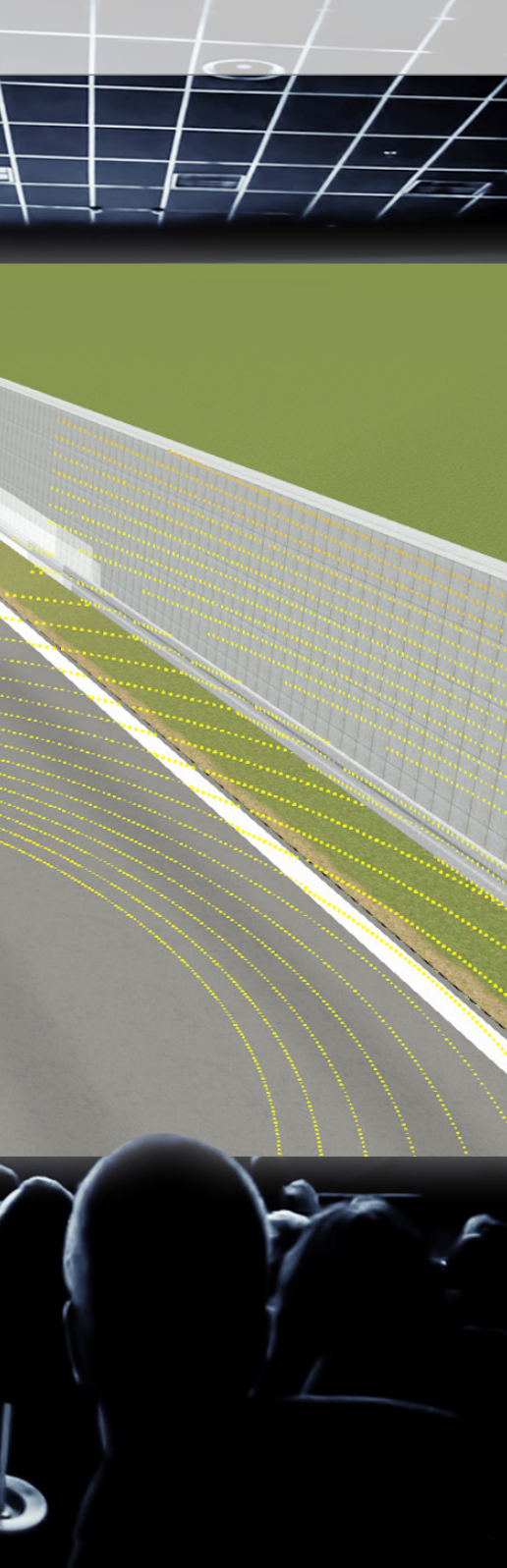


自動運転に関する  
dSPACE の最新の開発成果

# Cinema for Sensors

自動運転車両には、さまざまな環境センサが搭載されることとなります。これらのセンサの機能や複雑な相互作用をテストすることは、極めて大きな課題です。この分野の開発を共同で行っている dSPACE の Holger Krumm と Sebastian Graf が、当社の最新の活動と今後の課題について説明します。





Krumm さん、センサリアスティック (センサによる現実的な) シミュレーションという表現は、自動運転車両の開発に関連してよく使用されますが、これは正確には何を表しているのでしょうか。

Krumm : これは、ラボで道路交通を仮想的に再現し、カメラ、レーダー、LiDAR といった各種のセンサによって認知や記録を行うことを表します。私たちは、多岐に及ぶ実際の交通状況を考慮してテストドライブを行います。これは何百万キロメートルにも及びます。そのため、センサの機能の妥当性確認は実際の路上では行えず、ラボで行うこととなります。そのため、dSPACE では、センサの現実的なシミュレーションやスティミュラス信号の入力をラボで行えるツールを提供しています。

どのような場合に、センサによる現実的なシミュレーションを使用しますか。

Krumm : 認知アルゴリズムからオブジェクト識別までの機能チェーン全体の妥当性確認を早期の段階で行う必要がある場合、このようなシミュレーションを使用することになります。仮想的な 3 次元の世界で ADAS/AD アプリケーションのテストを行うこのようなシミュレーションでは、実際のセンサと同じ信号をモデルが返します。これを活かして、ADAS 制御用中央ユニットなどのセンサやプロセッサユニットのテストや妥当性確認を開発サイクルの早期の段階で行いたいと考えるお客様は多くいらっしゃいます。これはつまり、MIL (Model-in-the-Loop) や SIL

(Software-in-the-Loop) の重要性が高まるということです。

dSPACE が現在提供しているセンサリアスティックモデルは何ですか。

Krumm : 「センサシミュレーション」とは、カメラ、レーダー、LiDAR などのセンサシミュレーション用のソフトウェアモジュールに使用される一般的な用語です。dSPACE Release 2018-B 以降、当社では、カメラベースの生データを生成するための独立したモジュールを提供しています。このモジュールを利用すると、環境、トラフィックオブジェクト、および天候や日中ベースの照明条件の効果をシミュレートすることができます。dSPACE Release 2019-A では、レーダーモジュールと LiDAR モジュールという 2 つの追加モジュールをリリースしました。これらのモジュールはいずれもレイトレーシングテクノロジーを採用しています。この技術は、3D シーンに光線を送り、その反射を取得することにより、多重伝播などの物理的効果をモデリングに組み込む技術です。これにより、センサのスティミュラス信号の入力やエミュレーションに不可欠なレーダー波や近赤外線レーザー光の伝播を物理的にも正確にシミュレートすることができます。

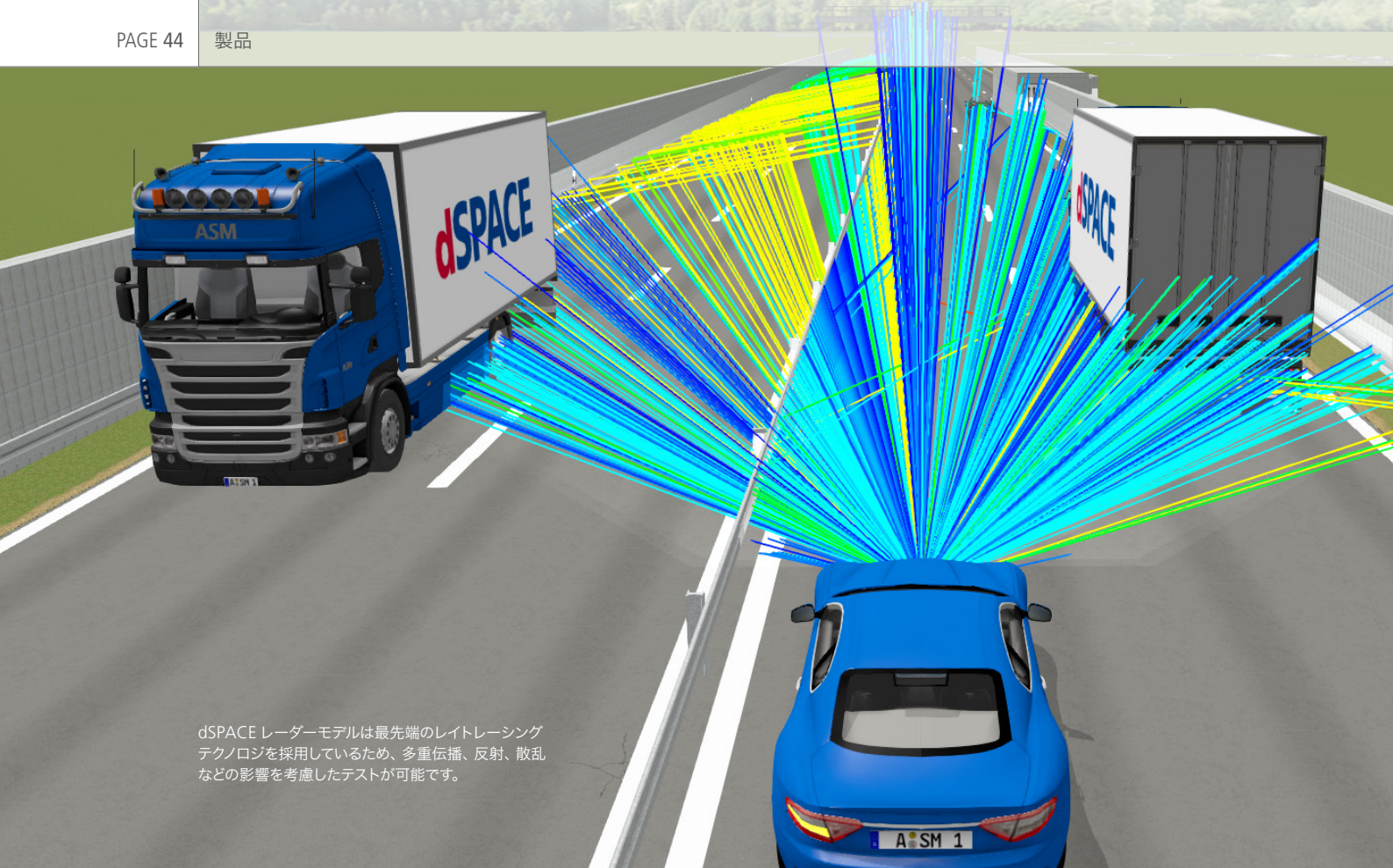
Graf さん、モデルのサービスの詳細度と範囲について教えていただけますか。

Graf : モデルでは一般的に、環境とセンサフロントエンドの間、およびレーダーアンテナなどのフロントエンド自体の部品 >>

Holger Krumm (左)、プロトタイプングおよび妥当性確認ソフトウェアツール担当プロダクトマネージャ、dSPACE / Sebastian Graf 博士 (右)、シニアアプリケーションエンジニア、dSPACE







dSPACE レーダーモデルは最先端のレイトレーシングテクノロジーを採用しているため、多重伝播、反射、散乱などの影響を考慮したテストが可能です。

Sensor Simulation 製品のレイトレーシングエンジンを使用すると、ミリ波や赤外線放射の伝播を物理的な精度でシミュレートできます。これは、レーダーセンサやLiDAR センサにおけるスティミュラス信号の入力やエミュレーションにおいて不可欠な機能です。

間の伝送経路を計算します。レーダーモジュールやLiDARモジュールでは、波動伝播の計算に加え、取得したデータを処理することができる強力な後処理インターフェースを備えています。これにより、レーダーやLiDARの検出リストやポイントクラウドなどの作成も可能になります。カメラの場合は、フロントエンドのプロパティ、すなわちレンズシステムや画像センサをシミュレートします。また、必要に応じて色収差、口径食、複雑なレンズプロファイル、魚眼歪みなどの効果を提供したり、ペイヤーフィルタや高ダイナミックレンジなどの画像センサの出力などを行ったりします。さらに、これらはオープンなインターフェースであるため、お客様はご使用のECUの特殊な機能向けにカスタマイズした後処理プロセスを統合することもできます。これはすべてのセンサモデルで対応しています。

Sensor Simulation 製品を使用する場合の要件は何ですか。

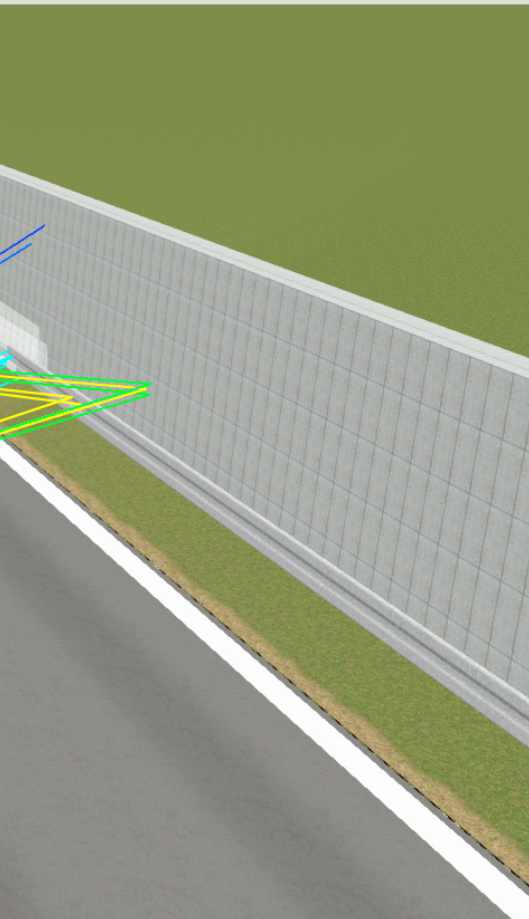
Graf: SIL セットアップには、標準的なPCとNVIDIAグラフィックカードが必要です。また、dSPACE ツールチェーンで動作するように設計されているという利点があるdSPACEのSensor Simulation PCを使用するのも1つの選択肢です。一方、HIL セットアップでセンサシミュレーションを行う場合は、常にSensor Simulation PCが必要となります。スケーラビリティに優れているSensor Simulation PCでは、任意の数のセンサをシミュレートすることができますが、PCに車両環境の記述とピークルダイナミクスのシミュレーション値を入力することが必要となります。また、いずれの場合もSCALEXIOシミュレータによってASM ツールスイートを実行することになります。将来的には、Sensor Simulation 製品はプラットフォームに依

存しなくなっていくため、Linux などや、ひいてはクラスタやクラウドサービスでも動作するようになるでしょう。

他のサプライヤと比較した場合、Sensor Simulation 製品固有のセールスポイントはありますか。

Krumm: Sensor Simulation 製品では、自車のピークルダイナミクス全体のシミュレーションを完全に行うことができます。そのため、車両が道路のカーブで傾いたり石畳で振動したりするといったあらゆる動きに対しても、センサが対応します。ただし、Sensor Simulation 製品には特別な課題があります。それは、センサのテスト時には、SILシミュレーションだけでなくHILシミュレーションも必要だということです。この場合、レーダー波伝播のシミュレーションは極めて高速に行われるため、実際のセンサのスティミュラス信号入力は





## Sensor Simulation 製品では、自車のビークルダイナミクス全体のシミュレーションを完全に行い、センサのあらゆる動きを考慮することができます。

しています。また、当社はすべてのお客様からフィードバックをいただくことにより、Sensor Simulation 製品の性能をさらに向上させ、Tier 2、Tier 1、または OEM メーカーのお客様の個別の課題に適したツールチェーンを構築できるよう努めています。

### dSPACE が取り組んでいる革新的な技術について教えていただけますか。

Graf：当社では、ビジュアル表示の品質を向上させて、特殊な照明や気象条件でも確実にカメラ機能をテストできるようにしています。もう一つのテーマは、ニューラルネットワークによる環境検出です。当社では、まったく新しいレベルのカメラセンサシミュレーションが可能な最新の専用グラフィックエンジンを開発することで、この種の極めて現実的なビジュアル表示を実現させようとしています。このように、私たちはお客様のさまざまな用途に完全に対応できるソリューションの提供に向けて、フルスピードで取り組んでおり、2019

年の終わりには、材料特性をオブジェクトに割り当てることが可能なオプションも提供する予定です。レーダーおよび LiDAR に関しては、センサの生データレベルでの SIL および HIL インプリメンテーションを実現するためのプロトタイプを既に開発しました。これにより、デジタルセンサのバックエンドのテストが可能になります。これまで、これはカメラ向けの最新規格でしたが、レーダーおよび LiDAR にとっては新しい領域です。また、サプライヤのお客様がこのテクノロジーの活用に積極的であることから、当社のこの方向性は正しいと考えています。つまり、私たちが開発中のテストにはさまざまな可能性が秘められているのです。また、サプライヤのお客様が当社のシンプルなインターフェースを活用すれば、OEM メーカーのお客様もサプライヤからセンサ固有のモデルを入手できるといった利点も生じます。

Graf さん、Krumm さん、インタビューにご協力いただきありがとうございました。

ソフトウェアの実行中に生のデータを注入することで行いますが、これにはリアルタイム性能が求められます。ただし、Sensor Simulation 製品では最新のハイエンドグラフィックカードを並列で搭載しているため、2～3年前には夢にも思わなかった高速な計算処理が可能になっており、このレベルで重要なカメラ、レーダー、LiDAR という3つのセンサタイプをすべてシミュレートできる唯一のツールチェーンであると言えます。また、dSPACE ツールチェーンでは、SILシミュレーションからHILシミュレーションへの移行を容易に行えます。これも、もう一つの注目すべき特長です。

既に Sensor Simulation 製品を使用しているお客様はいらっしゃいますか。また、どのような目的に使用されているのでしょうか。

Graf：はい、ドイツの自動車業界では、サプライチェーンにおけるさまざまなレベルのお客様がこのツールを活用しています。たとえば、ドイツの大手 OEM メーカーである ZF 社 (Tier 0.5) や HELLA 社 (レーダーサプライヤ) などは、当社の重要なお客様です。他にも、当社はさまざまな中小規模のお客様との間で共同プロジェクトを立ち上げたり、サポート活動を行ったり

