

障害物検知用ミリ波レーダ装置

Millimeter-Wave Obstacle detection Radar

山脇 俊樹 *Toshiki Yamawaki*
山野 眞市 *Shin-ichi Yamano*
加藤木 豊 *Yutaka Katogi*
田村 寿仁 *Toshihito Tamura*
大平 泰幸 *Yasuyuki Ohira*



要 旨

モビリティの進展にともない極大化へと進行してきた20世紀の道路は、繁栄とともに交通事故や渋滞、環境の悪化などさまざまな負の遺産を生み出した。これらを改善して効率的な交通体系を実現させるために極大化への進路を最適化へと転換すべく、ITS(Intelligent Transport Systems =高度道路交通システム)が産・学・官の連携のもとで進められている。

この論文ではスマートウェイの世界とAHS(Advanced Cruise-Assist Highway Systems =走行支援道路システム)がめざすサービスの内、前方障害物衝突防止サービスを中心に紹介する。また、富士通グループでの取組みとして新たに開発した障害物検知用ミリ波レーダ装置の概略および障害物検出性能について述べる。

なお、本装置の開発および研究は建設省土木研究所殿の委託により実施した。

Abstract

The road traffic in the 20th century has evolved into a megasystem. With the progress of increased automotive mobility, this road traffic has brought about both prosperity as well as negative conditions such as traffic accidents, congestion, and worsening of the environment. Today, joint efforts by industry, academic circles and the government are being promoted under the project name of ITS (Intelligent Transport Systems). The goal of this project is to correct such negative aspects and optimize the course of the megasystem as a high efficiency transport system.

This paper discusses the world of Smartway and some of the services being aimed by AHS (Advanced Cruise-Assist Highway System), with a major emphasis on the support for frontal collision prevention.

It also outlines the millimeter-wave obstacle detection radar developed by Fujitsu Ten and Fujitsu, and discusses its obstacle detection performance.

1. はじめに

自動車の安全走行を支援する技術の一つとして、道路の状況を的確にセンシングし、車両への情報提供を行うための情報収集インフラの開発も重要なテーマであり実用化に向け活発な開発が行われている。

情報収集インフラは路上の落下物、停止車両などの障害物や走行車両などの位置、速度を瞬時に検出することが求められ、スマートウェイの構築において無くてはならない技術である。

2. 道路が変わる

本章では「安全性・快適性などにおいて画期的に優れた21世紀の道路が実現する社会とは。」と称してスマートウェイと安全に関わる部分について紹介する。

2.1 負の遺産の清算に向けて

20世紀、我々は自動車の普及と自動車道路の整備により、便利なモビリティと産業・経済の繁栄を享受してきた。しかし、20世紀の末の今、交通事故は一向に減らず、渋滞は慢性化し、排気ガスなどの環境問題が深刻化してきている。これらの改善に向け、多くの方策や努力がなされてきた。その一つがITSである。

先進技術によって車、人、道路を一体化させるITSの目的は、交通事故を無くして安全性を高め、渋滞の無いスムーズな移動により快適性や輸送効率を向上させ、さらによりよい環境へと転換していくことである。

安全性に関して一例を挙げると、ドライバーが今より0.5秒早く危険を察知できれば、追突と交差点事故の50%、正面衝突の30%が避けられるといわれている。たとえば、見通しのきかないカーブなどで突発事故が起こったとき、道路に設置されたセンサが事故を察知し、後続車にすかさず警告情報を送ることができれば、かなりの確率で多重追突事故を防ぐことができる。

このように安全な道路交通を実現するにはどうすればよいか。その答えが、画期的な技術やシステムを体系化したITSを装備したスマートウェイである。²⁾

2.2 スマートウェイがもたらす世界

スマートカー（知能化した自動車）とスマートゲートウェイ（知能通信）と一体となってスマートクルーズ（図-1）を実現する社会インフラ、それがスマートウェイ（知能道路）である。

具体的には、交通状況や路面の状況などの道路交通に係わる様々な情報を収集するセンサ、集められた情報を適切に加工する情報処理システム、さらに車やドライバー、

歩行者などとの間で様々な情報のやりとりを可能にする路車間の通信システムなどの施設、さらにそれらの施設をITSのサービスに利用するための仕組みを総合的に備えている道路である。

図-2³⁾にスマートウェイの道路イメージを示す。

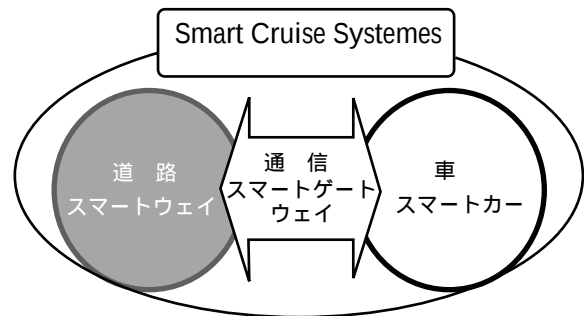


図-1 スマートクルーズシステム

Fig.1 Smart Cruise Systems

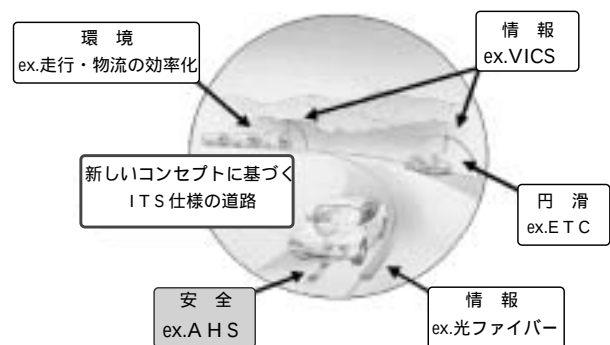


図-2 スマートウェイのイメージ

Fig.2 Services provided by Smartway

それでは、スマートウェイとスマートカーとが情報の交換を行うようになると、車の運転はどうか。ある日のドライブを想像してみる。

「一日の仕事を終え郊外にある我が家への家路についた。会社を出てすぐのところにある路上ビーコンから最新の道路交通情報を入手する。情報に従い予定通り高速道路にのる。ETC(Electronic Toll Collection System = ノンストップ自動料金収受システム)があるため料金所で止まって通行券を受け取る必要がない。やがて大きな見通しの悪いカーブに差しかかる。突然ブザーが鳴り、音声が前方に障害物があることを知らせる。自分でブレーキを踏む前に車が自動的に減速する。50メートルほど前方でトラックが落とした積み荷が道をふさいでいたのである。慎重に積み荷を回避して家路を急ぐ。交差点を通過しようとする、再び危険を知らせるブザーがなった。もうすぐ

我が家だとの気の緩みから交差点に近づいている車を見落としていたのだった。目の前を車が横切っていく。出会い頭の衝突が未然に防がれた。」²⁾

このイメージはそれほど遠い未来のものではなく、すでに実用化されているものもある。

上述のある日のドライブで起こっていたかもしれない事故を未然に防ぐのがAHS（走行支援道路システム）の効果の一つである。

2.3 走行支援システム

ここで実用化を目指す走行支援システムの7つのサービスを紹介する。(図-3)¹⁾

(a) 前方障害物衝突防止支援

見通し不良地点において車両や落下物などの障害物を検知し、車両に通知する。車両はドライバーに対し情報提供、警報、操作支援を行う。

(b) カーブ進入危険防止支援

カーブ手前においてカーブまでの距離やカーブ形状を車両に通知する。車両はドライバーに対し情報提供、警報、操作支援を行う。

(c) 車線逸脱防止支援

路面に設置されたレーンマーカにより車線内の横方向位置情報を車両に提供する。車両はドライバーに対し情報提供、警報、操作支援を行う。

(d) 出会い頭衝突防止支援

交差点において優先道路側の接近車両を検知し車両に通知する。車両はドライバーに対し情報提供、警報を行う。

(e) 右折衝突防止支援

右折可能な交差点において、対向車両を検知し右折しようとする車両に通知する。車両はドライバーに対し情報提供を行う。

(f) 横断歩道歩行者衝突防止支援

横断歩道上の歩行者を検知し車両に通知する。車両はドライバーに対し情報提供を行う。

(g) 路面情報活用車間保持等支援

路面状況などの情報を把握し車両に提供する。車両は車間保持などの各種サービスに活用する。³⁾

建設省と運輸省は自動車の安全走行を支援することにより道路交通の安全性を飛躍的に向上させることを目的とした走行支援システムの実用化に向け、建設省が推進してきた走行支援道路システム(AHS)と運輸省が推進してきた先進安全自動車(ASV= Advanced Safety Vehicle)について、2000年秋に茨城県つくば市にある建設省土木研究所テストコースにおいて共同実証実験「スマートクルーズ21」が実施される。⁴⁾

富士通（株）は技術研究組合 走行支援道路システム開発機構(A H S R A=Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association : A H S 研究組合)のA H S R A 富士通研究室として、富士通グループで開発を行った障害物検知用ミリ波レーダ装置を用いて種々の実験を行う予定である。

2.4 AHS

AHSは情報・通信技術を活用することにより、従来不可能だった見えない障害物や交通車両などの情報をリア

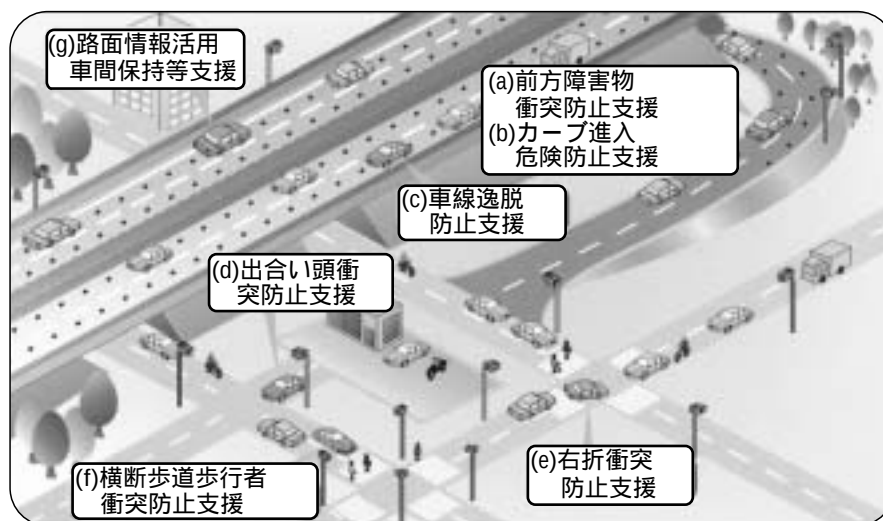


図-3 スマートクルーズシステムの7つのサービス
Fig.3 The Seven Services of Smart Cruise Systems

リアルタイムにドライバーに提供することにより、飛躍的に安全で安心な走行を提供することを目指としている。図-4³⁾にAHSのシステム概要を示す。道路側のカメラなど情報収集インフラや経路誘導インフラと、車両側のカメラ、車載センサなどによる情報収集と、路車間通信や車車間通信による情報のやり取りにより、自車両および周辺車両の位置や挙動をリアルタイムに把握し、安全な運転を支援する。さらに自動的に速度制御、操舵制御を行う情報処理装置などにより、自動走行を可能とする。

ここで走行支援システムの7つのサービスの内、前方障害物衝突防止支援による「事故の発生原因への対応」としてサービスの流れを図-5に示す。

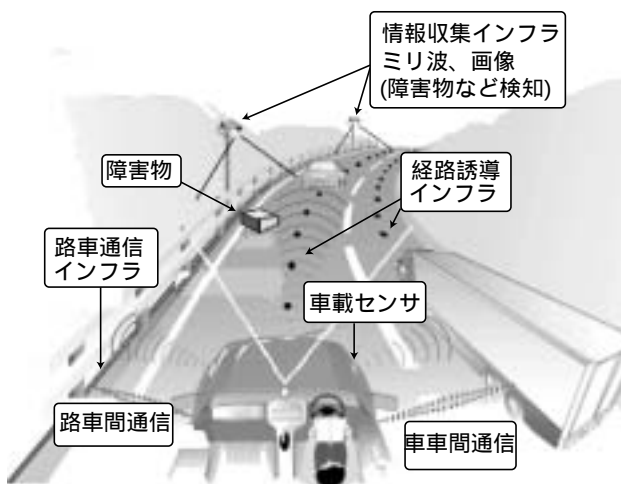


図-4 AHSのシステム概要
Fig.4 Assistance for safe driving

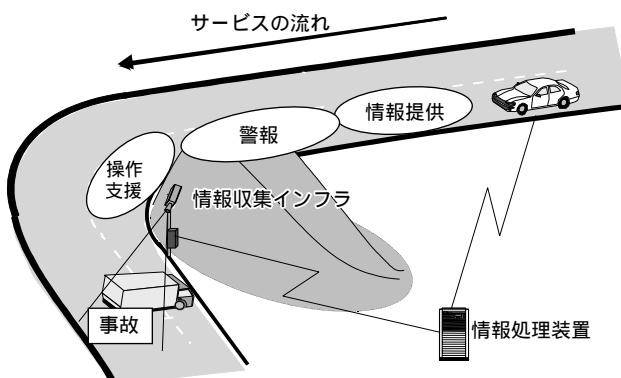


図-5 前方障害物衝突防止支援のサービスの流れ
Fig.5 Support Steps and Timing(Example of Forward Obstacle Collision Accident)

見通しの悪いカーブの先で事故が発生している場合を想定すると、まず、情報収集インフラ（ミリ波センサ、画像センサ）により障害物が検知され情報処理装置に送られる。次に情報処理装置で後続車両の危険有無を判断し、危険がある場合は、路車間通信により後続車両に情報提供される。

つまり事故の発生原因でもある 発見の遅れに対してはゆとりあるタイミングでの「情報提供」 判断の誤りに対しては煩わしくない「警告」 操作の誤りに対しては緊急「操作支援」に対応するものである。³⁾

AHSは運転を支援する機能に応じて3つのサブシステムに分類できる。AHS-i(Information)は情報収集の一部をシステムがサポートするもの。AHS-c(Control)は情報収集に加えて運転操作の一部をシステムがサポートするもの。そして、情報収集と運転操作を100%システムが行い、安全走行の責任までシステムが負うのがAHS-a(Automated cruise)である。

図-6にAHSの進化の考え方を示すが、i→c→aという機能の進化は、全ての道路、全ての車で同時に進むわけではない。高度なインフラを必要とする機能は一部の道路から装備が進み、そのサービスを受けるのは対応するシステムを搭載した車に限られる。つまり、AHSは段階的に、不連続に進化していくと考えるのが現実的といえる。²⁾

AHSRA富士通研究室は、1996年度よりAHS-iの実現に向け障害物検知用ミリ波レーダ装置の開発に取組み、実験を繰返しながらか検出距離の伸長、高速スキャン、信号処理の高速化など、富士通のもつシステム技術や要素技術と富士通テンがもつミリ波レーダ技術開発力をうまく補完しあい開発を推進してきた。

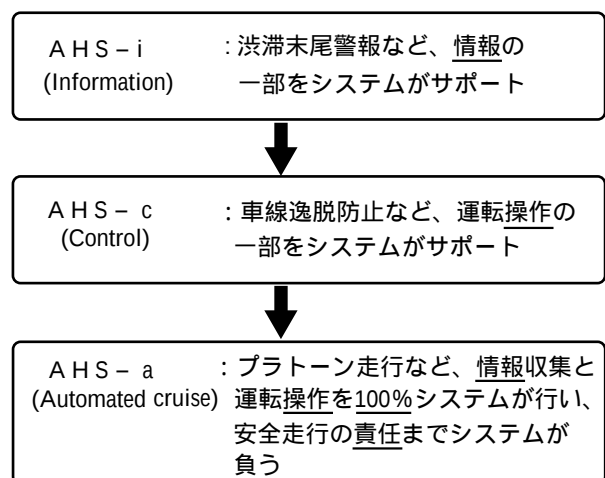


図-6 AHSの進化の考え方
Fig.6 Evolving AHS

3．障害物検知用ミリ波レーダ装置

障害物検出装置は路上の落下物や停止車両、事故車両、動物など種々の障害物の位置、速度を時間帯および気象条件によらず瞬時に判定することが必要である。

以下に概要を紹介する。

3.1ミリ波とは

ミリ波は波長がミリメートル(10mm～1mm)で、周波数でいえば30GHz～300GHzの電波である。

ミリ波は、雨、霧、空気の乱流、太陽光などの自然環境や対象物の色などの影響を受け難く、また、マイクロ波帯以下の周波数と比べると、ドップラシフトが大きく相対速度が精度良く測定できる。これらのことより道路に設置される障害物検知装置のセンシングとしては非常に有利である。

ミリ波レーダを車両の制御に用いた例として、ACC(Adaptive Cruise Control System=車間制御付きクルーズ)が一部、実用化されている。これは、安全性のほかに利便性も重視したシステムでありミリ波レーダはキーセンサとして重要な役割を担っている。

3.2FM-CWレーダ方式

ミリ波レーダの方式としてはパルス方式、FM-CW方式、二周波CW方式、スペクトラム拡散方式(SS方式)が一般的である。

表-1 ミリ波レーダの方式比較

方式	特徴
パルス方式	マルチターゲットの影響を受け難いが高速広帯域の信号処理が必要。
FM-CW方式	高周波部の構造が単純で速度極性の識別が可能。
二周波CW方式	占有周波帯幅が狭くてすむが、相対速度が0の時、計測できない。
SS方式	情報通信手段として発達してきた方式で電波障害、干渉に強く、測距と同時に通信も可能。 ただし、高速で広帯域の相関器が必要。

それぞれの特徴を表-1に示すが、今回の開発におけるレーダ方式としては特に、高周波部が簡易な構成で実現でき、また、ターゲットまでの距離と相対速度を同時に計測できることからFM-CW(Frequency-Modulated Continuous Waves)レーダ方式を採用した。

FM-CWレーダの原理図を図-7に示す。三角波でFM変調した送信波をアンテナより出力する。また、障害物など目標から反射してアンテナで受信した受信波と送信波の一部をミキシングすることでビート信号周波数を得る。ビート周波数 f_B は式(1)で表される。

$$f_B = f_R \pm f_v \cdots \cdots (1)$$

f_R ：距離周波数(目標との距離に比例する)

f_v ：速度周波数(目標との間の相対速度に比例する)

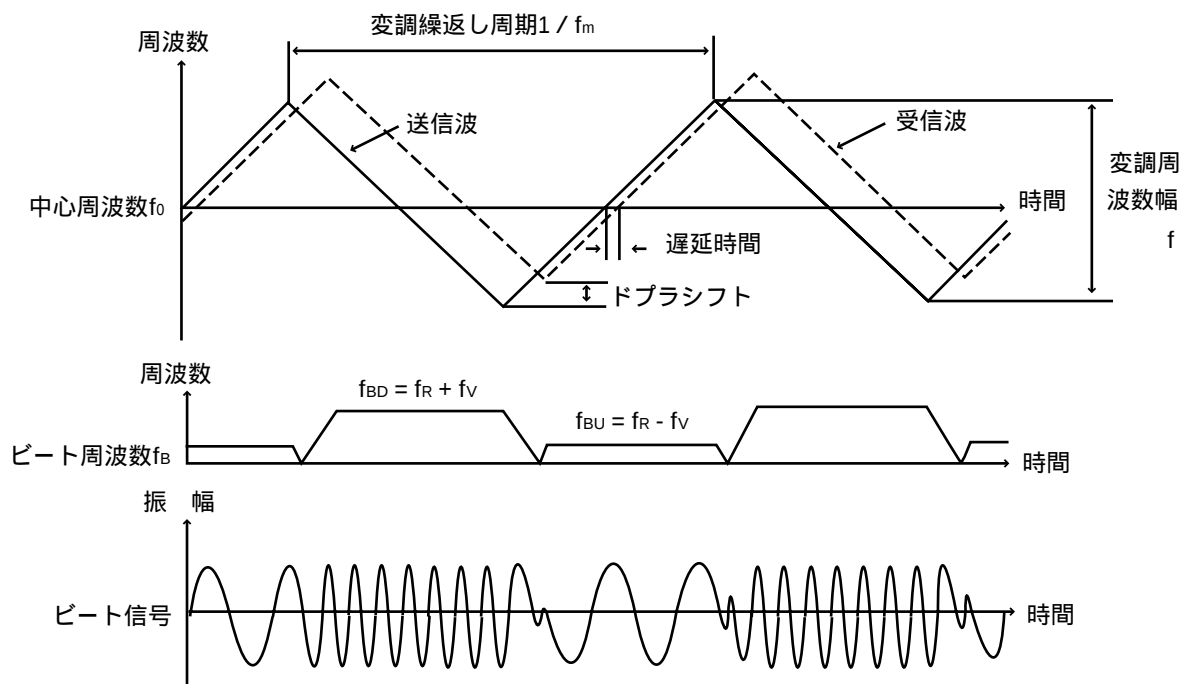


図-7 FM-CWレーダ方式の原理

Fig.7 Principle of FM-CW radar

式(1)の+符号は送信波の周波数が降下する区間に得られるビート信号の周波数(ダウンビート f_{BD})で、-符号は上昇する区間に得られるビート信号の周波数(アップビート f_{BU})である。

f_{BD} 、 f_{BU} は次式で表される。

$$f_{BD}=f_R + f_V \cdots \cdots (2)$$

$$f_{BU}=f_R - f_V \cdots \cdots (3)$$

また、 f_R 、 f_V は次式で表される。

$$f_R = \frac{4 \Delta f R f_m}{c} \cdots \cdots (4)$$

$$f_V = \frac{2 f_o V}{c} \cdots \cdots (5)$$

c : 電波伝播速度(=光速)

f_m : 三角波の変調周波数

f_o : 中心周波数

Δf : 三角波の変調幅

式(1)～(5)により距離 R 、速度 V は次式で導かれる。

$$R = \frac{(f_{BD} + f_{BU}) c}{8 \Delta f f_m} \cdots \cdots (6)$$

$$V = \frac{(f_{BD} - f_{BU}) c}{4 f_o} \cdots \cdots (7)$$

すなわち、周波数増減区間毎のビート信号周波数 f_{BU} と f_{BD} をそれぞれ計測し、その和と差を計算することで距離と相対速度を求めることができる。

次に、ターゲットからの反射波の受信電力は以下に示すレーダ方程式で求めることができる。⁵⁾

$$Pr = \frac{\lambda^2 P_t G_t G_r \sigma}{(4 \pi)^3 R^4 L_a L_r} \cdots \cdots (8)$$

ここで、

P_t, P_r : 送信および受信電力

G_t, G_r : 送信および受信アンテナ利得

R : ターゲットまでの距離

L_a : 大気減衰

L_r : 降雨減衰

λ : 波長

σ : 反射断面積

3.3障害物検知用ミリ波レーダの要件

障害物検知用ミリ波レーダは道路を跨ぐガントリの上などの高所(高さ約5m)に、ある程度の俯角をもって設置される。

検知対象物の距離計測範囲は移動体、静止体にかかわらず、数十m～百数十m程度で2～3車線分の範囲をカバーすることが求められ、また、計測速度は0km/h～±200km/h程度である。

検知対象物としては、ダンボール、木材、人、自転車などの反射レベルの低いものから、自動車、トラックなどの反射レベルの高いものまで検出する必要がある。

障害物検知用ミリ波レーダでは、上述の検知対象物の条件に加え降雨減衰や自由空間伝搬に対する減衰値を考慮して必要なアンテナ利得、送信電力等を設計する必要がある。また、落下物の位置精度や高速移動体の捕捉性能を上げるため、木目細かにかつ、高速のスキャンニング技術とデータ処理技術も必要となる。

3.4障害物検知用ミリ波レーダ装置の構成

障害物検知用ミリ波レーダは小電力ミリ波レーダの技術的条件として下記に示す法制化内容に準じており(財)テレコムエンジニアリングセンターの技術基準適合証明を

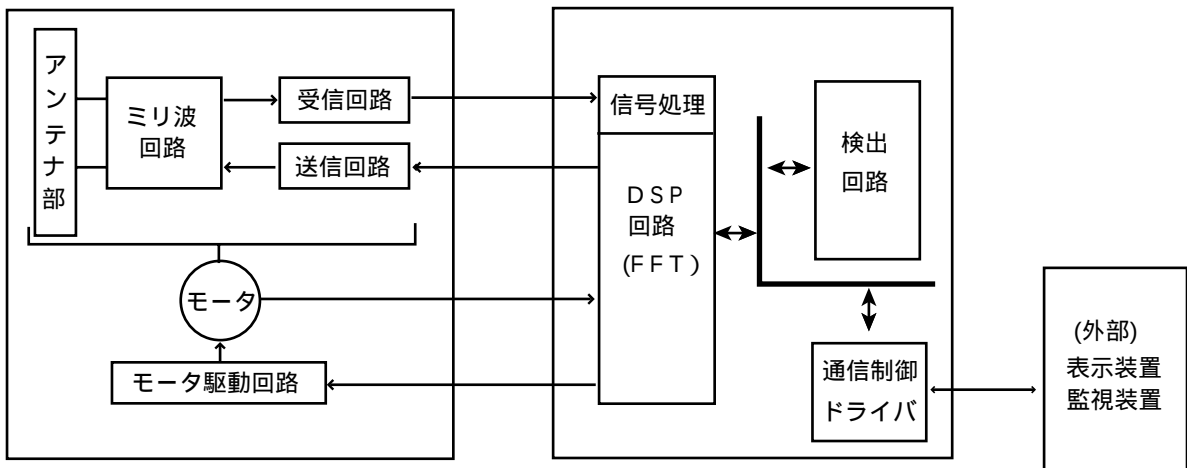


図-8 システムブロック図
Fig.8 Block diagram

取得している。

無線周波数帯：60GHz

空中線電力：10mW以下

空中線利得：40dB以下

周波数帯域幅：1GHz以内

図-8にレーダ装置のブロック図を示す。平面アンテナをミリ波回路部に導波管接続し、送信回路、受信回路ともアクチュエータで左右にスキャンする。信号処理部ではレーダのビート信号をAD変換しDSP回路にて周波数分析を行い距離、相対速度、角度情報を演算する。これらの演算値はバスを通して検出回路に送られ、検出回路部にて危険度を判断し通信制御ドライバを通して外部の表示装置などに出力する。表-2に主要諸元を示す。

表-2 ミリ波レーダ装置の主要諸元

項 目	諸 元
送信周波数帯	60～61GHz
送信出力	3mW以下
電波形式	F3N
変調方式	FM-CW
最大検出距離	100m以上
アンテナ	平面アンテナ
アンテナ利得	31dBi以上
スキャン角度	±14°以内

3.5ミリ波レーダ部

ミリ波レーダの中で最も重要でブレークスルーの大きい部分はミリ波回路である。複数のMMIC (Monolithic Microwave IC) モジュールを組合わせ、バイアス回路基板と合せてミリ波送受信を行うトランシーバユニットを構成する。

FM変調信号を30GHzVCO(Voltage Controlled Oscillator) に入力し、2逓倍したあと、増幅を行いアンテナから60GHz帯の電波を輻射する。アンテナで受信した信号は増幅した後、ミキサで送信信号と合成してIF信号となる。

また、MMICはゲート幅が0.15μmのInGaP/InGaAs化合物半導体プロセスによるHEMT(High Election Mobility Transistor)を組合わせて設計している。⁹⁾このHEMTは、特に、ミリ波帯の特性に優れた半導体であり、ミリ波回路部は世界トップレベルの半導体技術を使って富士通グループで実現している。

アンテナ部としては、薄型、小型化に対して有利なトリプレート線路構造の512素子平面アンテナを採用した。障

害物検知用ミリ波レーダ装置は約5mの高さに設置され、ある範囲でスキャンするため、アンテナの設計においては水平、垂直のビーム幅の設定に工夫した。

3.6信号処理認識部

信号処理認識部は、信号処理回路と検出処理回路からなる。信号処理回路では、ミリ波レーダ部から得られたビート信号をAD変換しDSP回路でFFT処理とペアリング処理を行なうことで距離、相対速度、そして角度情報を得る。これらの情報から検出処理回路で障害物の位置を検出する。この障害物を検出するアルゴリズムには障害物検出有無検出機能と障害物位置検出機能が有る。その機能を実現する処理フローを図-9に示す。

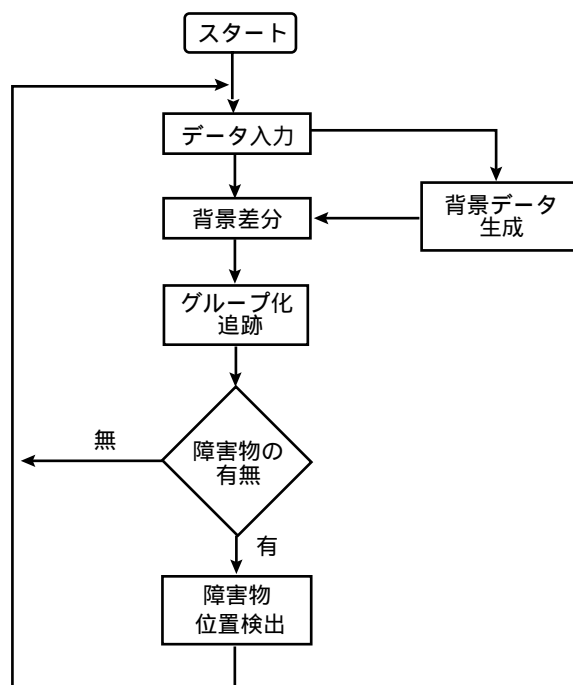


図-9 障害物検出の処理フロー

Fig.9 Flow chart of the detection algorithm

具体的な流れを示すと、まず、障害物の無い状態で取得したデータを背景データとして保存し、これと測定したデータの差分を行ない、グループ化を行う。これにより、いままでに存在しなかったグループが抽出される。次に走査毎にそのグループを追跡することにより、移動しないグループを障害物として検出し、同時に位置を検出することで障害物を特定する。また、背景データは入力データに一種のローパスフィルタをかけ、移動するグループを排除することにより検出する。

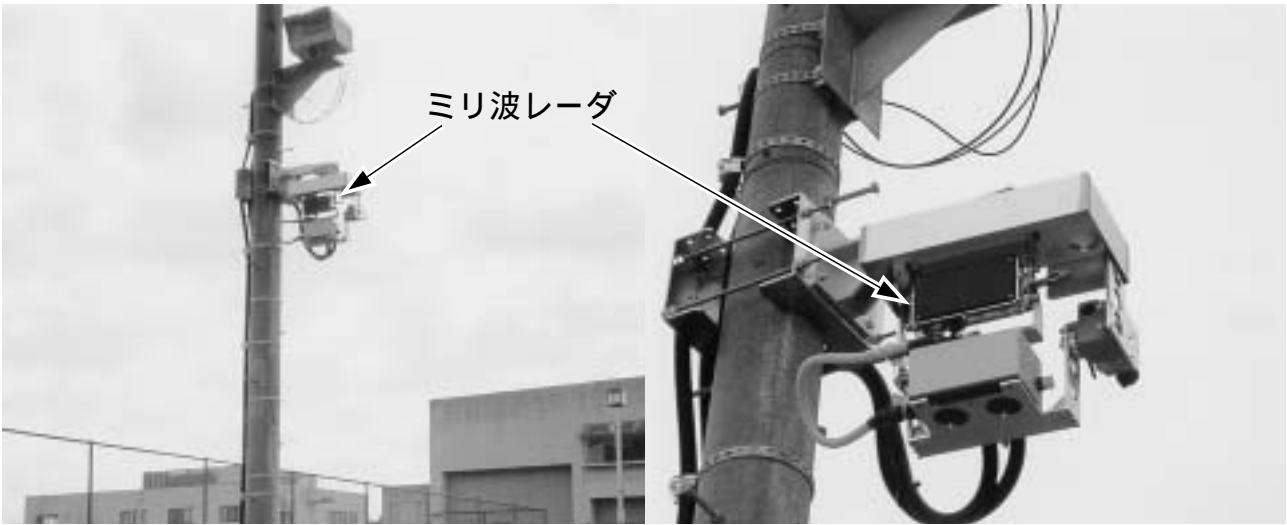


図-10 ミリ波レーダ装置状態
Fig.10 Millimeter-wave radar installation

4 . 障害物検出性能

道路上の障害物や気象などの環境条件を考慮し、建設省土木研究所のテストコースや雨霧実験施設、また北海道開発局開発土木研究所石狩吹雪実験場にて種々の実験を行い、障害物検出性能の検証をおこなった。以下に実験結果を紹介する。

4.1晴天時での障害物検出実験⁷⁾

検出性能の基本データとして晴天時での障害物検出実験をおこなった。ミリ波レーダ装置は図-10に示すように、

路肩にある電柱に設置し路面からの高さは4.5mである。

4.1.1検出距離

テストコース上の10mから15mおきに各種障害物を一つ置き、検出実験を行った。ミリ波レーダは3車線（各車線幅は3.8m）あるうちの右車線中央に設置した。

検出対象となる障害物は、車両のドライバーが危険と感じる物を想定し、金属（10cm，30cm，50cm立方体）、ダンボール（10cm，30cm，50cm立方体）、木材（10cm，30cm，50cm立方体）、タイヤ（大型・小型車用）、自転車を用いた。

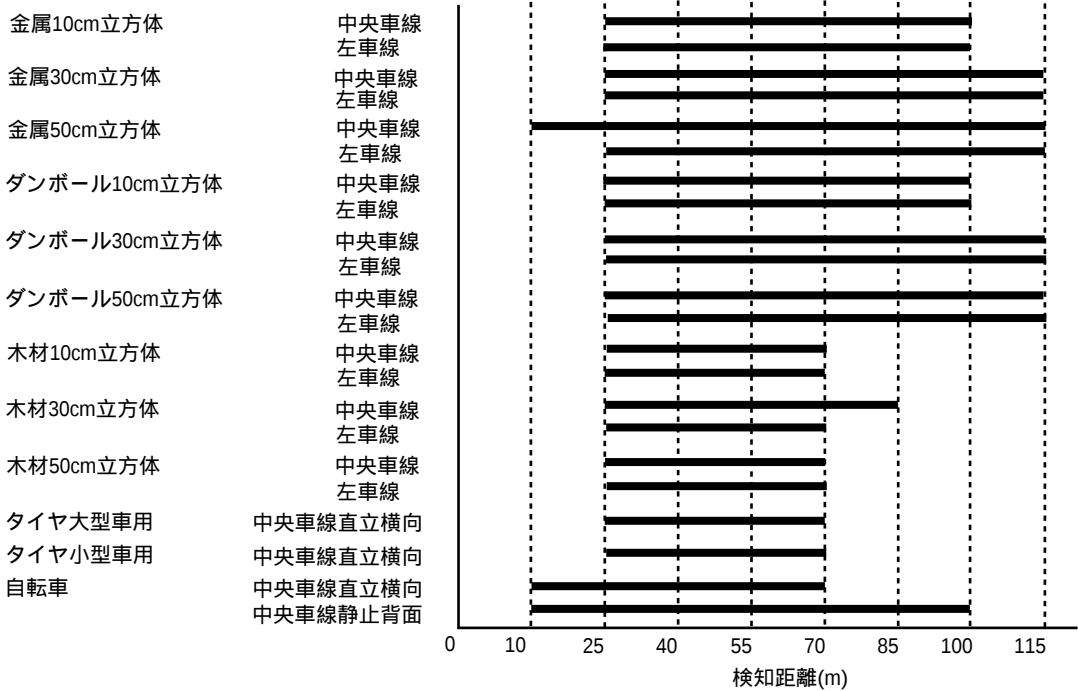


図-11 障害物検出結果
Fig.11 Obstacle detection result

検出結果として対象物と検出可能範囲を図-11に示す。

比較的小さな障害物でも遠距離まで検出できることを確認した。また、25m以下の近距離で検知していないのは、ミリ波レーダの設置条件によりアンテナの3dBの検知幅に入らなかったためである。

4.1.2 距離誤差

代表的なサンプルとして30cm角金属立方体障害物の距離誤差解析を行った。

距離誤差の解析はミリ波レーダを基準とした極座標を道路の車線を基準とした直行座標に変換して、相対誤差を評価した。

各地点での距離誤差は、1m以内におさまっており距離精度を比較的高精度で検出できることを確認した。(表-3)

表-3 距離誤差

地点	中央車線(m)		左車線(m)	
	実距離	計測誤差	実距離	計測誤差
25m	25.74	0.46	25.75	0.48
40m	40.28	0.17	40.26	0.89
55m	55.45	0.53	54.38	1.39
70m	70.98	0.00	70.77	0.09
85m	85.98	0.01	85.86	0.05
100m	100.99	0.25	100.90	0.09

4.1.3 位置検出⁸⁾

走行車両からダンボールを路上に落下させダンボールの位置検出を行う実験を行った。実験はミリ波レーダの前方、40mの地点でダンボールを落下させ、車両はそのまま走り去る。実験の様子を図-12に示す。



図-12 位置検出実験の様子

Fig.12 Photograph of position detection test

実験結果を図-13に示すが、(a)はダンボールを落下後、車両が約50m位置に達した瞬間のデータである。このデータには、ダンボール、車両、路側物をミリ波レーダが

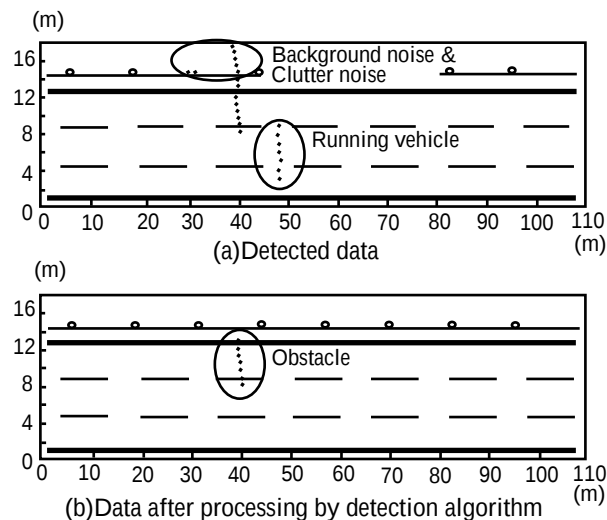


図-13 実験結果

Fig.13 Experimental results

検出している。このデータを障害物検出アルゴリズムで処理することにより、(b)に示すように障害物のみを表示する。なお、複数ポイントの表示があるのは、ミリ波レーダが左右にスキャンした時に複数のビームが障害物を検知していることを示す。このデータを位置検出アルゴリズムで処理することにより、障害物の位置を特定する。

この実験を数十回おこない未検知、誤検知がなく確実に障害物の位置検出ができることを確認した。

4.2 雨霧条件下での障害物検出実験⁹⁾

晴天時との比較実験として雨、霧の発生条件を人工的に制御できる施設を使用し、障害物検出実験を行った。

ミリ波レーダ設置は図-14に示すように、トンネル内の梁に吊り下げる形で設置し、地上からの高さは5.4mであ



図-14 ミリ波レーダ設備状態

Fig.14 Millimeter-wave radar installation



図-15 雨霧実験施設での実験の様子
Fig.15 Photograph of conducting experiments in the facility for rain and fog test

る。また、実験の様子として霧発生状態を図-15に示す。
実験は雨霧発生条件を変化させ、10mから15mおきに障害物を一つ置き、検出実験を行った。雨霧発生条件として雨の場合、雨量は20mm/h、55mm/h、100mm/hなど、霧の場合、視程20m、50m、100mなどで検出実験を行い、

各障害物に対する検知距離を確認した。
実験結果として、各障害物に対する検出可能範囲を図-16にまとめた。
今回の結果と4.1.1項の晴天時の結果を比較しても、晴天時での検出性能に劣ること無く、ほぼ同等の検出結果を得た。また、25m以下の近距離で検知していないのは、4.1.1項と同様のことが言える。

4.3寒冷地での障害物検出実験¹⁰⁾
ミリ波レーダは高さ4.5mのガントリー上に設置しターゲットとして乗用車が遠方より近づいてくる場合の検出実験を行った。天候は吹雪で視程は70m～90mである。ミリ波レーダ設置状態と実験風景をそれぞれ図-17、図-18に示す。

検出結果を図-19に示すが吹雪による影響はこの程度の視程では、ほとんど影響は無く、晴天時と変わらないことを確認した。

4.4実験結果のまとめ
ここに紹介したのはほんの一例である。AHSRA富士通研究室は建設省土木研究所テストコースなどにおいて種々の実験条件で障害物検出実験を繰返し実施してきた。これらの実験により検出可能範囲、位置精度、速度精度など基本データを数多く取得した。また、環境の変化を

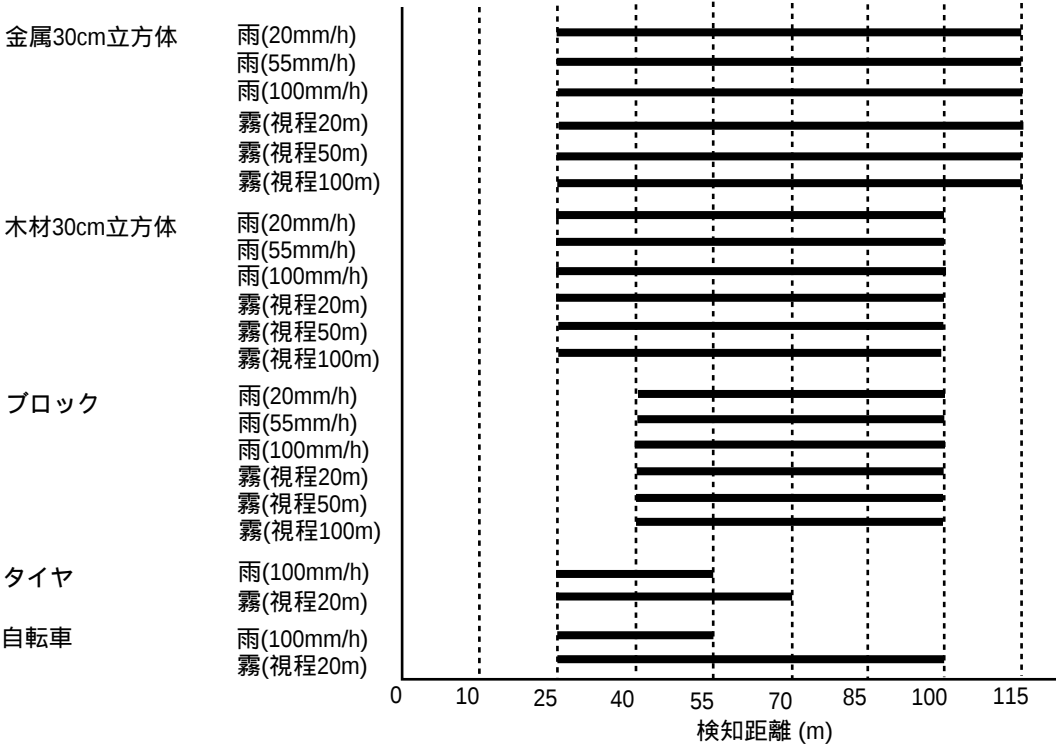


図-16 雨霧条件での障害物検出結果
Fig.16 Obstacle detection results under rain and fog conditions



図-17 門構に取付けたミリ波レーダ装置
Fig.17 Millimeter-wave radar installed on the gantry



図-18 門構の上から見た実験の様子
Fig.18 View from the gantry of detection test

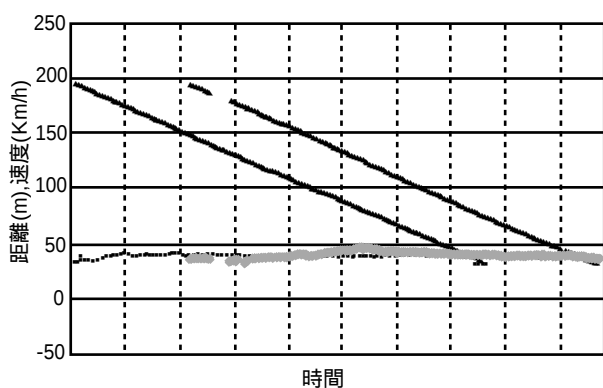


図-19 吹雪時の走行車両検出結果
Fig.19 Detection results in snowstorm for running vehicle

交えた実験も行い晴天、雨霧、雪、夜間などのような条件下でも安定した障害物検出性能を有していることを確認した。

従って、道路に設置される障害物検知センサとしてミリ波レーダを考えた場合、本装置のもつ基本性能で障害物検知センサが実現できると考えている。

5. おわりに

交通事故、渋滞、環境への影響と、20世紀末の現在、道路交通は世界同時進行で危機に瀕している。ITSは、こうした20世紀の負の遺産を清算して、効率的な交通体系を実現させるために登場してきた。我々は21世紀の夢の実現に向けてさらなる開発を推進していきたい。

なお、本研究は建設省土木研究所殿の委託研究に基づき

AHS研究組合の富士通研究室で実施した内容である。この書面を借りまして、ご指導いただいた建設省土木研究所ITS研究室殿に深謝いたします。

参考文献

- 1) 技術研究組合 走行支援道路システム開発機構：
Smart Cruise 21パンフレット
- 2) 徳山、岩崎、加藤：知能道路2001．日本経済新聞社
- 3) 建設省道路局ホームページ：
<http://www.moc.go.jp/road/index.html>
- 4) 技術研究組合 走行支援道路システム開発機構
ホームページ：<http://www.ahsra.or.jp/>
- 5) 山脇、山野：60GHz帯自動車用ミリ波レーダ．
富士通テン技報，Vol.15 No.2
- 6) K.Fujimura,M.Hitotsuya,S.Yamano,H.Higashida：
76GHz MILLIMETER-WAVE RADAR FOR ACC．
Convergence*99，SAE Paper 99AE019
- 7) 川崎、関、田村、堀松：FM-CWミリ波式障害物検知
センサの基礎実験．1998年電子情報通信学会ソサイエ
ティ大会，SAD-5-7
- 8) 石井、梶木、関：ミリ波センサを用いた障害物検出．
1999年電子情報通信学会総合大会，A-17-24
- 9) 建設省 土木研究所 高度道路交通システム研究室、
技術研究組合 走行支援道路システム開発機構：走行
支援道路システム技術研究開発研究成果報告書，第五
分冊，平成10年度
- 10) 北海道開発局開発土木研究所/富士通株式会社：
冬期道路の安全走行支援システムの開発に関する
研究．平成9年度

筆者紹介

山脇 俊樹（やまわき としき）



1984年入社。以来、カーオーディオ製品の生産技術、カーオーディオ用ハイブリットICの開発・設計、ミリ波レーダの開発・設計にに従事。現在ITS事業推進本部第一技術部在籍。

山野 眞市（やまの しんいち）



1980年入社。以来、電装製品のハード設計に従事。1996年よりミリ波レーダシステムの設計に従事。現在ITS事業推進本部第一技術部次長。

加藤木 豊（かとうぎ ゆたか）



1987年富士通（株）入社。以来、防衛関連機器の開発に従事。1997年よりITS事業推進本部技術部に移籍しミリ波レーダの開発に従事。現在、富士通（株）ITS事業推進本部技術部在籍。

田村 寿仁（たむら としひと）



1977年富士通（株）入社。以来、人工衛星の追跡管制システム開発に従事。1997年より技術研究組合、走行支援道路システム開発機構（富士通研究室）にて道路状況把握システムの研究開発に参画。現在、富士通（株）ITS事業推進本部技術部担当課長。

大平 泰幸（おおひら やすゆき）



1981年富士通（株）入社。以来、パッケージソフト開発、汎用機システム運用ユーザサポートを経て1997年よりITS関連のシステム開発に従事。現在、富士通（株）ITS事業推進本部システム部に在籍。