

Driving Your Car from Space

衛星ベースの自動車両
制御システムの開発





三菱電機株式会社（以下、三菱電機）が開発した自動
車両制御システムに衛星システムや数多くのセンサ、
さらには dSPACE MicroAutoBox II を組み合わせれば、
ドライバーが運転操作を一切行わなくても車両
自らウィンカーを点滅し、車線変更や加速を行い、交
差点で正確に停止する、という自動運転が現実のも
のとなります。



自動運転用センサの概要

自 動運転への関心は世界中でますます高まっており、自動車社会の新時代が始まるうとしています。現在、多くの市販車ではオプション機能として予防安全（自動運転）システムが搭載されています。今後、交通インフラの改善が同時に進めば、自動運転機能の信頼性と成熟度はさらに高まり、最終的にはドライバーが安心して運転できる環境が整います。

自動運転を可能にする

『Diamond Safety』テクノロジー

三菱電機の車両開発では、顧客とその安全が常に最優先に考えられています。このモットーに基づき、三菱電機はレベル3の自動運転を可能にする予防安全技術『Diamond Safety』を開発しており、安全で快適な運転の実現を目指しています。レベル3の自動運転では、車両の動作は自律的に制御されます。ただし、完全な自

動運転と比較すると、ドライバーの介入が適宜必要です。たとえば、高速道路の走行中に、ドライバーは道路から目を離して必要な運転操作を車に任せることができませんが、警告が発せられた場合、ドライバーは数秒で運転を再開できるよう準備しておく必要があります。三菱電機では、開発した予防安全技術デバイスがレベル3の自動運転要件に沿って安定して動作するかを検証するため、dSPACEのラピッドコントロールプロトタイピング（RCP）システムであるMicroAutoBox IIを使用し、実車で動作を検証しました。

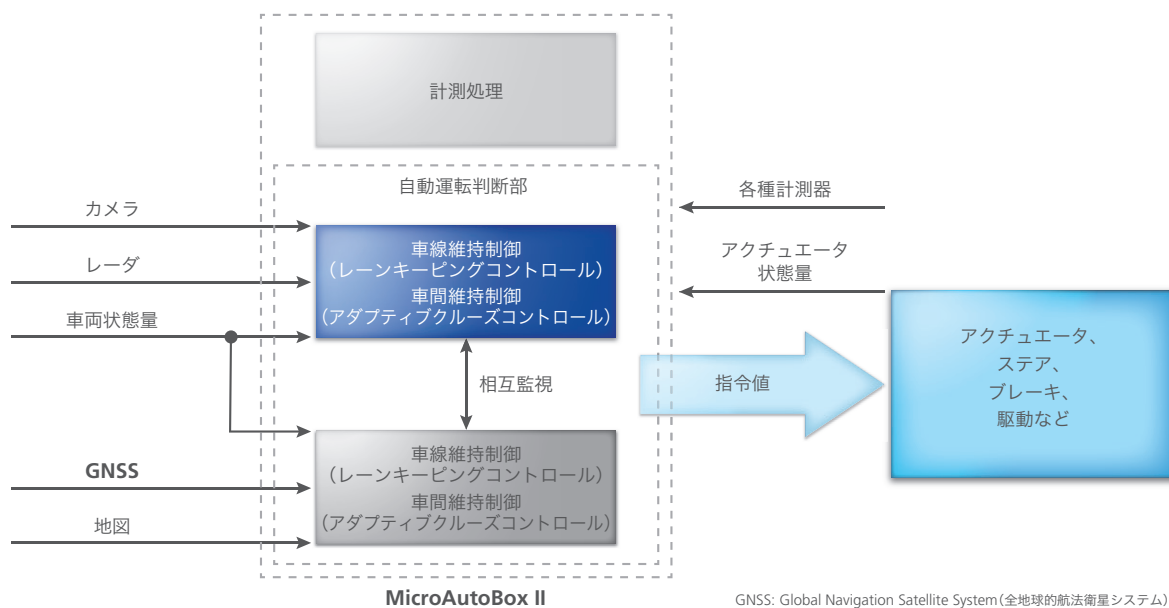
高精度の測位情報は、日本の準天頂衛星システムから提供されます。

衛星支援測位システム

三菱電機では、レベル3の自動運転を達成するため、自律的アクティブセーフティシステムに加え、日本の準天頂衛星測位システムの高精度測位情報を使用して高い精度と安全性を実現していきます。準天頂衛星システムは、日本で常に天頂付近に1機の衛星が見えるように、複数の軌道面にそれぞれ配置された衛星を組み合わせる衛星システムです。これらの軌道は、軌道傾斜角（赤道面からの軌道面の傾き）を持って、地球の自転と同じ周期で地球を回っています。衛星が常に天頂方向にあるため、山やビル等に影響されず全国をほぼ100%カバーする、高



出典：©三菱電機株式会社



車両制御システムのブロック線図

精度の衛星測位サービスの提供が可能で
す。準天頂衛星測位システムは従来の測
位信号に加えて、準天頂衛星固有の補強
信号（センチメートル級測位補強サービ
ス）により構成されます。2010年以降、準天
頂衛星の初号機である「みちびき」が衛
星軌道を周回しています。2018年から
は、このシステムにさらに2基の準天頂衛
星と1基の地球同期衛星が加わり、合計

4基の衛星が稼動する予定です。また、
2015年1月に採択された「宇宙開発マ
スタープラン」に沿って、2023年には日
本の衛星測位システムで7基の衛星が稼
動することになっており、連続的な測位が
可能になる予定です。これまで以上に高
度な自動運転を実現するには、単独の車
両からだけでは取得できない情報を付加
することが重要です。衛星測位システムか

ら取得したデータを使用すれば、車線維
持や車線変更といった制御における精度
や信頼性が向上します。

システム設計の概要

開発中の車両制御システムでは、非常
に多くのセンサ情報に加え、車両や環境
に関する情報も解析する必要があります。
三菱電機の車両制御システム全体は

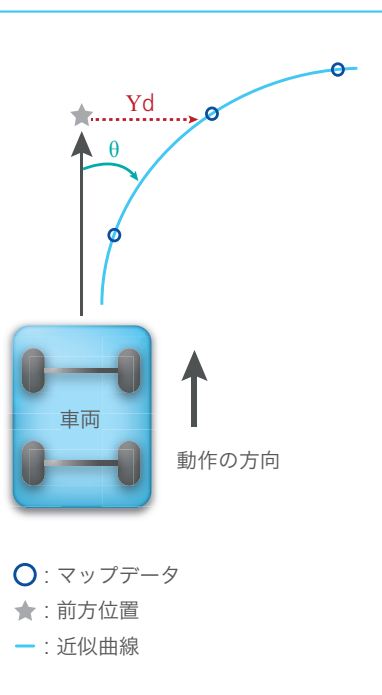
>>

自動運転機能が搭載された車両のダッシュボード





スマートフォンなどの外部デバイスを使用して自動駐車機能を実行



車両の横方向の制御に関する概略図

MicroAutoBox II に実装されており、非常に多くのセンサや車両データの解析が行われています。自律センサには、前方監視カメラやミリ波レーダー、および高精度GNSS（全地球の航法衛星システム）レシーバなどのインフラストラクチャセンサと高精度マップが含まれています。たとえば、車線維持システムの機能は、前方監視カメラによる白線認識に基づく目標経路と高精度マップおよび高精度測位情報による目標経路を整合することにより、信頼性の高い自動運転を実現します。さらに、車速および車両のステータスや周辺状況に関する情報も解析され、自動運転の実行やアクチュエータの操作に使用されます。

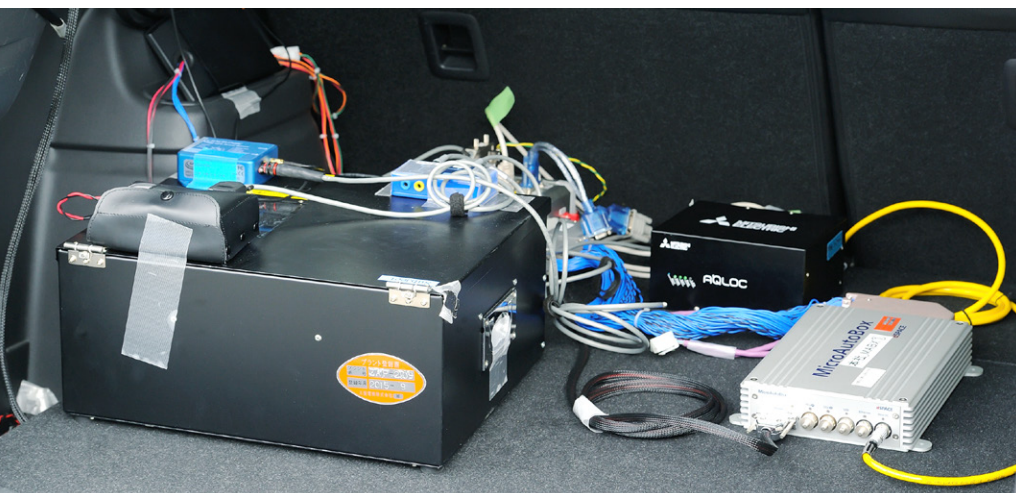
自律的な車両制御

車両の横方向の制御では、前方監視モデルが使用されており、その動作は左図のようになります。このモデルでは、数秒後に車両の現在位置となる前方位置と、近似曲線によって示される目標運転経路が比

較され、横方向の偏差 Y_d および角度 θ で表現されます。 Y_d 、 θ に加え、車両ステータスや周辺状況に関する情報も解析され、それらに基づいてステアリング制御が実行されます。縦方向の車両制御は、駆動制御とブレーキ制御によって実行されます。駆動制御では、車両の運転速度およびマップから取得した速度制限情報を比較することで、車速を制御します。ブレーキ制御では、緊急の場合を除いて、急激な減速ではなく、なだらかな減速となるようブレーキ命令が設定されます。（交差点などにおける）停止は、マップ情報に基づいて実行されます。

ControlDesk および MicroAutoBox II による検証と制御

dSPACE 開発ツールを使用すると、MATLAB®/Simulink® で開発された制御アルゴリズムを迅速に実装したり、制御パラメータの調整をオンラインで行ったりすることができるため、新しいソリューションをすばやくテストすることができます。非



他の装置と組み合わせた MicroAutoBox II が自動運転機能を実行します。



「MicroAutoBox II と ControlDesk を使用することで、非常に効率良くテストを実行し、評価を行うことができます」

三菱電機株式会社、一杉和夫氏

常に複雑なシステムのテストを行う場合、これは非常に便利です。また、これらの開発ツールを使用すると、さまざまなセンサを接続して機能を検証したり、通信上の遅延を軽減したりすることができるため、検証する項目数を大幅に減らし、データを共有することで、異なる部署で開発している要素解析を行うためのリソースや工数を削減することができます。RCP デバイス

にインストールされたモデルを試験ソフトウェアである dSPACE ControlDesk で制御すると、車両制御機能のオン/オフを視覚的に切り替えたり、各種インターフェースの入出力値や計算値を監視したりするなど、1つの画面からさまざまなパラメータを制御および監視することができます。また、多くのインターフェースを提供する MicroAutoBox II を使用すると、車

両操作が容易になるだけでなく、計測デバイスからのデータをリアルタイムで監視できるようになるため、さまざまな評価テストを容易に実行することができます。■

三菱電機株式会社、田中英之氏

三菱電機の自動運転車両制御システムの開発チーム

後列（左から）：竹内佑氏、勝健太氏、清水雄司氏、一杉和夫氏、角田貴俊氏、吉瀬毅氏
前列（左から）：西脇和弘氏、田中英之氏（シニアマネージャー）、佐竹敏英氏、東道年氏、吉野伶氏



まとめと今後の展望

予防安全技術である『Diamond Safety』テクノロジーは、すでに高い成熟度と機能範囲を実現しており、自動運転の動作原理はさまざまなテストコースですでに実証されています。当社では、この技術における個々の安全機能を段階的に量産車に導入する予定です。今後も、dSPACE 製品を使用して高度な自動運転制御システムの開発を継続していきたいと思えます。