

2022 年 8 月

調査国際部

「第11回日欧石油技術会議」について

◇当センターは欧州長期出張員事務所を有し、欧州石油環境保全連盟 Concawe をはじめ、大手エネルギー企業各社と技術情報交換による相互理解・信頼関係を構築してきている。

◇今回、当センターは Concawe と、「第 11 回日欧石油技術会議」を開催し、石油産業界に影響を与え得るエネルギー政策や規制動向、低炭素燃料の生産動向などについて、情報交換を実施した。

◇欧州では、カーボンニュートラル実現に向けたエネルギー政策や規制の整備が着実に進められ、石油各社においても設備投資や各種プロジェクトが積極的に展開されている。

◇e-fuel の有効性及び製油所での低炭素燃料の製造技術など、Concawe・JPEC 双方で検討している内容に関して共同での取り組みを検討し、今までより一歩進んだ連携を目指す。

1. はじめに

当センターは、JPEC 海外技術協力会議の一つとして、2022 年 6 月 16～17 日ベルギーにおいて、欧州石油環境保全連盟 Concawe (Conservation of Clean Air and Water in Europe)¹と、「第 11 回日欧石油技術会議」を開催した。本会議は、2008 年度以来、日本と欧州で交互に開催している。コロナ禍により、2020 年度、2021 年度は開催を見送ったことから、今回は 2020 年 2 月以来の開催であり、日本から欧州に出張する形で実施した。

欧州は、石油産業界に影響を与え得るエネルギー政策・規制・制度の展開や、低炭素燃料の生産、技術開発、製油所の機能転換といった分野において世界をリードしており、欧州の政策・技術に関する最新動向の把握は、日本のカーボンニュートラル実現に資する取り組みと言える。

本会議では、計 17 テーマについて情報共有がなされ、どのテーマにおいても活発な質疑応答、意見交換が行われ、大変有意義な会議となった。

なお、次回の「第 12 回日欧石油技術会議」は、2023 年 12 月前半頃に日本での開催を予定している。

1. はじめに

2. 会議概要

3. 会議内容

3-1. 気候中立経済への転換

3-2. GHG 排出シミュレーターの開発

3-3. バッテリー資源の最大活用と電動化

3-4. e-fuel に関する研究

3-5. EU-ETS と CBAM

3-6. 輸送用燃料の規制動向

4. おわりに

¹ 40 社 (95%が欧州に石油精製設備を有する企業) をメンバーとする調査研究機関であり、精製技術、燃料油品質、大気環境などの分野に関する技術情報を調査・提供。設立は 1963 年。

2. 会議概要

2-1. 日時・場所

2022年6月16日 15:00～18:00、6月17日 9:00～16:00 Concawe (Brussels Belgium)

2-2. 出席者

今回は初の試みとして、欧州委員会からの発表と在ブリュッセル日系政府関係組織（EU 日本政府代表部、JETRO ブリュッセル、日欧産業協力センター、各1名）からのご参加を得て開催した（6月16日のみ）。

・Concawe

Mr. John Cooper (Director General)

Mr. Jean Marc Sohier (Science Director, Concawe)

Ms. Alessandro Bartelloni (Policy Director, FuelsEurope) 他7名

・欧州委員会 運輸総局 (DG MOVE)

Dr. Axel VOLKERY

・JPEC

餅田常務理事

秋本技術企画部長

稲村調査国際部統括マネージャー

生間欧州事務所長

疋田主任研究員



日欧石油技術会議会場にて Concawe・JPEC の参加者

3. 討議内容

会議はテーマ毎にセッションを設けて討論した。なお、会議プログラムは最終頁に記載した。

3-1. 気候中立経済への転換

DG MOVE の Dr. Axel VOLKERY より、欧州における各種政策イニシアチブの概要とエネルギー構成に与える長期的な影響評価、低炭素燃料導入に向けた新たなアライアンスについて説明があった。

2019年12月、欧州委員会は2050年での気候中立達成を目標に掲げた「欧州グリーンディール」を発表した。2020年第3Qには、2030年までにGHG排出量を55%以上削減するという野心的な目標が掲げられ、その後、「欧州気候法」に正式に盛り込まれ、法的拘束力を持つものとなった。「欧州グリーンディール」の発表以降、運輸セクターにおける「持続可能なスマートモビリティ戦略²」をはじめ、様々なセクターで戦略が発表されているが、それら全てが2020年に採択されていることは注目すべき点である（図1）。

² 2020年12月公表。2050年までに運輸セクターにおけるGHG排出を90%削減する目標達成のために、EUの輸送システムのグリーンおよびデジタル変革、将来の危機に対する強靱化を掲げた戦略。ゼロエミッション車の普及等について、2030年、2035年、2050年をマイルストーンとして設定。

https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/mobility-strategy_en

「欧州グリーンディール」を運輸セクターに当てはめると、2050年にGHG排出量を90%削減することが求められており、これは大きな挑戦である。そこで、2030年までの道筋をカバーすべく、法的イニシアチブとして「Fit for 55」が提唱された。現在も、2030年までにGHG排出量を55%以上削減する目標に必要なとされる規制枠組みに関する議論が進められており、再生可能燃料や低炭素燃料の開発にも影響を与える大きな政策パッケージとなっている（図2）。



図1 欧州グリーンディール政策における主要な戦略

出所：欧州委員会

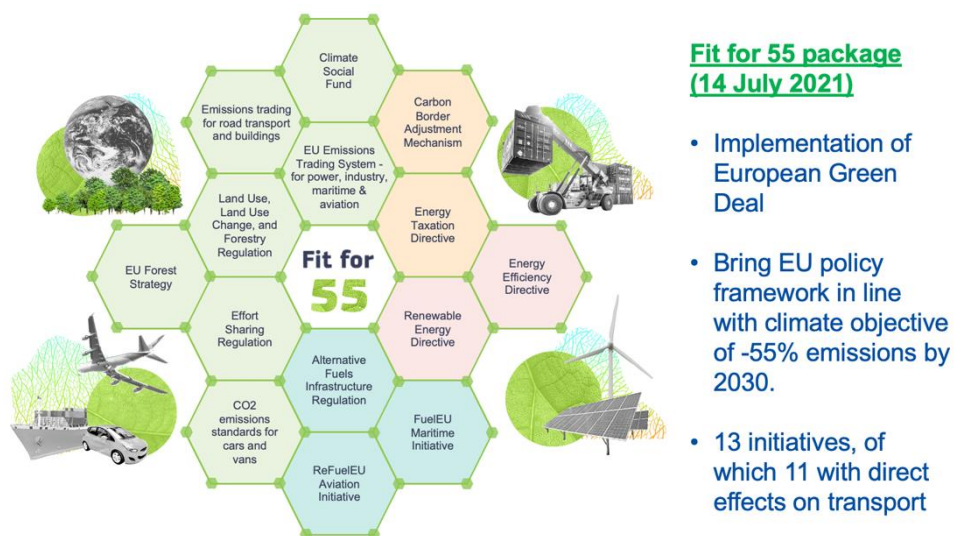


図2 Fit for 55 の概念図

出所：欧州委員会

また、関連する戦略として、「RePower EU」が提案された。目的は非常に明確であり、2030年までにロシアからの化石燃料の輸入依存脱却を目指すものであるが、再生可能水素とバイオメタンについて新しい目標が設定され、明らかなスケールアップとスピードアップが見られたことも重要な点である。

「持続可能なスマートモビリティ戦略」に基づいた最新のシナリオ別評価は現在アップデート中ではあ

るが、大きな方向性は2020年12月に発表した内容³と変わらない。シナリオMIX⁴に示されている通り、エネルギー効率の改善により、運輸セクターにおけるエネルギー使用量は削減され（図3）、2050年にはエネルギーの大部分が再生可能もしくは低炭素燃料に置き換わるだろう（図4）。

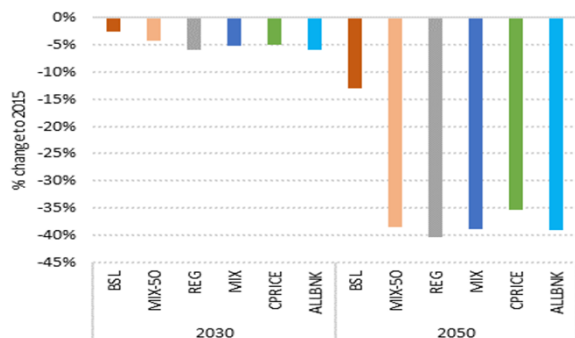


図3 運輸セクターのエネルギー使用量変化
(シナリオ別)

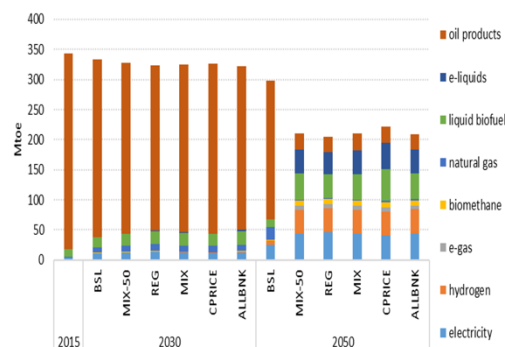


図4 運輸セクターのエネルギー構成
(シナリオ別) 出所：欧州委員会

過去数年間、新しい産業部門間の生産から物流を含めた連携強化に向け、バッテリーアライアンスや水素アライアンス等、多くの取り組みがなされてきた。航空と海運をはじめとした運輸セクター全般でも、FuelsEurope や主要パートナーと共に、持続可能な代替燃料への十分なアクセスを確保し、GHG 削減への貢献を目的とした「Renewable and Low-Carbon Fuel Value Chain Industrial Alliance (RLCF Alliance)」⁵ が始動している（図5）。日本からの参加も可能なオープンな枠組みとしているため、関係者にはぜひ確認して欲しい。

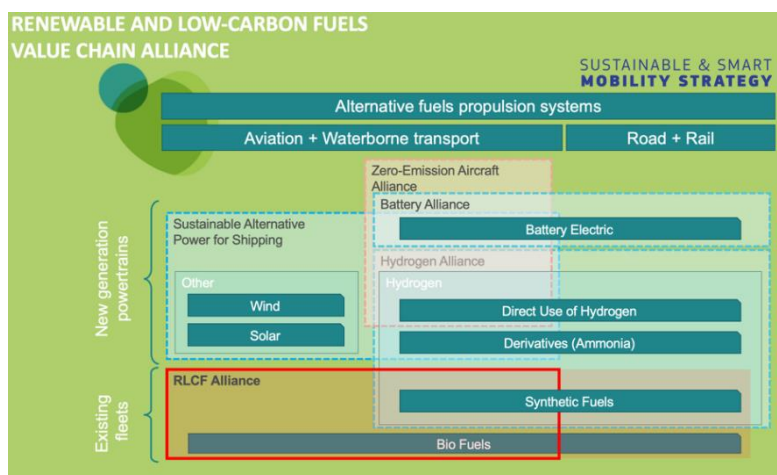


図5 RLCF Alliance の概略
出所：欧州委員会

³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020SC0331&rid=1>

⁴ GHG 削減率 55%程度を達成するシナリオ。航空・海運部門に脱炭素基準や低炭素燃料導入義務を設定することで、燃料構成変化を促すことを想定し、各政策手段の間でバランスを重視。

⁵ <https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/rpcf-alliance-declaration>

3-2. GHG 排出シミュレーターの開発

車両の GHG 排出量測定にはテールパイプからの排出だけでなく、自動車とエネルギーキャリアの生産に関連した排出も含めたライフサイクル（LCA）を考慮する必要がある、使用事例（運転プロファイルなど）や使用状況（電力の炭素強度など）によっても大きく左右されることになる。今回、Concawe の Mr. Roland Dauphin より、これらのパラメータを組み合わせた複数のシナリオを設計し、その環境パフォーマンスを比較することができる GHG 排出シミュレーター開発に関する説明⁶があった。

このシミュレーターは、2台の車両（同一車種のガソリンおよびディーゼルハイブリッド車）を用いた実験データから開発され、車種、バッテリー容量、充電頻度、走行距離、燃料油の種類など、様々な条件下における GHG 排出量の試算が可能である（図 6）。

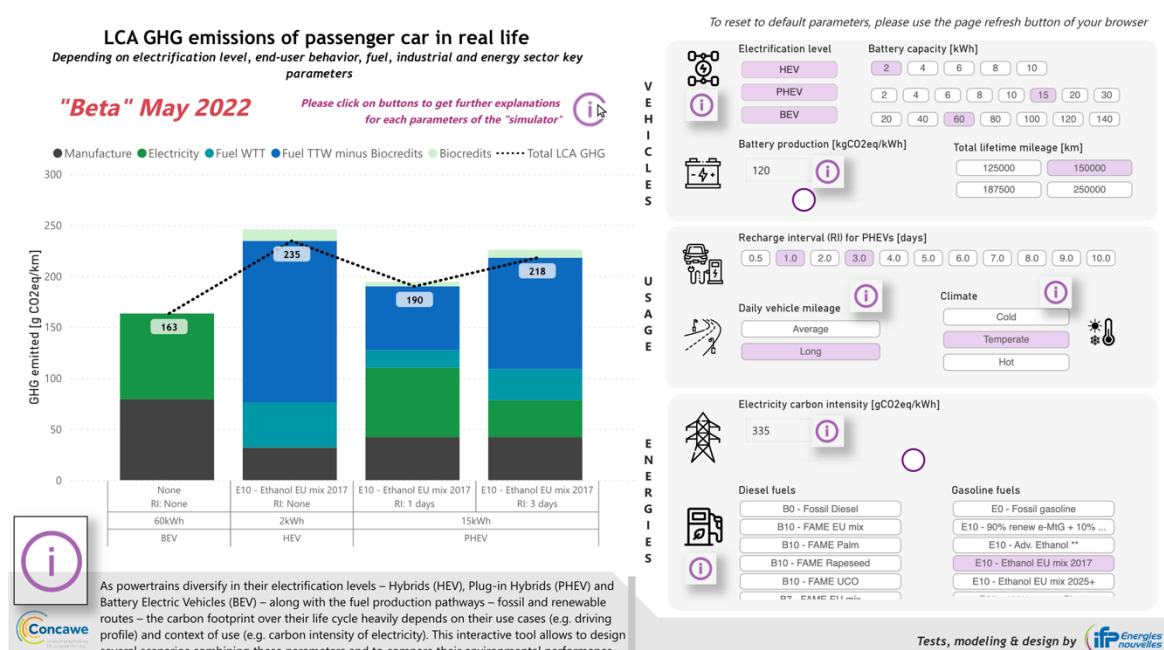


図 6 GHG 排出シミュレーター

出所：Concawe

3-3. バッテリー資源の最大活用と電動化

IEA や Nature 誌の近年の報告によると、リチウムやコバルト、銅といったバッテリー製造のための原料が今後不足することが予測されている。2030 年までの時間枠において、バッテリー製造の資源（供給量）制約下において、GHG 削減効果を最大化するために、電気自動車（BEV）、プラグインハイブリッド（PHEV）、ハイブリッド自動車（HEV）どのように導入するべきか、そのシミュレーション結果⁷について Mr. Roland Dauphin より説明があった。

このシミュレーションは、実現可能性（各車種の生産可能台数や電源供給能力）や PHEV の UF

⁶ <https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/Rpt-10-22.pdf>

⁷ <https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/Optimal-electrification-battery-constrained.pdf>

(Utility factor: 全走行距離の中に占める充電電力による走行距離の比率) を考慮して実施された。

PHEV と BEV のどちらが GHG 削減に寄与するのは UF の違いにより異なり、UF がグラフ曲線を上回っている場合、PHEV がより貢献する (図 7)。PHEV の利用状況 (充電頻度) に応じた UF を見ると、ほとんどのケースにおいて損益分岐レベルを上回っていることが分かり (図 8)、PHEV の優位性が確認できる。

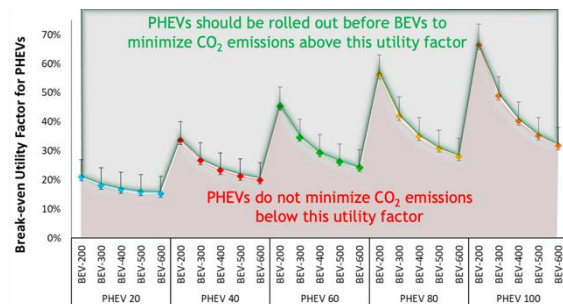


図 7 PHEV と BEV の GHG 排出における
損益分岐点 (損益分岐となる UF)

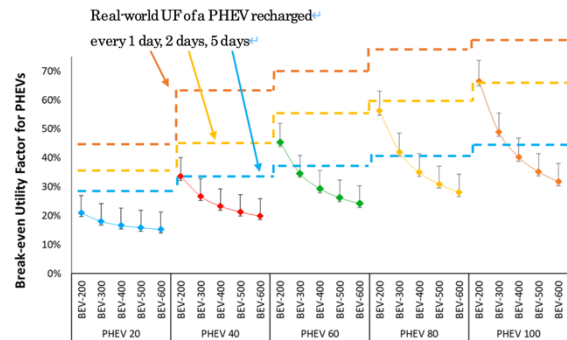


図 8 PHEV の充電頻度に応じた UF
出所: Concawe

そのため、限られたバッテリー資源を最大限活用し GHG 排出量を削減するためには、バッテリー容量に関わらず、HEV や BEV よりも、PHEV (20~100km の航続距離で 1~2 日おきの充電) が望ましい。まず小型の PHEV (低容量バッテリー) を導入し、バッテリーの利用可能性 (供給量) に応じて、PHEV 次いで BEV の順に大型化を進めていくことが効果的である (図 9)。

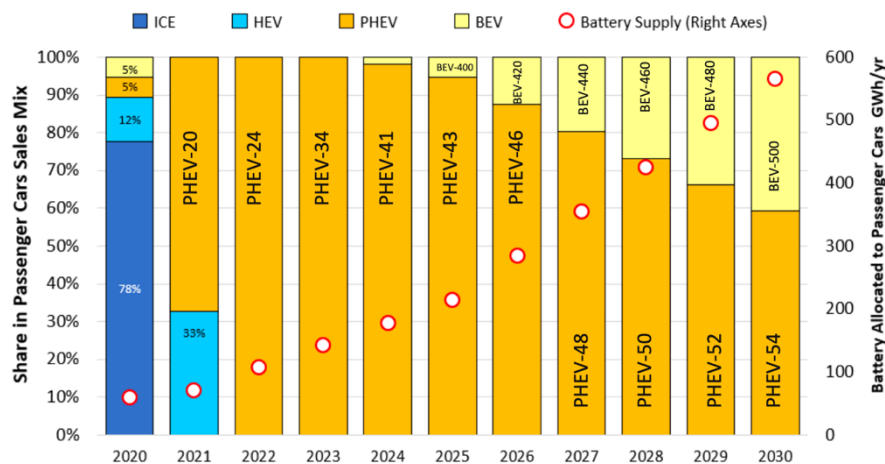


図 9 バッテリー供給制限下における GHG 排出抑制に最適な販売構成
出所: Concawe

3-4. e-fuel に関する研究

Concawe は、総合エネルギー企業である Aramco、コンサルタント会社である LBST および E4tech と共に、欧州での e-fuel 生産および、再生可能電力が豊富で安価な地域からの輸入に関して、2030 年、2050 年の 2 つの時間軸を対象に、技術的・経済的な検討を進めている。今回、e-fuel の製造効率、GHG 排出

量、製造コストおよび、欧州における需要に関する研究成果について、Concawe の Ms. Alba Soler より説明があった。

e-fuel の製造において、より高度なプロセスで製造される製品（ドロップイン燃料として化石燃料代替率の高い製品）ほど、エネルギー消費量と効率は悪くなる。CO₂ 源については、DAC⁸の活用が考えられるが、製油所等からの濃縮された CO₂ 利用と比較した場合、効率は 10%程度低下する（図 10）。そのため、技術的な観点からは、濃縮された CO₂ を使用することが理に適っていると言える。

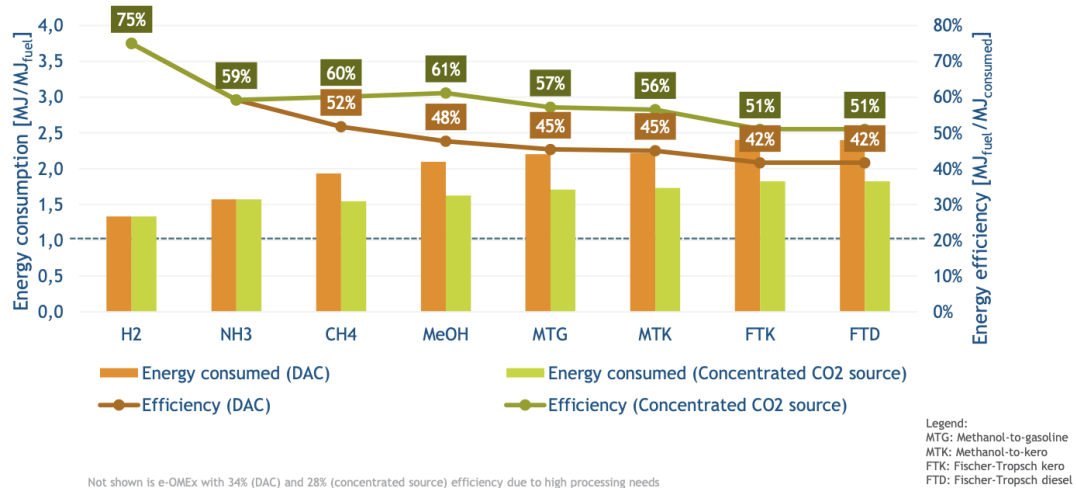


図 10 燃料製造におけるエネルギー消費量とエネルギー効率（製品別）

出所：Concawe

e-fuel 利用時の GHG 排出量については、全ての製品について同程度であり、化石燃料と比較して 93～97%の削減が可能となる（図 11）。また、技術進歩により 2020 年から 2050 年にかけて、e-fuel 利用時の GHG 排出量は 7%程度減少すると予測される。また、製造に必要な H₂ を液体または液体キャリアを介して輸入した場合、GHG 排出量は 9～60%増加する。

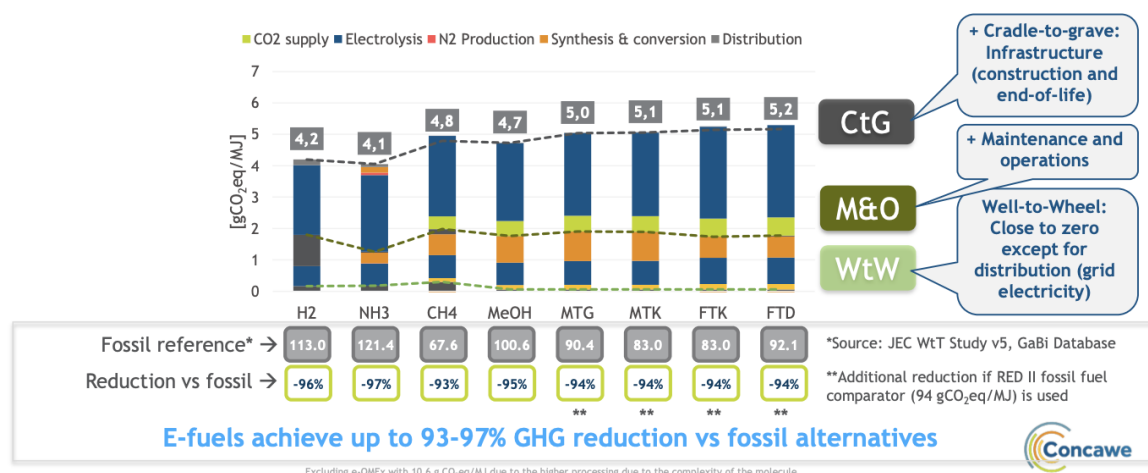


図 11 e-fuel 利用時における GHG 排出量（製品別）

出所：Concawe

⁸ Direct Air Capture の略称。大気中の二酸化炭素を直接吸収・除去する技術。

e-fuel の製造コストは、2020 年にはディーゼル換算で 1.5～4.1 ユーロ／リットル、2050 年には 1.0～2.6 ユーロ／リットルになると見込まれ、主に再エネ電力コスト（約 4～6 セント／kWh を想定）に影響される。e-fuel は、バイオ燃料より生産コストと GHG 削減コストが高いが、2050 年までにはその差は縮小する（図 12）。

また e-fuel 製造プラントを製油所に統合した場合、製油所のインフラ、貯蔵能力、品質管理などを利用することにより、独立したプラントと比較して 20%低い生産コストを達成でき、設備投資額の大幅な削減が可能となる。

なお、2050 年での e-fuel の輸入コストについては、e-fuel 製造コストが再エネ電力コストの影響を大きく受ける点および、長距離輸送コストを考慮すると、欧州で製造した場合と大きく変わらない。

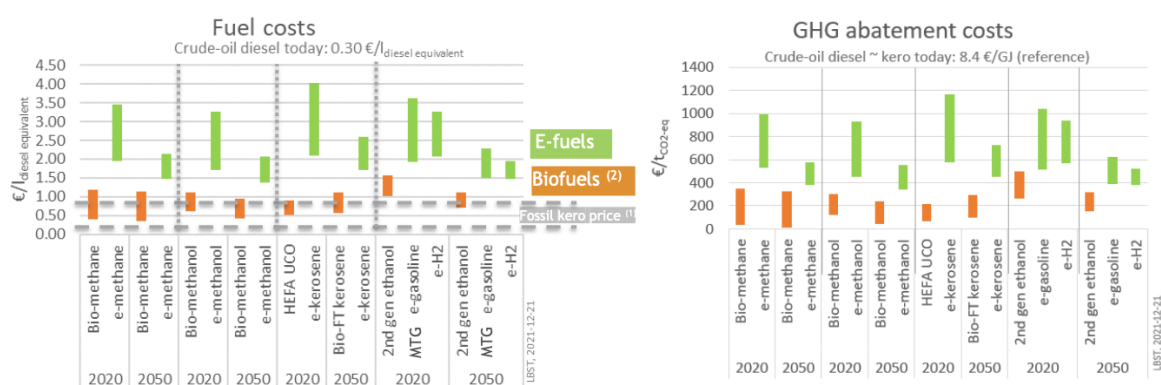


図 12 e-fuel 製造コストと GHG 削減コスト

出所：Concawe

欧州における e-fuel の需要は、低シナリオ（IEA が予想する e-fuels の普及率 66 Mtoe/y）と、高シナリオ（バイオ燃料と化石燃料を e-fuels にシフトさせる（129 Mtoe/y）の 2 つのケースを想定しており、e-fuel プラントと関連する再生可能エネルギーを実現するために必要な CAPEX は、1～5 兆ユーロの範囲を見込む。年間平均投資額は 320 億～710 億ユーロ（最も有利な場所）、または 750 億～1710 億ユーロ（最も不利な場所）であり、EU の GDP の 0.2～1.0%、または年間約 10 件の新規製油所建設投資に相当する。

2050 年までに EU 27+英国の輸送用燃料需要を完全に e-fuel で賄った場合、年間 12,000 TWh の再生可能電力が必要となる。また、EU27+英国において、EV 充電、e-methane、e-liquids の再生可能エネルギー利用を 100%とした場合、年間 2,570～10,880 TWh の再生可能電力が必要となる。

一方で、EU の再生可能エネルギーの潜在的な発電能力は、今日の電力消費量の 7 倍（約 22,000 TWh）程度と考えられるため、再生可能電力ポテンシャルは、総論として制約要因にはならないと考えられるが、インフラ建設への社会受容性次第である。

本研究に関するレポートは、近く、Concawe の HP で公開予定である。

3-5. ETS と CBAM

「Fit for 55」における EU-ETS の改訂内容と、CBAM の提案内容および評価について、FuelsEurope

の Mr. Jean Pierre Debruxelles より説明があった。

EU-ETS (排出量取引制度) は、2018 年の改訂を受け、2030 年目標▲43% (2005 年比) として 2021 年より施行されていたが、今回の改訂により▲61%まで強化されることとなった。目標達成レベルに合わせて、CAP (排出許容枠) も調整され、毎年の LRF (線形減少係数) は 2.2%から 4.2%に強化、2024 年までに 117 百万トン分が削減されことになる。

本制度は、技術革新を支援するためのオークションによる資金調達メカニズムも備えており、例えば石油精製会社は、TRL (技術成熟度) 8~9 の技術に対し、イノベーションファンドを通じて支援を受けることができる。また、CCS で回収した CO₂ を、炭酸塩などの製品 (製品に恒久的に化学結合され、通常の使用では大気に放出されない) に活用することで、排出量から除外されることも重要な点と言える。

道路運輸と商業ビルには、無償排出枠を設けず、独自の上限、LRF、MSR (市場安定化リザーブ) を有する別個の ETS 制度 (ETS II) が 2025 年に設定され、2026 年から遵守義務が発生する。排出枠は 2026 年から設定され、LRF は 2026 年までに対象セクターの排出量を 2005 年比 43%削減することを前提に設定される。この制度は燃料供給者に適用され、この排出権取引拡大に伴う社会的影響に対処するために、ETS の収益の 25%を財源とする社会気候基金も設立される。

CBAM は、輸入品に EU 生産者が負っている炭素コスト (無償枠を差し引いた部分) を課し、EU 域内外の競争条件を公平にする仕組みである。現在、2026 年からの実行に向けたデータ収集を目的に、炭素リーケージリスクが高い、ETS 対象セクターの CO₂ 排出の 45%以上を占める等を基準として、セメント、鉄鋼、アルミニウム、肥料、電力の 5 部門に設定しており、石油精製部門は含まれていない。対象部門への ETS 排出枠無償割当は、2026 年から毎年 10%ずつ減少し、2035 年にはゼロとなる (図 13)。

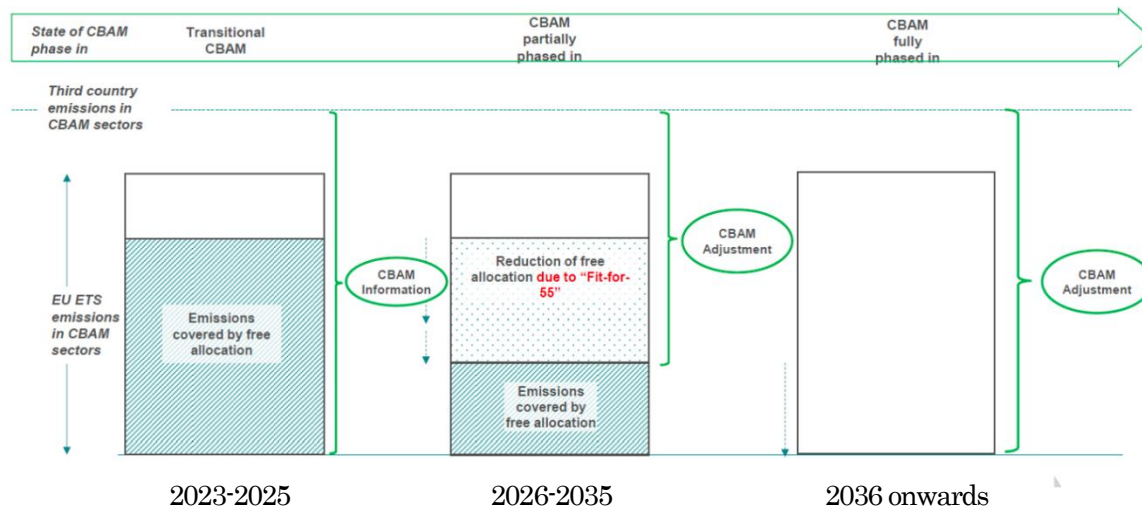


図 13 CBAM 導入の概念図

出所 : FuelsEurope

ビジネスにおける主な懸念事項は、輸出時のリベート (払い戻し) がないことである。欧州委員会は、輸出時のリベートは WTO のルール不履行のリスクを著しく高めると主張する一方で、産業界の関係者は、設計次第では WTO のルール不履行には当たらないと主張している。

FuelsEurope として、CBAM は世界的な気候変動への対処を目的とした政策の有効性を向上させる

政策であるべきであり、同時に、WTO のルールを遵守し、且つ EU の産業競争力を保護するべきものであると考える。石油精製品は CBAM の対象に成り得ると考えるが、そのためには、EU の精製セクターの国際競争力を低下させることのない効果的な輸出メカニズム（輸出についても炭素リーケージから保護すること）および、製品別排出量を算出するための公正な方法論が精製の専門家との綿密な協議を経て確立されていることが条件である。

3-6. 輸送用燃料の規制動向

「Fit for 55」における輸送用燃料、特に航空燃料および海上燃料の規制動向について、FuelsEurope の Ms. Marta Yugo より説明があった。

運輸セクター全体の野心的な目標として、REDIII（Renewable Energy Directive）では、少なくとも GHG 排出量を 13%削減するとしている（図 14）。

Summary	RED III - Transport
Scope	All transport
Target	2030 overall transport target: 13% GHG intensity reduction vs baseline Submandates (energy) - Food-feed crop 7% energy (MAX) - Advanced part A (and biogas) 2.2% energy (min) - Advanced part B 1.7% energy (MAX) - RFNBO / RCF 2.6% energy (min)
Compliance	Biofuels (food-feed crop, Annex IX A/B), biomethane, RFNBO (final fuel and intermediate) and RCF. Renewable electricity Removal of main multipliers from RED II but: x1.2 for Annex IX A and RFNBO in aviation and maritime x2 equivalent factor for electricity in numerator

図 14 運輸セクターにおける REDIII の概要

出所：FuelsEurope

現在、航空・海上部門の大部分は化石燃料に依存しており、この目標達成に向けて、持続可能な航空燃料の混合義務を定めた「ReFuel EU aviation」と、WtW GHG 強度削減を定めた「Fuel EU maritime」という 2つの規制が提案された（図 15）。

ReFuel EU aviation	Fuel EU maritime
 - Scope: All flights from certain EU airports ⁽¹⁾ - Advanced biofuels ⁽²⁾ and RFNBO eligible - Airlines, Fuel Suppliers and Airports as obligated parties. - Airlines obliged to uplift >90% of the volume "Blending" mandate for Fuel Suppliers (minimum volume share): 5% in 2030 ⁽³⁾ - Including 0.7% RFNBO sub-mandate	 - Scope: All intra-EU and 50% of EU incoming & outgoing voyages - All sustainable fuels eligible ⁽⁴⁾ - Shipping Companies as obligated parties - Well-to-wake GHG intensity reduction versus 2020 -6% in 2030 ⁽⁵⁾
1) If more than 1 million passengers per year or more than 100.000 tons of freight 2) Including certain waste feedstocks (part B of Annex IX of RED II) 3) Targets are set from 2025 till 2050 in 5-year intervals	4) Includes indirect land use change (ILUC) 5) RFNBOs used in aviation and maritime benefit from a 1.2 multiplier

図 15 ReFuel EU aviation と Fuel EU maritime の概要

出所：FuelsEurope

本規制については、2022 年 9 月に EU 議会と理事会が協議を行い、その後、合意された案が法律となる予定である。

アンモニアについては議論されていないが、GHG 排出量削減に向けた柔軟性を高めるという欧州委員会の基本的なコンセプトを考慮すれば、船舶燃料として採用される可能性はあると考える。また、e アンモニアについては、航空・海上部門への e-fuel 導入を進めたい特定の議会の政党から奨励される可能性はある。

4. おわりに

今回、「第 11 回日欧石油技術会議」の開催に合わせて、Preem（Gothenburg 製油所）、Repsol、TotalEnergies（La Mede 製油所）、Shell（Energy & Chemicals Park Rotterdam）、TCM（世界最大級の CCUS 実験施設）を訪問し、欧州エネルギー企業各社の低炭素燃料生産動向、製油所機能転換および技術開発状況に関する調査を実施した。各社とも、HVO をはじめとする低炭素燃料の生産能力増強や CCS による CO₂ 回収・貯蔵などのプロジェクトについて、関連企業との共同案件として着実に進め、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みを強化しており、石油産業界をリードしている。当センターは、日本の石油業界が安定供給とエネルギー転換の両立という社会的使命を果たす中、その代表として、石油各社の将来的な技術開発および、日本のカーボンニュートラル実現に資する有益な情報を引き続き調査・提供していく。

以上

第 11 回日欧石油技術会議プログラム（日時：2022 年 6 月 16 日（木）～17 日（金））

■第 1 日目

Time	Topic	Speaker	
15:00～15:20	Welcome and general introduction	Mr. John Cooper	Concawe
	Welcome and objectives of the conference	Mr. Jean Marc Sohier	Concawe
	Opening Remarks from JPEC	Mr. Yusuke Mochida	JPEC

Keynote Speaker

Time	Topic	Speaker	
15:20～16:00	Transition to a climate-neutral economy: decarbonisation strategies for transport	Mr. Axel VOLKERY	DG MOVE

Session1 Industry overview and long term vision

Time	Topic	Speaker	
16:15～16:30	Challenges Mission Strategy Priorities	Mr. Jean Marc Sohier	Concawe
16:30～16:50	Recent Trends in Japan's Energy Policy	Mr. Yusuke Mochida	JPEC

Session2 Alternative Fuels and circularity, research activities

Time	Topic	Speaker	
17:10～17:30	A look into sustainable biomass availability in the EU towards 2050. A deep dive into the biodiversity impact	Ms. Alba Soler	Concawe
17:30～17:55	Outline of JPEC and its Advance Technology & Research Institute About it's open after renovation in September 2021	Mr. Yusuke Mochida	JPEC

■第 2 日目

Session3 Industry Decarbonisation and emissions_Refineries and Transport

Time	Topic	Speaker	
9:00～9:30	Petroleomics Technology & Plastics Resources Recycling Laboratories	Mr. Jun Akimoto	JPEC
9:30～9:50	Synthetic Fuels Research Laboratory	Mr. Kazuhiro Inamura	JPEC

Break			
Time	Topic	Speaker	
10:15～10:45	Air Quality Policy “Implications of the New WHO Guidelines for European Countries”	Mr. Giuseppe Valastro	Concawe
10:45～11:05	Fit for 55 analysis	Mr. Jean Marc Sohier	Concawe
Break			

Time	Topic	Speaker	
11:20～11:50	Evaluation of PHEVs in real world conditions + An introduction to Concawe’s vehicle LCA on-line simulator	Mr. Roland Dauphin	Concawe
11:50～12:10	Optimal electrification of passenger cars in a battery constrained environment	Mr. Roland Dauphin	Concawe
12:10～12:30	e-fuels study	Ms. Alba Soler	Concawe
12:30～13:00	Concept of the future refining industry, the Roadmap toward decarbonisation	Mr. Jun Akimoto	JPEC
Lunch			

Session4 Policy, regulation and other strategic activities

Time	Topic	Speaker	
14:10～14:20	The EU climate ambition and mobility transition	Ms. Emanuela Sardellitti	FuelsEurope
14:20～14:55	EU ETS and CBAM	Mr. Jean Pierre Debruxelles	FuelsEurope
14:55～15:25	Policy and technical challenges for carbon neutral energies in Japan	Mr. Kazuhiro Inamura	JPEC
15:25～15:55	Transport fuels into the Fit For 55 package	Ms. Marta Yugo	FuelsEurope
15:55～16:00	Wrap-up, conclusion		

(問い合わせ先)

一般財団法人石油エネルギー技術センター 調査国際部 jrepo-0@pecj.or.jp

本調査は、一般財団法人石油エネルギー技術センター(JPEC)が資源エネルギー庁からの委託により実施しているものです。無断転載、複製を禁止します。

Copyright 2022 Japan Petroleum Energy Center all rights reserved