

e-Navigation의 미래와 MASS의 현재

2019. 8.

서상현 · 옥경석 · 정중식 · 유병세 · 박순길

UNIST 4차산업혁신연구소

e-Nav의 미래와 MASS의 현재

연구진

연구책임 : 서 상 현 (전)선박해양플랜트연구소

공동연구 : 옥 경 석 KJ 엔지니어링

공동연구 : 정 중 식 목포해양대

공동연구 : 유 병 세 조선해양플랜트협회

공동연구 : 박 순 길 (전)STX 조선

발간사

4차 산업혁명 기술의 발전과 함께 물류 혁신(logistics4.0)이 일어나고 이에 따른 신 성장 동력들이 잇따라 창출되고 있습니다. 항만 물류 분야에서도 새로운 패러다임에 대응하기 위해서 인공지능, 빅데이터와 초연결성 기반의 스마트 항만 구축 사업이 활발히 진행되고 있습니다. 지능화되고 초연결성을 가진 항만은 항만 물류의 효율성을 극대화할 수 있고 XaaS (Everything as a Service)의 비즈니스 모델 혁신도 가능할 전망입니다. 그러므로 이 분야의 R&D를 강화함으로써 친환경 저탄소 항만, 자율 지능화 항만, 선박과 육상 물류 연계를 통한 국제 경쟁력을 갖춘 한국형 스마트 항만이 생성되길 기대합니다. 아울러 연구와 교육을 통해 융합형 항만 물류 인재 양정으로 양질의 일자리를 창출하는 좋은 계기가 될 것입니다.

이러한 시점에 'e-Navigation의 미래와 MASS(Maritime Autonomous Surface Ship)의 현재' 보고서를 발행하게 된 것을 기쁘게 생각하며 e-Navigation의 활용으로 해상에서는 선박내 다양한 항법시스템을 표준화된 전자해도에 연계해 항해사가 안전 항해에만 전념하도록 항해 환경을 조성하고, 육상에서는 각종 해양안전정보를 수집해 선박위치 기반의 맞춤형 안전정보를 제공함으로써 항해사의 정확한 의사결정을 지원하는 일체형 시스템을 구축할 수 있을 것으로 기대해봅니다.

본 보고서가 해상 안전과 물류 혁신 관련 기업, 기관들의 미래 방향과 전략을 설정하는데 도움이 되길 바랍니다.

2019년 8월

UNIST 4차산업혁신연구소 소장

김 동섭 

<제 목 차 례>

1. 서 문	7
2. IMO e-NAVIGATION	8
가. 정 의	8
나. 기술 개요	8
다. 법적 근거	12
라. 표준 동향	13
마. 국외 기술개발 현황	14
3. 한국형 e-NAVIGATION	15
가. 현 황	15
나. 사업목표	16
다. 핵심과제	16
4. 자율운항선	17
가. 정 의	17
나. 기술 개요	18
다. 법적 근거	19
라. 표준 동향	19
마. 국내 현황	21
바. 국외 기술개발 현황	22
5. 4차 산업혁명 도래에 따른 항해 환경 분석	23
가. 서 문	23
나. 항해안전을 위한 국제기구 역할	26
다. 안전항해를 위한 IMO의 노력	27
라. 항해의 변천	29
마. 안전항해를 위한 항해장비	30
1) 항해센서	31
2) 레이더	31
3) AIS (Automatic Identification System)	31
4) ECDIS	32
바. 당직항해사의 직무 및 당직근무	34
1) 당직 항해사의 직무	34
2) 당직 근무	34
3) 충돌회피의 문제	35
사. e-NAVIGATION 전망	42
1) 사용자 요구사항	42
2) 핵심 전략 요소	44

3) e-Navigation의 이행	45
4) e-Navigation과 IT기술과의 만남	47
5) e-Navigation 핵심 전략 요소별 IT기술의 적용	48
6) 해양/조선/선박 IT의 새로운 기회로서의 e-Navigation	51
7) e-Navigation을 뛰어 넘는 IT활용의 기회	52
6. 조선해양 산업의 현재와 미래전략	54
가. 정 의	54
나. 정책 동향	55
1) 국내 정책동향	55
2) 국외 정책동향	56
다. 산업 동향	57
1) 스마트·친환경 선박 수요 증가	57
2) 밸류체인 구조	58
라. 자율운항 기술도입 결과에 대한 전망	60
1) 자율운항선 관련 해운인력 육성 측면에서의 대응	61
2) 해양환경규제에 대한 대응	62
3) e-Navigation으로부터 바라본 자율운항선에 대한 시각	63
마. 미래전략	64
1) 양질의 인력 확보	65
2) 기자재 국산화율 확대	65
3) 선사, 선급, 조선사와 해양플랜트 표준화 작업 추진	65
4) 계약환경의 변화와 공동이익 추구	65
5) 지속성장이 가능한 기술기반 체계 구축	65
7. 결 언	66

<표 차례>

표 1 e-navigation 시스템에서의 입·출력 데이터	11
표 2 해사안전서비스 (Maritime Safety Service)	12
표 3 해외 e-Navigation 프로젝트 현황	14
표 4 한국형 e-Navigation 핵심과제 현황	16
표 5 자율운항선박 정의	17
표 6 자율화 등급 정의	17
표 7 표준화 현황	20
표 8 국외기술개발현황	22
표 9 지난 30년간 항해사고 비율	27
표 10 항해의 변천	29

표 11	선교 환경의 변천	30
표 12	항해정보의 변천	30
표 13	선박의 운항 항법	35
표 14	친환경 스마트 선박 벨류체인	59
표 15	중소선사 지원 확정 현황	61

<그림 차례>

그림 1	연관 기술 관계도	8
그림 2	e-navigation 시스템 아키텍처 초안	9
그림 3	IALA에 의한 e-navigation architecture	10
그림 4	IMO, IHO, IALA 표준과 제품관계	13
그림 5	한국형 e-Navigation 서비스	15
그림 6	자율운항선박 기술개요도	18
그림 7	자율운항선박 핵심과제	21
그림 8	롤스로이스 자율운항선박 로드 맵	22
그림 9	Exxon Valdez호 항로	23
그림 10	Royal Majesty호	23
그림 11	Royal Majesty호 항해장비	24
그림 12	Royal Majesty호 항로	24
그림 13	Timeline of Collision Avoidance Research & Development	39
그림 14	e-navigation 핵심 전략 요소들	44
그림 15	e-navigation의 순환적 실행 전략	46
그림 16	e-navigation 아키텍처 초안	48
그림 17	e-Transport 구성 및 연계도	52
그림 18	조선분야 정의	54
그림 19	친환경 선박 생태계	57
그림 20	스마트 선박 생태계	58
그림 21	자동화선박의 도입에 따른 해기사 수요전망	60

[부 록]		73
1.	한국조선산업에 대한 斷想	75
가.	한국조선소 구조조정 문제	75
나.	조선업의 구조조정 특징	75
다.	바람직한 구조조정 방향	76

라. 조선산업 생태계의 건강성 유지	77
마. 조선업과 해운업의 상생	78
바. 금융이 조선을 바라보는 시각	79
사. R&D 정책	79
아. LNGC용 기자재의 국산화	80
자. 일본 조선을 바라보는 시각	81
2. 스마트 Shipyard 관련 제언	84
가. 건조자의 입장	84
나. 네트워크 기술이용	85
다. 주문자의 입장	86
라. 결론	87
[참고문헌]	88

1. 서 문

지난 10여년에 걸쳐 우리들은 영어 알파벳 중, 『i』와 『e』에 상당히 많이 익숙해져 왔다. 『i』의 대표주자 격인 인터넷이 보급되고 얼마 지나지 않아 전 세계 어디에서든 인터넷으로 되지 않는 일이 없을 정도로 인터넷의 보급과 다양한 정보 창출의 속도는 엄청났으며 인터넷 기반의 다양한 서비스와 무수히 많은 새로운 사업영역이 개척되어 온 것을 우리는 경험적으로 잘 알고 있다.

이러한 인터넷을 기반으로 다양한 분야의 많은 사항들이 『e-화』되어 왔다고 할 수 있을 것이다. 전자 상거래로 표현되는 e-commerce가 그 대표적인 예이며 이외에도 e-station, e-book, e-sports, e-test 등 무수히 많은 분야들이 다양한 IT 기술에 의해 새롭게 변모해 오고 있다.

하지만 앞서 말한 ‘e-’, ‘i’는 벌써 old-styled 문장이 되어 버렸다. 비행기는 말할 것도 없고 자동차나 배가 사람의 개입 없이 안전하게 다니는 시대가 우리 앞에 다가왔기 때문이다. 여기서 중요한 것은 무엇을 해야 하는가가 아닌 왜 해야 하는가이다. 인간의 심리를 연구한 많은 사례를 보면 동기부여가 중요하다는 것을 알 수 있다. 동기부여는 왜 해야 하는지를 설득하는 것으로 획득할 수 있음은 누구나 다 알고 있다. e-Navigation은 실체가 있는 물리적 기술이나 시스템만을 말하지 않는다. 그렇다면 e-Navigation을 통해 우리가 무엇을 해야 하는가를 알기 전에 왜 하는지를 알아야 무엇이 필요한지 알 수 있고 어떻게, 언제 해야할 지를 결정할 수 있다.

이러한 배경에서 해양 분야에서 논의되고 있는 MASS(Maritime Autonomous Surface Ship)도 자연스럽게 우리 곁으로 다가올 수 있지 않을까 생각된다. 이젠 그다지 새로워 보이지 않는 “e-”. 이것이 드넓은 바다를 누비는 선박들의 navigation과 합쳐지면 어떤 모습으로 우리에게 다가올 것인지, 그리고 IT기술 강국인 우리나라가 무엇을 할 수 있을지에 대해 생각해 본다.

2. IMO e-Navigation

가. 정 의

- 국제해사기구(International Maritime Organization)는 “e-Navigation은 (출항)부두와 (입항)부두사이의 항해와 그리고 해상에서의 안전 및 해양환경 보호와 관련된 서비스의 향상을 위해, 전자적 수단을 통해 선상과 육상의 해양 정보를 조화롭게 수집, 통합, 교환, 표시, 분석하는 것” (NAV 53/13, 20 April 2007)으로 정의

나. 기술 개요

e-Navigation의 기술적 구성요소로는 선박, 육상 및 통신 부분으로 분류 하며, 선박의 경우 선박내 다양한 항법시스템을 표준화된 전자해도 화면에 연계하여 항해사가 안전 항해에만 전념하도록 항해환경을 조성하며, 육상에서는 각종 해양안전정보를 수집하여 선박위치 기반의 맞춤형 안전정보를 제공하여 항해사의 정확한 의사결정을 지원하며, 통신의 경우 기존의 해상무선통신체계를 현대화하고 육상의 통신 인프라 (LTE) 를 해상에 활용하여 해상의 통신장벽을 해소한다는 기술적 연관 관계를 형성하고 있다

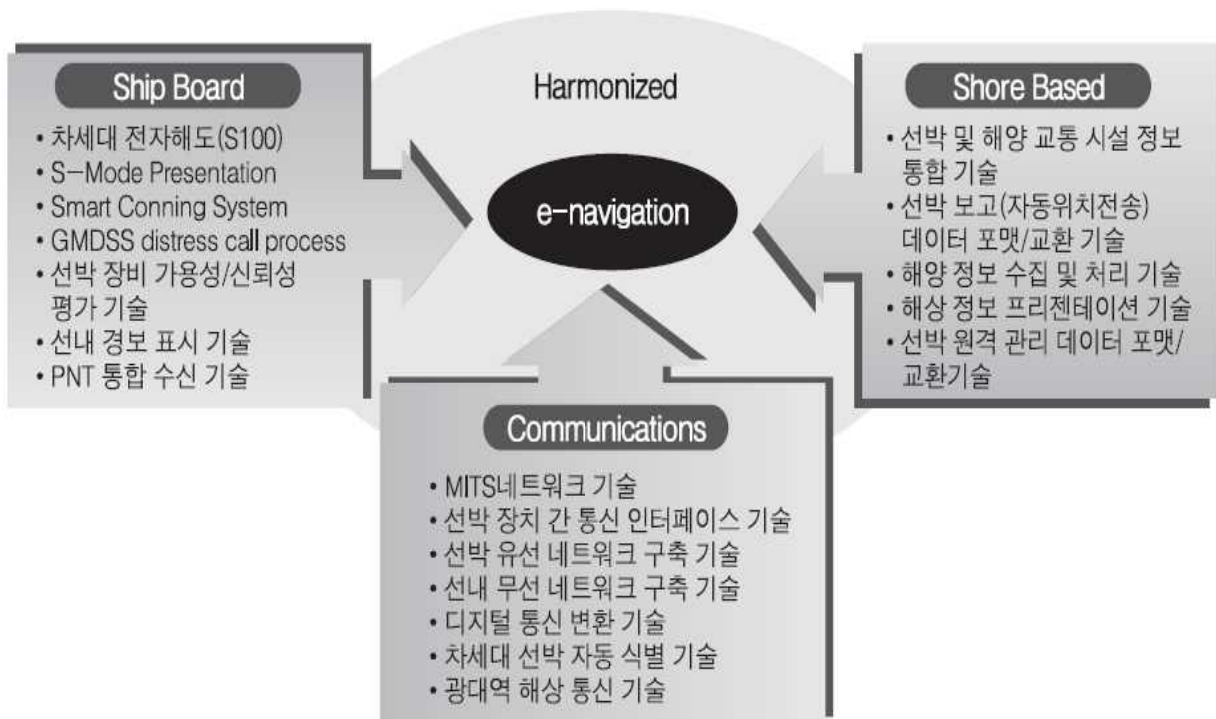


그림 1 연관 기술 관계도

다음 그림은 국제해사기구(IMO)의 COMSAR전문위원회에서 논의되었던 e-navigation 시스템 아키텍처로서 e-navigation과 관련된 시스템들을 선교를 중심으로 나타낸 것이다

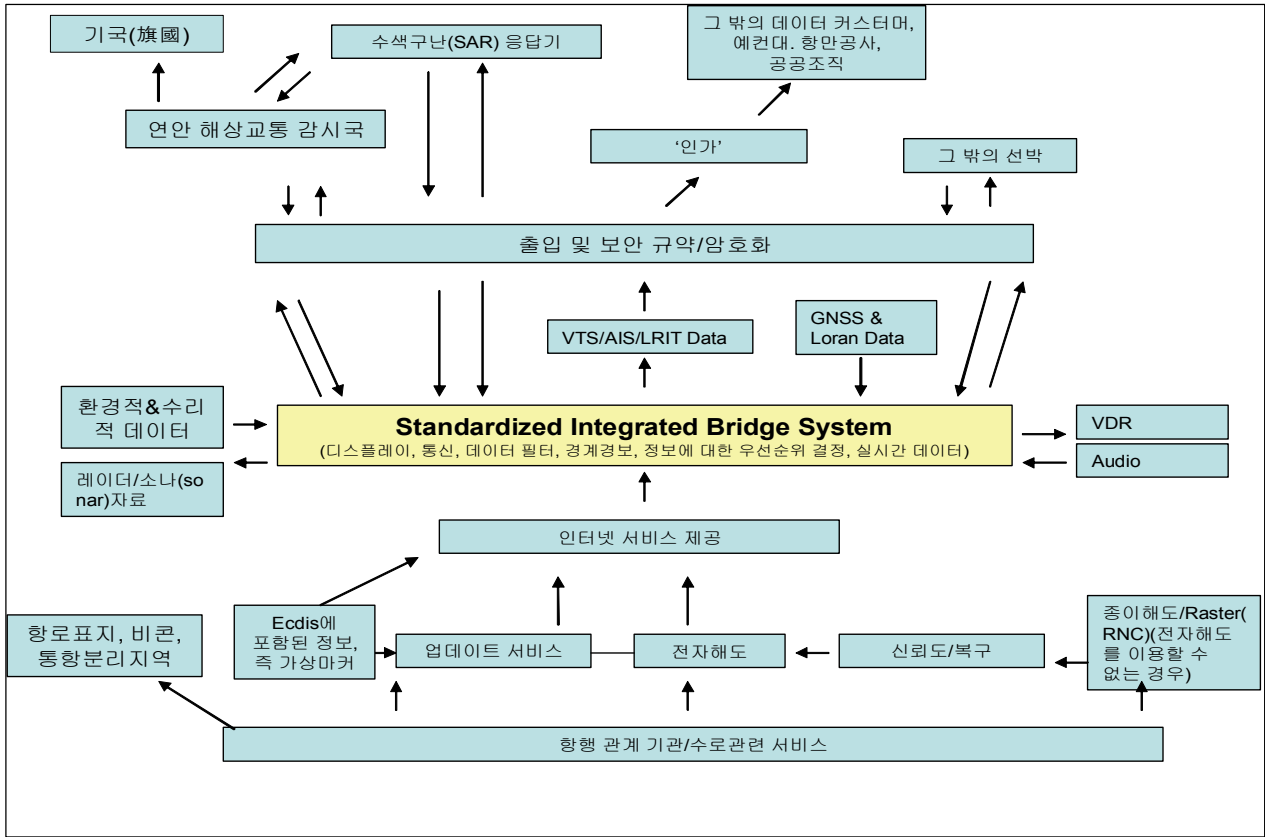


그림 2. e-navigation 시스템 아키텍처 초안(1단계 제시안)

그림 2는 논의 초기 단계에서 e-navigation 사용자인 육상의 해상교통관제 센터와 선박을 중심에 놓고 e-navigation으로 인하여 얻을 수 있는 혜택과 e-navigation에 필요한 데이터에 대하여 입력 및 출력으로 표시하여 나타낸 다이어그램으로서 e-navigation의 개념을 잘 나타내 주고 있다.

한편, IALA에서는 e-navigation 도입을 통한 육상 측 시설인 VTS 시스템의 역할 구조를 논의하였고 다음 그림 3과 같이 Safe Navigation을 위한 e-navigation 시스템 아키텍처를 정의하였다. 이 그림은 안전항해 실현을 위한 e-navigation의 환경과 업무흐름을 나타낸다. 즉, 통신기반을 통하여 선내 항해정보시스템과 VTM 시스템이 RADAR, AIS, LRIT, SAR 등의 해상에서 필요로 하는 여러 정보들을 교환하고 정보를 조화롭게 표시함으로써 Safe Navigation을 실현하는 것을 의미한다.

선박 측 e-navigation 시스템과 육상 측 e-navigation 시스템은 통합된 통신 수단으로서 정보를 송수신 하며, AIS, LRIT data 및 선박의 보고 내용 등의 정보를 공유한다. IALA에서 제시한 e-navigation 모델에서 이러한 정보는 실시간으로 처리되며 교환되도록 하였으며 다음 그림과 같이 Input 정보와 Output 정보로 나타낸다.

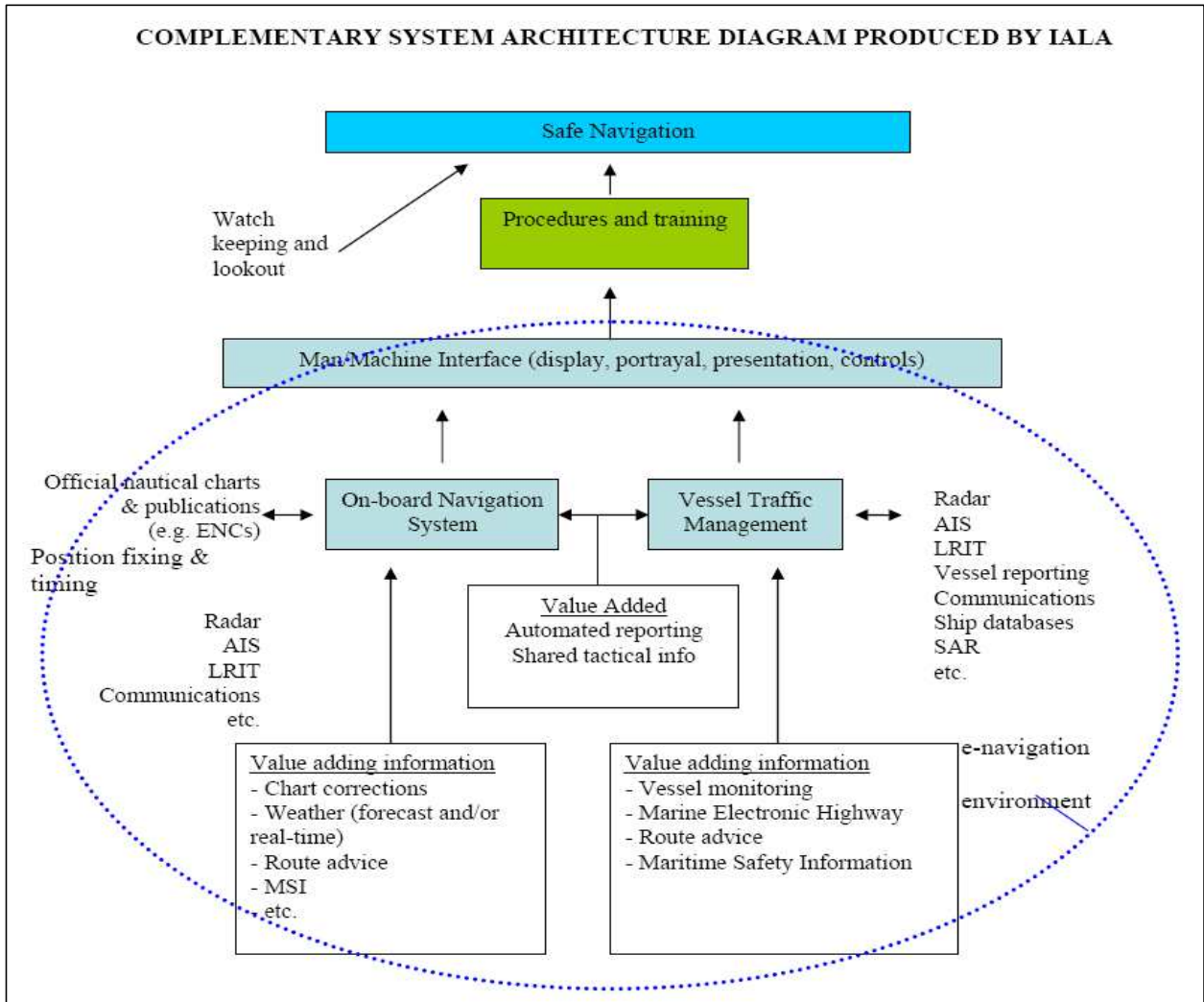


그림 3. IALA에 의한 e-navigation architecture

다음의 표에서는 e-navigation에서 처리하는 정보 중에 Input, Output 정보에 대하여 나타낸 표이다. 입력되는 정보로서 실시간 업데이트 정보, 긴 기간의 참조 정보, 구조적인 정보 등이 있으며 이 정보는 e-navigation개념에 있어 핵심인 시스템인 선박 측 e-navigation system과 육상 측 e-navigation 시스템에 사용되어지며 내부적으로 통합된다. 출력되는 정보로서 안전항해 관련정보와 기타 이익과 효율적인 정보가 있다.

Inputs	Outputs
<p><u>Real-time update information</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 항로표지정보(위치, 상태) - 해사안전정보(MSI) - RADAR - 선박 센서 (선수방위, 속력 등)* - Echo Sounder*, Sonar(선택적)* - 내부 항해 시스템* - 선박 대 선박 & 선박 대 육상 & 육상 대 육상 통신 - AIS data - 기상정보 - 해도와 수로서지 업데이트 정보 <p style="text-align: right;">* 선박에만 해당</p>	<p><u>Safe Navigation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 충돌방지과 좌초 방지 절차 - 항로 계획과 모니터링 - 도선과 접안 - Under Keel과 air draft 여유 유지관리 - 경고 관리
<p><u>Long lead(reference)정보</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 해도와 수로서지 - A to N 시설과 관련 정보 - 기상 예보 - 해양학적 수로학적 데이터 (계절 정보, 조석 기타정보) 	<p><u>Efficiencies and other benefits</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 표준화와 자동화 항해보고 - 물류 효율성(PSC, 항만 운영 포함) - 보험 비용 경감 정보 - 보안 개선 - SAR & 오염 대응 - 시설에 대한 전략적 분석 - 사고 분석과 조사 - 인적인 비효율성과 사고의 경감 - 선내 효율성 개선 - 메커니즘 지원 결정 - 선박/육상 협력 개선 - 선박과 육상간의 위험분석 공유 - 외부 구매와 e-Nav의 보증
<p><u>Organizational</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 훈련 & 절차 - 품질 관리 절차 - 데이터 접속과 보안 프로토콜 - 변환, 규정 및 지침서(IMO, ITU, IALA & IHO) - 통신 프로토콜(ITU) - 국제적인 규정(ISO, IEC, 기타) - 법적 기구 	

표 1. e-navigation 시스템에서의 입·출력 데이터

다. 법적 근거

- 2005년 제81차 MSC(해사안전위원회) 에서 영국 등 7개국이 제안한 e-Navigation 전략개발 의제(IMO, 2005)를 2006년 제82차 MSC에서 승인
- MSP(Maritime Service Portfolio)는 e-Navigation 체계에서 제공되는 핵심 서비스로써 NAV 59차 회의(2014.2) 에서 아래와 같이 16개의 MSP를 확정 의결
- 2014년 11월 MSC 94차 회의에서 전략이행계획(SIP) 승인.
-
- 2020년부터 e-내비게이션의 구체적 이행 단계로 진입을 위한 관련 국제 협약 제, 개정 중.

MSP	서비스 내용	설 명
1	VTS Information Service (INS)	선박 입출항 모니터링 등의 전통적 VTS 서비스
2	Navigation Assistance Service (NAS)	항로 이탈이나 장비 고장 등 비상 상황에서의 지원 서비스
3	Traffic Organization Service (TOS)	원활한 해상교통 확보를 위한 교통정보 서비스
4	Local Port Service (LPS)	항구 이접안 등 해상교통 환경과 무관한 좁은 범위의 서비스
5	Maritime Safety Information (MSI) service	해사 안전 관련 정보 서비스
6	Pilotage service	도선(Pilotage) 관련서비스
7	Tugs service	예선(Tug) 관련서비스
8	Vessel shore reporting	선박 정보 자동보고/수신/공유 서비스
9	Telemedical Assistance Service (TMAS)	원격 의료 지원 서비스
10	Maritime Assistance Service (MAS)	해난 사고 24시간 지원 서비스
11	Nautical Chart Service	해도 갱신 서비스
12	Nautical publications servic	해양 관련 정보 제공 서비스
13	Ice navigation service	빙해 관련 정보 제공 서비스
14	Meteorological information servic	기상 정보 제공 서비스
15	Real-time hydrographic and environmental information service	실시간 해상 정보 제공 서비스
16	Search and Rescue (SAR) Service	수색/구난 서비스

표 2 해사안전서비스 (Maritime Safety Service)

라. 표준 동향

- 국제해사기구(IMO)에서 선박과 육상간 정보교환을 위한 공통 해사데이터모델 정의
- 국제수로기구(IHO)의 S-100표준은 전자해도를 비롯한 선박의 안전운항을 위한 관련 해양 정보의 교환/활용 체계에 관한 표준 정의
- ISO 19100 시리즈 표준은 지리 공간 정보 및 관련 데이터에 관한 표현과 정보 교환 및 활용을 위한 표준으로써, 해양 분야의 지리 공간 정보 및 관련 데이터를 다루는 S-100 표준의 기반으로 사용
- 국제항로협회(IALA)에서는 IMO의 e-Navigation을 위한 구조에 대한 기술적 지원을 수행 하고 있으며, 주로 e-Navigation을 위한 육상 구조를 주로 담당
- 국제전기협회(IEC) TC80은 IMO에서 요구한 항해 통신 장치들에 대한 국제기술표준을 제정하는 기구로서 선상 장비들의 기능과 성능에 대한 중요한 표준을 제정
- 2018년 10월 국제표준화그룹회의에서 이내비게이션을 통한 해사서비스와 구조와 형식을 정의하고 국제기구, 정부, 사용자의 책임을 규정한 이내비게이션의 표준화 안을 마련 2019년 1월 개최하는 소위원회와 6월 여는 해사안전위원회에서 최종 확정 예정

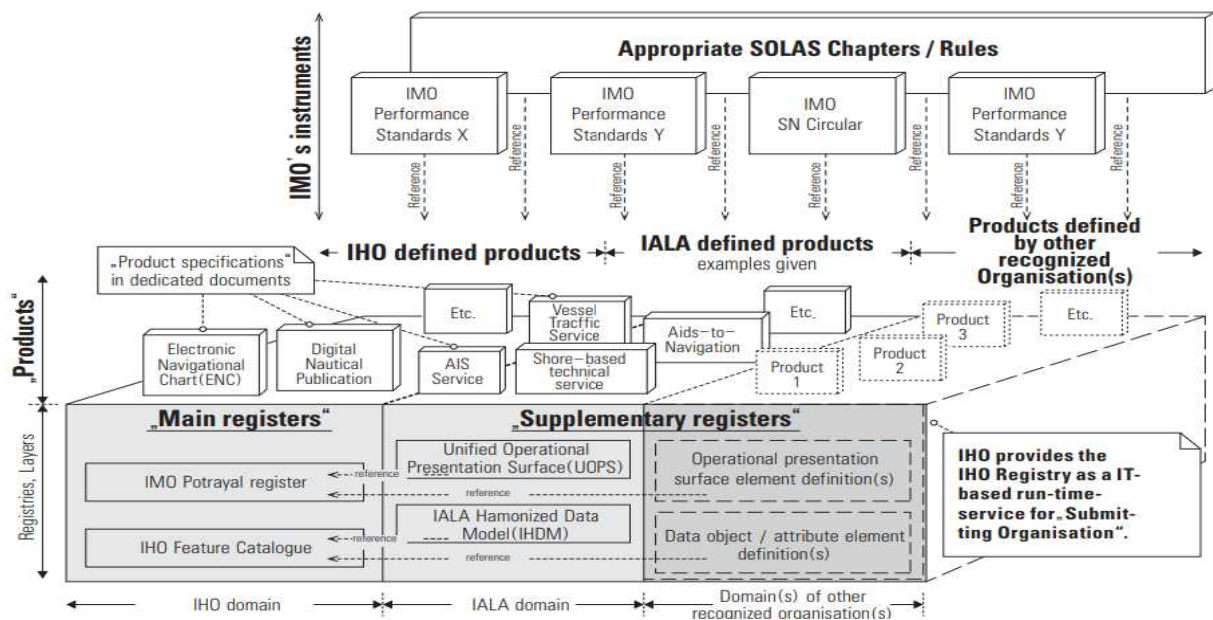


그림 4 IMO, IHO, IALA 표준과 제품관계

마. 국외 기술개발 현황

- 국제해사기구(IMO)에서 규정한 포트폴리오인 MSP(Maritime Service Portfolios) 개발을 위하여 유럽을 중심으로 각종 테스트베드 프로젝트가 수행되고 있음

번호	프로젝트명/website	참여국가	기간	내용
1	ACCSEAS (Accessibility for shipping, Efficiency Advantages and Sustainability) www.accseas.eu	UK 외 5개국 12개기관	2012.4~ 2015.3	- Multi source PNT - Tactical route exchange - Marine notice service - under keel clearance advice - Augmented reality head up display - Automatic FAP report - Vessel operation coordination tool - Dynamic predictor
2	EfficenSea (Efficient, Safe and Sustainable Traffic at Sea) http://efficiensea.eu	덴마크 외 3개국 16개기관	2009.2~ 2012.1	- route suggestion과 S1-S8의 솔루션 - SAR 툴
3	IONO (Ionian Integrated Marine Observatory) www.ionioproject.eu	이태리, 그리스 4개기관	2012.1~ 2013.12	- Decision support system - Pollution hazard mapping - Search and Rescue(SAR) - Ship routing and safety
4	MONALISA(1) (Morotways and electronic navigation by intelligence at Sea) www.sjofartsverket.se/mo nalisa	스웨덴 외 2개국 7개기관	2010.9~ 2013.12	- Dynamic and proactive route planning - Electronic verification of officer's certificates - Ensuring quality of hydrographic data on shipping route and area
5	ARIADNA (Maritime Volumetric Navigation System) www.ariadna-fp.eu	스페인 외 4개국 10개기관	2010~ 2013	- optimization of usage of maritime and inland infrastructure - safe navigation in traffic situation and port, river, channels - improved risk control, including grounding
6	eMIR (e-Maritime Integrated Research Platform) www.emaritime.de	독일의 3개기관	2013.7- 2023	- Effective and robust voice comm and data comm - ship reporting - Traffic monitoring - Training and familiarization

표 3 해외 e-Navigation 프로젝트 현황

3. 한국형 e-Navigation

가. 현 황

- 한국형 e-Navigation은 국제해사기구(이하 IMO)의 e-Navigation을 바탕으로 한국형 e-Navigation 개발을 통해 차세대 해양안전종합관리체계를 구현하고자 하는 것으로, 연안여객선 등 사고 취약선박에 대한 안전강화 위주로 우리나라 해상 환경에 특화된 중소형 선박의 안전 운항 서비스 제공 시스템

- IMO e-Navigation을 국가적으로 대응하기 위하여 해양수산부에서는 국가적 전담 대응체계를 위한 T/F를 구성하였으며, 해수부내 e-NAN 전담팀을 2013년 7월에 구성.

- 한국형 e-Navigation의 실현을 위하여 선박해양플랜트연구소에서 국내 전문가 실무핵심작업반을 구성하여 MSP의 개발을 위한 Test Bed에 대한 중점추진과제 및 로드맵을 구성.

- 2018년 현재 덴마크 해사청과 함께 이내비게이션 국제정보공유체계 (Maritime Cloud Platform)을 구축하여 우리 국적 선박 대해 항행안전정보를 제공하는 실험 시범을 실시 하는 단계



그림 5 한국형 e-Navigation 서비스

- 사업명 : 한국형 e-Navigation 사업
- 주관부처 : 해양수산부
- 연구기관 : e-Navigation 사업단, 선박해양플랜트연구소
- 사업기간 : 2016.03-2020.12
- 총사업비 : 1,308억원(국비:1,118억/민자:190억)

나. 사업목표

- IMO의 e-Navigation 도입에 선제적으로 대응함으로써 해양안전 확보 및 관련 기술에 대한 국제 표준을 선도
- 핵심 기술 개발 및 해사 디지털 인프라 확충을 통한 한국형 e-Navigation 서비스 체계 구축 및 국제 표준 선도 기술 개발

다. 핵심과제

과제	구분	기술	그룹	서비스
핵심과제 1	한국형 e-Navigation 서비스를 위한 핵심기술연구개발	종합상황인식 및 대응기술 개발	WP1	사고취약선박 모니터링 지원 서비스(SV1)
		한국형 e-Nav 서비스 개발	WP2	선내시스템원격모니터링 서비스(SV2)
			WP3	최적안전항로 지원 서비스(SV3)
			WP4	소형선박용 전자해도 서비스(SV4)
			IMO e-Nav 필수 서비스 개발	WP5
		WP6		해양안전정보 서비스(SV5-2)
핵심과제 2	e-Navigation 운영시스템 및 해사디지털인프라 확충	WP7	e-Nav 종합(지역) 운영 시스템 구축	
		WP8	초고속 해상무선통신(LTE-Maritime) 구축	
		WP9	디지털 해상무선통신 체계 구축	
핵심과제 3	국제표준 선도기술 연구개발	WP10	해사데이터 교환 표준 개발(S-10X)	
		WP11	해사정보공유체계 개발	
		WP12	해상 무선통신(표준) 기술개발	
		WP13	선박항해설비 표준화 모드(S-Mode)	

표 4 한국형 e-Navigation 핵심과제 현황

4. 자율운항선

가. 정 의

- 최근까지도 자율운항선박에 대해 무인선박(Unmanned Ship), Smart Ship, Digital Ship, Connected Ship, Remote Ship, Autonomous Ship 등 다양한 명칭이 혼재되어 사용되었으나, 2017년 국제해사기구(IMO)에서 MASS (Maritime Autonomous Surface Ship)로 통일 후 자율운항 수준을 ‘선원의 의사 결정을 지원하는 기능’부터 ‘완전한 자율운항’까지 4단계로 분류.

기관	정의	자율운항선박 정의	공통적 정의
IMO		다양한 수준으로 사람의 간섭 없이 독립적으로 운용될 수 있는 선박	인적 여부에 관계없이 자율적 결정시스템을 가지고 운항하는 선박
EU		육상 선박운항 관리자의 관리·감독 및 지시를 받지 않고, 철저히 독립적으로 운항되는 하이브리드형 스마트 선박	
ABS		인적인 중재 없이 업무계획 실행, 해양환경 감지, 환경을 위한 업무 조정 및 운항을 결정하는 논리를 가지고 센서, 자동화된 항법장치, 추진 및 보조 시스템을 가지고 있는 해양 선박	
BV		스마트 선박과 동일한 기능을 가지며, 인적 여부에 관계없이 의사결정 및 행동을 수행할 수 있는 자율 시스템을 포함하는 선박	
Ramboll Core		선상 또는 그 밖의 어디에서도 결정을 지원하거나 일부 또는 완전히 인적 제어와 선박 항해를 대체하여 자동적인 과정 또는 시스템을 가능하게 하는 선박	

※출처: 자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구, KMI, 2018.7.

표 5 자율운항선박 정의

자율화 등급		정의
1	자동화된 프로세스 및 결정지원 시스템을 갖춘 선박	일부 기능에 대해 자동화 운용이 가능하지만, 대부분은 선원이 승선하여 운용 및 시스템과 기능을 제어함
2	원격제어가 가능하며 선상의 선원이 승선하는 선박	선박이 다른 장소로부터 제어 및 운영되고 있지만 선원은 승선하고 있음
3	원격제어가 가능하며 선상에 선원이 승선하지 않는 선박	선박이 다른 장소로부터 제어 및 운영되며 선원이 승선하지 않음
4	완전자율운항이 가능한 선박	선내 운용시스템으로 자체적 결정 및 조치가 가능한 선박

※출처: IMO, FRAMEWORK FOR THE REGULATORY SCOPING EXERCISE, MSC 99/WP.9, 2018.5.

표 6 자율화 등급 정의

나. 기술 개요

- 자율운항선박기술은 선박에게 주어진 임무에 필요한 안전과 운항 정보를 자동으로 수집·관리하고, 선박 스스로 판단하여 부분 또는 전체 항로를 자율적으로 운행하거나 부분적으로 원격 관제에 의해 운항이 가능한 선박운항 기술로 정의



그림 6 자율운항선박 기술개요도 (TTA ICT 표준전략 Map)

- 자율운항선박기술은 크게 육상에서의 원격관제기술, 선박에서의 자율운항시스템기술과 선박과 육상을 연결해 주는 해상연결성기술로 구분할 수 있음.

- 원격관제기술에는 항로교환정보기술, 선박 원격모니터링 및 제어기술, 항해안전정보데이터모델링기술, VTS 자동보고기술, 육상자동보고기술 등

- 해상연결성기술에는 VHF 데이터 교환 시스템기술, 이더넷 기반의 선내통신 기술, 선박의 항해시스템 및 장비의 사이버보안기술, 해상항법장비기술, 해상위성통신시스템 기술, 선박용 기자재의 소프트웨어 유지보수 지침 등

- 자율운항시스템기술에는 다중센서기반 장애물 탐지 및 상황인지기술, 통합선교 경보장치 및 테스트 방안, 선박자율제어 기술에 대한 성능요구사항과 자율운항 선박 및 자율성 정의 표준 등

다. 법적 근거

- 국제해사기구(IMO)는 2017년 6월 제98차 해사안전위원회에서 처음으로 자율운항선박 (Maritime Autonomous Surface Ship)이라는 용어를 사용하였고, 관련 협약 및 표준의 적용 여부에 대한 조사 필요성을 제시 함
- 2018년 5월 16~25일에 런던 본부에서 열린 제99회 해상안전위원회(MSC99)에서 자율운항선박의 안전 규칙 도입 논의를 시작.
- 자율운항선박의 자율성을 원격유지선박을 포함한 4개로 구분하고, 선박의 자율성에 따라 관련 협약 및 표준 적용 검토를 위한 템플릿 작업을 완료하고, 구체적인 업무를 할당
- 자율운항 선박의 핵심 기술 중 하나인 충돌회피 규칙인 COLREG가 제정되어 있으나, 자율운항선박을 위한 추가적인 선박 충돌회피 절차를 포함 할 것으로 예상

라. 표준 동향

- 국제연합(UN) 산하 전문기구인 IMO는 해상에서의 인명 손실과 환경적 재난 및 막대한 재산의 손실을 끼칠 수 있는 해양사고 방지를 목적으로 해상안전과 선박설계에 관한 국제적 기준을 제정하고 그 이행 여부를 감독하는 정부 간 국제기구
- 최근 해운.조선 분야의 불고 있는 기술혁명을 토대로 새로운 패러다임 전환이 불가피한 시점에서 IMO가 추진하는 것은 법적 토대의 마련과 기술 표준화.
- IMO에서 2017년부터 2020년 중반까지 민간 무인선/자율 운항 선박의 실질적인 운용을 위해 자율운항선박과 관련된 선박 장비와 시스템에 대한 국제 협약 개정에 대한 논의를 시작

표준화기구		표준화 현황
IMO	MSC	- 자율운항 선박과 사이버 보안을 위한 국제 규정 논의 중. · 2016년 선박 사이버 위협 관리를 위한 중간 가이드라인 제정완료 · 자율운항선박의 안전한 운항과 이와 관련된 규정에 대해 논의 중
IHO	S100	자율운항을 지원하기 위한 S-10x 기반의 공통해사정보모델을 개발 중 (2017년 3월 S-100 Edition 3.0 개발 완료)
ISO	TC8	(WG10-Smart Shipping) - 선박이 자동으로 입출항 정보를 제공하기 위한 Canonical model

		<p>기반의 Automated Ship reporting 표준 개발 중</p> <ul style="list-style-type: none"> - IPv6 프로토콜 기반 선박 네트워크 기술 사양 표준 개발 논의 예정 - 선내 설치되는 SW의 기능 안전성을 검증하기 위해 각 시행 주체별 역할 정의 (BIMCO&CIRM 주도 표준 초안 개발 중) - 해당 역할이 정의된 이후 각 SW 검증을 위한 세부화된 절차 표준화 예정 - 데이터 서버 데이터 센터 및 통신 방법에 대한 성능 검증과 시험 절차 및 보안 관련 초안 개발 중
IEC	TC80	<p>(WG17-Common maritime data structure) 공통해사정보모델기반의 항로 교환표준 및 IEC 61162기반의 선박 정보모델을 개발 중</p> <p>(WG6-Digital Interfaces)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이더넷기반의 선박 네트워크 인터페이스 표준을 완료하고 추가 개정중 - 선박 항해장비들을 위한 안전성 및 보안에 대한 국제표준 개발을 완료 하였으며, 추가적인 표준 개발 중
ITU-R	SG5	<p>(WP5B-Martime mobile service including Global Martime Distress and Safety System(GMDSS); aeronautical mobile service and radio determination service) 해상통신을위한 통신기술및주파수표준논의 중</p> <ul style="list-style-type: none"> - 위성 VDES용 주파수 분배 및 ITU-R 권고 M.2092 규정 개정을 위한 논의를 진행 - 자율 해상 무선통신을 위한 ITU-R M.[AMRD] (autonomous maritime radio device) 규격을 위한 작업 진행 - GMDSS 현대화의 일환으로 새로운 GMDSS 위성 이리듬 추가를 위한 규정 정비 진행
IALA ENAV		<ul style="list-style-type: none"> - 해상통신 표준 및 자율운항 지원 서비스 표준 개발 중 · 자율운항선박을 위한 VDES 표준 초안(ITU-R 권고 M.2092 draft의 VDES-Terrestrial 기반)을 개발 중 · 자율운항을 지원하기 위한 Automated Ship Reporting을 포함하여 IMO MSP에 대한 표준 개발을 진행 중
IMEA/NMEA OneNet		<ul style="list-style-type: none"> - IPv6 이더넷기반의 선박네트워크 인터페이스 표준을 개발 중 · IMEA/NMEA OneNet 표준을 개발하여 베타 테스트 중 · IMEA/NMEA OneNet 시험을위한 인증 툴을 개발 중

표 7 표준화 현황

마. 국내 현황

- 우리나라는 인공지능, 빅데이터, ICT 분야를 중심으로 해운·조선분야의 신규 성장 동력으로 MASS 개발을 국가 전략적인 사업으로 추진하고자 산업체, 연구소, 대학 등을 중심으로 국가적인 역량을 집결.

- 산업통산자원부 및 해양수산부 주도하에, 자율운항선박 개발 본격화를 위해 무인선 제작·상용화, R&D 기획연구(~'18.4)를 거쳐 예비타당성조사 추진



**우리나라 개발 1,700TEU
컨테이너선 자율운항선박**

- 사업기간: 2019년~2024년(6년 → 1~4년: 기술 개발 기간, 5~6년: 실증 및 운영 기간)
- 사업비: 총 5,847.7억 원(국비 4,341(74.2%), 지방비 45(0.8%), 민자 1,461.7(26%)
- 추진 기관 시스템: LNG 추진선박
- 취항 항로: 한-중일 노선

핵심과제	세부과제	주관부처
① 스마트자율운항선박 개발	스마트자율운항선박 관리 기술 개발	산업통산자원부
	스마트자율운항 시스템 개발	
	스마트자율운항선박 건조 및 기자재 개발	
② 스마트자율운항선박 시운전센터 개발	시운전센터 통합 모니터링 및 의사결정 지원 기술 개발	
	시운전센터 육상정보 시스템 연계 및 지원기술 개발	
③ 스마트자율운항선박-시운전센터 연계 시스템 개발	선박-시운전센터 데이터 연계기술 개발	
	자율운항선박 및 시운전센터 플랫폼 기술 개발	
④ 자율운항선박-항만연계 시스템 개발	항만/협수로 안전운항 및 입출항 기술 개발	
	자율운항선박 대응 항만 고도화 기술개발	
⑤ 항계 내 자율운항선박 원격제어를 위한 운항 조종 상황실 개발	항계 내 자율운항선박 안전 지원 운항조종상황실 개발	
	운용서비스 및 운항조종상황실 검증 기술 개발	
⑥ 자율운항선박 운용서비스 및 제도 개발	자율운항선박 운용서비스 기술 개발	
	자율운항선박 법률, 제도 및 인력 프로그램 개발	

그림 7 자율운항선박 핵심과제

바. 국외 기술개발 현황

프로젝트명	참여기관 / 예산	기 간	내 용
YARA	노르웨이 화주 + 콩스버그	2017~20	전기추진, 2020상용화 * 120TEU, 3,200 DWT, Service Spd 6 knots, 3 항구 / 12 마일
프로젝트명	참여기관 / 예산	기 간	내 용
MUNIN	EU 8개국 / 3.8백만 유로	2012~15	심해운항조건 및 벌크선 대상.기술적.경제적.안정성.법적 측면에서 타당성 검토
프로젝트명	참여기관 / 예산	기 간	내 용
AAWA	롤스로이스외 10개기관 / 6.6백만 유로	2015~17	차세대 자율운항선박의 구체적 설계 및 스펙도출
프로젝트명	참여기관 / 예산	기 간	내 용
ReVolt	DNV-GL + NTNU	2014~18	노르웨이해역/100TEU /60M 길이 무인컨테이너 /전기추진
프로젝트명	참여기관 / 예산	기 간	내 용
Hronn	콩스버그 + ASL	2017~20	근해용 유틸리티 선박 (Offshore Support)
프로젝트명	참여기관 / 예산	기 간	내 용
iDolphin	(중국)국가프로젝트, SDARI + CSSC	2016~	Green Dolphin(38K Bulk)
프로젝트명	참여기관 / 예산	기 간	내 용
SSAP	JSMEA+27연구기관	2012~17	IoT 스마트 선박

- * MUNIN - Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks
- * AAWA - Advanced Autonomous Waterborn Applications
- * ReVolt - Revolutionary Concept for an unmanned, Zero emission, Shortsea Vessel
- * Smart Ship Application Platform

표 8 국외기술개발현황



그림 8 롤스로이스 자율운항선박 로드 맵

5. 4차 산업혁명 도래에 따른 항해 환경 분석

가. 서 문

- 1989년 3월23일 DWT 21만4천톤의 Exxon Valdez호는 약 20만 KL의 원유를 적재하고 미국Alaska주 Valdez항에 있는 Alyeska Marine Terminal 을 21시21분 출항한 이후 항입구의 결빙해역을 피하려고 교통분리제도가 시행되고 있는 해역의 항로를 벗어났다. 그 이후 원 항로로 복귀하는 과정에서 Bligh Reef라는 암초와 전속으로 충돌하면서 좌초되었다. 견시자의 위치보고만 믿고 해도상의 위치를 재확인하지 않은채 조타명령으로 좌초한 전형적인 인적오류에 의한 사건이다.

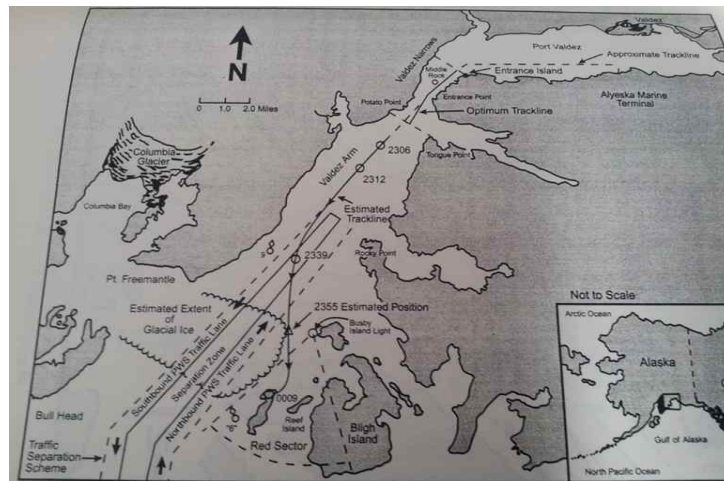


그림 9 Exxon Valdez호 항로

- 1995년 6월 9일 낮 12시 여객선 Royal Majesty호는 1200명의 여객을 태우고 버뮤다를 출항하여 보스턴 항을 향해 항해를 시작하였다. 당시의 Royal Majesty호의 선교는 GPS와 Loran-C 항법장치 등을 탑재한 선교가 있는 첨단 선박이었다.



그림 10 Royal Majesty호

(출처: National Transportation Safety Board, USA)



그림 11 Royal Majesty호 항해장비

(출처: National Transportation Safety Board, USA)

- 버뮤다 출항 전에 모든 항해장비를 점검하고 이상이 없음을 확인한 상태였다. 또한 항해중에 GPS의 위치와 Loran-C의 위치는 1마일의 차이를 가지고 있는 것으로 확인되었다.

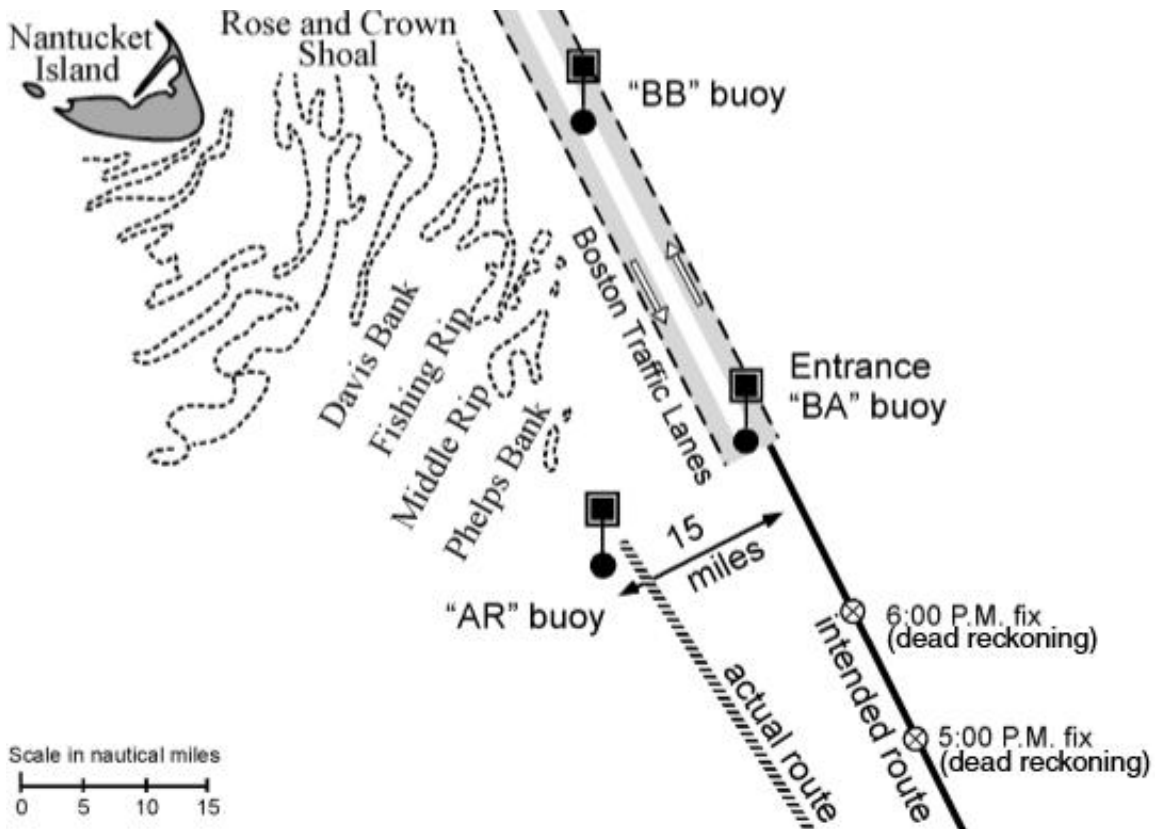


그림 12 Royal Majesty호 항로

- 그러나 보스턴항에 입항항로 접근해역에서 GPS가 안테나 케이블의 접촉불량으로 정확한 위치를 주지 못하고 있다는 것을 제대로 인지하지 못한 상황이었다. 항해사는 남쪽 방향에 있는 AR부이를 BA부일로 착각하고 천수지역이 있는 잘못된 항로(그림상에서 actual route)를 따라 항해하다가 일어난 좌초사건이다. 이 역시 전형적이 인적오류에 의한 사고이다.

- Exxon Valdez호는 Valdez 항 접근 수로에 경험이 많은 항해사가 결빙해역을 피하고 정침하는 과정에서 일어난 사건이다. Royal Majesty호는 첨단항법장비의 설비 결함을 인지하지 못하고 측위장비의 표시화면에 대한 정확한 판독을 못하여 발생한 것이다. Exxon Valdez와 Royal Majesty호와 같은 대표적인 두 가지 해양사고로부터 자연스럽게 우리는 질문한다.

“첨단항해 장비가 이러한 인적오류를 어떠한 방법으로 예방할 수 있을까?”

“원격제어 조선을 하는 자율운항선이라면 이러한 인적인 오류를 예방할 수 있는가?”

- 해상은 밤하늘의 별 만큼 우리가 알지 못하는 상황들이 존재할 수 있다.

- Royal Majesty호 사건을 다룬 참고도서에 나타난 다음과 같은 시편의 글이 눈길을 끈다.

*‘ ‘There are three things which are a wonder to me:
The way of an eagle in the air;
the way of a serpent upon a rock;
the way of a ship in the midst of the sea . . . ’ ’*

“내가 심히 기이히 여기고도 깨닫지 못하는 것 서넛이 있나니
곧 공중에 날아다니는 독수리의 자취와
반석 위로 기어 다니는 뱀의 자취와
바다로 지나다니는 배의 자취와 ...
그가 먹고 그의 입을 씻음 같이 말하기를
내가 악을 행하지 아니하였다 하느니라. “

“ 만일 네가 미련하여 스스로 높은 체하였거나 혹 악한 일을 도모하였거든
네 손으로 입을 막으라 “

(잠언 제30장 18~19절)

나. 항해안전을 위한 국제기구 역할

- 국제연합(UN) 산하 전문기구인 IMO는 해상에서의 인명 손실과 환경적 재난 및 막대한 재산의 손실을 끼칠 수 있는 해양사고 방지를 목적으로 해상안전과 선박설계에 관한 국제적 기준을 제정하고 그 이행여부를 감독하는 정부 간 국제기구
- 최근 국제해사기구(IMO)의 각종 안전, 환경 국제협약의 직접적 규제 대상이 요람에서 무덤으로 확대(신조선/기존선 규제 강화)됨에 따라, 국제표준화기구(ISO), 국제수로기구(IHO), 국제전기기술위원회(IEC) 등 국제 기구간 협력 체제가 한층 강화됨
- IMO협약은 관련 산업에 직간접 영향을 미치며 특히, 단순 시행을 위한 국가적 준비 비용은 물론 산업의 출현/유지 발전 및 그에 따르는 고용증대와 미래인력배치를 위한 일자리 창출, 나아가 관련 산업기술의 수요-성장에까지 전반적 영향을 미침
- 해운/조선 산업의 글로벌 표준화 전쟁은 국가 간의 이해관계가 갈수록 심화시키고 있으며, 특히 국제표준화기구(ISO)와 연계된 산업 주도국의 신시장 창출 및 기술장벽화가 커짐에 따라, 선진국들은 국제협약을 통한 관련 기술의 선점과 관련 산업의 국제경쟁력 강화를 위하여 IMO 활동에의 적극적인 참여와 법규 제.개정을 주도하기 위한 노력 강화
- e-내비게이션 및 자율운항 선박의 출현은 최근 주요 의제 중 하나인 해사산업계 온실가스감축 (GHG)과 더불어 기술적), 운항적 및 경제적 측면으로 구분되어 산업계간 논의를 넘어 회원국 상호 정책간의 이슈로 확대
- 국내에서도 국제동향에 선제적으로 대응해 국제표준에 적합한 연구 개발과 더불어 그에 따른 관련 산업에 대한 철저한 준비가 진행 중
- 2015년 국제해사기구 IMO의 첫 한국인 사무총장의 탄생과 더불어 최근 해양수산부 담당 팀장이 IMO/IHO 국제표준화회의 의장으로 선출되어 국제 표준 논의를 주도하고 있으며 스웨덴 덴마크 등과 협력해 공동으로 국제 기술표준을 선점하기 위한 구체적 활동에 적극적 참여

다. 안전항해를 위한 IMO의 노력

- 유럽은 자율운항선에 대한 가능성을 찾고 있다. IMO의 결과물은 SOLAS개정역사, STCW 협약의 변화, MARPOL 협약의 개정이었다. 그것은 해양사고 예방과 해양환경 보호를 위한 것이다. 이를 위하여 IMO는 기술을 받아들이고 해양사고의 과거 경험으로부터 정책을 변경시켜왔다. 선박은 대형화되고 위험화물은 증가되고 해양사고는 해양인에게 지속적으로 해법을 요구하고 있다.

- 2005년말에 육상의 ITS기술을 비교하면서 e-Navigation이라는 그럴듯한 그러나 추상적인 화두가 던져졌다(IMO MSC Development of e-Navigation Strategic Plan). 이에 도전을 해온 인물들은 컴퓨터 관련 하드웨어 및 소프트웨어 제조업자들, 엔지니어들, 연구자들이었고 이에 대응하거나 보기 좋게 이해하려고 해온 사람들은 선주 및 선박운항자들이었다(e-Navigation Underway Conference 2011 Participant List). 항해 환경의 흐름에서 볼 때 e-Navigation은 아직 어떠한 실체도 만들어 내지 못하고 있다(Strategic Implementation Plan of e-Navigation, 2014). e-Navigation 이야기가 되기 전부터 있었던 AIS와 진행중이었던 S-57 기반 ENC를 사용하는 ECDIS가 사용되고 있을 뿐이다. AIS는 육상에서 정보수집 및 분석의 커다란 길을 열어 줌으로써 e-Navigation이란 추상을 좀 더 구체화 시키려 하였다. 그러나 더 이상의 길을 찾아가기 위해서 광대역 고속통신이 필요하고 정보활용 플랫폼이 필요한 것이다. e-Navigation은 Autonomous 라는 이름에서 열쇠를 찾으려 하고 있다(MSC. 98).

- 1987년 Herald of Free Enterprise 사고, 1989년 Exxon Valdez 사고는 전형적인 인적요인에 의한 사고로 IMO 입법정책을 물적 설비강화로부터 인적요소에 대한 각종 제도의 강화와 국제안전관리제도(ISM Code)채택으로 이어진다.

- IMO 해사안전국에 보고된 지난 30여년간(1970~2012)년 선박 손실중 항해사고가 차지하는 비율은 그 변동폭이 20%~40%사이를 유지하고 있다. (Andy Winbow, Director, Maritime Safety Division, IMO, 2014)



표 9 지난 30년간 항해사고 비율

- 그러나 1990년대 후반부터 ISM Code가 발효되었으며 AIS, LRIT, ECDIS와 같은 첨단 항해통신장비가 도입되는 등 항해 및 통신기술에 많은 발전이 이루어져 왔다.

- 또한, 기준미달선 퇴치를 목적으로 하여 항만국통제가 지역별로 이루어져 선박 및 선체의 상태와 선원의 운항능력, 각종 증서의 구비, 안전조치 사항 등 선박안전의 전반에 관한 사항을 점검하고 있다.

- SOLAS 협약은 새로운 항해장비의 출현에 따라 이에 대응하여 기능요건과 설비를 추가해 오면서 선박을 관리하는 선박회사에 대한 안전경영능력까지도 평가하기 위하여 ISM Code(A.741(18))를 도입한 바도 있다.

- 2010년도에는 STCW가 전면적으로 개정되어 항해사 및 기관사의 해기 능력 요건이 강화되었다.

- 한편으로 해양환경오염 및 대기환경오염에 대한 규제도 강화되어 EEDI에 따른 CO2 배출을 Phase I (2014~2018) 10% 저감, Phase II (2019~2020) Phase I 보다 10% 저감, NOx (MARPOL ANNEX VI Reg.13)에 따라 단계별로 감축해 나가고 SOx(MARPOL ANNEX VI Reg.14)의 경우에도 2022년까지 단계별로 감축 목표를 제시하고 있다(IMO MEPC).

- 2006년부터 시작된 IMO e-Navigation 전략이행 개발에 관한 연구에서 5가지 우선 순위 솔루션을 제시하고 있다. ① 개선되고 조화롭고 사용자 친화적인 선교설계, ② 표준화되고 자동화된 보고, 신뢰성의 개선, ③ 선교장비 및 정보에 대한 향상된 reliability, resilience, integrity 확보, ④ 그래픽 디스플레이로 이용할 수 있는 정보의 통합과 표현, ⑤ VTS 서비스 포트폴리오를 위한 개선된 통신을 들고 있다.

- e-Navigation의 개발에 있어서 MONA LISA 2.0 STM (Sea Traffic Management)의 개념이 도입되었다. MONALISA 2.0에서 Route optimization 및 항해계획 최적항로 개발에는 선박정보, 선박의 운항계획, 운항 및 화물 정보의 정보공유를 전제로 하고 있다. 사실 e-Navigation 전략이행 개발의 과정에서 보다 실질적인 가치와 가능성을 보여준 프로젝트라고 할 수 있다. 병행한 프로젝트로 공해상 무인선 운항프로젝트 MUNIN은 육상제어센터를 통하여 육상과 선박간의 실시간 정보교환을 전제로 하고 있다.

- e-Navigation 전략이행계획 개발의 과정에서 STM은 정보수집, 공유, 분석을 통한 선박운항 서비스의 가능성을 보여 주고 있다. 한편 Maritime Cloud는 충분한 통신대역폭이 제공된다는 가정하에(실질적 MAAS의 구현을 위해 가장 중요한 사안이 실시간 대

역폭 통신대역임) 해상에서 위치기반으로 사용자 요구형, 필요에 따라 맞춤형 정보를 제공할 플랫폼을 제시한다. 이러한 Maritime Cloud개념은 최근에 MCP(Maritime Connectivity Platform)이라는 새로운 이름을 달고 등장하였다.

라. 항해의 변천

- 항해사 관점에서 항해의 역사를 선교 항해 장비의 발전으로 보면 다음과 같이 정리할 수 있다.

과거(1990년 이전)	현재(1990~2020)	미래(2020이후~)
아날로그식 항해	디지털 항해	네트워크 기반 항해
<ul style="list-style-type: none"> • 지각, 시각, 청각을 중요시 • 정성적 판단 • 육상지원 수동적 	<ul style="list-style-type: none"> • 센서기반 • 정량적 판단 • 육상 지원 능동적 • 정보관리, 분석, 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 협력항해 • 육상으로부터 정보제공

표 10 항해의 변천

- 당시의 상황에서 첨단선박이 있었다 하더라도 1990년대 이전은 항해사의 시각, 청각 등 견시가 중요시되고 레이더와 초기 위성항법 장치등을 바탕으로 정성적인 상황인식과 판단이 중요시 되던 시기였다. 1990년대 이후 GPS가 보급되고 2002년부터 AIS와 같은 디지털 항해장비가 출현함으로써 디지털 항해의 출발점에 서게 되었으며 2019년부터는 ECDIS가 모든 협약선박에 강제화 되어 사용됨으로써 사실상 종이해도가 사라지게 되었다. 물론 천측을 위한 육분의(Sextant)가 선교에 남아 있는 것처럼 SOLAS 제5장에서 종이해도의 비치는 필요로 할 것이다. 이제 2020년대에는 네트워크 기반의 협력항해와 e-Navigation의 기본개념이 되는 육상과 선박간의 정보교환을 통한 항해가 자율 운항선이라는 이름에 기대감을 안겨주는 듯 하다.

- 여기서 해상통신(육상과 선박간)의 요구사항 즉, 실시간 대량 정보의 높은 신뢰도를 보장하는 통신체계를 어떻게 구현할 수 있는가? 그리고, 어떻게 자율운항선박의 운행에 맞추어 제공할 것인가? 가 초미의 요구사항이 될것임. (여기서 통신은 통신정보의 량과 실시간 능력 및 보안 까지 포함하는 사항이며, 그 통신체계는 전지구적 위성항법 위성을 포함하는 전지구적해양통신체계를 의미하게 될 것이다. 언급한 보안체계는 해상의 해적으로부터 안전한 무인 선박이 되도록 설계 및 구조, 방어체계 등을 개발 하여야 할것임)

- 1980년대부터 선교환경을 살펴보면 개별적인 항해장비를 운용하는 항해사의 상황 인식의 틀을 뛰어 넘고 오늘날은 선박간 정보교환에 부가하여 선박과 육상간 정보교환을 한단계 업그레이드함으로써 상황인식 향상을 위한 정보량이 증가된 것은 사실이다.

선교환경	Geo/Cele-Nav Radar, Loran C, NNSS	Geo-Nav, Radar, Satellite Commun., GMDSS, GPS Electronic Navigator	Geo-Nav, Radar, DGPS, INS, Total Navigator	Digital Radar, ECDIS, AIS, LRIT, GNSS, IBS/INS, 4S Commun. etc
년도	1980	1990초반	1990중후반	2000년대
사무실환경	8/16bits Computers DOS Environments	Window 3.1 MS Word ftp, telnet	Networking www Window 95/98	Ubiquitous Window 2000/XP/7 BcN

표 11 선교환경의 변천

- 전세계 해상인명안전협약(SOLAS) 규정의 변화와 IMO MSC를 중심으로 다루어진 이슈를 년대별로 살펴보면 다음과 같이 정리할 수 있다.

년대	선박	육상
1990	1992-1999 GMDSS 발효	1997 VTS 지침 채택
	1998 ISM(International Safety Management) Code	
2000	2002-2008 AIS 탑재	
	2002 ISPS Code	
	2011-2018 ECDIS 탑재	
	2006-2014 e-Navigation 전략이행계획 개발	
	2017-2020 MASS 예비조사(Regulatory Scoping Exercise)	

표 12 항해정보의 변천

마. 안전항해를 위한 항해장비

- SOLAS 제5장 항해의 안전에 관한 규정에 따라 안전항해를 기본적인 항해장비는 다음과 같이 구분할 수 있다.

1) 항해센서

Gyro Compass/Magnetic Compass	• 침로, 선수미 방위
GPS	• 선위, UTC
Doppler Log	• 선속
Echo Sounder	• 수심
Rudder Indicator	• 타각지시, 선회율(Rate of Turn, ROT)
RPM Guage	• RPM 표시
Course Recoder	• 침로기록
등화	• 항해등, 정박등 등
풍향 · 풍속계	• 풍향, 풍속
회전율 지시계	• Rate of Turn(ROT)
항해 데이터 기록장치 VDR	• 항해데이터의 기록

2) 레이더

기본정보	<ul style="list-style-type: none"> • 침로 • 물표와의 거리, 방위 • 선박, 섬, 해안선, 부이 등 이미지
부가정보	<ul style="list-style-type: none"> • 침로 • 상대속력 • 거리 및 방위의 변화 • TCPA, DCPA, BCR 등 • AIS 데이터를 활용 물표의 식별

3) AIS (Automatic Identification System)

정적정보	<ul style="list-style-type: none"> • MMSI (Maritime Mobile Service Identity), Call Sign, Ship Name, IMO Number • Length and beam • Type of ship • Location of electronic position fixing system(EPFS) antenna
동적정보	<ul style="list-style-type: none"> • 선위 및 UTC • COG • Heading • 항해상태(항진상태, 묘박중, 조종불능선(NUC), 조종성능제한선(RIATM), 접안중, 흘수제약, 좌초, 어로작업중, 뜻에 의한 항해, ROT
항해관련	<ul style="list-style-type: none"> • 흘수 • 위험화물 • 도착지 및 ETA • Route Plan

4) ECDIS

가) 항해계획과 모니터링 동안 디스플레이 종류에 따른 SENC 정보

Display base	<ul style="list-style-type: none"> • coastline in high water • own ship' s safety contour • isolated underwater dangers of deps less than the safe contour which lie within the safe waters defined by the safety contour • isolated dangers which lie within the safe water defined by the safety contour, such as fixed structures, overhead wires, etc. • scale, range, and north arrow • units of depth and height • display mode
Standard display	<ul style="list-style-type: none"> • Display base and • drying line • buoys, beacons, other aids to navigation and fixed structures • boundaries of fairways, channels, etc. • visual and radar conspicuous features • prohibited and restricted areas
Standard display	<ul style="list-style-type: none"> • chart scale boundaries • indication of cautionary notes • ships' routeing systems and ferry routes • archipelagic sea lanes
All other information	<ul style="list-style-type: none"> • spot soundings • submarine cables and pipelines • details of isolated dangers • details of aids to navigation • contents of cautionary notes • ENC edition date • most recent cahrt update number • magnetic variation • graticule • place names

나) 항해의 기본요소와 파라미터(Navigational elements and parameters)

- 과거의 항적(primary track, secondary track)
- CMG, SMG
- VRM, ERL
- DR, EP
- 선위 및 시간(Fix and time)
- 위치선 및 시간
- Transferred position and time
- Predicted tidal stream 또는 current vector with effective time and strength
- Measured tidal stream or current vector with effective time and strength
- Danger highlight
- Clearing line
- Planned course and speed to make good
- Waypoint
- Distance to run
- Planned position with date and time
- Visual limits of lights are to show rising/dipping range
- Position and time of “wheel over”

다) 항해시 고려해야 할 특별한 해역들

- Traffic separation zone
- Inshore traffic zone
- Restricted area
- Caution area
- Offshore production area
- Area to be avoided
- User defined areas to be avoided
- Military practise area
- Seaplane landing area
- Submarine transit lane
- Anchorage area
- Marine farm/aquaculture
- PSSA(Particulary Sensitive Sea Area)

바. 당직 항해사의 직무 및 당직근무

1) 당직 항해사의 직무

가) 선장의 직무권한 대리인으로서 당직항해사

- 당직항해사는 STCW Code 에 따라 선장의 직무권한 대리인으로 항상 선박의 안전 항해를 위해 국제해상충돌예방규칙(COLREGs)를 준수해야 함.

나) 기본직무

- 당직근무
- 선박에 대한 전반적 감독 수행, 충돌회피 및 선교활동의 기록, 장비의 규칙적 점검, 인수인계와 비상시 절차 수행
- GMDSS 관련 무선통신 직무(청취 등 조난시 절차 수행)

2) 당직 근무

가) 견시의 유지

- 모든 이용가능한 수단을 포함하여 시각, 청각으로 상황감시
- 충돌 및 좌초 위험 기타 항해위험요소의 평가
- 조난 중에 있는 선박 또는 항공기, 난파선의 선원, 침선, 잔해 기타 안전항해에 위협사항의 감지

나) 항해당직 고려요소

- 시정, 기상 및 해상의 상태
- 통항빈도, 항해수역에서 일어나는 다른 활동
- 통항분리수역 또는 기타 항로지정수역 또는 그 근처를 항해하는 경우 주의 사항
- 선박의 기능, 긴급하게 요구되는 작업 및 예상되는 선박조종 행위 등으로 인한 추가적인 작업부하
- 당직업무에 임하도록 지명되어 호출된 선원의 직무수행 적합성
- 항해사관과 부원들의 전문적인 지식 및 직무수행 능력
- 당직항해사로서의 직무경험과 선박의 장비, 업무절차 및 조종특성에 관한 당직항해사로서의 친숙 정도
- 무선통신업무를 포함한 특정시간에 있어서의 선박에서 발생하는 활동과 필요한 경우에 즉시 소환되어 도움을 줄 수 있는 가능성
- 경보시스템을 포함하여 선교장비 및 제어장치들의 운전상황
- 조타기와 기관의 제어 및 선박의 조종특성
- 선박의 크기 및 조종위치에서 가시범위
- 당직요원이 외부의 진행상황을 시각적으로 또는 청각적으로 감지할 수 없도록 할 수 있는 정보의 선교구조의 배치
- 당직업무 및 직무의 적합성과 관련되는 기타의 기준, 절차 또는 지침

3) 충돌회피의 문제

가) 국제해상충돌예방규칙의 준수

- 항해사에 의한 당직근무는 국제해상충돌예방규칙에 따라서 상황의 인식, 충돌의 위험 및 좌초 위험의 평가 및 회피가 따름. 제2장에서는 다음 표와 같이 항법에 대한 규정으로 모든 시계내에서 운항하는 선박에 공통적으로 적용되는 경우, 상호시계 내에서 운항하는 선박 및 제한된 시계내에서 선박의 운항에 대한 항법을 서술하고 있다.

제1절 모든시계내에서 선박의 운항	제2절 상호시계내에서 선박의 운항	제3절 제한된 시계내에서 선박의 운항
Rule 5 견시 Rule 6 안전한 속력 Rule 7 충돌의 위험 Rule 8 충돌회피동작 Rule 9 협수로 Rule 10 해상교통분리제도	Rule 12 범선 Rule 13 추월 Rule 14 마주치는 상황 Rule 15 횡단상황 Rule 16 피항선의 행동 Rule 17 유지선의 행동 Rule 18 선박사이의 책임	Rule 19 제한된 시계내에서 운항

표 13 선박의 운항 항법

- 또한 선박의 상태 및 상황의 식별을 위해 등화와 형상물, 음향 및 발광신호에 대해 규정하고 있음

- 일반적으로 항해당직 중에는 충돌 및 좌초의 위험을 회피하기 위해서 다음과 같은 상황을 고려하도록 한다.

- ① 시정
- ② 기상 상태
- ③ 선박 통항량
- ④ 항해 위험물의 근접성
- ⑤ 통항분리 구역내에서 또는 인근에서 항해하는 경우 필요한 주의사항
- ⑥ 상황의 변화로 인하여 선교의 즉각적인 지원이 요구되는 때의 지원자 즉시 호출의 가능성

나) 충돌회피 행동

- 사전에 충분한 시간을 두고 적극적인 동작이 요구됨
- 충돌회피의 목적으로 VHF 무선전화기는 사용하지 않도록 함

다) 충돌회피 탐지의 문제

- 접근하는 선박의 방위각 변화에 유의함
- 시정이 제한된 경우 국제해상충돌예방규칙을 철저히 준수하도록 요구함

라) 통항계획 수립을 위한 기본적인 고려요소

- 해상환경

- 항로를 따라 해도에 표시된 수로측량의 자료에 대한 정확성 및 신뢰성
- 항로를 따라 선박의 위치를 측정하기 위한 항로표지, 육상의 물표, 등대 및 현저한
- 레이더 물표 등의 이용 가능성과 그 신뢰성
- 항로를 선정하는데 제약이 되는 선박자체의 요소들, 예) 흘수나 화물의 종류 등
- 교통량이 많은 장소
- 기상예보 및 예상되는 해류, 조류, 바람, 너울 및 시정의 상태
- 육상측으로 밀리는 조류가 있는 지역
- 탱크의 청소 또는 도선사의 승선 등과 같은 일 등으로 인하여 추가적인 여유 수역의 확보가 요구될 수 있는 선박의 작업
- 선박의 항로지정시스템 및 선박의 위치보고시스템 등과 같은 규칙
- 선박의 추진기관 및 조타장치 등에 대한 신뢰성

마) 항로계획 속에 포함되어야 할 것

- 각 구간 마다 침로를 나타내는 계획된 항로
- 각 구간의 거리
- 운항중 요구되는 속력의 변경
- 필요하다면 각 침로 변경을 위하여 조타장치를 변경하여야 하는 장소
- 필요하다면 각 침로변경을 위한 선회 반경
- 각 구간 마다 최대 허용이 되는 침로이탈의 한계

바) 대양항해를 위한 통항계획의 수립시 참조 사항

- 대양의 해류, 바람, 유빙의 범위 등에 관한 정보를 보여주고 있는 소축척의 대양항해
- 선박의 진행과 같은 방향으로 흐르는 대양의 해류는 항로전체에서 본선의 평균속력을 증가하게 할 것이며 추가로 항해해야 할 거리를 상쇄하게 됨
- 빙하나 좋지 않은 시정은 항로를 북극 또는 남극 쪽으로 가까이 설정하지 못하도록 제한을 하게 함
- 계절적인 요인에 의한 열대성 폭풍의 활동이 있다는 사실은 어떠한 특정수역을 피해서 항해하도록 하고 여유수역을 보다 많이 가지게 함 (WWNWS NAVAREA 항해정보, SafetyNET Service방송 참고)

사) 연안수역 또는 제한된 수역 내에서의 통항계획 수립시 주의 사항

- 선박의 추진기관과 조타장치에 대한 신뢰성
- 선박의 조종특성 등 제약사항
- 천수해역 항해시 선저침하현상 및 UKC에 대한 고려
- 선박통항관제서비스, 선박항로지정시스템과 위치보고시스템에 대한 고려

- 연안무선국, NAVTEX 방송 폭풍 경보 및 연안항행경보를 포함한 연안의 기상속보

아) 항로계획의 감시

- 육안감시
- 지문항법의 활용 - 중시선, 선위확인 등
- 레이더, AIS 감시 등
- 인식된 물표의 동정, 레이더 방위와 거리 측정 및 모니터링, 경고방송 등

자) 충돌회피를 위한 연구개발

- 고전적 충돌위험평가 기법은 수학적 모델에 기초를 두고 있는 반면 현대적 기법은 퍼지로지, 전문가 시스템, 신경망 및 하이브리드 시스템과 같은 인공지능(AI, Artificial Intelligence)에 기초를 두고 있다.

- 초창기 충돌위험도 평가는 Fujii(1973) 및 Goodwin(1978)과 같은 학자들에 의하여 수학적 모델이 세워졌으며 1975년 선박영역(ship domain)이 제안되었으며 이 시기에 교통흐름이론 (traffic flow theory)에 기초한 충돌위험도 평가방법들이 연구되었다.

- 해상교통흐름에 대한 이론은 교통조사에 적합하였으나 인적요인을 거의 고려하지 않았다.

- 충돌위험도 평가를 위하여 과거 대량의 선박항적 데이터를 필요로 하였고, 실험 및 교통조사를 요구하였으며 그 결과로서 인력, 노동력, 재정의 소모가 컸으므로 시공간 변화요소들에 기인하여 단기간에 신뢰할 수 있는 결과를 얻을 수 없었다.

- 이에 비하여 선박영역을 활용한 충돌위험도 평가방법은 더욱 좋은 방법으로 알려져 있다.

- 충돌위험도 평가시스템에서 선박영역(ship domain)은 선박간 거리에 대한 항해자의 주관성에 따라 결정되는 값인 반면에 dCPA와 tCPA는 충돌회피를 위한 객관성을 나타낸다.

- 충돌위험평가에서 퍼지시스템의 입력은 퍼지변수이며 이것은 인간의 의사결정의 과정을 나타내고 인간의 경험을 활용할 수 있다.

- 이러한 관점에서 AI 기술을 활용한 충돌위험평가시스템은 증가하고 있다.

- 사실상, 선박충돌회피는 복잡한 멀티 태스크 문제이며 항해자는 ARPA의 도움으로 dCPA와 tCPA에 따라서 조우상태를 예측할 수 있고 이에 따라 적절한 동작을 취하게 된다.

- 항해자의 결정이라는 것은 극히 주관적이며 잠재적으로 인적실수와 선박충돌위험을 유발할 수 있으며 이러한 위험성을 극복하기 위하여 지능형의사결정지원시스템을 사용할 수 있다.

- 지능형시스템에서는 선박영역, ship arena와 충돌위험성이 자동적으로 평가될 수 있으며 항해자의 행동에 따른 영향을 분석함으로써 더 좋은 동작을 선택할 수 있다.

- 선박충돌에 대한 해법은 크게 다음과 같이 두 가지 측면에서 접근할 수 있다.

① 충돌회피(Collision Avoidance)

② 항로계획(Path Planning)

- 1990년 후반의 연구가 대부분 항로계획(path planning)에 대한 연구가 이루어진 반면 1980년대 이전에는 open sea에서 두 선박간의 최단 collision-free path 또는 회피조선에 대한 연구가 이루어 졌다. 이 당시에는 충돌회피를 위하여 상황에 맞는 최적 방향으로 고려되었으며, 다수선박이 조우하는 상황에서 가장 충돌위험이 높은 선박 또는 서로 충돌하는 상황에 놓인 선박만을 고려하였다. 또한 가장 긴박한 위험을 피하는데 목적으로 두었다. 초반의 연구는 환경조건이나 COLREGS에 대한 고려없이 두 선박간 문제에 초점을 두었으며 비현실적인 측면이 많았다고 볼 수 있다.

- 항로계획에 대한 연구는 결정론적 방법론과 경험적인 방법론으로 나눌 수 있으며 결정론적 접근법은 컴퓨터가 대중화 되었을 때인 1990년대 후반부터 시작되었다. 당시의 항로계획 알고리즘은 복잡한 선박의 상태공간을 다루기에는 불충분하였으며, open sea에서 항해하는 경우를 가정하여 전형적으로 2차원 상태 공간에 적용되었다. 선박충돌 문제의 해법은 graph 또는 tree로서 상태공간을 이산화 함으로써 수행된다. Graph Search Algorithm으로 다소 쉽게 풀릴 수도 있다. 경험론적인 접근법은 워크스테이션의 계산력이 급증하기 시작한 2000년도 초반부터 연구되기 시작하였다. 이 당시 연구는 더욱 현실적인 선박모델을 채택하였으며 보다 높은 자유도가 고려되기 시작하였다. 전형적으로 유전자 알고리즘이 사용되었다. 아래의 그림은 충돌회피, 위험도평가, 항로계획 관련 연구 흐름의 역사를 보여주고 있다.

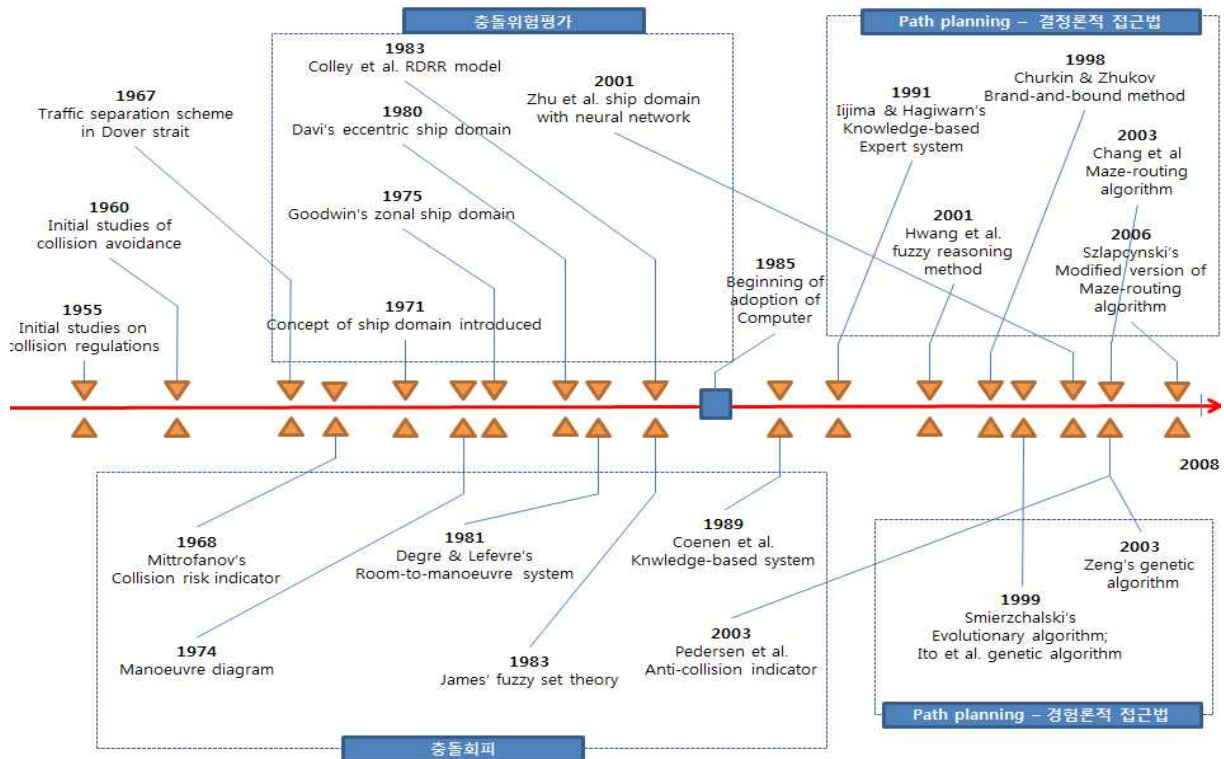


그림 13 Timeline of Collision Avoidance Research & Development (Source: CheeKuang Tam 등(2009))

- 항해자는 충돌위험이 탐지될 때 마다 지식, 그리고 경험과 직관에 기초를 두고 신속한 의사결정을 하여야 한다. Nathaniel Bowditch (1995)에 따르면 항해위험이 탐지될 때 항해자는 다음과 같은 전형적 절차에 따라 행동할 필요가 있다고 기술하고 있다.

- ① 정보의 수집
- ② 상황의 평가
- ③ 자선과 타선의 안전성 측면에서 최선의 조선방법을 결정
- ④ 조선을 실행하고 그 결과를 모니터링하고 필요한 경우에 상황을 재평가

- 상황을 평가하고 최선의 조선법을 수행하는데 있어서 통상적으로 항해자는 다음 몇 가지 사항에 의존한다.

- ① 조우상황
- ② 해당수역에서 해상교통규정
- ③ 개인적 경험
- ④ 몇몇 센서 또는 정보원으로부터 수집된 정보

- 한편으로 항해자의 의사결정 사항의 건전성은 다음 몇가지 요소에 의하여 제한될 수도 있다.

- ① 정보의 해석

② 정보의 불용성

③ 소형선 또는 저속 선박과 같은 덜 위험하다고 생각하는 선박이나 장애물을 무시하는 것

④ 이전에 탐지되지 않는 장애물 등 기타 기대하지 못하거나 예측하지 못한 현상이나 결과

- 따라서 항해자는 많은 데이터를 입수하고 동시에 상황을 평가해야 한다. 해상교통이 폭주하고 고속선, 대형화물선 및 크루즈 선박, 예부선 및 어선 등 다양하고 복잡한 교통상황에서 항해자의 의사결정시간은 더욱 감소될 필요가 있다. 이에 대응하여 인간의 인지능력과 상황평가가 크게 영향을 받을 것이다. 과거로 거슬러 올라가 Jones(1978)은 충돌회피를 지원하기 위한 시스템의 필요성을 조사한 바가 있으며 이러한 시스템은 항해의 운용효율성을 증진시키고 상황인식을 향상시킬 수 있다고 결론을 내렸다.

- 그러나 오늘날 몇몇 연구자들은 레이더 시스템과 같은 항해장비들이 복잡한 상황에서 최적의 결과를 얻기 위하여 근본적으로 정보를 활용하는 인간의 능력을 개선할 수 없다고 보고 있으며 이런 점에서 최적항로를 제시하는 연구개발은 의미가 있다.

- 현대식 선교시스템에서 중요한 것은 경보와 예측시스템이며 예측시스템이 현실적으로 적용되기 위해서는 선박의 동적특성이 고려되어야 하고 작동하는 알고리즘이 COLREGS 준수 및 지식기반 데이터베이스의 구축과 함께 외부의 환경적 특성을 잘 반영하도록 설계되어야 할 것이다.

- 최근에 주목을 받고 있는 자율운항 선박은 학습기능을 가진 진화된 항로계획 알고리즘을 요구하게 될 것이다.

차) 최근의 충돌회피시스템 연구 동향

- MTCAS(Maritime Traffic Alert and Collision Avoidance System)

최근 독일에서는 산업체 및 학계의 컨소시움으로 사전예방, 예측 및 협력 동작에 의한 충돌회피를 위한 e-Navigation 지원시스템을 개발하기 위한 MTCAS(Maritime Traffic Alert and Collision Avoidance System) 프로젝트를 수행한 바가 있다. 항공충돌회피시스템(ACAS, Airborne Collision Avoidance System)인 TCAS로부터 기본적인 충돌회피 알고리즘에 대한 기본 아이디어를 얻고 있다. 그러나 MTCAS는 선박이 처한 전체적인 환경을 고려하여 충돌(conflict)탐지를 위하여 항해사를 지원한다. 그러나 항공기의 충돌회피시스템과 달리 항해자의 조타명령에 개입하지 않고 협력적으로 안전하고 효과적인 항로를 찾는다. MTCAS에서 구현된 알고리즘의 4가지 핵심적인 개념은 다음과 같다.

① 상황인식의 개선

- MTCAS의 상황인식은 육상과 선박사이의 항로정보 교환을 통한 해상교통에 대한 상황인식의 개선을 들 수 있다. 또한 충돌회피 운항에서 정확성을 기하기 위하여 선박의 동적특성의 교환 및 무결성 모니터링 기술을 적용하고 있으며 주변환경에 대한 이기종의 다른 센서로부터 제반 정보를 수집하고 이러한 수집된 정보는 모든 관련된 선박에서 공유하게 됨으로써 선박들 사이의 상대선 움직임에 대한 오해를 예방할 수 있다.

② Context-sensitive Prediction

- 현재 해상교통상황과 선박의 동적특성 뿐만 아니라 자선의 항로정보 및 과거 움직임에 의존하여 MTCAS는 선박움직임을 예측하고 해상교통진행 상황의 단기예측, 순시적인 선박의 의도예측, 수역의 형상(토포로지), 해저상황, 선박의 도착지, 항로규정 및 규칙, VTS 정보를 고려한다.

③ Decentralized automatic negotiation of evasive manoeuvres

- MTCAS는 육상 및 선상에서 작동하는 분산형 충돌탐지 및 안전하고 효율적인 충돌회피를 할 수 있다. 회피동작을 위한 안전하고 효과적인 항로는 대상선박의 모든 선장들에게 제시되고 각 선박의 선장은 수락 또는 거절의 판단을 수행한다.

카) 해상교통시스템 분야

- 해상교통공학 연구의 초기에는 교통환경의 현황을 파악하기 위하여 항해실태를 기술하는 기본적인 지표인, 교통량, 교통밀도, 선형구성분포, 선종구성분포, 속도분포 등에 대한 분석이 이루어 지고 지표간 상호관계를 탐색하는 교통류 모델 개발이 이루어졌다.

- 1965년대 부터는 피항영역의 크기에 관한 연구보고가 있었다. 그 후 해상교통량에 관한 연구가 집중적으로 이루어 졌고 1965년후반부터 사고확률 추정모델이 제안되었으며 조선행동에 관한 불확실성 등에 대해서는 서서히 모델화에 반영하고자 시도해 왔다.

- 1970년대 중반부터 교통류 시뮬레이션 모델의 운항판단부로서 피항행동을 모델화 하는 시험이 적극적으로 수행되었으며 이 무렵, 해상교통환경에 대한 조선자의 인지능력 과 판단능력에 관한 관심도 높아서 1980년경 부터는 조선자의 행동결과를 해석하고 구조적으로 분석하는 해상교통환경에 대한 구조모델이 등장하게 되었다.

- 1990년대 이르러서 일본에서는 피항조선 기법연구, 조선자의 인적요인을 고려한 각

중 평가지표가 개발되었다. 1990년대 후반부터 2000년대에 이르러 조선자의 심리적인 영향을 고려한 연구가 이루어졌다.

사. e-Navigation 전망

1) 사용자 요구사항

e-navigation 사용자 요구사항은 NAV 53차, 54차를 거쳐 선박 및 육상에서 근무하는 사용자들의 e-navigation 관련 요구사항을 취합하여 다음의 8가지로 정리하였으나 이는 대형선 위주의 고급레벨 사용자 위주인 점을 감안하여 불 필요가 있다.

가) Common Maritime Information / Data Structure

항해자들은 항해의 계획 및 실행에 필요한 정보, 항해 위험성의 평가 및 관련 법규에의 적합성을 요구하며 이 정보는 단일 통합 시스템으로부터 접근할 수 있어야 한다. 또한 육상 사용자 입장에서도 선박 및 그 선박의 항해에 관한 정적/동적 정보를 포함하여 그들의 영해에 속한 정보를 요구하였다. 이 정보는 국제적으로 합의된 일반 데이터 구조로 제공되어야 하며 그러한 데이터 구조는 지역 및 국제 기반의 육상기관간 정보의 공유가 필수적이다.

나) Automated and Standardized Reporting Functions

e-navigation은 선박 및 운항정보의 최적 통신을 위하여 반드시 자동화되고 표준화되어야 하며, 이는 육상에서 선박으로 전송되는 안전 정보 및 모든 사용자간 공유되어야 하는 보안 및 환경보호에 관한 정보를 포함하여야 한다.

정보교환은 보고 요건을 감소시키기 위하여 일치되고 간소화 되어야 하며 통신 접속에 관한 요구사항은 보안, 법적인 사항, 상업적 이슈가 반드시 고려되어야 한다.

다) Effective and Robust Communication

선박 및 육상 사용자간의 통신에 있어 효율성과 정확성에 대한 명백한 요구사항이 있다. 육상사용자는 안전, 보안 및 환경보호를 촉진하고 운항 정보를 제공하기 위한 효과적인 통신수단을 요구하였다. 효율성을 위하여 선박 간 통신은 음성/영상 수단을 확보하여야 하고 사용자가 언어문제와 혼란을 최소화하기 위하여 표준구문을 만들어야 한다.

라) Human Centered Presentation Needs

항해정보의 표시는 위험을 명백히 지시하고 최적의 의사결정을 지원하도록 설계되어야 하며, INS 성능기준의 개정 권고사항(Resolution MSC. 252 (83)에 명시된 ‘경보 관리 시스템’을 통합할 필요성이 있다. 어떠한 경보에 대한 대응방법을 제시하는 의사

결정 시스템의 사용과 선박 전체의 경보관리 시스템 내에 선박의 항해 경보의 통합이 고려되어야 한다. 사용자는 국제적으로 표준화된 훈련, 인증 및 친숙화에 대한 효율성을 강화하기 위하여 통일성과 일관성 있는 표시장치 및 작동 기능성을 요구하였다. 통신작업반에서 선박의 적용에 있어 S- Mode의 개념은 광범위한 지지를 받았다. 육상 사용자는 겹쳐서 또는 평면으로 표시되는 일반작동화면(Common Operating Picture: COP)과 사용자 지정 작동화면(User Defined Operating Picture: UDOP)을 모두 지지하고 있다. 모든 표시장치는 안전에 관련한 정보를 표시할 때 혼란 및 오해의 가능성을 제한하도록 설계되어야 한다. 또한 e-navigation 시스템은 사용자로 하여금 동기를 유발하고 사용이 용이하도록 설계 되어야 한다.

마) Human Machine Interface

e-navigation 시스템은 사용자의 작업부하를 고려하여 설계되어야 한다. 전자 시스템이 매우 큰 역할을 하는 시설은 사용자의 지식 및 경험 뿐 아니라 관찰에 의한 정보의 확보 및 표시에 관한 사항을 개발할 필요가 있다. 모든 사용자를 대상으로 한 정보의 표시는 “single person errors”를 감소시키고 team operation을 강화하도록 설계되어야 하며 장비 배치의 동선과 빛, 색도, 기호 및 언어에 관하여 인간공학적으로 적용할 필요가 있다.

바) Data and System Integrity

e-navigation 시스템은 그 시스템의 견고함, 신뢰성 및 의존성을 위하여 데이터의 유효성, 합리성 및 통합성이 고려되어야 하고 복원성을 가져야 한다. 특히 선위측정시스템에 관련한 것에 있어 예방 개념의 요구사항이 고려되어야 한다.

사) Analysis

e-navigation은 올바른 의사결정을 지원하고 성능을 향상 시키고 single person error를 방지 하여야 한다. 그러기 위하여 규정, 항해계획, 위험성 평가, 충돌/좌초의 회피, 선저 여유 수심 및 Air draft의 계산에 적합하게 사용자를 지원하고 있는지를 분석하는 기능이 포함되어야 한다. 육상에 기반을 둔 시스템은 환경영향분석, 선박 움직임의 예상계획, 위험성 평가, 보고사항의 지시 및 사고 예방을 지원하여야 하며, 사고 대응을 위한 분석의 이용 및 회복과 위험성 평가, 대응계획, 환경, 사고 감지 및 방지, 위험 완화, 대비, 자원관리 및 통신도 역시 고려되어야 한다.

아) Implementation Issue

모든 사용자에게 e-navigation에 관한 최선의 실무, 훈련 및 친숙화는 기술적 이행 이전에 효과적 이어야 하고 수립되어져야 한다.

e-navigation은 실행 가능하다면 이행 이전과 이후에 있어 상충되는 사항이 없어야

하며 강제적인 국내/국제적 탑재 요건과 성능기준에 의해 제작된 시스템과 장비의 통합을 지원하여야 하며 또한 e-navigation과 외부 시스템과의 고급 상호 호환성이 실행 가능토록 모색되어야 한다.

2) 핵심 전략 요소

사용자 요구에 기초하여 도출된 e-navigation 전략을 구성한다고 식별된 핵심 전략 요소는 다음에 열거된 아키텍처, 인적요소, 협약과 표준, 선위 결정, 통신기술 및 정보 시스템, ENC, 장비, 표준화 및 확장성을 포함하고 있다

가) 아키텍처

전반적인 개념, 기능 및 기술적 아키텍처가 절차의 설명, 데이터 구조, 정보 시스템, 통신기술 및 법규에 관련하여 개발되고 유지될 필요가 있다.

나) 인적요소

훈련, 자격, 언어능력, 업무 부담과 동기유발은 필수적으로 식별되어야 하며 경보관리, 정보의 과다 문제를 해결하기 위한 인간공학과 많은 관련이 있다. e-navigation의 이러한 면들은 IMO의 인간 요소 관련 작업들의 많은 결과들을 참고해야 한다.

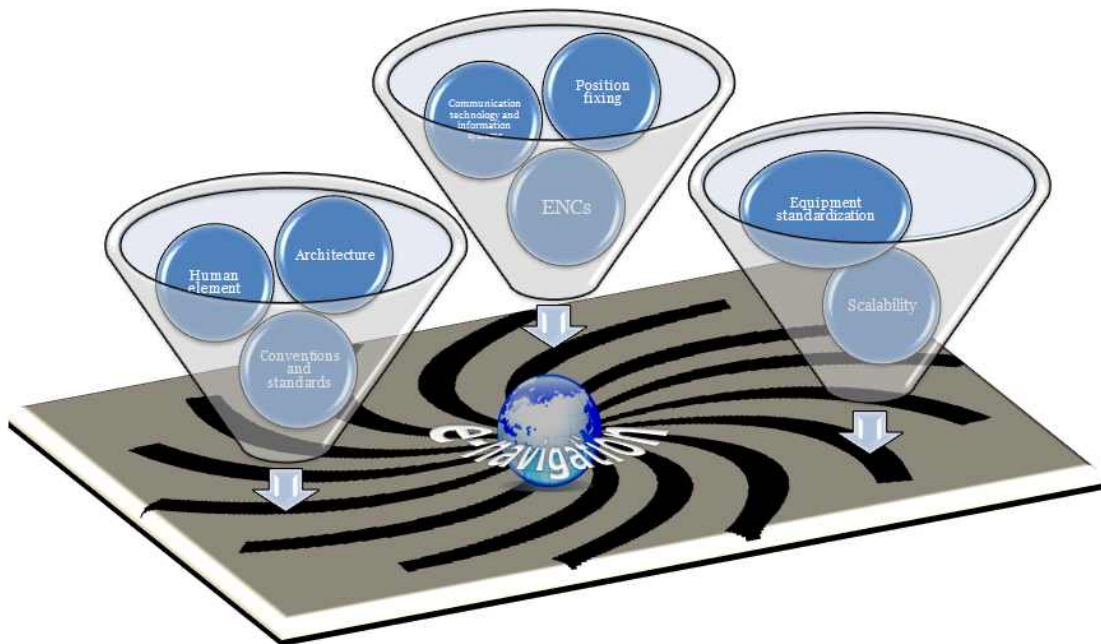


그림 14. e-navigation 핵심 전략 요소들

다) 협약 및 표준

e-navigation의 개발과 준비는 관련된 국제 협약, 법규, 지침, 국내법 및 표준을 고려하여야 하며 e-navigation의 개발과 이행은 IMO의 작업 위에 이루어져야 한다.

라) 선위 결정

선위 결정 시스템은 위험의 수준 및 교통량에 따라 정확성, 통합성, 신뢰성 및 예비 시스템에 관련한 사용자 요구사항에 만족하도록 제공되어야 한다.

마) 통신 기술 및 정보 시스템

통신 기술 및 정보 시스템은 사용자 요구사항에 만족하도록 식별되어야 한다. 이 작업은 현존 시스템의 강화 또는 새로운 시스템의 개발을 수반할 수 있으며 현존 시스템에 미치는 어떠한 영향도 기술표준 및 데이터구조, 기술, 전송용량 및 주파수 할당을 위한 프로토콜과 기술표준에 근거하여 식별되고 다루어져야 할 것이다.

바) ENCs

IHO는 NAV 53차 회의에서 “IMO에 의해 ECDIS의 탑재 의무화 요건이 적용되기 전까지 일반적으로 필요한 범위를 모두 수용하는 전자해도 커버리지가 완성될 수 있을 것으로 전망한다” 라고 보고하였다. 이에 대해 NAV 전문위원회는 범세계적 ENC 적용 범위의 유효성은 e-navigation 구현의 가장 중요한 사안이라는 의견이 있었으며 IHO와 회원국들에게 적용범위를 확대하는 노력을 계속할 것을 요청하면서 이에 더해 e-navigation은 미래의 IHO S-100 표준의 증가된 기능으로부터 많은 도움을 받을 것으로 보인다는 의견을 피력하였다.

사) 장비 표준화

e-navigation 개발의 결과는 결국 장비들의 변화를 수반할 것이므로 장비 표준화는 항상 고려되어야 하며 이 부문에는 사용자 및 장비 제조자가 참여할 것으로 기대하고 있다.

아) 확장성

국제해사기구(IMO)에 가입한 모든 회원국은 국제적 규정의 적용을 받는 대형선 뿐만 아니라 그렇지 않은 작은 소형선까지 모든 종류의 선박의 안전에 대하여 책임이 있다. 이것은 모든 잠재적 사용자들에게 e-navigation의 확장성이 있어야 함을 의미한다고 볼 수 있다. 국제협약인 SOLAS의 적용을 받지 않는 소형선에 대한 e-navigation 개념의 확장은 사용자 요구사항에 대한 자문의 첫 번째 과정으로 다루어져야 할 매우 중요한 임무로 볼 수 있다.

3) e-Navigation의 이행

e-navigation의 이행은 궁극적인 e-navigation 시스템을 개발해 나가는 일련의 과정을 말하며 이러한 과정을 위해 몇 가지 단계가 요구된다. 여기에는 아키텍처의 개발, 격차 분석, 비용 이득 분석 및 상세한 이행계획의 생성과 같은 많은 요소가 포함되며, 추진 전략은 그림 5와 같은 단계를 거쳐 추진하되 각 단계에서 해야 할 내용과 일정은 다음과 같다.

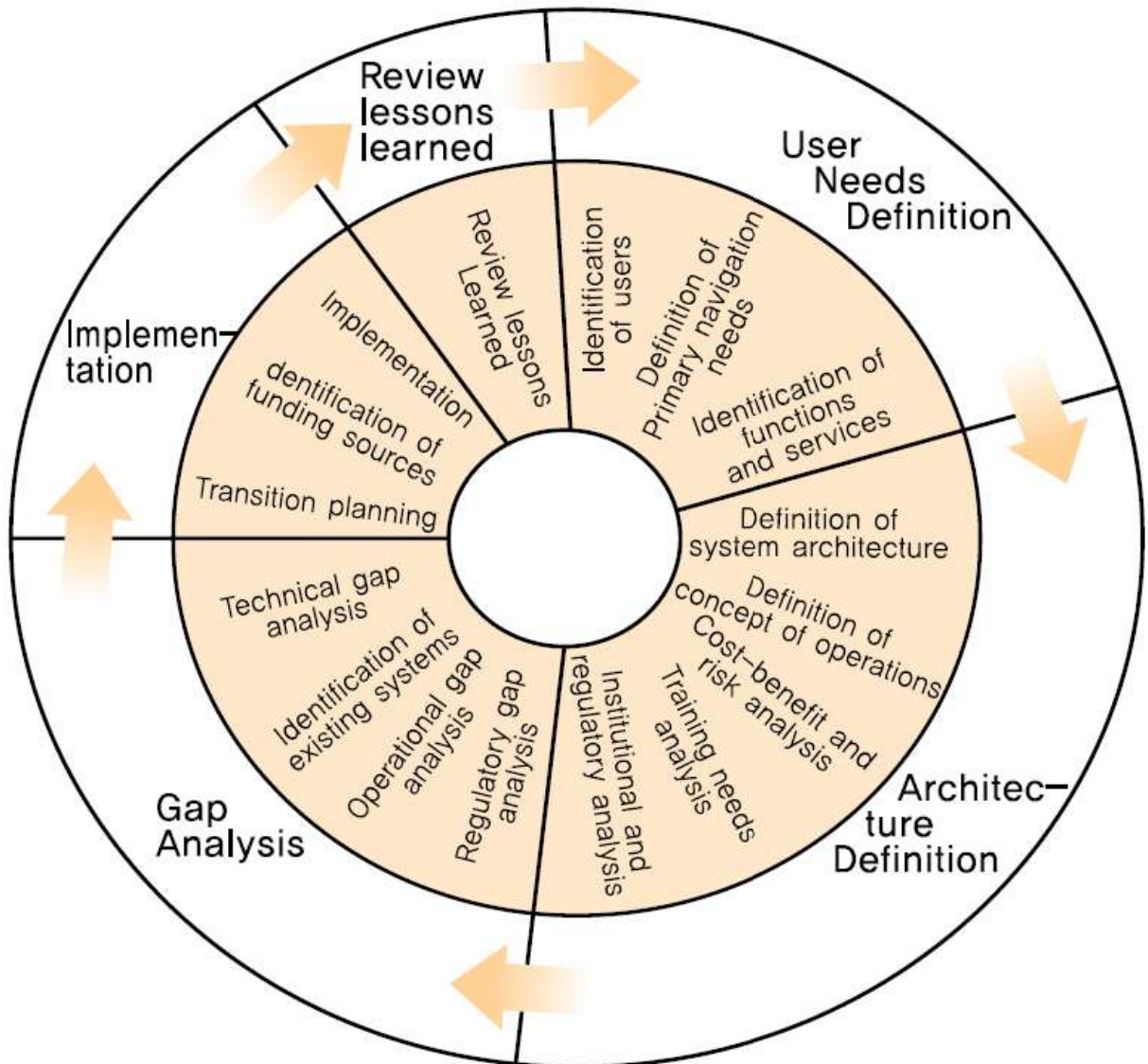


그림 15. e-navigation의 순환적 실행 전략

가) 사용자 요구사항 정의(User Needs)

이행 절차의 첫 번째 단계로 기술적 필요가 아닌 사용자의 요구사항에 의한 e-navigation 기능과 서비스 도출을 위한 단계이다. 전략 개발 단계에서 일부 고급 사용자 위주의 초기 사용자 요구사항 정의가 시도되었으나 보다 상세하고 좀 더 넓은 범위의 잠재 사용자에 대한 사용자 요구사항 정의 필요가 제기되었다.

나) 아키텍처

아키텍처는 사용자 요구사항을 만족시키기 위하여 하드웨어, 데이터, 정보, 통신기술 및 소프트웨어를 포함하여야 하며 시스템 아키텍처는 단위 및 수치의 개념에 기초하여야 한다. 시스템 하드웨어 및 소프트웨어는 서로 다른 사용자의 요구사항에 따른 기능의 확장성을 허용하고 지속적인 개발과 강화를 제공하도록 개방된 아키텍처에 기

초하여야 하고 이렇게 개발된 초기 아키텍처는 2009년까지 검토를 위한 준비를 하고 2010년까지 완료시킬 예정에 있다.

다) 격차 분석

격차 분석은 이미 항해안전전문위원회의 1단계 통신작업반에서 시작된바 있다. 추가의 격차 분석은 기술, 제어, 운용 및 훈련 측면 등 보다 다양한 사용자 요구사항 관점을 추가하여 수행될 것이며 2010년까지 완료할 예정이다.

라) 비용 이득 및 위험성 분석

비용 이득과 위험 분석은 e-navigation 이행을 위해 꼭 수행되어야할 필수적인 단계로 어떤 기능이 가능한지를 전략적으로 결정할 수 있도록 배경정보를 지원하게 되며 이러한 분석은 안전, 보안, 환경뿐만 아니라 재정과 경제적인 면에서도 다루어져야 할 것이다.

마) 이행 계획

앞서 기술한 단계가 완료되고 e-navigation 계획의 이행은 2012년에 시작될 수 있고 다음을 포함 하여야 한다.

- ① 적절한 기구/주체의 책임의 식별
- ② 전환 계획
- ③ 이행을 위해 필요한 일반적 이해를 명확히 하기 위하여 가능한 로드맵을 따르는 단계적 시행 계획

4) e-Navigation과 IT기술과의 만남

- 해양 분야에서 논의되고 있는 e-navigation은 분명 새로운 변혁의 기회일 것으로 기대되면서도 최종 결과에 대한 명확한 실체의 정의가 이루어지지 않는다는 의견이 많을 정도로 개념적인 용어이다.

- 그럼에도 불구하고 e-navigation이 우리나라의 해양관련 산업, 특히 IT 업계에 제공할 새로운 기회는 분명 있다는 것이 많은 전문가들의 의견이다. 이는 e-navigation이 요구하는 데이터 통신 네트워크의 필요성과 다양한 서비스에 대한 요구사항에서 기인한다.

- e-navigation은 그 핵심 전략 요소에서도 알 수 있듯이 강인한 통신망을 요구한다. 단순한 음성 통신을 넘어서서 데이터 통신의 요구사항이 많이 제기되고 있다. 이러한 통신망은 어느 한 시스템으로 구성될 수 있을 것으로 보이지는 않는다. 그렇다면 어떤 요구사항을 만족하기 위해 어떤 통신망 네트워크가 어떤 방법으로 조화롭게 구성될 수

있을 것인가 하는 문제가 앞으로 e-navigation 논의 중에 핵심적으로 다루어질 분야일 것이다.

- 이러한 측면에서 우리가 주목해야 할 것으로 제기된 부분이 바로 기존에 선박의 통신을 담당하고 있던 GMDSS 기술이다. GMDSS는 Global Maritime Distress & Safety System의 약자로 1980년대 초에 SOLAS협약에 의해 탑재 의무화가 진행된 이래, 현재 까지 통신, 수색구조 등의 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 그 기술이 오래된 것과 특정 목적에 한정하여 시스템이 개발되어 있는 점 등이 새로운 서비스를 가능하지 못하게 하는 단점으로 지적되고 있다.

- 그러나 우리나라가 확보하고 있지 못한 위성통신이 e-navigation의 유일한 대안인 대안이 아니란 점을 부각하고 기존 선박 전기전자 업계의 변화 기회 제공 등을 위해서는 GMDSS와 같은 기존 인프라의 현대화를 통한 이용에 주목하는 것이 우리나라 IT 업계의 새로운 기회 창출의 한 전략이 될 수 있다는 점에서 본 저자는 주목하였고 지난 COMSAR 11차 회의에 이를 주장하는 의제문서를 제출하게 되었다.

5) e-Navigation 핵심 전략 요소별 IT기술의 적용

- 먼저 핵심전략 요소의 근간이라 할 수 있는 아키텍처를 보자. 아키텍처는 전반적인 개념, 기능 및 기술적 절차의 설명, 데이터 구조, 정보 시스템, 통신기술 및 법규에 대한 포괄적 틀이라 할 수 있다. 이러한 아키텍처의 초안을 현재 운영 중인 NAV 통신작업반에서는 아래와 같이 제안하고 있다.

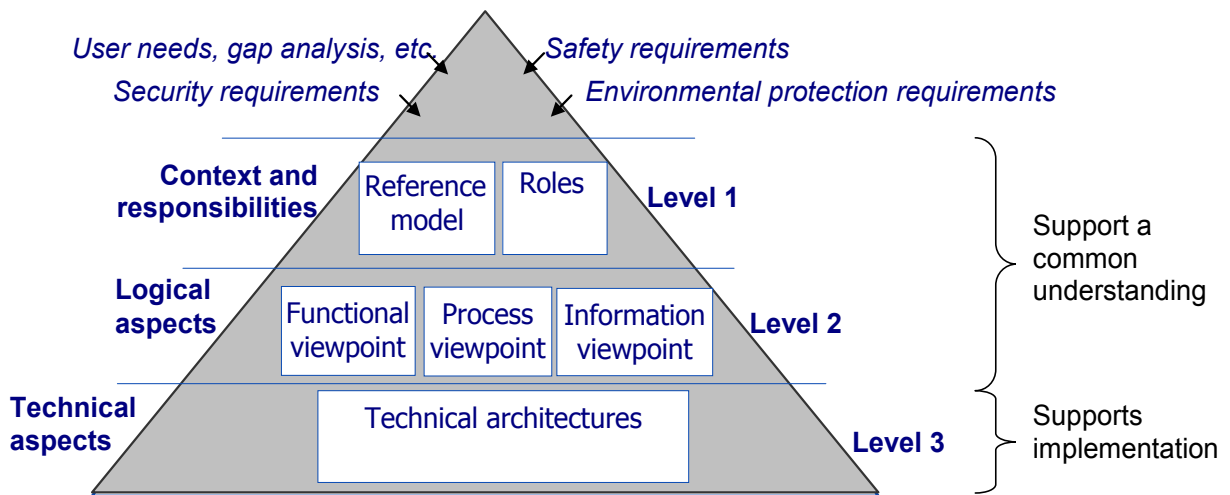


그림 16. e-navigation 아키텍처 초안(NAV 통신작업반 논의중)

- 그림을 보면 조사 분석되는 각종 사용자 요구사항, 격차 분석, 보안, 안전, 환경보호 요구사항 등을 근간으로 e-navigation의 기본 역할을 규정하는 기준 모델을 만들고 그로부터 기능적, 절차적, 정보관점에서의 레벨 2 단계를 구축한 다음, 이로부터 기술

적 아키텍처인 레벨 3를 구축하는 것으로 초안을 제시하고 있다.

- 이러한 체계적 접근은 IT 업계 종사자에게는 매우 익숙할 것이라 생각한다. 그림에서 각 레벨의 단계가 우리나라의 적극적인 참여 하에 이루어졌다는 가정을 한다면, e-navigation을 위한 기준 모델과 역할, 기능, 절차, 정보 및 기술들의 정의에 따라 각 IT 업체의 대표 기술의 해당 분야와 레벨을 찾을 수 있을 것이며 그에 따라 각 레벨과의 관계 및 역할을 고려하여 적절한 시장 타겟을 찾으면 될 것이다. 물론 아키텍처만으로 접근할 수 있는 것은 아니겠으나 육상 IT 측면에서는 당연한 접근 방법이지만 해양 분야에서는 새로운 시도인 것으로 받아들여지고 있는 상황에서 아키텍처에 제시된 내용을 이용하면 우리 IT 업계가 보다 쉽게 필요한 기술이나 서비스를 이해하고 찾아낼 수 있을 것이란 점을 제안하고 싶다.

- 다음 핵심전략으로 제시된 것이 인적요소(Human element)이다. 여기에는 인간공학적 접근을 포함하여 선원에 대한 훈련 등 다양한 부문을 포함하고 있다. 인간공학적 접근은 우리나라 IT 업계가 이미 기술 우위를 다수 확보한 기술을 갖고 있다. 이러한 점을 잘 살린다면 e-navigation을 통해 사용자에게 정보를 제공할 때, 우리 기술에 의한 human machine interface를 실현할 수 있을 것이다. 물론 국제해사기구에서도 선박 종사자 및 관련 종사자들의 인간적 요소에 대한 다양한 권고안과 규정들을 내어 놓고 있으므로 이러한 것을 함께 고려해야 함은 당연한 선결과제이다.

- 다음으로는 협약 및 표준이 핵심 전략 요소로 제시되었는데 간단하게는 e-navigation의 개발 결과도 결국 SOLAS와 같은 협약과 각종 성능표준, 관련 국제기구의 표준들로 규정될 것이라는 암시를 주는 것으로 해석되나, 여기에서도 IT 업계의 서비스 제공이 가능한 측면을 발견할 수 있다.

- 일례로 사단법인 한국선급(<http://www.krs.co.kr>)은 국제해사기구의 SOLAS를 비롯한 다양한 협약 문서를 CD나 USB 기반으로 볼 수 있도록 하는 KR-CON을 서비스하고 있다. 그 기능이나 방식 면에서는 우리나라 IT 기술의 고급 수준에 미치지 못하나 서비스 방식에 대해서는 전 세계적으로 편리성과 효율성에서 인정을 받고 있다. 물론 인터넷으로 업데이트된 정보를 받을 수 있는 것은 당연히 가능하다. 이런 사례로부터 향후 예상되는 사용자 매뉴얼, 기능 사용 안내, 경보 및 알람의 제공 방식 등에 다양한 IT 기술이 접목된다면 어떤 모습이 될지 상상이 가능할 것으로 생각한다.

- 선위결정이라는 핵심전략 요소는 필수 불가결한 것으로 흔히 GNSS(Global Navigation Satellite System)만을 생각할 수 있다. 그러나 우리나라의 현실에서 독자적인 GNSS 시스템을 확보하는 것은 누가 봐도 불가능하거나 너무 먼 미래의 일이다.(2018년 현재 KPS라고 하는 한국의 GNSS체계 확보 시도가 있기는 하다) 그러므로

육상 뿐만 아니라 해양 분야에서도 선위결정에 대한 국가적 신뢰성과 이용의 연속성 확보를 위한 기술적 방안이 마련되어야 한다. eLoran 등의 기술을 연구하여 GNSS의 백업 시스템 및 국가적 시각 동기의 한 방법으로 사용하고자 하는 연구 등이 이러한 방안 마련의 한 예가 될 수 있다.

- GNSS 측면으로 보더라도 우리나라 선박 분야는 어느 면에서 왜곡된 시장 상황을 갖고 있다. 우리나라에서 한해 사용되는 GPS 수신기는 통상 2-3천여 개로 추정된다. 개수는 작지만 보통 선박에 사용되는 시스템들은 요구되는 환경 요건이 일반 육상의 그것보다 더 가혹하기 때문에 가격이 비싸다는 특징을 갖고 있다. 그런데 실제 한국에서 제작된 GPS 수신기가 선박에 장착되는 경우는 거의 없는 것으로 파악된다. 우리가 GPS 수신기 제작 기술이 없는 것도 아닌데 시장이 적다거나 혹은 어떤 다른 이유에 의해 국내 선박용 GPS 수신기 시장의 거의 전부를 외국 회사에 내어주고 있는 것이다. e-navigation의 핵심 전략 요소로 인식되는 Position fixing의 대표 시스템인 선박용 GPS 시장을 장악하고 있지 못한 것은 결국 항해 및 안전 시스템의 패키지화라는 전략과 그에 따른 비즈니스 모델을 갖고 있지 못한 이유이고 이는 향후 선박 자동/통신/제어 등 통합 시스템과 같은 자율운항 분야의 핵심 시장을 장악하기 힘든 커다란 단점을 갖고 있는 것으로 인식되어야 한다.

- 다음 핵심 요소로 언급된 것은 우리나라가 세계적으로 강점을 갖고 있는 통신 기술 및 정보시스템이다. 선박의 특성 상, 위성을 통한 전 세계적 커버리지를 갖는 것이 가장 우선시 되어야 하는 특성이나 e-navigation에 요구되는 기능들이 무조건 그러한 특성을 요구하는 것은 아니란 점을 상기한다면 다른 육상용 통신 방식도 유력한 후보로 거론될 수 있을 것이다. 실제로 국제해사기구의 논의 과정에서도 WiMAX나 휴대폰 등의 육상 시스템을 육지에 가까운 해역에서는 사용할 수 있다는 전제하에 e-navigation의 한 통신 방식으로 논의하는 움직임을 갖고 있는 상황이다.

- 다음 핵심 요소로 제시된 전자해도(ENC, Electronic Navigational Chart)는 우리나라가 그 생산기술에 있어 세계적인 수준을 확보한 상황이며 이를 기반으로 하는 ECDIS도 국내 기술로 확보하고 있는 분야이다. ENC의 생산과 활용에 더하여 최근에는 해양의 동적정보(조류, 해류, 환경 정보 등)를 표현하는 dynamic ENC의 등장 등 전자해도 분야에도 새로운 기술이 출현하고 있어 이와 관련한 기술 동향에 우리나라 IT 업계가 주목할 필요가 있다. 분명한 것은 전자해도가 e-navigation의 핵심 요소이며 다양한 e-navigation 기능과 서비스 개발의 근간이 될 것이란 점이다. 그러므로 국내 전자해도 기술과 그 응용 분야에 대한 다양한 관심과 연구개발이 필요하다.

- e-navigation도 결국 장비, 기술, 시스템의 새로운 개선으로 이어질 것이며 이를 위

해서는 시스템 및 장비에 대한 표준화 작업이 결과물로 도출될 것으로 예상된다. 이러한 장비의 표준화 과정에 직접적인 연관이 있는 것은 물론 선박 전기전자 기자재 생산 업체이나 IT 기술 업계와 협력하여 장비 표준에 우리나라 기업 이익을 극대화 할 수 있는 방안 마련이 필요하다.

- 핵심전략 요소의 마지막으로 제시되고 있는 확장성 문제는 좁게는 국제적 협약의 적용을 받는 대형선박과 그렇지 않은 소형선박 사이의 안전 확보 문제를 언급한 것으로 볼 수 있다. 그러나 넓게 보면 소형선박들의 안전 그 자체도 관심의 대상이며 소형선을 위한 기능과 서비스들이 e-navigation에서 고려되어야 한다는 것을 짐작할 수 있다. 일반적으로 소형선 시장은 어선이나 예부선 등이 그 대상일 수 있으며 삶의 질이 향상 되면서 해양 레저 산업이 확장되면 보트관련 시장이 크게 확대될 것으로 예상된다. 이러한 상황에서 소형선들을 대상으로 하는 IT 기술 적용 서비스 개발은 새로운 시장의 기회를 창출하게 될 것이다.

6) 해양/조선/선박 IT의 새로운 기회로서의 e-Navigation

- 최근 IT 업계의 경향을 보면 IT 기술을 적용하여 IT 자체가 아닌 다른 산업 분야의 기술과 융합하는 것을 알 수 있으며 이러한 경향은 해양, 조선, 선박 분야에도 뚜렷하게 나타나고 있다.

- 대형 조선소들은 넓은 야적장에 쌓여있는 수많은 블록(선박을 작은 단위로 나누어 만들기 위한 건조 단위)들을 선박 건조 계획에 따라 적절히 배치하고 위치를 실시간으로 파악하여 건조 공정을 단축하고자 블록의 위치파악에 필요한 전파항법, RFID의 이용 등의 IT 기술을 적용하고 있으며 항만에서는 컨테이너의 위치 파악과 무인 크레인의 운전 등을 통해 무인 항만 시스템을 운영하고자 하는 시도가 이루어지고 있는 실정이다.

- 일반적으로 IT 업계 관계자를 만나서 얘기를 하다보면 해양 분야는 국내 시장이 작고 해외 시장을 보더라도 기존 시장을 장악하고 있는 선발 업체들의 기술력 우위를 따라잡는 것이 어렵다는 점과 더불어 기존 소비자들이 기존 제품을 그대로 사용하려는 경향을 갖고 있다는 점 등을 들어 해양 시장으로의 진입을 꺼려하는 것을 자주 느끼곤 한다.

- 이런 경향이 분명히 있는 것은 인정하고 있다. 그러나 조선 강대국의 위상을 한껏 자랑해온 우리나라가 선박 전기전자 기자재 분야에서는 말하기조차 창피한 수준임을 인식한다면 e-navigation의 개발이야말로 우리나라의 IT 기술을 이용한 한국 선박 전기전자 기자재 기술의 우위를 확보할 절호의 기회라 하지 않을 수 없다. 그 이유

는 앞서 언급했던 e-navigation의 핵심 전략 요소에서 꽤 많은 부분을 우리나라 IT 기술로 해결하고 다양한 서비스를 제공할 수 있을 것으로 판단하기 때문이다.

7) e-Navigation을 뛰어 넘는 IT활용의 기회

- 해양 분야에서 논의하고 있는 e-navigation은 그 자체로는 선박이 항구에서 떠나 목적항에 이르기까지 안전하고 효과적인 운항을 할 수 있도록 전자적인 방식으로 정보를 가공, 전달하고 지원하는 것으로 볼 수 있다. 이를 뛰어 넘어 좀 더 큰 범위로 확대해서 생각해본다면, 해양의 e-navigation은 또 다른 "e-"와 접목될 수 있다는 점에 주목할 필요가 있다. 마치 자동차 부품에 IT 기술이 접목되어 첨단 지능형 자동차가 개발되면서 동시에 지능형 ITS(Intelligent Transportation System)가 더 큰 범위의 인프라로 구축되어 연계되는 것과 같다. 교통운송 수단으로 볼 때, 해상 ITS 시스템 또한 최근 논의가 시작된 MASS(자율운항선박)의 기반 인프라로 반드시 필요한 구성 요소가 될 것이다.

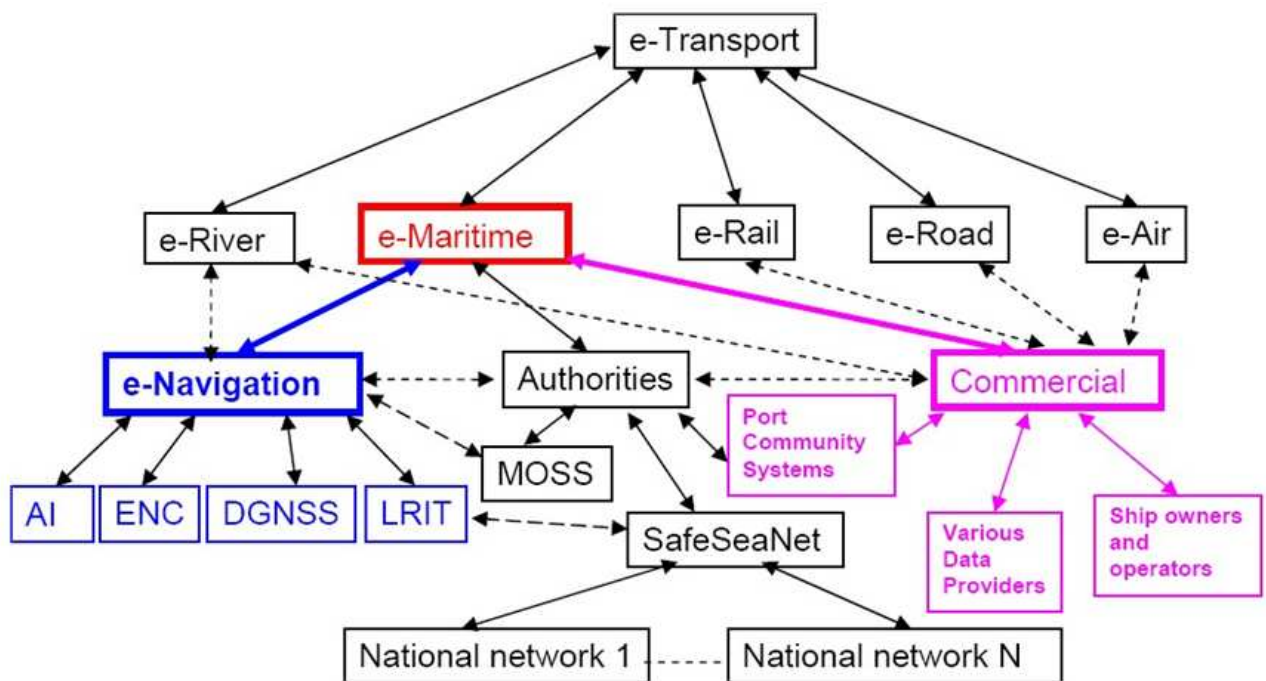


그림 17. e-Transport 구성 및 연계도(Dan Pillich,2007)

- 이 그림은 유럽의 한 연구프로젝트에서 언급된 것으로 지능형 교통망을 구현하면서 다양한 "e-"의 연계방안을 나타낸 것이다. 즉, e-navigation은 e-Maritime의 한 부분으로 구성되며 그 상위에는 e-Transport가 존재한다. 이러한 구성도는 e-navigation이 여러 시스템의 집합체이면서 다른 산업 영역, 혹은 분야와 전자적으로 연계되고 다양한 정보들의 유통 체계에 속하는 한 구성원이란 점을 보여주고 있다. 이러한 연계는 또 다른 IT 기술의 적용과 서비스의 발굴을 필요로 하며 그런 의미에서 우리나라의 IT

업체가 e-navigation 자체뿐만 아니라 새로운 시장 발굴의 기회란 점에서 보다 넓은 시각에서 "e-"를 바라볼 필요가 있다고 생각한다.

6. 조선해양 산업의 현재와 미래전략

가. 정의

- 조선 분야는 각종 대형 선박과 중소형선박의 건조 및 관련 기자재의 연구개발, 설계, 생산을 위한 지식 기반형 복합 엔지니어링 산업으로 해운,항만과 관련한 전방산업 뿐만 아니라 철강,기계,전기,전자,화학 등 후방산업에 대한 파급 효과가 매우 큰 종합 조립 산업이며, 선박 건조과정에서 기술인력, 기능인력 등 각종 분야의 전문 인력이 요구되는 고용 창출형 산업

- 2018 중소기업 기술로드맵 전략보고서에 따르면, 조선 분야는 해양환경 보호 및 규제 대응, 에너지효율 향상을 위한 친환경 선박기술, 최적의 에너지 효율로 자율 또는 무인 선박 운항을 위한 정보통신기술(ICT)이 접목된 스마트 선박기술, 해양레저 선박 및 특수목적선 등 시장 진출 및 점유가 가능한 중소형 조선소 경쟁력 제고 기술, 조선 산업의 고부가가치화가 가능한 글로벌 기자재업체 육성기술로 분류

[조선 분야]

친환경 선박	스마트 선박	중소형 선박	친환경 조선·해양 기자재
			

구분	정의
친환경 선박	기존 선박보다 연료소비량이 적고 대기 및 해양 오염을 저감하는 기술이 적용된 선박으로 고유가와 해양환경규제 강화로 에너지 절감을 위한 기술이 집약된 선박으로 친환경 동력기술, 고효율 선체/선형기술 및 해양환경보호를 위한 기자재기술이 접목된 선박으로 수주 경쟁이 치열하여 글로벌 경쟁 우위를 유지하기 위해 기술 집약형 선박
스마트 선박	자율·무인 운항이 가능한 선박, 원격진단 및 관리가 이뤄져 최적의 에너지 효율로 안전하게 운항하기 위한 정보통신(ICT)기술이 적용된 선박으로 선박 자율운항 기술, 지능형 항만과제 기술, 스마트 모니터링 및 진단 기술 등이 접목
중소형 선박	IMO, ILO 등 국제규정에 부합하고 중소형 조선소에서 건조가 적합한 중소형 특화선박으로, 향후 중소형 조선소의 신규물량 창출과 경쟁력 확보가 가능한 중소형 선박으로 해양에서의 레저활동 등에 사용되는 해양레저선박을 포함
친환경 조선·해양 기자재	고유가와 해양환경규제 강화로 에너지 절감을 위한 기술 집약형 선박기술 요구에 따른 지구온난화 및 해양환경 보호 기능이 포함된 미래 수요 창출형 조선·해양 기자재로써, 해양환경 오염물질 배출 차단, 신 동력원의 활용을 요구

그림 18 조선분야 정의

나. 정책 동향

- 전 세계적인 지구 온난화 대책 마련의 일환으로 선박의 온실가스(GHG) 규제 강화가 이루어지고 있고, 국제해사기구(IMO)에서는 선박으로 부터 기인한 대기 및 해양오염 물질 저감을 위한 국제규정 강제화를 본격화하고 있어 스마트·친환경 기술이 적용된 선박의 수요급증

- (스마트선박) 기존의 가격 및 노동력에 의지하던 조선 산업은 정보통신기술(ICT)과 접목된 스마트 기술을 요구하는 첨단 산업으로 변화

- 글로벌 조선수요 침체 가운데 환경, 안전, 에너지 절감의 이슈에 대응하기 위한 친환경 고효율 선박 및 스마트 선박 관련 기술이 요구

- 현재 EU, 중국, 일본 등은 조선업 불황 타개 및 신산업 메가트랜드 선도를 위해 민관공동으로 친환경·스마트 선박을 적극 개발 중에 있기 때문에 우리나라도 경쟁력을 보유한 고부가가치 선종 위주로 친환경·스마트 선박 핵심기술 역량을 강화하고 조선/기자재 생태계 구축 필요

- 국제해사기구(IMO)의 환경규제, '19년 시행 논의 중인 e-Navigation 규제 등은 글로벌 조선·해양 산업에 도전이자, 위기를 극복할 수 있는 새로운 기회

1) 국내 정책동향

- 친환경선박(LNG추진선박 및 LNG병커링) 활성화를 위한 육성정책 시행

- (해양수산부)는 2015년 7월 부산항 종합서비스 항만 조성 등을 위해 LNG병커링 등 민자유치 추진을 표명
- (해양수산부) 2016년 9월 3차 전국항만기본계획 수정계획 고시에서 부산항 항만서비스 개선을 위해 LNG병커링, 수리조선 등 고시함

- 스마트 선박 활성화를 위한 육성정책 시행

- (산업부) 2016년 ICT 조선해양 융합 Industry 4.0S 사업에 착수하여 향후 5년간 1,074억규모의 인프라 확충 및 R&D 지원
- (산업부) 신산업 민관협의회에서 선박자율운항시스템, 원격관제시스템, 센서 등 자율운항 및 스마트 모니터링 관련 핵심기술을 개발하기 위해 2017년부터 2020년까지 50억원을 지원 및 연안선박용 항법지원·운항모니터링 서비스 개발 및 해상초고속 무선통신망의 구축 중이며 2020년까지 1,200여원 지원 방침
- (과기부) 조선해양 ICT 융합 전문인력 800여명을 양성할 계획이고 지능형 선박·조선소·서비스 분야의 응용기술 제품 개발에 공동으로 활용이 가능한 기술 개발을 위해 135억원을 지원하고, 조선소 생산성 향상, 선박 기술 경쟁력 강화와

신서비스 시장 진출을 위한 기술·제품 개발을 위해 585억원을 지원 계획

- 조선 및 해운산업 구조조정 추진

- 금융위기 이후 상선 발주가 줄고 고유가로 해양플랜트 발주가 증가했으나, 최근 유가하락으로 해양발주 급감
- 정부는 과잉공급·과당경쟁 상태인 조선업의 문제점을 해소하기 위한 구조조정을 추진
- 자구노력을 전제로 경영정상화를 모색하되, 정상화 추진 곤란 시 M&A, 청산 등 사업정리 진행
- 조선업 전반의 공급과잉 해소를 위한 다운사이징을 추진하여 대형사·중견사의 경쟁력이 없는 부문을 축소하고, 각 사별로 경쟁력 있는 부문에 특화
- 해운 경쟁력 확보를 위한 ‘선박 신조 지원 프로그램’을 실시하고, 민관합동의 ‘선박펀드’를 조성하여 BBC방식(Bare Boat Charter)으로 선박 신조를 지원

2) 국외 정책동향

- 국제해사기구인 IMO는 2004년 2월 외교회의에서 선박평형수와 침전물 관리 국제협약을 채택하였으며, 2009년부터 현존선과 신조선에 처리기준을 적용

-IMO의 해양오염 방지협약(MARPOL 73/78) 부속서 VI에 의해 선박 배기가스에 포함된

NOx와 SOx의 배출 제한을 강화한 기준인 IMO Tier III가 2010년에 발효되어 2016년부터 신조선에 적용

-EU는 2009년 10월 EU 집행위원회에서 해운산업부문 온실가스 배출량을 2020년까지 2005년 대비 20% 감축을 제안하였으며, 최근 환경을 오염시키는 제품이나 기술을 사용하는 소비자와 기업에 세금을 부여하는 탄소세를 도입하여 핀란드, 스웨덴, 프랑스 등이 진행 중

- 일본 정부는 IMO 협약 등의 규제에 적극 동참 하였으며, 기업들의 자발적인 참여를 이끌어내기 위한 유인책 발굴과 해운 산업에 적용 가능한 친환경 기술 개발을 적극 지원

- 미국의 경우 EU나 일본에 비해 친환경 해운정책 참여에는 상대적으로 소극적이거나 자국 내의 문제와 관련하여 적극적으로 대응하고 있으며, 미국의 오염물질 배출정책은 연방정부 차원의 규제보다는 지방정부차원 중심으로 규제가 진행되는 경향

다. 산업 동향

1) 스마트·친환경 선박 수요 증가

- 조선해양산업의 최근 기술개발 동향은 온실가스배출 저감 및 해양환경 보호를 위한 제반 규제 강화와 안전 및 고효율 선박 수요에 대응하는 다양한 응용 위주의 기술개발이 전개되고 있는 가운데 친환경 기술이 경쟁력 확보의 관건이 되고 있음

- 최근 조선시장을 이끄는 주력 선박은 IMO의 선박안전 및 환경 관련 규제강화로 주로 연료효율 증대, 친환경화, 안전 및 대형화의 시장 니즈에 부응할 수 있는 선박으로 기술 및 시스템 개발이 추진되고 있음. 또한, 전 세계 조선 산업의 화두는 북극노선 운항선박 및 스마트 기술이 적용된 선박 등의 새로운 기술이 적용된 선박



그림 19 친환경 선박 생태계

- 국제환경규제의 강화와 국제유가의 하락, 해운업 경기가 침체되면서 선주들은 환경 규제에 대응 가능하면서 연료를 덜 사용할 수 있는 선박을 요구하고 있으며 IMO가

‘e-내비게이션’(선박의 모든 기관 상태를 확인·작동할 수 있는 전자 시스템)설치를 의무화함에 따라 관련한 선박수요도 증가하고 있음

- 스마트 선박기술을 활용하면 육상의 관제센터에서 기상상황, 주변 선박 운항정보, 각종 부품의 작동상태 등을 종합적으로 점검·분석하게 되고 연료를 적게 쓰면서 빠르고 안전하게 통과할 수 있는 최적의 운항로를 제시

- 센서 네트워크를 갖춘 스마트 선박은 배가 항해하는 동안 위치, 날씨, 바다 상태, 화물상태 등 다양한 데이터를 수집하고 수집된 데이터는 시각화 되어 배, 항구, 물류 분야에서 걸쳐 두루 활용될 수 있음

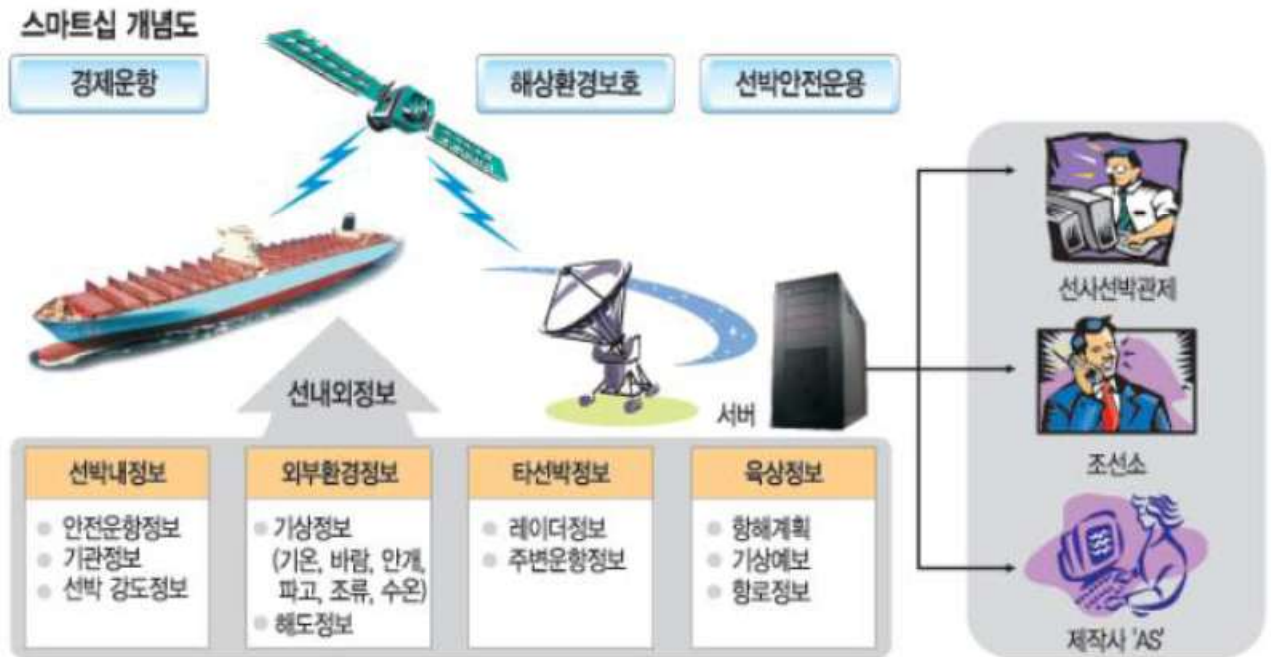


그림 20 스마트 선박 생태계

2) 밸류체인 구조

- 스마트 친환경 선박의 밸류체인을 세부적으로 분석해보면 원자재 공급, 중간재(부품) 생산 및 공급, 최종제품 조립 및 생산, 판매의 네 부분으로구성
- 친환경선박 및 관련 시스템은 각종 전기/전자/기계와 부품의 조립산업인 조선산업의 후방산업이며, ICT적용 친환경 선박의 경쟁력 우위 확보에 결정적인 역할을 함
- 글로벌 조선산업은 국제환경규제와 선박안전성의 강화,신에너지(LNG, 수소 등),레저등 선박의 수요 증대와 더불어 해양 공간 활용의 다양화 및 ICT 등 첨단기술 혁명에 따른 환경변화를 겪고 있음
- 한국 조선 산업은 글로벌 산업임에도 불구하고 공급사슬의 대부분을 업체 내에서 담당하거나 국내에서 해결하는 경우가 많음

		원자재	중간재	조립 및 생산
주요 요소 및 기술		중간재 및 최종제품 생산에 기본이 되는 강판, 형강, 도료, 내장, 센서로 구성	ICT 및 저탄소 배출 시스템을 구성하는 핵심 부품으로 스마트시스템 (ICT, 제어시스템), 친환경 시스템(LNG연료엔진, 연료탱크, 가스공급시스템, SCR장치, BWTS)로 구성	중간재를 납품공급 받거나 직접 생산하여 최종제품인 스마트 친환경 선박 또는 추진시스템을 생산
생태계현황		<ul style="list-style-type: none"> · 환경: IMO의 환경규제 강화, 세계시장 초 호황에서 장기 침체로 전환 중국의 성장 가속화/대규모 설비 확충, 일본의 조선업 성장 · 대응전략: 고부가가치 위주의 선종으로 산업 재편성/제품의 차별화 가속 기술개발 가속화 (친환경화, 스마트화) 추진시스템의 패러다임 변화 (HFO/MDO→LNG) · 가치사슬변화: 고효율, 친환경 기자재 기술 적용의 선박 건조 증가 친환경연료선박 등장(LNG연료추진선박) 기자재산업의 저탄소화 가속화 · 전략평가: 고부가 가치선박 위주의 제품차별화로 주변국(중국)과의 경쟁력 유지 친환경 및 스마트 기술개발 투자전략으로 IMO 규제대응 가능 		
주요 기업	해외	아르셀로미탈, 신일철주금, 허베이, 보산, US스틸	MAN Diesel & Turbo, Wartsila, Rolls Royce, GTT, Siemens, AM, Novenco, MAERSK, MAN B&W, WARTSILA, DNV-GL, Watsila: Liquid & Gas Handling, SystemABB, Cryostar, MUNIN, TeKes	MAN Diesel & Turbo, Wartsila, Rolls Royce, SWS, Jiangsu New Yangzi Shipbuilding, Hodong-Zhonghua Shipbuilding
	국내	포스코, 현대제철, 광양제철, KCC, (주)미르센, (주)비트벨리	현대중공업, 삼성중공업, 대우조선해양, 엔케이, 대창솔루션, 은광사업, 신영중공업, 선보공업, 세보테크, 한국엔지니어링, 이노엠디, 현대이마린, 삼영이엔씨, 이지그래프, 지엠티, 마린소프트, 금호마린테크, ETRI	현대중공업, 삼성중공업, 대우조선해양

표 14 친환경 스마트 선박 벨류체인

라. 자율운항 기술도입 결과에 대한 전망

- 2018년도말에 핀란드는 자율운항 페리호인 Falco를 진수하였다. “Falco호”는 IoT 기술과 AI기술을 도입하고 롤스로이스 운항기술을 도입한 자율운항선이다. 노르웨이는 “Yara Birkeland호”라고 하는 세계의 첫 자율운항 컨테이너 선을 진수할 예정(2020년에 상용화 예정)이며 트론하임의 페리호 ASAT도 개발중이다. 유럽의 전문가들은 이러한 시도가 자율운항의 완전한 상용화까지는 아니지만 가까운 미래에 실현될 것이라고 전망한다. 중국의 경우에는 2021년까지 무인선 상용화를 목적으로 개발중이며 771(25x30)평방킬로미터 면적의 테스트 베드를 운영하기 시작하였다(Chen 2018).

- 롤스로이스 원격무인선이 사고를 줄이고(Allianz Global Corporate & Security에 따르면 해상운송 사고 중 75%~85%가 인적사고에 의한 것으로 보고됨), 운항비를 감소하고 공간의 효율적 이용을 통한 화물운송 최대화, 해적의 위협 감소, 연료의 효율적 사용을 들고 있다. 그러나 해킹의 경우에는 컴퓨터 해킹의 위협을 염려하고 있다. 운항비 감소중 인건비 절감에 대해서는 현재와 같은 해기사의 절대적인 인원을 줄어들겠지만 고급항로운항자(high-skilled route)의 수요는 증가한다고 보고 있다. IFSMA(International Federation of Shipmasters’ Associations)의 경우에 직업의 손실이 우려되는 자동화에 대한 불안을 나타내고 무인선 운항에 반대하는 이유로서 실직을 거론하는 논문을 출판하기도 하였다.

- 2015년 ICS/BIMCO에서는 세계상선대가 증가하는 GDP만큼 증가하면서 이에 따라 고급해기사 수요가 더 필요할 것으로 전망하였고 5년마다 10%정도의 해기사 수요가 증가하고 2025년도에는 약147,600명(20%증가) 수요가 더 필요할 것으로 예측하였다. 흥미로운 부분은 다음 몇 년간 자동화되거나 반자동화 된 선박의 공급이나 육상제어선박은 부분적으로 작은수요로 일어나지만 낙관적인 경우로서는 약 100척의 선박이 운항될 것으로 전망한다. 2025년에는 1000척의 자율운항선 및 2000척의 반자동화 선박의 도입과 함께 30,000~50,000명의 해기사의 감소가 예상된다. 그러나 다행스럽게 고급해기사 수요는 증가할 것으로 내다보고 있다.

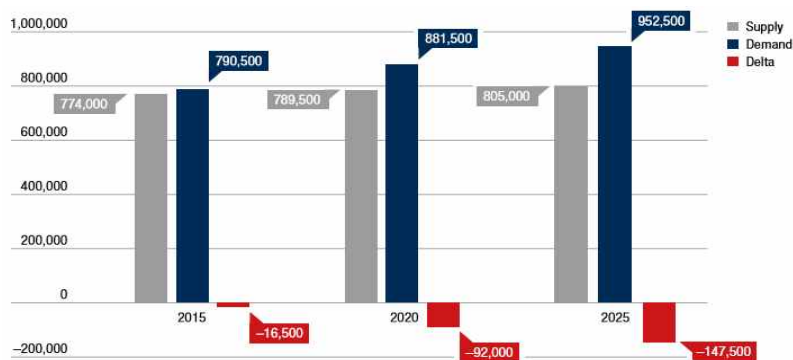


그림 21 자동화선박의 도입에 따른 해기사 수요전망

- 이러한 변화에 대응하여 해운산업계는 산업계와 연구소간 동맹을 맺어 대응하고 있다. 즉, China (Yan 2018), Australia (Judson 2017), Finland (DIMECC 2016), Norway (NTNU AMOS 2016), UK (UKMIA 2014)이 있으며 국제적으로 Norway의 INAS International Network for Autonomous Ships 2017를 구축한 바가 있으며, 2016년도에 노르웨이 국내적으로도 정부와 산업체가 협력하여 자율운항의 개념이 실현될 수 있도록 하기 위해서 Norwegian Forum for Autonomous Ships (NFAS)을 창립하였으며 한국이 덴마크와 e-Navigation 및 자율운항선관련 MoU를 체결하여 연구소 및 산업계가 제휴하는 것도 하나의 예시가 될 것이다.

- 일본의 경우에는 선원의 감소에 대비한 목적으로 2025년까지 중대형선에 자율운항 기술을 도입하려고 하고 있다(Nikkei 2017).

- 여러 선진 해운국가들의 사례를 검토하고 우리나라의 상황과 비교해 보면(에서 볼 수 있듯이) 우리나라는 몇몇 해양장비 및 소프트웨어 업체, 그리고 전문연구소 및 군소 조선해양 협회 들 중심으로 국가 R&D 발굴 및 수주를 위해서만 띄고 있는 모습과는 대조적이라고 할 수 있다. 물론 TTA와 같은 정보통신기술협회와 같은 인증기관내에 e-Navigation을 포함한 선박과 관련된 표준화 그룹이 있기는 하지만 국제적 동향을 서면으로 학습하고 대응하는 정도에 머물고 있는 것처럼 보인다.

1) 자율운항선 관련 해운인력 육성 측면에서의 대응

국내의 경우에는 해양수산부와 한국해양진흥공사는 2018년 4월 '해운 재건 5개년 계획' 발표 하였고, 당해연도에 중소선사 32곳에 총 7301억원을 지원하기로 했던 바가 있다(2018. 해양한국). 이러한 지원금은 ① 노후선 교체 비용 보조 ② 황산화물 저감장치 ③ 선박평형수처리장치 등에 투입되는 등 친환경 설비 설치 지원을 위해 약 6113억원을 투입한다. 또한 선박 153척이 정부 지원을 받아 신·개조 중이다. 또한 중소 조선사의 재무건전성 향상을 위해 1,188억원이 지원될 계획이다. 이러한 계획은 국내 중소조선 및 해운경쟁력 강화에 기여하는 바가 크리라고 본다. 아래의 표는 중소선사 경쟁력 강화를 위해 해양수산부에서 발표한 지원내용을 나타낸다.

중소선사 지원 확정현황('18.4~'19.2)

(단위 : 억원, 척)

구분	계	선박 확충 지원			경영안정 지원	
		신조 등	황산화물 저감장치	선박평형수설비	S&LB 등	
총 지원 확정액	7,301	2,872	2,979	262	1,188	
총 지원척수(건수)	167*	34	90	42	14	
컨정기선사 (9개사)	지원 확정액	1,577	433	707	43	394
	척수(건수)	51	13	23	11	4
부정기선사 (23개사)	지원 확정액	5,724	2,439	2,272	219	794
	척수(건수)	129	21	67	31	10

* 황산화물저감장치 및 선박평형수설비 중복 설치 13척 제외

표 15 중소선사 지원 확정 현황

그러나 국가 해운재건5개년 계획속에 200척이 넘는 선박에 대한 지원은 있지만 어떠한 선종의 건조를 지원할 것인가? 현재 및 미래의 선박관리회사는 어떠한 인재를 요구할 것인가? 에 대한 방향제시가 없다. 또한 국적 선박 뿐만 아니라 세계 선대의 증가와 새로운 선종과 기술을 도입하는 첨단선박(자동화선, 반자율운항선 등)의 변화를 읽어 들여 이를 해운인력 육성에 반영시키기 위한 중장기적인 비전은 누락되어 있다.

첫째, 2010년도 STCW 협약의 개정안이 나오고 해기사 인력을 육성하는 교육기관에서는 국제협약과 이를 기본으로한 해기교육기관 품질인증 기준에 토대를 두고 항해 및 기관계열의 직능요구사항에 대한 교육과정만 반영하여 운영하고 있다. 이러한 현실이라면 앞으로 자율운항 기술이 단계적으로 도입되고 자율운항을 하게되는 선박에 대응하여 국제적인 협약이 개정되면 수동적으로 이를 따르게 되는 후발주자로서의 현상이 반복될 것이다. 고급해기사 인력은 당장에 육성될 수 없다. 그러한 점에서 선원인력시장은 다시 우리나라에서 해운선진국으로 옮겨가야 하는 현상을 초래할 수도 있다.

둘째, 해운의 규모성(해운산업의 매출은 수십조원에 달함. 2018년의 경우 32조원, 코리아쉬핑가제트 2019), 국제성 서비스 산업이기는 하지만 국가기간 산업(법률 제 16179호 비상사태 등에 대비하기 위한 해운 및 항만 기능 유지에 관한 법률, 법률 제 13264호 국제선박등록법-국가필수국제선박의 지정 및 운영 관련 조항 참조)으로서 중요성을 고려할 때 최소 향후 10년을 바라보는 국가해운인력 육성을 위한 수요공급 대책이 수립되어야 한다. 이와 병행하여 어떠한 인재를 육성할 것인지에 대한 국가적 관점에서 방향제시도 국가해운재건 계획 속에 담고 있어야 하리라고 본다. 5개년 계획이라는 것도 최소 10년이상의 중장기적인 틀 안에서 바라보고 실현가능한 액션플랜이 포함되어야 할 것이다. 자연스럽게 선원의 감축에 대비한 고기능인력의 확보를 위한 새롭게 개선된 교육기반도 만들어 나가야 것이다.

셋째, 신기술의 도입에 따라 해운항만의 디지털화, 블록체인 구축, 종합물류제공자로서 해운·항만 플랫폼이 필요할 뿐만 아니라 선사가 가지고 있는 운항데이터 공유를 활용한 경쟁력있는 선박의 설계 및 건조(NYK, MOL의 경우 자사의 데이터를 조선소에 제공)가 필요할 것이다.

2) 해양환경규제에 대한 대응

미래의 선박은 라이프사이클을 고려한 장기적인 관점에서 에너지 수요공급에 대해서 고려해야 한다. 장기적인 관점에서 석유와 같은 화석연료 수요는 현 수준을 넘어가지 않을 듯 하며, 오히려 대체에너지 기술개발 및 환경규제로 석탄수요가 줄어들 수 있을 것이며 전기추진선 기술개발, LNG 선박 수요의 증가 등 변동요인이 있다. 결국 국제적인 환경규제에 대응하여 고효율 친환경 선박(스크러버 설치, 저유황유 이용, LNG 추진

선 건조 및 전기추진선 개발 등 포트폴리오 형태)으로 전환이 이루어져야 한다. 자율운항선박은 자연스럽게 해양환경규제를 충분히 따를 수 있도록 건조되어 운항되어야 할 것이다.

3) e-Navigation으로부터 바라본 자율운항선에 대한 시각

2005년도에 MSC 81차에서 발의된 e-Navigation 전략개발의제는 10년이 지나 2014년도에 e-Navigation 전략개발 이행계획으로 나오게 되었다. 2020년도부터 e-Navigation의 구체적인 이행을 위해 국제협약의 제개정을 진행중에 있다. e-Navigation에 의하여 제공하는 핵심서비스는 16가지의 MSP(Maritime Service Portfolio)를 들고 있다. 앞서 언급한 16가지의 각 서비스를 보면 모두 선박의 안전한 운항을 지원하기 위한 서비스이지만 부가적으로는 효율적인 해상운송로의 제공과 입출항 지원을 위한 서비스도 포함되어 있다. 2010년도를 전후하는 북유럽 국가들은 관련한 Efficensea(2009-2012), ACCSEAS(2012-2015), MONALISA(2010-2013), STM 등 많은 관련 프로젝트들이 진행되었다. 물론 그 이전에는 MarNIS를 포함한 다양한 해양안전에 대한 EU프로젝트도 수행된 바가 있다. MUNIN(2012-2015, Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks)는 공해상에서 운항하는 무인산적화물선(Unmanned Dry Bulk Cargo Ship) 개발에 대한 프로젝트이다. 무인화를 통한 인적과실에 의한 사고예방 및 승무원원의 감소를 통한 운항비의 절감을 추구하고 있다. e-Navigation에서의 인적과실의 감소를 통한 해양안전사고 예방과 선교의 무인화는 상호 다른 관점으로 비추어 진다. 항해의 관점에서 MUNIN은 자동화된 견시를 위한 첨단 통합센서시스템, 국제해상충돌예방규칙을 기반으로 한 자율항해시스템, 기상악화에 대응한 안전운항, 안전하고 신뢰할 수 있는 통신인프라구축, 육상모니터링 시스템의 HCD(Human Centered Design)에 초점을 두고 있다(Hans-Christoph BURMEISTER et.al., Autonomous Unmanned Merchant Vessel and its Contribution towards the e-Navigation Implementation: The MUNIN Perspective, International Journal of e-Navigation and Maritime Economy, 2014). 이러한 관점에서 e-Navigation에 도입되어야 할 기술, 그리고 MSP 16가지 핵심서비스를 제공하기 위하여 도입되어야 할 기술의 관점에서 보면 그 유사점을 가지고 있다고 볼 수 있다. 특히 e-Navigation 서비스를 제공하기 위한 핵심요소는 선박 항해시스템, 육상의 선박교통관리와 선박-선박, 선박-육상간 통신인프라를 포함한다.

통신인프라의 관점에서 유럽은 저궤도 위성, 정지궤도 위성을 가지고 있는 기간통신사업자들은 다양한 서비스 제공사업자(Service Provider)로서 역할을 수행하고 있다. 또한 육상에는 AIS로부터 모아진 데이터를 근간으로 하는 Bergmann-Marine과 같은 데이터 솔루션 제공 및 GIS 기반 소프트웨어 제공을 위한 글로벌 해양정보통신 사업자들이 있다. 설상가상으로 ICT기반의 해양센서 및 장비 업체들은 글로벌 기업으로 이미 세계 시장을 선점하고 있다. MUNIN의 결과를 두고 독일, 덴마크 및 스웨덴을 비롯한 북유

럽 국가들은 위성통신서비스의 비용을 어떻게 줄일것인가? 자율운항에 필요한 통신의 latency 요구사항, 전송용량을 어떻게 커버할 것인가를 고민했을 것이다.

또 다른 한편으로 공해상을 항해하는 선박이 연안에 접근할 때 제공되어야 할 항해통신 장비와 이를 지원하는 통신인프라는 자연스럽게 VDES(VHF Digital Exchange System)과 같은 해상디지털 시스템에 관심이 쏠린다. 신뢰할 수 있는 통신망과 안전운항을 위해 요구되는 통신서비스를 제공하기 위한 노력들은 지속적으로 이루어 질 것이다. 이와 병행하여 GMDSS의 현대화 관점에서 조난 및 안전통신시스템에도 변화가 일어나고 있다. 이러한 GMDSS 현대화(2020년 발효 및 2024년 도입을 목표로 하고 있으며, 여기에는 VDES 장비 도입과 AIS-ASM서비스 도입, 인마셋 뿐만 아니라 이리듐 위성시스템 등 최신 위성통신시스템의 도입, MEOSAR 도입, NAVDAT와 같은 중단과대 MSI 장비의 도입 등을 포함하고 있음)는 선박의 자율운항시 비상대응체계를 확보하기 위하여 반드시 고려해야 할 요소가 될 것이다.

따라서, 한국형 Smart-Navigation 사업의 과정에서 국제적 협력은 이러한 MASS 전개동향을 고려하여 전략적 행보를 내딛어야 할 것이다.

마. 미래전략

- 우리나라 조선산업은 굉장히 짧은 시간 동안에 세계 1위에 등극했다. 조선 산업의 왕좌에 오르기 위해서 여러 가지 발전과정을 거쳤고, 지속적 연구 개발을 통한 자체적 기술 경쟁력을 확보하였으며, 수출 주도의 전략을 통한 조선 강국의 명성을 이어가고 있다
- 또한 한국 조선사들은 풍부한 해양플랜트 시공 경험이 장점으로 꼽히며, 해양플랜트 건조 능력이 세계 최고 수준으로 평가받고 있다
- 오늘날 글로벌 조선산업은 국제환경규제와 선박안전성의 강화, 신에너지 (LNG, 수소 등), 레저 등 선박의 수요 증대와 더불어 해양 공간 활용의 다양화 및 ICT 등 첨단 기술 혁명에 따른 환경 변화는 최근 침체된 한국 조선업의 재도약의 모멘텀으로 작용하고 있다.
- 이에 따라, 국내 업계가 어떻게 대응하느냐에 따라 침체된 해양플랜트 산업과 더불어 큰 미래 먹거리라고 확신 할 수 있다.

- 1970년대 초 세계시장 무대에 진출한 국내 조선.해양플랜트산업은 향후 한 단계 도약이나, 쇠퇴냐의 중대한 기로에 서 있다.

- 조선.해양플랜트 산업은 1990년 이래 24년 동안 우리나라 5대 수출 품목이었으며, 직접적인 고용인력만도 약 20만 명에 이른다.

- 지금의 위기를 극복하면 향후 오랫동안 국민경제, 지역경제, 수출증대에 기여할 뿐만 아니라 고용창출에도 큰 몫을 차지할 것이다.

- 과거 40여 년간 국내 조선해양플랜트 분야에서 산·학·연·관 각계 각층 모든 관계자들이 피땀 흘리며 부단한 노력을 기울여 온 것이 사실이다. 그 동안 많은 산업정책, 기업경영 전략 등이 입안되고 추진되어 왔지만 최근의 위기 상황을 극복하기 위해서는 보다 중장기적이고 국가 및 산업계 전체적인 시각에서 산업정책을 재조명할 때이다.

- 산·학·연·관 모두가 자신의 이해를 떠나 폭넓은 여론 수렴을 통해 국내 조선해양플랜트산업이 한 단계 도약할 수 있도록 합일된 정책과 제도적 지원이 뒷받침 되었으면 한다

- 1) 양질의 인력 확보
- 2) 기자재 국산화율 확대
- 3) 선사, 선급, 조선사와 해양플랜트 표준화 작업 추진
- 4) 계약환경의 변화와 공동이익 추구
- 5) 지속성장이 가능한 기술기반 체계 구축

7. 결 언

친환경선박과 자율운항선박 개발의 동인은 다음과 같이 네가지로 제시할 수 있다.

첫째, 해양사고 저감 대책

둘째, 환경 규제대응을 위한 저유황유, LNG 연료추진선 등 도입방안

셋째, 선원의 인건비를 포함한 운항비 절감대책 및 수송효율화 혁신전략

넷째, 조선·해양을 산업계 생태계 활성화를 위한 국가적 대책 등

이러한 네가지 목표에 부응하기 위해 관련 이해당사자의 상생협력이 필요할 것이다.

국내에서는 국제해사기구(IMO)의 e-Navigation 개념을 선도적으로 구현하기 위해 한국형 e-Navigation으로 불리는 SMART-Navigation Project 가 2020년 완료를 목표로 수행중에 있다. 연구기간에 비하여 예산의 규모 및 투입된 연구인력 측면에서 대규모이고 도전적 시도이다. 해양사고 저감과 해양정보통신 등 해양산업 발전을 통한 미래 먹거리 창출에 대한 기대가 큰 사업으로 출발하였다.

다른 한편으로 2017년 부터 자율운항선박(MASS, Maritime Autonomous Surface Ship) 개발을 위해 정부차원에서 대형 프로젝트를 기획, 검토 중에 있다. 4차산업혁명이 전세계인의 관심이 된 시기에 AI, 5G, IoT, Big Data, Cloud Computing, AR 등의 키워드로 상징화 되는 기술들은 조선·해양·해운산업에 새로운 희망과 기대를 던져 주고 있다.

한국형 e-Navigation 사업의 추진 과정을 보면, IMO 관련 의제 논의 과정에서 우리의 입장을 적극 반영시키고 선도적인 연구개발 과정을 통해 국제사회에 그 결과를 홍보하였으며, 궁극적으로 표준화 및 산업화를 이끌어 내고자 하는 목표를 보았을 때 바람직한 방향으로 간주되었다. 한국형 e-Navigation 사업인 “Smart-Navigation” 추진 과정에서 여러 가지 시행 착오가 있었고 지금도 해결해야 할 문제들이 있다. 그럼에도 불구하고 국제 사회가 e-Navigation의 정의와 개념 정립, 이해관계자의 요구사항 상세화, 그리고 목표의 명확화를 해 나가는데 수년간의 상당한 토의기간을 가지고 e-Navigation 전략개발을 수행해온 덕분에 우리나라 정부 및 관련 전문가 들도 생각하고 준비할 시간이 있었다는 것은 다행스러운 일이다. IT강국 코리아라는 이름하에서 바다의 새로운 IT 융합을 통한 신 해양시대 개척을 꿈꿀 수 있는 기회가 된 것이다.

반면, MASS에 대한 우리의 준비는 어느 정도인가? MASS의 개념이야 이미 오래 전부터 대두되었고 실제 많은 전문가들도 MASS를 구현할 수 있는 기술적 벽은 크게 높지는 않다고 여기고 있다. 그러나, 조선 강국, 세계 1위를 하던 우리는 MASS의 의제화

또는 국제기구에서의 선도적 역할을 하지 못하였다. 십여년 7개국이 참여하는 e-Navigation 전략개발의제에서 우리나라가 빠져 있었던 것처럼 국제활동에서는 여전히 Follower의 입장에 서있는 듯이 보인다. 적어도 MASS 관련 연구개발 과제의 발굴에 있어서는 냉철하게 국내 기술의 현주소를 산업계, 연구기관 및 학계가 전문분야의 역할을 분담하면서 필요한 기술개발을 해나가야 할 것이다. 이러한 맥락에서 우리나라가 2년전 MASS 기술개발하겠다고 기획을 시작한 것은 큰 의미가 있는 일이다.

그러나 국제사회에서 논의 중인 듯이 MASS에 대한 개념정립단계와 우리나라 조선해운의 현주소에 대한 올바른 진단없이 성급히 국가 연구과제 발굴 및 산업효과에 대한 성급한 결론은 해양 R&D의 대형선박사고로 이어질 수 있다는 점을 직시할 필요가 있다. 표준화 및 산업화를 뒷받침하지 못하는 우리만의 국가연구 개발과제의 발굴 및 수주에만 몰두하고 있지는 않은지 걱정이 앞선다.

대형 R&D의 과정 속에서 반복된 실수를 최소화 하면서 반면교사로 삼고 타산지석으로 만들어 나가기 위해 지난 10여년의 Smart-Navigation 기획 및 개발과정을 되새기면서 잘한 점과 잘못된 점에 대한 냉철한 평가와 e-Navigation의 예상결과의 활용 및 연장선에서 MASS의 기획이 아쉬운 시기이다. 글자 그대로 「Research」란 단어를 직시하자면 「Re-」 「search」인 셈이다. 비약된 논리일 수도 있지만 연구의 속성 그리고 e-Navigation과 MASS의 연관성을 고려할 때, MASS의 과정에는 Research 대상으로 e-Navigation이 있는 것이다.

지금의 우리가 MASS를 위해 국제기구에서 주된 역할을 시도하고 관련된 대형 연구개발 프로젝트를 만들면서 국제기구 의제 대응, 연구개발 프로젝트 수행 그 자체 이외에 국가적으로 어떤 정책적 목표와 전략을 갖고 있는지 되짚어 봐야 한다. 국가의 정책적 목표나 전략이 구체화 되어 있지 않았다면 어떻게, 누가 사업의 타당성을 확보할 수 있을 것인가를 엄중하고 세심하게 바라보아야 한다.

이러한 도전적 시도는 연구 개발이라는 본질 측면에서 당연한 것으로 받아들일 수도 있다. 최근 항해, 항만, 해양정보통신, 조선, 등 국제사회에서 “Maritime Autonomous Surface Ship”이라는 포괄적 분야로 논의가 시작된 자율운항선박프로젝트(일명 MASS)를 추진하는 과정을 보며 국가적으로 e-Navigation 사업의 힘든 경험을 하고 있으면서도 연구개발 프로젝트를 기획하고 수행해야 하는 본질적 이유는 잊어버린 채 현재의 필요와 기술적 트렌드에 치우쳐 있는 것은 아닌지 우려를 금할 수 없다.

한국형 e-Navigation 사업의 추진 과정은 나름 국제 기구의 논의 과정에 우리의 입장에서 적극 참여하고 이를 선도적인 연구 개발 과정을 통해 구현하고 국제사회에 그 결

과를 알려 표준화 및 산업화를 이끌어 내고자 하는 의도에서 시작되었다. 추진 과정에서 여러 가지 시행 착오가 있었고 지금도 해결해야 할 문제점이 없는 것은 아니지만 그나마 국제 사회의 논의가 개념적이고 추상적인 것에서부터 시작한 이유로 우리나라의 관계자들도 생각하고 준비할 시간이 있었고 IT강국 코리아의 (후손인) 우리들은 바다의 새로운 IT 융합 세상을 꿈꿀 수 있었을 것이다. 그런 과정에 비교해 보면 e-Navigation(electronic/enhanced Navigation) 다음 단계인 MASS에 대한 우리의 준비는 어느 정도인가? MASS의 개념이야 이미 오래 전부터 대두되었고 실제 많은 전문가들도 MASS를 구현할 기술적 장애물이 많다고 여기지는 않는 현실이다. 조선 강국, 세계 1위를 외치던 우리가 왜 MASS의 아젠다화, 또는 국제기구에서의 선도적 역할을 하지 못하고 국제기구에서도 (First-mover가 아닌) 여전이 Follower에 머물고 있으며 관련된 연구개발 과제 발굴에 있어서도 MASS의 개발과 국제 표준화를 뒷받침하지 못하는 우리만의 연구과제 발굴에만 몰두하고 있지는 않은지 걱정이 앞선다.

반면교사라는 말이 있음에도 우리는 반복된 실수를 저지르며 이제는 반성이란 단계를 당연하게 빠트리고 있는지도 모를 일이다. 한국형 e-Navigation 사업의 지난 10여년의 과정을 되새기며 잘한 점과 잘못된 점을 통해 MASS에 대응하는 우리들의 자세와 인식에 의문을 던져 보아야 할 것이다.

e-navigation이란 용어를 해양 분야의 국제사회에 가장 먼저 공식적으로 언급한 사람은 2005년 11월 영국의 교통부 장관 Stephen 박사로 알려져 있다. 같은 해, Royal Institute of Navigation에서의 연설에서 해운분야에의 적용을 주장하면서 처음 공식적으로 언급하고 차기 국제해사기구(IMO)의 해사안전위원회(MSC, Maritime Safety Committee)에 관련 의제 문서를 제출하면서 본격적으로 논의가 시작되었다.

전자 및 통신기술의 발달로 현재 운항하고 있는 대다수의 선박들에는 전 세계, 전 해역에서 무선통신이 가능하며 레이더, 무선통신시스템, GPS, ECDIS 등 많은 전자항해장비들이 탑재되어 있어 이미 현실적인 선박 운항은 바야흐로 전자항법(electronic navigation) 시대가 도래 하였다고 할 수 있다.

그러나 Stephen이 제안한 e-navigation은 전자항해장비 및 새로운 통신수단을 이용하여 틀에 박힌 수작업들을 완전 자동화함으로써 항해안전 뿐만 아니라 환경 보호, 구난, 보안, 물류에 이르기 까지 다양한 해양 분야의 업무 효율 및 신뢰성을 향상시키겠다는 의미로 현재 선박에서 사용되고 있는 ECDIS(Electronic Chart Display and Information System) 혹은 ECS(Electronic Chart System)의 electronic navigation과는 명확한 차이가 존재한다. 즉 e-navigation의 “e”는 전자적인 “electronic”의 의미와 뿐 아니라 “enhanced” 의미도 내포하고 있다고 판단하는 것이 적절할 것이다.

여기서 한 가지 알아두고 가야 할 것이 있다. 영국의 교통부 장관이 e-Navigation을 제안하였다는 점과 실제 IMO의 e-Navigation 의제를 논의하기 시작한 작업반의 의장이 영국 교통부 소속의 갈릴레오(유럽연합 주관의 전지구적 위성항법체계) 담당 부서 공무원이었다는 점이다. 무슨 상관이 있을까?

2006년 IMO에서 e-Navigation 논의가 시작되었을 때, 이 점에 주목한 이는 거의 없었다. 1-2년이 지나면서 유럽국가들의 의도를 볼 수 있었다. 미국의 GPS와 대항하기 위해 유럽연합은 갈릴레오라는 전 지구적 위성항법시스템 도입을 계획하고 있었다. 이 시스템의 활용 또는 적용 분야를 확대해야 갈릴레오 시스템의 조기 정착을 꾀할 수 있다는 것과 민간 시장의 활용 분야 확대를 통해 상업적 성공도 꾀하고자 했던 것이다. 유럽연합이 오랜동안 미국의 GPS에 의존 하면서 위성항법시스템의 활용 가치를 확인한 후 그들의 독자적인 위성항법시스템인 Gallileo 구축계획을 수립함과 동시에 해양 분야에 와서 e-Navigation이 필요하다는 전략을 제시한 그들의 전략적 판단을 우리는 주목해 볼 필요가 있다. 지금의 우리가 MASS를 위해 국제기구 회의에 참석하고 관련된 대형 연구개발 프로젝트를 만들면서 국제기구 의제 대응, 연구개발 프로젝트 수행 그 자체 이외에 국가적으로 어떤 정책적 목표와 전략을 갖고 있는지 되짚어 봐야 한다.

국제해사기구에 e-Navigation 논의를 최초로 제안한 문서는 7개국(일본, 마셜아일랜드, 네덜란드, 노르웨이, 싱가포르, 영국 및 미국)에 의해 제출되었다. 여기에 우리 대한민국은 없다. 왜 없을까? 다른 측면으로 왜 일본은 저 명단에 있을까? 실제 IMO에서의 e-Navigation 논의에 일본은 초기에만 잠시 두각을 나타냈을 뿐, 오히려 우리나라보다 참여가 저조했다고 볼 수 있다. 그럼에도 일본은 세계 해사 분야의 가장 강력한 국제기구인 IMO에서의 새로운 논의 아젠다 제출에 참여한 것이다. 그들은 어떤 시스템과 제도를 갖고 있기에 저런 기회를 획득할 수 있었을까? 혹시 우리나라에도 참여 제안이 있었는데 그걸 놓친 것은 아닐까? 그냥 일본이 운이 좋았을 것이라고 치부하기엔 우리가 가진 시스템과 제도, 그리고 관련 기관 및 전문가들의 인식과 자세가 국가미래에 대한 책임과 의무에 있어 너무 안이해 보인다. 실제 2006년부터 IMO에 e-Navigation 의제가 제출되고 본격 논의가 시작되었을 때, 국내 정부 당국이나 학계 등의 관련 전문가 그룹에서조차 e-Navigation이 무엇인지 실체가 없다는 이유로 관심을 두지 않았다. 다른 선진국들에 의해 개념이 정의되고 핵심 요소들이 정의된 뒤에야 실체를 규정하는 것에서부터 우리나라의 참여가 확대되고 논의를 주도하기 시작하였던 것이다.

여기서 또 다른 10년이 지난후 MASS를 대하는 우리들에게 질문을 던질 수 밖에 없다. MASS가 무엇인가? 무엇인지 실체를 알고 국제회의에 참석하고 대형 연구개발 사업

을 기획하고 있는 것인가? 실체가 있다면 그 실체에 대해 대부분의 이해관계자들이 동의하고 있는가? 그 실체를 획득하기 위한 다양한 시도들의 목표와 수행 전략 등은 제시되고 있는가? 그 결과로 우리나라 산업계에 어떤 긍정적 효과를 미칠 것이며 그 피드백으로 또 다른 부가가치 창출 가능한 아젠다를 국제사회에 던질 계획이 있는가?

IMO에서의 e-Navigation 논의가 무르익어 전략이행계획을 만드는 시점에까지 우리나라도 나름의 기여를 하며 주도적 국가로 인정받아왔다. 뭔가 실체가 하나 둘 보이기 시작하니 그 때부터 사람들의 생각이 갈라지기 시작했다. 실체에 대한 해석이 서로 달랐다. 누구는 통신을 해야 한다고 하고 누구는 정보시스템을 만들어야 한다고 주장했다. 충분히 있을 수 있다. IMO는 추상적 개념을 제시하여 큰 틀을 바꾸자고 제안한 것이었으니 그 실현 방법이나 목표물은 분명 다를 수 있다. 그러나 모든 것을 다 시도해 볼 수는 없는 노릇이므로 서로 다른 생각을 논의하고 다듬어 가장 합리적인 안을 도출하려는 노력이 분명 있어야 한다. 사업의 기획을 시작할 때는 바다의 정보혁명을 일으키기 위해 기반 기술과 인프라의 핵심 기술을 개발하여 충분한 시간을 갖고 이를 검증하여 세계적 기술로 보급하고 이를 통해 뒤떨어진 우리나라 해양 IT업계의 역량을 발전시키고 나아가 조선 및 연관사업의 경쟁력을 제고하겠다는 야심찬 계획과 목표가 있었고 이를 위해 실천적 세부 목표를 갖고 있었다. 그러나 2014년 4월 국가적 재앙인 세월호 사고 이후 그 목표들은 바다에서의 안전을 확보해야 한다는 이유로 당장에 적용 가능한 어민 들의 소형선 용 e-Navigation 안전 서비스, 바다에서도 통화 가능한 LTE 망의 바다 구현 등으로 변모하고 제한된 기한과 예산을 집중 투자하는 방향으로 변화되고 만다.

초기의 방대한 목표와 이를 위한 장기간의 연구개발 프로젝트의 모습과는 다르게 단 기간(5년)에 현장에서 당장 활용 가능한 해상에서의 서비스와 이를 위한 통신 인프라 구축의 형태로 한국형 e-Navigation 사업이 변모되기는 하였으나 정부 부처 및 관련 연구개발을 수행하고 있는 관계자들은 국민 세금이 투입되는 사업의 결과가 궁극적으로 국민의 안전과 바다 환경의 안전에 기여할 수 있도록 노력하고 있다. 통신망의 경우 육상의 재난안전망과 동일한 기술 및 주파수를 사용하고 있으므로 바다에서의 통신망은 바다의 재난안전망 역할을 할 수 있을 것이며 그러한 재난안전망을 통해 바다를 생활 터전으로 영위하는 많은 국민들의 안전에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 연구개발 결과로만 끝나지 않고 공익적 목적에 활용될 수 있다는 사실에 그나마 위안을 삼을 수 있을 것이다.

약 2년 전부터 MASS를 위한 대형 프로젝트를 기획한다고 떠들썩 했을 때 많은 참여자들이 조선산업의 위기를 타개하기 위해 새로운 부가가치 창출이 가능한 MASS를 연구해야 한다고 주장하였다. 최근 선박의 오염물질 배출에 규제가 강화되고 전 세계적

인 오염물질 저감 요구 등에 의해 LNG선박 등 친환경 선박의 발주가 늘어나면서 수주 잔량 1위를 탈환하는 상황에 이르자 벌써 그 관심이 식어가고 있는 듯 하다. 무엇을, 왜, 해야 하는지가 명확하지 않다는 반증일 것이다.

MASS는 무언가를 만들어야 하는 대상은 아니다. 이미 우리는, 그리고 세계는 MASS를 만들 수 있는 기술을 갖고 있다. 그럼에도 국제기구에서 논의하고 관련 연구개발을 하는 이유는 왜 해야 하는가와 무엇을 위해 할 것인가를 명확히 규정하고 공감대 형성을 하지 못했기 때문이다. 더욱이 4차산업혁명의 카테고리에서 책임과 의무에 관한 규정을 어떻게 정의할 것인가가 가장 중요한 쟁점이 될 것이다. 어떠한 새로운 가치를 창출하고자 할 때 혼자만의 생각이 아닌 모두의 가치로 인정 받을 수 있는 환경이 되어야 새로운 가치가 제대로 경제적 이익이 될 수 있는 것처럼, MASS를 이러한 측면에서 다시금 되돌아 보기를 바라는 마음이다.

부 록

< 1. 한국 조선산업에 대한 단상 >

< 2. 스마트 Shipyard 관련 제언 >

< 1. 한국 조선산업에 대한 斷想 >

가. 한국조선소 구조조정 문제

○ 조선소 크기에 따른 구분

- 초대형조선소(3개) : 현대, 대우, 삼성
- 중형조선소(7개) : 삼호, 미포, 성동, stx, 한진, 대한, 대선
- 소형조선소(70여개) : 상기 외 기타 조선소

※ 한국 중형조선소는 경쟁국의 대형조선소에 해당

나. 조선업의 구조조정 특징

- 규모가 작은 해운업에 비해 애초부터 수출 주도형의 global 산업으로 성장하다보니 세계 조선시황에 따라 선박 수주량의 기복이 심함. 2000년부터 2018년 11월까지 5년 단위로 평균수주량 대비 수주량 최고치 비율과 최저치 비율을 보면, 가장 호황기였던 2005년부터 2009년 사이의 그 비율이 1.79와 0.24로 그 차(기복)가 가장 심함. 이 기간 동안의 평균수주량은 1,793만 CGT, 최고수주량은 3,209만 CGT, 최저 수주량은 436만 CGT 였음

- 따라서 일감을 안정적으로 확보하는 데 어려움이 있음.

- 불황기에는 일감부족으로 구조조정과 금융지원이 계속해서 반복되고 있는 악순환을 겪고 있음. 이를 일본이나 유럽은 WTO 제소 또는 비난의 구실로 삼고 있음

- 이 때에도 구조조정은 산업관점에서의 판단보다 금융의 금융에 의한 논리로 이루어지다보니 합리성의 결여로 제대로 안 되는 상황이 벌어지고 있음.

- 특히 불황기가 장기화(3년 이상) 되면 조선소의 파산과 더불어 이에 따른 심각한 사회적 문제(대량실업, 노사갈등, 지방경제약화 등)를 야기하는 경우가 종종 있어왔음.

- 이는 1차적으로 빈약한 내수로는 감당하기엔 너무 큰 공급능력을 가지고 있는 조선소에 기인하며, 2차적으로는 빈약한 내수를 가지고 있는 해운업의 규모에 있음. 현재 한국의 조선 공급능력은 1,100만 CGT로 시황에 따라 유연하게 대응할 수 있음.

- 과거 2000년부터 2018년 11월 말 까지 협회 회원사 연도별 건조량 중 내수가 차지하는 비율을 보면 10%를 상회한 경우는 단 1차례(2017년) 뿐이었으며 년 평균 3.16%에 지나지 않았음

다. 바람직한 구조조정 방향

- **인력 중심의 구조조정은 해서는 안 된다.**

금융의 금융에 의한 논리는 일반적으로 **손실의 최소화와 비용축소**에 초점을 맞춰 이루어짐에 따라 자연스럽게 인력감축으로 쉽게 진행될 수밖에 없음. 이는 금융을 위한 수단으로 사용돼 결국 조선업의 미래경쟁력 상실로 이어짐. 이렇게 인력 중심으로 구조조정이 이루어지다보니 사회적 문제의 야기는 물론 고용, 수출, 지방경제 등을 이유로 구조조정이 적기에 이루어지지 못하고 장기간 표류하는 예가 적지 않음.

- **구조조정 결과는 조선소 숫자로 말하는 게 아니고 그 내용으로 답해야 한다.**

한국의 조선업은 경쟁국과 달리 조선소 수가 월등히 작으며, 특히 현대, 대우, 삼성의 경우 엄청난 크기의 단일 공장으로 이루어져 있음. 이는 구조조정이 필요한 때 구조조정을 가로막는 요인이 되고 있음. 부분적인 분할매각이 거의 불가능하고, 일부 시설이 가동중지가 이루어져도 고정비가 지속적으로 발생될 수밖에 없음. 3사 보다 규모가 훨씬 작은 성동조선해양의 경우조차도 오락가락하는 매각 방법(전체매각, 분할매각)으로 매각이 지연되고 있는 실정임. 경쟁국 일본의 대형 조선소는 지역별 공장(yard) 단위로 필요에 따라 적절한 조치를 비교적 쉽게 취하고 있음. 우리는 조선소의 특성에 맞게 형성된 강점을 살려 경쟁력 있는 제품단위로 특화시키는 방향으로 구조조정이 되어야 함. 그러나 지나친 특화가 오히려 불황일 때 조선소 경영을 더 어렵게 할 수도 있음. 조선업 특성상 선종별로 경기순환 cycle이 조금씩 달라 경영상 어려움에 직면할 가능성도 배제 못함. 따라서 **지나친 선종의 특화와 지나친 규모의 축소**보다 어느 정도 유연성(flexibility)을 가지고 접근할 필요가 있음.

- **초대형조선소인 3사의 구조조정 없이 한국의 조선업 구조조정을 말할 수 없다.**

과거 2005년부터 2018년까지 협회 회원사 년도별 건조량 중 3사가 차지하는 비율을 보면 50% 이상을 차지하고 있으며 2018년 경우는 무려 76%를 차지하고 있음. 아마 중형조선소 수가 구조조정으로 더 줄어들면 차지하는 비율은 상대적으로 더 증가할 것으로 보임. 유럽과 일본이 계속 문제를 제기하고 있는 **저선가와 저운임의 원인**이 과대 공급능력에 의한 선복량에 있으며, 이를 해결하는 방안으로 이들은 적절한 폐선과 공급능력의 축소를 요구하고 있음. 우리도 여기에 일정 부분 부응할 필요가 있다고 봄. **규모의 축소**는 우선 2000년대 중반 초호황기에 늘려 놓은 건조능력(주로 hardware 측면)을 세밀히 검토하면 보유할 건조능력이 정리될 것으로 보이며, **선종의 특화**는 수익성을 중심으로 과거 건조실적을 분석하면 각 조선소별로 2~3(3~4)개의 주력 선종은 어렵지 않게 도출될 수 있음.

라. 조선산업 생태계의 건강성 유지

○ 대형조선소 중심의 역삼각형 구조의 문제점

- 오늘날 우리 조선산업이 세계 정상에 오를 수 있었던 것은 대형조선소 중심의 규모의 경제 실현과 조선소 근거리에 위치한 집적화(cluster)된 조선 기자재기업의 지원에 기인하며, 이는 서로 win win 할 수 있는 조선환경이 구축되었기에 가능했음.

- 다양한 기자재를 납품하고 있는 기자재기업들이 생존하기 위해서는 다양한 선종 및 선형의 선박을 조선소에서 건조해야만 가능함.

- 대형조선소 중심의 특정 선종 및 선형의 선박건조는 다양한 기자재의 제작 및 납품 기회상실로 이어져 기자재기업의 부실을 초래하고 결국 대형조선소의 생존에도 위협을 줄 수 있음.

○ 중소형조선소가 강해야 기자재기업이 산다.

- 우리 조선기업 수는 중일에 비해서 월등히 적음. 2018년 초 1척 이상의 일감(수주잔량)을 확보하고 있는 조선소 수를 국가별로 보면 중국 47개, 한국 9개, 일본 26개 임.

- 한국의 경우 중일과 같은 규모의 대형조선소를 제외하면 실질적인 중소형조선소는 몇 개 안됨. 이러한 상황에서 지금과 같이 장기간 불황이 지속되면 기자재기업이 부실로 이어질 수밖에 없는 구조임.

- 실질적으로 중견 기자재기업들이 재정난을 겪으면서 부도에 직면해 있는 것이 기자재기업이 밀집돼 있는 부산·경남지역의 현실임.

- 중소조선소를 건강하게 살려야 하는 이유가 여기에 있음.

○ 기자재기업을 제외한 조선산업 지원조직과의 相扶相助

- 조선산업 관련 학교, 연구소, 선급 등은 조선산업과 같은 배를 타고 있는 공동 운명체임. 조선산업의 호·불황에 따라 직간접적으로 영향을 받을 수밖에 없음.

- 따라서 조선산업을 떼어 놓고 독자적인 생존전략을 수립하기가 곤란함. 특히 중장기적인 전략은 더욱 그러함. 그러나 지금은 독자적으로 살기 위한 단기계획에 역매이다 보니 조선산업과 연관된 미래를 대비하지 못하고 있는 실정임.

- **학교**는 조선 인력의 공급처로서 수요처인 조선소가 요구하는 인력들을 질과 양적인 면에서 미래에도 공급하는 데 문제가 없는지, **연구소**는 지금 확보 및 확보 예정인 연구원과 연구시설로 향후에 조선산업을 지원하는 데 문제는 없는지, **선급**도 지금 확보하고 있는 검사원으로 미래의 조선산업을 기술지원하는 데 문제는 없는지 등에 대한 장기적인 분석 없이 눈앞에 전개된 현실 현안에 매몰되어 미래에 대한 준비를 소홀히 하고 있거나 미래 세대가 할 일이라고 미루는 소극적 태도를 취하고 있다고 봄.

- 미래 우리 조선산업과 지원조직 간의 규모의 차이(unbalance)는 미래 세대에 큰 짐이 될 수 있기 때문에 지금부터라도 그 차이를 적절한 크기로 균형화 하는

노력이 절대적으로 필요함. 그런데 지금 지원조직에서는 옛날 봉건영주시대처럼 개별 영역 지키기를 넘어서 확장에 열을 올리고 있는 현실은 조선산업의 미래를 지나치게 낙관적으로 보고 취하는 행동이 아닌지 우려되고 있음. 굳이 우려를 불식시킬 수 있는 유일한 길을 찾는다면 해외진출을 통해 해결할 수도 있겠으나 이 또한 역량의 한계를 분명히 가지고 있음.

마. 조선업과 해운업의 상생

○ 관할 부처의 통합 문제

- 정권이 바뀔 때마다 거론되는 통합 문제는 이해에 따라 보는 시각차가 워낙 크기 때문에 쉽게 성사될 문제는 아님. 설상 한 부처에서 관장을 하더라도 내부의 벽에 의해 통합의 효과를 얻기에는 많은 시간이 소요될 것으로 보임.

- 문제는 통합에 있는 것이 아니라 이원화 되어 있다 하더라도 협력을 통해 얼마든지 조선업과 해운업이 상생 변영할 수 있는 길을 찾을 수 있다고 봄. 양 부처가 협력하고 하고자 하는 **자세와 마음가짐**에 달려있는 것이지 통합된다고 시너지 효과가 금새 나타나는 것은 아님. 그런데도 위기가 닥치면 통합이 만병통치약(panacea)인양 얘기하는 사람들이 나타났다 사라지는 게 현실임.

- 실제 조선업과 해운업을 한 부처에서 관장하고 있는 나라는 일본을 비롯해 몇 나라에 지나지 않음. 조선업과 해운업을 국토교통성에서 통합 관장하고 있는 일본의 경우, 그 효과가 통합 관장의 효과인지 아니면 특유의 기업풍토(일본문화)에서 비롯된 것인지 좀 더 세밀히 살펴 볼 필요가 있음.

○ 산업부와 해수부의 협력

- 부처간 공무원들의 협력을 기대하는 것은 마치 남북통일을 기대하는 것과 같다는 얘기도 있음. 그만큼 태생적인 부처 이기주의 때문에 어렵다는 의미임.

- 제조업으로서의 **진흥 기능**과 서비스업으로서의 **규제 기능**이 동일 부처에서 양립하기가 쉽지 않음. 동일한 기능을 한 부처에 두느냐의 문제라기보다 연관업무에 대한 논의의 자리가 시스템적으로 구축되어 운영되느냐가 근본적인 문제임.

- 따라서 양 부처의 고위급과 실무급이 참석하는 **고위급회의와 실무급회의**를 정례화 하여 시너지효과창출을 목표로 연관업무를 논의·조정·촉진하는 것을 적극 검토해야 함.

- 연관업무 중에 핵심에 해당하는 것 중 하나가 financing임. 양 부처와 금융기관이 다 같이 참여하는 논의의 장이 마련되면 더욱 시너지효과를 낼 수 있겠지만 **금융기관 참여**는 기대하기 힘든 게 현실임. 조선업과 해운업은 대규모의 투자가 지속적으로 이루어져야 업의 영속성을 유지할 수 있어 **금융의 적기지원**은 필수요소임.

바. 금융이 조선을 바라보는 시각

○ 기본시각과 지원방향

- 과거에 수차례에 걸쳐 할 만큼 다 했음. 그런데도 상황은 크게 개선된 게 없음.

- 금융입장에서 손실을 최소화 하는 방향으로 지원함.

○ 조선입장에서의 바램

- 살려야 되는 조선소는 확실하게 지원하여 살려 주고, 죽어도 괜찮은 조선소는 시장논리에 의해 퇴출시킴. 그 판단은 금융논리가 아닌 산업논리에 의거 전문가 집단에 맡김.

- 지금은 여러 이해집단에 의해 휘둘리다보니 이것도 저것도 아닌 어정쩡한 상태가 지속됨.

○ 조선소 현실

- 금융의 지배하에 거의 모든 조선소가 경영에 직·간접으로 영향을 받고 있음. 대규모의 금융조달을 통해 선박건조가 이루어지다보니 금융과는 시황의 호·불황에 관계없이 밀접한 관계가 유지됨. 특히 불황기에는 조선소 경영에 전적으로 금융의 힘이 미치다 보니 조선소의 운명이 금융에 달려있다 해도 과언이 아님.

- **금융손실의 최소화 방향**에 의거 비용절감, 인력축소, 기구(부서)축소로 이어지는 구조조정은 조선소로서의 기본기능 유지와는 관계없이 결국 조선사를 고사시키는 결과를 초래함. 요행히 살아나면 좋고 죽어도 금융으로서는 할 만큼 했다는 인식이 강함.

- **시장논리**에 의거 지원중단 즉시 시장퇴출은 여론을 잠재우고 책임의 논란에서 벗어나는 전략임.

- **매각논리**는 구매자가 호감을 가질 만큼 지원을 통해 조선소를 살려놓고 시장에 매물로 내놔야 정상임. 금융의 손실을 우려한 최소한의 지원은 조선소로서의 매력을 반감시켜 구매자의 참여를 불가능하게 함. 이 경우 또한 시황이 호전되지 않는 한 조선소는 죽게 되어 있음.

사. R&D 정책

○ 기본시각

- 3~5년 내 끝내려는 욕심과 정책방향으로 인해 실용화·상용화에는 이르지 못하고 종결되는 연구과제가 상당수에 달함. 이는 연구과제 발주자나 수행자 모두가 인지하고 있는 사실이나 전혀 개선되고 있지 않음.

- 그 결과 한국은 R&D 투자비율이 세계 최고임에도 불구하고 그 성과는 미미한 것으로 보아 ‘**빨리 빨리 문화**’가 R&D에도 스며들어 관행화된 것으로 보임.

○ 최근 대형 R&D 과제의 문제점

- K-Yard 구축, 자율운항선박 개발, 수소선박 개발 등이 대형 국책 연구과제로

서 준비 및 추진 중에 있음. 이들 과제의 특징은 과제당 수천억원이 소요될 예정임.

- 또 다른 특징은 선박 또는 조선의 개념을 넘어서 다양한 연구 집단이 참여한 기술의 융합이 절대적으로 요구되는 과제임. 그러나 현실은 조선 전문가가 주도하며 기획되고 있어 **집단화된 조선의 영역**을 크게 벗어나지 못하고 있음.

- 융합을 위한 과감한 연구영역의 개방과 제휴가 필요한 시점이며, 과제성격에 제일 적합한 전문가집단이 다른 영역과의 협력을 통해 실질적인 연구성과를 내도록 추진하는 것이 바람직한 방향으로 보임. 단순 우리끼리의 연구개발(R&D)에서 다른 연구영역의 전문가들과의 협력개발(C&D)로 연구방식을 전환하는 것이 조선업의 미래를 밝게 여는 길임.

아. LNGC용 기자재의 국산화

○ 국산화율

- 90년대 중반부터 LNGC를 본격적으로 건조하기 시작하여 4반세기만에 세계시장을 점령하게 된 배경은 경쟁국과의 차별화된 기술수준에 있음. 일본은 선종특화로 인한 LNGC 기술공백을 경험하고 있고, 중국은 아직 기술 후발국을 면치 못하고 있는 실정임.

- 화물창 건조기술을 포함 재기화-재액화 기술에서 한국은 독보적 기술 우위에 있음.

- 그러나 많은 노력에도 불구하고 기자재의 국산화율을 보면 50~60%에 지나지 않아 부가가치가 해외로 빠져나가고 있음. 이는 그동안 미미한 LNGC의 수요량과 이에 따른 관련 기자재 개발의 낮은 필요성(경제적 생산의 불확실성에서 올 수 있는 높은 risk) 등에 기인된 결과로 보임.

○ 기자재기업 입장

- 다른 선종에 비해 부가가치가 높은 반면 risk로 인해 기자재기업은 소극적인 개발자세를 취하게 됨. 2000년 이후 청정 에너지인 LNG 수요의 급증으로 향후 10년간 매년 50척 규모의 발주가 예상됨에 따라 관련 기자재의 적극적인 국산화 개발전략이 요구되고 있음.

- 기자재기업에 의한 단독 개발보다는 조선소와 기자재기업의 협력개발을 통해 같이 번영을 누리는 상생의 길을 찾아야 함. 과거 구매조건부 형태의 정부 지원제도를 통해 비슷한 개발실적은 있으나 개발이 구매로 이어지는 경우가 미진했음.

- 탱커를 비롯 일반 상선의 경우 국산화율은 90% 이상으로 기자재기업 입장에서는 국내 조선소가 일반 상선을 많이 수주하길 바라고 있음. 건강한 산업생태계를 유지하기 위해서는 수주에도 portfolio가 필요함. LNGC는 국내에서는 4개 조선소만이 건조가능함.

- LNGC의 선가는 다른 선종에 비해 저선가 기조가 지속적으로 이어지고 있음.

독보적 기술을 갖춘 국내 3사의 지나친 치열한 경쟁도 그 원인에 한 몫 하는 걸로 보이고, 결국 저선가의 피해는 기자재기업으로 전달될 수밖에 없는 공급 구조 임.

자. 일본 조선을 바라보는 시각

○ 선박 표준화 유감

- 설계능력이 따라오지 못해 벌커(bulker)를 중심으로 표준화하여 선박을 찍어낸다고 흔히 말함.

- 일본이 표준화를 할 수밖에 없었던 배경의 이해 없이 그 자체에 초점을 맞추어 얘기하면 일본으로부터 우리는 교훈을 얻을 수 없음.

- 표준화는 인류가 발견한 관리기법 중에 시대의 변화에 관계없이 지금까지 사용되고 있는 도구임. 흔히 과학적 관리기법이라고 하는 3S(단순화, 표준화, 전문화) 중에 중심에 있는 관리사상임.

- 다양한 직종의 인력이 필요한 조선업은 사회가 발전함에 따라 조선환경이 급속히 변화의 과정을 겪고 있음. 특히 조선인력의 감소는 조선업의 영속성을 위협할 정도로 심각한 위험수준에 다다르고 있음. 결국 젊은 인력의 조선업 선택 기회 포기는 유입인력의 급감으로 나타나 다양한 선종을 건조할 수 없는 상황에 직면하게 되었음.

- 조선업은 국가적 차원에서도 절대 포기할 수 없는 산업이기에 이러한 상황에서 산업과 기업으로서 생존할 수 있는 길이 무엇이나고 했을 때 일본이 찾은 답이 표준화였던 것임. 투입자원(인력 등)이 절대적으로 부족한 상황에서 이 표준화를 통해 좀 더 단순화시키고 전문화시켜 자동화로 연결해 능률과 생산성을 극대화시키겠다는 것이 일본의 전략이었음.

- 우리의 조선환경도 일본의 조선환경처럼 변화되고 있다는 점을 감안한다면 일본처럼 되지 않기 위한 노력이 필요한 시점이며, 이러한 노력 없이는 일본이 과거 걸어온 길을 우리도 답습할 수밖에 없음.

○ 조선소 구조조정 유감

- 일본은 '78년과 '87년 2차례에 걸쳐 건조능력을 50%이상 감축한 결과 세계 정상을 한국에게 내어주었다고 얘기함. 그 이후에도 지속적으로 구조조정을 하여 중형급 조선소로 재편 현재에 이르고 있음.

- 세계조선시황이 어려울 때 공급능력을 줄여 세계조선시장의 안정화에 이바지하고, 신뢰를 줌으로써 일본은 세계인이 인정하는 일등국가로 발돋움했음. 반면 우리는 그 당시 무리한 공급능력 확충이라는 정책적 결단(사실 이것도 3사의 지나친 경쟁의 산물임)을 선택한 결과 세계 정상의 조선국으로 등극할 수는 있었으나 국제사회로부터 신뢰를 잃어버리는 부정적인 결과를 낳음.

- 이러한 일련의 정책적 결정들이 축적되어 한국 조선에 대한 2002년 EC의 WTO 제소 그리고 금년 11월 일본의 WTO 제소로 이어져 오고 있다고 볼 수 있

음.

- 일본의 WTO 제소는 2002년 시대적 상황과는 좀 다른 면이 있음에도 불구하고 이렇게 된 것은 결국 우리에게 대한 국제사회의 낮은 신뢰도가 투영된 것으로 볼 수 있음.

○ 일본의 WTO 제소 유감

- 2002년과 지금은 세계조선상황이 다르다.

• 2002년도는 한국 조선업의 부상으로 인해 유럽과 일본의 조선업 비중이 감소되고 있는 시기였지만, 지금은 유럽과 일본의 비중이 조금씩 높아지고 있는 시기임. 특히 세계조선시장에서 일본의 건조비중은 줄곧 20%이하였으나 최근 2~3년 전부터 20%를 넘어 점유율이 조금씩 증가되는 추세를 보이고 있음.

• 한국은 세계조선시장을 선도하는 위치가 아니며, 구조조정을 통해 외부의 조선환경 변화에 적응하는 과정에 있음. 이제 세계조선시장을 선도하는 국가는 중국임. 세계조선시장에서의 문제점 중 특히 **저선가 문제**는 중국의 참여 없이는 해결될 가능성이 없을 정도로 수요와 공급에 미치는 중국의 영향력은 막강함.

• 2018년 상반기 1척 이상의 수주잔량을 보유하고 있는 조선소는 한국은 9개에 불과하며 일본과 중국은 각각 27개, 46개로 나타남. 특히 한국의 경우 중공업 형태로 경영되는 대형조선소의 조선비중은 점차 줄어들 여지가 많음.

- 일본은 작금의 세계조선상황에 자유로운가?

• 일본은 과거 구조조정 과정에서 과도한 건조능력 감축을 실패의 교훈으로 삼아 장기적인 극심한 조선불황에도 도크(dock)를 신설하고 연구시설을 확충하는 등 공격적인 경영을 통해 호황을 대비하는 모습임.

• 이 외에도 경쟁제한에 의한 자국발주, 금융지원 등에 대한 세밀하게 다각도로 조사 및 분석할 필요가 있음.

• 선가는 수요와 공급에 의해 결정됨. '70년대 이래 2008년 리먼사태 이후 공급과 수요의 차이가 과거 어느 때보다도 크고 또한 장기간 지속되고 있음. 이것이 어느 한나라로 인해 발생하는 현상은 결코 아니며, 초호황기 때 수주한 선박이 그 이후 건조과정을 거쳐 대량으로 시장으로 유입되면서 발생됨.

- 일본의 眞意는?

• 시장질서를 어지럽히고 저선가 정책으로 경쟁국과의 경쟁에서 우위를 확보하려는 행태는 흔히 시장진입단계의 국가에서 하는 전략으로 중국이 여기에 해당됨. 이후 시장진입이 성공하여 시장에서 일정 수준의 안정적인 점유율을 확보하고도 지속적인 행태를 보이는 것은 일감확보를 통해 초과된 공급능력을 채우려는 시도임.

• 일본이 건조량 기준 2위인 한국을 제소 한 것은 중국을 상대로 한 제소는 결코 실익이 없다고 판단한 산물로서, 한국과의 분쟁에서 승소한다면 그 만큼 일본에게

는 플러스(plus) 요인으로 작용할 것으로 보고 있기 때문임. 절대적으로 마이너스(minus)가 되는 제소는 아니라고 믿고 있을 것임.

- 그동안 일본이 기술개발을 소홀히 할 수밖에 없었던 환경에서 조금씩 벗어나면서 한국이 선도하고 있는 기술을 따라잡기 위한 시간을 벌기위해 **의도된 발목잡기 전략**의 일환으로도 볼 수 있음. 향후 LNG 수요의 급등으로 장기간 안정적인 LNGC 발주가 예측되는 가운데 LNGC관련 기술확보를 위한 일본의 고육지책임. 왜냐하면 일본은 그동안 LNGC 건조를 소홀히 한 결과 화물창 및 재기화·재액화 기술경험 부족 등 **낙후된 기술**로 인한 현장의 어려움을 겪고 있는 것으로 파악되고 있음. 세계조선시장의 문제를 끌어들이며 기술경쟁력 열세를 덮고 이 때에 맞춰 기술력을 만회해보려는 전략도 내포된 것으로 보임. 2018년도 전 세계 LNGC 발주량 65척 중 한국은 56척을 수주했으며(86%) 특히 대형 LNGC 55척은 100% 우리가 가져옴. 이는 한국이 보유한 LNGC 기술력의 승리이며, 당분간 LNG 시장지배력의 지속 가능성을 입증함.

- 일본 조선업이 어렵게 된 이유는 그렇게 될 수밖에 없었던 환경(고령화, 저출산, 조선업 기피 등)이 도래했기 때문임에도 불구하고 마치 한국의 **과다 건조능력**과 **시장질서 교란** 때문에 그렇게 되었다는 논리를 내세워 유럽의 지지를 얻으면서 정당성을 확보함. 우리에게는 억울한 단면이지만 일본이 국제사회에 그만큼 신뢰를 주었다는 반증이기도 함.

< 2. 스마트 Shipyard 관련 제언 >

가. 건조자의 입장

- 생산성 향상 3대 요소(선 공정 작업 최대화, Flow 만들기, 협업)
- 생산 제약의 조기 발견 및 조치
- 유사선 건조
- 설계가 쉽다
- 외주가 쉽다. 즉 만들기가 외주 시설에 적합하고, 고도 숙련 기능이 필요 없고, 자재 공급이 쉽고, 제작 후에 운반 등이 쉽다
- 공통성이 많다 (자재의 단순화, 장비의 단순화, 장비 대수, 공통부재)
- 형상: 직선, 로봇 사용이 쉬운 구조, 용접 자동화를 적용하기 쉬운 구조
- 생산 지향적 설계: G/A, M/A, Midship, T-bulkhead, Hull form, 선수 및 기관실 구조, 의장 unit가 쉬운 설계
- 선각의 경량화
- 선각의 부재 수 감소(설계 부재 최소화, 강종 최소화, Block 수 최소화, Knuckle 부재 최대화, Slit 작업 최대화)
- Block 개수의 최소화
- 어려운 구조의 최소화
- 협소 구조 및 작업의 최소화
- Block 제작시의 Overhead 용접 최소화
- 용접 자동화를 최대화 한다
- Block 제작시의 보강재 최소화
- 의장품의 표준화로 로봇 사용이 쉽게
- 의장품의 경량화
- 의장품의 형상 단순화
- 파이프의 장관화
- 파이프 Bending size 확대(120 -> 250)
- Make up spool 수의 최소화
- 의장 Unit화 최대화
- Support 형상의 단순화
- Support 간격의 최대화
- Foundation 형상의 단순화
- 의장품을 표준화해서 대량 생산 환경을 만들고, 그것을 설계자들이 설계 시에 사용함으로 가격을 획기적으로 낮춘다. (중국의 duct 표준화 예)
- 생산 과정이 관리가 쉽다

- 시설과 설계의 상호 연계. 즉 시설을 고려한 설계
- Low skill로 생산이 가능하게
- 장비 구입이 싸고, 단기간이다
- 장비가 사이즈가 최소화되어 있다
- 장비 자체가 익숙해 있다
- 도장이 쉽다
- 케이블이 짧다
- 케이블의 기계 pulling이 쉽다
- 외판 성형이 쉽고, 기계화가 가능하다
- 설비 투자가 없다
- 영업 지원 방안
- 조선소 별 전문 선종화 < -- > Mass customization
- LNG/LPG 연료화에 대한 지원 기술
- 기 퇴직자를 동원한 기술 지원
- 생산 공법 지원
- LIFTING S/W 지원
- 사람 + S/W 합한 자동화(융통성이 크고 가격이 싸진다)
- 외주 협력 업체를 고려한 설계
- 자동차 계기판과 같이 INTERGRATED 계기판
- 시장에 많이 요구되는 선종에 대한 특화된 기술
- 발판 최소화 -> 기계화 및 무 발판 시도
- Low cost automation
- 변형 최소화 공법 도입
- 변형 최소화 용접 기법 도입
- 지그 공유
- 계획의 최적화
- 작업 지시의 단순화
- VR: 안전 교육, 도면 점검
- 새 기술이나 기능 도입 시에 proto type 만들기
- 정도의 시스템화

나. 네트워크 기술이용

- 드론을 이용해서 리프팅 시에 blind area를 없앤다
- 드론을 이용한 발판 안전 점검
- 드론을 이용한 고소 선체 검사

- 용접기의 voltage, speed를 remote로 점검
- 도장 blasting의 작업 상황 파악
- 도장 중에 압력 및 wet film 두께 자동 기록
- 주요 utility의 상태, 정비 상태 및 정비 부품 확보
- Block의 절단, 소조, 중조, 대조의 실시간 진행 확인
- 탑재나 안벽에서 의장 작업 실시간 진행 파악
- 선주에게 선박 건조 진행 모습 실시간 송부
- 선급/감독관에게 선박의 건조 상황 실시간 점검이 가능하게
- Block 이동 상황 실시간 파악
- 외주 block의 실시간 파악
- 주요 기자재의 진행 상황 실시간 파악생산성 향상 3대 요소(선 공정 작업 최대화, Flow 만들기, 협업)

다. 주문자의 입장

- 선가가 시장가와 같거나 저렴하다
- 선박의 금융 조건이 좋다. (이자, 지불 Term, Heavy tail)
- 중고 값이 높다. 즉 Builder Brand가 잘 알려져 있다
- 인도가 빠르다
- 품질이 괜찮다
- 작업 중에 품질 관리가 정상적으로 되고 있다.
- 파이프 및 도장 수선 유지가 쉽다
- 특수 장비가 적다
- 장비 구입이 싸고, 단기간이다
- 장비가 사이즈가 최소화되어 있다
- 장비 자체가 익숙해 있다
- 케이블 길이가 짧고, 직선화 되어 있다
- 자주 사용하는 기능이 편하다.
- AI 및 계기가 보기 쉽다
- 기 보유 선박과 유사성이 있다
- 도장 품질이 높다
- 도장을 다시 할 때에 작업이 쉽게 되어 있다
- 연비가 높다
- 진동 및 소음이 적다
- 사용하는 항로에 최적화되어 있다
- 유체 역학적 성능이 우수하다

- 미래의 기술 변화를 고려했다.
- 화재, 해적의 공격 등과 같은 비상 시에 대비가 잘 되어 있다
- 선원수가 최소화
- 선원들이 사는 곳이 Luxury 하다
- 작업 시에 자동 용접을 많이 사용해서 용접 품질 및 도장 품질이 좋아 지게 한다
- 선주의 검사가 쉽다
- 검사 항목이 최소화
- 검사 시에 안전하다
- 외주의 작업 품질이 신뢰가 간다
- 선주에게 주기적으로 진행 상황을 보고해 준다

라. 결 론

- 현재 대형사에서 건조하고 있는 LNG 선을 제외하고는 흑자를 내기 힘든 구조로 되어 있다. 따라서 대형사가 VLCC, 대형 Container선을 수주해서 건조해도 미래의 전망은 밝지 않다.
- 대형사들이 수주하려고 애쓰는 해양 플랜트는 시장은 구조적으로 흑자가 내기 힘든 구조이다. 그러므로 매출액을 늘이려고 애쓰기 보다 가격이 적절하고 비교적 건조 경험이 많은 해양 플랜트들의 선별적 수주에 힘쓰는 것이 합리적일 것이다.
- 중소형사가 건조하는 Bulk carrier나 COT 선박은 중국이나 후진국과의 경쟁으로 선가가 낮아서 시장에서 가격 경쟁력을 갖기가 힘들다.
- 그런데 힘들다고 이 시장을 포기하면, 절대적 물량이 줄어 들어서, 강판 공장, 앵글 공장, 장비 공장, 배관 공장, 철의장 공장, 케이블 공장의 경쟁력이 떨어지게 되고 나아가서는 조선소의 경쟁력이 떨어지게 된다.
- 예를 들면 미국 시장에서 도요타가 소형차를 가지고 시장 진입을 했을 때에 미국 대형 삼사는 소형차 시장에서 경쟁을 피해서 중형/대형/고급차 시장으로 후퇴하다가 결국은 벼랑 끝에 몰리게 되었다.
- 따라서 유일한 해법은 생산성 향상과 비용 절감이다. 그런데 이것은 멋진 신기술로 한방에 해결되는 것이 아니고, 앞에 열거한 중요 항목 뿐 아니라 셀 수 없이 많은 작은 혁신이 따라와야 한다.
- 특히 우리가 잇고 있는 것은 선박의 평행부는 무게도 많이 나가고, 시설 투자로 자동화도 쉽게 되지만, 선수미 곡 부분은 대부분 외주가 담당하므로 외주의 생산성 향상에 힘쓰는 것이 아주 중요하다. 이것은 대표적으로 몇몇 Block 외주를 선별적으로 지원해서 모범 답안을 만드는 것으로 시작될 수 있다. 물론

Block을 외주 주는 본사가 외주를 돕는 것이 자기가 살 길이라는 것을 자각하는 것이 필요하다.

[참고문헌]

- [1] 중소기업청, 2017_중소기업_기술로드맵_전략보고서_26_조선,
- [2] 서영주 ‘조선해양플랜트 산업의 회고와 전망’ 84 KIET 산업경제
- [3] 이광일의 1인, ‘e-Navigation 국제표준화 동향과 우리나라 산업에 미치는 영향’ Special Report_Special Theme
- [4] 해양수산부, ‘IMO 차세대 해양안전종합관리체계기술 개발’ 기획보고서, 2013.
- [5] 한국과학기술기획평가원, ‘IMO 차세대 해양안전종합관리체계기술개발 사업’ 2014년도 예비타당성조사 보고서.
- [6] IMO, <http://www.imo.org>
- [7] IALA, ‘IALA Recommendation on the IALA Common Shorebased System Architecture(CSSA)’ , 2013.
- [8] IALA, ‘A Maritime Infrastructure Framework’ , 2015.
- [9] IHO, <http://www.iho.org>