

自動運航船・カーボンニュートラル船開発の 現状と可能性

国立大学法人 東京海洋大学
学術研究院 海洋電子機械工学部門
清水 悦郎

本講演の内容

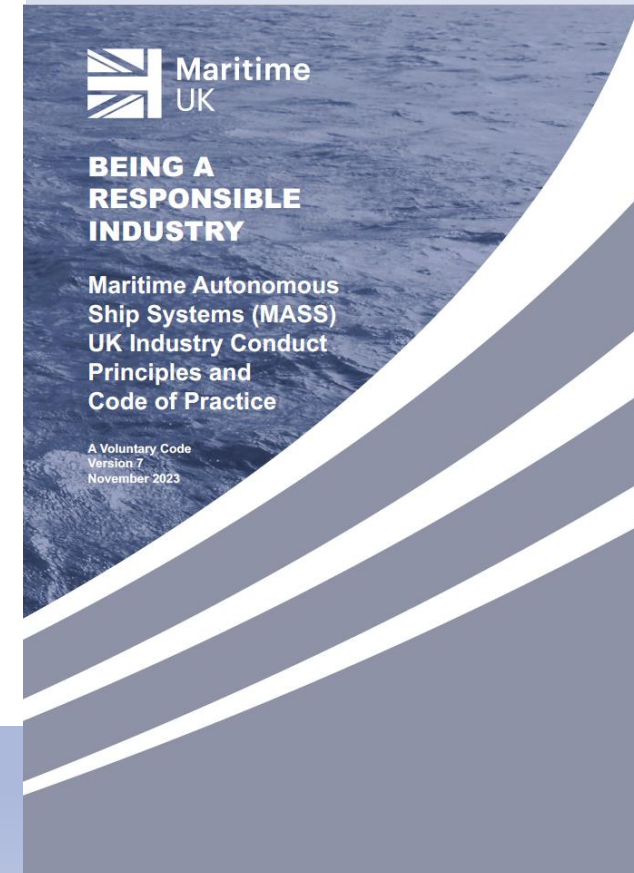
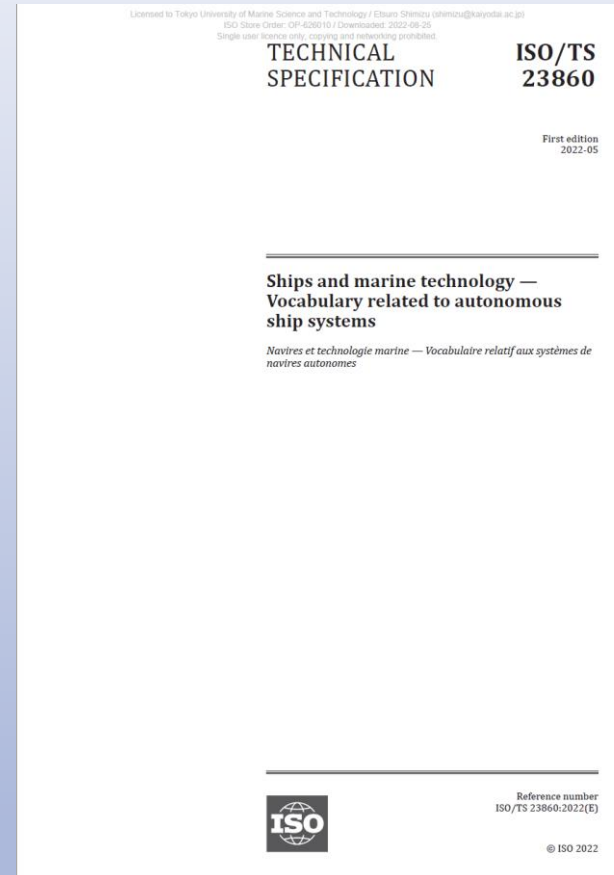
- 海・船を取り巻く現状
- 自動運航船の開発動向
- カーボンニュートラル（CN）船の開発動向
- 自動運航船・CN船の可能性

本講演の内容

- 海・船を取り巻く現状
- 自動運航船の開発動向
- カーボンニュートラル（CN）船の開発動向
- 自動運航船・CN船の可能性

自動運航船 (MASS)

- 英語では **Maritime Autonomous Surface Ships** または **Maritime Autonomous Ship Systems (MASS)** と呼ばれている。
- 自動運航船とは、**人間の判断に依存することなく航行することが可能な船舶を基本として、狭義では船舶単体、広義では船舶運航に付随する港湾設備等の自動化も含めて検討されている。**



MASS Code検討スケジュール

	2021	2022	2023	2024	2025	2026			
JSTRA	<p>《MEGURI 2040 無人運航船安全性評価ステアリング委員会》 - 総合調整、ガイドライン等策定委員会 - ガイドライン最終化・技術調査</p>		<p>《無人運航船委員会》 - ガイド等策定委員会・フェーズ2 - ガイドラインupdate・技術調査</p>						
国交省	<p>自動運航船に関する安全ガイドライン (設計)</p>	<p>安全ガイドライン (設計・搭載・運航)</p>							
IMO		<p>Apr. MSC 105 審議開始</p>	<p>Nov. MSC 106 ガイド開始</p>	<p>May MSC 107 ガイド審議</p>	<p>1st MSC 108 ガイド審議</p>	<p>2nd MSC 109 ガイド承認</p>	<p>1st MSC 110 Code 審議</p>	<p>1st MSC 111 Code 採択</p>	<p>→ 2028/1/1 Code発効</p>

海運GHGゼロエミッション

- 世界有数の海運・造船大国である我が国としては、海上貿易や海事産業の持続的な発展を図りつつ、地球温暖化に対処するための国際的な取組みに積極的に貢献するべく、**GHG排出削減のための国際的施策の策定・推進を主導していくことが重要**である。
- **2050年にGHG排出ネットゼロを達成**するため、主要な海運国・造船国として、国際海運からのGHG排出削減対策（経済的手法、規制的手法）について、議論を主導する。

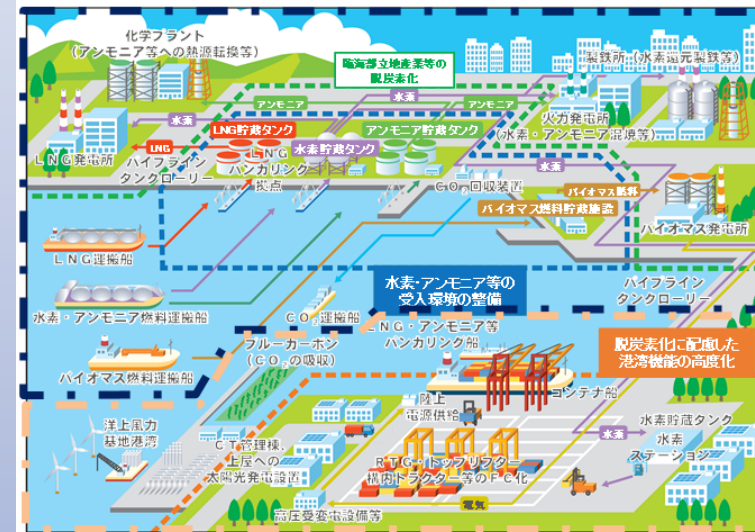
国際海運の2050年 カーボンニュートラル達成に向けて

2022年3月
国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト

出典：国土交通省HP
https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk7_000026.html

カーボンニュートラルポート

- 国土交通省では、「2050年カーボンニュートラル」等の政府目標の下、（略）、**脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化や水素・アンモニア等の受入環境の整備等を図るカーボンニュートラルポート（CNP）の形成を推進している。**



港湾・臨海部の産業構造の転換への貢献
 産業のエネルギー転換に必要な水素やアンモニア等の供給に必要な環境整備を進めることで、港湾・臨海部の脱炭素化に貢献

荷主や船社から選ばれる競争力のある港湾の形成への貢献
 世界的なサプライチェーン全体の脱炭素化の要請に対応して、港湾施設の脱炭素化等への取組を進めることで、荷主や船社から選ばれる、競争力のある港湾の形成に貢献

出典：国土交通省HP
https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk4_000054.html

本講演の内容

- 海・船を取り巻く現状
- 自動運航船の開発動向
- カーボンニュートラル（CN）船の開発動向
- 自動運航船・CN船の可能性

国内外の自動運航船開発例

• 国外

- BAE
- IAI
- L3Harris Technologies (ASV)
- Maritime Robotics
- Roboat
- Zeabuz
- DARPA, US Navy
- Kongsberg
- Ocean Infinity

• 国内

- JMUディフェンスシステムズ
- 炎重工
- エバーブルーテクノロジーズ
- エイトノット
- ヤンマー
- MEGURI 2040

JMU Group

- JMUグループのJMUディフェンスシステムズは、小型船舶サイズの多用途自水上艇「うみかぜ」を開発している。
- 国土交通省九州地方整備局関門航路事務所が運航している「海翔丸」では、IHIが開発した自動係船・自動陸上排送システムを利用して24時間運航を行っている。



MEGURI 2040

- 日本財団は、世界に先駆けて内航船における無人運航の実証試験を成功させ、この分野の技術開発への更なる機運の醸成と、わが国の物流及び経済・社会基盤の変革の促進を目指して無人運航船プロジェクト「MEGURI2040」を実施している。
- <https://www.nippon-foundation.or.jp/what/projects/meguri2040>

実証実験と社会実装への道筋

- コンテナ船、旅客船(離島航路)、Ro-Ro船による**4隻での実証**
- 社会実装に向け、**実証実験後も開発技術の一部を継続利用を予定**

実証実験実施時期	船舶種別・船名	無人運航船技術搭載予定船	主な開発主体
2025年7月開始 9か月間	離島航路船 おりんぴあどりーむせと (全長65m)		日本海洋科学 (リーダー) 両備フェリー、三井E&S造船、三菱造船、古野電気
2025年7月開始 3か月間	コンテナ船 みかげ (全長95m)		商船三井 (リーダー) 井本商運、古野電気、三井E&S造船
2025年9月開始 数航海予定	RO-RO船 第2ほくれん丸 (全長173.8m)		川崎汽船 (リーダー) 川崎近海、日本無線、YDK
2025年11月開始 5か月間	コンテナ船 (全長126.8m)	新造コンテナ船 (2025年8月就航予定)	MTI (リーダー) イコーズ、日本海洋科学、JMU、古野電気、BEMAC、東京計器、ナブテスコ、サンフレム、三井E&S造船、Space Compass、JRCS、寺崎電気、内航ミライ研究会、WNI、EIZO

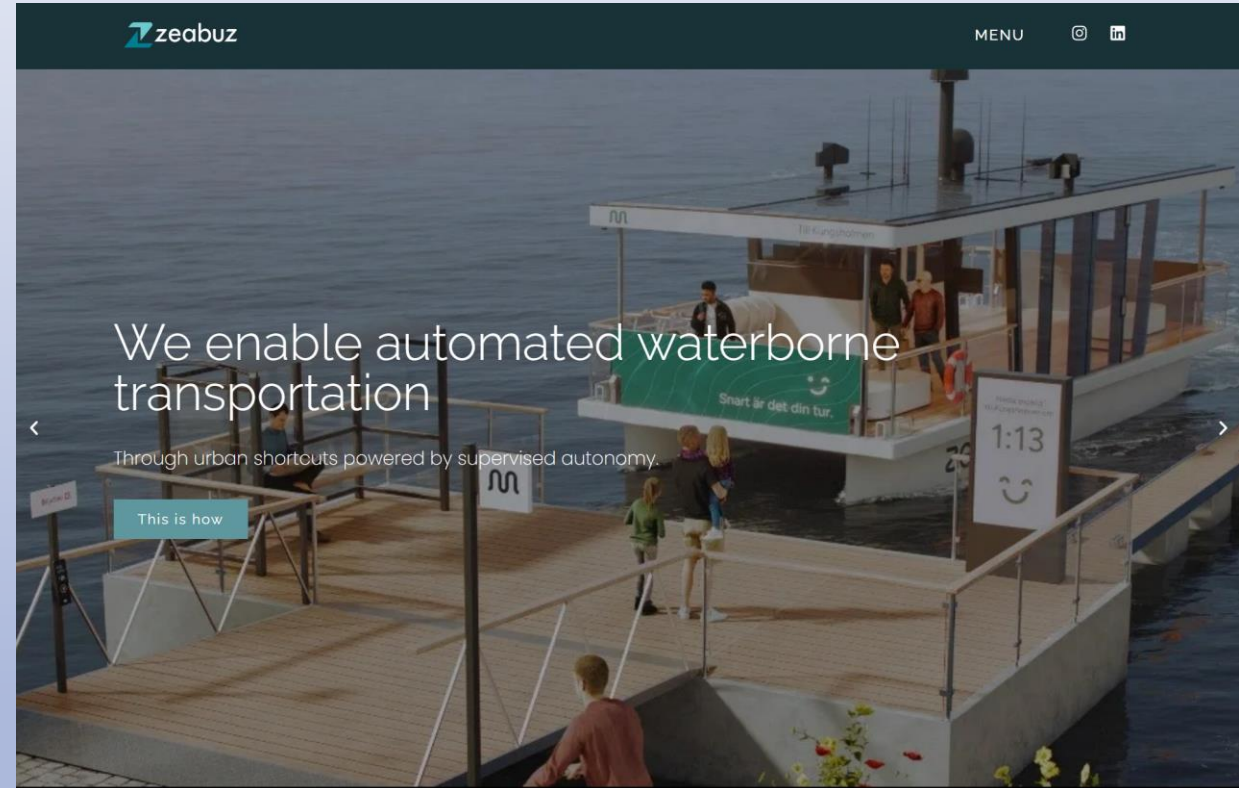
世界初要素

大型貨物船による
最長9ヶ月の
実証実験

陸上支援センターによる
複数船舶の
遠隔支援

Zeabuz

- Zeabuzは、河川や運河における移動手段として活用できる小型無人水上バスの開発を行っている。
- 2023年6月には、同社の開発した水上バスが、スウェーデン ストックホルムで水上交通システムとして利用されるようになった。
- <https://www.zeabuz.com/>



Ocean Infinity

- OCEAN INFINITYは、全長78mの科学調査等、多用途で活用できる遠隔操縦や無人で運航可能な Robotic Vesselを建造し、数か月以内に実運用を開始するとのことである。
- <https://oceaninfinity.com/>



US Navy

- US Navyでは無人化能力の向上のため、Unmanned Surface Vessel Division Oneを設立した。
- 2023年9月には、同部署に所属するUSV二隻が太平洋を横断して横須賀港に入港した。
- <https://www.surfpac.navy.mil/usvdiv1/>



本講演の内容

- 海・船を取り巻く現状
- 自動運航船の開発動向
- **カーボンニュートラル（CN）船の開発動向**
- 自動運航船・CN船の可能性


旭タンカー

- 旭タンカーは、世界初となるピュアバッテリー電気推進タンカー「あさひ」を2022年3月に、「あかり」を2023年3月に竣工した。
- 3480kWhのリチウムイオン電池を搭載し300kW x 2基の電動機によって推進力を発生させている。
- 川崎港に整備された給電ステーションにて充電を行って運航している。



ヤンマー

- ヤンマーHD他は、脱炭素社会への移行に向けて、水素を使って電気を作る燃料電池技術の開発を進めている。
- 2023年8月、船舶向けの水素燃料電池システムの販売を開始し、同年10月には初出荷し、(株)MOTENA-Seaの「HANARIA」(全長約33m、248トン)に搭載された。
- https://www.yanmar.com/jp/about/technology/vision1/fuel_cell_system/



The screenshot shows the Yanmar website's 'Technology' section. The main heading is 'SOLUTION 01 / Environmental Load Reducing' with the subtext '環境負荷低減'. Below this, a large image of a red boat with 'H₂' and 'YANMAR FUEL CELL supported by Toyota Motor Corporation' is featured. The main text reads '脱炭素社会への移行を実現する 水素燃料電池システム'. A red 'Summary' box contains the following text: 'ヤンマーホールディングス株式会社 技術本部 ヤンマーパワーテクノロジー株式会社 特機事業部 ヤンマーマリンインターナショナルアジア株式会社' and '近年、地球温暖化問題が深刻化し、温室効果ガス (GHG) を発生しない脱炭素社会への移行に向けた動きが世界中で急激に加速しています。これまで使われてきた化石燃料に変わる“クリーンなエネルギー源”の一つとして、「水素」が世界的に注目を浴びています。ヤンマーでは、脱炭素社会への移行に向けて、水素を使って電気を作る燃料電池技術の開発を進めており、まずは船舶向けの水素燃料電池システムの実用化を目指しています。'

Future of the Fjords

- ノルウェーのGudvangen-Flåmまでの約36 kmを約2時間で航行する電池推進船「Future of the Fjords」は、片舷に900 kWhずつのリチウムイオン電池を搭載し、450 kW電動機によって推進力を発生させている。
- 電池の充電は、系統電源への負担を低減するために陸上に2.4 MWh分のリチウムイオン電池を設置し、船舶の充電にはこの電池から電力を供給することにより急速充電を実現している。



本講演の内容

- 海・船を取り巻く現状
- 自動運航船の開発動向
- カーボンニュートラル（CN）船の開発動向
- 自動運航船・CN船の可能性

自動運航船・CN船の社会実装推進に向けて

- 船舶としての開発は積極的に進められており、一部機能に関しては十分に実用化できる段階にあると考えている。
- 一方、船舶に対する開発だけで対応できる課題は限定的である。
- 例えば、自動運航船に関しては、水路地図の高精度化、港湾設備の改良等することによって課題を簡略化することも可能である。
- CN船についても燃料供給手段など、インフラ整備を行うことも重要な課題である。

水路地図の高精度化

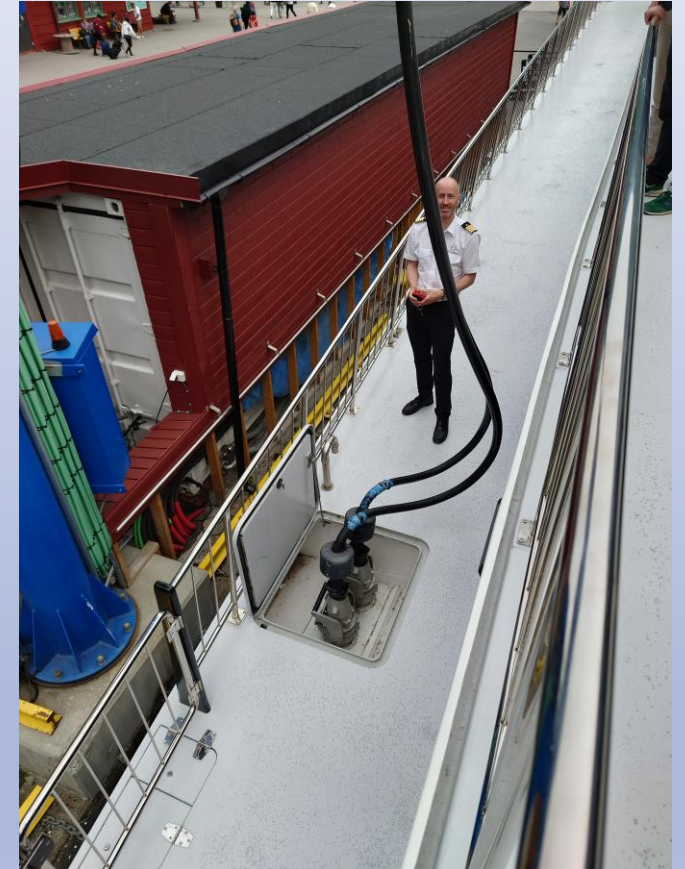


Ex) 電力供給 (Future of the Fjordの場合)

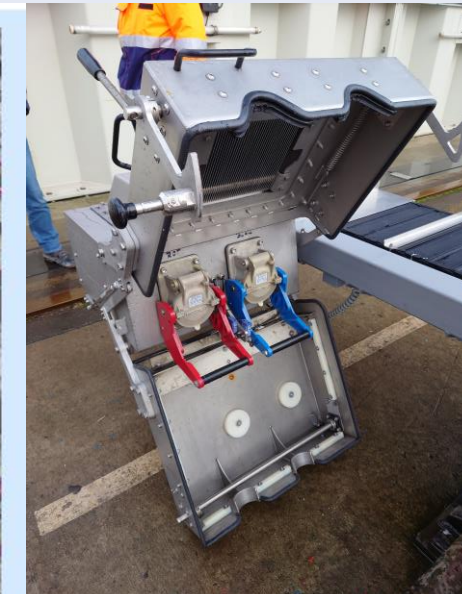
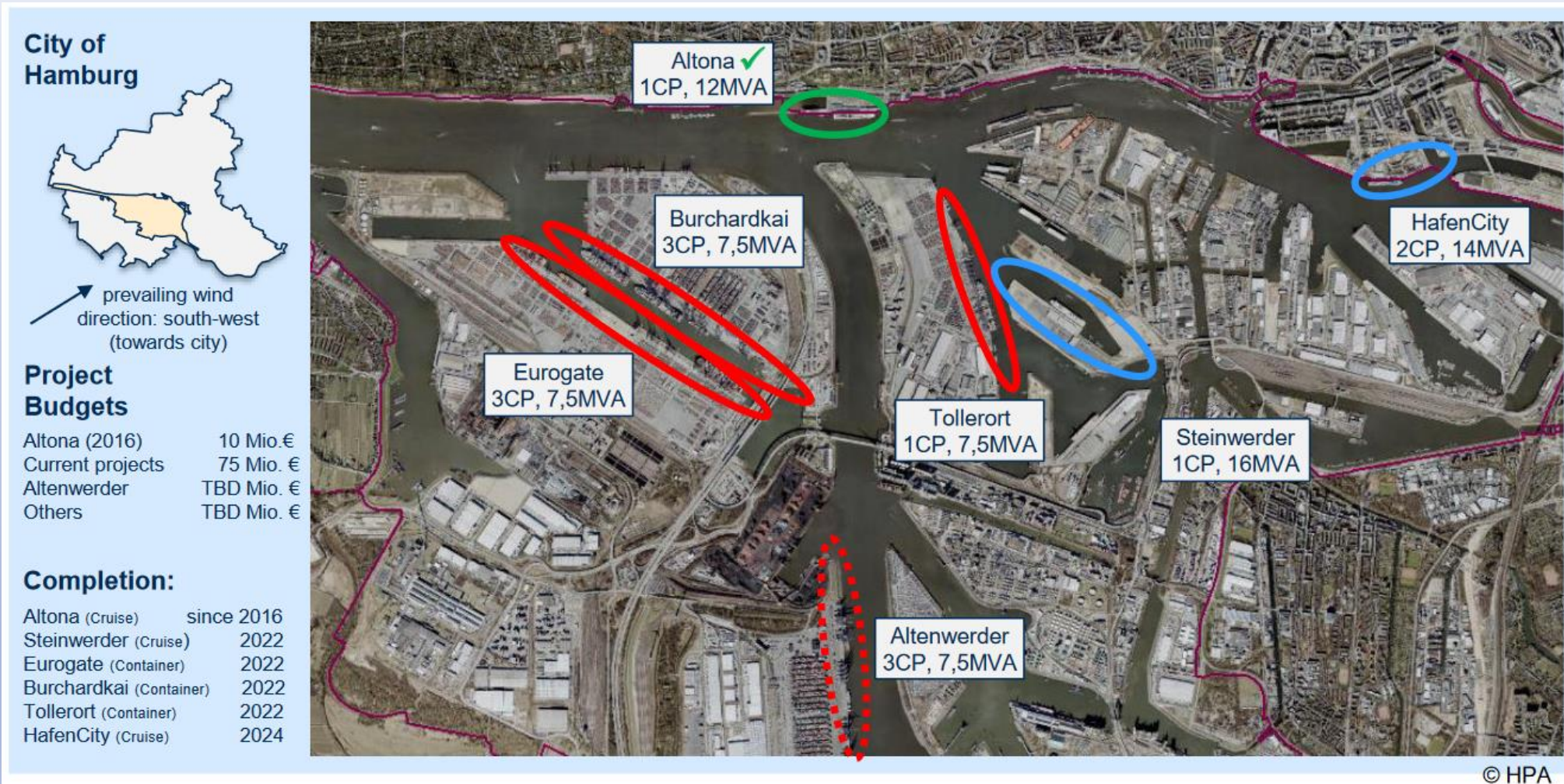
Future of The Fjords is the first all-electric, carbon-fibre vessel in the world. The vessel is powered by two electric engines of 600 horsepower each, which will receive power from a battery pack of 1800 kWh. This represents about 60 times the capacity of a typical electric car. The installation makes it possible for the vessel to operate at a speed of 16 kn for 40 nautical miles before the vessel must be recharged.

Future of The Fjords					
Length:	42 m	Battery solution:	ZEM Energy	Built:	2018
Width:	15 m	Power and autom.:	Westcon	Yard:	Brødrene Aa AS
Max Draft:	1.5 m	Battery:	1800 kWh	Design:	Brødrene Aa AS/ Torstein Aa
Max Pax:	400 pax	Electric engine:	2x450 kW	Owner:	The Fjords AS
GRT:	753 ton	Propeller:	Servogear	Class.:	DNV GL light craft
Displace.:	150 ton	Max Speed:	19.5 kn	Materials:	Carbon fibre sandwich
		Max Range:	2,5 h/16 kn		
		Charging time:	25 min		

Norway's™ best
norwaybest.com



Ex) 電力供給 (Hamburg港の場合)



おわりに

- 本講演では、講演者の知っている限られた情報の範囲ではあるが、自動運航船・CN船の現状に関する紹介を行った。
- カーボンニュートラル社会の実現に向けて洋上風力発電設備の設置が積極的に進められる等、船員不足という問題が解決できていないにも関わらず船舶運航のニーズは高まっており、自動運航技術は問題解決の一助になると期待される。
- 例えば、洋上風力発電設備のためのCTV、養殖・定置網漁業向け漁船、複数隻が連携して航行する場合の一部船舶等は、現状でも、自動運航化技術が適用できる可能性が高いのでは？と個人的には考えている。

おわりに

- CN船に関しても、海外の事例を見れば、**電池推進船は実用化段階**に至っている。
- その他、代替燃料も含めて技術的には実用化可能であり、**普及に向けての課題は、燃料供給体制の整備**であると考えている。
- 今後、単に機器としての技術を開発するだけでなく、**機器を運用・保守・管理していく技術の開発、それを担う人材育成法の開発も重要**である。