

Geely 社および Volvo 社は、小型かつモジュール型のアーキテクチャプラットフォームを活用しながら、合併で次世代型の車両を開発しています。



Modular Fascination

現代の車両では、安全性や運転時の快適性を向上すると同時に、消費面での経済性も高める必要があります。このような新しい車両を効率的に開発するには、最新のシミュレーション手法が必要となります。Geely 社および Volvo 社では、SCALEXIO リアルタイムシステムを活用することにより、新型 SUV 向けの革新的なハイブリッドドライブを開発しています。

Geely 社および Volvo 社は近年、新しい車両の開発効率を高め、製品化までの期間を短縮するため、合併事業として小型車向けの新しい車両プラットフォームである Compact Modular Architecture (CMA : コンパクトモジュラーアーキテクチャ) の設計を行いました。両社はこのプラットフォーム

を Geely の子会社である Lynk & Co. とも共有しています。Geely 社初の車両である Lynk & Co 01 は、このプラットフォームを使用して開発されており、既に市場に展開されています。Geely 社では、CMA を活用することにより、コンパクトでありながら極めて汎用性が高くモジュール型の設計が可能な車両プラット

フォームを構築しました。CMA では、前輪の中心とペダルボックスの間の距離だけが固定化されており、駆動タイプを含め、それ以外はすべて任意の設計に従って車両を設定することができます。CMA は今後数年で、従来のガソリンエンジンやディーゼルエンジン車両だけでなく、ハイブリッドカーや完全電動車向けのプラット



画像提供：© Lynk&Co



フォームとして活用されると期待されています。

最高の車両を作るといふ意欲的な目標

Geely 社では、Lynk & Co 01 SUV の開発に際して、同社の意欲的な目標を体現した下記の 3 つの要件のみを開発チームに伝えました。

- 業界最高の車両を設計すること
- グローバルな車両を開発すること
- 同業他社とは異なるアプローチを取ること

その結果として開発された Lynk & Co 01 のハイブリッドバージョンには、3気筒ミラーエンジンとモーターを使用した 7 速デュアルクラッチトランスミッション (7DCTH) ベースの革新的なドライブトレインが搭載されました。同社の現在のハイブリッドエンジンのエンジンマネジメントシステムに着目してみると、そのタスクの複雑さが理解できます (図 1)。システムには、トランスミッション制御やハイブリッド電力マネジメントシステムなどの多数の機能が統合されていますが、あ

る動作条件において必要な安全性と快適性を常に保証するには、これが唯一の方法となります。

パワートレイン管理用のテストシステム

Geely 社では、dSPACE と協力して、エンジンマネジメントシステムやトランスミッション制御向けの各種機能を総合的にテストするためのクローズドループ型テストシステムを開発しました。その目的は、エンジン制御やトランスミッション制御の機能を高度に統合し、専用のテスト条件を

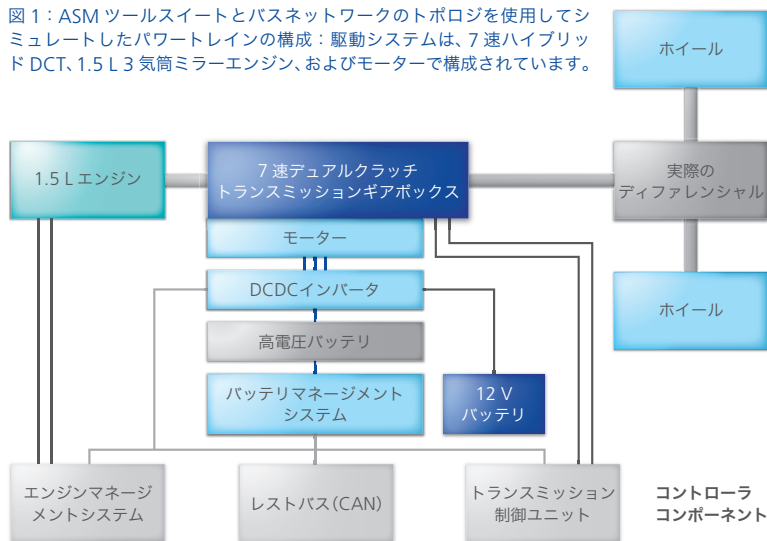
>>

「当社は、SCALEXIO リアルタイムプラットフォームおよび ASM シミュレーション ツールスイートを使用することで、新しいハイブリッドドライブ向けの ECU の開発やテストに関する経済性の問題や機能面での課題を克服することができました」

Hui Yu 氏 (Geely 社)



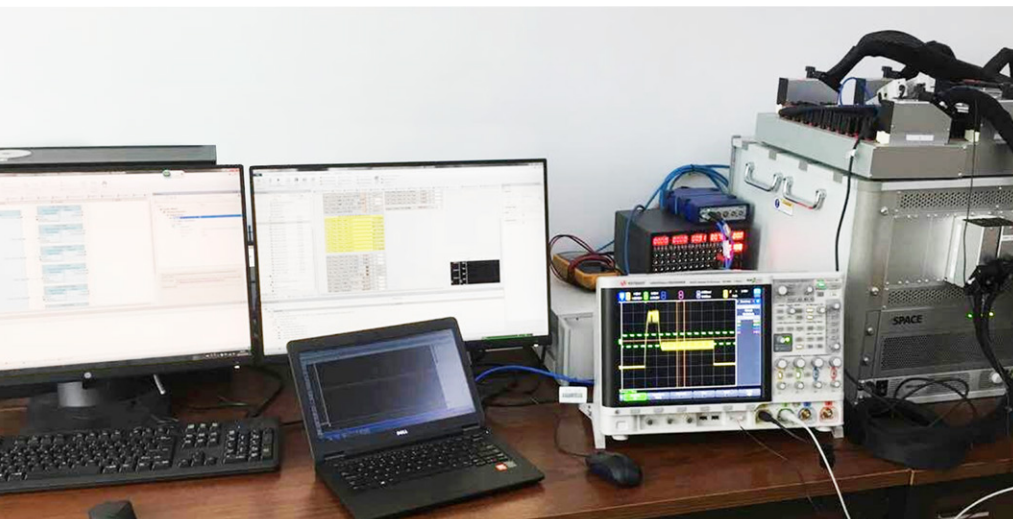
図 1：ASM ツールスイートとバスネットワークのトポロジを使用してシミュレートしたパワートレインの構成：駆動システムは、7速ハイブリッドDCT、1.5 L 3気筒ミラーエンジン、およびモーターで構成されています。



設定したうえで高速かつ再現可能な形でテストできるようにすることでした。このテストシステムでは、エンジンおよびモーター、ターボチャージャー、7速デュアルクラッチトランスミッションを高い精度でシミュレートできる必要がありましたが、特別に調整された高精度のシミュレータがなければ、そのような複雑な制御システム

を適正なコストと期間で実装することはできませんし、車両モデルの設計やパラメータ設定には特に高い精度を達成できるHIL (Hardware-in-the-Loop) アプリケーションも必要です。そのため、Geely社は信頼性に優れた強力なシミュレーションソリューションを模索し、最終的にdSPACEのSCALEXIOリアルタイム

図 2：dSPACEのテストベンチは、SCALEXIOシミュレータとドライブ負荷ボックスで構成されています。小型のシステムのため設置面積が小さく、ホストPCから容易に操作できます。信号はオシロスコープで計測されます。



ムプラットフォームおよび Automotive Simulation Models (ASM) ツールスイートを採用しました。SCALEXIOシステムは、小型でありながらも幅広い入出力機能と高い計算能力を備えています(図2)。また、個別のアクチュエータを実負荷として組み込んでシミュレーションを行うことが可能です。

付加価値を生むオープンシミュレーションモデル

開発チームでは、動作サイクル分解能に基づいてエンジンシミュレーションを行えるASM Gasoline Engine InCylinderなど、オープンな Automotive Simulation Models (ASM) の利点を活用して体系的なモデル設計を行いました。ASMモデルのコンポーネントは、ユーザ固有のモデルで容易に補充したり交換したりすることができるため、モデルの拡張をASMの標準インターフェースで簡単に行いながら、モデルのプロパティを個々のプロジェクトに合わせて調整することができます。同社のすべての開発エンジニアにとって重要な点は、できる限り正確にモデルをパラメータ化するため、エンジンテストベンチの計測値を使用してエンジンの温度変化やシリンダ内の圧力変化を現実的にシミュレートすることでした。また、必要なセンサデータを現実的にシミュレートし、制御方式の妥当性確認を行うためのこのプロジェクトでは、ターボチャージングの半物理的シミュレーションも重要な項目でした(図3)。そのため、開発者はエンジンのシミュレーションだけでなく、トランスミッションモデルのパラメータ化にも注力し、油圧回路や機械構造を含めた7速デュアルクラッチトランスミッション全体のシミュレーションにはASMモデルを活用しました。さらに、実際のトランスミッション制御ユニットは入手できない段階だったため、ASMのトランスミッション制御ユニットを使用してアクチュエータの制御ロジックをシミュレートしました。これにより、エンジン管理システムのギアスイッチ要件を実装しながら適切に妥当性確認を行うことができました。



中央でのシミュレーション制御とデータ取得

試験ソフトウェアである dSPACE ControlDesk は、シミュレータシステムの中核的コンポーネントであり、これを使用すると、開発者がデータをオンラインで取得、変更、および適合したり、オフラインで再生したりすることができます。このソフトウェアでは総合的なツールセットも提供しているため、試験用のユーザーインターフェースを実際の車載計器に近い形でセットアップすることも可能です。また、シミュレートされた物理的プロセスをアニメーションによって十分に確認および理解することもできます (図 4)。

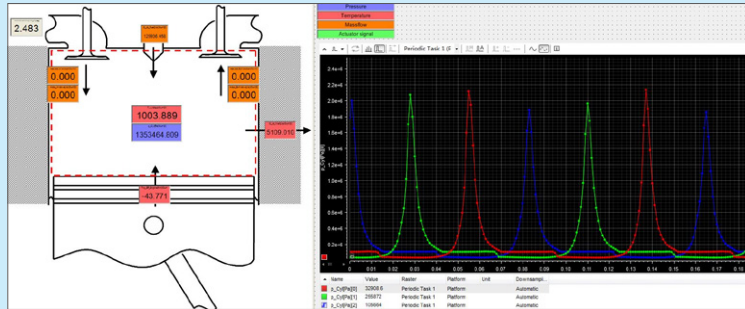


図 3 : ASM Gasoline Engine InCylinder Model による 1.5 L 3 気筒エンジン内の圧力変化のリアルタイムシミュレーション

共同作業による成功

Geely 社では、dSPACE の SCALEXIO シミュレーションプラットフォームと ASM ツールスイートで構成されたシミュレーションソリューションを活用することで、新しい CMA プラットフォームで作成されたハイブリッドカーのさまざまなバリエーションごとにパワートレインの複雑な管理システムを検証しています。同社のエンジニアは、新機能の開発と妥当性確認のいずれにおいてもこの強力なシミュレータを使用しています。同社は、dSPACE との協力を通じて、厳しい要件を伴うシミュレーションタスクに対応した高精度なプラントモデルの開発を通じて、現実的なテスト環境を構築することができました。



図 4 : 試験ソフトウェアである ControlDesk の各種計器を使用して使いやすいインターフェースを設計できたため、すべてのプロセスを現実に即して容易にシミュレートすることができました。

開発チームは、dSPACE のテクノロジーとサービスのおかげで、ハイブリッドドライブを実装することができました。プロジェクトは成功し、その成果として製品化された Lynk & Co 01 は公道を安全に走行しています。 ■

Xueying Xu 氏, Hui Yu 氏, Geely 社

Xueying Xu 氏
妥当性確認チームの EMS システム開発主任
エンジニア, Geely 社、寧波 (中国)

Hui Yu 氏
妥当性確認チームの HIL テスト担当シニア
エンジニア, Geely 社、寧波 (中国)

