

環境と安全に向けたオートモティブシステムの技術開発

Development of Automotive Systems towards Environmental Protection and Safe Driving

根本 泰弘 Yasuhiro Nemoto
植木 信幸 Nobuyuki Ueki

石川 人志 Hitoshi Ishikawa
工藤 英康 Hideyasu Kudo

環境・安全・情報の各分野で進む技術開発

これからの自動車には、ゼロエミッションや超低燃費の実現をはじめとする地球環境保全、危険・衝突回避を中心とした予防安全の進化、情報技術の発達による利便性の向上など、関連技術の大きな進展が求められている。そのコアとなる技術が自動車の電動化・エレクトロニクス化であり、日立グループは技術力を結集し、環境・安全に向けた技術開発に力を注いでいる。

環境分野では、環境保全とエネルギーの高効率化を実現する「エンジンマネジメントシステム」や「**電気駆動パワートレイン**^(a)システム」、安全分野では、外界認識センサーとアクチュエーション技術との連携でドライバーを支援する「**走行制御システム**」、さらに情報技術としては、地図更新や交通情報などのサービスを通じて所要時間の予測や燃費向上に役立つ情報を提供する「**車載情報システム**」の開発に取り組んでいる（**図1**参照）。

エンジンマネジメントシステムの高度化をめざす取り組み

エンジンの高効率化

温暖化や大気汚染から地球環境を守るために、燃費向上や排出ガスの低減など自動車への規制が年々強化されている。自動車のCO₂排出量を低減するためには、まず燃料エネルギーをむだなく運動エネルギーに変換する必要がある。この分野においては、日立グループが電力事業で培った燃焼制御やシミュレーションを核とした技術を応用し、**筒内噴射**^(b)、**ポート噴射**^(c)、**ディーゼルエンジン**^(d)などの多様化するエンジンパワートレインに対応した主要シ

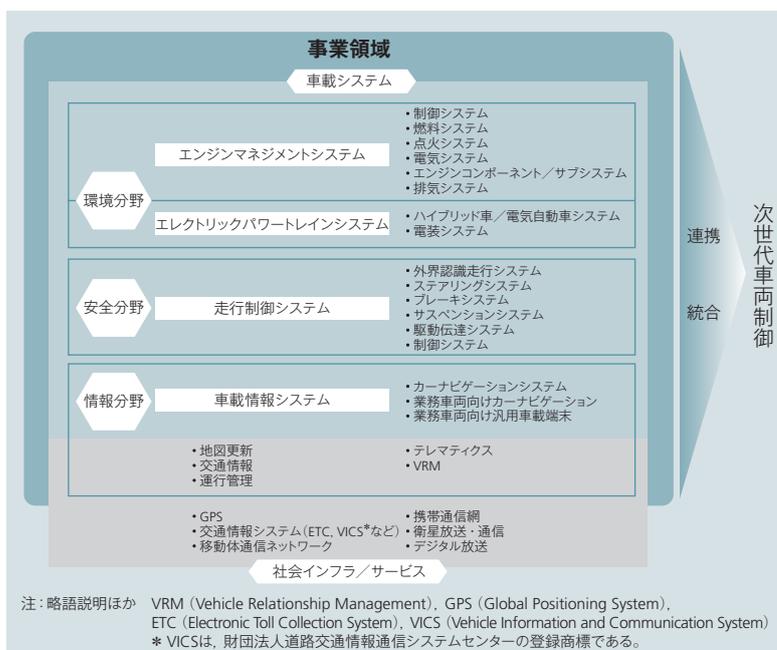


図1 次世代車両制御に向けた事業領域
燃費向上、CO₂低減、予防安全など、自動車に求められる機能を実現する統合制御システム、コンポーネント、サービスを提供する。

ステムおよびコンポーネントを開発しており、燃料エネルギーの損失低減、エンジンの高効率化に総合的かつ多面的に取り組んでいる。

筒内噴射エンジンシステムにおいては、燃焼効率を向上させるため、燃料を望ましい形状やタイミングで噴射するためのインジェクタや高圧燃料ポンプなどのコンポーネント・制御を含めたトータルシステムを提供している。システム開発を支える解析技術としては、噴霧・燃焼解析技術があり、燃焼室にマッチしたインジェクタ噴霧形状、燃焼を安定化させるピストン冠面形状など、燃焼にかかわる仕様を総合的に解析することができる。

可変動弁システム技術の進展

今後さらに強化されるCO₂規制に対応するために、これらの解析・制御技術を用

(a) 電気駆動パワートレイン

パワートレインは、自動車における動力源と動力伝達を担う一連の機構の総称。具体的には、エンジン、クラッチ、トルクコンバータ、トランスミッション、プロペラシャフト、ディファレンシャルギア、ドライブシャフトなどであり、動力を発生させタイヤホイールを回転させるまでの部分を指す。この機構の一部にモータやインバータ、電池などが加わった、あるいは置き換わったシステムを電気駆動パワートレインと呼ぶ。

(b) 筒内噴射

DI (Direct Injection)。ガソリンエンジンに燃料のガソリンを噴射する際、圧縮と燃焼を行うシリンダ内に高圧で直接噴射して空気と混合、燃焼させる方式。燃料噴射にかかわる部分はディーゼルエンジンの技術を基にしており、従来型のポート噴射方式と比べ、熱効率が高く低燃費化が図れる。

(c) ポート噴射

ガソリンエンジンの吸気行程に燃料のガソリンを噴射し、あらかじめ空気と混合させた状態でシリンダ内に送り込み、燃焼させる方式。筒内噴射に比べて、シリンダ内のカーボン（すす）の発生が抑えられることからメンテナンスが容易になる、コストが抑えられるなどのメリットがある。

(d) ディーゼルエンジン

シリンダ内で圧縮された高温高圧の空気に燃料を噴射することにより、自然発火させるエンジンシステム。ガソリンエンジンと異なり、点火装置（点火プラグ）を必要としない。一般的な軽油のほか多種類の液体燃料が使用でき、内燃機関の中では特に熱効率に優れ、CO₂の排出量も少ない。ガソリンエンジンに比べ、粒状物質や窒素酸化物（NOx）が発生しやすいなどの課題を解決するため、排気ガスのクリーン化技術が進展している。

いたソリューションとして、筒内噴射燃料系と各種可変動弁を組み合わせた燃焼制御、補機の高効率運転、機器を最適駆動するコントロールシステムなどを高度化していく予定である（図2参照）。

エンジンの出力を向上させ、排気を低減するための可変動弁システムとして、バルブの位相を可変するVTC（Valve Timing Control）や、バルブ作動角・リフトを連続可変するVEL（Variable Valve Event and Lift Control）を開発、製品化している。

VTCは、エンジンの回転数、温度、負荷などの運転状況に応じてバルブタイミン

グを連続的に変化させることにより、全運転領域で連続的かつ最適なバルブタイミングが得られる。

その結果、エンジンから排出される排気ガス中の窒素酸化物（NOx）、炭化水素（HC）を低減するとともに、燃費やエンジン出力・性能を改善することができる。

VELは、バルブリフトと作動角（開弁期間）の両方を変化可能で、燃費向上のための最小リフトから、レーシングエンジン並みの大リフトまでワイドレンジに切り換えることが可能である。したがって燃費や排気といった環境性能向上だけでなく、レスポンスや低中速トルク、最高出力も向上させることができる。VELシステムは、構成要素が小型であり、従来のシリンダヘッドのカム軸位置を大きく変えずに搭載でき、許容回転が高く、駆動フリクションが低いという特徴がある（図3参照）。

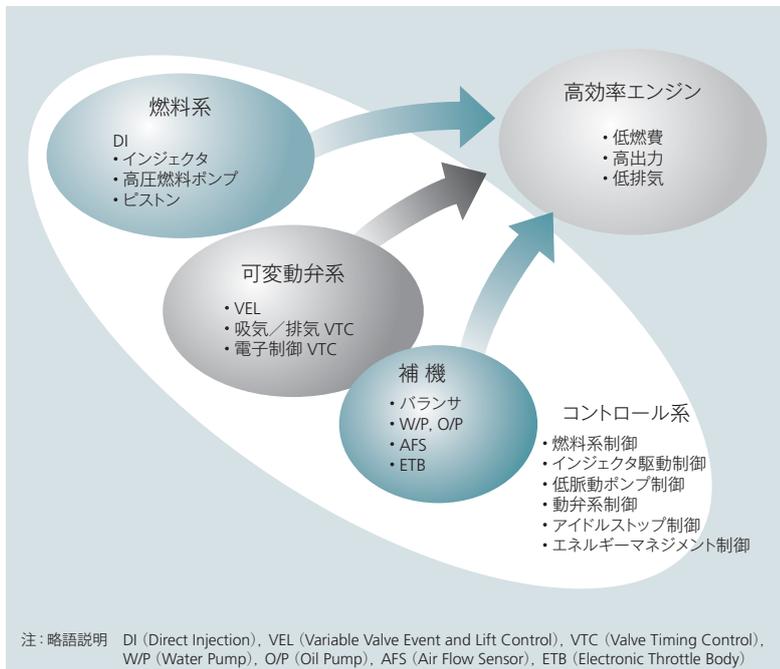
これら可変動弁と制御技術、およびエンジンへの吸入空気量を正確に検出するエアフローセンサー、電子制御スロットルボディなどのコンポーネントを用いた吸入空気量制御によって燃費を抑え、運転者の要求に応じたエンジントルクを実現する制御技術の開発も進めている。

ソフトウェア開発の効率化

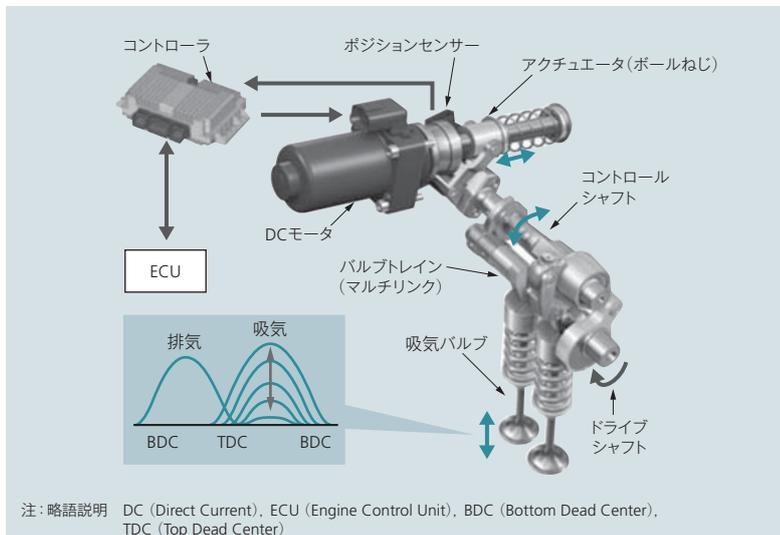
今後ますます大規模・複雑化するシステム開発を支えるため、モデルベース開発技術などのソフトウェア開発プラットフォームを構築している。組込みプロセスにおいて、制御モデルからコードを自動生成し、機能ごとに部品化、階層化したソフトウェア構造により、より質の高いソフトウェアを短期間で提供することをめざしている（図4参照）。

電気駆動バルブシステムの進化を支える技術

さらなる燃費向上やCO₂排出低減を実現するために、モータ・インバータ・電池による電気駆動バルブ技術を用いたハイブリッド電気自動車（HEV）、プラグインハイブリッド電気自動車



各コンポーネントの性能向上および制御技術により、燃費、パワー、排気ガス低減を同時に達成する。



バルブタイミングとリフト量を連続的に制御することで、エンジンの性能をさらに高めることができる。

(PHEV)^(e)、電気自動車 (EV)、燃料電池車 (FCEV)^(f)などが発表されており、これらの進化が急激に加速している。

日立グループは、電力・鉄道・産業機器分野で培ったモータ・インバータとその制御技術を応用し、自動車に求められるシステムと要素技術の開発に取り組んでいる。

HEVに代表されるエレクトリックパワートレインシステムに向けたコンポーネントとしてのモータやインバータは、小型・軽量・高出力の要求がさらに高まり、その駆動制御も高電圧・大電流となる傾向が強い。

日立グループは、冷却シミュレーションなどの解析技術やパワーモジュールの高信頼実装技術を活用し、小型から大型乗用車、商用車やバスまで、さまざまなバリエーションのモータ、インバータシステムを提供している。

リチウムイオン電池は、ニッケル水素電池に比べて充電効率がよい、メモリ効果がないなどの特長があり、今後のHEV、PHEV、EVなどの電池として本命視されている。

日立グループは、リチウムイオン電池の開発・製造会社として日立ビークルエナジー株式会社を2004年に設立した。同社の製品は、ハイブリッド小型トラックやバス、ハイブリッド鉄道車両向けに早くから納入されており、幅広く活用されている。今後さらに、長寿命、高出力、高エネルギー密度、高信頼性を図ったリチウムイオン電池を開発し、提供していく(図5参照)。

より高度な運転支援を可能にする 走行制御システム

交通事故の未然防止や被害軽減を目的に、ドライバーの認知・判断・操作を支援する高度な安全技術の開発が加速している。

日立グループは、先行する車両との距離を測るセンサーを用いた車間距離制御システム (ACC^(g)) を商品化している。現在、さらに高度な衝突回避支援システムの実用化に向け、レーダや画像処理カメラによる外界認識センサーと制御ブレーキ、ステア

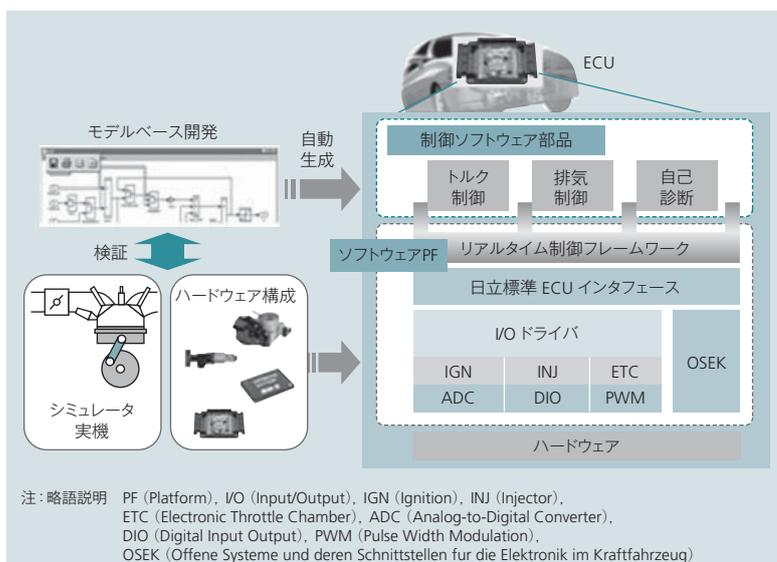


図4 モデルベース開発システム

制御ソフトウェアの開発効率向上と期間短縮のために、実機検証を含むモデルベース開発技術、ソフトウェア開発プラットフォームを構築している。



図5 車載用リチウムイオン電池

軽量で大容量なリチウムイオン電池は、次世代電動駆動車両のキーコンポーネントである。



図6 外界認識センサー

車両の周囲を認識し、危険な状況の回避を支援するセンサーへのニーズが高まっている。

リング、サスペンションなどの連携システムを開発している。

自車の外界および走行状態を認識する「外界認識走行システム」のセンサーとしては、走行レーンや先行車両を認識する画像処理カメラ、先行する車両や周囲の物体までの距離・相対速度・方向を認識するレーダ、歩行者・自転車なども検知しブレーキ制御による衝突軽減を可能にしたステレオカメラなどを開発、商品化している(図6参照)。

セミアクティブサスペンションシステムは、路面の凹凸や車体の動きをセンサーでとらえ、コントローラで各車輪位置のダンパを制御し、細かな路面の変化やコーナリ

(e) ハイブリッド電気自動車 (HEV)、プラグインハイブリッド電気自動車 (PHEV)

ハイブリッド電気自動車 (HEV: Hybrid Electric Vehicle) は、主としてエンジンなどの内燃機関に、モータ・インバータと電池を組み合わせた自動車を指す。ハイブリッド電気自動車の電池に、家庭用の電源などから充電できるようにしたものがプラグインハイブリッド電気自動車 (PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle) である。

(f) 電気自動車 (EV)、燃料電池車 (FCEV)

電気自動車 (EV: Electric Vehicle) はモータを主要な動力源とする自動車で、通常の二次電池に蓄積した電気をエネルギー源とする。これに対して燃料電池車 (FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle) は、水素、天然ガス、メタノールなどを燃料とする燃料電池をエネルギー源としてモータを駆動する。

(g) ACC

Adaptive Cruise Controlの略。車間距離制御機能付き定速走行装置。ミリ波レーダなどを用いて、先行車との適正な車間距離を保つように追従して走行し、先行車との車間距離が短くなった場合は、適正な車間距離を維持するように車速をコントロールする車間距離制御機能と、先行車へ接近した場合に警報する接近警報機能を実現している。

ングへの反応を可能にする(図7参照)。

また、これらのコンポーネントを応用した車両の統合制御技術も開発・提供しており、その一つとして、車両の加速度ベクトルをコントロールし、安定かつ滑らかなコーナリングを可能にする車両運動制御システムを実現した。

さらに、これらの要素を支える基盤技術開発にも注力しており、その一つとして自動車用コンポーネントに起因する振動や騒音を低減するNVH(Noise, Vibration, and Harshness)解析技術、油圧一振動解析技術などに取り組んでいる。これらの技術をさらに高度化することにより、安全で快適な運転を支援するためのコンポーネント・サブシステムを開発、提供していく。

**ドライバーの利便性を向上する
車載情報システム**

CISソリューション

いつでも、どこでも安全・安心・快適に情報を入力し活用できるユビキタス情報社会を迎え、自動車がネットワークにつながるものが当たり前時代になりつつある。さらに、自動車の電子化、高度化と車載情報インフラストラクチャーの整備により、今後は、車両向けの新しい情報サービスが次々と提供されてくると考えられる。

日立グループは、情報通信、車載端末、部品診断などの技術を活用し、それぞれの分野でのノウハウを連携・融合させて、車両に対する情報サービスを新しい「車載情報システム(CIS: Car Information System)ソリューション」として提供している。

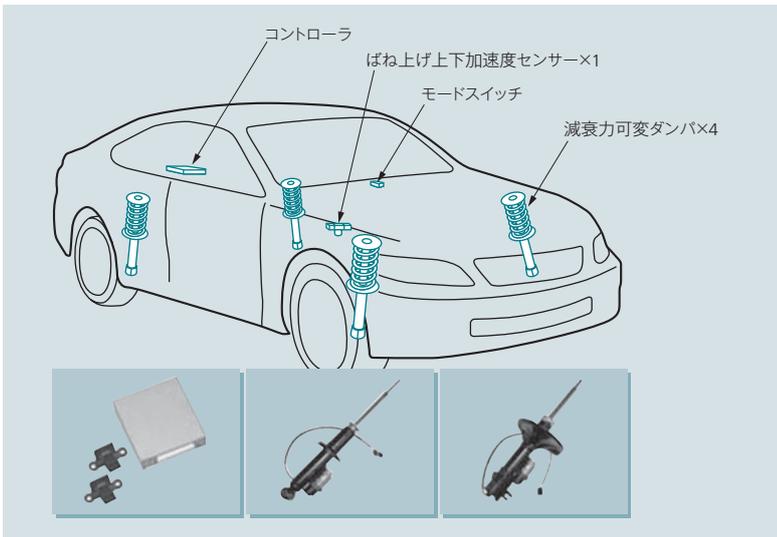


図7 セミアクティブサスペンションシステムの構成
サスペンションの減衰性能を制御し、安全で快適な乗り心地を実現する。

地図差分更新技術

「正しい目的地」に「適切なルート」で到着するには、常に地図情報を最新の状態に保つことが重要であり、必要とする地図の変更分だけを効率よく更新する技術が待ち望まれていた。

日立グループは、これらのニーズに応え、「変化のあった部分だけ」を更新する「地図差分更新技術」を開発した(図8参照)。

また、この技術をベースとして、カーナビゲーションをはじめとするさまざまな情報端末で利用されている電子地図を、総合的にマネジメントする電子地図総合ソリューションを提供している。

具体的には、地図ベンダーから提供される電子地図の変換・加工(オーサリング)を行い、テレマティクスサービスやインターネット・モバイルサービスなど、さまざまなサービスプロバイダーを通じて、電子地図の差分更新データを各種情報端末に届けるための配信管理を行う。これにより、多くの顧客のニーズに応え、ワールドワイドで顧客満足の実現をめざしていく。

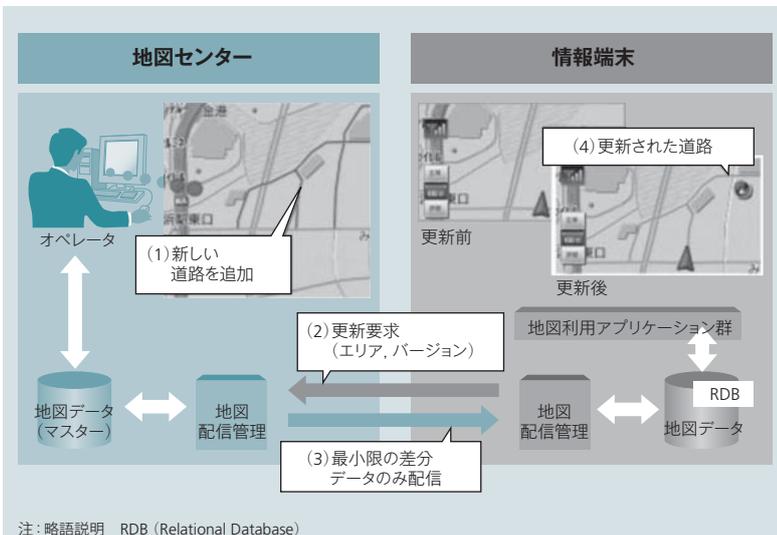


図8 地図差分更新技術の概要
変更箇所のための最小限のデータ配信で、常に新しい地図を利用することができる。

交通情報処理技術と渋滞予測技術

自動車を運転するドライバーには「いつでも、どこでも、高精度な交通渋滞情報が

欲しい」というニーズがある。

日立グループは、従来からのVICS^(h)交通情報に加え、タクシーなどの位置情報を活用した独自の交通情報処理技術、渋滞予測技術により、広範囲かつ高品質な交通情報を提供するシステムを開発、商品化している。この交通情報は、携帯電話やPCのサービスサイトからの配信サービス、商用車や業務車両の効率的な運行・配車管理などに活用できるほか、テレマティクスサービスセンターなどを通じてカーナビゲーションへ配信することにより、渋滞を避け、短時間で目的地に到着できるルート案内などのサービスの提供を可能にする(図9参照)。

これら地図差分更新技術と交通情報処理技術により、渋滞を避けた高精度・高効率なルートや最小のエネルギー消費ルートの案内、目的地により早く快適に到着するための交通情報サービス/ソリューションなど、「社会インフラ」と連携したソリューションを提供していく。

次世代の自動車関連システムをグローバルに提供

日立グループの自動車機器事業は北米、欧州、アジア地域へ拠点を拡大しており、

参考文献など

- 1) 日立オートモティブシステムズ株式会社, <http://www.hitachi-automotive.co.jp/>
- 2) 野木：環境と安全に向けたエレクトリックパワートレインの開発, 日立評論, 87, 5, 495~498 (2005.5)
- 3) 石井, 外：自動車におけるCO₂削減技術, 日立評論, 90, 5, 412~417 (2008.5)
- 4) 日立製作所ニュースリリース, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2008/10/1020.html>
- 5) 日立製作所ニュースリリース, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2008/03/0304.html>
- 6) 日立製作所・日立ビークルエナジー株式会社ニュースリリース, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2009/05/0519a.html>
- 7) 日立製作所ニュースリリース, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2008/10/1021.html>
- 8) 日立製作所・クラリオン株式会社ニュースリリース, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2008/07/0710b.html>
- 9) 日立製作所ニュースリリース, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2008/07/0714a.html>

執筆者紹介



根本 泰弘

1982年日立製作所入社, 日立オートモティブシステムズ株式会社
オートモティブシステム開発研究所 所属
現在, 自動車システムの研究開発に従事
日本機械学会会員



植木 信幸

1999年日立製作所入社, 日立オートモティブシステムズ株式会社
経営戦略本部 第二事業統括部 所属
現在, 自動車システムの事業戦略業務に従事
自動車技術会会員



石川 人志

1978年日立製作所入社, 日立オートモティブシステムズ株式会社
経営戦略本部 所属
現在, 自動車システムの事業戦略業務に従事
自動車技術会会員



工藤 英康

1981年日立製作所入社, 日立オートモティブシステムズ株式会社
経営戦略本部 第二事業統括部 所属
現在, 自動車システムの事業戦略業務に従事

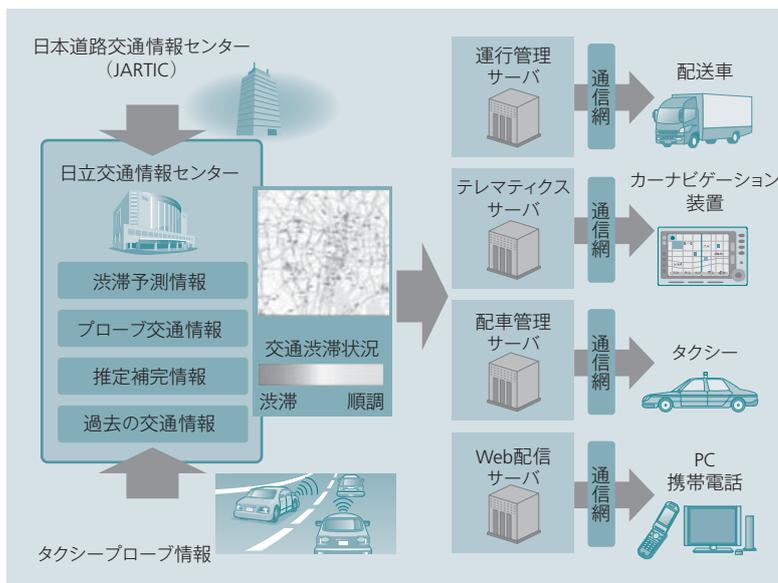


図9 交通情報サービス

渋滞予測技術を活用した交通情報により、車両の効率的な運行や配車管理が可能となる。

さらなる市場の厳しい変化と要求に応えるべく、2009年7月に日立オートモティブシステムズ株式会社を設立した。日立グループは、同社を中心に、電子化、電動化が加速する自動車業界の潮流において、長年培ってきた自動車機器事業の技術と日立グループの強みであるエレクトロニクス技術を融合させ、環境・安全対応自動車関連システムをグローバルに提供するサプライヤーをめざしていく。

(h) VICS

Vehicle Information and Communication Systemの略。道路交通情報通信システム。カーナビゲーション向けに渋滞・工事などの情報をリアルタイムに配信するシステムで、通信手段としてはFM多重放送、光ビーコン(赤外線通信)、電波ビーコン(2.4 GHz帯通信)の3種を用いる。1996年のサービス開始以来、新しい形の公共情報提供基盤として全国に整備が推進されている。