



CARBON TRUST & CLASS NK

洋上風力支援船の脱炭素化

Agenda

1. 洋上風力支援船舶の脱炭素化概要
2. SOVの紹介と市場概要
3. SOV 脱炭素化 の概要
4. CTVの紹介と市場概要
5. CTV 脱炭素化 の概要
6. 洋上風力支援船の充電



Decarbonization of offshore wind support
vessels webinar

洋上風力サービス船舶の 脱炭素化の概要

洋上風力のコンポーネントごとのGHG排出量

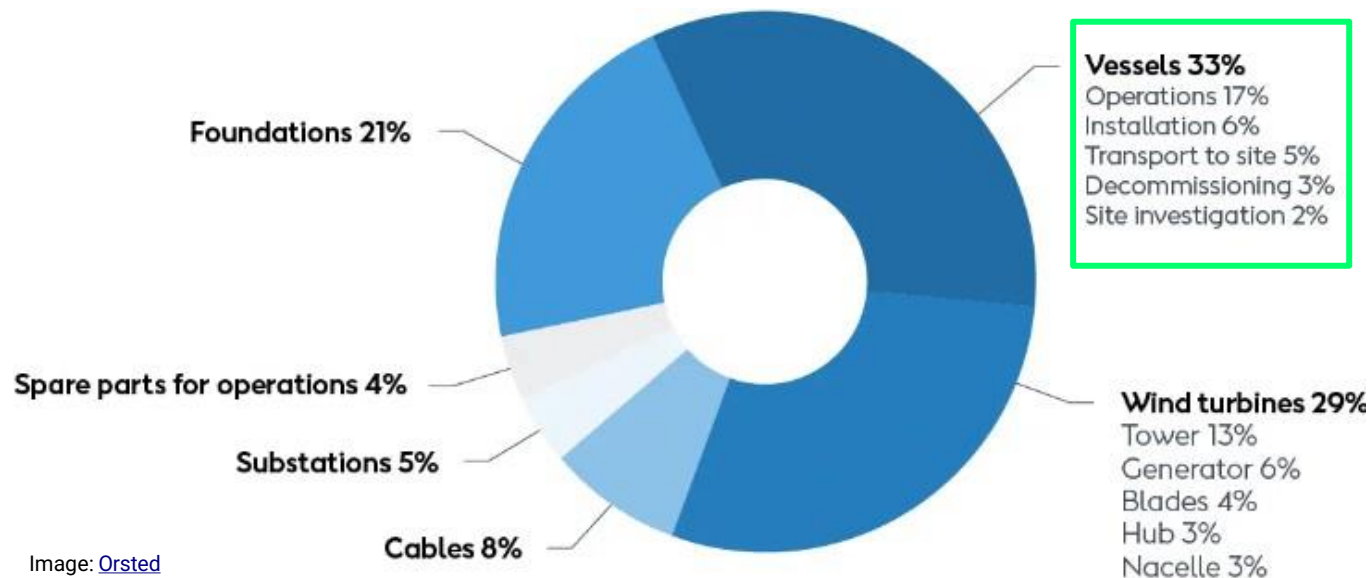


Image: [Orsted](#)

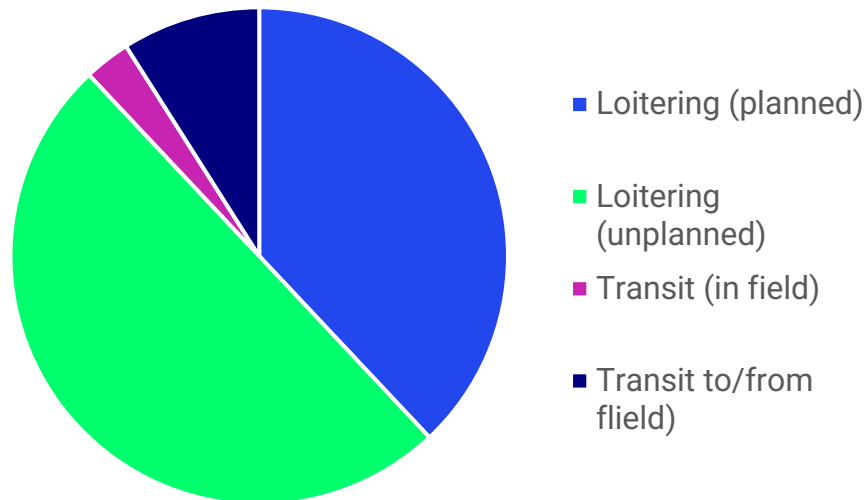
洋上風力発電所全体のLCAモデリング(オーステッド提供)では、洋上風力発電所の開発によるライフサイクル全体の排出量の約33%(または3分の1*)を船舶が占めていることが確認されている。

出典: Orsted Website [Orsted](#)

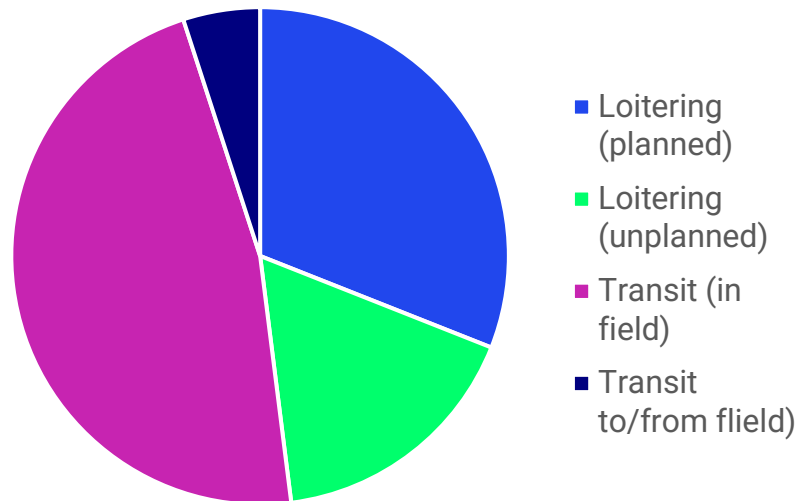
*注意:排出値は、特定の風力発電所の基準(サイトへの距離、建設の種類など)によって大きく異なる。

洋上風力支援船の種類による排出量の違い

CTV



SOV



Loitering＝漂泊、低速で待機している状態
Transit＝運航状態

電気推進

コンバージョンロスが無い
CAPEXコストは少ない
航続距離は短い
充電時間が掛かる
安全性の懸念は少ない

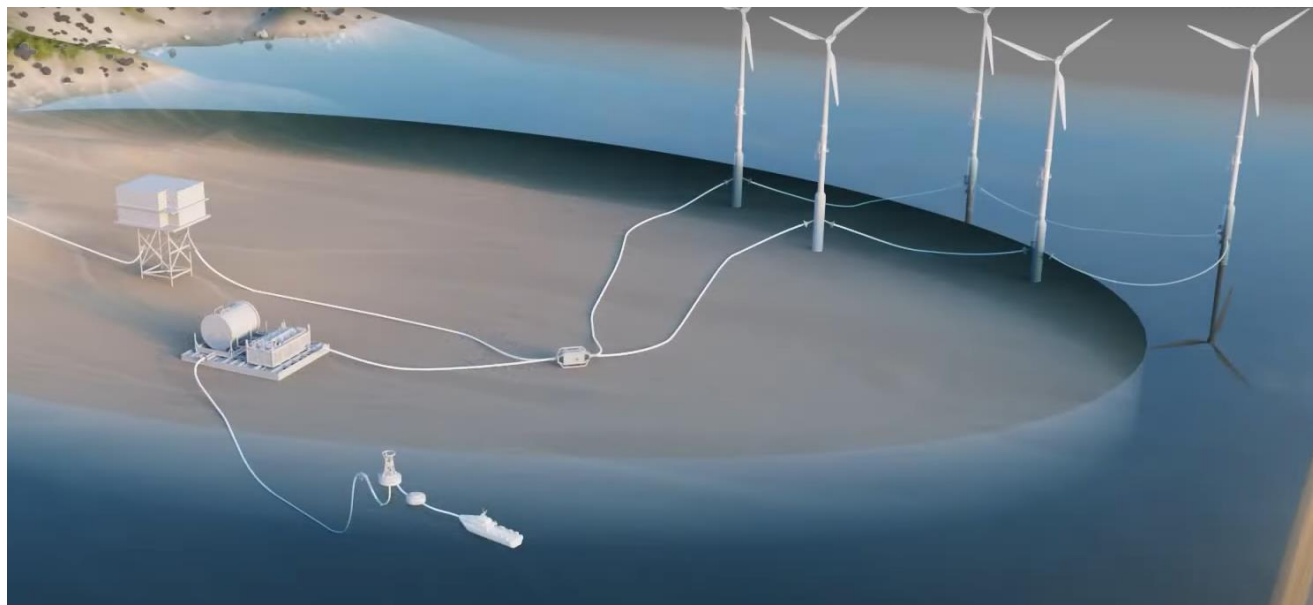
水素またはメタノール:

コンバージョンロスは小さい
中程度のCAPEXコスト
より広い航続距離
燃料補充時間は従来程度
安全上の懸念が多少ある

アンモニア:

コンバージョンロスは大きい
CAPEXコストは大きい
航続距離長い
燃料補充時間は従来程度
安全上の懸念高い

洋上風力支援船の新エネルギーとの統合的アプローチ



新しいエネルギー源を利用する船舶の効率を最大化するためには、新しいエネルギー源に対するより統合されたアプローチが必要になる。

Image: [Verlume](#) integrated electric system



Decarbonization of offshore wind support
vessels webinar

SOVの紹介と市場概要

SOVについて



サービスオペレーション船(SOV)は、そのサイズ、長距離の移動能力、および長期間現場に留まる能力により、洋上風力発電所のメンテナンスの主要な手段となっている。彼らは、最大4週間、現場でのフローティング操作とメンテナンスベースを提供できる。洋上風力発電所がさらに沖合に配置されるようになったため、SOVは現在、乗組員輸送船(CTV)の代わりに使用されてきている。SOVは通常、チャーターとサイトの要件に従って専用に構築されているため、船舶はサイト条件内での運用を最適化できる。

SOV design overview				
Hull types	Bulbous Bow	Widley utilised	Reduces the size of the bow wave by creating a second bow wave that is out of phase with each other	
	X-Bow	Widley utilised	Allows for even force distribution, improved safety and passenger comfort, reduced fuel consumption	
	X-Stern	Widley utilised	This is an X-Bow installed at the aft and bow, as market research showed that 70% of in field operation occur backwards.	
Hull materials	Aluminium, fibreglass (rarely), steel			
Size	Length: 68m – 90m			
	Beam: 17m – 20m			
Cargo type	Personnel, small to medium turbine components, tools, daughter craft and crew accommodations.			
Transfer methods	Via daughter craft, helicopter or using a motion compensating walk to work gangway system.			
Propulsion type	Azimuth Thruster		360-degree rotation	
	Manoeuvring Thrusters		More accurate manoeuvrability when in field and allows the ship to dock in ports without the assistance of other vessels	
	Voith Schneider Propeller (VSP)		Magnitude and direction of thrust to be determined and controlled in real time and precisely	

SOV市場の概要

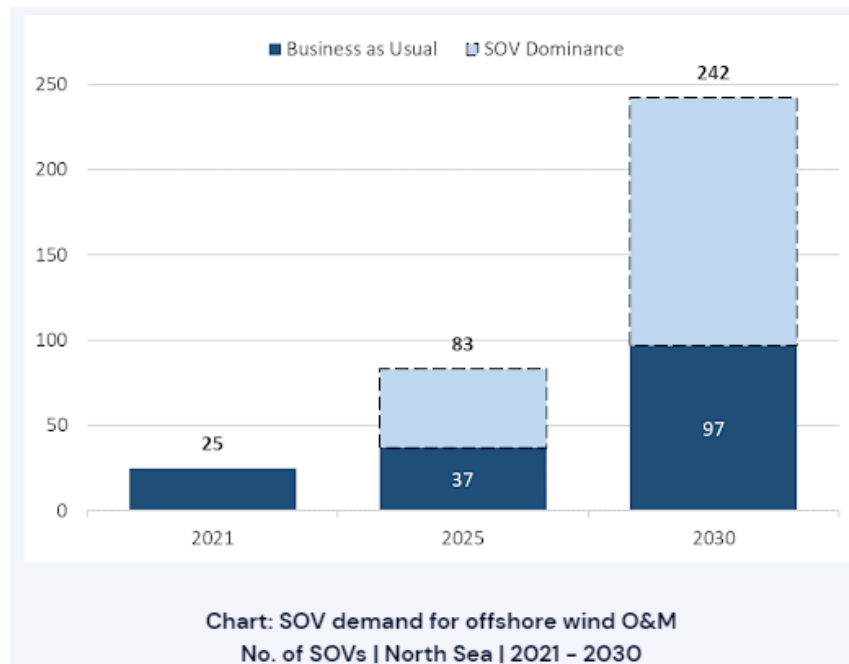


Image: [Spinergie](#)

- 現在、SOV市場は主にヨーロッパに集中しており、これは主に建設中の新しい洋上風力発電所プロジェクトの数による。
- SOVの需要は、2016年から2020年の間に前年比で20%増加した
- 現在、14隻の船舶が建造中で、欧州の風力発電プロジェクト向けに7隻の新造船が建造されている。このほか、現在2隻のSOVが建造中で、1隻は台湾、もう1隻は米国での運用が計画されている。現在、ヨーロッパでは32台のSOVが運用されている。
- 世界中の洋上風力発電所の設置と保守を安全、効率的、かつ費用対効果の高い方法でサポートするために、SOVの需要はますます高まっている。計画されている世界的な洋上風力発電プロジェクトのO&Mキャンペーンを支援するために必要なSOVの数は、2030年まで増加し続けると予測されている。



Decarbonization of offshore wind support
vessels webinar

SOV脱炭素化の概要

水素共燃焼推進システムの SOV



- 水素は、脱炭素化を支える潜在的なエネルギー源として注目されている。水素は、その高い可用性と取り扱いの利便性により、GHG排出量を大幅に削減する大きな可能性を秘めている。
- Edda・BrintとEdda・Goeloは、最近スコットランドとフランスでの運用のために納入された全長82.9メートルの2隻のSOV。最大60人の収容能力、動きを補償したギャングウェイシステム、ゼロエミッション水素技術の将来の設置を可能にする水素対応の推進システムを備えている。
- Elevationシリーズの船舶は、DamenがWindcatおよびCMBと共同で設計した。TECHは6つの水素を動力源とするSOV。全長87メートルの船で、120人を乗せる能力があり、CO2排出量の削減を支援するデュアルフューエル水素技術が搭載されている。



[Elevation series](#)



[Edda Goelo](#)



[Edda Brint](#)

水素PEM(プロトン交換膜)燃料電池のSOV



- Louis Dreyfus Armateurs(LDA)とIHCはどちらも、液化水素を使用したSOVの設計を発表した。
- IHCの液化水素と発電システムは、排出削減の可能性を最大化するために、その運用プロファイルを中心に設計されている。北海のさまざまなSOVの運用データを分析することで、改善の可能性に関する洞察が得られている。
- 低温プロトン交換膜燃料電池は、内燃機関よりも効率が高く、必要な燃料が少なくて済む。船舶T60-18のコンセプトは、倉庫の容量や宿泊エリアに影響を与えることなく、必要な液化水素を貯蔵するためのデッキ下の十分なスペースを提供するように設計されている。
- LDAは、同社の液体水素SOVは、CO2排出量ゼロで、95%の時間で運用できる。船舶は標準運用中にのみ水を放出する。その結果、年間4,000トンのCO2排出量が削減されると試算されている。



[IHC T60-18](#)



[LDA SOV concept](#)

メタノール燃料推進のSOV



- 2022年4月、EsvagtとØrstedは、両社がグリーン燃料で運転できる世界初のSOV（と表記するもの）に投資することを決定した。1か月後、Cemre Shipyardは、メタノールを燃料とするハイブリッドSOVの建造を受注した。
- NB1094 SOVは、風力エネルギーとバイオ起源燃料から製造された再生可能なe-メタノールで航行できるバッテリーとデュアルフューエルエンジンを動力源としており、年間約4,500トンのCO2排出削減に繋がる。
- 全長93メートルのこの船は、124人を収容でき、DNVの船級規則に従って建造されている。深さは8メートル、幅は19.6メートル。
- 2024年後半に就航すると、SOVは英国の北海ヨークシャー海岸沖にあるHornsea2(世界最大の洋上風力発電所)にサービスを提供する。2番目の姉妹SOVは2026年に建造される予定で、Ørstedの英国東海岸ハブで運用される予定。



[Esvagt NB1094](#)

電動（電機推進）SOV

Bibby Marine eSOV



- Bibby Marine Servicesは、スペインのGondan造船所が建造する新しいサービスオペレーション船(SOV)を発注。2026年に船の引き渡しが予定されている。
- eSOVは、強力なバッテリーシステムとバックアップ用のデュアルフェuelメタノールエンジン、および関連する陸上充電設備を備えている。
- ゼロエミッション運用を容易にするため、eSOVは急速充電のための高電圧オフショア充電施設を備えている。充電サイクルとしては、16時間以上バッテリー電源のみで作動する機能を備えている。
- このプロジェクトの総建造費2,900万ポンドのうち、ゼロエミッション船舶およびインフラストラクチャー(ZEVI)コンペティションから1,900万ポンドの資金援助がある。
- ZEVIの資金は、英国運輸省(DfT)によって提供され、Innovate UKによって提供されている。ZEVIは、英国内海事部門の脱炭素化に必要な技術開発に焦点を当てた2億600万ポンドのイニシアチブで、同省のUK Shipping Office for Reducing Emissions(UK SHORE)プログラムの一部。



[Bibby eSOV](#)

SOV 設計に関する考慮事項



	Hydrogen PEM SOV	Hydrogen Co-Combustion	Methanol SOV	Electric SOV
デザイン哲学	提案されているPEM（プロトン交換膜）を使用する船舶では、貯蔵容量に影響を与えることなく、必要な液化水素タンクを含むように最適化されている。	追加の水素技術能力を含めるためのデッキ/ストレージ容量の調整し、人員輸送能力の改善を図る。	デッキ/ストレージ容量の調整、または追加のメタノール技術能力の包含をサポートするための人員能力の改訂。	バッテリーのサイズ、容量、重量は、船舶バラストの潜在的なユースケースを決定する要因となる。ただし、冗長性ディーゼル容量は、船舶の容量とサイズにも影響を与える。
備品	液化水素タンクと適切な安全システムの設置。	水素バンカリング貯蔵機能(ディーゼルシステムに加えて)	メタノールバンカリング貯蔵機能(ディーゼルシステムに加えて)	オフショアおよびオンショア充電用のレシプロコネクタの取り付け。
運用方法	港湾のバンカリング能力は、本船の運航を支えるための鍵となる。	港湾のバンカリング能力は、本船の運航を支えるための鍵となる。	港湾のバンカリング能力は、本船の運航を支えるための鍵となる。e-メタノールの製造と同様。	船舶の運航をサポートするためには、現場での大容量(~4MW)の洋上充電が必要。



Decarbonization of offshore wind support
vessels webinar

CTVの紹介と市場概要

CTVについて



CTV design overview			
Hull types	Monohull	Moderately utilised	A monohull is a type of vessel that has only one hull. This has become a rare hull type for CTV's, after being seen as the first hull type to be utilised.
	SWATHS	Moderately utilised	Small waterplane area twin hull is a catamaran design but differs to Catamaran by having most of the displacement below the water line.
	Catamaran	Widely utilised	Most common hull type, approximately 90% of CTV's. A catamaran is a conjoined ship composed of more than two slender hulls connected horizontally. The hulls are connected by deck bridges, and each has an independent propulsion device.
	Trimaran	Not widely utilised	A trimaran is a multihull boat consisting of a main hull and two smaller outrigger hulls, which are attached to the main hull by transoms. This is a rare hull type for CTV's.
Hull materials	Aluminium, fibreglass (rarely), steel		
Size	Length: 15m – 36m		
	Beam: 5m – 11m		
Cargo type	Personnel, small to medium turbine components, tools		
Transfer methods	Push on directly to the turbine		
Propulsion type	Waterjets		High speed – 36% of CTV's use these
	Forward facing propellers		Used for economy – 6% of CTV's use these
	Fixed pitch propellers		Oldest form of propulsion – 37% of CTV's use these
	Controllable pitch propellers		Highest propeller efficiency – 21% of CTV's use these

CTV市場の概要

- 2018年には、ヨーロッパでは350隻のCTVが利用できる状態にあり、そのうち321隻が少なくとも年間の一部で契約を確保している。これらの船舶のほとんど(77%)は船級認証を受けており、MCA カテゴリー2船よりもさらに沖合で作業できる。
- 2022年には、500台以上のCTVがヨーロッパで洋上風力発電プロジェクトの契約を確保し、世界中で3,000台以上のCTVが洋上風力発電プロジェクトで運航していると推計できる。
- 洋上風力発電開発の世界的な拡大は、乗組員輸送市場の成長をもたらした。風力発電所の世界乗組員輸送船の市場規模は2023年に8,951万米ドルと評価され、2024年から2032年の予測期間中に3.35%の年平均成長率(CAGR)を記録し、市場は2032年までに1億905万米ドルの価値があると予測されている。
- 2022年、カタマラン船は船体タイプ全体で67.74%と最大の市場シェアを占めている。



「MCA Cat 2 vessel」とは、英国の**Maritime and Coastguard Agency (MCA)によって分類されるカテゴリー2の船舶。Cat 2は、最大60マイル以内の距離で岸に戻れる範囲の航行が許されている。



Decarbonization of offshore wind support
vessels webinar

CTV脱炭素化 の概要

Offshore Wind Accelerator (OWA)の支援船



Low Emission Vessel Competition

CWind Pioneer



Hydrocat 48



Grace Darling Daughter Craft



Raptor 2400

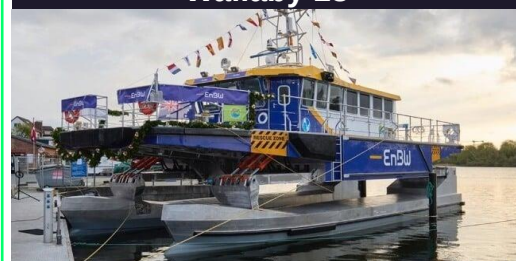


Innovator support

ESNA Seapuffin 1



Wallaby 18



ケーススタディー

Tidal Transit Retrofit E-CTV



- Tidal Transitは、ディーゼル駆動の20メートルの船であるMercurio、Ginny Louiseに、2MWhを超えるバッテリー容量、電気モーター、推進ポッドを後付けした。
- e-Ginny E-CTVは、風力タービンに直接接続することで、沖合20マイル以内の風力発電所にサービスを提供できるようになる。
- このプロジェクトは、Innovate UKと運輸省のグリーン海事ソリューションを開発、展開、運用するための戦略計画の一環として、ゼロエミッション船舶およびインフラストラクチャー(ZEVI)コンペティションからの630万ポンドの資金提供を受けている。



Image / content: [Offshore Engineer](#)

CTV 設計に関する考慮事項



	Hydrogen CTV	Hydrogen Co-Combustion	Hybrid Electric	Full Electric
デザイン哲学	水素を唯一の燃料として使用するように提案されている。船舶の設計や予定された運航を妨げないように、タンクのサイズが重要となる。十分なバラストの確保も考慮する必要がある。	デュアルフューエルエンジンへの水素噴射システム。従来のCTVに比べて設計変更が限定的。水素タンクが必要なため、フォアデッキとその後ろに位置する貨物スペースが削られている。	フォアデッキとその後の貨物スペースの収納容量が失われる可能性がある。ICE（内燃機関）と並行して追加のバッテリー容量のスペース確保で輸送できる人員数は少なくなる。	バッテリーのサイズ、容量、重量は、船舶バラストの潜在的なユースケースを決定する要因となる。
備品	水素バンカリング貯蔵容量。	水素バンカリング貯蔵機能（ディーゼルシステムに加えて）	オフショアおよびポート充電用のレシプロコネクタの設置。	オフショアおよびポート充電用のレシプロコネクタの設置。
運用方法	現在、オフショア給油が実行可能ではないため、船舶の運航をサポートするには、港湾のバンカリング能力が重要となる。タンクの容量サイズは、船舶の予想される運用プロファイルをサポートできる必要がある。	本船のメインエンジンを根本的に変更しないで、水素が利用できない場合は、エンジンを改造することなくディーゼル燃料に戻すことができる。船舶はディーゼルで走行し続けることができる。	ディーゼルエンジンを搭載しているため、充電要件は少なくて済む。その結果、バッテリー容量とそのサイズ縮小で、ポートや現場での充電が高速化される。	船舶の運航と港湾充電をサポートするためには、現場での大容量（～1/2MW）の洋上充電が必要になる。ただし、船舶が夜間に港に停泊しているため、港の充電容量は低くなっている可能性がある。



Decarbonization of offshore wind support
vessels webinar

洋上風力支援船の充電

洋上風力支援船の充電

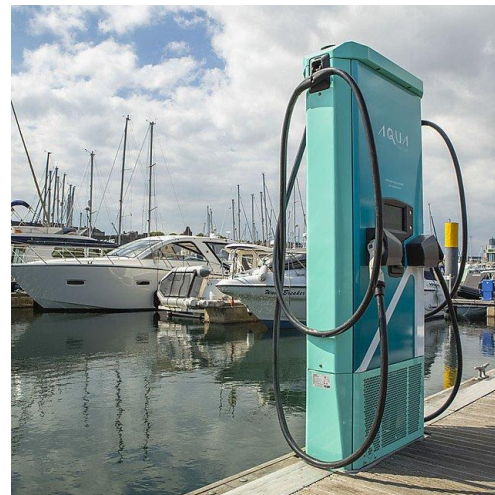


- 電機推進船への移行は、洋上風力発電所の運用を脱炭素化するための重要なステップである。ハイブリッド電機推進船や完全電機推進船の両方を最大限に活用するためには、陸上（港で）および洋上で風力発電所から直接充電できる能力が必要となる。
- 安全かつ信頼性のある洋上充電システムを開発、展開、実証することはチャレンジである。特に、解決策は塩水にさらされる表面や波の飛沫がかかるゾーン、そして時には空気中でも運用される必要がある。
- Oasis MarineやMJR Powerのような複数のコネクタ開発者が、CTV向けには最大2MW、SOV向けにはより大きい容量（約4MW）のソリューションに取り組んでいる。ただし、充電要件はCTVとSOVで異なる。
- OWA（Offshore Wind Accelerator）では、バッテリー駆動の電気推進船やハイブリッド電気CTVの充電を標準化するための推奨事項を提供することを目的とした「Offshore Charging Standardisation (OCS)」プロジェクトを実施し、（写真にあるような）標準的な洋上充電コネクタの設計基準を提供するために、標準化されたコネクター設計の概要を開発した。



CTVの港湾での充電要件

- 現在の開発作業は洋上充電に焦点を当てているが、将来的なハイブリッドおよび完全電動船舶に必要な電力設備を提供できるよう、港の充電能力をよりよく理解することが重要である。
- 現在、港におけるCTVの停泊場所には、16～32アンペア程度の小規模な陸上電源設備が設置されていることが多いが、これは部分的または完全にバッテリーで推進される新世代のハイブリッド船舶を充電するには十分ではない。
- ハイブリッドおよび電動船の数が大幅に増加する場合、その需要に対応するために、港の充電設備の大幅な開発が必要である。
- 需要の評価は困難であり、複数のステークホルダーの見解に基づいた十分に文書化された前提条件が必要である。
- 効果的なインフラのアップグレードには、ステークホルダーとの良好な協議と、地域のインフラ全体のエネルギー需要を理解することが求められる。
- 充電器や電力管理システムの分野ではいくつかの開発が進んでいるが、インフラをアップグレードするための主要な技術的障壁は現時点ではない。最大の障壁は、リスク（将来の需要の不確実性）と商業的な問題（誰がアップグレード費用を負担するか）である。



DC electric charging station - Plymouth Sound National Marine Park

Q&A

**Thanks for
listening**