

선박용 연료전지 기술개발 현황

- IMO 규제동향, KR 기술개발 현황

노길태 책임연구원

2015. 09. 08

(사)한국선급, 기술본부

기관기술연구팀

그린쉽 기자재 시험·인증 센터

gtroh@krs.co.kr/070-8799-8761



Contents



01

IMO 규제 배경

02

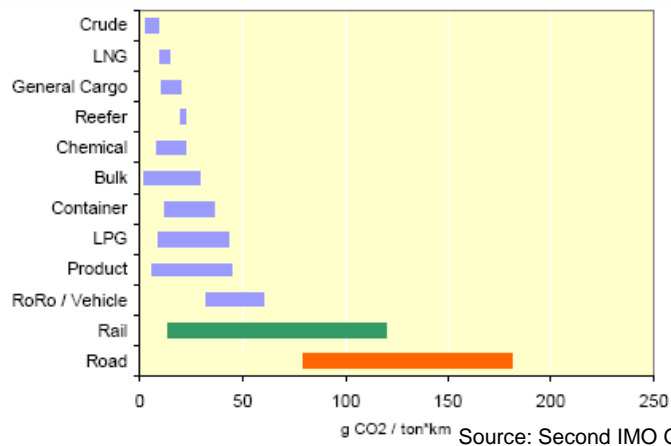
선박용 연료전지 기술 동향

03

KR 선박용 연료전지 개발 현황

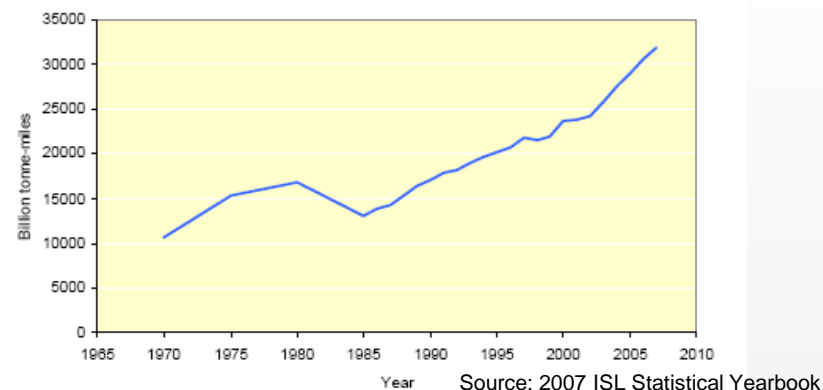
✓ 국제해운 현황

The most efficient transport mode



80% of global trade

World seaborne trade 1970-2007



2.6% of global emissions

(million tonnes CO ₂)		Third IMO GHG Study 2014 CO ₂			
Year	Global CO ₂ ¹	Total shipping	% of global	International shipping	% of global
2007	31,409	1,100	3.5%	885	2.8%
2008	32,204	1,135	3.5%	921	2.9%
2009	32,047	978	3.1%	855	2.7%
2010	33,612	915	2.7%	771	2.3%
2011	34,723	1,022	2.9%	850	2.4%
2012	35,640	949	2.7%	796	2.2%
Average	33,273	1,016	3.1%	846	2.6%

Source: Third IMO GHG Study 2014

More than 6th emitting country



747.6million ton(6th)



850million ton

2012년 배출량 기준
Emissions of Country : IEA
Emissions of Int'l shipping : Third IMO GHG Study 2014

✓ 국제 선박 환경규제 동향

국제해사기구(IMO)

- 선박 오염방지를 위한 국제협약(MARPOL)
- 온실가스, 에너지효율, 발라스트, 유해물질, NOx, SOx, VOC 등 규제

글로벌 화주

- 글로벌 화주의 선박 친환경 실적 개선 요구
- 선사별 환경실적 비교를 통해 화물운송 선택 지표로 활용

금융권 및 NGOs

- 금융권의 재정적 인센티브(금리 인하 등) 수혜를 위한 요구사항
- 기업의 사회적 책임 및 지속가능경영보고서 작성을 위한 요구사항

외적요인 압력 지속

- 국제민간항공기구(ICAO), 국제항공 온실가스 규제 결의안 합의('13.10)
- 녹색기후기금(GCF), 국제해운의 기후기금 기여 요구

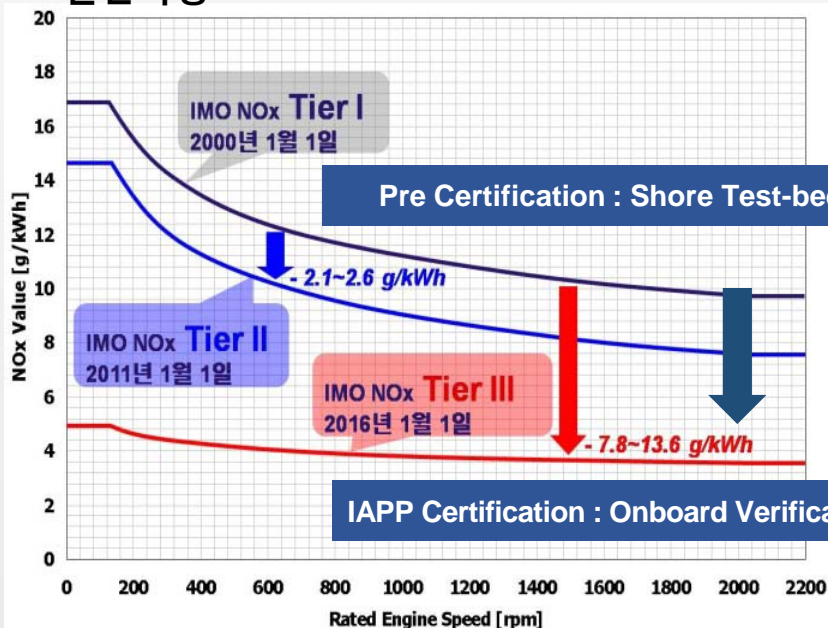


✓ 질소산화물(NOx) 규제 (MARPOL Annex VI Reg.13)

❖ NOx 배출 제한치

RPM (n=Rated engine speed)	Tier I	Tier II (20% 강화)	Tier III (80% 강화)
	2000.1.1 ≤ K/L < 2011.1.1	2011.1.1 ≤ K/L < 2016.1.1	2016.1.1 ≤ K/L
n < 130 rpm	17.0 g/kWh	14.4 g/kWh	3.4 g/kWh
130 rpm ≤ n < 2000 rpm	$45.0 \cdot n^{(-0.2)}$ g/kWh	$44.0 \cdot n^{(-0.23)}$ g/kWh	$9 \cdot n^{(-0.2)}$ g/kWh
2000 rpm ≤ n	9.8 g/kWh	7.7 g/kWh	2.0 g/kWh

❖ 일반사항



Pre Certification : Shore Test-bed (2000.1.1 시행)



EIAPP Certification

EIAPP : Engine international Air Pollution Prevention



IAPP Certification

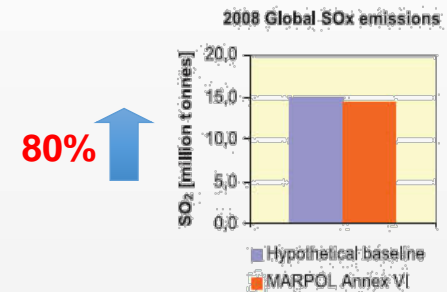
IAPP Certification : Onboard Verification (2005.5.19 시행)

✓ 황산화물(SOx) 규제 (MARPOL Annex VI Reg.14)

❖ SOx 배출 제한치

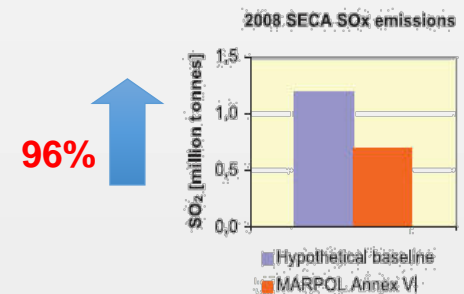
- MARPOL Annex VI Reg.14 개정 ← 2010.7.1 발효
- Sulfur Cap

Global Sulfur Cap	Effective Date
4.5 % m/m	Date < 2012.1.1
3.5 % m/m	2012.1.1 ≤ Date < 2020.1.1
0.5 % m/m	2020.1.1 ≤ Date



– 2018년 재검토 → 2025년 유예

SECA Sulfur Cap	Effective Date
1.5 % m/m	Date < 2010.7.1
1.0 % m/m	2010.7.1 ≤ Date < 2015.1.1
0.1 % m/m	2015.1.1 ≤ Date

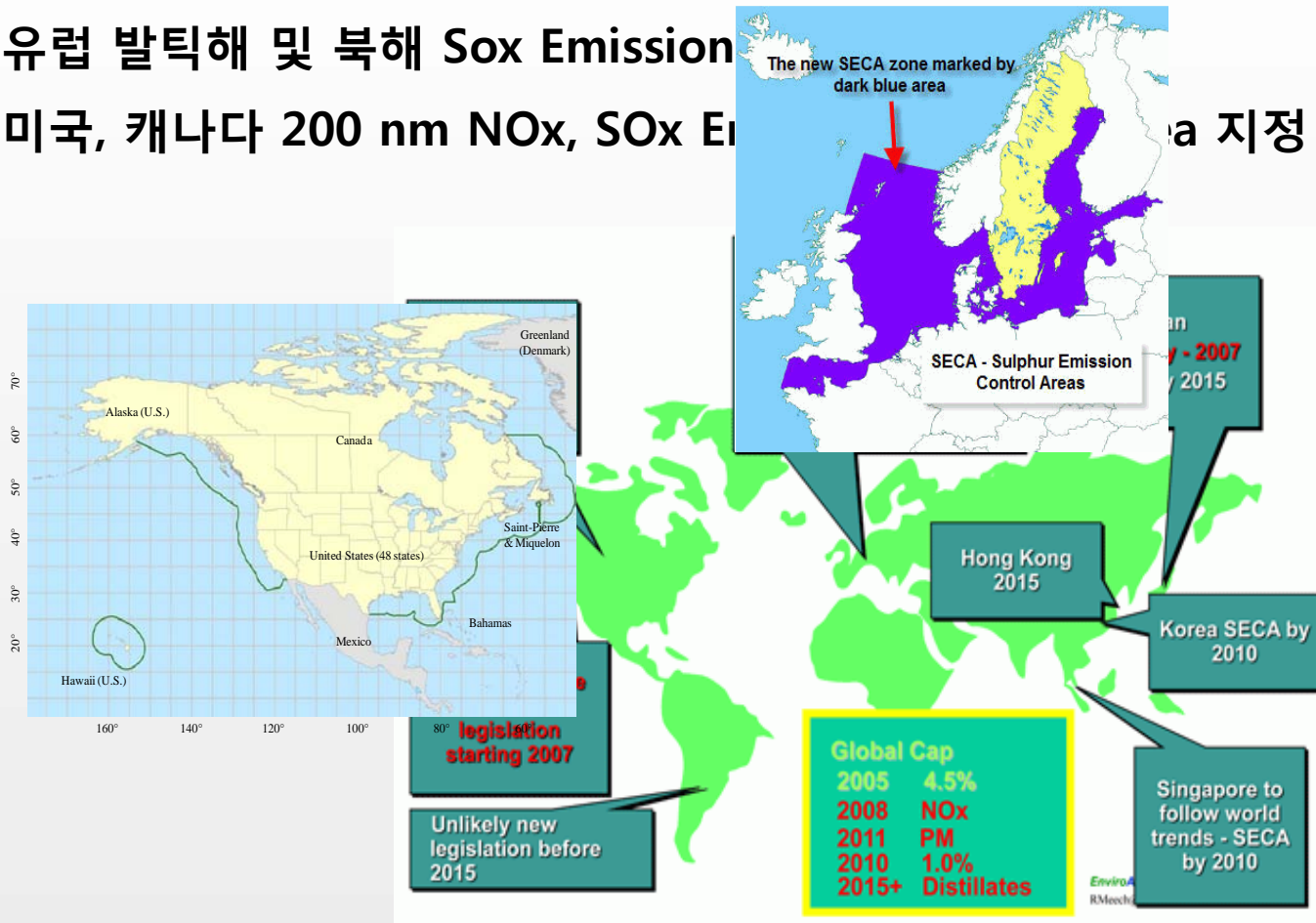


- 황산화물 배출통제지역을 항해하는 선박은 "연료유 전환 절차서(Procedures)"를 비치
- 황산화물 세정장치의 성능기준 채택 : Res.MEPC.184(59)

✓ 황산화물(SOx) 규제

❖ ECA 규제

- 유럽 발틱해 및 북해 Sox Emission
 - 미국, 캐나다 200 nm NOx, SOx Emission
- 지정

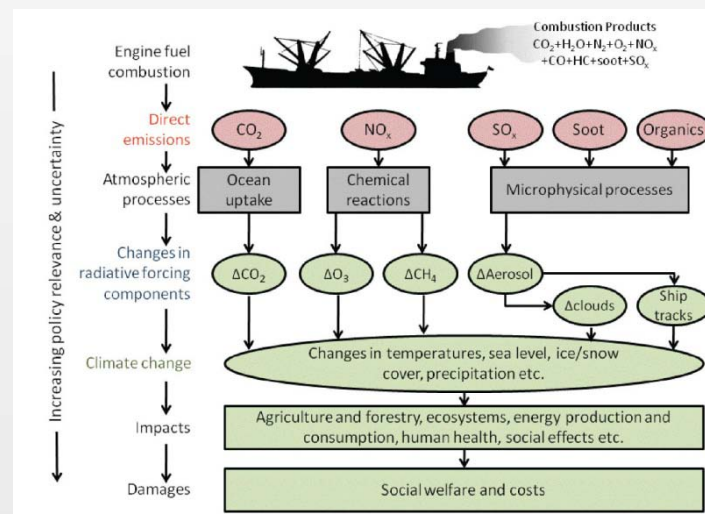


✓ GHG(CO₂) 규제

Ship Type	Size	Phase 0 [1 Jan 2013 ~ 31 DEC 2014]	Phase 1 [1 Jan 2015 ~ 31 DEC 2019]	Phase 2 [1 Jan 2020 ~ 31 DEC 2024]	Phase 3 [1 Jan 2025 onwards]
Bulk Carrier	20,000 DWT and above	0	10	20	30
Gas Tanker	10,000 DWT and above	0	10	20	30
Tanker	20,000 DWT and above	0	10	20	30
Container Ship	15,000 DWT and above	0	10	20	30
General Cargo Ship	15,000 DWT and above	0	10	15	30
Refrigerated Cargo Ship	5,000 DWT and above	0	10	15	30
Combination Carrier	20,000 DWT and above	0	10	20	30

• 이산화탄소(CO₂)

- 국제탄소배출규제, 유가 상승
- 폐열회수, 연료전지, 신재생에너지 등 고려



✓ GHG(CO₂) 규제

Category	Fuel/CO ₂ Saving	Combined	Combined
DESIGN (New ships)			
Concept, speed & capability	2% to 50%		
Hull and superstructure	2% to 20%		
Power and propulsion systems	5% to 15%	10% to 50%	
Low-carbon fuels	5% to 15%		
Renewable energy	1% to 10%		
Exhaust gas CO ₂ reduction	0%		25% to 75%
OPERATION (All ships)			
Fleet management, logistics & incentives	5% to 50%	10% to 50%	
Voyage optimization	1% to 10%		
Energy management	1% to 10%		

Source: IMO 2nd GHG Study, Table 1-2, MEPC 59/Inf.10

Contents



01

IMO 규제 동향

02

선박용 연료전지 기술 동향

03

KR 선박용 연료전지 개발 현황

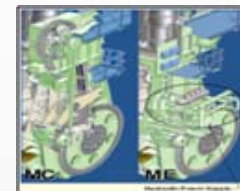
✓ 친환경선박 기술 동향

☞ 친환경선박 기술은 **효율개선 및 CO₂ 저감기술**과 **차세대선박기술**로 분류됨

효율개선 및 CO₂ 저감기술

초기 ('14~'20) 대응

- ① 선형개선 기술: 선미 Rudder fin 설치, 유선형 설계 등
- ② 고효율엔진 개발: Dual Fuel 엔진, HRSG(Heat Recovery Steam Generator) 등
- ③ CO₂ 포집/저장: CCS(Carbon Capture and Storage)



※ 실효성 분석결과

선형개선, 고효율엔진 개발 : 추가개발 비용 및 기간에 따른 비용편익 불확실 및 경제성 악화

탄소 포집기술(CCS) : 포집된 CO2 처리기술(해양 투기 등)의 추가개발 필요

☞ 출처 : "Summary of emissions (million tonnes) from total shipping in 2007"

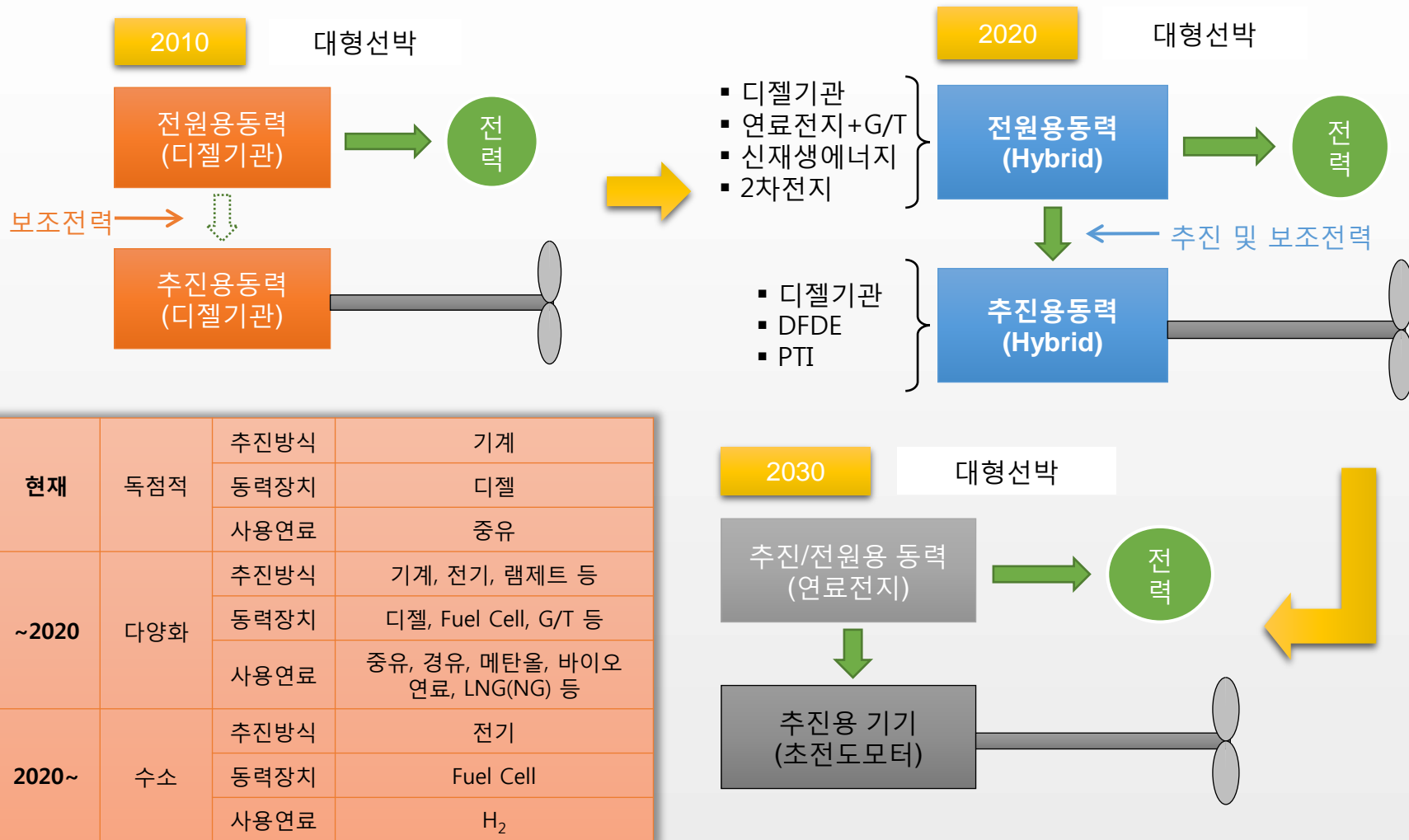
차세대 선박기술

중장기 ('20~) 대응

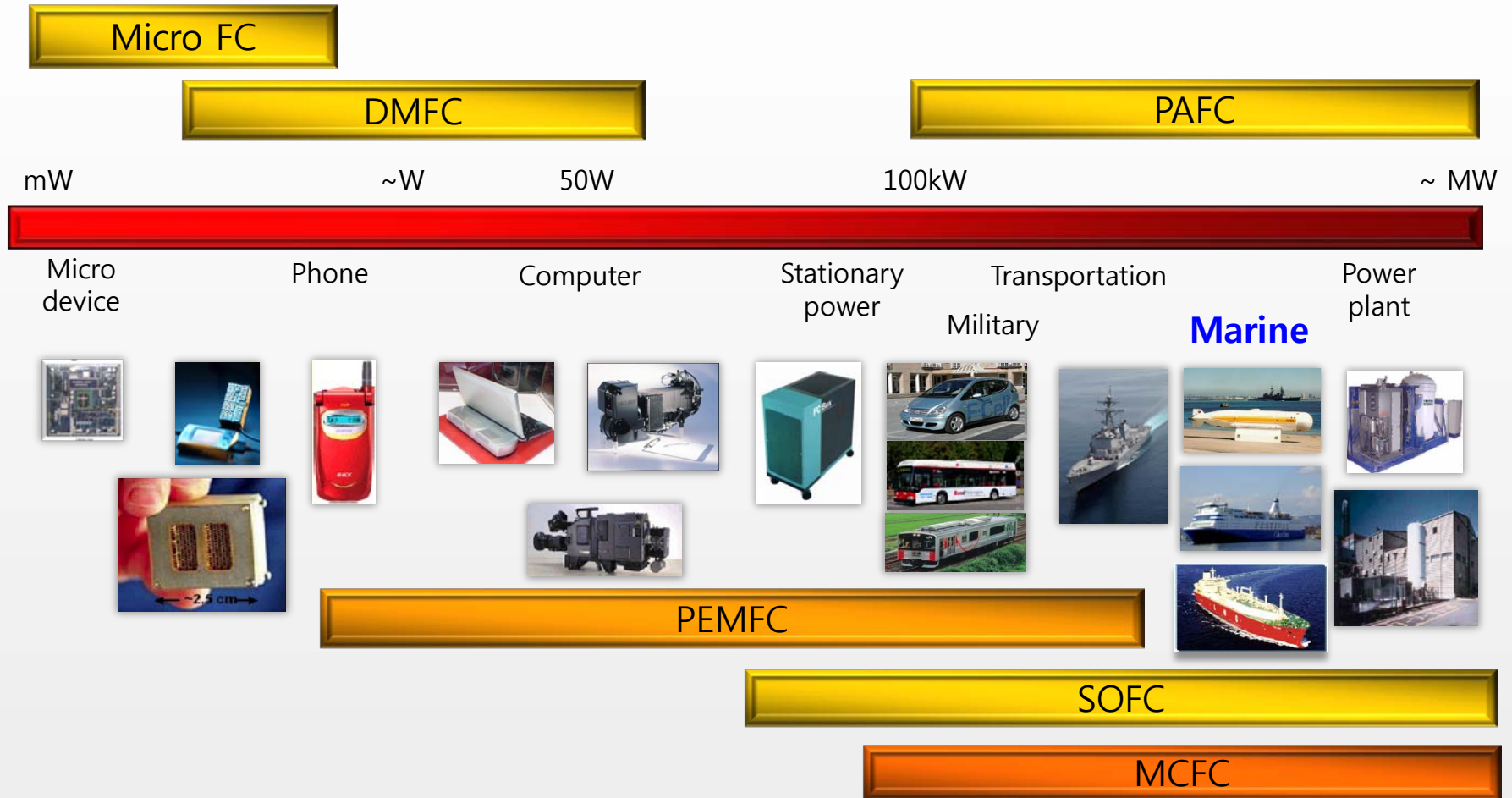
- ① 선박에서 **친환경 고효율 동력원**을 사용하는 기술
 - 친환경 동력원 : 태양광, 풍력, 연료전지 등 (해양환경에서의 운항조건상 연료전지외 대안이 없음)
 - 고효율 동력원 : 연료전지(47~60%)외 대안이 없음
- ② 향후 선박은 화석연료선박(현재) → **연료전지 Hybrid 선박**(2015~ 2020) → **연료전지 선박**(2020~)으로의 발전이 예상됨

➡ **친환경 선박의 최종 목적지는 "차세대 선박기술인 연료전지 선박"임**

✓ 선박 동력시스템 변화 예측



✓ 연료전지의 적용 범위



✓ 육상(자동차) vs 해상(선박)

연료전지 선박




○ 연료전지 발전시스템을 선박의 추진동력 또는 Hybrid 전원(APU)로 사용하는 친환경·고효율 선박

- 높은 발전효율: 47~60%(18년 70% 목표)
- 저공해·친환경 에너지 생산시스템 (NOx, SOx 거의 없으며, 이산화탄소 배출은 가스터빈 대비 50% 저감)
- 전기, 열 동시 생산 및 선박내 Compact한 디자인 구현이 가능하여 에너지 이용효율 향상에 최적

자동차 vs 선박

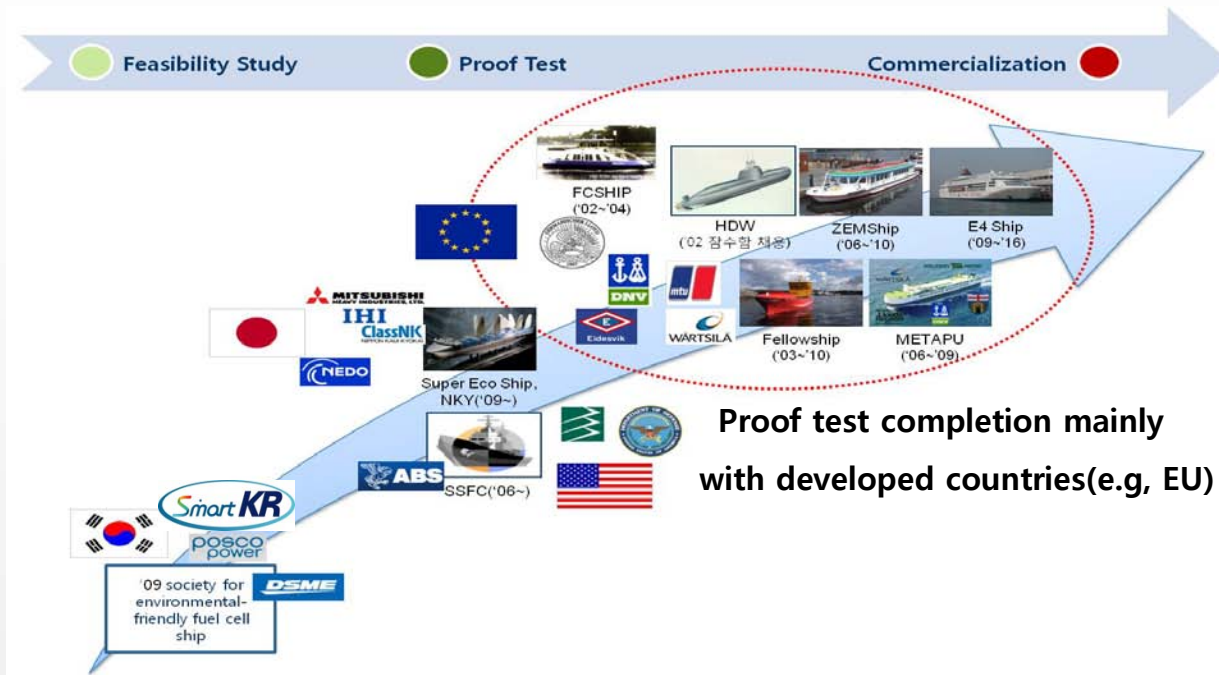
	연료전지 자동차 (FCV)	연료전지 선박 (FCS)
개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 환경문제 <ul style="list-style-type: none"> - 대기오염 및 도시환경 개선 - 지구온난화 ■ 효율·경제성 <ul style="list-style-type: none"> - 연료 가격 상승에 따른 고효율 수송수단 수요 증대 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 환경문제 <ul style="list-style-type: none"> - 해양오염 및 연안 환경 개선 - 지구온난화 ■ 효율·경제성 <ul style="list-style-type: none"> - 연료 가격 상승에 따른 고효율 수송수단 수요 증대
R&D 현황	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국외 <ul style="list-style-type: none"> - 90년대 초반: ZEV 규제 발효로 연구 착수 - 90년대 후반: 시제품 출시 및 시범운행 - 00년~: 시스템 대형화 및 원가절감 추진 ■ 국내 <ul style="list-style-type: none"> - 90년 중반: 연료전지 자동차 개발착수 - 01년: 시범운행 및 수소인프라 구축 - 06년~09년: 총 66대 국내외 시범운행 중 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국외 <ul style="list-style-type: none"> - 90년대 중반: 연료전지 적용성 검토, 타당성 평가 (EU, 日) - 00년: EU 중심으로 개발로드맵 수립 - 03년: EU Fellow Ship project 착수 - 06년~: EU ZEMship, Methapu, 美 SSFC 착수 ■ 국내 <ul style="list-style-type: none"> - 진행되고 있지 않음
개발사	<ul style="list-style-type: none"> ■ 엔진기술을 보유한 전 세계 자동차 제조社 - HONDA, Mercedes-Benz, GM, 현대.. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 엔진기술 보유社 중심 - MAN(독일), WÄRTSILA(핀란드), Rolls-Royce(영국)
기술적 어려움 (현재)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 높은 제조 원가 ■ 수소 인프라 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 선박해상환경 대응 ■ 선박시스템과 연계
시장 점유율	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내 자동차사 7.2 % (세계 5위) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내 조선3사 40% (세계 1위)

✓ 연료전지의 기술 분석

Type	Product	Advantage	Disadvantage
MCFC (H. Temp)		<ul style="list-style-type: none"> - Ni catalyst(Low cost) - Possible to use various fuel - Available CO₂ condensation & separation 	<ul style="list-style-type: none"> - Electrolyte shortage (liquid electrolyte) - corrosive environment(alkali electrolyte) - Long reaching time to Pre-treatment
SOFC (H. Temp)		<ul style="list-style-type: none"> - High operating Temp.(~1000°C): - Combined Heat & Power - High efficiency - None depletion (Solid electrolyte) 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulty on the sealing/choosing materials due to high temp. operation - High manufacturing cost (material)
PEMFC (L. Temp)		<ul style="list-style-type: none"> - High power output & high load following characteristic - Start-up in a short time - No loss of electrolyte(polymer electrolyte) 	<ul style="list-style-type: none"> - Low efficiency compared to high temp. FC - Usage of high density hydrogen as fuel - High-priced Pt as catalyst usage

- Hybrid system(F/C + ESS) is required to secure load following characteristic
- Start-up in a short time by the integration of high temp. and low temp. systems
- System integration of fuel cell and other generations(turbine, HRSG) shall be developed

✓ 선박용 연료전지 개발 수준



- ✓ Coping with environmental regulation on the sea and initiative acquirement of international regulation led by the government and classification society
- ✓ "Research society for environmental-friendly fuel cell ship" set up led by KR in 2009
- ✓ Ministry of Knowledge Economy in 2011 " Development of fuel cell for marine auxiliary power unit" project begin(in progress)

✓ 대표적인 선박용 연료전지 프로젝트 추진 현황

국가	일본	노르웨이	EU			미국
프로젝트명	NYK Super Eco Ship	Green Ship of the Future (FellowShip)	e4Ship	ZEMShip	Methapu	SSFC
목표	연료전지 하이브리드 선박 개발	선박 보조전원용 연료전지 개발	연료전지 선박의 실증운전	선박 주 동력용 연료전지 개발	선박 보조전원용 연료전지 개발	선박 보조전원용 연료전지 개발
연료전지 타입	40MW급 연료전지 (LNG 연료사용)	320kW급, MW급 MCFC (LNG 연료사용)	350~500kW급 MCFC	100kW급 PEMFC (50kW급 2기)	20kW급 SOFC	2.5MW급 MCFC (액체연료 사용: JP-5, NATO-F76)
사업비	1,000억원 이상	약 200억원 (1, 2단계)	약 850억원	약 100억원	약 30억원	-
사업기간	2009 ~ 2030	2003 ~ 2010 (1, 2단계) 2010 ~ (3단계)	2009 ~ 2016	2006 ~ 2010	2006 ~ 2010	2003 ~ 2009
결과물	연구개발 중	320kW급 MCFC 시스템 100시간 해상실증 완료 MW급 MCFC 시스템 개발중 (3단계)	10개월 해상 실증 완료 (SchIBZ Project)	2009~2010 실증선 운행	20kW SOFC 1000시간 실증 완료	300kW급 MCFC 1000시간 액체연료 평가 (육상)
	 일본 Super Eco Ship	 노르웨이 FellowShip	 독일 e4ship	 300kW급 MCFC		

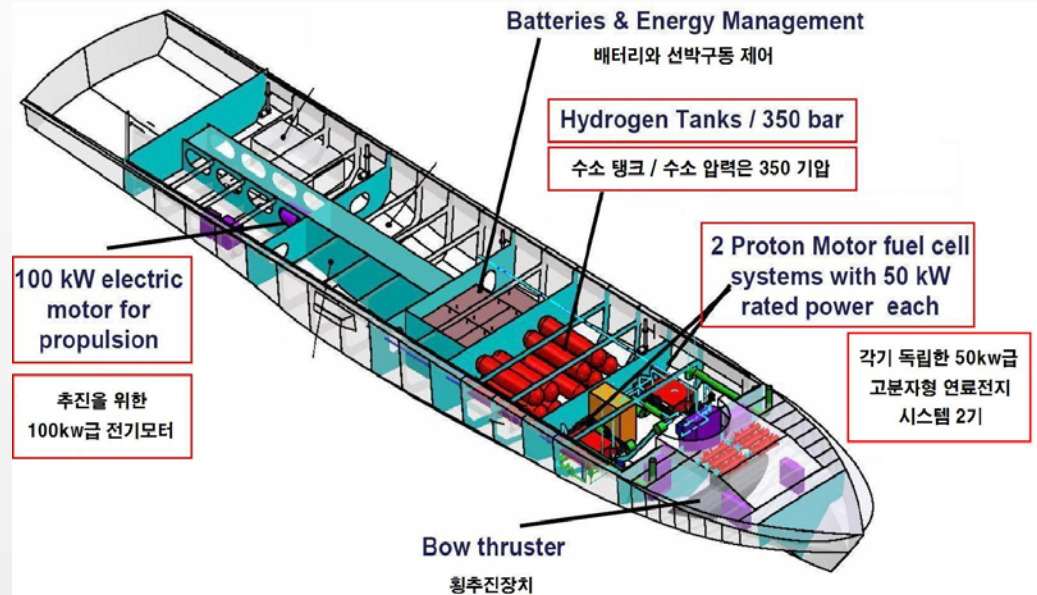
✓ ZEPSHIP(EU)

- ◆ 승객 수 100명 규모의 PEMFC 100kW (50kW*2) Zero Emission Ship
- ◆ 수소연료로 효율 40-50% 달성 목표 (2006.11-2010.4)



독일 함부르크의 연료전지선

수소 충전소



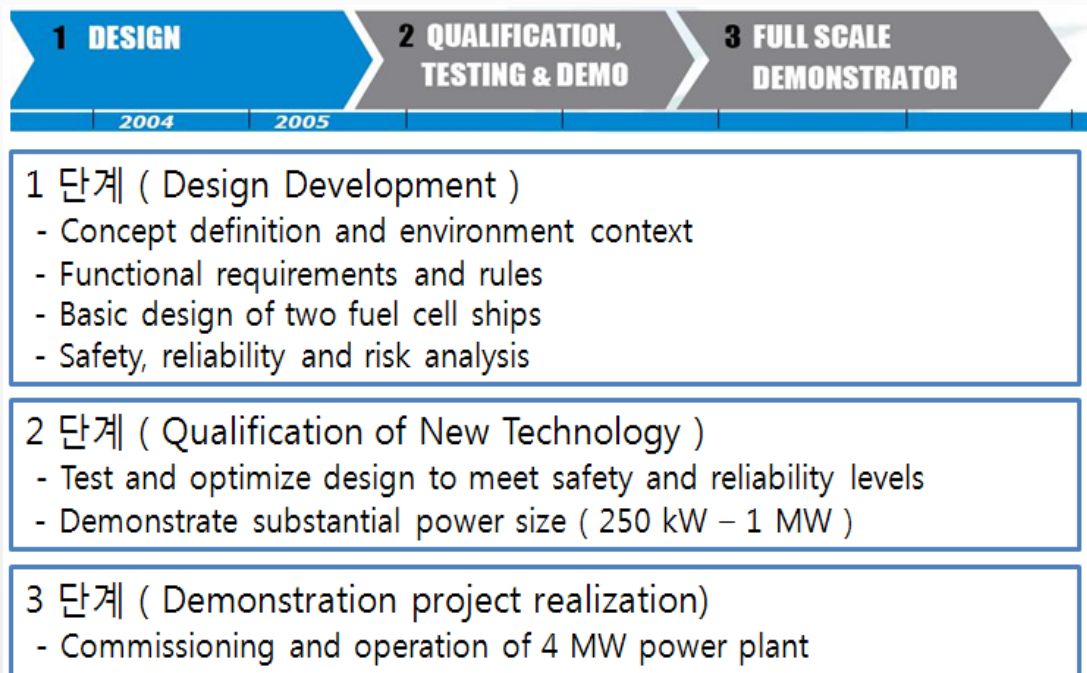
건조를 끝내고 08년 초부터 실제 운항(시험) 중이다

✓ FellowShip(EU)

❖개요 : LNG 연료 기반의 연료전지 선박 시스템 기술 개발

❖목표 : 선박 CO₂ 저감을 위한 기술 개발

(LNG 연료 사용, MCFC 320kW 출력-상업용 선박 세계최대 용량)



•참여기관

- DNV: 노르웨이 선급
 - MTU: 독일, FCE사 EU 파트너
 - Wärtsilä: 노르웨이, 선박 및 선박용 엔진 제조 회사
 - Eidesvik: 노르웨이, 해운사
 - Vik-Sandvik: 노르웨이, 선박 설계 회사
- ➔ 참여기관들의 컨소시엄으로 추진

✓ METHAPH(EU)

- ◆ Fellowship 기반 선박 보조전원용 시스템 개발
- ◆ 근거리 여객선, 자동차 운반선, 크루즈선 등 적용 (2006.11 – 2009. 4)

Participants - Wärtsilä

- R&D of marine compatible 250 kW APU units
- Validation study based on a 20 kW APU unit



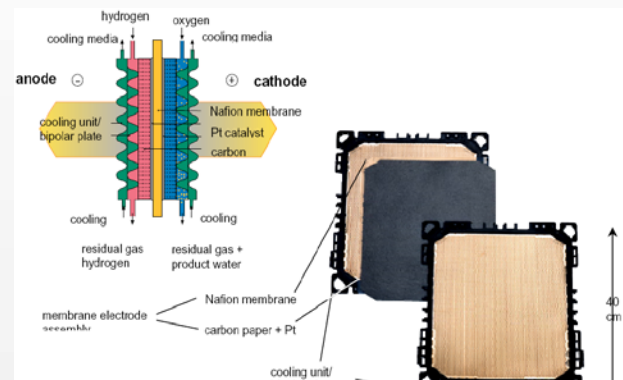
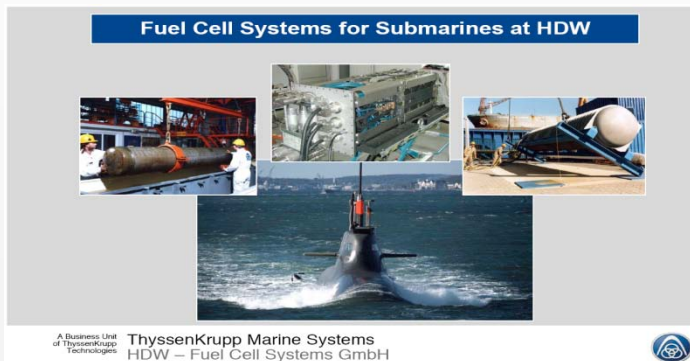
Participants - Wallenius Marine

Fuel cell – ship -integration



✓ HDW(독일)

- 1980년대 초에 개발에 착수 2002년에 MFC를 채용한 최초의 잠수함 (U212)
- 설계, 생산 → PEMFC를 이용한 AIP시스템
- 업그레이드 U214 잠수함 수출 => 한국, 그리스
- Ballard사와 협력하여 축적된 기술력으로 상선용 동력발생장치 개발 검토



✓ NYK Super Eco Ship 2030

◆ 개발목적

- 장기적인 기술동향 검토에 따른 지속적으로 대응 가능한 선박 기술 로드맵의 설정
- 친환경의 새로운 개념의 선박을 통하여 에너지 전환, 하역 시스템의 혁신, 미래의 해상교통 기반 구축, 새로운 비즈니스 모델 구축
- 전세계 젊은 기술자 및 학생들에게 미래의 선박 개발의 중요성과 꿈을 홍보


현재의 선박과의 비교




	현재의 선박	NYK 슈퍼에코선박 2030
전장	338 m	353 m
폭	45.8m	54.6m
흘수	13.0m	11.5m
주동력원 (연료)	디젤엔진 (C중유)	연료전지 (LNG)
	64MW	40MW
자연에너지	없음	태양광 : 1~2MW 풍력 : 1~3MW
CO2 배출량	195g/TEU-mile	62g/TEU-mile (약69%의 저감효과)

디젤 추진 시스템으로부터 연료전지를 사용한 전기추진 시스템으로 전환에 의해 적재 스페이스 가 현재의 91%로부터 97%로 증가

✓ e4Ship(EU)

- ◆ Project 기간
 - 2009년 7월– 2016년 (7년)
- ◆ 참여단체
 - 선주
 - 독일 조선소
 - 연료전지 제조사
 - 선급(GL, DNV)
- ◆ 총연구개발비
 - 약 5000만 유로 (약 850억원)
- ◆ 연구개발
 - 대형선박용 연료전지 보조전원 개발
 - HyFerry (패리선)
 - Pa-X-ell (여객선)
 - SchIBZ/Pa-X-ell(요트, 특수선박)
- ◆ 최종목표
 - 육상의 연료전지 개발과는 별개로 선박에서의 실증운전을 통한 기술력 축적

	HyFerry project: Design draft for a ferry for operation in coastal waters		SchIBZ project: High-temperature fuel cells in hybrid system for power supply on yachts and special-purpose vessels
	Pa-X-ell project: Shipboard power and heat supply using high-temperature fuel cells on passenger vessels		HyFerry project: PEM fuel cell system by Proton Motor Fuel Cell GmbH as part of the propulsion concept for ferries in coastal waters
	SchIBZ/Pa-X-ell projects: The HotModule high-temperature fuel cell by MTU Onsite Energy GmbH	Project logo 	

Gefördert durch: 					
					
					
					

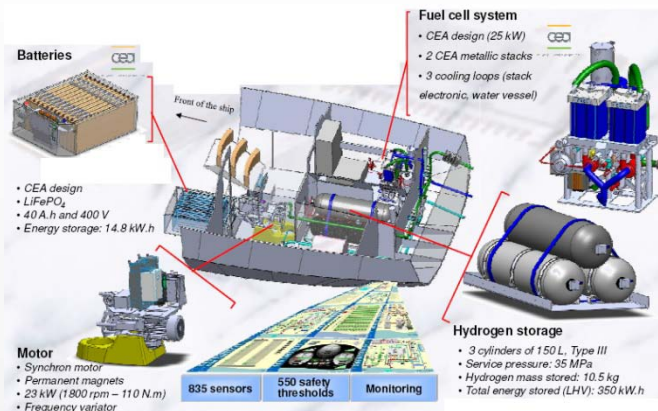
✓ SSFC(미국)

- SSFC project (Navy's Ship Service Fuel Cell)
 - 2.5 MW MCFC로 선박 주동력원으로 시스템 사용
 - 미국 해군과 FCE사가 방위산업 과제로 수행 중 (연구비 \$250만)
 - Navy logistic fuel 사용
 - 2007년 미해군 무기시스템 사령부로부터 구성요소에 대한 성능평가 실시
- MARAD (The US Maritime Administration)
 - Diesel-electric 434TEU feeder ship → FC+CNG 컨테이너
- WTA (Water Transit Authority)
 - 내항 페리선 적용 → PEMFC+메탈하이드라이드
- ONR (The Office of Naval Research)
 - 1단계 사업 : MDO(NATO F-76)연료*, 2.5MW급 시스템 연구, 해상환경
→ PEMFC, Ballard Power Co. (MCFC에서 변경)
 - 2단계 사업 : 625kW 육상 시운전 → MCFC(FCE, Direct Fuel Cell)
 - 3단계 사업: 해상 시운전



기타

➤ Hybrid 25kW PEFC system in the sailboat Zero CO₂



출처) CEA, Fuel cell Seminar & Exposition 2011

➤ Mode batteries only

✓ Speed @ 6 knots: 2hr

✓ **Speed @ 4 knots: 3hr 30m**

➤ Mode hybrid (batteries + Fuel cell)

✓ Speed @ 6 knots: H2 @35Mpa: 10hr

✓ Speed @ 6 knots: H2 @15Mpa: 6hr

✓ **Speed @ 4 knots: H2 @35Mpa: 27hr**

✓ Speed @ 4 knots: H2 @15Mpa: 14hr 30m

➤ F/C Hybrid Research Vessel (Univ. Victoria, Canada)



✓ Plug-in Hybrid Green Ship

✓ Hydrogen fuel cells & low emission diesel fuel

✓ 8.5kW PEMFC System

✓ Size: 길이: 33m & 너비 7.25 m, 15명 승선

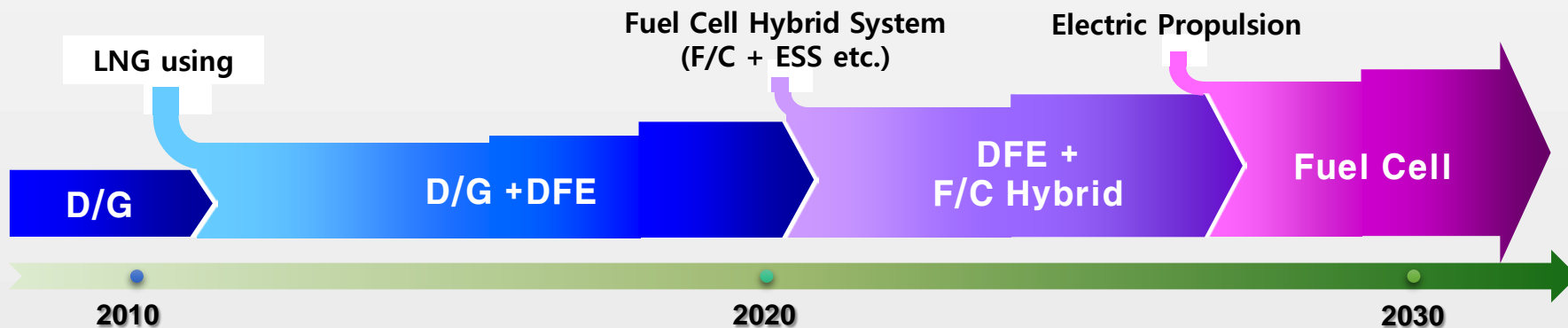
✓ Project 예산: \$ 10 million(120억여원) 이상

✓ 선박용 연료전지의 시장성

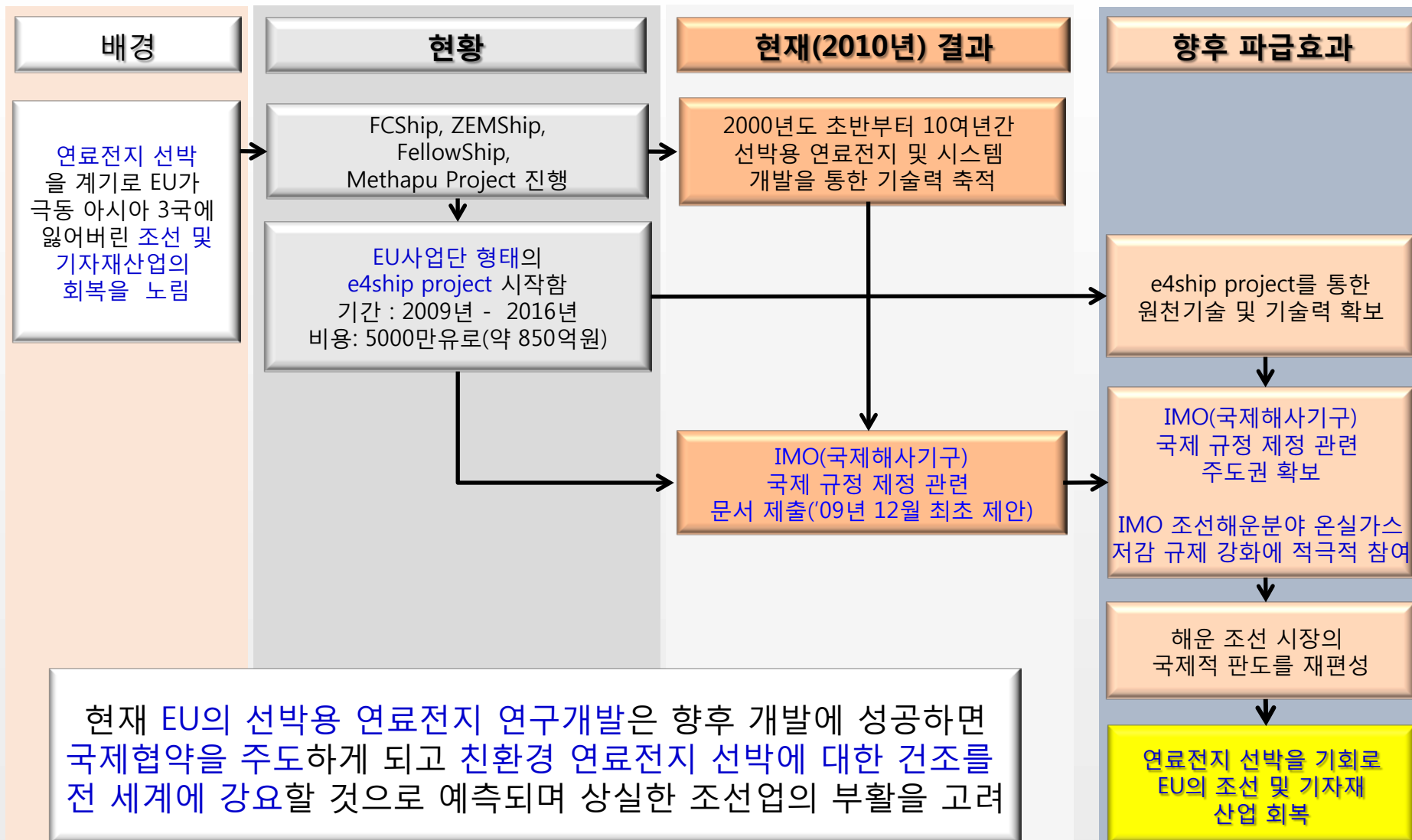
(주) VLCC ; Very Large Crude Carrier, 초대형유조선

- 2012년 LNG 선에 첫 적용 : 130억원 => 2015년 전 LNG선 적용(연간 건조량 약 20척) : 2600억원 => 2020년까지 연료개질장치 개발 및 다른 종류 상선에도 적용 확대
- 선박수주잔량을 고려하였을 때, 2020년~2030년에는 약 3~5조/년 시장규모 예상
(VLCC(주),LNGC,Container 선 등 대형상선 연간 건조량 평균 400척에 적용 시, 척당 100~150억원)
- 대형선박 중 컨테이너선의 대기오염물질 배출량이 많으며 (고속운항에 기인), 새롭게 개정된 IMO MARPOL Annex VI를 적용할 경우, 컨테이너선이 가장 먼저 적용될 가능성 높음
- 향후 발주량을 예측했을 때, 디젤엔진에서 연료전지시스템으로의 전환 시 시장성은 현재의 선박발전용 디젤엔진 산업 규모와 비교가능

Prediction of power source



✓ EU의 선박용 연료전지 시장 진입 전략 분석



Contents



01

IMO 규제 동향

02

선박용 연료전지 기술 동향

03

KR 선박용 연료전지 개발 현황

✓ 선박 보조전원용 MCFC 시스템 개발

○ 선박용 연료전지 시스템 지침

- 초안에 대한 내부 검토 및 외부 검토 의견 반영
- 선급규칙으로 발간 완료(2014.04.01)
- 지침 발효 시기는 2014.07.01일자로 발효



○ MCFC 시스템 중요기기 승인기준

- 초안에 대한 내부 검토 및 외부 검토 의견 반영
- 승인 및 검사 가이드에 반영 예정
- 선급 내부 자료로 활용



✓ 선박 보조전원용 MCFC 시스템 개발

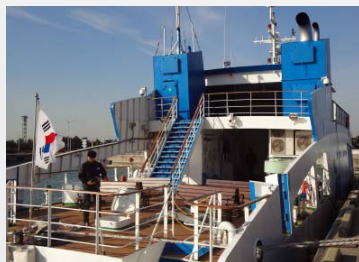
○ Barge선 실증을 위한 연료전지 시스템 안전, 폭발 및 복원성 검토 REVIEW

- Barge 탑재에 대한 안전확보 위한 도면 검토
- 해양수산부 허가 관련 기술적 대응

구분	Drawing No.	지적사항(권유) 개수
LNG Fuel Supply System	FCDT-DT-PID-100	22개
Air Supply System	FCDT-DT-PID-200	2개
Water Supply System	FCDT-DT-PID-300	2개

○ 실선박 적용을 위한 기술 대응

- 연료전지 시스템의 에코누리호 탑재 관련 승인 사항 협의
- 해양수산부 허가 관련 기술적 대응



✓ 신개념 동력원 선박적용 기반기술 개발

구분	1차년도	2차년도	3차년도
	연료전지 복합동력원 경제성 평가	복합동력원 테스트베드 구축	
	연료전지 복합동력원 출력특성	복합동력원 최적 전력관리기술 개발	복합동력원 전력계측시스템 구축
	복합동력원 운항조건별 부하 특성	복합동력원 전력사고영향 평가	전력사고 영향 및 시험 평가 기법 개발
	복합동력원 선박 탑재를 위한 구조분석	복합동력원 선박 탑재를 위한 구획설계	복합동력원 신뢰성 평가기법 개발
	복합동력원 선박 탑재를 위한 구조분석	복합동력원 선박 탑재를 위한 구획설계	
	복합동력원 안전 및 신뢰성 기술 분석	테스트베드 ESS 효율 분석	리튬전지 선박 적용 가능성 분석
		Load Scenario 실험검증	
	복합동력원 정적/동적 출력 시뮬레이션	연료전지 기반 복합동력원 소형선 실험	연료전지 기반 복합동력원 소형선 신뢰성 평가기법 개발
	연료전지 복합동력원 출력특성	Fuel Cell 시스템 효율 분석	Fuel Cell 시스템 시험 평가
	복합동력원 운항조건별 부하 특성	Fuel Cell 출력 특성 분석	부하추종 스택 모듈 평가
	복합동력원 선박 탑재를 위한 구조분석	복합동력원 선박 탑재를 위한 구획설계	복합동력원 선박 적용 시스템 기술 자문
		Load Scenario 실험검증	

✓ 신개념 동력원 선박적용 기반기술 개발

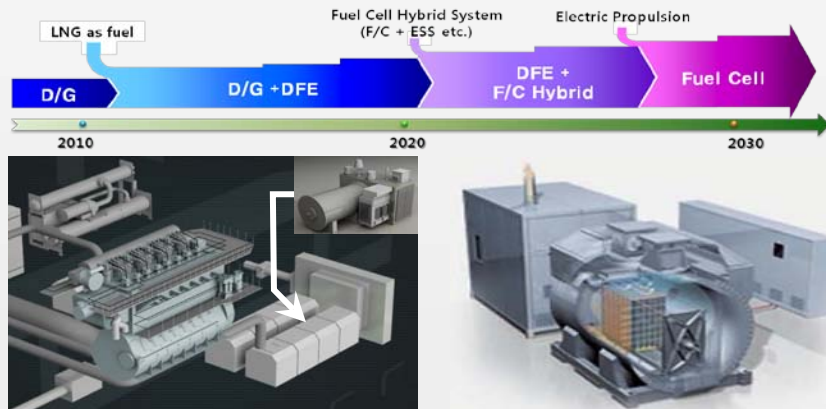
Evaluation and Economic Feasibility for Marine Hybrid Power System

Performance Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> System performance for different sailing scenarios Power quality and performance of fuel cells
Safety Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> Safety of hybrid power system Safety (Failure rate) of fuel cells
Economic Feasibility	<ul style="list-style-type: none"> Economic feasibility of technology application for different sailing scenarios

Test and Possible Technology Development

System Test	<ul style="list-style-type: none"> System performance and safety (Failure rate) for different sailing scenarios
Fuel Cell Test	<ul style="list-style-type: none"> Performance and safe operation of fuel cells
Tech. Development Pilot	<ul style="list-style-type: none"> Technology for hybrid power system boarding on ships (Division design, etc.) Technology for safe operation and optimal power management of hybrid power system

Power Source Demand Estimation



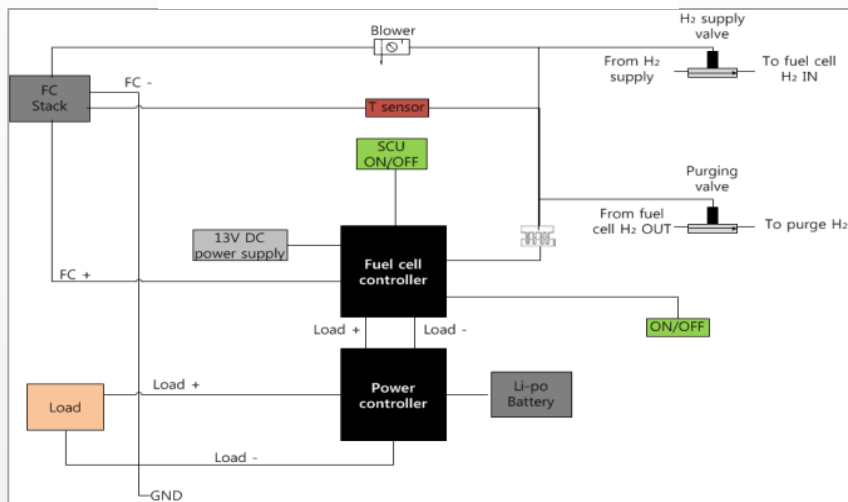
Hybrid Power System(pilot test facility)



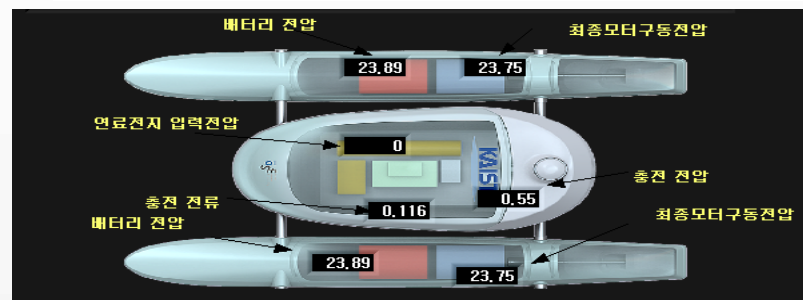
연료전지+배터리 하이브리드 모형선 Test

- 운전모드(연료전지 독립운전, 배터리 독립운전, 연료전지+배터리 복합운전) 선택 가능하도록 설계
- 연료전지 fuel 공급 조건, 온도, 배터리 충·방전시 전압 특성 조건에 따른 실운항 시험 실시

[제어 Diagram]



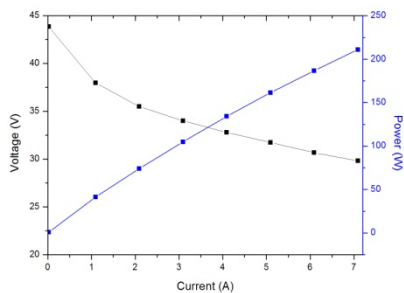
[안전제어모니터링 시스템 개발]



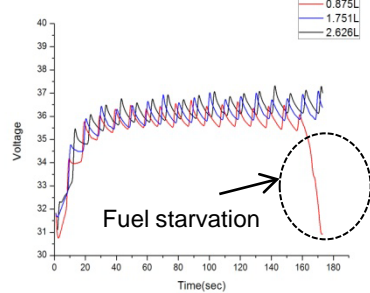
[소형선 실증 운항]



[연료전지 독립운전]



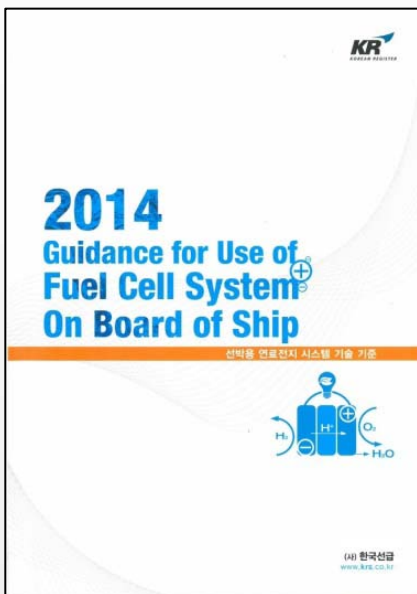
[연료 공급 조건]



✓ 선박(유람선) 추진용 50kW급 하이브리드 PEMFC 시스템 개발

Technical support for development of a marine fuel cell system
– GS Caltex and POSCO Energy

○ Guidance for Use of Fuel Cell System On Board of Ship



Technical guidance, 2014



Fuel cell powered passenger ship, 'Gold Green Hygen', 2015



Marine fuel cell system, 2015



○ Strengthen technical support for commercialization of fuel cell powered ship

감사합니다.

노길태 책임연구원

2015. 09. 08

(사)한국선급, 기술본부

기관기술연구팀

그린쉽 기자재 시험·인증 센터

gtroh@krs.co.kr/070-8799-8761