

カーエレクトロニクスについて

Automotive Electronics

小林 育也⁽¹⁾
Ikuya Kobayashi

要 旨

カーエレクトロニクスは、1960年代初め、半導体導入に始まり、1976年、GMのMISAR（点火時期マイコン制御）によってマイクロコンピュータ時代を迎えた。エンジンの排気制御を中心にして、カーエレクトロニクスの設計、実験評価、製造技術、品質・信頼性保証などの基礎的技術と know-how が確立された。エンジン制御のほかに 駆動・走行制御、ディスプレイ、オーディオ、エアコンなど、車のあらゆる機能分野に応用され、今や、自動車の性能と商品性を支える重要な技術となった。今後更に、より複雑で高度の制御や、車と車外との通信情報伝達など、先進技術が導入され、より人間要素を車に備えるようになると思う。

ここに、その歴史的経緯と、今後の技術動向、ユーザニーズ、課題について考察し、最後に、将来の展望を簡単にのべる。

The introduction of electronics on cars started in early 1960s lead to the present microcomputer era with MISAR (MICRO PROCESSED SENSING AND AUTOMATIC REGULATION) by GM in 1976. It can be said that basic technology and know-how with exhaust emission control as the key function including designing, evaluation, production, quality and reliability have been established. Today, electronics is applied in all major functional areas like drive control, cruise control, display, audio, and air-conditioning, supporting major functions and commercial value.

This trend will extend into further complicated controls and for car-to-remote control station communication adding human-like elements.

This paper briefly describes the historical background and its transition with problems related to future technical movements and user's requirement, and forcast for the future.

(1) トヨタ自動車株式会社

1. ま え が き

今世紀の初めに真空管が発明され、それ以後半世紀にわたり、通信・計測・制御の分野を中心に、電子管エレクトロニクス時代が築かれた。しかし、真空管のもつ欠点（消費電力、耐振性、寿命、大きさなど）のため、一部の車両に真空管式カーラジオが搭載されたにとどまり、大量生産されるに到らなかった。いわゆるカーエレクトロニクスの幕開けは、トランジスタの発明（1948年、ベル研究所）に始まる半導体エレクトロニクス時代を待たねばならなかった。

トランジスタの発明からマイクロコンピュータの発明（1971年、インテル社）に到る4分の1世紀を、それ以前の半世紀と比較してみる時、その発展の規模と内容、科学技術・産業・社会・文化などに与えた影響の大きさと多様性は、まさに「革命的」と呼ぶにふさわしい。（図-1）

自動車への半導体の導入は、トランジスタ発明から約10年後に始められた。即ち、オールトランジスタ式カーラジオ（1958年、トヨタ）と、オル

タネータ（交流発電機）用整流ダイオード（1960年、クライスラ）の2分野から導入が開始され、以後数年の間に、駆動、点火、充電、走行、照明制御など各分野への応用開発に、主要な自動車メーカーは着手し、その一部が実用化された。これらは1960年代のことである。

1960年代から'70年代へかけ、モータリゼーションが急速に進むとともに、安全・公害、石油危機、市場競争の激化を背景として、自動車産業に大きなインパクトが加えられた。特に、米国および日本における厳しい排気規制は、排気浄化性能と同時に、車両としての動力性能と燃費を両立させる技術を限られた期間に確立することを求めるもので、自動車メーカーは、機械制御を主体としていたエンジン制御に、エレクトロニクス技術を積極的に導入する道を選ぶこととなった。

この選択を可能とした背景に、1960年代に飛躍的に発展したLSI技術と、その民生機器への技術移転による量的拡大、低コスト化および信頼性の向上があった。

1971年、インテル社によって実現されたマイク

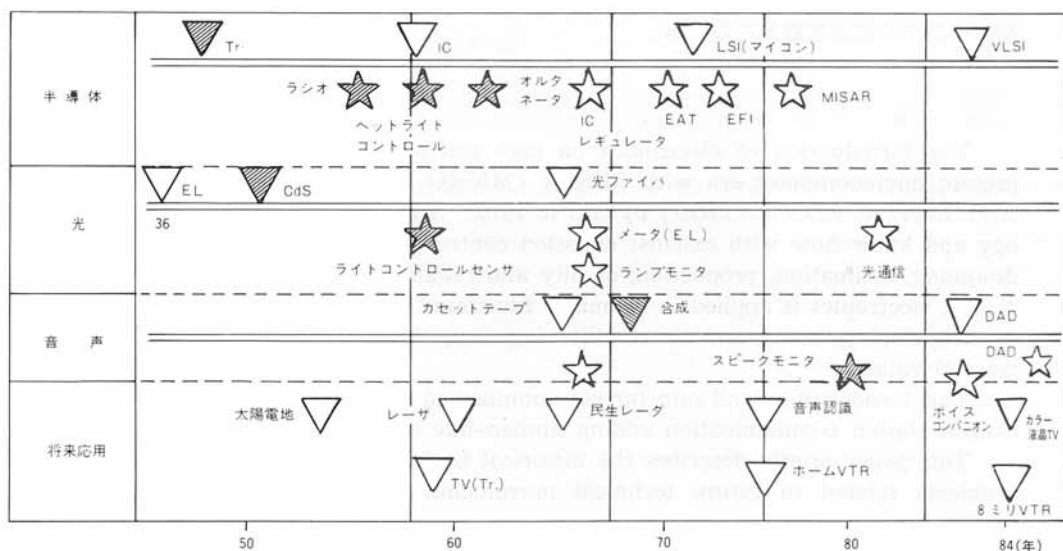


図-1 エレクトロニクス技術の発展の導入

注) ▽周辺技術

Fig. 1 Introduction and development of electronics technology.

☆自動車への応用

ロコンピュータ（以下 マイコンという）の発明は、技術的には応用発明であったが、それがもつ応用分野の広さと効果は、トランジスタの発明に匹敵する。現実にはGMはそれからわずか5年で、マイコンによる点火進角制御装置（MISAR）を実用化し、カーエレクトロニクスのマイコン化時代の先頭を切った。フォードは翌年の1977年、マイコンによるエンジン総合制御システム（EEC-I、キャブレタ電子制御）を実用化し、他の各メーカーもこれにつづいて各種マイコンシステムを開発、その製品化にしのぎを削ることとなった。

今や、カーエレクトロニクスは、自動車を支える重要な技術としてその市民権を獲得し、自動車メーカーは、部品メーカーおよび半導体メーカーと緊密な協力体制をもって、その研究開発と製品化に全力投球している。

2. エレクトロニクスの応用分野

カーエレクトロニクスのパイオニアとして最初に導入されたのが、ラジオと充電系であった。と

いうことは象徴的であった。前者はドライバーの楽しみ（エンタテインメント）の代表であり、後者はバッテリーの充電を通じてエンジンの始動性と電源を支える重要機能である。両者はいずれも、ユーザがそのメリットを肌で感じ取ることができ、かつ、将来量的にも急速に拡大される可能性の高い代表的カーエレクトロニクス分野である。

トヨタと富士通（旧神戸工業）両社の協力のもとに、1956年にセミ・トランジスタラジオ、1958年にオールトランジスタラジオをクラウン用に開発し、OE部品としてカーエレクトロニクス実用化の先頭を切ることができた。

オルタネータダイオードの実用化は、1960年クライスラーが実現したが、トヨタも日本電装、東芝との共同開発により、1962年に、同じくクラウンに採用することができた。

これらの開発を通じて当時の担当者はいよいよ明期におけるカーエレクトロニクスの基礎技術を血のにじむ思いで一つ一つ築き上げていった。ゲルマニウム半導体が主流であった中で、耐熱性、耐サ

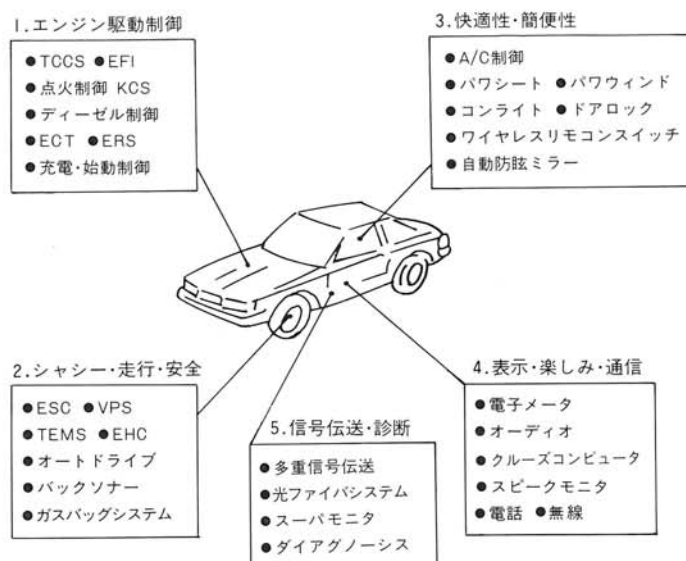


図-2 エレクトロニクスの応用分野

Fig. 2 Application of electronics.

ージ性に優れたシリコンダイオードを開発し、かつ、エンジンに搭載して壊れない信頼性を確保するということは、至難の技であった。また、点火ノイズやオルタネータフィールドのサージ電圧に耐える素子と回路の開発、ラジオノイズの抑制、耐熱・耐振・耐湿性にすぐれた実装技術等、設計・実験・評価・製造・検査・サービスのすべての分野にわたり、技術的know-howを蓄積することが必要であった。

今日、マイコン化の潮流の中で、大規模なシステムと多種多様なデバイスの製品化をめざした共同開発体制の源流をここに見ることができる。

さて、現在、カーエレクトロニクスは、どのような分野に応用されているであろうか、図-2にその代表例を5つの分野に分けて示す。第1および第2のグループは、動力性能、走行性能、安全性など、車が本来備えているべき基本性能の制御に関する分野で、自動車の商品としての価値を決める重要な機能分野である。

第3、第4のグループは、人間（乗員）の快適性、操作性、楽しさ、情報など人と車、車と社会、人と社会を結ぶ人間的要求を満たす機能分野である。

第5の分野は、車両全体の制御・情報を伝達・処理する機能分野で、第1から第4までの各機能分野を連結するとともに、人間（ドライバ）の意志伝達と情報のフィードバックを行っている。これら各分野は、いずれも自動車の商品性を支える重要な機能分野であり、エレクトロニクス技術を活用することにより、それらの機能を一層向上拡大し、更に全く新しい機能と効果を付加することが期待できる。

3. エレクトロニクスの役割と効果

図-3は、カーエレクトロニクスの構成と働きをブロック図に表わしたものである。この図からわ

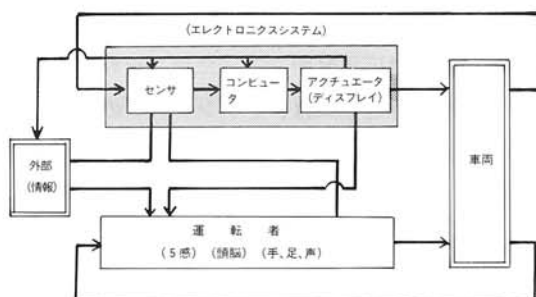


図-3 エレクトロニクスシステム

Fig. 3 Electronics system.

かるように、エレクトロニクスシステムは、自動車と運転者よりなるマンマシンシステムにおいて、車両の外部（第3者、車両、地上施設、信号、自然条件など）および車両と運転者との間に、それぞれフィードバック制御ループを形成し、センサやスイッチを通じて、外部の情報、車の状態、運転者の意志または状態を電気信号として受け取り、それを所定のアルゴリズムに基き演算・処理・判断して必要な制御（動作）を実行させる。即ち、車や運転者が本来実行すべき仕事（制御）をアシストし、より良好な制御や情報の伝達、故障時のフェイルセーフやバックアップ動作などを実行し、自動車の機能と有用性の維持向上に役立っている。

次にエレクトロニクスの応用によりどのような効果が得られるか、表-1に示す。

まず第1の効果は、自動車の基本性能の向上である。LSIなど半導体技術の発展により安価で信頼性の高いコンピュータを量産できるようになったため、車の基本機能をエレクトロニクス制御することが可能となった。TCCS (Toyota Computer Controlled System) においては、マイコンの特徴を生かし、EFIの他にESA（点火進角制御）、EGR（排気再循環）、ISC（アイドル回転数制御）、KCS（ロックコントロール）、ダイアグノーシス（故障診断）など、多く

表-1 エレクトロニクスの効果(狙い)

① 自動車の基本性能の向上(制御の高度化)
・エンジン・駆動(TCCS,EFI,ECT) ・シャシー・走行・安全(TEMS,ESC,VPS,A/D) ・新しい機能制御(KCS,複合制御)
② ユーザの人間的要求の充足
・快適性・居住性(エアコン、シートの制御) ・便利性・容易性(電話、パワウィンド、ワイヤレスリモコン) ・エンタテイメント(オーディオ、クルーズコンピュータ、無線) ・ファッション・先進性(デジタルメータ)
③ 信頼性向上・小型化・維持費低減
・品質・耐久性(IIA,ICレギュレータ) ・メンテナンス・サービス(ダイアグノーシス・スーパーモニター) ・小型軽量化(半導体圧力センサ、IIA,多重通信)

の機能制御を、1つのECU(コンピュータ)で総合的に行なっている。走行制御の代表システムであるESC(アンチスキッド)も、EFIと同様に、非常に複雑な制御を高速且つ高精度で行うもので、エレクトロニクス技術なくしては実現できなかった。

第2の効果は、ユーザの人間的要求の充足である。自動車は、単なる交通運搬の手段であるばかりでなく、快適に楽しく豊かな気持で自分の時間と空間を占有することのできる“動く居間”でもある。このため民生用電子機器技術の自動車への移転(トランスファ)が急速に進められている。マイコンによるエアコン制御、オーディオの高級化、電話・パーソナル無線の車載、蛍光表示管や液晶電子メータ、更に各種のパワーアシスト装置、ワイヤレスリモコンスイッチ、コンライト(自動照明制御)、ワイパ・ウォッシャー制御など、ユーザの多様化する要求を充足することを狙ったものである。

第3の効果は、信頼性向上・小型軽量化・維持費の低減である。これなくしては、第1、第2の効果をも十分に発揮することは不可能である。エレクトロニクスが広く応用されるようになったのも、

低コストで高信頼度のセンサ、アクチュエータ、コンピュータの車載が可能となったためである。

IIA(Integrated Igniter Assembly)は、ディストリビュータの中に、イグナイタ、コイル、センサを一体に組込んで、点火システムの信頼性向上とメンテナンスフリー化を狙ったものである。

4. エレクトロニクス導入の経緯

4.1 トランジスタ化の時代(1960年代)

最初に述べた如く、カーエレクトロニクスは、民生・通信その他の先行産業分野からの技術移転(テクノロジー・トランスファ)として始まり、1960年代に、自動車の各種分野への導入開発が積極的になされた。(図-4)

そのパイオニアとして、トランジスタラジオとオルタネータダイオードがまず実用化され、'60年代に殆どの車両に採用された。

この時代、最もオーソドックスに導入を進めたのは、GM、フォードで、オルタネータダイオードの場合と同じく、セミトランジスタ点火、フルトランジスタ点火、ICレギュレータを製品化するプロセスで、エンジンルームに搭載可能な電子デバイス、半導体製造技術の基礎を築いた。

他方、駆動制御への応用も積極的に行われ、ヒルマンがマグネットパワダクラッチ式自動変速機(1961年、スミス社製)を実用化、トヨタもトランジスタ式オーバドライブ制御装置(1962年、クラウン)を製品化した。これは、昭和37年から46年までクラウンデラックスに標準装備、量産化され、トヨタのエレクトロニクス開発の先兵の役割を果たした。

1967年、V.W.は、ボッシュ社とEFIを開発採用した。(図-5)

かってクライスラが、ベンディックス社と協力して開発した真空管式EFIから実に9年の年月

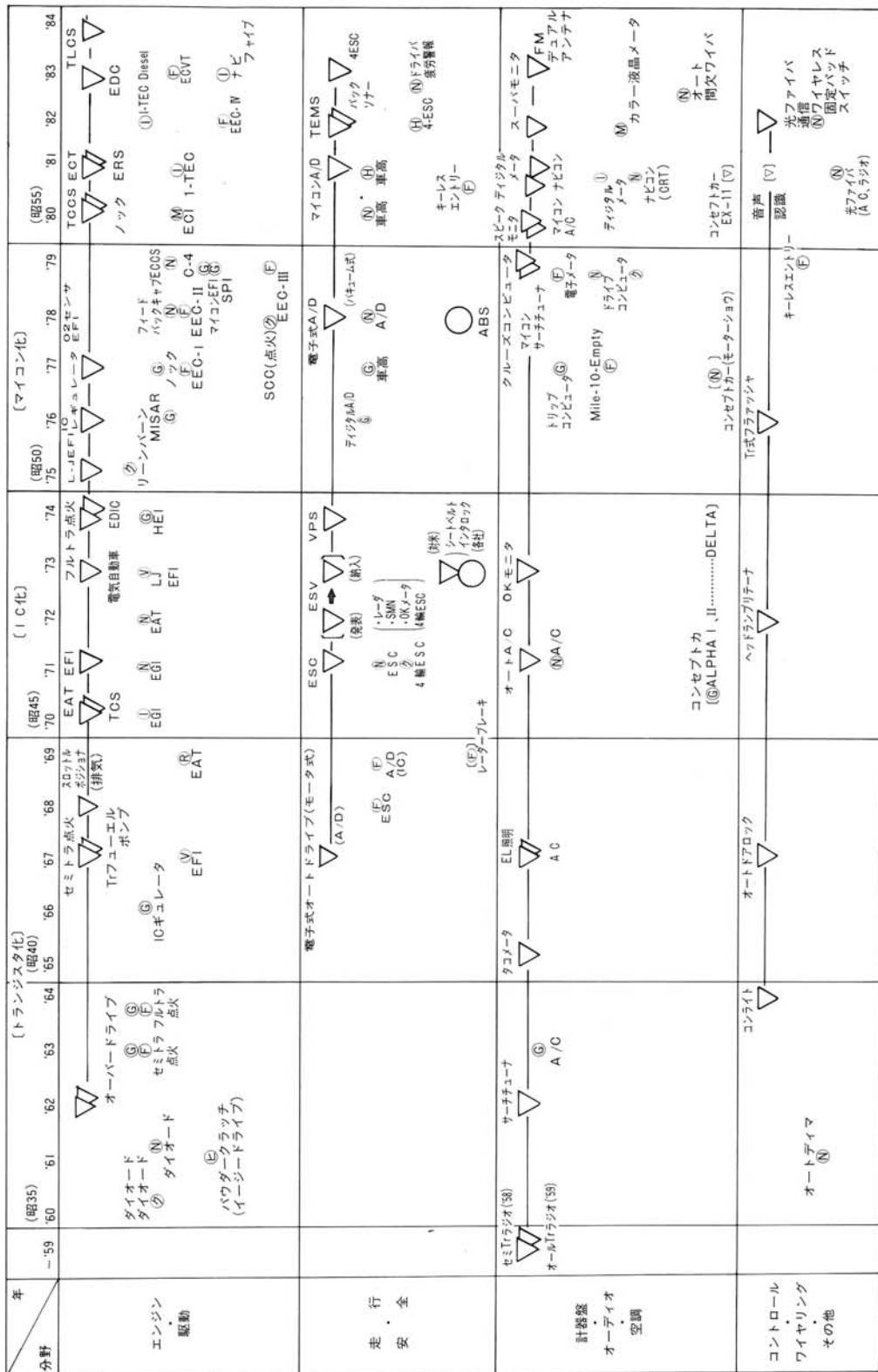


図-4 カーエレクトロニクスの導入経緯
Fig. 4 History of automotive electronics introduction.

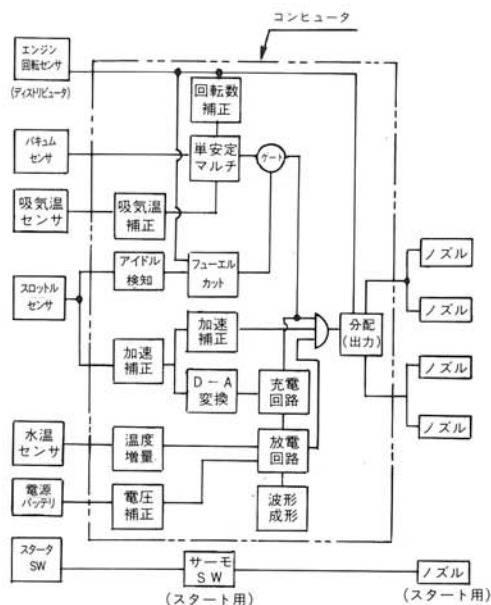


図-5 V.W.のEFIブロック図 (ボッシュ製)

Fig. 5 Block diagram of EFI by V.W. (Bosch).

を経て実用されたもので、本格的エンジン電子制御の始まりである。ベンディックス社は、EFIの基本特許を取得しながら、技術革新（エレクトロニクス技術応用）の波に乗り遅れ、ボッシュ社の軍門に降り、クロスライセンスに依るを得なかったもので、開発における先手必勝の教訓をここに見ることができる。

この'67年は、トヨタにとっても実り多い年であった。最高級車センチュリが、その斬新かつ重厚なスタイルと共に、当時としては、最も先端的新機構、新技術を数多く搭載し発表された。エレクトロニクスについても、エンジン、走行、ディスプレイ、オーディオ、パワーアシストなど、全分野に、当時利用可能な新技術を積極的に駆使した。代表的システムは、①セミトランジスタ点火、②トランジスタ燃料ポンプ、③オートドライブ、④コンライト、⑤EL照明（メータ、時計、ラジオ）⑥エアコン、⑦パワウィンド、⑧自動ドアロックなどである。

4.2 IC化の時代（1970年-1975年）

自動車へのIC技術の応用は、ICの発表（1959年、TI社）から11年後の1970年、コナアのEAT（電子制御3段自動変速機）により初めて実現された。大型コンピュータおよび宇宙開発のニーズが背景となって'60年代に飛躍的發展を遂げたIC技術は、やがて民生機器その他の分野への応用が急速に展開され、量産性、信頼性、コストの面で漸く自動車への利用が可能となってきた頃である。

即ちシーズとニーズが一致して、より高度な機能制御システムの研究開発が活発に行なわれるようになったのである。自動車のニーズはそれより数年遅れて訪れた。安全公害問題および石油危機である。これにより厳しい排気規制、燃費要求がメーカーに期限付で課せられ、エンジン制御（EFI、排気、点火）システムの開発が全面展開された。これにより、センサ、アクチュエータを含め、カーエレクトロニクスの基盤が確立された、といっても過言ではない。

4.3 マイコン化の時代（1976年～現在）

1976年、GMは、MISAR（Micro-processed Sensing and Automatic Regulation）と名付けて、マイコンによる電子点火進角制御装置を発表した。（表2）

インテル社が日本のビジコン社の依頼により、初めてマイコン（MC-4）の開発に成功してからわずか5年後である。これにつづいてフォードは1977年、マイコンによるキャブレタエンジン総合制御システムEEC-1を発表した。以後毎年それを改良しつつ、'82年には16ビットマイコンによるEEC-IVを開発した。しかし量的拡大はGMの方が戦略的かつ大胆に展開した。

即ち、'79年のC-4（キャブレタ、フィードバック）およびD-EFI（SPI）の発表につづき、翌'80年、C-3（Computer Control Command）

表-2 マイコンによるエンジン制御一覧表

メーカ	年代	システム	制御内容	ダイアグ ノーシス	マイクロプロセッサ
G M	1976	マイザー MISAR	点火時期	なし	10ビット、P-MOS カスタム(ロックウェル)
	1978	フィードバック EFI	EFI (フィードバック)	あり	8ビット n-MOS 8048
	1979	C-4	燃料ポンプ、トルコンロックアップ フィードバックキャブ、点火、2次空気	"	8ビット n-MOS 8062
		D-EFI	燃料ポンプ、アイドル回転 TBI、トルコンロックアップ	"	"
	1980	CCC	アイドル回転、トルコンロックアップ、 キャニスタ、フィードバックキャブ、点火、 2次空気	"	" "
		D-EFI	気筒切替 TBI、点火、アイドル回転	"	" カスタム(GMCM)
フォード	1977	EEC-I	点火、2次空気、EGR	なし	12ビット、n-MOS カスタム(東芝)
	1978	EEC-II	EGR、アイドル回転、キャニスタ フィードバックキャブ、点火、2次空気	"	" (東芝 T.I.)
	1979	EEC-III ^① ②	フィードバックキャブ: EEC-IIに同じ EGR、キャニスタ、アイドル フィードバックEFI、CFI、点火、2 次空気	あり	8/10ビット、n-MOS " (モトローラ)
		MCU	フィードバックキャブ、2次空気	"	8ビット n-MOS 8049
	1982	EEC-IV	MPI+ESA+KCS+EGR+ISC	"	16ビット n-MOS 8061
クライ スラー	1978	SCC	点火	なし	8ビット C-MOS 1802
	1979	EFC	フィードバックキャブ、点火	"	" "
	1980	DSCC	フィードバックキャブ、点火	"	" "
日 産	1979	ECCS	EGI、点火、アイドル、EGR、燃料ポ ンプ	"	n-MOS 6802
	1981	"	EGI、点火、アイドルノック	"	" "
三 菱	1980	ECI	SPI、燃料ポンプ、EGR	"	" 8048
トヨタ	1980	TCCS	FFI、点火、アイドル	あり	12ビット、n-MOS
	1981	TCCS	EFI、点火、アイドル (ECT、ロックアップ)	"	12ビット、n-MOS (4ビット、n-MOS)
		TCCS(H- EFI)	EFI	"	8ビット n-MOS 8049
	1982	ECD	燃料噴射量、噴射時期、ISC、グロータ イマ、吸気絞り	"	12ビット、カスタム n-MOS
いすゞ	1981	I-TEC	EGR、燃料ポンプ EFI、点火、アイドル回転数	"	n-MOS 6802
	1982	I-TEC Diesel	燃料噴射量、噴射時期、ISC、クルーズ コントロール	"	10ビット、n-MOS カスタム(AMi)
	1983	IEシステム	燃料噴射量、噴射時期、ISC、クルーズ コントロール	"	8ビット n-MOS 8051
日 野	1981	ET コントロール	燃料噴射期	"	n-MOS 8039

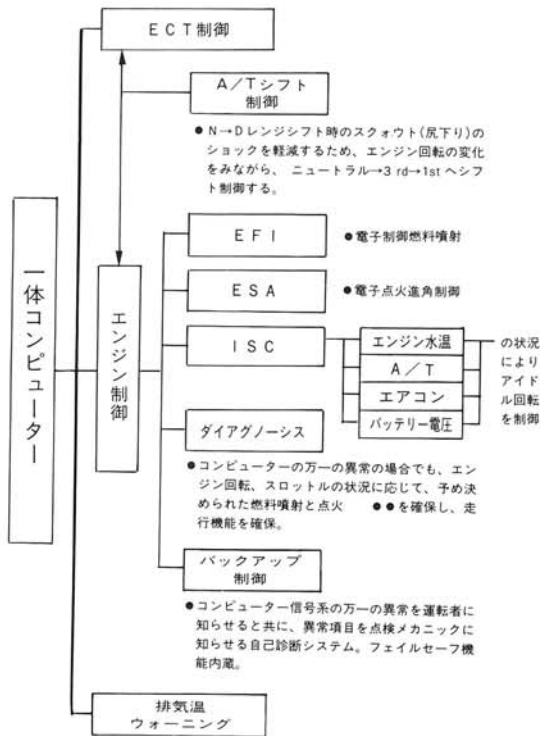


図-6 TCCS (エンジン・トランスミッション一体制御)

Fig. 6 TCCS (Engine transmission total control).

システムへと、数年の間に、全乗用車にマイコンによるエンジン総合制御システムを採用した。特

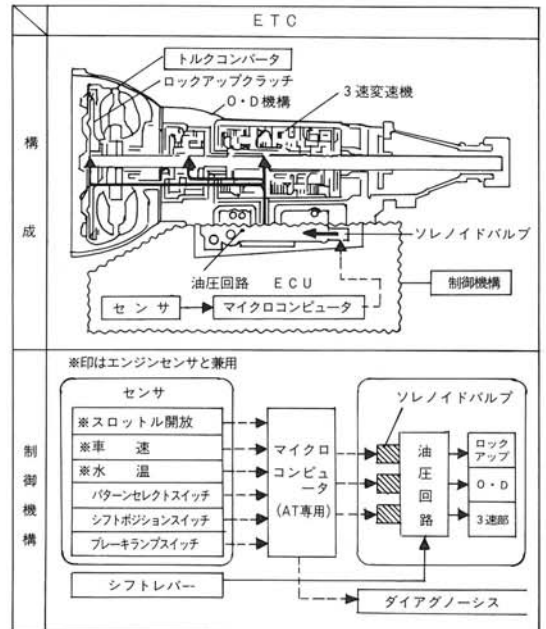


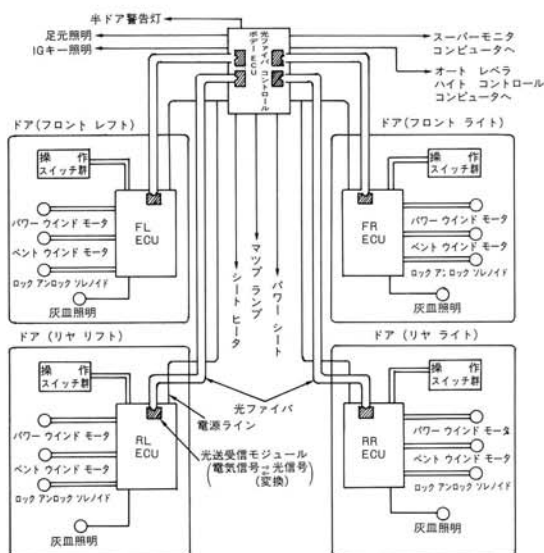
図-7 ECT (クラウン)

Fig. 7 ECT (CROWN).

表-3 自動車へのマイクロコンピュータの導入状況

年(モ) システム	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983～
エンジン 制御	MISAR (GM)	EEC-I (Ford) SCC (Chrysler)	ECCS (日産) C-4 (GM) EEC-II (Ford) MOTRONIC (BMW)	DEFI (GM) EEC-III (Ford) MCU-A (Ford) ECI (三菱) TCCS (トヨタ)	CCC (GM) I-TEC (いすゞ) ETコントロール (日野) セルフアイドルガバナ他 (マツダ)	電子制御式燃料噴射ポンプ(ディーゼル) (トヨタ) エンジン集中電子コントロール(マツダ) PGM-FI (本田) I-TECディーゼル (いすゞ)	IEシステム (いすゞ) エレクトロエコノミシステム(日産ディ)
トランスミ ッション制御					ECT (トヨタ)	フルロックアップオートマチック(日産)	ナビファイブ (いすゞ)
ドライバ エイド		トリップコンピューター (GM)	メッセージセンサ (Ford) トリップコンピューター (Chrysler) ドライブコンピューター (日産) クルーズコンピューター (トヨタ)	ベルナス (三菱) スピークモニタ (トヨタ) ボイスインフォメーション (日産)	マルチドライブモニタ (いすゞ) ナビコン (トヨタ) ドライブガイド (日産) エレクトロドライブブレーキ (本田) 電子ディスプレイメータ (トヨタ、いすゞ、他)	ボイスコンパニオン (日産) スーパーモニタ (トヨタ) カラー液晶メータ (日産)	電子オドメータ (日産) セフティドライバドバイザ (日産)
その他		電子同調ラジオ (Chrysler、三菱)	電子同調ラジオ (日産、トヨタ)	ETACS (三菱) オートエアコン (GM、日産、トヨタ)	ERS (トヨタ) オートレベリングサスペンション(本田) オートドライブ (トヨタ) マイコンパワーシート (トヨタ)	光ファイバ(トヨタ)	電子制御サスペンション (トヨタ) 4輪ESC (トヨタ、本田) リーンセンサシステム (トヨタ)

注、米国はモデル年で示す。



(a) 光ファイバコントロールシステム



(b) 光ファイバ通信手順

図-8 光ファイバ多重通信システム (センチュリ)

Fig. 8 Multiplex control system using optical fiber (CENTURY).

にC-3は、ダイアグノーシス機能とバックアップ機能（デフォルトと称する）を付加して、システムの信頼性確保とサービス性・メンテナンス性の向上をはかり、量・質両面で世界をリードした。

国内については、日産ECCS（1979年）を初めてとして、トヨタTCCS（1980年）（図-6）、いすゞITEC（1981年）がつづいた。

更に、トヨタは'81年に、世界初の電子制御自動変速機ECT（クラウン）（図-7）を、エンジン制御と複合制御する方式で実用化し、また低燃費装置として、交叉点でエンジン自動停止および起動を行うエコランシステムERS（スターレット）を製品化した。

他方、エンジン駆動制御以外の分野への導入もほぼ同時にスタートし、表-3（前頁）に示す如く、トリップコンピュータ（GM、1978年）、スピークモニタ（トヨタ、1980年）、ナビコン（トヨタ、1981年）、エレクトロジャイロケータ（本田、1981年）など、マイコン技術によって、ドライバと車との対話、情報の伝達を行う新機能の付加が

実現されている。

国内で初めてディジタルメータを搭載したのは、ソアラ（トヨタ、1981年）である。計器板から針をなくしファッションの先端を切った。この分野は、時計と同じく、今や性能（視認性）では

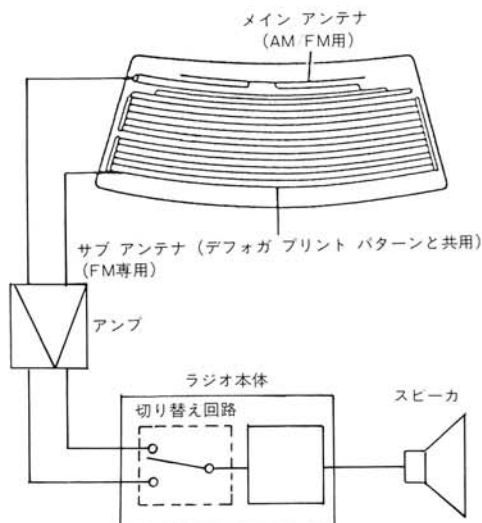


図-9 FMデュアルアンテナシステム

Fig. 9 FM dual antenna system.

全く差はなく、ユーザの好み、使い易さ、意匠の斬新性を競う形で、開発競争が行われている。

ワイヤリングシステム、ダイアグノーシス分野の新システム開発も積極的に行われた。日産はオーディオ、エアコンの後席スイッチ回路に光ファイバ多重通信を採用（1981年、セドリック）、トヨタはドアロック、パワウインド制御回路全体に同様の光多重通信を採用した（1982年、センチュ

リ）。（図-8）

トヨタは、マイコン時代のオンボードダイアグノーシスシステムとして、スーパーモニタを開発した（1982年、センチュリ）。（図-10）

オーディオ関係ではFMデュアルガラスアンテナシステム（1982年、クラウン）が、リヤデフォガをサブアンテナとして利用し、新機構として注目された。（図-9前頁）

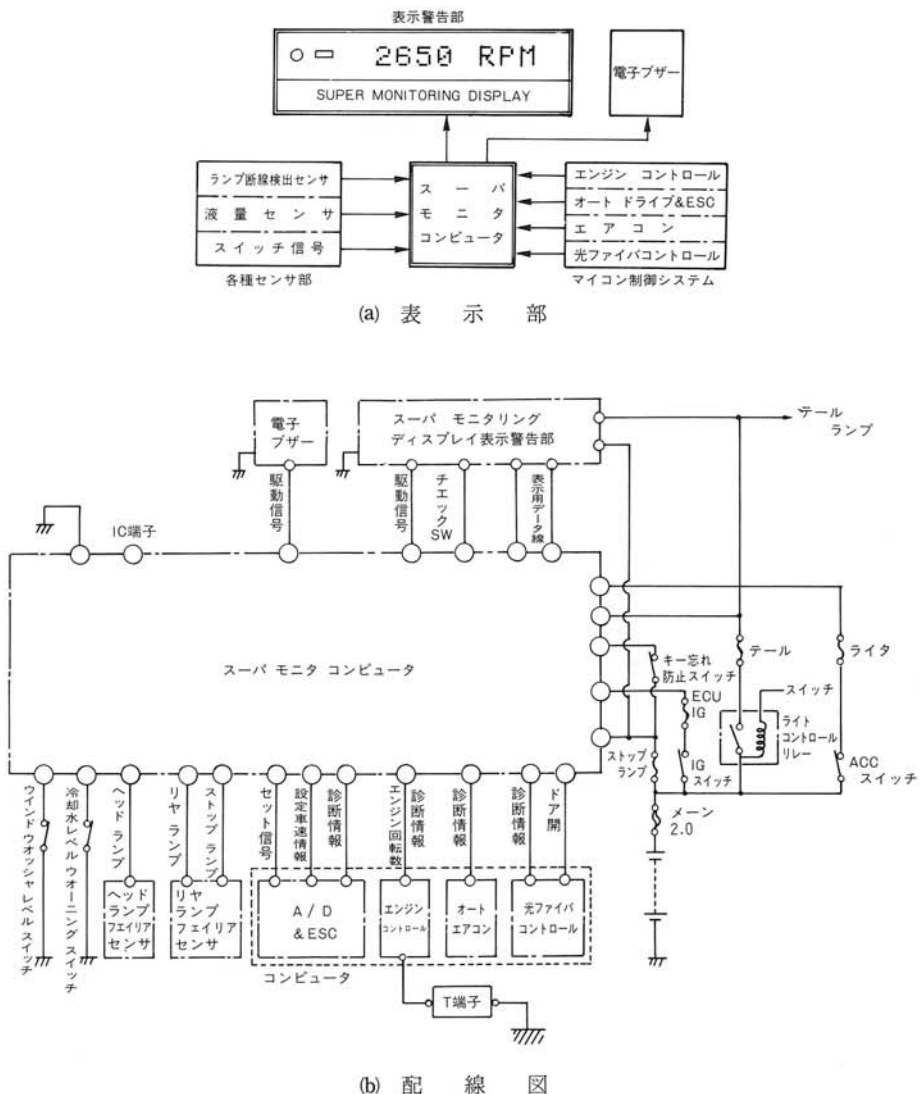
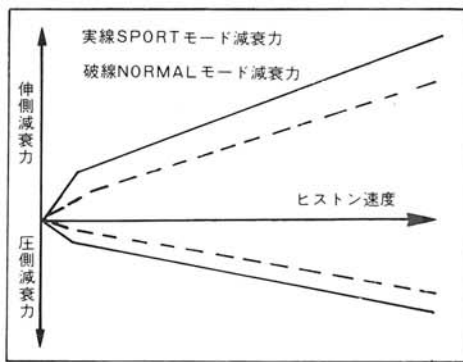
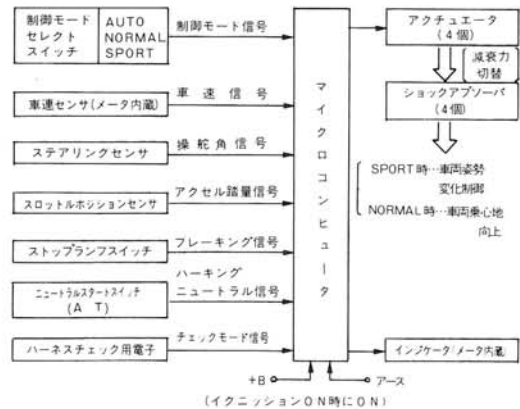


図-10 スーパーモニタリングディスプレイ（センチュリ）
Fig. 10 Super-monitoring display (CENTURY).



(a) ショックアブソーバ減衰力線図



(b) TEMSシステム構成図

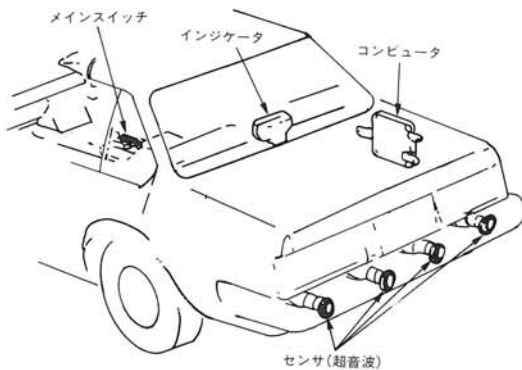
図-11 TEMS (ソアラ)
Fig. 11 TEMS (SOARER).

1984年、トヨタがソアラに採用したTEMSは、ユーザの好みに合わせ、かつ走行状態を検知するため、7つのセンサ、スイッチ信号を用い、ショックアブソーバの減衰力を自動的あるいは選

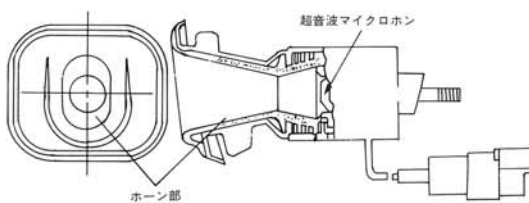
択的に2段階制御（ハード、ソフト）するシステムである。(図-11)

翌'83年、三菱がギャランに採用したECSはショックアブソーバの減衰力を制御するだけでなく、バネ定数、車高も同時に制御する総合的サスペンション電子制御システムである。

'82～'83年に各社は上記のほかに、シャシー、走行・安全に関する新システムを競って開発、製



(a) 構成部品



(b) 超音波送信器、受信器の構造

図-12 バックソナー
Fig. 12 Back sonar.

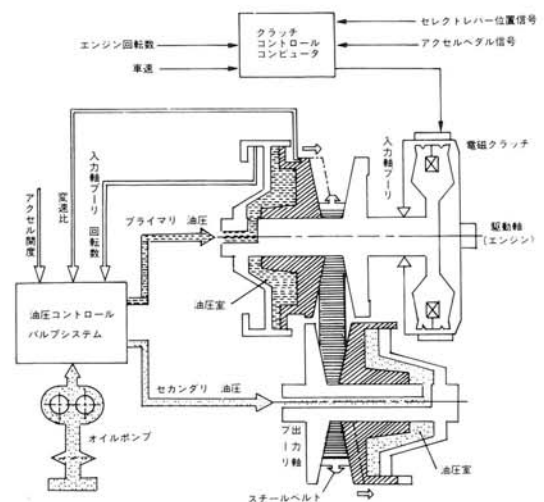


図-13 ECVT (富士重・ジャスティ)
Fig. 13 ECVT (JUSTY by FUJII H.I.).

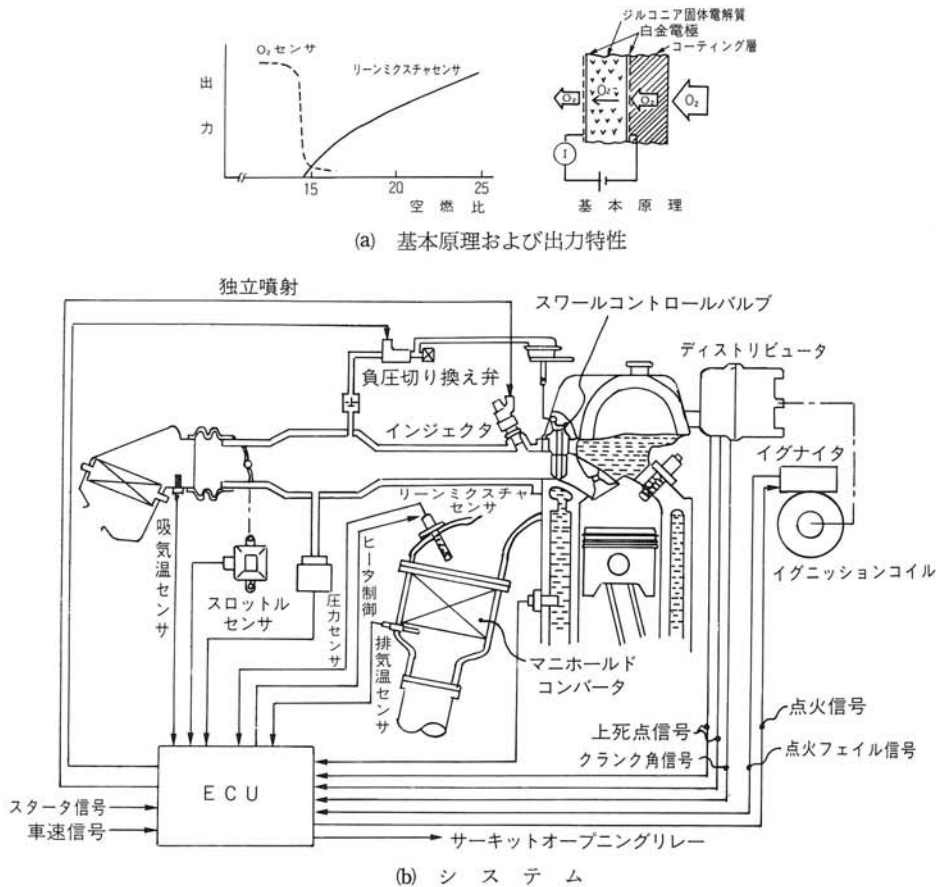


図-14 希薄燃焼システムTLCS (カリーナ)
Fig. 14 TLCS (CARINA).

品化した。4輪ESC (本田、トヨタ) (図-15、次頁) 連続可変パワステアリング (トヨタ)、超音波後方警報装置バックソナー (トヨタ) (図-12)、ドライバの疲労警報装置セフティドライブアドバイザー (日産)、電子制御エンジンマウントECM (三菱) など、である。

'84年に新たに発表されたシステムで、注目すべきものに、富士重工の電磁パウダクラッチ式無段変速機「ECVT」(ジャスティ) (図-13)、いすゞのメカニカルトランスミッション自動変速装置「ナビファイブ」およびトヨタのリーンセンサによる、希薄燃焼制御システム「TLCS」(カリーナ) がある。(図-14)

これらは、いずれも自動車の本来機能である動

力・走行・操作性能の向上を狙い、高度で精密な制御を、最新のエレクトロニクス技術を駆使して追求するものである。今後、走行、安全、快適性、エンタテインメント分野における開発競争は、ますます激しくなるものと思われる。表-4にトヨタの代表車種のエレクトロニクスシステム搭載状況を示す。

5. 今後の動向と課題

5.1 ユーザーニーズの多様化

ユーザの多様化で明らかなのは、ユーザ全体の高齢化と、女性ドライバの増加である。一家の複数車両保有も地方都市、山間地域では増加し、車に対する要求は、各層の特徴により、ますます多

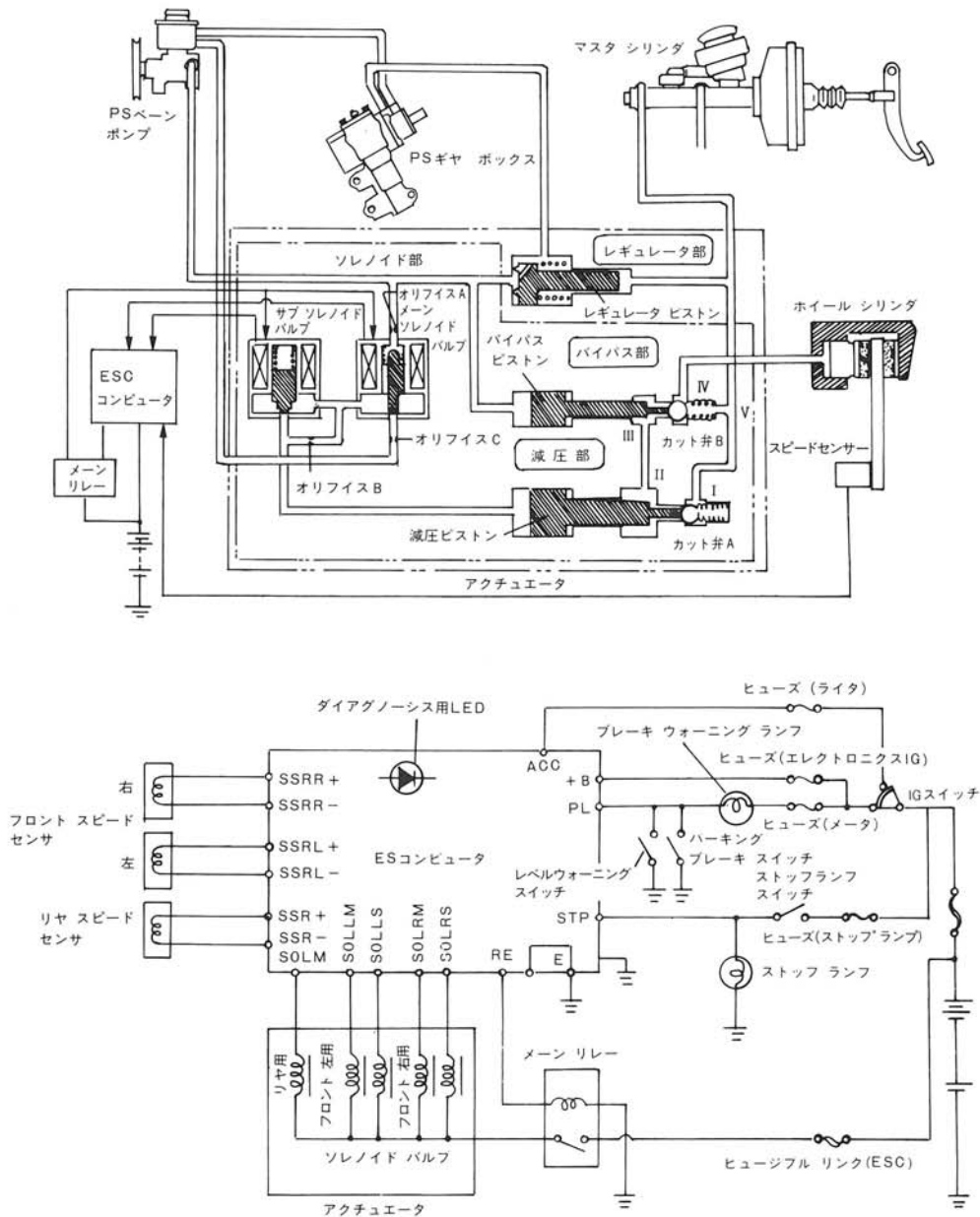


図-15 4輪ESC (クラウン)

Fig. 15 4 wheel ESC (CROWN).

様化する。他方、長期的には、物価上昇と石油問題を軸として、燃費および維持費（メンテナンス、信頼性）要求は、一層厳しくなり、高性能、安全性、簡便性、楽しさと経済性とのトレードオフが、商品企画上の重要課題となる。図-16は、今後平

均的ユーザの要求がどのような方向に多様化に分化していくか、概念的に示したものである。

5.2 カーエレクトロニクスの動向

ユーザニーズの多様化と市場動向、技術動向を背景に、カーエレクトロニクス分野の成長を予測

表-4 トヨタ車カーエレクトロニクス搭載一覧 (●マイコン ○アナログ)

分野	システム	センチュリ	クラウン	ソアラ	マークⅡ	セリカ	コロナ	カローラ
エンジン 駆 動	TCCS (EFI他)	●	●	●	●	●	●	●
	ECD (ディーゼル)		●					
	ノックコントロール		●	●	●	●	○	○
	イグナイタ (点火)	○	○	○	○	○	○	○
	ECT (オートマチック)		●	●	●			●
シャシー 走 行 安 全	EHC (車高)	○	●					
	TEMS (サスペンション)			●	●			
	VPS (パワステアリング)		○		●			
	2輪ESC (アンチスキッド)	○		○				
	4輪ESC ()		●		●			
ディスプレイ エンタ テイメント	オートドライブ	●	●	●	●	●	●	●
	エレクトロニックディスプレイメータ		●	●	●	●	●	●
	クルーズコンピュータ		●		●	●	●	
	ナビコン		●			●	●	●
	スーパモニタ	●		●	●			
コントロール ワイヤリング	電子チューナ	●	●	●	●	●	●	●
	バックソナー						●	
	オートドアロック	●	●	●	●			
	ワンタッチパワウィンド	○	○	○	○	○	○	○
	マイコンシート	●	●					
そ の 他	コンライト	●	●		○			
	光ファイバ多重通信	●						
	ICレギュレータ	○	○	○	○	○	○	○
	オートエアコン	●	●	●	●	○	○	○
	デフォガタイマ	●	●	●	○	○		
	盗難防止				○	○		

したのが図-17である。エンジン駆動関係は従来と同じく増大しつづけ、ついで快適性とエンタテイメント分野が大きく成長すると予測される。

安全関係も法規制如何により、急上昇して一大マーケットを形成する可能性がある。カーエレクトロニクス導入上、最も大きなファクタとなるコストについていえば、マイクロプロセッサの価格は、5年間に半分程度に低減し、自動車のコスト

に占めるエレクトロニクス部品コスト比(使用比率)は、3倍以上に増大するとの予測がなされている。

5.3 技術動向と課題

表-5は近未来の先行技術開発項目として、各メーカーが着手しているアイテムの代表例をまとめたものである。これらのシステムの開発に必要な基礎的技術は、他の産業分野で強力に進められてい

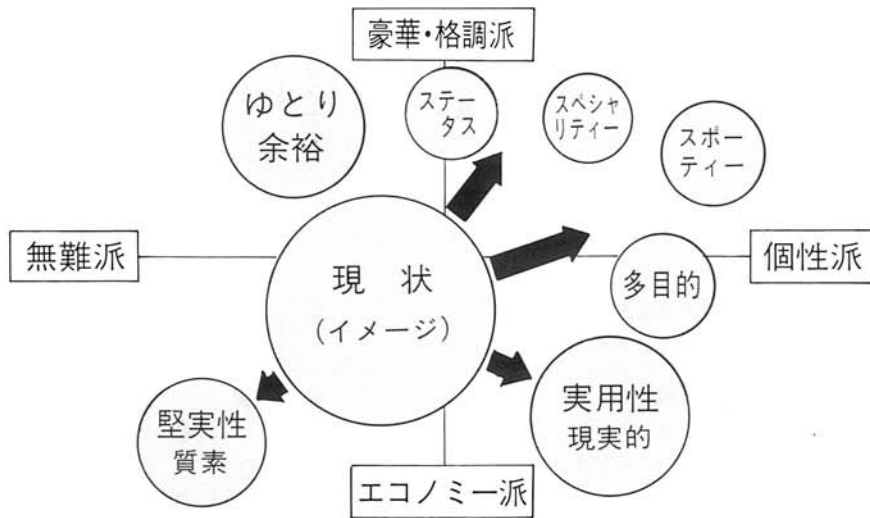


図-16 ユーザニーズの多様化

Fig. 16 Variousness of user needs.

るものもあるが、自動車に実用化するためには、厳しい使用環境条件に耐えうるコンポーネントの開発と、それを支える材料、加工、評価技術、システムアルゴリズム（ソフト）の研究など、広汎な基礎応用技術研究を自動車技術として、自から推進しなければならない。

5.4 エレクトロニクス・コンセプトカー

エレクトロニクス技術が自動車のあらゆる機能分野に導入され、自動車の基本性能と商品性は非常に向上した。マンマシンシステムとして、ドライバと自動車（メカニズム）とエレクトロニクスシステムの3者は一体となって機能することが求

められている。今後どのような方向に研究開発は進むのだろうか？ トヨタおよび主要メーカが、ここ数年来、モータショウその他の場で発表した、いわゆるエレクトロニクス・コンセプトカーの開発アイテムを整備してみると表-6のようになる。

これらの動向から、その特徴を列記する：

- 1) 信号伝達手段の多様化（電気、電波、光、音）
- 2) 車の内部表示情報の多様化と集中表示

表-5 将来のエレクトロニクス

短期将来	中期将来
1. エンジン駆動総合制御 2. 新しい計器板ディスプレイ (CRT、VTR、ビデオディスク) 3. DAD 4. 多重信号伝送(光)の拡大 5. コントロールの電子化 (光、音声)	1. 新エンジン駆動総合制御 2. レーダシステムの応用 (障害物検知、オートドライブ、ブレーキ) 3. 自動走行操舵システム 4. 安全 (居眠り、酒酔い防止) 5. 新情報・通信システム 6. 4輪操舵 7. ナビゲーションシステム

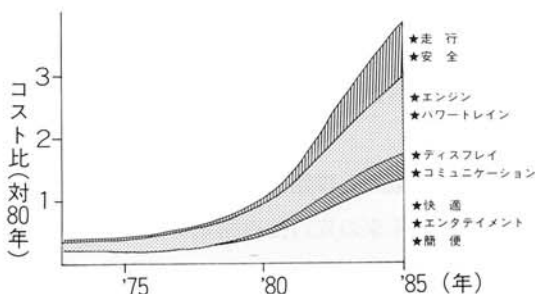


図-17 今後の動向

Fig. 17 Future trend.

表-6 各社のコンセプトカー搭載システム

分野	項目	トヨタ EX-11	トヨタ FX-1	日産 NRV-11	GM Aero2000	フォード コンセプト 100
車の基本性能 (走行性能・ 経済性・安全 性)	エンジン総合制御	○	○	○		○
	電子制御トランスミッション	○	○			○
	レーダシステム(車間制御、ブレーキ)	○		○	○	
	車両周辺監視	○		○		○
	後方視界TVモニタ				○	
	サスペンション電子制御	(○)車高	○		○	○
	4輪ECC	○	○			○
	酒酔い居眠り防止			(○)警報		
操作性の簡易 化	操縦桿式コントロールレバー				○	
	ステアリングパッドスイッチ	○	○	○		○
	キーレスエントリ	○				○
	ワイヤレスリモコンスイッチ	○	○	○		○
	ボイスコマンド(音声認識)	○	○	○	○	○
制御の自動化	マイコンエアコン	○	○			
	マイコンシート	○				○
	フルオートワイパ	○		○		
	自動ライトコントロール	○		○		
	自動防眩ミラー	○	○	○		○
	スポイラコントロール			○		
情報の伝達・ 表示・娯楽	マルチインフォメーション(CRT)	○	○	○		○
	カラー液晶メータ	○	○	○		○
	ヘッドアップディスプレイ				○	
	サテライトナビゲーション				○	○
	ダイアグノーシス	○	○		○	○
	光ファイバ多重信号伝送	○		○		○
	音声合成	○	○			
	TVゲーム					○

3) 通信技術の導入(電話、CRT、ファクシミリ、衛星通信)

4) ドライバの負担軽減(簡易化、自動化、安全)

これは、まさに人と車、車外との情報伝達制御、および自動化(操作の簡易化)の充実強化であり、人と車の緊密化を示唆している。

トヨタは、'83年東京モータショウに、近未来先

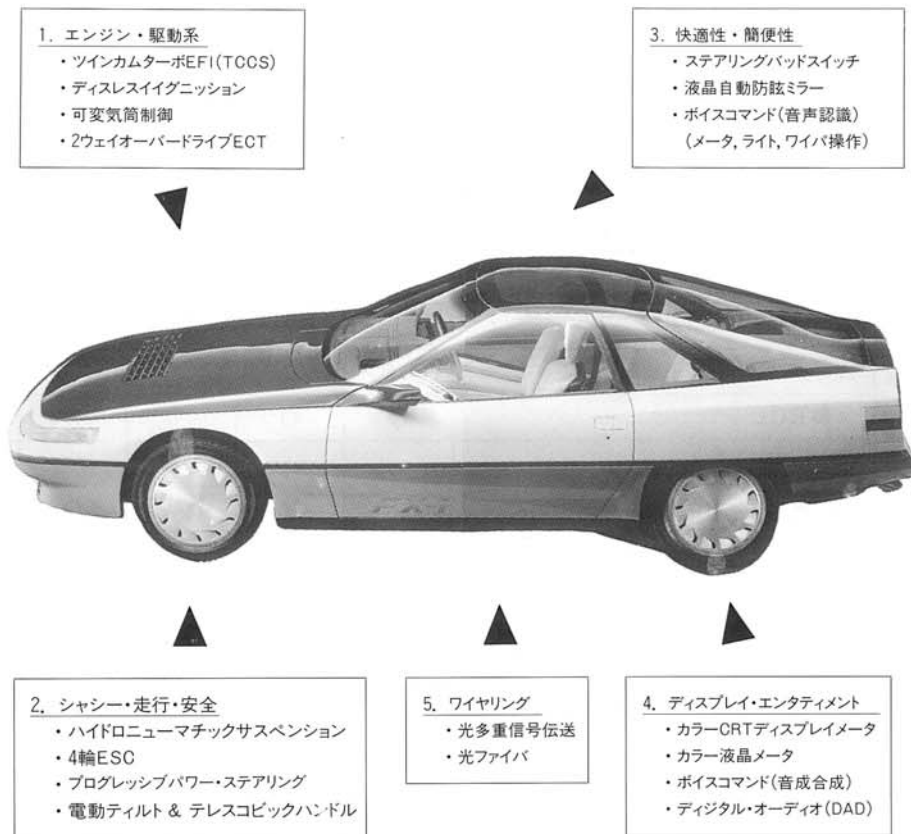


図-18 FX-1 主要搭載システム

Fig. 18 Main on-board system FX-1.

進技術コンセプトカー、FX-1を開発展示した。そこに積込まれた数々の新技術は、その車両としての狙い（スタイル、走り、使用性、商品性など）にマッチするものを選定し、その実用商品化の可能性を追求し、ユーザの皆さんの評価を求めたものといえる。（図-18）

5.5 未来の車

更にエレクトロニクスが発展していった場合、車の姿や内容はどのように変わるのであろうか？

識者の中には、20年前の車と今日の車が、その構成と内容において余り大きく変化していない、との理由から、21世紀に入っても、それ程大きく車の形は変わらない、と考えている人が少なくない。

しかし、人と車と社会を取り巻く環境は、今大きな変革の時代に入っている。コンピュータ、衛星通信、光ファイバ通信、その他のマイクロエレクトロニクス技術を基盤として、社会全体の仕組みが大きく変わっていく時、人と車も、その仕組みの中で、より高度の情報・通信・制御機能を備えるようになって考えられる。即ち、車の外形や構成は余り変らなくとも、マンマシンシステムとして、頭脳と神経と運動能力は飛躍的に大きくなり、社会（車の外の人、車、ステーションなど）との結びつきは、現在よりはるかに緊密になると思われる。

例えば、交通管制システムは、大都市および高速道路などにおいて実用化され、路側ターミナル

やローカル管制ステーションと車との双方通信により、よりスムーズで効率のよい車の流れが実現される。またパーソナル無線と電話システムの普及と改良が進み、車対車、車対ステーションの双方向通信により、情報伝達と走行目的達成の迅速化がはかれる。また衛星通信の利用により、位置標定やルートガイド、運行指示伝達もより効率的にできるようになる。

更にまたエレクトロニクスが、その効果を発揮することが期待されるのは、安全性に関する技術分野である。即ち

- 1) 車両の周辺監視、障害物検知、衝突防止
- 2) 車両およびシステムの故障診断と危険回避
- 3) ドライバの居眠り、酒酔い防止
- 4) 衝突時の安全確保

などである。

1)、2)、4)項については、現在部分的に実用化されているが、3)項について、本当に有効なシステムは、現時点では未だ実現していない。自動車が馬車の馬に及ばない点といえる。しかし、馬も



図-19 スーパーロボット
Fig. 19 Super robott.

主人（ドライバ）をその目的地に送り届けることのできるのは、限られたルートに過ぎないから新交通システムの無人誘導車のレベルといえる。

一般道路を自由に走れるのが、本来の“自動車”であるとすれば、この(3)項を満足する技術とは、人間に近い頭脳（判断力）とセンサ（知覚）と運転能力（制御性能）をもった“スーパーロボット”ということになるかも知れない。ドライバの異常を初期段階で検知し、警報を発し、目が覚めるまで運転走行を禁止するシステムは実現可能であろうが、眠ったドライバに替って運転走行を実行し、目的地に到達するシステムは、恐らく誘導ミ

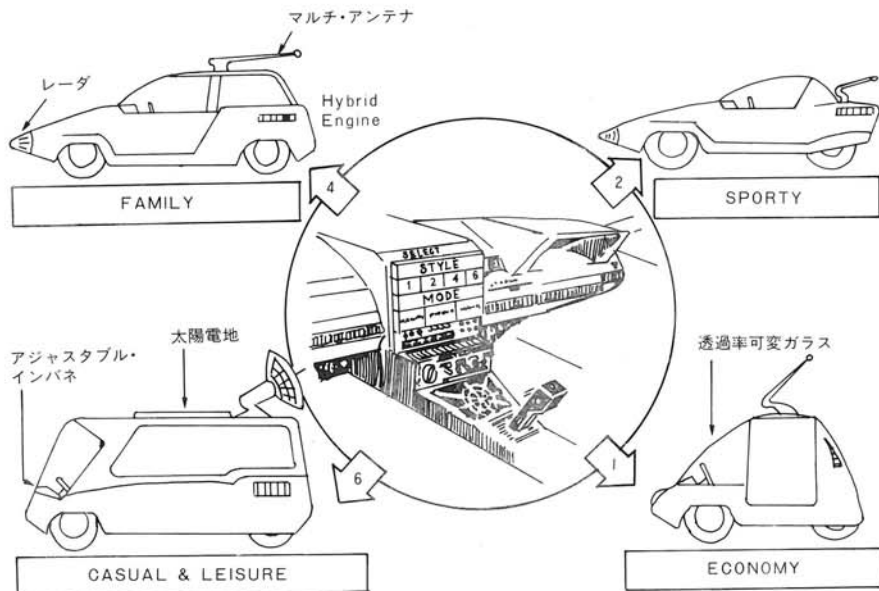


図-20 未来のスーパーカー
Fig. 20 Future super car

サイルより遙かに高度の制御技術を必要とする。

(図-19)

しかし、仮にそのような車ができたとして、なおそれが、今我々のいう“自動車”という範ちゅうに属するか、議論の分かれる処であろう。

最後に夢の車として、ドライバの好みと必要により、いろいろなスタイルと機能に“変身”する車を図-20に示す。使用目的、道路状況により、大きさ、性能、スタイルを自在に変えられるこの“スーパーカー”は、21世紀に実現するかも知れない。

6. お わ り に

エレクトロニクスは、自動車に頭脳、神経およ

び手足を付加し、マンマシンとしてより高度の制御や情報・伝達処理を可能にするものであるが、結局は、機械（自動車）と人間（ドライバ）の手助けをするアシスタントにすぎない。その働きや得られるメリットは、そのシステムアルゴリズム（ソフトウェア）次第である。ユーザがその価値を認めてくれるようなソフトウェアを創り出すことが大切である。

参 考 文 献

日本自動車研究所：先進的自動車技術調査等報告書（1984）