



Driving with no emissions

HILS を使用した新世代電気自動車「i-MiEV」の開発（三菱自動車工業株式会社）



三菱自動車工業株式会社
開発本部 副本部長
(MiEV 開発担当)
早船一弥 氏

三菱自動車工業株式会社
開発本部 電子技術部
電子試験グループ
エキスパート 金田匡弘 氏

三菱自動車の新世代電気自動車「i-MiEV」の開発は、複雑な電子制御技術によって実現しました。三菱自動車ではソフトウェアの品質を保証するため厳密なテストを実施し、同時に、製品化までの時間を短縮することにも成功しました。

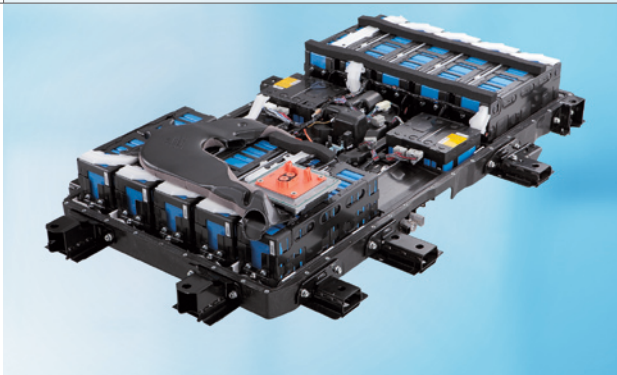


図1：走行時にCO₂を全く排出しないi-MiEVのバッテリーパックとモーター

開発概要

次世代電気自動車 i-MiEV (Mitsubishi innovative Electric Vehicle) は文字通り電気・電子部品の集合体です。さまざまな機能が車載ネットワークを用いた分散制御により実現されているため、ECU 単体のソフトウェア品質に加え車両全体のシステム品質を確保することが重要となります。また、量産開発段階においては複雑なシステム品質を限られた量産開発期間で確保する必要があります。今回、限られた期間で品質確保するための手段として、dSPACE 製 HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータを用いたソフトウェア信頼性試験を実施しました。

「dSPACE シミュレータは、設計内容次第で、ほとんどの車両、ECU に適用できる、非常に高い汎用性を持ったツールであると感じます」

三菱自動車工業株式会社、早船 氏

ECU の構成とシステム仕様

i-MiEV の電子プラットフォームは、5 つの専用 ECU を使用した分散制御方式を特徴としています。従来の車両における基本要件である走る、曲がる、止まるに加え、家庭用コンセントおよび急速充電器で充電ができる、またモーターにより走行ができることが電気自動車特有の基本要件となります。

これらを実現するため、車両制御する各 ECU は、確実な手段をもって車両制御情報の伝達を実施し制御する必要があります。

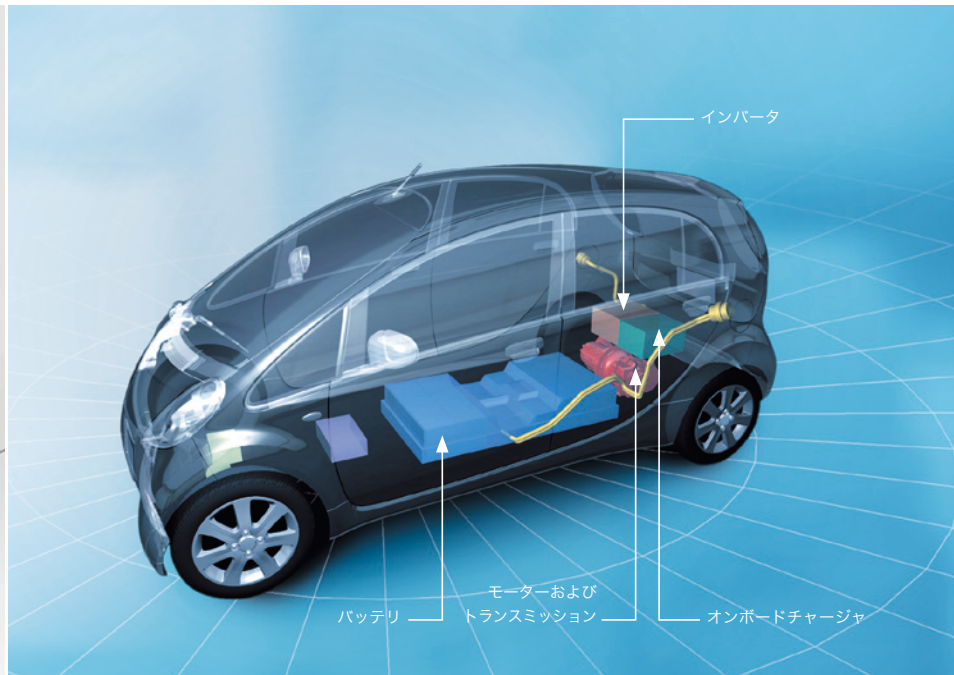
システム設計概要

各 ECU は基幹バスである CAN (Controller Area Network) を通じて接続されます。また基幹バス故障時のバックアップとして複数の通信線を備えています。

図2：バッテリーの充電



図3：パワートレインの概略図



2009 年式日本モデルの仕様

最高出力	64PS/47kW
最大トルク	180 Nm
最高速度	130 km/h
バッテリー	リチウムイオン
総電圧	330 V
総電力量	16 kWh
一充電走行距離	160 km (10.15モード)
車両重量	1100 kg
充電時間	約7時間 (AC 200V/15A)
急速充電	約30 分 (80%充電)



図 4：電子技術部 i-MiEV 開発チームメンバー

課題とそれに対する要件、解決策

- 課題 1：三菱初となる電気自動車専用 ECU のソフトウェア品質の確保
- 課題 2：電気自動車の車両全体システムのソフトウェア品質の確保
- 課題 3：上記の課題 2 を限られた開発期間内に実施
- 要件： いかなるお客様操作においても不具合が発生しないこと

解決策

- 課題 1 および 2：要求仕様書をベースとして、ソフトウェア処理、また車両システム全体の分岐条件、状態の遷移に着目しました。具体的には、ECU および車両システムへの全入力を対象としたソフトウェア試験を設計しました。
- 課題 3：全入力を対象とするため、試験パターン数は膨大となります。これを合理的に間引くための手段として、直交配列表を活用しました。また、試験自動実行による試験工数自体の削減のため HILS を活用しました。

「dSPACE 製品は、AutomationDesk 等、視覚的に理解しやすい構成となっており、試験を作りこむ担当者にとって非常に使いやすいツールとなっています」

三菱自動車工業株式会社、金田 氏

課題に対する dSPACE シミュレータの役割、期待した内容

試験設計の内容を忠実に、かつ迅速に試験パターンへ変換し試験実行することが必要となります。また、解析のためソフトウェアバグ発見時の再現性が高くなければなりません。

このため、お客様操作およびそれに伴う ECU への入力を設計通りのタイミングで模擬操作する手段として、dSPACE Mid-Size シミュレータを活用しました。HILS の負荷は実車両を使用しました。また、試験パターンを迅速に作成する手段として AutomationDesk を活用しました。

開発後の dSPACE シミュレータに対する評価

「期間内における i-MiEV のソフトウェア品質確保」において、dSPACE シミュレータは非常に有用でした。今回使用した dSPACE 製品無しでは、期間内のソフトウェア品質確保が困難であったと思われる。

次の展開

HILS 検証は自動車開発における V サイクルの右側で使用されますが、より上流工程 (V サイクルの左側) でソフトウェア品質を確保する手段について研究し適用していく予定です。■

三菱自動車工業株式会社
早船一弥 氏、金田匡弘 氏