

日立製作所創業100周年記念シリーズ

開拓者たちの系譜

8

日立グループが取り組むITS統合制御技術

環境に配慮した、安全かつ安心な車社会の実現へ向けて

日立製作所
オートモティブシステムグループ CTO 兼 オートモティブシステム開発研究所 所長

児玉 英世

はじめに

2008年に開催された北海道洞爺湖サミットの目的の一つは、地球環境問題にどう対応していくかを協議することであり、先進国各国ともCO₂排出量削減に真剣に取り組むことを宣言した。日本のCO₂排出量は2006年で12.6億トン余りであり、その中で運輸部門は約2割を占める。さらに運輸部門の8割以上は自動車から排出される。したがって自動車の排出量をどう下げることが大きな課題であり、エンジン性能向上、ハイブリッドカーなどの電動化の推進、省エネルギー運転の推進などが対策として挙げられる。また、交通事故低減も重要な課題である。

日立グループは以前から自動車関連技術、オートモティブシステムの開発を進めてきたが、最近になり、「環境」、「安全」、「安心」を融合させるITS(Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム)統合制御をめざし、その取り組みを強化している。半導体、材料、画像応用技術、メカトロニクス、組込みソフト、社会インフラ向け高信頼性システムなど、日立グループは自動車に有効な技術を多々有しており、全力で取り組んでいる。

2 オートモティブシステムのこれまでの歩み

2004年10月に、当時の日立製作所オートモティブシステムグループ(主として佐和工場)、株式会社日立ユニシアオートモティブ、トキコ株式会社の3社が合併し現在の日立製作所オートモティブシステムグループの母体となった。はじめにそれまでの各社の歴史を簡単に紹介したい。

まず、日立製作所オートモティブシステムグループ(主として佐和工場)であるが、1968年に当時の日立製作所多賀工場(現日立アプライアンス株式会社)から分離独立したものである。しかし、分離独立のはるか以前の1930年から、電装品の自主開発に着手し、1936年には国内大手自動車メーカー向けに電装品のサンプルを製作

していた歴史がある。当時の最先端技術を導入し、研究開発に注力していたことがわかる。独立後は、電装品、キャブレタ、カーエアコン、点火装置、噴霧装置、電子制御ユニットなど、エンジン周りの製品開発を進めてきた。1970年に改正された米国大気汚染防止法であるマスキー法は厳しい規制基準であったが、当時の最先端の半導体技術をいち早く導入し、電子式エンジン集中制御システムも開発している。

株式会社日立ユニシアオートモティブは、株式会社ユニシアジェックスを日立製作所が2002年に完全子会社化したものであるが、その母体は1956年日産自動車株式会社厚木工場から独立した厚木自動車部品株式会社である。同社はその後、1973年6月に設立された日本電子機器株式会社と1992年に合併した歴史を持つ。主要製品はシャーシ制御、ステアリング関連製品、電子制御装置などである。同社の理念は一貫して、優れた独自の技術力で世界に通じる総合システムメーカーをめざすことにあり、1975年以降、開発部や研究部を設置し、当時の先端技術を導入して、新製品を送り出してきた。

トキコ株式会社は、1937年に東京瓦斯電気工業から分離独立した東京機器工業株式会社が母体であるが、1934年から1935年にかけて、ショックアブソーバやブレーキシリンダの初の国産化に成功し、1938年、日立製作所の関係会社になった。1955年、技術革新への対応を図るために、1951年に設立された研究部の拡充を進め、油圧、材料に加え、生産技術分野も対象とした。その後、トキコブランドが広く世に知れわたるようになり、1965年にトキコ株式会社に社名を変更した。1977年には、研究部を母体として研究所(現在のオートモティブシステムグループ走行制御事業部開発本部)を設立し、産業構造の変化に対応すべく、電子機器やソフトウェア開発を強化し、今日に至っている。トキコの企業理念は、モノづくりへのこだわりであり、高品質に裏づけされたブレーキ製品、サスペンション製品などを世に提供してきた。

さらに、2004年の3社統合後、車載情報事業分野では、

児玉 英世（こだま ひでよ）

1947年鹿児島県生まれ。1971年東京大学大学院（冶金学）修了，同年日立製作所入社。日立研究所にて凝固制御技術の開発に従事。2001年日立研究所所長，2003年研究開発本部副本部長，2004年オートモティブシステムグループCTO兼オートモティブシステム開発研究所所長。工学博士。



1951年に日本で最初にカーラジオを発売し，その後もAV(Audio Visual)やナビゲーション分野で，高度な技術を背景に次々と新製品を投入してきたクラリオン株式会社を2006年12月に日立グループに迎え，さらに2007年1月には株式会社ザナビ・インフォマティクスが同社の100%子会社になった。これは，自動車の主要情報機器であるナビゲーションシステムの今後の機能進化を予測し，当該分野を強化するための一体化である。

上述した3社統合や車載情報分野統合は，環境性能に優れた車を安全に，かつさまざまな情報も取り入れて走行できる，近未来のITS統合制御の実現を視野に入れたものである。現在の日立製作所オートモティブシステムグループは，自動車の環境パワートレイン分野である，エンジンマネジメントシステム，エレクトリックパワートレインシステム，安全分野である走行制御システム，情報分野である車載情報システムの各分野で開発を進め，高度な技術製品を市場ニーズに対応して提供している。

3 自動車を取り巻く動向

3.1 直面する課題

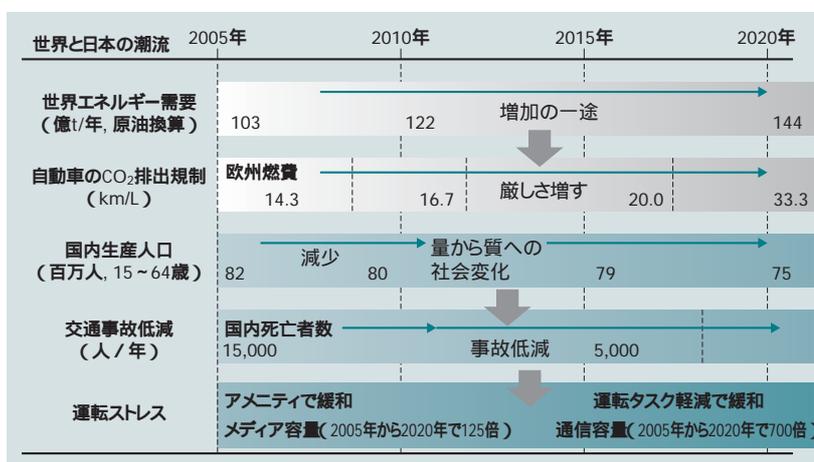
現在の自動車分野が直面している課題を[1]に示す。世界のエネルギー需要は増加し続けており，2020年には現在より，約20%増加すると予測されている。これに伴う課題は，地球温暖化対策であり，自動車分野では，燃費向上，排出ガス削減が共通の課題となっている。各国政府とも規制を強化する方向にあり，欧州は2012年までにCO₂排出量を120 g/kmまで下げる目標を設定し，米国は新エネルギー法で2020年，35マイル走行/ガロンを義務づけている。この数値は現行の約40%アップを要求するほどの厳しいもの

である。日本では2005年の運輸部門のCO₂排出量が全体の約20%で，この半分を自家用車が占めていることから，新燃費基準が打ち出され，2004年比較で23.5%改善を2015年に達成することが必要となっている。さらにフランスでも2008年1月新車購入時にCO₂排出量の多い車両に排出税を適用することが決まった。

日本固有の課題としては生産人口減少があり，今後10年間でも500万人程度減少すると予測されている。それに伴い，量を追求する時代から質を向上させる時代への変換が急務となっており，自動車も単に移動する手段としてのみでなく，安全性，利便性，運転ストレス緩和などに関する質の向上が求められている。

安全面では，交通事故低減が最大の課題である。国内での交通事故死者数は，最近は減少傾向にあり，例えば，2006年は6,352人，2007年は前年比9.6%減の5,744人である。事故件数は2006年が88万6,703件，2007年が83万2,454件である。減少傾向にあるとはいえ依然高いレベルにあり，早急に交通事故を減らすことが課題である。

また，運転ストレス緩和に関しては，自動車で使用可能なメディア容量と通信容量が今後，大きく増加すると見られており，これらの大容量通信を使った快適性，利便性の向上に加え，目的地まで早く快適に到着するため



[1] 自動車分野が直面する課題
エネルギー需要は増加し，自動車CO₂規制は厳しくなる。交通事故低減も大きな課題の一つである。

の交通情報，安全に走行できる周囲環境情報の提供や，快適性の向上，環境対策にもつながる交通情報をベースとしたエコドライブなどが注目されている。

日立グループは今後，これらの環境，安全，利便性，快適性を各分野の技術を融合させて解決する必要があると考えており，上述した3社統合や車載情報分野統合の狙いもここにあると言える。

3.2 ガソリンエンジンにおける環境対応技術

本稿執筆時点では，燃料価格高騰により，米国を中心に大型車が販売不振となる一方，燃費性能に優れたハイブリッド車，小型車の販売台数は好調に推移している。また，これまで取り組みに慎重と見られていた欧米主要自動車メーカーがハイブリッド車，電気自動車，燃料電池自動車の開発を盛んに発表している。

自動車のCO₂排出量削減には，燃費性能向上が必要である。これは，自動車に供給する燃料エネルギーから無駄なく運動エネルギーを取り出すことである。エネルギーフローを[2]に示す。

エンジンが消費する燃料の中で，走行やエアコンなどに使われるのは約15%であり，残りは駆動系やアイドリング，ポンプ，摩擦などの損失になっている¹⁾。エ

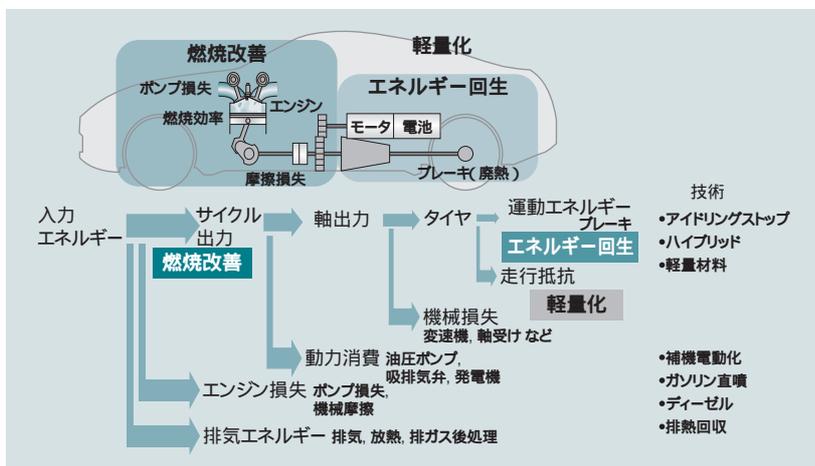
ネルギーを効率よく利用するためには，エンジン燃焼の高効率化，エンジンや補機類の損失低減，車両走行時における抵抗低減，軽量化，熱エネルギーや走行中の運動エネルギー回収が重要となる。

エンジン燃焼の高効率化に必要な技術は，高精度な計測技術，制御技術，混合気の流れ計算解析技術，ガソリンの微粒化技術，動弁との連携協調技術などがある。また，技術的には単一の要素技術で解決するのは困難であり，異分野技術の融合が不可欠である。

3.2.1 エアフローセンサーの開発

これらの必要技術の中で，重要なものの一つは，エンジン燃焼に必要な吸入空気量の正確な計測である。エンジンは吸入空気に対して燃料を混合して燃焼させる。したがって吸入空気量と燃料の質量比，すなわち空燃比を高精度に制御する必要がある。

この吸入空気量を正確に高応答速度で計測するためにはエアフローセンサーが不可欠である。日立グループは，業界に先駆けて，1975年頃から日立研究所の研究者と工場の設計者が一体となって，その開発に着手した。当初，計測方式として検討したのは，エンジン回転数と吸気管圧力から空気量を求める方式，スロットルバルブ開度とエンジン回転数から求める方式などの間接的方式と，バルブ開度検出，カルマン渦検出，超音波伝播(ば)速度差検出，ホットワイヤの放熱量検出など，空気量を直接的に計測する方式であった。これらの中のどの方式が適しているかについて異分野の研究者，設計者が試行錯誤を重ねた。ホットワイヤ方式が広く熱線流速計として，自動車分野以外でも利用されている実績があること，当時の佐和工場のエンジン機器開発グループが日常的に実験で使用していたことなどから，1978年にはこのホットワイヤ方式の小型化に的を絞って，開発を進めた。



[2] 自動車のエネルギーフロー

低燃費化には，燃焼改善，エネルギー回生，軽量化などの総合技術が必要となる。

ホットワイヤ方式の原理は、加熱されたホットワイヤ温度と空気速度の関係を利用することであり、加熱電流が空気速度の4乗根に比例する。したがって空気流量が少ないときでも高精度にその速度を求めることができる。当初の課題は、ホットワイヤを精密形状に形成する技術であったが、佐和工場の試作部門や生産技術研究所との連携により自動化方式も開発した。また、日立研究所の材料部門も参加し、汚染に強い材料プロセスを考案し、実際に適用している。

一方、ホットワイヤセンサーを空気吸入管の中心部分でなく、バイパス通路内に設置しても正確に吸入管内を吸入する空気量を正確に計測できることを機械研究所が流体解析で明らかにし、さらに、温度の影響をキャンセルできる計測ブリッジ回路も日立研究所の電気制御部門が考案し、実際に適用されている。

このような異分野技術の融合により、1981年に世界で初めてホットワイヤ式エアフローセンサーの実用化に成功した。その後、吸気管バイパス一体型エアフローセンサー、スロットイン型エアフローセンサーなどを次々に顧客に提供してきており、現在は世界のトップシェアになっている。

3.2.2 高効率エンジンシステムの開発

エンジン効率アップの一つとしては、高圧縮比化やポンプ損失低減が挙げられる。このような課題に対して、日立グループは、エンジンシリンダ内に直接燃料を噴射する筒内噴射エンジンシステムや、さらなる燃費向上が期待できる予混合圧縮着火エンジンシステム(HCCI: Homogeneous Charge Compression Ignition)ポンプ損失を低減する可変動弁システムに注力して開発を進めている²⁾。

筒内噴射エンジンシステムは、エンジンの筒内に直接燃料を噴射することから、燃費向上、排気低減と出力向上を実現できる。また、噴射のタイミングやシリンダ内の混合分布が自由に制御でき、高圧縮比化による燃費向上、および高出力化が可能である。このように燃料噴射の制御自由度が高いことから、耐ノッキング性、リー

ンバーン、耐EGR(Exhaust Gas Recirculation)性などの特性改善が期待できる。また、これらの部品は過酷な環境下で動作するので、耐環境性、耐摩耗性、耐食性に優れた材料や表面処理技術が不可欠であり、日立グループ共同で開発を進めている。

予混合圧縮着火エンジンシステムは、混合気をピストン圧縮で自己着火させる技術であり、熱効率向上とCO₂排出量削減が期待できる。予混合圧縮着火エンジンの実用化には、安定した燃焼の実現が課題となる。これらに対し、筒内噴射用燃料系サブシステムと可変動弁、すなわちリフト量と作動角を連続的に変更できるVEL(Variable Valve Event and Lift Control)と、位相を連続的に変更できるVTC(Valve Timing Control)を組み合わせ、運転状態に応じてHCCI燃焼と点火プラグによる燃焼を円滑に切り替える技術開発を進めている。

このようなエンジンの最適燃焼化を実現するためには、高度な燃焼解析技術が不可欠である。シリンダ内の空気流動解析、噴霧混合気の分布解析などには、過去に実績のある原子力プラント配管内の気液二層流を解析する大規模非定常・圧縮性流体解析プログラムを最適化して用いている。このほか、燃焼火炎解析、化学反応解析などの開発を研究所と共同で進めている。最近は三次元CAD(Computer-aided Design)の図面から直接解析に必要なメッシュ分割図を作成できる新開発のボクセル法により、設計パラメータを最適化してロバスト性を上げ、かつ開発の期間短縮につながる現物融合解析、乱流直接シミュレーション法も導入している。こうした解析技術の特徴は、燃料噴霧の特性解析、噴霧粒径、流量、流速の三次元計測解析、可視化解析から構成されることであり、設計開発の段階でさまざまなエンジン燃焼の最適化に活用している。また、これらの技術は上述した筒内噴射エンジンやHCCIのみならず、現在主力のMPI(Multi-point Injection: 多点ポート噴射)ガソリンエンジンの最適燃焼技術などの開発にも適用されている。

4 ハイブリッド電気自動車によるCO₂削減技術

4.1 ハイブリッド電気自動車の動向

上述したように、自動車単体のCO₂排出量削減のためには、エンジンの燃費低減技術に加え、油圧ポンプに代わる電動ポンプも重要であり、小型で高効率なモータの開発も進めている。また、ハイブリッド電気自動車(HEV: Hybrid Electric Vehicle)や、家庭でバッテリー充電可能なプラグインハイブリッド電気自動車(PHEV: Plug-in HEV)の開発も必要である。

ガソリンエンジン、マイルドHEV、ストロングHEV、PHEV、燃料電池車のエネルギー効率とCO₂排出比を比較すると、モータ走行距離が少ないマイルドHEVでは、CO₂排出量を約20%、ストロングHEVでは約50%、PHEVでは約70%、それぞれ低減できる。これから、ガソリン単独、マイルドHEV、ストロングHEV、PHEVと電動化が進むことにより、CO₂削減効果が大きくなることがわかる。したがってモータや、モータを効率よく制御するインバータ、高効率なリチウム二次電池のようなキーデバイスを開発することが重要となる。

4.2 日立グループの取り組み状況

4.2.1 モータ・インバータ技術

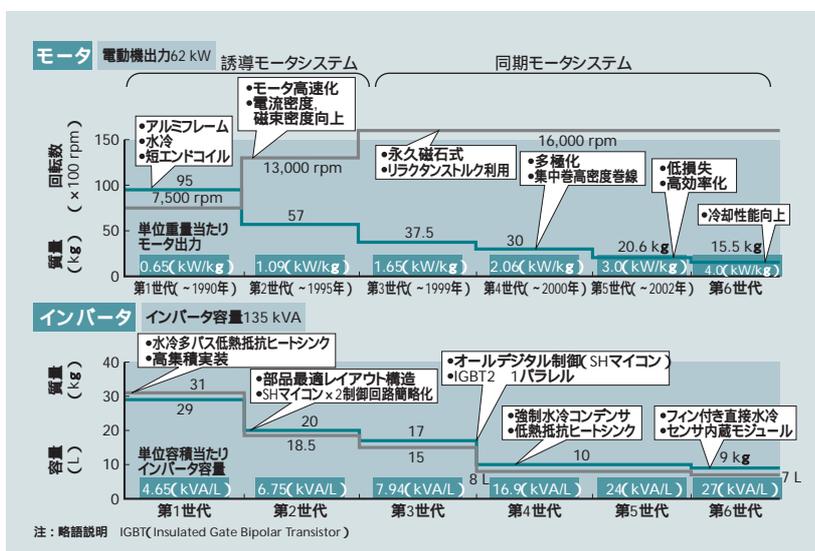
日立グループは原子力、火力用の発電機、鉄道車両、産業用のモータ・インバータを以前から提供してきた実績があり³⁾、自動車用にも早くから開発を進めてきた。その推移を[3]に示す。

指標として、モータ出力(kW)/重量(kg)で見ると、ここ10年間に倍以上も小型化している。同様にインバータは容量(kVA)/体積(L)の変化で見ると、ここ10年間でほぼ $\frac{1}{3}$ 程度に小型化している。これらの技術を基に上述したHEV関係のモータ・インバータの技術開発を進めている。

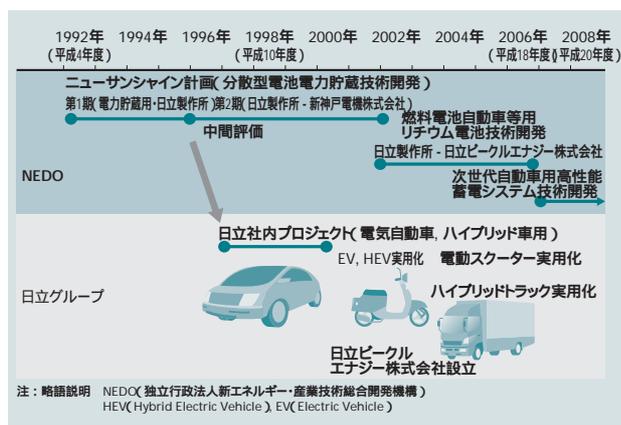
HEV用インバータの動作特性は、産業用によく見られる、定格負荷による定常運転がほとんどなく、自動車の運転状況に応じて出力を変化させる点にある。そのために、インバータのパワーデバイスは熱的な条件で電流定格が決まる。出力が数十キロワットを超える高電圧HEV(ストロングHEV)の場合、日立グループは、従来の間接水冷に代わる直接水冷という独自方式を開発している。この直接水冷方式は、パワーモジュール

底部に水冷フィンを形成することが特徴であり、モジュールと冷却フィンを別体にした間接水冷に比べ、放熱グリスを使用しないため熱抵抗が約25%低減する。

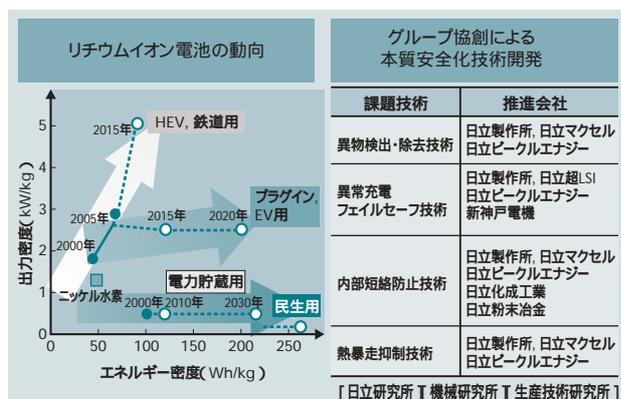
今後、日立グループは、将来的な高パワー化と耐熱化に対する技術とともに、パワーデバイスの低損失化とインバータ全体の高耐熱・小型実装技術開発を進める。モータ開発に対しては電力産業用に開発した大規模電磁場解析技術を自動車用に最適化して進めており、モータ制御に必要な最適化耐サージ電圧技術、イン



[3] 自動車用モータ・インバータ小型軽量化の推移
62 kWモータを例にとると、制御に必要なインバータも小型化している。



[4] 日立グループの大型リチウム二次電池の開発経緯
1992年にNEDOプロジェクトに参加して以来、高性能化を追求している。



[5] 日立グループの自動車用リチウムイオン二次電池のロードマップ
高エネルギー型、高容量化にグループ一丸となって取り組んでいる。

パーツ部品配置方法などに対しては、EMC(Electro Magnetic Compatibility) 解析技術も併用して開発を進めている。

このようにインバータによるモータ・ドライブ技術の最適化技術を開発し、ハイブリッドにおけるソリューションを提案していく予定である。

4.2.2 ハイブリッド電気自動車用電池技術

HEV用電池として高エネルギー密度、高パワー密度(入出力性能)と長寿命が得られるリチウムイオン二次電池(LIB: Lithium-ion Battery)が今後の主力として期待されている。

日立グループにおけるLIBの開発経緯を[4]に示す。

日立グループは、1990年代初頭よりNEDO(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)のプロジェクトに参画し、据置型大型LIBの研究開発を推進し、その後、移動体用電池の開発を進めた。電池の性能を最大限に引き出し、かつ安全に動作させるためのセルコントローラも同時に開発しており、EV(四輪向け、二輪向け)やHEV用途で世界に先駆けて市販車両に採用されるなどの実績を上げている。

日立グループの自動車用LIBのロードマップを[5]に示す。

2000年に、出力1.8 kW/kgレベルの第一世代LIBを市場投入した。その後、2005年には性能を1.5倍以上に向上させた3.0 kW/kgの第二世代LIBを開発し、用途拡大を果たした。

この間、[4]に示すように、2004年6月には、LIBの今後の需要増大を視野に入れた事業強化のために、新神戸電機株式会社、日立マクセル株式会社と共同で日立ビークルエナジー株式会社を設立した。現在、配送用ハイブリッド小型トラックやハイブリッド鉄道車両などの電池に採用されている。また、同図に示すように、いっそうの高信頼化に必要な種々の課題を解決するために、日立グループ一丸となって取り組んでいる。

5 走行制御技術への取り組み

交通事故の低減のためには「曲がる」機能と「止まる」機能を担う走行制御技術の開発がますます重要となっている。自動車が前後方向にスリップしたときに、タイヤのロックを防止するABS(Anti-lock Brake System)はほぼ全車両に装着されており、交通事故の低減に役立っている。最近では横方向のスリップ防止に有効なESC(Electronic Stability Control System, 別名VDC: Vehicle Dynamics Control)の事故率低減への効果が明確となっており、ESCの搭載が義務づけられつつある。特に北米では2011年9月までに乗用車への100%標準装着が義務化された。EUでも2011年3月ないし2011年末でのESC標準装着の義務化が検討されている。



注：略語説明 VDC(Vehicle Dynamics Control), HDC(Hill Descent Control), HSA(Hill Start Assist)

[6] 小型・軽量化高機能VDC
HDC, HSA機能に加え、四駆システムと協調できる。

また、ESCの装着率を上げるためにESCアクチュエータを応用した新たな便利機能がソフトウェアの追加だけで実現されている。HDC(Hill Descent Control), HSA(Hill Start Assist)などがその主な例である。日立グループでも2006年に小型軽量化した高機能VDCを発売し、HDC, HSA などの機能を実現している([6]参照)。また、このVDCは四駆(4WD: Four-wheel Drive)システムと協調して四駆システムの運動性能を向上させる機能もあわせ持っている。こういった走行制御システムの協調による性能向上が行われるようになってきているが、ESC, EPS(Electric Power Steering)や、メカニカル四輪駆動に代わる電気制御四輪駆動といったアクチュエータが標準装備化されソフトウェアだけで実現される環境が整ってきたことがその背景にある。

ACC(Adaptive Cruise Control)をはじめとしたITS関連制御は、油圧ブースタや制御ブースタなどを用いて自動ブレーキ機能を実現している。最近、ナビゲーションシステムからの地図情報を用いて、カーブに近づくと自動的に減速するナビ協調制御を実用化した。また、先行車両との距離と相対速度に応じてアクセルペダルへ押し戻す力を発生させ、ブレーキペダルへの踏み換えを支援するとともにアクセルを戻すと減速制御するDCA(Distance Control Assist)も実用化している。

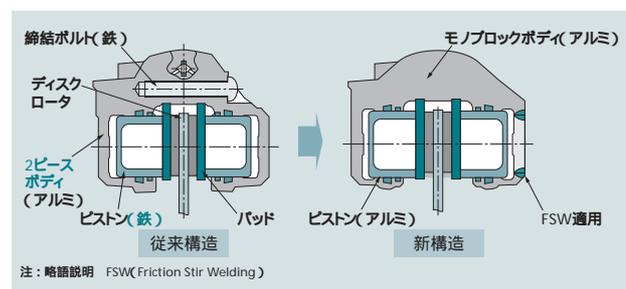
ESCの装着率が向上するに伴い、ESCを応用した廉価なシステムが登場してきている。しかし、従来のESCは

液圧上昇の際のポンプ脈動が大きく、ACCで用いるためにはNVH(Noise, Vibration, Harshness)の課題があり、この点を改善するために、ギアポンプを用いて液圧脈動を改善した次世代型のESCユニットを開発中である。カメラやミリ波レーダなどの環境認識センサーおよびADAS(Advanced Driving Assist System)と組み合わせ構成でき、安全走行性能を大幅に向上させることができる。

燃費向上の方法として、エンジン動力を用いる油圧機器の省エネルギー化も重要であり、中型トラッククラスまで搭載可能な可変容量のパワーステアリングポンプも開発した。特徴は、ポンプ1回転当たりの吐出し量を可変させ、ステアリングギアに必要な流量のみを供給することにあり、燃費改善効果に優れている。

また、最近の自動車の運転性能向上により、ブレーキ性能への要求も高くなっている。求められる性能は、小型化、軽量化、高剛性化とフィーリングの向上である。これらの要求に応えるために検討を進め、新たに二つの技術を開発し製品を市場に投入した。二輪車用アルミ製ブレーキキャリパの概要を[7]に示す。

鉄製締結ボルトを用いた従来の2ピース構造をFSW(Friction Stir Welding : 摩擦かくはん接合)によってモノブロック化し、アルミニウム製ピストンを組み込んだ。これらの技術により、従来品に比較し、約20%軽量化した世界最軽量のブレーキキャリパを開発した。引き続き4輪車用のアルミ製キャリパの開発を進めている。



[7] 二輪車用アルミ製ブレーキキャリパ
モノブロック化と締結ボルトレスで約20%軽量化を実現した。

6 車載情報システムへの取り組み

6.1 サービス・ソリューションの提供

情報通信をはじめとする社会インフラの進展により、家庭がネットワークを介して外部とつながる時代を迎えている。この流れは自動車にも及び、ネットワークを介して外部とつながる時代がすぐそこに来ている。

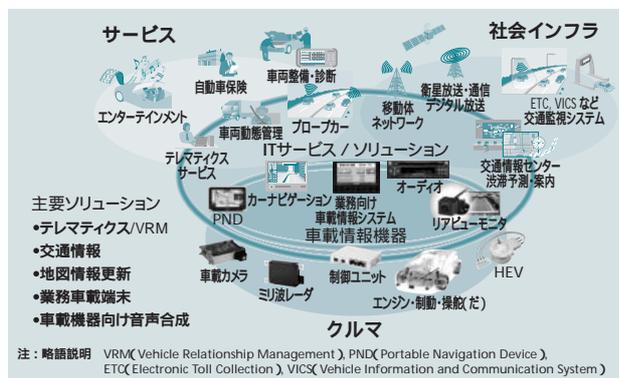
日立グループは、これまでの情報通信分野、車載ナビゲーション機器での開発経験を踏まえて、自動車に対する情報サービスを開発し提供している。

現在取り組んでいる車載情報システムの各種ソリューションを[8]に示す。

各種車載制御機器が有する自動車運転状況を把握できるVRM(Vehicle Relationship Management)サービス・ソリューション、業務車両の運行管理と動態管理効率が把握できるソリューション、コールセンターと連携し、車両の異常状態を通知するテレマティクスサービス、渋滞予測による高ルート案内などの開発を進めている。

経路探索を主な目的としたカーナビゲーションは1992年より次第に普及が拡大し、運転者が必要とする地図媒体もCD(Compact Disc)、DVD(Digital Versatile Disc)、HDD(Hard Disk Drive)と記録容量が増えている。

従来、地図を更新する場合、データを書き換える必要があったが、このような不便さを解消するために、日立



[8] 日立グループの車載情報システム
情報通信技術と組み合わせて、各種ソリューションの開発を進めている。

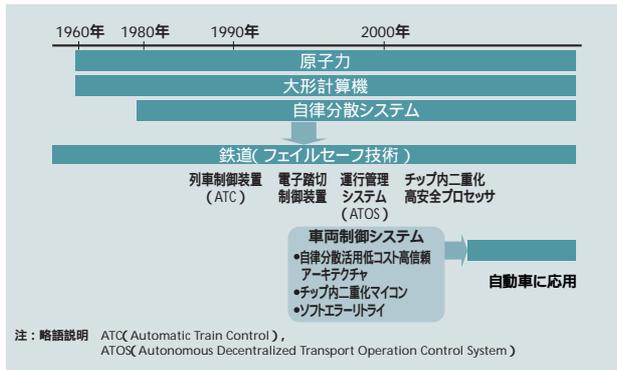
グループは2008年7月より 電子地図変換・配信サービスを開始した。この技術の特徴はカーナビゲーション利用者が携帯やインターネットを通じていつでもどこでも必要な地図情報を短時間で更新できることにある。

6.2 エコドライブ技術の開発

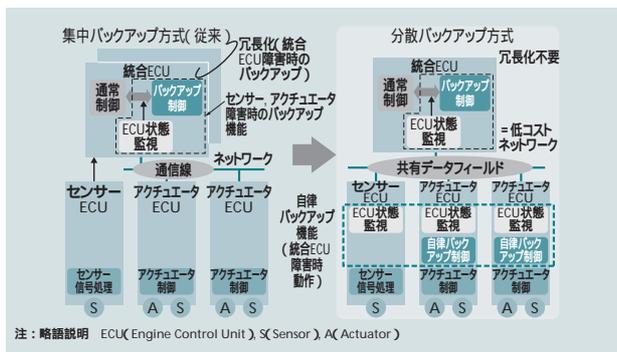
自動車本体の性能向上に加えて最近、注目されているのが、ITS利用によるCO₂排出量削減技術である。2006年よりエコドライブ普及連絡会が発足し、2006年から2008年の3年間で「エコドライブ普及推進期間」として推進している⁴⁾。同会が提唱する「エコドライブのための10のすすめ」には、「ふんわりアクセルスタート」、「アイドリングストップ」などが含まれている。また「道路交通情報の活用」も挙げられている。ITS地図情報を応用すると、より詳細な運転ルート探索がその場で可能になるため 地図情報の利用技術 ルート選択最適化などの開発を進めている。また、燃費性能が運転操作により変化することから 運転者の操作傾向を分析し 適切な運転アドバイスを与える運転操作技術の開発も進めている。

7 自動車システム高信頼化への取り組み

これまで述べたように、近年自動車の電子電動化が急速に進んでいる。また、電子電動化の進展に伴い、自動車機器に搭載される電動アクチュエータは、2000年では1車両当たり平均搭載数が30個、2005年には50個と増加しており、今後の環境対応により、2010年以降は100個を超えるものと思われる。安全走行や情報に関連したハードウェアも増えており、これに伴って搭載されるソフトウェアも大規模になりつつある。したがって各種機器を制御するソフトウェアの開発効率向上とマイコンに対する高信頼化の要求が拡大している。また、利便機能や後述するIAS(Information and Actuation Integrated Management System)における協調制御システムは仕向け地や各自動車メーカーに個別の要求があり、システムサプライヤは



[9] 日立グループのシステム高信頼化技術の歴史
社会インフラシステムで培った高信頼化技術を自動車に展開している。



[10] 自動車システムの高信頼化アーキテクチャ
自律バックアップ機能の分散配置により、統合ECUの冗長化がなくなり低コスト化につながる。

そのさまざまな要求に対応する必要がある。日立グループでも各システムのソフトウェア構造を階層化し、ソフトウェアの分散システム管理を行い、これらの基本となるモデルベース制御開発に注力するとともに、ソフトウェア部品の標準化団体である欧州のAUTOSAR (Automotive Open System Architecture) やJASPAR (Japan Automotive Software Platform Architecture) に参加している。

言うまでもなく自動車に搭載される各種システムには高い信頼性が必要である。日立グループはこれまで、産業分野、鉄道分野でのシステム高信頼化技術に取り組んできた実績がある。原子力、大形計算機などで開発した自律分散システム(システムで障害が発生したときに、自律的に障害を波及させないようなシステム)を鉄道システムなどに応用した事例を[9]に示す⁵⁾。

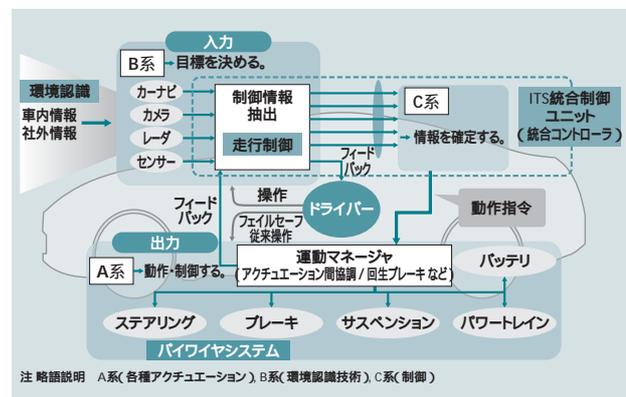
上述した自動車システムの高信頼化に対してもこの自律分散システムを応用するための開発を進めている。自動車用に自律分散システムを適用するときの高信頼化のアーキテクチャを[10]に示す⁵⁾。

従来の集中バックアップ方式の場合、統合ECU (Engine Control Unit) に障害が発生することを想定し、バックアップ機能が冗長化していたためにコスト高になる傾向があった。これに対し、分散バックアップ方式では統合ECUに障害が発生しても各サブシステムのECUが自律的にバックアップ機能を分担するため、冗長化が不要となる。これらの技術により、システムのいっそうの高信頼化をめざしている。

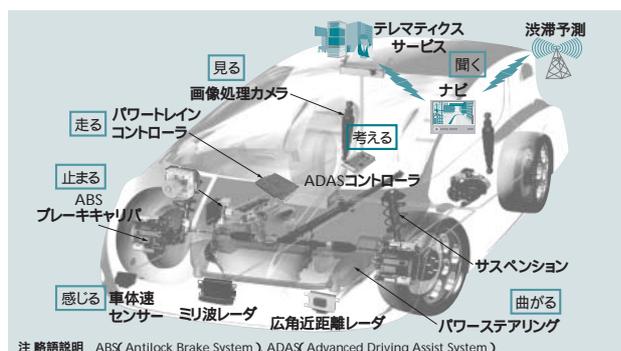
ITS統合制御に向けた取り組み

2004年以降の統合はこれまでに述べてきたとおり、環境、安全、利便性、快適性を融合させ、来るべきITS統合制御自動車の実現をめざすものであるが、一方、先行開発の加速も重要である。そこで、2006年にはオートモティブシステム開発研究所とIAS本部を横断的組織として設置した。

日立グループが提案するIASのコンセプトを[11]に示す。



[11] IAS (Information and Actuation Integrated Management System) のコンセプト
アクチュエーション技術と環境認識技術、および制御技術を組み合わせることによってITS統合制御技術を高度化する。



[12] 日立グループのITS統合制御の取り組み

「聞く・見る・感じる・曲がる・止まる・走る」のそれぞれのコア技術と「考える」制御技術を、高信頼車内通信ネットワークにより統合制御し、「Pollution Free(環境汚染のない) , Hazard Free(危険のない) , Stress Free(運転負荷のない)」の自動車社会の実現をめざす。

ナビゲーション、カメラ、レーダなどで外界情報を取り入れて制御に必要な情報を選択するB系(Boundary Recognition System: 環境認識技術)、車体に取り入れた各種環境情報を的確に判断するC系(制御)、この制御系から制御されるA系(各種アクチュエーション)から成る。このコンセプトは将来のいわゆるXBW(X-by-wire、油圧、機械リンクのような機構の代わりに電氣的に操作を行う技術)も視野に入れており、現在、IASの実現に必要な各種技術開発をオートモティブシステム開発研究所、IAS本部、日立グループ関係各社で進めている。

B系(見る技術、環境認識技術)を用いた日立グループの運転支援技術については、駐車支援を2008年に実用化した。現在、交通事故低減に向けての取り組みとして、カメラ、レーザ、レーダなどを用いて、交差点通過支援、車線、道路逸脱防止など、自動車の前後方向制御や歩行者警報、衝突回避などの横方向制御技術の開発を各研究所と共同で進めている⁶⁾。

なお2006年10月に開所した北海道十勝ブルーピンググラウンドでも、上述したIASコンセプトに基づく各種開発技術を搭載した自動車の試験走行を行っている。

以上に述べたように、エンジンパワートレイン、エレクトリックパワートレイン、走行制御、車載情報の各分野で開発を進めている。今後、これらを融合させて

「Pollution Free(環境汚染のない) , Hazard Free(危険のない) , Stress Free(運転負荷のない)」の自動車社会の実現に向け、日立製作所各研究所、日立グループ各社と連携して開発を進め、貢献していく([12]参照)。

9 おわりに

日本の将来状況をマクロでとらえると、厳しい数字が並ぶ。国内総生産(GDP)の伸びの低迷、生産人口の減少、高齢者の増加などである。他産業への波及効果の大きい自動車の生産台数も現在は世界2位であるが、近い将来、第3位以下になる可能性もある。

このような日本の今後の社会潮流を考えると、日本の社会のめざす方向は、技術開発型社会ではないかと思われる。すなわち規模を追求してきたこれまでの考えから質を追求する考えへの転換であり、自動車分野でもその動きが始まっている。幸いにも現在の日本には世界的に見て強い技術分野が多く存在しており、継続的な技術開発によって質への変換は可能と思われる。

日立グループは創業以来、自主技術開発を命題として取り組んできた歴史があり、時代の要請に応じて最先端製品を次々と送り出してきた実績がある。25年後、50年後に日本がどう進んでいくべきかは大きな課題であるが、技術開発による世界への貢献国家として期待は大きく、この分野に日立グループが取り組んでいる自動車関連の技術が貢献できれば幸いである。

最後に、これまでの自動車関連の技術開発に関係された多くの社内外の方々に感謝申し上げる。また、今後の日立グループを担う自動車関連技術の発展を期待したい。

参考文献

- 1) NEDO海外レポート, No.391(2006.12)
- 2) 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)
- 3) 南藤: 創業精神を受け継ぐモータ・インバータ技術, 日立評論, 90, 10, 792~797(2008.10)
- 4) 環境省報道発表資料(2006.6)
- 5) 堀田: 車載制御システムにおけるハード / ソフト開発の問題点と解決策, 自動車技術会GIAダイアログ(2008.8)
- 6) 吉田: 自動車の安全・安心を進化させる運転支援システム技術, 日立技術フォーラム2008(2008.7)