

米国石油精製業における政策・技術開発動向及び 石油・エネルギー業界の動向

総務部調査情報グループ

1. はじめに

JPEC では、平成 28 年度から 4 年間、米国石油精製業における政策・技術開発動向や、石油・エネルギー業界の動向を調査するために、米国エネルギー省 (DOE) をはじめとする米国エネルギー関連政府機関、米国石油精製業関連団体、及び在米本邦関連機関等との間で連絡会議を実施してきた。しかし、令和 2 年度は、新型コロナウイルスの感染拡大により、海外出張ができなくなったため、現地へ出向いて対面での合同連絡会議の実施は不可能となった。そこで、代替案として、JPEC 米国長期出張員事務所及びワシントン D.C. に事務所を有する石油精製に精通した民間の調査会社が共同で、政府機関、業界団体、民間石油会社に対して、JPEC の質問事項を電話でインタビューする形式で実施した。なお、米国は 2021 年 1 月 21 日より、バイデン政権に移行したため、政府機関の人事異動が落ち着くのを待って、インタビューは 3 月初旬に実施した。

実際にワシントン D.C. に出張して会議を行う場合は、面談する相手が質問事項に対して専門外で回答できない場合は、専門分野について別の角度からの質問をするなど、臨機応変な対応ができる。しかし、JPEC 米国長期出張員事務所及び民間の調査会社は、質問事項に答えられそうな方にインタビューを試みるものの、回答いただけなかった質問に対しては、同事務所及び民間会社の所有するデータで考察することとした。

議論するテーマは、それぞれの政府機関、業界団体、民間石油会社によって、以下のとおりの JPEC 側からの質問を用意し、先方に回答いただく形式で実施した。

・米国エネルギー省 (DOE)

1. 2050 年等の長期を見据えた環境対策面で、電気自動車 (EV) 以外の代替燃料で技術開発や実証研究に力を入れているものは何か？
2. 製油所への AI や IoT 導入に関する DOE の補助事業で、Manufacturing USA 又は National

1. はじめに

2. インタビュー結果

- 2-1. 米国エネルギー省 (DOE)
- 2-2. 米国エネルギー情報局 (EIA)
- 2-3. 環境保護庁 (EPA)
- 2-4. 米国石油協会 (API)
- 2-5. 米国燃料石油化学製造者協会 (AFPM)
- 2-6. 再生可能燃料協会 (RFA)
- 2-7. 米国農務省 (USDA)
- 2-8. メジャー石油会社 (Chevron)

3. おわりに

Network for Manufacturing Innovation (NNMI) で行っている研究内容は何か？

3. BETO の廃棄物、廃プラスチックなどからの再生可能エネルギー又は材料生産技術の研究開発動向（特に、廃プラスチックを燃料に変換する技術）
4. 自動車用燃料として、efuel のようなアルコール以外の再生可能液体燃料に関する研究開発は行っているか？

・米国エネルギー情報局 (EIA)

1. 米国における EV、又は省エネ車の中長期的な供給のシナリオは？
2. 政権交代によるベネズエラ原油、イラン原油の輸出入シナリオは（PADD3 における重質高硫黄原油の代替油は、欧州からの HSFO の輸入が続くのか）？
3. COVID-19 の影響により、世界各地でジェット燃料が供給過剰になっているが、米国の短期的なジェット燃料の需要予測はどうか（国内線向けと国際線向けの割合は）？
4. 再生可能ディーゼル・ジェット燃料の生産の長期シナリオは？

・環境保護庁 (EPA)

1. 米国のパリ協定への再加入による石油業界の GHG 削減目標はどのようなのか？
2. SAFE 基準か CAFE 規制へ逆戻りかの今後の見通しは？
3. 再生可能ディーゼル・ジェット燃料の GHG 削減効果をどのように評価するか？
4. EV の GHG 削減効果をどのように評価するか？

・米国石油協会 (API)

1. 政権交代によるベネズエラ原油、イラン原油の輸出入シナリオは（PADD3 における重質高硫黄原油の代替油は、欧州からの HSFO の輸入が続くのか）？
2. SAFE 基準か CAFE 規制へ逆戻りかの今後の見通しと、ガソリン、軽油の需要への影響は（カリフォルニア州等の動向も含む）？
3. COVID-19 の影響により、世界各地でジェット燃料が供給過剰になっているが、米国のジェット燃料の需要はどうか？
4. 西海岸でのバイオリファイナリーの導入及び事業戦略などが、今後その他の地域に広がる可能性はあるのか？
5. Shell の製油所売却や閉鎖は、API にとって影響は大きいのか？ Shell の環境戦略について協会としてどのように受け止めているか？

・米国燃料石油化学製造者協会 (AFPM)

1. 米国のシェールオイルとベネズエラ、イランへの制裁の見通しを考慮して、原油や石油製品の輸出入は今後どのように変化していくと思うか？
2. COVID-19 の影響により、世界各地でジェット燃料が供給過剰になっているが、米国のジェッ

ト燃料の需要はどうか？

3. 米国のガソリン需要は、内燃機関の燃費の改善、EV の増加、環境問題の影響を受けるか？（米国のガソリン需要はいつピークに達すると予測しているか？）
4. 石化シフト、エチレン・プラントなどに対する投資動向は、COVID-19 で変化したか？

・再生可能燃料協会（RFA）

1. バイオリファイナリーの導入及び事業戦略が西海岸を中心に進められているが、今後は全土に広まるのか？
2. 再生可能ディーゼル・ジェット燃料の生産動向と今後の見通しは？
3. セルロース系エタノールは、自動車燃料として可能性があるのか？

・米国農務省（USDA）

1. 再生可能なバイオディーゼルの国内生産の状況と事業化の動向は？
2. セルロース系バイオ燃料の生産量増加の見込みは？
3. Higher Blends Infrastructure Incentive Program（HBIIP）の取り組み状況は（特に軽油の B20 導入の可能性について）？

・メジャー石油会社

1. COVID-19 の影響では、ガソリンと軽油はほぼ回復したようであるが、ジェット燃料の需要が減少したときは、製油所はどのように対応したのか？
2. 製油所への AI や IoT 導入には、どのような分野が優先されるか（リアルタイム分析、生産効率化、自動運転・省人化など）？
3. 製油所を閉鎖してバイオリファイナリーに転換する動きが、西海岸や PADD3 で出始めているが、このような動きは拡大するのか？
4. バイオリファイナリー以外にも、廃棄物、廃プラスチックを燃料に変換する技術を導入する可能性はあるか？
5. 製油所の CO2 削減対策はどのように進めるつもりか？将来的には CCUS なども導入する可能性はあるのか？

2. インタビュー結果

電話でのインタビューの結果を、機関、団体、会社ごとに以下に示す。回答いただけなかった場合は、JPEC 米国長期出張員事務所及び電話での調査を依頼した民間の調査会社のデータで補った。また、インタビュー先から、公開データを紹介された場合は、こちらで調べて結果に含めた。

2.1. 米国エネルギー省（DOE）

DOE の Bioenergy Technologies Office（BETO）の所属で、特に e-fuel と再生可能輸送用燃料につい

ての専門家である Alison Goss Eng 氏に連絡し、以下の回答を得た。

【質問①】2050年等の長期を見据えた環境対策面で、電気自動車（EV）以外の代替燃料で技術開発や実証研究に力を入れているものは何か？

DOE の BETO には、代替燃料に関するさまざまなプログラムがあるが、特定の量が自動車燃料へ置き換わることは予測していない。とはいえ、BETO は次の戦略的目標を達成するために研究開発活動を調整している。

- ・ 2025年までに、ジェットエンジンでテストするための5,000～10,000ガロン（18,925～37,850リットル）の代替ジェット燃料を準備するプロジェクトを完了し、航空産業における正味のCO₂排出量の大幅な削減に貢献する。
- ・ 2030年までに、エンジン効率を高め、ライフサイクルにおけるGHG排出量の少ない燃料を使用する、エンジンと燃料の共同最適化を検討し、車両あたりの石油消費量が30%削減されることを実証する（石油からのGHGは50%以上削減）。
- ・ 2030年までに、副産物の有無にかかわらず、ガス換算で1ガロンあたり3ドルの総生産コストで、藻類ベースのバイオ燃料の実証規模の生産を検証する。
- ・ 2040年までに、共同最適化された燃料とエンジンの導入により、輸送車両のGHG排出量がさらに9%～14%削減されることを実証する。
- ・ 2040年までに、バイオ燃料が米国の輸送用燃料市場の25%を占めることを可能にする、大規模なバイオマス生産と変換を可能にする。
- ・ 2040年までに、研究開発を通じて、石油化学製品の7%をバイオ製品に置き換えることをサポートする。

【質問②】製油所へのAIやIoT導入に関するDOEの補助事業で、Manufacturing USA 又はNational Network for Manufacturing Innovation (NNMI)で行っている研究内容は何か？

Eng氏はAIやIoTのようなデジタル関係は専門外であるため、回答は得られなかった。

調査を依頼した民間会社の保有資料では、DOEはクリーンエネルギーとスマート製造技術の研究開発に対して、今後5年間で約1億5千万ドルを割り当てた。大学、連邦政府機関、民間企業が参加する、非営利の米国研究機関のネットワークであるNational Network for Manufacturing Innovation (NNMI)が中心となってプロジェクトを実施することになっている。

【質問③】BETOの廃棄物、廃プラスチックなどからの再生可能エネルギー又は材料生産技術の研究開発動向（特に、廃プラスチックを燃料に変換する技術）。

Eng氏は廃棄物、廃プラスチックの再利用は専門外であるため、回答は得られなかった。

調査を依頼した民間会社の保有資料では、2020年度、埋立地などから熱可塑性プラスチックの排出を防ぐための、バイオ最適化テクノロジーに関する研究を、国立研究所のコンソーシアム（NREL, LANL, ORNL, MIT, MSU, CSU）として開始することになっている。

【質問④】自動車用燃料として、e-fuel のようなアルコール以外の再生可能液体燃料に関する研究開発は行っているか？

DOE の BETO は、他の DOE オフィス（水素及び燃料電池技術オフィスなど）やさまざまな国立研究所と連携して、e-fuel に関する多方面の分野で研究開発を行っている。特に、アルゴンヌ国立研究所（ANL）は、この研究分野で比較的活発に活動している。ANL の研究者は、2 つの主要な方法で大型輸送からの排出量を削減する上での e-fuel が果たすことができる役割に注目している。

1 つ目は、e-fuel の生産プロセスと、それが環境とコストに与える影響の分析である。研究者は、再生可能な電気が発電されてから、1 ガロン又は 1 バレルの e-fuel が生成されるまでの、プロセス全体をモデル化している。ANL のシニアサイエンティストである Amgad Elgowainy 氏は、コストと環境の目標、研究開発の目標、製品の性状など、これらを決定するための分析が必要と述べている。

2 つ目は、研究者は e-fuel をエンジンでどのように使用できるかを調査していることである。e-fuel 独自の特性がエンジン効率に影響を与えるかどうか、ひいては e-fuel が炭素強度に影響を与えるかどうかを決定する。この点に関して、研究者は、燃料の各成分が窒素酸化物や粒子状物質（PM）などの大気汚染物質排出に影響を与える可能性について調査をしている。ANL の研究者は、e-fuel がドロップイン燃料であるので、使用するのは簡単であるが、炭化水素の組成がわずかに異なる可能性があるため、燃焼性能の評価に参加すると述べている。

2.2. 米国エネルギー情報局（EIA）

Estella Shi 氏（バイオディーゼルとバイオリファイナリーのトレンド）、Peter Colletti 氏（長期ジェット燃料予測）、Kevin Hack 氏（短期ジェット燃料予測と米国原油輸入）に連絡し、以下の回答を得た。

【質問①】米国における EV、又は省エネ車の中長期的な供給のシナリオは？

3 名ともこの質問は専門外であるため、回答は得られなかった。

JPEC 及び依頼した民間会社の保有資料には、この分野のデータはなかった。

【質問②】政権交代によるベネズエラ原油、イラン原油の輸出入シナリオは（PADD3 における重質高硫黄原油の代替は、欧州からの高硫黄重油（HSFO）の輸入が続くのか）？

3 名ともこの質問は専門外であるため、回答は得られなかった。

後述する米国石油協会（API）で回答が得られた。

【質問③】COVID-19 の影響により、世界各地でジェット燃料が供給過剰になっているが、米国の短期的なジェット燃料の需要予測はどうか（国内線向けと国際線向けの割合は）？

2020 年は、石油製品の中でジェット燃料の消費量が特に急減し、EIA は、世界のジェット燃料消費量が 2022 年末まで 2019 年のレベルを下回ったままであると想定している。表 1 に、米国のジェット燃料の短期的な需要予測を示す。

表1 米国のジェット燃料の短期的な需要予測

出所：EIA

EIA Short Term Outlook for U.S. Jet Fuel Consumption: 2021 – 2022				
Million Barrels per Day				
	2019	2020	2021	2022
12/20	1.74	1.09	1.54	NA
01/21	1.74	1.08	1.41	1.71
02/21	1.74	1.08	1.39	1.70
03/21	1.74	1.08	1.40	1.73
Source: EIA Short Term Energy Outlooks December 2020 – March 2021				

EIA は、2020 年の米国の液体燃料の消費量は平均で 1,810 万バレル/日であり、2019 年の消費レベル (2,020 万バレル/日) から 250 万バレル/日 (12%) 減少したと推定している。COVID-19 のパンデミックによる交通量の減少により、2020 年の第 2 四半期の消費量は 1,610 万バレル/日に減少し、1986 年以来、四半期で最低レベルになった。

EIA からは、「米国の航空会社のフライトの大部分は国内線である」との回答があった。

調査を依頼した民間会社が入手したデータに基づくと、現在のジェット燃料需要の約 3 分の 1 が国際線で消費されているとされているが、同社の分析では、COVID-19 感染拡大前の条件下では、ジェット燃料の半分弱が国際線で消費されていたと推定している。

EIA では国内のジェット燃料生産の予測を明示的に追跡していないと述べていた。ただし、EIA は製品供給の観点から、ジェット燃料消費の長期的な予測を提供している。EIA の AEO2021 で公表されている Excel データによると、ジェット燃料の国内供給量は、2020 年の 108 万バレル/日から 2021 年には 154 万バレル/日に増加すると予想している。2021 年以降、ジェット燃料の供給は、2026 年に 170 万バレル/日、2033 年に 182 万バレル/日、2037 年に 190 万バレル/日、2042 年に 201 万バレル/日、2050 年に 219 万バレル/日に増加すると予想している。

【質問④】再生可能ディーゼル・ジェット燃料の生産の長期シナリオは？

EIA では、バイオディーゼルと再生可能ディーゼルの 2 種類の再生可能ディーゼル燃料について長期予測を行っている。どちらのタイプも同じ原料 (大豆などの植物油、動物性脂肪、及びリサイクルグリースのような、生物学的起源の再生可能な有機非化石材料) から製造され、実質的には同じ製品である。ただし、2 つの燃料の主な違いは、それらが異なる方法で製造されていることである。

バイオディーゼルは、原料をメタノールと反応させて、長鎖脂肪酸のモノアルキルエステル又は脂肪酸メチルエステル (FAME) を生産する。

再生可能ディーゼル生産では、水素化処理と呼ばれるプロセス中で、原料が水素と反応する。

もう 1 つの違いは、再生可能ディーゼルには酸素が含まれていないのに対し、バイオディーゼルには酸素が含まれていることである。また、米国では再生可能ディーゼルは、バイオディーゼルよりも生産量が少ない。

EIA の報告では、バイオディーゼルは B100 と指定されており、ASTM (D 6751) の規格の要件を満

たしている。再生可能ディーゼルは、石油系軽油の ASTM (D975) の規格に適合している。使用するために石油系軽油と混合する必要はなく、どちらの燃料も、米国の再生可能燃料基準プログラムで要求されるバイオ燃料の基準レベルを満たしている。

EIA は、バイオディーゼル生産の長期シナリオについて、原油価格が高いシナリオでは、軽油の価格が高いほど、バイオディーゼルの競争力が高まる。ただし、原油が低価格なシナリオでは、バイオディーゼルは、再生可能燃料基準 (RFS) やカリフォルニアの低炭素燃料基準などの規制によるサポートに依存しているため、ほとんど増加しない。計算モデルでは、RFS の影響は、バイオディーゼルの製造がかなり増産されたレベルでないと軽微である。そのため、バイオディーゼルの製造量レベルの決定には、軽油への混合義務などの政策が大きな役割を果たすとしている。

2.3 環境保護庁 (EPA)

Sarah Dunham 氏と Bill Charmley 氏 (CAFE 規制及び SAFE 規則などを担当) に連絡し、以下の回答を得た。

【質問①】米国のパリ協定への再加入による石油業界の GHG 削減目標はどうなるのか？

2021 年 1 月 20 日、バイデン大統領は、EO 13990 (公衆衛生、環境の保護と気候危機に取り組むための科学の回復) を発行し、気候変動への取り組みと矛盾するトランプ時代の環境規制の見直しを求めた。

【質問②】SAFE 基準か CAFE 規制へ逆戻りかの今後の見通しは？

大統領行政命令 EO 13990 の中で、トランプ時代の SAFE 車両規則を「一時停止、改訂、又は撤回することを検討する」ように EPA に指示した。さらに、EPA は、規則のパート 1 及びパート 2 を「通知のために公開し、提案された規則を一時停止、改訂、又は取り消すことをコメントするように検討する」ように指示された。

バイデン政権になり、EPA の管理者は Michael Regan 氏となり、新しいリーダーシップの下で、現在、SAFE 車両規則を改訂するための法的及び規制戦略に取り組んでいる。

新しい燃費基準に関する EPA での議論は、現在「密室」で行われている。通常、EPA は、規制上の考慮事項に関する情報を予定より早く (2021 年 7 月前には) 公開はしない。しかし、バイデン政権下での EPA は、2020 年 8 月にカリフォルニア州と 6 つの自動車メーカーが合意した自主基準の採用を検討する可能性がある。カリフォルニア州との協定は、オバマ政権下で最初に提案された 2025 年ではなく、2026 年までにフリート全体で平均 54.5 マイル/ガロンの燃費を目指している。

ただし、SAFE 車両規則及びカリフォルニア州との協定に基づいて設定された燃費基準は 2026 年までしかない。2021 年～2026 年の燃費基準のレビューに加えて、バイデン政権下の EPA は、2026 年以降の新しい燃費基準を作成する必要があるが、法的課題に直面する可能性が高く、長い年月がかかるともいわれている。

【質問③】再生可能ディーゼル・ジェット燃料の GHG 削減効果をどのように評価するか？

2名ともこの質問は専門外であるため、回答は得られなかった。

JPEC 及び依頼した民間会社の保有資料には、この分野のデータはなかった。

【質問④】EV の GHG 削減効果をどのように評価するか？

2名ともこの質問は専門外であるため、回答は得られなかった。

JPEC 及び依頼した民間会社の保有資料には、この分野のデータはなかった。

2.4 米国石油協会 (API)

Andrew Van Eyck 氏に連絡し、回答を求めた。ただし、Eyck 氏は、いくつかの質問に対して、API の機密性に基づいてコメントを拒否した。

【質問①】政権交代によるベネズエラ原油、イラン原油の輸出入シナリオは (PADD3 における重質高硫黄原油の代替は、欧州からの高硫黄重油 (HSFO) の輸入が続くのか) ？

2020 年の大統領選挙中、当時の候補者であったバイデン氏は、ベネズエラの政治的変化を強制する効果はなく、ベネズエラの人々に害を及ぼすとして、トランプ政権の制裁政策を批判した。この批判にもかかわらず、ベネズエラに対するバイデン政権の政策は、制裁と首都カラカスでみられる政治的変化に関しては、トランプ前政権とほぼ同様である。

2021 年 3 月 8 日のホワイトハウスにおけるメディア向けブリーフィングで、匿名のバイデン政権の高官は、バイデン大統領は「制裁の解除を急いでいない」と述べ、「米国は圧力を高め続けるだろう。ニコラス・マドゥロ大統領の政府が「自由で公正な選挙」につながる国内の野党との真の「誠実な」対話を開くことによって、米国の信頼を回復するまで、その圧力を多国間で拡大するつもりである。」と述べた。

イランの原油生産量は過去 30 年間、300 万～400 万バレル/日の間で変動している。いくつかの予測では、米国の制裁が解除された場合、イランは 2023 年までに原油生産を 400 万バレル/日以上に増やす可能性があることを示している。

独立した評価機関の最近の報告によると、2021 年 1 月、米国の制裁にもかかわらず、イランの原油輸出は 2020 年 10 月の推定で 49 万バレル/日から 2021 年 1 月に 71 万バレル/日に増加した。

イランは、中国を含む米国の制裁を回避しようとしている国々を経由して、少量の原油を海外市場に輸出し続けている。イランから中国への公式な原油輸出はほぼゼロであるが、非公式の輸出は大幅に増加している。最近の報告によると、2020 年から 2021 年 2 月までの間に、中国はイランから平均 30 万 6 千バレル/日の原油を密輸した。イランは 2020 年の最初の 5 か月間、マレーシアのチャネルを通じて、中国に 6 万バレル/日を出荷し、クアラルンプールの公式輸出額において 5 億ドル月の不足を説明する偽造書類を提出した。イランの荷送人は定期的に船舶の位置情報を提供するトランスポンダーをシャットダウンし、原油の出所を隠して船から船へ燃料を移送している。

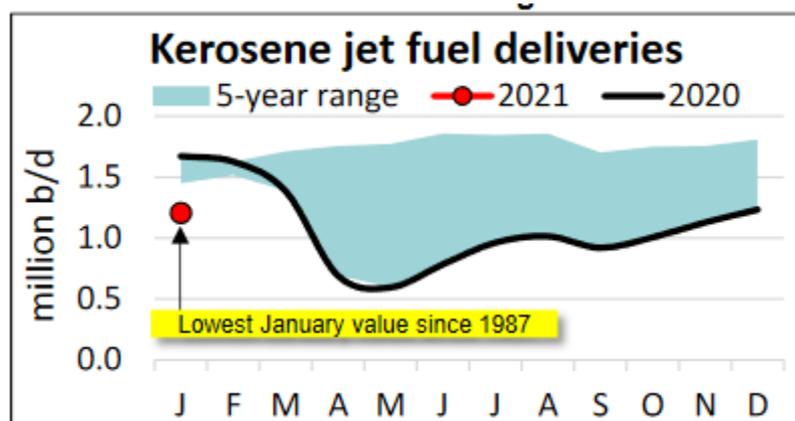
【質問②】SAFE 基準か CAFE 規制へ逆戻りかの今後の見通しと、ガソリン、軽油の需要への影響は（カリフォルニア州等の動向も含む）？

API は、利害関係者間で進行中の議論がデリケートな性質であることを考慮して、SAFE 基準を継続するか、CAFE 規制に戻すかに関する、バイデン政権の取り組みに対して公的立場をまだ表明していない。

【質問③】COVID-19 の影響により、世界各地でジェット燃料が供給過剰になっているが、米国のジェット燃料の需要はどうか？

2021 年 1 月の API の月次統計レポートによると、軽油の需要は前年のレベルを上回ったが、ガソリン、ジェット燃料、重油は前年比で 2 桁のパーセンテージで減少した。

図 1 に米国の製油所における月別のジェット燃料の出荷量を示す。2020 年 1 月は 185 万 5 千バレル/日であったが、2021 年 1 月には 124 万 8 千バレル/日であり、32.7%減少した。これは、Flightradar24 による航空機のフライトデータと一致しており、12 月から 1 月にかけてフライト数が減少したことに起因する。



出所：API

図 1 米国の製油所におけるジェット燃料の出荷量

【質問④】西海岸でのバイオリファイナリーの導入及び事業戦略などが、今後その他の地域に広がる可能性はあるのか？

API は、この問題に関する最近の情報を公開していない。

【質問⑤】Shell の製油所売却や閉鎖は、API にとって影響は大きいのか？ Shell の環境戦略について協会としてどのように受け止めているのか？

これは API にとって非常にデリケートなトピックスである。Shell は気候変動政策に関する API の立場に対しては、不満を表明している。API の気候変動政策は、Exxon Mobile や Chevron などの API に影響力のある米国メジャーの要望に則っており、Shell や BP のような欧州のメジャーのメンバーは不満を持っている。

API が年次報告書を発表してからわずか2日後の2021年1月15日、Total は、気候変動政策、特にAPI の過去の炭素価格設定とメタン排出規制に対する意見の食い違いにより、API を脱会した。現在のTotal の企業戦略は、会社を再生可能エネルギーの主要な販売者に移行することに焦点を合わせている。Total はAPI から撤退した後、CEO の Patrick Pouyanné 氏が、「1世紀以上にわたる、私たちの業界の発展に対するAPI の多大な貢献を認めている。」との声明を発表した。

一方、Shell と BP は、気候変動政策に対するAPI のスタンスに対して不満を感じていたが、API にとどまり気候変動政策に関する方針を調整するよう組織に影響を与えることを決定した。

2021年2月26日、API は温室効果ガス排出の社会的コストに関する声明を発表し、関連する規制の最終決定に焦点を当てたバイデン政権の省庁間グループと協力することに関心を示し、「新規及び既存の発生源に対するメタンの直接規制」への支持を表明した。

2.5 米国燃料石油化学製造者協会 (AFPM)

チーフインダストリーアナリストの Susan Grissom 氏に連絡した。Grissom 氏は、質問に回答するとともに、質問に関するAFPM の声明、インタビュー記事、年次報告書を紹介してくれた。

【質問①】米国のシェールオイルとベネズエラ、イランへの制裁の見通しを考慮して、原油や石油製品の輸出入は今後どのように変化していくと思うか？

AFPM は、輸入原油の入手可能性またはその欠如に関する評価又は声明を公表していない。

【質問②】COVID-19 の影響により、世界各地でジェット燃料が供給過剰になっているが、米国のジェット燃料の需要はどうか？

COVID-19 のパンデミックは、燃料の消費量に大幅で一時的な変化を引き起こし、ガソリンと軽油では需要の一時的な減少があり、ジェット燃料では大幅な需要の下落が発生した。

世界の他の多くの地域では、石油精製の見通しは楽観的ではないが、米国の製油所は歴史的に生産能力の95%で操業してきた（現在は、製油所は精製能力よりはるかに低い稼働率で運転されている）ので、ガソリン、軽油、その他の燃料を費用対効果の高い方法で供給している。短期的な見通しは、パンデミックに依存する状況が続くが、長期的な見通しには大きな期待が持てる。

【質問③】米国のガソリン需要は、内燃機関の燃費の改善、EV の増加、環境問題の影響を受けるか？
(米国のガソリン需要はいつピークに達すると予測しているか？)

残念ながら2020年の夏は、米国の電力網の限界を痛々しいほど痛感した。カリフォルニア州での計画停電は、現在の電力需要を確実に処理できない、電力網の劇的な欠陥をさらけ出した。バージニア州でも、住宅用電力網が在宅勤務者の増加に対応できず、2020年の夏は何度も停電が発生した。このように、すでに限界である電力システムに、数百万台の電気自動車を充電するという大きな負担を追加することは、成功するかどうかはわからない。

EV は現在、米国の小型トラックの約2%しか占めておらず、EV が輸送ネットワークでより重要な役

割を果たすことができるようになる前に、充電インフラの不足など、明らかに対処しなければならない多くの技術課題がある。

そして、最近では水素燃料に関する取材を多数受けるが、現実には、水素や他の代替燃料が実現可能な供給量になるには、まだほど遠い。さらに、そのような大規模な燃料への移行は、消費者に大幅なコストの負担増加を強いることになる。

また、EV は、バッテリーの主要コンポーネントの製造に使用される石油化学製品を化石燃料に依存している。さらに、2019 年の米国で発電された電力の 60%以上が化石燃料に依存していたため、ほとんどの EV は化石燃料で発電された電力に依存してバッテリーを充電することになる。

【質問④】石化シフト、エチレン・プラントなどに対する投資動向は、COVID-19 で変化したか？

エチレンとプロピレンは、6 つの主要な石油化学製品の中で最も重要度の高い 2 つである。これら 2 つで世界の石油化学品需要のほぼ 3 分の 2 を占めている。今日の米国は、世界のエチレン生産能力において誰もが認めるリーダーであり、市場全体の 20%を占めている。2015 年以降、米国はエチレンの純輸出国であり、当面はこの状況が続くと予想している。

米国は世界のプロピレン生産において、1 位の中国より生産量ははるかに少ないが、2 位で約 16%を生産している。

2019 年には、米国で 32 の石油化学プロジェクトが立ち上がり、140 億ドルの投資があった。2021 年までに合計 290 億ドルを超える追加投資が計画されている。AFPM は、米国の石油化学製品の総生産能力の伸びが、2019 年の 8,900 万トンから、2027 年には 9,600 万トンに増加すると予測している。

2.6 再生可能燃料協会 (RFA)

Robert White 氏 (米国の再生可能燃料のアナリスト) と Ann Lewis 氏 (バイオリファイナリーのアナリスト) に連絡し、以下の回答を得た。

【質問①】バイオリファイナリーの導入及び事業戦略が西海岸を中心に進められているが、今後は全土に広まるのか？

西海岸沿い、特にカリフォルニア州で、いくつかの製油所がバイオリファイナリーに転換を計画している理由は、カリフォルニア州の低炭素燃料基準 (Low Carbon Fuel Standard : LCFS) によるものである。LCFS の下では、低炭素燃料 (エタノール、バイオディーゼル、再生可能ディーゼルなど) の製造販売は、低炭素燃料の混合基準をクリアできない他の企業に対して、販売できるクレジットが発生する。

オレゴン州は、2016 年に LCFS を導入した。クリーン燃料プログラムとも呼ばれ、2025 年までに、ガソリンと軽油の炭素強度を 10%削減する標準段階である。

カナダのブリティッシュコロンビア州は、2010 年に LCFS を導入した。2020 年までにガソリンと軽油の炭素強度を 10%削減するという標準段階である。さらに同州は、2030 年までに 20%削減を要求することを約束した。

短期的には、西部州以外の一部の製油所が、バイオリファイナリーに転換される可能性がある。

2020年6月、Holly Frontier社はワイオミング州のシャイアン製油所を2022年までに再生可能なディーゼルプラントに転換する計画を発表した。

2020年8月、Marathon Petroleum Corporationは、2つの製油所を再生可能なディーゼルプラントに転換すると発表した。カリフォルニア州マルチネス近郊の16万6千バレル/日の製油所と、ノースダコタ州の1万9千バレル/日の製油所である。

2020年8月、フィリップス66はカリフォルニア州サンフランシスコ近郊の12万バレル/日のロデオ製油所を2024年までに世界最大の再生可能燃料プラントに転換する計画を発表した。このプラントは、ガソリン、軽油、ジェット燃料を再生可能燃料として製造する。

長期的には、LCFS政策が他の州で採用された場合、又は連邦税額控除が拡大された場合、バイオリファイナリーへの転換は西部の州を超えて拡大する可能性がある。

【質問②】再生可能ディーゼル・ジェット燃料の生産動向と今後の見通しは？

持続可能な航空燃料（Sustainable aviation fuel、SAF）は、従来のジェット燃料と比較して、正味のライフサイクルでCO₂排出量を削減できる。SAFは、ASTM D7566で規格化された非石油系合成ジェット燃料基材として、現在一般的に使用されている用語である。これらの燃料は、以前は再生可能ジェット燃料、代替ジェット燃料、再生可能航空燃料、代替航空燃料、航空バイオ燃料、バイオジェット燃料、または持続可能な代替ジェット燃料と呼ばれていた。

SAFを従来のジェット燃料と混合すると、ASTM D1655に適合し、既存の航空機や供給インフラで使用できるようになる。

SAFは市販されており、2016年からロサンゼルス国際空港でユナイテッド航空によって使用され、2018年からサンフランシスコ国際空港でも使用されている。1つの国内SAF生産施設がロサンゼルス近郊で稼働しており、いくつかは建設中または計画中である。

EIAのAnnual Energy Outlook 2021に記載されているように、米国のバイオディーゼル生産量は2020年の11万バレル/日から2023年には13万バレル/日に増加し、2050年までは、そのレベルを維持すると予想されている。

【質問③】セルロース系エタノールは、自動車燃料として可能性があるのか？

現在、セルロース系エタノールの生産量は、RFSに基づく以前の見積りや輸送用燃料への法的混合義務量の要件をはるかに下回っている。高い生産コストに加えて、セルロース系エタノールは、コーンスターチなどの他の低コストのエタノール原料との激しい競争に直面し続けている。

RFAによると、コーンスターチは米国のエタノール生産能力の約94%を占めている。セルロース系バイオマスは、バイオエタノール生産で、僅か0.5%しか占めていない。

さらに、米国でのセルロース系エタノールの生産は、連邦政府からの融資保証と研究開発資金に大きく依存してきた。生産コストが低下し、他のバイオエタノールと競合できるようにならない限り、セルロース系エタノールの商業化は厳しい。

2.7 米国農務省 (USDA)

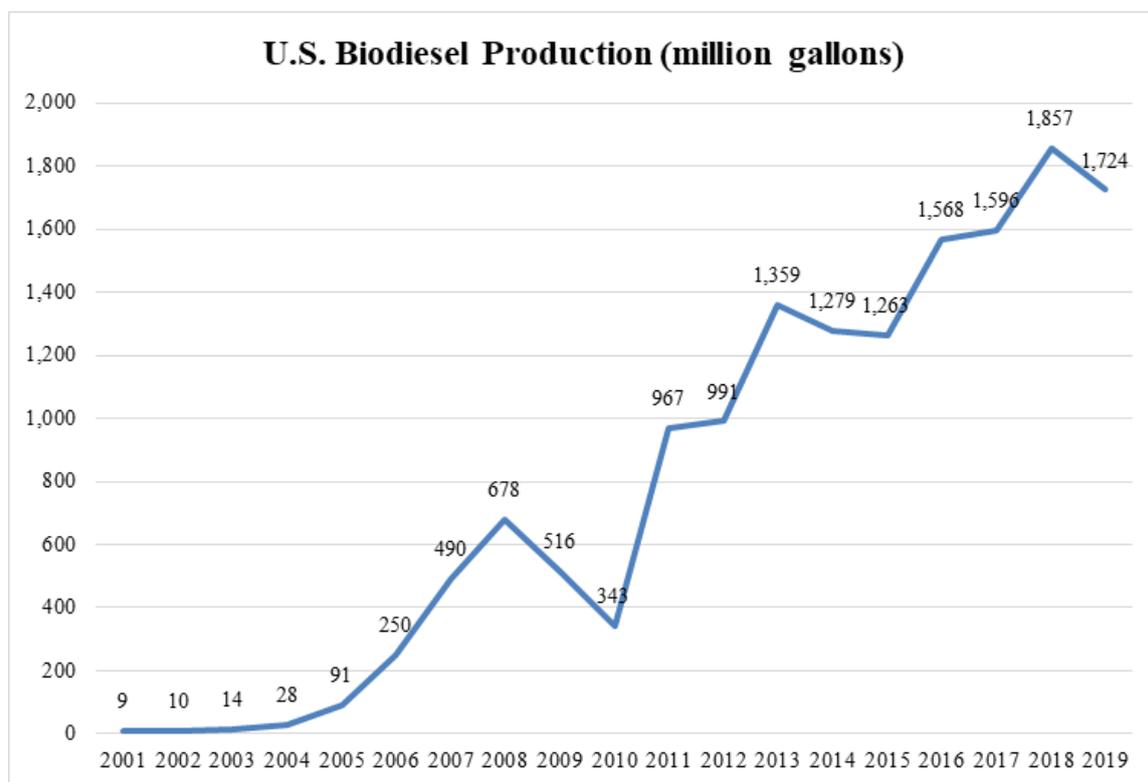
Anthony Crooks 氏 (Higher Blends Infrastructure Incentive Program 担当) と Anthony Radich 氏 (再生可能燃料の予測と商業化調査の担当) に連絡し、以下の回答を得た。

【質問①】再生可能なバイオディーゼルの国内生産の状況と事業化の動向は？

図 2 に示すように、2019 年、米国のバイオディーゼル生産量は約 17 億ガロンで、2018 年の 18 億ガロンから減少した。

2020 年の初めには、91 のバイオディーゼル生産施設が米国にあった。米国のバイオディーゼル生産能力の半分以上は、主にアイオワ州、ミズーリ州、イリノイ州のある中西部 (PADD 2) にある。バイオディーゼル生産の上位 15 州のうち、9 州は中西部にあり、銘板の総生産能力は 15 億ガロン/年である。ロッキー山脈地域 (PADD 4) を除いて、他のほとんどの地域には、少なくとも 12 のバイオディーゼル生産施設がある。

2020 年の年末時点で、米国には 4 つの再生可能ディーゼルプラントが稼働していた。ルイジアナ州に 2 つの施設があり、年間 9 千万ガロンを生産できる。



出所：USDA

図 2 米国のバイオディーゼル生産量

【質問②】セルロース系バイオ燃料の生産量増加の見込みは？

再生可能燃料基準（RFS）は、米国で販売される輸送用燃料に、セルロース系バイオ燃料、バイオマスペースのディーゼル燃料、次世代バイオ燃料などの再生可能燃料の最小混合量を要求する連邦プログラムである。RFS では、再生可能燃料を輸送用燃料に混合する量を毎年増加させることになっており、2022 年までに 360 億ガロンに増加することになっている。

EPA が RFS プログラムを管理しており、法定量と燃料の入手可能性に基づいて、各カテゴリの混合量の要件を決定している。しかし、実際のセルロース系バイオ燃料の生産量は、法律が可決されたときに設定された予想を下回っている。たとえば、2020 年には、法令は 105 億ガロンのセルロース系バイオ燃料を要求していたが、EPA は目標量を 5 億 9 千万ガロンに下方修正した。当初の目標未達成は、民間投資の不足、後方支援の課題、技術の後退、連邦政府からの支援の不均衡など、いくつかの要因によるものである。

【質問③】Higher Blends Infrastructure Incentive Program（HBIIP）の取り組み状況は（特に軽油の B20 導入の可能性について）？

USDA は、エタノール 15%混合ガソリン（E15）やバイオ燃料 20%混合軽油（B20）などより、さらに高いブレンド比率に対応するためのインフラ整備プログラム（HBIIP）を設立した。USDA は、輸送用燃料供給及びバイオディーゼル流通施設に、最大 1 億ドルの助成金を提供する。HBIIP により、2020 年に輸送用燃料のエタノール市場は、150 億ガロンに成長したと予想されている。

2020 年 5 月 5 日、USDA は HBIIP 資金の最初の申請受付を開始した。最初の申請期間は 2020 年 5 月 15 日～2020 年 8 月 13 日であった。USDA は、HBIIP 資金の 2 回目の申請受付を 2020 年 12 月 21 日～2021 年 1 月 19 日に実施した。これにより、約 2,200 万ドルが以下の事業で利用可能になる。

- ・ E15 など、エタノールの混合量が 10%を超える高混合燃料を適格に扱う給油所、コンビニエンスストア併設給油所、大型スーパーマーケット給油所、フリート施設、及び同様の事業体。
- ・ B20 など、5%を超えるバイオディーゼルの混合した軽油を適格に扱うためのターミナル施設、貯蔵所、及び輸送のパートナー。

Crooks 氏によると、USDA は 2021 年には、これ以上の資金提供を予定していないとのことであった。

2.8. メジャー石油会社（Chevron）

Chevron のワシントンオフィスにある、連邦問題、ダウンストリーム&ケミカルズのマネージャーである Jason Larrabee 氏に連絡した。ただし、Larrabee 氏は政府業務の専門家であり、いくつかの質問について回答する能力は必ずしもなかった。

【質問①】COVID-19 の影響では、ガソリンと軽油はほぼ回復したようであるが、ジェット燃料の需要が減少したときは、製油所はどのように対応したのか？

Chevron は 2020 年にジェット燃料の生産を明らかに削減したが、製油所の生産をどのように調整したかについては、回答は得られなかった。

【質問②】製油所への AI や IoT 導入には、どのような分野が優先されるか（リアルタイム分析、生産効率化、自動運転・省人化など）？

Chevron の 2021 年以降の主な重点分野は、部門の枠を超えた統合オペレーションセンターを活用し、デジタル・テクノロジー・ソリューションを設計及び展開し、データ分析機能を進化させることにより、生産性と効率の改善をさらに追求することである。この点で、Chevron は、製油所の効率を高め、顧客への時間通りの配達を確保するために、マーケティング及び販売ツールとプロセスの継続的なデジタル化を目指している。

Chevron は、上流部門から最終顧客までのバリューチェーン全体を通じて、製品価値を最適化する革新的なソリューションを継続的に模索している。バリューチェーン最適化（オプティマイザー） デジタル・ソリューションは、シェブロン戦略的及びデジタル上の最優先事項の 1 つである。より迅速な計画、変化する市況への迅速な対応、多くの情報に基づいた取引と契約の選択のために、相互接続されたデータを使用して、リアルタイムで価値に基づく意思決定を可能にする。

Chevron は、パスカゲーラ製油所で温室効果ガス監視ツールの試験運用を開始した。これにより、施設はさまざまな運用モードの影響を評価し、低炭素ソリューションを追求できる。また、熱交換器監視ツールを拡張して、世界中の 10 の商業施設で熱交換器のパフォーマンスを向上させた。

さらに、Chevron では、エンジニアリング標準を、書類からデジタルデータに変更する。これにより、ワークフローの改善、プロジェクトの目的に合わせたパッケージ化、コンプライアンスの強化、変更の管理、及び競争力の予測を担保する学習機能を備え、新しい分析機能が可能になる。

【質問③】製油所を閉鎖してバイオリファイナリーに転換する動きが、西海岸や PADD3 で出始めているが、このような動きは拡大するのか？

カリフォルニア州のエルセグンド製油所は、バイオ原料から再生可能燃料を生産できるように主要な装置を変更した。これにより、Chevron は、カリフォルニア州のエルセグンド製油所及びリッチモンド製油所で、Tier 3 適合ガソリン、IMO2020 に適合した低硫黄船舶燃料、再生可能ディーゼルなどの低炭素燃料を生産するための取り組みを続けている。

【質問④】バイオリファイナリー以外にも、廃棄物、廃プラスチックを燃料に変換する技術を導入する可能性はあるか？

2020 年 10 月、Chevron は Chevron Phillips Chemical (CPCChem) の高度なリサイクル技術を使用して、プラスチック廃棄物からポリエチレンの商業規模の生産を米国で初めて達成した。Chevron は、商業規模で低炭素ソリューションを提供できるテクノロジーに投資することを、エネルギー転換への重点分野の 1 つと位置付けている。ただし、廃プラスチックなどから燃料を製造する技術については言及しなかった。

【質問⑤】製油所のCO2削減対策はどのように進めるつもりか？将来的にはCCUSなども導入する可能性はあるのか？

過去10年間で、ChevronはCCUSの研究、開発、展開に10億ドル以上を投資してきた。

2020年、ChevronはDOEから、燃焼後のガスからCO2を回収する技術を試験的に導入するための資金を授与された。この技術は、カリフォルニア州にあるChevronのカーンリバー施設でテストされる。この実証試験は、パイロットプラント規模であり、年間1万トンの炭素回収装置の設計、建設、試運転、テストを計画している。2020年6月、ChevronはフィールドトライアルのためのFEED作業を開始した。このパイロットCCUSプロジェクトは、2022年に試運転される予定である。

2020年、Chevronはシンガポール国立研究財団とのコンソーシアムに参加し、シンガポールで最初のエンドツーエンドの脱炭素化プロセスを開発することを計画していると発表した。このコラボレーションは、低炭素経済と将来の商業化につながる可能性のある、高度に統合されたエネルギー効率の高いCCUSシステムの開発を加速することを目的としている。

3. おわりに

2020年度は、新型コロナウイルス感染拡大により、海外出張ができなくなったため、現地へ出向いて対面での合同会議の実施は不可能となった。

実際にワシントンD.C.に出張して会議を行う場合は、面談する相手が質問事項に対して専門外で回答できない場合は、専門分野について別の角度からの質問をするなど、臨機応変な対応ができる。しかし、現地民間調査会社との契約では、質問事項に答えられそうな方にインタビューを試みるが、回答いただけなかった質問に対しては、同社やJPEC米国長期出張員事務所が所有するデータで考察するとした。残念ながら、回答いただけなかった質問がいくつか存在した。

一方で、回答いただいた中には、日本には入手できないような情報もいくつか含まれていた。米国ではバイデン政権になり、政府機関では高官級の大幅な人事異動があったようで、パリ協定に復帰するなど、環境対策が大きく変わりつつある。このことから、回答の中には2020年1月に現地へ出向いて実施した合同連絡会議での結果から、180度方針転換したようなものもみられる。ただし、米国では大統領令が方針を出しても、法案が議会を通過するのに時間がかかるようなので、今後も石油精製業に関わる政策・技術開発動向や、石油・エネルギー業界の動向を随時注視していく。

(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 総務部 調査情報グループ pisap@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 2021 Japan Petroleum Energy Center all rights reserved