

日産自動車における燃料電池自動車開発の現状と課題

三枝 省五*

日産自動車株式会社 環境・安全技術部

E-mail:s-saaegusa@mail.nissan.co.jp

Current Status of Fuel Cell Vehicle Development in NISSAN

Shogo Saegusa

Environment and Safety Engineering Department, Nissan Motor Co., Ltd.

Abstract

Recently several auto-manufactures are aiming to develop fuel cell vehicle (FCV) because fuel cell is recognized to have potentials for future power source of vehicle. A lot of effort to develop FCVs has also been carried out in Nissan and direct hydrogen type Xterra FCV as a prototype was already developed.

Therefore this paper describes the current status of FCV development in Nissan, main features of Xterra FCV as well as technical issues for FCV. Besides them, social problems for the penetration of FCV are also obtained.

Keywords: Fuel cell vehicle, Direct hydrogen, Clean energy vehicle, Methanol FCV, Xterra FCV

1. はじめに

21世紀は環境の世紀とも言われ、環境問題、特にグローバルな規模での地球温暖化問題や大都市域を中心とした大気環境問題、エネルギー問題に対する関心が高まっている。それらの課題解決において、自動車の果たすべき役割は決して少なくないというのが衆目の一致する所である。例えば、地球温暖化問題の主要因であるCO₂について見ても、運輸部門から排出されるCO₂は、国内の排出総量の約20%を占めており、そのうちの90%は自動車からの排出と言われている。従って、自動車からのCO₂排出量削減が強く求められており、自動車メーカー各社はガソリン車やディーゼル車の燃費改善に対する技術開発を進め、新技術の実用化も鋭意進めているところである。

一方、燃料電池は、後述する特徴を有していることから、環境問題やエネルギー問題に対する究極の対策となり得るものと期待されていたところ、1990年代初頭以降、固体高分子型燃料電池の性能向上があり、定置用小型分散電源としての用途だけでなく、自動車用動力源への適用に対する期待が高まり、自動車メーカーの研究開発の取組みが進んできた。

本報では、次世代自動車としての期待が大きい燃料電池車に関し、日産における研究開発の取組みの現状と燃料電池自動車の普及に向けた課題等について述べたい。

2. 燃料電池車の特徴

燃料電池は、水素と酸素が結合して水が生成される際の化学エネルギーを、熱エネルギーの形を経ずに、直接電気エネルギーに変換するものである。これを自動車用に適用することで、環境・エネルギー問題を解決し、持続可能な発展の実現に向けて、以下の諸点が期待されている。

1) 省エネルギー・CO₂排出量削減

自動車の動力には、負荷変動が大きくかつ部分負荷域の使用頻度の高いという特徴がある。これに対して、燃料電池は、高効率で、特に部分負荷域においても高い効率が維持できことから、自動車に

適用した場合に、その特徴を生かすことができ、実用上の燃費の向上が期待できる。さらに、二次電池が搭載される場合には、減速時のエネルギー回生により、更なる燃費の向上やCO₂削減が期待できる。

2) 排出ガスの抜本的な削減

水素を搭載する直接水素型燃料電池自動車では、走行時に排出されるのは水だけであり、窒素酸化物(NO_x)、炭化水素(HC)や粒子状物質(PM)は全く排出されない。また、メタノールなどを搭載し、車上で改質する改質型燃料電池車においても、排出ガスはごくわずかであり、大気環境改善に対して有力な対策となることが期待されている。

3) 石油依存度の低減

燃料電池の燃料となる水素は、天然ガス、メタノールならびにバイオマスや太陽エネルギーと言った再生可能エネルギー等、様々なエネルギー源から生み出すことが可能である。従って、石油系燃料に極度に依存した運輸部門のエネルギー構造を変革し得ることから、エネルギーセキュリティ向上の決め手になることが期待されている。

3. 日産におけるFCV開発の歴史

日産では、環境問題への対応策として、既に直噴ガソリンエンジンや直噴ディーゼルエンジン、無段変速機(CVT)、ハイブリッド自動車(HEV)、電気自動車(EV)等を開発し、市場に提供してきている。日産はそれらの中で、FCVがCO₂と排出ガス対策の点から究極のパワートレインであると考え、1996年からFCVの開発に着手し、1999年にFCV試作車第1号として、メタノール改質型FCVを開発した。

このメタノール改質型FCVの開発においては、改質器を含む燃料電池システムを乗用車に搭載し、実走させることができた。しかしながら改質器の車載では、キャビンの一部を含む大きな空間が占有されており、システムのコンパクト化が不可欠であり、実用化のためには課題が多かった。

その経験を踏まえて、日産は2000年3月からCaFCP(California Fuel Cell Partnership)に参加した。このCaFCPは、自動車メーカ、燃料供給メーカ、燃料電池サプライヤ、政府系機関等が参加する共同体で、以下を目的としている。

- ・実用化に向けての諸課題の調査
- ・FCVの一般認知度向上、実用化への準備
- ・日常使用における燃料電池技術の実証実験
- ・燃料供給インフラ技術の実証実験

日産はFCV試作車第2号であるエクステラFCV(図1)を完成させ、2001年4月からCaFCPにて公道走行試験を実施している。このエクステラFCVは直接水素方式を採用した。



図1 エクステラFCV

4. エクステラ FCV の仕様

エクステラ FCV は、日産がこれまでに取り組んできた EV、HEV、CNG の開発プロジェクトを通して培ってきた強電モータ・電池、ハイブリッドエネルギー制御システム、気体燃料貯蔵といった技術を結集したものである。

表 1 にエクステラ FCV の仕様概要を示す。インバータ、DC・DC コンバータ、モータはエンジンルームに、燃料電池スタックおよび加湿器はキャビン下に、2 次電池は荷室下、水素タンクはキャビン下の別のコンパートメントに設置した。

エクステラ FCV は 5 人乗車を可能にしつつ、“モータ最高出力 75kW ; エネルギー効率 45%以上 ; 航続距離 200 km 以上” の性能としている。現在、このエクステラ FCV は北米における公道試験を行っている。改良を加えて性能向上を図っている。

表 1 エクステラ FCV の概要

燃料電池スタック	固体高分子型
燃料	圧縮水素
2次電池	リチウムイオン電池
駆動モータ	永久磁石式同期モータ
最大出力	75kW
最高速度	120km/h
航続距離	200km 以上
定員	5名

5. FCV 開発における技術課題

FCV にガソリン車などと同等レベルの実用性を確保するためには、スペースユーティリティの確保、氷点下での凍結対策およびコストの低減は必須要件であると考えている。

5.1 スペースユーティリティの確保

FCV の車両パッケージングにおいては、巨大な燃料電池システムをいかに車載し、スペースユーティリティを確保するかが課題となっている。特に小型化が期待されるコンポーネントは、燃料電池スタックと水素貯蔵システムである。

近年の自動車向け燃料電池開発の加速により、スタックの単位体積あたりの出力(出力密度)の向上が著しく、車両への搭載の可能性が現実的なものとなった。

一方、水素貯蔵システムに関しては、各社とも初期の FCV はシステムも大きくエンジンルーム及び床下の空間を用いてもシステム全てを収納できず、水素ポンプ等一部コンポーネントをトランクルームなどに搭載している。今後、コンポーネントの小型化を進めるとともに、スペースユーティリティの確保と航続距離の両立を図るために、現在 25~35MPa が主流である水素貯蔵圧力をさらに高圧化することも課題となっている。

5.2 氷点下での凍結対策

固体高分子型燃料電池では、膜を純水により最適な湿潤状態に保つと同時に、生成される純水を排出する機能が必要である。すなわち、固体高分子型燃料電池車は純水を扱うという点が、これまでの自動車と異なっている。しかしながらこの純水は、自動車の実用性の観点から見ると、寒冷地における凍結問題という課題を有している。例えば氷点下において純水が凍結することによって、部品の破損を招くことや、発電が出来ないといった現象が起こることが考えられる。

このような氷点下での純水凍結回避・解凍を容易にするため、保持する純水容量を極力低減する工夫が望まれる。将来的には、外部加湿不要な内部加湿システムにすることでシステムの簡素化、純水容

量の低減が必要となるだろう。

5.3 コストの低減

自動車メーカーがお客様に車を購入して頂くためには、車両販価（イニシャルコスト）の低減が必須である。

現在、FCV のプロトタイプでコストの大きな部分を占めている部品は燃料電池スタックであり、量産により、ある程度のコストダウンは期待されるが、同時に使用材料面からの根本的な見直しも必要である。例えば、触媒の貴金属使用量をガソリン車の排ガス処理触媒並みに低減する技術や、イオン交換膜、セパレータの素材と製造方法の革新、また部品のインテグレートなどによるシステムの簡素化といったコスト低減の検討が進められている。

6. FCV 普及のための課題と取り組み

FCV 普及のためには、自動車メーカーによる技術開発だけでなく、インフラや規制・制度・基準の整備も重要な課題となっている。例えば、水素ステーション設置の保安基準を、現行の天然ガスステーションの設置基準レベルまで緩和することや、高圧ガス容器に関する保安基準の見直しなど規制緩和を進めることや、安全に関する基準を新たに制定するといったことなどが求められている。インフラ整備の面は、いかに燃料供給ステーションを普及させるかが FCV 普及の鍵となっている。インフラにおける主な課題は以下のとおりである。

- ・燃料種類（水素なのか、改質用燃料なのか）
- ・燃料の品質（高純度の水素、極低硫ガソリンなど）
- ・供給ステーションの数（法整備、儲かる仕組み作り）

これらの課題は、自動車メーカーだけでなく、燃料メーカー、行政を巻き込んだ課題のものであり、協調した取り組みが必要であると言える。そのような点を踏まえて、日米欧それぞれで、産・官が中心に連携し FCV の普及に向けた試験的な取り組みが進められている。前述した CaCFP はそのような取り組みの先駆けである。これに対して、本年度からわが国においても、経済産業省が、「水素・燃料電池実証プロジェクト（Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project）」（JHFC プロジェクト）をスタートさせた。日産も参加しているこの JHFC プロジェクトは国内初の大規模な燃料電池自動車の実証走行試験研究であると同時に、液体水素、脱硫ガソリン改質など、複数の燃料・方式による水素供給設備を運用する世界初の取り組みとして注目されている。

7. おわりに

日産は、環境エネルギー問題に対する対策として、FCV を究極のパワートレインと位置付け、2005 年までに FCV を実用化するための技術開発を進めている。その過程で、CaCFP や JHFC プロジェクトでの取り組み進めるとともに、来年度末までには、FCV の試験的販売も行うことにしている。