility winch 설계 제작 기술	전기제어기술 Brake system 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> • Hoist • Winch
		Burner boom & well testing equipment 설계 제작 기술	Burner 설계기술 구조설계기술	<ul style="list-style-type: none"> • Burner-Head Assembly • Boom-hanging Cable • Wind-stay Cable • Water Screen
		Manrider winch 설계 제작 기술	전기제어기술 Brake system 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> • Motor-reducer with Brake • Drum & Drum Guard • Frame • Direct Lever Control / Remote Pendant Control
		Knuckle boom crane 설계 제작 기술	Heave Compensation 기술	<ul style="list-style-type: none"> • Drum with bearing and brackets • Winch Gear • Hydraulic Motor with safety valve
		BOP 이송 crane 설계 제작 기술	Hydraulic Motor 기술 Heave Compensation 기술	
		9	<p>Well control system</p> 	BOP(Blow out prevent) system
Kill & choke system 기술	Choke & kill standpipe system 설계 제작기술			
Diverter equipment 설계 제작 기술	Diverter 설계 제작기술			
	고압제어 설계기술 유동해석기술			
10	<p>위치제어 시스템</p> 	Dynamic positioning system 설계 및 제작 기술	D/P 해석 및 simulation 기술 GPS 및 위치결정시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> • Thruster • Thruster Control System • GPS Receiver • DP Simulator
		Jacking system	Spud can/Jacking system 설계기술	
			Hydraulic Power Pack 기술	

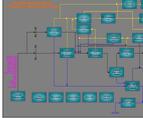
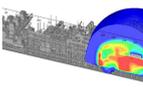
□ FPSO 분야

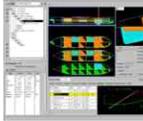
- FPSO 경쟁력 세계1위 달성을 위해서는 핵심엔지니어링 역량을 확보하고 또한 핵심기자재를 국산화해야 함
- FEED 엔지니어링의 국내수준은 초보적인 단계이며, Topside 공정을 포함한 핵심 엔지니어링도 세계적인 수준의 엔지니어링사에 비하면 많이 부족한 실정임. 이러한 엔지니어링의 역량을 강화하기 위해서는 EPCI 프로젝트 진행과정에서 엔지니어링에 적극적으로 참여하여 경험을 축적하고, 정부와 학계의 경제적, 학술적 지원을 활용하여 산학연 공동연구가 필요함



그림 2. FPSO의 핵심기술

- FPSO의 국가 경쟁력을 확보하기 위해서는 현재 20%대의 핵심기자재 국산화율을 50%이상으로 확대해야 함. 이를 달성하기 위해서는 기자재 업체의 적극적인 기술개발에 대한 관심과 투자가 요구되며, 정부의 경제적, 정책적 지원과 함께 FPSO를 건조하는 국내 대형조선소의 인식전환과 적극적인 기술지원이 필요함
- 또한, 이미 세계적인 국가 경쟁력을 갖추고 있는 IT기반을 활용한 IT산업과의 융합을 통하여 새로운 부가가치와 경쟁력을 확보할 수 있음

연번	전략제품군	전략품목	핵심기술	세부/요소기술
1	FPSO 엔지니어링 패키지 	극지용 FPSO 설계기술	극지용 장비 방한 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> 저온취성 및 강도 확보 기술 의장품 가열용량 설계기술 의장품 보온기술 및 전기.스팀 가열 장치
			극지용 선체구조물 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> 저온(-60℃) 선체구조물 설계 기술 빙해 선체구조물 설계 기술
			극지 안전 운영 기술	<ul style="list-style-type: none"> 빙하중 저감을 위한 선체 운용 기술 빙유동 예측기술(인공위성 및 레이더)
		Topside FEED 수행기술	Topside Process 엔지니어링 기반 기술	<ul style="list-style-type: none"> 유정기반 Topside Process 기본 설계(장비사양 및 최적 배치) Topside Process 엔지니어링 (BOD & Detail) Topside Process 개별모듈 및 패키지 (HMB; Static & Dynamic) 시뮬레이션 기술 공정 모델링 및 모사 공정 합성 및 Flowsheeting 공정 최적화 기법 공정 분석 기술 Topside 오일/가스/수처리 공정설계 Scaleup 엔지니어링 기술
		Topside Process 엔지니어링 기술	Topside Process 엔지니어링 기반 기술	<ul style="list-style-type: none"> 유정기반 원유 성분 분석기술 유동보장성 설계 MEG 용량설계 LNG 플랜트 액화 공정 모델링 및 모사 냉매 및 에너지 시스템 최적화
			Hydration Inhibitor(MEG) 주입 및 재생설비 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> 유정 생산량 예측기술 각종 EOR 평가기술 EOG 경제성 평가
			EOR (Enhanced Oil Recovery) Package 기술	<ul style="list-style-type: none"> Radiation 영향평가 소음 영향평가 화염 안정성 평가
		Topside Process 3D 모델링 및 공정모사를 통한 동적 최적화 기술	Topside Process 3D 모델링 및 공정모사를 통한 동적 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> Topside Process 3D 모델링 기술(가상 현실 개념) Topside Process 3D 공정 동적 모사 및 최적화 기술 온도 압력 조건에 따른 조성 DB 구축
그린공정 시스템 기술을 이용한 Topside 공정 에너지 최적화	그린공정 시스템기술을 이용한 에너지 최적화	<ul style="list-style-type: none"> 그린공정 시스템기술을 이용한 에너지 최적화 Startup/Shutdown 안전 운전 및 비상대응 시나리오 도출 그린 공정 구조와 병합한 최적 에너지 열교환망 도출 기술 		
2	Main Processing 시스템 	Oil Stabilization Unit 설계제작 기술	Debutanizer Column 설계제작 기술	<ul style="list-style-type: none"> Column 설계 및 제작 Re-boiler 설계 및 제작 Crude cooler 설계 및 제작
			Produced Water Treatment System 설계제작기술	<ul style="list-style-type: none"> Hydro cyclone 설계 및 제작 Sand 설계 및 제작 Water de-gassing drum
		Gas Compression System 설계제작 기술	Gas Compressor 설계제작 기술	<ul style="list-style-type: none"> Fuel gas boosting 설계 및 제작 Gas export 설계 및 제작 Gas Handling 설계 및 제작
		Gas Turbine Generator 시스템 설계제작 기술	Gas Turbine Generator 설계 제작 기술	<ul style="list-style-type: none"> Fuel gas supply 설계 및 제작 Turbine 설계 및 제작 Generator 설계 및 제작
3	FPSO 위험성평가 엔지니어링 패키지 	FPSO 운전 및 운영 기술	극지 안전 운영 기술	<ul style="list-style-type: none"> 극지 안전 운영 기술 유빙 탐지 및 운동 예측 기술
			FPSO 안전 운영 기술	<ul style="list-style-type: none"> FPSO 안전 운영 기술
		위험도 기반 FPSO 설계기술	Topside Process 위험도 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> Topside Process 개별시스템 안전성 평가 Topside System Integration (SILS & HILS)
		FPSO 위험성평가	PFP(Passive Fire Protection)	<ul style="list-style-type: none"> 화재 모델링 및 모형시험 기술

		시험기술	성능 시험기술	<ul style="list-style-type: none"> • 화재 모델링 및 수치해석 기술 및 실측 적용기술
			대형구조물 (단위시스템) 가스 폭발 시험기술	<ul style="list-style-type: none"> • 대형구조물 가스폭발 모델링 기술 • 대형구조물 (단위시스템) 가스폭발 시험기술
		FPSO 및 기자재 운전신뢰도 평가기술	RAM (Reliability, Availability, Maintainability) 평가기술	<ul style="list-style-type: none"> • 안전사고 분석 기술 • FPSO 구조강도 안전성 및 신뢰성 평가
			FMEA (Failure Mode Effect Analysis) 기술	<ul style="list-style-type: none"> • FPSO 장비 및 시스템 신뢰성 • FPSO 및 장비/시스템 인적신뢰성 평가 • HAZID & HAZOP 수행 기술
			가스폭발 QRA(Quantitative Risk Assessment) 기술	<ul style="list-style-type: none"> • RAM 평가기술 • FMEA (Failure Mode Effect Analysis) 기술
			충돌 QRA (Quantitative Risk Assessment) 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 가스폭발 QRA(Quantitative Risk Assessment) 기술 • 충돌 QRA (Quantitative Risk Assessment) 기술
		다중선체 작업 안정성 확보를 위한 통합제어 기술	다중선체 작업 안정성 확보를 위한 통합제어기술	<ul style="list-style-type: none"> • 파랑 및 환경인자의 온보드 예측기술 • 에너지 절감형 친환경 위치유지제어기술 • 운동예측기술을 이용한 위치오차 축소기술
		FPSO 기자재 성능시험 및 평가기술	해양플랜트 기자재 성능시험 및 평가기술	<ul style="list-style-type: none"> • 해양플랜트 기자재 성능시험 및 평가기술
			해양플랜트 기자재 전기적 특성 및 신뢰성 평가기술	<ul style="list-style-type: none"> • 해양플랜트 기자재 전기적 특성 및 신뢰성 평가기술
		극한지 FPSO용 고강도 파이프 라인 모듈 및 제작기술	FPSO용 대구경 파이프 생산 라인 최적화기술	<ul style="list-style-type: none"> • 대구경 파이프 구조, 좌굴, 피로 강도 평가기술 • FPSO용 대구경 파이프 생산라인 최적화기술
			FPSO용 고강도 Seamless pipe 제작 기술	<ul style="list-style-type: none"> • FPSO용 고강도 Seamless pipe 제작 기술
			극한지 FPSO용 고강도 파이프 라인 모듈 및 제작기술	<ul style="list-style-type: none"> • 극한지 FPSO용 고강도 파이프 라인 모듈 및 제작기술
4	 <p>IT기반 FPSO 통합 운용 및 정보 관리 시스템</p>	IT기반 Topside 통합 관리시스템	IT융합 통합제어 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 DB 구축기술 • 육상에서 무인 관리를 위한 고속통신 네트워크 구축 기술 • 운용자 중심의 Human Interface 기술
			IT융합 안전 모니터링 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 DB 구축기술 • 육상에서 무인 관리를 위한 고속통신 네트워크 구축 기술 • 운용자 중심의 Human Interface 기술 • 안전 및 보안 중심의 시스템 보호 기술
		FPSO 기자재 통합정보관리기술	해양플랜트 재료 data 통합 관리기술	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 DB 구축기술 • 시스템 성능 향상 알고리즘 • Big Data 처리 기술
			해양플랜트 기계특성치 data 통합관리기술	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 DB 구축기술 • 시스템 성능 향상 알고리즘 • 해양플랜트 Big Data 처리 기술 • 기계 특성치 기반 특성 예측 기술

□ FLNG 분야

- LNG FPSO & FSRU의 건조시장 점유율 세계 1위를 유지하기 위해서는 초보적 수준에 있는 극저온 설비에 대한 이해와 해상에서 운영되는 설비를 조합하여 종합적 설계를 수행할 수 있는 핵심 엔지니어링 역량을 확보하여야 하며, 이를 위해 필요한 인력 양성 체계가 이루어져야 함. 특히, LNG생산 및 Gas생산에 소모되는 에너지의 효율을 고려하고 생산성을 향상하기 위하여 IT를 융합한 설계를 수행하는 역량을 확보함으로써 해외 엔지니어링 업체와 차별화하여야 함
- 극저온 기자재에 대한 핵심설계 기술이 부족하며, 특히 제조에 관한 기술이 부족하므로 대기업의 운영경험을 바탕으로 산·학·연이 연계되어 극저온 기자재를 적극 개발하여 국산화율을 높여야 고부가가치의 창출이 가능함
- 극저온 기자재를 개발함에 있어서 이들 자재의 성능을 인증 받기위한 설비의 구축에 대규모 자본이 필요하므로 이에 대한 국가의 장기적 체계적 지원이 이루어질 수 있어야 함
- LNG FPSO & FSRU의 경쟁력을 강화하기 위해서는 유사설비의 설치 및 운전에 대한 경험을 축적하고 Database를 구축하여 이를 바탕으로 설비에 대한 설계의 개선과 기자재 개선이 이루어져야 함. 이런 경쟁력을 바탕으로 고부가가치 창출이 가능할 것임
- LNG FPSO & FSRU는 척당 3억불에서 20억불이상에 이르는 고가의 설비이므로 건조시장 점유율 세계 1위로 이로부터 창출되는 부가가치가 매우 높을 것으로 예측되나, 현재 국내의 기본설계역량 부족과 핵심 극저온 국산기자재 부재로 얻을 수 있는 가치의 수준이 매우 낮은 실정임
- 해양플랜트의 여러 품목 가운데 건조시장 점유율 세계1위를 점유하고 있는 F-LNG분야에서 극저온 관련 기본설계역량을 강화하고 핵심 극저온 기자재를 국산화하며, 기술의 가치 수준을 높이기 위하여 IT기술을 접목함으로써 관련 산업 전반에 걸쳐 부가가치를 극대화함으로써 지속적인 건조 시장 점유율 1위를 유지하기 위하여 F-LNG를 Top Brand로 선정하였음
- F-LNG 기술개발을 통하여 부유체 설비에 대한 Topside & Hull Side와 관련한 Engineering기술력을 확보하고, 소요되는 주요 극저온 기자재에 대한 설계 및 제작기술력 확보하고, 국내에서의 시험 및 성능평가에 대한 기반을 마련하여 국산화율을 증대시켜 시장에서의 경쟁력을 향상하고 가치의 수준을 높이고자 함
- 특히, 해양플랜트에 IT기술을 접목함으로써 산업간 융합엔지니어링에 대한 역량을 증대시킴으로써 향후 융합엔지니어링에 대한 산업분야를 확대하고자 함
- LNG FPSO의 핵심기술인 해상환경을 고려한 Gas 전처리 및 Gas 액화에 관한 원천기술을 확보하고 관련한 핵심 극저온 기자재 개발이 진행되어야 함. 또한, LNG FSRU의 핵심기술인 극저온 고압 펌프, 대용량 재기화열교환기 및 생산된 가스를 계측하고 송출할 수 있는 설비에 대한 기본설계 역량과 제조기술을 확보해야 함

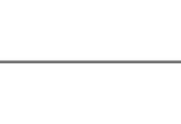
- LNG FPSO & FSRU의 건조시장에서 빠르게 성장하는 중국의 산업계보다 우위를 점하고 세계 1위의 경쟁력을 유지하며 고부가가치를 창출하고자 한다면, 극저온 설비에 대한 종합적 사고를 할 수 있는 설계역량을 강화하고 극저온 기자재 국산화를 이루어내야 함. 이를 위해서 대기업이 주도하고 산·학·연이 연계되어 IT를 융합할 수 있는 컨소시엄을 통한 체계적인 극저온 기자재 개발을 이루어갈 필요가 있으며, 개발된 극저온 기자재에 대한 성능 인증 설비에 막대한 비용이 소모되므로 장기적 관점의 국가적 지원체계가 마련되어야 함. 개발과 인증이 서로 연결되어 이루어져야 개발된 기자재의 활용이 높아질 것임

F-LNG

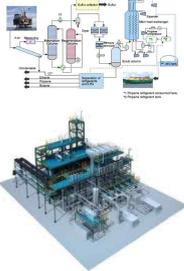
- 선정 이유 : LNG사용 증가에 따라 심해 LNG자원 개발을 주도하고 육상의 Gas소비를 위해 해상에 설치하는 시스템으로 3억톤~20억톤에 달하는 고부가가치 창출형 항목임
- 선정 배경 : 건조시장 점유율 세계 1위를 바탕으로 산·학·연 연계를 통한 극저온 설비에 대한 독자적 기본 설계 역량 및 제조 역량 강화를 통해 부가가치 극대화 필요
- 개요 : 해상에 부유하여 LNG를 생산하는 LNG FPSO와 Gas를 생산하여 육상으로 송부하는 LNG FSRU
- 목적 : 설계역량 강화 및 기자재 국산화를 통한 경쟁력 강화로 F-LNG 건조 세계 1위 유지

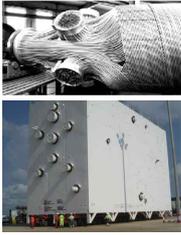
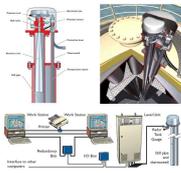


그림 3. LNG FPSO & FSRU의 핵심기술

연번	전략제품군	전략품목	핵심기술	세부/요소기술
1	선체/계류 시스템	FLNG Hull 최적화	파랑응답 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 운동해석기술 • 다물체 계류 복합 연성 거동 해석 • 역함수 이론을 이용한 다변수 최적화 기술
			화물창 최적배치 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 유체-구조 연성해석 • 충돌 해석
			극한환경 안전성 보증 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 외력을 고려한 구조해석 • 전선해석을 이용한 구조 최적화
			구조안전성 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 설치환경 및 외력을 고려한 Turret Support 구조해석
			위치유지 시스템 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 환경외력을 고려한 Thruster 용량 계산 기법 • Heading Control을 위한 Thruster 제어 기술
		지능형 통합성능 시뮬레이션 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 외력하에서 LNG선 및 모체의 계류계를 고려한 통합 성능에 대한 	

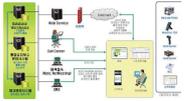
2	Gas 전처리 및 액화시스템	<p>Intelligent DP 시스템</p> 		<ul style="list-style-type: none"> 모사 알고리즘 개발 유전자 알고리즘을 적용하는 기법 개발 Workstation상에 구현하는 HMI 기법 개발 		
			외력을 고려한 지능형 설계하중 기술	<ul style="list-style-type: none"> 설치환경을 고려한 단독 계류해석 다물체 연계 운동을 고려한 운동해석 선체에 작용하는 통합적인 외력 계산을 바탕으로 한 Thruster 선정 기법 		
			최적 DP 배치/제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> 환경외력을 반영한 Thruster 배치에 따른 유동해석 선체 응력을 최소화하는 Thruster 운영 알고리즘 개발 Thruster 통합제어기술 개발 		
			이중 안전 시스템 설계	<ul style="list-style-type: none"> FMEA 기법 SIL Assignment 기법 		
			고성능 추진기 설계/해석기술	<ul style="list-style-type: none"> Thruster 용량 산정 기법 외력 해석 기법 		
			운영알고리즘 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Feedforward 기법을 적용한 제어알고리즘 		
	산성가스 제거 시스템 최적화 설계 및 제작 기술	 	용량산정 및 특허회피를 포함한 시스템 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Heat & Material Balance 계산 공정 설계 기술 정적 공정해석 기술 특허 분석 및 시스템 역설계 기술 		
			Solvent 선정기준 확립 기술	<ul style="list-style-type: none"> Solvent DB구축 및 조합 기술 시스템 구성 요소에 따른 Solvent 선정기준 확립 		
			내부 Tray 설계 및 제작기술	<ul style="list-style-type: none"> Tray 내부 유체 유동 해석 Tray 구조해석 설치를 고려한 Tray 설계 및 제작 		
			Reboiler 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Heat & Material Balance 계산 공정 설계 기술 정적/동적 공정해석 기술 		
			Packing 재질 선정 및 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Solvent에 따른 내부 부식을 고려한 Packing 재질 확보 설치를 고려한 Packing 설계 및 제작 기술 		
			선체운동을 고려한 Column 용량선정 및 제작기술	<ul style="list-style-type: none"> 설치환경에서의 운동을 고려한 Column의 구조해석 기법 Layout을 고려한 최적 배치 기법 Feed Gas의 산성가스 성분에 따른 Tray의 개수 선정 등 용량선정 기법 Column 세부설계 및 제작기술 		
			운영알고리즘 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Start-up에 관한 운영 기법 정립 Feed Gas의 산성가스 성분에 따른 최적 운영 기법 정립 운전 Manual 작성 		
			수분 제거 시스템 최적화 설계 및 제작 기술		용량산정 및 특허회피를 포함한 시스템 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Heat & Material Balance 계산 공정 설계 기술 정적 공정해석 기술 특허 분석 및 시스템 역설계 기술
					수분 흡수 재질 선정기준 확립 기술	<ul style="list-style-type: none"> Feed Gas의 유량 및 수분 함량에 따른 System 선정 기준 정립 해상설치를 고려한 수분 흡수 재질 선정기준 확립
재생 시스템 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Heat & Material Balance 계산 공정 설계 기술 정적/동적 공정해석 기술 					

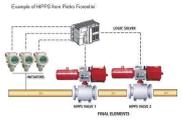
			선체운동을 고려한 Column 용량선정 및 제작기술	<ul style="list-style-type: none"> 설치환경에서의 운동을 고려한 Column의 구조해석 기법 Layout을 고려한 최적 배치 기법 Feed Gas의 산성가스 성분에 따른 Tray의 개수 선정 등 용량선정 기법 Column 세부설계 및 제작기술
			운영알고리즘 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Start-up에 관한 운영 기법 정립 Feed Gas의 산성가스 성분에 따른 최적 운영 기법 정립 운전 Manual 작성
액화 시스템 엔지니어링 기술		액화방식 선정 및 특허회피 기술	<ul style="list-style-type: none"> Feed Gas용량에 따른 Heat & Material Balance 계산 액화방식에 대한 DB구축 	
		용량산정 및 시스템 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Feed Gas용량에 따른 단위 LNG생산에 요구되는 에너지를 최소화하는 액화방식 선정 기법 	
		냉매 선정기준 확립 기술	<ul style="list-style-type: none"> 공정 설계 기술 	
		경제성 평가기술	<ul style="list-style-type: none"> 정적 공정해석 기술 특히 분석 및 시스템 역설계 기술 	
		액화 시스템 시뮬레이션 기술	<ul style="list-style-type: none"> 시스템의 동적 거동해석 기법 개발 액화방식에 따른 제어 알고리즘 정립 	
		운영알고리즘 기반 동적해석기술	<ul style="list-style-type: none"> 제어시스템과의 연계방안 강구 	
Compander 최적화 설계 및 제작 기술		용량산정 및 특허회피 방안을 포함한 시스템 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Feed Gas용량에 따른 Heat & Material Balance 계산 특허 분석 및 시스템 역설계 기술 	
		냉매 선정에 따른 재질 및 강도에 대한 해석기술	<ul style="list-style-type: none"> 냉매 선정에 따른 재질 및 강도에 대한 해석기술 	
		온도변화에 따른 열 변형 해석기술	<ul style="list-style-type: none"> 온도변화에 따른 열 변형 해석기술 	
		온도변화를 고려한 임펠라 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> 온도변화를 고려한 임펠라 설계기술 	
		Sealing 재질 및 제작기술	<ul style="list-style-type: none"> Sealing 재질 및 제작기술 N2 Seal을 고려한 Bulk Head설계 및 제작 기술 	
		N2 Test와 실제 운전 가스로의 성능 보상 해석 기술	<ul style="list-style-type: none"> N2 Test와 실제 운전 가스로의 성능 보상 해석 기술 	
		최적 배치를 고려한 Compander 제작기술	<ul style="list-style-type: none"> 최적 배치를 고려한 Compander 제작기술 	
		Surge 제어를 포함한 운영알고리즘 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> 다단 원심형 압축기의 Surge 현상 구현 기법 Surge 제어용 Quick Open Valve 설계 및 제작 기술 Surge 제어를 포함한 운영알고리즘 설계기술 	
Distillating Column 내부 설계		선체 운동을 고려한 분류 방식 결정	<ul style="list-style-type: none"> 설치환경 및 선체 운동에 따른 분류 방식 결정 	
		용량산정 및 특허회피 방안을 포함한 시스템 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Heat & Material Balance 계산 공정 설계 기술 정적 공정해석 기술 특허 분석 및 시스템 역설계 기술 	
		Tray Type 및 Packing Type 선정기준	<ul style="list-style-type: none"> Tray 내부 유체 유동 해석 Tray 구조해석 	
		Tray 종류 선정기준 정립	<ul style="list-style-type: none"> 설치를 고려한 Tray 설계 및 제작 	
		Packing 종류 선정기준 정립	<ul style="list-style-type: none"> 설치를 고려한 Packing 설계 및 제작 기술 	
Tray Tower 및 Packing Tower의 설계기준 마련	<ul style="list-style-type: none"> 표준안 작성 			

3	<p>대형 LNG생산 열교환기 설계 및 제작 기술</p> 	<p>운전모드를 고려한 용량산정 및 특허회피 방안을 포함한 시스템 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> Heat & Material Balance 계산 공정 설계 기술 정적/ 동적 공정해석 기술 특허 분석 및 시스템 역설계 기술 	
		<p>선체운동을 고려한 외형 최적화 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 선체운동을 고려한 외형 최적화 설계기술 	
		<p>선체운동을 고려한 내부 구조 최적화 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 열응력 및 선체운동을 고려한 내부 구조 최적화 설계기술 	
		<p>열교환기 설계 프로그램 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> 열교환기 설계 프로그램 개발 	
	<p>화물창 & 하역시스템</p> <p>LNG CTS System</p> 	<p>CTS 기본 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 극저온용 재질 선정 최적 시스템 선정 (Radar, Laser, Capacitance type 등) 시스템 구성 기술 	
		<p>극저온 열팽창을 고려한 구조해석기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 극저온 탱크내 설치를 고려한 설치 방안 강구 선체 및 내부 유체 운동으로 인한 통합 하중 계산 통합 하중을 고려한 구조 해석 	
		<p>Radar 설계 및 분석기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> Radar 설계 및 분석기술 	
		<p>계측 체적에 대한 압력, 온도 보정기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 화물창 계측 기법 강구 화물창 계측 자료의 DB구축 최적화 방안 강구 액위에 따른 체적 보정 기법 압력, 온도 계측 시스템 개발 	
		<p>화물창 체적 측정 및 보정기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 압력, 온도에 따른 물성치 DB구축 통합적인 보정 기술 열량 계측시스템과의 연계 기술 	
		<p>화물창 단열 신소재 개발</p> 	<p>단열재료 선정 및 특성파악</p>	<ul style="list-style-type: none"> 신소재 단열 재료 선정 단열성, 친환경성, 경제성에 따른 단열소재 분류 물성치 성능 평가
			<p>화물창 단열재 설치를 고려한 열전달, 변형, 구조 해석기술 및 성형 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 화물창에 따른 단열재 설치 기법 단열재 설치 방안 강구 단열재 설치 방안에 따른 성형 기술 개발
			<p>화물창 단열재 설치를 고려한 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 열전달, 변형, 구조 해석 열 유입량 해석 기법
<p>화물창 내 유입하는 열 전달량 해석 기술</p>			<ul style="list-style-type: none"> BOR저감을 위한 단열재 증대에 따른 경제성 분석 	
<p>Surge를 고려한 저온 압축기 설계 및 제작 기술</p> 		<p>용량산정 및 특허회피 방안을 포함한 시스템 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 액화시스템의 압력 혹은 연료가스의 압력 및 요구유량 등의 조건에 따른 Heat & Material Balance 계산 특허 분석 및 시스템 역설계 기술 	
	<p>저온 압축기 부품별 재질산정</p>	<ul style="list-style-type: none"> 극심한 온도 변화를 고려한 재질 및 강도에 대한 해석기술 		
	<p>저온 압축기 내 유동 해석을 포함한 회전부분 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 온도변화에 따른 열 변형 해석기술 유동, 구조해석을 포함한 임펠라 설계 및 제작 기술 		
	<p>Sealing System 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sealing 재질 및 제작기술 N2 Seal을 고려한 Bulk Head설계 및 제작 기술 		
	<p>Surge 제어를 포함한 운영알고리즘 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 원심형 압축기의 Surge 현상 구현 기법 Surge 제어용 Quick Open Valve 설계 및 제작 기술 Surge 제어를 포함한 운영알고리즘 설계기술 		

		성능 검증 기술	<ul style="list-style-type: none"> N2 Test와 실제 운전 가스로의 성능 보상 해석 기술 N2 Test를 위한 성능 검증 설비에 대한 설계 및 구축
<p>Submerged LNG Pump 설계 및 제작</p> 	용량산정 및 특허회피 방안을 포함한 기본설계기술		<ul style="list-style-type: none"> LNG Off-loading Rate를 고려한 용량산정 특허 분석 및 시스템 역설계 기술
	극저온용 Motor 설계 및 제작기술		<ul style="list-style-type: none"> 극저온 액화물 내 잠수형 Motor 설계 및 제작기술 전력선에 대한 설계 및 제작 전력선 인입을 위한 설계
	저온 펌프 내 유동 해석 및 수축/팽창을 고려한 회전체부분 설계기술		<ul style="list-style-type: none"> 저온 펌프 내 유동 해석 수축/팽창을 고려한 회전체부분 구조해석 및 설계기술
	Sealing System 설계 및 제작기술		<ul style="list-style-type: none"> Sealing System 설계 및 제작기술
	수축/팽창을 고려한 외형 구조해석 및 제작기술		<ul style="list-style-type: none"> 열진도 해석 수축/팽창을 고려한 외형 구조해석 및 제작기술
	성능 검증 기술		<ul style="list-style-type: none"> 액화질소를 활용한 성능 검증 설비에 대한 설계 및 구축 성능 검증 방안 및 절차서 신뢰성 자료 수집을 위한 방안 및 기법 개발
<p>Retractable LNG Pump 설계 및 제작</p> 	용량산정 및 특허회피 방안을 포함한 기본설계기술		<ul style="list-style-type: none"> LNG Off-loading Rate를 고려한 용량산정 특허 분석 및 시스템 역설계 기술
	Suction Valve 설계 및 제작기술		<ul style="list-style-type: none"> 극저온 및 반복하중을 고려한 Foot Valve용 Spring의 재질 선정 Spring 설계 및 제작 기술
	성능 향상을 위한 유동 해석 및 수축/팽창을 고려한 회전체부분 설계기술		<ul style="list-style-type: none"> 저온 펌프 내 유동 해석 수축/팽창을 고려한 회전체부분 구조해석 및 설계기술
		성능 검증 기술	<ul style="list-style-type: none"> 액화질소를 활용한 성능 검증 설비에 대한 설계 및 구축 성능 검증 방안 및 절차서 신뢰성 자료 수집을 위한 방안 및 기법 개발
<p>Loading / Off-loading 통합거동해석 기술</p> 	다중계류물체의 운동해석기술		<ul style="list-style-type: none"> 환경 외력을 반영한 다물체 연성거동 해석기법 LNG선과 모체와의 상대 높이차를 고려한 구조설계 해상 운동을 반영한 구조 해석
	Loading Arm의 설계기준 제시		
	Mooring Winch 및 계류선에 미치는 하중에 대한 예측 설계기술		
<p>관절 Type LNG Loading Arm 설계 및 제작</p> 	선체운동에 따른 구조체 운동에 대한 기구학적 해석기술		<ul style="list-style-type: none"> LNG선과 모체와의 상대 높이차를 고려한 구조설계 해상 운동을 반영한 구조 해석
	초저온 상태의 액체 누설을 방지하기 위한 Sealing관련 설계 및 제작기술		<ul style="list-style-type: none"> Swivel Joint 설계 및 제작 기술 급격한 온도 변형을 고려한 구조 해석
	Quick Coupling / Quick Decoupling Connector에 대한 기구학적 설계 및 유압시스템 설계기술		<ul style="list-style-type: none"> QCQD Connector에 대한 설계 동역학적/기구학적 해석 구조해석 저온의 환경을 고려한 유압회로 설계

	<p>Tandem 방식의 LNG Loading System 설계 및 제작</p> 	<p>운영에 대한 성능 검증 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 유압회로 운전 알고리즘 개발 • 제어시스템 구성 • 운영절차서 작성 • 해상환경을 고려한 성능검증 설비 설계 및 구축 • 성능 검증 절차서 	
		<p>선체운동에 따른 구조체 운동에 대한 기구학적 해석기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • LNG선과 모체와의 상대 높이차를 고려한 구조설계 • 해상 운동을 반영한 구조 해석 	
		<p>초저온 상태의 액체 누설을 방지하기 위한 Sealing관련 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Swivel Joint 설계 및 제작 기술 • 급격한 온도 변형을 고려한 구조 해석 	
		<p>Quick Coupling / Quick Decoupling Connector에 대한 기구학적 설계 및 유압시스템 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • QCQD Connector에 대한 설계 • 동역학적/기구학적 해석 • 구조해석 • 저온의 환경을 고려한 유압회로 설계 • 유압회로 운전 알고리즘 개발 	
		<p>운영에 대한 성능 검증 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 제어시스템 구성 • 비상상황을 고려한 운영절차서 작성 • 해상환경을 고려한 성능검증 설비 설계 및 구축 • 성능 검증 절차서 	
	<p>초저온 상태의 액체를 이송하는 Flexible 호스의 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 열유입을 최소화하는 Hose용 재질 선정 • 극저온용 Flexible Hose 설계 및 제작 기술 • Hose와 QCQD와의 연결 방안 		
	<p>BOG 압축기 설계 및 제작 기술</p> 	<p>용량산정 및 특허회피 방안을 포함한 시스템 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 변동하는 액위에 따른 BOG의 용량에 따른 Heat & Material Balance 계산 • 특허 분석 및 시스템 역설계 기술 	
		<p>저온 압축기 부품별 재질산정</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 극심한 온도 변화를 고려한 재질 및 강도에 대한 해석기술 	
		<p>저온 압축기 내 유동 해석을 포함한 회전부분 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 온도변화에 따른 열 변형 해석기술 • 유동, 구조해석을 포함한 임펠라 설계 및 제작 기술 	
		<p>Sealing System 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sealing 재질 및 제작기술 • N2 Seal을 고려한 Bulk Head설계 및 제작 기술 	
		<p>Surge 제어를 포함한 운영알고리즘 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 원심형 압축기의 Surge 현상 구현 기법 • Surge 제어용 Quick Open Valve 설계 및 제작 기술 • Surge 제어를 포함한 운영알고리즘 설계기술 	
		<p>최적 공간배치를 고려한 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 최적 공간배치를 고려한 설계 및 제작기술 	
		<p>성능검증 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • N2 Test와 실제 운전 가스로의 성능 보상 해석 기술 • N2 Test를 위한 성능 검증 설비에 대한 설계 및 구축 	
	4	<p>운전 및 유지보수 시스템</p> <p>IT융합기술을 활용한 시스템 예지보전 시스템 설계</p>	<p>회전체 진동계측시스템 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 회전체 진동계측시스템 설계 및 제작기술
			<p>장비별 이상 징후를 나타내는 변수에 대한 기준 정립</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 장비별 이상 징후를 나타내는 변수에 대한 기준 정립
<p>이상 징후 계측설비의 통합 및 연계 방안</p>			<ul style="list-style-type: none"> • 이상 징후 계측설비의 통합 및 연계 방안 	

		<p>이상 징후 변수를 활용한 정도 높은 예지 보전 알고리즘 설계</p>	<ul style="list-style-type: none"> 이상 징후 변수를 활용한 정도 높은 예지 보전 알고리즘 설계 학습형 알고리즘 개발 		
		<p>History 관리 프로그램</p>	<ul style="list-style-type: none"> History 관리 프로그램 		
	<p>IT융합 에너지 회수 최적화 설계 기술</p>	<p>배출가스로부터 에너지를 얻는 특허회피 방안을 포함한 기본설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 배출가스로부터 에너지를 얻는 특허회피 방안을 포함한 기본설계기술 		
		<p>극저온 냉매의 활용을 통한 에너지 회수기법</p>	<ul style="list-style-type: none"> 극저온 냉매의 활용을 통한 에너지 회수기법 		
		<p>Feed Gas의 에너지를 활용한 에너지 회수기법</p>	<ul style="list-style-type: none"> Feed Gas의 에너지를 활용한 에너지 회수기법 		
		<p>운전 최적화를 통한 에너지 회수 기법</p>	<ul style="list-style-type: none"> 운전 최적화를 통한 에너지 회수 기법 		
5	<p>LNG 재기화 시스템</p>	<p>Recondenser 설계 및 제작기술</p>		<p>용량산정 및 특허회피 방안을 포함한 기본설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> BOG의 용량에 따른 Heat & Material Balance 계산 특허 분석 및 시스템 역설계 기술
		<p>Recondenser 내부 최적화 설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> Recondenser 내부 최적화 설계기술 Spray Nozzle 최적 설계 및 제작 기/액 접촉을 원활히 하는 Plate의 설계 및 제작기술 		
		<p>Recondenser 열전달, 열응력을 고려한 내부 유동 및 구조해석기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> Recondenser 열전달, 열응력을 고려한 내부 유동 및 구조해석기술 		
		<p>Recondenser 제작 및 설치기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> Recondenser 제작 및 설치기술 		
	<p>LNG용 고압 펌프 설계 및 제작기술</p>	<p>용량 산정 및 특허회피 방안을 포함한 기본설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> Gas 최소 / 최대 생산량을 고려한 용량산정 특허 분석 및 시스템 역설계 기술 		
		<p>저온다단 펌프 내 유동해석 및 수축 / 팽창을 고려한 회전체부분 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 저온 펌프 내 유동 해석 수축/팽창을 고려한 회전체부분 구조해석 및 설계기술 		
		<p>Sealing System 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sealing System 설계 및 제작기술 		
		<p>수축 / 팽창을 고려한 외형의 정적 / 동적 구조해석 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 열전도 해석 수축/팽창을 고려한 외형 구조해석 및 제작기술 		
		<p>성능 검증 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 액화질소를 활용한 성능 검증 설비에 대한 설계 및 구축 성능 검증 방안 및 절차서 신뢰성 자료 수집을 위한 방안 및 기법 개발 		
	<p>대용량 고압 기화기 설계 및 제작기술</p>	<p>용량 산정, 열매체 선정 및 특허회피 방안을 포함한 기본설계기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> Gas 최소 / 최대 생산량을 고려한 용량산정 설치지역의 규제사항을 고려한 열매체 선정 및 시스템 구성방안 특허 분석 및 시스템 역설계 기술 		
		<p>선체운동을 고려한 내부 유동 및 구조해석기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 선체운동을 고려한 내부 유동 및 구조해석기술 		
		<p>설치 공간 최소화를 고려한 외형 설계 및 제작 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 설치 공간 최소화를 고려한 외형 설계 및 제작 기술 		
	<p>초음파 가스유량계 국산화</p>	<p>고압상태의 초음파 센서 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> 고압상태의 초음파 센서 설계 및 제작기술 배관내 삽입 기술 초음파센서 Test기법 		

		가스유량 검증 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 가스유량 검증을 위한 설비 설계 및 제작 기술
		압력/온도 보상 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 압력/온도 보상 기술
		모니터링 시스템 설계 및 제작 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 모니터링 시스템 설계 및 제작 기술
	<p>HIIPS (High Integrity Pressure Protection System) 설계 및 제작 기술</p>  	안전을 고려한 시스템 기본설계기술	<ul style="list-style-type: none"> • SIL Assessment 기법 • 1oo2 / 2oo3 신호계측 체계 설계 • Logic Solver • 자가진단기능 고려 • 고압 Valve 설계 및 제작기술
		1oo2 / 2oo3 신호계측체계 설계기술	
		진단기능을 고려한 SIL3 level의 Logic Solver 설계 및 제작기술	
	<p>Submerged Off-loading System 국산화</p> 	운동해석 통한 선체에 미치는 부하에 대한 구조해석기술	<ul style="list-style-type: none"> • 설치환경 및 외력을 통합적으로 고려한 통합하중에 대한 계류력 해석 • 계류력에 따른 Turret 설비 선정 • 계류력을 지지하기위한 구조해석
		Swivel 제작기술	<ul style="list-style-type: none"> • Swivel 설계 및 제작 • 설치 기술 • Test방안 강구 • Swivel성능 검증을 위한 설비 설계 및 구축
		가스 분출 등에 의한 화재 / 폭발 해석	<ul style="list-style-type: none"> • 화재, 폭발 해석 • 유동 해석 • STL Room내 폭발압력 해소 설비
	<p>Gas Analyser 국산화</p> 	안전을 고려한 시스템 기본설계기술	<ul style="list-style-type: none"> • Gas 누수, 확산을 고려한 Gas 분석기 시스템 구성 • 설치구역 및 Ventilation을 고려한 Enclosure Space 설계 • 유량계측기와의 Interface 방안 • Lab Scale의 열량분석기
		가스분석을 통한 밀도 및 열량계산 프로그램기법	
		최적배치를 고려한 설계 및 제작기술	

□ Subsea & OSV 분야

- Subsea 장비 개발 및 설치기술 확보를 통해, 국내 산업기반이 거의 전무한 심해저 사업분야 진출로 국가적 신사업 진출 검토가 필요함
- Subsea 기자재 분야의 국내 제품 및 기술이 전무한 상황에서 정부 지원 산학 공동연구를 통해 미래 해양시장 선점을 위한 기반조성이 요구됨
- 설치기술 확보를 통해 천해에 머물러 있는 국내 설치기술을 심해 설치시장으로 확대시켜 고부가가치 사업에 앞장서서 진출해야 함

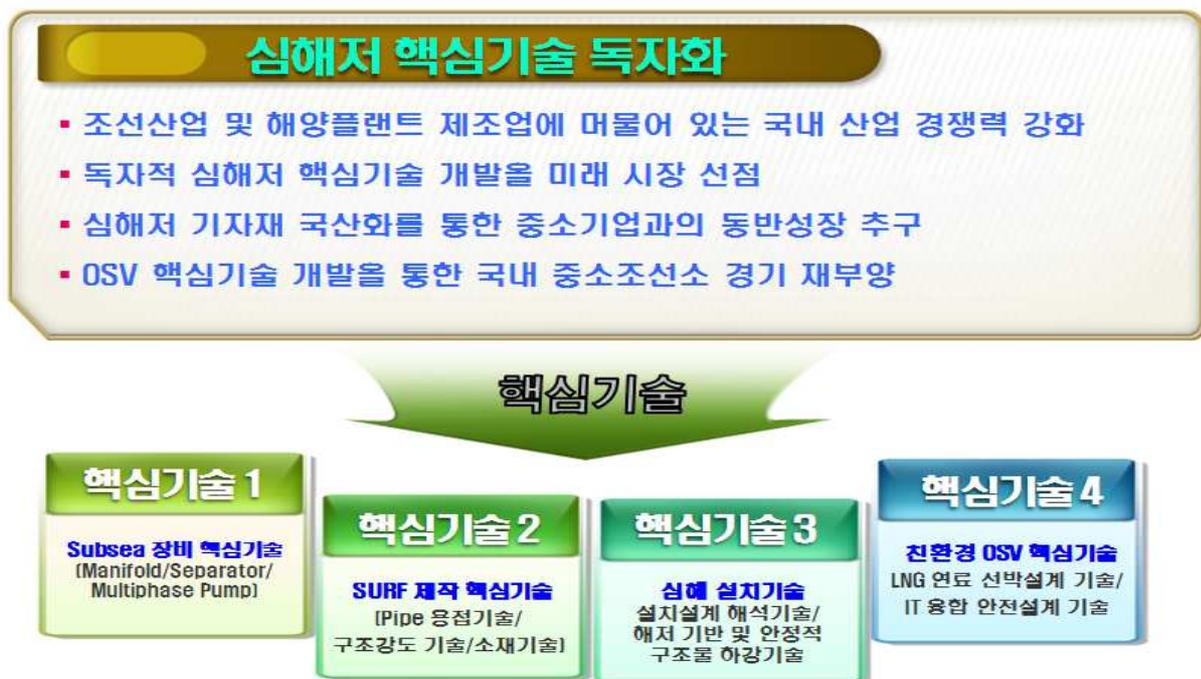


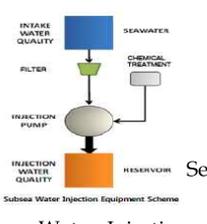
그림 4. Subsea, URF & OSV의 핵심기술

- 일부 기술선진국이 선점하고 있는 Subsea 시장의 진입을 위해 핵심기술 개발이 시급하며, 이를 통한 미래 시장 선점을 위해 노력이 절실히 요구되는 시점임
- 심해저 기자재 국산화를 통해 중소 기자재 업체들의 동반성장을 추구하여 국가적 문제인 조선 기자재업체 불황을 타개해야 하며 중소 조선소의 불황을 벗어나기 위해 OSV 건조에 대한 핵심적이고 차별화 된 기술 확보가 필수적임
- Subsea의 탐 브랜드는 Oil & Gas의 생산을 위한 해저에 설치되는 production, processing 및 이들을 연결하는 SURF(Subsea Umbilical, Riser, Flowline)장비와 이를 위한 엔지니어링 기술을 선정하였음

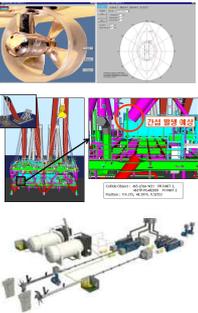
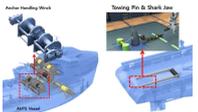
- Subsea Production System은 Oil & Gas 등 생산물의 직접생산과 관련된 대표적인 장비이며 비교적 기술개발이 용이할 것으로 판단되는 Manifold의 설계기술 3종을 포함하고, Subsea Processing System은 생산물의 생산량 및 회수율을 높이기 위한 장비로 향후 시장의 확대가 예상되는 제품으로 subsea separator, subsea multiphase pump, SWIT 시스템과 관련된 5종의 기술분야를 포함함
- SURF(Subsea Umbilical Riser Flowline) system은 생산물의 이송을 위한 통로가 되는 시스템으로 3종의 설계기술과 2종의 설치기술이 포함되며, 해저 설치기술은 Subsea 장비의 설치와 관련된 기술분야로 제한적이거나 일부 국내기업의 경험이 있는 서비스 분야로 4종의 핵심기술을 포함함
- OSV 건조시장은 해양플랜트의 경기와 동조하는 경향이 있어 조선불황 시 경기방어적인 분야로 좋은 대안이 될 수 있음
- OSV의 다기능화, 친환경화, 원양화, 극지화 등 신기술 수요요구에 대한 선제적 대응으로 OSV 분야 후발 주자로서의 약점을 극복하고 수익창출의 모델 확보 필요

연번	전략제품군	전략품목	핵심기술	세부/요소 기술
1	 심해 고정밀 Manifold	Structure 및 Pipe 망 설계 (단기, 핵심기술, 대중소 협력형)	Advanced Flow Assurance 해석기술	<ul style="list-style-type: none"> 고온 고압 유동해석 기술
		초정밀 모듈 안전 신뢰기술 (단기, 상용화, 대중소 협력형)	밸브 조립설계 및 제작 기술	<ul style="list-style-type: none"> 밸브 Assembly 설계 및 제작 기술 초정밀 모듈 제작 기술 Leak 모니터링 및 차단 기술 (Metal Sealing 기술 포함)
		고용량 Manifold 설계기술 (단기, 핵심기술, 대중소 협력형)	신뢰성 및 안전성 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> 제어 모듈 설계 및 개발 기술 인증 및 테스트 방안
		Suction Pile 연결부 해석 기술	<ul style="list-style-type: none"> 구조 설계 및 구조 안전성 평가 기술 Structure & 대형 Pipe Network (파이프 망) 설계 요소 장치 설계 기술 (부식, 심해 환경, 고압 부품 제작 기술 포함) Structure 재료 및 Cathodic Protection 선정 기술 Marine Growth 방지 기술 	
2	 Subsea URF	Production riser/flowline용 Seamless pipe 설계/제작 기술 (단기, 상용화, 대중소 협력형)	Seamless pipe 제조기술	<ul style="list-style-type: none"> 고성능 billet 개발 용접재료 및 WPS 개발 기계적/기하학적 Pipe 성능 평가
		Pipe 가공기술	<ul style="list-style-type: none"> Pipe가공(Upsetting/Threading) 기술 개발 HT/HP Pipe용 열처리 (QT/Normalizing) 기술 개발 	

		Production riser/flowline용 Welded pipe용 설계/제작 기술 (중기, 상용화, 대중소 협력형)	고성능 강관 개발기술	<ul style="list-style-type: none"> L-SAW Pipe 개발 기계적/기하학적 Pipe 성능 평가
		Umbilical 설계/제작 기술 (중기, 상용화, 대중소 협력형)	용접재료 및 WPS 기술	<ul style="list-style-type: none"> 용접재료 및 WPS 개발
			고성능 소재 개발기술	<ul style="list-style-type: none"> 고성능 외장 재료 개발 (high strength & toughness)/ 경량 외장 재료 개발(composite) control umbilical 개발 (TP hose, steel tube) power umbilical 개발 integrated umbilical 개발 (power & production) component 개발
			구조 강도 해석기술	<ul style="list-style-type: none"> tensile strength/characterization/proof pressure 성능 검증
3	 <p>Subsea Separator</p>	심해저 고용량 처리장비 개발 기술 (중기, 핵심기술, 대중소 협력형)	시스템 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> 해저 공정 설계 기술 구조 설계 및 안전성 평가 기술 Internal Device 개발 기술 요소 장치 설계 기술 (부식, 심해 환경, 고압 부품 제작 기술 포함) Pilot 플랜트 설계 및 제작 기술
		분리성능 안전 신뢰 기술 (중기, 핵심기술, 대중소 협력형)	신뢰성 및 안전성 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> 인증 및 테스트 방안 회수를 향상 기술
			Leak 모니터링 및 차단 기술	<ul style="list-style-type: none"> Leak 모니터링 및 차단 기술 (Metal Sealing 기술 포함) 제어 및 전원 기술
4	 <p>Subsea Multiphase Pump</p>	유체 및 구조 해석을 통한 고압 작동 안정성 평가 (중기, 핵심기술, 대중소 협력형)	시스템 해석 기술	<ul style="list-style-type: none"> 세부장치별 소재 분석 기술 가압 압축 및 송출 기술 절연 해석 기술 내압 및 내구성 확보를 위한 구조/강도 해석 기술 고압의 심해저 환경에 대응하는 구조/응력 해석 수력 및 열적 성능 파악을 위한 열·유동 해석 기술 해수부식 차단 및 기구적 안정성 확보를 위한 용접기술 해수내식성 향상을 위한 표면 코팅 또는 도장 기술 부분품 및 System 시험평가기술 Multi-phase pump 시스템 특성 분석

				<ul style="list-style-type: none"> 구조 건전성 평가 기술 해저 공정 설계 Data 구축 기술 단품 성능 예측 기술 전동기 Heat Balancing 기술 신뢰성 및 안전성 평가 기술 인증 및 시험 방안 냉각기 열용량 해석 기술 차압 감지 기술
				<ul style="list-style-type: none"> 터미널 박스 설계 Maintenance Free를 위한 시스템 모듈화 설계 기술 심해저 고압조건 하의 Start/Stop Operation Logic 설계 GVF 변화 대응 메커니즘 설계 기술 Bearing 및 Seal 설계 기술 심해저 원격제어시스템 설계 해저 지반의 지질을 고려한 펌프 시스템의 내진 및 방진 설계 세부장치별 Alarm/Monitoring System 설계 Alarm/Monitoring System을 위한 Sensor 설계 펌프부 형상 설계 기술 케이싱 설계 기술 축계 설계 기술 전동기 설계 기술 냉각 튜브 설계 기술 누설·누유 방지 구조 설계 System Integration 컨버터/인버터 설계
			펌프 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> 주요 부품(펌프부, 축계, 케이싱, 전동기) 생산 및 조립 기술 축소 모델 시험을 통한 성능평가 방안
5	 <p>Seawater chemical injection 장비 설계기술 (중기, 핵심기술, 대중소 협력형)</p> <p>Se a Water Injection</p>	Seawater chemical injection 장비 설계기술 (중기, 핵심기술, 대중소 협력형)	해수 살균 시스템 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> Seawater solid removal 장비 설계 기술 Seawater sterilization 장비 설계 기술 Seawater chemical injection 장비 설계 기술 필터 유지 보수 기술
			원심펌프 injection module 기술	<ul style="list-style-type: none"> Oil 최적 회수를 위한 입력 유량 제어
			대용량 고압 펌프 수력 설계 기술 방폭형 모터 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> 대용량 고압펌프 수력 설계 기술 방폭형 모터 설계 기술 (water-filled/oil-filled type)

		(중기, 핵심기술, 대중소 협력형)	펌프 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> • 펌프 축계 설계 기술 (구조 및 진동 해석) • 실링기술 • 해수 부식 방지 기술 • 고장 진단 기술 • 제어 및 전원 기술
6		URF 설치 프로시저 구성기술 (단기, 상용화, 대중소 협력형)	설치 시나리오 구성 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 심해설치 해석 및 모형시험 검증기술 • FMEA(Failure Mode and Effect Analysis, 고장모드 영향분석) 기술 • 자기 진단형 고장 모니터링 /감시시스템 설계 • 자기진단 고장탐색율 99% 기술
		URF 설치시스템 설계기술 (단기, 상용화, 대중소 협력형)	설치 장비 구성 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 용량산정 기술 • 장비 배치기술
		지반 특성별 고효율 시공 기술 (단기, 상용화, 대중소 협력형)	심해저 플랜트 설비용 고효율 기초(FOUNDATION) 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 심해저 설치 위치 (in-place) 지반조사 프로시저 및 지반 불성치 평가 기술 • 고효율 하이브리드형 (섬섬파일+중력식) 기초부 개발 (설계/제작/시공 기술) • 기초부 성능평가 수치해석 (지반/기초 상호작용 관입/지지력/내진안전성 평가) • 기초부 성능평가 모형시험 (지반/기초 상호작용 관입/지지력/내진안전성 평가) • Pilot test용 기초구조물의 설계/제작 • Pilot test용 기초구조물의 설치 및 성능평가 • 기초부 설치시 시공관리 및 대책 기술 • 심해저 플랜트 설비용 기초부의 기술 개발 지원 및 검증/인증
		심해 설치물 수중동적거동 해석기술 (단기, 상용화, 대중소 협력형)	심해저 플랜트 설비의 설치를 위한 안정적 하강(Stable Lowering) 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 해저플랜트 설비의 설치 시나리오별 하강 성능평가 해석 기술 • 고효율 Heave Compensator 개발 및 성능평가 수치해석 • 고효율 Heave Compensator 성능평가 모형시험 • 심해저 플랜트설비 하강기술개발지원 및 기술검증/인증
			심해저 통합 운전/설치 운용 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 해저플랜트 설비의 최적 설치공법 개발 및 설치(운송/이양/하강/안착) 시나리오 정립 • 설치 시나리오별 통합(운전/설치) 운용 기술 (설치진단, ROV, 설치장비) • 해저플랜트 설비의 실험적 설치 모의시뮬레이션 (동해 심해지역 선정) • 심해저 통합 운용기술 개발 지원 및 기술 검증/인증

		추진기 상호간섭(조류, 추력기, 선각) 효과 분석 기술 (단기, 상용화, 대중소 협력형)	모형시험/CFD 해석 분석	<ul style="list-style-type: none"> 추진기 간섭효과를 고려한 추력분배 알고리즘 최적화 기술 추력분배 최적화 시간 최소화 기술
		통합 DP 성능 해석 기술 (단기, 상용화, 중소중견 주도형)	설치선 단독 DP 성능 해석기술	<ul style="list-style-type: none"> 모형시험을 통한 설치선 단독 DP 성능 분석 설치 시나리오를 반영한 통합 DP 성능 해석 기술 설치 시나리오를 반영한 통합 DP 성능 모형 시험 FMEA 및 신뢰도 평가기술
			모형시험/CFD 해석 분석	<ul style="list-style-type: none"> 설치선의 DP 성능 계측 시스템 구축 및 계측 설치선/설치물/ROV의 위치 계측 심해 설치용 DP 운영 시뮬레이터 개발 운용자 교육 프로그램 개발
7	OSV 공통 핵심 기술 및 친환경 추진시스템 	OSV Integrated Dynamic Positioning System 설계 및 운용 기술	OSV 맞춤형 DP 설계기술 DP 통합 운용 기술	<ul style="list-style-type: none"> OSV 선종별 Thruster 최적 배치 기술 OSV 선종별 Thruster 용량 추정 고도화 기술 DP 통합 운용 시스템 기반기술
		IT 기술을 응용한 OSV 안전성 평가 기술	OSV 작업안전성 검증 기술	<ul style="list-style-type: none"> OSV 상호 간섭 검증 시뮬레이션 기술 Anchor Handling 시뮬레이션 기술 충돌 시 OSV 구조안전성 평가 기술
			IT 융합 OSV 제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> IT 활용 OSV 선박장치 통합 제어 기술 IT 활용 위험도 관리기반 모니터링 기술 IT 활용 의장품 안전관리 기술
		차세대 친환경 추진시스템 OSV 적용 기술	LNG 추진시스템 적용 기술 연료전지 추진시스템 적용 기술	<ul style="list-style-type: none"> LNG 연료추진시스템 최적 배치 기술 LNG 연료추진시스템 안전성 평가 기술 연료 전지적용 추진시스템 배치 최적화 기술 연료전지 적용 전력 부하 분석 및 운용 기술
8	OSV 공통 핵심 기술 및 친환경 추진시스템 	PSV 및 AHTS 주요 장비 설계 및 제작 기술	PSV 및 AHTS 화물 양하역 시스템 기술 Anchor Handling 시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> OSV 중량물 양/하역 장비 설계/제작 기술 산적 건화물 이송장비 설계/제작 기술 대형 Anchor Handling 장비 설계/제작 기술

	<p>DSV (잠수지원선) 설계 기술 및 주요 장비 핵심기술</p>	<p>DSV (잠수지원선) 기본설계 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • DSV 기본성능 계산 및 해석 기술 • Moon Pool을 고려한 최적 선형 설계 기술 • Moon Pool을 고려한 구조 안전설계 및 해석 기술 • Heli-deck 최적화 설계 기술 • 잠수장비 운용을 위한 최적 배치 기술 		
		<p>DSV (잠수지원선) 안전관리 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 안전한 해저 작업을 위한 모니터링 기술 		
		<p>DSV (잠수지원선) 주요 장비 설계 및 제작 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 포화 잠수 시스템 설계 기술 • 감압/가압 Chamber 설계/제작 기술 • Diving Bell 운용 시스템 기반기술 • 고압 Chamber 비상탈출 시스템 설계 기술 • Hyperbaric lifeboat 설계/제작 기술 		
			<p>극지 운항 Cable Layer (케이블 포설선) 설계 기술 및 주요 장비 핵심기술</p>	<p>Cable Layer (케이블 포설선) 기본설계 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cable Layer 기본성능 계산 및 해석 기술 • 극지 운항을 고려한 구조 안전설계 및 해석 기술 • Cable 포설 장비 최적 배치 기술
				<p>Cable Handling 시스템 설계 및 제작 기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cable Handling 장비 설계/제작 기술 • 의장품 결빙방지 및 해빙설계기술
				<p>심해용 Pipe Layer (파이프 포설선) 설계 기술 및 주요 장비 핵심기술</p>	<p>Pipe Layer (파이프 포설선) 기본설계 기술</p>
	<p>Pipe Laying 시스템 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 심해 Pipe Laying System 운용 기술 • J-Laying 시스템 설계/제작 기술 • S-Laying 시스템 설계/제작 기술 • Reel-Laying 시스템 설계/제작 기술 			
		<p>심해용 Pipe 결합시스템 설계 및 제작기술</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pipe 연결 및 결합 관리시스템 설계/제작 기술 • Pipe Sealing 및 용접 장비 설계/제작 기술 • Pipe Sealing 검사 장비 설계/제작 기술 		

		Subsea 장비 설치를 위한 OSCV (심해 건설지원선) 설계 기술 및 주요 장비 핵심기술	OSCV 기본설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 심해 대형 OSCV 기본설계 기술 개발
			심해저 장비 운용 기술	<ul style="list-style-type: none"> • OSCV 중구조물 양하역 시스템 운용 기술 • 심해저 설치작업 통합관리 기술
				<ul style="list-style-type: none"> • ROV 운용시스템 기반기술
			심해저 작업 안전관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> • OSCV 선박장치 통합 제어 기술 • 해저 보수유지작업 안전감시 기술