



Mercedes-Benz

これは、2013年9月9日にダイムラー社から発表されたプレスリリースの日本語抄訳です。

未来を拓く快挙：郊外・市内ルートで長距離自動運転を実証

Press Information

インテリジェントドライブ

2013年9月18日

メルセデス・ベンツ S クラス INTELLIGENTDRIVE、 ベルタ・ベンツの長距離走行ルートを自動運転で走破

メルセデス・ベンツでは2013年8月、ある歴史的ルートで「S 500
インテリジェントドライブ
INTELLIGENT DRIVE リサーチカー」による自動運転実験を実施し、都市間および市街地ルートにおける自動運転の実現可能性を自動車メーカーとして初めて実証しました。実験ルートはマンハイムからプフォルツハイムまでの全長約100kmで、ちょうど125年前、カール・ベンツの妻ベルタが世界初の長距離走行を敢行した際とまったく同じ道を辿りました。21世紀の今日では、交通量も非常に多くSクラス INTELLIGENT DRIVEの自動運転機能は、交通信号やロータリー式交差点、歩行者、自転車、路面電車などが錯綜する多くのシーンを切り抜ける必要に迫られました。注目すべきは、未来につながる今回の成功は、莫大なコストをかけた特殊技術ではなく、新型Eクラスや新型Sクラスにすでに搭載されている技術に非常に類似した、量産段階に近い技術を用いて成し遂げられた点です。従って本実験は、自ら動くクルマ（自動車）を超え、自動的に運転するクルマ（自動運転車）を目指す上で達成された1つの大きな業績として位置づけられます。

1888年8月、カール・ベンツの妻ベルタは、マンハイムからプフォルツハイムまでをルートとし、世界初の長距離自動車走行として知られる旅に出発しました。この快挙によってベルタは、「ベンツ・パテント・モーターカー」の日常の足としての適性を実証し、自動車の世界的普及への道を切り拓きました。それからちょうど125年後に当たる2013年8月、メルセデス・ベンツはベルタと同じルートをたどりながら、ベルタに勝るとも劣らない、未来を拓く偉大な取り組みに成功しました。メルセデス・ベンツ 新型Sクラスをベースに開発したリサーチカー S 500 INTELLIGENT DRIVE で、マンハイム～プフォルツハイム間の約100kmを自動運転により走破しました。しかも

往年のベルタとは違って、今日では道路を「わがもの」として利用することはできず、交通量の多い複雑な状況に対処する必要に迫られました。

ダイムラーAG 取締役会会長 兼 メルセデス・ベンツ・カーズ統括のディーター・ツェッチェは次のように述べています。「このSクラスは、メルセデス・ベンツの『インテリジェントドライブ』が目指す方向性を具体的に示すとともに、現在の技術がすでに非常に大きな可能性を秘めていることを明らかにするものです。もちろん、自動で走るならアウトバーンをマンハイムからプフォルツハイムまで走ればずっと楽だったはずですが、メルセデスとしては、ベルタ・ベンツの快挙から125周年となる年に同じルートを自動運転で走りたいという特別な動機があったのです。困難な目標を自らに課しそれに挑むのでなければ、メルセデス・ベンツの名に恥じることになるからです」。

自動運転を量産ベースのセンサーで実現

このプロジェクトで使用したリサーチカー、メルセデス・ベンツ S 500 INTELLIGENT DRIVE には、量産ベースのセンサーが搭載されました。新型Sクラスにすでに採用しているセンサー技術をさらに進化させ、現在の位置や見えているモノを認識し、自動的に反応することを教え込みました。高度に自動化されたこの「ルートパイロット」により、クルマは車両が密集した市街地や郊外道路を安全に走行することができます。

ツェッチェは次のように話しています。「自動運転車はメルセデスにとって、『事故なき運転』を実現するための一つの重要なステップであり、すべての道路利用者に対して快適性と安全性を高めるものです。というのも、自動運転車はドライバーが不注意だったり、何かを見落とししたりした場合も適切に対応できるほか、退屈な運転や難しい運転操作からドライバーを解放してくれるからです」。

ダイムラー社取締役 グループリサーチ メルセデス・ベンツ・カーズ 開発統括のトーマス・ウェーバーは次のように述べています。「ベルタ・ベンツのルートをたどる走行実験の成功で、遮蔽された専用自動車道や比較的単純な交通状況という有利な条件がなくとも、高度自動運転が可能だということを実証しました。自動運転を高速道路だけでなく、他の道路状況においても

実現するためには、現在のシステムをどのような方向にさらに進化させるべきなのか、という点について、プロジェクトの目的に照らして重要な知見を得ることができました。現在のセンサー技術で非常に多くのことが実現できたことは、私たち自身にとっても驚きでした。また、走行ルートは実に様々で、多種多様な交通状況の中でどのように対処すべきか、自動運転車に教え込むには、どれだけの時間と労力が必要かということも今回、明らかになりました」。本実験の結果は、今後の新しい世代のクルマづくりに生かされ、このような革新的でさらに進化した機能が搭載されることになるはずで、ウーバーはまた、「新型Sクラスは、渋滞の中を自動運転できる世界初のクルマとなりました。その他の自動運転機能についても、量産車への世界初採用を目指しています。この目標は2010年代末までに達成する計画ですので、どうぞご期待下さい」と強調しています。

自動運転のさまざまな段階

自動運転の主要なメリットは明らかで、目的地へ速くかつ安全に、よりくつろいだ精神状態で到着できるようになります。とりわけ、日常的なルートの走行や渋滞走行、速度制限や事故多発地点がある交通量の多い高速道路においては、ドライバーを支援し、退屈な繰り返しの運転操作から解放してくれます。しかし、ドライバーから自分でクルマを操る経験や喜びを奪うことが目的ではありません。ウーバーは次のように話しています。「メルセデスの自動運転システムはドライバーの支援と負担軽減を目指すものです。自分でクルマを操りたいなら、それも自由です。それは今後も変わることはありません。ただ確かなことは、自動運転は一夜にしてできるものではなく、段階を踏みながら実現していくものだということです。今回の実験によって、メルセデス・ベンツは未来に向けてさらに大きく一歩前進したのです」。

自動運転は三つの段階に区別されています。「VDA」のワーキンググループがThe German Federal Highway Research Institute（ドイツ連邦道路交通研究所、BAST）の協力を得て定めたもので、それぞれ「部分自動運転」、「高度自動運転」、「完全自動運転」と呼ばれています。

- 部分自動運転では、ドライバーは自動機能をつねに監視する必要がある、走行中、運転に無関係のことをすることはできません。

- 高度自動運転では、ドライバーはシステムをつねに監視している必要はありません。運転に無関係の行為も制限付きで考えられます。システムは、システムの限界を自動で判断し、運転機能进行操作する役割を十分な時間的余裕をもってドライバーに戻します。
- 完全自動運転では、システムがあらゆる状況に対処する能力を備えており、ドライバーはシステムを監視する必要がなく、走行中、運転に無関係のことをしていても構いません。またこの段階ではドライバーなしでも走行が可能です。

このうち部分自動運転は、メルセデス・ベンツ 新型 E クラスと新型 S クラスですすでに実現しています。渋滞した道路では、「ステアリングアシスト」を搭載し、進化した「ディストロニック・プラス」を中心として自動運転を行います。このようにこのシステムは事故なき運転、そして究極的には自動運転を目指し、あらゆる安全システム、快適システムを高度にネットワーク化する「メルセデス・ベンツ インテリジェントドライブ」の中核をなすものです。

ベルタ・ベンツのルートをたどった、今回の自動運転実験の成功によってダイムラーの研究部門は、高度自動運転および完全自動運転の実現に向けてどのような課題に取り組むべきか、そして、信号やロータリー式交差点、歩行者、路面電車等がきわめて複雑に絡み合う道路をクルマが安全に走行できるためには何がさらに必要なのか、この二つの点に関して重要な情報を得ることができました。

E クラス、S クラスベースの技術方式を利用した最初の公道走行テスト

ベルタ・ベンツのルートをたどる「ルートパイロット」に対する実験走行は「TÜV」（German Technical Inspection Authority、ドイツ技術検査協会）による公式の免除措置や証明書による許可を受け、2012年初めよりスタートしましたが、一般の方に気が付かれることはありませんでした。実験の対象はEクラスおよびSクラスをベースとした計3種類の技術方式で、現在利用できるアクティブセーフティおよびパッシブセーフティ装備をもれなく搭載しました。

また、これらのテスト車のセンサーは、メルセデス・ベンツの量産車に現在、類似した形で搭載されているもののみを採用しました。これは、これらの技術がすでに手頃な価格となっているほか、日常使用にも適していることから、今後の量産モデルへの技術移転も容易になるためです。ただ、センサーの数と配列には改良を施すことにより、クルマの全周囲を包括的にカバーするとともに、周囲から追加の情報が得られるようにしました。

自動運転車は、これらのセンサー情報と、デジタルマップからの情報を利用して決定した自車位置をもとに、走行できる空きスペースを分析し、走行コースの計画を行います。これに必要なアルゴリズムはメルセデス・ベンツの研究チームが、The Institute for Measuring and Control Technology at The Karlsruhe Institute of Technology（カールスルーエ工科大学 測定・制御技術研究所、以下 KIT）と共同で開発しました。

メルセデス・ベンツ S クラス量産モデルからの技術的変更点は以下の通りです。

- ステレオカメラのステレオベース（両眼の間の距離）を拡大することで、より離れたところにある対象物をレーダーだけでなく、カメラによっても検知できるようにしました。
- 長距離レーダーセンサー2 個をフロントバンパーの左右に追加し、交差点で左右から近づく車両をいち早く検知できるようにしました。このほか、後方の道路状況を監視する長距離レーダーセンサーを1 個設けています。
- 車体コーナー部に近距離レーダーセンサー4 個を設置することで、車両に近い位置にあるモノや他の道路利用者の検知性能を高めました。
- フロントガラス内側のカラーカメラ（画角 90° ）1 個で交通信号を監視しています。
- さらに、リアウインドウから後方を監視するカメラを1 個設置し、既知の周辺特徴を参照しながら自車の位置を決定しています。ここで手がかりとする周辺状況の要素はデジタルマップに予め

保存されており、カメラで撮影した最新の画像とマップに保存されたデータを比較することにより、GPSのみを用いる方法に比べてはるかに高い精度で自車の位置を決定できます。

ベルタ・ベンツのルートを進む今回の走行実験で、メルセデス・ベンツはKITのほか、ノキア社のデジタルマップ制作および位置関連サービス専門部署「HERE」とも協力し、自動運転車の要件に特化した、マンハイム〜プフォルツハイム間の「3D デジタルマップ」を作成しました。この地図には厳しい精度が要求されたことから、道路配置のほか、車線や交通標識の数や方向、交通信号の位置のデータが含まれました。自動運転にはこのようなデジタルマップが必要な前提条件となるため、メルセデス・ベンツと HERE では自動運転用「インテリジェント」3D デジタルマップの開発で、今後も協力関係を継続していくことにしています。

多様な道路状況に対処できるルートパイロット

リサーチカーに搭載されたルートパイロットの役目は、郊外と市内の両方で数多くの異なる課題に対処することです。その対象としては例えば、ロータリー式交差点、密集地における対向車両による妨害、道路を走る自転車、わき道進入操作、まちまちなしかたで駐車された車両、赤信号、右方優先の交差点、道路を横断する歩行者や路面電車などが挙げられます。

Sクラスの自動運転モデルは実験中、特別な訓練を受けたセーフティドライバーが監視を行いました。システムが判断を誤った場合にただちに介入し、正しい操作を行うべく同乗しました。実際の道路では何が起こるか予期できず、過去とまったく同じことが繰り返されることはありません。このため、セーフティドライバーの運転操作が必要となった場合のすべてについて記録が残されました。そして、この記録について後日開発チームが評価を行うことで、自動運転で可能な操作のレパトリーを広げることができました。このようにして、技術開発が進み、対応可能な道路状況の範囲が拡大していきます。

100km ルートのテスト走行を実施することで、自動運転技術と自動運転車をいっそう進化させるために重要な情報が得られます。ダイムラーグループリサーチ、および先行開発ドライバー支援、およびサスペンションシステム統括で、自動運転プロジェクトをスタートさせたラルフ・ヘアトヴィッヒは

次のように説明しています。「例えば、様々な光の条件下で交通信号の色を認識し、各信号と車線を正しく結びつけることが非常に難しいことが明らかになりました。しかし、すべての道路状況に対処できるようにすることは考えていません。例えば、ゴミ収集車が道をふさいでいる場合等、センサーの視野が制限されている際は、自動的に追い越すことは望ましくありません。そのような場合は運転操作の役目をドライバーに戻します」。

メルセデス・ベンツにとって、今回の、自動運転の公道実験で最大の成果は、開発チームが今後どの面に注力すべきかが確認されたことにあります。

「プログラム済み運転操作（ロータリー式交差点を自動運転で通り抜ける方法等のような、ステアリング、エンジン、ブレーキなどに対する状況に応じた制御指令）のレパトリーのどの部分を改善し、高度化できるかということが明らかになったのです」。その他の課題としては、道路上のクルマの正確な位置を決定することが挙げられます。例えば交差点における停車で、交差する交通が確認できるような停車位置はどの地点かを正確に判断する場合等に、クルマの正確な位置が決め手となるからです。

自動運転にとって大きな課題の一つとなるのが、他の道路利用者といかにして通信したり、関係したりするかという点です。路上に障害物があった場合に、対向車との間でどちらが先に通るのかを決めるには、状況をきわめて詳細に分析することが必要となります。ヘアトヴィッヒは次のように述べています。「人間のドライバーなら行けそうだと思えば大胆に前進するところを、自動運転はより慎重になりがちです。このため、横断歩道で停止したクルマを先に行かせようと歩行者が合図しているのに、クルマの方はおとなしく待ち続けるといった、奇妙な事態が発生することもあります。これは、システムをプログラムする際、そういう心遣いがありうることを見落としていたためです」。

個々の走行状況で自動運転のリサーチカーが行う判断を、開発部門で後に再現できるよう、リサーチカーはすべてのセンサーデータを記録しました。ステレオカメラの画像だけでそのデータ量は毎時間 300Gbyte に達し、さらに後の通常運転においてもその一部が保存されたままとなります。それは、例えば、自動運転車が事故に巻き込まれた場合、この情報があれば事故の状況を確認することが可能になるからです。

自動運転実現に向けた課題

高度自動運転や完全自動運転という目標を達成する上で、克服すべき障害は技術的なものだけではありません。現在すでに**技術的には実現可能**となっているものでも、多くは**世界中で使用が許可されているわけではない**からです。

例えば、国際規制の UN/ECE（国連欧州経済委員会）R79（ステアリングシステム）では、ステアリングの修正機能は認めています。10km/h 以上の自動ステアリングは認めていません。EU 法に關係する Vienna Road Traffic Convention（ウィーン道路交通条約）においては、ドライバーはクルマをつねに制御しいつでも介入することができなければならない、と規定されています。この条約が採択された当時は、まだ自動運転車など考えられなかった時代のため、この規定が高度自動運転や完全自動運転について、どういう意味合いになるかということを確認する必要があります。米国の一部の州（ネバダ州等）では、少なくとも自動運転車の試験走行に関する限り、すでにその明確化がなされています。部分自動運転から高度自動運転へのシフトに必要なもう一つの前提は、社会的受容です。自動車が初めて発明された当時とまったく同様に、まずもってシステムの技術的性能に対する社会の信頼を醸成することが必要です。最近これを実証したのが、メルセデス・ベンツ・カスタマーリサーチセンターが 18～60 歳の被験者約 100 人を対象に実施した研究です。ドライビングシミュレーター内で自動運転を体験してもらったところ、当初の懐疑的な意見がほぼ解消されました。しかも、否定的な考えを当初持っていた参加者についても、体験後は受容度が大きく高まりました。

マップデータやルート情報をつねに最新の状態に保つ一つの方法として、「Car-to-X Communication」通信が挙げられます。この通信が実現すれば、クルマ同士が協力しあいリアルタイムでマップを生成することが可能になります。理論的にはどのクルマも、自車が走ってきたルートを記録し、データベースに登録することができるはずだからです。赤信号で停止すれば、そのクルマから他の道路利用者にその情報が発信され、信号機そのものが周囲のクルマにデータを送ることも可能になります。メルセデス・ベンツではこれまで数年にわたって車車間通信、および車と環境間の通信技術の開発を進め

ており、今年は自動車メーカーとして世界で初めて「Car-to-X 機能」を市場に投入する計画です。

PROMETHEUS（プロメテウス）—— 自動運転実現に向けた先駆的事業

メルセデス・ベンツによる、ベルタ・ベンツのルートを辿る実験の成功は、自動運転分野における長年の研究がもたらした最新の成果です。これに先立つ画期的な事業としては、ダイムラー・ベンツが創始した研究プロジェクト、EUREKA-PROMETHEUS（ユリーカ・プロメテウス＝Programme for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety 最高の効率と空前の安全性を備えた欧州交通計画）があります。本プロジェクトは1986年にスタートしました。1994年にはパリ地域の多車線高速道路を利用し、通常交通の中約1,000kmの大部分を自動運転で走行して大きな話題となったほか、1995年にはミュンヘンからコペンハーゲンまでの走行に成功しました。メルセデス・ベンツは早くも20年近く前に、高速道路において自動運転（車線変更、追い越し、車間距離維持など）が技術的に可能であることを実証していました。

プロメテウス・プロジェクトの成果の一つとして挙げられるのが、1998年にSクラスで実用化されたアダプティブクルーズコントロール「ディストロニック」です。このディストロニックをもとにメルセデス・ベンツは、危険検知やドライバーへの警告、自動介入（介入頻度はつねに増加）が行える一連の支援システムを開発してきました。プロメテウスからはさらにスピードリミットアシストが生まれ、2005年に量産化されました。ステレオカメラによる環境検知も、やはり初めはプロメテウスの一部としてテストが行われ、この技術はその絶えざる進化を通してこのほど新型Eクラス、Sクラスに導入されている「6Dビジョン」ステレオカメラの基礎を築きました。ダイムラーが特許を取得したこの技術によって、自車近傍にいる他の道路利用者のリアルタイムの動きを予測することが可能となったのです。

技術的には、プロメテウスと今回のメルセデス・ベンツS 500 INTELLIGENT DRIVEとの間には天地ほどの開きがあります。メルセデス・ベンツで開発を統括するウェーバーは次のように説明しています。「進化の最大要因は、最新のハードウェアとソフトウェアで、いずれも長年にわたり重点的な最適化が進められてきました。プロメテウスの当時の技術装備はクルマで通常

使用するにはサイズも大きすぎ、価格も高価すぎました。また能力や信頼性も不十分でした。この点は現在では大きく変わりました。メルセデスの先進システムは、小型コントロールユニットに内蔵でき、しかも制御装置は非常に高性能で価格も手ごろになりました。なぜならこれにより、初めて自動運転機能を最大多数のお客様にご利用いただくことができるようになり、そしてそれがメルセデスの究極の目標だからです」。

量産車に採用済みの、メルセデス・ベンツ 部分自動運転機能付支援システム

- ディストロニック/ディストロニック・プラス（アダプティブクルーズコントロール）（1998年/2005年）

1998年導入、2005年に改良型レーダーセンサーを備えた進化型が登場したアダプティブクルーズコントロール。先行車との間に安全な車間距離を維持するほか、自動ブレーキング機能、自動加速機能を備えています。
- PRE-SAFE®ブレーキ（2006年）

追突のおそれがある場合に自動ブレーキングを起動します（自動パーシャルブレーキング/緊急ブレーキング）。
- アクティブブラインドスポットアシスト（2010年）

ドライバーの死角に入った車両を検知し、片側にブレーキをかけることで車線変更による衝突のリスクを低減します。
- アクティブレーンキーピングアシスト（2010年）

ESP®とネットワーク化されており、不注意により実線または破線の車線表示を越えた場合、反対側のホイールにブレーキをかけることで、クルマをもとの車線に戻します。
- アクティブパーキングアシスト（2010年）

電動機械式ダイレクトステアリングを利用して、駐車スペースへとクルマを導きます。
- ディストロニック・プラス（ステアリングアシスト付）（2013年）

車間距離維持のほか、車線の中央位置を維持できるようドライバーを支援します。これにより、渋滞時の自動追従が可能となります。
- BAS プラス（飛び出し検知機能付ブレーキアシスト・プラス）（2013年）

前方を横切る車両や歩行者を検知し、ドライバーのブレーキ踏み込みより強い制動力を発生させます。