



自動運転に関する 法規制と実証実験

応
般

三原寛司 景山浩二 ((株) ZMP)

自動運転実現に向けた動向

自動運転技術の開発が国内外で活発になる中、安倍首相は、2015年11月5日に開かれた官民対話において、2020年の東京オリンピックで自動運転技術を利用したタクシーを実現する計画について述べ、それに向けて必要な法改正やインフラ整備を指示した。自動運転技術を利用したタクシーについては、(株) ZMP と (株) ディー・エヌ・エー (DeNA) が合併会社「ロボットタクシー (株)」を2015年5月に設立し、2020年までの事業化を目指している。このような無人運転タクシーの実現に向けては、現状の法規制が緩和され、また、公道における実証実験を幅広く行って技術や社会受容性を高めていく必要がある。本稿においては、自動運転に関する現状の法規制について整理し、次に、自動運転の公道実験の実施状況について (株) ZMP が行っている例を中心に紹介する。

自動運転に関する法規制

* 自動運転のレベル分け

自動運転技術については、さまざまな国や機関がレベル分けの定義を行っているが、本稿においては NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration: アメリカ道路交通安全局) が2013年に発表した5段階の定義 (表-1) を用いて説明する。

現在の日本の法律体系では、車は人間が運転するものという前提で作られており、レベル3 (運転者がいる半自動運転) あるいはレベル4の自動運転 (完全自動運転) のように車に安全上重要な機能を任せ

レベル分け		要旨
レベル0	自動化なし	運転手が自動車の操縦システムを完全に制御する
レベル1	特定機能の自動化	主操縦システムの1つについて自動化されている。複数機能が自動化されている場合もお互いに単独で動作する
レベル2	複合機能の自動化	主操縦システムの最低2つが自動化されており、これらの機能が同時に動作する
レベル3	限定的自動運転	特定交通状況下で、すべてのセーフティクリティカルな機能制御を自動車に任せられることができる
レベル4	完全自動運転	すべてのセーフティクリティカルな機能制御を自動車が実行する。有人と無人を含むが、安全走行の責任は自動走行システムにかかる

表-1 NHTSAによる自動運転のレベル定義 (抄訳)

るということを想定していない。

* 道路交通法

道路交通法 (以降、道交法) 第70条には、「車両等の運転者は、当該車両等のハンドル、ブレーキその他の装置を確実に操作」しなければならないと定めている (安全操作履行義務)。これによれば、運転者がハンドルから手を離して自動運転車を走らせることは道交法70条の安全操作履行義務違反ということになる。

一方、こここのところの政府および警察庁の非公式な見解によれば、運転者がハンドルに手を添え、いつでも即座に手動運転に切り替えて操作できる状態であれば、道交法70条違反とはみなされないという解釈がされてきている。これにより、運転者のいるレベル3の自動運転の実験を公道で行うことは可能になってきており、地元の自治体および警察署

に通知した上で実施されている。

さらに進んでレベル4の完全自動運転で、かつ、運転者がいない無人運転になると、明らかに道交法70条違反となるため、実現のためには同法の改定が前提になってくる。さらに、現行の運転免許制度についても、無人運転に向けては見直しが必要となる項目である。

* ジュネーブ道路交通条約

道交法70条の規定は、1949年に採択された道路交通に関する国際条約(いわゆるジュネーブ条約)に対応したものである。ジュネーブ条約では「一単位で運行されている車両又は連結車両には、それぞれ運転者がいなければならない」「車両の運転者は、常に車両の速度を制御していなければならない、また、適切かつ慎重な方法で運転しなければならない」と定めている。

ジュネーブ条約についてはレベル3まで許容するような改定提案がされ、協議中である。

* ガイドライン策定と法規制見直しへの動き

本稿の冒頭に述べた安倍首相の発言を受けて、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の自動運転ロードマップの見直しと、それに対応した法制度の整備に向けて、各省庁横断的な検討が開始されている。政府の新戦略推進専門調査会の道路交通分科会において、今後の法整備やガイドライン作りに向けた検討が行われている。また警察庁の主導で、2015年10月から「自動走行に伴う制度的課題等に関する調査検討委員会」が発足して議論が開始されている。2016年5月頃を目標に、「官民ITS構想・ロードマップ2016(仮称)」の作成を目指している。まず、「自動運転システムに関する公道実証実験のためのガイドライン」の策定が検討されており、2016年2月には確定する予定で進んでいる¹⁾。本ガイドラインにおいては、テストドライバーが搭乗しているレベル3の自動運転実験を前提にして、公道実験の実施主体の責務や、安全性の確認、安全確保措置の在り方、テストドライバー要件や実験デー

タの保存、関係機関に対する事前連絡などについて定められる見込みである。

これらのガイドラインが策定され、レベル3による公道実験の実績を積み上げていくことで、その先のレベル4(完全自動運転)に向けた法規制見直しの議論へ進んでいくものと期待している。

* 国家戦略特区

法制度の見直しには時間がかかることから、このような法整備の動きと並行して、特区において規制緩和を先行させる動きがある。

内閣府は2015年に「近未来技術実証特区」におけるプロジェクトの募集を行った。プロジェクトの内容として、遠隔医療、遠隔教育、自動飛行とともに、「自動走行」に関する募集が行われた。さらに2015年10月には、内閣府が完全自動走行(レベル4)の実現に向けた国家戦略特区の具体的なプロジェクトについて発表を行った²⁾。この中で、レベル4を見据えた安全性に関するデータ収集等に必要な公道実証実験を積極的かつ安全に行うための環境を整備するとともに、自動走行に関する国際的な基準作り積極的に取り組むとされている。発表された3つの実証プロジェクトは下記の通り。

- 神奈川県藤沢市など湘南エリア
- 仙台市災害危険区域(荒浜地区)
- 愛知県名古屋市

このうち、神奈川県湘南エリアにおける公道実験については次章で述べる。

また、この内閣府の発表の中では、前述したジュネーブ条約改正の議論に我が国として積極的に参加していく方針についても言及している。

公道実証実験

* 公道実験の実施例

自動運転の公道での走行実験は、1995年の米国カーネギーメロン大学のNo Hands Across Americaがその嚆矢として知られている。2000年代に入り、2004年のDARPA Grand Challengeや2007年の

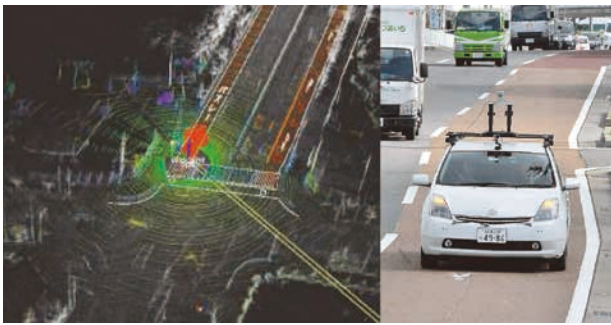


図-1 高精度地図とのスキャンマッチングと名大 RoboCar の名古屋公道走行の様子

DARPA Urban Challenge で自動運転技術の開発が大きく加速した。2010年にはGoogleが公道での走行実験を開始しており、その後欧州でもいくつかの実験が行われている。2015年からはGoogleの自動運転車プロトタイプでの公道実験が継続中であり、世間の注目を集めている。

国内においては、自動運転の公道実験の実施にあたっては、運転者がいつでも手動運転に切り替えられる状況であれば道交法違反ではないという解釈がされるようになった2015年頃から、自動運転の公道実験が活発化しつつある。たとえば金沢大学が石川県珠洲市で公道実験を行っており、トヨタ自動車や日産自動車などの自動車メーカーも、公道実験を開始している。

(株)ZMPでは、名古屋大学と共同で2014年後半から開始した愛知県名古屋市の守山地区での走行実験を皮切りに、公道での自動運転実証実験を行っている。この愛知の実験では、関係自治体や県警等の協力により片側3車線ある県道のバス優先レーンを使用し、自己位置推定、安定走行制御を中心に性能の確認を行った。車両は市販プリウスをベースにした(株)ZMPの「RoboCar HV」を使用し、名大は3次元Lidar (Light Detection and Ranging; 光学距離センサ)と高精度地図とのスキャンマッチング(図-1)による自己位置推定を使用した走行を行い、ZMPはカメラによる白線認識による自己位置補正による走行を行った。

2015年の秋からは、神奈川県藤沢市の湘南地区で公道実験を開始した(図-2)。湘南の実験では、

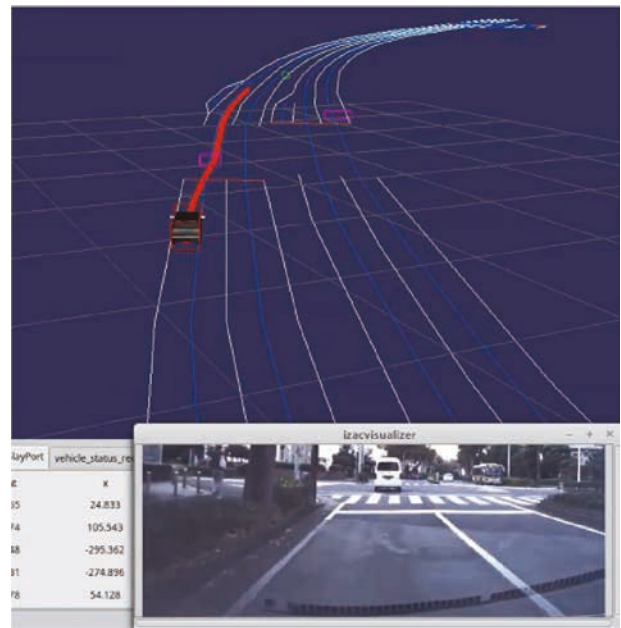


図-2 湘南実験におけるLidarによる周辺車両の認識と経路計画例

エスティマをベースとした自動運転車両「RoboCar MiniVan」に自己位置推定用、信号認識用のカメラを装備し、障害物検知のための新型の2次元レーザセンサを搭載して実験を行っている。また、湘南の実験は、2020年に向けたロボットタクシーの事業化を念頭に、地元住民モニタのスマートフォンからの予約を受けて、乗車地点付近と降車地点周辺をつなぐ路線で自動運転を行い、サービス運用を含めた実証実験である。

* 公道実証実験の意義

ドライバーが乗っていない自動運転車を実現するためには、さまざまな課題を克服しなければならない。法整備や人々の受容も重要なポイントではあるが、技術開発の側面からは、自動運転の技術レベルを上げることが求められている。技術レベルをどこまで上げればよいかは、その応用をどこに設定するかにかかっている。あらゆる道路や状況での自動運転の実現を目指すことは現実的ではなく、自動運転で実現する事業やサービスをいつの時点で、どのような環境の下で実用化するかを見極めることも大切であるといえる。

どのような応用を考えるにしても、その応用が可能

なレベルにまで自動運転の技術レベルを上げるには、公道での実験が重要なことは言を俟たない。実世界の道路環境、交通状況は複雑で、公道で実験を重ねなければ遭遇しない状況や事態が存在するのである。

たとえば、交通量の多い大規模交差点での右左折など複雑な交通状況への対応には、高度な判断機能が求められる。また、自然条件への対応では、さまざまな天候（降雨、降雪、霧など）や時間帯（朝、昼、夕方、夜）

で安定した自動運転を実現するために自車周囲の環境認知能力を上げなければならない。

テストコースでの実験や公道での実証実験を通して、これら技術課題の解決策を実証しながら、自動運転の信頼性を上げていくことが重要である。

公道走行実験へ至る準備段階では、自己位置推定、自車周囲の障害物認識、交通信号認識などの機能について、実験車を用いて現地で収集したデータを実験室で再生し、アルゴリズムの開発・改良とパラメータの調整を行う。実車を制御して動かす機能については、実験室でシミュレータを用いてアルゴリズムの開発を行ったあと、テストコースでの実験を重ね、改良を行い、安定動作を確認してから、公道での実験へと進むことになる（図-3）。

テストコースでの実験では、制御系の実験に加えて、ある程度公道で遭遇し得る交通状況を想定した自動運転車の行動決定の確認を行うことが必要である。定常的にさまざまな交通状況が簡単に再現できるテストコースが使える環境は、自動運転の技術開発を加速するためには必須の要件ではないかと考えている。このようなテストコースの例としては、米国ミシガン州で大学、企業と州政府が共同で開設した（2015年7月に発表）Mcityが挙げられる³⁾。日本においても、同様のテストコースが開設されることを期待したい。

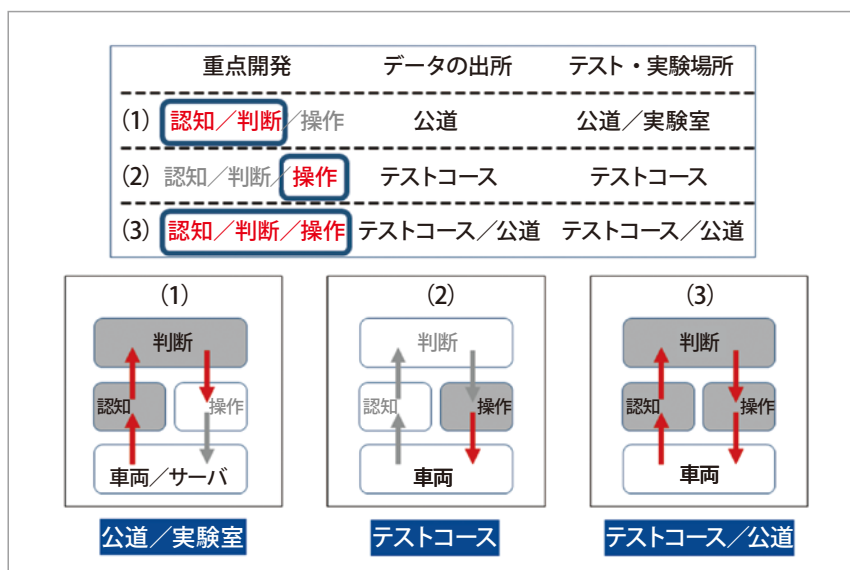


図-3 自動運転開発のデータとテスト・実験場所

* 公道実証実験における安全対策

公道実験を行うにあたっては、一般車両や自転車、バイク、歩行者などが存在する環境での実験だけに、何をおいても、安全第一を心掛ける必要がある。

公道での走行実験を行う際の運用体制としては、テストドライバーに加えて、開発している自動運転システムを熟知したオペレータの2人体制で行うことが望ましいと考えている。自動運転実験車は、当面の間は、搭乗しているテストドライバーの操作による、ハンドル、ブレーキ/アクセルの操作によって、自動運転モードからマニュアルモードに切り替えることができるドライバー介入機構が搭載されている。

テストドライバーは、主に実験中の周囲の交通状況を監視しながら、危険な状況を事前に予測し自動運転への介入を行うことで安全を確保する役割を担う。一方で、オペレータは、自動運転システムの動作をモニタしながら正常動作であることを確認して、異常動作や動作の不具合発生時に、自動運転の中断やテストドライバーに対して介入を要請する役割を受け持つことを想定している。テストドライバーとオペレータの役割分担でより高いレベルでの安全が確保できるのではないかと考えている。

現地での実験に際しては、実験当日の始業前点検

として、車両の状態やセンサ系の動作確認、ドライバー介入機構の動作確認、緊急停止装置の動作確認を確実に行うことが必須である。そして、引き続き事前走行試験により、自動運転システムの機能ごとの動作確認を行い、自動運転の実験を開始するという手続きを踏むことで安全を確保する。

公道での走行実験時には、これらの確認を確実に抜けなく行うために、実験現場レベルで、前述の動作確認、点検項目のポイントを書き出したパネル等を用いて指さし確認を行い、常に安全第一の意識を高める工夫を行うことも重要ではないかと考えている。

自動運転実験中は、周辺の交通状況に十分注意する。自転車、バイク、歩行者の動向に注意を払い、先行車両、後続車両や隣接車線の走行車両に気を配って実験を進める。実験の目的や内容によっては、必要に応じて実験車両の前後にサポートカーをつけて実験を行うことも考えなければならない。

公道での実験のあとは、実験時に取得したセンサデータを始め、自動運転システムの認識結果や行動計画・判断、操作系のデータを記録して持ち帰り記録として残すとともに、実験室での解析に役立てている。記録されたデータを再生して自動運転システムに投入することによって、開発中の自動運転システムのさまざまな機能について評価を行い、アルゴリズムの改良やパラメータのチューニングにつなげている。

このように、公道実験は、実験時に得られることに加えて、事前・事後に実験時に記録したデータを活用して技術開発を進めるという側面を持っていることは重要な点であり、我々は、自動運転システム用のソフトウェアフレームワークである「IZAC⁴⁾」にデータ記録、再生機能を盛り込むことで開発の効率化を図っている。

今後に向けて

自動運転の実用化に向けては、その応用がどのような方向であるとしても、応用のために求められる、さまざまな状況に対応できる自動運転技術の確立が必要であり、そのためには公道実験が不可欠である。自動運転の公道実験に際しては、安全が第一であり、そして実験で得られた貴重なデータを活用して、さらなる性能の向上につなげていくことが重要であると考えている。人間が運転する自動車と比較して安全に走行できるという実績を積み上げていくことにより、社会受容性が高まり、結果として法規制の緩和に対する説得材料となっていくものと期待している。

参考文献

- 1) 自動走行の制度的課題等に関する調査検討委員会：自動運転システムに関する公道実証実験のためのガイドライン検討項目案，<http://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku/jidosoko/kentoiinkai/03/shiryu2.pdf> (2015)。
- 2) 小泉進次郎：国家戦略特区 - 完全自動走行（レベル4）の実現に向けた具体的プロジェクト，<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/kokusentoc/kinmirai/h271001shiryu.pdf> (2015)。
- 3) Mobility Transformation Center : Mcity Test Facility, University of Michigan, <http://www.mtc.umich.edu/test-facility> (2015)。
- 4) ZMP：ZMP，インテル製CPUを使用した自動運転コンピュータ「IZAC®（アイザック）」販売開始，https://www.zmp.co.jp/wp-content/uploads/2015/08/pressrelease_20150827_IZAC.pdf (2015)。

(2016年1月28日受付)

三原寛司 mihara@zmp.co.jp

1987年東京大学工学部卒業。同年ソニー（株）入社。マイクロソフトを経て2011年（株）ユビキタス代表取締役社長。2014年より（株）ZMPにて技術開発部長。

景山浩二 koji.kageyama@zmp.co.jp

1981年京都大学理学部卒業。同年ソニー（株）入社。1994年から2004年まで、自律型エンタテインメントロボットAIBOの開発責任者を務める。2015年（株）ZMP入社。現在、同社新規事業推進室長、自動運転技術統括フェロー。