

2015 年度 卒業論文

山田正雄ゼミナール

自動運転車の普及

～日本では普及するのか～

日本大学法学部 公共政策学科 4年

学籍番号：1250150

峰添裕太

はじめに

世界で最初に自動車が生誕してから約200年、初の日本製の自動車の誕生から約100年、人々の移動手段、距離に制約があった当時においては革新的な交通手段が生誕して、遠方の土地などに短い時間で移動することが出来るようになった。2016年現在においても自家用車や、バス、トラックなど自動車は我々が生活を営む上での一部分となっており、必要不可欠なものとなっている。

そして近年、目まぐるしい速度で発展しているICT(情報通信技術)は、ただ単にインターネットを利用する目的だけではなく、家電などの今までとは全く関係の無いモノがインターネットに繋がる、IoT(Internet of Things)化が現在進んでいる。IT 専門調査会社IDCJapan 株式会社によると、2014年では日本国内のIoTの市場売上は約9兆円であるが2019年には約16兆円にまで達する¹と予測されている。このことから今後、あらゆるモノがインターネットに繋がるだろう。

そして、自動車もIoT化の動きが出てきており、現在も自動車にGPSなどのセンサなどが組み込まれた自動車が販売している。そして、自動車業界においても劇的なターニングポイントが来ようとしている。それは、「自動車の自動運転化」である。

この自動運転化であるが、この名前の通り、自動車が運転手なしで自律的に走行することをいい、現在世界中で自動運転車の開発が行われている。日本においてもトヨタ自動車株式会社や日産自動車株式会社などの自動車メーカーも実際に公道で走行実験を行うなど、自動運転の要でもある自動車部品メーカーなども力が入っている状態である。そして、2020年の東京オリンピック・パラリンピックを目前に自動運転車の導入に向けて取り組んでおり、同様に日本政府としても研究開発計画の一環として自動走行システム、自動運転車の導入に力を入れている。

この自動運転車が普及することによって、交通事故の減少、交通渋滞が緩和されるなどの効果が期待されているが、その反面、自動運転車のセンシング技術やシステムの安全性、セキュリティ対策などの車両本体の技術的課題や自動運転時における運転手の立場や、自動走行中に事故を起こした場合の責任の所在など、法律面においてもいくつかの課題が現状としてある。

こういった現状に基づき私は、これらの課題をどういう過程で解決していくべきなのか、また解決した場合、日本において自動運転車が受け入れられるのかなどの人々の意識に着目し、これからの日本において自動運転車が本当に普及していくのか、普及していくためにはどういう行動が必要なのかについて研究・考察をしていく。

この論文において述べられる自動運転車及び自動運転とは、一般の乗用車やタクシー、バス、トラックなどの人が乗車する自動車を対象として論じていく。

¹ <http://www.idcJapan.co.jp/Press/Current/20150319Apr.html>

- 目次 -

はじめに

1 自動運転とは

- 1.1 自動運転の定義
- 1.2 自動運転車の分類
 - 1.2.1 自立型自動運転車
 - 1.2.2 協調型自動運転車
 - 1.2.3 自立型と協調型の統合
- 1.3 自動運転の要素
 - 1.3.1 認知の運転行動
 - 1.3.2 判断の運転行動
 - 1.3.3 操作の運転行動
- 1.4 日本における自動運転のレベル
 - 1.4.1 レベル1 安全運転支援システム
 - 1.4.2 レベル2・レベル3 準自動走行システム
 - 1.4.3 レベル4 完全自動走行システム
- 1.5 自動運転車導入によるメリット
 - 1.5.1 交通事故の削減
 - 1.5.2 交通渋滞の減少
 - 1.5.3 電気自動車(EV)による環境負荷の軽減
 - 1.5.4 少子高齢化による高齢者の移動支援
 - 1.5.5 運転の快適性の向上
 - 1.5.6 物流運送の人手不足の解消

2 自動運転の現在の動向

- 2.1 日本政府の動向
- 2.2 日本企業の動向
 - 2.2.1 トヨタ自動車株式会社
 - 2.2.1.1 「車車間通信」と「路車間通信」の世界初の実用化
 - 2.2.1.2 Mobility Teammate Concept
 - 2.2.2 日産自動車株式会社
 - 2.2.3 本田技研工業株式会社

- 2.2.3.1 SAFETY MAP
- 2.2.3.2 Honda WANDER STAND CONCEPT
- 2.2.4 ロボットタクシー株式会社

3 自動運転の課題

- 3.1 法律・条約面での課題
 - 3.1.1 道路交通法
 - 3.1.2 道路交通に関する条約(道路交通条約)
- 3.2 運転責任の所在の課題
- 3.3 技術面での課題
 - 3.3.1 センシング技術の更なる高度化
 - 3.3.2 HMI の高度化
 - 3.3.3 道路上の交通インフラの整備
 - 3.3.4 セキュリティの課題
- 3.4 交通産業への影響
 - 3.4.1 タクシー・バス事業への影響
 - 3.4.2 鉄道事業への影響
- 3.5 日本人の自動運転に対する意識

4 自動運転の展望

- 4.1 運転免許証の形態
 - 4.1.1 車両操作を許可しない運転免許証
 - 4.1.2 車両操作を許可する運転免許証
 - 4.1.3 運転免許証の区別
- 4.2 テレマティクス保険の一般化
- 4.3 自家用車を所有しない人の増加

おわりに

参考文献・参考資料

参考 URL

1 自動運転とは

1.1 自動運転の定義

まず、自動運転の定義について述べていく。自動車が自動運転で走行する際、車両に装備されているレーダーやカメラ、センサ、GPS(全地球測位システム)などの機器で信号や道路標識などの交通情報、周囲の他の走行車両や歩行者などの周囲の交通状況を収集し、それを把握して、運転手が設定した目的地に自動走行をするのである。

上記が主な自動運転車の定義であるが、このベースとなる車両として挙げられるのが「コネクテッドカー」である。コネクテッドカーは、無数のセンサが搭載され、インターネット接続機能をもっており、いわゆる IoT 化した自動車である。コネクテッドカーは、主に車間距離センサ、ステアリングセンサ、スピードセンサなどの自動車特有の「制御データ」と、GPS から受信する位置や速度情報を持つ「プローブデータ」の 2 種類のデータを収集する。

1.2 自動運転車の分類

自動運転車には、「自立型自動運転車」と「協調型自動運転車」の 2 つの種類の車両に分けることが出来る。

1.2.1 自立型自動運転車

1 つ目の種類の車両として、「自立型自動運転車」について述べていく。この車両は、自動車本体に設置してあるセンサやレーダー、カメラなどのみで交通情報や周囲の交通状況などを把握して走行する。

1.2.2 協調型自動運転車

一方、「協調型自動運転車」では、主に信号や道路標識などの交通インフラから得られる交通情報(路車間通信)や、走行中の他車両から協調(車車間通信)したりして周囲の状況を自動車外部から収集して走行する。

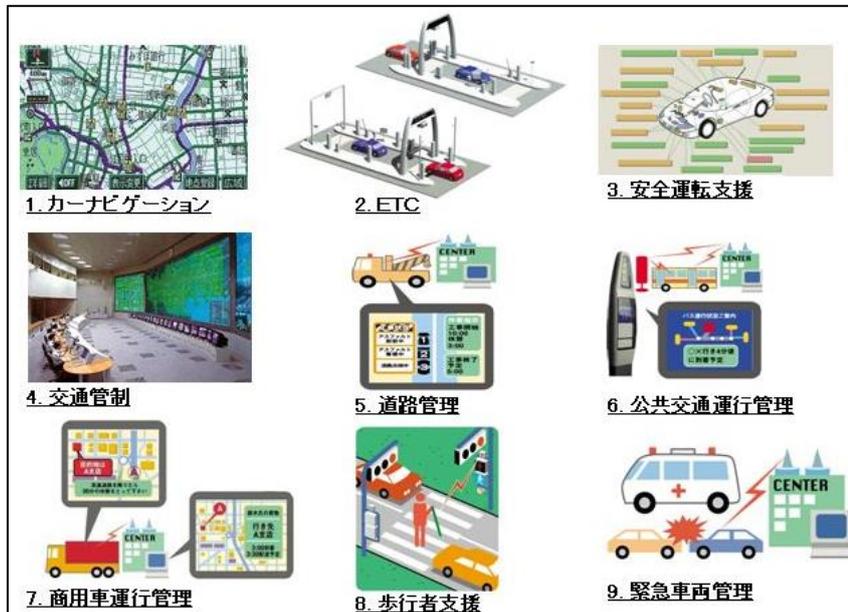
協調型自動運転車は主に、ITS(Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム 以下、ITS)との関わりが重要となる。

ITS の定義について ITSJapan によると、『人と道路と自動車の間で情報の受発信を行い、道路交通が抱える事故や渋滞、環境対策など、様々な課題を解決するためのシステム』とされている。²

ITS は、9 つの開発分野に分けられている。(下記図 1 参照)

² <http://www.its-jp.org/about/>

図1：ITSの9つの開発分野について



(脚注2より引用)

①のカーナビゲーションは、VICS(Vehicle Information and Communication System:道路交通情報システム 以下、VICS)のシステムから成り立っている。このVICSは、渋滞情報や事故・工事情報、速度規制、サービスエリア・パーキングエリアの満車情報などを都道府県警察と道路管理者から道路交通情報センターに収集されたものを、FM多重放送、電波ビーコン(高速道路)、光ビーコン(一般道の主要幹線道路)の3つのメディアを通じて、カーナビゲーションに24時間365日全国に提供されている。

②のETC(Electronic Toll Collection System:電子料金収受システム 以下、ETC)は、ETCカードを挿入した車載器が高速道路の料金所のETCレーンを通過し、無線通信で料金計算を行うことで、従来の料金所で停車をして料金を支払う形態にくらべて時間の短縮を図ることが出来るようになった。国土交通省が発表した「ETC利用状況の推移」³では、1日に約90%の車両がETCを利用しており、ETCはかなり普及している。

さらにETCの次世代規格として、2016年春に「ETC2.0」が登場する。これは、従来の料金精算の機能だけではなく、全国の高速道路1,600カ所に設置してあるITSスポットと高速・大容量の自動車と双方向通信のDSRC(Dedicated Short Range Communication:専用境域通信)を行うことで、「ETC2.0サービス」では、広域な道路交通情報受信での渋滞状況を提供する渋滞回避支援や走行中の道路状況などを静止画で提供する安全運転支援、災害発生時に発生状況と支援情報を提供する災害時支援などの運転支援サービスを受けることが出来るようになる。

³ <http://www.mlit.go.jp/road/yuryo/riyou151210.pdf> (2016年1月5日発表)

さらに、車載器を通して、速度や経路情報などのプローブデータや、官民のプローブデータを連携させることによって、高速道路上では、各地点の交通量を分析し、車線の増設を行い、生活道路では、事故が多発している地点の急ブレーキの回数を分析することで、交通事故の削減を目指している。

また、民間のサービスとも連携も予定されており、ETC2.0を用いてのドライブスルー決済や、公共駐車場の決済が挙げられる。

VICSとの違いであるが、このETC2.0はVICSに比べて、高速・大容量通信を用いることで、約1,000Kmという広範囲の情報が取得できるようになったという点が挙げられる。また、ETC2.0導入の2016年から8年後の2024年にはVICSのサービスは停止となる予定である。さらに今まで個別に開発されていた上記図1の9つの分野でもETC2.0に一元化されていき、今後さらなるシステムへと発展していくだろう。

1.2.3 自立型と協調型の統合

以上、自立型と協調型の2つの自動運転車について述べてきたが、今後の自動運転車が普及するためには、この両者が統合する必要がある。自動車内部で得られる情報だけではなく、外部から得られる情報を組み合わせることにより、精度の高い自動走行ができるようになるのである。

1.3 自動運転の要素

そもそも我々が自動車を運転する際、基本となっている運転の行動がある。それは、【認知】、【判断】、【操作】の3つの運転行動であり、その3つの行動を連続させることで自動車を運転することになるのである。(下記図2参照)

図2：運転の3行動



(図2 筆者が作成)

1.3.1 認知の運転行動

まず、【認知】の運転行動についてであるが、走行中に前方車両の走行状況や走行環境、歩行者の有無といった交通状況をこの段階で把握する。自動運転車においては、主にセンサがこの役割を果たす。センサとしては、主に走行車線や道路標識やガードレールなどの障害物に設置されているセンサを「外部センサ」、車両自体に設置されているセンサを「内部センサ」と呼び、互いに協調していき、走行中の交通状況を把握していく。

1.3.2 判断の運転行動

認知の段階で収集した前方の先行者や走行環境や歩行者の有無などの交通状況を元に次の段階では【判断】を行う。一般的な運転の場合例えば、自動車で行中、交差点から歩行者が飛び出した時、ブレーキをかけるといった行動が思いつく。この「ブレーキをかける」という次の行動を決定するのが【判断】の段階である。こういった運転中の状況・運転判断については、運転を数多くこなしている運転手であれば瞬時に判断できるが、初心者運転手などの運転に慣れていない人であればそう簡単に判断はできない。

しかし自動運転車であれば、AI(Artificial Intelligence:人工知能 以下、AI)が【判断】の役割を担うのである。AIとは、人間の行動である、記憶、学習、判断といった一連の行動を機械化したものである。この論文では、AIの詳細については省略させていただく。

このAIは、あらかじめデータ入力された交通ルールや運転行動によって次の運転行動を判断する。さらに、運転手のアクセル、ブレーキなどの運転行動のプロブデータや道路上の走行環境を蓄積・学習することによってさらにAI自体の精度が高まるのでさらに高度な判断ができるようになる。さらに、こういったAIが蓄積した情報を多くの自動車同士が共有すればするほど、交通事故が発生しやすい場所が特定できたりすることができるなどさらに密度の高い情報が生成され、より高度な自動運転が可能となるのである。

また、

1.3.3 操作の運転行動

そして、今まで【認知】、【判断】の段階を元に、最終的に車両の【操作】を行うのである。この段階においては、AIの判断に基づき、自動車本体のシステムがアクセル、ステアリングといった一連の操作を行う。そして、この一連の運転行動が終了したら、また認知の段階に戻って運転を行う。

1.4 日本における自動運転のレベル

自動運転車の自動走行について、世界では様々なレベルが規定されているが、日本においては、レベル1からレベル4までの4段階でレベルの定義がされている。(下記図3参照)

図3：日本における自動運転のレベル

自動運転レベル	概要	実現するシステム	
レベル1	加速・操舵・制動のいずれかのシステムが操作を行う状態	安全運転支援システム	
レベル2	加速・操舵・制動のうち複数の操作をシステムが行う状態	準自動走行システム	自動走行システム
レベル3	加速・操舵・制動を全てシステムが行い、システムを要請した時はドライバーが対応する状態		
レベル4	加速・操舵・制動を全てシステムが行い、システムを要請した時はドライバーが対応する状態全てドライバー以外が行い、ドライバーが全く関与しない状態	完全自動走行システム	

(図3 内閣府政策統括官「SIP 自動走行システム研究開発計画」2015年 P3より著者が編集・作成)

図3には表記はされていないが、普段我々が運転する際、加速・操舵・制動のいずれも自動車のシステムに頼らず運転手自ら操作する状態を「レベル0」とする。そして、この図の「加速」をアクセル、「操舵」をハンドリング、「制動」をブレーキングと同義として述べてく。

1.4.1 レベル1 安全運転支援システム

図3に定義されているが、「加速・操舵・制動のいずれかの操作をシステムが行う状態」つまり、アクセル、ハンドリング、ブレーキの3つの運転行動の内、1つを自動車のシステムが操作を行うということである。この機能に該当するシステムとして「安全運転支援システム」が挙げられる。

そもそもこの安全運転支援システムを搭載した自動車をASV(Advanced Safety Vehicle：先進安全自動車 以下、ASV)と呼ぶ。このASVの基本理念⁴として、『ドライバー支援の原則、ドライバー受容性の確保、社会受容性の確保』の3つの理念が挙げられる。この理念が表すように、ASV、安全運転支援システムは、自動車が運転主体ではなく、あくまで運転手が運転主体であると位置づけており、そのうえで運転を支援する。

このASVの安全支援システムの具体的なシステムとして、以下の5つが挙げられる。

- ①衝突被害軽減ブレーキ

⁴ <http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/principle.html>

- ②レーンキープアシスト
- ③ACC(Adaptive Cruise Control)
- ④ESC(Electronic Stability Control)
- ⑤駐車支援システム

①の衝突被害軽減ブレーキは、自動車に搭載しているセンサから前方の車両や道路にある障害物などを検知して予測を行い、そして運転手に警告、衝突が免れない場合はブレーキの補助をして衝突被害を軽減するために制御する装置である。このシステムは、日本国内の自動車メーカーで導入されており、トヨタ自動車のプリクラッシュセーフティシステム、日産自動車のエマージェンシーブレーキという名称で導入している。

②のレーンキープアシストは、自動車が走行している車線において走行できるように操舵制御を行い、自動車が車線内に維持できるように制御するというシステムである。国土交通省が定めるこのシステムの作動条件⁵には、運転手の意思によって作動するか、しないか選択できるスイッチを有することや、システム作動速度は60km/h以上と規定されている。しかし、現在の日本の一般道路の最高速度は緊急車両を除き、60km/hなので実質このシステムは高速道路・自動車専用道路のみでしか作動させることのできないのである。

③のACC(Adaptive Cruise Control : アダプティブ・クルーズ・コントロール、以下ACC)は、前方に走行車がいる場合に車間距離をセンサで検知し、走行速度を制御して、先行車と一定の距離を保ちながら走行できるように制御を行う装置である。また、前方に走行車がない場合は、一定速度を保ちながら走行するように制御を行う。

④のESC(Electronic Stability Control)は、車両の横滑りや、前方のカーブの形状などを検出して、適切な進入速度や、制動力、駆動力の制御を行うシステムである。カーブの検出に関して、GPSなどのシステムから車両の位置と地図情報からカーブの存在、曲率の検出を行う方法や、画像によって前方レーンのカーブの存在と距離を検出する方法、道路インフラからカーブの存在や曲率などの道路情報を通信で転送するといった方法がある。

⑤の駐車支援システムは、後退駐車時において、ハンドルを自動制御して後退駐車を支援するシステムである。現在、後方の駐車状況を確認するだけでなく日産の「アラウンドビューモニター」といった、自動車のあらゆる面から駐車状況を確認できるシステムが登場してきている。

これらの安全運転支援システムは、一見すると自動運転車とは関係ないように思えるが、自動運転車が実現・普及する上で最も根幹なシステムである上、安全に走行するための一番重要なシステムである。

⁵ http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/data/h26_unyo-houshin.pdf

1.4.2 レベル2・レベル3 準自動走行システム

次にレベル2・レベル3では、準自動走行システムとして位置づけられており、このレベルから自動車の自動走行システムとしても定義される。

まずレベル2においては、レベル1の定義よりも一部の制動ということではなく、複数の操作をシステムで操作を行う。レベル3では、加速・操舵・制動はすべて自動車側が行い、走行中に何らかの緊急事態に陥った場合などにおいては運転手が操作をするということである。

1.4.3 レベル4 完全自動走行システム

そしてレベル4は「完全自動走行システム」であり、この段階としては、運転に関する一切の操作を自動車がいきなり、さらに、運転手は運転に全く関与しない、つまり、運転手がいないということである。しかし、このレベル4の「完全自動走行システム」については後述するが、2016年現時点においては自動車が走行するには必ず運転手がいないといけないという制約があるため、実現するのは難しいという現状である。

1.5 自動運転車導入によるメリット

今までの前項では、自動運転車の機能などのハード面について述べてきたが、ここでは実際に自動運転車を導入した際のメリットについて述べていきたい。私が挙げるメリットとして以下の6つを挙げる。

1.5.1 交通事故の削減

自動運転車が導入されることのメリットとしてまず、交通事故の削減が挙げられる。『平成27年版交通安全白書』⁶より交通事故の主な原因として、運転手の判断ミスや操作ミスなどのヒューマンエラーが交通事故の原因の大半に挙げられる。

また、平成10年あたりまでは、交通事故の発生件数と死傷者数は増加傾向であったが、その後停滞気味となり、平成26年においては、交通事故の発生件数及び死傷者数は年々減少している傾向である。(下記図4参照)

⁶ 第2節平成26年中の道路交通事故状況より
http://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h27kou_haku/zenbun/genkyo/h1/h1b1s1_2.html

図4：交通事故の発生件数及び交通事故の死傷者数の推移

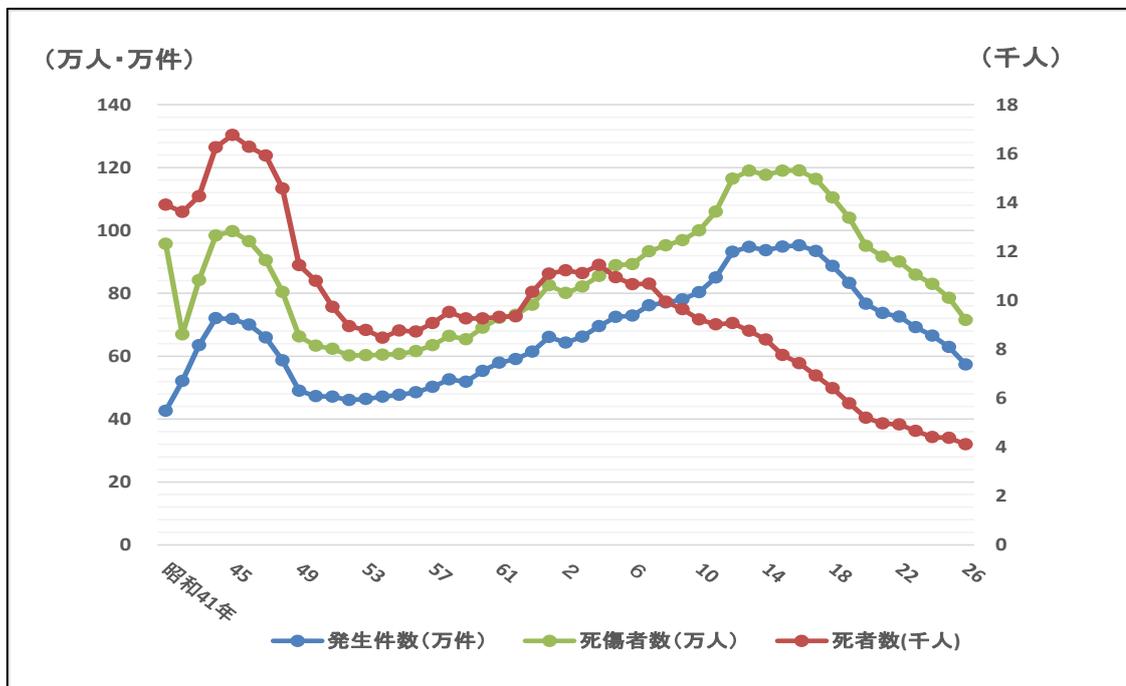
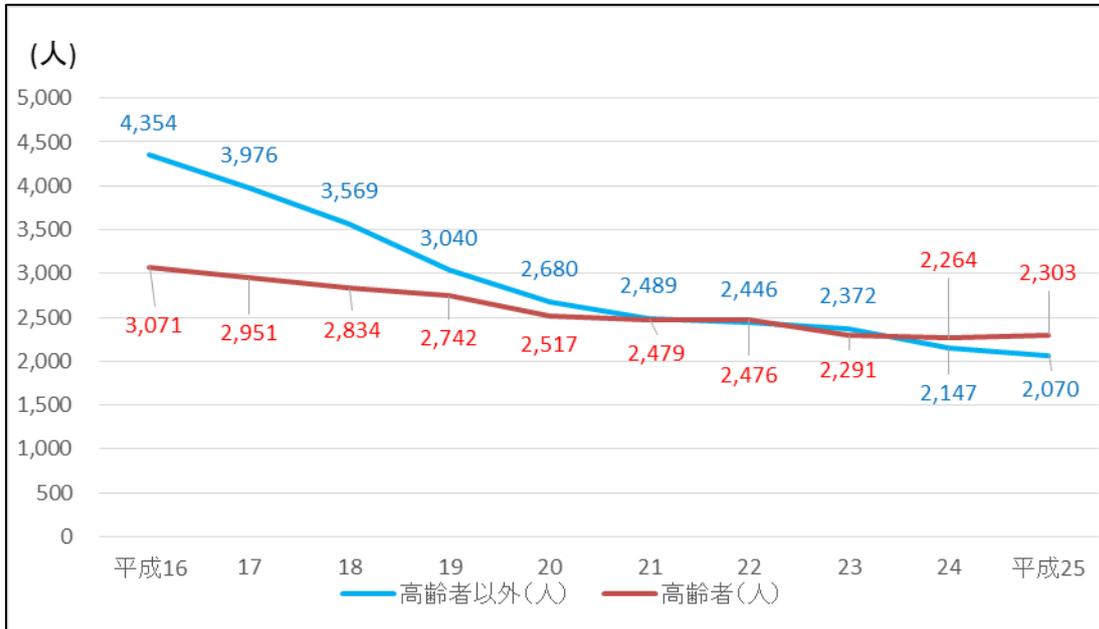


図 5：高齢者及び高齢者以外の死傷者数の推移(平成 16 年～25 年)



(図 5 平成 26 年警察白書 第 5 章第 1 節第 1 項 「高齢者及び高齢者以外の死者数の推移(平成 16 年～平成 25 年)」より参考、著者作成)

このような交通事故も自動運転車が導入されれば、運転は基本的に自動車が自動走行を行うので、交通事故の主要因であるヒューマンエラーがなくなるので、自動運転車導入後は交通事故の発生件数は劇的に少なくなり、それに伴う交通死傷者の数も少なくなるだろう。また、自動運転車に乗車中に運転手が自ら運転する場合においても、今よりも安全支援システムの技術精度がかなり高くなると予想され、運転手の補助としての機能が充実し、結果的に交通事故の減少につながるであろう。

1.5.2 交通渋滞の解消

2つ目のメリットとして、交通渋滞の解消を挙げる。年末年始などの休日には渋滞が発生しているということをよく耳にするが、国土交通省が発表した高速道路渋滞状況⁷によると、高速道路での渋滞による渋滞損失時間(渋滞によって無駄にした時間)は、1.9 億人・時間、年間約 10 万人の労働力に相当する。つまり、交通渋滞によってそれだけ多くの経済的な損失が発生してしまうのである。

交通渋滞の主な原因としては、道路工事による渋滞や交通事故による渋滞などが挙げられるが、人為的な要因も挙げられる。

1つ目は、上り坂や下り坂などの道路勾配が変化する場所において、ドライバーが気

⁷ <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/pdf/ranking.pdf>

づかないうちに、ブレーキなどをかけてしまい、後続車との車間距離が縮まり、それがさらに後続車に連鎖していくことで、交通渋滞が発生してしまう。

2つ目は、トンネルの入り口に進入した際に、内部の暗がりや圧迫感などによる心理的不安によるもの。これによって、一時的に速度を緩めたりすることで、1つ目の要因と同様に後続車に連鎖していき、交通渋滞が発生してしまう。

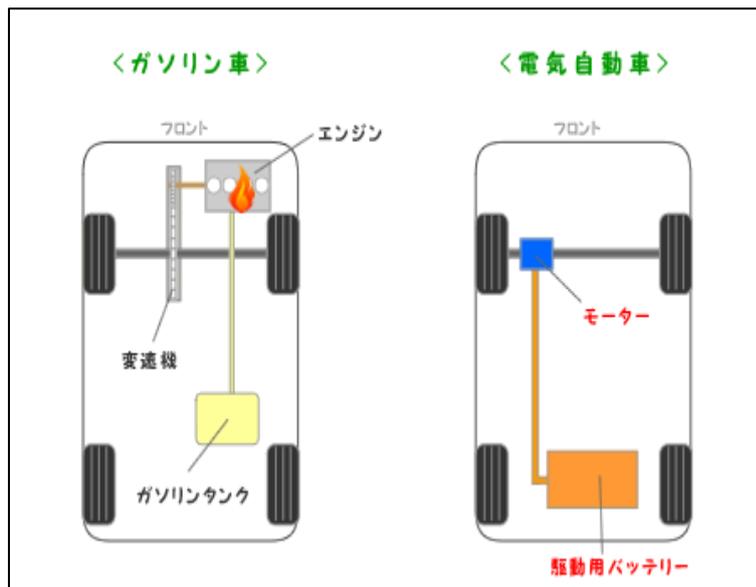
3つ目は、インターチェンジの合流部で、走行車線に合流する際に、走行車が侵入車を合流させるためにブレーキなどで速度を調整したりすることで、後続車も連鎖し交通渋滞が発生しやすい。また、走行車線が混んでくると、追い越し車線へと多くの車両が流れてしまい、さらに追い越し車線の渋滞に繋がってしまうのである。

こういった交通渋滞に対して、自動運転車が普及していくことで、ACCによる車間距離を調節しながらの走行や、適切な車間距離を維持しながら走行できるので、渋滞も発生しにくい。また、ITSなどの道路インフラと自動運転車が連携しながら渋滞発生場所や発生しそうな場所をあらかじめ把握していくことでスムーズな走行が可能となる。渋滞が少なくなれば、渋滞損失時間も当然少なくなることになるので、より経済の活性化にも繋がるであろう。

1.5.3 電気自動車(EV)による環境負荷の軽減

3つ目のメリットは、電気自動車(EV: Electric Vehicle 以下、EV)による環境負荷の軽減である。自動運転車のベースとなる車両としては、現在最も普及しているガソリン車ではなく、EVと言われている。その理由としては、両者の構造上の違いが挙げられる。(下記図6参照)

図6: ガソリン車とEVの構造⁸



⁸ <http://www.electric-ev-car.com/kiso-info/info1.html>

(図6 脚注8より引用)

上記の図を見ても明らかであるが、EVの方がガソリン車よりも構造が簡単であり、そのためシステム動作も反応がしやすいために、EVは自動運転車のベースに適しているのである。

また、ガソリン車はCO₂や排気ガスなどの排出で環境負荷の一因となっている。EVが主流となれば、CO₂排出量を大幅に削減することができる。さらに、自動運転車であれば、運転手の不要な加減速を無くすことができるので燃費の向上が期待される。

しかし、自動車検査登録情報協会の統計⁹によると、2015年のEVの保有台数は約50万台とされ、同年の一般乗用車の保有数約6000万台¹⁰に対して、EVの保有割合が少ないため、今後EVをどう普及していくかが課題となる。

1.5.4 少子高齢化による高齢者の移動支援

4つ目のメリットとして、少子高齢化による高齢者の移動支援である。総務省統計局の『2014年住民基本台帳移動報告』¹¹によると、東京都、埼玉県、神奈川県、千葉県、愛知県、福岡県、宮城県の7都県に人口流入が増加し、それ以外の40道府県は、人口流入に対して、流出が上回るという内容の報告であった。このことから、ほとんどの地域で人口流出しており、現在においても人口減少している過疎地域が増加している状況である。

こういった過疎地域が増加してしまえば、地域社会は衰退の一途をたどることになり、それに伴い路線バスなどの交通インフラも衰退してしまい、自家用車での移動にしか頼らざるを負えなくなってしまうようなれば、若者であればまだしも、高齢者や視覚や聴覚、手、足などに不自由を抱えている身体障害者の方達にとっては移動するにも苦勞を強いられてしまう。

では、こういった状況が自動運転車が普及することでどう変わっていくのであろうか。2.2.5で後述するが、現在こういった過疎地域など的高齢者などの交通弱者に対しての自動運転車を使ったタクシー事業が進められている。また、車両の形態としても、一般乗用車のような車両ではなく、定員が1人～2人のような小型車両が多く普及するとされている。このような自動運転車サービスが増加することによって高齢者の移動範囲が広がることはもちろん、1.5.1で高齢者による交通死傷者が増加していることについて述べたが、こういったサービスを利用することで、自ら運転する高齢者が少なくなり、高齢者の交通死傷者数も減るだろう。

さらに、運転手がない自動運転車両が普及すれば、現在のタクシー料金よりも運転手がない分、安くサービスを受けることが出来るだろう。バスなどの公共の乗り

⁹ https://www.airia.or.jp/publish/statistics/ao11kc0000000z4-att/03_7.pdf

¹⁰ https://www.airia.or.jp/publish/statistics/ao11kc0000000z4-att/03_1.pdf

¹¹ http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_xlsDownload_&fileId=000007252845&releaseCount=1

物の代わりに自動運転車が今後の移動手段になるかもしれない。

1.5.5 運転の快適性の向上

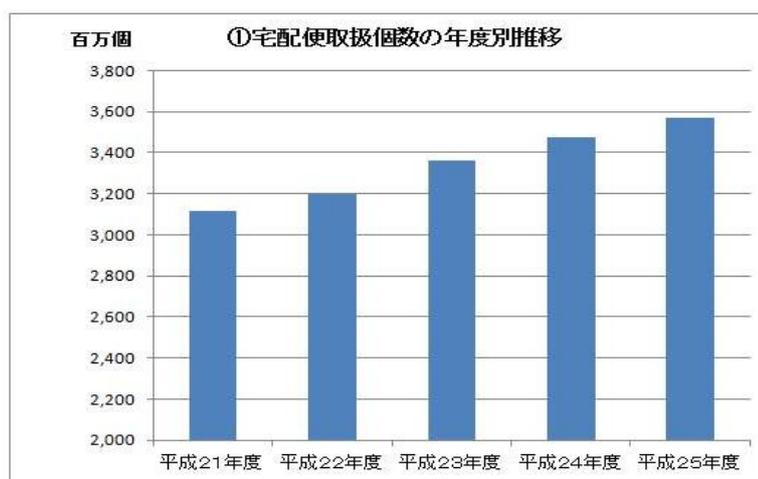
5つ目のメリットとしては、運転の快適性の向上が挙げられる。運転する際、ハンドルやアクセル、ブレーキといった機器の操作だけではなく、走行中の周囲の状況を確認するための視覚や聴覚、判断力など様々な能力を使わなくてはならない。そういった中でいざ自動車で、旅行などに出かけた際、高速道路などの長時間・長距離走行での運転になってしまい、疲労が溜まりやすくなってしまい、先程の能力が低下してしまう。また、運転に慣れてない人や、慣れない土地での運転をする際には、常に気が抜けない様な緊張状態になってしまい余計に疲労を感じてしまう。

こういった場合でも、自動運転車が普及することによって、運転自体を自動車に任せたり、または、駐車や高速道路での運転が苦手な運転手であれば、その苦手な部分だけを自動運転車に任せたりすることで、運転手は今までよりもかなりリラックスした状態で乗車することができて、運転によるストレスや疲労もかなり軽減することができるだろう。

さらに、自動運転によって今まで運転に費やしていた時間が空くことになり、その分の時間を、自分の仕事の作業や、家族や友人とのコミュニケーションといったことに充てることができるので、快適な時間の有効活用できるといった点でもメリットとして挙げられる。

1.5.6 物流運送の人手不足の解消

現在、物流運送業界において、ここ数年宅配数が増加してきている。(下記図7参照)

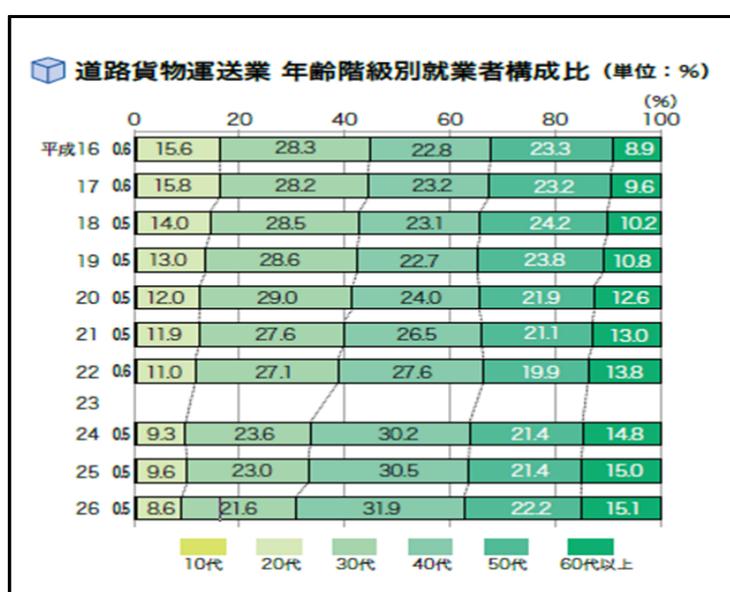


(図7 国土交通省 交通関係等系統資料 トラック輸送情報より引用¹²⁾)

¹² <http://www.mlit.go.jp/k-toukei/truck/truck.html>

この増加の背景として挙げられるのが、「Amazon」や「楽天ショッピング」などインターネットを通して商品を購入できるようになったネットショッピング、ECサイト¹³の登場が挙げられる。こうしたネットショッピングのメリットとしては、自宅などいながら、実際に販売店舗に行かなくてもPCやスマートフォンを通して注文を行い、商品が自宅に届くという点が挙げられる。今後さらに、ネットショッピングの増加や、それに絡めたサービスなどが登場すると見込まれる。

しかし、こういった現状にも関わらず、物流運送業界においては少子高齢化の影響により、就業者の年齢の割合が年々、10代、20代の若者の割合が減少してきており、その一方で、40代以降の年齢層の割合が増加している。（下記図8参照）



(図8 全日本トラック協会 『日本のトラック輸送産業－現状と課題－2014』より引用¹⁴)

こういった現状でも、自動運転車が導入することで、物流運送の運転手不足が解消することが期待される。さらに、運転手のコストが削減される分、配送物の送料などの物流コストの低下が可能となるかもしれない。

¹³ EC(Electronic Commerce)：電子商取引のこと

¹⁴http://www.jta.or.jp/coho/yuso_genjyo/yuso.html

2 日本における自動運転の現在の動向

2.1 日本政府の動向

日本政府における自動運転の動向を述べていく。現在、戦略的イノベーション創造プログラム研究開発計画(以下、SIP)、『日本の経済成長と持続的経済成長の実現のために、日本国民にとって重要な社会的課題や、経済再生に寄与できるような世界を先導する10の課題に取り組む。』¹⁵という目的に基づき、内閣府、警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省の中央省庁が連携して、この国家プロジェクトに取り組んでいる。この10の対象課題に、自動走行システムが挙げられている。

この自動走行システムの実施目的としては、平成25年において閣議決定された「世界最先端IT国家創造宣言」において、「2018年を目途に交通事故死者数を2,500人以下とし、2020年までに世界で最も安全な道路交通社会を実現する。」という目的を策定し、2020年代半ばにおいて自動走行システムの試用開始を目指している。最終的な目的としては、「交通事故死者数ゼロ」としている。しかし、1.5.1の図4では年々交通事故の発生数は減少しているが、上記の宣言通りの2018年以降の交通事故死傷者2,500人以下にすることは現状大変厳しい状況である。

そして、最終的なこの計画の目標としては、『①交通事故低減等国家目標の達成、②自動走行システムの実現と普及、③東京オリンピック・パラリンピックを一里塚として、東京都と連携し開発』の3つを掲げている。

2.2 日本企業の動向

次に、日本企業の動向について述べていく。基本的に日本企業も日本政府と同じく、2020年の東京オリンピック・パラリンピックを一里塚として自動運転車の導入に向けて取り組みを進めている。本論文では4社の自動運転に関する取り組みについて取り上げる。

2.2.1 トヨタ自動車株式会社

トヨタ自動車株式会社(以下、トヨタ)は言わずと知れた世界的自動車メーカーであるが、トヨタとしては、「交通死傷者ゼロ」というミッションのもと、完全自動走行車の開発ではなく、あくまで人と強調するというスタンスで自動運転車の開発を行っている。

2.2.1.1 「車車間通信システム」と「路車間通信システム」の世界初の実用化

トヨタは2015年10月、ITS専用周波数(760MHz)を用いた車車間通信システム(CVCS: Connected Vehicles Support Systems)と路車間通信システム(DSSS:

¹⁵ 『SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)2015～日本初の科学技術イノベーションが未来を拓く～』P5より

Driving Safety Support Systems)を活用した「ITS Connect」を搭載した車種を発表した¹⁶。

車車間通信システムは、「通信利用型レーダークルーズコントロール」と「緊急車両存在通知」の2つのシステムが挙げられる。

「通信利用型レーダークルーズコントロール」は、自動車同士の車間距離、速度を検知してスムーズな追従走行が可能となり、燃費の向上や渋滞の解消などが期待される(下記図9参照)。

「緊急車両存在通知」は、サイレンが鳴っている緊急車両(救急車)が車両の近くを走行している場合に、警報音が鳴り、緊急車両の走行方向や、距離などを表示する(下記図10参照)。

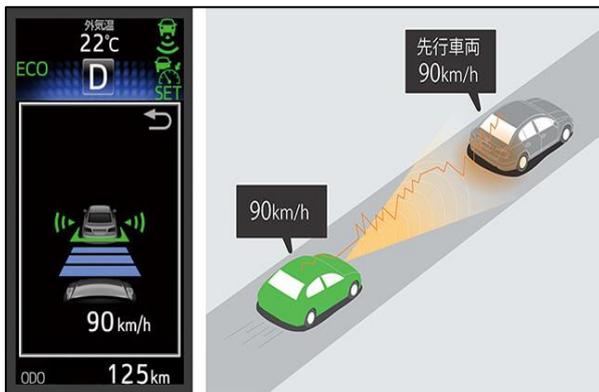


図9：通信利用型レーダークルーズコントロール

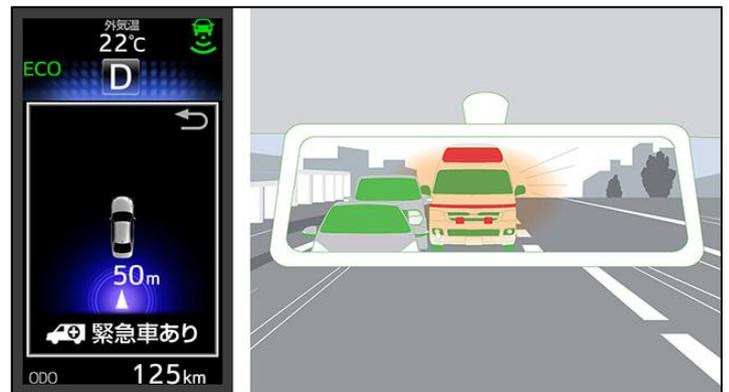


図10：緊急車両存在通知

路車間通信システムは、「右折時注意喚起」と「赤信号注意喚起」、「信号待ち発信準備案内」の3つが挙げられる。

「右折時注意喚起」は、右折をしようとして交差点で停車中に、対向車線の直進車や、右折先に歩行者がいる時、運転手が発進行動を取ろうとした場合に警報音と画面表示で注意喚起を行う。(下記図11参照)

「赤信号注意喚起」は、赤信号に変わった交差点に運転手が気づかずにそのまま交差点に進入しようとした場合は、警報音と画面表示を行い、注意喚起を行う。(下記図12参照)

「信号待ち発信準備案内」は、赤信号で交差点に停止した場合において、その赤信号の待ち時間を表示する。(下記図13参照)

¹⁶ トヨタ企業発表より <http://newsroom.toyota.co.jp/en/detail/9652000>



図 11：右折時注意喚起

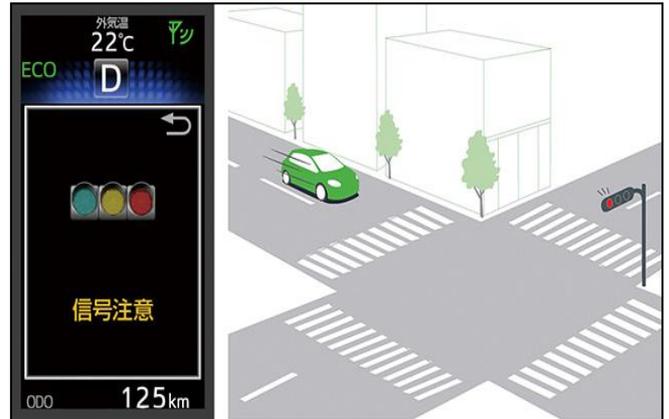


図 12：赤信号注意喚起



図 13：信号待ち発信準備案内

※図 9～13 は、<http://newsroom.toyota.co.jp/en/detail/9652000> より引用

一見この「ITS Connect」は非常に魅力的であるシステムであるが、大きな問題点がある。それは、「車車間通信」に対応した機器を搭載した自動車、「路車間通信」に対応した機器を設置してある交差点と信号機が無ければ、機能しないという点である。こうした、問題点を改善するためにはまず、「車車間通信」の機能を持つ自動車をより多く普及させて、その上で交差点・信号機に通信機器を設置する流れを作る必要がある。また今後、トヨタだけではなく、その他国内の自動車メーカーも ITS 専用周波数を活用したシステムに対して積極的な取り組みが必要である。

2.2.1.2 Mobility Teammate Concept

トヨタは 2020 年までに高速道路においての実用化を目指している。トヨタの自動運転のコンセプトとして、「Mobility Teammate Concept」を発表した。このコンセ

プトとしては、『人とクルマが同じ目的で、ある時は見守り、ある時は助け合う、気持ちを通った仲間(パートナー)のような関係を築き、クルマを操る楽しさと自動運転を両立させるトヨタ独自の自動運転の考え方である。ドライバーの状態や道路状況に応じて、車がドライバーの運転サポートや自動走行することで、全ての人が、「安全」、「スムーズ」、「自由」に移動できる社会の実現に貢献する。』¹⁷としている。

そして、2015年10月にレクサスGSをベースとした車両「Highway Teammate」で首都高速上を自動運転で実走行を行った。内容としては、首都高速入口のETCゲートを通る前までは運転手が手動で運転し、通過後、スイッチ切り替えで自動運転に切り替える。この走行では、以下の4つの走行を行った。

- ①本車線へ入るためのランプウェイから本車線への合流
- ②高速道路内での車線維持、車間保持、車線変更、追い越し
- ③ジャンクションにおける分流・合流
- ④本車線から出口のETCゲートまでの分流

また、トヨタは走行した車から収集した道路上の画像データとGPSの位置データから高精度地図データ生成するシステムを開発した。¹⁸今後、トヨタの「Mobility Teammate Concept」は、2.2.1.1で紹介した「ITS Connect」と「高精度地図データ生成システム」で今後さらなる進展があるだろう。

2.2.2 日産自動車株式会社

日産自動車株式会社(以下、日産)は、「CO₂排出ゼロ」と「交通事故ゼロ」の2つの目標のもと、電気自動車及び自動運転車の開発を行っている。また、日産の衝突被害軽減ブレーキ「エマージェンシーブレーキ」も2015年に主要車種に標準装備を発表した。

日産の自動運転車導入のロードマップとしては、2016年末までに、高速道路上において自動運転を可能にする「パイロットドライブ 1.0」を導入予定。2018年には高速道路で車線変更を伴う複数車線での自動運転の実用化を目指し、2020年までに交差点を含む一般道での自動運転車の導入を目指している。

また、自動運転車には必須となる駆動用バッテリーに関しても、今までは航続距離が228kmだったのに対して、280kmの航続距離を実現する駆動用バッテリーを開発した。そして、充電ネットワークにおいても、日産販売店を始め、コンビニ、商業施設、自治体、高速道路においても設置が拡大しており、日本国内の設置数は2015年9月時点において、15,000基以上¹⁹となっており、今後も設置数を増加していく。これにより、自動運転車導入だけでなく、電気自動車の普及の土台もできてきている。

¹⁷ <http://newsroom.toyota.co.jp/jp/detail/9751814/>

¹⁸ <http://newsroom.toyota.co.jp/jp/detail/10757262/>

¹⁹ <http://ev.nissan.co.jp/NETWORK/map.html>

また日産は、「Nissan Intelligent Driving」という自動運転のコンセプトを掲げている。これは、運転することの楽しさと、自動運転による運転から解放されより創造的な時間を楽しみクルマとパートナーのような関係を構築していくという思いのもと掲げられた。

このコンセプトを実現する車両として、「ニッサンIDSコンセプト」を発表した。この車両は運転手が運転する「マニュアルドライブモード(以下、MDモード)」と、車両が自動運転を行う「パイロットドライブモード(以下、PDモード)」の2つのモードがあり、MDモードからPDモードへ切り替え時に、ハンドルが収納され、タブレット端末が登場する。これにより運転しながらも運転手にゆとりの時間をもたらすことができる。

また、この車両は交通ルールを理解したAIが、道路や交通状況、道路標識を理解し、安全な自動運転を行うだけでなく、運転手の健康状態なども検知することや、運転に関する癖や好みを学習することでより、運転手が運転しているような運転を可能にする。

また、「インテンションインジケータ」²⁰というボディサイドに設置してあるLEDシグナルは車両の周囲に歩行者がいる場合、シグナルが発光し、車両が相手を認識していることを知らせ、「おさきにどうぞ」など、車両から歩行者への意思を伝えるメッセージを表示する。(下記図14参照)



図14：インテンションインジケータ²⁰

2.2.3 本田技研工業株式会社

本田技研工業株式会社(以下、ホンダ)は「事故に遭わない社会」のために、「Safety for Everyone～すべての人の安全のために～」というコンセプトのもとに取り組んでいる。2020年に高速道路上において、自動で分岐・合流、車線変更を行う自動運転車導入を目

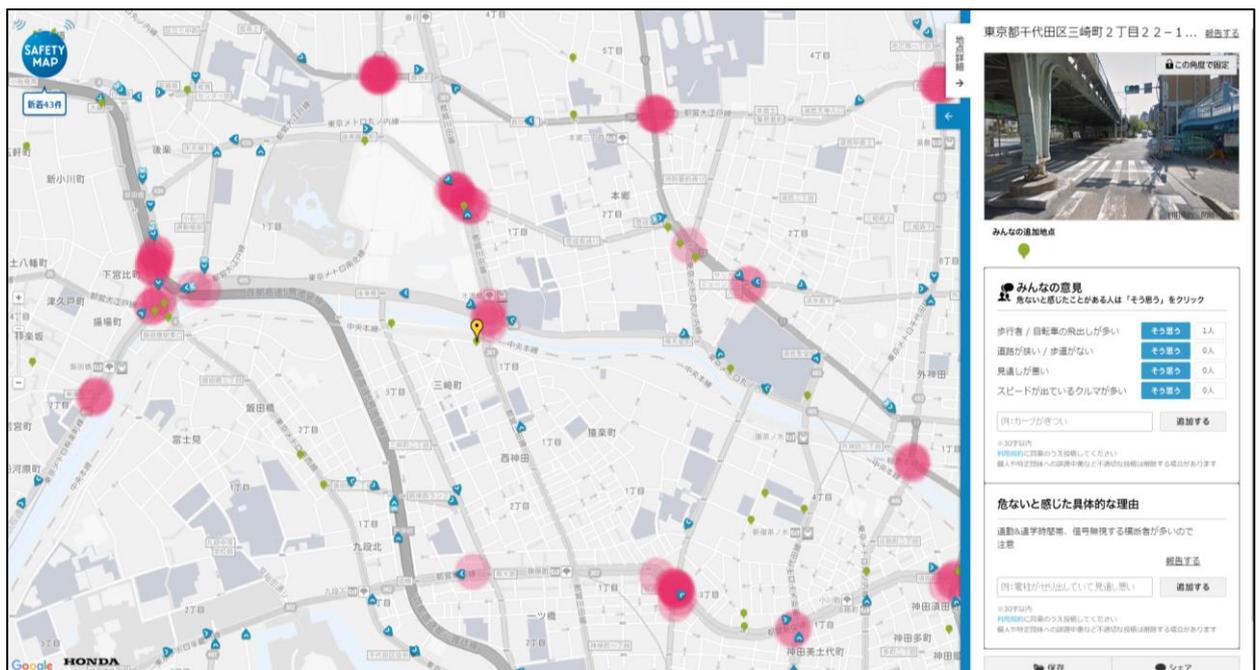
²⁰ http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2015/_STORY/151028-01-j.html より引用

指している。また、Hondaは「Honda SENSING」という独自の安全運転支援システムを開発している。

2.2.3.1 SAFETY MAP

Hondaはコンセプトに基づき、「SAFETY MAP」という取り組みを行っている。この取り組みとしては、Honda独自のネットワークを用いたナビゲーションサービスのインターナビを搭載した車両の走行データから急ブレーキなどの情報と警察から提供される事故情報を地図上にマッピングして、さらにスマートフォンやPCを通して歩行者や運転手からの情報提供によりどの地点が事故発生しやすいのか、潜在的に危険が潜んでいる場所を可視化することが出来るのである。その道が自動車の往来が激しいといった、その道を詳しく知っているユーザーだからこそ他者が知りえない情報を投稿することによって、数多くの交通情報が提供される。またその提供された情報は、他者からの意見反映によってさらに情報が精査されて、より詳細な地図が出来上がるのである。

図 15：東京都千代田区三崎町周辺の SAFETY MAP



(図 15 SAFETY MAP²¹より検索、引用)

上記図が、実際に SAFETY MAP で東京都千代田区三崎町周辺を検索した結果である。図中の赤の部分には事故が多発している地帯を表しており、濃ければ濃いほど発生多発している。青の矢印の部分には、急ブレーキの発生地点を表している。緑の記号の部分には、一般の方からの投稿を表しているおり、図の右側の部分では一般の方の投稿を他者の人から精査、及び意見投稿ができるようになっている。

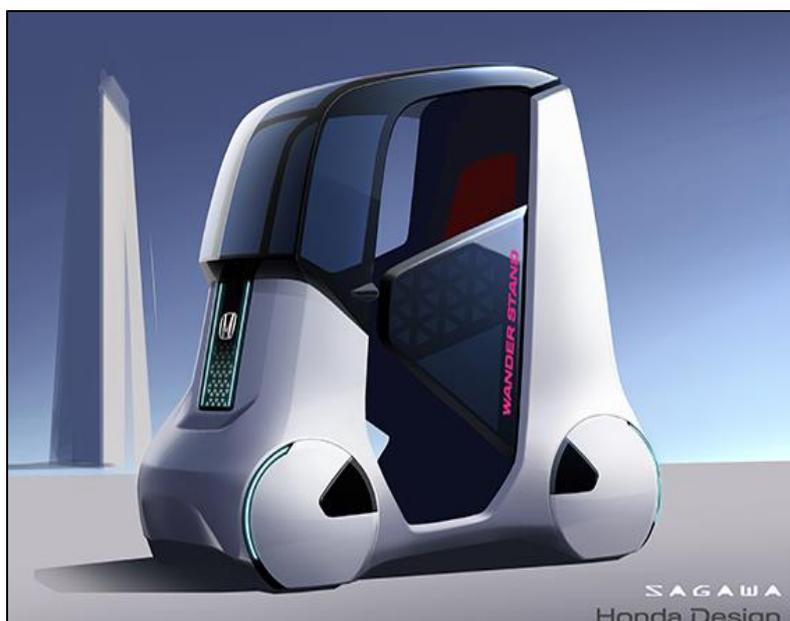
²¹ <http://safetymap.jp/>

こういった、自動車の走行データだけでなく、一般の人からの情報投稿により細やかで精度の高い地図が出来上がる。こういった取り組みが交通事故の削減に繋がり、ゆくゆくはこの地図情報が自動運転車の導入に活用されるであろう。

2.2.3.2 Honda WANDER STAND CONCEPT

次にホンダの自動運転について述べていく。ホンダは「自由に移動する喜び」という原点から、「Honda WANDER STAND CONCEPT」という自動運転のコンセプトモデルを提案した。(下記図 16 参照)

図 16 : 「Honda WANDER STAND CONCEPT」の車両



(図 16 Honda WANDER STAND CONCEPT + Honda WANDER WALKER CONCEPT²²より引用)

上記図の車両を見てわかるように、他者の自動運転車に比べて非常に車両は小さく、乗車人数も 2 人という仕様になっている。この車両の目的としては、「近距離で街乗り」の利用をイメージした車両となっており、外の風景を楽しめるように車窓も大きめになっている。主に、観光地のレンタカーやホテル、旅館などの宿泊所の送迎車両としての利用を想定しており、2020 年ごろの実用化を目指している。

2.2.4 ロボットタクシー株式会社

ロボットタクシー株式会社は 2015 年 5 月に、株式会社ディー・エヌ・エー(以下、DeNA)と株式会社 ZMP(以下、ZMP)が共同で設立した合弁会社である。DeNA は、インターネ

²² <http://www.honda.co.jp/design/WanderStand-WanderWalker/>

ットサービスを主要事業としており、『Mobage(モバゲー)』というソーシャルプラットフォームが代表的なサービスとして挙げられ、ZMPは、次世代自動車の開発用プラットフォームの開発や研究や教育用などのロボット開発を手掛けているロボットベンチャー企業である。このDeNAのインターネットサービス、ZMPのロボット開発という両社の強みを生かすことでロボットタクシーという自動運転技術を活用した新しい旅客運送事業を実現するという大きなミッションに掲げている。

実用化については他企業と同じく、2020年の運用を目指しており、導入する車両のレベルはレベル4の完全自動走行車である。ビジネスターゲットとしては、過疎化や高齢化が進んでいる地域の高齢者や子ども、身体障害者、海外からの観光客などの移動に不便を感じている人たちである。そしてゆくゆくは、日本の地域創生や国際競争力に貢献していく。

2.2で述べた、3つの他企業とは違い、ロボットタクシー株式会社は、レベル4の完全自動走行車での車両を使うため、より一層の実現のためのハードルが高い。しかし、もし実現すれば過疎地域の高齢者などにとっては大きな救いとなる。今後も動向について注目していきたい。

3 自動運転の課題

3章では、自動運転車導入に対しての現状の課題及び、これから発生し得る課題に対して述べていきたいと思う。ここでは主に4つの課題について挙げていく。

3.1 法律・条約面での課題

1つ目の課題としては、法律・条約などのルールの方においての課題である。1.4で日本の自動運転のレベルの定義について述べたが、現状今の我が国の法律では実現が難しい状況である。

3.1.1 道路交通法

その理由として、道路交通法²³の第70条(安全運転の義務)において、『車両等の運転手は、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、かつ、道路、交通及び当該車両等の状況に応じ、他人に危害を及ぼさないような速度と方法で運転しなければならない。』と明記されている。つまり、自動車を運転している際は、必ず運転手がいなければならず、ハンドルから完全に手を放しての走行行為は認められていないのである。

また、同法第66条(過労運転等の禁止)においては、『何人も、前条第一項に規定する場合(酒気帯び運転に関して)のほか、過労、病気、薬物の影響その他の理由により、正常な運転が出来ない恐れがある状態で車両等を運転してはならない。』と明記されており、足の骨折などで自分が運転できない場合に1人で病院に行くために、仮に運転を自動運転車に任せることが出来ないということになり、運転を自動運転車に任せる場合においても、運転手は確実に運転できる健康状態でなければならないのである。

以上の道路交通法66条と70条によってレベル2・3の自動運転車は実現の可能性はあるが、レベル4の完全自動運転車は難しい状況になっているが、現在日本政府としても道路交通法を自動運転車に向けて改正の動きが出ている。

3.1.2 道路交通に関する条約(道路交通条約)

3.1.1では、道路交通法という日本の法律面での制約であったが、次に国際条約での制約について述べていく。

日本は1949年に制定された道路交通に関する条約(以下、道路交通条約)に1964年に加入した。この道路交通条約²⁴では、以下の規定がされている。

²³

http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxselect.cgi?IDX_OPT=2&H_NAME=&H_NAME_YOMI=%82%e6&H_NO_GENGO=H&H_NO_YEAR=&H_NO_TYPE=2&H_NO_NO=&H_FILE_NAME=S35HO105&H_RYAKU=1&H_CTG=1&H_YO MI_GUN=1&H_CTG_GUN=1

²⁴ [http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/pdfs/B-S39\(2\)-0533_1.pdf](http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/pdfs/B-S39(2)-0533_1.pdf)

- 第8条1 『一単位として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。』
- 第8条5 『運転車は、常に、車両を適正に操縦し、又は動物を誘導しなければならない。運転車は、他の道路使用者に接近するときは、当該他の道路使用者の安全のために必要な注意を払わなければならない。』
- 第10条 『車両の運転車は、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。運転車は、状況により必要とされるとき、特に見とおしがきかないときは、徐行し、又は停止しなければならない。』

まず、第8条1でも規定されているが、車両には必ず運転車がいなければならないという制約があるのが分かる。次に、第8条5と第10条についてであるが、これも前述した道路交通法の第70条の規定と同様に、運転車両において常にハンドル、ブレーキなどの装置に確実に触れて運転しなければならないのでこちらも、レベル4の完全自動運転車の実現は難しい。

また、1968年にウィーンで作成された道路交通に関する条約においても上記と同様の内容が規定されているが、日本は加盟していないので、効力は受けない。

道路交通法だけの制約であれば、簡単な話ではないが、改正すれば完全自動運転車が実現したのかもしれないが、国際条約の場合では日本だけの話ではなく、世界を巻き込んだの話になってしまう。しかし、こういった自動運転の国際ルールの策定に向けた動きが出ている。2014年11月に国連欧州経済委員会(以下、UNECE)の自動車基準調和世界フォーラム(以下、WP29)で、「自動運転分科会」を設立し、その共同議長に日本とイギリスが選出されて、運転手がいることを前提としたドライバー支援型自動運転と完全自動運転車の国際ルールの策定に向けて検討がされており、時間はかかってしまうが、完全自動運転車の導入に向けて動き始めている。

3.2 運転責任の所在の課題

2つ目に挙げる課題として、自動運転車に乗車中に事故を起こしてしまった場合、運転手の責任の所在の問題についてである。

まずは、現行の法律での運転手が事故を起こした場合について述べていく。

民法²⁵ 第709条(不法行為による損害賠償)

『故意又は過失によって他人の権利又は法律上保護される利益を侵害した者は、これによって生じた損害を賠償する責任を負う。』

²⁵

http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxrefer.cgi?H_FILE=%96%be%93%f1%8b%e3%96%40%94%aa%8b%e3&REF_NAME=%96%af%96%40&ANCHOR_F=&ANCHOR_T=

自動車損害賠償保障法²⁶ 第3条(自動車損害賠償責任)

『自己のために自動車を運行の用に供する者は、その運行によって他人の生命又は身体を害したときは、これによって生じた損害を賠償する責に任ずる。ただし、自己及び運転車が自動車の運行に関し注意を怠らなかつたこと、被害者又は運転車以外の第三者に故意又は過失があつたこと並びに自動車の構造上の欠陥又は機能の障害がなかつたことを証明したときは、この限りでない。』

まず、民法第709条上においては、交通事故を起こした者が自己責任を取らなければならないことが規定されている。仮に、運転手が自動運転車に乗車中で運転を車両本体に任せている時に事故が発生しても自己責任はその運転手にあると言える。

次に、自動車損害賠償保障法では、自動車を運行の用に供する者(以下、運行供用者)という文言があるが、つまり、自動車を所有している所有者、所有している事業主のことを言い、これらの運行供用者が責任を負うということになっている。

また、自動車の構造上の欠陥や機能障害があつた場合においては、一時的な責任は運行供用者が負うことになるため、仮に、自動運転車が普及した場合に、現行の自動車損害賠償保障法では技術的な欠陥による事故でも運行供用者の責任となってしまう。

また、2016年2月、米運輸省の米国家道路交通安全局(以下、NHTSA)がGoogleの自動運転車開発責任者に対して、AIを運転手とみなす発表をした。²⁷このことにより完全自動運転車実現に向けて大きく進めることとなったが、もし事故を起こした場合の責任所在がAIになるのか、それとも運転所有者なのか、開発会社になるのかが発表されていないため、このことも含め今後検討していく必要がある。

3.3 技術面での課題

3つ目の課題として、技術面での課題を挙げる。

3.3.1 センシング技術の更なる高度化

1つ目はセンシング技術についてである。ある程度センシングについては述べてきたが、まだ技術的には完璧とは言いにくい。現時点では、一般道路よりも高速道路が先に自動運転車が導入される。高速道路上では、障害物もほとんどなく、白線や道路状態なども整備されているが、一般道路ではそうはいかない。一般道路では、もちろん歩行者などの数多くの人たちがいる。道路環境においても、全部の道路が舗装されているわけではなく、砂利道なども走行しなくてはならない。さらに、朝昼の明るい時

²⁶ <http://law.e-gov.go.jp/htldata/S30/S30HO097.html>

²⁷ <http://www.mdn.co.jp/di/newsttopics/44094/>

間帯だけでなく、暗闇の夜間や、大雨などによる悪天候時においても、ちゃんとセンシングができなければならない。

センシング技術と同様に、地図情報も精度を高めなければならない。今までの平面であった地図情報に加えて、道路の構造や走行環境の情報を統合した地図情報のダイナミックマップの開発も三菱電機株式会社他、6社が行う²⁸ことになり、今後、このダイナミックマップとセンシング技術の発展に期待する。

3.3.2 HMIの高度化

また、HMI(Human Machine Interface 以下、HMI)の更なる高度化についても課題である。このHMIは、人と機械が相互に情報のやり取りを行うための仕組みである。

自動運転車の場合は、カーナビだけでなく、フロントガラスにディスプレイが投影される技術開発がされており、そこに運転中の周囲の交通状況や車両の状態などを表示することによって運転手に効果的に情報を提供することができる。さらに、現在もカーナビに対して音声入力で操作するといった技術はあるが、さらなる音声認識技術の高度化と車両側も高度なAIを搭載することで、運転手と自動車のスムーズな意志の疎通を図ることができ、音声だけではなく、手振り身振りでのジェスチャー入力や眼球の視線移動といった入力の技術開発も進められている。また、センサで運転手の状態を検知する技術はすでに実用化されているが、さらに技術を高度化することで、運転手が正常に運転することができない状態であれば、警告したり、自動運転に切り替えたりすることが可能となる。

以上のようにより高度化したHMIが登場すれば、より安全な運転が可能となるであろう。また、自動運転車が普及するためには、より人と自動車が円滑に意思疎通できるようなさらなるHMIの技術開発が必要となる。

3.3.3 道路上の交通インフラの整備

次に、交通インフラの面での課題である。自動運転車が走行する際には、周囲のセンサとの協調が重要であることはすでに述べたが、現状の交通インフラではまだ実際の走行を行うためには不十分である。

自動運転のための交通インフラの整備として、先に導入が見込まれている高速道路においては、整備のためのハードルはそう高くはないだろう。しかし、一般道路となると、複雑な道が多くある上、信号機や道路標識の数も高速道路に比べ、はるかに多い。自動車と協調するためのセンサなどの機器を設置するだけで、多大な時間とコストがかかってしまう。また、白線などの道路の整備も必要となり、道路上の交通インフラ整備に関しても大きな課題となっている。

²⁸ <http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2015/1002.pdf>

3.3.4 セキュリティの課題

自動運転車のセキュリティ面についての課題について述べていく。これまで自動車のセキュリティに関しては、あまり聞いたことがないかもしれない。しかし、自動運転車が導入された場合、重要な課題となる。

現在、モノがインターネットに繋がるようになる IoT 化が進んでいるということはすでに述べているが、こういったインターネットに繋がるモノが増えることは、コンピュータとしての側面を持つようになり、セキュリティの対策も必要になる。

自動車も例外ではなく、海外の事例ではあるが、2015年7月、アメリカ FCA US 社(旧 Chrysler 社)が米運輸省道路交通安全局(NHTSA)に、Jeep ブランドの車両合計約140万台がハッキングによる脆弱性が見つかったために、リコールを行った。²⁹

この事例としては、遠隔のパソコンからネットワーク経由で Jeep 車に侵入して、エンジンやステアリング、ブレーキ、ワイパーなどを自在に操作した。この事例は悪意で車両にハッキングしたものではなく、あくまで車両の脆弱性を示すためのハッキングであったが、今後の自動運転車導入に向けての重要な対策が必要と示された事例であった。

日本でも、日本自動車工業会(JAMA)と自動車技術会(JSEA)と JASPAR の3団体が連携してセキュリティー対策に取り組んでいる。しかし、このようなセキュリティ面の対策が完璧でなければ、自動運転車の導入の実現は非常に難しいものとなり、ハッキングによって自動車事故が発生してしまえば、一般の人々も自動運転車を敬遠してしまうだろう。自動車メーカーだけでなく日本政府も一丸となって今後取り組む必要になる。

3.4 交通産業への影響

3.4.1 タクシー・バス事業への影響

自動運転車が普及することによって、交通産業の構造が変化する可能性がある。これまで、無人タクシーといった新たな交通ビジネスが登場すると述べてきたが、その反面、懸念すべき点がある。

それは、現在のタクシーやバスといった交通機関では、そういった車両に対して少なくとも1人の運転手が必ずいる状態である。無人の自動運転車のタクシーやバスのサービスが本格的に普及することになれば、運転手は必然的に必要ではなくなってしまうのである。このままでは、タクシーやバスなどの交通機関の運転手の多くは、職を失ってしまう。

しかし、無人の自動運転車の交通サービスは、運転手がいなくても、人件費を安く抑えることができるため、低価格の運賃で利用することができるようになるというユーザー側のメリットの方が大きいため、自動運転車が普及すれば確実にこういったサー

²⁹ 『日経オートモーティブ』2015年11月号58pより

バスが登場することになる。その場合、現状のタクシー、バス事業者は、運転手の大幅な削減をし、必要最低限の人数での運行となるだろう。もちろん、多くの失業者が出てしまうことは、経済や政府にとっても大きな損失に繋がってしまうため、レベル4の完全自動走行車の法律面での検討に加えて、このような自動運転車の普及で職を失う人のことについての検討も必要である。

3.4.2 鉄道事業への影響

前項で、自動運転車の普及に伴うタクシーやバス事業への影響について述べたが、鉄道事業においても影響が及ぶと考える。その理由としては、そもそも鉄道の運行に関して、ダイヤが指定されて運行しているが、首都圏ならばその運行間隔は短い路線も多いが、地方の鉄道の場合は、1時間に1本といった運行間隔が長い路線も多いため、乗車する際は、時間を気にしなければならない。また、朝の通勤時間帯では、人身事故や大人数の乗車などで、列車が遅延してしまう場合も少なくない。

一方、無人の自動運転タクシーであれば、時間を気にすることなく、乗車することが出来たり、運賃も無人のため低価格で利用でき、1~2乗りの種類の車両もあるので、さらにその分の運賃の低下が期待できる。

このことにより、タクシー、バス事業と同様に、車両形態が全く違うが鉄道事業も影響を受けて、首都圏はまだしも地方の鉄道会社は利用者数が減少してしまい、廃線になってしまう可能性がある。

しかし、鉄道事業に関して述べれば、こういった無人タクシーが普及した場合、これまで挙げたメリットであれば多くのユーザーが無人タクシーを利用すると考えられる。しかし、無人タクシーの車両の数自体も限られ、仮に数多くの車両を普及させたとしても、道路上の交通容量にも限度があり、それこそ遅延が発生してしまう。鉄道事業に関しては、ある意味無人タクシーといった交通サービスと共存できるのではないかと考える。例えば、朝の通勤時間帯において利用者が、鉄道と無人タクシーに二分すれば、両者とも適切な輸送人員で輸送することができ、朝の通勤時間の満員電車といった光景を目にすることも少なくなるかもしれない。あくまでも一例であるため、必ず実現するとは言えないが、両者が不利益を被らないようにこの場合も今後、検討していく必要がある。

3.5 日本人の自動運転に対する意識

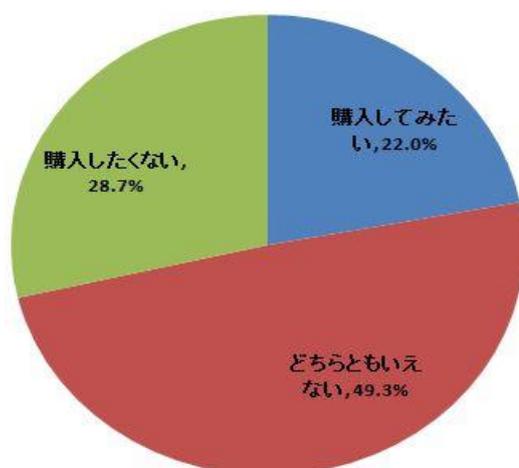
次に、実際に日本で自動運転車が導入された場合、人が乗ってみたいと思わなければ絶対に普及することができない。自動運転車に対して、日本人がどのような意識であるのかについて述べていく。

NTT コムリサーチとインターネットコム共同調査による全国の10代~60代のイ

インターネットユーザ 1081 人を対象にした『自動車の自動運転に関する調査』³⁰を行った。

この調査ではまず、自動車の自動運転技術を知っているか聞いたところ、「知っている」人は 236 人(21.8%)、「聞いたことはあるが、詳しくは知らない」人は 517 人(47.8%)、「知らない」人は 328 人(30.3%)という結果であった。このことから、自動車の自動運転に関して、約 7 割の人たちが自動運転に関しての認識があるということが分かる。

次に、自動運転が実用化された場合の購入意識についての調査である。(下記図 17 参照)

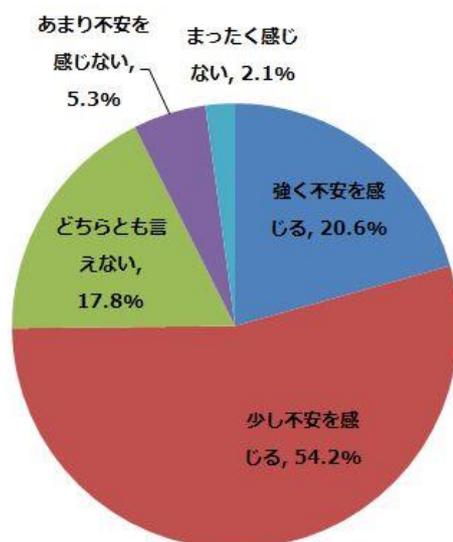


(図 17 「今後自動運転が実用化された場合、購入してみたいですか？」 脚注 25 より同名グラフから引用)

上記の図 17 から、今後自動運転が実用化された場合、購入するかどうかの調査では、「購入してみたい」人は 238 人(22.0%)、「どちらともいえない」人は 533 人(49.3%)、「購入したくない」人は 310 人(28.7%)という結果であった。この調査は 2014 年 3 月時点での内容であるが、確実に購入したいという意志を持っている人は約 2 割の人のみという結果であった。

また自動運転の不安点についての調査も行われた。(下記図 18 参照)

³⁰ <http://research.nttcoms.com/database/data/001877/> 2014 年 3 月 14 日～3 月 19 日調査



(図 18 「自動運転車が実用化された場合、車の安全性に不安を感じますか?」脚注 25 同名調査より引用)

図 18 から「強く不安を感じる」人は 223 人(20.6%)、「少し不安を感じる」人は 586 人(54.2%)いて、自動運転車に対して、不安を持っている人は約 7 割近くにもなる。

以上の調査結果から、日本人の自動運転車の購入意識は低く、不安意識もあるということが分かった。先程も触れたが、この調査は 2014 年 3 月時点での調査であり、2016 年 1 月時点では自動運転車に関する技術的な進歩や一般消費者に対してのプロモーション活動も数多く展開されているため、この調査結果とはまた変動すると考えられるが、自動運転車の不安感、安全面についてはまだまだ技術的にも課題が山積みであるため、今後どのように自動運転車の不安面を払拭して、購入意識を高めていくのかが大きな課題となっていくだろう。

4 自動運転車の展望

4章では将来、実際に自動運転車が導入された場合の展望について述べていく。

4.1 運転免許証の形態

現在、自動車で運転する際は、道路交通法第95条(免許証の携帯及び提示義務)に記載されているが、運転手は運転免許証を常に携帯しなければならない。免許取得年齢に関しては、同法第88条(免許の欠格事由)1項において、大型免許は21歳以上、中型免許は20歳以上、普通免許は18歳以上と制限されている。

しかし、自動運転車が導入されることで、この自動車運転免許の取得方法や年齢制限が変わる可能性がある。

これまで自動運転車について述べてきたが、もし自動運転車が本格的に普及すれば、基本的に運転は自動車本体が行うことになる。そこで私は、もし普及した場合、2つの種類の免許が主流になるのではないかと予測する。

4.1.1 車両操作を許可しない運転免許証

1つ目の種類としては、車両操作は許可しない運転免許証である。具体的に、「運転は許可しないが、運転を自動運転車に任せることで自動車に1人で乗車することを許可する運転免許証」である。これにより、運転手は運転自体を行わないので、視力や聴覚など身体的不自由を抱えている人でも自動車に乗れるようになる。

また、免許取得年齢に関して現状では、18歳からであるが、自動運転走行であれば、運転手は直接的な運転操作をしないため、道路標識や交通ルールなどの学習を必須とし、筆記試験で合格基準点に達成するという条件であれば、この種類の免許証に限り、取得を年齢が18歳以下に引き下げられる可能性もある。

高齢車に関しては、免許を返納しなくてもこの種類の免許に切り替えられるような制度を整備することで、運転する高齢者は減り、それに伴い高齢者の交通事故も減らせることができるのである。

以上、この免許証の概要であるが、免許取得年齢引き下げについて仮に16歳以上からこの種類の免許が取得できるようにする場合、この年齢の人達の大半は、高校生といった学生である。そもそも通常の学業に加えて、免許取得のために勉強することになれば学業に支障をきたす恐れから学校自体の賛同を得ることは難しく、さらに保護者の立場から考えても、いくら自動運転でも、年齢的、身体的にも幼いので、確実に事故を起こさないという信頼性が無ければ、理解を得ることは難しいと考える。いずれにせよ、仮に免許取得の年齢引き下げする場合には、自動運転車技術の更なる発展と慎重な検討が必要となるであろう。

4.1.2 運転操作を許可する運転免許証

2つ目は運転操作を許可する運転免許証である。これは現行の運転免許証と同様の内容である。運転は、車両本体、運転手のどちらにでも切り替えて運転することができる。免許取得年齢に関しては、これまでと同様に、運転操作を行うため、年齢が18歳以上の者に自動車の運転を許可する。

4.1.3 運転免許証の区別

しかし、仮に上記のような2つの種類の免許証が登場した場合、免許証を実際に確認する方法しか、「運転できる免許証」か「運転できない免許証」なのかを判別することができない。そうなってしまえば、「運転できない免許証」なのに運転をしてしまい、交通事故が発生してしまえば、大変な問題となってしまう。

このような場合にならないように例として、自動車を起動させる際に運転免許証を自動車にセンサなどに接触させ、どちらの免許証なのかを区別させ、仮に、「運転できない免許証」であれば、自動車本体で運転できないように機能を制限したり、そもそも自動車のエンジンキーと運転免許証の両者が無ければエンジンが起動しないようなシステムを導入するといった方法を挙げる。

どちらの場合にせよ、自動車メーカーだけの対応ではなく、自動車部品メーカー、行政機関を含めた技術面での課題を含む検討や対応が必要となるであろう。

4.2 テレマティクス保険の一般化

テレマティクス保険とは、自動車の制御データ、プローブデータなどのビッグデータをリアルタイムに保険会社に提供し、その情報を分析して保険料に反映させる仕組みの保険である。具体的には、車両に設置してあるドライブカウンタなどの車載機器が車両の急発進や急ブレーキの回数や走行距離などを計測し、それに応じて保険料の引きやキャッシュバックなどをしたりする。また保険の料金に関してだけでなく、加入者に対して、運転に対してのアドバイス提供のサービスもされる。

2016年現在においても、テレマティクス保険を販売している企業は、ソニー損保の「やさしい運転キャッシュバック型」や、あいおいニッセイ同和損保の「つながる自動車保険」といった、保険サービスが登場している。

しかし、ソニー損保のサービスでは、会社から送られてくるドライブカウンタを自ら設置し、蓄積された走行データは加入者自らが報告しなければならず、あいおいニッセイ同和損保のサービスでは、トヨタのT-Connect対応のカーナビを利用しているユーザーのみ対象のサービスであったりと、現状利用するための前提条件が不便である。

今後、自動運転車が本格的に普及してくる場合は、車両本体がインターネット接続して、データ送信を行うことによって、現在のメーカーごとの車両の区別や、専

用の端末の設置といった制約はなくなるであろう。運転の頻度に関しても、人が自ら運転する機会は今よりも減り、自動車の保険料自体も今よりも低価格になっていく。それにより、テレマティクス保険は一般的な自動車保険に代わっていこう。

4.3 自家用車を所有しない人の増加

自動運転車が普及すれば、自動車を所有しない人が増加してくる可能性がある。現状自動車に乗るためには、まず運転免許を取得しなければならないので、大半の人が自動車教習所に通う。それだけでも多くの多額の金額を出費してしまう。そしてその後も自動車を購入し、自動車保険も加入、燃料代、自動車税の支払いといった、購入だけでなく、自動車を所持していただくだけでも、多額の出費が発生してしまう。

しかしこれまでも述べてきたが、今後自動運転による無人タクシーなどのサービスが多く登場し、運転手がない分、現在のタクシーよりも低価格でのサービス提供になるとされており、活用次第では自動車を所有している時よりも、出費を安く抑えられるだろう。

このような展開になるためには、無人自動運転車普及のための法整備や膨大な数の自動運転車両を普及しなければならないため、年数はかかってしまうが、自動車を所有しない人は今よりも増えてくるであろう。AI

5 おわりに

これまで自動運転車について述べてきた。そして、本論文の題名にもあるように、自動運転車は日本で普及するのかについてであるが、筆者は普及すると考える。

しかし現状、日本は世界と比べて技術的にもそうだが、法律や制度などの面においても遅れをとっており、仮に普及したとしても、最初の自動運転は先に高速道路での実用化となり、一般道路での普及においてはまだまだ時間がかかってしまうだろう。また、仮に絶対に事故を起こさない安全な自動運転車が完成したとして、一番何よりも重要な法律などのルールを整備しなければ、実際に人を乗せて走行することはできない上、乗ってみたいとも思わないであろう。今後の日本における自動運転車の普及は、政府にかかっているのである。そしてもし、数年、数十年後、自動運転車が本格的に普及する時代となれば、日本にとって経済成長だけでなく、人々の生活に大きな変化を与えるであろう。

また、自動運転車についてもレベル4の完全自動運転車よりもレベル3の自動運転車の方が一般の人々の主流であると考え。その理由としては、自動車は移動するための交通手段であるが、何よりも人が自動車の運転、乗車を通じて、「喜び、楽しさ」を得るということが、自動車の本来あるべき姿ではないだろうか。自動車の運転が好きな人もいれば、自動車に乗って周りの風景を楽しむのが好きな人や、自動車で家族や友人達と一緒に運転するのが好き、といった自動車を通して様々な喜び、楽しさを得る人が大勢いる。自動運転車に運転を任せ、時に運転したくなったら運転を楽しむ。そういった人たちが安全・安心に自動車を通して、「喜び、楽しさ」を享受できるように自動運転車が発展していくことを願い、今後の日本の自動運転車の動向に注目していきたい。

最後に、この本論文をもって2年間のゼミナール活動を終了とする。この2年間のゼミナール活動では、非常に多くの先輩方に大変お世話になり、14期の同期、15期の後輩達に恵まれ、非常に有意義な時間となった。そしてどんな時も、厳しくも親身を感じさせるご指導ご鞭撻して下さった山田正雄教授に厚く感謝の意を表し、本論文のおわりの言葉とする。

以上

参考文献・参考資料

- ・内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当) 『SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)自動走行システム研究開発計画』 2015年5月21日
- ・総務省 『平成27年度版情報通信白書』
- ・警察庁 『平成27年警察白書』
- ・国土交通省 『平成27年版交通政策白書』
- ・内閣府 『平成26年度国土交通白書』
- ・内閣府 『平成27年版高齢社会白書』
- ・井熊均 (2013年) 『「自動運転」が拓く巨大市場 2020年に本格化するスマートモビリティビジネスの行方』 日刊工業新聞社
- ・鶴原吉郎、中森智博 (2014年) 『自動運転 ライフスタイルから電気自動車まで、すべてを変える破壊的イノベーション』 日経BP社
- ・杉浦孝明、佐藤雅明 (2014年) 『自動車ビッグデータでビジネスが変わる！ プロローブカー最前線』 インプレス R&D
- ・神武直彦、関治之、中島円、古橋大地、片岡義明 (2014年) 『位置情報ビッグデータ』 インプレス R&D
- ・保坂明夫、青木啓二、津川定之 (2015年) 『自動運転-システム構成と要素技術-』 森北出版
- ・林雅之 (2015年) 『スマートマシン 機械が考える時代』 洋泉社
- ・齋藤ウィリアム浩幸 (2015年) 『IoTは日本企業への警告であるー24時間「機械に監視される時代」のビジネスの条件』

参考 URL

- ・ 特定非営利活動法人 ITSJapan <http://www.its-jp.org/>
- ・ VICS <http://www.vics.or.jp/>
- ・ ETC 総合情報ポータルサイト GO! ETC! <http://www.go-etc.jp/index.html>
- ・ 政府統計の総合窓口 (e-stat) <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/eStatTopPortal.do>
- ・ 電子政府の総合窓口(e-Gov)法令データ提供システム
<http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi>
- ・ 自動車総合安全情報 <http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/index.html>
- ・ 警察庁 平成 27 年警察白書統計資料 <https://www.npa.go.jp/hakusyo/h27/data.html>
- ・ 一般財団法人 UTMS 協会 <http://www.utms.or.jp/>
- ・ 自動走行ビジネス検討会 http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_tk7_000015.html
- ・ 一般財団法人 自動車検査登録情報協会 <https://www.airia.or.jp/index.html>
- ・ 特定非営利活動法人 ITSJapan <http://www.its-jp.org/>
- ・ トヨタ自動車株式会社 <http://www.toyota.co.jp/?ptopid=hea>
- ・ 日産自動車株式会社 <http://www.nissan-global.com/JP/>
- ・ 本田技研工業株式会社 <http://www.honda.co.jp/>
- ・ ロボットタクシー株式会社 <https://robottaxi.com/>

※URL は、2016 年 2 月 22 日現在のものである。