

特集：新型MAZDA3

24

新型MAZDA3の車両電子制御システム New Vehicle Control System for All-New Mazda3

薬師寺 英明*1
Hideaki Yakushiji

要約

マツダは、お客様の安心・安全・快適を更に高めるべく、クルマを日々進化させ続けている。その進化を下支えする車両電子制御においては、大幅な機能追加に加え、車両全体が連携する複雑な処理が必要不可欠となっている。

新型MAZDA3では、今後の車両進化の加速に対応するために、車両電子制御に必要な情報・処理を頭脳ECU (Electric Control Unit) に集約した新たな車両電子制御システムを開発した。新型MAZDA3で実現した車両電子制御システムについて、車両電子制御の機能集約の視点での進化を報告する。

Summary

We continue to evolve to further enhance customer relief, safety and comfort. To support this evolution, realization of complicated processing to connect the entire vehicle is required as well as substantial addition of functionalities for vehicle control.

We developed a new vehicle control system integrating information/processing required for vehicle control into ECU (Electric Control Unit) for further vehicle evolution in All-New Mazda3. We will report on this integration of the vehicle functions and vehicle electronic control system.

Key words : Electronics and Control, Integration Control/Vehicle Body Control, System Engineering, Vehicle Development, Platform, Design Optimization/Robust Design

1. はじめに

マツダはお客様に安心・安全・快適に走る喜びを提供するために、電子制御機器を実現手段とする機能を開発し市場導入してきた。今後、クルマの更なる高機能化は必須であり、電子制御機器の技術進化を取り入れ、安価で高品質な新機能をタイムリーに市場導入しなければならない。

これまで、電子制御機器によって実現される新機能の多くは、個別に開発したシステムを一括で車両に追加搭載する方式を採ってきた。この開発手法のメリットは、システムの一括追加により、従来車両の機能アップが容易に実現できることである。しかし、昨今の機能の多様化・機能の複雑化により、従来手法の抱える問題点が顕在化してきた。新型MAZDA3の開発においては、従来の開発手法における問題点を解決すべく、新たな車両電子制御システム及び、システムを中心とする頭脳ECU (Electric Control Unit)

の開発に取り組んだ。

2. 従来開発の問題点

システムを一括で追加するということは、機能を構成する要素、入力・処理・出力全てを、機能ごとに車両搭載するということである。

従来のシステムによる機能実現は、スイッチ入力と車両動作を行うアクチュエーター制御の出力がダイレクトに接続される単純な構成で実現されていた。しかし、近年のシステムは高機能化を実現するために、処理部の電子制御化が必須となっており、システム追加時には、マイコンを搭載したECUを搭載しなければならない形態となっている (Fig. 1)。

*1 統合制御システム開発本部
Intgrated Control System Development Div.

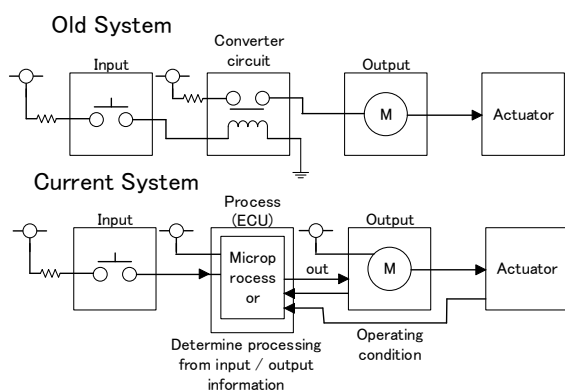


Fig. 1 Difference in Functional Configuration to Realize Old System and Current System

今後、これまで通りのシステム追加による機能追加を継続した場合、電子制御機器は更に増加し、搭載可能な車両スペースを浪費し続ける。併せて、システムの一括性を保つために、他システムと類似機能をもつセンサーの搭載を行うなどの無駄を発生させる状況に陥りかねない。

その結果、居住性悪化・デザイン制約を引き起こし、最終的には電装品搭載スペースが枯渇し、新機能を搭載したシステムが搭載できなくなる。更には重量増加による燃費性能悪化や、コストアップにもつながる。

また、システムを一括で追加する開発手法は、サプライヤーからシステムを丸ごと購入するビジネススタイルが主流であり、この手法を続けることで機能のブラックボックス化を誘発し、マツダの技術力低下も避けられない。

更に、車の電子制御化が進んだことにより、機能安全規格や情報セキュリティ対応など、今後の市場導入にて電子制御機器が対応しなければならない新たな技術要件が発生している。これらに対応するためには、サプライヤーが開発を主導していた実装領域にまで踏み込んだ理解が必要となる。このままシステムの丸ごと購入を続けた場合、高度な技術開発力がある一部のメガサプライヤーへの依存が進む。

以上の結果から、このままではマツダの実現したい機能のタイムリーな市場導入ができなくなる懸念を抱いた。

3. 車両電子制御システム開発構想

新型MAZDA3の車両電子制御システムは上記問題の解決と、今後の機能進化を支える基盤とすべく、以下の流れで開発構想を進めていった。

まず、自身が問題解決するために、電子制御で車の機能を実現する手段を理解し、個別に開発できるレベルまで技術の手の内化を行う。

次に、個々に開発した機能を車両全体視点で最適化する。

最適化のポイントは、全ての機能を視野に入れ、機能間で重複する処理を統合し、連携が必要な処理については最も効率的な情報の受け渡し方法と処理分担を明確にする。その結果、車両全体視点で最適化された機能群（統合機能）が完成する (Fig. 2)。

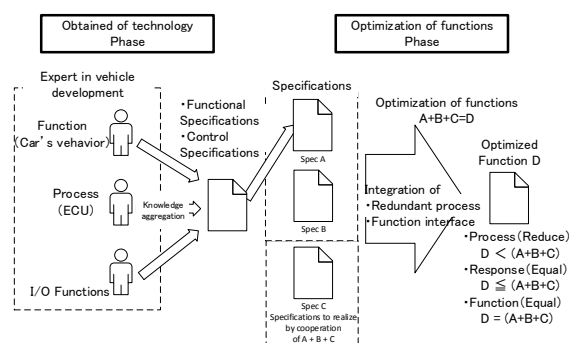


Fig. 2 Obtained of Technology and Optimization of Functions

最後に、入力・出力機能を最適化する。統合機能によって集中処理が実施されるため、入力側は外部情報の入力、出力側は車両の振る舞いに関わる動作のみを実現すればよく、入出力情報の重複が解消され、シンプル化が図れる。

また、最適化された機能とシンプル化された入出力情報が受け渡しされることで、真に必要な部品のみを車両に搭載した無駄ゼロの状態に持っていきける (Fig. 3)。

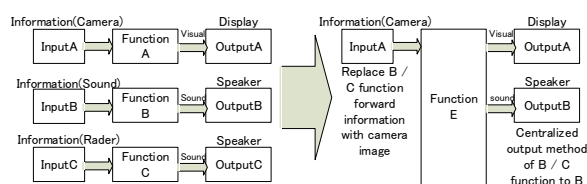


Fig. 3 I/O Function Optimization

この活動により、車両全体視点で最適化された車両電子制御システムが生み出される。

4. 新型MAZDA3の車両電子制御システム開発

前述の開発構想に従い、新型MAZDA3の車両電子制御システムを開発した。

4.1 技術の手の内化と機能最適化

車両は、さまざまな機能ドメイン（ボディー／PT (Power Train) /IVI (In Vehicle Infotainment) / ADAS (Advanced Driver Assistance System) など)の集合体となっており、車両全体視点での技術の手の内化と車両展開には膨大な時間を要するため、段階的に最適化することとした。

類似機能を多くもつドメイン内での最適化が最も効果的であること、最適化後の統合機能は処理量が増加することから、最適化前の個別機能の処理が少ないドメインが具現化しやすいことは明白である。

新型MAZDA3では上記視点から、ボディードメインを手の内化の対象とした (Fig. 4)。

Functional domain	Functional Features	Throughput (min/mid/high)	Responsiveness (slow/mid/fast)	Complexity (min/mid/high)	Priority
Body	<ul style="list-style-type: none"> There are many collaborations each functions Single functional throughput is small The amount of information handled is small 	Min	slow	min	1
ADAS	<ul style="list-style-type: none"> There is a lot of input information Single functional throughput is heavy There is a lot of information to handle 	Mid	Mid	mid	2
PT	<ul style="list-style-type: none"> There is a lot of input information There are requirement of fast response speed 	Mid	Fast	mid	3
IVI	<ul style="list-style-type: none"> There are many collaborations each functions Single functional throughput is heavy There is a lot of information to handle 	high	Slow	high	4

Fig. 4 Gradual Approach of Obtaining of the Technology

ボディードメインの最適化活動においては、機能の開発主幹部門と機能を搭載するECUの設計者が協力し、社内に蓄積された知見の再整理・最適化を実施した。結果、70機能の機能・制御仕様書を新たに作成した。これは旧MAZDA3の2倍の規模になる。

そして、この機能群を処理可能な頭脳ECUを設け、一元処理することとした。また、機能間で共有される車両情報・車両状態等を一元管理・記憶し、情報量を最適化した。

4.2 車両電子制御情報の集約 (通信トポロジ)

旧MAZDA3では2系統のCAN通信ネットワークにCAN通信する全ECUが接続されており、機能間の情報通信量増加によって伝送可能な情報量が逼迫していた。新型MAZDA3では、情報通信はCAN通信を踏襲しているが、通信システムを機能ドメインごとに分割し、通信システムをすべて頭脳ECUに接続することで、車両電子制御情報を集約した。

機能ドメインごとに通信システムを分割することで、同系統内のECU通信のみで実現できる簡便な機能の実現及び、機能ドメインごとに合わせた技術進化が容易に行える基盤が整った。

更に、頭脳ECUが機能不全に陥った場合でも機能ドメイン内で関連性の高い機能同士が連携し、フェールセーフに移行するための情報網としても使用可能となった。

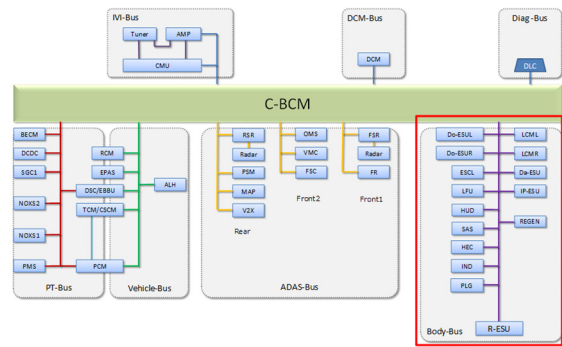


Fig. 5 Functional Communication Topology of All-New Mazda3

4.3 入力・出力部品のシンプル化

機能の制御部は頭脳ECUに配置する、入力部品はセンサーからの入力信号をデジタル化する、信号伝達はCAN信号によって頭脳ECUに送信する、出力部品は頭脳ECUからの指示に基づきアクチュエーターの出力を制御することで機能が成立するシンプルな構成を目標とした。

その結果、応答性や頭脳ECUが機能不全に陥った際のフェールセーフなど、現時点技術的に入出力部品に残さざるを得ない制御*は残ったが、入出力部品のシンプル化を実現した。

*ドア入出力部品では頭脳ECUに窓の開閉判断機能を集約し、ドアに配置したESUは窓開閉のアクチュエーター制御と異物挟み込み防止のフェールセーフ機能のみを残しシンプル化した。

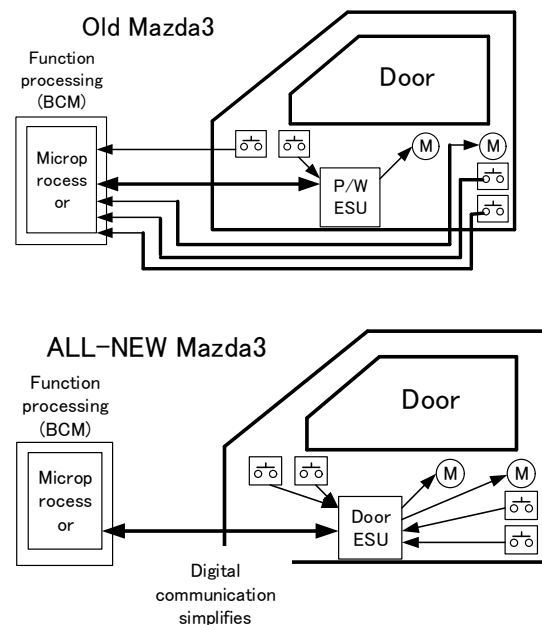


Fig. 6 Simplification of Door Input / Output Parts

5. MAZDA3 BCMの開発

次に車両電子制御システムの頭脳ECUであるBCM (Body Control Module) の詳細について説明する。

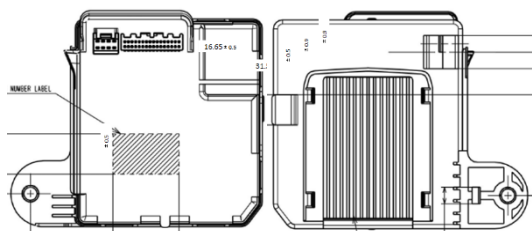


Fig. 7 Outline of BCM

5.1 車両電子制御情報の集約と情報ゲートウェイ

機能ドメインごとのCAN通信系統との接続と、今後の通信系統の増加に備え、CAN通信の入出力は10系統とした。

また、セキュリティ対応として車両外から車両内の情報に容易にアクセスできないよう、車両電子制御に必要な情報のみ車内通信が可能な情報ゲートウェイ機能を実装した。

異なるCAN通信系統間の情報伝送時間は、車両電子制御に影響が出ないように、情報ゲートウェイ機能に特化したBSW (Basic Soft Ware) *1を実装することにより1ms以下を実現した。

更に、今後の車種搭載においても、長期間使用できるよう、HSM (Hardware Security Module) *2やCanFD*3を予約設計として搭載することで、将来の通信情報量の増加やセキュリティ性の向上に追従可能な設計とした。

*1 AUTOSAR規格で規定されている、アプリケーションを動かす為の必須サービス (通信、情報ゲートウェイなど) を提供/実現するソフトウェアモジュール。

*2 通信で使用する情報の暗号と復号化をハードウェア (本項では通信用の電子デバイス) によって高速処理するためのモジュール。

*3 ISO11898-2 2016 にて規定されている従来のCAN通信の通信速度高速化と情報密度向上により、従来CANより多量の情報通信と可能とした通信規格。

5.2 機能処理部

機能最適化により集約された多量なボディー制御機能の処理・調停を機能ごとに許容された時間内で行う必要があるため、BCMは旧MAZDA3搭載のBCM比で4倍の処理能力をもつ高性能マイコンを採用し、処理時間の要求を解決した。

これに加え、ADAS機能制御を行うマイコンも搭載した。旧MAZDA3ではADAS専用のECUを設けていたが、ECU統合により機能的な統合はできていないが物理的な無駄を

削減した。

5.3 ソフトウェアアーキテクチャ

多くの機能を平行処理しつつ、継続的な機能追加・機能間連携による複雑な機能を実現するためには、機能ごとのモジュール化とモジュール間の相互通信機能の仕組みが必須となる。

加えて、機能安全規格に対応するためには、機能的な安全やフェールセーフの堅牢性を担保することが必須となる。これら必須の要件を実現するために、ソフトウェア上に実装される機能の独立性及び、機能モジュール間における相互通信の安全性を確保したソフトウェアプラットフォームを使用した。

具体的には、車載ソフトウェアの階層化構造であるAUTOSAR (AUTomotive Open System Architecture) と機能安全規格に準拠したOS (Operation System) を開発し、BCMに搭載した。

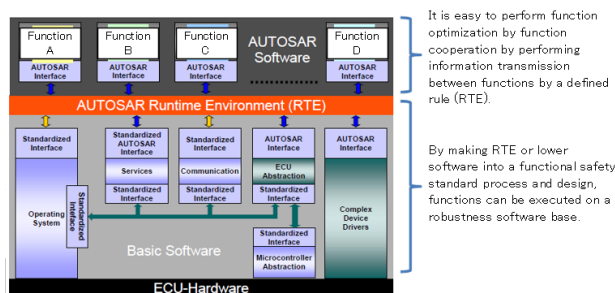


Fig. 8 Software Architecture (1)

6. 今後の課題

新型MAZDA3の車両電子制御システムとBCM開発を通じ、頭脳ECUを中心とした車両電子制御システムを実現することができた。一方、明らかになった課題もあり、以下の課題解決活動を行っていく。

6.1 技術の手の内化継続

新型MAZDA3の開発においては、ボディードメインの技術の手の内化を実施した。

今回、機能の最適化に注力したため、機能のモデル化は一部にとどまった。今後、手の内化済の機能から優先的にモデル化への取り組みを行っていく。モデル化による効果は、モデルから生成されたソフトウェアを実機搭載していくことで、仕様検討から実装までの開発期間の短縮化が図れ、機能開発全体の効率化を加速することができる。

今回対象外とした機能ドメインについては、個別に手の内化を進めており、これらの領域についても機能最適化を検討していく。

6.2 車両電子制御システム開発構想の進化

新型MAZDA3の車両電子制御システムの完成によって、ボディードメイン機能を最適化した。今後は、電子デバイスの進化動向を見据えながら、システムの更新を続けていく。

入力・出力部品のシンプル化は、現状最善の結果となっているが、さらなるシンプル化を行っていく。具体的には、高機能化したICとアクチュエーターを開発することで更なるシンプル化を達成することができると考える。

頭脳領域においては、自動運転などの更に高度で複雑な機能の導入は確実であり、今回開発したBCMでは処理能力の不足に陥ってしまうことが予測される。新機能のニーズとその導入時期、マイコンの技術進化を見据え、無駄なくタイムリーに頭脳部の更新を行っていく。

6.3 大規模システム開発のマネジメント力強化

新型MAZDA3ではBCMに多くの機能を集約したことで、機能開発工数がBCMに集中した。その結果、ボディードメインの車両電子制御ECUとしては、過去最大規模の開発人員及び工数を投入せざるを得なかった。

その対応として、情報通信機器などで主流となっている大規模ソフトウェア開発手法とプロジェクトマネジメントを効果的に取り入れる。そのねらいは、効率的な目標設定と目標達成計画の策定及びリスク・リソース・納期管理の徹底により、いかなる大規模システムの開発にも適応できる開発力の会得と、その定着である。

7. おわりに

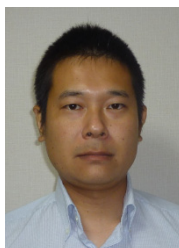
新型MAZDA3で新規開発した車両電子制御システムは、今後、マツダが実現したい機能を効率的かつタイムリーに具現化する技術基盤として、以降の車両においても随時導入していく予定である。

今後の開発活動では、本システムの更なる進化を図り、マツダらしい車両電子制御の具現化とタイムリーな市場投入を実現していく所存である。

参考文献

- (1) AUTOSARにおける「Safety, Security」に対する最新動向&事例紹介
<https://www.ipa.go.jp/files/000036229.pdf>

■ 著 者 ■



薬師寺 英明