

自動運転の
未来図

第1回

自動運転の現状と今後

—技術面から—

自動運転の現状と将来を、
技術面と法的面から解説
します。

鎌田 実 Kamata Minoru 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

専門は自動車工学、生活支援工学、ジェロントロジー。国土交通省交通政策審議会自動車部会委員、
経済産業省・国土交通省自動走行ビジネス検討会座長、国立研究開発法人日本医療研究開発機構
ロボット介護機器開発・導入促進事業プログラムオフィサー。

はじめに

2017年2月16日の第5回「未来投資会議」*1
で自動走行のテーマが取り上げられ、トラック
の隊列走行と主として過疎地域でのラストマイ
ル*2の移動の足の確保について、2020年まで
に完全自動運転を達成するような工程表が承認
され、総理も実現に向けた力強いメッセージを
出されました。このことから、一般の車も完全
自動で動く時代が数年でやってくるような期待
感が示されたりしていますが、2020年まで
に市販される車は、部分自動のレベルで、運転
者の責任のもとで作動する高度運転支援とら
えるべきものになるはずです。

このように自動運転に関しては過剰な期待が
ありますが、状況をきちんと理解して、正しい
車の使用が求められますので、2回に分けて技
術面から解説をしていきます。なお、さらに詳
しい記述については、政府が5月に「官民ITS
構想・ロードマップ2017」*3を策定していま
すし、日本学術会議が6月に自動運転に関する
提言*4をまとめているので、そちらもご覧
いただくと幸いです。

自動運転の歴史

ここ5年くらい、自動運転の話題が急速にク
ローズアップされるようになりましたが、車を
自動で動かそうという取り組みは1970年代よ
り各国で始められており、センサー・カメラや
コンピューター技術の進展とともに進化してき
ています。日本でも、古くは工業技術院*5など
での取り組みがあり、1996年には開業前の高
速道路を使って車の隊列走行の自動運転のデモ
が行われましたし、2005年の愛知万博では
IMTSという自動運転バスが営業運転を行いま
した。こういった事例では、道路に磁気ネイル
を埋めてそれに沿って走るというものでした。
一方アメリカでは、センサー等を多数付けた車
で自動運転を行う競技会が2004年から軍主導
で行われ、その流れでIT企業がハード的なイン
フラに依存しないかたち(自律的)での自動運転
の実証を始めました。その後は世界各所で自動
運転がブームになって、開発競争になってきて
います。ロボットを障害物回避しながら動かす
ようなかたちで、高精度地図を作り、自車位置
を検出し、走行空間を得て、他の車や歩行者な

*1 <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/>

*2 ここでは、例えば最寄りのバス停から自宅のような短距離のこと。

*3 「官民ITS構想・ロードマップ2017～多様な高度自動運転システムの社会実装に向けて～」高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議、2017年5月30日
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/roadmap.pdf>

*4 提言「自動運転のあるべき将来に向けて～学術界から見た現状理解～」日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会、2017年6月27日
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t246-1.pdf>

*5 旧通商産業省に置かれていた機関。



どを認識しつつ走らせるものです。

現状では、それなりの設備を設ければ、複雑な環境でなければ完全自動運転が実現できるという技術レベルです。自律的な自動運転の実現のためのLIDAR*6と呼ばれるレーザーセンサーは、車が何台も買えるというくらいの値段のものでした。安価なカメラ等で同等の検出能力を得るための技術開発や、LIDAR自体もコストダウンへの改良がなされてきています。車の走行環境は、高速道路のように比較的シンプルなところから、市街地等でさまざまな交通参加者が存在する複雑な環境、また他車等に隠れて見えない部分があるような環境、さらには渋滞しているところへの合流など相手の運転者とのコミュニケーションが必要な場面など、自動運転実現にはまだまだハードルの高い状況も多々あり、今後のさらなる技術開発や、ルール作りなどが必要になってきます(技術的な課題のほか、法制度や責任問題の話、保険制度の話など、非技術面の課題も多々ありますが、これらは本連載の3~4回目で扱います)。

メージする人が多いですが、それを究極の姿として、いくつかのレベルに分類されます。その分類法も、人と機械のかかわり方や、機械設計のあり方や、走行シーンとの関係とか、さまざまな観点での扱いがあり、諸説ありますが、一般的にアメリカSAE*7の6段階のレベル分けがよく用いられるので、ここでもこれを解説します(表)。レベル0(完全手動)からレベル2までは運転者責任を前提として、レベル1・2は部分的に自動で動くというものです。自動ブレーキ等の単機能なものはレベル1に分類され、自動運転というより万一の際の運転支援装置とみるべきものです。レベル2は、前後の加減速と左右の操舵を合わせて自動で動かすもので、大手自動車メーカーは2020年までに高速道路でのレベル2の車両の市販化をアナウンスしています。自動で動くものですが、運転者は周辺監視を行い、システムがきちんと作動しない場合は責任を持って車両を操縦することが前提のもので、これも運転支援装置と考えたほうがよいと思われます。レベル1・2は自動化レベルが低いので自動運転としては認めにくいものかもしれませんが、レベル1であってもヒューマンエラーを防止して事故回避が期待されるので、普及拡大

分類



自動運転は人が介在しない完全自動運転をイ

表 自動運転の分類

レベル	概要	安全運転に係る監視、対応主体
運転者がすべてあるいは一部の運転タスクを実施		
SAEレベル0 運転自動化無し	・運転者がすべての運転タスクを実施	運転者
SAEレベル1 運転支援	・システムが前後・左右のいずれかの車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
SAEレベル2 部分運転自動化	・システムが前後・左右の両方の車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
自動運転システムがすべての運転タスクを実施		
SAEレベル3 条件付運転自動化	・システムがすべての運転タスクを実施(領域*限定的) ・システムの介入要求等に対して、予備対応時利用者は、適切にตอบสนองすることを期待	システム (フォールバック中は運転者)
SAEレベル4 高度運転自動化	・システムがすべての運転タスクを実施(領域*限定的) ・予備対応時において、利用者が応答することは期待されない	システム
SAEレベル5 完全運転自動化	・システムがすべての運転タスクを実施(領域*限定的ではない) ・予備対応時において、利用者が応答することは期待されない	システム

※ここでの「領域」は、必ずしも地理的な領域に限らず、環境、交通状況、速度、時間的な条件などを含む。
出典：「自動運転レベルの定義を巡る動きと今後の対応(案)」(2016年12月 内閣官房IT総合戦略室)より

*6 Light Detection and Rangingの略。レーザー光を使って物体の検知や物体までの距離測定をする。

*7 Society of Automotive Engineersの略。



が望めます。一方で、過信を引き起こすことも考えられますので、その対策も必要です。

レベル3は、システム側が責任を持って自動で運転する部分を設けるもので、運転者は運転から解放されますが、システム側が対応不可になる際には、運転者へ一定時間内に権限移譲をするものです。これが狭い意味での自動運転といえますが、運転者が的確に権限移譲を受けることを前提とすると、運転から解放といえども勝手なことを何でもしていてもよいというわけではないので、そもそもこういうシステムが成立するか疑問視する声もあります。

レベル4は完全自動で人の手をまったく必要とせずに動く部分があるもの、レベル5は無人で自動で動くものと定義され、これらが完全自動運転といえます。一般の道路での完全自動運転は環境が複雑で、レベル4・5の実現はかなり先になるかといわれていますが、限定空間・専用空間を用意できれば、比較的低速でレベル5を実現するのは容易ともいえ、それをめざしている企業もあります。

運転者がいない完全自動運転は、条約や法規制対応の点で現状ではすぐに認められるものではありませんが、警察庁では、遠隔監視・遠隔操縦というかたちで人が介在していれば実証実験を実施できるとのガイドライン*7を制定しており、さまざまな取り組みが進んでいくものと思われます。

技術的展望



自動運転を実現するための技術は年々進歩してきており、前述のようにお金をかければシンプルな環境条件ではかなり自動で動かせるようになってきています。サービスカーと称する業務用の車両では、無人化により人件費削減ができるので、車両の数倍の費用のセンサー等を装備したとしても、トータルで事業性が成立する

と考えられます。その結果、一気にレベル4をめざす方向に進むと思われる。一方でオーナーカーと称する個人用の車両では、せいぜい車両価格の5割増し以内でないと市場性がない(売れない)と考えられるため、安いセンサー等での構成でコストを気にした開発になっていくと思われます。こちらはレベル2から徐々に機能を向上させていくアプローチになるでしょう。

いずれにせよ、道路の白線に沿って走るといのは比較的容易ですが、白線がかすれているとか、そもそも白線が無いような道路もあるわけで、そういった悪環境への技術的対応が必要です。また高精度地図が肝になりますが、3Dの地図を全国津々浦々で用意するのは大変であり、新規作成だけでなく維持管理も考えると、もう少し簡易な地図でも対応できるようなくみも必要と思われます。さらに、見えないところの状況は、道路側から何らかの情報が得られるとよいのですが、インフラ依存を前提としてしまうと、その設置がないところで使えなくなるので、その辺りのやり方も考えていく必要があります。

自動車運転では、運転者同士でのアイコンタクト等で合流等の譲り合いの場面があります。こういうことが自動運転では難しく、何らかのルールと意思表示のやり方などを標準的なものを作り上げていく必要もあります。

以上のように、本格的な自動運転の実現には、まだまだ技術的な課題も多々あり、世界的規模で開発競争がなされている状況です。今後の技術の進化を期待したいと思います。

今回は、自動運転は何のためか、われわれの生活をどう変え得るかについて話を続けます。

写真 自動運転シャトルの例 (フランス製 EZ10)



フランスポルドーでの国際会議においてデモ走行を行ったようです。

*7 「自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン」警察庁、2016年5月 <https://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku/gaideline.pdf>