

欧州における水素燃料電池船に関する調査

2015年3月

日本船舶輸出組合
ジャパン・シップ・センター
一般財団法人日本船舶技術研究協会

目次

1. はじめに.....	1
1.1. 方法論.....	1
1.2. 燃料電池技術.....	2
1.3. 関連政策.....	2
2. 海域で運航される船舶.....	5
2.1. Viking Lady (ノルウェー)	5
2.2. 212A 級潜水艦 (ドイツ)	7
2.3. 214 級潜水艦 (ドイツ)	8
2.4. ACCADUE (イタリア)	9
2.5. MFVÅGEN (ノルウェー)	10
3. 内陸水路を運航する船舶.....	12
3.1. NEMO H2 (オランダ)	12
3.2. FCS ALSTERWASSER (ドイツ)	13
3.3. HYDROGENESIS (イギリス)	14
3.4. Ross Barlow (イギリス)	15
3.5. HYDROGEN XPERIANCE & WECO (オランダ)	17
3.6. MARTI-ITU (トルコ)	19
3.7. FUEL CELL POWERED COBALT 233 ZET	20
4. その他の注目すべきプロジェクト.....	22
4.1. METHAPU プロジェクト (EU)	22
4.2. E4SHIPS プロジェクト (ドイツ)	22
5. 結論.....	24
6. 付録 船舶の概要.....	27

1. はじめに

この調査は、2014年度「船内騒音低減技術等に関する最新動向等調査」の調査の一部として実施されたもので、ヨーロッパにおける水素燃料電池を動力源として推進する船舶（以下、水素燃料電池船）についての概要を提供することを目的としています。調査対象となったのは、小型のプレジャーボートから大型商船、潜水艦等の各種タイプを含みます。

本報告は全3章に分かれています。最初の章では、海上で運航される船舶を取り扱います。第二章では、内水域で運航される船舶について取り上げます。各章では、各開発プロジェクトについて解説し、関係する組織やプロジェクトに対する公的支援があれば、それを記載しています。また、船舶の技術仕様の概要についても提供しています。調査で重点を置いたのは、海水塩分からの燃料電池の保護措置です。塩分は燃料電池内部の化学反応に影響を及ぼし、その性能を大きく低下させる可能性があることが知られています。その後、第三章では、それ以外の重要と考えられるプロジェクトについて2つ取り上げています。ここで言及される船舶はいずれも外洋船であり、燃料電池は推進用ではなく、補助電源用として設置されています。

最後に、結論ではヨーロッパでの水素燃料電池船に関する主な傾向の分析を行っています。附属書Iは、第一章と第二章で含まれる全船の簡潔な概要をまとめた一覧表となります。

1.1. 方法論

この研究で提供される情報は、さまざまなヨーロッパの言語で利用可能な文献の徹底的な分析及び船舶所有者、事業者、船級協会、または公的助成機関などの主要なプロジェクトの関係者からの聞き取り結果に基づいています。なお、聞き取りを行った関係者のうち、何社かは情報提供に積極的だったものの、逆に情報開示を渋られることもあったことは、水素燃料電池船の開発が、いかに高度な機密に関わっているという点で注目に値します。

たとえば、本調査のなかで最も注目すべき船舶である **Viking Lady** に使用されるフィルターの種類に関する情報を収集するために、多くの努力をする必要がありました。また、潜水艦の建造造船所は、担当した船級協会名を開示することすら難色を示しました。本報告では、細心の注意を払って各船舶で同水準の情報を提供するよう努めましたが、このような事情があったため、いくつかの船舶では困難でした。

1.2. 燃料電池技術

本報告には、種類の異なる燃料電池が出てきます。これらは直接水素を使用するものもあれば、メタノール、エタノール、天然ガスを含む他の水素源を使用するものもあります。

最も一般的な燃料電池は、固体高分子形燃料電池（PEFC 又は PEM、本報告では PEM を用いる。）です。不純物が膜に損傷を与えないように、PEM では直接水素燃料を使用し、高品質な燃料を使用する必要があります。PEM 燃料電池の改良版である高温 PEM 燃料電池（HT-PEM）は、他の水素源の使用に適しています。PEM と HT-PEM は、典型的には 200°C までの温度で動作します。

また、いくつかの船舶では、熔融炭酸塩燃料電池（MCFC）、および固体酸化物燃料電池（SOFC）を含む、より高い温度で作動する燃料電池が使用されています。これらは、典型的には 1,100°C までの高温で作動し、燃料の選択に関して柔軟性があります¹。

1.3. 関連政策

国際海事機関（IMO）と欧州連合（EU）は、船舶による環境影響を減らすことを目的としたさまざまな政策を実施又は計画しています。この点で、特に重要なのは、温室効果ガス（GHG）の排出と大気汚染物質の排出の削減に関するものです。EU はこの分野における国際的フロントランナーを自認しており、国際議論を先導するとともに、必要に応じて地域規制の導入も行っています。

¹ http://www.dnv.com/binaries/fuel%20cell%20pospaper%20final_tcm4-525872.pdf

EU は、海上輸送からの温室効果ガス排出量を、2005 年のレベルと比較して 2050 年までに 40%削減することを目指しています。この目標は、運輸部門の全体戦略を定めた欧州委員会の 2011 年白書²で設定されています。

この目標を達成するために、欧州委員会は 2013 年 6 月に EU 全域における CO2 排出量の監視・報告・検証 (MRV) システムの提案³を行いました。長期的には、MRV システムは、将来的なエネルギー効率改善手法として現在 IMO で議論されている経済的手法(MBM: Market Based Measure)の実施に貢献するものとなります。欧州委員会の提案によれば、CO2 排出量は、燃料消費データに基づいて計算されます。この提案に関する EU 議会と EU 理事会の間の合意は今年の終わりにも得られると見られています。

また、2014 年 10 月 28 日に代替燃料に関する EU 指令⁴は、EU の官報に掲載されました。この指令の目的は、欧州全域の代替燃料用の燃料補給拠点の構築を支援することです。海上輸送に関しては、同指令は海港については 2025 年末までに、内水港については 2030 年の終わりまでに、LNG 燃料の補給拠点を「適切な数」置くことを加盟国に求めています。加えて、必要に応じ、指令は、海港および内水港で 2025 年末までに船舶への電気供給を可能にするように加盟国に求めています。

最後に、燃料中の硫黄成分に関する EU 指令⁵では、加盟国に対し、MARPOL 附属書 VI の要件に沿って、2015 年 1 月 1 日以降、北海、バルト海、ドーバー海峡を対象に、2020 年以降は、すべての EU 海域において、燃料中の硫黄成分に関するより厳しい要件導入を定めています。

上記の政策では、燃料電池技術の開発を含め、ヨーロッパでの船舶運航に代替燃料の導入を推進することとされています。この目的の達成のため、必要に応じて EU 資金による代替燃料の導入支援策が講じられることとなります。

² <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:EN:PDF>

³ http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping/docs/com_2013_480_en.pdf

⁴ http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:LJOL_2014_307_R_0001&from=EN

⁵ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0033&from=EN>

燃料電池技術の普及は、海運における輸送再生可能な燃料の使用及び船舶推進の電気化、というより広い潮流にも適合しています。ただし、燃料電池技術が、より広い規模で普及するためには、一般的に、いくつかの重要なハードルを克服しなければなりません。現在の燃料電池システムは使用寿命が短く、大型でまた高コストです。また、船内での水素貯蔵の安全性に対する懸念⁶も残っている。もう一つの重要なハードルは、燃料補給インフラの欠如です。

⁶ http://www.safety4sea.com/images/media/pdf/DNV-GL_The_future_of_Shipping.pdf

2. 海域で運航される船舶

2.1. Viking Lady (ノルウェー)



出典 : <http://www.vikinglady.no>

<i>Main project partners</i>	DNV GL / Wärtsilä / Eidesvik
<i>Tonnage</i>	6,100 GT
<i>Dimensions</i>	Length: 62m Breadth: 21m
<i>Fuel cell</i>	330KW MCFC
<i>Maximum speed</i>	15.5kn

Viking Lady は、燃料電池を推進システムの一部として使用する最初の商用の海上航行船である。ノルウェーの船主 Eidesvik⁷に 2009 年に納入され、その燃料電池システム（現在はハイブリッドシステム）は、同船が北海のオフショア供給船としての通常の商業活動に就いている間に、実際に使用されテストされました。

Viking Lady の実験は、船舶用燃料電池を開発し実運航条件下で実証することを目的とした FellowSHIP 業界共同研究開発プロジェクト⁸に位置付けられています。プロジェクトには、非常に有名な DNV GL⁹、Wärtsilä¹⁰及び Eidesvik が参画し、FellowSHIP I、II、III という 3 つのフェーズで進められました。第四フェーズは、データのさらなるテストと検証に焦点を当て、現在準備が進められています。

フェーズ I (2003-2005) では、フィージビリティスタディ及び燃料電池の種類を選定が行われました。その結果、プロジェクト参加企業としてはドイツの MTU Onsite Energy¹¹社が選定され、同社の 330 KW MCFC パワーパックが採用されました。同パワーパックは、液化天然ガス (LNG) を燃料として動作しま

⁷ http://eidesvik.no/?lang=en_GB

⁸ <http://www.vikinglady.no>

⁹ <http://www.dnvgl.com>

¹⁰ <http://www.wartsila.com/en/Home>

¹¹ <http://www.mtuonsiteenergy.com/home/>

す。このフェーズの総予算は 2,000 万クロネで一部、欧州連合 (EU) からの資金援助がおこなわれています。

フェーズ II (2007-2010) は、船のシステムに燃料電池を統合し、技術の実適用及び実験を行いました。2010 年 7 月の時点で、システムの運転時間は 7,000 時間に達しています。プロジェクト参加企業は、既存の燃料電池技術は、船舶環境に正常に統合できると結論付けました。

ここで重要なことは、同船の燃料電池はガス電気推進システムの一部として作動することです。同船の推進システムは、ガス発電システム及び燃料電池の両方から電力供給を受けることになり、電力供給系が冗長化されることとなります。したがって、同船では、燃料電池は主電源や補助電源ではなく、補完的な電源として分類されています。

プロジェクト参加企業は、燃料電池の利点として電気効率は推定 44.5%であったことや、NO_x や SO_x と PM の排出が完全にゼロであることを挙げています。また、熱回収が有効にされたときに、全体的な燃料効率を 55%まで高められたことも分かりました。

フェーズ II は総予算は 9,350 万クロネで、ドイツの連邦経済技術省、the Research Council of Norway、イノベーションノルウェー、ユーレカネットワークから公的支援を受けました。

フェーズ III (2011-2013) は、カナダの Corvus Energy¹²社の電池管理システムを搭載するハイブリッドシステムが追加されました。同システムは 500kWh の容量を持ち、短時間であれば 5 MW を発生させることができます。ただし、プロジェクト参加企業は、本格的な実用システムとしては 2~3MWh が必要であるとして、今回のものはデモンストレーション用だと説明しています。電池は、固体高分子複合電解質を有するリチウムポリマータイプです。このハイブリッドシステムにより、15%の燃料消費量の削減を達成しました。プロジェクト参加企業である Wärstilä によれば、投資回収期間は 4 年以下であるとしています。

¹² <http://www.corvus-energy.com>

第 III フェーズは、総予算 3,700 万クローネで、Research Council of Norway からの 40 パーセントの補助金を受けています。

2.2. 212A 級潜水艦 (ドイツ)



出典 : <http://www.marine.de>

<i>Main project partners</i>	ThyssenKrupp Marine Systems / Siemens
<i>Tonnage</i>	1, 450 GT
<i>Dimensions</i>	Length: 56m Breadth: 7m
<i>Fuel cell</i>	306kW PEM
<i>Maximum speed</i>	Surfaced: 12kn Submerged: 20kn

ドイツで建造された「212A 級潜水艦」は、史上初の燃料電池動力の潜水艦です。同艦が燃料電池推進を使用する目的は、排気による環境影響を低減するためではなく、ノイズレベルを低減して敵による潜水艦の発見をより困難するためです。

現在、ドイツ海軍は 2005 年から 2007 年に就役した 4 隻の 212A 級潜水艦を保有し、来月には若干大型化された 2 隻の 212A 級潜水艦が就役予定です。これらの潜水艦は、キール近郊のバルト海に位置する Eckernförde の海軍基地に所属しています。

ThyssenKrupp Marine Systems¹³社の潜水艦部門は、すべての 212A 級潜水艦を建造しています。この潜水艦部門は、以前は「Howaldtswerke-Deutsche Werft GmbH (略称、HDW)」として知られていたため、2005 年に ThyssenKrupp Marine Systems 社の一部となった後も、時々 212A 級は HDW212A 級と呼ばれています。

¹³<https://www.thyssenkrupp-marinesystems.com/en/home.html>

212A 級潜水艦は、ディーゼル及び燃料電池によるハイブリッド推進システムを搭載しています。システムはシーメンス製の単一の 306 kWPEM 燃料電池が基礎となっています。このシステムは大気に依存しない、つまり非大気依存型推進（AIP: Air Independent Propulsion）です。燃料電池の動作に必要な酸素と水素の両方が艦内タンクに貯蔵されており、これらを補給する必要があります。このため、海水塩分による燃料電池の劣化問題は生じません。

ThyssenKrupp Marine Systems 及びドイツ海軍とともに、船級に関する情報開示については難色を示す又は不可とのことでした。

もともとは、212A 級潜水艦は輸出用ではありませんでしたが、1996 年にドイツとイタリアが覚書を締結し、ドイツによる協力の下、イタリアで建造されています。現在まで、イタリアでは「トダーロ級」と呼ばれる 2 隻の 212A 級潜水艦が 2006 年から 2007 年に就役しています。さらに 2 隻のトダーロ級が来年就役予定です。

Fincantieri は、212A 級潜水艦と同じ設計を使用して、イタリアのトダーロ級潜水艦を建造しています。推進システムについては、引き続きシーメンス製が使用されています。

2.3. 214 級潜水艦（ドイツ）



出典：<http://www.marinha.pt>

<i>Main project partners</i>	ThyssenKrupp Marine Systems / Siemens
<i>Tonnage</i>	1,842GT
<i>Dimensions</i>	Length: 67.9m Breadth: 6.6m
<i>Fuel cell</i>	2 x 120kW PEM
<i>Maximum speed</i>	Surfaced: 10kn Submerged: 20kn

214 級潜水艦は 212 級潜水艦の輸出用の派生型です。現在、3 隻の 214 級潜水艦が、ヨーロッパで運用されています。このうち 2 隻は、ポルトガル海軍、

1 隻はギリシャ海軍が運用しています。ThyssenKrupp Marine Systems は、ドイツでこれらの潜水艦のすべてを建造しています。また、ThyssenKrupp Marine Systems のギリシャの子会社である Hellenic Shipyards S.A. で建造された少なくとも 1 隻の潜水艦が来年就役予定です。また、韓国の現代重工業と大宇造船海洋が韓国で同艦を建造しているほか、トルコでも建造されています。

214 級潜水艦は、212A 級潜水艦よりもわずかに大型化しています。同艦も同様にディーゼル・燃料電池のハイブリッド推進システムを搭載しています。システムは、シーメンス社製の 2 組の 120 kW の PEM 燃料電池を使用しており、非大気依存型です。

2.4. ACCADUE (イタリア)



出典：

<http://www.veneziatecnologie.it>

<i>Main project partners</i>	Venezia Technologie S.p.a / ENI S.p.a. / Regione Veneto
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 7.5m Breadth: 2.5m
<i>Fuel cell</i>	2 x 5kW PEM
<i>Maximum speed</i>	Not available

Accadue は Venezia Technologie S.p.a¹⁴社によって建造された調査船です。同社は、革新的な素材や技術の開発に焦点を当て研究開発企業です。このプロジェクトは、2005 年にヴェネト県及びイタリアの環境大臣が立ち上げた、ヴェネツィアにあるマルゲーラ港における水素技術分野の研究開発構想の一環となります。

このプロジェクトの総投資額は 180 万ユーロで、ヴェネト県と民間企業である ENI S.p.a が均等に負担しています。同船はヴェネツィアラグーンの海洋環

¹⁴ Venezia Technologie S.p.a'社の株式は、イタリアの主要エネルギー会社である ENI S.p.a.社と Venice's Tecnology Park VEGA Scarl 社が半分ずつ保有している。

境下で、異なる構成の水素供給エネルギーシステム（HSES）の適用実験を行う目的で開発され、研究専用で建造されています。同船は、一般的にヴェネツィアラグーンで運航されている旅客フェリー（水上バス）と同様の運航サイクルで試験運航（規模は1／3）されており、「浮かぶ研究室」とみなされています。したがって、Accadue は汽水域で運用可能なように建造され、電気系への塩害を防止するためのフィルターを備えています。

船舶が小型であることから、造船所や機器メーカーは直接関与しませんでした。Venezia Technologie 社が地元のプレジャーボートメーカーから船舶を購入し、燃料電池推進に改造しています。同船は最大 12KW の 2 基の電気エンジンに電力を供給する、2 基の 5kW の PEM 燃料電池を備えています。

このプロジェクトは、イタリア船級協会（RINA）との密接な協力で実施された。RINA は実験室での試験を詳細にフォローし、実船試験の承認を与えた。ただし、これは船級承認のためではなく、研究目的のための協力であったことに留意すべきです。Venezia Technologie によれば、燃料電池船についての船級ルールやガイドラインは、イタリアには現在存在しません。

Accadue は 2009 年に進水し、ヴェネツィアラグーンで試験を実施しました。同船は現在稼働しておらず、新しい実証試験が 2015 年にも開始される予定でした。しかしながら、プロジェクトコーディネーターによると、政策立案者の関心が最近、他のタイプの方に移っているため、このプロジェクトは中止される見込みとなったとのことでした。

2.5. MFVÅGEN（ノルウェー）



出典：<http://www.scandion.no>

<i>Main project partners</i>	CMR Prototech, ARENA-Project (supporting the maritime cluster-)
<i>Tonnage</i>	4GT
<i>Dimensions</i>	Length: 10m Breadth: 3m
<i>Fuel cell</i>	12KW HT-PEM
<i>Maximum speed</i>	6kn

MFVågen はベルゲンの港で 12KW の HT-PEM 型燃料電池で作動する、小型の旅客船でした。プロジェクトは、産業クラスターを振興することを目的としたノルウェー政府の ARENA 計画によって開始されました。プロジェクトは、イノベーションノルウェー、Research Council of Norway、Lyse Energi 及びローガン県とホルダラン県から資金支援を受けています。

主要目的は、船用推進及び発電用燃料電池ベースのシステムの開発と実用化に焦点を当てたノルウェーの企業クラスターを創出することでした。同プロジェクトには MFVågen に関する基礎研究、実証と検証が含まれていました。

ノルウェー海事当局は、旅客乗船中は水素による運航を許可していません、さらに、完全な一般営業になると、混雑する港内における予期しない外部要因による不確実性があるとも、当局は言及しています。このため同船は、運航シーズン（2010 年夏）中は電気旅客フェリーとして運航せざるを得ませんでした。運航シーズン終了後に、水素と燃料電池の動作を含む完全なシステムの試験を実施しました。試験は FlorvågAskøy において、停船時間を含む 1 日の往復運航パターンを模したもので行われ、システムは非常にうまく機能しました。予定どおり金属ハイドライドの水素貯蔵タンク、電池、電気推進による燃料電池のエネルギー統合システムが作動し、試験は成功裏に終了しました。

プロジェクト参加企業は、水素を使用する旅客船を運航する際の適切なルールがなかったことが、プロジェクトの全体的成功を大きく損なったとしています。

プロジェクトリーダーの会社である CMR Prototech¹⁵ は現在、燃料として水素の可能性を船種別に評価するために、新しい準備プロジェクトに従事しています。CMR Prototech は、1MW を超える出力で、より大きなシステムが数年内に実現可能であるとの結論を得たいとしています。また、技術的な課題に加えて、既存のノルウェーの基準では水素燃料電池の旅客船が許可されないことが、実現の障害になっていることを強調しています。

¹⁵ <http://www.prototech.no/index.cfm>

3. 内陸水路を運航する船舶

3.1. NEMO H2 (オランダ)



出典： <http://www.lovers.nl>

<i>Main project partners</i>	Rederij Lovers / Alewijnse Marine Technologies / Marine Service Noord / Linde Gas Benelux Integral
<i>Tonnage</i>	90 GT
<i>Dimensions</i>	Length: 22.0m Breadth: 4.3m
<i>Fuel cell</i>	70kW PEM
<i>Maximum speed</i>	8.7kn

NEMO H2 はアムステルダム（オランダ）の運河で、持続可能で気候中立的な観光を整備するための努力の一環である。同船は、主に淡水で主に運航されています（運河システムの部分は、汽水が含まれている）。NEMO H2 は観光ツアーを提供するために、アムステルダムの最大の海運会社の一つである Rederij Lovers によって運航されています。同船は 2011 年に運航開始し、定期運航されています。

5 社の参加企業によって構成される Fuel Cell Boat¹⁶ と呼ばれるコンソーシアムが同船を建造しました。参加企業は Rederij Lovers のほか、電気系を担当する Alewijnse Marine Technologies、機械系を担当する Marine Service Noord¹⁷、および水素の供給を担当する Linde Gas Benelux です。Alewijnse Marine Technologies、Marine Service Noord と Scheepswerf De Kaap 社は共同で建造しました。また、Marine Service Noord が燃料電池発電システム、水素貯蔵システム、水素分配システムの設計、製作、設置を担当しています。コーディネーションとコミュニケーションの会社であるインテグラル社がの全体調整を担当

¹⁶ <http://www.lovers.nl/co2zero/>

¹⁷ <http://www.marine-service-noord.nl/en/news>

しました。オランダ経済省は、外局である SenterNovem¹⁸を通じて、100 万ユーロの助成金を拠出し、本プロジェクトを支援しています。

同船は水素のみを燃料として使用して、70kW の PEM 燃料電池を備えています。現時点では、このタイプの船舶をさらに建造する予定はありません。また、現在のところ燃料電池によって運航されていますが、水素燃料の供給問題を抱えており、同船にバッテリーを設置して、ハイブリッド船又は純電気船に改造する計画があります。

3.2. FCS ALSTERWASSER (ドイツ)



出典：

<http://www.elbdampfer-hamburg.de>

Main project partners	Hamburg's Department for Urban Development / Alster Touristik GmbH / Germanischer Lloyd / Linde Group
Tonnage	72GT
Dimensions	Length: 25.5m Breadth: 5.4m
Fuel cell	48kW PEM
Maximum speed	8kn

FCS Alsterwasser は、EU が資金提供した「ゼロエミッション船 (ZEMSHIPS)」プロジェクトによって開発されました。プロジェクトは環境プロジェクトに焦点を当て、EU の LIFE 補助金プログラムから資金提供を受けました。総事業費は 580 万ユーロで、EU の LIFE 補助金プログラムの拠出は 240 万ユーロとなっています。

本プロジェクトは、2006 年 11 月から 2010 年 4 月まで実施されました。船のオペレーターである Alster Touristik GmbH 社が FCS Alsterwasser の設計要件を指定し、地元の造船所 SSB Spezialschiffbau Oortkaten が建造を担当しました。船級協会の Germanischer Lloyd は、関連する船級規則及び関連する技術安全要

¹⁸ <https://www.senternovem.nl/sustainableprocurement/>

件を開発しました。また Linde グループは、FCS Alsterwasser のために特別に水素充填ステーションを開発しました。

FCS Alsterwasser の PEM 燃料電池は、燃料電池製造に特化した Proton Motor GmbH 社によって開発され、出力は 48kW です。FCS Alterwasser は、短距離の遊覧船として、アルスター、ハンブルクの中心を通るエルベ川の支流で運航されます。同船は淡水で運用されるため、海水塩分からの保護は必要ありません。

FCS Alsterwasser は Alster Touristik の船隊ではありますが、報道¹⁹によれば、2013 年以降は定期的に運航されていません。その理由としては、Linde グループが、専用の水素充填ステーションを費用対効果の観点から閉鎖したことが考えられます。現在、充填ステーションに代わる代替策の検討が行われています。

3.3. HYDROGENESIS (イギリス)



出典：

<http://www.bristolgreencapital.org>

<i>Main project partners</i>	Bristol Boat Trips / Number Seven Boat Trips / Auriga Energy
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 11m Breadth: 3.6m
<i>Fuel cell</i>	12kW PEM
<i>Maximum speed</i>	10kn

Hydrogenesis は、英国初の水素推進フェリーです。2010 年には、ブリストル市議会は Green Capital Initiative の一環として、22 万 5 千ポンドを投じて水素推進旅客フェリーの実現を委託しました。同船は Bristol Hydrogen Boats²⁰によって設計、建造された。最初の運航が 2013 年 2 月に開始され、フェリーは 6 ヶ月の試験運航の後、2013 年 7 月で営業運用に移された、フェリーは、

¹⁹ <http://www.hzwei.info/blog/2014/09/30/das-brennstoffzellen-schiff-alsterwasser-liegt-still/>

²⁰ Bristol Hydrogen Boats は the Directors of Bristol Boat Trips 及び Number Seven Boat Trips、Auriga Energy によって構成される地域的なコンソーシアムである。

リストルで Temple Quay と SS Great Britain の間を毎日 6 時間で定期運航を開始した。

フェリーの定員は乗客 12 人、乗員 2 人の定員で、長さ 11 メートル、幅 3.6 メートルです。動力は水素燃料電池のみから供給されています。PEM 燃料電池のメーカーは、Auriga Energy 社です。電装関係は Bristol Marina で行っています。

同船は淡水で運用されるため、海水塩分からの影響は問題となりませんでした。ただしフィルターを適正に装着して、電気系への悪影響を防げば、Hydrogenesis も海水環境で航行することができます。

ボート自体は Weston super Mare boatyard で建造され、HPi 検証サービス及び KIWA 英国から CE マークを取得しています。この認証は、EU レクリエーションクラフト指令²¹ (94/25/EC、2003/44 / EC にて改正²²)、EU 圧力機器指令 97/23 / EC²³及び GL 発行の船用燃料電池システムの使用のためのガイドライン²⁴に基づいて行われました。

ブリストル市議会は現在では、英国初の商用水素推進船への助成をしていますが、フェリーの営業は継続されています。

3.4. Ross Barlow (イギリス)



出典：

<http://www.sciencedaily.com>

<i>Main project partners</i>	University of Birmingham / EMPA Switzerland
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 16m Breadth: ca. 2m
<i>Fuel cell</i>	Power of fuel cell not available PEM
<i>Maximum speed</i>	Not available

²¹ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0025&from=en>

²² <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0044&from=en>

²³ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:01997L0023-20130101&from=EN>

²⁴ http://www.gl-group.com/infoServices/rules/pdfs/gl_vi-3-11_e.pdf

イギリスのバーミンガム大学は、スイスの研究機関 EMPA と共同で、2006 年に Protium 共同プロジェクトを開始した。同プロジェクトは、大学の戦略研究基金及び同窓会からの資金提供を受けました。チームはまた、内陸水路を管理する British Waterway 公社から標準的な運河保守管理用ボートの提供を受けました。水素貯蔵システムは、EMPA スイスから供給された。大学は米国 ReliOn²⁵ 社から 1kW の PEM 燃料電池を購入し 26 大学構内でボートを建造した。

2007 年 9 月には、バーミンガムの運河にボートを進水させましたが、いまだ試運用であり、旅客運送は認められていません。したがって、同船は定員 15 名でデモンストレーションや移動のために使用されています。英国の運河を運航する限りは、燃料電池は空気中の塩分に対する特別な保護は必要とされません。

ボートはまだ船級協会からの認証を受けていないが、建造中及び完成後に、大学の安全担当部署と定期的な協議をしており、何度もボートを訪船確認しています。大学の健康及び安全担当理事も、水素及び燃料電池の安全性について協議をしました。最後に、英国海洋沿岸警備隊と British Waterway Boat Safety Scheme は、ボートとその設備を訪船確認し、その結果をフィードバックしています。

Protium プロジェクトに取り組んだ大学チームは、設計改善した 3kW の PEM 燃料電池の新しいボートを開発したいと考えています。Ross Barlow 運河ボートは今でもまったく問題なく稼働しますが、スピードが遅いため悪天候下では、運航限界に達することも良くあります。

長期的な究極の目標は、内陸水路で運航される船舶すべてのエネルギー源を、炭素を含まない形態の一次エネルギーだけから製造される水素に転換することです。

²⁵ <http://www.relion-inc.com/default.asp>

3.5. HYDROGEN XPERIANCE & WECO²⁶ (オランダ)

Hydrogen Xperiance



出典 : <http://www.waterstofnet.eu/>

<i>Main project partners</i>	Unitron Group / DutchCell / Praxair / Helios Center
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 7.3m Breadth: 2.30m
<i>Fuel cell</i>	2kW PEM
<i>Maximum speed</i>	4kn

WECO



出典 : <http://www.waterstofnet.eu/>

<i>Main project partners</i>	Unitron Group / DutchCell / Praxair / Cellcraft
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 6.4m Breadth: 2.4m
<i>Fuel cell</i>	5kW PEM
<i>Maximum speed</i>	5kn

Hydrogen Xperiance and WECO プロジェクトは「Waterstofregion Vlaanderen-Zuid-Nederland²⁷」と呼ばれる地域間プロジェクトの一部であり、予算総額は1,400万ユーロです。オランダ政府、フランダース政府、EU および業界が、このプロジェクトに協力、参加してきました。なお、資金のうちのどれぐらいが、ここの燃料電池プロジェクトに充当されたかは分かりませんでした。

Hydrogen Xperiance は、もともと水素燃料電池が搭載されていたロングボートである。地域間プロジェクト「Waterstofregion Vlaanderen-Zuid-Nederland」は、電子機器、ケーブルや水素タンクの改良を含む最新の技術進歩に対応した推進システムへの改良に支援を行いました。

²⁶ <http://www.waterstofnet.eu/toepassingen/maritiem.html>

²⁷ <http://www.waterstofnet.eu/waterstofnet/over-waterstofnet.html>

WECO は、かつてディーゼル電気推進システムで作動していたロングボートです。地域間プロジェクト「Waterstofregion Vlaanderen-Zuid-Nederland」では、同システムを水素で作動させるためにボートを改造することにした。究極の目標は、バッテリー及び燃料電池を効率的に作動させるためのモジュールを開発するとともに、安全システムを構築することです。なお、長さ 6~11 メートル程度のロングボート市場では、水素推進の商品性について関心もたれている状況です。

Hydrogen Xperiance と WECO プロジェクトは 2014 年に開始され、現在オランダのゼーラント州、汽水湖である Veerse Meer で 500 時間の実験がされる予定です。実験終了後に、新たな船舶を建造するかどうかを決定する予定です。プロジェクト開始時には問題が生じましたが、いずれも解決されて現在では良好に作動しています。

Hellios Centre と Cellcraft は、Hydrogen Xperiance と WECO のエンジンを各々製造しました。Unitron は、エンジニアリング、建造、艀装を担当しました。Praxair²⁸は水素を供給します。Kiwa²⁹は、両方の船舶を船級を担当しました。

²⁸ <http://www.praxair.com/gases/buy-compressed-hydrogen-gas-or-liquid-hydrogen>

²⁹ <http://services.1kiwa.com/energy-products/fuel-cell>

3.6. MARTI-ITU (トルコ)



出典： <http://www.tvymarine.com>

<i>Main project partners</i>	Istanbul technical University/ Hydrogenics
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 8.3m Breadth: 3.2m
<i>Fuel cell</i>	8kW PEM
<i>Maximum speed</i>	7kn

MARTI-ITU 水素旅客ボートは、国連工業開発機関（UNIDO）の支援を受けるイスタンブール水上タクシープロジェクト³⁰の一部でした。

イスタンブール工科大学（ITU）は、この船のスタートアップコンペに勝利し、イスタンブール市と UNIDO から資金を受け取りました。研究チームは、水素ボート及び水素製造地上基地を建設する計画でした。

プロジェクトは 2007 年に開始され、ボートは Hydrodynamic 造船所で 2011 年に建造され、Hydrogenics³¹製の 8KW PEM 燃料電池を推進用に搭載しています。船級協会では、Turkish Lloyd 及び GL がこのプロジェクトにアプローチしてきましたが、船はまだ認証を取得していません。

ボートの定員は乗客 6 人、乗員 2 人です。イスタンブールのボスポラス海峡で運航するように設計されています。燃料電池は、波しぶきから保護するために容器内に配置されています。

このプロジェクトに取り組んだ学生は、燃料供給ステーション設置前に卒業してしまったため、燃料供給ステーションが設置され、それを操作する新しい学生又は企業が現れるまで、ボートは大学の人工湖（淡水）で係留されています。

³⁰ http://www.unido.org/fileadmin/import/84774_ICHET_04_MANAS.pdf

³¹ <http://www.hydrogenics.com/>

3.7. FUEL CELL POWERED COBALT 233 ZET



出典 : <http://www.zebotec.de>

<i>Main project partners</i>	zebotec GmbH Brunnert-Grimm AG
<i>Tonnage</i>	Not available
<i>Dimensions</i>	Length: 7.1m Breadth: 2.6m
<i>Fuel cell</i>	26kW PEM
<i>Maximum speed</i>	32kn

ドイツ企業の zebotec GmbH 及びスイスの造船所 Brunnert-Grimm AG は公的支援を受けずに共同で燃料電池推進 COBALT 233 ZET を開発し 2007 年に発売しました。

ゼロエミッション技術に特化した小規模のエンジニアリング会社である zebotec 社によって開発された 26 kW の PEM 燃料電池が COBAL 233 ZET を駆動します。ボートには、シーメンス製の 120kW 電気エンジンと PEM 燃料電池を組み合わせた、ハイブリッド推進システムが装備されています。この組み合わせでは、搭載されている電池はピーク電力のためだけに使用されます。ボートの最高速度は 32kt に達します。

ボート自体は Cobalt Boat 社（米国）によって建設された後、Brunnert-Grimm 造船所で改造されました。zebotec と Brunnert-Grimm の両方がボートが運航されるドイツ南部のボーデン湖の沿岸に所在しています。ボートは、淡水域で運航され、海水からの保護は必要ありません。GL は、関連する船級規則に基づいて燃料電池の安全性を評価しました。

COBALT 233 ZET は 2007 年に建造されました。現在、燃料電池推進システムは zebotec と Brunnert-Grimm のカタログには残りますが、現時点では需要はありません。この点について、zebotec 役員のフランツライヘンバッハは、対応する燃料補給インフラが存在しないことを指摘しています。これは顧客自

身がポートだけでなく、関連する燃料補給インフラ整備まで負担しなければいけないことを意味します。

4. その他の注目すべきプロジェクト

4.1. METHAPU プロジェクト (EU)

EU が資金提供する「商船用再生可能メタノールベースの補助電源システムの検証 (METHAPU)」プロジェクトの枠組みの中で、Wallenius Wilhelmsen の自動車トラック運搬船 (PCTC) である MV Undine は、補助動力用として燃料電池システムが装備されました。このプロジェクトは、本調査の直接的な対象ではないものの、海事用の燃料電池システムの開発への寄与の観点から重要であると考えられます。

METHAPU プロジェクトは、2006 年から 2010 年の間実施され、EU の第 6 次研究枠組み計画 (FP6) から資金提供を受けた。総事業費は 190 万ユーロで FP6 からは 100 万ユーロの支援を受けている。主要プロジェクト参加企業は、バルチラ (燃料電池メーカー)、ワレニウスウィルヘルムセン (トライアルが実施された MV ウンディーネを運航する海運会社) のほか、ロイドレジスターと DNV (プロジェクト設計および船級認証を担当する) でした。

プロジェクトでは、通常運航中に 5 ヶ月の間、MV Undine 搭載の 20 kW の SOFC 燃料電池システムの実験が行われました。SOFC の燃料電池システムは、メタノールを使用しています。燃料電池システムは、海水面から約 35 メートルの高さにある MV Undine の上甲板上に設置されました。

4.2. E4SHIPS プロジェクト (ドイツ)

e4Ships³² プロジェクトは、燃料電池を使用する大型外洋船のエネルギー供給を改善することを目的としています。燃料電池によって生成されたエネルギーは現在のところ推進のためには使用されないことから、厳密には本調査の対象外プロジェクトですが、比較して重要だと思われるため、以下にいくつかの詳細を示します。

³² <http://www.e4ships.de>

本プロジェクトはドイツの「国家イノベーション計画 水素と燃料電池技術 (NIP) ³³」から 50 パーセントの資金援助を得て実施されています。狙いは、研究開発に加えて、大規模な実証プロジェクトをサポートすることです。全国組織である「水素と燃料電池技術 (NOW) ³⁴」が NIP を調整、管理します。交通デジタルインフラ連邦省 (BMVI) が全体を管轄しています。

e4Ships は 2010 年に開始され、いくつかのモジュールで構成されています。作業はまだ進行中 (現在、計画は 2016 年まで) ですが、これまでのところ、準備作業の段階です。

- Pa-X-ell モジュールはクルーズ船 (AIDA クルーズ船である可能性が高い) に、高温 PEM 型燃料電池を設置し、分散発電・発熱を行うことを目的とする。当初は 30 kW の実証器が設置されます。最終的には、このシステムは、120kW に増強される予定です。プロジェクトリーダーは、MEYER Shipyard³⁵ 造船所。
- SchIBZ サブモジュールは、外洋航行商船用の 100kW の SOFC 型燃料電池に使用することを目的とする。設置後は、試験は 12 ヶ月の期間内で実行される。このモジュールのプロジェクトリーダーは ThyssenKrupp³⁶。
- 最後に、Toplaterne モジュールは、横断的調整役として、船用燃料電池使用の、生態学的、技術的および経済的評価を行うことを目指しています。すべてのプロジェクトパートナーが、このモジュールに関与しています。

e4Ships はさらに、2015 年に両方の船舶に技術を導入したいと考えており、加えて、河川クルーズ船の推進に使用される燃料電池の更なるプロジェクトが計画段階にあります。

³³ <http://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Artikel/UI/UI-MKS/national-hydrogen-and-fuel-cell-technology-innovation-programme-nip.html?nn=37150>

³⁴ <http://www.now-gmbh.de/en/home.html>

³⁵ http://www.meyerwerft.de/en/meyerwerft_de/index.jsp

³⁶ <http://www.thyssenkrupp.com/en/index.html>

5. 結論

本報告では、小型プレジャーボートから調査船、オフショアサプライ船、外洋を航行する潜水艦に至るまで、ヨーロッパでの水素燃料電池船の概要を説明しました。

この調査の一般的な結論は、数多くの水素燃料電池推進船のプロジェクトが、欧州で行われていることです。これらのプロジェクトのかなりの部分は、大学や船用燃料電池導入に関する専門知識を持つ小企業（例えば MFVågen、Ross Barlow、Maruti-ITU）が関わる小規模で、しばしば実証目的のプロジェクトです。これらのプロジェクトでは、商業化が間近ということはありませんが、将来的な普及のための理論的知識と実践的経験を獲得することに繋がります。これらのプロジェクトの大半は公的資金を受けています。注目すべき例外は、補助金の助けを借りずにボーデン湖（ドイツ、スイス）湖畔にある2つの会社が開発した燃料電池 COBALT 233 ZET です。

第二に、中・小型客船はより数が少ないものの、主に内水域において現在も運航されています（例えば NEMO H2、Hydrogenesis、FCS Alsterwasser）。これらのケースでは、必要な燃料補給インフラは、ほとんどのプロジェクトの経済性を損なうように見えるにもかかわらず、採算性を確保して運用されています。技術的な観点からも、これらの船舶は好調に稼働していると言えます。

さらに、少数の外洋航行船が存在しています。例外的な事例としては、燃料電池ハイブリッド推進システム（燃料電池、ガス電気推進、電池）を使用しながら、オフショアサプライ船として商業的に運航されている **Viking Lady** でしょう。また、海域で運航される船舶のため、海水飛沫による汚染からの燃料電池の保護は多くの場合、重要な課題として認識されていますが、**Viking Lady** の場合は、この問題は、単に通常の空気フィルターを使用することによって解決できました。ここで注目すべきなのは、このプロジェクトが、燃料電池の船舶への適用に関して、明らかに先行しているノルウェーで行われたということです。

非常に興味深いことに、燃料電池の最も信頼性の高い大規模な使用は、現在のところ潜水艦で行われています。ここでは、環境配慮ではなく騒音低減の目的から導入されています。一般に、軍事技術には過酷な技術及び運用上の要求を満たすための高水準の信頼性と性能が求められますが、潜水艦の建造造船所が、こういった厳しい要求をクリアしていることは特記すべきです。また、潜水艦用に開発された燃料電池システムでは、大気からの水素及び酸素を獲得するのではなく、水素及び酸素を補給する閉鎖系を採用していることにも留意すべきです。

上記実態やドイツの海事クラスター内で進められているかなり際立った取り組みである e4Ship プロジェクトの背景には、燃料電池の船舶への適用に関する高い関心と取り組みがあるといえます。一方で、採算性が確保できた過去のプロジェクトは限られているのも事実であり、将来のプロジェクトは e4Ship プロジェクトと同様に、いきなり推進用として使用するのではなく、まずは補助電源として用いるステップから始めるのも一案といえます。これは、燃料補給インフラの不足による採算性の不確実性に由来する各種リスクを低減する点でも有効です。

最後に、多くの場合、対象船が小型であることもあり、燃料電池船には、国の安全基準が適用可能であるものの、現行基準をどのように適用していくのかの検討や、こういった船舶に合わせた新基準の策定をすべき当局の対応は遅々としたものとなっているのが実態です。その結果として各国で一般的な基準のパッチワーク的適用が行われており、各国で取り扱いが異なる事態を招いています。水素燃料電池船に係る欧州規則が策定されれば、プロジェクトの計画を策定するのも容易になるでしょう。この関連では、EU の旅客船安全指令³⁷

(2009/45 / EC) の見直し計画はインパクトがあるかもしれません。ZEMSHIPS (ゼロエミッション船) で開発されたものが基礎となっており、まだ正確な見直し項目は検討中とされていますが、対象を船の長さが 24 メートル以下の旅

³⁷ http://europa.eu/legislation_summaries/transport/waterborne_transport/tr0021_en.htm

客船及び鋼船以外に広げるとも言われており、将来、EUはこの分野での重要な規制当局となる可能性があります。

6. 付録 船舶の概要

Vessel				Project			Operation					Manufacturer		Power source			Technical specifications		Safety		Source
Vessel name	Flag state	Type of vessel	Entry into service	Name of project	Additional information on project	Total cost of project Subsidies to project (Source & Amount)	Total or regular if not, planned route?	Planned commercial route?	Geographical area	Type of water	Other information on status quo	Shipyard	Manufacturer of engine / fuel cell	Fuel cell only or hybrid If hybrid, what other power source?	Type of fuel cell	Protection from seawater (if applicable)	Dimensions Length Power of passenger, if applicable Power of fuel cell and engine Maximum speed	Classification society and/or Certification body	Operational restrictions? Also operational guidelines?	Source	
RCSA Hildewasser	Germany	Passenger ferry	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	€32 million EU LIFE Programme, €1.4 million	Yes	No	North Sea	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 25m, Breadth: 7m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2 https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-3 https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-4		
Cobalt ZB32E	Germany	Passenger boat	2007	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	Not available n/a	Total	No	Lake, Coastal	Fresh water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens / Alcatel Submarine Networks	Hybrid	PEM	Yes	Length: 7.1m, Breadth: 2.6m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		
USV, USZ, USZ & USZ (Class 212A Submarine)	Germany	Submarine	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	approx. €400 million n/a	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 30m, Breadth: 7m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2 https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-3 https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-4		
Salvatore Totaro & Sora (Class 212A / Totaro Class Submarine)	Italy	Submarine	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	approx. €400 million n/a	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 30m, Breadth: 7m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2 https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-3 https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-4		
HS Patrolboats MSP Tiberis & MSP Argos (Class 214 Submarine)	Italy	Patrol boat	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	approx. €400 - 500 million n/a	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 37m, Breadth: 6.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2 https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-3 https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-4		
Accatut	Italy	Patrol boat	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	Wider Hydrogen fuel stack: € 20 million of which € 1.5 million for the vessel for wider project: Veneto Region, € 5 million; Italian Ministry of Government, € 1 million	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 7.5m, Breadth: 2.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Maximum speed not available	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		
Wing Lady	Italy	Patrol boat	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	Phase 1: € 2.4 million (wider project); Phase 2: € 2.1 million (wider project & secondary); Phase 3: € 4.4 million (wider project & secondary); Phase 4: € 1.1 million (wider project & secondary); Total: € 10.0 million	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 7.5m, Breadth: 2.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Maximum speed not available	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		
Nevo H2	Italy	Patrol boat	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	€3 million Dutch Ministry of Economic Affairs (Vergoeding Nederland), €1 million	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 22m, Breadth: 4.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		
Hydrogen Experience	Italy	Patrol boat	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	Part of wider project: "Wider project: Veneto Region, € 5 million; Italian Ministry of Government, € 1 million"	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 7.5m, Breadth: 2.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		
WED	Italy	Patrol boat	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	Part of wider project: "Wider project: Veneto Region, € 5 million; Italian Ministry of Government, € 1 million"	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 7.5m, Breadth: 2.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		
MARCO TULLIO	Italy	Patrol boat	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	Total cost not available 1.4m of Municipality and the EU Industrial Development Operation, amount not available	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 8.5m, Breadth: 2.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		
Rosa Boreas	Italy	Patrol boat	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	Total cost not available Strategic Research Fund of the University and Alumni Office, amount not available	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 10m, Breadth: 2.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		
Hydrogenia	Italy	Patrol boat	2017	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	€ 250,000 Bari City Council, total cost	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 1.1m, Breadth: 0.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		
MF Vigas	Italy	Patrol boat	2010	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Project aims to build an eco-friendly and modern ferry fleet in the North Sea region.	€ 1.1 million Veneto Region Council	Yes	No	Sea water	Sea water	REACT - Rebuilding of Coastal Shipping in the North Sea Region	Siemens	Hybrid	PEM	Yes	Length: 1.1m, Breadth: 0.5m Above water: 140000 Below water: 100000 Fuel cell: 200kW, Engine: 1200kW Subtotal: 320kW, Storage: 30kWh	Information not available	Information not available	https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region https://www.rcsa.de/en/press-releases/2017/08/01/reakt-rebuilding-of-coastal-shipping-in-the-north-sea-region-2		

この報告書はボートレースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

欧州における水素燃料電池船に関する調査

2015年（平成27年）3月発行

発行 日本船舶輸出組合

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-15-12

日本ガス協会ビル3階

TEL 03-6206-1663 FAX 03-3597-7800

JAPAN SHIP CENTRE (JETRO)

MidCity Place, 71 High Holborn,

London WC1V 6AL, United Kingdom

一般財団法人 日本船舶技術研究協会

〒107-0052 東京都港区赤坂2-10-9 ラウンドクロス赤坂

TEL 03-5575-6426 FAX 03-5114-8941

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

