

環境に優しい CO<sub>2</sub> 排出量ゼロの超小型車。左：センターコンソールに取り付けたジョイスティック（初期プロトタイプの仮付け状態）、右：トランクに設置した MicroAutoBox と 12V 電源インバータ

# Electric Parking

既存システムに短時間で X-by-Wire 制御システムを統合





Continental Automotive 社 (フランス) は、欧州を基盤とする POLLUX プロジェクトの一環として、セミオートマチック式 X-by-Wire パーキングアシストシステムを設計し、電気自動車 TH!NK City のデモ車両に実装しました。この際、同社はラピッドコントロールプロトタイピングシステムである MicroAutoBox を使用することで、信頼性の高いステアリング制御をすばやく実現できました。

#### 超小型電気自動車用の X-by-Wire パーキングアシスト

このパーキングアシストシステムでは、ドライバーが駐車操作中にジョイスティックを操作することで、ステアリング、ギア、駆動モーターを同時にセミオートマチック方式で制御します。このシステムはタイヤの切り返しと前進/後退を自動的に繰り返すため、ドライバーは駐車操作中にペダル、ギアセクタ、ステアリングホイールを何度も操作する必要がありません。ジョイスティックの位置の座標に対するベクトル制御を定義することで、駐車操作中の車両の進行方向、速度、移動量を高精度に設定および調整できます。これは、電気自動車に搭載されたモーターとトランスミッションを高速かつ正確に制御することで可能になります。

#### すばやい機能実装

この新機能の実装には MicroAutoBox<sup>®</sup> (第 1 世代) を使用することで、車両の既存パワートレイン制御ユニット (PCU) に対する大幅な改造を避けることができました。MicroAutoBox は豊富な I/O を備えているため、システムに必要な各種の信号 (論理信号、アナログ信号、CAN データ) をペダルやギアセクタ、ステアリングホイールに追加されたトルクアクチュエータ、PCU コントローラ、ダッシュボード、ジョイスティックアクチュエータなどに送信できます。機能設計には MATLAB<sup>®</sup>/

Simulink<sup>®</sup>/Stateflow<sup>®</sup> ツールチェーンを使用しました。これにより、テストと妥当性確認に大幅な柔軟性が得られ、dSPACE MicroAutoBox のコントローラとの密接な連携が可能になります。

#### システム統合における課題

既存の電気自動車に X-by-Wire パーキングアシストシステムを実装するための初期のデモでは、既存のパワートレイン制御ユニット (PCU) に一切の改造を行わずに機能全体を実装しなければならないという制約がありました。Ford グループから引き継がれた Th!nk City が 2000 年代後半に発売された時点で、この PCU の開発が既に完了していたためです。その当時、ソフトウェアを後で変更することは想定されていませんでした。さらに、ステアリングシステムは完全な電動式ではなかったため、外部からのステアリングホイール制御は不可能でした。このため、トルクステップモーターをステアリングホイール軸のベース部分に追加することで、自動ステアリング制御を可能にしました。以上のような状況から、高速なプロトタイピングデバイスの使用が必要であることは明らかでした。Continental Automotive 社は、デモ車両での X-by-Wire アプリケーションのプロトタイピングを行う上で最適な市販デバイスとして、dSPACE MicroAutoBox の採用を決めました。Continental Automotive 社

は、本プロジェクト後に、自社製品である量産電気自動車用コントローラ (EVC) の開発にも MicroAutoBox を使用する予定です。

#### X-by-Wire ステアリングの機能

このソリューションは、ドライバーを支援する (セミ) オートマチック式の運転制御 (ハードウェア装置とソフトウェア機能) を採用しています。ソリューションの目標は、ペダル操作とステアリング操作の両方を必要とする低速運転 (典型例として縦列駐車における面倒な前進/後退の繰り返し) において、アクセルペダル、ブレーキペ

図 1 : 右方への車両移動の例 : ジョイスティックを右に倒して保持すると、車両は「間接移動」モードで自動的に移動



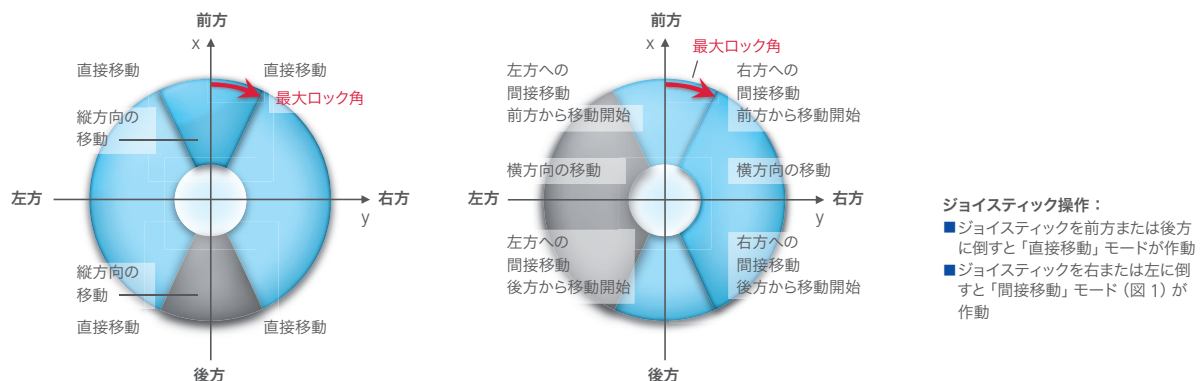


図 2：ジョイスティック操作の概念

## 「dSPACE MicroAutoBox の汎用的なインターフェースのおかげで、電動ステアリング制御をすばやく円滑に実装できました。」

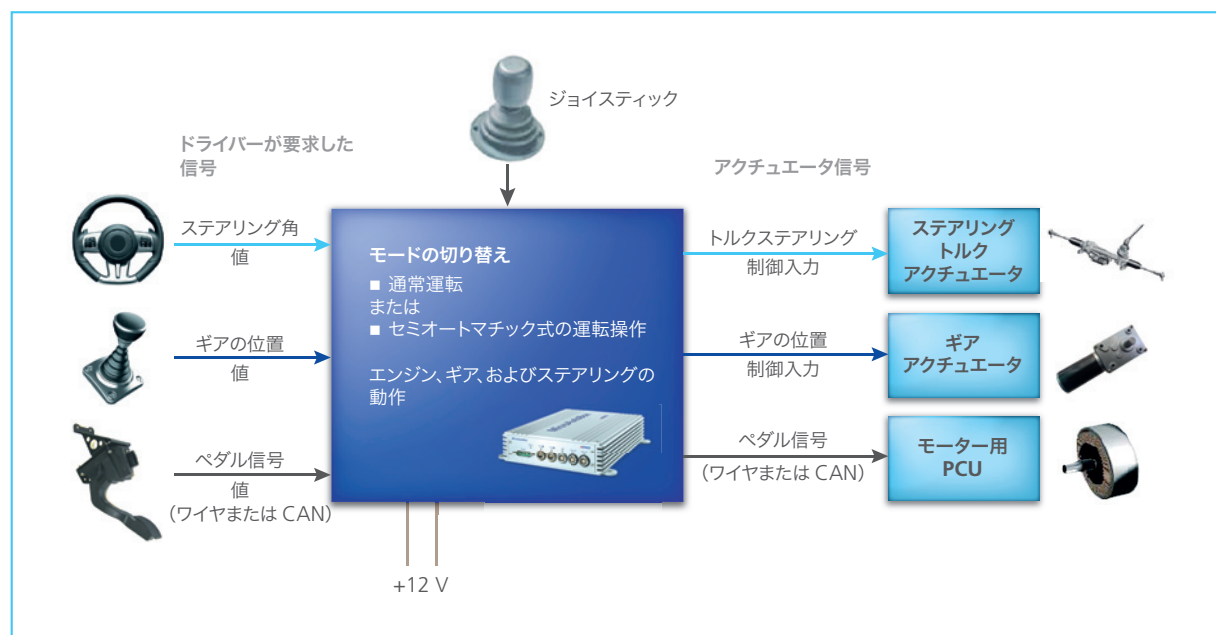
Dr. Mariano Sans, Continental Automotive 社

ダル、ギア、ステアリングホイールの操作を不要にしてドライバーを支援することで。本ソリューションは、車両のセンターコンソールに固定したジョイスティックまたはトラックボール (または同等の 2 軸または 3 軸入力装置) の使用を基本とします。ドライバーは、この装置を直感的に操作し

て進みたい方向 (ベクトル) を指示し、この入力は駆動トルクとステアリング角度のセットポイントとして変換されます。このセミオートマチックモードではペダル、ギア、ステアリングホイールの操作は一切不要です。ジョイスティック上の適切なボタンを押すことでマニュアルギアシフトも可能

ですが、オートマチックギアシフトの使用が推奨されます。セミオートマチック運転制御では、ドライバーが入力したベクトルに追従するようステアリング操作と前進/後退を自動的に設定するために、舵輪 (通常はフロントホイール) の軌跡を計算します。障害物および障害物までの距離を検出するための外部センサは使用しません。常にドライバー自身が車両の動きを制御し、いつでもブレーキをかけることができます。どのような状況においても、ドライバーがジョイスティックを放すと (スティックが中立位置に戻ると)、ただちに車両の駆動は停止します。

図 3：車両コントローラへの接続の中間に X-by-Wire 制御システムを挿入



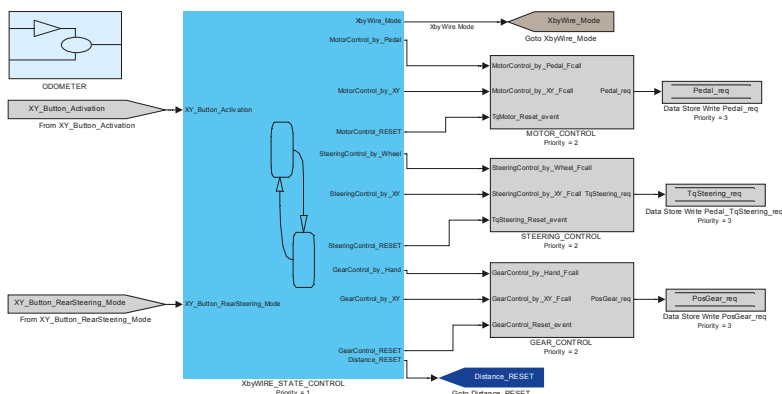


図4：メインモデル図：制御信号（計算処理されたペダル、ギア、ステアリング信号）が3つのアクチュエータシステムに供給される

### システムの機能アーキテクチャ

センサ（ペダル、ギアセレクタ、ステアリング、ジョイスティック）とアクチュエータ（ステップモーター、PCU）の間にMicroAutoBoxを中間インターフェースとして接続する構成を選択しました。これにより、既存アーキテクチャのすべての接続がMicroAutoBoxを経由するため、元のシステム構成のままで、計算処理した信号をPCUへ供給できます。

このワイヤーハーネスの接続には以下のすべての信号を含みます。

#### 入力：

- アクセルペダルからのアナログ信号（安全性のため三重冗長化）
- ブレーキペダルからの論理信号（ON/OFF）
- ギアセレクタからの論理信号（真理値表に基づく論理値の組み合わせ）
- ステアリングモーターからのデジタル信号（状態、位値、速度など）
- 車両システムからのCANデータ（車速、キーのON/OFFなど）
- ジョイスティックからのアナログ信号とパルス信号（X、Y、Zと押しボタン）

#### 出力：

- 再計算したペダル位置のアナログ信号（PCUへ出力）
- 再計算したギア選択の論理信号（PCUへ出力）
- ステアリングモーター（アクチュエータ）を駆動するための制御用デジタル信号（主にステッピングモーター用パルス）

- X-by-Wire ステータスからの論理フィードバック情報（音声メッセージ付きでPCまたはダッシュボードへ出力）

MicroAutoBox インターフェースは、これらすべての機器に対応する多数の接続を提供します。

### モデルベース設計

機能には解析的計算、閉ループ制御、時系列調整が含まれます。これらのすべての機能にはMATLAB/Simulink/Stateflowによるユーザーフレンドリーな方法で開発されました。このツールのプログラミング機能をフル活用すると、MicroAutoBox上で簡単にコードを自動生成できます。■

Dr. Mariano Sans,  
Continental Automotive 社



Dr. Mariano Sans

同氏は、Continental Automotive 社（フランス、トゥールーズ）における自動化およびエネルギー管理用センサのシニアエキスパートです。

## まとめ

Continental Automotive 社は、革新的な X-by-Wire ステアリングアシストシステムをテスト用電気自動車 TH!NK に実装しました。制御信号の評価、アクチュエータの制御、ステアリング機能の計算処理にはプロトタイプシステムである MicroAutoBox を使用しました。MicroAutoBox はほとんどシームレスに車両のインフラストラクチャに統合できるため、X-by-Wire ステアリングシステムをすばやく実装できました。この開発ツールチェーンは、量産電気自動車コントローラ（EVC）の開発にも使用する予定です。

**Continental**



プロジェクトパートナーと共同執筆者：  
ZEM Zero Emissions Mobility Company 社（ノルウェー、オスロ）、AKKA Technologies 社（フランス、トゥールーズ）、SINTEF Energy Research Institute 社（ノルウェー、オスロ）