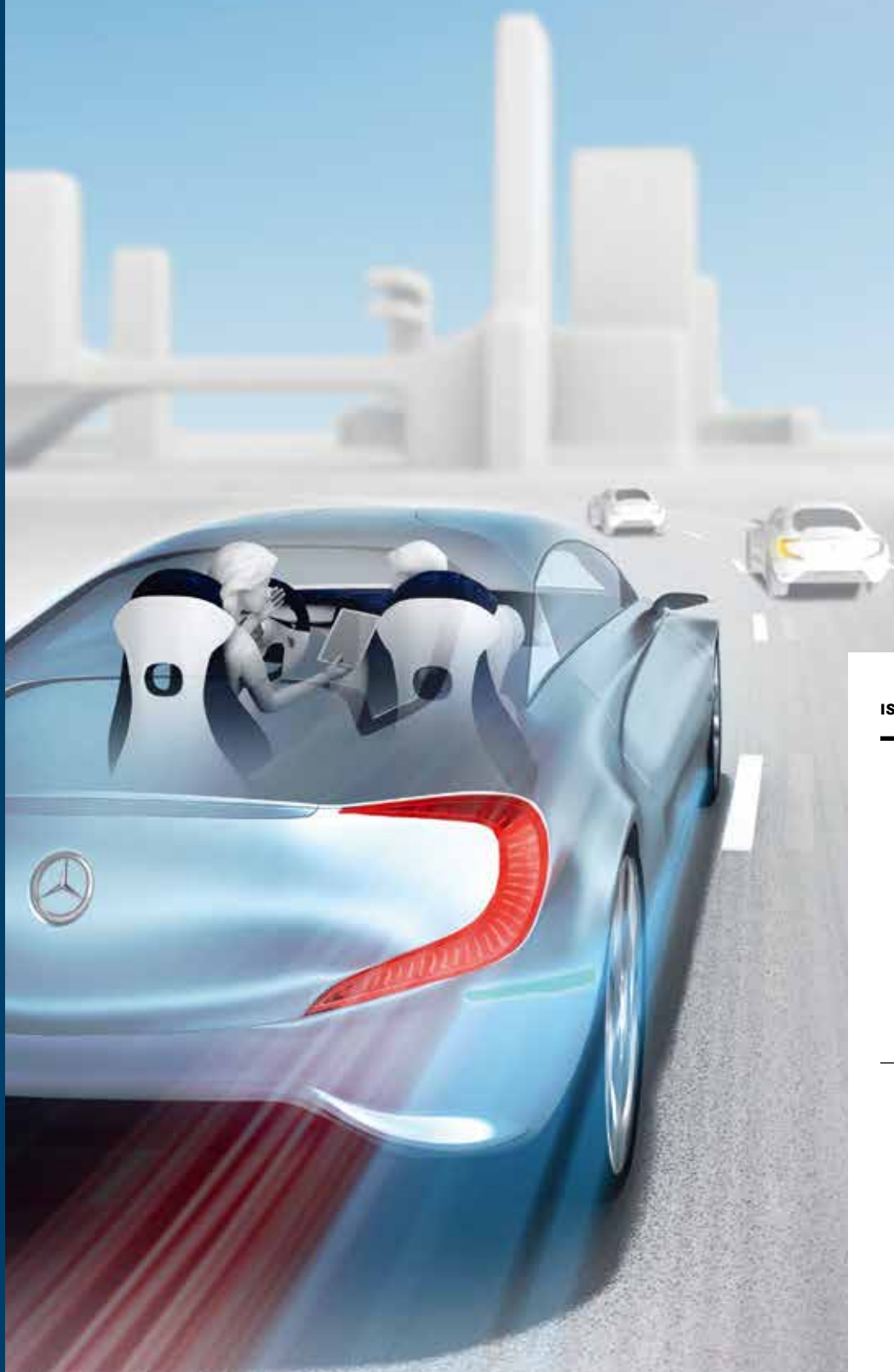


TECHNICITY



ISSUE 02 2013

AUTONOMOUS DRIVING

— 自動運転 —

日常生活に革命的变化をもたらす
自動運転のビジョンがよいよ現実に

INNOVATION TECHNOLOGY MOBILITY

Powered by Mercedes-Benz

FOCUS ON AUTONOMOUS DRIVING

— 熱い注目を集める自動運転 —

自動車の発明によって人間は自分の環境と世界を征服することができました。カール・ベンツの妻、ベルタは 1888 年、マンハイムからプフォルツハイムまでの長い道のりを自動車で走破する快挙を成し遂げ、自動車史にその名を刻みました。

それからちょうど 125 年後、メルセデス・ベンツは当時ベルタがたどったルートで実験走行を敢行しました。自動運転の未来を開くためです。使用した車両は自動運転リサーチカー、S 500 INTELLIGENT DRIVE (インテリジェントドライブ)。周囲と隔離されたテストコースや高速道路を初めて離れ、郊外道路や 21 世紀の市街地を安全に走行することに成功しました。しかも、使った技術は量産車用の技術を拡張しただけなのです。

このため、今号の「テクニシティ」では自動運転のさまざまな側面を検討してみたいと考えています。まず、メルセデス・ベンツが自社ドライビングシミュレーターを利用して実施した受容度調査において、参加者の皆様が自動運転の可能性についてどのように考えたかをご紹介します。また、各専門家にインタビューを行い、自動運転がもたらす変化についての見通しや必要となる安全上の注意事項についても意見を伺いました。また、ダイムラー & ベンツ財団がスタートさせた自動運転研究プロジェクトについても最新情報をお届けします。ウェブ版もご用意しましたので、どうぞご利用下さい。
www.technicity.daimler.com. (英語)

今号の「テクニシティ」でもこれまで同様、弊社の研究開発活動の中から興味深い話題を拾い上げたつもりです。皆様のご意見・ご感想をお待ちしています。

トーマス・ウェーバー
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



10

24

30

34

INDEX

TRIUMPH OF THE ASSISTANCE SYSTEMS

— 支援システムの勝利 —

10

日常生活に革命的变化をもたらす
自動運転が実現に近づきました。

FUTURE LABORATORY FOR AUTONOMOUS DRIVE

— 自動運転の実現を目指す未来の実験室 —

24

ダイムラー研究部門では約 100 人を対象に、
未来の自動運転を体験する
大規模な受容度調査を実施しました。

AUTONOMOUS DRIVING IN THE TRACKS OF BERTHA BENZ

— ベルタ・ベンツの長距離走行ルートを
自動運転で走破 —

30

メルセデス・ベンツでは、都市間及び市街地における
自動運転の実証を進めています。

A NEW CHAPTER IN SAFETY TECHNOLOGY

— 安全技術に新たなページを開く —

34

ロドルフォ・シェーネブルク
パッシブセーフティと自動運転について



オートパイロット走行

かつては遥かな夢物語だった世界が実現に近づきつつあります。将来の無人運転車はドライバーの希望によりすべての運転操作を代行します。渋滞走行や高速道路の長距離走行、ストレスを受けやすい場面など、日常のモビリティにまもなく起きる革命のカギとなる技術の要素は、メルセデス・ベンツの量産車にすでに採用済み、あるいはまもなく採用されるものばかりです。



ボタンひとつで運転交代

人間の介入なしに走行する自動運転。しかし走りの喜びや個人の体験を奪うものでは決してありません。気分次第でいつでもボタンひとつで自動運転を停止、自分の手でクルマを操ることも可能です。



— 新たな自由

自動運転が実現すれば、運転席に座るドライバーの自由が拡大します。ただ、技術は段階を追って進むものであり、少なくとも最初の段階においては人間による監視が必要です。

THE TRIUMPH OF THE ASSISTANCE SYSTEMS

— 支援システムの勝利 —

数十年来の夢だった自動運転が、
ようやく数年後にも実現する
段階に達しました。

私たちの毎日の生活に革命的变化が
もたらされようとしています。

文： シュテファン・ホイア
写真： ダヴィッド・シュバート (ダイムラー)
挿絵： イアッセン・マルコフ (ダイムラー)

KEYWORDS

DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS
— ドライバー支援システム —

AUTONOMOUS DRIVING
— 自動運転 —

ENVIRONMENT RECOGNITION
— 環境認識 —

SAFETY
— 安全性 —

SOCIETY
— 社会 —



ルリン環状道路を直前に混雑しはじめたアウトバーン A9 号線。シルバーの S クラスが加速しながらウインカーを点滅。左車線に出て、遅いクルマ 2 台を追い越しました。速度 120km/h。その間ドライバーはほとんど何もしません。30 分後、ラッシュアワーに入った都市高速は渋滞がちに。不規則に発進・停止を繰り返す先行車両に対して一定の距離を保ちつつ数分走ると、ナビゲーションシステムに設定した「カイザーダム」出口に到着しました。

ここから家までは、これまで何度も走った道。乗用車やトラック、バス、自転車、歩行者が手前勝手な速度で動こうとするこの大都市の混雑の中、S クラスは難なく帰路をたどっていきます。交通量を制限した地域では所定の低速走行を厳守します。道路標識が読める上、レーダーセンサーとステレオカメラを使ってつねに周囲の歩行者に目を光らせているからです。数分後に目的地に到着。すると、駐車スペースまで探してくれます。まず停車して人を下ろしますが、その後電子キーを押すと、ベテランドライバーでも難しそうな狭いスペースに自動で駐車します。

ほんの数年前までは、エンジニアやコンピュータ科学者でさえ、上のような SF 的なお話を 21 世紀モビリティの展望を示すビジョンとして取り上げたものですが、ところが今では現実がこの話に追いついてしまいました。というのも、メルセデス・ベンツが開発した最新の支援システムによって、上のような運転操作はすべてすでに実現しているか、現実に即した条件下でテストが進められているからです。

技術開発の大きな進化で

自動運転が視野に

これにより、私たちの日常生活に革命がもたらされることになります。自動運転はビジョンとしては数十年前からありましたが、コンピュータ性能の飛躍的な向上や、センサー技術や車両周囲の検知技術の革新、それに高速デジタル化技術の進化、日常生活のネットワーク化があいまってドライバー不要の運転が実現可能となったのはようやく今日のことです。道路交通の安全性やモビリティの効率や環境適合性を高め、すべての道路利用者に対して想像を超える自由を提供するための多くの可能性が考えられます。

しかし、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は、ハードウェアとソフトウェアを高速化・高度化し、コストを下げるために克服すべき開発上の障害がいくつかあります。メルセデス・ベンツ以外でも、エレクトロニクス企業や自動車部品メーカー、大学などの研究者や開発エンジニアらが、自動運転の段階的実現を目指し、高度なハードウェア、ソフトウェアの開発に取り組んでいます。同時にまた、インフラストラクチャーや立法機関、一般社会にはこの新しい自動車技術に対する備えが必要となります。

「自動運転は段階的に実現していきます」。ダイムラー社のダイムラーグループリサーチ、ドライバー支援・サスペンションシステム、および先端技術開発統括のラルフ・グイド・ヘルトヴィッヒは次のように話しています。「初めの段階では、高速道路など特定の種類の道路に限定されるほか、走行できる天候や光の状態にも一定の条件が課せられるでしょう。また、ドライバーによるシステムの監視が必要で、本でも読んでいけばいいというわけにはいきません」。

このため研究者からは、人間が介在しない自動運転について性急に過大な期待をかけることに対して「待った」がかかっています。「低速走行や発進・停止を繰り返す走行、駐車



アクティブパーキングアシスト

縦列駐車・並列駐車を自動で行い、ドライバーによる操作はアクセルとシフト操作のみとなります。さらに、縦列駐車については駐車スペースからの退出も100%自動で行えます。



BAS プラス (飛び出し検知機能付ブレーキアシスト・プラス)

交差点での進路を横切る車両との衝突防止を支援します。危険が近づくと警告し、必要な場合にはブレーキ圧を自動で高めめます。

* 燃費：10.3～4.1L/100km (NEDC 総合)、CO₂ 排出量 (総合) 242～107g/km、効率クラス F～A +
** 燃費：10.3～5.5L/100km (総合)、CO₂ 排出量 (総合) 242～146g/km、効率クラス F～A
以上の数値はドイツ乗用車エネルギー消費ラベル政令 (PKW-EnVKV) によるもので、ドイツ市場のみに適用されます。
個々の車両についての測定値ではなく、製品そのものの性能を表すものではありません。単にモデル比較のための数値です。

操作については、ドライバー不要の自動運転が数年後にも実現します。が、高速走行や複雑なシーンでの運転には、今後少なくとも10年はドライバーの介入が必要です(ヘルトヴィッヒ)。

数ミリ秒以内に 正確に反応

この現実的な見直しにはいくつか理由があります。すでに量産車に導入されている支援システムは、部分自動運転によって事故件数を減らせることを示しています。部分自動運転はヒューマンエラーを修正し、数ミリ秒以内に正確に(多くの場合、大多数の人間よりも正確に)反応することができるからです。世界保健機関が実施した交通安全に関する研究によると、交通事故による死者は全世界で年間120万以上に達しています。EU加盟27ヶ国の交通事故による死者は2010年に3万5,000人となっていますが、欧州委員会ではこれを2020年までに半分に減らしたいとしています。

メルセデス・ベンツですでに標準装備となっているような運転支援システムは、これに重要な役割を果たします。これらの技術は現時点ですでに快適性と安全性の融合を実現している

「自動運転は段階的に実現していきます」

ラルフ・ガイド・ヘルトヴィッヒ

のです。先行車との間に設定した距離を維持する車間制御システムのディストロニック・プラスもその1つです。また、ステアリングアシスト(メルセデス・ベンツ新型Eクラス*およびSクラス**に搭載)は、クルマを車線内の中央位置に維持します。ただし、ドライバーはステアリングからは手を離すことはできません。アクティブブレーキアシストは、隣の車線に車両がいるのに不注意で破線の車線標示を踏み越えた場合に介入します。なお、このシステムの先代システムは実線の車線の踏み越えを検知するものでした。BAS プラス(飛び出し検知機能付ブレーキアシスト・プラス)は、追突防止に加え、交差点で前を横切る交通との衝突の危険が高い場合の介入も実現。必要な場合には急ブレーキによりクルマを完全に停止させます。この最新システムは、クルマの前にいる歩行者を認識し、表示と音声でドライバーに警告する機能(緊急時には自動ブレーキを起動)を備えています。これら高度システムを実現する基礎となっているのが、クルマに周囲360°の視界をもたらす大規模センサーシステムです。さまざまな射程のレーダーセンサーにより、最大200mの「視認」距離を実現しました。レーダーの情報を補完するのが、ウィンドスクリーン内側に設置したステレオカメラです。このカメラの2つの眼で前方約50mまでを立体的に捉えるほか、その向こうについては、遠くを見るヒトの眼と同様に、平面的

に認識できます。

こうして間断なく送られてくるデータをさまざまな車載システムで処理することで、飛び出し車両や歩行者の軌跡の予測計算や、交通標識の読み取り、適切な警告や対応機能の起動などを行います。この技術を用いたメルセデス・ベンツ・ハイウェイパイロットシステムでは、高速での安全な自動運転や自動追い越しが可能となりました。同システムはすでに実際の路上で実験を重ね、成果を上げています。

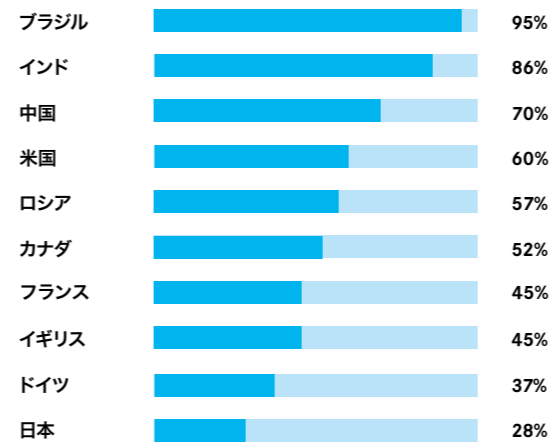
必要なセンサーパッケージと詳細な地図データ、十分な計算能力を備えた理想的な自動運転車は、ほぼあらゆるルートを走行できます。自動運転の画期的成果の1つとして、2004年と2005年、米国防総省の研究開発部門がネバダ州の砂漠で開催した「DARPA グランドチャレンジ」があります。驚くほど多くの装備を車両に後付けし、非常に荒れた道を走らせる実験でしたが、これらの高価な車両の一部はわずか2回目で240kmのルートの走破に成功しました。

「この2回の走行によって研究は活気づき、熱心な取り組みが生まれました。それによって技術が飛躍的に進歩しました。センサーも応用ソフトウェアも大きく伸びたのです。この10年間の進歩は驚くべきものです」。こう話すのは、米国ピッツバーグのカーネギーメロン大学(CMU)のウィリアム“レッド”ホイッター教授(ロボット工学)。同教授もチームとともにDARPAに参加し、入賞を果たしました。同教授のような先駆者は、研究や開発の上で今もどのような障害が残っ

BRICS諸国で需要が高い自動運転

57%

世界全体での信頼度は57%。新興市場ではさらに高い数字が。



出典：Cisco Customer Experience Report (自動車編)、2013年

ラルフ・ガイド・ヘルトヴィッヒ

ダイムラーグループリサーチ、ドライバー支援・サスペンションシステム、および先端技術開発統括



自動化 “クルマの自動運転はさまざまな中間段階をへて実現していくとありますが、これは機械が人間に取って代わるということですか?”

—— いえ、機械が主になることはありません。メルセデス・ベンツブランドではどのモデルでも、ドライバーが操作を代わりたいたいと思ったときにいつでも完全に代わられるようなシステムになっています。ダイムラーのシステムはどこまでもドライバーを支援し、安心していただくためのもの。部分自動運転から完全自動運転への移行は、単にこれらシステムが持つ技術的能力の問題ではなく、ドライバーの自動化に対する信頼の高まりとともに進むものです。そうしたシステムがちゃんと働くことを自分で体験すれば、他のシーンでも信頼が高まります。

信頼 “自動運転を使い始めて信頼できると思うようになるまでには数週間あるいは数ヶ月かかるのでしょうか?”

—— それよりはずっと早いでしょう。試作車に試乗してもらっているドライバーの例で確認済みなのですが、走り始めはクルマの動きが非常に気になり、ステアリングを握ったままになるものですが、1時間もすると安心して、シートを回して後ろ向きにして、後席の人と話を始めます。はじめは速度120km/hでウインカーを点滅させて車線変更するときに不安になっていた人も、「部分自動運転車は有能なドライバーなのだ」とまもなく気づくのです。

混合状態 “部分自動運転あるいは高度自動運転のクルマと、まだ人間がすべての運転操作をしているクルマとの間の関係はどうなると考えていますか?”

—— いつまでも、ということではなくても、かなりの期間は運転方法が異なるクルマが混合した状態となるでしょう。現在でも新旧のクルマは混じり合って走っていますから。ただ、このことは自動運転にとってはまったく問題とはなりません。ダイムラーのクルマは、広範な車載システムを使って完全自動で走行するように設計されており、持ち前の知能によってありとあらゆるシーンに容易に対処できます。自動運転については、どこかに中央コンピュータを置いてすべての車両を制御するような方法は想定していませんが、例えば、自動運転車が一時的にそういうシステムにログインして、高速道路などで車列走行をするということは考えられますね。結局のところ、自動運転のクルマを使いたくないという人がいてもまったく構わないのです。

限界 “消費者には自動運転に過大な期待を持つ人が多いですが、このことはどのような効果をもたらすでしょうか？”

―― まず1つには、あっと驚くようなプロモーション動画を使って、自動運転のすべての可能性を知らせることはもちろんよいことですが、それと同時にまた、そういう広いビジョンは初期のシステムでは実現できない、ということも認めざるをえない。それが公平なやり方というものでしょう。技術的な限界から多くのシーンではドライバーの介入が必要になるでしょうし、法律面から見ても、すでに自動運転が現実味を帯びてきている現在においても、立法機関が自動運転技術のあらゆる進展を認める用意ができるころまではまだ進んでいません。こういう新しい技術を大きめに騒ぎ立てすぎないように慎重でなければなりません。でないと、初めて実用化された段階で人々の失望を買うことになるでしょうし、さらに悪くすれば、技術的に実現可能で非常に素晴らしいものであっても、突然失速してしまいます。

進化 “技術者は革新技術について「十分よい」と言うことが多いようです。「十分なよさがありさえすれば使える」ということですが、この考え方は自動運転にも当てはまりますか？ それとも誤動作がゼロとなる究極の精度や信頼性を求めるべきなのでしょうか？”

―― 「十分よい」ということは結局、「十分よくはない」ということで、それよりはもう少し頑張らないといけませんね。けれども、そういうシステムが最初からあらゆるシーンに完璧に対処できる能力を備えるということもやはり必要ない。部分自動運転という段階はその中間に当たる優れたものです。当面はドライバーがこれまでどおり最終的なコントロールを受け持つでしょうが、同時に我々開発エンジニアは開発の段階ごとに学習を重ねていきます。これは他の運転支援システムの場合も同じことで、例えばBAS（ブレーキアシスト）では、100%自動の緊急ブレーキングシステムとする前に、ドライバーのブレーキ踏み込みが不十分な場合に起動する段階を導入しました。そしてこのシステム動作でお客様に満足いただければ次のステップに進む。こうして、ドライバーの介入をしないで不要なものにしていくことが可能となるのです。

期限 “自動運転ではドライバーが不要となるまでのどのくらい時間がかかりそうですか？”

―― 対象とする走行状況によって違ってきます。低速走行や、発進・停止を繰り返す走行、駐車操作についてはあと数年で実現しますが、高速走行や複雑なシーンでの運転には少なくとも10年はドライバーの介入が必要だと思えます。

安心 “初期の自動運転が最も有効に使える状況としては、個人的にどのようなものを考えていますか？”

―― すぐに思いつくシーンは2つあります。1つは、私が極度にイライラしてしまう場合なのですが、渋滞に巻き込まれてアクセルとステアリング、ブレーキで何度も同じ操作を繰り返し、時間がたってもほんの少ししか進まない、という状態。もう1つは、決まったルートを走るのを自動運転で楽にできればいいですね。私の場合は毎日15kmの道のりをクルマで通勤していますので…。どちらのケースも自分の自由が増え、リラックスできるので助かると思います。

インタビューの全編 (technicity.daimler.com/en/herrtwich-en) をインターネットに掲載しています。(英語)

ているかを熟知しています。まず、必要な技術について量産に必要な能力水準と小型化、コスト低減が実現するのがいつなのか、という問題があります。例えば、Googleの自動運転車に採用されているLIDARレーザースキャナーはコストが高すぎて量産には適しません。ルーフ上でつねに回転し、周囲360°の詳細な画像を取り込むこの精密な機械装置ですが、価格は、搭載対象となる車両よりも何倍も高くなります。

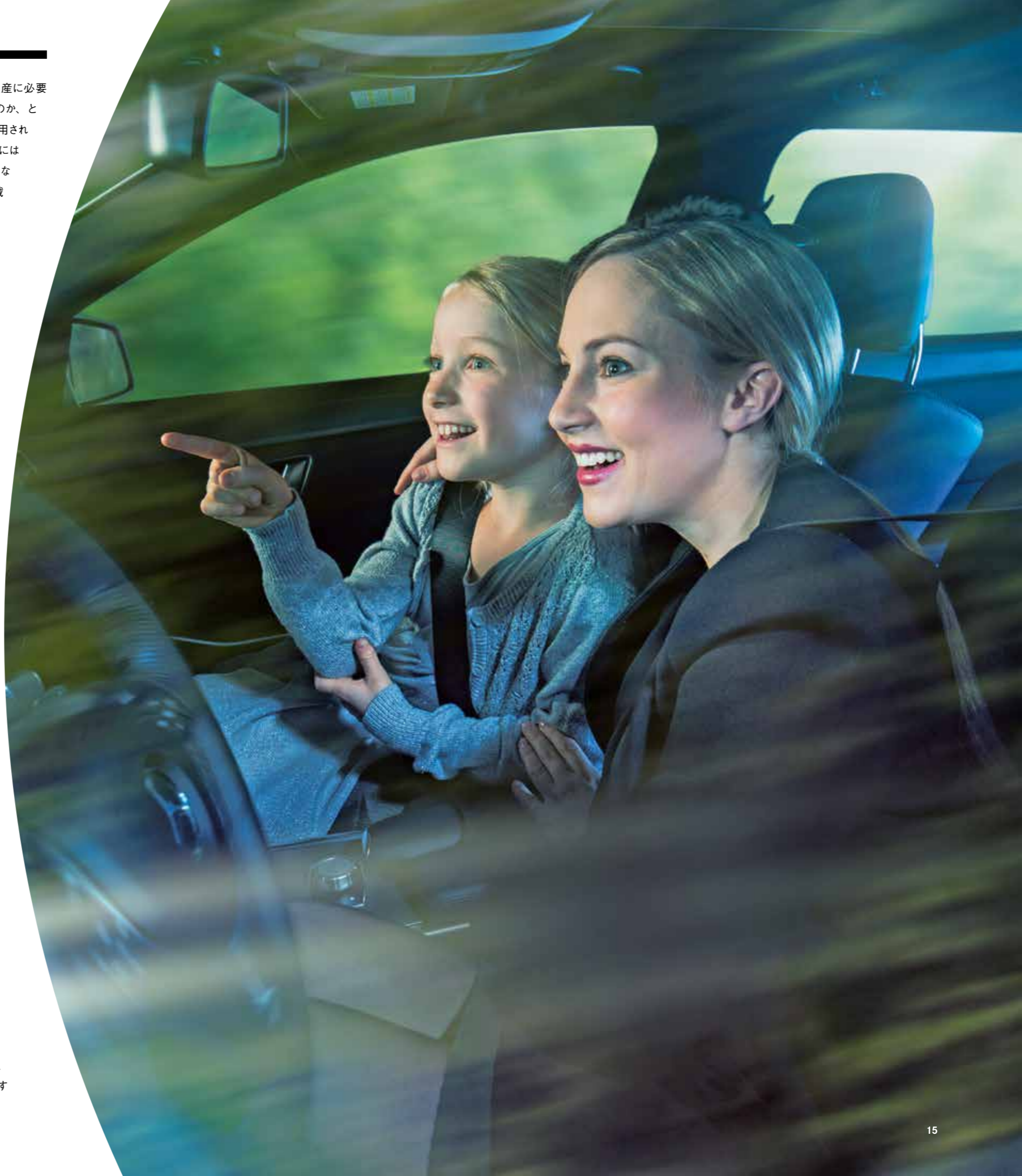
技術の飛躍的進歩

「ハードウェアやソフトウェアのコンポーネントもまだ高価なものがたくさんあり、一般消費者にはまったく手が届きません。私ならそれだけのお金があれば、素晴らしいスポーツカーを買って自分で運転しますね」。こう話すのは、マサチューセッツ工科大学(MIT)のエミリオ・フラッツォーリ教授(航空宇宙工学)。同教授は通常、陸上または空中を自動で運行する乗り物の研究に取り組んでいます。

ラルフ・グイド・ヘルトヴィッチなどのダイムラー研究部門の担当者は、レーダーセンサーやカメラを高度に組み合わせる技術に取り組んでいますが、その理由は以上のようなことなのです。高価なレーザを使用しなくても必要な情報を収集し、安全・快適に、効率よく走行できる方法を目指しているわけです。「この方法ならば、コストは最終的には現在の運転支援システムと同じ程度の2,000～3,000ユーロに収まるはずです」(ヘルトヴィッチ)。

これには常時更新されるデジタル地図も含まれます。通常のナビゲーションシステムよりはるかに詳しく、また、より新しいデータが使えるメリットがあります。この地図がなければ、未登録の新しい工事区間や、登録済みのカーブであっても、曲がり具合が車載センサーによる測定値とずれているものがあると、自動運転車は立ち往生してしまいます。しかし、クルマ同士が助け合うならば、こうした最新のリアルタイムマップを生成することができます。というのは、理論的にはどのクルマも、自車の走行ルートを記録し、そのデータをデータベースに登録することができるはずだからです。

ホイッタカー教授(カーネギーメロン大学)のような専門家は、自動運転では世界を違った見方で見るようになると考えています。現在の支援システムでは通常の地図と重ね合わせ画像を組み合わせっていますが、自動運転のナビゲーション支援機能にはこれとはほとんど共通点がありません。「周囲状況についての3次元モデルを生成す



ることがすでに可能です。このモデルは人間の眼の知覚よりも優れているし、より詳細な認識が可能です」(ホイッタカー教授)。初期の試作品でこのレベルです。周囲状況に対するこのような超リアルなモデルは、一部は車内で、そして一部は「クラウド」において生成されます。クラウドは、将来的に車内からもインターネットへのブロードバンド接続が可能になることで利用可能となるはずですが。

進歩が求められるのはクルマだけではなく、周囲のインフラストラクチャーも同様です。ダイムラーなどでは、クルマが他のクルマや環境(道路標識や道路頭上に設置した交通カメラなど)との間でデータをやりとりする、いわゆる車X間(C2X)通信の研究を長年進めてきています。

今年4月、米国のロサンゼルス都市圏は世界で初めて、圏内のすべての交通信号(4,500機)を同期化することに成功しました。路上に設置した磁気センサーと何万台ものカメラから中央コンピュータにデータを送り、このコンピュータですべての交通信号を動的に管理することで、1日700万人にもよる通勤者のクルマの流れを円滑化するものです。ラッシュアワーには、バス専用路線の信号機だけを動かし、他の車両を待たせることも行っています。

「何十万台もの車両に取り巻かれながら走る市街地については、自動運転のコストと複雑度を低減するため、多くの情報を取得し、そのためのインフラストラクチャーも整備済みと

なっています。クルマは周囲と他の車両を自分の眼や耳として使えるようになっているのです」(フラッツォーリMIT教授)。これには、技術の急速な進歩に加え、もう1つの変化が必要となりますが、その変化はすでに始まっています。すなわち、一般社会と立法機関に対して、自動車や現代の交通システムの本質について考え直すことが求められているのです。という

「この10年間の進歩は驚くべきものです」

ウィリアム“レッド”ホイッタカー

のも、技術的に可能なことでも法的には認められていない場合が多いからです。1968年のウィーン道路交通条約では、自動車を運転する者について「ドライバーはクルマをつねにコントロールしなければならない」と定めています。45年前にはコンピュータがクルマを運転するとは誰も考えなかったからで、そのためいまだに認証や保険、事故時の賠償責任の問題がグレーゾーンのままとなっているのです。

世界の立法機関の中にはこの問題に取り組んできたところもあります。米国のネバダ州、カリフォルニア州、フロリダ州議会は、立法機関として初めて、自動運転車の認証および運転に関する法律を成立させました。これは各社に対して、試作車テストを実施し、世界有数の自動車市場である米国に対

して役割モデルとなることを奨励するものです。米国が自動運転車に関する国としてのルールを定めることになれば、EUや中国もすぐに追随するはずですが、それまでは自動運転の利用は引き続き狭く限定され、運転中ステアリングホイールから手を離すことも、前方路面から目を離すことも許されないうでしょう。

社会や議会に再考を求める

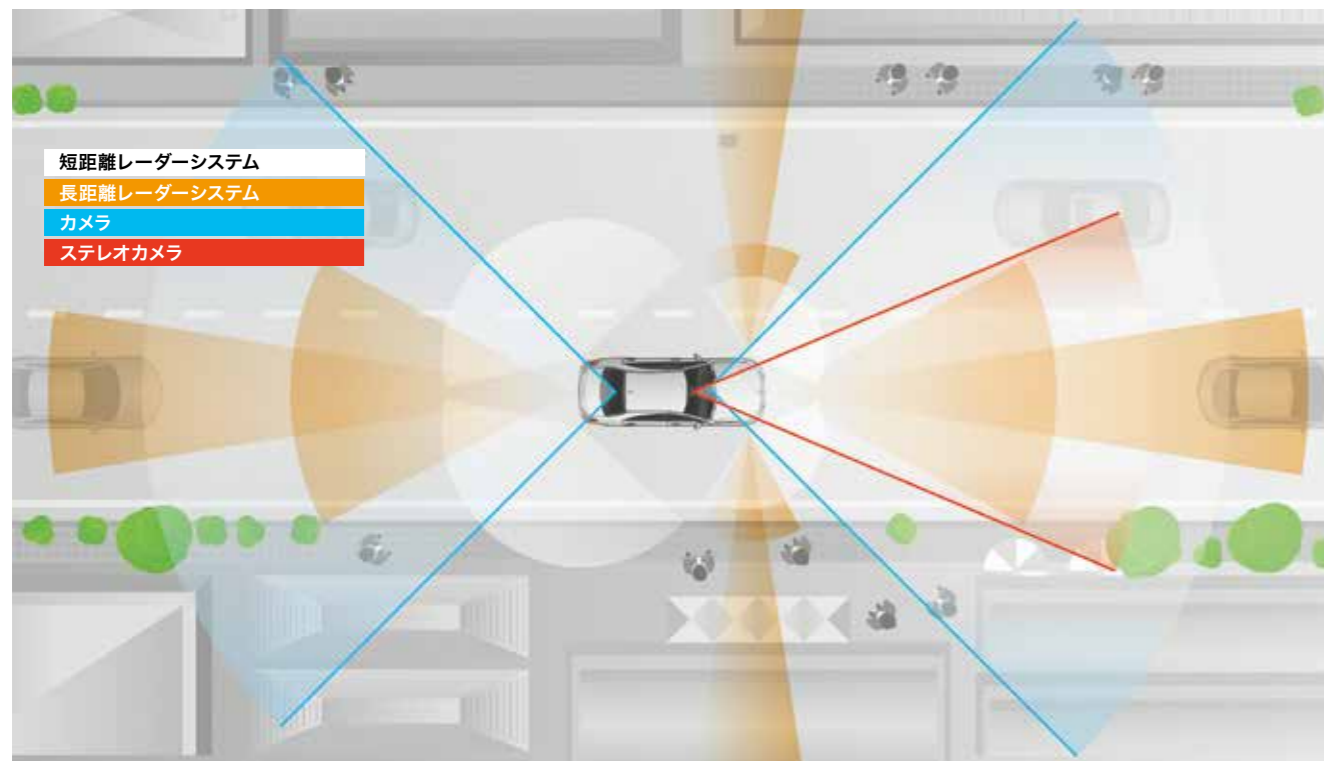
ダイムラーで研究を進めるヘルトヴィッヒは、「ダイムラーではすべてのシステムについて、ドライバーが代わって運転したいと思ったときに100%操作できるように構成しています。ダイムラーのシステムはどこまでもドライバーを支援し、安心させることを意図したもののなのです」。ヘルトヴィッヒの考えでは、部分自動運転から完全自動運転への移行は、単にこれらシステムが持つ技術的能力の問題ではなく、ドライバーの自動運転への信頼の高まりとともに進むものなのです。

「こうしたシステムがちゃんと動くことを自分で体験すると、他のシーンでもますます信頼するようになるのです」。

まさにそうした行動を示すのが、デジタル機器やサービスに囲まれて育ち、多くの場合みずからすっかりデジタル技術に依存してしまっている、いわゆる「デジタルネイティブ」世代です。

(20ページへ続く)

—— **メルセデス・ベンツSクラスに搭載されたセンサーおよびカメラシステム** メルセデス・ベンツSクラスの大幅に拡張されたドライバー支援システムの基本的プラットフォームは、多数の高度センサーやカメラをネットワーク化したものです。これらのセンサーやカメラによってクルマの直近や離れたところの環境を把握し、データを高度なアルゴリズムへと送ります。するとアルゴリズムがすべての関連情報をまとめ上げ、車両の流れや道路標識、路面表示などを数ミリ秒のうちに評価します。また、他の高度な知覚ツールによって走行条件やドライバーの反応を把握しています。これらの情報がすべての関連リアルタイムデータとともに、きわめて多様な支援システムへと送られることで、どのような状況に対してもつねに適切な支援が行われます。



車両のサイズとセンサーの探知範囲の比率は実際とは異なります。また、センサーの探知範囲の重なりは実際には図示よりはるかに大きくなっています。

ウィリアム“レッド”ホイッタカー

カーネギーメロン大学(CMU)(米国ピッツバーグ)

教授(ロボット工学)



最先端技術 “自動運転技術の最先端はどのような状況なのでしょう?”

—— 自動運転は抽象概念としては理解が進んでいますが、今はそれを具体的に実現する段階に来ています。2回のDARPAチャレンジ(2004年、2005年は砂漠で、2007年は市街地を模したモデル内で開催)が転機となり、状況は一変しました。

競争 “2004年と2007年の根本的な違いは何ですか?”

—— 自動運転の可能性を信じながらも手が届かないと考えていたところから、明確に実現可能と見る段階へ移ったのです。この2回の大会によって研究は活気づき、目標達成のための取り組みが生まれました。それによって技術は大きく、非線形に飛躍しました。センサーも応用ソフトウェアも大きく伸びたのです。この10年間の進歩は驚くべきものです。処理能力やセンサーのコストの面でもしかり、成果の市販車への組み込みという点でもしかりです。

実現可能性 “多大な影響を与えたDARPAは、ホイッタカーさんたちも参加され、勝利を収めたわけですが、科学者たちは出場準備に長い時間をかけていました。現在では、新参のGoogleなどによって、目の見えない人もすぐに自分でクルマを走らせるようになると宣伝されています。これは希望的観測なのですか? それとも現実的なゴールと言えるのでしょうか?”

—— 私としては現実的だし、しかも避けられないことだと考えています。その理由は—— 私は実際、目が見えないドライバーの運転に関するシンポジウムの主催者をやったことがあります。第1回チャレンジの前には、目が見えないドライバーが立ち立てた陸上走行速度記録の中には、目が見えるドライバーにとっては、設定をコントロールした場合でさえ、破りにくいものがいくつかあります。また、空港ではすでにドライバーなしで客を運ぶ車両が導入されています。障がい者を運ぶ車両は、そのうちにこうした公共交通機関と非常に似たものとなるはずですが、私はこれを障がい者や高齢者の尊厳の問題として捉えています。

革新のサイクル “つまり、コストや形状因子を少なくすることが大事ということですか？”

— 一定ルートの走行について、検出・モデリング・計画を行う基礎的条件は十分に解明されています。センサーは私もかつては自分で作っていたのでいくらか知識はあるのですが、今では開発サイクルが非常に速くなり、価格低下と能力向上がどんどん進んでいます。全体的に言えば、まだ熟成が足りない部分もあります。例えば悪天候時の走行や、交差点や対向車が絡む複雑なシーンでの走行、物理的限界での高速走行、凍結路面、トラクションが低い路面での走行など…。しかしだからといって、すでに熟成した素晴らしい能力から目を背けてはいけません。

実験 “この自動運転技術はいつごろ主流となるのでしょうか？”

— これまでどれだけ進んだかが分る実験をしてみるといいでしょう。自宅敷地内の道から一般車道にバックで出るときに対向車にぶつかるのを防いでくれる新車を買ったとします。アクセルを踏むだけで後ろを見る必要がないから驚きですね。その後で1950年代のピックアップトラックに乗り込んで、ブレーキやステアリングの動き具合を見る。今の感覚からすると非常に鈍く、不正確だということが分りますね。そしてちょっと走っただけですぐにトラブルが発生する。この体験をすれば、現在のクルマでは当たり前になっている機能や装備がどれだけありがたいものか分るはず。けれども、普通の人が考えるのとは逆に、自動車メーカーはこういう技術をいち早く積極的に採用したわけではなかったのです。進歩が起きるのは、普通の人が見過ごしている分野です。鉱業や建設、農業など、大型の強力な車両を使って、土砂を運んだり、岩を砕いたり、道路を建設したり、そういうことを非常に緻密にやる産業で進歩は起きるのです。

マッピング “それは走行範囲がごく限定されていて、道もよくわかっている場合の話ですね。未来のクルマが任意の道を自由に走れるようになるには、それ以外に、新しい種類の非常に詳細な、ほぼリアルタイムのデジタル地図が必要なのでは？”

— それは鶏が先か卵が先かという話になりますね。自動運転車を実現する前でも、道路を走る他の車両がすべてすでに地図製作の役目を果たしています。そういう地図やモデルを作る仕事には自動運転車は必要ないからです。自動車は既に精密かつ包括的にデータを集めるシステムを備えていて、必要な情報を精緻化・更新しています。この作業はほとんどモグラ叩きのようなもので、新しいデータを入れたとたんに、どこかの道路に新しい工事現場が現れ、周辺のクルマの流れに影響が出てしまったりするわけです。

相互作用 “自動運転車は今後長い年月にわたって、人間が運転する他の車両と関わっていく必要がありますが、この混合状態にはどのような対応がなされるのでしょうか？”

— そういう事態はすでに起きています。自動車メーカーなどがこうした安全装備を導入していくにつれて、一定の状況で支援が実現したり、人間の運転操作の誤りを修正したりということが少しずつ進んでいるのです。こういう技術は基本的に、誰が運転しても自動車を交通規則に従わせていくものです。現在の高速道路での運転を考えてみても、かなりのスピードで走っていても他のドライバーとは直接コンタクトしたりしません。自分の意思を他の車両へ伝えることはないし、これからどうしたいのか説明する必要もありません。高速で走りながら、おたがいの運転のしかたを見て判断しているのです。

インタビューの全編 (technicity.daimler.com/en/whittaker-en) をインターネットに掲載しています。(英語)

THREE NEW FUNCTIONS ON THE PATH TO AUTONOMOUS DRIVING

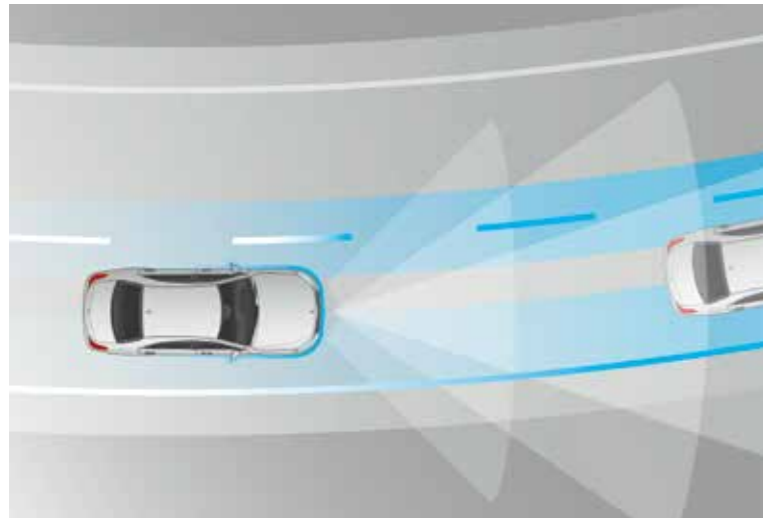
— 自動運転へ向けた3つの新機能 —



1.0 Car-to-X (車 X 間通信) 車車間および車とインフラストラクチャー間で情報を瞬時にやりとりする通信技術。道路交通の安全性と効率がいっそう高まります。渋滞や事故、緊急車両の接近などをリアルタイムで警告することで、多くの危険状況を防止できる未来技術で、2013年現在、多くのメルセデス・ベンツモデルに簡単に取り付けが可能です。(ヨーロッパのみ)

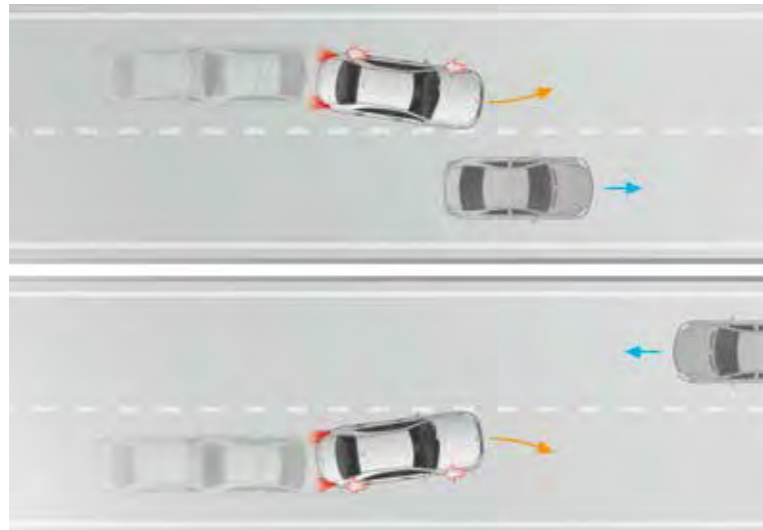
2.0
— **ハイウェイパイロット**
すでに実走行テストで成果を上げたメルセデス・ベンツのハイウェイパイロットは、カメラやレーダー、超音波装置による周囲360°の知覚情報を用いて、車間距離維持、車線維持、追い越し、制限速度順守などの、高速道路でのすべての運転操作を指示にしたいが実行します。このためドライバーを含め乗員は安心・快適に長距離走行を楽しめます。

3.0
— **パークパイロット** ドライバーがクルマを降りた後、駐車操作を外から簡単に行えます。高度にネットワーク化されたガレージの場合は完全自動で駐車できます。出発の際は、お迎え機能によりドライバーがいる場所までクルマを自動で動かすことができます。



—— ディストロニック・プラス (ステアリングアシスト付)

先行車との間に設定した距離を維持する機能を緩やかなカーブにまで拡大し、先行車両に追従します。



—— アクティブレーンキープアシスト

レーダーを利用するシステムで、不注意で車線表示を踏み越えて衝突のおそれが生じた場合に介入します。さらに、対向車線を走る車両も検知します。

この世代は、自動運転が実現すれば、通勤などの退屈な運転から解放される、と期待しているのです。

クルマで走りながら電話をかけたたり、スマートフォンで物を書いたり、電子メールを読んだりしたいと思うような人の多くは、今後まもなく運転操作の大部分が自動になると聞けば大喜びします。クルマのデザイナーはすでにコンセプトカー向けに回転式運転席シートのスケッチを始めています。くると向きを変えれば、周囲のクルマを見るのではなくタブレット端末や新

「『共有型経済』と自動運転は 同じコインの両面なのです」

エミリオ・フラッツォーリ

聞が読めるというものです。

高齢者も次世代またはその次の世代のクルマに期待を寄せるはず。センサーシステムやアルゴリズムで能力の衰えを補ってくれるからです。それによって、これまで高齢や病氣、障害などによって行動が狭く制限されていた人々も、確実に行動範囲を広げることができます。

こうした背景からすれば、Google が自動運転試作車の宣伝のために、目の見えない人が長く失われていた移動の自由を取り戻すという動画を流していることも頷けます。「障がい者や高齢者にとって、自動運転は人間の尊厳にかかわるものなのです。そのために、どんな条件の下でも自動で走れるクルマがぜひとも必要なのです」(ホイッタカー教授)。同教授は、公共交通機関として、すでに多くの空港に導入されているような、100%自動で人間を移動させるシステムを考えています。地方自治体でも中心市街地への導入の検討を進めているところが出てきています。

資源をより有効に利用する

自動運転はまた、ずっと広い意味において新しい自由を生み出します。例えば、フラッツォーリ教授 (MIT) が考える自動運転は、人間を A 地点から B 地点へ自動操縦で運ぶというよりも、交通システムを発明し直し、効率を高める機会となるものです。「クルマを実際に使っている時間がたった 5~10% で、残りの時間は放置しているという今の状況は、持続可能なあり方とは言えません」。現在シンガポールで仕事をしている同教授はそう話しています。「このことから私は『共有型経済』と自動運転は同じコインの両面だと考えているのです」。「共有型経済」とは、サービスやモノを共有していく文化のことです。

完全な能力を備えた自動運転車の登場を待たないで済ませる方法を、フラッツォーリ教授も提唱しています。限られた機能をもつクルマをカーシェアリングに導入するというもので、クルマの能力としては、最寄りの給油所や充電ステーションへの行き方を見つけること、ある住所で待客のもとへ行く、

そして必要なら別の場所へ移動する、などが考えられます。研究者らによれば、そういうクルマができれば自動運転の問題点の一部がただちに解決できます。「人間を乗せないで走るので、いつも最も簡単なルートを選べるし、自治体作業車両のようにはじめは道の端の方をゆっくりと走ればよいのです。また、ステアリングやブレーキ操作が多少荒くても、人間を乗せていないからかまわないわけです。こうすれば自動運転車に対する要件を緩和できるし、また同時に用途を拡大することもできます」。この自動運転カーシェアリングは経験を積むにつれて、有効範囲を広げていけるでしょう。

別の問題としては、自動化が進むクルマに対して、運転する側の人間がどう折り合いをつけていくのか、ということがあります。専門家の意見は、予見しうる未来においては混合状態となるだろうということに一致しています。すなわち、人間のみが運転するクルマと、部分自動運転車、高度自動運転車が混じり合う状態です。駐車場への出入りはボタンひとつで自動で行えるようになるし、頻繁に通行するルートを記憶して、そこから自動動作を行うことも可能になるでしょう。都市インフラストラクチャーも道路利用者との間でデータのやりとりができるように整備されていきます。しかしそういうクルマに混じって、搭載する電子装置や人口知能がはるかに少ない古いクルマも道路を走ることになります。

このように人間と機械が絡み合うことについては、ホイッタカー教授は問題ないと考えています。「高速道路を走るときはスピードを出していても他のドライバーとは直接話したりはしません。他の道路利用者の動きを見てそれで判断しているのです。このことはあらゆる走行シーンにあてはまるし、そこで人間と機械の間に境界線を引く必要はありません。1つだけ確かなことは、自動運転がすでに既成事実であり、今後も着実に発展していく、ということだ」。

HYPERLINK



動画

上の記事と詳細な動画 “Mercedes-Benz on the path to autonomous driving” がインターネットでご覧いただけます。(英語)

エミリオ・フラッツォーリ

マサチューセッツ工科大学 (MIT) 教授
(航空宇宙工学)



ビジョン “自動で運転するクルマの実現はもうまもなくでしょうか？ それともまだ遠い夢ですか？”

—— 自動運転をどう定義するかによって答えは違ってきます。一般的に言うなら、現在進展中の技術です。進化のペースは急速で、ある面ではすでにかなり熟成されてきていますが、他方、規制や政治的、法律的な面ではまだ準備が足りないと思います。自動運転の場合に運転免許や保険はどうするのか、などの問題が未解決なのです。

コスト “どんな人が使うのでしょうか？ 少数の選ばれた研究者やお金持ちでしょうか？”

—— 手頃な価格になるのか議論する必要があります。自動運転に必要な技術の研究開発をしている人は大勢います。私もその一人です。ハードウェアやソフトウェアのコンポーネントはまだ高価なものが多く、一般消費者にはまったく手が届きません。クルマに使えるお金がそれだけあれば、私なら素晴らしいスポーツカーを買って自分で運転しますね。

センサー “必要な技術のコストは急には下がらないのでしょうか？”

—— その動きは明らかに見えますね。映像センサーは価格低下と性能向上がますます進んでおり、大量の情報扱えるようになっています。レーザースキャナーは大変便利ですが、高価ですし、私としては本当に必要なのかどうかと疑問を持っています。今後の課題は、クルマに搭載するセンサー全体の量を減らす方法を編み出し、小型化と低価格化を進めることです。

定義 “自動運転をどう定義するか、ということを言われましたが、先生自身の定義は？”

—— 人間のドライバーが不要になるとされている場合が大変多いですね。それは大いに結構なのですが、私はそれは必要ないと考えています。それに、テクノロジーの最終目的はハンドルを握った人間に取って代わることだというくらい、人間の運転は優れていると本当にそう思いますか？ 自動運転車は安全面や環境配慮面で、人間のドライバーが運転するクルマとは非常に違う走り方ができます。ですから、自動運転車というものを自動車走行のあらゆる可能性の中に含まれる一部分と考えた方がよいと私は提起しているわけです。その方がはるかに役に立ちますから。

メリット “自動運転が役に立つ理由としてどうのことを考えていますか？”

—— 自動運転に関する議論を聞いていると、その利点は一般に3つあります。まず安全性。人間の誤りによるリスク要因を減らしたりなくしたりできるほか、障がい者や高齢者のモビリティの可能性が広がります。2つ目は、高速道路車列走行機能やアダプティブクルーズコントロールの利用で効率が上がることです。そして3つ目が環境面のメリットで、自動運転を使えば、どこでもCO2排出量を20～50%減らすことができます。しかし、大部分の人が忘れていることが1つあります。それは、以上の議論は自動車の現状からは改善にはなるけれども、自動車の基本的な概念を変えるものではないということです。

共有 “では自動運転をめぐる議論はどのように方向づけられたいでしょうか？”

—— 自動運転が交通体系を根本的に考え直すうえでどのように役立つかという話をすべきです。クルマは実際に使う時間はたった5～10%で、残りの時間は遊ばせてあります。つまり、非常に高価な不動産のようなものになってしまっている。これでは、持続可能なあり方とは言えません。そこで私は自動運転を「共有」という概念で考えているわけです。現在のカーシェアリングを例に取れば、大変有望なサービスではありますが、サービスの質や使いたいときに使えるかという点で改善の余地がたくさんあります。ところで、こういうクルマが自動的に駐車したり、最寄りの給油所や充電ステーションへ走行したり、客が待っている場所、客が多そうな場所へ自動で移動したりできるとしたらどうでしょう？ これならあらかじめ決まったルートを自動走行するだけなので、汎用自動運転よりはずっと簡単です。また、人間を乗せないで走るので、乗り心地や速さよりも安全性を最優先に走行できるはずです。

要件 “この場合も他のクルマや自転車、歩行者が絡み合う普通の市街地をうまく走行できる能力は必要でしょう。”

—— おっしゃるとおりです。ただ、覚えておくルートの数ははるかに少なく済みますし、最速ルートを選ぶ必要もなく、最も簡単で混雑が少ないルートを選ぶことができます。ゴミ収集車や自治体のサービス車両のように、ルーフに黄色いランプを付けて、周囲の人に分かるようにしてもいい。人間の運転するクルマと自動運転車を分離すれば、いろいろなことが簡単になります。車線を別々にするのも一案です。自治体のサービス車両のように道路の端の方をゆっくり走ればいい。それは今でも受け入れられていることですから。

決め手 “自動運転が主流となる決め手はあるのでしょうか？”

—— 「通勤の途中で新聞を読みたい」というのは違いますね。私の考える決め手は、個人の移動についての概念を変えてしまうようなしっかりしたカーシェアリングの登場です。明日いついつ、どこどこに行けば足が確保できるということが皆に分り、そして信頼できれば、クルマの利用を所有型から加入型へと変えていけます。現在のほとんどのクルマは長距離走行や高速走行向けに作られている。けれども、実際に走るのはほとんど市街地だけなのですから。

インタビューの全編をインターネット technicity.daimler.com/en/frazzoli-en に掲載しています。(英語)



01 **PROMETHEUS I** 1986年にスタートした研究プロジェクトPROMETHEUSでは電子道路地図の製作も行なわれました。

自動運転の歩み

自動運転のビジョンを実現し、自動車に最大限の安全性と快適性を確保すべくメルセデス・ベンツが進める研究開発。このメルセデスの取り組みには半世紀以上もの歴史があります。そもその始まりは、設定した速度を維持するクルーズコントロール。これは1960年代、欧州で販売されるメルセデス・ベンツ全車に標準装備となりました。

PROMETHEUS プロジェクト

次に画期的な成果を生んだのが、ダイムラー・ベンツが創始した研究プロジェクト、PROMETHEUS (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) です。未来の交通体系に向けて新しい視点を設定しようとしたこのプロジェクトは、欧州研究事業 Eureka (ユリーカ、1986～1994年)の一環として進められ、欧州の全主要自動車メーカーと部品メーカーに加え、多くの研究機関が関わらない形で協力しました。その成果は1994年10月に発表されました。

PROMETHEUSは、自動車が増加する中で安全性を高めるにはどうするかや、新しい道路の建設や環境負荷の増大を招くことなくクルマの流れを調整するにはどうするかといった、未来のモビリティの主要な問題に取り組みました。メルセデス・ベンツの研究者らがまもなく気づいたことですが、これには新しい技術(マイクロエレクトロニクス、センサーシステム、電気通信、データ処理など)の融合が必要でした。しかも、で



02 **PROMETHEUS II** 電子部品を利用することで、車間距離制御システムやナビゲーションシステムのテストを実施しました。

きるかぎり包括的な融合が要求されたのです。そこでダイムラーは、連邦軍大学(ミュンヘン)の教授で、コンピュータによる画像認識と自動運転の先駆者であったエルンスト・ディックマン教授が率いるチームと密接な協力関係を結び、1980年代から1990年代にかけて数台の自動運転テスト車を発表しました。

メルセデス・ベンツ500SELをベースとした“VaMP”(Versuchsfahrzeug für autonome Mobilität und Rechnersehen = 自動運転およびコンピュータ視覚のための研究車両)や、VITA、VITA IIなどです。これらのリサーチカーは1994年、フランスのバリ首都圏で約1,000kmを走行して大きな話題となったほか、1995年にはミュンヘン～コペンハーゲン間の往復に成功しています。

VITA (Vision Technology Application = 視認技術の応用)は、ブレーキ制動、加速、操舵が可能で高度なオートパイロットのリサーチカーで、前後のウィンドスクリーンの内側に小型ビデオカメラを搭載。車載コンピュータに自車周囲状況についてのデータを送ることで、道路コースの認識と衝突コースに入ったかどうかの判断を初めて可能にしました。PROMETHEUSのサブプロジェクトとして、衝突自動防止システムが技術的に実現可能であることを証明したのです。

このほか画期的な技術として、ESP (エレクトロニック・スタビリティ・プログラム)が挙げられます。これはアイデアとしてはすでに1959年、「調整装置」として特許を取得しており、1995年、Sクラスに世界初導入となりました。ESPは、物理的限界に近づく危険な走行状態を検知すると、必要に応じて1個以上のホイールにブレーキをかけるとともに、エンジントルクを調節してコースを維持するシステムです。PROMETHEUSのもう1つの成果で現在よく知られているものとしては、設定した安全な車間距離を保つ高度な



03 **6D ビジョン** 車内に設置したステレオカメラの映像を瞬時に解析する画像認識技術

クルーズコントロールがあります。これは、90年代半ばにSクラスに導入され、現在ではディストロニックまたはディストロニック・プラスの名称でメルセデス・ベンツで標準装備となっています。さらに、車線変更支援システムや自動で動作するPRE-SAFE®ブレーキ、電子制御駐車支援システムも、PROMETHEUSから生まれました。このように、約30年前に提示されたビジョンを実現する取り組みは今にいたるまで、「事故なき運転」という目標に向けてたゆまず続けられているのです。

2000年ごろから、メルセデス・ベンツでは車間および車と環境間の通信技術(Car-to-X Communication)の開発を進めています。クルマ同士が通信できれば、路上に存在する障害物やカーブにブラックアイスが張っている箇所などを、教え合うことができます。この取り組みから生まれた“simTD”プロジェクト(safe, intelligent mobility — test site Germany = 安全・高度なモビリティ —— 実験地ドイツ)では、2007年よりフランクフルト周辺のライン・マイン地区で実験を重ねています。このプロジェクトには、自動車や電気通信関連企業、ドイツ・ヘッセン州政府、有名大学、研究機関が参加しているほか、後援者としてドイツ連邦の経済技術省、教育研究省、運輸・建設・都市開発省も関与しています。

メルセデス・ベンツは2009年、ステアリング操作など数多くの要因に生じる変化からドライバーの注意力低下や眠気の兆候を捉えるアテンションアシストを発表しました。現在のシステムは速度60～200km/hで動作するほか、個々のドライバーに合わせて調節できます。ドライバーを観察することは、自動運転の開発で重要な役割を果たします。自動化のさまざまな段階の中に、ドライバーの注意力の程度を把握することで可能になるものがあるからです。



04 **半自動運転** リサーチカーF125!では、ボタンひとつで起動する完全自動運転操作が実証されました。

最近の安全装備の多くを初めて一般に公開したのは実験安全車ESF 2009で、その2年後にはリサーチカーF125!が登場しました。このF125!は、ボタンひとつで完全に自動で行える車線変更機能など、部分自動運転を実現する多くの機能を搭載していました。

インテリジェントドライブ

2012年からは、メルセデス・ベンツによる高度支援システムの総称として、「インテリジェントドライブ」という名称が導入されました。その基盤となる革新的な6Dビジョンは、車載ステレオカメラで撮影した映像を処理・解析する技術です。車両センサーでクルマの周囲の状況を瞬時に検知。レーダーセンサーと連動したステレオカメラによって、車両や歩行者などの動く対象物を認識し、その位置や運動方向(速度も含む)を測定することで、その後の行動を予測します。危険な状況が発生すると、車載支援システムが適切に、しかも瞬時に対処します。

量産車に導入された初期の「インテリジェントドライブ」システムとしては、ディストロニック・プラス(ステアリングアシスト付)(メルセデス・ベンツSクラス、Eクラス)、BASプラス(飛び出し検知機能付ブレーキアシスト・プラス)があります。周囲360°の視認性を確保することで、交通量の多い道路での部分自動運転が可能となりました。

メルセデス・ベンツでは2013年初め、未来の自動運転についてより具体的なビジョンを提示するため、追い越し運転操作を完全自動で行う新型「ハイウェイパイロット」システムをEクラスにテスト目的で搭載し、発表しました。左車線を走る車両間に十分な間隔が空いているかどうかを自動で確認した上で車線変更し、自車より遅い車両を追い越し、再び右側車線に戻るものです。

FUTURE LABORATORY FOR AUTONOMOUS DRIVING

自動運転の実現を目指す
未来の実験室

私たちの日常生活を大きく変えることになる自動運転。ダイムラーの研究部門でも、この新しいシステムに対してお客様がどのような要望や期待を抱いているか把握すべく、大規模な受容度調査を実施。一般のドライバーの皆さんを未来への旅へと送り出しました。

文： フランク・ブラント
写真： シュテファン・ホーロツホ (ダイムラー)

KEYWORDS

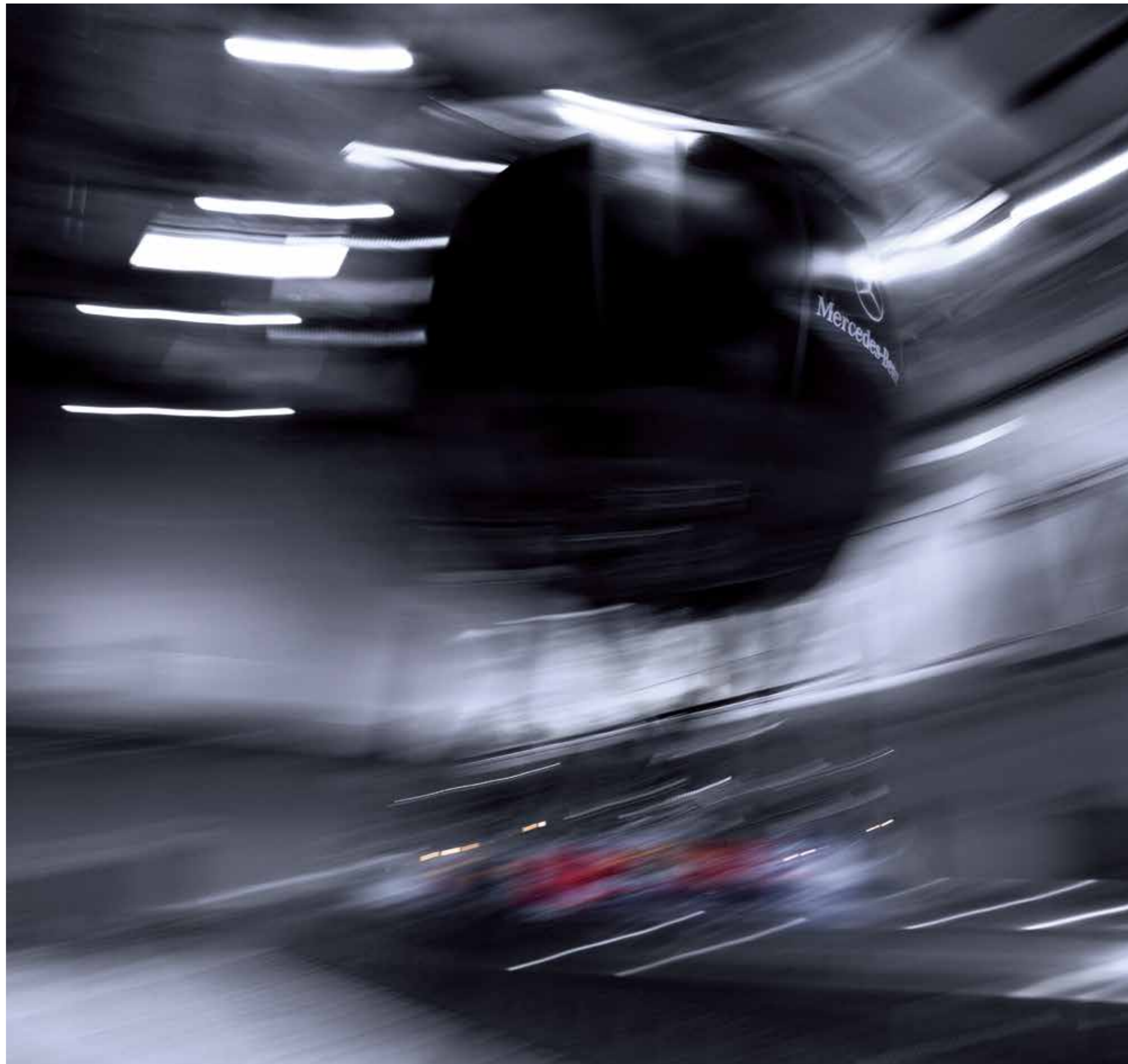
AUTONOMOUS DRIVING
— 自動運転 —

ACCEPTANCE STUDY
— 受容度調査 —

CUSTOMER RESEARCH
— 顧客調査 —

DRIVING SIMULATOR
— ドライビングシミュレーター —

INFORMATION ACCELERATION
— 情報加速 —



クルマの運転状況をリアルに再現する
ドライビングシミュレーター

最新の走行安全システムや支援システムの開発ではドライビングシミュレーターの役割がますます重要になってきています。ドイツ・ジンゲルフィンゲンにあるメルセデス・ベンツ開発センターのドライビングシミュレーターは、自動車メーカーの施設としては最新・最強の部類に属しています。6本の可動式支持脚にドームを固定したもので、その高速かつ強力なメカニズムによりクルマのあらゆる動きや運転操作をリアルに再現します。このドームの内部にはメルセデス・ベンツ車が丸ごと1台設置されており、そこにテストドライバーが乗り込みます。360° 投影装置により道路の様子がリアルに映され、歩行者や対向車も含む仮想世界を現出します。さらに、さまざまなシーンでのステアリングホイールの戻りや高速でカーブを曲がる際のタイヤのきしむ音まで再現されるため、非常にリアルな走行感覚が得られます。ブラックアイスなどの危険箇所や強い横風も、それらに対するクルマの反応を含めてシミュレートできます。

仮想現実空間内をテスト走行中、クルマの挙動についてコンピュータが行う計算回数は1秒当たり1,000回にものぼり、各電動コンポーネントへ対応する指令を送り出します。また、このコンピュータはシミュレーターを最大10m/秒(36km/h)の速度で横へ最大12m動かす能力を備えることで、一気に2つ隣の車線に移るなどの動作も再現できます。

このように「現実に近い」シミュレーションを実現するこのドライビングシミュレーターは単なる研究用ツールの枠を超えて、開発中のクルマのシステムやコンポーネントに対するテストと改良を早い段階で実施できる多機能なテスト装置となっています。さまざまな車両データを入力することで、運動特性プログラムにより、対象とするクルマの動きがリアルタイムで計算されます。これによって、制御、安全性、支援に関わるシステムの性能を物理的限界に至るまで安全に確認することができるのです。

未来という神秘。人間はいつの時代も明日の世界に心を向け、未来が何をもたらすのか、そして未来を予言することは可能なのかどうか、思索を続けてきました。その答えが得られたことはほとんどありません。未来は運命と不可分に結びついており、不透明で謎に満ちたものなのです。

自動車メーカーであるダイムラー（本社：ドイツ・シュツットガルト）にとって、未来とは戦略的にも重要性を持つものです。先のことを考えるのを止めれば、競争相手に追い越されてしまうでしょう。「研究は未来への保険である」—— これこそが、45年前に研究部門を設置して以来のダイムラーの変わらぬ信念なのです。現在においてもエンジニアや自然科学の研究者、社会学者、心理学者は、明日の世界について考え、また、モビリティをよい方向に変えてくれる技術の動向について予測を立てることは非常に重要なことだと考えています。つまり、遠い未来を見つめ、短期的なトレンドや風潮や流行に左右されない真の意味で重要な動向や期待を把握するということ。これによって未来の設計図を描くことができるのです。

そうしたメガトレンドの1つが「自動運転」です。これからわずか数年の後にはクルマは高度な電子制御のコパイロット（副操縦士）を備えるようになり、このシステムが一時的にドライバーに代って高速道路を自動で走行するようになるでしょう。ただ、この事柄の重要性を考えたとき、単に技術の問題のみを云々するのは、近視眼的であり、持続可能な未来計画という原則にも逆行することになります。なぜなら、お客様が関心を持たないなら—— 未来のクルマについて別の好みや期待を持っているなら—— 高度な運転支援システムを作っても何の意味があるのでしょうか？ こうした問題に光を投げかけるために、ダイムラーでは自動運転に関する研究プロジェクトにおいて「人間」をその中心に据えているのです。

2013年初め、シュツットガルトのダイムラーは、メルセデス・ベンツ・カスタマーリサーチセンター（CRC）の取り組みとして最大級規模となる研究を行うため、一般のドライバー男女合わせて約100人に対し参加を求めました。ドライバーの意見は研究部門にとって、最先端技術に対する受容度を知る手がかりとなるほか、今後のメルセデス・ベンツ車に搭載する支援システムを考える上で役立つアイデアとなるからです。調査に参加したドライバーは、年齢層や使用車ブランドのほか、運転年数やドライバー支援システムを日常的に利用する・しないの点でも大きく異なっていました。このようにして、一般社会をよく反映するように参加者の構成を調整した上で、メルセデス・ベンツ開発センターのドライビングシミュレーターを使って未来への「大旅行」へと出発したのです。

もう1つ大事なことがあります。それは、これから数年たたないと導入されないようなシステムをこのドライバーたちにどう評価してもらうか、ということでした。この人たちが近い将来にどう思うか、それを現時点でどうしたら言ってもらえるのか？ これらの問題は受容度調査成否を左右するだけに、研究チームは調査のコンセプトを練る段階で検討を行いました。調査計画のある重要な仕事について、ダイムラーの研究者、マリアンネ・レーブは次のように話してくれました。「被験者が概念の上で半世紀先の世界に行けるような、未来についての適切な想定をしないかぎり、意味ある意見は聞けないことは分っていました」。これはつまり、未来の世界を体験してもらわないといけないうことです。



情報加速：未来への加速

未来の消費者の考えをどうしたら現時点で知ることができるか？ 消費者が将来どのような期待を持ち、どのような製品を好むかをいかにして把握できるか？ 1990年代、米国の名門マサチューセッツ工科大学（マサチューセッツ州ケンブリッジ市）のスローン経営学大学院に結成された研究者チームは、この2つの問題に取り組んでいました。グレン・L・アーバン教授率いる同チームでは、未来の消費者の動向を正確に予測する方法に企業が関心を強めていることを認識していました。企業もしばしば調査を行い、少数の消費者を招いて製品や試作品を発表していますが、こうした調査には大きな欠陥が1つあります。それは、そこで得られるのは現在の消費者の意見を集約したものすぎないということ。製品の開発には数年を要することも多いため、その間に消費者の態度が急変してしまうこともあるのです。欠けているのは、未来の人々のライフスタイルや態度、気分まで考慮に入れた、射程の長いビジョンなのです。

そこでアーバン教授は1つの方法を開発しました。名づけて「情報加速」法。原理はごく簡単です。未来に得られる情報を現在の消費者が得れば、新製品や新技術に対して従来の市場調査の場合よりもリアルな評価が行える、ということ。つまり、消費者への情報提供の速度を高めて（加速）、概念の上で消費者を未来へ運んでしまおうという考え方です。対象となる新製品や未来世界で流れるニュースに関する総合的な知識をもとに、アーバン教授は消費者動向調査のための確かな基盤を作り上げたのです。この方法によって消費者はいわば未来から報告を行い、新しい動きについて現在とは異なる視点、異なる環境から評価することができるようになるのです。



自動運転と社会： ヴァイラ・ラーデンブルク・プロジェクト

自動運転の普及につれて生じる変化は、個々のドライバーの運転のしかただけでなく、ドライバーの仕事の習慣や生活習慣、法規制のあり方にまで及ぶと考えられます。しかし、この変化は一般社会にどのように受け入れられていくのでしょうか？自動運転はどのような社会的、心理的、法的、経済的側面を伴うのでしょうか？こうした問題も含め、学際的な研究プロジェクト「ヴァイラ・ラーデンブルク」では2012年秋より、自動運転がもたらす全般的な社会影響分析の中で検討を進めています。同プロジェクトは、研究者4人で構成する中心チームとさまざまな専門機関の専門家20人のグループで運営されています。総額200万ユーロの資金を提供するのはダイムラー&ベンツ財団。1986年より科学のさまざまな分野の研究支援を行っている組織です。ヴァイラ・ラーデンブルクプロジェクトの専門家チームは、ドイツの多くの大学の専門家に加え、米国のスタンフォード大学、カリフォルニア州立大学のスタッフも加わるなど、幅広い領域をカバーしています。自動運転が将来の社会に及ぼす影響をまとめたプロジェクト最終報告書は、2014年末に提出され、同時に一般公開される予定です。

www.daimler-benz-stiftung.de/cms/en (英語)

研究部門がこの難問を解決するのに採用したのが、「情報加速」と呼ばれる手法です。この手法は名門マサチューセッツ工科大学(MIT)のグレン・ハーバーン教授によって開発されたもので、近年実際に採用されて成果を上げています。基本原理は「情報提供と条件づけ」と呼ばれます。パンフレットやインターネット、映画、ブログ、テレビなどさまざまなメディアの助けを借りて、お客様を情報を通じて未来へ連れていき、いわば「未来のお客様の目」で、市場調査の対象を正当に評価してもらおうというものです。研究部門ではこのMITが開発した手法を、将来の自動車やスマートフォン、コンピュータ、新しい金融サービス、オンラインサービスの市場での可能性を解析する目的で以前から採用し、その結果を通じて製品開発に貴重な情報をもたらしていました。レポートによれば、「数年後のお客様の受容度を予測する方法として定評ある方法」なのです。

2020年のニュース

「世界は変わりました」。ダイムラーが実施した受容度調査の開始時に被験者に見せた3分間の動画の第一声です。この動画によって被験者は2020年ごろの世界へいざなわれ、自動化やネットワーク化が今よりはるかに進んだ日常生活の様子を知りました。この動画が伝えたのは、すべてがより簡単になり、よりストレスが少なく、快適になっているということです。クルマの運転も例外ではありません。この「未来への条件づけ」を通じて、調査担当者が未来の全体像を描き、それを被験者たちが体験を通じて深めていったのです。マウスをクリックすると、コンピュータからさらに未来の世界の情報が流れてきます——2020年の政治・経済で予測される展開に関する新聞記事や、専門家へのインタビュー、政府機関のウェブサイト、架空の人物らが体験を綴った

「自動運転は飛行機に乗るようなもの」 (テスト走行終了後のある被験者のコメント)

ブログなど……。もちろん、この情報提供で重点的に扱われたのは、「未来のクルマの運転」という話題で、ドライバー不要のクルマについてのニュースを中心として伝えられました。CRCプロジェクトマネージャーのクリスティン・ズュッタリンの話によると——「被験者がクリックして利用する情報を、合計で12以上用意しました。自動運転についても、事故のニュースや、さまざまなドライバー支援システムの比較テストなどを通じて批判的に紹介しました」。この情報提供により未来への心構えが十分にできた上で、被験者は受容度調査の重要部分に臨みました。つまり、実際の体験を通して未来の運転に関する知識を広めたのです。ドライビングシミュレーターに設置されたメルセデス・ベンツ車は、2020年ごろには十分実現する可能性がある、高速道路を自動運転できるセダンタイプのクルマでした。ドライビングシミュレーターテスト責任者のバルンハルト・モリスは次のように話しています。「この新技術を使うかどうかの判断は被験者自身に任されていました。自動運転を使ってみたいと思えば、右側車線を走行中にシステムを起動する。すると130km/hの高速自動運転がスタートする。逆にもっと速く走りたいと思う人は、ステアリングホイールを握って左側車線に出れば、160km/hま

で速度が出せるというように」。当然ながら、参加ドライバーの大多数は発進後まもなく自分で運転するのを止め、自動運転に切り替えました。研究チームに驚きはありませんでした。一時的にステアリングホイールから手を離して他のことをしたいという傾向は、専門家の調査でもかねてより示されていたからです。「若い人の方が運転操作とは別のことをしたがるのが分っています。とくに、長距離の単調な走行や、渋滞を走る場合、毎日の決まった道を走る場合などに顕著になります」(レポート)。

態度が大きく変化

しかし、高速道路でクルマが自動運転してくれる場合、ドライバーは何をして過ごすようになるでしょうか？これを明らかにするため、ドライビングシミュレーター内のテスト車にオンラインシステムを搭載し、オーディオや電子メール、ビデオ、ニュース、インターネットサービスの機能を画面のタッチ操作で行えるようにしました。これだけ幅広いインフォテインメントはドライバーの注意を逸らしてしまうおそれがあるため、現時点ではまだ搭載されていません。「被験者の反応は非常によく、半数以上が新しい情報・エンターテインメント装備で快適・安心に過ごせた、と言ってくれました」(クリスティン・ズュッタリン)。これによって、自動運転がどんなメリットをユーザーにもたらすかが早くも分ってきたのです。

この調査では、この新技術について被験者に繰り返し意見を尋ねたり、情報提供を行ったりしました。これによって、被験者の感情の有意な変化が明らかになり、MITの「情報加速」手法の有効性が確かめられたのです。調査開始時、被験者は大多数が自動運転にやや疑問を持ち、ドライバーの負担軽減にほとんど役立つまい「高価なおモチャ」と考えていました。しかし、未来への仮想旅行が終わるとこの態度は大きく変わりました。結果のまとめとしてズュッタリンは次のように述べています。「自動運転に対する受容度は、関連情報が実際の体験が増すにつれて大きく高まりました」。とくに注目される点として——調査終了時、「自動運転が好きになった」と答え、高い購入意欲を示す被験者が約50%にのぼりました。また、そのほかに、「非常に興味がある」、「標準装備化を希望」と答えた人が31%いました。このように、受容度は全体で80%以上に達したのです。ズュッタリン(CRC)は、「この結果には驚きました。開発が正しい方向に進んでいること、そして未来のクルマにとって大事な技術だということが明らかになったからです」。

被験者の意見によると、自動運転の最大のメリットはドライバーの負担が大きく軽減されることにあります。このことを指摘した被験者は全体の70%近くにのぼりました。また、大多数の被験者が、ストレスの多いシーンや決まったルートの走行で大きな効果が生まれ、車内で過ごす時間が有効に使えるようになるだろうと述べています。中には「飛行機に乗っているようだった」が、テスト終了時、自分で運転する段になって「非常にストレスを感じた」という感想を漏らした被験者もいました。安全性の向上についても、ヒューマンエラーによる事故が減るとして、50%以上が積極的に評価しています。また、多くの被験者が「エコロジー」「経済効率」といったバズワードを話の中に織り交ぜていました。自動運転は非常に経済的で、しかも環境にもメリットがあると感じていたのです。

しかしもちろん、批判的な声も出ています。被験者の中には、自動運転中

自動運転終了後、自分で運転するのは 「非常にストレスを感じた」 (ある被験者の証言)

は人間がコントロールを行う必要が増すと感じ、クルマが全部ちゃんとやってくれるのか心配になった、という人や、ドライバーが運転以外のことをしていると、システムに運転を代わるよう求められた場合に気が付かなかったり、介入するのに間に合わなかったりするのではないか、と不安になった人もいました。さらに、被験者の4人に1人はこの点について、事前に段階的に警告が行なわれる必要があるとしていますが、これについてはダイムラーのエンジニアもすでに取り組みを進めています。

この自動車の未来への旅は3時間にわたって実施され、その3時間のあいだ、未来の自動運転システムに対する被験者の関心や熱意や受容度は、テストの段階を踏んでいくごとに高まっていきました。しかし、研究部門はこれで満足したわけではありません。こうした陶酔感も被験者が日常生活に戻り、体験したことを考えていくうちに薄れていく場合が多いことを経験から知っているからです。このことを考慮して、CRCチームは2週間後、受容度調査の被験者に連絡を取り、自動運転についての意見を再度聴取しました。ズュッタリンは、「その結果、受容度は少し低下したものの、被験者の自動運転に対する態度はおおむね好意的でした。また、追跡調査におけるこの種のドライバー支援システムに対する関心度も、調査開始時の水準を依然として大きく上回っていました」と話し、次のように付け加えました。「このことは、自動運転が『線香花火』のような革新技術ではないことを示しています」。

HYPERLINK



動画

上の記事およびメルセデス・ベンツの最新鋭ドライビングシミュレーター(ジンデルフィンゲン)の動画がインターネットでご覧いただけます。(英語)

AUTONOMOUS DRIVING IN THE TRACKS OF BERTHA BENZ

— 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、ある歴史的ルートで
インテリジェントドライブ
「S 500 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。

文と写真：ダイムラー社

KEYWORDS

AUTONOMOUS DRIVING

— 自動運転 —

RESEARCH VEHICLE

— リサーチカー —

S 500 INTELLIGENT DRIVE

— S 500 インテリジェントドライブ —

A PIONEERING ACHIEVEMENT

— 未来を開く快挙 —

BERTHA BENZ DRIVE

— ベルタ・ベンツ走行実験 —



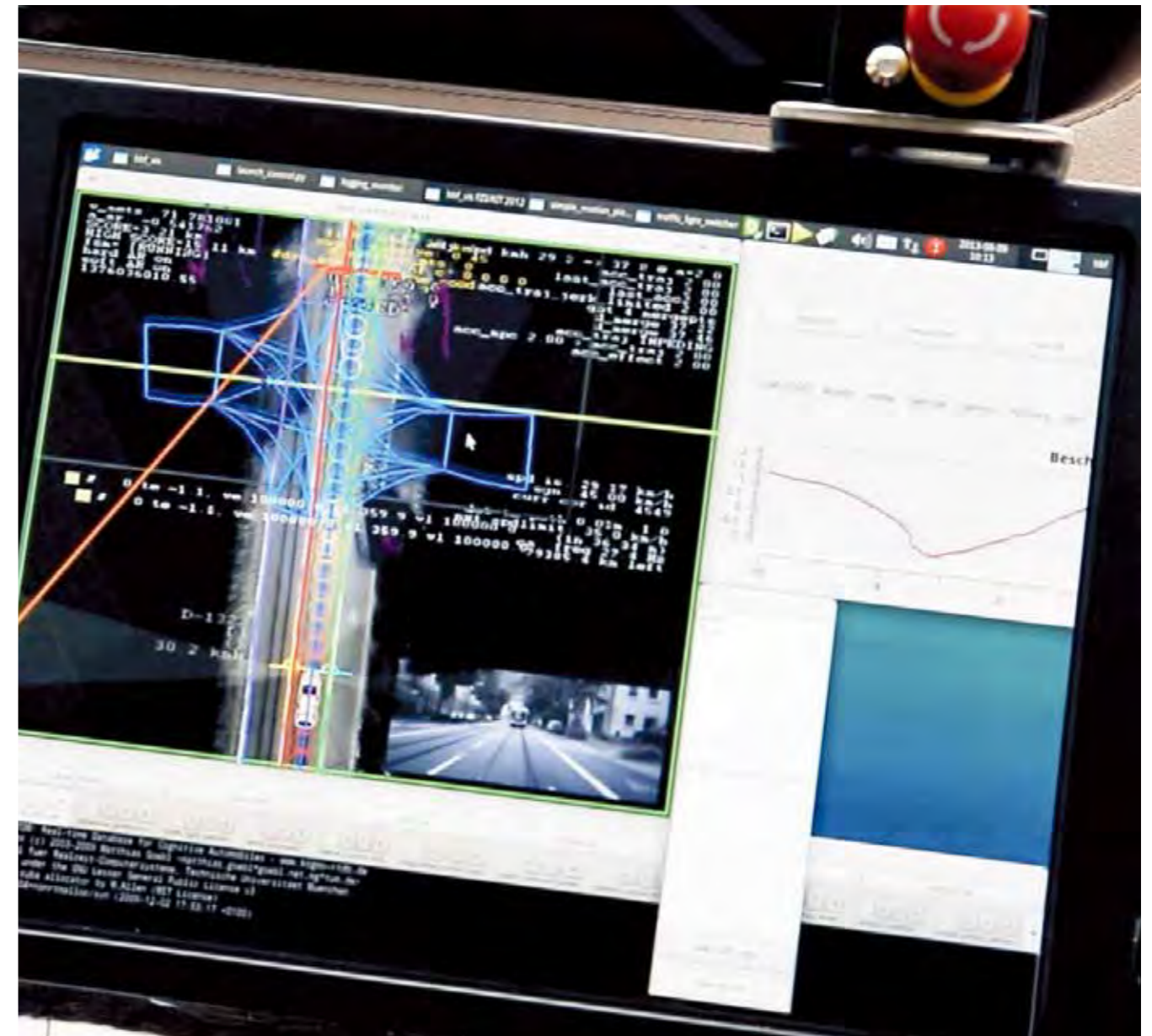
自動運転車

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、交通信号や横断歩道、歩行者、自転車、路面電車などが錯綜する極めて複雑なシーンを切り抜ける必要に迫られました。未来につながる今回の実験は、莫大なコストをかけた特殊技術ではなく、量産段階に近い技術を用いて成し遂げられた点が注目されます。

1 888 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辿りながら、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り

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、交通量の多い複雑なシーンを切り抜けながら自動運転で走破しました。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・ツェツ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」というのも、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」は量産ベースのセンサーを採用したものだからです。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、クルマは道路を安全に走行することができます。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。「この走行実験の成功で、遮蔽された専用自動車道や比較的単



—— 処理能力 —— 車載システムは周囲認識データと計算済みルート（ナビゲーションと地理データにより決定）を組み合わせて、自動運転が行うあらゆる運転操作を計算で求めます。このクルマの走行経路を専門家は「チューブ」と呼んでいます。

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、走行ルートの状況は実に様々で、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。この実験の結果は、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、ウェーバーはまた、「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」と強調しています。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」を中心にはば自動で運転を行います。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、

—— **300ギガバイト/時** 自動運転リサーチカー S 500 INTELLIGENT DRIVE は、収集したすべてのセンサーデータを記録します。そのデータ量はステレオカメラの画像だけでも毎時間 300 ギガバイトに達します。ダイムラーの研究部門ではこれを利用することで、自動運転車が行った判断を追跡することができます。



複雑な道路状況をクルマが安全に走行するためには何がさらに必要なか、この2つの点に関して重要な情報を得ることができました。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、公式の免除措置による許可を受け、2012年初めよりスタートしましたが、一般の方に気づかれることはありませんでした。実験の対象はメルセデス・ベンツ 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ちろん搭載しました。

量産に近い段階のセンサー技術を採用

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。メルセデス・ベンツ S クラス量産モデルからの技術の変更点としては、ステレオカメラのステレオベース（両眼の間の距離）の拡大（より離れたところにある対象物をレーダーシステムだけでなく、カメラによっても検知できるようにする）や、交通信号を監視する新しいカラーカメラの採用が挙げられます。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＝KIT）」と共同で開発しました。ベルタ・ベンツのルートを辿る今回の走行実験で、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「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ります。S クラス自動運転車は実験中、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たのです。実際の道路では何が起るか予期できず、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ー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。このテスト走行によって、自動運転技術と自動運転車をいっそう進化させるための重要な情報が得られます。ダイムラーにとって、自動運転の公道実験で得られた最大の成果は、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。ダイムラーグループリサーチ、ドライバー支援・サスペンションシステム、および先端技術開発統括で、自動運転プロジェクトをスタートさせたラルフ・グイド・ヘルトヴィッチは「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など）のレパー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」と説明しています。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1つとなるのが、他の道路利用者といかにして意思の疎通を図ったり、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。ヘルトヴィッチ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うと大胆に進むところを、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」。

HYPERLINK

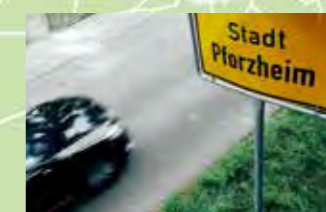


動画
ベルタ・ベンツが辿ったルートで実施した実験走行の様態をインターネットでご覧いただけます。（英語）

歴史的ルートを辿り、未来を拓く

—— **開拓者たち** 1888年8月、カール・ベンツの妻ベルタは、夫の手になる「ベンツ・パテント・モーターカー」に乗り込み、世界初の長距離自動車走行を敢行、自動車の世界的普及への道を切り拓きました。辿った道は、マンハイムからプフォルツハイムまで南下する約100km。それからちょうど125年後、メルセデス・ベンツは同じルートを使用し、未来を拓く偉大な走行実験を再び実施。長距離ルートや都市交通の複雑な状況においても自動運転システムが日常使用に適していることを実証しました。

—— S 500 INTELLIGENT DRIVE (2013年)
—— ベルタ・ベンツ (1888年)



A NEW CHAPTER IN SAFETY TECHNOLOGY

— 安全技術に新たなページを開く —

パッシブセーフティと 自動運転について

ロドルフォ・シェーネブルク

メルセデス・ベンツ・カーズ

安全性、動作安定性

および防蝕統括

文： リューディガー・アベレ
写真： クルト・ヘンゼラー

進化 “今後、自動車ではさまざまなレベルの自動運転がますます採用されていくと思われませんが、それは安全技術の新しい時代の訪れを告げるものなのでしょうか？”

—— 安全技術の新時代とまではいかないにしても、新しい1ページだということはたしかでしょう。メルセデスでは自動運転の技術をきっかけに、アクティブセーフティ、パッシブセーフティのさまざまなシステムが進化したと考えています。開発そのものはけっして終わりがありません。例えば PRE-SAFE®。これはメルセデス・ベンツが10年ほど前に導入したシステムで、アクティブセーフティとパッシブセーフティの橋渡しをするものです。PRE-SAFE® は、ESP® (エレクトロニック・スタビリティ・プログラム) や BAS (ブレーキアシスト) など、アクティブセーフティシステムのセンサーを利用して、パッシブセーフティのシステムを起動します。これにより、さし迫った事故に対する乗員保護効果が高まります。アクティブセーフティ装備を使って、危険時のパッシブセーフティを向上させるのです。現在の PRE-SAFE® は大きな進化を遂げ、メルセデス・ベンツのほとんどのモデルシリーズに採用されています。

インパルス (衝撃) “自動運転車は安全システムの新規開発、改良にどのような刺激を与えますか？”

—— 安全技術はいつも最新の技術水準に沿って展開するものです。自動運転システムのセンサーは、乗員保護性能を高めるのに使えます。例えば、SRS エアバッグや火工式シートベルトテンショナーなどのレストレイントシステムの起動方法を改良することができる。そしてこれによってまったく新しいシステムを作ることできます。PRE-SAFE® については、実験安全車 ESF 2009 で初めて紹介したさまざまなシステムを使って改良を進めており、そこで生まれたものの1つとして、新型 S クラスに採用された PRE-SAFE® インパルスがあります。前面衝突が発生すると、衝撃によって乗員の前方移動が始まる前の早い段階で運転席と助手席のシートベルトを利用して乗員を衝突方向から引き離す。これによって乗員にかかる減速度を低減し、負傷のおそれや程度を小さくするものです。このシステムの基本的な考え方はどんな種類の事故にも当てはめることができます。次のステップとしては SRS サイドバッグの簡素化が考えられます。まったく廃止してしまう、あるいはまったく別のシステムで置き換えるということで、軽量化やコスト低減が実現する可能性があります。

変革 “現在のクルマの安全装備で、機能重複により不要となるものが出てくるのは？”

—— 現在のクルマの安全装備は、予見しうる未来に不要となるものはありません。道路を走るクルマが一夜にして自動運転車ばかりになることはありませんから。自動運転車と従来型の車両が混在する移行期は非常に長いものにならざるを得ません。従来型の車両でもモーターサイクルやクラシックカーなどはずっと残るでしょう。自動運転車でもドライバーがシステムの一部を OFF にして、自分で運転したいと思うような場面も出てきます。ですから自動運転が実現しても、クルマの安全装備は減ることはありません。乗員保護性能を高めるような安全機能が次々登場してくるでしょう。

想定 “事故の種類によっては、自動運転の方が被害を抑えられる場合がありますか？そういう事故の種類はすでに分っていますか？”

—— 自動運転は初めの段階では高速道路など条件のよい道路が対象となりますが、これも事故件数が減る要因となるはずで、信号がないところで同じ方向に走るの、技術システムからすれば非常に予測しやすい状況であり、自動運転によって事故防止が可能になります。しかし、市街地や横断歩道など、曖昧さを伴うシーンに対処できるようになるにはまだしばらく時間がかかるでしょう。この場合、事故が発生した正確な状況をつねに考えることが大事です。例えば、自動運転車で優先権のある道路を走っている場合、通常のクルマが前方の脇道から突然出てきたら、事故はほとんど避けられません。しかし、その逆の場合ならおそらく回避できるでしょう。自動運転システムなら、自車に優先権がないままカーブして道に出ることはさせないからです。

関係性 “高速道路なら現在でも安全とされるのはなぜですか？”

—— 理由は大きく2つあります。1つはクルマがみな同じ方向に走っていること。もう1つは、クルマがだいたい同じ速度で走っているため、車両間の相対速度が低いことです。事故の程度は走行速度の差に比例しますから。逆に市外の道路なら、速度 60mph (100km/h) のクルマ同士がたがいに反対方向に走ってれば、その相対速度は 120mph (200km/h) にもなりまので、そんな場合は小石があって、ステアリングホイール操作をちょっと誤ったりしただけで大事故につながってしまいます。

情報 “自動運転車でそのほか安全性向上のために使えるシステムは？”

—— 自車の周囲をモニターするレーダーシステムなどは、安全システムの制御に非常に適しています。その次のステップは、「Car-to-X」、つまりクルマとクルマやクルマと周囲との間の通信機能です。これを使えば、例えば衝突が間近という場合に相手車両について、どんな種類の車両か、重さはどのくらいか、といった情報を得る

ことができるようになり、そしてそういう詳しい情報を使って安全システムを調節すれば、乗員保護効果を最大限に高めることができます。タイムラーではこれを車両分類と呼んでいます。

センサー “これまでセンサーの開発はどのように進められてきたのでしょうか？”

—— センサー技術は、私たちにとって能力を与えてくれるもの、新しい可能性を与えてくれるものです。センサーはモノを感じたり、見たりできるし、情報のやりとりもできます。センサー技術の開発はまず「触覚」センサーからスタートしました。安全システムを調整するために、加速度や力の大きさ、回転速度などを測定するものです。その次に登場したのが、「モノを見る」レーダーやカメラによるセンサーです。これはクルマの周囲を監視するもので、安全システムの改良に役立ちます。というのは、ブレーキングやシートベルトの締め付け (可逆動作) などの起動タイミングをそれまでよりずっと早めることができるからです。そして、次のステップの Car-to-X では、さらに大きな改良が可能になります。

反応 “技術の方が人間より性能や信頼性が高いということですか？”

—— そういう一般化はできません。人間でも防衛的な運転を心がけ、危険な状況で適切に対応すれば、多くの事故を防ぐことができます。しかし、実際に発生した事故の原因を見ると、ヒューマンエラーによるものが 85% を占めています。こういう事故の状況では、技術によって事故回避、または事故の程度を軽減できます。言葉を変えれば、機械がまず初めにしなければならないのは、間違いを人間と同じくらいうまく防げるようになることです。そこまで科学技術が進歩するにはもう少し時間が必要です。

感覚 “技術と人間にはそのほかどのような強みがありますか？”

—— クルマはシステムやセンサーを搭載することで、多くのシーンで人間よりもすばやく正確に対応できると言ってよいでしょう。それに疲れ知らずです。1日24時間全力で働いてくれます。ただ、センサーの中には人間同様視界が良好でないと



略歴

ロドルフォ・シェーネブルク

1959年、シウダ・ポリバル市 (ベネズエラ) 生まれ

ベルリン工科大学卒 (航空学および経営学)

同大学大学院にて博士号取得 (簡素化構造モデルによるコンピュータ支援衝突シミュレーション)

1999年よりメルセデス・ベンツ・カーズ 安全性、動作安定性および防蝕統括

受賞歴「パウル・ピエチュ賞」(革新的な予見乗員保護システム PRE-SAFE®)、自動車安全協議会 (米国)「バスファインダー賞」。

機能しないものがあるため、「天気によければ」という条件付きですが…。けれども、人間の方が優れている面が1つあります。それは危険に対する「勘」で、これは技術では真似できません。いま、高速道路の左側車線を走っていて、右側車線では乗用車がトラックの長い列に挟まれているとします。こんなとき、運転の経験と勘からこの乗用車が何をするかだいたい察しがつくので、追い越しの車線変更をしないか気を付けますね。そのドライバーがバックミラーを見ていないか、とか、乗用車がもう左側車線に寄ってきていないか、注意すると思います。このように人間のドライバーは勘を働かせることで、予見しうる未来の微かな兆候を見つけてますが、機械のセンサーはそういう兆候を検知できず、自車がいる車線を監視するだけです。これに対して人間は状況を全体として把握します。ただそういう私も、技術はこの面でもつねに進化していると思います。いつの日か、技術が独自の勘を持つようになるときが来るかもしれませんよ。



- 本資料の複写、複製、貸与、譲渡等を固く禁じます。
- 本資料の著作権は、メルセデス・ベンツ日本株式会社に帰属します。
- 本資料に使用した写真及びイラスト等は、実際の仕様と異なることがあります。

メルセデス・ベンツ日本株式会社
企業広報課

環境保護のため、この冊子は再生紙を使用しています。