特集2

近未来の車・道路と関連産業に関する調査研究 ～近未来には道はこんなふうに使われる？～

二俣　芳美、片山　利夫、水野　ひろみ
調査部

自動運転やビッグデータ、AI、5G など、車に関わる新たな技術が進展するとともに、利用者の需要を最適化する MaaS の取組みが進展する中、今後車や交通の形が大きく変化し、それと相まって地域構造や生活の仕方も変わっていくことが予想される。このため、近未来に求められる車、道路交通、そして道路インフラの姿や役割を検討するとともに、新たな関連産業の創出について展望すべく、調査研究を行ってきた。

本稿では、これらの検討を行った「近未来における車・道路と関連産業に関する検討会」の中間とりまとめの内容について報告する。

1 はじめに

自動運転技術を始めとするモビリティ関連技術の進展により、自動車業界は 100 年に一度の変革の時期と言われている。各国で自動運転技術の社会実装に向けた技術開発や実証実験が進められているが、自動運転により実現される社会の姿や、その際に車や道路インフラに求められるものなどについて、まだあまり議論が進んでいない状況にある。そこで、当機構では令和元年度に「近未来の車・道路と関連産業に関する検討会」を設置し、近未来における車・道路の姿を明らかにするとともに、その際に生まれてくるであろう新たな産業について展望すべく、有識者からの講演やヒアリング等を通じて検討を進め、中間とりまとめとして報告書にとりまとめた。

検討会では、これまでのように現在の車の性能や将来の開発動向を前提に、道路の構造や使い方などを考えるのではなく、発想を転換して、技術革新の中で道路の交通機能や空間機能を最大限発揮させる観点から、近未来の車・道路と関連産業について検討すべきではないかとの意見も見られたところである。こうした議論を踏まえ、中間とりまとめにおいては、現状の社会的課題を整理し、今後技術の進展により実現できそうなことを整理するとともに、道路の交通機能や空間機能を十分に発揮させるという観点から、近未来（2040 年から 2050 年頃を想定）の道路利用の姿について提案をとりまとめている。

2 自動車に関する技術の普及率についての将来予測

今後の自動車関連技術の進展について展望するため、自動化車両、コネクティッド化車両、電動化車両の普及率予測に関して、2020 年 3 月までの 1 年間に日本語または英語で直接・間接に公開されているデータを収集し、推計・加工を行った[1]。なお、ここで使用する普及率とは、乗用車・小型商用車の新車販売台数に占める各車両の割合をいう。

2－1　自動化

2030 年の自動化普及率をみると、レベル 2 以下の車が中心となるとする予測が多く、またレベル 2 の比率については、比較した 8 団体で 8 ～ 90％と予測の幅が大きい。

[1] データ収集対象は次の通り（順不同）。自動化：McKinsey & Company、矢野経済研究所、PwC、Ptolemus Consulting Group、M14 Intelligence、富士キメラ総研、電子情報技術産業協会、PwC Japan。コネクティッド化：PwC、富士経済。電動化：電子情報技術産業協会、デロイト トーマツ*、ヴァレオ、PwC、J. P. Morgan、IHS Markit、Faurecia、Boston Consulting Group、野村証券、日本エネルギー経済研究所、経済産業省、PwC Japan*、みずほ銀行、富士経済（2050 年のバックキャスト値は*の 2 社）。

また、レベル３については、機械から人間への引継ぎ（take-over）の面から消極的な見解もあり、レベル２＋と呼ぶ高機能レベル２の普及が進むとしている予測もある。

アメリカでは既に自動運転タクシーの配車サービスが始まっているなど、業界は運転制御技術に積極的だが、レベル４～５の社会実装に対しては、道路走行実績の少なさ、初期投資や維持費などのコストに加え、地図作成・保守、フェイルセーフ等の技術的課題を根拠に、依然としてハードルが高いとの意見が有識者に対して行ったヒアリングでも挙げられており、見通しが難しい。

以上の状況から、2030 年時点ではレベル２～２＋の普及が中心であり、レベル４～５は先進国を中心に公共交通的な用途の車両や自動運転タクシー、高級車で普及するものと考えられる。

２－２　コネクティッド化

予測されているものは少ないが、2030 年に欧米や中国の市場において新車販売の全てがコネクティッド化されるという予測や、2035 年に世界市場における新車の88％がコネクティッド化されるという予想があることから、相当早いタイミングでの普及がありうるものと考えられる。

２－３　電動化

電気自動車（EV）、プラグインハイブリッド車（PHV）、ハイブリッド車（HV）、燃料電池車（FCV）を含めた電動化普及率は、14 団体の予測を比較すると、2030 年で 25 ～ 74％とかなりの幅が見られる。

また、2050 年への長期予測では、CO_2 排出目標達成を逆算する形でのバックキャスト予測として、電動化の徹底により電動化普及率は 100％に達するという予測や、HV・PHV のほか、バイオエタノール燃料等によるエンジン燃料の CO_2 ゼロ化などの多様な方法により CO_2 排出目標を達成するという前提で電動化普及率を 59％とする予測がある。

3　近未来の方向性

３－１　現状の課題

近未来の道路利用の姿を考える前に、道路や暮らし（人の移動や物流に関連したもの）に関して、現状の課題を整理すると表１のようになる。これらの課題の存在は、①自動車や自転車・歩行者の円滑な通行やアクセスを確保するための交通機能と、②歩行者の滞留や都市空間・市街地の形成、供給処理施設等の収容といった空間を確保するための空間機能という大きく分けて２つの道路の機能を十分に発揮または活用できていない状況であるとも言える。

これらの課題については、次に述べる今後の進展が予想される様々な技術を最大限活用すれば、抜本的に解決することが可能になると考えられる。

３－２　今後の技術の進展によりできそうなこと

今後自動運転技術等の道路や車に関連する技術が進展することにより、上記の課題の解決につながることが期待される。以下において、まだ実用化に至っているものではないが、今後技術の進展により実現できそうなことを整理した。

キーワードは、ビッグデータ活用（Big Data）、空き空間の再活用（Renovation）、自動化（Autonomous）、コネクティッド化（Connected）、電動化（Electric）の頭文字から“BRACE”である。

（１）限定エリアにおける自動運転（自動化、コネクティッド化関連）

レベル５の自動運転については、まだまだ実現にはハードルが高いと考えられるが、エリアを限定すれば、より早く社会実装を行うことが可能であると考えられる。走行する自動運転車両についてはレベル４が想定されるが、レベル２＋以上の様々な車との混在で実現することも想定しうる。また、手動運転車との混在を排除するか、極力少なくすることにより、より早期の自動運転空間の実現が可能と考えられる。

自動運転車両が走行する限定エリアとしては、高速道

表１　道路や暮らし（人の移動や物流関連）に関する課題

	現状の課題		関連する道路機能
道路に関すること	渋滞	○渋滞による経済損失 ○自動運転普及時の渋滞悪化や CO_2 排出量増加の懸念	交通機能
	CO_2 削減	○運輸分野での CO_2 削減の必要性	
	安全性	○交通事故や交通事故死傷者の削減 ○生活道路やまちの中心部等の歩行者優先地区における安全性の向上	
暮らし（人の移動や物流関連）に関すること	移動手段の確保（地方部・都市郊外部）	○公共交通機関の縮小による日常生活に必要な移動への支障	
	運転手不足 （トラック、バス・タクシー）	○運送業における人材不足、高齢化 ○バス・タクシーの運転手不足による減便など公共交通機関の縮小	
	まちのにぎわい	○中心市街地の衰退（モータリゼーションの進展、大規模集客施設の郊外立地等） ○空き地、空き店舗等の発生、まちの魅力の低下	空間機能
	地域活性化	○地方部から都市部への人口流出	

路や専用レーン（現行の路面電車軌道敷、バス専用レーン、鉄道廃線敷等を活用）、人口や交通量の少ない地域、歩行者エリアなどが挙げられる。

（2）ビッグデータ活用による交通制御（ビッグデータ活用関連）

コネクティッド化により、車の移動に関するビッグデータの活用が可能となることから、それらのデータをもとに前項（1）の限定エリアにおける自動運転の制御や、それ以外のエリアにおける交通制御を行い、渋滞緩和や CO_2 排出量の削減につなげることができると考えられる。

（3）交通量減少や自動化による道路や駐車空間の再配分（空き空間の再活用関連）

自動運転車のシェアリングにより交通量が減少したり、車両の自動化により車間距離の短縮や一車線当たりの幅員の減少等が可能となったりした場合、道路空間のうち車の通行のための空間を減らし、歩行者や自転車等の通行空間やにぎわいづくりのための空間に振り分けることが可能になる。また、自動運転車の普及により、駅前などに駐車場を確保しておくことが不要となり、ほかの用途に活用することができるようになる。

なお、こうした道路や駐車空間の再配分は、まちづくりとも大きくかかわるものであることから、まちづくりの明確なビジョンとデータに基づき、産官学と住民の連携により、計画的に進めていくことが望ましい。

（4）再生可能エネルギーによる分散型エネルギー拠点（電力、水素）（電動化関連）

電動車や燃料電池車の普及に際しては、充電や水素供給のためのインフラ整備が必要であり、また充電するための電気の発電や水素の製造についても、地球温暖化の観点からは、再生可能エネルギーにより地域で発電または製造をされた電気や水素を使用することが望ましい。

また、これらの発電や水素製造等については、それぞれの地域で行うことにより、エネルギーの地産地消が可能となるほか、緊急時のエネルギーの確保にもつながるものと考えられる。

4 近未来への提案

4－1　近未来の道路利用の姿（提案）

道路や人の移動・物流関連の課題の抜本的な解決に向けて、今後進展する技術を最大限に活用することにより、近未来の社会として、こういうふうに道路を使いこなす車や生活を目指してはどうかという内容を以下に６つの提案としてとりまとめた。その概要は図１のとおりであ

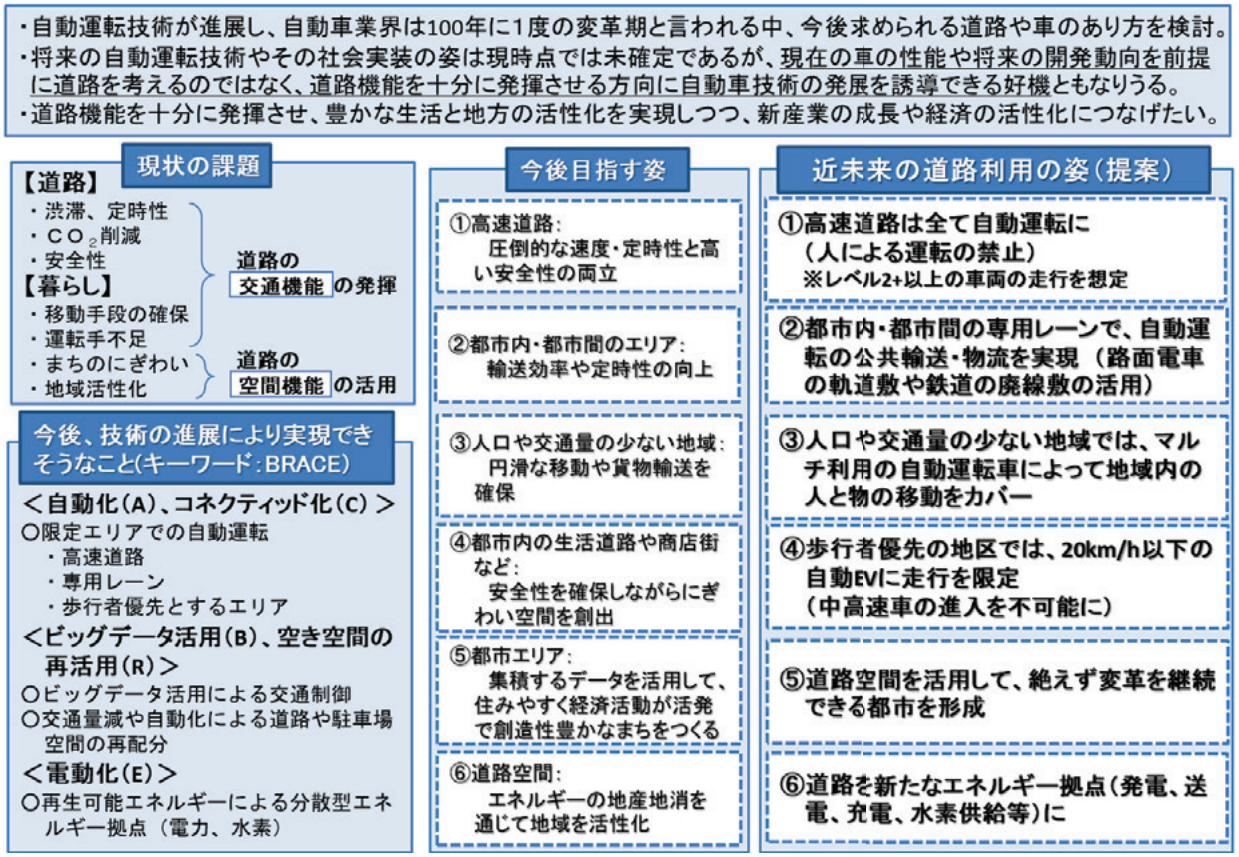

図１　近未来の車・道路と関連産業に関する検討会　中間とりまとめの提案内容

る。提案内容の検討に際しては、現在使われている車の性能や将来の開発動向を前提に道路のあり方を考えるのではなく、発想を転換して、道路の交通や空間の機能を十分に発揮させるという観点から検討を行った。

（1）提案１：高速道路において、圧倒的な速度・定時性と高い安全性の両立を図るため、高速道路は全て自動運転とする（人による運転の禁止、時速 200 キロ走行を可能に）。

高速道路における自動運転車の導入に際し、高速での移動という高速道路の機能を最大限発揮するためには、自動運転車と手動運転車の混在を避けることが必要であり、それにより安全性の向上や、交通容量の大幅な増加、制限速度の大幅な引き上げが可能になるといったメリットがあると考えられる。従って、高速道路上で走行する車両については、全て自動運転とすることとし、時速200㎞走行を可能にすることを提案する。

そこで走行する車両については、全てレベル４である必要はなく、現状レベル２＋と呼ばれている加減速やステアリングを制御する高度なレベル２の車両や、それ以上のレベルの車も併せて走行することを想定しており、一般道では手動で運転するが、高速道路に入ったら自動運転モードとすることを必須とすることにより、高速道路上の車両がより安全かつ高速に走行できると考えられる。また市場の車が全てレベル４に置き換わるのを待たずに実現が可能である。

（2）提案２：都市内・都市間のエリアにおいて、輸送効率や定時性の向上を図るため、専用レーンにおける自動運転の公共輸送・物流を実現する（路面電車の軌道敷や鉄道の廃線敷を活用）。

鉄道の廃線敷における自動運転バスの走行実験や、路面電車の軌道敷内における路面電車と強調する自動運転バスの実証実験など、使われなくなったインフラや活用の余地のある道路空間を生かした自動運転の実験が進められている。

専用レーン（場所によっては優先レーン）であれば、比較的早期に自動運転を導入できることから、鉄道の廃

線路線や軌道敷、現在のバス専用レーン等を活用して自動運転のBRT[2]等公共交通や物流ネットワークを形成することを提案する。

（3）提案３：人口や交通量の少ない地域において、円滑な移動や貨物輸送を確保するため、マルチ利用の自動運転車によって地域内の人と物の移動をカバーする。

人口や交通量の少ない地域では、自動運転を活用することにより、日常生活の足を確保することが可能となる。しかし、自動運転車の価格を考慮すると、自動運転車を活用した事業の採算性を確保するためには、通学・通院・買い物などの旅客輸送だけでなく、貨物輸送や農作物の集荷など、マルチ利用や夜間も含めた活用により１台の車で多くの収入を確保し、効率性を向上させて持続性を確保することが必要である。

このため、将来の自動運転への転換を目指して、各種事業の統合化も含め、今から地域交通のマルチ化を進めることで、地域の課題が解決できるものと考えられる。

（4）提案４：都市内の生活道路や商店街などの歩行者優先の地区では、安全性を確保しながらにぎわい空間を創出するため、20km/h 以下の自動 EV に走行を限定する（中高速車の進入を不可能とする）。

自動運転技術の向上に伴い、生活道路等の主として歩行者を優先する地域においては、インフラと車が協調することにより、一定の速度以下のモビリティしか進入できないようにして、生活道路等の安全性を高めることなども可能と考えられる。このため、生活道路や歩行者と共存できるものに技術的に限定することにより、生活道路の安全性を向上させるとともに、道路空間を交流の場、にぎわいの場として再生できる。

（5）提案５：都市エリアにおいて、集積するデータを活用して、住みやすく、経済活動が活発で創造性豊かなまちをつくるため、道路空間を活用して、絶えず変革を継続できる都市を形成する。

歴史的にモビリティの変化は、都市のあり方を大きく変えてきた。今後、様々なモビリティの登場により都市全体の大変革が起こる可能性がある。

このため、今後の都市のあり方を考える上では、モビリティや通信技術の大きな変化をしっかりとまちづくりに反映して、様々な課題を解決しつつ、住みやすく、経済活動が活発で創造性豊かな地域を形成していくことが重要である。

その際には、モビリティからのビッグデータの集積・分析や、道路空間や駐車場用地の活用を行うことにより、渋滞の解消やまちのにぎわいの創出、新たな産業の創出を促すことができると考えられる。これからのモビリティ変革には、道路空間の活用がキーポイントとなるため、道路空間のマルチな活用を図るなど活用の仕方を変えて、継続的にモビリティを変革し、魅力あるモビリティ変革都市を実現することが必要である。

（6）提案６：道路空間を活用し、エネルギーの地産地消を通じて地域の活性化を図るため、道路を新たなエネルギー拠点（発電、送電、充電、水素供給等）とする。

現在使われているガソリン車やディーゼル車を、再生可能エネルギーにより地域で発電あるいは製造された電気や水素を使用する EV や FCV に転換した場合、地球温暖化防止に大きな効果が期待される。仮に国内の乗用車と小型トラックがすべて電気自動車化されたと仮定すると、その電力需要は現在の総電力需要の約８％（鉄道の約５倍）に相当すると推計される[3]。

こうした需要に対応するため、各地域にある土地、海、川、風等や道路そのものを活用して、再生可能エネルギーにより発電あるいは水素製造を行い、供給を安定させ、道路や各地域で消費できるようにすれば、エネルギーの地産地消によって、従来外部に流出していた燃料費が地域の収入となり、地域経済の活性化を図ることができる。

４－２　道路や車に求められる要件・機能等と想定される新たな産業

近未来の道路利用に向けては、道路や車に一定の要件や機能等が求められるものと考えられる。また、前述の

[2] BRT（Bus Rapid Transit）：連節バス、PTPS（公共車両優先システム）、バス専用道、バスレーン等を組み合わせることで、速達性・定時性の確保や輸送能力の増大が可能となる高次の機能を備えたバスシステムを指す。

[3] 野村総合研究所「電気自動車を核にした自動車事業と電力事業の融合」（『知的資産創造』2018 年 12 月号）の試算方法に依拠して推計。

表２　近未来の道路利用に向け、道路や車に求められる要件・機能等と想定される新たな産業

近未来の道路利用の姿（提案）	求められる要件・機能等			想定される新たな産業
	（コネクティッド・連携）	（道路）	（車）	
①高速道路は全て自動運転に	・道路交通状況の把握 ・交通制御、流出入管理	・200km/h対応 ・IC、SA/PA、自動運転車拠点の一体化（加減速、停止場所を限定）	・時速200km程度でも安全・快適に走行できる車 ・ドライバー監視機能	・交通マネジメント（状況把握、予測制御、道路の利用予約、料金決定等）
②都市内・都市間の専用レーンで、自動運転の公共輸送・物流を実現	・安全で定時性を向上させる交通制御、運行管理 ・MaaS、TaaS(Truck as a Service)との連携	・自動運転走行専用空間、優先空間の設定 ・貨物の集積、積み込みスペース	・バリアフリーで魅力的なデザインの自動電気バス、自動電気貨物車	・自動運転のBRT車両等の運用管理 ・MaaSやTaaS関連
③人口や交通量の少ない地域では、マルチ利用の自動運転車によって地域内の人と物の移動をカバー	・効率的運行を可能とする交通制御	・自動運転車優先レーン ・道の駅等の交通拠点化	・雪道や悪路でも走行可能な軽量・中速の自動運転車 ・多用途利用可能な車	・オンデマンド交通運用 ・巡回型サービス（物販、物流、医療、教育等） ・広域観光
④歩行者優先の地区では、20km/h以下の自動EVに走行を限定	・生活道路での速度抑制や、曜日や時間帯別での管理 ・走行状況の監視	・地区の入口部での駐車場、カーシェアリング拠点、貨物集積所等	・低速限定小型自動EV ・（歩行者優先地区に車両を進入させない）車両制御装置	・走行状況等の監視 ・交通計画、対策、分析
⑤道路空間を活用して、絶えず変革を継続できる都市を形成	・都市OS（都市データプラットフォームを活用した各種計画策定やまちづくり、道路交通マネジメント）	・多様なモビリティの結節点 ・路肩空間の時間帯別マルチ活用（乗降、物流、カフェスペース等） ・道路空間、駐車場の変革	・車両走行データ等の蓄積、活用（データ通信や都市OSとの連携も含む）	・交通マネジメント（都市内） ・ビッグデータ活用、運用 ・ロードサイド運用（時間帯別の多用途での活用） ・MaaSやスマートシティ関連
⑥道路を新たなエネルギー拠点（発電、送電、充電、水素供給等）に	・各地域での再生可能エネルギー発電施設との連携 ・地域内での電力の需給管理や見える化	・高速道路での電力供給（送電網、需給均衡システム） ・道路空間での発電と充電（都市内施設やSA/PA等） ・走行中充電や充電レーン等	・V2G（Vehicle to Grid: 電池（電動車）から電力系統への充放電）技術の開発・実用化	・道路網を活用した送電・充電・発電サービス ・地域における再生可能エネルギーの提供

提案（１）～（６）のような道路利用の姿が実現される際には、これまでにない新たな産業が創出されるものと考えられる。一部ではあるが、こうした要件・機能等や想定される新たな産業を表２にとりまとめた。

5 今後の課題

100 年に一度のモビリティ革命はすでに始まっている。将来の見通し、予測は不確実性が高い状況ではあるが、今から様々な取組みを進めなければ、世界の流れから取り残され、日本の活力も失われていくことが危惧される。一方、この大変革を豊かな生活、経済の活性化、新しい産業の成長、地方の活性化等に結び付けられれば、日本の未来は大変明るいものとなる。

今後は、中間とりまとめの内容を精査しつつ、検討の範囲を広げていく。その際、関係する企業、研究者、地方自治体等と連携を深めるとともに、社会での実装を目指した具体的な取組みを進めていくこととする。