

# 燃料電池バス実用化促進プロジェクトについて

- 燃料電池自動車の普及促進のための交通研の役割り -

研究連携コーディネーター ※ 西野 誠 環境研究領域 成澤和幸  
自動車安全研究領域 谷口哲夫、松島和男、伊藤紳一郎、松村英樹

## 1. まえがき

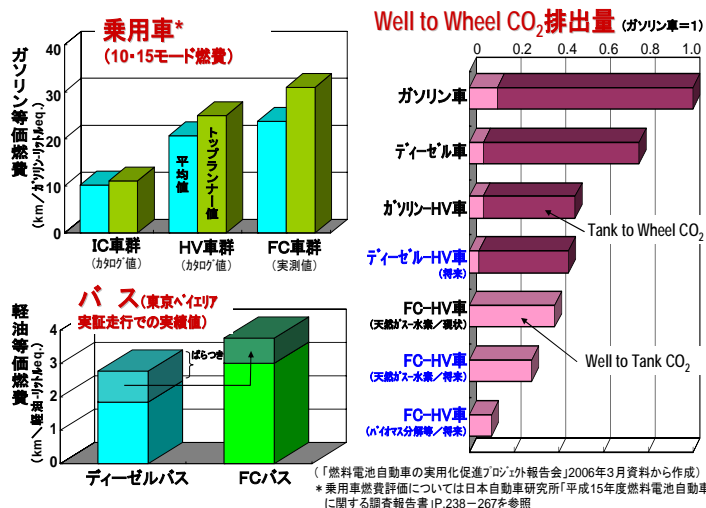
持続可能なモビリティは、石油系燃料とバイオ系燃料等の石油代替燃料による内燃機関駆動、及び電気動力駆動から構成されることになる。この中で地域・地球環境問題への対応、エネルギー資源の保全・セキュリティへの適合等から、長期展望下では電気動力駆動系への期待が大きい。特に第1図に示すように、原理的に効率がよく、燃費に優れ、また多大な技術蓄積による技術進歩への波及・牽引効果が見込まれるという点から、燃料電池自動車への期待が強い。しかし同時に、第2図に示すように低コスト化や耐久・寿命等の性能向上、効率向上を実現するための材料開発やセル素材構成の最適化等が今後必要とされる。また高圧水素容器の搭載を想定した場合の容積や重量に係る課題、水素の製造からインフラ整備に係わる課題の解決も必要である。従って、燃料電池自動車は未だ初期導入の段階にあり、その本格普及には今後も時間を要すると云える。

燃料電池自動車の普及には、第3図に示すようなシナリオに基づいた技術開発やインフラ整備等が着実に進まねばならず、個別企業での開発のみならず、関係諸省庁での基準整備や産学官連携による課題解決(JHFCやNEDOでのプロジェクト等)が進められている。またこれらと類似した熱心な取り組みが欧米でもなされており、燃料電池自動車の普及促進に向けた激しい国際競争の渦中にあるとも云える。

交通安全環境研究所は、国土交通省からの委託を受けた「燃料電池自動車実用化促進プロジェクト」を2003~04年度に主宰した。高圧水素ガス容器搭載型燃料電池自動車の公道走行時における安全性確保の要件を明確化することを主眼とした技術検証を進め、その結果は世界に先駆けた保安基準や技術基準の策定に反映され、燃料電池自動車の普及促進の一

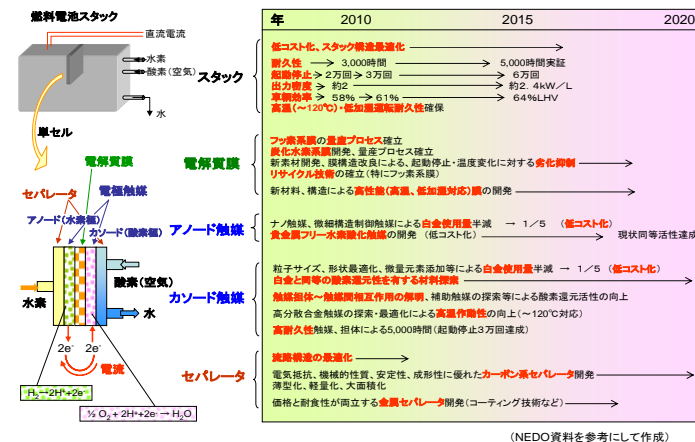
端を担ってきた。本稿では、これに続いて2005~06年度で実施中の「燃料電池バス実用化促進プロジェクト」での実施概要及び燃料電池自動車の普及促進に向けた当所の取り組みスタンスについて説明する。

## 燃料電池自動車の燃費、Well to Wheel CO<sub>2</sub>排出量



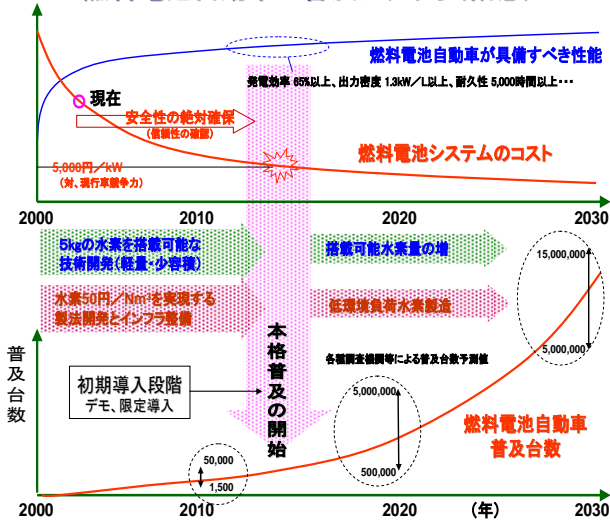
第1図 燃料電池自動車の燃費、CO<sub>2</sub> 排出性能

## 自動車用燃料電池、構成部材開発のロードマップ



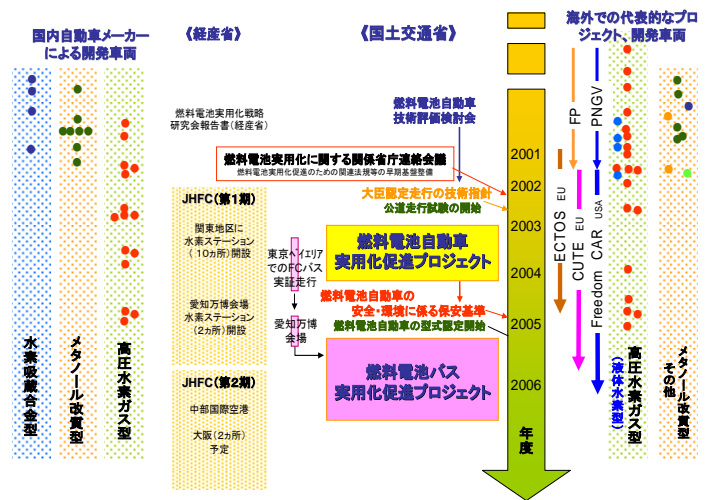
第2図 燃料電池の低コスト化、性能向上に向けた技術開発のロードマップ

## 燃料電池自動車の普及シナリオ(概念)



第3図 燃料電池自動車の普及に向けたシナリオ

## 燃料電池自動車、バス実用化促進プロジェクトに係わる経緯



に向けた取組み

## 2. 燃料電池バス実用化促進プロジェクトの概要

### 2.1. プロジェクト発足までの経緯

当所が取り組むプロジェクトに焦点をあてた経緯を第4図に示す。燃料電池実用化の重要性への認識から、関連規制の再点検等を包括的・早期に進めるため、「燃料電池実用化に関する関係省庁連絡会議」が2002年5月に内閣官房に設置された。ここで燃料電池自動車については、道路運送車両法、道路法、高圧ガス保安法、消防法の早期整備が必要であることが確認された。国土交通省に設置の燃料電池自動車技術評価検討会(1999年発足)によって「大臣認定走行を行う燃料電池自動車の安全性の確保及び環境の保全に関する技術指針」が2002年10月に制定され、これによって試験的な公道走行が可能となった。また同年には市販の燃料電池自動車が公用車として府省等へも導入された。

2003年度に国土交通省から委託を受け、圧縮水素容器搭載型の燃料電池自動車を対象とした「燃料電池自動車実用化促進プロジェクト」を当所が主宰した。2004年度までに安全性に関する基準を整備し、道路運送車両法に基づく型式指定を取得できることを背景とするものである。「水素安全・衝突安全」、「高電圧安全・電磁波安全」、「環境保全、その他」の3ワーキンググループによる調査・試験研究が実施され、また学識経験者や関連業界代表に委嘱された「検討会」にて、データ収集、基準・試験法案の策定、保安・技術基準案の策定等の審議・検討がなされた。

その結果に基づき、「燃料電池自動車の安全・環境に係る保安基準」が2005年3月31日に施行され、これに従った燃料電池自動車の型式認証が同年6月に行われた。いずれも世界に先駆けたものである。

この「燃料電池自動車実用化促進プロジェクト」による試験・調査の結果や保安基準の改訂内容の骨子を以下に列記する。

- (1) 水素ガスの漏洩対策として、高圧部では高圧ガス保安法の適用、中低圧配管類については最低限度の構造要件を規定。水素脆性対策を考慮した材料の使用(材料の特定は行わない)。
- (2) 水素ガスの漏洩検知のため、センサ・圧力低下・流量計測の手法を検討。可燃限水素濃度を検知するセンサを「区画」(高~低圧水素が漏洩・滞留する可能性がある独立した空間)毎に設置する。
- (3) 漏洩した水素ガスが滞留する可能性の検討、および車室にそれが侵入する可能性の検討。
- (4) 車両火災時に作動する水素PRD放出について、水素放出・着火実験による、放出してはならない方向や部位の規定。
- (5) 車両衝突時のガソリンの漏れ規定量と等価の発熱量から、車両衝突時の水素ガス漏洩限界の規定(131 $\mu$ l/毎分)。
- (6) 高電圧安全性を、直接接触及び間接接触からの保護、絶縁抵抗の確保によって規定。
- (7) 排出物(主として排水)に関し、その環境影響度の確認。

## 2. 2. 燃料電池バス実用化促進プロジェクト

2003～04年度の「燃料電池自動車実用化促進プロジェクト」は保安基準の早期整備を目指して、主として乗用車を念頭にして検討を進めた。しかしながら燃料電池乗用車は、価格や水素燃料供給インフラ等の点から未だ一般的なものとは云えない。これに対して燃料電池バスは、燃料・駆動系の大きさ・重量等の課題に対処し易い、水素燃料供給インフラを拠点とした定期経路で走行する場合、不特定多数の一般市民が、通常のディーゼルエンジン駆動と比較して排ガスや振動等の性能優位性を比較体験できる、自治体等による公的資金を活用した車両導入も期待できる、等の理由から先行普及が有望視される。同様の理由から海外では燃料電池バスの普及が先行し、1993年にBallard Power Systems社が初めて試作・発表した燃料電池バス以降、欧米各社で試作・製造され、米国のFreedom CARやEUのCUTEプロジェクトを始め、中、豪、その他アジア諸国でも試験走行が行われている。日本では、トヨタ自動車(株)と日野自動車(株)が開発した大臣認定車による、有明水素ステーションを利用した東京ベイエリアでの東京都燃料電池バス運行(2003年8月～2004年12月)及び愛・地球博水素ステーションを利用した愛知万博期間中の燃料電池バスの運行(2005年3月～9月)の実績がある。

今後の燃料電池バスの普及に向けて、バスに特有な構造や走行条件、点検整備等に応じた技術基準の必要性等について検討し、併せてその普及を促すための活動を実施することを内容とした「燃料電池バス実用化促進プロジェクト」を2005～06年度に実施している。本プロジェクトの方針や内容は「検討会」(座長、石谷久慶応大学大学院教授)にて審議・決定され、交通安全環境研究所、トヨタ自動車(株)・日野自動車(株)(公募によって選定)その他で実施される。第3章に示す内容を06年度までに実施し、燃料電池バス固有の基準整備の必要性が確認された場合には、別途検討過程を通じてそれが進められる。

「燃料電池自動車実用化促進プロジェクト」では、国内自動車各社で開発された多様な燃料電池乗用車を対象として検討が進んだのに対し、燃料電池バスはトヨタ自動車(株)と日野自動車(株)が開発した車両(FCHV-BUS)が国内に存在するのみである。従って欧米で実用化されている燃料電池バスも参考にして、

燃料電池バス構成機器の搭載状況をモデル化し、バス特有の構造や走行条件を勘案して、燃料電池バスが担保せねばならない安全走行のための技術的要件を明確化することが当プロジェクトの狙いとなる。

これまでの燃料電池バス(二次電池使用ハイブリッド型)走行実績から、水素燃料消費は10km/水素1<sup>\*</sup>グラム程度であり、対象とする高圧水素ガス容器(35MPa)搭載型では、現行ディーゼルバスの燃料タンク・同一航続距離と比較して10倍近い容量が必要になるとされ、搭載容器重量(合計)も数百<sup>\*</sup>グラムのレベルとなる。定期経路で燃料電池バスの利便性の体験を目途とする場合、低床式の現行バス車両をベースにして、構造面での補強を施して屋根部にガス容器(及び燃料電池スタック)を搭載することが一般的と考えられる。国内及び欧米で開発・実用化されている燃料電池バスもこの方式を採用している。この形式は、先の「燃料電池自動車実用化促進プロジェクト」においても検討されているが(道路運送車両の保安基準、別添技術基準100、3.9.1項)搭載水素容量、重量、容器設置位置等からバス特有の条件として精査することとした。

その他、高圧天然ガス(CNG)容器搭載車や電気自動車との基準の関連についても調査・検討が必要である。また世界に先駆けて整備された燃料電池自動車の保安基準を、国際的な基準のベースとして確立させるべく、調整業務を担っている。

## 3. 燃料電池バス実用化促進プロジェクト実施内容

燃料電池バス実用化促進プロジェクトでの具体的な調査・試験研究事項を以下に概説する。実験室レベルの試験及び実車試験による試験研究によって検証を進めている。

### 3. 1. 水素安全に関する検討

- (1) 乗用車と比較して、バスの場合では配管類等の長尺化や容器の大型化、車体構造の相違等が想定されることから、ガス容器や配管類の取付強度・耐久性について検証する。
- (2) 車両火災事故により、高圧容器内の水素ガス温度が異常に上昇した時の爆発防止のためにPRD(容器安全弁)が設置されるが、屋根部から多量のガスを出来るだけ速やかに、且つ安全に放出するための方法、放出ガスに着火した時の車両周囲に及ぼす影響等について検証する(第5図参照)。



- (3) 屋根部にガス容器を設置する場合の直射日光による温度上昇の程度や、現行法規で設置が義務付けられる「日よけ」の効果等について検証する。
- (4) 先の保安基準で定義した「区画」に関し、大型車の屋根部やエンジンコンパートメント等の大きな空間における水素安全性について考察する。

**燃料電池バス普及促進プロジェクト**  
 -PRD作動時の安全性に関する試験研究-

【検討条件 (例)】

- バス屋根部を想定した高所からの放出方向の検討
- 貯蔵水素ガス量の増大に伴う水素ガス放出時間の検討
- 複数個のPRD設置による水素ガス放出時間の検討
- 区画の大容量化に伴う空気中酸素との混合(拡散放出)の影響
- 水素ガス放出流路に存在し得る障害物(じゃま板)の影響
- 車室内火災とPRD作動の関係の検討



バス屋根部を想定した高所からのPRD作動・着火による放出方向の検討



2個のPRDを作動・着火させた場合の放出時間の検討



高圧水素容器(35MPa)とPRD



車室内火災がPRD作動に及ぼす影響の検討

第5図 燃料電池バス普及促進プロジェクトでの実施事例 (PRD作動時の安全性検証)

**3. 2. その他の技術検討**

- (1) 燃料電池スタックの公称電圧の定義方法や、水素ガスの換気や漏洩量測定を他のガスで代替する場合の換算方法等、先のプロジェクトで細目の定義化がなされなかった課題を解決する。
- (2) 容器の高圧化 (70MPa) や種々の燃料搭載方法の可能性、燃料電池セルを構成する各種材料の開発、水素センサ等の周辺技術等々、燃料電池に関連する技術は日進月歩で進むことから、技術動向を継続的に調査して、設定された基準の適合性や技術開発への影響等について検討する。
- (3) 排出水等の分析等の環境安全性に関して、継続的な確認を行う。
- (4) 燃料電池バス実証走行試験による耐久性、信頼性、整備点検等の課題から、保安・整備基準としての整備が必要な事項について検討する。

**3. 3. 燃料電池バス実証走行試験**

定期的・継続的な燃料電池バス走行を通じて、実燃料消費データの取得、耐久・信頼性や整備点検に係る検討事項の抽出、また一般乗客や運転者・関係者からの乗車体験や意見聴取が重要である。JHFC が本年7月21日に設置し、東邦ガス(株)、新日鐵(株)、大陽日酸(株)が運用するセントレア水素ステーションを

利用し、第6図に示す燃料電池バスを用いて、知多半田～中部国際空港内の路線バス及び社会見学等での使用(知多乗合(株))及び中部国際空港内のランプバス(CSS(株)、2台)での実証走行を2006年7月から実施している。得られたデータ・知見はJHFCプロジェクトと共有して活用する。

**実証走行試験中の燃料電池バス**

車名	名称	燃料電池	名称	トヨタFCスタック
バス車両	FCHV-BUS 日野ブルーリボンシティ (ノスタップ大型路線バス)	種類	種類	固体高分子形
全長	10,515 mm	出力	交流同期電動機	90 kW × 2
全幅	2,490 mm	最高出力	80 kW × 2	
全高	3,360 mm	最大トルク	260 N・m	
最高速度	80 km/h	燃料	水素	
乗車定員	63人	貯蔵方法	高圧水素タンク	
実証走行地域	・知多半田駅～中部国際空港内 (知多乗合、1台) ・中部国際空港内ランプバス(CSS(株)、2台)	最高充填圧力	35 MPa	
		バッテリー	形式	ニッケル水素電池

第6図 実証走行試験中の燃料電池バス (FCHV-BUS トヨタ自動車(株)・日野自動車(株))

**3. 4. 燃料電池自動車・バスの普及促進活動**

これまでに述べた趣意に従い、燃料電池自動車・バスの普及を促す活動にも注力している。中部国際空港周辺地域での燃料電池バス走行の開始(2006年3月9日～22日に知多半田～常滑間で前項の実証走行試験の予備走行として実施。JHFC 青梅移動式ステーションを移設して燃料供給。)に併せ、3月2日に講演会(常滑文化会館)及び試乗会(常滑文化会館周辺)を実施した。講演会では地元市民や報道関係を含む360名を超える参加者を得て、燃料電池自動車の意義や技術実態等を説明し、理解を深めることに効果があったと考えている。今後も普及活動を継続してゆく予定である。

**4. 結言**

持続可能なモビリティにおける燃料電池自動車は長期展望下では必須の存在となり、今後の普及に備えた安全性の確保は絶対条件であり、それを担保するための技術要件の保証が必要となる。燃料電池自動車及びその関連技術の開発動向を的確に捉え、関連する産学官諸機関との連携を密にしながら、燃料電池自動車の普及促進に向けた当所の役割を着実に果たす所存である。

# 燃料電池バス実用化促進プロジェクトについて

- 燃料電池自動車の普及促進のための交通研の役割り -

研究連携コーディネーター ※ 西野 誠 環境研究領域 成澤和幸  
自動車安全研究領域 谷口哲夫、松島和男、伊藤紳一郎、松村英樹

## 【概要】

環境問題、エネルギー資源の保全・セキュリティ、技術開発牽引効果等から、持続可能な社会における燃料電池自動車（FC車）の意義は大きい。当所は燃料電池自動車実用化促進プロジェクトを2003～04年度に主宰し、高圧水素ガス容器搭載型FC車の公道走行時の安全確保の要件を明確化する事を主眼にした検討を進め、世界に先駆けた保安基準策定に貢献した。続いて05～06年度に実施中の燃料電池バス実用化促進プロジェクトを概説する。バスの構造や走行条件の特徴から、技術基準の更なる整備と普及促進活動を骨子とし、FC車普及のための基盤整備を担う。