

進展する自動車と電機・電子産業の融合ⁱ

【要約】

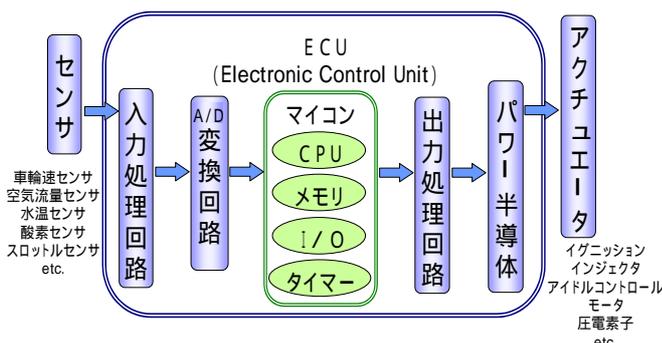
「環境対応」「安全対策」「快適性」などの要請に対応するため、自動車の電動化・電子制御化が急速に進展している。自動車業界が直面する諸課題の中でも、「エネルギー効率(燃費)の大幅な改善」と「車載ソフトウェア開発の効率化」は、自動車業界だけでは解決が困難であり、今後、電機・電子業界との融合が一段と深まり、業種横断的な連携の動きが活発になるものとみられる。

1. 自動車の電子制御ユニットの概要

自動車の制御は、「環境対応」「安全対策」「快適性」などの要請に対応するため、油圧やカムによるメカ駆動から、電動化・電子制御化への転換が進んでいる。モータを併用するハイブリッド車の実用化や燃料電池車・電気自動車の開発、プリクラッシュ・セーフティの導入、ITSをはじめとする道路交通インフラのIT化もあり、自動車のエレクトロニクス化は今後一段と進展するものと見込まれる。

自動車に搭載される電子制御ユニットは、運転環境やエンジン状態を把握するためのセンサ、センサからの信号を処理して命令を出すコンピュータ(ECU)、実際の制御を行うアクチュエータから構成される(図表1)。例えば、エンジンの電子制御の場合、センサからの情報がデジタル信号に変換されてマイコンに入力され、マイコンが演算処理を行い、最適な燃焼状態にするための指示をパワー半導体に出してイグニッションやインジェクタを駆動する。近年の高級車には、マイコンがおよそ70個、センサが100個近く搭載され、自動車1台当たりのコストの2~3割をエレクトロニクス関連が占めるともいわれる。

図表1 自動車向け電子制御ユニットの構成



(出所)東芝「図解 半導体ガイド」をもとに作成

ECUの開発はTier1(1次サプライヤー)クラスの電装品メーカーにより行われることが多く、マイコンなどのハードウェアから制御用ソフトウェアまで含めて一体的に開発され、システムとして完成車メーカーに納入される。

一方、アクチュエータ側ではモータの使用数が大幅に増加している。パワーステアリングは、従来、エンジンの回転で油圧を発生させて操舵をアシストする方法が採られてきたが、これを電動パワステに変更すると、常時油圧を発生させる無駄が省かれ、燃費改善が図られる。パーキングブレーキも、現在は足踏み式でワイヤを引っ張り、後輪を固定する方式が主流であるが、一部の高級車ではスイッチによる電動式の採用が始まっている。シフトレバーをP(パーキング)に入れると自動的に作動させることも可能となるため、安全性の向上にもつながる。クルマの電動化・エレクトロニクス化は、環境や安全に関する各種の規制をクリアするために不可欠であるばかりでなく、クルマの付加価値を高めるうえでも重要な役割を果たすものと考えられる。

2. 車載電子機器に求められる厳しい条件

自動車は温度環境の変化が激しく、エンジンルーム内は100を超える一方、氷点下数十まで冷え込む寒冷地での走行にも耐える性能が求められる。エンジン回りでグリースが塗られている箇所では、高温になると硫化ガスが発生し、回路が断線する可能性があるため、耐硫化特性に優れた材料を用いた電子部品の開発が進められている。温度以外にも、湿度や塩害、衝撃、電圧変動など、長期にわたる過酷な使用環境に



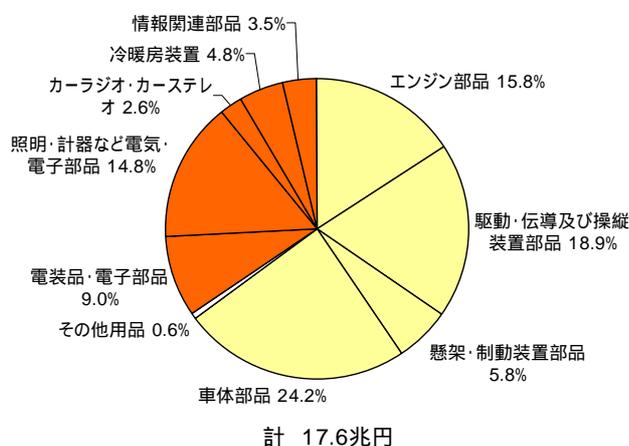
も耐えられる高度な信頼性が求められ、民生用より厳しいスペックが要求されることも少なくない。

また、自動車はノイズの発生源となるエンジンやモータを搭載し、走行中には外部から電磁波や無線などの影響を受ける可能性もある。このため、ECU や車載 LAN などには、ノイズによる誤作動を防ぐための対策が要求される。電装品の増加に伴うバッテリーへの負担を抑えるための低消費電力化、燃費改善や設置スペース確保のための小型・軽量化、普及価格帯に近づけるための低コスト化も同時に実現することが必要とされる。

自動車部品は、長期安定的な供給体制を保證できることが、採用に際しての重要な条件となる。一般に、自動車部品は2～3年かけて開発され、5～6年の量産期間が終わった後も、補修用として10～15年の供給責任を負う。製品寿命が短い薄型テレビや携帯電話などの民生用部品とは異なり、車載用部品は厳しい品質基準をクリアしていったん採用が決まれば、10年以上にわたる安定した取引関係が築けるといいうメリットがある。

日本自動車部品工業会加盟 394 社による 2005 年度の自動車部品出荷額 (図表 2) は 17.6 兆円で、このうち電機・電子関連は、モータ、発電機、エンジン制御装置、照明・計器類、カーステレオ、冷暖房装置、カーナビ、ETC などを合わせて約 6 兆円、全体の 35%弱を占める。これらの電装品には半導体やコネクタ、スイッチ、ダイオードなど

図表 2 自動車部品の品目別出荷額 (2005 年)



(出所) (社)日本自動車部品工業会

多数の電子部品が搭載される。ここでは、車載用半導体の市場動向を見ていくこととしよう。

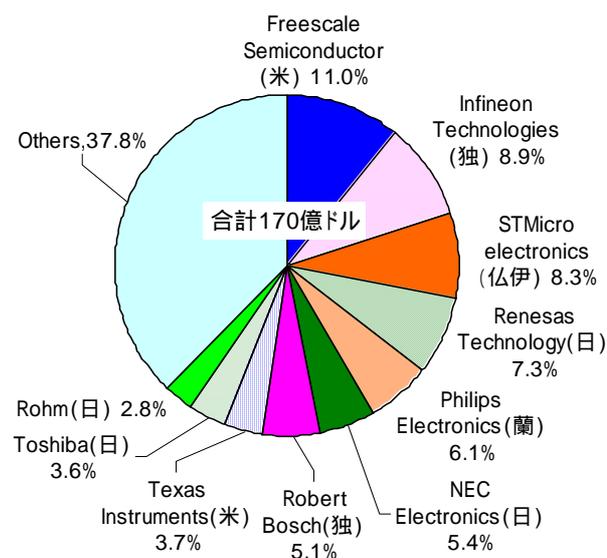
3. 拡大する車載用半導体市場

(1) 半導体の一大アプリケーションに成長

ガートナー データクエストによると、自動車向けの様々な電装品に搭載される車載用半導体の世界市場は、2005 年の約 170 億ドルから、2010 年には約 243 億ドルに達するものと予測される。自動車向けは、コンピュータ用、通信用、民生用に次ぐ、半導体の一大アプリケーションに成長するものと期待されている。

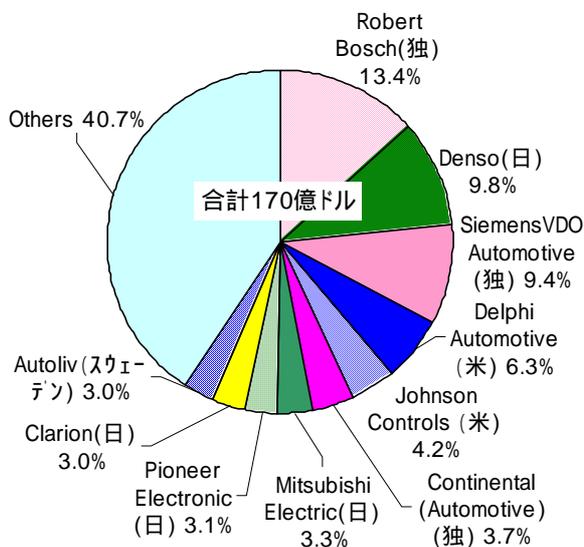
ガソリン車 (ミディアムクラス) 1 台当たりの半導体搭載金額は、2004 年の約 250 ドルから 2006 年に 350 ドル強、2010 年には 450 ドル弱まで増加すると予測されているⁱⁱ。特に、電源の制御が重要な役割を果たすハイブリッド車では、ハイエンドクラスで 1 台当たり 1,400 ドル強 (2005 年) もの半導体を搭載するという。品目別に見ると、ECU に組み込まれるマイコン (MCU) と、電源電圧の制御などに用いられるパワー MOSFETⁱⁱⁱやダイオードなどディスクリート系の比率が高い。今後は CCD/CMOS センサや LED (発光ダイオード) ランプの自動車への搭載が進むにつれて、オプトエレクトロニクス市場規模

図表 3 自動車向け半導体の世界売上金額シェア上位 10 社 (2005 年)



(出所) ガートナーデータクエスト(2006年11月)GJ07005

図表4 自動車向け半導体の消費額
ランキング上位10社(2005年)



(出所) ガートナーデータクエスト(2006年11月)GJ07006

も拡大する見通しである。搭載機器別にみると、特にエンジン制御ユニット、エアバッグ、GPSナビゲーションシステム、ABS^{iv}などで車載用半導体が多く消費されており、これらの上位4品目で全消費額の53%(2005年)を占める^v。

(2) 車載用半導体市場の特徴

車載用半導体の世界売上額シェアをみると、欧米系の半導体メーカーが上位を占め、これに日本勢が続いている(図表3)。インフィニオンやSTマイクロエレクトロニクスなどの欧州系半導体メーカーは欧州の自動車業界との関係が深く、フリースケールなどの米国系半導体メーカーは米国の自動車業界と緊密な取引関係を有するといわれる。図表4は車載用半導体の消費額をランキングしたものであるが、上位10社中、デンソー、三菱電機、パイオニア、クラリオンを除く6社は欧米系の自動車部品メーカーが占め、欧米勢の車載用半導体消費額は全体の6割に達する。

日系の半導体メーカーは日本の自動車業界向けを中心に相応のシェアを確保しているが、さらなる事業の拡大を図るためには、グローバル展開の強化、とりわけ欧米の自動車業界に対する販路の拡大が急務といえよう。

大手の電装品メーカーや完成車メーカーの一部は、半導体メーカーからの購買に加えて、車載用半導体の製造を自ら手がけている。世界シェア第7位のRobert Boschは、2006年6月、約5.5億ユーロを投じて、200ミリ(8インチ)ウェハを用いた半導体の製造工場をシュトゥットガルト近郊に増設すると発表した。デンソーも8インチウェハの半導体工場を増設し、ECUの増産を図る方針とされる。

半導体メーカーも車載用に注力しているが、ECUのシステム全体としての開発力ではTier1が優位性を持つといわれる。これは、半導体からシステムまでの一貫開発を通じて、クルマの設計部門と半導体の開発部門が常に議論を行うことにより、いち早くニーズを掴んでシステムとして提案できることが強みになっているものと考えられる。半導体メーカーとしても、ハードウェアだけでなくソフトウェアまで含めた開発力が問われており、システムとしての提案力を強化するため、国内外の開発拠点や品質保証センターを整備するといった動きが広がっている。

(3) 車載LANの標準化動向

従来は単独で制御していたエンジンやブレーキ、ステアリングなどの機能を一つのシステムとして協調制御する動きが広がるにつれて、高速かつ信頼性の高い車載LANが求められている。

現在、車載LANの通信方式はCANが主流となっており、そのサブシステムとして、低コストのLINが使用されている(図表5)。今後、ステアリングやブレーキなどの高度な統合制御を実現するには、高速かつ信頼性の高い通信技術が必要であり、次世代の車載LANの開発が進められている。欧州勢はこうした規格の標準化で先行しており、BMW、DaimlerChrysler、VolkswagenやRobert Boschなどが中心となり、FlexRayと呼ばれる新通信規格の標準化活動を推進している。また、車載用ソフトウェアや電子・電気アーキテクチャについても、DaimlerChrysler、BMW、Robert Boschなどが中心となり、規格の共通化を目指すAUTOSAR^{vi}が発足している。

図表5 車載LANのプロトコル比較

	LIN	CAN	FlexRay
正式名称	Local Interconnect Network	Controller Area Network	同上
開発主体	LINコンソーシアム (欧州車メーカー中心)	Robert Bosch	FlexRayコンソーシアム (欧州車メーカー中心)
転送速度	低速(20Kbit/s)	中速(1Mbit/s)	高速(10Mbit/s)
チャンネル数	1チャンネル	1チャンネル	1-2チャンネル
通信方式	イベント・トリガ	イベント・トリガ	タイム・トリガ
用途等	・低スピード領域でコストパフォーマンスに優れる ・ライト制御、ドアミラー制御など	・現行の世界標準として普及(基幹ネットワーク、パワートレイン系、ボディ系まで広く使用) ・イベントトリガ方式のため、通信するイベントが重なるると遅延が予測不可能になりやすい	・高速通信、通信経路の二重化による高信頼性により、次世代「X-by-Wire」システム用の車載LANプロトコルとして標準化が進められている。

(出所)各種資料より作成

日本でも、車載LANの要素技術、ミドルウェア、ソフトウェア基盤などの非競争領域をメーカー各社で協調しながら開発することを目的として、自動車業界を中心に電機・電子業界やソフトウェア業界なども参画し、車載ソフトウェアの標準化団体JasPar^{vii}が2004年に設立された。JasParではFlexRayに関する各種ワーキンググループを設けて検討を進めており、日本勢の強みである自動車の設計開発やモノづくりの経験などをできるだけ反映させながら、FlexRayをより使い勝手の良いものに育て上げていくことが期待される。

自動車業界が直面する諸問題の中でも、「エネルギー効率(燃費)の大幅な改善」と「車載ソフトウェア開発の効率化」は、自動車業界だけでは解決が困難であり、電機・電子業界との緊密な連携が不可欠なテーマである。次に、自動車と電機・電子産業の間での、これまで以上に踏み込んだ協業の可能性と課題について述べることとしたい。

4. 電子技術の活用による自動車のエネルギー率改善

地球温暖化の一因とされる二酸化炭素のうち、輸送部門からの排出量は、自動車台数の増加と輸送距離の伸びにつれて増え続けており、OECD諸国の二酸化炭素排出量に占める輸送部門の割合は、1995年の約20%から、2020年には30%へ高まるものと見込まれている^{viii}。今後、中国やインド、中南米などの非OECD諸国において自動車の普及が急ピッチで進むことが予想されるため、二酸化炭素排出量の抑制に向けて、自動車の大幅な燃費改善が喫緊の課題となっている。

Well to Wheelで見たガソリンエンジン車のエネルギー効率は、ガソリン採掘時のエネルギーの7分の1程度にすぎない(図表6)。これは、エンジン燃焼時の排気中に熱として逃げる部分と、冷却時にラジエータから放熱されて失われる部分が大きいためである。

減速エネルギーの回生や高効率域主体のエンジン運転により、エネルギー効率の改善を図っているのが、ハイブリッド車である。ハイブリッド

図表6 自動車のエネルギー効率

	燃料効率 Well to Tank (%)	車両効率 Tank to Wheel (%)	総合効率 Well to Wheel (%)
ガソリン車	88	16	14
ガソリンハイブリッド車(プリウス)	88	37	32

$$\text{熱効率} (\%) \times \text{車両効率} (\%) = \text{総合効率} (\%)$$

(注) 燃料効率: Well to Tank : 燃料を採掘・製造して給油するまでの効率

車両効率: Tank to Wheel : タンク内の燃料を消費して、車が車輪で走行する効率

(出所) トヨタ自動車資料により作成

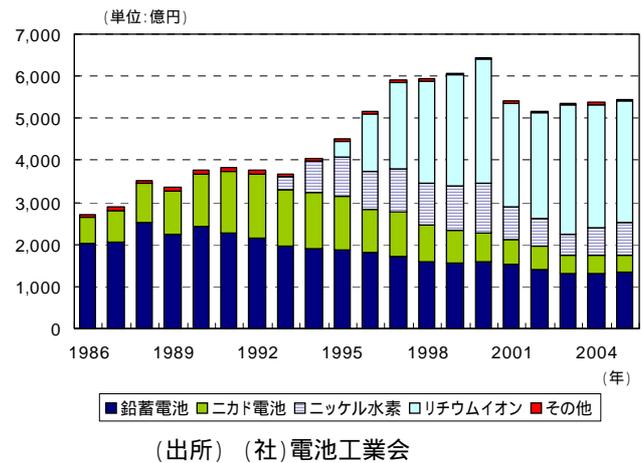
車の普及を促進するためには、パワーデバイスの高性能化とコストダウンを同時に実現することが不可欠である。ハイブリッド車に搭載されるインバータには大電流が流れるため、IGBT^{ix}と呼ばれるパワー半導体がいられるが、オン抵抗が小さく、高耐圧で高速の電力変換を可能にする小型軽量で安価なインバータの開発が急務である。また、ハイブリッド車のメインバッテリーの高電圧を、自動車内のアクチュエータ向けの低電圧に変換するDC/DCコンバータの小型・高効率化も重要である。モータや発電機の高電圧化やバッテリーの高出力化も含め、エレクトロニクス・電子材料の技術がパワーデバイス開発のカギを握るといえる。

今後、ガソリン本来が持つエネルギーの更なる有効利用を図るためには、従来は利用されずに廃棄されていた排熱や排気のエネルギーで発電を行うといった新たな手法も含めて、自動車技術とエレクトロニクス/IT技術の融合を一段と進めていくことが求められる。

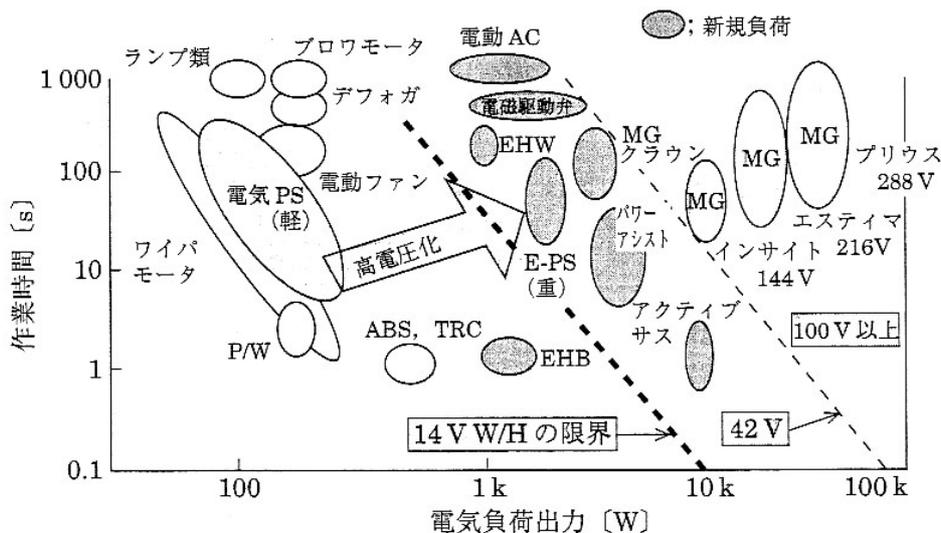
ハイブリッド車や電気自動車には、高出力かつ小型軽量で長寿命の電池が必須である。現在はニッケル水素電池が主流だが、高容量化・低コスト

化・安全性などの課題をクリアできれば、今後はリチウムイオン電池の市場拡大が予想される。自動車用電池の開発では、パナソニックEVエナジーや三洋電機などに加えて、鉛バッテリー大手のGSユアサなどが本格的な参入を表明し、日産自動車も開発・生産・販売を行なう新会社の設立に向けた準備を進めている。村田製作所、エナックス、

図表7 二次電池販売額の推移



図表8 電気負荷出力、作動時間と電源電圧との関係



14V系 W/H の限界領域を超える電気負荷が登場

(注) E PS (Electric Power Steering) : 電動パワーステアリング
P / W : パワーウィンドウ E H B (Electro Hydraulic Brake) : 電気ブレーキ
E H W (Electric Heated Windshield) : 急速霜取り
M G (Motor Generator) : モータジェネレータ(スタータとオルタネータの機能を兼ね備える)
(出所) 電気学会・42V電源化調査専門委員会編(2003年)「自動車電源の42V化技術」(オーム社)



大研化学工業の3社も事業化に向けて提携を行うなど、各方面からの参入が相次いでいる。

一方、自動車に搭載される電装品の増加により、その総消費電流が現行の電源システム(14V系)の限界に近づくことが想定されており、ワイヤハーネス(W/H)の肥大化を抑制するためにも、高電圧化への要請が強まっている(図表8)。全面的な高電圧の採用はコスト面などのハードルが高いことから、ハイブリッド車のエンジン制御には数百Vの高電圧を、シャシー回りのアクチュエータには14~42Vを採用するなど、適圧適所で電源電圧を使い分けることが検討されている。今後、インバータやダイオードなどのパワー制御関連のデバイスが大きな市場に成長することが期待されるが、高耐圧のデバイスを普及価格帯で供給できるかどうかは課題とされている。日本が強みとする世界トップレベルの環境技術やモノづくり技術を生かしながら、規格・標準化や人材育成などに向けた産官学の連携を強化することが急務である。

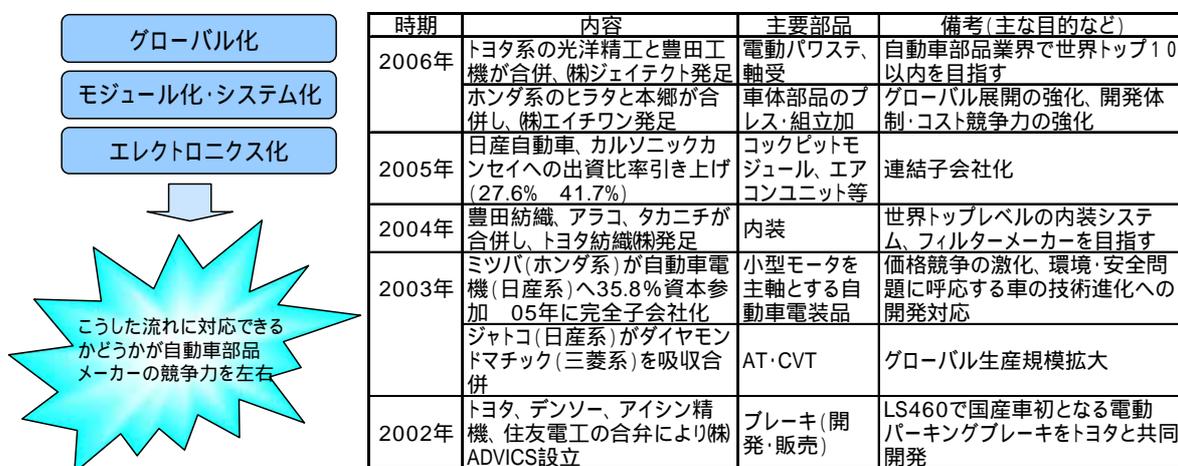
5. 車載ソフトウェア開発の効率化

自動車のエレクトロニクス化の進展につれて、ECUに組み込まれるソフトウェアの開発負担が急増している。自動車の性能や品質のかなりの部分がソフトウェアに左右されるようになっており、その開発力の強化と効率化が急務である。

パソコン業界を例にとると、業界標準のCPUチップとOSからなるプラットフォームの上で様々なアプリケーションソフトが作動するというように、ハードとソフトの構造化が進んでいる。ところが、自動車業界では、エンジン、ブレーキ、ステアリングなど各機能の制御用ECUごとに個別最適な開発が行われることが多く、これがソフト開発量の肥大化を招き、統合制御を行うための調整に多大な工数を要する原因となっている。現状のままではいずれ対応が困難になる、との危機感が自動車業界では広がっており、基盤となるプラットフォーム領域は標準化し、アプリケーションの部分で機能の差別化を図ることができないか、といった議論が随所でなされるようになっている。

自動車業界でハードとソフトの構造化が本格的に進展すると、完成車メーカーと部品サプライヤーとの垂直統合型の関係の中に水平分業モデルが一部持ち込まれる余地が生じてくる。その結果、部品サプライヤーは、プラットフォームまで含めたシステムインテグレーションができる開発力を持つグループと、既定のプラットフォーム上で汎用的な部品を作るグループとに二極化する可能性が、部分的にせよ想定される。エレクトロニクス/IT業界としては、新たな動きにも柔軟に対応しながら、本格参入の余地を探っていく姿勢が求められる。

図表9 自動車メーカー・部品メーカーの近年の提携事例



(出所) 日本政策投資銀行作成



6. 進展する自動車産業と電機・電子産業の融合

ここ数年、自動車部品業界では、グローバル化やモジュール化への対応を図るための合従連衡が進んできた(図表9)。これに加えて、電動化・電子制御化に関する開発力の有無が、部品メーカーの競争力を大きく左右するようになっており、今後は、電機・電子業界との業種横断的な連携の動きが一段と強まるものとみられる。

一方、電機・電子業界でも、自動車向け事業の拡充を目指す動きが活発である(図表10)。日立製作所は、ステアリングやシャシー制御の技術を有する日立ユニシア、及び、サスペンションやブレーキの技術を持つトキコと2004年に合併し、2006年にはカーナビやカーオーディオメーカーのクラリオンを連結子会社化した。これにより、重電事業で培ったモータやインバータなどの技術との融合を図り、自動車機器事業を大きく伸長させる方針である。また、NEC エレクトロニクスは、自動車産業のグローバル化に対応するため、米カリフォルニア州のローズビル工場に8インチの新生産ラインを立ち上げ、国内と北米の2拠

点から、最先端プロセスの車載マイコンをワールドワイドに提供する体制を構築中である。

エレクトロニクス業界が車載分野の強化を目指そうとしても、完成車メーカーがモジュールやシステムとしての納入を求める傾向を強めているため、単品を扱うのみでは限界がある。例えば、センサだけを単体として納入するのではなく、それに光学レンズや画像処理技術、高密度実装技術などを組み合わせ、薄型で低消費電力のカメラモジュールとして供給するといったシステムレベルでの取り組みが重要となろう。そのためには、自社が強みを持つ要素技術や人材などの経営資源をマッピングし、足りない部分は他社との提携を通じて補完するといった工夫が必要である。

おわりに

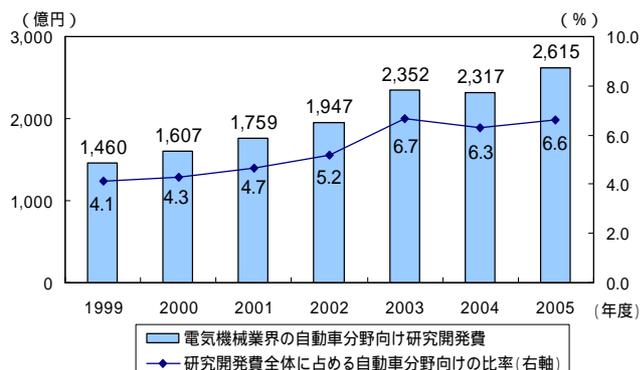
電気機械業界における自動車分野向けの研究開発費は増加傾向にあり、研究開発費総額に占める割合も、1999年の4.1%から2005年には6.6%まで上昇している(図表11)。同期間における研究開発費総額の年平均伸び率1.9%に対し、自動

図表10 主要電子部品メーカーの自動車向け注力分野・商品(06年度下期~07年度)

社名	注力分野・商品
日本電産	・仏大手自動車部品メーカー「ヴァレオ」の車載用モータ事業を買収(06/10) ・車載用モータの生産能力やTier1顧客への販売チャネルの整備には時間がかかるため、既に実績ある事業を買収し、本格的に参入するのが最も有効と判断 ・電動パワーステアリング/電動ミラー用ブラシレスDCモーター、エアフロー、ボディー・クロージャ、座席ボジショニング、ブレーキ、ステアリング向けなどのブラシ付きモーター
村田製作所	・リチウムイオン二次電池の事業化に向けて、エナックスおよび大研化学工業と開発・設計、製造、販売に関する包括的業務提携で合意(06/9) ・ECU用大容量セラミックコンデンサ、ハンズフリー用Bluetoothモジュール、バックソナー用超音波センサー、ナビ用MEMSジャイロセンサー、HDD用ショックセンサー、ノイズ対策部品
京セラ	・エンジン、トランスミッション、モータなどへのECUの直付けが増えるにつれて、軽量で耐熱性の強いセラミックの優位性が高まる。材料技術をベースにした高機能、高信頼性の部品技術に加え、モジュールやシステムレベルの設計力、製品開発力、生産技術力の強化に注力。 ・ECU/TPMS用水晶振動子、TPMS用SAWフィルタ・セラミックレゾネータ、キーレスエントリー用SAWフィルタ、タンタルコンデンサ、セラミックコンデンサ
北陸電気工業	・国内だけでなくグローバルに自動車向けを伸ばす。07年は欧州の営業、デザインインの体制を強化 ・湿度センサー、高信頼性プリント配線板、可変抵抗器応用の各種センサ
アルプス電気	・車載電装モジュール/システム、車載用センサー、車載用地デジチューナ、車載用Bluetoothモジュール、ETCモジュール、検出系スイッチなど
T D K	・センサー関連製品(NTCサーミスタ、湿度センサー、ギアトゥースセンサー、回転センサーなど)、車載通信LAN向けコモンモードフィルタ類
ロム	・超低抵抗チップ抵抗器、耐サージチップ抵抗器、チップタンタルコンデンサ、電源用パワーモジュール、電源系IC、LEDドライバ、スマートキー用IC、AIE用LSI、ワイヤレスオーディオリンクIC、おしゃべりLSI、パワーダイオード、パワートランジスタ
ニチコン	・HEV用フィルムコンデンサ、インバータモジュール、アルミ電解コンデンサ
日本シエムケイ	・高信頼性の片面、両面、多層プリント配線板、ビルドアップ多層板、メタル基板
S M K	・フォースフィードバックタッチパネル、コネクタ、リモコン、ジャック、Bluetoothモジュール、車載用カメラモジュールなど
マブチモーター	・車載電装機器用モーター(エアコンダンパー用/ドアロック用、ドアミラー/ミラー電格用、パワーユニット用、光軸調整用など)
ミツミ電機	・アンテナ、チューナ、高周波モジュール、車載用センサー、カメラモジュール、各種コンポーネントなど

(出所)電波新聞(2006年12月7日)に一部加筆

図表 11 電気機械業界の自動車分野向け
研究開発費の動向



(出所)総務省「科学技術研究調査報告」

車分野向けの増加率は 10.2%と際立って高い伸びを示しており、車載分野への注力ぶりが数字からも窺われる。2007 年後半以降、米国で販売する新車にはタイヤの空気圧不足を警告する TPMS^xを装着することが義務付けられ、MEMS 圧力センサやアンテナなどの需要増が見込まれるなど、燃費や安全性に関する規制強化の動きは、車載用電子部品の更なる市場拡大をもたらすものとみられる。

今後、電機・電子と自動車産業の更なる融合が予想される分野としては、 ECU やパワー系半導体(高耐圧化、統合化、プラットフォーム化)、

電池(ニッケル水素 リチウムイオン電池)、インバータ・モータ・発電機(小型軽量化、高出力化、低コスト化)、ノイズ除去、車載 LAN 対応、車載ソフトウェア開発、設計開発手法の高度化(三次元 CAD による図面のデータベース化、シミュレーション技術)などが挙げられる。

自動車の電子化の進展に伴い、自動車業界だけでは全ての開発をし切れなくなっている。既存の技術の延長線上の発想ではコストが高くて実用化が困難な場合でも、異業種のノウハウをうまく取り込むことで大幅なコストダウンが図られる可能性がある。例えば、ネットワーク制御の技術を活用し、システム全体として一定の信頼性を確保できるようになれば、個々の部品レベルの開発コストの抑制が図られることも想定される。もちろん安全性の確保に十分配慮すべきことは言うまでもないが、電機・電子メーカーが民生分野で

培ってきた優れた技術やノウハウをタイムリーに提案できれば、自動車向けビジネスを飛躍的に拡大することも期待できよう。

図表 12 電機・電子と自動車産業の融合期待分野

ECUやパワー系半導体
高耐圧化、統合化、プラットフォーム化
電池
ニッケル水素 リチウムイオン電池
インバータ・モータ・発電機
小型軽量化、高出力化、低コスト化
ノイズ除去
車載 LAN 対応
車載ソフトウェア開発
クルマの設計開発手法の高度化
三次元 CAD による図面のデータベース化
シミュレーション技術

i 本稿は(財)機械振興協会経済研究所「自動車産業のエレクトロニクス化の現状とその方向性 - デジタル技術・製品への対応とその環境変化 -」第 2 章の内容に加筆したものである。

ii 南川明氏(アイサプライ・ジャパン株式会社)提供資料による。

iii MOS field effect transistor : MOS 型電界効果トランジスタ

iv Antilock Braking System

v ガートナー データクエスト(2006年11月)GJ06536
ガートナー データクエストの数値を基に日本政策投資銀行にて算出。

vi Automotive Open System Architecture

vii Japan Automotive Software Platform and Architecture

viii OECD環境局「OECD世界環境白書 - 2020年の展望」

ix Insulated Gate Bipolar Transistor

x Tire Pressure Monitoring Systems

[調査部(産業調査担当) 清水 誠]

お問い合わせ先 日本政策投資銀行調査部

Tel : 03 - 3244 - 1823

E - mail : report@dbj.go.jp