

欧州における脱炭素化・再生可能燃料の 動向について

2026年3月

一般社団法人 日本中小型造船工業会
一般財団法人 日本船舶技術研究協会

はじめに

船舶からの炭素排出は、地球温暖化の主な原因のひとつであると考えられている。国際海事機関（IMO）は、船舶からの排出は世界の温室効果ガス（GHG）排出量の約3%に相当すると推定している。船舶からの温室効果ガス排出の削減を目指し、IMOが2050年までに「生産井から航跡まで」（well-to-wake）の船舶からの炭素排出量を「ゼロ又はほぼゼロ」に削減する目標を掲げたネットゼロ枠組み（Net Zero Framework）は、「海事規制の最も重要な政策転換のひとつ」とであるとされていた。

しかしながら、2025年10月、IMOがネットゼロ枠組み提案の全会的な投票を延期したことにより、この動きは後退し、全IMO加盟国による投票は現時点では2026年末に予定されているものの、今後の動向は不透明となっている。

一方、地域的な規制当局は、船舶からの温室効果ガス削減への努力を続けており、特に欧州連合（EU）はこの分野において非常に活動的で、EU海域における船舶からの温室効果ガス排出削減に向けた数々の政策と規制を導入している。ただし、海運は世界単一市場であるため、地域的な船舶の温室効果ガス排出規制は、長期的な国際規則の代用とはならず、地域によって異なる規則は、海事関係者のコンプライアンスを困難にする。

このような状況を踏まえ、船舶からの炭素排出量削減への努力が続けられており、船社、港湾管理局、エネルギー製造企業、バンカリング企業、その他の船用燃料サプライチェーン関係者は、船舶の低炭素燃料への将来的な需要に対応する準備を進めているが、国際基準の欠如、整合性のない地域規制、IMOのゼロ枠組みの採択時期と動向の不透明さから、将来的な燃料計画は困難となっており、現在の状況では、再生可能燃料プロジェクトへの投資リスクはさらに高まっている。

このような背景のもと、欧州の船用燃料需要に影響するEU及び欧州各国の現行及び提案されている政策・規制、欧州における再生可能燃料製造プロジェクト、大手海運企業の再生可能燃料導入とサプライチェーン構築に関する活動、欧州のエネルギー企業の再生可能燃料生産システムの構築等について調査を実施したところ、再生可能燃料についての今後の方向性を検討する際の一助となれば幸いである。

ジェトロ・ロンドン事務所（ジャパン・シップ・センター） 船舶部
（一般社団法人日本中小型造船工業会 共同事務所）
ディレクター（船舶部長） 佐藤 将登

目 次

1. 欧州及びアフリカの船用燃料転換政策と規制	1
1.1 IMO のネットゼロ枠組み提案	1
1.2 EU MRV 規則	3
1.3 IMO のエネルギー効率指標と炭素強度指標	4
1.4 EU の船舶排出上限と取引システム	5
1.5 FuelEU Maritime	8
1.6 RePower EU	12
1.7 欧州グリーンディール「Fit for 55」	12
1.8 ノルウェーの船舶排出規則	13
1.9 英国の船舶排出削減戦略	15
1.10 EU 各国の船舶排出削減政策	18
1.11 アフリカの船用燃料からの排出に対する炭素税	19
2. 欧州の再生可能燃料生産プロジェクト	22
2.1 欧州の再生可能燃料生産能力	22
2.2 欧州委員会のサステナブルな輸送への投資計画	24
2.3 グリーン及びブルーアンモニアの生産	25
2.4 バイオ燃料の生産	35
2.5 グリーン及びブルー水素の生産	41
2.6 バイオメタノール及び e-メタノールの生産	47
2.7 再生可能燃料の輸入	52
3. 海運会社の再生可能燃料サプライチェーン構築計画	55
3.1 A.P. Moller-Maersk	55
3.2 MSC	57
3.3 CMA CGM	59
3.4 Hapag-Lloyd	61
3.5 Wallenius Wilhelmsen	62
3.6 UECC	64
3.7 Capital Clean Energy Carriers	66

4. エネルギー企業の船用再生可能燃料及び LNG 供給戦略	68
4.1 EDF	68
4.2 Engie	70
4.3 Total Energies	71
4.4 Shell	73
4.5 BP	75
4.6 E.ON	77
4.7 Enel	77
4.8 Iberdrola	79
4.9 Naturgy	80
4.10 Ørsted	81
4.11 Equinor	83

1. 欧州及びアフリカの船用燃料転換政策と規制

1.1 IMO のネットゼロ枠組み提案

IMO が現在検討中の温室効果ガスの排出基準と価格体系は、正式に採択された場合、国際海域における船舶からの炭素排出を制限する総合的な枠組みとなる。同枠組みでは、使用燃料の年間平均の燃料 GHG 強度（GFI）を規制する制度及びゼロエミッション燃料船の導入促進制度（経済的インセンティブ）という 2 種類の手法を導入している。

同枠組みの準備は、IMO が海運の脱炭素化戦略を採択した 2018 年に開始された。当初の IMO 戦略では、国際海運からの平均 CO₂ 排出量を、2008 年レベルと比較して「2030 年までには少なくとも 40%、2050 年までには 70%削減」し、国際海運からの温室効果ガスの年間総排出量を 2050 年までに少なくとも 50%削減することを目指していた。

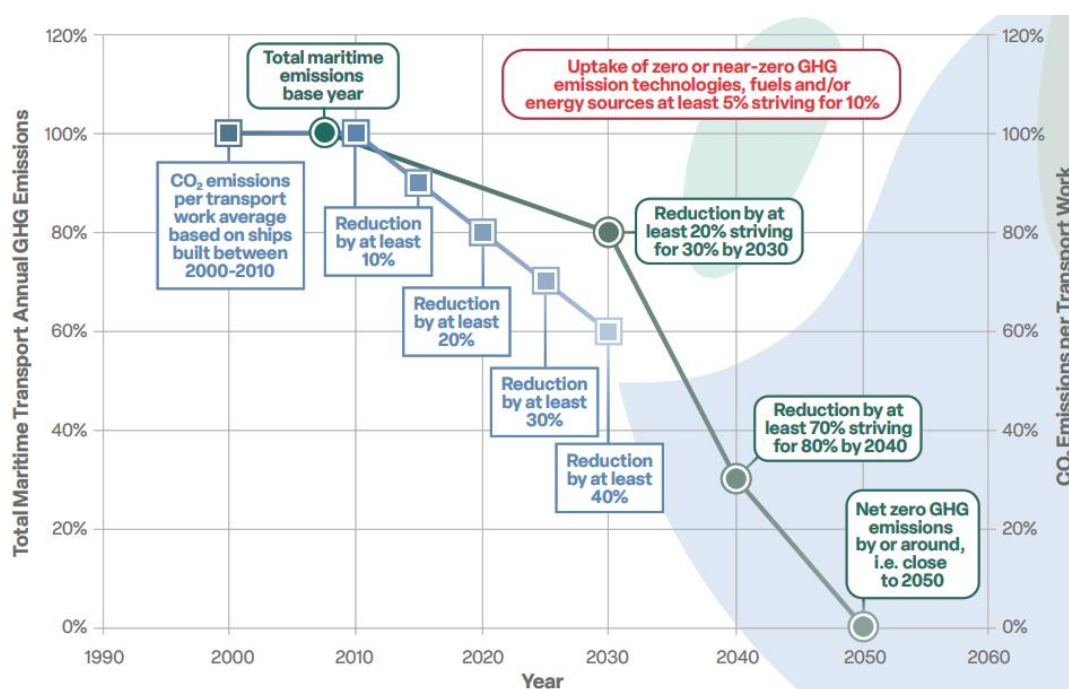


図 1 IMO 温室効果ガス戦略の排出削減目標

出所: IMO

2023 年には、「2050 年頃までに国際海運からの温室効果ガスのネットゼロエミッションを達成するという共通目標の強化及び 2030 年までにゼロエミッション及びほぼゼロエミッションの代替燃料の導入を確実にするためのコミットメント」を含む戦略改訂案が採択された。改訂された戦略では、「2030 年及び 2040 年時点の指標チェックポイントとして、（1）国際海運からの温室効果ガスの年間総排出量を 2008 年レベルから 2030 年までに 30%削減を目指し、少なくとも 20%削減、（2）国際海運からの温室効果ガスの年間総排出量を 2008 年レベルから 2040 年までに 80%を目指し、少なくとも 70%削減する」と規定している。

2023 年改訂戦略では、IMO は「削減達成のために開発される手法は、（1）船用燃料の温室効果ガス強度の段階的削減を規定する目標ベースの船用燃料基準を含む技術的

要素、(2)海運からの温室効果ガスの価格設定に基づく経済的要素の双方を含むべきである」と述べている。この二つの要素の制度設計は、IMOの海洋環境保護委員会(MEPC)が担当している。

提案された経済的要素には、ネガティブ、ポジティブ両方の経済的インセンティブが含まれている。規制案では、船舶の航海中の燃料消費量から算出される「生産井から航跡まで(well-to-wake)」の温室効果ガス排出量を測定した船舶からのCO₂排出量の国際的法的拘束力のある上限を定めている。排出上限へのコンプライアンスの度合いにより、経済的なプラス(恩恵)になるかマイナス(罰金)になるかを決定する。目標上限よりも排出量の少ない船舶にはプラスとなる。罰金からの収入は、ゼロエミッション又はほぼゼロエミッション燃料のリワードメカニズムと「公正で公平な転換」のために利用される。

IMOによると、このシステムは「市場主導型海運クリーン化促進策」となる。温室効果ガス削減のための経済的インセンティブは、1トンのCO₂の排出削減のための現在の価格を反映した「クレジットユニット(信用単位)」を利用したものとなる。各船舶の排出量が記録され、規定された上限値を超えたCO₂を排出する船舶は、上限値を超えたCO₂のトン数に相当するクレジットユニットを支払う義務がある。運航者が十分なクレジットを持たない場合には、CO₂排出取引市場でクレジットユニットを購入することも可能である。規定された上限よりも排出が少ない船舶は、同様にクレジットユニットを獲得し、余ったユニットは「預金」するか取引市場で売却することができる。

クレジット取引制度は、排出量の少ない船舶が生み出したクレジットを、排出量の多い船舶のオーナーに売却するという手法である。各船舶には、(1)他船から余剰ユニットを購入する、(2)既に「預金」している余剰ユニットを使用する、(3)IMOのネットゼロ基金を通じて取得したユニットを使用する、という選択肢を提供する。

IMOのネットゼロ基金は、排出の負担金を徴収するために設立される。その収入は、(1)排出量の少ない船舶へのリワード、(2)発展途上国のイノベーション、研究、インフラ、公正な転換へのイニシアティブ、(3)IMO温室効果ガス戦略を支援するトレーニング、技術移転、能力開発への資金、(4)脆弱な国への悪影響を緩和するために利用される。

2025年4月、海洋環境保護委員会は、2023年温室効果ガス戦略を実施するための基準と規則の提案パッケージと船主が管理下にある船舶からの温室効果ガス排出を削減するためのインセンティブを最終決定し、承認した。その後同委員会の提案パッケージは、検討のためにIMO全加盟国に提出され、海運脱炭素化のためのネットゼロ枠組みを協議する2025年10月の臨時会合において採択が予定されていた。しかしながら、提案された草案への同意が不足していたため、投票は延期された。IMOは、臨時会合から1年後に再度臨時会合を開催する意向である。

海洋環境保護委員会が提案している規則は、IMO加盟国に正式に承認された後、MARPOL条約の一部となる。しかしながら、2025年10月の臨時会合で提案の採択が行われなかったため、国際レベルでは海運からのCO₂排出の規制は、引き続きされていない。ネットゼロ枠組み構築の遅れは、海事セクターのステークホルダーに困惑と不透明さを与えている。船舶運航者、燃料製造者、バンカリング企業、その他の再生可能

エネルギーサプライチェーン関係者は、枠組みの採択は再生可能エネルギー技術と関連インフラへの投資本格化のシグナルであると考えていた。国際的な法的拘束力のある温室効果ガス枠組みの導入時期（あるいは実現そのもの）の不透明性は、船隊計画やインフラへの投資に関する決定を減速させている。

一方、各地域の規制当局も、船舶からの温室効果ガス削減への努力を行っている。特に欧州連合（EU）はこの分野において非常に活動的で、EU 海域における船舶からの温室効果ガス排出削減に向けた数々の政策と規則を導入している。EU は、新たに打ち出した政策である **FuelEU Maritime** で、温室効果ガス強度目標とコンプライアンス体制を導入し、船舶にも EU の排出上限と排出取引システムの適用を進めている。しかしながら、EU 規則は EU 法が及ぶ範囲内の活動のみに適用され、全ての国が含まれる訳ではない。

英国は、国内海運に適用される温室効果ガス排出規則を 2026 年 7 月に導入する計画である。これには英国排出取引制度内の国内海運が含まれ、2028 年からは国際海運に従事する船舶は排出量の 50% に英国排出取引制度の炭素価格が適用される。地域規制が国際的な混乱を招く例として、EU 政策とは異なり、英国は「生産井から航跡まで（well-to-wake）」ではなく、「タンクから航跡まで（tank-to-wake）」ベースで排出を算出する。また、英国と EU の排出取引制度のクレジットは互換性がない。

ノルウェーは、2025 年 4 月、同国の世界遺産であるフィヨルド海域を航行する旅客船への新たなゼロエミッション要求を採択した。2026 年からは、10,000 総トン未満の旅客船は、フィヨルド海域航行中に二酸化炭素またはメタンを直接排出しないエネルギー源を使用することが義務化される。これよりも大型の客船には、同様の要求が 2032 年から適用される。

海運の国際性を考えると、地域的な船舶の温室効果ガス排出規制は、長期的な国際規則と基準の代用とはならない。地域によって異なる規則は、海運業者を含む海事セクターの炭素排出削減計画を困難にする。

欧州の船用燃料転換に影響する地域及び国レベルの現行または提案されている政策と規則の概要を以下に述べる。

1.2 EU MRV 規則

2018 年以来、海運会社は、欧州経済領域（EEA）内で前年に海運に従事した同社管理下にある各船舶からの排出量を監視し、報告する義務がある。報告書には、温室効果ガス排出量、燃料消費量、航行距離、航行時間、積載貨物など「EU の温室効果ガス報告システムである THETIS-MRV（Monitoring, Reporting and Verification）を通じて責任を持つ管理機関である欧州委員会及び（当該船が EU 加盟国を旗国とする場合は）旗国の管理当局に排出報告書を提出するために必要な情報」が含まれている。

2024 年からは、海運会社は「EU 排出取引システム向けに MRV 海事規則に基づくデータに基づく全船舶の総排出量の報告に含まれる追加データを含む企業ごとのデータ」の提出を求められている。この目的のためには、ひとつの監視・報告プロセスのみである必要があるが、EU 排出取引システムで報告されたデータは、MRV 海事規則で報告されたデータ（温室効果ガス排出量や航海範囲など）と幾分異なる場合があり、また

EU 排出取引システム指令に制定された適用される例外とは異なる場合がある。図 2 に MVR の実施スケジュールを示す。

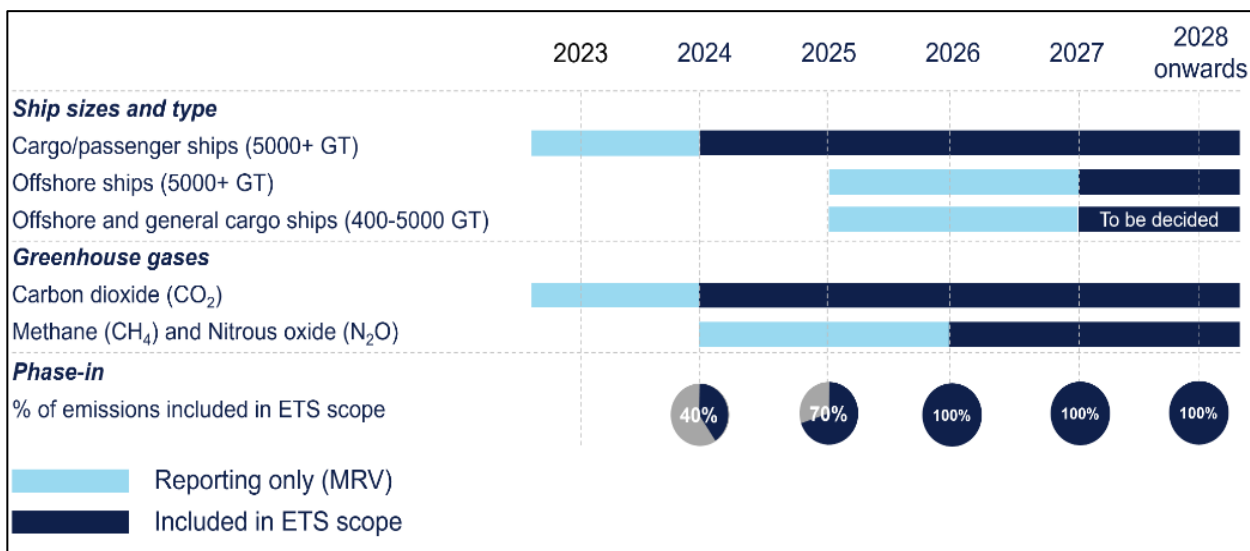


図 2 EU MRV 規則の実施スケジュール

出所: DNV

海運会社は「検証された排出量報告書を期限内に提出し、同規則の適用範囲内で活動に従事する船舶が船内にコンプライアンス書類（DoC）を保持している場合」に MRV 海事規則を遵守していることとなる。コンプライアンス書類は DNV などの独立機関が発行し、当該船の排出量データが EU 規則を満たしていることを証明する。この証明書は発行後 18 か月間有効で、欧州経済領域内への航行、領域内の航行、領域外への航行を含む航行に従事する船舶が、EU 港に到着時または出航時に規則を遵守していることを管理当局に証明するために、船内に保持しなければならない。

1.3 IMO のエネルギー効率指標と炭素強度指標

2023 年 1 月以降、MARPOL 条約附属書 VI により、船舶はエネルギー効率及び年間運航炭素強度指標（CII）と CII 格付けを算出するために既存船エネルギー効率指標を（Energy Efficiency Existing Ship Index : EEXI）を計算することが義務付けられている。CII は、温室効果ガス排出量を航行距離と貨物輸送量にリンクさせている。これらの IMO 排出量指標は、EU 排出取引システムの炭素価格設定と FuelEU の燃料排出量規制に関連している。IMO は、規制当局、港湾管理当局、その他のステークホルダーが、船舶が高い CII 格付けを達成するためのインセンティブを提供することを奨励している。

IMO によると：

船舶の既存船エネルギー効率指標（EEXI）は、基準値と比較した同船のエネルギー効率を示している。次に EEXI は、エネルギー効率設計指標（EEDI）基準値に対するパーセンテージで示される適用可能な削減係数に基づいて、要求さ

れる EEXI と比較される。400 総トン以上の船舶は、船種や船舶のサイズによって設定された異なる値に従って EEXI を計算する。各船の計算された EEXI 値は、同船が最低限のエネルギー効率基準を満たしていることを証明するために、要求される EEXI 値以下でなければならない。

CII は、船舶が特定の格付けレベル内で運航炭素強度の連続的な改善に必要な年間削減係数を決定する。実際に達成した年間運航 CII は書面に記録され、要求される年間運航 CII と比較検証される。これにより運航炭素強度格付けが決定される。

船舶の CII に基づいて、同船の炭素強度は A、B、C、D、E に格付けされる (A が最良)。同格付けは、性能レベルが非常に良い、少し良い、普通、少し悪い、非常に悪いことを示す。性能レベルは「コンプライアンス宣言」(Statement of Compliance) に記録され、同船の船舶エネルギー効率管理計画 (Ship Energy Efficiency Management Plan : SEEMP) にさらに詳細が記載される。

連続した 3 年間に D 格付け、また 1 年間に E 格付けの船舶は、要求される C 格付け以上を達成するための改善計画を提出しなければならない。

低炭素燃料を使用する船舶が化石燃料を使用する船舶に比べて高い格付けを得られることは明白であるが、格付けを改善するためには多くの方法がある。例としては、摩擦抵抗を低減するための船体洗浄、速力と航路の最適化、低消費電力電球の使用、居住区サービス用の太陽光または風力支援装置の搭載などである。

IMO は、管理当局、港湾管理局、その他のステークホルダーが、船舶が A または B 格付けを達成するためのインセンティブを提供することを奨励する。

出所: IMO, EEXI and CII - ship carbon intensity and rating system

初回の年間 EEXI 及び CII 報告は 2023 年に完了し、2024 年には最初の格付けが与えられた。IMO 海洋環境保護委員会は、今後数年間に EEXI と CII の枠組みの再評価を行う計画である。2026 年には、同委員会はクルーズ船の環境リスク指標 (cgHRS : cruise green Hazard Risk Score) の作成を完了し、IMO の炭素強度/エネルギー効率枠組みと IMO ネットゼロ枠組みのシナジーを確保する提案を検討する。炭素強度/エネルギー効率枠組みのさらなる変更は、特定数の反対がない限り設定された時期に発効するという「タシット方式 (tacit acceptance)」により採択されると予想される。

1.4 EU の船舶排出量上限と取引システム

EU は、2024 年に欧州海域を航行する船舶からの CO₂ 排出量の上下と取引システムを導入した。上限は排出許容量 (アラウアンス : allowances) として示され、1 アラウアンスは 1 トン相当の CO₂ を排出する権利である。船舶運航者は、与えられたアラウアンスを超える CO₂ を排出してはならない。アラウアンスを超えた場合には、罰金が科される。排出量が与えられたアラウアンス以下の場合には、余剰の CO₂ 排出アラウアンスを取引することができる。図 3 にそのシステムを示す。

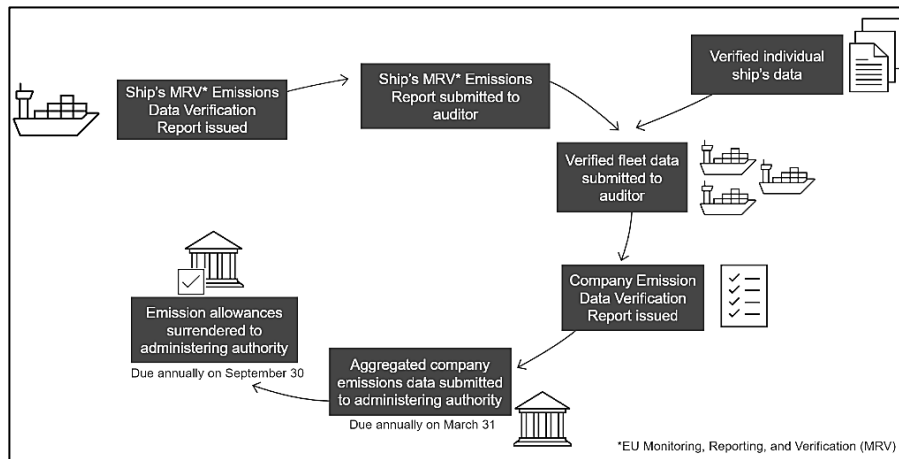


図3 EUの炭素排出量取引システム

出所: C. H. Robinson

欧州委員会によると：

EU 排出取引システム（EU ETS）でカバーされている企業は、EU に登録された同社の排出量に対応する EU アラウアンスを放棄（使用）しなければならない。例えば、ある企業が報告期間中に EU ETS 指令の範囲内の 10,000 トンの CO₂ を排出した場合、同社は翌年 9 月 30 日までに 10,000 アラウアンスを購入し、放棄しなければならない。排出アラウアンスはオークションにかけられ、企業はセカンダリーマーケット（流通市場）を通じて売買することができる。

同システムは、企業が最もコスト効果の高い方法で排出量を削減する柔軟性を提供する。企業は排出削減の努力をするか、または排出量を支払い続ける（すなわち排出に相当するアラウアンスを放棄する）ことを選ぶことができる。

EU ETS でカバーされている海運会社は、年間排出量の認可された監視・報告計画を保持しなければならない。海運会社は管理下にある各船舶の排出量報告書及び企業レベルの排出量報告書（ETS への報告のための船舶データの集計）を毎年提出しなければならない。

各年のデータは、翌年 3 月 31 日までに認定検証者により検証されなければならない。データ検証後、企業は同年 9 月 30 日までに相当数のアラウアンスを放棄（使用）しなければならない。

排出アラウアンスは、EU 及び EU 加盟国が同システムの運用を委託している欧州エネルギー取引所（European Energy Exchange : EEX）のオークションを通じてプライマリーマーケット（発行市場）で購入することができる。アラウアンスを 2 者間または金融機関が提供する様々なデリバティブを通じてセカンダリーマーケット（流通市場）で購入することも可能である。

出所: 欧州委員会

デンマーク商務庁は、排出量のための支払いが実際に行われていることを保証するために、ETS 規則における執行手続き及び EU 加盟国の執行権限を以下のように明確化している。

アラウアンスの支払いを行わない海運会社は、要求されたアラウアンスの支払いに加え、CO₂換算 1 トンにつき 100 ユーロ（インフレ修正）の排出罰金を支払わなければならない。罰金を科された企業名は公表される。

EU 加盟国は、排出削減に効果的で公平な追加的罰金を設定することができる。さらに、ある企業が報告期間中に 2 年以上続けて支払い義務を怠り、また他の強制措置が同企業の法遵守に失敗した場合、同企業の船舶の入国港が位置する EU 加盟国の権限当局は、当該企業に意見を提出する機会を与えた後、当該船に追放命令を下すことができる。実際には、当該企業がその義務を果たすまで、EU 加盟国は同船を拘留することとなる。

出所：デンマーク商務庁

EU アラウアンスの取得方法には以下のような選択肢がある。

オークション EU アラウアンスは、EU の代理で欧州エネルギー取引所（EEX）が年に数回開催するオークションにおいて固定価格で購入できる。企業がこのオークションに参加するためには、欧州委員会に登録する必要がある。

取引 EU アラウアンスは、ブローカーまたはオンライントレーディングプラットフォームを通じてセカンダリーマーケットで売買することができる。様々な取引所や店頭市場での取引が可能で、価格は需要と供給に応じて変動する。

先物 EU アラウアンスは将来のために保管しておくことも可能である。これは船舶運航者が将来的に排出量の増加を予想し、増加分を相殺するために十分なアラウアンスを保持したいと考える場合に有効である。2013 年 1 月 1 日以降に発効した EU アラウアンスは将来的な支払いに有効で、支払いに使用されるまでは失効しない。

出所：DNV

船舶運航者が ETS 指令を遵守するためのコスト（追加的な管理コスト、排出量の検証コスト、EU アラウアンスの支払いなど）は、バリューチェーンを通じて関係者に転嫁されると考えられる。これに関し、DNV は以下のように述べている。

船社のアラウアンスのコストは、バリューチェーン内のステークホルダー間の商業契約に含まれる可能性が高い。

BIMCO（バルティック国際海運協議会）は、アラウアンスコストに関連する取引の決済は契約の標準条項に含めることを提案している。これは船舶の用船によって発生する温室効果ガス排出による影響から船主を守る措置である。

同条項では、船主と用船者は年間を通じて協力し、関連する全てのデータ及び情報を迅速に共有して規制当局に提出する排出許容量の計算を行い、用船期間中のコンプライアンスを確実にする。これらのデータは、商業的義務を定義する基礎として検証されなければならない。

出所：DNV

EU ETS 規則は船舶の船籍に関係なく適用され、船舶運航者は、当該船が EU 港間の航海に従事しているか、または EU 港と非 EU 港間の航海に従事しているかによって、同船が排出する CO₂ のトン数に応じた補償を義務付けている。同規則が適用される船舶は、5,000 総トンを超える貨物船、旅客船、オフショア船である。EU 加盟国に加え、ETS 指令はノルウェーとアイスランドにも適用される。

EU ETS 規則は、CO₂ に加えてメタン、亜酸化窒素の排出にも適応範囲を広げた。同システムは、図 4 に示すように、船種ごとに異なる段階的な導入スケジュールが定められている。

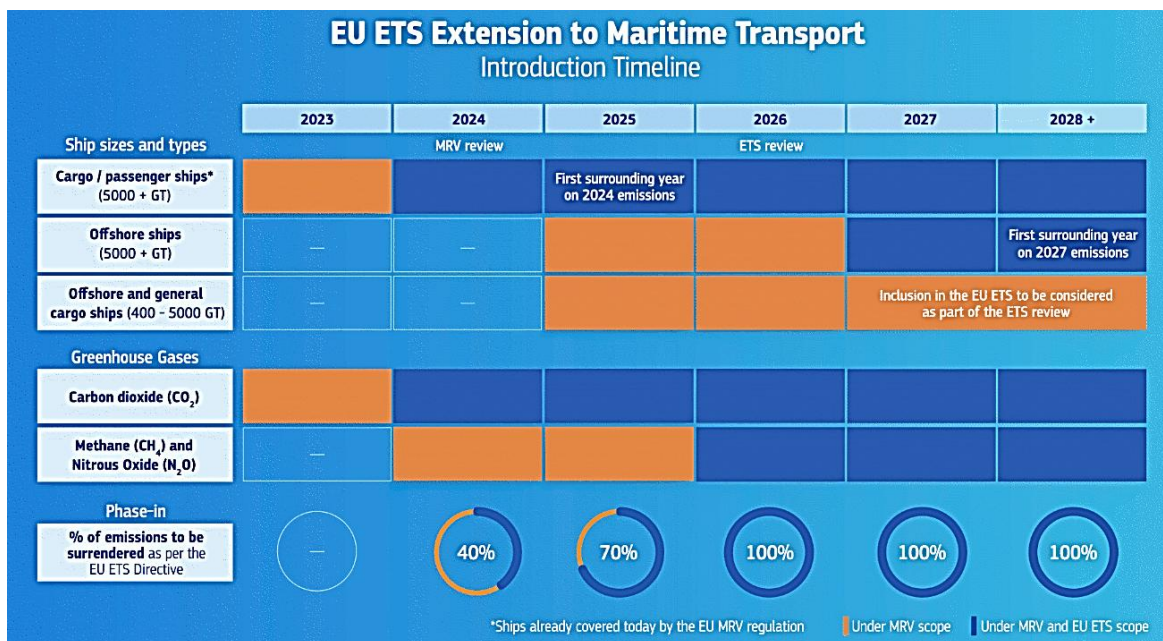


図 4 EU ETS の段階的導入スケジュール

出所：欧州委員会

2026 年 1 月、スウェーデンに本拠を置くグローバルなフェリー産業協会である Interferry は、EU 排出取引システムの海事セクターへのさらなる導入を直ちに中止するように求めた。同協会は、同システムは陸上輸送には適用されないため、海上輸送にとって非常に不利で、不平等であると主張している。さらに、e 燃料や電化への投資に対する資金補助制度がないため、排出取引システムから徴収された資金は EU 加盟国の国庫に流れるとしている。

1.5 FuelEU Maritime

FuelEU Maritime は、2025 年 1 月に発効した EU 規則である。同規則は、EU 域内で事業に従事する船舶の消費エネルギーの平均温室効果ガス強度に関する要件を定めている。FuelEU Maritime は、船舶が消費するエネルギーの年間温室効果ガス強度の上限を段階的に引き上げることにより、再生可能な船用代替燃料の需要とゼロエミッション技術の採用を促進する。

温室効果ガス強度は、「生産井から航跡まで (well-to-wake)」の排出予測に基づいたエネルギーユニット (gCO₂e/MJ) 当たりの温室効果ガス排出量として算出され

る。この well-to-wake 排出量は、船舶の動力として使用される船内エネルギーからの排出量に加え、燃料の採掘、栽培、製造、輸送に関連した排出量を含める。算出の基準値は、2020 年時点の船隊の平均 well-to-wake 温室効果ガス強度である 91.16 gCO_{2e}/MJ である。この数値は 2025 年以降段階的に引き下げられ、削減率の要求は 2050 年まで 5 年ごとに引き上げられる。そのパーセンテージは、2025 年までに 2%、2030 年までに 6%、2035 年までに 14.5%、2040 年までに 31%、2045 年までに 62%、2050 年までに 80% である。

温室効果ガス強度の要求は、EU または EEA 内の航海と寄港時に使用されたエネルギーの 100%、EU または EEA の港へのまたは港からの国際航海に使用されたエネルギーの 50% に適用される。

また、FuelEU Maritime は、2030 年以降、旅客船とコンテナ船は関連港湾において 2 時間以上の停泊中には陸上電力を使用することを求めている。2035 年 1 月 1 日以降は、旅客船とコンテナ船は陸上電力供給設備のある全港湾において陸上電力に接続しなければならない。

FuelEU Maritime では、各船舶は規制上限に比例した温室効果ガス強度に基づいたコンプライアンスバランス（残高）を与えられる。バランスがプラスの場合は、当該船は規則の遵守基準を上回っている。バランスがマイナスの場合は、当該船は規則を遵守していない。FuelEU Maritime のコンプライアンスメカニズムは、バランスをゼロに調整するために、排出量の貯金（Banking）、借入（Borrowing）、共同利用（Pooling）というオプションを提供している。図 5 に FuelEU Maritime のコンプライアンスメカニズムの 3 オプションを示す。

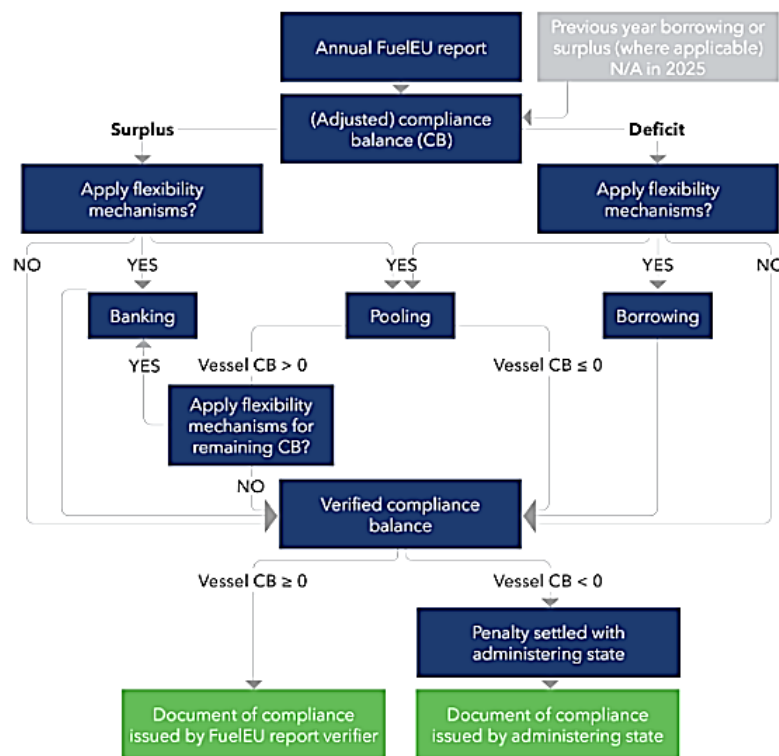


図 5 FuelEU Maritime コンプライアンスメカニズム

出所: DNV, FuelEU Maritime – flexibility mechanisms and pool verification

ノルウェーの法律事務所 Sands は、3 つの柔軟性オプションに関連する要求事項を以下のように説明している。

貯金 (Banking) – 貯金の条件は、FuelEU Maritime の 20 条に規定されている。コンプライアンスバランスがプラスの船舶は、余剰分を将来のために「貯金」することができる。貯金は、コンプライアンス証明書が発行される前に検証者により検証され、承認されなければならない。貯金された余剰分は、他の船舶に譲渡することはできない。同一の船舶のみが余剰分を使用することができる。貯金は 1 年、2 年またはそれ以上の連続した年に実行可能で、貯金された余剰分は失効することがない。

借入 (Borrowing) – 借入の条件も、FuelEU Maritime の 20 条に規定されている。マイナス（赤字）は温室効果ガス上限の 2% 以下でなければならない。赤字の少ない船舶（上限の 2% 以内）は、翌年のバランスからの「借入」が可能である。借入額は、10% の追徴金とともに翌年に返済しなければならない。船舶は 2 年連続して借り入れはできない。借入は検証期間中の 4 月 30 日までに検証されなければならない。

共同利用 (Pooling) – 第 3 の柔軟性オプションである共同利用は、FuelEU Maritime の 21 条に規定されている。複数の船舶がそれぞれのコンプライアンスバランスを同一企業内または複数の企業（船主に加え、異なる船舶管理企業を含む）で共有し、コンプライアンス基準を超えている船舶が、コンプライアンスを満たしていない船舶の補償を行うことができる。バランスの共同利用は、報告期間中の 4 月 30 日までに FuelEU Maritime のデータベースに登録し、承認されなければならない。共同利用に参加する船舶数に制限はない。しかしながら、船舶 1 隻のコンプライアンスバランスは、同一報告期間中に複数の共同利用グループ（プール）に登録することはできない。共同利用に関する合意は、当事者である企業間のプライベート合意となる。グループ全体のコンプライアンスバランスはプラスでなければならない。バランスがプラスの船舶のバランスが共同利用後にマイナスになってはならない。また、バランスがマイナスの船舶のバランスが共同利用後にさらにマイナスになってはならない。共同利用グループに参加する船舶は、事前にコンプライアンスバランス余剰分を借り入れることはできないことに留意すべきである。さらに、ある報告期間中に借入メカニズムを利用する船舶は、同じ年には共同利用グループに参加することはできない。

出所: Sands, Compliance Mechanisms under the FuelEU Maritime Regulation, April 2025 (with editing)

FuelEU Maritime の規定は、報告義務や金融負債の条件で EU 排出取引システムとは異なる。DNV が以下に述べるように、船舶運航契約の各当事者はその影響を理解する必要がある。

技術管理者 - 現時点における規制の理解では、技術管理者または運航会社（ISM 企業）が、FuelEU Maritime のコンプライアンスバランスに責任を持つと考えられる。これにより、燃料の選択に直接影響力を持たない場合でも、EU 加盟国の管理当局にコンプライアンスと負債の責任を持つ可能性がある。

その結果、ISM 企業は FuelEU Maritime の関連コストを船主にカバーしてもらうこととなる。コストを決定し、合意するには、当事者双方は、FuelEU Maritime のビジネスレベルの管理とコンプライアンスのために検証された信頼のおける排出量データを必要とする。

船主 - 船主と用船者は、FuelEU Maritime のコンプライアンスと関連コストを含む用船契約の更新が必要となる可能性がある。用船者が燃料の選択を管理し、FuelEU Maritime のコンプライアンスバランスを管理する場合には、船主と用船者は契約を見直し、FuelEU Maritime のコンプライアンスを含めた契約更新が必要となる可能性がある。コンプライアンスに関連するコストとベネフィットの決定には様々な方法がある。用船契約の種類により、適用される条件と規約は異なる。例えば、運賃または用船料の一部としての固定コストの負担、または用船契約終了時の実際のコンプライアンスバランスの負担などが考えられる。

この場合、債務を負担することがないように、例えば、取引総数とコンプライアンスのために計算された年間バランスが等しくなるように、船主が年間を通じて FuelEU バランスと商業取引を管理することも可能である。

用船者 - さらに、用船者は用船契約期間中に船舶及び船主に対して得たコンプライアンス余剰金に対する補償を求める商業契約条件を求める可能性がある。

出所: DNV

特に懸念されるのは、船主から独立しており「船舶の使用燃料や貿易など FuelEU Maritime の条件を決定する要因に事実上影響力を持たない」船舶管理者に排出量報告の責任を課す規定である。DNV は以下のように述べている。

自社内に船舶管理部門を持つ船主は、状況に比較的容易に対処できるが、第三者である独立系船舶管理会社（ISM）は、排出量責任に伴う財政的リスクに晒されている。このような事実は船主との商業交渉で検討されるべきで、船主は用船期間中の FuelEU Maritime のコンプライアンスバランスを監視、管理しなければならない。

FuelEU Maritime は、このような取り決めの詳細は契約当事者同士に任せている。2024 年 12 月 19 日、BIMCO（バルティック国際海運協議会）は、船舶管理契約交渉のベースとして広く利用されている同会の SHIPMAN 標準契約に FuelEU Maritime の条項を含めた契約書式を発表した。他の期間も同様の契約書改訂を提供している。

出所: DNV

1.6 RePower EU

2022年に発表された「RePower EU」計画は、化石燃料から代替燃料への転換を促進することにより、ロシアからの輸入ガスと石油への依存軽減を目指している。同計画は、化石燃料への依存軽減に向けた「海運」セクターの役割に関する項目を含む。主な目標は、船用燃料としての持続可能な代替燃料の使用促進及び気候・エネルギー目標達成に向けた海上輸送の電化である。

「クリーンな輸送とエネルギーを促進する欧州の主導者」を称する機関である T&E (Transport and Environment) は、同計画のもとで EU が海運産業に向けて取るべき行動を特定した以下のような声明文を発表している。T&E は、燃料消費量の削減は重要であるが、化石燃料の代替としてバイオ燃料を義務化することには反対している。

船舶は輸送に用いられる石油の 12%を消費している。海運の石油需要は、減速運航や化石フリーの合成燃料の市場導入などにより削減が可能である。効率化への方策の導入を実現するには、RePower EU 計画は、エネルギー効率指標において 2030 年までに新造船、既存船の双方が燃料消費量を 41%削減することを要求するべきである。また、船用合成燃料の商業生産を促進するために、2030 年までに合成燃料の 6%目標を FuelEU Maritime に含めるべきである。

石油需要削減への提案において、RePower EU 計画は、将来的な EU のエネルギー確保にほとんど寄与しないだけでなく、悲惨な結果をもたらす可能性のある偽の解決策をとるべきではない。特に、同計画にはバイオ燃料を含むべきではない。バイオ燃料の増産は、食糧危機を助長し、再野生化のために確保された土地の利用を必要とするからである。欧州委員会は、EU 加盟国に作物由来のバイオ燃料の使用を直ちに中止するよう勧告すべきである。

出所: T&E Position Paper

欧州委員会によると、RePower EU 計画には 2022 年以來 3,000 億ユーロの資金が投入されている。船舶からの排出削減のために投入された金額は公表されていないが、その額は比較的少ないと考えられる。RePower EU 計画の主目標は、ロシアからのガスへの依存から脱却し、EU のエネルギー供給源を多様化することである。

1.7 欧州グリーンディール「Fit for 55」

欧州グリーンディール (European Green Deal) は、2050 年までに気候中立を達成するための EU の総合計画で、「Fit for 55」パッケージは、2030 年までに温室効果ガス排出量を 1990 年レベルから少なくとも 55%削減するための規制提案である。欧州グリーンディール「Fit for 55」内の海運向けイニシアティブの多くは、海運と FuelEU Maritime を含む拡大された EU ETS 排出取引システムに統合されている。

1.8 ノルウェーの船舶排出規則

ノルウェー政府は、EU 排出取引システムと FuelEU Maritime への参加に加え、ノルウェー海域を航行する船舶からの温室効果ガス排出に関する他の欧州海域には適用されないいくつかの政策を実施している。

2025 年 4 月、ノルウェー政府は、世界遺産であるフィヨルドを航行する旅客船への新たなゼロエミッション要求を採択した。「2026 年 1 月以降、フィヨルド海域を航行する 10,000 総トン未満の船舶は、フィヨルド航行中には二酸化炭素 (CO₂) またはメタン (CH₄) を直接排出しないエネルギー源を使用することを義務づける。これより大型の旅客船には、2032 年 1 月 1 日に同様の義務が発生する。」

最近のプレゼンテーションで、DNV は世界遺産フィヨルド要求を概説し、FuelEU Maritime との違いを以下のように述べている。

旅客船が合成アンモニアまたは合成メタノールなどの合成燃料、即ち非生物由来の再生可能燃料 (renewable fuel of non-biological origin : RFNBO) を使用している場合、フィヨルド要求は EU の RED II 指令 (再生可能燃料指令) と同様、即ち少なくとも 70% の温室効果ガス排出量削減を達成しなければならない。

ブルー水素など他の燃料が使用されている場合、FuelEU Maritime の規則が適用され、同様に少なくとも 70% の温室効果ガス排出量削減を達成しなければならない。従って、ノルウェーの規則はこれらの燃料に関する EU 規則を採用しているが、最も入手が容易な低排出燃料であると考えられているバイオ燃料に関しては、事態は複雑になる。

EU のアプローチとの最も大きな違いは、世界遺産フィヨルド規制は、その温室効果ガス排出量にかかわらず、液体バイオ燃料の使用を許可していないことである。バイオガスは、EU 規則よりも厳しい制約が適用されるが、使用を認められている。

世界遺産フィヨルドで使用されるバイオガスは、船舶がフィヨルド海域に入る前の 1 か月以内に補給されなければならない。また、補給量はフィヨルド航行中に使用すると予想される量に限られる。さらに重要な点は、バイオガスは当該船に補給されるまで、化石燃料とは別に保存されなければならない。

ノルウェーはマスバランス (物質収支) システムに基づく証明書は認めていない。既存のサプライチェーンインフラ内では化石燃料とバイオガスが混合することは日常的で、ノルウェーの規則はバイオガス使用に関する法遵守のハードルを非常に高くしている。実質的には、代替燃料オプションとしてのバイオガスの利用は不可能であるといえる。

出所: Eirik Nyhus, DNV Director, Navigating Norway's zero-emission mandate for World Heritage fjords, Nov 2025

2025年4月に発効したノルウェー海事規制当局の規則488は、温室効果ガス排出量の制限と報告義務の対象となる船舶を、ノルウェー海域を航行する400総トン以上の船舶に拡大している。

第12a条：船舶からの温室効果ガス排出量の監視、報告、検証。EEA港からまたはEEA港へ貨物または旅客を輸送する5,000総トン以上の船舶に関しては、EU規則(EU)2015/757監視、報告、検証要求(温室効果ガス排出量アラウアンス取引と排出アラウアンスの支払い義務条項2-1aに関する2004年12月23日の規則No.1851参照)が適用される。2025年1月1日からは、同規定はEEA港へまたはEEA港から貨物を輸送する400総トン以上の一般貨物船、及びEEA港からクルーを回収する400総トン以上のオフショア船に適用される。

出所: Regulations of 30 May 2012 No. 488 on environmental safety for ships and mobile offshore units, as amended

ノルウェー(及びアイスランド)は、現在FuelEU Maritimeに含まれていない。2024年12月、ノルウェー海事局は以下のように説明している。

FuelEU MaritimeをEEA合意に含めるプロセスが遅れており、2025年1月1日以前に完了する可能性は低い。従って、ノルウェー規制も新年までに決定されることはない。

我々はノルウェーにおける新規制の2025年1月1日に発効を目指して尽力してきた。ノルウェー新規制は採択の準備ができているが、その発効はEEA共同委員会の決定以降となる。

EEAのプロセスには複数の段階があり、遅れにつながっている。ノルウェーはEEA共同委員会の決定の迅速化を主張してきたが、現時点では決定は2025年1月1日の期限には間に合わない。

ノルウェー海事局(NMA)は、同規制でカバーされている全ての海運会社に対し、FuelEU監視計画に関するEU期限を遵守するよう勧めてきた。海運会社には、ノルウェーで同規制が実施される前に計画の準備を進めることを推奨する。

ノルウェー海事局は、この合意の遅れにより、FuelEU MaritimeがEEA合意に含まれるまで、2025年1月1日からはノルウェーとアイスランドの港はFuelEU Maritimeでは第三国港と見なされると考えている。

つまりこの期間中には、ノルウェーまたはアイスランドの港からEU港に寄港するまでの航海中の消費燃料の半分のみがFuelEU Maritimeが適用される。この期間中にノルウェー海域内の航海またはノルウェーと非EU国間の航海は、FuelEU Maritimeの適用範囲外となる。

ノルウェー海域内及びノルウェーとアイスランドの海域内を発着する航海が、全ての海運会社、検証機関、管理国によって一律に扱われることが極めて重要である。このため、ノルウェー海事局はEU欧州委員会との連携し、EUのウェブ

サイトでこの問題に関する情報を発表することと、検証機関には直接伝えることを検討している。

海事業界は、FuelEU Maritime の EEA 合意への統合の遅れに懸念を表明している。複数のステークホルダーはこの遅れがビジネスに与える影響を理解することの重要性を強調している。

我々はこの遅れが複数のステークホルダーにとって問題となることを理解しており、政策決定者に事態の緊急性を強調している。

出所：ノルウェー海事局

2025年12月末、ノルウェー海事局は、ノルウェー（及びアイスランド）は2026年初頭までに FuelEU の署名国になることは不可能で、この遅れによりノルウェー、アイスランド両国の港は FuelEU 規制内では第三国港と見なされるとこととなると述べている。

1.9 英国の船舶排出削減戦略

英国の船舶排出削減戦略は 2023 年の IMO 「船舶からの温室効果ガス排出削減戦略」に準拠しており、英国政府の「国内海運が、燃料ライフサイクルからの温室効果ガス排出を 2050 年までにゼロ、2008 年レベルから 2030 年までに少なくとも 30%削減、2040 年までに 80%削減」という目標を支援している。

2025 年 3 月、英国運輸省は、海上排出削減政策を実行するための政府が取る 5 つの主要な措置に関する政策文書を発表した。

- 海洋技術、燃料、エネルギー源の国内規制と並行して、グローバルな温室効果ガス強度燃料基準の導入により燃料使用を規制する。温室効果ガス排出削減には、従来の燃料から将来の燃料への全面的な転換が必要となる。
- 英国排出取引制度の海運への拡大と、温室効果ガス排出に対するグローバルな課金制度の導入を通じて、排出量に価格を設定する。
- 停泊中の船舶に対し、温室効果ガスゼロエミッション又はほぼゼロエミッションの義務化を検討する。英国で船舶から排出される温室効果ガスのほぼ半分は停泊中の船舶からである。
- 大量に炭素を排出する船舶だけではなく、小型船の脱炭素化を促進する措置を導入する。しかしながら、「脱炭素化が困難」な船舶に関しては、2030 年代半ば～後半まで措置を導入しない。
- ゼロエミッション、ほぼゼロエミッション燃料の使用により上昇が予想される運航コストを最低限に抑えながら、船舶運航のエネルギー効率を向上させる。

出所：英国運輸省、Maritime Decarbonisation Strategy, March 2025 (with editing)

この戦略文書とともに、英国運輸省は特定のシナリオにおける海運からの温室効果ガス排出量を予測する海洋排出モデリングフレームワークを発表した。同フレームワークは、海洋脱炭素化手法の評価を支援するものである。現時点では、モデルには内陸水路船とレジャー船は含まれない。

英国内航海運への排出取引制度の拡大—英国排出取引制度（UK ETS：UK Emissions Trading Scheme）は、2026年7月から英国内航海運セクターへの拡大が予定されている。2021年から実施されている英国排出取引制度は、これまで海運を除外していた。

英国の法律事務所 Hill Dickinson によると、英国の排出権取引制度は EU の同制度と似ているが、いくつかの留意すべき相違点がある。

現在英国排出取引制度に含まれる他のセクターに適用済みの全ての規定が、海事セクターにも適用される。現行の英国排出取引制度に従って海事セクターは温室効果ガス監視計画を作成し、制度開始までに提出、認可されなければならない。

制度に含まれる排出は、国内航海中及び英国内の港湾に停泊中の船舶から排出される（燃焼とスリップから発生する）CO₂、メタン、亜酸化窒素である。

「国内航海」とは、同一港からの発着を含む、英国内の港から発着する航海を指す。投錨中、係船中を含む航海中の全排出量が、同制度の適用範囲に含まれる。

「英国港湾における全ての排出」とは、英国内で停泊中の排出と、当該船が国内航海に従事しているか、国際航海に従事しているかにかかわらず、英国港間の航海中の排出が含まれる。港湾における排出を含めることにより、英国排出取引制度が、EU 排出取引制度の停泊中の排出規定と整合することを支援する。

船舶の目的地にかかわらず全ての航海中に停泊中の排出量の監視と報告義務があるため、UK ETS MRV（英国排出取引の排出監視、報告、検証制度）は、UK MRV（英国排出監視、報告、検証制度）よりも範囲が広がっている。これらの規則の対象となる航海の例としては、船舶が英国の港を出港して洋上構造物に向かい、その後英国の港に戻る場合がある。

メタンと亜酸化窒素の排出量は、その地球温暖化のポテンシャル（Global Warming Potential：GWP）に基づいた CO₂ 換算値として計算される。各ガスの GWP 値は、メタン 1 トンにつき GWP28、亜酸化窒素 1 トンにつき GWP265 である。制度開始時にこれらのガスを含めることは、開始当初には CO₂ のみを対象とし、2026 年からメタンと亜酸化窒素を含めることとした EU 排出取引制度とは異なる。また、これらのガスは UK MRV にも含まれていない。メタンの追加により、CO₂ 排出量は少ないが、メタンまたは亜酸化窒素の排出量が多く、結果的に CO₂ よりも GWP 値が高くなる他の代替燃料と同様に、代替燃料としての LNG に依存するべきではないことを示している。

英国排出取引制度は、最初は EU 排出取引システムと同様に 5,000 総トン以上の船舶に適用される。この上限は 2028 年に見直しが行われ、4,000 総トン以上、5,000 総トン未満の船舶を含めるか否かを検討する。

EU 排出取引制度と同様に、登録された船主は「海事事業者（Maritime Operator）」と見なされ、運航管理企業（ISM 企業）が正式に責任を引き受ける場合以外は、英国排出取引制度のコンプライアンスに全責任を持つ。運航管理企業が責任を引き受ける場合は、規制当局に契約合意の証拠を提出する必要がある。

る。規制当局への通知と証拠提出を怠った場合には、登録船主が引き続き責任を負うこととなる。

英国排出取引制度の監視、報告、検証要求は、UK MRV（英国排出監視、報告、検証制度）をベースとしているが、当局はこの2つは全く別の制度であると強調している。海事事業者は排出量監視計画を英国排出取引制度管理当局に提出し、承認されなければならない。特筆すべきは、この報告書と年間排出量報告書は、船舶ごとに1件ではなく、事業者ごとに1件に提出すればよい点である。

コンプライアンス書類（Document of Compliance）が必要であるか否かは未だ決定されていない。さらに当局は、当面の排出量は「タンクから航跡まで」ベースで評価されるが、IMO が最新の規制を発表した場合には、「生産井から航跡まで」ベースに変更される可能性があることを確認している。

出所: Hill Dickinson

英国排出取引制度の国際海運への拡大提案—前述の通り、2021年1月に開始された英国排出取引制度は、2024年に英国内の海運への拡大が決定され、2026年半ばから実施される。英国政府は同制度を拡大し、国際海運も含める計画である。

2025年11月、英国エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）は、英国排出取引制度の国際航海への拡大提案の概略を発表し、海運への影響に関する関係者のコメントを求めている。このイニシアティブは、IMO のネットゼロ枠組みの発効延期に続くものである。提案された制度拡大へのコメントは、2026年1月20日まで受け付けている。

提案された拡大は、2028年から実施される予定で、「現行のEU排出取引制度の規定に準じて、国際航海はその排出量の50%に対し、英国排出取引制度の炭素価格を支払う義務がある。」

英国エネルギー安全保障・ネットゼロ省によると、国際海運の排出取引制度は「対象となる海事活動を行う」5,000総トン以上の船舶に適用される。軍事活動、国境警備と税関、警察、沿岸警備隊、その他の捜索・救助活動、緊急医療船、政府調査活動、灯台管理などの政府関連の海事活動は、一般的に適用が免除されている。これに加え、スコットランドの島と半島の自治体を結ぶフェリー、漁獲・魚介類加工船も適用を免除される。これらの例外に関しては、2028年に見直しが見込まれている。オフショア船は2027年1月から同制度に含まれる。排出取引制度の取引には、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素を含む。

同省は、提案されている英国排出取引制度の海運への拡大と、EU排出取引システム及び提案されているIMO ネットゼロ枠組みとの整合性は、ネットゼロ枠組みが正式に採択された後に見直しを行うとしている。同省は、「提案されている同制度の国際海運への拡大は、温室効果ガス排出削減や大気質改善に内航海運の英国排出取引制度と同様の効果をもたらすと考えられる。しかしながら、英国とEUの排出取引システムの相互関係、及びこれらのIMO ネットゼロ枠組みとの相互関係などの点から、正確な影響は不明である。これらの相互関係は、IMO ネットゼロ枠組みが採択された後に見直しを行う」と述べている。

排出削減技術への政府支援—2025年9月、英国運輸省は、転換計画（Plan for Change）の一環として船舶からの排出を大幅に削減し、英国のクリーンエネルギーのスーパーパワーとしての地位を確立し、沿岸自治体の機会獲得への障害を取り除くために、2026～2030年間に4億4,800万ポンドを投資すると発表した。この基金は、電気、水素、アンモニア、メタノール、風力その他のクリーンな新船用技術と燃料の研究開発を支援するUK SHOREプログラムを通じて配分される。同時に7億ポンドの民間投資が発表され、英国各地の成長、イノベーション、雇用を促進する。

1.10 EU各国の船舶排出削減政策

EU加盟国は、基本的にEUが制定した排出政策と規制に依拠しているが、数か国は港湾内の排出などに独自の追加的な規制を採用し、また排出削減促進のためのインセンティブや支援を行っている。以下は、各EU加盟国の政策の概要である。

デンマーク – デンマーク政府は、基本的に船舶の温室効果ガス排出規制に関しては国際政策と規制、カーボン排出取引に関してはEU排出取引システムに依拠している。デンマーク商務庁によると、海事セクターは2024年1月以来デンマーク排出取引制度に含まれている。

スウェーデン – スウェーデン政府は、基本的に船舶の温室効果ガス排出規制に関しては国際政策と規制、カーボン排出取引に関してはEU排出取引システムに依拠している。同政府は、内航海運からの温室効果ガス排出量を2045年までにネットゼロとする目標を設定している。中間目標としては、2030年までに2010年レベルと比較して70%削減する。さらに、同政府は、電動フェリーや高速電動船を含むスウェーデン船のカーボン削減政策への財政的支援を行っている。持続可能な燃料と電動船に焦点を当てたヨーテボリ港のTranzeroイニシアティブへの財政支援も行っている。

フィンランド – フィンランド政府は、基本的に船舶の温室効果ガス排出規制に関しては国際政策と規制、カーボン排出取引に関してはEU排出取引システムに依拠している。ヘルシンキ港は、複数のバースへの陸上電力供給、港湾における代替燃料の補給設備、船舶向けの環境プログラムなどの方策により、2030年までに船舶からの排出量を25%削減することを目標としている。

オランダ – オランダ政府は、基本的に船舶の温室効果ガス排出規制に関しては国際政策と規制、カーボン排出取引に関してはEU排出取引システムに依拠している。ロッテルダム港は、複数の国際港湾との協力体制「グリーン海運回廊」を設立している。その例としては、シンガポール港との各種代替燃料の試験、ビルバオとの舶用水素回廊、インドの複数港湾とのグリーン海運計画などに関する協力がある。

フランス – フランス政府は、基本的に船舶の温室効果ガス排出規制に関しては国際政策と規制、カーボン排出取引に関してはEU排出取引システムに依拠している。2019

年、マルセイユ港はブルー憲章に署名した。同憲章は、(1) 陸上電力受け入れ設備を持つ船舶は、2025 年から陸上電力を使用する、(2) マルセイユ港規制区域に入港後直ちに硫黄分 0.1%の脱硫燃料、またはスクラバー及び触媒還元装置を使用する、(3) LNG インフラの整備と LNG 駆動船の受け入れを促進、(4) マルセイユ港規制区域に入港後は速力 10 ノットに減速などの政策を打ち出している。

ドイツ – ドイツ政府は、基本的に船舶の温室効果ガス排出規制に関しては国際政策と規制、カーボン排出取引に関しては EU 排出取引システムに依拠している。ハンブルク港は、港湾におけるカーボン排出量を 2025 年までに 50%、2040 年までに 100% 削減とするという目標を掲げている。ハンブルク港は、2028 年までに陸上電力供給設備を整備するという目標を 2022 年に決定した港湾のひとつである。陸上電力供給の主な対象は、クルーズ船とコンテナ船である。

ベルギー – ベルギー政府は、基本的に船舶の温室効果ガス排出規制に関しては国際政策と規制、カーボン排出取引に関しては EU 排出取引システムに依拠している。アントワープ・ブルージュ港は、サステナブルな水素経済推進のパイオニアとして欧州のグリーン水素輸入の主要ハブとなるという目標を掲げている。ターミナル運営企業 PSA Antwerp は、2026 年までに同港ヨーロッパターミナルに陸上電力供給設備を設置し、バースに停泊中のコンテナ船年間 100 隻にグリーンな陸上電力を供給することにより、2026 年以降、最大年間 10,309 トンの CO₂ を削減するとの目標を持つ。

ポルトガル – ポルトガル政府は、基本的に船舶の温室効果ガス排出規制に関しては国際政策と規制、カーボン排出取引に関しては EU 排出取引システムに依拠している。

イタリア – イタリア政府は、基本的に船舶の温室効果ガス排出規制に関しては国際政策と規制、カーボン排出取引に関しては EU 排出取引システムに依拠している。2024 年 6 月、イタリア政府は、5 億 7,000 万ユーロを投資して陸上電力供給設備を設置し、船舶の陸上電力補給コストを下げることにより、イタリアの港湾に停泊中の船舶の電力利用を促進するという計画を発表した。この計画は 2033 年まで実施される。

1.11 アフリカの船用燃料からの排出に対する炭素税

アフリカの海事セクターの脱炭素化は、最近まで国際・国内レベルにおいて優先政策ではなかった。しかしながら、いくつかのアフリカ諸国は自国港に寄港する船舶に対する炭素税導入を開始し、さらに多くの諸国が将来的な課税制度の導入を検討中である。IMO と EU の最近の政策では、アフリカの内航海運と港湾を国際的な海運の温室効果ガス削減計画に含める機会を狙っている。

カーボンプライシング – 多くの諸国がカーボンプライシング（炭素の価格設定）を導入済みまたは導入を検討中である。世界銀行は、カーボンプライシング政策に関する 2025 年の年間報告書で、世界で 80 件の直接カーボンプライシングを特定している。

これによると、アフリカでは7か国がカーボンプライシングを導入済みまたは導入を検討中である。図6に示す通り、南アフリカは既に導入済み、一方モロッコ、セネガル、モーリタニア、コートジボワール、ケニア、ボツワナは炭素税または排出取引制度を検討中である。

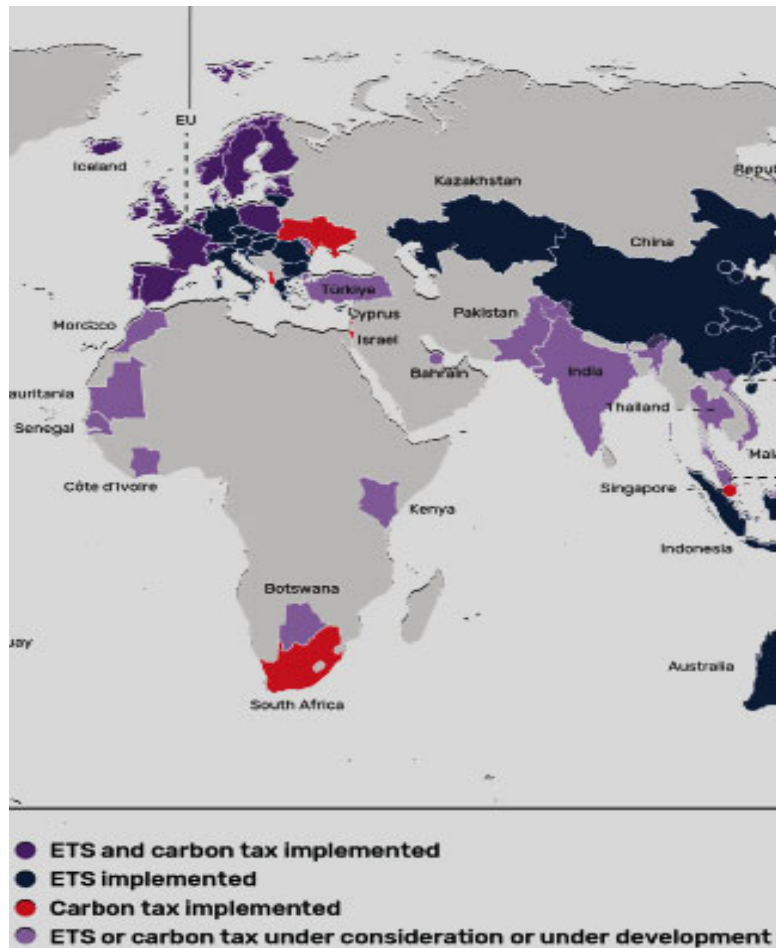


図6 炭素税を導入済み又は導入を検討中の諸国

出所: World Bank, State and Trends of Carbon Pricing, 2025

この世界銀行のカーボンプライシングリストにはジブチが含まれていないが、同国は海運に直接適用されるカーボンプライシング制度を既に導入している。同国は、2023年3月、大統領勅令2023-074により、国家炭素貢献制度（National Carbon Contribution Scheme）を正式に導入した。2025年1月に発効した同制度では、ジブチに寄港する船舶は、CO₂排出量1トン相当につき17ドルの炭素税が科せられ、その上限は1航海につき7,500ドルである。排出量の50%はジブチ、残りの50%は出発地/目的地に由来する。2025年7月以降、ジブチの炭素削減プロセスの相殺規定により、支払われる炭素税の一部は地元または地域の炭素回避・隔離プロジェクトからのカーボンクレジットにより相殺される。この相殺は、認可された検証機関により承認されなければならない。

船舶運航者は、ジブチ主権炭素登録局への登録が義務付けられ、燃料消費量または IMO の基準排出係数に基づく月間排出量を算出し、第三機関に検証されたデータを報告する。支払はインボイス発行後 45～90 日以内に行う。

出所: North Standard

同じく世界銀行のリストに含まれていないガボンには、2025 年 3 月以来、全ての貨物船に、燃料消費量、船種、最大積載量、航行距離をベースとしたカーボン排出量の報告を要求している。炭素税は CO₂ 排出量 1 トン相当につき 17 ドルで、当該船のガボンへまたはガボンからの航海の全排出量の 50%を対象とする。船舶運航者は、ガボン炭素登録局に毎月排出量を報告し、インボイスは発行後 45 日以内に支払わなければならない。6 か月ごとに、Bureau Veritas が監査を行い、国際炭素計算基準への遵守を確認する。

ジブチの政策実施 1 年後の 2026 年 7 月、ガボンにおいても炭素削減プロセスの相殺規定により、支払われる炭素税の一部は地元または地域の炭素回避・隔離プロジェクトからのカーボンクレジットにより相殺される手法が導入された。この相殺は、認可された検証機関により承認されなければならない。

出所: Siglar Carb

FRSA プログラム— 2025 年 11 月、IMO は、未来に対応するアフリカの海運 (Future-Ready Shipping in Africa : FRSA) イニシアティブの開始を発表した。同イニシアティブは、アフリカ大陸の海事セクターのサステナブル化、脱炭素化、デジタル化を支援するものである。EU が 500 万ユーロの支援を行う。

FRSA イニシアティブでは、アフリカ諸国が自国の政策や法規制を MARPOL 条約附属書 VI の要求や IMO の環境目標を整合させ、現行の国際基準にアップデートするための技術支援を行う。また、選ばれたアフリカの港湾における代替燃料補給インフラやグリーン回廊の構築プロジェクトへの利益を生むビジネス開発とフィジビリティ研究を支援する。

このイニシアティブには、参加に関心を表明したサハラ以南のアフリカ諸国から 5 か国が選ばれる予定である。選択基準として、当該国は海運の脱炭素化と代替燃料の製造と輸送インフラ構築への政治的コミットメントを表明しなければならない。

FRSA イニシアティブは、IMO のアフリカ及びカリブ海地域の内航海運の排出量に関する 2024 年の研究報告書「内航海運の脱炭素化」から派生したものである。同報告書で、IMO は、アフリカの SIDS (小島嶼開発途上国) と LDC (後発開発途上国) の内航海運の燃料消費量は重油 (HFO) /混合油 (IFO) が 41,044 トン、軽油 (MDO/MGO) が 113,389 トンで、年間 513,669 トン相当の CO₂ (CO₂e) を排出していると推定している。

この分析から、IMO はアフリカ (及びカリブ海) では国家的な内航海運脱炭素化への行動計画の策定と新造船と港湾設備の整備への大規模投資が必要であると結論付けている。また、海運セクターは、新たなゼロエミッション技術と代替燃料を試す理想的な環境であると述べている。

2. 欧州の再生可能燃料生産プロジェクト

2.1 欧州の再生可能燃料生産能力

FuelEU Maritime その他の炭素排出規制が発効する中、欧州の再生可能燃料の生産能力は需要を大きく下回っていると広く考えられている。新たな生産能力開発が迅速に行われたい限り、莫大な不足が予測される。

ブリュッセルを本拠とする EU のクリーンエネルギー促進グループである **T&E (Transport & Environment E-fuels Observatory)** が 2025 年 12 月に発表した調査報告書は、将来的なグリーン船用燃料の需要に対応するための欧州生産能力の不足分を予測している。その中で、**T&E** は、海事セクターにも影響のある欧州のグリーン水素及び各種合成燃料 (e-fuels) の現在稼働中、建設中、計画中の生産拠点 (合成アンモニア、合成メタノール、合成メタンを含む) の生産能力を数値化している。

同調査では、グリーン水素や合成燃料の供給能力は、将来の市場需要を満たすには不十分であると予測している。

欧州の船舶向け合成燃料開発状況は未だに脆弱である。**T&E** の 2025 年の調査では、2032 年までに 80 件のグリーン水素及び合成燃料プロジェクトが、石油換算で最大 306 万トンを生産する。しかしながら、海運向けのエネルギープロジェクトに関しては、最終投資決定 (FID) 段階まで進んでいるプロジェクトはごく少数である。

出所: **T&E's Shipping E-fuels Observatory**

調査結果をもとに、**T&E** は以下のように結論付けている。

上記のような現状は、海事セクターにとって将来的な大問題となる。予測された供給量は、**FuelEU Maritime** の 2031 年までに合成燃料 1% という需要を満たさず、2034 年の 2% 目標需要を大幅に下回る。EU 及び各国の明確な政策とインセンティブがない場合、欧州の合成燃料目標を満たすためには輸入に頼るか、または目標を全く満たさない事態となり、欧州は気候政策のリーダーとなる機会を逃すと同時に、産業及びエネルギーセキュリティ目標を更に進める機会も失う。

出所: **T&E's Shipping E-fuels Observatory**

図 7 は、**T&E** の調査に基づいた 2032 年時点における欧州 11 か国のグリーン水素及び合成燃料の供給能力の予測である。生産量は既存の工場の生産能力と今後 7 年間に計画されているプロジェクトの合計である。グリーン水素と合成燃料の予測生産量が最も多い国は、スペイン、デンマーク、ノルウェー、フランスである。2032 年時点で主に船舶を対象とした (下表「**Primarily Maritime**」) グリーン水素と合成燃料の生産を行っている国は、ノルウェー、スペイン、デンマーク、フィンランドの 4 か国のみである。

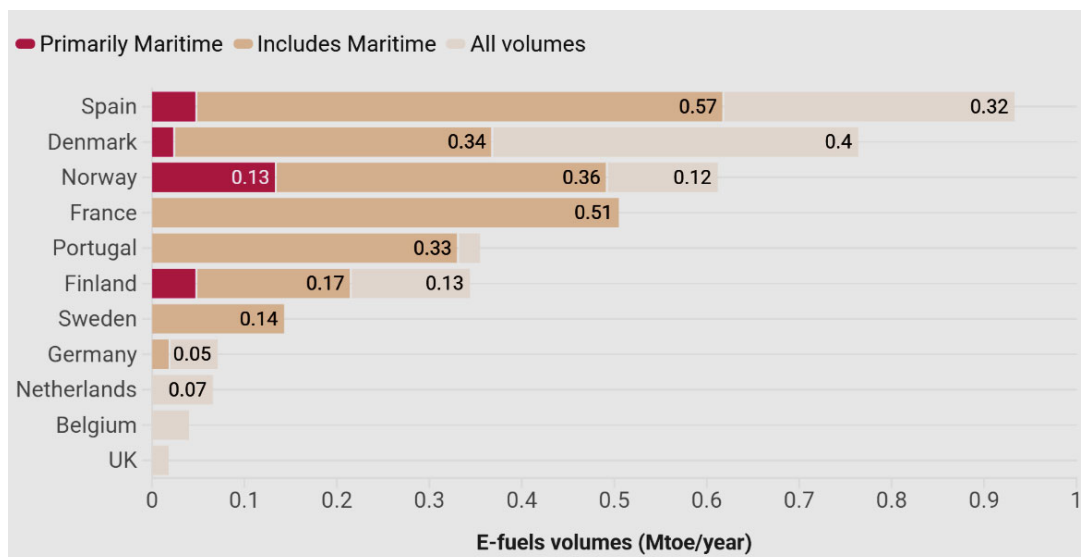


図7 2025～2032年に稼働する欧州のグリーン水素と合成燃料生産工場の生産量予測

出所: T&E's Shipping E-fuels Observatory

2025年12月、EUエネルギー規制当局協力機関（ACER）は、欧州の水素エネルギー生産能力の進展に関する年次報告を発表した。同局は、水素生産能力拡大の進展速度は、目標に達していないと結論付けている。

2030年までに再生可能水素を1,000万トン生産するというEUの野心的な目標は、生産コストの高さと規制環境の不透明さにより、市場では投資家が投資を躊躇しており、達成は非常に困難である。

出所: ACER

ACERは、電解装置の構築とEU規制枠組みには進展があったとしているが、2024年の再生可能水素の生産コストは、依然として従来の水素の4倍である。このようなコストの差とEU規則の国内法への移行の遅れは、市場の発展を阻害している。

輸出主導で革新的な工業国としてのドイツの地位の維持を目指すドイツ産業連盟（BDI）は、欧州の非生物由来の再生可能燃料（Renewable Fuels of Non-Biological Origin: RFNBO）の供給能力拡大の進展の遅さに不満を表明している。

EU目標と割当てへのコミットメントにもかかわらず、欧州の規制枠組みは、革新的技術や未開発のバイオマスのポテンシャルを利用したRFNBOと先進的バイオ燃料生産への投資へのインセンティブ提供に失敗している。投資家は、今後の法規制環境の不透明感と複雑さ、インセンティブの少なさ、世界の他の地域との比較可能な枠組みの欠如などの障壁に直面している。

これらの要因は、投資サイクルが15～20年というプロジェクトへの大きなリスクとなっている。さらに、現在のEU排出取引制度と航空及び海運セクターへの割当義務は、緊急に必要なCO₂ニュートラル燃料の生産拡大を減速させている。

出所: BDI

BDIは、EU目標達成のためには、欧州企業は非常に高い追加コストを負担することになると述べている。このような競争の歪みは、気候変動への野心が低く社会基準が脆弱な非欧州地域への輸送のシフトを招くリスクがある。

2.2 欧州委員会の持続可能な輸送への投資計画

2025年11月、欧州委員会は、欧州の迅速な再生可能燃料生産能力拡大の必要性を認識し、「持続可能な輸送投資計画（Sustainable Transport Investment Plan：STIP）を発表した。これは、海運及び航空セクター向けの再生可能燃料と低炭素燃料への投資を促進するEUの共通アプローチである。

欧州委員会によると、STIP計画は再生可能燃料と低炭素燃料生産への投資拡大により、生産を迅速に増加させる必要性に対応するものである。欧州委員会は、航空産業向け規制ReFuelEU Aviation、及び海事産業向け規制FuelEU Maritimeで設定された燃料目標を満たすためには、2035年までに持続可能な代替燃料約2,000万トン（バイオ燃料1,320万トンと合成燃料680万トン）が必要となる。同委員会は、2035年までに必要な生産量を達成するために、1,000億ユーロ規模の市場からの投資を求めている。

同計画では、投資への障害を迅速に取り除き、短期的な財政的ギャップを埋めるために、今後2年間に最低29億ユーロの資金を投入する。具体的には、STIP計画は以下の資金を提供する。

- Invest EUは持続可能な代替燃料のために少なくとも20億ユーロを投入する。
- 欧州水素銀行（European Hydrogen Bank）は持続可能な航空燃料と船用燃料向けの水素生産支援に3億ユーロを拠出する。
- Horizon Europeは研究開発イノベーションプロジェクト支援のために約1億3,300万ユーロを拠出する。
- イノベーション基金（Innovation Fund）は航空機向け合成燃料プロジェクトに1億5,300万ユーロ、船用燃料プロジェクトに2億9,300万ユーロを拠出する。

長期的には、STIP計画は、収入を確保し、投資リスクを軽減するための燃料生産者とバイヤーを結ぶ仲介的メカニズムを提案している。欧州委員会は、段階的にこのようなメカニズムを構築する考えである。さらに、同計画は、航空会社及び海運会社の管理負担を軽減し、資金を成長のために開放することを目的としている。

STIP計画は、持続可能な燃料のグローバルな生産拡大のための国際的パートナーシップの強化を提案している。同時に、EU投資を保護し、EUの燃料生産者と消費者に公正な競争を保証する。

欧州海運産業の代弁者である欧州共同体船主協会（European Shipowners：ECSA）は、STIP計画は現在の欧州政策と財政枠組みにおける多くのギャップや問題点を特定する第一歩であると評価している。

STIP 計画は、クリーンな船用燃料生産への投資拡大の必要性を認識し、問題解決のために取るべき次のステップを示している。欧州におけるクリーンな燃料の生産は、ネットゼロへの移行とエネルギー依存軽減のための最優先事項である。

我々は野心的な気候目標を持っているが、エネルギー転換に必要なクリーン燃料は不足している。STIP 計画は、クリーン燃料への投資を競争力促進への中心的課題としている。このような投資は産業能力の維持、エネルギー依存軽減に向けた競争力強化、ネットゼロ目標達成のために必要である。

欧州排出取引制度への海運からの 90 億ユーロの支払金は、従来燃料よりも価格が平均して 4 倍であるクリーン燃料との価格差を埋めるために使われるべきである。

STIP 計画は、船用燃料市場化に関する欧州サプライヤーへの明確な要求がないことを正しく指摘している。燃料サプライヤーに対する法的拘束力のある義務の第一歩として、欧州共同体船主協会は再生可能エネルギー指令（Renewable Energy Directive）と FuelEU Maritime の目標を満たすためのクリーン燃料の使用拡大に向けたさらなる振興策へのコミットメントを歓迎する。

STIP 計画は、各国の排出取引制度からの収入を、競争力のある価格での船用クリーン燃料の普及のために利用する重要な第一歩である。各国の排出取引制度収入は、欧州の再生可能エネルギーの拡大に多く利用されているが、同様の措置を海運にも求める。排出取引制度収入の利用は、欧州サプライヤーが海運向けにクリーンな燃料の提供する義務を伴うべきである。

欧州共同体船主協会は、特に欧州海運のバックボーンである中小企業に対する管理負担の軽減を強く支持する。海運会社の報告義務の負担軽減と規則の簡素化に向けた欧州委員会のコミットメントを歓迎する。

出所: ECSA

この章の残りの部分では、4 つのカテゴリーの再生可能燃料生産に関する現在進行中又は計画段階にある代表的なプロジェクトを紹介する。

2.3 グリーン及びブルーアンモニア生産

欧州には多くのアンモニア生産施設があるが、各国の国内メーカーによる総生産量は、再生可能アンモニアの使用を促す EU 義務に対応する将来的な欧州の需要を満たすことはできない。再生可能エネルギー指令（RED III）では、水素及び肥料セクターは、2030 年までに化石燃料由来の化学物質（グレーケミカルズ）の 42% を非生物由来の再生可能燃料（Renewable Fuels of Non-Biological Origin : RFNBO）に置き換えることを要求している。さらに、2035 年までには 60% を置き換えなければならない。この要求は、前述の FuelEU Maritime 義務及びその他の海運脱炭素化イニシアティブと連携して導入される。

アンモニアエネルギー協会（Ammonia Energy Association）は、EU 内の 32 か所のアンモニア生産施設は年間約 1,770 万トンのアンモニア生産能力があり（世界の

総生産量の約 10%)、欧州の水素消費量の約 3 分の 1 を消費している（全施設で年間 250 万トン）。

グリーンアンモニア生産技術企業 KBR は、欧州のアンモニアの需給状況は、2030 年までに年間 720 万トンの不足が発生すると予測している。図 8 に示す通り、欧州のアンモニア需要量は 2025 年までに年間 1,710 万トン、2050 年までに年間 3,530 万トンとなる。同社は、欧州のアンモニア生産能力は 2050 年までに約 70% 拡大する必要があるが、これは現実的ではないとしている。

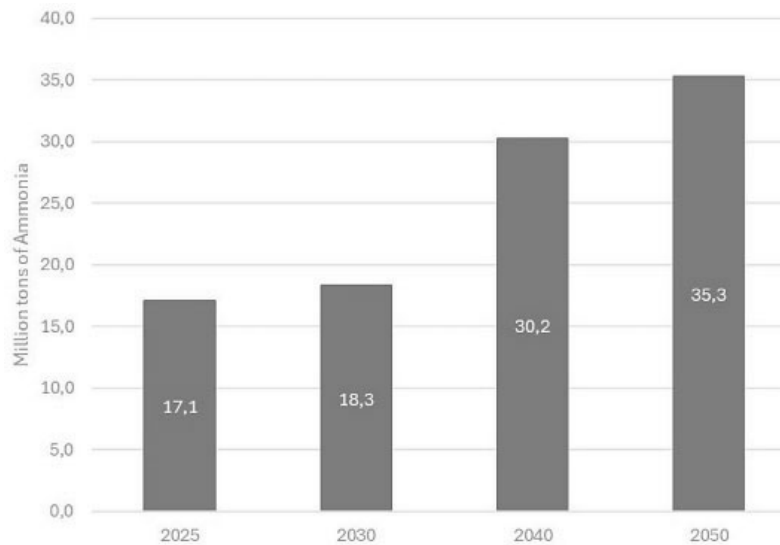


図 8 今後 25 年間の欧州のアンモニア需要予測
出所：KBR, Future of Ammonia Supply in Europe

図 9 は、KBR が予測する 2050 年までの欧州のアンモニア生産量である。2040 年と 2050 年の予測は、グレー、ブルー、グリーンアンモニアの需要割合 (%) が現在とほぼ同じであるとの仮定に基づいている。グレーアンモニアのシェアは 70%、ブルーとグリーンアンモニアはそれぞれ 14% と 16% である。この割合は、今後の EU の脱炭素化努力によって変化する。

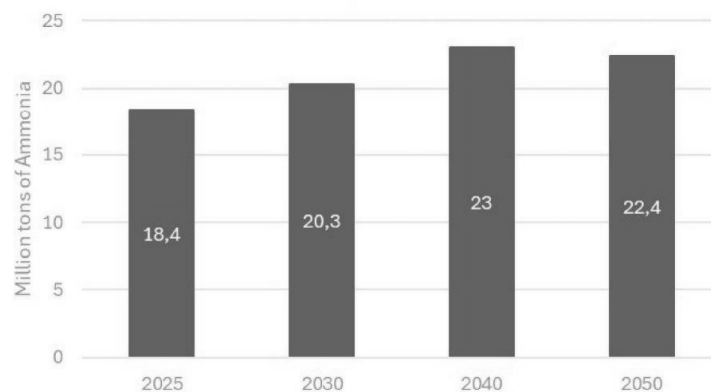


図 9 今後 25 年間の欧州のアンモニア生産能力予測
出所：KBR, Future of Ammonia Supply in Europe

欧州で現在稼働中または計画段階にある代表的なグリーン及びブルーアンモニア生産プラントの概要を以下に述べる。

Yara の Herøya グリーン水素・アンモニアプラント（ノルウェー） - 2024年7月、ノルウェーの肥料メーカーYara International は、ノルウェーポルスグルンのヘロイヤ（Herøya）プラントにおいて再生可能水素とアンモニアの生産を開始した。同プラントは 24MW の電解装置を持ち、設備容量は 1 日 10,000kg の水素で、年間 20,500 トンのグリーンアンモニアの生産が可能である。電解装置は、ITM Power 社のプロトン交換膜（PEM）技術を採用している。

Linde Engineering が 2022 年 1 月に同プラントの建設を受注し、同プロジェクトにはノルウェー気候環境省が監督する国営企業 ENOVA が 2 億 8,300 万ノルウェークローネの支援を行った。Yara の CEO は、同プラントの正式稼働は、食品バリューチェーン、船用燃料その他の大量のエネルギーを消費する産業の脱炭素化と同社にとって大きな節目となると述べている。同社は、今後 5～7 年間にヘロイヤ拠点を完全に脱炭素化する計画である。同拠点のアンモニア生産能力は年間 500,000 トンである

再生可能水素とアンモニアは、Yara の提供製品ポートフォリオに加えられる。また、同社製品群には、カーボン回収・貯留（CCS）技術を活用した低炭素アンモニアベースの肥料も加えられる。Yara のクリーンアンモニア部門長は、再生可能アンモニアは脱炭素化への重要な要素であるが、大規模生産への開発には時間がかかると述べている。2030 年は近づいており、Yara は、水素経済と低排出アンモニアの市場開発に寄与する CCS 技術を用いた低炭素アンモニアの生産実現に尽力している。

2023 年 11 月、Yara は、ノーザンライツ炭素隔離施設と CO₂ の輸送と貯留に関する法的契約を締結した。同契約では、2026 年以降 Yara のオランダスライスキル（Sluiskil）プラントのアンモニア生産過程で発生した CO₂ 年間 800,000 トンの回収と隔離を行うことを定めている。

また、Yara は、米国において CCS 技術を用いた世界規模の数件の低炭素アンモニア生産プロジェクトを検討中であると述べている。2025 年 7 月、Yara と BASF（ドイツの化学メーカー）は、米国メキシコ湾岸において、CCS 技術を用いた年間 120～140 万トンの設備容量を持つブルーアンモニア生産拠点の設立計画を検討中であると述べている。

Fertiberia の H2F プロジェクト：プエルトリャノグリーン水素・アンモニアプラント（スペイン） - Fertiberia（スペインの化学メーカー）は、2022 年 5 月、スペインプエルトリャノ（Puertollano）プラントにおけるグリーン水素生産を開始した。Iberdrola（スペインの電力会社）が開発した同プラントには、1 億 5,000 万ユーロが投資された。同プラントは、100MW の太陽光発電プラント、20MWh の容量を持つリチウムイオン電池システム、世界最大級の電解水素生産システム（20MW）で構成されている。Nel ASA（ノルウェーの水素関連企業）の電解部門 Nel Hydrogen Electrolyser が、水素電解システムを供給している。

Fertiberia によると、

同プラントは、世界最大級の電解システムにより 100% グリーンな水素の生産能力を持つ。同プラントは、統合された革新的な 100MW 太陽光発電設備を利用することにより、CO₂ ゼロエミッションを実現している。年間生産能力 200,000 トン超を持つ同プラントは、既に EU 内で最も効率の高いプラントのひとつであるが、さらにグリーン水素を生産し、グリーン肥料製造に使用するための改造とアップグレードが行われた。この技術により、同プラントの天然ガス使用量を 10% 以上削減することが可能となる予定で、低炭素アンモニアの大規模生産を行う欧州初の企業となるという目標を達成する。出所: *Fertiberia*

Fertiberia によると、H₂F プロジェクトはいくつかの段階によって開発され、フェーズ 1 では既に 20MW が稼働中、フェーズ 2 では 200MW の能力追加が計画されている。同プロジェクトは、欧州共通利益に適合する重要プロジェクトである IPCEI 水素プログラムに選ばれた。

BASF 低炭素アンモニア – BASF の再生可能エネルギー戦略は、製造過程に再生可能燃料を統合することにより、天然ガスから生産されるアンモニアのカーボンフットプリントを削減することである。ドイツルートヴィヒスハーフェンの同社子会社 Verbund の 10 平方キロメートルのサイトでは、2025 年 3 月より、新たに設置された 54MW 型プロトン交換膜水電解装置を用いて再生可能分子が製造されている。この過程では、再生可能水素が再生可能アンモニア生産に用いられ、化石由来の水素原料の使用量を低減している。再生可能エネルギー由来の水素は国際規格及び炭素認証 (International Standards & Carbon Certification) に基づいてカーボン含有量によりグレード分類、認証され、カーボンフットプリント削減のために直ちに導入可能なソリューションとして利用できる。BASF は、ルートヴィヒスハーフェン拠点は中央ヨーロッパ初の再生可能アンモニア生産工場であるとしている。

2023 年 6 月、BASF と Yara は、米国メキシコ湾岸におけるブルーアンモニアプラント建設プロジェクトで協力すると発表した。同プラントは、カーボン回収・貯留技術を導入し、天然ガス由来の水素をベースとしたアンモニアを生産する予定であった。生産能力は年間 120 ~ 140 万トンで、生産過程で発生する二酸化炭素の 95% は回収され、地下に永久貯留される。しかしながら、2025 年 8 月、両社は同プロジェクトの中止を決定した。市場の不透明性が原因であると考えられる。

Barents Blue アンモニアプロジェクト (ノルウェー) – 提案されている同アンモニア生産プロジェクトは、欧州初の世界規模のクリーンアンモニアプラントであると開発者は述べている。同プラントはノルウェー北部フィンマルク県に建設される。同プラントは、近隣のメルケイア (Melkøya) ガスプラントからの天然ガスを原料とし、年間 100 万トンのブルーアンモニアを生産する。水素生産には自己熱改質 (ATR) 技術を利用する。CCS 技術により CO₂ の 99% を排除し、CO₂ はオフショアに隔離貯留される。

プロジェクト開発者によると、バレンツプラントで生産されるアンモニアはカーボンフリーである。

Barents Blue プロジェクトで生産されるクリーンなアンモニアは、バレンツ海からの天然ガスとカーボン回収技術を使用したブルーアンモニア（低炭素アンモニア）である。他のブルーアンモニアとの違いは、**99%**という高回収率により記録的に低いカーボンフットプリントを実現したことである。言い換えれば、同プロジェクトで生産されるブルーアンモニアは限りなくグリーンアンモニアに近い。**Barents Blue** プロジェクトは、持続性と環境への高い目標を持つクリーンアンモニア生産のパイオニアである。究極的な目標は、世界で最もカーボン効率の高いアンモニアプラントの実現である。

出所: Barents Blue

Barents Blue プロジェクトは、2021年に「Hy2Use」とも呼ばれる欧州共通利益に適合する重要プロジェクト（IPCEI）水素プログラムから4億8,200万ノルウェークローネの国家補助金を獲得した。プロジェクト開発者は、2050年時点のピュアアンモニア需要は年間5億3,000万トンとなると推定している。



図 10 提案されている Barents Blue アンモニア生産施設

出所: Barents Blue

最近設立された **Barents Clean Ammonia AS** が **Barents Blue** の株式の 75% を保有し、**Proton Ventures** が残りの 25% 株を保有している。**Barents Blue** は、自らを「スタートアップ企業を持つノルウェーの独立系クリーンエネルギー企業」としている。**Proton Ventures** は 2001 年設立のオランダ企業で、世界規模の貯蔵ターミナル、アンモニア生産ユニット、その他のプロセスアプリケーション向けの革新的なグリーンエンジニアリングとターンキーソリューションを提供している。両社、2027 年の最終投資決定（**Final Investment Decision**）に向けてプロジェクトを共同開発し、2031 年に生産を開始する計画である。

Topsoe の e-アンモニア実証プラント（デンマーク）—2024 年半ば、Topsoe A/S、Skovgaard Energy、Vestas の 3 社は、デンマーク北西部ランメ（Ramme）にグリーンアンモニアプラントを開設した。同プラントは、実証プロジェクトとして、再生可能電力を用いて年間 5,000 トンのグリーンアンモニアを生産する。3 社はデンマークエネルギー開発実証プログラムから 8,100 万デンマーククローネの資金を得ている。電力は、50MW の新ソーラーパネル及び Vestas の V80-2.0 MW 型風力タービンから供給される。



図 11 デンマークランメのアンモニア実証プラント
出所: Topsoe

同プロジェクトの目的は、プラントの電解及びアンモニア合成ループにおける再生可能電力源からの電力特有の変動に対応する能力を実証することである。同プラントでは、出力変動のある再生可能電力がアンモニアプラントとどのように直接統合されるかを実証し、同時にコスト効率の高いグリーンアンモニアの生産を行うことが可能であることを実証する。

Topsoe は同プラントの利点を以下のように述べている。

- 利用可能な再生可能電力の 10% から 100% の変動に対応する。エネルギー需要が高い場合はターンダウンし、グリッドの安定性を維持する。
- 市場で 2 番目に効率高いプラントよりも効率がさらに 20 ~ 30% 高い。アンモニアを大量に生産するために必要なエネルギーは低い。
- モジュラー設計により、オフサイトでのプレハブ建造が可能で、現場での建造が容易となる。建造時間を短縮し、リスクも低減する。
- 需要に対応したスケールアップと良質の再生可能原料が利用できる新サイトへの移動が可能な柔軟性を提供する。

Skovgaard Energy の CEO は、同プロジェクトはデンマークにとって画期的であるとしている。今まで電力網にグリーン電力を供給することは可能であったが、電力の貯蔵又は産業需要に応じた変換は不可能であった。グリーン電力をグリーンアンモニアに変換することにより、この問題は解決される。

SwitchH2 のグリーンアンモニア FPSO (オランダ) –SwitchH2 は、2022 年以來 BW Offshore と Dutch Ocean Capital が部分的に所有するオランダのエネルギー技術開発企業である。同社は、2022 年にオランダ経済気候政策省から 400 万ユーロの補助金を得て、電解プロセスに直接海水を使用するグリーンアンモニアの浮体式生産貯蔵積出設備 (FPSO) の設計を開発した。2022 年 7 月、同設計は DNV の基本承認 (AiP) を取得し、同プロジェクトの技術の信頼性を証明した。



図 12 提案されているブラジル沖で使用されるグリーンアンモニア FPSO

出所: ABB

同プロジェクトに自動化及び電化ソリューションを提供する ABB によると、開発された FPSO は将来的な低炭素船用燃料の需要増大に備え、グリーン水素からグリーンアンモニアを生産する。同 FPSO は、300MW の電解装置を搭載し、年間 243,000 トンのグリーンアンモニア生産が可能である。同 FPSO はポルトガル沖に係留され、電力購買契約に基づいて国家電力網から入手した認証された再生可能電力を動力源とする。

同 FPSO は、処理済みの海水を電解に使用してグリーン水素を生産し、空気中から抽出された窒素と結合させてグリーンアンモニアを生産する。合成されたアンモニアは、圧縮され、船内に貯蔵される。その後浮体式ホースシステムにより輸送船に移送され、港湾に運ばれる。港湾では船用燃料として使用されるか、または工業用水素に還元される。

基本設計 (Front-end engineering and design : FEED) 開発は 2026 年夏まで継続され、最終投資決定は 2026 年第 3 四半期に予定されている。詳細エンジニアリングと建造は 2027 年に行われる予定である。SwitchH2 は、プロジェクトの究極的な目標は、2029 年第 1 四半期に初荷揚げを行い、グリーン水素・アンモニアを購買者に販売することであると述べている。

このポルトガル沖の FPSO プロジェクトは、SwitchH2 が開発中の数件の浮体式グリーン水素・アンモニアプロジェクトのひとつである。同社の計画に関しては、本報告書 2.5 を参照のこと。

First Ammonia のグリーンアンモニアプラント (米国) –2022 年、米国 First Ammonia は技術パートナー Topsoe と提携し、Topsoe の固体酸化物形電解セル (SOEC) 技術を買収することで合意した。First Ammonia は同技術をグリーンア

ンモニア生産に使用し、世界各地にプラントを建設する計画である。同合意では、当初複数の 500MW 型 SOEC ユニットを購入し、合意期間中に最大 5GW まで拡大することが可能である。2025 年末、Topsoe はデンマークヘアニング（Herning）に最初の SOEC スタック製造施設を開設した。

First Ammonia によると、

同社は Topsoe の SOEC 技術を活用し、再生可能エネルギーからグリーンアンモニアを生産する商業規模のダイナミックなモジュラー型プラントのグローバルネットワークを構築する。ドイツ北部と米国南西部で開発中のプラントは 2025 年に稼働予定で、世界初の商業グリーンアンモニア生産施設となる。First Ammonia は、初期計画として、5GW の電解能力により、年間 500 万 m³ のグリーンアンモニアの生産を予定している。

出所: First Ammonia

2024 年 9 月、First Ammonia は、同プロジェクト向けのシリーズ B 資金調達に成功した。これにはアジアの投資会社 Mercuria Holdings 及び Manies Group からの資金を含む。Uniper（ドイツのエネルギー会社）が 2023 年 11 月以来、プロジェクトパートナーとなっている。

HØST PtX Esbjerg（デンマーク） – 同プロジェクトは、デンマーク西岸エスビアウ（Esbjerg）で初期開発段階にあるデンマークの大規模な Power-to-X（P2X）プロジェクトである。同プロジェクトは、ギガワット級の大規模な電解技術を用いて、産業向け、肥料用、燃料用のグリーン水素とアンモニアを生産することを目的としている。Copenhagen Infrastructure Partners が開発中の HØST PtX Esbjerg は 1GW の電解プラントで、年間 100,000 トンのグリーン水素と年間 600,000 トンのグリーンアンモニアの生産能力を持つ。

欧州気候・インフラ・環境執行機関（CINEA）は、同プロジェクトの最終投資決定（FID）までの FEED 設計や技術研究のための資金として、2025 年初めに 1,300 万ユーロの DEVEX 資金を付与した。プロジェクト開発者によると、2026 年 1 月に時点において、同プロジェクトは用地の権利を取得、水へのアクセスとグリッドからのグリーン電力を調達し、基本環境認証も取得し、基本設計と建設計画も準備が完了したと述べている。プロジェクトの建設は、2028～2029 年に最終決定される予定である。

ロッテルダム港のアンモニアバンカリング（オランダ） – ロッテルダム港は世界第二位のバンカリング港で、年間約 1,000 万トンの燃料のバンカリングを行っている。ロッテルダム港管理局は、同港を様々な低炭素代替燃料の生産、物流のハブとするとの目標を持っており、2026 年または 2027 年には最初のアンモニアバンカリング船の寄港を予定している。

同港では、2025 年 4 月、OCI（オランダの化学メーカー）と James Fisher Fendercare（英国のサプライヤー）が、船から船へのアンモニアバンカリング実験を行った。同実験では、800 m³の液体アンモニアがマイナス 33 度で並んだ 2 隻の船舶間を移動した。Maasvlakte 2 APM ターミナルの新埠頭で行われたこのバンカリング実験には約 2 時間半を要した。実験にはグレーアンモニアが使用されたが、将来的にはクリーンなアンモニアのバンカリングを目指すプロジェクトの重要な準備段階であると考えられている。ロッテルダム港管理局は、同実験はロッテルダム港におけるアンモニアバンカリングの安全性を実証するもので、港内にアンモニアが漏れることなく安全な移送が可能であることを確認したと述べている。



図 13 ロッテルダム港における Ship-to-Ship アンモニアバンカリング実験
出所: Port of Rotterdam Authority

このアンモニア実証実験を行った企業は、OCI、ロッテルダム港アンモニアターミナルオペレーター、及び OCI のアンモニアを搭載したタンカー 2 隻を提供した Trammo である。その他の参加企業は、APM Terminal とバンカーバージ運航企業 Victrol である。

アンモニア燃料サプライチェーンの品質認証 – アンモニアサプライチェーンの独立した厳格な品質管理の必要性は、工業認証組織の注目を集めている。以下はその例である。

欧州アンモニア産業の声を代弁する Ammonia Europe は、2025 年 1 月、自主認証制度を導入し、「欧州の顧客に、購入するアンモニアのカーボンフットプリントの透明性を提供するツール」を提供している。Ammonia Europe によると、同制度はアンモニアのエネルギー源を証明し、サプライチェーン内の管理の連鎖を維持することにより、アンモニアの品質管理を向上させるものである。

同制度では、アンモニア 1 トンにつき、電解製造水素、バイオメタン、メタンなどエネルギー源のカーボンフットプリントの製品属性宣言（Product Attribute Declaration）を含む 1 件のアンモニア認証を発行し、生産方法の

透明性を確保する。マスバランス管理連鎖システム (Mass-Balance chain-of-custody system) を採用し、オプションとして自社内及び欧州単一市場内のブックアンドクレーム (Book and Claim) も提供する。Ammonia Europe メンバーの協働により開発された同制度は、Fertiberia 及び Yara の再生可能アンモニアプラントで使用され、持続可能なアンモニアの市場構築の重要な一歩として、Ammonia Europe の全メンバーが利用可能である。

出所: Ammonia Europe

2023年9月、船級協会 Bureau Veritas も、信頼性の向上により水素エネルギー開発と国際取引を支援する再生可能アンモニア認証制度を発表した。認証取得には、水素生産に使用された再生可能原料とアンモニア生産法が特定の基準を満たす必要がある。さらに、アンモニアのカーボン強度が $0.5 \text{ kg CO}_2\text{eq/kg}$ 以下であることを証明しなければならない。設計段階から適用可能なこの再生可能アンモニア認証制度は、プロジェクト開発者が開発初期段階で資金を調達するための採算性の証明を提供する。

アンモニアエネルギー協会 (Ammonia Energy Association : AEA) も、自主的なアンモニア品質認証プロセスを提供している。同協会のアンモニア認証システムは、生産者、トレーダー、ディストリビューター、消費者を含むアンモニアバリューチェーン内の全ての関係者が利用可能な制度である。同協会のメンバー及び非メンバーが参加できる。

アンモニア認証システムは、生産者が製品ロットの環境特性を明らかにし、対応するアンモニア認証の発効を求める。認証は、サプライチェーン事業者に移管されるか、または消費者向けに回収される。アンモニア認証は、消費者によるアンモニア消費を記録するために登録から回収される回収ステートメント (Retirement Statement) 作成により確認される。

出所: AEA

浮体式アンモニア・水素プラント – 2025年4月、Wärtsilä Gas Solutions と Höegh Evi (ノルウェーの浮体式 LNG 貯蔵・再ガス化設備運航会社) は、エネルギー転換の重要な一歩となる世界初の 浮体式アンモニアから水素への改質設備を発表した。これにより浮体式輸入ターミナルにおいて輸送されたアンモニアを用いて産業規模での水素を生産することができる。Höegh Evi によると、同技術はスケラブルで、最大年間 210,000 トンの水素生産能力を持ち、アンモニア貯蔵量は $10,000 \text{ m}^3$ から $120,000 \text{ m}^3$ である。Höegh Evi の CEO は、この浮体式ターミナルと改質技術は、グリーンアンモニアのグローバルチェーン構築を可能にし、今後 10 年以内に欧州産業に安定したクリーンエネルギーを供給すると述べている。同プロジェクトはノルウェー政府のグリーンプラットフォームプログラムから総予算の約 50% に相当する 590 万ユーロの支援を受けている。アンモニア改質装置は、ノルウェーストード (Stord) の Sustainable Energy の Norwegian Catapult Center で製造され

た。同プロジェクトには、Institute for Energy Technology (IFE)、University of South-East Norway、Sustainable Energy、BASF SE も参画している。

エジプトからドイツへの再生可能アンモニア供給 – 2024 年 7 月、アブダビ (UAE) を本拠とする Fertiglobe は、同社がドイツへの再生可能アンモニア供給企業に選ばれたと発表した。供給されるアンモニアはエジプトで生産される。Fertiglobe は、中近東最大の窒素肥料メーカーで、再生可能な低炭素アンモニアのパイオニアであるとしている。契約では、Fertiglobe は、2027 年から 19,500 トンの供給を開始する予定で、2033 年までには累積 397,000 トンを供給する。契約価格は 1 トン当たり 1,000 ユーロである。Egypt Green Hydrogen (EGH) が Fertiglobe に再生可能アンモニア生産のフィードストックとして再生可能水素を供給する。EGH は、Fertiglobe、Scatec ASA、Orascom Construction、Sovereign Fund of Egypt、Egyptian Electricity Transmission Company のコンソーシアムで、スエズ運河特別経済区に位置している。EGH のベースシナリオでは、エジプトが 2030 年までに年間 150 万トンのグリーン水素を生産することを求めており、うち 140 万トンが輸出向けとなる。さらに、2040 年までには年間生産量 580 万トン、うち輸出向けが 375 万トンとなる。輸出契約は、Fertiglobe の最終投資決定後に確定される。

2.4 バイオ燃料の生産

2025 年 8 月、欧州環境機関 (European Environment Agency) は、欧州 (EU/EEA) のバイオベースのイノベーションは進展しているが、欧州の資源の使用量は域内の供給能力を上回っていると述べた。EEA 加盟国 32 か国のバイオキャパシティー (生物生産力) 供給量は、現在の消費を維持するために必要なバイオキャパシティーの約半分のみである。バイオ燃料生産拡大の問題として、バイオ燃料生産のためのバイオマスの使用は、食糧セキュリティと大気中の CO₂ を回収する森林への脅威であり、バイオ燃料の使用はサステナブルではないと、環境団体は主張している。

環境保護団体の反対にもかかわらず、欧州委員会は、計画されているバイオ経済戦略改訂の一環として、重輸送機関からの排出削減方策としてバイオ燃料の使用を促進する計画である。2025 年 11 月の Euronews の報道によると、「EU27 か国のエネルギー転換目標において航空機と海運は脱炭素化への「アキレス腱」となっている。両セクターは未だに化石由来の燃料に大きく依存しており、全温室効果ガス排出量の約 8.4% を占めている。EU のクリーンエネルギー開発への投資にもかかわらず、重輸送機関向けのサステナブル燃料の供給量は不足している。EU 執行部は、温室効果ガス削減に向けたバイオ燃料生産のために 作物や木の利用促進を提案している。」

生物由来のディーゼル、ガス燃料、ガソリン、オイル、SAP への将来的な需要に対応するための欧州のバイオ燃料生産プラント建設に関する代表的な計画を以下に概説する。

住友商事/Skovgaard 合弁会社によるバイオガスと e-SAF の開発（デンマーク） –

2025年6月、住友商事とデンマーク Skovgaard Energy は、デンマークにおけるサステナブルな航空燃料 e-SAF の開発とバイオガスの生産拡大を行う合弁会社の設立を発表した。新合弁会社は、デンマーク全土の Skovgaard の既存バイオガス生産拠点のバイオガス生産量を約 4,000 万 Nm³に拡大する。同時に、e-SAF を含む他のバイオエネルギーの開発も行う。

デンマークレムヴィ（Lemvig）に本社を置く Skovgaard Energy は、1999年に風力エネルギー開発企業として設立された。その後同社は、太陽光、power-to-X（P2X）、バイオガスその他に市場を拡大した。同社は、欧州におけるグリーンアンモニア（power-to-ammonia）とグリーン水素（power-to-hydrogen）生産施設開発のリーディング企業と認識されている。同社の新 Ramme グリーン水素生産プラントは本報告書で前述した。Skovgaard は、P2X はデンマーク及び欧州の気候目標達成のために不可欠で、Ramme 新プラントはその一歩であり、同社とともにデンマークは P2X 技術分野のリーダーとなると述べている。

これは住友商事の欧州における初のバイオガス生産ビジネスへの参入である。同社は新合弁会社が、現在の住友の中期経営計画における主要成長分野のひとつであるエネルギーソリューション部門の成長を加速させることを期待し、以下のように述べている。

1999年の設立以来、Skovgaard Energy は風力発電などの再生可能エネルギープロジェクトの開発を行ってきた。現在では同社は家畜糞尿を原料とする複数のバイオガス生産プラントと e-SAF を含む power-to-X ビジネス用地を保有している。またデンマークにおける農家連合と強固な連携を築いており、2032年までの長期原料供給契約を締結している。これにより、安定的にバイオガスの原料の調達が可能となった。

住友商事の欧州域内ビジネスネットワークと Skovgaard Energy の強みを掛け合わせ、新会社を設立することで、バイオガス製造事業の拡大とともに、e-SAF の製造事業開発も進めることを目指す。e-SAF は、バイオマス由来の二酸化炭素とグリーン水素を原料に生成される合成燃料で、今後の商用化に向けて需要が見込まれるバイオエネルギーである。デンマークは国内電力消費の約 9 割を再生可能エネルギーで賄っており、グリーン水素の調達に優位性を持つ。新会社は、バイオガス製造事業をデンマーク全土に拡大することで、e-SAF 原料としてのバイオマス由来の二酸化炭素を、自社プラントを活用し安定的かつ低コストでの供給を実現することが可能になる。

出所: 住友商事

Cargill のバイオディーゼルプラント（ドイツ、ベルギー） – 2006年に稼働した

Cargill（穀物メジャー）のフランクフルトヘヒスト（Frankfurt-Höchst）バイオディーゼルプラントは、欧州のバイオ燃料のハブである。同施設では主に菜種油から FAME バイオディーゼルを生産しているが、他の油脂の使用も可能で、原材料の柔軟性を提供している。敷地内に統合されたグリセリン精製施設により、生産効率を高めている。

2008年に稼働した同社のヘント（Ghent）プラントは、再生可能エネルギーのイノベーションにおけるリーダーの一つである。同プラントは、ベルギー唯一の完全統合されたバイオディーゼル生産施設である。2022年、Cargillは同敷地内にMIDASプラントを開設した。同プラントは、欧州最大級の廃棄物からバイオ燃料を製造する施設で、使用済み食用油、動物性油脂、食用油残渣物をハイグレードなバイオディーゼルに転換する。

CargillのBio100は化石燃料の代替（drop-in replacement）として使用される。同製品は河川バージを用いて試験が行われ、大きなエンジン変更なしに使用可能であることが確認された。同社は、「Cargill® Bio100」の使用により、河川バージの温室効果ガス排出量は70%と大幅に削減されたとし、同バイオディーゼルは内陸水運セクターの脱炭素化に効果的で利用可能なソリューションであると述べている。

DAKA バイオディーゼルプラント（デンマーク） – デンマークのロスニング

（Løsning）に位置する同プラントは、菜種油、動物性油脂、使用済み食用油をフィードストックとして年間5,500万リットル（～50,000トン）のバイオディーゼル生産能力を持つ。同プラントで製造されたバイオディーゼルは、デンマークの輸送セクターのバイオ燃料混合規定に基づく需要の一部を満たすために使用されている。Saria Groupが所有する同プラントは、C.F. Møller Architectsが設計し、2008年にプロジェクト一括契約によりBDI-Bioenergyが建設した。



図 14 DAKA バイオディーゼルプラント（デンマークロスニング）

出所：BDI

Neste のロッテルダム及びポルボープラント（オランダ、フィンランド） – Neste の

ロッテルダム再生可能製品生産プラントは2021年に稼働した。同プラントは、140万トンの再生可能製品の生産能力を持ち、Nesteは欧州最大規模であるとしている。現在、250億ユーロを投資して130万トンの生産拡大が行われており、2027年の完成時には同プラントの総生産量は270万トンとなる。拡大後には、120万トンのサステナブル航空燃料の生産も開始する。

Neste は、船社、荷主、用船者など海運セクター向けの低排出燃料「Marine 0.1 Co-processed」の生産も行っている。同燃料の生産過程では原油の一部が再生可能原材料に置き換えられ、化石燃料と再生可能原料の混合燃料となる。混合油の再生可能部分は、化石燃料と比較して温室効果ガスのライフサイクル排出量が最大 80%低い。「Marine 0.1」はフィンランドポルボー（Porvoo）の製油所で生産されている。

Masol Iberia のバイオ燃料プラント（スペイン） – Musin Mas Group の子会社である Masol Iberia は、スペイン国内で 3 か所のバイオ燃料プラントを運営し、3 プラントの年間総生産量は約 120 万トンである。カステリオン（Castellón）プラントの生産能力は年間 60 万トン、フェロル（Ferrol）は同 30 万トン、カルタヘナ（Cartagena）は 30 万トンである。Masol Iberia が生産する燃料は、パーム油を原料とするバイオディーゼルで、各種国際認証（持続可能性カーボン認証 ISCC、イタリア国家バイオ燃料、バイオ液体燃料持続可能性認証）を取得している。同社は以下のように述べている。

パーム油ベースのバイオディーゼルは、内燃機関を改造せずに使用することができる。これはパーム油を原料とし、エステル交換反応により生成されたメチルエステルである。石油由来の従来のディーゼルと異なり、パームメチルエステルは煤と硫黄の排出量が少ないため、比較的環境にやさしい。さらに、通常グレードのパームメチルエステルは、セタン指数と酸化安定性特性を向上させるために菜種油または大豆油由来のバイオディーゼルとの混合が可能である。

出所：Masol Iberia

2024 年、同社は 3,000 万ユーロを投資し、カステリオンプラントのフィードストックをバージンベジタブルオイルから使用済み食用油に切り替えるための改造を行うと発表した。改造後も年間生産量は 600,000 万トンで変化はない。

Musim Mas Group は世界最大のパーム油企業のひとつである。インドネシアを本拠とし、世界 14 か国で栽培から精製及び生産事業を展開している。同グループの原材料はマレーシアとインドネシアから調達され、アジアと欧州に複数の生産プラントを持つ。

BioAdvance（ポルトガル） – 2024 年、ポルトガルのバイオ燃料メーカーである BioAdvance は、2,200 万ユーロを投資し、フィゲイラ・ダ・フォス（Figueira da Foz）港にバイオディーゼル生産プラントを建設した。初期生産量は年間 20,000 トンであるが、2~3 年以内に 200,000 トンに引き上げ、欧州最大の先進的バイオ燃料生産施設となる計画である。同プラントは、液体貨物ターミナルに隣接した港湾拡大地区の 20,000 m²の敷地に位置している。地元の報道によれば、これはフィゲイラ・ダ・フォス港における最大の民間投資である。同社によると、顧客は BP、Repsol、Galp、Shell などの大企業である。

この BioAdvance プラントは、欧州委員会による見直しの可能性がある。2025 年 3 月、欧州議会は、以下のように、同プロジェクトの欠点と環境への影響に関する疑問を投げかけた。

全生産過程を調査した結果、中央地域開発委員会（CCDR Centro）は、修復不可能なプロジェクトの欠点と環境影響評価の実施義務を強調した拘束力のある反対意見を発表した。地元住民によると、BioAdvance は認可手続きに際して、メタノール、危険廃棄物などの危険物の使用に関する情報を省略した。地元住民は、フィゲイラ・ダ・フォス市内、特に同プラントが位置するヴィラヴェルデ（Vila Verde）地区の有害ガスに苦情を訴えている。同プロジェクトは EU からの資金援助を受けたと報道されている。

出所: *Parliamentary question - E-000982/2025*

Greenfuel Extremadura（スペイン） – スペイン企業 Greenfuel は、スペインのエストレマドゥーラ地方ロス・サントス・デ・マイモナ（Los Santos de Maimona）の工場で、ベジタブルオイル廃棄物及びリサイクルされた食用油からバイオ燃料を生産している。同社はスペインのセビリア港及びウエルバ港、ドミニカ共和国、コロンビア、米国、ベネズエラの施設において、原材料及び製品事業を展開している。同社のバイオ燃料は持続可能性カーボン認証（ISCC）を取得している。

Greenfuel によると、同社の生産プラントはウェストファリア技術に基づき、高酸性、低酸性両方の廃棄物製造過程に対応している。これにより、ベジタブルオイル、カテゴリー1 の油脂、その他のベジタブル残渣物を原料とした生産が可能である。同プラントには残渣油を調整する準備段階があり、使用油の酸性度に応じて、エステル交換反応ラインに送られるか（低酸性油の場合）、またはエステル化が行われる（高酸性油の場合）。副産物として濃度 70% のグリセリンが発生する。



図 15 Greenfuel のバイオディーゼルプラント（スペイン、バダホス）

出所: Green Fuel

Repsol のカルタヘナ廃棄物燃料プラント（スペイン） – Repsol は同社カルタヘナ拠点において、イベリア半島初の産業規模の再生可能燃料生産に特化したプラントを運

営している。同プラントでは、サステナブル航空燃料及び再生可能ディーゼルを生産している。2024年3月、同社は、廃棄物から年間生産能力250,000トンの燃料を生産するプロジェクトを開始すると発表した。後述の通り、Repsolは、最近カルタヘナ拠点における大規模なグリーン水素プラントの建設を認可された。

ETFuelsのバイオ燃料プラント（フィンランド、英国、米国） – ダブリンに本社を置くアイルランドのエネルギー技術開発企業ETFuelsは、フィンランド、英国、米国（4か所）にバイオ燃料製造拠点を設立する計画である。同社は、スケーラブルな6拠点で計2.5GWの再生可能エネルギーを生産し、年間120万トンのCO₂排出を削減している。ETFuelsによると、同社は既に100,000エーカー（約405km²）の用地を法的に確保し、購買者、大手OEM、CO₂プロバイダーとのパートナーシップを構築している。現在プロジェクトは設計エンジニアリング（FEED）段階にある。

フィンランドのプラントは、Neova Oy及びBusiness Finlandと提携し、ラウマ（Rauma）に建造される。同プラントでは風力電力（～300MW）とバッテリー貯蔵を用い、合成メタノールを年間100,000トン生産する。同プロジェクトは設計エンジニアリング前の段階にある。ETFuelsは以下のように述べている。

フィンランドは、豊富な生物由来のCO₂及び特に沿岸部と北部に例外的に豊富な風力資源を持つ欧州最強の合成燃料生産ロケーションとして確立している。同国の大規模な林業は、サステナブルな生物由来CO₂を提供し、また同国のカーボン中立政策は新たな生産プロジェクトに対して支援体制を提供する。さらに、フィンランドの工業インフラは成熟しており、製紙パルプ業からのCO₂にアクセスでき、主要欧州市場への直接アクセスを持つ大型港湾は効率的なロジスティックスを提供している。

出所：ETFuels

英国における同社のプロジェクト「SkyFuel Teeside」は、現在設計エンジニアリング段階にある。プラントは航空産業向けe-SAF燃料生産用に設計され、年間35,000トンのSAF生産能力を持つ。ETFuelsはこの開発中のプラントにおいて、メタノール合成とメタノール・トゥ・ジェット（MtJ）技術を用いて、グリーン水素と生物由来CO₂を次世代サステナブル航空燃料（e-SAF）に変換する。

2025年7月、SkyFuelプロジェクトは、英国政府の先進燃料基金（Advanced Fuels Fund）の支援対象プロジェクトに選ばれた。その目的は、MtJ技術を用いた商業規模のe-SAF生産の促進で、英国をe-SAF生産のグリーンバルリーダーとし、またETFuelsが欧州及び英国に同社のe燃料プラットフォームを拡大することを支援する。

ロッテルダムにおけるバイオ燃料混合と貯蔵（オランダ） – 船用燃料の大手グローバルサプライヤーであるPeninsulaは、欧州の顧客にサステナブルで柔軟性のある燃料ソリューションを提供するために、ロッテルダム港のChane Terminalにおける貯蔵及び混合インフラを拡大中である。Peninsulaが運営するChane Terminalに

は、バイオ燃料の混合と貯蔵に特化した新タンク 9 基、総容量 30,000 m³を整備する。同施設はカーボン認証 ISCC を取得しており、オランダ排出庁 NEa に登録されているため、全てのオペレーションはコンプライアンスとトレーサビリティが確認される。拡大されたインフラには、埠頭 3 本と全長 135m までのバージが停泊可能なバース 7 基を含む。さらに、大型船向けの埠頭 1 本もあり、大手石油会社の効率的なロジスティックスとターミナル間移動をサポートする。

2026 年 1 月に開始した拡大プロジェクトの第 2 フェーズでは、さらに 8 基のタンクを増設し、貯蔵量を 110,000 m³に拡大する。Peninsula は、新施設では、ブレンド過程と製品品質が完全に管理された環境で B5（バイオ燃料 5%）から B100（バイオ燃料 100%）まであらゆるグレードの燃料（HSFO/VLSF）のブレンドが可能になると述べている。Peninsula は、顧客が希望する混合比率でブレンドを行い、製品の品質と顧客の選択の両方を満足させる。

Shell のロッテルダムにおけるバイオ燃料生産（オランダ） – Shell のロッテルダムにおける大規模バイオ燃料プラント建設計画は実現しない。2025 年 9 月、Shell は、2022 年に開始したロッテルダムの Shell Energy and Chemicals Park におけるバイオ燃料生産施設建設計画を再開しない決定を発表した。同社は、この決定は同プロジェクトの競争力を再評価するための詳細な商業的、技術的な調査の結果であると述べている。

2.5 グリーン及びブルー水素の生産

欧州水素プラットフォームである European Hydrogen Observatory によると、2024 年の EU、EFTA、英国の水素総生産量は 1,120 万トンで、その 89%（1,000 万トン）がグレー水素（Reforming）である。残りは、副産物として発生した水素（By-product）110 万トン、電解によるグリーン水素（Water electrolysis）6 万トン、カーボン回収と改質によるブルー水素（Reforming（with carbon capture））が 5 万 6,000 トンである。

図 16 は、欧州各国の水素生産量である。ドイツとオランダの生産量が最も多く、フランスは副産物としての水素生産量が最も多い。

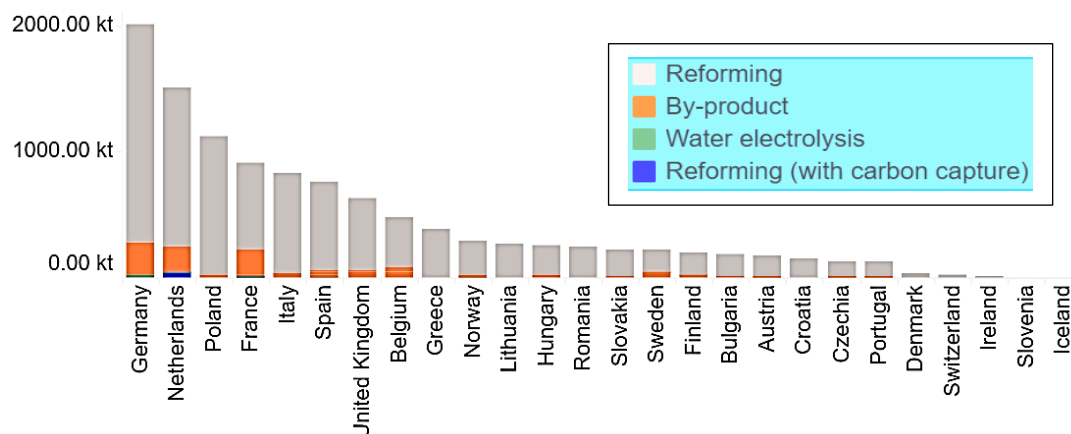


図 16 2024 年欧州各国の水素生産量

出所: European Hydrogen Observatory

欧州の稼働中または計画段階にあるグリーン水素、ブルー水素製造プラントの概要を以下に述べる。これらに本報告書 2.3 で紹介した水素・アンモニアプラントが加わる。

カルタヘナグリーン水素プラント（スペイン） – 2025 年 9 月、Repsol は 3 億ユーロ超を投じ、Enagas Renewable と共同でカルタヘナに大規模な再生可能水素生産施設を建設すると発表した。スペイン最大の水素生産者及び消費者である Repsol は、再生可能水素の全バリューチェーンに関与する意向で、同社のカルタヘナ産業拠点に 100MW 型電解装置を設置する。同装置は、年間 15,000 トンの再生可能水素の生産能力を持つ。

このプロジェクトには、スペインの政府機関であるエネルギー多様化・省エネ研究所 (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) が 1 億 1,500 万ユーロを出資する。同プロジェクトは欧州委員会から欧州に共通利益のある戦略プロジェクトに選ばれており、EU から多額の支援を受けると予想される。

Repsol は、同社のスペイン国内の産業拠点における従来の水素を、電解装置によって生成されたクリーンな再生可能水素に完全に置き換える計画を発表している。

Repsol によると、

2029 年に稼働予定の新プラントは、スペインの最も重要な地方プロジェクトであるムルシア地方水素バレーの大きな進歩となる。その目標は、工業の需要に合わせた生産を行う、可能な限り効率的なエコシステムの構築である。また、同プロジェクトにより、将来的には生産された再生可能水素を天然ガス網及びスペインの再生可能水素ネットワークである Spanish Hydrogen Backbone に供給することが可能となる。

Måde グリーン水素プラント（デンマーク） – 2024 年、デンマークの再生可能エネルギー開発企業 European Energy は、デンマークのモーデ (Måde) プラントでグリーン水素の生産を開始した。最近まで同プラントは、Stiesdal 社の 3.1MW 型電

解装置を使用した商業生産を行っていたが、2025年12月、新たに設置された Plug Power 社の 8.1MW 型電解装置が稼働した。

モーデプラントの拡張は、二つの作業が同時進行している。新ユニットの設置と同時に、最新の技術水準に基づく信頼性の高い生産を拡大し、維持するため、オリジナルの Stiesdal 製電解装置はアップデートされた新型ユニットに交換された。同社は、同プラントにおいて複数の電解技術の試験を行う計画である。

European Energy によると、デンマーク国内でガスディストリビューターとしての事業を行うための ISO 9001 認証の審査は完了している。同プラントで生産された水素は、ISCC 認証に基づき RFNBO Hydrogen 認証を取得する。European Energy は、2026年に550トンのグリーン水素を生産する計画である。

SwitchH2 の浮体式水素生産計画（オランダ） – 本報告書 2.3 で紹介したオランダの浮体式グリーンエネルギー技術開発企業 SwitchH2 は、北海においてグリーン水素を生産する計画を持っている。この計画では、浮体式水素生産プラント H2 FPSO（図 12 参照）を海底に固定された風力発電所と接続し、洋上風力エネルギーを FPSO 船内電力の主な供給源とする。水素が生産されたのち、FPSO は既存のガス供給インフラと接続され、水素を効率的かつ低コストで陸上に移送する。既存のガスインフラと計画されている水素インフラの利用により、生産されたグリーン水素はベネルックス諸国、英国、ドイツのバイヤーに届けられる。



図 17 SwitchH2 の北海における浮体式グリーン水素生産計画
出所: SwitchH2

この野心的な計画は、オランダの複数の大手投資家に支持されており、収益性のあるプロジェクトとして財務計画が進んでいる。同社は、現在、電力購入契約（Power

Purchase Agreements : PPA) とオフテイク契約 (Offtake Agreements) の交渉中で、翌年には産業企業を含む資産保有コンソーシアム (Asset Owning Consortium) を構築する。プロジェクトのエンジニアリング、調達、建設、設置計画 (Engineering, Procurement, Construction, and Installation : EPCI)、運営契約、プロジェクト管理契約への資金は、特殊目的機関 (Special Purpose Vehicle : SPV) を通じて調達される。同プロジェクトの提案は ESG (環境・社会・ガバナンス) に準拠しており、同社は多くの大手金融機関及び投資家からの支援を確信している。

Everfuel HySynergy のグリーン水素プラント (デンマーク) - 2025 年 2 月、デンマークのグリーン水素開発企業 Everfuel A/S は、デンマークフレゼリシア (Fredericia) の 20MW の「HySynergy I」プロジェクトにおいてグリーン水素の生産を開始した。Everfuel によると、同プロジェクトは、2035 年までにデンマークで 2GW 超の電解水素生産を実現するという同社の目標の第一歩である。

HySynergy プロジェクトは Everfuel とフレゼリシアの石油精製企業 Crossbridge Energy との共同プロジェクトで、地域のヒーティング事業者 TVIS が余剰熱のオフテイカー (引き取り手) となっている。HySynergy I は、世界最大の水素インフラファンドのマネージャーである Hy24 との共同保有で、保有比率は Everfuel が 51%、Hy24 が 49% である。同プロジェクトはデンマークエネルギー省の 650 万ユーロの支援及び EU のインフラ投資基金コネクティングヨーロッパアシリティー (CEF) を通じて EU から 380 万ユーロの支援を獲得している。

プロジェクト稼働に際し、Crossbridge Energy の CEO は、使用される従来の水素をグリーン水素に置き換えるためには、デンマークの法整備が必要であると指摘し、次のように述べている。

プロジェクトの実現は、我々にとって重要な成果であるだけでなく、航空機、船舶、電化ができない輸送機関向けのグリーン水素生産拡大への重要な一歩である。同プロジェクトは地図上の灯台のような存在である。HySynergy から Crossbridge Energy へのパイプラインに水素を供給することにより、新時代が始まる。しかしながら、この新時代においては、従来の水素に代わりグリーン水素を使用することが、現在のデンマークの燃料転換要求の遵守に貢献することを、デンマークの法規制が認識すべきである。また、我々はグリーン水素の価値が認められることを望む。グリーン水素は、単なる追加的コストではなく、大規模生産により輸送セクターの転換を推進するものである。

出所: Everfuel

ロッテルダム港における水素生産 (オランダ) - 欧州最大の再生可能燃料クラスターであるロッテルダム港は、その事業を拡大する計画である。進行中または計画段階のプロジェクトには、ロッテルダム港を通過する水素パイプラインの建設がある。これはロッテルダム港の水素インフラの基礎となる。さらに、マースフラクテ

(Maasvlakte) 工業地区に 24 ヘクタールの用地を確保し、洋上風力発電所からのグリーン電力を電解によりグリーン水素に変換する施設を建設する計画である。

BASF/ExxonMobil の低排出水素実証プラント (ドイツ、米国) – 2025 年 11 月、BASF と ExxonMobil は、メタン熱分解技術の共同開発と商業化の可能性を探るための実証プラントの建設に合意した。BASF は、過去数年間、ドイツ連邦政府が支援するプロジェクトでメタン熱分解技術を開発した。同社の技術部長は以下のように述べている。

メタン熱分解技術は競争力のある低排出水素を製造し、わが社の製品群のフットプリントのさらなる削減への高いポテンシャルを持つ。我々は 10 年以上同技術の開発を行っており、卓越したリアクター概念を開発し、我が社のルートヴィヒスハーフェン拠点の試験プラントにおける実証試験に成功した。BASF のプロセスイノベーションと ExxonMobil のスケールアップ技術を組み合わせ、このコスト効率の高い低排出水素ソリューションの経済的に可能な商業生産を実現する。

出所: BASF

実証プラントは、ExxonMobil の大規模なベイタウン (テキサス) 複合拠点に建設される予定である。同プラントでは、年間最大 2,000 トンの低炭素排出水素と 6,000 トンの固体炭素生成物を生産する。

Rjukan のグリーン水素プラント (ノルウェー) – 2025 年 11 月、Norwegian Hydrogen 社は、同社のグリーン水素リユカン (Rjukan) プロジェクト向けに EU イノベーション基金から 3,150 万ユーロの助成金を調達した。Nel ASA と Aker Horizons がプロジェクトパートナーである。計画されているプラントは、25MW の電解能力を持つ。プラント建設は 2027 年末に完了し、2028 年に本格稼働する予定である。同グループは、プラント完成以前に小規模な生産を開始することを検討している。同プラントは年間 3,500 トン以上のグリーン水素を生産する予定である。Norwegian Hydrogen は、Tinn Energi と同プラント生産物の長期購買契約を締結済みである。



図 18 計画中のリュウカングリーン水素プラント

出所: Norwegian Hydrogen

Gen2 Energy (ノルウェー) – ノルウェーのモーシェーン (Mosjøen) を本拠とする Gen2 Energy は、グリーン水素の大規模生産と輸送のために、3 か所の液化水素生産プラントを建設する計画を発表している。195MW プラント (Nesbruket)、500MW プラント (Holandsvika)、150MW プラント (Åfjord) である。図 19 は Åfjord プラントの全景である。

Gen2 Energy 社は、計画中のプラントはノルウェー最大の再生可能エネルギー源に近い複数のエリアに建設されるとしている。これらのエリアでは水素生産準備が進められており、必要な認可が下りた場合には、2027 年にグリーン水素の生産を開始する計画である。これらのプラントで生産されるグリーン水素は、特に海運セクターを対象としている。

同社は、ノルウェー全土で水素生産の特定条件に合致したロケーションを、システムティックに探して続けている。低価格の電力、深水港、クリーンな水、生産とコンテナ保管に十分な広さの土地が重要な条件である。同社の目的は、今後 5～6 年以内に最大 1GW の大規模生産が可能な複数のサイトのポートフォリオを構築することである。



図 19 Gen2 Energy がグリーン水素生産拠点として開発する Åfjord 工業地区
出所: Gen2 Energy

Bodø グリーン水素生産拠点（ノルウェー） – ノルウェーのグリーン水素開発企業 GreenH 社は、ノルウェー北部のボーデ（Bodø）とモスケネス島（Moskenes）を結ぶロフォーテンフェリーに供給するグリーン水素生産施設の開発を行っている。フェーズ 1 では、20MW の電解装置を用い、年間最大 3,100 トンのグリーン水素を生産する。生産開始は 2026 年を予定している。同フェリーは Torghatten Nord が運航している。GreenH は、同プラントは船舶に直接圧縮グリーン水素を供給する初の施設であると述べている。供給契約は 15 年間である。

2.6 バイオメタノール及び e-メタノールの生産

メタノール業界団体であるメタノール研究所（Methanol Institute : MI）は、世界の建設中及び計画段階のバイオメタノール及び e-メタノール生産プロジェクトのデータベースを維持している。同研究所のデータベースによると、2025 年 11 月現在の世界の再生可能メタノール生産プロジェクトは 252 件、2030 年までの年間総生産量は推定 4,510 万トンである。うち、e-メタノールの総生産量が推定 2,180 万トン、バイオメタノールが同 2,330 万トンである。低カーボン（ブルー）メタノール生産プロジェクト数は 18 件、2030 年までの総生産量は推定 1,120 万トンである。現時点における再生可能メタノール、低カーボンメタノールの生産プロジェクトを合計すると、2030 年までには推定 5,630 万トンの生産能力が追加されることとなる。メタノール研究所は、プロジェクト開発への障害や課題を考慮した場合、2030 年までの再生可能メタノール生産能力は 600~1,300 万トン（総プロジェクト生産予測の 13~29%）の範囲となる可能性が高いと予想している。

DNV は、グリーンメタノール普及の壁は、その供給量ではなく、海運からの需要の少なさであるとし、以下のように述べている。

これまで低 GHG メタノールの海運からの需要は多くはなかった。船舶に使用されるメタノールの大部分は、メタノール運搬船からの化石メタノールであった。報告された燃料データによると、2023 年以降にバンカリングされたバイオメタノールはごく僅かである。バンカリング量は現在の低 GHG メタノール生産量である年間 220 万トンよりもはるかに少ない。生産量の約 98% はバイオメタノールで、残りは e-メタノールである。生産量は 1 位の米国が群を抜いており、2 位は中国である。将来的には、新メタノール生産プロジェクトの最終投資決定がされた場合、主に中国におけるプロジェクトにより、生産能力は 2030 年までに約 1,400 トンに拡大する可能性がある。インフラに関しては、メタノールは既に世界で最も広く海上輸送されているコモディティーのひとつである。DNV の代替燃料データベースによると、メタノール貯蔵設備は世界 115 以上の港に存在している。メタノールバンカリング専用船も開発されている。現在 12 隻が既に就航しており、さらに 6 隻が建造発注済みである。短期的には、最も大きな制約は供給ではなく需要であるといえる。

出所: DNV

現在稼働中、建設中、または計画段階にある欧州のバイオメタノール及び e-メタノール生産プロジェクトを以下に紹介する。

Veolia のアーネコスキバイオメタノールプラント（フィンランド） – Andritz 社（オーストリア）と Sulzer 社（スイス）は、フィンランドのアーネコスキ（Äänekoski）に、年間 12,000 トンの生産能力のあるプラントを共同で建設中である。Andritz は、同プラントは同種の施設としては世界最大であると述べている。プラントは、アーネコスキの Metsä Fibre 社のバイオプロダクト粉碎施設に統合され、最新の分離・浄化技術を用いてパルプ粉碎廃棄物を高価値の商業グレードのバイオメタノールに変換する。同バイオメタノールプラントは、フランスのエネルギー企業 Veolia が所有し、運営する。同社の狙いは、エコロジカル転換のベンチマーク企業となることである。

同プラントは、生パルプ粉碎廃棄物を輸送、ケミカル、パルプ・製紙産業向けのバイオメタノールに大規模変換するパイオニア的施設である。Sulzer によると、同プラントの分離技術とフロー設備は、バイオメタノールのフィードストックから大量の不純物を取り除き、最も厳格な工業基準を満たすグレード AA のバイオメタノールの製造を可能にする。開発者によると、アーネコスキプラントの技術はスケーラブルで、世界のパルプ工場の約 80% に適用可能である。パルプ工場の原料の二次利用により、同プラントは年間 30,000 トンの CO₂ を削減し、さらにバイオメタノール生産向けに 200 万トンの CO₂ ニュートラルなバイオメタノールフィードストックを供給することが可能である。

同プラントは当初 2024 年までに稼働する予定であったが、完成予定はずれ込んでいる。フィンランド経済雇用省が 5,000 万ユーロの支援を行っている。

Triskelion e-メタノールプラント（スペイン） – Forestal del Atlántico 社は、スペインのガリシア地方に、海運及び化学産業向けの e-メタノールを製造するプラントを建設中である。この新プラントは、年間 40,000 トンの設計生産能力を持ち、Topsoe がデンマークのヘニング拠点で製造した固体酸化物形電解セル（SOEC）スタックを用いる。最終投資決定（FID）は 2026 年第 2 四半期、プラントの稼働は 2028 年の予定である。同プロジェクトは、2023 年に欧州イノベーション基金から 4,900 万ユーロを調達している。

2025 年初頭、Forestal del Atlántico はドイツの化学メーカー BASF と早期開示契約（early disclosure agreement：EDA）を締結した。この契約により、BASF は同社の特許技術である OASE ブルーガス技術を Triskelion プロジェクトで Forestal del Atlántico と共有する。同技術は、煙道ガスから二酸化炭素を除去する技術である。

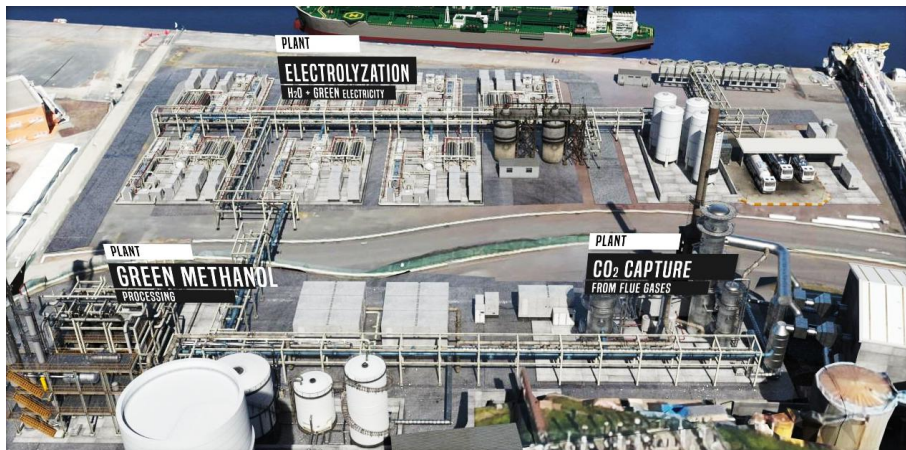


図 20 Triskelion グリーンメタノールプラント（スペイン）

出所：Forestal Del Atlántico

Kassø e-メタノールプラント（デンマーク） – 2025 年 5 月、European Energy は、デンマークのカッソ（Kassø）の新プラントにおいて e-メタノールの生産を開始した。メタノールは、近隣のテナー（Tønder）のバイオガス施設から調達した生物由来の CO₂ を用いて同プラントの 2 ラインのうち第 1 ラインで生産される。同プラントは年間 42,000 トンの e-メタノール生産能力を持つ。同プラントで生産されるメタノールは、ISCC EURFNBO 標準に基づいて認証を取得した初のグリーンメタノールである。

European Energy によると、Kassø プラントは世界最大の e-メタノール製造施設である。同プラントの建造コストは 1 億 5,000 万ユーロと報道されている。同プラントの顧客は、「これまで化石燃料を代替する燃料を持たなかった」Maersk、LEGO Group、Novo Nordisk などである。



図 21 Kassø e-メタノールプラント

出所: European Energy

デンマークのセーボー（Søborg）に本社を置く **European Energy** は、同プロジェクトの 51% の利権を保有する。同社は 2004 年に設立され、従業員数は約 875 人である。同社事業は「再生可能エネルギープロジェクトの開発、建造、運営、管理、売却」である。三井物産は、**European Energy A/S** 傘下の **Kasso MidCo ApS** に出資しており、2023 年には同プロジェクトの株式 49% を取得した。

Kassø e-SMR 技術によるバイオメタノール生産拡大（デンマーク） – **European Energy** は、ドイツ企業 **SYPOX** と、同社の新技術である電気蒸気メタン改質（e-SMR）の使用に関する戦略的提携を開始した。その目的は、同技術の使用により生産コストを削減し、海運及び化学産業向けのグリーンメタノール生産を加速させることである。e-SMR 技術は、**European Energy** の既存のデンマーク **Kassø e-メタノールプラント** に導入される。

このプロセスでは、再生可能電力を用いてバイオガス又はバイオメタンを合成ガスに変換し、それを **European Energy** 独自のメタノール技術によりグリーンメタノールに変換する。e-SMR 技術は従来のメタノール生産にも導入可能で、これにより天然ガス由来のメタノールの CO₂ 排出を削減することができる。同社は、80,000 時間に及ぶプロトタイプ試験後、2026 年に最初の 10MW 型商業ユニットを稼働させる計画である。

European Energy によると、e-SMR 技術に基づいたバイオメタノールは、同社のグリーンメタノール製品群を拡大するものである。

e-SMR 技術は代替技術ではなく、**European Energy** のグリーン燃料製品への補完的な要素である。グリーン水素、e-メタノール、バイオメタノール開発を並行して進めることにより、**European Energy** は市場における柔軟性を提供する。この多様化した技術プラットフォームから製造されたこの 3 製品により、同社は化石燃料からスケラブルなカーボンニュートラル燃料への移行を加速させる。

出所: **European Energy**

Ecoplanta のタラゴナバイオメタノールプラント（スペイン） – Repsol は、過去数年間、技術リーダーである Enerkem と共同で、「Ecoplanta 分子リサイクルソリューション」プロジェクトを推進してきた。タラゴナの近くに位置する同プラントでは、Enerkem のガス化技術を用いて、年間 400 トンのリサイクルできない都市廃棄物を年間 240 トンのバイオメタノールに変換するというスペイン初の試みを行う。

2029 年に稼働予定の同プラントは、年間 400,000 トンの固形廃棄物を 240,000 トンの再生可能燃料と循環製品に変換する。プロジェクトへの投資額は 8 億ユーロで、EU のイノベーション基金が部分支援を行う。

Be-BOP バイオマスからメタノール製造プロジェクト – 2024 年 10 月、欧州委員会は、「非常に高い資源効率と柔軟性を持つバイオマスからメタノールを製造 (biomass-to-methanol) するプラント」の開発プロジェクトに約 1,100 万ユーロの支援を行った。同プロジェクトでは、7 か国からの 12 のパートナーが 4 年間協働し、フィンランド VTT 研究所においてバイオマスメタノール実証プラントを開発する。プロジェクトパートナーであるドイツ ICODOS は、以下のように述べている。

同プラントでは、バイオマスのガス化、合成ガスのディープレクリーニング、統合電気分解セル、メタノール合成を統合する。最も革新的な要素は、電気分解セルとメタノールリアクター（反応器）の統合である。この統合により、バイオマス原料の効率が 100% 以上向上し、プロセス産業のグリーン転換は大きく前進する。同システムは、メタノールの生産性の倍増、95% 以上のカーボン効率、バイオマスガス化の残渣物から高価値要素の回収などを実現し、電力価格の変動や再生可能エネルギーの供給量に応じて電力グリッドで稼働する柔軟性を提供する。

出所: ICODOS

プロジェクトコーディネーターによると、従来のバイオマスからメタノールを製造するプロセスは、生物由来のカーボンの大部分を CO₂ として大気に排出するため、カーボン効率は低い。BeBOP プロジェクトでは、カーボンの損失を最小化し、バイオマスフィードストックのユニット当たりのメタノール生産量を最大化するという革新的なプロセスの実証を行う。

La Robla Nueva Energia の e-メタノールプラント（スペイン） – スペインの再生可能エネルギープロジェクト開発企業 Reolum は、スペインのカスティーリャ・イ・レオン州で Robla 統合グリーンエネルギープロジェクトの開発を行っている。同プロジェクトは、3 か所の最新鋭施設、即ちバイオマスコジェネレーションプラント、CO₂ 回収プラント、e-メタノール生産プラントで構成される。

同プロジェクトの e-メタノール生産プロセスでは、バイオマスプラントから回収した CO₂ を水素と混合し、グリーン e-メタノールを製造する。同プラントは、欧州で最も規模の大きい e-メタノール生産プラントのひとつとなる。Reolum は、同ブ

ラントの AA グレードの e-メタノール生産能力は年間 140,000 トンで、生産される e-メタノールは IMPCA 基準に完全に準拠すると述べている。Reolum によると、

同プロセスは RFNBO 認証を持ち、製品のトレーサビリティとサステナビリティは欧州規則を遵守している。さらに、Reolum は自社の鉄道積載施設を持ち、生産した e-メタノールを効率的に港に輸送することができる。これにより、ロジスティックスを最適化し、オペレーションのフットプリントを削減する。

出所: Reolum

8 億 5,000 万ユーロ規模の La Robla プロジェクトには、欧州投資銀行が支援を行っている。Johnson Matthey は e-メタノール技術を提供し、DP Clean Tech はバイオマスベースの発電プラントを提供する。同プラントは 2027 年末までに本格稼働を予定している。



図 22 La Robla Nueva Energia 統合 e-メタノールプラント

出所: World Bio Market Insights

2.7 再生可能燃料の輸入

欧州の将来的なサステナブル船用燃料の需要は、グリーン又はブルーアンモニア、バイオ燃料、バイオメタノール、e-メタノールの輸入によって部分的に満たすことができる。将来的な需要を満たすためのサステナブル燃料の輸入は、EU 指令 2023/2413 の遵守とエネルギーの独立性を求める EU 目標に合致するために必要である。サステナブル燃料のグローバルな供給量は増加しており、欧州におけるサステナブルな船用燃料への需要の大部分は輸入に依存する可能性がある。

KBR アナリストによる将来的なサステナブル燃料の輸入に関する 2025 年の調査では、米国からのブルーアンモニア、南米からのグリーンアンモニアの欧州の輸入は「非常に有望な解決策」であるとしている。

米国及び南米からのアンモニアの供給を有望なものとする理由は、これらの地域の低カーボンアンモニアの価格が、ロッテルダム港に輸送された再生可能アンモニアの基準価格 1,000 ユーロ/トンと比較した場合に価格競争力があるからである。

米国メキシコ湾岸からのブルーアンモニア（税額控除を含む）は、IRA（米国インフレ抑制法）45Q 条の CO₂ 税額控除後、510～550 ドル/トンという非常に競争力のある価格で欧州に供給される可能性がある。

南米（チリなど）からのグリーンアンモニアは平均約 700 ドル/トンで供給される可能性がある。これに 100 ドル/トンの輸送コストが加算されるとしても、非常に競争力のある価格で欧州にグリーンアンモニアを供給することが可能である。

アンモニア運搬船が化石燃料で駆動されると仮定した場合でも、供給されるアンモニアは、欧州カーボン強度（CI）規制を満たすと考えられる。

出所: KBR, Future of Ammonia Supply in Europe

輸入の可能性の例を以下に概説する。

南アフリカの船用グリーン水素及びアンモニア – 2050 年ネットゼロエミッション達成を目標とするファーストムーバーズ連合（First Movers Coalition : FMC）は、2024 年 3 月のケープタウンの世界経済評議会において、海運セクターの脱炭素化に関し、南アフリカが再生可能エネルギー及びグリーン水素生産のパワーハウスとなる可能性について、以下のように述べている。

地理的な優位性とグリーン水素の巨大なポテンシャルを持つ南アフリカは、グリーン燃料バンカリングハブとなる好機だけではなく、グローバル海運からの高まるゼロエミッション燃料需要に対し、グリーン水素及び派生燃料（e-アンモニア、e-メタノールなど）を輸出、供給する可能性を持っている。

出所: World Economic Forum, June 2024

FMC は、有望なグリーン水素及び派生燃料の生産・輸出ハブの一例として、北ケープ州に位置するブーグーバイ（Boegoebaai）港におけるグリーンフィールド開発提案を挙げている。もうひとつの例は、グリーン水素生産と船用アンモニア燃料の輸出ハブ港となる計画を持つ自由経済区 Freeport Saldanha である。

米国メキシコ湾岸のブルー燃料プロジェクト – 米国ではブルーメタノール及びブルーアンモニア生産に関する数多くのプロジェクトが進行中である。これらのプロジェクトは、精製過程にカーボン回収・貯留（CCS）技術を用いた化石燃料の生産を行う。プロジェクトの多くはメキシコ湾岸に位置している。その大部分は、ブルーエネルギー生産プラントへの投資に対する米国税法の優遇税制を利用している。グリーンエネ

ルギープロジェクトの多くは新政権の政策変更により壁にぶつかったが、ブルーエネルギープロジェクトは現在も進行中である。

進行中のブルー燃料プロジェクトとしては、2028～2030年に稼働予定のイングルサイド（テキサス）の Yara/Enbridge ブルーアンモニア生産プラントがある。同プラントの年間生産能力は最大280万トンである。また、Sandpiper Chemicalsは、テキサスシティーの大型化学複合地区においてブルーメタノール生産プラントを開発中である。同プロジェクトの第1フェーズでは年間110万トンのブルーメタノールを生産し、第2フェーズでは生産能力を倍増させる計画である。デンマークの技術企業 Topsoe がプロジェクトパートナーとして技術を提供する。

最近の IMO のネットゼロ枠組みの採択延期と米国政府のクリーンエネルギー政策の変更は、米国の大型ブルー燃料プロジェクトの始動に影響を与えている。ExxonMobil は、同社ベイタウン拠点（テキサス）に低カーボン水素・アンモニアプラントの建設を計画していた。同社は、完成したプラントは「1日当たり10億立法フィートの低カーボン水素と年間100万トンのアンモニアを生産すると同時に、関連するCO₂排出量を98%回収する」と予想していた。同プラントの建造コストは70億ドルと見積もられている。計画では、2025年に最終投資決定、2027～2028年にプラント稼働を予定していた。2025年11月、市場需要への懸念を理由に、プロジェクトは一時中止された。その正式な理由は発表されていないが、IMO のネットゼロ枠組みの採択延期と米国政府のクリーンエネルギー政策の変更が決定に影響した可能性がある。

本報告書 2.3 中の「エジプトからドイツへの再生可能アンモニア供給」も参照。

3. 海運会社の再生可能燃料サプライチェーン構築計画

3.1 A.P. Moller-Maersk

A.P. Moller-Maersk (Maersk) は、海運業界の代替燃料への移行の大きな推進力である。同社は 2040 年までに温室効果ガスのネットゼロエミッションを達成するという目標を持ち、業界における代替燃料オプションのディスカッションに積極的に参加している。同社が出資するゼロカーボン海運センター (The Centre for Zero Carbon Shipping) は、サステナブル燃料技術の研究開発に貢献している。

再生可能燃料戦略 – 近年 Maersk が発注した新造船は、(1) 従来の船用燃料またはメタノール、または(2)従来の船用燃料または LNG で駆動される二元燃料エンジンを搭載している。その比率は半々である。

同社の大規模船隊にとって長期的に最も有望なサステナブル燃料オプションとしては、グリーンメタノールに注目している。2022～2023 年期には、メタノール駆動が可能な二元燃料エンジンを搭載した大型コンテナ船 25 隻を発注した。これらの新造船は 2027 年の引き渡しが予定されている。現在、同社メタノール二元燃料コンテナ船の 1 隻「Laura Maersk」で、メタノールとエタノールの混合燃料の船用利用に関する実証実験を行っている。エタノールを混合することにより、グリーンメタノールの調達要求が減少する。

一方、同社は LNG 二元燃料エンジン搭載船の建造も行っている。2024 年には、バイオメタン LNG を含む LNG 駆動が可能な二元燃料エンジンを搭載した貨物船及びコンテナ船計 20 隻を発注した。これらの新造船は 2028～2030 年に引き渡しの予定である。2025 年 11 月には、さらに LNG 駆動大型コンテナ船 8 隻とオプション 4 隻を発注した。同船隊の引き渡しは 2028～2029 年である。

Maersk は、複数の異なる燃料に投資を分散させる戦略をとっている。現時点では、低排出の新船用燃料がパッチワーク状態にある。多くの新燃料は有望ではあるが、その導入決定は、新燃料に対応する船舶技術の進歩と、化石燃料に対してコスト競争力のあるグリーン燃料を大量に調達できるか否かにかかっていると述べている。2024 年の新造船発注の発表に際し、同社 CEO は、現時点でひとつの技術のみに賭けることは同社にとってリスクが高いとし、市場がひとつの燃料に決定するまでしばらくの間は異なるグリーン技術が共存することとなると予想している。

燃料サプライチェーンの確保 –メタノール二元燃料船隊に将来的なグリーン燃料の供給を確保するため、Maersk は複数のメタノールプロジェクトに参画している。同社のグリーンメタノールへの大型投資のひとつは C2X である。

2023 年、グリーンメタノールの大規模生産施設の建設、所有、運営を目指す独立新企業である C2X は、A.P. Moller Holding の支援を得て資金調達に成功し、2030 年までに年間 300 万トン超のグリーンメタノール生産能力を実現するとの計画を発表した。C2X は A.P. Moller Holding が過半数株を所有し、A.P. Moller-Maersk が 20%の株式を保有している。

2025年4月、MaerskとENEOSは、C2Xのグローバルなメタノール生産プロジェクトの推進に向けて1億ドルの共同出資に合意した。この投資は、主にC2XとSunGas Renewablesが米国ルイジアナ州で開発中のBeaver Lake Renewable Energyプロジェクトの最終開発段階の資金となる。このルイジアナの施設ではウッドファイバー（木質繊維）からメタノールを製造する計画で、2025年5月に基本設計（FEED）を開始した。同施設は2028年末までに年間500,000トンのグリーンメタノールを生産する予定で、Maerskのメタノール需要の大部分を供給する。



図 23 Beaver Lake Renewable Energy ウッドファイバーからメタノール生産プラント
出所: Beaver Lake Renewable Energy

以下は、Maerskのその他のグリーンメタノール確保戦略の例である。

- Maerskは、European Energy及び三井物産と、最近稼働したデンマークオーベンロー（Aabenraa）のKassøプラントからのe-メタノール供給契約を締結した。同プラントは世界初の商業規模のe-メタノール生産施設で、年間最大42,000トンのe-メタノールの供給が可能である。
- Maerskは、グリーンメタノール生産企業Promanと、同社の北米の生産施設からの年間100,000～150,000トンのグリーンメタノールを確保する契約を締結した。同プラントでは、リサイクル不可能な林業廃棄物と自治体の固形廃棄物からバイオメタノールを生産している。
- メタノール二元燃料エンジンの実証実験を行う2023年竣工の同社コンテナ船「Laura Maersk」向けに、同社はOCI Global（現Methanex）から必要量のバイオメタノールを調達した。
- Maerskは、グリーンメタノール生産企業Goldwindと、年間500,000トンのグリーンメタノールの長期購買契約を締結した。2026年に納入が開始される予定である。

- Maersk は、オーストラリアのグリーンメタノール生産企業 HAMR Energy と、メルボルン港におけるグリーンメタノールバンカリングハブの設立に関する 商業的可能性を調査することに基本合意（MOU）した。
- Maersk は、利用可能なメタノール量を増加させるために、メタノールにエタノールをブレンドする手法の試験を行っている。

一方、DNV は、現在メタノール駆動が可能な二元燃料エンジンを搭載した船の大部分は依然として化石燃料または化石メタノールで駆動されており、低排出メタノールの導入は限定的であると指摘している。

問題点 – 他の海運会社と同様、IMO のネットゼロ枠組み採択の遅れは、Maersk の代替燃料の選択と船隊近代化計画に影響を与えている。同社は、IMO のネットゼロ枠組みの採択により将来的な船舶の排出基準が明確化することを望んでいる。

3.2 MSC

MSC (**Mediterranean Shipping Company**) は、厳格化する CO₂ 排出規制に対応するための手段として、明らかに LNG 燃料を優先している。2024 年末時点で、MSC は 32 隻の LNG 二元燃料船を運航している。2025 年 7 月には、同社はさらに、LNG 燃料対応型 (LNG ready) コンテナ船 10 隻を発注した。その内訳は、2029 年竣工予定の 22,000TEU 型 LNG 二元燃料船 2 隻、同じく 2029 年竣工の 21,700TEU 型 LNG 対応船 2 隻、2028~2029 年に竣工の 21,000TEU 型 LNG 対応船 3 隻及びオプション 3 隻である。また 2025 年には、2 月に 22,000TEU 型 LNG 対応コンテナ船計 8 隻 (4+2+2)、5 月には LNG 駆動クルーズ船 2 隻を発注した。

再生可能燃料戦略 –MSC の船隊リニューアル戦略は、今後予測可能な将来には LNG 二元燃料エンジンの使用を続け、さらに厳格化する排出規制に対応するためのオプションとして、生物由来又は合成原料から製造した LNG、またはこの LNG と化石由来 LNG のブレンドを使用することを考えている。MSC は、再生可能エネルギーが使用可能なエンジンや将来的な脱炭素化手段としてグリーンメタノール、アンモニア、水素、燃料電池などのポテンシャルを検討している。しかしながら、現時点では、コンテナ船、クルーズ部門とも LNG 燃料を選択している。

2025 年 11 月のクルーズ船発注に際し、MSC は今後同社のクルーズ船は 100% の排出削減を実現するために、「調達可能となったときには、バイオ LNG または完全再生可能な合成 LNG (e-LNG)、また将来的にはグリーンメタノールへのシームレスな切替が可能な燃料柔軟性の高い LNG 二元燃料エンジン」を搭載すると述べている。

出所: Gasum

Opportunity Green などの環境保護団体は、同社の LNG 駆動エンジン搭載クルーズ船が低排出であるという主張はミスリーディングであると批判している。クルーズ船の化石 LNG を完全に又は部分的にグリーン LNG に置き換えることは、価値のあるマ

マーケティングツールである。しかしながら、近い将来にクルーズ船の LNG 燃料の大規模な転換は予想できない。LNG 二元燃料エンジンを搭載した MSC 船隊が増えるにつれ、代替燃料の導入はさらに困難になる。

燃料サプライチェーンの確保 – MSC は、バイオメタンと e-LNG の将来的な長期的調達手段を模索している。その焦点は、拡大する同社クルーズ船隊向け燃料の確保であると考えられる。

2023 年、MSC のクルーズ部門 MSC Cruises は、フィンランド国有エネルギー企業 Gasum と、同社の LNG 駆動新造船「MSC Euribia」向けに LNG 供給に関する長期契約を締結した。また両社は、液体合成ガス（e-LNG）の供給に関する意向表明書（LOI）も交わした。MSC Cruises のサステナビリティ担当副社長は、契約署名時に以下のように述べている。

MSC Cruises は、ネットゼロエミッションへの道において Gasum と提携することを光栄に思う。わが社の脱炭素化努力には、LNG 及び e-LNG の安定した調達の確保が不可欠である。今回の意向表明書と長期契約は、その重要な一歩である。Gasum との提携により、MSC Cruises は、ネットゼロのクルーズを実現するためのよりクリーンな燃料へのアクセスが可能となる。クルーズ業界が環境目標を達成するためには、Gasum のようなサプライヤーの支援がさらに必要である。我が社はこのような新燃料をさらに購入する準備ができています。

Gasum の CEO は以下のように述べている。

今回の e-LNG に関する意向表明書は、海運業界との記念すべき合意である。これは e-LNG が近い将来に海運業界に供給が可能であることを証明している。また、我が社は今後長年続くことが予想される両社の協力関係のスタートとして、今回の LNG 供給契約を歓迎する。

出所: Ship Technology

MSC 船隊に LNG を供給している Shell とは、5 年前に同社と化石由来の LNG からバイオ LNG または合成 LNG への移行に関する協力を合意している。協力には、燃料電池などのネットゼロソリューションの開発と導入が含まれる。この協力関係の現在の動向は不明である。

問題点 – MSC は、ネットゼロ実現のために発生したサプライチェーンの追加コストは、最終的には消費者に転嫁されることとなると述べている。ネットゼロ枠組み採択の延期は、現時点では LNG が移行期の燃料として最適な選択であるとの MSC の信念を強化するものである。30 隻以上の LNG 駆動船を運航中、さらに多くを発注済みの同社は、LNG 燃料を使用した運航実績を積み重ねている。同社にとって、現時点で政策を変更する理由はない。同社は他の燃料オプションの検討も続けるが、その緊急

性はネットゼロ枠組みの遅れにより減少した。しかしながら、LNG 燃料駆動エンジンとサプライチェーンからのメタンスリップは、引き続き問題視されている。

3.3 CMA CGM

CMA CGM は、2050年のカーボン排出ネットゼロの海運の実現に向けて、二段階の目標を掲げている。即ち、2008年レベルと比較して、2030年までに温室効果ガス排出量を30%削減、さらに2040年までには80%削減することである。第一段階の達成には、同社はバイオメタン、バイオメタノール、e-燃料の使用に対応する二元燃料船162隻を発注し、2029年までには同社船隊に加える予定である。

再生可能燃料戦略 – CMA CGM は、船舶からの排出削減策として LNG の使用を提唱している企業のひとつである。2024年末時点で、同社は40隻以上の LNG 二元燃料エンジン搭載船を運航している。一方、同社の戦略は、新造船計画には他の燃料の使用も視野に入れている。

2022年12月、CMA CGM は、15,000TEU型メタノール二元燃料コンテナ船6隻を発注、続いて2023年初頭にはさらに12隻の13,000TEU型メタノール対応型(methanol ready)二元燃料コンテナ船を発注し、業界アナリストを驚かせた。同船隊の引き渡しは2026年末に完了する予定である。これは同社の LNG 燃料以外の初めての船隊である。発注の発表時に、同社はガス燃料及びメタノール燃料への巨額の投資により脱炭素化を加速し、同時にガス及びメタノール生産セクターは、今後長年にわたり海運の脱炭素化を支援するだろうと述べている。

しかしながら、CMA CGM は最近、同社の新造船向けに再び LNG 二元燃料エンジンを指定している。業界報道によると、2025年、同社は LNG 二元燃料コンテナ船計34隻を発注した。その内訳は、中国造船所に発注した22,000TEU型コンテナ船6隻+オプション4隻及び18,000TEU型コンテナ船12隻、韓国造船所に発注した18,000TEU型コンテナ船12隻で、2025年にはメタノール駆動船の発注はなかった。

CMA CGM は、海運のエネルギー転換は複数のエネルギーソリューションにより推進されると信じており、同社はアンモニア、水素、風力支援などの全ての代替エネルギーを検討していくと述べている。しかしながら、同社の LNG 二元燃料船発注実績を見た場合、少なくとも近い将来は LNG 駆動可能な新造船建造を継続すると考えられる。また、排出規制の厳格化に伴い、同社は液化バイオメタンを導入する可能性が高い。

燃料サプライチェーンの確保 – CMA CGM は、将来的にグリーンメタノール及びバイオメタンの供給を確保するために様々な方策をとっている。

同社のメタノール二元燃料船18隻へのグリーンメタノール確保に関しては、2025年3月、Shanghai Electric Group (SIPG)とグリーンメタノール長期供給協力合意を締結した。同合意では、SIPGはCMA CGMに対し、中長期的なグリーンメタ

ノール供給を行う。グリーンメタノールは、中国北部吉林省の洮南（タオナン）グリーン水素-メタノールプラントから上海の洋山港に陸上・海上輸送される。

洮南プラントは、中国初の商業規模の風力とバイオマスグリーンメタノールを統合した実証プラントである。2025年半ばに開始されたフェーズ1では、グリーンメタノール生産能力50,000トンを確認する。2027年に開始されるフェーズ2では、生産能力を250,000トンに拡大する計画である。同プラントは、EU ISCCの完全プロセス認証に適合する中国初のグリーンメタノールプロジェクトである。

2024年10月、CMA CGMとスペインの大気技術企業SUEZは、同社のLNG二元燃料船向けのバイオメタン供給に関する基本契約（MOU）を締結した。CMA CGMによると、SUEZとの主な協力内容は以下の3点である。

- SUEZは、2030年までに年間最大100,000トンのバイオメタンを供給する。このバイオメタンはCMA CGMのガス燃料船に使用され、海運の脱炭素化に貢献する。
- 第一段階として1億ユーロを投資した合資会社を2030年までに設立し、複数のバイオメタン製造施設を建設する。これらの施設は当初欧州に設立し、CMA CGM Groupに加え、同業他社にもバイオメタンに供給する。
- 革新的なバイオ燃料製造技術、特に水熱ガス化による製造技術の共同研究開発を行う。

SUEZによると、同社は廃棄物からの持続可能なエネルギーと二次的原料の製造に幅広い専門性を持ち、自治体と産業顧客の脱炭素化を支援している。その循環的ソリューションにより、SUEZは、2023年に顧客からのCO₂排出量を640万トン削減に貢献したと述べている。同グループは2023年に年間500万トンの廃棄物をエネルギーに変換し、また382GWhのバイオメタンを生産した。

CMA CGMは、Engieとバイオメタン生産プロジェクトで協力を行っている。両社はフランスのル・アーブル（Le Havre）にプラントを建設し、熱分解ガス化（Pyrogasification）により木材廃棄物から年間11,000トンのバイオメタンを生産する計画である。「サラマンダープロジェクト」と名付けられた同プロジェクトは2026年に開始され、1億5,000万ユーロ規模の最終投資決定は2026年末に予定されている。EUイノベーション基金からの資金調達も計画されている。同プロジェクトは、Engieが2028年までにCMA CGMその他の海運企業に年間最大200,000トンの再生可能ガスを供給するという2021年の合意に続くものである。

2025年8月、CMA CGMは、再生可能天然ガス（RNG）の長期的供給を確保するために、米国Vanguard Renewablesへの投資を行った。Vanguard Renewablesは、米国マサチューセッツ州ウェストンに本社を置く、有機廃棄物からバイオメタンを生産する企業である。同社は、農場内嫌気性消化槽（on-farm anaerobic digesters）を用いて、食品、飲料、農業廃棄物からパイプラインに送入可能な再生可能天然ガスを生産する。同社は米国北東部で複数のプラントを稼働しており、中西部、南部でも新プラントを建設中である。Vanguard Renewablesは、

投資グループ BlackRock 傘下の Global Infrastructure Partners が出資する企業である。

問題点 – IMO のネットゼロ枠組み採択の延期は、CMA CGM のバイオメタン調達計画を減速させる可能性がある。ネットゼロ枠組みの遅れにより、今後の排出規制厳格化には不透明性が増した。エンジンとそのサプライチェーンからのメタンスリップにより、LNG 燃料の使用は問題視されている。

3.4 Hapag-Lloyd

Hapag-Lloyd は、コンテナ輸送のサステナビリティと自社船隊の段階的な脱炭素化を促進し、2022 年レベルと比較して、2030 年までに自社船隊の温室効果ガス排出量を約 3 分の 1 削減し、2045 年までにはネットゼロ運航を実現するという目標を持っている。

再生可能燃料戦略 – Hapag-Lloyd は、同社の 2045 年ネットゼロ目標達成のための戦略として、LNG 又はメタノール二元燃料エンジンを搭載した新造船を建造し、徐々に化石燃料からグリーン燃料に移行すると述べている。運航中の自社保有船と発注済みの新造船及び長期用船契約の船舶を含めた場合、現在同社船隊の二元燃料船は、約 75% が LNG、25% がメタノールを使用している。現時点では同社船隊が使用している LNG とメタノールの大部分は化石由来であると考えられる。

脱炭素化の初期段階に、同社は LNG 二元燃料エンジン搭載船を発注し、現在 37 隻が運航中または計画中である。最近、同社は二元燃料をメタノールに変更している。2024 年 4 月には、Seaspan から長期用船している 10,100TEU 型コンテナ船 5 隻をメタノール二元燃料駆動に改造すると発表した。同船隊は 2026 年及び 2027 年に再運航する。2025 年 12 月には初のメタノール二元燃料船を発注した。同船隊は 4,500TEU 型メタノール二元燃料駆動コンテナ船 8 隻で、2028 年と 2029 年に引き渡し予定されている。

2025 年 12 月には、1,800TEU 型 (4 隻)、3,500TEU 型 (6 隻)、4,500TEU 型 (4 隻) の新造コンテナ船を長期契約で用船すると発表した。2027~2029 年に運航開始予定である。詳細は不明であるが、Hapag-Lloyd はこれらのチャーター船 14 隻は従来燃料のみで駆動されるエンジンを搭載するとしている。

燃料サプライチェーンの確保 – 2024 年 9 月、Hapag-Lloyd は、同社 LNG 駆動船隊向けのグリーン燃料バイオメタンの供給に関する 2 年間契約を Gasum と締結した。この契約では、Gasum は Hapag-Lloyd のコンテナ船の燃料として廃棄物から製造されたバイオ LNG を、2025~2026 年間に計 20,000 トン供給する。

このバイオメタン契約は、2024 年に Hapag-Lloyd がゼロエミッション海運バイヤー連合 (Zero Emission Maritime Buyers Alliance : ZEMBA) の入札に成功した結果である。2024 年、ZEMBA 加盟企業 12 社以上が、2025 年から 2026 年にかけてシンガポールからオランダロッテルダムまでの 10 億フィートコンテナマイル

以上のゼロエミッション輸送に関連する高環境性製品の購入に共同でコミットし、Hapag-Lloydは競争入札で選ばれた。40社以上が加盟するZEMBAは、2023年にゼロエミッション船荷主団体（Cargo Owners for Zero Emission Vessels : coZEV）により開始された海運のサステナビリティ目標達成に向けたイニシアティブである。

また、2025年9月、ShellはHapag-Lloydと、液化バイオメタンの即時供給開始に関する長期契約を締結した。この合意は、代替燃料の脱炭素化を加速させるために2023年に確立された戦略的協力関係を基盤としている。バイオメタンは、2045年までにネットゼロを達成することを目指すHapag-Lloydの脱炭素化戦略において重要な役割を果たしており、同戦略は船隊全体の排出削減を促進し、顧客と共同で脱炭素化を目指している。本報告書4.4も参照。

グリーンメタノールに関しては、Hapag-Lloydはメタノール二元燃料エンジン搭載船隊向けに、中国の製造企業Goldwindと年間250,000トンの生物由来及びグリーン水素ベースのメタノールの供給契約を結んでいる。2025年9月、Goldwindは内モンゴル自治区バヤンノール（Bayannur）に189億人民元を投資したグリーンメタノールプロジェクトを開始した。同プラントでは、年間3GWの風力、1.2GWの電解能力、及び年間600,000トンのメタノール及び400,000トンのアンモニアの下流生産を組み合わせる。プロジェクトの完成は2027年の予定である。Hapag-Lloydは、同プロジェクトのメタノール生産量の42%を購入する予定である。同社は、生産されるグリーンメタノールはバイオメタノールとe-メタノールの混合で、この契約により同社が必要とするグリーン燃料の大部分を確保することができると述べている。これは同社の2024年ネットゼロ船隊目標に近づく重要な一歩であるとしている。

問題点 – ネットゼロ枠組みの採択延期により、船舶の排出規制の将来には不透明感が増している。これが今後の計画に影響を与えることは必須で、Hapag-Lloydは船隊近代化とグリーン燃料調達の時期を延期する可能性もある。DNVは、FuelEU Maritimeは重要であるが、代替燃料への需要拡大へのシグナルとしての効果は限定的であると分析している。一方、IMOのネットゼロ枠組みは、低排出メタノールその他の代替燃料へ需要を大幅に拡大すると考えられる。確実性を与える決定がなされなかったことは非常に残念であると、DNVは述べている。

3.5 Wallenius Wilhelmsen

Wallenius Wilhelmsenは、船舶からのカーボン排出削減を積極的に提唱してきた。2022年には、同社事業のカーボン強度を2019年から2030年の間に27.5%削減すると発表した。さらに2025年初めには、2040年までに温室効果ガスのネットゼロエミッションを達成すると発表した。

再生可能燃料戦略 – Wallenius Wilhelmsen の代替燃料戦略は過去 3 年間に変化している。現在の戦略は、代替燃料の供給量とコストの市場の透明性が向上するまで、最大限の燃料柔軟性を維持することである。

2023 年 7 月、同社は、建造中の 9,300CEU 型 Shaper クラス自動車トラック運搬船 (PCTC) 14 隻に MAN B&W のメタノール二元燃料エンジンを搭載すると発表した。同時に、同社 COO (最高執行責任者) は、メタノールがネットゼロへの最短の道であるとし、同クラス全船にメタノールエンジンを搭載する可能性を示唆したが、2025 年半ばには、アンモニア対応型の LNG 二元燃料エンジンも含むという戦略に変更した。

この結果、中国に発注した Shaper クラス船隊 14 隻の半数にはメタノール二元燃料エンジン、半数は LNG 二元燃料エンジンが搭載されることとなった。さらなる柔軟性を確保するために、全船は将来的なアンモニア対応能力も備える。2 度目のオプション 4 隻の権利が行使された 2024 年 2 月には、メタノール二元燃料エンジン 7 基にアンモニア対応能力を追加する決定がなされた。また、LNG 二元燃料エンジン 7 基にアンモニア対応能力を追加する決定は、同社の 2025 年第 2 四半期財務報告書で発表された。

Wallenius Wilhelmsen は、発注済みの Shaper クラス船 14 隻のうち 7 隻のエンジンコン仕様を変更した。燃料調達の多様化とアンモニアなどの将来的燃料に対応するため、新造船のうち 7 隻には LNG 二元燃料エンジン、残りの 7 隻にはメタノール二元燃料エンジンを搭載する。LNG 駆動船は、アンモニア貯蔵可能な燃料タンクを備える。Shaper クラス新造計画により、Wallenius Wilhelmsen は、将来的にはメタノールやアンモニアなどバイオベース及び電力ベース燃料を含むあらゆる従来型燃料を調達することが可能となる。変更には約 8,000 万ドルの追加コストがかかる。新造船の竣工時期に変更はなく、引き渡しは 2026~2028 年に行われる。

出所: Wallenius Wilhelmsen, 2Q Report 2025

燃料サプライチェーンの確保 – 2023 年半ば、Wallenius Wilhelmsen は、2027 年までにネットゼロエミッションの統合サプライチェーンサービスを達成するという目標に沿って、ExxonMobil と 2023 年後半のサステナブルなバイオ燃料の調達に関する契約を締結した。ExxonMobil のバイオ燃料は、バイオ燃料 30%、従来型燃料 70%を含んでいる。Wallenius Wilhelmsen のグリーン転換担当取締役は、この契約は海運からの排出削減と環境にやさしい運航を実現するという同社の目標を十分に満たすものではないと指摘する。同時に、契約された燃料は同社が消費する全燃料のごく一部であるが、サステナビリティ努力とさらなる進化への重要な段階であると述べている。

2024 年 4 月、Wallenius Wilhelmsen は、主要顧客 1 社とバイオ燃料混合燃料の供給に関する 3 年間契約を締結した。さらに 2 年間延長のオプションもある。供給

の詳細は公表されていないが、「プレミアムカー分野のリーダー企業」とであると報道されている。

問題点 – 同社はひとつの種類のグリーン燃料にこだわらない非常に柔軟な戦略を持っており、それには利点はあるが、優柔不断さは新造船への追加コストにつながっている。前述のように、2025年半ばに同社が発注済みの新造船 14 隻の二元燃料エンジンの半数を LNG、半数をメタノール+アンモニア対応型に変更したことにより、8,000 万ドルの追加コストが発生した。

また、同社の戦略では、将来の要求が明らかでない場合、長期的な燃料供給の契約が困難となる。現時点では、同社は長期的燃料供給契約の確保に多少出遅れている感がある。これはどのグリーン燃料を採用するか決定していない結果であると考えられる。

3.6 UECC

UECC (**United European Car Carriers**) は、自社の自動車・トラック運搬船隊にアグレッシブな脱炭素化目標を設定している。同社の目標は、2030 年までに船隊のカーボン強度を最低 45%削減することである。これは IMO 目標を上回っており、2020 年の基準値であるメガジュール当たり 91.16 グラムの CO₂ 換算と比較して、2040 年までに 31%削減という FuelEU Maritime の目標も超えると予想される。同社は、現状に満足せず、2040 年までの石油ベースの化石燃料の使用廃止を目標に、さらに代替燃料への投資を進めていくと述べている。この目標を達成することにより、UECC には十分なコンプライアンス余剰が発生し、FuelEU Maritime が適用される第三者の船舶に余剰分を提供することができる。これにより全てのステークホルダーが同社の投資の恩恵を受けることとなる。

再生可能燃料戦略 – UECC は、液化バイオメタンで駆動可能な LNG 二元燃料エンジン搭載船に投資を行ってきた。同社は、自社保有船及びチャーターした自動車トラック運搬船 (PCTC) 16 隻の船隊を管理しており、うち 5 隻が過去 10 年間に竣工した LNG 二元燃料及び多元燃料 LNG 駆動船で、3 隻はバッテリーハイブリッドである。現在 LNG 多元燃料船 2 隻を発注済みで、2028 年に引き渡し予定である。さらに同船型 2 隻のオプションを持つ。

UECC は、2024 年には、欧州の複数の大手自動車メーカーが支援するイニシアティブを通じて自社 LNG 駆動船に効果的な液化バイオメタンを導入することにより、「生産井から航跡まで」の CO₂ 排出量の大幅削減を達成したと述べている。同社によると、2024 年の同社保有船及びチャーター船 16 隻の消費燃料の 42%はバイオ燃料、低排出 LNG 及びバイオ LNG を含む代替燃料で、2023 年の 34%から増加している。同社は 2030 年までに代替燃料比率を 58%に引き上げることを目標にしている。他の代替燃料よりも効果の高いバイオ LNG の利用により、顧客にカーボンニュートラルな貨物輸送を提供する。

UECC のビジネスプランニング&サステナビリティ部門のシニアマネージャーは、2014年の基準値から2030年までにはカーボン強度を45%削減し、IMOとEUの2050年目標に先駆けて2040年までにはネットゼロを実現するという同社の目標の達成には、現時点ではバイオLNGが最も有効な燃料であると述べている。

「わが社の船隊のカーボン強度の低さは、IMOのカーボン強度指標（CII）のC評価またはそれ以上を取得すると予想される。また、FuelEU Maritimeへの大きなコンプライアンス余剰分は、同制度のプーリング（共同利用）メカニズムにより収益化が可能で、顧客への規制コストとFuelEU Maritimeのサーチャージ分を相殺することが可能となる。」

出所: UECC

UECCはカーボン強度制度の節約を、顧客を引き付けるマーケティングツールとして活用している。同社のエネルギー&サステナビリティ部門のマネージャーは、同社はバイオLNGの追加コストを顧客に転嫁しないと述べている。

現在、低カーボンバイオ燃料への転換が、厳格化するカーボン強度削減目標を遵守し、ネットゼロ達成に向けて代替燃料の導入を促進するFuelEU Maritime制度の罰金を避けるための最も有効な手段であると考えられている。

しかしながら、このアプローチは燃料コスト、即ち運航コストの上昇につながる。「生産井から航跡まで」の排出量を85%、「タンクから航跡まで」の排出量を100%削減するバイオ燃料の供給量は限定的で、その価格は従来の化石燃料よりも50~150%も高い。バイオ燃料の使用による価格差を埋めるために荷主が負担する追加的な「エネルギーサーチャージ」は、2~5%にも上る。しかしながら、UECCはFuelEU Maritimeに関連した価格体系の変更は全く考えていない。

これはUECCが2020年以来同社の15隻船隊にバイオ燃料導入を拡大し、カーボン強度を大きく削減したことによる。その結果、UECCは現在の燃料政策によって既にFuelEU Maritimeのコンプライアンスに関連した余剰分を維持しており、これは2030年代初頭まで続くと予想される。

UECCは、多元燃料LNG船への投資に対する顧客のサポートが、このような罰則回避につながると既に顧客に伝えており、現在それを実現している。UECCの規制強化に先立つ燃料戦略や先進技術への投資の利点は明らかで、顧客のコスト節約につながっている。

LNG二元燃料エンジン搭載船の発注に加え、UECCは排熱回収や船体防汚などの運航効率化技術の導入や複数の代替燃料の試験を行っている。

燃料サプライチェーンの確保 – UECC は、バイオメタン調達のためのサプライチェーン構築を開始した先駆者のひとつである。同社はサプライヤーとの協力関係を築くことにより、将来の燃料確保に有利なポジションを獲得したと述べている。

UECC は、Titan Clean Fuels 社と年間最低 12,000 トンの ISCC-EU 認証を取得したマスバランス方式の液化バイオメタンの供給契約を確保している。Titan Clean Fuels はオランダの ISO9001 認証と IAPH 認証を持つ LNG 及びバイオ LNG (LBM) サプライヤーで、欧州北西部に強固なベースを持っている。Titan Clean Fuels は、2024 年 7 月 1 日以降に同社が UECC の PCTC 船隊に供給した燃料の 95% は LBM であると述べている。

また UECC は、グリーン燃料補給インフラの促進と供給源の多様化のために、ACT Commodities 社とバイオ燃料の供給契約を結んでいる。最近ではスペイン Naturgy 社がトラックから船舶への LBM バンカリングを初めて行った。

問題点 – UECC は、いち早くグリーン燃料を導入した企業である。他の海運会社が二元燃料船を発注している間に、同社は既に船用エンジン向けグリーン燃料を実際に使用し、FuelEU Maritime で、トレードや売却が可能なクレジットを増やしている。しかしながら、IMO のネットゼロ枠組みが採択されなければ、欧州以外の排出取引市場へのアクセスはできない。

3.7 Capital Clean Energy Carriers

Capital Clean Energy Carriers (旧 Capital Maritime and Trading) は、タンカー、ガス運搬船、コンテナ船の船隊を保有し、他社に定期用船を行っている。同社は船舶の売買を行うため、船隊の規模はそのときによって異なる。現在運航中及び発注済みの保有船は、タンカー 25 隻 (VLCC 8 隻、スエズマックス 4 隻、アフラマックス 4 隻、ハンディーサイズ 7 隻)、LNG 運搬船 18 隻、液化 CO₂ 運搬船 4 隻、LPG 運搬船 8 隻である。数年前には約 50 隻のコンテナ船を保有していたが、何隻かは最近売却された。同社の LNG 運搬船は、BP、Cheniere、Engie、Hartree、Bonny Gas Transport、Qatar Energy などのエネルギー企業やコモディティトレーダーに用船されている。また、コンテナ船は、中長期契約で CMA CGM、HMM (Hyundai Merchant Marine)、Hapag-Lloyd などの海運会社に用船されている。

再生可能燃料戦略 – Capital Clean Energy Carriers は、最近発注した新造船には LNG 二元燃料エンジンを指定している。同社会長は、メタノールやアンモニアと比較して、LNG はよりクリーンで、エンジンには実績があり、LNG 燃料は調達も容易であると述べている。同社のタンカー船隊 25 隻のうち、14 隻は LNG 二元燃料エンジンを搭載している。2025 年 2 月に引き渡しが行われた 115,621DWT 型原油・プロダクトタンカー 2 隻は、LNG 二元燃料エンジンを搭載し、認証された AMP (alternative maritime power、陸上電力接続システム) を搭載した初のタンカーである。同社はこれらの船舶は温室効果ガス排出に関する IMO EEDI Phase III 規定を満たしており、LNG 燃料に対応すると述べている。

同社はアンモニア燃料も検討した。しかしながら、アンモニアは非常にクリーンであるが、危険な貨物でもあり、取り扱いには多大な注意を要するとし、乗組員の安全を優先すると述べている。アンモニア燃料が選択肢となるためには、造船所とエンジンメーカーは課題解決に向けたさらなる開発が必要であるとしている。

燃料サプライチェーンの確保 – 同社 LNG 燃料船向けの将来的なグリーン燃料確保は、現時点では同社にとって優先策ではないように見える。従来型 LNG は幅広く入手可能であり、長期用船に焦点を当てている同社にとって、バイオ LNG の供給不足は大きな懸念ではないと思われる。定期用船契約では、用船者が使用燃料の確保と支払いの責任を持つ。

問題点 – ネットゼロ枠組みの採択延期は、現時点では LNG が最もコストがかからない燃料転換方法であるとの同社の信念を強める結果になったと考えられる。同社は他の燃料の検討を続けるが、ネットゼロ枠組みの採択延期と用船に焦点を当てた同社のビジネスモデルにより、新燃料導入の緊急性は減少したとみられる。

4. エネルギー企業の船用再生可能燃料及び LNG 供給戦略

4.1 EDF

EDF の目標は、電力及び革新的なソリューションとサービスを提供し、ネットゼロエネルギーの将来の構築することにより、福祉と経済の発展を支援し、地球を救うことである。フランスの電力会社である EDF は、フランスと英国に強固なプレゼンスを持ち、5 つの大陸で事業を展開している。同社の再生可能エネルギー部門は、水素とバイオマスを用いたグリーンエネルギープロジェクトのリーディングプレーヤーである。

同社の再生可能水素プロジェクトのひとつは、英国北部のティーズ (Tees) グリーン水素プロジェクトで、近隣のティーズサイド洋上風力発電所からの電力で水素電解装置を駆動している。第 1 フェーズでは電解能力は 30~50MW で、今後の需要に応じて 500MW まで引き上げる。ティーズ港を管理する大手港湾グループ PD Ports は、同プロジェクトで EDF と協働しており、港湾運営にグリーン電力を使用する予定である。

EDF のバイオマスプロジェクトの例としては、2024 年にコルシカ島に出力 130MW のバイオエネルギープラントの建設を開始した。同プラントは菜種油及びひまわり油を原料とする液体バイオマス燃料で駆動される。もうひとつの最近開始されたプロジェクトは、2023 年に建設したレユニオン島ポート・エストのバイオエネルギー電力発電所である。同発電所は菜種油を原料とする液体バイオマスで駆動されている。三つ目のプロジェクトとして、EDF はコートジボワールにヤシの木の残渣物を使用するバイオマス発電所を設計、建造、運営している。同プラントは年間 350GWh の発電能力を持つ。

海事セクターでは、EDF Power Solutions は、フランス・ダンケルク近郊に風力を利用した洋上水素生産ステーションを計画している。同プロジェクト Hydrogen Offshore Dunkerque (HYODE) はフランスの排他的経済水域に位置し、洋上風力発電所と電解水素生産プラントを統合する。生産された水素はプラントに貯蔵され、定期的に船で陸地に輸送される。EDF はこのプロジェクトを大規模なグリーン水素生産の基礎となる革新的なソリューションであるとしている。同社は、再生可能電力を用いた水素製造はフランス及び欧州の脱炭素化に重要な要素であり、洋上風力発電などの脱炭素化された電力源は有効活用されるべきであると述べている。HYODE プロジェクトは、新たな産業セクターの構築を促進するものである。2026 年 4 月には、同プロジェクト建設への参画企業が発表される予定である。

EDF は、グリーンアンモニア生産プロジェクトも進めている。現在、Abraxas Power と共同で、カナダのニューファンドランドに 3.5GW の風力エネルギー及び 150GW の太陽光エネルギーを組み合わせた統合エネルギープロジェクトを建設中である。新プラントでは、年間 180,000 トンのゼロカーボン水素と約 100 万トンのグリーン認証アンモニアを生産する。「EVREC」と名付けられた同プロジェクトのコストは、140 億カナダドルと見積もられている。EDF は、同プロジェクトは世界最大級のエネルギー転換プロジェクトとなると述べている。

EDF の大規模なグリーン水素及びアンモニア生産のロケーションとして選ばれたのはチリである。2024 年 9 月、EDF は同社がチリのマガジャネス (Magallanes) 県で開発中の水素生産プラントと関連して、Enap と同社の複数の現地施設を活用して年間

最大 400,000 トンのグリーンアンモニアを輸出する計画に合意した。EDF は以下のよう
に述べている。

水素は、EDF グループの 2050 年カーボン中立目標達成のための主要な柱である。
低カーボン電力のリーダー企業として、EDF はその専門性と再生可能エネルギー
ポートフォリオを活用し、競争力のある水素とその派生物を世界中の最適な
ロケーションで生産する。チリはこの目標達成のための優先国であると考えている。

風力エネルギープロジェクトに理想的な強風と国際海運の戦略的ロケーション
であるカボ・ネグロ (Cabo Negro) を持つマガジャネス県は、グリーン水素
(H2V) 産業と派生物の生産にユニークな利点を提供する。この好条件を利用
し、EDF はマガジャネスで H2V 生産プロジェクトの開発を行っている。

最近の動向としては、チリにおける EDF の同グリーン水素プロジェクトは順調に進
んでいない。2025 年末、EDF はチリ最南端部カボ・ネグロの 785MW のグリーン水
素・アンモニアプラントの計画をキャンセルしたと報道された。しかしながら、同社は、
同国におけるグリーン水素開発計画を完全に放棄したわけではないと述べている。

EDF は、グリーンエネルギー生産拠点としてチリを検討している多くの企業のひと
つである。複数の報告によると、チリ全土で 50 件以上のグリーン水素プロジェクトが
発表されている。そのロケーションは、主に南部のパタゴニアと北部のアタカマ砂漠で
ある。しかしながら、他地域と同様、多くのプロジェクトは、生態系と農民、漁民の生
計を脅かすものとして、環境保護団体や自治体から反対されている。

EDF のトレーディング部門 EDF Trading は、船舶のチャーター、金融ヘッジサー
ビスを含む LNG のロジスティックサービスを提供している。同部門は、大規模な
LNG 供給を管理する JERA Global Markets の株式の 3 分の 1 を保有している。

EDF のバイオガス子会社 Dalkia は、有機廃棄物（家庭ごみ、下水処理施設からの
スラッジ、農業廃水など）の生物分解または発酵によりバイオガスを生産している。同
社が海事セクター向けのグリーン燃料としての液化バイオガスの生産を計画している
との情報はない。

これらをまとめると、EDF はグリーン水素とアンモニア生産のトップ企業となる戦
略をアグレッシブに進めている。同社は、風力と太陽光を利用した大規模な水素生産が
可能な世界のロケーションを精力的に探している。グリーンアンモニアの顧客としての
海事セクターの検討も行っており、同社は大規模な生産プロジェクトを実現する財力と
技術力を持っている。EDF は海事セクターの LNG 燃料からの移行の可能性とその時
期に関する政策を公にしておらず、現時点では、同社は従来型船用 LNG 燃料の需要の
恩恵を享受しているが、今後の需要に応じて LNG の補完または代替燃料として液化バ
イオガスを供給する能力も備えている。

4.2 Engie

フランスのエネルギー企業 Engie は、2015 年以来エネルギー転換への完全なコミットメントを続けていると述べている。同社は、生産、貯蔵、輸送、流通を含むエネルギーシステムへの多額の投資により転換を加速し、脱炭素化されたエネルギーへのアクセスをベストプライスで提供している。

再生可能エネルギー分野では、Engie はバイオメタン生産プロジェクトを進めてきた。2023 年、同社は 2030 年までに欧州で年間 10TWh（テラワット時）のバイオメタン生産を達成する目標を発表した。現在同社は年間 0.7TWh のバイオメタン生産力を持つフランスのバイオメタン生産のトップ企業のひとつである。最近では年間計 137GWh のバイオメタン生産量を持つオランダの 2 か所のプラントを買収した。合計すると、同社は現在欧州で 1.1TWh のバイオメタン生産能力を持つ。

2021 年 11 月、Engie と CMA CGM は、工業規模の合成メタン及びバイオ LNG 生産と供給により、海運の脱炭素化を実現するための戦略的産業提携契約を締結した。Engie は以下のように述べている。

ENGIE は、合成メタンの工業生産能力をさらに高めるために複数のプロジェクトを進めており、CMA CGM が長期購買契約を含めたプロジェクト投資を行う可能性がある。これらのプロジェクトには、グリーン水素や回収された CO₂ を用いた熱分解ガス化またはメタン化などの技術を導入する。

CMA CGM Group と ENGIE は、海運の脱炭素化を実現するための将来的なエネルギー源を見つけるために、他の産業パートナーとの研究開発プロジェクトに投資を行っている。

産業の持続性を確保するために、CMA CGM と ENGIE のパートナーシップは、カーボン回収やグリーン水素生産などに関する両社の知見と研究開発活動を共有する。また、将来的な法規制の分析及び海運の脱炭素化におけるバイオ LNG と合成メタンの有効性に対する認識を高める活動を行う。

出所: Engie

2022 年半ば、Engie は CMA CGM とともに「サラマンダープロジェクト」の共同出資者となった。同プロジェクトは、次世代バイオメタン生産に関する初の大規模な商業ユニットである。両社は、CMA CGM と海運産業の需要を満たすために、2028 年までに世界で年間 200,000 トンの再生可能ガスを生産することを目標としている。Engie によると、

CMA CGM が採用した二元燃料エンジンは、現在 LNG で駆動されているが、既にバイオ LNG と合成メタンの使用も可能である。バイオ LNG は、超低硫黄燃料油（VLSFO）と比較して、「生産井から航跡まで」（即ちバリューチェーン全体）の温室効果ガス排出量を最大 67%削減する。このような背景で、CMA CGM と ENGIE は産業規模の再生可能ガスセクターの開発促進にコミットしている。

出所: Engie

Engie は、同社は再生可能エネルギーの生産から消費者までの水素バリューチェーン全体をカバーする再生可能水素市場のメジャープレーヤーであるとしている。グリーン水素の生産能力拡大と輸送網の整備に投資しており、2035年までに700kmの水素輸送網、1TWhの水素貯蔵設備、4GWの生産能力を構築することを目標としている。

Engie は、船内アンモニア - 水素クラッカー（改質触媒装置）の実証実験プロジェクトに参加している。プロジェクトが成功した場合には、同プロジェクトを主導するオスの Pherousa Shipping は、スケールアップした船内アンモニアクラッカーを搭載した銅産業向けの完全電動ウルトラマックス型ばら積み貨物船6隻を発注する計画である。同船隊は3年後に引き渡しが行われる。Mejillones Ammonia Energy (MAE) もこの実証プロジェクトに参加している。

他の再生可能エネルギー分野に関しては、同社は過去10年以上、木材エネルギー燃焼過程の改善と、バイオ廃棄物、廃水処理プラントのスラッジ、藁など他の資源からエネルギーを回収する技術の研究を行い、ユニークな技術を開発していると述べている。

Engie は、現時点では LNG を低カーボンの船用燃料として使用し、段階的に化石 LNG からグリーン LNG に移行するという CMA CGM の戦略を支持している。Engie のグリーン水素生産プロジェクトへの投資は、船用アンモニア燃料の生産につながる可能性がある。

4.3 TotalEnergies

フランス TotalEnergies は、世界で年間4,000万トンの LNG 生産能力を持つ世界3位の LNG 生産企業である。同社は、生産、輸送、欧州における年間20トン以上の再ガス化能力へのアクセス、トレーディング、LNG バンカリングを含む LNG バリューチェーン全体における統合的な立場により優位性を持つ。TotalEnergies の目標は、ガスのバリューチェーンからのカーボン排出量を削減し、メタン排出を排除するために、2030年までに同社セールスの天然ガスのシェアを50%近くまで引き上げることである。同時に、ローカルパートナーとの協力による石炭から天然ガスへの転換を進める。

2017年以来、Total Energies は、CMA CGM とロッテルダム港とマルセイユ港における LNG バンカー供給に関する長期契約を締結している。また、最近では CMA CGM とバイオ LNG の船用燃料としての使用に関する協力を行っている。2025年7月には、両社は海運の脱炭素化を促進するために、LNG バンカリングのロジスティックスに係るジョイントベンチャーを設立することで合意した。この合意は以下の内容である。

TotalEnergies は、CMA CGM の2050年ネットゼロ目標達成を支援するため、2028~2040年間に年間最大360,000トンの LNG を供給する。これにより2029年までに123隻に拡大する同社の LNG 二元燃料エンジン搭載船隊向けに、LNG 燃料を確保する。

両社の新ロジスティックス合弁事業の一環として、2028年末までに20,000m³型新造 LNG バンカリング船を竣工し、共同運航する。CMA CGM-TotalEnergies 合弁会社は、アムステルダム港 - ロッテルダム港 - アントワープ港 (ARA) の水域を航行する CMA CGM 及び他の海運会社の多様な船舶に

LNG 燃料を補給するために、Gate ターミナル施設へのリロード (LNG 再出荷) アクセスから LNG バンカーの供給まで完全なロジスティクスサービスを提供する。同合弁会社は、ARA 地域における TotalEnergies の既存ロジスティクスインフラを活用する。ARA では既に 2020 年から 18,600m³型 LNG バンカリング船「Gas Agility」が稼働している。同船と合弁会社が建造する新造バンカリング船をロジスティクスに統合し、そのシナジーにより ARA 地域におけるバンカリングの柔軟性と効率性を高める。

出所: TotalEnergies

TotalEnergies は、脱炭素化目標達成のためにグリーン水素にも注目している。グリーン水素プロジェクトの一環として、2024 年、同社はオランダの洋上風力発電所 OranjeWind (総出力 795MW) の 50%を買収した。この電力を 350MW の電解プロジェクトに用い、同社の欧州北部の製油所の脱炭素化のために年間約 40,000 トンのグリーン水素を生産する計画である。

TotalEnergies のチリのマガジャネス・イ・デ・ラ・アンタルティカ・チレーナ州における大規模なグリーンアンモニア及びグリーン水素の生産プロジェクトは、未だ初期段階にある。160 億ドル規模の H₂ マガジャネスプロジェクトは、大気中から回収された窒素を用いたアンモニア生産プラント及び風力と脱塩され、ミネラルが除去された海水を用いたグリーン水素プラントである。同プロジェクトは、5GW の発電を行う風力タービン 616 基、総能力 3.85GW の電解センター、脱塩プラント、年間生産能力 1.9 トンのアンモニア生産プラント、総容量 60,000 m³の貯蔵タンク 4 基、海上輸送インフラから構成される。生産されたアンモニアはマガジャネスから世界各地に輸送される。現在同プロジェクトは環境性の評価段階にある。環境影響評価 (EIA) と申請過程に問題がない場合、プラント建設は 2027 年に開始され、グリーンアンモニアの生産は 2030 年に開始される予定である。

TotalEnergies は近年、同社の製油所にグリーン水素を供給するための数件の長期契約を締結した。2024 年 6 月には、Air Products 社と年間 700,000 トンのグリーン水素供給に関する長期契約を締結した。Air Products 社から TotalEnergies の欧州北部の複数の製油所へのグリーン水素供給は 2030 年に開始され、契約期間は 15 年である。供給されるグリーン水素は、Air Products が輸入したグリーンアンモニアから生産される。

この他の契約としては、2023 年 6 月、同社ロイナ製油所 (ドイツ) へのグリーン水素供給に関する契約をドイツ VNG 社と締結した。グリーン水素は、VNG とドイツ Uniper が建設、運用する 30MW の電解装置からの再生可能電力を用いて生産される。2025 年 3 月には、TotalEnergies はドイツ RWE と、同じくロイナ製油所向けに年間 30,000 トンのグリーン水素供給に関する長期契約を締結した。このグリーン水素は、ドイツのリンゲンにある RWE の 300MW 電解装置を用いて生産され、600km のパイプラインを通じてロイナ製油所に供給される。

同社は、液化水素大規模輸送の設計、開発も行っている。TotalEnergies とフランス GTT は、GTT の貯蔵システムを搭載した 150,000 m³型液化水素運搬船の基本設計

に対する基本承認 (AiP) を BV から取得した。全長 290m の同船は、 -253°C で $150,000\text{ m}^3$ の水素貨物の輸送が可能である。同船の設計は、船舶設計企業 LMG Marin との共同プロジェクトとして開発された。同プロジェクトでは、同じく GTT が開発した液体水素の極低温メンブレン貯蔵システムの設計に関して基本承認を取得している。



図 24 TotalEnergies/GTT/LMG Marin の大型液化水素運搬船設計
出所: GTT

4.4 Shell

Shell は、LNG のグローバルサプライチェーンのあらゆる段階に幅広く関与する LNG のトップ企業のひとつである。1964 年、Shell はアルジェリアで世界初の商業用 LNG プラントの建設を支援し、英国に最初の LNG 貨物輸送を行った。現在は 4,000 万トンの自社供給能力を持つ世界最大の LNG サプライヤーのひとつである。また、LNG 運搬船でも世界最大手企業のひとつで、LNG 運搬船 67 隻を長期チャーターで運航し、また 14 隻を保有・運航している。合計すると、同社船隊は世界の LNG 輸送船隊の 11% を占める。このような LNG 市場におけるプレゼンスから、同社が船用燃料としての LNG の主な推進者であることに不思議はない。

Shell は、カーボンフットプリント削減と脱炭素化に向けた様々な方策をとっている。同社は、再生可能電力やカーボン回収・貯留によって製造されたカーボン強度の低い LNG を確保している。また、今後数 10 年間には、液体合成ガス、水素、直接空気回収技術などを通じてガス事業を非化石化する計画である。メタン排出削減も最優先政策のひとつで、同社事業のメタン排出強度を 0.2% 未満に抑え、2030 年にはメタン排出ほぼゼロを実現する目標を持っている。また、同社は上流 (採掘・生産) 事業における恒常的なフレア (ガス焼却) を排除した。

同社は世界最大の LNG バンカリングネットワークを展開し、主要国際貿易ルートに沿ったロケーションで化石ベース及び再生可能原料ベースの LNG を船舶に供給している。現時点では、LNG バンカリング拠点は世界に 29 か所、うち 23 か所では従来型 LNG に加えバイオ LNG の供給も行っている。図 25 に示すように、Shell のバイオ LNG は、ジャマイカ、バハマ、ジブラルタル、マルセイユ、ラ・スペツィア、シンガポールで供給されている。拡大するネットワークは、幅広いポートフォリオ、海上輸送と貯蔵設備、再ガス化施設へのアクセスを含む同社のグローバル LNG 事業に支えられている。

本報告書 3.4 で述べたように、2025 年 9 月、Shell は Hapag-Lloyd と、液化バイオメタンの即時供給開始に関する長期契約を締結した。Shell によると、

Hapag-Lloyd に供給される液化バイオメタンは ISCC EU 認証を取得しており、フィードストック製造のサステナビリティ、サプライチェーンを通じたサステナブル製品のトレーサビリティ、検証された信頼性のあるライフサイクル排出削減が確認されている。バイオメタンは、Hapag-Lloyd の LNG 二元燃料船がエンジンを改造することなくシームレスに再生可能エネルギーに移行することを可能にするドロップイン燃料である。穀物残渣物、家畜糞尿、食品廃棄物などの有機廃棄物の分解により発生したバイオガスは、CO₂ と不純物を取り除くことによりバイオメタンにアップグレードされる。生産された液化バイオメタンは地域のガス供給網に送入され、船舶に供給される。

出所: Shell



図 25 Shell の従来型 LNG 及びバイオ LNG バンカリングネットワーク

出所: Shell

Shell は、バイオ燃料生産でも強固なプレゼンスを持つ。同社は、同社が 44% を保有するブラジルの Raizen 合弁事業により、現在の市場で最もカーボン強度の低いバイオ燃料を提供していると述べている。2022 年には、マレーシアとインドネシアにおいて先進的バイオ燃料フィードストックを生産する廃棄物リサイクル企業 EcoOils を買収した。EcoOils は最新のリサイクル技術によりゴミ埋立地から廃棄物を取出し、使用済み漂白土油 (Spent Bleaching Earth Oil) 及び精製パーム油廃液油 (Refined Palm Oil Mill Effluent) を生産する。両オイルは国際的に認可されたフィードストックである。2023 年、Shell は 20 億ドルを投じて欧州最大のバイオメタン生産企業 Nature Energy を買収し、今日では欧州に 14 か所、米国に 3 か所のバイオガスプラントを持つ。建設中の同社のドイツの新バイオ LNG プラントは、年間 100,000 トンの低カーボンバイオ LNG 生産能力を持つ予定である。

一方、2025年9月、Shellは、欧州最大級の廃棄物から燃料を生産するプラントとなる予定であったロッテルダムバイオ燃料プラントの竣工計画を撤回した。その理由は、コストの高さと競争力の弱さであるとされている。同プラントの建設は2022年に開始されたが、技術問題により2024年半ばに中断され、その後1年間中止されていた。

Shellは、ブルー及びグリーン水素の開発も行っている。2024年には、マスカット国際空港（オマーン）の近くにブルー水素・アンモニアプラントのエンジニアリングを開始した。計画中の同プラントは、1日あたり水素130kgとアンモニア3,000トンの生産能力を持ち、CCS技術により生産過程でカーボンを除去する。KBR及びWoodが設計エンジニアリング契約を受注した。

その他のグリーンアンモニア事業としては、Shellは同社が「世界で最も有望なグリーン燃料ハブのひとつで、脱炭素化経済へのグリーン燃料供給のグローバルリーダーとなる可能性がある」とするGreen Energy Omanに投資を行っている。オマーンのアル・ウスタ行政区に位置する4GWの風力・太陽光発電施設は、同国の風力及び太陽光資源を活用し、海水を水素、アンモニア、メタノール、合成燃料などのグリーン燃料に変換すると同時にクリーン電力を地元経済にも供給する。同サイトは海岸沿いの320km²で、製品の直接輸出が可能である。計画では、年間最大1トンのグリーンアンモニアの生産を行う。

2026年には、Chevron及びAir Liquideと共同で、「水素からアンモニア製造のコストを半減する画期的なリアクター技術」を開発中の米国のスタートアップ企業Ammobiaに投資を行った。Ammobiaによると、同社の技術は同じフィードストックを使用するが、革新的な低圧技術を用いている。同技術は海運市場を対象とし、海運会社がコスト効率の高いアンモニアにより規制圧力に対応することを可能にする。同グループは、この新アンモニア生産プロセスの開発の初期資金として、750万ドルを投資した。

これらをまとめると、Shellの海事戦略は、LNGのトップサプライヤーとしての有利な地位を維持し、顧客の燃料規制厳格化への対応による需要に応じて、同社のLNGバンカリング事業において段階的にバイオLNGの比率を上げていくことである。同時にグリーン及びブルー水素アンモニアプロジェクトへの投資も推し進めていくと予想される。しかしながら、2024年に発表した2030年カーボン排出削減目標の下方修正を反映した投資優先順位の調整により、同社は過去10年間よりもバイオ燃料生産能力の拡大を減速させる可能性が高い。

4.5 BP

BPは、化石燃料から再生可能ベースのエネルギー製品への移行を最も積極的に進めているエネルギー企業のひとつであるが、2020年に打ち出した戦略は、投資家には受け入れられなかった。同社は2025年初頭に、再生可能エネルギー生産目標を下方修正し、投資優先順位を化石燃料開発への投資増大を反映したものに變更すると発表した。

戦略の變更に際し、BP会長は、ネットゼロエネルギー企業になるという2020年の野心的な戦略は誤りで、早急過ぎたと述べている。2025年2月、同社は石油・ガスへの投資を20%引き上げて年間79億ポンドとし、以前計画していた再生可能エネルギーへの投資を39億ポンド減額すると発表した。

新戦略のもとで、BP は再生可能エネルギー分野におけるフットプリントを縮小している。2024 年末、同社は JERA と、両社の既存及び計画中の洋上風力発電事業を組み合わせ、両社が 50%ずつを保有する合弁会社を設立した。合弁会社の設立時には、BP はドイツ、英国、米国で総発電力 10GW の洋上風力発電所の開発を行っていた。現在 BP は JERA との合弁事業以外の洋上風力発電プロジェクトを実施していない。

また、BP は、太陽光エネルギー事業の売却を進めている。例としては、「商業規模の太陽光及びバッテリー貯蔵能力を持つ世界のトップ開発・運営企業のひとつ」である Lightsource BP の利権を売却した。BP は 2024 年に Lightsource を完全買収し、この買収は同社のコスト競争力、低カーボン電力とその取引、EV チャージ、バイオ燃料、グリーン水素の開発などの目標達成を支援すると述べていた。

数年前までは、BP はグリーン水素及びグリーンアンモニア開発における主要企業となる戦略を持っていたが、その後計画の多くは中止された。その例として、2021 年に BP がオーストラリアで行った調査では、同国における再生可能エネルギーを用いたグリーン水素及びグリーンアンモニアの大規模生産は技術的に可能であるとしていた。BP は、この調査結果は、豊富な太陽光及び風力資源と大市場への長期的アクセスを持つオーストラリア西部は、国内向け及び輸出向けグリーン水素及びグリーンアンモニアの大規模生産の理想的なロケーションであるという同社の確信を深めるものであると述べている。2025 年 7 月のロイターの報道によると、BP はオーストラリア再生エネルギープロジェクトのパートナーに、プロジェクト運営と持ち株を含め、プロジェクトから撤退する意向を伝えたとされている。

同社はバイオ燃料の開発活動は続けている。2022 年には、変更を加えずにディーゼルの代替として使用が可能な再生可能水素化植物油（HVO）のメーカー Green Biofuels Ltd の 30%の株式を買収した。この投資により、BP は、ディーゼル使用が多く脱炭素化が困難なセクターの排出削減に不可欠なグローバルバイオ燃料製品群を拡大したと述べている。2026 年 1 月には、BP は米国 Corteva と、バイオ燃料フィードストックの生産とグローバル市場への供給に関する 50/50 の合弁会社を設立した。新合弁会社は、キャノーラ、マスタード、ヒマワリなどの作物からオイルを生産し、航空燃料や再生可能ディーゼルなどのバイオ燃料の生産に用いる。

しかしながら、バイオ燃料市場セクターも、再生可能エネルギーの優先順位を下げるという BP の戦略変更の犠牲となっている。2025 年 9 月、BP はロッテルダム港において計画していた大規模バイオ燃料プラントの建設を中止した。同社はコスト高騰をその理由に挙げている。同プラントは、1 日当たり 10,000 バレルのサステナブル航空燃料を生産する計画であった。BP のスポークスマンは、同社ロッテルダム製油所における独立したバイオ燃料プラントのさらなる開発を中止すると述べた。同時に、同社は従来油とバイオ燃料の共処理能力（co-processing capacity）を拡大中であり、製油所の統合価値を最大化するため、コストの低い同社製油拠点におけるバイオ燃料生産を検討していくと述べている。

再生可能エネルギー開発の非優先化と従来型化石燃料事業の増強という戦略変更により、船用燃料市場向けのグリーン燃料開発における BP の存在感は小さい。風力及び太陽光発電プロジェクトからの撤退により、同社が近い将来にグリーン水素及びアンモニ

ア供給のメジャープレーヤーになる可能性は低い。再生可能エネルギー生産企業への転換戦略は、BP の財務状況を大幅に悪化させる結果となった。BP は、主にその「転換ビジネス」により、2025 年第 4 四半期には 40～60 億ドルの損失を計上すると投資家に報告している。再生可能エネルギーへのアグレッシブな転換戦略の失敗により、BP はエネルギーセクターにおける買収対象企業となっている。

4.6 E.ON

ドイツ及び欧州中央部と北部に電力網のバリューチェーンを持つドイツの電力会社 E.ON は、再生可能エネルギー開発に重点を置いている。同社によると、ドイツの再生可能エネルギーの 50%は E.ON のグリッドに接続されており、2014 年 11 月には、同社は将来的には化石燃料からのエネルギー生産を取りやめ、再生可能エネルギー、エネルギーグリッド、顧客ソリューションに専念すると発表した。その後 E.ON は、欧州の脱炭素化に重要な役割を果たしてきた。同社は、欧州のグリーン転換の担い手であり、社会の脱炭素化促進において他の欧州エネルギー企業よりも有利な立場にあると述べている。同社は、急成長するエネルギーインフラへの需要を満たすための多額の投資を行っており、他社が躊躇する分野において先頭に立っているとしている。

E.ON は、ドイツへのグリーンアンモニアの大規模な輸入を計画してきた。2022 年 8 月、同社はカナダのエネルギー開発企業 EverWind と、EverWind がノバスコシア州で開発中の Point Tupper アンモニア生産拠点からのグリーンアンモニア輸入に関する覚書 (MOU) に署名した。この覚書では、2025 年初頭にグリーンアンモニアのドイツへの大規模な輸入を開始することを定めている。同時に、EverWind と E.ON は、年間 500,000 トンのグリーンアンモニア購入契約を締結する方向で協議を進めている。E.ON によると、Point Tupper 拠点は、カナダ大西洋岸初の商業生産を行うマルチフェーズのグリーン水素及びアンモニア生産及び輸出拠点である。同プロジェクトは、EverWind が提案するカナダにおける複数の風力及びグリーン水素／アンモニアプロジェクトの一つであるが、建設段階に到達したプロジェクトは未だない。

E.ON は、海運、航空、モータースポーツに使用可能な合成燃料 (e-メタノールなど) の開発も行っている。2025 年 7 月、E.ON はスコットランドのステューブンズ・クロフトバイオマス発電所において、持続可能な燃料である水素ベースの e-メタノールのサプライチェーンを確立したと発表した。

全般的に見て、E.ON が合成燃料に取り組む可能性は高い。しかしながら、カナダの新プラントからのグリーンアンモニアの輸入計画は停滞しているように見える。E.ON は、水素プロジェクトは、水素の原料 (グレー、ブルー、グリーンなど) と電解用電力の原料を特定する規制、市場の優先順位、課税制度などの要件に影響されると述べている。E.ON の Point Tupper プロジェクトを含むいくつかのグローバルな水素／アンモニア輸入プロジェクトは、電解用電力の原料をめぐる地元の反対に直面している。

4.7 Enel

60 年の歴史を持つイタリアのエネルギー企業 Enel は、イタリアの電力会社から五大大陸でサステナブルなエネルギー事業を展開するグローバルプレーヤーとなるための変

革を進めてきた。Enel は、同社は再生可能エネルギーと電力の供給における世界の主要民間企業のひとつであるとし、エネルギー業界のグローバルリーダーとして化石燃料から再生可能エネルギーへの転換を推進していると述べている。また、化石燃料生産からカーボン除去する技術に依存せず、カーボン原料（フィードストック）を一切使用せずに再生可能燃料を生産すると述べている。

Enel は、その脱炭素化努力に野心的な目標を定めている。同社は「パリ協定及び COP26 の脱炭素化目標を尊重するが、Enel はネットゼロ達成を 2050 年から 10 年前倒しし、2040 年に達成する」と述べている。これには直接排出、間接排出の両方を含み、CO₂ 除去技術や自然由来のソリューションなどの相殺手段に頼ることなくネットゼロを達成する。同社は 100%グリーンエネルギー生産を行い、2040 年までにネットゼロを達成すると述べている。

同社の 2027 年までの事業計画には、再生可能エネルギー開発への 120 億ユーロの投資が含まれている。その内訳は風力発電に 57 億ユーロ、太陽光発電に 32 億ユーロ、水力発電に 7 億ユーロ、エネルギー貯蔵／バッテリーに 23 億ユーロである。

グリーン水素の開発と商業化に関しては、同社は、アントワープ港の次世代実証地区（NextGen Demonstration District）においてエネルギーイノベーションハブの開発をおこなっている「Power to Hydrogen (P2H2)」コンソーシアムのメンバーである。同コンソーシアムは、アントワープ港に世界初の商業スケールの AEM（アニオン交換膜）電解スタックを設置する。Enel によると、同港は同 P2H2 技術設置のためのサイト準備に資金を拠出している。同時に、Free Electrons パイロットプロジェクトからの商業パートナーは、AEM 電解装置の建設への資金を拠出している。P2H2 プロジェクトで生産された水素は、同港地区の既存産業及び燃料補給に使用される。2025 年 12 月、同プロジェクトは EU の地域開発基金から 900,000 ユーロの支援を獲得した。



図 26 アントワープ・ブルージュ港における「Power to Hydrogen」プロジェクト

出所：P2H2

もうひとつの水素プロジェクトとしては、同社はチリにおいて初の産業規模のグリーン水素プロジェクトに参画している。この「Haru Oni」プロジェクトはマガジャネス

地方に位置し、同地方の風力資源を用いて水素を生産する。同プラントでは生物由来の原料から CO₂ を回収し、CO₂ と水素を合成して合成グリーンガソリン（e-ガソリン）や合成グリーン液化ガス（e-LG）などの e-燃料を生産する。同プロジェクトは現在パイロット試験段階にあり、Enel の 3.4MW 風力タービンからのエネルギーを受け取り、1.25MW の電解装置で水素を生産している。同プラントには、e-燃料生産向けには世界初となる直接空気回収（DAC）ユニットを設置、運転する計画である。

以上から、Enel は、その風力及び太陽光エネルギー分野での経験を活かし、グリーン水素開発における地位の強化に注力すると考えられる。

4.8 Iberdrola

125 年の歴史を持つスペインのエネルギー企業 Iberdrola は、風力エネルギー開発においてグローバルな地位を確立している。同社は世界 12 か国以上に陸上風力発電所を建設し、その総発電力は 21GW である。現在は、世界に複数の洋上風力発電所の開発を進めている。2025 年末現在、稼働中の洋上風力発電所の発電能力は 2.4GW で、2025～2028 年期には発電能力を 3.5GW に拡大する計画である。同社は現在フランス、ドイツ、オーストラリア、米国、英国、日本において洋上風力発電開発プロジェクトに携わっている。同社の 2025～28 年期事業計画では、洋上風力発電プロジェクトに 80 億ユーロ、陸上風力発電プロジェクトに 50 億ユーロ、太陽光発電プロジェクトに 20 億ユーロの予算を計上している。

Iberdrola は、大規模なグリーン水素プロジェクトにも強い関心を持っており、同社の使命はグリーン水素開発を促進し、エネルギー転換をリードすることであると述べている。Iberdrola は現在スペインに 3 か所のグリーン水素プラントを稼働中である。BP との提携により、建設中の 4 か所目のプラントは 2026 年に稼働予定である。また、複数の e-メタノール及びグリーン水素プロジェクトが、欧州、オーストラリア、ブラジルにおいて開発段階にある。同社は、工業や大型輸送などの排出削減が困難なセクターの電化及び脱炭素化へのニーズに応じていくとしている。2020 年には、同社は、グリーン水素技術におけるグローバルリーダーとなることを目的に、自社内にグリーン水素事業部門を設立した。グリーン水素プロジェクトにおける実経験に基づく確固とした地盤を持つ同社は、次のステップとしてプロジェクトの大型化を進めている。

2025 年 11 月、Iberdrola は、スペインに同社最大のグリーン水素プラントを稼働させた。新プエルトリャノ（Puertollano）プラントでは、100MW の太陽光発電システムと蓄電容量 20MWh のリチウムイオン電池システムを使用して再生可能エネルギーを生産する。同プラントは世界最大級の電解水素生産システムである。

また、Iberdrola は、グリーンアンモニアプロジェクトも進めている。2023 年、同社は無水アンモニアの海上輸送最大手である Trammo と、2026 年以降年間最大 100,000 トンのグリーンアンモニアの売買に関する枠組み合意を締結した。Iberdrola によると、同合意により、Iberdrola は総額 7 億 5,000 万ユーロを投資し、欧州南部に初のグリーンアンモニアプラントを建設することが可能となる。このグリーンアンモニアプロジェクトでは、生産されるグリーンアンモニアが EU 委任法の全ての要件を満

たすために、500MWの再生可能エネルギー施設の建設を行う。Iberdrolaは、同プロジェクトにより、欧州のグリーン水素回廊の構築を目指している。

e-メタノール生産に係る開発事業としては、同社はスペインのForesa Industrias及びMagnon Green Energyと共同でアンダルシア地方ウエルバ(Huelva)に、年間100,000トンのグリーンe-メタノールを生産するプラントを開発中で、稼働は2028年末の予定である。同プロジェクトは、EUイノベーション基金からの1億3,000万ユーロの支援を受けている。Iberdrolaによると、同プロジェクトはグリーンメタノールセクターの扉を開けるもので、今後のe-メタノールへの投資拡大につながるとしている。

Iberdrolaは、最近、米国で開発中の風力発電プロジェクトで問題に直面している。同社が40億ドルを投入した大規模なオフショアプロジェクトであるニューイングランドのVineyard Windプロジェクトは、2025年、米国の風力発電開発政策の変更により深刻な打撃を受けた。Vineyard Windの開発は2021年に開始され、ニューイングランド地方に800MWの電力を供給する予定であった。同プロジェクトは遅延やコスト超過に見舞われ、2025年12月、合衆国連邦政府は、洋上風力発電の潜在的な国家セキュリティへの懸念を理由に、すべての建設作業を中止するよう命じた。米国では同時に他の4件の洋上風力発電プロジェクトも中止された。Vineyard Windプロジェクトは、建設中止時には僅か1基のタービンの設置を残すのみの状態であった。

米国の裁判所はこの建設中止命令を否定し、2026年1月には建設の再開を許可した。しかしながら、同プロジェクト及び米国におけるすべての洋上風力発電所建設計画は、依然として洋上風力発電開発の中止を求める連邦政府の反対に脅かされている。このような状況により、すべての洋上風力開発者は、米国の洋上エネルギープロジェクトへの投資の再考を迫られている。特にIberdrolaへの影響は深刻である。米国は同社の戦略的グローバル市場のひとつであり、同社は2028年の総投資額の3分の1に相当する160億ユーロを米国の電力網の拡大に投入する計画であった。

4.9 Naturgy

180年の歴史を持つスペインのエネルギー企業Naturgyは、過去10年間にグローバルな主要再生可能エネルギー企業への転換を進めてきた。同社は、気候変動に関するグローバルな課題に取り組むため、エネルギー転換に向けて同社事業の軌道修正を行ったと述べている。

Naturgyは、サステナブルで循環性のあるエネルギーモードの促進を目指し、再生可能ガスをガス供給網に送る商業規模のプロジェクト開発を行ってきた。その一環として、廃棄物回収プラントの設計と建造を行うスペイン企業Greeneと、合成ガスから再生可能ガスを製造し、ガス供給網に送る技術の開発を行う合弁会社W2BMを設立した。W2BM事業は、処理の困難な産業廃棄物からバイオ合成天然ガスを生産するスペインのプロジェクトである。

海事分野では、Naturgyは、今後対象船隊が拡大し、バンカリングインフラの整備も進んでいるLNG及びバイオLNG燃料が、現時点ではエネルギー転換に向けた最適な代替燃料であるとしている。従来型燃料と比較した場合、LNGは硫黄酸化物(SO_x)排出を100%削減し、窒素酸化物(NO_x)を80~90%、CO₂を25%それぞれ削減す

る。スペインにおける船舶の LNG 燃料の使用により、2030 年までには 200 万トンの CO₂ が削減され、これは 100 万台以上の電気自動車の市場導入に相当する削減率であると同社は述べている。



図 27 Naturgy/Scale Green Energy が建造中の LNG/バイオ LNG バンカリング船

出所: Naturgy

Naturgy は、海事産業向けのバイオ LNG 供給網整備を進展させ、2026 年 1 月にバンカリング企業 Enagás と LNG バンカリング船 1 隻を建造し、チャーターすることで合意した。この新造バンカリング船「Mistral LNG」は、全長 138.8m、貨物容量 18,900 m³を持ち、従来型 LNG 及びバイオ LNG で駆動される LNG 二元燃料エンジンを搭載する。Enagás の子会社 Scale Green Energy は、2026 年初頭に同船の建造を開始した。Naturgy は長期用船契約により、2028 年から同船をチャーターする。現在バンカリング船 3 隻を運航する Scale Green Energy が竣工した同船を運航し、イベリア半島沿岸で LNG 及びバイオ LNG のバンカリングを行う。

バンカリング船契約に際し、Naturgy は以下のように述べている。

この契約により、Naturgy は、今後数年間に大きな成長が期待されるイベリア半島の LNG バンカリング市場における戦略的オペレーターとなった。顧客に競争力のあるソリューションを提供することで、エネルギー転換をさらに促進する。エネルギー供給市場における豊富な知見を持つ同社は、主要 LNG 輸入企業として、スペインへの LNG 供給に重要な役割を担っている。

出所: Naturgy

Scale Green Energy によると、スペイン国内 7 か所の再ガス化施設が LNG バンカリング向けに調整され、バルセロナ、カルタヘナ、ウエルバ、ヒホン拠点では、既に商船向けのバイオ LNG 供給を開始している。

4.10 Ørsted

デンマークのエネルギー企業 Ørsted は、陸上及び洋上再生可能エネルギーの開発と運用におけるグローバルなリーダー企業のひとつである。同社は現在、米国、欧州、アジア地域で計 4GW の陸上、18GW の洋上風力発電施設を稼働中または計画中である。

これに加え、約 2500MWAC の太陽光発電・貯蔵施設を運営し、400MWAC を建設中である。同社のビジョンは、完全にグリーンエネルギーで動く世界の実現である。

Ørsted は、同社の風力及び太陽光発電資産を活用し、「Power-to-X (P2X)」プロジェクトを推進している。P2X プロジェクトとしては、同社は米国でグリーン水素及び e-燃料プロジェクトを開発しており、アメリカ初のクリーン水素ハブのひとつの開発にも参画している。

Ørsted は、テキサス州のメキシコ湾岸で P2X プラント「Star e-Methanol」の開発を行っている。同プラントでは、1.2GW のクリーンエネルギーを使用して年間最大 300,000 トンの e-メタノールを生産する。生産された e-メタノールは、カーボンニュートラルな船用燃料として世界の大手海運会社に供給される予定である。米国エネルギー省は、同施設建設のための資金として、Ørsted に最大 1 億ドルの連邦資金を提供している。しかしながら、このテキサス e-メタノールプロジェクトは、2024 年の米国大統領選に伴う突然の政策変更巻き込まれている。新トランプ政権は、前バイデン政権によるクリーンエネルギー政策を事実上全て撤回した。「Star e-Methanol」プロジェクトを含むクリーンエネルギープロジェクトを管理していたエネルギー省の担当部門は資金をなく奪われた。同部門は 2025 年半ばに廃止され、職員は異動か辞職の選択を迫られた。「Star e-Methanol」プロジェクトは 現在休眠状態にある。

同プロジェクトは、キャンセルされた 2 件目の Ørsted の e-メタノール P2X プロジェクトである。これ以前に Ørsted が主導していた e-メタノールプロジェクト「FlagshipONE」も、最終投資決定 2 年後の 2024 年 8 月にキャンセルされた。同プロジェクトで開発される新プラントは、スウェーデン北部の Hörneborgsverket バイオマス発電所に隣接し、欧州最大の e-メタノールプラントとして年間 50,000 トン超のグリーンメタノールの生産を 2025 年に開始し、主に船用燃料として供給する計画であった。Ørsted の CEO は、FlagshipONE プロジェクトからの撤退の理由として、欧州の液化 e-燃料市場成長が予想よりも遅いため、同社事業の市場優先順位を変更する戦略的決定を下したと述べている。また、同社は長期的な e-燃料市場の成長を確信しているが、燃料技術の工業化とオフテイク市場の商業化の進展は予想よりも大幅に遅れていると述べている。

Ørsted は、米国のクリーンエネルギープロジェクト「HyVelocity 湾岸水素ハブ」の開発にも、AES、Air Liquide、Chevron、ExxonMobil、Mitsubishi Power Americas とともに参画している。米国エネルギー省が資金を提供していたが、新政権の再生可能エネルギー政策の変更により、同省がプロジェクトへの今後の資金提供を中止する可能性も考えられる。2025 年末現在、同省は同プロジェクトに配分された 120 万ドルの資金のうち、僅か 2,200 万ドルをリリースしたのみである。

Ørsted は、e-メタノール及び水素分野以外でも困難に直面している。米国では、同社の風力発電開発にも深刻な問題が発生している。新トランプ政権の急激な再生可能エネルギー政策変更の影響は風力発電プロジェクトにも及んでいるが、Ørsted が実施中及び計画中の何件かの米国におけるプロジェクトも例外ではない。2025 年 12 月、同政権は、米国東岸沖で建設が進んでいる同社の Sunrise プロジェクト及び Revolution プロジェクトの中止を命じた。その時点で Sunrise プロジェクトは 45%、

Revolution プロジェクトは 87%が完成していた。その数週間後、連邦裁判所は両プロジェクトの建設続行を一時的に許可したが、トランプ政権は米国内に洋上風力発電所を望んでおらず、今後も新たな障壁が予想される。

Ørsted の洋上風力発電事業が困難に直面しているのは米国だけではない。2025年5月、同社は英国で開発中の 2,400MW の大型洋上風力発電プロジェクト「**Hornsea 4**」を中止した。**Ørsted** は中止の理由として、サプライチェーンコストの上昇、金利の上昇、この規模の発電プロジェクトを計画通りに建設し、運営することに伴うリスクの増大を挙げている。これらの理由から、同プロジェクトの開発にはリスクが増大し、価値創造の可能性は低下したとし、同社はさらなる資金投入を中止し、プロジェクト関連のすべてのサプライチェーン契約を終了した。さらに 2025年11月、同社は 2027年に稼働予定の 2.9GW の「**Hornsea 3**」プロジェクトの同社の利権の 50%を売却した。

これらのプロジェクトの問題は、**Ørsted** の業績に大きな影響を与えている。プロジェクトコストの上昇と米国の風力発電プロジェクトの中止により、同社の公開株式の市場価値は過去3年間に3分の2も下落している。2024年10月、同社は増資手段として、600億 DDK（デンマーククローネ）を調達するライツオフリング（新株予約権無償割当）を行った。2025年9月には、**Equinor** が **Ørsted** の 10%株式を買収した。**Equinor** は、現在の業界の課題に対応し、**Ørsted** のバランスシート強化提案への支援を決定したと述べている。

2025年10月、**Ørsted** は 2027年末までに従業員数を約 25%削減すると発表した。同社は現在財政再建と将来的な市場の合理化を行っている。大規模なグリーンエネルギープロジェクトへの新規投資の再開は、同社が現在の諸問題を解決し、財務状況を改善した後になると考えられる。

4.11 Equinor

ノルウェーのエネルギー企業 **Equinor** は、「今日世界が必要とするエネルギーを供給するとともに、明日へのエネルギーソリューションを開発する」と述べている。同社の目標はエネルギー転換のリーディング企業となり、2050年までにネットゼロを実現することである。この目標達成に向けて、同社はブルー及びグリーン燃料ソリューションの開発を積極的に行っている。

Equinor は、カーボン回収技術の開発に深く携わっている。同社は世界最大の CO₂ 回収技術の屋外試験センター「**Technology Centre Mongstad (TCM)**」を運営している。同センターの CO₂ 回収技術試験設備は、アミンプラントと冷却アンモニアプラントで構成され、両プラントは水及びアミンまたはアンモニアベースの溶液からなる溶媒によって CO₂ を回収する。2021年3月、三菱重工エンジニアリングと **TCM** は、三菱重工エンジニアリングが同社独自の CO₂ 回収溶液の試験を **TCM** アミンプラントにおいて行う契約を締結した。



図 28 Equinor の CO₂ 回収技術試験センター Technology Centre Mongstad (TCM)

出所: Equinor

Equinor は、最近ベルゲン近郊のオイガーデン (Øygarden) にノーザンライツ (Northern Lights) カーボン回収貯留施設を完工した。2025 年 8 月には、初回の CO₂ が注入され、海底下 2,600m の貯留層での貯留に成功した。回収された CO₂ は、船舶でブレヴィク (Brevik) に位置する Heidelberg Materials のセメント工場に輸送された後、積み下ろされて 100km のパイプライン経由で移送され、北海の海底下の Aurora 貯留層 (レザボア) に注入された。これは世界初の産業向け CO₂ 輸送・貯留施設である。Equinor は、2035 年までに 年間 3,000~5,000 万トンの CO₂ 輸送・貯留能力を構築することを目標としている。同社は現在欧州及び米国において数件の CCS プロジェクトに関与している。

2024 年 3 月には、ノーザンライツプロジェクト開発の第 2 フェーズが認可された。75 億 NOK (ノルウェークローネ) を投資し、総注入能力を年間 150 万トンから 500 万トンに拡大する。この拡大は、EU の資金調達スキーム CEF (Connecting Europe Facility) のエネルギー基金からの資金支援を受けている。既にプロジェクト第 2 フェーズの最初の顧客として、Stockholm Exergi と年間最大 900,000 トンの CO₂ を輸送、貯留する契約を締結した。ノーザンライツは、Equinor、Shell、TotalEnergies が 33.3% ずつ保有している。Equinor は技術サービスプロバイダーで、オイガーデン施設の建設を担当した。

ノルウェーのチェルベアゴッデン (Tjeldbergodden) にメタノール生産工場を持つ Equinor は、欧州のメタノール市場における確立したプレーヤーである。同社は、船用燃料市場においてもグリーンメタノール供給の主要企業となるという目標を持つ。同社は、欧州北部からバルト海域をループ運航する新メタノール駆動フィーダー船にグリーンメタノール燃料を供給した。グリーンメタノールのバンカリングはロッテルダムで行われた。

また、Equinor は自社オフショアサービス船隊において燃料としてのバイオ LNG の試験を行った。同社は自社二元燃料駆動のオフショアサービス船 (PSV) 及びタグボートへの LNG 供給契約を Gasum と締結している。同契約には、数隻へのバイオ LNG 供給も含まれている。さらに、Equinor はオフショアエネルギーセクターにおけるアンモ

ニア燃料の開発を支援している。同社のジョイントオペレーションサポート担当上級副社長は、同社サプライ船の燃料としてのアンモニア使用を強く支持すると述べている。

2024年8月、同社はアンモニア燃料で駆動されるプラットフォーム補給船（PSV）「Viking Energy」をチャーターした。同船は、Wärtsilä 25型アンモニアエンジンとガス供給システムを搭載している。2026年以降、アンモニア燃料で駆動される「Viking Energy」は、ノルウェー大陸棚に位置する Equinor のプラットフォームへの補給作業を行う。用船契約は2030年までであるが、さらなる延長も可能である。ノルウェー船主 Eidesvik Offshore が、2003年にLNG駆動船として建造した同船を保有、運航している。竣工時には、「Viking Energy」は世界初のLNG駆動のオフショア船であった。Equinorは、同船のアンモニア駆動への改造に多くの資金を提供すると述べている。これに加え、同船の改造は、EU共同研究開発プロジェクト「Apollo」を通じて、EUから500万ユーロの支援を受けている。



図 29 Equinor がチャーターするアンモニア駆動オフショア船
出所: Eidesvik Offshore

Equinor は、欧州で水素プロジェクトを展開しており、ノルウェーと Equinor は大規模なブルー水素及び将来的にはグリーン水素の両方を顧客に提供する最適な位置にあると述べている。しかしながら、大規模なブルー水素供給への同社の努力は今のところ成功していない。Equinor は、オフショア水素パイプライン経由でドイツの発電所にブルー水素を供給する計画であったが、水素パイプラインは商業的に実現可能ではないと判断し、2024年に計画は撤回された。同社は引き続き英国及びオランダへの水素補給を検討しているが、投資決定を正当化するには、長期契約の獲得が必要であると述べている。

2025年10月、Equinor は合弁会社を通じ、スペインの太陽光・水素技術開発企業 Hysun に300万ユーロの投資を行った。Equinorによると、Hysunのグリーン水素生産技術は、電解技術よりもコストが低い。

Hysun の熱光触媒（thermal photocatalysis）技術は、凝縮された太陽光によって活性化されたナノ素材触媒を用いて水を水素と酸素に分解するため、電解装置や電気の必要がない。このプロセスは、金属酸化物化合物反応器（metal

oxide compound reactor) を用いた 2 段階サイクルである。水素市場情報を提供する European Hydrogen Observatory によると、現在電解によるグリーン水素生産コストは 1kg あたり 6~8 ユーロで、グレー水素は 1~2 ユーロである。電気をいわずに 100%再生エネルギーを製造する Hysun の新技術によってグリーン水素は競争力のある価格帯を実現し、産業への普及は加速される。

出所: Equinor

Equinor は、Hysun への投資は同社のグリーン水素戦略に沿ったもので、競争力のある水素生産と合成燃料へのフィードストックの提供を可能にすると述べている。Hysun は、複数のモジュラー型プラントの建造を計画しており、2030 年初頭の市場参入を目標としている。

これらをまとめると、Equinor は CCS 施設を運営し、さらに開発する計画である。また、大規模なブルー水素の生産を検討中で、船用燃料としてのグリーン水素、グリーンアンモニア、バイオ LNG の実験も行っている。

なお、Equinor は Ørsted 及び Iberdrola と同様に、米国政権の洋上風力発電プロジェクトの中止の影響を受けている。同社の 810MW の Empire Offshore Wind プロジェクトは、2025 年 12 月に米国エネルギー省が中止を命じた 5 件の洋上風力発電プロジェクトの内の一つで、エネルギー省は中止の理由を国家セキュリティへの懸念としている。この 50 億ドルのプロジェクトは、中止時には 60%が完成していた。同プロジェクトは、ニューヨーク港での、沖合に輸送されて組み立てられる風力タービンの部品を管理する物流ターミナルの建設を含んでいる。中止命令は、数か月後に連邦裁判所が仮差止命令を出したことにより解除されたが、現在の米国政権が米国内の洋上風力発電開発を望んでいないことは明らかで、Equinor のプロジェクトには更なる遅延が予想される。

この報告書は、ポートレース事業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。

欧州における脱炭素化・再生可能燃料の
動向について

2026年（令和8年）3月発行

発行 一般社団法人 日本中小型造船工業会

〒100-0013 東京都千代田区霞が関3-8-1 虎ノ門ダイビルイースト
TEL 03-3502-2063 FAX 03-3503-1479

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 大阪ガス都市開発赤坂ビル
TEL 03-5575-6426 FAX 03-5114-8941

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

