

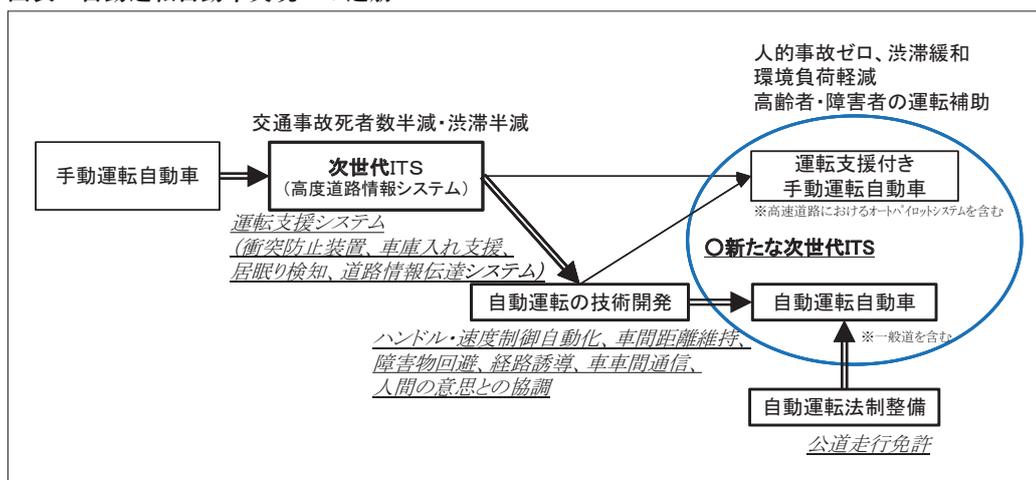
自動運転自動車の研究開発動向と実現への課題

現在の「自動車」は、運転に際してハンドルやアクセル・ブレーキなどを人間の操作で行うことを前提とした「手動運転自動車」である。近年、運転操作を支援し将来の自動運転にもつながる、走行制御・情報通信・センシングなどの技術開発が幅広く進められ、一部はすでに実用化されている。これらの運転自動化技術は今後ますます進歩し、将来的には音声による行き先の指示で自動車自身が道路状況に合わせて安全に目的地へと向かう「自動運転自動車」(Self-driving car) の製品化が予想される。

我が国の道路交通の高度化に関しては関係省庁や関係機関が連携して次世代 ITS (高度道路情報システム: Intelligent Transport Systems) を推進している。次世代 ITS においては人間が自動車を手動で運転することを前提に、運転者に適切な情報を与えることで、道路交通の安全性、輸送効率・快適性の向上、環境負荷軽減などに寄与する。一方、世界の自動車メーカーは、手動運転を支援する各種の装置として、衝突防止、車庫入れ支援、居眠り検知、道路情報伝達などのシステムを開発し、順次製品化している。

我が国でも次世代 ITS の推進に合わせて自動運転自動車を組み込むことにより、不注意による事故の大幅な減少、渋滞解消・緩和、環境負荷の軽減、高齢者や身体の不自由な人の運転支援などが期待される。また、自動運転に関する制御技術や情報通信システムなどの共通的な技術を他国の開発動向を睨みながら世界に先駆けて開発し、国際標準制定の主導権を握ることが我が国の自動車産業を振興することにもなる。米国では、すでに一部の州で自動運転自動車が公道走行するための免許を認める条例を制定している。自動運転自動車の実現には、公道走行免許を発行する制度や段階的導入のための施策が必要であり、事故時の責任の所在など技術開発に合わせて関連する法制整備を行う必要がある。そのためには、我が国の道路利用に関するコンセンサスを形成して最終的な道路交通のあり方を見定めたいと、政策的誘導を実施すべきである。

図表 自動運転自動車実現への道筋



科学技術動向研究センターにて作成

自動運転自動車の 研究開発動向と実現への課題

辻野 照久
客員研究官

坪谷 剛
上席研究官

1 はじめに

自動車の無謀な運転や人的な不注意による事故が後を絶たない。繁華街での自動車の暴走や高速道路でのバス事故などで、多くの尊い命が一瞬にして奪われている。交通事故の減少や渋滞緩和・環境負荷軽減などの我が国の課題解決を目指して、関係省庁や機関が連携して道路交通を高度化する「次世代ITS」(高度道路情報システム: Intelligent Transport Systems)を推進しており、自動車メーカーによる各種の運転支援システムの開発が進められている。しかし、次世代ITSは人間が手動で自動車を運転することが前提であり、人間の不注意や突然の体調不良などによる事故を大幅に減少させることはできない。

現在の「自動車」は、運転に際してハンドルやアクセル・ブレーキなどを人間が操作する「手動運転自動車」であるといえる。これに対して、走行制御・情報通信・

センシングなどの技術を組み合わせ、音声による行き先の指示で自動車自身が道路状況に合わせて安全に目的地へ向かう「自動運転自動車」(Self-driving car)の開発が欧米や日本で進められている。

次世代ITSの推進に合わせて自動運転自動車の概念を組み込めば、次世代ITSの目標を超えて、不注意による事故の大幅な減少、渋滞解消・緩和、環境負荷の軽減、高齢者や身体の不自由な人の運転支援などに効果を発揮する。また、自動運転に関する制御技術や情報通信システムなどの共通的な技術を他国の開発動向を睨みながら世界に先駆けて開発し、国際標準制定の主導権を握ることが我が国の自動車産業を振興することにもなる。

自動運転自動車に必要な機能要件として、「単独での操縦の自動化・自律化」、「周囲状況の認識・安全確保」、「経路探索・誘導」、「人

間の介入」などがあげられるが、これらの技術は急速に進歩しており、いずれもかなり実用化の段階まで開発がなされている。

すでに米国では自動運転自動車が公道走行の免許を取得している¹⁾。公道走行には莫大な道路インフラの整備が必要であると思われるが、欧米では自動車の自律運転と協調運転により、道路インフラの整備がほとんどなくても自動運転自動車が走行できる技術開発が進んでいる。

我が国でも自動運転自動車の研究や実験は国、企業、大学など多方面で行われている。特にロボット技術と自動車技術が結びついた新しい技術分野(カー・ロボティクス)の発展が顕著であり、今後の開発動向を注視する必要がある。

本稿では、交通事故の減少や産業振興につながる自動運転自動車の研究開発動向や制度的課題など実現に向けた道筋について述べる。

2 自動運転自動車をもたらす効果

自動運転自動車は人間による運転操作が必要なく、目的地・経由

地をシステムに登録することで安全に目的地へ移動する事ができ

る。このような自動運転自動車の実現し、広く普及した場合にもた

らされる効果を以下に述べる。

(a) 人的事故減少効果

内閣府に設置された「高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (IT 戦略本部)」では、「新たな情報通信技術戦略 工程表」(平成 24 年 7 月 4 日改訂)を策定し、2020 年までに交通事故死者数を 2,500 人以下にすることを数値目標としている²⁾。

2011 年における死亡事故に繋がる法令違反で多い順は、漫然運転 (17.8%)、脇見運転 (15.7%)、安全不確認 (10.4%) の順となっている³⁾。その他にも信号無視、最高速度超過、酒酔い運転等、運転者の故意や過失により事故が発生している。次世代 ITS では路車協調型システムや車車間連携システムを推進しているが、運転者の法令違反を大幅に減少することはできない。自動運転自動車を次世代 ITS の中に組み込めば、運転者の法令違反による事故を大幅に減らすことができる。

(b) 渋滞解消・緩和効果

「新たな情報通信技術戦略 工程表」のグリーン ITS においては、道路交通情報の集約や交通管制の高度化によって 2020 年の交通渋滞を 2010 年比で半減するという目標が示されている²⁾。

交通渋滞は、道路の持つ時間当たりの通過可能台数を超過した時に発生し、一旦発生すると、通過台数の容量がさらに低下することで一層渋滞が拡大する。

特に高速道路における渋滞の約 6 割はサグ部^{注1)}による速度低下が原因となっている。適切な車間距離と速度を守ること、サグ部で発生する渋滞を解消することができる。国土交通省のシミュレーションでは、車速/車間制御装置 (ACC) 搭載車両が全体車両の 3 割になれば、サグ渋滞を約 5 割削減できると試算している⁴⁾。

自動運転自動車の割合が増加すれば増加するほど、渋滞解消・渋滞緩和に効果を発揮することとなる。

(c) 環境負荷軽減効果

我が国の CO₂ 排出量の約 2 割が運輸部門であり、運輸部門の約 9 割が自動車からの排出である。もし自動運転により渋滞が緩和されることで 15% 程度の CO₂ 削減が実現すれば、日本全体で 3% 弱の削減に貢献できる。また、高速道路における隊列走行では 10% 以上の燃費改善効果があることが確認されている。

(d) 高齢者等の運転補助効果

自動運転自動車は高齢者や身体の不自由な人であっても安全に利用できる。これまで一人では車による外出ができなかった人も外出が可能となり、新たな福祉機器として有効である。ただし、他車の事故、自車の車両故障等の緊急時は二次災害を回避するため、一時的に手動運転を行う必要があり、車の構造変更・免許の仕様を工夫する必要がある。

3 自動運転自動車の実現に向けた研究開発動向

3-1

手動運転を支援する技術

最近、世界の自動車メーカーから種々の運転支援システムが次々に製品化され、安全性の向上に役立つだけでなく、自動運転の一手前まで来たと感じられるような新たな技術に接するようになった。15 年位前は運転支援の搭載

機器といえばカーナビゲーション装置くらいしかなかったが、衝突防止装置 (衝突被害軽減ブレーキ)・車庫入れ支援 (自動車庫入れ)・居眠り運転検知 (2 カメラ式ドライブレコーダ)・車線維持支援 (白線検知)・横滑り防止装置など新型車での標準装備や 10 万円程度の費用で後付けできる装置などが製品化されている。

たとえば、前方自動車と衝突する危険を検知した場合に、自動的

にブレーキをかける装置として、衝突防止装置が製品化されており、各メーカーでは新型車に標準装備するようになってきている^{注2)}。大型トラックでは 2014 年 11 月以降段階的に設置が義務付けられることになっている⁵⁾。トラックに続いて路線バスを除く大型バスにも設置の義務付けが 2012 年 11 月に決定された。また自動運転電気自動車による無人車庫入れのデモを行っているメーカーもある。居

注1 サグ部とは、緩い登り坂で渋滞が発生しやすい場所をいう。緩い登り坂で運転車が漫然と運転することにより速度が落ち、後続車がブレーキを踏むことで渋滞が徐々に広がる区間をいう。

注2 富士重工業(株)「アイサイト」、トヨタ自動車(株)「プリクラッシュセーフティシステム」、日産自動車「インテリジェントブレーキシステム」、本田技研工業(株)「CMBS」、三菱自動車(株)「FCM」、ダイハツ工業(株)「スマートアシスト」など。

眠り検知システムは車内にカメラを設置し、運転者が居眠りをしてることを検知したら警報を発する。車線維持装置は車線の白線を検知し、車が白線を越えそうになると自動で強制的にハンドルを制御するものである。

これらの運転支援技術は急速に開発が進んでおり、運転を一時的に自動車が代行する縦列駐車・車庫入れ装置などは自動運転の一環となり得る技術である。

3-2

隊列走行実験と オートパイロットシステム

(a) 隊列走行実験

隊列走行とは、複数の自動車が短い車間距離で続行運転を行うものである。各自動車が走行環境や位置を認識し、他の自動車とも相互に通信を行って自動で走行制御を行う。次世代 ITS の一環として、経済産業省／新エネルギー技術開発機構 (NEDO) が自動運転・隊列走行の実験を行っている⁶⁾。これまでに「エネルギー ITS プロジェクト」で大型トラック 3 台が、時速 80 km、車間距離 15 m の隊列走行に成功している。2012 年度末までに、大型トラックと小型トラック合計 4 台で車間距離 4m の隊列走行の実現を目指す計画である。隊列走行の技術開発は「走行制御技術」、「位置認識技術」、「走行環境認識技術」、「車車間通信技術」の 4 つの技術に分けて開発を行っている。いずれも大学とメーカーが産学共同で研究開発を行っている。

欧州では 2012 年にスペインの公道で自動隊列走行の実験が行われた。これは SARTRE (Safe Road TRains for the Environment)⁷⁾ というプロジェクトで、英国企業開発の自動運転装備を搭

載したスウェーデン製の複数の自動車が、車間距離 15 m で列車のように隊列を組んで時速 85 km、走行距離 200 km の隊列走行に成功した。

この技術は、自動運転自動車実現のための基本となる技術である。

(b) 高速道路における

オートパイロットシステムの検討

国土交通省は 2020 年代初頭に高速道路での「オートパイロットシステム」の実現を目指している⁸⁾。現在の構想では高速道路の入り口まで手動で運転し、高速道路では自動運転になり高速道路を下りると手動運転に戻る。2013 年 3 月の中間とりまとめを目標に、単独走行、追従走行、隊列走行などのコンセプトや高速道路に限った自動運転自動車の普及に向けた法制面の検討などが行われている。

なお、本稿では出発地から目的地まで全区間にわたって自動運転ができる自動車を「自動運転自動車」と定義しており、オートパイロットシステムのように一部区間だけの自動運転は、手動運転自動車とみなしている。

3-3

大学等における カー・ロボティクスの 研究動向

2001 年頃から大学においてロボット技術と自動車技術を融合させた「カー・ロボティクス」の萌芽的研究が開始された。一例として、東京農工大の永井正夫教授およびタイ人のポンサトーン・ラクシンチャランサク特任准教授のカー・ロボティクスに関する研究成果があげられる。ラクシンチャランサク特任准教授は、文部科学省／科学技術振興機構 (JST) の「若手研究者の自立的な研究環境

整備促進」事業の研究課題の一環として「個別適合運転支援システム」の研究を行った。永井教授と共著の「カー・ロボティクス」⁹⁾には、自動車をロボット化することによって「交通事故から人命を守る」という前提で、基本的な技術 (操舵、速度制御、外界センシング、障害物回避など) が体系的・網羅的に示されており、最終章で個別適合運転支援システムによる自動車と運転者の協調について述べている。

その後、我が国では 2008 年に (社)自動車技術会と (社)日本ロボット学会が連携してカー・ロボティクス調査研究委員会を設置し、2011 年以降オーガナイズド・セッションやフォーラムが行われている。2012 年のフォーラムのテーマは「モビリティの自律化と人間機械系の先進技術」であった。

このように自動車のロボット化については企業や大学で技術開発が急速に進んでおり、すでに一部は運転支援システムに導入されている。

3-4

研究開発用 自動運転自動車の 「ものづくり」

企業や大学が自動運転自動車を研究開発するうえで、プラットフォームとなる研究開発用の自動運転自動車が必要である。そのような製品を製造している (株)ゼットエムピー (ZMP) は、2011 年に自動運転機能を備えた 1 人乗りの Robocar MV、2012 年にはハイブリッド車に自動運転機能を搭載した RoboCar HV の販売を開始した¹⁰⁾。図表 1 に ZMP 社の研究開発用自動運転自動車の開発経緯を示す。同社は科学技術振興機構の支援により三次元視聴覚統合

図表1 ZMP社の研究開発用自動運転自動車の開発経緯



出典：参考文献¹⁰⁾より抜粋

ロボットの開発を行った実績があり、安定性の確保が困難な二足歩行ロボットの制御技術やセンシング技術を活用して自動運転自動車を実用レベルまで結実させた。これはロボット技術が社会展開する先駆的な事例といえる。

などにより、出発地点から目的地までのアクセル・ブレーキおよびハンドルの自動操作を行うことができる。同乗している運転者と技術者は全く手放しのままで買い物などの用件を済ませる様子がYouTubeに投稿されている¹¹⁾。時折人間の介入を行いながらカリフォルニア州で30万km以上の試験走行を行っており、その間、道に迷ったり衝突事故を起こしていないという。

我が国の自動車メーカーも2013年1月に米国で開催されたCES国際家電ショーにおいて自動運転自動車を初公開した。

(b) 周囲状況の認識・安全確保

自動運転自動車は、つねに他の自動車と衝突しないように運転を行うため、車間距離自動制御機能が重要となる。交差点などで他の自動車の陰に隠れてレーダでも認識できない二輪車などに対して

は、車車間通信で情報を得ることができる。

欧州では、自動車相互間の通信を利用し、大型車の陰に隠れて走行する二輪車を認識する二輪車接近検知支援システム (Approaching Motorcycle Warning) の研究が行われている¹²⁾ (図表2)。

(c) 経路探索・誘導

カーナビゲーション装置 (カーナビ装置) は、手動運転自動車の走行を支援する車載機器として技術開発が行われてきた。原理は、航行測位衛星が発信する時刻情報を利用した全球測位システム (GPS) により、現在位置の情報と地理情報システム (GIS) の情報を組み合わせて目的地までの経路を案内する。現状のカーナビ装置はまだ自動運転に利用できる段階ではないが、準天頂衛星の全面運用開始で測位情報のユビキタ化が進展し、地理情報の充実、経

3-5

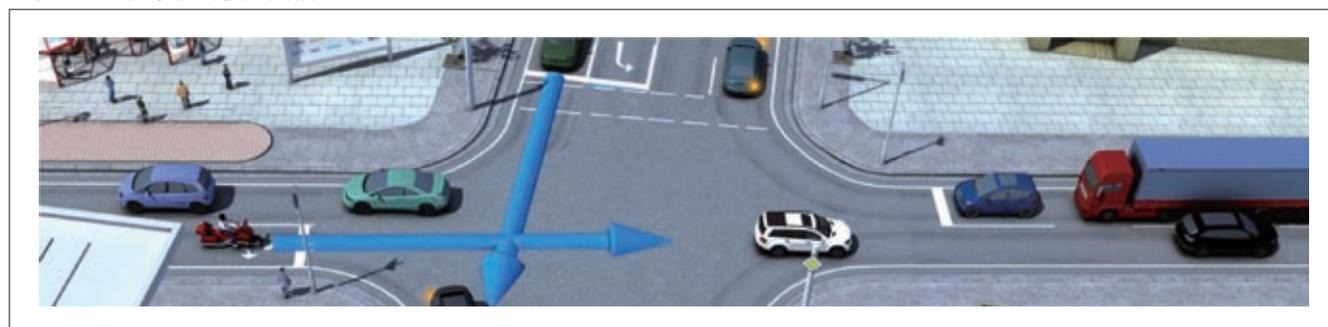
自動運転自動車の操作と人間の介入

(a) 操縦の自動化・自律化

自動運転自動車において、ハンドルやアクセル・ブレーキの自動操作は最も基本的な技術である。

グーグル社が開発した自動運転自動車は、人工知能ソフト、GPS測位、カーナビゲーションシステム、位置センサ、レーザレーダやカメラを組み合わせたセンサ、ストリートビュー映像データ

図表2 二輪車接近検知支援システム



出典：参考文献¹²⁾

路探索アルゴリズムの機能強化、リアルタイムの道路情報などにより、最適な経路の自動運転に利用できるナビゲーションシステムへと発展することが期待される。

(d) 人間の介入

自動運転自動車は全区間にわたり自律的に走行できることが目標であるが、利用者が突然行き先を変更しようとしたり、自動車自体が故障したり、道路状況によって判断不能の事態に陥ったりすることが想定される。このような場合は、人間が手動で運転する必要がある、手動運転も可能な自動車仕様としなければならない。

- ② 60/78 GHz 帯 衝突事故防止用レーダ（遠方検知）
- ③ 79 GHz 帯 高分解能レーダ（将来の近距離レーダ）

このうち 700 MHz 帯は地上放送のデジタル化により新たに利用可能となった帯域で、この帯域の一部を次世代 ITS の通信システム用として利用することになっている。

周波数資源は限られており、次世代 ITS や自動運転自動車の運用に必要な各種の情報通信において、できるだけ同一の帯域に統合して共通化することが望ましい。ただし、周波数帯によって通信特性が異なるので、遠距離用と近距離用など使い分ける必要がある。

表者が集まって討議される。自動運転自動車に関しては、TC204 で図表 3 に示す重点テーマの審議が行われている。TC204 はもともと「車両交通情報制御システム」に関する技術分科会であったが、現在は「ITS」に関する技術分科会となっている。自動運転自動車については TC204 の中でも新しい課題が集中している。多くのテーマはまだ出発点ともいえるべき予備業務項目 (PWI) のフェーズにあり、各国から種々の提案が出されているところである。

次世代 ITS や自動運転自動車に関する標準化の動きは国際電気標準会議 (IEC) や国際電気通信連合 (ITU) においてもみられる。

我が国がこれらの国際標準化に乗り遅れると、日本製品のコストが高くなり、国際競争力を損なうという不利益が生じる。また日本だけの ITS 標準を定めると非関税障壁とみなされる懸念もある。むしろ、積極的に国際標準制定の主導権を取ることが我が国の自動車産業を振興することになる。

3-6

車車間通信の周波数割当て

現在自動車交通用に使用されている周波数帯および将来使用される計画がある周波数帯は次の 3 つがある。

- ① 700 MHz 帯 (安全運転支援通信システム)

3-7

国際標準化の取り組み

次世代 ITS や自動運転自動車に関する国際標準の主導権争いが今後激しくなると予想される。国際標準は国際標準化機構 (ISO) の技術分科会 (TC) で各国の代

図表 3 ISO TC204 の主な検討項目 (抜粋)

WG	分科会名称	検討項目
3	ITS データベース技術分科会	ITS の共通データコンテンツとなる地図データベースについて、データベース構成、データの保存・参照方法、API を検討。コンビナーは日本。分科会のテーマとしては新地理データファイル、位置参照手法など。
11	ナビ・経路誘導分科会	経路誘導システムに関するデータコンテンツ、通信方式を検討
14	走行制御分科会	車両を中心としたアプリケーションシステムの標準化を検討。分科会のテーマとしては低車速追従走行システム、全車速域車間距離制御システム、前方衝突回避支援システム、後方障害物警報システム、車線変更意思決定支援システムなど。コンビナーは日本。
15	狭域通信分科会	路車間 (DSRC 等)、車車間の狭域無線通信方式の標準化を検討
16	広域通信分科会	公衆回線等の広域通信を利用したデータ通信方式を検討

出典：(社)道路新産業開発機構の資料、参考文献¹³⁾などを基に科学技術動向研究センターにて作成

4 自動運転自動車実現への道筋

自動運転自動車を実用化するためには、技術の追求だけでなく、公道走行免許を発行する制度や段階的に導入していくための施策が必要である。現状では自動運転自動車という概念すら確立されていない。ここから前に進むためには、図表4に示すように技術開発に合わせて関連する法制整備を行う必要がある。

公道走行免許については、米国ではすでに一部の州で自動運転自動車が公道走行するための免許を認める条例が制定されている。2012年5月、ネバダ州自動車局は、自動運転の装備を備えたテスラ社所有のハイブリッド車が公道を走行するための免許証を同社に交付したと発表した¹⁾。ネバダ州で自動運転自動車の公道走行を認める法律は2011年6月に可決され、2012年3月1日から施行されている。ネバダ州の条例によれば、自動運転自動車には運転席に運転免許を持つ人が座り、助手席に技術者が乗車しなければならないことになっている。自動運転中は運転席の人がハンドルやアク

セルを操作することは全くない。米国ではネバダ州に続いてフロリダ州やカリフォルニア州でも同様の条例が制定され、インディアナ州など3つの州でも条例制定に向けて審議が行われている。

我が国で自動運転自動車のユーザーに対して免許をどのように認めるかは、道路交通法の改正を伴う課題である。当面は緊急時の対応のため手動運転が必要となるので、通常の運転免許を取得しており自動運転自動車の構造やメンテナンスなどの講義および実習を追加することで、自動車交通の新たなステージに対応することが現実的である。特に高齢者や身体の不自由な人などに対しては個々人の状況に応じた免許交付条件を定めることが必要になる。

もう1つの制度的課題として、事故に対する責任の所在をどのように定めるかという問題がある。

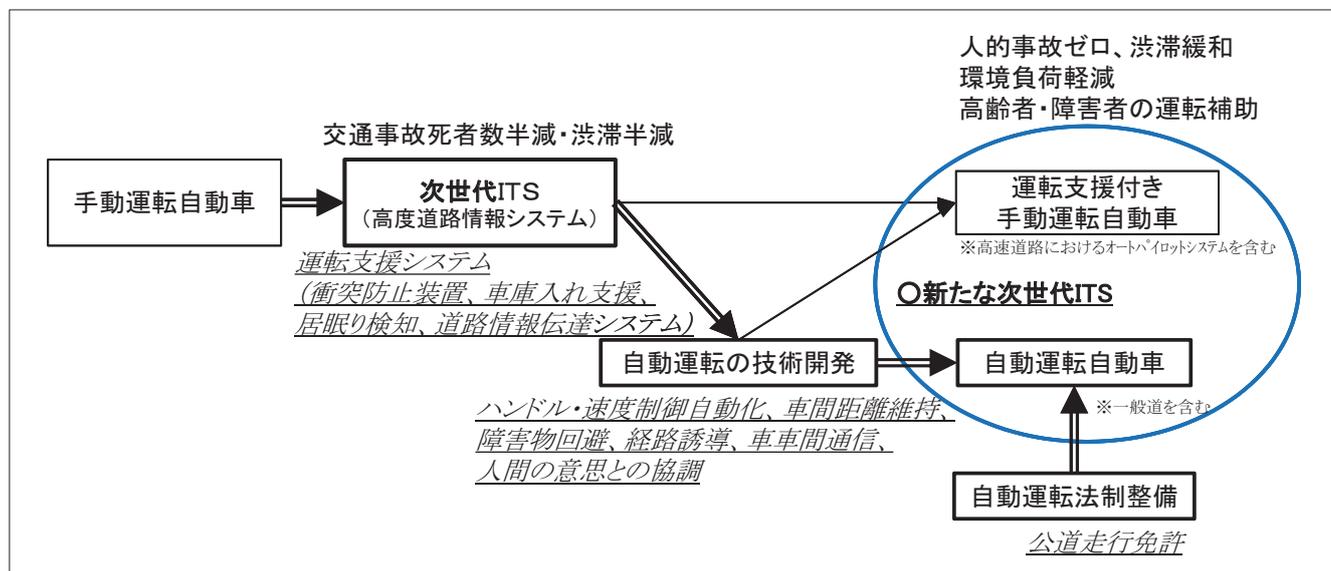
交通事故の類型別では、車両相互による事故は86.4%と最も高く、続いて人対車両が9.4%、車両単独が4.2%となっている¹⁴⁾。協調型の自動運転自動車の割合が増

大すれば、車両相互や車両単独の事故は大幅に減るものと期待される。人対車両については絶対数はある程度減るとは思われるが、非常に少なくなった事故全体の中での割合が最も高くなる可能性もある。

自動運転自動車が原因の事故の責任が①自動車自体に原因がある場合の「自動車本体の製造業者」にあるのか、②自動運転システムの誤作動等が原因である場合の「自動運転システム開発者」にあるのか、③行き先等の条件入力がある場合の「条件入力者(基本的には運転者)」にあるのかに分かれる。

現状では車検を通した車自体が原因の事故(製造業者が自主的にリコールしている場合が多い)はごく僅かで、基本的には運転者の誤作動・不注意による事故がほとんどである。自動運転自動車は、運転者の誤作動・不注意はなくなると見込まれるので、事故の原因は主にシステムの誤作動となることが懸念され、システム開発者の責任が相対的に大きくなると思われる。

図表4 自動運転自動車実現への道筋



科学技術動向研究センターにて作成

5 おわりに

今後、自動運転につながる技術開発は、ますます進歩し、将来的には各国で自動運転自動車が公道走行する時が来るであろう。しかし、我が国で自動運転自動車が公道走行できる法制整備や事故における責任の所在など制度面での検討が進まないと、自動運転自動車の開発側もユーザー側も自動運転へ移行するという動機が得られない。自動運転自動車がもたらす効果として交通事故の減少、渋滞解消・緩和、環境負荷の軽減、高齢者や身体の不自由な人の運転支援などがあり、さらに自動車産業の振興からも我が国が世界に先駆けて自動運転自動車を普及させることの意義は大きい。

これからの主な課題は、我が国の道路利用に関するコンセンサスを形成して最終的な道路交通のあり方を見定めた上で、どのように

自動運転自動車を段階的に導入していくかという政策的な誘導を実施することにある。たとえば離島など限られた空間で自動運転自動車の特区を設け、観光資源として活用すると同時に技術的な改良を加えながら実績を積み重ねていく場にするといったアイデアもある。すべての自動車が自動運転自動車になるまでにはまだ時間がかかるため、手動運転自動車（衝突防止装置等の運転支援システム搭載車を含む）と自動運転自動車が混在していることを前提として、手動運転自動車にも自動運転支援システムや車車間通信機能の装備を奨励し、道路情報を提供することにより、自動運転自動車との垣根を少しでもなくす必要がある。

このような自動車社会を構築するために、自動運転に関する制御技術や情報通信システムなどの共

通的な技術を他国の開発動向を睨みながら世界に先駆けて開発し、国際標準制定の主導権を握るための取り組みを早急に行うべきである。

すでにいくつかの大学で研究開発用自動運転自動車を用いたカー・ロボティクス、自動車交通に関する情報処理、人間との協調などの研究が行われており、新たな施策により自動運転自動車の実用化に向けた研究を一段と加速することが望まれる。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、科学技術振興機構の水田寿雄参事およびZMP社の谷口恒代表取締役社長より資料提供や討議をいただきました。ここに厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) Nevada Department of Motor Vehicles (DMV) News Release 2012年5月7日：
<http://www.dmvnv.com/news/12005-autonomous-vehicle-licensed.htm>
- 2) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部「新たな情報通信技術戦略工程表」平成24年7月4日改訂：
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/pdf/120704_siryoul.pdf
- 3) 警察庁 HP「平成23年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締状況について」平成24年1月26日：
<http://www.npa.go.jp/toukei/index.htm>
- 4) 国土交通省 HP「高速道路サグ部等交通円滑化研究会における検討状況報告（資料5）」平成24年6月27日：
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/autopilot/pdf/6.pdf>
- 5) 「車の衝突被害軽減ブレーキの普及にはずみ」科学技術動向 No.130 2012年7・8月
- 6) NEDO 協調走行自動運転に向けた研究開発：<http://www.nedo.go.jp/content/100432947.pdf> 平成23年12月2日
- 7) EUのHP：<http://www.sartre-project.eu/en/Sidor/default.aspx>
- 8) 国土交通省 HP オートパイロットシステムに関する検討会：
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/autopilot/index.html>
- 9) 永井・ラクシンチャラーンサク、「カー・ロボティクス」、2010年、ZMPパブリッシング発行
- 10) ZMP社HP：http://www.zmp.co.jp/pdf/product_history.pdf
- 11) Youtube：<http://www.youtube.com/watch?v=cdgQpalpUUE> 2012年3月28日 Google 投稿
- 12) Use case: Approaching Motorcycle Warning：<http://www.car-to-car.org/index.php?id=170>
- 13) 財団法人 道路新産業開発機構のHP「ITSの国際標準化」：<http://www.hido.or.jp/08its/hyou/hy01.html>

- 14) 警察庁 HP「平成 23 年中の交通事故の発生状況」平成 24 年 2 月 23 日：
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001086731>

執筆者プロフィール



辻野 照久

科学技術動向研究センター 客員研究官

<http://members.jcom.home.ne.jp/ttsujino/space/sub03.htm>

専門は電気工学。旧国鉄で新幹線の運転管理、旧宇宙開発事業団で世界の宇宙開発動向調査などに従事。現在は宇宙航空研究開発機構国際部特任担当役、科学技術振興機構研究開発戦略センター特任フェローも兼ねる。中国語の科学技術文献読解を得意とする。



坪谷 剛

科学技術動向研究センター 上席研究官

<http://www.nistep.go.jp>

専門は土木工学。主に河川における治水計画や治水対策に関する業務に長く携わる。2012年4月より現職にて、科学技術動向の調査研究に従事。