

高度道路交通システムの変革に向けた動きと ロジスティクスへのインパクト

増 田 悦 夫

あらまし

第4次産業革命が世界各国で積極的に進められる中、人やモノを運ぶ移動手段である車やそれに付随するサービスやビジネスに大きな変革が起こりつつある。我が国においてもそれに向けた動きが活発である。各種センサー、AI、ロボットなどの進化を取り入れることにより実現される自動走行車（オートノマスカー）、スマートフォンのように常時ネットとつながり移動に伴うサービスやビジネスを変革するコネクテッドカー（つながる車）の実用化に向けた取り組みが、政府主導の下で、官民が連携した形で活発に行われている。

本稿では、我が国が目指す超スマート社会（society 5.0）を実現する上で、そのプラットフォームのコアシステムのひとつと位置付けられている高度道路交通システムについて、車における2つの変革、即ち自動走行車とコネクテッドカーを取り上げ、それぞれの概念について説明するとともに、それぞれの社会実装に向けての政府を中心とした取り組み内容を紹介した。その上で、これらの変革が成功裏に実装された場合、ロジスティクスに対しどのようなインパクトを与え得るかについて私見を述べた。

キーワード

超スマート社会、society 5.0、高度道路交通システム、移動革命、自動走行車、コネクテッドカー、ダイナミックマップ、V2X、次世代移動通信システム（5G）、ロジスティクス

1. まえがき

第4次産業革命¹⁾に伴う主要な動きのひとつとして、人やモノを運ぶ移動手段である車やそれに付随するサービスやビジネスに、大きな変革が起こりつつある。我が国においても、それに向けた動きが活発である。各種センサー、AI、ロボットなどの進化を取り入れることにより実現される自動走行車（オートノマーカー）、およびスマートフォンのように常時ネットとつながり移動に伴うサービスやビジネスを変革するコネクテッドカー（つながる車）の実用化に向けた取り組みが、政府主導の下、官民が連携して活発に行われている。と同時に、民間企業間の連携や開発競争など市場獲得に向けた動きも活発である。

本稿では、我が国が目指す超スマート社会（society 5.0）を実現する上で、そのプラットフォームのコアシステムのひとつと位置付けられている高度道路交通システム²⁾について、車における2つの変革、即ち自動走行車とコネクテッドカーを取り上げ、それぞれの概念について説明し最近の取り組みの現状を示すとともに、トラックによる輸配送など道路交通システムとも関連の深いロジスティクスへのインパクトについて私見を述べる。第2章では、超スマート社会の実現に必要となるプラットフォームとそこでの高度道路交通システムの位置付けを示すとともに、移動革命を引き起こす自動走行車やコネクテッドカーについて概観する。続く第3章では、高度道路交通システムに関する取り組み状況として、自動走行車の社会実装に向けた実証試験の状況、自動走行に必要となるダイナミックマップに関する取り組みの状況、コネクテッドカーに必須となる次世代移動通信システム（5G）の開発状況やセキュリティ対策などを紹介する。さらに、第4章では、開発中の自動走行車やコネクテッドカーの導入がロジスティクス分野の課題解決や今後にどのような影響をもたらすか、そのインパクトについて述べる。第5章は、まとめて全体を総括する。

2. 超スマート時代の高度道路交通システム

2.1 政府が目指す超スマート社会と高度道路交通システム

(1) 超スマート社会とは

第4次産業革命が世界各国で進む中、我が国でも積極的に推進していくことを閣議決定し、日本再興戦略2016^[2]の中で超スマート社会（society 5.0）の実現を提唱している。

1) 2016年1月のダボス会議での整理資料^[1]によると、極度の自動化とコネクティビティによって推進され、さらに人工知能（AI）が広範囲に実装されていく点に特徴があるとされている。

2) 官民 ITS 構想・ロードマップ 2017^[9]によると、道路交通の安全性、輸送効率、快適性の向上等を目的に最先端の情報通信技術等を用いて人と道路と車両とを一体のシステムとして構築する新しい道路交通システムの総称であり、ITS（Intelligent Transport Systems）と略称される。

超スマート社会は、第4次産業革命のイノベーションを取り入れて実現される未来社会の姿であり、サイバー空間の積極的な利活用を中心とした取り組みを通して、新しい価値やサービスが次々と創出され、社会の主体たる人々に豊かさをもたらす、狩猟、農耕、工業、情報社会に次ぐ人類史上5番目の社会としている。

(2) 超スマート社会を実現するためのプラットフォームと高度道路交通システム

超スマート社会の実現のために、政府は、第5期科学技術基本計画（平成28年度～32年度）^[3]の中で、そのプラットフォームの構築に関する取り組みを推進することを指摘し、これへの対応として、科学技術イノベーション総合戦略2017^[4]において、高度道路交通システムなど3システムをコアとして開発し、他システムとの連携協調を図っていくとしている（図1）。

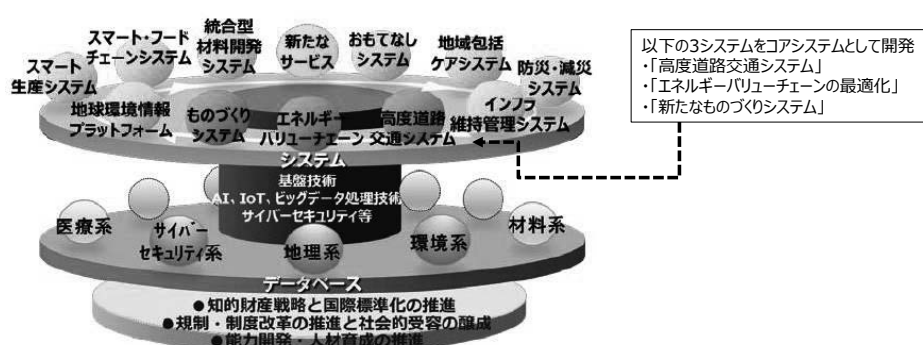


図1 超スマート社会を実現するためのプラットフォームと3つのコアシステム^[4]

(3) 高度道路交通システムにおける変革

車は、人やモノを移動させる手段であるが、政府は未来投資戦略2017^{[5][6]}の中で、超スマート社会の実現に向けた5つの戦略分野のひとつに「移動革命の実現」を挙げ、実現のために必要となる主要項目として、①世界に先駆けた実証、②データの戦略的収集・活用、協調領域の拡大、③国際的な制度間競争も見据えた制度整備、の3項目を挙げ（表1）、移動サービスの高度化、移動弱者の解消、物流革命の実現について、具体的な施策を整理している。

(4) 変革に付随して展開されるコネクテッドカー社会

上記(3)は、移動サービスの高度化、移動弱者の解消、物流革命の実現のため、自動走行車の導入を意識している。しかしながら、その一方で、IoT（Internet of Things）やビッグデータ、人工知能（AI）、第5世代移動体通信システム（5G）など関連技術の進化を取り入れ、車をスマートフォンなどの情報端末と同様に常時インターネットに接続し（図2）、いわゆるコネクテッドカー（つながる車）として動作させることにより、

表1 移動革命の実現に必要な項目とその内容^[5]

大項目	項目	内容
世界に先駆けた実証	トラックの隊列走行の実現	2020年に高速道路（新東名）で後続無人での隊列走行を実現，2022年に商業化を目指す
	地域における無人自動走行による移動サービスの実現	2020年の実現を目指し，全国10箇所以上の地域で公道実証
	小型無人機（ドローン）による荷物配送の実現	2020年代に都市部での本格化に向け，補助者を配置しない目視外飛行に係る機体や操縦者等の要件の明確化
	安全運転サポート車の制度整備・普及促進（先進安全技術の基準策定等）	
データの戦略的収集・活用，協調領域の拡大	高精度三次元地図作成（25cm単位）に向けた仕様・仕組の策定	2018年度中
	第5世代移動通信システム（5G）の実現・自動走行等への活用	2020年までにサービス開始
	サイバー攻撃対応の車載セキュリティの強化	安全性評価の仕組み等の工程表策定
国際的な制度間競争を見据えた制度整備	高度な自動走行（レベル3以上）に向けた，政府全体の制度整備の方針策定（「システムによる運転」に係る安全基準，道路交通法等ルール，責任関係等）	

情報の活用をベースとするサービスやビジネスを変革しようとする動きも進んでいる。

こうした状況を踏まえ，総務省では，コネクテッドカーがもたらす新たな社会像やその推進方策を検討するため，2016年12月に，「コネクテッドカー社会の実現に向けた研究会」を立ち上げ，約半年間にわたる検討を通して，コネクテッドカー社会の実現に向けたロードマップを示している。その上で，2020年に向け世界最先端の安全・安心・快適なコネクテッドカー社会を実現するとともに，より高度な自動運転の実現にも貢献していくとしている^{[7][8]}。

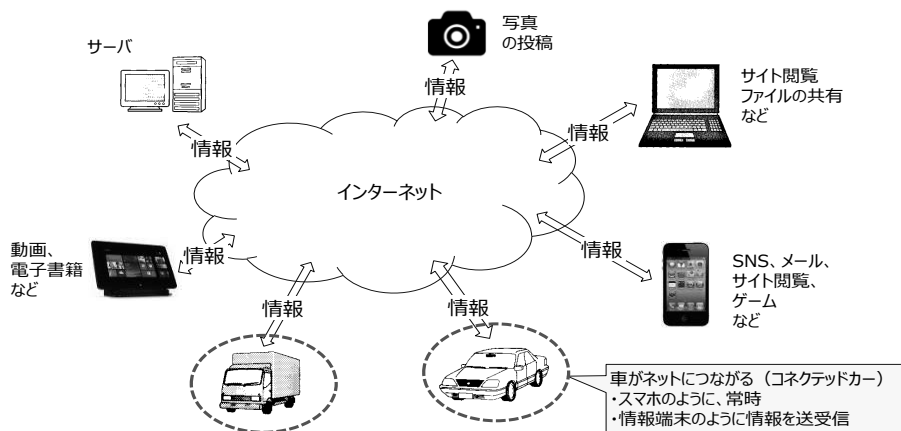


図2 ネットにつながる車（コネクテッドカー）

2.2 自動走行車（オートノマスカー）

本節では、高度道路交通システムを今後大きく変革し得る自動走行車（オートノマスカー）について、原理、自動走行のレベル、自動走行に必要となるリアルタイム情報の反映された3D高精細地図であるダイナミックマップなどについて述べる。

(1) 自動走行車と期待される効果

自動走行車は、運転におけるハンドル、アクセル、ブレーキ等の基本操作の一部または全てを人に代わってシステムが自動で行うものである。GPSやカメラ、センサー、地図などの情報に基づき、AIが判断し、コンピュータ制御により操作が行われる。自動走行のタイプには、大別して、当該車両の内部やその周辺の状況をその車自身で認識して行う「自律型自動走行」とネットワーク（クラウドサーバーなど）と連携し支援を受けながら行う「協調型自動走行」の2つが存在する。自動走行の仕組みと2つのタイプを図3に示す。

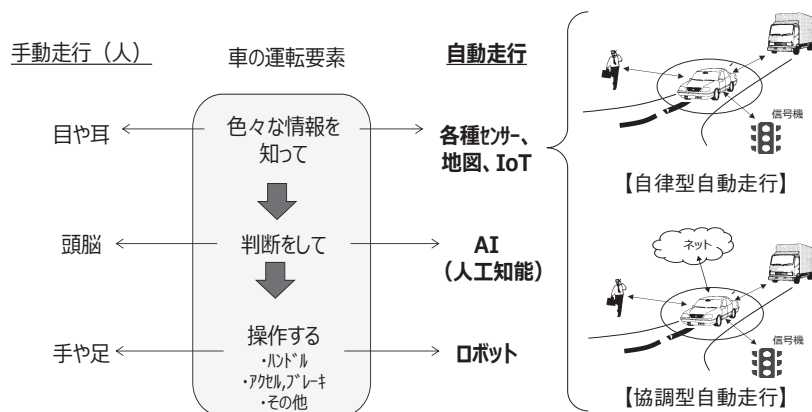


図3 自動走行の仕組みと2つのタイプ

自動走行車の導入により、トラックによる輸送が多くを占める物流業界をはじめ、バス、タクシーなどの輸送サービス会社における運転者不足の問題や配送サービスを受け難い過疎地での配送、さらには移動手段を持たない移動弱者への助けにもなり得ると考えられる。加えて、運転者の不注意（信号無視、急ブレーキ・急ハンドル、アクセルとブレーキ踏み間違いなど）、酒酔いも含めた体調不良、過酷な労働条件などが原因で発生していた事故は解消するであろうし、精度の高いトラフィックデータに基づく最適ルート走行やブレーキ、アクセルのタイミングの最適化により渋滞も減少できると考えられる。以上のように自動走行車の導入は、社会や輸配送業界の課題の解決に大きな期待が寄せられている。

(2) 自動運転のレベル

一口に自動運転と言うものの、実現に当たっては、車そのものの技術だけでなく道路や関連設備といったインフラ、法律の整備状況などとも関連し、直ちに完全な形の自動運転を開始できる訳ではない。自動運転を担うシステムが運転というタスクにどの程度介在するのか、運転する際の道路や時間帯などに制限を加えた形なのか否か、非常時の対応を想定して人が車内に乗車しているのか完全に無人なのかなど、途中段階も含め自動運転のレベルとしては色々と考えられる。

政府は、官民ITS構想・ロードマップ2017^[9]において、自動運転に関する定義を、それまでの5段階レベルからSAE (Society of Automotive Engineers) internationalのJ3016改正版(2016年9月)の6段階レベルへ変更した(表2)。レベル0～2は、運転タスクの全てあるいは一部を運転者(人)が行うレベルである。レベル3～5は運転タスクの全てをシステムが行うレベルで「高度自動運転システム」と呼ばれる。特にレベル4、5は、システム作動継続不可時に運転者の関与を期待するレベル3とは異なり、運転者の関与を強制しない(即ち、搭乗者で十分な)レベルで「完全自動運転システム」と呼ばれる。なお、レベル4、5は、自動走行が限定領域内である(レベル4)か否か(レベル5)の違いである。また、安全運転の実行主体は、レベル0～2が運転者、レベル4～5はシステム、レベル3はシステムが基本であり作動継続不可時のみ運転者となる。

表2 自動運転レベルの概要 (SAEJ 3016ベース)

レベル	名称	運転タスク実行		安全運転の実行主体		備考 (普及時期)
		運転者	システム	運転者	システム	
0	運転自動化なし	全て	—	○		
1	運転支援	右記以外	前後・左右いずれかのサブタスク	○		2003年頃～
2	部分運転自動化	右記以外	前後・左右の両方のサブタスク	○		2016年頃～
3	条件付運転自動化	—	全て(限定領域内)	△(システム作動継続不可時)	○	2018年頃～
4	高度運転自動化	—	全て(限定領域内)	— (搭乗者)	○	2020年前後～?
5	完全運転自動化	—	全て(限定領域内以外)	— (搭乗者)	○	2030年以降?

注1) 自動運転レベルについては文献[9]の内容を基に著者作成。この表の内容は主に自家用車に適用される。事業用車に適用されるものとして、「遠隔型自動運転システム」も定義されている。

注2) 備考欄の情報は新聞報道(日経産業2018.5.23)による。

(3) ダイナミックマップの整備

自動走行車には高精細3次元地図が不可欠である。自動走行車は、センサーを利用して周囲の状況を読み取り、そのデータを高精細3次元地図と照合させることにより自車

位置を推定し走行経路を特定しながら走行する。自動走行車は、自らの位置や周囲状況を正確に把握する必要があるが、現状のカーナビゲーションシステムで利用される地図では、立体交差や坂道、車線などの情報がなく不十分であり、より高い精度の地図が求められる。高精細3次元地図には、道路の傾斜や構造、車線、標識、周辺の建物などが盛り込まれる。

さらに、自動走行車が自動運転するためには、高精細3次元地図を基盤として、動的（ダイナミック）に変化する渋滞、事故、路面、通行規制の状況などのリアルタイムな情報も盛り込む必要がある。

このようにして、基盤となる高精細3次元地図に動的に変化する情報も対応づけた（紐付けた）地図を「ダイナミックマップ」と呼んでいる。図4は、日本の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）が提案し国際規格化（ISO 14296）されたものであり、4層で構成されている^[10]。高精細3次元地図の整備には膨大な時間と費用がかかるものの、自動走行車の実用化に当たっては、このようなマップの整備が不可欠である。

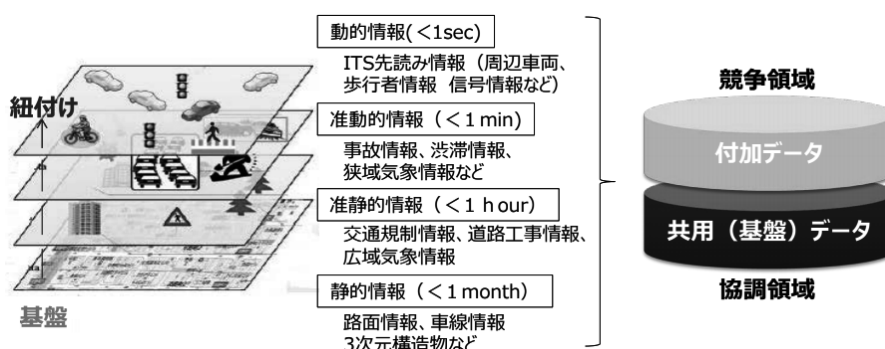


図4 ダイナミックマップ^[10]

2.3 コネクテッドカー

車に関するもうひとつの変革がコネクテッドカーである。2.1節(4)で紹介したが、本節では、定義や登場の背景、ネットや周辺との接続、期待されるサービスなどについて述べる。

(1) 定義、登場の背景

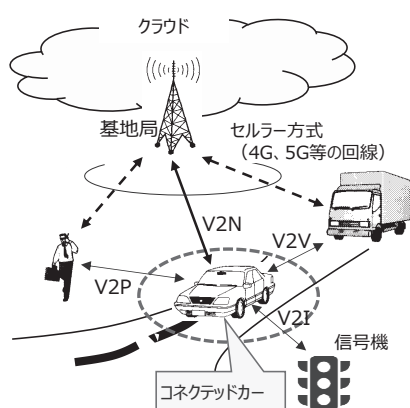
現状、定まった定義はないが、概ね、「常時インターネットに接続し情報端末としての機能を有する車」の意味で使用されている。定義の例として、「情報端末としての機能を有する車」（情報通信白書2015）、「他の車両や道路インフラとの通信機能を備えた自動車」（欧州の標準規格）、「インターネットへの常時接続機能を具備した自動車」（wikipedia）、「双方向で色々な人やモノにつながるクルマ」や「ETC2.0やITS Connect、テレマティクスを搭載したクルマ」（総務省の研究会）などが知られている。情報端末

としての機能を持つということで、車が単に乗り物であるだけでなく、通信機能を持ち情報へアクセスするための機器としても機能することを意味している。

コネクテッドカーが登場した背景としては、ワイヤレス通信技術の多様化・高性能化、情報通信端末の進展、クラウドコンピューティング環境の成熟化などが考えられ、それがIoTの進展とも相まってさらに加速してきているものと思われる。「コネクテッドカー」についての日経新聞記事の検索では、1997年1件（注：米インテルの「コネクテッドカー PC」）、2011年1件（注：仏アルカテル・ルーセントの「LTEコネクテッドカー」）、2014年5件、2015年30件、2016年85件、2017年216件となっており、ここ2、3年で急速に増加している。ちなみに、「コネクテッドカー」という言葉は、新聞報道（日経産業1997.3.21）によると、1996年秋の米デトロイトで開催された自動車業界の学会において、半導体メーカの米インテルが、車の情報化時代の到来を睨んで、「コネクテッドカー PC」なる構想を発表し、その中で既に使用されていたようである。

(2) ネットや周辺との接続 (V2X)

コネクテッドカーは、用途にもよるが、周辺の移動体（車、人など）や施設を把握でき双方向にデータ交換できることが望ましい。そのためワイヤレス通信機能の搭載が不可欠とされる。着目している車（V：Vehicle）において、ネットワークとの通信（2N：to Network）、他車との通信（2V：to Vehicle）、信号機や監視カメラなど路側インフラ設備との通信（2I：to Infrastructure）、歩行者（のスマホ）との通信（2P：to Pedestrian）などが想定される。これらは、一括してV2X（Vehicle to Everything）と呼ばれる。特に、ネットワークとの通信（V2N）に、携帯電話接続で採用されているセルラー方式³⁾を用いるものは、セルラー V2X（あるいはC-V2X）（図5）と呼ばれ



V2X通信については、3GPPにて標準化の検討が行われている。

- V2N：車（V）が、キャリアの通信回線（LTE、5Gなど）経由でネットワーク（N）につながる。
- V2V：車（V）が、キャリアの基地局経由あるいは直接に、他の車（V）につながる。異なるキャリアの基地局経由は遅延の問題などもあり。
- V2P：車（V）が、キャリアの基地局経由あるいは直接に、歩行者（P）につながる。
- V2I：車（V）が、主に直接に信号機など（I）につながる。

3GPP：Third Generation Partnership Project

V2X：Vehicle-to-Everything

V2N：Vehicle-to-Network

V2V：Vehicle-to-Vehicle

V2P：Vehicle-to-Pedestrian

V2I：Vehicle-to-Infrastructure

図5 セルラー V2X型のコネクテッドカー

3) サービスエリアを複数の基地局でカバーし周波数の有効利用を図る方式

る。ネットワークとの接続にはLTE (Long Term Evolution) や第5世代移動通信システム (5G) が想定されている。なお、基地局経由での遅延時間増の問題を考慮し、当該車とネットワーク以外の周辺とが基地局を経由せず直接通信することも可能とする方向で検討が進められている。標準化の検討は、3GPP (Third Generation Partnership Project) で行われている。

なお、ネットワークに接続するための車側での対応方式として、通信機搭載型 (エンベデッド型) とモバイル連携型あるいはテザリング型 (スマホ経由で接続するタイプ) の2種が存在する。

(3) つながりにより期待されるサービスなど

コネクテッドカーについて、IoT/CPS (Cyber Physical System) のひとつのシステムを構築し、センサーにより取得した車両の状態や周囲の道路や歩行者などの状況をネットワーク経由でクラウドシステムへ送信し、クラウド上に収集・蓄積された多種・多様なデータを分析することにより、新たな価値やサービスが創出できると期待されている。自動走行車の支援からエンターテインメント系まで様々なサービスやビジネスが展開できると考えられ、今後の社会や産業界へ及ぼすインパクトは計り知れないと考えられる。総務省資料^{[7][8]}では、コネクテッドカーの応用分野を、以下のような4つに整理している。

①セーフティ分野 (運転支援)

自動走行支援 (注: 図3の協調型自動走行を参照)、安全運転支援、ドライバー監視、最適交通流の実現など

②カーライフサポート分野 (データ活用サービス)

カーシェア、ライドシェア、自動車保険 (注: ドライバーの運転状況や走行距離をもとに保険料率が決まるPHYD (Pay How You Drive, 運転行動連動型) やPAYD (Pay As You Drive, 走行距離連動型) などが検討されている)、車両管理、運行管理など

③インフォテインメント分野 (エンターテインメント)

音楽やSNSなどのエンタメサービス、仮想同乗VR (即ち、ラリー車両などに同乗している感覚を仮想的に味わえるもの) など

④エージェント分野 (ドライバー支援)

緊急通報 (例えば、eCall、スピード警報など)、コンシェルジュサービス (例えば、近くのお店の問い合わせや車から自宅エアコン操作などの要件申し付けへの対応など)、ロードアシスタント (即ち、カートラブル時の対応) など

なお、コネクテッドカーがネットワークとやり取りするデータの種別としては、以下のようなものが想定されている^[11]。

①遠隔監視・操作

・映像データの転送とそれを踏まえた遠隔操作の実施

②ダイナミックマップ・プローブデータ関連

- ・ダイナミックマップのアップデート（OTA：Over The Air）
- ・車両内プローブデータ等の活用
- ・高精度3D地図更新用走行映像データ

③人工知能（AI）・走行映像データ関連

- ・AIデータのアップデート（OTA）

④自動運転以外（娯楽用等）

- ・娯楽用映像データ，HMIデータその他のやりとり

2.4 現状の車，自動走行車，コネクテッドカーの関係

現状の車とそれを変革する自動走行車（オートノマスカー），コネクテッドカー（つながる車）とを関係づけて表3に整理する。着目している車両のみで完結する形態を「自律型車」，それに対してネットや周辺と接続してそれらと連携した形で完結する形態を「協調型車」と呼び，それぞれについて運転方法が手動（有人）か一部自動（有人）か，完全自動（無人）かに分け，自動走行車とコネクテッドカーのカバー範囲を示している。車という移動手段によって運ばれる対象として，乗客（人）の場合は自家用車やバス，タクシーなどが該当し，荷物（モノ）の場合は主にトラックとなる。表3に示すように，自動走行車（太枠部分）とコネクテッドカー（二重枠部分）には重なりがある。

表3 現状の車，自動走行車，コネクテッドカーの関係

種 別	運転方法 (有人/無人)	運ばれる対象	道路交通自体へのインパクト			道路交通 を超えた サービス等
			効率性 (渋滞回避)	安全性 (事故回避)	環境負荷 (CO ₂ 排出)	
自律型車 (当該車のみで完結して走る)	手動 (有人)	乗客 (人)	△	△	△	△
		荷物 (モノ)				
	一部自動 (有人)	乗客 (人)	△	△～○	△～○	
		荷物 (モノ)				
	完全自動 (無人)	乗客 (人)	△	○	○	
		荷物 (モノ)				
協調型車 (ネットや周辺との連携で完結して走る)	手動 (有人)	乗客 (人)	○	△～○	△	◎
		荷物 (モノ)				
	一部自動 (有人)	乗客 (人)	○	○	△～○	
		荷物 (モノ)				
	完全自動 (無人)	乗客 (人)	◎	◎	◎	
		荷物 (モノ)				
現状の車	コネクテッドカー	自動走行車				

注) △：ある程度効果あり ○：効果あり ◎：大きな効果あり

3. 変革に向けての取り組み状況

3.1 自動走行車の社会実装に向けた実証試験

政府主導の下、官民が連携し、官民ITS構想・ロードマップ2018^[11]に示すような市場化・サービス実現シナリオに沿っての取り組みが積極的に展開されている。即ち、自家用車については、2020年までに一般道での自動運転（レベル2）を、2025年目途に高速道路での完全自動運転（レベル4）を、また、物流サービスについては、2020年代前半に高速道路でのトラックの隊列走行（レベル2以上）を、2025年目途に高速道路でのトラックの完全自動運転（レベル4）を、さらに移動サービスについては、2020年までに限定地域での無人自動運転移動サービス（レベル4）を、2020年代前半に高速道路でのバスの自動運転（レベル2以上）を、などとなっている。2018年5月11日時点での実証実験の状況や予定は、図6^[11]のようになっている。



図6 日本における自動運転に関する実証実験の状況と予定（2018.5.11時点）^[11]

3.2 ダイナミックマップに関する取り組み

自動走行の際、自車位置の推定と走行経路の特定のために必須であるダイナミックマップについても、取り組みが急ピッチで進められている。自動走行車は、海外でも利用され得ることから、国際標準化も睨みながら検討が進められている。ダイナミックマップは、図4に示すように、基盤となる高精細3次元地図とそれに紐づけられた動的情報とから構成されるが、共通に利用される高精細3次元地図については、政府主導

の下に民間企業が出資する形で設立された会社（DMP）⁴⁾により整備が進められている。当面の計画として、2018年度までに国内すべての高速道路と自動車専用道路を網羅する約3万kmの地図を整備する予定となっている^[12]。

3.3 第5世代移動通信システム（5G）

自動走行車の実現にあたっては、自律的な周辺情報の収集のほかに、ダイナミックマップ関連情報を含む多量かつリアルタイムのデータ転送、交換が必要になるため、そのための通信インフラの整備が不可欠となる。その中心を担うものが、2020年の実現を目標としている5Gである。

5Gについては、国（総務省）の主導の下、第5世代モバイル推進フォーラム（5GMF：The Fifth Generation Mobile Communications Promotion Forum）⁵⁾が中心となり、実現に向けた取り組みを推進している。総務省は、図7^[13]に示すような取り組みを進めている。即ち、2015年度より5Gの実現に不可欠な要素技術の研究開発に取り組むと

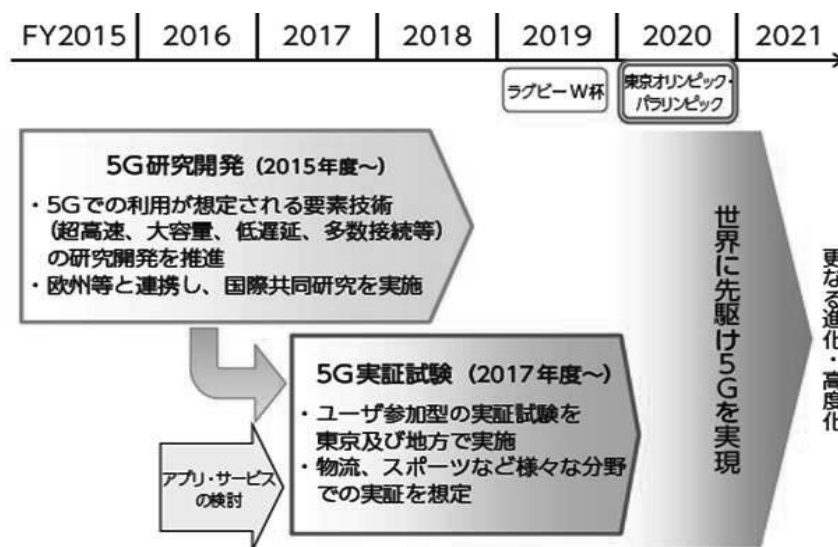


図7 第5世代移動通信システム（5G）の実現スケジュール（総務省）^[13]

4) 2016年6月に「ダイナミックマップ基盤企画（DMP：Dynamic Map Platform）」（注：三菱電機、ゼンリン、パスコ、アイサンテクノロジー、インクリメント・ピー、トヨタマップマスター+自動車メーカー9社：いすゞ、スズキ、SUBARU、トヨタ、日産、日野、本田技研、マツダ、三菱）として設立、その後、2017年6月に「ダイナミックマップ基盤（DMP：Dynamic Map Platform）」（注：上記各社+産業革新機構、ダイハツ工業）として事業会社化。自動運転・安全運転支援システムの実現に必要な高精細3次元地図（ダイナミックマップの協調領域である共通基盤部分）の生成・維持・提供をすることが目的となっている。

5) 総務省の「電波政策ビジョン懇談会」の中間報告を受け、2014年9月に設立。目的は、5Gの検討の加速、諸外国との連携、国際標準化への貢献等。2013年9月に発足された「ARIB 2020 and Beyond AdHoc」の検討内容（2014年10月8日付けで白書）を引き継ぎ、現在に至っている。白書第1版を2016年5月に、同第1.1版（最新版）を2017年9月に公開している。

もに、それを受け2017年度から2019年度にかけ、5Gの具体的な利用シーンなど（物流、スポーツ、その他）を想定したユーザ参加型の総合的な実証試験を、東京及び地方において実施している。総務省では、こうした研究開発や実証試験の推進とともに、各国・地域の政府等との国際連携の強化、周波数の確保などにも取り組んでいる。

なお、5Gの用途（ユースケース）としては、「ARIB 2020 and Beyond AdHoc」の白書において、交通、ヘルスケア、災害救助、教育、リッチコンテンツ、家庭、家電機器、安全なライフラインシステムの8種が挙げられおり、特に最初の交通については、より使いやすく安全なナビゲーション、自動運転となっている。また、2020年の状況を想定した5Gの要求条件としては、以下の4点が挙げられている。

- (a) 大容量化：5Gシステム容量を2010年の1000倍に
- (b) 接続端末数の拡大：(IoT, M2Mの進展を睨み) 2014年当時の100倍以上の同時接続数に
- (c) 無線区間の遅延の短縮：(車車間通信による事故回避やロボットの遠隔制御への応用を考慮し) 伝送遅延を1ms以下に
- (d) 省電力化と低コスト化

3.4 その他の取り組み

(1) 法制度の検討

高速道路での自動運転（レベル3）や限定地域での無人自動運転移動サービス（レベル4）など、運転タスクのすべてをシステムが行うような自動運転システムの市場化等が2020年を目途にと期待されているが、その運用に当たっては現行の交通関連法規の見直しを含む制度整備について検討する必要がある。ドライバー（人）による運転を前提としたこれまでの交通関連法規について、システムによる運転を可能とする制度にすべく全面的な見直しが必要である。

政府は、2020年度に向け、そのための取り組みを関係省庁協力のもとで進めている^[11]。2018年4月には、高度な自動運転の実現に向けた政府全体の制度整備に係る方針として策定された「自動運転に係る制度整備大綱」を決定し、現在、この大綱に従い、2020年度目途に、国連における条約との整合性も睨みつつ、制度の詳細な検討を進めている。検討対象としては、以下のようなものである。

- ・自動運転車の安全確保（道路運送車両法等）
- ・交通ルール（道路交通法等）
- ・責任関係（自動車損害賠償保障法、民法、製造物責任法、自動車運転死傷処罰法等）
- ・運送事業に関する法制度との関係
- ・路車協調等のインフラや消費者への説明

(2) セキュリティ対策

一方、自動運転の中でもネットと情報のやり取りをしながら走行する形態（即ち、図3の協調型自動走行）の場合、セキュリティのリスクが上がるとともに、外部からのサイバー攻撃等による道路交通社会への影響は深刻になると考えられる。このため、ネットにつながるコネクテッドカーについてのセキュリティ対策が不可欠となる。

このような中、政府主導のもと、以下のような取り組みが進められている^[11]。

- ・自動車のセキュリティ対策に係る業界ガイドラインの策定：車載電子制御システムのソフトウェアやネットワークの標準化及び共通利用による開発の効率化と高信頼性確保を目指して設立されたJASPAR（Japan Automotive Software Platform and Architecture, 2004年9月設立）において、順次策定が進められている。
- ・セキュリティ評価ガイドラインの策定：SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）は、自動車のサイバーセキュリティに関する大規模実証実験を通して、2018年度中にセキュリティ評価ガイドラインを策定する予定である。
- ・情報通信の観点からのコネクテッドカーに関するセキュリティのありかたの検討。
- ・OTA（Over The Air）によるソフトウェア更新：迅速なセキュリティ対応の一手段として、OTAによるソフトウェア更新についても考慮されている。

4. ロジスティクスへのインパクト

モノの移動を扱うロジスティクスは、高度道路交通システムと深い関わりを持っている。そのため、自動走行車やコネクテッドカーの導入は、これまでのロジスティクスを大きく変革する要因になり得る。トラック運転者の不足への対応や労働環境の改善、小口・多頻度化に伴う非効率な輸配送の改善、ラストマイルにおける配送の効率化など喫緊の課題への対応が可能となるだけでなく、新たなサービスやビジネスの創出にもつながるものと考えられる。以下では、自動走行車の導入や常時ネットにつながるコネクテッドカーの導入がロジスティクスの分野へどのようなインパクトを与えうるかについて述べる。

4.1 自動走行車の導入によるインパクト

官民ITS構想・ロードマップ2018における物流サービスのロードマップによれば、

- ・高速道路でのトラックの隊列走行（レベル2以上）については、2021年までにCACC⁶⁾を活用した後続有人の走行の実現を、また2022年以降に後続無人の長距離走

6) Cooperative Adaptive Cruise Control（協調型車間距離維持支援システム）のことで実用化済。前を走る車との車間距離を、レーダーを用いて一定に保つACC（Adaptive Cruise Control）という技術に対し、車車間通信による他車の加減速情報も共有するようにして、より精密な車間距離制御を行うシステム。

行の実現をそれぞれ目指す、

- ・また、高速道路でのトラックの完全自動運転（レベル4）については、努力目標レベルであるが2025年以降の実現を目指す、
- ・さらに、2020年前半に限定地域（過疎地等）での小口配送を意識した無人自動運転配送サービス（レベル4）の実現を目指す、

とのことである。技術面だけでなく、制度面、周囲の交通環境、道路構造への影響などの検証ができて、上記のような自動走行が実現できた場合には、トラック運転手の不足により生じる輸送サービスの需給アンバランス（注：2020年に大型トラック運転手が約10万人不足との予測あり^[14]）が大きく改善されるものと考えられる。さらに、隊列走行の場合、個別にばらばらに走行する場合に比較し、風の抵抗を受けにくく燃費改善につながる上、渋滞緩和にも効果があると期待される。また、人手操作を介在させない自動走行ということで事故へ巻き込まれる確率が減少し、不慮の損害から免れる効果も期待される。高速道路などの幹線輸送以外にも、過疎地等の限定された地域で無人での小口配送などが実現できると、現状抱えているラストマイル配送の問題を解決できることが期待される。

4.2 コネクテッドカー（注：自動走行車の無人化効果を除く）の導入によるインパクト

次に、トラックがコネクテッドカーとして、常時、ネットワークにつながって走行するようになった場合のインパクトについて考える。表3に示したように、コネクテッドカーには、有人の場合と無人の場合が存在する。

(1) 有人の場合

コネクテッドカーと類似したシステムとして、これまで、人が運転するトラックを車載端末経由でネットワークとつなぎ、運行管理や安全運転支援を行うTMS（Transport Management System）と呼ばれるシステムが広く利用されてきた。そこでは、車両の位置情報を収集したり、車両自身の状態、振動や温度などの周囲状況、車両の運転状況などに関する情報が収集・蓄積され、使用されてきた。

これに対し、トラックがセルラーV2X型のコネクテッドカーとして機能し、種々の情報をクラウドサーバー上に収集し、AIによる分析も行うようなIoT/CPSの形で運用されるようになると、現状の輸配送サービスの高度化が期待できる。即ち、2.3節(3)におけるセーフティ分野、カーライフ分野における効果が期待される。

①セーフティ分野：車がV2Xとして周囲とつながって情報のやり取りを行うことにより、危険なルートを事前に認識し、そのルートの走行を避けたり、またドライバー自身の体調を常時監視し、無理をしないようにすることにより、安全な走行がより促進されることが考えられる。

②カーライフ分野：カーシェアやライドシェアによる効率化が考えられる。需要の変

動に対してトラックのシェアリングにより柔軟に対応することが可能になると考えられ、また、ライドシェアにより低い積載効率のトラックに荷物を相乗りさせることにより、低効率輸送の問題を改善できる可能性がある。さらに、車両管理や運行管理については、IoTとして関連業者間がネットを介してつながって相互に情報共有することで、受け渡しのミスマッチの減少、将来を的確に予測した配車計画、運行計画に基づくトラックの運行が可能になると考えられる。

有人運転レベルのコネクテッドカーでは、ダイナミックマップの利用が特に必要とされないため、比較的早期に導入できる可能性があり、利用可能な情報にもよるが、現状のTMSの場合と比較して大きな効果が得られると考えられる。

(2) 無人の場合

一方、一部無人あるいは完全無人などの自動走行車がコネクテッドカーとして運用される場合、車とネットワークとの間で、ダイナミックマップ情報がやり取りされる。ダイナミックマップの情報は、単に、自動走行車が自車位置を推定したり、走行経路を特定したりするため、という基本的な役割だけでなく、ダイナミックマップの高精細3次元地図には、拠点の立地やその他業務の検討をする上で必要な情報が種々含まれる上、さらにダイナミックに変動するリアルタイム情報が日々の輸配送業務にも有効に活用できる可能性がある。

政府も、このような点を認識し、官民ITS構想・ロードマップの中で、ダイナミックマップデータの利活用方法について、今後民間とも連携しながら検討を進めていくとしている。ただ、ダイナミックマップの基盤部分である高精細3次元地図の整備には、多くの時間と費用が必要とされるため、この場合の効果をえられる時期はかなり先になるものと思われる。

5. まとめ

以上、本稿では、超スマート社会（society 5.0）を実現する上で、そのプラットフォームのコアシステムのひとつと位置付けられる高度道路交通システムについて、車における2つの変革、即ち自動走行車とコネクテッドカーを取り上げ、それぞれの概念について説明するとともに、社会実装に向けての政府を中心とした取り組み内容を紹介した。その上で、これらの変革が成功裏に実装された場合、ロジスティクスに対しどのようなインパクトを与え得るかについて私見を述べた。

自動走行車、コネクテッドカーについては、政府が、短期的・中期的な先までのロードマップや市場化・サービス実現のシナリオを示し、それに沿って官民が連携する形で取り組みを積極的に展開している。本稿では、陽に扱えなかったが、これらの取り組みと並行して、民間企業においても国内外を問わず独自の戦略的な取り組みを活発に進め

ている。

2020年がロードマップ上のひとつの大きなマイルストーンとなっているが、この時点の成否が注目点となる。自動走行車もコネクテッドカーも実導入に当たっては、単に車の技術だけでなく、道路インフラ、情報通信技術、法制度などとも関連し、相互に同期した形で進めていく必要がある。万一、シナリオ通りに進みにくい要因が発生したり、海外の動向、標準化の戦略などによっては、ロードマップやシナリオの変更を余儀なくされる可能性もある。いずれにしても、時期は別として、自動走行車やコネクテッドカーが導入された場合には、それらのユーザ的な位置づけにあるロジスティクスにおいて、ドライバー不足や低い輸送効率といった課題が解決に向かい、さらに既存の輸配送管理もより高度化できるものと考えられる。

参考文献・サイト

- [1] Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution, ダボス会議UBS白書 (2016年1月), pp.8-9,
http://www.tadviser.ru/images/b/b7/Extreme_automation_and_connectivity_The_global%2C_regional%2C_and_investment_implications_of_the_Fourth_Industrial_Revolution.pdf
- [2] 日本再興戦略2016—第4次産業革命に向けて—, 首相官邸, 閣議決定 (2016.6.2),
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/2016_zentaihombun.pdf
- [3] 科学技術基本計画 (第5期), 内閣府, 閣議決定 (2016.1.22),
<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>
- [4] 科学技術イノベーション総合戦略2017【概要】, 内閣府, 閣議決定 (2016.5.24),
<http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/2017/gaiyo2017.pdf>
- [5] 未来投資戦略2017 (概要), 内閣府,
http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/minutes/2017/0609/shiryo_06.pdf
- [6] 未来投資戦略2017—Society 5.0の実現に向けた改革— (2017.6.9), 首相官邸,
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017_t.pdf
- [7] Connected Car 社会の実現に向けて, 総務省, http://www.soumu.go.jp/main_content/000501374.pdf
- [8] 中里 学『Connected Car 社会の実現に向けた研究会』, ITUジャーナル, Vol.48, No.1 (2018.1)
- [9] 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～ (2017.5.30), 首相官邸,
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/roadmap.pdf>
- [10] 内閣府・戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 自動走行システム研究開発の取組

状況, 首相官邸,

http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/4th_sangyokakumei_dai3/siryou9.pdf

[11] 官民ITS構想・ロードマップ2018 (2018.6.15), 首相官邸,

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180615/siryou9.pdf>

[12] ダイナミックマップ基盤が事業会社に…オールジャパンで高精度3Dマップのデファクトを目指す,

<https://response.jp/article/2017/06/14/296079.html>

[13] 平成29年版情報通信白書, 総務省,

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc273330.html>

[14] 平成25年度本部委員会報告書 (平成26年 5 月), 鉄道貨物協会,

<https://www.rfa.or.jp/guide/activity/pdf/25report.pdf>