

欧州における海運の脱炭素化に向けた研究開発動向

掲載誌・掲載年月：日本海事新聞 202010

日本海事センター企画研究部

主任研究員 森本 清二郎

研究員 坂本 尚繁

【ポイント】

- 欧州委員会は海運の脱炭素化に向けた研究開発を積極支援
- 欧州では社会実装を見据えた分野横断的な連携を展開
- サプライチェーン全体に係る連携・支援の拡充が重要

1. はじめに

外航海運では国際海事機関（IMO）の温室効果ガス（GHG）削減戦略に盛り込まれた 2050 年目標（08 年比で GHG 排出量 50%減）と脱炭素化の実現に向けて、30 年頃までに脱炭素技術を採用したゼロエミッション船の導入が必要との声が高まっており、そのための技術開発や実証研究が進められている。国内においても脱炭素化に向けた取り組みが競争力を左右するとの認識の下、技術オプションの絞込みに向けた検討が行われ、また、海外企業との共同研究を含む企業間連携が随所で進められている。

本稿では主力エンジンメーカーを抱えるなど世界有数の海事産業を擁し、また、温暖化対策に積極的な姿勢を強める欧州における海運の脱炭素化に向けた取組み状況を概観する。特に欧州では欧州委員会の補助事業ホライズン 2020 の下で革新技術の研究開発が進められており、海運関連プロジェクトも多く補助を受けている。本稿では、これらプロジェクトで主要なものを概観し、若干の考察を述べたい。

2. 欧州における海運脱炭素化プロジェクトの動向

(1) 主な研究開発プロジェクト

欧州における海運の脱炭素化に係る主なプロジェクトとして、以下のものが挙げられる。各プロジェクトの実施期間や予算規模、補助金については別表をご覧ください。

① E-ferry

バルト海のデンマーク・エーア島を中継地とする離島航路での電気推進フェリーの実証運航事業。4MW 大容量蓄電池を搭載し、省エネ船型と炭素繊維素材による軽量化を実現した中型貨客フェリー（積載能力は車 31 台・トラック 5 台及び旅客 147-196 人）の設計開発、建造及び実証運航を行う。1 回約 15-20 分の充電で中距離航路（最大約 20 海里）の運航を実証する。

デンマーク国内の補助事業であるグリーン・フェリー・ビジョンがベースとなっており、エーア市、デンマーク造船のソビー・ベルフト、デンマーク電気システムのダンフォスなどが参加する。

② HyMethShip

船上 CO2 回収技術を活用した水素キャリア（メタノール燃料）推進システムの開発と陸上での水素燃

料燃焼実験を行う実証事業。再生可能エネルギー（再エネ）由来の水素と二酸化炭素（CO₂）による合成メタノールを船上の膜反応器で水素と CO₂ に分離し、水素はエンジンで燃焼、CO₂ は回収・液化貯蔵する複合システムの研究開発を行う。回収した CO₂ は合成メタノールの原料として再利用する炭素循環システムの構築を目指す。プロジェクトでは膜反応器や CO₂ 回収システム、CO₂ 及びメタノールの貯蔵システム、水素エンジンなど要素技術の研究開発と陸上での水素燃料の燃焼実験（2MW エンジンを使用）、リスク・安全性評価や船種・運航ケース別の費用対効果の評価を行う。

大型エンジンの研究開発を行う LEC、欧州最大の応用研究機関とされるフラウンホーファー研究機構、グラーツ工科大学などの研究機関のほか、エクスマール、マイヤー・ベルフトなどが参加する。

③FLAGSHIPS

フランスとノルウェーで水素燃料電池船 2 隻の商用運航を行う実証事業。リヨンの押船とスタヴァンゲルの貨客フェリー（積載能力は車 60 台・トラック 6 台、旅客・乗組員 199 人）に各 600kw の水素燃料電池を搭載（前者は新造船、後者はレトロフィット）し、18 ヶ月の商用運航を行う。既存技術の活用により、燃料電池システムの資本費削減を目指す。2 隻とも再エネ由来の水素が供給される。

燃料電池大手のバラード、フェリー船社ノーレッド、欧州電気システム大手の ABB、ノルウェー船用機器大手のコングスベルグ・マリタイムなどが参加する。

④ShipFC

ノルウェーエネルギー大手エクイノールが同国船社エイデスビク・オフショアから用船するオフショア船にアンモニア燃料電池（2MW）を搭載し、実証運航を行う事業。燃料電池の大容量化、アンモニア燃料に対応可能な船舶及び陸上供給システムの開発、大型オフショア船へのシステム搭載に取り組む。24 年にはノルウェー沖で年間 3,000 時間の長距離運航の実証実験を行う。出力の 6-7 割（最大 9 割）をアンモニア燃料で賄う予定。

エイデスビク・オフショア、船用エンジン大手のバルチラ、燃料電池サプライヤーのプロトテック、エクイノールなどが参加する。

⑤FASTWATER

再エネ由来の合成メタノール焚きエンジンの開発及びレトロフィット搭載を行う実証事業。タグボート、パイロットボート及び沿岸警備艇でのレトロフィット搭載と実証運航、河川クルーズ船でのレトロフィット搭載設計を行い、広範な出力（200kW から 4MW）に対応可能なメタノール焚きエンジンシステムの有効性を確認する。プロジェクトでは合成メタノールのサプライチェーン構築を目指したメタノール燃料の製造及び供給、レトロフィット用エンジンシステムの商用化に向けたライフサイクル費用の分析、船員の訓練プログラム開発も行われる。

エンジンメーカーのアングロベルジャン、船用コンサルのスカンジナオス、アントワープ港、スウェーデン海事局、マイヤー・ベルフト、メタノール生産大手のメタネックスなどが参加する。

⑥TrAM

沿岸・内陸輸送用の電気推進船（旅客フェリー、貨物船、作業船）のモジュール設計・生産方式を開発

する実証事業。モジュール化による電気推進船の設計・生産コスト削減を目指す。モデル船とレプリカ船の設計開発を通じてモジュール設計・生産方式の有効性を確認する。モデル船の内、1隻は実際に20ノット超の高速旅客フェリーとして建造し、22年にスタヴァンゲルで実証運航を行う。電力プロバイダーや港湾管理者の参画の下、陸側供給インフラの整備も行う。

スタヴァンゲルを県都とするローガラン県がコーディネーターとなり、ノルウェー造船のフィヨルスランド、バルチラ、フラウンホーファー研究機構、英ストラスクライド大学などが参加する。

⑦HySeas III

水素燃料電池システムの開発・実証事業。技術の有効性が確認できればスコットランド自治政府の支援の下、水素燃料電池システムを搭載したプロトタイプ（貨客フェリー）の建造及び実証運航が行われる。船陸インターフェースの最適化や水素燃料フェリー普及に向けたビジネスモデルの構築（水素サプライチェーン構築を含む）も目指す。13年始動の第1期では水素燃料電池船の理論研究、14-15年の第2期では設計開発に向けた技術的検討が行われており、今回の第3期では英スコットランド北オークニー諸島の航路（片航約25分）で燃料電池を搭載した貨客フェリーの実証運航を目指す。

コングスベルグ・マリタイム、バラード、オークニー諸島協議会、英造船のファーガソン・マリン・エンジニアリングなどが参加する。

(2)欧州におけるプロジェクトの特徴

上記内容は網羅的ではなく、また、外航海運で中心となる大型船の長距離運航には不向きとされるバッテリー推進なども含まれるが、欧州でのプロジェクトの特徴として以下の点が挙げられる。

まず、予算規模と補助金の大きさが目を引く。ホライズン2020（14-20年）の総予算は約800億ユーロ（1ユーロ120円換算で約10兆円）、その後継事業であるホライズン・ヨーロッパ（21-27年）でも同様の予算規模が検討されるなど、欧州では気候変動対策及び脱炭素化に向けた社会変革を積極的に支援する体制が設けられており、海運の脱炭素化に向けた研究開発プロジェクトも多く支援を受けている。海運の脱炭素化に向けた企業連合であるゲッティング・ツー・ゼロ・コーリションの調査でも、脱炭素化に向けた実証研究開発プロジェクトは全世界で66件（補助事業は32件）ある中、欧州関連は42件（補助事業は29件）と欧州に集中している状況が確認できる。

次に、プロジェクト参加者を見ると海運・造船・船用など海事分野に加え、自治体・大学・研究機関・エネルギー・電気など幅広い分野にわたってステークホルダーが連携する形で進められている点が注目される。例えば、HyMethShipでは研究機関に多額の補助が行われており、燃料電池や水素生成、CO2回収など陸上で開発した技術を如何に海事に取り入れるかとの問題意識が伺える。ShipFCのようにサプライチェーン排出量の削減を目指す傭船者が主導する形で実証実験を進める形も事業モデルとして興味深い。

最後に、船舶関連の技術開発・実証実験に留まらず、サプライチェーン構築や商用化を見据えた安全性・経済性・環境性の評価検証を行うなど、現実の社会システムとして導入することを目指した取組みが行われている点が挙げられる。例えば、HySeas IIIはオークニー諸島の風力発電から得た余剰再エネ電力を水素に変換し活用する取組みの一環と位置づけられており、循環型地域経済モデルの構築に寄与する点がフォーカスされている。既に終了したE-Ferryでも運航コスト削減によって投資コスト増分が回

収できるとの経済性評価を基に、離島航路に経済的恩恵をもたらす点が指摘されている。他のプロジェクトでも、水素燃料の安全性に対する懸念解消を目的とした啓蒙活動や燃料取扱いに係る船員訓練プログラムの開発、安全基準の策定に必要な知見獲得など、社会実装を見据えた取組みを進めている点が特徴的といえる。

3. おわりに

欧州と同様、世界有数の海事産業を誇る日本においても脱炭素化に向けた研究開発の進展は重要であり、国内プロジェクトにおいても関係省庁・機関による補助が行われているが、これまで以上に海事分野さらには非海事分野のステークホルダーとの連携を含む支援拡充が重要になると考える。

新たなエネルギー基本計画の策定に向けた議論が始まる中、水素やカーボンリサイクルなど日本が得意とする技術の活用が益々重要となるが、これら再エネ技術の展開に際しては、水素・アンモニア輸送や炭素回収・有効利用・貯留（CCUS）に向けたCO₂輸送など、海事分野と親和性の高い事業領域の拡大も見込まれる。こうした国内産業の強みを活かしつつ、一方で国際的潮流を見据えたグローバル企業との連携を深めるなど、多面的な取組みが進むことを期待したい。

表 欧州における海運の脱炭素化に向けた研究開発プロジェクト

プロジェクト名	概要	実施期間	予算総額	補助金	参加者
E-ferry	4MW バッテリー推進フェリーの中距離航路(20 海里)実証運航	15 年 5 月～ 20 年 5 月末	2130 万ユーロ (約 26 億円)	1500 万ユーロ (約 18 億円)	エア市、ソビー・ベルフト、ダンフォスなど
HyMethShip	船上 CO2 回収を活用した水素キャリア(メタノール燃料)推進システムの開発及び陸上での水素エンジン実証実験	18 年 7 月～ 21 年 6 月末	930 万ユーロ (約 11 億円)	840 万ユーロ (約 10 億円)	LEC、フラウンホーファー研究機構、グラーツ工科大学、エクスマール、マイヤー・ベルフトなど
FLAGSHIPS	600kW 水素燃料電池船(押船・フェリー)の実証運航	19 年 1 月～ 22 年 12 月末	680 万ユーロ (約 8 億円)	500 万ユーロ (約 6 億円)	バラード、ノーレッド、ABB、コングスベルグ・マリタイムなど
ShipFC	2MW アンモニア燃料電池オフショア船の長距離(年間 3000 時間)実証運航	20 年 1 月～ 25 年 12 月末	1320 万ユーロ (約 16 億円)	1000 万ユーロ (約 12 億円)	エイデスビク・オフショア、バルチラ、プロトテック、エクイノールなど
FASTWATER	メタノール燃料エンジンの開発及びタグボート・パイロットボート・沿岸警備艇でのエンジン搭載・実証運航	20 年 6 月～ 24 年 5 月末	640 万ユーロ (約 8 億円)	500 万ユーロ (約 6 億円)	アングロベルジャン、スカンジナビア、アントワープ港、スウェーデン海事局、マイヤー・ベルフト、メタネックスなど
TrAM	バッテリー推進内航船のモジュール設計・生産方式の開発及びバッテリー推進高速フェリーの実証運航	18 年 9 月～ 22 年 12 月末	1470 万ユーロ (約 18 億円)	1170 万ユーロ (約 14 億円)	フィヨルstrand、バルチラ、フラウンホーファー研究機構、ストラスクライド大学など
HySeas III	水素燃料電池フェリーの実証運航	18 年 7 月～ 21 年 12 月末	1260 万ユーロ (約 15 億円)	930 万ユーロ (約 11 億円)	コングスベルグ・マリタイム、バラード、オークニー諸島協議会、ファーガソン・マリン・エンジニアリングなど

(注) 括弧内は 1 ユーロ 120 円換算の概数。

(出典) 欧州委員会ホームページなどを基に作成