

Vehicle Dynamics

ビークル・ダイナミクス

サスペンション、ステアリング、シャーシ制御システムの開発と検証



SOLUTIONS FOR VIRTUAL TEST DRIVING



楽しさ。快適さ。力強さ。完璧な走り。

ビークル・ダイナミクスはIPG Automotiveにとって会社の歴史の始まりであり、車両シミュレーションは35年以上にわたって情熱を注ぎ続けている分野です。詳細なビークル・ダイナミクスのモデル作成はバーチャル・プロトタイプ車両を利用した機能や性能試験をリアルタイムで可能にするCarMaker製品ファミリの基礎です。

運転安全性の向上を追求すると同時に、乗り心地の良さを追求め、自動運転機能の開発をするにはパワフルで安全なシャーシ部品やシステムが必須となります。お客様の好みに合わせた車両の乗り心地や運転の楽しさが提供できるサスペンション、ステアリング、シャーシ制御システムのベストな設定を見つけ出すためには数えきれないほどのテストシナリオを検証しなくてはならず、それはそのまま高い開発工数に跳ね返ってきます。新規システムを市場へリリースす

るためには、実車両で何百万キロという膨大で現実的ではない距離を走らせた検証をしなくてはなりません。実車両を使ってすべての検証をするのは効率的ではなく、明らかに不可能です。

ソリューション：オープンな統合&テストプラットフォームによる柔軟性の高い効果的な検証

CarMaker製品ファミリを利用して可能になるバーチャル・テスト・ドライビングをシャーシ開発工程に加えませんか。当社では、ステアリングシステム、シャーシ制御システム、サスペンション等の設計、また、開発の初期段階から全行程(MIL, SIL, HIL)でお使いいただける思い通りのバーチャル・プロトタイプを迅速で容易に作成するお手伝いをします。

CarMaker製品ファミリ



バーチャル・テスト・
ドライビング

統合プラットフォーム

可視化

HPCとクラウドを利用
したスケーラビリティ

テスト自動化と評価

バーチャル・テスト・ドライビングの最初から最後までソリューションは、システム全体やコンポーネントをよりリアルなシナリオ上のバーチャル・プロトタイプ車両で自動的に再現性良くテストできます。オープン性の高い製品は様々な規格とインターフェイスをサポートしているので、既にお持ちの開発環境への統合がスムーズにいただけます。

動的性能の限界まで、バーチャル・テストをリアルタイムで動作する高性能な車両モデル



ビークル・ダイナミクスのシミュレーション品質は車両モデルの出来栄えに起因します。詳細で高性能なモデルだけが仮想環境下でも正確で効率よくビークル・ダイナミクスをモデル化できます。CarMakerのモデル品質は、CarMakerが自動車産業で広く使われており、また、仮想車両のバリエーションを承認するためのシミュレーションベースESC認証試験に使われていることから証明されています。

まとめ

- リアルタイムでの動作が可能な最高クラスの車両モデル
- 停止状態から限界状態まで完全に非線形な車両モデル
- 19自由度（最高40自由度）を持つマルチボディ車両モデル
- 荷重変動をシミュレーション
- 車両のバリエーションを作成する際の工数低減と容易な適合性
- 総合的なモデル環境（ボディ、サスペンション、ステアリング、タイヤ、ブレーキ、パワートレイン、空力、マウント、センサ）

ビークル・ダイナミクスの主な活用



ステアリングシステム開発



シャーシ制御システム開発



サスペンション設計開発



ステアリングシステム開発：素晴らしいドライビング体験のための細かいチューニング

ステアリングはドライビング体験の重要な要素となるだけでなく、購買判断をする際の重要な役割を持っています。高いステアリング性能はドライバーに安全で快適性を提供するだけでなく、運転の楽しさを提供します。

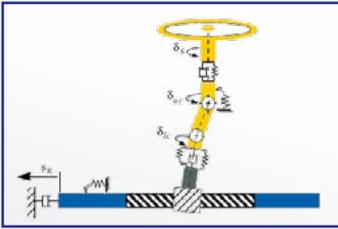
思い通りのステアリングの操舵感を作り出すためには、実際の試作品を使ってチューニングするのが一般的です。当社のシミュレーションソリューションをお使いいただければ実際の試作車に頼る必要がなくなり、車両全体のコンテキストとしてマヌーバを使って作ったステアリングシステムの検証をしていただけます。また、開発の早い段階からステアリングシステムを最適化しリリースすることが可能です。また、アクチュエータとしてのステアリングシステムは、ADAS/自動運転機能の開発にも重要な役割を担います。





当社の提供するソリューション

ステアリングモデル



忠実度の高いステアリングモデル/外部モデル

- 量産されている全てのステアリングシステムをカバー
- ステアリング特性の一般的な基準を容易に評価
- ステアリングと連動して動くADASシステムの開発と検証のベース
- Driver-In-the-Loop/ドライビングシミュレータへの拡張性
- P. Pfeffer教授によって開発された操舵感向上のためのステアリングモデル
- ステアリング特性を詳細にモデリングするためのステアリングコラム、ラック、ステアリングアシストシステム間での完璧な連動

ECUテストシステム



ステアリングECUテストシステム

- EPS-ECUのみ実際の部品を使用
- 電動モータ、センサ、ステアリングはモデルを使用

ステアリングシステムのテストベンチ



ステアリングのPower Packテストベンチ

- モータを含むEPSは実際の部品を使用
- ステアリングシステムの機械部品はモデルを使用



Steering-In-the-Loopテストベンチ

- ステアリングホイール、ステアリングコラム、ギアからなるステアリングシステム全体を試験
- CANのバスより通信速度が速くデータ処理能力の高いEtherCATインターフェイスを採用
- 短いレイテンシにより複雑な閉ループマヌーバの試験が可能
- 自動運転のためのEPS統合と機能試験
- ビークル・ダイナミクスの限界領域でも最適化された力の分解能

まとめ

- 車両全体におけるステアリングの特性とステアリングの操舵性の評価 例：オンセンタ特性
- アクティブステアリングサポート、車線維持支援システムやパーキングアシストシステム等のステアリングアシスト機能を伴う運転支援システム機能の開発と検証
- 安全、機能、性能テストによる制御ユニットの最適化
- ステアリングシステムのバーチャル化
- 追加機械部品の統合が容易で効率的に



シャーシ制御システム開発：安全運転のための確認と検証

ステアリング、ブレーキ、アクティブサスペンション等のビークル・ダイナミクス制御システムは、安全性と乗り心地を向上させ続けます。それゆえにビークル・ダイナミクスだけではなく、ドライバ挙動への状況影響やドライバへの選択的影響を最適化する新しいアシストシステムの開発は継続されます。結果、開発中の検証に必要な工数が膨大になってしまいます。それと同時に、車種ごとにたくさんのバリエーションが市場へ投入されます。システムは、各車両のバリエーションに対して全て検証をしなくてはなりませんので、更に工数が増えます。CarMaker製品ファミリのシミュレーションソリューションをご利用いただくことで、実際の試作品が製作される前の段階から車両としての認証が下りるまで、バーチャル・プロトタイプを利用してビークル・ダイナミクスや乗り心地につながる制御システムを検証していただけます。

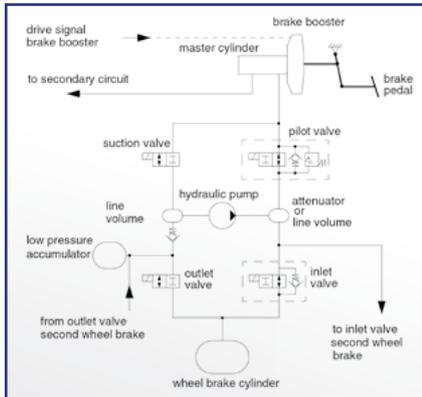


シャーシ制御	仮想	Office	HIL	XPACK4	現実
	MIL	SIL	HIL		
コントローラ	シンプルなブレーキ制御モデル	ESC-ECU -In-the-Loop	Brake -In-the-Loop	Brake -In-the-Loop	
	ユーザのモデル	コンポーネント: ESC ECU	サブシステム: ブレーキブースタ	システム: ブレーキ	
受動部品	忠実度の高いブレーキシステムモデル				
	ユーザのモデル				



当社の提供するソリューション

ブレーキシステムモデル



忠実度の高いブレーキシステムモデル/外部モデル

- ABS/ESPに有効な油圧ブレーキモデルは、下記の部品からなる：
 - ブレーキブースタ
 - マスターシリンダとブレーキシリンダ
 - ポンプ
 - バルブ
 - ブレーキ配管
 - アクムレータ
 - アッテネータ（ブレーキリザーバ）

ECUのテストシステム



ESC-HILのテストシステム

- ESC/EPB ECU用のプラグインテストボックス
- ホールセンサを利用した非接触型バルブ駆動計測装置
- 実際のESCユニットをテストし検証するターンキーソリューション
- HILシステム1台のみですべてのESC機能を検証

ブレーキシステムのテストベンチ



電動ブレーキブースターのテストベンチ

- 電気機械式ブレーキブースターのテストと検証（例：iBooster）
- 他のブレーキ部品との接続が可能



Brake-In-the-Loopテストベンチ

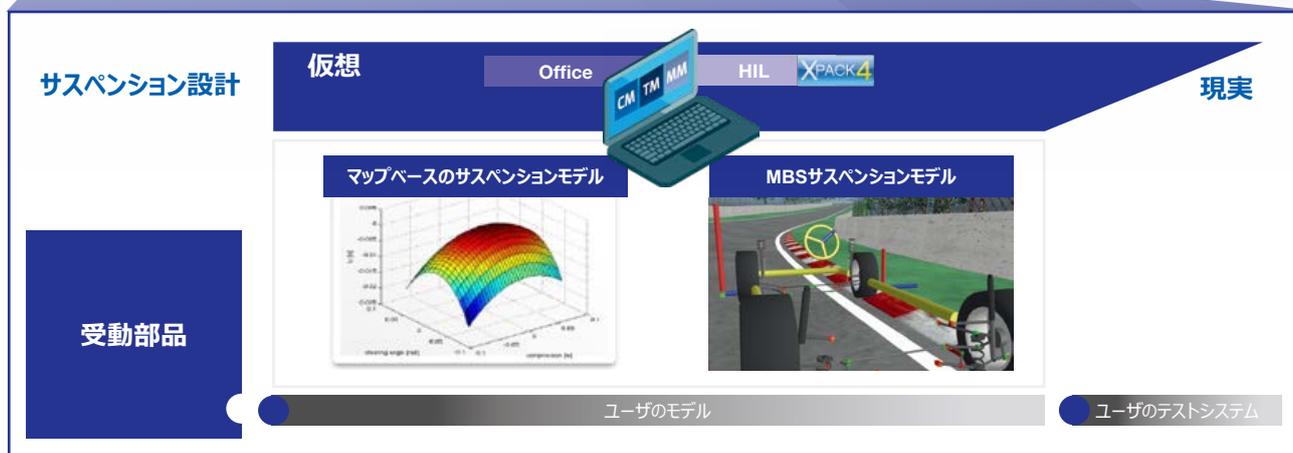
- ブレーキシステム全てをテスト・検証
- 油圧部品を含むブレーキのウェット試験
- フロントアクスルとリアアクスルにブレーキを機械的に組み込み、完全な二系統ブレーキシステムを持ったテストベンチとしてのECUのテストシステムが設定可能
- 例えば実際のEPBキャリアと電動ブレーキブースタユニット間のような、複数の機械式部品と電動部品間の連動性をテスト

まとめ

- 安全ソフトのテスト（フェイルセーフ、診断、センサ不良）
- 機能テスト（ECUの動作、ESCやEPBとの統合テスト、ABS/ASR/ESC機能）
- 性能テストと改良（ブレーキブースターの性能、ペダル特性の適応）
- シミュレーションを利用した横滑り防止装置の認証

サスペンション設計開発

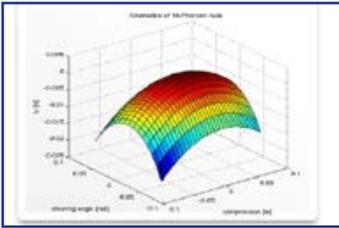
どの車両メーカー様も各社固有の継承される“DNA”を持った車両開発を目指しています。特に、サスペンションのデザインやハンドリング性能は“DNA”に影響力を与えます。CarMaker製品ファミリが提供するソリューションは、シャーシの開発を容易にすることができます。バーチャルテストベンチをセットアップし、シミュレーションを実行し、リアルタイム演算可能なビークル・ダイナミクスモデルをパラメータ化することができ、アクスル単体の設計（キネマティクスやコンプライアンス）から様々な運転のシチュエーション中での車両全体としてのアクスルテスト、また、サーキットでのラップタイム短縮といった用途までご使用いただけます。





当社の提供するソリューション

サスペンションモデル

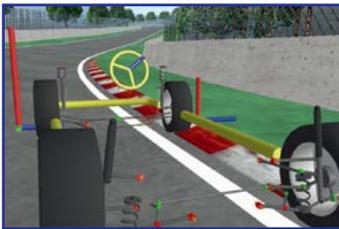


マップベースのサスペンションモデル

- 3次元までの依存性を考慮できる線形・非線形のキネマティクスとコンプライアンステーブルを選択可能
- シミュレーションを最速にするための高い効率性
- ホイールの圧縮、ロール、ステアリングの一般化座標軸

サスペンションモデルを設計するツールとしてのIPGKinematics

- 全種類のサスペンションのキネマティクス、ステアリングキネマティクス、コンプライアンスを計算する仮想テストベンチ
- サスペンションキネマティクスの特性を正確に計算
 - ホイールの動きのキネマティクス
 - ステアリングのキネマティクス
 - コンプライアンス効果
- 新規サスペンションの開発だけでなく、既存のアクスル設計を最適化するのにも利用可能
- CarMakerで使用するマップベースのサスペンションモデルを作成可能



CarMaker上でのMBSサスペンションモデル

- 精緻なテンプレートを利用したマルチボディシステム（MBS）のサスペンション
- リアルタイムの数倍の速度で演算できるよう最適化
- 非線形ブッシュとハードポイント位置を設定
- サードパーティーツールで作成した稼働部品のインポートをサポート
- 単一のツールで開発の初期段階から異なるサスペンションタイプの検証が効果的に実施可能
- 汎用的な実験計画法ツールと連成させることで、極めて効果的にサスペンションを最適化可能

まとめ

- サスペンション設計検討の自動化
- サスペンション設計の効率的な最適化
- 耐久性検証のため荷重状況を特定
- ユーザのテストシステムとの統合
- ラップタイムの最適化を実行
- 乗り心地とハンドリング性能の解析
- 既存のMBSツール類との統合

システム検証を早期にすることで目的は必ず達成されます。

バーチャルベンチマーク：自信をもった目的達成が可能

車両システムズ・エンジニアリングアプローチでは、複雑なシステムネットワーク全体や車両全体として見たシステムの早期検証が可能になります。また、この考え方はバーチャルベンチマークに繋がります。バーチャル・プロトタイプを利用すると、サスペンション設計やステアリングとシャーシ制御システムを開発の早期段階から最適化し、目的に沿った開発工程へと導いてくれます。実際の試作車や部品が完成するまで待つ必要は全くなくなります。バーチャル・プロトタイプは設計段階でのベンチマークを可能にしてくれるので、開発をスタートした時点で、既に目的は達成できることをお約束いたします。また、バーチャルベンチマークをすることにより、開発の初期からライバル社の車両や部品と比較をすることが可能になります。

コンシューマテスト格付けの予測

業界紙に記載される車両の格付けは、バーチャルベンチマーク可能な特定のシナリオで評価されています。スラロームやダブルレーンチェンジといった試験をした時に車両がどのような動きをするか、または特定のテストコースで燃費がどうなるかを事前にシミュレーションでき、業界紙のテスト結果を予測し車両開発を適切に調整することで事前に対応することも可能となります。

 [詳細はこちらよりご覧ください。ipg-automotive.com/jp/アプリケーション領域/ビークルダイナミクス](http://ipg-automotive.com/jp/アプリケーション領域/ビークルダイナミクス)

ECUのプレ適合

客観的・主観的な評価

サスペンションの最適化

操舵フィーリングの解析

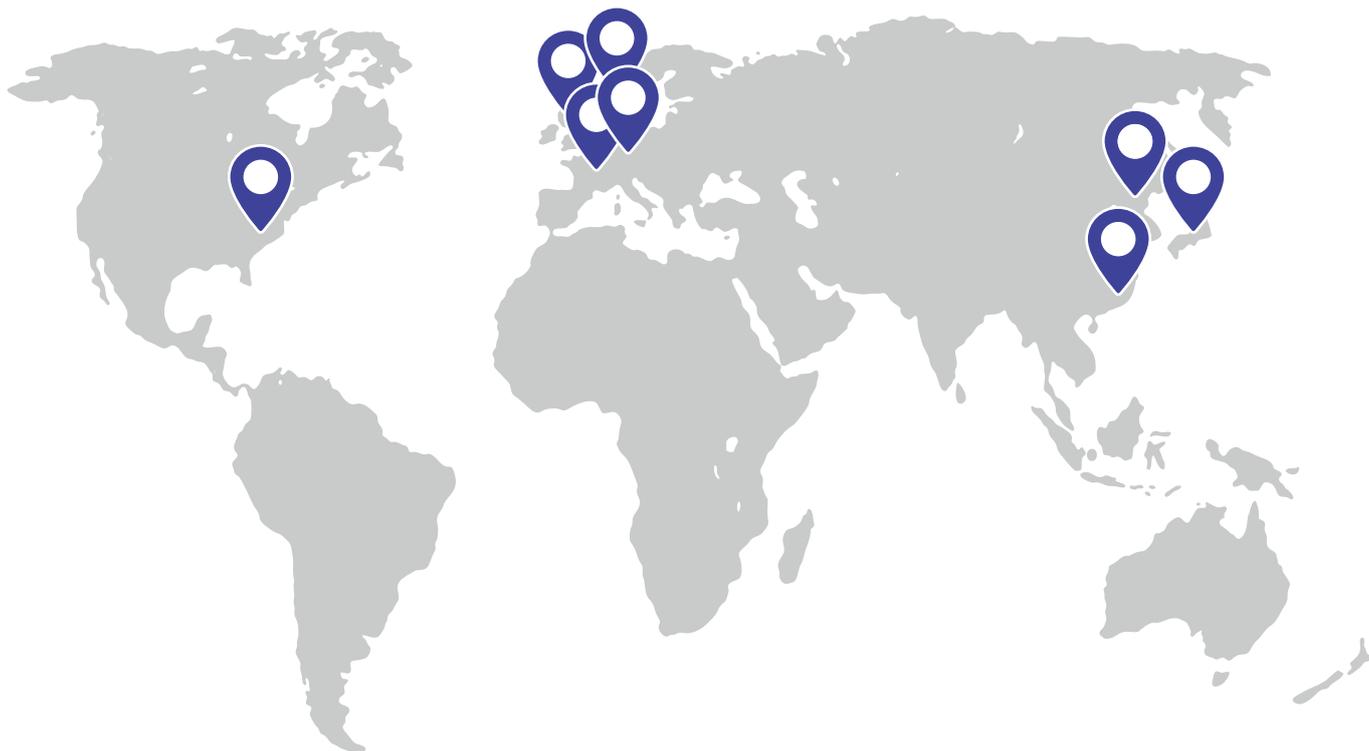
ブレーキ性能と
アクティブセーフティ

乗り心地評価

バーチャルでソフトウェアの
リリースと承認

バーチャルベンチマーク

About IPG Automotive



Locations: Germany | China | France | Japan | Korea | Sweden | UK | USA

Sales partners: India | Italy | Taiwan | Turkey

IPG Automotiveは、バーチャル・テスト・ドライビングのグローバルリーダーとして、車両開発向けの革新的なシミュレーション・ソリューションを開発しています。シームレスな使用を考慮し設計された当社のソフトウェアとハードウェア製品は、コンセプト実証（POC）から検証またはリリースに至るまで、開発プロセス全般にわたって活用できます。ユーザにバーチャル車両全体を使って新しいシステムの開発とテストを行っていただけるIPG Automotiveのバーチャル・プロトタイプ技術は、自動車のシステムズエンジニアリングを促進します。

IPG Automotiveは、ADAS/自動運転、パワートレイン、ピークル・ダイナミクスという3つのアプリケーション領域でのバーチャル開発に特化したエキスパートです。当社のCarMaker製品ファミリーは、現実に近い環境

で、高度に再現された車両モデルを統合することによって、先進運転支援システムと自動運転機能の開発とテストに関連した諸課題に取り組むべく、世界中で使用されております。詳細なセンサモデルは、車両周辺環境で起こりうる影響を考慮しつつ、インフラと交通流といった要素に左右されます。この環境モデルを用いて、バーチャルでありながら実世界と同じ状況を実現できます。

IPG Automotiveは、①品質、②徹底したユーザ志向、③効率性、④イノベーションの促進、そして⑤長く続くパートナーシップを指針としております。



IPG Automotive 株式会社
〒105-0003 東京都港区西新橋2-9-1 PMO西新橋9F
03-5826-4301 | sales-jp@ipg-automotive.com
ipg-automotive.com/jp

