

交通空白地における自動運転自動車の役割

笠 原 正 嗣

The Role of Autonomous Driving Car in Public Transportation Blank Area

Masashi KASAHARA

Abstract : This paper focuses on the role and possibility of autonomous driving car in public transportation blank areas, especially in depopulated areas. Elderly driver, over 75 years old, cause a significant increase in fatal traffic accident because of driving mistake and dementia in recent years. People make a strong claim about restructuring of public transportation network in regional towns and cities. However, many bus companies in Japan face a challenging problem about driver shortage, and now they need more creative method and management to keep regional bus system. Autonomous driving car system is expected to become polarized between drivers-car for personal use and service-car for business use. Especially, some bus companies consider the possibility of autonomous car operating. Autonomous driving car system receive much attention from under-populated area residents as a influential social device to promote regional revitalization and to extend citizen exchange. Social demonstration experiments on autonomous driving system are conducted in some areas around the country. We hope that technological innovation about automated and autonomous car makes a large contribution to reduce transportation blank areas and to aid movement limited persons. From now on, the Government of Japan ensure the adjustment of traffic ethics , “solution to the trolley problem”, in addition to development of traffic law system. A establishment of good public transportation environment is essential from the point of view of maintaining or improving functions necessary for engaging social life, and improving quality of life.

はじめに

地方都市における移動手段の中心はクルマであり、その依存率の増加傾向は続いている。その理由は、クルマ以外の交通手段がない交通空白地が多数存在するからである。高齢ドライバーが関与する交通事故の急増により、公共交通網の再構築が指摘されているが、その中で自動運転自動車の活用が検討されている。

人工知能（A I）の進化により、コンピュータが人間を超える日は近いと言われている。チェスや将棋の対局では、人間はA Iの後塵を拝することになった。ディープラーニング等により人工知能とロボットが融合したスマートマシン、つまり人間のように自律的に賢く動く機械が普及し始めると予想できる。機械が人間に取って代わる時代は直ぐそこまで来ているのかも知れない。労働環境の激変として話題となった、メガバンクの大規模なリストラ方針はその予兆かも知れない。

自動車部門でも生産方法や商品構造も大きく変動するであろう。自動運転分野へのグーグルやアップルの参入は記憶に新しいが、半導体素子製造最大手インテルも、今年3月に自動ブレーキのカメラ映像処理システム大手のイスラエルのモービルアイ（Mobileye）を買収して、自動運転事業を新たに展開することになった。日本ではソフトバンクやNTT ドコモ、DeNA など情報通信大手が参入してきている。世界各国の名だたる企業が自動運転ビジネスに参入してきたのである。

当然、日米欧の大手自動車メーカーも積極的に研究開発を進めている。例えばトヨタは、アメリカのシリコンバレーに自動運転の開発に関連する人工知能の開発拠点を設立し、グーグルのロボット開発の責任者を引き抜いたことが昨年（平成28年）に大きな話題となった。今年に入り5月には、米画像処理半導体大手のエヌビディアと自動運転車の開発の提携を発表した。日産も昨年フランスのソフトウェア開発会社を買収して自動運転への歩みを強めている。多数の企業参加による相乗効果によりハード・ソフト両側面から技術革新が飛躍的に進み、自動運転自動車の実用化は思いの外、早期に実現されるかも知れない。

クルマの運用に一大変革をもたらす自動運転技術は、人々の社会生活に対す

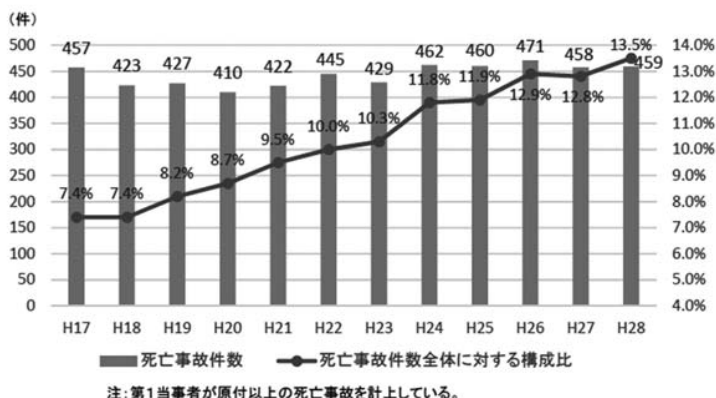
る影響力を考えると目が離せない状況である。本稿で考察するのは、高齢者を中心とする社会的弱者の移動環境整備への寄与である。広義には交通のバリアフリー化であり、移動のユニバーサルデザイン化とも言える。誰もが自由に移動できる環境を構築することに繋がるからである。高齢化による移動困難者増加と地方の人口減少による交通空白地の拡大傾向は、今後も強まってくると予想される。バス事業における自動運転自動車の活用についても考えてみたい。

I 高齢者を取り巻く交通環境

平成29年度版『交通安全白書』では、「高齢者に係る交通事故防止」が特集項目に組まれた。高齢運転免許保有者の増加傾向が顕著となり、平成28年末の運転免許保有者数は約8,221万人と15年前の平成13年末の7555万人から約666万人（9%）増加した。75歳以上の免許保有者数は約513万人（75歳以上人口の約3人に1人）で、平成13年末の154万人から3倍以上の増加となっている¹⁾。高齢者は加齢により、動体視力の低下や複数の情報を同時に処理することが苦手になったり、瞬時に判断する力が低下したりするなどの身体機能の変化により、ハンドルやブレーキ操作に遅れが出ることがあるなどの特性が見られる。加齢に伴う認知機能低下は時期の早晚はあれ、誰も回避することは困難である。警察庁によれば、平成28年に運転免許証の更新の際に認知機能検査を受けた75歳以上の高齢者約166万人のうち約5.1万人は認知機能が低下し認知症の恐れがある第1分類と判定されている²⁾。

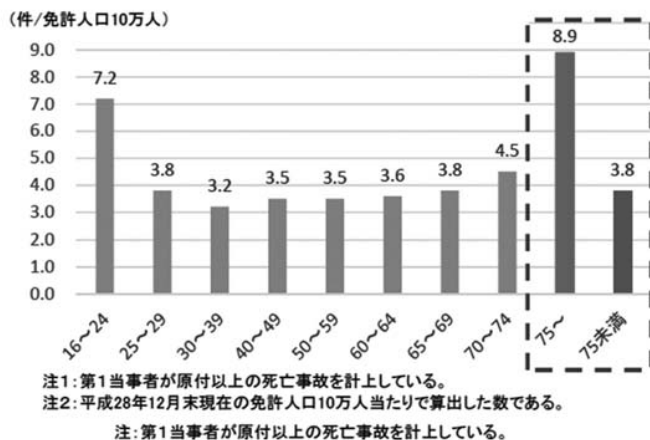
同じクルマ社会である欧米諸国と比較して、高齢者の交通事故死者数が多いことが日本の特徴であるが、これまでは横断中や自転車乗車中など「被害者」としての死亡事故件数が多かった。しかし近年では「アクセルとブレーキを踏み間違え」に代表される高齢者が「加害者」となる交通事故死亡が増加する傾向にある。事故発生件数と共に、死亡事故に占める75歳以上の後期高齢者占有率も着実に上昇してきている（図表1）。事故の傾向分析をみると、75歳以上の高齢者は「単独事故」が多いこともあげられる。75歳で単純二分化することの適否に議論はあるが、75歳以上の運転者の死亡事故件数は、75歳未満の運転者と比較して免許人口10万人当たりの件数が2倍以上多く発生している（図表2）。

図表1 75歳以上の高齢運転者による交通死亡事故件数と構成比



出所) 高齢運転者交通事故防止対策に関する有識者会議『高齢運転者交通事故防止対策に関する提言』(平成29年6月)資料3より抜粋作成。

図表2 第1当事者の年齢別免許人口10万人当たりの死亡件数(平成28年度)



出所) 図表1に同じ。

高齢運転者の特性については、体力や経験等によって個人差があるが、一般的に「視力等が弱まることで周囲の状況に関する情報を得にくくなり、判断に適切さを欠くようになること」、「反射神経が鈍くなること等によって、とっさの対応が遅れること」、「体力の全体的な衰え等から、運転操作が不的確になった

り、長時間にわたる運転継続が難しくなったりすること」、「運転が自分本位になり、交通環境を客観的に把握することが難しくなること」などが挙げられており、これらの特性が75歳以上の運転者が死亡事故を起こしやすい要因の一つになっているものと考えられる³⁾。

政府の高齢者交通への対応をみると、平成15年3月に「本格的な高齢社会への移行に向けた総合的な高齢者交通安全対策について」が策定され、交通環境のユニバーサルデザイン化や交通安全教育の充実、車両安全対策の向上等を定め、運転者を含めた高齢者事故防止対策が取り組まれてきた。しかしその後の進捗状況をみるとあまり進展は見られず、平成28年10月に神奈川県内で発生した通学中の小学生が亡くなる交通死亡事故⁴⁾を始め、高齢運転者による交通死亡事故報道の過熱化で、防止への取り組みが加速化したといえる。そして平成29年3月に「『本格的な高齢社会への移行に向けた総合的な高齢者交通安全対策について』（平成15年3月27日交通対策本部決定）の推進状況」が内閣府より14年のインターバルをへて発表されたのであった⁵⁾。

その間にも、75歳以上の後期高齢者ドライバーに対する免許更新の厳格化や免許返納活動の強化など、超高齢者をクルマの運転から「遠ざける」ための試みが種々実行されている。運転免許の自主返納制度自体は平成10年より開始されたが、近年になり返納者が増える傾向にある。しかし、過疎地や地方都市の交通不便地・交通空白地に暮らす場合はクルマが日常生活の生命線であり、返納したくともできない状況下にある。自ら運転できない高齢者は買物に行けない「買物難民」や病院に通院できない「医療難民」となり、「交通難民」が地方で多く生み出されていることを認識すべきである。

交通死亡事故は平成15年の7702人から、平成28年度には3904人へと半減するなど、交通安全対策は着実に成果をあげてきた。しかし、地方のクルマ社会化と超高齢社会化、そして公共交通（特にバス交通）の衰退化を考えると、交通空白地に住む社会的弱者の移動対策を急ぐ必要がある。生涯現役社会・エイジレス社会と言われて久しいが、生活基盤である交通環境整備を怠ればその実現は心許ないものとなる。

Ⅱ 路線バスの苦境と交通空白地の増加

クルマ社会の進展と公共交通の衰退傾向は相互に関連してきた。自動車の保有台数は高度経済成長期を境に大きく増加し、一方で公共交通の利用者は激減する傾向にあった。「クルマ社会化」→「バス利用の減少に伴う減便と値上げ」→「更なる利用者減少とクルマ利用の増加」→「路線廃止」という悪循環が生じてきた。路線バスや鉄道が全く走っていない、駅や停留所までの距離が遠方で利用が困難である交通空白地は拡大の一途を辿っている。

交通空白地に関する明確な定義は確立しておらず、各地域の実情に合わせて定義しているのが現状である。定量的判断基準として「半径何百メートル」と指定している場合が多いが、坂道や道幅、周辺交通量など単純な基準作成は難しい。少し古いが国土交通省調査（平成23年度）によると、バス停から1km以上ある住民人口は236.2万人（1.8%）で、面積は14.2%に達している。また、半分の500m圏でみた場合は人口比率が5.8%、面積では30.3%に増大することになる（図表3）。特に交通空白地の条件設定はコミュニティバス導入で議論されることが多い。参考として筆者が過去に策定に関わった三重県名張市の「地域コミュニティ交通推進方針」の中では、半径500m以上を「交通不便地」として定義した⁶⁾。同基準は市民アンケート結果に基づき設定されたもので、交通空白（不便）地の明確な定義付けは、地形等の地域特性や住民合意に基づき設定される必要があろう。

近年の公共交通利用状況の全国推移を図表4にて確認すると、衰退化傾向はようやく収まったようにみえる。三大都市圏ではクルマの交通手段利用率が減少して、公共交通、特に鉄道への回帰傾向が顕著である。社会的背景としても、クルマを運転できない（しない）高齢者の増加や環境意識の向上、あるいはクルマ所有に対する経済的余裕の欠如も大きく関連すると考える。また「若者のクルマ離れ」に象徴される、所有への興味関心の減退にも着目する必要がある。実際、運転免許取得率が若年層を中心に年々低迷していることや、若者の乗り物であり、クルマへの登竜門となる二輪車（オートバイ）販売数の激減は⁷⁾、少子化の影響では説明ができない程の低迷ぶりである。さらに都市部への集住

図表 3 交通空白地域について（平成23年）

	空白地面積(※)	空白地人口
条件1 バス 1km 鉄道 1km	17,084 km ² (14.2%)	2,362千人 (1.8%)
条件2 バス 600m 鉄道 1km	30,122 km ² (25.0%)	5,311千人 (4.2%)
条件3 バス 500m 鉄道 1km	36,477 km ² (30.3%)	7,351千人 (5.8%)
条件4 バス 300m 鉄道 500m	62,982 km ² (52.2%)	26,510千人 (20.7%)

日本全体 (面積)120,544 km²

(人口)127,768千人

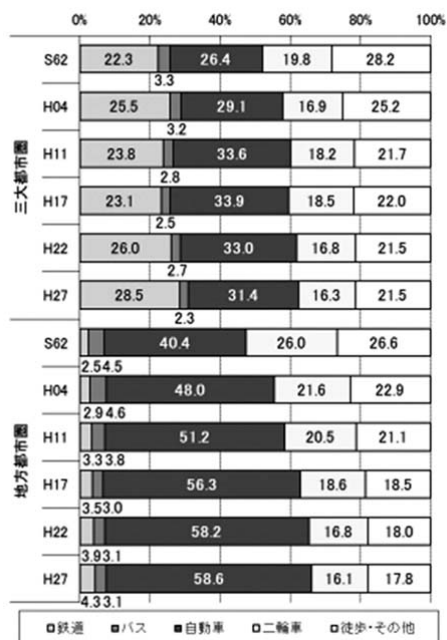
(※)空白地面積は居住地メッシュのみ。
0.25km²/メッシュとして算出。

(参考:九州島等の面積は36,749km²)

(出典)平成23年度国土交通省調査による

出所) 国土交通省 総合政策局公共交通政策部資料「地域公共交通の現状等について」
平成25年9月11日, 9頁より作成。

図表 4 都市圏別の代表交通手段利用率【平日】

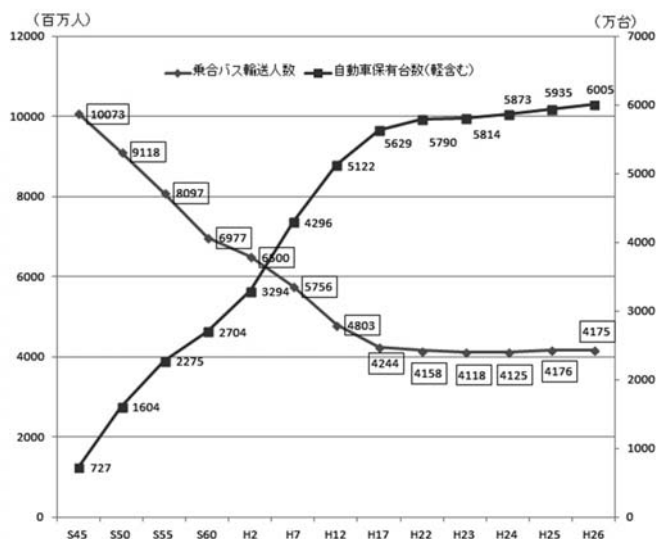


出所) 国土交通省都市局都市計画課『平成27年度 全国都市交通特性調査結果(速報版)』6頁。

傾向も見逃すことはできない。

それに対して、地方都市圏のクルマへの依存状況は依然として高い。図表4にて増加率をみると昭和62年から平成4年の+7.6ポイントから、平成22年から27年は+0.4ポイントと鈍化傾向は確認できるが、過疎地を中心とした路線バスの廃線状況を見ると、地方都市のクルマ依存はやむにやまれぬ事情があることも事実である。また図表5にてクルマ保有台数と乗合バスの輸送人数をみると、ここからも衰退化傾向への歯止めがかかったようにみえる。輸送人数は平成23年を底に僅かではあるが増加傾向に転じている。

図表5 乗用車保有台数と乗合バス輸送人数



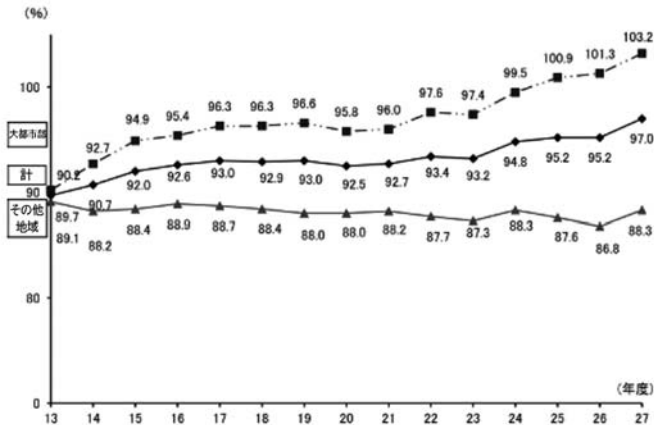
出所) 日本バス協会『日本のバス事業2017年版』、自動車検査登録協会「わが国の自動車保有状況」
<https://www.airia.or.jp/publish/statistics/trend.html> より作成

ここで、乗合（路線）バス事業の経営面を概観すると、都市部での収支率は改善していることがわかる。一方で地方都市（その他地域）での経営は厳しさが一層増している⁸⁾（図表6）。加えて、少子化による労働力人口減少と景気回復による人手不足深刻化により、バスの旅客輸送やトラックの荷物運搬等の輸送業務全般に従事する人員不足が非常に深刻化している。根底にはバス業界

の労働賃金の低迷や労働強度の高さによる就業者の確保難や他業種への転職で、輸送需要があるにも関わらず路線運行ができない状況が発生している⁹⁾。

例えば、福島県では高賃金の復興事業にバス運転手が奪われ、県内でバス会社の運転手不足が深刻であると報道された。東日本大震災と東京電力福島第一原発事故による避難や高齢化による運転手の減少に加え、復興事業への人材流出が追い打ちをかけたという。被災によりクルマを失った人も多く、交通網整備は復興の重要施策なだけに運転手確保は喫緊の課題となっている¹⁰⁾。その他にも公共交通網の機能低下が地域活性化の足かせになる事例が多発している。

図表 6 年度別収支率の推移（大都市部・その他地域）



出所）公益社団法人日本バス協会『日本のバス事業』（2016年版）第55号，14頁。

運送業務の環境改善については、規制改革推進会議が本年の5月23日に解決策について第1次答申をした。具体的内容は①ICTを活用したタクシーのソフトメーター普及、②事前確定運賃の実現、③ICT活用の運行管理、④自家用車による運送、⑤客貨混載運用の見直し、⑥二種免許受験資格である¹¹⁾。バス交通に関連する⑥二種免許受験資格の部分では、「21歳の年齢要件が適切か、研修などで補完できないか」などを検討するとしている。公共交通需要の増加が見込まれる一方、少子化等を背景に運転手不足が深刻化状況下で、旅客自動車運送事業の運転手となるために必要な第二種運転免許試験は21歳以上でなけ

れば受験できない状況が適正かを分析するとしている。また、21歳の年齢要件に一切の特例措置がないため若年層が将来の職業として志望しづらい状況にあるとの指摘がある¹²⁾。車両への自動ブレーキ義務化や自動変速機導入、車外監視モニターの発達など自動車技術の進展による安全性確保の観点等を踏まえ、年齢を含めた資格要件は再検討される必要がある。二種免許の取得者数の減少と高齢化の進行については、事業者団体である日本バス協会においても議論されてきた。

以下では、運転手不足の現状を明らかにするために、平成29年10月に国土交通省からバス乗務員の過重労働に対する行政処分を受けた高知県の「とさでん交通バス」の事例を紹介する。処分に対して同社HPにてバス乗務員不足の現状と地域交通の現状を片岡万知雄社長が切実にコメントしている¹³⁾。留意すべ部分を記述する（下線部は筆者による）。

「バスの乗務員不足という要因が、地域のバス路線規模を強制的に決定する」という時代が到来し、今、正にその節目にいるということでございます。

（中略）

逼迫する路線バス乗務員不足に対しましては、貸切バスや高速バスからの運転手の応援、また、雇用においては従来からの乗務員の採用活動に加えまして、免許取得費用の助成、高校新卒者の採用、初任給の改善や正社員への登用など処遇の改善、更には従業員による紹介制度の創設など、様々な施策を講じてまいりましたが、自力での抜本的解決は困難な状況にあります。

公共交通をお預かりする企業の最大命題は、「安全運行の確保」であり、これを担保するのがコンプライアンスでございます。

事業者として、もしこの企業命題に支障や不安が生じるのであれば、乗務員現数に応じた適正なバス路線規模に移行（縮小）する方針を採らざるを得ませんし、実態に応じた最善策を選択しなければ、公共交通事業者としての責任を全うできないこととなります。

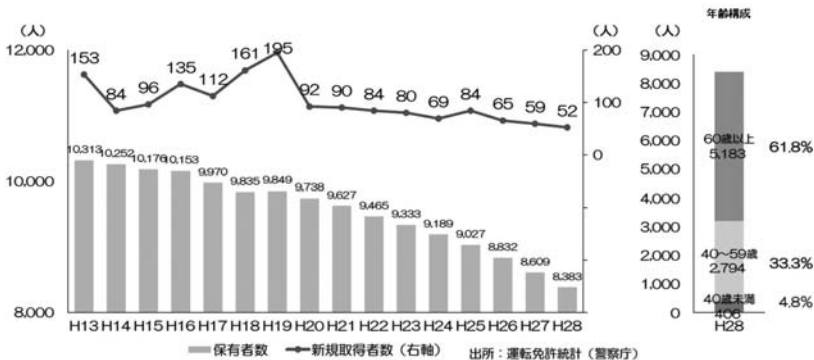
乗務員不足は、全国的かつ構造的な問題であり、事業者の懸命の努力を

持ってしても、俄には改善できない根深い問題であると認識しております。

特に、経営的に厳しい地方のバス事業者にとっては、人口減に伴う乗客減少時代をどう生き抜くかに、文字通り身を削って懸命に腐心してまいりましたが、ここに至って、乗務員不足の問題が、人口減少問題に先んじて、事業者への更なる経営規模縮小を強いるという事態となりつつあります。

「バスの乗務員不足が地域の路線規模を強制的に決定する」事態に至っていることは深刻に受け止める必要があろう。同社の添付資料に高知県の運転手の必要資格である大型二種免許取得者の現状が示されているが、平成13年に1万人以上存在した保有者が、15年後の平成28年には2割近く減少し8383人となっている（図表7）。何よりも新規取得者の減少傾向は顕著で最新では53人となっている。さらに保有者の高齢化は深刻で、60歳以上が6割を超過している。この状況が推するならば、10年後の高知県の70歳未満の二種免許保有者は、新規保有者が現状で推移した（年間60人平均）としても、現在の8383人から3800名（2794+406+600）と半減以下の水準となってしまう。路線バス運行が危機的状況に陥ることを予想するのは容易である。

図表7 高知県内大型二種免許 保有者数・新規取得者の推移と年齢構成



資料）運転免許統計（警察庁）

出所）とさでん交通株式会社「バス事業にかかる四国運輸局長の文書警告への対応と、今後のバス乗務員不足問題への早急な対応の必要性について」平成29年10月6日（HP公開・記者会見配布資料より抜粋）

三重県でも同様の分析をすればバス運行の状況把握ができると考えられる。人口規模（181万人と72.8万人）と世帯数（72.6万世帯と31.9万世帯）、そして地理的条件が異なることから単純比較は難しいが、1世帯あたりの自動車所有台数は平成27年度統計で三重県が1世帯あたり1.466台（全国14位）に対して、高知県は1.116台（全国35位）と比較的自動車保有率が少なく、高知県は公共交通利用が多いと予想できる。それ故に人手不足による路線削減という事態が発生するのかも知れない。とにかく、公共交通網維持における新たな政策課題として運転手不足に今後は留意しなければならない。

Ⅲ 自動運転システム発達と事業用車両への展開

近年、情報通信技術の発展とデータ利活用の進展を背景に、特に自動運転システムに関し、大きなイノベーションの途上にある。図表8でわかるように運転動作には、ドライバーが全ての運転操作を行う状態から（レベル0）、自動車の運転支援システムが一部の運転操作を行う状態（レベル1～2）、ドライバーの関与なしに走行する状態まで（レベル4～5）、ドライバーの関与する度合で分類される。最新版の「ロードマップ2017」では、新たな自動運転レベル定義として「SAE11 Society of Automotive Engineers International の J3016（2016年9月）」が採用された。

特に「世界最先端 I T 国家創造宣言」が策定された平成25年6月以降、国内メーカーは自動運転システムのデモや公道実験を行うとともに、ドイツ・アメリカを中心に自動運転の実用化・普及に向けた大競争時代に突入している。日本政府においては平成26年度から総合科学技術・イノベーション会議戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の取組がなされてきた。「世界一の ITS を構築・維持し、日本・世界に貢献する」ことを目標に、平成26年6月以降、「官民 ITS 構想・ロードマップ」（最初なので年度表記無し）を皮切りに、現在まで4度にわたって改定が実施された。

図表 8 自動運転レベルの定義 (J3016)

レベル	概要	安全運転に係る監視、対応主体
運転者が全てあるいは一部の運転タスクを実施		
SAE レベル 0 運転自動化なし	・ 運転者が全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全ての運転タスクを実施		
SAE レベル 3 条件付運転自動化	・ システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内 ^⑤ ） ・ 作動継続が困難な場合の運転者は、システムの介入要求等に対して、適切に応答することが期待される	システム (作動継続が困難な場合は運転者)
SAE レベル 4 高度運転自動化	・ システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内 ^⑤ ） ・ 作動継続が困難な場合、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	・ システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内 ^⑤ ではない） ・ 作動継続が困難な場合、利用者が ^⑤ が応答することは期待されない	システム

SAE International J3016 (2016) "Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicle".

出所) 首相官邸 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『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～』平成29年5月30日、5頁。

「ロードマップ2016」ではじめて具体的に言及され、「同2017」で力点が置かれたものとして「遠隔型自動運転システム」がある。同書では遠隔型自動運転システムを活用した移動サービスを「無人自動運転移動サービス」と呼んでいる¹⁴⁾。これらは主として事業用車両が想定されており、平成28年から社会実証実験がスタートした無人タクシーや、本年度に特に本格化した無人路線バスに適用されるものであった。政府が平成37（2025）年に達成すべきとする自動運転システムの対応を図表9より確認すると、①自家用車における自動運転システムの更なる高度化、②運転者不足に対応する革新的効率的な物流サービスの実現、③地方、高齢者等向けの無人自動運転移動サービス実現の3項目となる¹⁵⁾。

図表9 目指すべき社会と達成すべき自動運転システム

項目	目指す社会（例）	実現すべき自動運転システム
自家用車における自動運転システムの高度化	産業競争力の強化 交通事故の削減 交通渋滞の緩和	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速道路での完全自動運転（SAE レベル 4） ・ 高度安全運転支援システム(仮称)²⁹
運転者不足に対応する革新的効率的な物流サービスの実現	人口減少時代に対応した物流の革新的効率化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速道路での隊列走行トラック（SAE レベル 2 以上） ・ 高速道路での完全自動運転トラック（SAE レベル 4）
地方、高齢者等向けの無人移動サービスの実現	全国の各地域で高齢者等が自由に移動できる社会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 限定地域での無人自動運転移動サービスの全国普及（特に SAE レベル 4 の遠隔型自動運転システムによるサービスの普及）

出所）図表 8 に同じ，22頁。

本稿で特に注目したのは、公共交通への自動運転システム導入につながる、③の無人移動サービスの実現である。物流システムでも指摘される運転者不足は、とりわけ地方のバス事業者やコミュニティバスで深刻化している。前述の「とさでん交通」のように、需要があるにも関わらず運行本数を減少させる事態が生じている。無人移動サービスが実現すれば、地域社会を維持するための生命線になると予想できる。高級自家用車への自動運転技術搭載が話題となっているが、広範な普及は当分期待できないとなると、技術的バードルが比較的低いとされる過疎地交通への先行導入に期待がかかる。

Ⅳ 自動運転による交通空白地への対応

過疎地に多い交通空白地の移動環境整備を考えた場合、自動運転システム導入は有効な解決手段である。特に、路線バスは定常ルート走行が中心なので、運行困難地域の予想も容易となる。山間地は狭小道路も多いが交通量が都市部と比較して圧倒的に少なく、地域住民さえ自動運転車両を認知すれば運行リスクは逆に少ないであろう。

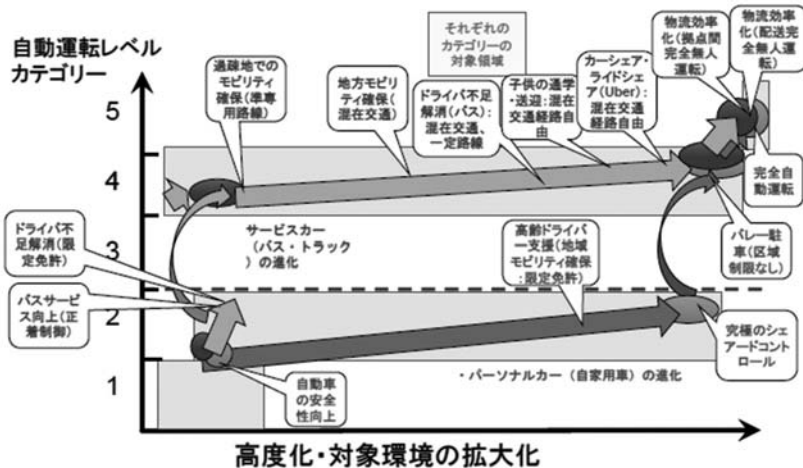
平成28年度より日本各地においてバスの自動走行システムの社会実験が行わ

れている。マイカー（自家用車）は自動車メーカー主導で行われるが、バスの運行についてはメーカーではなく、ソフトバンク、NTT ドコモ、そしてDeNAなどの通信企業大手やベンチャー企業、そして大学が共同研究の形で参入している。その中心は、前節で述べた遠隔型自動走行システムとなる。

東京大学生産技術研究所が2017年3月に発表した「戦略的イノベーション」や先の「ロードマップ2017」によると、自動運転システムの方向性は、「高度な運転支援」と「高度な自動運転」に二極化するとされる¹⁶⁾。前者はハンドルやブレーキ操作の安全制御でありドライバーが責任を負う。つまり、レベル2の次元である。それに対して後者は、ドライバー不在の移動体で、システム側の責任において運行されるレベル4以上が該当する。図表10でも パーソナルカー（自家用車）とサービスカー（バス・トラック）に二分されている。

社会的ニーズを考えた場合、レベル2はパーソナルカーとしてのニーズが存在する。既に実用化されている衝突軽減ブレーキや、装備が進められる自動衝突回避システムによる既存のクルマの安全性向上であり、とりわけ運転スキル

図表10 自動走行システムの進化の姿～ニーズからのアプローチ



出所）東京大学生産技術研究所『戦略的イノベーション創造プログラム 自動走行システム報告書』平成29年3月、2-12頁。

が低下した高齢ドライバーに対して運転可能期間を引き延ばす効果も考えられる。運転免許要件の緩和（反射神経が低下した場合も、レベル2車両に限り運転を認める）などの高齢者ドライバー支援（地域のモビリティ確保）に寄与できる。また運転可能な運転免許要件の緩和（つまり、大型免許取得の年齢制限の引き下げや、試験難易度の引き下げ）などによる運送業やバス運行会社のドライバー不足支援などが社会的ニーズとして考えられる。

一方、レベル4での技術進化は自動（無人）運転の発展であり、サービスカーとして運用される。この部分こそが本稿で想定するもので、交通空白地における社会的ニーズといえる。過疎地の交通弱者（高齢者、運転免許を持たない人等）の移動保障として路線バスを自動運転で運用するのである。

本年度より、衝突防止・運転支援装備の普及とユーザーへのわかりやすさを考えた「サポカー」制度が開始された。各社から発売される運転支援技術搭載車の安全基準設定を国としてとりまとめたのである（図表11）。特に、高齢ドライバーの購入時の目安となることに配慮された。ただし、自動運転レベルは

図表11 「サポカー」と「サポカーS」について

「サポカー」「サポカーS」とは？

政府は、高齢運転者による交通事故対策の一環として、衝突被害軽減ブレーキ（「自動ブレーキ」）などの先進安全技術を活用した一定の運転支援機能を備えた「サポカー」「サポカーS」の普及啓発に、官民一体で取り組んでいます。2020年までに自動ブレーキの新車乗用車搭載率を9割以上にする政府目標も掲げています。

サポカー	サポカーS	サポカーSの区分						
 セーフティ・サポートカー 【サポカー】	 セーフティ・サポートカーS 【サポカーS】	<p>※1マニキュア車は除く。※2車線維持支援装置でも可。※3自動調整型前照灯。自動防眩型前照灯又は配光可変型前照灯をいう。※4作動速度域が時速30km以下のもの。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">ワイド</td> <td>自動ブレーキ（対歩行者）、ペダル踏み間違い時加速抑制装置※1 車線逸脱警報※2、先進ライト※3</td> </tr> <tr> <td>ベレーンツ</td> <td>自動ブレーキ（対車両）、ペダル踏み間違い時加速抑制装置※1</td> </tr> <tr> <td>ベレーンツ</td> <td>遠達自動ブレーキ（対車両）※4、ペダル踏み間違い時加速抑制装置※1</td> </tr> </table>	ワイド	自動ブレーキ（対歩行者）、ペダル踏み間違い時加速抑制装置※1 車線逸脱警報※2、先進ライト※3	ベレーンツ	自動ブレーキ（対車両）、ペダル踏み間違い時加速抑制装置※1	ベレーンツ	遠達自動ブレーキ（対車両）※4、ペダル踏み間違い時加速抑制装置※1
ワイド	自動ブレーキ（対歩行者）、ペダル踏み間違い時加速抑制装置※1 車線逸脱警報※2、先進ライト※3							
ベレーンツ	自動ブレーキ（対車両）、ペダル踏み間違い時加速抑制装置※1							
ベレーンツ	遠達自動ブレーキ（対車両）※4、ペダル踏み間違い時加速抑制装置※1							
自動ブレーキを搭載した、全ての乗用車に適用する自動車	自動ブレーキに加え、ペダル踏み間違い時加速抑制装置を搭載した、時に高齢運転者に適用する自動車							

出所）経済産業省平成29年プレスリリース「『セーフティーサポートカー（サポカー）』及び『セーフティーサポートカーS（サポカーS）』の普及啓発のため、ポスター・チラシを配付、ポータルサイトを開設しました！～サポカー／サポカーSで未来はもっと明るくなる。』（平成29年9月22日）資料より抜粋作成。

低次元のものでレベル1相当に留まるものである。それでも、75歳以上の高齢ドライバーの事故で多く見られるアクセルとブレーキの踏み間違えに対処可能であり、「サポカーS」を積極的に進めていることに注目したい。自動車メーカー各社も販売戦略のポイントとして、サポカーを精力的に宣伝している。ハイブリッドやEV（電気自動車）にはじまる環境重視車に加えて、安全運転支援装備の有無が販売での注力点となったのである¹⁷⁾。高齢者の運転継続可能性を高めることによる地域モビリティ確保への貢献に特に着目したい。

自動運転の高度化及び普及・発展に関する社会的影響力のプラス・マイナス側面を、バス（人流・サービスカー）を中心に整理してみる（図表12）。ビジネス面では既述のドライバー不足解消やサービス向上、そして運行コスト縮減等があげられる。特に移動制約者支援による地方創生・活性化と過疎化対策部分に注目したい。高齢者や障害者をはじめ、クルマを運転できない子どもを含めたすべての人、また都市部居住者のみならず地方都市や過疎地居住者に対して移動の自由を保障することは、今後の地方政策の重要な課題となる。また移動

図表12 社会に期待される自動運転のインパクト

	レベル2の高度化	レベル4	共通
人流・ パーソナルカー	・交通事故削減(高齢ドライバー)(+) ・交通制約者支援(高齢ドライバー)(+) ・免許制度(緩和)への影響(+) 等		・移動の楽しみ(+) 等
人流・ サービスカー (バス)	・ドライバー不足解消(限定免許)(+) ・バスサービス向上(正着制御)(+) 等	・交通制約者支援(+) ・地方創生・地方活性化、過疎化対策(+) ・都市、地方システム、国土計画、まちづくりへの影響(+,-) ・公共概念と費用負担への影響(+,-) ・社会的便益と追加義務付与への影響(+,-) 等	・運行コスト縮減(+) ・ドライバー不足解消(+) ・移動の楽しみ(+) 等
物流・ サービスカー (トラック)	・ドライバー不足解消(限定免許)(+) ・運転手運転負荷軽減(+) 等	・物流、流通コスト縮減(+) ・ドライバー不足解消(+) 等	・物流、流通コスト縮減(+) ・一般車両の走行への影響(-) ・隊列構築・解消による影響(新たな道路インフラ整備)(+,-) 等
共通事項		・社会的受容性、倫理哲学への影響(+,-) ・法制度への影響(+,-) ・新たな保険のニーズ(+) ・インフラ構造、維持管理水準への影響(+,-) ・新たなインフラ(高規格地図)整備への影響(+,-) ・走行台キロ、渋滞、環境負荷の増加(-) ・税、料金、受益者負担等への影響(+,-) ・医療・介護、健康・福祉への影響(+) ・移動中の人の活動の変化(+) ・交通教育への影響(無人車両)(+,-) ・新たな免許制度への影響(-) ・自動車産業、周辺産業への影響(+,-) 等	・サイバー攻撃、テロリスク(-) ・環境負荷低減(+,-) 等

出所) 図表10に同じ、2-14頁。

の楽しみにも注目したい。情報機器を通じたコミュニケーションの発達により、地域間移動を伴わない交流手法（映像の双方向通信等）が開発されている。しかし、人と人との“face to face”の直接的コミュニケーションは、豊かな人間関係構築の基本となる。観光は現地での実体験が重要であり公共交通等の移動手段の確保は必然となる。地域活性化には公共交通が大切である。

内閣府のS I Pによる自動運転システムの研究において、公道実証実験の取組が平成29年度より本格化している¹⁸⁾。図表13によると全国各地において4つのカテゴリーの実験が実施されていることがわかる。バス交通による交通空白地支援を考える場合は「沖縄実証実験」が参考となる。主体となっているのがソフトバンクと東京大学発のベンチャーと共同で設立された「S Bドライブ」である。同社は、沖縄で全長16キロの交通量の多い区間でのレベル3の自動運転や、閉鎖区間ではあるが東京都内でレベル4の無人バス走行実験を行うなど、新しい移動環境の構築を自動運転にて開拓しようとしている。同H Pにある「バスがまた、通るようになったから」というコンセプトムービー¹⁹⁾を見ると、自動運転が過疎地域の社会生活再生に果たす役割を知ることができる。動画内容を簡単に紹介すると、路線バス廃線により交流が疎かになっていた老年女性が、自動運転バスが再び開通したこと過疎地域に暮らす兄の元を訪ねて交流するというものである。

また、比較的交通量が多い区間での実験も行っており、その支えとなるのが「みちびき」の信号を受信する最新G P S制御技術機器を搭載したことである。「みちびき」は日本のはほぼ天頂（真上）を通る軌道を周回する準天頂衛星で、1～4号機の4機体制で運用される。第4号が10月10日打ち上げられたことにより測量精度が飛躍的に向上した。米国のG P S信号は、測位する地域によっては10メートルの誤差が生じるが、みちびきの信号は国土地理院が日本全国に設置する電子基準点を活用し、地域ごとに補正を加えることで、誤差を数センチ単位に抑えられる。高精度な3次元地図、障害物を画像認識する技術なども使い、自動運転制御の安全性を確認する²⁰⁾。路面に磁石を埋め込むことでバス停と道路との乗車時の隙間を最小化する（バリアフリー化）する試みもなどの多彩なアプローチがなされている。

図表13 自動運転に関する国の公道実証プロジェクト一覧



出所) 首相官邸 日本経済再生本部「自動走行に係る官民協議会(第3回：平成29年11月17日)」
 配付参考資料、4頁。

また、自宅から最寄り駅やバス停までの“door to door”の移動環境を構築するラストワンマイルの実験も本格化している。沖縄の北谷町でヤマハが中心となり、低速の小型無人カート車両を遠隔操作で走らせる実験が、経済産業省と産業技術総合研究所により行われた(図表13)。交通空白地に住む高齢者を、交通・生活拠点として近年注目される「道の駅」まで運ぶ近距離移動手段として期待が集まる。なお、ラストワンマイル問題については別稿に委ねることとしたい。

V 自動運転普及に向けた諸課題

日本政府は、2020年の東京オリンピックで自動運転実用化技術を披露することを公約している。技術革新と共に、量産効果による各種センサーの低価格化や5G通信帯域の開発・普及等により、実用化に向けた動きは加速化するのであ

う、鉄道の自動運転は国内で既に実用化が図られている。新交通システムと呼ばれるAGT (Automated Guideway Transit) である。東京臨海新交通臨海線「ゆりかもめ」、神戸新交通「ポートライナー」、大阪南港「ニュートラム」など大都市圏を中心に走行している。ちなみに世界ではじめて実用化を達成したのは1981年の神戸「ポートライナー」であった²¹⁾。日本の鉄道運行の正確さや安全性の高さは世界中から注目されているが、鉄道の自動運転技術についても世界最先端をいく。移動困難者の急増が現実視される状況下において、新交通システムのノウハウのバス交通への技術転用を急ぐべきである。

また社会全体として自動運転自動車を受け入れる社会的合意が必要となる。つまり「社会受容性」の向上である。そこには、法整備面での対応も含まれよう。自動運転の導入リスクが社会に受け入れられるかどうかは、他のドライバーとの関係、歩行者・自転車等との信頼構築と、倫理観にも影響を受ける、当然、国や地域によって受け入れられる条件は異なる²²⁾。

例えば、過疎地域で高齢者の課題解決が急がれる(社会的ニーズが存在する)場合は受け入れられやすいであろうし、交通量が少ない場合も受け入れやすくなる。また、システム導入の費用対効果(コストベネフィット)への配慮も必要となる。導入初期の場合は実験的要素もあり高額費用への寛容性も高いが、交通空白地全体への普及を考えた場合には「一定の」価格合理性を考慮する必要がある。ここで筆者が「一定の」と注釈をつけたのは、クロスセクターベネフィットを考慮することを強調するためである。過去の論考においても、公共交通全体に通底する概念として総合的な社会的利益、つまり交通機関運営の直接的経費の損益のみを考えるのではなく文化・社会活動活性化や医療・福祉予算の削減効果、そして何よりも住民のアクセシビリティ向上による全ての人への「移動の自由」を保障という種々の副次的効果を考えなければならないことを述べてきた。

一方で、コンパクトシティ化が叫ばれる今日において、自動運転の普及が逆にブレーキとなることは避けなければならない。図表12でも、国土計画・まちづくりや環境負荷に対するマイナス側面への懸念も読み取れる。生まれ育った地域での生活を維持することは重要なことであるが、歩いて暮らせるコンパク

トなまちづくりは人口急減社会では必須事項であると考え、自動運転によりコンパクト化の潮流を妨げないように、まちづくりとのバランス感覚をもった自動運転の普及が大切である。

自動運転の試験的運行が全国で実施されるに先立ち、社会的受容性に関する調査が行われたのであるが、その結果をみると、自動運転自動車に対する住民の一定理解は得られているのではないかと思われる。つまり肯定的意見が多数を占めている²³⁾。それでも、今後の本格的導入に向けて解決すべき課題は山積しているといえる。例えば、自動運転時の「トロッコ問題」が運行上の倫理的・法的問題として議論されている。

「制御不能で暴走するトロッコは、このままでは前方にいる5人の作業員をひいてしまう。ポイントを操作してトロッコを別路線に引き入れれば、5人の作業員は助かるが、別路線で作業する1人の作業員をひいてしまう。この場合、転轍機を操作するべきか？」という倫理学の思考実験である。これを自動運転車に応用すると、たとえば、「1台の自動運転車が、海沿いの崖の上の道路を走行していたところ、対向するトラックが突然反対車線に飛び出してきた。このまま直進すれば、トラックに衝突して自動車の乗員が死亡し、トラックの乗員が負傷する。左にハンドルを切れば、海に落ちて自動車の乗員が死亡する。右にハンドルを切れば、乗員は助かるが、歩行者をひいて死亡させる。この場合、自動運転車は、いかなる選択をなすべきか。乗員が85歳の老人である場合、あるいは歩行者が乳児を抱いた母親である場合に結論が異なるか？」という問題となる²⁴⁾。

自動運転の場合は、事前のプログラミング思想により危険回避行動が決定される。他人を傷つけることを回避する自己犠牲的行動として海に自ら落ちる判断も想定できる。しかし公共交通の場合は、乗客が存在するので自己犠牲的回避は容認できない。実用化に向けた非常に困難な課題を抱えることになる。「トロッコ問題」は普及への大きなジレンマであることを確認した上で、社会的に許容できる環境を整えなければならない。倫理的な規制・判断は国が主導権を持って実施すべきである。

自動運転バスを一般道に導入するには、運行トラブルや事故リスクに対する

認識と、走行速度・空間等の条件を決め、歩行者・他の走行車両への対応に関する社会的コンセンサスの確立が求められる。自動運転自動車に対する啓蒙活動と同時に、あらゆる事態に対応できる法改正（罰則規定や保険制度の対応等）を進め、普及への準備活動を早急に行うべきであろう。超高齢社会の進行による移動困難者の増加と公共交通衰退による交通空白地の拡大状況は待つてはくれない。技術革新に歩調を合わせた政策面の充実を期待するものである。

おわりに

人工智能に代表される情報関連技術の進化により、自動運転システム普及への流れは一層加速化すると考えられる。しかしながら、自動車メーカーの対応は、本稿でも述べたが公共交通としての事業者利用とは異なり、自動車メーカーとしての自負心から「ドライバーズカーとしての運転への支援」を高めて行くと予想される。つまりレベル2の高次化である。

それはトヨタ自動車の自動運転部門の責任者（Chief Safety Technology Officer）である伊勢清貴専務のメッセージを見ても感じられる部分である。トヨタは人がほとんど、あるいは全く直接のコントロールにかかわらない車両を“automated”という単語で表現している²⁵⁾。筆者は「直接の」という部分に関心をもった。間接的な部分で運転に関与する、つまり速度や加速の強弱などドライバーの好みに関与する部分をクルマに残すという意志を感じた。時として自動運転を解除して自らハンドルを握る選択肢も残すなど、“fun to drive”（トヨタの1984年～1987年の企業スローガン）思想を感じるのは筆者だけではないだろう。もう一つの軸は“autonomous”で、自動化されたシステムが常に運転操作を行う車両を示すのである。クルマが完全に「自律（autonomous）」して、そこに人間の入り込む要素は存在しない。運転から開放された移動の楽しさの追求（“fun to move”）であり、サービスカー（バス）による移動の未来像といえる。トヨタの広報資料には“Automated Vehicle”と表記されているのを見ると、自動車メーカーとしての自負心と誇りを感じたのであった。ちなみに、トヨタの最新スローガンは平成29年10月19日に発表された“Start Your Impossible”で、「すべての人にモビリティを」というものである。障害者や高

齢者を含む全ての人が自由に移動できる、アクセシビリティ保障への企業意思が見られるものであった。当然、自動運転は中心的役割を果たすものであろう。

自動運転に対する各業界・各企業の取組姿勢は、技術革新にともないより明確化するかも知れない。ただし、その根底にあるのは交通環境整備による良好な市民生活の維持と社会生活の質の向上である。自動運転がもたらす社会変動に引き続き注目していきたい。

【註】

- 1) 警察庁交通局運転免許課『運転免許統計』各年版より。
- 2) 『交通安全白書』（平成29年度版）
- 3) 同上。
- 4) 横浜市港南区で平成28（2016）年10月、集団登校していた児童の列に軽トラックが突っ込み、小学校1年の男子児童1人が亡くなり、6人が重傷を負った。自動車運転処罰法違反（過失致死傷）の容疑で逮捕された88歳の男性について、横浜地検は処分保留で釈放した。男性には認知症の疑いがあるが、これまで運転をやめるよう家族から注意されることも、認知症の通院歴もなかった。事故の発生を予見できなかった可能性があることから、捜査当局は不起訴処分を視野に在宅での捜査を続ける方針だという。警察の調べでは、男性は2016年10月27日の朝に自宅を出発し、神奈川県内と東京都内の高速道に出入りを繰り返しながら断続的に走り続け、28日の午前8時ごろに事故を起こした（弁護士法人ドットコム「交通事故裁判」＜2017年03月01日記事＞ https://c-2.bengo4.com/c_1396/n_5768/ より）
- 5) 内閣府交通安全対策担当参事官「『本格的な高齢社会への移行に向けた総合的な高齢者交通安全対策について』（平成15年3月27日 交通対策本部決定）の推進状況」＜平成26年3月＞ <http://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/kou-tai/jokyo.html>
- 6) 「名張市地域コミュニティ交通推進方針」平成19年8月、3頁。
<http://www.city.nabari.lg.jp/s044/10/030/020/000/010/20170614152317.html>
- 7) 国内オートバイ市場は1982年の年間329万台をピークに減少し、2015年に

40万台を切った。日本自動車工業会の「2015年度2輪車市場動向調査」(現時点では最新)によると、2輪車所有者の平均年齢は52.9歳で、20代以下の2輪車ユーザーは1割にも満たない状態である。

詳しくは、日本自動車工業会、平成28年4月8日付けニュースリリースを参照のこと。 http://release.jama.or.jp/sys/news/detail.pl?item_id=1800

- 8) 公共交通に関する規制緩和は、旅客鉄道分野については平成12年3月の改正鉄道事業法の施行により、貸切バス事業については平成12年2月に、乗合バス及びタクシー事業については平成14年2月に需給調整規制の廃止等を内容とする改正道路運送法等が施行された。事業参入は需給調整規制を前提とした免許制から輸送安全等に関する資格要件を定める許可制へ移行し、運賃も原則自由に設定することが可能となった。

その効果については、平成14年『国土交通白書』ではじめて言及されたが(第Ⅱ部第1章)、15年が経過して現在においては、地方と都市部との交通格差を拡大させたとして評価が二分しているのが実際である。

- 9) トラックドライバー確保については、平成27年5月に厚生労働省と共同で「トラックドライバーの人材確保・育成に関する国土交通省・厚生労働省連絡会議」を開催し、「トラックドライバーの人材確保・育成に向けて」を公表した(詳しくは、http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha04_hh_000095.html 参照)。

バス交通については、「バスの運転者の確保及び育成に向けた検討会」が平成25年12月より開始され、翌年7月に「バスの運転者の確保及び育成に向けた検討会 とりまとめ」として報告書を公表している(<http://www.mlit.go.jp/common/001047072.pdf>)。その後の経過をみると、運転手不足は全く改善されておらず、宅急便(ヤマト運輸)の総量規制に見られるようにむしろ不足状況は悪化している。ヤマト運輸は「ロボネコヤマト」と称する自動運転技術研究を進めていることとも関係する(詳細は、<https://www.roboneko-yamato.com/>)。

- 10) 朝日新聞デジタル、平成29年9月24日版、<http://www.asahi.com/articles/ASK8F62CBK8FUGTB00P.html>

- 11) 詳細については、規制改革推進会議『規制改革推進に関する第1次答申～明日への扉を開く』平成29年5月23日公表、67-70頁を参照のこと。
- 12) 同上。
- 13) とさでん交通HP・重要なお知らせ「バス乗務員不足に伴う新たな課題について」（平成29年10月12日）
<https://www.tosaden.co.jp/info/dtl.php?ID=1135&hdnSKBN=A>
- 14) 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『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～』（平成29年5月30日）7頁。
- 15) 同上、22頁。
- 16) 同上、23-24頁。
東京大学政策技術研究所『戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）自動走行システム報告書』（平成29年3月）2-9～2-11頁。
- 17) 詳細は、経済産業省サポカーポータルサイト「サポカーで未来はもっと明るくなる」を参照のこと。技術的特徴の解説や各メーカーが実施する体験試乗会の全国スケジュール等が記載されている。
<https://www.safety-support-car.go.jp>
- 18) 首相官邸 日本経済再生本部「自動走行に係る官民協議会」の各種資料を参照のこと。平成29年に3回開催されている。自動走行の社会実装に向け、「未来投資戦略2017」（平成29年6月9日閣議決定）に基づき、具体的なビジネスモデルを念頭に置いた実証を円滑・迅速に実施できるよう必要な制度・インフラの整備時期の明確化等を目的にしている。
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/jidousoukou/index.html>
- 19) SBドライブHP（<https://www.softbank.jp/drive/>）の動画サイトにあり、「バスがまた、通るようになったから」
https://www.youtube.com/watch?time_continue=6&v=g4f_HEplM5A
- 20) 内閣府政策統括官（科学技術・イノベーション担当）プレスリリース（平成29年10月27日）「沖縄におけるバス自動運転実証実験の実施について」
<http://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20171027artokinawa.html>

日本経済新聞「衛星使い自動運転、バスで実証実験 内閣府」平成29年10月29日.

- 21) 森口将之「鉄道の『自動運転』は車よりずっと進んでいる－新興国などで期待集める『新交通システム』」東洋経済オンライン, 平成28年9月4日.
- 22) 東京大学政策技術研究所, 前掲書, 2-19頁.
- 23) 詳しくは, インターリスク総研「自動走行システムの社会的受容性等に関する調査結果について (2016.9.5)」を参照のこと.
- 24) 小林正啓「自動運転車の実現に向けた法制度上の課題」『情報管理』Vol. 74, No.4, 平成29年7月, 243-244頁.
- 25) トヨタ自動車・グローバルニュースルーム「トヨタの自動運転への取り組み－ビジョン, 戦略, 開発 (自動運転白書)」平成29年9月27日公表.
<https://newsroom.toyota.co.jp/jp/download/18978259>