

2021年12月1日

産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会
エネルギー構造転換分野ワーキンググループ 御中

早稲田大学 名誉教授 大聖 泰弘

「CO₂等を用いた燃料製造技術開発」プロジェクトに関する 研究開発・社会実装計画(案)についての意見

はじめに

本プロジェクトにおいて開発を目指す合成燃料のうち、主に自動車用燃料として用いられることを想定して以下に意見を述べる。

乗用車からトラック・バスにわたってエンジンを動力源とする自動車(ICEV)は、大気環境の保全と省エネルギー・温暖化抑制の両面から、排出ガス規制と燃費基準が同時に強化されてきた。燃料であるガソリンと軽油の性状については、安全性と消費者の利益保護の観点も含めて、揮発油等の品質の確保等に関する法律(以下「品確法」)によって規定されている。

将来、温暖化対策の一環として、合成燃料を既存燃料と混合(ドロップイン)し、あるいは代替燃料として全面的に用いられる場合、大多数の使用過程車への対応と移行過程を考慮すると、その性状は品確法の規定を満たすことが強く望まれる。それによって、これまで研究開発されてきた排気浄化や燃費改善に関わる技術的資産を継続的に活用し、発展させることが可能となる。

なお将来、それらの性状とは異なる燃料とエンジン制御との最適化によって、全体としてより高効率で低炭素の動力システムを構築できる可能性もあるが、それはより長期的な検討課題となろう。

今後の自動車の燃費改善について

乗用や小中型商用として広く利用されているガソリン車では、排出ガス対策技術の高度化によって大幅な排気浄化が達成されており、エンジンの熱効率の向上が重要な課題とされている。この課題に対しては、例えば、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の一課題として産学官の協力のもとに取り組みされた「革新的燃焼技術」(2014年度～2018年度)において、乗用車用ガソリン、ディーゼルの両エンジンの正味熱効率を50%とする目標が達成された。その成果として、20%から30%の燃費(km/L)の向上と20%程度のCO₂の排出低減が図られる。これは、乗用車用エンジンにおける熱効率の究極的な到達点と言えるものであり、自動車メーカーでは、ここでの成果をもとに2030年までにHEVやPHEVへの適用を含めて実用化に取り組んでいる。

一方、重量車では軽油を用いるディーゼル車が主流であるが、まだ若干の排気浄化の課題が残っており、2020年代にそれを解決した上で、米国エネルギー省のSuperTruck Programで提示されているように、エンジンの正味熱効率55%を目指すべきであり、その達成は可能と予想される。

自動車における電動化の見通しと燃料消費について

このような状況にあつて、わが国では、乗用車を対象とする燃費基準が強化され、2020 年度から 2030 年度に平均で 44%の大幅な改善が求められている。その基準の設定に当たっては、エンジン効率の向上に加えて、ハイブリッド車(HEV)や充電が可能なプラグインハイブリッド車(PHEV)、電気自動車(BEV)の普及が見込まれている。特にガソリン車の燃費を 20%から 100%にまで改善する各種の HEV の普及が拡大するものと予想され、2030 年度の基準達成と、それ以降の当面の燃費改善と低炭素化に大きく寄与するものと予想される。

一方、トラック・バス等の重量車の場合、燃費基準による 2015 年度から 2025 年度までの平均改善率は 13%から 14%に留まっている。これは、車両重量に対する積載量比が大きく、電動化による改善を見込むことが困難な状況にあるためである。

2019 年の資源・エネルギー統計によれば、自動車用燃料需要(対原油比)は、それぞれガソリンが 5,063 万 kL(28.8%)、軽油が 4,391 万 kL(23.2%)であり、両方で石油製品需要の約 50%を占めている。このような状況にあつて、2030 年度以降の燃費基準はまだ検討されていないものの、乗用車では 2030 年までに高効率化したエンジンを活用した HEV や PHEV、さらにはバッテリー性能が向上した BEV の市場導入によって大幅なガソリン使用量の削減が見込まれよう。筆者の試算では、乗用車の場合、2050 年において、車種構成が維持され、新車への転換が年率 8%であることや充電電源の低炭素化等を考慮すると、ガソリンの消費量は現状から 20%から 30%にまで減少すると予想される。

その一方、域内を走行する重量車は電動化がある程度進むであろうが、長距離走行する車種については、PHEV や BEV における搭載バッテリー量や充電電力量、充電時間の制約、水素を燃料とする燃料電池トラック・バス(FCEV)における水素搭載量の制約がある。また、HEV 化による燃費改善効果は、乗用車の HEV 化に比べて低い。これらの制約に加えて、コスト増大も要因となり、電動化への転換は長期的にわたり限定的にならざるを得ないものと予想される。その結果、軽油ではガソリンのような大幅な消費量の削減は困難と推察される。

以上の観点から、将来、合成燃料が自動車用燃料として供給可能になるとすれば、ガソリンよりも軽油の代替に対する量的なニーズがはるかに高いものと考えられる。事実、クリーン成長戦略では、このような状況を背景に、乗用車、8 トン以下の重量車、8 トン超の重量車の3つに区分した電動化と合成燃料の適用の判断時期と普及の見通しが示されているところである。

なお、長距離の幹線物流では、脱炭素化とドライバー不足への対応から、トラック輸送から鉄道輸送へのモーダルシフトや複合化を推進すべきことを強調しておく。

その他の観点

上述した以外の観点について以下に記す。

- ①自動車用の合成燃料に求められる要件としては、LCA を含めて CO₂ 削減上の費用対効果があり、既存の燃料供給インフラが利用でき、エネルギー密度が高く長い航続距離が得られ、かつ取扱い上十分な安全性が確保できること等が挙げられる。なお LCA については、国際基準調和に関わる課題に取り組む必要がある。

- ②再エネ電力を基準に、合成燃料を ICEV、HEV、PHEV で使うとすると、電力から走行に至る総合効率と低炭素性は、高い順に BEV、FCEV、PHEV、HEV、ICEV となる。なお、PHEV は、バッテリー搭載量を BEV の数分の1とすることで、急激なバッテリー材料の需要を緩和する効果がある。
- ③合成燃料のコスト増加分は、HEV や PHEV での燃費改善分で相殺されることが期待される。
- ④合成燃料の種類とその利用範囲は広いので、自動車用以外の用途との配分・調整に当たって、合理的な根拠を示す必要がある。
- ⑤モータリゼーションが進展しているアジア地域に対して合成燃料の普及を図ることで、JCM(カーボンプライシング)を適用し得る可能性を探る。
- ⑥燃料の合成に必要な CO₂源を長期にわたって持続的に確保する必要がある。
- ⑦燃料の合成に必要な水素と CO₂を海外調達を含めて、どこで得て、どこで燃料製造し、どう輸送するかについて、いくつかのケースをシナリオとして示すことが望まれる。
- ⑧バイオ燃料との併用について検討する余地はないか？
- ⑨メタノールや DME については、自動車用に利用あるいは試行された前例がある。
- ⑩当然ながら、運輸部門のみでカーボンニュートラルとすることは出来ず、充電用電源の低炭素化はもとより、CCUS やカーボンプライシング等を含めた他の部門との連携が不可欠である。