

自動車交通とエレクトロニクス

Automobile Traffic and Electronics

高 羽 禎 雄⁽¹⁾
Sadao Takaba

要 旨

道路交通における自動車の進歩とエレクトロニクス分野、特にLSI分野の発展は、従来、異なった土壌のもとで成長してきたが、現在はこれら自動車技術とエレクトロニクス技術とを結合し、新しい総合技術をつぎつぎに作り出している。自動車交通は運用形態、管理主体などの点で、最もシステム化の困難な交通手段であるといえるが、近年、エレクトロニクス技術を自動車交通に応用したシステムが積極的に導入され、高度な道路交通形態を形成しつつある。主なものとして 1) 交通管制システム 2) 運行管理システム 3) 車両の性能向上ならびに運転者援助システム 4) 自動車通信システム などがあるがその中から筆者の関心の深い、また今後発展の期待される技術について述べている。今後、この分野に多くの若い技術者が興味をもたれ、技術の発展、進歩に寄与していただけることを希望する次第である。

Automobile technology and electronic technology, the LSI in particular, have been developed independently in the improvement of road traffic. Today, these technologies are being synthesized to bring forth new forms of integrated technology.

Automotive traffic has been a means of transportation which is the most difficult to systematize because of complicated operations and control. Recent years, however, have seen active introduction of the electronic technology into automotive traffic systems, which has helped to formulate an integrated form of road traffic. These mainly include 1) traffic control systems, 2) vehicle monitoring systems, 3) vehicle's performance improvement and driver support systems, and 4) vehicle communication systems.

The writer discusses the technology he has been deeply involved with and is expected to grow in the near future.

⁽¹⁾ 東京大学生産技術研究所

1. ま え が き

我が国における自動車保有台数が2千万台を越えて、自動車交通の社会的重要性が非常に大きくなると同時にICの発達とLSIの登場によって新たな技術革新が始まった1970年代の初めから、従来異なる土壌の下で成長し発展してきた自動車技術とエレクトロニクス技術との結合が始まった。我が国の自動車技術会では、1972年から自動車エレクトロニクス研究委員会が、また1975年からはその下にマイクロプロセッサ、電波利用の2小委員会が発足し、活動が行われた。

今や、カーエレクトロニクスは大輪の花を咲かせている。しかし、自動車交通をシステム化された陸上交通手段として一層の活用をはかることを望むとき、エレクトロニクスの果たすべき役割りはいっそう大きくなる。

2. 自動車交通のシステム化¹⁾

自動車と道路は、鉄道、船舶、航空機など他の交通手段と同様に、陸上交通における移動体(Vehicle)とその通路(Way)に当る。交通のシステム化とは移動体と通路の運用を体系的に管理することによって、高速性、大量性、安全性、正確性、信頼性、経済性、便利性、無公害性などを向上させることと考えられる。

自動車交通は、運用形態、管理主体などの点でもっともシステム化の困難な交通手段であるといえる。しかし、ここでもいろいろな形でエレクトロニクスを応用したシステムが導入されている。その代表例としては

- 1) 市街路や高速道路における交通管制システム
- 2) AVM(車両位置自動表示)、AVI(車両自動識別)などの技術を用いる運行管理システム
- 3) カーエレクトロニクスによる車両の性能向上あるいは運転者援助のシステム

- 4) 移動無線や自動車電話など各種の通信システム

などが挙げられる。

道路交通管制システムは、道路の側から自動車の流れを制御するものである。車両が集中する都市内の街路網や、利用度の高い都市内および都市間の高速道路ではしばしば交通渋滞が発生するのが世界の現実であり、道路の機能を維持し、あるいは高めることによって、限られた道路資源を有効に活用する点にその意義を見出すことができる。

運行管理システムはそれぞれの目的をもった自動車の運行を管理することによって、輸送手段としての自動車の機能を維持し、さらに高めることができる。タクシーの配車システムとか、運送業者のトラック配車システムなどに採用されているAVMシステムが実用域に入り、効果をあげている。また、デマンドバスシステム、バス運行管理システムにはAVIと呼ぶ車両自動識別方式が用いられ、路線バスの現在位置、動態などを把握して、運行管理や乗客への案内サービスを行ったり、信号を制御してバスを優先走行させることも行われている。

運転援助システムは自動車の運転、経路の選択、事故の防止、故障などの異常時の措置について、運転者を補助し、あるいは援助するものである。これらは主として道路の発達にともない距離的、時間的に拡大された都市間の自動車交通を対象として、運転者の負担を軽減し、安全性、信頼性、便利性などを高めることを目的としている。

自動車に搭載される機器としてはアンチスキッドシステム、オートドライブシステムがすでに実用化域に達しており、衝突防止用とか車間制御用に用いる前方監視レーダ、あるいは4輪制御のアンチスキッドシステムに有効な対地車速センサなどは開発途上にある。

交通情報は一般ラジオ局でも放送・聴取されているが、運転者に有用な情報だけを選択する機能がカーラジオに付加されるARIシステムが西独で1974年より実施され、最近では大部分のカーラジオに装着されている。

また、道路沿いにケーブルを布設して放送対象地域を限定したシステムは路側ラジオ（HAR）と呼ばれ、放送内容に局所性をもたせることができるので注目されている。ARIシステムも、HARシステムも早くて正確で適切な交通情報を放送する交通管制システムの確立が重要である。

3. 交通管制システム²⁾

3.1 システムの動向

現在の道路交通管制システムは交通情報を収集して交通状況を把握し、交通信号を制御したり、可変標識などにより速度規制や車線規制を行う。また可変情報板やラジオを通じて運転者に必要な情報を流したりする。

これらの機能を果たすために、システムは一般に中央にコンピュータと管制卓や表示板、路上には各種端末機器を置き、この間を送受信装置を介して電話回線で接続する構成をとっている。代表的な交通管制システムの機器構成を図-1に示す。わが国では現在60余の都市に街路交通管制システムが設置され、都市内、都市間高速道路には数システムが用いられている。十数年の経験を経たシステムの改善傾向としてはCRTディスプレイなどのマン・マシン機器やソフトウェア充実による運用操作性・保守性の充実、中央処理装置などの二重化による信頼性の向上、他システムとのネットワーク化による情報交換機能の向上、端末装置へのLSI・マイクロプロセッサの導入による高機能化などが進められている。

また、総合交通制御機と呼ばれる高度化された信号制御機によって、車両感知器や信号機ばかり

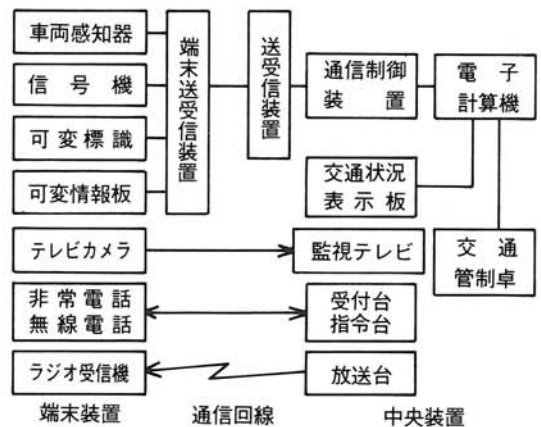


図-1 交通管制システムの構成

Fig. 1 Traffic control system.

でなく、可変情報板、路側通信、対車通信などの端末をも収容し、処理の高度化と中央の機能の分散化をはかろうとすることも構想されている。

3.2 情報収集機器の進展

交通情報収集機能の充実、現在の交通管制機能の高度化にもっとも必要であり、情報の項目と内容の拡大、正確性と信頼性の向上、情報収集の迅速化などが要望されている。

1) 従来形センサ

従来の交通流センサは、いわゆる存在感知型で車両感知器または車両検知器とよばれ、路面に埋設されたループコイルに対し車両が2次導体として作用すること、また、車両の上方あるいは側方から発射された超音波パルスに対する反射などを利用して車両の存在を検出し、車両の通過台数とオキュパンシー（時間占有率）を算出し、これを基に交通量、密度、速度、待ち行列長などの交通パラメータを求めている。

我が国で多用されている超音波式車両検知器は標準的な状態での計測精度は良いが、設置時および設置後の道路環境・交通状況・気温等に対する調整が必要であったが、最近では自動調整方式の開発など性能の向上が工夫されている。

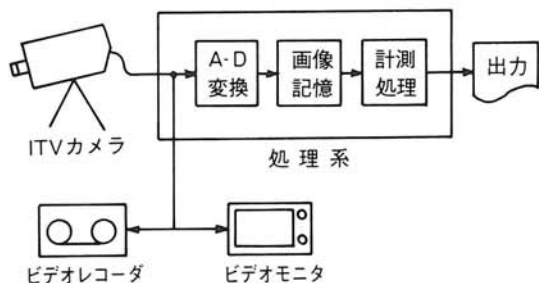


図-2 ITVを用いる交通計測システム

Fig. 2 Traffic monitoring system using ITV.

ドップラレーダ式車両検知器は一つのセンサで速度の計測を行えるという利点があり、マイクロ波センサが高速道路のトンネルで実用され、また超音波ドップラセンサも実用化が進められている。

2) イメージセンサ

写真観測による交通流調査、テレビカメラによる監視など、交通管制にとって画像計測は従来から大きな役割を果たしているが、最近の画像処理技術の進展によりイメージセンサの実用可能性が高まり、幾つかの事例が報告されている。

図-2のようにITVカメラから得られる映像信号を実時間で処理して交通流計測を行う方法は、交通管制システムで現用されている監視カメラを活用することができ、監視の省力化・自動化にもつながる。従来形の車両検知器と同様に交通量・速度・車種・道路上の存在車両台数などの計測が行われていて、多車線道路の断面交通量を2～3%の誤差で計測できる。

イメージセンサの特徴は従来形センサでは困難な線あるいは面での計測が可能で、市街路の交差点、高速道路の合流部、長さ200～300m程度の道路区間などを対象に渋滞の発生、異常事象の検出から、存在車両台数、密度など計測が期待されている。昼夜とか天候による環境の変化の影響、カメラ設置地点の確保などの問題の解決によって実用化が進むものと考えられる。

3) AVIセンサ

4項で述べるAVIシステムをセンサとして用い、道路上を走行する車両の個別情報（例えば、車両ナンバ）を通過時刻と共に計測し、区間旅行時間や出発地・目的地別交通量などを求める。道路上の2地点で通過車両の番号と通過時刻を読み取り、車両番号を照合して旅行時間を直接計測するシステムが東京都心部と成田空港とを結ぶ首都高速道路・京葉道路・新空港自動車道において、運用されている。具体的には誘導通信による微弱電波を用い、車載機を搭載したリムジンバスおよびタクシーがこの区間を走行するときに22地点に設置された路上機と交信することによって、各道路区間の旅行時間・平均速度が計測されている。

3. 3 情報提供機器の進展

情報提供機器は一般のドライバーに対する交通管制システムのインターフェイスとして重要であり、きめ細かい情報を正確に伝えること、個々の運転者のニーズに応じた情報提供を行うことが要望されている。

1) 可変情報板

可変情報板は道路上方や路側に設置され、文字・記号・図形などにより、事故・工事・渋滞の情報や迂回路・推奨経路、流入制限、速度規制などを表示するものである。電光式（マトリクス状に配列された電球を点滅させるもの）、字幕式（表示幕を上下または左右に巻き取るもの）などがあり、情報提供機器としてもっとも広く用いられている。アメリカのロサンゼルスフリーウェイで用いられているものはアルファベット16字×2行、我が国のものは漢字10字×1行、6字×2行などがある。

最近では任意のパターンとドットの自由な組合せによるフリーパターン式が実用になりつつあり、図-3に示すように成田空港から都心へ向う道路情報を提供することが予定されている。

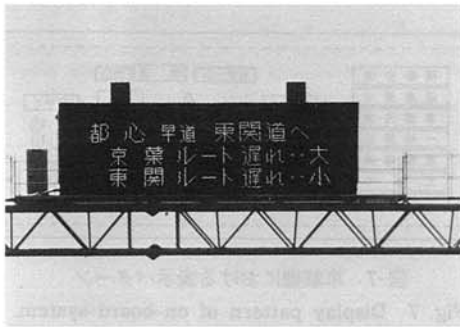


図-3 京葉、東関東道のフリーパターン式可変情報板
Fig. 3 Free pattern type display board on the Keiyo, Higashikanto road.



図-4 首都高速道路の図形情報板
Fig. 4 Pattern display board on Syuto-Koosoku road.

図形情報板は道路網の略図を用いて複数地点の情報を総合的に表示し、ドライバーによる交通情報の把握や経路選択の判断を助けるものである。図-4は首都高速道路に設置された図形情報板の例を示すが、新しい装置としてのドライバーの期待も大きい。

2) 音声による情報提供

音声による情報提供は柔軟性と即応性に富み、情報内容が豊富で、ドライバーの運転操作に支障を与えることが少ないという利点がある。我が国では現在、高速道路のトンネル内でラジオの再放送を行うと共に緊急時にはこれを中断して情報提供を行っている。又、一般のラジオ放送でも番組の一部として交通情報提供を行っているが、放送時間の制約や局所性に欠けるという問題点がある。

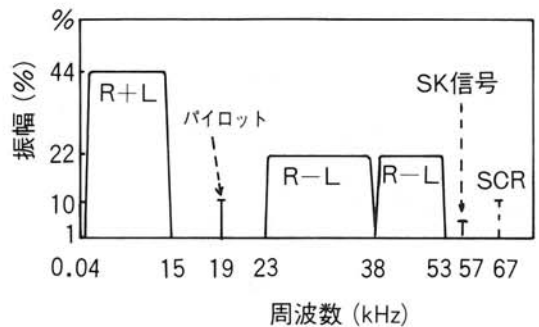


図-5 FMステレオ放送の変調波とARI信号のスペクトラム

Fig. 5 Spectrum of modulated signal and ARI signal on FM stereo broadcasting.

西ドイツで1974年から実施されているARI (Autofahrer Rundfunk Information) システムは、公共FM放送約100局において、一般放送の中に識別信号を付加して交通情報放送を組込んだものである。識別信号は交通情報放送局であること、指定する地域内の局であること、交通情報放送中であることの3種類であり、ステレオパイロット信号である19 kHzの3倍波の57 kHzの副搬送波を低いトーン信号で変調して各種の信号を与えている。ドライバーは普通のFMラジオによってこれを受信できるほか、アダプタを付加したラジオを用いて識別信号を検出し、交通情報を自動的に選択して聴くことができる。図-5はFMステレオ放送の変調波とARI信号のスペクトラムの関係を示したものである。

局所的な情報を伝える路側ラジオは、アメリカでは1971年から連邦道路局が標準放送用ラジオを用いるHAR (Highway Advisory Radio) システムの調査を行い、1975年以降連邦通信委員会 (FCC) により、旅行者情報局 (TIS) として許可基準が定められ、空港、トンネル、ハイウェイ、国立公園等で利用されている。周波数は530 kHz または 1,610 kHz が用いられている。

我が国でも最近このような路側ラジオに対する関心が高まり、国道17号線三国峠付近で、周波数

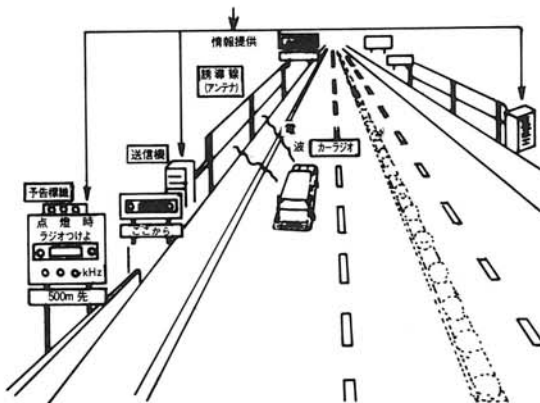


図-6 路側通信システムの概念

Fig. 6 Concept of highway advisory information radio system.

522 kHz 及び 1,611 kHz を用い、山間部道路における積雪や路面凍結などの道路状況や通行規制などを中心に情報提供実験が行われている。また、東名高速道路川崎 I C 付近、東京都心部晴海通りなどで実験が行われている。最近、周波数割当てが全国的に統一される動きがあり、中波放送帯の上限をはずれた 1,620 kHz と 1,629 kHz が路側通信システムとして割当てられ、58年 11月より、都内等一部の地域でサービスが開始されようとしている。図-6に路側通信システムの概念図を示す。

3) 車載表示装置

車載表示装置は道路の特定地点における情報を個々のドライバのニーズに応じて迅速に提供するのにもっとも適した方法であり、内照式のランププラズマや液晶式のディスプレイを用いた機器が製作されている。路上の標識あるいは情報板に相当する情報を車両ごとに表示することができ、ドライバが要望すれば目的地に応じて最短経路を選択するための方向指示の情報などを表示することができる。図-7は我が国の自動車総合管制技術で採用された表示パターンを、また、図-8は西独の ALI システムで用いられた例を示す。

最近のカーエレクトロニクスの進歩により、メ

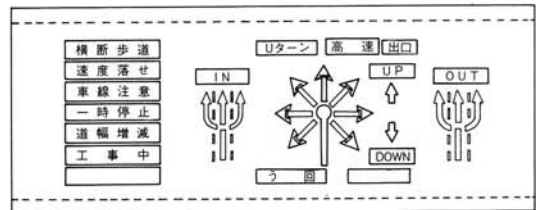


図-7 車載機における表示パターン

Fig. 7 Display pattern of on-board system.

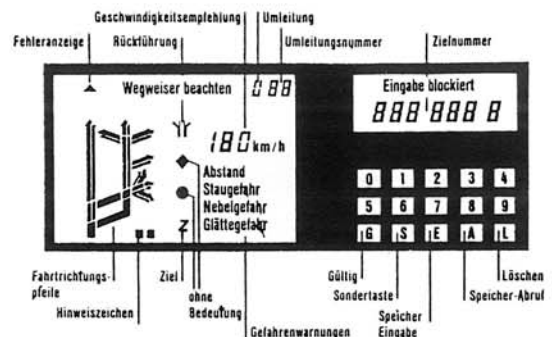


図-8 ALI の車載表示

Fig. 8 On-board display of ALI system.

ータパネルの表示部のエレクトロニクス化や車載マイクロコンピュータの利用が活発化しており、これらの装置と組合せて、個々の車両が自立して、あるいは地上車両間、または車両相互間の通信を行うことによって、交通状況あるいは個々の車両の安全に関する情報を収集し、車載表示装置、または車載音声合成装置などを用いて情報提供を行うことも将来の適当な時期に実現すると考えられる。

4. AVM、AVI システム

都市内の主として公共的な車両の運行を電波を利用して集中管理し、効率を高めるシステムは一般に AVM (Automatic Vehicle Monitoring)、AVI (Automatic Vehicle Identification) と呼ばれている。

AVM システムは図-9に示すように数 10km 四

サービスエリア 市街地20×20km

サービス車両数 常時 500~1,000台

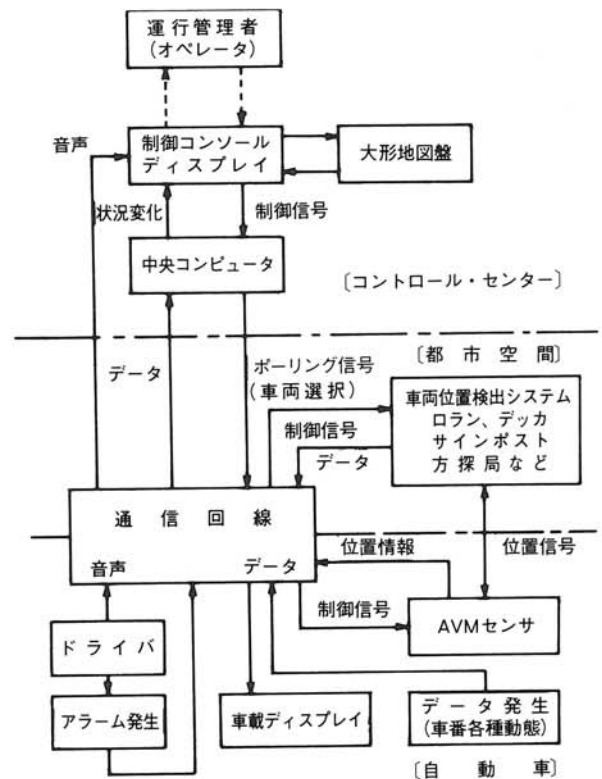
サンプルレート 20~60秒/回

通 話 全車両に音声通話可能
音声とデータ伝送は同一回
線を時分割で使用

データ通信 識別、同期コード、車番、
位置、動態情報などを伝送
伝送速度 400~1,200ビット/秒
信頼度 95%以上

位置ぎめ精度 95%確率 100~500m 以内

コンピュータ 汎用システムを使用
車両位置の算出、動態解析
運行管理データの表示など



AVMシステムの構成図

図-9 AVMシステムの構成

Fig. 9 AVM system.

方の地域で数百台から数千台の車両を対象とし、走行中の車両位置、車両番号、各種の動態等の情報を通信回線を用いて中央の管制センタへ送り、コンピュータで最適制御を行うものである。

AVIシステムは制御センタから特に指令を受けるような機能がなく、単に車両の識別と動態の監視などを行うもので、将来はAVMと違った車両管理へ発展することも考えられる。図-10はAVIシステムの構成図を示したものである。

1) 車両位置検出方式

AVMシステムの根幹をなすのは車両の位置検知の技術であり表-1に示す方式がある。

我が国で実用になっている方式はサインポストを用いる近接検知が多く、これには、分散送信方

式と分散受信方式がある。

a. 分散送信方式

道路に設置されたサインポストから各地点特有のコードを持つ信号を常時送信し、車両がこの信号を受信して自己の現在位置を知る方式である。同じサインポストを管理システムの異なる車両が同時に使用できるし、送信周波数とかコード様式を全国统一できるので公共性は高い。

b. 分散受信方式

受信機を路上に設置し、車両が近傍を通過した時に車両番号等を受信するもので、自動車に小形送信機を搭載している。路上のサインポストとコントロールセンタは有線（電話回線等）による通信が可能となり、その結果サービスエリアの拡大

も容易である。

表-1に示した各方式はそれぞれ一長一短があるので、これらを組合せて、位置検知精度が高く経済的なシステムを構成することができる。たとえば双曲位置線と近接検知方式、近接検知と推測航法の組合せなどが提案されている。

近接検知方式はサインポストのある地点では誤差は少ないが、システム価格をおさえるとサインポストの数が限られる。一方推測航法方式では地上の設備は不要であるが誤差が累積する。従って、両方式を組合せるとサインポストを基準にして推測航法方式により位置ぎめを行い、つぎのポストで累積誤差をクリアする方法をとることができる。

2) 実施例

a. バスロケーションシステム

路線バスの現在位置や乗客数をセンタで把握し、運転間隔やスケジュールを調整したり、停留所で到着予定を表示したり、運行記録の作成を自動化したりするシステムは世界各国で実用化されている。シカゴでは1970年頃から分散送信方式のAVMが実施され、現在は150 MHz帯の1波を

サインポストからの位置情報の送信に用い、450 MHz帯で音声・データ・監視用の双方向無線回

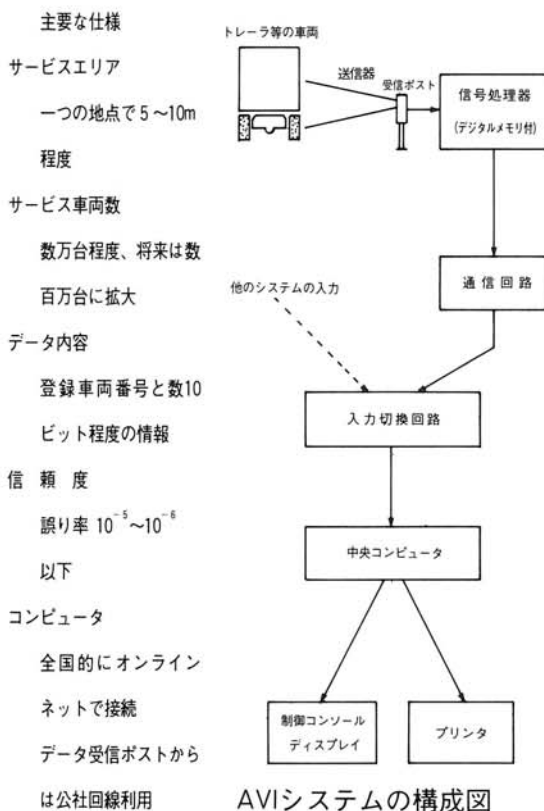


図-10 AVIシステムの構成

Fig. 10 AVI system.

表-1 車両位置ぎめ方式の比較

区 分		システム名称	コ ス ト		精 度	サ ー ビ ス エ リ ア
			地 上 設 備	車 載 機 器		
電 波 航 法	円 位 置 線 (逆双曲線)		普 通 (専用設備が必要)	普 通	普 通	普 通 (見通し距離)
	双 曲 位 置 線	ロラン-C デ ッ カ オ メ ガ	最も少ない (既存設備を利用)	比 較 的 高 価	普 通	最も広い
	方 向 探 知		普 通 (専用設備が必要)	普 通	普 通	普 通 (見通し距離)
近接 検知	分 散 送 信 分 散 受 信	サインポスト	高 い	最も低い	コストに比例 (サインポスト数)	比較的せまい
推 測 航 法			不 要	普 通	普 通 (累積誤差)	制限なし
ハイ リッド	分散送信と推測航法 分散送信と電波航法		普 通 (最適な 組合せ可能)	普 通	良 い	広 い

線9チャンネルを用いており、サインポストは542ヶ所に設置され、2,400台のバスに車載機が搭載されている。ニューヨークでも同様に分散送信方式を取り470 MHz帯の無線リンクを用いて、センタからのポーリングに応じて車両番号、ポスト番号および通過後の経過時間などを伝送するシステムが1979年から運用されている。カナダのトロントでも1975年より100台の車両による実験が行われ、バス・トロリーバス・路面電車など1,600台の車両を含むシステムへ展開されようとしている。

わが国では450 MHz帯の微弱電波をバスから送出する分散受信方式を用いたシステムが実験され、名古屋、東京などで導入されている。

b. タクシーロケーションシステム

タクシーの配車管理は従来タクシー無線を用い音声で行われているが、AVMを導入して業務の能率化と電波の有効利用をはかることが意図されている。わが国では、分散受信方式によるシステムは大阪、名古屋などで実用化されており、システムの普及とシステム数の増加に備えて同一周波

表-2 車載レーダの利用目的

分類	名称	利用目的
前方警戒	衝突警報レーダ	適正車間距離を保持するためドライバの目測と判断をアシストする。
	オートブレーキレーダ	ドライバの衝突予知判断と制御の遅れをアシストし、レーダの判断により自動的にブレーキをかける。
	近接センサ	衝突の必然性を、衝突の数十ミリ秒前に判断し、エアクション等をトリガする。
後方警戒	追越警戒レーダ	ドライバの後方警戒をアシストし、追越して来る車両があれば警報する。
	後退接触警戒レーダ	車庫入れなど、バックする際、障害物があれば警報する。
対地車速計	レーダスピードメータ	① 従来型スピードメータの代替 ② スキッドコントロール用の対地車速計

表-3 自動車用レーダ開発経緯

	1975年以前	1976～77年	1978, ～79年	1980, ～81年
SAEの活動	自動車へのマイクロ波応用 推進調査 中間報告	Automotive Microwave Session →		
ロングレンジ 衝突防止用 レーダ	NHTSA Phase I Study (Bendix) RCA 10.5GHz FM-CW トランスポンダ方式	NHTSA Phase II Study 標準仕様発表 Bendix 350Hz Diplexed CW	日産・三菱 240Hz パルスドップラ RCA 22.5GHz FM-CW	VDO (西鉄) 350Hz パルスドップラ AEG・テレフンケン 350Hz パルスドップラ
至近距離 レーダ	日産 カスバック用 パルスドップラ 100Hz トヨタ 松下 カスバック用 FM-CW 100Hz			
対地速度レーダ	GM-TI 600Hz ドップラ RCA 600Hz ドップラ	日産・日立 240Hz ドップラ	フィリップス(英国) スキッド用 10.5GHz	
地上計測レーダ		松下通工 トンネル用 10.5GHz ドップラ		

数で全国をカバーできる分散送信方式が計画され、すでに東京では1980年より実用化されている。

5. 車 載 レ ー ダ ^{3), 4)}

我が国において、ここ十数年来の交通事故の減少傾向が最近頭打ちとなっていることから、交通安全の問題が再びクローズアップされている。自動車の走行中の安全を高めるため、運転者の目と耳を補なうものとして、車載用レーダの研究開発が1960年頃から進められている。表-2は車載レーダの分類と利用目的を、また、表-3は自動車レーダの開発の経緯を示す。

近年では車間距離制御・衝突防止用のレーダやスキッド制御用の対地車速計などの開発に主力が置かれている。使用周波数としては、当初10 GHzや24 GHzが、次いで35 GHzが用いられたが、ミリ波用の半導体デバイスや精密加工回路技術などの進歩により、50~60 GHzを用いるシステムも実現可能になった。一方、車庫入れなど低速時に至近距離の障害物を検知する後退接触警戒レーダとしては超音波レーダが適しており、既に実用化されている。

レーダ用アンテナの開口面積は波長のビーム幅に対する比の2乗に比例する。衝突防止用レーダで前方100mにおけるビームの広がりを車線幅3.5

m以下とするためにはビーム幅は 2° 以下とする必要があり、この場合、周波数50 GHzとするとアンテナの直径がヘッドランプと同程度(約200mm)となる。アンテナを車両の前面に装着して邪魔にならず、また、美観を損ねないためにはこの寸法、したがって周波数50 GHzが限度となる。一方、雨や雪による電波の反射は、雨滴の寸法と波長が同程度となる60~70 GHz程度以上から急増するので、これらの兼ね合いから周波数と検知領域を選ぶ必要がある。なお60 GHzでは大気中の O_2 の吸収により10 dB/km 前後の減衰があり、長距離通信には向かないので自動車交通用とするのに都合がよい。

米国のNHTSA(道路交通安全局)の委託による調査と路上走行試験の結果では、2周波の連続波を用いるダイプレックス方式のレーダで35 GHzを用いビーム幅 $2.5 \sim 4^\circ$ とし、路側の建物・樹木や隣接車線の車両などの検出を防ぐため50mでレンジカットを行うシステムが、候補システムとして提示された。西独では、政府がスポンサとなり、数社が35 GHzを用いるシステムを開発した。これらは、高速道路で使用するため到達距離100m以上とし距離分解能が高く、複数の対象物の分離が可能で、雨滴の影響が少ないとされるパルスレーダ方式を採用している。

表-4 車間距離制御用レーダの主要性能

主 要 性 能	
方 式	FM-CW方式
周 波 数	49.5GHz
出 力	30mW
ア ン テ ナ	方式: ミルズクロス方式 合成ビーム幅: $2^\circ \times 2^\circ$
探 知 範 囲	距離: 3~60m 相対速度: $0 \sim \pm 120 \text{ km/m}$

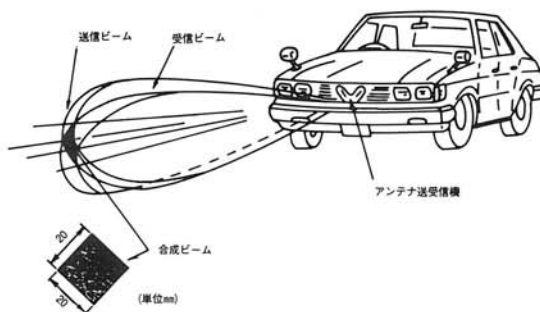


図-11 アンテナパターン

Fig. 11 Antenna pattern.

表-4は我が国で開発されたシステムの性能を示す。このシステムではミルズクロス方式のアンテナが用いられている。これは送信及び受信アンテナとして、それぞれ縦方向と横方向にスロットを切ったアンテナとパラボラ反射器を組合せたものである。図-11はアンテナパターンを示したもので、送信ビームと受信ビームの幅の広い方向が直交し、幅の狭い合成ビームが得られる。また、同種の装置を搭載した対向車両からの電波は偏波面が直交するので干渉が少ない。

ガン発振器その他のマイクロ波回路はアンテナの底部に組込まれており、装着性・経済性が高く、車両の前面に装着した際の美観も優れている。降雨時・降雪時などの悪天候の場合を含めた実車走行試験では良好な結果を得ている。

車載レーダは未だ実用に至っていないが、運転者の居眠りや不注意、心理的パニック等をカバーして自動ブレーキを作動させ、重大な事故の防止や影響の軽減をはかることはコストに見合う効果があると判断されつつあり、今後の進展、特にカ

ーエレクトロニクスの諸装置との結合による性能の向上が期待される。

6. 自動車間通信

道路を走行する自動車と地上のセンタの間、又は自動車相互の間には、従来各種の移動通信システムが用いられている。業務あるいは簡易無線に加え、最近は自動車電話、MCAシステム、パーソナル無線の普及が急速に伸びているが、交通情報システムが発展した将来を考えると、新しい形態の自動車間直接通信システムと車両・地上間通信システムとの結合をはかることの利点が種々挙げられる。すなわち、

- 1) 事故車や故障車からの通報の中継
 - 2) 走行車両による交通渋滞や道路異常の検出と中継
 - 3) 自動車間通信を応用した交通流計測
 - 4) 自動車間通信による走行の安全確保
- などについての有効性が予想される。

このようなシステムを実現する手段としては表-5の関連技術に示した各種の既存の移動通信技術の応用変形が考えられる。ここでは不特定多数の車の間での相互交信が可能で、経済的であり、か

表-5 自動車間通信システムの実現手段

関 連 技 術	実 現 の 方 法
(I) 自動車電話 携帯電話	1) 誘導通信技術の応用 LF・MF帯、誘導電磁界 bumper to bumper ～10m
(II) タクシー無線 パトカー無線	2) レーダ技術の応用 EHF帯 線状通信 10m～100m
(III) 市民ラジオ (CB)	3) ラジコン・CB等の技術の応用 HF・VHF帯 面状通信 100m～1km
(IV) 放 送	4) 地上設備を介させる システム
(V) ポケットベル	
(VI) 路側通信	
(VII) 列車無線	
(VIII) 無線操縦 (ラジコン)	
(IX) レーダ	
(X) 無線標識 (サインポスト)	
(XI) 地点誘導通信	

表-6 自動車間における情報伝達

車の異常	相 互 走 行	道 路 情 報
車自体	一般車	渋滞
半 ド ア	お先へどうぞ	原因
パ ン ク	ありがとう	程度
トランク	左へよせよ	見通し
荷くずれ	車線変更	各種規制
ラ イ ト	緊急車	進入禁止
運 転	左へよせて停車	片側交互通行
ジグザグ	止まらず進行せよ	臨時規制
接 近	事故車	経路案内
	事故	最短経路
	故障	集団走行
	ガス欠	渋滞回避

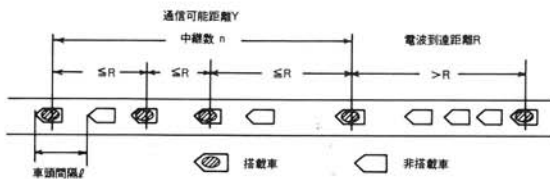


図-12 線状道路の自動車間通信モデル

Fig. 12 Communication model between automobiles on a road.

つ周波数帯域の利用効率のよい方法を選ぶ必要がある。表-5に示した実現の方法の1)は先行車と後続車が接近したとき、又は隣接車線を同一方向に追い抜くか、対向方向にすれ違ったときの通信に用いられ、2)は更に離れた距離での先行車あるいは対向車などの通信に、3)はより一般的に近傍の車との通信に用いられる。4)では既存の無線通信や放送システムの活用が考えられる。いずれの方法においても、単一周波数を用い複数の自動車が通信のネットワークを任意に構成するには、車両間の問合せ情報交換の可否等の制御を行うサブシステムが必要となる。

自動車間における情報伝達の内容の例を表-6に示す。現在用いられているライトやホーン、手による合図に比べて、これらの情報を伝達できれば、交通の安全と円滑にはきわめて有効であろうと考えられる。

自動車間通信システムにおいては走行車両の車載機搭載率がシステム機能に影響をもつ。

図-12は線状道路における自動車間通信モデルを示したもので、多段の中継を効果的に行うには電波到着距離の中に通信搭載車が平均して2、3

台程度存在する必要があることが解析の結果判明している。

自動車間の直接通信を交通に応用しようとする試みはまだ構想の段階であるが、従来にない新しい考えであり、今後の展開が期待される。

7. む す び

自動車交通のシステム化をはかるためのエレクトロニクス技術について、筆者との関わりが深く今後の発展が期待されるものを、計測・通信の分野を中心に述べた。若い技術者諸氏が興味を持たれ、その進歩に寄与して頂けることを希望する。

なお、本文の3.は文献2)、4.は文献4)、また全般について文献3)を引用した。個々の内容の出典についてはこれらを参照されたい。

文 献

- 1) 高羽禎雄：『自動車交通システムとエレクトロニクス』、自動車技術、Vol. 29、No. 4 p283-288 (1975)。
- 2) 高羽禎雄：『交通管制機器の最近の進展』、電子通信学会誌、Vol. 66、No. 6、p591-596 (1983)。
- 3) 高羽禎雄：自動車交通とエレクトロニクス、第31回・第32回交通工学講習会テキスト、交通工学研究会 (1983)。
- 4) 高羽禎雄：自動車と電波利用システム他、カーエレクトロニクス総合技術資料集、日本工業技術センター、p543-560 (1981)。