永久保存

建設省土木研究所
12.6.21
図書館

共同研究報告書
整理番号第50号

路車間情報システムの開発に関する共同研究報告書（その1）

平成2年12月

建設省土木研究所

アンリツ株式会社　沖電気工業株式会社　オムロン株式会社
住友電気工業株式会社　株式会社東芝　株式会社本田技術研究所
株式会社日立製作所　ソニー株式会社　日本無線株式会社
日本電気株式会社　日本電気ホームエレクトロニクス株式会社
日産自動車株式会社　日本ビクター株式会社　日本電装株式会社
トヨタ自動車　富士通株式会社　富士通テン株式会社
松下通信工業株式会社　マツダ株式会社　古河電気工業株式会社
古野電気株式会社　三洋電機株式会社　三菱電気株式会社
三菱重工業株式会社　矢崎総業株式会社

済

Copyright © (1990) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

共同研究報告書
整理番号５０号

路車間情報システムの開発に関する共同研究報告書（その１）

建設省土木研究所

道路部長	柴田　正雄	日本電気株式会社	野地　善孝
道路交通総括研究官	神崎　紘郎	日本電気ホームエレクトロニクス株式会社	小野　治
道路研究室長	松村　哲男	日本ビクター株式会社	佐無田　修
道路研究室研究員	田中　靖資	日本電装株式会社	井上　五郎
道路研究室	今長　信浩	トヨタ自動車	杉本　宥
アンリツ株式会社	鈴木　勇	富士通株式会社	石田　和徳
沖電気工業株式会社	福井　良太郎	富士通テン株式会社	田中　修
オムロン株式会社	鶴井　省三	松下通信工業株式会社	森末　文憲
住友電気工業株式会社	芝野　儀三	マツダ株式会社	正路　太
株式会社東芝	橋詰　正雄	古河電気工業株式会社	吉田　進
株式会社本田技術研究所	池上　雅幸	古野電気株式会社	山内　典之
株式会社日立製作所	遠藤　晃	三洋電機株式会社	細川　義夫
ソニー株式会社	鈴木　忠男	三菱電気株式会社	野田　博司
日本無線株式会社	片倉　邦彦	三菱重工業株式会社	岸本　多久雄
日産自動車株式会社	関根　学	矢崎総業株式会社	中村　啓二

要旨：路車間情報システムの開発に関する共同研究報告書（その１）

本報告は，建設省土木研究所と民間企業25社との共同研究で開発を行った路車間情報システムの開発について昭和61年度から平成元年度までの研究成果を取りまとめたものである。

路車間情報システムとは，路側に置かれた通信機と車の間で種々の情報を送ろうとするシステムでありナビゲーション機能，情報サービス機能，個別通信機能の構築を目的としている。本システムを構築するには，無線通信技術，車載情報処理・表示機器，デジタル道路地図など様々な新しい技術が必要となる。本報告書はそれらの研究成果を取りまとめたものである。

キーワード：路車間情報システム，ナビゲーション，デジタル道路地図

まえがき

「いつでも,誰でも,どこへでも」や「戸口から戸口へ」といった言葉に代表されるように，交通手段としての自由度の高さが自動車の魅力と言える。

この魅力がゆえに，自動車の普及は目を見張るものがあり，自動車の保有台数は4,800万台へ，運転免許の保有者数は5,500万人にまで達し,自動車は，我々の国民生活にとって，不可欠な存在となっている。

一方，自動車交通を支えるインフラストラクチャとしての道路に目を向けると，昭和29年に始まった第一次道路整備五ヶ年計画以降,現在に至るまでの間,わが国の道路整備水準は,着実に改善されてきた。しかしながら,その道路整備も,交通需要の伸びには及ばず，今日の道路交通問題を惹起させる所となっている。

各種世論調査の結果も，この様な社会状況を反映して，道路整備の促進を求める声が大きく，大都市・地方を問わず，７割強の人が道路整備の促進を求めている。また道路整備の内容としては，交差点の立体化，駐車場の整備，分かりやすい道路標識の整備を求める声が，上位にランクされている。この事は，交通渋滞に対する不満の大きさと共に，空き駐車場を求めての，あるいは地理の不案内による“うろつき現象”の多い事を示唆している。

ある調査結果（注１）によれば，最短距離の経路選択を意図しつつも，結果として最短距離の経路選択に成功しているドライバの数は概ね50％であると報告されている。また別の調査結果では，自動車の総走行距離のうち２～４％が，“迷走”などによる不必要な交通であると報告されている。

真に快適な交通環境の創出には，質の高い高速交通ネットワークの充実を柱に，各機能に応じた道路網の整備を進めていくと同時に，道路空間の有効利用を図るべく，道路交通の管理・運用面に着目した道案内（ナビゲーション）や道路交通情報提供システムの充実も大きな課題といえる。

一方,近年における電気通信技術や情報処理技術の発展は,様々な情報通信メディアの出現を可能としてきた。

今後の道路における情報通信サービスに対するニーズの拡大を考えると，新技術を活用した，高度な道路交通情報の提供や，新たな情報通信ニーズに応え得るシステムの開発が望まれる。

このような情勢を踏まえ建設省では路車間での情報通信システムの開発を図るべく昭和61年度より３ケ年計画(後に１年間延長,総研究期間昭和61年～平成元年の４ヶ年）で民間メーカー25社（61年度は23社）との路車間情報システムの開発，実用化のための共同研究を実施してきた。本報告書はそれらの成果のうち昭和61年度～昭和63年度の成果について報告するものである。

（注１）　参考文献１)，２)参照

目　　次（本編）

まえがき

1．路車間情報システムの概念 …… 1－1

1．1　通信方式の概要 …… 1－1

1．2　構築する機能 …… 1－2

1．3　移動体通信システムにおける路車間情報システムの位置付け …… 1－3

2．全体研究計画と各年度ごとの研究成果の概要 …… 1－5

2．1　昭和61年度の研究目的研究成果 …… 1－5

2．2　昭和62年度の研究目的研究成果 …… 1－6

2．3　昭和63年度の研究目的研究成果 …… 1－6

2．4　平成元年度の研究目的研究成果 …… 1－7

3．無線通信技術 …… 1－9

3．1　間欠極小ゾーン方式の意義 …… 1－9

3．1．1　通信方式検討の前提条件 …… 1－9

3．1．2　通信の特徴 …… 1－10

3．1．3　既存システムとの比較検討 …… 1－10

3．2　通信媒体の検討 …… 1－14

3．3　誘導無線方式 …… 1－17

3．3．1　原理と特徴 …… 1－17

3．3．2　実験仕様 …… 1－19

3．3．3　通信領域・通信品質の評価 …… 1－25

3．3．4　伝送容量の改善の可能性 …… 1－38

3．4　準マイクロ波方式 …… 1－40

3．4．1　原理と特徴 …… 1－40

3．4．2　通信仕様の検討 …… 1－41

3．4．3　通信領域・通信品質の評価 …… 1－47

3．4．4　位置標定・走行方向識別方法の評価 …… 1－52

3．4．5　電波伝播シミュレーションを利用した通信領域の解析 …… 1－54

3．4．6　通信仕様の提案 …… 1－68

4．ナビゲーション …… 1－73
4．1　車載装置の構成・配置と機能概要 …… 1－73
4．1．1　位置検出機能 …… 1－77
4．1．2　位置算定機能 …… 1－80
4．1．3　位置補正機能 …… 1－81
4．1．4　情報処理機器・機能 …… 1－83
4．1．5　情報表示機器・機能 …… 1－84
4．2　経路誘導・探索機能 …… 1－85
4．2．1　経路探索機能 …… 1－85
4．2．2　経路表示機能 …… 1－86
4．2．3　経路誘導機能 …… 1－87
4．3　各種情報処理機能の概要 …… 1－89
4．3．1　簡易ナビゲーションの概要 …… 1－89
4．3．2　駐車場情報の概要 …… 1－97
4．3．3　道路交通情報（情報ビーコン）の概要 …… 1－102
4．4　地図記号の標準化案 …… 1－107
4．5　デジタル道路地図 …… 1－111
4．5．1　地図の種類と形式 …… 1－111
4．5．2　ナビゲーション用道路地図に求められる要件 …… 1－112
4．5．3　デジタル道路地図における位置の数値化 …… 1－113
4．5．4　デジタル道路地図作成の概略手順 …… 1－115
4．5．5　パイロットデータのファイル構成とその問題点 …… 1－116
4．5．6　標準フォーマット案 …… 1－117
4．5．7　対象道路の採択基準 …… 1－121
4．5．8　計測基図 …… 1－122
4．5．9　標準フォーマット案のファイル構成 …… 1－123
4．6　位置ビーコンの設置間隔と配置手法 …… 1－125
4．6．1　位置ビーコンの設置間隔 …… 1－125
4．6．2　位置ビーコンの配置手法 …… 1－128
4．6．3　ビーコン配置に関するその他の留意点 …… 1－129
4．6．4　全国でのビーコン配置必要総数 …… 1－130
4．7　ナビゲーションシステムの経済効果の推計 …… 1－131
4．7．1　ドライバーの経路選択行動 …… 1－131
4．7．2　経路選択モデル …… 1－132
4．7．3　整備費用と整備効果の比較 …… 1－138

5．個別通信システム …… 1－139
5．1　既存および計画中の移動体通信システム …… 1－139
5．2　個別通信システムのニーズ調査 …… 1－152
5．2．1　ニーズ調査の目的 …… 1－152
5．2．2　ニーズ調査の方法 …… 1－152
5．2．3　アンケート調査結果 …… 1－153
5．2．4　インタビュー調査結果 …… 1－158
5．2．5　ニーズ調査結果のまとめ …… 1－160
5．3　個別通信システムに要求される機能 …… 1－161
5．3．1　情報化ニーズの整理 …… 1－161
5．3．2　道路管理者としての要求機能 …… 1－162
5．3．3　道路利用者としての要求機能 …… 1－164
5．3．4　要求される機能のまとめ …… 1－166
5．4　実現可能なサービス機能の整理 …… 1－167
5．4．1　サービス機能の抽出 …… 1－167
5．4．2　サービスイメージ …… 1－177
5．5　システム構築上のポイント …… 1－186
5．5．1　無線方式に関する検討 …… 1－186
5．5．2　有線ネットワークに関する検討 …… 1－191
5．5．3　車載端末機能に関する検討 …… 1－197
5．6　構成するシステムのイメージ …… 1－201
5．6．1　システム規模の想定 …… 1－201
5．6．2　総合システム構成イメージ …… 1－205
5．6．3　実験システムの構成イメージ …… 1－207
あとがき …… 1－216
参考文献 …… 1－217
研究担当者一覧（平成元年３月31日現在） …… 1－218

目　　次（資料編）

1．準マイクロ波ビーコンの通信領域と通信品質データの一例 …… 2－1

1）ＢＰＳＫ　変調方式（512Ｋｂｐｓ） …… 2－1

2）ＭＳＫ　変調方式（512Ｋｂｐｓ） …… 2－5

2．簡易ナビゲーションのデータ内容 …… 2－7

3．情報ビーコンのフレーム構成とデータ内容 …… 2－23

1）情報ビーコンのフレーム構成 …… 2－25

2）データ内容 …… 2－29

4．駐車場情報のデータ内容 …… 2－39

1）昭和62年度駐車場データ …… 2－41

2）平成元年度駐車場データ …… 2－42

5．各年度ごとの実験車機能一覧（机上実験システムを含む） …… 2－45

1）沖電気工業㈱実験システム・実験車 …… 2－48

2）住友電気工業㈱実験車 …… 2－52

3）㈱本田技術研究所実験車 …… 2－60

4）ソニー㈱実験システム …… 2－66

5）日本無線㈱実験車 …… 2－73

6）日本電気㈱実験車 …… 2－79

7）日本電気ホームエレクトロニクス㈱実験車 …… 2－84

8）日産自動車㈱実験車 …… 2－90

9）日本ビクター㈱実験システム …… 2－99

10）日本電装㈱実験車 …… 2－108

11）トヨタ㈱自動車実験車 …… 2－113

12）富士通㈱実験システム …… 2－124

13）富士通テン㈱実験車 …… 2－126

14）松下通信工業㈱実験車 …… 2－131

15）マツダ㈱実験車 …… 2－137

16）三洋電機㈱実験車 …… 2－145

17）三菱電気㈱実験車 …… 2－152

18）矢崎総業㈱実験車 …… 2－160

1. 路車間情報システムの概念

1．路車間情報システムの概念

1．1　通信方式の概要

路車間情報システムとは，路側に置かれた通信機と車の間の通信によって種々の通信を行うものであり，いわゆる移動体通信の一つに入る。移動体通信は方向性，通信の範囲，通信形態によって様々なものが考えられる。

本システムは，図１－１に示すような路側に設置されたビーコンを中心に，スポット的な狭い通信ゾーン（ビーコンの前後数10メートル程度）が間欠的に形成される間欠極小ゾーン方式によるデジタル通信システムであり，車が通信ゾーン内を通過する短時間のうちに，車と路上機の間で高速データ通信を行おうとするものである。

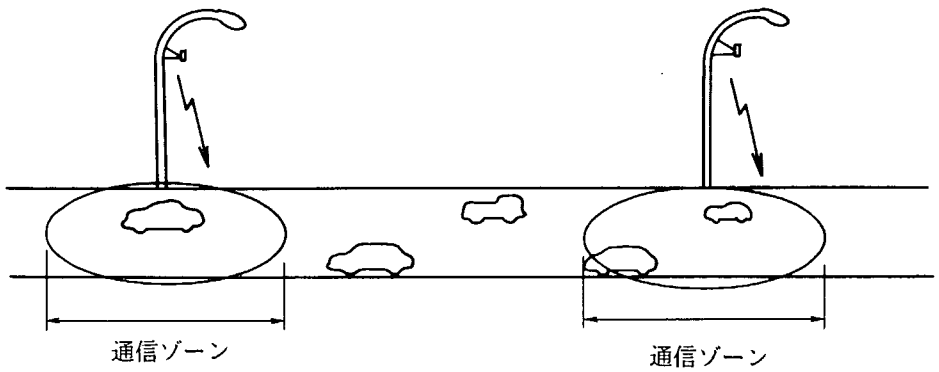


図１－１　間欠極小ゾーンの概念

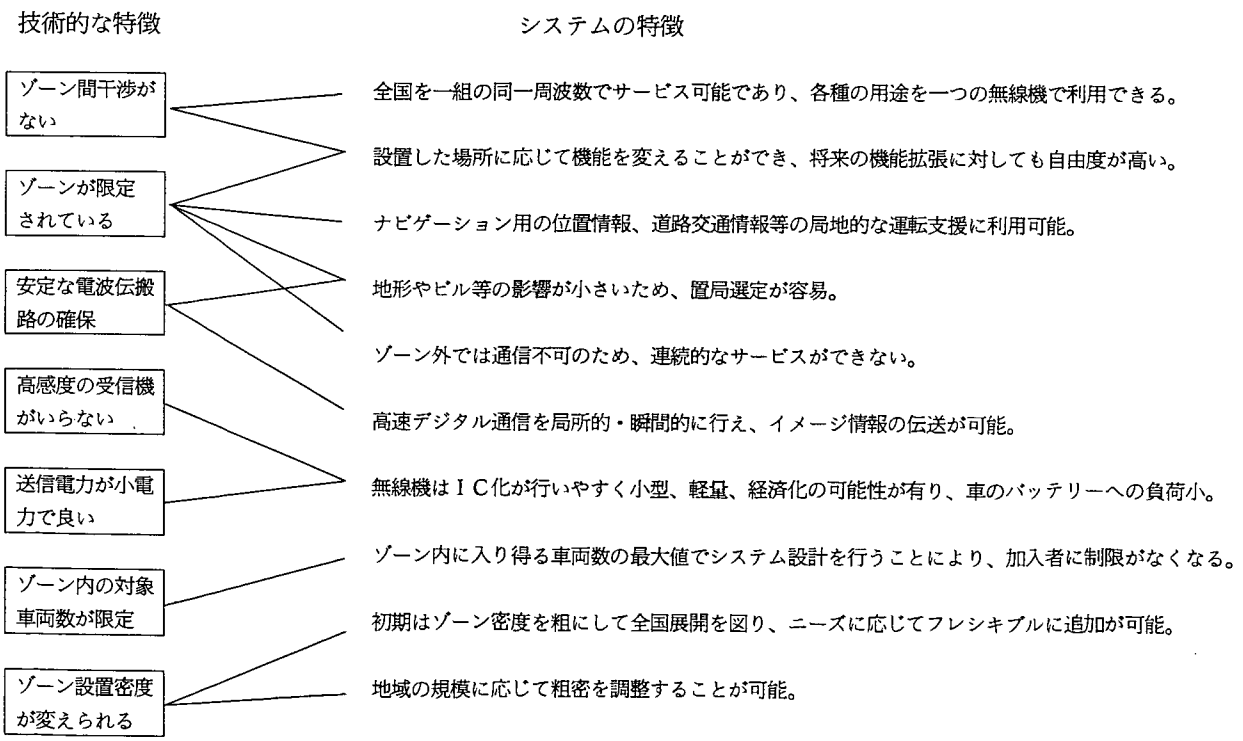


図１－２　システムの特徴

間欠的な通信ゾーン方式であるので，電話のような連続的な通信サービスは提供出来ないが，通信ゾーン相互の干渉がない，安定した電波伝播路の確保が可能であるなどのメリットが期待でき，その結果図１－２に示すような特徴を有するシステムの構築が考えられる。

１．２　構築する機能

本システムにおいては以下に示すナビゲーション機能，情報サービス機能，個別通信機能の構築を目的としている。なお図１－３にシステムイメージを示す。

(1)　ナビゲーション機能

ナビゲーション機能とは周辺の道路網情報と車両の現在位置情報をもとに，ドライバーを目的地まで誘導する機能である。なお，車両の現在位置検出は車載センサによる移動量の推測を基本とし，路上に設置された位置ビーコンからのデータ，及び車載のセンサと車載のデジタル道路地図の照合等によって行われる。

(2)　情報サービス機能

情報サービス機能とは路側に設置された情報ビーコンから道路交通情報や駐車場情報等の各種情報を送信し，車載機側でドライバーが目的に応じた情報を選択，表示する機能である。

(3)　個別通信機能

先に述べた２つの機能は，路上側からの片方向通信を前提としてる。これに対し個別通信機能は，車と基地局との双方向通信により，相互のメッセージ通信や車両行管理（ＡＶＭ）等を行うものである。

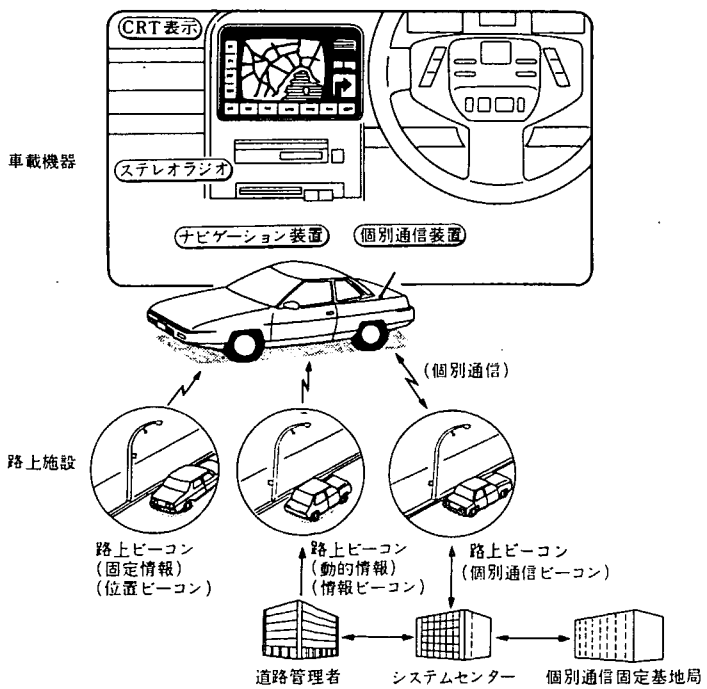


図１－３　システムイメージ

１．３　移動体通信システムにおける路車間情報システムの位置付け

移動体通信とは，無線による自動車・列車・船舶・航空機等の移動体と基地局，あるいは移動体同士の通信の総称であり，船舶通信・列車電話・ポケットベル・自動車電話・ＭＣＡシステム・パーソナル無線等がこれまで利用されている。移動体通信は無線を利用することにより，通信先の空間的な自由度を高めている所に大きな特徴がある。

一方，近年の高度情報化に伴い，コンピュータ・ファクシミリ等の情報通信機器が広く用いられ，そのためのデータ通信のニーズが急増している。移動体通信においても，情報通信技術の高度化，端末機器の小型軽量化・機能の高度化ともあいまって，データ通信に対するニーズが大きなものとなっている。

ここでは，路車間情報システムを，自動車を対象とする他の移動体通信システムと対比して，その特徴についてとりまとめた。

路車間情報システムは，①間欠極小ゾーン方式による通信，②高速デジタル通信の２点が特徴的である。

まず路車間情報システムは，「間欠極小ゾーン方式による通信」ということより，ナビゲーションシステムにおける位置補正機能を有することが可能である。逆に言えば，位置補正を行うためには局所通信でなければならず，他の移動体データ通信システムでは困難である。また，間欠極小ゾーン方式による通信により利用するチャンネルは上下方向各々１波で済み，電波資源の有効利用という点から効率的なシステムであるといる。

さらに「デジタル通信」により，高品質のデータ通信が可能となる等の特徴を有している。表１－１は，移動体データ通信システムの仕様比較を行ったものである。

表１－１　移動体データ通信システムの仕様比較

項目　システム名		自動車電話・連帯電話	ＭＣＡシステム	テレターミナルシステム	路車間情報システム
システム概要		自動車電話は，無線基地局・制御局・交換局・車載端末により構成され，音声による通話が主体であるが，パルス変調によりデータ通信を行う。	ＭＣＡシステム制御局とユーザが自らの負担で設置・管理する指令局・移動局とより成る。システムはユーザ毎の群により形成され，空きチャンネルの予約・指定という形態で通信を行っている。	テレターミナルは基地局として５km程度の間隔で設置され，端末との間でデータ通信を行う。テレターミナルは共同利用センターを経由して各ユーザのホストとつながっている。	路側に設置されたビーコンと車載端末の間で通信を行う。ビーコンには，スタンドアロンタイプのものとホストとオンライン化されたものとがある。
利用周波数		800 MHz 帯 (770 MHz～960 MHz)	800 MHz 帯 (770 MHz～960 MHz)	800 MHz 帯 (770 MHz～960 MHz)	2 GHz 帯 (2.6 GHz 実験仕様)
チャンネル数		600チャンネル	16チャンネル／システム	200チャンネル	――
伝送速度		600 bps	1200 bps	4800 bps	512～2048 Kbps
伝送量制限		――	通常１分で強制切断	基地局の通信領域	ビーコンの通信領域
通信範囲		3～10km	20～30km	約４km	65m程度
通信方式		アナログ	マルチチャンネルアクセス (アナログ)	パケット方式（デジタル）	パケット方式（デジタル）
使用電力	基地局	25W	40W	20W	0.1W
	移動局	５W	10W	５W	0.1W
利用料金		加入料18万円 基本料２万円／月 通話料10円／6.5秒	加入料23千円 基本料移動局3.5千／月 基本料指令局６千／月	加入料３千円／年 利用基本料１千円／月 通話料10円／1通話	
利用者数		15万台	15万台	――	――
変調方式		ＰＭ	ＦＭ	ＦＳＫ	ＢＰＳＫ

（ニューメディア白書等より作成）

2. 全体研究計画と各年度ごとの研究成果の概要

2．全体研究計画と各年度ごとの研究成果の概要

本研究は，当初，昭和61年度から昭和63年度の３か年計画で開始したが，個別通信システムまでを含めた総合実験の実施のため平成元年度１年間の研究期間の延長を行い，合計４か年で研究を実施した。年次研究計画は表２－１に示す通りである。

表２－１　年次研究計画

研究課題		作業内容			
大課題名	中課題名	61年度	62年度	63年度	平成元年度（最終成果）
I 路車間情報システム用機器の開発	1．通信用機器の開発	路上ビーコン，受信機の試作及び路上実験	機器の改良，路上実験の継続及びビーコンの配置基準の検討	路上実験の継続，「通信用機器の標準仕様」の作成及びビーコンの配置基準の作成	通信用機器の標準仕様の作成 ビーコンの配置基準の作成
	2．情報処理機器の開発	ビーコン信号，移動量検出信号の処理装置及び道路網数値情報の処理，表示装置の試作，作動実験	機器の改良，作動実験の継続及び動的情報の処理部の追加試作，作動実験	機器の改良，作動実験の継続及び路上実験を通じ機器の操作性等についての総合的な検討	各種情報処理機器に関する特性の検討と結果の整理
II 路車間情報システム用ソフトの開発	1．デジタル道路地図の作成	情報内容，フォーマットの検討及びパイロットデータの試作	情報内容，フォーマットの改良	デジタル道路地図の標準フォーマットの作成	デジタル道路地図の標準フォーマットの作成
	2．情報の処理，表示プログラムの作成	プログラムの試作及び動的情報内容の検討	実使用による評価及び改良	プログラムの改良及び追加機能に関するプログラムの開発	情報の処理，表示方法に関する特性の検討と結果の整理

2．1　昭和61年度の研究目的と研究成果

(1)　研究目的

図２－１に示す東京都，川崎市，横浜市を含む約350㎢に設置された位置情報のみを提供する71基の誘導無線方式の路上ビーコンを設置し，ナビゲーションに関する基本的な技術の実験を行った。昭和61年度の研究目的は，車両自からのセンサー類とデジタル道路地図により自車の位置を推測する自立型航法にたいして，ビーコン情報による位置補正の有効性の検証を行うこと，車両に搭載するデジタル道路地図の開発及び，ナビゲーション機器搭載車の試作を

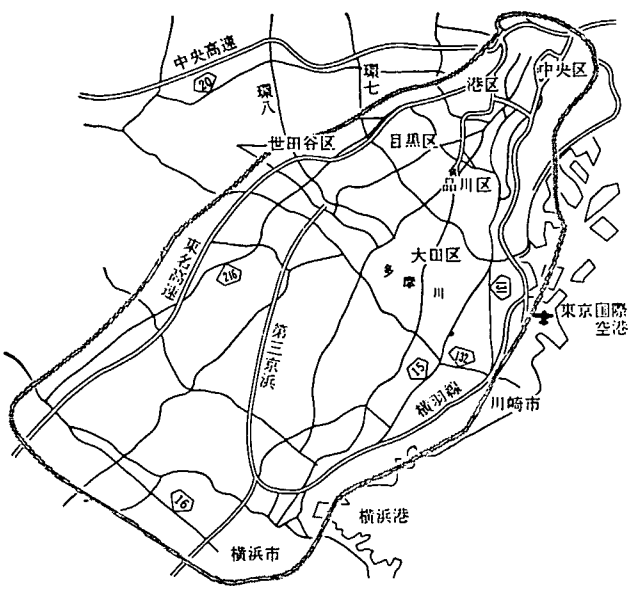


図２－１　昭和61，62年度実験地域

行うことにあった。昭和61年度の実験参加はナビゲーション搭載車が11台（内１台は磁気センサーの精度の調査実験のみ）ほかに机上実験が４システムであった。

(2) 研究成果

昭和61年度の研究成果は以下に示すとおりである。

① デジタル道路地図の基本的なフォーマットの決定と実験エリアにおける地図データの試作。

② 誘導無線方式のビーコンの製作。

③ ビーコン方式による位置補正方式の有効性の証明

④ 各種車載機器の開発

２．２ 昭和62年度の研究目的と研究成果

(1) 研究目的

昭和62年度は61年度と同一の実験エリアにおいて，17基のビーコンを追加設置した。そのうちの２基は首都高速道路公団の管制センターからオンライン・リアルタイムの道路交通情報を提供するオンライン型情報ビーコンであり，また１基はビーコン設置地点付近の駐車場情報を提供するオフライン型情報ビーコンであった。なお，ビーコンは前年度と同じ誘導無線方式を用いた。昭和62年度の実験目的はこれらのビーコンを用いて自立型推測航法による車両自身の発生誤差を評価し，ビーコンの設置基準に関する検討データを得ること，前年度の研究成果による改良されたデジタル道路地図の評価を行うこと及び情報ビーコンに道路交通情報，駐車場情報の機能確認及び情報内容の評価を目的とした。

昭和62年度の実験参加車両は11車10台，ほかに机上実験参加が４システムであった。

(2) 研究成果

昭和62年度の研究成果は以下に示すとおりである。

① デジタル道路地図の改良

② 情報ビーコンの製作及び路上実験による情報内容の評価。

③ ビーコンの基本的な設置間隔と特異個所におけるビーコンの設置間隔の整理

④ 各種車載機器の改良及び情報ビーコンに対応した情報処理技術の開発

２．３ 昭和63年度の研究目的と研究成果

(1) 研究目的

昭和63年度は個別通信システムを中心とした総合実験システムを構築を行うとともに，昭和61年度～62年度にかけて実施した実験での研究成果の取まとめを行った。

総合実験システムについては双方向個別通信を行うため，電送情報量の大きい準マイクロ波ビーコンの

開発を行うとともに，新たに図２－２に示す高速道路を中心とした実験エリアを設定し，通信機器の設計，車載機能・機器の設計，センター機器及び端末機器の設計等を行った。

(2) 研究成果

昭和63年度の研究成果は以下に示すとおりである。

① デジタル道路地図標準フォーマット案の作成

② 準マイクロ波ビーコンの設計

③ 総合実験システムの設計

④ 双方向通信機器（車載機器，無線系機器，有線系機器）の設計

２．４ 平成元年度の研究目的と研究成果

(1) 研究目的

平成元年度は昭和63年度に設計した総合実験システムの構築を行い，２回に渡って公開実験を行い広く一般の見学者に本システムの有効性をアピールした。また，ナビゲーションに関しても案内標識情報に準じた情報を車内で表示する簡易ナビゲーション機能や，ヘッドアップディスプレイ機能などの新しい情報表示機能についても有効性の検証を行った。なお，実験機器は前出の図２－２のエリアに個別通信ビーコン（双方向通信機能）を９基，情報ビーコン１基，位置ビーコン１基を設置するとともに，各種情報処理を行うセンター系の情報処理機器を日本道路公団東京第一管理局に，車両との通信を行う端末機器を首都高速道路公団東京第一管理局に設置した。なお，本総合実験システムの構築には22社が参加した。

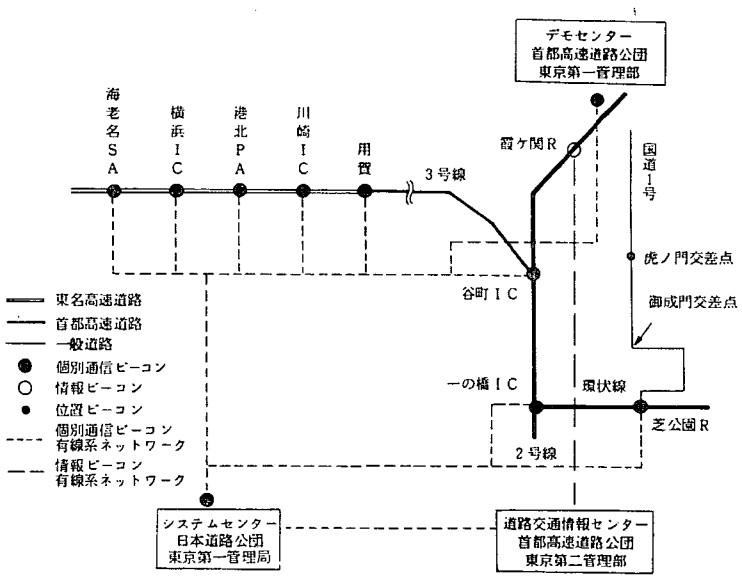


図２－２ 高速道路を中心とした実験エリア

(2) 研究成果

平成元年度の研究成果は以下に示すとおりである。

① 総合実験システムの実施によるシステムの有効性の証明

② 簡易ナビゲーションや新しい情報表示技術の開発

3. 無線通信技術

3．無線通信技術

3．1　間欠極小ゾーン方式の意義

3．1．1　通信方式検討の前提条件

(1)　情報提供の通信範囲

路車間情報システムの概念で述べたように，本システムで提供する情報は，車両への行先路線情報およびナビゲーションの位置補正等に使用する現在位置情報を中心とする。このため，通信範囲が限定出来る方式と，走行位置が数メートル以内の誤差で把握可能なことを通信方式選定の第一条件とした。即ち，通信可能車線数としては路側から３～４車線程度を前提とし，走行方向における通信可能領域に関しては，走行車両の位置検出とシステムに要求される通信量を考慮した方式を検討した。

(2)　通信を行う周囲環境

本通信の実施される周囲環境は高速道路も含むため，車両の走行速度としては，最高100km／H前後までの通信を考慮した。また,走行路線での大型車両混在下の通信,周囲の大型建築物の影響等にも配慮した。

(3)　通信の信頼性

本通信は上記の条件から通信範囲は限定されたポイントでの通信になるため，一回の通信で送信する情報は，その範囲で完結する最適長を検討するとともに，位置情報に関しては誤りを極力防止する方法を考慮した。また，情報の到達率を向上させるため，路車間の通信は一つの交信地点での最低二回は可能な方式とした。なお，通信品質の詳細に関しては，別節で記述する。

(4)　通信方式における拡張性

本通信は，基本的には路上から車両にたいする情報提供を目的とするが，通信方式の検討においては今後のシステム展開に柔軟性を持たすため以下の項目を考慮した。

1）路上から提供する情報内容に応じ，車両側で情報の取捨選択が可能な方法を考慮した。（車側の情報処理レベルに応じ情報の選択が可能）

2）情報の変更頻度等を考慮し，路上設備は可変情報提供，固定情報提供等の複数の種類を考慮する。

3）通信方式は情報の増減に対応可能な方式とする。また通信手順は情報の増減に対応可能な方式とし，車両設備からの情報提供を含む双方向通信への拡張も考慮する。

(5)　通信における周波数の有効活用

路車間通信を全国規模で展開する為に，以下の項目に留意した。

1）電波の有効活用の観点から，全国の同一の周波数を繰り返し使用可能な方式とする。

2）使用周波数帯としては，今後の技術動向／行政等を考慮した周波数帯の波を活用する。

3．1．2　通信の特徴

3．1．1で述べた条件より，本システムで開発すべき通信の特徴を整理し，以下に示す。

① 情報提供は，路上設備から車両への提供が中心になる。

② 情報は，デジタル道路地図に対応する形で提供される。

③ 通信位置情報の把握精度はナビゲーション位置補正のため数メートル範囲内を目標とする。

④ 路車間の通信距離は，見通し可能な範囲を基本とする。すなわち，通信品質としては障害物の無い範囲での高品質通信を前提とする。

⑤ 電波の有効活用の観点から，通信に使用する搬送周波数は繰り返し同一周波数が活用できる通信方式とする。

⑥ 道路方向別に情報を提供するため，交信における方向識別機能を考慮する。

⑦ 提供情報は増減が容易な方法を考慮する。

⑧ 将来的には，双方向通信への発展の可能性も考慮する。

上記の①～⑧を実現する通信方式としては，通信範囲を道路の主要点ごとに形成する，間欠極小ゾーン方式が適しており，本システムの基本方式とした。

本方式のイメージは図３－１に示す。

なお，本方式は，特に③～⑤の項目〔局所地点での情報提供／高品質通信／電波の有効活用〕で優れた方式であるが，具体設計においては，本方式の難点である以下の項目に関しても留意した検討を実施した。

・限られた範囲で情報を密に提供することを前提とした，伝送フォーマットを検討する。

・通信領域を拡大すると情報量は増大するが，この場合の位置検出精度向上／走行方向識別手段の検討する。

・通信位置が限定されるため，連続広域通信方式に比較して通信領域での確実な通信が要望される。〔誤り通信をした場合の再送が困難〕

・情報提供必要位置からビーコン設置位置が決定されるため，設置等が容易な機器構成が必要条件になる。

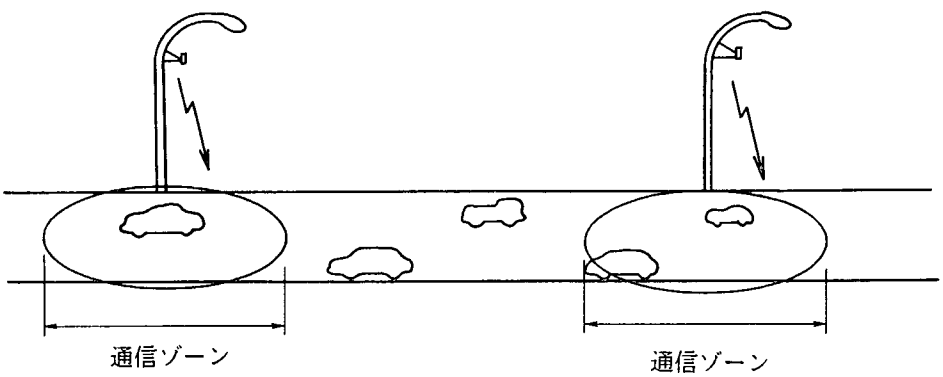


図３－１　間欠極小ゾーンのイメージ

3．1．3　既存システムとの比較検討

既存システムの比較表を表３－１，概念図を図３－２に示す。

この既存システムにおいて，間欠極小ゾーン方式である「路車間情報システム」に近いシステムは，「自走協システム」と「バスロケーション」がある。しかしながら，これらのシステムは伝送情報量・通信領域等の点で本システムに適用するには不十分なところも有り，この観点からの見直しを開発のポイントとした。

表３－１　既存又は開発中の移動体通信システム　自動車における通信・情報システムに関する調査研究（機械システム振興協会発行）を一部引用

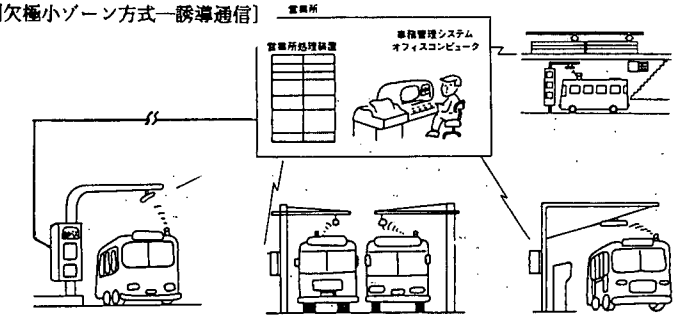
区　　分	専用放業務用無線	簡易業務用無線	路側通信	ＡＶＭ用サインポスト	自走協
通信系統	（同一免許人間） 基地局 移動局 ⟷ 移動局	（同一免許人間） 基地局 移動局 ⟷ 移動局	基地局 ⟶ 移動局	サインポスト ⟶ 移動局 （専用放業務用無線） （基地局）	路上装置 ⟷ 車載装置
通信可能な距離	基地局から１０km内外	基地から８～１０km	◦誘導線（最長3.5km）から２０m程度 ◦空中線から２km	サインポストから約６００m	数m ◦路上アンテナがオーバーヘッドでは半径３～４m ◦埋設ループではループ面積程度 ◦上下路線識別可能
使用周波数	主として　１５０MHz帯 及び　４００MHz帯	１５０MHz帯　及び ４００MHz帯	1,620kHz 1,629kHz	４２６MHz	２２３.２kHz（路上） ３０４.８kHz（車載）
周波数の使用方法	専　用	複数波を全局で共用 （１免許人当り１波）	専　用	１波を全局で利用	１対向波を全局で利用
電波の型式	F2C，F2D，F3C，F3E等	F3E	A3E	F2D	F1D(MSK)
空中線電力	５０W以下	５W	１０W以下	４０mW	微弱電波の範囲内
通信の方式	交互通信方式（プレストーク） 同時送受話方式	交互通信方式（プレストーク）	片方向方式	片方向方式	交互双方向 （半二重）
通信内容	音声，データ，ファクシミリ	音　声	音　声	データ	データ
通信時間制限	無	５分以内	無	———	最大　約６００ビット （100km/hの時）
秘話機能	無	無	———	———	無
盗聴性	有　（秘話機能付加可能）	有	———	———	有
使用上の要件	基地局，陸上移動局の免許を受ける。	１対向（２局）以上の免許を受ける。	周波数，電力に応じて基地局は免許を必要とする。	免許人（公益法人）との利用契約	
混信	無いことにしているが状況によっては混信する。	多　い	無		
データ速度	1,200bps	———	———	1,200bps	9,600bps
無線従事者資格	要　配　置	不要（無線機器形式検定合格機器を使用の場合）	要　配　置	———	不　要
利用業種例	警察，消防，電力，ガス，水防，道路	販売業，製造業，金融業，運輸業	道　路	運輸業等	道路交通関連
システム例	タクシーＡＶＭ，パトカーＡＶＭ 消防・救急指令 都道府県防災行政無線 市町村防災行政無線			タクシーＡＶＭ	つくばシステム等
普及状況	約９６８,０００局 （昭和６０年度末）	約６４４,０００局 （昭和６０年末）	東名，関越，阪神，首都高速の一部，その他一般道にて27システム（昭和61年3月）	都内で５１ケ所（昭和６１年５月）	実験終了

区　　分	テレターミナル	自動車電話	MCA	パーソナル無線	パスロケーション
通信系統	共同利用センタ ↔ ユーザーセンター ↕ テレターミナル ↔ 端末	一般電話 ↔ 自動車電話 自動車電話 ↔ 自動車電話	（同一免許人間） 指令局 ↔ 制御局 ⇄ 移動局 （基地局）（法人） （一斉呼出も可能）	（同一又は異免許人間） 基地局 移動局 ↔ 移動局 （不特定呼出も可能）	路上装置 ↔ 車載装置
通信可能な距離	テレターミナルから半径3km程度	基地局の無線ゾーンは半径5～10kmが標準	同一サービスゾーン内半径約20km （現時点では，異なるサービスゾーン間はオンライン接続できない）	市街地　約3km 見通しの良い郊外で約10km	～約10m
使用周波数	900MHz帯（想定）	800MHz帯	800MHz帯	900MHz帯	76.8kHz 96kHz
周波数の使用方法	MCA+TDM	基地局無線ゾーン内の多周波数を共用（空チャンネル自動選択）	ゾーン内通信用周波数（15波）を共用（空チャンネル自動選択）	通話用周波数79波を全局で共用（空チャンネル自動選択）	1波を全局で利用
電波の型式	F1D	F1B，F1D，F2D，F3E等	F2C，F2D，F3C，F3E	F2D，F3E	G1D
空中線電力	テレターミナル　10W以下 端末　5W以下	基地局　25W 陸上移動局　5W	制御局　40W 指令局　10W，移動局　10W	5W以下	微弱電波の範囲
通信の方式	テレターミナル　同時双方向 端末　交互双方向	同時送受話方式 （一般電話の場合に同じ）	交互通話方式（プレストーク）	交互通話方式（プレストーク）	交互双方向方式
通信内容	パケット化データ	音声・データ	音声・データ	音声・データ	データ
通信時間制限	長いデータは料金面で抑制	無	60秒で切断される	5分間で待受状態に復帰する（通話切断）	
秘話機能	ユーザーシステムの設計による	無	無	無	無
盗聴性	特定通信傍受は困難	特定通話傍受は困難	特定通話傍受は困難	特定通話傍受は困難	有
使用上の要件	運用事業者と加入契約	NTTと加入契約	1. 制御局免許人（公益法人）との利用契約 2. 指令局，移動局の免許を受ける	必要な数の免許を受ける （免許申請は（財）電波振興会が代行）	免許不要
混信	無	無	無	少ない	無
データ速度	（伝送速度　4,800bps）	300bps	1,200bps	1,200bps	4,800bps
無線従事者資格	未定	不要	要配置……特殊無線技士（無線電話乙）	不要（技術基準適合証明を受けた機器に限る）	不要
利用業種例	販売業，製造業，運輸業	一般	販売業，製造業，金融業，運輸業	一般	路線バス
システム例	―――				バス接近表示等
普及状況	昭和62年パイロット実験 昭和63年から実用化見込	約60,000局（昭和61年4月末）	約76,800局（昭和61年3月末）	約1,251,000局（昭和61年4月末）	22都市41路線（昭和61年5月）

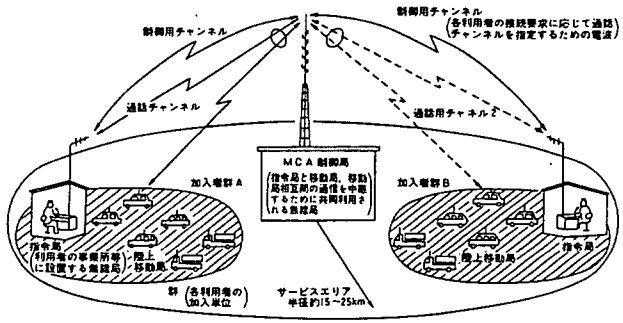
図３－２　既設システムの概念図

自走協システム／パスロケーション

〔間欠極小ゾーン方式―誘導通信〕

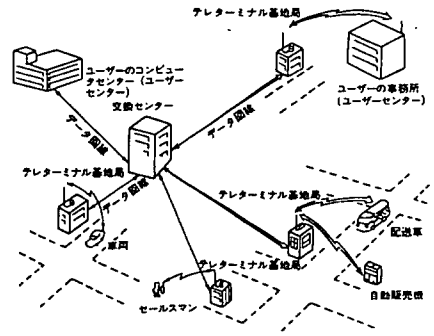


MCA



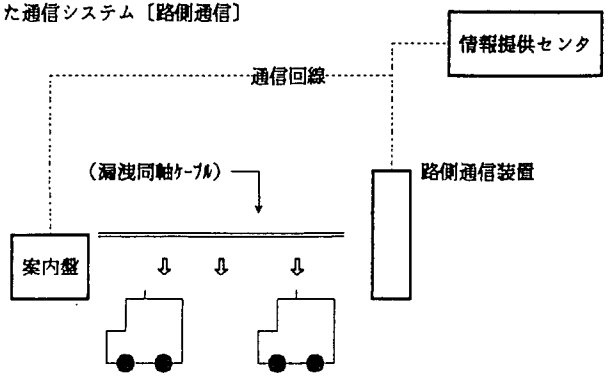
(電子通信学会誌Vol66)

テレターミナルシステム

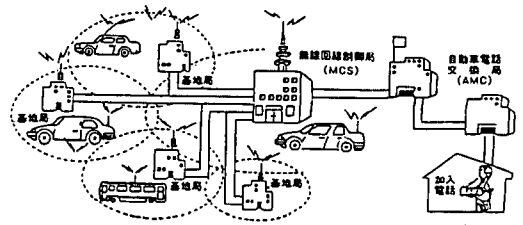


(ニューメディア 白書より)

道路に沿った通信システム〔路側通信〕



自動車電話システム



(ニューメディア 白書より)

3．2　通信媒体の検討

路車間情報システムで用いる通信媒体としては電波と光が考えられるので，以下のような検討を行い選定した。

① 通信メディア

本システムは全国に展開されるシステムであるので，同一周波数を専用的に使用し，他システムとの混用を避けるようにしなければならない。

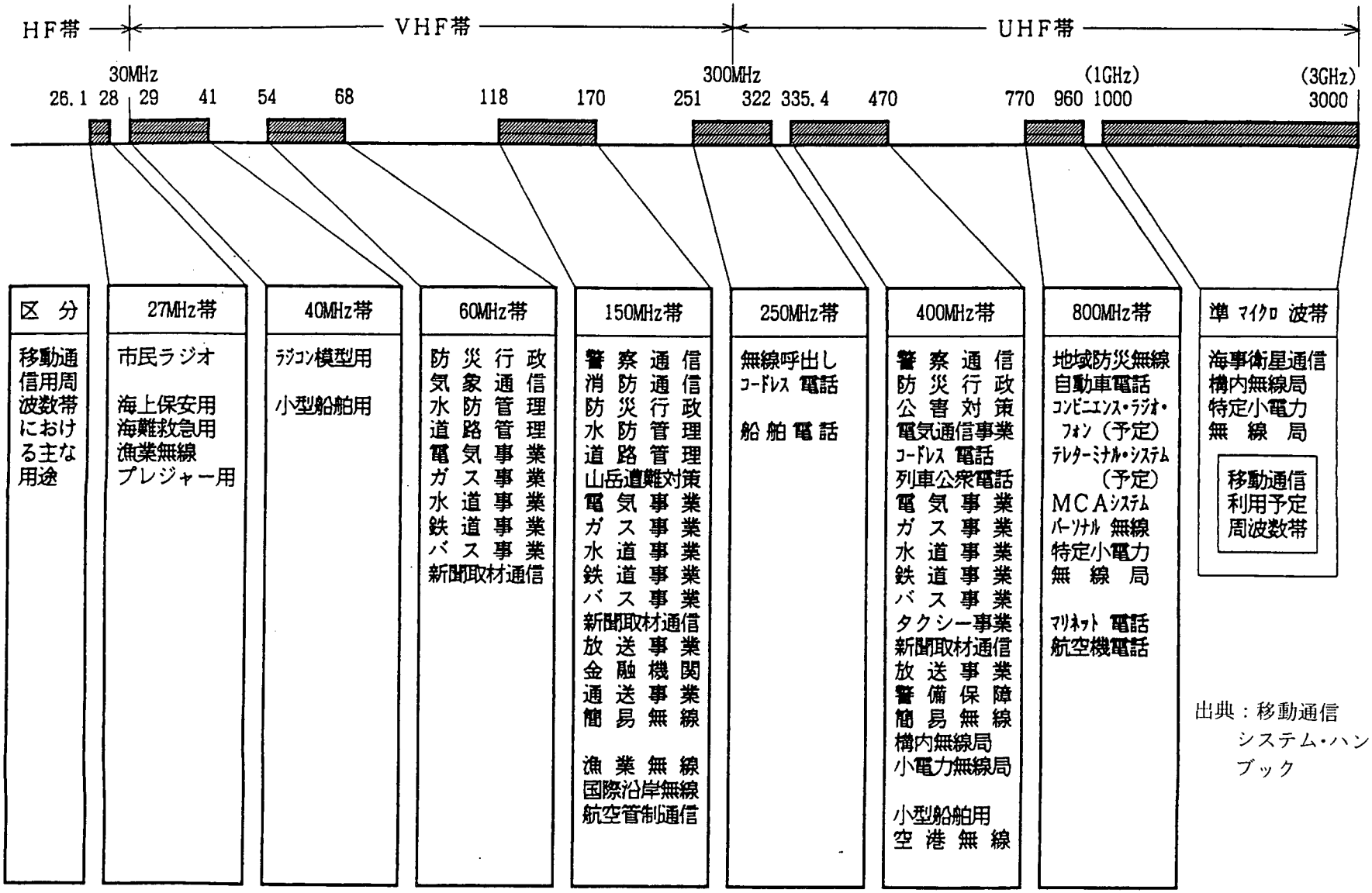
電波は周波数帯によって特性が異なり，また用途も表３－２のように多様である。これらの周波数帯のうち，移動通信用周波数帯の利用状況は図３－３のようであり，今後は準マイクロ波帯の利用が予定されている。一般に，周波数が高くなるほどアンテナが小型化でき，また帯域が広くとれるので大容量通信の可能性があり，この面からも準マイクロ波帯の利用が期待できる。マイクロ波以上の周波数帯は，特殊用途となり，市場としては熟していないために，部品等の調達において難点がある。一方，長波帯では，誘導無線方式が間欠極小ゾーンの路車通信用として研究開発され，各地のバスロケーションシステムで実用されている。

電波以外の通信媒体としては光(赤外線)が考えられる。固定局間通信には実用されているが，大量データを授受する屋外移動通信での利用例は少ない。

表３－２　周波数帯別の主な用途

（第１回電波利用システム講演会資料より引用）

周波数	周波数帯の名称	主な用途
3kHz	VLF 超長波	オメガ（無線航行）
30kHz	LF 長波	標準電波、デッカ（無線航行）、航空用ビーコン、誘導無線、自走協路車間通信（304.8kHz,223.2kHz ）
300kHz	MF 中波	船舶遭難通信、標準電波、中波放送、船舶・航空機通信、ロランA（無線航行）、路側通信（1620kHz ）
3000kHz	HF 短波	短波放送、国際放送、国際通信、公衆通信、警察、海上保安、船舶・航空機通信、市民ラジオ、アマチュア無線
30MHz	VHF 超短波	船舶無線、陸上移動業務用無線、FM放送、テレビジョン放送、防災行政無線、沿岸無線電話、テレメータ、ポケットベル、アマチュア無線
300MHz	UHF 極超短波	気象無線（ラジオゾンデ等）、陸上移動業務用無線、公衆通信、テレビジョン放送、防災行政無線、自動車公衆電話、簡易無線、衛星通信、航空・気象用レーダ
3000MHz	SHF マイクロ波	公衆通信中継、公益・行政通信中継、航空・船舶・気象用レーダ、テレビジョン放送、衛星通信、衛星放送、電波天文、宇宙研究
30GHz	EHF ミリ波	各種レーダ、簡易型地上通信、各種衛星通信、電波天文、宇宙研究
300GHz		



出典：移動通信システム・ハンドブック

図３－３　移動通信用周波数帯の利用状況

② 通信領域

本システムの通信の形態は間欠極小ゾーン方式であるので，サービス対象のエリア（通信領域）が近接している場合でも互いに干渉せず個別の情報を通信できるように，通信領域内では信号強度が十分強く，通信領域外では急激に減衰するような特性を有する通信媒体が望ましい。さらに通信領域は，ビーコンの設置される道路の条件によって形状や大きさを任意にできることも求められる。

ビーコンのアンテナは，一般に路面から５～７m程度の高さに設置されるので，通信領域の形状は，誘導無線では電磁界成分の方向（コイルの軸方向）を適当にすることで選択することができ，準マイクロ波や光でもアンテナに指向性を持たせることである程度自由に選ぶことができるが，中波から超短波までの周波数帯では困難である。

③ 伝送路

通信品質が良ければ，誤り制御が不要になり簡易，低廉な通信機を実現でき，かつ実質的な情報通信速度も低下せずに済む。そのためには，構造物や路面，車両ないし天候等によって，反射，減衰，遠方伝搬等を発生することなく，常に安定した伝送路を確保できることが必要である。

本システムは見通し内通信といえるので，他の移動通信に比べ安定していると考えられるが，光は光学系の汚れなど耐環境性や，他車による遮蔽で通信途絶も想定される。準マイクロ波は，車載アンテナが路上アンテナの近くにあれば良好であるが，離れるとフェージングにより劣化が始まると予想される。誘導無線は３者のうちでは最も外乱を受けにくい。

④ 通信速度

位置情報は100ビット程度，道路交通情報は数百～数万ビットとなるので，通信速度は高速であることが望ましい。誘導無線は9600ｂｐｓが開発済であり，準マイクロ波は変調方式にもよるが，数Ｍｂｐｓへ拡張の可能性がある。

⑤ 位置標定

ビーコンでは，通信以外の機能として，車両側でピンポイントで位置標定できることが必須である。また上下両方向の情報を一つの通信領域で伝送する場合，車両側で当該車線の情報を分離選択するために方向識別も可能であることが望ましい。準マイクロ波ないし光では，車両進行方向の通信領域は10m以上が想定されるので，位置標定のための方策が必要となる。

以上により，本システムを早期に実用化するには実績のある誘導無線が適しており，一方システム構築の検討過程における技術の進展や電波行政面での展開も勘案すれば拡張性を有する準マイクロ波が有望といえるので，両者を検討対象とする。

表３－３　誘導通信方式と準マイクロ波方式の比較表

項　目	誘導通信方式	準マイクロ波方式
候補周波数	200 ～250 kHz の一波	1 ～3 GHz 帯の二波
送信電力	微弱電波	微小電力
伝送情報量	数百ビット	多量の可能性
伝送速度	9600bps	高速の可能性（～数Mbps）
送信アンテナ形状例	フェライト芯コイル	合成平面アンテナ
通信領域例（道路方向）	約５m	数10～100m

3．3　誘導無線方式

3．3．1　原理と特徴

1）原理

電波による通信では，遠方（波長に比べて通信距離が十分長い）電磁界を利用しているものが多いが，誘導無線は，近傍電磁界を利用する通信である。このため，今回の誘導無線は，フェライトコアに巻線を施したループアンテナを使用して，誘導電磁界を積極的に利用しようとしている。

一般に，波長に比べて十分小さい微小ループアンテナの電界Eおよび磁界H成分は，次のように与えられる。

$$Hr = \frac{IS}{2\pi} e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{jk}{r^2} \right) \cos\theta$$

$$H\theta = \frac{IS}{4\pi} e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{jk}{r^2} + \frac{k^2}{r} \right) \sin\theta$$

$$E\phi = -\frac{jw\mu IS}{4\pi} e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^2} + \frac{jk}{r} \right) \sin\theta$$

$$k = 2\pi / \lambda$$

$$\omega = 2\pi f$$

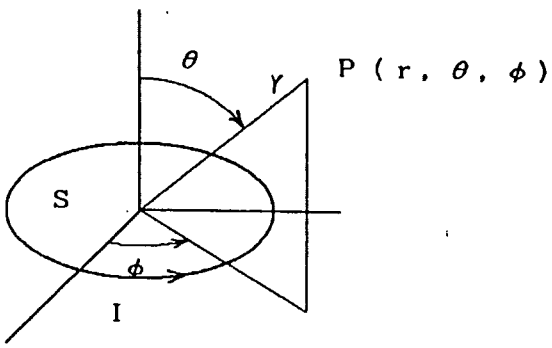


図３－４　微小ループアンテナ

ただし，Ｉ；ループ電流

Ｓ；ループ閉曲線の面積

λ；波長

μ；透磁率

ｆ；周波数

前記式からわかるように，電界Ｅおよび磁界Ｈの強度は，アンテナからの距離ｒに依存している。図３－５に，誘導電磁界の減衰特性を示す。微弱電波を利用する場合，図３－５に示すように，１／ｒ，および１／ｒ²に比べて１／ｒ³の項を効果的に利用することにより，限定した領域での通信を実現することが可能になる。

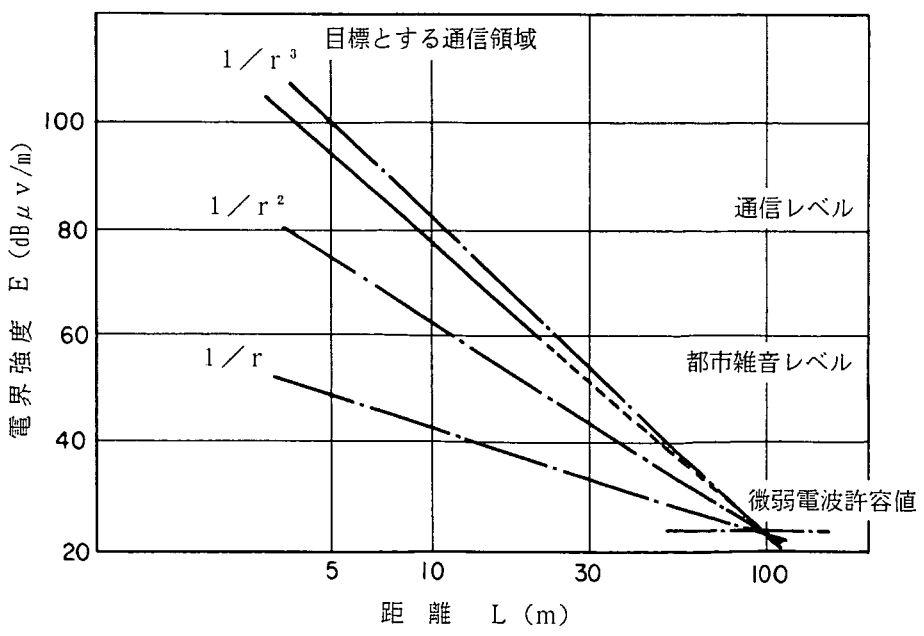


図３－５　誘導電磁界の減衰特性

2）特徴

誘導無線方式は，近傍電磁界結合を利用する通信であるため，次のような特徴を有している。通信領域が限定されるため，局地通信に適している。干渉妨害が少なく，データ通信では，高い通信品質が期待できる。データ通信では，バスロケーションシステム(1)等での実績があり，技術的課題は少ない。フェライトアンテナを使用した場合，通信領域の設定が容易にできる。図３－６に通信領域の設定例を示す。

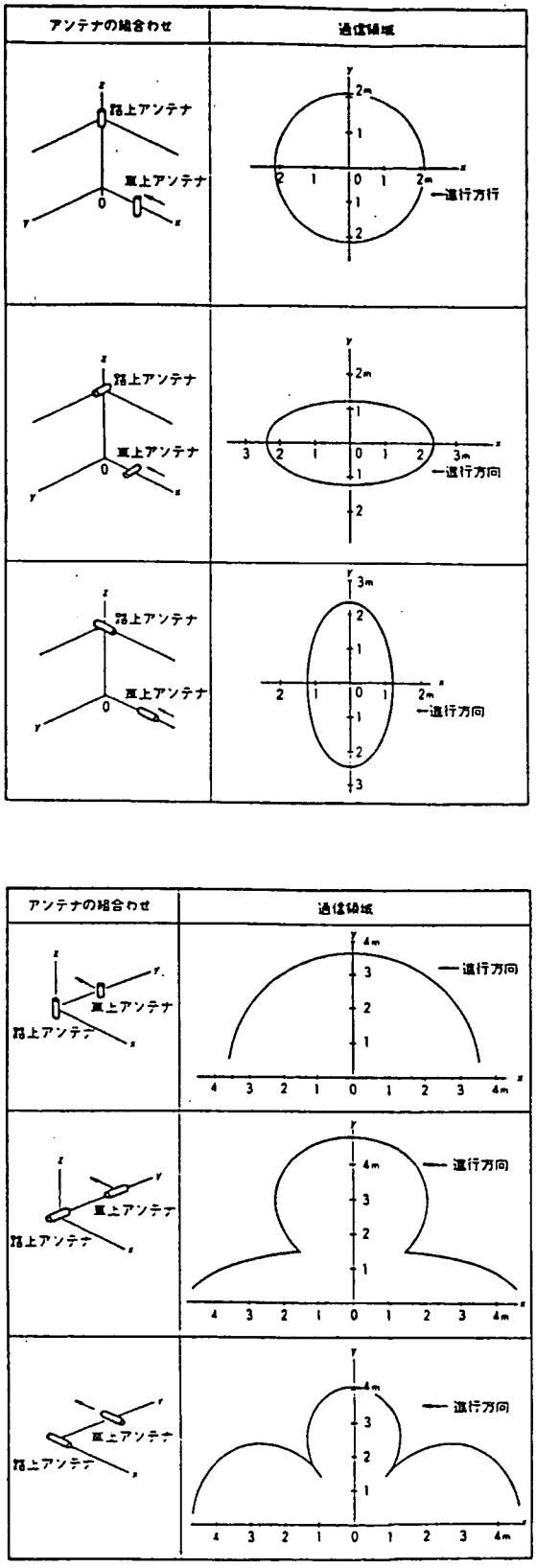


図３－６　通信領域設定例〔領域形状参考図〕

脚注

(1) バスロケーションシステム

バスに搭載した移動局（車載装置）と，所要地点に設置した固定局（路上装置）の間の無線通信により，バスの走行状態を監視制御するためのシステムである。バス接近表示，バス運行管理等に利用されている。

3．3．2　実験仕様

他システムでは既に誘導無線が利用されているが，路車間情報システムへの適用を考えた場合，必ずしも十分な検証がなされているとはいいがたい。そこで，今回は特に，ナビゲーション支援のための位置情報の提供，および道路交通情報等の動的情報の提供の有効性を確認するために，路車間通信における基礎的データを収集することを目的とした。

本方式の仕様検討においては，誘導無線の特徴を生かし，以下の条件を満たすことを目標に詳細な仕様検討を進めた。

① 通信領域

既存システムでの実績等から，1アンテナで車両の進行方向に3m以上，かつ車幅方向に3車線以上を確保することとし，より広い車線での通信を必要とする場合には，2アンテナを採用する方針とした。

② 通信の信頼性

通信領域内での通信品質は，ビット誤り率で1×10^{-6}が得られることを目標に，機器仕様および通信プロトコルを検討した。

③ 通信容量

通信の情報量としては，路上からの片方向通信を重点的に検討した。主な情報内容としては，「位置情報」および「道路交通情報等の動的情報」とし，走行中に通信する情報量としては，数百ビットを基本とした。なお，車両が低速で通過する地点，通信領域を特に拡大できる地点での通信に関しては，別途検討を行った。

(1) 機器仕様

1）搬送周波数

中心周波数　247.2kHz

高周波利用設備（電波法施行規則第44条）への適用を考慮すると，周波数は10～250kHzの範囲が望ましい。フェライトコアを使用したアンテナでは，周波数は高いほうがアンテナ効率が向上する。さらに，基本波および高周波が，既存システムに影響しないように，また既存システムからの妨害を受けないように，周波数を選択する必要がある。以上の条件から，本周波数を選定した。

具体的には，変調方式，伝送速度の条件を考慮し，高周波数で，かつ周波数の使用されていない247.2kHzに選定した。

2）送信レベル

路上にアンテナを設置し，30m離れた地点において53.5±1dBμV／m（昭和61年当時の電波法施行規則による微弱電波の範囲内，100m離れた地点において15μV／m（23.5dBμV／m）以下）に設定。

システムが要求する通信を行うためには，都市雑音レベルから考えて車載受信レベルは，75～80ｄＢμＶ／ｍが必要となる。これは，図３．３．１－２に示す誘導電磁界の減衰特性から，微弱電波の範囲に入っていることがわかる。

３）変調方式(1)

ＭＳＫ（Minimum Shift Keying，位相連続周波数変調）方式

（周波数偏移　±2.4ｋHz）

周波数帯域を効率的に利用でき，かつ誘導通信方式として実績のある方式としてMSK方式を選定した。

４）符号形式

ＮＲＺ－Ｉ（Non Return to Zero Invert）

（情報＇０＇で符号反転）

データとして同一符号（情報＇０＇あるいは＇１＇）が連続した場合に，受信側での復調が困難になることを考慮して，送信側で情報＇０＇が連続しない符号形式として採用した。

５）伝送速度

9600ｂｐｓ

搬送周波数，通信領域，通信容量，および車両速度等の関係から，自走協システムで実績のある9600ｂｐｓを選定した

６）変調速度

9600ｂａｕｄ

変調方式，伝送速度から決定した。

７）その他

搬送周波数，伝送速度の許容範囲は，±100ｐｐｍ以下とする。

脚注

(1) 変調方式

ディジタル信号によって搬送波を変調することを，ディジタル変調という。ディジタル変調方式では，搬送波の振幅をディジタル信号によって変化させるにＡＳＫ（Amplitude Shift Keying）方式，搬送波の周波数をディジタル信号によって変化させるＦＳＫ（Frequency Shift Keying）方式，および搬送波の位相をディジタル信号によって変化させるＰＳＫ（Phase Shift Keying）方式が，代表的なものとなっている。ＦＳＫ方式において，位相の連続化を図ったものがＭＳＫ（Minimum Shift Keying）方式である。

(2) 通信仕様

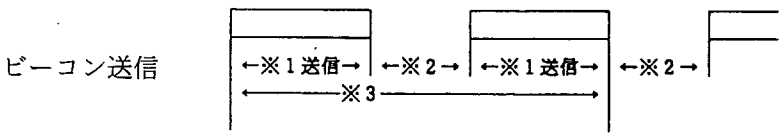
1）通信方式

電磁誘導方式による，ビーコンからの単向通信（送信）

2）通信制御手順

ビーコンからの間欠送信方式により送信する。

双方向通信との関連を考慮しない場合は連続送信も可能であるが，将来の双方向通信への可能性も考慮し，間欠通信方式とする。



※1→ビーコン送信（フレーム構成で示す情報を繰返し送信）

送信時間は情報量によるが，情報量500ビットとすると約52msecになる。

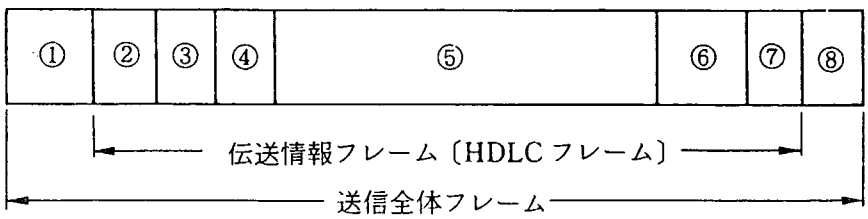
※2→送信断（10～12msec）

将来の双方向通信の場合は受信状態で待機することになる。

※3→情報伝達に必要な最小時間（※1の送信情報量により決定）

3）フレーム構成

ＨＤＬＣ（High level Data Link Control procedure，ＪＩＳ－Ｃ6363　昭和61年当時）に準拠した構成とする。



・誘導通信モデム制御用

①→プリアンプル信号〔０１１１１１１０　０１１１１１１０〕

⑧→ポストアンプル信号〔０１１１１１１０〕

・伝送情報用

②→開始フラッグ〔０１１１１１１０〕

③→アドレス部〔グローバルアドレスとする。→１１１１１１１１〕

将来個別車載装置を選択して情報を送出する場合は，個別アドレスをつける。

④→制御部〔すべて０→０００００００００〕←将来多量情報を複数のフレームにわたって伝送する場合は〝０〟以外の制御信号を用いる。

⑤→情報部〔８ビット×Ｎ〕

⑥→フレーム検査シーケンス〔ＣＲＣ方式→生成多項式（$X^{16}+X^{12}+X^{5}+1$）〕

⑦→終結フラッグ〔０１１１１１１０〕

（注）情報の透過性を確保するため，「１」が５回連続する場合は，次に「０」を挿入する。

4）誤り制御方式

受信側では，ＣＲＣ（Cyclic Redundancy Check）(2)により誤り検出を行い，誤り検出時は情報を捨てて，再受信する方式とする。

5）ビーコン情報

車載ナビゲーション部会からの位置情報データの要求等を踏まえてビーコンデータの構造を検討した。伝送情報フレームの情報部には，以下のビーコンデータをのせて送出することとする。

①　データ構成

ビーコン種別 （1バイト）	基本位置データ （13バイト）

追加データは，位置ビーコンでは，ｎ＝０とする。情報ビーコンの場合には追加データとして動的情報等が加えられることになる。

②　データ配列

データ内容		ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0	No.
ビーコン種別		Ba | Bb	1
基本位置データ	2次メッシュコード	Ma	2
		Mb	3
		Mc	4
	正規化座標		5
		X	6
			7
		Y	8
			9
	リンク番号	La	10
			11
	方位	Lb |	12
		D	13
	ビーコン番号	Bc	14

脚注

(2)　ＣＲＣ（巡回冗長検査）

巡回的なアルゴリズムによって，誤り検出のためにデータに付加した１個ないし数個の余分の数字または文字を利用して行う検査。

③ ビーコン種別（1バイト）

ビーコン種別と関係リンク数により構成する。

Ba	Bb

Ba：ビーコン種別（4ビット）

1	位置ビーコン
2	情報ビーコン

Bb：関係リンク数（4ビット）

1	1 リンク
2	2 リンク

④ 基本位置データ（13バイト）

(a) 2次メッシュコード（3バイト）

Ma		Mb		Mc	
10^1	10^0	10^1	10^0	10^0	10^0

2次メッシュは1／25,000地形図（約10km四方）と対応しており，そのコードは経度緯度と対応している。

Ma：南端緯度の1.5倍（8ビット）

Mb：西端経度の下2桁（8ビット）

Mc：1次メッシュを縦横8等分したときの行列番号（8ビット）

(b) 正規化座標（5バイト）

ビーコンの位置を2次メッシュ内の座標系（X，Y）で表す。

X				
10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}

△ 仮想小数点

Y				
10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}

△ 仮想小数点

X：X座標（20ビット）

Y：Y座標（20ビット）

(c) リンク番号（2.5バイト）

ビーコンのあるリンクの番号を表わす。

リンク番号とリンク分割コードにより構成する。

La				Lb
10^3	10^2	10^1	10^0	10^0

La：リンク番号（16ビット）

Lb：リンク分割コード（4ビット）

(d) 方位（1.5バイト）

ビーコンのあるリンクの方位を1度単位で表す。

Di		
10^2	10^1	10^0

Di：リンクの方位（12ビット）

(e) ビーコン番号（1バイト）

Bc	
10^1	10^0

Bc：ビーコン番号（8ビット）

ビーコン番号は2次メッシュごとに独立に2桁で付番される。

⑤ ビーコン情報例

①～④のデータ配列に基づくビーコン情報の例を示すと次のとおりである。

ビーコン種別	基本位置データ					
11	533914	05296	03903	09080	107	08

2次メッシュコード　正規化座標（X，Y）　リンク番号　方位（度）　ビーコン番号

(3) 機器機能

位置ビーコンの機器は，位置ビーコン本体と路上アンテナ各一対から構成され，以下に示す機能を有するものとした。

1）位置ビーコン本体内に予め設定された地点位置情報を，通信仕様で記すフォーマットにより路上アンテナを介し送信する機能を有する。なお，アンテナはフェライトアンテナを基本とする。

2）送信内容は，製造時に指定された内容をROM等により個別に設定可能な構成とする。

3．3．3　通信領域・通信品質の評価

誘導通信における実験は，昭和61～62年度に通信領域／通信品質の確認等を目的に，土木研究所および一般道路等で実施した。各実験の主要目的と成果の概要は以下のとうりである。

①　土木研究所構内実験

アンテナ設置条件による通信領域の詳細形状／機器の設置イメージ／エラーレート測定等の通常の路上では実施が困難なデータ収集を実施した。さらに，実際の路線での設置条件等の資料も収集し，基本仕様を確定した。

②　一般道路での通信機能実験

①の実験結果をもとに，雑音等の激しい一般道路で，本通信方式の実用性についての確認を得るための実験を実施した。

③　一般道路での通信品質評価実験

②の通信実験地点から，交通量の多い地点を選択し，雑音測定／通信品質の確認等を実施した。結果としては，情報の限定された位置ビーコンで当初計画の通信品質が確保されることを確認した。

(1)　土木研究所構内における通信実験

1）実験目的

誘導通信方式による通信の実際の道路上での実現性を明確にする為，実験用ビーコン機器を試作し，建設省土木研究所の試験走路で「通信領域のパターン確認」「通信品質が確保できる通信レベルの確認」「位置ビーコンの機器イメージの確認」を目的とした実験を実施した。

2）実験内容

建設省土木研究所の試験走路において，ビーコンを歩道橋，可動標識板に設置し，以下の実験を行った。

路上機の送信レベルは微弱の範囲に設定した。（送信アンテナから，30mの地点で54.5ｄＢμＶ／mに設定）

①　通信領域の測定

微弱レベルで路上機から送信し，受信可能レベルをアンテナ設置条件等の関連も含め測定する。（走行確認も含む）

路上アンテナを，歩道橋に以下の条件で設置し，電界強度分布を測定した。（アンテナ設置概念図　図3－6）

・歩道橋の内側で，路上水平方向と垂直方向

・　〃　　外側で，　　〃　　〃

②　通信品質の確認

上記通信領域内で，路上からの通信データに対する受信品質を測定する。（エラーレート測定含む）

・電界強度90ｄＢμＶ／m，85ｄＢμＶ／m，80ｄＢμＶ／m，などで，エラーレート測定を実施した。

・上記条件下で，大型車，バス，バイク等を走行させ，エラーレートへの影響を測定した。

・電界強度測定を実施した通信可能領域内で車載モデムを搭載した車両を走行させ，情報フレームの正常受信完結数を測定した。

③　機器設置条件等の確認

試作機器で路上機のイメージ確認を実施するとともに，路上アンテナ等の設置条件確認を実施する。

④　実験機器仕様

・通信仕様→３．３．２の通信仕様に準ずる。

・送信情報内容→バイナリで０～49を昇順に１バイト毎に割り当てる。送出順序は低位ビットからとする。（50バイト）

・外部端子として，9,600bit／secの論理入力端子を有することとした。（エラーレート測定用）

・路上機器寸法（本体筐体）

標準寸法として200×150×100㎜程度とした。

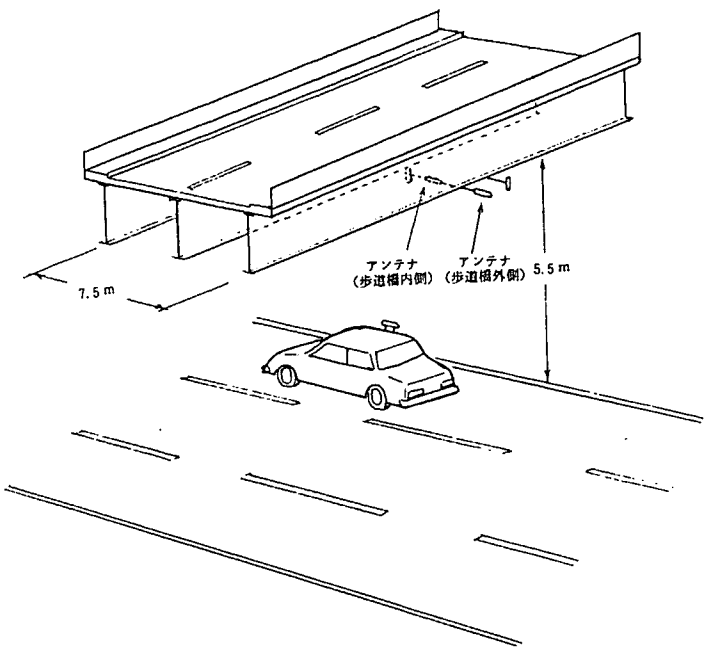
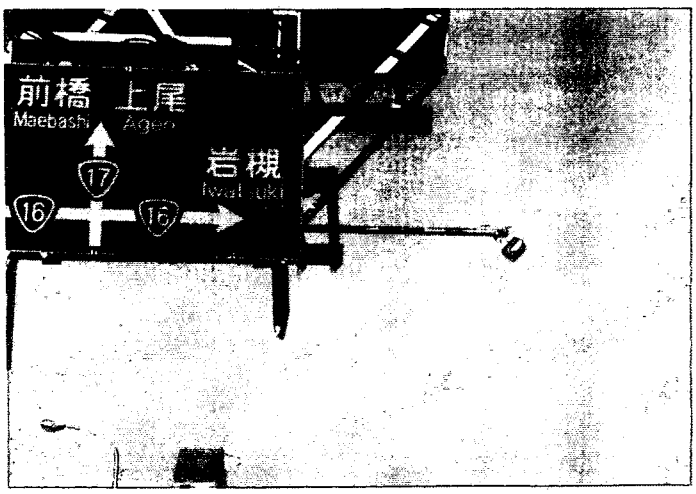


図３－７　アンテナ設置概念図



写真３－１　誘導通信方式のビーコン本体とアンテナ



(a)　試験走路でのビーコンの設置状況



(b)　試験走路での実験状況

写真３－２　誘導通信方式ビーコンの試験走路での実験状況

3）結果と考察

① 電界強度

電界強度測定結果を図3－8，3－9に示す。

・ビーコンアンテナの方向が路上水平方向の場合は，歩道橋等の影響は少ない。（自由空間とほぼ同一）

・ビーコンアンテナの方向が路上垂直方向の場合は，歩道橋内設置の場合に鉄筋の影響が大きく領域確保に難がある。

② 伝送品質

伝送品質測定結果を図3－10に示す。

・エラーレート測定条件→歩道橋に設置した路上アンテナ（路上に水平）を介し路上機から「疑似ランダム信号」を送信し，一定の電界強度地点で，フェライトアンテナを介し車上モデムで受信した。

・エラーレート測定結果→雑音変動が大（10ｄＢ以上）の為，測定時間帯で結果も大幅に変動している。

受信電界強度80ｄＢμＶ／ｍで5×10^{-5}～10^{-7}以下の範囲が得られたが，この値は，ほぼ既設のシステム等の実績から推測した値に近い。

・車両の影響→大型車，バス，バイク等の影響はほとんどみられなかった。

③ 走行確認

走行による車載機モデムでの情報フレームの受信結果は図3－11に示すとおりである。正常受信できた通信領域は第一車線ではアンテナ位置の前後±約14m，第三車線で±約10mあり，受信できたフレーム数は第一車線で30フレーム，第三車線でも15フレームあり，ともにほぼ理論計算から推測した値に近い。

④ 実験結果からの考察

・車載受信閾値は，75～80ｄＢμＶ／ｍの範囲が望ましい。

・通信領域は，路上アンテナから車線幅方向に７ｍ程度となる。

・歩道橋の影響を避けるためには，歩道橋の外にアンテナを出す設置方法がよい。

・アンテナは，路面に水平に設置する方式とする。（歩道橋内に垂直に設置した場合には，鉄筋の影響が大きく領域確保に問題があった。）

・誤り率は測定時間帯によってかなり変動したが，受信電界強度80ｄＢμＶ／ｍで5×10^{-5}～10^{-7}以下の値が得られている。

・大型トラック，バス，バイクの影響は少ない。

(2) 一般道路での通信機能実験

1）実験目的

61年度は，ナビゲーション用の位置補正を目的として，路上実験エリアの74地点に，位置ビーコンを設置した。ビーコン部会としては，これらの位置ビーコンの通信機能の確認を目的として，実験・情報収集を実施した。

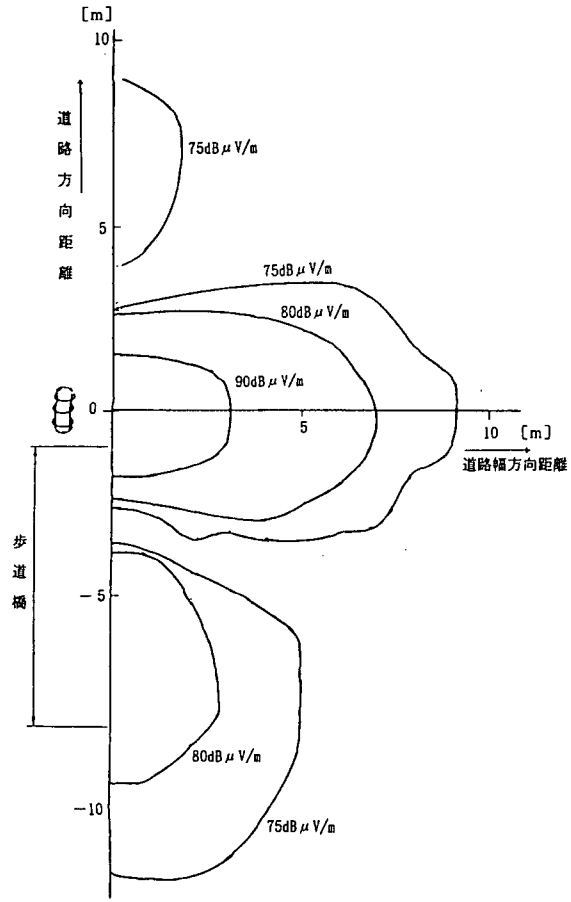


図３－８　電界強度測定結果例〔歩道橋設置〕

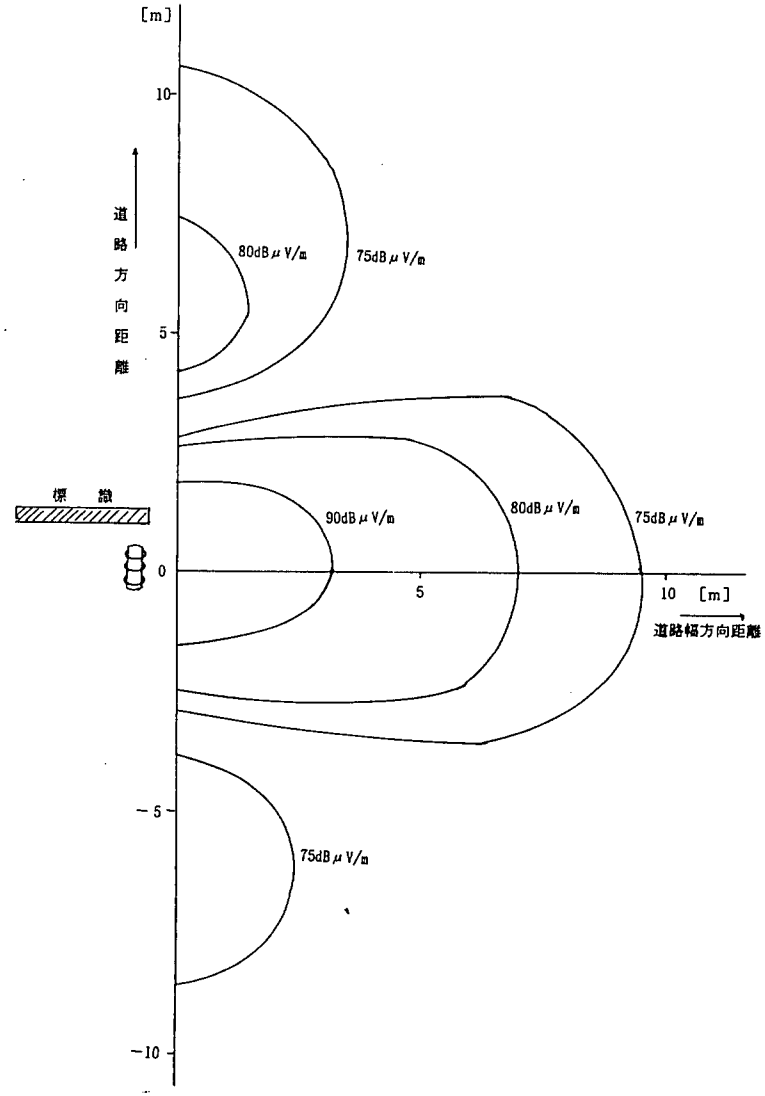


図３－９　電界強度測定結果例〔標識設置〕

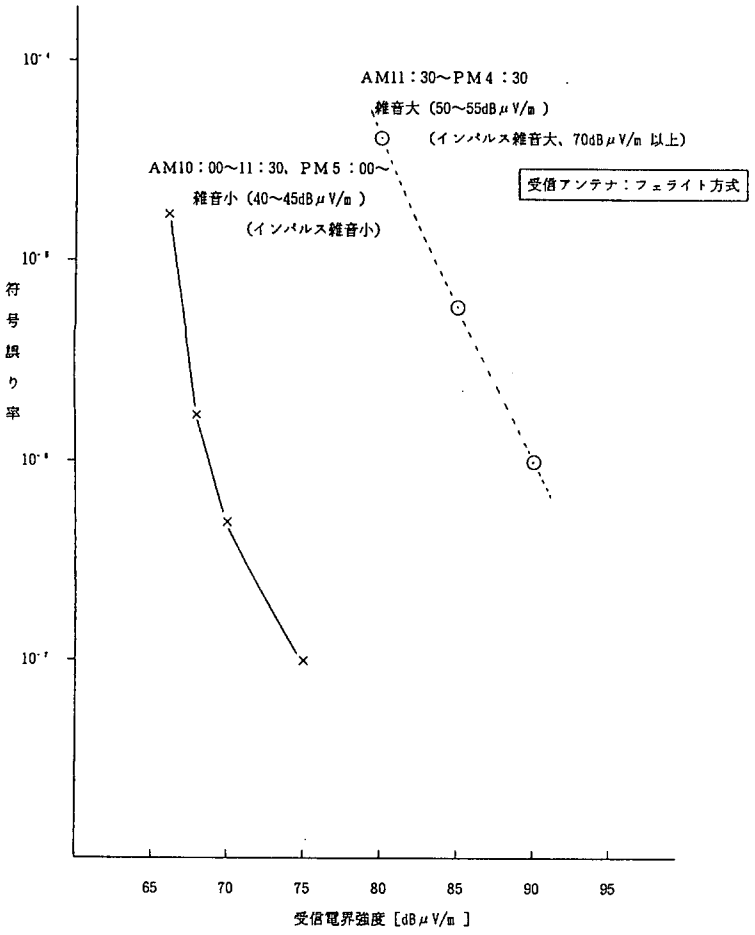


図３－10　伝送品質測定結果例〔路上送信→車上受信〕

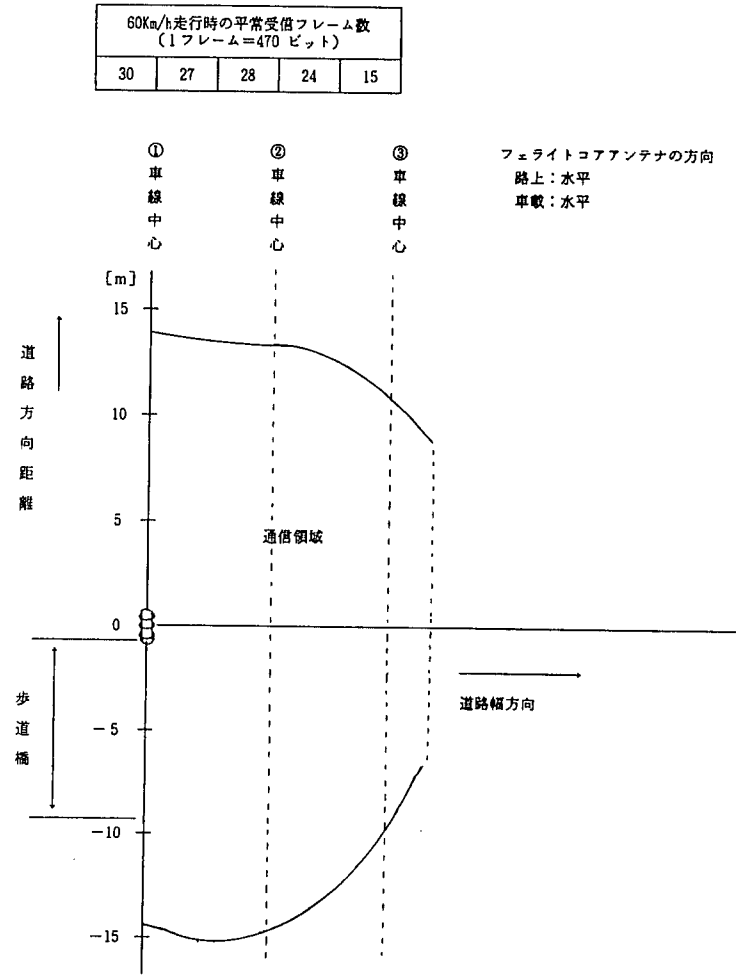


図３－11　走行確認結果〔車載機モデムでの通信領域と受信完結数〕

2）実験機器仕様

① 位置ビーコン

位置ビーコン標準仕様書による。（参考資料）

② 車載機モデム

・路車間通信仕様――3．3．2の通信仕様に準じる。

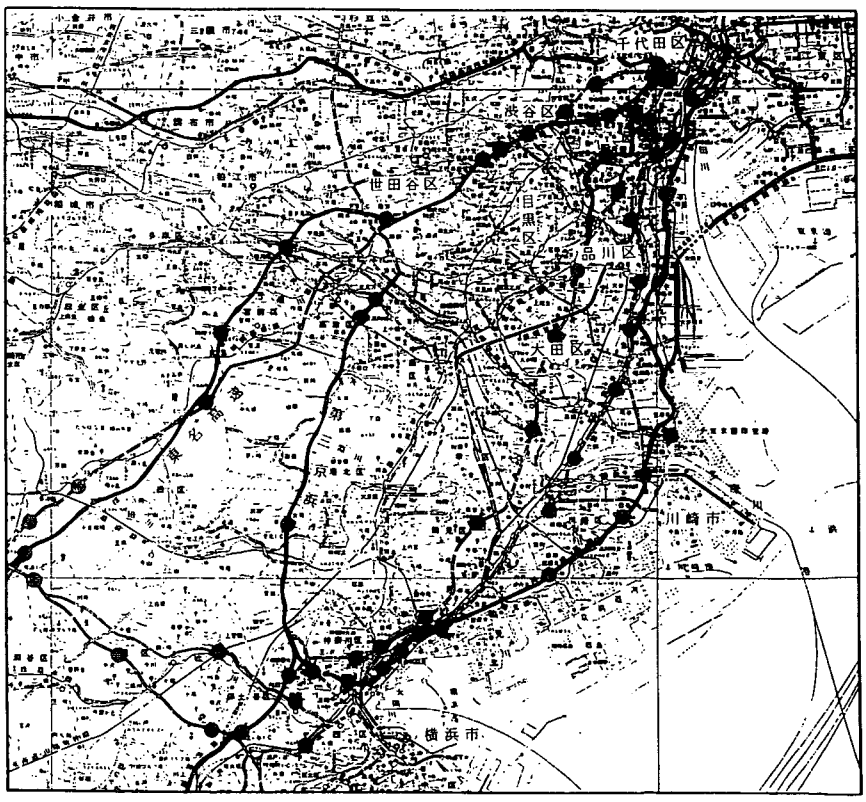
※受信最低レベルは，80ｄＢμＶ／ｍの範囲内に設定する。

3）実験内容

61年度のビーコンの設置状況は，表3－4，表3－5および図3－12のとおりである。これらは主に道路標識板や横断歩道橋，高速道路の料金所に取りつけられた。

表3－4　路上ビーコン設置状況

道路種別	道路延長（km）	ビーコン設置数
東名高速道路	21	3
首都高速道路	62	22
一般有料道路	19	5
一般国道	140	41
都道府県道	320	3
合　計	562	74



●ビーコン

図3－12　ビーコン設置場所

表３－３(a)　位置ビーコン設置状況一覧

種別	基本位置データ	地点名称（通称）	管理者（略称）	アンテナ設置位置	道路車線数	通信領域（車線数）	電源電圧	備考
11	533914 06245 03845 09010 070 01	横浜新道	道路公団	単独柱	上２，下２	上２，下２	100V	
11	533914 09520 05845 09020 111 02	横浜駅西口Ｒ上り（三ツ沢上り）	首都高	料金所	3	左側２	100V	
11	533914 08524 06348 09030 105 03	三ツ沢Ｒ上り（三ツ沢上り）	首都高	料金所	4	左側２	100V	
11	533914 08051 06271 09040 038 04	１号岡沢（保土ケ谷区岡沢町）	横浜国道	歩道橋	上２，下２	上２，下２	200V	
11	533914 05261 07022 09050 090 05	16号西谷（西谷第二）	横浜国道	歩道橋	上１，下１		200V	
11	533914 08105 04854 09060 122 06	16号峰岡（保土ケ谷川辺町）	横浜国道	歩道橋	上２，下２	上２，下２	200V	
11	533914 05299 03913 09070 107 07	16号保土ケ谷BP（今井）（今井１号橋）	横浜国道	歩道橋	上３，下３		200V	
11	533914 05296 03903 09080 107 08	16号保土ケ谷BP（今井）（今井１号橋）	横浜国道	歩道橋	上３，下３		200V	
11	533914 01982 07077 09090 105 09	16号保土ケ谷BP（今宿）（今宿２号橋）	横浜国道	歩道橋	上２，下２		200V	
11	533914 01978 07064 09100 105 10	16号保土ケ谷BP（今宿）（今宿２号橋）	横浜国道	歩道橋	上２，下２		200V	
11	533914 08226 03128 09110 044 11	１号保土ケ谷駅前	横浜市	歩道橋	上３，下２	上３，下２	200V	
11	533915 05696 09554 09010 061 01	汐入Ｒ上り（横羽上り）	首都高	料金所	2	2	100V	
11	533915 00816 06263 09020 037 02	東神奈川Ｒ下り（横羽下り）	首都高	料金所	2	2	100V	
11	533915 01400 07041 09030 034 03	東神奈川Ｒ上り（横羽上り）	首都高	料金所	2		100V	
11	533915 02817 07964 09040 070 04	子安Ｒ（横羽上り）	首都高	料金所	2	2	100V	
11	533915 00256 06623 09050 090 05	１号反町（神奈川区反町）	横浜国道	歩道橋	上２，下２	上２，下２	200V	
11	533915 00875 07012 09060 038 06	１号東神奈川（神奈川区東神奈川駅前）	横浜国道	歩道橋	上２，下２	上２，下２	200V	
11	533915 02374 08379 09070 063 07	１号新子安（神奈川区新子安）	横浜国道	歩道橋	上３，下３	上３，下３	200V	
11	533915 02157 07793 09080 080 08	15号新子安（新子安通一丁目）	横浜国道	歩道橋	上下５	上下５	200V	
11	533923 08814 00555 09010 028 01	東名横浜IC	道路公団	料金所	入路５	2	100V	左から３，４番目のみ
11	533923 09229 02205 09020 046 02	246号長津田（長津田）	横浜国道	可変情報板	上２，下２	上２，下２	200V	75dBμV/m で測定
11	533923 09113 00078 09030 114 03	16号大和BP（鶴間）	横浜国道	可変情報板	上２，下２	上２，下２	200V	75dBμV/m で測定
11	533924 07619 01954 09010 006 01	第三京浜港北ＩＣ	道路公団	料金所	入路３	3	100V	
11	533924 04920 06915 09020 052 02	246号荏田（緑区荏田町第一）	横浜国道	歩道橋	上２，下２	上２，下２	200V	75dBμV/m で測定
11	533924 00586 03399 09030 043 03	246号長津田（緑区長津田第一）	横浜国道	歩道橋	上２，下２	上２，下２	200V	75dBμV/m で測定

表３－３(b)

種別	基本位置データ	地点名称（通称）	管理者（省略）	アンテナ設置位置	道路車線数	通信領域（車線数）	電源電圧	備考
11	533925 09546 04410 09010 001 01	大師Ｒ上り（横羽上り）	首都高速	料金所	2	2	100V	
11	533925 08767 08020 09020 033 02	15号大森中１丁目	東京国道	標識柱	上２，下２	上２，下２	200V	上り左車線左側領域狭
11	533925 06651 09860 09030 032 03	１号西馬込２丁目（馬込５丁目）	東京国道	歩道橋	上３，下３	上３，下３	200V	75dBμV/m で測定
11	533925 07154 04863 09040 034 04	15号新六郷橋北詰（六郷）	東京国道	歩道橋	上２，下２	上２，下２	200V	
11	533925 05877 06046 09050 015 05	１号多摩川大橋南詰	横浜国道	情報板門柱	上３，下３	上３，下３	200V	
11	533925 06473 02853 09060 031 06	15号川崎駅前下り（新川通）	横浜国道	歩道橋	下４	下４	200V	
11	533925 06452 02869 09060 031 07	15号川崎駅前上り（新川通）	横浜国道	歩道橋	上４	上４	200V	
11	533925 04034 02222 09070 043 08	１号下末吉（下末吉）	横浜国道	歩道橋	上２，下３	上２，下３	200V	
11	533925 08767 02366 09080 049 09	池上新町２丁目	川崎市	照明柱	上４，下４	上左側３	200V	
11	533926 00523 06307 09010 003 01	空港Ｒ上り（１号上り）	首都高	門型柱	2	2	100V	
11	533934 05841 00080 09010 054 01	東名川崎IC	道路公団	料金所	入路３	右側２	100V	
11	533934 07792 03565 09020 040 02	東名多摩川橋	道路公団	門型柱	下３	下３	100V	
11	533935 00937 01580 09010 040 01	第三京浜多摩川IC	道路公団	特殊歩道橋	下３	下３	100V	アンテナ高8m，領域狭
11	533935 00217 00555 09020 033 02	第三京浜川崎IC下り	道路公団	料金所	2	2	100V	
11	533935 00321 00793 09030 042 03	第三京浜川崎IC上り	道路公団	料金所	2	2	100V	
11	533935 08022 08778 09040 083 04	高樹町Ｒ上り（３号上り）	首都高	料金所	2	2	100V	
11	533935 05857 08305 09050 059 05	渋谷Ｒ上り（３号上り）	首都高	料金所左側	2	2	100V	
11	533935 09326 09177 09060 010 06	飯倉Ｒ内回り（環状内回り）	首都高	料金所	2	2	100V	左側一般道漏洩あり
11	533935 09740 08187 09070 097 07	芝公園Ｒ外回り（環状外回り）	首都高	料金所	2	2	100V	
11	533935 08481 07231 09080 089 08	天現寺Ｒ上り（２号上り）	首都高	料金所右側	2	2	100V	
11	533935 09127 00261 09090 003 09	鈴ヶ森Ｒ上り（１号上り）	首都高	料金所	2	2	100V	対向一般道漏洩あり
11	533935 07680 03746 09100 022 10	戸越Ｒ上り（２号上り）	首都高	可変情報板	2	2	100V	両側道漏洩あり
11	533935 04865 07564 09110 057 11	池尻Ｒ下り（３号下り）	首都高	料金所	2	2	100V	
11	533935 00721 04783 09120 119 12	用賀料金所（３号上り）	首都高	料金所	6	右側５	100V	
11	533935 06920 09013 09130 053 13	246号渋谷４丁目（宮山学院前）	東京国道	歩道橋	上４，下４	上２，下２	200V	

表３－３(c)

種別	基本位置データ	地点名称（通称）	管理者（省略）	アンテナ設置位置	道路車線数	通信領域（車線数）	電源電圧	備考
11	533935 09747 08584 09140 156 14	１号麻布台２丁目（東麻布）	東京国道	歩道橋	上２，下２	上２，下２	200V	75dBμV/m で測定
11	533935 08737 05609 09150 007 15	１号白金台２丁目（二本榎）	東京国道	歩道橋	上４，下４	上４，下４	200V	75dBμV/m で測定
11	533935 09616 02234 09160 035 16	15号飯州（東大井）	東京国道	歩道橋	上３，下３	上３，下３	200V	
11	533935 09283 04817 09170 171 17	15号高輪４丁目下り	東京国道	門型柱	下４	下４	200V	対向車線へ漏洩あり
11	533935 09289 04711 09170 168 18	15号高輪４丁目上り	東京国道	門型柱	上４	上４	200V	
11	533935 07395 02597 09180 010 19	１号戸越６丁目（戸越６丁目）	東京国道	歩道橋	上３，下３	上３，下３	200V	75dBμV/m で測定
11	533935 04398 07208 09190 057 20	246号池尻２丁目上り	東京国道	標識柱	上３	上３	200V	
11	533935 04599 07350 09200 058 21	246号池尻２丁目下り	東京国道	標識柱	下３	下３	200V	
11	533935 02331 05158 09210 067 22	246号新町１丁目上り（新町１丁目）	東京国道	歩道橋	上３	上３	200V	
11	533935 02013 04974 09220 067 23	246号新町１丁目下り（新町２丁目）	東京国道	歩道橋	下３	下３	200V	
11	533935 08235 08836 09230 073 24	西麻布１丁目上り（柱№0080）	東京都	照明柱	上４	左側２	200V	
11	533935 08332 08854 08240 067 25	西麻布１丁目下り（柱№0035）	東京都	照明柱	下４	左側２	200V	
11	533936 00281 08038 09010 057 01	芝公園Ｒ下り（環状内回り）	首都高	料金所	2	2	100V	
11	533936 00435 06070 09020 021 02	芝浦Ｒ下り（１号下り）	首都高	料金所	2	2	100V	
11	533936 00601 06559 09030 021 03	芝浦Ｒ上り（１号上り）	首都高	料金所	2	2	100V	
11	533936 01138 09668 09040 033 04	15号新橋下り	東京国道	標識柱	下３	下３	200V	他車線への影響あり
11	533936 01064 09579 09050 030 05	15号新橋上り	東京国道	標識柱	上３	上３	200V	
11	533936 00569 07779 09060 008 06	15号芝１丁目（芝）	東京国道	歩道橋	上４，下４	右側２	200V	
11	533945 08120 00329 09010 069 01	246号青山１丁目上り	東京国道	門型柱	上５	上５	200V	
11	533945 08251 00372 09020 070 02	246号青山１丁目下り	東京国道	門型柱	下５	下５	200V	
11	533946 00034 00405 09010 041 01	霞ヶ関Ｒ内回り（環状内回り）	首都高	可変情報板	2	2	100V	左側一般道へ漏洩あり
11	533946 00116 00580 09020 027 02	霞ヶ関Ｒ外回り（環状外回り）	首都高	可変情報板	2	2	100V	左側一般道へ漏洩あり
11	533946 00403 00663 09030 027 03	１号霞が関上り	東京国道	標識柱	上４	上４	200V	
11	533946 00412 00607 09030 027 04	１号霞が関下り	東京国道	標識柱	下４	下４	200V	

位置ビーコンの設置フィールドで，以下の通信機能確認等の実験を実施した。

① 通信機能確認

・確認走行期間

昭和62年３月

・確認方法

実験エリア内のビーコンが設置されているルートを走行し，ビーコンからの送信データの確認，通信領域等の測定を行った。

② 通信状況確認調査

ビーコンとの交信状況に関しては，ナビゲーション部会において調査した。

なお，通信品質の予測を行う為，通信機能の調査の結果を考慮し，主要地点における雑音調査を別途実施した。（参照）

4）結果と考察

確認結果として以下の傾向がある事がわかった。

・一般の歩道橋等の鋼構造物に設置した場合，通信領域が拡大する傾向がある。すなわち，歩道橋のあるところでは，５～６車線を１本のアンテナでカバーできる可能性が高いことが確認された。

・料金所では，設置場所により領域が拡大する場合と，遮へいされて領域が制限される場合があるため，設置に関しては通信領域を充分確認する必要がある。一般的には，走行方向には広がるが，横方向には遮へいされる傾向がある。

・照明灯等にサイドファイアで設置した場合は，自由空間に近い通信領域となるため，２車線カバーが限界となる。

・設置箇所（横断歩道橋下，案内標識等）による受信状況に大きな差は見られない。

・信号機，送電線等の近傍で高周波の影響と思われるキャリアを受信することがある。今回のビーコン設置地点では問題を生じていないが，ビーコン受信の障害になる可能性もあり注意を要する。

・低速走行時のほうが受信ミスが少ないが，電界強度が80ｄＢμＶ／ｍ以上確保されている範囲では，高速走行（～80km／ｈ）でもほとんど受信ミスはない。

・大型トラック等との並走による受信の影響はほとんどみられない。

位置ビーコンの通信領域の測定結果例を図３－13に示す。

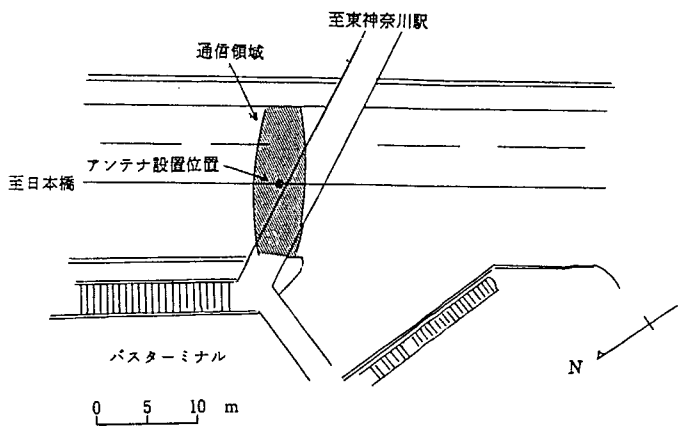
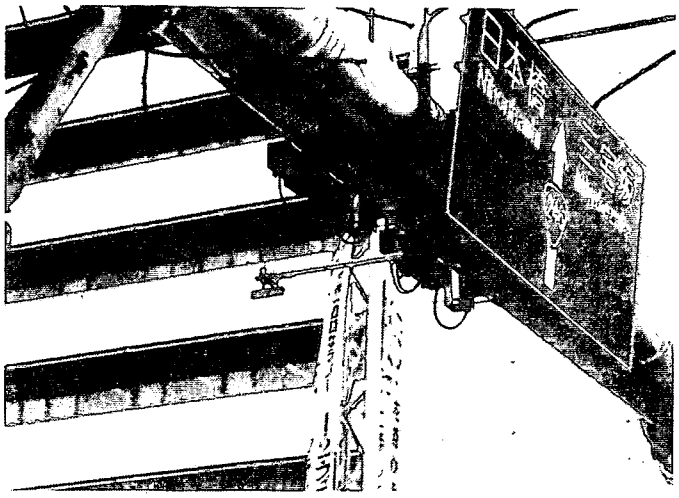
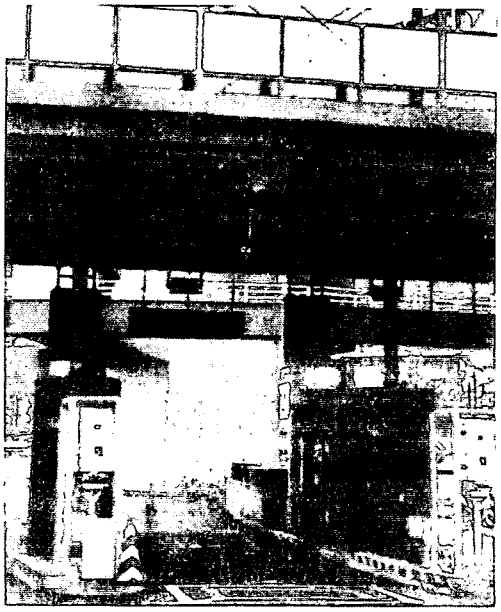


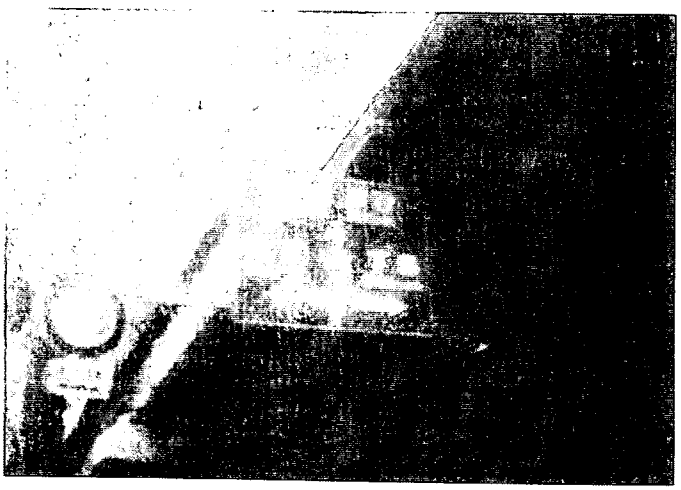
図３－13　位置ビーコン通信領域測定結果例



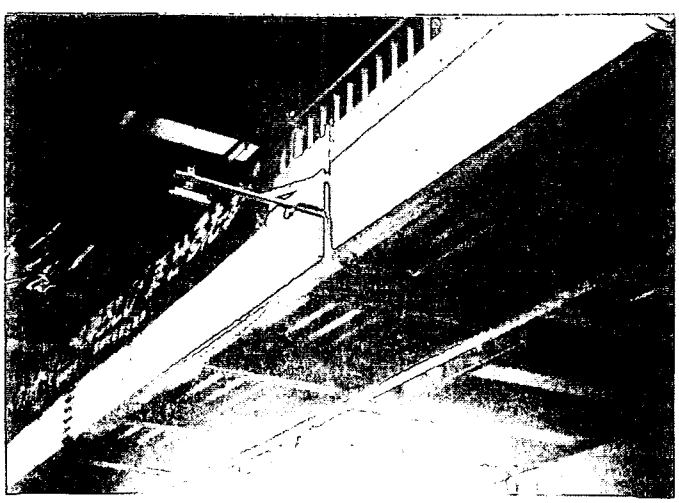
(a)　標識柱への取付状況



(d)　料金所への取付状況



(b)　標識への取付状況



(c)　歩道橋への取付状況

写真３－３　ビーコン（誘導方式）の路上設置状況

(3) 一般道路での通信品質評価実験

1）実験目的と内容

61年度に実施した通信機能確認実験に引き続き，62年度は実験エリアに設置した状態での路車間通信の品質を確認するために，位置ビーコンを設置している地点での雑音を観測し，またビーコンからの情報の異常受信回数を測定してフレーム誤り率およびビット誤り率を求めた。

ここでビット誤り率は，直接測定するのが望ましいが，ビーコンからは情報がフレーム単位で送信されるので，フレーム誤り率を測定し，ビット誤り率に換算した。

① 実験場所

実験エリアに設置したビーコンのうち，比較的交通量が多く雑音レベルの高いと予想される表３－４に示す13箇所で測定を実施した。

② 方法

(a) 雑音測定

受信可能最低レベル（通信レベル）に対する雑音レベルの差を求めるために，以下の要領で測定を行った。

・C.I.S.P.R pub.16に準じる妨害波強度測定器で準尖頭値を測定する。その際，定常的な値とピーク値とをそれぞれ測定する。測定は通信品質測定の前後に５分間づつ行う。

(b) 通信品質測定

ビット誤り率は，概ね10^{-7}～10^{-5}程度と推定されるので，１回の実験での受信情報量は10^{7}ビットを目安けに，下記の要領で測定を行った。

・ビーコンからの信号強度が80～85ｄＢμＶ／ｍの地点で受信する。

・３分間連続受信し，フレーム誤り数を測定する。これを10回行い，合計してフレーム誤り率を求める。

・ビット誤り率を次式により算出する。〔ビット誤り率＝フレーム誤り率÷160〕

即ち，フレーム誤りは１フレーム中１ビットの誤りによって生じるものとし，１フレームは開始フラグシーケンスから終結フラグシーケンスまでの160ビットで構成されるとする。

2）実験結果

各地点における測定結果を表３－４に示す。実験より，受信信号を誤らせる雑音はインパルス的であり，特に二輪車から発生するものが高レベルであるが，受信（車載）アンテナへの接近度合や車種によって妨害の程度は著しく異なることが判明した。また，受信可能となる最低レベルにおける通信品質は，概ね，フレーム誤り率で10^{-3}～10^{-5}，換算ビット誤り率で10^{-5}～10^{-7}程度であった。

上記の結果より，前節で定めた通信仕様は実用的に問題のないことが検証できた。

表３－４　通信品質測定結果

地点名	雑音レベル(準尖頭値：dbμV/m)		誤り率		備考
	定常値	ピーク値	フレーム誤り率	換算ビット誤り率	
１号岡沢	43～73	75	2.8×10^{-3}	1.8×10^{-5}	
	49～50	61	9.8×10^{-4}	6.1×10^{-6}	二輪車近傍通過時に誤り率劣化
16号西谷	46～63	75	1.5×10^{-3}	9.2×10^{-6}	
	46～61	77	3.4×10^{-3}	2.1×10^{-5}	
16号峰岡	45～48	66	4.2×10^{-3}	2.6×10^{-6}	
	45～47	65	7.2×10^{-4}	4.6×10^{-6}	
１号保土ヶ谷駅前	42～50	70	2.4×10^{-2}	1.5×10^{-4}	二輪車近傍通過時に誤り率劣化
	43～46	62	6.1×10^{-5}	3.8×10^{-7}	
１号反町	46～48	68	0×10^{-1}	10^{-6}以下	脚注参照
	46～56	68	1.2×10^{-4}	7.6×10^{-7}	
池上新町二丁目	44～46	64	0×10^{-1}	10^{-6}以下	脚注参照
	45～50	63	4.1×10^{-5}	2.5×10^{-7}	
15号鮫州	60～62	66～76	1.1×10^{-3}	6.6×10^{-6}	
	54～58	67	7.8×10^{-4}	4.9×10^{-6}	
246号池尻２丁目上り	52，61等	70	2.0×10^{-3}	1.3×10^{-5}	二輪車近傍通過による
246号池尻２丁目下り	50,65等	70	4.4×10^{-4}	2.7×10^{-6}	二輪車近傍通過時に誤り率劣化
246号新町１丁目下り	37	66	6.3×10^{-5}	3.9×10^{-7}	
246号青山１丁目上り	40～43	59～61	2.5×10^{-3}	1.5×10^{-5}	二輪車近傍通過時の雑音
首都高渋谷料金所	52	62～67	3.1×10^{-5}	1.9×10^{-7}	
	53～55	63～66	1.5×10^{-4}	9.5×10^{-6}	
首都高高樹町料金所	53	58～63	0×10^{-1}	10^{-7}以下	脚注参照
	56	67	6.0×10^{-4}	3.7×10^{-6}	

(注)．０×１０$^{-n}$とは、１０^{n}フレーム受信したとき誤り発生が０であったことを示す。

3．3．4　伝送容量の改善の可能性

誘導無線方式はバスロケーションシステム等に利用されるなど信頼の高い方式であるが，通信領域が3～5mと狭く，現状は図3－14に示す程度の伝送容量である。情報ビーコンへの活用を考えると伝送容量を大きくすることが望まれ，このため以下の検討を行った。

1）通信領域の拡大

(a)　送信出力

通信領域を拡大するには送信出力を増加すればよいが，路車間通信に用いている誘導無線帯での電磁界強度は，送信アンテナからの距離の3乗で減衰する特性を有する。従って，送信出力を上げても領域の拡大は，あまり効果的ではない。また，現状では，すでに微弱電波としての許容値に近い値で送信しているため余裕が少なく，このままの通信領域の拡大は困難である。

(b)　アンテナの配列

複数のアンテナを適当な間隔で設置すると通信領域の拡大が見込まれる。ここでは，実際の道路への設置を考慮して，路上アンテナを2個とした場合を考えると，図3－15左のようにアンテナの軸を合わせた場合（同軸アンテナ配置）は車両進行方向の通信領域が，同図右のように平行に設置した場合（平行アンテナ配置）は道路幅方向が拡大することになる。

これらのアンテナに対し，ある時間特定のアンテナが送信する（時分割制御）方式と，各々のアンテナが同時に送信する（分配接続）方式とが考えられる。前者は，単独のアンテナが作る通信領域を時間的に重ね合わせたものといえるので，受信車両が送信中のアンテナの通信領域内に存在する割合を考慮する必要がある。後者は，アンテナ間のバランスをとるための技術的検討が必要である。

2）伝送速度の向上

搬送周波数が250kHz以下という制約の下では，伝送速度を上げると，所要帯域幅が増え，アンテナ効率が低下する。従って受信雑音，送信出力等を勘案すれば，現状の2倍すなわち19.2kbps程度が限界とみられる。このとき，変調方式をＭＳＫとすれば搬送周波数は244.8kHzとなり，周波数偏移は±4.8kHzとなる。

伝送容量は，通信領域，伝送速度，通信時間などのように物理的に決まるもの以外に，通信制御，データの表現形式等の情報伝送効率等の改善によって増やす方法も考えられるが，上記のようにアンテナ制御方式の導入，伝送速度の高速化により，通信容量は現在のビーコンに比較して，約3～4倍の増大が見込まれる。

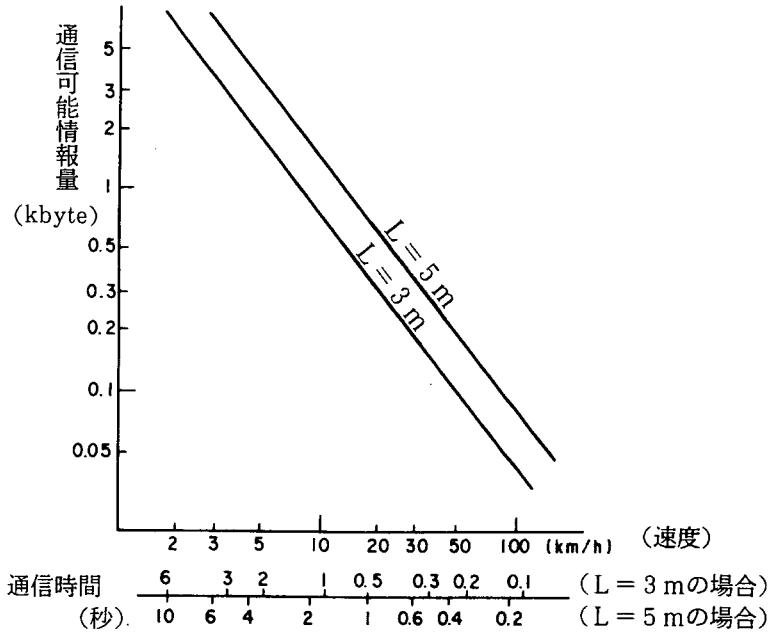


図３－13　通信エリアと情報量

配列	同軸アンテナ配置	平行アンテナ配置
時分割	I ANT1 通信領域 I ANT2 ↑進行方行　幅員方向→	I ANT1　I ANT2 ↑進行方行　通信領域 幅員方向→
分配接続	I ANT1 通信領域 I ANT2 ↑進行方行 幅員方向→	I ANT1　I ANT2 ↑進行方行　通信領域 幅員方向→

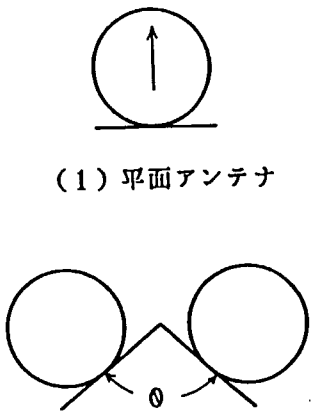
図３－14　アンテナの配列と制御方式のモデル（２アンテナの場合）

3．4　準マイクロ波方式

3．4．1　原理と特徴

準マイクロ波ビーコン方式は，準マイクロ波（1～3 GHz）の電波を用いて，間欠極小ゾーン通信を行おうとするものであるが，誘導無線方式に比して大量のデータを送ることを主眼としており，データの伝送速度（データレート）を大にし，かつビーコンのサービス範囲を大にすることを目的とした。さらに，ナビゲーションの援助のために，通信領域内を走行する自動車に高精度で位置の標定をする手段を与え，走行方向も識別する方法を検討した。

準マイクロ波ビーコン方式においては，図3－16(1)に示した通り，前方向に単葉性の指向性を有するアンテナ2面を同図(2)のごとく適当な角度で組合せ，図3－17(1)，(2)に示した水平および垂直指向性を合成し，それを図3－18の様に路側に設置して，道路上の適当な範囲（通信領域）を斜め上から照射する様にしている（路上アンテナ）。これにより，通信領域外への電波の漏れを極力抑え，領域内を走行する車とビーコンの間で直接波を中心とした安定な通信を行い得る様にしている。



（1）平面アンテナ

（2）2面合成アンテナ

図3－16　路上アンテナの構成

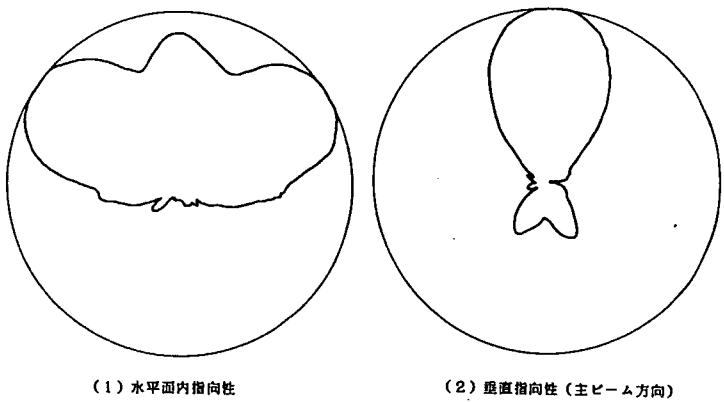


図3－17　路上アンテナ放射指向性

合成ビーム／AM重量方式

ビーコンの送信機器の構成は図3－19に示す通り，搬送波の出力データにより位相変調して2分し，夫々をデータフレームと同期した位置標定の信号で相互に逆位相でAM変調している。これらの変調を受けた波が，2面で合成されたビーコンアンテナのそれぞれの面に給電されている。2面のアンテナの給電位相は，搬送波に関しては同位相，AM成分に対しては逆位相となっている。このため，搬送波の指向性は図3－18の破線で示された様になり，アンテナ

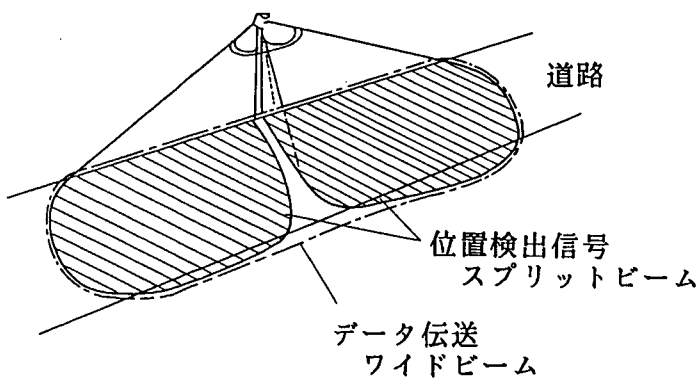


図3－18　ビーコン路上アンテナの設置法

を中心として連続した広い通信領域を形成する。一方ＡＭ成分の指向性は同図にハッチングして示された様に，アンテナの正面では深い落込みを示し，アンテナの左右では（位置標定信号の）位相が反転している。

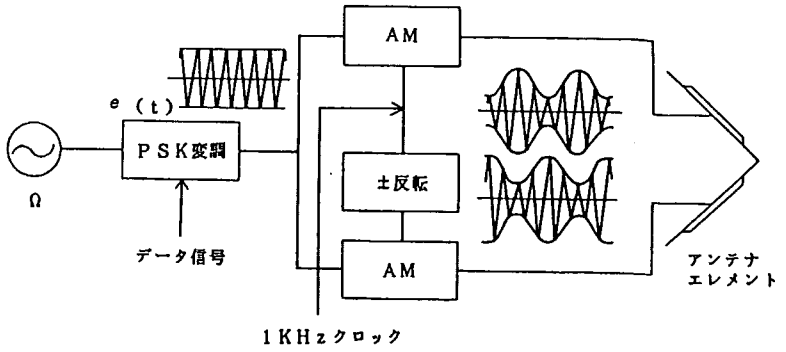


図３－19　ビーコン送信機構成

準マイクロ波ビーコンは，この路上アンテナの特性を利用する。すなわち，データ通信には，搬送波の指向性にしたがって，広い範囲で連続した通信領域を形成し，位置検出および走行方向識別は位置標定用ＡＭ成分の指向性を利用して高精度の判別を行おうというものである。

３．４．２　通信仕様の検討

通信仕様を表３－７に示す。これらの検討経過，選定理由について以下に述べる。

(1)　微弱レベル実験／10mW実験

通信仕様の検討は，基本的な事柄を微弱レベルで検討し，それにもとづき実用性を考慮したシステム設計を考え，10mWで確認実験を行うと言う２段階の手順で進めた。

(2)　周波数

本システムでは，路上アンテナおよび機器を既存の照明柱の設備に取付けることを基本として考えているため，特にアンテナの小型軽量化が既存設備に与える付加荷重を小さく抑える点で重要な要素となる。アンテナの大きさは，基本的に波長に比例するので，小型軽量化のためには，高い周波数を使用すると有利になる。一方電子回路部品は，あまり高い周波数を使うと高価になる。

この小型軽量化と経済性の２面に対する考慮より，微弱レベル実験には，2.6GHzを選定した。

10mW実験では，微弱レベル実験結果の実用化へのブラッシュアップと言う面以外にも，できるだけ広い範囲で検討を行い，実用時の適正周波数の評価，選定と言うことも考慮した。このため，実験は，電波システム開発センター（ＲＣＲ）の準マイクロ波実験実施協議会での準マイクロ波伝搬検討の一部として実施することにし，それに割当られた1.48GHz，2.335GHz，2.6845GHzの３波を使用することとした。

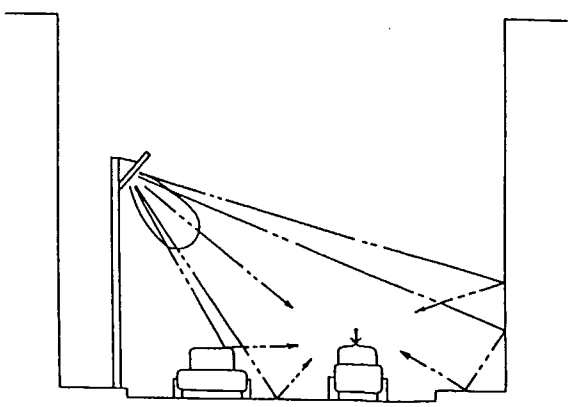


図３－20　路上アンテナと車載アンテナ間の電波通路モデル

(3)　偏波

通常の移動無線では垂直偏波がもちいられているので，本システムでも垂直偏波を主体として考えた。本システムにおいては，図３－20に

見る様にアンテナを傾けて設置するので，偏波も，それに応じて傾いいる。この点が通常の移動無線システムと異なる点である。

(4) 電力

ビーコン送信機の電力は，（微弱レベル実験時は別として）10mWとした。これは，微弱レベル実験時の基礎検討結果から見て，送信電力を10mWにすれば，70m以上の通信領域が得られることが予想されたことと，設備の経済性の点からこの程度以下の電力に抑えようと言う方針とより決定した。

表３－７　通信仕様

	１０mW実験	微弱レベル実験
周波数	１．４８GHz，２．３３５GHz， ２．６８４５GHzの３波	１．６GHz　１波
ビーコン送信電力	１０dBm	微弱レベル
路上アンテナ 型　式	２面合成平面アンテナ （図３．４．１）	シャープビームアンテナ ワイドビームアンテナ スプリットビームアンテナ
偏　波	垂直	垂直
利　得	４dBi	
変調方式	ＢＰＳＫ／ＡＭ ＭＳＫ ＡＳＫ／ＡＭ	ＢＰＳＫ
データレート	ＢＰＳＫ　５１２Ｋｂｐｓ １．５５４Ｍｂｐｓ ２．０４８Ｍｂｐｓ ＭＳＫ　５１２Ｋｂｐｓ ＡＳＫ　５１２Ｋｂｐｓ	３２Ｋｂｐｓ
占有帯域幅	ＢＰＳＫ　１．５４ＭＨｚ ７６８ＫＨｚ ＭＳＫ　７６８ＫＨｚ ＡＳＫ　８２０ＫＨｚ	
位置標定、方向識別 方　式	ＡＭ位相検出方式	
位置標定信号周波数	１ＫＨｚ	
ＡＭ変調度	１０％	
車載アンテナ	アップワードビームアンテナ ２モノポールアンテナ	モノポールアンテナ 円偏波アンテナ アップワードアンテナ

(5) 位置標定信号周波数

位置標定は，位置標定信号によるＡＭ変調成分を車載装置によって復調して行われる。したがって，その周波数は，電波の伝搬時に生ずるフェーディングによる振幅変動（ＡＭ）と十分に分離し得るだけ高くする必要がある。一方，ＡＭ／ＰＭ変換作用によって，データ伝送のＰＭ変調に悪影響を与えない様に低く保つ必要がある。

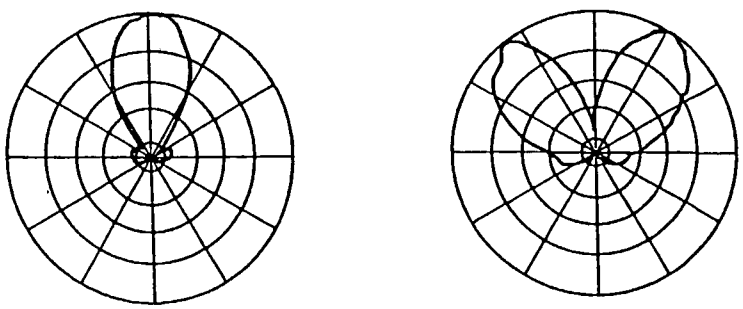
車の走行速度を最高100km／ｈｒにすると，2.6GHz帯では，最高200Hz程度のフェーディングによる振幅変動が現れる可能性がある。一方，データ信号の最低周波数は，数KHz程度である。これより，位置標定信号の周波数には１KHzを選定した。

(6) 路上アンテナ

路車間通信では，路上アンテナ（ビーコン）の特性が，通信性能および位置評定，走行方向識別性能に大きな影響を与える。

良質な通信性能を得るためには，路上アンテナを指向性アンテナとし，放射指向性を目的とする通信領域の範囲内に限定して，領域外への電波の漏れを極力抑え，領域外からの反射散乱波の影響を受け難い様にして直接波通信の安定性を保つことを基本とした。このためアンテナは路側の高い位置に設置し領域内を走行する車から直視できる様にし，かつ大型車輌が併走しても，あまり大きな影響を受けない様にすることを考えた。実用的な制限を考えて，アンテナの設置高は地上５～７ｍとした。指向性を適正に選定するためアンテナの形式を図３－16(1)に示した様な前面方向に単葉性の指向性を有するアンテナを(2)に示した様に２面適当な角度で組合せ，それらの合成として所望の指向性を得る様にした。２面合成アンテナを選んだのは，アンテナの寸度をできるだけ小さく抑え，かつできるだけ簡単なものにするという実用上の要請を考慮したものである。

位置評定のもっとも原始的な方法は，車が通信領域内に入り，ビーコンからの電波を受信する様になると，ビーコンの前に来たと判定する方法である。この方法ではアンテナの指向性を鋭くして，電波をアンテナ前面に集中しなければ，広い範囲で受信され，位置評定精度が悪くなる。このためアンテナ指向性を鋭くすることが，一つの条件となる。図３－16(2)のアンテナで指向性がもっとも鋭くなるのは，２面の交叉角を180°すなわち，２面を一平面上に並べる場合である。このときの指向性を図３－21(1)にシャープビームアンテナの指向性として示す。シャープビームアンテナによる位置評定の精度は±15m程度であり，位置評定に要求される精度±数ｍに比して，十分とは言えない。通信領域も狭く，多量のデータ伝送には適さない。



(1) シャープビーム　　(2) スプリットビーム

図３－21　シャープビームアンテナ／スプリットビームアンテナ指向性

位置評定の精度を高める方法として，図３－21(2)に示したスプリットビームアンテナによる方法を調べた。これは，図３－16(2)の２面交叉角を約90°にして指向性の幅を拡げ両面を逆位相に給電してアンテナ前面に深いヌルを作ったものである。この方法によれば，車は一旦ビーコンの電波を受信し，ビーコンの前面に達すると受信レベルが急激に下り，前通過後ふたたび電波を受信するようになる。このビーコン前面での受信レベルの急激な低下を利用して，位置評定を高精度で行うことができる。通信領域は広くなるが，この場合，ビーコンの前面で一度通信が途絶えると言う欠点が生ずる。

以上に述べたシャープビームアンテナ，スプリットビームアンテナには，それぞれ位置評定精度の不足，伝送可能データ量の不足およびビーコン前面での通信の途絶と言う問題がある。それに加えて，両方法共に車の走行方向が識別出来ない。このため，スプリットビームアンテナと同等の位置評定精度を有し，通信領域も広く，ビーコン前面でも連続して，通信出来，かつ，走行方向の識別も可能な方式として，図３－18，図３－19に示したＰＳＫ／ＡＭ逆変調方式を案出した。この方式による位置評定，方向識別の詳細は，節を改めて述べる。

(7) 車載アンテナ

路車間通信は，路上アンテナにより電波を出し，車載アンテナで，それを受ける（あるいはその逆）ことで行われる。このため，車載アンテナの特性も通信性能に大きく影響する。よって，車載アンテナについてもどの様な特性のものが良いかを検討した。

移動通信における電波伝搬は，一般に深いフェーディング特性を示すものと考えられ，高速デジタル通信には，大きな困難が伴うものと考えられて来た。これは，送受のアンテナが相互に可視範囲になく，送信アンテナと受信アンテナの間に多くの電波の経路が存在し，多重波干渉が発生することによるものである。

本通信方式では，通常の移動通信に較べると，短かい距離で送受アンテナが直視の範囲にある場合の通信を考えるから，（路上アンテナと同時に）車載アンテナの特性を工夫して安定な特性が得られ，高速通信ができる様に検討した。

前に述べた様に路上アンテナは，路側で５～７ｍの地上高の位置に取付ける様にした。このため通信領域の主要部では，ビーコンからの直接波は斜め上の方から来ることになる。これに対して，周囲に存在する車や建物，あるいは地面からの反射，散乱波は比較的低い角度の方向や，下の方向から来る。この状態をモデル的に図３－20に示す。（路上アンテナを指向性アンテナにして，電波が通信領域外に漏れない様に工夫しても，寸度等の実用上の限界により，ある程度の漏れが生ずることは不可避である。）

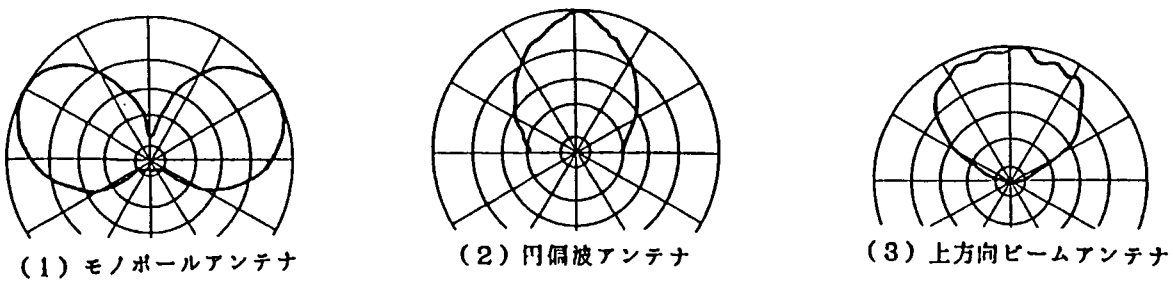


図３－22　車載アンテナの垂直指向性

地上アンテナ　合成ビーム　　車載アンテナ　取付位置：ルーフトップ　　周囲環境　クリアー

地上高５ｍ　　受信帯域幅　10KHz

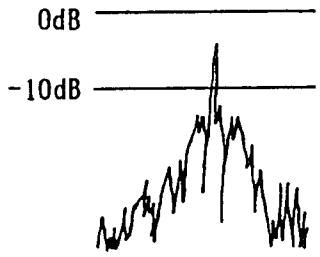
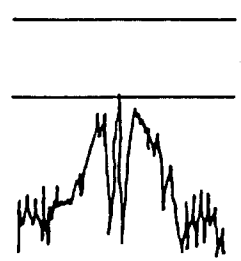
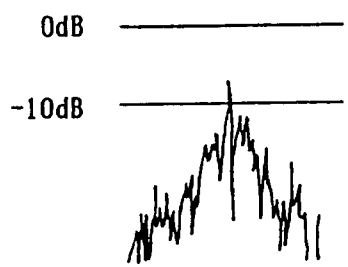
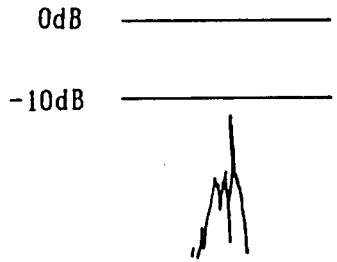
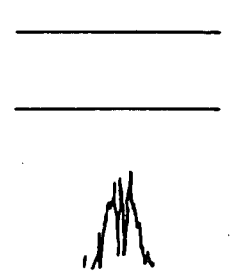
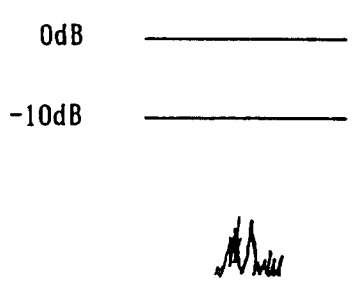
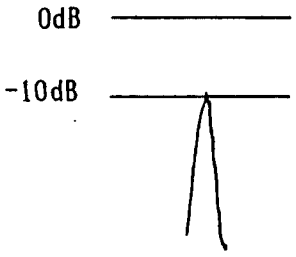
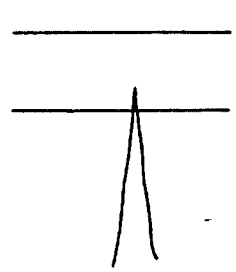
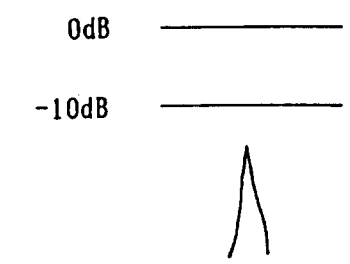
車載アンテナ ＼ 車線	第　1　車　線	第　2　車　線	第　3　車　線
(1) モノポール			
(2) 円偏波			
(3) 上方向ビーム			

図３－22　車載アンテナの種別と受信レベル分布

この様な状態で直接波を効率良く受信し，反射散乱波の受信を出来るだけ抑制するために，指向性の主方向が，車より上の方を向き，水平方向より下側の感度を低下させた上方向ビームアンテナの効果を検討した。比較のために水平方向および下方に，ある程度感度を有する通常のモノポールアンテナについても検討した。また，すべての偏波を受信出来るとの観点から円偏波アンテナも調べた。図３－22(1), (2), (3)にモノポールアンテナ，円偏波アンテナおよび上方向ビームアンテナの指向性を示す。図３－23(1), (2), (3)はそれぞれ上方向ビームアンテナ，モノポールアンテナおよび円偏波アンテナを装備した車が路上アンテナの前面を走行しながら電波を受信したときの，道路に沿った受信レベル分布の実測例である。なお実験は微弱レベルで行った。同図に明らかに示されている様に，上方向ビームアンテナによる受信レベル分布は，滑らかな特性を示しており，高速高品質通信が期待出来るのに対して，モノポールアンテナによる受信レベル分布は，激しいフェーディング特性を示していることがわかる。円偏波アンテナの場合もフェーディングが大きく現れている。

上方向ビームアンテナの考えをさらに押し進め，２モノポールアンテナを開発した。これはモノポールアンテナ２基を適当な間隔で並べて給電し，車の左右方向には，アレイファクターによって，指向性が斜め上方向を向く様にし，前後方向には水平より下方向の感度を低く保ったまま指向性を伸ばし通信領域を拡大出来る様にしたものである。指向性の実測例を図３－24に示す。２モノポールアンテナにより，一層の特性改善が得られたが，その詳細は節を改めて説明する。この考え方は，２モノポールアンテナと言う具体的なアンテナ構造と言うよりも，将来の車載アンテナの指向性の設計指針として役立つであろう。

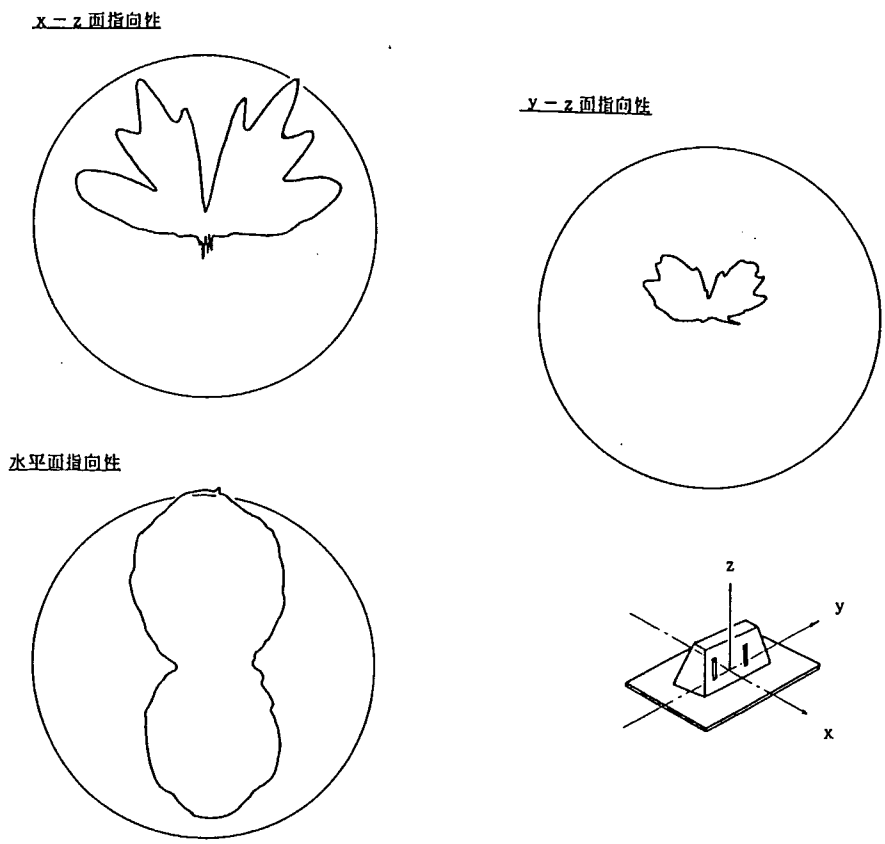


図３－24　２モノポールアンテナ指向性

(8) 変調，データレート，占有帯域幅

変調方式については，ＢＰＳＫ，ＭＳＫ，およびＡＳＫの３方式について検討した。ＡＳＫは機器の簡単さの点から，ＢＰＳＫは機器が簡単に出来ることと，フェーディングに強いことが、期待出来ることから取上げた。ＭＳＫは占有帯域幅を狭くして，周波数の利用効率の向上を図れる点から取上げた。

なお，３変調方式の占有帯域幅は，

ＢＰＳＫ：データレート×３，×1.5

ＭＳＫ：データレート×1.5

ＡＳＫ：データレート×1.6

に選定した。

データ伝送は，良好な電波伝搬特性が期待されるので，高速伝送を検討することとし，512Ｋｂｐｓを主体として取上げた。ＢＰＳＫについては，1.544Ｍｂｐｓ，2.048Ｍｂｐｓについても実験検討した。

３．４．３　通信領域・通信品質の評価

路車間通信において，どの様な通信品質が得られるかを確認するために，国道１号沿いの東五反田，西五反田，南馬込，池上の４ヶ所にビーコンを設置して通信品質を測定した。４ヶ所のうち西五反田は路上アンテナが街路樹の葉で覆われ，悪条件下にあった。このときの実験パラメータは表３－８に示す通りで，周波数は1.5GHz，2.3GHz，2.6GHz帯の３波，変調方式はＢＰＳＫ，ＭＳＫ，ＡＳＫ（帯域制限型）の３方式，データレートは512Ｋｂｐｓ，1.544Ｍｂｐｓ，2.048Ｍｂｐｓに選び，それぞれの場合について通信品質を測定した。実験はそれぞれのビーコンについて，路上アンテナよりＰＮ（擬似ランダム）信号で変調した電波を放射し車載アンテナで，これを受信し，道路に沿った受信電力レベルの分布，伝送データの符号誤り率（ＢＥＲ）の分布を測定した。測定は，６車線にわたり，全車線について行った。

表３－８　通信品質フィードテスト条件

実験場所	国道１号 東五反田、西五反田、南馬込、池上
実験周波数	１．４８ＧＨｚ，２．３３５ＧＨｚ，２．６８４５ＧＨｚ
データレート	５１２Ｋｂｐｓ，１．５４４Ｍｂｐｓ，２．０４８Ｍｂｐｓ
変調方式	ＢＰＳＫ／ＡＭ，ＡＳＫ／ＡＭ，ＭＳＫ（５１２Ｋｂｐｓのみ）
路上アンテナ	
形　式	２面合成平面アンテナ
偏　波	垂直
利　得	４ｄＢｉ
地上高	５ｍ
車線数	６

図３－25は，受信レベル分布の周波数特性実測例を示し，図３－26は，ＢＥＲ分布特性の３周波数における実測例を示す。図３－25から，一般的な傾向として，受信レベル分布はビーコンを中心として，ある範囲内ではフェーディングの比較的少ない安定した領域があり，それから離れていくと受信レベルが低下すると同時にフェーディングが段々深くなり，ついには，深さが20～30ｄＢにも達する激しいフェーディングが現れる様になることがわかる。この中央部の比較的安定した領域で良質の通信が行われる。安定領域の幅は，図より観察されるごとく，実験の範囲内では周波数が高い方が広くなっている。図３－26のＢＥＲ分布特性でもこの傾向が認められ，周波数の高い方がＢＥＲの小さな範囲が広くなっている。

図３－26を見てわかる様に，ＢＥＲ分布特性は，ビーコンの近辺では，散発的に，わずかの誤りが発生することがある以外は，ほとんど誤りの生じない領域が存在し，それより外側では，急激にＢＥＲが増加している。すなわち，ビーコンの近辺に誤りの小さな領域がウインドーの様に存在している。このウインドー特性がビーコン通信方式の大きな特徴で，周波数，データレート，車載アンテナの種別，ビーコンの布設場所等の条件に関係なく存在している。

図３－27は，車載アンテナをアップワードビームアンテナにしたときと，２モノポールアンテナとしたときのＢＥＲ分布特性を比較している。これより２モノポールアンテナの方が広い範囲にわたって高品質な通信ができることが認められる。この様に車載アンテナの特性によっても，通信のできる範囲が大きく変わることが認められる。

ビーコンの近辺にできるウィンドーの長さを通信領域(の広さ)と定義して，周波数・データレート（変調方式はＢＰＳＫ），変調方式，アンテナ形式（アップワードアンテナと２モノポールアンテナ）・伝送帯域幅と通信領域の関係をまとめると，それぞれ図３－28，図３－29，図３－30となる。

周波数，データレートに関しては，2.68ＧＨｚでの2.044Ｍｂｐｓの場合を除いて，通信領域にあまり大きな差は見られない。2.68ＧＨｚ，2.044Ｍｂｐｓの場合は，明らかに通信領域が狭くなっており，原因は明確ではないが，この点から見れば，２Ｍｂｐｓまでデータレートを上げれば，伝送品質が若干不安定になると思われる。なお512Ｋｂｐｓと1,544Ｍｂｐｓとでは大差は認められなかった。

変調方式に関しては，方式によって差の見られるビーコンと大差のないビーコンとがあった。図３－29の例では，東五反田のビーコンではＢＰＳＫとＡＳＫとの間に大差は認められないが，西五反田では，ＡＳＫに若干の劣化が見られる。西五反田は，路上アンテナが街路樹の葉に覆われる悪条件下にあったので，周囲環境によって，変調方式の差が出るものと推察される。ＭＳＫ方式については，データが十分でないので正確なことは言えないが，ＢＰＳＫの場合と大差のない特性が得られている。伝送特性の良否，通信領域の広さは，変調方式よりも，アンテナを主とした車載機器の特性で決定される要素が大きく，変調方式はいずれの方式でも大きな影響はない様に思われる。

受信アンテナの形式の差による通信領域の差は，図３－30に見られる様にアップワードビームアンテナに対して，２モノポールアンテナは約２倍になっている。この様に車載アンテナの特性を適性に選ぶことが重要であることがわかる。

全体的に言えることは，第５，６車線での通信は，不安定な場合があり，路側アンテナの地上高を５～７ｍ程度に選ぶと，一つのビーコンでカバーできる車線は４車線までと見ておくのが安全である。また，

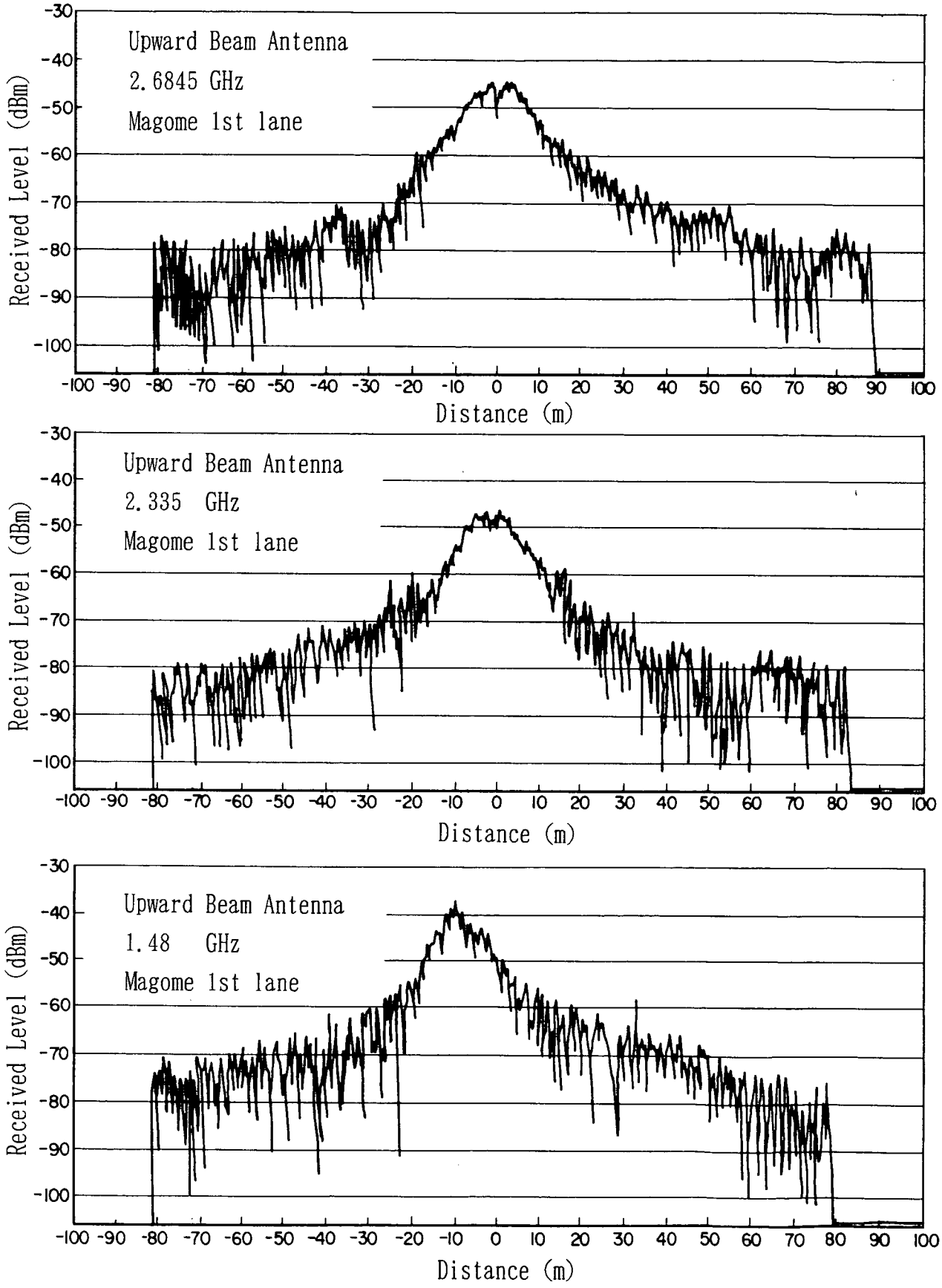
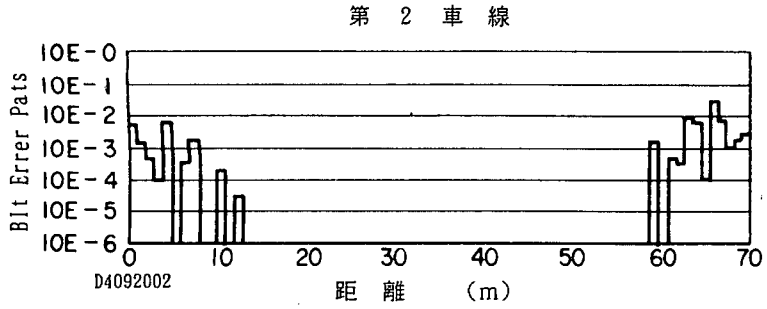
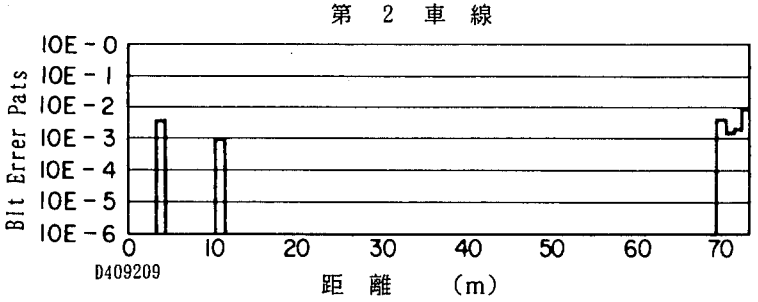


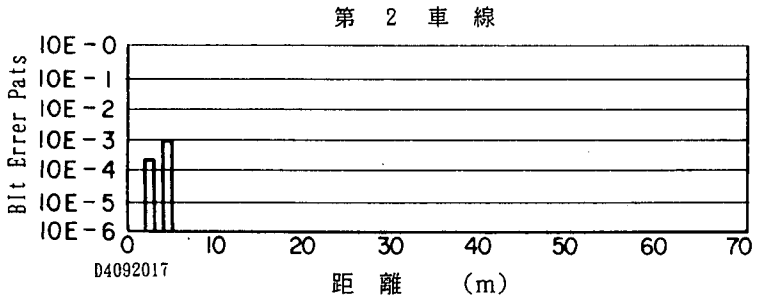
図３－24　受信レベル分布実測例



(1) 1．480GHz例



(2) 2．335GHz例



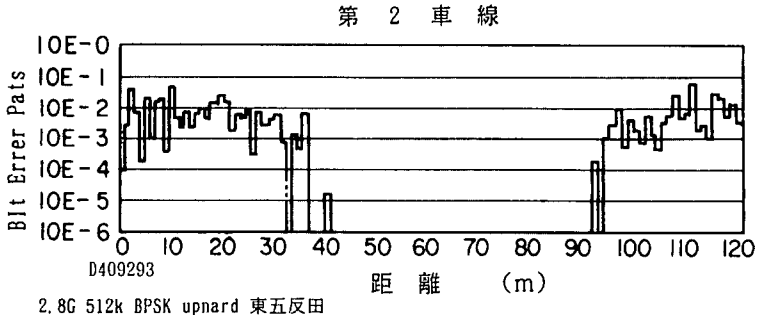
(3) 2．6845GHz例

図3－25 ＢＥＲ分布実測例：周波数特性 車載アンテナ：上方向ビームアンテナ

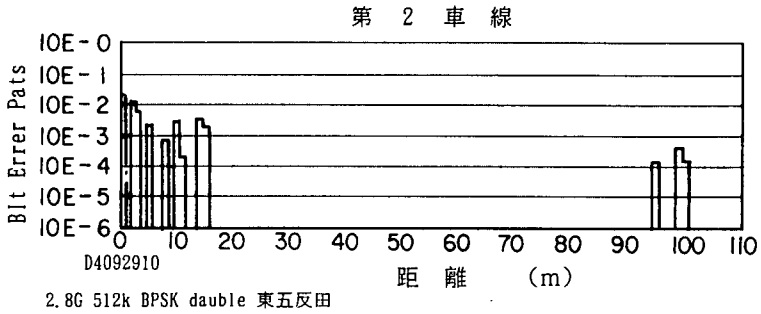
データレート：512Kbps

変調方式 ：ＢＰＳＫ

測定場所 ：池上



(1) 上方向ビームアンテナの場合



(2) 2モノポールアンテナの場合

図3－26 ＢＥＲ分布実測例：アンテア形式比較

周波数 ：2.684ＧＨｚ

データレート：512Kbps

変調方式 ：ＢＰＳＫ

測定場所 ：東馬込

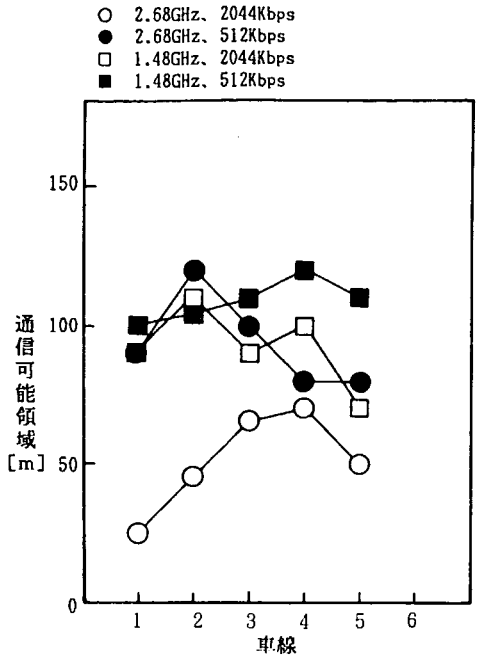


図３－28　周波数，データ伝送速度と
通信可能領域の関係

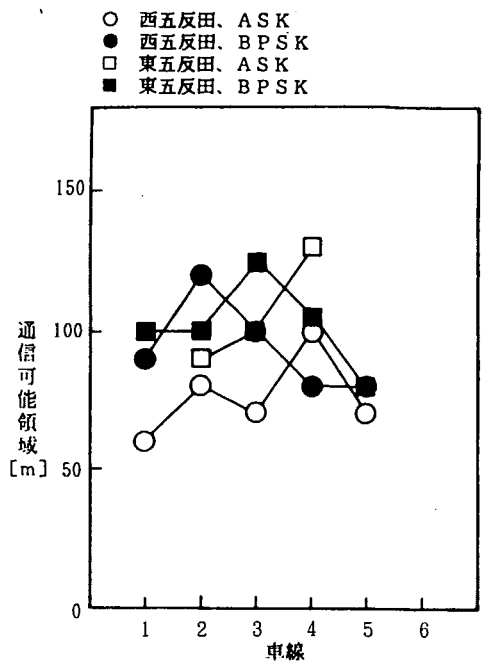


図３－29　変調方式，測定場所と
通信可能領域の関係

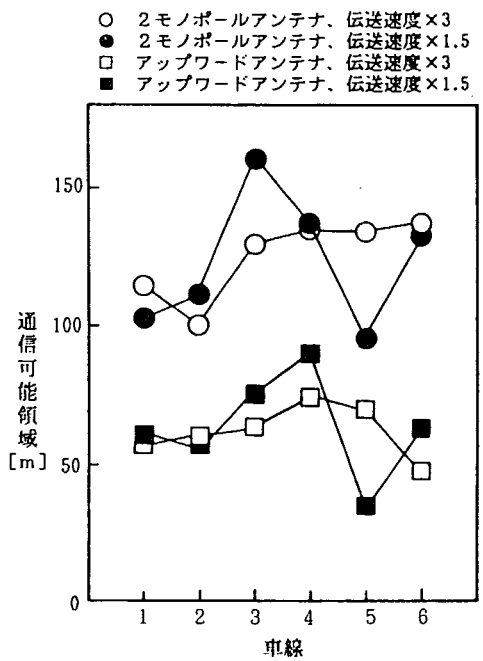


図３－30　占有帯域幅，受信アンテナと
通信可能領域の関係

ビーコンからの送信電力を10mW程度に選ぶことにより，車載アンテナを適性に選ぶことにより，70m以上の通信領域を確保できる。

なお，通信実験で得られたデータの詳細は，添付の実験データ集に示されている。

3．4．4　位置標定と走行方向識別方法の評価

ここでは，ＰＳＫ／ＡＭ逆変調方式による位置標定と走行方向識別について詳説する。

図３－31は，ＰＳＫ／ＡＭ逆変調方式によって路上アンテナから放射される電波の位相関係を示す。路上アンテナは２面合成アンテナで構成されており，データで位相変調（ＰＳＫ）された波を２分して，１KHzの方形波（位置標定信号）で相互に逆位相でＡＭ変調をかけ，それぞれのアンテナを給電している。このときそれぞれの面（アンテナ面）への給電は，搬送周波数（ＲＦ）に関して同位相になる様にしている。ＡＭ変調成分は，当然逆位相になっている。このＡＭ変調の方形波（１KHz）は，データクロックを逓降して作っており，図示の様に，一方では，データフレームの先頭と，１KHz方形波の立上りとが一致しており，他方では，データフレームの先頭と，１KHz方形波の立下りが一致している。ＡＭ変調度は，位相変調に悪影響を与えないように10％程度に選んでいる。

２面のアンテナがＲＦに関して同相に給電されており，ＡＭ成分に関しては逆相に給電されているので，ＲＦ成分の平均値の指向性は，図３－32に示された様に，連続した特性を示し，通信領域内での通信の連続性が保たれる。

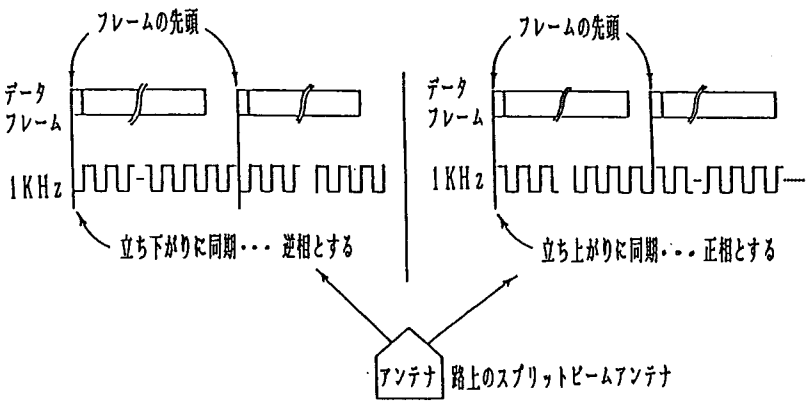


図３－31　ＡＭ成分の位相関係

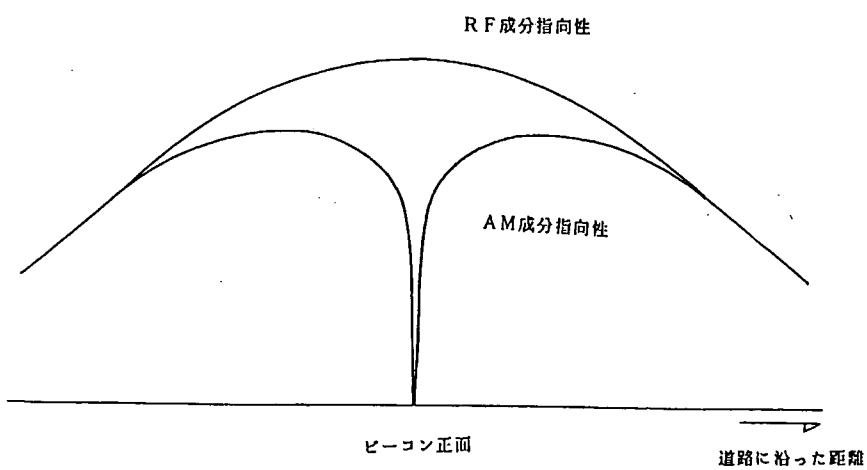


図３－32　ＲＦ，ＡＭ成分の分布

AM成分は，アンテナの正面で急激に零になり，零点の前後では，位相が反転する。このAM成分の指向性は，前に述べたスプリットビームアンテナの指向性と同一になる。

この波を受信する車載装置は，図３－33に示す通りである。車載アンテナで受信された波は，増幅された後に２分され，一方は，そのまま位相復調回路へ導かれ，データの復調が行なわれる。このとき，データクロックも回復される。他方は，包絡線検波の後，帯域フィルターを通して，１KHz成分が取出される。この１KHz成分の位相と，回復されたデータクロックを逓降して作った１KHz波との位相を比較して位置標定および走行方向の識別を行う。例えば車が図３－31の左側から右側へ走行する場合を考える。車が路上アンテナの左側にある場合は，路上アンテナより放射される波の信号変調フレームの先頭は，１KHz振幅変調成分波の立上がりと一致している。したがって車載装置で回復したデータクロックをデータフレームの先頭に同期しておけば，これを逓降して作った１KHz成分波と受信波を包絡線検波して求めたAM成分波とは逆位相になる。車が進行して，路上アンテナの右側の領域に来れば，両者は同位相になる。よって，この位相の変化点を求めれば，位置標定が可能となる。路上アンテナのAM変調の位相の定め方，すなわちデータフレームと同位相か逆位相かの定め方をあらかじめ一定の規則に従って定めておけば，位相の変化の順序を見て車の走行方向を識別できることになる。

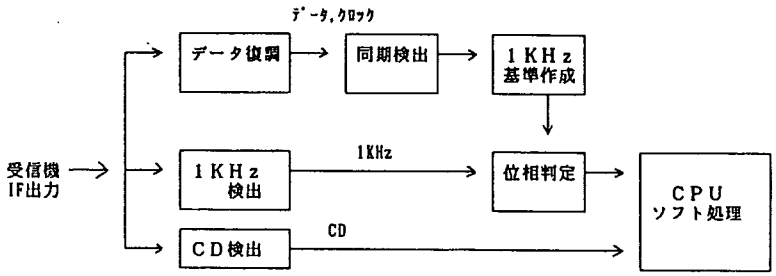
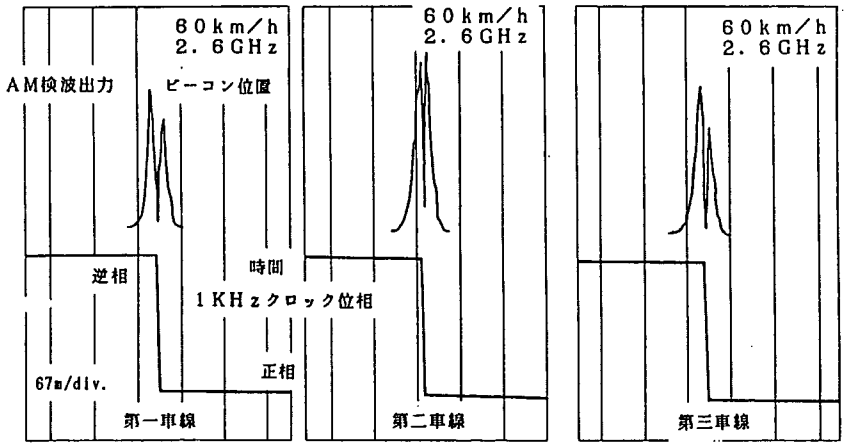


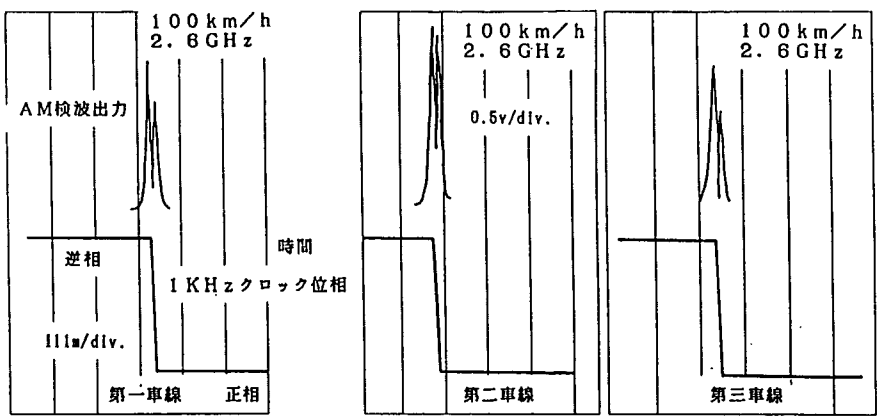
図３－33　位置標定／方向識別回路

実際の車載装置では，位相の判定を，連続した５ビット（１KHz波の５ビット）について行ない，そのうち４回以上現れる位相条件を，その位置での位相と判定する様な一種の多数決による位相決定法を採用し，誤りの発生を防いでいる。この様なハードウェアによる位相判定に加えて，ＣＰＵにより，５msec毎に，ハードウェアによる決定位相を５回続けて調べ，ここでも多数決によって位相を決定している。

図３－34は，土木研究所の実験走行路で実験したときの道路に沿っての１KHz成分位相分布の実測例である。検出誤差は１m以内に収まっている。これより本方法は，実用上十分な方法であることが確認された。



(1) 車速 60km/hの場合



(2) 車速 100km/hの場合

図3－33 位置標定／走行方向識別用1KHz成分位相分布実験結果

3.4.5 電波伝播シミュレーションを利用した通信領域の解析

準マイクロ波は周辺の都市雑音レベルの雑音による障害はほとんどなく，通信において障害となる可能性か大きいと考えられる項目としては，指向性が強いことから金属体等による反射，遮蔽効果の影響が考えられ，道路脇の構造物や，中央分離帯に設置される横断歩道橋などのピアーの影響について調べる必要がある。ここでは，電波の伝播シミュレーション等により，これらの影響について検討した。

(1) シミュレーションの方法と精度

シミュレーションは，ビーコンからの直接波のみを考慮した次の自由空間伝播式を基本としている。

自由空間伝播式

$$P_R = (\lambda / 4\pi R)^2 G_{TO} D_T^2(\theta_T, \phi_T)\, G_{RO} D_R^2(\theta_R, \phi_R)\, R_T$$

G_{TO} ：送信アンテナ利得

$D_T(\theta_T, \phi_T)$ ：送信アンテナの（相対）指向性

θ_T , ϕ_T　　：送信アンテナから受信アンテナを眺めた角度パラメータ

G_{RO}　　：受信アンテナ利得

D_R （θ_R , ϕ_R ）：受信アンテナの（相対）指向性

θ_R , ϕ_R　　：受信アンテナから送信アンテナを眺めた角度パラメータ

λ　　：自由空間波長

R　　：送信アンテナ間距離

P_T　　：送信電力

P_R　　：受信電力

なお，シミュレーションにおいては，以下の仮定を設定した。

反射，遮蔽効果を持つ障害物は，最悪の場合を想定し，金属導体と同様の物性をもつものとする（コンクリートなどでも全ての電波を反射すると考える）。

アンテナから送信される電波は，障害がなければその指向性に従い伝播する。このため，送信時にアンテナの背面方向への伝播は生じないと考える。

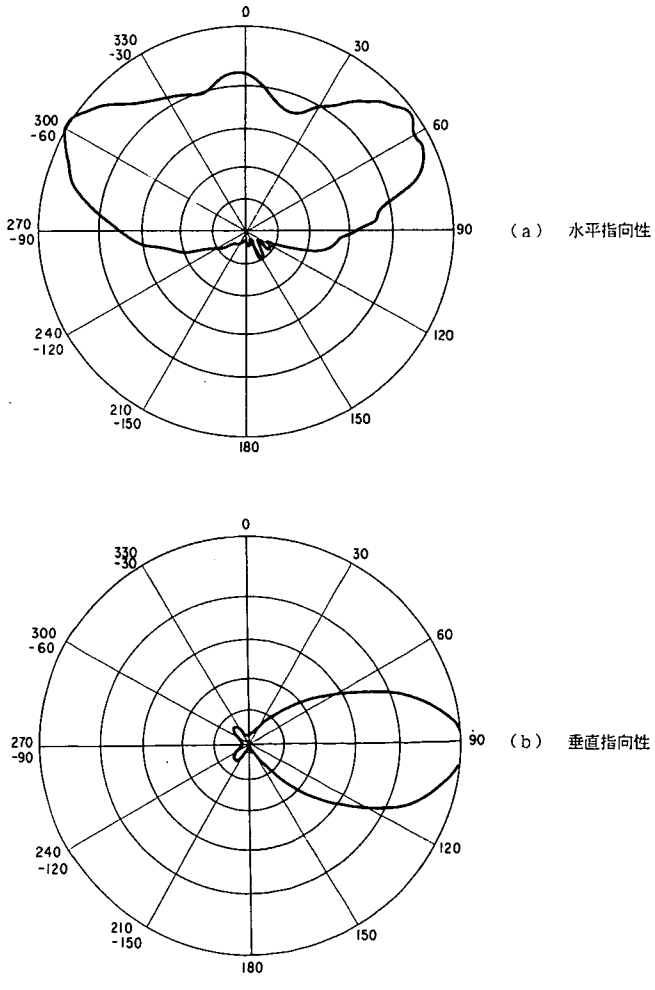


図３－35　シュミレーション条件
路側アンテナ指向性（利得４dBi）

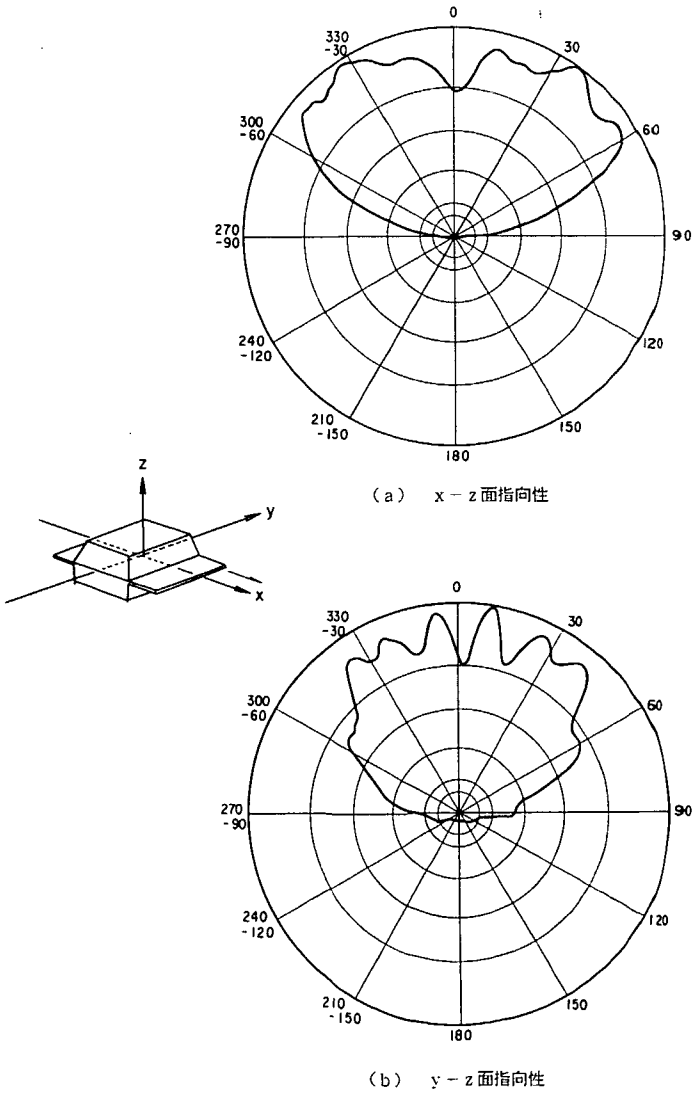


図３－36　シュミレーション条件
車載アンテナ指向性（利得４dBi）

シミュレーションの精度を調べるため，自由空間伝播式をもちいて，車載側に Upward Bean Antenna を使用した条件で実測値と計算値と比較した。

図３－35に路上（送信）アンテナの指向性，図３－36に車載（受信）アンテナの指向性を示す。

図３－37～３－39にシミュレーションにより得られた計算値と路上での実測値とを示す。

車載アンテナによる受信レベル分布は実測値と計算値とで最大６ｄＢ程度の誤差を生じる部分が一部見られるが，全体的には非常に良く一致しており，通信領域は本シミュレーションで十分推測できると考えられる。ただし，路側アンテナよりおよそ35m以上離れた範囲では，実測値には細かな変動が入っており，シミュレーションで考慮されない何らかの外的攪乱を受けていると考えられる。

さらに，自由空間伝播式に反射波の影響を取りいれたシミュレーションを行ったところ，図３－40に示す結果が得られた。障害の無い場合が，反射波の影響を考慮しない場合である。受信レベルは，直接波と反射波の干渉のしかた，つまり両者の位相のずれによって，高くなったり低くなったりする。上限値とは，直接波と反射波の位相が完全に一致した場合であり，下限値とは，直接波と反射波の相違が全く反対となった場合である。また，上限値と下限値の受信レベルの差はフェージングを表わしている。

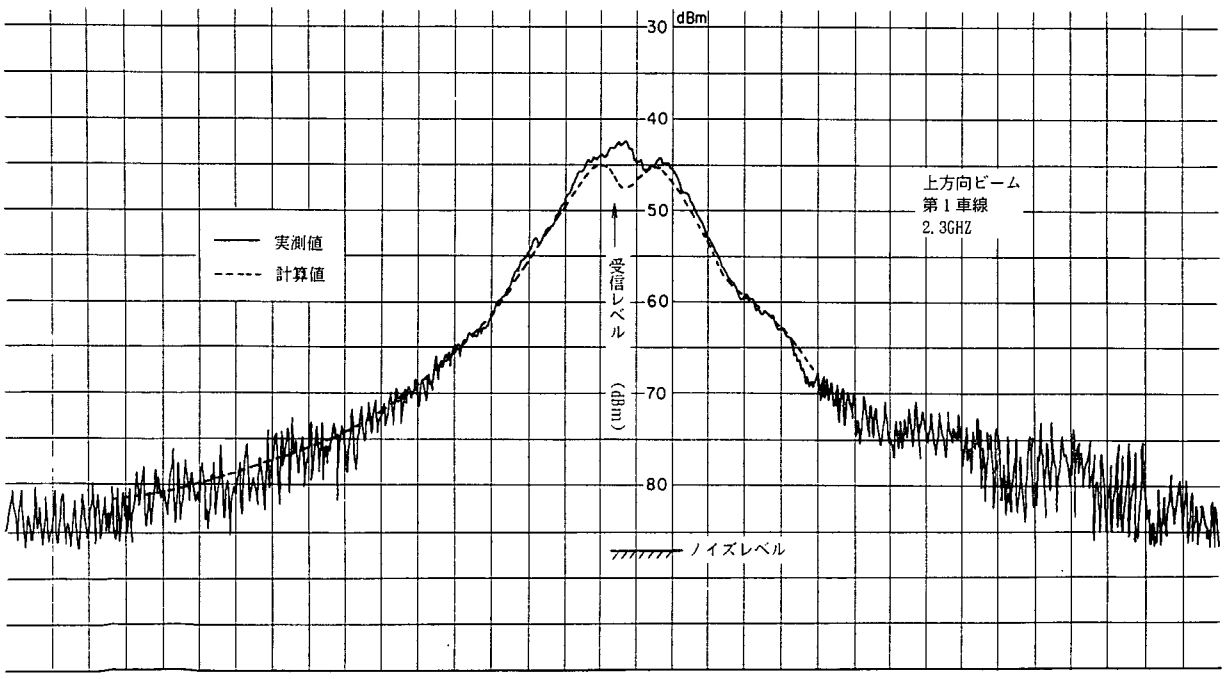


図３－37　シュミレーション結果（第１車線）2.3GHzでの計算値と実測値

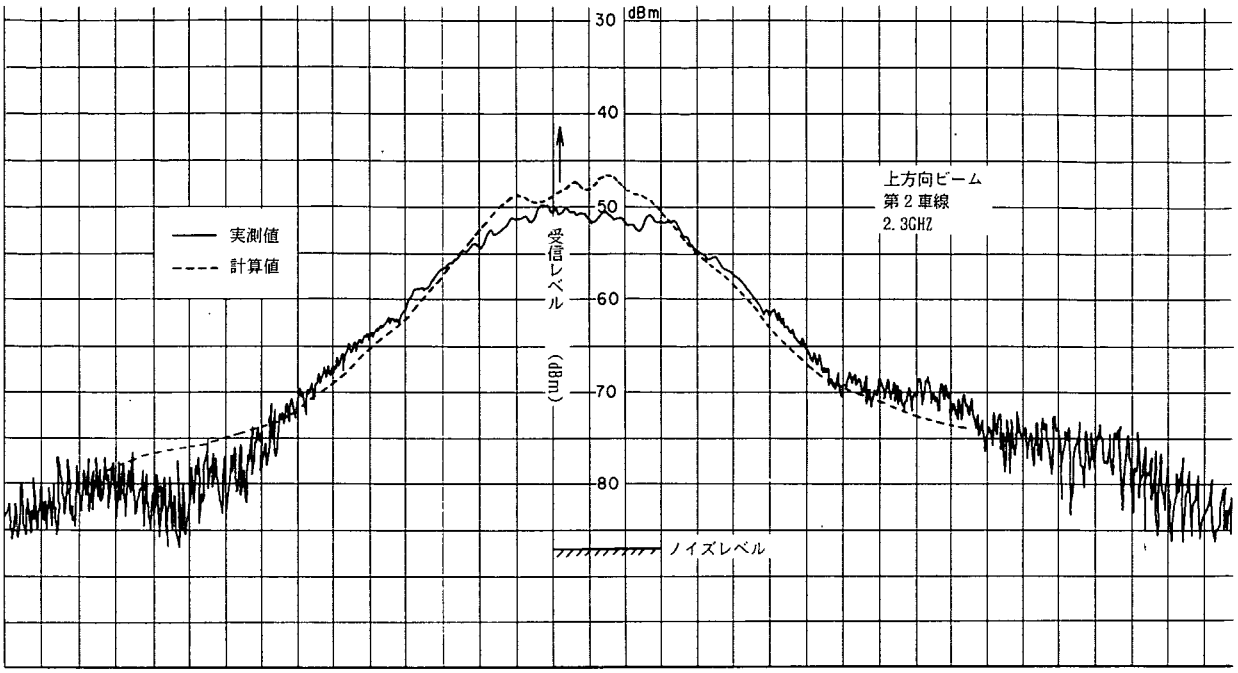


図3－37　シミュレーション結果（第2車線）2.3GHz帯での計算値と実測値

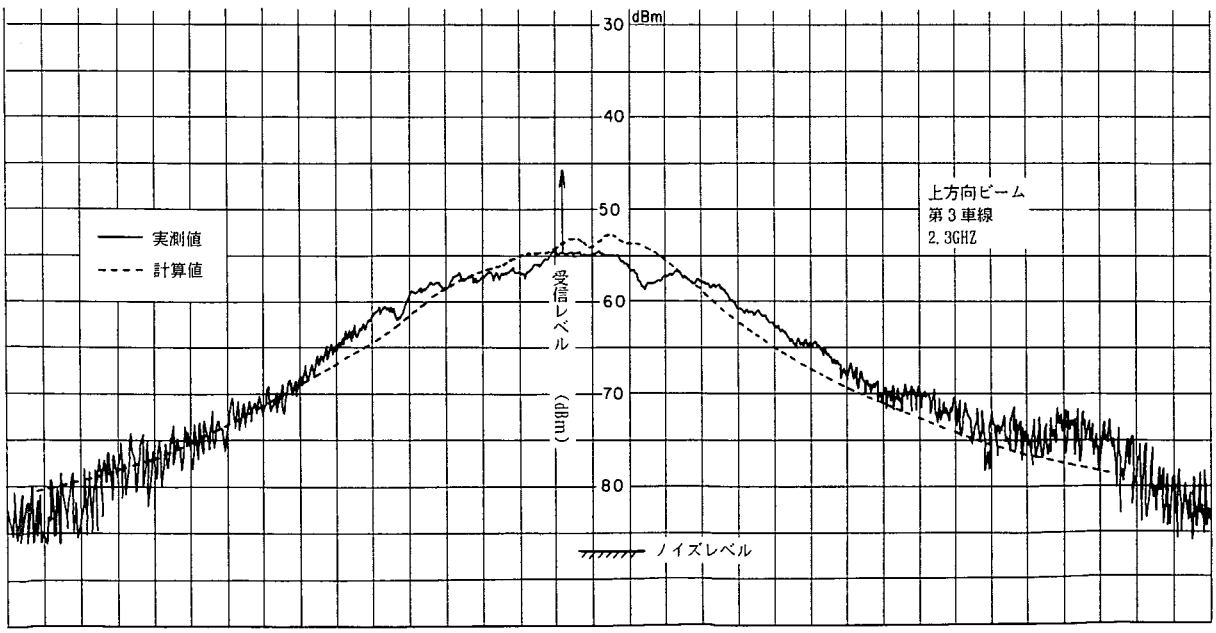
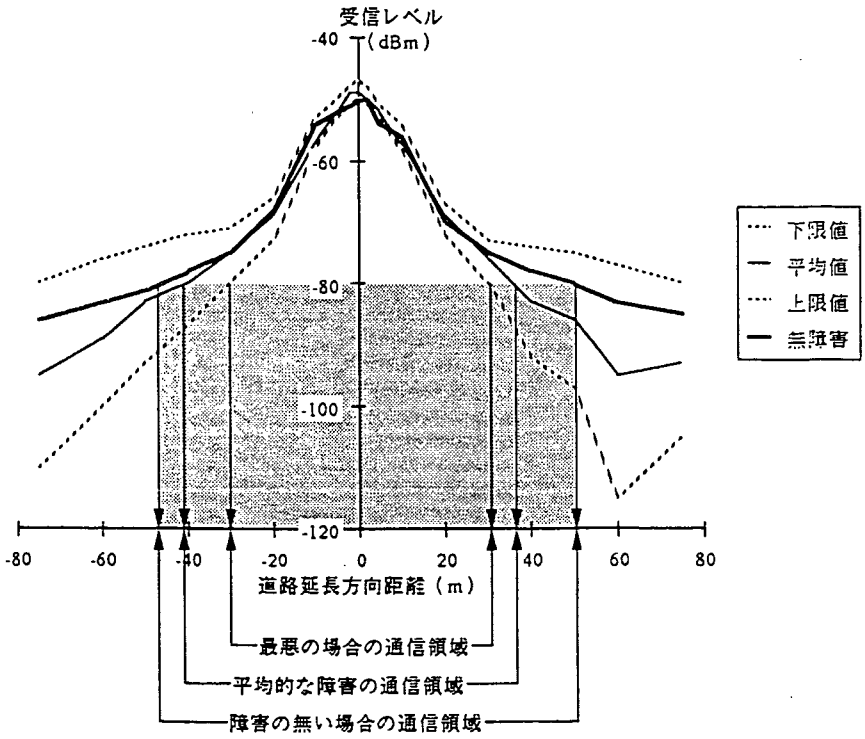


図3－38　シミュレーション結果（第3車線）2.3GHz帯での計算値と実測値



4車線，中央分離帯無し
道路脇に構造物（無限大）有り
［第2車線］

路上アンテナ	送信出力	10dBm
	利　　得	4 dBi
	地上高	5 m
	俯　　角	30°
車載アンテナ	利　　得	4 dBi
	地上高	1.5m

図3－40　シュミレーション結果

(2)　各種障害物が通信領域に及ぼす影響

路上実験結果などによれば，ビット誤りがほとんどない領域とビット誤りが多発する領域が明確に表われるが，これらの領域の境となる電界強度は－80ｄＢｍのレベルであることが示されている。このことから通信領域は，－80ｄＢｍのレベルが得られる範囲とすることができるだろう。したがって以下のシミュレーションでは－80ｄＢｍのレベル以上の範囲を通信領域と判断する。

まず初めに障害物がない場合として，図3－41車線道路の路肩端に設置されている照明柱にビーコンアンテナを設置する場合についてシミュレーションを行った。

アンテナは照明柱から2ｍ張り出し，第1車線の歩道寄り車線端に位置するようにし，その地上高さは5ｍ，俯角30°としたとき，各車線の通信領域は次のようになった。

第1車線：70m

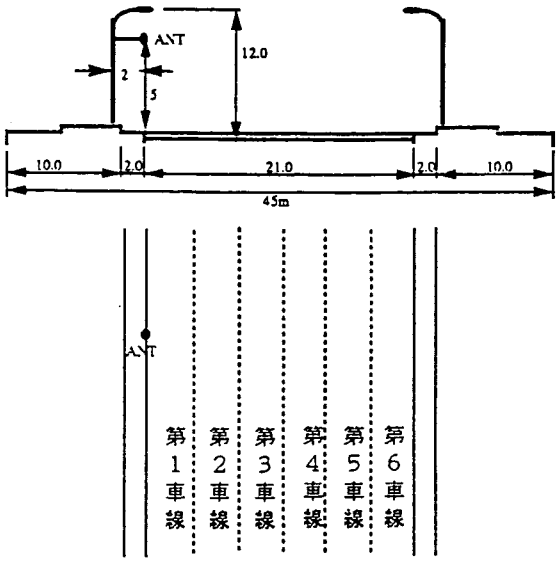
第2車線：90m

第3車線：88m

第4車線：73m

第5車線：95m

第6車線：83m



設定条件		
路上アンテナ	送信出力	10dBm
	利　　得	4 dBi
	地上高	5 m
	俯　　角	30°
車上アンテナ	利　　得	4 dBi
	地上高	1.5m

図３－41　シュミレーションの条件

俯角を変化させると，第１車線または第６車線の通信領域が減少する。中間の車線については大きな変化はない。これは，準マイクロ波の指向性が高いため，電波の伝播方向が限られ，第１車線または第６車線が伝播領域の外縁部に当たるためと考えられる。

４車線，又は２車線道路では，同一の状況では，十分カバーされると考えられる。この時，アンテナの俯角は６車線道路の時より広い範囲の値を取ることができると思われる。道路の反対側に構造物があり，それによる反射のためマルチパスフェーディングが生じる可能性の高いときは，できるだけアンテナ位置を高くし，さらに，俯角を大きくすることが望ましいと考えられる。なお，車線ごとの受信レベルの分布を図３－42(a)～(f)に示す。

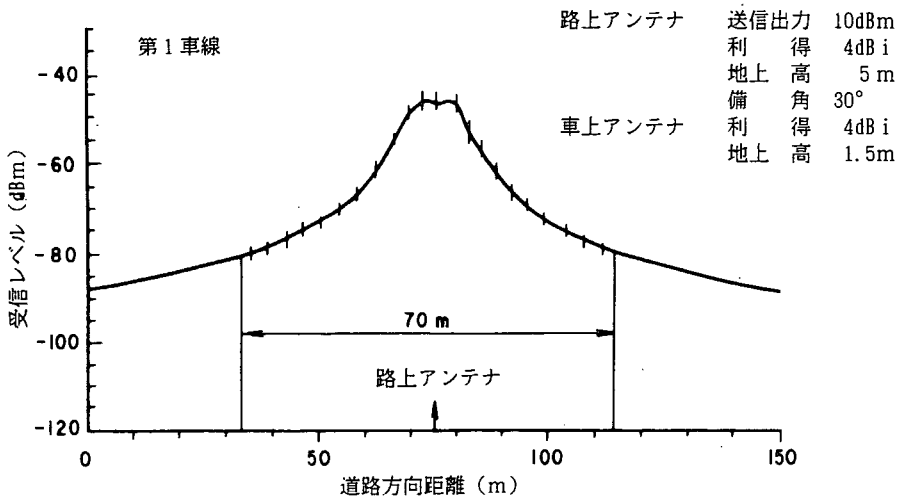


図3－41(a)　受信レベルの分布（第1車線）

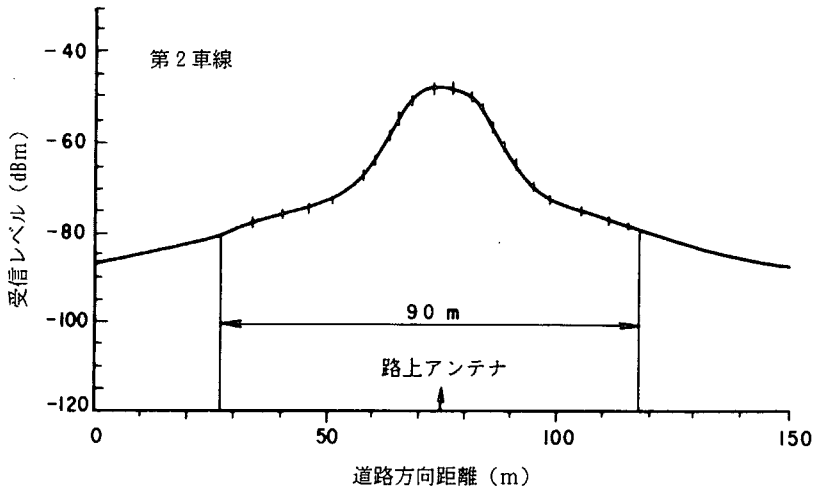


図3－41(b)　受信レベルの分布（第2車線）

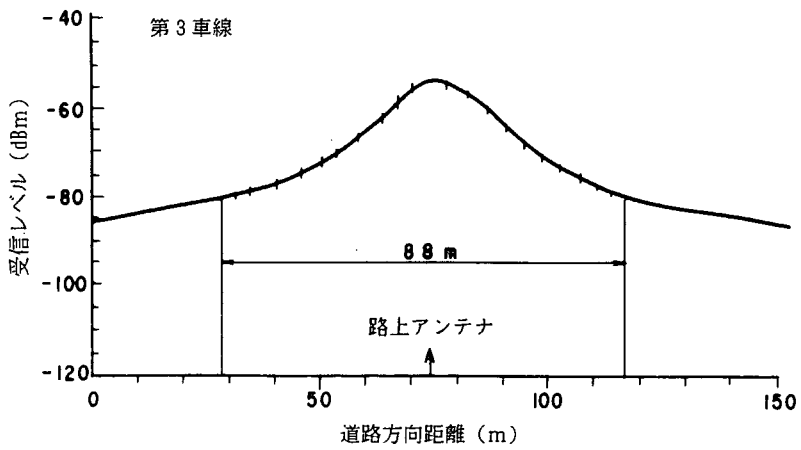


図3－41(c)　受信レベルの分布（第3車線）

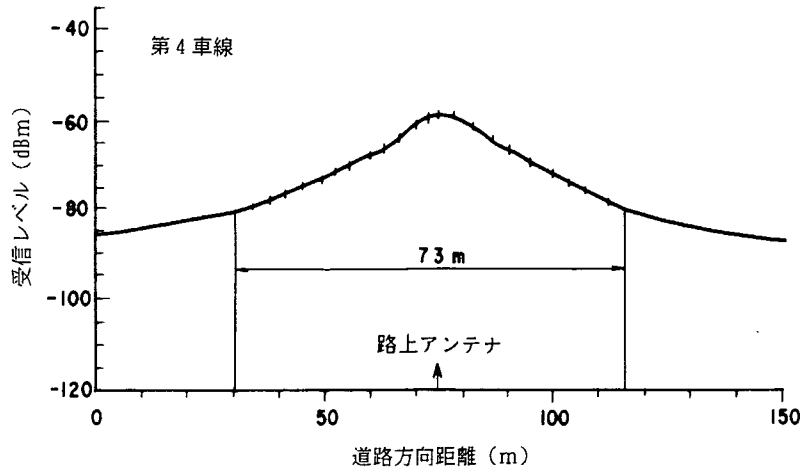


図 3 －41(d)　受信レベルの分布（第 4 車線）

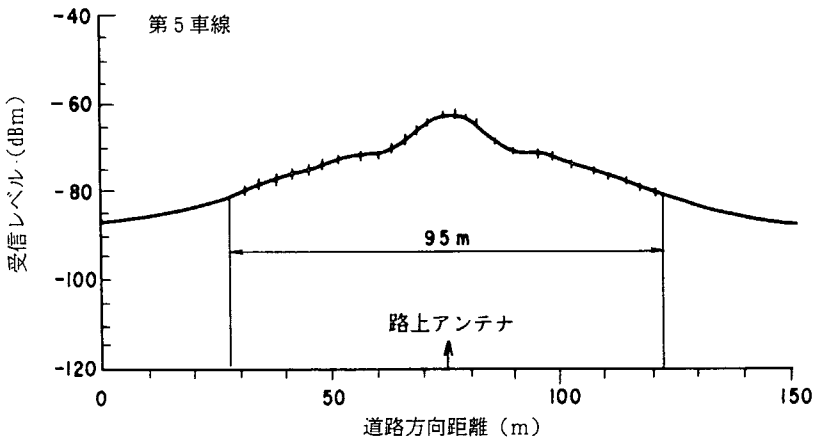


図 3 －41(e)　受信レベルの分布（第 5 車線）

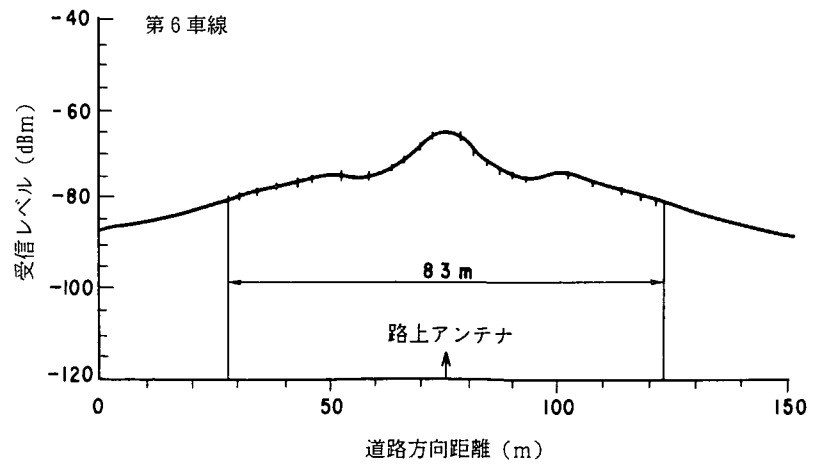


図 3 －41(f)　受信レベルの分布（第 6 車線）

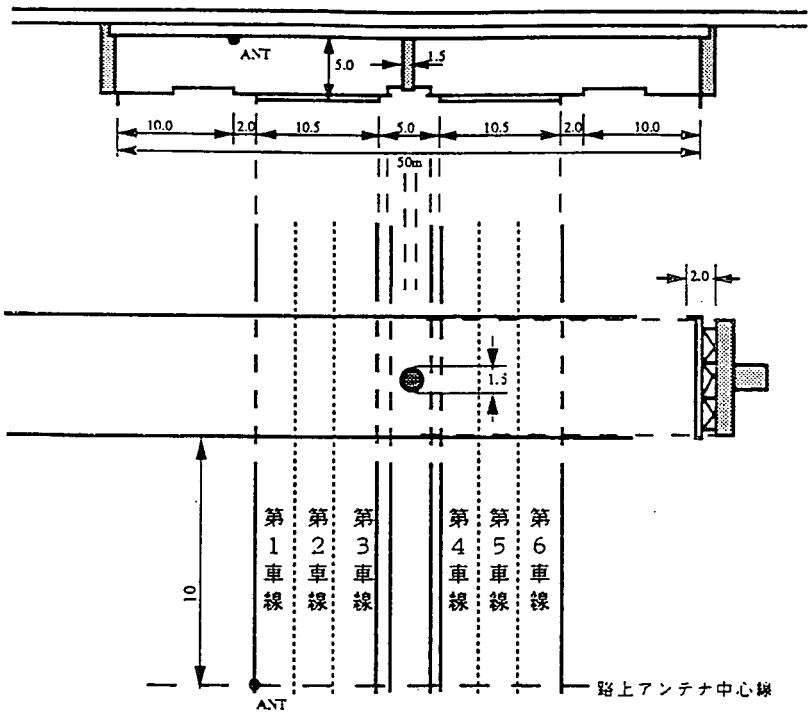
① アンテナの前面の障害物の影響

アンテナの前面の障害物としては，道路を横切る高架橋，同路上に設置される案内標識，可変情報板などが考えられる。

シミュレーションにおいては，前述の仮定によりこれらの構造物の物性は全て，金属導体と同等とみなすため，障害の程度は，障害の大きさによって決まると考えられる。ここでは，最も規模が大きくなる高架橋についてシミュレーションを行った。

シミュレーションを行った実験条件を図３－43に，車線ごとの受信レベルの分布を図３－44(a)～(c)に示す。

高架橋による影響は，高架橋の位置から後方に50m程度の範囲に現われ，５ｄＢｍ程度の幅のフェーディングが発生しているが，第１車線で73m，第２車線で90m，第３車線で85mの通信領域が取れており，高架橋による影響は小さいと言える。



設定条件		
路上アンテナ	送信出力	10dBm
	利　　得	4dBi
	地上高	5m
	俯　　角	30°
車上アンテナ	利　　得	4dBi
	地上高	1.5m

図３－43　シュミレーションの条件

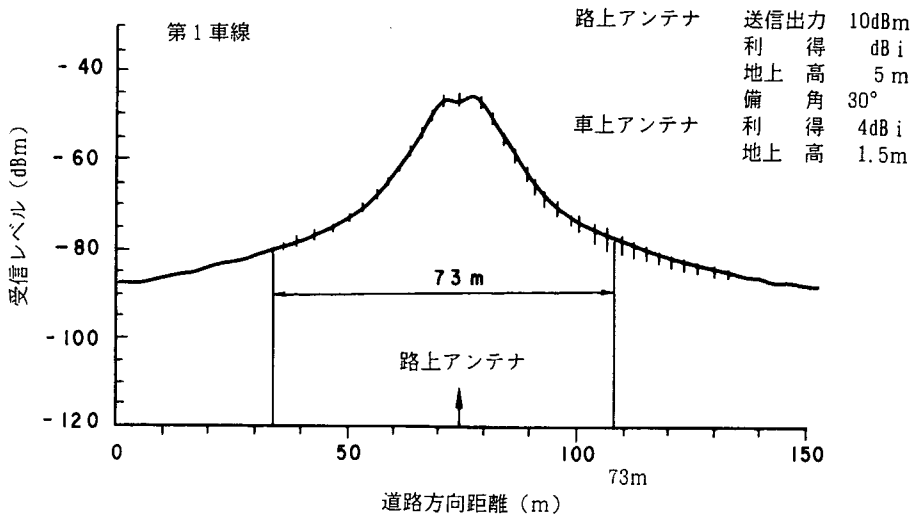


図3－43(a) 受信レベルの分布（第一車線）

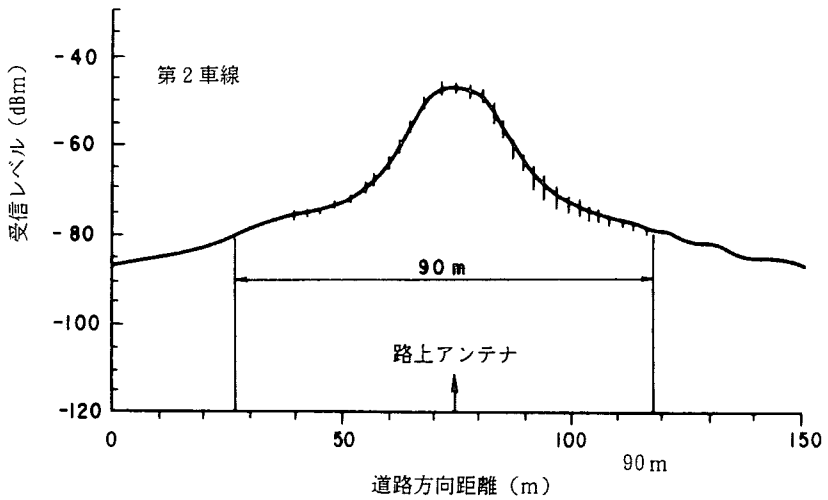


図3－43(b) 受信レベルの分布（第二車線）

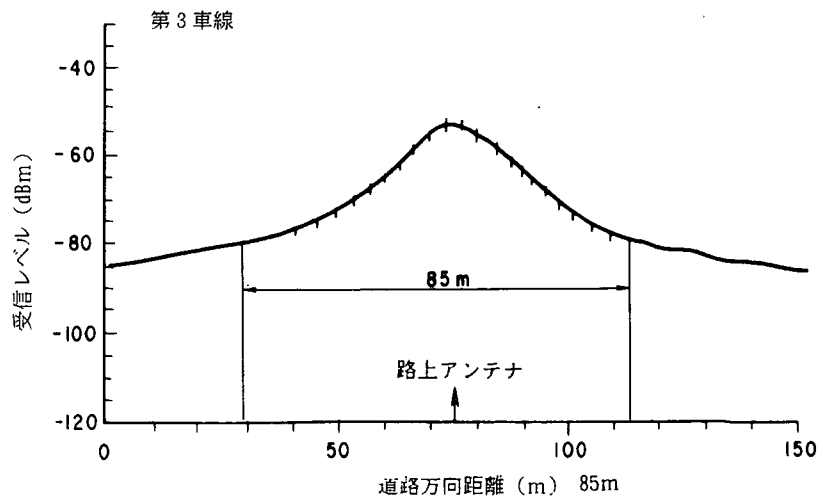


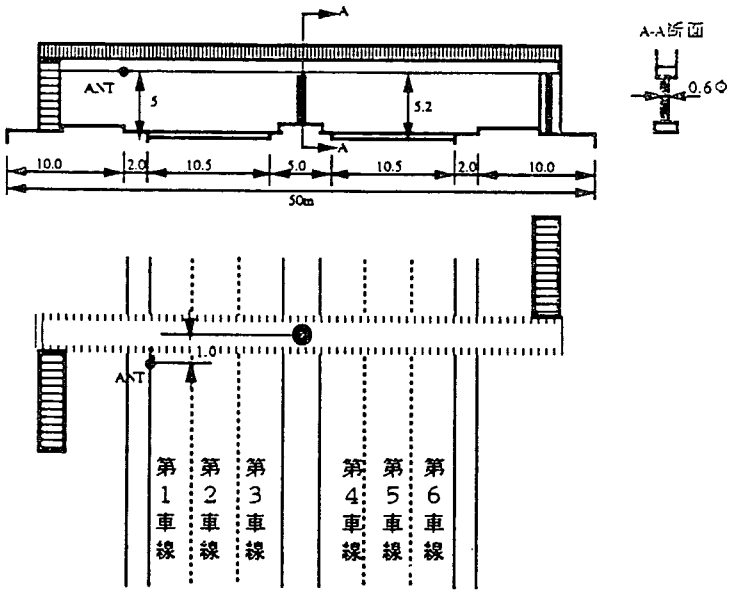
図3－43(c) 車線ごとの受信レベルの分布（第三車線）

② 中央分離帯にあるピアーの影響

中央分離帯にピアーがある場合ピアーをはさんでアンテナと反対側になる車線では，狭い範囲でピアーの影の影響を強く受ける可能性がある。ここでは，この影響以外に，ピアーの手前側に車線に対して生じるピアーによる反射の影響についてシミュレーションを行なった。

計算には，ピアーにより支えられる構造物の影響を少なくするため，図３－45に示す歩道橋を対象とした。シミュレーション計算結果を図３－46(a)～(c)に示す。

ピアーによる反射の影響は少なく，歩道橋位置を中心にわずかなフェーディングを生じるが，第１車線～第３車線では80～90mの通信領域を取ることができる。



設定条件		
路上アンテナ	送信出力	10dBm
	利　　得	4 dBi
	地上高	5 m
	俯　　角	30°
車上アンテナ	利　　得	4 dBi
	地上高	1.5m

図３－45　シュミレーションの条件

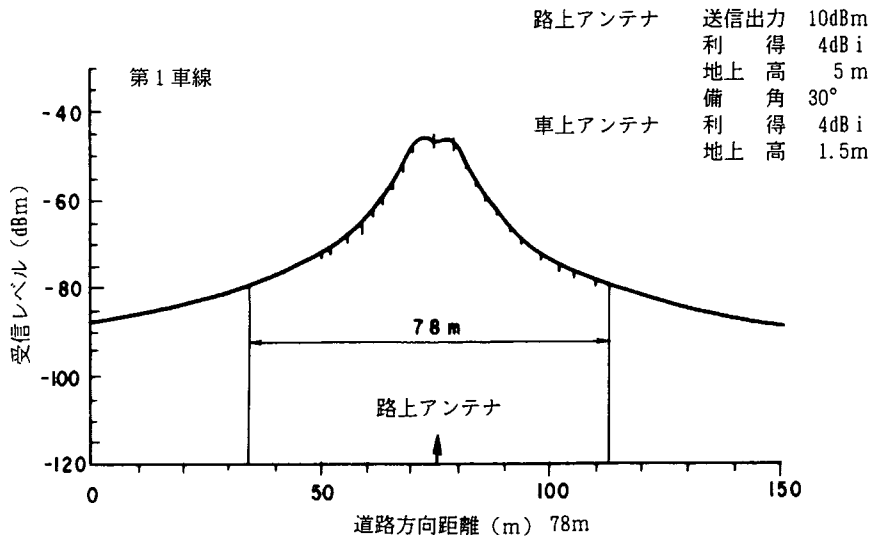


図3－45(a)　車線ごとの受信レベルの分布（第一車線）

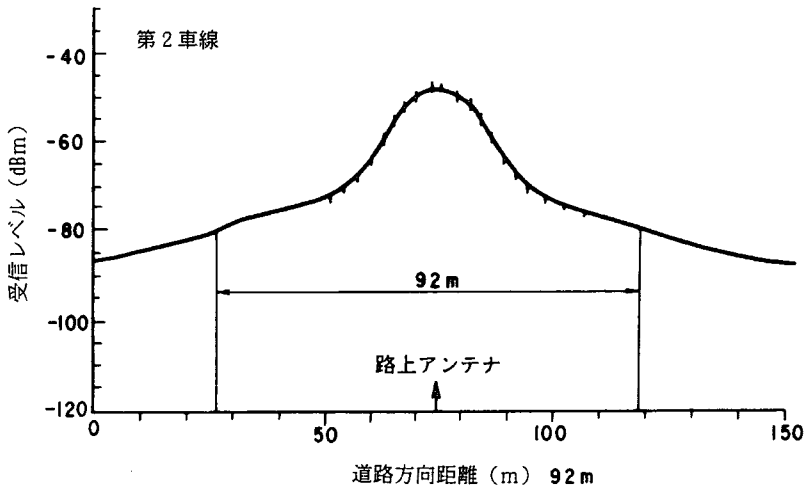


図3－45(b)　車線ごとの受信レベルの分布（第二車線）

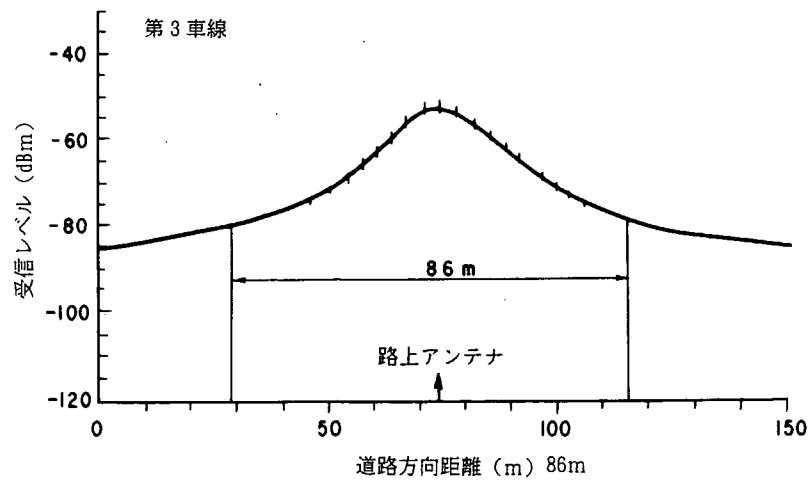


図3－45(c)　車線ごとの受信レベルの分布（第三車線）

③　道路脇の障害物による影響

アンテナの設置位置と道路をはさんで反対側に無限に広がっている反射体(障害物)が存在する場合についてシミュレーションを行なった。この場合，道路幅員が狭いほど障害が大きくなる可能性があるため，ここでは，４車線の道路を想定した。障害物の概要を図３－47に，シミュレーション結果を図３－48(a)～(d)に示す。

アンテナからの直接波が減衰するに従い急激に反射体によるフェーディングが増加する。このため，通信領域に及ぼす影響も大きく，55～60mに通信領域が狭められている。

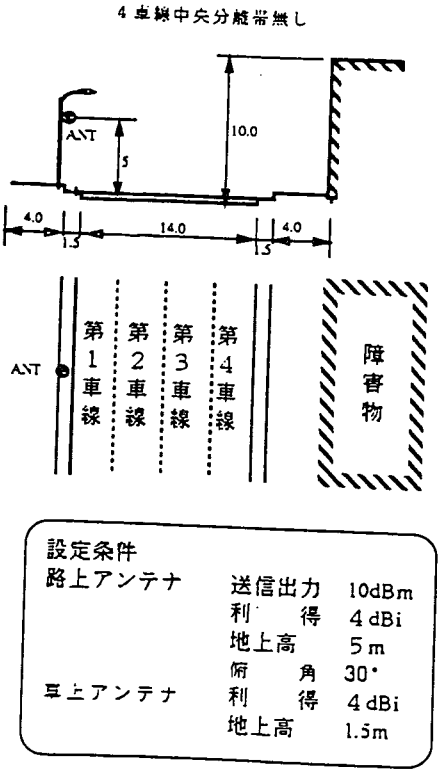


図３－47　シュミレーションの条件

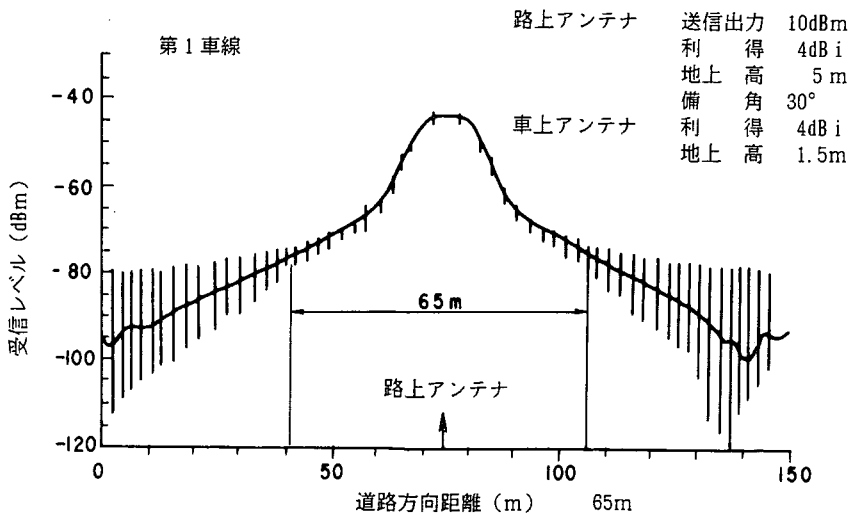


図３－48　(a)車線ごとの受信レベルの分布（第一車線）

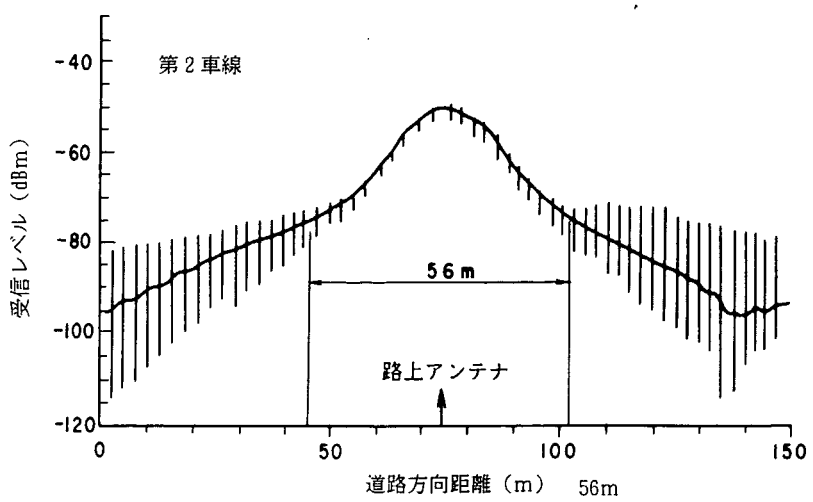


図3－47(b)　車線ごとの受信レベルの分布（第二車線）

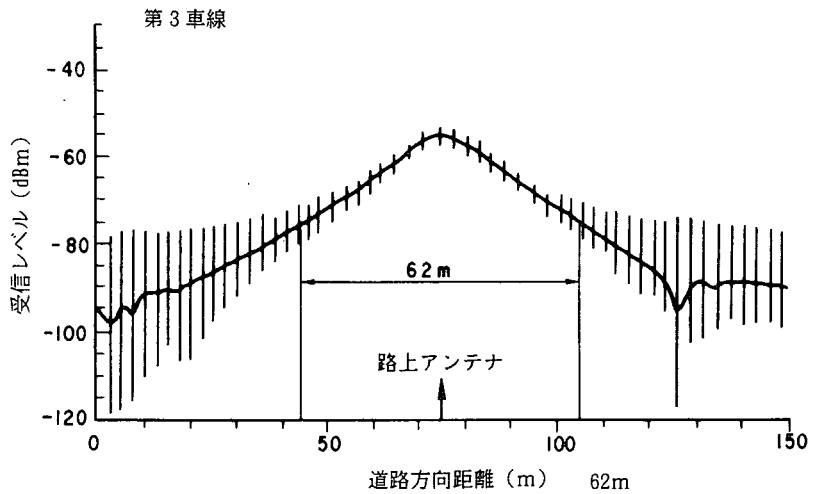


図3－47(c)　車線ごとの受信レベルの分布（第三車線）

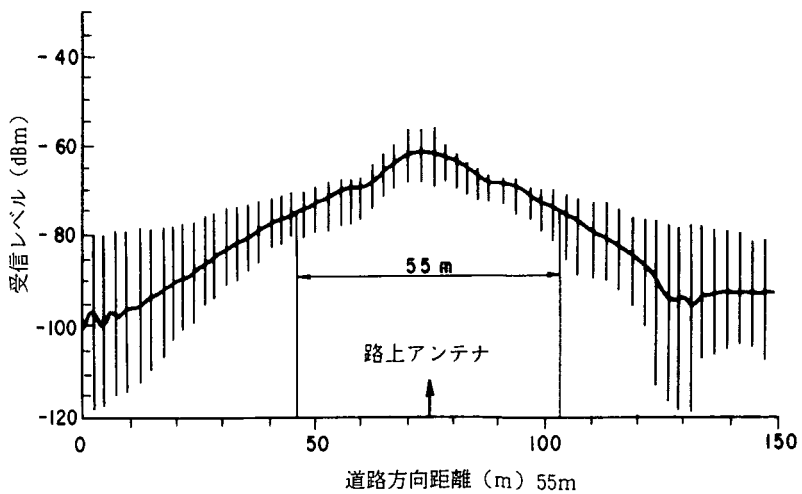


図3－47(d)　車線ごとの受信レベルの分布（第四車線）

④ 植物による散乱

伝播経路上に植物の葉が茂っていると，葉面により多数回反射される電波が複雑に重なり合い，かなり大きなフェーディングを生じる可能性があると考えられる。現在のシミュレーションでは，このようなランダムな反射液を取りいれることはできなかったが，西馬込の路上実験では，植物の葉によると思われるフェーディングによりビットエラーレートが悪化したという報告があった。

以上のシミュレーション結果，路上実験結果より，ビーコン設置時の留意事項を整理すると下記のとおりとなる。

① ビーコン近傍に高架橋がある場合，わずかではあるがフェージングが大きくなる。やむを得ず高架橋近傍にビーコンを設置する場合には，少なくとも10m以上離すことが望まれる。

② 道路脇に高い構造物がある場合，ビーコンから離れるに従って著しいフェージングを発生し，通信可能領域が狭くなる。都市部に設置されるビーコンの大部分は，こうした条件下にあるためアンテナの高さ，俯角の設定には細心の注意を払う必要がある。なお，こうした環境下での電波伝播実験を今後実施し，アンテナの高さ，俯角の設定に関する詳細な分析を行う予定である。

③ アンテナが植物の葉に覆われる場合，通信可能領域が狭くなることがあるので，植物の葉がアンテナにかからない様な対策が必要である。

3．4．6 通信仕様の提案

当初の目的である，データ通信に充分な通信領域と高精度な車両位置評定の両立と伝送品質の高いデータ通信の実現を目指し，これまでに述べてきたように，建設省土木研究所と一般路上実験による基礎実験，およびコンピュータ解析の結果に鑑み，以下に示す準マイクロ波方式ビーコンの仕様を総合実験仕様として提案した。

(1) 通信仕様

1）周波数　送信　2.538GHz

受信　2.598GHz

周波数選定に対しては，3．4．3に詳しく述べたが，1.5GHz～2.6GHzの範囲内で，伝搬特性上の優位性があり，アンテナ形状の小型化が図れること，安定領域の幅がいくらか広いことを考慮して，高目の周波数を提案した。

2）送信電力

路上機　5mW×2

車載機　14dBm（EIRP）

無線機器の経済性と必要通信領域の確保の面からこの値とした。

3）データ伝送速度

512Kbps（安定度$\pm 50\times 10^{5}$）

目的からすると，高速にこしたことはなく，また技術的にも可能だが，１Mbps以上の伝送レートが可能な廉価形ＭＯＤＥＭの実用性に疑問が有るため，必要情報量を充分満せる512Kbpsとした。

4）変調方式

① データ伝送

変調方式　ＢＰＳＫ

占有帯域幅　1.5MHz

アイ開口率　80%以上　但し，測定系はＣ／Ｎ30ｄＢ以上取れる状態で測定するものとする。

耐フェージング性及び機器構成の簡単さから，データ伝送速度３倍の伝送帯域幅のＢＰＳＫを選定したが，電波の利用効率面から見て，今後ＭＳＫ方式を別途考慮する必要がある。

② 位置検出

ＡＭ逆変調方式

変調周波数　１KHz（変調率10%）

（データフレームと同期）

変調周波数は，低いとフェージィング周波数と見わけにくくなり，また，高いと，受信側のバンドパスフィルタ作成上の問題が発生するため，一考を要すが，上記問題点の中をとり，１KHzとした。

5）周波数安定度

$\pm 2 \times 10^{-6}$（10～35℃）

$\pm 50 \times 10^{-6}$（－20～60℃）

水晶振動子の実用値から決定した。

6）スプリアスレベル

2.5μW以下

7）空中線（路上アンテナ）

利得４ｄＢｉ（路上アンテナ指向性例；図３－49）

（路上ブロックダイアグラム；図３－50）

位置検出を考慮して，スプリットアンテナ方式とした。ただし，空中線系は，路上と車載側双方で伝搬系を成すため，本来は双方のアンテナ指向性を決めるべきだが，今回は実験の意味もあり，車載側のアンテナは特に指定しない。

（利得４ｄＢｉの上方向ビームアンテナを推薦）

8）受信レベル範囲

－75～－35ｄＢｍ

基礎実験より決定した。

9）受信雑音指数

10ｄＢ以下

受信レベルダイアグラムより充分実用的な値として設定した。

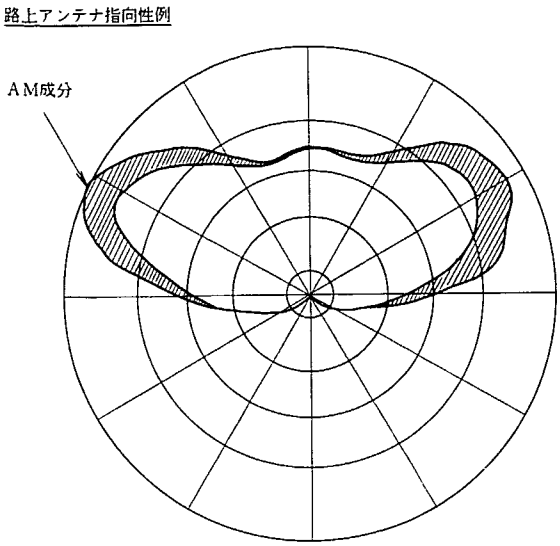


図３－49　路上アンテナ指向性例

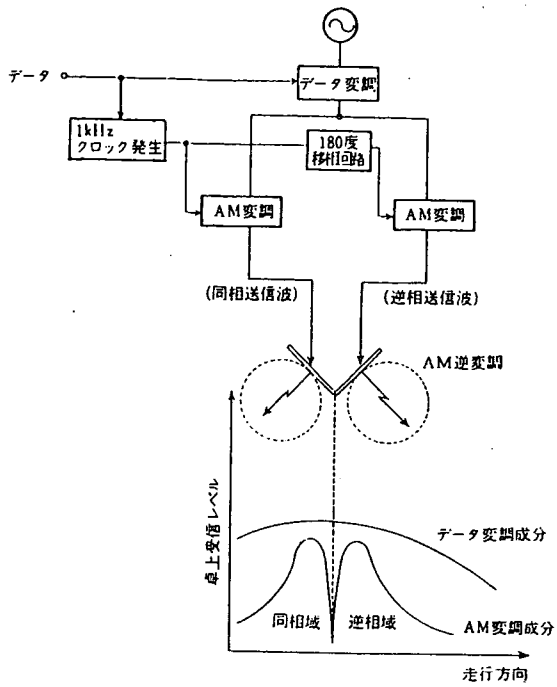


図３－50　路上ブロックダイアグラム

(2)　機器仕様

1）電源

①　路上機

ＡＣ　100／200Ｖ±10%

または

ＡＣ　415Ｖ±10%

②　車載機

ＤＣ　12Ｖ（車載バッテリー）

2）電力

①　路上機

500ＶＡ以下

②　車載機

規定せず。

3）形状，寸法（アンテナ部寸法含まず）

①　路上機

700（1100：取付フック含む）×600×1500㎜以下

②　車載機

規定せず。

4）重量

① 路上機

200kg以下

② 車載機

規定せず。

5）環境条件

温　度：－20℃～＋60℃

耐水性：防雨型（路上機）

振　動：周波数　5 Hz～20Hz

振　幅　2 mm

6）受信系ブロックダイアグラム

参考；図３－51

7）路上系ブロックダイアグラム

（個別通信路上局）

参考；図３－52

8）車載系ブロックダイアグラム

参考：図３－53

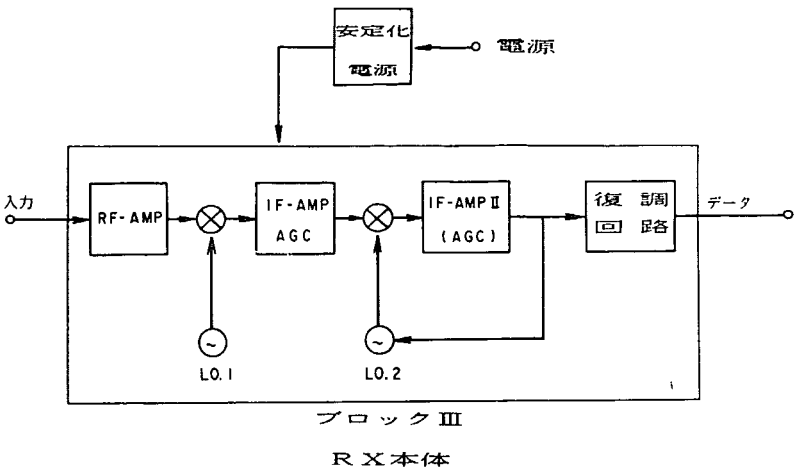


図３－51　受信系ブロックダイアグラム

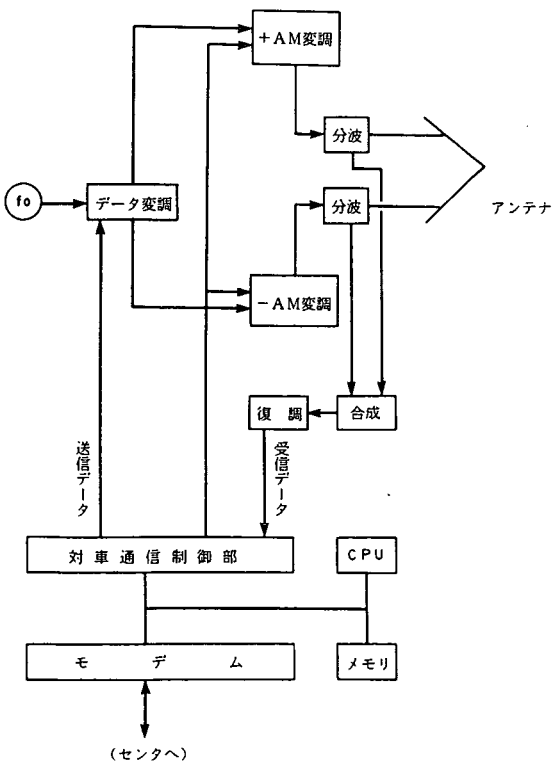


図３－52　路上系ブロックダイアグラム

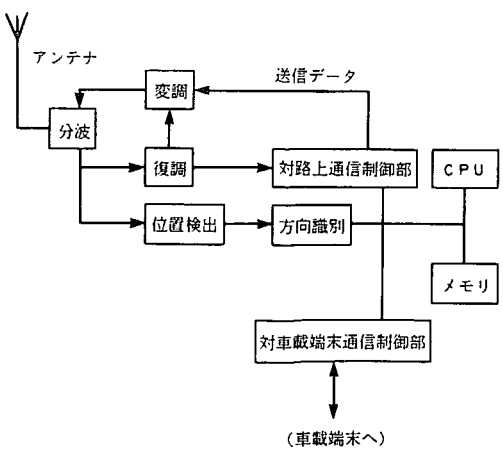


図３－53　車載系ブロックダイアグラム

4. ナビゲーション

4．ナビゲーション

車両運行におけるナビゲーション装置とは，車両自らの距離センサー，方位センサー類とデジタル道路地図とを使用して，車両の位置を推定し，さらに高度になれば，経路を自動的に選択し，画面表示，音声表示等により運転者に現在位置，経路あるいは交差点での進路方向を報らせるものである。しかしながら、車両自体のみで出来ることには限界がある。位置の推定に際しては誤差の累積は避けられない。また，実際に旅行する際には，道路交通状況に関する情報が無ければドライバーが望む円滑な走行は期待できない。路車間情報システムではこれらの問題を解決するため，路上にビーコンと称する正確な位置を電波で伝える装置を設け，また，デジタルデータ通信により，刻々に変化する道路交通状況を情報として提供し，ナビゲーションの機能を完全なものにすることが大きな目的の一つである。本章ではこの目的の下の研究開発を行ったナビゲーション機能について述べる。

4．1　車載装置の構成・配置と機能概要

各年度の実験車等の機器，機能の概要を表４－１～表４－３に示す。

センサー類では，距離センサーはほぼ同一の原理のものが各社で用いられていたが，方位センサーについては地磁気センサーが基本であるが各種の試みがなされ，曲線走行時の左右輪の回転差を検出する方法，年を追うにしたがってハンドル操作角を検出する方法，振動ジャイロ，ガスレートジャイロなどの高度なセンサーも試された。

自車位置の算定については年を追うにしたがって，マップマッチング航法の採用が多く採用され，各社では航法のソフトウェアの開発，改良が行われた。

デジタル道路地図の収納媒体は初年度は各種のものが用いられたが，次第に車載装置としてはＣＤ－ＲＯＭに統一されてきた。

装置を操作するための情報入力装置についても初期はパソコンのキーボードなど各種のものが用いられたが，意味の理解がしやすいＣＲＴタッチパネルが主流になってきている。

情報処理装置も次第に車載に適する専用の小型のものが使用されるようになってきている。

情報表示では初期にはパソコンを使用した比較的大きなＣＲＴディスプレイが使用されていたが，次第に車載を考慮して小さくなり，６インチＣＲＴが主流になった。このため，解像度は当初よりも落とされる傾向が出ており，320×200程度が主流となっているが，ＣＲＴの方の技術進歩があれば，再びに解像度は上がるものと見られる。また，最終年度では，フロントグラスに経路誘導情報を表示するヘッドアップディスプレイ，液晶パネルによるディスプレイも試され，今後の方向を示唆している。

地図表示では拡大，縮小の機能が年を追うにしたがって強化され，ズーム機能を持つものが出てきている。また地図の向きを北を上にするノースアップ表示だけでなく，車の進向方向に合わせて回転するヘディングアップ表示，車の進行にしたがって地図をスムーズに動かすスクロール機能も充実してきた。

表４－１　昭和61年度　ナビゲーション　実験　機器・機能　概要

		沖電気工業	マツダ(1) 三洋電機	住友電気 工業	ソニー	トヨタ 自動車	日産自動車	日本電気	日本電気 ＨＥ	日本電装	日本 ビクター	日本無線	マツダ (2) 三菱電機	マツダ (3) 日本電気	三菱電機	矢崎総業
車両		机上実験	バン	乗用車	机上実験	トヨタハイエース	乗用車	乗用車		クラウンカスタム	机上実験	机上実験	乗用車	乗用車	乗用車	１ボックスカー
距離センサ	名称		車速センサ	車輪速センサ	車速センサ	車速センサ	車速センサ		車速センサ	車速センサ		車速計	車速センサ	車速センサ	車輪速センサ	車速センサ
	位置		トランスミッション	後輪	トランスミッション	トランスミッション	トランスミッション			トランスミッション		前輪	トランスミッション	トランスミッション	ABS ロータ	トランスミッション
	分解能		40cm	1.4cm	78.5cm	38cm	80cm		4パルス/1回転	39cm		10cm	40cm	40cm	4 cm	10cm
	精度		±３%	±１%	２%	±１%	±１%		±0.５ %			±1.５ %	±５%	±５%	±２%	±１%以内
	検出タイミング		40cm	100ms	1000ms	250ms	100ms			100ms		100ms	500ms	400cm	100ms	10cm
	較正方法		既知距離走行較正	初期較正	——	——	初期較正		補正値入力	補正値入力		補正値入力	——	——	初期較正	——
方位センサ	名称		地磁気センサ	地磁気センサ 差動オドメータ	地磁気センサ 振動ジャイロ	地磁気センサ	地磁気センサ	地磁気センサ	地磁気センサ	地磁気センサ		地磁気センサ 傾斜検出器	地磁気センサ	地磁気センサ	車輪速センサ	地磁気センサ
	位置		ルーフ 前部	ルーフ 左前部 車輪		ルーフ 中央	ルーフ 後部			ルーフ 中央		ルーフ 中央			ABS ロータ	ルーフ 前部
	分解能		１°	0.35°	0.02° /sec	1.４ °	0.03°	１°	１°	1.４°		１°	１°	１°	1.７ °	１°
	精度		2-5 %	±２°		±２～５°	±７°	±３°	５～10°	±２～５°		±３°	２%	１～５%	±５°	１～５%
	検出タイミング		40cm	100ms	8-30回/sec	250ms	100ms	距離と同期	100ms	100ms		100ms	500ms	40cm	100ms	
	較正方法		１回転補正	初期較正	停止時リセット 交差角比較	１回転補正	ビーコン利用	１回転補正	１回転補正	１回転補正		１回転補正	１回転補正	１回転補正	初期較正	一回転補正
位置算定	算定タイミング		40cm	200cm	1000ms	125ms		車体着磁及び環境による地磁気センサ出力誤差調査	車速パルス 毎	200ms	——	700ms	500ms	400cm	一定距離	一定時間
	方位異常処理		無	カーブ毎に 地磁気データ	走行中に地図上の道路方向にリセット	着磁警告	ビーコン利用		突発異常は無視	着磁警告	——	ビーコン利用			異常値除外	異常値除外 警告
マップマッチング機能		——	無	有	有	無	無		有	無	——	無	有	無	有	無
地図記憶	媒体	５インフロッピー	CD-ROM	IC-ROM	CD-ROM	SRAM	５インフロッピー ×２		フロッピーディスク	ハードディスク	フロッピーディスク		CD-ROM	ハードディスク	ハードディスク RAM	フロッピーディスク
	容量	1 MB	540 MB	512 kB		4 MB	640KB ×２			20 MB	720 KB		540 MB	20 MB	20 MB	1 MB
	使用量		520 KB	40 kB		1.２ MB	800 KB				720 KB		570 KB	2 MB	7 MB	780KB
情報入力機器		パソコンキーボード	テンキー	リモコンキーボード	パソコンキーボード	パソコンキーボード	CRT タッチパネル		リモコン	２ボタン、４キー リモート 操作	パソコンキーボード		タッチパネル ハードスイッチ	タッチパネル ハードスイッチ	トラックボール	パソコンキーボード
情報処理	機器名称	パソコン if800	16bit 専用CPU	μPD70116	PC9801	PC9801	16 bit汎用		NEC V50 NEC72020	汎用WS M68000使用	HC-95 Z80 使用	専用ＣＰＵ	16bit 専用 16MHz	16bit 汎用 10MHz	16b ボードコン 16b パソコン	PC-9801
	位置	机 上	貨物室	トランクルーム	机 上	後部座席	トランクルーム			トランクルーム	机 上	机 上	トランクルーム	トランクルーム	トランクルーム	後部座席前
	内部記憶	512 KB		64 KB		640 KB	—				64KB				2 MB	
情報表示	名称	14インチCRT	12インチCRT	９インチCRT	14インチCRT	14インチCRT	９インチCRT		６インチCRT	６インチCRT	14インチCRT		６インチCRT	６インチCRT	12インチCRT	14インチCRT
	位置	机 上	後部座席上	ダッシュボード 下	机 上	後部座席上	インストパネル			ダッシュボード 下	机 上	机 上	センターコンソール	センターコンソール	センターコンソール	後部座席前
	解象度	640×475	640×400	480×230	640×400	640×400	256×196		640×200	320×240	440×208		320×200	640×200	640×400	640×400
	色数	16色	８色	８色	16色	８色	８色		８色	16色	15色		８色	８色	８色	８色
	補助表示	無	無	無	無	無	無		無	無	無		無	無	LCD 誘導用	無
地図表示	拡大縮小	任意拡大	無	４段階	有	４段階	２段階		３段階	５段階	３段階		４段階	無	５段階	４段階
	回転	ノースアップのみ	ノースアップのみ	ノースアップ及び ヘディングアップ	ノースアップのみ	ノースアップのみ	ノースアップのみ		ノースアップのみ	ノースアップのみ	ノースアップのみ		ノースアップ	ノースアップ	ノースアップのみ	ノースアップ
	移動	画面切換				画面切換					1/2 スクロール					
簡易ナビゲーション		——	——	——	——	——	——		——	——			——	——	——	——
駐車場情報表示		——	——	——	——	——	——		——	——			——	——	——	——
交通情報表示		——	——	——	——	——	——		——	——			——	——	——	——
経路探索機能		無	無	無	有	無	無			無			無	無	無	無
経路表示機能		無	無	無		無			無	無			無	無	無	有
経路誘導機能		無	無	無	無	無	無		無	無			無	無	有	無

表４－２　昭和62年度　ナビゲーション　実験　機器・機能　概要

		三洋電機	住友電気工業	ソニー	トヨタ自動車	日産自動車	日本電気	日本電気HE	日本電装	日本ビクター	日本無線	富士通テン	本田技術研究所	松下通信工業	マツダ三菱電機	矢崎総業
車両		乗用車	乗用車	机上実験	ﾄﾖﾀｸﾗｳﾝ	乗用車	乗用車		ｸﾗｳﾝｶｽﾀﾑ	机上実験	机上実験	机上実験	乗用車	乗用車	乗用車	乗用車
距離センサ	名称	車速センサ	車輪速ｾﾝｻ	車輪速ｾﾝｻ	車輪速ｾﾝｻ 車速センサ	車速センサ	車速センサ	車速センサ	車速センサ		車速計		車速センサ	車輪速ｾﾝｻ	車速センサ	車速センサ
	位置	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	後輪	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	前輪ﾄﾗﾝｽm	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ		ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ		前輪		ｴﾝｼﾞﾝﾙｰﾑ	前輪	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ
	分解能	160cm	1.4 cm	78.5 cm	2 cm , 38cm	80cm	160cm	4ﾊﾟﾙｽ/1回転	39cm		10cm			2cm	40cm	10cm
	精度	±3％	±1％	2％	±1％	±1％	未定量化	±0.5 ％			±1％		未定量化	±1％	±5％	±1％以内
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	160cm	100ms	1000ms	125ms	100ms	10ﾊﾟﾙｽ		100ms		100ms			50ms	100ms	10cm
	較正方法	既知距離走行較正	初期較正	——	——	初期較正	——	補正値入力	補正値入力		補正値入力		マニュアル	既知距離走行較正	——	無
方位センサ	名称	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 左右回転差	地磁気ｾﾝｻ 振動ｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ 振動ｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ ﾊﾝﾄﾞﾙ角ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ		地磁気ｾﾝｻ 傾斜検出器		ｶﾞｽﾚｰﾄｼﾞｬｲﾛ	ｶﾞｽﾚｰﾄｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ 車輪速ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ
	位置	ﾙｰﾌ 前部	ﾙｰﾌ 中央 車輪		ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾙｰﾌ 後部	ﾙｰﾌ 中央	ハンドル	ﾙｰﾌ 中央		ﾙｰﾌ 中央		ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾙｰﾌ 中央 ABS ﾛｰﾀ	ﾙｰﾌ 中央
	分解能	1°	0.35 °	0.02° /sec	1.4 °	0.03 °	mv/mG		1.4 °		0.3 °			0.05° /sec	1°	1°
	精度	2-5 ％	±2°		±2～5°	±7％	±3％	2～5°	±2～5°		±2％			2％	1％	1～5％
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	160cm	100ms	8-30回/sec	15ms	100ms	距離と同期		100ms		100ms			50ms	100ms	
	較正方法	1回転補正	初期較正	停止時ﾘｾｯﾄ 交差角度比	1回転補正	地磁気ﾃﾞｰﾀ 自動較正	1回転補正	1回転補正 無較正	1回転補正		1回転補正		マニュアル	マニュアル	1回転補正	1回転補正 平均化処理
位置算定	算定ﾀｲﾐﾝｸﾞ	160cm	200cm	1000ms	1000ms	100ms	一定距離	車速ﾊﾟﾙｽ 毎	200ms	500ms	500ms			一定距離	100ms	一定時間
	方位異常処理	センサーを補正	カーブ毎に地磁気ﾃﾞｰﾀ	走行中に地図上の道路方向にﾘｾｯﾄ	着磁警告	カーブ毎に地磁気ﾃﾞｰﾀ	突発異常時前回値採用	突発異常は無視	着磁警告	——	ﾋﾞｰｺﾝ利用		無	無	左右輪速差異常値除外	異常値除外 警告
ﾏｯﾌﾟﾏｯﾁﾝｸﾞ機能		有	有	有	有	無	無	有	無	——	無	——	有	有	有	有
地図収納	媒体	CD-ROM	IC-ROM	CD-ROM	SRAM	CD-ROM		CD-ROM	ﾊｰﾄﾞﾃﾞｨｽｸ	ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸ		磁気ﾃｰﾌﾟ & 半導体ﾒﾓﾘ	ﾊｰﾄﾞﾃﾞｨｽｸ	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM
	容量	540 MB	1.8 MB		8 MB	540 MB		540 MB	20MB	720KB×2			10 MB	540 MB	540 MB	540 MB
	使用量	36 MB	0.3 MB		3.8 MB	40 MB				720KB×2		6 MB			2 MB	50 MB
情報入力機器		赤外線ﾘﾓｺﾝ	ﾘﾓｺﾝｷｰﾎﾞｰﾄﾞ	ﾊﾟｿｺﾝｷｰﾎﾞｰﾄﾞ	CRT ﾀｯﾁﾊﾟﾈﾙ	CRT ﾀｯﾁﾊﾟﾈﾙ		CRT 近傍キー	2ﾎﾞﾀﾝ、4ｷｰ ﾘﾓｰﾄ 操作	ﾊﾟｿｺﾝｷｰﾎﾞｰﾄﾞ		ﾊﾟｿｺﾝｷｰﾎﾞｰﾄﾞ ﾏｳｽ	CRT 一体型 ｷｰｽｲｯﾁ	ﾀｯﾁﾊﾟﾈﾙ	ﾀｯﾁﾊﾟﾈﾙ	固定ｽｲｯﾁ ﾀｯﾁﾊﾟﾈﾙ
情報処理	機器	16bit 専用CPU	μPD70116	PC9801	PC9801	16bit 汎用CPU	μPD70216	NEC V50 NEC72020	汎用WS M68000	HC-95 Z80 使用	専用ＣＰＵ	16bit 汎用 FM16β	汎用ﾎﾞｰﾄﾞｺﾝﾋﾟｭｰﾀ	68000 10MHz	16bit16MHz 32bit40MHz	16bit CPU
	位置	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	机上	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	車室内		ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	机上	机上	机上	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	車室内
	内部記憶		64 KB		640 KB		768 KB			64 KB		2 MB				
情報表示	名称	6ｲﾝﾁCRT	9ｲﾝﾁCRT	14ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT	9ｲﾝﾁCRT	位置算定シミュレーション	9ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT	14ｲﾝﾁCRT		12 ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT	6 ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT
	位置	ｾﾝﾀｰｺﾝｿｰﾙ	ﾀﾞｯｼｭﾎﾞｰﾄﾞ 下	机上	計器ﾊﾟﾈﾙ	ｲﾝｽﾄﾊﾟﾈﾙ			ﾀﾞｯｼｭﾎﾞｰﾄﾞ 下	机上	机上	机上	ｲﾝｽﾄ中央上	ｾﾝﾀｰｺﾝｿｰﾙ	ｾﾝﾀｰｺﾝｿｰﾙ	計器ﾊﾟﾈﾙ 左
	解象度	320×200	480×230	640×400	320×240	256×196		640×400	320×240	440×208		640×400	320×200	320×200	320×200	256×192
	色数	16 色	8 色	16色	16色	8 色		8 色	16 色	15色		8 色	16色	16色	16色	8 色
	補助表示	無	無	無	無	無		無	無	無		無	無	無	音信号	無
地図表示	拡大縮小	3段階	4段階	有	4段階	2段階		3段階	5段階	固定		3段階	3段階	6段階	30段階	4段階
	回転	ﾉｰｽｱｯﾌﾟのみ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ及び ﾍﾃﾞｨﾝｸﾞｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟのみ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟのみ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟのみ		ﾉｰｽｱｯﾌﾟのみ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟのみ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟのみ		ﾉｰｽｱｯﾌﾟのみ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ及び ﾍﾃﾞｨﾝｸﾞｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ
	移動	スクロール	スクロール	——	画面切換	スクロール		スクロール	1/4 ｽｸﾛｰﾙ	1/2 ｽｸﾛｰﾙ		スクロール		スクロール	スクロール	画面切換
簡易ﾅﾋﾞｹﾞｰｼｮﾝ		——	——	——	——	——		——	——				——	——	——	——
駐車場情報表示		有	有	無	有	無		無	有				有	有	無	有
交通情報表示		有	有	無	有	無		有	有				無	有	有	有
経路探索機能		無	有	有	有	有			無				無	無	無	有
経路表示機能			有		有			無	無				無	無	無	有
経路誘導機能		無	無	無	無	有		無	無				無	無	無	無

表４－３　平成元年度　ナビゲーション　実験　機器・機能　概要

		マツダ 三洋電機	住友電気工業	トヨタ自動車	日産自動車	日本電気	日本電気 HE	日本電装	日本ビクター	日本無線	富士通	富士通テン	本田研究所 沖電気工業	松下通信工業	矢崎総業
車両		乗用車	ワゴン	ﾄﾖﾀｸﾗｳﾝ	乗用車	乗用車	乗用車	ｸﾗｳﾝｶｽﾀﾑ	机上実験	机上実験	机上実験	乗用車	乗用車	乗用車	三菱ﾃﾞﾎﾞﾈｱ
距離センサ	名称	車速センサ	車輪速ｾﾝｻ	車輪速ｾﾝｻ 車速センサ	車輪速ｾﾝｻ	車速センサ	車速センサ	車速センサ		車速計		車速センサ	車速センサ	車輪速ｾﾝｻ	車速センサ
	位置	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	後輪	前輪ﾄﾗﾝｽm	前輪	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ		ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ		前軸		車軸	ｴﾝｼﾞﾝﾙｰﾑ	前輪	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ
	分解能	160 cm	1.4cm	2cm, 38cm	92ﾊﾟﾙｽ/回転	160cm	4ﾊﾟﾙｽ/1回転	39cm		10cm		39.2cm		2cm	10cm
	精度	±3%	±1%	±1%	±1%		±0.5%			±1%			未定量化	1%	±1%
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	160cm	100ms	125ms	100ms	10ﾊﾟﾙｽ	未定量化	100ms		100ms				50ms	10cm
	較正方法	既知距離走行較正	左右1回転初期較正	——	ﾏｯﾌﾟﾏｯﾁﾝｸﾞ学習機能	——	補正値入力	補正値入力		補正値入力		無	マニュアル	既知距離走行	無
方位センサ	名称	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 左右回転差	地磁気ｾﾝｻ 振動ｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ 左右回転差	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ ｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ		地磁気ｾﾝｻ 傾斜検出器		地磁気ｾﾝｻ 車軸回転ｾﾝｻ	ｶﾞｽﾚｰﾄｼﾞｬｲﾛ	ｶﾞｽﾚｰﾄｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ
	位置	ﾙｰﾌ 前部	ﾙｰﾌ 中央 車輪	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾙｰﾌ 中央 前輪	ﾙｰﾌ 中央		ﾙｰﾌ 中央		ﾙｰﾌ 中央		ﾙｰﾌ 中央 左右前輪	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾙｰﾌ 中央
	分解能	1°	0.35°	1.4°	1.4°	mv/mG		1.4°		0.3°		1.4°		0.05°/sec	1°
	精度	2-5%	±2°	±2～5°	±2°	±3%	±2°	±2～5°		±2%		±5%		2%	1～5%
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	160cm	100ms	15ms	200cm	距離と同期	10ms	100ms		100ms		39.2cm		50ms	
	較正方法	1回転補正	左右1回転初期較正	1回転補正	地磁気ﾃﾞｰﾀ自動較正	1回転補正	1回転補正無較正	1回転補正		1回転補正		回転補正自動較正	マニュアル	マニュアル	1回転補正平均化処理
位置算定	算定ﾀｲﾐﾝｸﾞ	160cm	200cm	125ms	200cm	一定距離	車速ﾊﾟﾙｽ 毎	200ms	2000ms	500ms		8車速ﾊﾟﾙｽ 毎		一定距離	100ms以内
	方位異常処理	センサーを補正	カーブ毎に地磁気ﾃﾞｰﾀ	着磁時1回転補正	カーブ毎に地磁気ﾃﾞｰﾀ	突発異常時前回値採用	突発異常は無視	着磁警告	——	ﾋﾞｰｺﾝ利用		着磁補正 車輪速優先	無	無	異常値除外警告
ﾏｯﾌﾟﾏｯﾁﾝｸﾞ機能		有	有	無	有	無	有	無	——	無	有	有	有	有	無
地図収納	媒体	CD-ROM	IC-ROM	SRAM	CD-ROM		CD-ROM	ﾊｰﾄﾞﾃｨｽｸ	ﾊｰﾄﾞﾃｨｽｸ と ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸ		磁気ﾃｰﾌﾟ & 半導体ﾒﾓﾘ	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM
	容量	540 MB	1 MB	8 MB	540 MB		540 MB	20 MB	40MB + 2MB			540 MB	540 MB	540 MB	540 MB
	使用量	36 MB	0.8 MB	3.5 MB	240 MB				2 MB		6 MB	40 MB			50 MB
情報入力機器		CRT 近傍ｷｰ	ﾘﾓｺﾝｷｰﾎﾞｰﾄﾞ	CRT ﾀｯﾁﾊﾟﾈﾙ	固定式ｽｲｯﾁ ﾜｲﾔﾚｽﾘﾓｺﾝ		CRT 近傍キー	2ﾎﾞﾀﾝ、4ｷｰ ﾘﾓｰﾄ 操作	ﾊﾟｿｺﾝｷｰﾎﾞｰﾄﾞ (ﾌｧﾝｸｼｮﾝｷｰ)		ﾊﾟｿｺﾝｷｰﾎﾞｰﾄﾞ ﾏｳｽ	LCD ﾌｧﾝｸｼｮﾝ ｽｲｯﾁ	CRT 一体型 ｷｰｽｲｯﾁ	ﾀｯﾁﾊﾟﾈﾙ	固定ｽｲｯﾁ ﾀｯﾁﾊﾟﾈﾙ
情報処理	機器	16b 専用2 16b 汎用1	μPD70116	16bit PC9801	専用CPU 2 16b 汎用1	μPD70216	NEC V50 NEC72020	汎用WS M68000	HC-95(Z80) PC-9801ES	専用ＣＰＵ	16bit 汎用 FM16β	v33 M68000	汎用 ﾎﾞｰﾄﾞｺﾝﾋﾟｭｰﾀ	68000 10MHz	16bit CPU
	位置	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	車室内		ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	机上	机上	机上	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	車室内
	内部記憶		64 KB	640 KB		768 KB			1.6MB+64KB		2 MB	256 KB			
情報表示	名称	6ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT	位置算定シミュレーション	9ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT	14 ｲﾝﾁCRT		12 ｲﾝﾁCRT	6 ｲﾝﾁLCD	6 ｲﾝﾁCRT	6 ｲﾝﾁCRT	6ｲﾝﾁCRT
	位置	ｾﾝﾀｰｺﾝｿｰﾙ	ﾀﾞｯｼｭﾎﾞｰﾄﾞ 下	ｲﾝﾊﾟﾈ左端	ｲﾝｽﾄﾊﾟﾈﾙ			ﾀﾞｯｼｭﾎﾞｰﾄﾞ 下	机 上	机 上	机 上	ｲﾝﾊﾟﾈ左端	ｲﾝｽﾄ中央上	ｾﾝﾀｰｺﾝｿｰﾙ	計器ﾊﾟﾈﾙ 左
	解象度	320×200	320×240	320×240	335×210		640×400	320×240	480×370		640×400	320×240	320×200	320×200	256×192
	色数	16色	8色	16色	16色		8色	16 色	9色		8色	16色	16色	16色	8色
	補助表示	3ｲﾝﾁ LCD	無	無	ﾍｯﾄﾞｱｯﾌﾟ表示		無	無	無		無	無	無	無	無
地図表示	拡大縮小	5段階	3段階	4段階	4段階		3段階	5段階	2倍9段階		3段階	5段階	3段階	6段階	4段階
	回転	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ	無	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ		ﾉｰｽｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ及び ﾍﾃﾞｨﾝｸﾞｱｯﾌﾟ		ﾉｰｽｱｯﾌﾟ及び ﾍﾃﾞｨﾝｸﾞｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ及び ﾍﾃﾞｨﾝｸﾞｱｯﾌﾟ	ﾉｰｽｱｯﾌﾟ
	移動	スクロール	スクロール	画面切換	スクロール		スクロール	1/4 ｽｸﾛｰﾙ	ｽﾑｰｽ・ｽｸﾛｰﾙ		スクロール	スクロール	スクロール	スクロール	画面切換
簡易ﾅﾋﾞｹﾞｰｼｮﾝ		有	無	無	無		無	無				有	無	無	無
駐車場情報表示		有	無	有	無		無	有				有	有	有	有
交通情報表示		有	無	有	無		有	有				有	有	有	有
経路探索機能		無	有	有	有		無	無				無	無	有	有
経路表示機能		無	有	有	有		無	無				無	無		有
経路誘導機能		無	有	無	有		無	無					無	無	無

簡易ナビゲーション，駐車場情報表示，交通情報表示あるいは経路探索，経路表示経路誘導機能などの各種の情報表示機能，サービス機能もビーコン機能の充実，各社のソフトウェア開発経験の充実とともに多くのものが実現された。これらについては機能の充実もさることながら，その運転者に対する表示方法が重要であり，各社各様に工夫がなされた。

4．1．1　位置検出機能

(1)　距離検出機能

各年度とも基本的には車輪の回転数を検出する車速センサーが一般的に使用されているがより分解能の高い車輪速センサも使用されている。

車速センサは永久磁石とコイルからなる電磁ピックアップ部とその発生電圧を波形処理してパルス波形を出力するＩＣ回路部から構成されており，トランスミッションのアウトプットシャフトに取り付けられているセレーション付ロータが回転すると車速センサの永久磁石から出ている磁束が変化し，コイルに交流電圧が発生する。それを波形処理しパルスをカウントすることにより距離を算出する。

車輪速センサは左右前輪のブレーキディスクに取り付けられたセレーション付ロータの回転により車速センサと同じ原理で距離を算出する。

車速センサ，車輪速センサともタイヤ空気圧，タイヤのスリップ，摩耗などにより精度が悪化する。

距離検出の精度は数％であり方位センサに比べて高いので較正方法はほとんど考えられていないが，走行軌跡と地図データを比較することにより自動的に較正する方法をとっているところもある。

当面は現状のセンサの精度で十分であると思われるが，将来的にはタイヤの影響が無い対地車速センサが期待される。

各社の使用センサの一覧を表４－４に示す。

(2)　方位検出機能

各年度を通じて構造が簡単で安価な地磁気センサが多く使用されているがそれ以外にも振動ジャイロ，ガスレートジャイロ，左右車輪差センサなどが単独または併用されており，複数のセンサを併用する会社が年を追って多くなっている。（昭和61年度 13社中３社，昭和62年度 13社中６社，平成元年度 12社中６社）実際の使用状況を表４－５に示す。

地磁気センサは図４－１のように環状の強磁性材料に励磁巻線とおのおの直交する２つの検出巻線から構成され励磁巻線に交流電圧を印加し，検出巻線に生ずる電圧V_1，V_2を計測することにより地磁気に対する方位角θが次式で算出できる。

$$\theta = \tan^{-1}(V_1 / V_2)$$

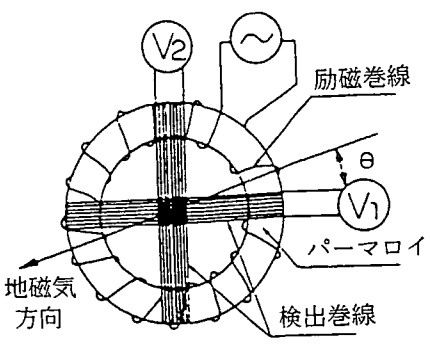


図４－１　地磁気センサ

表４－４　距離検出機能一覧

			三洋電気	マツダ(1) 三洋電気	住友電気 工業	ソニー	トヨタ 自動車	日産自動車	日本電気	日本電気 ＨＥＣ	日本電装	日本無線	富士通テン	本田技研	松下通信 工業	マツダ(2) 三菱電機	マツダ(3) 日本電気	三菱電機	矢崎総業
昭和61年度	距離センサ	名称		車速センサ	車輪速ｾﾝｻ	車速センサ	車速センサ	車速ｾﾝｻ		車速センサ	車速センサ	車速計				車速センサ	車速センサ	車輪速ｾﾝｻ	車速センサ
		位置		ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	後輪	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ		ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	前輪				ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ABS ﾛｰﾀ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ
		分解能		40cm	1.4cm	78.5cm	38cm	80cm		4ﾊﾟﾙｽ/1回転	39cm	10cm				40cm	40cm	4cm	10cm
		精度		±３％	±１％	２％	±１％	±１％		0.5 ％	未定量化	±1.5 ％				±５％	±５％	±２％	±１％
		検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ		40cm	100ms	1000ms	250ms	100ms		未定量化	100ms	700ms				500ms	400cm	100ms	10cm
		較正方法		——	初期較正	——	——	——		補正値入力	補正値入力	補正値入力				——	——	初期較正	——
昭和62年度	距離センサ	名称	車速センサ		車輪速ｾﾝｻ	車速ｾﾝｻ	車輪速ｾﾝｻ 車速センサ	車速センサ	車速センサ	車速センサ	車速センサ	車速計		車速センサ	車輪速ｾﾝｻ	車速センサ			車速センサ
		位置	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ		後輪	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	前輪 ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	——	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	前輪		ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	——	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ			ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ
		分解能	160cm		1.4cm	78.5cm	2cm 38cm	80cm	4ﾊﾟﾙｽ/1回転	4ﾊﾟﾙｽ/1回転	39cm	10cm		未定量化	2cm	40cm			10cm
		精度	±３％		±１％	２％	±１％	±１％	±0.5 ％	0.5 ％	未定量化	±１％		未定量化	１％	±５％			±１％
		検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	160cm		100ms	1000ms	125ms	100ms	10ﾊﾟﾙｽ	未定量化	100ms	500ms		未定量化	50ms	100ms			10cm
		較正方法	——		初期較正	——	——	——	——	補正値入力	補正値入力	補正値入力		マニュアル	補正値入力	——			——
平成元年度	距離センサ	名称		車速センサ	車輪速ｾﾝｻ		車輪速ｾﾝｻ 車速センサ	車輪速ｾﾝｻ	車速センサ	車速センサ	車速センサ	車速計	車速センサ	車速センサ	車輪速ｾﾝｻ				車速センサ
		位置		ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	後輪		前輪 ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	前輪	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	——	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	前輪	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ	——				ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ
		分解能		160cm	1.4cm		2cm 38cm	92ﾊﾟﾙｽ/回転	4ﾊﾟﾙｽ/1回転	4ﾊﾟﾙｽ/1回転	39cm	10cm	39.2cm	未定量化	2cm				10cm
		精度		±３％	±１％		±１％	±１％	±0.5 ％	0.5 ％	未定量化	±１％	未定量化	未定量化	１％				±１％
		検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ		1600ms	100ms		125ms	100ms	10ﾊﾟﾙｽ	未定量化	100ms	500ms	8ﾊﾟﾙｽ	未定量化	50ms				10cm
		較正方法		——	走行軌跡と地図を比較		——	ﾏｯﾌﾟﾏﾁﾝｸﾞ学習機能	——	補正値入力	補正値入力	補正値入力	無	マニュアル	補正値入力				——

注）本田技研の昭和62年度の開発車両は沖電気工業と共同開発

表４－５　方位検出機能一覧

			三洋電気	マツダ(1) 三洋電気	住友電気 工業	ソニー	トヨタ 自動車	日産自動車	日本電気	日本電気 HEC	日本電装	日本無線	富士通テン	本田技研	松下通信 工業	マツダ(2) 三菱電機	マツダ(3) 日本電気	三菱電機	矢崎総業
昭和61年度	方位センサ	名称		地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 車輪速ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 振動ｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 傾斜検出器				地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	車輪速ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ
		方式		ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 差動ｵﾄﾞﾒｰﾀ	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 音叉型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型				ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾋﾞｯｸｱｯﾌﾟ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型
		位置		ﾙｰﾌ 前部	ﾙｰﾌ 車前部 車輪	——	ﾙｰﾌ 中央	ﾙｰﾌ 後部	ﾙｰﾌ 中央	トランク	ﾙｰﾌ 中央	ﾙｰﾌ 中央				——	——	ABS ﾛｰﾀ	ﾙｰﾌ 前部
		分解能		±１°	0.35 °	1.4 °	1.4 °	0.03 °	1°	1°	24.5°	1°				1°	1°	1.7 °	1°
		精度		２５％	±２°	未定量化	±２～５°	±７°	±３°	±５～10°	±２～５°	±３°				２％	１～５％	±５°	±１０°
		検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ		160cm	100ms	830 回/sec	250ms	100ms	距離と同期	100ms	100ms	700ms				500ms	400cm	100ms	未定量化
		較正方法		１回転補正	地磁気ﾃﾞｰﾀ により 自動較 正初期較正	地図との比較	１回転補正	ﾋﾞｰｺﾝからの 道 路方位で自 動較正	１回転補正	１回転補正	１回転補正	１回転補正				１回転補正	１回転補正	マニュアル	１回転補正
昭和62年度	方位センサ	名称	地磁気ｾﾝｻ		地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 振動ｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ 振動ｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ ﾊﾝﾄﾞﾙ角ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 傾斜検出器		ｶﾞｽﾚｰﾄｼﾞｬｲﾛ	ｶﾞｽﾚｰﾄｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ 車輪速ｾﾝｻ			地磁気ｾﾝｻ
		方式	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型		ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 差動ｵﾄﾞﾒｰﾀ	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 音叉型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 振動型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 ﾌｫﾄｲﾝﾀﾗﾌﾟﾀ	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	——		ｶﾞｽﾚｰﾄ 型	ｶﾞｽﾚｰﾄ 型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 後輪回転差			ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型
		位置	ﾙｰﾌ 前部		ﾙｰﾌ 中央 車輪	——	ﾙｰﾌ 中央 ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾙｰﾌ 後部	ﾙｰﾌ 中央	トランク ハンドル	ﾙｰﾌ 中央	ﾙｰﾌ 中央		ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	——	ﾙｰﾌ 中央 ABS ﾛｰﾀ			ﾙｰﾌ 中央
		分解能	±１°		0.35°	1.4 ° /sec	1.4 °	0.03°	1°	1°	24.5°	0.3 °		未定量化	0.05° /sec	1°			1°
		精度	2-5 ％		±２°	未定量化	±２～５°	±７°	±３％	±２～５°	±２～５°	±２％		未定量化	２％	１％			±１０°
		検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	40cm		100ms	830 回/sec	15ms	100ms	距離と同期	100ms	100ms	500ms		未定量化	50ms	100ms			未定量化
		較正方法	１回転補正		地磁気ﾃﾞｰﾀ により 自動較 正初期較正	地図との比較	１回転補正	地磁気ﾃﾞｰﾀ により 自動 較正	１回転補正	１回転補正 無較正	１回転補正	回転補正		マニュアル	角度係数 設定	１回転補正			１回転補正 平均化処理
平成元年度	方位センサ	名称		地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 車輪速ｾﾝｻ		地磁気ｾﾝｻ 振動ｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ 車輪速ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 振動ｼﾞｬｲﾛ	地磁気ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ 傾斜検出器	地磁気ｾﾝｻ 車輪速ｾﾝｻ	ｶﾞｽﾚｰﾄｼﾞｬｲﾛ	ｶﾞｽﾚｰﾄｼﾞｬｲﾛ				地磁気ｾﾝｻ
		方式		ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 差動ｵﾄﾞﾒｰﾀ		ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 振動型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 差動ｵﾄﾞﾒｰﾀ	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型 振動型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	ｶﾞｽﾚｰﾄ 型	ｶﾞｽﾚｰﾄ 型				ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型
		位置		ﾙｰﾌ 前部	ﾙｰﾌ 中央 車輪		ﾙｰﾌ 中央 ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	ﾙｰﾌ 中央 前輪	ﾙｰﾌ 中央	ﾙｰﾌ 前部 室内	ﾙｰﾌ 中央	ﾙｰﾌ 中央	ﾙｰﾌ 中央 左右前輪	ﾄﾗﾝｸﾙｰﾑ	——				ﾙｰﾌ 中央
		分解能		±１°	0.35°		1.4 °	1.4 °	1°	1° 0.01/sec	24.5°	0.3 °	1.4°	未定量化	0.05° /sec				1°
		精度		２５％	±２°		±２～５°	±７°	±３％	±２°	±２～５°	±２％	±２°	未定量化	２％				±１０°
		検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ		160cm	100ms		15ms	200cm	距離と同期	10ms	100ms	500ms	39.2cm	未定量化	50ms				未定量化
		較正方法		１回転補正	地磁気ﾃﾞｰﾀ により 自動較 正初期較正		１回転補正	地磁気ﾃﾞｰﾀ により 自動 較正	１回転補正	１回転補正 マニュアル	１回転補正	回転補正	回転補正 自動較正	マニュアル	角度係数 設定				１回転補正 平均化処理

注）本田技研の昭和62年度の開発車両は神電気工業と共同開発

地磁気センサは場所による地磁気偏移，構造物（高架，鉄道など）対向車による地磁気乱れの影響を受け精度が悪化することがあり，車両が着磁した場合には一回転して補正する方法などが採用されている。

一方，ジャイロセンサは車両の回転角速度を測定することにより相対方位を算出するものである。

振動型ジャイロセンサの原理は振動子に角速度が与えられるとコリオリ力が生ずることを利用している。コリオリ力により振動子が湾曲し，それをピエゾ効果により測定し角速度を検出している。構造図を図４－２に示す。

ガスレートジャイロセンサセンサは図４－３の様にノズルから噴出されたヘリウムガスと２本のヒートワイヤからなるフローセンサにより，車両の方向変化によって生じたガス流の微少な偏りを電気的に検知しその変位を増幅して取り出すことにより角速度を検出し，相対方位を算出している。

ジャイロセンサは地磁気センサのように周辺環境の影響を受けないが，回転角センサであるため車両のヨー，ピッチなどで精度が悪化することがある。また，現状のジャイロセンサは立ち上がり特性や温度特性など安定性の問題が残されており，より一層の改善が望まれる。

将来の精度向上の方策は地磁気センサ，各種（振動，ガス，光など）ジャイロ，車輪回転差センサなどの複数のセンサを互いに補完して使用する方式やビーコンあるいはマッチングデータを利用して自動較正を行い精度を向上させることも考えられている。

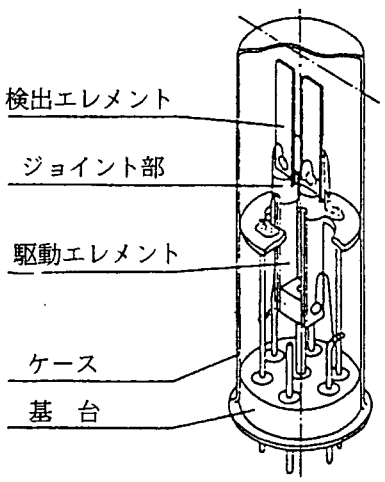


図４－２　振動型ジャイロセンサ構造図

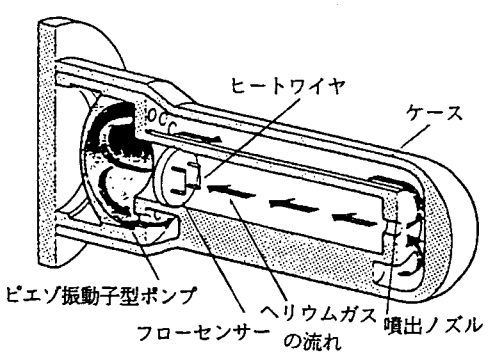


図４－３　ガスレートジャイロセンサ構造図

出典：モーターファン

４．１．２　位置算定機能

距離センサから得られた移動距離と方位センサから得られた移動方位を一定時間（数百ミリ秒～１秒）または一定距離毎に逐次演算し現在位置を推定する方法が取られている。

車体が着磁した場合は一回転による補正が多いが，カーブを曲がるたびに地磁気データを収集して較正する方法やマップマッチング中はデジダル道路データ内の道路方位に収束させる方法やビーコン通過時にはその道路方位データによって較正する方法も採用されている。突発的な方位の異常値に関しては異常値除去や平均化などの方法が取られている。

路上実験による評価では推測航法のみの誤差は５％前後であったが，地磁気の乱れる高架，橋上，鉄道（地下鉄）付近の走行では誤差が大きくなることがあった。（詳細は４．４章参照）

将来的な技術動向としてはほとんどの会社で絶対位置の検出が可能なＧＰＳの利用も考えられている。

ＧＰＳ（Global Positioning System）とは米国防総省が開発している位置検出システムで全世界で３次元座標が標定できる。1993年正式運用予定。地球の周回軌道を回る18個（６軌道×３衛星）の衛星の内，視野にある４個の衛星の出す電波の伝搬時間を測定し演算することにより緯度，経度，高度が検出できる。図４－４にＧＰＳ衛星の軌道，図４－５に測位原理を示す。

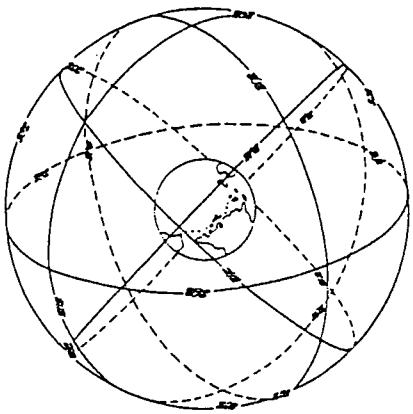
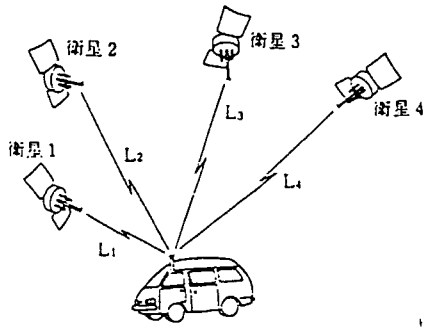


図４－４　ＧＰＳ衛星の軌道（出典：モーターファン７月号）



Ｌ１，Ｌ２，Ｌ３，Ｌ４は各々の衛星からの伝搬時間＝衛星からの距離

図４－５　ＧＰＳ測位原理

４．１．３　位置補正機能（マップマッチング）

ビーコンによる絶対位置補正機能の他に車内で位置補正する方法としてマップマッチングがある。マップマッチングとは自動車が原則として道路上を走行するという事実を利用したものであり図４－６に概念図を示す。

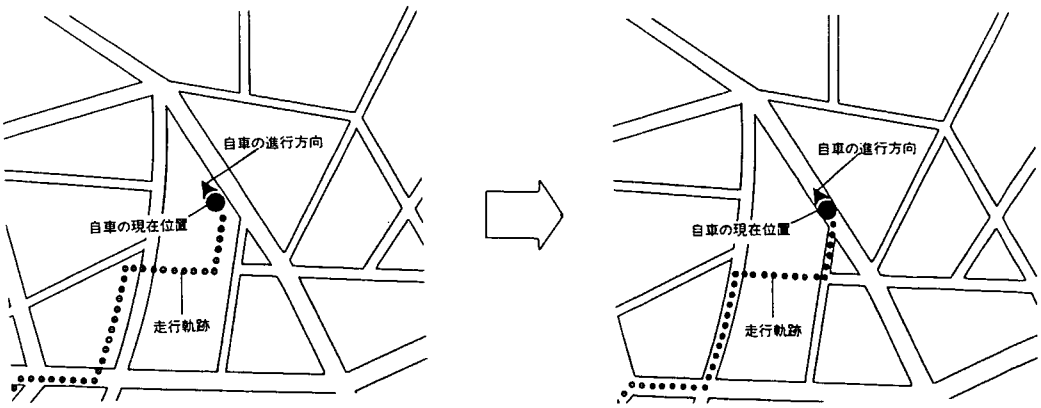


図４－６　マップマッチング概念図　（出典：モーターファン７月号）

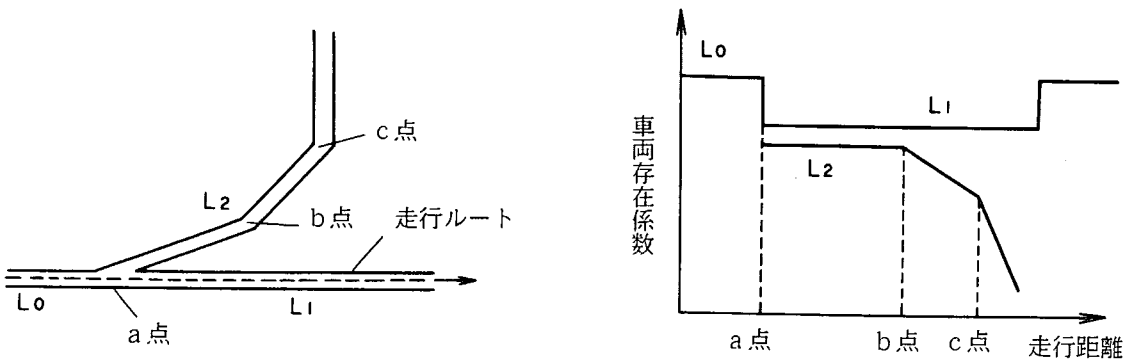
マップマッチングを採用している会社は，昭和61年度 12社中５社，昭和62年度 13社中９社，平成元年度 13社中８社であった。

マップマッチングには以下のような数種類の方法がある。

① 交差点近傍の道路形状と走行軌跡を比較して一致度合が一定以上であればその交差点にマッチングを行う方法

② 車両の進行方向とある一定範囲の道路データの方位を比較して自車位置に最も近い道路上にマッチングさせる方法

③ 現在位置周辺の存在確率円内の全道路リンクに推測航法で求めた走行軌跡と道路ネットワークとの相関度を車両存在係数としてもたせ，どのリンクに存在するかの判定を行う。車両存在係数はそれまでの走行データの累積誤差，道路データの誤差などを勘案して単位距離当りの相関度を計算しその移動平均を求めたものである。図４－７に簡単な道路ネットワークの場合の例を示す。(a)に示すリンクL_1上を走行した時のリンクL_1およびL_2に対する車両存在係数は(b)のように変化する。方位の測定量は誤差が大きい場合が多く，ａ点からｂ点までの間は両社の車両存在係数はどちらに分岐したかを判断するのは困難である。このような場合は，車両存在係数の最も大きいリンクを推定リンクとしておき，二番目以降のリンクについても車両が存在する可能性があるとみなして車両存在係数の計算を継続する。その後ｂ点やｃ点を通過すると係数に差がでてリンクL_2の係数が急激に低下し一定値以下になると対象リンクから削除される。そして，どのリンク上に存在するかの推定を行った後，車両存在係数が高い場合には位置補正を行う方法



(a) 道路ネットワークと走行ルート

(b) 車両存在係数

図４－７　車両存在リンクの推定

マッチングをミスした場合には推測航法に切り換えたり，③の方法ではより長い距離にわたって車両存在係数を算出し現在存在しているリンクを見つけ出すような方法が取られている。

路上実験の評価によれば推測航法に比べて誤差は縮小するが，マッチングミスをした場合にはかえって誤差が悪化することが指摘されている。

将来的には③にあげた走行軌跡と道路パターンの類似比較する方法が主流になると思われるが，マップマッチングは道路データの精度に依存するので正確な全国道路データベースの整備・保守が重要である。

4．1．4　情報処理機器・機能

(1) 情報収納媒体

プログラムデータと地図データの収納媒体として初年度では，ハードディスクやフロッピーディスクからＲＡＭに転送して使用する方法，あるいは，ＲＯＭ（ＰＲＯＭ，ＥＰＲＯＭ）が主に用いられた。これらは，実験用のものもあり，汎用パソコンの使用とあわせて，データ記憶容量の限界やアクセスタイムが長い等の難点があった。２年度からは，地図データの収納媒体として，ＣＤ－ＲＯＭを７社が使用，他はＲＡＭディスク，ハードディスク，半導体メモリを用いている。ＣＤ－ＲＯＭは540ＭＢ　程度の大容量データ記録が可能で，アクセスタイムは0.3～0.5秒程度であり，実用時の収納媒体を想定したものといえる。

大容量と高速検索性など，車載ナビゲーションの記憶媒体に要求される条件を満足し，扱いが容易であるＣＤ－ＲＯＭは，現状では最適とされており，今後の主流になると考えられている。

汎用コンピュータの使用による実験用の記憶媒体は，車載実用化へ様々な考慮を必要とするものの，地図データを収納したＣＤ－ＲＯＭは，すでに商品化され，広く普及しているオーディオ用ＣＤ－ＲＯＭと同様の信頼性であり，耐環境性等の問題は無いと考えられる。

(2) 情報入力機器

各入力装置は，ユーザの使い勝手を考慮して各社各様に試作した入力方法がとられている。大別すると，固定型とリモコン型があり，前者はディスプレイ上のタッチスイッチまたはディスプレイ周辺に機械式スイッチを配置したもの，後者は赤外線リモコンやリモコンキーボードを用いるものなどである。また，実用面でオーディオ，空調などのナビゲーション以外の操作機能を持たせたものもあった。ただし，機能確認を主実験としたため，運転者の操作には不適と思われるものもみられた。

機械化のものは操作に慣熟し易いという利点があるが，選択キーが多くなると操作が困難になる。ディスプレイ上のタッチスイッチは機能説明もできるため，慣熟の必要なく扱いやすい，反面，表示を見ながら操作する煩わしい面もある。機械化スイッチとディスプレイ上のタッチスイッチを組み合わせるのが有望と考えられる。

将来，機能が多様化するにつれ，スイッチ操作が煩雑化する方向にある。必要で使用頻度の高いスイッチは機械式とし，装置特有の付加的機能については，説明表示付きのタッチスイッチで操作するなど，タッチスイッチと機械式スイッチ機能を使い分けることが方法の１つと思われる。

将来的にはドライバーの入力負荷を軽減するマウス，ジョイスティックや音声認識操作などが考えられている。操作性／安全性，耐久性／コスト，機能／デザインなどを考慮したマンマシンインターフェースにすることがポイントであると各社とも考えている。

(3) 情報処理機器

ビーコンから受信した情報を処理する情報処理装置は，16ビットの汎用型パーソナルコンピュータを使

用しているメーカーが大部分である。但し，一部のメーカーでは専用処理装置を使用している。実用化を考慮して，自車位置の算定，ＣＤ－ＲＯＭから地図データ読み込み，描画，スクロール，マップマッチング処理等を行なうためには，処理速度や機器の大きさの点から専用処理装置が必要と考えられている。

４．１．５　情報表示機器・機能

(1) 情報表示機器

表示機器として，６インチのカラーディスプレイが主流であるが９インチ，12インチのディスプレイを組み込んだものもある。また，色数は８色，解像度は各社とも320×200ドット程度のものが多く用いられている，一部のメーカーでは16色ものやさらに高解像度のものを使用している。

車載スペースの制約と表示視認性から６インチ程度のＣＲＴが現状では，実用的であると考えられている。その他，情報を合成音声を用いて言葉で伝える方法やヘッドアップディスプレイを活用した方法も行なわれている。

ヘッドアップディスプレイとは，運転手が注視する前方視野内に各種の情報を写しだす装置。映像はフロントガラス上の透過性の反射鏡に車外の景色とかさなって表示される。

今後，ディスプレイの視野性向上や小型化・薄型化等を満足する液晶ディスプレイの活用と共に，合成音声・ヘッドアップディスプレイなどとの併用が有望と考えられている。

(2) 地図表示機能

道路，鉄道，河川，海岸，湖沼が判別しやすいように種別毎に色分けされている。また，高速道路，主要道路などの区別として，表示する道路幅と色を変えている。地図は，利用者が見慣れている市販のロードマップに準じた表示方法を使用している。ただし，色分けや使用色が多い場合は，他の線との区別がしにくくなるという点が検討事項としてあげられる。

車両が移動するにつれて，自車位置マークもディスプレイ地図上を動くことになるが，その表示方法としては，地図が固定し自車位置マークを動かす方法と自車位置マークを常に画面の中心に固定して地図を動かすスクロールと呼ばれる方法がある。大半のシステムが車両の移動につれてスムーズに地図がスクロールする後者の方法をとっており，画面上のマーク位置が中央に一定しているため，自車位置の確認が容易である。なお，車両の移動と共に自車位置を表示した地図画面の全面が切り換わるものや１／４切り換えなどの方法もとられている。

表示する地図画面は最低３種以上の縮尺が用意されており，縮尺によって地図上の文字情報や道路の表示量がかわる等の工夫が一部にみられたほか，ズーム機能を設けているものもある。

ディスプレイ上に地図を北を上にして，通常の地図と同様にノースアップで表示する方法と，車両の進行を上にしてヘディングアップで表示する方法がある。

大半のシステムはノースアップ表示のみであるが，最終年次では，４システムが選択できる機能としてヘディングアップ表示を設けている。ヘディングアップ表示は，ユーザの好みにもよるが，使用状況によっ

ては非常に使い易い機能と考えられ，選択できる表示機能として有効である。

運転中に地図画面を認識するには，地図上に表示される道路と地名・施設名の文字や記号，その数量および配色などについてＣＲＴの表示性能や地図縮尺を考慮して各社それぞれ工夫し模索している。表示内容の選択機能，縮尺変更やスクロール時の表示速度など，一目で情報が得られるような表示方法の検討をさらに進めると同時に，音声表示を併用する方法などが検討されている。

4．2　経路誘導・探索機能

経路誘導・探索機能は①現在地又は出発地点と目的地を設定して両地点間の最適経路を自動探索する経路探索機能，②探索した経路を地図上に表示したり通過交差点名称列等で示す経路表示機能，③自車位置の進行にともない，交差点での進行方行や進行路線の表示を行う等の方法で最適経路に沿って目的地までの誘導を行う経路誘導機能で構成される。

経路誘導，探索機能の実験に何らかの形で参加した企業は表４－６の通りである。

経路誘導の実験を行った３社のうち２社は経路探索や経路表示と合わせて行い，１社は誘導のみについて実験している。

表４－６　実験参加企業数

	経路探索	経路表示	経路誘導
実験車使用	4	4	3
机上シュミレーション	1	1	0

4．2．1　経路探索機能

(1)　機能の概要

地図データ内の（または外部から受信した）リンク毎の属性データを用い，始点と終点間のリンク属性データの加算値が最小となるルートを最適経路として自動探索する。最適経路の評価関数は，机上シミュレーションでは最短距離と法定速度にもとづく走行時間を用いた最短時間を使っており，実験車では全て地図データのリンク長を用いた最短距離を使っている。これは最短時間経路を計算するためのリンク毎の旅行時間情報等が充分に提供されていなかったためと考えられる。

時間要素を少しでも加味するため，単純にリンク長を用いるだけでなく，高速道路・バイパス路・一般道路等の種別によって距離の重み付けをしたり，有料道路の利用の有無を選択する試みが行われている。また，探索時間を短縮し探索可能エリアを広げるため，探索アルゴリズムの改善や探索領域を目的地方面に絞り込む等の工夫も行われている。

各年度における経路探索実験への参加企業の経緯は表４－７の通りである。

表４－７　経路探索，経路表示実験参加企業数

	昭和61年度	昭和62年度	平成元年度	計
実験車使用	0	4 ⟶	4	4
机上シュミレーション	1 ⟶	1	0	1

（矢印は同一企業が継続参加していることを示す）

(2) 操作方法

経路探索を行うに当り操作を必要とする事項として，目的地の設定，評価関数の選択，評価条件の選択がある。現在地には自車の現在位置を用いている。目的地の設定はカーソルを用いて地図上で行うものと施設名を探索して直接設定するものとがある。なお，経路探索を行う始点と終点には現在地及び目的地の近傍ノードを選んでいる。評価関数の選択としては机上シミュレーションの場合，最短距離経路と最短時間経路の選択操作の例がある。また，評価条件の選択としては実験車使用の場合，有料道路の利用の可否の選択操作の例がある。

(3) 評価と今後の課題

目的地の設定の容易性，経路探索時間及び探索したい経路の妥当性の評価が行われている。その結果以下の項目が今後の課題としてあげられている。

① 目的地の検索が煩わしいので容易なものにする。

② 評価関数として最適距離経路だけでなく，時間，右左折回数，料金等利用者の目的や好みを考慮した多様なものにする。

③ 経路探索時間を短縮する。

④ 探索した経路は概ね妥当であるが，地図データに左右されるものであるため地図データの品質を確保する。

４．２．２　経路表示機能

(1) 表示方法

自動探索した経路は地図上に表示するが，この場合の表示メディアは全てＣＲＴである。表示地図の縮尺は現在地と目的地が同一画面上に現われるように自動選択される場合と目的地が画面外になる縮尺を含む場合とがある。また経路表示方法として下記のものが使われている。

① 道路の色を変えフラッシングさせる。（写真４－１）

② 道路を鎖線表示に変える。

③ 道路に沿わせて経路を示す線分を表示する。

④ 経路上の交差点をマーキングする。（写真４－２）

⑤ 道路の色を変え且つ経路上の交差点をマーキングする。

⑥ 経路上の交差点を名称列にして表示する。

なお経路上表示実験への参加企業の経緯は経路探索実験と同じで表４－７に示す通りである。

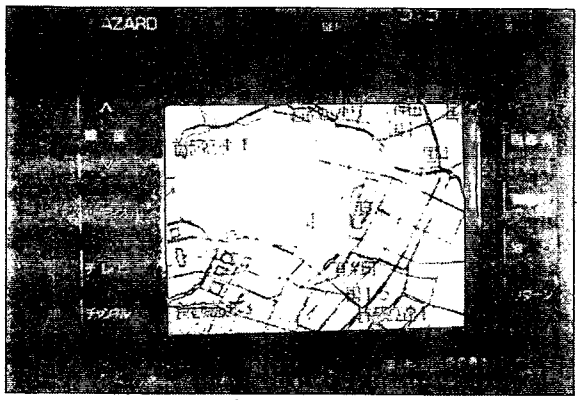


写真４－１

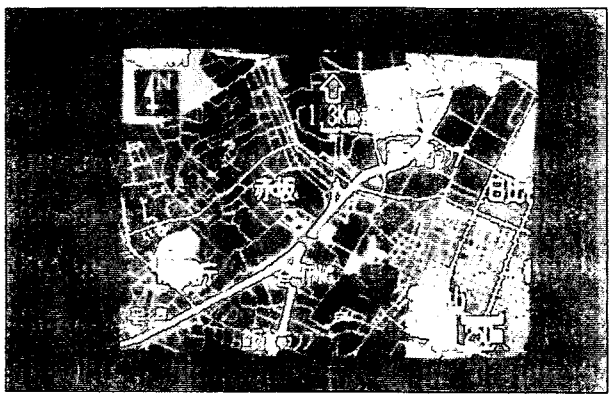


写真４－２

(2) 評価と今後の課題

ほとんど評価が行なわれていないが，交通情報等今後追加表示される項目も配慮したうえで，見易い表示方法を検討してゆく必要があることが指摘されている。

４．２．３ 経路誘導機能

(1) 誘導方法

経路誘導は経路探索した最適経路に沿って誘導するもので誘導に用いるメディア，誘導する方法及びそのタイミングで特徴づけられる。実験では表４－８に示すような方法が使われている。

表４－８ 経路誘導の方法

	誘導メディア	誘導方法	誘導タイミング
①	カラーＣＲＴと音声（写真４－３）	交差点形状に進行方向を重ねて表示するとともに進行方向を音声で案内する。	交差点15秒手前と100m手前の長い方
②	カラーＣＲＴ（写真４－４）	ディフォルメした交差点形状，名称，進行方向，到達距離を表示する。	交差点500～２Ｋｍ手前
③	モノクロヘッドアップディスプレイ（写真４－５）	交差点形状，名称，進行方向，車線，到達度合，案内標識，情報等を表示する。	交差点手前（50m単位に設定可）
④	カラーＬＣＤ	８方位の交差点形状と進行方向，交差点名称を表示する。	交差点150m手前

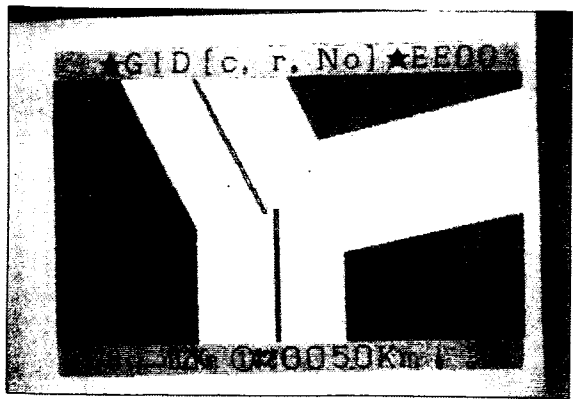


写真４－３

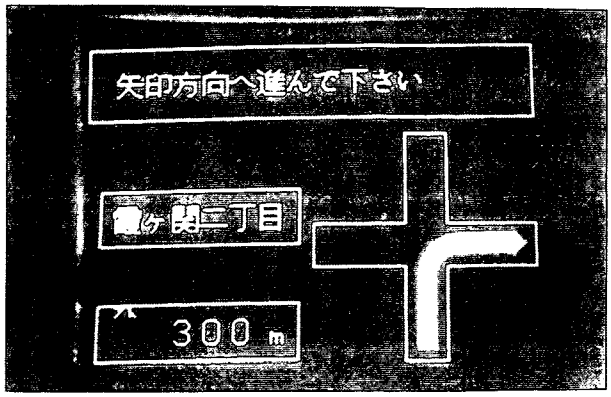


写真４－４

①と②の方法は地図表示と併用しており，交差点間は地図上の経路案内表示をし，交差点手前に接近すると進行方向表示に切替わる。③と④は進行方向を案内する誘導表示専用の表示器である。

また，経路探索されなかった部分，すなわち，現在地（出発地）から始点までと終点から目的地までの間は始点まで又は目的地までの直線距離と方向だけを示す案内方法が使われている。

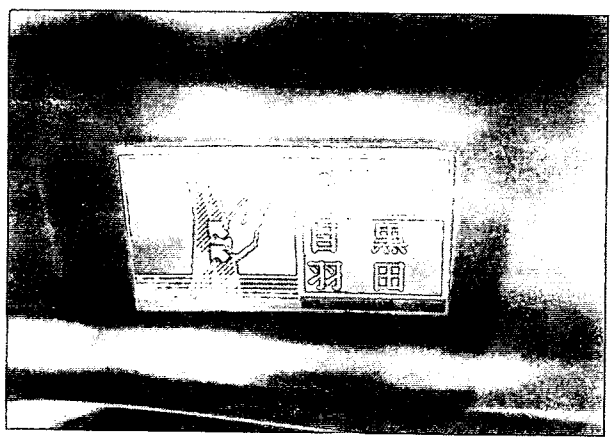


写真４－５

なお，経路誘導実験への参加企業の経緯は表４－９に示す通りである。

表４－９　経路誘導実験参加企業数

	昭和61年度	昭和62年度	平成元年度	計
実験車使用	1	1 ⟶	2	3
机上シュミレーション	0	0	0	0

（矢印は同一企業が継続参加していることを示す）

(2) 評価と今後の課題

評価は２例しかなく，走行試験した結果次のような感想が述べられている。

① ランクの低い道路まで含めた最短距離経路で誘導すると，紙地図を見ながら走行した場合に比べて走行距離は著しく小さくなったが，走行時間はほとんど変わらなかった。

② 交差点での誘導表示はわかり易いが交差点形状図には低ランクの道路まで含めておかないと対応関係がわかりにくいことがある。

③ 音声による案内は複雑な交差点で案内文が長くなると憶えづらい。

④ 交差点での進行方向の案内タイミングは交差点手前一定距離では無理がある。

また，今後の課題として以下の項目があげられている。

① ヘッドアップディスプレイ，音声を中心とした誘導方法の評価と改善

② 誘導タイミングの改善

なお，特に言及されていないが，外部からの交通情報を用いたダイナミックナビゲーションが交通流に与える影響等交通システムとしての評価と改善が今後の主要課題となるであろう。

4．3　各種情報処理機能の概要

ナビゲーションは車両の自立型推測航法を基本としているが，ビーコンからの外部支援情報を付加することにより，より高度な情報サービスが可能となる。そこで，本システムの開発に当たっては，車内で道路案内標識情報に準じた情報の表示処理を行う簡易ナビゲーション機能，駐車場の位置や料金などの情報サービスを行う駐車場情報表示機能，渋滞などの動的な道路交通情報サービスを行う道路交通提供機能について検討を行った。以下にその概要について示す。

4．3．1　簡易ナビゲーションの概要

(1) 検討の概要と目的

簡易ナビゲーション機能とは図4－8に示すように車両が交差点に接近するビーコンからの情報を受け取って，従来の案内標識よりも充実した行き先情報をディスプレイに表示するものである。本システムは位置ビーコンの有効活用とナビゲーションシステムの受益者拡大という2つの点を目的している。なお，本システム検討においてはシステムのイメージを明らかにすることに主眼を置き，表4－10に示す前提のもとに表4－11に示す項目について検討を行なった。

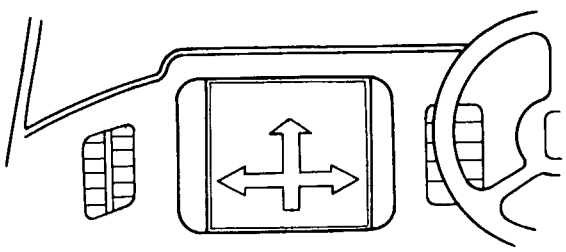


図4－8　システムイメージ図

表４－10　システム検討の前題条件

①　価格にして本格的なナビゲーション装置の一割～二割程度の装置であること。
②　車体と一体ではなく，無改造又は簡単な改造で後付けが可能であること。
③　小型，軽量，小電力なシステムであること。
④　魅力ある情報提供がなされるシステムである同時に，情報受信時以外の利用方も考慮すること。

表４－11　検討項目

①　ドライバーへの提供情報（システム①～③）
②　ビーコンからの送信データ
③　伝送情報量の試算
④　要求される機器機能
⑤　車載機の構成と価格

(2)　ビーコンから送信する情報内容

ビーコンから送信する情報内容として以下に示す各システムごとに検討を行った。

システム１

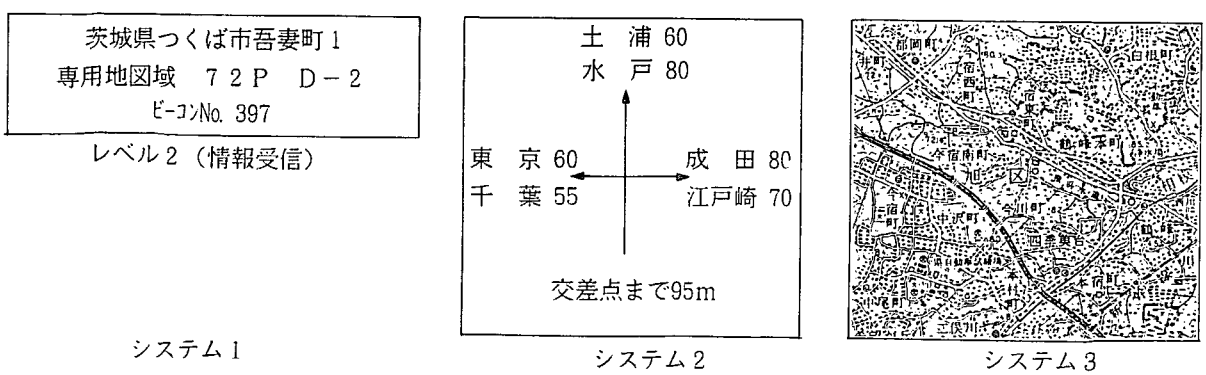
ビーコン設置地点名，地図帳の対応ページ番号等，漢字数文字を文字情報として送信する。（付加機能：時計，電話帳，メモ等）

システム２

道路案内標識のうち最も一般的なパターンである道路標識設置基準に規定されている108－Ａのパターン（イメージ図参照）を基本にして情報量を増大させたもの（一方向に付き数箇所の地先名，距離情報）を文字情報又は，コード情報として送信する。（付加機能：方位計，交差点までの距離表示等）

システム３

ビーコン設置地点付近の地図，システム２等のパターンを画像データ（ドットイメージ）として送信する。（車載ＴＶの付加機能として考えられる。）



システム１　　システム２　　システム３

図４－９　各システムのイメージ図

(3) 送信情報の形態

送信情報の形態はシステム１，２に関しては文字情報（ＪＩＳコード）で送信する場合と専用コードで送信する場合について検討したが，専用コードで送信する場合は車載機でのメモリーが膨大なものとなり価格の面から見て簡易システムとしては望ましく無いとの結論になった。また，３の画像データで送信する場合はテレビ信号と同じ帯域幅が必要となる。

(4) 情報量の試算と送信波の方式

送信形態の検討結果をもとにシステム１及び２に関して文字情報で情報を送信する場合を，またシステム３に関しては現在テレビ放送と同じ帯域幅を用いた場合の各々の情報量は概ね以下に示す通りであり誘導無線方式では十分な情報提供が難しいと判断され，準マイクロ波等のより高速で大容量の通信波を考慮する必要があろう。

・システム１

漢字40文字程度を送信するとして40文字×２Ｂｙｔｅ＝80Ｂｙｔｅ

・システム２

120Ｂｙｔｅ（１方向につき１地点名のみ両方向分送信）～320Ｂｙｔｅ（１方向につき３地点名及び，交差点名，距離等を両方向分送信）

・システム３

現在テレビ放送に用いられているものと同じ帯域幅で画像データを9600ｂｐｓで送信したと仮定して，60Ｂｙｔｅ送信する時間で１画面の送信が可能。

(5) 要求される機器機能

a　方向判別機能（システム２，３の場合，進行方向別に異なった情報を提供する必要がある。）

自車の進行方向を何等かの手段を用いて判断し，情報を選択表示する必要が生じる。このため，方向判別機能としては表４－12に示す３方式が考えられたが機能，コスト面からみて準マイクロ波ビーコンの利用が有力な方式と考えられる。

表４－12　方向判別機能の比較

方　　式	評　　価
地磁気センサの利用	精度に多少の不安がある。
ビーコンを複数設置又は準マイクロ波スプリットビームで左右のデータに別々のフラグを持たせる	本来の目的が位置ビーコンの活用策であるため簡易システムのためにビーコンを増設したり，その機能を低下させることは疑問である。
準マイクロ波ビーコンの利用	準マイクロ波の位置検出方法として提案されている変調方式のＡＭ変調を，同相，逆相とする案を用いれば方向判別，データの取捨選択が可能となる。

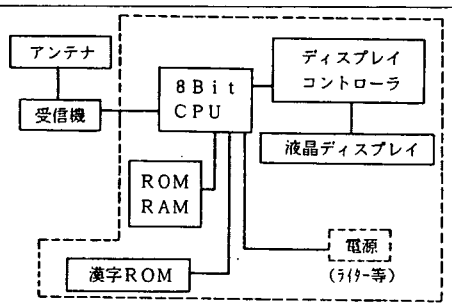
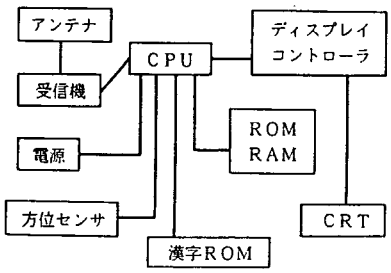
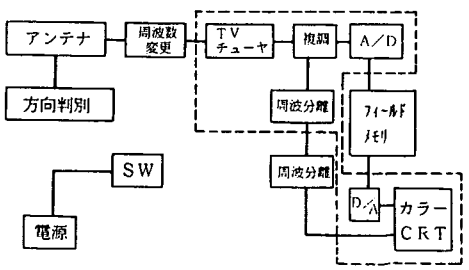
(6) 情報処理機能及び表示機能

システム１，２とも基本的にはビーコンから送信されてきた情報を受信する受信装置，情報を加工処理するための，情報処理装置と処理した情報を表示するための表示装置が必要となる。具体的にはワープロと液晶ディスプレイ程度の情報が考えられる。なお，システム３に関しては受信機，ＴＶ装置，フイルドメモリの組み合わせでシステムを構成できる。

(7) 車載機の価格と機器構成

上記①～⑥の検討結果を基に準マイクロ波ビーコンを前提とした車載機器の構成と価格について検討を行った。結果を表４－13に示す。

表４－13　各システムの構成

機器構成	価格（円）	システム構成イメージ図
システム１ ①準マイクロ波受信機 ②準マイクロ波アンテナ ③液晶モノクロディスプレイ ④情報処理装置及び周辺機器 ⑤漢字ＲＯＭ(ＪＩＳ第２水準程度) ⑥筐体及び電源 合計	 12千～15千 ３千～５千 10千 15千 ６千 10千 47千～52千	 ＊枠内はポケットコンピュータを使用することも可能。 (その場合の①～⑥の価格：20千円程度)
システム２ ①準マイクロ波受信機 ②準マイクロ波アンテナ ③液晶モノクロディスプレイ ④情報処理装置及び周辺機器 ⑤漢字ＲＯＭ(ＪＩＳ第２水準程度) ⑥筐体及び電源 合計	 12千～15千 ３千～５千 10千～20千 10千～20千 ６千 10千 51千～76千	
システム３ ①準マイクロ波受信機 ②準マイクロ波アンテナ ③ＴＶ受信装置 ④フイルドメモリＡ／Ｄ、Ｄ／Ａ ⑤筐体及び電源 合計	 10千～13千 ３千～５千 40千 20千 16千 89千～94千	 ※枠内は右板のＴＶを連用することも可能。

＊　アンテナ及び受信機の価格は以下の仮定のもとに積算した。

①片方向アンテナ（受信専用）
②変調方式　ＢＰＳＫ－ＡＭと仮定
③製作台数　10000台／月

(8) 路上実験

前項(1)～(7)までの検討を踏まえ，平成元年度に構築を行った総合実験システムにおいて設置した準マイクロ波ビーコンより，下記に示す考え方にしたがって情報提供を行った。なお，具体的な情報内容は資料－2に示す。

1）情報提供の前提

① 静的ナビゲーション情報は，ビーコン種別，基本位置データおよび道路の上下両方向それぞれの直下流の交差点またはインターチェンジに関する案内情報を含むものとする。すなわち，無線区間通信プロトコルに規定されている静的ナビゲーション情報181バイト（1448ビット）のうち，ビーコン種別に位置バイト，基本位置データに16バイトが割り当てられ，残りの164バイト（1312ビット）の範囲内で上下方向，複数の交差部の案内をする。

② 方向判別はビーコンのＡＭ逆変調により判別できるものとする。

③ 案内は走行中の自路線と他路線の接続までとし，ランプ流出後の接続は案内しない。

2）静的ナビゲーション情報の構成

Ⅰ：方向区分および案内交差部数に関する情報

① 上下方向区分情報　4ビット（16進）

ビーコンから発射する電波はデータ変調のほかに位置標定のために，ＡＭ変調をビーコン前後で逆の位相でかけており，これを利用して車の進行方向を識別できる。

0：正相→逆相　1：逆相→正相　のときに有効な情報とする。

② 案内交差部数　n　4ビット（16進）　1方向について案内する交差部の数。

Ⅱ：各交差部数に関する情報

③ 交差種類　2ビット

00：通常交差点　01：ランプ　10：インターチェンジ

11：ジャンクション　とする。

交差形状の細分および交差部名称の補助として用いる。01～11は名称の区別のために設けており，

⑤ 交差形状ではインター等として扱う。

④ 交差形式　2ビット

00：平面交差か自路線がオーバーパス　01：自路線がアンダーパス

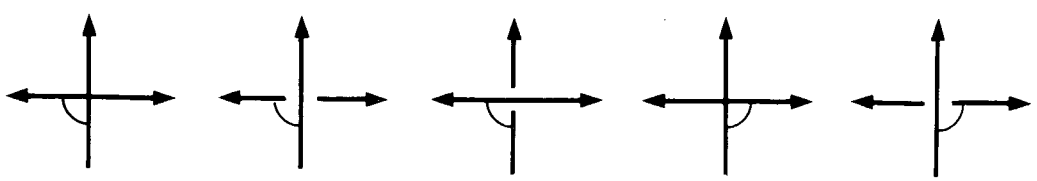
⑤ 交差形状　4ビット（16進）

Ａ．通常交差点の場合（③が00の場合）

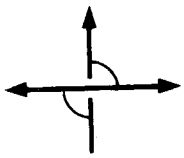
3：3枝　4：4枝　5：5枝　6：6枝　7：7枝　8：8枝

9：4枝　A：4枝（側道つき）　B：4枝　C：4枝

（左折車線あり）　オーバー（④が00）　アンダー（④が01）（右折車線有り）（立体交差）

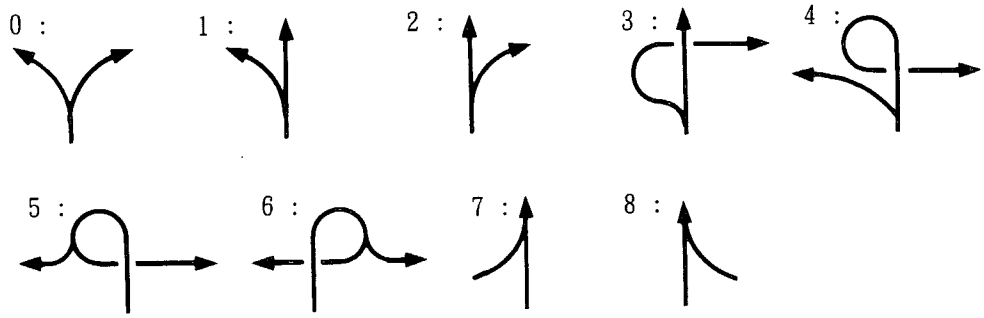


D：4枝（ダイヤモンド型）

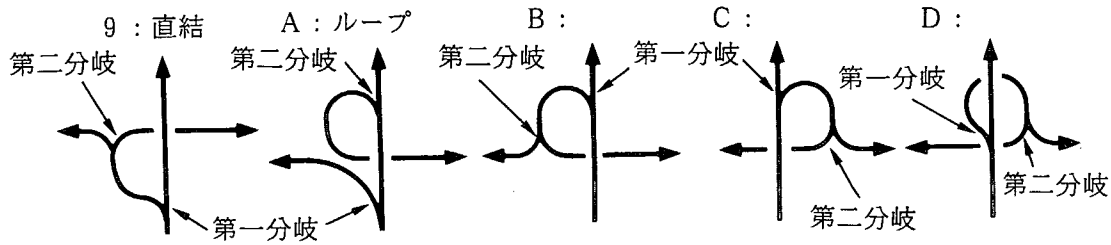


B．インターチェンジ等の場合（④が01，10，11の場合）

1～7は下図の2方向分岐（2，3は主としてランプ。7，8は車線選択用）



9以上は下図の4枝交差



⑥ 距離データ(1) 4ビット×4（16進化10進 単位10m）

通常交差点：交差形状が3～8ではビーコン地点より交差点中心までの距離

〃 〃 9以上では最初の分岐（左折車線または側道分岐）までの距離

インター等：最初の分岐までの距離

⑦ 距離データ(2) 4ビット×3（16進化10進 単位10m）

通常交差点：交差形状が3～8では0

〃 〃 9以上では最初の分岐から交差点中心までの距離

インター等：交差形状が1～7では0

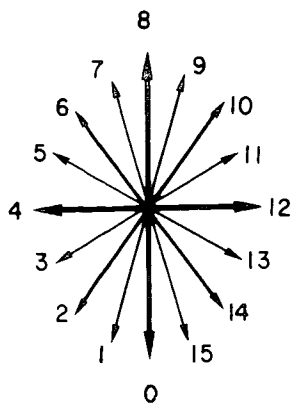
〃 〃 9以上では最初の分岐から次の分岐までの距離

⑧ 交差部名称文字数 j 4ビット（16進）

⑨ 交差部名称 2バイト×j（ＪＩＳ文字コード）

III：各分岐方向に関する情報

⑤の図上で左方向分岐から時計回りの順に記述する。



⑩ 分岐方向情報 4ビット

分岐方向を16方向で示す。

⑪ 行先地名数　m　4ビット　当該分岐先について案内する行先地名の数を示す。0は無し

⑫ 路線名文字数　k　3ビット

0は無し，最大7文字とする。

⑬ 交通規制　5ビット

⑬－1　規制有無　1ビット　規制の有無を示す。

0：無し　1：有り

⑬－2　車種規制　1ビット　通行を禁止されている車種を示す。

0：全車不可　1：大型車不可

⑬－3　曜日規制　2ビット　規制が行われている曜日を示す。

00：全曜日　01：土日，祭日　10：日祭日　11：平日

⑬－5　時間規制　1ビット

0：無し　1：有り（⑭のデータあり）

⑭ 規制時間帯　4ビット×4

⑭－1　規制開始時間　4ビット×2　⑬で規制無の時

⑭－2　規制終了時間　4ビット×2　⑭は0

⑮路線名　2バイト×k　ＪＩＳ文字コード

数字のみの場合は国道の号線名とする。

Ⅳ：各行先地名，距離，路線番号に関する情報

⑯ 行先地名文字数　h　4ビット（16進）

⑰ 地名種別　4ビット

表示する地名の選択に用いる。

0：種別区分なし　1：遠距離　2：中距離　3：近距離　4：その他の情報

0：種別区分なしは案内地名の総数が少ない時に用いる。

遠距離，中距離，近距離の別は道路の種別，格に応じた距離で区分する。

⑱ 行先地名　2バイト×h　ＪＩＳコード

⑲ 行先までの距離　4ビット×4（16進化10進　単位100m）

(9) 路上実験による評価

平成元年度に実施した路上実験において2社が表示実験を実施している。表示情報内容は道路案内標識のパターンに準じたもので交差点までの距離と各分岐方向ごとの地名を表示するものであった。また，情報の表示方法は地図画面との切り替えで表示するものと，スピードメーターとタコメータの間に専用の表示スペースを用いたものがあった。

実験における評価としては，表示距離に不一致を生じたものもあったが，機能面の問題はなく有効なシステムとして十分機能するとのものであった。

表４－14　静的ナビゲーション情報データのフレーム構成

	データ内容	ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0	
上り方向の情報	①上下区分 ②案内交差部数		1
	③交差種類 ④交差形状 ⑤交差形状		2
	⑥第１分岐点までの距離（単位10m）		3
			4
	⑦第２分岐点までの距離（単位10m）		5
	⑧交差部名称文字数ｊ		6
	⑨交差部名称 シフトＪＩＳ文字コード　ｊ文字		7
			8
			9
		ｊ＝２として→	10
一つ目の交差部の情報	⑩分岐方向 ⑪地名数m		11
	⑫路線名字数ｋ ⑬交通規制		12
	⑭規制時間帯　開始時間		13
	終了時間	規制なしとして	14
第一方向の情報	⑮路線名　シフトＪＩＳ文字コード　ｋ文字		15
			16
			17
		ｋ＝２として→	18
第一行先地名距離	⑯行先地名文字数　ｈ ⑰地名種別		19
	⑱行先地名 シフトＪＩＳ文字コード　ｈ文字		20
			21
			22
			23
			24
		ｈ＝３として→	25
	⑲行先地までの距離（単位100m）		26
			27
第一方向2	⑯行先地名文字数 ～⑲行先地までの距離（単位100m）	⑯～⑲ m回繰り返し m＝２として→	28 ～ 36
	⑩分岐方向～⑭規制時間帯	⑩～⑲ 分岐方向数	37
	⑮路線名	繰り返し	～
	⑯行先地名文字数～⑲行先地までの距離	分岐方向数＝３として→	88
交差部2	③交差種類 ④交差形状 ⑤交差形状	③～⑲ 案内交差部数	89
	⑥第１分岐点までの距離～⑨交差部名称	繰り返し	
	⑩分岐方向～⑭規制時間帯	ｊ＝ｍ＝方向数＝２	｜
	⑮路線名	ｈ＝ｎ＝３　ｋ＝２	
	⑯行先地名文字数～⑲行先地までの距離	交差部数＝２として→	149
下り方向の情報	①上下区分 ②案内交差部数	①～⑲ 繰り返し	
	③交差種類 ④交差形状 ⑤交差形状		
	⑥第１分岐点までの距離～⑨交差部名称		
	⑩分岐方向～⑭規制時間帯		
	⑮路線名		
	⑯行先地名文字数～⑲行先地までの距離		
	⑩分岐方向～⑮路線名	下り方向の案内交差部数	
	⑯行先地名文字数～⑲行先地までの距離	＝０として→	
	余白	ブランクコードとする	～164

4．3．2　駐車場情報の概要

位置ビーコンの活用例として昭和62年度の路上実験及び平成元年度の路上実験において虎ノ門に設置した位置ビーコン（昭和62年度は誘導無線方式，平成元年度は準マイクロ波方式）より，周辺の駐車場情報の提供を行った。なお，提供した駐車場情報は位置，名称，営業時間等は昭和62年度，平成元年度とも同一としたが，平成元年度提供情報は情報の重要度のよって提供順序に変更を行うとともに，駐車場までの経路誘導が可能となる情報を付加した。以下にその概要について示す。

(1)　情報内容

①　駐車場データ数（８ビット＝１バイト）

ビーコンから送信する駐車場数を示す。

②　駐車場名（14バイト）

最大文字数７文字までの漢字に対応する。データはＪＩＳコードで送信する。

③　３次メッシュコード（32ビット＝４バイト）

駐車場がどの３次メッシュに含まれるかを示す。（５３３９３６－００～９９）

２次メッシュ

３次メッシュ

④　正規化座標（40ビット＝５バイト）

駐車場の位置を正規化座標で示す。

⑤　収容台数（２バイト）

該当駐車場の収容台数を示す。

⑥　空車状況（ダミーデータ）（４ビット）

駐車場の空満度を示す。将来的にはオンラインでデータを送信するが路上実験においては以下に示すフラグ内容でダミーデータを送信した。また，本情報は重要度が高いため，平成元年度は提供順序を早めた。

１－－空車

２－－やや混雑

３－－満車

４－－休み

⑦ 基本料金単位（4バイト）

最低時間の駐車料金単位を表す。フラグ内容を以下に示す。

1－－0.5時間

2－－1時間

3－－2時間

4－－終日

⑧ 駐車料金（基本時間）（16ビット）

駐車場の最低料金を示す。データは4桁の数字とし単位は円とする。

⑨ 駐車料金（追加時間）（16ビット）

駐車場の追加料金を示す。データは4桁の数字とし単位は円とする。

⑩ 追加料金単位（4ビット）

駐車料金の単位を表す。フラグ内容を以下に示す。（⑨と同じ）

1－－0.5時間

2－－1時間

3－－2時間

⑪ 制限データ（4ビット）

駐車場に制限がある場合，制限内容を示す。フラグ内容を以下に示す。

1－－制限なし

2－－大型車禁止

3－－外車禁止

⑫ 接続リンク番号（24ドット）

駐車場が接続するリンクを表す。全道路データのリンク番号で表す。

⑬ 経路誘導情報（平成元年度実験のみ）

経路誘導情報は，ビーコンから該当駐車場まで経由するすべてのリンク情報で表現することとした。なお，情報の表現方法としてはデジタル道路地図に対応した表現方法とデジタル地図を用いないで表現する2つの方法を併用することとした。なお，総合実験におけるリンクは全道路データの内，幅員5.5m以上のリンクとした。また，一方通行も考慮した。

a．継続リンクの有無

該当する駐車場に接続しているリンクの有無を示す。この情報がない場合はデジタル道路地図の対

応した経路誘導情報は存在しないこととする。

b．経由リンク数：２Ｂｙｔｅ

該当駐車場までに経由するリンク数を表す。なお，経由リンクはビーコン設置リンク×１，経由リンク×ｎ，接続リンク×１から構成されるものとする。

c．リンク情報

ア．ビーコン設置リンク３次メッシュコード：４Ｂｙｔｅ

ビーコンが設置されているリンクの３次メッシュコードを示す。

イ．ビーコン設置リンク番号：３Ｂｙｔｅ

ビーコンが設置されているリンク番号を全道路データで表す。

ウ．経由リンク３次メッシュコード：４Ｂｙｔｅ

該当駐車場までに経由するリンクの３次メッシュコードを示す。

エ．経由リンク番号：３Ｂｙｔｅ

該当駐車場までに経由するリンク番号を全道路データで表す。今回の総合実験データでは最大で18リンクまで対応する。

オ．接続リンク３次メッシュコード：４Ｂｙｔｅ

該当駐車場が接続するリンクの３次メッシュコードを示す。

カ．接続リンク番号：３Ｂｙｔｅ

該当駐車場が接続するリンク番号を全道路データで表す。

(2) デジタル道路地図を用いない表現

ア．指示数：１Ｂｙｔｅ

該当駐車場までにいくつかの指示が行われるかを示す。

イ．進行方向情報：2.5Ｂｙｔｅ

駐車場までの具体的な進行方向を指示する情報であり以下に示す進行方向情報と距離情報から構成される。

ａ．進行方向情報：0.5Ｂｙｔｅ

交差点部における進行方向を表す。フラグ内容を以下に示す。ただし，わずかな屈曲等はすべて直進として処理した。

１－直進

２－右折

３－左折

ｂ．距離情報：２Ｂｙｔｅ

指示を受けた方向に何m進むかを示す。なお，単位はmとする。

表４－15　昭和63年度実験データの
フレーム構成

	データ内容	ビット配列 $2^7\ 2^6\ 2^5\ 2^4\ 2^3\ 2^2\ 2^1\ 2$	
追加データ	駐車場データ数		1
	駐車場名		2
			3
			:
			:
	（最大７文字まで）		:
	漢字データ		12
			13
			14
	3次メッシュコード		15
			16
			17
			18
	正規化座標	X	19
			20
			21
		Y	22
			23
	収容台数		24
			25
	空車状況 / 基本料金単位		26
	駐車料金（基本料金）		27
			28
	駐車料金（追加時間）		29
			30
	追加料金単位 / 制限データ		31
	接続リンク番号		32
			33
	（全道路データ）		34
	駐車場名		:
	:		:
	3次メッシュコード		:
	:		:

表４－16　平成元年度実験データの
フレーム構成

	データ内容	ビット配列 $2^7\ 2^6\ 2^5\ 2^4\ 2^3\ 2^2\ 2^1\ 2^0$	
追加データ	駐車場データ数		1
	駐車場名		2
			:
	（漢字最大７文字まで）		:
			15
	満空状況		16
	3次メッシュコード		17
			18
			19
			20
	正規化座標	X	21
			22
			23
		Y	24
			25
	収容台数		26
			27
	営業時間		28
			29
			30
			31
	基本料金単位		32
	基本時間の駐車料金		33
			34
	追加料金単位		35
	追加時間の駐車料金		36
			37
	制限データ / 接続リンクの有無		38
	経由リンク数		39
			40
	ビーコン設置3次メッシュコード		41
			42
			43
			44
	ビーコン設置リンク番号		45
			46
			47
	経由リンク3次メッシュコード		48
			49
			50
	経由リンク番号		51
			52
			53
			54
	経由リンク3次メッシュコード		55
			56
			:
			:
	経由リンク番号		:
			:
			:
	接続リンク3次メッシュコード		174
			175
			176
			177
	接続リンク番号		178
			179
			180
	指示数		181
	進行方向		182
	距離		183
			184
			:
			:
	進行方向		211
	距離		212
			213
	駐車場名		214

(2)　情報のフレーム構成

(1)で示した情報内容にしたがって情報のフレーム構成を作成した。表４－15に昭和63年度実験データのフレーム構成を，表４－16に平成元年度実験データのフレーム構成を示す。なお，実際のデータ内容は資料－４に記載する。

(3) 路上実験による評価

昭和62年度，平成元年度の実験において，それぞれ７社のシステムが駐車場情報の表示を行っている。全てのシステムが共通行っている表示として，駐車場の位置と満空状態の表示がある。表示地図は通常のナビゲーション用地図上にフォント表示で行うものと（写真４－６），駐車場周辺の道路網をデフォルメした専用地図上にフォント表示でおこなうもの（写真４－７）があった。

さらに，位置表示を行ったあと車内のスイッチ操作によって駐車場名，収容台数，料金表示等を行うシステムも見られた。また，平成元年度のシステムにおいては経路誘導を音声で行うシステムや，ナビゲーション地図画面の一部に駐車場までの経路を割込み表示するシステム（写真４－８）も見られた。

路上実験による評価としては，各社とも目的地周辺で駐車場を捜すための無駄な走行を防ぐためにも非常に有効な情報であるとの評価であった。また，ビーコンから提供する駐車場情報として重要と考えられる情報は駐車場位置と満空状態が上げられた。よって，ビーコンから駐車場情報を提供する場合，駐車場位置と満空情報は不可欠なものとなろう。ただし，満空情報は時々刻々と変化するため，位置ビーコンの簡易的なオンライン化等を今後，検討する必要があろう。



写真４－６　ナビゲーション地図上の駐車場位置の表示

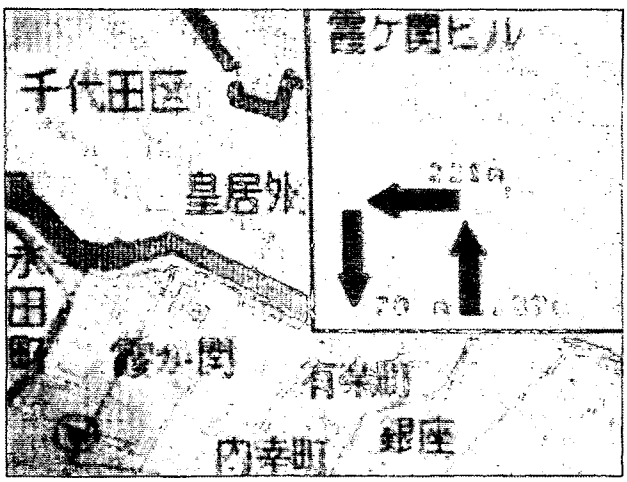


写真４－７　駐車場までの経路表示

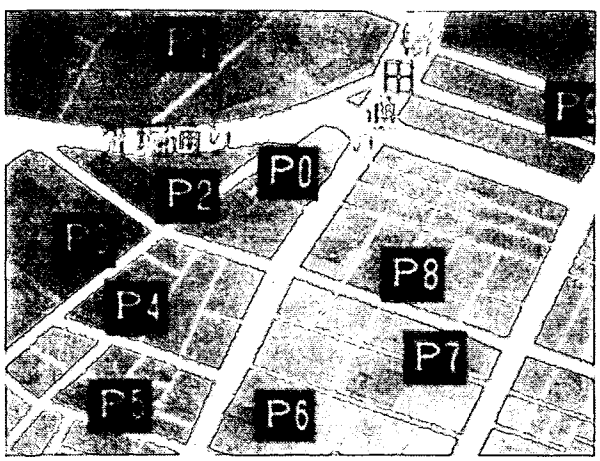


写真４－８　デフォルメした地図上の駐車場位置の表示

4．3．3　道路交通情報（情報ビーコン）の概要

昭和61年度は，情報ビーコンで道路交通情報を伝送する場合の情報内容とその情報量について検討を行い情報ビーコンの情報内容（案）としてとりまとめを行った。結果は表4－17に示す。また，昭和62年度は，誘導無線方式による情報ビーコンを首都高速道路霞ケ関料金所と東名高速道路東京料金所の2カ所に設置し，実使用での評価を行った。以下にその概要を示す。

(1) 通信仕様の概要

1）通信仕様

昭和61年度に設置した情報ビーコンでの情報は情報ビーコンから車への単方向に限定されるため，最も簡潔な方式である誘導無線方式によに単信方式とし以下の2点を前提とした通信仕様とした。

① ビーコンからは位置データの他に固定の案内データ（静的情報）と可変の道路交通情報（動的データ）を送信する。

② データはデジタル道路地図に対応したフォーマットで送信する。

2）通信プロトコル

① 通信制御手順

情報ビーコンからの，間欠送信方式により送信する。将来の双方向通信への拡張を考慮して，送信断時間を設ける。

情報は，フレームに分割し，サイクリックに提供する。1フレーム当りの最大情報量は512バイト（427ms）とする。

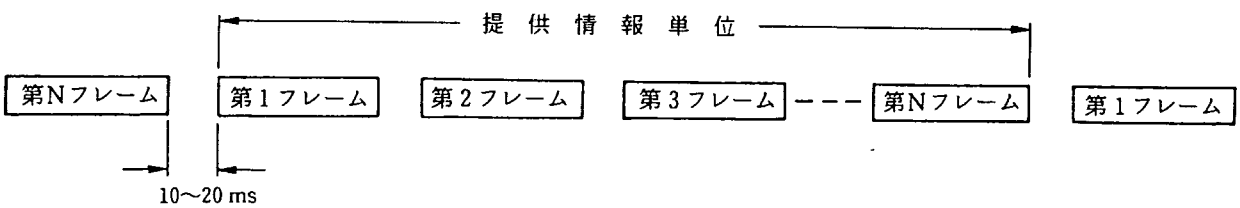


図4－10　提供情報単位の概念

② フレーム構成

HDLC（JIS－C6363）に準拠したフレーム構成とする。ただし，誘導通信モデムの制御用に，プリアンプル2バイト，ポストアンプル1バイトを付加する。

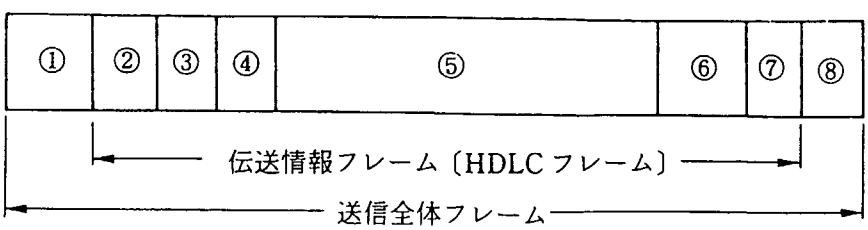


図4－11　フレーム構成

表４－17　情報ビーコンの情報内容（案）その１

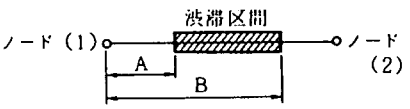
情報の種類	情報内容	情報コード	桁数（BCD）	1情報当りのデータ量（bit）	備考
(1) 管理者コード	1. 道路管理者（情報源）	1. 建設省　2. 日本道路公団 3. 首都高速道路公団	2 (小計 2)	(小計 8)	
(2) 情報の種別コード		1. 渋滞　2. 事故　3. 工事 4. 交通規制（入路規制）　5. 旅行時間 6. 予測旅行時間　7. 予測渋滞	2 (小計 2)	(小計 8)	
(3) リンク数			2 (小計 2)	(小計 8)	提供する(4)～(6)の情報のリンク数
(4) 渋滞	1. 2次メッシュコード		6		
	2. リンク番号		5		
	3. 方向	1. ノード(1)→ノード(2) 2. ノード(2)→ノード(1)　3. 両方向	1		
	4. 渋滞区間	1. リンク内全渋滞　2. リンク内部分渋滞	1		
	5. 渋滞車線	1. 路肩　2. 登坂車線　3. 路肩＋登坂 4. 走行車線1 ……	2		車線の組合せを考えて2桁とる。
	6. 当該リンクのノード(1)からの距離A		4		6,7は，4でリンク内部分渋滞のときの区間を示す。距離の単位は10m
	7. 当該リンクのノード(1)からの距離B		4		
	8. 原因	1. 自然　2. 工事　3. 事故　4. 異常気象 5. その他	1		
	9. 渋滞度	1. 混雑（40km/h ＞V≧20km/h） 2. 渋滞（20km/h ＞V）	1		
			(小計 25)	(小計100)	
(5) 事故	1. 2次メッシュコード		6		事故による規制は(7)の交通規制に含む。
	2. リンク番号		5		
	3. 方向		1		
	4. 当該リンクのノード(1)からの距離		4		
	5. 原因	1. 事故　2. 火災　3. 災害　4. 故障車 5. 落下物　6. その他	1		
			(小計 17)	(小計 68)	
(6) 工事	1. 2次メッシュコード		6		工事による規制は(7)の交通規制に含む。
	2. リンク番号		5		
	3. 方向		1		
	4. 工事区間	1. リンク内全工事　2. リンク内部分工事	1		
	5. 当該リンクのノード(1)からの距離A		4		5,6は，4でリンク内部分工事のときの区間を示す。

表４－18　情報ビーコンの情報内容（案）その２

情報の種類	情報内容	情報コード	桁数（BCD）	1情報当りのデータ量（bit）	備考
	6. 当該リンクのノード(1)からの距離B		4		
			(小計 21)	(小計 84)	
(7) 交通規制	1. 2次メッシュコード		6		
	2. リンク番号		5		
	3. 方向		1		
	4. 規制区間	1. リンク内全規制　2. リンク内部分規制	1		
	5. 規制車線		2		渋滞情報に準じる。
	6. 当該リンクのノード(1)からの距離A		4		6,7は，4でリンク内部分規制のときの区間を示す。
	7. 当該リンクのノード(1)からの距離B		4		
	8. 規制内容	1. 通行止　2. 閉鎖　3. 徐行　4. 片側交互通行　5. 80km/h規制　6. 50km/h規制　7. 大型車通行止　8. チェーン規制	1		
	9. 原因	1. 雨　2. 雪　3. 霧　4. 凍結　5. 横風　6. 地震　7. 事故　8. 工事　9. 火災　10. 災害　11. 落下物　12. 故障車　13. 入路規制　14. その他	2		
			(小計 26)	(小計104)	
(8) 旅行時間	1. 2次メッシュコード		6		
	2. リンク番号		5		
	3. 方向		1		
	4. 旅行時間		4		単位は秒
			(小計 16)	(小計 64)	
(9) 予測旅行時間	1. 2次メッシュコード		6		
	2. リンク番号		5		
	3. 方向		1		
	4. 予測時間	1. 15分先　2. 30分先　3. 45分先　4. 60分先	1		
	5. 予測旅行時間		4		単位は秒
			(小計 17)	(小計 68)	
(10) 予測渋滞	1. 2次メッシュコード		6		
	2. リンク番号		5		
	3. 方向		1		
	4. 渋滞区間	1. リンク内全渋滞　2. リンク内部分渋滞	1		
	5. 当該リンクのノード(1)からの距離A		4		
	6. 当該リンクのノード(1)からの距離B		4		
	7. 渋滞度	1. 混雑（40km/h＞V≧20km/h）　2. 渋滞（20km/h＞V）	1		
	8. 予測時間	1. 15分先　2. 30分先　3. 45分先　4. 60分先	1		
			(小計 23)	(小計 92)	

①→プリアンプル信号〔0111111001111110〕

②→ポストアンプル信号〔01111110〕

・伝送情報用

②→開始フラッグ〔01111110〕

③→アドレス部〔グローバルアドレスとする。→11111111〕

④→制御部〔すべて0→00000000〕

⑤→情報部〔8ビット×N〕

⑥→フレーム検査シーケンス〔CRC方式→生成多項式（$X^{16}+X^{12}+X^{5}+1$）〕

⑦→終結フラッグ〔01111110〕

（注）情報の透過性を確保するため「1」が5回連続する場合は，次に「0」を挿入する。

③ 誤り制御方式

受信側では，CRCにより誤り検出を実施し，誤り検出時は情報を捨てて，再受信する方式とする。

伝送情報フレームの情報部を，情報ビーコンデータに利用する。情報ビーコンデータは，ビーコン種別，基本位置データ，追加データにより構成される。なお，追加データは最大で，n＝489byteとし，n＝0のときは位置情報のみの提供とする。

(2) 情報内容

追加データに動的情報である道路交通情報を，デジタル道路地図データベースのリンクに対応させて分割した個別情報として配列している。個別情報の種類としては情報の発生時刻及び，提供情報の種類を表すモニタ情報，渋滞，事故，工事，料金所の入路規制を表す交通規制情報及び，旅行時間情報等がある。

(3) 実験システム

1）システム概要

道路交通情報の提供を目的とした，道路情報提供系システムはすでに道路管理者が保有していることが多く，既設の情報提供系から，提供された道路交通情報を，情報ビーコンへ，再提出するためのデータ編集装置を設けるのがコスト的に見て望ましい。また，情報ビーコンデータ編集装置は，複数の情報ビーコンが接続できる構成をとることにより，本来の情報システムの拡張にも対応できるものとなる。

2）システム構成

昭和62年度実験システムは，道路高速道路公団東京第二管理部に情報ビーコンデータ編

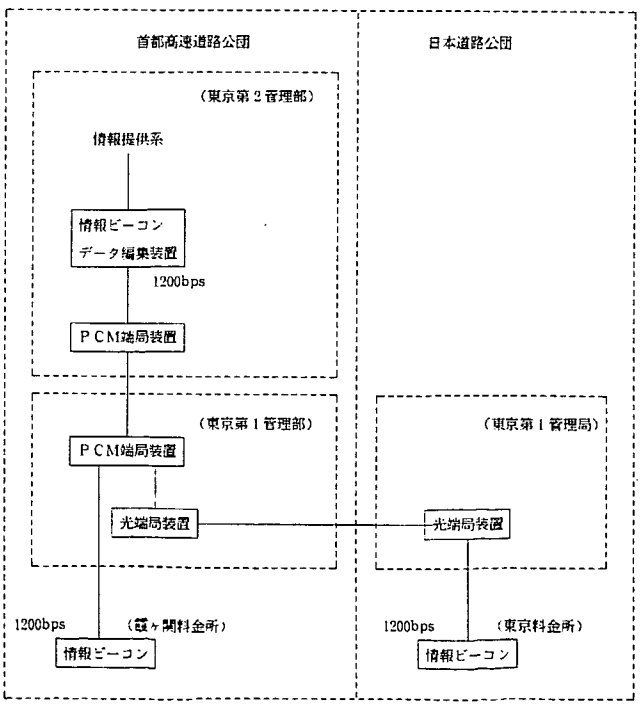


図4－12 情報ビーコンシステム

集装置を設定して，オンラインにより東名高速道路東京料金所（上り）および，首都高速道路霞ケ関料金所（環状線内廻り）に設置した情報ビーコンと接続した。なお，全体のシステム構成を図４－12に示す。

３）対象路線

情報ビーコンの設置地点に応じて提供路線を設定した。車両の進行方向の情報を提供することで，必要とされている情報を提供するとともに，情報量の適正化を図っている。なお，表４－19に昭和62年度実験における設置地点ごとの提供情報の対象路線を，表４－20に平成元年度における設置地点ごとの提供情報の対象路線をそれぞれ示す。

表４－19　昭和63年度実験における提供情報の対象路線

設置地点	東名高速道路東京料金所（上り）	首都高速道路霞が関料金所（環状内廻り）
対象路線	首都高速道路　環状線　内廻り	首都高速道路　環状線　内廻り
	〃　〃　外廻り	〃　１号羽田線　下り
	〃　１号羽田線　下り	〃　２号目黒線　下り
	〃　２号目黒線　下り	〃　３号渋谷線　下り
	〃　３号渋谷線　上り	

表４－20　平成元年度実験における提供情報の対応路線

ビーコン設置地点名	ビーコン種別	設置路線名、方向	情報提供対象路線
デモセンタ	個別	－	首都高速環状線内周り、１号羽田線下り、２号目黒線下り、３号渋谷線下り
霞が関ランプ	情報	首都高速環状線　内周り	
谷町ＩＣ	個別	〃	
一ツ橋ＴＣ	〃	〃	
芝公園ランプ	〃	〃	
用賀	〃	首都高速３号線　上り	首都高速環状線内周り、外周り、１号羽田線下り、２号目黒線下り、３号渋谷線上り
川崎ＩＣ	〃	東名高速道路　上り	
北港ＰＡ	〃	〃	
横浜ＩＣ	〃	〃	
海老名ＳＡ	〃	〃	
システムセンタ	〃	--	

４）道路交通情報の情報内容

首都高速道路の道路交通情報を，情報ビーコンデータ編集装置によりデジタル道路地図のリンク番号に編集して情報ビーコンに提供した。提供する情報は，モニタ情報（情報発生時刻，情報種別），渋滞情報，事故情報，工事情報，交通規制情報（入路規制を含む）及び旅行時間情報の６種類を規定している。なお，予測旅行時間，予測渋滞情報はフォーマットの定義のみで実際の情報提供は行っていない。情報の更新は，５分ごとに行い最新の道路交通情報が利用できる様にした。なお，情報のフレーム構成や情報内容の詳細については資料－３を参照されたい。

(4) 表示情報内容・表示方法とその評価

昭和62年度，平成元年度の実験において，それぞれ7社のシステムが情報ビーコンからの道路交通表示機能を有している。

表示情報内容は渋滞及び，その原因であり，表示方法としては渋滞の程度によって赤，青，黄に色を変える（写真4－9），あるいは道路沿いに帯状に表示する方法が用いられている。また，渋滞原因は規制情報，工事情報，事故情報を区別したフォントで地図上に表示している。（写真4－10）

路上実験による評価としては道路情報板や路測通信よりも，より詳細な情報が把握できること，車内のメモリーに記録できるため見落としが無いこと等から，有効との評価が大部分であった。ただし，迂回路の情報が無いことや，デジタル道路地図のリンク毎に対応した提供方法では情報量が多すぎ，車内での情報処理に時間がかかりすぎることなどの問題点が上げられている。今後，これらの問題点を踏まえ，ビーコンから提供する情報内容と密度について更に検討を進める必要があろう。

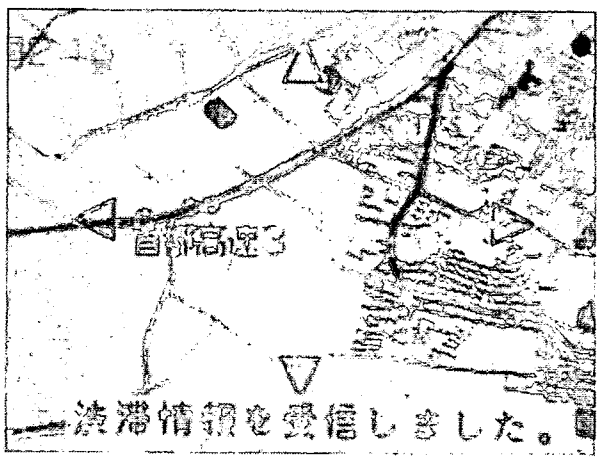


写真4－9　渋滞情報表示例

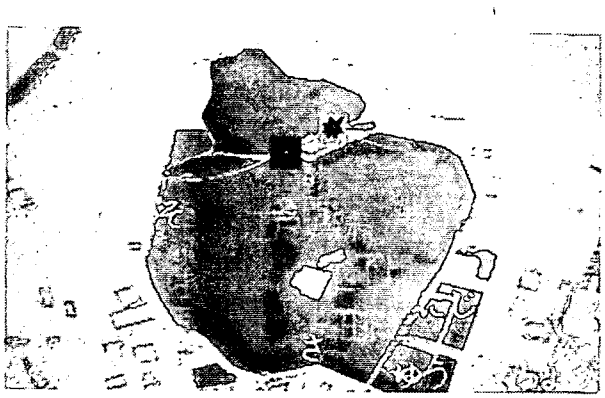


写真4－10　渋滞原因表示例(事故・工事)

4．4　地図記号の標準化案

車載のＣＲＴ画面上に表示される地図は道路情報のほかに目的地となる施設やランドマークとなるような公園等も同時に表示される。そのため，使用頻度の高い施設等の表示記号の内容や表現形態はある程度標準化しておく必要がある。

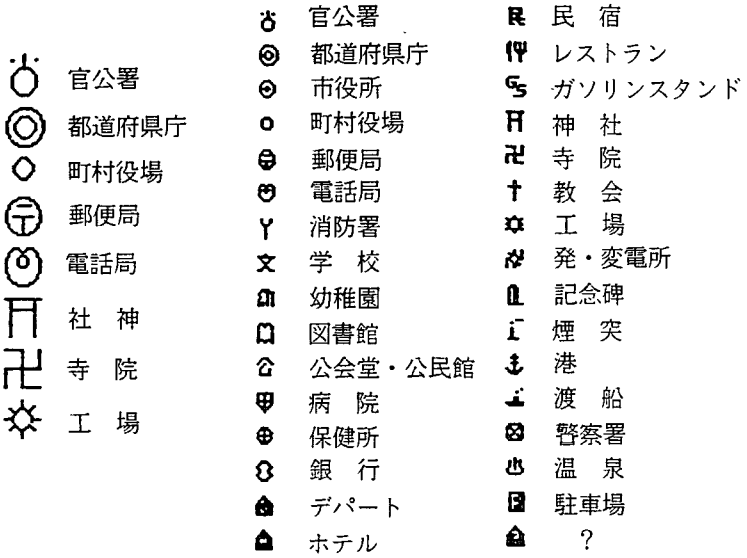
よって，本節では，使用頻度の高く標準化しておく必要がある地図記号の種類と記号案について取りまとめを行った。以下にその概要を示す。

(1) 標準化する必要のある項目と記号案

標準化する必要のある地図記号案として，①国土地理院発行の地形図に規定されている市役所などの公共性の高い施設等，②地形図には規定されていないがナビゲーションに必要なガソリンスタンド等の自動車の運転に関するものや，公園などの目標地施設に関するものが上げられる。よって，①に関しては地形図に記載されている地図記号の内，使用頻度の高いものをアンケート調査によって取りまとめ，②に関し

てはａ．運転に関して必要なもの，ｂ．自動車の維持に関して必要なもの，ｃ．目標地設定関係するものに分けてアンケート調査を行い取りまとめを行った。以下に，結果の概要について示す。

なお，記号案についてはＣＲＴ画面表示上で表示することを考慮して16ドット×16ドット以内で表現できるよう考慮した。図４－13に16ドット×16ドット及び，８ドット×８ドットでの各種記号の表現例を示す。



（16ドット×16ドット）　　（８ドット×８ドット）

図４－13　各種記号の表現例

(2)　地図記号標準化案

アンケート調査結果をもとに標準化する必要があると思われる地図記号は表４－21に示すようにレベル分けを行った。また，各レベル内での記号の配列は概ね，表４－22に示す考え方で行った。

表４－21　地図記号のレベル分け

(1)	第１レベル	１６個	（　１－　１６）
(2)	第２レベル	１６個	（１７－　３２）
(3)	第３レベル	３２個	（３３－　６４）
(4)	第４レベル	６４個	（６５－１２８）

表４－22　レベル内での記号配列の考え方

(1)　自動車走行に関する施設の記号
(2)　旅行に関する施設の記号
(3)　公共的な施設の記号
(4)　行楽に関する施設の記号
(5)　人口および自然の目標物の記号
(6)　その他，地形図に用いられている記号
　　（土地利用を示す記号，測量基準点を示す記号）

番号	名称	記号	番号	名称	記号	番号	名称	記号	番号	名称	記号
1	インターチェンジ	IC	17	ジャンクション	JC	33	バス停		49	自衛隊	
2	ランプ	R	18	フェリー乗場		34	ディーラ		50	公民館、公会堂	
3	サービスエリア	SA	19	旅館、ホテル		35	JAF	JF	51	図書館	
4	パーキングエリア	PA	20	ドライブイン	DI	36	修理所		52	博物館、美術館	
5	料金所	TC	21	トイレ	WC	37	（私鉄）駅		53	公園	
6	駐車場	P	22	学校		38	港		54	遊園地	
7	ガソリンスタンド	GS	23	電報電話局		39	観光案内所		55	競技場	
8	飛行場		24	県庁		40	公共宿泊施設		56	スケート場	
9	神社		25	町村役場		41	ユースホステル		57	キャンプ場	
10	寺院		26	官公署		42	民宿、ペンション		58	釣り場	
11	病院		27	銀行		43	レストラン		59	マリーナ	
12	警察署		28	デパート、スーパー		44	キリスト教会		60	展望台	
13	消防署		29	ゴルフ場		45	警察官駐在所、派出所		61	高塔	
14	郵便局		30	スキー場		46	工場		62	灯台	
15	市役所		31	海水浴場		47	発電所、変電所		63	城跡	
16	史跡、名勝、天然記念物		32	温泉、鉱泉		48	（北海道）支庁		64	山頂	

番号	名称	記号	番号	名称	記号	番号	名称	記号	番号	名称	記号
65	信号機		81	税務署		97	記念碑		113	茶畑	
66	ＪＲ駅		82	保健所		98	立像		114	果樹園	
67	渡船		83	幼稚園、保育園		99	独立樹（広葉）		115	樹木畑	
68	教習所		84	測候所		100	独立樹（針葉）		116	広葉樹	
69	土産品店		85	営林署		101	煙突		117	針葉樹	
70	自動販売機		86	映画館		102	タンク		118	竹	
71	公衆電話		87	ボーリング場		103	灯標		119	荒地	
72	仮眠施設		88	テニスコート		104	陵墓		120	はい松地	
73	軽食		89	プール		105	水門		121	篠地	
74	山小屋		90	フィールドアスレチック		106	滝		122	しゅろ科樹林	
75	高等学校		91	花の名所		107	洞穴		123	砂地、れき地	
76	大学等		92	門		108	噴火口		124	湿地	
77	倉庫		93	屋門		109	牧場		125	三角点	
78	揚排水ポンプ場		94	鳥居		110	田		126	水準点	
79	裁判所		95	電波塔		111	畑		127	図根点	
80	検察庁		96	墓碑		112	くわ畑		128	標高点	

4．5　デジタル道路地図

デジタル道路地図は昭和61年度にパイロットエリアの範囲でデータ作成を行い実使用により評価を行った。昭和62年度は実使用による評価をもとにデータの改良を行いその評価を行った。また，昭和63年度はそれらの評価をもとにナビゲーション用デジタル道路地図の最終成果としてデジタル道路地図マスターデータとして望ましいデータフォーマット案について提案を行った。以下にその概要を示す。なおデジタル道路地図作成の詳細については，土木研究所資料第2678号「デジタル道路地図の作成に関する報告書」に記載しているのでそちらを参照されたい。

4．5．1　地図の種類と形式

我国においては，各種の地図が各機関で作成されているが，そのいずれも国土地理院における基本測量成果をもとに特定の業務用途向けに整備されたものである。従って整備地域が限定されたものとなっており，日本全国を統一的に網羅したものとしては，表4－23に示す国土地理院より発行されている地図のみであるといえる。

表4－23　各種地図の概要

地図の種類	縮　尺	地図の大きさ（㎜）	作成方法	備　考
国土基本図	1：2,500	788×1090（四六判）	実測図	局地的
国土基本図	1：5,000	788×1090（四六判）	実測図	局地的
地形図	1：10,000	520×740（四六半截判）	編集図	局地的
地形図	1：25,000	460×580（菊判）	実測図	全国
地形図	1：50,000	460×580（菊判）	編集図	全国
地勢図	1：200,000	460×580（菊判）	編集図	全国
地方図	1：500,000	788×1090（四六判）	編集図	全国
国際図	1：1,000,000	788×1090（四六判）	編集図	全国
国際図	1：3,000,000	788×1090（四六判）	編集図	全国

（出典）「建設省公共測量作業規程」

地図には表4－23に示した各種地図のように印刷物として作成されている従来の地図をアナログ地図と呼ぶのにたいし，地図に表現されている内容を数値や符号で表す，いわゆる「数値化された地図」をデジタル地図と称している。

デジタル地図には画素データの集合として処理され画像表現としてのみ利用されるラスター型データ形式のものと座標値の集合として位置関係を意味づけた形で処理されるベクター型データ形式のものとが考えられる。

4．5．2　ナビゲーション用道路地図に求められる要件

ナビゲーション機能の水準によって，道路地図に求められる用件も異なってくるが車両の現在位置や目的地などの情報を運転者に迅速・的確に伝える為の手段としての役割が，最も大きな使命と考えられる。

従って，道路地図のデータ構造や内容を考える際，運転者にとっての見やすさ，扱いやすさに十分な配慮が望まれ，とくに次の諸点に留意する必要がある。

① 地図表示を判り易くする為，道路網以外に，河川，鉄道，主要施設など背景となる情報のデータ化。

② 地図の縮小，拡大に対応できる構造。

③ 車両の走行に合わせた画面の切り替えが可能な構造。

④ 地図データの表示は画面の上が常に北になる表示方法（ノースアップ）と進行方向が常に画面の上に来る表示方法（ヘディングアップ）も考えられ，両者の選択が可能な様に地図データの回転が可能な構造。

⑤ 地図の拡大，縮小に応じて表示される内容の選択が容易な構造。

⑥ ドライバーに直接影響を与える道路構造（幅員，車線数等）や各種の規制（通行区分等）が判断可能なデータ構造。

⑦ マップマッチング技術（自車の移動履歴と車載の地図とを比較して，自車位置の評定精度を向上させる技術）の導入に対応できる構造。

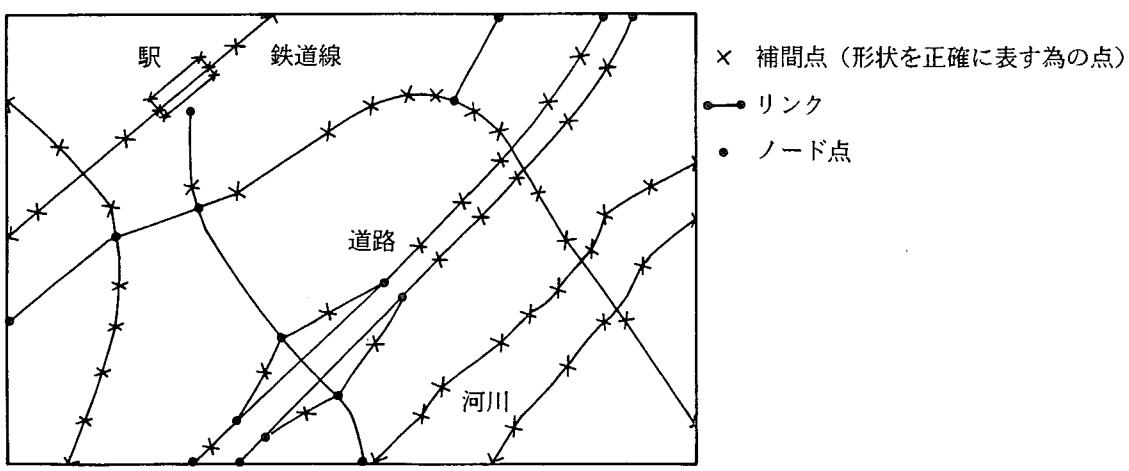
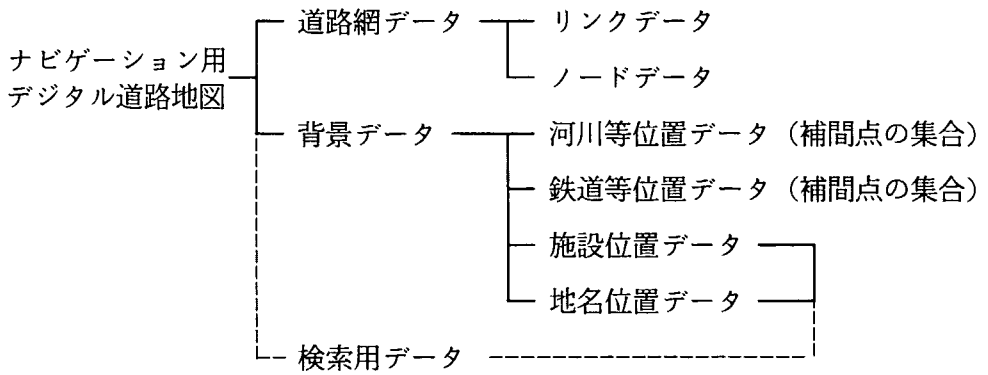


図4－14　データ構造のイメージ

上記以外にも製作コスト，データのメンテナンスの難易度，地図描画速度等，留意しなければならない点は多い。しかし，前述の諸点を考慮するとナビゲーション用デジタル道路地図としては図4－14に示すようなベクター型データ構造とし，さらに道路網については，ノードとリンクからなるネットワーク構造とする必要がある。従って，データの基本構成は図4－15に示す通りと考えられる。

図４－15　データの基本構成



４．５．３　デジタル道路地図における位置の数値化

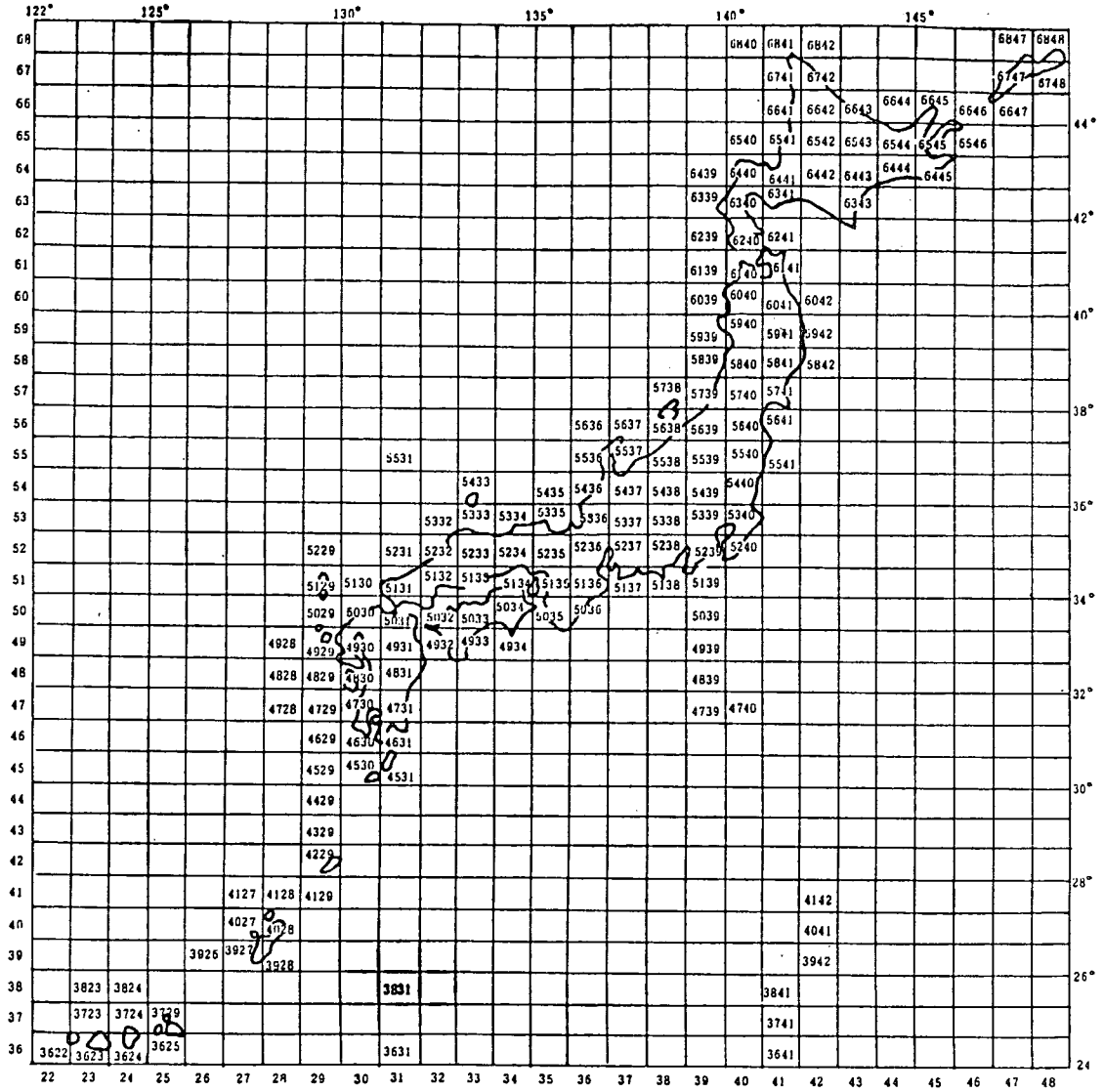
デジタル道路地図の作成にあたっては，何らかの形で位置を表現する必要がある。位置の表現方法としては，国土数値情報に準拠し，標準地域メッシュコード及びメッシュ毎の正規化座標という２段階構成でデータ化を行っている。

「標準地域メッシュコード大系」は，総務庁告示（昭和48年７月12日，告示第143号）で定められているもので，まず図４－16のごとく，全国を南北方向40分，東西方向１度の間隔で区切り，それぞれの区画を１次メッシュと称する。各１次メッシュは，４桁のコードが与えられている。前２桁は南北方向の順番，後２桁は東西方向の順番を表している。次に，この１次メッシュを縦横それぞれ８等分してできるそれぞれの区分を２次メッシュ，さらに，この２次メッシュを縦横それぞれ10等分してできるそれぞれの区画を３次メッシュと称する。

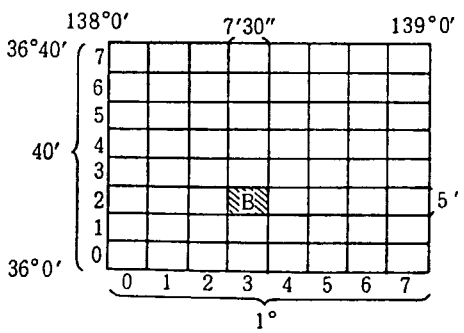
それぞれの２次メッシュは，１次メッシュ内での位置を表するために２桁のコード（第１桁は，南北方向の順番０，１－－－，７を表し，第２桁は，東西方向の順番を同様に示している。）が与えられ，３次メッシュについても同様に，２次メッシュ内での位置を示す２桁のコードが与えられる。各３次メッシュの位置を完全に示すには属している１次，２次メッシュのコードとあわせて合計８桁のコードを用いる。例えば，東京駅を含む３次メッシュのコードは，５３３９－４６－１１となる。

次に，座標については，計測基図（座標を計測するための基礎となる地図）をもとに，必要となる個々の点に関する座標を計測している。従って，計測基図として利用される，地図ごとに異なった座標系を有することとなる。この異なった座標系を経緯度を基準とした一定座標系変換したものを正規化座標系と呼んでいる。具体的には，図４－17に示す通りで四辺形，P_1，P_2，P_3，P_4が計測基図の図郭を表しており任意の点Ｐを通り郭の上辺・下辺を同じ比に，また左辺，右辺を同じ比に分割する線分が唯一決まり，その時の比（ξ，δ）を点のＰの座標としたものが正規化座標である。

(1) 1次メッシュ



(2) 2次メッシュ



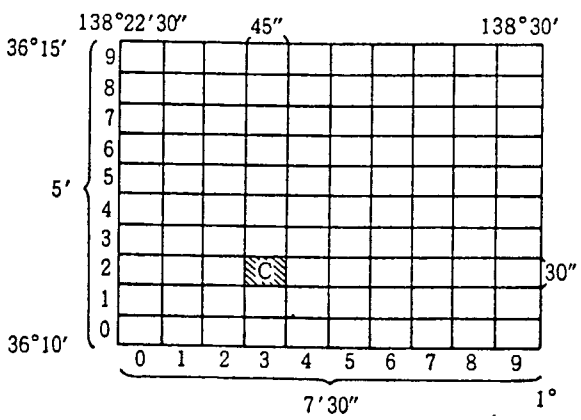
例えばBのメッシュコード
（ただし1次メッシュ５４３８に含まれるとする）

5438–23

第2次地域の区画のコード

第1次地域の区画のコード

(3) 3次メッシュ



例えばCのメッシュコード

5438–23–13

第3次地域の区画のコード

第2次地域の区画のコード

第1次地域区画のコード

図４－16　各メッシュの概念図

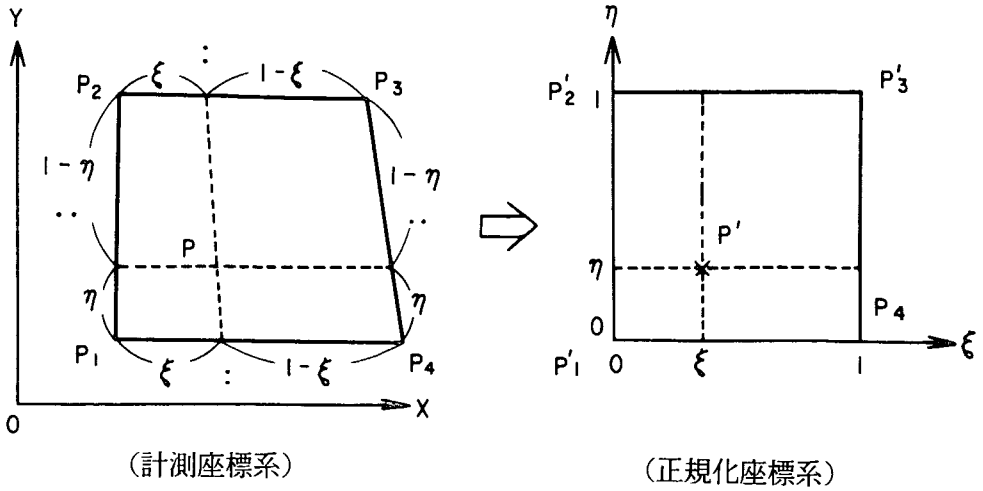


図４－17　正規化座標の概念

４．５．４　デジタル道路地図作成の概略手順

デジタル道路地図作成の概略手順は図４－18に示すとおりである。基本資料として，全国を網羅している国土地理院発行の１／25000，１／50000の地形図の利用が基本で，この他に複雑な交差点等についてのより詳細な図面，道路構造，交通規制等，リンクとノードの属性データとして道路交通センサス，交通規制図等の資料が必要である。

収集された資料に基づき，項目毎に（例えば，道路データ，河川データ等）地形図より形状をトレースすることによって計測基図を作成する必要がある。計測基図をもとに位置の計測作業は，スキャナーやデジタイザーを用いて行う。

リンクやノードの属性については，プログラム処理によって付加するものと，別途，データのコーディング作業等を行った後，図形処理装置を用い対話処理によって，付加を行うものがある。

なお，今回作成されたパイロットデータは既に実用化されている「国土数値情報（国土地理院）」を可能な限り活用することにより，計測作業を軽減して作成したものである。

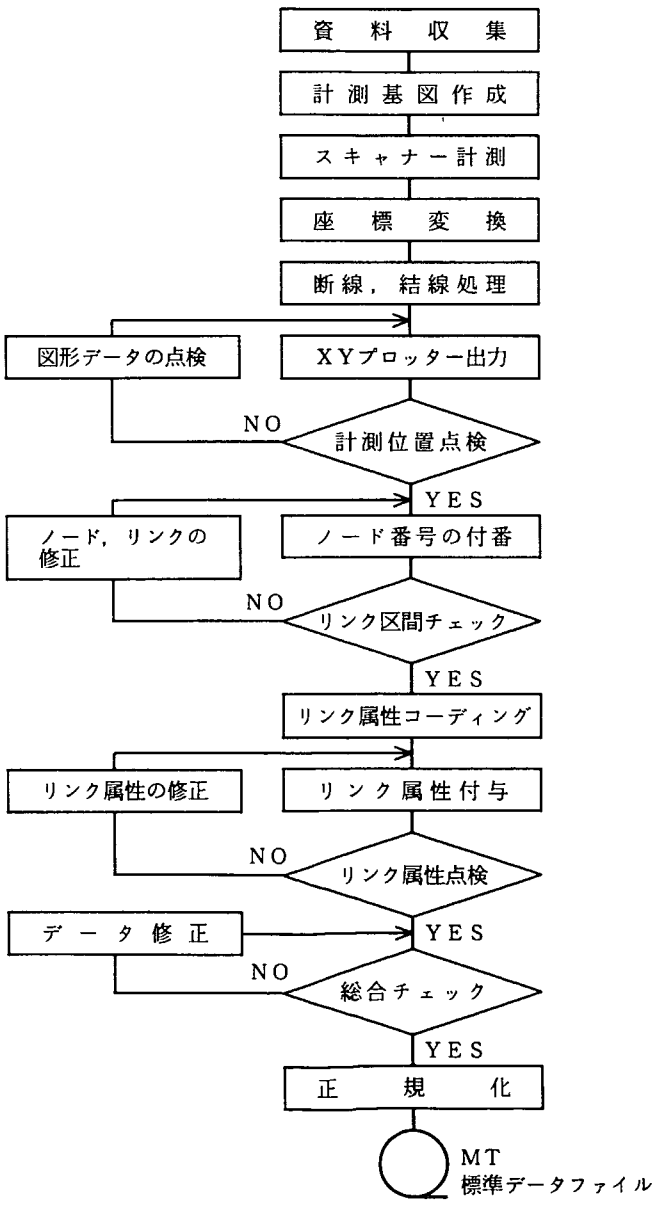


図４－18　デジタル道路地図作成の概略手順

4．5．5　パイロットデータのファイル構成とその問題点

昭和61年度及び62年度に試作したパイロットデータのファイル構成と内容を表4－24に示す。昭和61年度データにおけるファイル構成は，データ種別ごとに12個の独立したファイル構成としたが，昭和62年度においてはファイルの統合，分割等を行った。

昭和61年度及び62年度の路上実験を通して，ファイル構成及びファイル内容に関して下記の問題点が指摘された。

① パイロットデータは，データ種別ごとにファイル管理されていたが，全国的なデータファイルとした場合，必要とする2次メッシュデータの検索に時間がかかる。

② 道路種別や行政界種別等の選択表示が可能な構成となっていない。

③ 昭和61年度は，データのレコード長を全て256 Byte として扱った。昭和62年度は全体のデータ量を少なくするために，各ファイルの無駄な空きエリアをなくし，それぞれのファイルごとに固有のレコード長としたが，

表4－24　昭和61年度及び62年度ファイル構成と内容

昭和61年度		昭和62年度	
ファイル名	ファイル内容	ファイル名	ファイル内容
道路リングファイル	基本となる道路リングの正規化座標値とそれに付随する属性データから構成される。	基本道路リンクファイル	基本的には61年度データと同一であるが、一部、属性データの追加種制別コードの変更あり
道路ノードファイル	基本となる道路ノードの位置座標とそれに付随する属性から構成される。	基本道路ノードファイル	基本的には61年度データと同一であるが、一部、属性データに変更を行った。
道路背景ファイル	細街路を背景的に表示させるための環データから構成される。	全道路リンクファイル	細街路も含めて全ての道路をリンクの構造とした座標値とそれに付随する属性データより構成される。3次メッシュで管理。
		全道路ノードファイル	全道路リンクファイルと同様でノードの位置と属性情報より構成される。
路線台帳ファイル	路線毎の名称と通称名及び通称名の始まりのリンク番号と終わりのリンク番号等の属性から構成される。	路線台帳ファイル	基本的には61年度と同じであるが、1つの通称名を構成しているリンク番号を始点から終点までを全て調羅させる内容に変更した。
河川位置ファイル	河川を表示するための座標値より構成される。	水系ファイル	河川、海岸線、湖沼を統合したファイルに変更する。 各データレコードには、河川，海岸線、湖沼のデータ区分を示すデータコードを持たせた。
海岸線ファイル	海岸線を表示するための座標値より構成される。		
湖沼位置ファイル	湖や沼を表示するための座標値より構成される。		
行政界位置ファイル	海岸線を表示するための座標値より構成される。	行政界位置ファイル	61年度と同じであるが、線の種類コードの追加した。
狭道位置ファイル	狭道路線を表示するための座標値より構成される。	狭道位置ファイル	62年度のデータは道路リンク形式に合わせた。
狭道駅位置ファイル	狭道駅位置と駅名等の属性情報より構成される。	狭道駅位置ファイル	61年度のデータに駅が位置する行政区コードと施設番号を追加した。
地名位置ファイル	地名を表示するための座標値とカナ漢字より構成される。	地名位置ファイル	61年度のデータに表示用のランクデータを追加した。
施設位置ファイル	施設の位置座標と施設名等より構成される。	施設位置ファイル	基本的には61年度と同じ。但し61年度、別途作成の民間施設データを統合する。施設番号も施設分類に応じて付け直した。
		ビーコン位置ファイル	ビーコンの位置座標と持続リンク等の情報により構成される。

逆に加工処理の段階でレコード長の確認が必要になり扱いにくい面もある。

④ 基本道路ファイルを利用して広域エリアの表示を行うと，データ量が膨大となり処理に時間がかかるばかりでなく，画面表示が煩雑となる。

⑤ 細街路を背景データとしてのみ表示する昭和61年度の道路背景データはマップマッチングには利用できない。

⑥ 道路リンクファイルは座標値データと各種の属性データ（道路種別，路線名等）が混在しているので利用しにくい。また，属性データの表現内容が十分といえない面がある。

4．5．6 標準フォーマット案

4．1．5の問題点をふまえ，マスターデータとしての位置付け及びデータ利用面から見たファイル構成のあり方について以下のとおり提案した。

(1) ファイル構成の提案

1）利用面から見たファイル構成のあり方

① 道路網ファイルは，地図の拡大，縮小に対応できる構造とする必要がある。

② 一部の属性データは，縮尺に応じた選択表示が可な階層化したデータ構造とする必要がある。

③ 道路リンクファイルは，道路形状を表す座標値と，それらに付随する幅員や車線数等の属性情報から構成し，リンク内属性については別ファイルとして独立させ，データ内容の充実を図る必要がある。

④ 地図表示を判り易くするために，道路網以外に背景となる鉄道線，行政界等についてもデータ化する必要がある。

⑤ データの加工処理において必要とする範囲が容易にとりだせるファイル構成とする必要がある。

⑥ 河川等の面的な広がりを持つデータに関しては，データの配列を規則的に並べ，面で塗りつぶし表示可能な構造とする必要がある。

2）背景系ファイルの種類

背景系ファイルは，一般の地図と同様に地図の判読をわかりやすくするためのものであり，形状を表す情報と地名等の注記を示す情報に区分される。

① 形状を表すファイル

行政界，鉄道線等の線的な形状を表すファイルと，水系や施設形状等の面的な広がりを表すファイルより構成される。

② 注記を表すファイル

駅名，行政名，著名な施設名等の名称を表示する位置と，カナ・漢字の名称データファイルより構成される。

(2) 各ファイルの種別コードの検討

各ファイルの種別コードとフラグについて利用者側の加工処理と，データ作成の容易性の観点から以下のとおり見直しを行った。

1） 道路網ファイル

① 道路種別（基本道路リンルファイル，路線台帳ファイル）

従来の道路種別は道路管理者用の区分と一般地図表現上の区分等，異なる概念が混在しているためわかりにくい。よって一般地図表現上の区分で表現する必要がある。

② リンク種別（基本道路リンクファイル）

リンク種別は該当リンクの始終点ノードが同一の場合，本線か，サービスエリア側線かの区分のみを示すものであるが，図４－19ａ～ｃに示すような渡り線等及び交差点内リンクの種別を追加し，特殊交差点のノード種別の繁雑性をなくす必要がある。

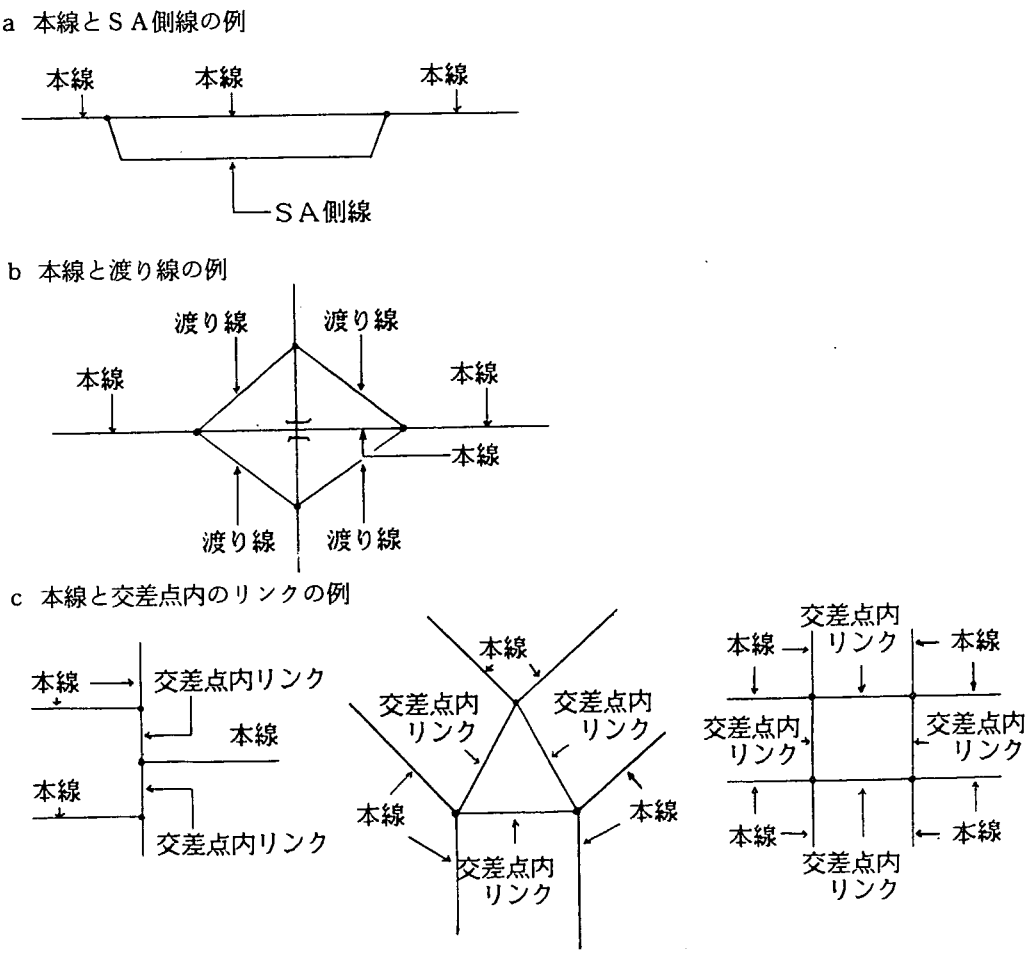


図４－19　リンク種別の表示例

③ 有料・無料（基本道路リンクファイル）

該当リンクの有料・無料を示すものであり，無料→(1)，有料→(2)とする。

以下の種別コードの有無を示すものについては同様に無→(1)，有→(2)とした統一コードとすることが望ましい。

④ 路面の種類（基本道路リンクファイル）

道路の舗装状態を示すものであるが，ナビゲーションへの利用は少ないため削除しても良いと思われる。

⑤ 上下道有無（基本道路リンクファイル）

上下に併走する道路の有無を示すデータであるが，リンク内属性種別に上下併走情報を統合させることにより，この種別は削除することが出来る。

⑥ 中央分離帯有無（基本道路リンクファイル）

当該リンク内の中央分離帯の有無を示すデータであるが，有無の情報以外に設置延長や幅員データについても要望があり，有無の情報は削除し，設置延長及び幅員データより有無が判断できるようにする。

⑦ リンク内属性種別（基本道路リンクファイル）

該当リンク内にある目標物となるような構造物等の種別を示すものであり，従来の種別項目に踏切りのコードを追加することと，上下道有無データ項目の削除により，上下併走の属性種別を追加する必要がある。

⑧ ノード種別（基本道路ノードファイル）

従来のノード種別は交差の性格（ランプ等の合分流等），交差点の形状（双子，三つ子，四つ子）を全て2桁の種別コードで表らわそうとするため，データ加工処理が非常に繁雑である。また，データ作成作業においても人為的判断作業の介入度が非常に高く，この面から見ても望ましくない。よって，リンク種別から交差の形状が判るようにし，ノード種別で表示する項目は必要最小限の項目とする必要がある。

2）背景系ファイル

① 始終点コード（水系ファイル）

水系データの始終点の接続状況を表す情報であるが，線種についての属性区分（実線，図郭線，仮想線）は必要であるが，始終点についての接続状況は必要とされない。

(3) 新たに必要となる種別コード

1）道路網ファイル

① 管理者区分（基本道路リンクファイル）

道路種別コードを一般地図表現上の区分とすることにより，新たに道路管理ごとの区分情報を与える必要がある。

② 自動車専用有無（基本道路リンクファイル）

道路種別コードから自動車専用道路区分をはずすことにより，新たに自動車専用道路の有無を示す情報を与える必要がある。

③ 通行可・不可（基本道路リンクファイル）

リンクとして採択した道路であっても物理的に車両の走行が不可の場合があり，そのため，通行の可・不可を示す情報を与える必要がある。

④ 重量規制有無（基本道路リンクファイル）

経路誘導等のためには，橋などを通行する際の重量規制の有無を示す情報が得られることが望ましい。そのため，該当リンクの重量規制の有無を示す情報を与える必要がある。

⑤ 高さ制限有無（基本道路リンクファイル）

経路誘導等のためには，ガード下やトンネル等を通行する際の高さ規制の情報が得られることが望ましい。そのため，該当リンクに高さ制限の有無を示す情報を与える必要がある。

⑥ 幅員区分（基本道路リンクファイル）

車道部幅員の他に，地形図に区分表示された幅員単位で検索表示を容易にするために幅員区分の情報を与える必要がある。

⑦ 追越禁止有無（基本道路リンクファイル）

該当リンクの追越禁止の有無を示す情報を与える必要がある。

⑧ ビーコン有無（基本道路リンクファイル）

車両の現在位置とナビゲーション上の位置とのずれを修正するためにビーコンからの位置情報が必要であり，そのため，該当リンク内のビーコン有無を示す情報を与える必要がある。

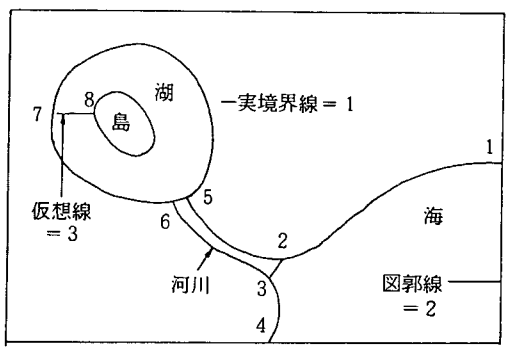


図４－20　線種区分の例

2）背景系ファイル

① 線種コード（水系ファイル）

河川，海，湖沼など面情報として認識させるために，図４－20に示すような線種コードを設ける必要がある。

水部を表すためには，下記のリンク順に計測を行う。

表４－25　リンクの計測基準

海の計測			河川の計測（二条河川）			湖の計測		
順番	線　種	計測方向	順番	線　種	計測方向	順番	線　種	計測方向
1	実境界線	ﾉｰﾄﾞ1→ﾉｰﾄﾞ2	1	実境界線	ﾉｰﾄﾞ2→ﾉｰﾄﾞ5	1	実境界線	ﾉｰﾄﾞ5→ﾉｰﾄﾞ7
2	仮想線	ﾉｰﾄﾞ2→ﾉｰﾄﾞ3	2	仮想線	ﾉｰﾄﾞ5→ﾉｰﾄﾞ6	2	仮想線	ﾉｰﾄﾞ7→ﾉｰﾄﾞ8
3	実境界線	ﾉｰﾄﾞ3→ﾉｰﾄﾞ4	3	実境界線	ﾉｰﾄﾞ6→ﾉｰﾄﾞ3	3	実境界線	ﾉｰﾄﾞ8→ﾉｰﾄﾞ8
4	図郭線	ﾉｰﾄﾞ4→ﾉｰﾄﾞ1	4	仮想線	ﾉｰﾄﾞ3→ﾉｰﾄﾞ2	4	仮想線	ﾉｰﾄﾞ8→ﾉｰﾄﾞ7
						5	実境界線	ﾉｰﾄﾞ7→ﾉｰﾄﾞ6
						6	仮想線	ﾉｰﾄﾞ6→ﾉｰﾄﾞ5

4．5．7　対象道路の採択基準

昭和61年度，62年度のデジタル地図データでは国土数値情報と同等の採択基準により道路採択したが，ネットワーク構造上一部のデータで道路がとぎれる，場所によっては道路網が粗すぎる等の不都合が生じた。そこでここでは，それらをふまえてナビゲーション用デジタル道路地図の基本道路ファイルにおける道路の採択基準について以下に示すこととする。

(1)　1／25,000～1／50,000地形図で表示されている2車線以上の道路は道路種別や改良，未改良に限らず全て採択する。

(2)　採択された全ての道路は物理的な行き止まり以外は全てネットワークとなることとする。

（物理的な行き止まりは下記の例外以外は計測しないこととする。）

①　県道以上の道路

②　4車線以上の広幅員道路

③　重要な目標物に通じる道路

(3)　重要な目標物に接続，または，その付近を通過する道路は採択する。

重要な目標物とは以下に示すとおりである。

①　最終目的地になりうるもの。（駅，県庁，公園，遊戯施設，病院，ホテル，行楽地等）

②　面積の広いもの，または，高さのあるものでランドマークとなりえるもの。（公園，工場，山，送信タワー等）

③　城址，古墳等の史跡や名勝

④　牧場，農業施設

(4)　街区区内の貫通道路は採択する。

一定面積内には必ず1本以上の道路が存在するように採択する。

一定面積の基準は，ナビゲーション装置の表示面積を6インチ（縦横約10cm）とした場合，地域別に標準面積表示縮尺を想定し，表4－26に示すとおりとする。

従って，採択道路に補足する道路の目安としては，市街地では0.5kmに1本，平地部では，1.0kmに1本，山地部では2.5kmに1本の密度とする。

表4－26　表示画面6インチにおける表示面積

地　域	画面表示縮尺	画面の縦横	画面の面積
市街地	1/5,000	0.5km	0.25k㎡
平地部	1/10,000	1.0km	1.00k㎡
山地部	1/25,000	2.5km	6.25k㎡

4．5．8　計測基図

ナビゲーション用道路地図を作成する際に使用する計測基図は，①利用者からのデータ密度や精度の要求を満たすこと，②作成者側の資料収集や作成作業が容易であること，③ファイル構造が管理しやすいこと等を考慮し，次のとおり各ファイルごとに提案する。

(1)　道路網ファイル

1）広域道路ファイル

広域道路ファイルは，基本道路ファイルより加工処理することによって作成することが精度的に見れば望ましいところであるが，広域道路の利用目的は，広域情報の表示，広域経路誘導など索引図的に使用されるものであり，早期データ化の要求から見れば小縮尺の地図（1／20万地勢図）を基図としての使用も考えられる。

2）基本道路ファイル

基本道路ファイルは，経路誘導やマップマッチング等に利用されるものであり，そのための精度の確保が要求されている。そこで，基図は1／25,000または1／50,000地形図とする。

1／25,000か1／50,000かの判断は作業量等の観点から見て，基本的には市街部については1／25,000を，その他の地域については1／50,000を使用する。但し，1／50,000地形図の場合，ＤＩＤ地域が広く連担している様な地域（総描地域）では，エリアを斜線で塗りつぶしていることや，地名等の表示のために連続性が犠牲にされていることなどのため，判読が難くなる箇所が発生する。このような場所では1／25,000地形図を計測基図とするのが望ましい。

なお，1／50,000地形図を用いる場合は，図4－21に示す様な計測点を結ぶ折れ線と計測基図上の路線の中心線との最大較差（基準値と称す。）を1／25,000地形図を用いる場合の1／2以下とし精度の統一を図る必要があろう。

また，高速道路のランプ等については，より精度を上げるために，1／25,000地形図でも不十分な場合がある。このような場所では，大縮尺の地形図（1／10,000以上）を補助計測図として利用する必要がある。

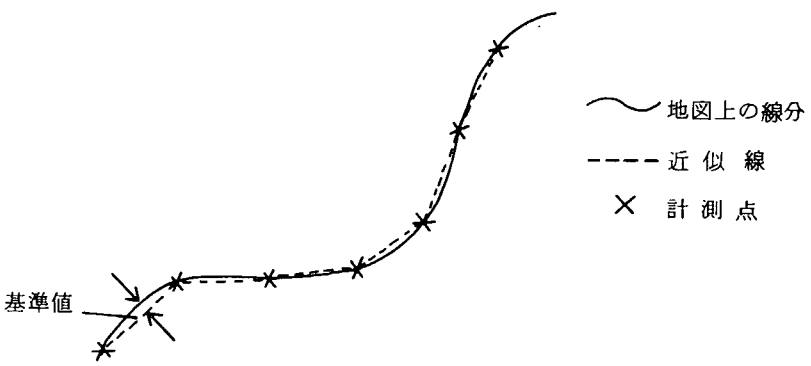


図4－21　基準値例

3）全道路ファイル

全道路ファイルは，マップマッチングに利用されるものであり，基本道路ファイルよりも細部に渡ってデータ化しなければならない。そのためには，1／10,000以上の地形図を基図とすることが望ましいが，1／10,000の地形図の普及率が少ないことから代替として1／25,000地形図を基図とする。

4）背景系ファイル

背景系ファイルは，道路網のイメージアップのものであり，道路網データと整合がとれている必要がある。そのため，基本道路ファイルを作成する際に使用した計測基図と同一なものが望ましい。

4．5．9　標準フォーマット案のファイル構成

4．5．1～4．5．9までの検討をふまえここではナビゲーション用デジタル道路地図の標準フォーマット（案）のファイル構成を以下に示すとおり規定した。図4－22にファイル構成図を示す。

(1) 道路網ファイルの構造

道路網ファイルは以下のファイルより構成される。

1）基本道路リンクファイル

基本となる道路リンクの正規化座標値とリンクに付随する属性情報から構成されるファイルである。

2）基本道路ノードファイル

基本となる道路ノートの位置座標とノードに付随する属性情報から構成されるファイルである。

3）リンク属性ファイル

従来の道路リンクファイルのリンク内属性データとして扱っていたデータを独立させ内容の充実を図ったファイルである。これは，基本道路についてのみ作成する。

4）路線台帳ファイル

路線ごとに路線名及び通称名と，線路を連結するリンク番号等により構成されるファイルである。

5）ビーコン位置ファイル

ビーコンの位置と種類，及び，接続リンク番号等より構成されるファイルである。

6）全道路リンクファイル

車両走行可能な全ての道路を対象とし，リンクの正規化座標値と，リンクに付随する属性情報等から構成されるファイルである。

7）全道路ノードファイル

車両走行可能な全ての道路を対象とし，ノード位置座標と，接続先のノード番号等から構成されるファイルである。

(2) 背景系ファイルの構造

背景系ファイルは以下のファイルより構成される。

1）水系ファイル

河川，海岸線，湖沼の形状を表す座標列データと，データ区分等から構成されるファイルである。

2）行政界位置ファイル

行政界線の座標列データと行政界種別コードから構成されるファイルである。

3）鉄道位置ファイル

鉄道路線の座標列データと，地上・地下区分コードから構成されるファイルである。

4）施設形状ファイル

施設形状を表す座標列と，施設番号等から構成されるファイルである。

5）施設位置ファイル

施設名称を表示する位置座標と，施設名称等の情報から構成されるファイルである。

6）地名位置ファイル

地名を表示する位置座標と，地名の名称等の情報から構成されるファイルである。

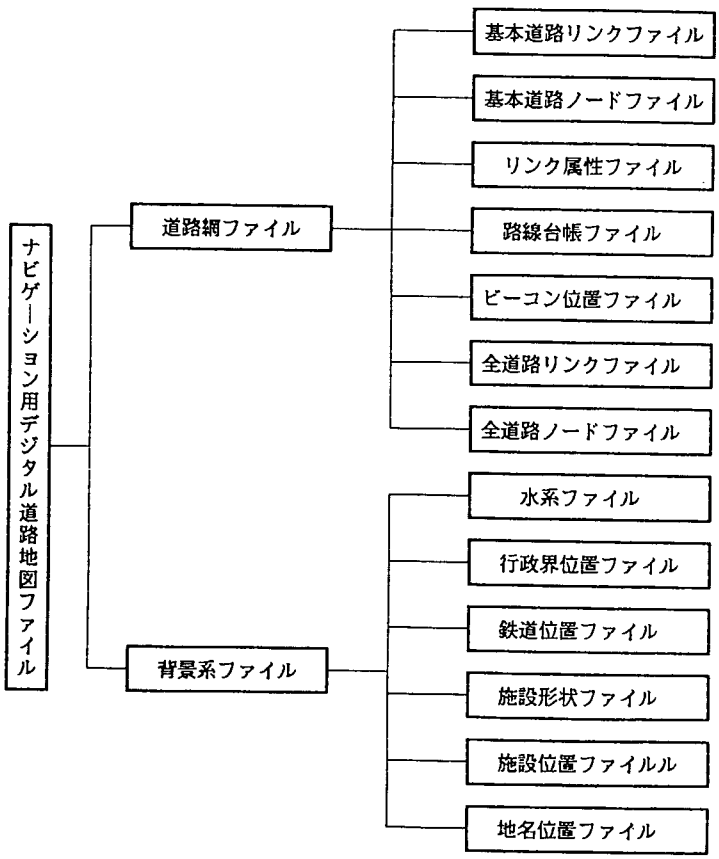


図４－22　ナビゲーション用デジタル道路地図ファイルの構成図

(3) 道路表現上の基本事項

標準フォーマット案での道路表現形態の基本事項は以下に示すとおり規定した。

1）座標系

リンク，ノード等の位置座標はメッシュ区画の左下隅原点（0，0），右上隅（1，1）とした正規化座標を使用する。

2）ノード番号の付け方

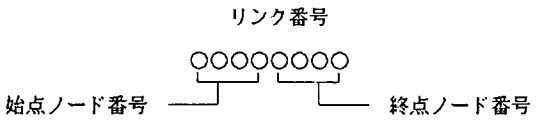
ノード番号は，２次メッシュ内で一連番号を付加する。

3）リンク番号の付け方

リンク番号は，他の道路網ファイルや外部から情報を取り込む時のキーデータとなるものである。キーデータが変更されれば，道路リンクファイルのみの変更処理では済まなく，他のファイルの関連するリンク番号の更新が必要となる。

昭和61年度及び昭和62年度のパイロットデータではリンク番号とノード番号の付番は別々に行われていたが，更新処理への対応を考慮し，リンク番号は両端のノード番号で与えることとする。表４－27に昭和61年度，昭和62年度及び標準フォーマット案におけるノード付番例の比較を示すと次のとおりである。

表４－27　ノード付番号例



昭和６１，６２年度の付番	ノード番号に対応させた付番
1110　12480　1111 リンク番号 ↓ 1248　分割コード ↓ 0	1234　12341235　1235 又は12351234 始点ノード ↓ 1234　終点ノード ↓ 1235

これにより，リンク番号の規則性の維持，リンク番号とノード番号の両方のデータをもつレコードについては，ノード番号またはリンク番号の省略が可能となりフォーマット長の短縮が可能となる。

４．６　位置ビーコンの設置間隔と配置手法

４．６．１　位置ビーコンの設置間隔

車両の現在位置は車載の距離センサ，方位センサで測定される移動量を基にしてＣＲＴ画面上に表示される。これらのセンサは車両が走行するとともに誤差を累積する。このため，位置ビーコンによる絶対的な位置補正が必要となる。方位センサとして一般に用いられる地磁気センサは，車両周辺の鋼構造物等から発生する磁気の影響を受け著しく大きい誤差を発生する。したがって，位置ビーコンの設置間隔は，設置付近の環境状態を考慮したうえで決定する必要がある。

(1)　地点誤差率

1）地磁気センサによる地点誤差率

図４－22は位置ビーコンの設置区間距離に対する真位置とのずれを地点誤差率と定義し，地磁気セ

ンサを用いたときの地点誤差率と区間距離の関係を整理したものである。センサの誤差は昭和61年度，昭和62年度の路上実験において測定したデータに基づいている。鉄道併走区間は地点誤差率が10%を上回る場合が多く，また都心部の地点誤差率は5～10%に多く分布した。

2）マップマッチング併用時の誤差発生率

図4－24は誤差発生率10%以下のデータを対象として，マップマッチングを併用した場合，併用しなかった場合について区間距離と地点誤差率の関係を整理したものである。これによるとマップマッチングを併用しなかった場合では誤差率が10%程度であるのに対して，併用している場合では5%程度の誤差率に収まっている。なお，マップマッチングはメーカごとに，その手法が異なり現段階においては十分に確立された技術とはいえないが，マップマッチングを導入することによって，車載装置のみによる位置判定の誤差率は5%以下に抑えられると考えられる。

3）ジャイロセンサの誤差発生率

図4－25はジャイロセンサを搭載した車両の誤差発生率のデータをマップマッチングを利用した場合と利用しなかった場合について，区間距離と地点誤差率の関係を整理したものである。ジャイロセンサを利用したときにはマップマッチングを併用しなくても5%程度の誤差率に収まっており，かなりの精度を期待できる。これはジャイロセンサが磁気の影響を受けないためであるが，センサの安定に時間がかかることや，

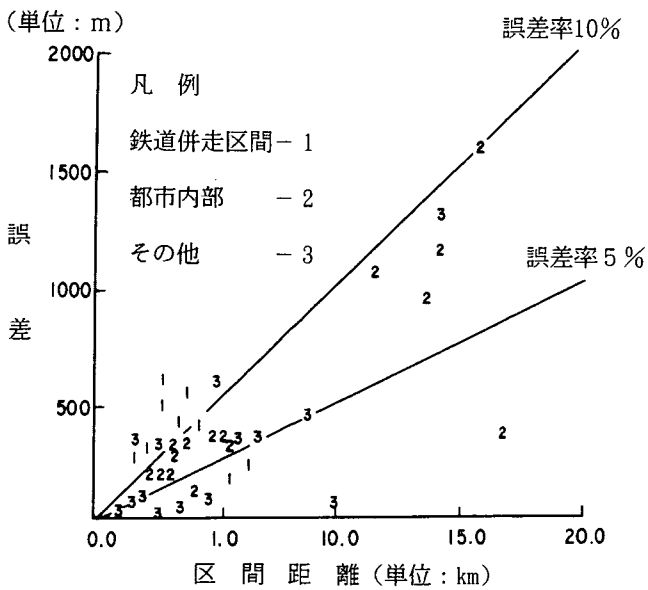


図4－23　区間距離と地点誤差率の関係

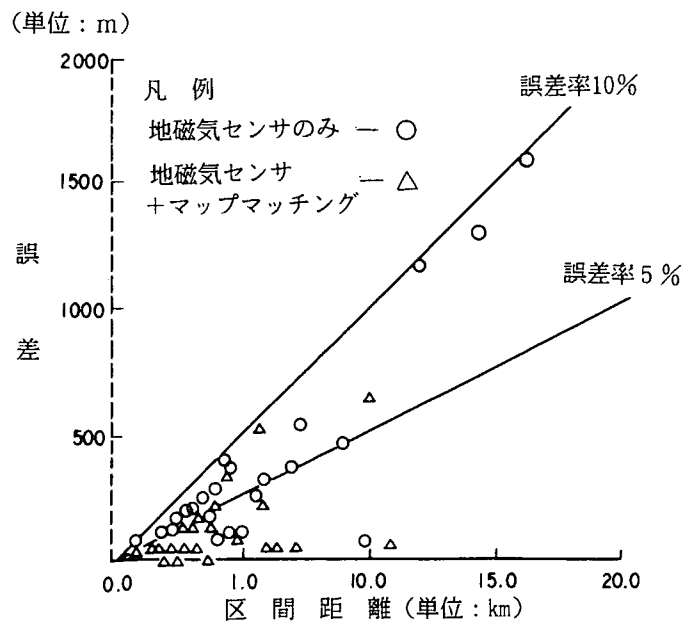


図4－24　区間距離と地点誤差率の関係(地磁気センサ)

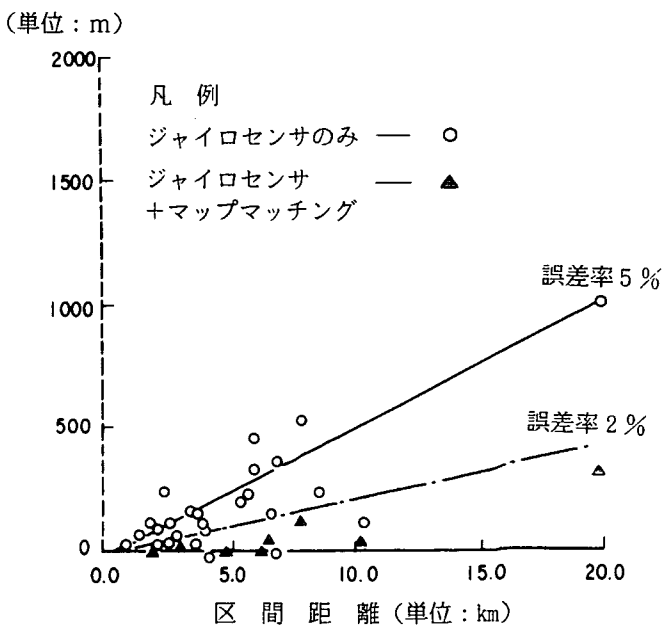


図4－25　区間距離と地点誤差率の関係(ジャイロセンサ)

価格が高価であること等からあまり一般的とは言い難い。

以上の点からマップマッチングを併用すれば，車載装置による誤差率を５％以下に抑えることは十分に可能と考えられる。したがって，誤差率５％を基準として，位置ビーコンの設置間隔について検討を行った。

(2) 位置ビーコンの設置間隔

1）一般道路における設置間隔

一般道路における位置ビーコンの設置間隔は，前後する信号交差点や隣接する同規格の道路との誤判別を防ぐという観点とディスプレイ表示上での食違いによる不自然さを防ぐという観点から検討する必要がある。そこで，将来の幹線道路網の計画水準と信号交差点間隔，及びディスプレイの表示縮尺の関係から許容誤差を設定し，車載センサの有する誤差率より位置ビーコンの設置間隔を決定した。

Ⅰ　許容誤差範囲の設定

ａ．前後する交差点，隣接する道路との誤判別による許容誤差

信号交差点の平均間隔は，国道から市町村道までの平均的な値を得ることを目的に，都道府県道（主要地方道を含む）を対象として昭和60年度の道路交通センサスデータより求めた。道路網の形状を格子型と仮定したとき，平均信号交差点間隔（平均道路間隔）は，ＤＩＤ地区において340（京浜地区）～380（全国平均）m，市街地において650（京浜地区）～1100（全国平均）m，平野部において1500（京浜地区）～2900（全国平均）mとなる。実際の位置とディスプレイ上の表示位置のずれ（誤差）による誤判別を防ぐには，実際の位置とディスプレイ上の表示位置のずれ（誤差）を，図４－26に示すように交差点間隔の１／４程度に確保する必要があると考えられる。したがって，許容誤差はＤＩＤ地区において85～95m，市街地において165～275m，平野部において375～725mとなる。

また，将来の幹線道路網計画水準は，市街地において一辺500mの四角網，平野部において一辺1000mの四角網と考えられている。これを基準として交差点間隔１／４程度に確保するためには，許容誤差は市街地125m，平野部250mとなる。

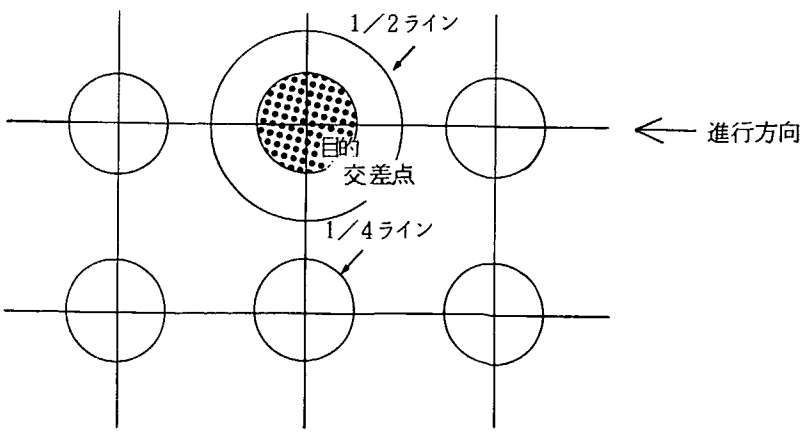


図４－26　許容誤差範囲の考え方

b．ディスプレイ上の食違いによる不自然さによる許容誤差

ディスプレイの表示縮尺は，市街地において１／10000～１／25000，平野部において１／25000～１／50000程度が適切である。ドライバーが瞬時に隣接する道路と識別可能な長さをディスプレイ上で１cmとすると，許容誤差は市街地において100m～250m，平地において250～500m程度となる。

II　設置間隔

位置ビーコンは車載センサの誤差が許容誤差を超えないように設置すればよい。誤差率を５％としたときの設置間隔は表４－28に示す通りとなる。平野部においては道路網密度にかなりのばらつきがあると考えられるためディスプレイの表示上のイメージ等を考慮すれば最大を概ね10kmと考えるのが適切と考えられる。

表４－28　位置ビーコンの設置間隔

観点／地域	前後する交差点、隣接する道路との誤判別の防止〔m〕	ディスプレイ上の食違いによる不自然さの防止〔m〕
ＤＩＤ地区	1700 ～ 1900	2000
市　街　地	3300 ～ 5500 (2500)	2000 ～ 5000
平　野　部	7500 ～ 14500 (5000)	5000 ～ 10000

（ ）は将来の幹線道路網に計画水準に基づいている。

②　高速道路，自動車専用道路における設置間隔

高速道路，自動車専用道路等，出入り制限された道路においては他の道路との区別が容易であることを勘案すればマップマッチングがしやすいが，インターチェンジ，ジャックション等の地点では位置ビーコンの設置が必要と考えられる。現在の高速道路のインターチェンジの平均間隔は概ね１２kmであり，さらにサービスエリア，パーキングエリア等の利便性を考慮しその直前部にも設置するとすればその間隔は概ね７km程度となる。

４．６．２　位置ビーコンの配置手法

(1)　ビーコン配置のケーススタディ

位置ビーコンの配置は少ないビーコンで最も多くの受益車両を得ることにある。そのため，実験エリア内の２車線以上の道路網を対象として，交通流動を多分割多経路配分シュミレーションによって求め，その結果得られた各ＯＤ全ての経路のうち，２車線以上の道路網について，路線ごとに設置密度を低・中・高と段階的に変えて配置する路線主義による配置案と主要交差点から設置していく主要交差点抽出方法による配置案を用いてビーコンカバー率を算出した。なお，カバー率は，①ビーコン設置地点を１回以上通過するトリップの場合，②10km走行当りのビーコン通過回数の二つの指標で示すこととした。図４－27に

両方式によるビーコン設置個数と受信トリップ数の割合をグラフ化したものである。路線主義による配置では受信トリップの割合を全交通の80～90%まで高めるには400～500箇所の設置が必要であり，表４－28に示す設置密度を更に高める必要があろう。これにより10km当り６～７回程度の受信が可能となる。

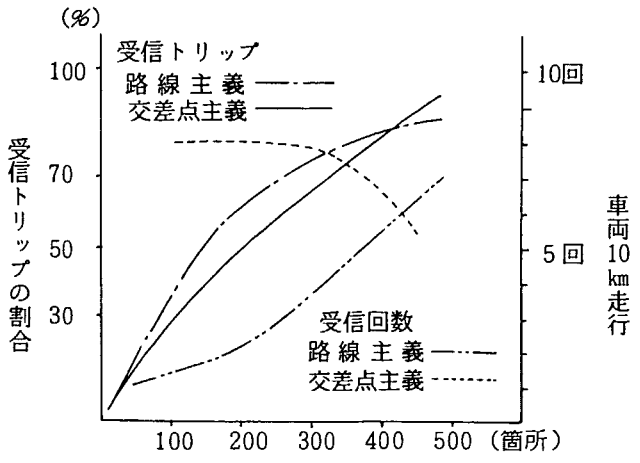


図４－27　ビーコン設置箇所数と受信トリップ数

次に交差点主義について述べる。路線ごとに平均的な設置間隔を設定するのも一つの方法ではあるが具体的な設置箇所の設定にあたっては，主要な交差点から段階的に設置箇所を増やしていくといった考え方の方が判り易い。従って県道以上の道路網で，４車－４車／４車－２車／２車－２車の交差点について設置するとして路線主義と同様の指標で評価すると，２車線以上の交差点に設置する場合，428箇所となり受信率は約85%，10km走行当り６～７回の受信となり路線主義により推測したものとほぼ同様の効果を得ることができる。従って，市街地や平地部等で道路形態がネットワークとして密になっている箇所では交差点主義による配置が望ましいと考えられる。また，山地部の様にネットワークが粗い部分では交差点に留意しつつも，設置間隔に着目した路線主義による配置が望ましいと考えられる。

４．６．３　ビーコン配置に関するその他の留意点

４．６．１～４．６．２でビーコンの配置間隔，配置法について述たが，ここではその他，路上実験から得られた特殊箇所における留意点について述べる。

① インターチェンジ等ゆるやかな分岐を生じている箇所ではマップマッチングによる判断が行いにくい。よって，鋭角で分岐している道路の分岐点にはビーコンの設置が望まれる。

② つづら折が連続する道路（例えば，いろは坂等）ではデジタル道路地図の表現が省略されていることがある。よって，その様な場合の前後には補正用のビーコンが必要である。

③ フェリー乗り場や駐車場等面積を持った場所で，デジタル地図において表現されない場合ではその出入り口に補正用ビーコンが必要である。

④ 鉄道併走区間等，車両の地磁気センサーに大きな誤差を生じる場合にはその補正用として密にビーコンを設置する必要がある。

⑤ 案内標識情報等，情報の提供といった観点から情報を提供する適切な位置について更に検討する必要がある。（例えば，交差点の手前200m等）

⑥ ビーコン相互の干渉を防ぐために最小設置間隔についても更に検討する必要がある。最小設置間隔以下には設置してはならない。

4．6．4　全国でのビーコン配置必要総数

わが国の総面積は約37万㎢であり，その内訳は市街地及び平野部が約９万㎢，山地部が約28万㎢となっている。都道府県道以上の総延長は市街地及び平野部が約10万km，山地部が約73,000kmとなっている。都市部及び平野部では交差点主義，山間部では路線主義に基づいて位置ビーコンを設置するとして，全国で必要となるビーコンの数を推計した。

都道府県道以上の道路網には三叉路の交差点が約60%，四叉路の交差点が約40%という割合で含まれている。そこで，交差点主義については図４－28に示すような梯子型の道路網形状を仮定する。面積と道路延長により交差点数が求められる。当該領域においては，この仮定により得られた全交差点数に対する実際のビーコン設置交差点数の割合は約95%となる。全国の交差点主義によるビーコン設置箇所数は，全国の都市部及び平野部の総面積，道路延長から，全国の交差点数を求め，交差点数に対するビーコン設置交差点数の割合が等しいとして推定した。一方，路線主義については単純に山間部の道路延長と車載センサの有する誤差より定まるビーコン設置間隔より推定した。また，ビーコンの第一の目的は車両センサーに生じた累積誤差を一掃するための位置情報の提供であるが，付属情報として案内標識のパターンに準じた静的な道路交通情報の提供も考えられる。よって交差点を中心とした配置においては図４－29に示す様に交差する道路ごとに設置する必要があろう。そのため今回の実験エリア内での交差点ごとの平均交差道路本数をデジタル道路地図より求め（3.33）その値を拡大係数としてビーコンの設置個数を推計した。その結果，これらの諸値に基づいて全国のビーコン設置個数を推計すると，市街地及び平野部が約175,000カ所，山地部が約10,000カ所，合わせて約185,000カ所となる。

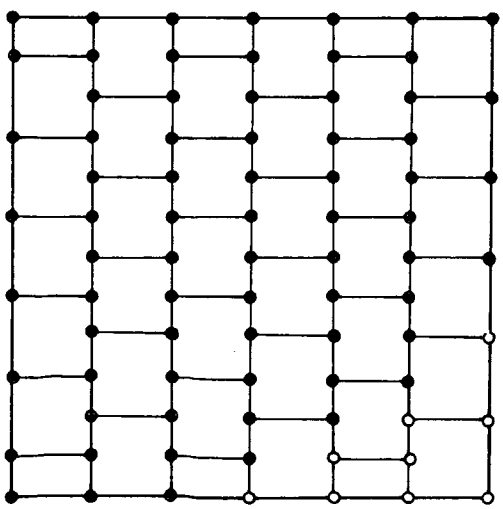


図４－28　仮定した道路網形状

● ビーコンを設置する交差点
○ ビーコンを設置しない交差点

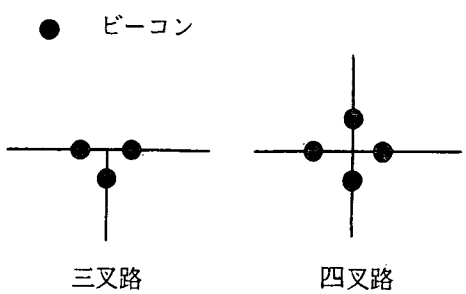


図４－29　交叉点におけるビーコンの位置

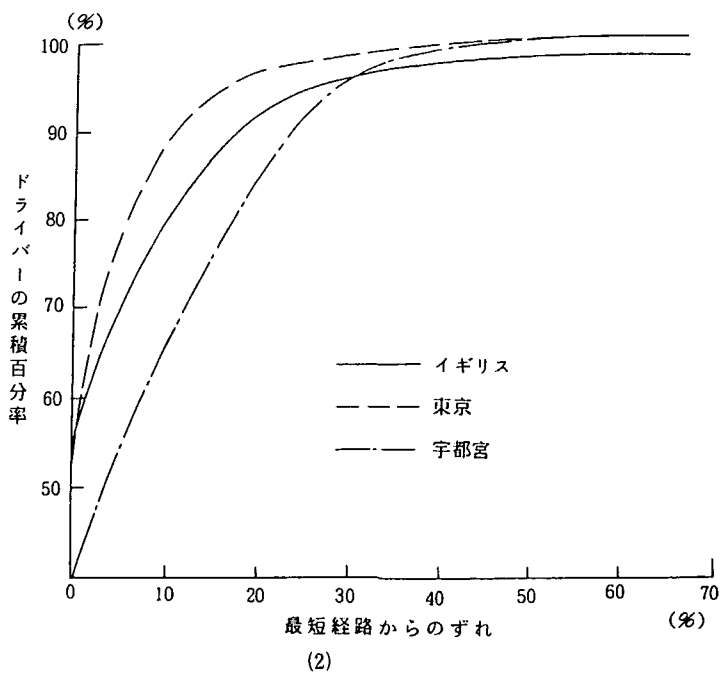
4．7　ナビゲーションシステムの経済効果の推計

4．7．1　ドライバーの経路選択行動

㈳自動車工業会は東京と宇都宮でドライバーの経路選択行動の実態を調査し，ＯＤ間の経路数と各経路の選択確率の関係，及びＯＤ間の最短距離と実走距離の関係について分析している。また，E.P.Ratcliffe はイギリスの Newcastle 都市圏において日常の通勤交通に関するアンケート調査を行ない，距離，時間，総費用等の様々の評価基準でドライバーの経路選択行動を分析している。これらの分析結果をまとめると表４－29，図４－30に示す通りで，約半数のドライバーは最適経路を選択しようと意図しつつも，実際に選択した経路は最適経路でないという実態が明らかとなっている。このように経路選択に失敗したドライバーに対し，最適経路に関する情報を提供することにより，走行距離，走行時間の軽減による経済効果が期待できる。

表４－29　経路選択確立

順位 / 経路数	１位ルート %	２位ルート %	３位ルート %	４位ルート %	５位ルート %	６位ルート %	７位ルート %
1	100.0	—	—	—	—	—	—
2	71.8	28.2	—	—	—	—	—
3	56.4	25.0	18.6	—	—	—	—
4	48.5	21.8	16.9	12.8	—	—	—
5	45.6	17.5	14.1	12.3	10.5	—	—
6	41.8	13.5	13.5	10.8	10.4	10.0	—
7	39.1	23.4	7.8	7.8	7.8	7.8	6.3



(2)

図４－30　ドライバーの経路選択行動

4．7．2　経路選択モデル

(1)　現況の交通量

ナビゲーションシステムの普及による経済効果を計量する方法として，時間毎，ＯＤ毎にナビゲーション機器搭載車と非搭載車との走行距離，走行時間の差を算出する方法を用いた。そのためには各時間毎の交通状況を把握しておくことが必要である。

効果量算定の対象とした地域は，図４－31に示す概ね国道246号，国道16号，首都高速道路横羽線を外郭とした東京南西部，及び川崎市，横浜市の一部である。経路選択の対象とする道路網はデジタル道路地図に収納されている２車線以上の道路とした。

現況の日交通量は，対象地域のＯＤ交通量を表４－29の経路選択確率に基づき複数の経路に配分することにより求めている。複数経路の選定を最短距離基準とした場合と最短時間基準とした場合について配分計算を行ったところ，最短時間基準とした場合の方が道路交通センサスデータと良く一致していた。

ＯＤ間で多数存在する経路の中には，非現実的な迂回をする経路や大部分が重複する類似した経路の存在が考えられ，次の条件により除去し，ＯＤ間で最大７本の経路を選定した。

① 経路を所要時間にしたがって最短時間経路の1.00～1.05倍，1.05～1.10倍，1.10～1.15倍，…のグループに分類し，各グループ内で最も所要時間が短い経路を選択対象道路とした。ただし，同じグループ内でも距離に２割以上の差がある経路については双方を選択対象道路とした。

② ２つの経路で重複度合いが大きい場合には，所要時間の短い経路のみ選択対象道路とした。なお，重複度合いが大きい場合としては，多数の試行により経路中の全ノード数ｂに対する重複ノード数ａの割合が下記の式を満足するとき，及び経路内に２カ所以上の重複区間がある時とした。

$$a / b \geqq 0.8 - 0.05\,b \qquad (1)$$

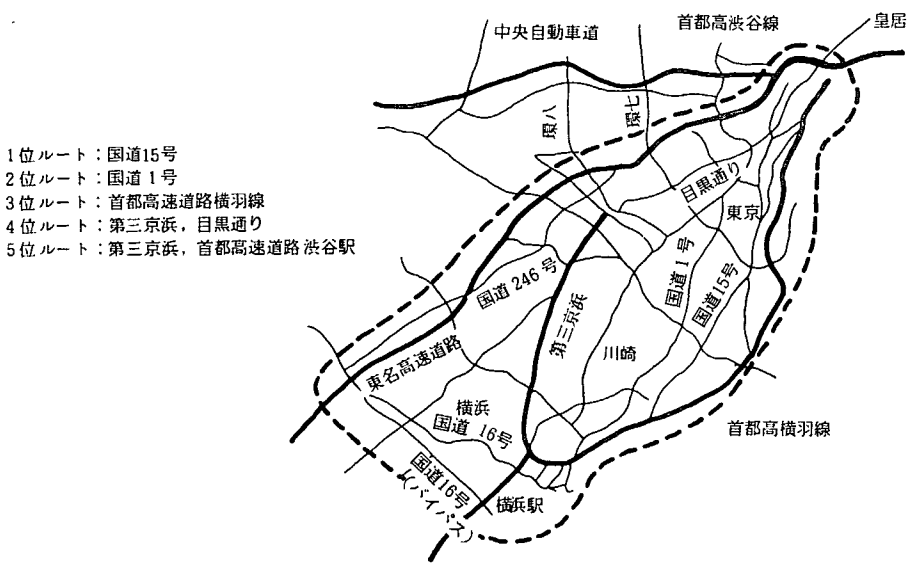


図４－31　東京（皇居）－横浜（横浜駅）間の選択経路

図４－31は東京（皇居）－横浜（横浜駅）間で選定された経路であるが，ほぼ妥当な結果が得られている。以上の配分により得られた各リンクの日交通量より，図４－32に示すフローに従い，各リンクの１時間毎の平均旅行速度データを算出した。図中の平均旅行速度推定式は次の通りである。

$$V = V_0 - 0.029Q \qquad (2)$$

V　：平均旅行速度

V_0　：初期速度

Q　：１車線あたりの時間交通量

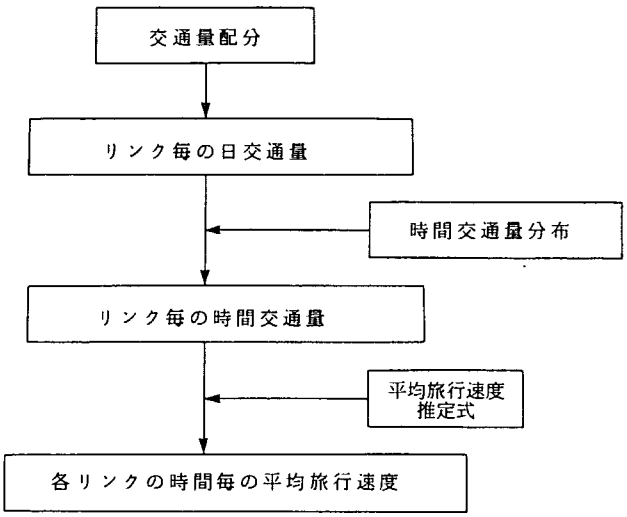


図４－32　各リンクの１時間毎の平均旅行速度推定フロー

初期速度V_0は道路の時間交通容量を考慮した速度であり，次式により推定される。

２車線　　$V_0 = 28.3 + 7.64R + 0.259V_0$　　(3)

４車線以上　　$V_0 = -5.0 + 9.59R + 1.160V_0$　　(4)

R　：改良率

V_L　：指定速度

(2)　ドライバーの経路選択論理

ナビゲーション機能を有する自動車は，各リンクの距離データと１時間毎の平均旅行速度データを車載機器に記憶しているものとして，図４－33に示す論理に基づき経路選択を行なうと仮定した。この論理は最短距離経路に重きを置いた経路選択となっている。これは，１時間毎の平均旅行速度が過去の統計的なデータであり，距離データに比べ信頼度が低いことを考慮したものである。すなわちドライバーが最短距離経路を選択せず，当初走行してい自経路を選択しつづけるには，最短距離経路の所要時間よりも５分以上の時間便益を期待できる場合とした。

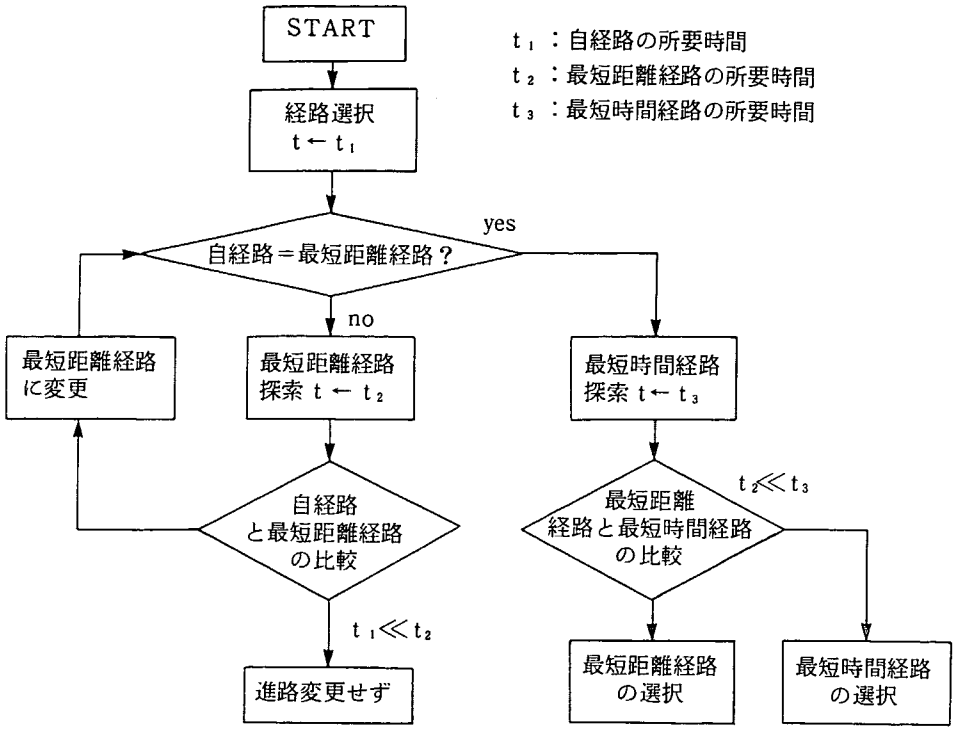


図４－33　経路選択フロー

(3)　効果量の算出方法

効果量ΔE_nは，時間毎，ＯＤ毎にナビゲーション機能を有する自動車１台と有しない自動車１台の走行距離と走行時間を比較し，次式により求めた。

$$\Delta E_{f\%} = {}_k\Sigma_j\Sigma_i\Sigma\ [\Delta E_{ijk} \times Q_{jk} \times f \times p_i] \qquad (5)$$

ΔE_{ijk} ：ｋ～（ｋ＋１）時の（ＯＤ）$_j$ トリップにおいて，ナビゲーション機能を有する自動車１台とｉ位ルートを選択するこの機能を有しない自動車１台の走行距離と走行時間の差を貨幣価値に換算した効果量

Q_{jk} ：ｋ～（ｋ＋１）時における（ＯＤ）$_j$ 交通量

ｆ　　：総走行台キロに対するナビゲーション機能を有する自動車の走行台キロの割合

p_i ：ナビゲーション機能を有しない自動車がｉ位ルートを選択する確率

なお，実際の計算は次のような仮定のもとで実施した。

① 車載の平均旅行速度データと実際の平均旅行速度は必ずしも一致しないことを考慮し，各リンクの実際の旅行速度は，１時間毎の平均旅行速度を平均値とし，標準偏差を５km／ｈとする正規分布を仮定して，ランダムに設定した値を用いることとした。正規分布の標準偏差は東名高速道路にて実測された平均地点速度の分布より求めている。

② 貨幣価値に換算する比率は，我国で有料道路の料金を決める際，通常用いられている21.09円／km，41.09円／分とした。

③ 朝夕の渋滞時には30分毎に，また夜間のように交通量が少ない時には５時間まとめて効果率を算出した。

0％

Aルート	D＝18km	T＝20分	Q＝ 1,230台
Bルート	D＝10km	T＝15分	Q＝ 1,750台
Cルート	D＝ 8 km	T＝15分	Q＝ 4,560台
Dルート	D＝ 8 km	T＝20分	Q＝ 1,410台
Eルート	D＝15km	T＝25分	Q＝ 1,050台

O　　D

A→C	62台	Δ E＝25,814円
B→C	88台	Δ E＝ 3,712円
E→C	53台	Δ E＝29,602円
		$\Sigma\ \Delta$ E＝59,128円

5％

Aルート	D＝18km	T＝19分	Q＝ 1,168台
Bルート	D＝10km	T＝14分	Q＝ 1,662台
Cルート	D＝ 8 km	T＝18分	Q＝ 4,763台
Dルート	D＝ 8 km	T＝20分	Q＝ 1,410台
Eルート	D＝15km	T＝24分	Q＝ 997台

O　　D

A→C	62台	Δ E＝ 15,623円
B→C	83台	Δ E＝－10,141円
D→B	71台	Δ E＝ 14,510円
E→C	50台	Δ E＝ 19,709円
		$\Sigma\ \Delta$ E＝ 39,701円

10％

Aルート	D＝18km	T＝18分	Q＝ 1,106台
Bルート	D＝10km	T＝14分	Q＝ 1,650台
Cルート	D＝ 8 km	T＝21分	Q＝ 4,958台
Dルート	D＝ 8 km	T＝19分	Q＝ 1,339台
Eルート	D＝15km	T＝23分	Q＝ 947台

O　　D

D：距離
T：時間
Q：交通量

図 4 －34　効量算出方法の概念

図４－34は経路選択を行った時の効果量の算出方法の概念をまとめたものである。効果量は総走行台キロに対するナビゲーション機能を有する自動車の走行台キロの割合が５％，10％，15％，…というように５％毎に算出している。この割合が５％の時には，ナビゲーション機能を有する自動車による転換交通量が他の交通に及ぼす影響は無視してよいと考えられるが，この割合が増加するにつれてこの影響は大きくなり ΔE_{ijk} が逓減する。これを考慮するために，それぞれの割合における効果軽量は次に示す方法で行っている。

現況の交通量 $\xleftarrow{\Delta E_1}$ f＝５％時の交通量

f＝５％時の交通量 $\xleftarrow{\Delta E_2}$ f＝10％時の交通量

f＝10％時の交通量 $\xleftarrow{\Delta E_3}$ f＝15％時の交通量

f＝15％時の交通量 $\xleftarrow{\Delta E_4}$ f＝20％時の交通量

$$\Delta E_{5\%} = \Delta E_1$$
$$\Delta E_{10\%} = \Delta E_1 + \Delta E_2$$
$$\Delta E_{15\%} = \Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3$$
$$\Delta E_{20\%} = \Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3 + \Delta E_4$$

f＝10％時の効果量は，先に求まるf＝５％時の交通量を基本にして，各リンクの１時間毎の平均旅行速度を(2)式により再度設定しなおし，ナビゲーション機能を有する自動車１台とこの機能を有しない自動車１台の走行距離を走行時間を比較しΔE_2を求め，これにf＝５％時の効果量であるΔE_1加えることにより算出する。f＝15％時，f＝20％時等の効果量も，同様に算出している。以上のようにして，図４－35に示すナビゲーション機能を有する自動車の走行台キロと効果量の関係が得られた。当該地域で得られた効果量より全国の効果量を推定するにあたり，効果量の拡大係数としては総走行台キロを考えた。

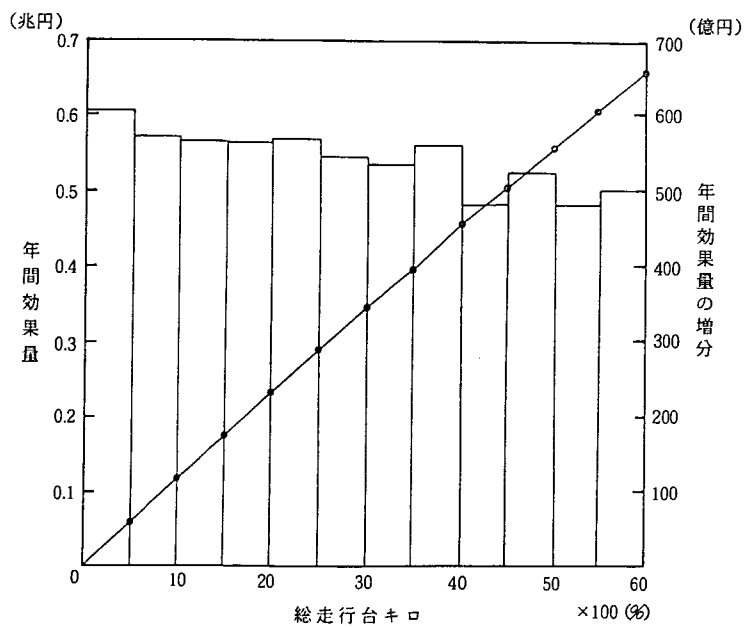


図４－35　ナビゲーション搭載車の走行台キロと年間効果量の関係

ナビゲーション機器は年間走行キロが長い自動車から普及することか予想される。図４－36はわが国の年間走行キロの確率密度分布（推定）であるが，普及の段階を表わす分布を図４－37に示すように考えたとき，ハッチングを施した部分がナビゲーション機器の普及した自動車の分布ということができる。

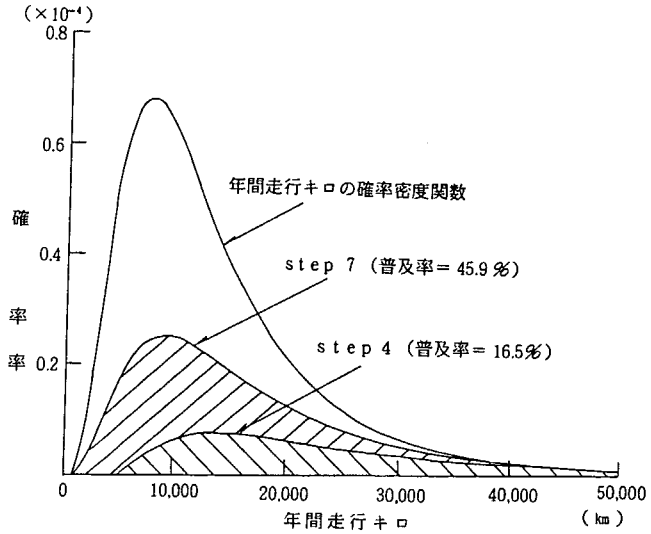


図４－36　年間走行キロの分布

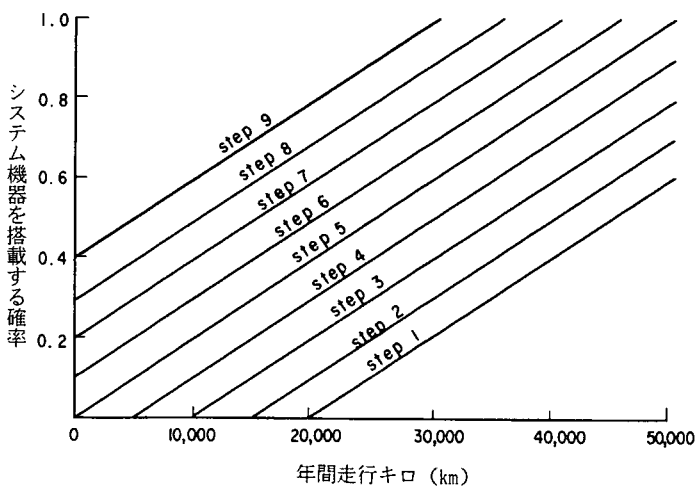


図４－37　普及段階を表わす関数

$f_d(x) = f(x)\,B(x)$

$f_d(x)$：ナビゲーション機器の普及した自動車の分布

$f(x)$：年間走行キロの確率密度分布

$B(x)$：普及の段階を表わす尤度関係

ハッチングを施した部分の面積がナビゲーション機器の普及率である。また，ハッチングを施した部分におけるモーメント$\int f_d(x) \cdot x\,dx$×自動車保有台数はナビゲーション機器を搭載した自動車の走行台キロである。図４－35の走行台キロと効果量の関係から普及率と効果量の関係を導くことができる。

4．7．3　整備費用と整備効果の比較

全国のビーコン設置個数を推計すると，前述のとおり市外地及び平野部が約175,000カ所，山地部が約10,000カ所，合わせて約185,000カ所となる。位置ビーコンの価格を70万円，耐用年数を10年とし，全国の都道府県道以上かつ2車線以上の道路に設置すると想定したときの効果量と整備費用を比較すると図4－38のようになる。効果量は一度もビーコンを通過できないトリップが15%存在することを差し引き，さらに社会的割引率8%として10年間の便益を現在価値に換算している。仮りに車載機器の価格を15万円とした場合には,50%の自動車に普及するまで投資効果は投資費用を上回り,今回の試算によるとこの時の投資効果は年間約6000～7000億円に達し，自動車交通の年間総費用の概ね1.5%に相当するものと推察できる。

このほかに本システムのナビゲーション機能には，迷走交通の軽減効果，あるいは交通事故，自然災害等の突発的な事象が発生した時の迂回経路の適切な選定による効果が期待てきる。迷走している交通は全体の交通量の4～6%を占めるという報告もあるが，ドライバーが迷走した時の走行ロスの実態は解明されていない点が多く，今後これに関する実態調査をしていく必要がある。さらに，突発的な事象が発生した時の迂回経路の適切な選定による効果をモデルに取り入れる方策を検討する必要がある。

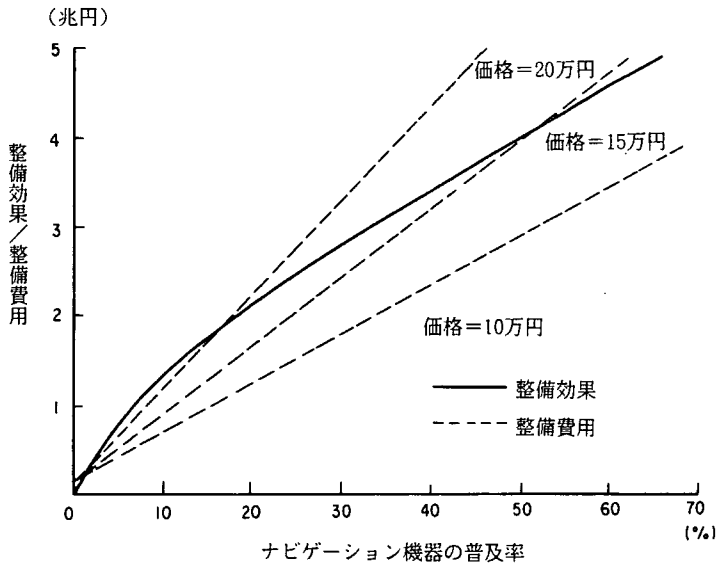


図4－38　ナビゲーション機器の普及率と整備費用・整備効果の関係

5. 個別通信システム

5．個別通信システム

5．1　既存および計画中の移動体通信システム

事業所等と自動車等の移動体との間の通信システムとしては，路車間情報システムの他にも，従来から種々のものが実用化されている。

また，試作，実験等が行なわれているシステムとしては，路車間情報システムの他にも㈶日本交通管理技術協会等による新自動車情報システム（ＡＭＴＩＣＳ）等がある。

ここでは，実用化又は，現在実験中である移動体通信システムの概要について記述する。

(1)　専用波業務用無線

業務用無線は，60MHz帯，150MHz帯，400MHz帯等の周波数を利用して基地局と移動局および移動局相互間の通信を交互通話方式（プレストーク）にて行うものが，一般的な方式である。

基地局からの通信可能な距離は，約５～10km程度であるが，基地局として設置する場所が電波の通りにくいような場合，必要なエリアが得られる山上等の高所へ基地局を設置し，この基地局と事業所間は，他の電波または有線（専用線等）で結び遠方制御により通信系を確保する方式も行われている。

(2)　簡易業務用無線

簡易業務用無線は，150MHz帯の９波および400MHz帯の20波の固定周波数を複数の無線局で共同で利用して，基地局と移動局および移動局間の通信を交互通信方式（プレストーク）にて行うものである。

簡易業務用無線は，上記周波数を複数の無線局で共用するためスケルチ方式にトーンスケルチを付加することにより他局との混信を防いでいる。現在約70万台近い無線局が免許されているが，開設局の増加による通信の輻輳の解決および音声通話以外の利用希望などについては，他の方式を含め総合的な利用を計る必要がある。

(3)　路側通信

道路の通行規制区間や雪寒地域など，または主要地点において，その地域の的確な道路交通情報を提供しようとするもので，路側放送ともいわれ，可変情報板などと併用され広義の道路情報システムの一部をなすものである。提供できる情報量も多く，きめ細かな地域情報を音声により，しかもカーラジオで簡単に受信できることを特色とする。

このシステムの概要は，気象，道路状況など各種の情報源から収集した情報から放送文を組立て（エンドレステープ録音又は自動音声合成），電話回線等により現地の送信装置に送られ放送される。使用周波数には，放送波帯域のうち，他への妨害の少い端に近い適宜な周波数（1620KHzなど）を利用し，沿道に設置されたアンテナまたは開放形伝送線路（漏洩同軸ケーブルなど）から発射される。ドライバーは放送区間の手前に設置された案内標識板で放送の予告を受け，カーラジオのダイヤルをこの周波数に合わせれば，放送区間内で繰返して聴取することができる。

(4) ＡＶＭ用サインポスト

ＡＶＭ（Automatic Vehicle Monitoring）システムは，タクシー事業などで多く使用されているが，現在運用している移動無線の回線を利用して，運行中の車両の現在位置および活動状況（実車，空車又は事故等）が運行管理センター内の表示装置に自動的に表示されるもので，配車効率の向上と迅速な業務連絡が可能となり，交通混雑の緩和，サービスの向上にも貢献している。ＡＶＭシステムには半自動方式，分散受信方式および分散送信方式があるが，位置信号を送信する無線局（サインポスト）を交通の各要所に設置する「分散送信方式」の概念図を図５－１に示す。

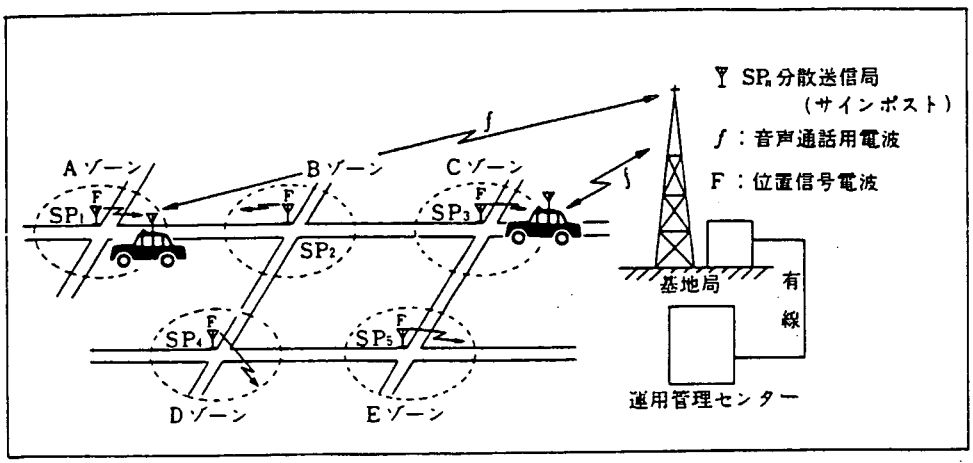


図５－１　ＡＶＭ（分散送信方式）

(5) テレターミナル

郵政省が移動中におけるデータ通信の要望に応える情報通信システムとして調査研究を行ったもので，各種ユーザが通信施設及び電波を共同で利用する小ゾーン通信基地利用システムをいう。

テレターミナルシステムは，移動又は携帯型データ端末機器との間で無線回線を形成する複数のテレターミナルとシステムの核となる共同利用センターとで構成する。

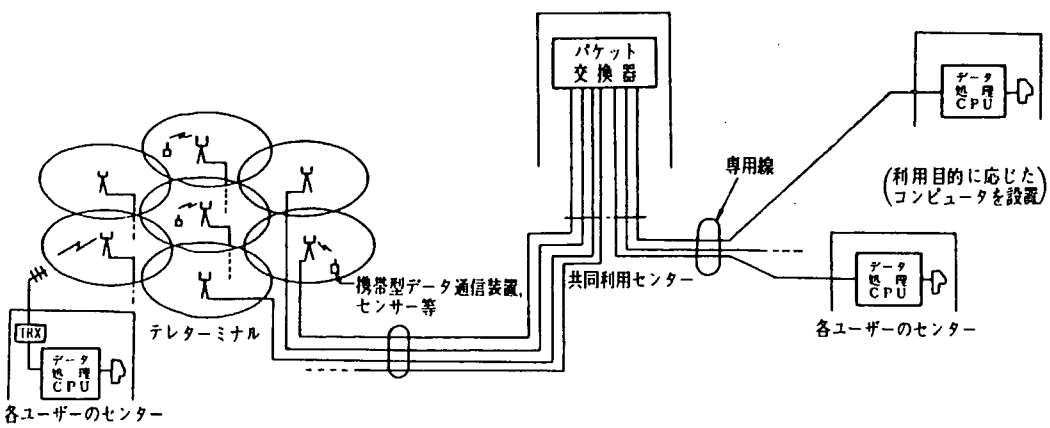


図５－２　テレターミナルの基本構成

共同利用センターは，テレターミナルと，有線データ回線で接続し，通信データの集配およびテレターミナルと対向して無線回線を形成し，通信データの授受を行う。ユーザのセンターは，処理する通信量に従い，多量の場合には，共同利用センターと有線データ回線で接続し，また少量の場合には，移動又は携帯型データ端末機器と同様に，テレターミナルと対向して無線回線を形成し通信データの授受を行う。

ゾーン構成は，半径３㎞程度の小ゾーン構成で19セルの繰返し，無線回線の制御方式は，マルチチャンネルアクセス方式であり，データ伝送方式は，無線回線伝送速度9600ｂｐｓによるパケット交換方式である。

平成元年末に東京23区をサービスエリアとして運用が開始された。

(6) 自動車電話

自動車電話は，サービスエリア内において移動体に積載の自動車電話から全国の加入電話との間はもとより，自動車電話相互間でも通信を行うことができる。このシステムは，無線基地局，無線回線制御局，自動車電話交換局等から構成されており，その概念図は図５－３のとおりである。

自動車に搭載された自動車電話は，800MHz帯の無線基地局と結ばれ，無線回線制御局，自動車電話交換局を経て，一般の電話網に接続されるもので，またこのシステムは，周波数の有効利用を図るため，マルチチャンネルアクセス方式および小無線ゾーン方式（サービスエリア内を半径３～10㎞の無線ゾーンに分割する方式）を採用するとともに，自動交換接続を確保するための自動車位置登録，ゾーン間を走行するための通話中チャンネル切替等を採用している。

自動車電話は，日本電信電話公社（当時）が昭和54年に東京23区でサービスを開始以来，逐次全国の主要都市およびこれらを結ぶ主要幹線道路へ拡大され，現在では全国の約604（ＮＴＴ）都市においてサービスの利用が可能である。又，携帯電話は，送信機出力の関係でエリアは若干狭くなるが，都市部においては有効に使われ，急速に普及している。

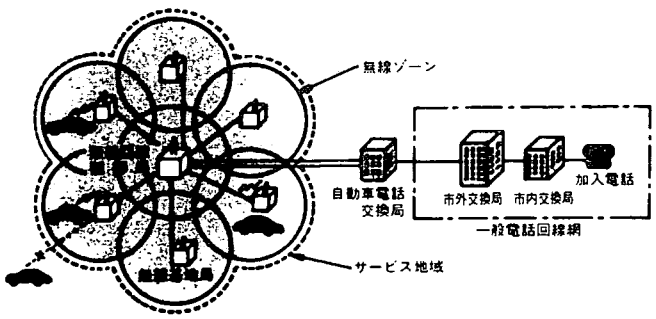


図５－３　自動車電話の概念図

(7) コンビニエンス・ラジオ・フォン

自動車電話等，他のサービスを受け難い地域に対する，比較的小規模なサービス域をもった移動体用電話である。

本システムは一般電話から陸上移動局呼出しの際に必要な自動車位置登録を行わないため，この面での

サービス性は低下するものの，基地局設備が軽減できるため，利用コストも低減でき，大規模な自動車電話システムがサービスされていない地域の補間システムとしての展開が見込まれている。

(8) ＭＣＡ

自営の公衆電話型無線通信の１つであり昭和57年10月から開設され，トラック等陸上運送事業界での利用が多い。ＭＣＡシステム（Multi Channel Access System）は，図５－４のとおり移動局，指令局，制御局から構成され，すべての通信は制御局を中継して行われる方式である。

ＭＣＡシステムは，１の制御用チャンネルによって複数の無線チャンネルのうち，空いているチャンネルを順次通信を希望している移動局に付与する方式で，１回の通信時間を制限することによって周波数の利用効率を高めている。（通話繁忙期を除く３分間）

１システムは，制御用チャンネルと最大15の通話用チャンネルをもち，約3000局の移動局が収容可能である。

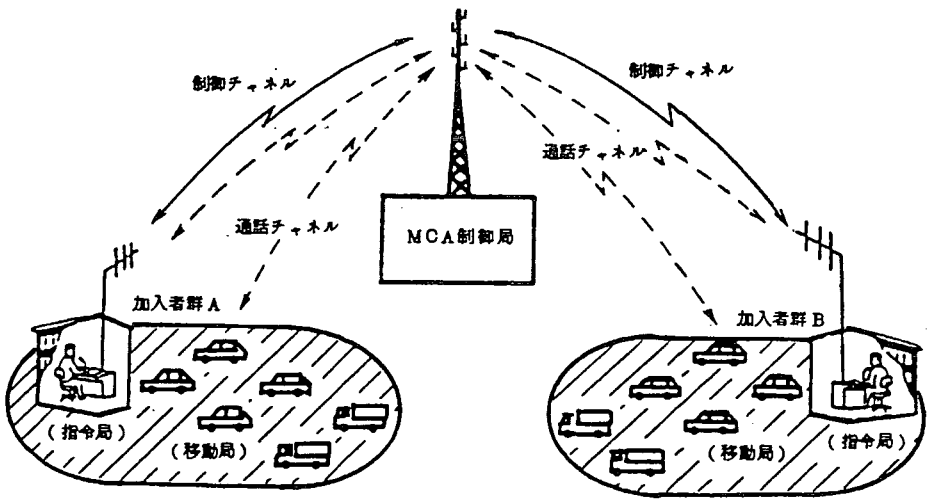


図５－４　ＭＣＡシステムの概念図

(9) パーソナル無線

パーソナル無線は事業用に限らず，個人が日常生活に必要な連絡を無線によって行うことができるように制度化された簡易無線局であって，900MHz帯の周波数の電波を使用するマルチチャンネルアクセス方式の無線電話で，157の通話用チャンネルを有している。このうち39チャンネルは，１分間通話の自開モードが設定され，即時性が要求される短時間通信のトラフィックが確認されている。通話者はこれら２つのモードを選択して運用出来る。

パーソナル無線の通信方式は，各無線機間の直接通話方式を採用しているため，その通信可能な距離は市街地で約６km，見通しの良い郊外で約10km程度である。

昭和60年にインターリブ波の使用によるチャンネル数の増加，通話時間制限等により利用しやすくなるよう技術基準が改正され，現行のシステムとなった。

(10) バスロケーション

バスの運行状況を的確に掌握し，停留所にバス接近の案内情報の表示およびバスの等間隔運行を図るなど，バス運行管理の信頼性，利便性の向上を目的とするもので，東京都交通局などで導入している。

このシステムは，バスに搭載された車載機，路上の停留所等に設置され停留所標識を兼ねた路上機およびこれと伝送回線で接続され営業所内に設置された処理装置などの営業所装置で構成されている。

路上機は，バスとの間で走行情報の送受信及び営業所装置への伝送を行うほか，バス接近状況を表示と音声により案内するとともに，主要停留所までの予定所要時分の表示も行える。

車載機は，路上機からの信号によりバス走行情報の送受信を行い，また車上表示機により運行中の乗務員に対する適切な情報提供及び指示が可能である。

営業所装置は，これらの運行情報を表示し運行管理者に提供するとともに，必要な運行調整が指示できる。また，乗客や走行時間などの運行実績データの収集から路線の各種特性資料の作成も行うことができる。

(11) マリネット電話

本システムは，東京湾マリネット計画（東京湾やその周辺における情報通信網の高度化を通じて同地域の地域開発を行おうとするもの）の７つのプロジェクトの１つに位置するもので，多様な情報を船舶と事務所，又は現場事務所，さらには関連車両間と直接通話可能とし，海上関係事業の効率化を計ろうとするものである。

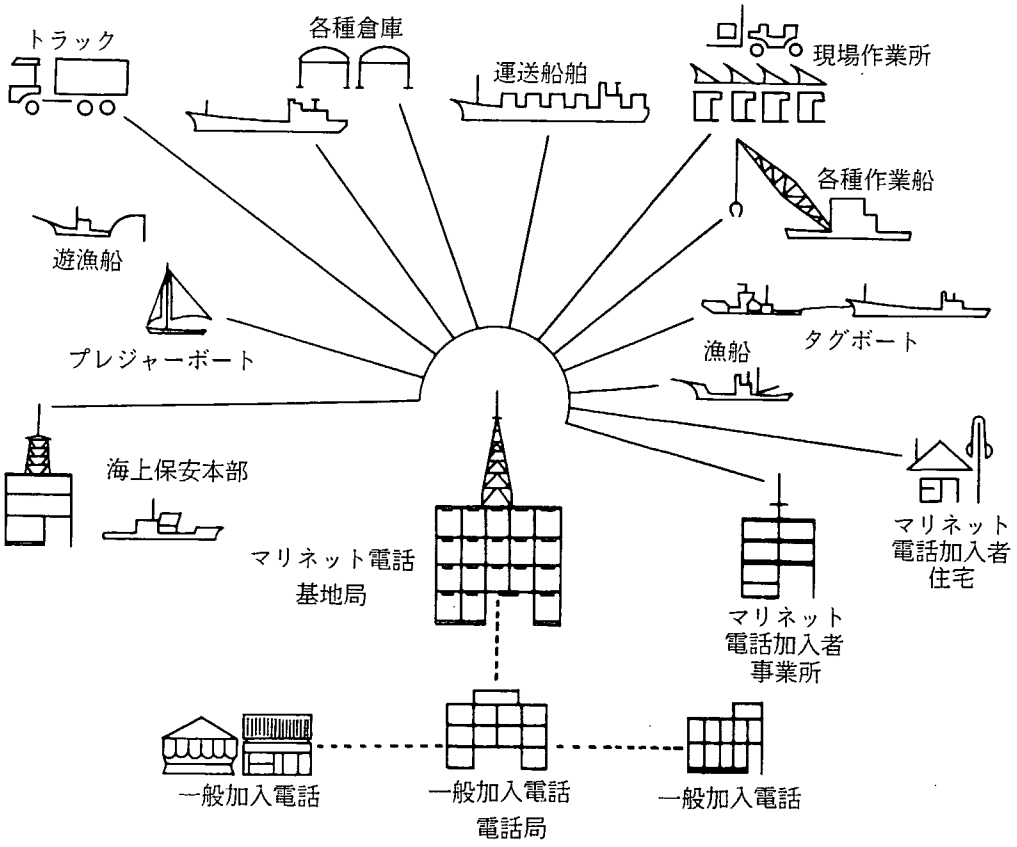


図５－５　マリネット電話概念図

マリネット電話の機能は，移動局相互間での個別およびグループ通信，ＰＳＴＮ網との接続，そして管区海上保安本部への「海の110番」等である。

システム諸元としては，800MHz帯を使用した大ゾーン方式のマルチチャンネルアクセス方式で，通信方式は移動局間が単信，ＰＳＴＮ接続が複信方式とされている。システムイメージを図５－５に示す。

⑿ 自走協・自動車局地通信総合化システム（ＡＲＩＥＳ）

通商産業省工業技術院の大型技術研究開発制度による自動車総合管制技術の研究開発として昭和48年から６ヶ年計画で行われた。自動車に搭載された車上機と主要交差点ごとに設置される路上設備との間で微弱電波を使用して，最適経路誘導，旅行時間計測，走行状況および事故等による規制を表示，警報するなどの機能を有する。

昭和53年に東京都南西部で実験エリア約30㎢，道路延長100km，対象交差点85，実験車330台により路上テストを行い，所期の目標を達成し終了した。

その後，この施設は将来の高度な道路交通情報システムへの足掛りとして建設省，警察庁等の関係機関に引継がれた。この際，車側の通信，情報機器の開発普及を目的に昭和54年通産省の指導により財団法人自動車走行電子技術協会（自走協）が設立され，最新の技術の導入および共通化，標準化を行うため機器の改良，実験，仕様の制定等を行っている。昭和62年度から，静岡県東部振興センターの協力のもとに自動車との総合的情報サービスによって，地域振興と交通の円滑化を目指したＡＲＩＥＳの実験を行っている。ＡＲＩＥＳの構成を図５－６に示す。

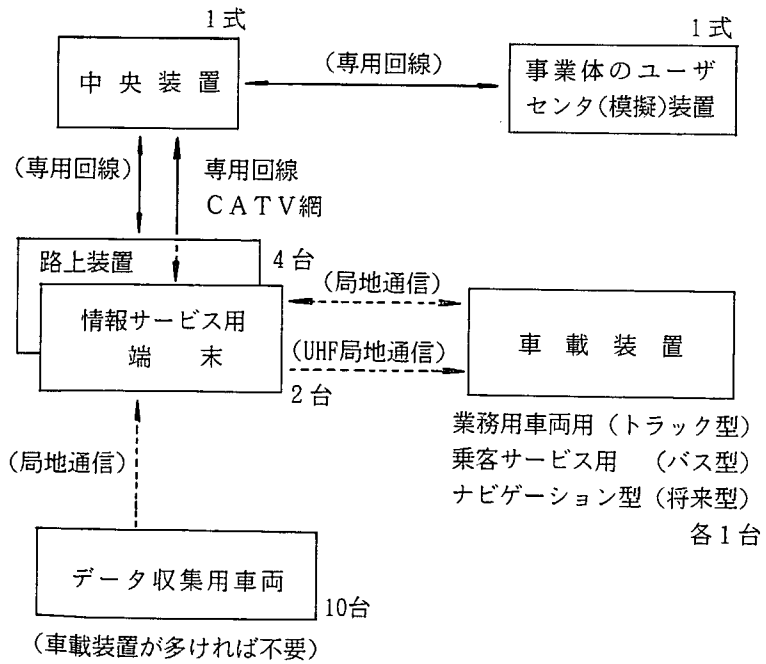


図５－６　ＡＲＩＥＳ実験システムの構成

⑬ 衛星通信システム

中・大型船向海上移動通信に関しては，既に国際海事衛星機構システム（ＩＮＭＡＲＳＡＴ）が実用されている。一方陸上移動体との通信については，車載可能な小型アンテナの実現性，トンネル内等の不感ゾーンの対応，建築物等のシャドウ・ウイングの影響の軽減等基本技術についての実験が行われている。

〈ＥＴＳ－II〉　郵政省通信総合研究所，ＮＴＴ，ＫＤＤの参加による「ＥＴＳ－Ｖ／ＥＭＳＳ実験推進会議」で昭和60年に設置され，62年８月打上げられたＥＴＳ－Ｖ衛星を利用して陸海空の総合的な移動体衛星通信の実験が実施されて，平成元年３月所期の目的をほぼ達成して終了した。

〈ＥＴＳ－VI〉　前述のＥＴＳ－Ｖの実験で得られた技術的成果は次期のＥＴＳ－VI実験に活用される予定である。ＥＴＳ－Ｖが主にＬバンド（1.6／1.5GHz帯）であったのに対し，ＥＴＳ－VIではＳバンド（2.6／2.5GHz帯）による通信を予定している。システムイメージを図５－７に示す。

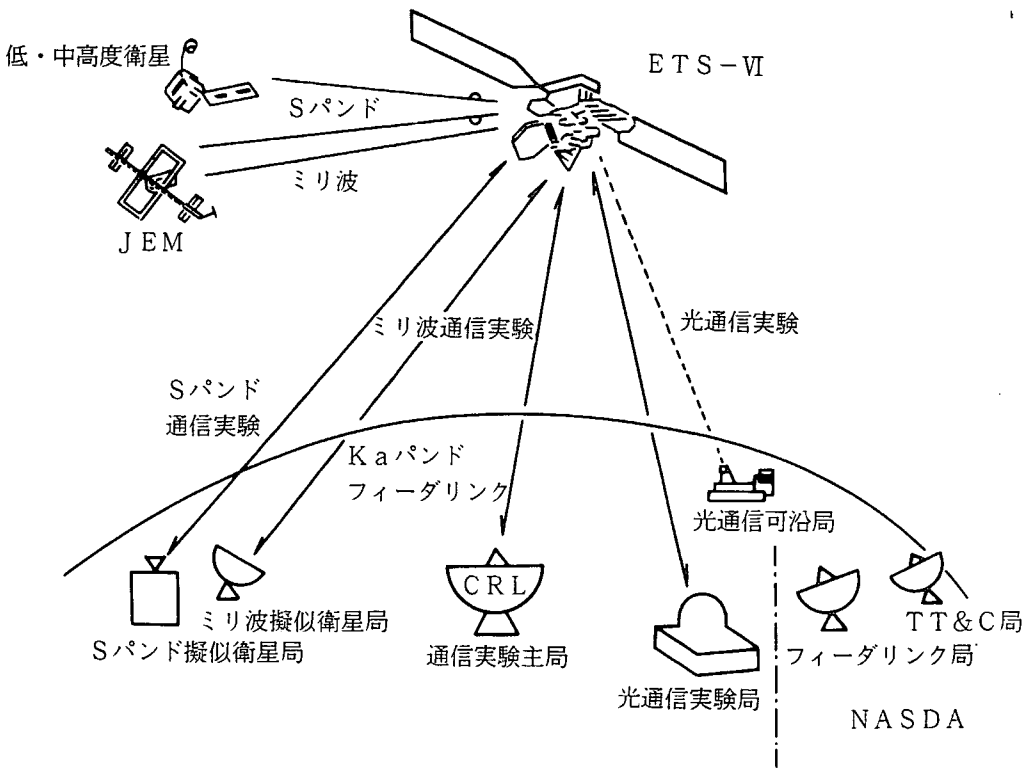


図５－７　ＥＴＳ－VIによる移動体衛星通信実験システムの構成

〈ＣＳ－３〉　通信衛星３号ａおよびｂはＫバンド（30／20GHz帯）を用いて，主に非常災害時における通信回線の確保を図ることを目的としている。運用方法として車載型地球局を導入することにより，災害・事故現場に容易に無線局を開局し通信を確保できる。

尚平常時の活用方法には固定局相互間で地震検知システム，テレビ会議システム等として運用されている。

又，利用者としては，自治省，建設省などの諸官庁や民間の公益事業者などでシステム導入されている。

〈民間衛星〉　Ｋｕバンド（14／12GHz帯）を用いて，電話，データ伝送の他，テレビ局向への番組配給，ニュース取材（ＳＮＧ），紙面伝送，テレビ会議，高速ファクシミリサービス等を提供している。

現在２社が第１種電気通信事業者として許可されて営業を行っている。

日本通信衛星㈱は，米国ヒューズ社のＪＣＳＡＴを購入して平成元年４月より開業している。

また，宇宙通信㈱は，米国フォード社のスーパーバードを購入して，平成元年７月よりサービスの提供を行っている。

⑭　欧米における移動通信

欧米においても，道路交通関連の情報通信化に関する研究が進められている。ヨーロッパでは，自動車メーカ，電気メーカ等の産業界が主導のＰＲＯＭＥＴＨＥＵＳプロジェクトがＥＵＲＥＫＡ計画の中で推進されており，更に”92年のＥＣ統合をターゲットとした国家的なプロジェクトとしてＤＲＩＶＥ計画が開始されている。ＤＲＩＶＥは自動車だけでなく，欧州全体としての将来の交通体系の構築を目指した研究である。

米国は，この分野で日本・欧州等に多少遅れをとったが，モビリティ2000と称するグループがＩＶＨＳ計画を打ち出し，国家レベルでの取組を開始した。ＩＶＨＳは自動車と道路のインテリジェント化による道路交通高度化へのアプローチである。

以下に，こうした各種の計画の中で研究されている情報通信システムの例を示す。

①－１　ナビゲーション等の双方向通信システム

・ＡＬＩ－ＳＣＯＵＴ（西ドイツ），Autoguide（英国）は共に類似なシステムで，街路の信号機柱上に赤外線ビーコン送受信機を設置し路車間で双方向通信を行った経路誘導システムである。

ドライバーが出発時に目的地名を車載機に入力すると，分岐点での左右折の音声サービス，車線変更指示，接近領域内での直線距離，方向の表示が車載ディスプレに示される。

又，道路管理者にとっては，双方向通信機能の利点を生かし，車両がビーコン間を走行した履歴情報が収集でき，道路管制用の情報として利用できる。

1992年に実用化の予定が組まれている。

図５－８にＡＬＩ－ＳＣＯＴシステムの概念図を示す。

・ＰＡＴＨＦＩＮＤＥＲ（米国）

米国連邦高速道路局（ＦＨＷＡ），カリフォルニア運輸省（ＣＡＬＴＲＡＮＳ）等が開発中のシステム。

地上の管理センターから車載機に対して交通情報を出し，車載機からは自車の速度等を送信する。自動車側では地磁気センサと合せてマップマッチング方式のナビゲーション機能を得ることができる。

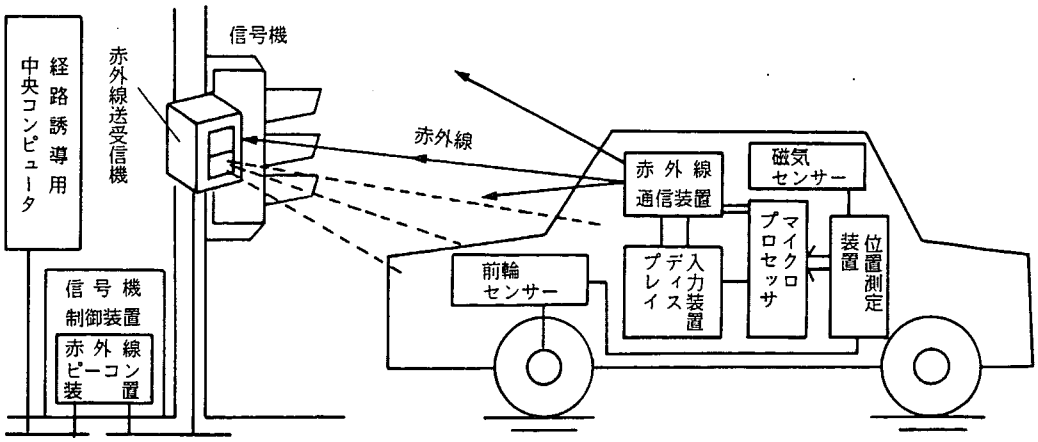


図５－８　ＡＬＩ－ＳＣＯＴシステム概念図

②－２　放送方式の交通情報提供システム

・ＡＲＩ（Autofahrer Rundfunk Information）

本システムはＦＭの多重放送を用いた音声による交通情報の提供システムである。1970年代前半に開発され西ドイツ，オーストリア，米国等で実用されている。

・ＲＤＳ（Radio Data System）

ヨーロッパで標準化を目指すデータ信号方式によるＦＭ放送の多重放送方式で，1989年西ドイツ←→オランダ間，フランスで実験が行われた。

道路交通情報は各国で共通化され，コードデータで放送されている。車両ではこのコードデータを受信し，車両内で各国語の合成音声音でドライバーに道路交通情報を提供している。

〈略語一覧〉

ＡＲＩＥＳ	: Automobiles' Roadside-transceive Infrastructure for Extensive Services
ＩＮＭＡＲＳＡＴ	: International Maritime Satellite Organization
ＥＴＳ－Ｖ	: Engineering Test Stallite -V
ＥＴＳ－Ⅵ	: Engineering Test Stallite -Ⅵ
ＥＭＳＳ	: Experimental Mobile Satellite System
ＡＭＴＩＣＳ	: Advanced Mobile Traffic Information & Communication System
ＲＡＣＳ	: Road/Automobile Communication System
ＶＩＣＳ	: Vehicle Information and Communication System
ＰＲＯＭＥＴＨＥＵＳ	: Program for European Traffic Highest Efficiency and Unprecedent Safety
ＥＵＲＥＫＡ	: European Research Coordinat Agency

表５－１(a)　既存又は開発中の移動体通信システム

区　分	(1) 専用波業務用無線	(2) 簡易業務用無線	(3) 路側通信	(4) ＡＶＮ用サインポスト
通信系統	（同一免許人間） 基地局 移動局 ―――― 移動局	（同一免許人間） 基地局 移動局 ―――― 移動局	特別業務の局 ―――― カーラジオ	サインポスト 移動局 ⋮ （専用波業務用無線） ⋮ （基地局）
通信可能な距離	基地局から５～１０km内外	基地から５～１０km	○誘導線（最長３．５km）から２０m程度 ○空中線から２km	サインポストから　約６００m
使用周波数	主として　１５０MHz帯 及び　　４００MHz帯	１５０MHz帯及び ４００MHz帯	１，６２０kHz １，６２９kHz	４２０MHz帯 （サインポスト）
周波数の使用方法	専用	１波を複数免許人で共用	専用	１波を全局で利用
電波の型式	Ｆ２Ｃ，Ｆ２Ｄ，Ｆ３Ｃ，Ｆ３Ｅ等	Ｆ３Ｅ	Ａ３Ｅ	Ｆ２Ｄ
空中線電力	５０W以下	５W以下	１０W以下	４０W以下
通信の方式	交互通信方式（プレストーク） 同時送受信方式	交互通信方式（プレストーク）	片方向方式	片方向方式
通信内容	音声，データ，ファクシミリ	音声	音声	データ
通信時間制限	無	５分以内	無	—
秘話機能	無	無	—	—
盗聴性	有（秘話機能付加可能）	有	—	—
使用上の要件	基地局，陸上移動局の免許を受ける。	１対向（２局）以上の免許を受ける。	周波数，電力に応じて特別業務の局は免許を必要とする。	免許人（公益法人）との利用契約
混信	無いことにしているが状況によっては混信する。	多い	無	
データ速度	１，２００ｂｐｓ	—	—	１，２００ｂｐｓ
無線従事者資格	要配置	不要 （無線機器形式検定合格機器を使用の場合）	要配置	—
利用業種例	警察，消防，電力，ガス，水防，道路	販売業，製造業，金融業，運輸業	道路	運輸業等
システム例	タクシーＡＶＭ，バトカーＡＶＭ 消防・救急指令 都道府県防災行政無線 市町村防災行政無線			タクシーＡＶＭ
普及状況	約９６７，０００局（平成２年３月）	約７５４，０００局（平成２年３月）	東名，関越，阪神，首都高速の一部，その他一般道にて１７４システム（平成２年３月）	都内で１０７ヶ所（平成２年３月）

表５－１(b)　既存又は開発中の移動体通信システム

区　分	(5) テレターミナル	(6) 自動車電話	(7) コンビニエンス・ラジオ・フォン	(8) MCA
通信系統	共同利用センター←→ユーザーセンター ↑ ↓ テレターミナル←→端末	一般電話←→自動車電話 自動車電話←→自動車電話	陸上移動局←→基地局 ↓ 一般電話	（同一免許人間） 指令局←→制御局 ⇔ 移動局 ⇔ 移動局 （基地局）（法人） （一斉呼出も可能）
通信可能な距離	テレターミナルから半径３km程度	基地局の無線ゾーンは半径３～１０kmが標準	１基地局２０～３０km	同一サービスゾーン内半径約２０km
使用周波数	８００MHz帯	８００MHz帯	８００MHz帯	８００MHz帯
周波数の使用方法	MCA＋TDM	基地局無線ゾーン内の多周波数を共用（空チャンネル自動選択）	MCA	ゾーン内通信用周波数（１５波）を共用（空チャンネル自動選択）
電波の型式	F1D	F1B，F1D，F2D，F3E等	F2C，F2D，F3C，F3E等	F2C，F2D，F3C，F3E
空中線電力	テレターミナル　１０W以下 端末　５W以下	基地局　４５W以下 陸上移動局　５W以下	基地局　４０W以下，陸上移動局　５W以下	制御局　４０W以下 指令局　１０W以下，移動局　１０W以下
通信の方式	テレターミナル　同時双方向 端末　交互双方向	同時送受話方式（一般電話の場合に同じ）	同時送受話	交互通話方式（プレストーク）
通信内容	パケット化データ	音声，データ，ファクシミリ	音声，データ，ファクシミリ	音声，データ，ファクシミリ
通信時間制限	長いデータは料金面で抑制	無	３分	３分間で切断される（通話繁忙期を除く）
秘話機能	ユーザーシステムの設計による	一部に有	無	無
盗聴性	特定通信傍受は困難	特定通話傍受は困難	有	特定通話傍受は困難
使用上の要件	電気通信事業者と加入契約	電気通信事業者と加入契約	電気通信事業者と加入契約	１．制御局免許人（公益法人）との利用契約 ２．指令局，移動局の免許を受ける
混信	無	無	無	無
データ速度	（無線部伝送速度　９，６００bps）	１，２００bps		１，２００bps
無線従事者資格	不要	不要	不要	要配置
利用業種例	販売業，製造業，運輸業	一般	一般	販売業，製造業，金融業，運輸業
システム例	—		他の移動通信サービスを受けにくい地域を中心に展開見込。	
普及状況	平成元年１２月より事業開始	約４９０，０００局（平成２年３月）	十勝（北海道）（平成元年１１月）	約３３８，０００局（平成２年３月）

表５－１(c)　既存又は開発中の移動体通信システム

区　分	(9) パーソナル無線	(10) パスロケーション	(11) マリネットホン	(12) 衛星通信
通信系統	（同一又は異免許人間） 移動局←→移動局 （不特定呼出も可能）	基地局 ↕ 路上装置←→車載装置	携帯基地局←→一般電話 └→携帯局	移動地球局 ↕ 衛星 ↕ 固定地球局
通信可能な距離	市街地　約６km 見通しの良い郊外で約１０km	基地局の無線ゾーン内	陸上２０km 海上５０km	全国規模
使用周波数	９００MHz帯	１５０MHz帯	８００MHz帯	固定←→衛星６GHz，４GHz帯 移動←→衛星１．６GHz，１．５GHz帯
周波数の使用方法	通話用周波数１５７波を全局で共用 （空チャンネル自動選択）	専用	ＭｅＡ	
電波の型式	Ｆ２Ｄ，Ｆ３Ｅ	Ｆ２Ｄ	Ｆ１Ｄ，Ｆ２Ｄ，Ｆ３Ｅ，Ｆ３Ｃ等	Ｆ２Ｃ，Ｆ３Ｅ，Ｇ１Ｄ，Ｇ７Ｗ等
空中線電力	５Ｗ以下	５０Ｗ以下	携帯基地局４０Ｗ以下，携帯局５Ｗ以下	衛星２２Ｗ以下，６．３Ｗ以下
通信の方式	交互通話方式（プレストーク）	交互双方向方式	同時送受話	同時送受話
通信内容	音声，データ	データ	音声・ファクシミリ	音声，データ，ファクシミリ，テレビ電話等
通信時間制限	５分間で待受状態に復帰する（通話切断）		有	—
秘話機能	無	無	無	—
盗聴性	特定通話傍受は困難	有	有	—
使用上の要件	必要な数の免許を受ける （免許申請は（財）電波振興会が代行）	要免許	電気通信事業者と加入契約	—
混信	少ない	無	無	—
データ速度	１，２００ｂｐｓ	１，２００ｂｐｓ		
無線従事者資格	不要 （技術基準適合証明を受けた機器に限る）	要配置	不要	—
利用業種例	一般	路線バス	一般	小型移動体通信（想定）
システム例		バス接近表示等	港湾及びその周辺地域	
普及状況	約１，５６７，０００局（平成２年３月）	約２８００局（平成２年３月）	東京湾（昭和63年９月），関西（平成元年12月）	ＥＴＳ－Ⅴで昭和６２年１１月から実験中

表５－２　開発中の移動体通信システム　参考仕様

区　分	ＲＡＣＳ（日本）	ＡＭＴＩＣＳ（日本）	ＡＬＩ－ＳＣＯＵＴ（欧州）	ＰＡＴＨ　ＦＩＮＤＥＲ（米）
通信系統	路上装置←→車載装置	テレターミナル基地局 → 車載装置 路上装置 → 車載装置	路上装置←→車載装置	基地局←→車載装置
通信可能な距離	５０～１００ｍ	テレターミナル　３ｋｍ程度 路上装置　数ｍ程度	交通信号の見通し距離１００ｍ程度	２０ｋｍ程度
使用周波数	２．５ＧＨｚ帯	テレターミナル　８００ＭＨｚ帯 路上装置　１３ＧＨｚ帯	赤外線９５０ｎｍ	４００ＭＨｚ帯
周波数の使用方法	１組波（送・受）	テレターミナル　１波 路上装置　１波	１継（送・受）	１波
電波の型式	—	—	—	—
空中線電力	１０ｍＷ以下	４０Ｗ以下／３０ｍＷ以下	—	３０Ｗ
通信の方式	双方向	片方向	双方向通信	双方向通信
通信内容	データ	データ	データ	データ
通信時間制限	—	—	—	—
秘話機能	—	—	—	—
盗聴性	—	—	—	—
使用上の要件	—	—	—	—
混信	—	—	—	—
データ速度	５１２ｋｂｐｓ	９６００ｂｐｓ／１６ｋｂｐｓ	１２５ｋｂｐｓ	４８００ｂｐｓ
無線従事者資格	—	—	—	—
利用業種例	道路利用車両	道路利用車両	道路利用車両	道路利用車両
システム例	東名海老名～首都高速	国際花と緑の博覧会	ＬＩＳＢ（ベルリン） Ａｕｔｏｇｕｉｄｅ（ロンドン）	カリフォルニア
普及状況	実験中	実験中	実験中	実験中

5．2　個別通信システムのニーズ調査

5．2．1　ニーズ調査の目的

個別通信システムを実現していくには，技術的な見地からシステムの可能性や実現しうる機能を審議すると同時にユーザ企業の利用ニーズを調査し，必要と思われる機能から優先的に利用環境を整備していく必要がある。

個別通信システムのニーズ調査の目的は大きく２つに分けることができる。一つは対象を都市間高速道路の長距離トラックに限り，ＡＶＭ（営業車両ロケーション）を中心にどのような機能が要求されるかを調べるものである。もう一つは短距離の輸送で，主に市街地での物流に関係する車両について，要求される機能を調査することである。

5．2．2　ニーズ調査の方法

長距離物流事業者，都市圏運輸事業者及び一般事業所を対象にアンケートとヒアリングによって大規模に調査を行った。

都市間高速道路を常時使用しているトラック事業所では，移動体通信について関心が高いことが指摘されているので質問の内容として車載装置の機能を決定する上で，具体的に参考となる項目も含めた。

また，都市圏における調査は，都市圏での業務に移動体通信の必要性が潜在的にどの程度あるものなのかを調べるのが主目的であったので，路車間情報システムの都市圏での利用方法を図示し，関連する質問に答えてもらうようにした。都市圏の場合は，路車間情報システムの導入形態が多様であると考えられるので，細部にわたる質問は避け都市圏の中で物流を業務とする事業所と，営業等の一環として多数の事を管理している事業所とに分けて考えた。いずれの場合も，車両の管理運営に責任のある方，あるいは保有する営業車両の担当部署の責任者の方にアンケートの回答をお願いした。

一方，インタビュー調査は，物流事業者，旅客事業者，一般事業所を対象とし，ある程度実績のあると思われるところを選んで調査対象とした。インタビューは，現在利用している移動体通信システム，利用形態，現在計画している通信機器の導入計画等の質問から，現在使用している通信システムの長所，短所等も述べてもらった。さらに機器だけでなく，電波や関連分野の制度に関する問題点，さらにマンマシンインタフェースに関連する事等，自由に論じてもらった。

5．2．3　アンケート調査結果

1）長距離物流事業者

(1) アンケート調査の概要

① 調査対象

a．トラック保有台数51台以上のトラック事業者：1917事業者（95）

（注）カッコ内は，路線トラック事業者の数

b．漁協，農協

・漁協は取扱高上位15都道府県

・農協は取扱高上位23都道府県

② アンケート調査方法……郵送法

③ アンケート発送数……1,238事業所

（内訳）・路線トラック事業者（51台以上）：95事業所

・その他のトラック事業者（51台以上）：1105事業所

・農協23，漁協15：小計　38組合

④ アンケート調査の回収結果……195票（回収率　15.8%）

(2) アンケート分析結果

① 運行管理上実施している項目

会社と運転手間で運行管理上実施している連絡としては，異常事態時の連絡（92.8%），到着時間遅延時の連絡（85.6%），等の定時運行が不可能な場合にはほとんどのトラック事業者は連絡を行っている。また半数近くのトラック事業所は，運転手側からの到着時の連絡や定期的な連絡を義務づけている。

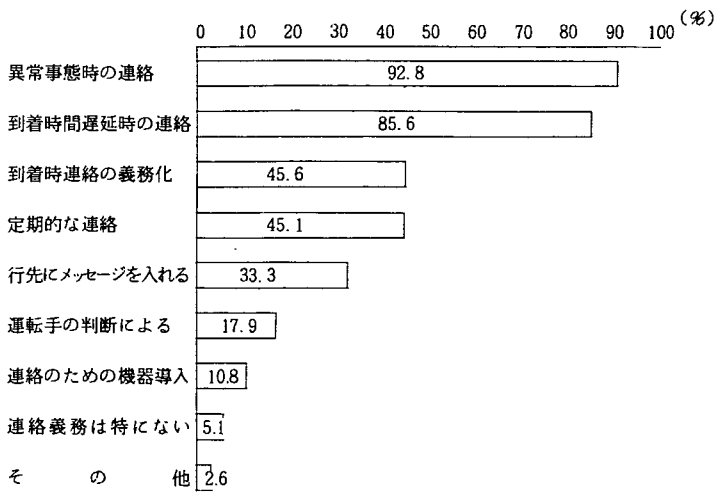


図５－９　長距離トラックの運行管理上実施している項目（全体）

② 会社から運転手への連絡事項

会社から運転手への連絡事項の中で重要なものとしては，行き先変更連絡（62.6%）と到着スケジュールの変更指示（55.9%）が高い。連絡頻度の高い連絡事項も同じ傾向がある。

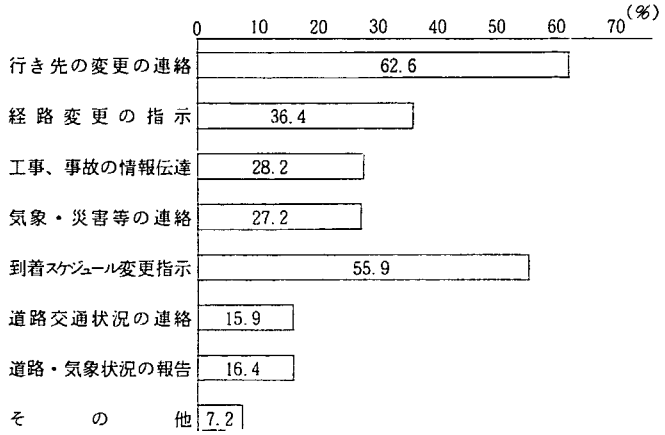


図５－10　会社から運転手へ　重要なもの（全体）

③ 運転手から会社への連絡事項

運転手から会社への連絡事項として重要なものは，異常事態の連絡（60.5%）が最も高く，次いで到着時刻の大幅な遅れの連絡（52.3%），トラックの故障等の連絡（49.7%），運転手の体調不良の連絡（35.9%）と続いている。

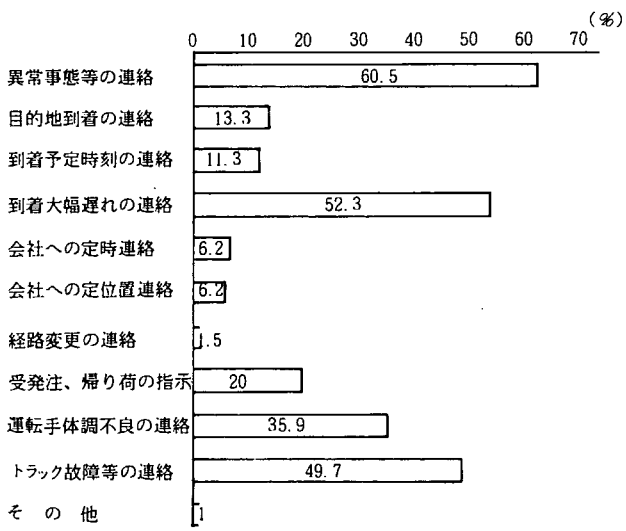


図５－11　運転手から会社へ　重要な連絡事項（全体）

2）都市圏運輸事業者

(1) アンケート調査の概要

① 調査対象

東京・神奈川に本社を持つ運輸事業者

② アンケート調査方法……郵送法

③ アンケート発送数……588社

・東京都，神奈川県内に本社を持つ区域事業者，特定事業者のうち，保有車両数21台以上の企業より抽出（500社）

・東京都，神奈川県内に本社を持つ乗合バス事業者全数（28事業所）（民営，公営共）

・東京都，神奈川県内のハイヤー，タクシー事業者の内，保有台数201台以上の事業所全数（30社）

④ アンケート調査の回収結果（運輸事業者）…106票（回収率19.0%）

(2) アンケート分析結果

① 自社保有車の利用目的

トラック事業者の自動車の利用方法としては，当然貨物の輸送業務であり，ほとんどのトラック会社が実施している。

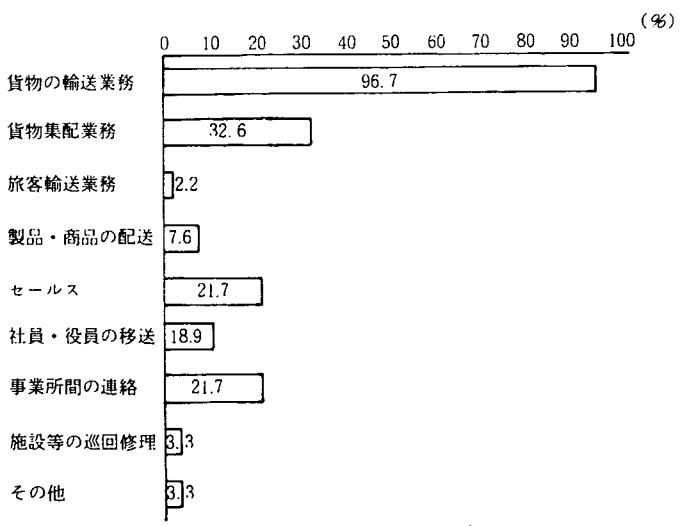


図5－12　自社保有車の利用目的

② 会社と車との連絡手段

トラック会社における会社と車との連絡は，運転手からの電話が主で，4分の3近い企業が実施している。

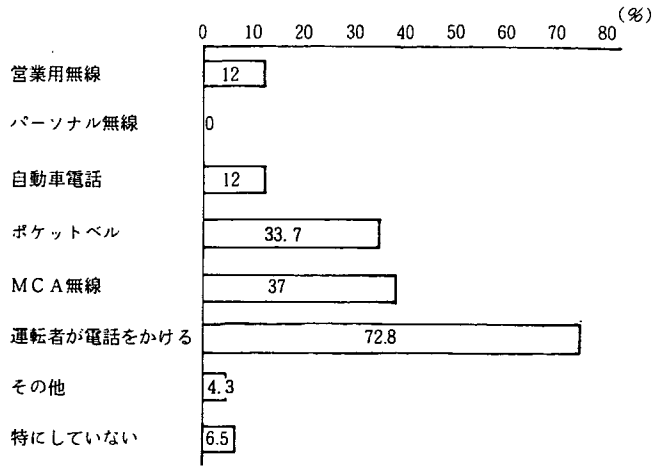


図５－13　車との連絡手段

③　会社と車との連絡内容

会社から車の利用者への連絡内容としては，業務内容変更の指示が最も多く，８割の企業が連絡を行っている。

車から会社への連絡の内容としては，業務完了の連絡が84％と最も多く，続いて各種予定変更の連絡，帰社予定の連絡，現在位置の連絡が半数の企業から挙げられている。

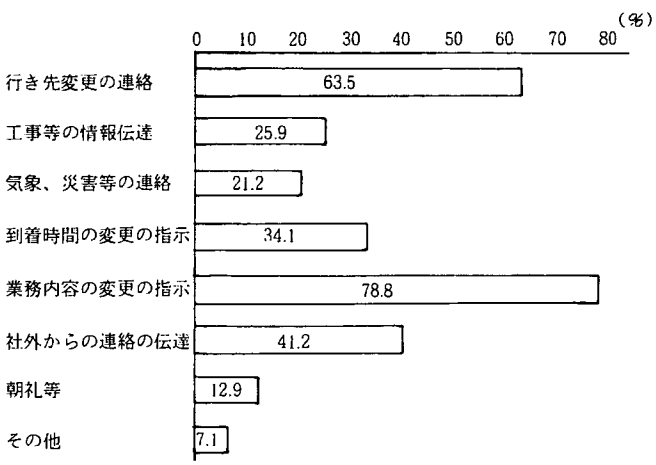


図５－14　会社から車への連絡内容

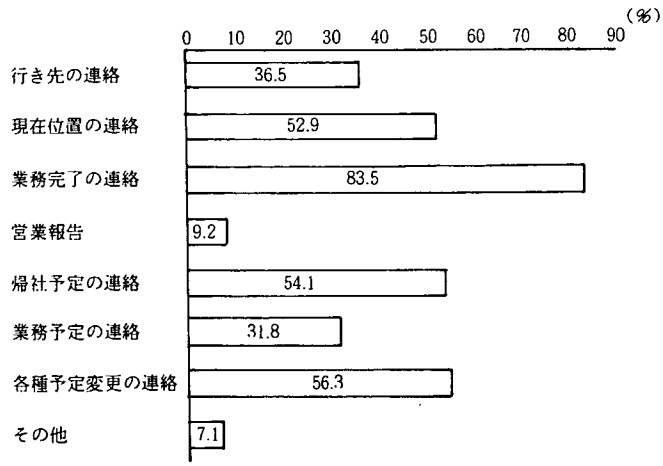


図５－15　車から会社への連絡内容

３）都市圏一般事業所

(1)　アンケート調査の概要

①　調査対象

東京・神奈川に本社を持つ上場企業

② アンケート調査方法

郵送法

③ アンケート発送数……1,000社

・1部，2部上場企業の内，東京都，神奈川県内に本社を持つ企業全数（964社）

・未上場企業の内，主要企業（36社）

④ アンケート調査の回収結果……211票（回収率　21.1%）

(2) アンケート分析結果

① 自社保有車の利用目的

一般企業の自動車の利用方法として多いのが，社員・役員の移送とセールスへの利用である。社員や役員の移送には，9割の企業が自社保有車を利用している。セールスに利用する企業は7割あり，特に卸・小売業ではほとんどの企業がセールスに利用している。

② 会社と車との連絡手段

一般企業での会社と車との連絡は，自動車電話または運転手からの電話が主で，半数の企業がこれらの機器を利用している。営業用無線，パーソナル無線，ＭＣＡ無線を利用している企業はほとんどない。

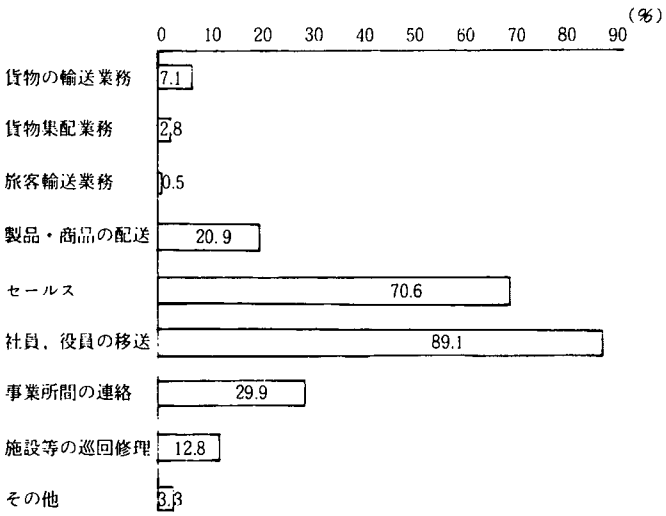


図5－16　自社保有車の利用目的

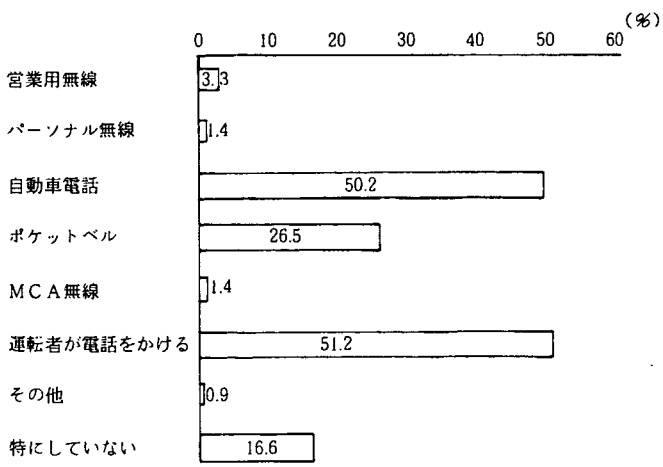


図5－17　車と会社との連絡手段

③ 会社と車との連絡内容

会社から車への連絡内容としては，業務内容の変更の指示と社外からの連絡の伝達が主要なものである。

車の利用者から会社への連絡の内容としては，予定変更の連絡が45%，帰社予定の連絡が42%と多く，業務予定・行き先・業務完了の連絡がこれに続いている。

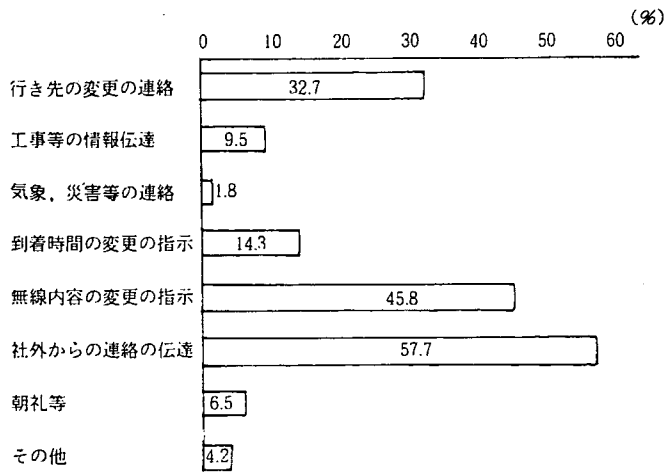


図５－18　会社から車の利用者への連絡内容

５．２．４　インタビュー調査結果

１）インタビュー調査の概要

アンケートによるニーズ調査と並行して事業所インタビュー調査を実施した。インタビュー調査の対象企業は，物流事業者（路線，区域，特定等），旅客事業者（バス），一般企業（移動体通信の先進的な所及び業種別）の３つに分けられる。

インタビュー訪問先は，次の通りである。

ａ．物流事業者

①　名鉄運輸	②　エスラインギフ	③　西濃運輸	④　ヤマト運輸
⑤　日本通運	⑥　佐川急便	⑦　大崎運輸	⑧　日本運送
⑨　福山通運	⑩　トナミ運輸	⑪　堺市運輸事業協同組合	

ｂ．旅客事業者

①　北陸鉄道	②　東京空港交通	③　東日本旅客鉄道

ｃ．一般事業所

①　東京ガス	②　日産自動車	③　ポーラ化粧品本舗	④　西武百貨店
⑤　総合警備保証	⑥　花　王	⑦　コクヨ	⑧　フレッシュシステムズ
⑨　松下電器産業	⑩　晴海レミコン輸送	⑪　東京コカコーラボトラーズ	
⑫　キリンビール	⑬　団地サービス	⑭　タイホー・テクトサーク（倉庫業）	
⑮　雪印乳業	⑯　ホクレン		

２）物流事業者インタビュー結果

物流事業者は，長距離輸送と都市圏域を対象とした近距離輸送に大別できる。

長距離トラックの場合，長距離輸送のほとんどが高速道路を利用しているため，運行時の連絡は非常時

連絡に変わりつつある。

一部の大手の路線トラック事業者は，高速道路沿いに無線システムを自営で設置し，音声連絡と位置把握を行っている。

長距離輸送の中小トラック事業者では帰り荷の共同配送・共同配車のための運行管理情報を必要としている。

物流分野でもっとも車と会社との連絡網が発達しているのは近距離輸送である。その中でも宅配業務がもっとも進んでいる。

宅配車両の多くはＭＣＡ無線による音声連絡とデータ伝送を利用している。大手の宅配事業者には，運転手が席を離れていても連絡できるようにコンピュータ等と連動させたシステムでメッセージの伝達（プリントアウト，ＦＡＸ等）を行っている。

3）旅客事業者（バス事業者）インタビュー結果

バス事業者は，路線バスと貸切りバスに区分できる。

路線バスの場合，乗客へのサービスとしてロケーションシステムによるバス接近表示システムの導入が行われている。

長距離路線バス（主に高速バス）でも高速道路での位置把握によるバス接近表示システムの共同利用に関心が高い。

空港輸送バス等の時間制約の厳しい路線バスでは，詳細な道路情報の入手と位置情報を利用した運行管理が運行管理者及び運転手にとって重要である。

貸切りバスの場合は，全体的に長時間乗客が乗っていることから乗客サービスの一環として自動車電話の設置が進んでいる。導入については，費用，運用コストが高すぎることが普及を阻害している。

4）一般事業所

一般事業所の場合，物流部分は，系列の物流会社やトラック事業者に依存する傾向にある。

製造業・流通業とも在庫を必要最小限度に押える傾向にあり物流部門は少量多品種多頻度の輸送体制で対応することが必要となってきている。

情報システムの利用に積極的な企業では，受注から納入までの時間を短縮するために情報システムを使い，受発注データをいかに早く取り込むかに努力している。

この解決方向として１つは営業活動による受注情報をハンディターミナル等から入力し，公衆電話やＭＣＡ無線機からデータを伝送するもので瞬時に物流システムと連動可能である。もう１つは取引先に端末を入れ，オンライン受発注を行うものである。

5．2．5　ニーズ調査結果のまとめ

物流事業者，旅客事業者及び一般事業者のアンケート分析結果とインタビュー調査結果に基づき，ユーザニーズを長距離（都市間）と近距離（都市圏）に分けて整理をしまとめを行うと次のとおりである。

1）長距離（都市間）輸送・移動における路車間情報システムニーズ

(1) 物流事業者

◇高速道路上での位置把握ができれば，運行管理，延着の連絡等はなくてもよい。

◇今よりも詳細で精度の高い道路交通情報については，運行管理上必要な情報である。

◇高速道路上では，公衆電話から連絡する時間的なロスや煩わしさから連絡は車中からとりたいというニーズは強い。

◇予定時刻に目的地に着ける場合，途中での連絡はほとんど必要ない。ただし，緊急時の連絡手段の確保という面で音声連絡が可能であればよいという意見が多い。

◇定常連絡の場合，決まった内容，項目の連絡が多いため，記号や略号でも差し支えないとする意見が多い。

◇長距離の生鮮食品や市況作物は，出発してから市況の様子によって目的地の変更指示を行う場合があるため，行き先指示等の簡単なメッセージ伝達が必要である。

(2) 旅客事業者

◇長距離輸送の高速バスは所要時間が長いため，乗客サービスの一環として，自動車電話が普及しつつある。

◇自動車電話機能は，乗客サービスの外にドライバーから運行管理者への連絡等にも利用されている。

◇高速バスでは，バス停でのバス待ちの乗客向けサービスとして，バス停への接近表示を行いたいとするニーズは強い。

◇路線バスでも，乗客サービスの向上のため位置把握機能を利用したバス接近表示システムの導入に関心がある。

◇観光バスも乗客サービスの一環としての自動車電話機能を導入しているところが増えている。運転手も自動車電話で会社への連絡や行き先（ホテル，目的地，訪問先）への到着時間の連絡や延着の対応など走りながら行うことが可能である。

(3) 一般事業者

◇一般事業者の場合，自社内に物流部門を持つ企業は少ない。物流ニーズは物流事業者に同じ。

◇長距離輸送警備（現金，証券類，宝石等）車両では，定期的な連絡が義務づけられているが，位置把握とメッセージ伝送で代替可能である。

2）近距離（都市圏）輸送・移動における路車間情報システムニーズ

(1) 物流事業者

◇宅配事業における集荷，集配車は集荷指示，集配指示や客からの荷物の問い合わせを配送センタと

連絡を行って対応している。１日１台当り10回～30回ぐらいの連絡頻度があり，音声では対応しきれなくなっている。

◇大手の会社ではＭＣＡによる音声とメッセージのプリントアウトを行っている。

◇宅配のドライバーと会社側では，音声以外の記録に残る連絡が必要である。

◇集荷，集配時の納品・荷受け処理をハンディターミナルで入力処理し，車両からその場でデータ伝送するニーズは今後強まる。

(2) 旅客事業者

◇路線バスのバスロケーションシステムの位置把握機能を共同で利用したいとする意見が強い。

◇空港バスは路線バスの中でも到着時間の厳守が必要とされ，このため刻々と変わる道路状況の把握がバス運転手と運行管理者側双方にとって必要である。

◇空港バスでは，定常的な通過位置の連絡と残りの所要時間等を空港側の運行管理者と密接に連絡を取り合っているが，位置情報や定期連絡（異常の有り無し）は，路車間情報システムの位置把握，メッセージ交換で代替可能である。そして，緊急時の連絡のみに音声連絡を制限したい意向を示している。

(3) 一般事業者

◇営業車両では，セールスマンが出先から商品の受注データを配送センタへ伝送するニーズは高まりつつある。

◇自動販売機の保守や缶の補充，団地やビルの修理・保守では会社から車への連絡が必要である。しかも車両にいる時間よりも修理等で席を離れていることが多いため音声の連絡は必ずしも適していない。そのため会社から一方的に車へメッセージ伝送とプリントアウトによって記録に残すニーズは高い。

◇車からの伝送データ（受発注データ等）を直接，自社の情報システムにオンラインでつなげていくような情報ネットワーク機能をもった車載機器が今後益々活発化するものと考えられる。

◇警備車両は緊急時に巡回先や待機場所から直行するために現場の様子や状況の説明をパトロールセンタから直接パトロール車両に伝えるための連絡手段を確保する必要がある。

◇頻度の高い連絡事項は，概して定形化できる内容が多く，音声である必然性は少ないように思われる。また，簡単なメッセージ，記号情報で十分な場合も多い。

５．３　個別通信システムに要求される機能

５．３．１　情報化ニーズの整理

路車間情報システムの機能として考える場合には，道路を管理する立場からのニーズや，一般のドライバを含めた道路利用者全体のニーズをトータルとして検討する必要がある。こうしたニーズについては，各種検討機関がニーズ調査等を行っており，報告されているものがある。これ等の内容を整理すると次のようになる。

[道路管理者の主な情報化ニーズ]

(1) 道路交通情報の収集手段の高度化

(2) 凍結，落下物，事故等の道路状況の早期把握

(3) 各種道路交通情報の提供手段の高度化

(4) 道路標識の高度化（提供内容の充実，都市景観対策等）

(5) 渋滞軽減のための道路利用の効率化（経路誘導，通行料自動課金等）

(6) 安全走行のための走行支援情報の提供

(7) 道路交通管理用通信の高度化

[一般車両の主な情報化ニーズ]

(1) 目的地方向の道路交通状況の把握及び旅行時間の把握

(2) 現在位置，地図情報，目的地までの経路誘導情報の入手

(3) 駐車場，ガソリンスタンド，レストラン等の沿線施設情報の入手

(4) 経済的な通信手段の利用

(5) 安全走行のための運転支援情報の入手

(6) 地域観光情報，生活関連情報等の入手

5.2節に報告されたニーズ調査は，最も通信機能を要求すると思われる事業用車両を対象として行ったものである。調査内容を，同様に整理すると次のようになる。

[業務用車両の主な情報化ニーズ]

(1) 目的地方向の道路交通状況の把握及び旅行時間の把握

(2) 事故等の渋滞にたいする最適な迂回路の情報

(3) 異常時，緊急時の連絡や，定期連絡のための経済的な全国レベルの通信手段

(4) データ通信等の通信メディアの高度化利用

(5) 全国レベルでの車両運行管理を行うための車両位置情報の把握

5．3．2　道路管理者としての要求機能

前述の道路管理者としての情報化ニーズを実現するためにシステムが持つべき機能を考える。

(1) 道路交通情報の収集手段の高度化

現在のトラッフィクカウンタによる道路交通データの収集や，ＩＴＶカメラによる状況把握では，直接旅行時間を提供することは困難である。リアルタイムに旅行時間を算出するために，車の位置と通過した時間及び車両ＩＤ（識別番号）のデータを収集する方法が考えられる。具体的にはＡＶＩ（Automatic Vehicle Identification）機能を用いることによって，区間の旅行時間を計算するこ

とが可能となる。

(2) 凍結，落下物，事故等の道路状況の早期把握

道路を走行中の車両が，道路の異常を発見したときに，車両からの連絡手段があれば，道路管理者は早期に対処可能となる。例えば，車両に用意された緊急連絡用のボタンを押すと，データとして路側に送信する機能が考えられる。

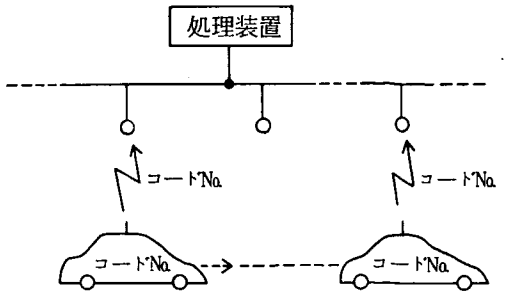


図５－19　道路交通情報の収集手段の高度化

(3) 各種道路交通情報の提供手段の高度化

車両への道路交通情報提供手段としては，道路に設置された情報板，路側通信，ラジオ放送等があるが，提供できる情報内容が広域的であり，情報量が不足していたり，あるいは提供される場所が限定される等，きめ細かな情報提供ができていない。走行中の車両に路側から同報データの形式で道路交通情報を提供できる機能，あるいは車両からのリクエストに対して提供できる機能が必要である。

(4) 道路標識の高度化

道路標識の内容を充実させるためには，標識の記載情報を増やしたり，標識の数を増やしたりする必要があるが，反面，見にくくなったり，都市景観をそこねたりして非常に難しい。路側からの電波標識の形で同報データとして送出する機能によって，より高度な情報を提供が可能となる。

(5) 渋滞軽減のための道路利用の効率化

［経路誘導］

車両の走行ルートが複数ある場合には，できるだけ分散させて渋滞を軽減させたい。そのために，車両に経路誘導装置を持たせ，直接的あるいは間接的に交通流分散制御を行う機能が必要である。

［通行料自動課金］

高速道路等では，通行料金の支払いゲートで渋滞を起すことが多い。前述のＡＶＩ機能をゲートに適用すれば，有料道路の支払い料金を自動的に，車を停止させずに課金できるので渋滞を減少させることが可能となる。

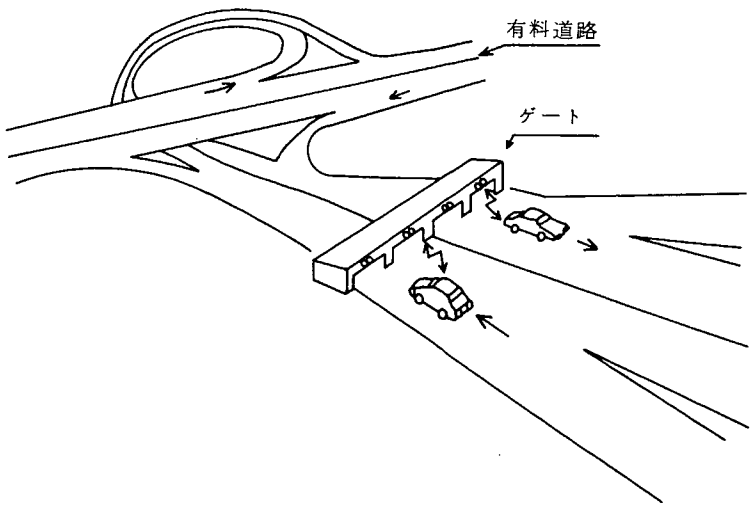


図５－20　通行料金自動課金のイメージ

(6) 安全走行のための走行支援情報の提供

地震，がけくずれなどの災害が発生したときや，強風・豪雨・積雪・凍結などの気象情報を，地域に応じてきめ細かに提供することにより，安全な車の走行を支援することができる。こうした情報が，一斉に不特定多数の車両に同報通信の形で提供できる機能が望まれる。

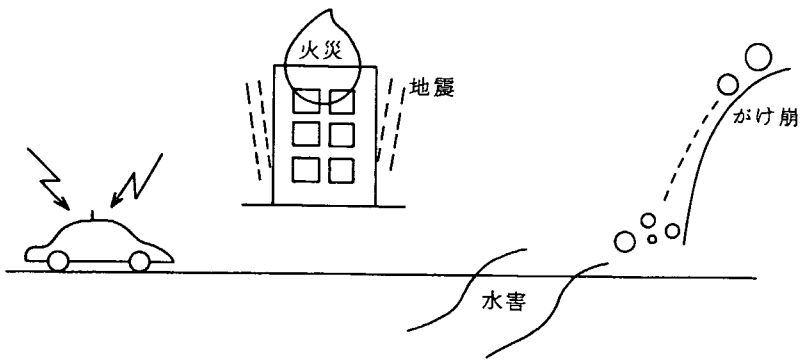


図５－21　走行支援情報提供のイメージ

(7) 道路交通管理用通信の高度化

道路の交通管理業務や保全管理業務のための車両は，管理センタと業務用の無線設備で連絡を行っている。現状では音声通話主体の通信であるが，現場の状況の把握や指示を更に適確に行うために，あるいは通信業務の効率的な運用を行うために，データやイメージの伝送機能が望まれる。

５．３．３　道路利用者としての要求機能

次に道路利用者としての情報化ニーズを実現するためにシステムが持つべき機能をまとめる。道路利用者には，前述のように一般車両と業務用車両があり，各々の要求ニーズが多少異なるが，ここでは総合的にまとめた機能として記載する。

前項の道路管理者の立場から考えた情報化ニーズのなかで，道路走行中の車両に提供する情報の高度化の必要性（項目(3)～(6)）は，裏返せば道路利用者のニーズとしても重要である。こうした機能が実現すれば，道路利用者に対しても次のニーズを満足させることができる。

＊目的地方向の道路交通状況の把握及び旅行時間の把握

＊安全走行のための運転支援情報の入手

＊事故等の渋滞にたいする最適な迂回路の情報

以上の他に，道路利用者にとって望まれる機能は，次のとおりである。

(1) 現在位置，地図情報，目的地までの経路誘導情報の入手

特に一般の自家用車等では，普段通行しない場所を走行するために，地図を片手に運転する機会も多い。走行中の自車の位置を把握し，目的地までの経路を自動的に誘導してくれる機能の提供が望まれる。また，目的地までの最短距離による誘導だけでなく，道路の交通状態に応じた最短時間ルート

の提供機能も欲しい。

(2) 駐車場，ガソリンスタンド，レストラン等の沿線施設情報の入手

地域観光情報，生活関連情報等の入手

ドライバにとっては，走行中の道路の情報だけでなく沿線の各種情報も提供して欲しい。こうした情報は，地域性を有することから，広域放送メディアでは提供しにくい。提供の方法としては，同報通信とする機能と，車からのリクエストに応じて提供する機能とが考えられる。

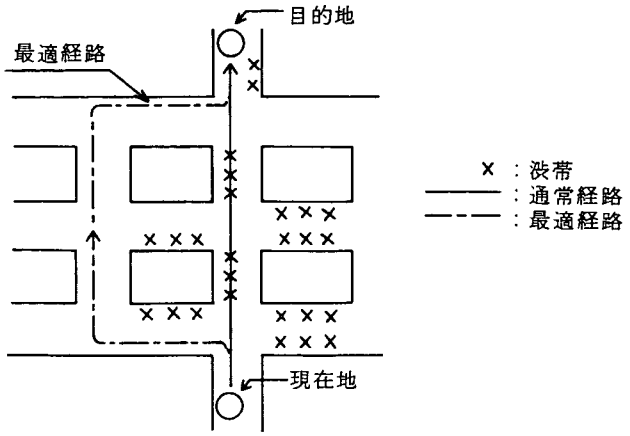


図５－22　経路誘導情報入手のイメージ

(3) 異常時，緊急時の連絡や，定期連絡のための経済的な全国レベルの通信手段

通常は自動車電話を装備するほどの通信が必要でないとしても，簡易なページング通信やメッセージ通信の機能を利用したい場合も多い。特に，業務用の車両では，全国規模の通信が可能で，しかも利用料金の経済的な通信手段の提供機能が望まれる。

(4) データ通信等の通信メディアの高度化利用

従来の電話を主体とした通信利用から，データの通信やＦＡＸ通信等の各種の通信メディアが利用される時代となり，移動体通信においても上記の簡易な通信手段のニーズ以外に，更に多くのメディアが利用できるシステムが要求されてくる。特に業務用としては，全国規模の経済的な通信機能が望ましい。

(5) 全国レベルでの車両運行管理を行うための車両位置情報の把握

5.2項で報告された事業用車両ニーズでは，会社（営業所）および運転者の双方から個別通信の高度化に対する要求が高まっている。その目的は，①運行の効率化，②顧客サービスの向上，③運行管理の充実である。これらをサポートするためには，ＡＶＭ（Automatic Vehicle Monitoring）システムを構築することが有効であり，そのための全国規模で車両位置情報を提供できる機能が欲しい。

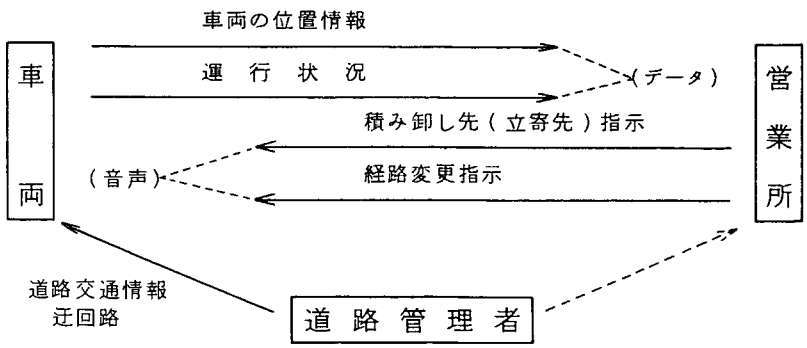


図５－23　車両位置情報の把握のイメージ

5．3．4　要求される機能のまとめ

以上，検討された情報化ニーズと，それ等を実現するためにシステムに要求される機能の関係を表5－3に示す。

表5－3　要求される機能のまとめ

情報化ニーズ		システムに要求される機能								
		位置標定	AVI	AVM	経路誘導	道路交通情報の提供（システム→車両）	道路状況の通報（車両→システム）	緊急情報の提供（システム→車両）	その他各種情報の提供（システム→車両）	各種メディアの通信
道路管理者	道路交通情報の収集高度化		○							
	道路状況の早期把握						○			
	道路交通情報の提供高度化					○				
	道路標識の高度化	○							○	
	道路利用の効率化		○		○					
	安全走行支援					○		○		
	管理用通信の高度化			○						○
一般車両	道路交通状況，旅行時間					○				
	現在位置，経路情報	○			○					
	沿線施設情報									
	経済的な通信手段									○
	運転支援情報					○		○		
	観光，生活関連情報								○	
業務用車両	道路交通状況，旅行時間					○				
	迂回路情報				○	○				
	経済的，全国レベル通信手段									○
	通信メディアの高度化利用									○
	全国レベル運行管理	○		○						○

5．4　実現可能なサービス機能の整理

5．3節では今後の新たなシステムに要求される機能を，道路管理者と道路利用者の立場から各々検討したが，次にこうした要求機能に対して，実現可能とおもわれるサービス機能を抽出し，その概要を説明する。

5．4．1　サービス機能の抽出

サービスに関するニーズ，必要とする背景およびねらいについて検討し，次に示す13のサービス機能を抽出した。以下にその各々について説明する。また，これらのサービス機能を概存の通信システムにあてはめるとすれば表5－4の様になる。

(1) **サービス機能**

① ＡＶＩ―道路交通情報収集
② ＡＶＩ―通行料金課金
③ 経路案内（誘導）
④ 地域観光情報提供
⑤ 生活情報提供
⑥ 道路管理支援
⑦ 道路交通情報提供
⑧ 緊急情報提供
⑨ 位置標定
⑩ メッセージ通信
⑪ ＡＶＭ
⑫ ＦＡＸ通信，画像通信
⑬ 音声通信

表５－４

サービス機能	既存移動通信システム	不足又は要求される機能等
①ＡＶ１― 道路交通情報	なし	○種々の細かい道路交通情報収集を行うため，全国的規模のシステム。 ○通行中の車両全て，自動的にその位置と時刻との関係を認識する。
②ＡＶ１― 通行料金課金	なし	○車両のＩＤを非接触にて正確に読み取り，通行料金の課金を行う。
③経路案内	カーラジオ 表示板	○情報提供が一方向であるため，車両側から任意の２地点（現在地と目的地）を想定した案内が得られない。 ○情報が不特定多数用であるため，きめ細かな情報が得られない。
	電話による問い合わせ （自動車電話）	○設備費、運用費が高い。
④地域観光情報	なし	○車両から，その地域に密接な観光情報，道路施設（ＧＳ，Ｐ，高速道路）等案内，気象情報等の収集を可能にする。 ○車両から，その地域での宿泊や食事等の予約を可能にする。
⑤生活情報	なし	○車両から，その地域に対応したきめ細かなサービス（買物情報，スポーツ，レジャー，文化情報，ニュース等）を受けられる。
⑥道路管理支援	業務用無線	○単信による音声連絡のため，連絡が煩雑で管理車両の現在位置を十分には把握できない。
⑦道路交通情報	情報板	○情報量が少ない。
	路側通信	○設置場所が限定される。 ○伝達の確実性が不十分。
⑧緊急情報	上記に同じ	上記に同じ
⑨位置評定	距離センサと方位センサにより移動量を積算	○積算誤差が大きい。
	ＧＰＳ	○高価 ○市街地では利用できない場所が多い。
	無線ビーコン	○正確ではあるが，領域が極めて小さい。
⑩メッセージ通信	テレターミナル	○全国的でない（地域が都市圏のみで現在では東京都のみである。）
⑪ＡＶＭ	タクシー等の業務波， ＭＣＡ	○全国的でない。（特定地区のみ） ○他の機関との融合性がない。
⑫－１　ＦＡＸ通信	ＭＣＡ	上記に同じ
	自動車電話	○設備費、運用費が高い。
⑫－２　画像通信	なし	○伝送時におけるデータ誤りを少なくする。 ○マンマシンインターフェイスを検討し高速走行中でも使用できるようにする
⑬音声通信	自動車電話，ＭＣＡ等各種あり	○全国規模は自動車電話のみ。 ○メールボックス形式の音声通信サービスはない。

(2) 各サービス機能の内容

① ＡＶＩ―道路交通情報収集

(a) 道路交通情報収集のニーズ・必要とされる背景

車両交通需要の増大に伴い，各所で交通渋滞が発生しているが，特に高速道路等の有料道路においては，道路利用者へのサービス面で大きな支障となる場合がある。

道路交通情報システムとは道路の通行規制や，混雑に関する情報をデータとして保有しておき，必要に応じて通行車両に情報を提供するものである。これらの情報は道路交通情報収集によって得られたデータベースから作られるものである。

したがって，円滑な交通流の確保，安全性の向上による交通災害の減少などのためには，迅速に適切な情報を提供するシステムが求められており，さまざまな要求に対応した，よりきめ細かな情報提供が望まれている。

このためにはデータ提供の基本になる，道路交通情報収集システムを整備する必要がある。

(b) 路車間情報システムのねらい

前述したようなニーズに対応するために，新しい技術を活用し情報収集機能を高めるのが，個別通信システムのねらいの一つである。

ＡＶＩとは，道路上を通行中の車両からのコード番号を自動的に読み取り，その位置と時刻との関係を認識することである。

路車間通信が可能な機器が車上と路上にそれぞれ装備されていれば，その車両が走行中に路上機にさしかかったとき，運転者は何も操作することなく自動的に，路上側でその車両のコード番号などが受信され，その位置と時刻とコード番号についての多数のデータを処理することにより，旅行時間などの交通情報のデータを生成することができる。

なお個別通信システムは双方向通信が可能なので，種々のよりきめ細かい道路交通情報収集の方法が考えられ，収集機能の高度化によって適時的確な情報を提供することができるようになる。例えば走行中の車両から，「故障車目撃」「事故目撃」「路面凍結」などのオプション情報をデータの一部として収集することなどもその一つであろう。

② ＡＶＩ―通行料金課金

(a) 通行料金課金機能の必要とされる背景

現在，高速道路の通行料金収受システムは，入口で入口インターチェンジ番号，車種等を記録した通行券を発行し，出口で通行券を回収し，記録されているデータを読み取ることにより，入口－出口の通行距離と車種に応じた通行料金を算出し，利用者から現金等を受け取り精算を行っている。

このため，出口では通行料金の精算に時間を要し，交通量増大とともに渋滞の原因ともなっている。

より円滑に料金収受を行う方法として，高速道路の出入口ゲートにＡＶＩ路上機を設置し，車両に搭載したＡＶＩ車載機との間でデータ交信を行うことにより，通行料金の自動課金を行うＡＶＩ―通行料金課金が考えられる。

(b) 路車間情報システムのねらい

路車間情報システムで個別通信システムが確立されたならば，そのアプリケーションとしてＡＶＩ―通行料金課金システムの導入が可能となり，次の様な道路管理者側，利用者側のメリットが出てくる。

ａ．高速道路の出入口ゲートで車両が一時停止を行わなくても，ノンストップで通行することができるため，サービスタイムの大幅な短縮ができる。

ｂ．通行券，現金等の受渡しの必要がなく，徴収員とのやりとりが無くなるため高速道路の出入口の無人化が可能となる。

③ 経路案内（誘導）

(a) 経路案内（誘導）の必要とされる背景

現在位置から目的地までの最適経路を即座に案内または誘導できるシステムがあれば，例えば以下の様な場合に非常に有効である。

ａ．地理に不慣れなところを運転している時

ｂ．自分が走行している道路が混雑している時，あるいは時間帯により混雑が予想される時

この様な時に車の中に居ながら，車に積載された車載機を操作し，目的地などを指定することによって直ちに最適経路や所要時間などが得られれば運転中の不安や渋滞のイライラがかなり軽減されることが指摘されている。

(b) 路車間情報システムのねらい

特に路車間情報システムでは，車の現在位置を常に高精度に把握することが可能である。したがって比較的簡易な操作で，詳細かつ最適な経路情報を提供することが可能となる。（すなわち，現在地をわざわざ入力しなくとも，精度の高い現在地を把握できる。）

路車間情報システムを利用した経路案内（誘導）としては，以下の方式が考えられ，車載機は，そのグレードなどによって，これらの方式のいずれかが実現されることになろう。

ａ．車載機のみで最適経路情報を提供

あらかじめＣＤに最適経路に関する基本データが登録されており，かつ，最新の現在地を路上機より，受信し記憶しておく。

運転者の目的地入力があった場合，直ちに，この基本データを取り出し表示装置等に出力する。

ｂ．センタに最新情報を要求し，この結果の最適経路情報を提供

センタは常に最新の交通情報をもとに，あらかじめ計算した最適経路情報を持っていて，運転者より目的地の入力があった場合，車が極小ゾーンのサービスエリアに入った時点で，センタに最新の最適経路情報の要求を行い，センタからの結果を受信して，表示装置等に出力する。

ｃ．上記ａ．にｂ．の種々の機能を付加した方式

例えばセンタより最新の交通情報のみを提供し，車載機側で最適経路を処理する機能と，センタ側で最新交通情報をもとに，最適経路処理を行った結果を，提供する両方の機能を兼ね備えた

方式が考えられる。組合せの度合は，実情に応じていろいろな方式が考えられる。

④ 地域観光情報提供

(a) サービス機能のニーズ・必要とされる背景

地域観光情報提供のニーズは，ほぼ生活情報提供と同種のもので，旅行，行楽地，宿泊及び気象情報や各種行事案内等を，色々な生活環境の内で活用し，生活をエンジョイしたいという社会動向が生じている。

一方，リゾート地で急に病院や24時間スーパーを捜さなければならないケースなどは，現実にかなりあると思われる。日常的であっても，出発前に予測できない事に対処するための情報が提供されれば便利であり，地元に迷惑をかけなくてもすむことにもなる。

しかしながら，現状ではどの時点でどの様なニーズが，社会的に生じるか予測が難しい。

(b) 路車間情報システムのねらい

路車間情報システムの一つのサービス機能としての地域観光情報提供のねらいは，車上において，その地区でしか得られない地域に密着した情報（例えば祭り，催し物あるいは特定病院やスーパーなど）が，リアルタイムに得られる点にある。

さらに，ガソリンスタンドや，ゴルフ場などの案内用看板が道路際に乱立しているが，路車間情報システムが，導入されればこれらは必要なくなるので，道路環境美化にも役立つことになる。

なお，情報提供機関としては，各種ＶＡＮ事業者，各地方自治体等や，独自システムの構築などが考えられる。

⑤ 生活情報提供

(a) 生活情報提供の必要とされる背景

昨今の生活重視傾向，あるいは生活態様多様化・レジャー多様化傾向の中にあって，種々の生活情報をいち早く，詳細かつ正確に知りたい，また，どこにおいても必要な予約・購入を行えるようにしたいというニーズが，急速に高まりつつある。

特にホームオートメーションシステムの導入促進と共に，家庭内においてニューメディアを利用した各種情報通信サービスが脚光を浴びている。

表示装置やキー操作などを介して，例えばホームショッピングやスポーツ・レジャー文化施設の情報案内・予約や気象情報提供，あるいは株式情報，競馬情報などの情報案内・券購入などが行われつつある。

時間価値の高まりの中にあって，車の中においてもオフィスや家庭内におけるのと同等レベルの利便性が求められつつある。車の中にあって生活情報提供のサービスを受けることができれば，より一層の便利さが増す。

(b) 路車間情報システムのねらい

ビデオテックスの道路における展開について，特に道路情報ターミナル構想で検討が進められて

いるが，利用者端末は高速道路のサービスエリア，パーキングエリアなど道路の休憩施設に設置され，利用者は一旦降車して利用することになる。

これに対して，路車間情報システムにおける生活情報提供に関しては，路上機のある所であれば休憩施設に限定されず路上で車に居ながらにして，情報提供を受けるということが可能となる。

⑥ 道路管理者支援

(a) 道路管理支援の必要とされる背景

現在道路を管理するという面では，情報把握の迅速性，正確性が求められている。特に道路利用者に対し渋滞情報（場所，時刻，平均走行時間，渋滞距離等），事故情報（場所，時刻，被災者有無，走行への影響等），気象状況（場所，時刻，異常気象種別—雪，大雨，霧，路面凍結等）などをより迅速かつ正確に与えることが必要視されている。

これらの情報を道路管理側からだけでなく，一般利用者からも得られれば，より一層の迅速な，道路情報管理・提供が可能となる。

また，現在道路における管理車両としては，以下のものが揚げられる。

a．道路パトロール車両

b．清掃車両

c．工事車両

d．除雪車両

e．事故処理車両

f．設備敷設保守車両

これらの管理車両の配置状況，作業状況の把握を自動的に行い，道路管理作業がもっと効率よく行われることが必要とされている。

(b) 路車間情報システムのねらい

a．必要な車両の全てに対し位置追跡が可能となるため，適切な配置指示などにより効率のよい道路管理作業が可能となる。

b．一般車両の協力が必要となるが，車載装置からの操作を介して，路上異常状態（事故，異常気象など）の情報提供を受けることにより，迅速で正確な道路情報把握が可能となる。

⑦ 道路交通情報の提供

(a) 道路交通情報のニーズ・必要とされる背景

安全で効率的な道路交通の確保を図るためには，道路及び交通状況に関する情報を適切に収集把握し，これをすみやかに道路利用者に伝達することが必要である。

道路利用者に伝達する情報としては

a．災害，工事，事故等による通行規制を行う情報で規制場所，原因，期間（時間），迂回路等の規制の内容を道路利用者に伝達する規制情報

b．渋滞の有無，時間，原因，程度，区間等を内容とする情報で道路利用者へのサービス情報となる渋滞情報

c．最適経路，距離，経由地，通行料金等の案内サービス，道路の構造，気象状況等の道路案内情報などがある。

以上のような各種情報の道路利用者への伝達は，現在はラジオ，テレビ，電話案内，情報板及び路側通信（放送）等で提供されている。

(b) 路車間情報システムのねらい

既存の道路交通情報提供施設である可変情報板や路側通信は，道路管理者等の側から道路利用者へ一方的に情報を提供するものである。

又，これら既存施設では，提供しうる1回の情報量にも限度があり，その内容についても，提供相手が不特定多数を対象としてものであり，必ずしも適切な最新情報とは言い難い。

路車間情報システムでは，これら既存システムでの欠点を補い，リアルタイムな情報，正確な予測情報，地図等のビジュアルな情報を道路管理者等の側から道路利用者一般へ一方的に提供できる。また，道路利用者からのリクエストにより必要とする情報の提供を行うことも可能である。

道路利用者は，車上において道路管理者等の側からの各種情報をディスプレイ上，プリントアウト又は音声合成による音声情報としても得ることができる。

⑧ 緊急情報提供

(a) 緊急情報のニーズ・必要とされる背景

緊急情報は，道路の災害，事故などの際の2次的な損失の防止，異常気象，地震などの突発事象に対する安全の確保のため，ドライバーに迅速かつ確実に提供する必要がある。

道路における緊急情報は，道路交通情報の一部であるが，ドライバーに迅速かつ確実に次を周知しなければならない点で他の道路交通情報と区別される。

(b) 路車間情報システムのねらい

警報機，道路情報板等で知らされる緊急情報は，伝達が確実である反面情報量が少なく提供場所も極めて限定されており，路車間情報システムではこういった問題点を補完し，さらに広域的で詳細な情報提供を行うことができる。

路車間情報システムにおいては，オーディオ，ラジオの利用中の自動割り込み機能など，ドライバーに確実に緊急情報を提供する手法が必要である。

⑨ 位置標定

位置標定は，ディスプレイ上に表示されたデジタル地図上でのナビゲーション（経路誘導）を行うことを主な目的とする。

(a) 位置標定技術の現状

位置標定の技術は，船舶，航空機のナビゲーションのために発達してきたが，自動車用として現

在利用が考えられるのは以下の方法である。

a．車載機による位置標定

距離センサと方位センサによる移動量を検出し，それを積分することにより位置算定をする方法のほか，マップマッチングなどの論理的位置補正を行うソフトウェアを併用する方法がある。

距離センサ，方位センサについても次のような各種のものがある。

・距離センサ：速度計からのピックアップ，車輪の回転数，他

・方位センサ：磁気センサ，ジャイロ（ガストレイ方式など），左右の車輪の回転差，他

b．無線測位

地上無線局又は衛星無線局を利用し，自車位置を測位する方法があるが，これらは現状ではかなり高価なものになる。

・地上無線局による測位

ロラン方式，デッカ方式がある。

双方とも複数の無線局からの電波伝搬時間時間差をもとに測位を行う。

・衛星無線局による測位

ＮＡＶＳＴＡＲ－ＧＰＳが代表的である。

これは4個の衛星局からの電波伝搬時間差をもとに測位を行い，3次元の測位が可能である。

c．路上機による位置標定

路上機に近接した極めて小さな通信領域で，位置データの伝送を受けて位置の決定を行う方法である。

(b) 路車間情報システムのねらい

路車間情報システムでは位置評定の方法として，①－a．の車載機による方法と，c．路上機による方法を組み合わせたものを考えている。この方法は，有線系の情報通信ネットワークと接続して種々のデータ通信サービスを行うことができることから，ナビゲーションシステムと他の情報通信システムを有機的，効率的に組み合わせることが可能である。

⑩ メッセージ通信

メッセージ通信サービスは，車上に搭載したメッセージ通信端末と契約企業や一般家庭等に設置した地上の通信端末，電算システムまたは各種情報システムとの間で双方向のデジタル通信による，プライベートメッセージ通信サービスを提供するものである。

(a) メッセージ通信サービスのニーズ

本サービスに対するニーズとして下記等があげられる。

a．長距離トラック・バス等の運行管理

走行中の契約車両の状態（現在地，渋滞，異常，満員等）を監視し，契約車の運行センタ等に通報する（ＡＶＭサービス）とともに，経路変更，待機等の運行司令を契約車両に伝送する。

b．パトロールカー・サービスカー・セールスカー等の配車，データ通信

道路管理車のパトロールカー，契約企業のサービスカー・セールスカー等の配車（ＡＶＭ・運行指令等）の他，保管・管理・サービス等に必要なデータ，オーダエントリ等の双方向データ通信を行う。

c．市場情報，道路情報，天候等の情報提供

車上からのリクエストにより，情報センタ等で収集した鮮魚価格等の市場情報，目的地の道路情報，天候情報等を提供する。

d．車上からの情報検索，予約

契約者の電算システムと接続して，車上から情報検索を行う。

また，ホテルの予約システム等と接続して，ホテル等の予約を行う。

(b) 路車間情報システムのねらい

既存のメッセージ通信システムは，そのサービスエリアが数km～数十km程度であり，広域を対象としたシステムには使用できない。

本システムでは，主要一般国道ならびに高速自動車道を対象とした全国レベルのシステムとすることにより，特に長距離トラック・バス等の事業用ニーズに応えることができる。

⑪ ＡＶＭ（Automatic Vehicle Monitoring）

(a) サービス機能のニーズとその必要とされる背景

本システムは，営業車両において特にニーズが急増しているもので，運行中の全車両の状態を事務所等で把握できるものである。

本システムを必要とされる背景は，ａ．運行の効率化，ｂ．顧客サービスの向上，ｃ．運行管理の充実が，特に運輸業で求められていることにある。

ａ．運行の効率化：車両の位置と状態によって，最適車両の配車や運行変更指示が行える。

ｂ．顧客サービスの向上：集配時間の効率化によってより正確な運行が行え，それが到着時間の定時制や集荷依頼に対する応答性が向上でき，その結果として顧客サービスが計れる。

ｃ．運行管理の充実：運行状態の異常やその原因なども事務所側で把握でき，労務管理上からも有意義である。

(b) 路車間情報システムのねらい

路車間情報システムの一つのサービス機能としてのＡＶＭシステムは，他の機能（メッセージ通信や道路交通情報提供等）と融合して，有効性の高いものといえる。

したがって，路車間情報システムにおけるＡＶＭシステムのねらいは，既存のＡＶＭでは課題とされている全国規模によるサービスの実現を可能とすることである。

⑫ ＦＡＸ通信，画像通信

(a) ＦＡＸ通信

公衆回線を使用したＦＡＸ通信は，周知のとおり業務用から現在は一般家庭でも使われ始めている。

そのニーズとしては，図面を伝送する場合，伝送した図面および文章を送り先で保存して置く必要がある場合，伝送先の不在の場合および通信費を節約する場合等がある。

ＦＡＸ通信の現状としては，下記のものがある。

ａ．公衆回線用ＦＡＸ

ｂ．船舶用ＦＡＸ

ｃ．防災無線用ＦＡＸ

陸上移動用としては，一部消防用，警察用に使われている。また一般では自動車電話に使われ始めており，ＭＣＡ用としても近々使われる予定である。

陸上移動用としては，図面を伝送する場合，伝送した図面および文章を送り先で，保存して置く場合等のニーズが大きいと考えられる。本システムも，陸上移動無線システムの一種と考えられるので，ニーズも同じと考えられる。特に高速道路走行中において即見ることは，危険をともなうので保存できるというニーズは大きいと考えられる。今後の課題としては，移動無線システム用として，符号誤りに強いＦＡＸの開発が望まれる。

本システムのねらい目としては，高速道路および主要幹線道路であれば，過疎地でも使用でき，また，全国規模で使用できることと，また，その交信相手も同一ユーザー内のみに限らず，指定することができ，さらに，本システムのセンターとも交信できるため，個別通信のほか，交通情報，観光情報，および地域の生活情報を得ることができることと考えられる。本システムの類似システムであり，近々ＦＡＸ通信の使用が予定されているＭＣＡシステムは，その使用は都市部に限定されており，その交信相手も同一ユーザー内に限定されている。

(b) 画像通信

最もポピュラーな画像通信としては，放送ではＴＶ放送，両方向通信としては，公衆回線を使用したパソコン通信がある。そのニーズとしては，動画を伝送する場合，データの授受を即時に行う場合，緻密な図面を伝送する場合，カラー図面を伝送する場合等がある。

画像通信の現状としては，

ａ．公衆回線を使用するパソコン通信，ビデオテックス，テレビ会議（テレビ電話を含む）

ｂ．有線ケーブル使用したＣＡＴＶ

ｃ．ＴＶ放送

ｄ．ＩＴＶカメラの無線伝送

などがある。この他，防災用として無線での伝送が予定されている。しかし，いずれも走行中の車で使用するものでなく，室内でその画像を見るものである。当システムのように高速走行中の車内で使用する場合には，伝送路におけるデータ誤り，マンマシンインターフェイスが問題となると考えられる。

本システムのねらい目としてはＦＡＸ通信と同じと考えられる。

⑬ 音声通信

音声通信サービスは，メールボックス形式により車上に搭載した音声通信端末と，地上の加入電話，又は，交通情報等のテレホンサービスセンタ等との間で音声による相互通話を行うものである。

(a) 音声通信サービスのニーズ

本サービスに対するニーズとして下記等が揚げられる。

a．走行中（運転中）の車両との業務連絡

走行中の車両－企業間または車両相互間の業務連絡，緊急連絡，運行指示等

b．リクエストによる情報提供

テレホンサービスセンタと接続することにより，車両からのリクエストにより目的地の道路情報，気象情報等情報を音声により提供する。

(b) 路車間情報システムのねらい

本システムは，主要一般国道ならびに高速自動車道の全域を対象として，路車間音声通信サービスを安価に提供するもので，既存の対話型通信を補完する。

本システムでは，音声とデータ信号のハイブリッド伝送，秘話通信，緊急情報の自動提供，メールボックスによる伝言サービス等既存システムに無いサービスも考えられる。

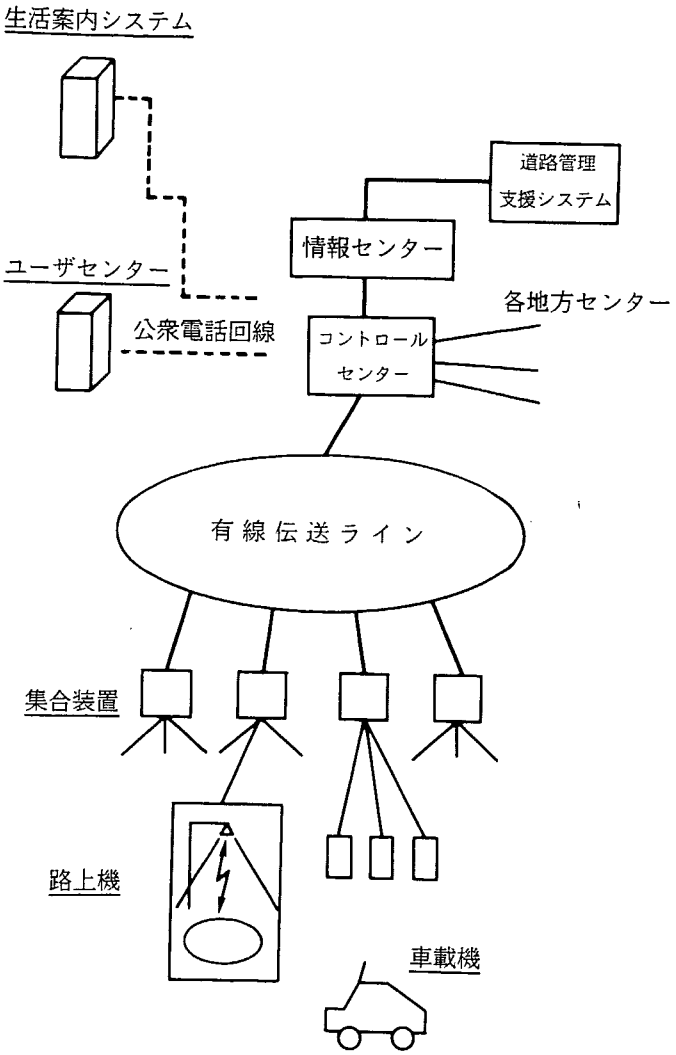


図５－24(a) 個別通信システム 構成イメージ

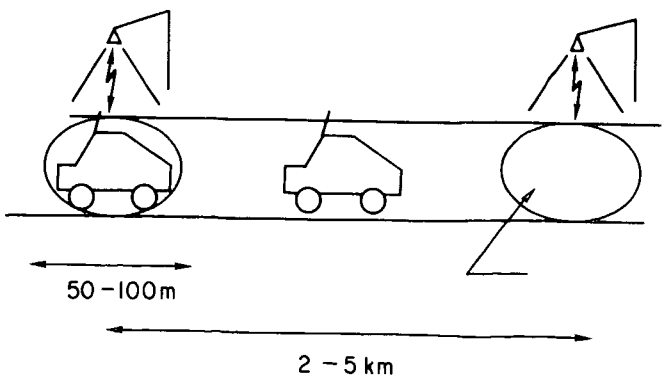


図５－24(b) 無線区間イメージ

５．４．２ サービスイメージ

前節で示した各サービス機能を路車間情報システムの中で，サービスを提供する場合の各サービスイメージを示す。なお，個別通信システムのイメージは，図５－24(a)および(b)のように想定する。

① ＡＶＩ（Automatic Vehicle Identification）―道路交通情報収集

(a) サービスの概要：

個別通信契約を行った車両と道路上に複数配置された路上機との交信を情報センタで管理検索することにより，路上機間の所要時間その他のデータを収集して道路交通情報の基礎データを得る。

(b) 処理・データの流れ：

当該車両のコード番号とオプション情報を車載機から路上機へ送信し，更に路上機から，受信情報と受信時刻を情報センタへ送信し，センタで管理検索されてデータを生成させる。

(c) ＡＶＩモニター表示例（図５－25）

類似システムとの相違点：

既設の車両感知器などを用いた交通量，走行速度測定システムや有料道路の通行券に記録された入・出口の情報を利用する方法に比べて次の特徴がある。

ａ．路上機間の区間データを，連続的に多量得ることができる。

ｂ．交通流，区間走行速度などの状況把握の即時性がある。

ｃ．走行車両のマナーとしてのオプション情報，例えば「故障車目撃」「事故目撃」「路面凍結」などのキメ細かな情報が得られる。

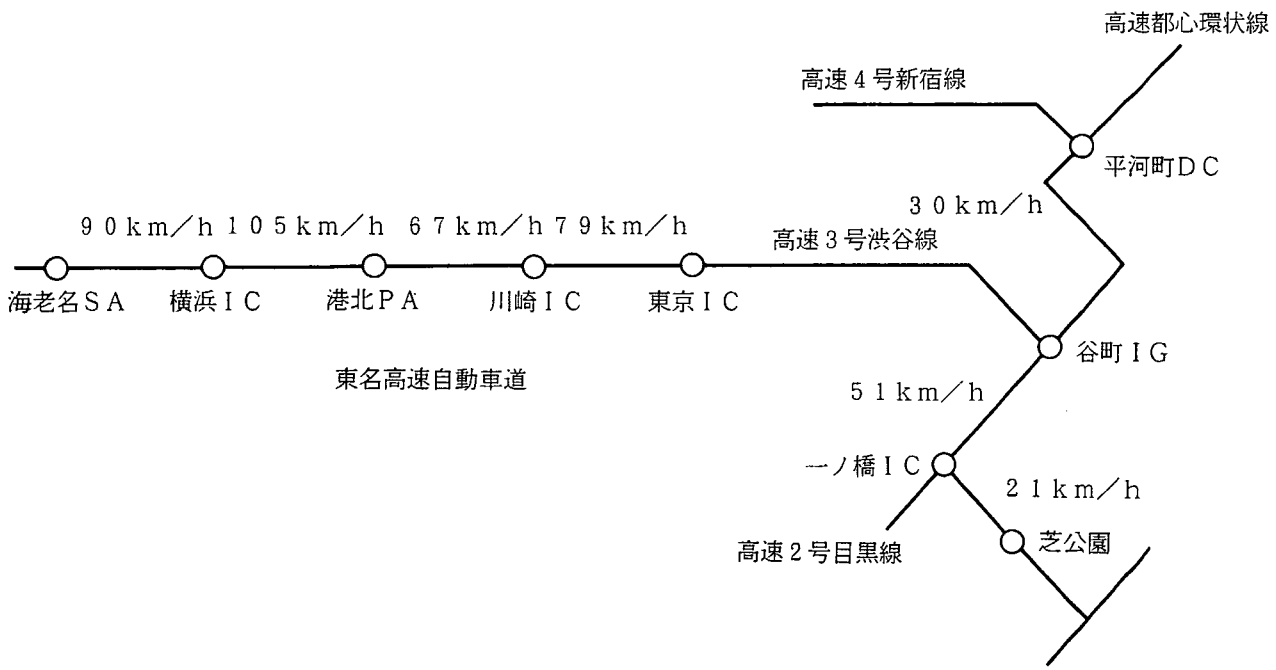


図５－25　全車両の平均旅行速度の数値表示

② ＡＶＩ―通行料金課金

(a) サービス概要：

高速道路出入口ゲートの路上機及び情報センタ機器により，当該サービスの契約車両に対し通行料金の自動課金及び出入口ゲートでのノンストップ通行を可能とする。

(b) 処理・データの流れ：

a．入口ゲートの路上機は，契約車両から車両ＩＤ，車種等の情報を受信した後，入口料金所番号，時刻等を付加し情報センターへ送る。

b．出口ゲートの路上機は，契約車両から車両ＩＤ，車種等の情報を受信した後，出口料金所番号，時刻等を付加し情報センターへ送る。

c．情報センターでは，入口料金所番号，出口料金所番号，車種により通行料金を算出し，契約車両ＩＤに課金する。課金累計額は月単位で，契約事業所又は，個人宛後払い請求を行う。

(c) 類似システムとの相違点：

（既設料金収受システムとの相違）

a．通行券媒体が不要

b．料金所ゲートの無人化が可能

c．ノンストップ走行によるサービスタイムの短縮化が可能

③ 経路案内（誘導）

(a) サービス概要：

走行中の車両からのリクエストにより，地上側で目的地までの道路情報等を加味したシミュレーションを行い，結果を車両に返信して，最適経路や目的地までの所要時間を車載機に表示する。

(b) 処理・データの流れ：

a．地上側では，路上機から収集したモニター車両の通過情報に基づき，経路ごとの区間所要時間を常時最新情報に更新したデータファイルをもつ。

b．車両はゲートインする時に，車載機に目的地インタチェンジ（ＩＣ）コードを入力する。

c．通行途上の車載機から発信する目的地コードに応じて，地上側コンピュータは，最適経路とその地点からの所要時間を計算し，車載機に返信する。

(c) 類似システムとの相違点：

（車載ナビゲーションとの相違）

a．車載ナビゲーションが車載機側でデータ処理を行うのに対し，このシステムでは路上機側でデータ処理を行い，車載機はその信号を受けて単に表示する装置で可能。

b．車載機は他のサービスも受けられる兼用タイプにする事により普及しやすくなる。

(d) 車載機表示例：

〈ケイロアンナイ〉		
モクテキチ	：	キョウトミナミ
ゲンザイチ	：	オカザキ
ショヨウジカン	：	2 H30M
ケイロジョウキョウ	：	トウメイ，メイシン，セイジョウ

〈ケイロアンナイ〉		
モクテキチ	：	キョウトミナミ
ゲンザイチ	：	オカザキ
ショヨウジカン	：	3 H30M
ケイロジョウキョウ	：	オカザキＩ・Ｃ－ヒコネＩ・Ｃ　ツウコウドメ
ウカイロ	：	オカザキＩ・Ｃ－Ｒ21－Ｒ８－ヒコネＩ・Ｃ－キョウトミナミ

(e) 課　　題：

ａ．車載表示方式の検討（ＣＲＴ，音声，プリンター，液晶）

ｂ．トラフィック量の検討と対応システム

④ 地域観光情報提供

(a) サービス概要：

ａ．走行中車両内から観光情報，道路施設（ＳＡ，ＰＡ，高速道路等）案内，気象情報等の収集が可能

ｂ．宿泊や食事等の予約も可能

(b) 処理・データの流れ：

ａ．情報収集：情報提供会社や情報センタ端末からデータをセンタのコンピュータに登録

ｂ．情報提供：情報センタは，選別したデータを各路上機に各々伝送

路上機ではそれを蓄積し，車両へ伝送

ｃ．予約情報：車両からの予約情報によって情報センタのＣＰＵが予約を実施

⑤ 生活情報提供

(a) サービス概要：

路車間情報システムの情報センタと接続した生活情報案内システムにて各種生活情報（買物情報，スポーツ・レジャー，文化情報，ニュース等）の管理を行い，利用者は一般国道のドライブイン等に設置された道路情報ターミナルや車に設置された車載機により，生活情報を入手することができる。

(b) 処理・データの流れ：

a．各種生活情報は，路車間情報システム・情報センタとは別の生活情報案内システムにてファイル管理がなされ，このシステムに接続された端末により更新されるか，あるいは電話連絡を受けたシステムのオペレータにより更新される。

b．利用者が道路情報ターミナルにおける端末または車載機より，生活情報の案内を要求すると情報センタ経由でシステムに通知され，システムは当該ファイルよりデータ(文字データ，画像データ)を取出し，情報センタ経由で車載機・端末側に伝送する。

(c) 類似システムとの相違点：

〈キャプテンシステムにて実現した場合における当システムとの相違〉

a．各地域に対応したきめ細かなサービスが可能。

b．効率・性能を重視したシステム設計が可能。

⑥ 道路管理支援

(a) サービス概要：

道路パトロール車あるいは清掃車，除雪車，道路工事車などの各種路上業務車を管理し，業務を支援しかつ効率的な配車等を行う。

(b) 処理・データの流れ：

a．各路上機は，路上業務車に対し通過監視を行い，該当車両通過を検知すると車両ＩＤ，通過地点，時刻等に関する情報を情報センタ側に送信する。

b．道路管理支援システムより位置情報の転送要求があった場合，あるいは一定時間毎に当該情報を情報センタより道路管理支援システムに送信する。

c．システム側より業務に関する指示がある場合は，行先指示，作業指示等の情報が情報センタ，路上機経由で車に送信される。逆に作業完了などの情報が車よりシステム側に送信される。

(c) 類似システムとの相違点：

〈既存ＡＶＭシステムとの相違〉

a．広範囲のサービスが可能。

b．精度の高い位置把握が可能。

c．ＡＶＭだけでなく双方向のメッセージ通信が可能。

(d) 課　　題：

道路管理支援システムとして独立したシステムが必要か，情報センタの１機能として対応可能か，システム構成上からの検討が必要。

⑦ 道路交通情報提供（一方向提供型，リクエスト型)

(a) サービス概要：

道路網を小ゾーンに分割し，各ゾーン毎にきめの細かい道路交通情報（事故，渋滞状況，経路誘導

情報，旅行時間等）を提供，リクエスト型の場合，車両からの要求により必要な情報を提供する。

(b) 処理・データの流れ：

サービス情報は，情報センタにて一括処理し，路上機を経由して車載機に伝達する。

リクエスト型の場合，路上機はリクエスト情報を情報センタに転送し，これによる必要情報を当該車両に返送する。

(c) 類似システムとの相違点：

〈道路情報板との相違点〉

a．より多くの情報を提供可能。

b．運転操作の妨げとならない。

〈路側通信との相違点〉

リクエスト型は時期に適して大量の情報を提供可。

(d) 交通情報表示例：

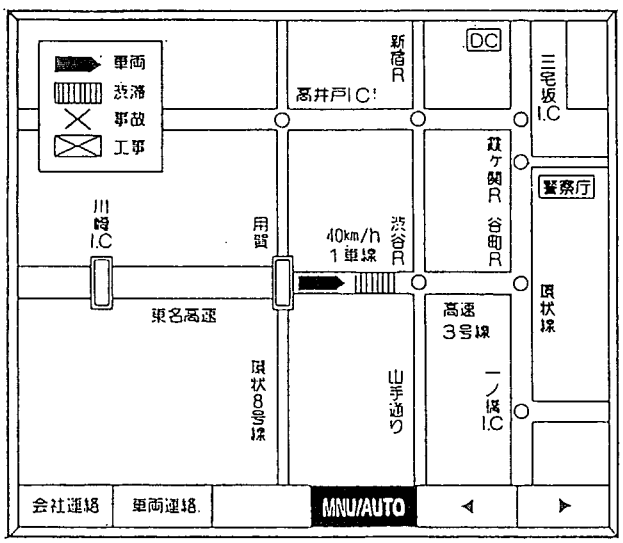


図５－24　交通情報表示

⑧ 緊急情報提供

(a) サービス概要：

異常気象やそれに伴う災害，及び大事故などの情報をいち早くドライバーに伝達することにより，危険を事前に回避し，交通の混乱を抑制する。

このような情報はドライバーにとって最もプライオリティーの高いものであり，情報が確実にドライバーに伝達できるようなシステムを構築しなければならない。

(b) 処理・データの流れ：

道路管理者が，問題の事象の影響が及ぶと思われる範囲の路上機を経由して，車載機に情報を伝送する。

この際ヘッダー部に割り込みコードを入れておき，車載機側でラジオやオーディオの演奏などに優

先して緊急情報を流せるようにする。

予測し得る情報に対しては表示用のソフトを搭載することも可能だが，予測し得ない情報に対応するため文字情報や静止画像情報を扱えるようにしておく。

(c) 類似システムとの相違点：

〈同時的に道路交通情報提供を行う路車間通信システムとの違い〉

割り込みコードにより，システムのスイッチをＯＦＦからＯＮにしたり，オーディオの演奏に割り込んで緊急に情報を伝達したりすることができる。

⑨ 位置標定（ナビゲーション支援）

(a) サービス概要：

走行距離と方位を検出し，そのデータを積分して現在位置を標定する車載のナビゲーションシステムに対し，道路の要所に設置された路上機から位置，方位の情報伝送し，車載なナビゲーション機器のみによる標定により生じた誤差を修正する。

データ伝送量に余裕があれば，さらに道路案内や地名，近隣観光地案内などの情報を付加することができる。

(b) 処理・データの流れ：

路上ビーコンから位置，方位等のデータが車載機に送られる。

これを元に，車載機側では現在位置及び方位を修正する。

(c) 類似システムとの相違点：

位置標定お方法としては，他に人口衛星を利用してＧＰＳや，車載機のみで処理する方法などがあるが，これらに比べ本システムは比較的安価で，高い精度が得られる。

(d) 課　　題：

・路上機設置密度の検討

・路上機設置位置の検討（特に多車線道路の場合）

⑩ メッセージ通信

(a) サービス概要：

a．契約車にメッセージ通信車載機を搭載し，契約企業や一般家庭内端末装置又は電算システム間のメッセージ通信サービスを行う。

b．本サービスは次のように利用できる。

○ 長距離トラック，バス等の運行管理

○ パトロールカー，サービスカー，セールスカー等の配車，データ通信

○ 市場情報，道路情報，天候等の情報提供

○ 車上からの情報検索，予約等。

(b) 処理・データの流れ：

a．本システムのサービスエリア内を走行する車載機は，地区が変る毎に地方センタと更新し，現在地（地区）を地方センタに登録する。

b．企業や一般家庭から車両へのメッセージは，ＮＴＴ又はＴＷＪ網を通して車両が移動中の地方センタの交換機および路上機を通して当該車両に伝送される。

c．車両への入力データは音声合成またはプリンタにより車上に出力される。

d．車上より企業や一般家庭へのメッセージは，地方センタよりＮＴＴ又はＴＷＪ網を通して契約企業や一般家庭の端末又は電算システムに出力される。

e．車両が本システムのサービスエリア外にいる場合には，企業や一般家庭からのメッセージは一旦地方センタのメモリ内にファイルされ当該車両がサービスエリア内に入った時点で出力される。

(c) 類似システムとの相違点：

〈テレターミナルシステムとの相違点〉

a．日本全国をサービス地域としている。

b．音声合成により，運転中の運転手に対するメッセージ出力が可能。

c．サービスエリア外又は不感地帯を走行中の車両に対するメッセージを一旦地方センタにファイルし，回線開通時に出力できる。

⑪ ＡＶＭ―営業車ロケーション

(a) サービス概要：

a．登録車両は，路上機を通じて車両の位置情報や運行状況を情報センタのＡＶＭファイルに蓄積する。

b．契約会社にＡＶＭファイルの内容を伝送し，契約会社では配車選択等に利用する。また，車両に対し，配車指示や運行変更指示が行える。

(b) 処理・データの流れ：

a．車両→路上機：位置および路上機の通過時間の蓄積データやその他データを路上機に伝送。

b．路上機→センタ：車両ＩＤ，路上機通過時間，その他データをセンタへ伝送し，ＡＶＭファイルに蓄積。

c．センタ→契約会社：契約会社からのポーリング等により，センタ・ＡＶＭファイルの当該車両データを伝送。

(c) 類似システムとの相違点：

ＡＶＭ用サインポストシステムとの相違点（表５－５）

表５－５　ＡＶＭ用サインポストシステムとの相違点

	ＡＶＭ用サインポストシステム	本システム
位置把握精度	半径約　600m	約　数10m
システム	業務用無線システムと併用	路車間情報システム
サービスエリア	特定地区	全国主要道路

⑫ ＦＡＸ通信，画像通信

(a) サービス概要：

音声又は文字データでは，表現できない図面の伝送サービスを行うものである。本システムは他のサービスと比較して，データ量が非常に多いので，通信時間が非常に長くなると考えられる。したがって小ゾーン方式を原則とし，システム構築当初はサービスエリア等での停車しての通信が良いと考えられる。

(b) 処理・データの流れ：

車←－→路上機←－→情報センタ←－→公衆電話回線←－→事業所

（音声，ＦＡＸ，画像，その他用）（交換接続）　　個人加入者

(c) 類似システムとの相違点：

本サービスに限って言えば特になし，しかし本システム共通としては下記の２点が考えられる。

1．他のシステムは都市部内に限定されるが，本システムは過疎地でも，高速途又は幹線道路上であればサービスが可能。

2．交通情報，経路情報，地域の生活情報，観光情報を得ることができる。

⑬ 音声通信

(a) サービス概要：

a．契約車に音声通信車載機を搭載し，地上の電話機（加入電話又は専用電話），又は車両相互間の音声通話を行う。

b．本サービスは次のように利用できる。

・走行中の車両への企業間の業務連絡，緊急連絡，運行指示。

・リクエストによる道路情報，気象情報等の提供。

(b) 処理・データの流れ：

a．本システムのサービスエリア内を走行する車上局は，地区が変わる毎に地方センタと交信し，現在地（地区）を地方センタに登録する。

b．企業から車両への発信は，ＮＴＴ又はＴＷＪ回線を通して地方センタに接続され，音声ＣＯＤＥＣにより量子化された後，地区センタ集合装置ならびに路上機を通して車上局に接続される。

c．車両からの発信は，b．の逆のルートで企業の電話機に接続される。

d．車両が本システムのサービスエリア外にいる場合には，メッセージを音声メールボックスに一旦登録しておき当該車両がサービスエリア内に入った時点で出力する。

e．車上端末からのリクエスト（キー操作等）により交通情報センタ等に量子化してストアされている交通情報等を検索し，音声で聴取する。

(c) 類似システムとの相違点：

〈自動車電話システムとの相違点〉

a．音声信号と高速デジタルデータのハイブリッド伝送ができる。

b．デジタル信号スクランブルによる秘話通話ができる。

c．線状のサービスエリアであるため，回線制御が容易である。

d．交通情報センタを直接アクセスして道路情報の収集又は，緊急情報の自動提供を受けることができる。

5．5　システム構築上のポイント

前節までに検討された個別通信システムに要求されるニーズや機能から個別通信システムが具備すべきシステム諸元の構築ポイントを本項では報告する。

このシステム構築上のポイントは特に既存通信システムでは実現できない，道路に沿った，地域的で詳細な道路交通情報の提供や個別的な情報の通信を可能にさせることである。

次項に詳細を報告するが，本検討における構築ポイントは大別すると以下の3点となる。

- 無線方式
- 有線ネットワーク
- 車載端末機能

・無線方式の検討は路上ビーコンと車両間の通信に使用される無線系の通信や変調方式などに関するものである。

・有線ネットワークの検討は，路上ビーコンとシステムの通信制御を行っている統括局や統制局との接続や道路管理者のセンタなどの通信を可能にするための地上系通信ネットワークの通信方式に関するものである。

・そして，車載端末機能の検討は個別通信を車両内で行うために必要な車載端末装置の機器諸元やマンマシンインタフェースに関する検討方法に関するものである。

5．5．1　無線方式に関する検討

(1)　前提条件の検討

次の前提条件を検討し，整理した。

1）システムのサービス機能

次のサービス機能を設定する。

①　利用者サービス

当面の目標：簡易メッセージ通信

ＡＶＭ（営業車両ロケーション）

将来の拡張：ＦＡＸ通信，画像通信（イメージ等静止画）

音声通信（量子化音声によるメール）

② 道路管理者サービス

当面の目標：ＡＶＩ（道路交通流収集）

道路管理支援（ＡＶＭ，メッセージ通信通信）

将来の拡張：ＡＶＩ（通行料金課金）

③ ビーコン機能

位置ビーコン，情報ビーコンとしての機能を包含する。

2）通信形態

双方向通信とするが，メール的な通信とする。対話形式とはしない。

3）適用道路

当面は高速道路対象，将来は直轄国道に拡張。

4）情報量に関する条件

① ビーコン形のナビゲーション情報データ　[路上局→車載機]

・位置方位等の静的情報データ　：1.4ｋｂｉｔ

・交通状況等の動的情報データ　：24ｋｂｉｔ

② 車両固有コードとサービス機能コード　[路上局←車載機]

・静的および動的車両コード　：256ｂｉｔ

・加入車両が要求するサービス機能コード：32ｂｉｔ

③ 経路誘導データ　[路上局→車載機]

・誘導テーブルの情報データ　：864ｂｉｔ

④ 個別通信情報　[路上局←車載機]

・メッセージ情報データ　：800ｂｉｔ

・ＦＡＸ／音声／画像等データ　：200ｋｂｉｔ

⑤ 車両の認識，個別通信の発・着信了解コード [路上局←車載機]

・無線交信の完了認識コード　：48ｂｉｔ

5）車両の走行速度と車間距離

通信ゾーン内の車両台数を想定するために，渋滞時における最小の車頭間距離を次のように考える。

① 50㎞／ｈ走行の場合，車頭間距離20m

② 10㎞／ｈ走行の場合，車頭間距離10m

6）車両ＩＤコードの登録

システムの最大の特徴である車両位置認識の機能を実現するために，通信ゾーンに入った車両は自動的に車両ＩＤコードを登録する。

この登録の手順を考える場合の条件として，ゾーン内に複数の車両が存在してもほとんど100％の登録認識が可能な方式としなければならない。

(2) 要求仕様の検討

1）無線方式の選択

高速単チャンネル方式と低速多チャネル方式が提案された。高速単チャネル方式の特長は次の通り。

1．全国を一組の同一周波数でサービス可能

2．周波数切替制御，チャネル切替制御が不要

3．局地的に大量のデータを伝送することが可能

4．トラヒック増大に対して，路上局増加で対応

また低速多チャネル方式の特長は次の通り。

1．ＣＨ当りの無線占有帯域幅が狭くなる。

2．既存の技術で適用し易い。

3．オプションＣＨのゾーンを広げることで音声等の連続通信可能。

4．トラヒック増大に対して，路上局およびチャネルの増加で対応

両方式とも，上に述べたような利害得失があるが，ビーコン部会での検討結果とあわせ，ビーコンとの整合性から，高速単チャンネル方式を選択した。

2）システム仕様の概要

次の仕様案を設定した。

① 周　波　数　準マイクロ波の送受各１波（一組波）

② ゾーン構成　極小ゾーン通信方式
　　通信ゾーン（60～120m）を間欠設置

③ 伝送速度　512k～1Mb／s

④ 送信電力　10mW以下

⑤ アクセス方式　ＴＤＭＡ
　　（車両ＩＤの認識部はタイムスロットランダムアクセス）

⑥ 通信方式　路上局全二重，車載機半二重

ゾーン構成については，一組波が繰返し使用できる間欠設置の極小ゾーン通信方式とする。本方式は，自動車電話等に見られるような連続通信は不可能であるが，局地的な大容量通信を効率良くできるという利点がある。

また，伝達速度，送信電力については，実測データに基づいて，妥当性のある数値を提案した。

さらに，アクセス方式については，本通信が「放送」的な１：ｎの一方向同数通信と個別にビーコンと個々の車両が通信する双方向個別通信をともに包含する必要性を有しているので，時分割でそれぞれの機能を満足せしめる必要がある。また車両ＩＤの登録においては，車両側からの要求が衝突する可能性があり，これに対しタイムスロットランダムアクセス方式を採用する。

通信方式は，電波伝播から見れば全二重通信である。しかし，車載側の機能を簡素化するため，個々の車載機からみれば，同時に送信と受信を行う必要を無いようにし，車載機半二重を実現した。

3）通信手順およびフレームフォーマット

ゾーンの大きさと伝送速度を最小の想定値(512kbps,ゾーンの大きさ60m)で検討し,次の結果を得た。

① 検討結果として図５－27にフレームフォーマットを示す。

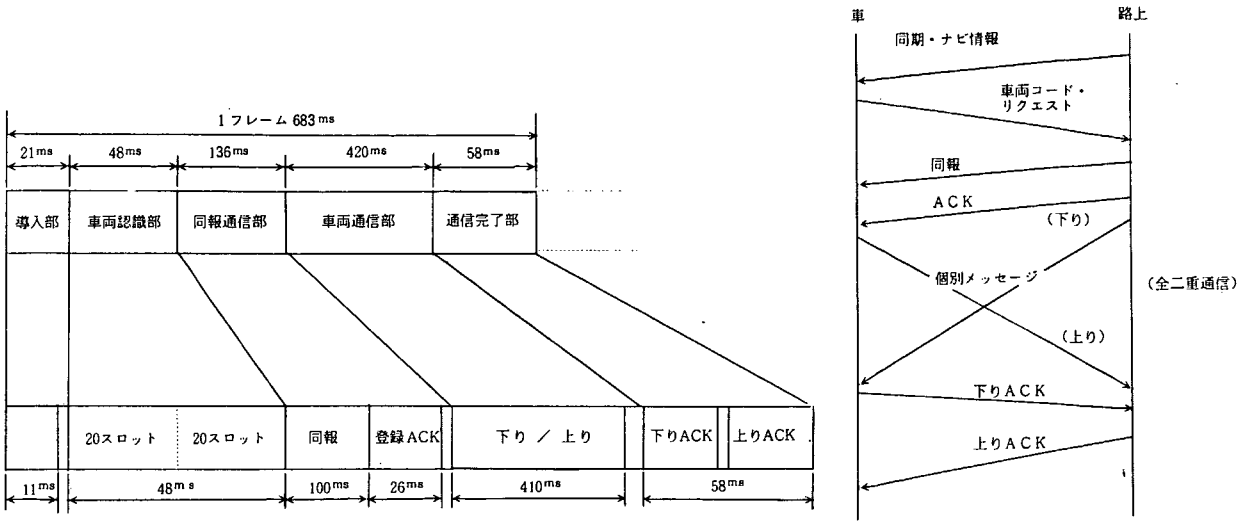


図５－27　フレームフォーマット

② フレーム長は100km／ｈで走行する車両ゾーン内を通過するのに要する時間（約2.2秒）の1／3である700msec.程度とし，確実な通信を可能とする。

③ フレーム構成

ａ．導　入　部：路上局から同期信号と局の位置信号を送信する。

ｂ．車両認識部：導入部を受信した車両は自車両のＩＤ番号と車両からの個別通信発信データの有無，およびそのデータの長さを路上機に送信する。

ゾーン内の複数の車両の同時送信を避けるため，車両認識部は20タイムスロット×２ブロック構成とし，各車両は各ブロック毎にランダムにスロットを選択して２回の送信を行う。

ｃ．同報通信部：路上局から道路交通情報等の同報データを送出する。

次に車両認識部で受け取ったデータに対するＡＣＫ信号，および路上局からゾーン内に入った該当車両への個別通信伝達データの有無を送信する。

もし車両との個別通信がある場合には，車両通信部の使用タイムスロット割当を指示する。

ｄ．車両通信部：割当てられたタイムスロットを使用して，個別通信を行う。通信時間の有効利用のために，全二重通信とし（注１），データ長に応じてフレキシブルなスロット割当とする。（注２）

e．通信完了部：車両通信部の上りＡＣＫ，下りＡＣＫ信号を伝送する。

（注１）：車両側は処理負荷を軽くするために，半二重手順とする。

（注２）：車両認識部で100Ｂ（バイト）×Ｎのデータ長としてＮの値を申請し，路上局で割当てる。最大100Ｂ×254の枠が設けられる。異常時には，イメージデータ（～200kbit）等の大きなデータに対して，簡易メッセージデータを優先させる。

(3) 実現仕様の検討

前記要求仕様に基づき，実験システムを構築する立場から，次の点に重点を置き，実現仕様を決定した。

a．未定部分，未詳細化部分の早期決定

b．情報ビーコン，位置ビーコンとの

c．整合性

通信の信頼性の確保

① 伝送速度

要求仕様においては，512ＫＢＰＳ，１ＭＢＰＳ両案あったが，１ＭＢＳを採用した場合，データ処理部が１ＭＢＰＳに対応しにくい，あるいは般用性の問題がある，等の意見が出たため，１ＭＢＰＳの無線通信は技術的に可能であるが，より実現度の高い512ＫＢＰＳを採用することとした。

② 変調方式

ＢＰＳＫ，ＭＳＫ（ＧＭＳＫ），ＡＳＫ等が提案されたが，早期仕様決定，早期システム構築の必要性からＢＰＳＫを採用した。

③ 通信手順およびフレームフォーマット

ほぼ要求仕様に従っているが，次の点で幾つか詳細化，変更を行っている。

a．フレームの分割

１フレームが約700ｍｓと長いためこの間，通信エラーが全く発生しないことは考えられないので，伝送情報量は増加するが，フレームを分割し，その分割単位で同期をとることにした。これにより，ある分割単位で通信エラーが発生しても，次の分割単位で，通信を再開することができる。

同　報　部……6.4Ｋビット

車両通信部……0.8Ｋビット＋α

b．同期方式

ＨＤＬＣ方式は幾つかの利点があるが，ＨＤＬＣのゼロ（０）挿入機能によりビット数が不定となるため，固定長のメリットを重複して，フレーム同期キャラクタで同期させる方式とした。

c．車送

ビットエラーレートが，実験前であるため十分把握されていないので，重要な部分については，通信エラーの有無に関らず，無条件に連送（３回送信）することにした。連送対象部分は次の通り。

・導入部（静的ナビゲーション情報）

・車両認識部（車両コード）

・登録ＡＣＫ

・下りＡＣＫ（個別通信用ＡＣＫ）

・上りＡＣＫ（　　〃　　）

なお，各分割単位毎にＣＲＣによる誤り検出を行う。誤りによる連送は，次フレーム受信による。

ｄ．長短メッセージの優先度設定

画像，ＦＡＸ，音声については，個別通信部の大半を占める長メッセージとなるため，短メッセージ（文メッセージ等）を優先させ，短メッセージが一定数（５）以上，同一フレーム内にある場合には，長メッセージ通信を行わない（実質的には次のビーコンで実施する）こととした。

ｅ．情報ビーコン，位置ビーコンとの整合性

個別通信を行えるビーコンを個別ビーコンとし，動的情報を伝える情報ビーコン，位置情報のみを伝える位置ビーコンの機能を，サブセットとして包含するように設計した。これを表に示す。

表５－６　各ビーコンの送受信情報

送受信情報	個別ビーコン	情報ビーコン	位置ビーコン
導　入　部	○	○	○
車両記識部	○	－	－
同報通信部	○	○	－
車両通信部	○	－	－
通信完了部	○	－	－

５．５．２　有線ネットワークに関する検討

(1)　システム構成の基本的な考え方

路車間通信システムは，無線系，伝送系，交換系，情報処理系等の多彩なサブシステムが有機的に結合する事により構築される総合通信システムである。

本システムは，サービス開始時の初期段階から，成熟段階に至る長期計画の中で，そのシステム規模は順次拡張されて行くと同時に，ユーザーに提供されるサービス，システムの運用等に供されるサービスも段階的に充実・整備されて行くべきものである。

従って，この総合通信システムを構成する上では，「路車間通信システム」が，健全に拡大・高度化して行くために必須な柔軟性に充分な配慮をしつつ，システムの総合経済性を追求する事が重要である。

以上の見地から，路車間通信システムの基本構成にかかわる基本的な考え方を述べる。

１）汎用性・拡張性・システムの簡潔性の確保

多彩なサブシステムが，有機的に結合する総合通信システム構築の中で柔軟性を確保するためには，必要とされる全体の機能を分類・整理して適切な機能群に分割し，その分離性を良くする事が必要であり，それらの相互間には，汎用的なプロトコル等を極力導入する事が重要である。

具体的には，以下の４項を考慮する。

①　路車間通信システムの交換網とシステムセンターとの分離

システム内で飛びかう通信データ，制御データ等各種のデータを効率良く，確実に伝達する機能を担務する交換網と，システム全体の共通的なサービスに供するために各種の情報処理等を担務す

るシステムセンターとの分離性を良くしておくことが望ましい。

② 路車間通信システムの階層化構成

一般の通信網と同様に全国域での通信網として局階位構成を考える。電話回線網の局階層（端局，集中局，通信局，総括局）に対し，本システムでは次の4階層に分けて各機能を割当てることとする。

路上局，地区局（ＩＣ局)(注1)，地域局（高速総括局)(注1)，統括局

（注1） ＩＣ局は地区局，高速総括局は地域局とそれぞれ同階位にある。

以下の記述ではＩＣ局と高速総括局を省略する。

③ システム交換網における各局の交換機能の分離

特に統括局，地域局の交換機能については，一般の交換機能と，移動車両通信のための特有の交換処理機能が必要である。

これらの2つの交換機能の分離性を良くしておくことが望ましい。

④ 既に確立されている汎用的なプロトコル及びファシリティの導入

各機能ブロック間インタフェース等には，極力汎用的なプロトコルを導入する事が望ましく，また汎用的なファシリティ等を導入することを考慮する。

2）路車間通信システム階層構成の考え方

システムは全体として路上局，地区局，地域局，総括局の4階位構成をとるが，それぞれの達成すべき機能等によって，路上局，地区局のレベルと地域局，総括局のレベルに分けて考えることができる。

① 地域局，総括局階層の考え方

網全体における局数が路上局，地区局数に比較して相対的に少ないことと，交換・処理のためのインテリジェンシを本質的に具備する必要があることから，網全体で分担すべき機能について，極力この階層に集中配備する。

また，この階層で送受される各種のデータは，任意ポイント間の通信であると同時に，システムの拡大・高度化に伴いそのデータ量も増大するものであり，交換網として充実した交換機能を確保する。

② 路上局，地区局階層の考え方

網全体における局数が極めて多いため，機能は極力上位層に委ねて簡素化し，集線網としての経済性を確保する。

3）統括局，地域局で構成される交換網の交換方式

網内トラヒックデータとして，将来の音声，画像サービスに備え，200Kビット程度のデータブロックを扱う必要があるが，その他のメッセージ通信情報，車両位置検出情報，サービス情報，保守情報，課金情報等は，比較的データ長は短い。

呼当りのデータ長が短く，呼設定時間の短縮が望ましい交換方式としては，バケット交換方式に親和性がある。さらに，各局相互間のリンク接続に関しては，バケット交換方式の持つ理論多重機能を

利用することにより，物理的リンク（伝送路）数を小さくすることが可能であると同時に，伝送路の効率的利用ができる。また，伝送路上で発生するデータ誤りに対しても，バケット交換プロトコルに内臓されている誤り再送機能により，自動的に回復され，安全で確実なデータ交換のメリットが享受できる。

以上より，総括局・地域局で構成される交換網は，バケット交換網が望ましい。今後の網拡大・高度化の要請による各種のシステムセンターあるいは大型情報表示システム等の収容も，汎用のX．25プロトコルを採用することにより容易に接続が可能となる。

4）地区局，路上局の網構成

トラヒックは定形的であり，膨大な数にのぼる路上局の集線網を形成し，上位のバケット交換網には，バケット端末の位置付けで収容される。

(2) 有線システムの構成案

以上のシステム構成の基本的な考え方に沿った路車間通信システムの網構成を以下に示す。

1）有線系システム全体の構成概念（図5－28）

① 企業センタ，一般家庭と路車間通信システムとの接続は，既存の公衆電話網，公衆バケット交換網等を介し行われる。

② 路車間通信システム網は，総括局，地域局で形成されるバケット交換網と，地区局，路上局で形成される集線網とから構成される。

③ 将来のサービス拡大・高度化に伴うシステムセンタ等は，バケット交換網に接続収容される。

また，大型情報表示システムや料金所システム等のファシリティもX・25プロトコルにより容易にバケット交換網に収容可能であり，必要に応じ，任意の地域局，総括局に接続収容できる。

2）有線系システム網の構成（図5－29）

① 総括局，地域局は，汎用のバケット交換機能を有する交換ノードと，移動車両通信のために必要な交換・処理機能を有する情報処理ユニット（汎用コンピュータ）とで構成される。

総括局，地域局の全ての交換ノードにより，バケット交換網が形成される。企業センタ，一般家庭とを結ぶ公衆網とは，ゲートウェイ，網間接続ユニットを介し，総括局，地域局の交換ノードに，接続される。

② 総括局，地域局，地区局間の伝送リンクとしては，64ｋｂ／ｓ（×N）のチャンネルをトラフィックに応じて多重化使用する高速伝送路により接続される。

③ 地区局，路上局間の伝送リンクとしては，将来の音声，画像サービスの提供に備え，64ｋｂ／ｓ程度の通信容量が必要である。

④ 冗長構成に関しては，障害波及範囲の点から，総括局，地域局，地区局は2重化構成が望ましい。

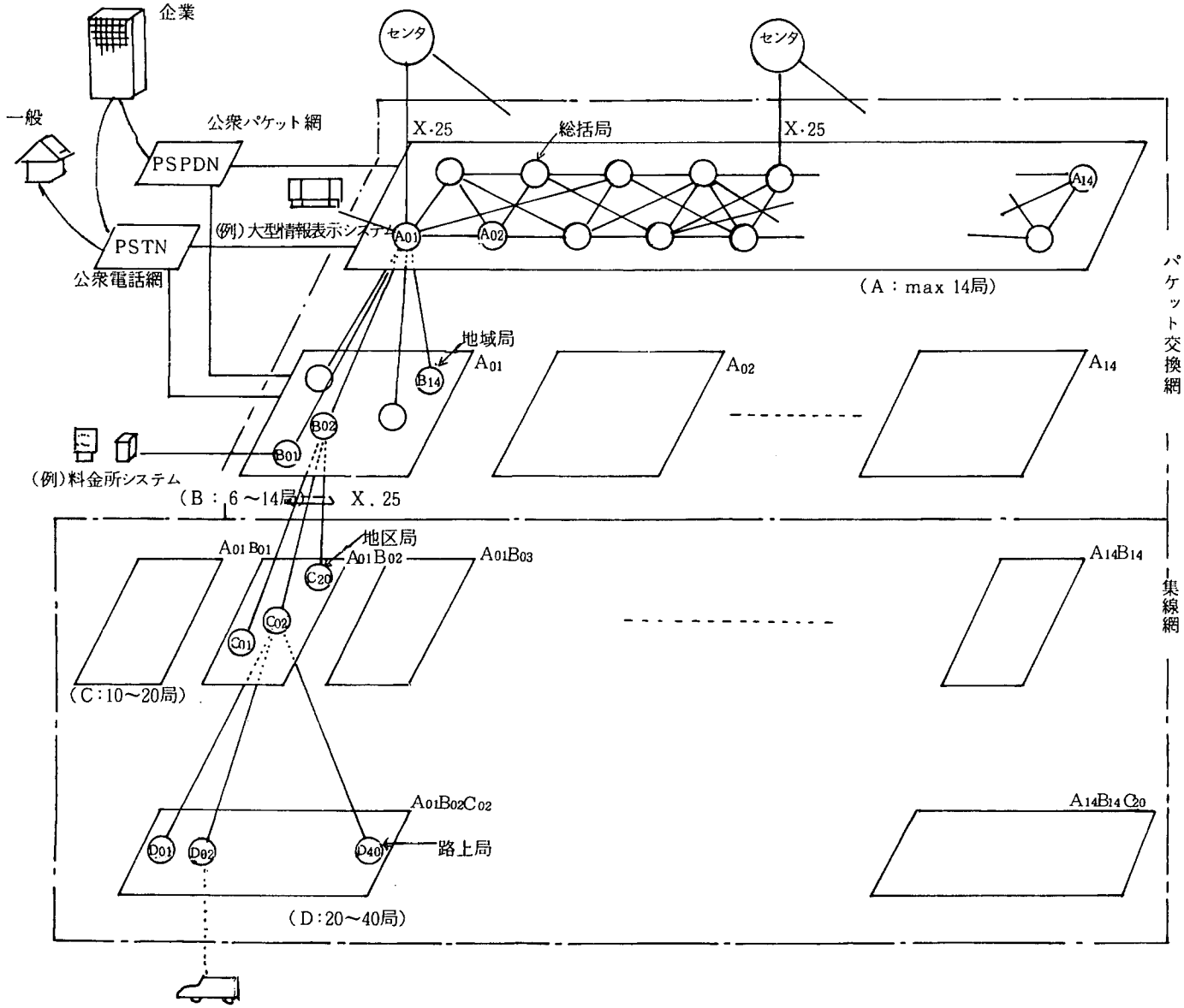


図5－26　有線系システム全体の構成概念

センタ：網全体の管理センタ・サービスセンタで複数設置を可とする。
総括局網：最大14局の密な不完全メッシュ網とする。 全国規模の移動範囲とする大手企業ユーザセンタと接続する。
地域局網：上位総括局とは、スター状に接続され、地域局間通信は全てマスター総括局経由を基本とする。 地域毎に加入登録された一般加入者との接続を行う。
地区局網：上位地域局にはスター状に接続収容され、地区局間は分離する。 交通流計算等のローカル処理も含まれる。
路上局網：上位地区局をマスターとする網であり、道路脇に設置するサインポストを基本とする。最大40局。通信機能の他にローカルなサービス情報の蓄積機能も有する。
車載機：車両に搭載する局である。

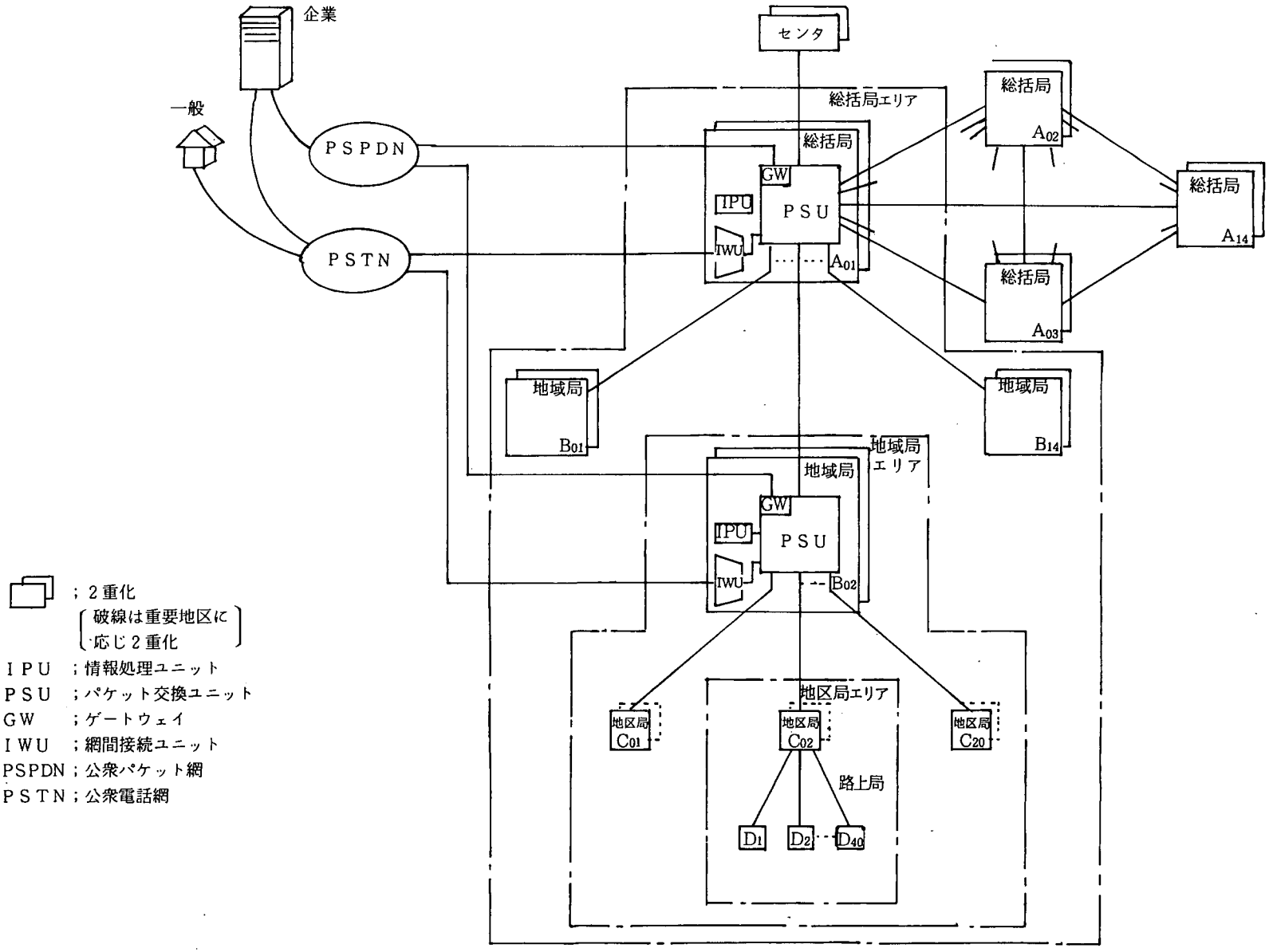


図5－27　有線系システム網の構成

(3) 通信接続プロトコル

基本的な考え方で述べた如く，ネットワーク全体に対しパケット交換網としての汎用プロトコルであるＣＣＩＴＴ　Ｘ．25勧告を全面的に採用することが望まれる。

しかしながら，路上局と地区局の間は，とくに路上局側の通信制御に係わる負荷の軽減を図る必要があることから，この区間はＸ．25のサブセットであるリンクレベルプロトコルＸ．25（ＬＡＰＢ）にとどめることとする。

こうした接続プロトコルを，ＩＳＯ(国際標準化機構)がとりまとめを行っているＯＳＩ（Open System Interconnection：開放型システム間相互接続）基本参照モデルに対応させると，図５－30のように示される。

システムの構成を一過性の構築概念で開発すると，利用要求の増大や，機能拡張に対して対応が困難となり，トラブルの多発原因ともなる。システム構築時点から，階層的なアーキテクチャーを導入し，機能の各階層毎に独立させる手法をとることにより，将来の問題を未然に回避することが可能となる。

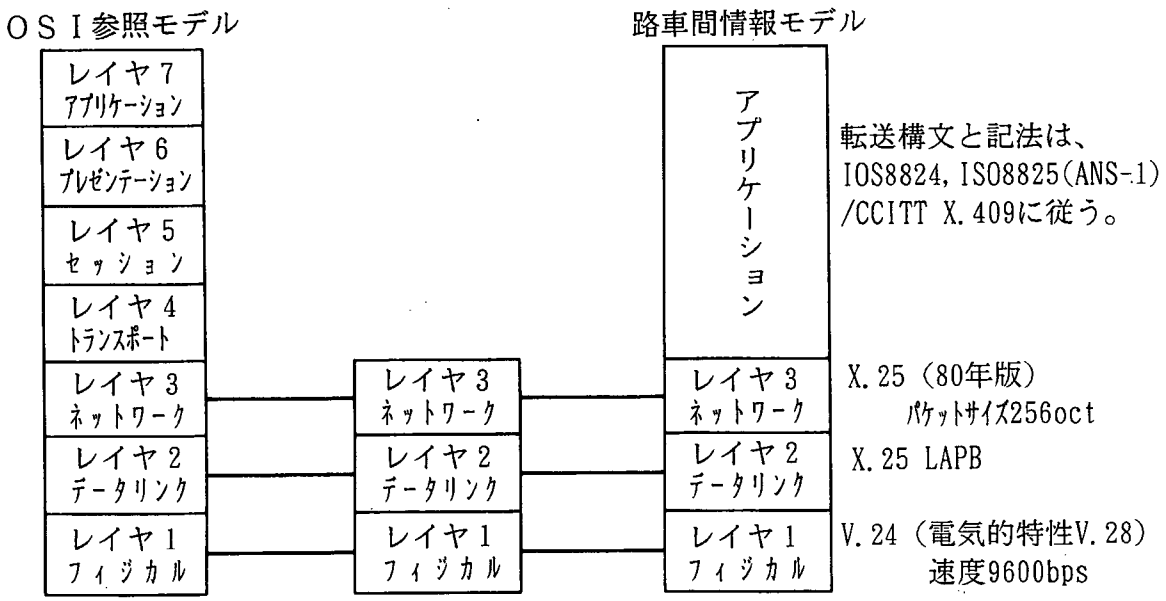


図５－30　通信接続プロトコルとＯＳＩ対応

5．5．3　車載端末機能に関する検討

(1) 検討概要

道路交通情報を有効に活用できる路車間情報システムの車載端末として具備すべき機能の検討は，将来予測されるマルチメディア（文章，音声，音声合成，画像，ＦＡＸ）な通信に十分対応できる機器諸元，データ諸元，車載通信装置の構成やマンマシンインタフェースの検討を重ねた。

(2) 構築ポイント

構築ポイントはつぎの内容に関して検討を行った。

① 機器諸元

個別通信用車載端末と無線装置間の機器間インタフェースの決定は伝送する情報の種類や量等によって，システム機能上最適な方式が望まれる。

又，このインタフェースは，ＯＳＩ等で世界的に認知され，一般的に活用され，かつ特定メーカ仕様にかたよらないことが要求される。

この条件にそいながら，機器間インタフェースの検討を重ねた。

第１に検討されたインタフェースは既存インタフェースにとらわれず本システムオリジナルな無手順方式が提案された。

しかし，このインタフェースは構築するまでに取りきめる事項が膨大で，検討に時間を要することが想定されたため既存で凡用性の高いインタフェースに変更した。

第２に検討された凡用性の高いインタフェースはＤＴＥ／ＤＣＥ間の通信で使用実績の多いＢＳＣ手順を検討した。

この検討は物理的インタフェースや状態遷移図などの詳細事項をとりきめた。

しかし，このインタフェースも車載端末と有線系ＤＣ端末とのシステムテストにおける直接接続が不可能な理由により断念された。

第３に検討されたインタフェースは，前途のＤＣ端末との整合性を考慮に入れ有線回線検討班でも採用されたＬＡＰＢ（X25リンクレイヤ）であった。＜３）推奨インタフェース概要　参照＞

以上，機器間インタフェースは３方式に関して検討が行われた。

しかしながら，車載端末と無線装置を一体化して製作することも想定されるため，インタフェース規格を定め，規定することはシステム構築を妨げる要因となる恐れが有る。したがって最終的に，車載端末と無線装置間のインタフェース条件の物理的インタフェースや，通信手順は推奨案にとどめることとした。

② データ伝送

車載端末装置で実現できる個別通信のために想定した各種メディアのデータ量は短メッセージ（文字テキスト等）の100Ｂｙｔｅと長メッセージ（ＦＡＸ，音声及び画像）の25ＫＢｙｔｅの２種類である。この各種メディアの具体的なデータ諸元はつぎのとおりである。

(a) 短メッセージ

a．文字テキスト

文字テキストは簡易なメッセージ通信を想定し１メッセージ当たりの文字数を100文字の定形型としている。

この文字テキストのコード体系はつぎの５種類を想定した。

・ＪＩＳX0201

・ＥＢＣＤＩＣ

・ＪＩＳX0208

・シフトＪＩＳ漢字

・ＥＵＣ（ＵＮＩＸ拡張コード）

b．文字定形コードデータ

文字定形コードデータは使用頻度の高い定形の文章を車載とセンタ端末間で共通にファイルしておき，コードデータのみを伝送する方式である。

伝送データは，コード表Ｎｏ（１Ｂｙｔｅ）とコード表内のパターンＮｏ（１Ｂｙｔｅ）の２種類を伝送する。

c．音声定形コードデータ

音声定形コードデータは文字定形コードデータと同様，車載とセンタ端末間で共通にした音声定形コードを伝送し，受信側で合成音声をスピーカから出力させる方式である。

伝送データはコードＮｏ（１Ｂｙｔｅ）とコード表内のパターンＮｏ（１Ｂｙｔｅ）の２種類を伝送する。

(b) 長メッセージ

a．ＦＡＸ

ＦＡＸはＡ４版１枚分の２５ＫＢｙｔｅを伝送することを想定した。

ＦＡＸ伝送の各種パラメータはつぎのとおり。

・解像度　　3.85本／mm，7.7本／mm

・符号化形式　　ＭＨ，ＭＲ

・記録幅　　Ａ４，Ａ５，Ａ６，Ｂ４，Ａ３

・最大記録長　　Ａ４，Ｂ４，制限なし

b．音声

音声は，生音声を符号化し，データとして伝送するもので最大のデータ量は25ＫＢｙｔｅを想定した。

音声の符号化パラメータはつぎのとおり。

・量子化　　リニア，その他

・方式　　ＡＤＰＣＭ，ＰＣＭ

・量子化ビット　４ビット，５ビット，６ビット

・サンプル周波数　4KHz，5KHz，6KHz，8KHz，16KHz，32KHz

・A／Dビット数　8ビット，9ビット，10ビット，11ビット，12ビット

c．画像

画像伝送は6インチサイズ　300×200ドットのカラー画像1枚を伝送することを想定した。

画像伝送の各種パラメータはつぎのとおり。

・画データのタイプ　ビットイメージ

・画面サイズ　600×400，320×200，250×192

・色調，階調　モノクロ階調なし，モノクロ4ビット階調，RGBカラー階調なし，RGBカラー4ビット階調

・圧縮方式，F方式　圧縮なしFILE形式なし，圧縮なし工形式

③　車載通信装置の構成

個別通信を要求するユーザを分類すると，マイカー，路線トラックや移動オフィスなどが考えられる。

このユーザの要求機能から，車載端末を想定すると車載端末の構成はつぎのとおりである。

(a)　マイカー

マイカーにおける個別通信機能は，各種の道路交通情報やメッセージ通信などが考えられる。

以下にこれらの機能を実現するためのマイカー車載端末装置の構成例を図5－31に示す。

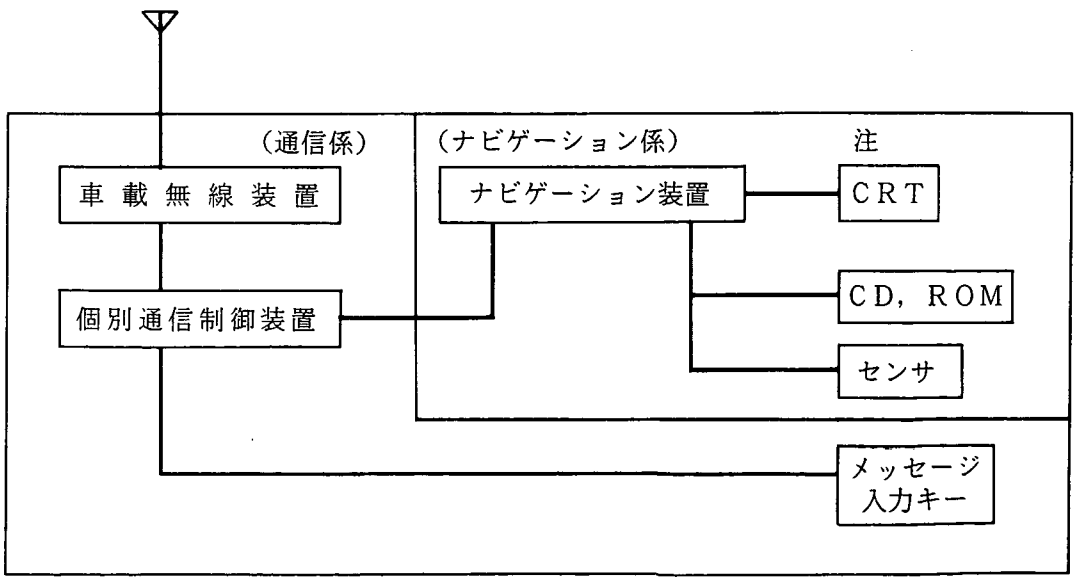


図5－31　マイカー車載端末装置の構成例

注　ナビゲーション系のCRTの表示は，ナビゲーション用地図表示のほか通信用メッセージ表示も行う。

(b) 路線トラック／移動オフィス・カー

路線トラックや移動オフィスカーにおける個別通信機能は各種の道路交通情報，ＡＶＭ，メッセージ通信，ＦＡＸ，画像伝送や音声通信などが考えられる。

これらの機能を実現するための車載端末装置の構成例図５－32を示す。

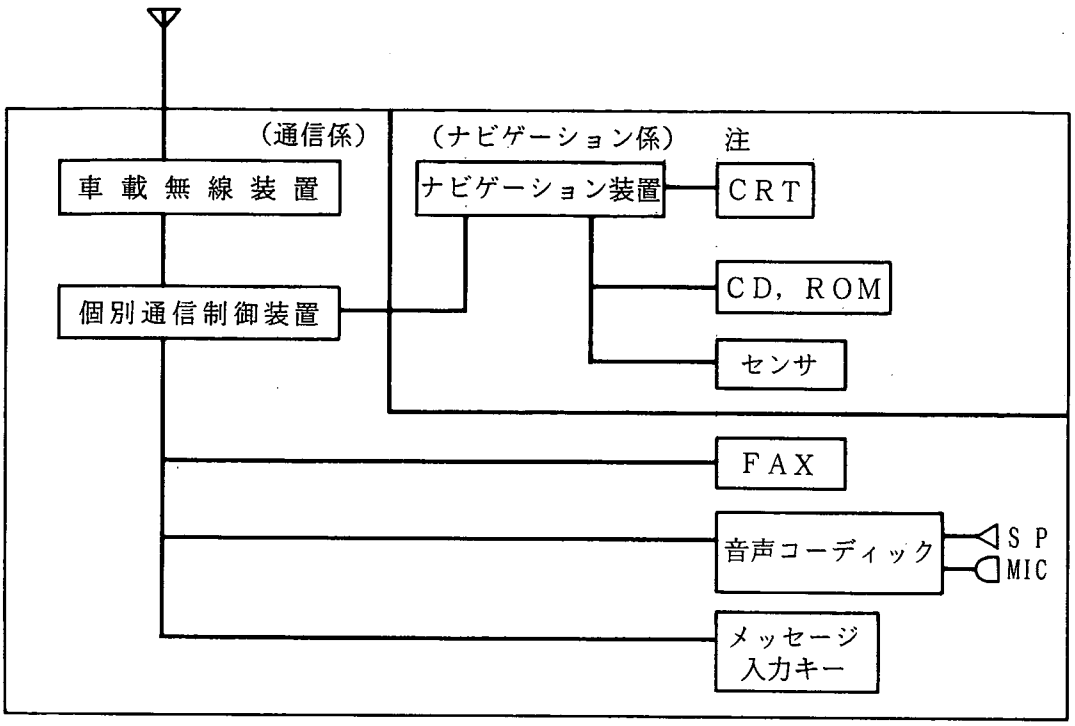


図５－32　路線トラック／移動オフィスカーの車載端末装置の構成例

注　ナビゲーション系ＣＲＴの表示は，ナビゲーション用地図表示のほか通信用メーセッジ表示も行う。

④ マンマシン・インタフェース

路車間情報システムの導入が想定される主要なユーザは路線トラック事業者，移動オフィスそしてマイカーである。

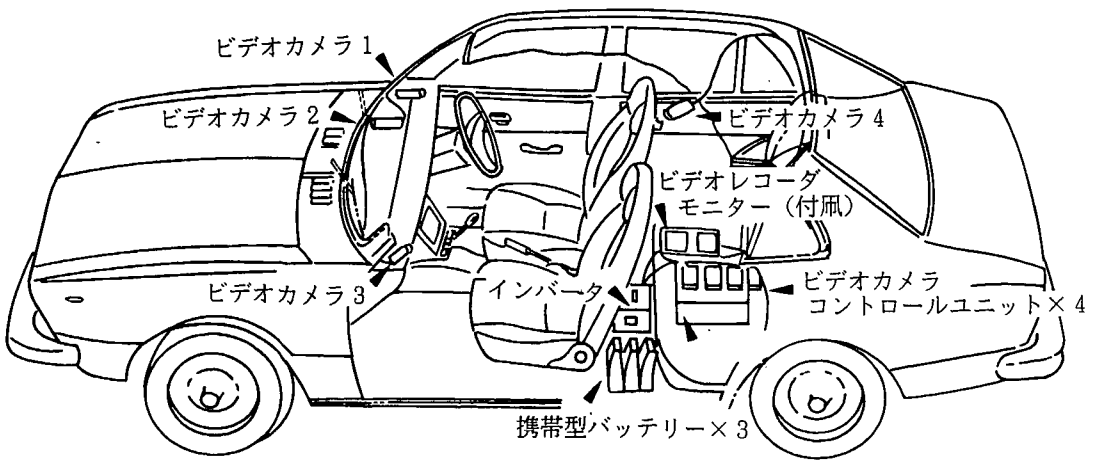


図５－33　実験機器の配置図

この主要ユーザにターゲットを絞った車載端末機器のマンマシンインタフェース検討はバーバルプロトコル解折手法を用いて行った。

この解折手法は車載端末機器の操作に当ってドライバー(被験者)が行動する過程をＶＴＲやテープレコーダで記録する手法で被験者が脳で思考する過程を自由に発話させ，この内容を分折し，解折するものである。

尚，バーバルプロトコル解折のために使用した測定状況は図５－33のとおりである。

(3) 推奨インタフェース概要

車載端末と無線装置間インタフェース推奨案の概要はつぎのとおり。

① プロトコル：ＬＡＰＢ（X．25リンクレイヤ）

② 物理レイヤ：Ｖ．24／Ｖ．28

③ 伝送速度　：9600ｂｐｓ

ＬＡＰＢシステムパラメータ

モジュロ：8

Ｎ１　：2168ビット（271バイト）

（Ａ＋Ｃ＋（データ転送管理部・データ転送＋256バイト）＋ＦＣＳ）

Ｎ２　：7

Ｋ　：7

Ｔ１　：２秒

Ｔ２　：３秒

Ｔ３　：監視しない

Ｔ４　：60秒

車載無線機：ＤＣＥ，車載端末部：ＤＴＥ

５．６　構成するシステムのイメージ

５．６．１　システム規模の想定

路車間情報システムのサービスは全国レベルで提供されることを特徴としていることから，システムの基本構成を考えるためには，将来このシステムが発展した場合においても十分適応可能な拡張性を持ったものとしておく必要がある。

そこでシステムが順調に拡大し，成熟した段階でのシステム規模を想定する。

(1) 加入車両数の想定

〔前提条件〕

① 自動車保有台数の一般用車両（一般ユーザの乗用車）と業務用車両（業務用のトラック，バス）との構成比率を３：１とする。

② システムの普及率を25%とし，一般用と業務用とのニーズの相違による配分を行う。

③ 業務用車両のうち，広域を行動範囲として企業センタのＡＶＭシステムとの接続を前提とする大手企業ユーザの車両と，その他企業の車両とに分類する。

④ システムの加入車両を，地域局登録と総括局登録とに分類して取扱うこととし，大手企業ユーザーの車両は総括局登録とし，その他企業車両および一般車両は地域局登録とする。

以上の前提をおき，システム加入車両数を試算した結果を表５－７に示す。

表５－７　システム加入車両数

全国自動車保有台数（万台）	4,000
• 一般用車両	3,000
• 業務用車両	1,000
• 大手企業車両	170
• その他車両	830
システム加入車率　（%）	25
• 一般用車両	19
• 業務用車両	42
• 大手企業車両	100
• その他車両	30
加入車両数　（万台）	1,000
• 一般用車両	580
• 業務用車両	420
• 総括局登録	170
• 地域局登録	250

（将来規模）

(2) 地上局設備数の想定

全国的に展開される膨大な数の路上局を各センタに直接接続した場合伝送路に大きな負担がかかる。

このため，地上設備を図５－34に示す階層構造の構成とする本システムを全国高速道路に展開した場合に想定される地上設備の数と規模を表５－８に示す。

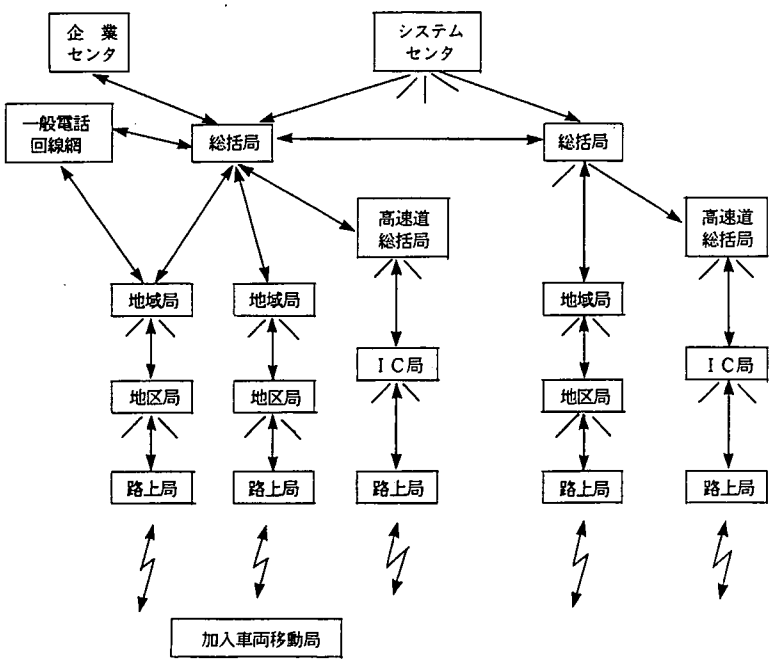


図５－34　地上設備の構成概念

表５－８　地上局設備の数と規模

	全国高速道路		東名神高速道路	
総延長　（km）	4,000		536	
平均レーン数	5		5	
Ｉ．Ｃの総数	280		38	
Ｓ．Ａ　〃	70		10	
Ｐ．Ａ　〃	140		19	
路上局　〃	2,240		300	
・Ｓ．Ａ．Ｐ．Ａ入出点路上局	420		57	
・中間点路上局	1,786		240	
	I.C 局	高速総括局	I.C 局	高速総括局
各局数	280	14	38	2
所属する下位局数	8	20	8	20
平均局間距離　（km）	14.3	286	14.1	268
最繁時……50km／H				
・加入車両比率　（%）	50	50	50	50
・実働加入車両数（万台）	0.11	2.3	0.11	2.2
・走行中の加入車両	0.10	2.0	0.10	1.9
・準走行中　〃	0.014	0.28	0.014	0.27
平常時…… 100km／H				
・局間平均通過時間（分）	8.6	170	8.5	161

（注）　Ｉ．Ｃ：インターチェンジ
　　Ｓ．Ａ：サービスエリア
　　Ｐ．Ａ：パーキングエリア

(3)　システムの機能と伝送情報量

個別通信システムの提供機能を図５－35に示す。

また，主要通信サービスの情報量を以下に設定する。

①　個別通信データ〔路上局←→車載局〕

ア．メッセージ通信

・短メッセージ　800ｂｉｔ（100文字）

・長メツセージ　200ｋｂｉｔ

イ．ＦＡＸ，画像データ

・ＦＡＸ　200ｋｂｉｔ（Ｇ３，Ａ－４　１枚）

・ＣＲＴ画像　200ｋｂｉｔ（320×200ドットカラ）

ウ．音声　200Ｋｂｉｔ

当面のシステムは，間欠的なサービスエリアを持った極小ゾーンシステムから導入をスタートするため，当面は音声メールによる伝言サービスとし，音声通話システムへの発展は将来の課題とする。

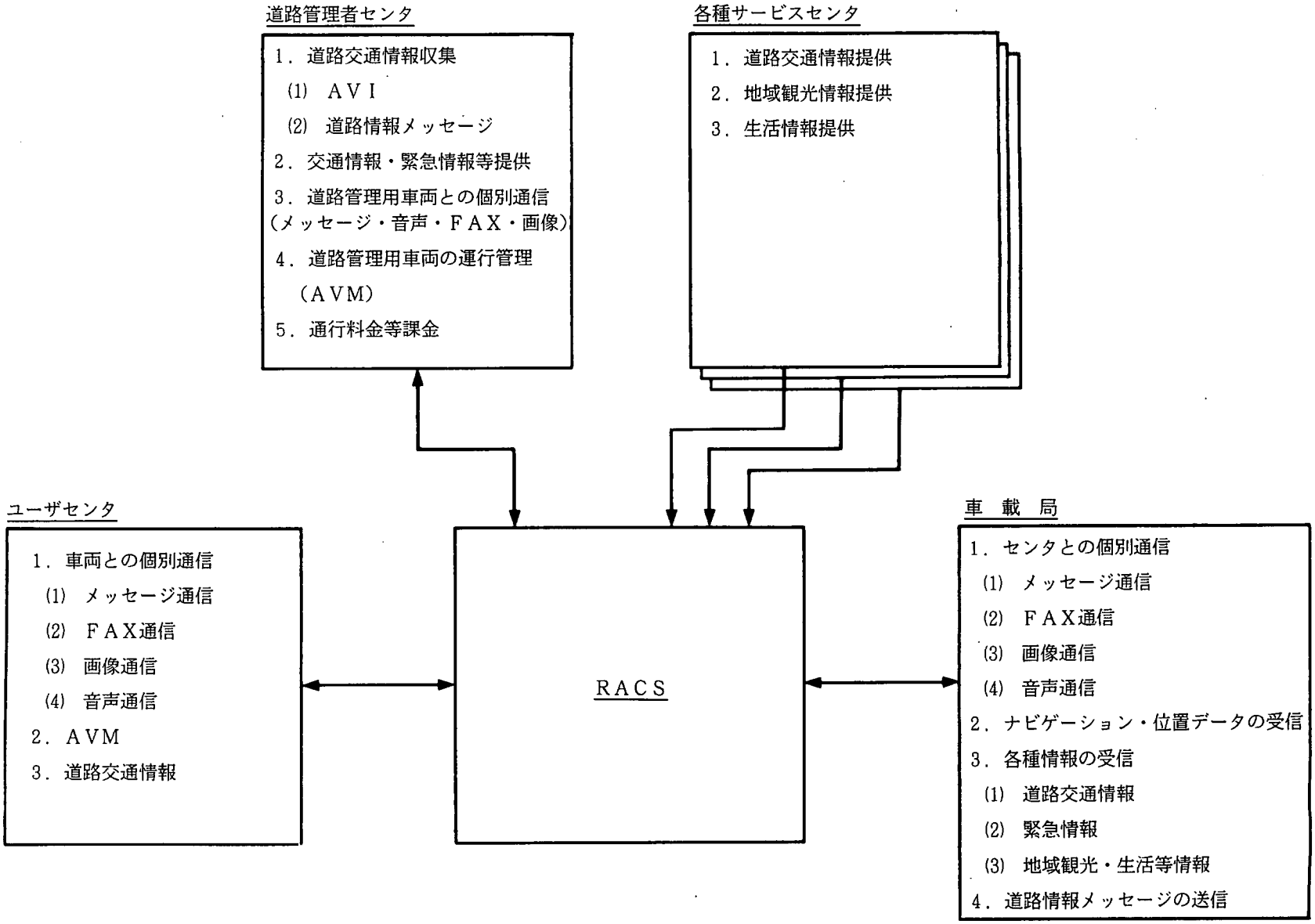


図５－35　個別通信システムの提供機能

エ．想定発生呼量

	最繁時呼量（回／H・台）		発・着信比率
	メッセージ	画像	
地域局登録車両			
一般電話網との接続			
一般用	1	0.1	3 ：1
業務用	4	0.8	2 ：1
総括局登録車両			
一般電話網との接続	1	0.1	3 ：1
ユーザセンタとの接続	4	0.8	2 ：1

② ビーコン形のナビゲーション情報データ　[路上局→車載局]

・位置方位等の静的情報データ　：1.4Kｂｉｔ

・交通状況等の動的情報データ　：24Kｂｉｔ

③ 車両固有コードとサービス機能コード　[路上局←車載局]

・動的および動的車両コード　：256ｂｉｔ

・加入車両が要求するサービス機能コード　：32ｂｉｔ

④ 経路誘導データ　[路上局→車載局]

・誘導テーブルの情報データ　：864ｂｉｔ

⑤ 車両の認識,個別通信の発･着信了解コード　[路上局←→車載局]

・無線交信の完了確認コード　：48ｂｉｔ

5．6．2　総合システム構成イメージ

(1) システム構成の基本的な考え方

路車間通信システムは，無線系，伝送系，交換系，情報処理系等の多彩なサブシステムが有機的に結合する事により構築される総合通信システムである。

本システムは，サービス開始時の初期段階から，成熟段階に至る長期計画の中で，そのシステム規模は順次拡張されて行くと同時に，ユーザに提供されるサービス，システムの運用等に供されるサービスも段階的に充実・整備されて行くべきものである。

従って，この総合通信システムを構成する上では，「路車間通信システム」が，健全に拡大・高度化して行くために必須な柔軟性に充分な配慮をしつつ，システムの総合経済性を追求する事が重要である。

(2) システムの構成

路車間情報システム総合システム構成イメージを図５－36に示す。

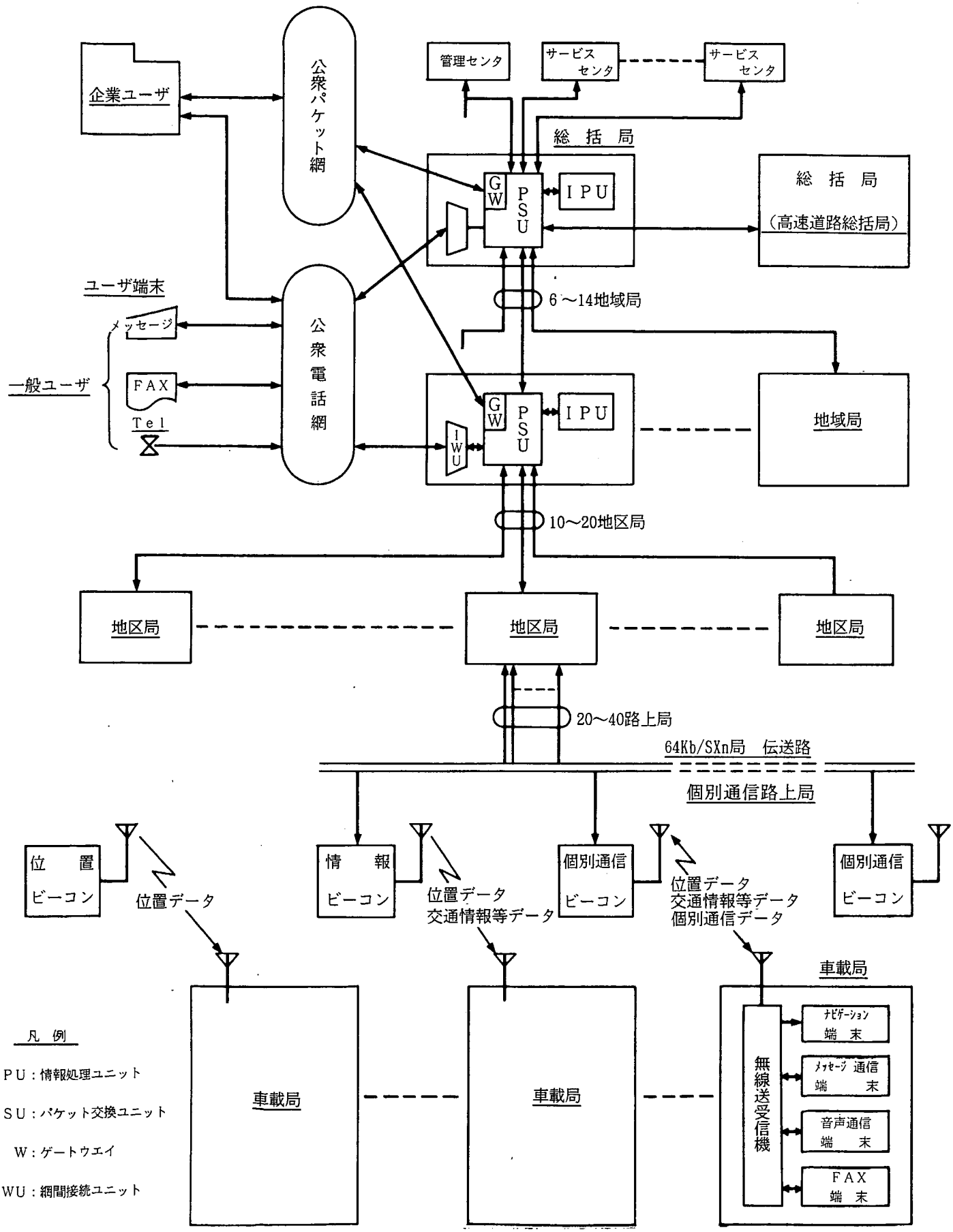


図5－36　路車間情報システム総合システム構成イメージ

本システムの地上設備は以下に示す各局からなる階層構成とし，各局は下記の機能を分担するものとする。

① 各局の機能

〈一般道路系の各局の機能〉

1）路　上　局：路車間個別通信サインポスト局であり，走行車両の認識，路車間双方向無線通信を制御する。

2）地　区　局：路上局20－40を所管し，走行中の加入車両の車両位置探索の最前線として機能する。また，路上局間の通過時間をもとに当該地区の交通情報の抽出も行い上位局に報告する。

3）地　域　局：地域毎に加入登録された一般加入車両の基地局として機能し，ＮＴＴ回線との接続を行なう。地区局10－20程度を所管する。
登録加入車両のシステム使用量の自動課金業務を行う。

4）総　括　局：地域局６－14程度を所管し，全国域を移動範囲とする大手企業ユーザの車両の登録基地局として機能し，ＮＴＴ回線および企業ユーザセンタと接続する。
登録企業ユーザのシステム使用量の自動課金業務を行なう。

5）セ ン タ 局：路車間情報システム全体を統括するものであり，交通情報全般，経路誘導計算による誘導テーブル，気象情報その他の外部情報の導入等を行ない，下位局に分散配布する。

〈高速道路系の各局の機能〉

1）路　上　局：一般道路系の路上局と同じ機能を持つ。
サービスエリア，パーキングエリアの入出点路上局は，通常の通信機能に加えて，準走行中（パーキングエリア等で駐停車中の状態）の加入車両を認識する。

2）Ｉ．　Ｃ　局：インターチェンジ間の路上局（路上局数で５－15）を所管し，機能的には一般道路系の地区局に準ずる。
通行料金の自動課金等の道路管理者用通信系の最前線基地として機能する。

3）高速道総括部：一般道路系での地域局と総括局とに類似した規模を持ち，高速道路系を走行中の加入車両の走行情報を一般道路系の登録所管局(一般加入車両は地域局,企業ユーザ車両は総括局）に提供する。

5．6．3　実験システムの構成イメージ

63年度には,これまでに検討を行ったサービス機能の中から,①ＡＶ１—道路交通情報，②経路案内（誘導)③道路管理支援,④道路交通情報提供，⑤位置評定，⑥メッセージ通信，⑦ＡＶＭ—営業車ロケーション，⑧ＦＡＸ通信，画像通信，⑨音声通信の各機能を有する実験システムの設計，構築を行った。

(1) システム構成

実験システムはシステムセンター，ユーザセンター，ビーコンより構成しており，図５－37に示すような有線系で連結している。システムセンターは主として電文の収集・配信を行う施設であり，ユーザセンターは企業端末，一般家庭端末等を想定したメッセージ入出力を行う施設である。実用システムの局設備は全国的に分散配置され前項図５－34に示すような各局の機能を有線系で網状に連結したものになることが想定されるため，実験システムにおいても各局の機能をシステムセンター内の個々のコンピュータに分散させている。実用システムの総括局，地区局と実験システム装置との対応は表５－９に示す通りである。

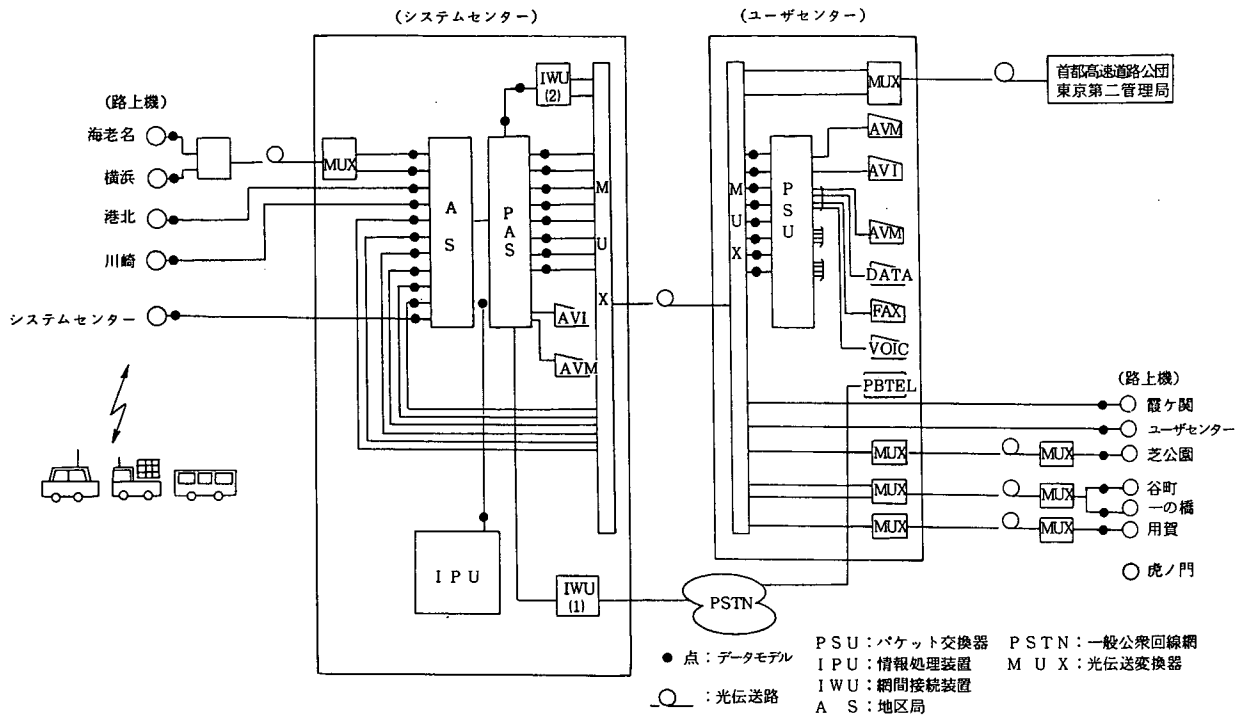


図５－37　実験システム

表５－９　実用システムと実験システムの装置

実用システム	実験システム	
	装置	設置場所
総括局	IPU(Imformation Processing Unit：情報処理装置)	システムセンター
	IWU(Interwiring Unit：網間接続装置)	
	PSU(Packet Swithing Unit：パケット交換機)	
地域局	－	－
地区局	AS(Area Station:地区局装置)	システムセンター

システムセンターは，①情報バケットの交換接続を行うＰＳＵ，②多数のビーコンの集線装置として動作し地区局を模擬しているＡＳ，③車両の現在位置情報を管理し電文の配信を司るＩＰＵ，④路車間情報システムの通信網と他の通信網とを接続するＩＷＵ，および，⑤道路管理者用ＡＶＭ(自動車両運行管理)／ＡＶＩ（登録車両モニタ制度の活用による道路交通情報の収集）端末から構成している。実験システムでは，ＩＷＵを介し，ＮＴＴ回線を接続することにより一般のプッシュホン電話からコード化されたメッセージ通信を車両に伝達することを可能とし，また道路管理者の専用回線と接続することにより，首都高速道路公団が管理している道路交通情報を車載端末に提供することを可能としている。また，ユーザセンターは，路線トラック，移動オフィース／デリバリーカー，マイカーの３種の想定車両に対する①個別通信端末，②道路管理者用ＡＶＭ／ＡＶＩ端末，および，③各端末へのバケット配信を行うＰＳＵから構成している。実験システムでの端末の種類には，文字，音声，画像，ＦＡＸ端末等があり，これらはいずれも市販のパーソナルコンピュータやＦＡＸ機器を用いたものである。

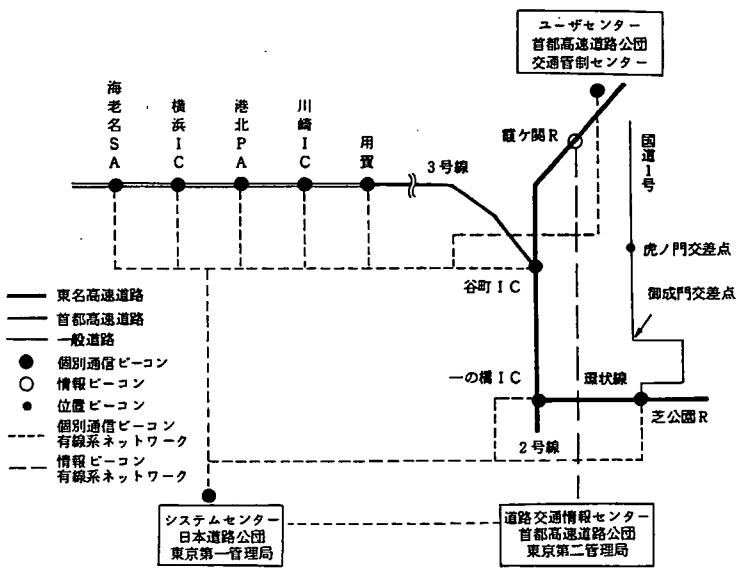


図５－38　ビーコンの配置図

ビーコンは，位置ビーコン，情報ビーコンが各々１ヵ所，個別通信ビーコンが10ヵ所，図５－38に示す位置に配置されている。各ビーコンの機能は次の通りである。

１）位置ビーコン

スタンドアロン型のビーコンで位置情報，道路案内情報，付近の駐車場情報（位置・料金等）といった静的な情報を提供する。

２）情報ビーコン

首都高速道路公団の道路交通情報センターとオンラインとなり，位置情報，道路案内情報といった静的な情報に加え，リアルタイムの道路交通情報を提供する。

3）個別通信ビーコン

上記の各種機能に加え，ユーザセンターとの双方向メッセージ通信機能を有している。

(2) 無線回線の通信方式と機能

個別通信ビーコンのフレーム構成と通信手順を図５－39，図５－40に示す。時速100km／ｈで走行する車両が，通信領域（65m程度）内で最低２回以上の受信を可能にするためには，フレーム長を通過するのに要する時間の１／３以内とする必要があり，フレーム長を758msec（388,096bit）としている。

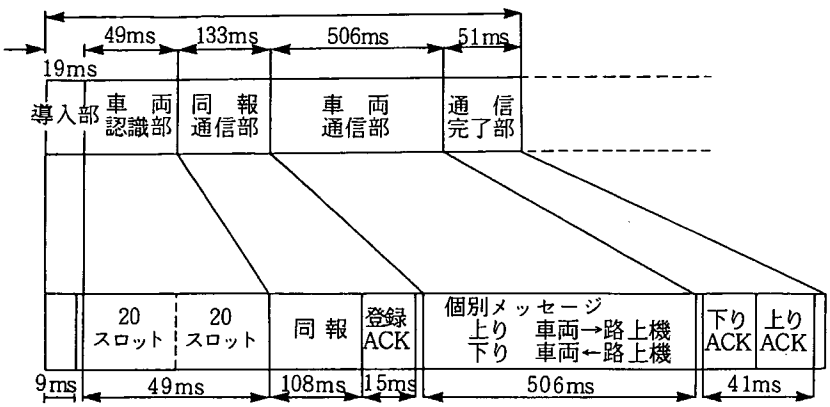


図５－39　個別通信ビーコンのフレーム構成

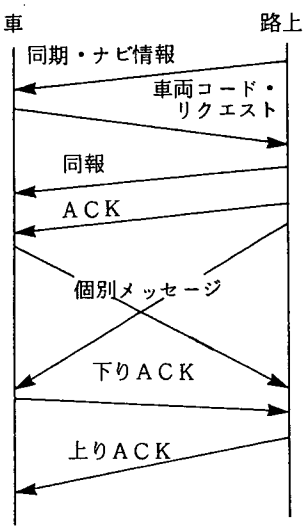


図５－40　通信手順

フレームは，導入部，車両認識部，同報通信部，車両通信部，および通信完了部より構成しており，各々以下の機能を有している。

① 導入部

位置情報，道路案内情報等の静的情報が割当てられ，車両が導入信号を受信することにより通信が開始される。情報の重要性を考慮し，３回の連続送信となっている。

② 車両認識部

車両のＩＤ番号のほかに，車両からの発信データの有無や，データの長さをビーコンに送信する。複数車両の同時送信を避けるため，20タイムスロット・２ブロック構成とし，各車両はランダムにスロットを選択し，２回の送信を可能としている。

③ 同報通信部

道路交通情報等の動的な情報，駐車場情報等の付属的な情報が割当てられ，各車両に64スロット（800bit×64）の同報情報の提供を行う。

④ 車両通信部

割当てられたタイムスロットを使用して個別通信を行う。１タイムスロット当たり100文字程度の

文字メッセージ通信が可能である。200タイムスロット用意しており画像やＦＡＸ等の大量データを必要とする情報に対しても，200Kbit程度の情報伝達が可能となる。

⑤ 通信完了部

受信データにビット誤りが検出されずに通信が完了したときＡＣＫ信号（通信が正常完了したという確認信号）を送信し，ビット誤りが検出されたときＮＡＫ信号（通信エラーが発したという確認信号）を送信し，再度データを受信する。

なお，位置ビーコンは，導入部と50スロット（800bit×50）の同報通信部より，情報ビーコンは導入部と200スロット（800bit×200）の同報通信部より構成している。

(3) 有線回線の通信方式とシステム機器の機能

実験システムの有線通信はパケット通信方式を基本としている。パケット通信方式の特徴は次の通りである。

① 最も効率的に伝送路を利用できるため，ネットワークの使用コストを極小化できる。

② 柔軟性が高いため，システムの高度化，拡張が容易である。

③ 汎用コンピュータとの接続が容易である。

システム機器間の通信接続には，異なる機種間でも容易に接続ができるようＣＣＩＴＴ（国際電信電話諮問委員会），およびＩＳＯ（国際標準化機構）が勧告，規定しているＸ．25を採用している。Ｘ．25は，ＤＤＸパケット交換サービス等の実績のあるＨＤＬＣ（ハイレベルデータリンク制御）用のフレームの情報部にメッセージ情報を乗せて通信を行う方式である。

以下に各装置の機能について述べる。

1）ＩＰＵの機能

① 車両ＩＤ情報の登録，配信

各車両からの車両ＩＤ情報を受信，登録しＡＶＩ，ＡＶＭ端末に送信する。

② 個別メッセージの配信

上りメッセージを各種端末に，また下りメッセージを車両に同時複数送信する。

③ メッセージの管理

メッセージを登録順にＰＳＵに送信する。ＡＳが輻輳して，メッセージの送信ができないときは一定時間後メッセージを廃棄する。

④ 通信履歴の管理

通信履歴，およびメッセージの廃棄状況等を記録する。

⑤ 通信網の保守コンソール

車両との間でテストメッセージを送受信する。

2）ＡＳの機能

① メッセージ，道路交通情報の配信

上りメッセージをＩＰＵに送信するとともに，下りメッセージをＩＰＵが管理している車両位置

を基に車両の進行方向上の個別通信ビーコンに送信する。

② メッセージのフォーマット変換

個別通信ビーコン—ＡＳ間，ＩWU－ＡＳ間の通信プロトコルの違いによるデータ形式の違いを相互変換する。

3）ＰＳＵの機能

システムセンター内の機器，および端末との６回線，ユーザセンターとの８回線を接続，収容し，パケット単位での蓄積，交換，速度変換を行う。

4）ＩWUの機能

通信方式の異なるネットワーク間でデータの変換，削除を行う。実験システムでは，首都高速道路公団から送られてくる道路交通情報の配信先を付加している。

(4) 情報の種類とフロー

実験システムにおける個々のデータ通信フローを図５－41①～④に示す。フローの矢印が中継されている所は電文全体が一時蓄積された後送出されることを示し，矢印が中継されていないところは電文が蓄積されずパケット単位で通信することを意味している。

1）静的ナビゲーション情報

静的ナビゲーション情報には基本位置情報，道路案内情報がある。

① 基本位置情報

ナビゲーションの位置補正に利用する情報

② 道路案内情報

交差点の種類（通常交差点，ランプ，インターチェンジ，ジャンクション），交差点形式（平面交差，アンダーパス，オーバパス），交差点形状（３枝～８枝），ビーコン設置位置から交差点中央までの距離，交差点名，行先地名（遠，中，近距離），行先地までの距離，路線名，交通規制（右左折の禁止等）等を提供する。車載端末はこれらの情報から選択し表示を行う。

2）駐車場情報

虎ノ門に設置された位置ビーコンより周辺の駐車場情報を提供する。情報の内容には次のものがある。

① デジタル道路地図に対応した駐車場の位置

② ビーコン設置位置から駐車場までの道路案内，および距離

③ 駐車料金

④ 営業時間

3）道路交通情報

リアルタイムの首都高速道路の道路交通情報を情報ビーコン，個別通信ビーコンより送出している。情報の内容は，情報の発生時刻，渋滞，工事，規制等である。

道路交通情報は，首都高速道路公団東京第二管理事務所より，専用回線を介してシステムセンター

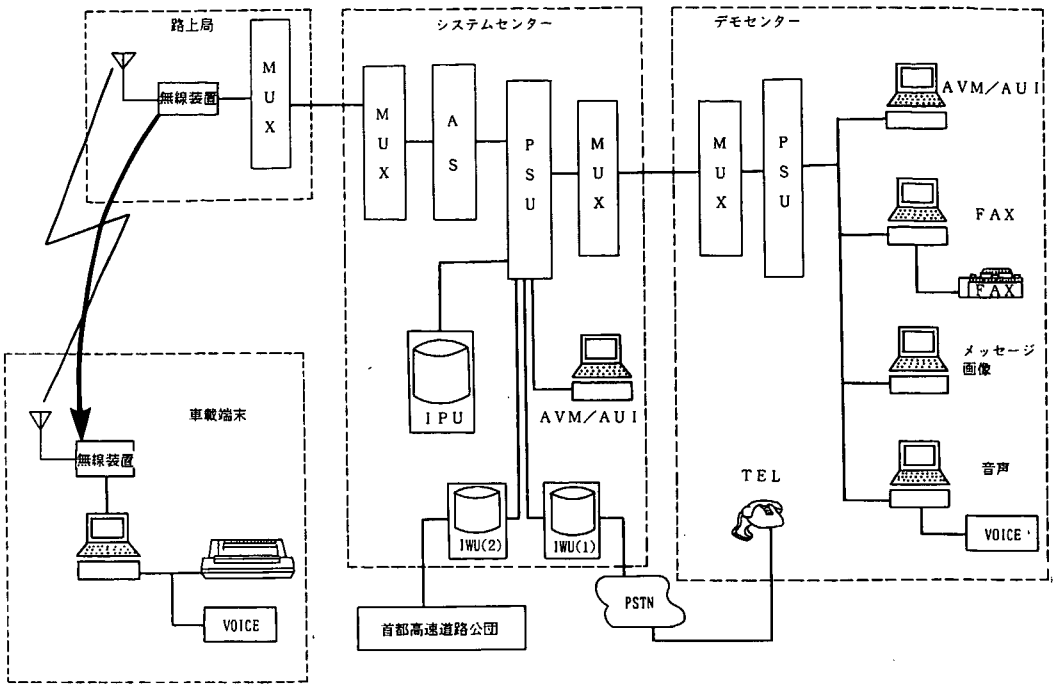


図５－38(1)　静的ナビゲーション情報・駐車場情報のデータフロー

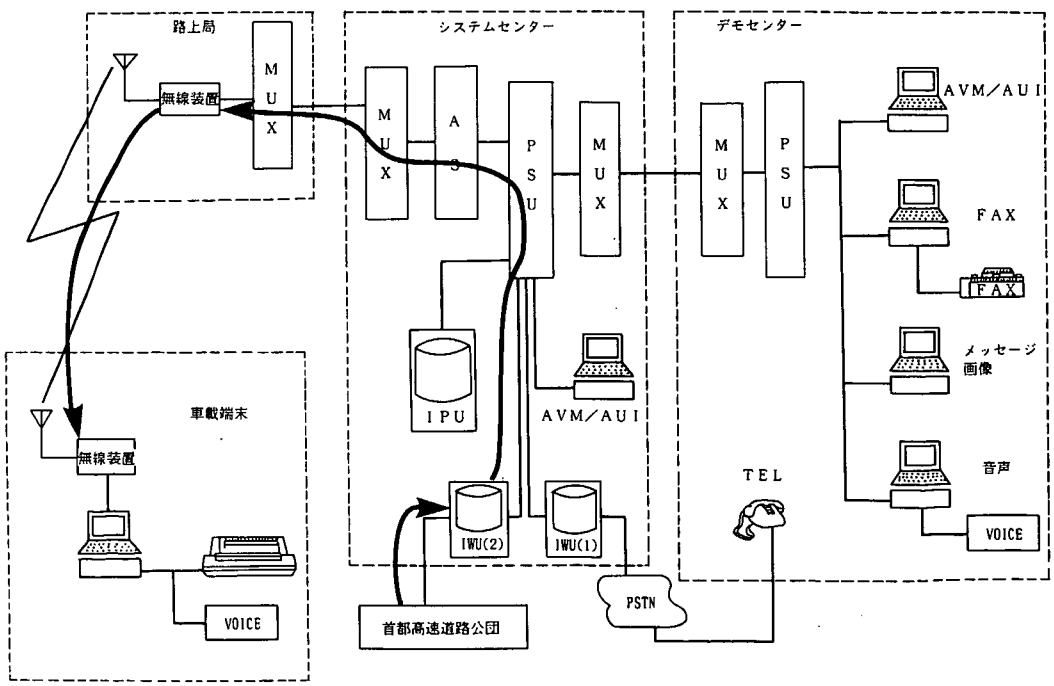


図５－38(2)　道路交通情報のデータフロー

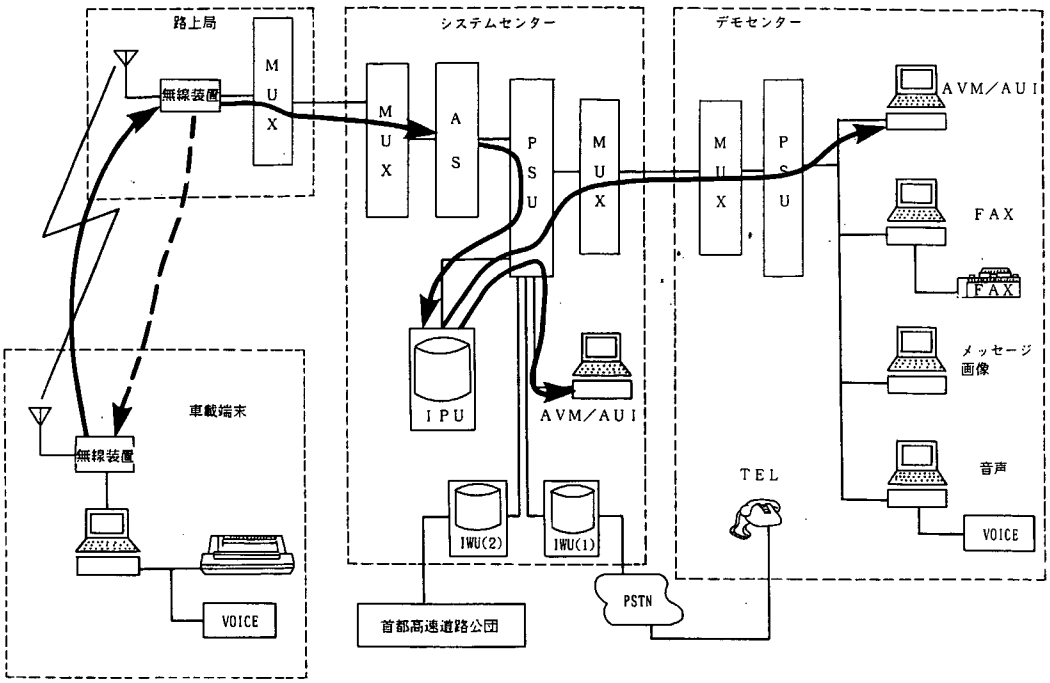


図５－38(3)　車両ＩＤ情報のデータフロー

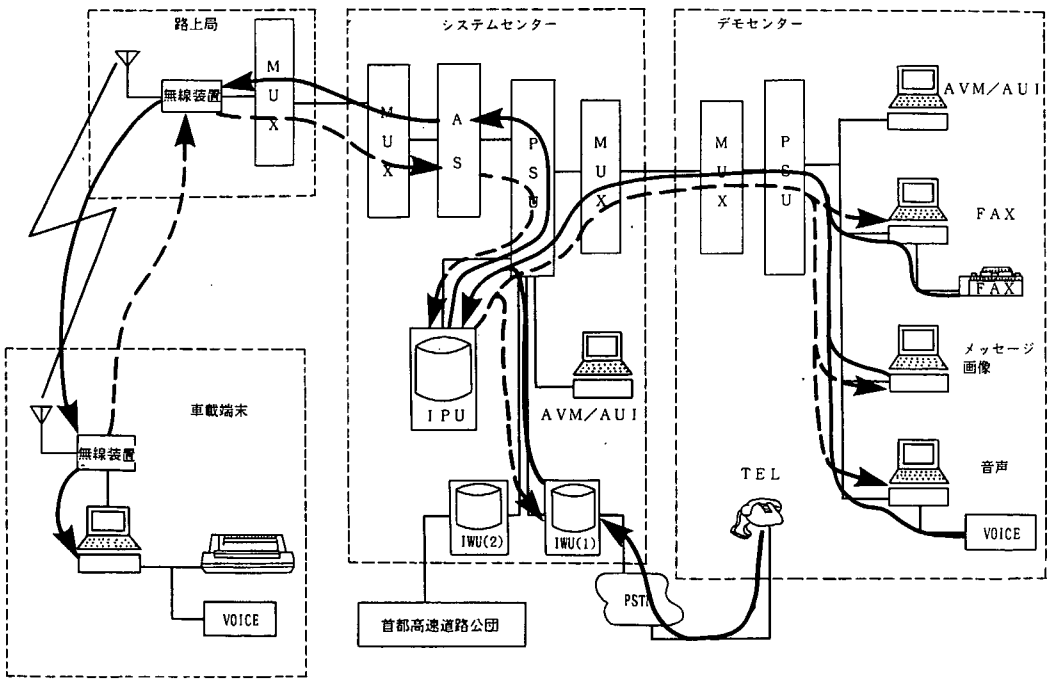


図５－38(4)　下りメッセージのデータフロー

内のＩＷＵに伝送される。伝送された情報はＩＷＵで路車間情報システム通信網に接続されＰＳＵ，ＡＳを通して各ビーコンにて同報される。

東名高速道路に設置したビーコンからは首都高速道路１号線下り，２号線下り，３号線下り，と環状線内回り，外回りの１部の道路情報を送出している。

4）車両ＩＤ情報

車両ＩＤ情報は，車両が個別通信ビーコンを通過した時，車載通信機より発信される情報で通過時刻とともにＡＳ，ＰＳＵを通してＩＰＵに登録される。

5）メッセージ通信

上りメッセージ（車両→ユーザセンター）は，個別通信ビーコンよりシステムセンター内のＡＳ，ＰＳＵ，ＩＰＵユーザセンター内のＰＳＵという順に所定の端末に伝送される。一方，下りメッセージ（ユーザセンター→車両）はその逆の順にＩＰＵに登録されている車両ＩＤ情報に基づいて所定の車両が最後に通過した個別通信ビーコンとその前方２基のビーコンにメッセージを配信する。

あとがき

4年間の共同研究において，本システムの基本的な技術の開発と社会的有効性の証明を行うことができた。今後は3大都市圏において実施する実用化実験において問題点を把握し，本システムの実用化に向けて更に詳細な検討を進めていく予定である。

最後に本システムの研究開発において実施したビーコンの設置や路上実験においては首都高速道路公団を始めとする関係するエリア内の各道路管理者の方々，また，システムの検討やデジタル道路地図の開発には東京都立大学片倉教授，慶応義塾大学川嶋助教授，国土地理院地図情報管理官を始めとする多数の方々に多大のご協力を頂いた。これら多数の方々に哀心より感謝の意を表する。

参考文献

1）E. P. Ratcliffe : A Comparison of Drivers' Route Choice Criteria and Those Used in Current Assignment Process; Traffic Engineering & Control, March/April, p.529 (1972)

2）㈳自動車工業界：街路交通規制対策の検討手法に関する調査報告書，pp.46～51 (1976)

3）建設省　昭和61年度研究開発報告書〔路車間情報システムの開発〕

4）建設省　昭和62年度研究開発報告書〔路車間情報システムの開発〕

5）建設省　路車間情報システムの開発概要報告書

6）建設省　路車間情報システムの開発報告書

7）土木研究所道路研究室　デジタル道路地図の作成に関する報告書，土木研究資料2678

8）㈶道路新産業開発機構　路車間情報システム研究会：ビーコン部会中間報告書
（I）～（III）

9）〃　〃　：車域ナビゲーション部会中間報告書
（I）～（III）

10）〃　〃　：個別通信部会中間報告書
（I）～（III）

研究担当者（平成元年3月現在）

所属名	氏名	役職名
建設省土木研究所	足立義雄	道路部長
	柴田正雄	〃 道路交通総括研究官
	高田邦彦	〃 道路研究室長
	河野辰男	〃 〃 研究員
	田中靖資	〃 〃 〃
	今長信浩	〃 〃 .
アンリツ㈱	鈴木勇	伝送交換機（事）技術部第3課長
	三日月道夫	〃 技術部第3課担当課長
	鈴木恒夫	〃 技術部第6課担当課長
沖電気工業㈱	下田武	電子通信事業本部通信システム本部システム技術部長
	加藤修克	〃 〃 〃 システム第4課長
	田中信義	〃 〃 〃 〃 係長
	佐川功	〃 〃 〃 〃
	辻克則	〃 〃 〃 〃
	中村精三	〃 伝送無線事業部無線技術部調査役
	伊藤三郎	〃 〃 〃 第1課係長
	福井良太郎	ＳＥ本部複合システムＳＥ部長
	坂井陽一	電子応用システム事業本部複合システム事業部AE技術部SEグループ調査役
	太刀川喜久男	〃 〃 システム開発部開発第2課長
オムロン㈱	渡辺広夫	社会システム統轄事業部交通システム事業部路車間情報通信事業推進部長
	西浦哲慶	〃 交通システム事業部 建設省プロジェクトプロジェクトマネージャー
	駒田牧夫	〃 交通システム事業部システム技術課課長
	東秀雄	〃 交通システム事業部第1技術部主幹
	金山憲司	〃 開発室室長
	加藤裕	〃 開発室主幹
	水野雅男	〃 開発室課長
	前田照彦	〃 開発室
	鶴井省三	〃 開発室主事
	藤本卓也	〃 開発室主事
	西野雅晴	〃 開発室
	竹之内真也	〃 開発室

所属名	氏名	役職名
住友電気工業㈱	三藤邦彦	自動車制御技術研究所　所長
	小林祥延	〃　移動情報システム研究部　部長
	池田純一	情報電子研究所　通信システム研究部　主任研究員
	岩井　通	〃　〃　主査
	橋本直磨	システム事業部　次長
	芝野儀三	〃　技師長
	富岡正志	〃　システム営業部　東京システム営業課　課長
	土居陽一	〃　システム開発部　システム技術課　課長
	井藤義行	〃　〃　東京システム技術課　課員
	金崎　穣	〃　交通情報システム部　次長
	本間克己	〃　〃　主席
	岡田典久	〃　〃　通信システム課　課長
	法兼敏雄	〃　〃　無線機器課　課長
	藤江和男	〃　〃　通信機器課　課長
	西尾誠裕	〃　〃　〃　主査
㈱日立製作所	遠藤　晃	佐和工場第一電子設計部主任技師
	竹崎次郎	〃　技師
ソニー㈱	浜田　修	総合研究所情報通信研究所パーソナル通信研究部　課長
	井村　滋	〃　〃
	泉　誠一	〃　〃
	天野直己	R&D戦略グループ課長
日本無線㈱	小林　孝	三鷹製作所　開発部　次長
	小田　尚	〃　技術第三部　次長
	根本伸二	〃　〃　多重通信課　主任
	上野修司	〃　〃　〃
	浜田　孝	〃　〃　複合通信課　主任
	巻島洋二	〃　技術第四部　次長
	片倉邦彦	〃　技術第五部　端末機器課　課長
	森　信秀	〃　〃　〃　専門課長
	松本　淳	〃　〃　〃　課長代理
	飯島敏郎	〃　〃　〃
	渡辺　耿	〃　システム情報技術部　情報通信システム課　専門課長

所　属　名	氏　　名	役　　職　　名
日本電気㈱	浜岡利喜雄	通信ターミナルシステム本部　第二部　部長
	野地善孝	〃　〃　主任
	日向　進	〃　〃
	一杉一宏	情報処理第二官庁システム事業部　第二システム部　部長
	池田慶二	〃　〃　主任
	岡田広利	〃　〃
	青木一広	〃　〃
	阿部博之	〃　〃
	細田弘一	応用エレクトロニクス事業部　自動車エレクトロニクス技術部　部長
	加治木正裕	〃　〃　課長
	下村秀樹	〃　〃　主任
	小沢康二	〃　〃
日本電気ホームエレクトロニクス㈱	星野太郎	開発研究所カーエレクトロニクス開発センター　部長
	小野　治	〃　部長代理
	大江秀美	〃　主任
	坂本昌宏	〃　主任
	広谷兼司	〃
	有吉寛展	〃
	杉原　岳	〃
	岩崎　晃	〃
日産自動車㈱	角田政一	電子技術本部　電子開発部　第二電子開発課主担
	戸田　章	電子技術本部　電子開発部　第二電子開発課
	河合昭夫	↑
	高川幸男	↑
	長島嘉正	↑
	関根　学	↑
	水島克彦	電子技術本部　電子開発部　第三電子開発課
	井手公一	↑
	伊藤敏行	電子技術本部　電子技術企画室
	津田　寛	電子研究所　主任研究員
	山田清道	電子研究所
	鯉沼和美	電子研究所
日本ビクター㈱	藤本正熙	研究開発本部　開発推進部長
	川口俊彦	総合技術研究所　副技術長
	佐無田修	総合技術研究所　主幹研究員

所　属　名	氏　　名	役　　職　　名
日本電装㈱	今井　眞一郎	通信事業室　開発主査
	井上　五郎	〃　開発主任
	十鳥　修	〃
	加藤　敬二	〃
	矢藤　智久	〃
	柴田　義久	研究開発部　研究主務
	富岡　範之	〃
㈱本田技術研究所	後藤　博	主任研究員
	土屋　良一	〃
	今井　武	〃
	中村　之信	研究員
	紙谷　博之	
㈱東芝	橋詰　正雄	日野工場通信システム技術第２技術第４担当主務
	海野　安幸	〃　〃　第１部技術第１担当主査
	山本　和央	〃　移動無線機器企画担当主務
トヨタ自動車㈱	西川　保幸	開発企画部　主任当員
	浅岡　泰造	開発企画部　担当員
	杉本　宥	情報通信部　主担当員
	妻藤　孝治	東富士研究所第12研究部　主査
	嶋　純孝	東富士研究所第12研究部　担当員
	金光　寛幸	東富士研究所第12研究部
	木津　雅文	東富士研究所第12研究部
	田中　義文	東富士研究所第12研究部
	宇津　明範	東富士研究所管理部
富士通㈱	山本　格生	移動体電子事業部開発部長
	浅木　靖嘉	〃　〃　開発課
	倉橋　敬三	〃　営業部企画推進課長
	砂川　満	特機システム事業部技術部第一機器課
	矢川　暢芳	移動体電子事業部長代理
	池上　幸弘	第５システム統括部第１公共システム部長
	田中　聡至	〃　FMシステム部システム課
	石坂　允	情報通信システム統括部情報通信ネットワーク部　部長代理
	田島　孝善	〃　〃　第３システム課

所　属　名	氏　　名	役　　職　　名
富士通テン㈱	角　南　武　士	開発部長
	伊　藤　振　男	開発部第３開発課長
	竹　内　　博	〃　第３開発課
	阪　田　克　己	〃　　〃
	中　谷　康　弘	〃　　〃
	福　田　晋　児	〃　第１開発課
	松　本　　清	〃　　〃
	山　本　徹　二	〃　　〃
	宮　本　直　敏	〃　　〃
	田　中　　修	移動通信部第１技術課長
松下通信工業㈱	田　村　克　彦	情報システム事業部　交通システム担当部長
	鎌　田　譲　治	〃　官公需技術部　交通第一設計室長
	川　名　　清	〃　〃　〃　主任技師
	誉　田　安　秀	〃　〃　〃　〃
	本　間　　典	〃　〃　〃　技師
	渋　谷　秀　雄	自動車機器事業部　開発技術部部長
	酒　井　康　英	〃　〃　主任技師
	伊　藤　英　雄	〃　〃　〃
マツダ㈱	小　林　一　夫	エレクトロニクス推進部　担当部長
	岩　城　富士大	〃　部長
	三　谷　　稔	技術部　次長
	谷　口　龍　昭	エレクトロニクス推進部　主任
	正　路　　太	〃　部員
	佐々木　将　雄	〃　〃
	正　木　保　行	〃　〃
古河電気工業㈱	清　水　保　定	研究開発本部　技師長（情報・電子研究所）
	仲　　勝　幸	研究開発本部　情報・電子研究所　ＭＣグループ長
	松　井　竜　二	研究開発本部　情報・電子研究所　ＭＣグループ員
	桧　物　雄　作	研究開発本部　情報・電子研究所　自動車エレクトロニクス開発部長
	三　輪　景　一	情報通信事業本部　システム機器事業部　無線課長
	斉　藤　哲　治	情報通信事業本部　システム機器事業部　無線課員
	吉　田　　進	研究開発本部　技師長（情報・電子研究所）

所属名	氏名	役職名
古野電気㈱	天野士郎	研究技術部開発企画室長
	窪田博	〃　〃　主任技師
	八十島有次郎	〃　産業機器第三開発課主任技師
	柴田安之	〃　〃　係長
	高見富博	〃　産業機器第四開発課　〃
	須崎寛則	〃　研究課産機G
	西森幸造	〃　〃
	島谷信行	〃　〃
	大石伸吉	〃　〃
三洋電機㈱	石井泰弘	情報通信システム研究所　光技術研究部　部長
	田村豊	〃　光ディスクシステム研究室　室長
	細川義夫	〃　〃　主任研究員
	井上貴生	〃　〃　室員
	沖信利	〃　〃　〃
	野呂聡	〃　〃　〃
	矢代孝明	〃　〃　〃
	福田雅好	鳥取三洋電機㈱　オーディオ事業部　技術部　技術1課　課長
	坂本洋一	〃　〃　〃　開発課　主任企画員
	阿部祐一	〃　〃　〃　〃　課員
三菱電機㈱	新居宏壬	産業システム研究所自動車エレクトロニクス開発部長
	野田博司	〃　〃　課長
	播口正雄	〃　〃　主幹
	上田文夫	〃　〃　主幹
	御厨誠	〃　〃　主事
	田中一郎	〃　〃
	清水修	三田製作所開発部課長
三菱重工業㈱	岸本多久雄	神戸造船所機械部主務
	野口直志	〃　機械部主務
	浦田秀夫	〃　料金・情報機器設計課
	山下利一郎	高砂研究所電子技術研究所室主任
	森下慶一	〃　電子技術研究室

所　属　名	氏　　名	役　　職　　名
矢崎総業㈱	三　宅　紘　一	第三開発室電子開発部部長
	諸　田　謙　三	〃　　課長
	中　村　啓　二	〃　　課長
	大　原　克　之	〃　　主任
	杉　浦　康　広	〃　　主任
	野　村　治　廣	〃
	和　田　平　隆	〃
	生　田　宜　範	〃

路車間情報システムの開発に関する
共同研究報告書(その１)資料編

資料－１　準マイクロ波ビーコンの通信領域と通信品質データの一例

1）ＢＰＳＫ変調方式，512Ｋｂｐｓ

図１－１　帯域幅（伝送速度×1.5）受信アンテナ：２－モノポール

図１－２　帯域幅（伝送速度×３）　受信アンテナ：２－モノポール

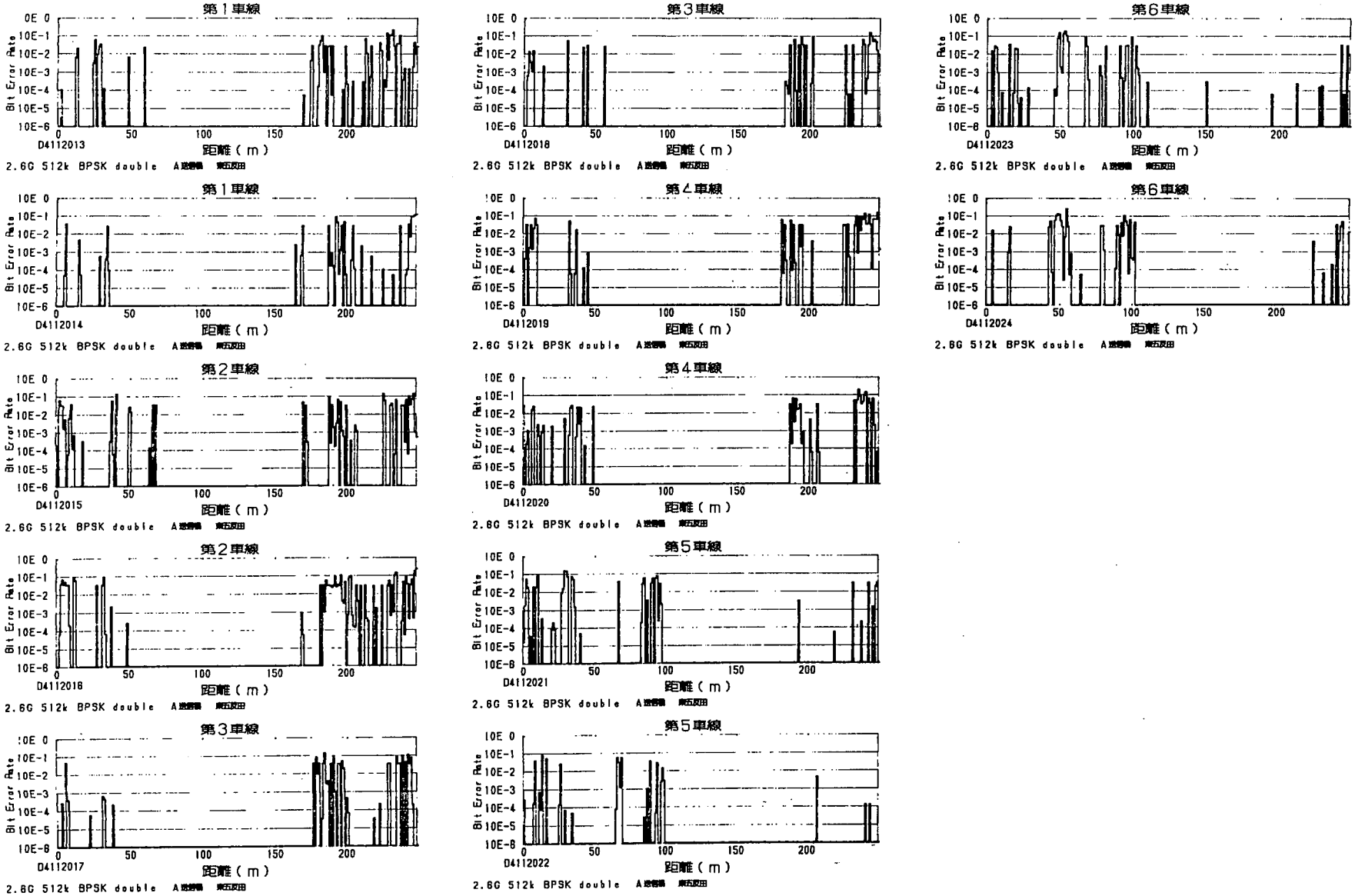
図１－３　帯域幅（伝送速度×1.5）受信アンテナ：アップワード

図１－４　帯域幅（伝送速度×３）　受信アンテナ：アップワード

2）ＭＳＫ変調方式，512Ｋｂｐｓ

図１－５　帯域幅（伝送速度×1.5）受信アンテナ：アップワード

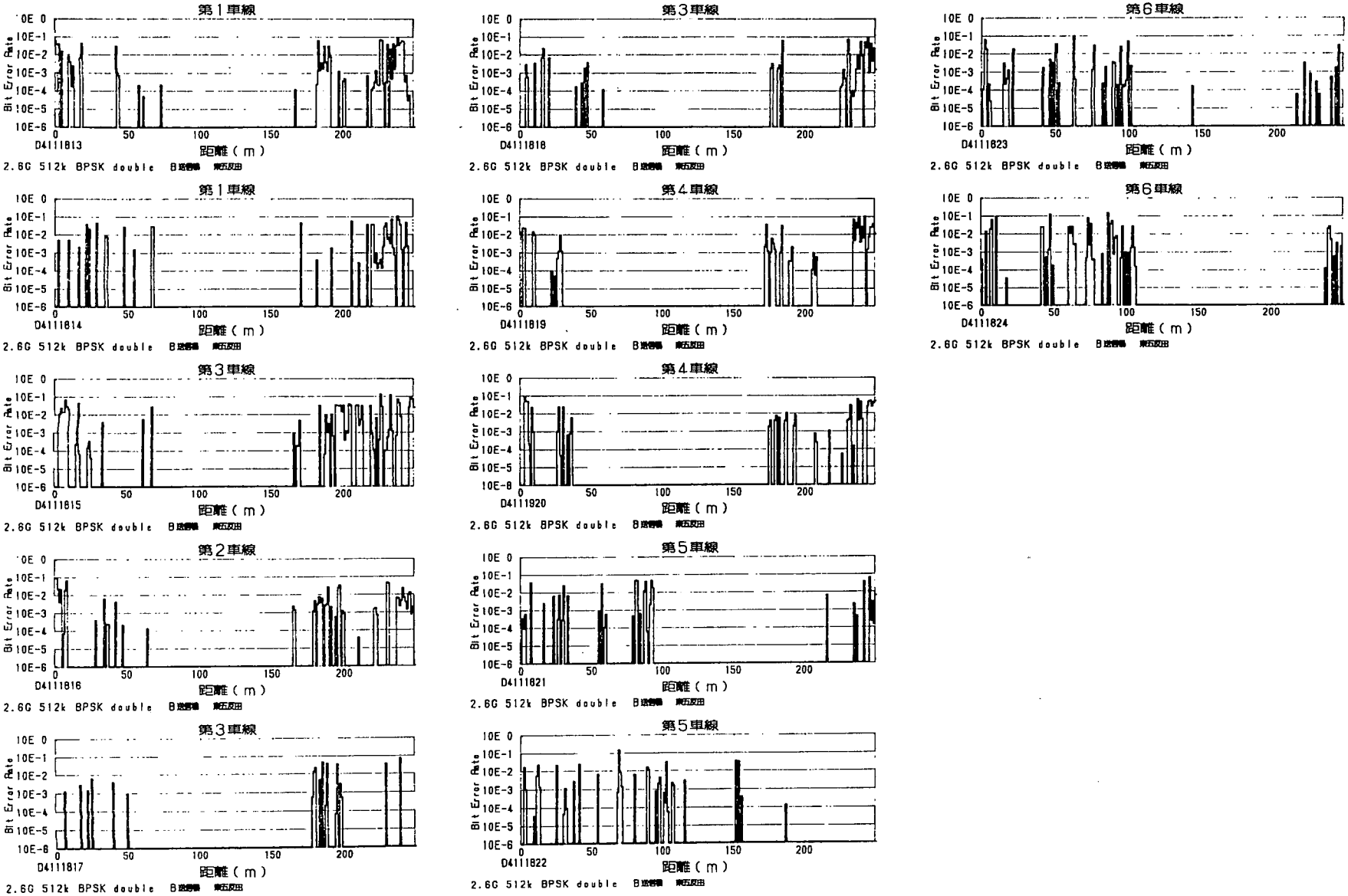
図－１．１　帯域幅（伝送速度×1.5）　受信アンテナ：２－モノポール



周波数：2684.5 MH z　伝送速度：512 kbps　変調方式：BPSK（帯域幅：伝送速度×３）

受信アンテナ：２－モノポール　　測定場所：東五反田　天候：雨

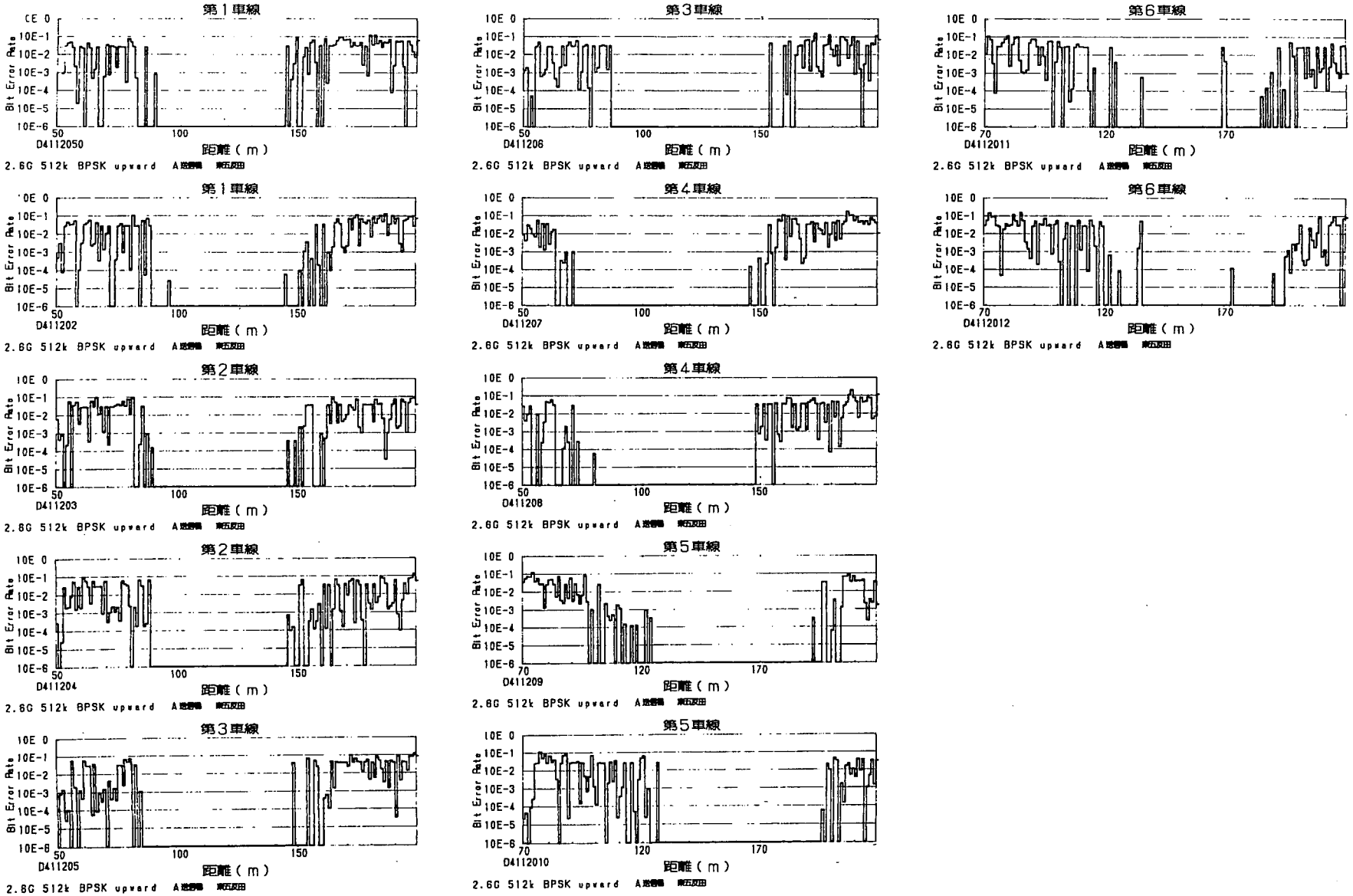
図－１．２　帯域幅（伝送速度×３）　受信アンテナ：２－モノポール



周波数：2684.5 ＭＨｚ　伝送速度：512 kbps　変調方式：BPSK（帯域幅：伝送速度×1.5）

受信アンテナ：２－モノポール　　測定場所：東五反田　天候：晴

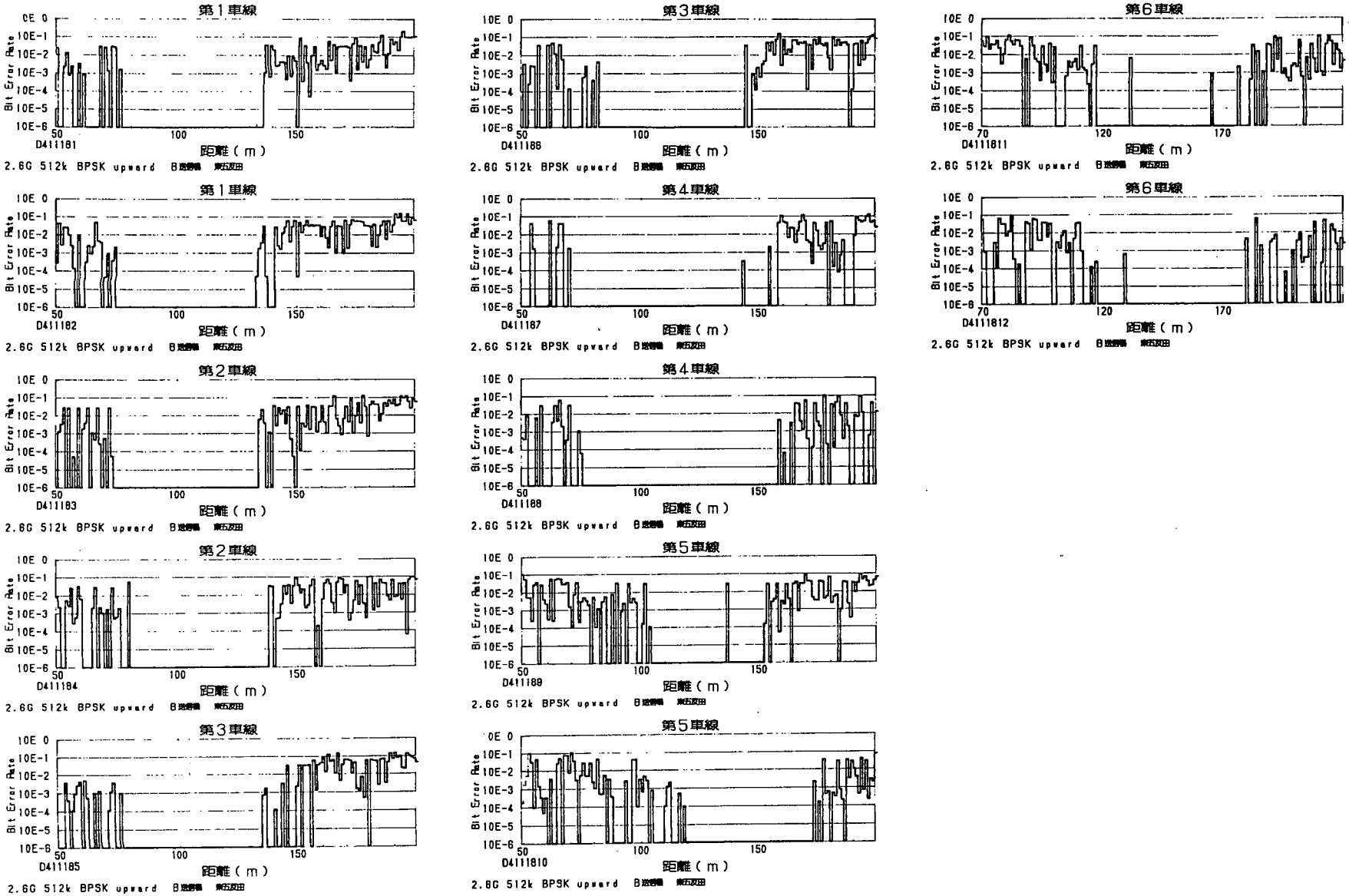
図－１．３　帯域幅（伝送速度×1.5）　受信アンテナ：アップワード



周波数：2684.5 MHｚ　伝送速度：512 kbps　変調方式：BPSK（帯域幅：伝送速度×1.5）

受信アンテナ：アップワード　　測定場所：東五反田　天候：晴

図－１．４　帯域幅（伝送速度×３）　受信アンテナ：アップワード

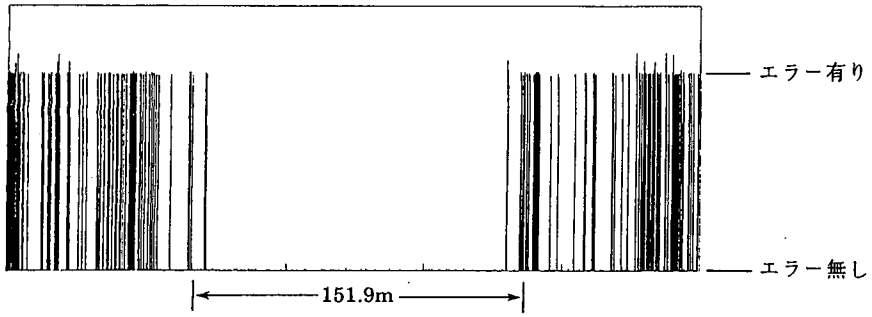


周波数：2684.5 ＭＨｚ　伝送速度：512 kbps　変調方式：BPSK（帯域幅：伝送速度×３）

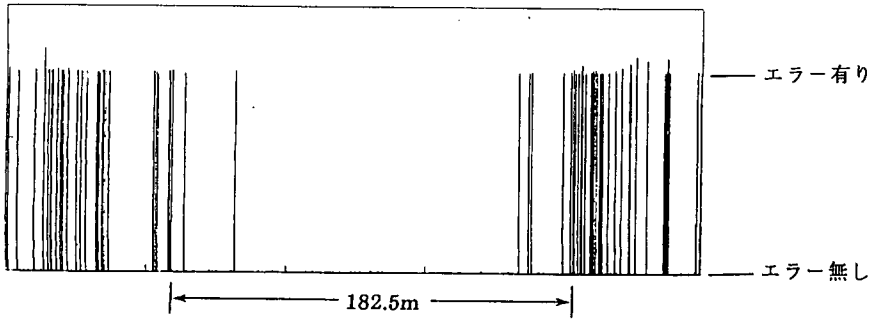
受信アンテナ：アップワード　　測定場所：東五反田　天候：雨

図－１．５　帯域幅（伝送速度×1.5）　受信アンテナ：アップワード

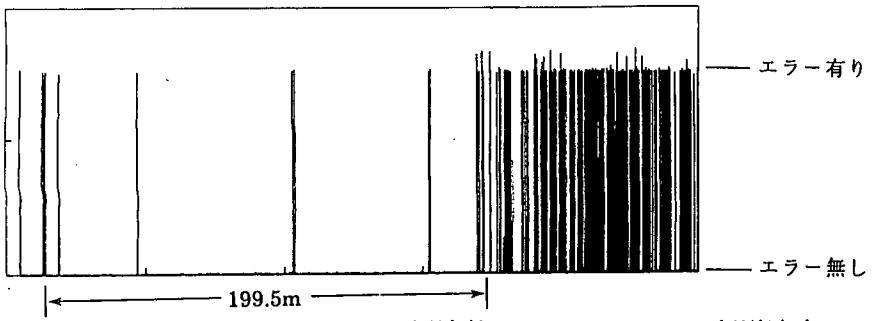
第２車線



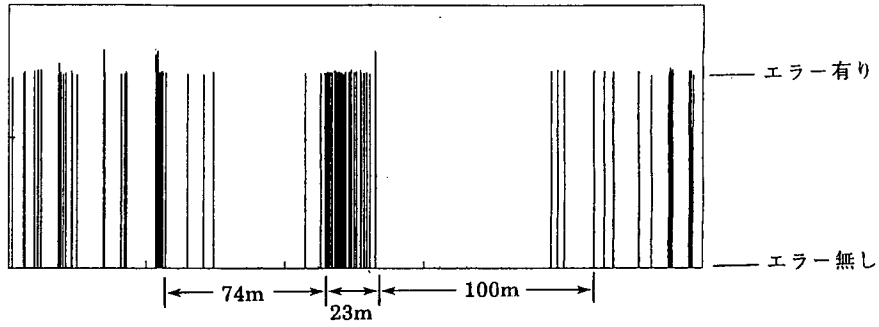
第３車線



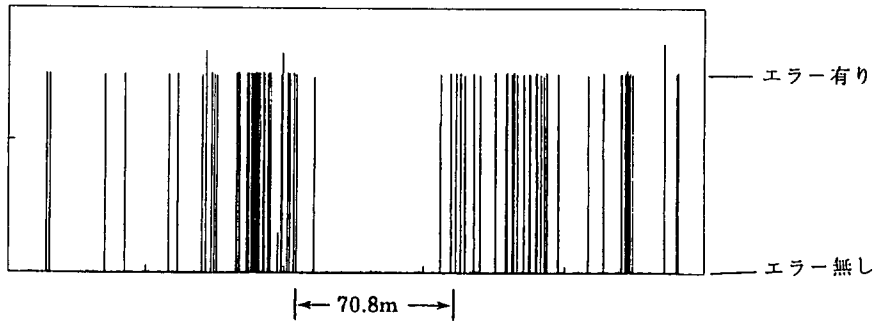
第４車線



第５車線



第６車線



周波数：2684.5 MHz　伝送速度：512 kbps　変調方式：MSK（帯域幅：伝送速度×1.5）

受信アンテナ：アップワード　　測定場所：東五反田　天候：曇

資料－２　簡易ナビゲーションのデータ内容

横浜ＩＣ．海老名ＳＡ（ダミー）

	① 方向	② 案内交差部数	③ 交差種類	④ 交差形状	⑤ 交差形状	⑥ 距離データ(1)	⑦ 距離データ(2)	⑧ 交差部名称文字数	⑨ 交差部名称
	0（正相→逆相）	2	01（ランプ）	00（平面交差）	1（ ）	50	――――	4	横浜ＩＣ

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	6	2	3	――――	――――	246		2	2（中）	荏　田	120
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	2（中）	厚　木	150
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	6	2	4	――――	――――	16		3	2（中）	相模原	180
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	2（中）	横　浜	200
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

横浜　海老名ＳＡ（その２）

最大３データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名
	8	1	4	－－－－－	－－－－	東名高速

最大３データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	1（遠）	東　京	400
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

静的ナビゲーション情報の情報内容（第一方向分岐のみの情報）　港北ＰＡ

	① 方向	② 案内交差部数	③ 交差種類	④ 交差形式	⑤ 交差形状	⑥ 距離データ(1)	⑦ 距離データ(2)	⑧ 交差部名称文字数	⑨ 交差部名称
	0（正相→逆相）	2	01（ランプ）	00（平面交差）	1（）	30	－－－－	4	港北ＰＡ

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名
	6	3	4	－－－－－	－－－－	港北ＰＡ

最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	4	給　油	―――
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	4	整　備	―――
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	4	食　事	―――

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名
	8	1	4	－－－－－	－－－－	東名高速

最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	2（中）	東　京	330
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

静的ナビゲーション情報の情報内容（第一方向分岐のみの情報）　川崎ＩＣ.

	① 方向	② 案内交差部数	③ 交差種類	④ 交差形状	⑤ 交差形状	⑥ 距離データ(1)	⑦ 距離データ(2)	⑧ 交差部名称文字数	⑨ 交差部名称
	0 （正相→逆相）	2	01（ランプ）	00（平面交差）	1 （ ）	50	――――	4	川崎ＩＣ

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	6	2	―――	――――	――――	―――		2	3 （近）	稲　城	100
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	2 （中）	府　中	120
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	6	2	―――	――――	――――	―――		2	3 （近）	川　崎	30
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	2 （中）	多　摩	70
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

川崎ＩＣ（その２）

最大３データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名
	8	1	4	－－－－－	－－－－	東名高速

最大３データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	2（中）	東　京	330
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

静的ナビゲーション情報の情報内容（第一方向分岐のみの情報）　用賀ＩＣ．

	① 方向	② 案内交差部数	③ 交差種類	④ 交差形状	⑤ 交差形状	⑥ 距離データ(1)	⑦ 距離データ(2)	⑧ 交差部名称文字数	⑨ 交差部名称
	0（正相→逆相）	2	01（ランプ）	00（平面交差）	1（  ）	150	――――	4	用賀ＩＣ

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	6	6	3	――――	――――	環状８号		3	3（近）	世田谷	20
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								3	2（中）	高井戸	70
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	1（遠）	練　馬	150

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	6	3	4	――――	――――	環状８号		2	3（近）	瀬　田	10
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								4	2（中）	田園調布	60
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	1（遠）	馬　込	120

用賀ＩＣ（その２）

最大３データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名
	8	1	4	－－－－－	－－－－	首都高３号

最大３データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	2（中）	東　京	230
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

静的ナビゲーション情報の情報内容（第一方向分岐のみの情報）　霞ヶ関R（※方向2は行先地名のかわりに左合流注意の文字を入れた）

	① 方向	② 案内交差部数	③ 交差種類	④ 交差形状	⑤ 交差形状	⑥ 距離データ(1)	⑦ 距離データ(2)	⑧ 交差部名称文字数	⑨ 交差部名称
	0（正相→逆相）	2（方向2は矢印の）	01（ランプ）	00（平面交差）	7（↗）		――――	4	霞ヶ関R

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	1		――――	――――			6	4	左合流部注意	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	10	2	5	――――	――――	首都高環状		2	3（近）	上　野	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	3（近）	羽　田	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

静的ナビゲーション情報の情報内容（第一方向分岐のみの情報）　谷町ＩＣ．

	① 方向	② 案内交差部数	③ 交差種類	④ 交差形状	⑤ 交差形状	⑥ 距離データ(1)	⑦ 距離データ(2)	⑧ 交差部名称文字数	⑨ 交差部名称
	0 （正相→逆相）	2	10(インター)	00 （平面交差）	0 （ ）	10	－－－－	4	谷町ＩＣ

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	6	3	5	－－－－－	－－－－	首都高環状		2	3 （近）	新　橋	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	3 （近）	羽　田	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								6	2 （中）	東北・常磐道	

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	10	3	5	－－－－－	－－－－	首都高3号		2	3 （近）	渋　谷	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	3 （近）	目　黒	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								4	2 （中）	東名高速	

静的ナビゲーション情報の情報内容（第一方向分岐のみの情報）　一の橋ＩＣ.

	① 方向	② 案内交差部数	③ 交差種類	④ 交差形状	⑤ 交差形状	⑥ 距離データ(1)	⑦ 距離データ(2)	⑧ 交差部名称文字数	⑨ 交差部名称
	0（正相→逆相）	2	10(インター)	00（平面交差）	0（ ）	30	――――	5	一の橋ＩＣ

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	6	3	5	――――	――――	首都高環状		2	3（近）	新　橋	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	3（近）	羽　田	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								6	2（中）	東北・常磐道	

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	10	3	6	――――	―――	首都高２号		2	3（近）	戸　越	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	3（近）	目　黒	
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	2（中）	大　井	

静的ナビゲーション情報の情報内容（第一方向分岐のみの情報）　芝公園Ｒ

	① 方向	② 案内交差部数	③ 交差種類	④ 交差形状	⑤ 交差形状	⑥ 距離データ(1)	⑦ 距離データ(2)	⑧ 交差部名称文字数	⑨ 交差部名称
	0（正相→逆相）	2	01（ランプ）	00（平面交差）	1（ ）	25	――――	4	芝公園Ｒ

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名
	6	2	4	――――	――――	1

最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	3（近）	三　田	10
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	3	2（中）	霞ヶ関	30
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名
	6	2	4	――――	――――	15

最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	3	3（近）	浜松町	12
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	2（中）	新　橋	22
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

芝公園R（その2）

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名
	8	2	5	------	-----	首都高環状

最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	3（遠）	上　野	
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	6	4	常磐・東京道	
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

静的ナビゲーション情報の情報内容（第一方向分岐のみの情報）　虎ノ門交差点，平河町デモセンター（ダミー）

	① 方向	② 案内交差部数	③ 交差種類	④ 交差形式	⑤ 交差形状	⑥ 距離データ(1)	⑦ 距離データ(2)	⑧ 交差部名称文字数	⑨ 交差部名称
	01(正相→逆相)	3	00(通常交差点)	00（平面交差）	3（3枝）	15	――――	6	虎ノ門交差点

最大3データ(文字を伴う方向)	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	4	3	4	――――	――――	外堀通り		2	3（近）	溜　池	6
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	2（中）	赤　坂	10
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								2	1（遠）	青　山	30

最大3データ(文字を伴う方向)	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名	最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	8	2	4	――――	――――	1		3	3（近）	桜田門	10
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
								3	2（中）	日比谷	15
								⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離

虎ノ門交差点，平河町デモセンター（ダミー）（その2）

最大3データ（文字を伴う方向）	⑩ 分岐方向情報	⑪ 行き先地名数	⑫ 路線名文字数	⑬ 交通規制	⑭ 規制時間帯	⑮ 路線名
	12	3	4	------	----	外堀通り

最大3データ	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	3（近）	土　橋	5
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	2（中）	新　橋	10
	⑯ 行先地名等文字数	⑰ 地名種別	⑱ 行先地名等	⑲ 行き先までの距離
	2	1（遠）	築　地	20

資料－３　情報ビーコンのフレーム構成とデータ内容

1）情報ビーコンのフレーム構成

（i）フレーム全体

データ内容		ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0	No.
ビーコン種別		Ba / Bb	1
基本位置データ	2次メッシュコード	Ma	2
		Mb	3
		Mc	4
	正規化座標		5
		X	6
			7
		Y	8
			9
	リンク番号	La	10
			11
	方位	Lb	12
		D	13
	ビーコン番号	Bc	14

データ内容		ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^1 2^3 2^2 2^1 2^0	No.
追加データ	管理者コード	C	15
	情報種別数	Ja	16
	情報種別	Jb	17
	2次メッシュコード数	Md	18
	2次メッシュコード	Da	19
		Db	20
		Dc	21
	リンク数	Lc	22
	個別情報 D1	D11～D1j	23
	個別情報 D2	D21～D2j	24
	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・
	個別情報 Di	Di1～Dij	
	2次メッシュコード	Da	
		Db	
		Dc	
	リンク数	Lc	
	個別情報 D1	D11～D1J	
	・・ ・	・ ・	
	情報種別	Jb	
	2次メッシュコード数	Md	
	2次メッシュコード	Da	
		Db	
		Dc	
	リンク数	Lc	
	個別情報 D1	D11～D1j	
	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・
	個別情報 Di	Di1～Dij	・

情報種別Jbの数は，情報種別数Jaで指定し，同一情報種別内の2次メッシュコードの数は2次メッシュコード数Mdで指定する。

同一2次メッシュコード内の，個別情報の数1は，リンク数Lcで指定する。

それぞれの個別情報のデータ長Jは，情報種別Jbにより可変する。

(ii) 個別情報

(a) モニタ情報

データ内容		ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0	No.
個別情報 D1	月	D11	1
	日	D12	2
	時	D13	3
	分	D14	4
	提供情報	D15	5
		D16	6

(b) 渋滞情報

データ内容			ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0		No.
個別情報 Di	リンク番号		Di1		1
					2
		方向	Di2	Di3	3
	方向	渋滞車線	Di4	Di5	4
	距離 A		Di6		5
					6
	距離 B		Di7		7
					8
	原因	渋滞度	Di8	Di9	9

(c) 事故

データ内容			ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0		No.
個別情報 Di	リンク番号		Di1		1
					2
		方向	Di2	Di3	3
	方向		Di4		4
	距離 A		Di5		5
		原因		Di6	6

(d) 工 事

データ内容			ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0		No.
個別情報D1	リンク番号		Di1		1
					2
		方向	Di2	Di3	3
	方向		Di4		4
	距離 A		Di5		5
					6
	距離 B		Di6		7
				all '0'	8

(e) 交通規制

データ内容			ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0		No.
個別情報Di	リンク番号		Di1		1
					2
		方向	Di2	Di3	3
	方向	規制車線	Di4	Di5	4
	距離 A		Di6		5
					6
	距離 B		Di7		7
					8
	規制内容	原因	Di8	Di9	9
	原因		Di9	all '0'	10

(f) 旅行時間

データ内容			ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0		No.
個別情報Di	リンク番号		Di1		1
					2
		方向	Di2	Di3	3
	方向		Di4		4
	旅行時間		Di5		5
				all '0'	6

(g) 予測旅行時間

データ番号			ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0		No.
個別情報Di	リンク番号		Di1		1
					2
		方向	Di2	Di3	3
	方向	予測時間	Di4	Di5	4
	予測旅行時間		Di6		5
					6

(h) 予測渋滞

データ内容			ビット配列 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0		No.
個別情報Di	リンク番号		Di1		1
					2
		方向	Di2	Di3	3
	方向		Di4		4
	距離 A		Di5		5
					6
	距離 B		Di6		7
		予測時間		Di7	8
	予測渋滞度		Di8	all '0'	9

2）データ内容

(1) 管理者コード（1バイト）

道路管理者（情報源）を表す。

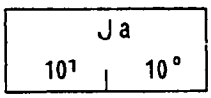
C
10^1 | 10^0

C：管理者コード（8ビット）

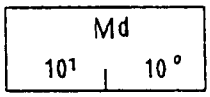
01	建設省	※
02	日本道路公団	※
03	首都高速道路公団	

(2) 情報種別数（１バイト）および２次メッシュコード数（１バイト）

提供する情報種別および２次メッシュコードの数を表す。



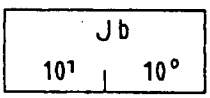
Ja ：情報種別数（８ビット）



Md ：２次メッシュコード数（８ビット）

(3) 情報種別（１バイト）

提供する個別情報（道路交通情報）を表す。

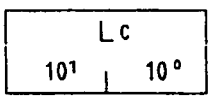


Jb ：情報種別（８ビット）

０１	モニタ	
０２	渋　滞	
０３	事　故	
０４	工　事	
０５	交通規制（入路規制）	
０６	旅行時間	
０７	予測旅行時間	※
０８	予測渋滞	※

(4) リンク数

提供する個別情報のリンク数を表す。

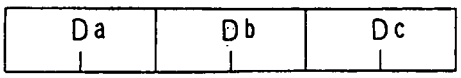


Lc ：リンク数（８ビット）

(5) ２次メッシュコード（３バイト）

提供する個別情報の２次メッシュコードを示す。

基本位置データと同一フォーマットとする。

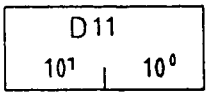


Da → Ma
Db → Mb
Dc → Mc

(6) モニタ（6バイト）

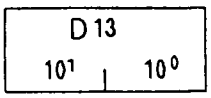
提供する個別情報発生の時刻，および提供情報の内容を示す。

(a) 月　（1バイト）



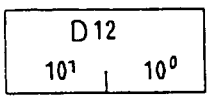
D11：01～12

(c) 時　（1バイト）



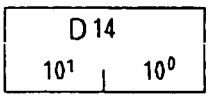
D13：00～23

(b) 日　（1バイト）



D12：01～31

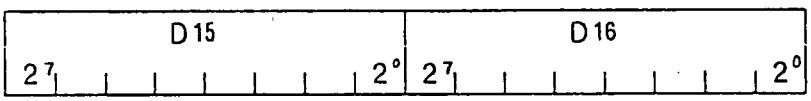
(d) 分　（1バイト）



D14：00～59

(e) 提供情報（2バイト）

提供情報の内容をビット対応で示す。

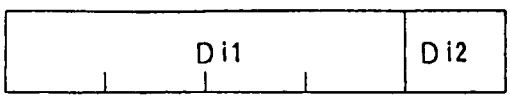


D15	2^0	モニタ	
	2^1	渋　滞	
	2^2	事　故	
	2^4	工　事	
	2^5	交通規制	
	2^6	旅行時間	
D16	2^0	予測旅行時間	※
	2^1	予測渋滞	※

(7) 渋滞（9バイト）

(a) リンク番号（2.5バイト）

基本位置データと同一フォーマットとする。



La → Di1
Lb → Di2

(b) 方向（1バイト）

渋滞区間の方向を示す。

Di3	Di4

Di3：ノード方向（4ビット）

1	ノード(1) → ノード(2)
2	ノード(2) → ノード(1)
3	両方向

Di4：車線方向（4ビット）

0	両方向
1	上　り
2	下　り
3	内回り
4	外回り
5	東　行
6	西　行
7	南　行
8	北　行
9	不　明

(c) 渋滞車線（0.5バイト）

渋滞車線を示す。

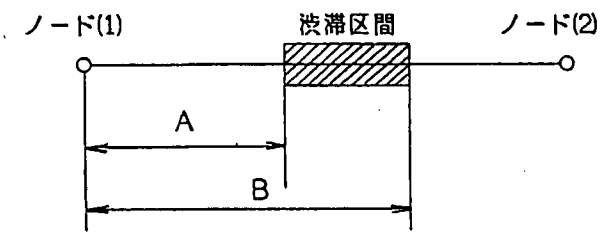
Di5

Di5：渋滞車線（4ビット）

1	路　肩
2	1車線
3	2車線
4	3車線
5	4車線以上
6	全車線
9	不　明

(d) 当該リンクのノード(1)からの距離A（2バイト）

リンク内部分渋滞のときの区間を示す。距離の単位は10mとする。



Di6			
10^4	10^3	10^2	10^1

Di6：距離A（16ビット）

(e) 当該リンクのノード(1)からの距離B（2バイト）

Di7			
10^4	10^3	10^2	10^1

Di7：距離B（16ビット）

(f) 原　因（0.5バイト）

渋滞の原因を示す。

Di8

Di8：原因（４ビット）

1	自然渋滞
2	工　事
3	事　故
4	異常気象
9	不　明

(g) 渋滞度（0.5バイト）

渋滞度を示す。

Di9

Di9：渋滞度（４ビット）

1	混　雑（40km/h＞V ≧20km/h）
2	渋　滞（20km/h＞V ）

(8) 事故（６バイト）

事故による規制は，「(10)交通規制」に含める。

(a) リンク番号（2.5バイト）

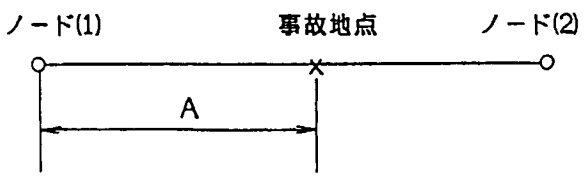
渋滞データと同一フォーマットとする。

(b) 方　向（１バイト）

事故発生地点のノード方向および車線方向を示す。情報内容は，渋滞データに準じる。

(c) 当該リンクのノード(1)からの距離Ａ（２バイト）

事故地点までの距離を示す。単位は10mとする。



Di5			
10^4	10^3	10^2	10^1

Di5：距離Ａ（１６ビット）

(d) 原　因（0.5バイト）

事故の原因を示す。

Di6

Di6：原因（4ビット）

1	事　故
2	火　災
3	災　害
4	故障車
5	落下物
6	その他
9	不　明

(9) 工　事（7.5バイト）

工事による規制は，「(10)交通規制」に含める。

(a) リンク番号（2.5バイト）

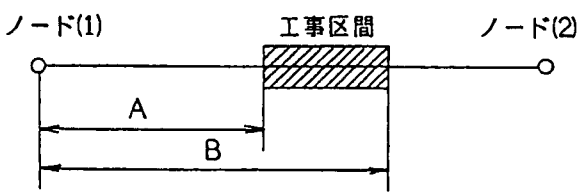
渋滞データと同一フォーマットとする。

(b) 方向（1バイト）

工事区間のノード方向および車線方向を示す。情報内容は，渋滞データに準じる。

(c) 当該リンクのノード(1)からの距離A（2バイト）

リンク内部分工事のときの区間を示す。距離の単位は10mとする。



Di5			
10^4	10^3	10^2	10^1

Di5：距離A（16ビット）

(d) 当該リンクのノード(1)からの距離B（2バイト）

Di6			
10^4	10^3	10^2	10^1

Di6：距離B（16ビット）

(10) 交通規制（9.5バイト）

(a) リンク番号（2.5バイト）

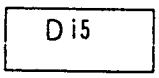
渋滞データと同一フォーマットとする。

(b) 方向（1バイト）

交通規制区間のノード方向および車線方向を示す。情報内容は画渋滞データに準じる。

(c) 規制車線（0.5バイト）

規制車線を示す。情報内容は，渋滞データに準じる。



Di5：規制車線（4ビット）

(d) 当該リンクのノード(1)からの距離A（2バイト）

リンク内部分規制のときの区間を示す。距離の単位は10mとする。

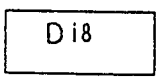
渋滞データと同一フォーマットとする。

(e) 当該リンクのノード(1)からの距離B（2バイト）

渋滞データと同一フォーマットとする。

(f) 規制内容（0.5バイト）

規制内容を示す。



Di8：規制内容（4ビット）

1	通行止	
2	閉　鎖	
3	徐　行	※
4	片側交互通行	※
5	80km／h規制	※
6	50km／h規制	※
7	大型車通行止	※
8	チェーン規制	※
9	不　明	

(g) 原　因（1バイト）

交通規制の原因を示す。

Di9	
10^1	10^0

Di9: 原因（8ビット）

01	雨　※	10	災　害　※
02	雪　※	11	落下物　※
03	霧　※	12	故障車
04	凍　結	13	入路規制
05	横　風	14	その他
06	地　震　※	19	不　明
07	事　故		
08	工　事		
09	火　災		

(11) 旅行時間（5.5バイト）

(a) リンク番号（2.5バイト）

渋滞データと同一フォーマットとする。

(b) 方　向（1バイト）

旅行時間を表すノード方向および車線方向を示す。情報内容は，渋滞データに準じる。

(c) 旅行時間（2バイト）

旅行時間を示す。単位は秒とする。不明の場合は，all〝0〟とする。

Di5			
10^3	10^2	10^1	10^0

Di5：旅行時間（16ビット）

(12) 予測旅行時間（6バイト）　※

(a) リンク番号（2.5バイト）

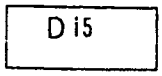
渋滞データと同一フォーマットとする。

(b) 方　向（1バイト）

予測旅行時間を表すノード方向および車線方向を示す。情報内容は，渋滞データに準じる。

(c) 予測時間（0.5バイト）

旅行時間の予測時間を示す。

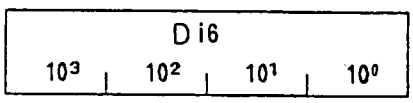


Di5：予測時間（4ビット）

1	15分先	3	45分先
2	30分先	4	60分先

(d) 予測旅行時間（2バイト）

予測旅行時間を示す。単位は秒とする。



Di6：予測旅行時間（16ビット）

(13) 予測渋滞（8.5バイト）　※

(a) リンク番号（2.5バイト）

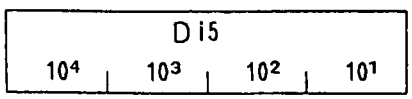
渋滞データと同一フォーマットとする。

(b) 方　向（1バイト）

予測渋滞を表すノード方向および車線方向を示す。情報内容は，渋滞データに準じる。

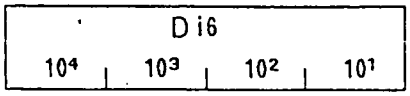
(c) 当該リンクのノード(1)からの距離A（2バイト）

情報内容は，渋滞データに準じる。



Di5: 距離A（16ビット）

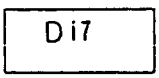
(d) 当該リンクのノード１からの距離Ｂ（２バイト）



Di6：距離Ｂ（１６ビット）

(e) 予測時間（0.5バイト）

渋滞の予測時間を示す。

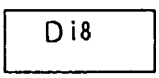


Di7：予測時間（４ビット）

1	１５分先
2	３０分先
3	４５分先
4	６０分先

(f) 予測渋滞情度（0.5バイト）

渋滞度を示す。



Di8：渋滞度（４ビット）

1	混　雑（40km/h＞V ≧20km/h）
2	渋　滞（20km/h＞V ）

3）注意事項

昭和62年度の路上実験において，提供しなかった情報には※印を付加している。

資料－４　駐車場情報のデータ内容

1）昭和62年度駐車場情報データ（満空状況はダミーデータ）

駐車場名※	3次メッシュコード	正規化座標		収容台数	空車状況	駐車料金（基本時間）	料金単位	駐車料金（追加時間）	料金単位	接続リンク番号	制御データ
		X	Y								
霞が関ビル	53394600	00030	00163	500	1	250	1	250	1	000080	1
日土地ビル	53394600	00343	0088	42	2	250	1	250	1	000560	1
虎の門第一ビル	53394600	00168	00002	28	1	200	1	200	1	000360	1
商船三井ビル	53393690	00013	09993	60	3	250	1	250	1	000460	1
18森ビル	53393599	09993	09827	14	2	250	1	250	1	000220	2
虎の門病院	53393599	09949	09893	108	1	200	1	200	1	003790	2
郵政互助会琴平	53393690	00206	09867	72	2	200	1	200	1	001330	1
15森ビル	53393599	09966	09707	6	2	250	1	250	1	003656	2
虎の門	53393690	00105	09684	80	1	250	1	250	1	000630	2
10森ビル	53393690	00289	09767	6	3	250	1	250	1	001030	2

2）平成元年度駐車場情報データ（満空状況はダミーデータ）

駐車場名	満空情報	3次メッシュコード	正規化座標		収容台数	営業時間	料金単位(基本時間)	駐車料金(基本時間)	料金単位(追加時間)	駐車料金(追加時間)	制限データ	接続リンクの有無
			X	Y								
霞が関ビル	1	53394600	00305	01635	500	00002400	2	250	2	250	1	1
日土地ビル	1	53394600	03431	00877	42	08000800	2	250	2	250	1	1
虎ノ門第一ビル	2	53394600	01679	00021	28	08001800	2	200	2	200	1	1
商船三井ビル	1	53393690	00126	09933	60	08002000	2	250	2	250	1	1
18森ビル	2	53393599	09930	08269	14	08001700	2	250	2	250	2	1
虎ノ門病院	2	53393599	09486	08933	108	00002400	2	200	2	200	2	1
郵政互助会琴平	2	53393690	02061	08668	72	08002300	2	200	2	250	1	1
15森ビル	2	53393599	09657	07072	6	08301830	2	250	2	250	2	1
虎ノ門	2	53393690	01046	06838	80	08001800	2	250	2	250	2	1
10森ビル	2	53393690	02888	07675	6	08301700	2	250	2	250	2	1

駐車場名	経由リンク数	ビーコン設置3次メッシュ番号	ビーコン設置リンク番号	経由リンク3次メッシュ番号(1)	経由リンク番号(1)	経由リンク3次メッシュ番号(2)
霞が関ビル	6	53394600	000360	53394600	420	53394600
日土地ビル	2	53394600	000360	53394600	420	—
虎ノ門第一ビル	4	53394600	000360	53393690	105	53393690
商船三井ビル	4	53394600	000360	53394600	410	53394600
18森ビル	8	53394600	000360	53393690	105	53393690
虎ノ門病院	9	53394600	000360	53393690	105	53393690
郵政互助会琴平	6	53394600	000360	53393690	105	53393690
15森ビル	14	53394600	000360	53393690	105	53393690
虎ノ門	10	53394600	000360	53393690	105	53393690
10森ビル	11	53394600	000360	53393690	105	53393690

駐車場名	経由リンク番号(2)	経由リンク3次メッシュ番号(3)	経由リンク番号(3)	経由リンク3次メッシュ番号(4)	経由リンク番号(4)	経由リンク3次メッシュ番号(5)
霞が関ビル	000430	53394600	000470	53394600	000300	—
日土地ビル	—	—	—	—	—	—
虎ノ門第一ビル	00104	—	—	—	—	—
商船三井ビル	000220	—	—	—	—	—
18森ビル	001040	53393690	000940	53393690	000860	53393690
虎ノ門病院	001040	53393690	000940	53393690	000860	53393690
郵政互助会琴平	001610	53393690	001510	53393690	001420	—
15森ビル	001040	53393690	000940	53393690	000860	53393690
虎ノ門	001040	53393690	000940	53393690	000860	53393690
10森ビル	001040	53393690	000940	53393690	000860	53393690

駐車場名	経由リンク番号(5)	経由リンク3次メッシュ番号(6)	経由リンク番号(6)	経由リンク3次メッシュ番号(7)	経由リンク番号(7)	経由リンク3次メッシュ番号(8)
霞が関ビル	—	—	—	—	—	—
日土地ビル	—	—	—	—	—	—
虎ノ門第一ビル	—	—	—	—	—	—
商船三井ビル	—	—	—	—	—	—
18森ビル	000610	53393690	000540	—	—	—
虎ノ門病院	000610	53393690	000540	53393690	000330	53393690
郵政互助会琴平	—	—	—	—	—	—
15森ビル	000800	53393690	000710	53393690	000700	53393690
虎ノ門	000800	53393690	000710	53393690	000700	53393690
10森ビル	001030	53393690	001080	53393690	001320	53393690

駐車場名	経由リンク番号(8)	経由リンク3次メッシュ番号(9)	経由リンク番号(9)	経由リンク3次メッシュ番号(10)	経由リンク番号(10)	経由リンク3次メッシュ番号(11)
霞が関ビル	—	—	—	—	—	—
日土地ビル	—	—	—	—	—	—
虎ノ門第一ビル	—	—	—	—	—	—
商船三井ビル	—	—	—	—	—	—
18森ビル	—	—	—	—	—	—
虎ノ門病院	000320	—	—	—	—	—
郵政互助会琴平	—	—	—	—	—	—
15森ビル	000660	53393690	000640	53393690	000280	53393690
虎ノ門	000660	53393690	—	—	—	—
10森ビル	00150	53393690	00176	—	—	—

駐車場名	経由リンク番号(11)	接続リンク3次メッシュ番号	経由リンク番号(12)	接続リンク3次メッシュ番号	接続リンク番号
霞が関ビル	—	—	—	53394600	000080
日土地ビル	—	—	—	53394600	000560
虎ノ門第一ビル	—	—	—	53393690	000940
商船三井ビル	—	—	—	53393690	000460
18森ビル	—	—	—	53393690	000220
虎ノ門病院	—	—	—	53393599	003790
郵政互助会琴平	—	—	—	53393690	001330
15森ビル	000170	53393599	0003770	53393599	003650
虎ノ門	—	—	—	53393690	000630
10森ビル	—	—	—	53393690	001730

駐車場名＊	指示数	進行方向情報	距離情報	進行方向情報	距離情報	進行方向情報	距離情報
霞が関ビル	3	1	186.5	3	220.9	3	70.0
日土地ビル	2	1	119.3	2	120.0	—	—
虎ノ門第一ビル	1	1	66.9	—	—	—	—
商船三井ビル	3	1	55.3	3	46.1	3	175.0
18森ビル	3	1	150.5	2	88.7	3	65.4
虎ノ門病院	3	1	150.5	3	132.1	3	59.5
郵政互助会琴平	3	1	18.7	3	90.7	2	106.3
15森ビル	3	1	289.5	2	54.5	3	83.9
虎ノ門	1	1	374.5	—	—	—	—
10森ビル	3	1	269.8	3	174.6	2	35.0

資料－５　各年度ごとの実験車機能一覧

本資料では，路車間情報システムの実験に参加した全ての実験車（机上実験システムを含む）の仕様概要について以下に示す書式に準じて記載している。なお，内容は各メーカーの担当者に執筆して頂いたものをそのまま記載している。また，実験車を共同開発したメーカーの執筆分もそれぞれ個別に記載しているので一部に重複が生じていることをご了解頂きたい。

書式

(1) 車載機器の構成・配置と機能概要
  1）各年度の実験目的と機能概要
  2）実験車の使用目的と車載機器の概要
(2) 位置検出機能
  1）距離検出機能
  2）方位検出機能
(3) 位置算定機能
(4) 位置補正機能（マップマッチング）
(5) 情報処理機器・機能
  1）情報収納媒体
  2）情報入力機器
  3）情報処理機器
(6) 情報表示機器・機能
  1）情報表示機器
  2）地図表示機能
(7) 簡易ナビゲーション機能
(8) 駐車場情報表示機能
(9) 道路交通情報表示機能
(10) その他の情報の表示機能
(11) 経路誘導・探索機能

1）沖電気工業㈱実験システム・実験車

(1) 実験車の使用機器と車載機器の概要

昭和61年度（第1年度）試験目的

デジタル道路地図データの評価と利用法の検討を目的に汎用パソコンを使用して，机上シュミレーションをおこなった。

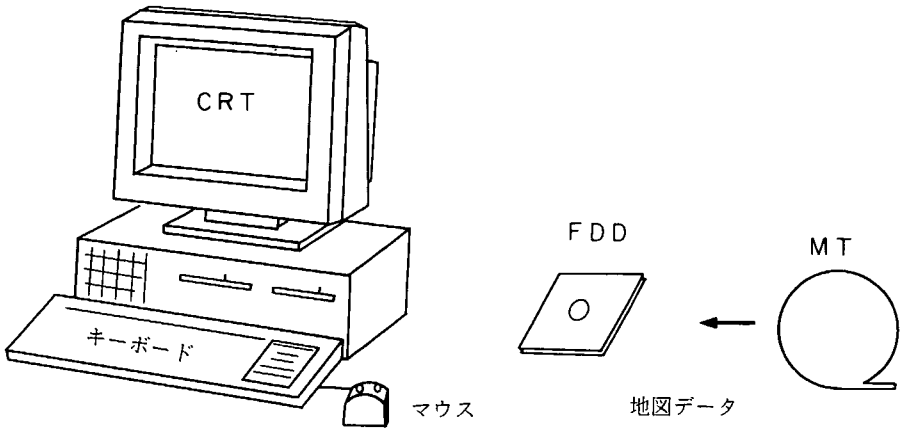
平成元年度（第3年度）試験目的

① 車載ナビゲーション機能検討

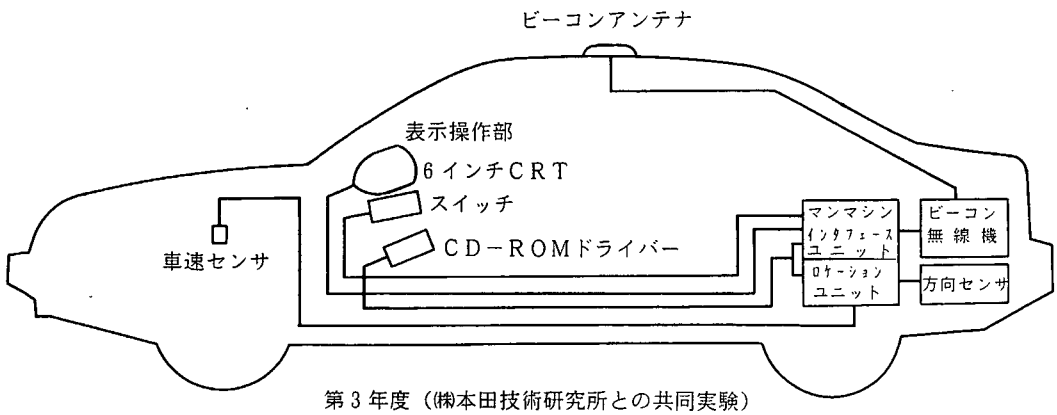
② 道路交通情報・駐車場情報表示機能検討

③ 移動体へのデジタル通信信頼性検討

各年度の機器構成を下図に示す。



第1年度



第3年度（㈱本田技術研究所との共同実験）

(2) 位置検出機能

(3) 位置算定機能

(4) 位置補正機能

以上(2)〜(4)項は当社としては実施せず

(5) 情報処理器・機能

1）情報収納媒体

第1年度の机上シュミレーションではフロッピーディスクの地図データは，パソコン内蔵のハードディスクに移して使用した。

第3年度実験では，容量540MBのCD－ROMを使用した。

		第1年次	第2年次	第3年次（共同実験）
情報収納媒体	媒　体	5インチフロッピーディスク		CD－ROM
	容　量	1MB		540MB
	使用量			
	内　容	地図（京浜地区）		地図（京浜地区）
	備　考	ハードディスクに移して使用		－
	機　器	パソコン（if800）		CD－ROM専用プレーヤ

評価及び将来的な技術動向

CD－ROMは走行中でもデータ読取りは良好であり，充分実用レベルにある。地図データ収納用としては最適である。

耐環境性

実験での結果は良好であった。

2）情報入力機能

第1年度はパソコン専用キーボードとマウスを使用した。マウスはカーソル（自転位置）移動と地図の拡大スイッチとして使用した。

第3年度はCRT周囲に設けた専用スイッチ（表示部とスイッチの一体型）を使用した。

評価と将来の技術動向

CRT画面の周囲にスイッチがあることで操作性が良い。

将来的には，ナビゲーション機能の多様化に従って，タッチパネル，リモコン，それらの組合せが考えられる。又音声認識による操作が考えられる。

3）情報処理機器

下記の様な情報処理機器を使用した。

第1年度の机上シュミレーションは，16ビット汎用パーソナルコンピュータ（if－800）を使用した。

第3年度では情報処理は汎用ボードコンピュータを使用した。

評価，耐環境性

機能評価のための実験としては充分性能を発揮したが，大きさ，処理スピードの点で改良を要する。車載実験での耐環境性については，特に問題は発生していない。

	第1年度	第2年度	第3年度(共同実験)
表示形式	机上		インパネ上
表示装置	カラーCRT		カラーCRT
寸　　法	14インチ		6インチ
解像度	640×475		320×200
表示色	16色		16色

(6) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

第1年度は汎用パーソナルコンピュータである。第3年度では視覚以外の表示は実施していない。

評価及び将来の技術動向

評価は良好である。

将来技術動向としては，軽量，薄型，低消費電力のフラットパネル（LCD，EL等）の実用化が望まれる。

2）地図表示機能

表示情報内容・表示機能

各年度の表示情報内容（種類・色）及び表示機能を別表に表示する。

第1年度の机上シュミレーションでは，地図の切替え（拡大）は1／2万5千～1／3千の縮尺で任意の縮尺が設定可能とした。

路上実験における評価

第3年度実験における試作地図は地名等の目標物がすくなく自車位置の確認が困難であった。地図の充実が必要。

(7) 簡易ナビゲーション機能

実施していない。

(8) 駐車場情報表示

表示内容，表示方法

第3年度実験では，地図上に駐車場の位置をP_0～P_9の記号で表示した。各駐車場のデータ（名称，収容台数，営業時間，料金等）は別画面でキー操作によって表示する方法をとった。

評価

名称，満空情報を地図上に表示できなかったために利用しにくい面があった。

(9) 道路交通情報表示機能

表示情報内容，表示方法

第3年度実験で実施した。

渋滞表示は，渋滞の程度によって赤，黄，青によって地図上に区間表示，方向は矢印によって表現した。渋滞の現因については絵文字表現とした。

事故情報，交通規制についても絵文字で表現した。

評価

区間及び原因が一目で認識できた。

(10) その他の情報の表示機能

実施していない。

(11) 経路誘導・探索機能

実施していない。

別表　地図情報内容と表示色

		第1年度	第2年度	第3年度(共同実験)
縮尺	1／20万	×		○
	1／10万	×		×
	1／2.5万	1／2.5万～1／34間で任意設定可		○
	1／1.25万			○
回転		×		×
スクロール(自車位置中心)		×		○
表示内容と表示色	高速道路	青		赤紫
	都市高速道路	青		赤紫
	国道	赤		黄
	主要地方道路	緑		緑
	都道府県道路	黄		緑
	細街路	×		×
	鉄道	白（点線）		灰
	河川・湖沼・海	水色		水色
	地名	紫		白
	現在位置	赤		白
	走行軌跡	×		白（点線）

2）住友電気工業㈱実験車

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

1）各年度の実験目的と機能概要

各年度の実験目的と機能概要を表－1で述べる。

表－1　実験目的と機能概要

年　度	実験目的	機能概要		
		使用車両	使用機器の形成	主要機能
第1年度 (昭和61年度)	位置検出 技術の確認	アウディ	位置ビーコンを含む位置検出処理を中心とした機器を構成	現在位置 表示機能
第2年度 (昭和62年度)	外部情報処理 技術の確認	アウディ	情報ビーコンから得られる外部情報処理を中心とした機器を構成	外部情報 表示機能
第3年度 (平成元年度)	ダイナミックナビゲーション 技術の確認	マスタエース	高度化されたダイナミックナビゲーションの実施を中心とした機器を構成	経路 誘導機能

2）実験車の使用機器と車載機器の概要

各年度における車載機器は，以下の設計思想で配置された。

図－1(a)～(b)で機器の組み込み配置図を示す。

① 第1年度：

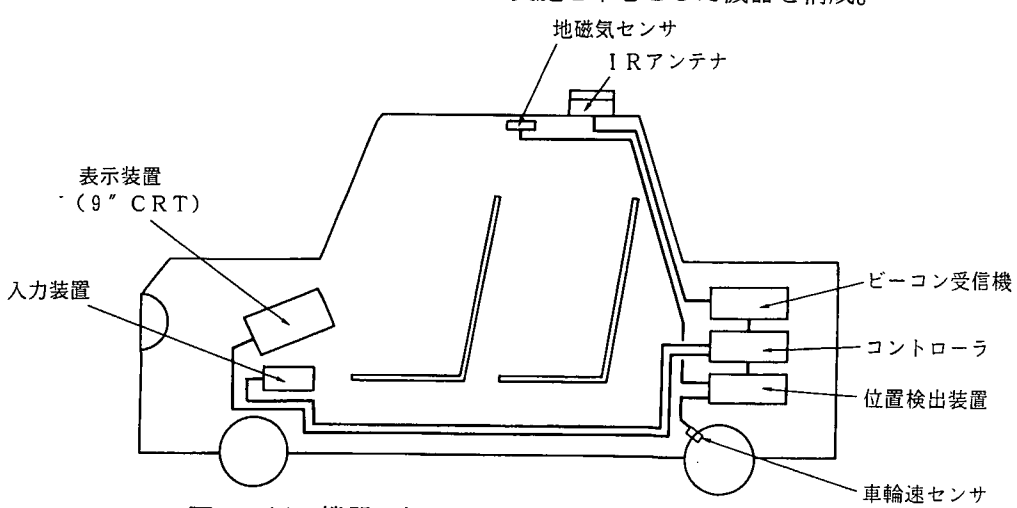
位置ビーコンを含む位置検出処理を中心とした機器を構成。

② 第2年度：

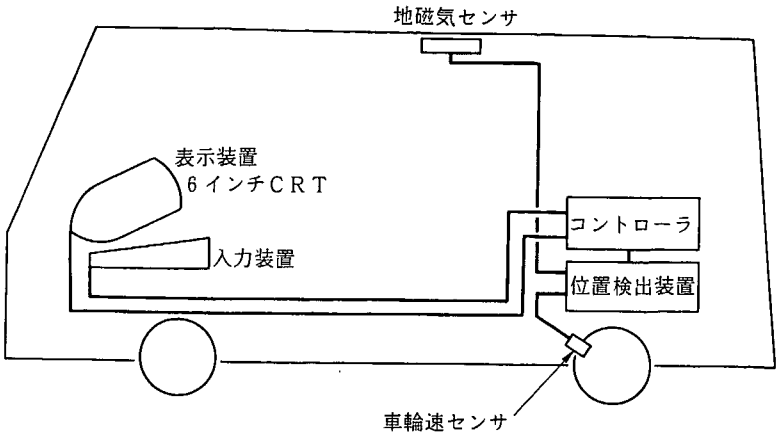
情報ビーコンから得られる外部情報処理中心とした機器を構成。

③ 第3年度：

高度化されたダイナミックナビゲーションの実施を中心とした機器を構成。



図－1(a)　機器の組み込み配置図（第1・2年度）



図－1(b)　機器の組み込み配置図（第3年度）

(2)　位置検出機能

第1年度，第2年度，第3年度とも絶対方位を地磁気センサで，相対方位変化と走行距離を車輪速センサで求めている。

1）距離検出機能

		第1年度	第2年度	第3年度
距離検出機器	名称	車輪速センサ	車輪速センサ	車輪速センサ
	方式	ホーイルから検出	ホーイルから検出	ホーイルから検出
	分解能	1．4cm	1．4cm	1．4cm
	精度	公称±1％以下	公称±1％以下	公称±1％以下
	較正	左回り，右回り各1回転による初期較正	左回り，右回り各1回転による初期較正	地図との比較による較正

タイヤ径の変化による距離誤差を補正するため，走行軌跡と地図を比較することにより，交差点でのカーブ時の補正量がゼロとなるように，車輪の回転数と距離の変換係数を調整する。

2）方位検出機能

		第1年度		第2年度		第3年度	
方位検出機器	名称	車輪速ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	車輪速ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ	車輪速ｾﾝｻ	地磁気ｾﾝｻ
	方式	差動オドメータ	フラックスゲート型	差動オドメータ	フラックスゲート型	差動オドメータ	フラックスゲート型
	精度	公称±2°以下		公称±2°以下		公称±2°以下	
	較正	直線走行時のパルス数により補正	走行中の地磁気データ収集により較正	直線走行時のパルス数により補正	走行中の地磁気データ収集により較正	直線走行時のパルス数により補正	走行中の地磁気データ収集により較正

車輪速センサは直線走行時の左右輪の入力パルス数により，左右の係数のバランスを自動的に補正している。また，地磁気センサは走行中（直線走行時およびカーブを曲がる時）の地磁気データを収

集し車体着磁量を計算して補正を行なうようにしている。このように，センサの調整を自動的に行う機能を組込んでいるため，ドライバーの補正作業を必要とせずに精度のよい位置検出を行うことが可能である。

将来的には，相対方位変化を検出するセンサとして，ジャイロの利用も考えられる。

(3) 位置算定機能

1）算定原理

車両の位置算定は，各年度を通して距離センサと方位センサとを用いた推測航法とビーコンによる位置評定を組み合わせたものを基本としている。すなわち，車の走行距離と方位を用いて，単位走行距離あたりの移動量ベクトルを算出し，これを逐次積分して現在位置を計算すると共に，ビーコン通過時に得られる位置情報を用いて位置誤差が大きい場合には，現在位置の補正を行なう。

2）方位の異常値処理方法

各年度とも地磁気センサからの絶対方位を，車輪速センサからの相対方位変化量等を用いて異常判定し補正を行う。

	第１年度	第２年度	第３年度
位置算定タイミング	２m走行毎	２m走行毎	２m走行毎

3）路上実験による評価

マップマッチング時の位置検出誤差は，通常１%程度である。しかし，インターチェンジのバンク通過後等で推測航法の誤差が大きくなり，マップマッチングから外れた場合には，10%程度の誤差が発生することがある。

4）将来的な技術動向

推測航法による位置誤差を，ＧＰＳやビーコンにより補正する。

(4) 位置補正機能

推測航法によって発生する累積誤差を補正するため，ビーコンからの位置情報と，マップマッチング手法を採用した。

マップマッチング手法は，自動車が原則として道路上を走行するという事実を利用したものであり，推測航法走行軌跡と道路のネットワークデータを比較して現在走行していると推定される道路上に軌跡を補正することにより推測航法による位置誤差を打ち消すものである。

1）位置補正方法

現在位置周辺の所定範囲内の全ての道路（リンクと呼ぶ）に推測航法で求めた走行軌跡と道路ネットワークとの相関度を車両存在係数として持たせ，当該車両がどのリンク上に存在するかの推定を行なう。

車両存在係数はそれまでの走行データの累積誤差，道路データの誤差等を勘案して単位距離あたり

の相関度を計算し，その移動平均を求めたものである。

どのリンク上に存在するかの推定を行なった後，車両存在係数が高い場合には当該リンクに位置を補正する。位置の補正は，交差点を曲がった時には道路ネットワーク上の対応する点に，また直線走行時は推定リンク上に行なう。

車両存在係数が一定値以上のリンクが一本も無くなった場合には，マッチングミスをした場合や，駐車場等の道路外を走行した可能性もあるため，より広い範囲のリンクを対象にして，かつより長い距離にわたって車両存在係数を算出し，現在存在しているリンクを見つけ出すようにしている。

2）路上実験による評価

(3)の3）項に記載。

3）将来的な技術動向

精度の粗い地図ネットワークデータへの対応。

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

各年度の情報収納媒体を表－2にまとめる。

表－2　情報収納媒体

	第1年度	第2年度	第3年度
媒　体	ＩＣ－ＲＯＭ	ＩＣ－ＲＯＭ	ＩＣ－ＲＯＭ
容　量	512ＫＢ	約1.8ＭＢ	1.0ＭＢ
使用量	40ＫＢ	0.3ＭＢ	0.8ＭＢ
内　容	地図（京浜地区） 地名検索テーブル	地図（京浜地区） 地名検索テーブル	地図（京浜地区） 地名検索テーブル
備　考	ＣＰＵが直接 ＩＣ－ＲＯＭにアクセス	ＣＰＵが直接 ＩＣ－ＲＯＭにアクセス	ＣＰＵがデータを ＲＡＭに転送後使用

各年度を通じてＩＣ－ＲＯＭを使用したが，特に問題はなかった。

ＩＣ－ＲＯＭの特徴は，アクセスタイムが短いが容量が小さい。

そこで，全国を対象にしたナビゲーションは，容量の大きいＣＤ－ＲＯＭの使用を必須と考える。

2）情報入力機器

情報入力機器は，運転車席と助手席の両側から入力可能なリモコンキーボードを採用した。しかしこのキーボードは，ナビゲーション専用のキーボードとして作られていないために，無駄なキーがあり，この点で，若干使いにくい配置になっている。

今後，赤外線や音波等を利用したリモコンキーボードや，画面に直接タッチすることで入力する装置の採用が見込まれる。

(6) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

各年度における情報表示機器を表－3で示す。特に第3年度は，音声による経路誘導を実施するために音声装置を設置した。また各年度を通して，表示装置は助手席側ダッシュボード下に設置されたために，助手席側の空間が狭く，かつ運転手席から表示装置の視認が困難になった。今後，フラットディスプレイや液晶ディスプレイ等の奥行きの小さな装置が普及し，運転手席インパネに格納されることが予想される。

表－3　情報表示機器

項　　目	第1年度	第2年度	第3年度
表示形式	助手席側 ダッシュボード下から表示	助手席側 ダッシュボード下から表示	助手席側 ダッシュボード下から表示
表示装置	カラーCRT	カラーCRT	カラーCRT
寸　　法	9インチ	9インチ	6インチ
解像度	480×230ドット	480×230ドット	320×240ドット
表示色	8色	8色	8色

2）地図表示機能

各年度の表示内容を表－4で示す。全般に表示内容に対する表示色は，道路マップを参考にした。また，昼夜における表示画面の見易さを考慮に入れて，背景色を黒・緑・白に変化可能にした。

また，走行中の地図の視認については，道路，河川や行政界の区別がつきにくく，走行中は地図の表示量の減少などの工夫が必要。

表－4　地図表示機能

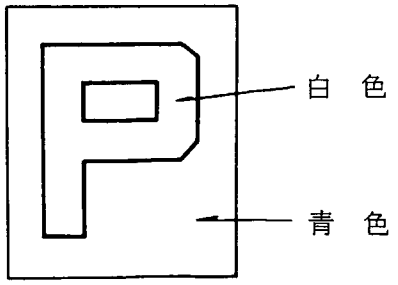
項　　目		第1年度	第2年度	第3年度
地図縮尺	1／2.5万	○	○	○
	1／5000	×	○（一部）	○（一部）
回転	Heading-Up	○	○	×
	90度	○	○	×
スクロール（自車位置中心）		○	○	○
表示内容と表示色	高速道路	水色	水色	水色
	都市高速道路	水色	水色	水色
	国道	赤色	赤色	赤色
	主要地方道	黄色	黄色	黄色
	都道府県道	緑色	緑色	緑色
	細街路	白色	白色	白色
	鉄道	白色と紫色の破線		
	河川・湖沼・海	青色	青色	青色
	行政界	紫色の1点鎖線		
	文字	白色	白色	白色
	現在位置	赤色矢印	赤色矢印	赤色矢印

(7) 簡易ナビゲーション機能

実施していない。

(8) 駐車場情報表示

第2年度に図－2の駐車場マークを画面上に表示して，駐車場の位置のみを知らせた。また縮小地図上に駐車場マークを表示した場合には，駐車場マークが密集してしまい，拡大地図上に表示する方が望ましい。



図－2　駐車場マーク

(9) 道路交通情報表示機能

道路交通情報の表示は第2年度のみ実施し，その表示内容と表示方法を表－5で示す。車内の表示機器で道路交通情報を表示する場合には，詳細な情報を表示しても運転中に長時間前方から視線を離すことができない以上，情報を認識するのは難しい。したがって，簡易な情報や音声による情報案内を考えるべき。

表－5　道路交通情報表示内容

項　目	表示方法	色
渋　滞	道路沿い左側に実線で表示	渋滞の程度を赤色と黄色で2段階に表示
事　故	事　故を表示	文字は白色，背景は赤色
工　事	道路沿い左側に実線で表示	水色
交通規制	道路沿い左側に実線で表示	青色

(10) その他の道路交通情報表示機能

実施していない。

(11) 経路探索機能

1）経路探索機能

①　経路探索機能の概要

第2年度に経路探索機能，第3年度に経路探索・誘導機能を実現した。経路探索の方法は，現在地の最近傍の幹線道路（一般都道府県道以上）から目的地の最近傍の幹線道路までの経路を最短経路計算のアルゴリズムに従って算出する。また，経路探索の対象となる領域は，路車間実験地域内とした。

②　操作方法

第2年度と第3年度共に，キーボードにより目的地を設定する。また現在地については，位置検出装置から得られる地点を現在地とした。

③ 評価

旅行計画時に目的地付近の地図を表示して，目的地の設定後，経路探索を完了するまでに約2分かかった。このうち経路探索に要する時間は，現在地と目的地間の距離約8kmで，10秒程度あり，運転者はさほど待たされた気はしない。しかし，現在地と目的地間の距離が大きくなると演算時間が飛躍的に大きくなる。そこで今後は，長距離の経路探索時には高速道路を優先利用することで，経路探索時間の短縮を行う工夫が必要である。

2）経路表示機能

① 表示方法

第2年度，第3年度共に経路の表示は，進行方向の左の道路沿いに矢印で表示した。

② 評価

経路を道路沿いに表示することで，道路は消されることなく，運転者にとって経路の認識は容易であった。しかし，今後交通情報を表示した場合に，交通情報と経路は見誤るおそれがあるので，別々で交通情報と経路を区別できる表示方法を採用する必要があるだろう。

(9) 経路誘導機能

1）誘導方法

経路探索機能が探索した経路に車両が位置するかを経路誘導機能は監視しており，車両が交差点に接近した場合に，車両速度を加味したタイミングで経路誘導を行う。経路誘導のタイミングは，車両の高速走行には交差点通過の15秒前，車両の低速走行には交差点の手前100mである。また経路誘導の内容は，表示画面に道路幅付きの交差点案内図と進路を表示し，音声により進路を案内した。

2）評価

フィールドテストを行った結果，交差点案内図の視認性，音声経路案内の視認性と経路計算の妥当性について述べる。

① 交差点案内図の視認性

運転者は交差点案内図を見て，進路を誤ることはほとんどなかった。また交差点案内図と実際の交差点形状を比較しても，交差点案内図に違和感はなかった。しかし，実際の交差点に接続されているが，ナビゲーション用の地図に接続されていない道路があった。その道路のランクが低いために登録されていないと思われるが，その道路幅は付近の幹線道路の道路幅と同程度あるので，大いに違和感があった。そこで，運転者に迷いを起こさせないために，幹線上の交差点に交差点案内図表示用として接続されていない道路を登録する方がよい。

② 音声経路案内の認識性

音声経路案内は運転者に一つの進路方向を指示できるが，複数の進路方向を伝えるのは難しい。即ち経路誘導システムは連続して交差点を通過するときに，例えば，「右折してください。次に左折してください。」と運転者に案内する。しかし運転者にとって，この音声情報を憶えることは，交差点案内図で経路を認識するのに比べて容易ではない。

③ 経路計算の妥当性

経路計算の妥当性を評価するため，以下の条件の下で任意の目的地迄の旅行時間と旅行距離を計測した。

Ⅰ．ナビゲーション装置を使用せず紙地図のみを使用

Ⅱ．経路誘導システムのみを使用

計測した結果，経路誘導システムを使用した場合の走行距離は，使用しない場合と比較して著しく小さいが，走行時間はあまり大差なかった。これは，経路誘導システムが選択した経路の一部は片側1車線の交通量の小さい道路で構成され，それがボトルネックになっていたのに対して，運転者が選択した経路は，片側2車線以上の道路であったことに起因する。経路誘導システムが選択した経路は交通流を分散することに寄与するかもしれないが，運転者にとって走行し易いかは疑問の余地が残る。経路誘導システム実用化に向けての第1段階は，経路計算時になるべく主要幹線を選択する方が，運転者にとって受け入れ易い。

3）今後の技術動向

以上，経路誘導システムにおける基本的な要素技術の方式と評価結果を記述した。今後は，実験で得られた評価結果をもとに，車載装置の改良を検討すると共に，ビーコンを前提として交通情報の収集・提供を行う地上系の整備を行ってゆく必要がある。

3）㈱本田技術研究所実験車

㈱本田技術研究所は昭和61年度実験は未参加であり，昭和62年度実験より参加した。

また昭和62年度は単独で平成元年度は沖電気工業㈱殿と共同で参加した。

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

1）各年度ごとの実験目的と機能概要

① 昭和62年度

実験目的

1．マップマッチング機能を含む現在位置標定精度の測定

2．地図データベースの利用と評価

3．位置，情報ビーコンの受信機能の確認

4．実験システムのハード・ソフト機能の確認

② 平成元年度

実験目的

1．ナビゲーション機能の確認と評価

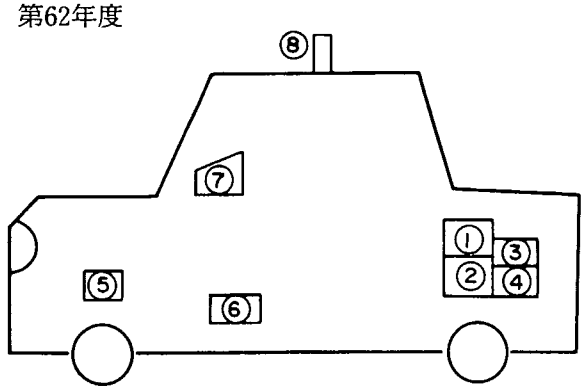
2．個別通信機能の確認

3．駐車場情報の表示機能確認

4．交通情報の表示機能確認

2）実験車の使用機器と車載機器の概要

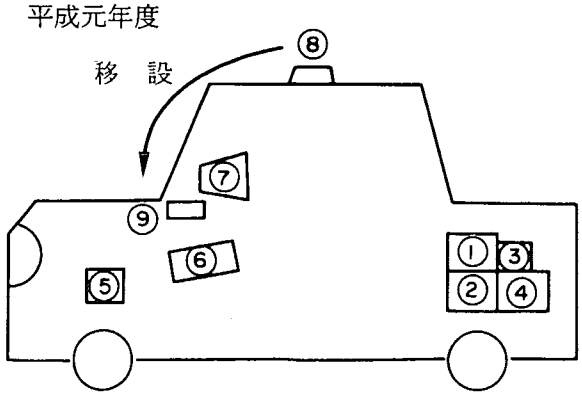
① 第62年度



機器配置図

①マンマシンインターフェースユニットートランク内
②ロケーションユニットートランク内
③方向センサートランク内
④地図記憶装置－トランク内
⑤車速センサーエンジンルーム内
⑥位置ビーコン受信機－助手席下
⑦表示部，操作部－インストルメントパネル中央上部
⑧位置ビーコンアンテナールーフ上部サイド

② 平成元年度



注　ビーコンアンテナは1990年５月より

機器配置図

①マンマシンインターフェースユニットートランク内
②ロケーションユニットートランク内
③方向センサートランク内
④ビーコン送受信機－トランク内
⑤車速センサーエンジンルーム内
⑥地図記憶装置（ＣＤ－ＲＯＭドライブ）－センターエンソール
⑦表示部，操作部－インストルメントパネル中央上部
⑧ビーコンアンテナールーフ中央
⑨インストルメントパネル上部左側へ移設

(2) 位置検出機能

昭和62年度，平成元年度は共通方位センサとしてはガスレートセンサ，距離センサとしては車速センサを利用した。

1）距離検出機能

		第2年度	第3年度
距離検出機能	名　　称	連速センサ	←
	方　　式	トランスミッション部から検出	←
	分　解　能		←
	精　　度	未定量化	←
	較　　正	マニュアル式	←
	検出タイミング	タイヤ回転数に応じた電気パルス	←

将来的な技術動向に対しては現行方式が最適であると考える。

2）方位検出機能

○　方位の検出はガスレートセンサーにて角速度を測定する。

○　原理－ノズルから噴出されたヘリウムガスと2本のヒートワイヤからなるフローセンサーにより，車両の方向変化によって生じたガス流の微小な偏りを電気的に検知し，その変位を増幅して取り出すことにより角速度を検出する。

		第2年度	第3年度
方位検出機器	名　　称	ガスレートセンサ	同　左
	方　　式	ガスレート式	〃
	精　　度	未定量化	〃
	較　　正	マニュアル式	〃
	分　解　能	未定量化	〃
	検出タイミング	未定量化	〃

将来的にも特に変更は考えていない。

(3) 位置算定機能（昭和62年度，平成元年度は共通）

1）算定原理

車両センサーからの単位距離走行パルス信号，ガスレートセンサーからの角速度信号に基づく自動車の刻々の方位とから2次元座標上の現在位置を計算する。

2）方位の異常処理方法

なし（慣性航法であるため，磁気の外乱や車体の着磁の影響は受けない。）

3）路上実験による評価

良好

4）将来的な技術動向

特に変更は考えていない。

	第2年度	第3年度
位置算定タイミング	未定量化	未定量化

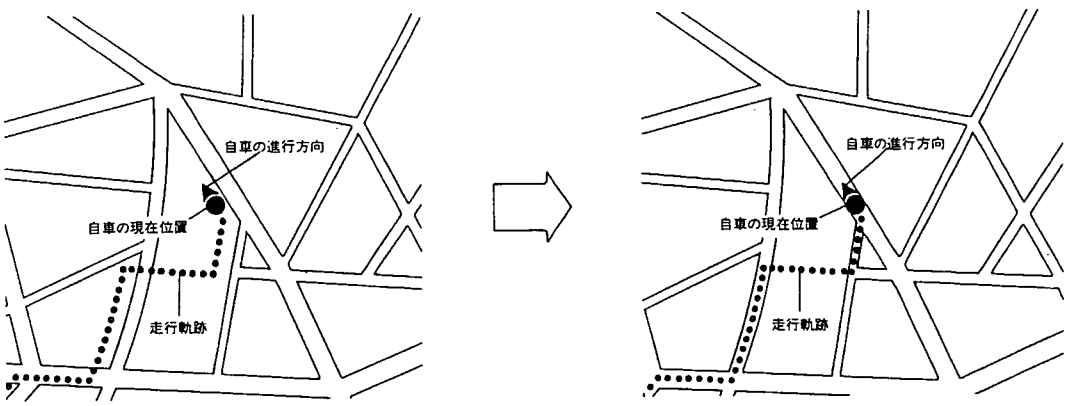
(4) 位置補正機能（マップマッチング）（昭和62年度，平成元年度は共通）

1）位置補正方法

自車の走行をもとにした走行軌跡データと，情報収納媒体から読み出された道路データを常時照会しマッチングする。

地図に記載されていない細い道路や新しい道路を経由した場合などでも総合的に判断して適確なマッチングを実行する。

地図に記載されていない細い道路や新しい道路を走行し，マッチング出来ない場合は，センサーから得られた位置データを走行軌跡としてそのまま表示する。ディスプレイ上の表示を下に示す。



マップマッチング概念図

※ モーターファン7月号より引用

2）路上実験による評価

1）で示したように良好であった。

3）将来的な技術動向

現在検討中

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

		第2年度	第3年度
情報収納媒体	媒　体	汎用磁気ディスク（カートリッジ式）	CD－ROM
	容　量	10MB	540MB
	使用量		
	内　容	地図（京浜地区）	←
	備　考	－	－
	機　器	ハードディスクドライブ（カートリッジ式）	CD－ROMドライバー

第2年度は机上使用を想定した装置であるが，耐振性は考慮されており車載での使用も可能であった。

第3年度は車載用ＣＤオーディオプレーヤーを改造したもので今回の実験においては不都合な点はなかった。

2）情報入力機器（昭和62年度，平成元年度は共通）

① 入力機器

表示部一体型専用キースイッチ（平成元年度は個別通信のためのキースイッチを追加した。）

② 評価と将来技術動向

昭和62年度年初は表示部とは別体型だったが一体化することによって操作性が向上した。

3）情報処理機器（昭和62年度，平成元年度は共通）

① 汎用ボードコンピュータ

	第2年度	第3年度
表示形式	インパネ上	←
表示装置	カラーＣＲＴ	←
寸　法	6インチ	←
解像度	320×200	←
表示色	16色	←

② 評価及び将来の技術動向

評価…良好

将来はＬＣＤ等の軽量，薄型低消費電力の表示装置が望ましい。

(6) 情報表示機器，機能

		第2年度	第3年度
縮尺	1／40万	×	×
	1／10万	○	○
	1／5万	○	○
	1／2.5万	○	○
	1／1.25万	×	×
回転		×	×
スクロール		○	○
表示内容と表示色	高速道	青	赤紫
	都市高速	青	赤紫
	国道	赤	黄
	主要地方道	緑	緑
	都道府県道	黄	緑
	細街路	×	×
	鉄道	灰色	灰色
	河川・湖	水色	水色
	地名	黄色	白
	現在位置	白	←
	軌跡	白	←
	背景色	黒	茶

○ 表示色について第2年度はドライバーの見慣れている市販道路地図帳の配色に準じた。第3年度は渋滞表示色と重ならないような配色とした。

○ 路上実験による評価としては，実用化の為には，地名，目標物の追加が必要。本試作品では注記が少なく自車位置の確認が困難であった。

(7) 簡易ナビゲーション機能

昭和62年度，平成元年度　共になし

(8) 駐車場情報表示

① 表示情報内容，表示方法とその評価

昭和62年度

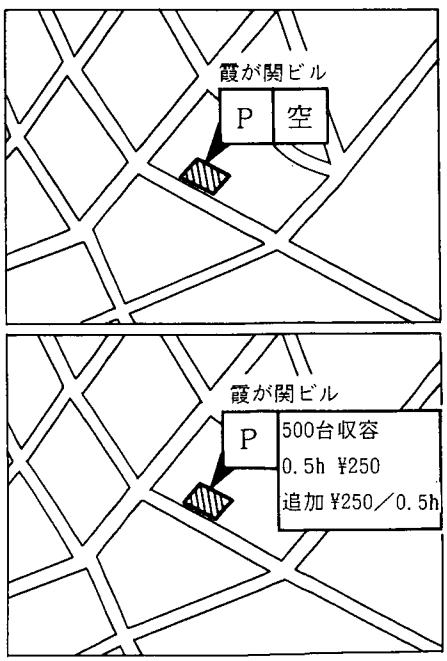
昭和62年度は外部からの情報をとり込まず，内部のデータを元にして表示のシュミレーションのみ行なった。

駐車場 キー押下により，右図のように駐車場位置，名称，満空情報を表示。

満 混 空 の3段階表示

再び 駐車場 キーを押下すると，収容台数，料金を表示。

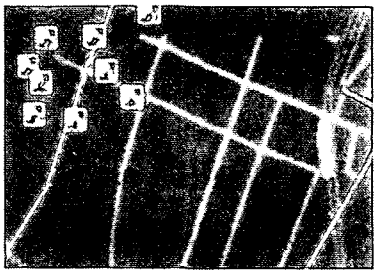
再び 駐車場 キーを押下すると元のナビゲーション画面に戻る。



評価

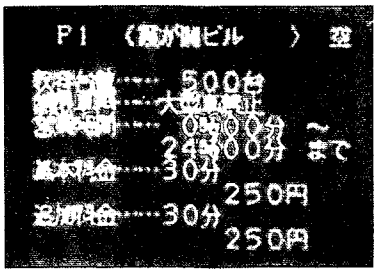
○ 駐車場位置，名称，満空情報が地図上に表示されるためとてもわかりやすい。

平成元年度



駐車場 キー押下により右図のようにP₀～P₉まで駐車場の位置とNo.を表示

実行 キー押下により右図のように名称，満空情報，収容台数，制限車両，営業時間，料金を表示



◀, ▶ キー押下毎にP₁～P₉までサイクリックに表示させる。

取消 キー押下によって元のナビゲーション画面に戻る。

評価

表示密度との兼ね合いで，名称，満空情報を地図上に表示することができなかったため，使いにくい面がある。

(9) 道路交通情報表示機能

表示情報内容，表示方法とその評価

① 昭和62年度

表示せず

② 平成元年度



渋滞表示は道路に沿った矢印によって表現した

矢印の色（赤，黄，青）によって渋滞の程度を表現した。

渋滞の原因は絵文字で表現した。

交通規制については交通情報キー押下によって，あらかじめ，表示を設定している内容についてのみ地図上に表示させるようにした。

評価

渋滞の程度，区間，原因がひとめでわかるため良好であった。

(10) その他の情報の表示機能

昭和62年度，平成元年度共になし

(11) 経路誘導・探索機能

昭和62年度，平成元年度共になし

4）ソニー㈱実験システム

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

1）未記入

2）机上シミュレーション機器の概要

データ収集装置とシミュレーション装置で，前者により走行データを収集する。データの内容は，車速，方位でそれぞれが1秒毎に3.5インチＦＤに記録される。この装置は汎用パソコンを使用した。

得られたデータを基に，シミュレーション装置で再現し評価を行なった。シミュレーション装置も汎用パソコンを使用した。

(2) 位置検出機能

1）距離検出機能

		第１年度	第２年度
距離検出機器	名称	車速センサ	車速センサ
	方式	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ部から検出	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ部から検出
	分解能	0.785m	0.785m
	精度	2%程度(推定)	2%程度(推定)
	較正	ｷｰﾊﾟｯﾄﾞより訂正入力	ｷｰﾊﾟｯﾄﾞより訂正入力
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	1秒毎	1秒毎

将来的な技術動向として以下の様な距離センサを考えている

・タイヤの空気圧の変化に対応するもの

・勾配に対する補正をするもの

・素人でも自動車に取り付けられるようなもの

2）方位検出機能

		第１年度		第２年度	
方位検出機器	名称	地磁気センサ	振動ジャイロ	地磁気センサ	振動ジャイロ
	方式	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	音叉型	ﾌﾗｯｸｽｹﾞｰﾄ型	音叉型
	精度	—	—	—	—
	較正	ディジタル地図との比較		ディジタル地図との比較	
	分解能	1.406deg	0.02deg/sec	1.406deg	0.02deg/sec
	ﾀｲﾐﾝｸﾞ	8-30回／秒		8-30回／秒	

（注）精度に関して，地磁気センサは自動車内ではかなり誤差があり，また振動ジャイロはオフセットドリフトなどの問題があるので具体的な数値は挙げられない。

将来的な技術動向として，振動ジャイロは自動車内の過酷な温度環境下でも安定した性能が発揮出来るものが望まれる。

(3) 位置算定機能

1）算定原理，算定のタイミング

前回の現在位置を方位センサーで得られた方向に距離センサーで得られた距離だけ進める。

	第１年度	第２年度
位置算定タイミング	１秒毎	１秒毎

2）方位の異常値処理方法

ディジタル地図に登録された道路上を走行していると判断した時は，進行方向を道路の向きに収束させる。

3）路上実験による評価

机上シミュレーションによる評価であるが，センサーの動作環境が安定している時ならば，約１時間程度はマップマッチングなしの位置算定でも地図をトレース出来る。

4）将来的な技術動向

ＧＰＳとの複合化

(4) 位置補正機能（マップマッチング）

1）位置方法

・どの様なデータを保持し，何をきっかけとして，どの様な比較判断をどんな基準で行なうのか？

－データはベクトルデータとしての道路地図と算定された現在位置，進行方向を保持している。原則

として，毎秒位置補正する。マッチングしている時は，リンク上の現在位置を測定された距離だけ進めリンクの向きと算定された進行方向を比較して判断する。マッチングしていない時は，算定された現在位置の近くに算定された進行方向と似かよった向きのリンクがないか調べる。

・マッチング出来ない場合どの様な処理が行なわれるのか？

－算定された現在位置・進行方向をそのまま表示する。

・ディスプレイ上の表示はどうなるのか。

－自車位置と進行方向を表示

－マップマッチングしている場合としていない場合とで自車マークの色を変える。

－走行軌跡を表示する。

2）路上実験による評価

机上シミュレーションによる評価であるが，都市部の道路を走行するのに十分な信頼性を得ている。

3）将来的な技術動向

全走行軌跡と道路の相関をとるパターンマッチング形式のマップマッチング

(5) 情報処理機能・機器

1）情報収納媒体

① 収納媒体及び機能

試験走行で得られたデータは，3.5インチＦＤに収納。データ取り込み装置に汎用パソコンを利用した為，内蔵の3.5インチＦＤＤを使用した。

地図のデータベースは，ＣＤ＿ＲＯＭを使用。

		第１年度	第２年度
情報収納媒体	媒体	ＣＤ－ＲＯＭ	ＣＤ－ＲＯＭ
	容量	５４０Mbyte	５４０Mbyte
	使用量		
	内容	地図	地図
	機器	RAMに転送して使用	RAMに転送して使用
	備考		

② 評価及び将来的な技術動向

ＣＤ＿ＲＯＭが現状では記憶容量が大きく扱いも容易である。

新たに建設された道路を走行した場合のデータは，バッテリバックアップされたＳ＿ＲＡＭ，或いはＥＥＰＲＯＭ等に一時的に記録する方法が良い。

③ 耐環境性

車載用として使用環境の厳しさを考慮しても，現実に車載ＣＤプレーヤが商品化されているので

特に問題は無い。

2）情報入力機器

① 入力機器

汎用のパソコンのキーボードを使用した。

② 評価と将来の技術動向

将来的にはタッチパネル，専用キーボード，或は音声入力装置などが考えられるが，それらの何れもが安全運転に支障をきたすものであってはならない。

3）情報処理機器

① ＣＰＵの種類，機能と評価

机上のシミュレータとして，ＮＥＣ製のＰＣ－9801を利用した。

(6) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

① 表示の形式，機能

	第１年度	第２年度
表示形式	—	—
表示位置	カラーCRT	カラーCRT
寸法	14インチ	14インチ
解像度	640 x 400	640 x 400
表示色	16	16

② 評価及び将来の技術動向

車載モニタを考慮した場合，現状では標準解像度のものが一般的でありそれに対応出来なければならない。一方地図の様な情報密度が高い表示をするときには高解像度のものが望まれる。

将来の技術動向としては，ＬＣＤ，ＥＬ或はヘッドアップディスプレイが考えられる。

2）地図表示機能

① 表示情報内容

表示色は一般に市販されているロードマップに準じた配色にした。

地図の記号も同様であるが，施設等で特に共通性のないものは，独自に規定した。また，国道番号のフォントは，実際の標識の色，形状に似せて独自に製作した。

表示される道路の幅は，その車線数により２種類に分けた。その基準は３車線以上或はそれ未満とし，前者では幅を約２倍にして見やすくした。

② 表示機能

表示範囲は連続して任意に可変可能で，表示の中心もカーソルで自由に指定できる。

名称や呼称の表示密度の設定は2種類，拡大率によるものと選択スイッチによるものを用意した。前者は，拡大率によらず自動的に表示密度がほぼ均一になるように設定したが，その内容については，無作為に設定した。

後者は，高，中，低の3段階を，キーボードで選択する。両者は併用される。

内容表示は，キーボードで選択可能で，ユーザの希望に合わせて変更出来る。

		第1，2年度
縮尺（注）	1/40万	○
	1/10万	○
	1/5万	○
	1/2.5万	○
	1/1.25万	○
回転（Heading Upの可否）		×
スクロール（自車位置中心）		○
表示内容と表示色	有料道路	空色
	国道	赤色
	主要道	黄色
	背景道	薄緑色
	鉄道	薄紫色
	行政界	緑色（鎖線）
	地名	緑色
	水系	青色
	施設	白色
	現在位置	赤色
	走行軌跡	青丸

(注)任意の連続可変表示範囲

③ 路上実験における評価

机上シミュレーション実験では，各個人の嗜好により，表示選択や表示密度が変わる。従って，これらの選択の自由があることは，有効だと考える。

実際に運転しながら表示をしばしば見ることはできないので，安全運転上問題のない方法について，より検討されなければならない。

表示内容も密度に応じて変更しているが，その基準を実際に運転する上で目標となるものを優先的に選択するよう考慮する必要がある。

(7) 簡易ナビゲーション機能

対応せず

(8) 駐車場情報表示

② 表示情報内容，表示方法とその評価

対応せず

(9) 道路交通情報表示機能

② 表示情報内容，表示方法とその評価

対応せず

(10) その他の情報の表示機能

① 表示情報内容

走行距離，走行速度，日付時間

② 路上実験における評価

対応せず

(11) 経路誘導・探索機能

1）経路探索機能

① 経路探索機能の概要と方法

起点と終点を指定するのみで，車両が走行可能な道路を地図データベースの各分岐点毎に分割して，法定速度に基づく走行時間，走行距離等の属性データファイルをつくる。これらを用いて起点終点間の走行距離，走行時間を算出してこの値を加算し，その結果が最小値になる経路を求める。これにより，最短距離，或は最短時間の経路が得られる。この時一方通行路，右折，或は左折禁止等の条件も加味する。

② 操作方法

自車の現在位置は解っているので，目的地をカーソルで入力し，最短距離，或は最短時間を選択し，経路探索を実行する。

③ 表示方法

探索された経路に相当する路線が鎖線表示になる。また，目的地が表示されている地図内に存在すれば★印，表示外であればその方向に☆印が表示される。

④ 評価と改善方法

地図データベースに無い新しい路線にどの様に対応させるかが，今後の問題である。

目的地の入力方法をもっと簡単にしたい。

2）経路誘導機能

① 経路誘導機能の概要と方法

探索された路線は，鎖線で表示される。

② 評価と将来の動向

画面表示のみでは，ドライバーの注意が前方よりそがれるので，安全運転上好ましくない。音声誘導，或はヘッドアップディスプレイ等を考慮したい。

5）日本無線㈱実験車

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

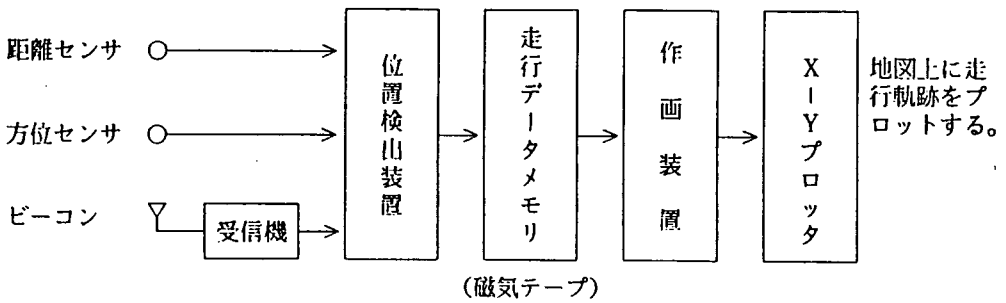
車載形システムとして，ＸＹプロッタ作画形システムを作成し，車両測定走行軌跡をＸＹプロッタで地図上に作画し，自立推測航法による位置座標誤差と位置情報ビーコン受信による位置補正精度を測定することを目的とする路上実験を行った。

各年度を通して試作車載装置とＸＹプロッタ作画装置による実験として，主に以下の点に着目して行った。

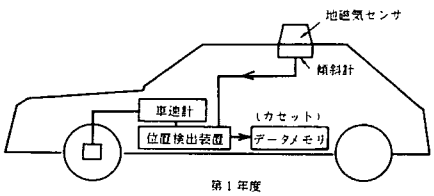
1．自立推測航法による位置検出精度の確認

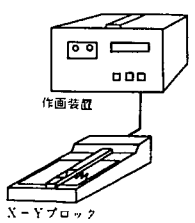
2．位置精度向上のための傾斜検出器と楕円着磁補正技術

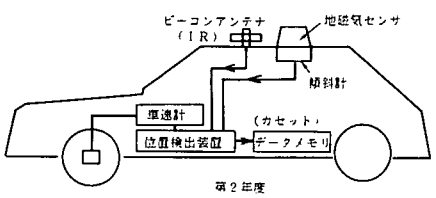
3．位置情報ビーコン受信による位置補正精度の確認

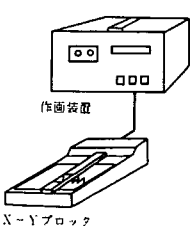


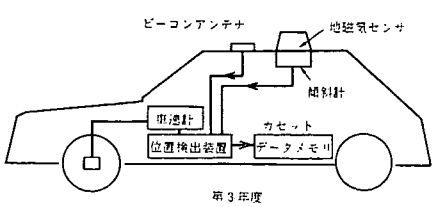
各年度の車載機器・構成を示す。

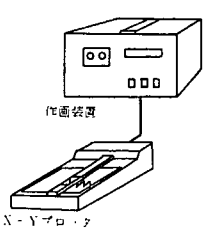












(2) 位置検出機能

位置検出は方位センサとして，地磁気センサと傾斜検出器，距離センサとして，車速計を利用した。

位置補正用として，２次年度に誘導無線機方式，３次年度には準マイクロ波方式の位置情報ビーコンを利用した。

1）距離検出機能

		第１年度	第２年度	第３年度
距離センサ	名称	車速計	車速計	車速計
	位置	前輪	前輪	前輪
	分解能	１０cm／パルス	１０cm／パルス	１０cm／パルス
	精度	±1.5%	±１%	±１%
	検出タイミング	１００ｍｓ	１００ｍｓ	１００ｍｓ
	較正方法	補正値入力	補正値入力	補正値入力

② 検出精度

車軸回転数の検出は１回転当り，15パルス発生の回転計を使用しており，距離精度は約10cmである。

距離較正は，既知距離の走行値にあらかじめ求めた補正係数（タイヤの空気圧やすりへり状況によるもの）を掛けることにより行う。

③ 将来的な技術動向

距離センサーの補正については，位置情報ビーコンを活用し，ビーコン間の走行距離と既知距離との比をとることにより自動的に距離補正係数を出すことになろう。

2）方位検出機能

		第１年度	第２年度	第３年度
方位センサ	名称	地磁気センサ 傾斜検出器	地磁気センサ 傾斜検出器	地磁気センサ 傾斜検出器
	位置	ルーフ中央	ルーフ中央	ルーフ中央
	分解能	1°	0.3°	0.3°
	精度	±３%	±２%	±２%
	検出タイミング	１００ｍｓ	１００ｍｓ	１００ｍｓ
	較正方法	１回転補正	１回転補正	１回転補正

① 機器名称及び検出方法

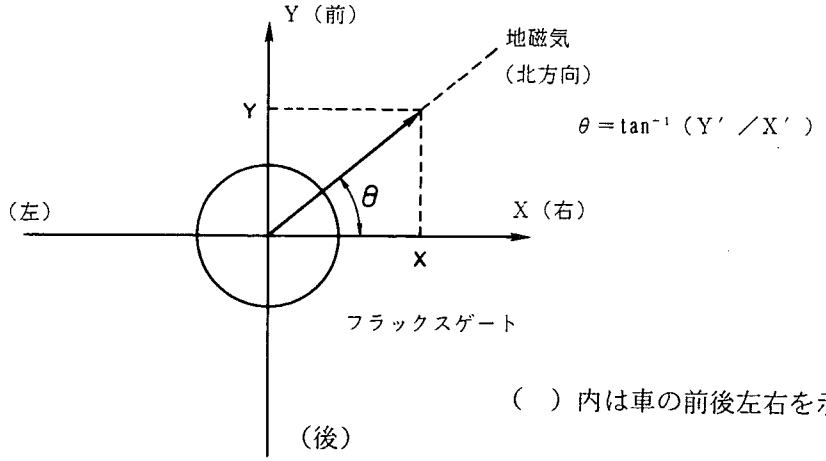
方位検出として，地磁気検出器を使用し，更にこの検出器を取付ける車両の走行時の傾斜による方位の補正を行うための傾斜検出器を使用している。

ⓐ 磁界検出器

磁界検出器として，フラックスゲートを用い，その検出軸をＸ，Ｙの２方向にとることにより，

図－１のように地磁気のX’成分，Y’成分を検出し，地磁気の方向を算出する。

磁界検出器の地磁気検出



（　）内は車の前後左右を示す。

図－１

ⓑ　傾斜検出器

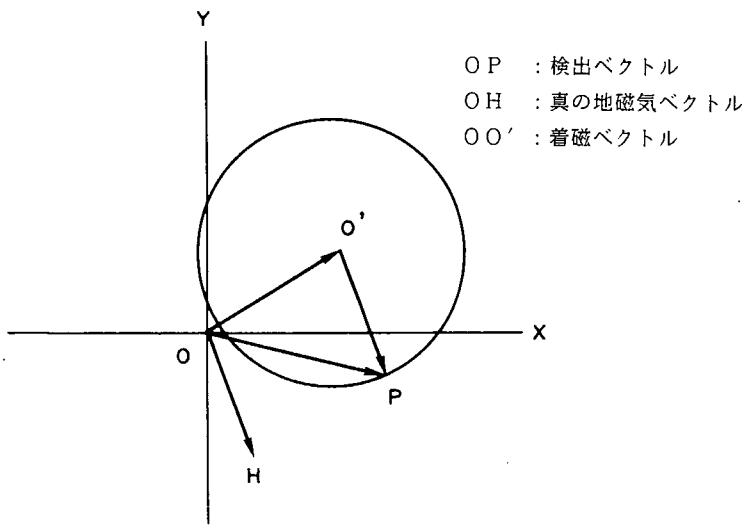
車両の傾斜については車の前後と左右の傾斜を，それぞれ検出する。検出方法はダンピング要オイルを満たした容器中に，板バネでつるした振り子を入れ，その周りに組まれた磁気素子からなるブリッジの等価的な電圧変化により，その傾斜角を検出する。

②　車体の着磁補正

地磁気の方向を検出するとき，地磁気が小さく（約0.25Gauss）また車体が磁性体のために，車体に残留している磁気（着磁）により，大きな誤差を発生するので，これを補正する必要がある。

一般に，車体は磁性体（鉄）でつくられているから，地磁気に比べて，無視できない大きさの残留磁気（着磁）を持っている。この残留磁気は，複雑な分布をしているが，磁界検出器に対しては，１つの合成ベクトルとして考えることができる。磁界検出器は，車体の前後，左右を軸とする２次元の検出器になっており，従って着磁ベクトルも２次元の成分のみを考える。

着磁ベクトルと地磁気ベクトルの軌跡



図－２

図－2のように検出ベクトルは地磁気ＯＨと，着磁ベクトルＯＯ’の合成ベクトルＯＰとして検出され，方位に誤差を与える。

正しい方位を計測するには，あらかじめＯＯ’を求めておいて，検出ベクトルＯＰ’からＯＯ’を差し引き，真の地磁気ベクトルＯＨ（＝Ｏ’Ｐ）を求める必要がある。実際，着磁ベクトルは車体に対して固定，すなわち磁界検出器に対して固定ベクトルとなるが，地磁気ベクトル（ＯＨ（＝Ｏ’Ｐ）は車の向きが変わると当然，その向きが変化し，その軌跡は着磁ベクトルＯＯ’を中心とする円となる。

従って車の向きを変えて，検出ベクトルＯＰの軌跡を求め，円の中心から着磁ベクトル（ＯＯ’）を算出する。このベクトルを検出ベクトルＯＰより差し引くことにより，地磁気ベクトルＯＨを算出する。

しかし厳密には，ＯＰの軌跡が円とならずに，楕円になることがある。これは車体が一般に長方形に近いことにより，車体の向き（地磁気に対する）により，磁界検出器に入る地磁気の磁束が変化するためである。従って実際には軸跡の楕円補正を更に行うことになる。

(3) 位置算定機能

		第１年度	第２年度	第３年度
位置算定	算定タイミング	0.7秒毎	0.5秒毎	0.5秒毎
	方位異常処理	位置較正	ビーコン利用位置較正	ビーコン利用位置較正
マップマッチング機能		無	無	無

① 算定原理

車両の位置座標の算定は，磁界検出器による進行方向，傾斜検出器による車の傾斜角，車速計による進行距離などを基に，次のように算出する。

$\triangle \ell E = \triangle \ell \cdot \cos(\gamma) \cdot \cos(\theta)$……東方向

$\triangle \ell N = \triangle \ell \cdot \cos(\gamma) \cdot \sin(\theta)$……北方向

$\triangle \ell H = \triangle \ell \cdot \sin(\gamma)$　　……高さ方向

但し

γ：前後の傾斜角（進行方向を基準として）

θ：進行方向（東方向を基準として）

従って距離Ｌ走行後の座標は次のようになる。

$E = \Sigma \triangle \ell E + E_0$

$N = \Sigma \triangle \ell N + N_0$

$H = \Sigma \triangle \ell H + H_0$

E_0，N_0，H_0：出発地点の座標

但し　$L = \Sigma \triangle \ell$

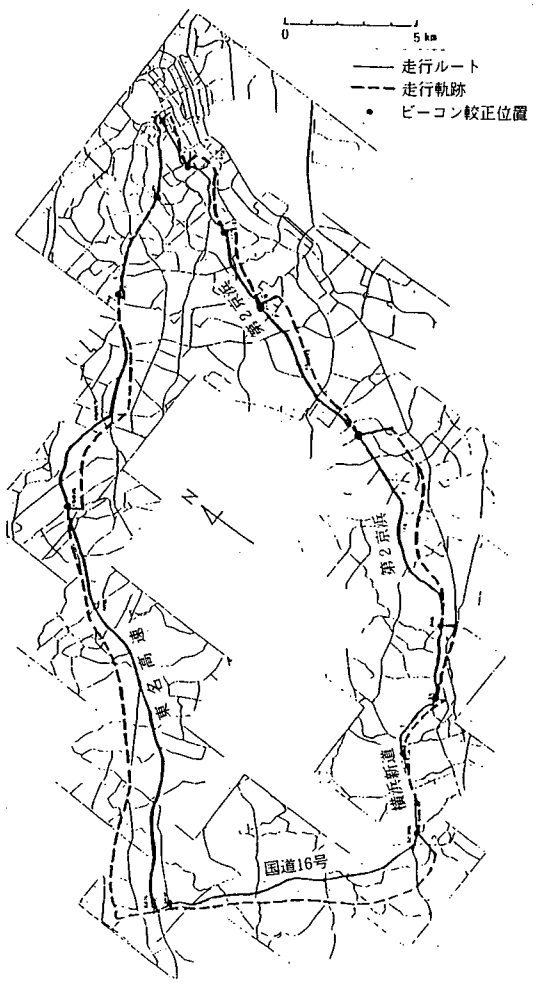
② 方位の異常値処理方法

鉄道併走区間経過等で，特に大きな直流磁界を受け車体の着磁量が変化した場合は，次のビーコン通過時点において，車体の着磁補正もリアルタイムに行う。

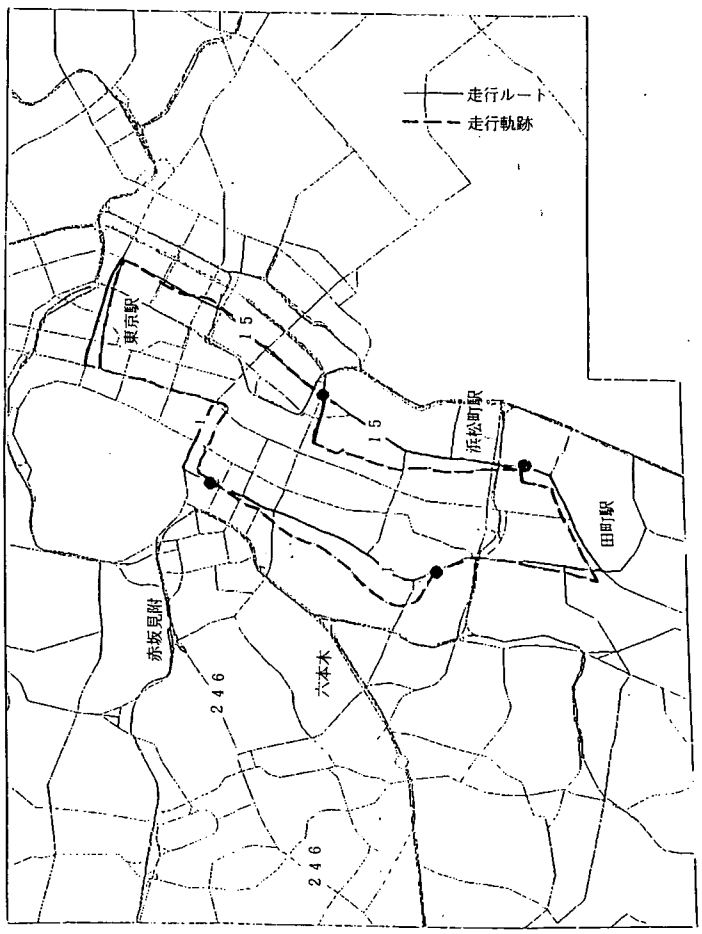
③ 路上実験における評価

図－3，図－4に地磁気センサーによる自立推測航法による走行軌跡を，走行ルートの実線に対して，点線で示した。

方式上直線道路を走行して行くと，位置誤差は走行距離に比例して悪化するが，曲屈等がある場合には，一概に悪化するとは言えない。



図－3 (推測航法時)走行軌跡例（ルートＬ１）



図－4 走行軌跡例（推測航法）

(4) 位置補正機能

① 位置補正方法

自立推測航法により連続的にリアルタイムに得られる位置座標を，ビーコン通過時点にビーコンより得られる絶対位置座標に，置き換えることにより，位置座標の較正を行う。

② 路上実験による評価

地磁気センサによる自立推測航法による走行軌跡（位置誤差平均５％）が図３，図４に点線で示されているが，ビーコン受信地点で位置座標だけを較正（較正誤差数m以内）すると，走行軌跡の位置誤差は１／５程度に軽減される。

③ 将来的な技術動向

自立航法により連続的に得られる位置座標を，ビーコン通過時に，ビーコンの位置座標と入れ替えると同時に，車両の着磁補正及び距離センサの距離補正もリアルタイムに行うことにより，より誤差の少ない走行軌跡が得られることになろう。

またビーコン以外にディジタル地図を活用したマップマッチング，ＧＰＳ等をハイブリッドに組合わせることにより，精度の高い位置座標を確保することができる。

6）日本電気㈱実験車

(1) 車載装置器概要

第一年度は地磁気センサにおける出力誤差要因に対して調査実験を行い，

① センサ取付け位置と着磁の関係

② 電車通過時における外乱の影響

について基礎データを収集する事を目的とした。

第二年度，第三年度は車載装置として専用マイコン装置を開発した。又，実車走行時に

① 一旋回補正による着磁補正効果の確認

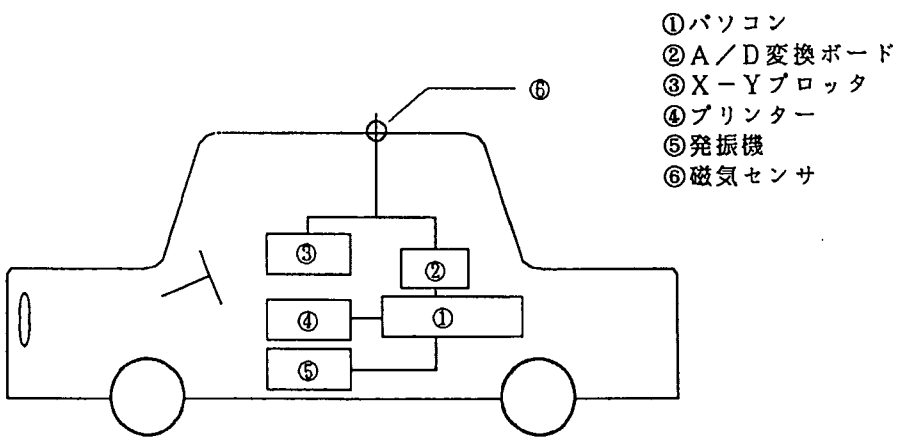
② 位置検出精度の確認

③ 走行時におけるセンサの外乱の調査

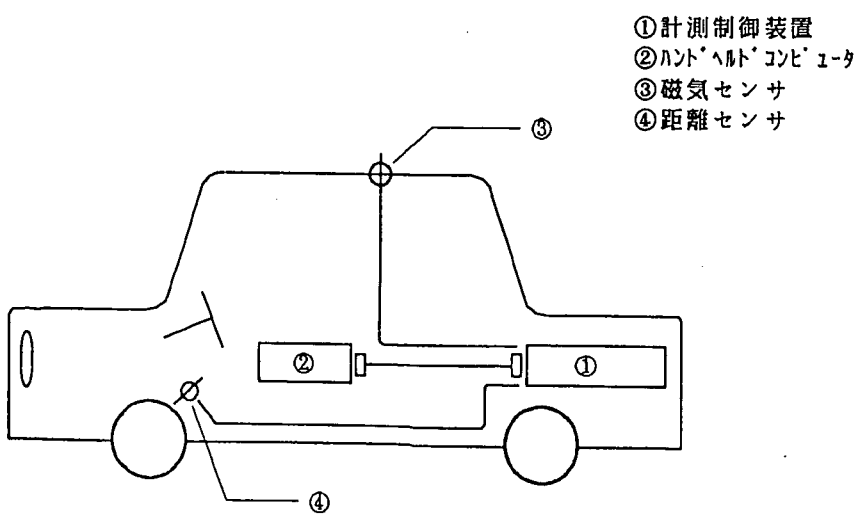
を行い，車載装置の評価を行った。

以下に車載機器構成を示す

〔第一年度〕



〔第二年度，第三年度〕



(2) 位置検出機能

各年度とも方位センサとして地磁気センサ，距離センサとして車速センサを採用した。

1）距離検出機能

名　称	車速センサ
方　式	リードスイッチ型
分解能	4パルス／1回転
精　度	±0．5%
較　正	無
検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	10パルス毎

2）方位検出機能

名　称	地磁気センサ
方　式	フラックスゲート型
分解能	1°
精　度	±3°
較　正	一回転補正
検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	距離検出と同期

将来的にはセンサの補正手段として，走行中の車速パルス，地磁気データをサンプリングしビーコン受信時に自動補正する方法，あるいは，マップマッチングによる学習機能により補正する方法などが考えられる。

(3) 位置算定機能

1）算定原理

車両がある一定距離進んだ場合(距離センサにより計測)に地磁気ベクトルの水平成分を地磁気センサにより計測し，それらの値から一定距離毎の2軸方向移動量を逐次計算し車両移動位置を算出する。

算定タイミング

第一年度	第二年度	第三年度
―――	距離検出と同期	距離検出と同期

2）方位の異常値処理

車体着磁による異常値処理方法としては，定位置一旋回補正を採用する。

又，電車併走等により一時的な異常値が検出された場合，方位センサの出力はその前回値を採用する。

3）路上実験による評価

推測航法による位置検出精度は以下の通りとなった。

① 実験コース反時計回り　　平均5.50%

② 実験コース時計回り　　平均6.07%

又，実験より以下の事が結論として述べられる。

① 走行中の他車両の影響により車体着磁量の補正は一旋回補正のみでは有効に効かない場合がある。

② 位置検出誤差は交差点を含むコースより直線コースの場合の方が小さい。

③ 橋梁（多摩川大橋,六郷橋）を通過する場合,北方向より南方向の方が進行方位のずれが大きい。

4）将来的な技術動向

実験では推測航法のみで位置検出を行っているが，将来的にはビーコン，ＧＰＳ，マップマッチング等の位置補正手段を採用することを考えている。

又，方位センサとしてジャイロセンサを採用し，地磁気センサと併用して使用することにより位置検出精度を上げることが考えられる。

(4) 位置補正機能

未実施のため省略。

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

※各年度とも地図情報の収納は無し

2）情報入力機器

第二年度,第三年度は入力装置としてハンドヘルドコンピュータ（ＰＣ－98ＬＴ）を使用した。（計測制御装置とＲＳ－232Ｃ回線で接続し，98ＬＴ上から各種コマンドの発行を行なう）

3）情報処理機器

第一年度は計測制御装置として16ビット汎用パーソナルコンピュータ（ＰＣ9801ＶＸ）を使用した。又，アナログＩＦとして専用の12ビットＡ／Ｄ変換ボードを使用した。

第二年度，第三年度は専用マイコン装置を開発し実験を行った。仕様は以下に示す。

Ｃ　Ｐ　Ｕ：μＰＤ70216

メ　モ　リ：ＲＯＭ　128ＫＢ

ＲＡＭ　640ＫＢ

アナログＩＦ：12ビットＡ／Ｄコンバータ

回 線 Ｉ Ｆ：ＲＳ－232Ｃ　２回線

寸　　法：430（Ｗ）×150（Ｈ）×350（Ｄ）

以下(6)～(11)の機能については未実施なので省略する。

7）日本電気ホームエレクトロニクス㈱実験車

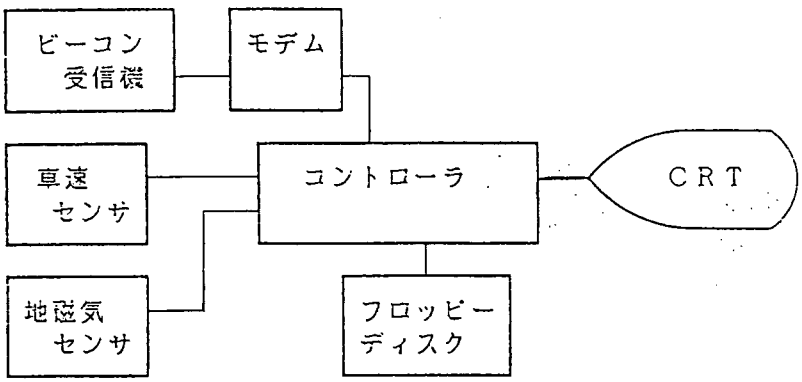
(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

2）実験車の使用機器と車載機器の概要

a．昭和61年度実験参加車両

位置ビーコンの受信による自車位置補正とディジタル道路地図データの活用という2点を目的とした実験を行った。

方位センサとしては地磁気センサのみを用いディジタル道路地図データはフロッピーディスクにいれて用いた。



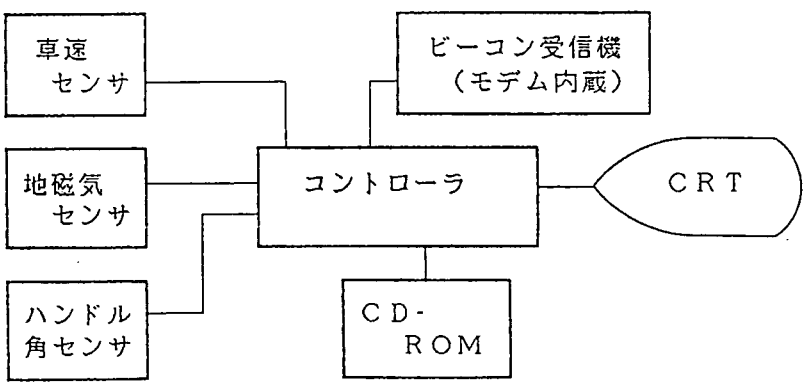
図－1　昭和61年度システムブロック図

b．昭和62年度実験参加車両

前年度の目的に，情報ビーコンの活用と位置精度の向上という新たな目的を加えて実験を行った。前年度のシステムと変わったのは次の2点。

1．ディジタル道路地図データの媒体をフロッピーからCD－ROMに変えたこと。

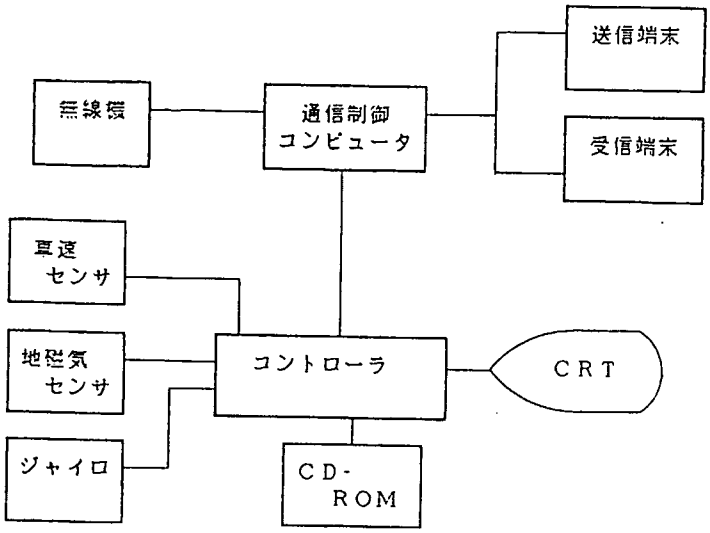
2．方位センサとして地磁気センサに加えハンドル角センサを用いたこと。



図－2　昭和62年度システムブロック図

c．平成元年度実験参加車両

昭和62年度の目的に個別通信機能の評価という目的を加え実験を行った。以前のシステムと変わったところは方位センサをハンドル角センサからジャイロにしたこと。



図－3　平成元年度システムブロック図

(2)　位置検出機能

1）距離検出機能

この項目については，以下昭和61，昭和62，平成元年度すべて共通である。

①　機器名称及び検出方法

名　称：車速センサ（ホール素子型）

方　式：トランスミッション部から検出

分解能：4パルス／回転

②　検出精度

誤差　±0.5%以下

③　検出の測定単位他

検出の測定単位：センサからのパルス数（タイヤ1／4回転で1パルス）

検出のタイミング：コントローラに外部割り込み信号として入力

センサの構成方法：距離を正確に測定した区間を走行し，その区間中にきたパルス数をカウントすることによって，コントローラに補正係数を入れる。

④　将来的な技術動向

現在乗用車に取り付けられているのはリードスイッチ型が多いが，将来的にはホール素子型か磁気抵抗素子型になると考えられる。精度はあまり変わらないのではないか。

2）方位検出機能

以下昭和61年度をS61，昭和62年度をS62，平成元年度をH1と略す。

①　機器名称及び検出方法

S61：地磁気センサ（フラックスゲート型）

S62：地磁気センサ（同上），ハンドル角センサ（フォトインタラプタ方式）

H1：地磁気センサ（同上），ジャイロ（バイブレーションジャイロ）

② 検出精度

実際の方位との間の角度のズレを誤差とする。

S61：誤差　約±5°～10°

S62：誤差　約±2°～5°

H1：誤差　　±2°以下

③ 検出の測定単位他

－検出の測定単位と分解能

S61：方位角度：分解能1°

S62：回転角度：分解能1°

H1：回転角度／秒（単位時間あたりの角度変異）：分解能0.01deg／s

－検出のタイミング

S61：100msごと

S62：100msごと

H1：10msごと

－　センサの校正方法

地磁気センサ：着磁が変化して実際の方位とのズレが10°以上になったら車を回転させることによって校正。

ハンドル角センサ：特にセンサ自体の校正はしない。

ジャイロ：車が停止した時にオフセット電圧を測定しなおすことによって校正。

④ 将来的な技術動向

方位センサとしては，ジャイロ（振動ジャイロ，光フィバージャイロなど）が使われるようになるであろう。これらはかなりの精度が期待できる。地磁気センサは誤差が大きいが安価で絶対方位がわかるという長所があるため，これからも使われると思う。

(3) 位置算定機能

この項目については，以下S61，S62，H1すべて共通である。

① 算定原理，算定のタイミング

車速センサからのパルス1つくる毎に，その1パルスに相当する距離を大きさとし，そのとき方位センサから求められた方位を方向とするベクトルを加算していくことにより位置を算定する。

② 方位の異常値処理方法

地磁気センサ：車の横をトラックなどが通過した時におこる突発的な異常値は無視しているが，着磁などの影響によるものは特に処理していない。

ハンドル角センサ：特に異常値の処理というのはしていない。

ジャイロ：理論的に有り得ない値が生じた場合は無視している。

③ 路上実験による評価

位置算定自体で問題が起こったことはなかった。

④ 将来的な技術動向

特になし

(4) 位置補正機能（マップマッチング）

この項目については②を除いて，S61，S62，H1すべて共通である。

① 位置方法

a．マップマッチング用データ

1．ノードのナンバーと位置

2．そのノードからリンクしているノードの数とそのノードのナンバー

3．そのノードからリンクしているノードへの距離と方位

b．マップマッチングのアルゴリズム

1．現在車が進んでいると思われる方位と道路の方位の差がある範囲内なら何もしない。

2．上記の差がある範囲以上になったとき，また車の進行方向に道路が無くなったときに補正ルーティンに入る。

3．補正ルーティンでは，まず自車位置からある一定の範囲にある道路をすべて捜しだす。

4．次にその中で自車の進行方向に近い方位をもつ道路を捜す。

5．そしてその中で最も自車位置に近い道路に，自車位置を移動する。

6．上記の方法で適当な道路がなかったら，自車位置の移動はせずにそのまま。

7．ただしこの時はある一定距離を進むごとに補正ルーティンに入る。

② 路上実験による評価

—昭和61年度—

方位センサが値磁気センサだけで誤差が大きかったため，センサを校正した直後で地磁気の状態が良いところ以外では，マップマッチングを行ってもあまり有効では無かった。これは許容範囲を大きくとらざるを得なかったためで，すこし道路がこみいったところではその信頼性は低かった。

—昭和62年度—

方位センサとしてハンドル角センサを採用したためにマップマッチングがだいぶ有効に働くようになった。地磁気の状態に左右されにくくなったのも大きな進歩であった。ただし次のような場所ではハンドル角センサの誤差が大きくなり，マップマンチングを用いてもカバーしきれないような所もあった。

1）首都高速などでバンクがきってあるところでは，ハンドルを切らなくても車が曲がっていくため，このような所で分岐があると誤った道に入りやすかった。

2）ゆるいカーブではハンドル角センサが検知できず，このような所にY字路があると誤った道に入ることがあった。

—平成元年度—

方位センサとしてジャイロを採用したため，上記のような欠点は解消された。ジャイロの精度の高さにより，マップマッチングが必要な場面は少なくなってきている。この場合最も問題になるのは道路地図データの品質で，マップマッチングがうまく働かなかったケースをいくつか調査してみた。その結果，地図データの入力ミスもしくは地図データと実際の道路形状の相違に原因があるものが多かった。

③ 将来的な技術動向

方位センサが高精度になるに従いマップマッチングが使われるケースは少なくなると予想される。将来的にはマップマッチングが使われるのは上記で述べたように，地図データの不完全な部分を補う場合が多くなるのではないか。そうなるとマップマッチングアルゴリズムもそれように，より適したアルゴリズムの開発が必要となるだろう。

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

① 収納媒体及び機能

S61　：コントローラとしてパソコンを使用していたため，プログラムも地図データもフロッピーディスクに入っていた。

S62, H1：プログラムはROM。地図データは将来大容量のデータを記録する必要になるであろうことを考えてCD-ROMを用いた。収容可能量は540MB，アクセス時間は100KBで約3秒。

② 評価及び将来的な技術動向

地図データが大容量化することが予想されるので，媒体としてはCD-ROMが主流となると考える。

③ 耐環境性

耐振動性という点ではCD-ROMに問題はなかった。ラフロードを走って，頻繁にアクセスさせてみたが全く異常はおこらなかった。問題となるのは温度や結露と考えるが，これによって異常がおこったことは今のところない。

2）情報入力機器

① 入力機器

S61　：安価で小型のディスプレイということで，入力をすべてリモコンをおこなった。

S62, H1：入力はすべてディスプレイまわりのキーに集中した。

② 評価と将来の技術動向

操作性の点からいうと，入力機器はディスプレイの周りに集中した方が良いと思う。

タッチパネルは良いが耐久性とコストの点で問題がある。安全性と操作性ということから入力はやはり音声でおこなうのがベストと考える。

3）情報処理機器

① ＣＰＵの種類，機能と評価

Ｓ62より専用コントローラを使用。

ＣＰＵはＮＥＣのＶ50，ＧＤＣとしてはＮＥＣの72020を搭載。

主な機能としては

ａ．センサからの情報をもとに自車位置の算定

ｂ．ＣＤ－ＲＯＭから地図データを読み込み地図の描画

ｃ．マップマッチングにより自車位置の推定

ｄ．地図のスクロール，軌跡の表示

ナビゲーションシステムとしては最低限必要な機能は満たしていると思う。

耐環境性については種々の環境試験を行ったが全く問題はなかった。

(6) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

① 表示の形式，機能

Ｓ61　：６インチＣＲＴ。640×200ドット。

ディジタルＲＧＢ，８色。

Ｓ62,Ｈ１：９インチＣＲＴ。640×400ドット。

ディジタルＲＧＢ，８色。

② 評価および将来の技術動向

ドライバーにより多くの情報を与えるという点から考えると9インチ,640×400ドットの方が良いと思う。ただやはり大きさが車の中で使うには大きいため将来的にはカラー液晶がベストであろう。

2）地図表示機能

この項目についてはＳ61，Ｓ62，Ｈ１すべてほぼ共通である。

① 表示情報内容

背景：海，湖，河川（以上青），公園（緑），大きな建造物（橙，赤，紫）

道路：高速道（紫），国道（緑），その他（黄色）

文字：道路名（青，白，赤），交差点名（白，空色），地名（白）

道路，および道路関係の文字を見やすいように配慮して作った。

② 表示機能

主な表示機能には次のようなものがある。

ａ．３種類の縮尺の切り替え（以下の縦横はディスプレイの１画面のもの）

１）Ａレベル　横11km　縦９km

２）Ｂレベル　横5.5km　縦4.5km

３）Ｃレベル　横1.4km　縦1.1km

b．地図の上が常に北に固定

c．自車位置を常に画面の中央に固定し背景の方がスクロールする。

③ 路上実験における評価

地図としてはみやすくて良いという評価を得ているが，表示の内容の多寡，種類については現状のままでよいか未だ検討中である。できれば文字情報をもっと増やしたいのだが，狭いディスプレイの中で十分な情報を表示するのは難しい。将来的には文字情報を始めとした各種情報を選択的にディスプレイに表示することを考えている。

(7) 簡易ナビゲーション機能

未実施

(8) 駐車場情報表示

① 駐車場情報の情報内容

（土木研究所殿記述）

② 表示情報内容，表示方法とその評価

―弊社は本実験に参加していません。―

(9) 道路交通情報表示機能

この項目についてはS62，H1すべて共通である。ただしS62年度については表示可能な情報は渋滞情報のみであった。

1）表示情報内容，表示方法とその評価

a．表示情報内容

1．渋滞情報　渋滞区間，渋滞の程度，渋滞の原因

2．事故情報　事故の位置

3．工事情報　工事の位置

4．交通情報　情報の位置，内容

b．表示方法

現在は情報が首都高速の一部に限られているので，そのエリアを4枚の地図に分け，情報はその地図の上に重ねがきという形でディスプレイ上に表示した。たとえば，渋滞情報は相当する道路上に，オレンジ色と赤い色の帯（渋滞の程度により使い分ける）を描くことによって表示する。また渋滞の原因は，原因の種別によりマークを分けてこの帯上に表示する。

c．評価

公開実験中に乗って頂いた方々からは，分かりやすいという評価をいただいた。しかし機能的には以下のような点を改善したい。

1．情報種別と地図を選択する必要があるため，操作が煩わしい。今のままではドライバーが簡単

に操作するというわけにはいかない。

2．地図を描いてから情報を表示するのに時間がかかる。（30秒前後）

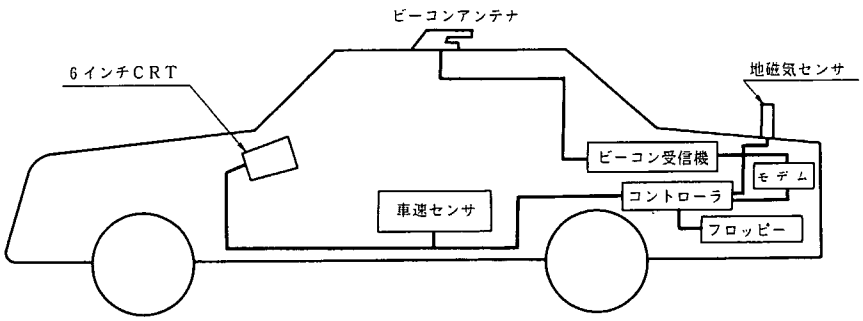
(10) その他の情報の表示機能

未実施

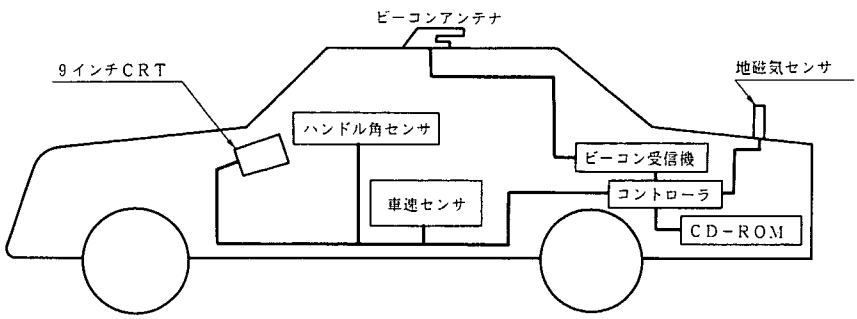
(11) 経路誘導・探索機能

未実施

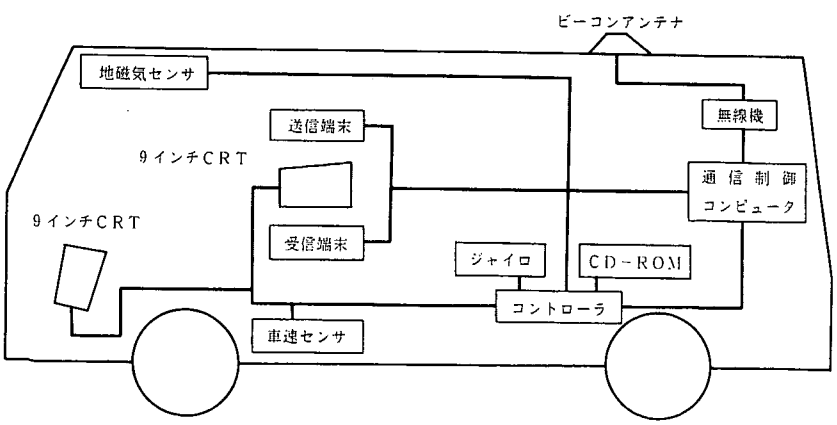
第一年度



第二年度



第三年度



8）日産自動車㈱実験車

(1) 実験車の使用機器と車載機器の概要

各年度を通して試作車載機器による実験として，主に以下の点に着目して行なった。

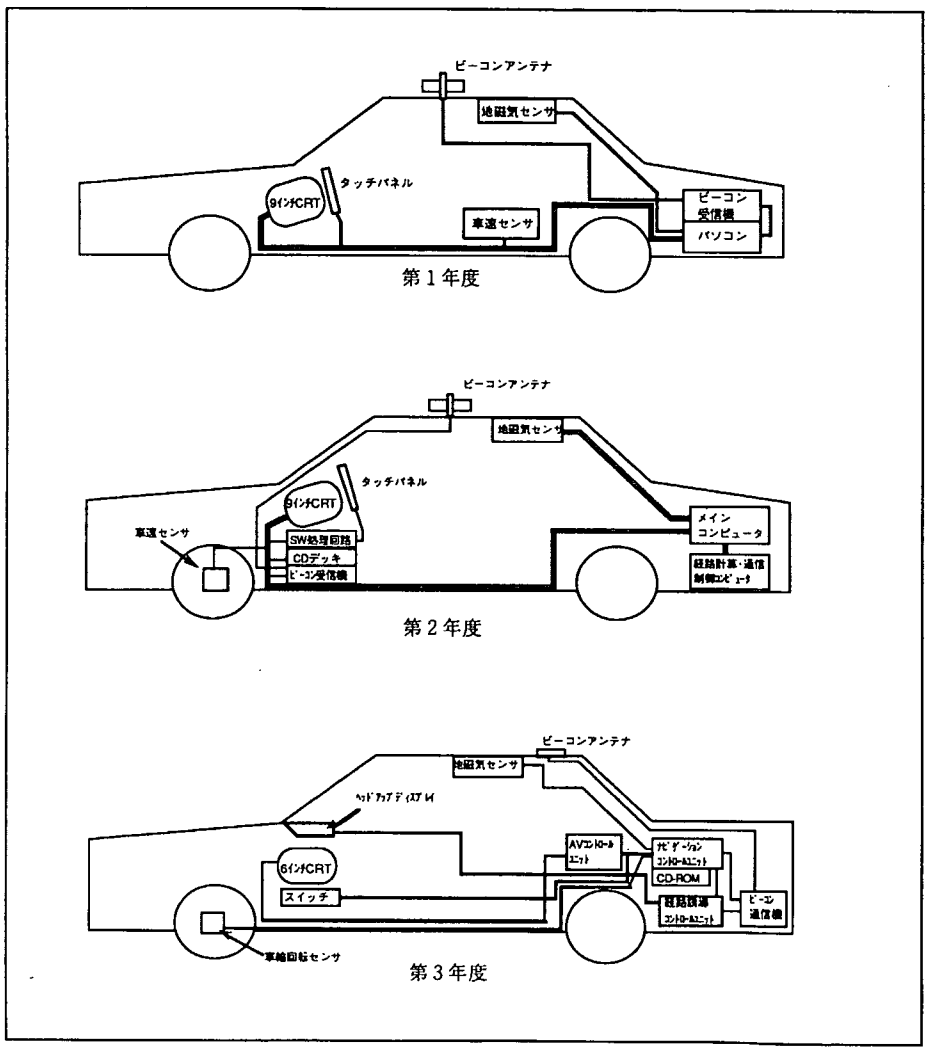
1）推測航法による位置検出精度の確認と精度向上のため補正技術検討

2）最適な情報表示方法および操作系機器のレイアウトの検討

3）移動車両におけるデータ受信の信頼性検討

4）経路探索，経路誘導などの機能検討

各年度の車載機器・構成を示す



(2) 位置検出機能

1次年度と2次年度では方位センサとして地磁気センサ，距離センサとして車速センサを利用した。3次年度の車載装置では，絶対方位を地磁気センサで，走行距離とタイヤの回転数差から算出した方位変化を車輪回転センサで求めている。

1）距離検出機能

		第1年度	第2年度	第3年度
距離検出機器	名称	車速センサ	車速センサ	車輪回転センサ
	方式	トランスミッション部から検出	トランスミッション部から検出	ホイールから検出
	分解能	0.8m単位	0.8m単位	タイヤ一回転で92パルス
	精度	±1%	±1%	±1%
	較正	—	—	マップマッチングの学習機能として補正
	検出タイミング	100ms	100ms	100ms

第1年度，2年度についてはセンサの較正を特に行なっていないが，第3年度についてはタイヤの摩耗による誤差を補正するため，マップマッチング時の学習効果として補正している。すなわち走行軌跡が常に長くなるか，または短くなるようであれば距離計算の補正係数を変える。

2）方位検出機能

		第1年度	第2年度	第3年度	
方位検出機器	名称	地磁気センサ	地磁気センサ	車輪回転センサ	地磁気センサ
	方式	フラックスゲート型	フラックスゲート型	左右タイヤの回転数差検出	フラックスゲート型
	精度	±7°	±7°	±7°	±7°
	較正	ビーコンからの道路方位で自動較正	走行中の地磁気データ収集により較正	走行中の地磁気データ収集により較正	
	分解能	0.03°	0.03°	1.4°	
	検出タイミング	100ms	100ms	2.0m毎	

走行中（カーブを曲がる時）の地磁気データを収集し車体着磁量を計算して補正を行なうようにした。このため，車を一周旋回させるセンサー補正作業が不要隣，ドライバーの負担をなくすことができた。

将来的には，ジャイロの利用も考えられる。

(3) 位置算定機能

1）算定原理

車両の位置算定は，各年度を通して距離センサと方位センサとを用いた推測航法とビーコンによる位置評定を組み合わせたものを基本としている。すなわち，車の走行距離と方位を用いて，単位走行距離あたりの進行方位を逐次積分して現在位置を計算すると共に，ビーコン通過時に得られる位置情報を用いて現在位置の補正を行なう。

2）方位の異常値処理方法

第　1　年　度：ビーコンからの道路方位データを用いて自動的に較正する。

第2，3年度：カーブを曲がる毎に地磁気データを収集して自動的に較正する。

	第1年度	第2年度	第3年度
位置算定タイミング	100m s	100m s	2m

3）路上実験による評価

第　1　年　度：マップマッチングを実施していない為，ビーコン間の距離が長いと誤差が増大する傾向にあった。（5㎞走行で誤差約200m）

特に，高架，橋上では地磁気の乱れが大きく地磁気センサ出力の誤差が大きくなった。

第2，3年度：マップマッチングにより精度は向上しているが，第1年度と同様，センサ出力誤差が大きい場合や出発位置の入力ミス，入力誤差が大きい場合は位置誤差が発生しやすい。

4）将来的な技術動向

ＧＰＳとビーコン位置補正によるハイブリッド方式の利用が考えられる。

(4)　位置補正機能

推測航法によって発生する累積誤差を修正するため，上述のビーコンからの位置情報と，2次年度と3次年度についてはマップマッチング手法を採用した。

マップマッチング手法は，自動車が原則として道路上を走行するということを利用したものであり，推測航法により算出される走行軌跡と道路の形状を比較して車両位置を推定し，推測航法の誤差を修正するものである。

①　1次年度

マップマッチング手法は活用していない。

②　2次年度の方式

交差点の特徴を利用した簡易型のマッチング方式であり，経路選定によって得られる誘導すべき交差点の近傍の道路形状と走行軌跡を比較して，一致度合いが一定以上であればその交差点にマッチングを行なう。

③　3次年度の方式

現在位置周辺の存在確率円内の全道路リンクに推測航法で求めた走行軌跡と道路ネットワークとの相関度を車両存在係数として持たせ，当該車両がどのリンク上に存在するのかの判定を行なう。

車両存在係数はそれまでの走行データの累積誤差，道路データの誤差等を勘案して単位距離あたりの相関度を計算し，その移動平均を求めたものである。

どのリンク上に存在するかの推定を行なった後，車両存在係数が高い場合には当該リンクに位置を修正する。位置修正は，交差点を曲がった時は道路ネットワーク上の対応する点に，直線走行時は推定リンク上に行なう。

		第1年度	第2年度	第3年度
情報収納媒体	媒　体	5インチフロッピーディスク×2枚	CD・ROM	CD・ROM
	容　量	640Kbyte／枚	540Mbyte	540Mbyte
	使用量	800Kbyte	40Mbyte	240Mbyte
	内　容	地図（京浜地区）	地図（東京，神奈川）	地図（全国）＋案内情報
	備　考	RAMに転送して使用	音楽用CDとデッキ兼用	CD・ROM専用デッキ
	機　器	16bit 汎用	16bit 汎用	専用CPU2　16bit

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

第1年度では描画の高速化を図るためにシステム起動時にフロッピィディスクの地図データをすべてRAM上に転送して使用した。第2，3年度では地図の容量増大に対応してCO－ROMを使用した。

2）情報入力機器

1次年度と2次年度は，ディスプレイ画面上に設置した抵抗シート方式（フィルム上に蒸着された上部電極と強化ガラス上に蒸着された下部電極を対向させ，指でフィルムを押すと上下電極が接触してON状態となる方式）の透明タッチパネルスイッチ（10×9マトリックス）を用いた。

3次年度は，CRT画面周囲とセンターコンソール前部に設けられた固定式スイッチ及びそれと同一機能を備えたワイヤレスリモコンスイッチを使用した。

これらのスイッチ操作によって，表示地図の拡大・縮小，現在位置・目的地の設定等を行なうことができる。なお，地図の表示・拡大縮小等の大きな項目は独立したスイッチで，その他の小さな項目はメニュー選択方式としている。

3）情報処理機器

各年度は以下のような情報処理機器を搭載した。なお，配置はすべてトランクルーム内とした，耐環境性上の問題も発生していない。

第1年度：車両位置の計算，画像表示，スイッチ信号処理を集中的に行なうコントローラとして16ビット汎用パーソナルコンピュータを使用した。

第2年度：車両位置の計算，画像表示，スイッチ信号の処理を行なうコントローラとして専用コンピュータを使用した。また，経路誘導のための経路計算を行なうコントローラとして16ビット汎用コンピュータを使用した。

第3年度：車両位置の計算，スイッチ信号処理を行なうナビゲーション専用コンピュータと，車両のオーディオビジュアル機器を制御するAV専用コントロールユニットと，経路計算・経路誘導用のヘッドアップディスプレイ表示・ビーコン個別通信を制御する経路誘導コントロールユニットとして16ビット汎用コンピュータを使用した。

	第1年度	第2年度	第3年度	
表示形式	インスト内表示	インスト内表示	インスト内表示	ヘッドアップ表示
表示装置	カラーCRT	カラーCRT	カラーCRT	LCD+コンバイナ
寸法	9インチ	9インチ	6インチ	124×78×5mm (LCD部)
解像度	256×196	256×196	335×210	240×128
表示色	8色	8色	16色	1色

(6) 情報表示機器・機能

1) 情報表示機器

第3年度は経路誘導表示のためにヘッドアップディスプレイを設けて誘導表示の視認性向上を図った。ただし，表示の大きさや結像位置についてはさらに検討の余地が残されている。

2) 地図表示機能

各年度の表示情報内容（種類，色）及び表示機能（縮尺切り替え，表示方向等）を別表に示す。地図の表示色は各年度でほぼ統一されている。

機能は第1年度と2年度はほぼ同一であり，第3年度については地図の回転や細か街路表示を行なうようにした。ただし，見やすさを考慮して，40万分の1縮尺では回転を行なわない，また，2.5万分の1縮尺以外では細街路表示を行なわないようにした。

路上実験の結果では各年度の表示内容・機能において特に問題は発生していない。

(7) 簡易ナビゲーション機能

実施していない。

(8) 駐車場情報表示

実施していない。

(9) 道路交通情報表示機能

実施していない。

(10) その他の情報の表示機能

			第1年度	第2年度	第3年度
縮尺	4km／cm 1／40万	探索用の地図は含まない CRT1画面で表せる縦・横の長さに変換して記載する	×	×	たて 32.8km ○ よこ 46km
	1km／cm 1／10万		×	×	8.2km ○ 11.5km
	500m／cm 1／5万		×	たて 6.7km ○ よこ 9.3km	×
	250m／cm 1／2.5万		たて 3.3km ○ よこ 4.7km	3.3km ○ 4.7km	2.1km ○ 2.9km
	125m／cm 1／1.25万		1.7km ○ 2.3km	×	×
回転 (Heading - Upの可否)			×	×	○
スクロール (自車位置中心)			○	○	○
表示内容と表示色	高速道路		水色	水色	水色
	都市高速道路		水色	水色	水色
	国道		赤	赤	赤
	主要地方道路		緑	緑	緑
	都道府県道路		×	×	橙
	細街路		×	×	灰(1／2.5万のみ)
	鉄道		紫（点線）	紫（点線）	黄
	河川・湖・海		青	青	青
	地名		白	白	白
	現在位置		赤点	「＋」記号	赤矢印
	走行軌跡		白	白	×

第3年度については，青地に白文字で以下の案内情報を表示する。

・ゴルフ場，ホテル，販売会社営業所，ＪＡＦなど

(11) 経路誘導・探索機能

1．経路探索機能

1）経路探索機能の概要

第2年度と3年度は経路探索・誘導機能を取り入れた。経路計算の方法は，予め設定された出発地と目的地それぞれ近くの交差点（出発交差点，目的交差点）を選定して，その2交差点間について最短経路計算のアルゴリズムを用いて，道路の種別(高速道路，バイパス路，一般道路等）によって距離の重みづけを変え最適経路を計算するものである。

2）操作方法

第2年度：画面上のタッチパネルから目的地を対話形式で設定する。これは地図を広域から詳細に絞り込む方法または，施設名称で直接設定することができる。なお，車両の現在位置は常に計算されているのであらためて設定する必要はない。

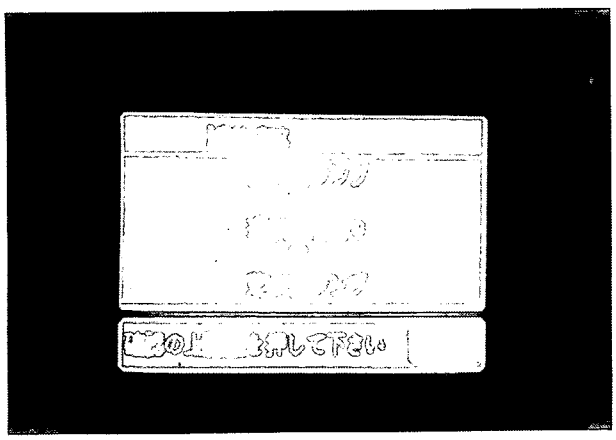
第３年度：基本的には第２年度と同様であるが，ＣＲＴ周囲の固定スイッチによって目的地を設定する点が異なる。



写真－１　地図表示例（径路探索機能）

２．経路表示機能

選定された経路はＣＲＴ上に通過交差点名称列で表示されると共に，地図上の該当する交差点に黄色の丸印で表示する。(写真－１：第２年度例) また，設定された目的地は，第２年度は赤い丸印で，第３年度は赤い星印で表示されると共に現在位置の表示画面にあるときは目的地の方向と直線距離も表示する。第３年度では，選定された経路は，主な交差点名称と通過路線名をＣＲＴに表示すると共に地図上に通過交差点をマーキングすることによって示す。（写真－２，３）



写真－２　経路表示機能



写真－３　経路表示機能

評価

経路計算に要する時間は最大で１秒程度（第２年度の検索対象エリア内の交差点数は2000ケ所）であり，満足できるレベルと思われる。

３．経路誘導機能

以下の手順でドライバに対して経路の誘導を行なう。

１）第２年度（表示はすべてＣＲＴ上）

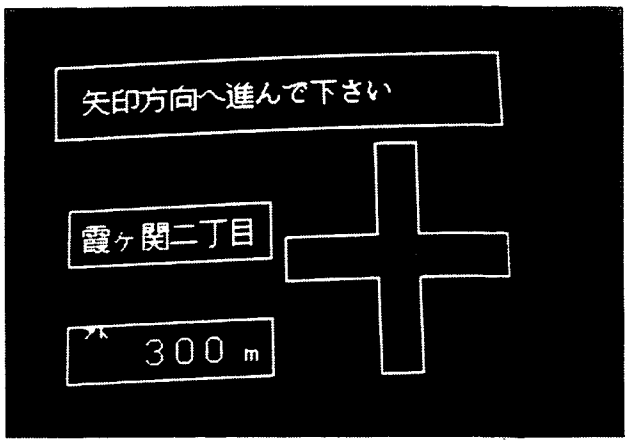
① 誘導経路上の最初の交差点（出発交差点）への方向と名称を画面上部に表示する。走行を開始すると，常に出発交差点の方向を示しながら地図上に走行軌跡を表示し，出発交差点まで誘導する。

② 出発交差点の500m手前に到達すると，交差点の形状と進行方向を表示する画面（写真－４）に切り替わる。

③　出発交差点を通過すると，地図上に走行軌跡を表示する画面に切り替わる。

④　次の経路の交差点の500m～2㎞手前に到達するとその交差点の形状，名称，進行方向，到達距離を表示する画面に切り替わる。（切り替わる時の到達距離は高速道路の様な走行速度の速い道路では長めに設定してある。）

⑤　交差点を通過すると，位置補正を行なうと共に地図上に走行軌跡を表示する画面に戻る。



写真－4　経路誘導機能

⑥　④と⑤を繰り返して経路上の最後の交差点（最終交差点）まで誘導する。

⑦　最終交差点の手前500mに到達すると目的地の方向を画面の上部に表示し，目的地まで誘導する。

⑧　途中で経路を外れた場合は次の経路上の交差点まで①の出発交差点と同じ方法で誘導する。

2）第3年度（表示はヘッドアップディスプレイ上）

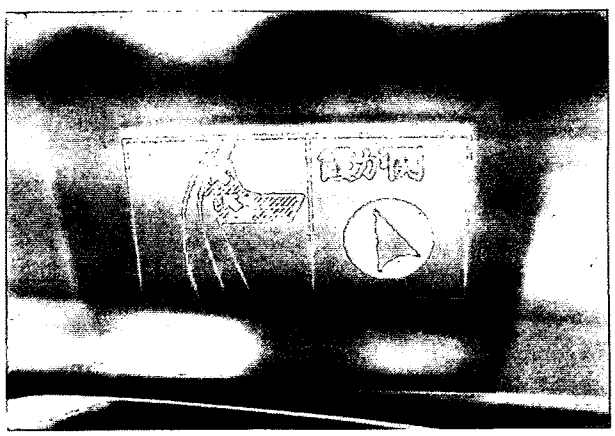
①　方向表示機能

現在位置から出発交差点と経路上の最終交差点から目的地までの誘導を行なうもので，現在位置から出発交差点又は目的地への方向をＨＵＤに矢印で表示する。（写真－5右）

②　出発交差点誘導機能

出発交差点の500m以内に接近すると，出発交差点の進行方向，走行すべき車線と交差点名称を表示する。(写真－5左)

走行すべき車線をハッチング表示することによって車線誘導と進行方向表示を兼ねる。



写真－5　経路誘導機能

③　交差点予告表示機能

交差点間の距離が長い場合には次の行動を予告する表示を行なう。予告表示は次の交差点形状と進行方向を簡略表示する。この表示されている間は車線を自由に選んで走行できることを示しており，ドライバは次の表示に切り替わるまでそのまま走行できる。

④　交差点進行指示機能

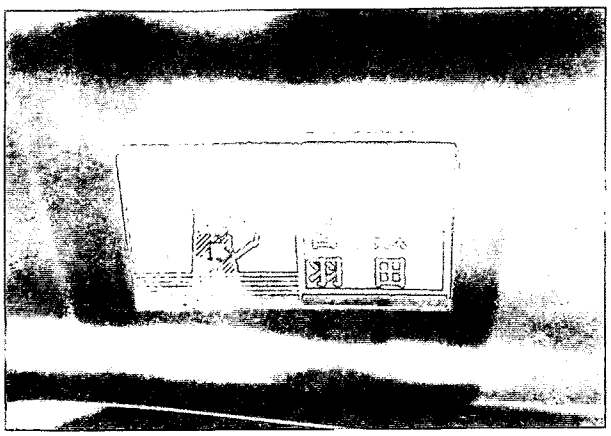
車両が選定経路上の交差点の手前に到達すると，交差点形状，名称，進行方向，走行すべき車線，到達度合い，看板情報が表示される。（写真－6）

近接する２つの交差点は１枚の画面に表示すると共に第１交差点を通過した後にスクロール的画面切り替えを行なう。

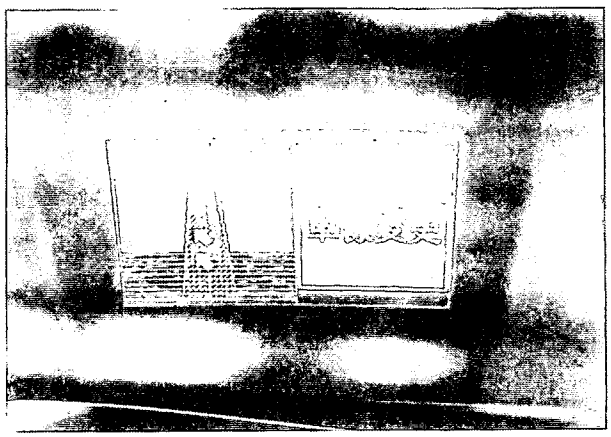
なお，接近距離の単位は50mとしている。

⑤　車線変更指示機器

車線変更を行なっておかないと次の行動にスムーズに移行できない場合に車線変更指示表示を行なうもので，車線形状，走行すべき車線，車線変更点までの到達度合いを示す。（写真－７）



写真－６　交差点進行指示



写真－７　車線変更指示表示例

9）日本ビクター㈱実験システム

(1) 装置の構成・配置と機能の概要

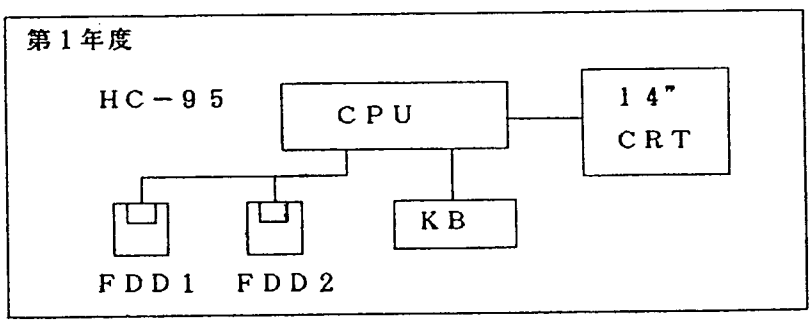
1）実験目的と機能の概要

表示を中心に机上のシミュレーションを行った。第1年度は見やすい地図の表示を行うための条件の設定,第2年度は表示した地図上への自車位置の表示,第3年度は実際の車載状態のシミュレーションと，各種表示方法の工夫（スムーズ・スクロール，ノースアップとヘディング・アップ，多段階の拡大・縮小）を試みた。そのために，実験ルートを定めてこれを車で走行し，運転席からの情景をビデオに記録し，これに同期させる形で地図の表示を行い，その評価を行った。

2）使用機器の概要

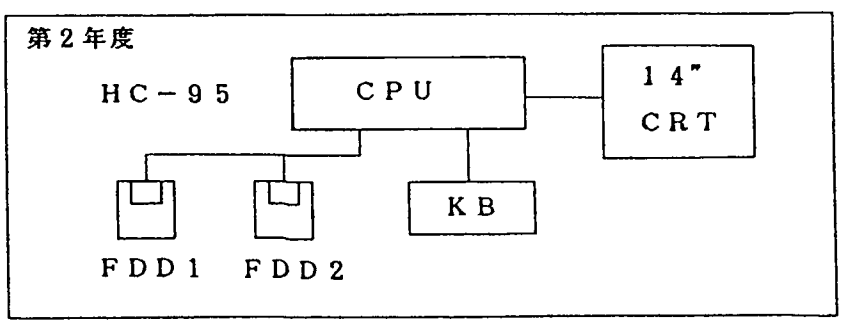
① 第1年度

8ビットパソコンHC－95
CPU　Z80（クロック2MHz）
内部記憶　64KB
外部記憶　720KB　FDD×2（地図，プログラム）
入力装置　キーボード
表示装置　14インチカラーCRT



② 第2年度

8ビットパソコンHC－95
CPU　Z80（クロック2MHz）
内部記憶　64KB
外部記憶　720KB　FDD×2（地図，プログラム）
入力装置　キーボード
表示装置　14インチカラーCRT



③ 第３年度

位置検出用　８ビットパソコンＨＣ－95

ＣＰＵ　Ｚ80（クロック２MHz）

内部記憶　64ＫＢ

外部記憶　720ＫＢ　ＦＤＤ×２（地図，プログラム）

入力装置　キーボード

表示装置　14インチカラーＣＲＴ

地図表示用　32ビットパソコンＰＣ9801ＥＳ

ＣＰＵ　80386ＳＸ（クロック16MHz）

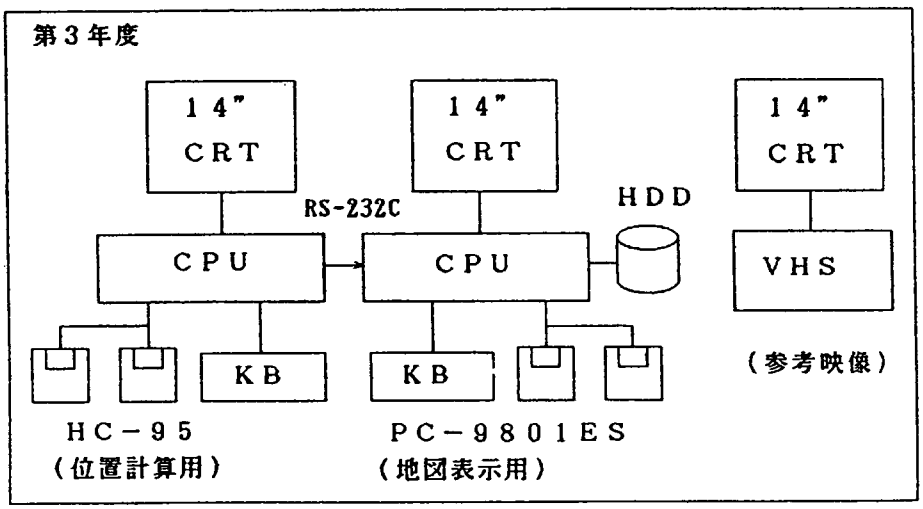
内部記憶　1.6ＭＢ

外部記憶　40ＭＢ　ＨＤＤ×１（表示用地図）

１ＭＢ　ＦＤＤ×２（プログラム）

入力装置　キーボード

表示装置　14インチカラー高精細度カラーＣＲＴ



(2) 位置検出機能

	第１年度	第２年度	第３年度
距離検出	なし	なし（計算による）	なし（計算による）
方位検出	なし	なし（計算による）	なし（計算による）

(3) 位置算定機能

1）算定原理・算定のタイミング

① 第1年度

位置の算定は行わない。

② 第2年度

定められたルートを車は等速度で走行しているものとして，地図データから位置と方位を計算した。タイミングは約1秒毎。

③ 第3年度

実走行時に2秒毎の速度を記録し，地図データから求めた方位とをもとに位置を算出した。したがって算定のタイミングは2秒毎である。なお，画面の切り替わりは画面作成の都度行うので，標準で約2秒，小縮尺（広域）ではその数倍の時間となる。

(4) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

情報収納媒体	第1年度	第2年度	第3年度
位置検出に必要なデータ	な し	FDD (720KB)	FDD (720KB)
表示に必要なデータ	FDD (720KB)	FDD (720KB)	HDD (40MB)

媒体収納情報の種類

位置検出　走行ルートのリンク番号列，速度データ，地図データベースの内リンクファイル

表 示 用　リンク，背景（水系，鉄道，駅），地名，記号ファイル

2）情報入力機器

	第1年度	第2年度	第3年度
入力機器	カーソルキー	なし	ファンクションキー
入力情報の種類	隣接地図表示 拡大・縮小	なし	拡大、縮小 ノースアップ ヘディングアップ ロケーション、マニュアル

(5) 情報表示機能

1）情報表示機器

① 表示の形式，機能

	第１年度	第２年度	第３年度
形式	１４インチ カラーＣＲＴ 水平15.75ＫＨｚ ノンインターレース	１４インチ カラーＣＲＴ 水平15.75ＫＨｚ ノンインターレース	１４インチ 高精細度カラーＣＲＴ 水平２４ＫＨｚ ノンインターレース
寸法 （地図）	横２４０（ｍｍ） 縦２００（ｍｍ）	横２４０（ｍｍ） 縦２００（ｍｍ）	横１８２（ｍｍ） 縦１５０（ｍｍ）
解像度 （ＣＲＴ）	横５１２（ドット） 縦２１２（ドット）	横５１２（ドット） 縦２１２（ドット）	横６４０（ドット） 縦３７０（ドット
解像度 （地図）	横４４０（ドット） 縦２０８（ドット）	横４４０（ドット） 縦２０８（ドット）	横４８０ 縦３７０（ドット）
色数	１５色	１５色	９色
視覚以外の表示	無し	無し	無し

② 評価及び将来の技術予測（反省点）

第１，第２年度はＴＶと共通のＣＲＴを用いたが，第３年度は表示性能を改善するため，高精細度のカラーＣＲＴを使用した。文字を含め見やすい地図になったが，14インチの大きいサイズであったため車載に適当な６インチ程度にした時どうなのか，ＴＶやビデオ機器と共通にならない，明るさ（輝度）がやや不足している，液晶パネルで実現できるか，など今後検討が必要である。

2）地図表示機能

① 表示情報内容

情報の内容	表示色	形式
地	黄色	ベタ
水系（河川）	空色	実線
行政界	灰色	破線
鉄道	黒	太い破線

駅	黒	小さい四角
高速道路，有料自動車道路	青	実線
国道，主要地方道路	焦げ茶	実線
その他の道路（細街路）	薄茶	実線
地図記号	黒	記号
駅名	黒	漢字
地名（町丁名），ＩＣ名	黒	漢字
北	白	記号
自車の向き	白	矢印

その決定に当たっての考え方

市販の印刷された地図帳のイメージに出来るだけ近づけた。またＣＲＴでは使用できる線種が少ないので色で区別したが，それぞれが判別できるように心がけた。

② 表示機能

	第１年度	第２年度	第３年度
拡大、縮小	４倍、５倍　３段階 （２０倍）	固定	２倍ステップ９段階 （２５６倍）
最大縮尺時	東西２．２Ｋｍ ×南北１．８Ｋｍ	東西２．２Ｋｍ ×南北１．８Ｋｍ	東西１２５ｍ ×南北１００ｍ
最小縮尺時	東西４４Ｋｍ ×南北３６Ｋｍ	－	東西３２Ｋｍ ×南北２５Ｋｍ
画面上の 最大縮尺 最小縮尺	１万分の１ １８万分の１	１万分の１	６６０分の１ １７万分の１
縮尺の 切り替え	カーソルキー	－	ファンクションキー
表示方向	ノースアップ	ノースアップ	ノースアップ ヘディングアップ
スクロール	２分の１画面切り替え	２分の１画面切り替え	スムーススクロール
縮尺による 表示内容の 制限			大縮尺で文字、記号共表示 中縮尺では地名など文字のみ 小縮尺では文字・記号とも表示せず

③ 評価　小縮尺になるほど読み込むデータ量が多くなり，また表示するベクトル数も多くなるため級数的に時間がかかるようになる。道路の密度によるが対象地域面積荷比例すると考えてよい。

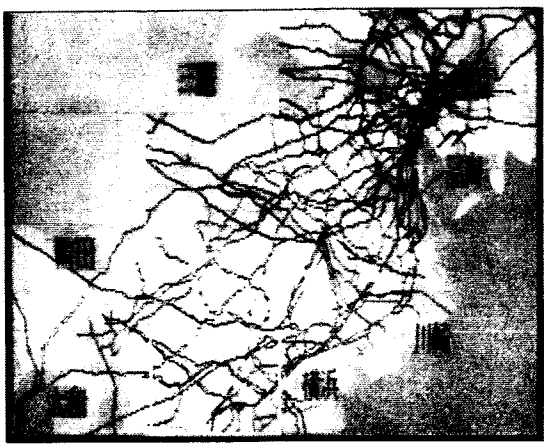
④ 表示記号について

実験ルート周辺にある記号を，16種類ピックアップし，パターンを作成した。記号は最大16×16ドット構成とした。各記号は下記のとおり。

市役所	◎	病院	⊕	NTT	⊙	変電所	⊹
神社	⛩	警察署	⊗	工場	✲	無線塔	⚲
寺院	卍	派出所	×	区役所	○	煙突	▮
学校	文	郵便局	⊕	官庁	☼	記念碑	▯

⑤ 表示例

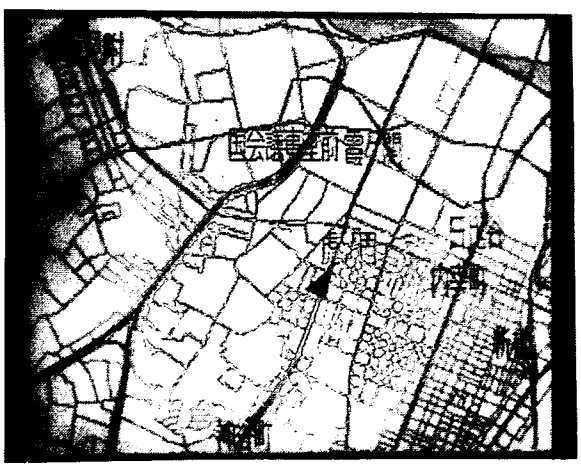
第１年度



図－１　地図表示例



図－２　地図表示例



図－３　地図表示例

第２年度

前年度の表示地図に自車位置を表示した。

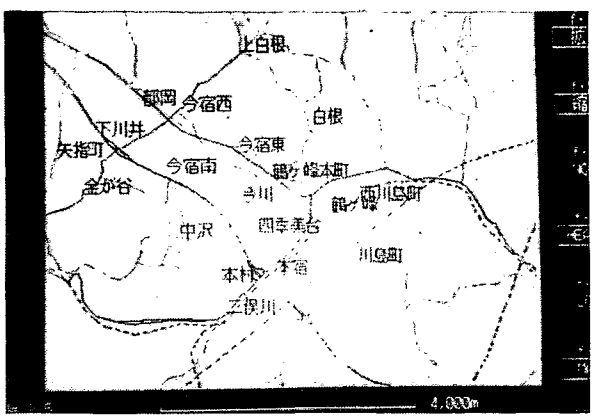


図－４　地図表示例

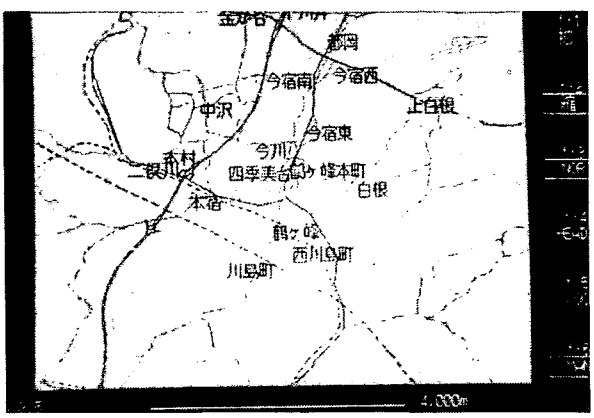


図－５　地図表示例

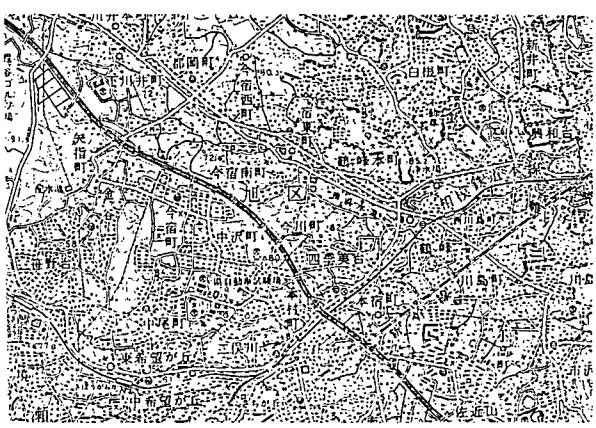
第３年度



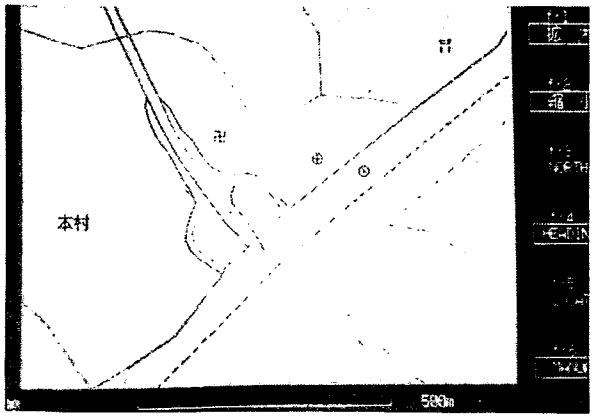
図－６　ノースアップ表示



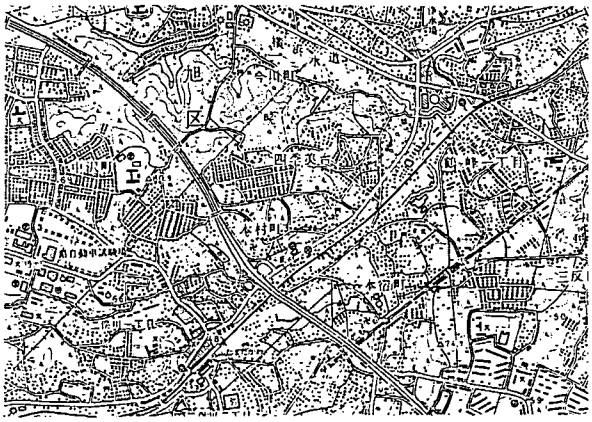
図－７　ヘディングアップ表示



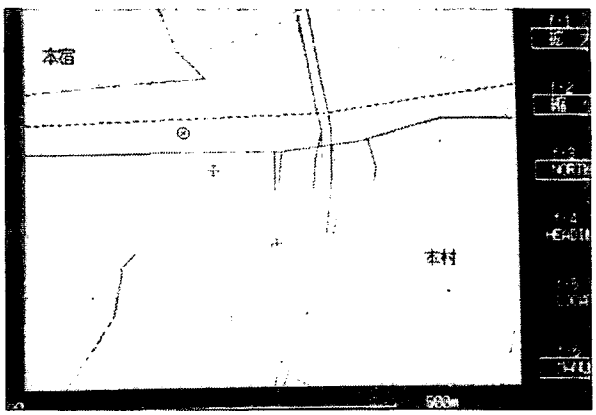
図－８　１／50,000　地形図



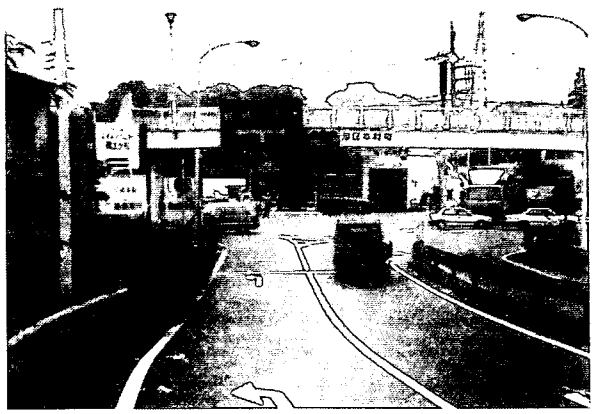
図－9　ノースアップ表示



図－10　1／25,000　地形図



図－11　ヘディングアップ表示



図－12　現地の場景

5）考察

①　ノースアップとヘディングアップについて

普通，地図は北を上に表示（印刷）されている（図－8，10）。従ってノースアップ表示（図－6）は素直に受け入れられるが，ヘディングアップ表示（図－7）では日頃見慣れている地図とはかなり印象が異なるため，戸惑う人が多かった。しかし目的地に近づいて複雑な道を探すとき，特に南の方に向かっているとき（図－9～12），目にはいる風景と一致し分かりやすいとの意見が多かった。

小縮尺で広い範囲を表示するときはノースアップの方が良いだろう。

②　文字データについて

地図，特に大縮尺の地図では地名などの文字がなければその場所がどこなのか全くわからないことが多い。最大縮尺で表示したときも画面上に最低1個の地名あるいは目標物の表示がほしい。ところがこれをそのまま縮小し今回の例のように相対比256分の1に（画面上で17万分の1縮尺）にすると実に6万個もの地名が表示されることになり実際的ではない。今回は3次メッシュ（約1km四方）に最低1個つづの地名とし，約1万分の1以上では文字と記号を（図－9，11），2～4万

分の１で地名のみ（図－６，７），それ以下の小縮尺では文字も記号も表示しなかったが，それでも約４万分の１の表示では文字同士が重なり合う場合が生じた。また１万分の１を越える大縮尺では画面上に文字が全くででこない場合がしばしば生じた。したがって，文字データは表示縮尺によって取拾できるように断層化しておく必要がある。

③　表示に要する処理時間について

660分の１縮尺と17万分の１縮尺では対象となる地域の面積は６万5000倍もの開きがあり，これに対応して各種のデータ量も増加する。当然表示処理に要する時間も増加する。そして処理時間の許容値に限度があり，それは，今回は約１万分の１であった。この値自身はハードウェアやシステムの構成で当然変わるが，限界が存在することは事実である。解決するためには地図データを階層化して，小縮尺表示用には，相応に間引きして小サイズのデータを準備しておく必要がある。デジタル道路地図データベースでは基本道路データと全道路データが準備されたが，表示用にはさらに細かく階層化する必要がある。

④　位置の精度について

ドライバーがナビゲーションシステムに表示された地図を見るのは，運転中には不可能で，おもに信号などで停止中であろう。したがってシステムに表示されている自車位置は信号のある交差点からあまり離れているのでは具合が悪い。これはシステムを作る側からいうと，かなりきびしいものがある。大縮尺の場合10mの誤差も許されない。むしろ，システムの達成できる精度で表示縮尺の限度が決まる。

⑤　細街路データについて

細い道路との交差点でも信号があったり大きな目標物があったりで，ドライバーにとっては主要道路との区別はつけがたい。むしろ細街路との交差点が目標物としてかなり重要な意味を持っている。その意味で細街路データは出来るだけ多く，かつ正確であることが好ましい。

⑥　最後に

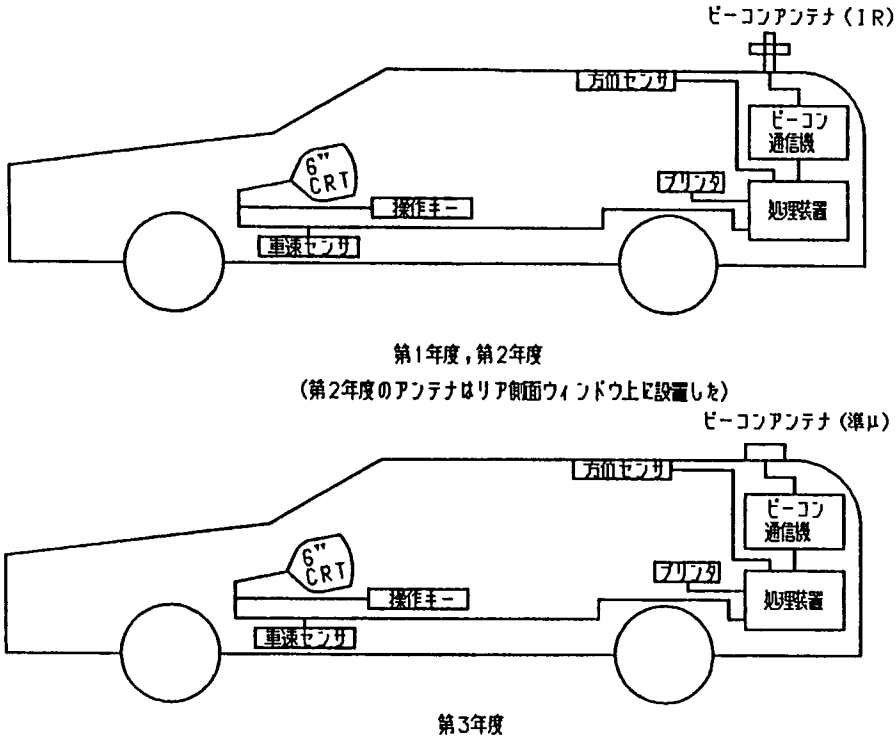
実験車両が無かったため，実装しての路上走行実験は出来なかったが，ビデオの映像を参考にしてかなり実際に近い実験ができたと思う。但し，表示に使用したＣＲＴは15インチの，一般に車載機器として使用される物に比べるとかなり大型であったため，これを６インチ程度に小さくした場合，および室内での実験であったため戸外の車内の条件でどうなるかなど，検討できなかった点があり，このシミュレーションですべての結論を出す事はできない。

10) 日本電装㈱実験車

(1) 実験車の使用機器と車載機器の概要

各年度を通して測定，データ収集など実験のし易さに重点を置いた機器設計を行った。

各年度の車載機器・構成を図－１に示す。



図－１　各年度の車載車載機器・構成

(2) 位置検出機能

各年度を通して，方位センサとして地磁気センサ，距離センサとして車速センサを利用した。

1）距離検出機能

		第１年度	第２年度	第３年度
距離検出機器	名称	車速センサ	車速センサ	車速センサ
	方式	トランスミッション部から検出	トランスミッション部から検出	トランスミッション部から検出
	分解能	0.39m/パルス	0.39m/パルス	0.39m/パルス
	精度	タイヤの空気圧に依存する	タイヤの空気圧に依存する	タイヤの空気圧に依存する
	較正	補正値を-12%～＋12%（1% きざみで指定）	補正値を-12%～＋12%（1% きざみで指定）	補正値を-12%～＋12%（1% きざみで指定）
	検出タイミング	100msec毎	100msec毎	100msec毎

2）方位検出機能

		第1年度	第2年度	第3年度
方位検出機器	名称	地磁気センサ	地磁気センサ	地磁気センサ
	方式	フラックスゲート型	フラックスゲート型	フラックスゲート型
	精度	±2～5°	±2～5°	±2～5°
	較正	1回転	1回転	1回転
	分解能	16方位（表示）	16方位（表示）	16方位（表示）
	検出タイミング	100msec毎	100msec毎	100msec毎

将来的には，ジャイロの利用も考えられる。

(3) 位置算定機能

1）算定原理

車両の位置算定は，各年度を通して距離センサから距離信号，方位センサから方位信号およびバック信号とを用いた推測航法とビーコンによる位置評定を組み合わせたものを基本としている。

2）方位の異常値処理方法

着磁警告を発生する。

	第1年度	第2年度	第3年度
位置算定タイミング	100msec毎	100msec毎	100msec毎

3）路上実験による評価

ビーコンの有効性を確認した。

4）将来的な技術動向

ＧＰＳやビーコンなどの利用が考えられる。

(4) 位置補正機能

各年度を通して，マップマッチング等の位置補正機能は有しない。

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

各年度を通して，収納媒体はハードディスクを使用した。ただし，情報処理時はＲＡＭを用いた。

2）情報入力機器

入力機器は2ボタン，4方向キーのリモートコントロールユニットを使用した。本ユニットはＣＲＴと約1ｍのコードで接続しており，手元での操作を可能にした。これは，実験のし易さを優先的に

考慮したものである。

将来的はディスプレイのタッチパネル方式が有望であろう。

3）情報処理機器

各年度を通して，情報処理機器は社内製の16ビット汎用ワークステーションを使用した。配置はすべてトランクルーム内とした。

将来は専用情報処理装置を作りたい。

	第1年度	第2年度	第3年度
情報処理装置	ＦＳ－６０	ＦＳ－６０	ＦＳ－６０
ＣＰＵ	16ビット(M68010)	16ビット(M68010)	16ビット(M68010)
データ処理時間	方位、距離データを100msec で入力して処理	方位、距離データを100msec で入力して処理	方位、距離データを100msec で入力して処理
外形寸法(mm) W×D×H	500×400×150	500×400×150	500×400×150
重量 (Kg)	１５	１５	１５

(6) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

各年度通して，６インチのカラーＣＲＴを使用した。評価を下記に示す。

	第1年度	第2年度	第3年度
表示形式	インスト内表示	インスト内表示	インスト内表示
表示装置	カラーＣＲＴ	カラーＣＲＴ	カラーＣＲＴ
寸法	６インチ	６インチ	６インチ
解像度	320×240	320×240	320×240
表示色	８色	８色	16色

2）地図表示機能

各年度の表示情報内容（種類，色）及び表示機能(縮尺切替え,表示方向等）を別表に示す。地図の表示色は背景色が第１年度が黒，第２年度が白になっている以外は各年度でほぼ統一されている。なお，表示例を写真－１に示す。

機能は各年度でほぼ同一である。



写真－１　地図表示例

		第１年度	第２年度	第３年度
縮尺	37×45Km	○	○	○
	18.5×22.6	○	○	○
	9.3 ×11.3	○	○	○
	4.6 ×5.6	○	○	○
	2.3 ×2.8	○	○	○
回　転 (Heading-Up の可否)		×	×	×
スクロール (1/4 単位)		○	○	○
表示内容と表示色	高速道路	水色	青	青
	都市高速道路	水色	青	青
	国道	赤	赤	赤
	主要地方道路	緑	緑	緑
	都道府県道路	×	緑	緑
	細街路	×	×	×
	鉄道	×	×	×
	河川・湖沼・海	白	水色	水色
	地名	黒（文字表示領域のみ）	黒（文字表示領域のみ）	黒（文字表示領域のみ）
	現在位置	赤丸	赤丸	赤丸
	走行軌跡	×	マゼンダ	マゼンダ

(7) 簡易ナビゲーション機能

実施していない。

(8) 駐車場情報表示

第２年度から機能に含めた。

駐車場所在置を青色文字「Ｐ」で地図上に示し，駐車場名称，車種制限，収容台数，基本料金，追加料金を文字で表示している。（写真－２，３）

(9) 道路交通情報表示機能

第2年度から機能に含めた。詳細を下記に示す。

地図上の表示　文字表示

- 渋滞情報：マゼンタ色のライン　路線名，渋滞方向，距離，原因，渋滞度
- 事故情報：赤色の十字　路線名，渋滞方向，距離，原因
- 工事情報：黄色色のライン　路線名，渋滞方向，距離
- 交通規制：水色のライン　路線名，渋滞方向，距離，原因，規制内容

11）トヨタ自動車㈱実験車

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

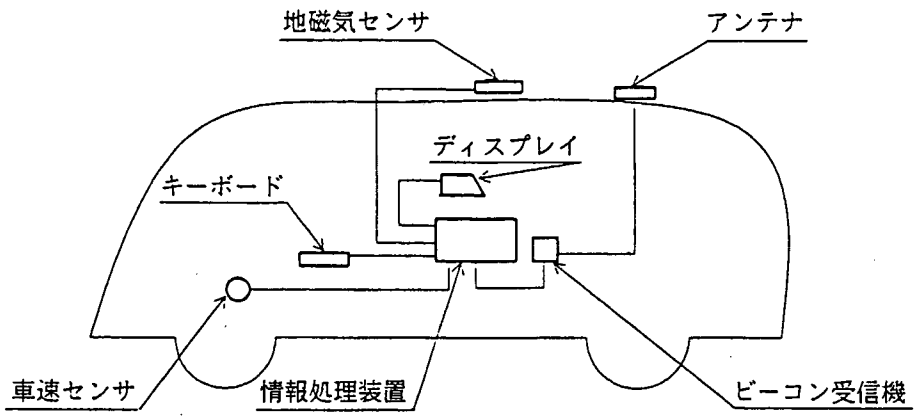
2）実験車の使用機器と車載機の概要

① 昭和61年度（以下第１年度と呼ぶ）

目　　的：デジタル道路データの車での利用方法の検討と位置ビーコンの有効性検討

車　　両：トヨタ　ハイエース

使用機器：情報処理装置（パソコン　ＰＣ9801），出力装置（14インチＣＲＴ），入力装置（パソコン　キーボード），方位センサ（地磁気），距離センサ（車速），ビーコン受信機



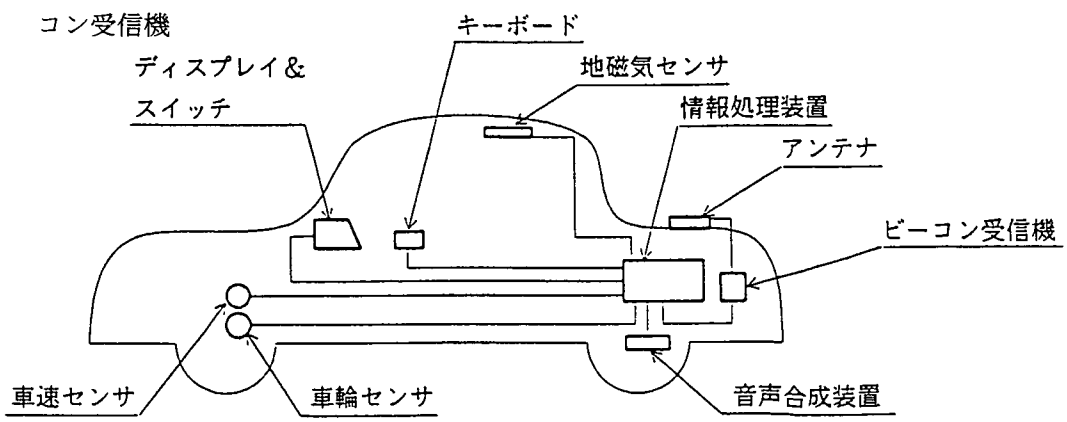
図－１　昭和61年度実験車配置図

② 昭和62年度（以下第２年度と呼ぶ）

目　　的：動的情報の表示方法の検討とそれを利用した経路探索技術の開発

車　　両：トヨタ　クラウン

使用機器：情報処理装置（パソコン　ＰＣ9801），出力装置（６インチＣＲＴ），入力装置（タッチパネル），方位センサ（地磁気，振動ジャイロ），距離センサ（車速，車輪），ビーコン受信機



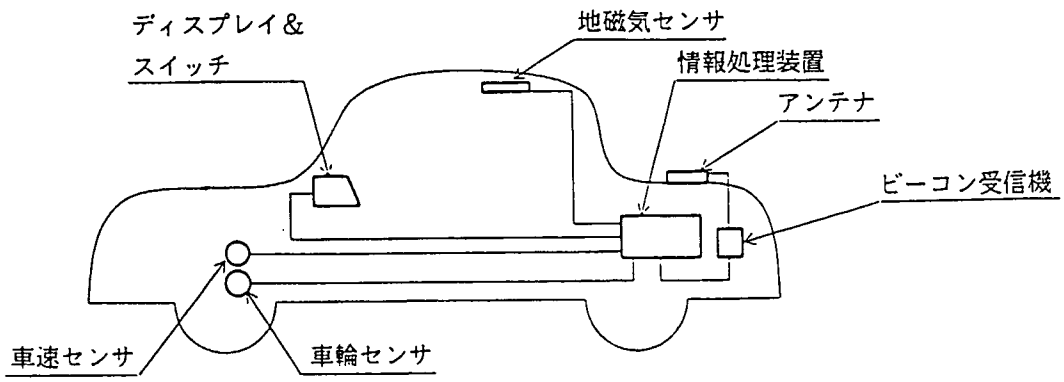
図－２　昭和62年度実験車配置図

③　平成元年度（以下第３年度と呼ぶ）

目　　的：個別通信機能の利用方法検討

車　　両：トヨタ　クラウン

使用機器：情報処理装置（パソコン　ＰＣ9801），出力装置（６インチＣＲＴ，音声合成），入力装置（タッチパネル，ワープロ　キーボード），方位センサ（地磁気，振動ジャイロ），距離センサ（車速，車輪），ビーコン受信機



図－３　平成元年度実験車配置図

(2)　位置検出機能

１）距離検出機能

各年度で使用したセンサを表－１に示す。

表－１　距離センサー覧

		第１年度	第２年度・第３年度	
距離検出機器	名称	車速センサ	車速センサ	車輪センサ
	方式	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ部から検出	ﾄﾗﾝｽﾐｯｼｮﾝ部から検出	前輪
	分解能	３８ｃｍ	３８ｃｍ	２ｃｍ
	精度	±１％	±１％	±１％
	較正	無	無	無
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	２５０ｍｓ毎	１２５ｍｓ毎	１２５ｍｓ毎

車速センサは永久磁石とコイルからなる電磁ピックアップ部とその発生電圧を波形処理し，パルス波形を出力するＩＣ回路部から構成され，トランスミッションハウジングに取り付けられている。

トランスミッションのアウトプットシャフトに取り付けられているセレーション付ロータが回転す

ると車速センサの永久磁石から出ている磁束が変化し，コイルに交流電圧が発生する。それを波形処理しパルスをカウントすることにより距離を算出する。

車輪センサは左右前輪のブレーキディスクに取り付けられたセレーション付ロータの回転により車速センサと同じ原理で距離を算出する。

車速センサ，車輪センサともタイヤ空気圧，タイヤのスリップ，摩耗などにより精度が悪化する。

将来の動向として絶対車速を検出する対地車速センサが考えられるが当面は現状の精度で充分と思われる。

2）方位検出機能

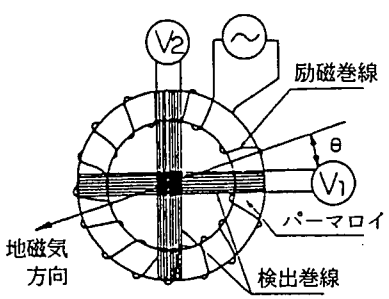
各年度で使用したセンサを表－2に示す。

表－2　方位センサ一覧

		第1年度	第2年度・第3年度	
方位検出機器	名称	地磁気センサ	地磁気センサ	ジャイロセンサ
	方式	フラックスゲート型	フラックスゲート型	振動型
	分解能	1．4°	1．4°	1．4°
	精度	±2～5°	±2～5°	未測定
	較正	一回転補正	一回転補正	無
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	250ms毎	15ms毎	15ms毎

地磁気センサ図－4のように環状の強磁性材料に励磁巻線とおのおの直交する2つの検出巻線から構成され，励磁巻線に交流電圧を印加し，検出巻線に生ずる電圧V_1，V_2を計測することにより地磁気に対する方位角θが次式で算出できる。

$$\theta = \tan^{-1}(V_1 / V_2)$$



図－4　地磁気センサ

地磁気センサは場所による地磁気偏移，構造物（高架，鉄道など）対向車による地磁気乱れの影響を受け精度が悪化することがある。

車両が着磁した場合には一回転して補正する方法を採用している。

振動型ジャイロセンサはＰＺＴを使用し，ピエゾ効果により相対方位を算出している。地磁気センサのように周辺環境の影響を受けないが，回転角センサであるため車両のヨー，ピッチなどで精度が悪化することがある。

将来の精度向上の方策は地磁気センサ，各種（振動，ガス，光など）ジャイロ，車輪回転差センサ，ＧＰＳなどのハイブリッド方式が考えられてる。

(3) 位置算定機能

距離センサ，方位センサの算出結果をもとに以下の式により相対位置を算出した。（125ｍｓ毎）

（第１年度は250ｍｓ毎，第２年度・第３年度は125ｍｓ毎に算出）

$$x = x_0 + \Sigma d \cdot \cos\theta$$

$$y = y_0 + \Sigma d \cdot \sin\theta$$

x_0，y_0は初期座標値。ｄは距離センサの平均値。θは方位センサの平均値。

着磁した場合は車両を一回転させて補正する。

実験によれば推測航法による位置算定の誤差は２～７％であった。

ＧＰＳのように人工衛星を使った絶対位置検出方法も考えられている。

(4) 位置補正機能（マップマッチング）

弊社はマップマッチングを使用していない。

(5) 情報処理機器・機能

１）情報収納媒体

限られたエリアの実験システムであったので第１年度では地図データ（約1.2Mバイト）を収納するのに４MバイトのＳＲＡＭを使用した。第２年度，第３年度では地図データ（約3.8Mバイト），経路探索用データ（約0.5Mバイト）の格納に８MバイトのＳＲＡＭを使用した。しかし，全国データの格納，車両での耐環境性を考慮すればＣＤ－ＲＯＭが適当と思われる。

２）情報入力機器

第１年度の実験車ではパソコン用キーボードを使用したが，第２年度及び第３年度の実験車では車載スペース，使用性を考慮してＣＲＴ管面タッチスイッチ（赤外線方式）を採用した。

今後はさらにドライバーの入力負荷を軽減する音声認識技術の開発が必要と思われる。

３）情報処理機器

推測航法，地図描画，経路探索，通信処理を行うのにＮＥＣ製16ビット デスクトップ型パーソナルコンピータ（ＰＣ9801）を使用した。第１年度はトヨタ ハイエースの第２列シートを取り外して設置，第２年度・第３年度はトヨタ クラウンのトランクルームに配置した。

(6) 情報表示機器・機能

１）情報表示機器

①　表示の形式，機能

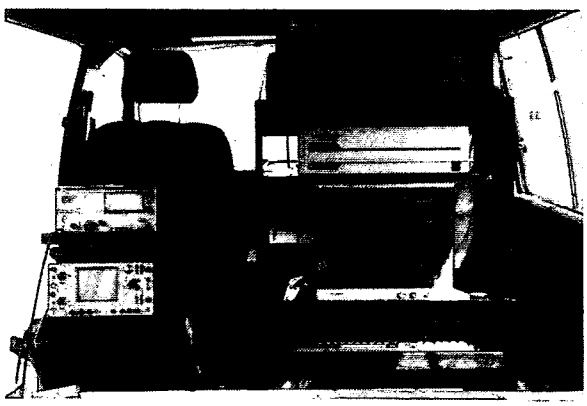
第１年度，第２年度，第３年度の各車載システムに搭載した情報表示機器の概要を表－３にしめ

す。また，図－５，６はその装置の外観である。

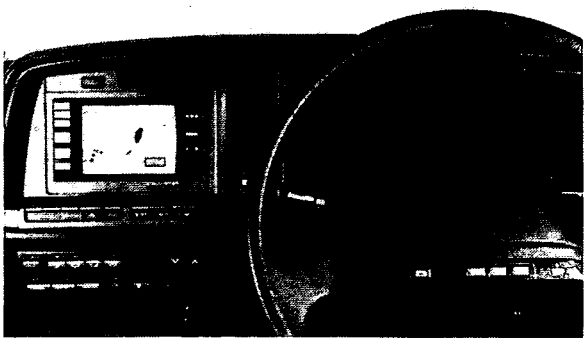
第３年度システムでは情報を視覚的に表示する以外に，音声合成装置より音声で提供することを試みた。音声により提供した情報はビーコンで受信した交通情報及び文字メッセージである。

表－３　情報表示機器の概要

システム	表示機器の種類	搭載位置	寸法（インチ）	解像度	色数	視覚以外の表示
第１年	ＣＲＴ（ＰＣ－ＫＤ８５３）	後席	１４	６４０ｘ４００	４０９６色中１６色	ビープ音
第２年	ＣＲＴ	インパネ左端（前席中央部）	６	３２０ｘ２４０	同上	同上
第３年	ＣＲＴ	同上	同上	同上	同上	ビープ音 音声合成装置 ［交通情報の提供 メッセージの読み上げ］



図－５　第１年度システム表示装置



図－６　第２年度／第３年度システム表示装置

② 評価及び将来の技術動向

表示情報の視認性の点からはより大きいサイズが好ましいが，インパネ部に搭載する場合，搭載可能性から６－８インチ程度が限度であろう。今後はこの程度のサイズの表示装置で如何に視認性を向上させるかが重要である。搭載位置，画面あたりの情報量，情報の簡略符号化，文字の大きさ，配色，表示タイミング等の検討がさらに必要である。情報の音声提供は運転中は非常に有用といえ，今後はＣＲＴに表示する情報の視認性の向上と合わせ，音声合成技術の開発及び情報の編集技術の開発が重要となろう。

2）地図表示機能

① 表示情報内容

表－４に第１年度，第２年度及び第３年度システムの地図表示内容について示す。第２年度，第

3年度の表示内容及び表示色の決定にあたっては，当社の’87年型クラウンで既に商品化している〝エレクトロマルチビジョン〟の地図仕様を参考にした。

尚，表4の全体図，基本図，詳細図，細密図の仕様については表－5を参照されたい。

② 表示機能

第2年度，第3年度システムの地図の縮尺度及び表示機能について表－5に示す。各縮尺地図での表示示容については表－4に示した。図－7は細密図の表示例である。

表－4　表示情報内容

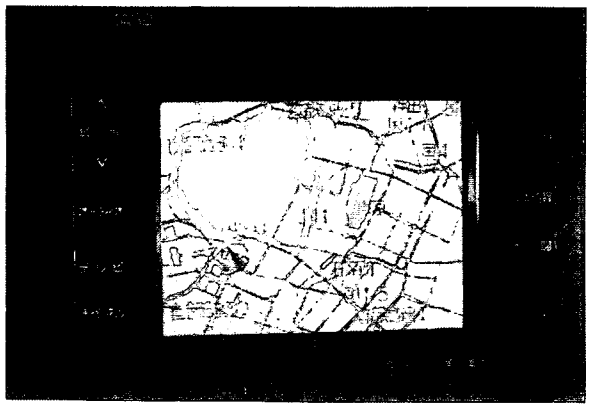
表示項目		描画／非描画（注1）				描画方法	色	
		全体図	基本図	詳細図	細密図		第1年度	第2・第3
背景	陸地	○	○	○	○	塗りつぶし	×（注2）	はだ色
	水域（海）	○	○	○	○	〃	青色（線画）	水色
	〃　（湖沼）		○	○	○	〃	〃	〃
	〃　（河川）			○	○	〃	×	〃
道路	高速道路	○	○	○	○	太線	青色（細線）	青色
	一般有料道路		○	○	○	〃	〃	〃
	国道		○	○	○	細線	紫色	赤色
	地方道			○	○	〃	黄色	〃
	細街路				○	〃	×	緑色
鉄道	線路			○	○	細線	×	黒色
施設	建物				○	外形形状	×	灰色
	ビーコン			○	○	円	緑色	緑色
文字	道路名称			○	○	かな漢字	×	黒色
	地名			○	○	〃	×	〃
現在位置				○	○	矢印	赤色（点）	黒色
走行軌跡			○			太線	赤色	×

注1）第1年度システムは基本図のみ

注2）×は非描画を意味する

表－5　地図の種類と表示機能

地図名称	縮尺	サイズ	内容	機能
全体図	1/380,000	45x37Km	全実験エリア図	ノースUP
基本図	1/190,000	22x18Km	全体図の1／4エリア	〃
詳細図	1/115,000	14x11Km	ナビゲーション用	ノースUP
細密図	1/28,500	3.5x2.5Km	〃	画面自動切り替え 隣接地図との10% オーバラップ



図－7　細密図例

③　路上実験における評価

1枚の地図の描画時間は平均4－6秒程度であり，出発地・目的地設定おいて何回か地図の選択を行なう場合，1枚あたり4－6秒は長く感じられた。今回のシステムでは，描画に汎用パソコンを用いているため描画時間の短縮に限界があったが，描画専用のハードウェアの仕様及び描画ソフトの改善を行なえば，時間短縮は可能と考える。

表示色としては，第1年度システムでは描ソフトの関係で8色表示となったが，地図の視認性，見栄といった点から第2年度，第3年度システムの様に16色程度は必要である。

地図の縮尺としては，6インチのＣＲＴ地図上で走行位置を確認する為には細密図程度の縮尺が必要と思われる。しかし，細密図上でも細街路の表示は細かくなり，識別するには難があった。より拡大された地図が必要と感じられた。

表示機能としては，今回のシステムでは持っていなかった，ヘディングＵＰ／ノースＵ　Ｐの選択切り替え，スクロール等の機能は必要であろう。

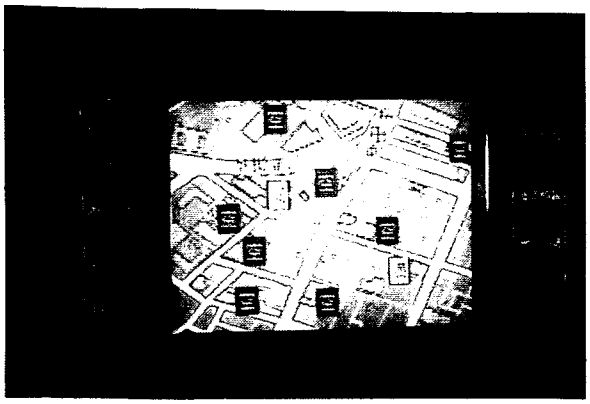
(7)　簡易ナビゲーション機能

当社のシステムの機能にはなかった為省略。

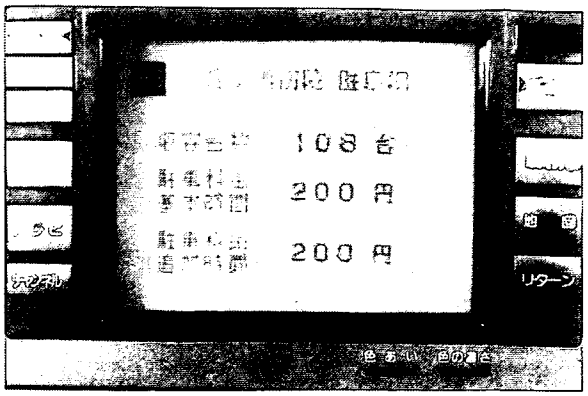
(8)　駐車場情報表示

①　表示情報内容，表示方法とその評価

駐車場情報としては，第2年度システムではビーコンからの情報のうち駐車場の位置と満空の情報をナビゲーション用地図とは別に用意した地図上に表示した（図－8）。さらに，第3年度システムではこれらの情報の他，図－8の画面上の駐車場位置をタッチすると，該当駐車場の詳細情報（駐車場名，収容台数，駐車料金）を表示した（図－9）。詳細情報については，音声でも提供する形式も試みた。



図－8　駐車場情報提供例



図－9　文字による駐車場情報提供例

(9)　道路交通情報表示機能

①　表示情報内容，表示方法とその評価

第2年度及び第3年度システムの道路交通情報の提供機能について表－6にまとめる。

表－6　道路交通情報の提供機能

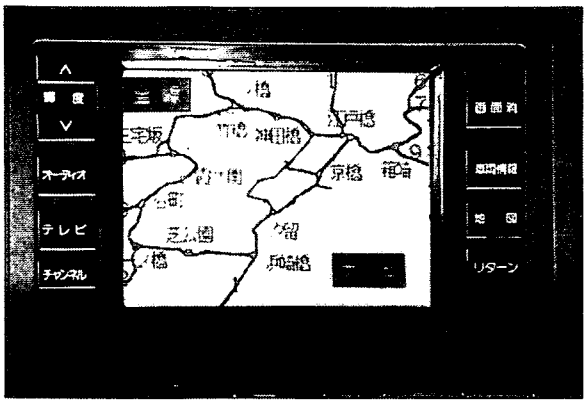
		第2年度システム	第3年度システム
表示情報		渋滞情報 規制情報 工事情報 事故情報	渋滞情報 （渋滞度別）
提供方法	CRT	・現ナビゲーション画面の該当道路の色を変え、フラッシング表示 渋滞－－赤　工事－－黄 規制－－黒　事故－－紫 ・ナビゲーション用地図とは別に首都高路線図を準備し、この地図上で道路の色を変え、フラッシング表示（図10） ・出発時求めた推奨経路上が該当道路が存在する場合、その原因を文字メッセージで表示（図11）	・現ナビゲーション画面の該当道路の色を変え表示 （フラッシング無し） 渋滞度2－－赤　渋滞度1－－橙 ・ナビゲーション用地図とは別に首都高路線図を準備し、この地図上で道路の色を変え表示 （フラッシング無し）
	音声	無し	・道路交通データより音声情報を編集し音声合成装置より提供 （首都高環状線及び3号線のみ）

道路交通情報の提供は，第2年度システムでは地図上表示のみ，第3年度システムでは地図上表示と音声提供（一部地域）を併用し行なった。運転中においては，この様な情報は音声で取得する方が好ましいと思われるが，編集方法及び音声合成方法について更に開発が必要である。

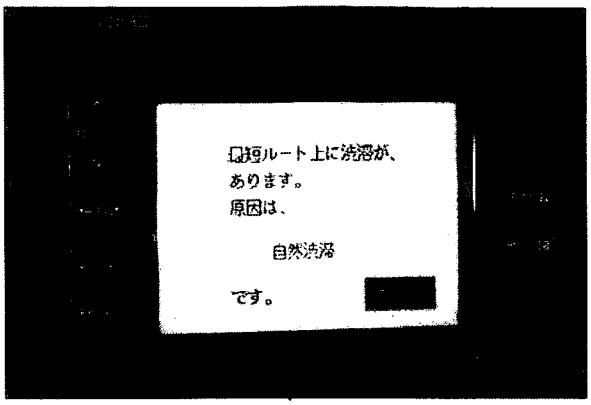
また，地図上表示においても，より認識仕易い情報の表示形態（色分け，マーク等）の検討が必要である。

(10) その他の情報の表示機能

該当情報無しの為省略



図－10　道路交通情報提供例



図－11　文字による道路交通情報提供例

(11) 経路誘導・探索機能

1）経路探索機能

① 経路探索機能の概要と方法

第２年度システムでは出発地と目的地との間の最短距離経路を提供する機能を搭載した。探索アルゴリズムは，ニコルソンの両方向探索法（図－12(2)）をベースに，探索時間を短縮する為，以下の改良を加えたものである。(1)

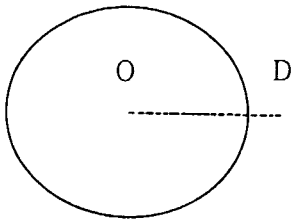
1．探索エリアの限定（図－12(4)）

2．等ノード探索（図－12(3)）

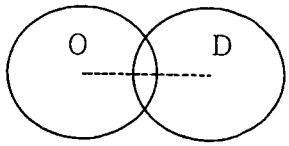
探索に用いたデータは，ディジタル道路地図データの内，表－７に示すデータから作成した。

表－７　探索に用いたデータ

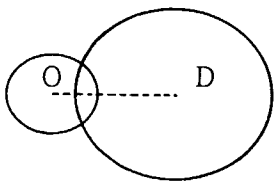
ファイル	データ項目
リンクファイル	リンク長 有料・無料 一方通行 ノード番号
ノードファイル	２次メッシュコード ノード番号 正規化座標 接続先ノード番号 接続リンク番号 リンク通行フラグ



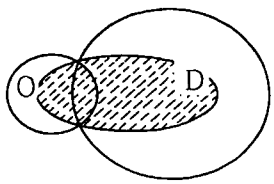
(1) ダイクストラ法
片方向探索



(2) ニコルソン法
両方向・等距離探索



(3) 等ノード探索



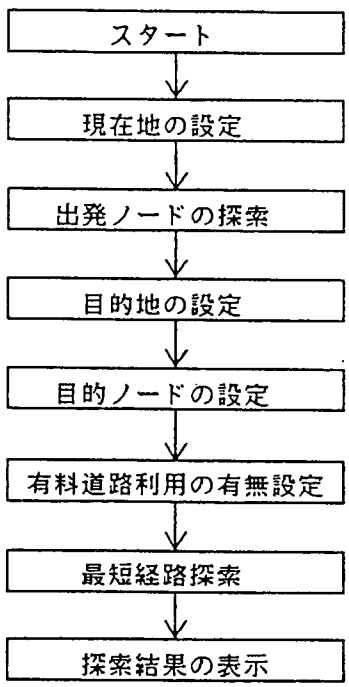
(4) 探索エリアの限定

図－12　経路探索アルゴリズムの概念

② 操作方法

経路探索の操作は出発時，運転者とシステムの間でＣＲＴ及びタッチＳＷによりインタラクティブな形式で行なう。図－13に経路探索部の全体フローを示す。

図－13のフローで，現在地の設定及び目的地の設定は，該当の地図選択後，ＣＲＴ画面のタッチＳＷにより現在地マークのカーソルを動かし設定する。現在地を設定した後の探索の為の出発ノードの選択は，現在地より進行方向にある最も近いノードを自動的に選択する。また目的地ノードの選択は，目的地に最も近いノードを選択する。



図－13　経路探索部全体フロー

有料道路の利用有無は，ドライバーに利用するか否かをＣＲＴ画面上のタッチＳＷにより選択させた。探索結果の表示では，出発地と目的地及びその間の推奨経路の位置関係が分かるように，それらを同一地図上に表示できる地図を選択し，表示した。

③ 評価と改善方法

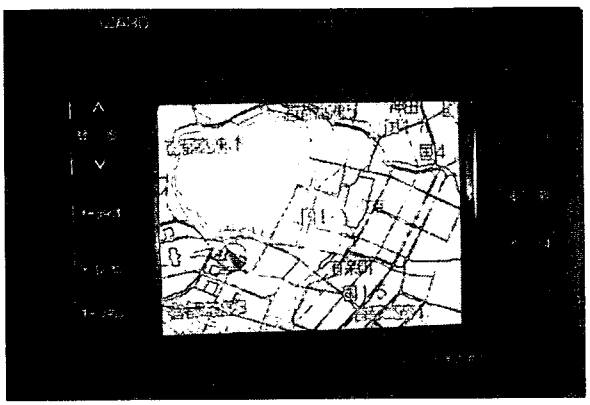
経路探索機能については，探索に要した時間及びもとまった結果の妥当性の点から評価を行なった。探索時間は，実験エリアでは平均約20秒であった。また，結果の妥当性については評価が難しかったが，概ね妥当な結果がもとまっていた。しかし，リンクの接続関係データに一部誤りがあり誤探索の結果もあった。

今後においては，探索時間の一層の短縮が必要である。また，今回の探索は単純な最短距離経路の探索であったが，ドライバーが知りたいのはなるべく早く行ける経路，又はなるべく広く，右左

折回数の少ない経路であろう。この様な経路の探索を行なうためには，各リンクの平均旅行時間データの整備や人間の経路を選択する場合の選好基準の検討が必要である。

2）経路表示機能

推奨経路は，ナビゲーション地図上では道路の色を変え（緑色），フラッシング表示した。図－14に表示例を示す。



図－14　探索結果の表示例

3）経路誘導機能

経路誘導機能は搭載してなかった為省略。

参考文献

(1) H. Tsuji et al., “A Fast Shortest Path Method for In-vehicle Navigation System” The 5th World Conference of Transport Research (WCTR), Yokohama, Japan, 1989.

12）富士通㈱実験システム

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

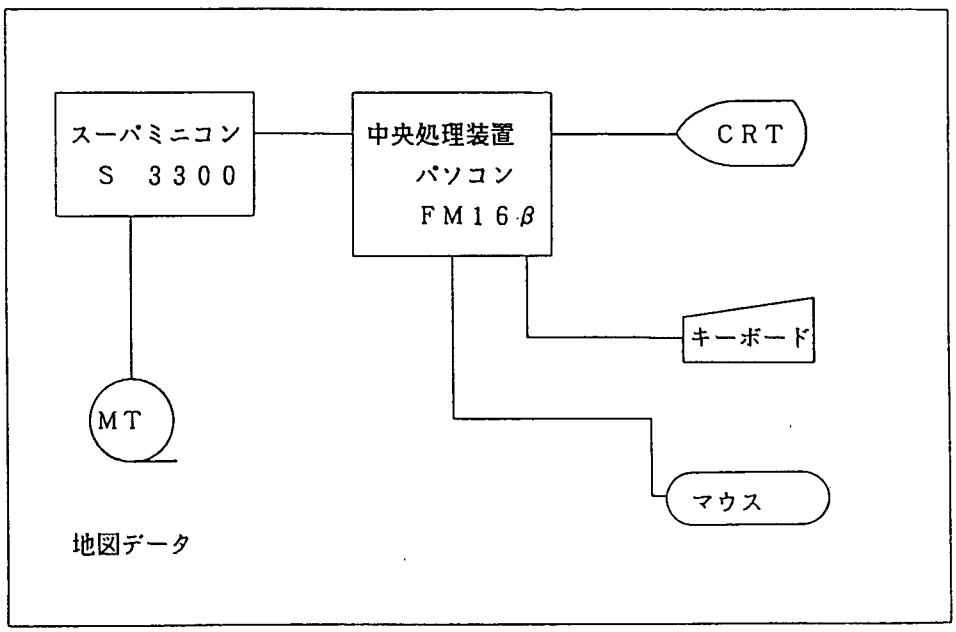
1）実験車の使用機器と車載機器の概要

・道路地図データの使用にあたり，表示・検索等のデータ処理が適切に行われるようフォーマットを検討することを実験目的とした。

・道路網データ・地名データ等各種データを,拡大・縮小表示する(第２年度）とともにマップマッチング機能を含む走行シュミレーション（第３年度）を実施。

・機器選択にあたっては，現存設備で構成されるシステムで大量のデータ処理を可能とするため，パフォーマンス，記憶容量を考慮し，高速大容量のスーパミニコンを使用する事とした。

・第２，第３年度に使用した机上実験の機器構成を示す。



(2) 位置検出機能

・机上実験であるため車両位置に相当するデータをマニュアルで入力した。

データ入力用機器としてマウスを使用し，ＣＲＴに表示した地図上を走らせることにより入力した。

(3) 位置補正機能（マップマッチング）

・地図データ上でベクターが30度以上曲がる地点を位置修正箇所と設定し，この点の通過時にマップマッチングを行って補正機能の妥当性を検証した。

(4) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

・ミニコン，パソコンでは磁気記憶装置を使用すると共に，２画面分はＲＡＭに格納した。

・しかし，磁気記憶装置は低速（アクセスタイム　数10ミリ秒）であり，一方ＲＡＭディスクは高速

ではあるが収納容量が少なく，いずれも充分とはいえない。

ＣＤ－ＲＯＭの導入と９画面程度のデータ収納機能が必要と考える。

2）情報入力機器

・一般データの入力はキーボードにより行った。またシュミレーションを行う場合には，ＣＲＴ上にメニューを表示しマウスで選択した。

・本方式は今回の実験目的には充分であったが，一般的な使い易さの点ではＣＲＴ上でのタッチパネルスイッチと外部スイッチの組み合わせが最適と考える。

3）情報処理機器

・ＣＰＵは80286を使用した。

・車載であることを考慮すると，大きさ，耐環境性，処理速度とも充分ではない。

(5) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

・表示機器には12インチのＣＲＴを使用した。解像度は640×400ドット，色数は８色表示。

・機能は充分であるが小型化する必要がある。

2）地図表示機能

・道路網情報を　国道は赤色，一般道は緑色で表示した。その他　地名を白色　河川及び海を青色，境界線を黄色で表示した。

・表示縮尺はＣＲＴ一表示画面上の距離で凡そ①６×４km（縮尺１／25,000）②12×８km（縮尺１／50,000），③３次メッシュ　の３通りとした。

表示方向はノースアップ及びヘディングアップ。

13）富士通テン㈱実験車

(1) 実験車の使用機器と車載機器の概要

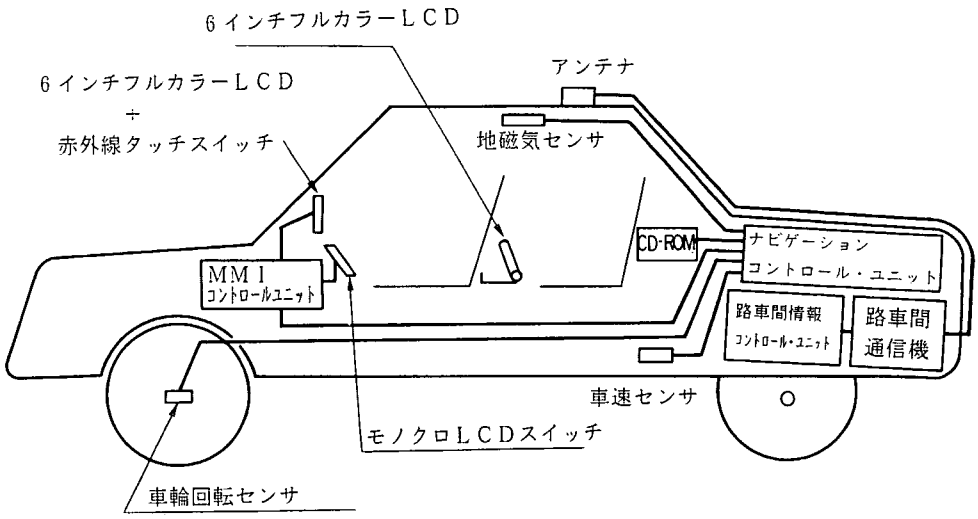
平成元年度より路上実験に参加した。実験車は，主に以下の点に着目し，車載機器を構築した。

1）路車間でのデータ通信の信頼性の確認。

2）自立航法（マップマッチング使用）と，路車間通信の位置補正機能との組み合わせ　による位置算出精度向上の確認。

3）見易い情報表示方法と操作性の向上の検討（特に，見学者のために後部席専用のディスプレイを設けた）。

下図に車載機器の構成・配置を示す。



(2) 位置検出機能

車両の進行方向の検出に地磁気センサと車輪速センサ，移動距離の検出に車速センサを用いている。

1）距離検出機能

名　称	車速センサ
位　置	トランスミッション部から検出
分解能	０．３９２ｍ／パルス
精　度	
検　出 ﾀｲﾐﾝｸﾞ	車速信号８パルス（約3.2ｍ）毎
較　正	なし

2）方位検出機能

名　称	車輪速センサ	地磁気センサ
方　式	左右タイヤの回転数差を検出	フラックスゲート方式
分解能	タイヤ１回転当たり４８パルス	
精　度		±２°
検　出 ﾀｲﾐﾝｸﾞ	車速信号１パルス毎に左右の車輪回転累積値および地磁気センサ出力値を読み込む	
較　正	１回転補正、車体旋回時の地磁気データ収集により補正	

車輪速センサにより車体の旋回(カーブを曲がる)状態を検出し，車体の着磁量を検出し補正を行っている。このため，１回転補正を行い頻度が減少した。

しかし，直進時や急激な車体の着磁等の誤差補正処理に問題を残している。今後，ジャイロとの併用も考えている。

(3) 位置算定機能

1）算定原理

車両の位置算定は，方位センサ・距離センサによる移動量の推測を基準とする。走行軌跡とデジタル道路地図との照合（マップマッチング）及び，ビーコンから受信した位置データによって位置を算出する。

位置算定のタイミングは,車速信号８パルス(約3.2m）毎にメモリに蓄積していた距離，方位データにより算出する。また，ビーコン直下検出時に受信した位置データを基に位置算定を行う。

2）方位の異常値処理方法

車体旋回時に地磁気データを収集し，自動較正をおこなう。

3）路上実験による評価

地磁気の強大な乱れにより位置算定誤差を発生する事もあるが，ビーコンとの交信により正確な位置に補正できる事を確認した。

4）将来的な技術動向

ジャイロとの併用，および適当な間隔でビーコンを設置する事により精度の向上がはかれる。

(4) 位置補正機能（マップマッチング）

推測航法により求まる自車情報（方位，移動距離等）と道路リンクデータ相関度を求め，候補リンク上に，自車が存在すると考えられる確信値を算出する。この確信値の大きい候補リンク上の点に，自車の現在位置を補正する。候補リンクは自車が存在すると考えられる範囲内の全リンクである。位置補正のタイミングは，一定車速パルス毎に行う。位置補正が可能であると判断されるリンクが存在しない場合は，推測航法により自車位置を更新する。

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

デジタル地図データの情報収納媒体としてＣＤ－ＲＯＭを使用した。以下にその概要を示す。

媒　体	ＣＤ－ＲＯＭ
容　量	５４０Ｍbyte
使用量	４０Ｍbyte
内　容	地図（京浜地区）
備　考	ＣＤ－ＲＯＭ専用デッキ

2）情報入力機器

情報入力機器は，使用者の誤操作や使用に際して戸惑いを防止することを考慮して設計を行った。大別して次の３種スイッチがある。①機械式のプッシュスイッチでナビゲーション，路車間通信等の大項目のモードを選択するＳＷである。②操作部（モノクロＬＣＤ）上に設置した透明タッチシートスイッチ（ポリカーボネート基材に金属細線を埋め込んだ透明電極材料が，指，鉛筆等で押されることにより金属細線同士の接触を検出する方式）で，表示画面モードによりスイッチ表示のパターンが変化する。③表示部（６インチカラーＬＣＤ画面）上にマトリクス配置した赤外線センサを用いた光学式のタッチスイッチ。

3）情報処理機器

情報処理機器はカラーＬＣＤ画面の表示や各スイッチ信号の処理を行うＭＭＩコントロール・ユニットと，方位・距離センサからの情報を受けて車両位置の算出を行うナビゲーションコントロール・ユニットと，路車間通信の情報処理（通信制御を除く）を行う路車間情報コントロール・ユニットからなる。それぞれ，ＣＰＵは16ビットのボードコンピュータを使用した。配置は全てトランクルーム内とした。今後，耐環境性上の見直しを考えている。

(6) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

情報は全て6inカラーＬＣＤに表示する。以下にその使用を示す。

表示形式	インスト内表示
表示装置	カラーＴＦＴ・ＬＣＤ
寸　法	5.7インチ
解像度	３２０×２４０ドット
表示色	１６／４０９６色

ＬＣＤは，車載用表示器として視野角の狭さ等の問題があったが，実験車には比較的視野角の広いものをとうさいし，実用上問題のないことを確認した。また本実験の見学者を考慮して後部席用にも同等のディスプレイを設置した。

2）地図表示機能

地図表示に際しては，見やすさを考慮して必要な情報（国道，高速道路，路線台帳等）のみを選択して表示した。

表示機能（縮尺切り換え，自車位置表示方法等）および表示情報（種類，色）を以下に記す。

表示機能	表示方法	ノースアップ方法
	縮　尺	５段階（1/40万、1/10万、1/５万、1/2.５万、1/1.25万） 但し、1/1.25万地図は1/2.５万地図の単純拡大表示である。
	スクロール	自車位置中心
	地図読み出し	５段階読み出し、ダイレクト読み出し（いずれも画面タッチによる）

表示内容と表示色	地　形	黄土色	水　系	青
	自動車専用道路	橙	地　名	白（影付）
	一般道路	白	道路名	白（影付）
	細道路	灰(1/2.5万のみ)	交差点名	白（影付）
	鉄　道	赤紫	現在位置	赤

(7) 簡易ナビゲーション機能

案内標識のパターン準じた表示方法で，上り第一方向の情報のみ表示した。

ビーコンから情報を受信すると，情報処理装置内のＲＯＭに画像データとして登録しておいた数種の分岐パターンを判断・表示し，分岐パターンの下部に分岐点までの距離と交差部名称を，分岐パターンの矢印先に路線名，行先地名の表示をおこなった。

路上実験の結果では，交差点までの距離の表示に演算処理のミスが生じたが，機能については特に問題は発生していない。

(8) 駐車場情報表示

ビーコンから情報を受信すると虎の門交差点付近の駐車場の位置，満空情報等を算出し，表示を行った。満空情報の表示は文字〝Ｐ〟のまわりを青，黄，赤色で縁取ることによって，それぞれ空車，混雑，満車を表すようにした。

(9) 道路交通情報表示機能

情報を受信するとナビゲーション用デジタル地図の道路上に，渋滞は赤色線，工事は緑色線，事故は赤色×印で重ね書きして表示した。

交通情報が表示できる範囲は自車両が存在する画面上のみであるが，それ以外の範囲では情報を一度メモリに転送し，車両が移動して地図がスクロールするとメモリから情報を読み出し表示を行っている。今後，これらの情報の全てが一目で確認できるように改良を考えている。

(10) その他の表示機能

特に行っていない。

14) 松下通信工業㈱実験車

(1) 実験車の使用機器と車載機器の概要

各年度を通じ，試作車載装置による実験では，主に以下の点に着目した。

1）ビーコンの有効性評価

2）必要な位置の精度の検討

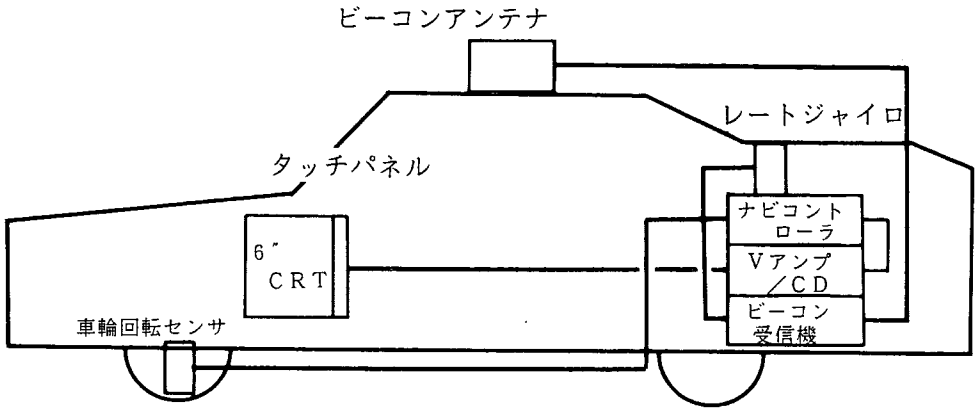
3）地図表示機能，性能の要求仕様の検討

4）操作性の検討

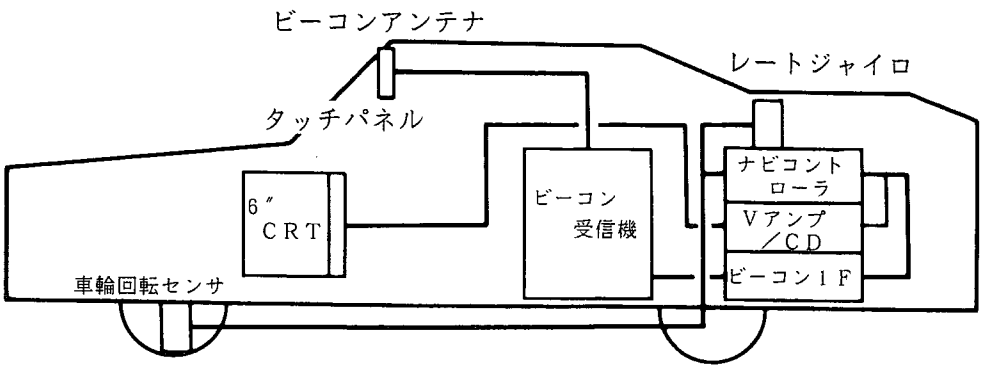
各年度の車載機器・構成を示す。

第2年度より参加

第1年度



第2年度



第3年度

(2) 位置検出機能

第2年度では方位センサとしてガスレートジャイロ，距離センサとして車輪回転センサを利用した。第3年度の車載装置では，始動時間を短縮するため，光ファイバジャイロを用いた。

1）距離検出機能

		第1年度	第2年度	第3年度
距離検出機器	名称	−	車輪回転センサ	車輪回転センサ
	方式	−	ホイール検出	ホイール検出
	分解能	−	ﾀｲﾔ1回転で96ﾊﾟﾙｽ	ﾀｲﾔ1回転で96ﾊﾟﾙｽ
	精度	−	誤差1％以下	誤差1％以下
	較正	−	一定距離走行し設定	一定距離走行し設定
	検出タイミング	−	50ms	50ms

センサの較正については，一定距離走行して距離係数を算定し設定する。

2）方位検出機能

		第1年度	第2年度	第3年度
方位検出機器	名称	−	レートジャイロ	レートジャイロ
	方式	−	ガス方式	光方式
	分解能	−	0.05度／秒	0.01度／秒
	精度	−	誤差2％以下	誤差1％以下
	較正	−	数回転して設定	数回転して設定
	検出タイミング	−	50ms	50ms

地磁気の乱れる場所でも高い精度の方位が得られ処理装置の負荷が少なく，地図表示機能の処理を含めて1CPUで実現できた。

将来的には，光ファイバジャイロ，振動ジャイロの低価格化が進み，簡単に載せ換えられる利点を活用できるようになろう。

(3) 位置算定機能

1）算定原理

車両の位置算定は，各年度を通して距離センサと方位センサとを用いた推測航法とビーコンによる位置標定を組み合わせたものを基準としている。すなわち，車の走行距離と方位を用いて，単位走行距離以上走行した時点で現在位置を計算すると共に，ビーコン通過時に得られる位置情報を用いて現在位置の補正を行う。

	第1年度	第2年度	第3年度
位置算定タイミング	−	ﾀｲﾔ1回転以上走行時/ﾋﾞｰｺﾝ受信時	ﾀｲﾔ1回転以上走行時

2）方位の異常値処理方法

発進，停止前後のフィルタリング処理と停止時のオフセットの平均化処理により方位センサのドリフトを除去している。

3）路上実験における評価

第２年度はビーコン受信時の較正が有効であったが，第３年度は精度が出せず利用できなかった。第３年度は，方位センサに光方式を用いたため，始動時間を大幅に短縮出来た

4）将来的な技術動向

ＧＰＳとビーコン位置補正によるハイブリッド方式が考えられる。

(4) 位置補正機能

第２，３年度の実験と通して推測航法によって発生する累積誤差を補正するため，上述のビーコンからの位置情報（第３年度は除く）と，マップマッチング手法を採用した。

マップマッチング手法は，自動車が原則として道路上を走行するということを利用したものであり，推測航法により算出される走行軌跡と道路の形状を比較して車両位置を推定し，推測航法の誤差を修正するものである。

1）第１年度の方式

第２年度より参加

2）第２年度の方式

車の直進を検出した時点で，存在可能推定領域から候補道路を検索し，道路の方向と車の平均進行方位を比較する。所定値以下の偏差の道路が唯一になったとき，その道路上に位置，方位を修正する。修正位置は，最も近い点，又は前に走行していた道路に平行な直線との交点のいずれかに決定する。

3）第３年度の方式

第２年度と同方式

		第１年度	第２年度	第３年度
情報収納媒体	媒体	－	ＣＤ－ＲＯＭ	ＣＤ－ＲＯＭ
	容量	－	５４０ＭＢ	５４０ＭＢ
	使用量	－	１．２ＭＢ	１．２ＭＢ
	内容	－	地図(路車間実験エリア)	地図(路車間実験エリア)
	備考	－	CD-ROM専用データ	CD-ROM専用データ
	機器	－		

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

実用化にあたって日本全国の地図データを収納する必要があり，大容量・高速アクセスのＣＤＲＯＭを使用した。

信頼性については，要求を満たせそうである。しかし，検索速度をあげる必要があり，地図データの圧縮方法，地図データの収納形式に工夫が必要で，この面での技術開発と共に，ＣＤＲＯＭプレーヤのアクセスの高速化が望まれる。

2）情報入力機器

地図上の位置を直接指示できるようにタッチパネル（４ｘ５マトリックス）を採用した。タッチパネル方式は表示画面の汚れ，表示範囲の狭小化，細かい指定が困難等の問題がある。今後は，リモート操作とファンクションキーが主流となろう。

位置の指定の入力機器は，トラックボール，又はジョイスティックも使われるようになると考えられる。

3）情報処理機器

各年度とも配置はすべてトランクルーム内とした。

各年度の実験を通して，車両位置の計算，画像表示，スイッチ信号の処理を行う専用コンピュータを使用した。更に高度なマップマッチングを行うためには，センサ処理を行う専用のＭＰＵの追加が必要である。

	第１年度	第２年度	第３年度
表示形式	－	インスト内表示	インスト内表示
表示装置	－	カラーＣＲＴ	カラーＣＲＴ
寸法	－	６˝インチ	６˝インチ
解像度	－	３２０ｘ２００	３２０ｘ２００
表示色	－	１６色	１６色

(6) 情報表示機器、機能

1）情報表示機器

各年度の実験を通じて，コスト／パーフォマンスの勝れた６”ＣＲＴを用いた。

解像度，奥行きの長さ，消費電力の大きさに課題が残されている。今後は，取り付け位置の自由度拡大，低消費電力化の要求から平板ディスプレイに注目したい。

将来は，安全性の面からヘッドアップディスプレイの開発が期待される。

2）地図表示機能（別紙２，３参照）

各年度の表示情報内容（種類，色）及び表示機能（縮尺切り替え，表示方向等）を別表に示す。

文字情報を素早く読み取れるようにコントラストの高くとれる白色を文字表示に使い，背景には目の疲れにくいモスグリーンを用いた。道路の表示色は，一般に使われている道路地図に近いものを選び違和感を極力少なくすることをねらった。

実用化に際しては，更に応答速度を２秒以下に高速化，地図の拡大・縮小の切り換え単位の縮小，拡大・縮小の切換え範囲を約1／3000～1／100万まで拡張，道路番号，目標物の記号表示を追加等の検討が必要である考えられる。

(7) 簡易ナビゲーション機能

なし

(8) 駐車場情報表示

満・中・空で位置と状態を地図上に表示した。表示色は，青色と白色を使用した。入口の位置とそこに至る道順がわかると更に有効となろう。

(9) 道路交通情報表示

事故・渋滞区間・一方通行・交通規制等を真紅で，地図上に表示した。

(10) その他の情報の表示機能

第3年度は通信メッセージの表示を追加した。

		第1年度	第2年度	第3年度
縮尺	1／40万	−	X	X
	1／10万	−	○	○
	1／5万	−	○	○
	1／2．5万	−	○	○
	1／1．25万	−	○	○
	1／6250	−	○	○
	1／3125	−	○	○
回転（ヘデイングアップの可否）		−	○	○
スクロール（自車位置中心）		−	○	○
表示内容と表示色	高速道路	−	白色	同左
	都市高速道路	−	白色	同左
	国道	−	赤	同左
	主要地方道	−	緑	同左
	都道府県道	−	緑	同左
	細街路	−	茶	同左
	鉄道	−	白（点線+実線）	同左
	河川・湖沼・海	−	青	同左
	地名	−	白	同左
	現在位置	−	赤 ▲	同左
	目的地	−	赤 ★	同左
	走行軌跡	−	桃	同左
	駐車場情報	−	青／白（＋記号）	同左
	交通情報	−	真紅（＋記号）	同左

(11) 経路誘導・探索機能

1）経路検索機能

なし

2）経路誘導

各年度の実験において，現在位置から目的地の方向と直線距離を表示した。地図の検索速度が遅く目的地の設定が困難で評価は不十分であった。

15) マツダ㈱実験車

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

1）試作車載装置による実験として，主に以下の点に着目して実験を行った。

1．ビーコンによる絶対位置補正の効果の確認

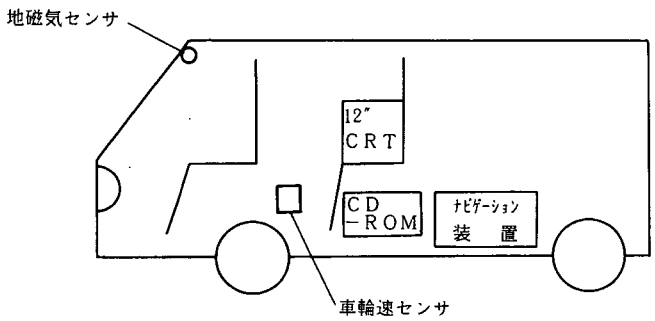
2．情報ビーコンによる交通情報提供，及びマップマッチング精度の向上

3．個別ビーコン（準マイクロ波）による，個別通信機能及び簡易ナビゲーションシステムの検討

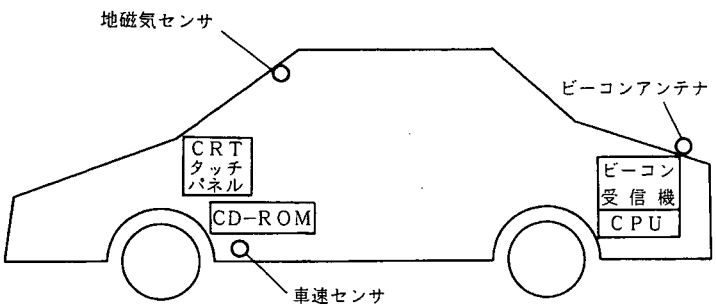
2）各年度の車載機器・構成を示す

第１年度

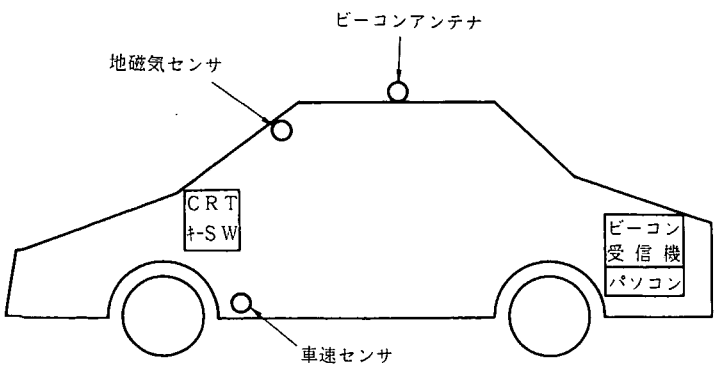
タイプA



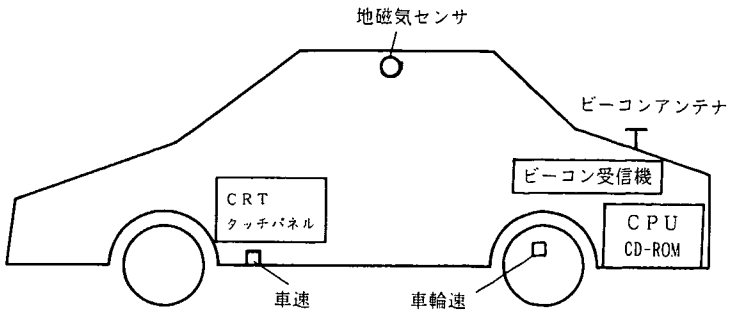
タイプB



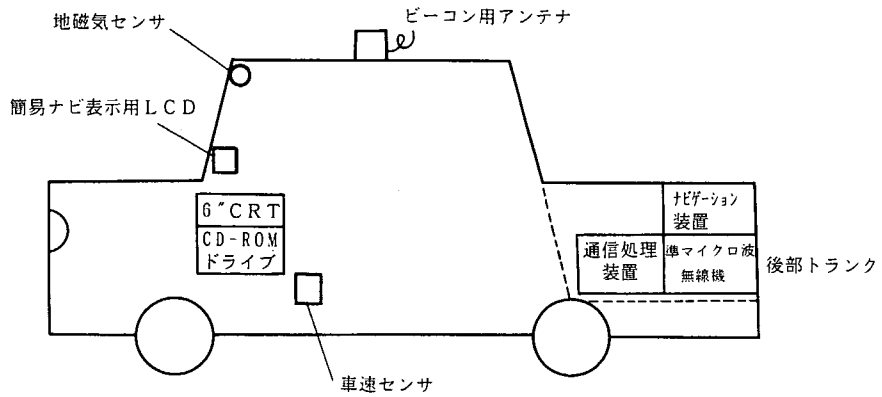
タイプC



第２年度
タイプＤ



第３年度
タイプＥ



(2) 位置検出機能

各年度を通じて，方位センサとして地磁気センサ，距離センサとして車速センサを用いた。２年次の車載装置では，車輸速センサを用いて地磁気センサの補正も行った。

１）距離検出機能

年　次	１年度			２年度	３年度
タイプ	A	B	C	D	E
名　称	車速センサ	車速センサ	車速センサ	車速センサ	車速センサ
方　式	トランスミッション	トランスミッション	トランスミッション	トランスミッション	トランスミッション
分解能	0.4m／パルス	0.4m／パルス	0.4m／パルス	0.4m／パルス	1.6m／パルス
精　度	±３％	±５％	±５％	±５％	±３％
検出タイミング	0.4m毎	0.5sec毎	4m毎	0.1sec毎	0.4m毎

2）方位検出機能

年　次	1年度			2年度	3年度
タイプ	A	B	C	D	E
名　称	地磁気センサ	地磁気センサ	地磁気センサ	地磁気センサ ＋車輪速センサ	地磁気センサ
方　式	フラックス ゲート式	フラックス ゲート式	フラックス ゲート式	フラックスゲート式 ＋後輪回転差	フラックス ゲート式
精　度	2～5％	2％	1～5％	1％	2～5％
更　正	1回転補正	1回転補正	1回転補正	1回転補正	1回転補正
分解能	1°	1°	1°	1°	1°
検出 タイミング	車速パルス 入力毎	0.5sec毎	4m毎	0.1sec毎	車速パルス 入力毎

(3) 位置算定機能

1）算定原理

位置算定には，現在位置に移動方位と移動距離によって算出された移動量を加え座標値を更新する推測航法と，ビーコン通過時に座標を更新する電波航法とを組合せてたものを基準とした。

2）方位の異常値処理方法

第1，3年度：なし

第2年度　　：単位走行距離当たりの左右パルス数差が所定値以上のときを除外する。

年　次	第1年度			第2年度	第3年度
タイプ	A	B	C	D	E
位置検出 タイミング	1.6m毎	0.5sec毎	4m毎	0.1sec毎	1.6m毎

3）路上実験による評価

長距離走行により誤差が累積する。

地磁気環境により誤差を生じやすい。

4）将来的な技術動向

方位と距離からなる軌跡ベクトルを逐次加算していく方法を基本として採用されるが，この方法では，距離精度よりも方位精度及び照合する地図データの精度に大きく依存する。今後，高精度方位検出技術および全国詳細地図データの構築が期待される。

(4) 位置補正機能

第1年度

・タイプA

マニュアル操作のみ

・タイプB

交差点における車両のコーナリング時のコーナリング前後の進行方位と道路リンクの方位とが一致した時に交差点の推定位置に補正する。

この時車両の位置表示も補正位置に修正される。また，補正が出来なければ推測航法による位置算定を継続する。

・タイプC

マニュアル操作のみ

第2年度

・タイプD

所定距離走行毎に，近傍道路リンクとの間で，車両方位とリンク方位の一致度及び車両位置とリンクまでの距離を判断し，基準値以上の一致度があれば，道路リンク上に車両位置を補正する。車両方位はセンサ方位を継続させる。上記判断結果が，良い一致度を示さない場合，車両位置及び方位はそのままとする。もし，道路上に引き込めたときは，自車位置マークの色を変える。2以上の道路リンクに良い一致度が得られた場合には，複数の道路上に位置候補をたて，そのうちの1つを表示する。

第3年度

・タイプE

現在位置と過去の方位履歴を保持し，一定以上の方位変化があった場合に近傍の道路の屈曲点をサーチしてマッチングさせる。マッチング不可能な場合は，推測航法によって得られた現在位置を表示する。

路上実験による評価

複数の候補を発生させる方が，ミスマッチの発生頻度を低減できたが，碁板目道路の様な場合には，多くの候補が発生し過ぎ，演算処理速度で問題が発生した。

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

大容量の地図データを記憶し，ランダムアクセスが可能な媒体で，車載仕様を満たすものとして，CD－ROMを用いた。

年　次	第1年度			第2年度	第3年度
タイプ	A	B	C	D	E
媒　体	CD−ROM	CD−ROM	HD	CD−ROM	CD−ROM
容　量	540MB	540MB	20MB	540MB	540MB
使用量	520KB	570KB	2MB	2MB	36MB
内　容	地図	地図	地図	地図	地図

2）情報入力機器

各機能の操作は，基本的に操作の誘導・簡略化の為に，タッチＳＷを用いた。また，機能選択には，ワンキーで選択出来る様にハードＳＷを使用。

3）情報処理機器

第１年度

・タイプA

16ビットＣＰＵを用いた専用システム

・タイプB

16ビットＣＰＵを用いた専用システム

・タイプC

16ビットＣＰＵを使用した汎用パソコン

第２年度

・タイプD

32ビットＣＰＵを使用した専用システム

第３年度

・タイプE

表示制御部　　：16ビットＣＰＵを用いた専用システム

ロケーション部：16ビットＣＰＵを用いた専用システム

通信処理部　　：16ビットＣＰＵを使用した汎用パソコン

(6) 情報表示機器，性能と評価

1）情報表示機器

３年度は，簡易ナビゲーションのために，ドライバー専用表示器をメータ内に設け，視認性の向上を図った。今後，表示方法や表示タイミングなどについてさらに検討する必要がある。

年　次	第１年度			第２年度	第３年度	
タ イ プ	A	B	C	D	E	
表示形式	後部座席上	センタコンソール	センタコンソール	センタコンソール	センタコンソール	インパネ内
表示装置	カラーＣＲＴ	カラーＣＲＴ	カラーＣＲＴ	カラーＣＲＴ	カラーＣＲＴ	カラーＬＣＤ
寸　法	12インチ	６インチ	６インチ	６インチ	６インチ	３インチ
解像度	640×400	320×200	640×200	320×200	320×200	
表示色	８色	８色	８色	16色	16色	８色
その他		タッチＳＷ ピー音		タッチＳＷ ピー音		

② 評価及び将来の技術動向

太陽光の下では，コントラスト不十分，表示輝度の向上が必要

搭載性から液晶表示器の登場が望まれている。

表示器の位置によっては，運転中に視線を大きく移動するので危険性有り。

2）地図表示機能

各年度の表示情報内容（種類，色）を示す。

年次		昭和６１年度			昭和６２年度	平成元年度
タイプ		A	B	C	D	E
縮尺(Km)	50.0×40.0	－	○	－	－	－
	25.0×20.0	－	○	－	－	－
	12.4×9.6	－	○	－	－	－
	10.0×9.0	○	－	－	－	○
	10.0×7.2	－	－	○	○	－
	6.2×4.8	－	○	－	－	－
	5.0×4.5	－	－	－	－	○
	5.0×3.6	－	－	－	○	－
	3.2×2.4	－	○	－	－	－
	2.5×2.3	－	－	－	－	○
	2.5×1.8	－	－	－	○	－
	1.3×1.2	－	－	－	－	○
	0.6×0.5	－	－	－	－	○
スクロール（自車位置中心）		○	○	○	○	○
表示内容と表示色	高速道路	緑	赤	黒	明紫	桃
	首都高速	緑	赤	黒	明紫	桃
	国道	白	緑	黒	黄	黄
	主要地方道	白	黄	紫	明緑	黄緑
	都道府県道	紫	黄	紫	明緑	黄緑
	市町村道	赤	黄	紫	明緑	黄緑
	鉄道	黄	黒	黄	暗白	黒
	河川・湖沼	青	青	青		水色
	公園					緑
	行政界					黒
	海	青	青	水		水色
	背景	黒				淡黄緑
	現在位置	橙	黒	赤		赤
	走行軌跡	黒	ピンク	赤		
文字	駅名 施設名称 地名		白		白 水 黒	白 黒
その他記号			ﾏｾﾞﾝﾀ、白、緑黄		白	

(7) 簡易ナビゲーション

1）表示情報内容とその評価

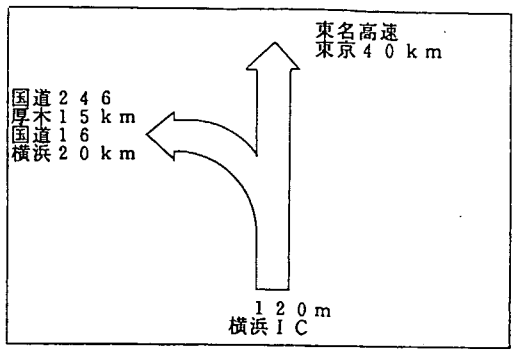
・情報の表示例は下図に示す通り

路線名と矢印は白色，目的地と距離は桃色，交差点と交差点までの距離は水色，背景は青色

2）評価

・メーター内に設置したドライバー専用表示器に表示するため，非常に効果的であった。

但，実際にビーコンの設置位置から交差点までの距離が一致していない箇所があった。



(8) 駐車場情報の情報内容

1）表示内容とその評価

ｉ）駐車場情報の一覧表示

文字を用いて，各駐車場毎に以下の内容を一覧表として表示した。

ａ）空車／混雑／満車の区別

ｂ）収容台数

ｃ）時間当たりの駐車料金

ｄ）時間当たりの追加料金

ｅ）ビーコン設置位置からの距離

ｆ）大型乗用車の駐車可否

ii）地図上の情報表示

アイコンを使って，空車状況を示しつつ，地図に重ねて表示する。

iii）駐車場への経路表示

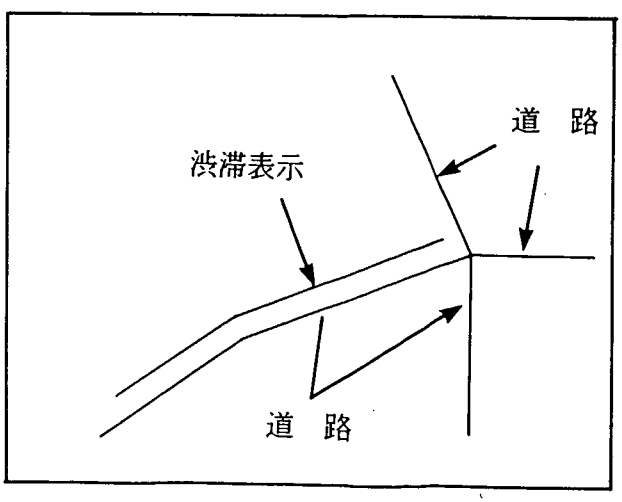
ビーコン設置点から指定駐車場までの経路を地図に重ねて表示する。但，駐車場情報を正常に受信する事が出来ず現場での評価を行う事は出来ていない

(9) 道路交通情報表示機能

② 表示情報内容とその評価

交通渋滞について，渋滞の開始点から最後尾までを道路の進行方向の左側への線分として表示。

高速道路の情報しか得られないのでは，情報不足，一般道の情報が必要。



(10) その他の情報の表示機能

なし

(11) 経路誘導・探索機能

なし

参考

マツダ㈱は,本研究において次の各社と年次毎に共同開発を行いました。従って，報告書では，各メーカとの重複部分が存在しております。

■共同研究メーカー早見表

共同ﾒｰｶｰ　年度	昭和６１年度	昭和６２年度	平成元年度
三洋電機㈱	共同開発	－－－	共同開発
三菱電機㈱	共同開発	共同開発	－－－
日本電気㈱	共同開発	－－－	－－－

16）三洋電気㈱実験車

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

1）各年度の実験目的と機能概要

① 昭和61年度（マツダ㈱と共同）

バンタイプの車両を用いて，現在位置認識に関する基礎技術の確認を行った。

② 昭和62年度

乗用車を用いて，現在位置認識技術と情報ビーコンからの各種交通情報の処理の認識を行った。

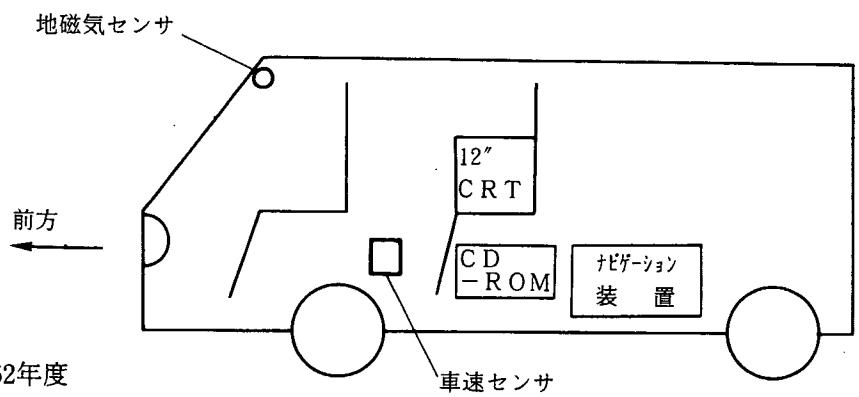
③ 平成元年度（マツダ㈱と共同）

昭和62年と同様に乗用車を用い，個別通信に関する機能を中心に実験を行った。

2）実験車の使用機器と車載機器の概要

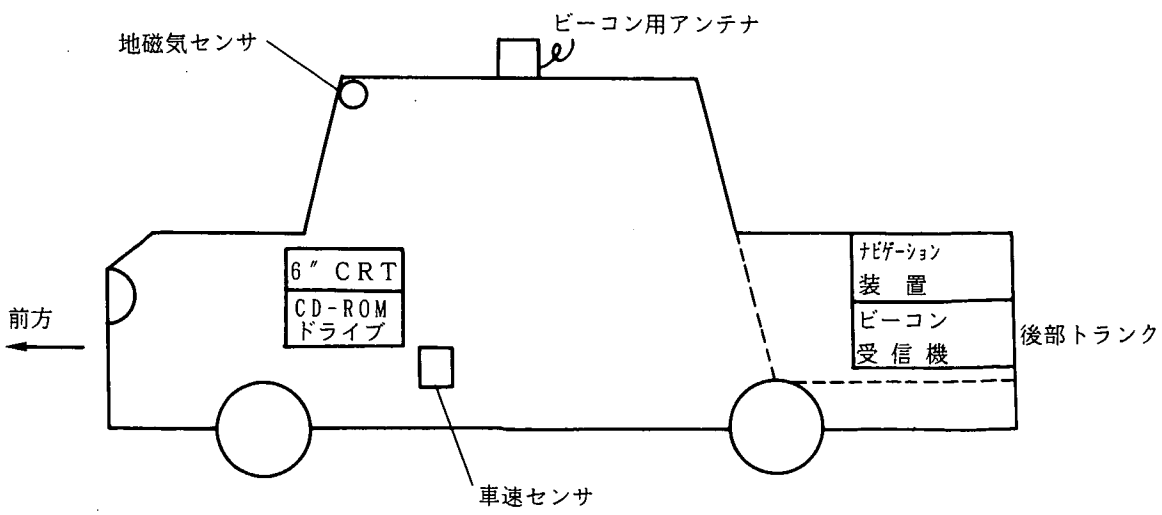
① 昭和61年度

地磁気センサと車速センサを用いての推測航法による現在位置認識技術の確認を目的とした。機器配置については特に考慮しなかった。



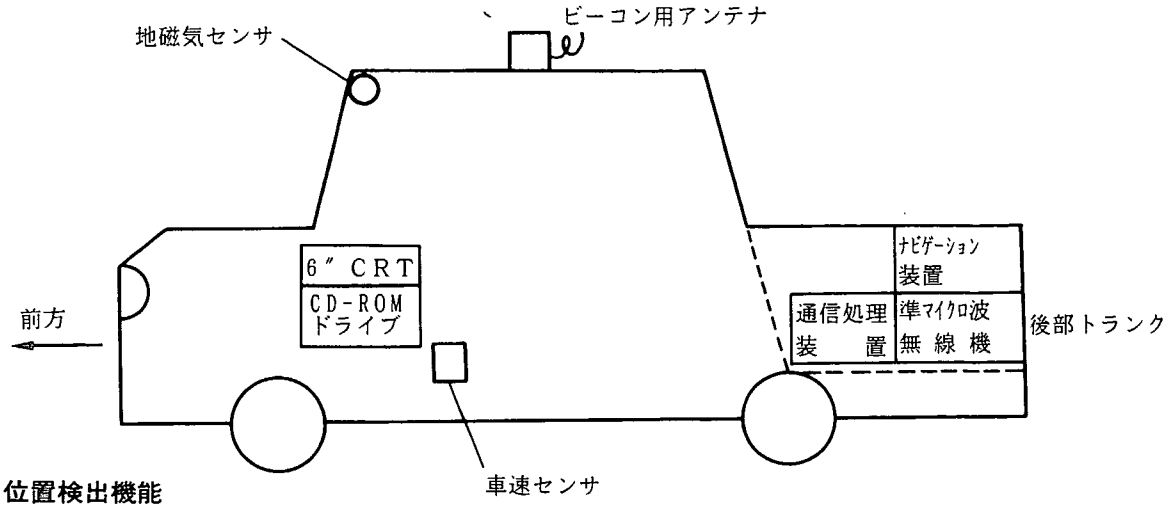
② 昭和62年度

現在位置認識にマップマッチング機能を付加した場合の認識精度の向上の確認及び情報ビーコンからの各種交通情報の処理状況の確認を目的とした。機器の選択・配置については，前部座席（運転席及び助手席）で情報読み取り，操作が可能



③ 平成元年度

準マイクロ波ビーコンを利用しての双方向通信の有効性の確認を目的とした。機器の選択・配置については，個別通信機能の操作はナビゲーション画面で行えるように考え，交差点の行先・形状の表示は運転者が視点の大きな移動を行わなくても確認できるように考慮した。



(2) 位置検出機能

各年度とも方位センサとして地磁気センサ，距離センサとして車速センサを使用した。

1）距離検出機能

		昭和６１年度	昭和６２年度	平成元年度
距離検出機器	名称	車速センサ	車速センサ	車速センサ
	方式	トランスミッション部から検出	トランスミッション部から検出	トランスミッション部から検出
	分解能	０．４ｍ単位	１．６ｍ単位	１．６ｍ単位
	精度	誤差±３％	誤差±３％	誤差±３％
	較正	――	――	――
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	０．４ｍ毎	１．６ｍ毎	１．６ｍ毎

将来的には，車速センサより精度のよい，車輪速センサを使用する。但し，検出精度より，地図の道路データと実際の距離との差のほうが問題と考えられる。

2）方位検出機能

		昭和６１年度	昭和６２年度	平成元年度
方位検出機器	名称	地磁気センサ	地磁気センサ	地磁気センサ
	方式	フラックスゲート型	フラックスゲート型	フラックスゲート型
	分解能	±１度	±１度	±１度
	精度	２～５％	２～５％	２～５％
	較正	自動較正機能なし	自動較正機能なし	自動較正機能なし
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	車速パルス入力毎	車速パルス入力毎	車速パルス入力毎

将来的には，補助センサとして，例えば車輪速センサを使用する。

(3) 位置算定機能

1）算定原理，算定タイミング

初期位置に移動方位と移動距離によって算出された移動量を加える，いわゆる推測航法。

	昭和６１年度	昭和６２年度	平成元年度
算定タイミング	０．４ｍ毎	１．６ｍ毎	１．６ｍ毎

2）方位の異常値処理方法

自動による処理は特になく，異常が判明すればセンサの補正を行う。

3）路上実験による評価

市街地，特に鉄道併走（地下鉄を含む）区間では誤差が多い。

4）将来的な技術動向

ＧＰＳ等の絶対位置の認識できる装置の利用，位置ビーコンの設置

(4) 位置補正機能

昭和61年度は位置ビーコンのみによる補正を行い，マップマッチングは採用していない。昭和62年度と平成元年度はマップマッチングも採用した。

1）位置補正方法

現在位置と，過去の方位の履歴を保持し，一定以上の方位変化があった場合に近接の道路の屈曲点をサーチしてマッチングさせる。

マッチング不可能な場合は，推測航法によって得られた現在位置を表示する。

2）路上実験による評価

長距離走行においては，マップマッチングによる位置精度の向上が認められた。

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

① 収納媒体及び機能

地図情報の収納のためＣＤ－ＲＯＭを使用した。ＣＤ－ＲＯＭは大容量で，ナビゲーション用の各種情報の格納には最適であると考えられる。車載用のためアクセススピードは0.5秒程度

		昭和６１年度	昭和６２年度	平成元年度
情報収納媒体	名称	ＣＤ－ＲＯＭ	ＣＤ－ＲＯＭ	ＣＤ－ＲＯＭ
	容量	５４０Ｍbyte	５４０Ｍbyte	５４０Ｍbyte
	使用量	５２０Ｋbyte	３６Ｍbyte	３６Ｍbyte
	内容	地図(東京地区)	地図(京浜地区)	地図(京浜地区)

② 評価及び将来的な技術動向

ＣＤ－ＲＯＭは再生専用であるが，情報の記録できるタイプの光ディスクの使用も考えられる。

③ 耐環境性

機能の省略等はなし。

2）情報入力機器

① 入力機器

ｉ）昭和61年度

機能も少なく，現在位置修正等が可能であればよいためテンキーを使用した。

ii）昭和62年度

機能が増え，操作スイッチの配置場所として適当なところがなかったため，赤外線リモコンを使用した。

iii）平成元年度

多くの機能を限られたスイッチで操作できるよう画面対応スイッチを使用した。

② 評価と将来の技術動向

機能が増えると単純にスイッチも増加するという方法ではだめである。かといって，1つのスイッチに多くの機能を持たせるのも良くない。その点では平成元年度に使用したスイッチに改良を加える方式が期待できる。

3）情報処理機器

① ＣＰＵの種類

ｉ）昭和61年度

16ビットＣＰＵを用いた専用システム

ii）昭和62年度

16ビットＣＰＵを用いた専用システム

iii）平成元年度

表示制御部　　：16ビットＣＰＵを用いた専用システム

ロケーション部：16ビットＣＰＵを用いた専用システム

通信処理部　　：16ビットＣＰＵを使用した汎用パソコン

(6) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

	昭和６１年度	昭和６２年度	平成元年度	
取りつけ位置	後部座席	ｾﾝﾀｺﾝｿｰﾙ	ｾﾝﾀｺﾝｿｰﾙ	前部メータ内
表示装置	カラーＣＲＴ	カラーＣＲＴ	カラーＣＲＴ	カラーＬＣＤ
寸法	１２インチ	６インチ	６インチ	３インチ
解像度	６４０×４００	３２０×２００	３２０×２００	不明
表示色	８色	１６色	１６色	１６色

将来としては，ＣＲＴでは取り付け場所が制限されるため，軽量，薄型の液晶表示装置が望まれる。

2）地図表示機能

各年度の表示情報内容及び表示機能を次のページに示す。

路上実験による評価では，道路がはっきりわかるような色配置が必要である。

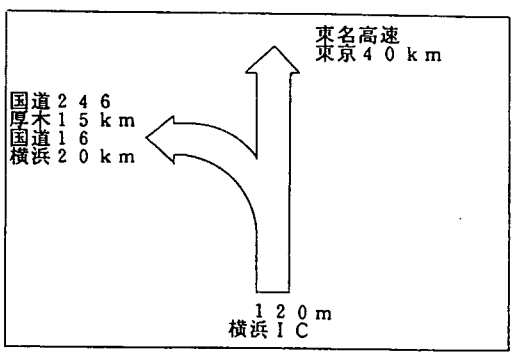
(7) 簡易ナビゲーション機能

1）表示情報内容とその評価

・情報の表示内容は下図に示す通り

路線名と矢印は白色，目的地と距離は桃色，交差点名と交差点までの距離は水色，背景は青色。

・実際にビーコンが設置されている地点から交差点までの距離が一致していない場所があった。



情報内容			昭和61年度	昭和62年度	平成元年度
縮尺	10km×9km		○	−	○
	7km×4km		−	○	−
	5km×4.5km		−	−	○
	3.5km×2km		−	○	−
	2.5km×2.3km		−	−	○
	1.8km×1km		−	○	−
	1.3km×1.2km		−	−	○
	0.6km×0.5km		−	−	−
スクロール			−	○	○
表示内容と表示色	道路種別	高速道路	緑	赤	桃
		首都高速	緑	赤	桃
		国道	白	黄	黄
		主要地方道	白	青	黄緑
		都道府県道	紫	青	黄緑
		市町村道	赤	青	黄緑
	鉄道		黄	白	黒
	河川・湖沼・海		青	水色	水色
	公園		(表示せず)	緑	緑
	行政界		(表示せず)	茶	黒
	背景色		黒	うす茶色	淡黄緑
	文字	駅名	(表示せず)	紫	白
		施設名称	(表示せず)	淡白色	
		地名	(表示せず)	白	黒
	自車位置		橙	赤茶色	赤
	通過経路		(表示せず)	黒	(表示せず)
	その他記号		(表示せず)	紫	(表示せず)

地図の表示情報内容

(8) 駐車場情報の情報内容

1) 表示情報内容とその評価

i) 駐車場情報の一覧表示

文字をもちいて，各駐車場ごとに以下の内容を一覧表として表示した。

a) 空車／混雑／満車の別

b) 収容台数

c) 時間当たりの駐車料金

d) 時間当たりの追加料金

e）ビーコン設置点からの距離

f）大型乗用車の駐車可否

ii）地図上の情報表示

アイコンを使って，空車状況を示しつつ，地図に重ねて表示する。

iii）駐車場への経路表示

ビーコン設置点から指定駐車場までの経路を地図に重ねて表示する。

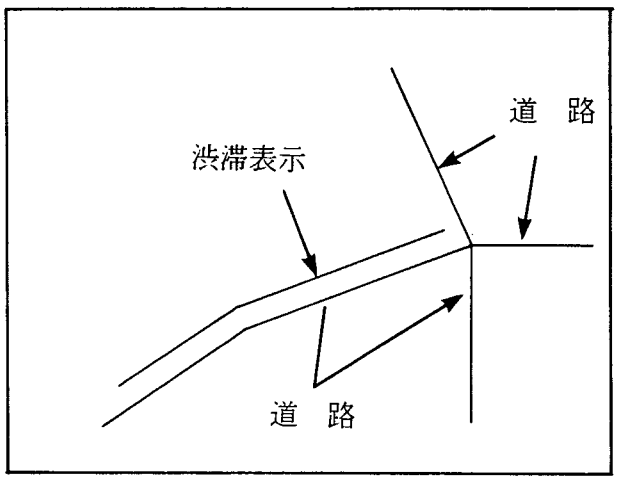
駐車場情報を正常に受信する事ができず現場での評価はしていない。

(9) 道路交通情報表示機能

1）表示情報内容とその評価

交通渋滞について，渋滞の開始点から最後尾までを道路の進行方向の左側への線分として表示。

高速道路の情報しか得られないのでは情報不足，一般道の情報が必要。



(10) その他の情報の表示機能

機能なし

(11) 経路誘導・探索機能

機能なし

17) 三菱電機㈱実験車

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

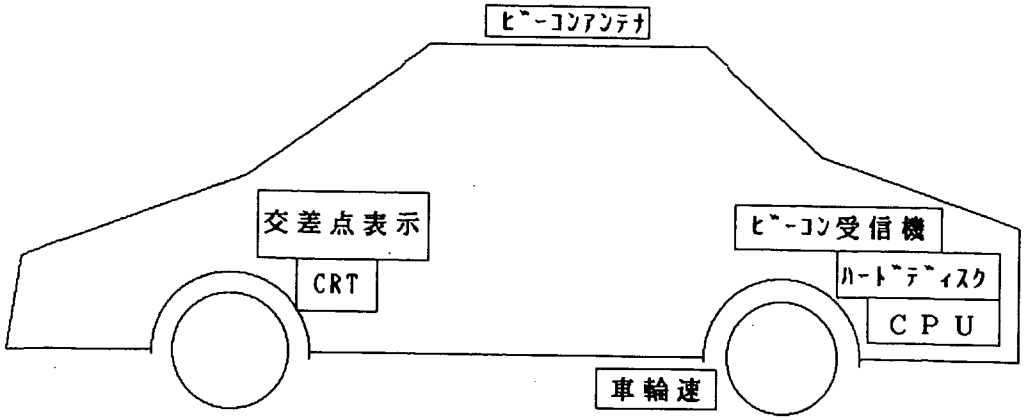
1) 各年度の実験目的と機能概要

	使用車両	使用機器形式	主要機能
61年度	シグマ・ハードトップ	ﾛｹｰｼｮﾝ：16bit ﾎﾞｰﾄﾞｺﾝﾋﾟｭｰﾀ 地図表示：16bit ﾊﾟｿｺﾝ 経路誘導表示：ﾄﾞｯﾄﾏﾄﾘｯｸｽＬＣＤ 方位センサ：車輪速センサ 地図データ：ﾊｰﾄﾞﾃﾞｨｽｸ ﾋﾞｰｺﾝ受信機：8bitﾏｲｺﾝ	・ﾋﾞｰｺﾝによる位置補正 ・地図拡大／縮小 ・主要交差点名、交差点形状、右左折指示 ・ﾏｯﾌﾟﾏｯﾁﾝｸﾞ
	ビーコンによる絶対位置補正の効果を確認することを目的に、パソコンベースで機能モデルを試作した。尚、OECD視察団向けデモ（62/6）にマップマッチングと経路誘導表示を追加した。		
62年度	ルーチェ	ﾛｹｰｼｮﾝ：16bit ﾎﾞｰﾄﾞｺﾝﾋﾟｭｰﾀ 地図表示：32bit ＧＳＰ 方位センサ：地磁気センサ＋車輪速センサ 地図データ：CD-ROM及びEPROM ﾋﾞｰｺﾝ受信機：8bitﾏｲｺﾝ	・ﾏｯﾌﾟﾏｯﾁﾝｸﾞ ・ﾋﾞｰｺﾝによる位置補正 ・地図拡大／縮小 ・地図自動スクロール ・目的地表示
	マツダ㈱殿との共同で公開実験に参加。 地図表示、マップマッチングとも実用レベルに近い仕上げとした。		
63年度	不参加		

2) 実験車の使用機器と車載機器の概要

	項目	使用機器	目的及び内容
61年度	車両	シグマ ハードトップ	トランクスルーの実験車はトランク内搭載機器の保守管理が容易である。
	表示	12インチＣＲＴ	視認性と試作容易性からパソコン用ＣＲＴをセンターコンソール部にビルトインした。
		経路誘導用ＬＣＤ	運転者が見やすい位置に別置きのカラーＬＣＤを設置し次の交差点形状、交差点名、右左折指示を表示した。
	ＣＰＵ	16bitﾊﾟｿｺﾝ及び 16bitﾎﾞｰﾄﾞｺﾝﾋﾟｭｰﾀ	試作容易性から表示部には市販パソコンを流用した。しかしロケーション部にはセンサとの専用インタフェースの必要性からボードコンピュータを使用した。
62年度	車両	ルーチェ	マツダ㈱殿との共同参加
	表示	６インチＣＲＴ	実用レベルに近ずけるため
	ＣＰＵ	32bitＧＳＰ及び 16bitﾎﾞｰﾄﾞｺﾝﾋﾟｭｰﾀ	ＧＳＰ（Graphic System Processor）による高機能表示（高速描画、スムーススクロール等）

以後，61年度の実験車についてのみ記述します。62年度分については，マツダ㈱殿と連名で提出致します。



図－1　機器配置図

(2)　位置検出機能

1）距離検出機能

		第　1　年　度	第2年度以降
距離検出機器	名称	車輪回転センサ	単独では不参加
	方式	ＡＢＳロータの回転をピックアップ	
	分解能	約40mm／パルス　タイヤ1回転で49パルス	
	精度	誤差±２％	
	較正	マニュアル（実測値で距離重みを設定）	
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	100ms	

・将来的な技術動向

距離センサとしては，当面車速パルスが主に使用されるであろう。

2）方位検出機能

		第　1　年　度	第2年度以降
方位検出機器	名称	車輪回転センサ	単独では不参加
	方式	ＡＢＳロータの回転をピックアップ	
	分解能	約1.7°／パルス数差	
	精度	誤差±５°	
	較正	マニュアル（実測値で角度重みを設定）	
	検出ﾀｲﾐﾝｸﾞ	100ms	

・将来的な技術動向

地磁気センサは安価な絶対方位センサとして今後も使用されるであろう。しかし車体着磁の影響を補正するための補助センサが付加されて使用されるであろう。補助センサにはジャイロが有望であろう。

(3)　位置算定機能

①　算定原理，算定のタイミング

単位走行距離ごとの軌跡ベクトルをベクトル加算し，所定数加算ごとに座標値を更新する。

スタート方位は道路リンク方位とする。

ビーコン受信時は即座に位置補正する。

② 方位の異常値処理方法

単位走行距離当たりの左右パルス数差が所定値以上のときを除外する。

	第1年度	第2年度以降
位置算定タイミング	100ms	単独では不参加

③ 路上実験による評価

車輪速センサのみによる方位決定はゆるいコーナが不得意であった。

④ 将来的な技術動向

方位と距離からなる軌跡ベクトルを逐次加算していく方法は今後も基本原理として，採用されるであろう。この原理に基づく位置精度は距離精度よりも方位精度に大きく依存するため，高精度の，方位検出技術が待望される。

(4) 位置補正機能（マップマッチング）

① 位置補正方法

所定距離走行ごとに，近傍道路リンクとの間で，車両方位とリンク方位の一致度及び車両位置とリンクまでの距離を判定し，基準値以上の一致度があれば，道路リンク上に車両位置を補正し，かつ車両方位をリンク方位とする。

上記判定結果が，良い一致度を示さない場合，車両位置及び車両方位はそのままとする。

② 路上実験による評価

道路データのリンク方位精度に強く依存するため，コーナリング時にミスマッチすることがある。

③ 将来的な技術動向

全国レベルでの詳細なディジタル道路地図が整備されつつあり，このデータベースを利用したマップマッチング技術は，位置補正技術の主流となるであろう。

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

① 収納媒体及び機能

地図データはハードディスク（容量20メガバイト）に収納し，システム起動時にはパソコン内及びボードコンピュータ内のＲＡＭ（容量8メガバイト及び2メガバイト）に転送した。

使用した地図データの総容量は7メガバイトである。

ＲＡＭのアクセスタイムは平均数100nsである。

		第　1　年　度	第2年度以降
情報収納媒体	媒体	5インチハードディスク	単独では不参加
	容量	20Mバイト	
	使用量	7Mバイト	
	内容	地図（京浜地区）	
	備考	RAMに転送して使用	
	機器	20Mハードディスク	

② 評価及び将来的な技術動向

機能モデルということでの評価しかできない。将来的には地図媒体をCD-ROMにすべきであろう。

③ 耐環境性

ハードディスクを振動環境下で使用することは信頼性の点で問題がある。

本試作においてもシステム立ち上げ時にハードディスクからRAMへデータ転送し，走行中はハードディスクの電源をOFFした。

2）情報入力機器

① 入力機器

地図上での自車位置設定や目的地の設定に不可欠なポインティングデバイスとしてトラックボールを採用した。トラックボールは少ない指の動きで，広範囲のエリアを指示できるメリットがある。

② 評価と将来の技術動向

指の動きが少ないとの期待どうりの効果が得られたが，管面を注視する必要があり，走行中にドライバーが操作するには，安全上問題がある。

注視しなくても操作できるか，または殆ど操作しなくても良いシステムが望ましい。

3）情報処理機器

① CPUの種類，機能と評価

地図表示部は16ビットパソコンをロケーション部には汎用16ビットボードコンピュータを使用した。どちらも専用ハードでないため，処理速度，処理機能，等に不十分なものとなった。もちろん，機器サイズも大型となった。

経路誘導用交差点形状表示は専用8ビットマイコンを使用した。

	第1年度			第2年度以降
表示形式	ｾﾝﾀｰｺﾝｿｰﾙ内表示	インスト内表示		単独では不参加
表示装置	カラーCRT	ﾏﾙﾁｶﾗｰLCD	ﾄﾞｯﾄﾏﾄﾘｯｸｽLCD	
寸法	12インチ	110×60mm	100×50mm	
解像度	640×400	立体8方位	32×100ドット	
表示色	8色	3色	1色	

(6) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

① 表示の形式，機能

地図表示　　：12インチパソコン用カラーＣＲＴ,640×400ドット,ドットピッチ0.31㎜,同時８色

交差点形状表示：110×60㎜マルチカラーＬＣＤ，立体８方位表示

交差点名称表示：ドットマトリックスＬＣＤ（32×100ドット），漢字最大６文字表示

② 評価と将来の技術動向

12インチのＣＲＴは地図を大きく表現できるが，センターコンソール部をＣＲＴだけが占有することになり，乗用車用には実用上問題がある。

地図表示部と独立して設けた前方交差点形状表示ＬＣＤは経路誘導表示に役立つものとなった。ただし，立体交差する交差点分岐指示を行うには，より複雑な交差パターンを表現でき，かつ，見やすい表示となる表示デバイスが必要である。

2）地図表示機能

① 表示情報内容

道路の色は極力，市販道路地図に使用されている色を用いた。

② 表示機能

縮尺の種類　　：５種類（１／10万，１／2.5万，１／１万，１／5000，１／2500）

縮尺の切り替え：管面のアイコン（拡大または縮小）をカーソルでヒットし，次に現れた縮尺を示すアイコンで選択する。

表示方向　　：ノースアップ

縮尺と表示内容：拡大図の２種類（１／5000と１／2500）は上表をすべて表示したが，小縮尺図では都道府県道以下，鉄道，河川等を省略した。

		第１年度	第２年度
縮尺	４０km×３０km	○	単独では参加せず
	１０km×８km	○	
	４km×３km	○	
	２km×１．５km	○	
	１km×０．７５km	○	
回転		×	
スクロール		×	
表示内容と表示色	高速道路	水色	
	都市高速道路	水色	
	国道	赤	
	主要地方道	緑	
	都道府県道路	黄	
	細街路	黄	
	鉄道	白	
	河川・湖沼・海	青	
	地名	白	
	現在位置	白点	
	走行軌跡	白	

③ 路上実験による評価

拡大図では道路の幅づけをしたほうが良い。また河川は線画より，面で表現したほうが良い。表示縮尺に対応させて，表示内容を増減したほうが良い。

(7) 簡易ナビゲーション機能

実施せず

(8) 駐車場情報表示

実施せず

(9) 道路交通情報表示機能

実施せず

(10) その他の情報の表示機能

実施せず

(11) 経路誘導・探索機能

1） 経路探索機能

① 経路探索機能の概要と方法

経路探索機能は実施せず。推奨経路は出発前に，管面上で出発地から目的地まで順次マニュアルで道路リンクをヒットして設定する。

② 操作方法

経路設定のアイコンをヒットし，次に出発地から目的地まで順次マニュアルで地図上の道路リンクをヒットする。

③ 表示方法

経路誘導用前方交差点名称，形状，右左折指示を別置きＬＣＤに表示する。

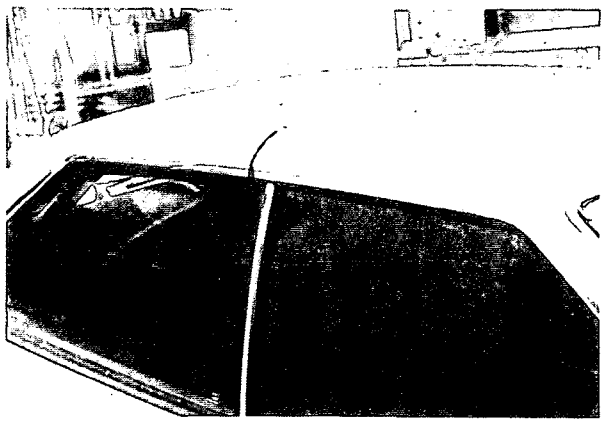
交差点名称は最大6文字の漢字，交差点形状は最大8差路まで，右左折指示は進路方向の交差道路を青色，進行不可の交差道路を赤で示す。

表示出力タイミングは，該当交差点手前150mで表示し，交差点通過後50mで消す。

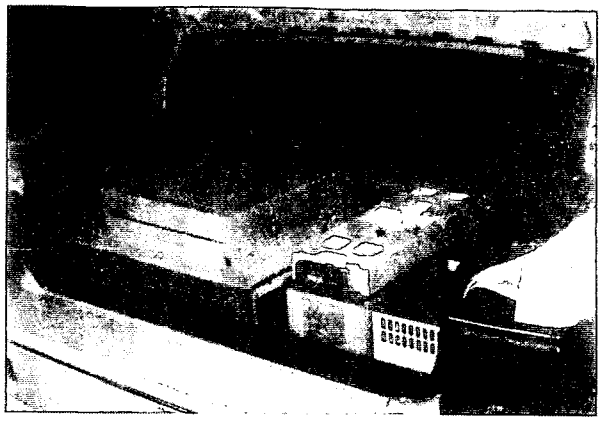
④ 評価と改善方法

交差点に到達するたびに，直進か右左折かを指示してくれるため，道に迷うことが少ない。しかし，いつのタイミングで表示を出せば良いかが検討対象の1つになる。交差点手前何mという固定距離では道路密集地域ではまぎらわしい。

以上



図－2　ビーコン受信アンテナ



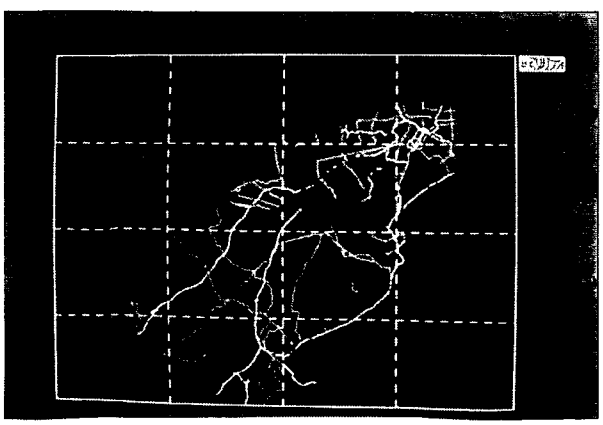
図－3　処理装置



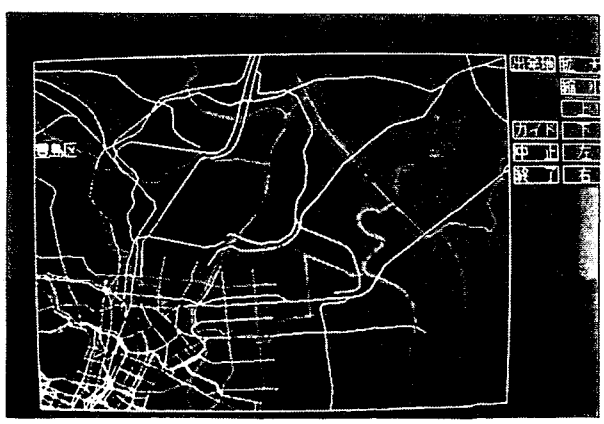
図－4　トラックボール



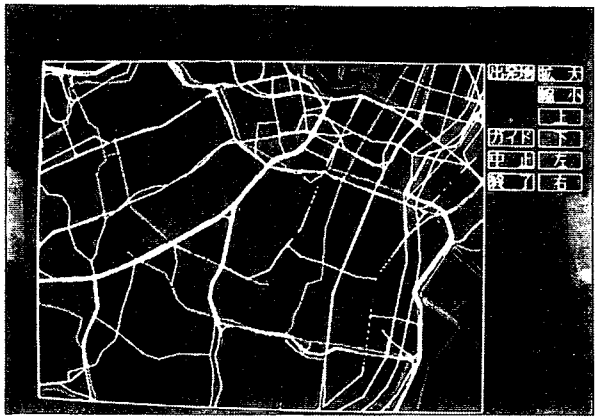
図－5　表示装置



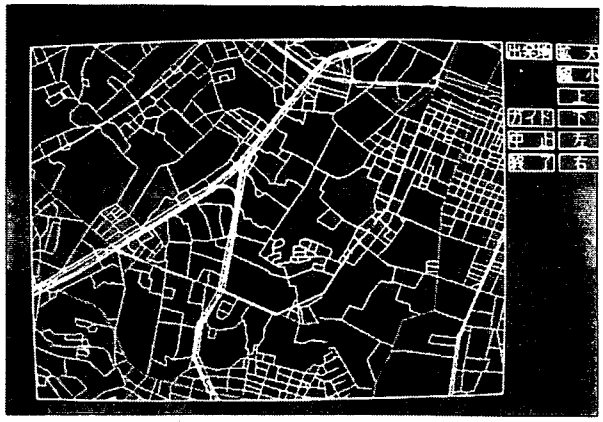
図－6　地図表示例（1／10万）横幅：約40km



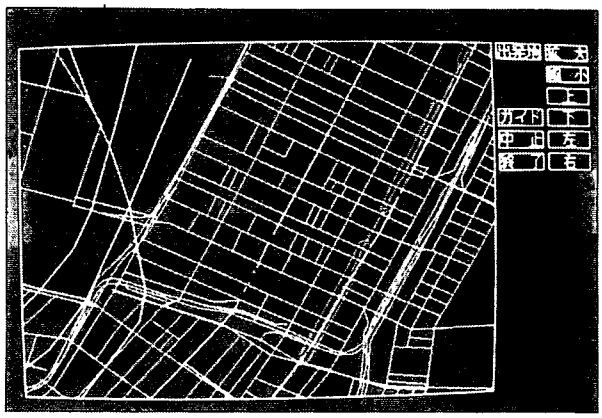
図－7　地図表示例（1／2.5万）横幅：約10km



図－8　地図表示例（1／1万）横幅：約4km



図－9　地図表示例（1／5,000）横幅：約2km



図－10　地図表示例（1／2,500）横幅：約1km

18）矢崎総業㈱実験車

(1) 車載装置の構成・配置と機能概要

1）各年度ごとの実験目的と機能概要

① 昭和61年度

デジタル地図データを利用した自立航法及び位置補正技術の検討

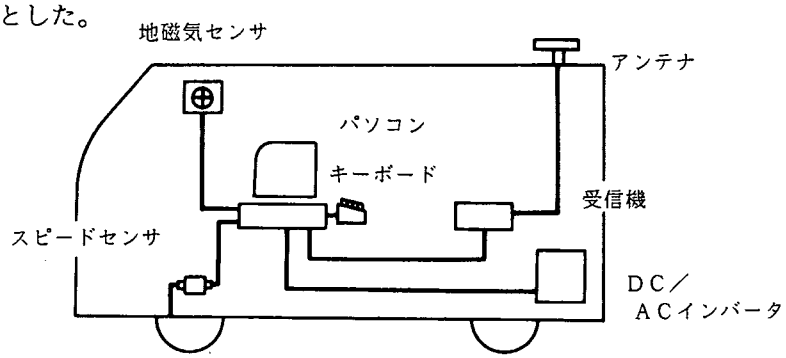
② 昭和62年度，平成元年度

スイッチの操作性，表示画面のデザイン及び視認性の実車評価による検討

2）実験車の使用機器と車載機器の概要

① 昭和61年度

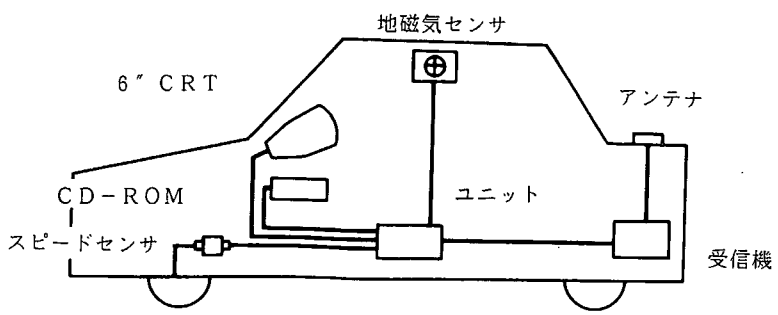
データ収集ならびに演算処理を容易にし，実車走行上の問題点を調査する為にパソコンを使用した。実験車両は，14”モニターを実装でき，測定機器も載せることのできるワンボックスカー（いすゞファーゴ）とした。



図－1

② 昭和62年度

スイッチの操作性，表示画面のデザイン及び視認性等の実車評価をするために，機器を車載型にした。車両は4ドアセダン（三菱デボネア）を使用した。



図－2

③ 平成元年度（第3年度）

ナビゲーションに関しては，昭和62年度と設計思想は同じで，個別通信機能（画像通信，個別メッセージ等）を追加した。（三菱デボネア）

(2) 位置検出機能

1）距離検出機能

ホイールが回転すると電気パルスを発生するスピードセンサを用い，そのパルス数を計測することにより距離演算を行う。

		第1・2・3年度
距離検出機器	名称	スピードセンサ
	方式	トランスミッション部から検出
	分解能	10cm
	精度	誤差 ±1% 以内
	較正	――――――
	検出タイミング	10cm毎

距離演算に関しては，スピードセンサからの情報のみで十分である。又，精度に関しても，方位の誤差に対して無視できる範囲であり，マップマッチング補正等のソフトで較正できる。

2）方位検出機能

地磁気を電気的に検出することにより，方位を算出する。トロイダル状のフェライトコアを用いたフラックスゲート方式で，コアに巻いた一次コイルに励磁電流を磁気飽和するまで流すと，コアの回りに直交するように巻いた2つの検出コイルに，各々鎖交する磁束が発生し，検出コイルにそれぞれ電圧が発生する原理である。

		第1・2・3年度
方位検出機器	名称	地磁気センサ
	方式	フラックスゲート型
	精度	±10° 以内
	較正	1回転補正
	分解能	1°
	検出タイミング	

他のセンサ，例えば，差動オドメータや，レートセンサを用いて方位を検出することも考えられるが，各々，一長一短があり，現状では地磁気センサのみを使用している。今後は，複数のセンサを用いた方位検出の最適化を考えていきたい。

(3) 位置算定機能

1）算定原理，算定のタイミング

車両が一定時間に進んだ距離と，この間の方位を平均した値のベクトルを，検出前の位置に，ベクトル加算して現在位置を算定する。

	第1・2年度	第3年度
位置算定タイミング	一定時間	１００ｍＳ以内

2）方位の異常値処理方法

突発的な異常値に関しては，一定時間内の方位を平均することで較正できる。（全くの異常値は無視する）しかし，踏切等の強磁界内を通過すると車体が着磁し，地磁気センサの初期特性と異なってしまう。このような時には，異常補正処理をドライバーに要求する。

3）路上実験における評価

地磁気は，地域によってばらつきが大きい。しかも，下記の要因で地磁気の乱れを生ずる。したがって，地磁気センサと距離での演算だけで，現在地を算定するには精度的に限界がある。

・地下鉄の影響。　・トンネルの影響。　・トラックなどの並行走行。

4）将来的な技術動向

突発的な方位の異常値に関しては，異常値除去，平均化等で対処できる。しかし，踏切等による車両の着磁のような地磁気センサの特性がかわる現象に対しては，走行中に自動的にセンサーの特性（方位円）をとりなおす。又は，推測できるようにすべきである。その為に，ディジタル地図データ内に収納されている，道路の方位を用いて補正する方法や，実際に車両を一回転しなくても，円の中心，半径を推測することが，今後，プログラムの上で実現されると考えられる。

(4) 位置補正方法（マプマッチング）

1）位置補正方法

第１・３年度は，マップマッチング手法は活用ていない。

ディジタル道路地図内のリンク長，交差点形状のデータを用い，実際の車両が走行した時に得られるリンク内走行距離，走行軌跡と比較して，位置補正を行なう。走行軌跡の顕著な特徴の現れる事象として，交差点の通過があげられ，交差点通過時を主なトリガーとして比較判断する。この時，走行軌跡の交差点形状と類似していたならば，新たなリンクを走行しはじめたと判断し，位置補正を行なう。ディスプレイ上の表示では，交差点毎にマッチングを行うため，リンク走行中は方位誤差が現われ，道路からはずれていくが，交差点で道路上に補正される。

2）路上実験による評価

データベースの交差点形状を参照してマッチングを行なう方法では，データベースにない道路を走行した時，及び，方位誤差等が発生た時，ミスマッチングの可能性が高い（データベースの精度に依存される

3）将来的な技術動向

地点（交差点等）でのマッチングから走行軌跡と道路パターンとの類似比較する方法が主流になると思われる。

(5) 情報処理機器・機能

1）情報収納媒体

① 収納媒体及び機能

描画地図，地図データ，ワーニング音声，その他の情報を収容する為に，大容量のデータを収容可能なＣＤ－ＲＯＭ（540ＭＢｙｔｅ）を使用した。また，アクセスタイムは平均300ｍｓ。

② 評価及び将来的な技術動向

現在，得られる除法収納媒体としては，ＣＤ－ＲＯＭが最も大容量であり，ディジタル地図データを収納するには最適である。しかし，コストとのからみもあり，簡易ナビ等では，今後，大容量のＩＣカードでも十分である。

③ 耐環境性

ＣＤ－ＲＯＭドライバは，実験ではセンターコンソールに収納し，音声用とデータ用の両方で使用した。市街地走行においては，使用上問題はなかった。

		第1年度	第2・3年度
情報収納媒体	媒体	ＦＤ	ＣＤ－ＲＯＭ
	容量	1ＭＢｙｔｅ	540ＭＢｙｔｅ
	使用量	780ＫＢｙｔｅ	50ＭＢｙｔｅ
	内容	地図	地図＋案内情報
	備考		音楽用ＣＤと兼用
	機器	パソコン	ＣＤ－ＲＯＭドライバー

2）情報入力機器

① 入力機器

第１年度はパソコンのキーボードを入力機器として使用し，第２・３年度は，ナビゲーション機能，テレビ，ラジオ，データサービス機能の選択を行うためにＣＲＴ下部に取り付けられた固定スイッチを用いる。各機能内での選択は，スイッチ数の減少，操作の容易性を考慮して，タッチパネルを採用し，操作を瞬時にわかるようデザインされたＣＲＴ上を触わることで行う。

② 評価と将来の技術動向

走行時の安全性を確保する為，マンマシンを考慮した，入力方法，入力ソフトを開発する必要がある。将来は，安全性，機能性を重視した入力機器が検討されていくものと考えられる。

3）情報処理機器

第１年度　　パソコン（ＰＣ9801）

第２・３年度　汎用　ＣＭＯＳ　16ｂｉｔ　ＣＰＵ

・最小命令実行時間　250ｎＳ

・動作温度　－10℃～70℃

・タイマー／カウンタ　・シリアル制御　・割込み制御　・ＤＭＡ制御　ユニット内蔵

(6) 情報表示機器・機能

1）情報表示機器

① 表示の形式・機能

	第1年度	第2・3年度
表示装置	カラーCRT	カラーCRT
表示位置	後部座席前	計器パネル左
寸法	14インチ	6インチ
解像度	640×400	256×192
表示色	8色	8色
その他の表示	ブザー音	音声合成表示

② 評価及び将来の技術動向

ＣＲＴの低消費電力化，使用温度範囲の拡大，奥行縮小が今後の課題。高解像度カラーＬＣＤ等のフラット型表示機器が標準になっていくものと思われる。

2）地図表示機能

① 表示情報内容

地図の見易さを考え，市販の道路地図と同様の配色とした。

② 縮尺は，1／10万，1／2万5千，1／5千，1／2千5百　の順次切替え可能で，地図は全てノースアップ表示とした。

1／10万の地図では，高速道路，国道程度の道路データと水系データを表示し，

1／2万5千の地図では，県道以上の道路と水系データ，

1／5千の地図では，細街路以外の道路網と水系データ，

1／2千5百の地図では，細街路を含めた道路網と水系データ，施設形状データを指示した。

(7) 簡易ナビゲーション機能

末実施

(8) 駐車場情報表示

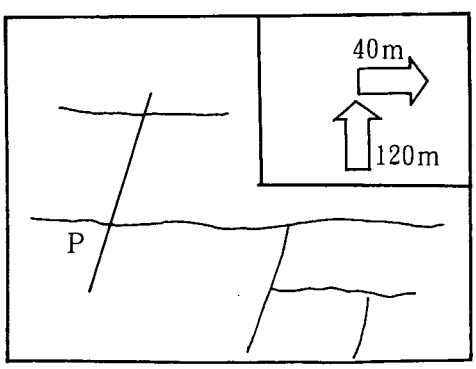
1）表示情報内容，表示方法とその評価

第2年度

地図上に満空状況を表示した。

第3年度

情報受信時に音声にて指示し，地図上に簡易誘導（距離と方向（矢印））画面を表示する。また別途駐車場の収容台数，満空状況も表示した。



図－3

(9) 道路交通情報表示機能

1）表示情報内容，表示方法とその評価

第２・３年度

情報受信時に音声指示するとともに地図上に渋滞箇所をマーキングする。

(10) その他の情報の表示機能

① 表示情報内容

第２・３年度

・都内のホテルの住所，料金等を表示する。

・車検内容，ディーラーの住所，電話番号等。

		第１年度	第２・３年度
縮尺	１／１０万	○	○
	１／２．５万	○	○
	１／０．５万	○	○
	１／０．２５万	○	○
回転		×	×
スクロール		×	×
ウインドウ		○	×
表示内容と表示色	高速道路	紫	紫
	国道	赤	赤
	主要地方道路	緑	緑
	都道府県道路	緑	緑
	細街路	黄	黄
	鉄道	×	×
	河川・湖沼・海	青	青
	地名	黒	黒
	現在位置	赤丸	赤矢印
	走行軌跡	太赤	太赤

(11) 経路探索・誘導機能

1）経路探索機能

① 経路探索機能の概要と方法

同一２次メッシュ内において通行可能な道で，最短経路を探索する。走行中に探索する事ができる為，渋滞情報を受信時に迂回路を自動的に探索できる。用いる情報としては，道路リンクデータ内のノード番号，リンク長，ノードファイル内のノード位置，交差点形状等である。

② 操作方法

第2年度

探索専用の画面にて交差点名を選択することにより探索する。

第3年度

目的地を1／5千の地図にて，タッチパネルで任意に入力設定することにより探索する。

③ 評価と改善方法

現状のアルゴリズムでは，2次メッシュを越して探索すると，情報処理量が増大し，メモリが足りなくなる，時間がかかる等の理由で，2次メッシュ内での探索機能としている。今後は，ディジタル地図データの使用方法も含めて，最適なアルゴリズムへの改善が必要である。又，最短距離での探索であるが，今後は，ディジタル地図データ道路リンク内の旅行時間を用いた探索や，有料道路を使わない探索であるとか，ドライバーが求める状況での経路探索にまで，機能拡大する必要がある。

2）経路表示機能

第2年度

探索表示専用画面にて経路を赤色表示する。

第3年度

経路データは1／2千5百単位を保有（誘導使用可能）しているが，表示は，経路全体を把握する為に1／2万5千の地図にて経路を黒色表示し，通過交差点も黒色にマーキングしている。

3）経路誘導機能

未実施