



Visionaries 2015

クルマが通じあう

—自動運転開発プロジェクト—

自動車の自動運転の実現に向けた動きが、自動車メーカーやサプライヤーを中心に加速している。長年にわたって自動車関連技術に取り組んできた日立は、自動車の「見る」、「感じる」のほか、「走る」、「曲がる」、「止まる」といったあらゆる側面から自動運転システムの実現をめざす開発を進めている。さらに、クラウドやビッグデータといったITとの連携を見据え、さまざまな技術を結集させている。自動運転システムが、クルマと人、そして社会との間に新しい関係をもたらそうとしている。

運転支援から自動運転へ

2014年、内閣府はSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の1つとして、自動走行システムの研究開発計画を発表した。交通事故の低減、交通渋滞の緩和、環境負荷の低減、高齢者などの移動支援といった効果を期待し、2020年代後半に完全自動運転をめざすという内容である。

NHTSA(米国運輸省国家道路交通安全局)は、自動車の自動化のレベルを0から4まで

定義しているが、すでに国内外の自動車メーカーやサプライヤーが自動運転の研究開発を加速させており、各社は「準自動運転」といえるレベル2を2017年頃に実現することをめざしている。

このような中、日立は、2013年10月にプロジェクトを発足させ、自動運転システムの開発に着手した。プロジェクトを統括する川端敦(日立オートモティブシステムズ株式会社取締役・CTO)は、次のように話す。



は、燃費・時間・快適・安全の4つの機能のバランスを実現する自動運転システムである。現在、開発を進めているADAS(先進運転支援システム)を進化させたスマートADASによる自動運転では、燃費向上や、最適なルートを選択によって到達時間を短縮するといったメリットをドライバーが享受できるようにする。プロジェクトの運営や方向づけを行う企画担当の谷道太雪(日立オートモティブシステムズ株式会社 技術開発本部 先行開発室 スマートADAS技術開発部 主任技師)が、こう説明する。



川端敦

「日立には、燃費に大きく関わる電動パワートレインをはじめ、走行系アクチュエータ、エンジン・変速機制御にいたるまで、幅広い製品を供給してきたノウハウがあり、プロジェクトではそれを生かしていきます。また、高度な自動運転を実現するためには、自動車に搭載するスマートADASと交通インフラ、社会インフラとの連携も必要となってくるでしょう。」

高度な自動運転では、路車間、車車間、歩行者との協調が重要になる。それには、自動車・道路・歩行者情報の認識補助のため、交通インフラとの連携や通信によるコミュニケーションが欠かせない。そういったIT(情報技術)とのシナジーの点でも、日立の強みを生かすことが期待できる。車載アーキテクチャや制御用地図・通信の取りまとめに携わ



谷道太雪

「自動運転に向けた中間技術はすでに私たちの暮らしの中に入っています。緊急時に自動的にブレーキをかける運転支援システムもその1つです。このようなコンポーネントを進化させ、日立の強みである総合力を原動力としてプロジェクトを推進していきます。」

日立と富士重工業株式会社は、緊急自動ブレーキなどの機能を持つ安全運転システム「EyeSight」を共同開発している。これはステレオカメラを利用したもので、2008年にこのEyeSightを搭載した「レガシィ」が発売され、「ぶつからないクルマ」として大きな関心を集めたことは記憶に新しい。

スマートADAS+IT活用

こうした実績を持つ日立がめざしているの

| | 操縦 | 具体例 | 交通監視 | 安全運転責任 |
|------|---|-----------------------|--------------|--|
| レベル0 | 加速、操舵、減速を常にドライバーが行う。 | 警告のみのシステム | ドライバー(常時) | ドライバー |
| レベル1 | 加速、操舵、制動のいずれかの操作を自動車が行う。 (ドライバーが運転から解放されることはない。) | ACC、LKSなどの機能が単独で動作 | ドライバー(常時) | ドライバー |
| レベル2 | 特定の条件下で加速、操舵、減速のうち複数の操作を自動車が行う。 [自動運転モードで、ドライバーは運転から物理的に解放される(ハンドルから手を、ペダルから足を同時に離すことができる。)] ※緊急時対応はドライバー | ACCとLKSの組み合わせなど | ドライバー(常時) | ドライバー |
| レベル3 | 特定の条件下で加速、操舵、減速のすべてを自動車が行う。 ※緊急時対応はドライバー | 高速道・自動車専用道の限定区間での自動運転 | システム(特定の条件下) | システム (システムが自動運転を維持できないと判断した場合は、適切な余裕を持ってドライバーに運転を戻す。) |
| レベル4 | 加速、操舵、制動をすべて自動車が行う。 | | システム | システム |

注：略語説明 ACC(Adaptive Cruise Control)、LKS(Lane Keeping System)

NHTSAが定義する0から4までの自動車の自動化レベル。また、国土交通省「オートパイロットシステムに関する検討会」資料では、自動運転を「加速、操舵、制動のうち複数、または全ての操作を自動車が行う運転」と定義している。



内山裕樹

る内山裕樹（日立オートモティブシステムズ株式会社 技術開発本部 先行開発室 スマートADAS技術開発部 部長）はこう話す。

「自動車は、国内で年間およそ900万台が生産されています。それだけに、用いられる技術には非常に高い信頼性が求められます。私たちは、自動車で裏づけされた技術を他分野に応用することも視野に入れていきます。」

足がかりとなる自動駐車システム

2014年10月、日立は、北海道の十勝テストコースで安全技術説明会を実施した。国内外の自動車メーカー13社、およそ120人を前に披露したのが開発中のスマートADASなどのデモンストレーションである。

デモでは、2018年の製品化をめざしている自動駐車システムに注目が集まった。これは、クラリオン株式会社が製品化しているSurroundEye（全周囲俯瞰システム）に、走行系アクチュエータ、車両制御装置を連携させたシステムである。デモの設定は、後進中に自動車の陰から人が飛び出すというもので、人の代わりに人形を認識するといった動き

を中断し、人形が過ぎ去ると駐車を再開するテスト車両の動きが、来場者の目を奪った。

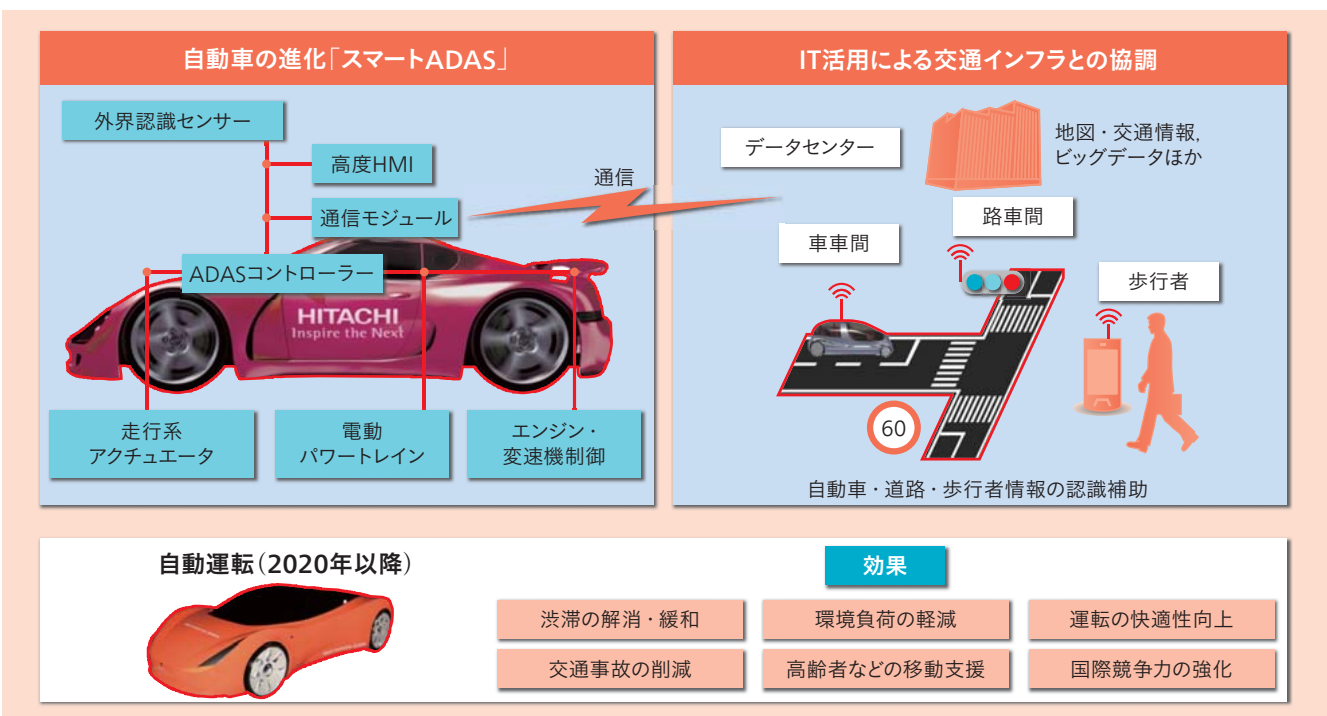
こうした成果が持つ意義について、内田吉孝（クラリオン株式会社 インテリジェント・セーフティ事業推進本部 インテリジェント・セーフティシステム開発部 GLマネージャー）は次のように説明する。

「自動車の発進と停止は駐車が基点となっているため、自動駐車システムは自動運転にとって重要な技術となります。現在は、自動車の周囲3～4 mの領域を認識するものですが、これを10～20 mにまで拡大していきます。」

また、自動駐車システムに搭載されている画像認識技術は、自動運転の鍵を握る。ただし、外界を認識するために使用されるセンサーには、単眼カメラやステレオカメラのほか、赤外線センサー、超音波センサー、レーダーなどがあり、それぞれ特徴が違う。画像認識全般を担当する志磨健（日立製作所 日立研究所 情報制御研究センター スマートシステム研究部 主任研究員）は、開発の方針を次のように説明する。



内田吉孝



自動運転の実現に向けては、自動車とインフラとの協調が必須となる。この点では、日立の強みの一つであるITとのシナジーが期待できる。

「センシング能力も重要ですが、実用化を考えると、コストも意識しなければなりません。そのため、まずはカメラでどこまでできるかに挑戦しています。もちろん、カメラの苦手な領域もあるので、それぞれの長所を生かしたセンサーフュージョンも検討していきます。」

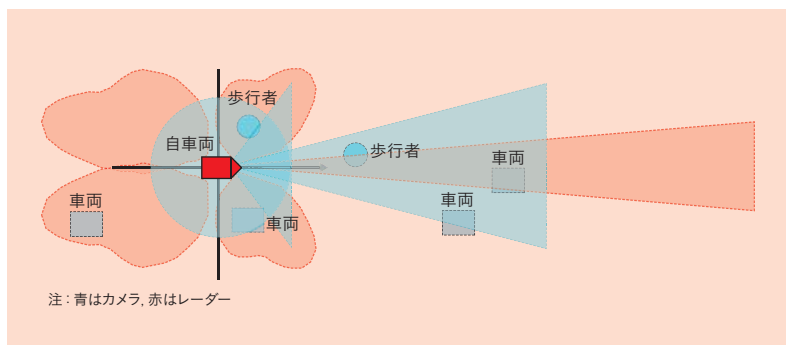
夜間あるいは雨や雪といった天候の場合、カメラでは外界の確実な認識ができないおそれが出てくる。そこで、安全を担保するため、センサーを二重化するなどの方法によって、不確実性をはらむ環境にも対応できるように開発を進めている。

違和感のない自動運転

自動運転では、自動車が「見る・感じる」能力だけでなく、その能力と「走る」、「曲がる」、「止まる」能力が協調した運動制御の技術が必要となる。自動駐車制御、車両の走行制御を担当する村上拓也（日立オートモティブシステムズ株式会社 技術開発本部 先行開発室 車両統合制御技術開発部 主管技師）はこう語る。

「緊急自動ブレーキなどの衝突防止システムのほか、ほぼ完成している自動運転に関連する技術にレーンキープアシストという車両制御の技術があります。私たちは、さらに道路の形状を『先読み』して操舵する制御技術を開発しています。」

テスト車両の1つには、カーブ時にハンドル操作に合わせて加減速を自動制御する日立



センサーフュージョンのイメージ。複数の技術の長所を組み合わせることを検討する必要がある。

独自のGVC (G-Vectoring Control) と、ACC (車間距離制御) を組み合わせた制御システムが搭載された。実施されたデモは、ステレオカメラを利用したACCが先行車を追従した後、時速約70~80 kmの速度でカーブに進入するところでGVCが自動車をコントロールするという内容で、まるで熟練ドライバーのようなスムーズなコーナリングを披露した。

「他人が運転する自動車に同乗した場合には違和感を覚えることがありますが、自動運転のレベル2~3を実現する際には、そのような違和感を生じさせない車両制御が求められてくるのです。」(村上)



志磨健



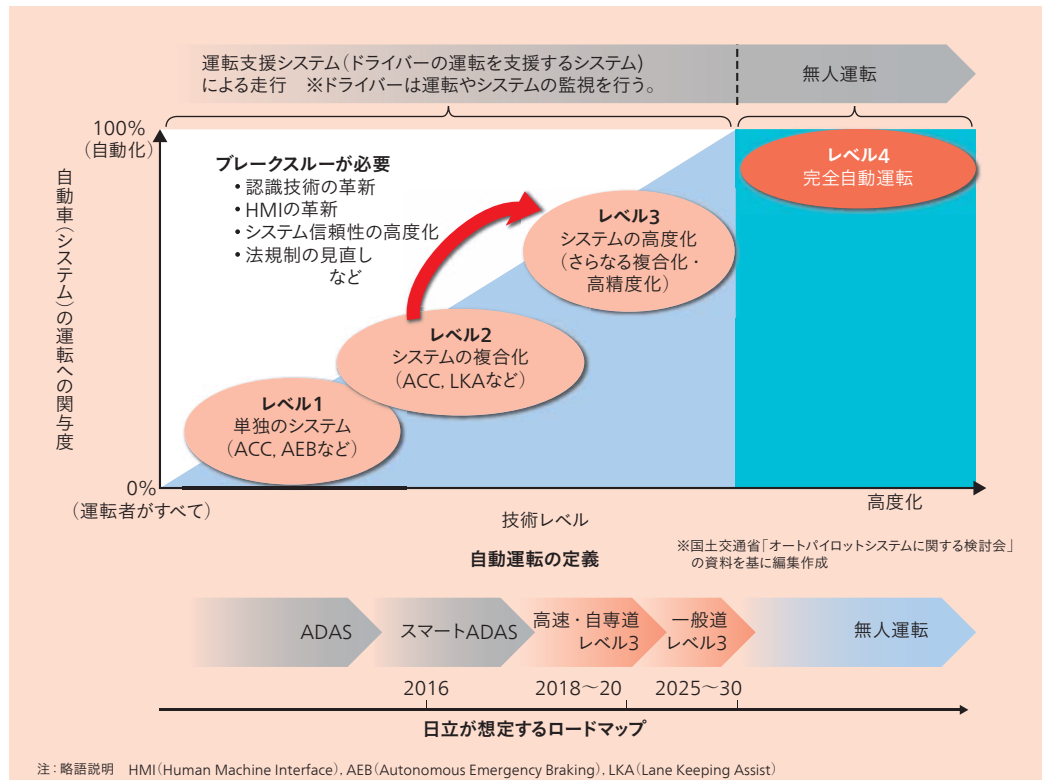
村上拓也



小型ステレオカメラだけでACCを実現しているデモの様子。乗っている者の違和感を軽減するには、細やかな車両制御が求められる。



十勝テストコースで披露された自動駐車システムのデモの様子。自動運転の実現には欠かせない技術が結集されている。



日立は、自動運転レベル1~3を対象にプロジェクトを推進している。レベル2とレベル3の間には技術的に高いハードルがある。

こうした要素技術を積み重ね、高速道における車線変更や合流・分岐を実現するのが、次のステップとなる。さらにその先に、完全自動運転にほぼ近いレベル3の世界が待っている。

完全自動運転までのチャレンジ

高速道に限定された自動運転と、限定のない完全自動運転との間には、技術的に高いハードルがいくつもある。日立は、将来の完全自動運転を見据えた研究にも取り組んでおり、その先端的な研究開発に携わっている横山篤（日立製作所 日立研究所 情報制御研究センター グリーンモビリティ研究部 主任研究員）が難しさの理由を次のように説明する。

「あらゆる道路環境を視野に入れた場合、想定外の障害物はもちろん、複雑な交通ルールも人間と同じように自動車が理解して走らなければなりません。そのため、認知・判断・操作という一連の技術は、高速道に比べて桁違いの高度化が求められます。認知では歩行

者の認知は当然のこと、行動予測をしたうえで、エンジンやブレーキ、ステアリングの制御が即座に実行できなければなりません。」

プロジェクトでは、カメラを中心としたセンシング技術を進化させることで「認知」における性能を向上させているが、「判断」は、研究所が先駆けて取り組んできたLDM (Local Dynamic Map) の技術がベースとなる。

LDMは、高精度な地図情報の上に、周辺車両や道路状態、交通状況、天気などといった情報を重ね書きしたデータベースである。LDMを用いれば、センシング情報に加えて、車車間、路車間通信の通信情報とも協調しながら自動運転を実現できる。

また、自動で走行できる時間やシーンが増えるほど、ドライバーとシステムのインタラクションが重要となる。システムが自動運転を維持できないと判断した場合、ドライバーに操作を戻すことになるため、自動運転から手動運転に切り替えなければならないからである。日立は、コックピットの技術を拡張するこ



横山篤

運転支援システムの拡大に期待

毛利宏氏（東京農工大学大学院工学研究院 工学研究院先端機械システム部門 教授）は、自動運転や運転支援システムにとって重要な車両制御アルゴリズムなどの研究開発に携わり、日立オートモティブシステムズとは共同研究を実施するなどの関係にある。

「自動運転は、交通事故や環境悪化などの自動車が抱えていた社会的な課題を解決するための画期的な取り組みだといえます。しかし、自動運転が実現するには、トラブルがあった場合の責任やセキュリティの問題もあり、今後は基準づくりや法整備が必要となるでしょう。その一方で、自動車が自己位置を高精度に把握したり、熟練ドライバーのように、交通環境という文脈を先読みしながら走行するだけでも、まだまだ技術的に難しいのが現状です。

とはいえ、超成熟社会を迎えて、安全で便利な移動手段がますます求められており、自動運転が一つの切り札になることは間違いあ

りません。ただ、完全自動運転の実現の前に、ドライバーの精神的・肉体的負担を軽減する運転支援システムの普及が重要だと思います。

日立は、センサーとなるステレオカメラをはじめ、アクチュエータ、電動パワートレインなどを組み合わせ、システム全体を構成できるという強みがあり、海外の有力サプライヤーに伍していける力を備えていると思います。その力を生かした安全・安心な運転支援システム、さらに未来に向けた自動運転システムの研究開発にも注目しています。

また、日本の自動車産業は、欧米に比べて産学連携が立ち遅れています。大学人としては、インターンシップ、ゲストエンジニアなどによる人材交流、共同での研究開発が活発になってほしいと思っています。この点でも、日本を代表する企業として、日立に先頭を切った取り組みを期待しています。」（毛利氏）



毛利宏氏

とで、自動車が行おうとしていた操作を人がスムーズに引き継ぐことを可能にしようとしている。

「操作の誘導、意識の誘導が必要となってくるため、完全自動運転へのステップとして、人間とのインタラクションが重要になってきます。特に自動車の速度が上がってくると、ミリ秒単位での制御が必須となることから、高度な技術が必要です。」（横山）

日立は、自動運転の実現に必要なヒューマンマシンインタフェースの開発に取り組んでいるが、将来的には高度な人工知能によって人間の理解を深めることが必要になると横山は考えているという。

「クルマ・人・社会」の新しい関係へ

こうした一連の開発・プロジェクトをまとめる佐々木光秀（日立オートモティブシステムズ株式会社 技術開発本部 先行開発室 車両統合制御技術開発部 部長）は、次のように決意を語る。

「私たちは、高齢者や交通弱者などの方々

も安心して自動車を走らせることができるように、自動運転の研究開発に取り組まなければならないと思っています。まだ緒に就いたばかりですが、高いハードルを一歩ずつ乗り越えていきます。」

自動運転が実現すれば、操作の誤りなどの人為的ミスが解消されるため、交通事故が劇的に減るといわれる。また、自動車が外部情報とつながっていくという側面も見逃せない。広大なクラウドに自動車につながり、そこから得られるビッグデータを解析した新たなサービスが次々と生まれてくるに違いない。

「自動運転は、予防安全の革新的な技術であるとともに、クルマの高付加価値化にも寄与します。つまり、『クルマ・人・社会』に対する新しい価値の創造であり、豊かな社会の実現でもあるのです。」（川端）

自動車とドライバーが、自動車どうしが、自動車とそれを取り巻く環境がそれぞれ通じあって協調している社会。それが実現する時代には、自動車に対する人々のイメージも大きく変わっているのかもしれない。



佐々木光秀