

# CANapeを用いたラピッドコントロールプロトタイピングのバイパス手法による制御モデル開発



近年、自動車のソフトウェア開発において、開発期間の短縮やコスト削減の面からモデルベース開発が注目されています。アイシン・エイ・ダブリュ株式会社は、ラピッドコントロールプロトタイピングのバイパス手法による制御モデル開発にベクターの測定/キャリブレーションツールCANape (キャナピー) を導入しました。本稿では、CANapeが導入された理由と機能的メリットを紹介します。

## ラピッドコントロールプロトタイピングのバイパス手法

メカトロニクス中心であった自動車開発は、近年、急速にソフトウェアで制御させる機能が増加しており、制御ソフトウェア開発の大規模化/複雑化が進んでいます。そのため、開発期間の短縮やコスト削減の面から、新しい開発手法としてモデルベース開発 (Model Based Development、以下MBD) が注目されています。MBDにはいくつかの領域がありますが、設計段階において制御装置をモデル化し、試作検証する手法は、ラピッドコントロールプロトタイピング (Rapid Control Prototyping、以下RCP) と呼ばれています。

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社 (以下、アイシンAW) は、主にオートマチックトランスミッション (以下、AT) とカーナビゲーション

システムの開発および製造を行っており、先端技術を駆使して環境に配慮したATを世界各国の自動車メーカーに提供しています。RCPで制御モデルを開発する手法には、既存電子制御ユニット (Engine Control Unit 以降ECU) 全体をRCP機器と置き換える「フルパス手法」と既存ECUの特定のコードをRCP機器と置き換える「バイパス手法」があり、アイシンAWでは以下の3つの理由からバイパス手法を採用しています。

- ・ 量産ECUが存在するため、フルパス手法の必要性が低い
- ・ 既存コードを最大限活用する
- ・ ECUの新規設計が必要な場合でも、必ず試作品を作る (制御開発中は、A/Tハードウェアだけではなく、ECU評価をかかえているため)

アイシンAWはATの制御モデル開発をバイパス手法で行うために、ベクターの測定/キャリブレーションツールCANapeを導入しました。CANapeが導入されたRCPシステムでは、制御ロジックの一部をSimulink®/Stateflow®で記述し、量産ECUのコードと入れ替えて動作させます。各信号はCANバスを使用してECUと送受信します。(図1)

このシステムのRCPの規模は以下の通りとなり、変速点制御など1つの機能ごとにモデルを作成し、バイパス手法での動作テスト、測定、キャリブレーションが行われました。(表1)

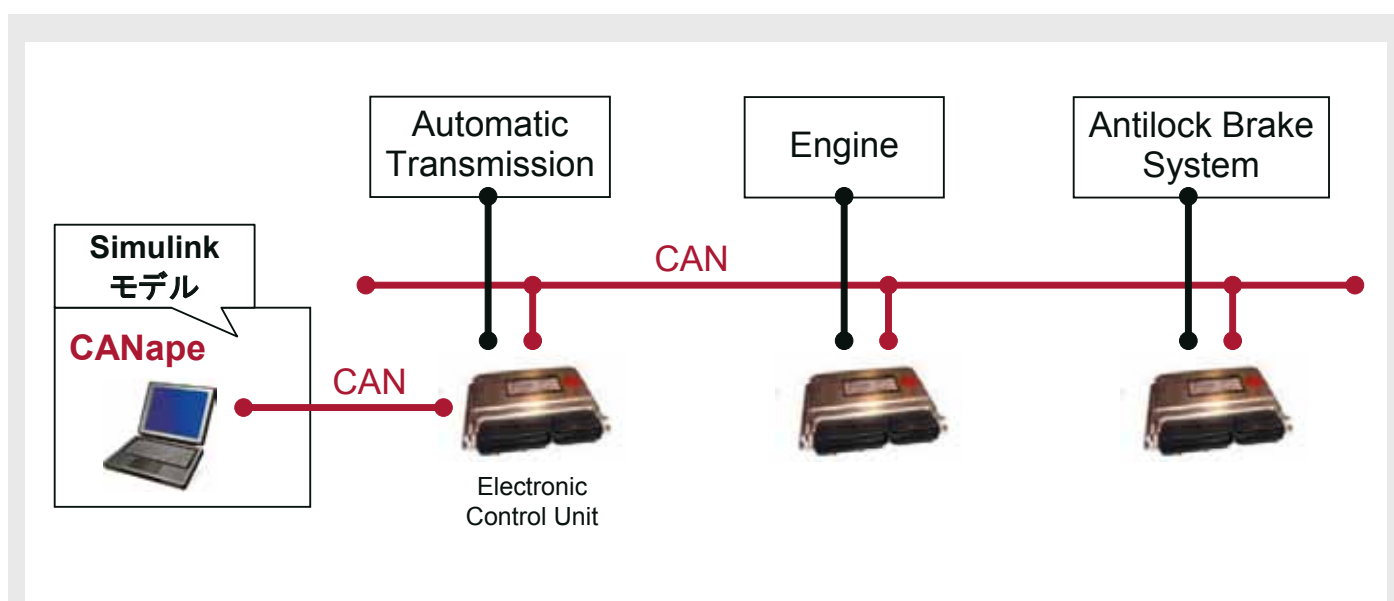


図1:CANapeが導入されたRCPシステムの構成

モデルファイルのサイズ	1000KB 程度
動作周期	4msec ~ 10msec
測定信号数	40 ~ 60 点
適合パラメーター数	100 ~ 150 点

表1:RCPの規模

## なぜCANapeなのか？

アイシンAWがCANapeを導入した理由は主に2つあります。

### ① Real-Time Workshop Embedded Coderとの相性が良い

2003年にトヨタ自動車(株)とデンソー(株)がReal-Time Workshop® Embedded Coder™ (以下、RTW-EC)を採用したこともあり、トヨタ系列であるアイシンAWはRTW-ECと相性の良いRCP機器を重要事項としました。アイシンAWでは、いくつかのRCP機器を検討した結果、自動コード生成までを考慮すると、Simulinkデータオブジェクトに対応している製品が良いことが解ってきました。Simulinkデータオブジェクトは、RTW-ECのために作られた新しいデータ設定手法です。CANapeはSimulinkデータオブジェクトのASAP2クラスパッケージを使用し、シグナル値とパラメーター値の設定ができます。選定時にはCANapeが唯一Simulinkデータオブジェクトに対応した製品でした。

### ② 他のRCP機器と比較してコストが低い

バイパス手法のRCPシステムを構成する場合、一般的には制御モデルの演算を行うRCP機器と動作テストの結果を測定するツール(ソフトウェア)が必要となります。CANapeでは、RTW-ECで生成した制御モデルの演算とテスト結果の測定およびキャリブレーションが単体で可能なため、他のRCP機器を追加で購入する必要がありません。そのため、低コストでRCPシステムを構築することができます。(図2)

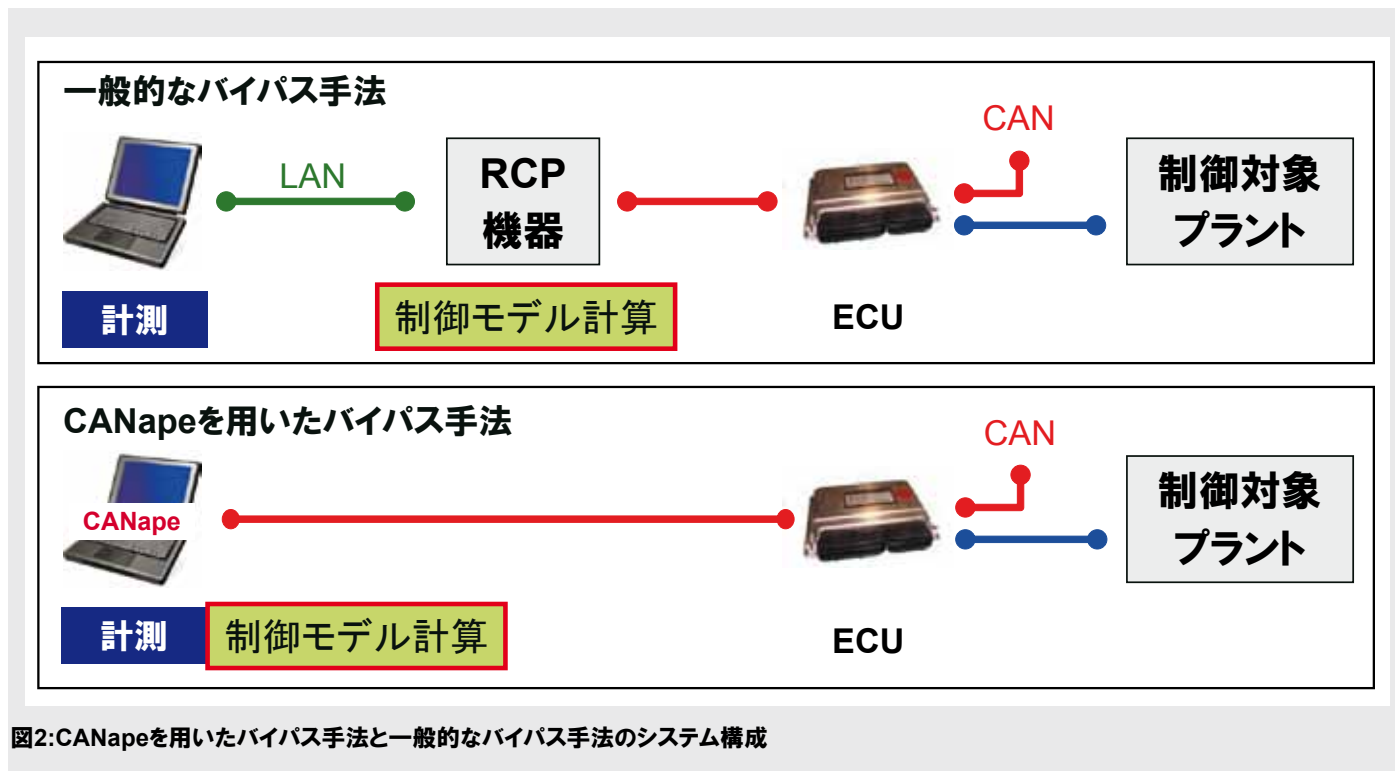


図2: CANapeを用いたバイパス手法と一般的なバイパス手法のシステム構成

さらにアイシンAWはCANapeを導入したことで、以下のメリットを得ました。

① RCP、測定、キャリブレーションまでの開発サイクルを1つのツールで対応可能

現行の制御対象 (ECU) に新しい制御ロジックを実装するためには、動作テストの結果を測定し、キャリブレーションするという開発サイクルを回す必要があります。CANapeには、RCP、測定、キャリブレーションまでを含めた開発サイクルに必要な機能が全て揃っているため、1つのツール (CANape) のみでRCP、測定、キャリブレーションまでの開発サイクルに対応できます。

② キャリブレーション結果をモデルに戻す「リバース」が可能

CANapeでは、キャリブレーション後のシグナル値やパラメータ値をMファイルにして自動出力できます。そのため、キャリブレーションした後のシグナル値とパラメータ値を制御モデルに戻す「リバース」が可能となり、より効率的に開発を進めることができます。

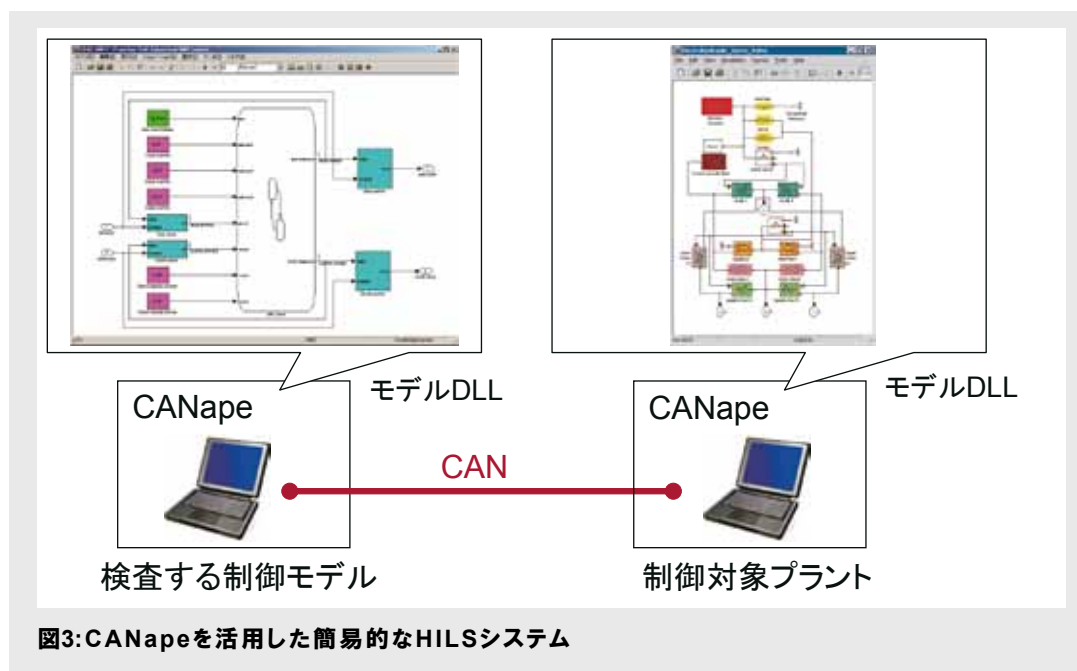
CANapeのさらなる活用

アイシンAWでは、制御モデルと制御対象モデルのDLL (Dynamic Link Library) を、結合した2台のCANapeで動作させて簡易的なHILS (Hardware in the Loop Simulation) による検査を実現しました。CANapeは物理モデルをそのまま動作させることができるため、制御対象モデルにSimulinkの拡張パッケージであるSimScope™を使用できます。(図3)

まとめ

要約と展望

アイシンAWは、RCPのバイパス手法を用いた制御モデル開発にCANapeを導入したことで、Simulinkデータオブジェクトを使用したシグナル値およびパラメータ値の設定がRCPと自動コード生成で共有可能となりました。さらに、CANapeの機能的なメリットにより1つのツールのみで一連の開発サイクル (RCP、測定、キャリブレーション) に対応可能なRCPシステムを構築しました。アイシンAWは、このRCPシステムで開発した制御モデルを、量産ECUで動作可能なモデルにするためにGUIをベースとしたサポートツールを開発しました。これにより、自動コード生成の量産採用に一步近づきました。



## 本プロジェクトを振り返って

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社  
技術本部 解析技術部 主任研究員  
久保 孝行氏

「RTW-ECの採用を前提とした場合、どうしてもRCPと自動コード生成の工程で2度手間となる作業があり、工数メリットが見出せず、自動コード生成に踏み込めなかったが、CANapeの新機能登場によりRCPと自動コード生成に関する最大の課題が解決しました。また、後1歩の作業(カスタムコードの開発とさらなる自動化の追及)が残っていますが、現時点では大きな課題はなく、自動コード生成技術に関して、ほぼ目処がつかしました。今後も、高品質・高性能な制御を開発し省燃費化の技術開発を支援したいと思いません。」

ベクター・ジャパン株式会社  
適合ツール部 マネージャー  
庄井 美章

「CANapeの持つモデルベース開発との連携機能を製品開発に役立てることが出来、非常にうれしく思います。CANapeはSimulink XCP Serverというオプションによってモデルベース開発のすべての段階において有効なツールとなりました。今後もモデルベース開発の中で効率化に役立つツールの製品化をユーザーの声を聞きながら強力に進めていきます。」

Simulink®、Stateflow®、Real-Time Workshop®、Embedded Coder™、SimScape™は、米国The MathWorks, Incの登録商標ならびに商標です。

### ■ 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: 03-5769-6980 FAX: 03-5769-6975  
(名古屋) TEL: 052-957-2471 FAX: 052-957-2469  
E-Mail: sales@jp.vector.com