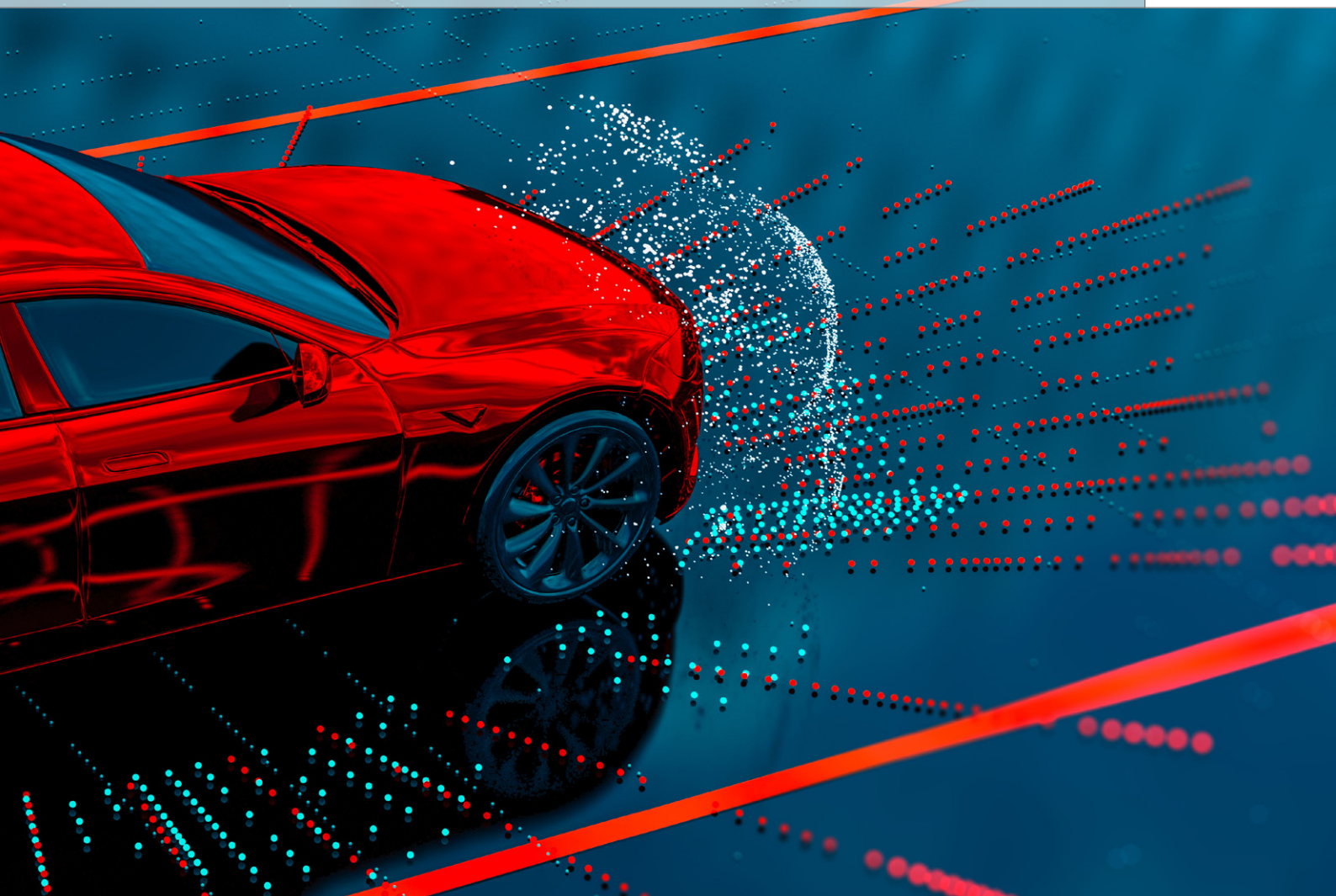
A red car is shown from a rear three-quarter view, set against a dark blue background. The car is surrounded by a complex visualization of sensor data, consisting of numerous small, glowing dots in red, yellow, and cyan, connected by thin lines. These dots form a grid-like pattern around the car, representing the sensor's field of view and data processing. The overall aesthetic is futuristic and technological.

ADAS および自動運転機能の開発

# Sensor-Based Driving

P3 では、顧客が ADAS および自動運転機能の実装評価を行えるようにするため、Autonomous Data and Analytics Platform for Testing (ADAPT : テスト用自律データおよび解析プラットフォーム) を開発しました。これらの機能には、視覚ベースの機能やセンサ、センサ設定およびアルゴリズムのテスト機能などがあります。ADAPT では RTMaps ソフトウェアを活用することで、ADAS や自動運転アルゴリズムの検証および妥当性確認を行っています。



**自** 動車業界では、新たなトレンドが出現すると業界全体が根本的な変化にさらされる場合があります。P3 社は、OEM メーカーやサプライヤがそのような事態に向けて準備できるようにするための効果的な戦略を提供しています。同社では、自動運転に対応した新しい接続サービスおよびテクノロジーを市場にもたらすことを目的とし、ADAS や自動運転車両の開発分野において、次のようなサービスを展開しています。

- 技術ロードマップおよびビジネス戦略の策定
- グローバルな製品およびモビリティサービスのベンチマーク評価
- システムおよびサブシステムの機能的要件の定義
- 機能安全分析 (ISO 26262)
- ラピッドプロトタイピング (ハードウェア/ソフトウェア)
- データ戦略およびデータ解析
- アジャイルプログラムの立ち上げと管理

P3 の子会社である P3 North America は最近、ADAPT を搭載した車両を公開し、この分野における存在感を示すと共に、先進運転支援システム (ADAS) および自動運転車両の開発向けの各種機能を発表しました。ADAPT は、Autonomous Data and Analytics Platform for Testing (テスト用自律データおよび解析プラットフォーム) を表す用語です。

#### 自動化に関する検討事項

P3 社ではまず最初に、将来的にテストを行う必要が生じるセンサ、ソフトウェア、およびハードウェアを検討することにしました。同社のエンジニアは、SAE レベル 3 以上のさまざまな車両設定が今後必要となると予想し、テストにおいても幅広いセンサをサポートする必要があると判断しました。そのうえで、多様なセンサを取り付けることのできるモジュール型車両を作成するという目標を設定しました。同社の目的は、既存の天候や交通状況とは関係なく、堅牢かつ信頼性の高いセットアップ

に基づいて静的および動的なリアルタイムデータを提供することでした。エンジニアはベンチマーク調査を実施して、サラウンドビューカメラ、前方監視カメラ、周辺視野カメラ、中長距離レーダー、LiDAR、短距離レーダー、超音波センサなどのさまざまなセンサオプションを検討し、一般的な通信インターフェース (USB、Ethernet、CAN など) についても評価を行いました。車両にすべてを含める必要はありませんでしたが、同社はデモの目的で、複数の LiDAR (スキャンングおよびソリッドステート)、超音波センサ、前方監視カメラ、前方監視レーダーも組み込むことにしました。

#### 設計仕様

P3 社では、システムの設計開発に適したモデルベースのシステムエンジニアリングに注目し、これを活用してデモ車両向けの望ましい ADAS 機能を概念化、設計、およびモデリングすることにしました。このエンジニアリング手法では、機

&gt;&gt;



P3 社の ADAPT デモ車両は、RTMaps ソフトウェアと一連のセンサ (LiDAR、超音波、前方監視カメラ、前方監視レーダー) を搭載したデータロギング PC を搭載しています。



能テストやソフトウェアテストの要件特定 (すなわち MIL (Model-in-the-Loop)、SIL (Software-in-the-Loop)、HIL (Hardware-in-the-Loop) など) や、車両モデルおよび機能アーキテクチャモデルの作成が可能だけでなく、すべての側面において、量産ソフトウェアおよびハードウェアの検証と妥当性確認を行うことができます。P3 社のエンジニアはまず、危険なシナリオの特定とシステムの適切な安全目

標に関する設定を行い、これに基づいて、実装に向けたシステムおよび技術安全要件の定義を行いました。

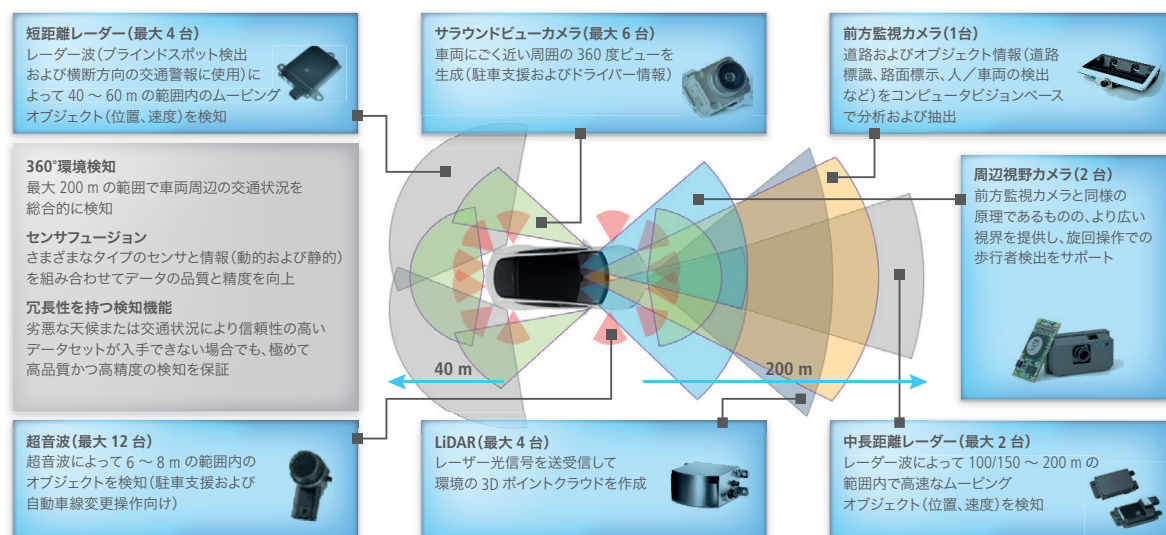
#### 車両への実装

P3 社のエンジニアは、機能安全要件を十分に理解したうえで、計測およびテスト機器の設置を開始し、さまざまなセンサを車両に取り付けました。目的のレイアウトとインターフェース要素に従ってセンサのコ

ネクタと配線を準備し、センサから取得したデータを記録するための PC を設置しました。車両に計器を取り付ける際の重要な留意事項は、次のようなものでした。

- 一般的な通信インターフェース (USB、Ethernet、CAN など) にセンサを統合
- 車両のスキーマを作成して、追加される可能性のあるすべてのセンサの場所や拡張も考慮

自動運転車両システムでは、一連のセンサ、ソフトウェア、およびハードウェアが複雑に関連しています。





車両のルーフに取り付けられたソリッドステート LiDAR。



車両のトランクに収容された電源管理、入出力、データロギング、およびプロセッサ向けの各ユニット。

- (バンパーレールなどの) 侵入空間および非侵入空間の両方にセンサを搭載
- 信頼性の高い電源管理機能を車両に統合して追加の機器や複数の設定をサポート
- 拡張可能なストレージにより、最大規模のセンサパッケージとテストシナリオをサポート
- 乗員のための十分な車内空間を確保し、車両の安全性と完全性を維持しながら、すべての機器に拡張用の十分なスペースと容易なアクセス性を提供
- 環境ストレスや常時使用に対応する十分な弾力性を持ちながら、データ損失を低減することができる最適な長さのケーブル配線を確保
- 既存のセンサへの干渉 (他のセンサの視界の遮断、ネットワーク干渉、電氣的ノイズ) を防止

#### データロギングシステムのセットアップ

ADAS および自動運転機能の適切な動作

には、正確なリアルタイムデータの収集が不可欠です。P3 社のエンジニアは、これを念頭に置き、データロギングシステムのセットアップ時に意識すべき条件のリストを作成しました。ここで求められる品質は、次のようなものでした。

- センサが相互に接続および通信する方法を理解
- (レーダーデータを範囲や角度から (x,y,z) に変換するといった) データ処理を可能にすることで、必要なライブビジュアル表示を実現
- リアルタイムに処理されたデータや GPS クロックに従って、処理されたデータを同期化
- センサ通信のモニタリング (P3 社では RTMaps ウォッチドッグブロックを使用してデータ取得を保証)
- (再生ダイアグラムで変更したアルゴリズムをテストするための) 生データの保存

- (テスト後の再生時間を節約するための) 処理後のデータの保存
- コンポーネントの相互作用による適切なセンサ動作の保証 (P3 社では RTMaps を使用して CAN メッセージ、ヨーレートなどの必要な情報を提供)

#### センサフュージョンの管理

P3 社では、データロギングシステムのセットアップ方法についての明確なプランを立てたうえで、さまざまなセンサから収集したデータの処理および管理手法を確立することに注力しました。また、複数のデータ取得システムに対応できる車載データプリプロセス処理システムの構築にも着手しました。ADAPT プラットフォームは、自動運転 (AD) および ADAS の新機能をより迅速に開発できるよう設計されており、センサ、センサ設定、およびアルゴリズムのテストを効率的かつ信頼性の高い手法で確実に行うために必要なすべての要素を兼ね備えています。このプラット

>>



「当社は、dSPACE MicroAutoBox および ControlDesk を使用し、また、使用を推奨することにより、ADAS や自動運転向けのプロトタイプ of the堅牢性を向上させてきたことにより、実車とほぼ同一の条件下でプロトタイプシステムを動作させることに成功しています。」

Modar Horani 氏、システムエンジニアリング担当管理主任、P3 North America 社

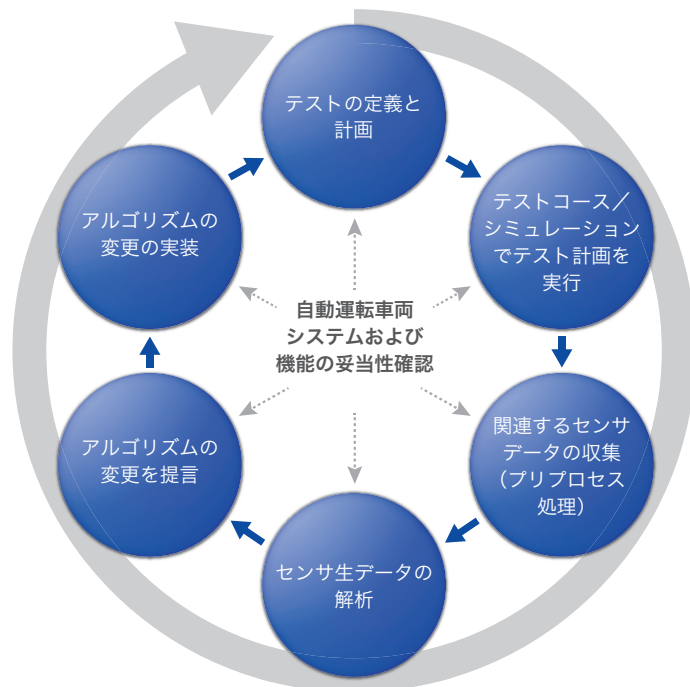


自動運転車両システムの構築および改良に関するマイルストーン。

フォームでは、実際のデータを収集してベンチマーク評価やデータ解析を行うことができるだけでなく、OEM および Tier1 メーカーがさまざまな構成のハードウェアおよびソフトウェアを動的かつリアルタイムな運転条件でテストする状況にも対応します。ADAPT には、Intempora 社が作成し、dSPACE が販売するソフトウェアプラットフォームである RTMaps (Real-Time Multisensor applications) が搭載されています。RTMaps を使用すると、リアルタイムでのデータ収集とデータ処理アルゴリズムのテストが可能です。また、このプラットフォームが提供する強力なリアルタイム実行パフォーマンスを活用すると、多数のソフトウェアタスクと広帯域幅の生データストリーム間の時間的整合性に対応することができます。Modar Horani 氏は、P3 North America 社でシステムエンジニアリング担当管理主任を務めており、(OEM および Tier1 メーカーなどの) 顧客サポートを担当するシステムエンジニアチームを統括しています。このチームは、お客様がシステムやサブシステム、機能安全分析 (ISO 26262)、およびラピッドプロトタイピング (ハードウェア/ソフトウェア) の機能要件を開発するうえで必要なサポートを提供します。Horani 氏は、P3 社がカメラ、LiDAR、レーダー、CAN、GPS、IMU、超音波などの比較的

大規模なセンサ群から送られるデータを記録できたのは RTMaps のおかげであるとし、RTMaps と dSPACE ツールチェーンの優れた連携にも言及しています。また、「RTMaps は使いやすいシンプルな

インターフェースであり、既存の環境をすばやく変更することができます」と述べ、「RTMaps では、制御信号の送信によりセンサを適切に動作させることが可能だけでなく、組み込みのウォッチドッグパッ



自動運転車両システムのテストプランニングおよびデータ解析のための重要なステップ。



「私たちは、シームレスなパフォーマンスを提供し、信頼性の高いロギングが可能な RTMaps の機能には非常に満足しています。」

Modar Horani 氏、システムエンジニアリング担当管理主任、P3 North America 社

ケージを使用すれば、有効なデータをロギングダイアグラムに確実に入力することができます。総合的に見て、シームレスなパフォーマンスを提供し、信頼の高いロギングが可能な RTMaps の機能に私たちは非常に満足しています。」と述べています。

とことができました。アルゴリズムの修正 同社のエンジニアは、デモ車両のセンサから収集したデータを使用して前後方向の衝突回避や車線逸脱警告などのさまざまな機能に関するテスト走行を行い、ラビッドプロトタイピングによりその結果とシステムパフォーマンスへの影響を評価しました。

これにより、同社はエラーを特定し、さまざまな ADAS アルゴリズムを修正してデモ車両に実装し、性能を向上させることができました。ADAS アルゴリズムの修正と実装には、プロトタイピングユニットである dSPACE MicroAutoBox II や試験ソフトウェアである dSPACE ControlDesk >>

### テストプランニングと収集したデータの分析

P3 社では、デモ車両にセンサとデータロギングシステムを搭載する作業が無事に完了すると、実行すべき一連の走行テストの確認に取りかかりました。最終目標は、エラーなしでのテスト完了でした。テストドライブは、次の目標を達成するように設計されました。

- システムの準備状況とセンサ適合の確認
- 対象となるさまざまな道路、天候、および交通条件におけるデータ収集
- 特定のテスト対象アルゴリズムの性能の検証

最適な試験環境と変動要因を識別するため、試験の設計は慎重に行われました。対象となった変動項目には、たとえば、高速道路の同じ区間を運転する間に、晴れ、雨、雪、霧の日のデータを収集する場合など、通常または劣悪といったさまざまな天候条件のもとで収集したセンサ計測値も含まれていました。ここでは、GPS による追跡を活用することにより、記録したデータを調整し、悪条件に対処する場合の課題を特定することができました。また、地上検証データを立証するため、一部のテストドライブは専用のテストコース施設で実施しました。地上検証データは、センサとアルゴリズムの両方の結果を適合するために必要でした。P3 社では、さまざまなセンサから重要なデータストリームをリアルタイムで収集し、センサ機能を評価するこ



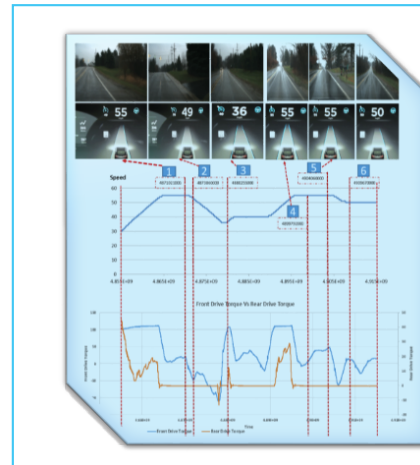
さまざまなセンサ信号を融合し、関連する処理アルゴリズムをリアルタイムに実行するうえで、RTMaps と MicroAutoBox は極めて重要な役割を果たしました。

など、各種のツールが使用されました。Horani氏は、MicroAutoBox IIは使いやすく、主要なモデルベースの開発ツール(MATLAB®/Simulink®など)と緊密に統合されているため、新しい革新的なコンセプトをすばやく実装することができると説明しています。また、「当社は、dSPACE MicroAutoBox IIおよびControlDeskを使用し、また、使用を推奨することにより、ADAS/AD向けのプロトタイプの実験性を向上させてきました」と述べています。「これにより、実車とほぼ同一の条件下でプロトタイプシステムを動作させることに成功しています」。

### RTMaps の活用

P3社では、RTMapsを活用して、デモ車両以外にも次の2つのシナリオでADASアルゴリズムの検証と妥当性確認を行っていますとHorani氏は述べています。

1) 路上において、車両に搭載したPCでアルゴリズムを実行し、ライブデータを収集してビジュアル表示



RTMaps およびその他のソリューションによる妥当性確認と検証：レビューおよび分析によって、すべての安全要件が適正に実装されているかどうかを早期の段階で確認します。

2) ラボにおいて、収集したデータを入力値として使用し、開発中のアルゴリズムの性能を検証

また、RTMapsは、Python、C、MATLAB

など、さまざまなプログラミング言語で開発されたアルゴリズムを使用する複数のプロジェクトを実行したり、統合したりする場合にも役立つとHorani氏は述べています。さらに、「RTMapsにはセンサ接続

RTMapsによる処理前のセンサデータと処理済みのセンサデータのデータ解析。

用の優れたネイティブパッケージが用意されています」としたうえで、「ただし、お客様の要件により、ネイティブパッケージ以外の専有センサの使用が必要な場合もありますが、RTMaps に搭載された各種のツールを活用すれば、容易にカスタムパッケージを開発することができます。」とも述べています。

### P3 社の次のステップ

P3 社は、自動運転車両システムの機能面での妥当性確認を行いました。将来的な ADAS および自動運転車両の開発プロジェクトについても意欲的に取り組んでいます。そのため、ADAPT 機能を拡張して V2X 通信などのさまざまな用途の追加センサを組み込もうとする試みや、視覚ベースの ADAS 機能の実装評価も行っています。P3 社では、モビリティ向けの製品や関連するサービスをすばやく開発できるようにするための経営コンサルティングや、革新的なエンジニアリングソリューションの提供も行っています。管理サポート、コンサルティング、エンジニアリングといった

同社の各種ソリューションを組み合わせ活用すると、製品に新たなテクノロジーを迅速かつ俊敏に実装するうえで必要な要件を理解することができます。北米では、新しいモビリティサービスや車両のデジタル化への移行に加え、自動運転車両、コネクテッドカー、および電気自動車の分野が注目されています。P3 社は世界中の 40 か国以上を拠点に 4,000 名近くのコンサルタントとエンジニアを擁しており、今日の複雑な技術的課題に対応する革新的なソリューションの開発と実践に取り組んでいます。同社では、ADAS 評価プラットフォームの実装の成功により、対応可能なサービスが拡大しており、今では ADAS および自動運転機能の開発と妥当性確認のいずれもサポートできるようになっています。同社の使いやすいモジュラー型のプラットフォームを使用すると、開発の早期の段階での研究、さらにはプロトタイピングから製品開発、統合、および妥当性確認に至るまで、開発サイクル全体に対応することが可能です。P3 社ではこのプラットフォームをグローバルに展開することで、

より安全かつ環境に優しく、接続性にも優れた自動運転車両への移行を強力に推進していきます。 ■

P3 社のご厚意により寄稿

## 概要

### タスク

自動運転向けのデータおよび分析プラットフォームに基づいたデモ車両を構築することで、お客様による ADAS および自動運転機能の実装評価をサポートします。このプラットフォームは、視覚ベースの機能を搭載し、センサ、センサ設定、およびアルゴリズムのテストを行える必要があります。

### 課題

ADAS および自動運転機能の適切な動作には、データをリアルタイムで正確に収集することが不可欠です。そのため、さまざまなセンサインターフェースおよび通信プロトコルをサポートし、それらの信号を同期して処理できるプラットフォームが必要です。また、テスト対象となるさまざまな

アルゴリズムの性能を検証するには、センサデータのモニタリング、生データと処理済みデータの保存、および信号の柔軟なルーティングが極めて重要となります。

### ソリューション

P3 社は RTMaps と MicroAutoBox を駆使して、カメラ、LiDAR、レーダー、CAN、GPS、IMU、超音波などの比較的大規模なセンサ群の接続を行い、それらのデータを記録しています。RTMaps では、リアルタイムでのデータ収集とデータ処理アルゴリズムのテストが可能です。このプラットフォームが提供する強力なリアルタイム実行パフォーマンスを活用すると、多数のソフトウェアタスクと広帯域幅の生データストリーム間の時間的整合性に対応することができます。P3 社では、

dSPACE MicroAutoBox II プロトタイピングユニットと ControlDesk を組み合わせて使用することにより、ADAS アルゴリズムを修正および実装し、車両内でリアルタイムに実行することができました。



RTMaps を使用したデータ解析のデモ動画をご覧ください。 [www.dspace.jp/go/dMag\\_20181\\_P3](http://www.dspace.jp/go/dMag_20181_P3)