

自動運転実現に向けた日米欧の取り組み

ITS 新道路創生本部 岡村 茂則

REPORT

1 はじめに

近年、運転支援技術の高度化と自動運転の研究開発が活発になっている。車両の縦方向と横方向の自動制御及び環境認識などの技術が実用化に伴って高度化され、技術面における自動運転の実現見通しが立ってきた。最近では、システムの制御する車両が公道を走行する場合の制度的な課題や、システムとドライバーとの責任問題など実用化に向けての具体的検討が、多方面から実施されている。今後も自動運転実用化に向けての活動は、活発に続く予測される。

日本では、AHS 研究組合や ASV など運転支援技術の研究が、過去から盛んに行われている。近年では、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO）が、テストコースにおいてトラックの隊列走行の実験を行った。国土交通省に設置された「オートパイロットシステムに関する検討会」では、2013年8月に行われた検討会において、ドライバーの運転支援システムを高度化することにより、車両による支援領域の拡大を目指すロードマップが発表された。

米国では、カリフォルニア大学バークレー校の PATH チームによって自動運転システムの研究が継続して行われている。また、近年では Google に

よる自動運転システムの発表に端を発して研究が活発になっており、米国各州において公道における自動運転車両のテスト走行の許可について検討が行われている。米国運輸省（DOT：Department of Transportation）では、Connected Vehicle に基づく Safety Pilot などのプロジェクトにおいて運転支援システムの研究開発が行われ、近々運転支援システム搭載の法制化判断が行われる予定である。

欧州では、1987年から1995年にかけて EUREKA による PROMETHEUS プロジェクトにより自動車の高度化に向けた取り組みが行われた。その後、研究技術開発枠組みプログラム（フレームワークプログラム FP：Framework Programme）において、高度な運転支援や隊列走行など様々な研究が継続して行われている。

本報告では、自動運転への取り組みとして運転支援の高度化及び自動運転システムに対する日米欧の例を順に紹介する。

2 日本における自動運転への取り組み

(1) AHS研究組合

1994年に旧土木研究所（現国土技術政策総合研究所）において、走行支援道路システム（AHS）における自動運転の取り組みとして、開発及び実

験が開始された。1996年には、供用前の上信越自動車道において磁気マーカーをレーンの中心部に2m間隔に埋設し、レーンマーカーセンサー、車載カメラ等を搭載した11台の乗用車による隊列走行の実験を行った。その後 AHS 研究組合は、自動運転に向けた技術を元に、運転支援システムの開発を行った。



図1 上信越自動車道における実験
(出典：AHS 研究組合)

(2) ASV

産学官で構成される ASV 推進検討会は、1991年度から先進技術を利用してドライバーの安全運転を支援するシステムを搭載した自動車の実用化と普及を促進するプロジェクトを進め、多くの車両単独の運転支援システムの実用化につなげてきた。現在は、第5期 ASV として2011年度から2015年度の予定で「ASV 技術の飛躍的高度化」「通信利用型安全運転支援システムの開発促進に関する検討」「ASV 技術の理解及び普及促進に関する検討」



図2 エネルギー ITS
(出典：NEDO)

Cruise Control：車車間通信を用いたACC 車間距離制御)によって実現され、0.2Gの制動による停止においても、車間距離がほぼ縮まらずに停車することが可能であった。

(4) オートパイロットシステムに関する検討会

2012年6月に国土交通省に「オートパイロットシステムに関する検討会」が設置され、自動運転の実現に向けた課題の整理・検討等を実施している。2013年8月には中間とりまとめ(案)及びロードマップを発表し、2020年代初頭ごろまでに、高速道路本線上(分合流時等を除く)における高度な運転支援システムによる連続走行の実現を目指すとした。

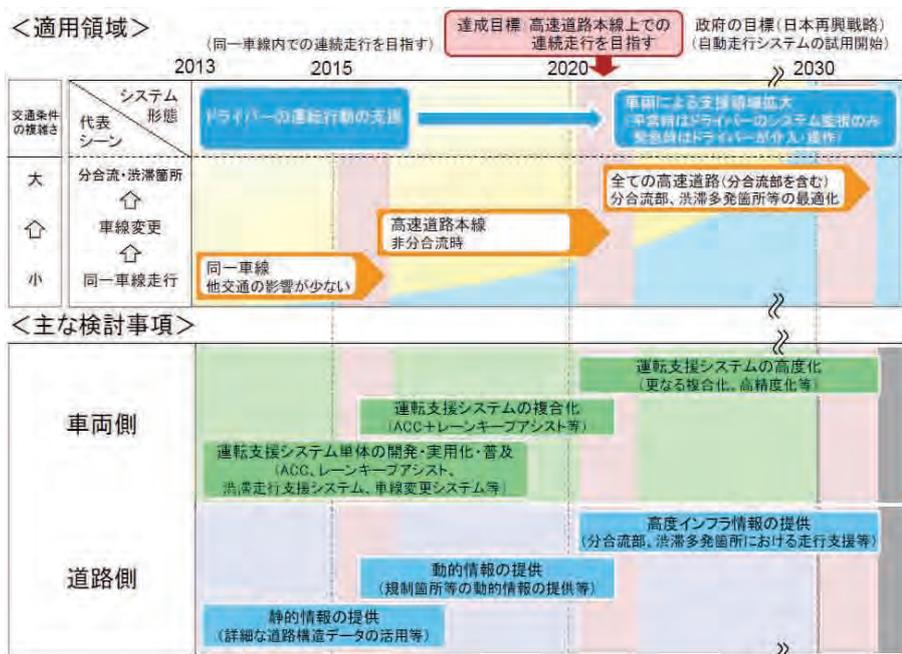


図3 ロードマップ
(出典：国土交通省「オートパイロットシステムに関する検討会」)

を3つの柱に検討を進め、車車間・路車間協調の運転支援システムの開発に取り組んでいる。最近では自動運転に関する課題の検討も行っている。

(3) エネルギー ITS

NEDOは、2008年から2012年の5年計画でエネルギーITS推進事業として、「自動運転・隊列走行に向けた研究開発」及び「国際的に信頼される効果評価方法の確立」に取り組んだ。「自動運転・隊列走行に向けた研究

開発」では、トラックが隊列を構成して走行することにより走行中の空気抵抗低減による省エネ化と交通流改善による渋滞の低減を実現することを目的に、短車間距離実現のための自動運転技術、隊列走行技術を開発した。

2013年2月には、テストコースにおいて大型トラック3台と小型トラック1台で構成された隊列が車間距離4m、走行速度80km/hで走行するデモンストレーションを実施した。トラック隊列は、CACC (Cooperative Adaptive

3 米国における自動運転への取り組み

(1) カリフォルニアPATH

PATH (California Partners for Advanced Transportation Technology) は、カリフォルニア大学バークレー校の交通研究所によって運営される産学官の学術的なプロジェクトである。1997年に米カリフォルニア州サンディエゴにおいて行われたNAHSC (National Automated Highway Systems Consortium) のデモンストレーションに、自動運転技術の研究開発の成果として参加した。

インターステート15号線のHOV



図4 NAHSC 隊列走行デモ
(出典：カリフォルニアPATH)



図5 磁気マーカー
(出典：カリフォルニア PATH)

レーンに4フィート間隔で磁気マーカーを埋設して、車両に搭載した磁気マーカーセンサで読み取ることにより、車両横方向の制御を行うと共に、車車間通信によって車両縦方向の制御を行い8台の隊列走行を実現した。

PATHは現在も、大型車の隊列走行、普通自動車のCACC(Cooperative Adaptive Cruise Control)など、継続して自動運転関連の研究を実施している。

(2) DARPA Grand/Urban Challenge

米国では、米国連邦議会での「国防権限法(National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2001, Public Law 106-398)」の立法により、『2015年までに軍車両の1/3を無人車両にしなければならない』とされ、無人自動運転車両の必要性が高まった。

米国国防総省 国防高等研究計画局(DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency)は、自動運転の技術開発に拍車をかけるため、自動運転車両の賞金付きコンペであるGrand Challenge / Urban Challengeを企画し実施した。

・Grand Challenge 2004

カリフォルニア州とネヴァダ州間にあるモハーヴェ砂漠に約140マイルのルートを設定し、10時間の制限時間内に走破するコンペを実施。

決勝は、15チームで行われたが、全てのチームがリタイアする結果となった。



図6 Grand Challenge 2005
(出典：DARPA)

・Grand Challenge 2005

2004年と同様にモハーヴェ砂漠において約130マイルのルートを設定し、10時間の制限時間内に走破するコンペを実施。決勝には23チームが参加して5チームが完走した。レースは、走行時間6時間53分でスタンフォード大学が優勝した。

・Urban Challenge

カリフォルニア州にある空軍基地跡に実際の市街地を模してテストコースが作成された。テストコース内に設定された約60マイルのコースを、カリフォルニア州の交通ルールを遵守し、規定のタスクをこなして6時間の制限時間内に走破するコンペを実施した。

決勝には11チームが参加し、6チームが完走した。優勝したカーネギーメロン大学のBOSSは、約4時間でゴールし、昨年優勝のスタンフォード大学は2位でゴールした。



図7 Urban Challenge
(出典：カーネギーメロン大学)

(3) Google Car

Googleは、自社で自動運転車を開発するため、DARPA Urban/Grand Challengeの研究者を自社のプロジェクトへ招いた。2010年にはカリフォルニア州、ネヴァダ州において、開発中の自動運転車両の公道走行実験を実施。更に2012年7月に、自動運転車で30万キロ以上の公道を走破したと発表した。



図8 Google Car
(出典：Google)

(4) 自動運転車両の取り扱い

自動運転車実用化の最大の障害の1つは、ドライバーが制御していない車両が公道を走行することへの違法性である。ネヴァダ州議会は、2011年6月に世界初の自動運転車を受け入れる立法を承認し、州の自動車部DMVに自動運転車の規制と登録手続きの作成を要請した。要請からわずか数か月後の2012年2月、ネヴァダ州DMVは新規制と登録の手続きを告示、2012年5月にはGoogleに初登録を認可とアナウンスした。

ネヴァダ州に続き、カリフォルニア、フロリダ州及びコロンビア特別区では、



図9 米国各州における自動運転車両の承認状況
(出典：CIS)

表1 自動化レベルの定義

NHTSA	SAE	SAE 自動化レベルの呼称
0	0	自動化無し (Non-Automated)
1	1	支援 (Assisted)
2	2	部分的な自動化 (Partial Automation)
3	3	条件付き自動化 (Conditional Automation)
4	4	高度な自動化 (High Automation)
	5	完全な自動化 (Full Automation)

(出典：SAE インターナショナル)



図10 Safety Pilot
(出典：RITA)

立法承認され施行されている。

(5) 自動化レベル

米国運輸省 国家道路交通安全局 (以下、NHTSA：National Highway Traffic Safety Administration) は、2013年5月30日に「自動走行車両に関する一次政策方針 (Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles)」を発表し、自動走行の自動化レベルをレベル0 (No-Automation) からレベル4 (Full Self-Driving Automation) の5段階に定義づけた。

米国 輸送調査委員会 (以下、TRB：Transportation Research Board) は

2013年7月15日から19日に Road Vehicle Automation ワークショップを開催した。ワークショップ冒頭で、SAE インターナショナルがNHTSAのレベル4を2つに分け、6段階に再定義して自動化レベルを発表した。

(6) Connected Vehicle

米国運輸省研究・革新技術庁 (以下、RITA：Research and Innovative Technology Administration) 主導により、継続してVII (Vehicle Infrastructure Integration) の研究がすすめられ、2013年から米国自動車へのNCAP適用判断と路側インフラ展開の政策判断をするため、Connected Vehicleの研

究が行われている。

2011年にはConnected Vehicleの開発アプリケーションの1つとして、NHTSA主導のもと、ミシガン大学交通研究所 (UMTRI) がSafety Pilotプロジェクトを行っており、2011年から2013年にかけて約3000台の車両を用いて実際の道路上での大規模実証実験を行っている。

大規模実証実験の結果は、2013年にNHTSAが行う乗用車に対する車載器の搭載義務付けに関する法制化の判断に活用される予定である。

4 欧州における自動運転への取り組み

欧州では、PROMETHEUSにおける運転支援システムの開発に続き、1983年からフレームワークプログラムとして産学官が参加する研究開発等のプロジェクトに対して助成を実施している。現在は、2007年から2013年の7か年計画でFP7が実施されている。FP7終了後は、2014年から新たな枠組みとしてFP8が予定されており、様々なプロジェクトが計画されている。

(1) フレームワークプログラム

フレームワークプログラムにおいて実施されている自動運転に関連したプログラムは、主なものとして次のようなプロジェクトがあげられる。

- ・HAVE-it (Highly Automated Vehicles for Intelligent Transport) プロジェクト

プロジェクトは2008年から2011年にかけて行われ、一般幹線道路における高度な運転支援、渋滞時の追従走行など複数のサブプロジェクトについて研究開発を行った。

乗用車の高度な運転支援 (TAP：Temporary Auto Pilot) は、高速道路上で速度130km/hまでの運転支援

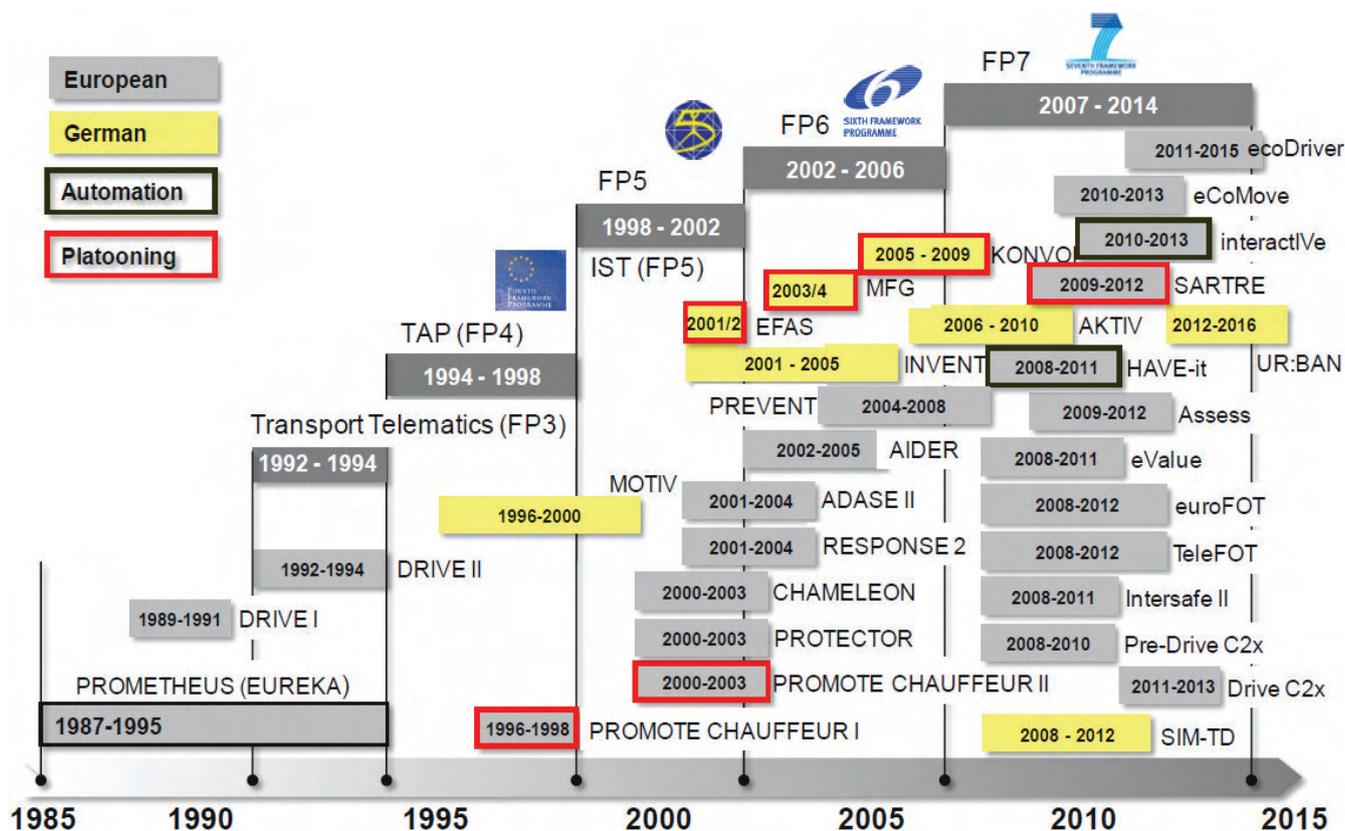


図 11 欧州における FP7 までの自動運転の取り組み
(出典：アーヘン工科大学)



図 12 HAVE-it デモ車両
(出典：HAVE-it)

に対応している。車両は ACC により車両縦方向を制御し、レーンキープシステムにより車両横方向を制御する。運転支援システムによる車両走行中はシステムが車両を制御するが、運転の責任はドライバーにあるため、ドライバーは常にシステムを監視する必要がある。

・ SARTRE (Safe Road Trains for the Environment) プロジェクト
プロジェクトは 2009 年から 2012 年にかけて行われ、一般幹線道路における隊列走行について研究開発を行った。隊列を構成する車両は、車車間通信により、他車のステアリング、アクセル及びブレーキの制御情報を車両間で共有することで CACC 機能を実現し、詳細な車両制御を可能としている。



図 13 SARTRE 隊列走行
(出典：SARTRE)

プロジェクトでは、隊列走行の技術的な研究だけではなく、ドライバーと車両間の HMI や、隊列車両の走行を管理する管制システムについても検討されている。

・ City Mobil プロジェクト

プロジェクトは、2004 年から 2011 年にかけて行われ、専用道路など限られた環境における自動運転について研究が行われた。

ヒースロー空港における PRT (Personal Rapid Transit)、ローマのサイバーカー、カステリョンのハイブリッドトランスポートシステム等のサブプロジェクトが研究された。

2012 年 9 月には、約 4 年間の実施期間で City Mobil2 プロジェクトが開始された。



図 14 ヒースロー空港 PRT
(出典：ULTRA POD)

(2) フレームワークプログラム8

2014年からは、新たな枠組みとしてHORIZON2020と呼ばれるフレームワークプログラム8の実施を予定している。自動運転に関するプロジェクトは、主なものとして次のようなプロジェクトがあげられる。

・AdaptIVe (Automated Driving Applications & Technologies for Intelligent Vehicles)

4年間で2500万ユーロの予算を確保し、2014年1月の開始を予定している。近距離や都市内の幹線道路を想定したシナリオ及び自動運転の評価方法と評価ツール等の研究開発を実施する。本プロジェクトには責任問題の検討を行うResponse4プロジェクトがサブプロジェクトとして含まれる。

- iGame：協調運転の研究開発。
- COMPANION：安全の確保と省エネを目的とした隊列走行の研究開発。
- AutoNet2030：自動運転車両とドライバーが運転する車両が混合で走行する場合の影響について検討。

想定される。また、自動車メーカーや自動車部品メーカーも、独自に自動運転の実現を目指して開発を行っており、自動運転に近い高度な運転支援システムを搭載した車両を数年内に発売すると発表しているメーカーも多い。自動運転システムについても、2020年頃までに実用化されるとの見通しも語られている。今後は、システムを搭載した車両が実際に公道で走行する場合における法制度との整合性や、一般ドライバーへの影響等の技術面以外の課題について、さらに専門的な検討が必要であると思われる。

運転支援と自動運転の実現に当たっては、自動車の高度化に加えて道路インフラからの支援を高度化することにより、より安全で確実なシステムが実現されることが期待されている。当機構では今後とも、自動運転の調査研究を通じてITS技術のさらなる発展に寄与したいと考えている。

5 おわりに

日米欧において、運転支援技術の高度化や自動運転の研究開発などの活動は、以後も継続して活発に行われると