

触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

e-ガソリン プロジェクト

室井 高城

1. 電気自動車

電気自動車の生産台数が急激に増加しているとは言え、電力の供給と、電気自動車の生産は未だ、十分ではなく、既存の内燃機関車は発展途上国を始め、大量に用いられている。2023年3月、欧州は、2035年にガソリン車やディーゼル車の新車販売を全面禁止する方針を急遽変更し、環境に良い合成燃料を使うエンジン車を認めることを発表した。EUが2022年に決めた方針を転換したのは、自動車産業を抱えるドイツが合成燃料の使用を強く求めたことにあると言われている。

2. バイオ燃料

日本を除いて、世界的に、バイオエタノールのガソリンへの直接ブレンドが、普及している。米国では、E10が、全州で用いられている。欧州ではディーゼル車が多いが、バイオエタノールの混合使用が義務づけられている。中国でもE10が義務付けられている。バイオエタノールの消費量が増大している。しかし、バイオエタノールの供給の増加は、大きく期待できない。バイオエタノールを生産するためのコーンやサトウキビの耕地面積を大幅に増加させることが困難だからである。米国でのバイオエタノールを倍増するには、日本と同じ面積の耕地面

積を増やさなければならないと言われている。油脂の生産量で最も多いのはパーム油である。ほとんどのパーム油は、インドネシアとマレーシアが生産しているが、環境問題が深刻になり、バイオ燃料の生産会社のNESTE OILは、2023年末に、パーム油からのバイオディーゼル油の生産を全面的に撤退した。多くのバイオディーゼル生産会社は、パーム油ではなく、廃食油原料に転換している。しかし廃食油の生産量は限られていて、日本でも45万トンしかなく、そのうち約25万トンは鶏の飼料に混合利用されている。

3. 合成燃料

合成燃料は、今に始まった分けではなく、第二次世界大戦前に、ドイツでは、フィッシャー・トロプシュ(FT)法により、石炭のガス化による合成ガス(CO/H₂)から合成燃料が製造されていた。日本でもドイツの技術を導入し、戦争中、大牟田や尼崎、滝川で製造していた。現在では、中国で数基、カタールやウズベキスタン、ナイジェリアでは天然ガスをベースにした巨大なFT合成プラントが稼働している。ガソリンでは、ExxonMobilの開発したMTG(Methanol to Gasoline)プラントが、ニュージーランドで稼働していたが、現在中国独自の技術と

MTG プラントが中国で数基稼働している。

4. Haru Oni プロジェクト

4.1 合成ガソリン

水素が、安価な再生可能エネルギーから合成できれば、水素と大気中の CO_2 からガソリンを製造することが出来る。合成燃料は、既存のインフラを利用して供給することができる。

チリのアンデス・アンド・エナジー(AME)グループ会社の HIF (Highly Innovative Fuel)社は、シーメンス・エナジーとポルシェ、チリの石油会社の ENAP、イタリアのエネルギー会社の Enel と提携し、南米の風力を利用した合成燃料製造プロジェクトを立ち上げた。製造されたガソリンは、欧州に輸送され既存のインフラで用いられる(図1)。



図1 e-ガソリンの輸送

プロジェクトは「Haru Oni プロジェクト」と呼ばれている。Haru Oni とは、現地語で強風という意味である。チリ最南端のマガジャネス地方では年中、強い安定した風が吹いているため、安価な風力発電による電力を得ることが出来る。原料の水素製造は、

シーメンスの PEM が用いられ、 CO_2 は米国の Global Thermostat の DAC 技術が採用されている。 CO_2 と水素からは JohnsonMatthey のメタノール製造技術が用いられ、メタノールからのガソリンの製造は ExxonMobil の MTG プロセスが採用されている。

Global Thermostat の DAC は、 100°C 以下で CO_2 を脱着できるため現時点では最も安価な方法と言われている。MTG プロセスには ExxonMobil は、従来の固定床プロセスではなく、流動床プロセスが開発されている。プロジェクトは、ドイツ連邦経済エネルギー省が約€800 万共同出資している。

4.2 再生可能エネルギー

水素は、風力発電によるプロトン交換膜 (PEM)電気分解によって製造され、推定コストは、 $\$1.9\sim1.9/\text{kWh}$ である。シーメンスは、2018 年に Silyzer 300 と呼ばれる商用サイズの PEM を開発している。システム効率は 75%で、24 個のモジュールを使用して 340kg の水素が製造できる。

4.3 DAC

メタノールを製造するための CO_2 は、Direct Air Capture (DAC)技術が用いられている。セラミックスのモノリスに固定アミンで CO_2 を吸着するグローバルサーモスタット社の DAC 技術である。アミンは BASF が供給している。 $85\sim100^\circ\text{C}$ の蒸気で CO_2 を放出するスイング式である。 CO_2 の推定コストは $\sim\$100/\text{トン}\cdot\text{CO}_2$ である。

4.4 メタノール合成

メタノールの製造技術は ICI 技術を引き継いだ JohnsonMatthey の技術である。 CO_2 と H_2 から直接メタノールが製造される。

$\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$
 メタノールの推定コストは、～\$700-750 /ton・CH₃OH である。

4.5 メタノールからガソリン

メタノールからガソリンの製造技術は ExxonMobil の MTG プロセスが採用されている。MTG プロセスは、1985 年にニュージーランドで工業化されていたが、原油価格の低迷に伴い 1997 年に操業を停止している。しかし、中国では、中国で開発された技術を含め、いくつかの工場が稼働している。第 1 工程として、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 触媒により、メタノールから DME への脱水を行い、次いで、ZSM-5 で、400～420°C で脱水、凝縮・環化してガソリンを合成するプロセスである。イソパラフィンと芳香族が主に製造される。プロセスは、再生反応器を含む 5 つの反応器が用いられている。3～4 週間に 1 回、5 つの反応器のうち 1 つの反応器で触媒再生を行っている。Haru Oni プロジ

ェクトでは、ExxonMobil は、コンパクトな流動床プロセスを開発し設置している。チリ最南端のマガジャネスのプラントのイメージを示す(図 2)。



図 2 チリ最南端のマガジャネス

既に製造が開始されていて、2023 年には、130kL、2024 年には、約 55,000 kL/年、2026 年には、約 550,000 kL/年製造する計画である¹⁾。Haru Oni プロジェクトフローを示す(図 3)。

HIF は同様のプロジェクトをオーストラリアと北米でも立ち上げる計画である。

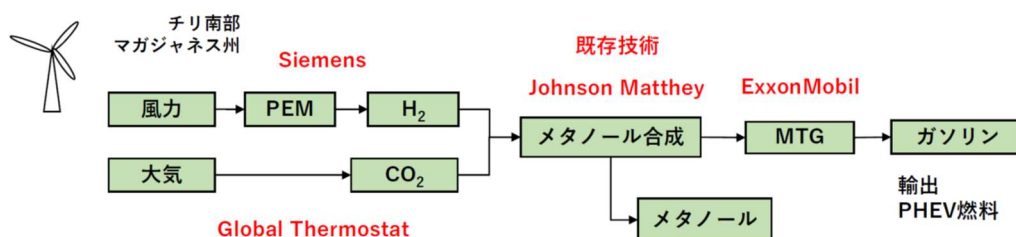


図 3 Haru Oni プロジェクトフロー

5. サウジアラビア

サウジアラビアの ARAMCO-ENOWA (ARAMCO と NEOM のエネルギー・水関連子会社) は、ENOWA 社の水素イノベーション開発センター(HIDC)内に、35 bpd の合成ガソリンプラントの建設計画を発表した(図 4)。



図 4 サウジアラビアの NEOM

e-ガソリンの技術的実現可能性と商業的実行可能性の実証が目的である。HIDC は、

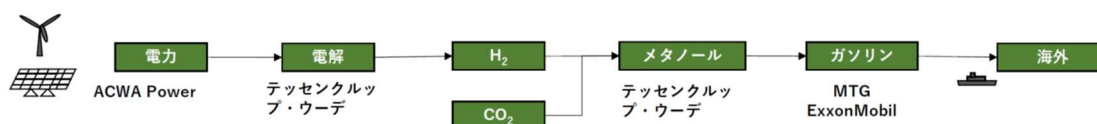


図 5 サウジアラビア e-ガソリンプロジェクトフロー

欧州のカーメーカーであるステランティスとアラムコは、2024 年以降に生産された欧州車（ユーロ 6）の 24 のエンジンファミリーが、想定されている e-ガソリンと互換性があり、改造の必要はないことを発表している。アラムコの提供した e-ガソリンを使用すると、従来の燃料と比較して、既存の内燃機関車両からの CO₂ 排出量は、LCA ベースで 70% 削減できるとしている。ステランティスは、e-ガソリンが、最大 2,800 万台のステランティス車に使用されれば、2025 年から 2050 年までにヨーロッパで最大 4 億トンの CO₂ を削減できると推定している³⁾。

参考資料

- 1) Press release Siemens Energy and Porsche, Dec.2.2020
- 2) Aramco, 2023.10.24

風力発電と太陽光発電を用い、オンサイトの 20MW 電解装置でグリーン水素を製造し、原料のグリーンメタノールは、ティッセンクルップ・ウーデ社が開発した独自技術で 12 トン/日製造する²⁾。

合成メタノールは、ExxonMobil の流動床メタノール-ガソリン(MTG)技術によりガソリンに変換された。

サウジアラビア e-ガソリンプロジェクトフローを示す(図 5)。

3) Aramco, 2023.9.5,

(2024.1.31)