高精度車両モデルと
リアルタイムシミュレーション環境

VI-grade 吉井　亨

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

本日のアジェンダ

- **会社紹介**
- 今日のモデルベース開発の課題と提案
- 高精度車両モデル、VI-CarRealTimeのご紹介
- 成功事例のご紹介

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

会社紹介

- VI-grade gmbh
  - **概要**
    - 自動車、二輪車、鉄道、航空分野向けの、車両運動シミュレーションソフト ウェアとエンジニ アリングサービスを提供。
  - **本社**
    - ドイツ Marburg(開発拠点:イタリア Udine)
  - **沿革**

    2005: MSC.Softwareからのスピンオフとして、ドイツに設立

    2006: Italy, US, 日本にダイレクトオフィスを設立。

    電通国際情報サービスと代理店契約を締結

    DACH, Italy, USはMSC.Softwareの代理店として契約

    2007: 10カ国以上もの会社とパートナーシップ契約を締結

    第1回 VI-gradeユーザーコンファレンス in Marburgを開催

    2008: 全世界、7カ国で25人の従業員

Audi Vorsprung durch Technik

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

会社紹介

- 活動内容
  - ソフトウェア開発
  - コンサルティングサービス
    - AdamsおよびVI-grade製品のオンデマンドトレーニング
    - ADAMSベースの業界特化型プロダクトの強化と開発
    - システムレベルシミュレーション技術開発
    - リアルタイムシミュレーション技術開発
  - 教育機関との技術研究および開発
    - 大学との共同研究で多くの論文を発表

“システムレベルシミュレーションの分野の頂点を目指しています”

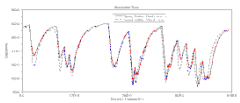
Audi Vorsprung durch Technik

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

会社紹介：業界特化型プロダクト

Automotive	Motorcycle	Aerospace	Railway
*VI-SportsCar	*VI-Motorcycle	*VI-Aircraft	VI-Rail

*Adams プラグイン製品

VI-CarRealtime	VI-BikeRealTime	リアルタイムソルバー 車両運動モデル
VI-Driver 		汎用ドライバーモデル (on Matlab)
VI-Animator		ポストツール
VI-Road		路面作成ツール
VI-Tire		タイヤモデル

Standalone製品

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

本日のアジェンダ

- 会社紹介
- **今日のモデルベース開発の課題と提案**
- 高精度車両モデル、VI-CarRealTimeのご紹介
- 成功事例のご紹介

Audi Vorsprung durch Technik

VI grade

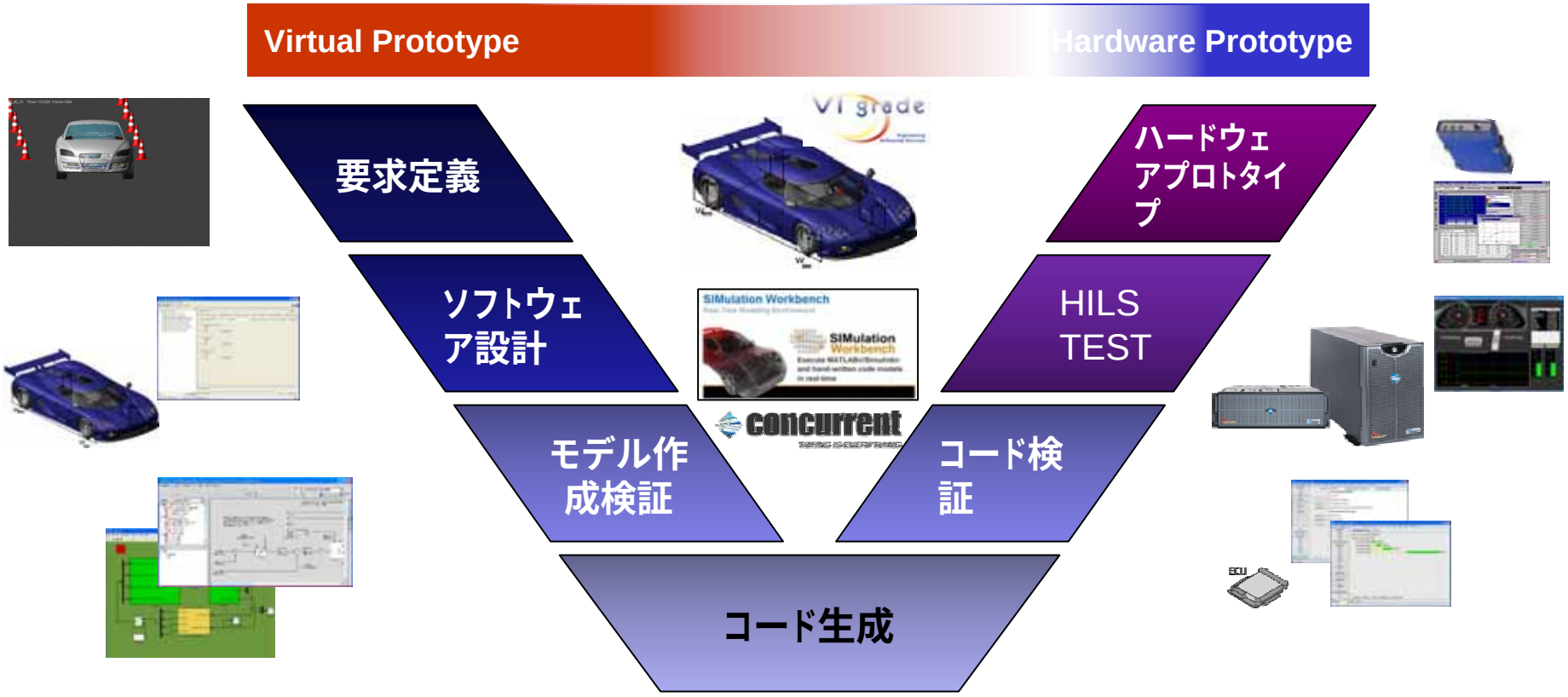
© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

今日のモデルベース開発の課題と提案

- **成果**
  - **成果物をMATLAB®/Simulink®モデルの形式で管理**
- **課題**
  - **部分適合時、レガシーコードとの機能・I/Fの整合チェックが困難。**
  - **レガシーコードを、MATLAB®/Simulink®モデルにリバース生成する必要あり。（コスト・時間増）**
  - **リバースモデルから生成したコードの復元率？**
  - **あいまいなプラントモデル(=車両運動モデル)の定義**

Audi Vorsprung durch Technik
VI grade
© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

今日のモデルベース開発の課題と提案
車両運動モデルへの要求



高精度な車両モデルと
シームレスなリアルタイムシミュレーション環境

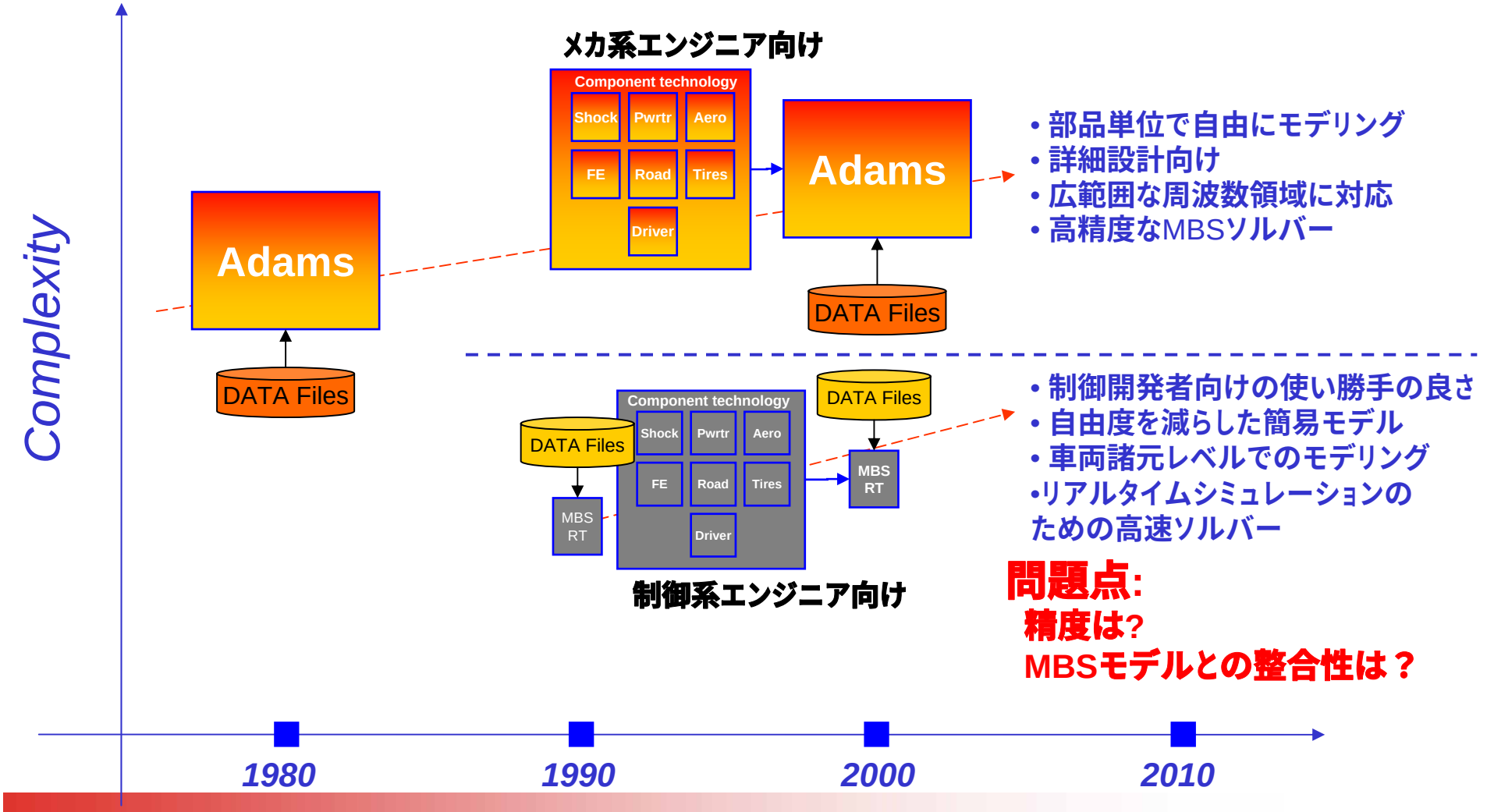
Audi Vorsprung durch Technik

VI grade

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

今日のモデルベース開発の課題と提案

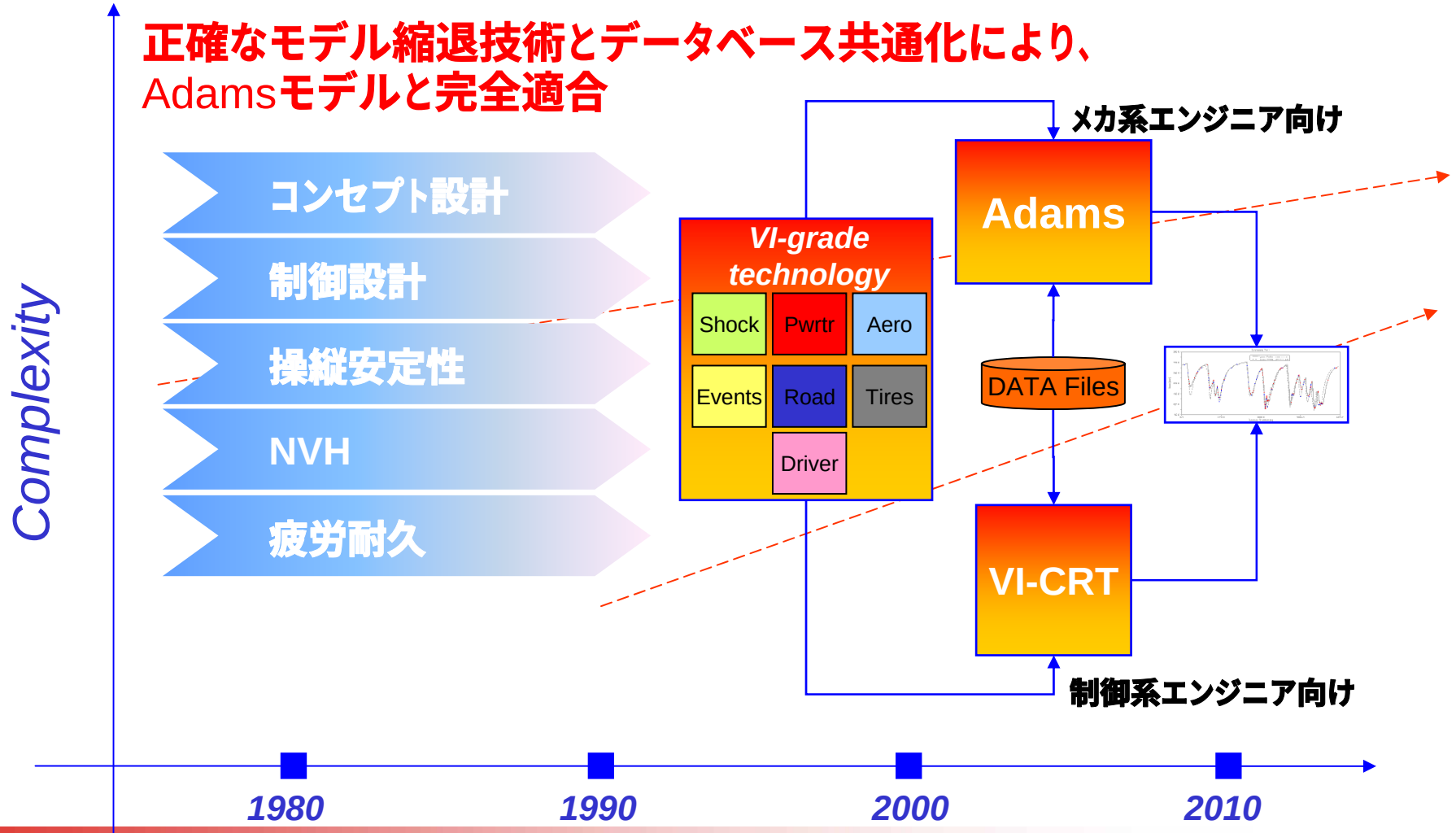
車両運動モデルの歴史



© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

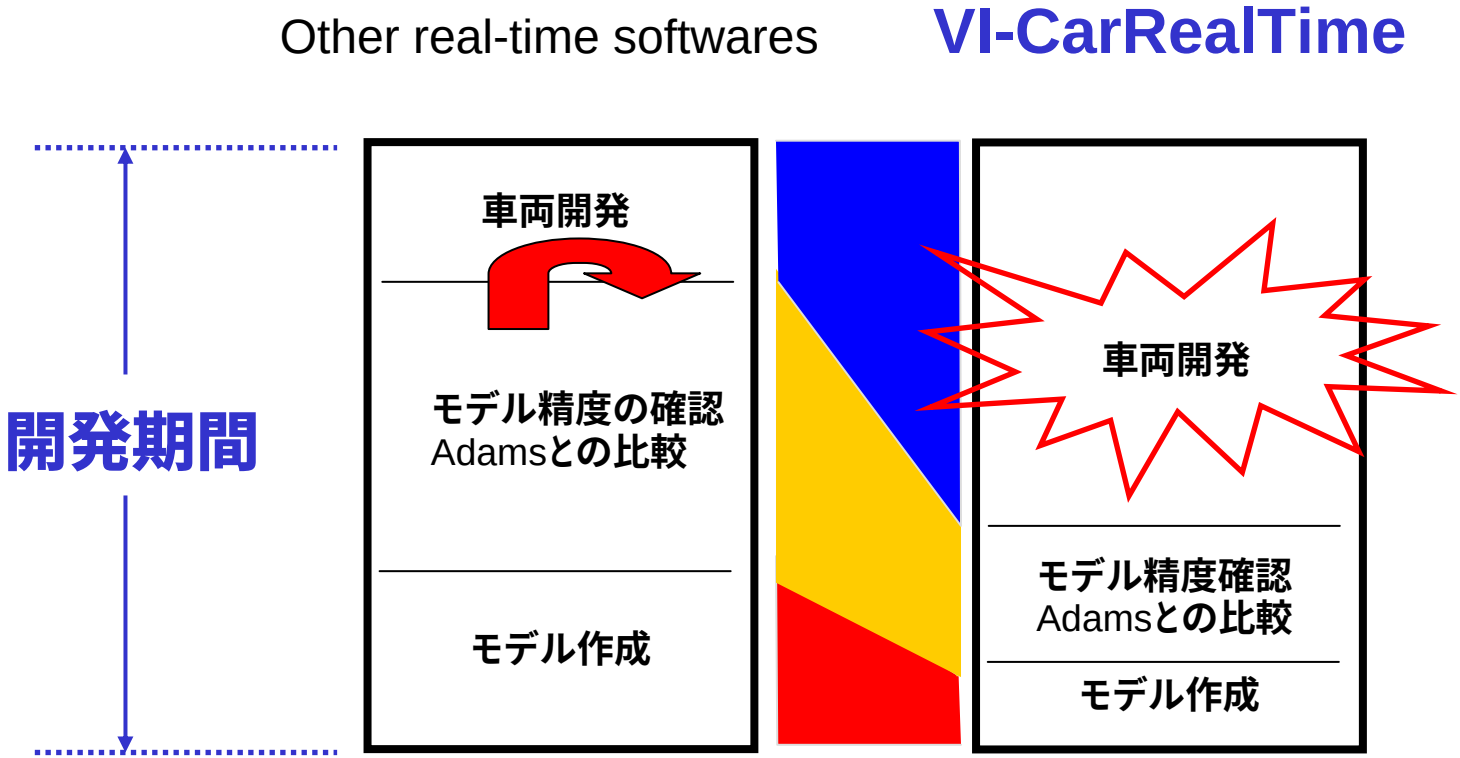
今日のモデルベース開発の課題と提案

車両運動モデルの提案



© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

今日のモデルベース開発の課題と提案
メリット



準備時間を減らし、本職である開発作業の時間を増やす

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

本日のアジェンダ

- 会社紹介
- 今日のモデルベース開発の課題と提案
- **高精度車両モデル、VI-CarRealTimeのご紹介**
- 成功事例のご紹介

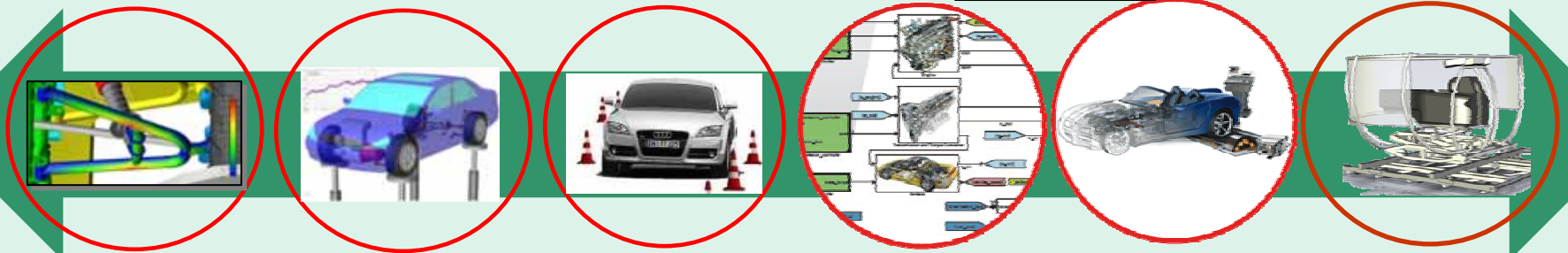
© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

VI-CarRealTimeのご紹介
コンセプト：幅広い分野を一つのモデルで

詳細モデル: ADAMS Solver
- 部品特性レベルでのモデリング
- 詳細設計用
- 高周波領域検討用
- 汎用のMBSソルバー

簡易モデル: RealTime solvers
- 自由度を減らした簡易モデル (14DOF)
- 車両諸元レベルでのモデリング
- 制御系エンジニア向けの簡易モデル
- 4輪車に特化した専用ソルバー

With Concurrent



疲労耐久　NVH　操縦安定性,乗り心地　制御設計(SILS, HILS)　ドライビングシミュレータ

Audi Vorsprung durch Technik　VI grade

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

VI-CarRealTimeのご紹介

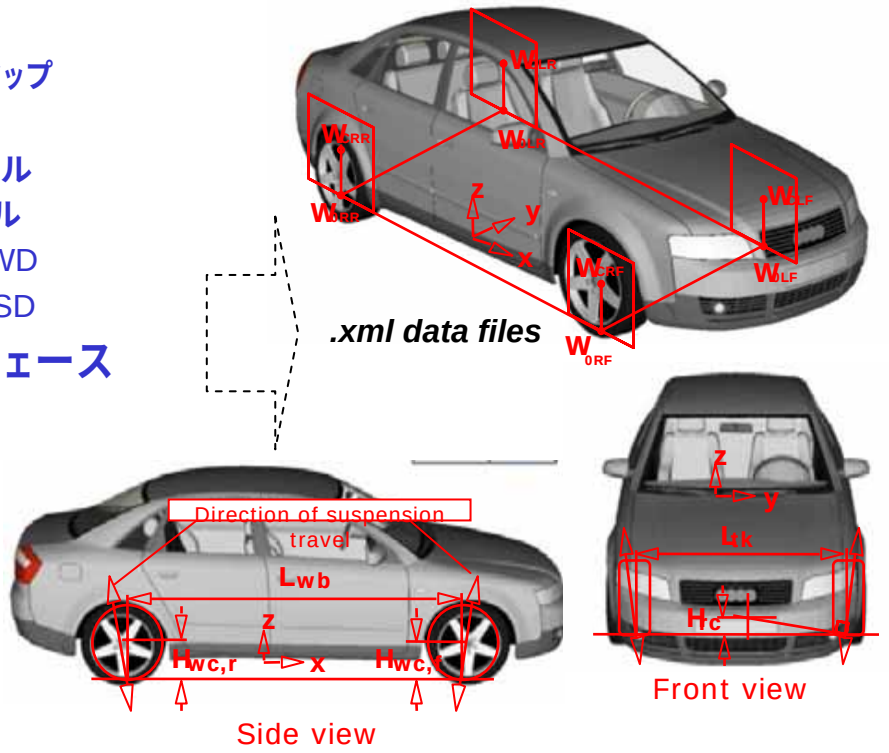
概要

- **高精度な車両運動シミュレーションソフトウェア**
  - 14自由度に縮退化した車両モデル
  - リアルタイム計算が可能な車両運動モデルと高速ソルバー
- SIL・HILなどのプラットフォームとの融合
  - Matlabインターフェース
- Adams/Carに完全適合
  - Adams/Carモデルを自動コンバート
  - Adamsモデルと共通のデータベース
  - 低周波領域においてAdams並みの精度を確保
- VI-grade技術を集約
  - 高性能ドライバーモデル(VI-Driver)
  - 路面作成技術(VI-Road)
  - タイヤモデル Tire(VI-Tire)
  - 豊富なアクセサリーツール(VI-Animator, VI-SuspensionGen)

Audi Vorsprung durch Technik
VI grade
© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

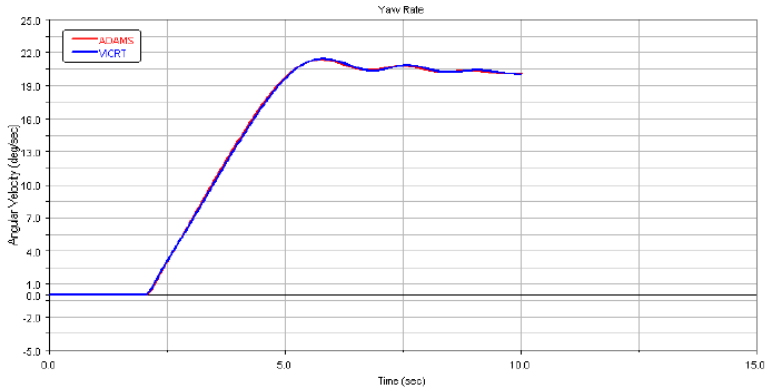
VI-CarRealTimeのご紹介
車両モデル概要

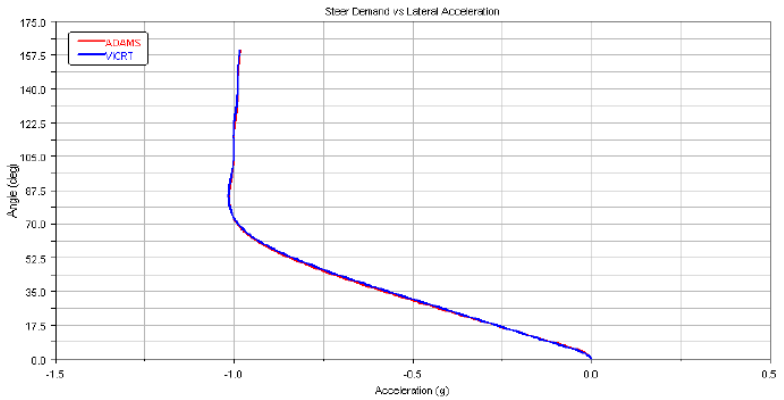
- シャシー
  - Mass & Inetia
  - 6自由度グローバル剛性
  - サスペンションマウント剛性
- サスペンション
  - 独立懸架・車軸懸架サスペンション
  - キネマティック, コンプライアンス
  - Spring, Damper, Bumper
  - ロール剛性
- ステアリング
  - キネマティック
  - コラムコンプライアンス
  - キングピンジオメトリ
- タイヤ/ホイール
  - ばね下 Mass & Inertia
  - Pacejka理論タイヤ
  - 各輪2自由度
  - 摩擦円計算
- ブレーキ
  - 数式ベースのブレーキモデル
- パワートレイン
  - エンジン3次元マップ
  - 各ギアレシオ
  - ギアシフトテーブル
  - ディファレンシャル
  - FWD, RWD, AWD
  - Open, Close, LSD
- Matlabインターフェース

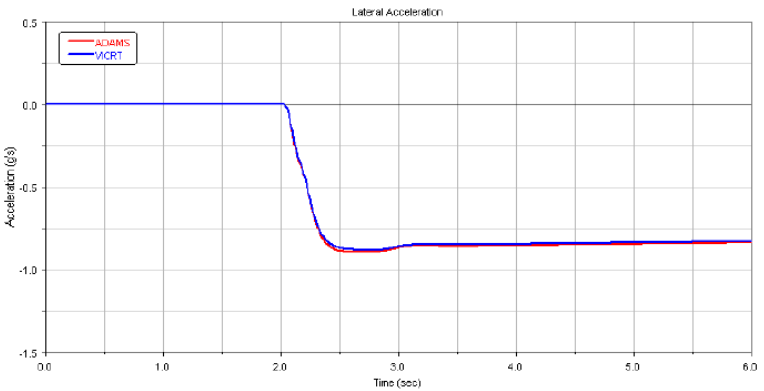


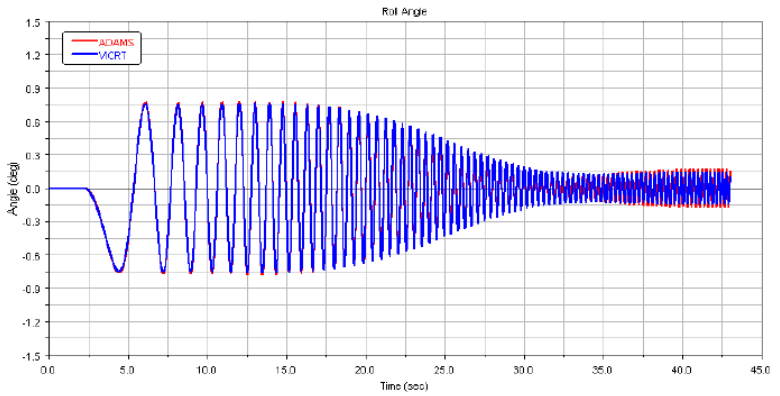
© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

VI-CarRealTimeのご紹介
高精度な車両モデル(vs. Adams/Car解析結果)



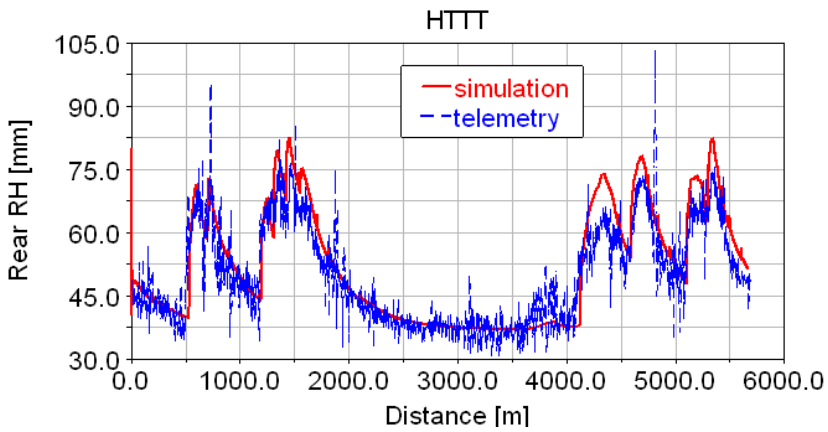


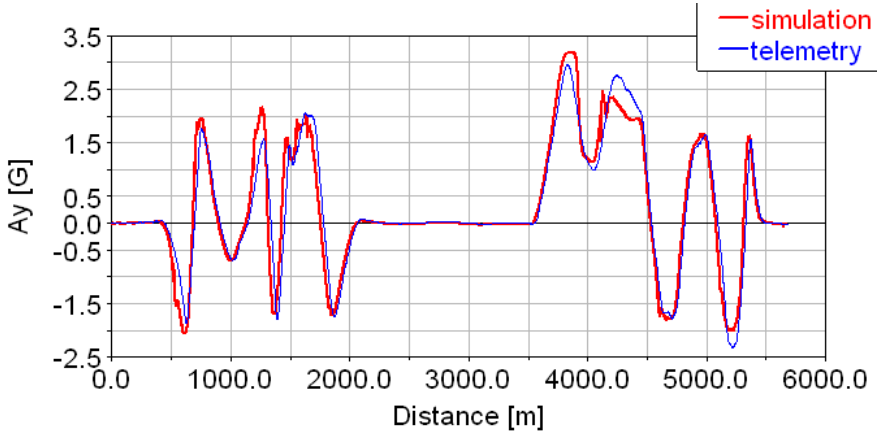


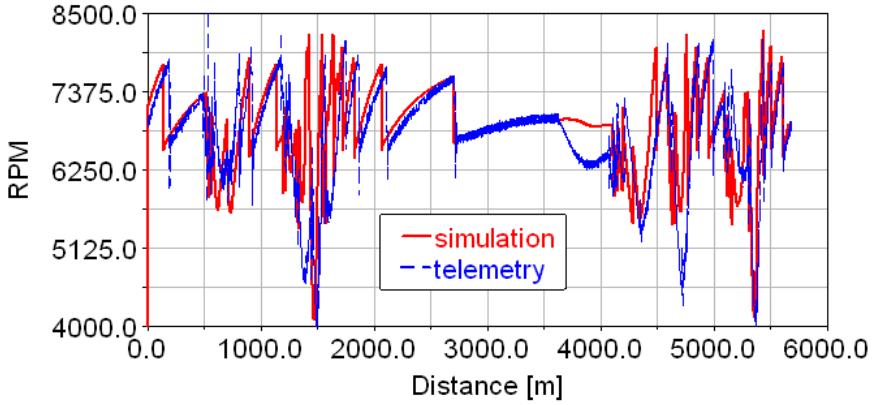


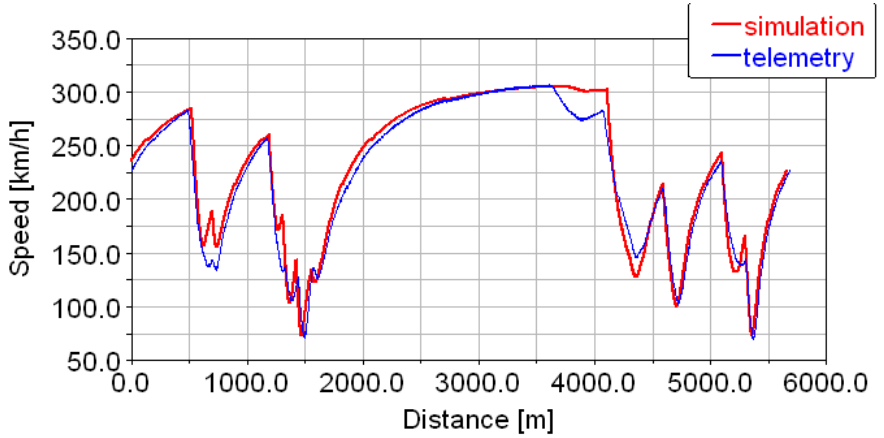
© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

VI-CarRealTimeのご紹介
高精度な車両モデル(vs. 実測データ)





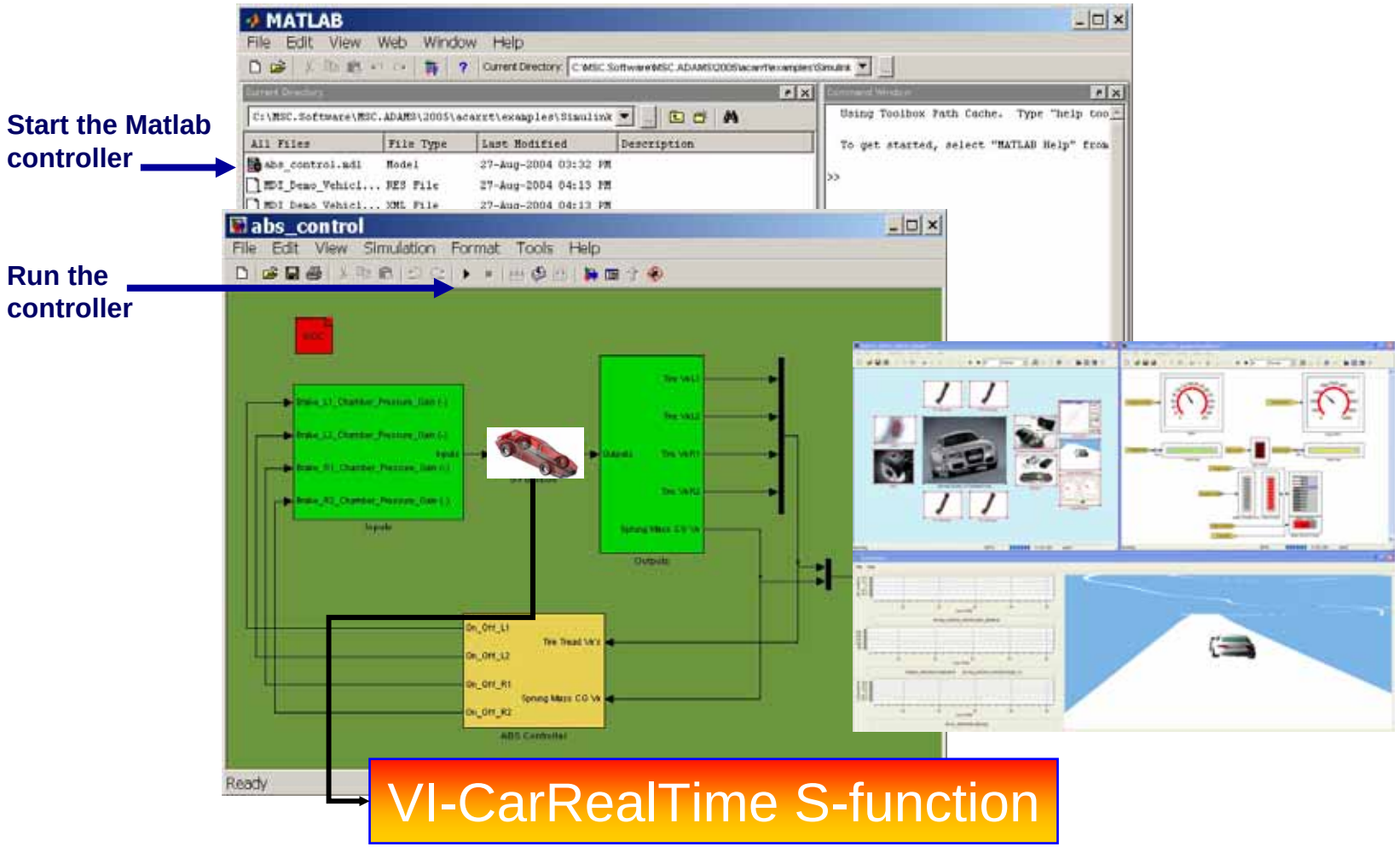




© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

VI-CarRealTimeのご紹介

SILS: Matlabインターフェース



© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

VI-CarRealTimeのご紹介

VI-grade技術の集約

VI-gradeの技術を集約することで、精度の高い車両モデルを構築し、高精度なリアルタイムシュミレーションを実現

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

VI-CarRealTimeのご紹介
VI-Road:路面作成ツール

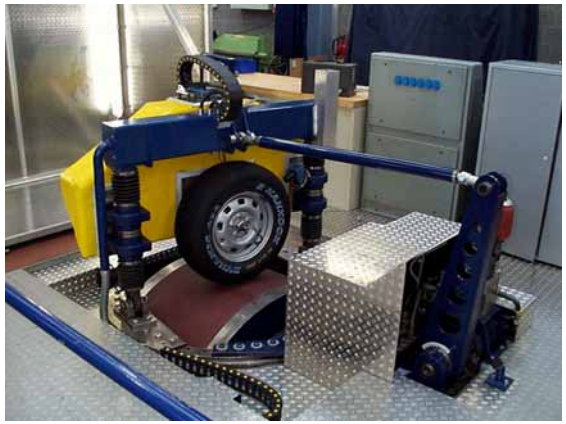
- 2D, 3D **路面定義**
  - Analytical
  - GPSデータ
  - X,Y,Zの3次元点列データ
  - テレメトリデータ
  - OpenCRGフォーマット
- **縁石定義**
- **スムーシング**
- **走行ライン作成**
  - **コーナーカッティング**

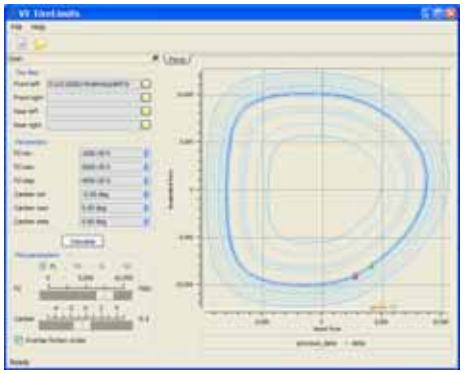
Audi Vorsprung durch Technik

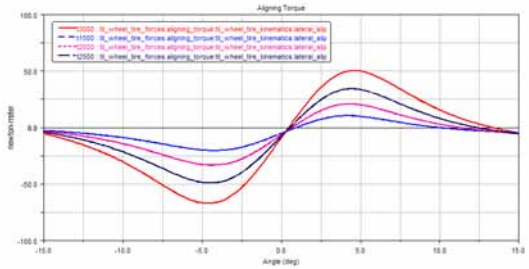
VI grade

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

VI-CarRealTimeのご紹介
VI-Tire：タイヤモデル





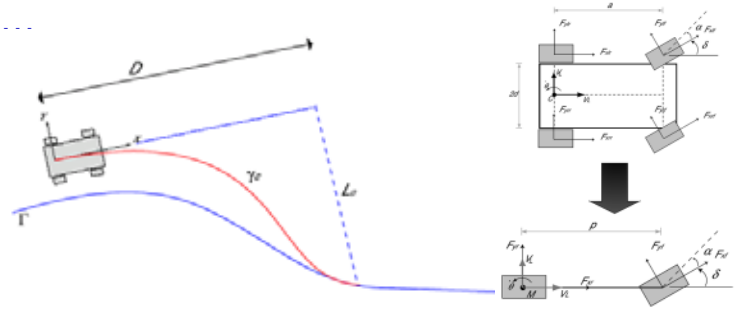


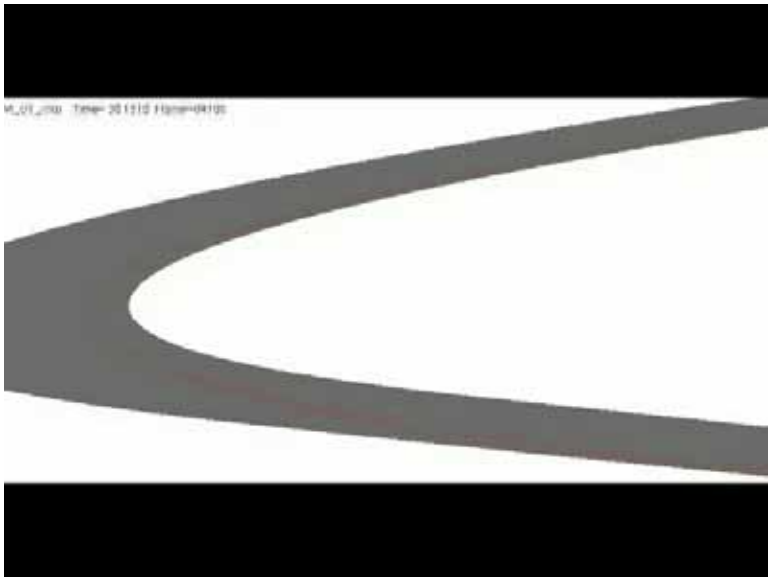
- Paceijka **理論タイヤモデル**
- **タイヤテストリグ**
  - Lateral
  - Longitudinal
  - Combined
- Tire limit calculation
  - **タイヤ摩擦円計算により、タイヤ限界までのマージンを計算**

Audi Vorsprung durch Technik
VI grade
© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

VI-CarRealTimeのご紹介
VI-Driver：汎用ドライバーモデル

- イタリア Padova大学Ruggero Frezza教授らと共に開発
- 二輪モデルを使用したフィードフォーワード制御とフィードバック制御を使用したドライバー制御ロジックにより、自然なハンドリング操作を実現
- Trajectory Plannerにより、目標ラインへの走行ラインを更新
- モータースポーツ分野において、限界性能でのドライバー制御性能を立証済み
- 豊富なドライバー制御パラメータ
  - PreviewTime
  - Min. Preview Distance
  - ギアシフト時間
  - ギアシフトタイミング
  - ...





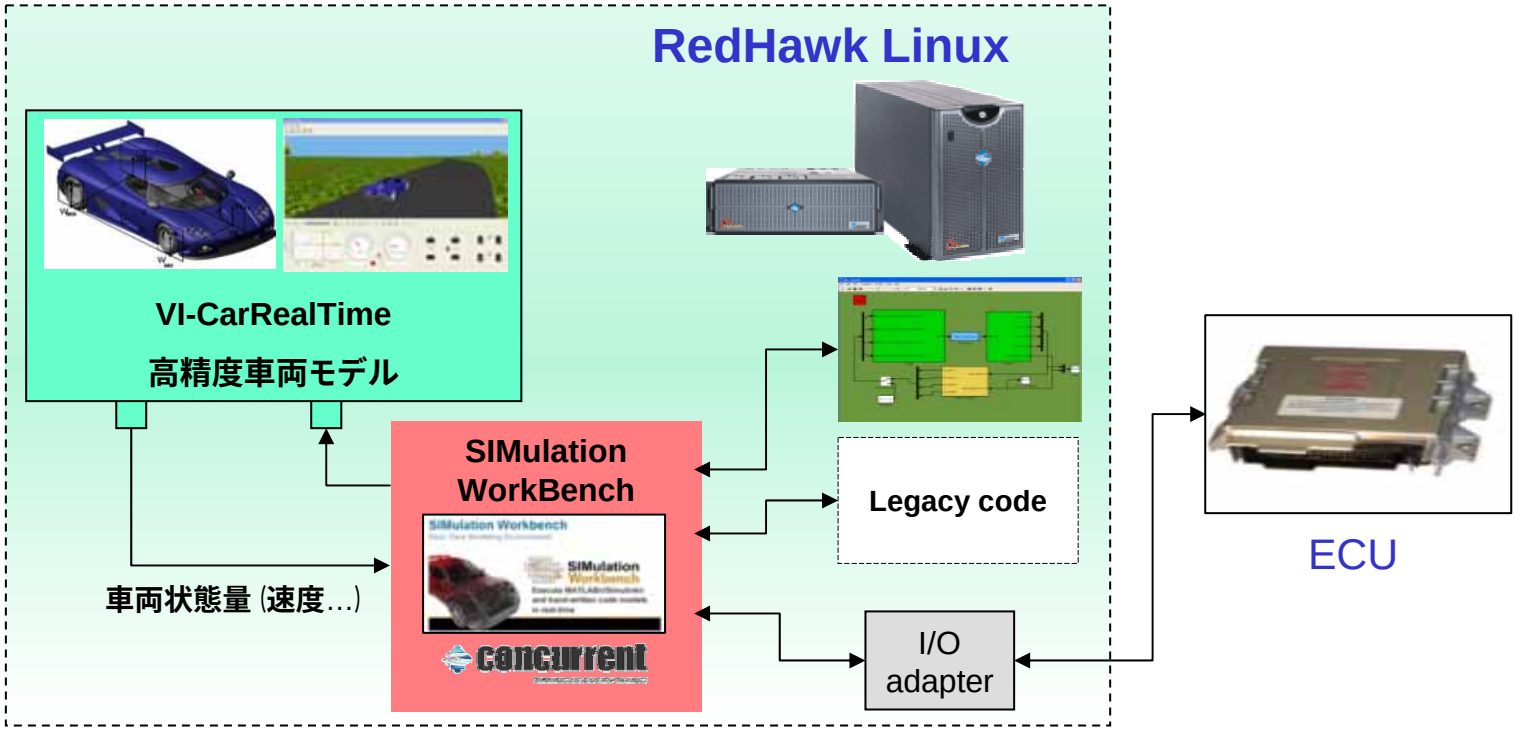
© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

本日のアジェンダ

- 会社紹介
- 今日のモデルベース開発の課題と提案
- 高精度車両モデル、VI-CarRealTimeのご紹介
- **成功事例のご紹介**

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

成功事例のご紹介
シームレスな開発環境

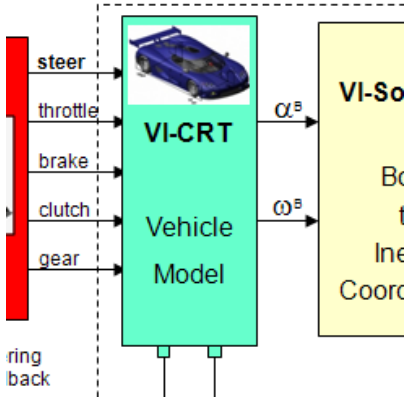


- MILS, SILS, HILSでシームレスな環境を実現

Audi Vorsprung durch Technik
VI grade
© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

成功事例のご紹介
システムの特徴

- **高精度な車両モデル**VI-CarRealTime
  - すべてのプロセスにおいて**一つの車両モデルを使用**
  - 操縦安定性、レーシング分野で培ったモデル定義
  - 路面、タイヤなどの高精度なコンポーネント
  - 車両の差し替えや、路面などの環境変更が容易
- **拡張性の高いリアルタイムシミュレーション環境**
  - Concurrent Linux Red Hawk
    - フライトシミュレータで高い実績
  - SIMulation Workbench
    - 新しいHILS環境
    - 複数のMatlab/Simulinkモデルをマルチレートで実行
    - リアルタイムデータビューワ
- **一貫性のある開発プロセスを構築**

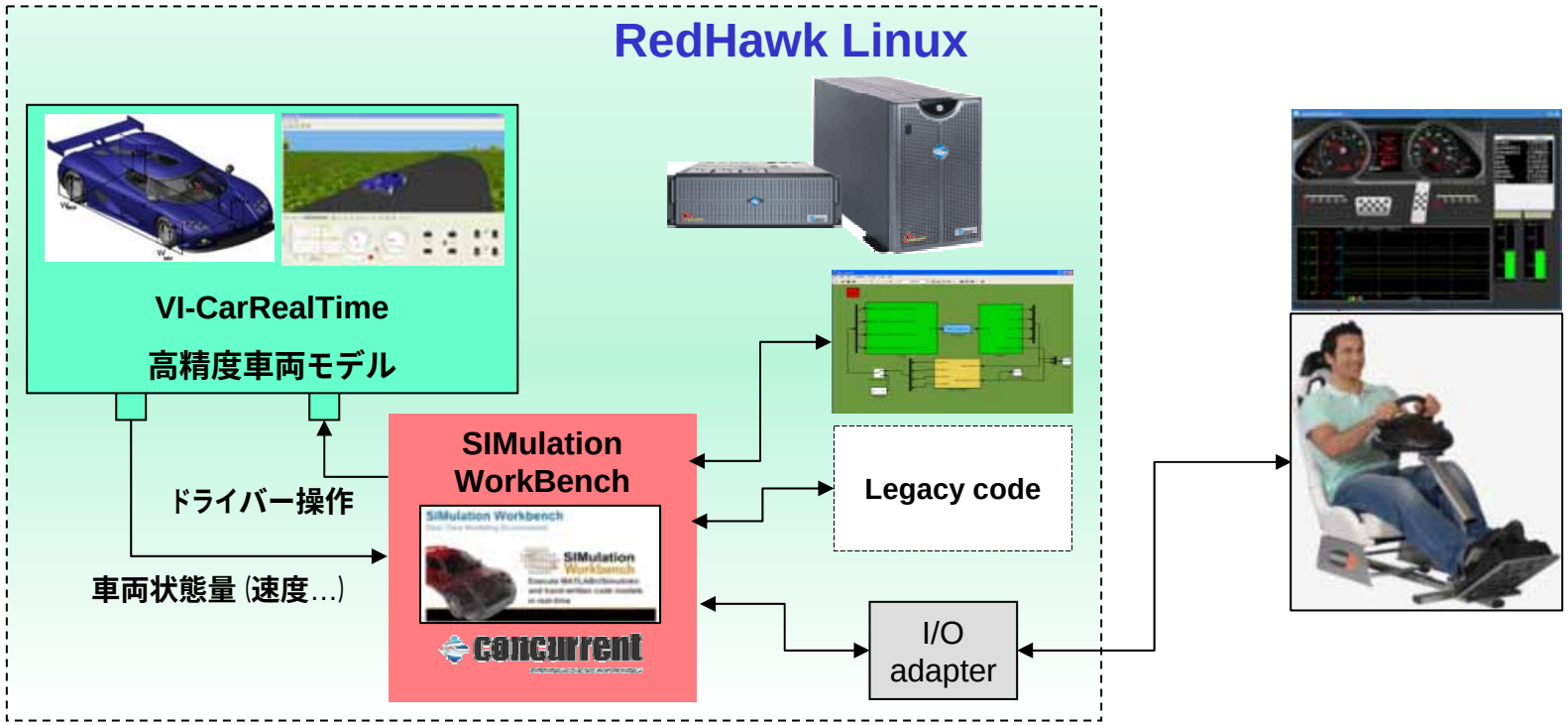


concurrent

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

成功事例のご紹介
展示ブースデモンストレーションのシステム構成

- Static Driving Simulator

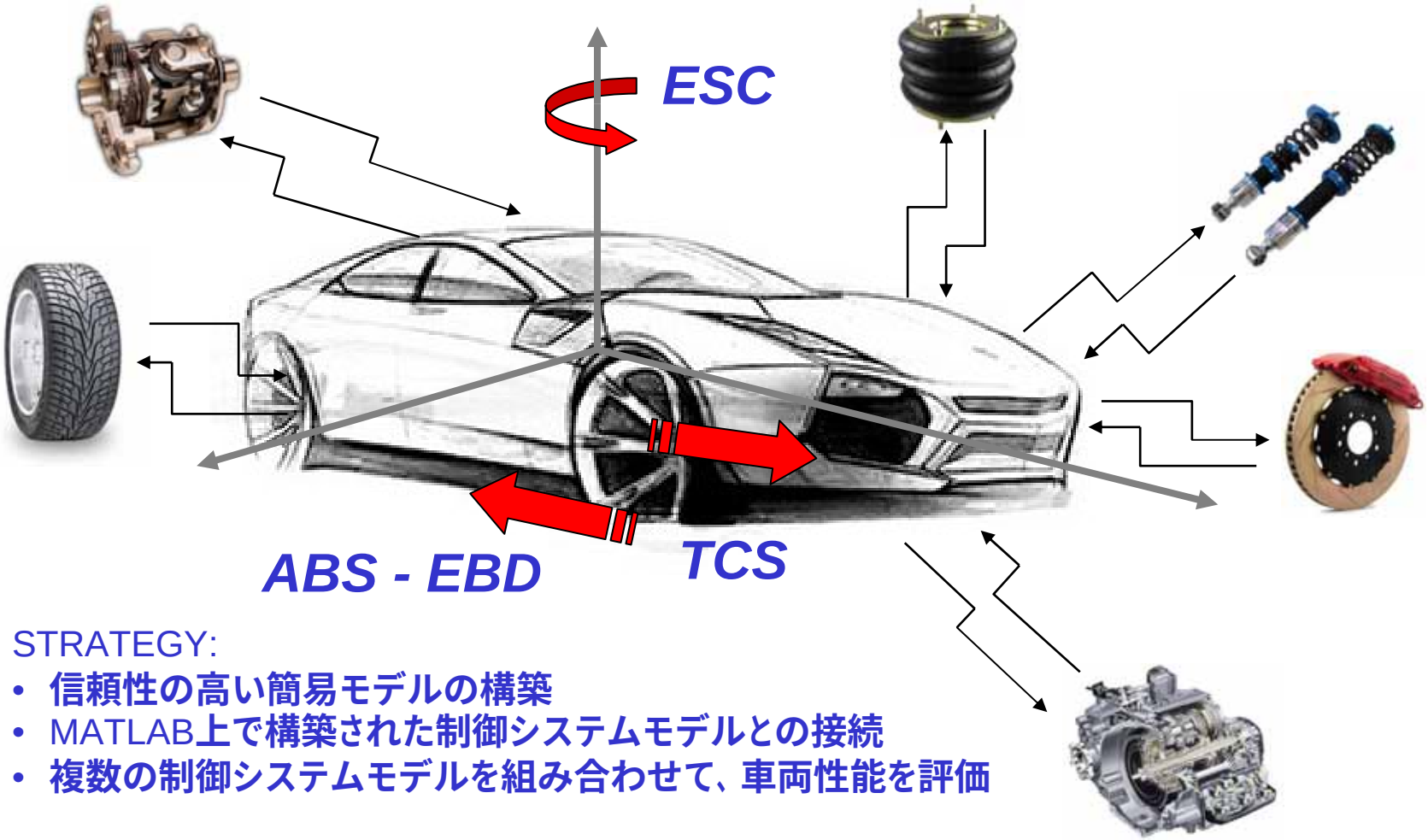


© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

成功事例のご紹介
ケーススタディ: Audi

Download full story
from www.vi-grade.com

Outcome



STRATEGY:

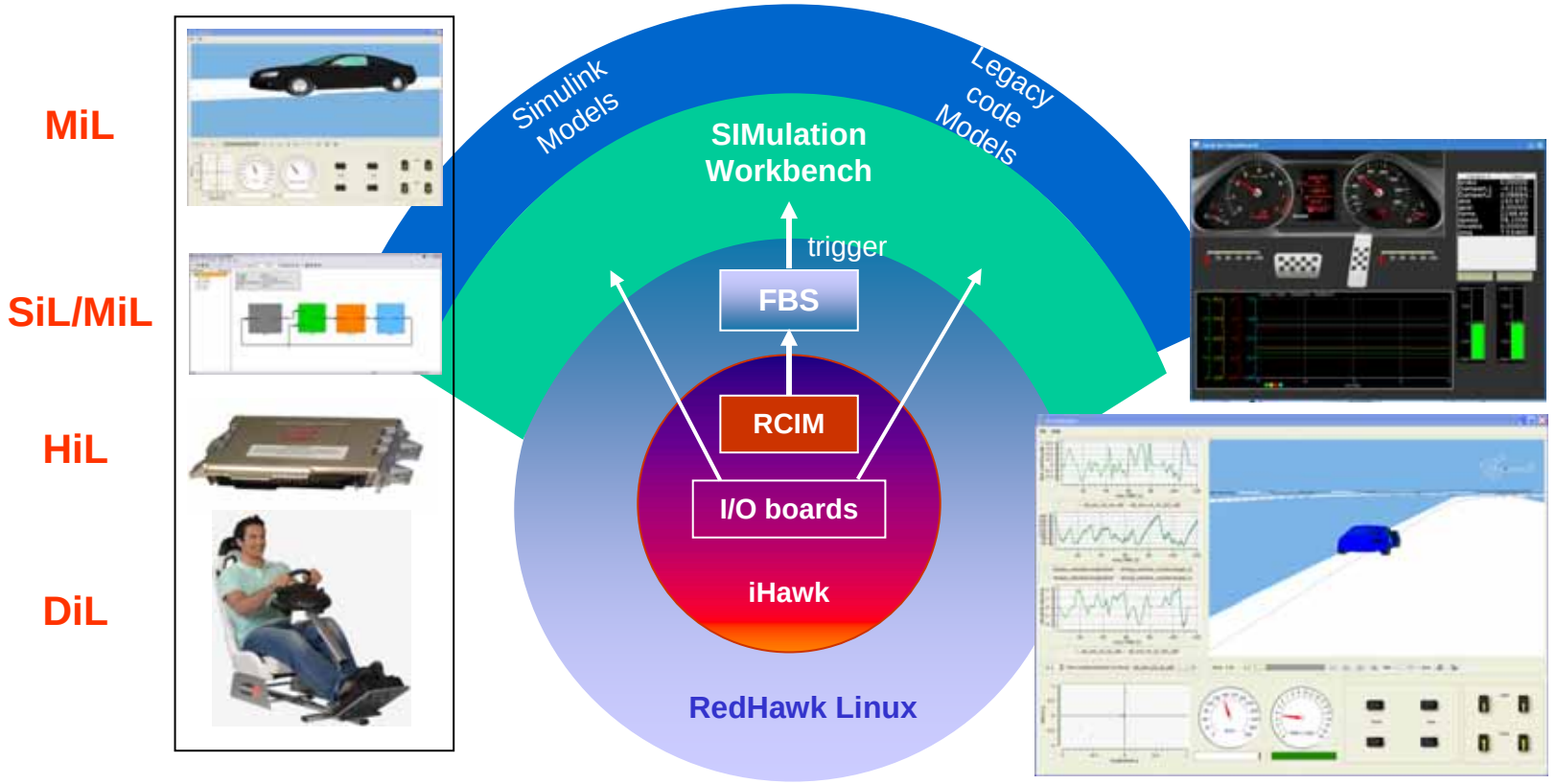
- 信頼性の高い簡易モデルの構築
- MATLAB上で構築された制御システムモデルとの接続
- 複数の制御システムモデルを組み合わせて、車両性能を評価

Audi Vorsprung durch Technik

VI grade

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009

ご静聴ありがとうございました。



幅広い開発分野、開発プロセスで
シームレスな環境を提供致します!

Audi Vorsprung durch Technik

VI grade

© by VI-grade. All rights reserved. 2007-2009