



モーター駆動を担うコントローラーのCAN通信制御にMICROSARを採用 — 将来の拡張を見据えてFOTA 機能も搭載 —

日産自動車は、SUV 型 EV の「日産アリア (ARIYA)」のモーター駆動用のコントローラーに、AUTOSAR Classic に準拠したベクターの MICROSAR を採用しました。MICROSAR を用いて、上位の車両制御モジュールとの CAN 通信制御機能と、FOTA (Firmware update Over-the-Air) 機能を実装しています。

機電一体アーキテクチャで構成された 日産アリアの新世代 EV パワートレイン

日産自動車の「日産アリア (ARIYA)」は、アライアンスを組むルノーおよび三菱自動車との共通プラットフォームである「CMF-EV」を初めて採用した電気自動車 (EV) で、SUV と EV との融合を意味する「クロスオーバー EV」と名付けられています。

日産アリアに搭載されている EV パワートレインは、2013 年モデルの日産リーフ (LEAF) および 2017 年モデルの日産リーフで採用された機電一体構造を踏襲しつつ、新たな世代の EV のニーズに応えることをコンセプトに開発され、次のようなコンポーネントで構成されています。

- ・永久磁石を使わない新開発の 8 極式巻線界磁モーター
- ・従来のトランスミッションに相当する減速機
- ・モーター駆動用のコントローラー
- ・バッテリーとの間で電力をやりとりする高電圧 DC/DC コンバーターや充電回路

このうちモーター駆動用のコントローラーは、アクセル・ペダル開度、車速、バッテリー状態などに基づいて上位の車両制御モジュールが決定したモーター・トルク指令値を CAN バス経由で受け取り、所望のトルクが得られるよう、インバーター回路を介してモーターを駆動する役割を担っています (図 1)。

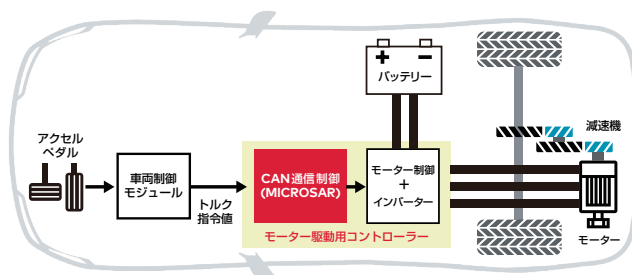


図 1. EV パワートレインを構成するモーター駆動用のコントローラー (黄色) の位置付け

モーター駆動用コントローラーのCAN 通信制御にベクターの MICROSAR を採用

日産自動車様がモーター駆動用コントローラーの CAN 通信制御に採用したのが、AUTOSAR に準拠したベクターの BSW「MICROSAR Classic」(以下 MICROSAR) です(図 2)。

日産自動車 パワートレイン・EV 技術開発本部 パワートレイン・EV 制御技術開発部 EV・HEV 制御システム技術開発グループ 主担の松尾 太氏は、その理由を次のように説明します。「開発にあたって、CAN 通信制御部分は標準部品を購入し実装したほうが開発期間や開発コストを抑えられると考え、ソフトウェア基盤として業界標準になっていた AUTOSAR Classic (以下 AUTOSAR) の採用を決定しました。その後、各ベンダーが提供する AUTOSAR 準拠ソリューションを比較検討した結果、ツールチェーンがすべて揃っていることや、マイコンに対応した MCAL 用ドライバーも合わせて提供してもらえることなどを評価し、最終的にベクターの MICROSAR を選定しました」。

ベクターの MICROSAR は、AUTOSAR BSW(Basic Software Module) に相当するモジュール群と、AUTOSAR RTE に相当するランタイム環境である RTE (Runtime Environment) とで構成されています(図 2)。また、ハードウェアの違いを吸収する MCAL (Microcontroller Abstraction Layer) についても、CAN ドライバーなどの一部をベクターから提供しています。

MICROSAR に対応した開発ツールとしては、BSW および RTE の各種設定やインテグレーションを行う「DaVinci Configurator Classic」(旧製品名「DaVinci Configurator Pro」)^[11]と、アプリケーション・レイヤー (SW-C) の設計ツールである「DaVinci Developer Classic」(旧製品名「DaVinci Developer」)^[11]が用意されています(図 3)。

このように、BSW、RTE、および MCAL の一部ドライバーに加え、開発環境をベクター 1 社で揃えられるのが特長のひとつとなっています。

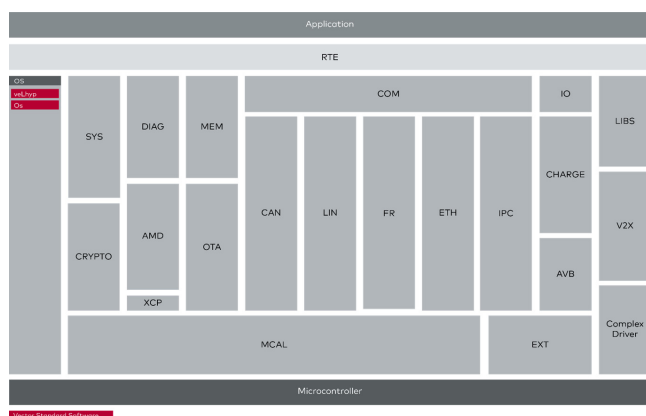


図 2. AUTOSAR 4.x に対応した MICROSAR のモジュール。
日産自動車では、COM モジュール、DIAG モジュール、OTA モジュール(後述)、MCAL (一部ドライバー)などを導入

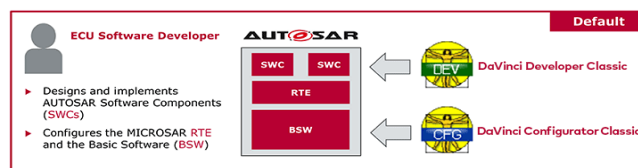


図 3. MICROSAR の開発ツールである DaVinci Developer Classic と DaVinci Configurator Classic

AUTOSAR 特有の汎用性の高さがハードルに集中トレーニングなどを通じて開発を支援

松尾氏らのチームは AUTOSAR を使うことが初めてだったため、次のような課題があったと述べています。「AUTOSAR は非常に汎用性が高く、さまざまな応用が可能という特長がある反面、当社がやりたいことを実現するにはどのような設定にするのがもっとも適切か、といった実装上の解釈に最初は苦労しました。そこでベクター・ジャパンに、AUTOSAR の基本アーキテクチャ、MICROSAR ベースでの開発方法、およびベクターのツール類の使い方などをテーマとする 3 週間にも及ぶ集中的なトレーニングを実施してもらい、開発に臨みました」。

AUTOSAR は汎用性が高いがゆえに実装が難しいという問題やニーズに応じた構成例については、ベクター・ジャパンが公開している「はじめての AUTOSAR」でも解説していますのでご一読ください^[12]。

ベクター・ジャパンによるサポートを受け、日産自動車では、DaVinci Configurator Classic を用いて MICROSAR のコンフィギュレーションなどを行うとともに、同社独自の CAN メッセージの処理やフェイルセーフ処理部分を開発し、DaVinci Developer Classic を介してアプリケーション・レイヤー (SW-C) 上に実装しています。

ベクターのソリューションを導入し追加の FOTA 機能をスムーズに開発

続いて松尾氏のチームは、公衆網を介してファームウェアを更新する FOTA (Firmware update Over-the-Air) 機能の開発に着手します。「日産アリアで提供されるコネクテッド・サービス『NissanConnect』では、OTA によるソフトウェア・アップデートを特長のひとつとして謳っています。そのため、駆動用のコントローラーへの採用を決めました」(松尾氏)。

ベクターはコネクテッド・カー時代の到来を見据えて FOTA 機能のサポートを進めてきました。中心的なソリューションとして提供しているのが、MICROSAR の「OTA モジュール」と、マイコンのフラッシュメモリの書き換えを制御する「Flash Bootloader」の組み合わせです(図 4)。OTA モジュールは、アップデートしたデータの取得、データの正当性の検証、必要に応じたバックアップおよびフラッシュメモリの書き換えなどを担います。

MICROSAR.OTA Software Architecture - Responsibilities

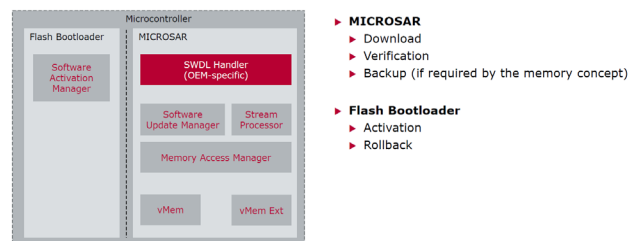


図 4. MICROSAR.OTA モジュールと Flash Bootloader で構成されるベクターの FOTA ソリューションの概要

一方の Flash Bootloader は、フラッシュメモリのアクティベーションやロールバックなどを担います。

FOTA の標準的な流れを図 5 に示します。最初に、FOTA マスターとなるコネクティビティ・ユニットが、自動車メーカーまたはサービス事業者が運用するサーバーから、公衆網を介してアップデート・イメージを受信します。

コネクティビティ・ユニットは、ECU の診断・リプログラミングのプロトコルである UDS (Unified Diagnostic Services、ISO 14229-1) を用いて、アップデートの対象となる ECU (FOTA スレーブ) にアップデート・イメージを転送します。今回の事例に当てはめると、UDS の物理層は CAN バスで、FOTA スレーブは駆動用のコントローラーです。

FOTA スレーブが MICROSAR で実装されている場合、図 5 には示していませんが CAN 通信制御を担う COM モジュールや UDS を扱う DIAG モジュールなどを經由して、OTA モジュールの「SWDL Handler」(Software Download Handler) (図 5 の赤部分) がアップデート・イメージを受信します。

続いて、OTA モジュール内の「Software Update Manager」、「Stream Processor」、「Memory Access Manager」などによってマイコンのフラッシュメモリのうちインアクティブなパーティションの書き換えが行われます。

最後に、車両のイグニッションスイッチが次にオンになったタイミングなどで、Flash Bootloader がフラッシュメモリのアクティブなパーティションとインアクティブなパーティションとを切り替えて、アップデート処理は完了となります。(以上の説明は MICROSAR と Flash Bootloader を用いたときの一般的なアップデートシナリオであり、日産アリアでの実装を示しているものではありません。)

FOTA マスターと FOTA スレーブ間のやりとりで用いられる UDS は、もともとは OBD ポートに接続されたオンボードテストから ECU をアップデートするために開発された業界標準プロトコルであり、新しいテクノロジーである FOTA に対応したサービス ID (コマンドおよびレスポンス) は現時点で規格化されていません。そのため各自動車メーカーは、FOTA の開始やセキュリティの解除などの機能に対応したサービス ID を、UDS 上に独自に追加しています。

ベクターでは、OTA モジュール内の SWDL Handler を「OEM Specific」として構成し、日産自動車を含め各自動車メーカーの UDS 仕様に合わせて提供しています。

「FOTA 機能の実現にあたってベクターに相談したところ、当社の独自仕様への対応を含めてすでにサポートされているとの答えをもらい、OTA モジュールと Flash Bootloader をさっそく導入しました。MICROSAR を選定した時点では FOTA を実装する計画はありませんでしたが、結果的に MICROSAR を選んで正解でした」と松尾氏は述べています。

OTA Software Update by Downloading in Application Context

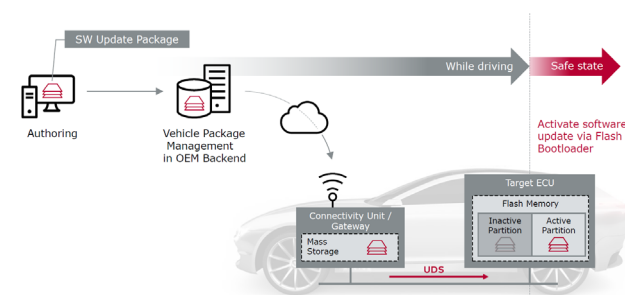


図 5. FOTA の標準的な流れと、FOTA マスター (コネクティビティ・ユニット)、UDS プロトコル、FOTA スレーブ (対象 ECU) の関係

脱炭素に向けて変革が進む自動車業界 新たなニーズを満たすソリューションを提供

地球規模での課題となっている脱炭素社会の実現に向けて、日産自動車は、今後 5 年間で電動化に約 2 兆円を投資することや、2030 年度までに電気自動車 15 車種を含む 23 車種の新型電動車を投入することなどをまとめた長期ビジョン「Nissan Ambition 2030」を 2021 年 11 月に公表しました。日産アリアはそうした取り組みにおける戦略的なモデルのひとつと言えます。

その日産アリアでモーター駆動用のコントローラーの開発を担当した松尾氏は、本稿で紹介した CAN 通信制御部分および FOTA 部分の開発を総括して、「AUTOSAR や FOTA の採用はチームとして初めてでしたが、ベクターの優れたソリューションに加えて、日本オフィスとドイツ本社とが連携した技術サポートも素晴らしく、スムーズに開発を進められたことに感謝しています。E/E アーキテクチャ (電気 / 電子アーキテクチャ) の変革が進む中で、ベクターは、自動車業界や市場の動向を常にリサーチしながら、我々が必要とするソリューションやツールを提供してくれる頼もしいパートナーであると感じます」と述べています。

ベクターはこれからも、EV を筆頭とする新しい駆動方式への転換を目指す自動車メーカーやサプライヤーのニーズを満たすソリューションの提供に努めていきます。

[*1] 2022年4月に、「DaVinci Configurator Pro」は「DaVinci Configurator Classic」に、「DaVinci Developer」は「DaVinci Developer Classic」に、製品名がそれぞれ変更されました。

[*2] ベクター・ジャパン「はじめての AUTOSAR」
<https://www.vector.com/jp/ja/know-how/vj-beginners/autosar/>

画像提供元：

表紙画像：日産自動車株式会社

図 1、2、3、4、5：ベクター・ジャパン株式会社

記載されている会社名、製品名は、各社の商標または登録商標です。
所属、役職、諸元、ソリューション名などは、2022年4月時点の情報です。

■ 本件に関するお問い合わせ先
ベクター・ジャパン株式会社 営業部
(東京) TEL: 03-4586-1808 (名古屋) TEL: 052-770-7180
E-Mail: sales@jp.vector.com