新製品紹介

26型エルガFCVのFCシステムについて

FC System of 2026 Model ERGA FCV

永野　大樹*　Taiki Nagano
松木　俊也*　Toshiya Matsuki
石田　椋*　Ryou Ishida
髙橋　佑馬*　Yuuma Takahashi
松崎　智美**　Tomomi Matsuzaki

要　旨

エルガFCVは、エルガEVをベースに水素を燃料として発電するFCシステムを搭載し、運転時CO_2排出ゼロを実現しつつ、航続距離の確保とエネルギーの短時間補給を両立した。本稿では、これらの実現に必要なFCシステムの構成及び車両適合に向けて開発した主要な制御技術について紹介する。

Abstract

The ERGA FCV is based on the ERGA EV and is equipped with a fuel cell system that generates electricity using hydrogen as its fuel. This configuration achieves zero CO_2 emissions during operation while ensuring both sufficient driving range and short energy replenishment time. This paper presents the FC system configuration required to realize these characteristics, as well as the key control technologies developed for vehicle integration.

1　はじめに

エルガFCV(燃料電池車：Fuel Cell Vehicle)は、エルガEV(電気自動車：Electric Vehicle)をベースに、トヨタ自動車株式会社が開発したFC(燃料電池：Fuel Cell)システムを搭載した車両である。これにより、エルガEVと比べ、航続距離を伸ばし、エネルギー補給時間を短縮している。また、FCシステムをルーフ上に配置することで、エルガEVで実現したフルフラットなノンステップフロアを継承している。

本開発において、FCシステムをEVシステムと協調させるための制御開発に取り組んだ。FCVでは、FCシステムの発電電力、駆動用バッテリの充放電電力を車両状態に応じて適切に制御する必要がある。特に路線バスの発進・停止を繰り返す運行条件及び空調などの補機消費変動を考慮しつつ、FCシステムとバッテリの耐久性、動力性能、航続可能距離を成立させたエネルギーマネジメントが重要となる。

本稿では、エルガFCVのFCシステム構成を示すとともに、量産FCVバスとして成立させるために開発したFCシステムの制御について紹介する。

2　FCシステム概略

エルガFCVは、FCユニット、水素タンク、冷却・吸排気システムを一体化したFCシステムをルーフ上に搭載している。車両レイアウトを**図1**、**図2**に、FCシステムの主要諸元を**表1**に示す。

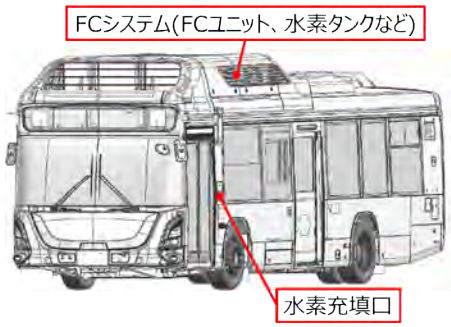


図1　前方斜視車両レイアウト

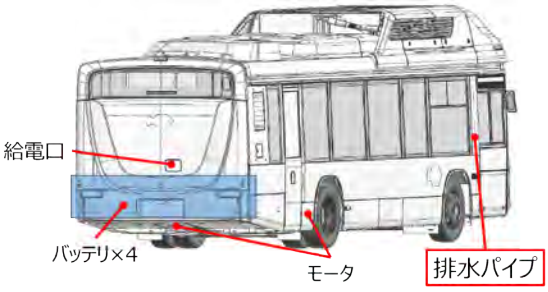


図2　後方斜視車両レイアウト

*CN技術統括部　　**UDトラックス(株)

Copyright© 2026 ISUZU MOTORS LIMITED.
All Rights Reserved. 無断転載・複製・配布禁止

表1　FCシステム主要諸元

項目	諸元
システム構成	FCユニット 1基、水素タンク 3本
FCスタック	トヨタFCスタック(固体高分子型)
FCスタック最高出力	113 kW
水素タンク圧力	70 MPa (公称使用圧力)
タンク容積	471 L

FCシステムは、FCスタック、エアコンプレッサ、インジェクタ、ウォータポンプ、イオン交換器などを含むFCユニットと、水素タンク、冷却・吸排気システム、及び各ECU(電子制御ユニット：Electronic Control Unit)類などから構成される。FCシステムは、水素タンクから供給される水素と大気から取り込んだ酸素により発電する。発電時に生じる生成水は排水パイプから排出される。FCシステムのレイアウトを**図3**に示す。

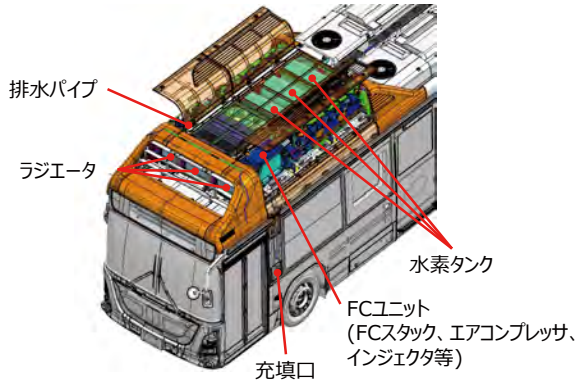


図3　FCシステム内レイアウト

冷却系は車両前面のラジエータで冷却水を放熱することにより、FCスタック及び周辺機器の温度を管理する。

電力系では、FCシステムから出力される高電圧電力を、駆動用モータ及び昇圧DC/DCコンバータへ供給する構成とした。高電圧回路概略図を**図4**に示す。

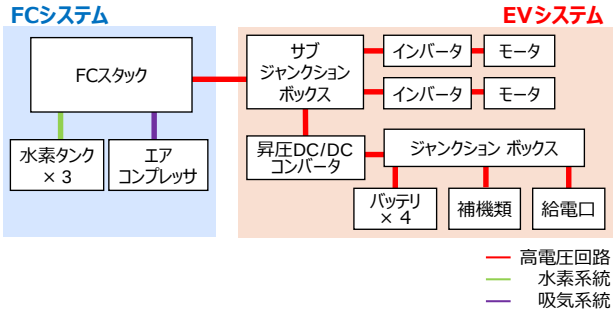


図4　高電圧回路概略図

VCU(車両制御ユニット：Vehicle Control Unit)は、バッテリSOC(充電率：State of Charge)、モータ出力及び補機消費電力などの車両状態をCAN(車載ネットワーク：Controller Area Network)通信によりHV-ECU(ハイブリッド車両制御ユニット：Hybrid Vehicle Electronic Control Unit)へ送信し、HV-ECUではFC発電電力を決定するとともに、エアコンプレッサの制御を行う。その後、FC-ECU(燃料電池制御ユニット：Fuel Cell Electronic Control Unit)がインジェクタを制御し発電を行う。また、VCUではEVシステムで用いていた制御ロジックにFCシステムの起動・終了シーケンスや故障時処理を適合させ、FCシステムの管理を行っている。FCシステムとの通信概要図を**図5**に示す。

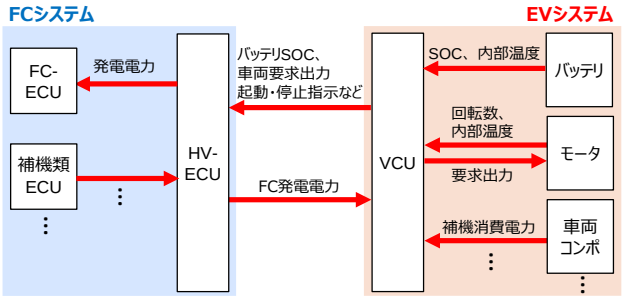


図5　FCシステムとの通信概要図

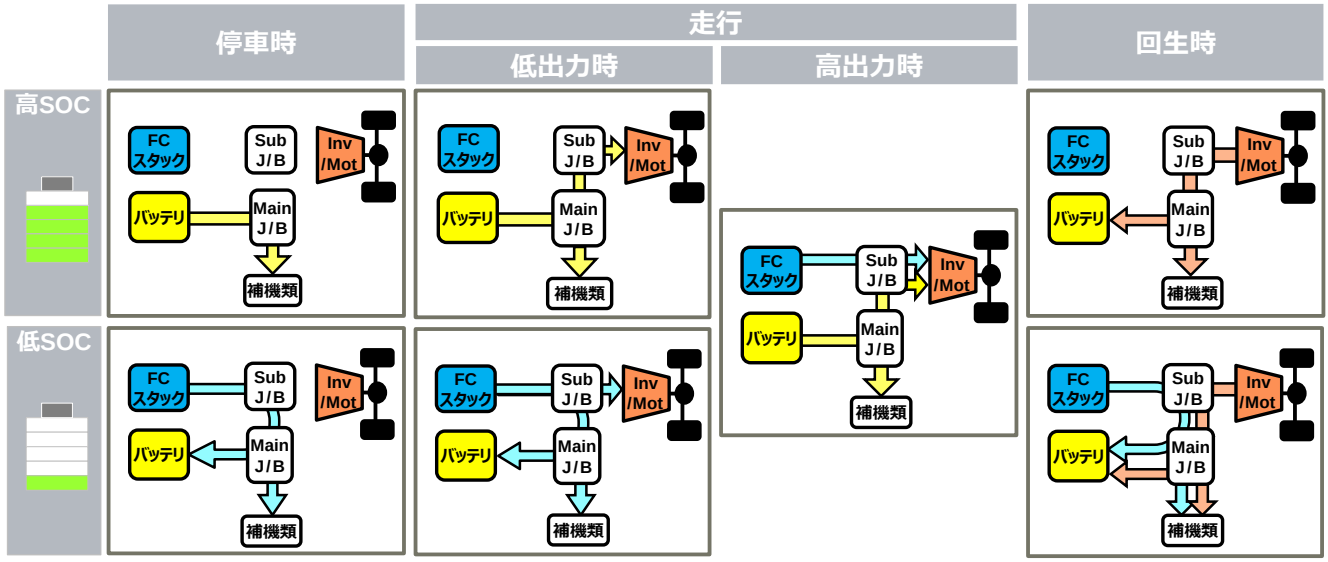
3　FCシステム制御

下記4つのFCシステム制御の開発を行った。

- FCスタック及びバッテリの耐久性を考慮したエネルギーマネジメント
- FCスタック内部凍結対策(パーキングパージ)
- FC冷却水のイオン成分増加による絶縁抵抗低下対策(クリーニング制御)
- 低SOC状態を回避するためのシャットダウン前充電

3.1 エネルギーマネジメント

エルガFCVでは、FCスタックで発電した電力とバッテリの入出力電力を制御し、走行用モータ及び各種補機へ電力を供給する。車両状態及びバッテリSOCによるエネルギーマネジメントを**図6**に示す。



(略語) J/B：ジャンクションボックス、Inv/Mot：インバータ/モータ

※矢印方向は電力の流れ

図6　エネルギーマネジメント概要

車両要求出力が大きい場合には、FC発電に加えてバッテリから電力を供給し、必要な駆動力を確保する。バッテリSOCが低下した場合にはFC発電を増加させ、SOCを適正範囲へ回復させる。一方、SOCが高い場合にはFC発電を抑制し、バッテリ電力を優先的に使用することで、SOCを適正範囲に維持する。また、発電時は効率の良い範囲で運転することで航続距離を確保している。

エネルギーマネジメントでは、航続距離の確保に加え、FCスタック及びバッテリの耐久性、車速維持に必要な動力性能を考慮する必要がある。これらは背反関係にあるが、路線バスとして必要な商品性を満足させるために総合的に成立させるエネルギーマネジメントが必要である。そこでFC発電電力のパラメータを変更し、複数の走行モードでシミュレーションを繰り返し実施した。走行モードごとの検討項目を**表2**に示す。

試行を重ねながら、各走行モードの目標を満足する最適な発電マップを設定した。

表2　走行モードごとの検討項目

走行モード	車速維持	航続距離	BAT耐久性	FC耐久性
A	●	●	●	●
B	●	–	●	●
C	●	–	–	–

●：検討項目
ー：対象外

3.2 パーキングパージ(自動掃気)

FCスタックは発電時に生成水を生じるため、低温環境下ではスタック内部に残留した水分が凍結するおそれがある。スタック内部の水分が凍結した場合、起動時にFCシステムが起動できない可能性があるため、車両停止後に内部水分を除去する掃気(パージ)機能がある。

更に、車両シャットダウン後も外気温を定期的に監視し、所定条件を満たした場合に掃気(パーキングパージ)を実施する機能もFCシステムに実装されている。パーキングパージ機能は、監視時期及び判定条件を適切に設定することで、駐車中の電力消費を抑えながら低温環境でのFCシステム起動を可能にしている。パーキングパージ実施概要を**図7**に示す。

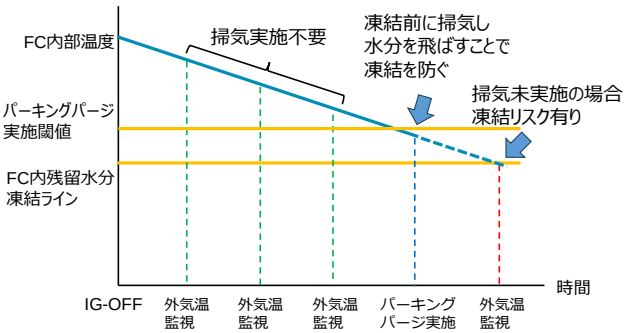


図7　パーキングパージ実施概要

3.3 クリーニング制御

クリーニング制御は、FC冷却水中のイオン成分を除去し、絶縁性能を維持することを目的とした制御である。FCシステム起動中はウォータポンプの駆動

により、冷却水がイオン交換器を含む冷却回路を循環し、冷却水中のイオン成分が継続的に除去される。

一方、長期放置時には、FC冷却水中のイオン成分が増加、絶縁抵抗が低下して車両起動できない可能性がある。そこで、車両の放置期間が所定期間を超えた場合には、ウォータポンプを駆動し、冷却水を循環させるパーキングクリーニング制御がFCシステムに実装されている。パーキングクリーニング実施概要を**図8**に示す。

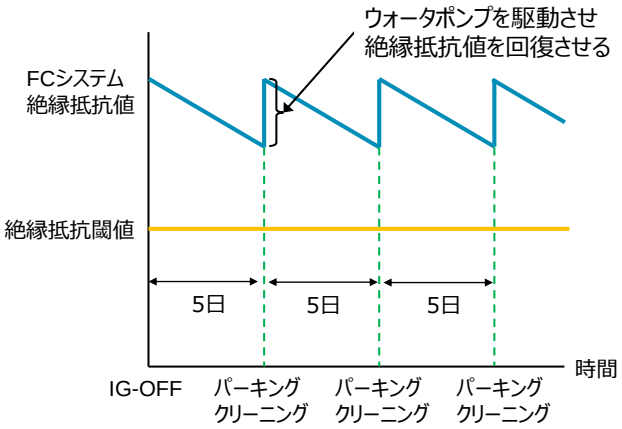


図8　パーキングクリーニング実施概要

また、補機電源の遮断などによりパーキングクリーニングが実施できなかった場合には、車両起動時にクリーニングを実施する制御を追加し、車両起動シーケンスに適合させた。これにより、定期的にFCシステムの絶縁性を維持するとともに、長期放置後も車両起動を可能にしている。

3.4 シャットダウン前充電

バッテリSOCの管理は、走行中だけでなく車両停止後にも重要である。FCシステムの起動には、エアコンプレッサ及びウォータポンプなどの補機を駆動するためにバッテリ電力が必要となる。また、車両停車中に作動するパーキングパージなどの制御においてもバッテリ電力を消費する。このため、車両起動及び起動直後に必要な動力性能を確保することを目的に、シャットダウン前にバッテリSOCが適正範囲を下回っている場合は、FCシステムで発電しSOCを回復する制御を設定した。

本制御により、車両停止時のSOC不足に起因する車両起動不可を防止し、FCV路線バスに求められる稼働信頼性を確保している。また、SOCが過度に低い状態で放置されることを防ぎ、バッテリ劣化抑制にも寄与する。シャットダウン前充電は、走行中のエネルギーマネジメントと連携し、車両停止後から次回起動までを含めてSOCを適正に管理するための制御である。

4　おわりに

本稿では、エルガFCVに搭載したFCシステムの構成と、量産FCVバスとして成立させるために開発した各種制御について紹介した。

これらの制御により、FCシステム、バッテリ及び高電圧機器を適切に保護しながら、路線バスに求められる走行性能、航続距離及び高い稼働信頼性を実現した。

FCシステムと車両システムの協調制御の実現にご協力いただいたいすゞ関係者各位、及び共同開発を行ったトヨタ自動車株式会社関係者の皆様に深く感謝の意を表する。