

# 「X-by-Wire」全面採用の 車両の開発

FlexRay および CAN を  
使用した全面的な  
「X-by-Wire」  
燃料電池  
アプリケーション

GM は「X-by-Wire」  
アプリケーションに  
dSPACE  
MicroAutoBox を  
複数使用

FlexRay は、自動車アプリケーションに使用される高速で耐障害性（フォールトトレラント）をもったバスシステムです。GM（ゼネラルモーターズ社）は、全面的に「X-by-Wire」技術を使って設計された燃料電池車、Sequel（シークエル）の制御に FlexRay ネットワークを使用しています。FlexRay および CAN インターフェースを持つ dSPACE MicroAutoBox を数個用いることで、車両の分散制御システムを構築することができます。

GM の開発チームは、自動車を「再発明」しようというオートノミー（AUTOmy）のコンセプトに基づき、ハイワイヤー（Hy-Wire）に続くモデルとしてシークエルを開発しました。シークエルでは、以下の制御システムに「X-by-Wire」システムが採用されています。

- 4 輪操舵（4WS）
- ブレーキ
- パワートレイン

## 分散制御システム

車両機能は、1 つの分散制御システムによって制御されています。機械式のブレーキやドライブトレインを装備する車両に劣らない安全性を備えた「x-by-wire」車両を設計することも課題の 1 つでした。

この制御システムは、マスター制御のための 1 台のホスト PC と DS830 マルチリンクパネルで接続された何個かの dSPACE MicroAutoBox で構成され、異なるチームによって開発された、複数のハードウェアプラットフォームとソフトウェアモジュールを統合しています。たとえば、いくつかのモデルベース サブシステムはサプライヤによって開発されました。制御システムは 1 つの FlexRay バスと複数の CAN バスを備えています。MicroAutoBox は、FlexRay

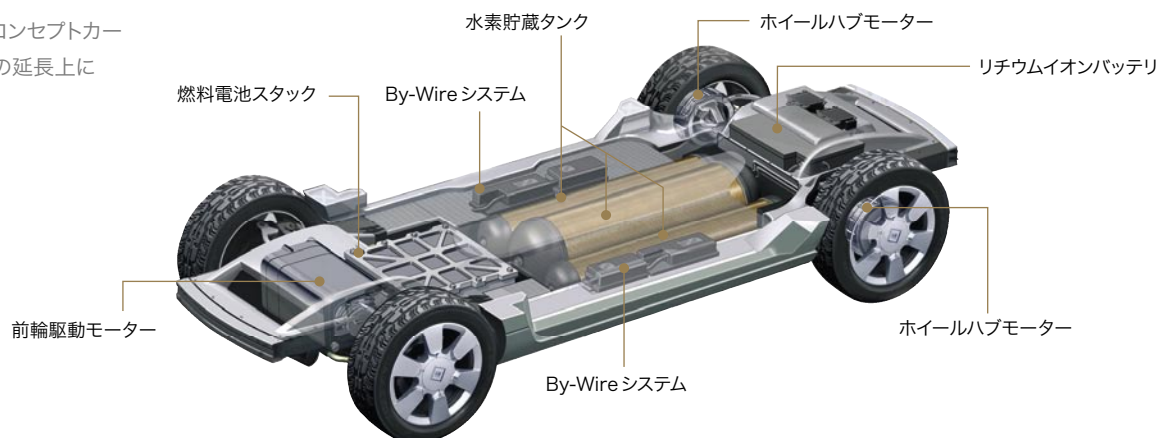
IP モジュールを装備し、ネットワークのホストおよびゲートウェイとして機能します。開発チームは、コントローラ、アクチュエータ、およびセンサを 2 重 /3 重の冗長性を持たせて使用しました。また、モデルおよび制御システムのプロセスとインターフェース、システムの命名規則を定義しました。制御システムにモデルを実装するため、RTI（リアルタイムインターフェース）CAN ブロックセットおよび RTI FlexRay ブロックセットが使用されました。DECOMSYS や Vector Informatik など、サードパーティ製の各種ツールも FlexRay および CAN 環境を設定するために必要でした。

## 作業プロセス

FlexRay には全体にわたる一致した通信スケジュールが必要となるため、以下の作業プロセスが繰り返されます。

- 物理および機能アーキテクチャの開発
- アプリケーションのタスク要件およびタスクスケジュールの定義
- 通信スケジュールを作成する通信タスクの導出

▶ シークエルはコンセプトカー「AUTOmy」の延長上に開発されました。



## FlexRay 利用による機能向上

FlexRay 登場以前に利用できたのは CAN バスだけでした。CAN の大きな欠点は、非決定論的な（通信タイミングが事前に決定されない）プロトコルであり冗長性に欠けるため、障害のあるノードがネットワーク全体を通信不能にする可能性があることです。FlexRay を利用することにより、以下の全体的な利点があります。

- 冗長性を持つことによる安全性の向上
- 分散コントローラ間の連携が改善されることによるパフォーマンス向上

dSPACE のツールは期待通りの働きをしました。多くの他社製ツールを使用した場合、開発にははるかに多くの手間がかかったはずですが、MicroAutoBox の導入は非常にスムーズで、ほとんど問題は発生しませんでした。

## FlexRay の課題

FlexRay のコンセプトはよく考えられています。当初、FlexRay 用ツールはそれほど成熟しておらず、そのことが最大の課題でしたが、この状況は大幅に改善されました。アプリケーション要件に対して完全に適合するためには、統合化の方法論を FlexRay 用に開発する必要があり、ソフトウェアによっては手作業による統合が必要となる場合もありました。作業プロセスの中ですべてのツールを機能させるためには、ある程度の手作業を行うことも必要でした。開発チームがプロジェクトを開始して以来、FlexRay の規格とハードウェアも大幅に変更されました。新しいリリースではいくつかの問題点も解決され、新たな可能性が開けてきました。

| FlexRay Consortium  |   |
|---------------------|---|
| 設立                  | 2000 年 9 月  |
| 目的                  | 「X-by-Wire」など、未来の自動車アプリケーションの厳しい要求を満たす通信システムを開発すること。  |
| GM の役割              | GM は、2001 年 10 月に FlexRay Consortium のコメンパーになりました。GM は、自動車開発のすべての分野において豊富な経験があり、「X-by-Wire」技術への取り組みにより、FlexRay 標準規格のさらなる発展を支援しています。   |
| GM の FlexRay への取り組み | 「FlexRay には、耐障害性および 3 重化のためのデュアルチャンネル複製など多くの利点があります。このことは特にセーフティクリティカル（安全性が不可欠）なアプリケーションにとって重要です。FlexRay はまた高性能コンピューティングをサポートし、高速な通信帯域（10 Mbit/s）をもっています。FlexRay は車両全体の協調した、分散制御システムのためのタイムトリガー型プロトコルです。」 |
| 詳細について              | <a href="http://www.flexray.com">www.flexray.com</a>  |



▲ GM Sequel

## 将来の展望

FlexRay の将来は、高機能なアクチュエータと完全な分散システムを利用する上で、非常に有望と考えられています。FlexRay は、適切なインフラストラクチャ、広帯域幅、耐障害性、および通信タイミングの決定性を提供します。複数の CAN ネットワークは、1 つの FlexRay ネットワークで置き換えることができます。FlexRay は、より高い安全性とパフォーマンス、冗長性を提供し、また、より多くの情報を共有することを可能にします。当初は FlexRay ネットワークのコストは割高ですが、かつて CAN がそうだったように、技術的に成熟して量産されるようになれば、コストは妥当なレベルに落ち着くものと考えられます。

FlexRay は将来の鍵をにぎる新技術であり、開発者にとっては作業プロセスの変革をもたらすものです。しかしながら決定論的システムとプラグ&プレイを両立させることはできません。タイムトリガー型のネットワークインターフェイスである FlexRay は、ネットワークアーキテクチャについてさらに検討する必要があります。

Sanjeev M. Naik  
(スタッフリサーチエンジニア)、  
Pradyumna K. Mishra  
(リサーチサイエンティスト)  
General Motors R&D Labs  
USA