

自動車情報システムの進展

Progress of Information Systems for Automobiles

従来、自動車の車内は密室のイメージが強く、車外からの情報といえば、ラジオの交通情報と道路標識が主であったが、最近のカーエレクトロニクスの発展により、自動車電話をはじめ、多くの情報機器が搭載された。しかし、これらの機器は現在発展段階にあり、コスト、機能とも、まだユーザーニーズを真に満たしているとはいえない。

そこで、現在の自動車情報システムを概観し、現状を把握するとともに、ユーザーニーズと最新の開発動向について展望してみた。この結果、現在開発されつつある情報システムは、非常に多様な形態をもっており、それぞれ違った形で発展しているが、コストパフォーマンスなどの面から、将来は機能の統合が図られた総合情報システムへ移行していくと予想される。

遠藤 晃* Akira Endô
五十嵐 修** Osamu Igarashi
栗原伸夫*** Nobuo Kurihara

1 緒 言

自動車の環境は、振動が大きく、車室温度の変化が激しいなど、かなり過酷な条件にあり、以前の真空管を中心としたエレクトロニクス時代には、どんなに便利な装置であっても自動車に搭載されることはなかった。しかし、1947年にトランジスタが発明されて以来、エレクトロニクス技術は飛躍的な進歩を遂げた。特に、1970年ごろからマイクロコンピュータが出現し、その後の10年間の半導体技術の発展は革命的ともいべきで、信頼性、性能、コストのすべての面で自動車の劣悪環境でも十分使えるものとなってきた。

この結果、カーエレクトロニクスの分野では、排気対策の社会的要請が引き金となり、1970年代後半から急速にエレクトロニクス技術の導入が図られるようになった。この新時代を築いた製品として、マイクロコンピュータによるエンジン制御が挙げられるが、以後、車載用マイクロコンピュータの有用性が認識され、エンジン制御以外に、機能性、操作性、快適性などの人と車にかかわる、より人間的な分野への応用が広がってきた。

ここでは、カーラジオの交通情報に代表されるように、自動車の運転に必要な情報や車外情報をドライバーに提供する自動車情報システムについて、その発展の歩みを振り返るとともに、今後の動向と課題について展望してみたい。

2 自動車情報システムの現状

自動車は本来、ドライバーからの的確な指令により、初めて動くことができる走る機械にすぎない。これは、別な見方をすると、自動車は走行パワーを提供する部分と、高度な情報処理システムとして機能する人間(ドライバー)の閉ループ制御系から成ると考えることもできる。従来のカーユーザーは、どちらかというと車の運転そのものを楽しむ傾向があり、ドライバーが担う情報処理機能を補助し、運転を楽にするようなシステムにはあまり関心を示さなかった。

しかし近年、ドライバーの高齢化、女性ドライバーの増加など、車の大衆化が進むとともに、従来の速く走る機能重視からドライバーの情報処理機能の一部をエレクトロニクスで代替し、より簡単に、より安全に運転できる機能も強く要望

		'70年	'75年	'80年	'85年
マンマシン インタフェース		△ 故障診断	△ デジタルメータ (液晶)	△ ヘッドアップ ディスプレイ	
			△ 音声合成		△ CRT 多目的表示
走行安全	ドライブ	△ レーダ車間距離制御	△ クルーズコントロール	△ バックソナー	
	ナビゲーション		△ トリップコンピュータ	△ ナビゲーションシステム	
情報通信	車 外		電子チューナ △ 自動車電話 △	△ 車載コンピュータ端末	
	車 内		△ 光ファイバリモートコントロール	△ 光ファイバ集約配線	

注：△ はモータショー展示のコンセプトカーに搭載

図1 情報技術の発展と導入 車載情報関連機器をマンマシンインタフェース、走行、通信の各分野に分け、導入時期を示した。1980年ごろから導入が活発になっている。

され始めている。

ここで、自動車エレクトロニクスのなかから自動車情報システムに関係するものを拾い出し、マンマシンインタフェース、走行安全、情報通信の分野に分けて年代順にまとめて示した(図1)。これを見る限り、本格的自動車情報システムといえるものはまだ少なく、これからの技術と思われる。

イーजीドライブへの強い要請がありながら、マンマシンシステムのような情報がなかなか発展しないのは、機能とコストのトレードオフの関係と見るべきであろうか。すなわち、どの程度の機能分担に対して、どの程度の費用を負担するかにかかっており、現状では、まだ人間の機能に代わりうるだけの実際的な製品が少ないということであろう。

* 日立製作所佐和工場

** 日立製作所カーオーディオビジュアル工場部

*** 日立製作所日立研究所

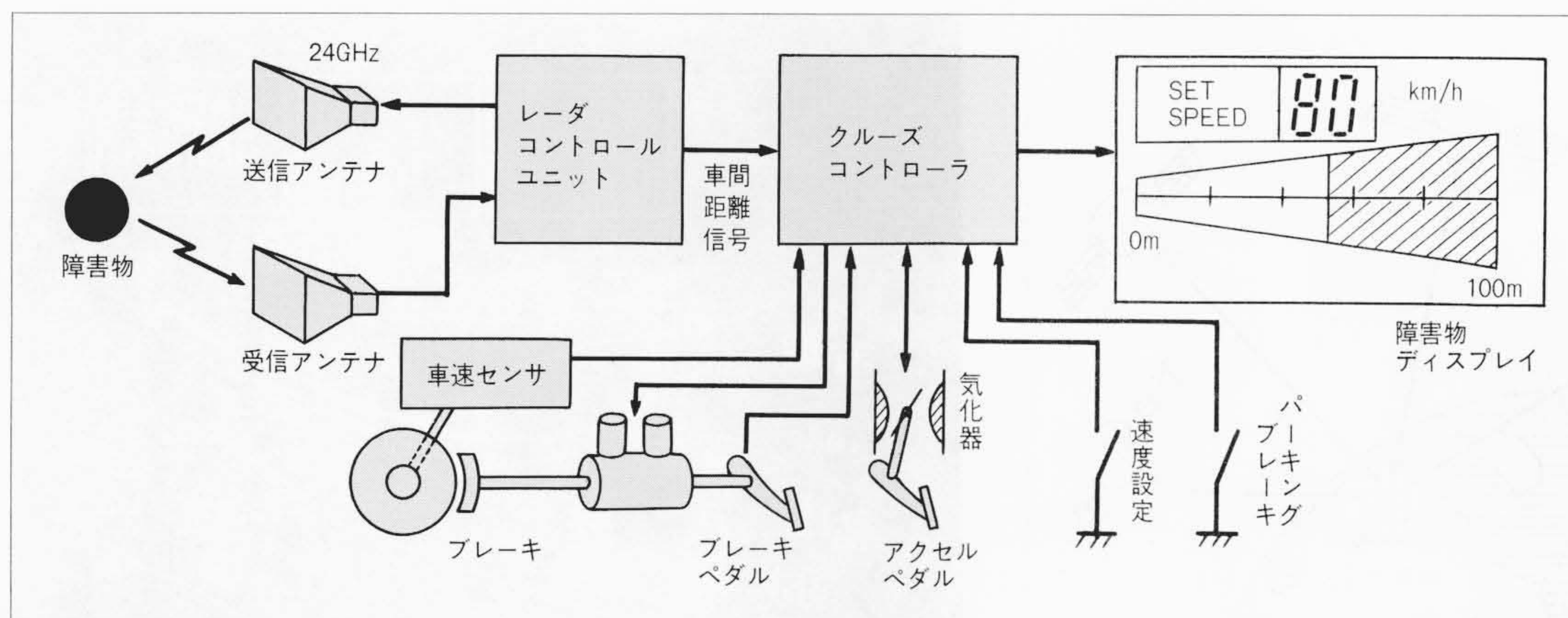


図3 レーダ車間距離制御装置の一構成例 車載用レーダは、一般的に20GHz以上の高い周波数を使い鋭いビームを放射する。距離は、電波を放射してから戻ってくるまでの時間から検出する。この測定距離と自車速度との比較により、自車のアクセル開度とブレーキを調節し、適正な車間距離を維持する。

導体レーザを使用したレーザレーダでの開発に重点が移ってきている。

このレーダ車間距離制御が実現すると、ドライバーの負担は半減するうえ、更に、高速道路などに誘導電波路を施設すればハンドル操作の自動化も可能であり、完全な自動運転も夢とはいえなくなる。

なお、車間距離制御開発の一環として、実用化の比較的容易な、超音波を利用した車両後方死角部分の近距離用測距センサが実用化されている。

2.2.2 ナビゲーション

ナビゲーションの内容を分類すると、走行経路の決定、出発地点と目的地間の距離算出、所要時間や必要燃料量の算出などいろいろあるが、この中でいちばん最初に採用されたのは、単位燃料当たりの走行距離を表示するトリップコンピュータであった。これは、ナビゲーション機能の中では比較的电子化しやすかったこともあるが、1970年後半の石油ショックによる経済走行指向の影響が大きかったもので、現在、その地位はあまり高くない。

これに対し、渋滞箇所を避けながら目的地まで最短時間で誘導する、また初めての場所へ迷うことなく誘導するなどの本格的ナビゲーション機能をもつ装置の出現がかなり期待されている。その理由は、ドライバーの道路標識注視作業など負担の軽減、渋滞時のいらいら解消など精神衛生上の効用、

渋滞箇所の減少など、ドライバーと道路管理者の双方に有用であることによる。

このようなナビゲーションシステムの実現には、地図の表示、現在位置の検出、交通情報の収集、経路の演算指示など、幾つかの機能の組合せが必要である。また、各々の機能に、幾つかの方法が考えられているので、これらについて述べる。

まず、地図の表示に関しては、前述の多目的表示の外部メモリに、全国の地図をデジタル記録したCD(3万画面分記録可)を使用して実現している。記録媒体に関し、磁気テープなどいろいろ検討したが、現在はその大容量性とサーチ速度の速さから、CDに落ち着いている。

現在地検出は、外部からの通信をもとに自車位置を求める方式と、自車の初期位置を与えることによりその後の走行経路をトレースしていく方式に大別される。前者の代表的なものに通商産業省大型プロジェクトとして開発された図4に示す自動車総合管制システム¹⁾がある。これは、ループアンテナを利用した路車間通信により、車両側の操作部に設定した目的地コードから路上側で最適ルートを演算し、車を誘導するものである。これは、路上システムの規模が膨大で普及に時間がかかるため、現在、建設省ではスポット的路車間通信で地点情報だけを送出することにより、現在地を知らせることができ、イニシャルコストの低い路上ビーコン構想²⁾を検討し始めている。これとは一線を画するが、電波航法システムを応用

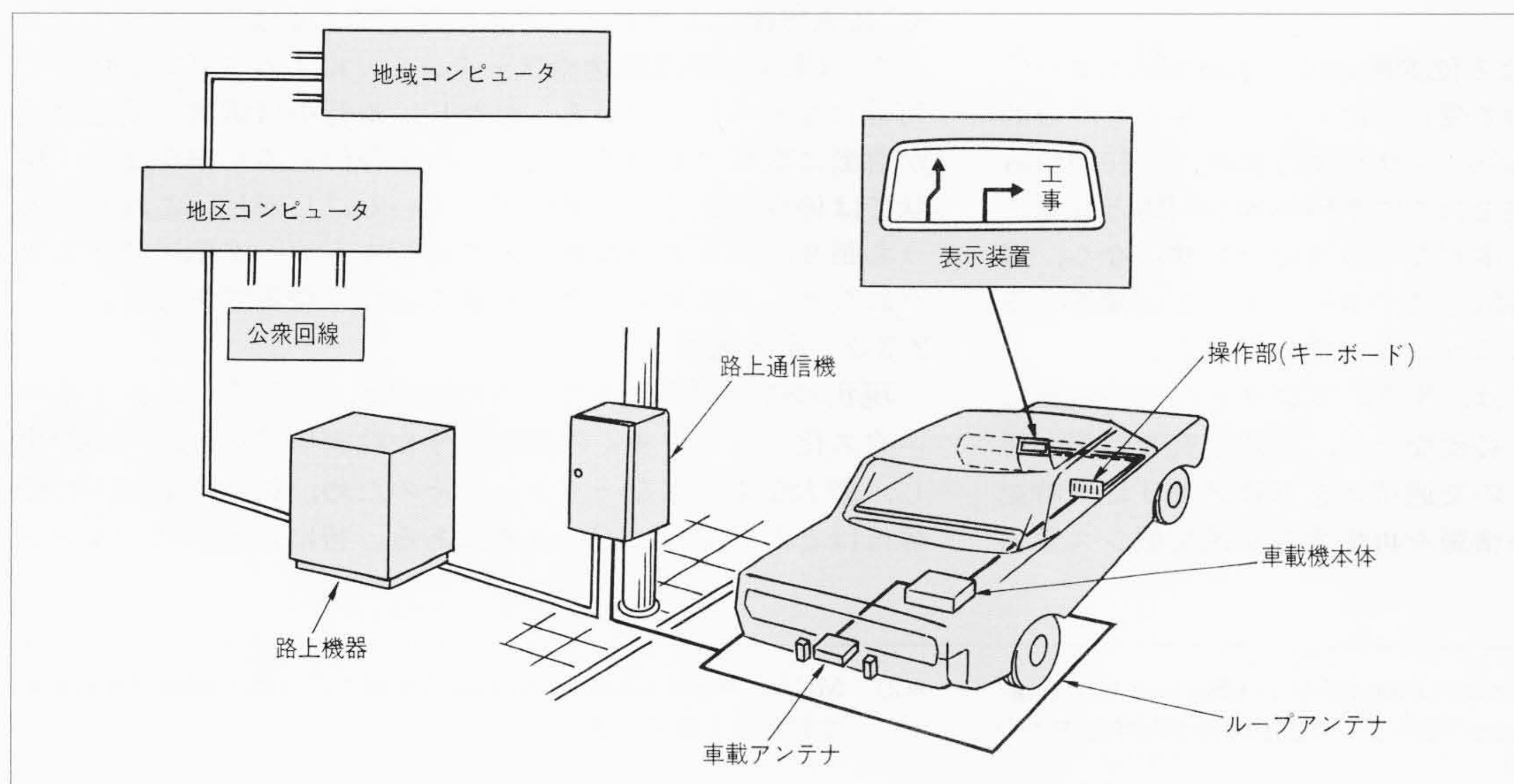


図4 自動車総合管制システムの概念図 操作部に目的地コードを入力しておく、誘導無線の路車間通信により路上側コンピュータがその車の行き先を検知し、車載表示装置でドライバーに右折、直進などの指示を出し、目的地までの最短時間経路を誘導する。

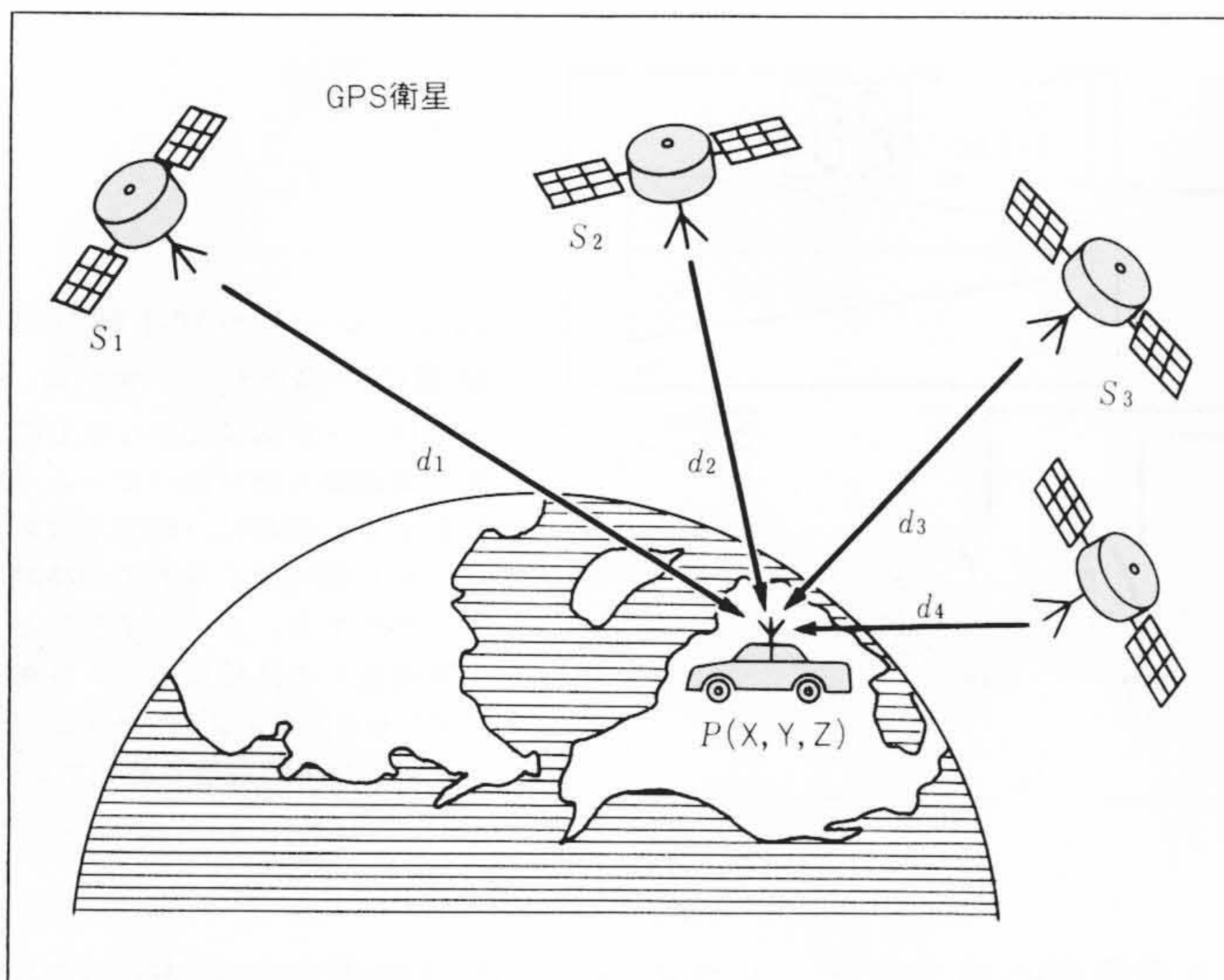


図5 GPSの測位原理 4個の衛星からの電波の伝搬遅れ時間の実測結果から、衛星と移動体との間の距離 $d_1 \sim d_4$ を測定し、三角測量法から位置(X, Y, Z)を算出する(衛星の位置 $S_1 \sim S_4$ は軌道計算により既知)。

したものがある。航法システムの代表はロランであり、一部コンセプトカーに搭載されているが、位置誤差が数百メートルに及ぶことがあるため、一般車への適用は難しい。これに対し、最近米国国防総省が開発したNAVSTAR/GPS^{※1)}は、その位置精度が30m程度と高く、現在脚光を浴びている。これは図5に示すように、地球を回っているGPS(Global Positioning System)衛星(最終的に衛星18個)のうち4個の衛星の電波を使用し、三角測量法で自車位置を算出するものである。

ここで、図6はGPS受信機での測位結果を、CD記録を利用したCRT表示の地図上にプロットした、現在開発中のナビゲーションシステムの表示の一例である。これを見ると、GPS受信機方式の位置検出が、ドライブマップとして一般的な縮尺である $\frac{1}{10万}$ の地図の道路上をほぼトレースできており、ナビゲーションシステム用として可能性があることを示している。

一方、進行方向をトレースしていく方式には、地磁気による方位検出と走行距離との演算により、出発点からの位置を求める地磁気センサ方式と、航空機などによく使われている慣性航法がある。またこの方面では、光ファイバジャイロも活発に研究されている。

ところで、路車間通信による位置検知は本来局地的であり、GPS受信機も建物などの陰で受信しにくく、どちらも連続的な測位が難しい。また地磁気センサや慣性航法は、初期位置の設定の必要性和、長距離走行での蓄積誤差が問題となる。このため、現在のところ決定的な位置検出センサがなく、慣性航法で生ずる誤差を、通信方式でポイントごとに補正するような併用案が考えられるようになってきている。

交通情報の収集に関しては、現在、ラジオと交通情報板に頼っているが、これでは、必要なとき、必要な交通情報が得られない。そのため、多くの交通情報を車載メモリに一時記録し、必要に応じて欲しい情報を再生する交通情報システム

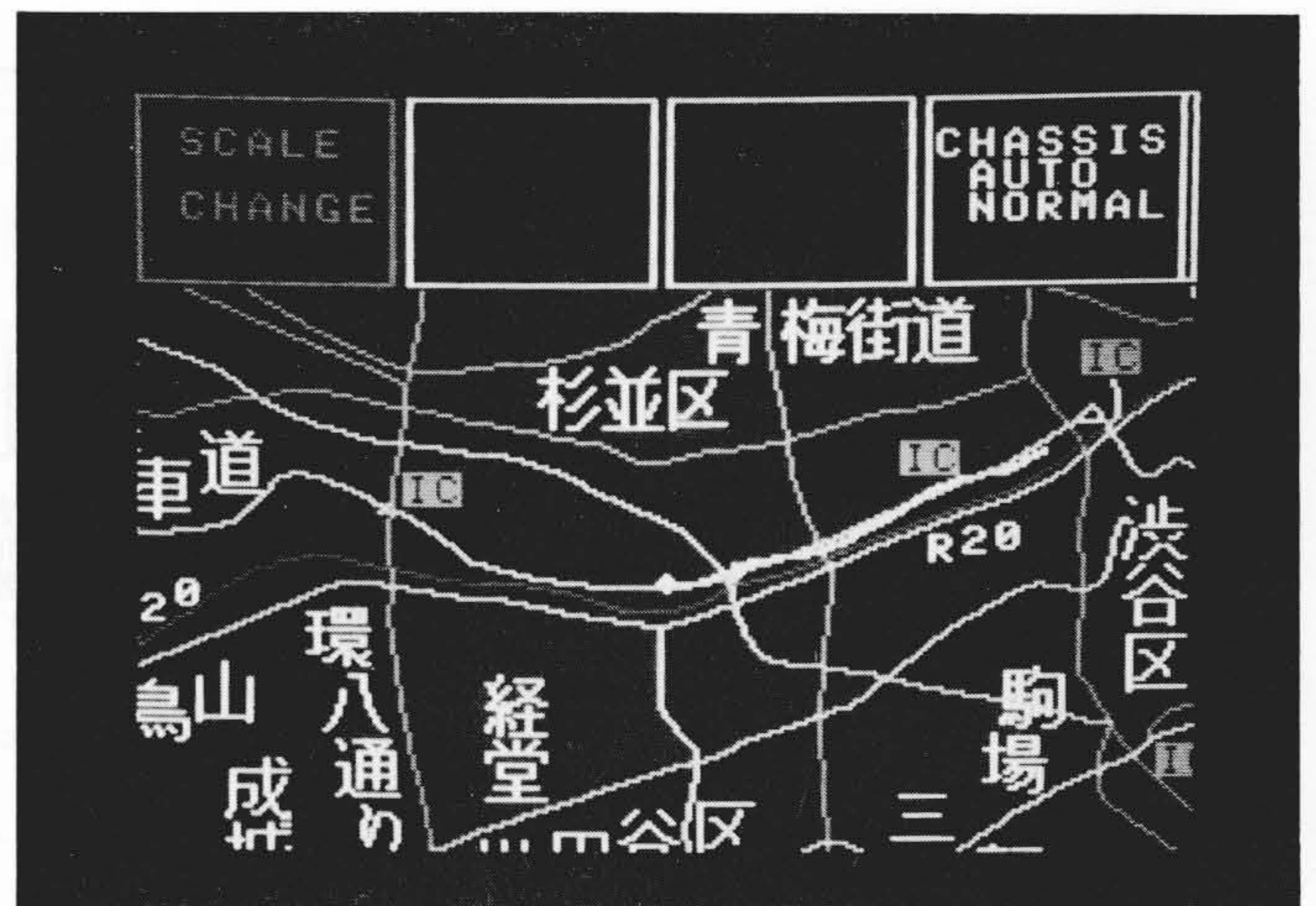


図6 ナビゲーションの地図表示の一例 9inカラーCRTにCD地図による $\frac{1}{10万}$ の地図を描いた。中央の◇印が現在地で、太い線が通過経路を示す。

が考えられているが、この実現には、車両側で記録可能なデジタル化した交通情報が必要である。現在、このような放送を行なっているものはないが、運輸関係者の強い要望により、将来デジタル化した交通情報を放送する局が設置される可能性もある。

経路の演算指示は、上記地図、現在地、交通情報の三つがそろえば、単なるコンピュータ処理ソフトの問題に帰着する。

このように、本格的なナビゲーションシステムは、その個々の開発要素の方向がまだ定まらない状態であり、その将来形態を予想することは非常に難しいが、明らかに実用化の方向に向かっている。

2.3 情報通信

自動車での情報通信は、車外との情報通信と車室内装置間のデータ通信の二つに分けられる。

2.3.1 車外通信

自動車で、ラジオほど車外情報を提供しているものはないであろう。カーラジオの効用性はそのエンタティメントの提供にあるが、それにもまして交通情報の入手手段としてドライバーの利用率は高い。しかし最近では、受信一方であった自動車の情報機器も、自動車電話、MCA^{※2)}無線及びパーソナル無線の出現により送受信ができるようになり、車載コミュニケーションが一変する可能性がでてきた。特に、自動車電話やMCA無線によりデジタル伝送ができるようになってきたので、CRTの画像伝送やファクシミリによるプリント化まで可能になろうとしている。ただし、走行中は電波の受信強度が急激に変化するので、データの場合伝送誤り率が高く、現状では停車状態でデータ伝送している。しかし、これもそのうち誤り訂正方式の改良などで走行中もデータ伝送できるようになり、車載キャプテンも夢ではなくなるであろう。

2.3.2 車内通信

現状の自動車電気システムの配線は、自動車のエレクトロニクス化とともに多くの制御信号や計測信号を運ぶ必要が生じ、膨大な本数になってきた。そのため、狭い車室内への配線はほとんど限界に近い状態にある。特に、インストルメン

※1) NAVSTAR/GPSはNavigation Satellite Timing and Ranging/Global Positioning Systemの略称で、米国国防総省が開発中の全世界測位システムである。

※2) MCAはMulti-Channel Accessの略称で、多数の回線のうちから空回線を自動的に選ぶ。

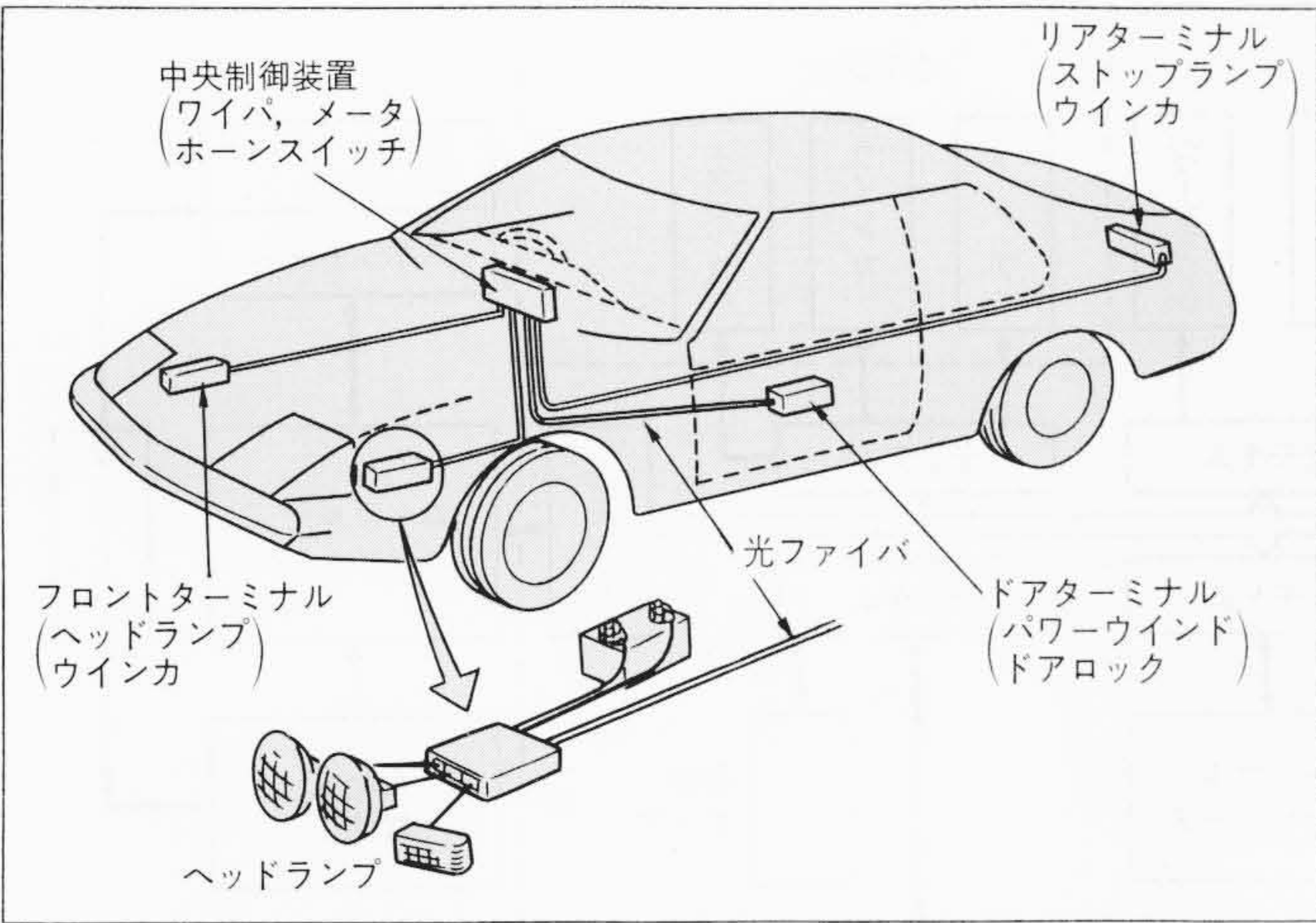


図7 光ファイバ集約配線の概念図 従来の数百本というワイヤハーネスの束を、光ファイバによる高速信号伝送により数本のファイバに置き換え、高信頼化を図る。光信号はパルスで双方向通信ができる。

ト周辺の配線は一握りもある太い束となっている。この理由から、最近、ヘッドライトやゼネレータのように大電流を流す電線と、制御や計測用の信号を送るだけの電線を分け、このシグナルラインをパルス技術を用いて多重化することにより、1本の電線で多くの端末機器の制御を行なう多重通信配線化が採用されだした。これら多重通信は、後部座席の端末と前部のラジオ～エアコン間を光ファイバで結び、後部座席から前部装置をリモートコントロールする光ファイバリモートコントロールを先駆けとして、光ファイバを使った本格的車内多重通信化が研究されている(図7)。最近、一部の車種に光ファイバ通信がドアコントロールシステムとして実用化されだしたが、今後このような光ファイバ通信は、マイクロエレクトロニクスや光技術の進歩とあいまって、ますます実用化されるであろう。

3 自動車情報システムの将来

前述の情報システムは、それぞれ別用途に開発されたもので、目的に応じたシステムを個別に車載する必要が生ずる。これらはどれも高価なシステムであるが、仕事の上で車外通信システムが必要不可欠なユーザーや、走行安全性に大いに

価値を見いだす人などの存在により、個別システムとして、一部で実用化されていくであろう。しかし、個別システムを1台の車へ多数搭載しようとしても、自動車価格に占めるこれらの機器コストや各機器の収納スペース、使い勝手の悪さなどから、せいぜい二つのシステムの搭載が限度である。このことは、例えば、これらのシステムをすべて搭載したときのアンテナを考えてみれば分かる。すなわち、現在のAM/FM用アンテナやテレビジョン用の大げさなダイバーシティアンテナに加え、自動車電話専用アンテナ、交通情報放送局用アンテナ、更に路上ビーコン用アンテナなど、車の屋根に付けられるとは思えないし、美観上の問題もある。

そこで、これら情報システムの将来像を考えてみると、まず上記アンテナの問題に対しては、すべてのメディアを一つのアンテナでカバーする複合アンテナが採用されると考えられる。これと同様に、上記の個別システムが共通にもっている構成要素を互いに共用し、総合的に見て最小の構成要素になるシステムが考えられないであろうか。この問題を考えるため、表1に各機能の構成要素をまとめた。

表1で、まず快適・娯楽機能を取り上げてみる。この機能の代表は、エアコン、オーディオ、ラジオであるが、これらは最近の高級化指向を反映して、高度な表示が要望されてきた。また、車室内空間の拡大のため、これら機器をインストルメント部から別の場所に移せないか、との要請もある。これらの要請に対しては、前章で述べた多目的表示と光集約配線により対応できる。すなわち、ラジオやオーディオなどの表示部と操作部を、タッチパネル付きの多目的表示に置き換え、更に、ラジオなどの本体を例えばトランクルームに置き、多目的表示とラジオなどの間を光集約配線で結ぶ複合システムが構成できる。このようなシステムの構成要素は、表1の一般構成要素に示すとおりCRTなどの表示、操作用のキー入力、分散機器接続用の光集約配線、機器の制御に必要な入出力、及びマイクロコンピュータによる画像処理や演算制御となる。また、上記居住空間の拡大や高級化の要求により、将来、現行のインストルメントがこのような多目的表示システムに置き換えられると見るのが妥当であろう。ただし、現行のインストルメントに置き換えられるだけのコストパフォーマンスが要求されるので、かなりの企業努力が必要とされる。

次に、レーダ車間距離制御、ナビゲーション、車外通信の機能について考察する。これは前章で述べたとおり、どれも

表1 自動車情報システムの構成要素の比較 情報システムにかかわる装置の構成要素を示す。快適・娯楽機能にかかわるエアコン、オーディオなどの制御は、インストルメントパネルの省スペース化から多目的表示化の方向にある。他の機能は、多目的表示の要素をベースに拡張していくことが可能である。

要素機器 機 能		一 般 構 成 要 素						個 別 構 成 要 素									
		マンマシンインタフェース 〔多目的表示(表示・入出力)〕					車内 通信	演算 制御	車 外 通 信		外部 記録	セ ン サ			デ ー タ 端 末		
		C R T (L C D)	キ ー 入 力	セン サ 入 力	制 御 出 力	画 像 処 理	光 集 約 配 線	マイ ク ロ コ ン ピ ュ ー タ	自 動 車 電 話	ス ポ ッ ト 通 信	C D	位 置 検 出 セン サ	地 磁 気 セン サ	測 距 セン サ	プ リ ン タ	フ ァ ク シ ミ リ	パ ー ソ ナ ル コ ン ピ ュ ー タ
快適・娯楽(エアコン, オーディオなど)		○	○	○	○	○	○	△	—	△	—	—	—	△	—	△	
レーダ車間距離制御		○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	◎	—	—	—	
ナビゲーション		○	○	○	—	○	○	△	◎	◎	◎	◎	—	—	△	—	
車外通信(音声・データ)		○	○	—	—	○	○	◎	—	—	—	—	—	△	△	△	

注：略語説明など CRT(Cathode Ray Tube) LCD(Liquid Crystal Display) CD(Compact Disk)
◎(かぎになる要素), ○(必要な要素), △(望まれる要素)

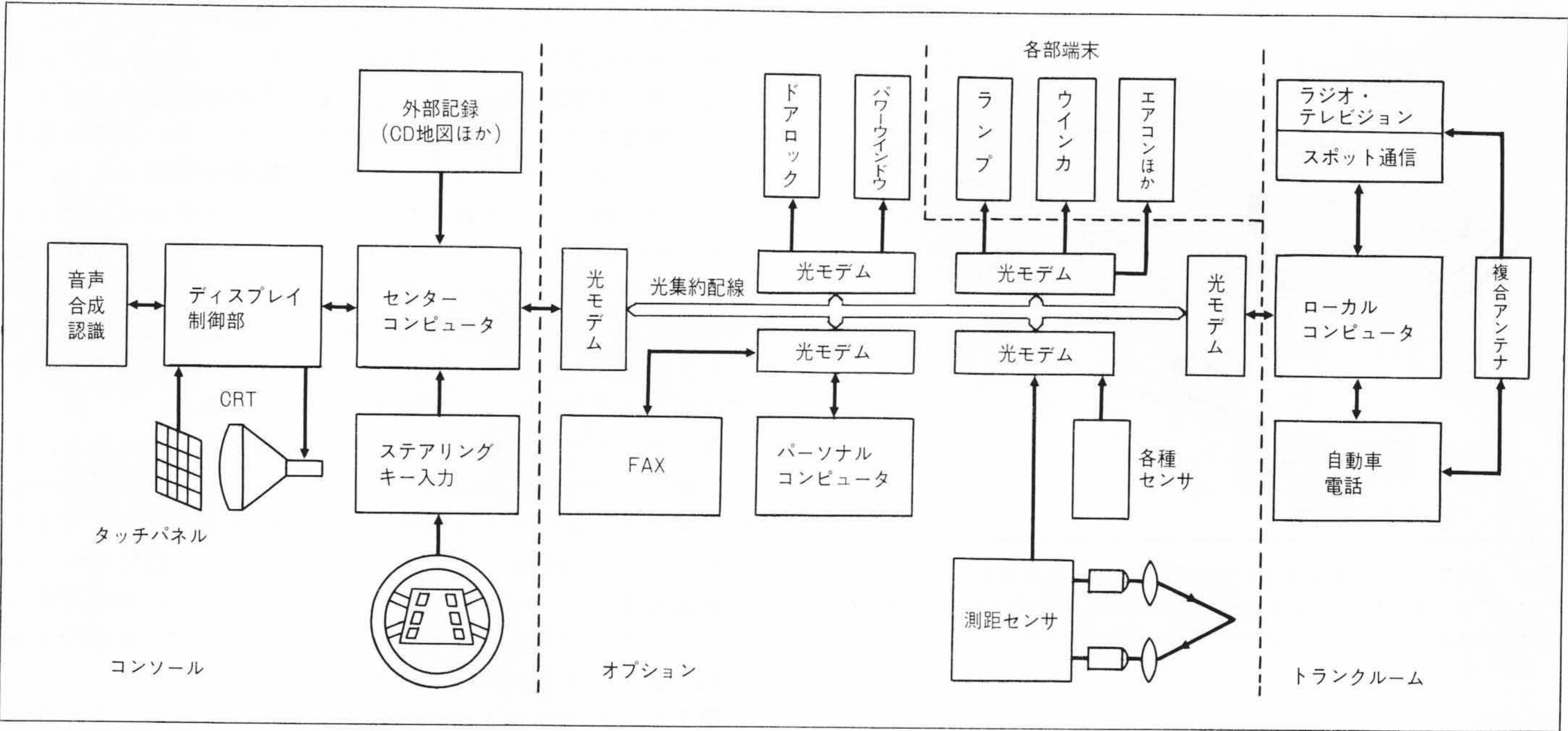


図8 総合情報システムの構成 車体の各部に分散設置された各機器を、光ファイバを利用した車内LAN(Local Area Network)で結んだトータル情報システムを示す。

その機能に特有の測距センサ、CD、自動車電話などの個別構成要素と、信号処理を行なうマイクロコンピュータ及び表示部分から構成されている。このため、上記多目的表示システムの一般構成要素を前提とすれば、一般構成要素部分が上記マイクロコンピュータと表示部分の機能を分担できるため、これらの機能の実現は個別要素の追加だけで形成できる。

このような構成は、各システムの重複機能を省くことができるため、コスト面、収納スペース、機器の分散化、機能の拡張など、あらゆる面で個別搭載システムよりも優れている。この将来システムの具体的構成例は、総合情報システムと呼べる図8のような形態となる。これは、表2に示す各構成要素を系統的に並べた形となっている。

今までニーズ面からの要請で、個別に開発されてきたシステムを、図8のような総合システムにすることにより、コンソール部分の多目的表示と、トランクルームのラジオや自動

車電話が光集約配線で結ばれ、更に、この光集約配線により車体各部の端末が制御される。このシステムは、表1の各構成要素を一つずつ配した形のため最小構成になっており、各構成要素を多種の目的に応用することにより、最大の機能を発揮することができる。この総合情報システムの実用化は、まず一般構成要素である多目的表示と光集約配線の車載が前提で、これはコスト面からかなり厳しい状況にあるが、最近の飛躍的な技術進歩からみて、将来実現される可能性は十分あると思われる。

最後に、将来の情報システムがいつごろ実用化されるか、専門家が予想した結果を表2³⁾に示す。

4 結 言

自動車は、排気規制、安全規制、コストダウンなど種々の制約を受けながらも、それらに対応することでかえって急激な技術進歩をもたらしてきた。1990年代には、エレクトロニクス化がいつそう進み、既に航空機で実用化されている装置が続々と採用されるようになるであろう。それらは、ナビゲーションシステム、レーダ車間距離制御、多目的表示などに代表され、イージードライブ化、セーフティドライブ化を推進していく。また、2000年代の初めには、よりいつそう進んだ情報システムとして、ドライバーと自宅、職場、交通センターが車載無線機を通じて、お互いに自由にコミュニケーションしながら、煩わしい運転操作をせずに、自由かつ安全に走行できるようになるであろう。

表2 自動車交通分野の未来技術(抜粋) 自動車交通分野の未来技術の実現予測のうちから情報関係を抜粋した。

実 現 年	課 題 名
1993	高速道路、国道などを含む幹線道路網の混雑部分で、混雑を分散させ、各走行車に最適な経路選択を行なわせるような回路誘導システムが普及する。
1997	大・中都市地域(例えば人口50万人以上)で、自動車を中心とした交通をむらなく円滑に運用するため、面制御、経路誘導などを総合的に組み合わせた交通管制システムが普及する。
1999	一般道路での衝突、追突、接触事故などの回避のため、自動制御による障害物認知などの機能をもつ自動車が実用化される。
2006	高速道路で、安全性の確保、運転疲労の解消、交通容量の増大などのために、走行車両の誘導制御による自動運転が普及する。

参考文献

1) 工業技術院：通産省大型プロジェクト「自動車総合管制技術」パイロットシステムの概要（昭52-10）
2) 財団法人道路新産業開発機構：路車間情報システム研究会中間報告書（昭60-3）
3) 科学技術庁計画局編：昭和58年版日本の技術-未来年表-（1982年～2010年）社団法人科学技術と経済の会（昭58）