

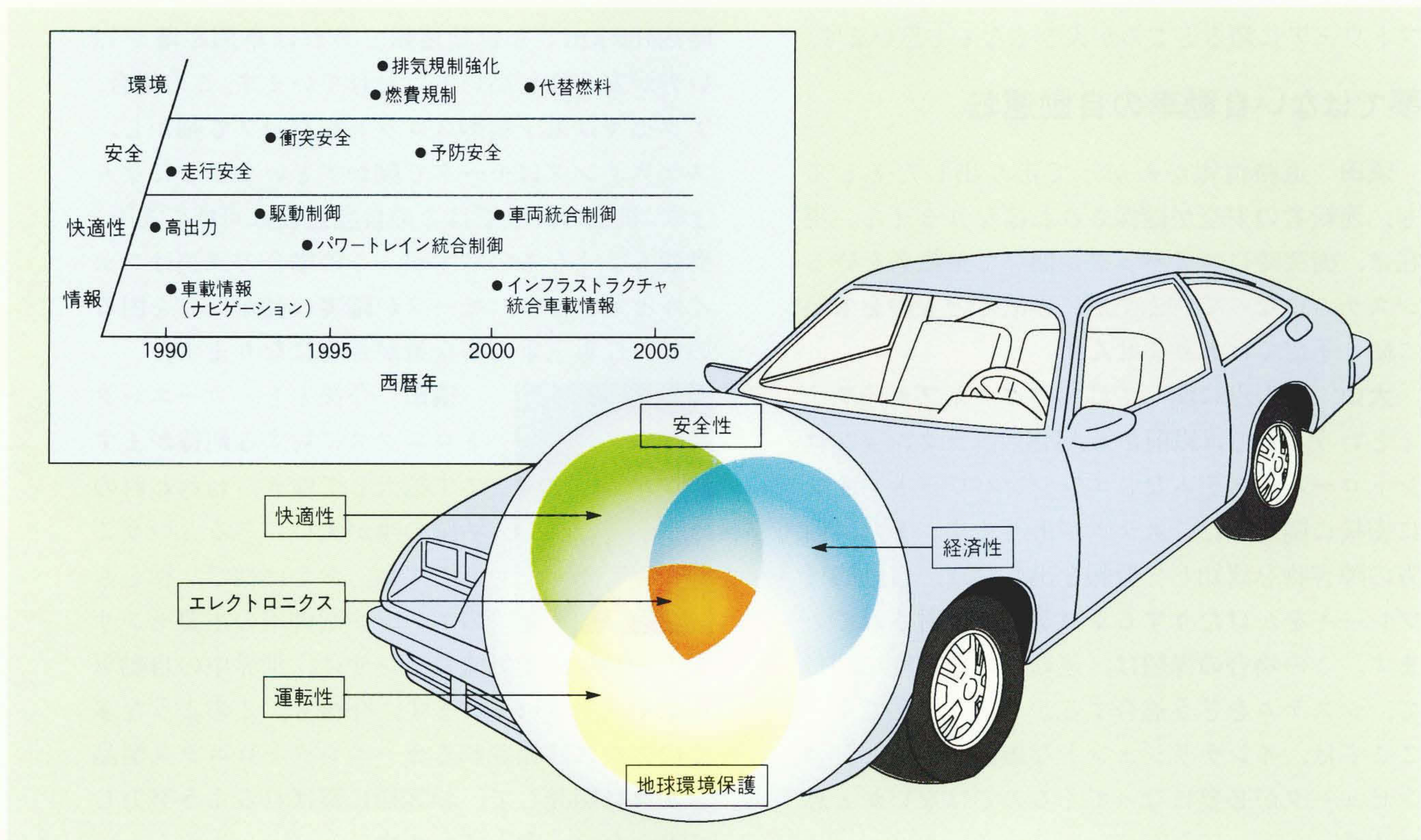
環境との調和を目指した カーエレクトロニクス技術の動向

Car Electronics Technology Trends Toward Harmony
Between Vehicles and the Environment

古橋 俊夫* Toshio Furuhashi

杉本 俊一郎* Shun'ichirô Sugimoto

山田 金作** Kinsaku Yamada



自動車に対する要求特性の概念図

自動車に対する名種の要求を満足させるために、環境保全、経済性、安全性、快適性、運転性の面からエレクトロニクスを駆使した新しい技術が求められている。

自動車社会が今後も発展を続けていくためには、地球的規模で多くの課題を解決していく必要がある。例えば、大気汚染や酸性雨を防ぐための排気規制、地球温暖化防止や省資源、経済性に関係の深い燃費規制があり、さらには安全に関連する技術の確立や法の整備などがある。しかもこれらの規制は、将来もますます厳しくなっていく見通しである。これらに加えて、交通渋滞や資源リサイクルなど社会に大きな影響を与える問題も数多い。

他方、自動車に対して本来の機能として求められ

る高出力化や運転性向上、快適性、利便性などへの欲求も技術の発展とともに際限なく高まっている。

しかし、自動車に関する諸問題の解決策と人間が自動車に要求する性能とは、例えば排気と経済性、また省燃費と高出力化の関係のように相反しているので、これらの課題を解決する技術が要求される。

日立製作所は蓄積された総合技術力を結集し、エレクトロニクス技術を駆使してこれら課題の解決に取り組んでいる。

* 日立製作所 自動車機器事業部 ** 日立製作所 日立研究所

1 はじめに

自動車は地球環境と調和していくためにはいくつかの課題がある。例えば、(1) 大気汚染や酸性雨あるいは地球温暖化との関連で、排出ガス中のHC、NO_x、COおよびCO₂の排出量抑制、(2) 石油資源枯渇との関連で、燃料消費量の低減、(3) 安全性の向上、渋滞の緩和、および環境への悪影響軽減の観点から、道路と自動車をインテリジェント化する交通情報システムの開発、(4) そのほか特定フロンガスの使用禁止、金属・プラスチック類のリサイクル化などがある。

一方、自動車には、高性能な走り、運転のしやすさ、快適さなどといった自動車本来の機能を満足させる要求がある。しかし、これらは上記の課題と相反する技術的な問題を持っている。

日立製作所は、これらの問題解決にこたえるために、総合技術力とエレクトロニクス技術を駆使した製品、およびシステム開発に取り組んでいる。

ここでは、その代表的な技術開発について述べる。

2 環境規制動向

2.1 燃費規制

米国では、すでにCAFE(Corporate Average Fuel Economy：企業別平均燃費)規制が適用されている。一時期、このCAFE規制を強化する法案が議会に提案されたが、これは現在適用されるに至っていない。しかし、資源エネルギー問題は地球規模で論議されており、規制は強化される方向にあって今後の動きに注目していかなければならない(図1参照)。

わが国では2000年時点で、1990年度での燃費の実績に

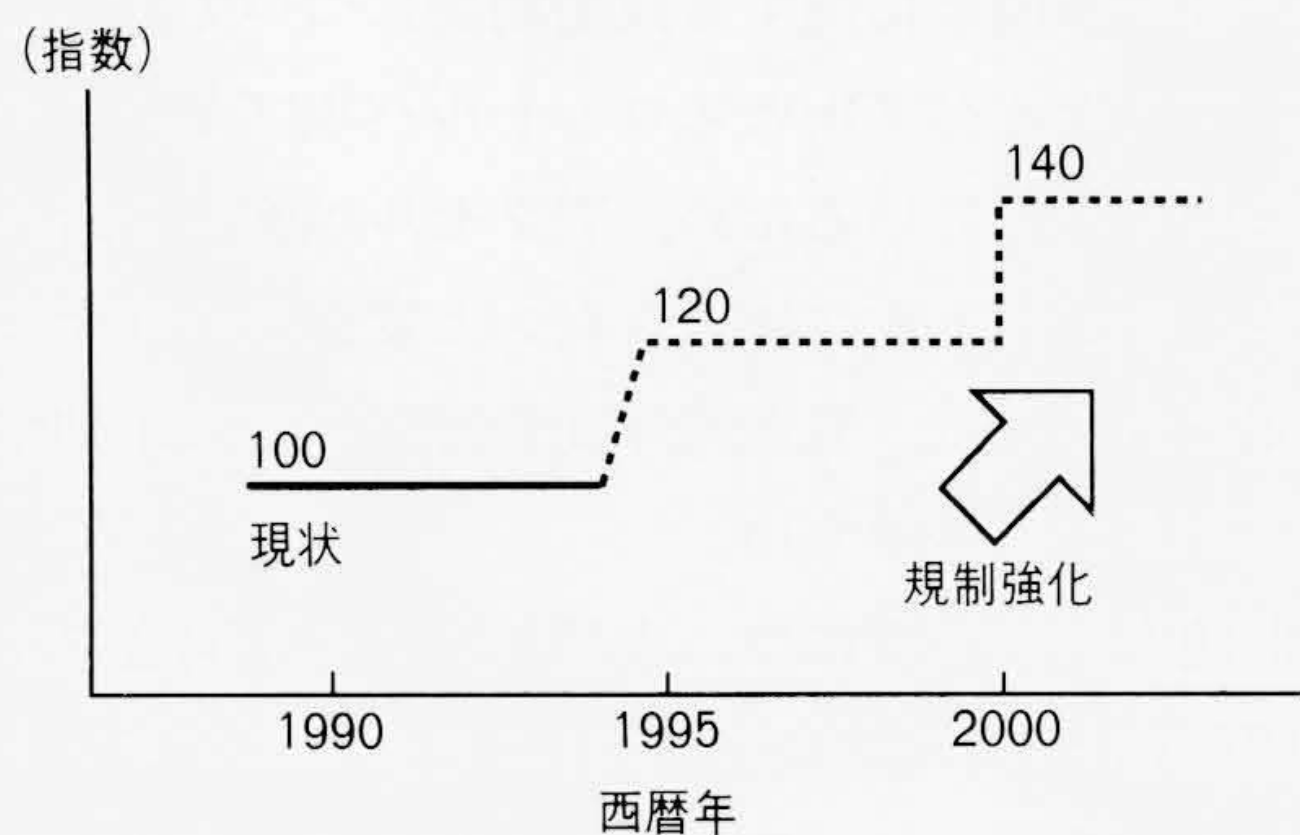


図1 燃費規制(米国CAFE)

1990年度の燃費規制値に対し、2000年では1.4倍に燃費を向上させる必要がある。

対し8.5%改善することをめどに、各車両の質量区分ごとに規制値が定められている。

2.2 排出ガス規制

米国では、1990年に大気浄化法が改定された。新たな排出ガス基準は現行レベルに対して、第一段階ではHCを35%、NO_xを60%削減し、第二段階では第一段階からさらに約50%削減する計画となっている(図2参照)。

大気汚染が深刻なカリフォルニア州では、低公害車の製造、販売、普及が義務づけられている。低公害車は、排出ガス基準のレベルに応じてTLEV(Transitional Low Emission Vehicle)、LEV(Low Emission Vehicle)、ULEV(Ultra-Low Emission Vehicle)、およびZEV(Zero Emission Vehicle)の4段階に分けられ、順次導入される。特にZEVでは、1998年から電気自動車を2%以上販売することを義務づけている。

欧州では、排出ガス基準が各国まちまちであったが、1991年にEEC閣僚理事会で基準値および排出ガス測定モードが統合制定された。さらに、1996年から規制強化の動きがあり、その内容はカリフォルニア州LEV規制に相当するものである。

2.3 オンボード自己診断規制

米国CARB(California Air Resources Board：カリフォルニア州大気資源局)は、大気浄化法の一環として、排出ガス浄化性能の悪化を防ぐ目的で、1994年型車以降に自己診断機能の大幅な強化を義務づけている。また、EPA(Environmental Protection Agency：環境保護庁)で同様の規制を導入している。

その内容は、エンジンの失火検出をはじめとして、酸素濃度センサの劣化診断、触媒の劣化診断など多岐の項目にわたっている。

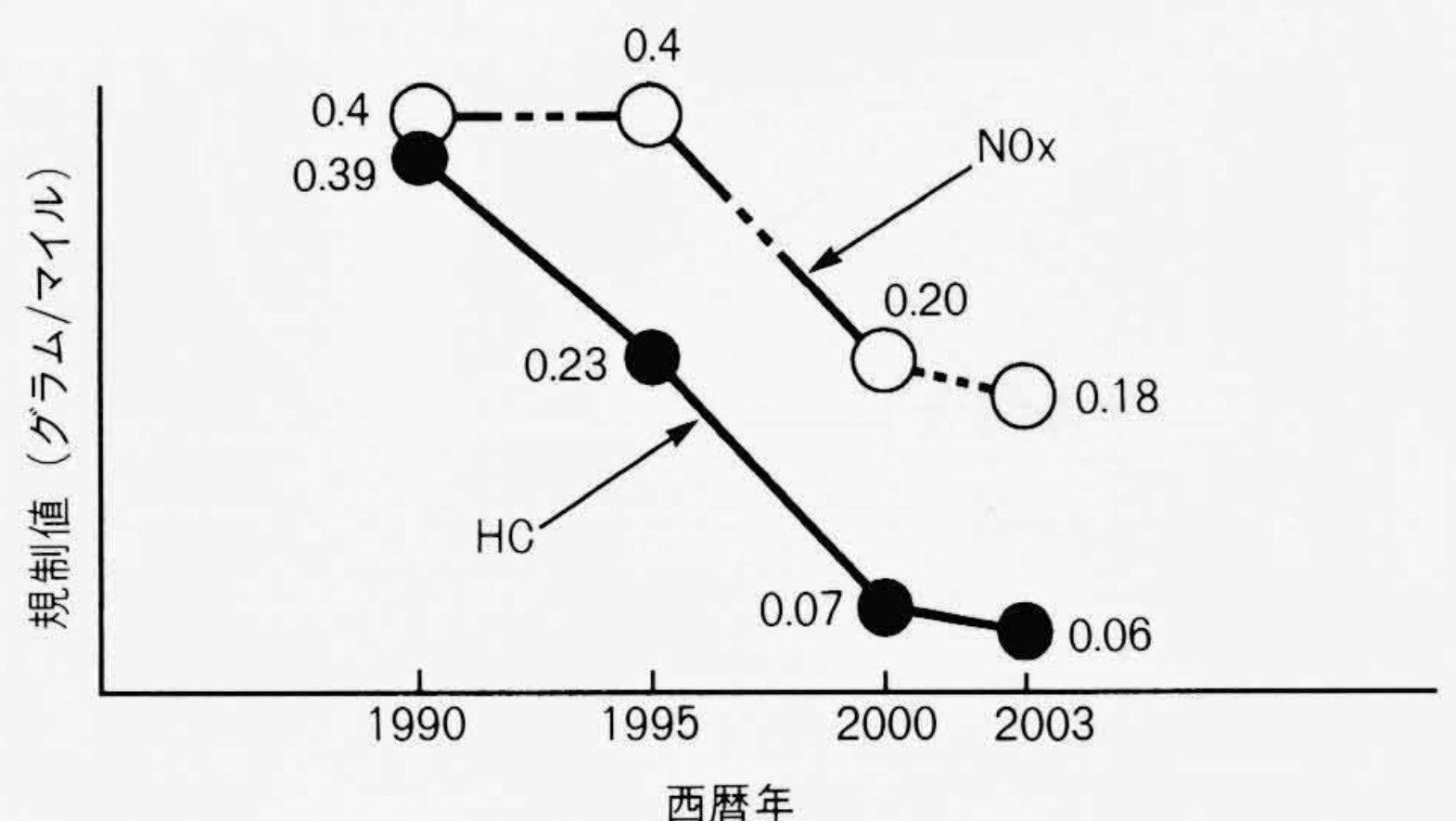


図2 排出ガス規制

カリフォルニア州LEV規制により、HCおよびNO_xの排出量が厳しく規制される。

2.4 自動車安全技術

安全関係では、側面衝突保護要件、エアバッグ装着の義務づけ、乗員保護テスト法の改正など特に米国で法規制に関連した積極的な動きがある。

一方、わが国でも1992年の運輸技術審議会での「自動車安全基準の拡充強化目標」答申など、安全基準を見直す方向にある。

3 環境と自動車本来の機能との両立化

3.1 燃焼改善技術

エンジンの熱効率向上には、従来、ポンピングロスの低減、混合気形成の改善、点火時期の最適化などが実用化されてきている。しかし、ますます厳しくなる燃費規制に対処するにはいっそうの燃焼改善が必要であり、この一つの方法として、リーンバーン(希薄燃焼)に対する期待が高まってきている(図3参照)。

リーンバーンエンジンの性能改善に対しては、エンジンシリンダ内で混合気流動を高める燃焼制御、インジェクタ噴霧の微粒化向上や噴射方向・噴射タイミングの最適化、点火系の着火性向上などが行われている。

日立製作所はCAEによる解析技術の導入により、例えばインジェクタから噴射された燃料噴霧が空気と混合しながらシリンダ内に入り旋回する状況を、原子炉の解析に使用している気液二相流のCAE解析モデルを応用することによって明らかにすることができるようにした(図4参照)。

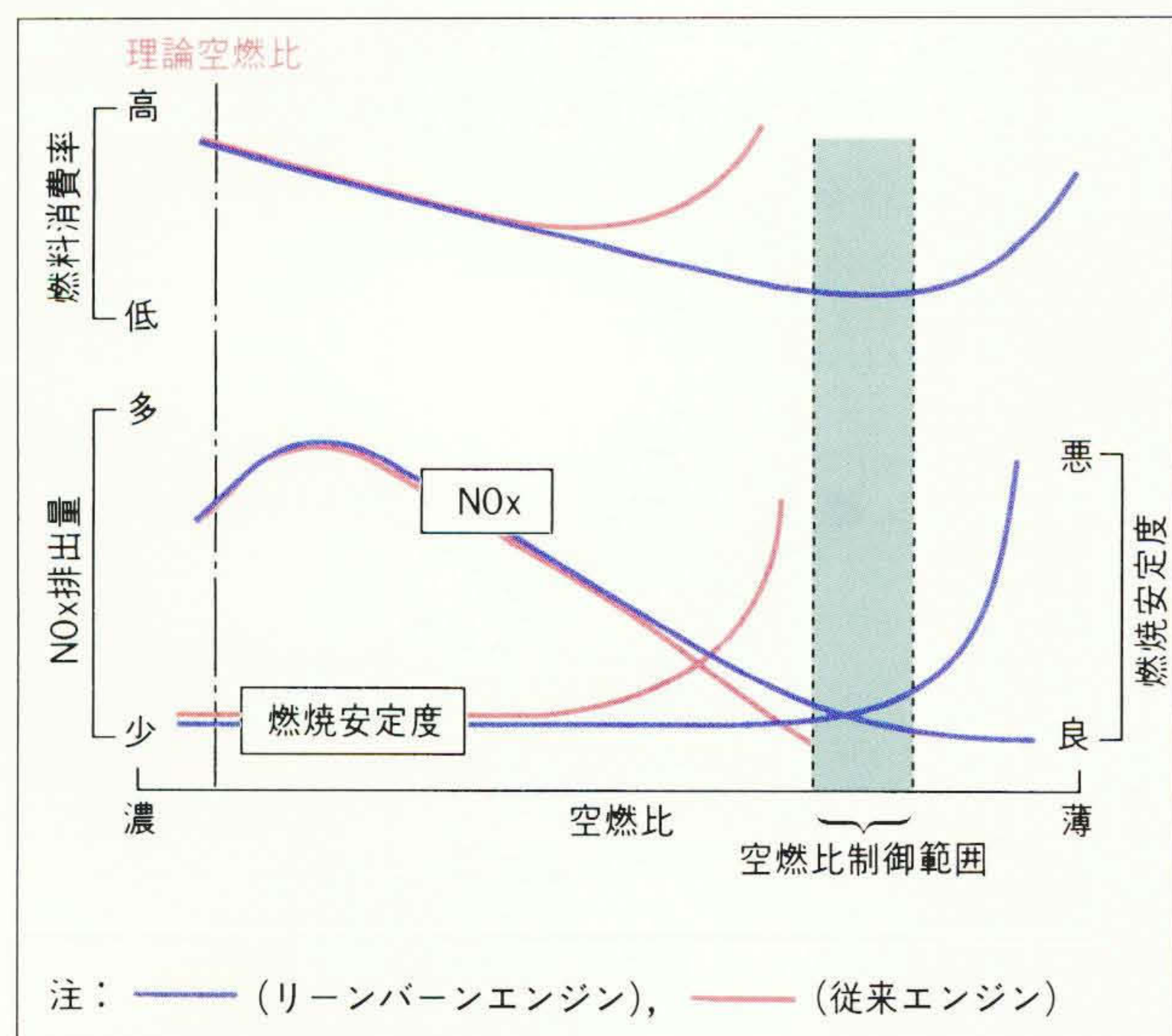


図3 リーンバーンのポイント

理論空燃比より薄く、有害成分NOx排出量が少ないうえに燃費の良い空燃比範囲でエンジンを制御する。

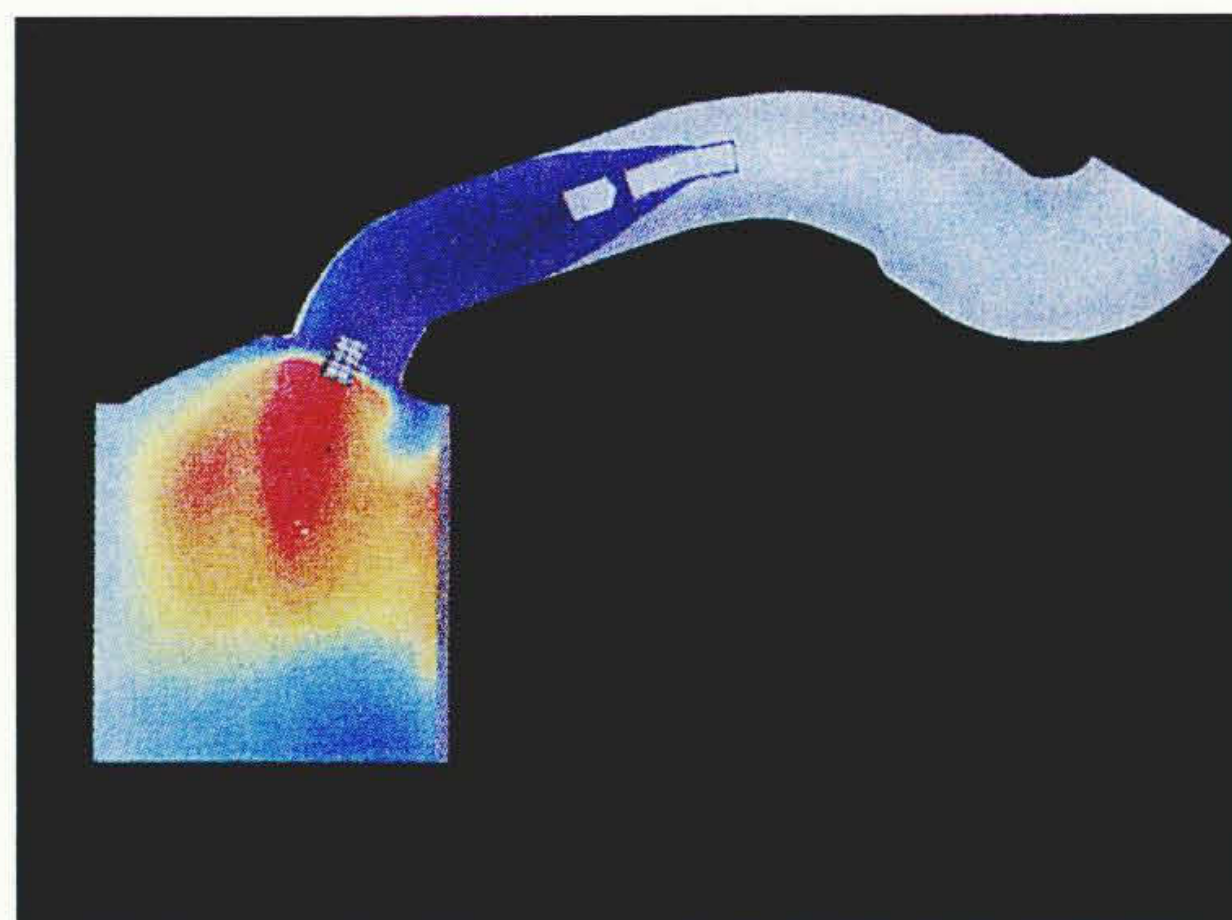


図4 気筒内二相流解析システム(CAE)

吸入された空気とインジェクタから噴射された燃料がシリンダ内へ流入し、ピストンの動きと連動して混合された希薄燃焼ガスの濃度分布を示す。

3.2 パワートレイン制御技術

燃費向上や排出ガス浄化のためには、空気流量の計測精度を高め、燃料噴射量、点火時期などを精密に制御することが必須(す)である。センサ出力に基づいてマップ上のデータを逐一参照する制御方法が一般的であるが、日立製作所はこれに代えて、吸気管内空気流および燃料流の動的モデルを用いた制御方式を開発した。これにより、加減速運転時の空燃比精度を大幅に向上させた。さらに、複数の周波数成分に基づいてエンジンノッキングを判定する検出法も開発し、高精度な点火時期制御を可能とした。

最近では、エンジン制御と自動変速機制御をあわせたパワートレイン総合制御の技術開発が盛んに行われている。これには、エンジンの燃料噴射量、点火時期あるいは変速機のロックアップやライン圧制御などをきめ細かく協調制御できる特長がある。

また、自動車用発電機(オルタネータ)の発電電圧を最適に調整して充放電バランスを確保しながら、エンジンに与える発電負荷を最小限に制御することで燃費を向上させる技術も開発されている。

次に、運転性向上に関する技術開発について述べる。

現在、アクセルペダルとスロットルバルブがワイヤで機械的につながっているため、アクセルペダルを踏み込んだとき、駆動軸トルクはエンジンと変速機の性能によって決定されるので、発進時や変速時に必要な駆動軸トルクの過不足が生じやすい。

この問題を解決するには、車速とアクセル開度によって目標駆動軸トルクを求め、これに見合うエンジントルクを発生させるように、変速比およびスロットルバルブ開度を決定するスロットルバルブ制御方式が有効であると考えている。これにより、発進時や変速時の駆動軸ト

ルクの過不足によるショックを大幅に減らすことができ、運転性の向上が図れる。

また日立製作所は、自動変速機搭載車の運転性向上に対して道路のこう配を駆動軸トルクと平地走行抵抗との差から計算で求め、変速線や変速ギヤを最適に選択する道路こう配推定制御を開発した。これにより、高速走行登坂時に変速ギヤが頻繁にシフトするようなことを防止できるようになった。さらに、最近注目を浴びているCVT(Continuously Variable Transmission)は、ギヤ比を連続して選べるため、いわゆる変速ショックがなく、燃費最良の領域で運転することが可能であるが、これにファジィ制御を加味することで運転者の意図に沿った走りを実現した。

3.3 センサおよびアクチュエータ

パワートレイン制御システムは、エンジンに吸入される空気量に見合った燃料噴射量をインジェクタから噴射するものが主流であり、空気流量センサはきわめて重要な役割を占める。特に、質量流量を精密に計測する熱線式空気流量センサが世界的に採用されている。

従来、空燃比のセンシングには目標空燃比を1点に絞った排気酸素濃度センサが採用されてきたが、最近では幅広い目標空燃比の設定を可能にした空燃比センサが実用化されている。

一方、パワートレイン制御が複雑化するに従ってセンサ類が増加する傾向にあるが、システムのスリム化を図るため、燃焼圧センサに集約させた制御方法も提案されている。

また安全機器関係では、エアバッグ用の加速度センサとして、従来機械的なセンサが用いられていたが、最近では、電子化が急速に行われている。圧電方式、ひずみゲージ方式、および静電容量方式が実用化されている。日立製作所は、対衝撃性に優れた静電容量方式を製品化した。

次に、アクチュエータについて述べる。

エンジンの燃焼性能に最も重要な役割を担っているのが噴射燃料の粒径である。そこで、インジェクタからの噴射燃料に旋回力を与えて100 μm 以下の微粒化を実現した。さらに、最近ではノズル出口部に空気を導入して30 μm の微粒化を達成したインジェクタも開発されている。

また、前記3.1項で述べたリーンバーン制御には、アクティブに駆動トルクを制御できる機構が必須である。一方、トラクション制御にみられるような安全性の向上、あるいは走行状況に適合した走りを実現する運転性向上などのニーズが高まっており、従来のアクセルワイヤに

代わって、マイコン(マイクロコンピュータ)でスロットル開度を最適制御できる電子制御スロットルボディが開発されている。

3.4 コントロールユニット

パワートレイン制御用のマイコンは、採用初期には8ビットCPUが使用された。現在は、16ビットで動作周波数10 MHz、メモリ容量60 kバイトのシングルチップマイコンが多く使われている。パワートレイン制御の分野は、今後さらに多機能化する方向にあり、処理速度の高いCPUが要求されている。これにこたえるために、次世代マイコンとして32ビットRISC(Reduced Instruction Set Computer)マイコン(日立SHシリーズ)を開発し製品化した。

また、ソフトウェア開発工数削減の観点から、次世代からはC言語を用いた開発に移行していくと思われる。C言語化は一般的にはメモリ容量を増加させるために、コンパイラのコード効率向上は必須である。

コントロールユニットは、自動車の居住空間の拡大や自動車1台当たりに使用される台数の増加などと相まって、ますます小型・軽量・高密度化のニーズが高まっていく。そのために、超小型チップ高密度実装、基板の多層化、モジュール化、パターンの微細化や多ピン化などの技術が採用されてきている。また、従来、プリント基板、部品の洗浄工程ではフロン、エタンなどを使用していたが、地球環境保護の立場からオゾン層破壊の防止を行う必要があり、無洗浄化、代替洗浄化が行われている。

4 電気自動車

現在、電気自動車は1998年のカリフォルニア州ZEV規制対応車として位置づけられている。

GM社が1990年に試作車を発表して以来、わが国および米国を中心に、カーメーカーや電力会社などが高性能化に向けて開発に取り組んでいる。そのなかで大きな課題はバッテリーの容量にあり、現在のガソリン車と比較した場合、最高スピードや走行距離など実用面で改良すべき点がある。しかし、各社とも普及促進に向け走行性能改善に地道な努力を行っている。

日立製作所は、現在、駆動システムに着目し、高効率化を目指した開発を行っている。例えば、電動機は小型・軽量化による単位質量当たりの出力を向上させ、インバータは高集積化や完全密閉化とともに、水冷構造を採用している。制御面でも最高効率追従型ベクトル制御方式や回生制御により、高効率化を達成した。

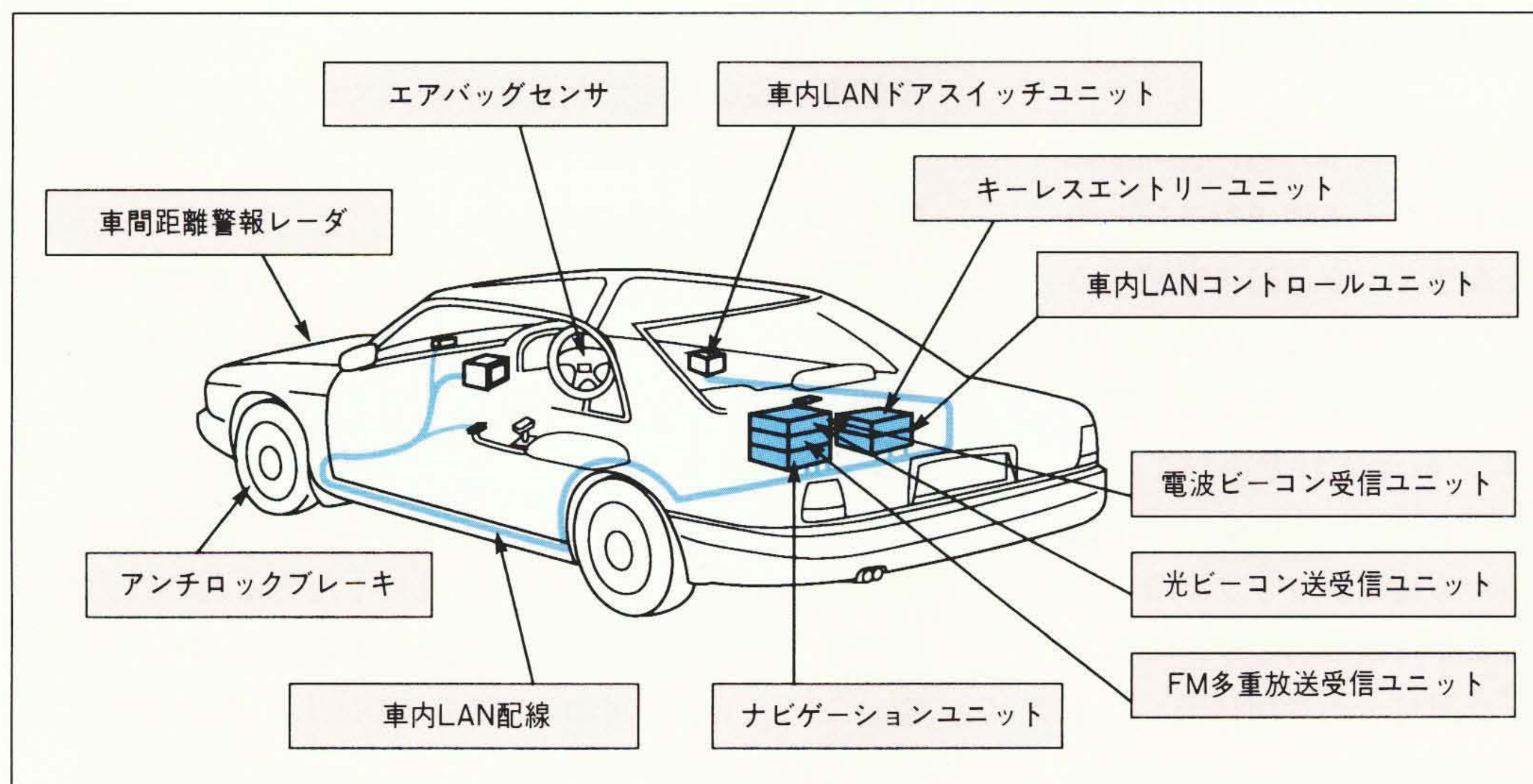


図5 情報通信・安全のための各種機器

これからの高度情報社会での自動車は、よりインテリジェントに、そして車外と自在に情報通信できる「新しい情報空間」となる。

5 情報通信

5.1 道路交通システム

自動車そのものは利便性に優れており、ますます需要が拡大する一途にある。しかし、一方では道路の拡張・整備が自動車の増加スピードに追いつかず、渋滞に代表される社会問題を引き起こしている。

そこで、交通渋滞の緩和、交通事故の防止、さらには、地球環境への影響の軽減などを目的として、道路と自動車をインテリジェント化する道路交通システムの構築が急務である。

現段階では、車載機器であるカーナビゲーションシステムが急速に普及してきているが、今後は交通インフラストラクチャの拡充とあわせ、道路交通システム構築がいっそう具体化されていく。すでに1993年には、電波ビーコン、光ビーコン、FM多重放送などを情報提供メディアとするVICS (Vehicle Information and Communication System) の公開実験が実施されるなど、関係省庁を中心に、各種プロジェクトが積極的に推進されている(図5参照)。

5.2 車内LANシステム

自動車の性能向上、高付加価値化による電気・電子システムの急速な増加のために、ワイヤハーネスの肥大化が問題になっている。この問題を解決するために、ワイヤハーネスの削減に効果のある車内LANシステムを開発した。このシステムは、スイッチ、センサ、モータ、ランプなどの近くに配置された複数の電子ユニット間を

データ通信で結び、シートやウインドー、ミラーなどを集中的に制御することにより、ワイヤハーネスの削減および診断の自動化を図ったものである(図5参照)。

6 自動車安全技術

6.1 パッシブセーフティ

事故発生時の乗員保護を目的とするパッシブセーフティ技術として、衝撃を吸収する車体構造、シートベルト、エアバッグシステムなどがあげられる。この中で、エアバッグは標準装着化の方向にあり、日立製作所はエアバッグ用の制御モジュール、高性能クラッシュセンサなどを開発している(図5参照)。

6.2 アクティブセーフティ

事故発生の未然防止を目的とするアクティブセーフティ技術として、ABS (Antilock Brake System)、4WDシステム、ハイマウントストップランプなどの装着率が高まっている。さらに、車間距離警報など、将来の安全走行システムに向けた研究開発が進められている(図5参照)。

7 おわりに

地球環境保全の観点から、無公害かつ燃費の良い自動車を提供することは、自動車産業に携わる者にとっての責務である。日立製作所は、総合メーカーとしての幅広い技術を生かし、環境保全と自動車本来の機能である走り、快適性などを両立、調和させた自動車機器の開発に取り組んでいる。