

国内外における自動運転の取り組み概要

1. 単体走行の事例
2. 追従走行、隊列走行の事例
3. 専用道路の事例

1. 単体走行の事例

		①DARPA主催の技術コンテスト	②Googleの自動運転への取り組み
研究開発主体		DARPA (米国国防総省国防高等研究計画局)	Google社
研究開発期間		グランドチャレンジ：2004年、2005年 アーバンチャレンジ：2007年	2007年～
研究内容		ロボットカーによる公道での自動運転	ロボットカーによる公道での自動運転
対象道路		高速道路 一般道(未舗装路含む)	高速道路 一般道
対象車両		一般車	一般車
協調レベル		単独	単独
要素技術	インフラ	(道路地図のデジタル化)	(道路地図のデジタル化)
	通信	—	—
	車両	速度制御 操舵制御(レーダ検知) 位置特定(GPS)	速度制御 操舵制御(レーザレーダによる3D作成) 信号、歩行者検知(カメラ)

① DARPA主催の技術コンテスト

- DARPA(米国国防総省国防高等研究計画局)主催により、完全自動制御のロボットカーレースが実施された。
- 2004年、2005年には未舗装路でDARPA グランドチャレンジとして、2007年には舗装路でDARPA アーバンチャレンジとして実施された。
- レース前に主催者より渡される地図データをもとに、指定された順番に自動運転で通過ポイントを巡る。



2007年レースでの完走車両

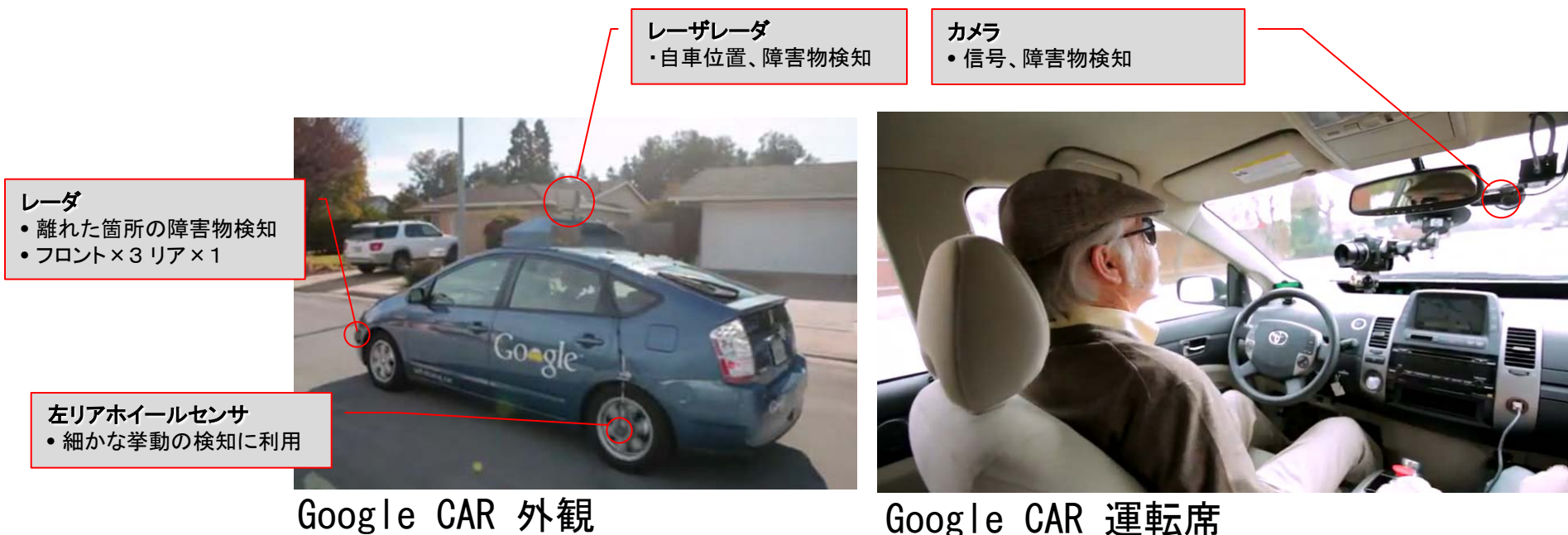


※カリフォルニア州の道路交通規制の法律に従わなかった場合は減点される

交差点での自動運転

② Googleの自動運転への取り組み

- Googleでは、DARPA主催の技術コンテストに参加したスタンフォード大学の技術者を集め、自動運転技術の研究開発を実施している。
- Googleが収集した地図データをもとに、車両に搭載されたカメラやレーザレーダ等を活用して、周囲の交通環境を把握しながら目的地まで自動で走行する。米カリフォルニア州で公道走行の実験を実施している。
- 2012年3月、米ネバダ州が自動走行車の公道での運転を認める法律を全米で初めて施行し、運転操作及びシステムを監視する2人以上の乗車を条件として、公道で試運転できる免許を2012年5月7日に交付した。



2. 追従走行、隊列走行の事例

		③走行支援道路システム (AHS)	④カリフォルニアPATH	⑤CHAUFFEURプロジェクト
研究開発主体		旧土木研究所 (現国土技術政策総合研究所)	PATH (カリフォルニア大学バークレー校が主導)	CHAUFFEUR (欧州フレームワークプログラム)
研究開発期間		1994～1996年 (自動運転研究期間)	1986年～1997年、その後も継続	1994～2002年
研究内容		高速道路での自動運転による連結走行	高速道路での自動運転による隊列走行	高速道路、一般道 (幹線) での自動運転による連結走行
対象道路		高速道路	高速道路	高速道路 一般道
対象車両		一般車	一般車	貨物車
協調レベル		路車、車車	路車、車車	車車
要素技術	インフラ	磁気マーカ 路車間通信	磁気マーカ	—
	通信	2.5GHz帯	800MHz帯	5.8GHz帯
	車両	速度制御 車間制御 操舵制御 (磁気センサ)	速度制御 車間制御 操舵制御 (磁気センサ)	速度制御 車間制御 操舵制御 (前方車両検知) 前方検知 (赤外線マーカ)

2. 追従走行、隊列走行の事例

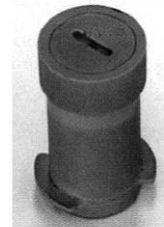
		⑥HAVEitプロジェクト	⑦エネルギーITS	⑧SARTREプロジェクト
研究開発主体		HAVEit (欧州フレームワークプログラム)	新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、日本自動車研究所 (JARI) ほか	SARTRE (欧州フレームワークプログラム)
研究開発期間		2008～2011年	2008～2012年	2009～2012年
研究内容		一般道での先行車追従走行、高速道路での高度な運転支援	高速道路での自動運転による隊列走行	幹線道路での自動運転による隊列走行
対象道路		一般道 高速道路	高速道路	一般道
対象車両		一般車 貨物車	貨物車	一般車 貨物車
協調レベル		単独、車車	車車	車車
要素技術	インフラ	—	Real Time Kinematic - GPS、 (道路構造情報)	—
	通信	赤外線通信 (車車間)	5.8GHz帯 光通信 (車車間)	IEEE802.11p (5.9GHz帯) (車車間)
	車両	速度制御 車間制御 操舵制御 (車線検知)	速度制御 車間制御 操舵制御 (車線検知)	速度制御 車間制御 操舵制御 (車線検知)

③ 走行支援道路システム(AHS)

- ・ 走行支援道路システム(AHS)は、道路と自動車が協調しリアルタイムな情報をドライバーに提供することにより、車両走行の安全、輸送量の増加等を図るとともに、最終的には自動運転を目指したシステムである。
- ・ 1994年に、AHSにおける自動運転の取り組みとして、旧土木研究所(現国土技術政策総合研究所)にて開発・実験が開始された。
- ・ 1996年には、磁気マーカを道路レーンの中心部に2m間隔で埋設し、11台の車群により約11kmを連続走行する自動運転の公道実験を実施した。



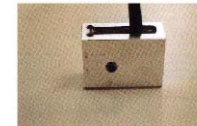
AHS 連結走行の実証実験



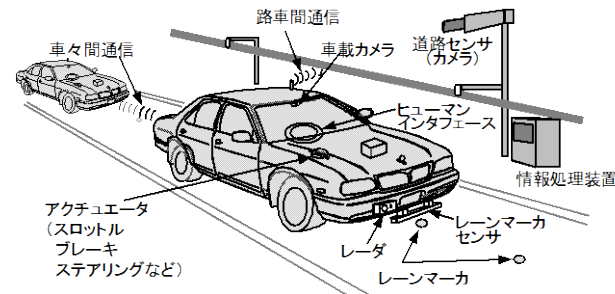
標準タイプ
磁気マーカ



扁平タイプ



磁気式レーンマーカセンサ センサ装着状態
磁気マーカセンサ



実験システムの構成

④ カリフォルニアPATH

- ・ PATH(California Partners for Advanced Transportation TecHnology)は、高速道路の自動運転を研究開発し、1997年に米カリフォルニア州サンディエゴにて、研究開発の成果として、NAHSC(National Automated Highway Systems Consortium)のデモンストレーションに参加した。
- ・ 高速道路に磁気マーカを4フィート(約1.2m)間隔で埋設して、自動運転を実現し、8台の乗用車による約104km/hでの隊列走行の実験を実施した。
- ・ 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。



カリフォルニアPATH 隊列走行の実証実験

出典: カリフォルニアPATH
<http://www.path.berkeley.edu/>

⑤ CHAUFFEURプロジェクト

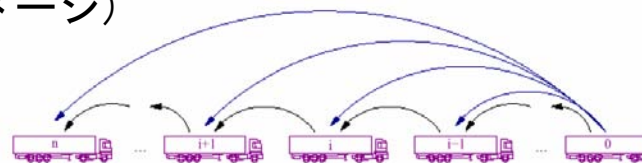
- CHAUFFEURプロジェクトは、1994年から2002年まで、欧州第4次、第5次フレームワークプログラムの一環として、トラックによる連結走行の研究開発を実施した。
- ブレーキやアクセルの情報を車車間通信により連結車両で共有する。前方車両に取り付けられた赤外線マーカを、後続車両に設置された赤外線カメラを使用して認識することで、前方車両との距離および角度を検出して、自動的に追従する。



CHAUFFEUR 連結走行



赤外線マーカによる車間距離維持と操舵制御
(イメージ)



青矢印 : 先頭車両から全ての後続車両へデータ送信
黒矢印 : 前車両から後続車両へデータ送信
送信データ : 速度データ、アクセル開度、車群管理データ

センサデータの後続車への送信 (イメージ)

⑥ HAVEitプロジェクト

- HAVEit (Highly Automated Vehicles for Intelligent Transport) プロジェクトは、2008年から2011年まで、欧州第7次フレームワークプログラムの一環として、一般道のトラックを対象とした先行車追従走行 (AQuA: Automated Queue Assistance)、高速道路における乗用車の高度な運転支援 (TAP: Temporary Auto Pilot) 等の研究開発を実施した。
- AQuA では、レーダ、カメラを用いた交通環境認識や、赤外線による車車間通信により、渋滞時の追従走行の実験を実施した。
- TAPでは、速度制御技術や車線制御技術による高度な運転支援に関する実証実験を実施した。



AQuAデモ車両 外観

赤外線
送受信部



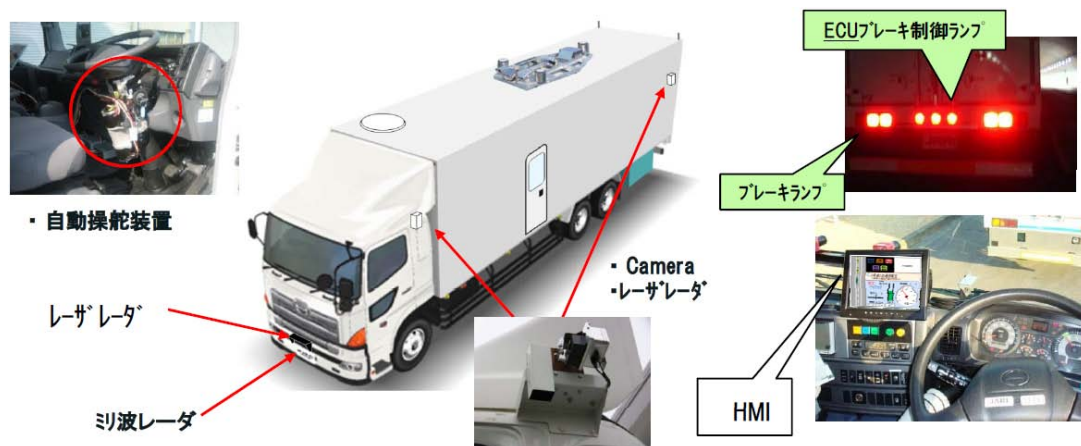
TAPデモ車両 外観

⑦ エネルギーITS

- 2008年度から2012年度までの5年間の研究期間を設け、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託の下、産学公15機関が、既存の高速道路でも走行可能な、安全で信頼性の高い隊列走行の実現に向け、自動運転等の研究開発を実施している。
- 2010年度末には、大型トラック3台による時速80km、車間距離10mの隊列走行実験に成功しており、今後、2012年度末までに大型トラックと小型トラックの計4台で車間距離4mの隊列走行の実証実験を計画している。



エネルギーITS 隊列走行



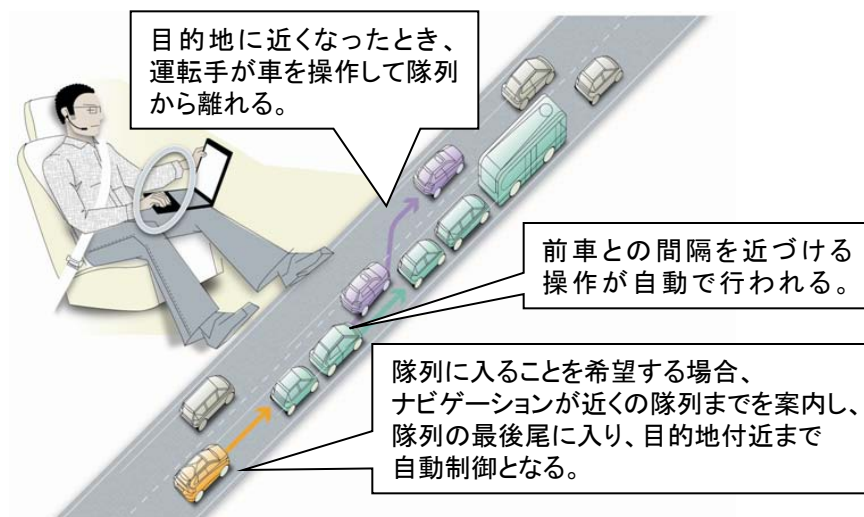
エネルギーITS実験車両(イメージ)

⑧ SARTREプロジェクト

- SARTRE (Safe Road Trains for the Environment) プロジェクトは、2009年から2012年まで、欧州第7次フレームワークプログラムの一環として実施され、一般道(幹線)における隊列走行の実現を目指している。
- 2012年1月に、スウェーデンのテストコースにおいて、時速90km/h、車間距離6mで、トラックを先頭車両として3台の乗用車が追従する隊列走行の実証実験を実施した。
- 2012年5月には、スペインの一般道(幹線)において、時速80km/h、車間距離6mで、トラックを先頭車両として、トラック1台と乗用車3台が追従する隊列走行の実証実験を実施した。



SARTRE 隊列走行の実証実験 (スペイン)



SARTRE 隊列走行イメージ

3. 専用道路の事例

		⑨IMTS	⑩City Mobilプロジェクト
研究開発主体		トヨタ自動車	City Mobil (欧州フレームワークプログラム)
研究開発期間		1999年～	2004年～2011年
研究内容		専用道路での自動運転	専用道路、専用車線での自動運転
対象道路		専用道路 (一般道は運転手により操縦)	専用道路、専用車線
対象車両		バス	バス 専用車両
協調レベル		路車 車車	路車 車車
要素技術	インフラ	磁気マーカ 地上信号装置	車両誘導用白線
	通信	2.5GHz帯 光通信	2.5GHz帯
	車両	位置・速度制御 車間制御 操舵制御 (磁気センサ)	速度制御 操舵制御 (白線検知、レーザレーダ)

⑨ IMTS

- IMTS(Intelligent Multimode Transit System)は、トヨタ自動車により研究開発された新たな交通システムであり、専用道は自動運転で隊列走行を行い、一般道は通常のバス同様にマニュアルで単独走行を行う。
- 淡路ファームパーク イングランドの丘、愛・地球博で運行された実績があり、法的には「鉄道(磁気誘導式鉄道)」として運用された。
- 車両は、走行路中央に埋設された磁気マーカに沿い操舵制御され、車車間通信および地上信号装置等による速度制御を採用している。



愛・地球博におけるIMTSの隊列走行イメージ



IMTSの専用道と一般道における運行

⑩ City Mobilプロジェクト

- City Mobilプロジェクトは、2004年から2011年まで、欧州第6次フレームワークプログラムの一環として、専用道路における自動運転の試行運用を実施した。
- ヒースロー空港のPRT(Personal Rapid Transit)は、駐車場とターミナルを結び専用道を最高速度40km/hで無人自動走行するシステムである。
- ローマのサイバーカーは、走行路をあらかじめ登録し、最高時速30km/hで無人自動走行するシステムであり、障害物等をセンサが検知すると停止する。
- カステリヨンのハイブリッドトランスポートシステムは、ガイドバスとトラムの機能を組み合わせたものであり、白線を検知して操舵を自動制御する。



ヒースロー空港のPRT

出典: ultra global prt
<http://www.ultraglobalprt.com/>



出典: CityMobil
A CTS for the New Rome Exhibition

ローマのサイバーカー



出典: CityMobil
<http://www.citymobil-project.eu/>

カステリヨンのハイブリッドトランスポートシステム