

環境と調和した安全で快適なクルマ社会を実現する エネルギーとエレクトロニクス技術

Energy and Electronics Technologies for Realization of Environmentally Friendly Automotive Society with Safety and Comfort

榮元 安信

■ EIMOTO Yasunobu

東芝は、原子力発電や太陽光発電などによるクリーンなエネルギーを作る技術や、二酸化炭素（CO₂）排出量の削減を実現するエネルギーマネジメント技術、電動モータによる自動車の駆動システム技術などの開発によって、環境に配慮したクルマ社会の発展に貢献している。

また、ITS（高度道路交通システム）や道路・交通管制システムなどの社会インフラシステム技術と広範なデジタル製品を生み出す最先端の半導体・部品・材料技術を駆使することによって、安全で快適な自動車の実現を目指している。

Toshiba has been contributing to the expansion of an environmentally friendly automotive society through the development of driving systems with energy management technologies and electric motors for the reduction of carbon dioxide emissions, in addition to the construction of clean energy generation plants such as nuclear power plants, photovoltaic power generation systems, and so on, as well as power management systems such as smart grids. With the aim of realizing advanced vehicles offering enhanced safety and comfort, we are also developing a broad variety of technologies ranging from social infrastructure systems and equipment, including intelligent transport systems (ITS), roadside telecommunication systems, and transportation control systems, to advanced semiconductors, parts, and materials for onboard products.

自動車を取り巻く環境の変化

輸送並びに移動の手段である自動車は、化石燃料の消費に伴うCO₂排出の大きな要因となっており、CO₂排出量削減による環境との調和が求められている。また、先進国を中心とした少子高齢化や新興国の経済発展によって自動車を取り巻く社会環境が大きく変化しており、更なる安全性と快適さが求められている。

従来、自動車は独立した移動体として搭載機器の性能向上や機能の改善が進められており、ハイブリッド電気自動車（HEV）や、電気自動車（EV）、プラグインハイブリッド電気自動車（PHEV）などが開発されている。しかし前述の状況に対応していくには、道路インフラとの協調や、外部とつながるための情報ネットワーク連携、駆動エネルギーになる電気を補給するための電力ネットワークとの連携などが次世代自動車には求められる。

一方社会インフラでは、地球温暖化の防止に向けて自然エネルギーを利用

した太陽光発電などの導入が進められている。それに伴って、天候などにより変動する電力を管理するため、蓄電池を含めたエネルギー源を取り込んで次世代電力送電網（スマートグリッド）による電力系統制御の実現に向けた研究開発が進められている¹⁾。ここでは、移動体である次世代自動車もエネルギーを消費するだけでなく、二次電池に電気を蓄積したエネルギー源としてエネルギー管理対象となっていく。

更に、電力・エネルギーシステム面だけでなく、自動車やそれらをつなぐ道路など社会インフラ全般を視野に入れ、スマートグリッドなどを基盤として、複合的に最適、快適、安全な社会の実現に向けたスマートコミュニティ構想が検討されている。スマートコミュニティでは、運転者は充電が必要なEVやPHEVの場所や時間、運転状況などの条件によって、もっとも安価な充電や急速な充電を行ったり、近くにある店の情報を自動車の中で収集したりすることも求められる。また、交通事故対策と渋滞情報提供を目的として、人と、自動車、道路を

情報通信で連携させるITS技術も発展していく。このようなスマートコミュニティの構築では、社会インフラを支えて連携する高度な制御システム技術と情報通信技術（ICT）によって、自動車を取り巻く環境は今後大きく変わっていくと考えられる。

東芝は、電力・エネルギーシステム面では、原子力発電や太陽光発電などによってクリーンなエネルギーを高い信頼性と高効率で作る電力・エネルギー供給システムと、エネルギーをむだなく使用するため工場や、ビル、住宅、道路、空港、駅など様々な社会インフラの電力安定運用を図るシステムの開発、提供に努めている。

また、スマートグリッドや、それを発展させたスマートコミュニティの実現を目指した開発も進めており、更に、ITSなどの社会インフラシステムや最先端のエレクトロニクス技術などの開発を通して、グループの総合力を生かしくるま社会の発展に努めている（[囲み記事参照](#)）。

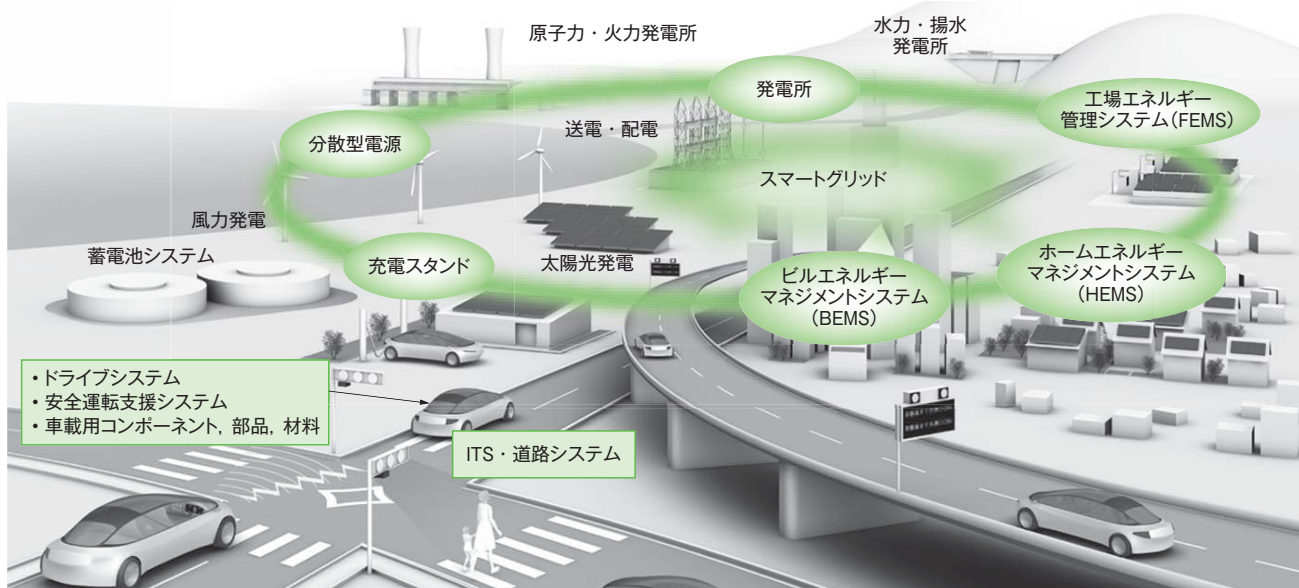


図1. 東芝グループのクルマ社会への取組み — クリーンにエネルギーをつくる技術及びCO₂排出量の削減を実現するエネルギー管理技術や、ITS及び道路・交通システムなどの社会インフラシステム技術、最先端の半導体技術などの広範な技術を駆使して、環境に配慮した安全で快適なクルマ社会の実現に貢献している。
Approach of Toshiba Group toward automotive society

クルマ社会における技術動向と東芝の取組み

ここでは、環境と調和した安全で快適なクルマ社会の実現に必要なシステム技術及びそれを支えるエレクトロニクス技術の動向と、東芝グループの取組みについて述べる(図1)。

■環境対応

CO₂排出量の削減は世界的な取組みであり、欧州では2012年からCO₂規制が施行され、車両本体の平均CO₂排出量削減が未達成の場合は制裁金が課せられる。また、わが国や米国でも燃費規制が強化されており、今後は更に厳しい規制が施行される。

環境対応車への期待が高まり、エンジンの改良や小排気量化、アイドリングの停止、車体形状の改善による空気抵抗の低減、車両の軽量化やタイヤ性能改善などによる燃費の改善など、CO₂排出量を低減する取り組みがなされてきた。1990年代後半からは、駆動系の電動アシストによる改善が主流になりつつある(図2)。その代表例がHEVで、

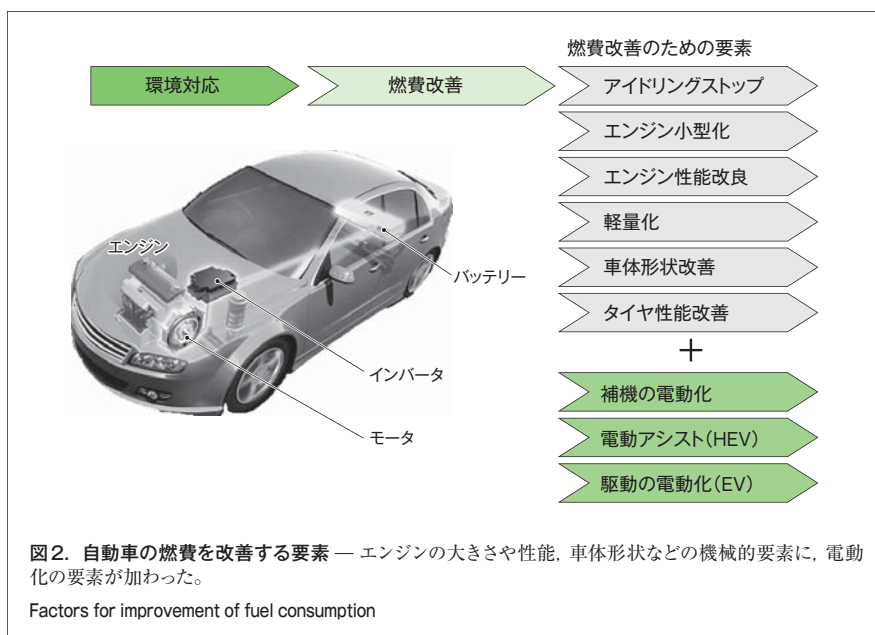


図2. 自動車の燃費を改善する要素 — エンジンの大きさや性能、車体形状などの機械的要素に、電動化の要素が加わった。

Factors for improvement of fuel consumption

エンジンとモータを組み合わせることで、燃料消費をより少なくすることで、CO₂排出量を削減している。走行時にCO₂をまったく排出しないEVも各国で導入が始まっている。また、HEVとEVの中間に位置するPHEVも注目されており、通常はEV走行で、長距離ではエンジンとの組合せによるHEV走行を行うことでEV以上の走行距離が実現できる特徴

がある。これらに共通した点は、走行時の運動エネルギーを減速時に電気エネルギーとしてバッテリーに回収し、次の走行時にそのエネルギーを再利用する点にある。この仕組みの鍵となるのは、モータ、インバータ、バッテリー、及び電気エネルギーを制御するソフトウェアである。またEVやPHEVでは、駐車中にバッテリーへ充電するための設備

クルマ社会を支える東芝の技術

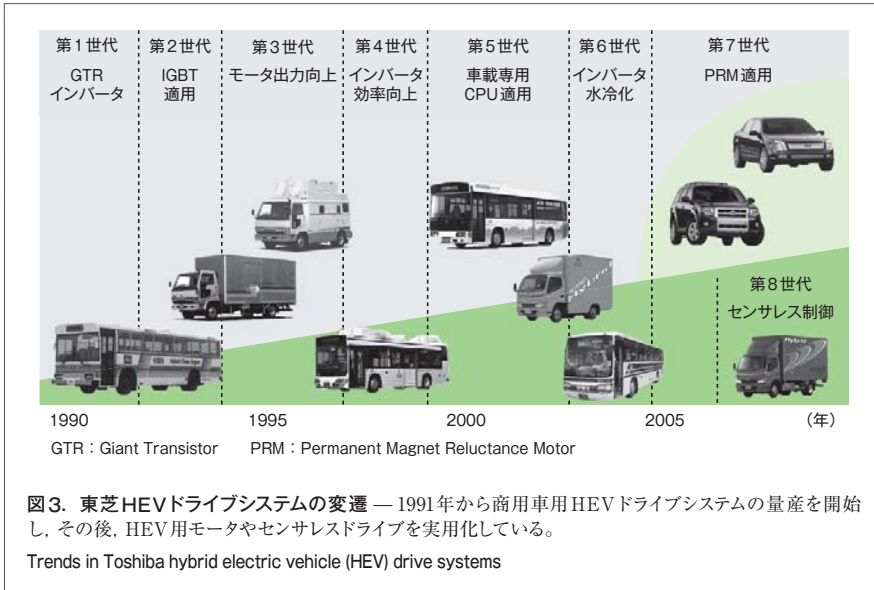
当社が車載システム事業で提供しているシステム及びキーコンポーネントの代表例として、ドライブシステムを支えるハイブリッド商用車向けのモータ及びインバータと、夜間歩行者を検出するナイトビジョンシステムなどがある。また開発中の技術の

代表例では、車載システムの表示器としてのヘッドアップディスプレイや、画像処理・認識のアプリケーションとしての電子的ミラー、更にモータ及びインバータなどの実車組み込み評価と駆動系システムの最適化などがある。

当社は、環境と調和した安全で快適なクルマ社会を実現するため、これらのシステムやコンポーネントを提供するとともに、それらを生み出すための更なる技術開発を行っている。

製品	開発中の技術
 <p>(a) ハイブリッド商用車向けモータ</p>  <p>(b) ハイブリッド商用車向けインバータ</p>	 <p>(d) ヘッドアップディスプレイの開発 (自立コンバイナタイプ) ・スピード、回転、エコ状況の表示例</p>  <p>(e) 電子的ミラーシステムの開発</p>
 <p>(c) ナイトビジョンシステム (写真提供：(株)本田技術研究所)</p>	 <p>(f) モータ及びインバータなどの実車組み込み評価と、 駆動系システムの最適化</p>

HEV・EVドライブシステムを支える技術：(a), (b), (f)
安全運転支援システムを支える技術：(c), (d), (e)



を含め、インフラとの総合的な対応が求められている。

当社は、1991年に世界で初めて商用車用HEVドライブシステムを製品化⁽²⁾して以来、図3に示すように新たなドライブシステムの実現に向けシステムやコンポーネントの開発に取り組んでいる。

今後、次のような取組みによって、燃費や走行距離の改善に更に貢献していく。

- (1) インバータ エネルギー変換装置として、パワー素子のIGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）から炭化ケイ素（SiC）や窒化ガリウム（GaN）への切替えやパワー素子の制御方法改善による変換効率99%の達成
- (2) モータ 高速化によるいっそうの小型・軽量化や材料調達リスクの低減
- (3) バッテリー エネルギーの蓄積と再利用源として、高エネルギー・高出力化を低温から高温まで安定的に実現

■安全と快適性の向上

わが国の交通事故による年間死者数は1970年にピークの16,765人を記録したが、2010年には4,863人とピーク時の1/3を下回る水準まで減少した。一方で、事故発生件数は約72万件、負傷者

数は約89万人と依然として多発しており⁽³⁾、“ヒヤリ・ハット”まで含めた潜在的な事故件数は相当数に上ると考えられる。

真に安全で快適なクルマ社会を実現するためには、ヒヤリ・ハットの原因を取り除き、交通事故ゼロを目指す必要がある。そのためには、自動車の安全性能を向上させると同時に、運転者の基本行動である“認知”、“判断”、“操作”の誤りをなくすよう、道路インフラを整備し道路と自動車（以下、路車と略記）が一体となった安全運転支援システムの構築が望まれている。

国内では2009年2月に、世界一安全な道路交通社会の実現に向けた方策の一つとして、関係省庁、車両メーカー、車載器メーカー、及びインフラメーカーが参加して、「ITS-Safety 2010 大規模実証実験」を東京臨海副都心及び首都高速道路で実施した。実証実験では、路車間通信と車車間通信を利用した3種類の安全運転支援システム（先進安全自動車（ASV）、安全運転支援システム（DSSS）、及びスマートウェイ^(注1)）のシステム検証と効果評価のための

(注1) スマートウェイ
ITSの路車協調システム技術を活用した次世代の道路サービスで、ITSスポットサービスと呼ばれる。

データ取得が行われた。

また政府が2010年5月に発表した「新たな情報通信技術戦略」、及び同年6月に発表した「新成長戦略」の中では、ITSでの安全運転支援システムの導入と整備に加えて、環境に配慮したITSの推進が重点施策として挙げられ、2020年までに全国の主要道での交通渋滞を対2010年比で半減させることを目指している。

海外でも同様な動きが活発化してきている。2010年7月に欧州で発表された“Road Safety Programme 2011-2020”では、安全運転支援に関わる項目として、商用車の白線逸脱警報や、衝突軽減のための緊急ブレーキングなどの法制化に向けた取組みが行われている。また北米では、後退時の歩行者追突防止法案が議会を通過し、NCAP（新車アセスメントプログラム）では、白線逸脱警報（LDW）や前方衝突警報（FCW）などの安全運転支援システムの機能評価が計画されている。

一方、自動車の自律安全システムでは、現状はカメラやレーダなどのセンサが単独で周囲の不安全要素を認識してそれを運転者に伝えるシステムが多いが、今後は各種センサの融合によって機能を高め、あらゆる条件下で人や車両、障害物などの状況をより的確に把握するシステムへと進化していくと考えられる。また、これらに道路インフラ側からの危険情報などを加えた複数の情報の中から重要な情報を識別し、適切なタイミングで運転者の認知、判断、及び操作を支援するHMI（ヒューマンマシンインタフェース）の高度化も必要になる。

当社は、2004年に本田技研工業（株）と共同で、夜間歩行者を検出するインテリジェントナイトビジョンシステムの電子制御ユニット（ECU）のハードウェア開発を行うなど、運転支援システムの開発に取り組んでいる。

■ソフトウェア技術

環境への対応や、安全と快適性を実

現させるために、自動車の電気・電子制御化が急速に進んでいる。これに伴い、自動車1台に搭載されるソフトウェアの規模は、2020年には車両系で1億ステップ、ITS系全体で100億ステップに膨れ上がると予想されている(図4)。システムの高機能化を実現するためにソフトウェアの大規模化や複雑化が進展すると、生産性や品質の低下を招くおそれがある。そこで、二律背反の関係にある開発費用・納期と品質を両立させる取組みが重要になる。これらの課題を解決するためには、ソフトウェアの非競争領域を各社が協調して開発することや、AUTOSAR (Automotive Open System Architecture) やISO 26262 (国際標準化機構規格26262) など国際標準化に対応して開発することが求められる。

自動車の標準的なソフトウェアプラットフォームであるAUTOSARは、ソフトウェアを部品化し共通化するための標準仕様で、現在フェーズ3にある⁽⁵⁾。後述するISO 26262を強く意識し、機能安全コンセプトが盛り込まれたリリース4.0の機能拡張と互換性確保が行われている。

AUTOSARへの対応は自動車業界で急速に広まることが予想され、ソフトウェア構造にAUTOSARのコンセプトを導入することが今後ますます重要になる。

一方ISO 26262は、安全な自動車を開発するため有効な開発手法や管理方式を体系化した機能安全規格で、2004年から検討が始まり、現在は規格化に向けてほぼ全てのパートがファイナルドラフトの位置づけにあり、2011年6月に発行される見込みである。

ハードウェアの影響を局所化し用途に応じて最適なマイコンを適用できるようにするとともに、システムの性能及び品質を最大化するために、自動車向けソフトウェアの重要性がますます高まっており、自動車メーカーと協調した開発が重要である。また、ハードウェア性能を最大限引き出すだけでなく、保守性に優れたアーキテクチャ設計も求められ、ISO 26262やAUTOSARの他、自動車に特化した標準プロセスモデルの“Automotive SPICE”などの国際標準規格への対応が必須になる。

当社は、このような現状を認識したうえで、組織を横断した技術開発を進めている。一例としてモータ制御用マイコンの機能安全規格への適合を進めている。

■道路インフラとの協調

道路インフラは、スマートウェイに代表される高度化が実証実験段階から実用化段階に入っている。スマートウェイは、交通事故・渋滞・環境対策などを

目的とした、人、車、道路を情報で結ぶITSの路車協調システム技術を活用した次世代道路サービスである。

2010年度は高速道路上を中心に路側機の全国配備が進み、道路インフラからの情報を適切に車載機に伝達し運転者に伝えるシステムの実現が着実に進んでいる。これによって、危険要素や渋滞を回避した安全で効率的な移動が可能になる。

当社は長年培ってきたITSのノウハウを基に、高速で大容量の双方通信が可能なDSRC (Dedicated Short Range Communication) 路側無線装置や画像処理技術の開発を通じて、ITSスポットサービスの発展に貢献している。

■電力インフラとの連携

HEVよりも更に燃費が改善されるPHEVや排気ガスが出ないEVのために、今後、家庭での充電とともに公共施設での充電インフラの整備が必要になる。また、自動車の二次電池に蓄えた電気エネルギーは家庭での利用だけでなく、地域全体のエネルギー管理にも利用されるようになる。

充電システムとしては、十数kWの電力を短時間で充電した場合でも電力系統へ影響を与えにくい、二次電池を利用した蓄電型充電システムが普及期には求められる。当社もこの開発を進め試作を行っている。

■システムを支える半導体、部品、材料

HEVや、PHEV、EVは自動車の駆動に電動モータを使用する他、周辺の制御系も電動化への動きが進んでいる。当社は、モータの性能を発揮させるマイコンや電気エネルギーを効率的に変換するインバータなどに使用する主回路素子では、IGBT以外に高耐圧系MOSFET (金属酸化膜半導体型電界効果トランジスタ) でスーパージャンクション構造を適用してオン抵抗を低減したり、シリコン(Si)に替わる新材料としてSiCやGaNの製品化を加速している。

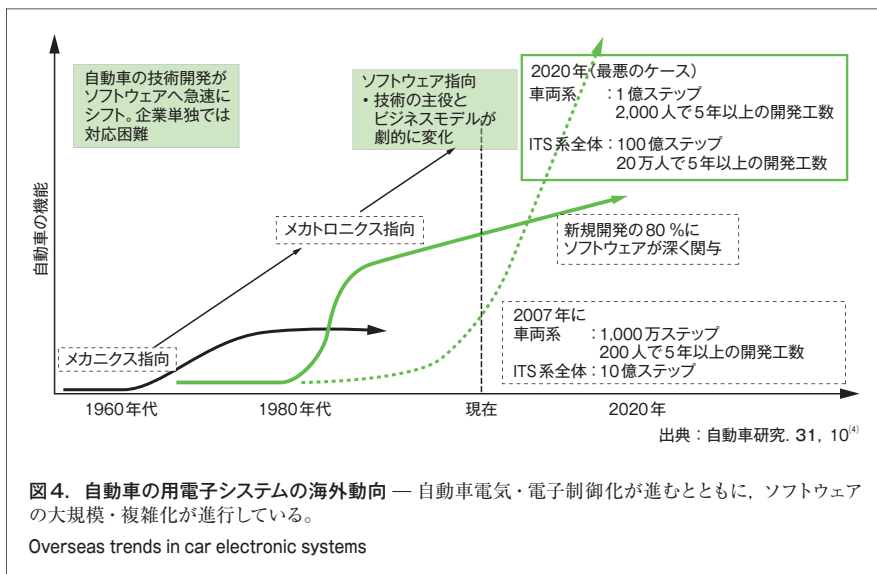
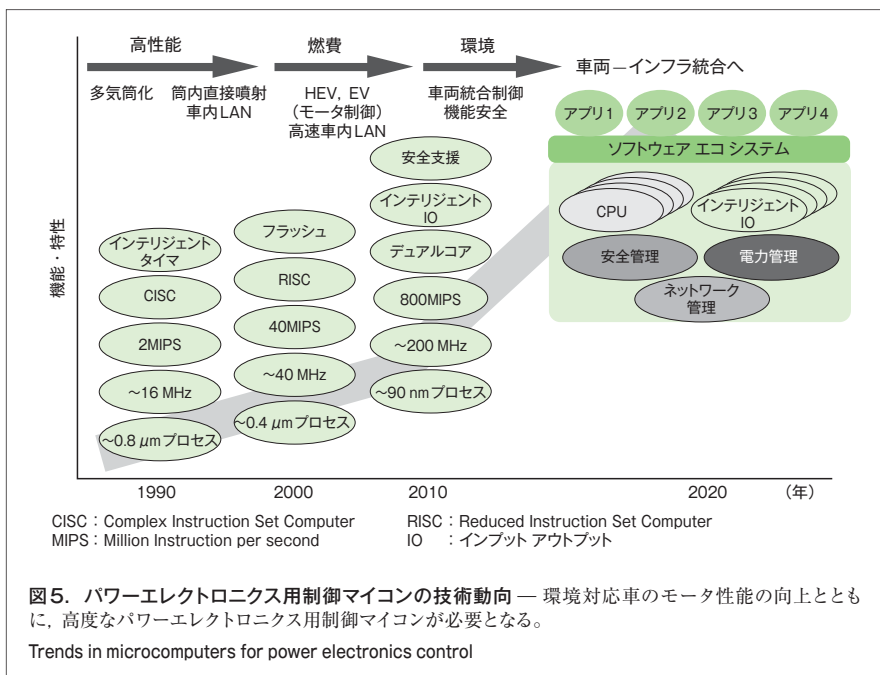


図4. 自動車の用電子システムの海外動向 — 自動車電気・電子制御化が進むとともに、ソフトウェアの大規模・複雑化が進行している。
Overseas trends in car electronic systems



一方、国際標準化が進んでいる機能安全はシステム全体で安全を担保することが必要であり、マイコン、アナログASIC（用途特定IC）、及びソフトウェアの三位一体での実現が求められる。運転支援系では、各種センサからの情報を処理し、表示や音声で運転者に伝えるためのプロセッサは、消費電力を抑えながら高性能化を図るために、複数コア化が進む（図5）。

運転者が情報を確認する手段として音声とともに重要な役割を担っている液晶パネル（LCD）は、運転支援システムの機能向上によって用途が大幅に増えている。ナビ導入期には地図表示がメインであったが、現在では車載カメラ映像の表示や、空調や車両の設定のための表示など多岐にわたっている。周囲温度が低い場合（-30℃）での用途や解像度の高い映像モニタ用途など、用途に応じた性能が必要になる。また、LCDの消費電力低減も重要な要件であり、バックライトのLED（発光ダイオード）化やセル透過率の向上などの技術が重要になってくる。東芝モバイルディスプレイ（株）は、低温環境下での応答性と始動性を改善した車載用薄膜トランジスタ（TFT）-LCD技術の開発に取

り組んでいる。

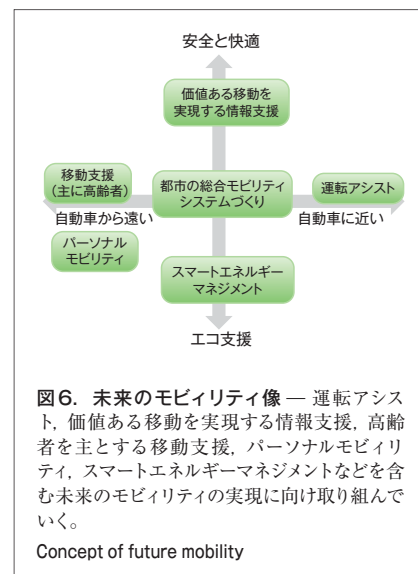
夜間の安全走行に必須の前照灯では、効率と耐用年数の向上とともに水銀を含まないハロゲンランプ化による省電力化が進んでいく。ハリソン東芝ライティング（株）は、長寿命の水銀フリーHID（High Intensity Discharge）ランプを開発し量産を開始している。また室内照明では、省電力化やデザイン性からLEDの適用範囲が増え、周辺回路を含む長寿命化や軽量化が進む。

一方、主回路半導体の性能を発揮させる優れた機能材料や部品が求められており、SiC化による高温動作も考慮した絶縁基板などの材料も性能や効率の改善が進む。東芝マテリアル（株）は、窒化ケイ素（Si₃N₄）の優れた機械的特性に着目し、パワー半導体用の高熱伝導絶縁基板の量産化に世界に先駆けて^(注2)成功している。

今後の展望

環境と調和した安全で快適なクルマ社会の実現には、車載システムの進化とともに、インフラシステムとの協調、そ

(注2) 1999年12月時点、当社調べ。



これらのシステムの性能及び機能を実現させるソフトウェアから、半導体、部品、材料までを含めた技術の進化が必要である。

当社は、社会生活の中での未来のモビリティ像を図6に示すように描きながら、車載システムとインフラシステムの製品化及び、それを高い品質で実現させる技術と材料の研究開発を推進していく。

文献

- 渡部洋司, 他. スマートグリッドの技術動向と東芝の取組み. 東芝レビュー. 65, 9, 2010, p.2-5.
- 鈴木孝幸. ecoテクノロジーへの挑戦. 毎日新聞社, 2008, p.181-195.
- 警察庁交通局交通企画課. “平成22年中の交通事故死者数について”. 政府統計の総合窓口. <http://www.e-stat.go.jp/SGI/estat/Pdfdl.do?sinfid=000008519519>. (参照2011-01-04).
- 小川紘一. 自動車の電子化とオープン標準化がもたらす競争ルールの変化. 自動車研究. 31, 10, 2009-10.
- Bunzel, S. "Overview on AUTOSAR Cooperation". 2nd AUTOSAR Open Conference. Tokyo, 2010-05, AUTOSAR. 19p.



榮元 安信
EIMOTO Yasunobu

自動車システム事業統括部 統括技師長。
Automotive Systems Div.