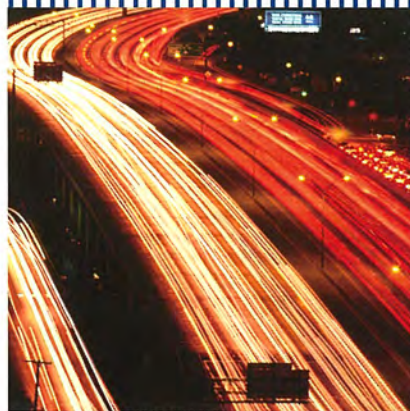
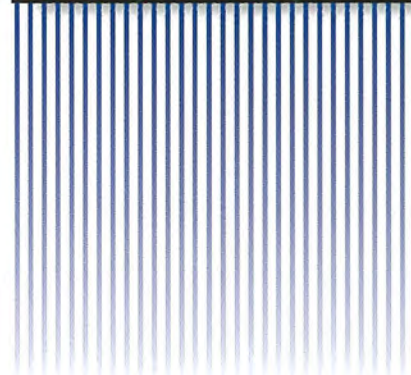


MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.78 No.9

2004 9

特集「クルマ社会をささえる先進技術」



目次

特集「クルマ社会をささえる先進技術」

クルマ社会をささえる先進技術特集に寄せて 1 近藤隆彦
自動車機器技術の動向と将来展望 2 尾崎 稔
トランスミッション内蔵型IPUの開発・量産化 7 赤澤彰則・道中拓也・松田健二・山田 晃・上貝康己
ブラシレスEPSシステム 11 児玉誠樹・堤 和道・松下正樹・中野正嗣
二輪車用エンジンマネジメントシステム 15 福井 渉・畑 利明・奥田浩司
FM帯域における エンジンコントロールユニットのEMI解析 19 白木康博・田邊信二・渡辺哲司・中本勝也
エンジン制御用センサの小型化 23 中村洋志・樽谷公昭・谷本考司
DCモータ駆動式EGRバルブとその制御 27 三好帥男・新家一彰・川村 敏
車載品の検査装置と検査システム 31 坪井 隆・佐々木 誠・前田文彦
UWBマイクロ波レーダ 35 小玉勝久・小野政好・松岡克治
マルチアプリケーションを実現するDSRC応用車載器 39 岡 賢一郎・西脇剛史・毛利徳彦・伊川雅彦・津田喜秋
スマートエントリーシステムにおける LF, UHF電磁場解析 43 依田 潔・菅原賢悟・白木康博・田邊信二・山本博明
車載ITのデザイン提案“OMNICAR” 47 岡田詩門・河原健太
カーナビゲーションシステムの音声インタフェース —現状と将来展望— 51 岩崎知弘・小坂 真・難波利行・成田知宏
“VICTORIA”を利用したカーナビゲーションシステム 56 橋本浩二・浅井陽介
カーナビゲーションシステムにおけるブラウジング技術 60 西川正治・佐々木幹郎・前田淳志
後席エンタテインメントシステム向け 車載用インダッシュ6枚DVDチェンジャメカ 64 白幡 啓・葛生 孝
インフォテイメントシステムへの光通信 (MOSTバス)の導入と展開 68 安ノ井 弘・越谷敏基・船場裕次
各国の移動体向けデジタル放送の動向 71 瓜生和也・宮下賢二・竹内 満

Advanced technologies for Automobile and Society

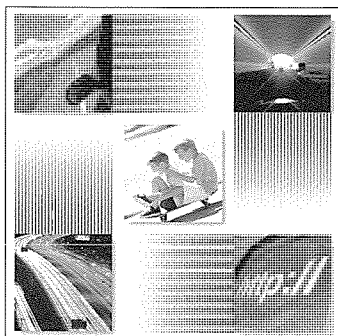
The Contribution to the Special Issue on Advanced Technologies for Automobile and Society <i>Takahiko Kondo</i>
Engineering Trends and Prospective Stories in Automotive Equipment <i>Minoru Ozaki</i>
Development of Transmission built-in type IPU <i>Akinori Akazawa, Takuya Michinaka, Kenji Matsuda, Akira Yamada, Yasumi Ueagai</i>
Brushless EPS System <i>Seiki Kodama, Kazumichi Tsutsumi, Masaki Matsushita, Masatsugu Nakano</i>
Engine Management System for Motor Cycle <i>Wataru Fukui, Toshiaki Hata, Hiroshi Okuda</i>
EMI Analysis for Engine Control Unit at FM Band <i>Yasuhiro Shiraki, Shinji Tanabe, Tetsushi Watanabe, Katsuya Nakamoto</i>
Miniaturization of Sensor for Engine Control System <i>Hiroshi Nakamura, Masaaki Taruya, Kouji Tanimoto</i>
EGR Valve Driven by DC Motor, and Control <i>Sotsuo Miyoshi, Kazuaki Shinya, Satoshi Kawamura</i>
Automotive Inspection Instrumentation and Inspection System Technology <i>Takashi Tsuboi, Shu Sasaki, Fumihiko Maeda</i>
UWB Microwave Radar <i>Katsuhisa Kodama, Masayoshi Ono, Katsuji Matsuoka</i>
DSRC Onboard Equipments for Multiple Applications <i>Kenichiro Oka, Takeshi Nishiwaki, Norihiko Mouri, Masahiko Ikawa, Yoshiaki Tsuda</i>
LF and UHF Electromagnetic Field Analysis for Smart Entry System <i>Kiyoshi Yoda, Kengo Sugahara, Yasuhiro Shiraki, Shinji Tanabe, Hiroaki Yamamoto</i>
In-Vehicle IT Design “OMNICAR” <i>Shimon Okada, Kenta Kawahara</i>
Voice Interface of Car Navigation System —Current Technologies and Future— <i>Tomohiro Iwasaki, Makoto Kosaka, Toshiyuki Nanba, Tomohiro Narita</i>
Car Navigation System using “VICTORIA” Framework <i>Koji Hashimoto, Yosuke Asai</i>
Internet Browsing Technology for Car Navigation System <i>Masaharu Nishikawa, Mikio Sasaki, Atsushi Maeda</i>
6 Discs 1 DIN Chassis Size DVD Changer Mechanism for Rear Seat Entertainment <i>Kei Shirahata, Takashi Kuzuo</i>
Implementation and Development of Infotainment System of Optical Interface(MOST Bus) <i>Hiromu Annoi, Toshiaki Koshitani, Yuji Funaba</i>
World Trends of Digital Broadcasting for Mobile Reception <i>Kazuya Uryu, Kenji Miyashita, Mitsuru Takeuchi</i>

特許と新案

「ICカードコネクタ」「自動車用超音波物体検知装置」 75
「車両用道路関連情報事前提示装置」 76

スポットライト

ETC車載器



表紙

車文化をはぐくむ先進技術の方向性

全身に風を受け過ぎ行く風景に身を任せる喜びは子供だけの特権ではない。車は1世紀以上にわたってこの喜びを大人にも分け与え続けてきた。

そのような車文化の絶えざる進化を願う気持ちを中央写真でイメージした。周辺の4枚の写真は、時計回りに左上から“環境”“安全”“情報/エンタテインメント”“セキュリティ”と、新しい車文化をはぐくむ先進技術の方向性をイメージしている。

クルマ社会をささえる先進技術特集に寄せて

The Contribution to the Special Issue on Advanced Technologies
for Automobile and Society



近藤隆彦
Takahiko Kondo

19世紀後半にガソリンエンジン車が發明されてから120年近くが経過しようとしている。その間基本的な動作原理は変わることなく、ユーザーにとって優れた移動・運搬の手段として、今や“クルマ”はなくてはならない存在になっている。最初に電気技術が自動車に利用されたのは高電圧による放電点火であり、点火用と照明用の安定した電源としてバッテリーと充電用発電機が搭載され、容易に始動するためのスタータモータが装備されてきた。その後、電装品は次々と自動車に取り入れられてきたが、電気技術は自動車ではまだ補助的な技術であった。自動車は優れたメカニカルな技術と工夫により性能を追求した時代が続いた。

三菱電機は、マイクロコンピュータやICなどの半導体、各種高性能センサや小型軽量のアクチュエータ等の採用などによりエレクトロニクスの技術を積極的に取り入れてきた。電子化の先駆けとなったハイブリッドIC内蔵のACダイナモの開発、その時代の最新技術を随所に取り入れて小型軽量化及び生産性向上を目指したスタータの開発、世界初のカルマン渦式エアフローセンサ、インジェクタ、ワンチップマイクロコンピュータ等数々の新技術を採用した電子燃料噴射システムの開発、理想的なエンジン燃焼システムと言われる筒内噴射システムの世界初の開発、安全面ではABS(Anti-skid Brake System)や乗用車用に初めて実用化したレーザレーダ式車間距離警報システム等の開発、利便性では燃費向上と搭載性に優れた電動パワーステアリングの実用化、GPS(Global Positioning System)付きカーナビゲーション等の運転情報支援機能を提供するための技術開発を行ってきた。このように、当社は世の中に先駆けでエレクトロニクス技術を取り入れ、自動車の先進性に貢献してきた。

現在、販売されている自動車には1台に約40個のマイコンと約60個のモータが使われている。その数は新しい車が出るたびに増え続けており、エレクトロニクスによる制御技術は補助的な立場からクルマになくてはならない存在になってきている。

自動車の技術動向としては、今後も、“環境”“安全/セキュリティ”“情報/エンタテインメント”をキーワードに世の中の先進技術を取り込んで進んでいくと考えている。

“環境”については、コストミニマムでの燃費向上と有害排出ガス低減を図るための最適制御のエンジンマネジメントシステム開発を更に進めていく。また、エンジンとモータによるハイブリッド車が徐々に市場に投入され、ガソリンエンジンの代替としての燃料電池車も有望視されつつあ

り、ハイブリッド車・燃料電池車の主要コンポーネントであるIPU(Intelligent Power Unit)等の開発も進めている。

“安全/セキュリティ”については、予防安全のための前方・後側方障害物検知用ミリ波レーダやマイクロ波レーダ、白線検知カメラの開発、また、セキュリティとして高度な暗号技術と無線通信技術によるキーレスエントリーと盗難防止の電子キーシステムの開発を進め、事故を未然に防ぎ、また、盗難からクルマを守るなど、運転時・駐車時における確かな安心感を提供可能にしていく。

“情報/エンタテインメント”については、インターネットや携帯電話や車内LAN(Local Area Network)の普及で、テレマティクス化が進み、各種情報とシームレスにつながり始め、これまでの閉ざされた空間から、車外とネットワークでつながった空間に変わりつつある。これにより、車内での情報サービスも家庭やオフィスと大差がなくなってきている。カーナビゲーション等で長年培ってきた技術をコアにして、クルマを取り巻く情報通信環境に対応した車載情報プラットフォームの開発を進めている。しかし、クルマでは運転操作をするということから、安全面の問題は無視できない。このため、ヒューマン マシン インタフェースと呼ばれる技術開発が重要になってくる。運転者がストレスを感じることなく単純な操作で欲しい情報を得られる開発を進めている。最も理想的なのは画面を注視せず手も使わない音声操作であり、音声認識の更なる高度化とともに曖昧(あいまい)な表現を理解し、運転者の意図を察知するエージェント技術等も視野に入れて取り組んでいる。ネットワークによって金銭や個人情報をやり取りする場合、その情報を他者から守ることが必要になる。このためのセキュリティ技術は、車載器の通信にとっても重要な技術になる。電子商取引などで本人であることを認証する個人認証技術、通信路上で情報を読み取られないようにするための暗号化技術があり、いずれも今後のネットワーク社会のキーテクノロジーになる。

21世紀のクルマの目指すところは“地球にやさしい、人にやさしい、乗って楽しいクルマ”であり、これからの技術開発には、小型・軽量化技術から電子制御技術は言うに及ばず、通信技術・情報処理技術など多様かつ高度な研究開発が必要となる。当社は、こうした分野での技術開発に優れた実績と能力を持っており、これら技術を活用あるいは統合し、“クルマ社会をささえる先進技術”の開発に果敢に挑戦し、21世紀の新しいクルマ文化をはぐくむことにより、社会の発展に貢献していきたいと考えている。



尾崎 稔*

自動車機器技術の動向と将来展望

Engineering Trends and Prospective Stories in Automotive Equipment

Minoru Ozaki

要 旨

クルマ社会は、“特段の労力を必要とせず個人の意志で高速移動できる”利便さを享受している。この利便さを後戻りさせずに、“環境問題、交通安全問題の解決”と“更なる生活の質の向上”の達成が求められている。

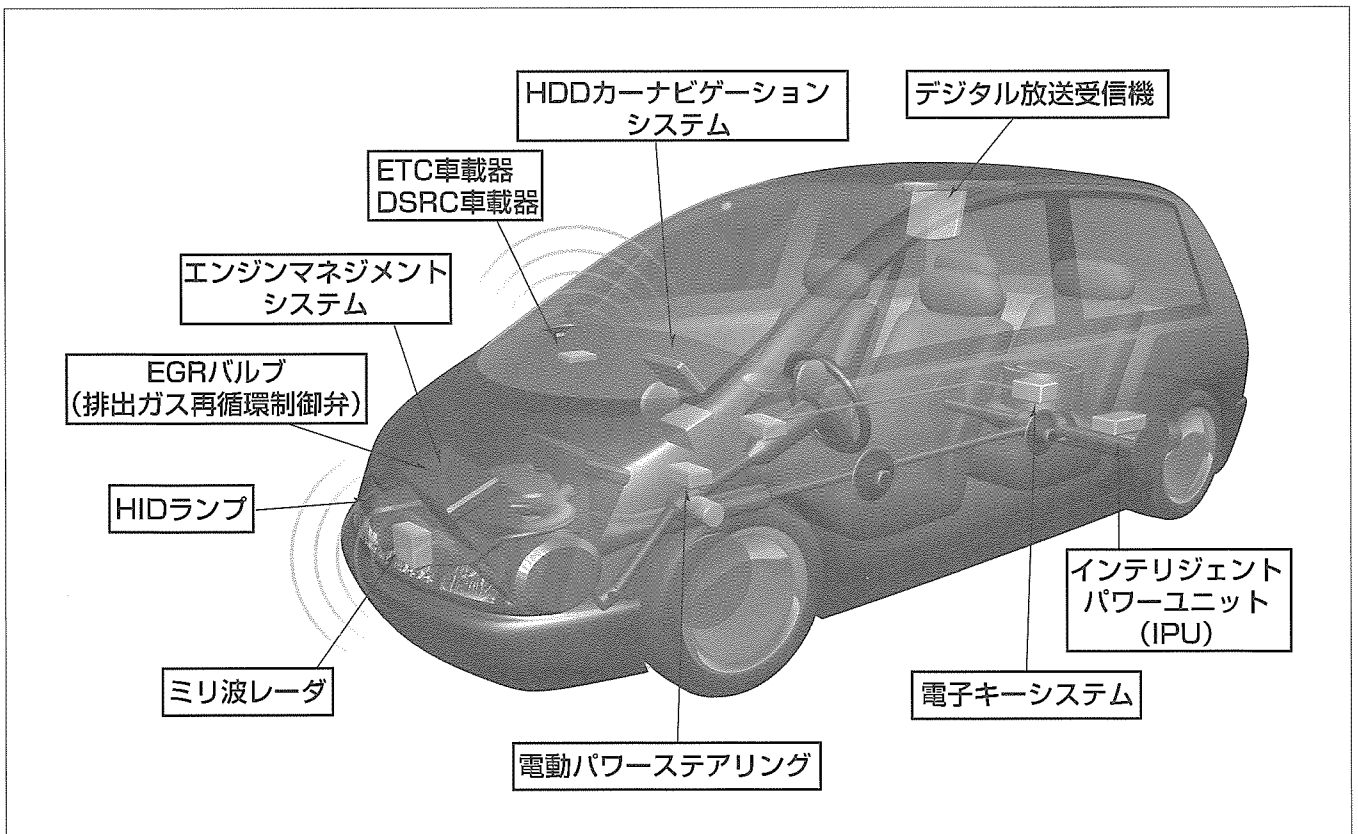
環境対策面では、効率、エネルギー密度の視点から、エンジンシステムの燃費向上と有害排出ガス低減の改良開発及びハイブリッド方式など新技術の導入が今後も進められる。

交通安全面では、救急体制の整備、事故解析や安全教育の面など総合的な取り組みが必要だが、クルマとしては、衝突時の被害を軽くする安全装備と、不注意や運転未熟による事故を未然に防ぐ予防安全装備が求められる。周辺監視センサの開発と運転負荷軽減をねらった予防安全機能の

開発が進められている。車両盗難や車上荒らし対策として、電子キーシステムなど物理セキュリティ機能の充実が進んでいる。

カーナビゲーションは、オーディオ・ビデオ機能の取り込みも含め高機能化が進んだが、今後は、装備された機能をだれでも容易に使えることが技術開発のテーマとなる。音声インタフェース技術、エージェント技術の一層の高度化が進む。テレマティクスサービスは、多機種対応や新サービスの追加拡張機能が必要となり、アプリケーションのダウンロードの可能なJava^(注1)技術の採用が進む。また、走行中DVD(Digital Versatile Disk)並みの画質でTV映像を視聴できるデジタル放送の車載受信に期待が高まっている。

(注1) Javaは、米国Sun Microsystems Inc.の登録商標である。



クルマ社会を支える先進技術

三菱電機は、“環境”“安全”“セキュリティ”“情報・エンタテインメント”の切り口で、革新的な製品作りを目指している。

1. ま え が き

クルマは、“一個人のために、1,000kg以上の物体を時速100kmで移動させる、非効率かつ危険な装置”との負の側面を持つが、我々は“特段の労力を必要とせず個人の意志で高速移動できる”利便さを享受している。クルマ社会は、この利便さを後戻りさせずに、“環境問題、交通安全問題の解決”と“更なる生活の質の向上”の両面を求め続けている。自動車メーカー及び自動車機器メーカーは、今後も先進技術を結集し、“環境”“安全”“セキュリティ”“情報・エンタテインメント”に関する性能改善と新たな機能開発が求められている。

本稿では、クルマ社会を支える自動車機器の先進技術の動向と将来展望を述べる。

2. 10年後のクルマ社会

10年後の出勤時の様子からクルマ社会を予想する。

- 朝食を食べながら、TVでニュース、交通情報を確認する(TVをつけた時点から所望の番組を先頭から視聴可)。
- ニュースを見ながらサブ画面で交通情報を調べる。今日は道路工事があり、いつもより15分時間がかかると。到着予想時間が10分早い別ルートが示される(ルートには正確な到着予想時刻がついている。)
- 同時に各ルートの環境負荷度合いが示される。
- 環境負荷の少ないルート選択する(環境負荷の少ないルートを選ぶと、エコロジー貢献ポイントがたまる。)
- TVで調べた渋滞情報と選んだルートをナビに送る。さあ、出発。
- 自宅を出る時に、“エンジンスタート準備指令”を送る(ルームミラー角度、シートポジションやナビ設定情報などの“パーソナル環境”の設定を事前に完了し、最適コンディションで乗車できる。)
- クルマに近づくと自動的にドアが開く。
- クルマに乗り込み、スタートボタンを押し、直ぐ発進。
- ルート案内と好みの曲の再生がすぐ始まる。
- マンション駐車場の出口にはゲートがあり、登録車を認証し自動的にゲートが開く。
- 帰りの時間を伝える(音声認識機能で指示。)(車が不在時は、宅配便の配送車や、来訪者の駐車スペースに利用できる。)
- ルート案内に従って走行する。交差点の信号に差し掛かる。
- 信号待ち時間を路車間通信で入手できるので、信号待ち時のアイドルストップ制御を効率良くできる。

- 快適に走行中に“この先工事中”と音声案内あり。
- 工事区間手前で渋滞に入る。“低速渋滞追従モード”をONにする。
- 自宅で見えていたニュースの続きを見る(蓄積機能により個人の都合でニュース番組をタイムシフトできる。)
- 渋滞自動追従中に、間もなく渋滞区間終了と音声案内がある。
- TV視聴はお預け、続きは、次の信号停止時に見る。信号待ちでは、“前車発進通知機能”があるので、停車中は安心して視聴ができる。
- 駅前駐車場に到着。ゲートをくぐると駐車枠の指示がナビに表示される。指示に従い駐車スペースへ。月極めだが、駐車場所が毎日変わる(駐車位置が固定でないので、駐車スペースが有効利用できる。)
- キーを抜くと、エコロジー貢献ポイントが表示される。また、駐車場所は家族全員の携帯電話に自動連絡される(エコドライブに貢献するとポイントが付く。いつでも車の位置が把握できているので、家族間でクルマの共有が容易である。)

このように、クルマは自宅及び各家族の持つ携帯電話とつながり“シームレス”かつ“パーソナル”化が進む。IT化により、走行支援機能の改善及びクルマや駐車スペースの“タイムシェアリング”が進み、蓄積機能により放送の“タイムシフト”利用が常識になる。また、運転者は“エコロジー貢献ポイント”を通じ、環境負荷に対する意識が高まると予想する。このストーリーでは顕在化していないが、クルマの出す環境負荷は格段に減っており、クルマの安全性も運転支援機能と両立した形で改善が進んでいることを付け加えておく。

3. 技術動向

この章では、クルマ社会における“環境”“安全”“セキュリティ”“情報・エンタテインメント”の現状と自動車機器の技術動向について述べる。

3.1 環 境

地球温暖化防止、エネルギー問題や地域環境問題の軽減のため、クルマに対し“燃費規制”“排出ガス規制”が設定されているが、今後も規制強化が予定されている⁽¹⁾。これを受け、自動車メーカーとしての生き残りをかけ、環境負荷改善に各社積極的に取り組んでいる。ブレークスルーの大きさから燃料電池車の開発競争が注目されているが、コストパフォーマンスやエネルギー密度の点から数十年の将来においてもガソリンエンジン、ディーゼルエンジンが自動車の主要な動力源としての地位を占めると予想されている。今後も継続して、エンジンシステムの燃費向上と有害排出ガス低減が必要である。

燃費効率の向上の視点からは、エンジンの熱効率の改善として、リーンバーン燃焼をねらう直噴システムの導入、ポンピングロス減らすバルブタイミング制御など燃料制御、吸排気システムの改良が進む。また、油圧パワーステアリングの電動化に代表される補機の損失低減や、駆動系の損失低減をねらった駆動システムの改善が進む。アイドル時の燃料の無駄を削減するアイドルストップに対応した機器の開発も進んでいる。変動する駆動トルクをモータ駆動力で補完し、減速時にはエネルギー回生を行うハイブリッド方式の導入など、燃費向上に向けて、いろいろな視点から改良が進む。ハイブリッド方式、燃料電池車の進展にはパワーエレクトロニクス技術の役割が重要になる。有害排出ガス低減としては、排出ガス浄化機能の高い触媒の開発、触媒の早期活性化、始動直後の有害排出ガス低減対策などの取り組みが行われている(図1)。

3.2 安全

国内の交通事故件数は年々増加しており、2002年には年間93万件発生している。交通事故による死者は最悪期の1970年に比べ半減しているが、2002年は8,326人が死亡している。毎日3,000件の交通事故が発生し、20人を超える死者が出る憂慮すべき状況が続いている。交通事故死の年齢別変遷では、若年層の死亡事故は大幅に減少しているが、高齢者層の死亡事故の増加が続いている⁽²⁾。また、ますますの高齢社会になることを考えると、策がなければ、交通事故は更に増加すると想定される。国土交通省が2003年に発表した「技術基本計画」は、交通事故の死者数を今後10年間で半減させる目標を掲げている。欧州でも、現在の年4万人の死者を2010年までに半減するプログラムがスタートしている。

安全は、救急体制の整備、事故解析や安全教育の面など総合的な取り組みが必要だが、クルマの装備としては、事故が発生したときの被害を最小限にとどめることが最重要課題である。この対策面では、シートベルト、エアバッグ、

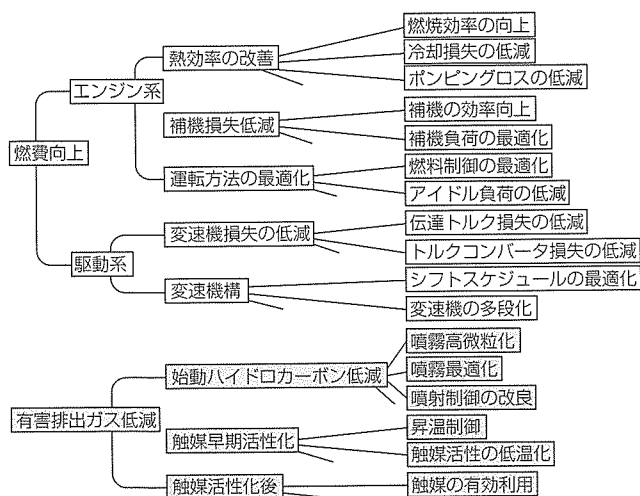


図1. 燃費向上・有害排出ガス低減の取り組み動向

安全ボデーの採用、ブレーキ性能の向上をねらったABS (Anti-skid Brake System)の採用が進み、交通事故時の死傷者の減少に貢献してきた。今後は、乗員検知やロールオーバー検知、歩行者保護など事故による乗員への被害を更に軽減させる衝突安全装備の機能開発が進む。

交通事故死の原因は、“発見の遅れ”が全体の半分、“操作・判断ミス”が全体の約1/4であり、不注意や運転未熟による事故を未然に防ぐ予防安全の視点も重要である⁽³⁾。高齢者の運転能力の低下をシステム側でカバーすることも含め、運転支援機能を備えた予防安全装備の必要性は高い。高速走行域の前車自動追従システムであるACC (Adaptive Cruise Control system)は、レーダによる前方監視機能を積極的に活用し、衝突の危険を察知した場合はシートベルト巻き込み警報を出し、衝突回避不可時は強制的にブレーキ介入を行い衝突時の被害を軽減する“プリクラッシュセーフティシステム”に発展した。ESC (Electric Stability Control system)は、車両の操縦安定性をねらい装着が進んでいるが、カーブでのオーバースピン事故を回避できるなど予防安全の視点でも効果が期待できる。EPS (Electric Power Steering)の制御性を積極的に活用し、操縦安定性を向上させるアクティブステアリング制御の検討も進んでいる(図2)。予防安全機能は、操縦安定性向上や運転負荷軽減の効果も期待できるので、ユーザーメリットとして装着率向上が期待できるが、予防安全機器の過信による無謀運転や不注意運転を増長させない安全教育が必要となる。

ITS (Intelligent Transport Systems)の目的の一つとして、路車協調による安全運転の支援が掲げられている。道路側に画像センサを設置し危険警告を行うシステムが順次実運用されており、設置による効果が確認されている⁽³⁾。後述するDSRC (Dedicated Short-Range Communication)車載器を使い車内に直接危険警告を発報するなど、路車協調による安全システムの開発が期待される。

3.3 セキュリティ

交通安全と視点が異なるが、クルマ社会を快適に安心して過ごすためには、個人資産としてのクルマを守るセキュリティ機能が重要である。国内では年間、登録車両の約1,000台に1台の割合で車両盗難があり、約100台に1台の

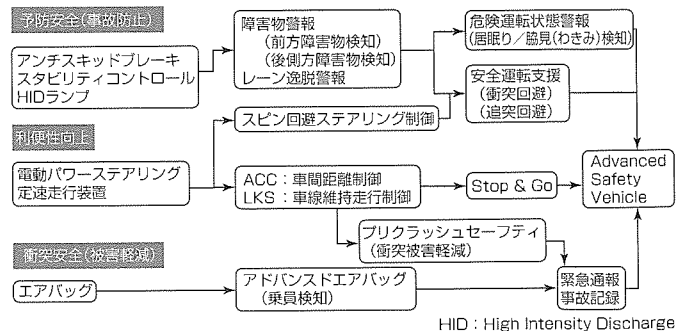


図2. 先進安全自動車へのロードマップ

割合で車上荒らしがある。今後も増えると予想されている。車両盗難防止の意識の高まりにより、電子式のエンジン起動装置であるイモビライザ(Immobiliser)の装着率が増えている。最近では、イモビライザとキーレスエントリーを組み合わせた電子キーシステムが開発されている。セキュリティ度を上げると使いづらくなるのが通常であるが、電子キーシステムは、セキュリティ機能を上手に使った便利機能で、今後も多機能化を図りつつ普及が進むと予想される(図3)。

レッカー車による車両持ち去り対策として、車両の異常振動を検知し盗難発報するサービスや、GPS(Global Positioning System)から得られる車両位置を知らせる監視サービスがテレマティクスの一機能として導入されている。

最新のクルマには、自宅位置、よく行く地点や、電話番号のアドレス帳など種々の個人情報が蓄積されており、個人情報保護の視点が必要になっている。また、著作権の管理にも気配りが必要である。音楽CDをHDD(Hard Disk Drive)に録音しCDの装着なしで音楽を聴ける機能が装備されているが、個人で楽しむ分には問題がないが、HDDに蓄積した楽曲が二次流出しない対応策が必要である。HDDナビの地図データはDVDからコピーし地図更新できる仕組みを持つが、地図データの不正コピー防止策が必要である。車外と無線通信で種々のデータをやり取りする場面でも、傍受やなりすましを防ぐ対策も必要である。このように、クルマ社会も情報セキュリティ機能の強化が必要である⁽⁴⁾。

3.4 情報・エンタテインメント

カーナビゲーションシステムは、高機能化が進み、単なる経路誘導装置から、車載情報プラットフォーム(Infor-

mation PlatForm:IPF)へと変貌しつつある(図4)。特に、HDD搭載により、カーナビゲーションシステムは車載情報プラットフォームへと大きく変貌(へんぼう)した。大容量データの蓄積書き換えができる特性により、各種情報の追加更新機能及びブラウザ機能、CDチェンジャーより勝る楽曲の大量保存や楽曲名データベースとの連携が進んだ。また、メモリカードや通信インタフェースは、HDDに蓄積するデータの入手ルートとして位置付けが明確になり、標準装備になりつつある。

カーナビゲーションは、オーディオ・ビデオ機能の取り込みも含め高機能化が進んだが、今後は高機能化だけではなく、装備された機能をいかに使いやすくするかが重要テーマになる。操作は運転中の利用が中心であること、運転するドライバーだれでもが使えること、使いたいときに直感的に使えることなど、操作性が重要課題になってくる。視線移動が不要な音声インタフェース技術、運転手の意図を理解するエージェント技術の一層の高度化が必要である。

インターネットや携帯電話の普及で、家庭内の居住環境と同様にクルマでも各種情報とつながりたいとのニーズに呼応して、複数のテレマティクスサービスが始まっている⁽⁵⁾。カーナビゲーションシステムに携帯電話機能を内蔵するタイプ、個人の所有する携帯電話を接続し活用するタイプ、サービスセンターと音声対話で目的地など遠隔設定を依頼するタイプなど種々の試みがなされているが、本格的な普及には至っていない。機器の初期費用、通話料などのランニング費用に見合うキラーコンテンツが見つからないのが主要因である。テレマティクスを単なる情報提供サービスの手段ではなく、車両の遠隔診断やカーメーカーと顧客との接点(Customer Relationship Management:CRM)

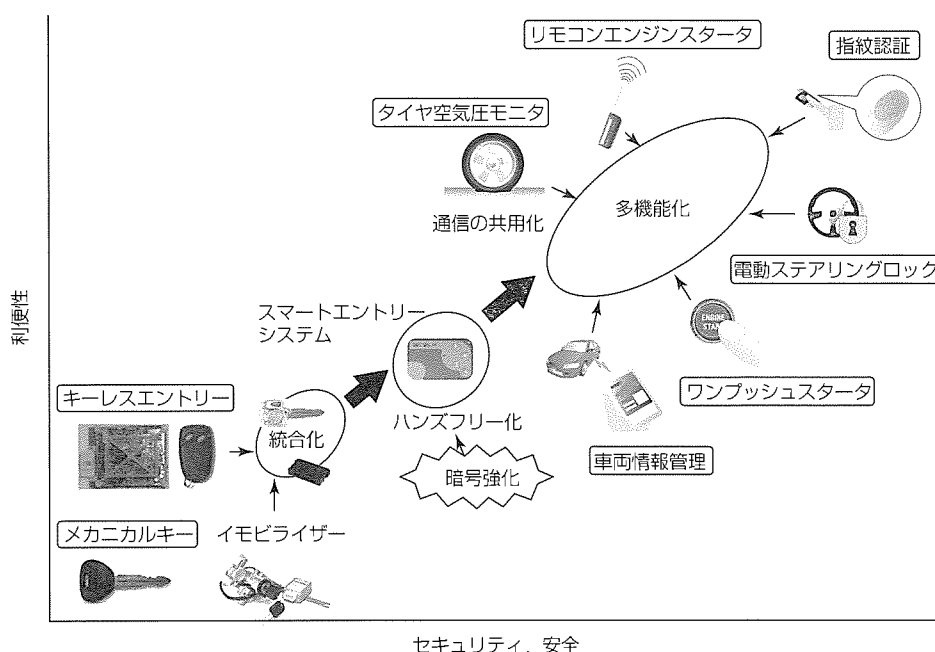


図3. 電子キーシステムのロードマップ

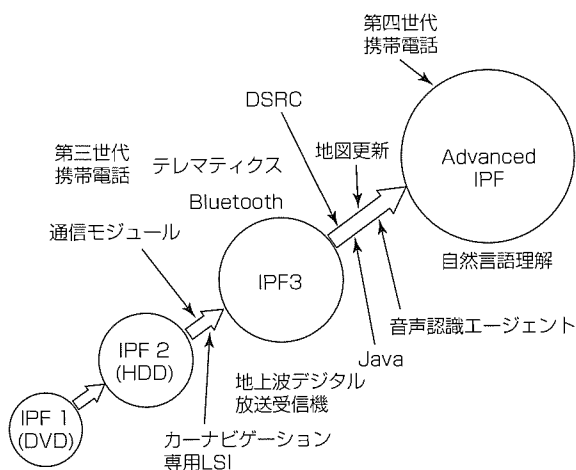


図4. 車載情報プラットフォームのロードマップ

などクルマ事業としてのサービス機能を付加するなどテレマティクスサービスの多機能化が必要になっている。また、テレマティクスサービスは、継続したサービスになるので、多機種の車載情報機器に対応できること、また、バージョンアップや新サービスの追加の対応が必要である。アプリケーションのダウンロード機能が特長であるJava技術の採用が不可欠となる。

ノンストップ自動料金収受システム (Electronic Toll Collection system : ETC) は、2000年からサービスが始まり、国主導の普及促進策とETC車載器の低価格化があいまって普及期を迎えている⁽⁶⁾。このETCは、5.8GHz帯を使った双方向狭域通信技術 (DSRC) を採用しており、高速走行中も瞬時に双方向にデータ通信できる。この狭域通信機能を使い、車両管理、課金決済、情報サービスなどETCサービス以外のマルチアプリケーション対応の展開が図られつつある。駐車場入退場管理システムでは実用化が始まっている。来年開催される愛知万博に合わせて中部地区をモデル地区とし、官民協力した各種実験が計画されている。DSRC車載器が広く普及すると、道路情報提示や電子交通標識など安全走行に貢献する車載通信インフラとしての活用が期待できる。

ラジオ放送を含む放送方式は現在アナログ方式からデジタル方式への移行が進められており、約10年後にはアナログ放送の完全停波が計画されている。放送のデジタル化は、アナログ方式では限界のあった高音質/高画質化や放送型のテレマティクスサービスが期待でき、デジタル放送受信対応の車載機の開発が進んでいる。特に2002年12月から国内主要3都市で放送の始まった地上デジタル放送は、固定受信を前提にした方式であったが、走行中でも受信映像がDVD並みの画質で視聴できることが実証されたことにより、車載化の期待が高い。今後、走行時の更なる安定受信を目指し受信技術の開発が進む。

4. む す び

自動車機器技術の動向と将来展望について“環境”“安全”“セキュリティ”“情報・エンタテインメント”の切り口で述べた。エネルギー・環境問題、高齢化社会へと進む中、今後もクルマ社会の利便さを享受し続けることは社会ニーズである。当社の持つ技術力を結集し、今後も革新的な製品作りを目指す所存である。

参 考 文 献

- (1) 堀 政彦：21世紀前半の自動車技術展望，自動車技術，57, No.1, 23～28 (2003)
- (2) 財道路新産業開発機構：ITS HAND BOOK 2001～2002, 13 (2004)
- (3) 財道路新産業開発機構：ITS HAND BOOK 2001～2002, 53 (2004)
- (4) 小野修一 ほか：暗号・情報セキュリティの動向，三菱電機技報，76, No.4, 230～235 (2002)
- (5) 川合正夫：カーナビゲーションの最新動向，自動車技術，58, No.2, 38～43 (2004)
- (6) 財道路システム高度化推進機構ホームページ，<http://www.orse.or.jp/>

トランスミッション内蔵型IPUの 開発・量産化

赤澤彰則* 山田 晃**
道中拓也* 上貝康己**
松田健二*

Development of Transmission built-in type IPU

Akinori Akazawa, Takuya Michinaka, Kenji Matsuda, Akira Yamada, Yasumi Uegai

要 旨

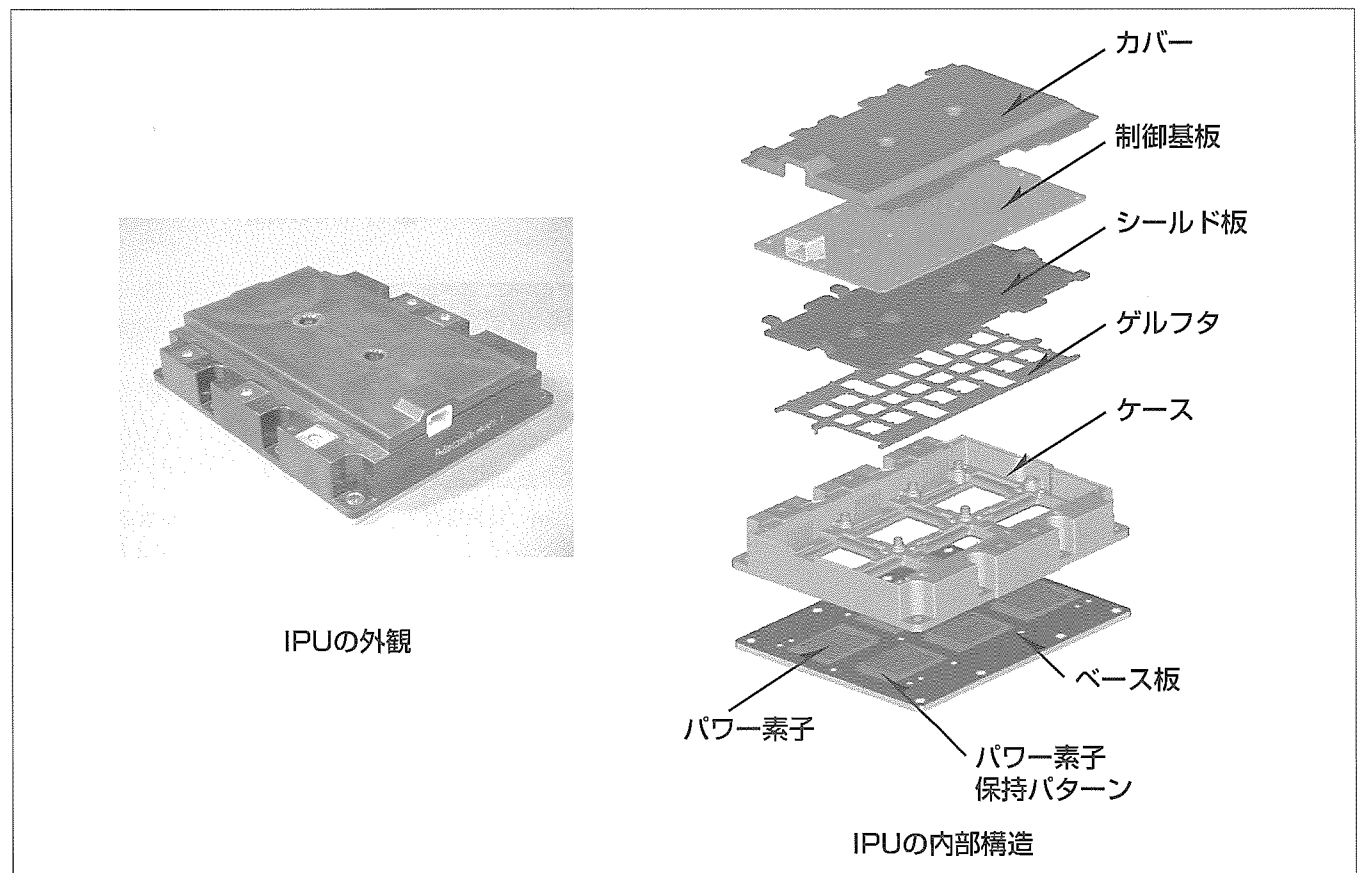
自動車の排出ガスに含まれる有害物質低減と燃費改善の両立を目的とした車両として、従来の内燃機関と電気モータとを組み合わせたハイブリッド自動車(Hybrid Electric Vehicle : HEV)が次世代パワートレイン技術として注目を集めている。

三菱電機では、世界に先駆けてパワーモジュールと駆動回路、保護回路及び通信回路を一体化し、小型・軽量・低コスト・高機能をコンセプトとした全く新しいインバータ装置であるIPU(Integrated intelligent Power drive Unit)を2001年に量産化した。その後、HEV機器の小型化のためモータやトランスミッション内蔵への要求も増え、高い信頼性を持つIPUが必要とされつつある。このニーズにこ

たえるため、今回、高耐振性、高耐温度サイクル性を保有するIPUの開発を行った。

各種構成部材の形状や構造を工夫することによって共振周波数の高周波化、及び振動量の抑制により高い振動耐量を持つことができ、さらに、パワーモジュール部の絶縁基板上パターン形状の最適化によって高耐温度サイクル性も同時に実現した。

この結果として、IPU取付け環境条件の幅が広がり、例えばモータ直付けやトランスミッションへの組み込みなどが可能となり、車両のレイアウト設計やHEVシステム設計の自由度が向上し、コンパクトなHEVシステムの実現を可能にするものである。



トランスミッション内蔵型IPU

従来のIPUに比べ、ゲルフタの追加や構成部材の固定位置の最適化などにより、高い耐振性を達成した。さらに、パワーモジュール部の絶縁基板上パターンの形状最適化により、高耐温度サイクル性を実現している。

1. ま え が き

近年、地球規模での環境負荷低減の要求が高まっている中、燃費改善と排出ガス清浄化の両立をねらった車両として、従来の内燃機関とモータによる電気駆動手段を組み合わせたハイブリッド電気自動車(HEV)が注目されている。さらに、最近では、HEVの特長を生かし、低速域の加速性能向上やX by Wireなどの高付加価値の車両も市場に投入され始めている。

このようにHEV市場が活発化する中、HEVシステムの中核部品であるインバータへの要求も多岐にわたってきている。特に車両レイアウトの自由度向上やコンポーネントのモジュール化の観点から、モータやトランスミッション組み付けのニーズもあり、当社では、これら要求を満足させるため高い信頼性(耐振性、耐温度サイクル性)を持つIPUを開発した。

本稿では、キーテクノロジーである耐振性向上と耐温度サイクル性向上の技術を中心に述べる。

2. 耐振性の向上

従来のIPUは取付け環境が車室内相当であったが、今回開発のIPUは、振動条件がより厳しいモータ直付けやトランスミッション内蔵を想定しているため、高い耐振性が要求されている。

2.1 課 題

IPUの構造を図1に示す。パワーチップ(IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor), FWDi(Free Wheel Diode))とIPUケース内バスバーはワイヤボンディングにより接続されており、その上からシリコンゲルが注入されている。図において、ワイヤ①はIGBTチップへの制御信号の接続、②はIGBTチップ~FWDiチップ間の接続、③はFWDiチップ~IPU内バスバーの接続のためのワイヤである。IPUが振動を受けると、内部のシリコンゲルが揺れ、ワイヤへの応力が発生する。モータやトランスミッションのように激しく振動する位置へ取り付けられた場合、その応力によりワイヤが切断される問題が発生する。

2.2 対 策

ゲルの振動によるワイヤの破損が問題であるため、ゲルの振動を抑えるための対策を検討した。

対策内容を図2に示す。ゲルフタと呼ぶ部品をゲル上に配置し、ゲルの振動を抑えることをねらっている。ゲルフタの形状は、シミュレーションによる解析結果及び実験データに基づいた最適形状とした。以下に、ゲルフタによる効果を示す。

振動に対し最も弱いワイヤは図1中のワイヤ①であり、これに着目し解析を行った。ゲルフタ装着によるゲル変位量とワイヤの関係の変化を図3に示す。図1におけるIPU

内ワイヤ①~③と平行な断面でのゲル変位量を等高線で示している。ゲルフタ装着前のゲル変位量最大値を1.0と正規化した場合、ワイヤ①の位置でのゲル変位量は、装着前:0.79に対し、装着後:0.29であり、ゲルフタ装着によりゲル変位量を約1/3とすることができた。これから、ゲルフタ装着がゲルの振動抑制に効果があることが認められた。

この対策により、ワイヤへの応力を低減させることができ、その結果、モータ直付けやトランスミッション内蔵のための高い耐振性を確保することが可能となった。

さらに、制御基板の耐振性確保のためIPU全体の固有振動数を上げる必要があり、各部材の形状見直しとその締め付け箇所増加によりパッケージの変形を抑えるための対策も実施した。その結果、IPUケースサイズは従来よりも大きくする必要があり、その影響として、IPU内部バスバーの伸長による寄生インダクタンス増加、それに伴うスイッチングサージ電圧増大という問題が考えられる。この問題

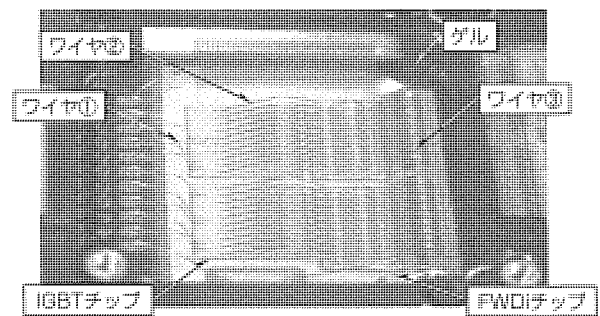


図1. IPUの構造

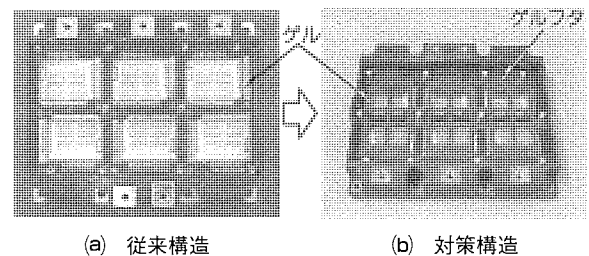


図2. 耐振対策

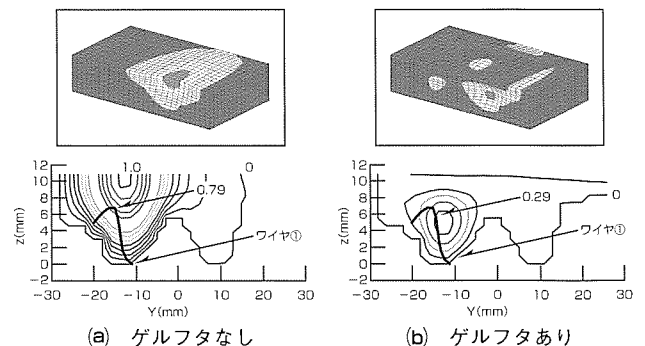


図3. ゲルの変位量とワイヤの関係

への対応策について次章に述べる。

3. スイッチングサージ電圧対策

3.1 スイッチングサージ電圧

IGBTスイッチング時の発生サージ電圧 ΔV は、以下の式で示すことができる。

$$\Delta V = -L \times di/dt$$

ここで、

L : IPU内部及び外部のインダクタンス(バスバー等)

di/dt : スイッチング時の電流の傾き

IPUケースのサイズアップにより内部バスバーが長くなり L が増加するため、他の条件(IPU外部のインダクタンス, di/dt)が同じであっても、従来よりもスイッチングサージ電圧は増大する。

また、IPUが使用される高圧系電源の最大電圧は従来よりも高い電圧(最大400V)を想定しているため、チップ耐圧(ここでは600V)に対するマージンは更に小さくなる。この問題に対応するため、IPU内部バスバーの低インダクタンス化の検討を行った。

3.2 IPU内部バスバーの検討

インダクタンス解析(CAE : Computer Aided Engineering)を活用し、IPU内部バスバーの最適化設計を行った。解析モデルを図4に示す。P, N, ACバスバー及びチップ、アルミワイヤ等をモデル化し、インダクタンスを定量的に把握することによりIPU内部バスバーの最適配置を検討した。また、IPU外部に接続される外部バスバー、平滑コンデンサについてもモデルに組み込み、IPU外部トータルのインダクタンスを把握することにより、IGBTスイッチングサージ電圧を算出可能とした。

3.3 スイッチングサージ電圧確認

CAEによって得られたインダクタンスを用いてスイッチングサージ電圧を算出し、チップ耐圧に対するマージンを確認した。確認結果を図5に示す。

いま、高圧系電源電圧=400V、IGBTスイッチング時の $di/dt = -2 \text{ kA}/\mu\text{s}$ とした場合、スイッチングサージ電圧は約510Vとなり、チップ耐圧600Vに対し、十分マージンを確保していることが確認できた。

このグラフにより、チップ耐圧に対するマージンを確保しつつ、アプリケーションに応じた最適な di/dt を設定することができる。

4. 耐温度サイクル性の向上

耐温度サイクル性向上のために、温度サイクル時に最も大きなストレスが生じ劣化の進行が懸念されるパワーモジュール内はんだ接合部に対する熱疲労寿命の改善を行った。パワーモジュールにおけるはんだ接合部を図6に模式的に示す。この部分は機能的にパワー素子の放熱ルートを形成

する部分であり、パワーモジュール性能の低下、放熱性の悪化に直結する重要な部分である。

実際の車両に取り付ける場合には、ベース板を車両側ヒートシンク、例えばモータやトランスミッションのハウジングにねじ締め付けされる場合がある。ヒートシンクに拘束されることでベース板は相互の熱膨張・熱収縮による変形を受け、接合部は過大なストレスを受けることになり、その結果、劣化が加速される。

次にこのメカニズムについて述べる。

パワーモジュール単体の場合の熱変形状態を図7に模式的に示す。このモジュールがヒートシンクに取り付けられたとき、図8に示すように、ベース板はその熱変形(反り)が押さえ込まれる方向に拘束されるため、はんだ接合端部のひずみ量が単体の場合よりも増加する。その結果、はんだ接合部の劣化が加速されることになる。

こうした現象を明らかにした上で、製品単体での耐温度サイクル寿命を確保するだけでなく、ヒートシンクに取

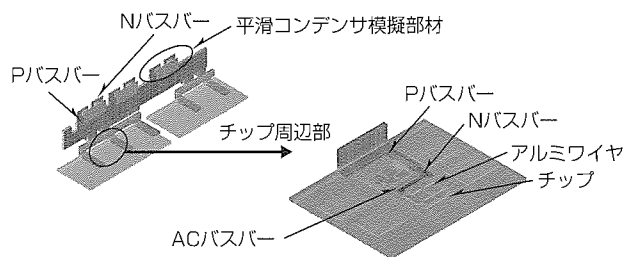


図4. インダクタンス解析モデル

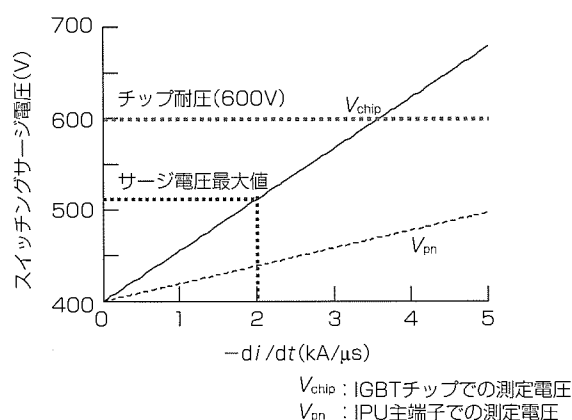


図5. di/dt とスイッチングサージ電圧の関係

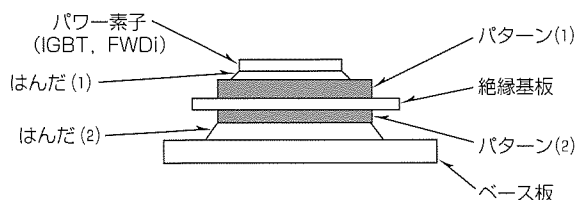


図6. パワーモジュールの構造(断面模式図)

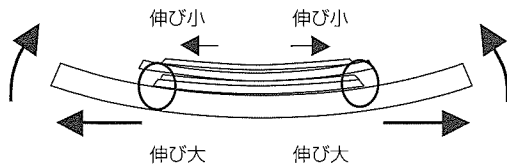


図7. パワーモジュール単体の場合(昇温)

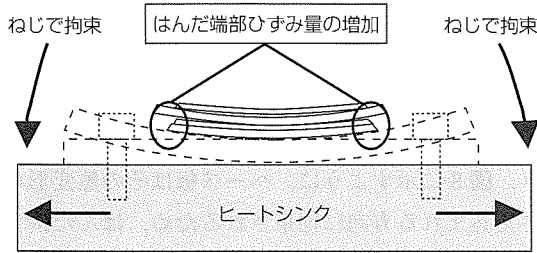


図8. パワーモジュールをヒートシンクに拘束した場合(昇温)

り付けられた状態も考慮し、信頼性を確保する必要がある。

この対策として、はんだ接合部に発生するひずみを緩和するために、主に2つの検討を行った。ここで、構造物の熱膨張差に起因するひずみは、図6中のはんだ(1)よりもはんだ(2)の方が大きいため、はんだ(2)に着目した対策を実施した。

その第一は、図9に示す絶縁基板上パターン(2)のコーナー部の曲率半径Rを大きくすることによりひずみの集中を分散させた。

第二は、図6に示すパターン(1)及びパターン(2)の厚みを最適化することにより、熱変形に起因する接合部ひずみの低減を図った。

以上の対策を施したパワーモジュールを実機相当のヒートシンクに取り付けた状態で実施した温度サイクル試験結果を図10に示す。判定サイクル数におけるはんだ接合部の劣化度は、対策前を1とすると、対策により約0.5に抑制され、実使用上問題ないレベルにまで改善されていることが分かる。

こうして、耐温度サイクル寿命が約2倍に延び、モータ直付け又はトランスミッション内蔵などの使用環境においても、用途に応じた寿命を備えるまでに至った。

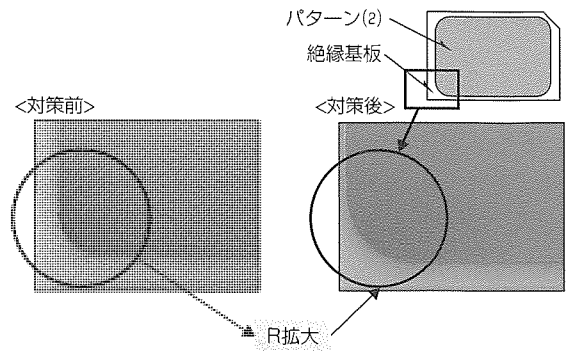


図9. 絶縁基板パターンのコーナー部(拡大写真)

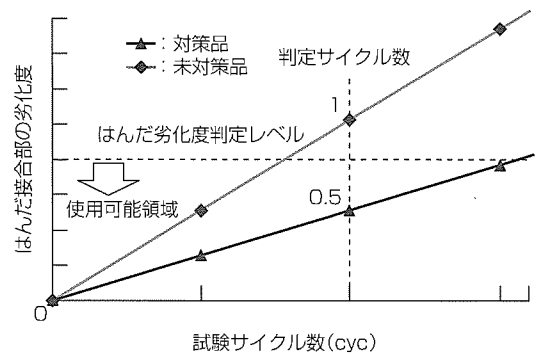


図10. ヒートシンクに取り付けた状態での温度サイクル試験結果(-40~125℃)

5. む す び

以上、当社が新規に開発したIPUの耐振性向上、耐温度サイクル性向上技術及びサージ対策技術を中心にその先進性について述べた。

燃費向上や排出ガス清浄化(CO₂排出量削減)と車両運動性能向上、X by Wireなどの高付加価値の両立を実現させるために、次世代パワートレイン技術として種々のHEVシステムが開発されてきている。HEVシステムの基幹部品であるインバータ装置のサプライヤーとして、当社は今後も高性能、低コスト、小型・軽量化などを具現化し、来るべく新しい車社会に貢献できるよう新技術の開発を進めていく所存である。

ブラシレスEPSシステム

児玉誠樹* 中野正嗣**
堤 和道*
松下正樹*

Brushless EPS System

Seiki Kodama, Kazumichi Tsutsumi, Masaki Matsushita, Masatsugu Nakano

要 旨

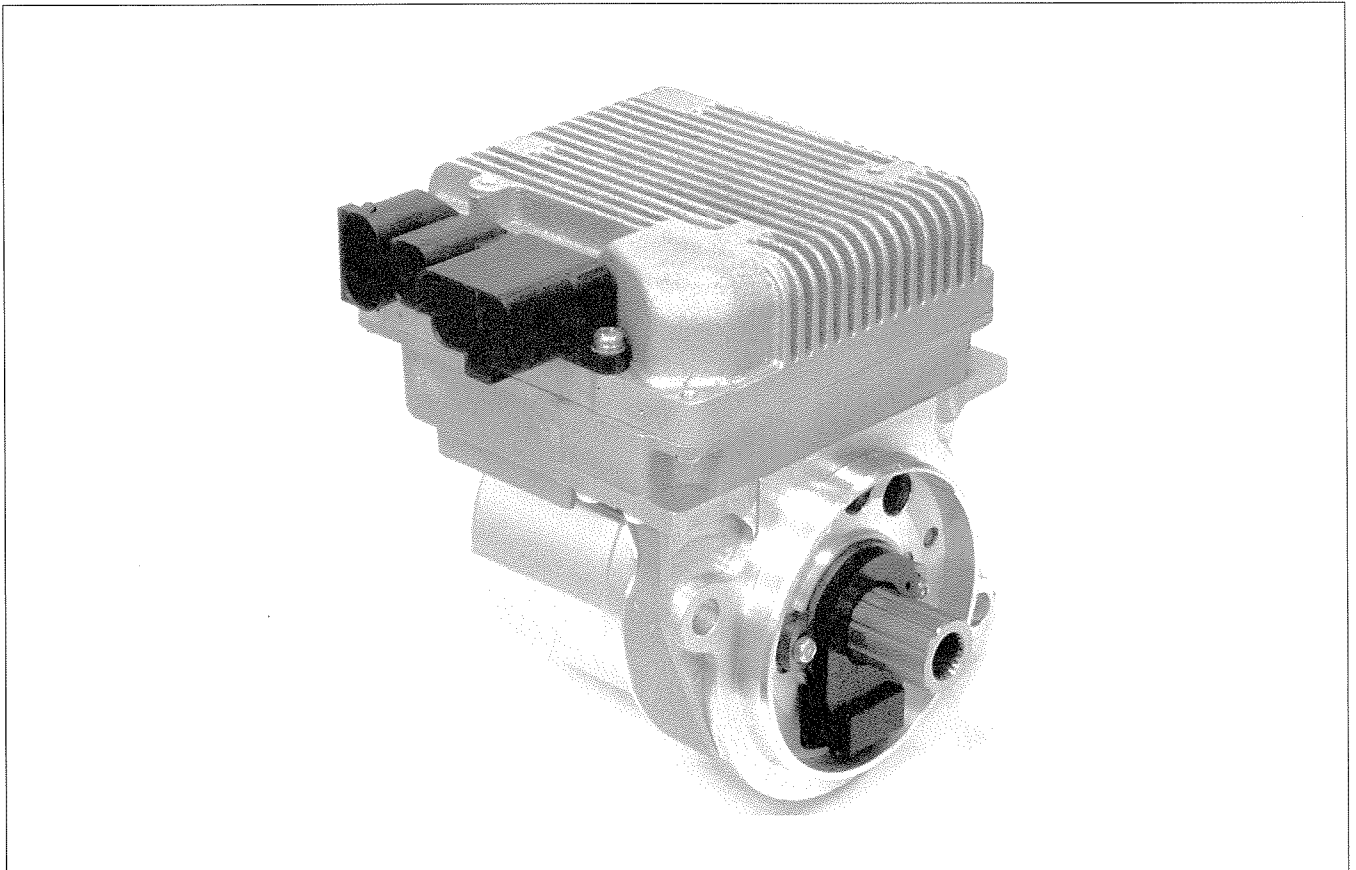
自動車用のパワーステアリング装置は、操舵(そうだ)のアシスト力を発生させる方式によって、油圧パワーステアリング(Hydraulic Power Steering : HPS)と電動パワーステアリング(Electronic Power Steering : EPS)に大別される。

HPSは、油圧ポンプをエンジンで駆動することから、常にエンジンの出力を消費している。一方で、EPSは、アシスト力をモータで発生させることから、必要な時だけ駆動させることが可能であり、自動車の燃料消費を大幅に低減することができる。また、HPSのように、ポンプ・ステア

リングギヤ装置間の油圧配管が不要なため、装着の自由度が高いという長所がある。

EPSは、上記長所により、1990年代前半から軽・小型車への適用が急速に普及しており、近年では、中・大型車への適用検討が盛んになってきている。

三菱電機は、この中・大型車への適用における高出力化の要求に対応するために、高出力化と相反する課題であるモータ出力のトルク変動低減に取り組み、当社独自の電磁設計と制御技術を駆使することにより、ブラシレス方式のEPSシステムの開発に成功した。



モータ・ECU一体型ブラシレスEPSシステム

電動パワーステアリング(EPS)システムは、操舵トルク信号と車速信号に基づいて、走行状態に応じた操舵のアシスト力をモータから発生させる。図は必要なアシスト量を演算しモータを駆動するECUとブラシレスモータを一体化したEPSシステムである。

1. ま え が き

EPSはHPSに比べて燃費低減と装着性改善の利点があり、軽・小型車クラスへの適用が急速に進んでいる。当社は、今後中・大型車クラスへの適用拡大に必要となるモータの高出力化へ対応するために、ブラシレス方式のEPSシステムを開発した。システム構成は、装着性改善と配線ロス低減による高効率化を目指した、モータ・ECU(Electronic Control Unit)一体型としている。

本稿では、モータ・ECU一体型ブラシレスEPSシステムの特長と概要について述べる。

2. 高出力化における課題

EPSは、操舵トルク信号と車速信号に基づいて走行状態に応じたトルクをモータから発生させステアリングの操舵力をアシストするシステムであり、モータの出力トルク変動はそのままステアリングに伝達され、操舵フィーリングの悪化につながる。一般的には高出力化に伴いトルク変動の絶対値は増加するため、モータの電磁気設計の最適化や制御の高精度化によりトルク変動を低減する必要がある。

3. モータの特長

モータのステータには当社の独自技術であるポキポキコア(図1)を採用した。ポキポキコアは直線状態での巻線が可能であり、ティース間の隙間(すきま)(スロットオープン)によるコイル線径や巻線ツールの制約が少ないため、トルク変動要因として支配的なティース形状の設計自由度が高いという利点がある。このポキポキコアとスキュー着磁のリング磁石の組み合わせによって、低コギング・低トルクリプルのブラシレスモータを実現した。

4. 制御の特長

EPSは、操舵トルク信号と車速信号に基づいて、走行状態に応じた操舵アシスト力をモータから発生させる(図2)。

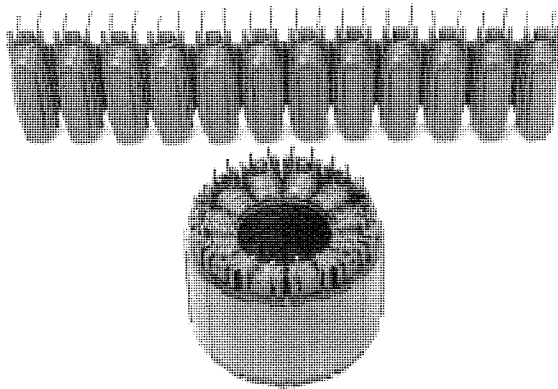


図1. ポキポキコア

制御対象となるモータは永久磁石を回転子表面に配置した表面磁石型同期モータ(Surface Permanent Magnet Synchronous Motor: SPMSM)であり、ベクトル制御によるトルク制御を行う。

ベクトル制御は、三相モータ電流を励磁電流成分(d軸電流)とトルク電流成分(q軸電流)の直交二軸に座標変換(d-q変換)し、この励磁電流とトルク電流を独立して制御する方式である。

SPMSMの出力トルクは原理的にq軸電流に比例するので、操舵アシスト特性は操舵トルクと車速に対応したq軸電流値として設定され、高速走行時の操縦安定性確保のため、q軸電流値は車速に応じて低減される(図3)。トルクに寄与しないd軸電流は0に制御される。

SPMSMは同期モータであり、ロータ位置を検出することが不可欠である。EPS用モータは減速機を介してステアリングに直結しており、保舵状態ではトルクを発生している場合でもモータ回転は停止している。モータ回転停止状態を含む極低速回転でもロータ位置に応じてモータ電流を正弦波化するため、レゾルバを用いてモータ位置を高分解能で検出している。

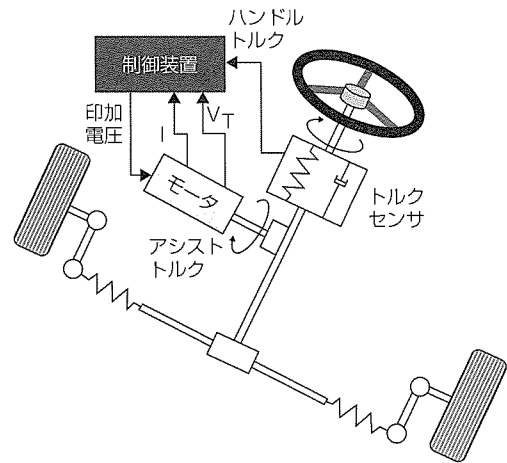


図2. EPS構成図

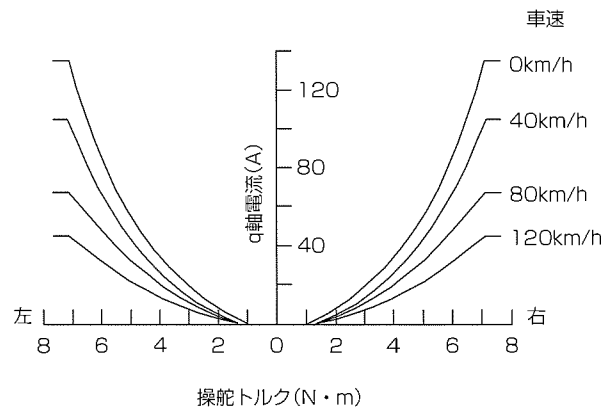


図3. 操舵トルク-q軸電流特性

EPSはバッテリー電圧により動作する。この直流電圧から三相交流を作り出すため、モータ駆動回路を三相電圧型インバータで構成し、PWM(Pulse Width Modulation)駆動している。

図4にEPS制御ブロック図を示す。操舵アシストトルクを発生するためのq軸目標電流(I_q^*)及びd軸目標電流(I_d^*)と、モータ電流の検出値から算出したトルク電流成分(I_q)及び励磁電流成分(I_d)が各々一致するようにモータ電流を制御する。

モータへの印加電圧は、図5に示すように、正弦波状の変調波(V_u^* , V_v^* , V_w^*)を三相の線間電圧差を保ったまま変調波を上下にシフト(V_u^{**} , V_v^{**} , V_w^{**})している。これにより、ひずみなしで線間電圧を正弦波状とする限界

を15.47%改善し、バッテリー電圧を有効に利用している。

5. 制御の実例と効果

図6に、このECUにより電流制御を行った際の三相電流波形を示す。レゾルバにより検出したモータ位置 θ に応じてモータ電流が正弦波状に制御されている。

図7に、操舵時のトルクリプルに着目した操舵トルク波形を示す。当社ブラシレスモータ式EPSは操舵時のトルクリプルが十分小さく抑えられており、運転者はほとんどトルクリプルを感じることはない。

6. 一体型構造

図8に、モータ・ECU一体型の製品例を示す。ECUと

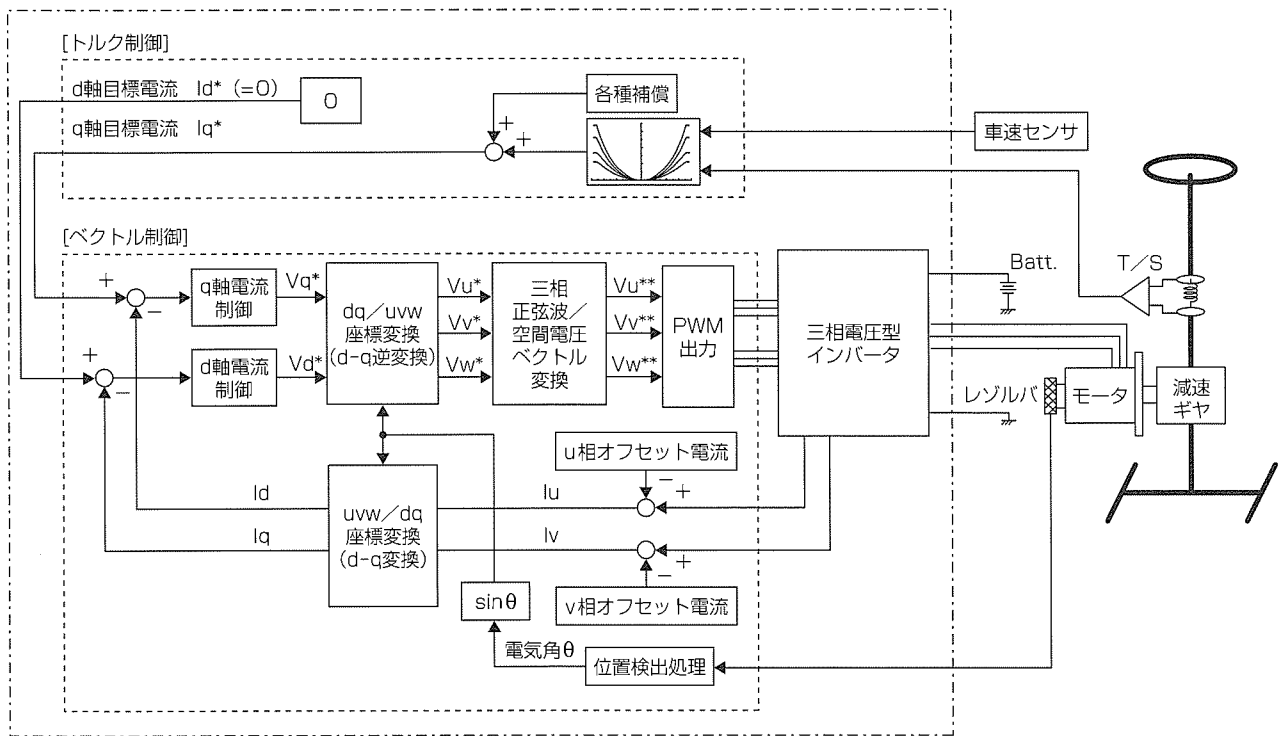


図4. EPS制御ブロック図

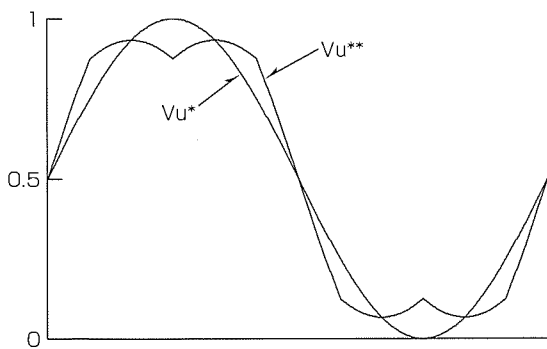


図5. 変調波の相対的シフト

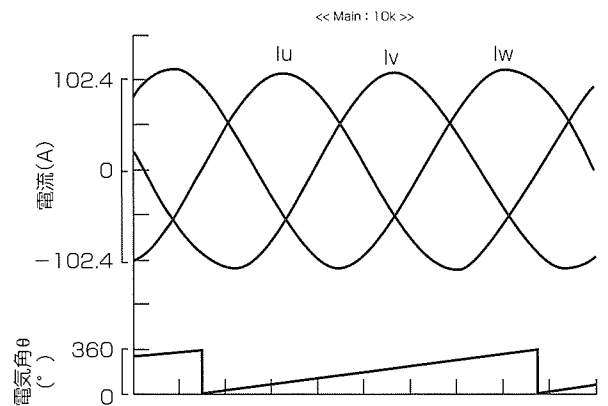


図6. 三相電流波形

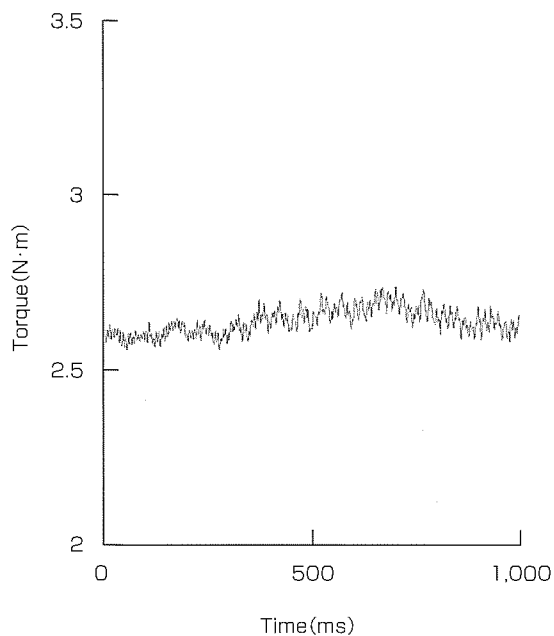


図7. 操舵トルク測定結果

モータを一体化するメリットは次のとおりである。

- (1) モータとECU間の接続配線抵抗低減による効率向上
- (2) 車両への装着工数低減と搭載性の向上
- (3) モータ・ECU一対でモータ出力特性管理を行うことによる出力精度向上

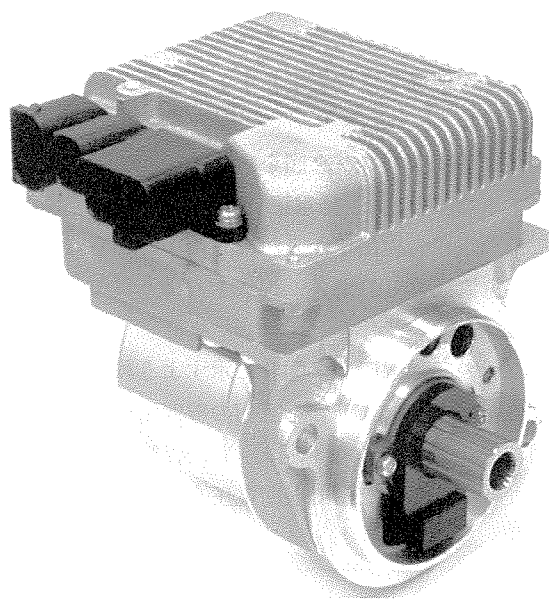


図8. モータ・ECU一体構造

7. むすび

以上のように、モータの電磁気設計の最適化と制御の高精度化により、中・大型車への適用が可能な高出力EPSシステムを開発することができた。今後は、更なる小型化・高精度化・高効率化を図っていきたい。

二輪車用エンジンマネジメントシステム

福井 渉*
畑 利明*
奥田浩司*

Engine Management System for Motor Cycle

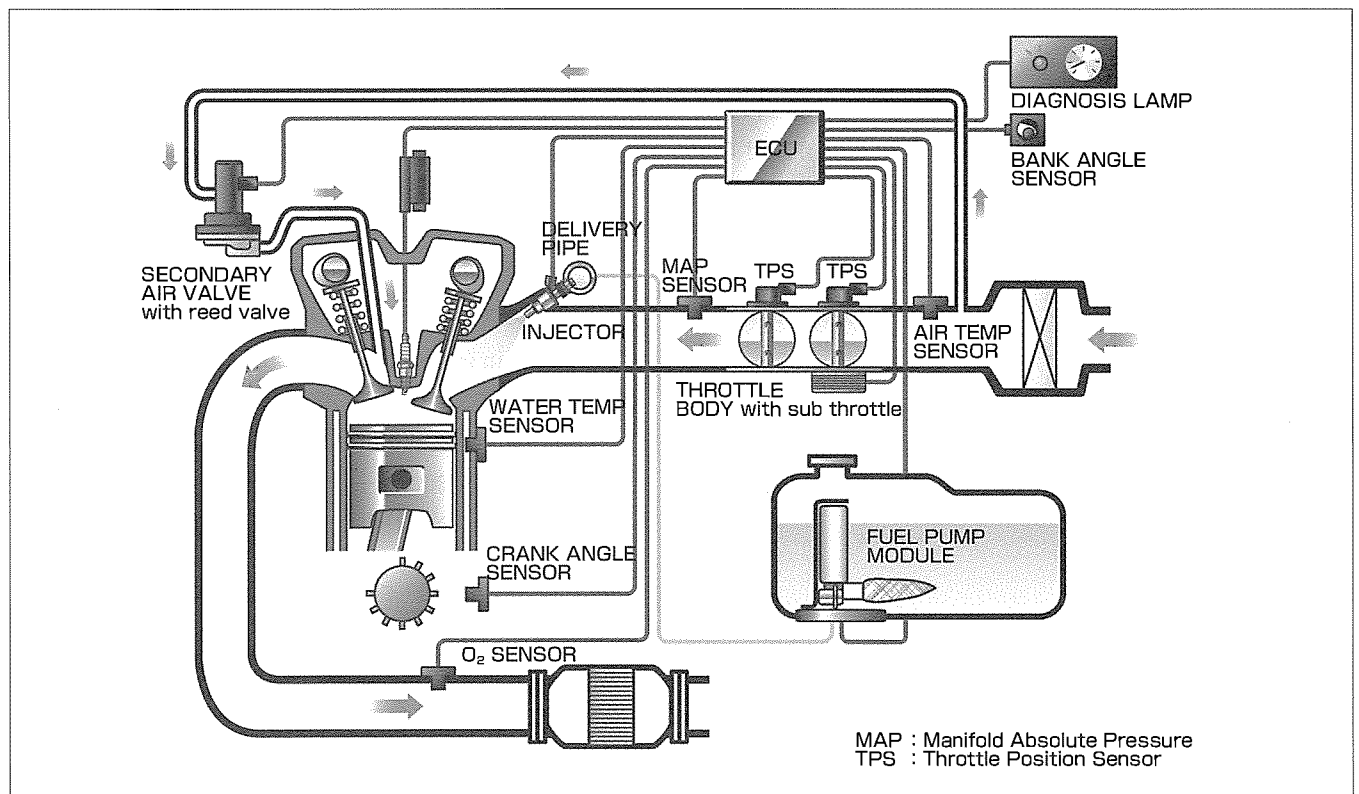
Wataru Fukui, Toshiaki Hata, Hiroshi Okuda

要 旨

日本の自動車排出ガス規制は1966年の運輸省による通達「自動車の有害な排気ガスの排出基準」が初めてと言えるもので、1975年にはアメリカのマスキー法の影響を強く受けた規制(いわゆる「50年規制」)が環境庁により告示された。その後も「51年規制」「53年規制」と排出ガス規制は強化されていったが、これらの排出ガス規制は四輪車、バス及びトラックに対するものであり、二輪車への規制ではなかった。しかし、近年、環境問題への関心の高まりから二輪車の排出ガス規制を行うべきだとの意見が出され、結果として、運輸省令「道路運送車両の保安基準」が改正された。

これによって1998年10月以降の二輪の新型車から排出ガス規制がかけられるようになった。以降、地球環境に優し

い低エミッションの二輪車を目指してCOとHCの排出ガス量低減を目的とした取り組みが進行している。エンジンは従来の2ストロークから4ストロークへ移行し、ガソリンの噴射方式は従来のキャブレター(機械式噴射機器)からマイクロコンピュータを用いた電子制御方式に移行している。二輪車は、通勤、通学、買い物や、郵便、新聞の戸別配達など極めて効率的な業務交通手段として使用される側面と、「風を感じて走る」という爽快(そうかい)感・ツーリングに代表される非日常的な側面の二面性を持っている。したがって、二輪車用エンジンマネジメントシステムに要求される要件として、排出ガス量低減を達成しながら、ドライバビリティの向上と燃費の両立が重要である。



二輪車用エンジンマネジメントシステム

マイクロコンピュータを用いたエンジンコントロールユニット(ECU)は、エンジンの運転状況に応じた最適な燃料量をインジェクタに噴射指示する。ECUはエンジンの運転状況を検知するために数々のセンサの情報をリアルタイムに検出するが、最適な燃料量の算出に最も重要なのは、エンジンの流入空気量の正確な検出である。二輪車は、四輪車に比べてエンジンの使用回転域が広く(13,000r/minを超える)、さらに、フォーミュラレーシング用に類似したエンジン特性を持つために流入空気量の時間当たりの偏差が大きい。そのために、流入する空気の圧力や温度、その他のエンジン情報をリアルタイムに高速に処理して流入空気量を検出する。

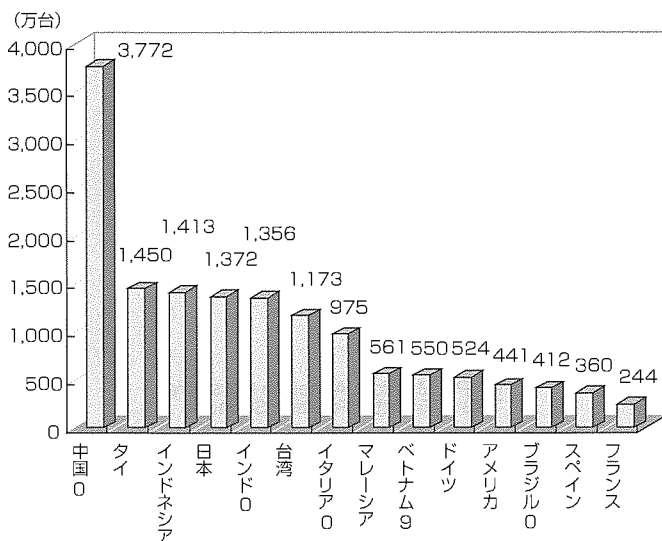
1. ま え が き

日本の二輪車の排出ガス規制は、1997年まで規制値が設けられていなかったが、1998年10月から排気量50cc以下と排気量126~250ccについて規制が実施され、さらに、1999年10月からはすべての排気量について規制が行われることになった。現在の諸外国の二輪車排出ガス規制値はヨーロッパ、中国、タイ、インド、台湾ともに整備されてきており、2006年以降更に強化されていく状況にある。現在は、地球環境に優しい低エミッションの二輪車を目指してCOとHCの排出ガス量低減を目的とした取り組みが進行する状況の中で、エンジンは従来の2ストロークから4ストロークへ移行し、ガソリンの噴射方式は従来のキャブレターからマイクロコンピュータを用いた電子制御方式に移行している。三菱電機では、1996年から大排気量の二輪車エンジンコントロールユニット(ECU)の量産開発に携わり、以降、二輪車の排出ガス低減の一翼を担っている。

2. 二輪車の市場環境

2.1 二輪車の市場数量規模

世界中で二輪車の保有分布を見ると、日本を含むアジア地域が圧倒的な台数となっており、殊に中国、タイ、インドネシアで保有台数が多く、日本はこれに続く4番目の保有国である(図1)。アジア地域の国で保有が多い理由としては、生活域が3~10kmと狭く、生活・通勤圏の移動手段として二輪車で十分であること、四輪車に比べ安価に買える、維持費・保守整備が簡単であること、などが挙げられる。今後も安価な交通手段としてアジア地域での保有台数が増大することが予測され、2003年の主要国の年間販売台数は2,500万台を超え、2010年には3,500万台に及び、主



注：国名の後の9は1999年、0は2000年、それ以外は2001年
 『世界自動車統計年報2003』日本自動車工業会

図1. 主要国の二輪車保有台数

要国の保有台数は更に増えることが想定される。

2.2 二輪車の排出ガス規制動向

四輪車のガソリンエンジンの排出ガス低減は過去約30年間に画期的に進歩し、大気汚染物質低減に寄与してきた。しかし、二輪車においては、ここ10年以内に企画・施行された規制により進歩し、強化されつつある。国内では2006年(一部は2007年)に大幅な排出量削減となる目標値が設定されており、EU(欧州連合)においても同時期に同等の規制強化が予定されている。表1に国内とEUの二輪車排出ガス規制値を示す。二輪車の場合、四輪車に比較して特にHC排出量が多く、現行国内の四輪車のHC規制値(0.08g/km)とはオーダーが異なる状況であるが、これはエンジンをコンパクトに搭載する必要あるが上の制約が一因とされる。また、エンジンの使用回転域が広く、フォーミュラーレース用に類似したエンジン特性を持つ二輪車にとって、排出ガス技術対応以降の技術課題はなお多い。

2.3 二輪車の製品動向

電子制御燃料噴射は大型のスポーツモデルを始めとして搭載されてきたが、2003年に至っては排気量125cc、250ccクラスの小排気量まで搭載されてきている。今後は更に電子制御燃料噴射の搭載は拡大し、2010年ごろには、特定地域を除き、生産車両の大半(80%以上)の搭載が見込まれる状況にある。

3. エンジンマネジメントシステム

3.1 二輪車の燃料噴射制御

二輪車の電子制御燃料噴射は1998年以降本格的に搭載されてきたが、それまで唯一の燃料噴射の手段として搭載されてきたキャブレターは現在も数多く量産車両に採用されている。二輪車は四輪車に比べてエンジンの使用回転域が広く、一部のスーパースポーツ系の車両では、最高回転数が13,000r/minを超えるものがある。さらに、エンジンの複数のシリンダごとに個別の吸気系が構成され、必要な空気が応答性良く各シリンダに取り込めるように工夫されている。これは四輪車で言うフォーミュラーレース用エンジンに類似したエンジン仕様であり、エンジンは、レーシ

表1. 国内・EUの二輪車排出ガス規制

対象	規制年	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	備考
国内	1999年	13.0	2.0	0.3	4サイクル車
	2006年(目標)	2.0	0.5	0.15	ただし、51~125cc、251cc以上車は2007年目標
EU	2003年	150cc未満	5.5	1.2	0.3
		150cc以上	5.5	1.0	0.3
	2006年(規制案)	150cc未満	2.0	0.8	0.15
		150cc以上	2.0	0.3	0.15
国内四輪	2000年	0.67	0.08	0.08	10・15モード

CO：一酸化炭素
 HC：炭化水素
 NOx：窒素酸化物

グの際、短時間にアイドリング回転数(1,000r/min)から最高回転数(13,000r/min)に達する。したがって、流入空気量の時間当たりの偏差が大きく、その過渡状態において適正な燃料量を噴出することが必要かつ重要である。キャブレターは、その噴射原理(霧吹き)により、流入空気に応じて発生する吸気負圧に応じて燃料量を定めることができるために、過渡状態における適正な燃料噴射を行える。このような特性を持つキャブレターは、現在に至る過程で二輪車に適応した特性の進化を遂げた。現在の排ガス規制値に関しては、キャブレター仕様で対応可能な状況であり、触媒の採用と、減速時の不必要な燃料の噴出を防止し触媒を保護する燃料カットソレノイドを併用することにより規制値をクリアしている。しかし、以降に強化される排出ガス規制は、冷態時の始動運転モード、加減速運転モード、高速運転モードのそれぞれのモードについて、必要最小限の最適な噴射量を噴出することが必要になるので、機械式噴射機器であるキャブレターの噴射制御の対応に限界が見えてきている。

3.2 二輪車用エンジンマネジメントシステム

今後強化される排出ガス規制に対応するため、二輪車の特性に適用するエンジンマネジメントシステムの開発が正に進行中である。エンジンマネジメントシステムの要求性能として、排出ガス規制値に収まる燃料量を適切に制御することはもちろんであるが、一方で、二輪車としてのレスポンスの良い走行性能を確保することが極めて重要な要件である。最近では、吸気系のスロットルボデーに2枚のスロットルバルブ(ダブルスロットル)を装備したものが登場している。運転者のスロットル操作によって開閉するスロットルバルブ(プライマリ)の上流側に電動のスロットルバルブ(セカンダリ)が装備されている。電動のスロットルバルブは、エンジン回転数、プライマリスロットルバルブ開度、ギヤ位置などのエンジン状態に応じて、エンジンマネジメントシステムが最適開度を判断して開閉する。このダブルスロットルの採用によって流入空気の色度がエンジンの各回転域で適正化され、低回転域から高回転域まで効率的な燃焼を実現し、二輪車としてレスポンスの良い走行性能を確保することが可能になった。図2にエンジンマネジメントシステムを示す。ECUは、エンジンの運転状況に応じた最適な燃料量を制御するために、エンジンに流入する空気の圧力、スロットル開度、空気温度、その他のエンジン情報をリアルタイムに高速に処理して流入空気量を検出する。そして、検出した流入空気量に基づき、目標のA(Air)/F(Fuel)になるようにインジェクタに必要な燃料噴射量に対応する駆動噴射(時間)指示を行う。実際に制御した混合気の状態(A/F)は排気管に取り付けられたO₂センサーによって検出され、目標A/Fにフィードバックされる。以上のように、運転状態に最適な燃料噴射制御が実行され、

排出ガス量の低減に寄与している。

3.2.1 マイクロコンピュータ性能の変遷

ECU内のマイクロコンピュータの性能は、図3に示すように、近年高まっている。1990年キャブレターの燃料噴射システムに搭載された点火ユニットのコンピュータは、8ビット、ROM(Read Only Memory)容量も16kバイト程度であった。それに対し、2003年の電子制御燃料噴射ECU内のマイクロコンピュータは、32ビットでROM容量も512kバイトと格段に高性能になった。これは、排出ガス規制対応と、二輪車としてのレスポンスの良い走行性能の確保を両立するための高性能化である。今後もエンジンの過渡状態において適正な燃料量を噴出するために数々の各種エンジン情報を高速リアルタイム処理する必要性が増す中でマイコンの高性能化が進むが、一方で、高性能化の課題として、コストとパッケージの抑制・小型化は二輪車にとって重要な要素である。

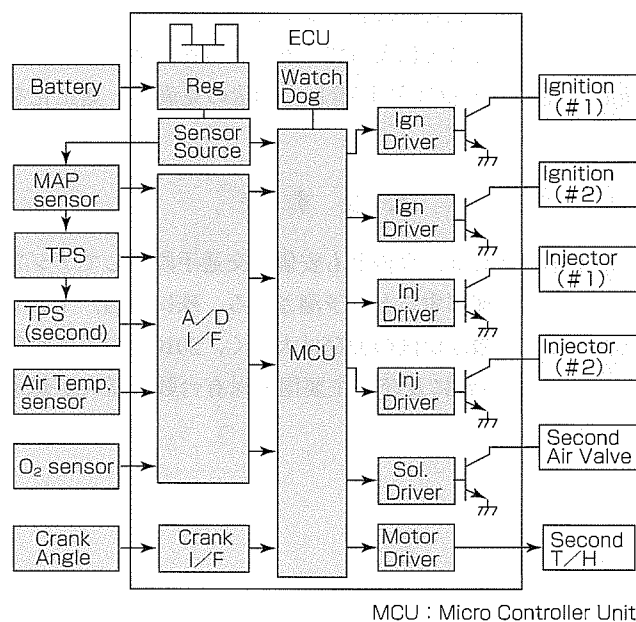


図2. 二輪車用エンジンマネジメントシステム

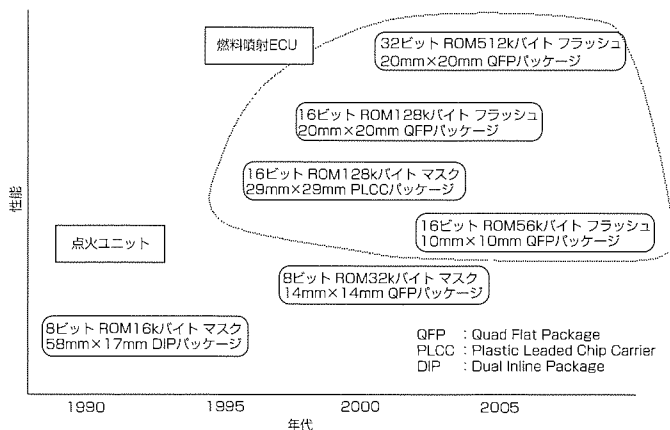


図3. マイクロコンピュータの変遷

3.2.2 今後の技術動向

技術開発の面では、2002年から二輪車のロードレースの最高峰であるグランプリレースが“モトGP”と名称が変わり、従来の2サイクルエンジンから4サイクルエンジンを主体とする競争になった。4サイクルになった意味において、“レースは走る実験室”の言葉どおり、今後は市販車にレース技術が転用されていくことが期待される。現在採用されているドライブバイワイヤ(電子制御スロットル)やトラクションコントロールなどの技術は、数年後には市販車に搭載される見込みである。環境技術面では、2002年7月に自動車リサイクル法が制定されたが、同法の検討過程において二輪車業界も環境負荷物質の使用削減に自主的に取り組むことを表明した。現在、鉛の使用量削減、水銀・六価クロム・カドミウムの使用禁止の達成に向けて開発が進行中である。図4はECUの環境への取り組みを示したものである。電子部品を小型化し更に集積(Application Specific Integrated Circuit : ASIC)化することにより鉛の使用を50%削減すること、小型・軽量化による二輪車の車両質量を低減して燃費を改善すること、及び分解可能な部品を多く採用することによってリサイクルを可能とした。今後も、環境対応ECUを目指し、構造の見直し・適正化を計画していく。

4. む す び

二輪車の保有は、今後とも安価な交通手段としてアジア地域で台数を伸ばすことが予測される。殊に中国、インド、インドネシアの3か国の伸びは大きく、2010年の年間販売台数は3,500万台に及び、主要国の保有台数の増大が想定

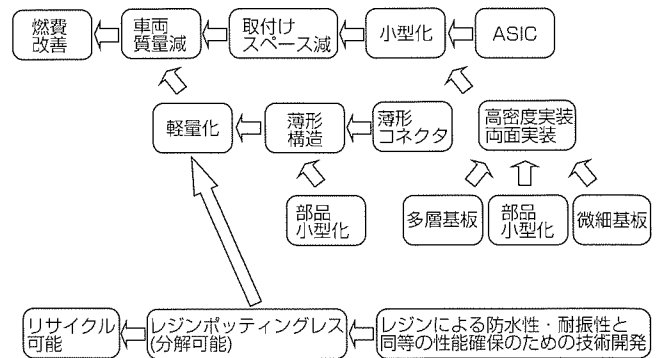


図4. ECUの環境への取り組み

される。これらの国で販売される車両は、125ccを中核にする小型車であり、低価格な車両がほとんどである。今後の地球環境対応として、この伸長するアジア地域の排出ガスを低減することは極めて重要である。中大型を主体にして搭載されている電子制御燃料噴射は、システム構成部品が多くコスト高を余儀なくされる。しかしながら、今後の排出ガスを低減する上では、低価格な小型車両への電子制御燃料噴射の搭載が不可欠と言える。今後も、安価で高性能な二輪車用エンジンマネジメントシステムの開発を行い、地球環境に優しい製品の提供に努力したい。

参考文献

- (1) 年鑑「(10)二輪車(総合, エンジン)」, 自動車技術, 57, No.8, 70~78 (2003)
- (2) 年鑑「(10)二輪車(総合, エンジン)」, 自動車技術, 56, No.8, 67~75 (2002)

FM帯域におけるエンジン コントロールユニットのEMI解析

白木康博* 中本勝也***
田邊信二**
渡辺哲司***

EMI Analysis for Engine Control Unit at FM Band

Yasuhiro Shiraki, Shinji Tanabe, Tetsushi Watanabe, Katsuya Nakamoto

要 旨

エンジンコントロールユニット (ECU) は自動車のエンジンを制御・監視する装置であり、基板上に高速なCPU (Central Processing Unit) を実装している。そのために、CPUのスイッチングによる高周波ノイズがワイヤハーネスを通じて車室内に放射され、FMラジオに電磁干渉 (Electro Magnetic Interference : EMI) する可能性がある。

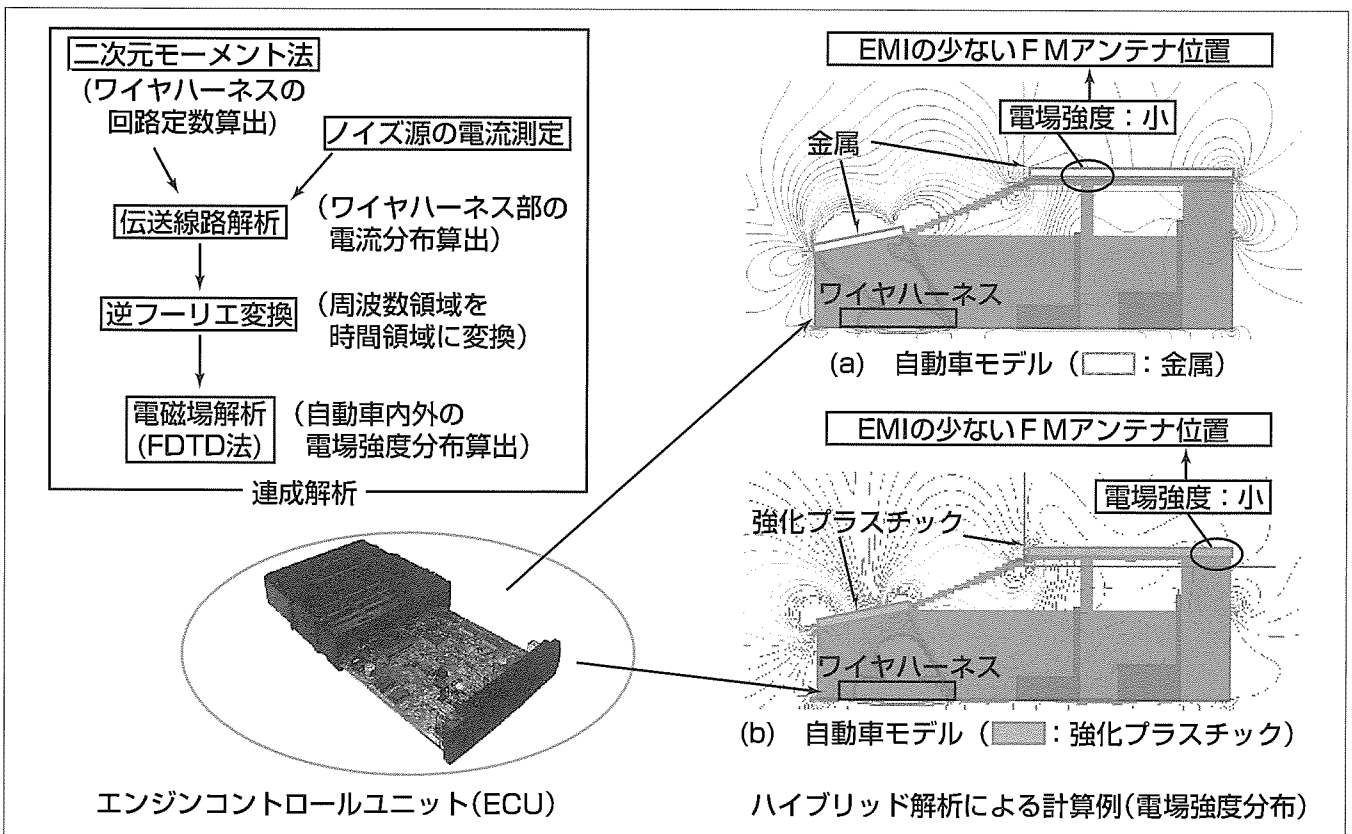
本稿では、これらの高調波ノイズを設計段階で予測するために、伝送線路解析と電磁場解析を組み合わせたハイブリッド解析を用いて、自動車におけるEMIについて検討し

た。

2章では、自動車車室内の電磁場分布を明らかにするとともに、実際の自動車を用いた測定により、解析の妥当性を検証した。

3章では、ハイブリッド解析を自動車設計に応用して、EMIを受けにくい最適なFMアンテナ位置を明らかにした。

これらの解析は、設計段階でECUの高周波ノイズを実車状態で予測可能であり、ECUによるEMIの低減や開発期間短縮に貢献している。



ハイブリッド解析を用いたECUのEMI解析

ハイブリッド解析は、ワイヤハーネス部の電流分布の伝送線路解析を行った後に自動車の電磁場解析をFDTD (Finite Difference Time Domain) 法を用いて行う方法であり、従来の方法に比べて計算精度・計算時間の点で優れている。ハイブリッド解析を2種類の車体材質の自動車に適用して、ECUの放射する高周波ノイズに対してEMIの少ないFMアンテナ位置を明らかにした。車体材質によってFMアンテナの最適位置は異なり、金属製ではルーフ中央、強化プラスチックをボンネットとルーフに用いた場合の位置はルーフ後方となる。

1. ま え が き

ECUは自動車のエンジンを制御・監視する装置であり、基板上に高速なCPUを実装している⁽¹⁾。そのために、CPUのスイッチングによる高周波ノイズがワイヤハーネスを通じて、車室内に放射されFMラジオの受信障害になる場合がある。これらの高調波ノイズは、ECUに接続されているワイヤハーネスの長さや本数、車体形状によって大きく変化し、ECU単体のノイズ評価ではFMラジオへの受信影響を判断することが難しい。そのために、従来は車両完成後にECUのFMラジオ受信影響を検討してきた。しかし、自動車開発サイクルの短縮、低コスト化要求により、ECUの競争力強化のためには、設計段階でFMラジオへの受信影響を把握する必要がある。

本稿では、高周波に対応するハイブリッド解析⁽²⁾を用いて、ECU単体だけでなく車体形状を考慮して、FMラジオへのEMI評価を行った結果について述べる。

2. 解析手法の検討

2.1 解析手法

今回の手法では、自動車構造を考慮してワイヤハーネスからの放射ノイズを解析するのに適したハイブリッド解析を行う。

図1にハイブリッド法の計算手順を示す。ステップ1(a)でワイヤのインダクタンスLとキャパシタンスCを二次元モーメント法により計算する。同時に、ステップ1(b)ではワイヤハーネスの給電点付近の高周波電流を電流プローブにより測定する。ステップ2ではステップ1で求めた定数を基にワイヤハーネス内の電流分布をLC等価回路で計算する。ステップ3では、FDTD法で計算する前に、電流分布を逆フーリエ変換し周波数領域から時間領域に変換する。最後に、ステップ4では、自動車構造・材質を考慮して、ワイヤハーネスから放射される電磁場分布をFDTD法を用いて計算する。

2.2 解析手法の検証

解析手法の検証は、図2に示すように、シングルワイヤを20MHzで振動する水晶発振器で励振して行った。ワイ

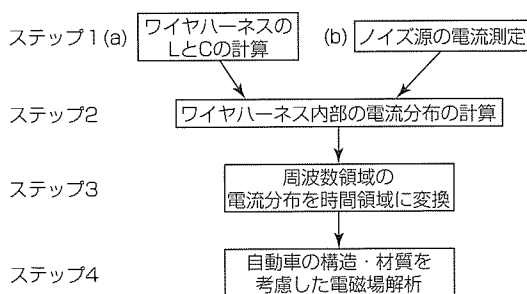


図1. ハイブリッド法による計算プロセス

ヤのインダクタンスLとキャパシタンスCを計算し、それぞれ1.2 μ Hと9.5pF/mである。また、ワイヤ給電部の高周波電流としてFM帯に含まれる5倍高調波成分(100MHz)のみを計測した。

図3にFDTD法の計算に用いた解析モデルを示す。電流源の周波数は100MHzとした。計算は車内での電磁場分布がほぼ定常状態となる10周期まで行った。図(a)に示す自動車モデルでは自動車の金属シャーシと座席フレームは完全導体として近似した。金属以外の誘電体で出来ている構造品の材料定数は、100MHzでは電磁場分布にほとんど影響を与えないために考慮しない。車室内は、エンジンルームとはファイアウォールで電磁的に遮蔽(しゃへい)されている。自動車モデルの電磁場分布と比較するために図(b)に示す自由空間モデルについても電磁場解析を行った。自由空間モデルではグラウンド平面の大きさが無限大とみなせるような大きさとした。いずれの解析モデルもセル数が600万で、一辺が25mmの立方体とした。

図4に自動車モデルと自由空間モデルの電場強度を比較した結果を示す。計算の最大値を0dBとした。電場強度をバックミラーからリアウィンドウまでの車長方向に沿って計算した。自由空間モデルでは、ノイズ源から離れるほ

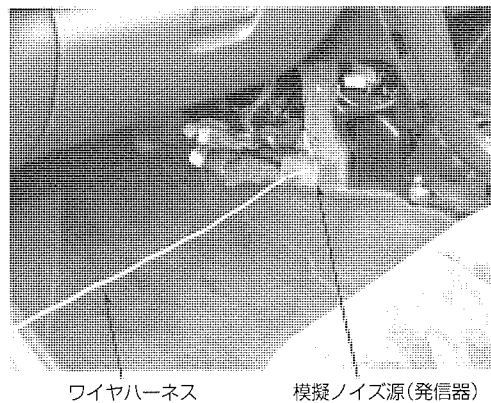


図2. ノイズ源とワイヤハーネス位置

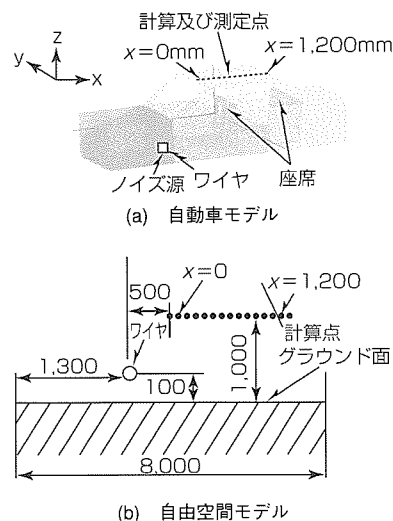


図3. FDTD法の解析モデル

ど、水平及び垂直成分が単調に減衰する。自動車モデルでは、屋根や座席の反射により、垂直成分がフロントシートとリアウィンドウ部で最大となる。以上の理由により、自動車の車体形状によってはFMアンテナがリアウィンドウに置かれた場合にはFMラジオのノイズ成分が増加する。

解析結果を検証するために、図5に示すように、実際の自動車と長さ30cmのヘリカルモノポールアンテナを用いて実測を行った。アンテナはコネクタを用いて屋根の下に設置し、そのグラウンドは電氣的に自動車の金属シャーシに接続することにより、接続ケーブルの外被に不要電流が誘導しないようにした。アンテナの出力電圧はスペクトラムアナライザの零スキャンモードを用いて測定した。図6に、車長方向に対して車高方向の電場強度を解析結果と実

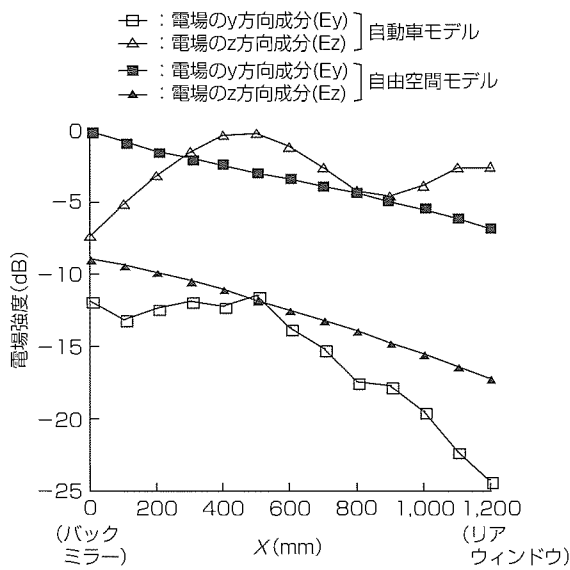


図4. 解析結果の比較

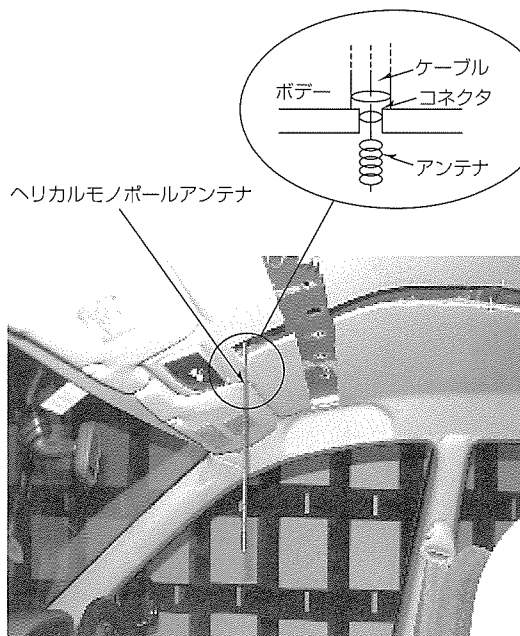


図5. 測定方法

測結果を比較して示す。

3. 高周波ノイズに対するFMアンテナ位置の最適設計

前章では、ハイブリッド解析の妥当性が、シングルワイヤを用いた実際の自動車の実測により検証できた。そこで、ハイブリッド解析をFMラジオアンテナに対するEMI設計に適用した。

図7にFMアンテナ位置の最適設計を行うモデルを示す。表1に示すように、2種類の材質(金属と強化プラスチック)を自動車ボデーの材質として検討した。強化プラスチックの誘電率は100MHzでは電磁界に影響を与えないので、強化プラスチックで作られた屋根とボンネットは自由空間として考慮した。自動車内部の座席とボデーの金属部は図3と同じように完全導体で近似した。屋根とボンネットが金属製のタイプ1では、ボンネットはボデーと3点で電気

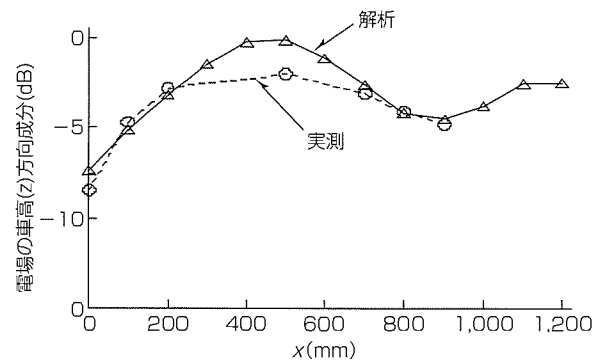


図6. 解析と実測の比較

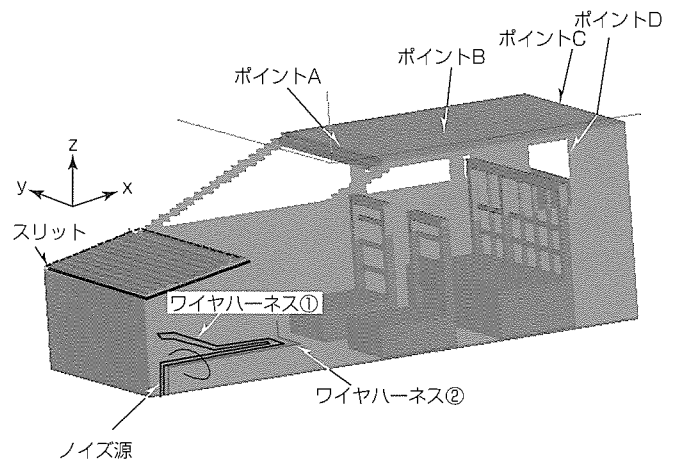


図7. 最適設計のための自動車モデル

表1. アンテナ位置の電場強度

	タイプ1	タイプ2
ルーフとボンネットの材質	金属	強化プラスチック
ポイントA	0.0dB	-3.0dB
ポイントB	-5.9dB	-6.7dB
ポイントC	2.8dB	-7.3dB
ポイントD	-2.8dB	-4.6dB

タイプ1のポイントAを0 dBとした。

的に接続されている。ボンネットとボデーのスリット幅はFDTD法の1セルに対応する25mmとした。ワイヤハーネスは2本で構成され、エンジンルーム内の片端で100MHzの電流源で励振した。ワイヤハーネス①はエンジンルームの端部から車室内を經由してエンジンルーム中央まで引き回している。ワイヤハーネス②はエンジンルームの端部から車室内まで引き回している。ワイヤ内の電流分布と電磁場分布は図1に示すプロセスで計算した。

表1に、図7に示すアンテナ位置の電場強度の車高(z)方向成分を示す。タイプ1のポイントAの電場強度を0dBとして正規化した。

図8にz方向成分の電場強度分布を示す。タイプ1では、最も電場強度が小さい最適アンテナ位置はポイントBである。タイプ2では、最も電場強度が小さい最適アンテナ位置はポイントCである。ポイントAでは、タイプ1の電場強度がタイプ2より小さくなる。ボンネットとボデーのスリット長さはほぼ半波長で共振アンテナとして働き、ボンネットのシールド効果は見られない。タイプ1では、屋根に沿って電場強度が減衰することなく伝搬するので、ポイントAの電場強度はポイントCより小さい。一方、タイプ2では、屋根から自由空間に向かって放射するために、ポイントAの電場強度はポイントCより大きくなる。以上、ボデー材質を変更した場合の最適アンテナ位置を解析から求めた。

4. む す び

ECUに接続されたワイヤから発生する高周波ノイズをハイブリッド解析により計算した。解析結果を実測結果と比較し、両者がよく一致することが分かった。ハイブリッド解析を、ボデー材質が異なる2種類の自動車に適用して、

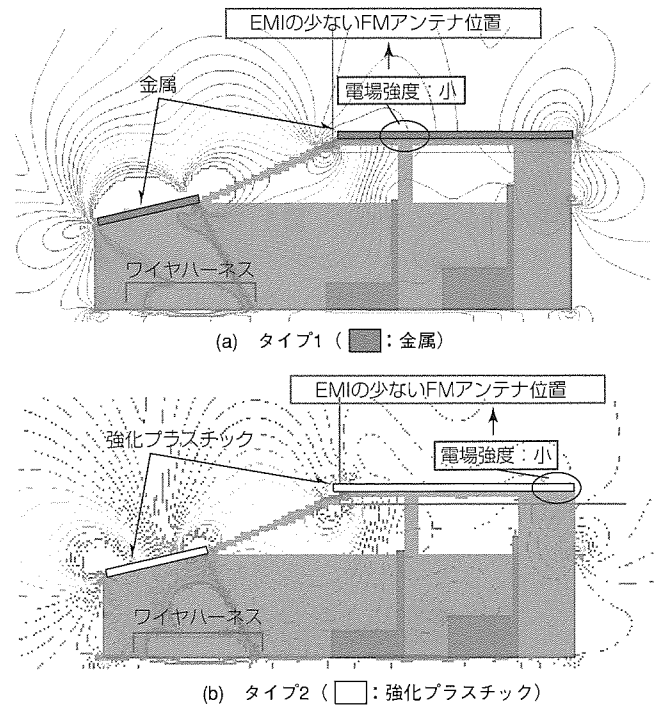


図8. 電場強度分布(車高(z)方向成分)

EMIの少ないFMアンテナ位置の検討を行った。最適なアンテナ位置はボデー材質によって異なり、それぞれの自動車について最適アンテナ位置を明らかにした。

参 考 文 献

- (1) 鵜生高德, ほか: 車載PCB解析に向けたLSIノイズモデルの検討, 信学技法, EMCJ2003-121, 55~60 (2003-12)
- (2) Shiraki, Y., et al.: Electromagnetic Field Distribution inside an Automobile Vehicle, Proc. of IEEE EMC Symposium 2003, 730~734 (2003-8)

エンジン制御用センサの小型化

中村洋志*
樽谷公昭*
谷本考司*

Miniaturization of Sensor for Engine Control System

Hiroshi Nakamura, Masaaki Taruya, Kouji Tanimoto

要 旨

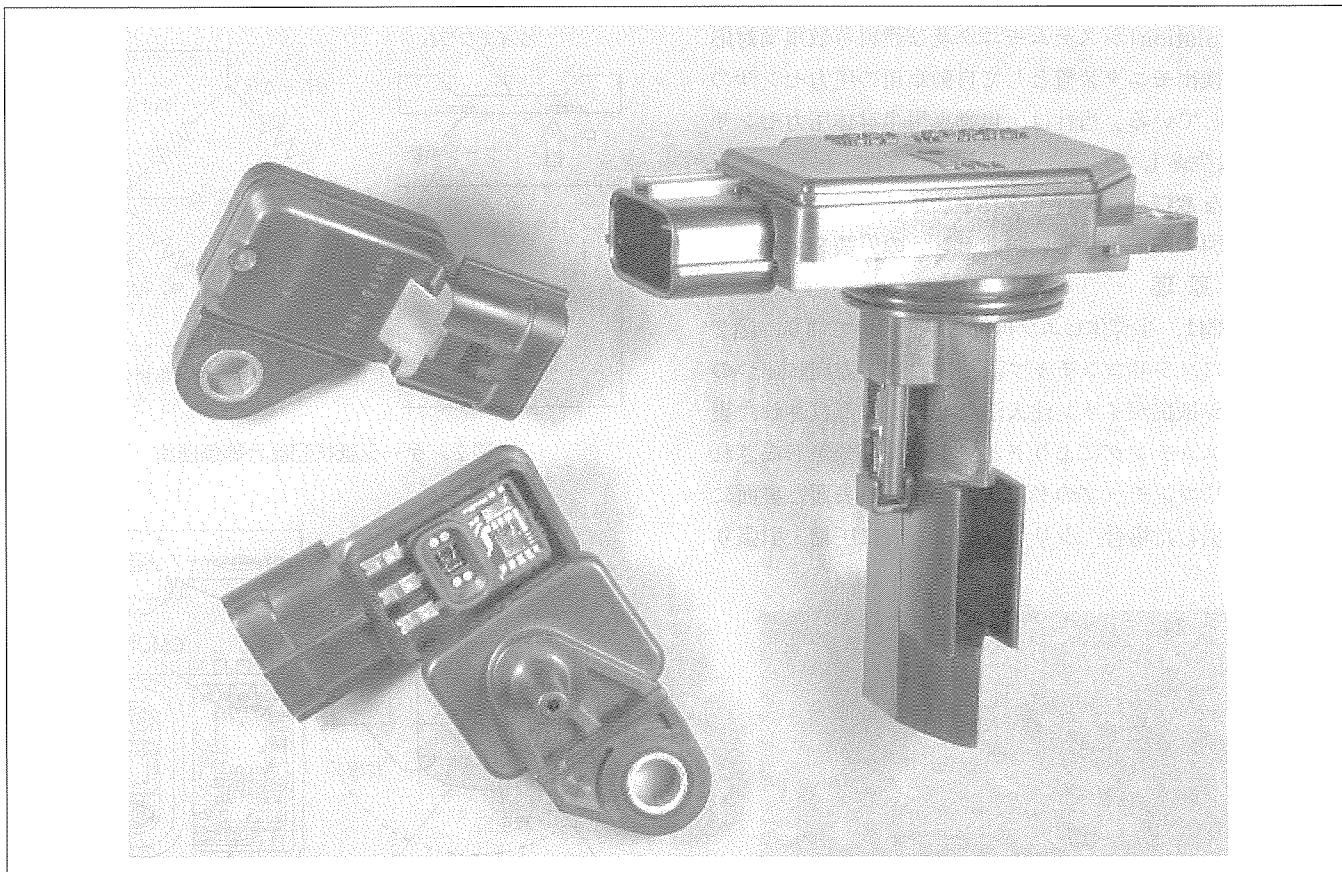
近年、自動車用エンジンに対する高動力性能・低公害・低燃費への要求は、豊かさへの希求、地球環境保護意識の高まり、税制優遇等のインフラの確立とともに、一段と加速されている。これら相反する要求を成立させるためには、燃料噴射システムのメインパーツであるセンサの性能向上が不可欠である。さらに、居住性向上に伴うエンジンルームの縮小と車室内の快適環境化やアンチロックブレーキシステムなどの安全装置の充実などによる装着部品の増加により、センサを搭載する空間はますます少なくなっており、センサの小型軽量化もより強く求められている。

小型圧力センサは、従来の実装部品をすべて廃止し内部回路をICのみで構成することにより小型軽量化を図り、

従来の同一製品比で約60%の体積・質量を実現した。同時に、特性の補正回路をデジタル化しセンサの個体ばらつきを最小とするとともに生産性の向上も果たしている。

マイクロエアフローセンサは、シリコン基板の一部をエッチングにより薄くして厚み数 μm のダイアフラム構造からなる検出素子を搭載しているため、検出部の熱容量を大幅に小さくでき、電源投入後や流量変化に対する応答性を飛躍的に速くすることが可能になった。

また、このエアフローセンサは、エアクリーナー出口導管に挿入し、設置可能なプラグインタイプで、整流格子を持つ従来品と同等の偏流耐量を確保するとともに、圧力損失は従来品比で1/3まで低減することができた。



小型圧力センサ(左側)

3つのICのみで回路を構成し、実装部品を廃止すると同時にはんだレス構造を達成し、高精度かつ高信頼性を確保している。また、パッケージ内のセンサモジュール部分は、外形形状に関係なく同一であり標準化を図っている。

マイクロエアフローセンサ(右側)

プラグイン可能な吸気温度センサー一体型エアフローセンサで、厚さ数 μm のダイアフラム構造からなる検出素子を搭載していることで、消費電力が小さく応答性も速い。

*姫路製作所

1. ま え が き

1980年代からの自動車における電子燃料制御システムの発展に伴い、システムの“目”となる吸入空気量を測定するセンサも同様に発展を続けている。近年の自動車における排出ガス規制・燃費向上・低価格化により、センサに対しても高精度化・小型化・軽量化・低価格化が求められており、この課題を克服するために開発を行った。三菱電機の吸入空気量計測用センサについて、その構造と特長を述べる。

2. センサの種類と特長

エンジン内への吸入空気量の測定方法としては吸気管を流れる空気量を測定する方法が一般的であり、市販の電子燃料制御を用いている自動車のほぼすべてがこの方法を用いている。吸気管を流れる空気量の検出方法としては、圧力センサを用いた間接計測方式と流量計(エアフローセンサ)による直接計測方式とに分類される。それぞれの方式に一長一短があるが、搭載性と価格においては圧力センサが優れ、測定精度的にはエアフローセンサが優れる。

3. 小型圧力センサ

吸入空気量検出のほかに、大気圧検出、EGR(Exhaust Gas Recirculation)システムモニタ及び燃料蒸散規制対応システムの検出モニタ装置として自動車用の圧力センサの使用が増加している。当社は、自動車用半導体圧力センサを1980年に生産して以来、今日まで、特性・信頼性・形状・コストなど様々な改善や改良を加えてきた。図1に今回小型化を図った最新仕様の圧力センサの外観を示す。

3.1 検出原理

圧力検出部は、半導体ピエゾ抵抗効果を用いており、図2に示すように、シリコンチップ表面内の特定方向に4つのひずみゲージ抵抗がイオン注入法などにより形成され、裏面は異方性エッチングによりダイアフラム部分が形成されている。シリコンチップのダイアフラム部の表面と裏面に圧力差が発生した場合、シリコンチップ内に圧縮・引張り

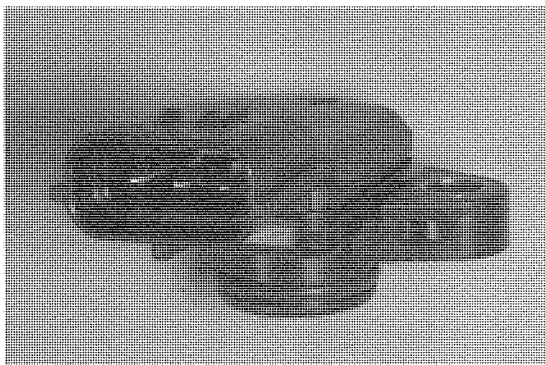


図1. 小型圧力センサの外観

応力が発生しダイアフラム部のゲージ抵抗の抵抗値が変化する。例えば、図中に示すP方向に圧力が印加された場合、ゲージ抵抗 R_1 と R_3 の抵抗値は減少し、 R_2 と R_4 の抵抗値は増加する。これらゲージ抵抗をブリッジ回路として配線し、一定電圧 E を加えると、この抵抗値変化に比例した出力電圧 V_0 を得ることができる。

$$V_0 = (\Delta R / R) \cdot E \dots\dots\dots(1)$$

ただし、ゲージ抵抗のみでは出力電圧が小さく、また、出力の温度依存性があるため、増幅回路と温度補償回路が必要となる。

3.2 構造

3.2.1 検出素子部

図3(a)に圧力センサ検出素子部分の構造を示す。ダイアフラムが形成されたシリコンチップは、パッケージからの熱応力を軽減するガラス台座に陽極接合されると同時にダイアフラム裏面の空間を真空封止することにより、基準圧力室も形成する。そのため、従来基準圧力室を構成するために必要であったキャンパッケージと呼ばれる金属パッケージが不要となり、部品点数の削減と小型化が可能となった。なお、被測定圧力は、真空室と反対側の面から印加

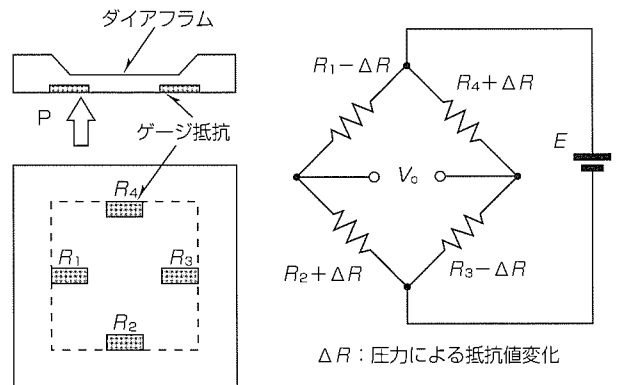
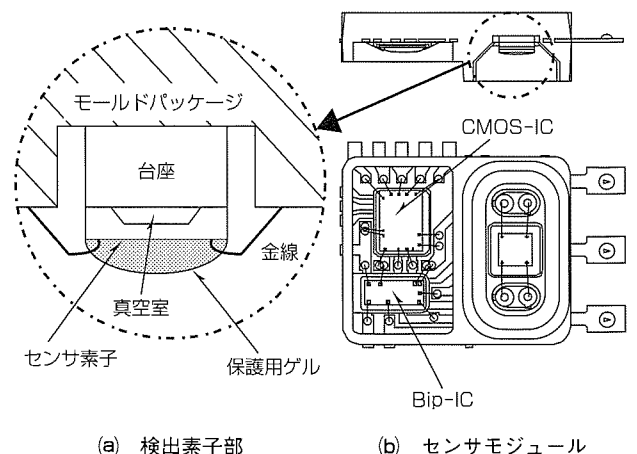


図2. ゲージ抵抗配置と等価回路



(a) 検出素子部 (b) センサモジュール

図3. センサ素子及びセンサモジュール

される構造となるため、逆に従来にはなかったセンサ素子表面にコーティングゲルを塗布することによって表面を保護し、従来と同等レベルの耐環境性を確保している。台座はモールド成形されたセンサモジュール上に接着により固定される。

3.2.2 回路構成

図3(b)にセンサモジュール全体図を示す。センサモジュールはリードフレームをインサートモールドしたパッケージ上に、前述の検出素子、CMOS-IC(Complementary Metal-Oxide Semiconductor-IC)及びBip-IC(Bipolar-IC)の3つのICが接着によりマウントされている。図4に示す回路構成のとおり、CMOS-ICは、検出素子出力の増幅と特性温度補償を行っている。

また、内部のROM(Read Only Memory)に検出素子固有の特性値を記憶することにより、定められた出力値を出力することが可能となる。Bip-ICは、過電圧に弱いCMOS-ICを保護する目的でI/F部分に取り付けられており、自動車用として必要な過電圧特性・サージ耐性を確保している。また、フィルタ回路を内蔵しており、EMI(Electro Magnetic Interference)特性も確保している。これらのICはいずれも汎用のICプロセスで作られており、信頼性及びコストの面で有利な構成となっている。

3.3 特長

3.3.1 小型化

必要機能部品をIC化することにより、従来品に対し体積・質量とも約60%に小型化を達成した。

3.3.2 はんだレス構造

実装部品を廃止しIC化することで、接合部分のはんだレス化を実現した。他の導通の必要な部位は溶接による接合を用いて環境への配慮と信頼性の向上を図っている。

3.3.3 耐汚損性・閉塞性

図3のセンサモジュールをパッケージした製品断面図を図5に示す。図に示すとおり、被測定媒体は導圧孔を通りコーティングとゲルによって保護された検出素子だけに接触する構造であり、他の2つのICは隔壁により隔離されている。これにより、耐汚損性の向上を図っている。また、

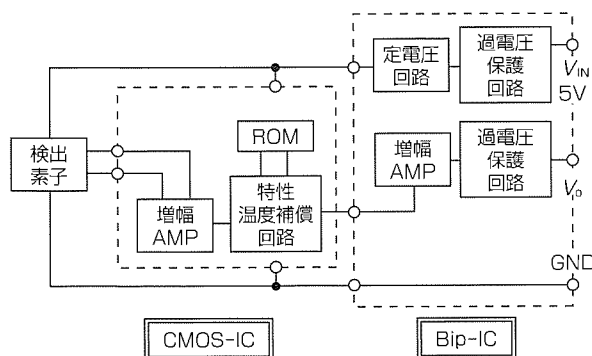


図4. 回路構成

圧力導圧孔径を大きくすることにより、汚損物の堆積(たいせき)や液体の滞留による閉塞(へいそく)の発生を抑える構造とした。

4. マイクロエアフローセンサ

マイクロエアフローセンサは、検出素子にマイクロマシンニング技術を応用した感熱式エアフローセンサである(図6)。当社は、薄平板形セラミック基板に白金薄膜を着膜した検出素子を用いた感熱式のヒートレジスタエアフローセンサを1990年に製品化した。更なる過渡時の検出精度の向上・小型軽量化・搭載性向上の要求に対応するために、エアクリーナー出口導管に挿入し設置できる小型プラグインタイプで応答性に優れたエアフローセンサの開発が必要になった。具体的には、熱容量の小さいマイクロセンサとその製造技術、及び偏流の影響の小さい低圧力損失の検出流管を開発した。

4.1 検出原理

マイクロエアフローセンサは、検出素子に形成した発熱体に電流を供給して加熱し、気流への熱伝達量が気流の流速に依存することを利用している。図7に示す検出回路においては、気流温度を気流温度センサ(R_k)で検出し、発熱体(R_H)の温度が気流温度よりも一定温度高くなるように発熱体への加熱電流を制御し、その時の加熱電流を流量

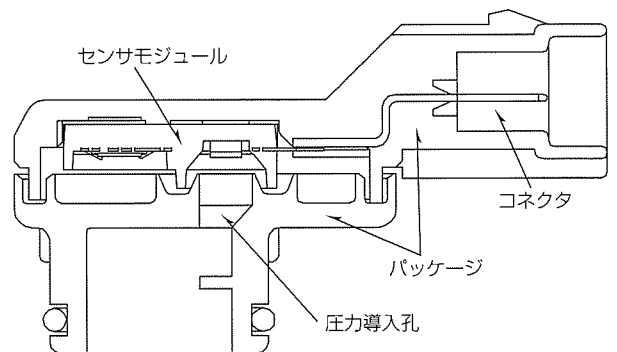


図5. センサ断面

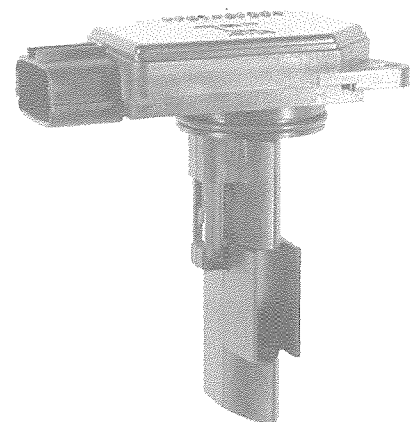


図6. マイクロエアフローセンサの外観

信号として出力している。加熱電流と流量の関係は式(2)で表される。

$$I_H = \sqrt{\frac{(a+bQ^{0.5})(T_H-T_a)}{R_H}} \dots\dots\dots(2)$$

ここで、 I_H ：加熱電流、 Q ：流量、 T_H ：発熱体温度、 T_a ：気流温度、 R_H ：発熱抵抗、 a 、 b ：定数を示す。

4.2 構造

4.2.1 検出素子部

検出素子はシリコン基板の一部をエッチングにより薄くして厚み数 μm のダイアフラムを形成し、その上に白金薄膜からなる発熱体(R_H)、発熱温度センサ(R_S)を形成している。発熱体をダイアフラム上に形成することで、発熱体とシリコン基板間を熱絶縁でき、また、発熱体の熱容量を小さくできるため、低消費電力と高速応答が実現できた(図8)。

ダイアフラムは、流量感度や応答性の観点からは厚みが薄い方が望ましいが、一方で、気流による圧力やエアクリナーを通過する一部ダストの衝突により破損しない強度が必要になる。機械的強度の観点からダイアフラムの厚みと幅を設定し、発熱体の幅をダイアフラムの幅の約半分とすることで要求仕様を満たす流量感度を得ている。

4.2.2 プラグイン検出流管

従来のエアフローセンサにおいては検出素子上流側に整流格子を設置して流速分布が均一になるように整流しているが、プラグインタイプにおいては検出流管自体にこの整流効果を持たす必要がある。マイクロエアフローセンサでは、断面が尖頭(せんとう)形状からなるピラーを検出流路の支持部側と先端側に設けることで、エアフローセンサ上流側の偏流を分断・減衰させて導管内の径方向圧力分布の均等化を図ることにより耐偏流特性を向上させている。

また、主流の流れがスムーズに検出流路に流れ込むように、検出流管の側壁はわずかに上流側に突出した扁平形状としている。さらに、検出素子部でわずかに縮流するように流管構造を設計することで、圧力損失が小さく、また、安定した流量特性を得ることができた。

4.3 特長

4.3.1 軽量・小型化

プラグイン構造でかつ電子回路及び検出流管の小型化を図ることで、導管を持つ従来品と比較し、質量比で1/5の小型軽量化が可能になった。

4.3.2 高速応答

検出素子にマイクロセンサを使用したことにより、従来品に対し、電源起動後応答時間は1けた以上、また、流量変動に対する応答時間は1/3以下となる高速応答性を実現した。

4.3.3 低圧力損失

検出流管形状の最適化により圧力損失は従来比1/3ま

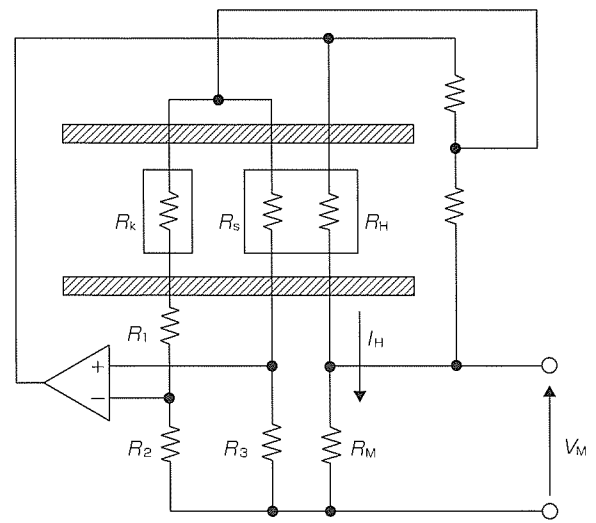


図7. 検出回路

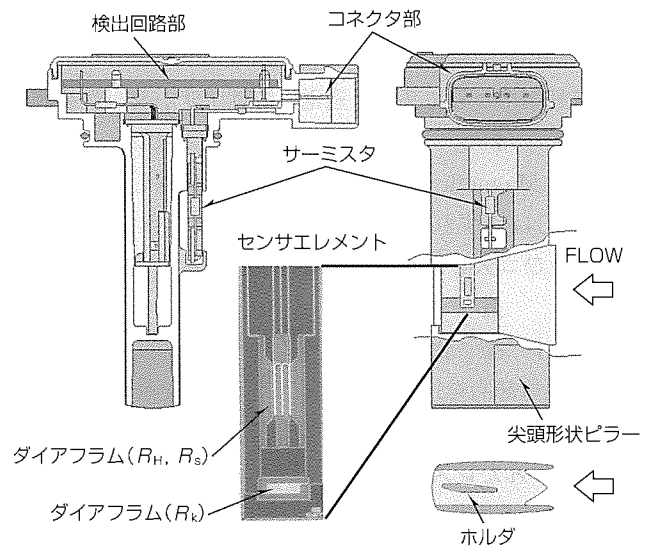


図8. マイクロエアフローセンサの断面

で低減することができた。

5. むすび

以上紹介した小型圧力センサ及びマイクロエアフローセンサは、三菱自動車工業(株)を始めとする国内外の四輪・二輪車両メーカーに納入され、エンジン制御の一翼を担っている。今後も、更に市場のニーズに対応できるセンサを供給していく所存である。

参考文献

- (1) 大谷七朗, ほか: エンジン制御用センサの小型化, 三菱電機技報, 70, No.9, 933~936 (1996)
- (2) 山下 彰, ほか: マイクロエアフローセンサのセンシング素子, 三菱電機技報, 78, No.6, 385~388 (2004)

DCモータ駆動式EGRバルブとその制御

三好帥男*
 新家一彰**
 川村 敏*

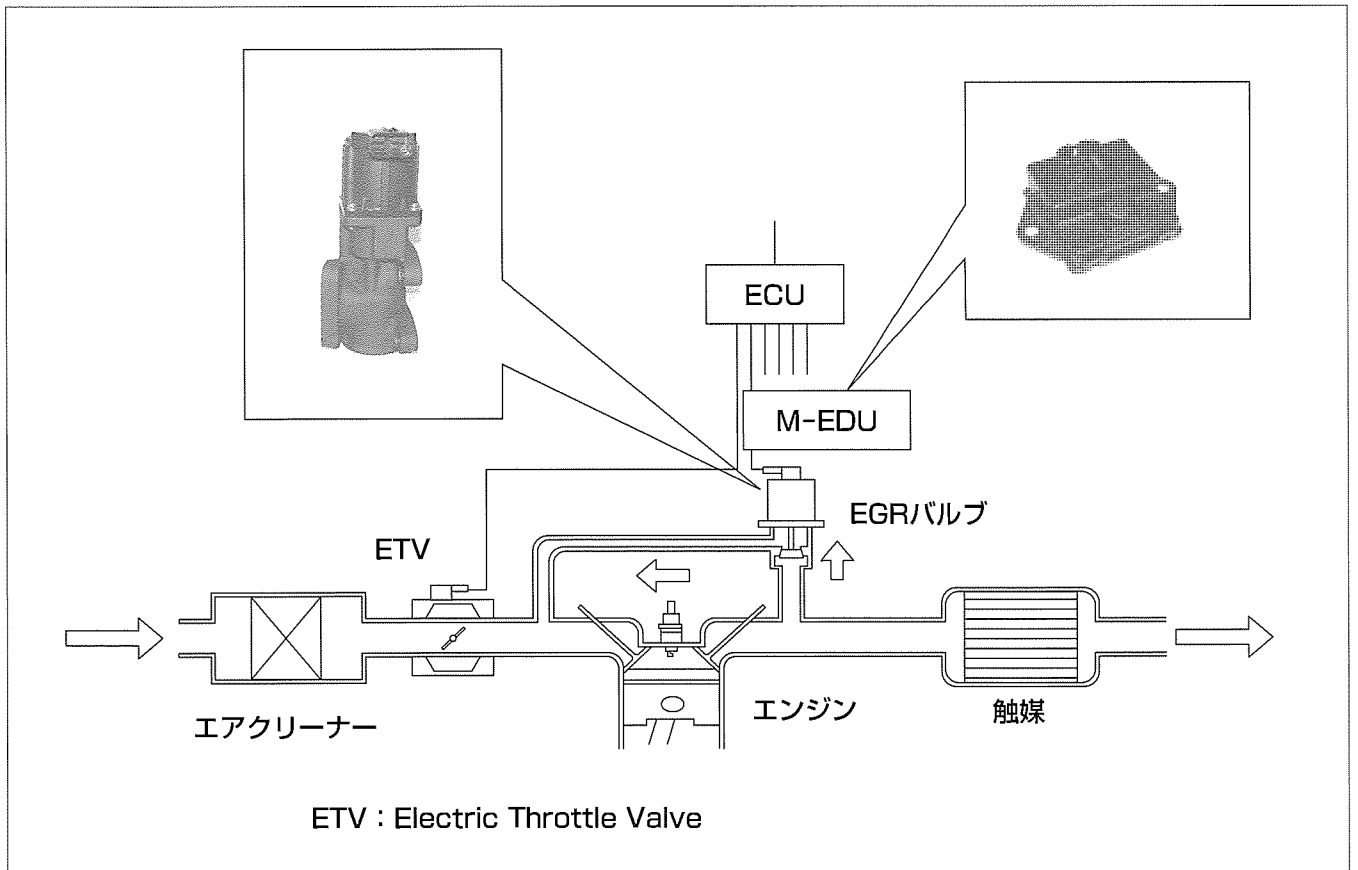
EGR Valve Driven by DC Motor, and Control

Sotsuo Miyoshi, Kazuaki Shinya, Satoshi Kawamura

要 旨

環境をキーワードに、自動車の排出ガス規制が世界中で強化されつつある。排出ガスを吸気に再循環させ排出ガス中のNO_xを低減させるEGR(Exhaust Gas Recirculation)バルブに対してもその要求性能が高度化している。特にディーゼルエンジン用のEGRバルブに関しては、大流量制御、高精度制御、高速応答性のすべてが求められており、三菱電機ではDC(Direct Current)モータを駆動源としたEGRバルブを開発した。モータは低慣性のマグネット回

転子構造を採用し、ブラシ、ブラシレスの2種類のモータと、その性能を十分に発揮させるための制御アルゴリズムを開発し、専用の駆動ユニットとして“M-EDU(Mitsubishi Electrical actuator Drive Unit)”を製品化した。特に、M-EDUは、短時間で厳しくなる排出ガス規制への対応で、開発リソースをエンジン開発に集中する必要に迫られている自動車メーカーのニーズにマッチする。



ブラシレスDCモータ駆動式EGRバルブとM-EDU

EGRバルブ専用開発したDCモータを搭載し、EGRバルブの制御に必要な高速反転動作を低慣性ロータで実現する。M-EDUは、ECU(Engine Control Unit)からの指示に従い、EGRバルブ開度をフィードバック制御する。ECUとM-EDU間の通信にはCAN(Controller Area Network)通信を使用しており、EGRバルブ制御のアルゴリズム、駆動回路はすべてM-EDUに内蔵する。

*三菱電機(株) 三田製作所 **三菱電機コントロールソフトウェア(株)

1. ま え が き

環境問題が広く認知される社会情勢になり、自動車の排出ガス規制もここ数年で一気に強化されつつある。この動きは、日本のみならず、ヨーロッパ、アメリカにおいても同様で、ほぼ同時に規制強化の波が迫っている。特に、ディーゼルエンジン自動車は規制の強化度合いが大きく、エンジンシステムの大きな変革をもたらしつつある。このような状況の中、排出ガス制御のキーデバイスであるEGRバルブ(排出ガス再循環制御弁)においても技術革新が進みつつあり、当社においても、ディーゼルエンジンの特性にマッチしたDCモータ駆動式EGRバルブを開発し生産化している。さらに、エンジンシステムの変革により多くのアクチュエータが電子制御化され、ますます制御が複雑になり多大な開発工数を抱える自動車メーカーの実状と、同じくEGRバルブの高性能化による制御の複雑化から駆動制御部分をエンジン制御ユニット(ECU)からの通信により独立して駆動制御を分担するM-EDUについても開発し生産化している。

2. ディーゼルエンジン用DCモータ駆動式EGRバルブ

2.1 DCモータ駆動式EGRバルブの製品概要

ディーゼルエンジンのEGR制御は、EGR導入によるNO_x(窒素酸化物)低減効果とPM(パーティキュレートマター)増加の相反する関係を克服するために、エンジン運転状態に応じた最適なEGR量をコントロールすることが重要となる。特に、

- 加速時のEGRガスの導入停止
=EGRバルブの開弁スピード向上
- 全運転領域でのEGR導入によるNO_x低減
=エンジン高負荷域でのEGRバルブの微小開度制御の性能が求められる。

これらの性能を確保するため、当社では、EGRバルブ専用のDCモータを開発し、モータの内部に回転運動を直動運動に変換するねじ機構を持つコンパクトなDCモータ駆動式EGRバルブを開発した。

2.2 ブラシモータとブラシレスモータ

図1に当社ブラシモータの基本構造を示す。特長としてはマグネット回転型のブラシレスモータ構造を基本として、機械的転流機構であるコミュテータとスリップリングを設けてDCブラシモータ化を達成しており、その回転部慣性力の低さからくる高速応答性と、マグネット回転部の内部に設けられたねじ構造による回転～直動変換機構によって得られる大きな直動推力、及びバルブに対して加わる外からの力に対する優れた位置安定性を持っている。また、巻き線部は当社固有の技術である“ポキポキモータ”構造(図2)を採用しており、高効率で生産性に優れたモータを実現し

ている。さらに、高耐久性を求められるトラック用に採用が拡大されつつあるブラシレスモータ(図3)も、基本構造が同一である利点を生かし、共通の生産ラインで製造が可能という優れたメリットを持っている。

3. M-EDUの製品概要

次に、DCモータ駆動式EGRバルブを駆動するM-EDUについて述べる。

3.1 M-EDUの構造と一般仕様

自動車への搭載場所に自由度を持たせるため、耐熱・耐振・耐防水設計については十分な配慮を行った。

例えば、耐熱性を高めるため高温度保証の電子部品採用や、耐振性を高めるためケース剛性アップの工夫を施した。また、耐防水性向上策としては、ケースとカバーをシリコン系の樹脂でシールし、コネクタは防水コネクタを採用した防水構造にしている(図4)。そのため、ケース内圧と外圧の差圧により発生する水浸入問題を“呼吸穴”によって差圧をキャンセルする構造とし抑制している。また、その呼吸穴には、フィルタを張り付け、さらに、そのフィルタが油などの付着により目詰まりしないようにゴムキャップでフィルタを覆い隠し保護する構造とした。

表1にM-EDUの基本仕様を示す。

3.2 M-EDUの回路構成

12V系/24V系システムに両用できる電源回路、EGRバルブ開度指令情報とEGRバルブの故障診断情報をECUと通信するためのCAN通信I/F回路、モータをPWM(Pulse Width Modulation)制御するための駆動Dutyを演算する制御回路、磁極位置検出用ホールICの検出信号入力I/F回

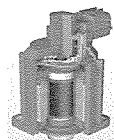


図1. ブラシモータ

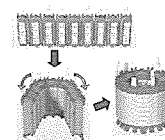


図2. ポキポキモータの構造



図3. ブラシレスモータ

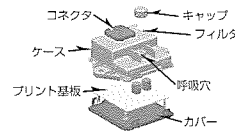


図4. M-EDUの構造

表1. M-EDUの基本仕様

装着場所	エンジン取付け
動作電圧	12V, 24V
CAN通信	SAE J1939準拠
ケース材料	エンジニアリングプラスチック
質量	150g

SAE: Society of Automotive Engineers

路、モータ駆動回路、過電流検出回路を一つのユニットに収めている。

ブラシモータ駆動M-EDUのブロック図を図5に、また、ブラシレスモータ駆動M-EDUのブロック図を図6に示す。

3.3 モータ制御ロジック

3.3.1 ポジションフィードバック制御

M-EDUは、ECUから指示されたEGRバルブ目標位置に素早く、しかもスムーズに整定させなければならない。そこで、ポジションフィードバック制御としてPID (Proportional/Integral/Differential) 制御を導入した。このPID制御は、エンジンごとの排圧等の違いによりEGRバルブの応答性を変更しなければならない場合などのチューニングが必要な場合に最適である。

図7にEGRバルブ制御のための制御ブロック図を示す。

一般的にPID制御アルゴリズムは位置型アルゴリズムがよく使われるが、M-EDUでは、このアルゴリズムをそのまま使用せずに、演算結果の操作量の変化分を扱う速度型アルゴリズムを使用している。このモータを使用したEGRバルブは、低慣性設計のため100~200ms程度のフルストローク応答時間に対して最大速度に達するまでの時間が10ms以下と小さい。したがって、位置型アルゴリズムの場合、積分値の蓄積により素早く操作量変更することができずEGRバルブのオーバーシュートを調整しにくい。一方、速度型アルゴリズムの場合には、操作量を制限しているので、積分値の余分な蓄積がなくEGRバルブのオーバーシュートを調整しやすい。図8、図9にそれぞれECUから全閉指示、全閉指示されてから実位置が目標位置に到達するまでのホールICの出力波形とバルブ応答波形を示

す。特に全閉動作は、EGRバルブ制御で最も高速動作を要求される応答性である。

3.3.2 PWM制御

PIDアルゴリズムによって演算された操作量は、目標位置と実位置との偏差に応じて変化し、この操作量が最終的にモータ駆動するためのPWM駆動Duty値としてブラシモータ又はブラシレスモータを直接制御する。ブラシモータ、ブラシレスモータともにPWM制御によりコントロールしているので、目標位置と実位置の偏差が大きい場合は操作量がHigh Dutyとなり、目標値に近づくに伴ってLow Dutyとなるので効率的なコントロールができ電力消費を抑えることができる。

3.3.3 ブラシ/ブラシレスモータ制御の違い

以上から、表2にモータ方式ごとの制御の違いを示す。

ブラシモータとブラシレスモータには構造上の違いがあり、そのため、モータを駆動するための方法も当然異なる。

ブラシモータの場合は、モータの+/-端子に電圧を印加すればモータを回転させることができる。しかし、ブラシレスモータの場合、ブラシモータのブラシの役割をホールICが担っており、モータ端子に電圧を印加しただけではモータは回転しない。UVW各相ごとにホールICが装着されており、各ホールICの出力信号が切り換わると同時にモータへの通電方向をマイコン及びモータ駆動回路で切り換える。また、この切り換わりのタイミングが遅れるとモータのトルク低下につながるため、マイコンの外部割り込み機能を使用して制御している。特に低コスト化を目的

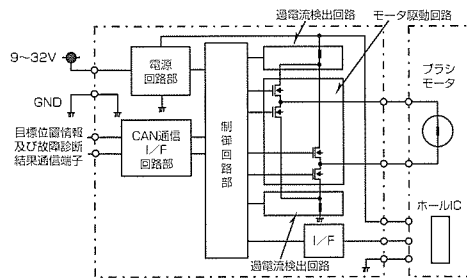


図5. ブラシモータ式EGRバルブ用回路ブロック図

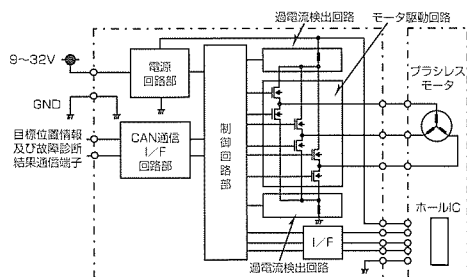


図6. ブラシレスモータ式EGRバルブ用回路ブロック図

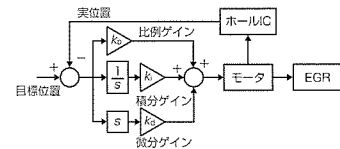


図7. M-EDUの制御ブロック図

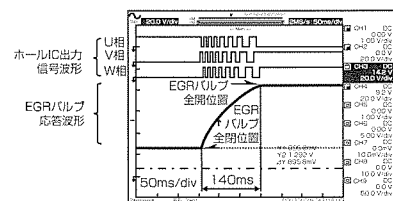


図8. EGRバルブ全閉→全開指示時の応答波形

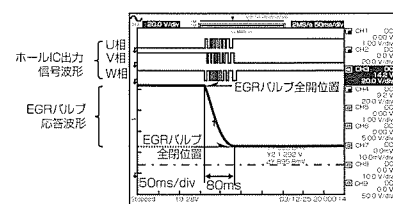


図9. EGRバルブ全開→全閉指示時の応答波形

表2. ブラシ/ブラシレスモータの制御

	ブラシモータ	ブラシレスモータ
共通制御	PID制御 PWM制御	
通電切換え制御	機械的に通電方向が切り換わりモータが回転する。	磁極位置検出用ホールIC出力信号を外部回路が取り込み通電方向を切り換えてモータを回転させる。

にブラシレスモータ式EGRバルブにはバルブの位置を検出する絶対値センサを搭載しておらず、磁極位置を検出するホールICの出力信号に基づいてポジションフィードバック制御を行っている。

さらに、ブラシレスモータの回転制御に使用しているホールICの出力信号のステップ数をカウントすることで、モータがどれだけ角度回転したかを検出する方法をとっている。EGRバルブの全閉位置を初期化制御で検出し、そこからモータがどの方向にどれだけ回転したかをステップ数でカウントすることで絶対位置の検出を行うことができる。

4. 開発環境

ポジションフィードバック制御では、ほかにもバルブのヒステリシスを補償するためにPID制御の演算結果に逆ヒステリシスを加える等、最適化の制御を幾つか採用している。EGRバルブは非線形性が強く、代数計算のみでは制御性評価が非常に困難である。このため、“MATLAB/Simulink^(注1)”でEGRバルブの物理モデルを作成し(図10)、制御モデルと結合してシミュレーションを行いアルゴリズムを検証した。また、制御モデルで実際のEGRバルブを駆動し実動作させ、アルゴリズム、PID定数の最適化を行った。また、M-EDUでの駆動以外にECUで直接駆動するというニーズもある。これに対して開発工数の短縮を目的とし制御モデルベースで実行可能な仕様書を提示している。図11にシミュレーション結果とそのアルゴリズムによる実機での動作確認した結果を示す。

5. 今後の方向性

今後、排出ガス規制の強化、燃費規制の強化等、EGRバルブ以外にもエンジン制御デバイスはますます高性能化を要求され、多くのモータ式アクチュエータが使われるようになる。さらに、制御の複雑化と自動車メーカーの開発スピードアップのための開発工数削減要求はますます強くなるものと想定される。これらの要求にこたえるためには、様々なアクチュエータをECUから通信のみで制御する分散型が主流となる。一方、現在のM-EDUのように別置きの駆動ユニットでは配線が多くなり取付け場所も確保困難なため、今後は、アクチュエータに制御ユニット

(注1) MATLAB/Simulinkは、Math Works Inc.の登録商標である。

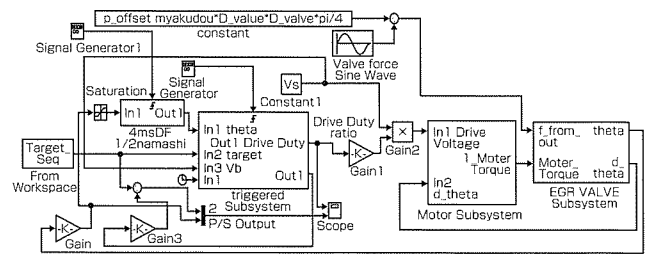


図10. シミュレーションモデルの一例

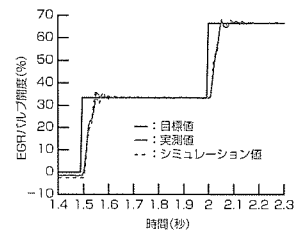


図11. シミュレーション結果の一例

を一体化したスマートアクチュエータのニーズが増加すると予想される。しかしながら、このスマートアクチュエータは電子部品をアクチュエータに搭載することから、電子部品として過酷な高温、振動等に関する信頼性試験をクリアすることが求められる。現状では高温、高振動に耐え得る部品が限られており非常に高価にならざるを得ないが、将来、このスマートアクチュエータは主力製品となることが予想される。当社としても、高耐熱、高耐久を持つ実装技術を開発し、標準展開を図り、スケールメリットにより低コスト化を実現する。すなわち、モータ式アクチュエータは、ECUから通信により独立して制御を分散する方法が進化拡大する方向と、ECUが直接制御する従来のアクチュエータとの2極分化となる可能性が高い。

6. むすび

EGRバルブの世界にも高性能化の波が訪れ、高機能なアクチュエータとそのアクチュエータを使いこなす高度な制御技術の両方が求められる時代になってきた。高性能モータと高度な制御技術は当社の得意とする分野であり、多くの経験によって蓄積された技術、人材を有効に活用し、世界トップの技術とコストパフォーマンスで名実ともに世界一のEGRバルブサプライヤーを目指す。

参考文献

- (1) 山本重彦, ほか: PID制御の基礎と応用, 朝倉書店 (1997-4)
- (2) 杉本英彦, ほか: ACサーボモータシステムの理論と設計の実際, 総合電子出版社 (1990-5)
- (3) 中原裕治, ほか: ポキポキモータの車載機への応用, 三菱電機技報, 74, No.9, 579~582 (2000)

車載品の検査装置と検査システム

坪井 隆*
佐々木 就*
前田文彦*

Automotive Inspection Instrumentation and Inspection System Technology

Takashi Tsuboi, Shu Sasaki, Fumihiko Maeda

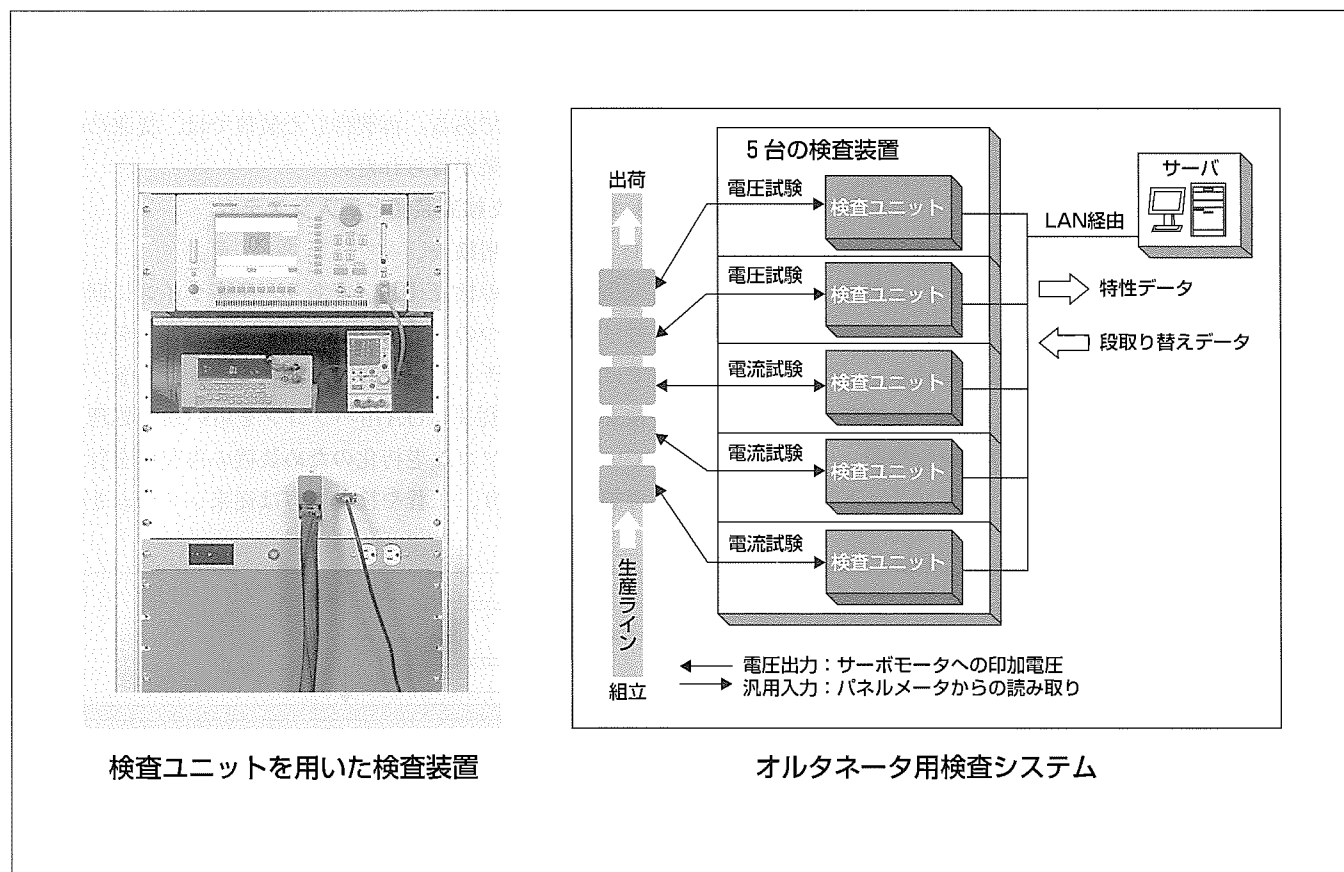
要 旨

一般に、製造業では製造の各工程や出荷前に製品の品質検査を行う。その中でも自動車機器製品(車載品)に対しては、高い品質と厳しい品質管理が要求される。そのため、機能・性能検査のための検査装置の開発・改良は継続的に行われている。また、車載品の生産ラインには、特に、タクトタイム短縮や連続稼働、高いメンテナンス性が求められ、このような要求は、生産設備の一つである検査装置に対しても向けられている。

本稿では、車載品の生産ラインで用いられている検査装置の開発・改良についての事例を述べる。検査装置に求められる要求事項を踏まえ、検査専用のコンピュータユニッ

ト(検査ユニット)とそのソフトウェア開発環境を開発し、これをベースにして検査装置を製作した。適用したシステム事例では、耐久性・信頼性の向上、短いタクトタイム内での確実な検査、安定した時間制御、測定データの保存と活用、装置用の効率的なソフトウェア開発などで効果が得られた。

なお、既存の検査装置の場合には、工程や検査内容を変更せずに、デジタルコンピュータとそのソフトウェア部分の範囲で再製作した。再製作前後では同一の検査結果が得られた。



検査ユニットを用いて製作した検査装置及び検査システム

開発した検査ユニットを用いて製作した検査装置と、オルタネータ用検査システムを表した図である。このシステムは、検査ユニットを用いた検査装置5台とサーバ1台とで構成されている。それぞれの検査装置はオルタネータの回転数を制御し、出力電圧などを取り込み、検査している。検査により得られた特性データはLANを経由してサーバに保存され、品質管理に活用される。

1. ま え が き

車載品の生産システムでは、加工・組立てと品質の確保及び確認が連続稼働の下、所定のタクトタイム内で行われることが厳しく要求される。加工・組立てのための自動機では、各種FA機器、例えばプログラマブルコントローラ(シーケンサ)を活用し、この要求に効率的にこたえる努力がなされている。シーケンサと自動機の発展は自動車関連産業によってリードされてきたと言っても過言ではない。一方で、品質確認のための設備としては検査装置があるが、これに対してはシーケンサのようなFA機器が、現状では少ないが、装置の開発と改良が継続的に行われている。

このような背景の下、筆者らは、検査装置の信頼性・耐久性、処理速度の向上、効率的な製作、測定した製品の特性データの活用、装置の標準化に取り組んできた。現状の検査装置の問題点や要求事項の分析・整理を行い、最終的には検査装置に用いる専用のコンピュータユニット(検査ユニット)とそのソフトウェア開発環境を開発した。以下に、開発した検査ユニットの紹介と検査システムへの導入事例について述べる。

2. 現状の検査装置の課題と開発した検査ユニット

2.1 検査装置の概要と課題

一般に検査装置は以下の一連の処理を行うものである。

- 検査対象(製品)に対して試験信号を与える。
- 所定時間の経過後、検査対象から応答信号を読み取る。
- 読み取り値を規格値・判定値と比較して製品の良否判定を行う。
- 読み取り値や判定結果を保存する。
- 品質管理にフィードバックをかける。

検査装置を改良するに当たり、具体的な検査対象として車載用スタータ、オルタネータ等の回転機器、イグニッションコイル等の点火機器、エンジン制御ユニット等の電子機

器を取り上げ、検査装置に対する以下の基本的要求事項を得た。

- (1) 車載品の生産は中～大量・多品種生産のため、長期連続稼働(信頼性・耐久性)、タクトタイム短縮、効率的な段取り替え機能が求められる。
- (2) 製品の特性データや製造番号など製造履歴を残す品質管理の仕組みが求められる。
- (3) 立ち上げやメンテナンス、新製品投入に対する効率的な作業性が求められる。特に装置のソフトウェアはプログラマ以外の人にも理解できることが望ましい。
- (4) 車載品の製品寿命は長く、検査装置は長期安定供給が要求される。

2.2 開発した検査ユニット

加工・組立てのためのシーケンサは、制御を目的に上記要求事項の幾つかを満足している。筆者らは、シーケンサなどFA機器の設計技術を参考に、制御とは異なった検査のために求められる特徴を備えた検査専用のコンピュータアーキテクチャを考案し、検査ユニットを開発した(図1)。

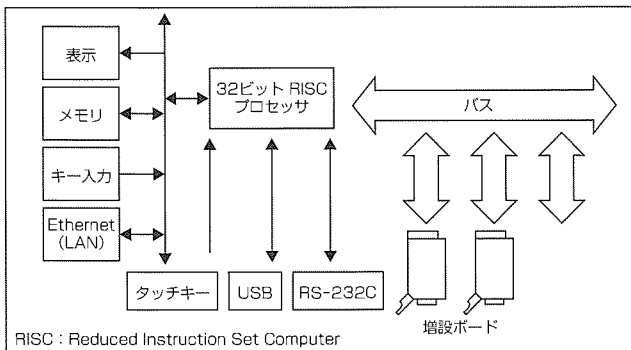
3. 導入事例

以下に3例のシステムへの導入事例を紹介する。これらは、典型的な車載品生産ラインで要求される、所定のタクトタイム内での検査、24時間運転を行うシステムである。検査装置の製作範囲は、デジタルコンピュータとそのソフトウェア部分である。再製作した装置では、従来の装置と同一の検査結果が得られた。

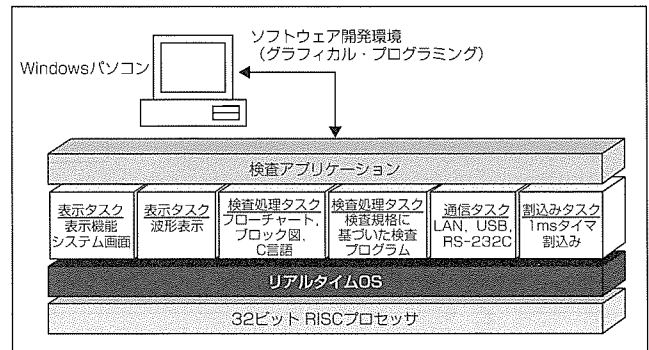
3.1 製作した検査装置と導入システム

(1) スタータ用検査

出荷試験用の検査(図2)であり、生産ラインに回転台が設けられ、4つのステーションからなる。各ステーションでは、スイッチ・イン検査、寸法検査、拘束検査、無負荷検査を行う。従来はOA用パソコンを用い検査処理を行っていたが、パソコン老朽化のため装置の再製作を行った。再製作に当たり、工程や検査内容は従来システムと同一と



(a) 検査ユニットのハードウェア構成図



(b) 検査ユニットのソフトウェア構成図

図1. 検査ユニットのアーキテクチャ

した。開発した検査ユニットを装置へ段階的に導入するために、OA用の新しいパソコンと検査ユニットのハイブリッド構成になっている。

検査ユニットは、前記4つの検査のうち、スイッチ・イン検査を行っている。スイッチ・イン検査は、さらに、スイッチ・イン電圧検査、バッテリー端子導通検査、ピニオン押し出し力検査、イグニション・スイッチ端子導通検査の4つの検査からなる。特に、スイッチ・イン電圧検査では、スタータに印加する電圧を徐々に上昇させる指令を出して、ピニオンを押し出し、マグネットスイッチ内の接点を閉じ(スイッチ・イン)、モータに電流が流れ始めるときの印加電圧値を取り込み、検査している。

(2) オルタネータ用検査

出荷試験用の検査(図3)であり、生産ラインに検査装置が5台設けられている。5台の検査装置は同一システム、同一プログラムだが、設定の違いにより、3台は電流の検

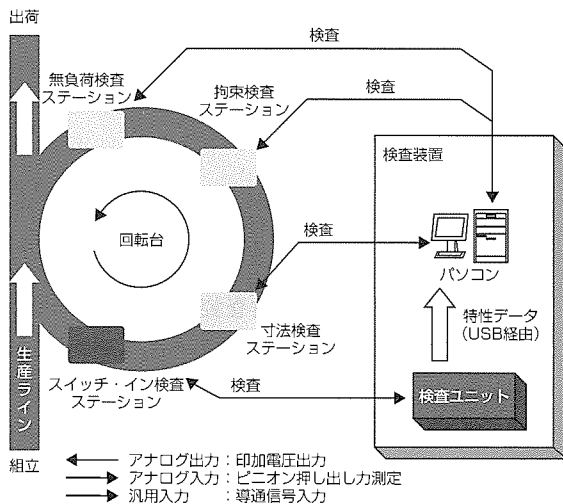


図2. スタータ用検査システム

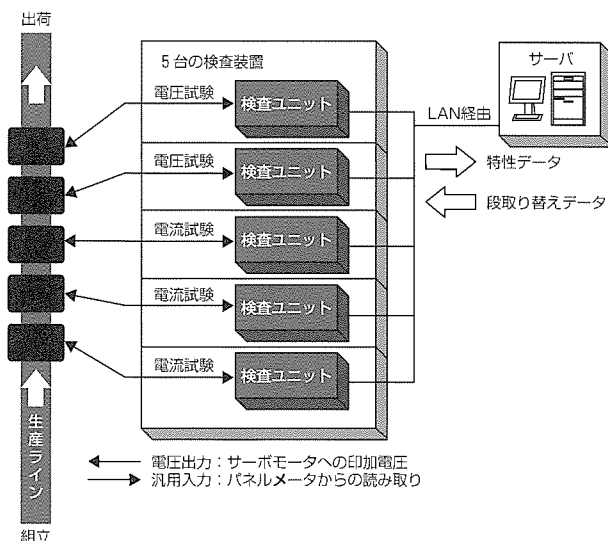


図3. オルタネータ用検査システム

査、2台は電圧の検査を行う。従来はOA用パソコンを用い検査装置としていたが、上記のスタータの事例と同じ理由により再製作を行った。工程や検査内容は従来システムと同一である。このシステムでは検査ユニットが製品の検査を行い、パソコンはサーバとして用いられる。

検査ユニットの入出力構成を特に述べると、アナログ入力及び出力のインタフェースボード、デジタル入出力ボードからなり、サーボモータの制御、オルタネータの特性データの測定を行っている。検査の概略は、オルタネータを回転させるためサーボモータを所定の速度で回転させ、出力電流、各端子の電圧を測定し、良否判定を行うという内容である。検査ユニットとサーバとはLANで接続されており、サーバから検査ユニットに段取り替えデータを設定する。測定した製品の特性データは、サーバに転送され品質管理に活用される。

(3) イグニションコイル用検査

新規生産ラインにおける製品組立ての中間工程の検査(図4)である。この中間検査は、ケース内に組み付けたコイルと電子回路とを接続した後の検査である。

この検査装置は、検査ユニット、直流電圧・電流発生器、デジタルマルチメータで構成され、検査ユニットと他の機器とはGP-IB(General Purpose Interface Bus)によって接続されている。ここでは、入出力端子間に定電流を流し、入出力端子間電圧を測定する。判定結果や特性データはPCカードに保存される。

3.2 各装置及びシステムでの検査ユニットによる効果

(1) 信頼性・耐久性

検査ユニットは、耐環境性(温度、湿度、振動、ノイズなど)においてFA機器と同一のレベルを持つ。また、OSにリアルタイムOSを採用したことによりソフトウェアの信頼性も高まり、24時間運転ラインにおいて安定動作が可能となった。

(2) タクトタイム

リアルタイムOSの厳密なタスクスケジュールのため、

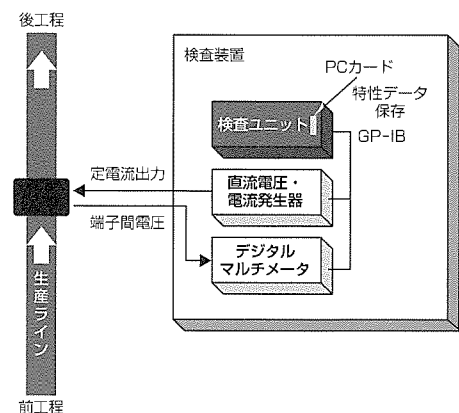


図4. イグニションコイル用検査システム

短いタクトタイムの中で検査処理を確実に行えるようになった。

(3) 1msタイマ割り込み

スタータやオルタネータの検査装置では、スタータやサーボモータに印加する電圧を徐々に変えていき回転数を制御している。このような電圧出力では、特性を正しく測定するために、電圧の変化率を均一にさせ、また、タクトタイムを短縮するため、高速に目標電圧まで変化させる指令を出すことが要求される。

検査ユニットは、リアルタイムOSのタスクスケジューリングにより、1msタイマ割り込み機能を持っている。この1msタイマ割り込み機能を用いて、電圧の変化率を一定に保ちながら短時間にスイープを実行している。

(4) データ保存

良否判定の結果だけでなく、特性データも品質管理のためサーバやPCカードに保存する。この際、従来の紙への印字はやめ、電子データとして保存するようにした。

そのため、検査ユニットは、特性データをサーバなどに転送するためのLANポートやUSB(Universal Serial Bus)ポート、直接記憶媒体に保存できるようPCカードスロットを装備している。

特にオルタネータ検査では、LANを経由してサーバに特性データなどを保存しているが、仮にLANが停止した場合でも、PCカード側にデータを保存するようにアプリケーションプログラムを作成した。

(5) ソフトウェア開発

今回、開発した検査ユニット用として専用のソフトウェア開発環境を同時に開発した(図5)。これは、検査アプリケーションソフトウェアをグラフィカルプログラミングによって作成するもので、プログラムの可読性を向上させることにより、プログラムの作成やメンテナンス性の向上に効果がある。特に、並列処理を容易にプログラミングすることができ、スタータのスイッチ・イン検査ステーションでは4つの検査を並列実行させ検査処理時間の短縮に効果

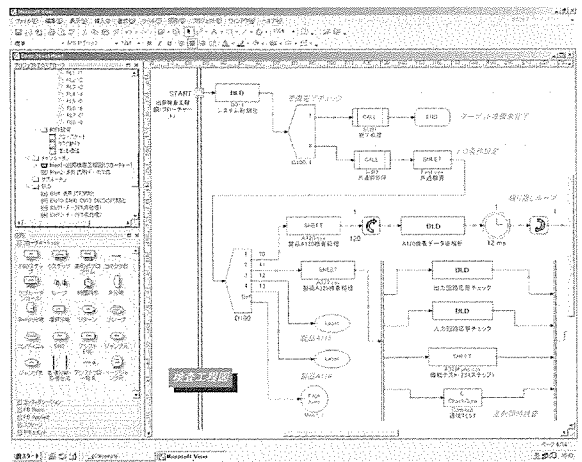


図5. 検査ユニット用のソフトウェア開発環境

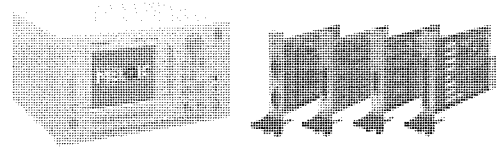


図6. 三菱インテリジェント検査ユニット“MELQIC IU2シリーズ”

が得られた。

4. む す び

三菱電機では、今後も車載品を始めとした製品の品質維持・向上を目指し、継続的に検査装置及びシステムの改善・改良に取り組んでいく。今回の取り組みで開発した検査ユニットとソフトウェア開発環境については、3つの事例のほかの検査装置及びシステムでも求められる機能を更に盛り込んだ。これにより、検査装置用のユニットとして汎用性が高まり、FA機器製品として車載品の検査のみならず一般工業製品の検査のための汎用製品として一般販売を開始している(三菱インテリジェント検査ユニット“MELQIC IU2シリーズ”) (図6)。

UWBマイクロ波レーダ

小玉勝久*
小野政好*
松岡克治*

UWB Microwave Radar

Katsuhisa Kodama, Masayoshi Ono, Katsuji Matsuoka

要 旨

近距離レーダを応用した車載アプリケーションには、車間距離制御システム(Adaptive Cruise Control)、渋滞追従システム(Stop & Go)、駐車支援システム(Parking Aid)、そして、北米でニーズの高い、後側方障害物警報システム(Lane Change Decision Aid Systems : LCDAS)などがあり、今後、大きな市場が期待されている。

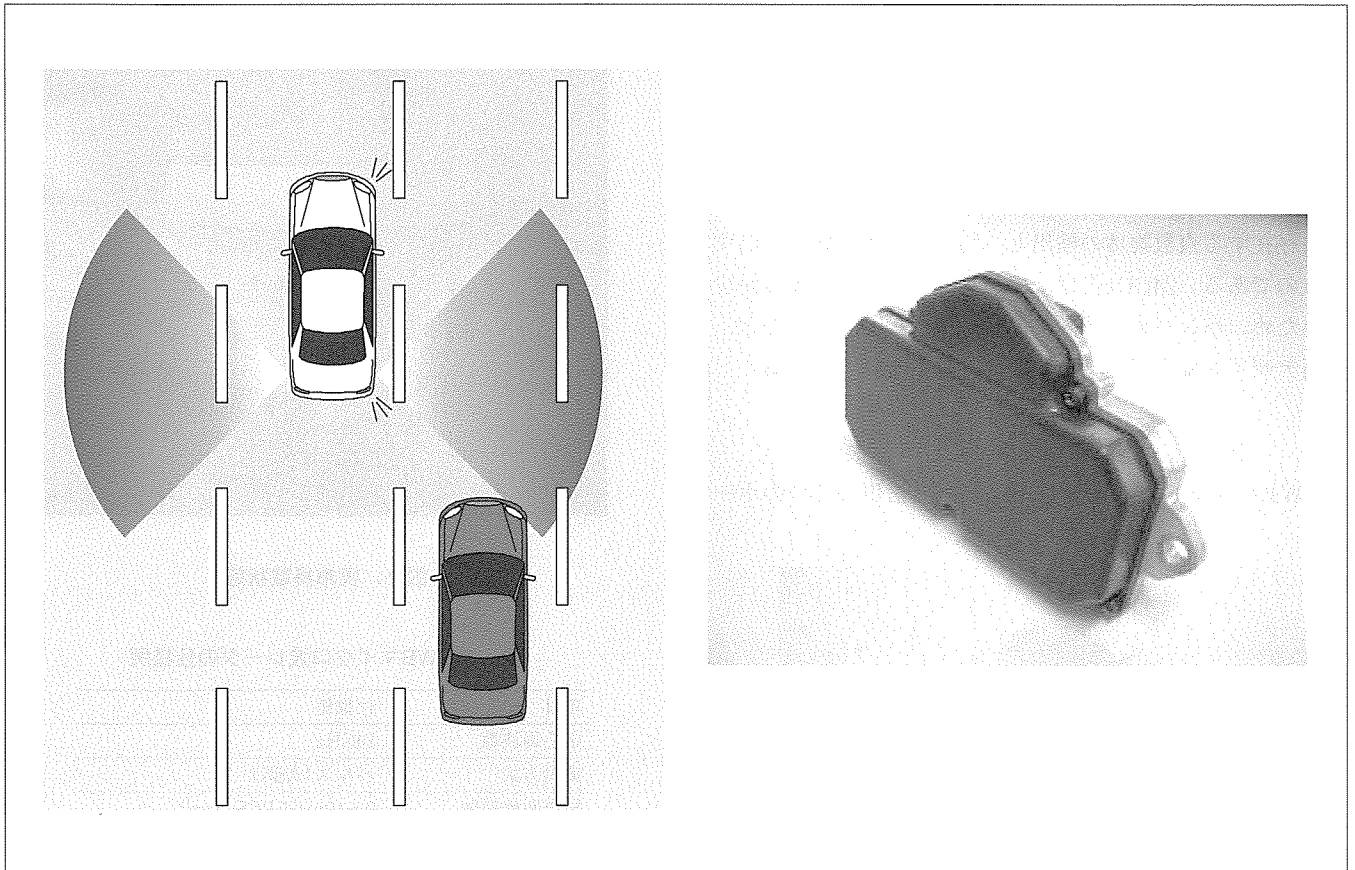
これらのシステムでは車両周辺の広範囲を監視する必要があり、システムを構成するレーダには耐干渉性や複数物体識別性能が要求される。

三菱電機は、米国における車載レーダ用途の24GHz帯UWB(Ultra Wide Band)規格を満足する近距離レーダの

開発を行った。

UWBレーダは、数nsの短パルス信号を使用するため、従来のレーダに比べて近距離分解能が高く、高精度測距が可能となる。また24GHz帯は通信、衛星など既存技術の適用が可能であり、近距離用途においては、76GHz帯ミリ波レーダに比べて、コスト、量産性、信頼性などで優れている。

開発したUWBマイクロ波レーダは、カオス技術を導入し、耐干渉性の向上を図るとともに、小型・軽量化により、車両バンパカバー内部に搭載可能とした。



LCDAS

LCDASは、ISOで標準化が進められているシステムの一つであり、ドライバーがウインカを操作して車線変更する際、システムはセンサにより得られる側方物体の有無に関する情報を基に走行状況を判断し、車線変更が不適切(危険)である場合には、表示、音声などによりドライバーに警報を発する(ただし、システムは衝突を回避するための自動的なアクションは起こさない)。

1. ま え が き

近距離レーダを応用した車載アプリケーションには、車間距離制御システム、渋滞追従システム、駐車支援システム、そして、北米でニーズの高い後側方障害物警報システム(LCDAS)などがある⁽¹⁾。これらのシステムでは車両周辺の広範囲を監視する必要があり、システムを構成するレーダには耐干渉性や複数物体識別性能が要求される。システムを実現する主なレーダには、ミリ波やマイクロ波を応用した電波レーダがある⁽²⁾⁽³⁾。近年、米国において電波法が改正され、従来は軍事用途でしか利用が認められていなかったUWB技術の民生利用が可能となった⁽⁴⁾。

UWB技術は数nsの短パルス信号を用いる無線技術であり、この技術をレーダに応用した場合、従来のレーダに比べて高精度測距が可能となる。当社は、車載レーダ用途の24GHz帯UWB規制に対応する近距離レーダの開発を行った。24GHz帯は、通信、衛星など既存技術の適用が可能であり、近距離用途においては、76GHz帯ミリ波レーダに比べて、コスト、量産性、信頼性などで優れている。今回開発したUWBマイクロ波レーダは、カオス技術を導入し、耐干渉性の向上を図るとともに、小型・軽量化により、バンパカバー内部に搭載可能とした。

2. UWBマイクロ波レーダの仕様

図1にUWBマイクロ波レーダの外観を、図2に実車搭載状態を示す。また、表1にUWBマイクロ波レーダの仕様例を示す。開発したUWBマイクロ波レーダは、車両周辺に存在する複数物体の検出と、物体までの距離を計測するものである。24GHz帯は、樹脂を透過する際の減衰が少ないため、バンパカバー内部にレーダを搭載できるなど、車両デザインに影響を与えないメリットを持っている。

3. 構 造

UWBマイクロ波レーダは、送信・受信用の2つのホー

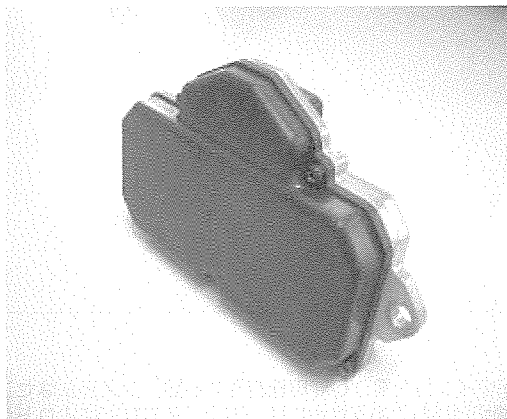


図1. UWBマイクロ波レーダの外観

ンアンテナ、RF(Radio Frequency)モジュール、信号処理回路で構成される。これらの構成部品は筐体(きょうたい)に収められ、アンテナ前面の電波放射面には24GHz帯のマイクロ波を効率良く透過するレドームを装荷した。レドーム材には誘電体損の少ない樹脂を使用し、レドーム内面での反射量が最小となるように最適厚さで形成した。

3.1 アンテナ

送受信のアイソレーションの確保と、アンテナに要求される利得、放射パターン及びレーダ寸法を考慮して、送受信独立した2個のホーンアンテナで構成した。今回採用したホーンアンテナの垂直方向の検出覆域を図3の(a)に、また従来のホーンアンテナの垂直方向の検出覆域を図の(b)にそれぞれ示す。従来のホーンアンテナでは図の(b)に示すように路面方向への電波放射成分が大きいため、路面や路側に存在する草木からの不要反射波(クラッタ)の影響を受けてしまう。一方、今回採用したホーンアンテナでは、路面方向利得を十分低減し、かつ、本来警報すべき障害物の検出特性が低下しないように形状設計を行い、レーダ搭載位置が車両バンパカバー内部の低位置であっても、路面や路側に存在する草木からの不要反射波(クラッタ)を低減することができた。なお、水平方向については、車両周辺の広範囲を監視するため、視野角の広いパターンを形成し



図2. 実車搭載状態

表1. UWBマイクロ波レーダの仕様例

項目	仕様値
中心周波数	24GHz
変調方式	パルス(ASK)
検出距離範囲	0~10m(※RCS 1m ²)
距離精度	0.2m
放射ビーム角(水平)	±44°(3dB down)
放射ビーム角(垂直)	±14°(3dB down)
データ更新周期	50ms
サイズ	(W)120×(H)75×(D)30(mm)

※RCS: Radar Cross Section

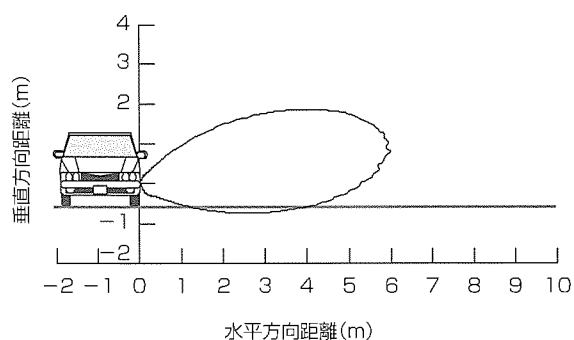
た。

3.2 RFモジュール

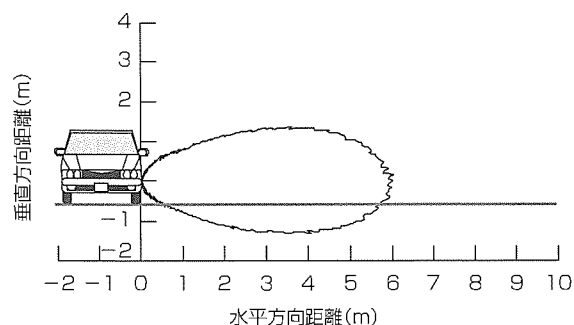
RFモジュールは、発振器、増幅器、ミキサなどの高周波部品と、アンテナ及び信号処理回路とのインタフェースを一つのパッケージに納めたものである。高周波部品には無線通信、衛星通信などの分野で実績のあるディスクリート部品を用い、発振周波数、電力、スプリアス強度など、米国のFCC(Federal Communications Commission)規定(UWB規格)⁽⁴⁾を満たすRFモジュールを実現した。また、耐環境性についても評価を行い、車載環境で安定した性能が得られることを確認した。

3.3 信号処理回路

図4にUWBマイクロ波レーダの機能ブロック図を示す。



(a) 今回採用したホーンアンテナ



(b) 従来のホーンアンテナ

図3. 垂直方向の検出覆域

信号処理回路は、レーダ各部に電源を供給する電源回路、検波信号の増幅回路、検出信号を2値化するためのコンパレータ、専用ロジックIC、CPU(Central Processing Unit)で構成される。信号処理回路では、CPUからの測距指示に従い、専用ロジックICでカオス信号を生成し、RFモジュールに出力する。この信号を用いてRFモジュールは、24GHzの搬送波に対して、パルス幅2nsのパルスでASK(Amplitude Shift Keying)変調を行い、送信アンテナを介して電波を放射する。周辺物体からの反射波は、受信アンテナを介して受信され、RFモジュール内のミキサでダイレクト検波することで、検波信号を得る。続いて、この検波信号を増幅回路で増幅した後、コンパレータで2値化し検出信号とする。専用ロジックICでは、検出信号を時間的に積算し、積算完了と同時に読み込み指示を出力する。この専用ロジックICでの結果を基に、CPUで各サンプルポイントにおける積算データの変化を求め、送信と受信の時間間隔を計測することで距離を算出する。

4. 試験結果

4.1 距離測定試験

今回、開発したUWBマイクロ波レーダを用いて、レーダ正面に設置した1m²(RCS)コーナーリフレクタに対する距離測定試験を実施した。図5に試験結果を示す。横軸にコーナーリフレクタの設置距離、縦軸に距離測定結果を示す。

4.2 車両検出機能試験

UWBマイクロ波レーダをLCDASに応用する場合、レーダが検出した距離を基に、検出した物体が隣車線に存在するものか、隣々車線に存在するものかを区別しなければならない。そこで、車両検出機能について確認するため、図6に示すように、レーダを車線境界から約0.9m離れた位置に固定し、隣車線、隣々車線上の幾つかのコースに沿ってターゲットとなる車両を走行させ、そのときのレーダによる検出距離を記録した。図7にその試験結果を示す。図7のグラフにある数字は、図6に示したコース番号に相当す

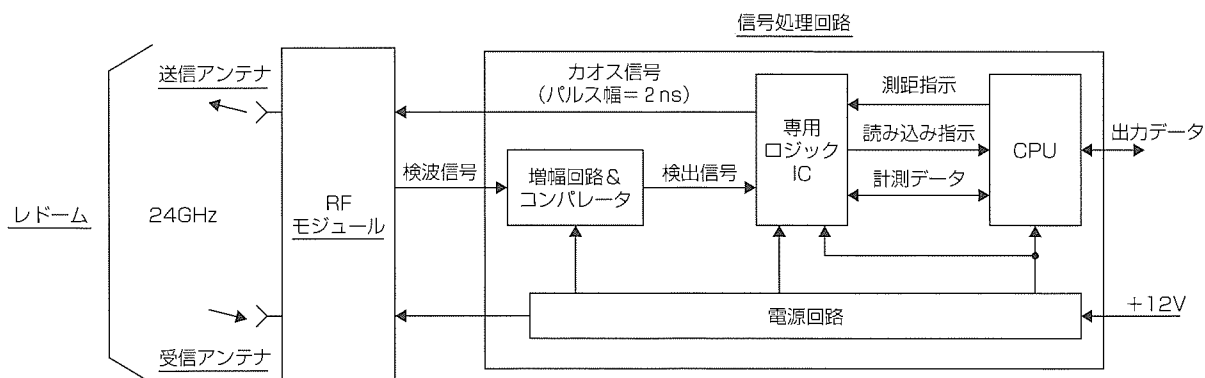


図4. 機能ブロック図

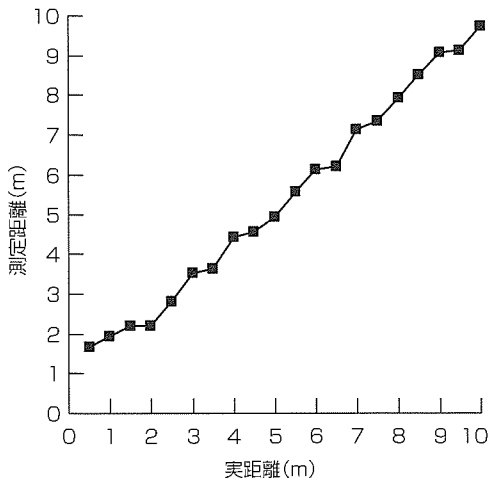


図5. 距離測定試験結果

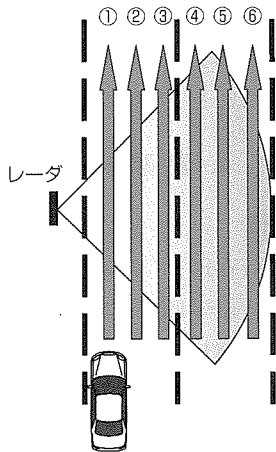


図6. 車両検出機能試験

る。これらの図から、適切な距離のしきい値を設け、レンジカットすることで、隣車線に存在する車両の有無検出が可能となり、LCDASが実現できることが分かる。

5. むすび

米国において車載レーダ用途として規格化された24GHz

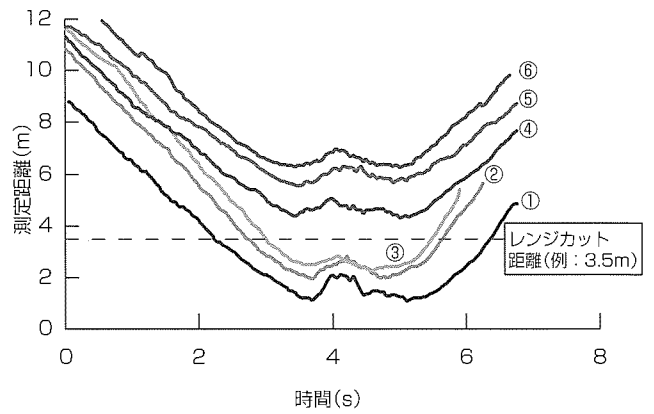


図7. 試験結果

帯UWBマイクロ波レーダの開発を行い、レーダとしての基本的な検出性能を確認した。開発したUWBマイクロ波レーダは、カオス技術を導入し、耐干渉性の向上を図るとともに、小型・軽量化により、バンパカバー内部に搭載可能とした。車両における近距離監視に対するニーズは高く、今後、様々なシステムが実用化されると予想される。このレーダで培った技術を更に発展させ、近距離レーダを応用した車載アプリケーションの実用化を目指す。

参考文献

- (1) Klotz, M., et al.: A High Range Resolution Radar System Network for Parking Aid Applications, 5th International Conference on Radar Systems, Brest, France (1999)
- (2) 岡村茂一, ほか: 車載用近距離レーダの開発, 電気学会自動車研究会, VT-02-15 (2000)
- (3) 本間信一, ほか: 自動車搭載用ミリ波レーダ技術, 三菱電機技報, 74, No.9, 583~586 (2000)
- (4) Federal Communications Commission FCC 02-48, 15.515.

マルチアプリケーションを実現する DSRC応用車載器

岡 賢一郎* 伊川雅彦***
西脇剛史* 津田喜秋†
毛利徳彦**

DSRC Onboard Equipments for Multiple Applications

Kenichiro Oka, Takeshi Nishiwaki, Norihiko Mouri, Masahiko Ikawa, Yoshiaki Tsuda

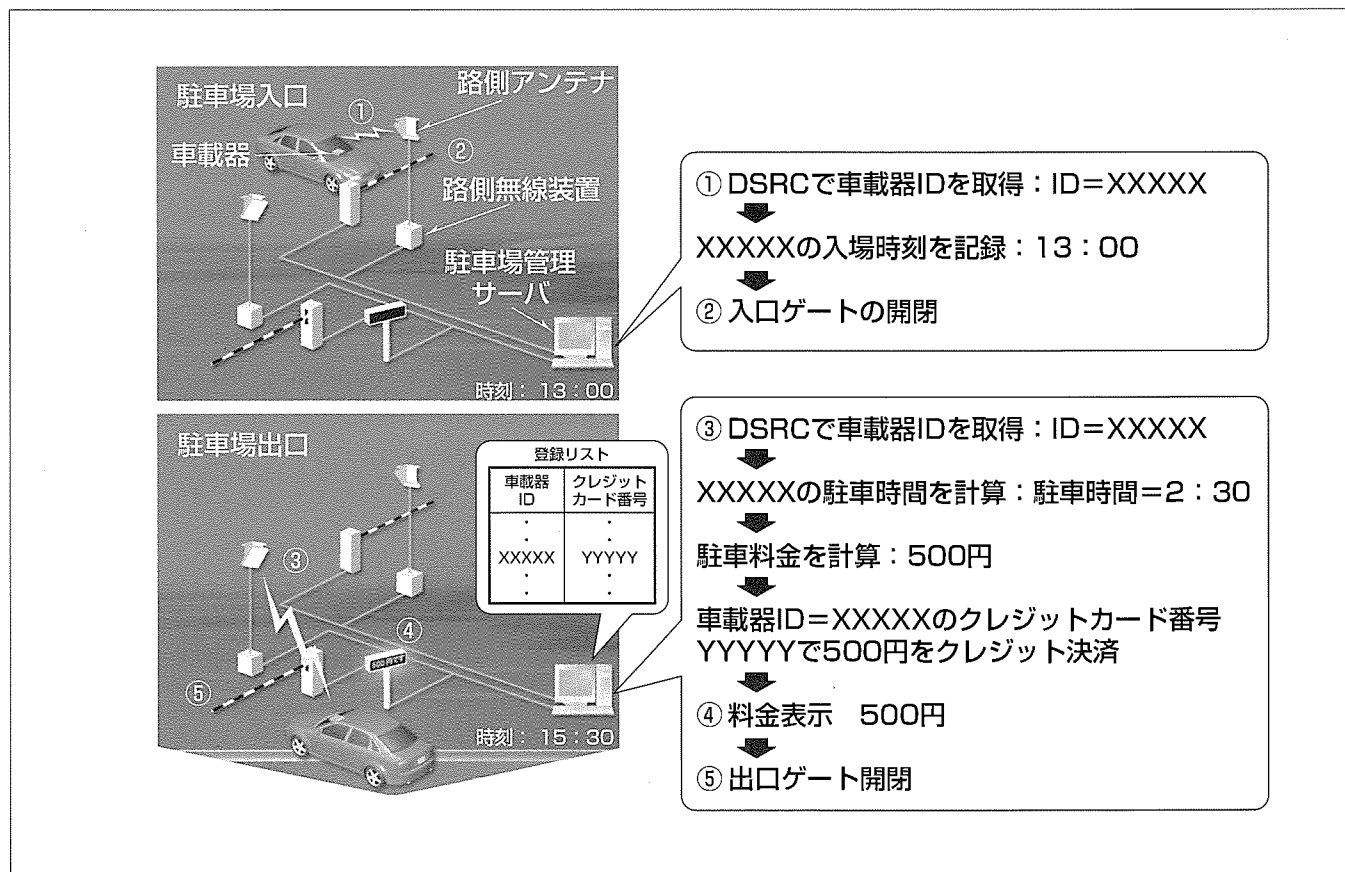
要 旨

ETC(Electronic Toll Collection)車載器で利用されている無線通信技術DSRC(Dedicated Short-Range Communication)は、有料道路以外でも応用サービスが始まりつつある。DSRC応用サービスを実現するためには、路側装置と車載器の双方で通信機能からアプリケーションまで仕様を規定しておく必要がある。単一の車載器でいろいろなサービスが受けられるようにするために、上記仕様は国内での標準化作業が進行中である。

三菱電機は、ETC専用車載器に引き続き、2003年にはETC以外のアプリケーションに対応した国内初のマルチアプリケーション車載器を商品化した。この車載器は、汎用的に利用できるアプリケーションとして、車載器ID

(Identification)を路側システムに通知する機能に対応している。路側システムは、車載器IDを取得すればどの車載器(だれ)が来たかを知ることができ、データベースに車載器IDと利用者の情報を紐(ひも)付けることにより様々なサービスを提供できる。

DSRC応用サービスは、駐車場から利用が始まり、他の分野にも広がろうとしている。将来の汎用マルチアプリケーション車載器は、標準化された基本アプリケーション群を実装し、有料道路や駐車場以外に、ガソリンスタンド、ドライブスルーなど幅広いサービスに活用されるものとして開発が進められている。



時間貸し駐車場でマルチアプリケーション車載器を利用する事例

駐車場入口で車載器からDSRCにより車載器IDが通知されると、路側システムは、入場時刻を記憶しておいて、駐車券の発券を省いて車両の入場を許可する。駐車場出口で路側システムは車載器IDを受信すると、同じ車載器IDの入場時刻から駐車時間と駐車料金を計算する。利用者のクレジットカード番号があらかじめ路側システムに登録されていれば、駐車料金はクレジット決済され、現金の支払いを省いて車両は出場できる。

1. まえがき

ETC車載器を様々な用途で活用する動きがある。有料道路の料金収受以外で、車載器の無線通信機能を利用するサービスが業界の各団体から提案されている。このための車載器は、多目的に使える汎用的なものとして、標準化に基づくマルチアプリケーション車載器が検討されている。

本稿では、マルチアプリケーション車載器への動向、標準化活動、当社が商品化した車載器等について述べる。

2. マルチアプリケーション化へのDSRC動向

DSRCはITS(Intelligent Transport Systems)専用の狭域無線通信技術で、現在、高速道路の自動料金支払いシステム(ETC)に使用されている通信技術である。DSRCは最大4Mbpsの転送速度を持ち、高速走行する車両の間でも双方通信が可能なことから、情報配信や電子商取引等ETC以外の様々なサービスへの適用が期待されており、図1に示すような取り組みが行われている。以下に、マルチアプリケーション化へのDSRC動向として、通信プロトコルの規格化、実証実験、事業化のそれぞれについて述べる。

2.1 通信プロトコルの規格化

DSRC上でマルチアプリケーション環境を実現するために、Application Sub-Layer(DSRC-ASL)と呼ばれる通信規格が電波産業会(ARIB)において規格化されている⁽¹⁾。

このDSRC-ASLは、図2に示すように、DSRCとIP(Internet Protocol)／非IP系アプリケーションとの間に介在し、双方に共通の機能を提供する拡張通信制御部と、それぞれに固有の機能を提供するIP／非IP系通信制御部からなり、IP／非IP通信の混在したマルチアプリケーション環境を実現する。

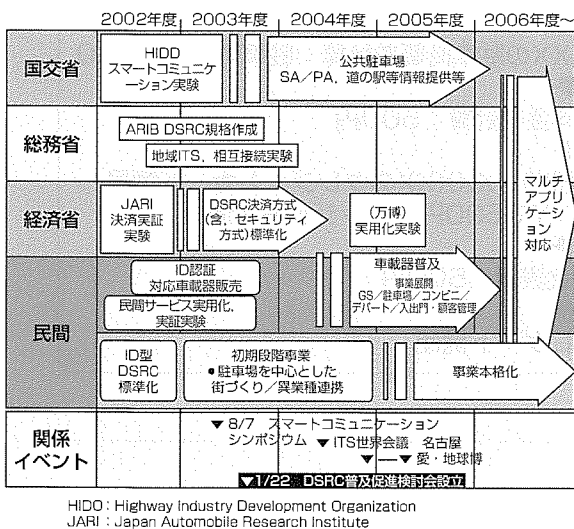


図1. マルチアプリケーション化へのDSRC動向

DSRC-ASLのIP系通信制御部は、DSRC上でIP通信を実現(IP over DSRC)し、Webサービス等の豊富なIPアプリケーションのDSRC上での実行を可能にする。しかしながら、IP over DSRCには、①初期接続に一定の時間がかかる、②必要なリソース量が大い、等の課題があり、走行中や低リソース車載器への適用に問題がある。

一方、非IP系通信部であるローカルポート制御プロトコル(LPCP)とローカルポートプロトコル(LPP)は、①高速な初期接続性、②低リソース車載器での実現可能性、等の特長を持ち、IP over DSRCでは実現が困難な走行中や低リソース車載器向けのサービスに用いられる。また、非IP系通信には車載器上へのアプリケーションの追加・削除への対応に課題があり、この課題を解決する手法として、プッシュ型情報配信等の基本的なアプリケーションを車載器上にあらかじめ組み込んでおき、これらを組み合わせることで多種多様なサービスを実現する手法が提案されている⁽²⁾。

2.2 実証実験による相互接続性の確認

路車間通信プロトコルにおいて、マルチベンダー間での相互接続性の確保は最も重要な課題である。

この課題を解決するため、2002年度～2003年度には、スマートコミュニケーション実験を始めとする様々な実証実験が行われ、DSRC-ASLの相互接続性の確認が実施された。特に高速道路上等の実フィールド上での路車間通信実験では、その高速接続効果により、LPCP及びLPPが高速走行中の車両を対象としたアプリケーションに有効であることが実証された。さらに、2004年度には、アプリケーションレベルでの相互接続性確認実験が実施される予定である。

2.3 DSRC応用事業の動向

DSRC-ASL技術を活用した日本初のサービスとして、駐車場の料金決済システムが2003年9月から東京丸の内地区で稼働している。このシステムは、駐車場に設置した基地局と車載器間で情報の授受を行い、駐車場ゲートを自動的に開閉・料金精算する仕組みである。また、このシステ

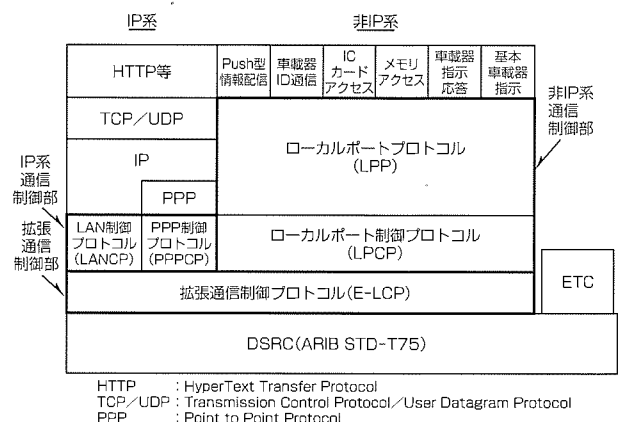


図2. マルチアプリケーション環境のプロトコルスタック

ムは、①LPPを採用し車両認識を高速化することにより、ノンストップでのゲート通過を実現、②車載器ID通信アプリケーションを採用しセキュリティを確保、③無線電波の発射制御と通信領域の最適化により電波吸収体を使用することなくシステムを構築、等の特長を持っている。図3にこのシステムの外観を示す。

3. 当社製ETC車載器の特長と機種展開

2001年度から発売開始したETC車載器は、料金所設備の全国展開、ETC割引/助成により2004年2月末には250万台を突破した。当社製ETC車載器は、2002年度“日本最小薄型3P”、2003年度“日本初窓貼(は)り2P”等独創性の高い商品を発売し、いずれも好評を得ており、これらの商品は2002～2003、2003～2004の2年連続でグッドデザイン賞を受賞し、その商品性を高く認められた。

当社製車載器は“窓貼り2P”と称したEP-200シリーズ、“薄型車載器”と称したEP-400シリーズに大別される。それぞれの車載器の特長を以下に挙げる。

(1) EP-200シリーズ(図4)

アンテナ一体型車載器でルームミラーの裏側のフロントガラスに装着することによりダッシュボード上をすっきりさせ視界を遮らない。また、スピーカー内蔵モデルでは料金所等通行時の通行可否、通行料金等を音声で案内できる。

(2) EP-400シリーズ(図5、図6)

薄型、かつアンテナを分離させることにより本体はコンソールボックス等の収納スペースや運転席足元等の目立たない場所に取付けできる。また、スピーカー内蔵タイプとスピーカー分離タイプ等ユーザーの好みに応じたバリエーションをそろえた。本体を収納スペース等隠れた場所に設置する場合、スピーカー分離タイプを選択してスピーカーは聞き取りやすい場所に設置でき、音声出力内蔵タイプで

は省スペースでセッティング可能である。また、いずれのタイプも当社製ナビ、オーディオ等と接続し画面表示、音声案内等が可能な拡張ポートを搭載している。

音声出力搭載モデルの共通機能として、料金所等通行時の通行可否案内、通行料金案内はもとより、ボタン操作による利用履歴案内、累積料金案内、音量変更等が可能である。

4. マルチアプリケーション対応車載器

4.1 車載器ID通知アプリケーション

車載器のマルチアプリケーション対応の第1段階では、ETCアプリケーションの次に、汎用的に利用できる機能として車載器ID通知アプリケーションが必要となる。車載器IDは、路側システムが直接的には車載器を、間接的には利用者を識別する情報として利用される。路側システムは、車載器IDにより、サービス提供対象を登録された利用者だけに限定したり、登録された利用者に対しては利用者ごとに合わせたサービスを提供することができる。

上記の用途に利用されるIDは、ETC専用車載器でも組み込まれているものがあり、WCN(Wireless Call Number)が代表的である。車載器ID通知アプリケーションとWCN通知の比較を表1に示す。WCNを利用すれば普及が進んでいるETC車載器を対象にできる利点があるが、プライバシーとセキュリティが確保されないことが問題である。これに対して、車載器ID通知アプリケーションには、プライバシーとセキュリティを確保するための機能が組み込まれている。

4.2 車載器の構成と機能

当社は、国内初のマルチアプリケーション車載器として“EP-42M2”を開発した。車載器の外観は、図3のように、ETC車載器EP-400シリーズと同一である。EP-42M2の

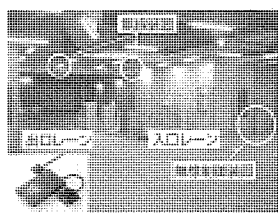


図3. DSRC駐車場システムの外観

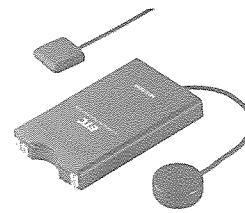


図5. ETC車載器EP-423



図4. ETC車載器EP-233

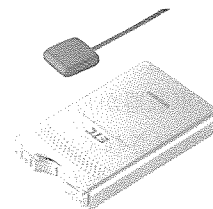


図6. ETC車載器EP-433

表1. 車載器ID通知アプリケーションとWCN通知の比較

項目	車載器ID通信アプリケーション	WCN通知
コード	車載器IDは事業者が契約者の車載器に付番する符号	WCNは電波法で規定された車載器固有の符号で、ETC専用車載器でも利用できる
プライバシー	路側システムから伝えられる事業者コードが未知の場合は、車載器はIDの通知を拒否する	路側システムから要求されると車載器はWCNの通知を拒否できない
セキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> ●相互認証：なりすましを防ぐ ●暗号化：盗聴を防ぐ ●メッセージ認証：改竄(かいざん)を防ぐ 	なりすまし、盗聴、改竄の脅威あり

プロトコルスタックは、図7に示すとおりである。

DSRCプロトコルは、ETC用の標準規格としてARIB STD-T55が定められていたが、後にマルチアプリケーション対応でARIB STD-T75が策定された。ETCでは5.8GHz帯の搬送波がアップリンク用とダウンリンク用の組合せで2対しか利用されないが、EP-42M2ではマルチアプリケーション化のために7対に対応した。また、ETC以外のアプリケーションを組み込むために、共通プラットフォームとしてASLをDSRCプロトコルの上位に実装した。

対応するアプリケーションは、ETC、車載器ID通知アプリケーション、車載器基本指示アプリケーションの3種類である。ETC以外の2種類は、ASL上の非IP系アプリケーションとしてLPPとともに車載器に実装されている。車載器基本指示アプリケーションは、路側からの簡単なメッセージを車載器が備えている表示手段や音声等によりアプリケーションの実行結果を出力させるために利用される。

4.3 駐車場でのサービス例

民間のDSRC応用サービスは、2003年から駐車場での実験や実用化が始まっている。駐車場でのDSRCサービスの基本は、出入口に設置されたDSRC路側機が車載器からIDを取得して車両の入出場を管理するものである。

専用駐車場の場合は、あらかじめ契約者の車載器IDが駐車場管理システムに登録されていることを前提とする。駐車場管理システムは、DSRCにより車載器から取得したIDと登録リストが一致した場合にのみ入口ゲートを開き、車両の入場を許可する。

また、時間貸し駐車場の場合は、利用者はあらかじめ車載器のIDとクレジットカード番号を事業者に登録しておくことにより、DSRC応用サービスを受けることができる。入口のDSRC路側機が車載器からIDを受信し、駐車場管理システムがこのIDが登録されていることを確認すると、システムは駐車券の発券を省略して車両を入場させ、IDに対応付けて入場時刻を保持する。その後、車両が出場するときには、出口のDSRC路側機が車載器からIDを受信す

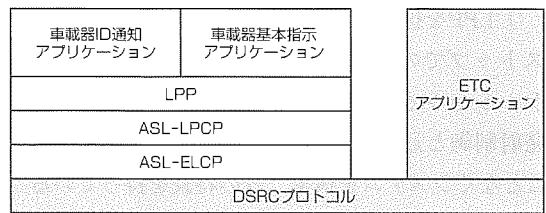


図7. 車載器EP-42M2のプロトコルスタック

ると、システムはIDに紐付けて保持しておいた入場時刻と現時刻から駐車時間を計算して駐車料金を算出する。システムは、DSRCにより料金を車載器に通知して表示又は音声出力させ、出口ゲートを開き車両を出場させる。駐車料金はIDに紐付けされていたクレジット番号によりクレジット決済されるので、利用者は料金精算機に料金を投入する必要がない。

5. マルチアプリケーション車載器の展望

マルチアプリケーション車載器は、汎用性のある標準アプリケーション群を実装することで実現されていく。車載器ID通知アプリケーション以外では、例えばプッシュ型情報配信アプリケーションが標準アプリケーション候補として提案されている。これは、路側システム上のサーバからコンテンツ又はコンテンツの位置を車載側クライアントに対して送信し、クライアント側は受信したコンテンツ種別に応じた処理を自動的に実行するアプリケーションである。車載側クライアントは、車載器外部に接続する端末装置等が考えられる。

このような機能を実現するためには、車載器の外部インタフェースが必要になる。また、画像や音声等の大容量コンテンツを通信するサービスでは、ARIB STD-T75で標準化されている変調方式として4 MbpsのQPSK (Quadrature Phase Shift Keying) の利用が期待される。

6. む す び

DSRCを様々な場面で活用していくためには、標準的なマルチアプリケーション車載器や路側機器の開発と歩調を合わせてサービスを提供する事業者が広がっていくことが前提となる。当社は、車載器、路側機、セキュリティ技術等の総合力を結集してDSRC応用サービスの発展に取り組んでいく所存である。

参考文献

- (1) 狭域通信 (DSRC) アプリケーションサブレイヤ標準規格, ARIB STD-T88, (社)電波産業会 (2004)
- (2) DSRC相互接続性に関する標準化研究報告書, (財)日本自動車技術研究所 (2004)

スマートエントリーシステムにおける LF, UHF電磁場解析

依田 潔* 田邊信二*
菅原賢悟** 山本博明***
白木康博**

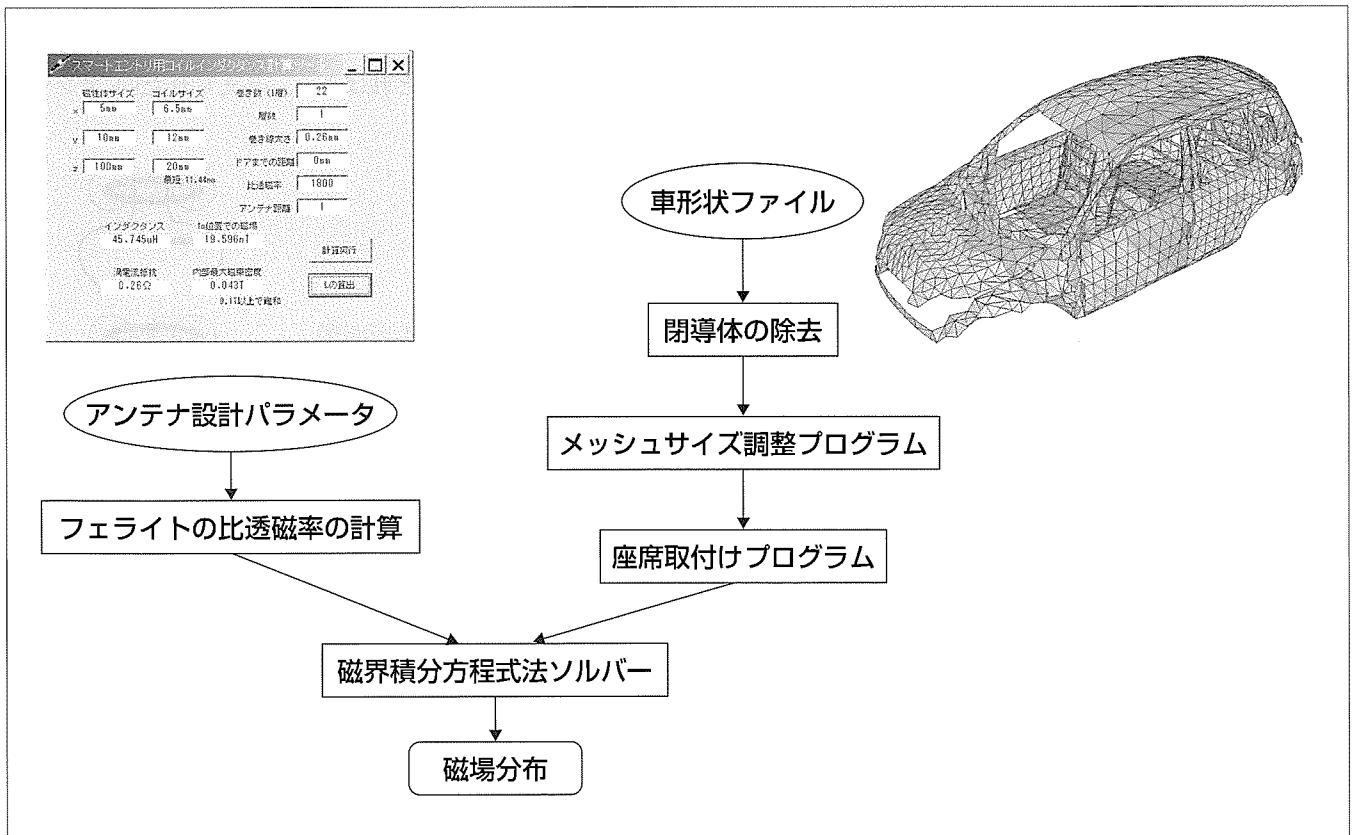
LF and UHF Electromagnetic Field Analysis for Smart Entry System

Kiyoshi Yoda, Kengo Sugahara, Yasuhiro Shiraki, Shinji Tanabe, Hiroaki Yamamoto

要 旨

スマートエントリーシステムは従来のキーレスエントリー機能とイモビライザ機能を併せ持つシステムで、通常、携帯機から車へはUHF(Ultra High Frequency)帯、車から携帯機へはLF(Low Frequency)帯で無線通信する。シートアレンジなどの配置制約の下でなるべく少ない数のLFアンテナを用いて車室内全域で通信するためには、アンテナ配置を最適化する必要がある。実車で試行錯誤的に配置を決めることは効率が悪く、特に新型車種の場合は、実車が存在しない段階で配置を決める必要がある。我々は、これらの問題点を解決するために、車形状を考慮した電磁場シミュレータを開発している。LF帯の磁場解析については、車体の金属部表面における磁界の境界条件を用いた磁界積分方程式法を定式化し、新たにコードを開発した。

車体の金属部のCADデータを開発したコードの入力データとして利用し、各要素の辺を循環するループ電流値を未知変数とした。計算に先立ち、磁気モーメント法と表面磁荷法を組み合わせた積分要素法を用いて、フェライトを装荷したLFアンテナ単体を高精度解析し、実効比透磁率を求めた。この結果を基に、LFアンテナをループ電流でモデル化し、金属面上の境界条件を用いて行列方程式を導出した。計算結果と実測値は測定精度内でほぼ一致することを確認した。一方、車室内のUHF帯受信アンテナの最適化を目的として、時間領域解析手法であるFDTD(Finite Difference Time Domain)法を用いて車体を考慮した電磁場解析を実施し、車体による波面伝搬への影響をアニメーション表示した。



LF磁場シミュレータの概要

車体金属部のメッシュデータ(四角形と三角形の混合メッシュ)を読み込み、各要素の辺を循環するループ電流値を未知変数とした。計算に先立ち、磁気モーメント法と表面磁荷法を組み合わせた積分要素法を用いて、フェライトを装荷したLFアンテナ単体を高精度解析し、実効比透磁率を求めた。この結果を基に、LFアンテナをループ電流でモデル化し、金属面上の磁場の境界条件を各要素の中心で評価して行列方程式を導出した。

1. ま え が き

スマートエントリーシステムは従来のキーレスエントリー機能とイモビライザ機能を併せ持つシステムで、通常、携帯機から車へはUHF帯(315MHz)、車から携帯機へはLF帯(132kHz)で通信する。シートアレンジなどの配置制約の下でなるべく少ない数のLFアンテナを用いて車室内全域で通信するためには、アンテナ配置を最適化する必要がある。LFアンテナの配置を実車で試行錯誤的に決めることは、時間がかかり、その効率化が望まれていた。さらに、新型車種の場合は、実車が存在しない段階で配置を決めることになる。我々は、これらの問題点を解決するために、車形状を考慮した電磁場シミュレータを開発している。LF帯の磁場解析手法としては有限要素法、電界積分方程式法(狭義のモーメント法)などがあるが、今回、車体の金属部表面における磁界の境界条件を用いた磁界積分方程式法を定式化し、コードを開発したので、その原理とシミュレータの概要を述べ、さらに、車室内に配置するUHF帯の受信アンテナの最適化を目的としたFDTD法による電磁界シミュレーションについて解析結果を述べる。

2. LF磁場解析コード開発の経緯

三菱電機における電磁界解析の歴史は古く、有限要素法の導入に始まり、当社独自の三次元静磁場解析法として表面磁荷法、表面電流法などの積分方程式法⁽¹⁾が提案され、電磁機器の設計に活用されてきた。積分方程式法は空気メッシュが不要であるため座標入力は簡単であり、計算精度が高い実用的な方法である半面、半解析的な手法のため、支配方程式からシステム行列を作るために時間がかかる。最近では、計算機の進歩とともに、直流から高周波電磁場まで計算できる商用の有限要素解析コードが使われることが多い。

今回のスマートエントリーシステムにおけるLF磁場解析は、鏡像法などによる解析解の適用からスタートし、続いて、商用有限要素解析コードを用いた計算を開始した。車体を簡単な構造に近似して計算を進めたが、このような近似構造を人間が介入して入力することは短時間では困難な作業であり、現場での設計ツールとすることは困難であると予想された。さらに、商用の電磁場解析用有限要素コードが高価である点も問題であった。このような経緯から、積分方程式法による独自のコードを開発することを決定し、アルゴリズムを構築した。積分方程式法では、空気メッシュは不要であり、車体の金属部のメッシュさえ入手すればそのまま入力データとして利用できる。

図1に渦電流場の解析モデルを示す。コイル(送信アンテナ)で生成された磁界と、周囲の金属表面で生成された渦電流による磁界を合成した磁界が実際に観測される。図2

に金属表面上の渦電流モデルを示す。アンテナで生成されたLF磁場は車体の金属部に渦電流を流し、金属部表面では磁力線は金属面に平行になる。定式化すれば式(1)になる。ここで、 $B(r)$ は金属表面の磁場評価点 r における磁束密度、 $B_0(r)$ は r における送信アンテナによる磁束密度、 $B(r', r)$ は図2の金属表面上の r' 位置の各電流ループによる磁場評価点 r における磁束密度、 n は金属表面の法線方向の単位ベクトルである。

$$B(r) \cdot n = B_0(r) \cdot n + \sum B(r', r) \cdot n = 0 \dots\dots(1)$$

すなわち、金属表面では磁束密度の法線成分は常にゼロになる。積分方程式法は、このような境界条件に注目して未知変数の数と評価点の数を同一にして、連立方程式を作る。今回のLF磁場の問題では、周波数が132kHzであり、車のサイズは波長に比べて十分小さく、さらに表皮厚さは100 μ mのオーダーであり、車体金属部を厚さのない導体シートで近似し、このシート上の渦電流分布を解くモデルを考えればよい。金属シート上に多数の円電流を分布させれば(図2)、それぞれの円電流の値を変化させることにより、任意の渦電流分布を表現することができる。この考えは、実車の金属部のメッシュに拡張することができる。すなわち、メッシュが三角形と四角形の混合メッシュの場合、これらの各要素を循環するループ電流を考えれば、このループ電流値を変数にとればよい。与えられたLFアンテナ

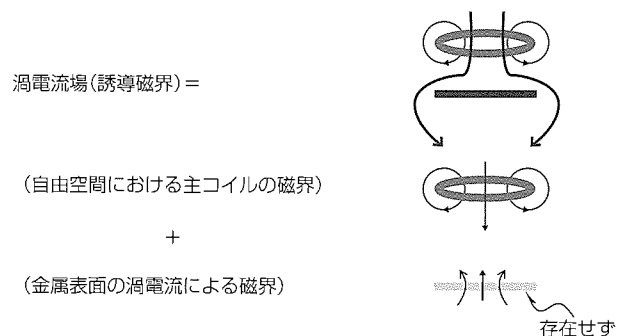


図1. 渦電流場の解析モデル

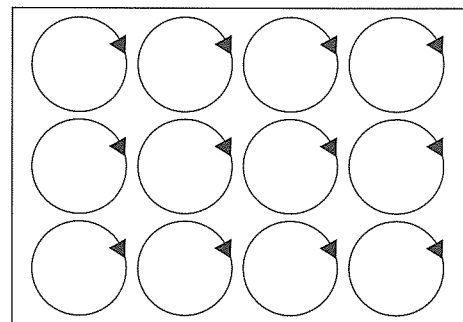


図2. 金属表面上の渦電流モデル

に電流を流して磁場を生成し、次に、金属表面上の各要素の中心で、磁場の法線成分がゼロになるように各要素のループ電流値を解くことができ、式(2)、式(3)で定式化できる。ここで、 $g(r', r)$ は r' 位置のループに単位電流を流した場合の評価点 r における磁束密度、 $I(r')$ は r' 位置のループの電流値である。

$$B(r', r) = \sum g(r', r) I(r') \dots\dots\dots(2)$$

$$\sum [g(r', r) \cdot n] I(r') = -B_0(r) \cdot n \dots\dots\dots(3)$$

計算においては、金属シートを除去して、空間にループ電流を配置すればよいので、ビオサバルの法則で磁場を計算できる。なお、この方法は誘導磁場解析用であり、変位電流を考慮する問題には適用できないことに留意する。同じ積分方程式法でも、電界積分方程式法(狭義のモーメント法)では、電流変数は金属面内の直交する2成分で、さらに複素数であり、今回のループ電流を変数としてビオサバルの法則で計算する場合の4倍の未知数が発生することに注意する。以上から、今回開発した磁界積分方程式法のアルゴリズムは電界積分方程式法に比べてメモリ容量が少なく、計算時間も短くなるのが理解できる。解析手法の比較結果を表1に示す。

3. LF磁場シミュレータの構成と解析結果

要旨のページにLF磁場シミュレータの概要を図示した。入力データは、LF送信アンテナの設計パラメータ(コイル寸法、巻き数、フェライト特性など)と車の金属部の形状データである。車体金属部のメッシュデータ(四角形と三角形の混合メッシュ)を読み込み、各要素の辺を循環するループ電流を未知変数とした。また、磁気モーメント法と表面磁荷法を組み合わせた積分要素法を用いて、フェライトを装荷したLFアンテナ単体を高精度解析し、実効比透磁率を求めた。この結果を基に、LFアンテナをループ電流でモデル化し、金属面上の磁場の境界条件を各要素の中心で評価して行列方程式を導出した。

コード開発中に、車体に存在する閉じた導体のために計算が破綻(はたん)することに気が付いた。閉曲面上の磁場の法線成分の間には、 $\text{div} B = 0$ と等価であるガウスの積分定理による束縛条件が付与されるからであり、この結果、システム行列のランクが閉曲面の数だけ落ちるからである。今回のシミュレータでは、この問題を回避するアルゴリズムを追加した。

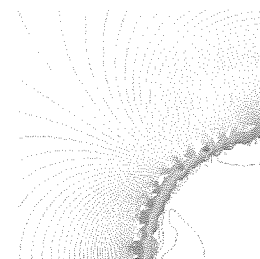
図3に、完全導体中空球(半径1m)に一樣な高周波磁場を印加した場合に発生する磁束密度のカンター分布について、このシミュレータの計算結果(a)と解析解(b)を比較した結果を示す。球表面を1,200個の三角形要素に分割した。図では、細部を表示するために、球中心を通る円断面の

1/4の領域を示した。磁場は図の上下方向を向いている。メッシュ近傍を除き、同一カンターを与えていることが分かる。

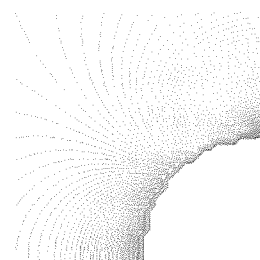
図4は、1辺の長さ1mの正方形金属板と送信アンテナの距離を4cmに固定した条件で金属板上の正方形メッシュサイズを変化させて磁力線分布を評価した結果である。

表1. 解析手法の比較

	積分方程式法		有限要素法
	磁界	電界	
解析可能な問題	高周波誘導磁場	高周波誘導・放射電磁場	直流～高周波の電磁場
CADメッシュの利用	◎	◎	△
計算速度	○	△	△

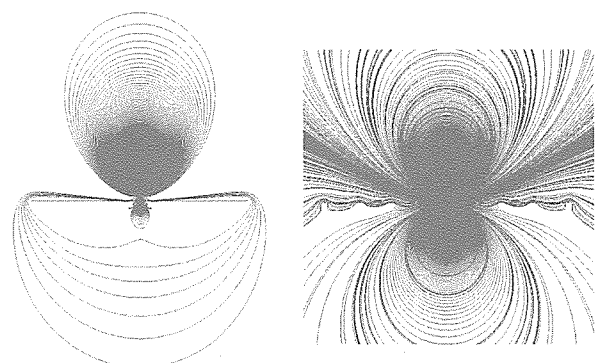


(a) シミュレーション結果



(b) 解析解

図3. 完全導体中空球に一樣な高周波磁場を印加したときの磁束密度のカンター分布



(a) 2.5cm メッシュ

(b) 14.3cm メッシュ

図4. 金属板(中央に水平配置)と送信アンテナの距離を4cmに固定してメッシュサイズを変化させた場合の磁力線分布

(a)は1辺が2.5cmのメッシュ、(b)は1辺が14.3cmのメッシュである。メッシュサイズを十分小さくしないと、磁力線が金属板モデルを貫通して漏れることが分かる。これは、法線方向の磁場を各メッシュ要素の中心で評価しているため、磁場が急激に変化している領域では評価点間隔を十分に小さくしないと、評価していない座標から磁場が漏れることを意味している。このような点を考慮し、このシミュレータでは、任意の部分に対してメッシュサイズを容易に変更できる前処理プログラムを実装している。さらに、車体CADデータに車内の金属物(シートなど)を追加するプログラムなども開発した。

スマートエントリーシステムでは、車外においてドアから1m位置までの通信が要求されており、ドア内側に取り付けられたアンテナが車外に生成する磁束密度分布を評価する必要がある。携帯機の最小感度は10nTである。水平面内の10nTカンターの解析結果(実線)と実測値(ドット)を比較した結果の一例を図5に示す。地面から評価面までの距離は向かって左から0cm, 150cm, 90cmである。実測値と計算値は測定精度内で一致していることを確認した。

4. UHF帯の電磁場解析

車室内に設置したUHF帯のアンテナは、所定範囲内にある車外の携帯機からの電波を受信する必要がある。等方的な指向性が要求される。たとえアンテナ単体で等方的な指向性が得られても、車体の影響で指向性にnull点が生じることがあるため、これを設計段階で見積もることが重要である。時間領域の電磁場解析法であるFDTD法を用い、車載アンテナを315MHzの正弦波で励振したときに生成される波面を表示した結果を図6に示す。相反定理を適用し、受信アンテナを送信アンテナとして評価した。図では、0.7nsごとの波面を表示したが、車体による波面伝搬への影響を可視化できた。

5. む す び

スマートエントリーシステムに対する電磁界シミュレーション技術について現状を述べた。今後、開発したシミュレーション技術を更に高精度化することにより、LFアンテナ配置の最適化、UHF受信アンテナの最適設計に適用する。

参 考 文 献

- (1) 中村史朗, ほか: 変圧器漏れ磁界の3次元解析, 電気学会論文誌B, 96, No.9, 443~448 (1976)
- (2) 依田 潔: Mathematicaによる電磁界シミュレーション入門, 森北出版 (1997)

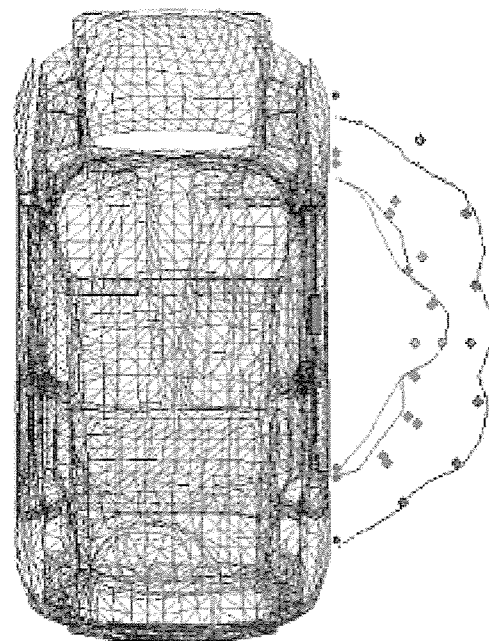


図5. 10nTカンターの計算結果(実線)と実測値(ドット)の比較

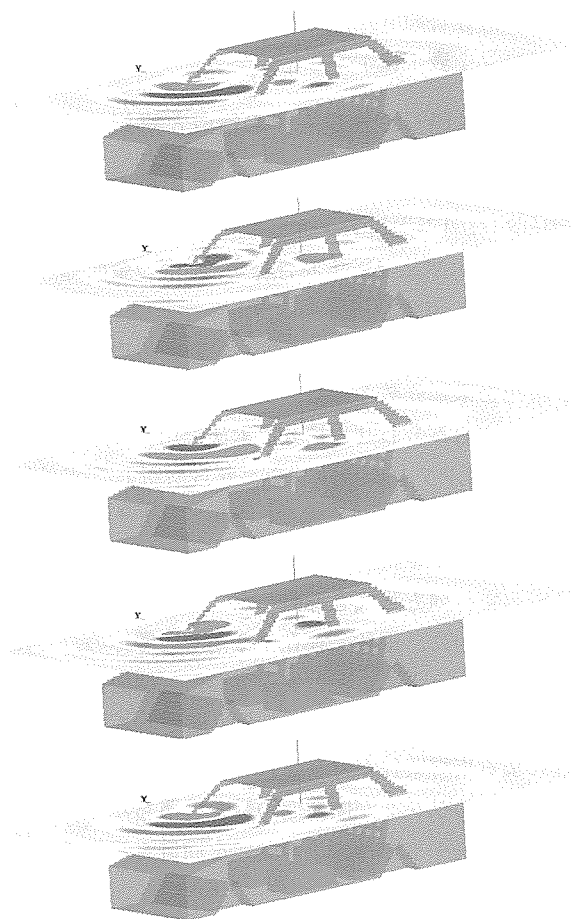


図6. FDTD法によるUHF車載アンテナの解析

車載ITのデザイン提案“OMNICAR”

岡田詩門*
 河原健太*

In-Vehicle IT Design “OMNICAR”

Shimon Okada, Kenta Kawahara

要旨

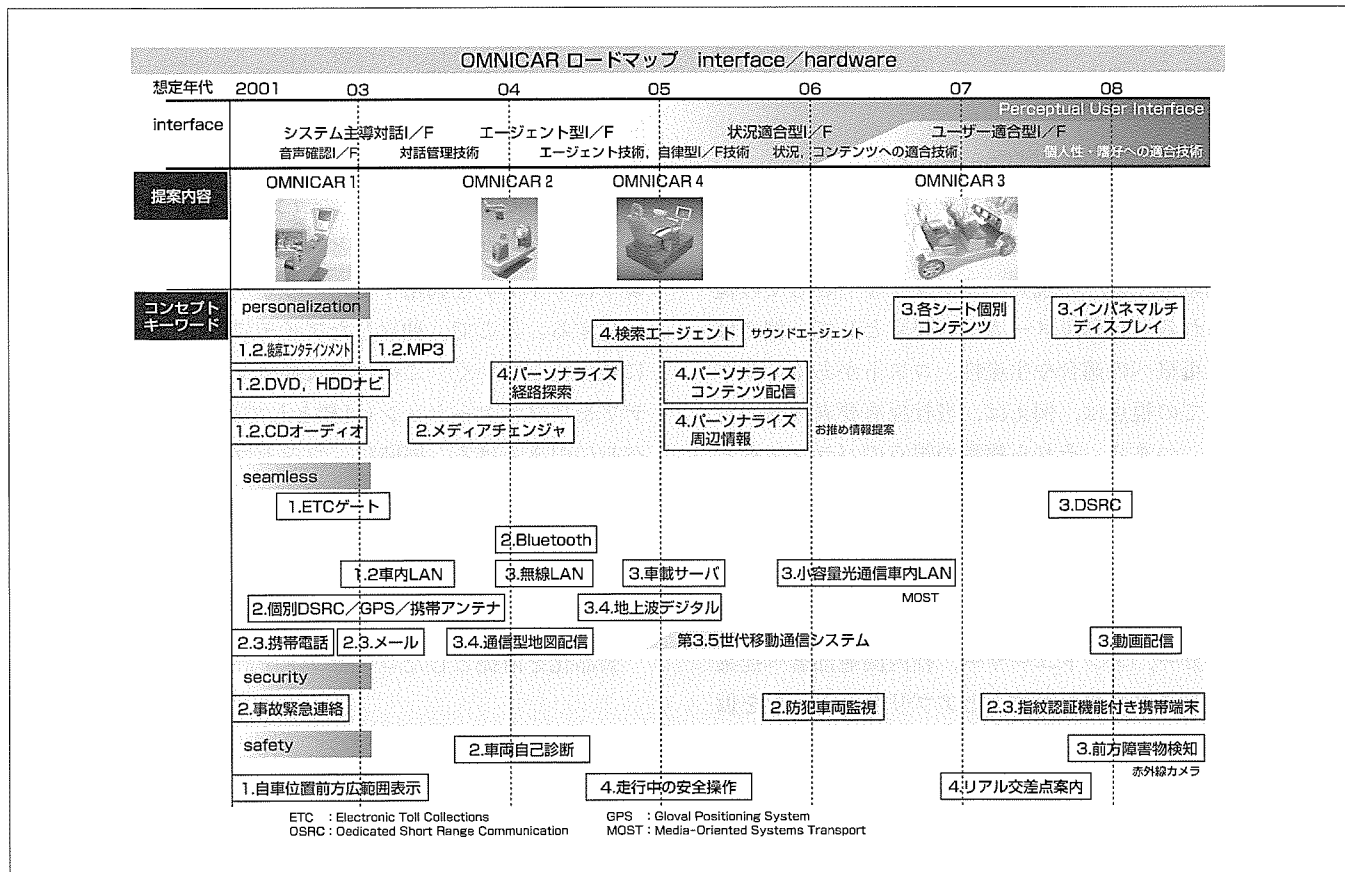
クルマの“環境／エネルギー”“安全”“利便性”“快適性”への問題解決が社会から強く求められている。

問題がどこにあり、どう解決するか。その回答を潜在的に用意しているのはユーザーである。三菱電機のデザイン研究所は、それらをユーザーの視点から解決するために、“車載IT (Information Technology) コンセプト及びインタフェース”の研究を行ってきた。研究に当たっては①“ユーザー視点でのアプローチ”，②“トータルな視点でのアプローチ”，③“次世代をビジュアル化するアプローチ”に則って開発している。アプローチの方法として，“コンセプト構築と評価”において，①問題点の抽出，②ユーザーニーズ仮説設定と仮説体系化，③アイデア発想，アイデア

構造化，アイデア展開，④コンセプトシート作成，⑤コンセプト評価，続いて“コンセプトのビジュアル化”において，①プロトタイプ製作，②プロモーション映像製作，を実践した。

“OMNICAR”コンセプトは，1999年から国内外の自動車メーカー，関連ショーへの提案や広報発表を継続的に行い評価検証を行ってきた。これら提案活動により当社が目指すべき技術開発の方向性を探り，今後重点開発していかなくてはならないテーマの絞り込みと開発のスピード化が図られると考える。

今後，コンセプトの評価基準や評価プロセスの方法論を関係部門と確立し，実用化していくことが重要である。



OMNICARの想定年代と技術ロードマップ

OMNICAR 1 は，エンタテインメント等のpersonalization主体の提案である。OMNICAR 2 と 3 は，さらに無線LAN，又は指紋認証等を想定しseamless, securityも含めた提案である。OMNICAR 4 はエージェント型I/F, 状況適合型I/Fによるpersonalization, seamless, safetyの提案である。

1. ま え が き

クルマの“環境／エネルギー”“安全”“利便性”“快適性”への問題解決が社会から強く求められている。問題がどこにあり、どのように解決するか。そのためにはユーザーニーズやコンセプトから導き出されたアプリケーション(目標とすべき機能)、ヒューマンインタフェース、先進的な技術等を様々な分野で論議しなくてはならない。

当社デザイン研究所は、それらをユーザーの視点から提案するために“車載ITコンセプト及びインタフェース”の研究を行ってきた。

本稿では、ユーザーの視点に立った開発のアプローチ方法と提案活動の状況について述べる。

2. 提案活動の意義

2.1 ユーザーの視点でのアプローチによる提案

クルマの情報化が注目される理由として、クルマに対する価値観の変化が想定される。それは、クルマの基本機能(走る、止まる、曲がる)以外の更なる安全性、快適性、利便性、環境／省エネルギー等がクルマの価値を向上させ市場競争力向上につながるのと業界の認識である。とはいえ、次世代のクルマの価値が何であるかの回答を用意しているのはあくまでもユーザーであり、ユーザーの視点での開発アプローチが重要と考える。そこにデザインから提案をする第一の意義がある。

2.2 トータルな視点でのアプローチによる提案

商品を開発し事業化する我々サプライヤーにとっては、一般ユーザーの視点以外に、我々にとって直接のユーザーに当たる自動車メーカーの視点、サプライヤーとしての視点、が求められる。自動車メーカーの視点として、例えば、様々な車種、車格への適合や生産性、コストがある。サプライヤーとしての視点は、例えば、当社保有要素技術の有効活用がある。つまり、それら複数の視点のバランスをとりながらコンセプト構築やアイデア発想を行うトータルなアプローチが重要と考える。そこにデザインから提案をする第二の意義がある。

2.3 次世代をビジュアル化するアプローチによる提案

自動車メーカー、エンドユーザー、社内関連部署へ提案し次世代カーライフのコンセプトとアプリケーションを仮想実感してもらうには、イメージを形の中に統合するアプローチと最新の技術に対する嗅覚(きゅうかく)が必要である。そこにデザインから提案する第三の意義がある。

3. アプローチの方法論

3.1 コンセプト構築と評価

(1) 問題点の抽出：潜在的な願望・不満探し

カーライフにおいてユーザーが感じる願望・不満とは何

か？事故を起こしたくない、道を間違えたくない、車内が暑い、寒いなどが挙げられる。さらに昨今では、乗車中にクルマ空間に閉じ込められ、外界の情報ネットワークから疎外されるストレスがある。逆に、技術の進展によりクルマの中にも多種多様な情報が否応なくなだれ込む新たなストレスが予想される。

(2) ユーザーニーズ仮説設定と仮説体系化

仮説設定には潜在的ユーザーニーズの発掘(現場調査、等)が必要である。我々の仮説は、車内に多種多様な情報がなだれ込むストレスは同時にユーザーニーズの裏返しではないかとの発想である。ニーズがあるからこそストレスを感じる。つまり、多量の情報洪水の中、ドライブ中の各シーンで最も必要とされる情報を整理し、搭乗者へ分かりやすく伝えることが更なる安全性、利便性、快適性向上へとつながる。

仮説体系化には、技術的展望、マーケット展望(インフラ動向、マーケット動向)など製品戦略等が重要であるが、これらは他の社内組織の支援も得る方法がベストである。社内技術部門と連携しながら技術ロードマップを作成し、仮説のゴールを明確化することが重要である。

(3) アイデア発想、アイデア構造化、アイデア展開

グループによるアイデア発想、構造化、展開をスケッチを用いて行う。スケッチでは、アイデアごとの文脈(使用シーンやユーザー像)が自然に発想されアイデアが客観化される。スケッチをメンバー全員で評価することで、アイデアの共有、構造化、展開、深掘が可能となる。

(4) コンセプトシート作成(絵コンテ) (図1)

どのようなユーザーが、どのような生活の場面で、どのようにアイデアを利用するだろうかを組み立ててストーリー化する。ここで、独立したアイデアは更に魅力あるものに統合化していく。この作業は絵コンテ作成であり、アイデアをアプリケーション(目標として達成すべき機能)のレベルに引き上げる。同時に、コンセプトキーワードを導き出す。我々のコンセプトキーワードは“パーソナライゼーション”“シームレス”“セーフティ”“セキュリティ”である。

(5) コンセプト評価

製品化を前提としたコンセプトを評価するに当たっては

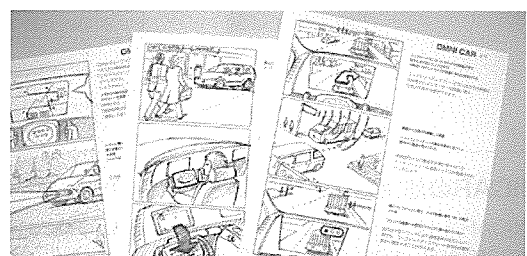


図1. OMNICALR 3のコンセプトシート

幹部の決断を支援する評価の数量化が不可欠であるが、この活動の目的の第一ステップであるコンセプト提案段階においては、車載ビジネスを現場で指揮している社内チェアマンの評価が重要となる。一般的将来技術と当社将来技術の両視点からの技術的アドバイス、市場導入の実現性や重要顧客に対する提案内容の妥当性など、営業視点からのアドバイスを受ける。残念ながら現時点では、明解な評価基準や評価プロセスは方法論として試行の域を出ない。

3.2 コンセプトのビジュアル化

ビジュアル化の目的は言うまでもなくコンセプトやアプリケーション、それらに基づく新しいカーライフのイメージをより訴求力ある形で具現化するためである。

(1) プロトタイプ制作

走行中でもより安全快適にアプリケーションを実行できるソフトとハードのインタフェースデザインを体系化する。それらに基づいた操作デバイスやディスプレイなどの開発を行う。我々が心掛けているのはソフトとハードが可能な限り動作するホットモックアップ製作である。

(2) プロモーション映像製作

プロトタイプでは実在の技術の域を出ないため、新しいカーライフのイメージ、ユーザーイメージ、インフラに基づくアプリケーションの使用イメージなどはプロモーション映像により具現化する。映像制作に当たっては前述の“コンセプトシート(絵コンテ)”を活用する。絵コンテに従って実写撮影、3Dアニメーション製作、ナレーション編集、音楽編集などを行う。

4. 提案活動の実績

車載ITのデザイン提案活動は1999年から継続的に行っている。ペットネームを“OMNICARコンセプト”とし、開発年代順に“OMNICAR 1”から“OMNICAR 4”まで開発が終了している。提案をプレゼンテーションする場合は国内外の自動車メーカー、国内外関連ショー、国内外プレス向け、社内と幅広い。

国内外関連ショーとして“2002、2003年三菱電機研究開発成果ご披露会”“CEATEC JAPAN2002、2003”“第9回ITS世界大会デトロイト”“03東京モーターショー”などに出品した実績を持っている。

いずれも多数の顧客がデモを体験し積極的なコメントをもらい、将来への製品を探究する当社に強い印象を持ってもらった。

5. 提案活動による検証

具体的アプリケーション提案であればあるほど肯定的、否定的な様々なコメントが寄せられる。それら意見から当社が目指すべき技術開発の方向性を探り、今後重点開発していかななくてはならないテーマの絞り込みと開発のスピー

ド化を図ることが可能となる。

6. 戦略的な提案活動と技術ロードマップ

クルマにかかわる技術ロードマップをベースに、OMNICARの個々の提案内容(コンセプト、アプリケーション等)をロードマップとしてまとめる。ユーザー視点を第一としたコンセプトやアプリケーション発想は、その性格上、技術の進展度合いと往々にして矛盾をきたす。技術視点から個々の提案の年代的な矛盾をなくし整理することは、提案のフォーカスを明確にすると同時に提案活動を戦略的にしていく上で不可欠である。また、一般の車載機器技術の進展と当社が開発する技術との整合性の検討も容易となり、当社が何を重点開発しなくてはならないかのゴールが見えてくる。

1999年開発のOMNICAR 1から2002年のOMNICAR 4まで、コンセプトキーワード“パーソナライゼーション”“シームレス”は変わっていないが、開発年代を追うに従って“セーフティ”“セキュリティ”を追加した。OMNICAR 1、2はエンタテインメント主体の提案であったが、自動車メーカーなどからのコメントを再考した結果と事業的視点から当社保有技術の市場優位性を反映させた結果である。

7. 提案内容

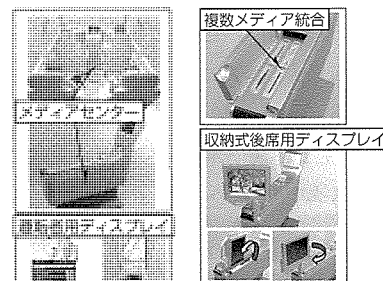
7.1 OMNICAR 1 (図2)

(1) コンセプト

車載用複数メディアを統合制御するメディアセンターを核としたセダントype車の車内情報空間の創造

(2) 特長

- (a) メディアセンターを搭乗者すべてが快適に操作できる車内位置に設置し、搭乗者全員がメディアを同時に利用可能
- (b) メディアセンターに収納された大型ディスプレイにより後席エンタテインメントも充実



利用技術：(1) 車載ITプラットフォーム
(2) コンパクト収納式後席用ディスプレイ
(3) DVD/CD/MD/半導体オーディオ/ETC/HDD統合

図2. OMNICAR 1の機能

(c) 運転者用大型縦ディスプレイで運転中の視認性向上

7.2 OMNICAR 2 (図3)

(1) コンセプト

車載用複数メディアを統合制御するメディアセンターを核とし、無線などを活用した車内での決済等(Eコマース)を視野に入れたミニバンタイプ車の車内情報空間の創造

(2) 特長

- (a) 搭乗者が車内をウォークスルーできるようメディアセンターは車内を電動で前後に移動可能
- (b) メディアセンターにはディスプレイが内蔵され、助手席と後部席のエンタテインメントだけでなく車外からのコンテンツダウンロードによる決済等の操作や表示に利用
- (c) 個人認証機能を持つ携帯端末“FOBS”により上記決済時の場面で情報セキュリティが向上
- (d) 車内天井設置式360度回転カメラは駐車中の車内外を監視し物理セキュリティが向上

7.3 OMNICAR 3 (図4)

(1) コンセプト

家庭、オフィス等で利用する情報や機器と車内情報システムとの連携によるシームレスな車内情報空間の創造

(2) 特長

- (a) 携帯端末と車内情報システムとの連携によるナビゲーションの検索が可能
- (b) 実写映像と矢印ルート表示の合成による分かりやすいナビゲーション案内
- (c) キーボード内蔵のハンドルで車内をオフィス環境へ

7.4 OMNICAR 4 (図5)

(1) コンセプト

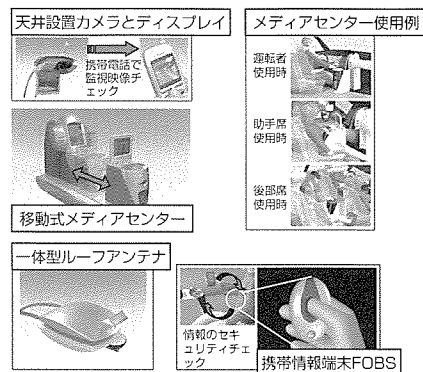
自動車を運転中に発生する“走行/停止に伴う様々な状況変化”に対応しつつ、多様な情報を車内で簡単・安全に操作するための新しい車載情報機器インタフェースの創造

(2) 特長

- (a) “状況適合インタフェース”として、音声による操作支援(状況に応じたトークバック及びガイダンス)と、運転状況に応じて変化する画面出力を組み合わせ、操作環境の最適化を実施。簡易に扱える新操作デバイスと音声入力双方の“マルチモーダル”な操作の検討も併せて実施
- (b) “エージェントサポートインタフェース”として、車内における各種情報をドライバーに代わって分類・整理・出力するエージェント機能を提案し、走行中でも多様な情報を利用できる環境を構築

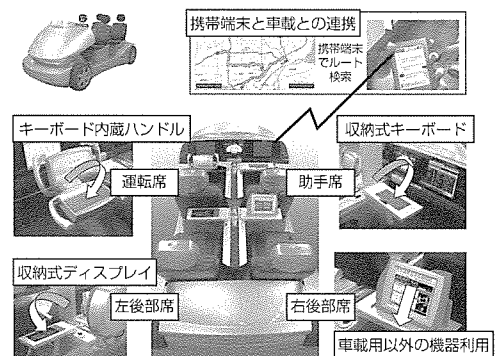
8. む す び

デザイン研究所による“車載ITコンセプト及びインタフ



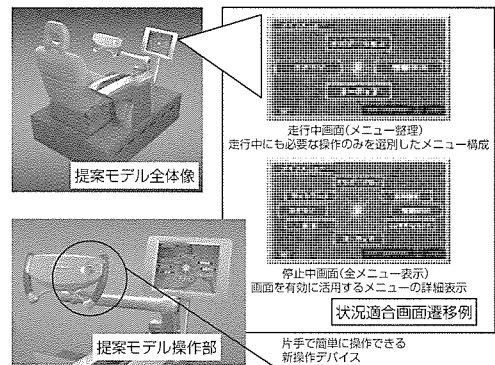
利用技術：(1) 車載ITプラットフォーム
(2) 薄型指紋照合装置と暗号化技術
(3) インテリジェントカメラ
(4) 集中アンテナシステム

図3. OMNICAR 2の機能



利用技術：(1) 車載ITプラットフォーム
(2) コンパクトサーバ
(3) DSRC応用
(4) 赤外線カメラシステム

図4. OMNICAR 3の機能



利用技術：(1) 音声確認 (2) ジョイキー/ロータリーキー複合デバイス

図5. OMNICAR 4の機能

ェース”研究のアプローチ方法、提案活動について述べた。今後、コンセプトの評価基準や評価プロセスの方法論を関係部門と確立し、実用化していくことが重要である。

カーナビゲーションシステムの音声インターフェース —現状と将来展望—

岩崎知弘* 成田知宏*
小坂 真**
難波利行***

Voice Interface of Car Navigation System—Current Technologies and Future—

Tomohiro Iwasaki, Makoto Kosaka, Toshiyuki Nanba, Tomohiro Narita

要 旨

近年のカーナビゲーションシステムには、操作の利便性と走行中の安全性の向上を目的として、目的地の設定や周辺施設の検索を音声で行うため音声インターフェースが搭載されている。使いやすい音声インターフェースを実現するためには、認識語彙(ごい)の設定やガイダンスのタイミングなどを適切に設計する必要がある。また、初めて音声インターフェースを使うユーザーに対する分かりやすさと同時に、熟練ユーザーに対しては快適に使える操作性を実現する必要がある。

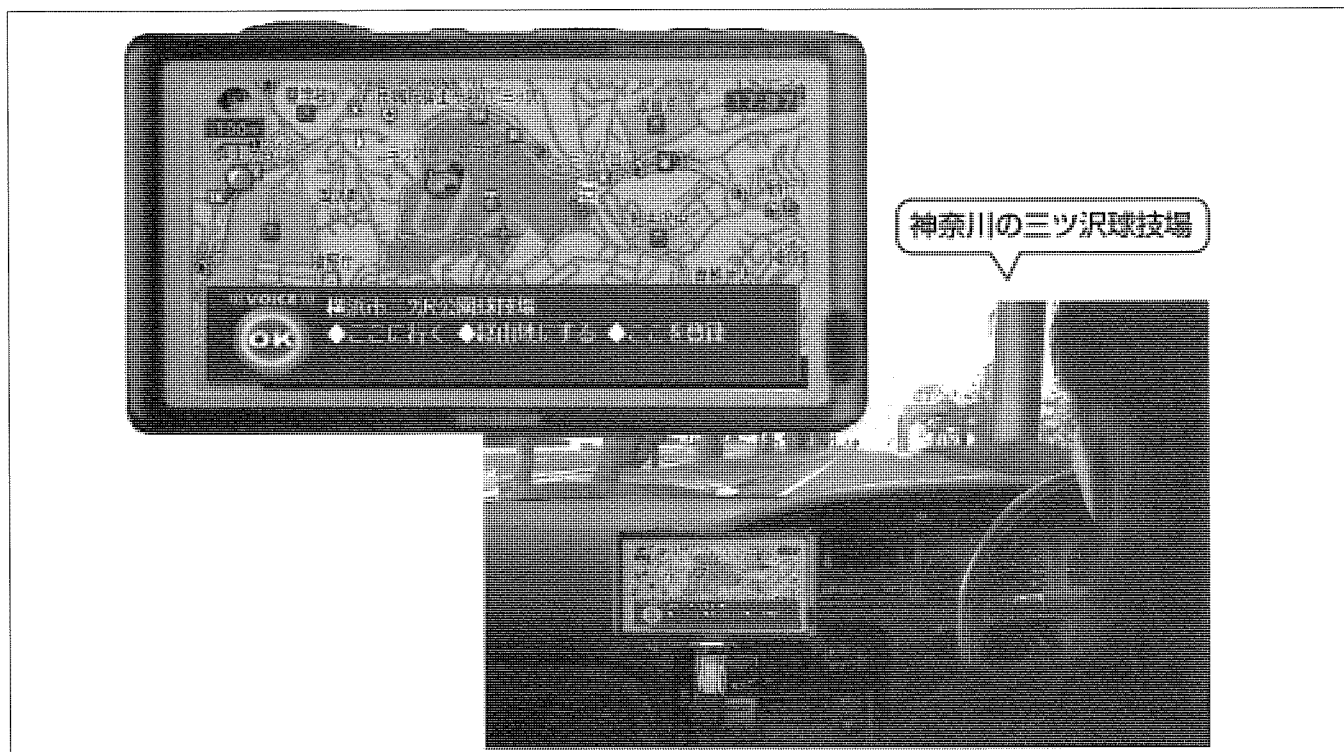
以上の観点から、2004年度市販カーナビゲーションシステムの音声インターフェース設計に当たり、Webアンケート、インスペクション評価、ユーザーテストを実施し、以下の設計指針を導き出した。

(1) 一言で実行できるコマンドとリモコン操作に比べ手間が省けるコマンドを選び音声操作ガイドで例示するなど、初心者にも使いやすいインターフェースを提供する。

(2) 最もよく使われる目的地の設定においては特に施設名の言い換え語対応を強化する。

上記(1)に対しては、音声認識開始時に操作ガイドの表示、発話のない状態が長く続く場合の発話例の表示、音声ガイダンスの充実化を行った。(2)に対しては、データベースから施設名の言い換え語を自動生成する技術の開発、認識語彙数の増加に対し効率的な照合を行うことで演算量を削減した新音声認識エンジンの開発を行った。

今後の音声インターフェースは、ユーザーの習熟度や嗜好(しこう)に応じたユーザー適合性、時間・場所等の使用状況に応じた状況適合性、コンテンツの種類に応じたコンテンツ適合性の3つがキーワードとなると考える。また、心理的な負荷や注意の散漫などユーザーのメンタルモデルからの取り組みや、ユーザビリティの定量化手法の開発も重要な課題である。



音声認識HDD(Hard Disk Drive)カーナビゲーションシステム“CU-H9000”

3,100万件の住所と8万件の施設名の音声認識によるピンポイント検索に加え、あいまい施設名検索を実現した。従来は正式名称を発話することが必要であったが、今回、省略、語順の入れ替えや同義語を含む言い換え語による施設の検索を実現した。複数の候補が見つかった場合には、追加のキーワードにより絞り込み検索が可能である。熟練ユーザーに対しては大語彙認識とバージョン機能により素早い検索機能を提供し、一方、初心者に対してはヘルプ画面や音声ガイダンスを強化してユーザーをサポートする配慮も行っている。

*情報技術総合研究所 **デザイン研究所 ***自動車機器開発センター

1. ま え が き

カーナビゲーションシステムに対しては、運転中に前方から目を離さず、ハンドルを持った状態で安全に操作を行いたいという要求が非常に高い。また、カーナビゲーションシステムに搭載される記憶装置の大容量化は目覚ましく、内部に記憶されている膨大な情報を素早く検索する手段として音声による情報検索の必要性が高まっている。このため、安全性と利便性の向上を目的として、カーナビゲーションシステムを音声で操作する音声インタフェースが搭載されている。しかし、現在の音声認識技術の制限から、ユーザーにとって使いやすいインタフェースを実現するためには、認識語彙やガイダンスのタイミングなどを適切に設計する必要がある。また、音声操作の初心者に対する分かりやすさと同時に、熟練者に対しては快適に使える操作性を実現する必要がある。以上の観点から、カーナビゲーションシステムの音声インタフェースの現状を紹介し、将来の展望について述べる。

2. 音声インタフェースの設計

2.1 ユーザビリティ評価

ユーザーが感じる使いやすさは、用いている技術の性能だけでは測れない。三菱電機では、使いやすさを評価し改良するために、インタフェース設計をユーザーの視点で評価し仕様を改良する評価プロセスを取り入れている⁽¹⁾。今回、カーナビゲーションシステムの音声インタフェースを設計するに当たり、以下のユーザビリティ評価を行った。

- (1) 一般カーナビゲーションシステムユーザーへのWebアンケート
- (2) 評価スタッフによるインスペクション評価
- (3) モデルユーザーによるユーザーテスト

2.2 Webアンケート

まず、ユーザーによるカーナビゲーションシステム操作の実態を調査するため、Webアンケートを用いて一般の最新カーナビゲーションシステムユーザー212名の利用実

態を調査した。この結果、使用頻度の高いカーナビゲーションシステムの操作とその割合は“目的地の設定90%、周辺施設の検索53%、経路地設定30%”であった。特に音声操作に関しては、複雑なインタラクション(機器との対話)を必要としないコマンドの利用率が高い。

2.3 インスペクション評価

次に、当社従来製品に対する音声操作のインスペクション評価を行った。評価に使用したカーナビゲーションシステムでは、一言で操作ができるように、第一階層においてコマンドに加えて住所や施設名などの目的地の設定を受理する音声インタフェースとなっている。この評価を通じて得られた知見を以下に示す。

- (1) 音声操作初心者は、最初のコマンドを何と言えよいか分からない。
- (2) 音声操作熟練者は、初心者と同じ内容の操作ガイダンスが毎回行われると、操作完了までの所要時間が長くなり利便性が低いと感じる。
- (3) 施設名は正式名称でなく通称で発話されることが多い。そのため、認識誤りを多く生じている。

2.4 ユーザーテスト

モデルユーザー(想定ユーザーの属性に近い被験者)がドライビングシミュレータを運転しながらカーナビゲーションシステムを音声操作するユーザーテストを行った(図1)。停車中に郵便番号・住所・電話番号・施設名称の中から好きな手段で目的地を設定してもらった操作課題(タスク)では、住所を選択するユーザーが多かった。ユーザー操作の Protokol解析とインタビュー調査から、操作を行うユーザーの心理として“目的地を確実に特定でき、しかも手間が省ける(所要時間の短い)操作手段を選ぶ”傾向が得られた。また、走行中のタスクでは“インタラクションを必要としない、一言で完結できるコマンドに利便性を感じる”ユーザーが多かった。

2.5 設計指針

以上のユーザビリティ評価の結果から以下の設計指針を導き出した。一言で実行できるコマンドとして“周辺の施

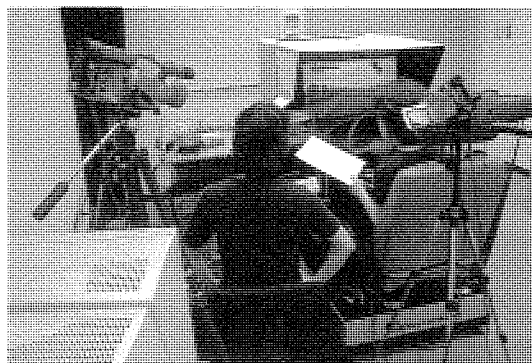


図1. ドライビングシミュレータを用いたユーザーテスト

設検索，地図表示の変更，AV操作”，リモコン操作等に比べ手間が省けるコマンドとして“施設名称・電話番号・住所による目的地設定”を選び，操作ガイド表示で積極的に説明し，熟練者に加え，初心者にも使いやすいインタフェースを提供することを目指した。また，最もよく使われる目的地の設定においては，特に施設名の言い換え語対応を強化する方針とした。

3. 音声認識技術

現在の音声認識技術には，既定の言葉しか認識することができないという制限がある。しかし，ユーザーはすべての認識できる言葉を覚えきれないため，様々な発話をしてしまう。使いやすい音声インタフェースのためには，多様なユーザー発話を認識することが必要である。このため，当社は，カーナビゲーションシステム用音声認識技術として，大語彙認識と言い換え語辞書作成法を開発した。

3.1 大語彙認識

従来から，当社カーナビゲーションシステムでは，目的地設定のため，大語彙認識技術による住所や施設名による検索を実現している⁽²⁾。具体的な機能を以下に列挙する。

- (1) 全国3,100万件の住所と8万件の施設名のピンポイント検索が可能
- (2) 操作コマンドに加え，住所・施設名を同時に認識可能とし，基本機能を一言で音声操作可能
- (3) 住所の認識において“東京都千代田区丸の内2-2-3”という県名から番地号までの連続発話が可能
- (4) 住所の任意の階層で区切って発話することが可能
- (5) 住所番号部分は“2の2の3”“2丁目2番地3号”や“2丁目2の3”などの発話が可能
- (6) 県名に続いて施設名を入力することにより一言で全国の施設を検索可能
- (7) 住所及び施設名は，自車のいる県は県名を省略可能

3.2 言い換え語辞書作成

音声認識対象の言葉は音声認識辞書に記憶される。この音声認識辞書は，住所や施設名の膨大なデータベースから自動作成される。これらのデータベースには正式名称しか含まれていないため，従来は正式名称を正確に発話するこ

とが必要であった。特に施設名は正式名称と通称と異なる場合が多いため，ユーザーが認識しないと感じる大きな要因の一つとなっていた。また，カーナビゲーションシステムには膨大な施設が記憶されているため，すべての施設名に対して通称を手手で付与することはコスト的に困難であった。

この問題を解決するために，施設名の言い換え語を自動生成する技術を新たに開発した。図2は，言い換え語辞書を自動生成する過程を図示したものである。施設名(正式名称)を適当な単位の形態素(日本語の最小単位)に分解し，施設のジャンルごとに定めた生成規則に従い，省略，入れ替え，同義語を考慮した言い換え語辞書を自動生成する⁽³⁾。生成規則は様々な言い換えパターンを追加する一方，不要な言い換え語や意味が異なる語彙の生成を抑制する。

このようにして作成された言い換え語辞書は従来に比べ語彙数が5倍程度に増加するため，部分的に共通している形態素を束ねて照合することにより演算量を削減する音声認識方式を用いた新音声認識エンジンを開発した。

4. 音声インタフェースの実例

以上で述べた設計指針及び音声認識方式を適用した音声認識HDDカーナビゲーションシステム“CU-H9000”(2004年5月発売)の音声インタフェースについて述べる。

4.1 あいまい施設名検索

上記の言い換え語辞書を利用して，正式名称を知らなくても施設を検索できるあいまい施設名検索機能を実現した。この機能の動作を“日本大学医学部附属板橋病院”が検索対象の施設である場合を一例として説明を行う。ユーザーが通称である“東京の日大病院”と発話すると，言い換え語辞書にヒットする。この際，ユーザーを混乱させないために，正式名称でなくユーザーが発話した内容をそのまま“東京の日大病院”とトークバックする。次に，言い換え語を正式名称に変換し検索を行った結果，

- (1) 日本大学歯科学部附属歯科病院
- (2) 駿河台日本大学病院
- (3) 日本大学医学部附属板橋病院
- (4) 日本大学医学部附属練馬光が丘病院

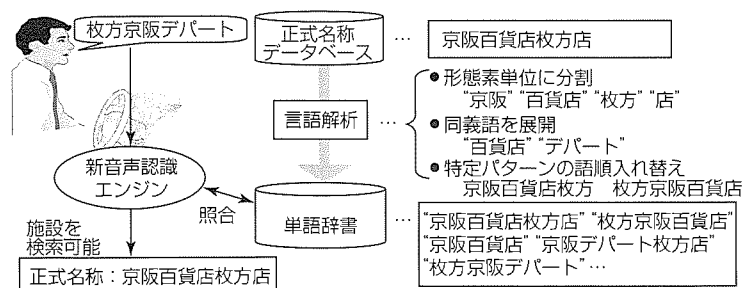


図2. 言い換え語辞書の自動生成

の4件が検索され、画面には第一候補として上記(1)が表示される(図3)。

ユーザーは“次”“前”のコマンドを発話することで候補を選択することができる。また、“板橋”というキーワードを発話することで絞り込み検索が実施され、(3)の“板橋病院”を直接選択することもできる(図4)。

4.2 操作ガイド表示の強化

初心者に分かりやすい音声インタフェースとして、操作ガイド表示の強化を行っている。音声認識開始のため発話キーを押下したとき、停車中であれば、画面一杯に音声操作対象の全体像を把握できる操作ガイドが表示される(図5)。

左側はユーザビリティ評価の機能優先度から選択した“施設・登録地で探す”など6項目のユーザーメリットの大きい操作メニュー、右側はその操作メニューに対する発話例を示している。この時点で、コマンド、住所、施設などが音声認識可能であり、熟練者は従来どおりダイレクトに住所を発声してもよい。

図5の状態で“住所で探す”と発話すると、住所検索の発話例のヘルプ画面を提示する(図6)。この画面は、簡易説明書としての位置付けであり、文字表示を多用しているため、走行時の安全性に配慮し、走行中は自動的に非表示となる。

また、発話キーが押された後、発話がない状態が長く続くときは、ユーザーが何を発話したらよいか分からなくなっていると判断し、次の発話例を紹介する発話のポイントを提示する。

4.3 音声ガイダンスの強化

音声操作の初心者や走行中のユーザーが確実にタスクを達成できるよう、次操作に関する音声ガイダンスを充実させた。一方、音声ガイダンスの途中でも発話キー押下により次のコマンドを発話できるバージン機能を実現した。これにより、ガイダンスを聞いて確認する必要のない熟練者は、バージン機能を用いて次々と発話することによってタスク完了までの所要時間を短縮できる。また、以下のように、次の発話の判断材料になる重要な内容から順に音声ガイダンスを行うことで所要時間短縮を図っている。

- (1) “東京の日大病院”
- (2) “日本大学歯科学部附属歯科病院など4件の候補があります。施設名の残りをお話してください”
- (3) “次、前、と話すとはかの候補を表示できます。目的地に設定する場合は、ここに行く、とお話してください”

5. 将来展望

人間に個性があるように、ユーザー個々に対する最適なインタフェースは様々である。また、ユーザー自身も初心者から熟練者へと成長するため、多くの選択枝からユーザー



図3.“東京の日大病院”発話による検索結果



図4.“板橋”発話による絞り込み検索結果

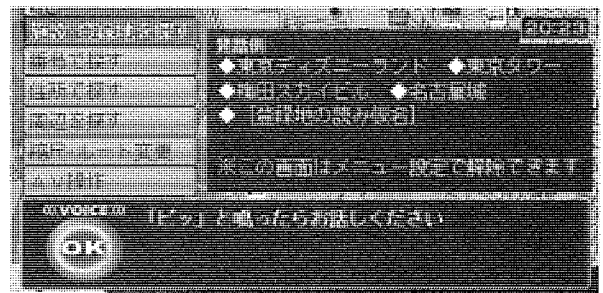


図5. 操作ガイド画面1

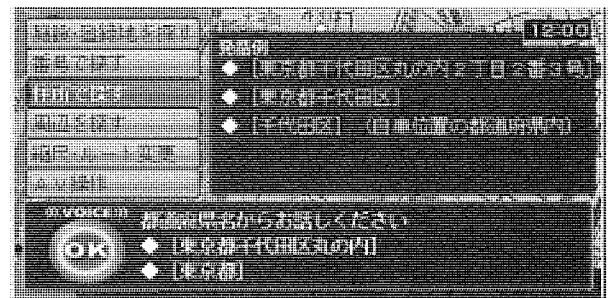


図6. 操作ガイド画面2

ーに応じて最適なインタフェースを提供できる仕組みが必要である。以上の観点から、今後音声インタフェース設計上で重要となる項目は以下の3つであると考えられる。

- (1) ユーザーのよく使うコマンドや、目的地、再生された音楽の履歴を記憶し、これらからユーザーの習熟度や嗜好を抽出して対応を変えるユーザー適合性
- (2) 状況(走行、時間、場所)に応じて対応を変える状況適合性

(3) コンテンツの種類に応じた反応を行うコンテンツ適合性

今後、音声認識技術の進歩により誤認識も少なくなっていくが、たとえ誤認識があっても破綻(はたん)しないよう音声インタフェースのロバスト性の観点からも開発を行う必要がある。また、ユーザーの心理的な負荷の軽減や注意の散漫の防止など、ユーザーのメンタルモデルまで踏み込んだ取り組みも必要である。また、ユーザビリティを定量化する手法の開発も重要な課題である。

6. む す び

カーナビゲーションシステムの音声インタフェースの現状を当社音声認識HDDカーナビゲーションシステムの設計を例として説明するとともに、将来の展望について述べた。今後も、カーナビゲーションシステムは、更に多機能化していき、テレマティクス機器と連動して車外の情報

も検索できるようになると予想される。さらに、多量の情報や新たなコンテンツが出現することから、情報検索の手段としての音声インタフェースの高度化は今後も不可欠であると考ええる。音声認識の技術的な進歩とともに音声インタフェースも革新し、“使いやすい”インタフェースから“使って楽しい”インタフェースに進化させていく所存である。

参 考 文 献

- (1) 若松正晴, ほか: インタフェースデザイン評価技術, 三菱電機技報, **76**, No.8, 546~549 (2002)
- (2) 岩崎知弘, ほか: カーナビゲーション用音声インタフェース技術, 自動車技術, **57**, No.2, 65~70 (2003)
- (3) 岡登洋平, ほか: 大語彙音声認識における言い換え表現の自動生成方式, 日本音響学会講演予稿集, 143~144 (2003-3)

“VICTORIA”を利用した カーナビゲーションシステム

橋本浩二*
浅井陽介**

Car Navigation System using “VICTORIA” Framework

Koji Hashimoto, Yosuke Asai

要 旨

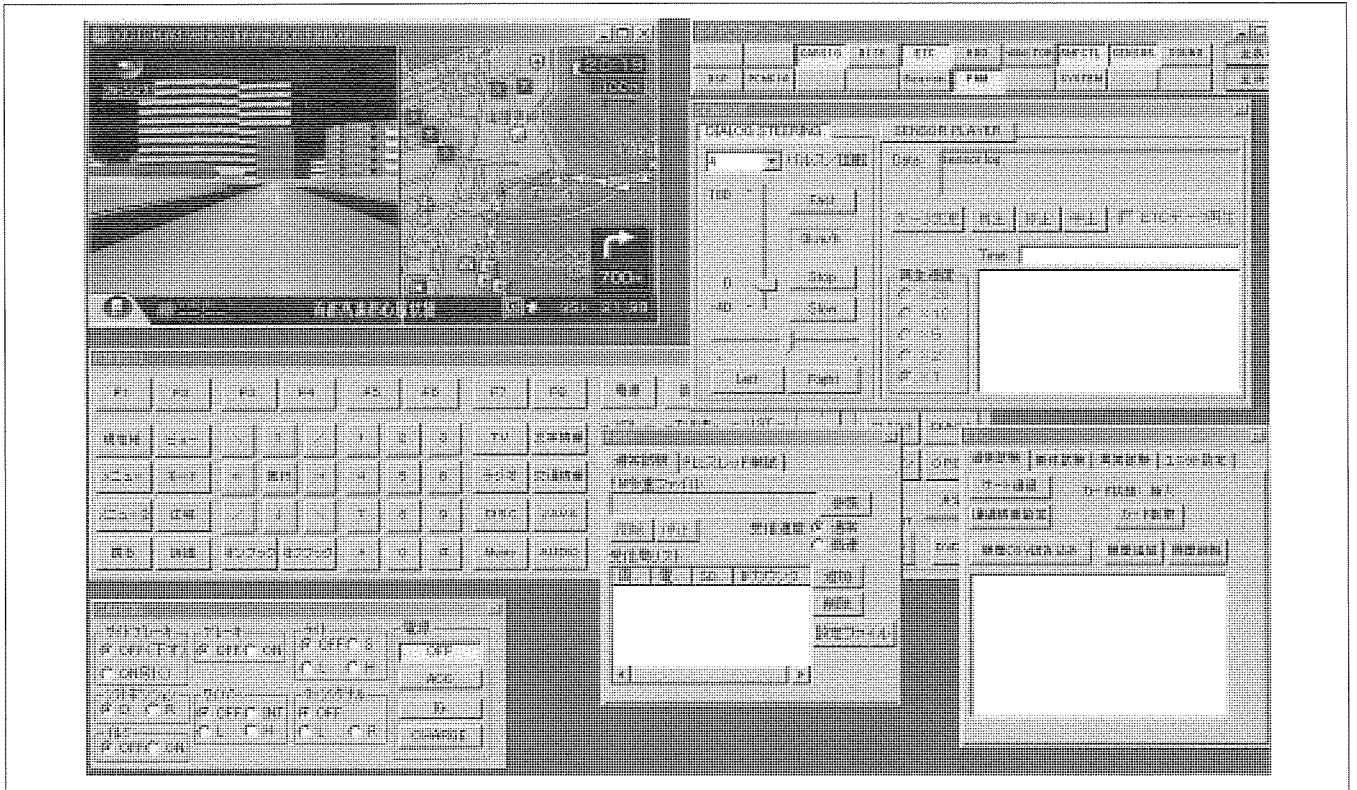
カーナビゲーションシステムを中心とした車載情報端末は、1980年代初期に発表されて以来飛躍的な成長を遂げてきた。当初自車位置検出と簡単な地図表示機能のみであったカーナビゲーションシステムは、目的地までの経路計算、経路案内機能など、ドライバーへの適切な情報提供を主な目的としてその機能を充実させてきた。また、VICS (Vehicle Information and Communication System) など道路インフラの整備や、DVD (Digital Versatile Disk)、HDD (Hard Disk Drive) を始めとする各種情報記録メディアの発達、携帯電話など通信手段の普及に伴い、現在では、車内外の様々な情報を処理する車載情報端末として更に拡張を続けている。このような車載端末の多機能化に伴い、そのソフトウェア規模、開発コストも年々加速度的に膨れ上がっている。また、車載機器ではユーザーインターフェース仕様が車種ごとに異なることが多く、開発コストを増加

させる要因の一つとなっている。

三菱電機では、組み込みシステムにありがちな職人芸的なソフトウェア開発を見直し、複雑化する車載情報端末のソフトウェア開発を抜本的に改善できるフレームワークを開発した。“VICTORIA”と名付けられたこのフレームワークは、2000年春の市販カーナビゲーションシステムから順次開発に適用され、現在では、当社のカーナビゲーションシステムはすべてこのフレームワークを用いて開発されている。

VICTORIAは、単一プロセスですべての機能を実現する第一世代、複数プロセスに対応しJava^(注1) VM (Java Virtual Machine) を搭載した第二世代、描画機能を向上させた第三世代へと拡充を続けてきた。

(注1) Javaは、米国Sun Microsystems Inc.の登録商標である。



VICTORIAフレームワークによるパソコン上でのアプリケーション実行

車載情報端末ソフトウェアフレームワークVICTORIAでは、パソコン上とターゲットハードウェア上で同一のアプリケーションを動作可能であることが大きな特長の一つである。パソコン上で製作し、デバッグを行うことにより、ソフトウェア生産性が大幅に向上した。パソコン上では各種ハードウェアからの情報をダイアログを用いて実現する。最新バージョンでは描画機能を充実させた。

左上のウィンドウがターゲットハードウェア上での表示イメージである。

1. ま え が き

カーナビゲーションシステム⁽¹⁾の多機能化に伴い、ソフトウェア規模は年々増大し、開発工数は増加の一途をたどっていた。また、自動車の内装品の一つとして位置付けられるカーナビゲーションは、車の内装や車格によって個別のユーザーインターフェースを求められることが多く、その際に以前の機種を簡単にカスタマイズできなかったことが開発効率を悪化させる理由の一つとなっていた。

本稿では、ソフトウェア生産性を抜本的に改善するために当社が開発した車載情報端末ソフトウェア開発フレームワークVICTORIAとその拡張について述べる。

2. 車載情報端末開発フレームワーク

VICTORIAフレームワークの構築に当たっては、ソフトウェアプロダクトラインの考えを用い、カーナビゲーションシステムにおける全機種共通部分と機種依存部分を分離したリファレンスモデル(図1)を作成した。カーナビゲーションソフトウェアにおける機種依存部分は以下の部分と定義できる。

- ユーザーインターフェース

画面仕様書や操作仕様書で定義される部分で、機種ごとの違いが最も顕著に現れる部分

- 地図データベースフォーマット

仕向け先(国内、海外)の違いや、地図データベース製作会社の違いにより異なる部分

- 各種デバイスとのインターフェース

機種ごとのハードウェアの違いや、車両から取得される情報の違いにより異なる部分

このソフトウェアリファレンスモデルに従ったフレームワークでは、機種ごとのソフトウェア変更箇所を局所化することができる。

さらに、VICTORIAフレームワークでは、ソフトウェア製作に以下の技術を取り入れることで、その生産性が飛躍的に向上した。

(1) オブジェクト指向設計

オブジェクト指向設計⁽²⁾を導入し、C++を用いてコーディングを行うことで、ソフトウェアの生産性と再利用性を

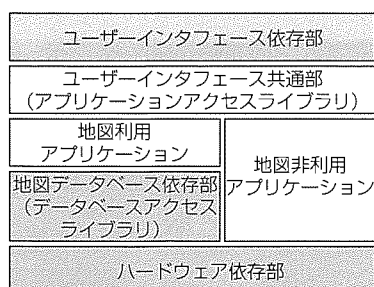


図1. 車載情報端末ソフトウェアリファレンスモデル

向上させた。このようにして製作されたソフトウェアは変更が局所化され、変更時の品質維持にも大きな効果があった。

(2) コンポーネント指向設計

複数のオブジェクトにより構成されるコンポーネント⁽³⁾を単位としてとらえ、機種ごとのアプリケーション構成をコンポーネントの組合せにより実現する。

(3) パソコン上開発環境

ターゲットハードウェア上とパソコン上との違いをミドルウェア部で吸収することにより、アプリケーションをパソコン上でもターゲット上と同様に動作可能とした。これにより、ソフトウェアの製作、単体試験、機能試験をパソコン上で実施することが可能となった。また、新規機種開発時など、ハードウェアが未完成の時点でもアプリケーションの開発が可能となり、ハードウェアとソフトウェアのコンカレント開発が可能となった。

(4) ユーザーインターフェースビルダ

コードサイズが機種依存部分の大半を占めるユーザーインターフェース部分の開発効率を向上するための仕組みとして、ユーザーインターフェースビルダを導入した。ユーザーインターフェースビルダは、以下の3つの要素から構築される。

- (a) 画面データエディタ(図2)

- (b) 状態遷移エディタ

- (c) ランタイムライブラリ

このユーザーインターフェースビルダを用いることにより、機種ごとに異なるユーザーインターフェース部の大半を、ソフトウェアコーディングなしで容易に構築することができる。

3. マルチプロセス対応とJavaVMの搭載

当社カーナビゲーションシステムへVICTORIAフレームワークの適用を開始したころ、カーナビゲーションシステムは自動車内における車載情報機器の中心的役割を期待されるようになった。具体的には、各種車両情報の表示、

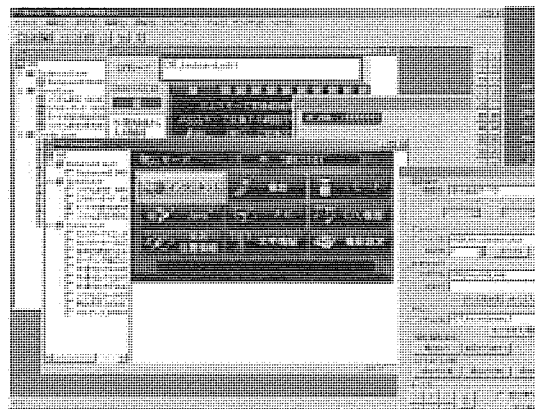


図2. 画面データエディタ

携帯電話経由でのインターネット接続など車両外部へのアクセス機能，エンタテインメント機能の充実等である。

これら多機能化の要求を満たすためには，それまで単一プロセスで動作していたソフトウェア構成では限界があり，VICTORIAフレームワークをマルチプロセスに対応させるため以下の拡張を実施した(図3)。

- (1) 各種ミドルウェアのDLL(Dynamic Link Library)化
- (2) プロセス間通信ライブラリの導入
- (3) アプリケーションマネージャーの導入

また，マルチプロセス対応と合わせて，オープンプラットフォーム化の試みとしてMIDP(Mobile Information Device Profile)準拠のJavaVM⁽⁴⁾を搭載した。JavaVMは，サン・マイクロシステムズ社が開発したアプリケーション実行環境であり，以下のような特長を持っている。

- OS, CPU(Central Processing Unit)に非依存であり，プログラム開発の自由度が高い
- プログラム実行前の不正チェック等，高いセキュリティ機能

特にセキュリティ機能の充実によりナビゲーション本体のアプリケーションに影響を与えることなく動作させることが可能である点は，高い信頼性が求められる車載情報端末上の外部アプリケーション実行環境に適している。

さらに当社では，Javaアプリケーションをナビゲーション機能と連携させるためのナビゲーション連携API(Application Program Interface)を用意している。このAPIを用いることで，自車位置の取得，目的地の設定，指定位置の地図表示，車両情報の取得等のナビゲーション機能呼び出すJavaアプリケーションを作成することが可能である。

4. 描画機能強化と外部LSI機能の取り込み

以上のように，機能面においては，端末の多機能化に合わせてVICTORIAの拡張を行い対応してきたが，その性能面においても対策を行う必要があった。特に描画機能の拡充とその性能の向上に関しては，近年特に強い要望があった。案内機能充実のための現実世界に近い描写，ユーザーインタフェースにおけるエンタテインメント性の向上，各

種メディアや映像コンテンツの充実など，高い描画性能を必要とするアプリケーションが要求されるようになったためである。

そこで当社では，車載情報端末向けに新たなシステムLSIを開発し，VICTORIAフレームワークに対して描画機能を主とした機能拡張を実施した。新システムLSIはこれまで複数のLSIに分離していたCPU，描画LSI，車両情報等を扱う周辺ASIC(Application Specific Integrated Circuit)を1チップに搭載したものであり，400MHzでの高速動作，2D描画性能の向上，高性能な3D描画機能の搭載が特長である。VICTORIA上でこのLSIの機能と性能を活用するために，以下の拡張を実施した。

- (1) 描画ライブラリの3D対応

これまでVICTORIAの描画APIは2D描画機能のみサポートしていたが，これに3D描画機能⁽⁵⁾を追加した。2D描画同様3D描画機能においても，パソコン上，ターゲットハードウェア上でほぼ同様の描画結果を得られるようになっている。

また，上位ライブラリとして3Dモデルデータを扱うためのライブラリも用意することで，一般的なモデリングツールにより作成した3DオブジェクトをVICTORIA上で表現できるようになった。地図データベースに3Dモデルデータを格納することで，図4のような実世界の都市景観に近い描写が可能である。

- (2) ユーザーインタフェースビルダの表現力向上

ユーザーインタフェース部の視覚的効果を高めエンタテインメント性を向上させるため，ユーザーインタフェースビルダ上で容易にアニメーションを実現するための機能を追加した。

画面データエディタ上でアニメーション情報を持った画像データを扱えるように拡張し，その動作タイミングや動作条件等を画面データ上で定義可能とした。

また，これまでアプリケーション側でコーディングにより作成していた各種ダイアログ制御のための設定も，画面データエディタ上で可能とした。

これらの機能追加により，ボタンのハイライト位置によって自動的に動作するアイコン等，ユーザーインタフェースで使用される大半のアニメーション動作を複雑なプログ

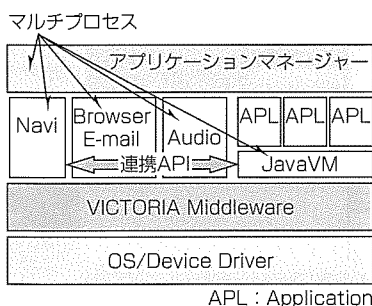


図3. マルチプロセス構成とJava

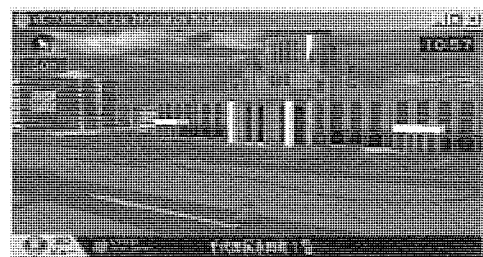


図4. 3Dオブジェクト描画

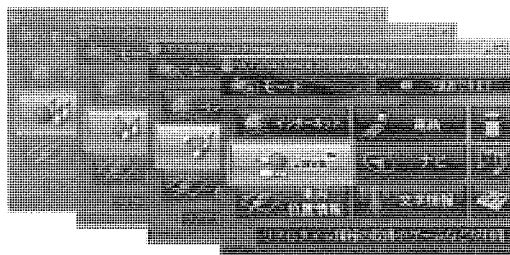


図5. アニメーションを用いたメニュー

ラミングなしに実装でき、変更可能となった。

この機能を用いて作成したメニュー画面の表示例を図5に示す。この画面では、選択状態にあるボタン上のアイコンが自動的にアニメーションを繰り返すように画面エディタ上で設定されている。

(3) 外部LSI機能の取り込み

CPU性能の向上により、これまで外部LSIを用いていた処理をメインCPUで実行することが可能となった。そこで今回、携帯電話ハンズフリー通話時のエコーキャンセラ機能、携帯電話を使用したモデム機能を外部CPUでの実行からメインCPUでの実行へ変更した。

特にハンズフリー通話機能に関しては、当社で開発したエコーキャンセラアルゴリズム⁽⁶⁾を採用し、VICTORIAデバイスドライバ部への組み込みを行うことで、外部LSIでの処理と比較して音質面で向上させることができた。このエコーキャンセラには3GPP(3rd Generation Partnership Project)の性能認定を取得した高性能ノイズサプレッサも搭載されており、通話中に重畳する自動車走行騒音を良好に抑制する効果も備えている。

このエコーキャンセラ動作時のCPU使用率は10.0%以下であり、他の機能との並行動作に問題がないことを確認している。

5. む す び

以上、開発した車載情報端末ソフトウェアフレームワークVICTORIAとその拡張について述べた。このフレームワークを用いることで、機種当たりのソフトウェア開発工数は約1/3となり、その開発期間は約1/2に短縮された。

また、端末の多機能化に対しても、オブジェクト指向設計の導入による変更箇所の局所化や、アプリケーションをマルチプロセス構成とすることによる独立性の確保により、ソフトウェア品質を一定に保つことが可能となった。

さらに、描画機能の拡張では、3D描画ライブラリの構築、ユーザーインタフェースビルダ部のダイアログ、アニメーション制御機能対応により、高度な視覚的効果を持つアプリケーションをより容易に構築可能とした。

今後は、更なる描画機能拡充のため、アウトラインフォントへの対応や、ユーザーインタフェースビルダでの3Dオブジェクト制御機能の実装、現在は別々のツールとなっている画面エディタと状態遷移エディタの統合などを計画している。

参 考 文 献

- (1) 横内一浩, ほか: 車載ナビゲーションシステム, 三菱電機技報, 73, No.10, 709~713 (1999)
- (2) ランボー, J., ほか: オブジェクト指向方法論OMT, トップラン (1992)
- (3) 青山幹雄: コンポーネント指向開発, bit, 32, No.3, 3~7 (2000)
- (4) Feng, Yu, ほか: J2MEワイヤレスJavaプログラミング, アスキー出版 (2002)
- (5) Lengyel, E.: ゲームプログラミングのための3Dグラフィックス数学, ボーンデジタル (2002)
- (6) 高橋真哉, ほか: W-CDMA携帯機の音声・音響処理技術, 三菱電機技報, 77, No.2, 138~141 (2003)

カーナビゲーションシステムにおける ブラウジング技術

西川正治*
佐々木幹郎**
前田淳志*

Internet Browsing Technology for Car Navigation System

Masaharu Nishikawa, Mikio Sasaki, Atsushi Maeda

要 旨

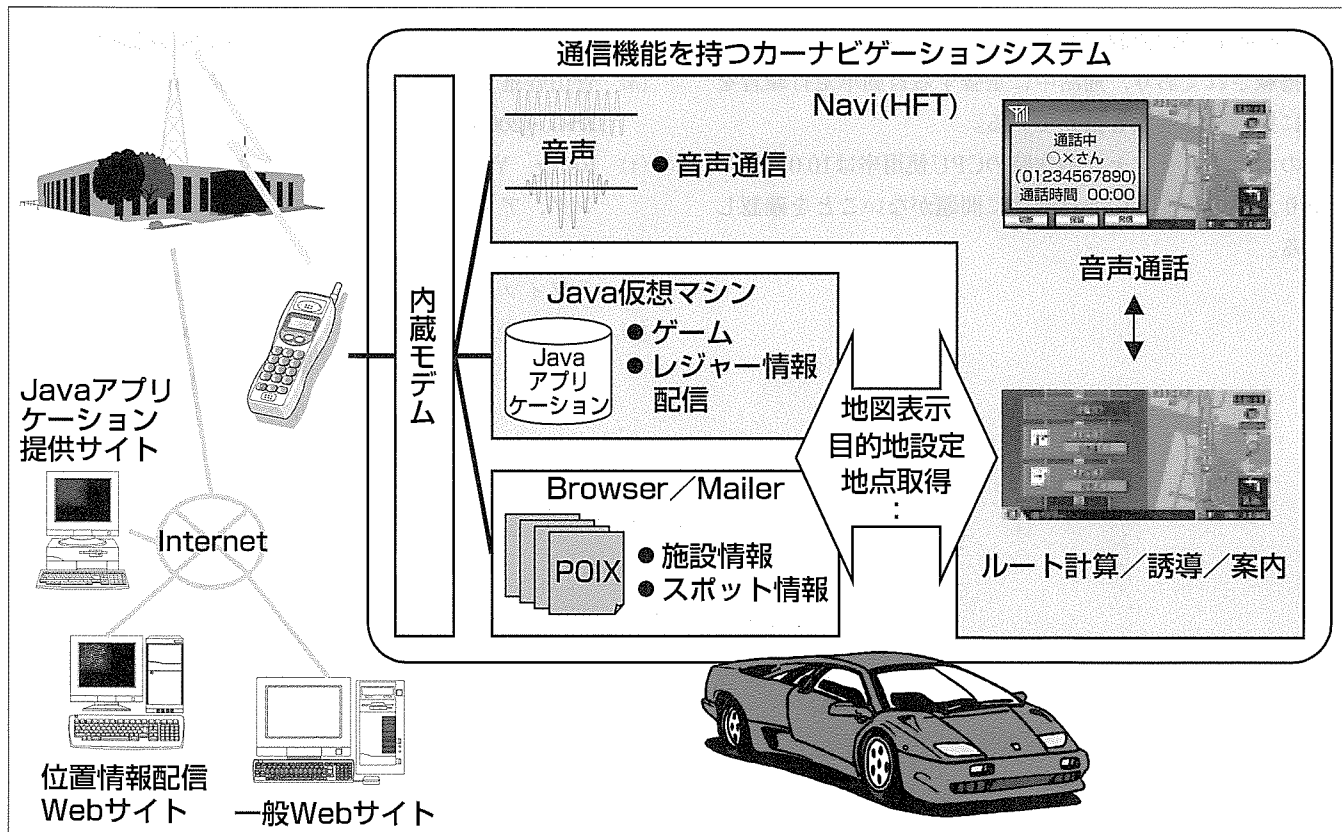
カーナビゲーションに代表される車載情報端末は、1980年代初頭に発売されて以来、飛躍的な進歩を遂げてきた。1990年代には無線通信を用いた交通情報配信サービスVICS(Vehicle Information and Communication System)が開始され、車外からリアルタイムに交通情報を受信できるようになった。現在では、交通情報だけでなくエンタテインメント性の高い情報も車外から取り入れる、又は車内から発信する機能への要求が強まっている。

このような要求にこたえるため、三菱電機では、市販向けに通信機能を持つカーナビゲーションシステムを開発してきた。通信機能は携帯電話を利用しインターネット網へのアクセスが可能であるなど、HFT(Hands Free Telephone)が可能となる。インターネット上のコンテンツを

処理するために、カーナビゲーション用ブラウザを開発した。また、Java^(注1)仮想マシンを搭載することで、Javaアプリケーションをカーナビゲーション上で実行できる環境を開発した。Javaの提供する通信機能を用いれば、Javaアプリケーションでもインターネット網での通信が可能である。

上記ブラウザやJavaアプリケーションは、ナビゲーション機能との連携処理を可能としており、読み込んだコンテンツがナビゲーション機能を活用することができる。その結果、位置情報を扱ったコンテンツによる新しい通信サービスを可能にした。

(注1) Java及びJavaに関連する商標は、米国Sun Microsystems, Inc.の米国及びその他の国における商標又は登録商標である。



インターネットとのデータ通信を行う車載情報端末

通信機能を持つカーナビゲーションシステムは、音声通信だけでなく、インターネット網でのデータ通信が可能となる。ブラウザやJava仮想マシンを搭載してインターネット上のコンテンツを車載情報端末上で再生し、より多くの情報サービスをユーザーに提供する。

1. ま え が き

携帯電話の普及とともに通信を利用したサービスが拡大している。カーナビゲーションのような車載情報端末にとっても、インターネットとの通信機能は不可欠となりつつある。国内自動車メーカーでは、ホンダの“Internavi PremiumClub^(注1)”，トヨタの“G-BOOK^(注2)”，日産の“CarWings^(注3)”に見られるように、各社が独自の通信サービスを開始している。

一方、三菱電機では、2001年秋モデルの市販カーナビゲーションシステム(“CU-V7000R”)を初版として、OEM(Original Equipment Manufacturer)向け製品を含め、通信機能を持つカーナビゲーションシステムの開発を行っている。この通信機能実現技術として、汎用パソコンで利用されているブラウザ、メーラ、Java技術をカーナビゲーションシステムに適用した。

本稿では、通信機能を持つカーナビゲーションシステム構成について説明し、ブラウザやJava技術を用いた通信サービスとその実現方法について述べる。

2. 通信機能を備えたカーナビゲーションシステム

2.1 通信アプリケーションモジュール開発

当社では、カーナビゲーションソフトウェアの開発効率化を目指し、開発フレームワーク“VICTORIA”を構築した。現在では、カーナビゲーションシステムをナビゲーションというアプリケーションモジュールととらえ、異なる機能アプリケーションを追加することで、複数の機能を提供できるVICTORIA2による製品開発が進められている。

図1はVICTORIA2におけるアプリケーション構成を示している。ソフトウェア構成はOS、ライブラリ、アプリケーションの3層に分けることができ、HMIManager(Human Machine Interface Manager)は各アプリケーションモジュールの統括を行い、音声合成・音声認識などのヒューマンインタフェース全般にかかわる処理も行う。各

(注1) Internavi Premium Clubは、本田技研工業㈱の登録商標である。

(注2) G-BOOKは、トヨタ自動車㈱の登録商標である。

(注3) CarWingは、日産自動車㈱の登録商標である。

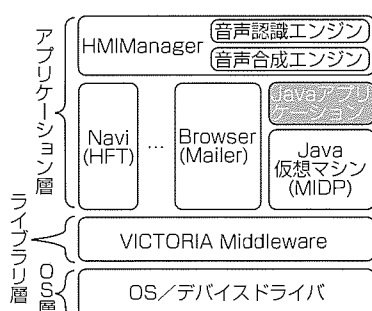


図1. VICTORIA2におけるアプリケーション構成

アプリケーションモジュール間の通信は、アプリケーションモジュールごとに準備されたアクセスライブラリを用いることにより行われる。

カーナビゲーションシステムに通信機能を搭載する場合も、VICTORIA2環境を用いてアプリケーションモジュール開発を行った。HFTは単体のアプリケーションモジュールとすることも可能であるが、ナビゲーション画面と音声通話画面の共存が必要なため、ナビゲーションモジュールの一部として実装した。また、ブラウザ及びメーラはお互いに独立したアプリケーションモジュールとすることも可能であるが、メールの添付データの中にはブラウザの解析機能を必要とするデータもあるため、同一アプリケーションモジュールとして実装した。それぞれのモジュールの機能概略は以下のとおりである。

(1) HFT

カーナビゲーションシステム上で音声通信の発呼/着信を行う。走行中に運転者の運転操作を阻害することなく音声通信を可能にしている。

(2) ブラウザ

HTTP(HyperText Transfer Protocol)やPOP/SMTF(Post Office Protocol/Send Mail Transfer Protocol)といったインターネット標準プロトコルを用いて、インターネット網でのデータ交換を行う。HTML(HyperText Markup Language)コンテンツ以外にも、XML(eXtensible Markup Language)コンテンツの解析が可能である。また、メールに位置情報を添付することで、カーナビゲーションと連動した利用者間の非同期な情報交換を可能にする。

2.2 Java技術の適用

Java仮想マシンをアプリケーションモジュールに追加して、Javaアプリケーションを実行できる環境を構築した。JavaはTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)をサポートしていることから、ネットワーク環境におけるアプリケーション開発が容易に行える。

カーナビゲーションに実装したJava仮想マシンのプロファイルには、携帯電話やパームサイズPCでデファクトスタンダードとなっているMIDP(Mobile Information Device Profile)を採用した⁽¹⁾。MIDPには主に以下のような特長がある。

(1) Javaアプリケーションをダウンロードして使うことができる。

(2) HTTP通信を用いてJavaアプリケーションが独自にサーバと通信できる。

(3) Javaアプリケーションが独自にメモリ空間を設けてメモリアクセスできる(ただし、Javaアプリケーション間のデータ共有やMIDP端末側のメモリアクセスはできない)。

なお、MIDPのカーナビゲーションへの適用に際し、MIDP-API(Application Program Interface)を拡張してJavaアプリケーションからナビゲーションの目的地設定や施設検索機能を利用することを可能とした⁽²⁾。

2.3 アプリケーションモジュール間インタフェース

通信アプリケーションモジュールからナビゲーション機能を利用するために、アクセスライブラリの設計に際して以下の点に考慮した。

(1) 位置情報を表現する構造体

地点の位置を表す緯度/経度と地点名称以外にも、住所や電話番号、代表地点のURL(Uniform Resource Locator)、メールアドレス、画像といった関連情報を1つの構造体で扱えること

(2) ナビゲーション機能アクセス関数

目的地設定、地図表示、地点登録、地点取得関数において、位置情報を表す構造体から必要な要素を抽出して関数処理を行うこと

3. インターネットを介した通信サービス

3.1 位置情報記述XML

XMLは、汎用的なデータ記述を目的としたマークアップ言語で、1998年にW3C(World Wide Web Consortium)で標準化された記述仕様である。HTMLと異なり、文章構造と、“文章をどのようにレイアウトして表示するか”という書式情報が厳格に分離されている。また、XMLは、文章構造を構成するタグを自由に定義することができる。XMLを用いたサービスで使用されるタグの定義はDTD(Document Type Definition)と呼ばれ、サービスを構成するサーバとクライアントであらかじめDTDを取り交わしておくことでデータ交換が可能となる。XMLを用いたカーナビゲーション向けサービスとしては、位置情報を扱ったサービスが代表的である。この場合、位置情報を記述するためのDTDを定義することになる。

これまでに提案されているXMLを使用した位置情報に関する代表的な記述言語とその特長を表1に示す。用途に応じて様々な記述言語仕様が提案されているが、なかでもPOIX(Point Of Interest eXchange language)は国内自動車メーカー各社などが他メーカーの車との通信やコンテン

表1. 位置を記述するXMLとその特長

記述仕様	特長
RWML	路面状態、道路気象など道路に関する情報を記述できる。
NVML	移動体や地点の場所及びその関連情報とルートを用いたときの経路を記述できる。
G-XML	地理空間情報を記述できる。JIS規格化され、今後の標準となる可能性が高い。
POIX	単一の移動体や地点の場所及びその関連情報を記述できる。W3Cに提案され、位置情報交換の標準になりつつある。

RWML : Road Web Markup Language
 NVML : Navigation Markup Language

ツの共通化ができるよう協力して策定された記述仕様である。ある一つの地点に関する場所と関連情報を記述できる(以下、記述対象となる地点を“対象”という)。

移動体通信での利用が考慮されているため、文章構造をシンプルにすることでデータ量を小さくしている。また、カーナビゲーションでの適用も考慮されているのが特長で、対象の緯度/経度に対する測地系や地点名称に対する読みといった情報を定義できる⁽³⁾。

3.2 POIXを用いた通信サービス

現在、国内の自動車メーカーでは、インターネットを介したカーナビゲーションの位置情報交換にPOIXを用いる動きが広まりつつある。最新の施設の情報をPOIXで記述し、ナビゲーションシステムへ配信している。従来の位置情報はDVD(Digital Versatile Disk)やHDD(Hard Disk Drive)に格納された地図データベース中にあるため、製品出荷時に収められているデータは古いことがあった。一方で、インターネットから取得する位置情報は情報の更新が頻繁であるため、より最新の情報をユーザーに提供できる利点がある。

当社では、POIXが解析可能なブラウザを組み込んだ車載情報端末を開発し、以下のサービスを実現した。図2はPOIXを用いたカーナビゲーション向け位置情報交換サービスを模式的に示している。

- (1) Webサイトで提供している地点(施設)に関する情報表示と地点登録
- (2) Webサイトで提供している地点(施設)へのルート計算及び案内(ドライブコースの設定も可能)

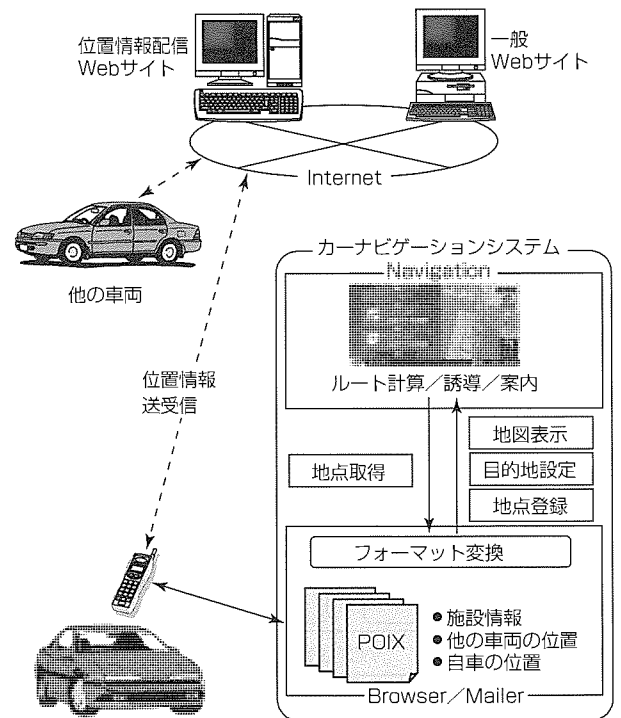


図2. インターネットを介した位置情報交換

(3) 自車位置や地図上の任意地点の位置情報を他の車両へ送信

3.3 Javaアプリケーションによる通信サービス

HTMLを中心としたブラウザによる情報閲覧サービスに加え、近年では、Javaアプリケーションによるデータ通信サービスが広まりつつある。ハードウェアやOSに依存しない特長があるため、移動体通信の分野では携帯電話での普及が著しい。

当社では、CU-V7000R以降、Java仮想マシンを組み込み、Javaアプリケーションによるカーナビゲーション向けサービスを開始している。Javaアプリケーションとして、エンタテインメント性の高いゲームコンテンツのほか、通信機能を利用してリアルタイムなレジャー情報を取得する季節情報配信サービスや、サーバで定期的に更新される最新の施設情報を取得するお出掛けスポット案内サービスなどがサポートされている。

今後、当社では、拡張したMIDP-APIと通信機能を用いて、ナビゲーション機能を利用した様々なJavaアプリケーションを開発していく予定である。

4. む す び

本稿では、通信機能を持つカーナビゲーションシステム構成について説明し、ブラウザやJava技術を用いた機能

拡張とそれにより実現される通信サービスについて述べた。この機能拡張により、DVDやHDDのような静的データベースに依存したサービスだけでなく、車外のデータベースにアクセスして動的に変化する情報提供サービスが可能となった。

今後は、テレマティクス分野の急速な発展に伴い、通信デバイスの多様化(第三世代携帯電話やBluetooth, 無線LAN(Local Area Network)など)、通信を用いるサービスの多様化(カーセキュリティやプローブカーなど)が進むことが予想される。このような機能の多様化に対応するため、VICTORIA2を改良した次期カーナビゲーションプラットフォームやプラグイン機能を考慮したブラウザアプリケーションの開発を行っていく。

参 考 文 献

- (1) Sun Microsystems : Mobile Information Device Profile (MIDP), <http://java.sun.com/products/midp/> (2001)
- (2) 上川哲生, ほか : 車載情報端末フレームワーク, 三菱電機技報, 77, NO.7, 463~466 (2003)
- (3) MOSTEC : POIX ; Point Of Interests eXchange language Version 2.0, <http://www.w3.org/1999/06/NOTE-poix-19990624/>

後席エンタテインメントシステム向け 車載用インダッシュ6枚DVDチェンジャメカ

白幡 啓*
葛生 孝*

6 Discs 1 DIN Chassis Size DVD Changer Mechanism for Rear Seat Entertainment

Kei Shirahata, Takashi Kuzuu

要 旨

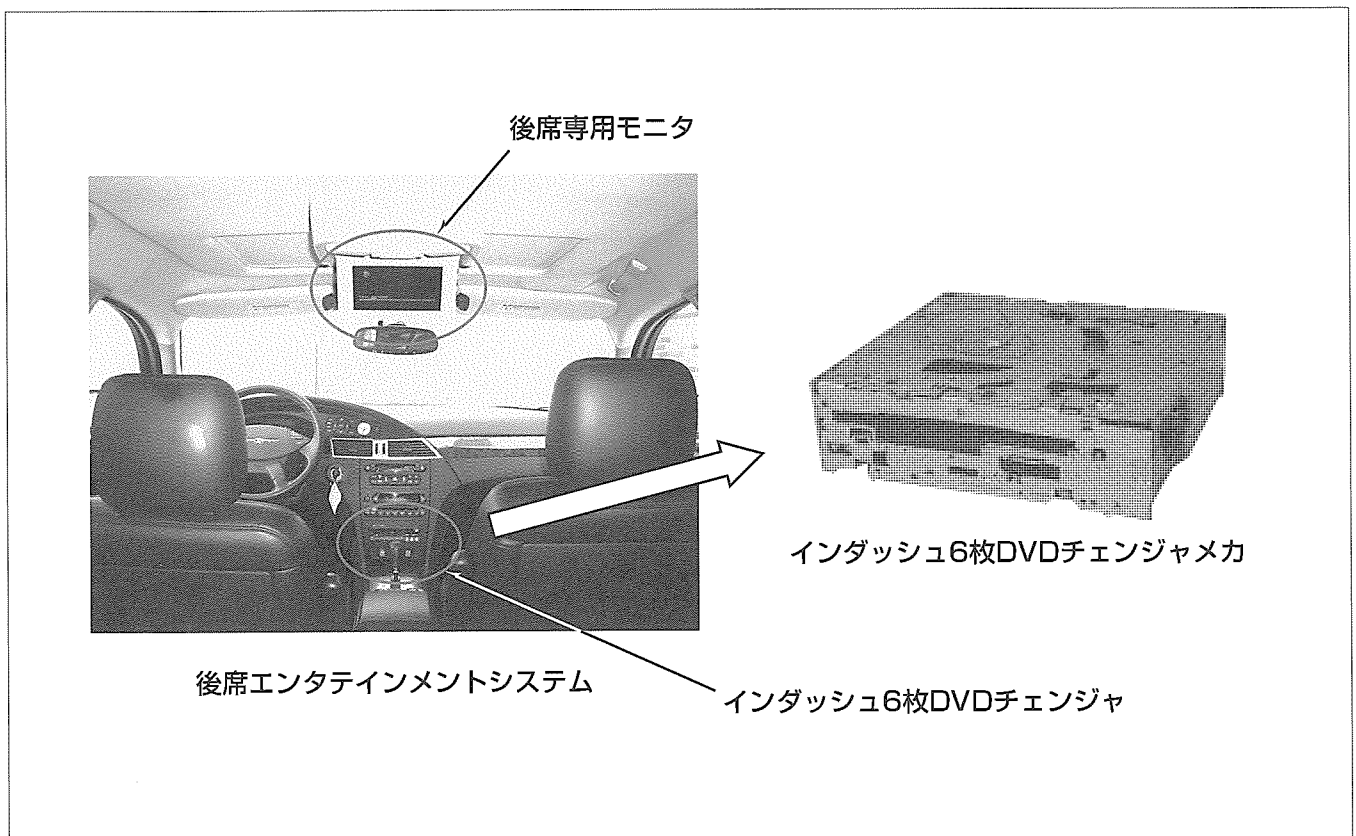
近年、北米を中心に、後席専用モニターでビデオやゲームを楽しむ後席エンタテインメントシステムの需要が高まっている。特に北米では、車での長時間移動の機会が多いことから、シングルプレーヤーに比べ、ディスク交換の煩わしさが少なくディスク収納の点でも有利なチェンジャメカの要求が高い。また、チェンジャの主流が従来のトランク据置方式から、運転者の手元でディスク交換が可能なインダッシュ方式に移行していること、及びAV(Audio, Visual)とNavigationを融合した一体機の需要が高いことから、その中核をなすDVD(Digital Versatile Disc)チェンジャを自主開発することにより市場拡大を目指した。

今回開発したDVDチェンジャメカは、1 DINサイズシャ

ーシ(ドイツ工業規格：高さ50mm、横幅180mm)に収納するために、以下に述べる手法を用いて高さ方向のメカサイズを圧縮した。

- (1) 独立振り出し方式
- (2) 再生位置オフセット方式

以上の手法を用いることによってメカニズムの薄型化が可能になり、1 DINサイズでDVD/CDを6枚収納/再生可能なマルチディスクチェンジャメカを世界に先駆けて開発/量産した。現在、後席エンタテインメントシステムチェンジャシステムとして、ダイムラー・クライスラー社のミニバン2車種に搭載されている。



車載用インダッシュ6枚DVDチェンジャ

車室内のダッシュボードに組み込まれたカーオーディオでDVD/CDを再生し、後席専用モニターで映画等を楽しんだり、音楽を聴いたりする後席エンタテインメントシステムの中核となるDVDチェンジャを示す。ここで紹介するチェンジャメカは、1か所のディスク挿入口を持ち、最大6枚のディスクの収納/再生が可能である。

1. ま え が き

近年、北米を中心に、後席専用モニターでビデオやゲームを楽しむ後席エンタテインメントシステムの需要が高まっている。特に北米では、車での長時間移動の機会が多いことから、シングルプレーヤーに比べ、ディスク交換の煩わしさが少なくディスク収納の点でも有利なチェンジャメカの要求が高い。

今回開発したマルチディスクチェンジャメカ（以下“DVXメカ”という。）において、1 DINサイズシャーシ搭載を可能とした薄型化の機構開発について述べる。

2. DVXメカの基本構造／基本動作

図1はDVXメカの全体構造を示す斜視図である。図の手前側から挿入されたディスクをローラユニットの中のローラによりメカ内部に引き込み、後アームと図示していない前アームで保持する。保持したディスクはディスク再生部の再生ベースとクランプユニットでクランプし、再生位置に移動して再生する。また、前／後アームで保持したディスクのセンターホールを、図示していない上スクリーンと下スクリーンにより貫通することで、スクリーンに係合されたスペーサで挟み込み最大6枚のディスクを収納することが可能である。

3. DVXメカの基板の寸法制約

DVXメカでは、DVD／CD再生に必要な回路スペース確保のために、メカ底面全体に基板を配置した。図2にDVXメカの裏面写真と基板の寸法制約を示す。この基板

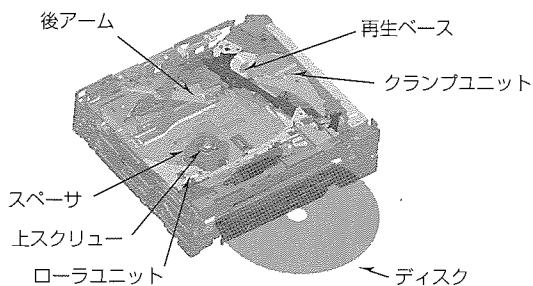


図1. DVXメカの外観図

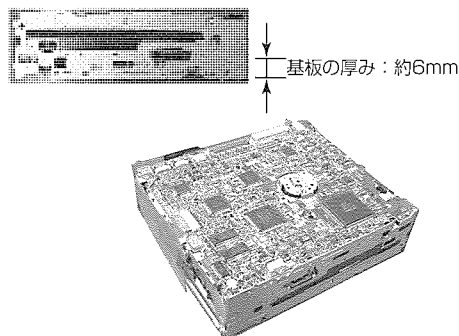


図2. DVXメカの裏面写真

の厚みは6mmあり、このDVXメカを実現するためには、メカ部分のみで41mm以下の高さに収める必要があった。以下に、上記寸法に収めるための手段、及び他の特徴的な機構について述べる

4. ディスク収納機構

DVXメカのディスク収納機構は、上下に分割／接続可能な円筒形状のスクリーンで構成され、スクリーンには7枚のスペーサに係合し、スペーサはスクリーンの回転により上下に移動できる。スクリーン分離時の外観図を図3に示す。ディスク再生部がディスクをつかむ高さは一定のため、収納されているディスクを再生するときには、ディスクを所定の高さまで移動させる。

スペーサの厚み1.6mmによりスペーサ積層時の上下スクリーンの高さが決定されるため、高さ方向のメカサイズ圧縮のために、上下スクリーンが分離したときのクリアランスを15.2mmに設定し、以下に示す方法によりメカニズムの薄型化を実現した。

5. 再生ベース、クランプユニットの独立振出し方式

従来のチェンジャメカは再生ベースとクランプユニットが同軸上に配置されており、ディスク保持部からディスク再生部にディスクを受け渡すときは、再生ベースとクランプユニットがディスク保持部まで同時に回転する機構（同軸・同時振出し方式）となっていた。

DVXメカはスクリーン分離時のクリアランスを縮小したため、同軸・同時振出し方式ではディスク再生部が回転する際に収納ディスクに当接してしまう。そこで、限られたクリアランスでディスクをクランプするために、再生ベースとクランプユニットを独立して回転する独立振出し方式を考案した。

図4に、同軸・同時振出し方式と独立振出し方式の外観

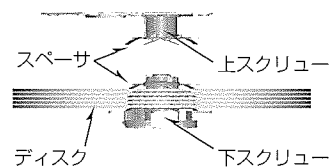


図3. スクリーン分離時の外観図

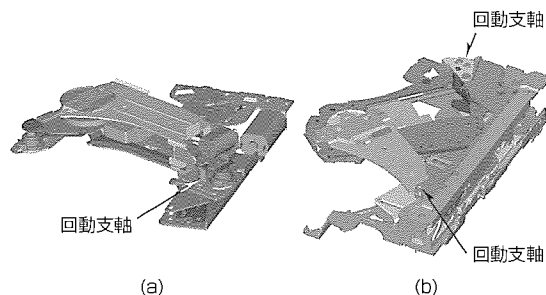


図4. 同軸・同時振出し方式(a)と独立振出し方式(b)の外観図

図を示す。以下に、ディスク再生部周りのクリアランスの説明をするため、図5に従来の同軸・同時振出し方式の構成、図6から図8に独立振出し方式の動作を示す。図5は、同軸・同時振出し方式でディスクをクランプする状態を示している。ディスク傷付き防止のため、クランプしようとするディスクの上下にクリアランスを設けている。ディスク再生部が侵入するためのクリアランスは“ディスク上下のクリアランス+ディスク厚み+再生ベース高さ+クランプユニット高さ”である。

次に、独立振出し機構のディスククランプまでの動作を説明する。前／後アームで保持されているディスクの下側に再生ベースが振り出し、収納ディスク方向に並進する(図6)。次に、前／後アームを下降させディスクを下降させる(図7)。最後に、クランプユニットが回転しディスクをクランプする(図8)。図6において、ディスク再生部が侵入するために必要なクリアランスは“ディスク下面のクリアランス+ディスクの厚み+再生ベース高さ”である。再生ベースが前／後アームで保持されているディスクの下に侵入するときには、クランプユニットは反対側に退避す

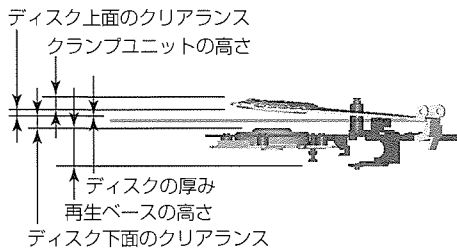


図5. 同軸・同時振出し方式の構成図

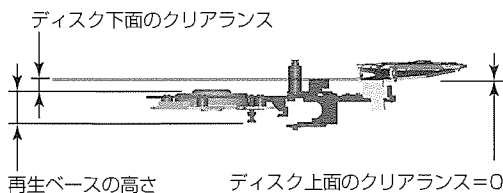


図6. 独立振出し方式の動作1

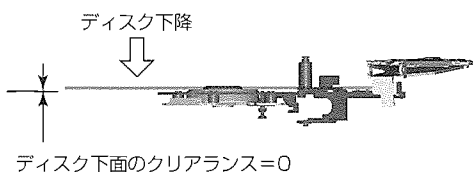


図7. 独立振出し方式の動作2

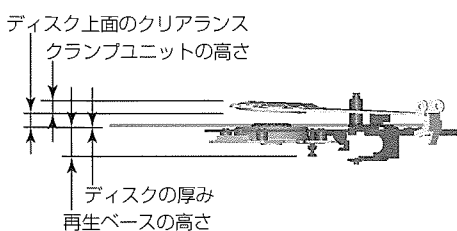


図8. 独立振出し方式の動作3

るため、収納ディスク投影面内に入ることにはない。図7でディスクを下降させることにより、図8でクランプユニットが侵入するのに必要なクリアランスは“ディスク上面のクリアランス+ディスク厚み+再生ベース高さ+クランプユニット高さ”となり、同軸・同時振出し機構に比べると“ディスク下面のクリアランス=約2mm”の寸法圧縮が可能となった。

6. 再生位置オフセット方式

車載セットは、車室内に入力する振動に対し、ダンパを用いて振動を減衰させている。ディスク再生時にはディスク再生部がフローティング状態となるため、再生部が他の部品と当接しない空間(防振代)が必要になる。図9に示すように、ディスク再生時にはディスク再生部が上下スクリーユから移動し防振代を確保する構造とした。

7. 音飛び耐振性能の確保

独立振出し方式は再生ベースを回転させ再生状態にするため、同軸・同時振出し方式に比べディスク再生部の剛性が不足し、回転支軸を中心に再生ベース先端が上下に振動する。車室内には常に振動が加わるため、メカの剛性不足によりディスク再生時には絵飛び、音飛びが発生する。

この問題を解決するため、図10に示すように、再生状態では再生ベースに中間支持部材を係合させ、ディスク再生部全体の剛性向上を図った。図11に、中間支持部材追加前後の音飛び耐振性能のグラフを示す。20~40Hzの耐振性能が向上していることが分かる。

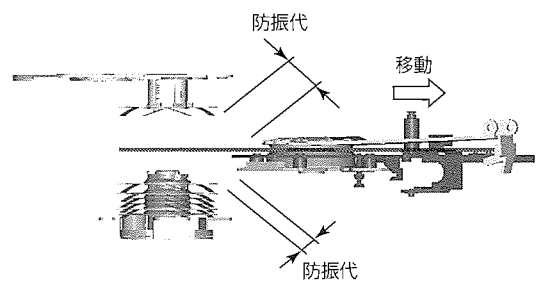


図9. 再生位置オフセット方式

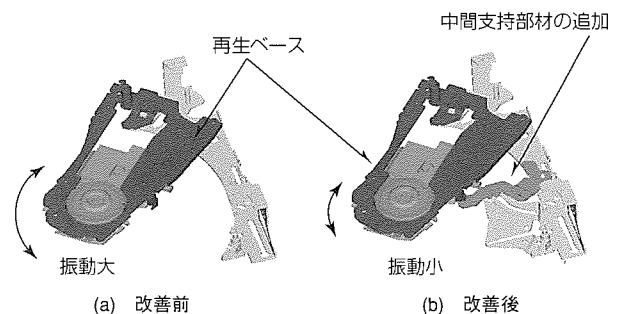


図10. 中間支持部材の追加

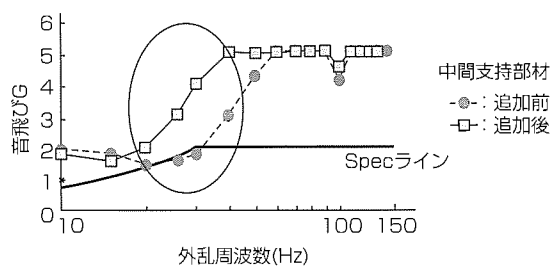


図11. 音飛び耐振性能

8. 組合せ部品の寸法ばらつきの吸収

独立振出し方式は異なる支軸を回動中心にするため、ディスク再生時には再生ベースのターンテーブル中心とクランパ部のクランパ中心を一致させる必要がある。部品の寸法ばらつきにより中心が一致しない場合があるため、図12に示す4か所の調整/位置決めを設けた。

Aは再生ベースの高さ調整機構、Bは再生ベースの角度位置決め機構、Cはクランプユニットの高さ調整機構、Dはクランプユニットの角度位置決め機構である。

A、Cは、組立て工程内でクランプした基準ディスクの高さを所定の範囲に合わせることで調整している。B、Dは、治具を用いて位置決めし固定している。この調整/位置決めは、サブアッシー完成品状態で行うため必要な寸法精度を確保することができた。

9. 耐落下性能の確保

車載用メカは、出荷途中での積み荷の荷崩れや取扱い時の落下を考慮し、耐落下性能を向上させている。開発当初、DVXメカの再生ベースは回動支軸のみで保持されていたため、落下衝撃時に再生ベースが変形していた。3DデータによるCAE解析を行い、図13に示す変形箇所へ補強部材を追加することにより耐落下性能を向上させた。

10. 車載環境試験の実施

前章までのメカニズムの薄型化設計に対し、DVXメカ

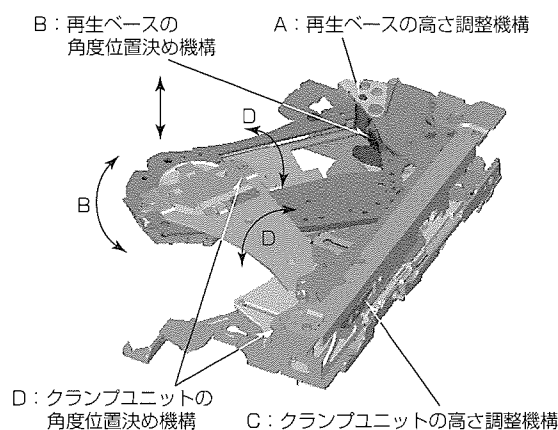


図12. 調整/位置決め構造

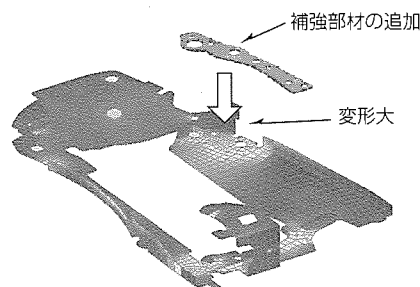


図13. 補強部材の追加

が各種車載条件を満足できるか確認した。車室内環境は、温度、振動、塵埃(じんあい)、連続動作、落下の点でホーム用オーディオと異なり、客先の要求する品質レベルも高い。量産までに実機で繰り返し評価を行い品質を確保した。

11. むすび

- (1) 1 DINサイズの6枚DVD/CDマルチディスクチェンジャを開発し、世界で初めて量産化した。
- (2) 再生ベースの独立振出し方式、オフセット方式によりメカニズムの薄型化を実現した。
- (3) 実機確認により車載環境試験を満足することが確認できた。

インフォテインメントシステムへの光通信 (MOSTバス)の導入と展開

安ノ井 弘*
越谷敏基*
船場裕次*

Implementation and Development of Infotainment System of Optical Interface (MOST Bus)

Hiromu Annoi, Toshiki Koshitani, Yuji Funaba

要 旨

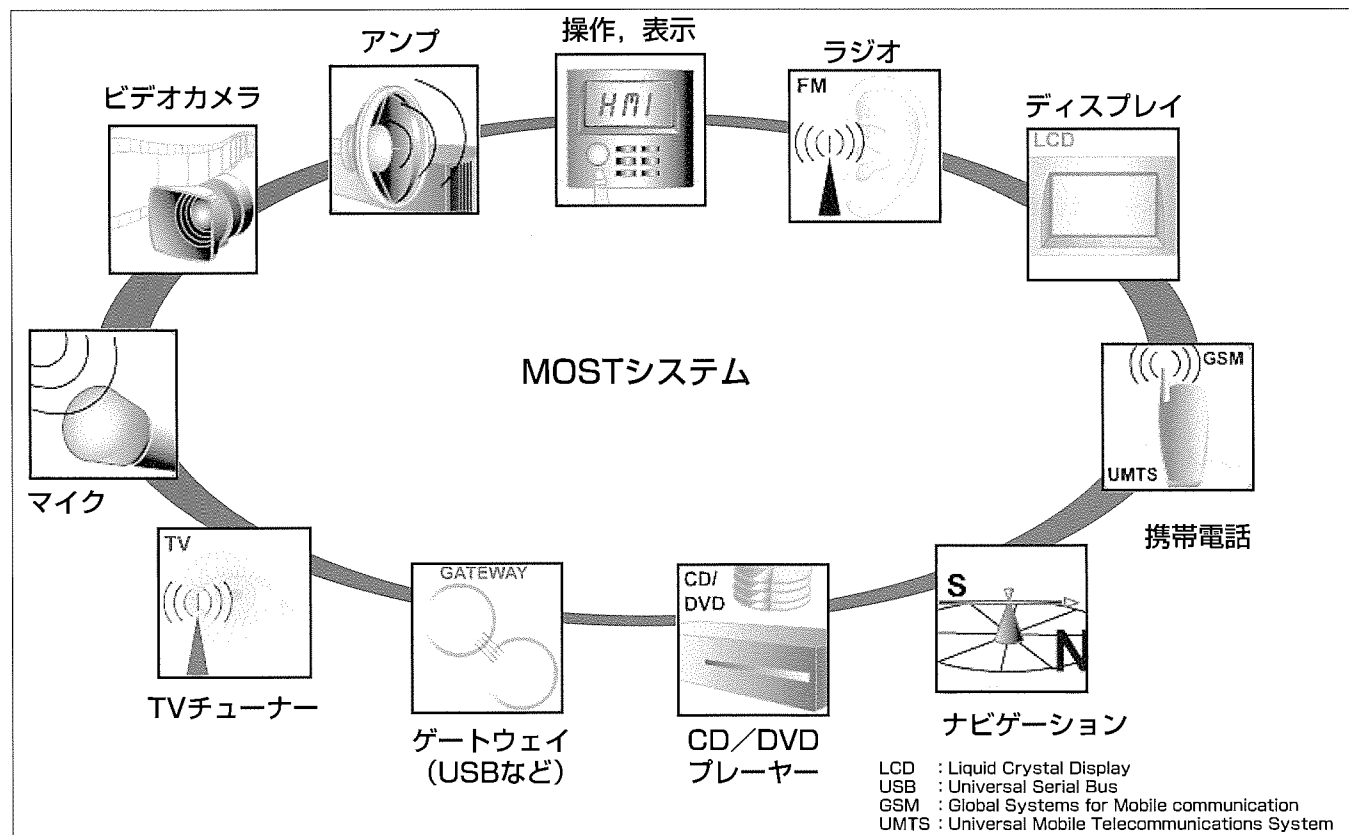
かつてFMかAMラジオしかなかった車内インフォテインメント機器は、今日では、CDやMDなどのデジタル媒体を始めとして、自動車電話、又は映像を扱うDVD及びナビゲーションに至るまで急速な発展を遂げてきている。このような状況の下、その扱う情報量の増大に比例して、情報系車内LAN向けの用途として、POF(Plastic Optical Fiber)を使用した光通信技術は注目を集めている。

光通信は、大容量の情報伝送が可能だけでなく、相互電磁妨害が発生しない上に、ケーブルハーネス質量の軽量化、環境にも優れているという利点がある。

欧州高級自動車メーカーが中心となって車内光LAN標準仕様として規格化されたのがMOST(Media Oriented Systems Transport)バス技術であり、最大24.8Mbpsまで

のデジタルデータ転送帯域幅を持っている。また、同時に最大64のノードを制御するコントロール機能がサポートされており、後部エンタテインメントシステムに代表されるマルチメディアアプリケーションの構築が容易であるという特長がある。

三菱電機では、2001年からMOSTバス機能を持つAM/FMラジオ、CDプレーヤー、CDチェンジャ、MD/CDコンパクトプレーヤー、TMC(Traffic Message Channel)レシーバ、DVD内蔵ナビゲーション等の製品を量産化している。今後、日米欧が凌(しの)ぎを削っている次世代光車内LAN(Local Area Network)動向を的確にとらえ、MOSTバス製品開発で得たノウハウを次世代製品の開発に最大限活用していく計画である。



MOSTバスシステムの概念図

光ファイバで各機器をリング状に接続する。制御・音声・映像等のデータがバスを通じて高速伝送される。ケーブルハーネスからの相互電磁妨害がない上に、軽量化や情報量の増大拡張、さらに環境面でも優れている。マルチメディアアプリケーションの構築が容易であるという特長を持っている。

1. ま え が き

MOSTバスは、欧州高級自動車メーカーが中心となって規格化された光LAN標準仕様であり、自動車の環境下におけるマルチメディアアプリケーション用に開発された技術である。POFを使用し、リング状に接続された光通信方式で、制御・音声・映像データ等をバスに配置する。POFを使用することにより、ケーブルハーネス質量の軽量化が図られるだけでなく、従来のアナログ電気信号データ伝送方式と比較し、ケーブルからの不要ノイズ放射特性、他の車載電装品機器からのノイズ妨害耐力特性の大幅な性能改善が可能である。

MOSTバスは、最大24.8Mbpsまでのデジタルデータ転送帯域幅を持ち、また、同時に最大64のノードを制御するコントロール機能がサポートされており、後部エンタテインメントシステムに代表されるマルチメディアアプリケーションの構築が容易であるという特長を持っている。

本稿では、MOSTバスの概要とシステムコンセプトに関して述べる。

2. MOSTバスシステムの概要

2.1 MOSTバスデータ構造

図1にMOSTバスのデータ構造を示す。

データ構造はブロックと呼ばれる単位で伝送され、その繰り返しにより、制御・音声・映像等の情報を送受信する。ブロックはそれぞれ512ビットを持つ16のフレームからなる。

2.2 プリアンプル

プリアンプルは、フレームの先頭4ビットに配置され、MOSTバスのフレーム同期化とクロック再生用途に使用される。

2.3 バウンダリディスクリプタ

バウンダリディスクリプタは、プリアンプルの次の4ビットに配置され、次項で述べるソースデータの同期エリアと非同期エリアの境界線を示す。バウンダリディスクリプタ値は、6から15の間となり、4バイト単位で境界線の位

置を移動できる。

2.4 ソースデータ領域

ソースデータは、60バイトの領域を持ち、同期エリアと非同期エリアの二つのエリアに分割される。先述したバウンダリディスクリプタ値が6の場合、60バイトのデータフィールドは24ビットの同期エリアと36ビットの非同期エリアに分割され、15の場合は、同期エリアが60バイトを占有し、非同期エリアはなしとなる。

2.5 同期エリア

同期エリアに配置されるソースデータは、CD/MD/FM/AMラジオ等の音楽音声のようにリアルタイムに刻々と変化する連続する情報である。仮に非同期エリアを使用しないとした場合、21Mbps、つまりCD並みのステレオ音声、15ステレオチャンネル分の情報転送容量を持っている。圧縮された映像信号(十数Mbps程度)という条件が付くが、ビデオ/DVD等の連続映像信号を重畳することが可能である。

2.6 非同期エリア

同期エリアに対比して、ナビゲーションの経路誘導画像や静止画のように、よりパケット指向で容量の大きいソースデータ転送用途として非同期エリアが使用される。複数フレームを使用して大容量のメッセージを送信することが可能である。

2.7 コントロールデータ

コントロールデータは、ソースデータの後の2バイトに配置される。MOSTバスで接続された各インフォテインメント機器間の制御、コミュニケーションに使用される。コントロールデータのデータ転送帯域は705.6kbpsであり、1メッセージのデータ長を32バイトとすると、秒当たり2,756のメッセージ送信容量を持っている。

2.8 フレームコントロールステータスビット

フレーム内の最後に配置される1バイトは、ネットワーク管理目的に使用される。最後部ビットのパリティビットは、データエラー検出とPLL(Phase Lock Loop)補正のために使用されるフラグである。

3. MOSTバスシステム構成

図2にMOSTバスのシステム構成例を示す。AM/FMチューナー、TMCレシーバ、CDチェンジャ・CDプレーヤー・MD/CDコンパチブルプレーヤーなどのDISC再生装置、自動車電話、GPS(Global Positioning System)レシーバ、インフォテインメント機器を集中制御管理し、操作マンマシンインタフェースを扱うバスマスタ機器、ナビゲーション、サブウーファー、オーディオアンプ、後席用のDVDプレーヤー等がPOFを介して接続されている。バスマスタ機器には車速や照明輝度、ハンドルリモコン等の車両情報をインフォテインメント機器に通知するため車両ボデ

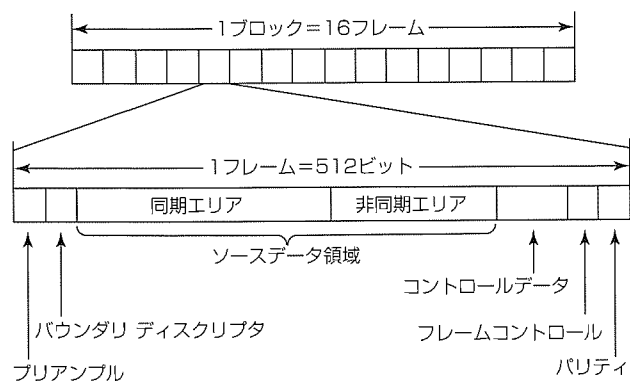


図1. MOSTバスのデータ構造

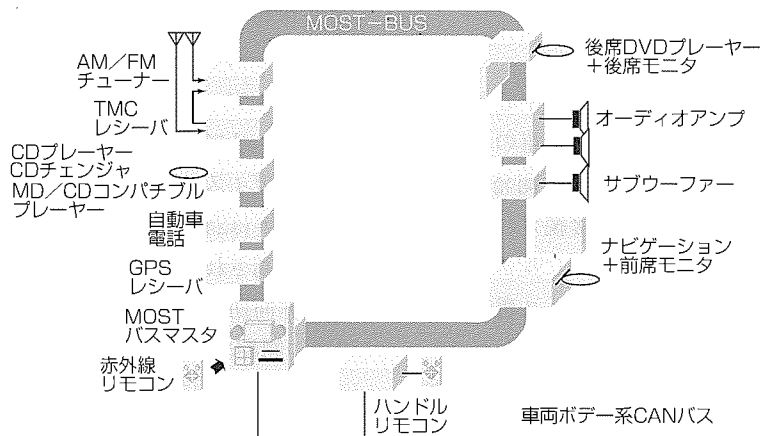


図2. MOSTバスのシステム構成例

一系CAN(Controller Area Network)バスと接続され、ゲートウェイ機能を持っている。これらのインフォテイメント機器のうち当社が開発担当した機種は、AM/FMチューナー、CDプレーヤー、CDチェンジャ、MD/CDコンパチブルプレーヤー、TMCレシーバ、ナビゲーションと前席モニタである(図3)。

3.1 AM/FMチューナー

全世界対応チューナーバックやFMマルチプレックス・RDS(Radio Data System)デコード機能付きカーオーディオ用DSP(Digital Signal Processor)を搭載したこの製品は、従来品と比較して大幅な小型軽量化を実現した。また、性能面でも、高速チューニング回路の改良により、音切れ感を全く感じさせないRDS自動代替局機能を実現している。

3.2 TMCレシーバ

欧州で放送されているTMCをデコードし、MOSTバスを通してナビゲーションに渋滞・迂回(うかい)路等の交通情報をナビゲーションに通知する機能を持っているレシーバである。前述のAM/FMチューナー同一サイズ化と部品共用化を図り、小型軽量化を実現した。アンテナ入力部にはFM信号アクティブアンプ分配回路を持ち、TMC受信感度改善を実現している。

3.3 DISC再生装置

6枚掛けCDチェンジャ・CDプレーヤー・MD/CDコンパチブルプレーヤーの3モデルを、共通回路、共通筐体(きょうたい)での設計を実現した。

3.4 ナビゲーション

DVDメカを内蔵し、欧州全土を1枚の地図DISCでカバーできる。ナビゲーション映像データは、このシステムではRGB(Red Green Blue)信号で出力し、専用ケーブル配線でモニタへ供給される構成をとっている。GPSやTMCレシーバからの情報及び車両信号系はすべてMOSTバス経由でデータの送受信を行う。また、これらレシーバ類を

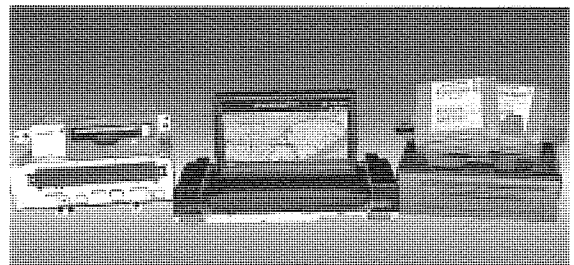


図3. 当社MOSTバス機器製品

外付けすることにより、同一ハードウェアで、欧州向け、北米向けを実現している。

4. む す び

これらの製品を量産化するに当たり、現地で実車によるフィールド試験を実施した。その結果、AM/FMチューナーでは高速チューニング回路の改善、TMCレシーバでは受信感度改善、また、ナビゲーションにおいては、高性能CPU(Central Processing Unit)搭載により現在位置から目的地までの推奨経路探索時間の短縮による優位性を確認した。

前述したようにMOSTバスでは圧縮された映像信号を扱うことは可能であるが、デジタルテレビ等高解像度映像信号再生には課題がある。今後、日米欧が凌ぎを削っている次世代光車内LAN動向を的確にとらえ、MOSTバス製品開発で得たノウハウを次世代製品開発に最大限活用していく計画である。

参 考 文 献

- (1) MOST Cooperation : MOST Specification Rev2.2 (2002-11)
- (2) 吉田滋弘, ほか: 欧州向け交通情報データ復調装置, 三菱電機技報, 70, No.9, 969~972 (1996)

各国の移動体向けデジタル放送の動向

瓜生和也*
宮下賢二**
竹内 満**

World Trends of Digital Broadcasting for Mobile Reception

Kazuya Uryu, Kenji Miyashita, Mitsuru Takeuchi

要 旨

デジタル放送は、欧米及び日本を始めとする各国の標準化機関や企業で企画・開発が行われ、この10年ほどの間に相次いでサービスが開始されている。

放送波をデジタル化することによるメリットは、画像や音声の品質向上、多チャンネル化、マルチメディアサービスの実現など多岐に及ぶが、もう一つの重要な特長として、伝送方式や放送システムの工夫により、自動車のような移動体でも安定した受信が可能になることが挙げられる。

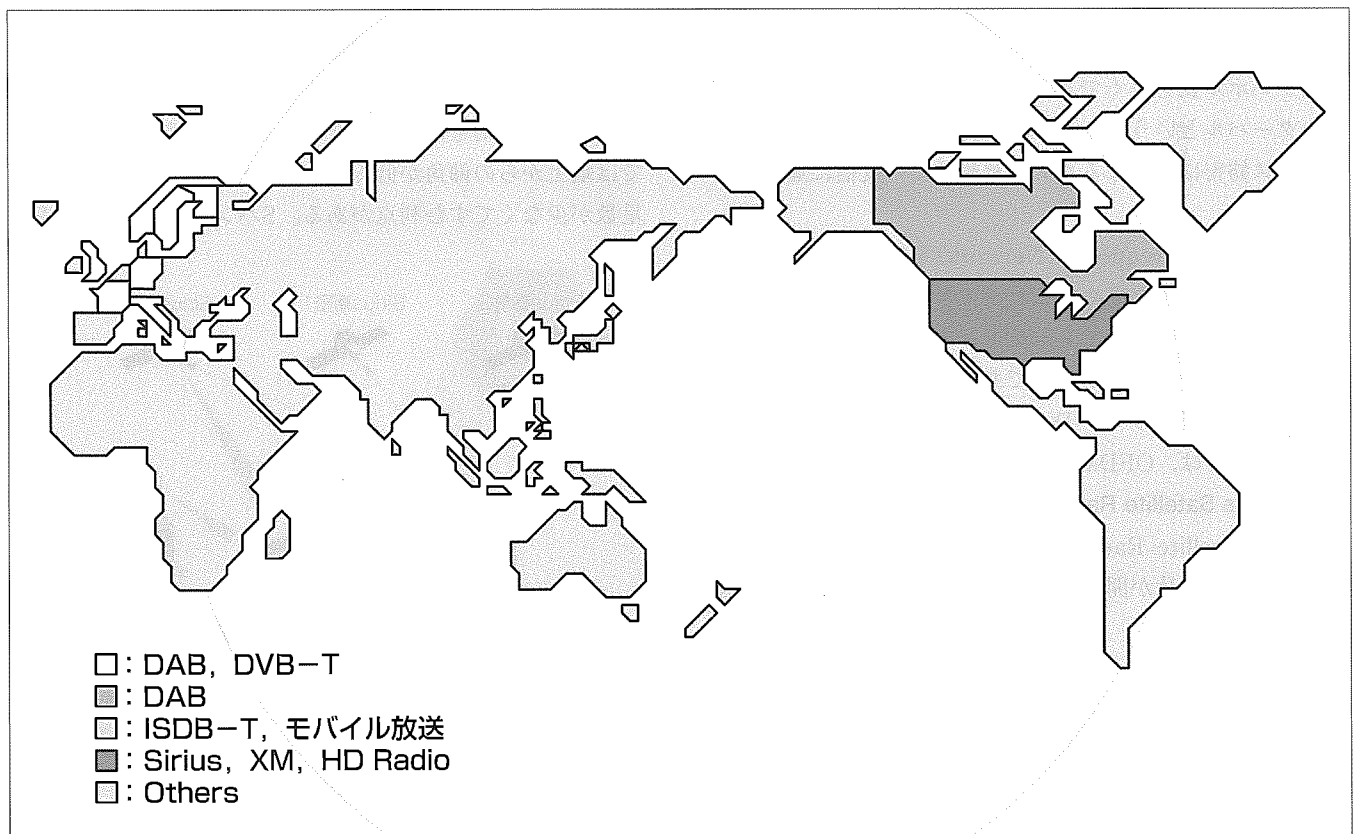
移動体受信に適した伝送方式として、地上波ではOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)が主流になっている。OFDMを採用したデジタル放送の代表例には、DAB(Digital Audio Broadcasting)やISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial)

がある。

放送システムとしては衛星波と地上ギャップファイラーを併用する方式が開発されており、既にこの方式を用いた放送が北米の異なる2社(Sirius Satellite Radio社, XM Satellite Radio社)でほぼ同時期に実現している。日本でも、モバイル放送が近々サービスを開始する予定である。

また北米では、既存のラジオ放送波にデジタル変調波を重ねるIBOC(In-Band On-Channel)方式がiBiquity Digital社により実現しており、各社が成否を競う段階に入りつつある。

当然のことながら自動車メーカーも注目し導入を始めているところであり、車載デジタル放送受信機は我々にとって重要な開発アイテムになっている。



各国の移動体向けデジタル放送

各国で実施又は計画されているデジタル放送のうち主なものを示す。

1. ま え が き

デジタル放送は、欧米及び日本を中心とした各国で、近年、相次いでサービスが開始されている。これらの多くはデジタル放送の特質を生かし、車のような高速の移動体での受信を可能にしている。すなわち、マルチパスやフェーディング、障害物による瞬断などを考慮した伝送方式、放送システムを採用している。

特に移動体をターゲットとした放送としては、欧州のDABに始まり、北米ではXM Satellite Radio, Sirius Satellite Radioという衛星を用いた音声サービスが2001年以後相次いで実現された。テレビ放送においても、日本の地上デジタル放送(ISDB-T)では、通常放送以外に携帯端末や移動体向けの伝送方式が規格化されている。

本稿では、各放送の概要について説明するとともに、三菱電機の取り組みや市場動向について述べる。

2. 各国の移動体向けデジタル放送の概要

2.1 D A B

DABは、1987年に設立されたEureka147プロジェクトに基づいて開発され、1995年から欧州で、続いてカナダでも実用化された地上デジタル音声放送である。

放送で伝送方式に初めてOFDMを採用したことで知られる(図1)。OFDMはマルチキャリアの一方式であり、有効シンボル長を長くできる特長がある。さらに、ガードインターバルというデータ区間を付加することにより、マルチパス妨害に強くなるため、移動体での受信に適している。

SFN(Single Frequency Network)を構成できるため、周波数の利用効率を高めることができ、また、局間をまたぐ長距離移動中においても、チャンネルを切り換えることなくシームレスな受信が可能である。

このような理由から、DAB以後に開始されたデジタル地上波放送では、OFDMが主流になっている。

2.2 Sirius Satellite Radio

Sirius Satellite Radio(以下“Sirius”という。)は、Sirius Satellite Radio社が開発し運営する北米の衛星デジタル音

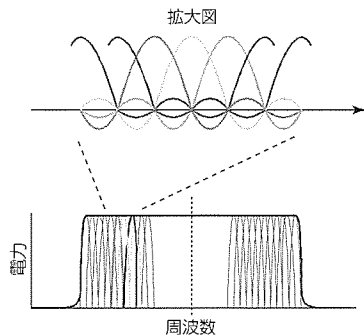


図1. OFDMのスペクトラム

声放送である。100チャンネルの番組を提供する\$12.95/月の有料放送で、2002年7月から本放送を開始した。

放送には、図2のように、3機の衛星を用いる。衛星の軌道は準天頂軌道と呼ばれる長楕円(だえん)軌道をとる。衛星は北米大陸のほぼ中央部の上空を順に通過するため、高緯度地域においても高い仰角を確保できるのが最大の利点である。3機のうち1機は順に地平線下に隠れるので、障害物がない場合、常時2機の衛星波をとらえることができる。複数の衛星を用いることによる空間及び周波数ダイバシティ効果により、走行時にも音切れが起こりにくいシステムになっている。図3に放送波のスペクトラムを示す。

Sバンド(2.3GHz帯)を用いるためビル陰などでは衛星波の受信ができないが、これをカバーするために、都市部ではギャップフィラーと呼ばれる小型の地上局を併用する。地上波にはOFDMが採用されている。

2.3 XM Satellite Radio

XM Satellite Radio(以下“XM”という。)は、XM Satellite Radio社が開発し運営する北米の衛星デジタル音声放送である。約100チャンネルの番組を提供する\$9.99/月の有料放送で、2001年12月から本放送を開始した。

放送には、図4のように、2機の静止軌道衛星を用いる。複数の衛星を用いることによる空間及び周波数ダイバシティ効果により、走行時にも音切れが起こりにくいシステムになっている。図5に放送波のスペクトラムを示す。なお、図中のAとBはアンサンプル名であり、放送内容が異なることを示す。衛星は赤道上空にあるため、特に高緯度地域では地上からの仰角が低くなるが、Siriusの方式よりも衛星数が少なくすむ利点がある。Sバンド(2.3GHz帯)を用

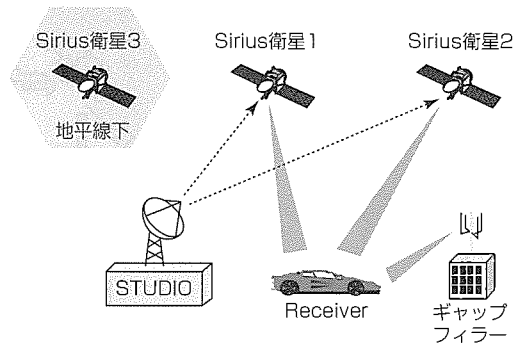
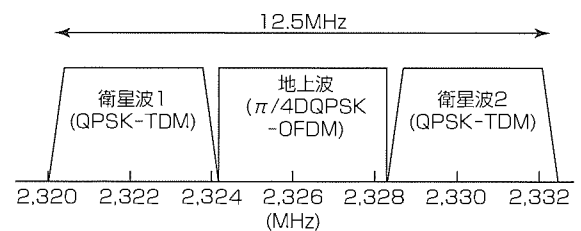


図2. Siriusの放送システム



(注) QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) : 振幅位相変調方式
TDM(Time Division Multiplexing) : 時分割多重方式

図3. Sirius放送波のスペクトラム

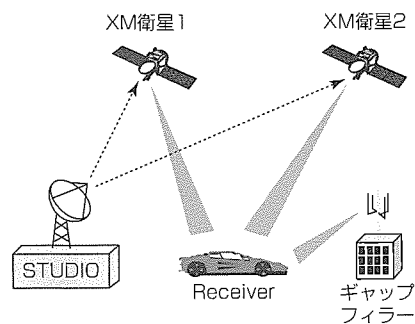


図4. XMの放送システム

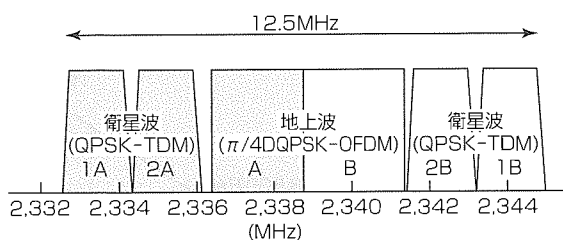


図5. XM放送波のスペクトラム

いるため、都市部ではギャップファイラーを併用する。地上波にはOFDMが採用されている。

2.4 HD Radio

HD Radioは、iBiquity Digital社が開発し運営する既存のAM, FM放送帯域を利用したデジタル音声放送である。2003年3月から本放送を開始しており、全米に拡大中である。

図6及び図7は放送波のスペクトラムである。帯域の中央は既存のFM又はAM放送波で、その両端にサブキャリアとしてHD Radio放送波を重畳している。これは、IBOC方式と呼ばれる。なお、このようなHybrid放送以外に、デジタル放送のみのAll Digital放送も予定されている。

既存の放送設備を利用できるため、1局当たりの新たな設備投資を小さくできる利点がある。既存放送と同様に無料放送である点が注目されている。

2.5 ISDB-T

ISDB-Tは、2003年12月から日本の三大都市圏で開始された地上デジタルテレビ放送である。2006年までに全国に展開し、2011年には現在のアナログ放送が廃止されることになっている。

放送帯域はUHF帯を用いる。変調伝送方式としてBST (Band Segmented Transmission)-OFDMを用いる点の特長である。これは1チャンネルの帯域を13個の帯域(セグメント)に分割するもので、セグメントごとに変調方式や誤り訂正方式を指定できるため、各種のサービス(ハイビジョン、標準放送、移動体向け放送など)を柔軟に組み合わせることで伝送することが可能な日本独自の方式である(図8)。また、VHF帯を用いたデジタル音声放送も予定されており、既に東京と大阪で試験放送が行われている。

2.6 その他のデジタル放送

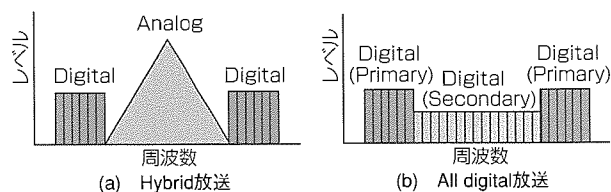


図6. HD Radio(FM)放送波のスペクトラム

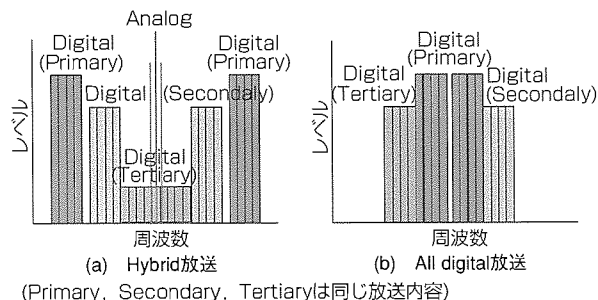


図7. HD Radio(AM)放送波のスペクトラム

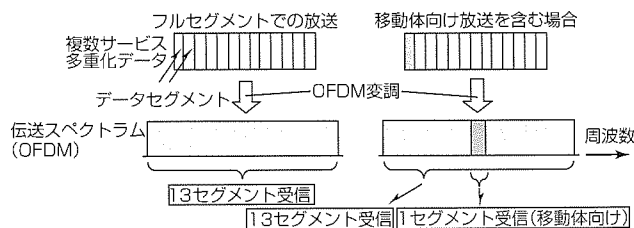


図8. ISDB-T放送波のスペクトラム

DVB-T(Digital Video Broadcasting-Terrestrial)は、1998年から欧州で開始された地上波デジタルテレビ放送である。伝送方式はOFDMを採用している。

モバイル放送は、モバイル放送機が開発し運営する日本国内の移動体向け衛星デジタル放送である。1機の静止衛星と地上ギャップファイラーを用いる。2004年7月に放送開始予定である。

3. 当社の取り組み

車載機によるデジタル放送受信の取り組みは欧州のRDS(Radio Data System)に端を発するが、本格的なデジタル音声放送としてはDABが最初となる。当社では、2001年にハイダウェイ型受信機の製品レベル試作機を完成している。DABでは前述したようにOFDMという現在の地上デジタル放送で不可欠な技術が使われており、この受信機開発で得たノウハウを生かしつつ、2000年以後はSirius, XM, HD Radio, ISDB-Tなどの受信機を開発している。

それぞれの受信機開発に当たっては、これまでに、国内外でのフィールドテストを重ねてきた。一例として、デトロイト(米国)で実施したSirius受信機及びXM受信機のフィールドテストの状況について紹介する。

前に示した図3及び図5から分かるように、両者のスペクトラムは隣接しており互いに妨害波となる。実際に現地

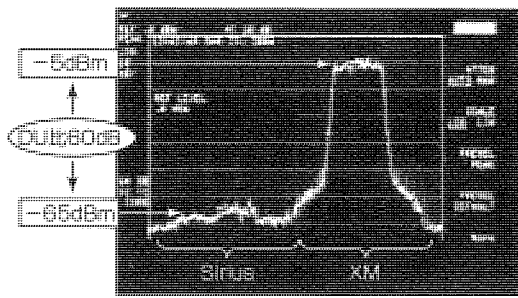


図9. XMがSiriusの妨害波となる状況

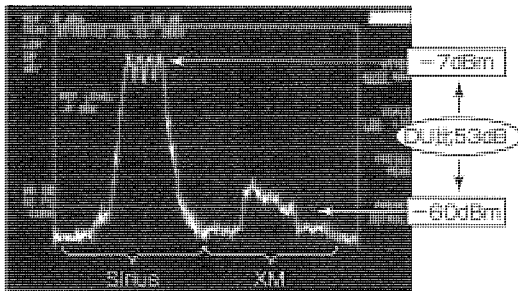


図10. SiriusがXMの妨害波となる状況

で電波状況を調査したところ、それぞれのギャップフィルターの近くではDU比(希望波/妨害波比)が50dBを超えるような想定外の箇所も存在することが分かった(図9, 図10)。ギャップフィルターの数はSiriusよりもXMが圧倒的に多いため、特にSiriusにとって大きな問題となった。

事実、開発当初のSirius受信機及びXM受信機のテストでは、妨害による音切れ箇所が多数見られた。しかし、現在では、受信機のAGC(Automatic Gain Control)回路の改良等により、妨害波によって音切れする箇所は大幅に減少しており、実用レベルの受信性能を確保している。

4. 市場の動向

図11はSirius, XMの契約者数(HD Radioは普及台数の参考値)の推移である。XMは、全米展開が早かったことに加え、GMとホンダが搭載車種を増やしており、また、大手の量販チェーンやインターネットショップとの提携も行い、順調に契約者数を増やしている。

一方、Siriusは、全米展開が出遅れXMに水を開けられたが、Daimler Chryslerが今後搭載車種を増やすことを発

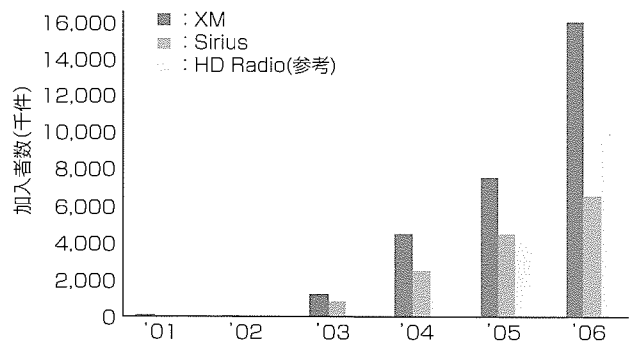


図11. Sirius及びXMの契約者数(2004年以降は予測)

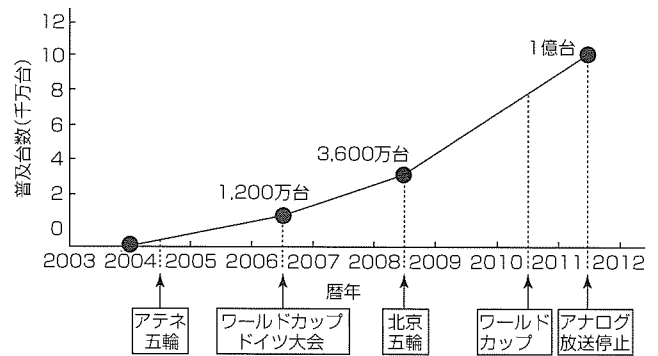


図12. ISDB-T受信機の普及目標

表しており、巻き返しを図っている。

図12はISDB-T用受信機の普及目標台数である。車載用はこのうち数パーセントと予想されるが、市場規模の大きさが伺える。

5. むすび

放送がデジタル化されることにより、我々は自動車の中でも高品質な音声や綺麗(きれい)で安定した画像を楽しむことができるようになってきた。

また、デジタル放送は、放送サービスに限らず大容量のデータを広いサービスエリアに低コストで伝送可能である。この特長を生かし自動車という閉ざされた空間に外部からの情報をもたらすツールとしても期待される。将来的には、車載情報プラットフォームと結び付けたVICS (Vehicle Information and Communication System) などへの応用により、一層の真価が発揮されることになろう。



特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

ICカードコネクタ 特許第2957174号(特願平10-241497)

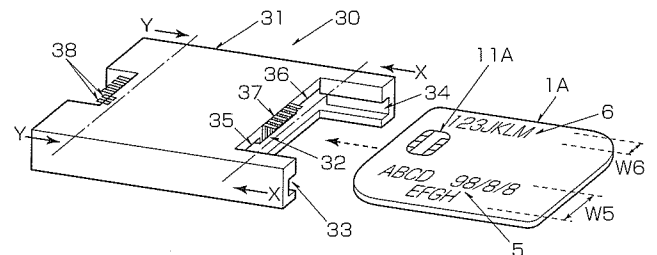
発明者 箱崎博俊

この発明は、エンボス部(打刻突起部)が設けられたICカードを収納可能なコネクタに関し、簡単な構成でICカードの誤挿入防止機能を実現するとともに、ETC(有料道路の自動料金収受システム)の車載器端末に有効に適用され得るICカードコネクタに関するものである。

従来のICカードコネクタは誤挿入防止のみを目的として、特殊形状の開口部4を持つICカードコネクタ3を用いた場合、特殊形状のICカードを用意する必要がある。

この発明によるICカードコネクタは、コンタクト部及びエンボス部を持つICカードを収納するコネクタ本体と、コネクタ本体の一端に設けられてICカードが挿入される開口部と、開口部の両側に配設されてICカードの両側端部をガイドするガイド部と、ICカードの挿入方向に沿ってエンボス部を通過させるようにコネクタ本体の一部に形成された溝部と、コネクタ本体内に設けられてコネクタ本体に収納されたICカードのコンタクト部に電氣的に接触

するコンタクトピンとを備え、ICカードコネクタの溝部を持つ開口部は、ICカードの誤挿入を防止するための誤挿入防止機構として機能するものであり、極めて容易な構成によって従来の問題点を解決することができ、エンボス部を持つICカードに対応可能でかつ誤挿入防止機能を実現可能なICカードコネクタを提供することができる。



- | | |
|---------------|-----------------|
| 1A: ICカード | 32: 開口部 |
| 5, 6: エンボス部 | 33, 34: ガイド部 |
| 11A: コンタクト部 | 35, 36: 溝部 |
| 30: ICカードコネクタ | 37: コンタクトピン |
| 31: コネクタ本体 | W5, W6: エンボス部の幅 |

自動車用超音波物体検知装置 特許第2942122号(特開平7-128445)

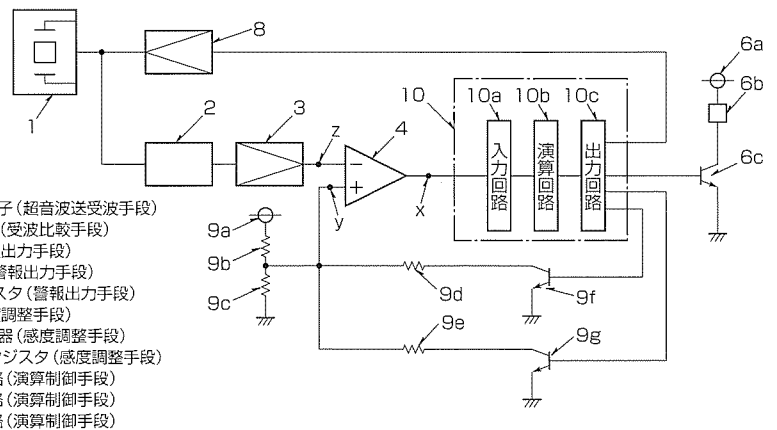
発明者 瀬良欣之, 西本幸生

この発明は、自動車に搭載され超音波によって障害物(物体)を検出する自動車用超音波物体検知装置に関するものである。

従来の自動車用超音波物体検知装置は、例えば、高速走行時に発生する風切り音や他車の自動車用超音波物体検知装置等から発生する超音波による外来超音波ノイズがz波に重畳し、その外来超音波ノイズにより誤って障害物と判定し誤警報をしてしまうなどの問題点があった。

この発明による自動車用超音波物体検知装置は、受波比較手段の物体検知により危険とされる所定距離範囲に応じた所定時間以降に、その受波比較手段の感度を高めるため感度調整手段に信号を送出しその受波比較手段が物体検知信号を送出したとき、外来超音波ノイズありと判断し当該自動車用超音波物体検知装置の機能を停止する演算制御手段を備え、また、物体検知信号を送出したとき、外来超音波ノイズありと判断しその警報出力手段の警報出力を停止する演算制御手段を備えたものである。

また、受波比較手段が地面からの反射波を受ける第1の所定時間にその受波比較手段の感度を低下させその後第2の所定時間に上記感度が低下させられている受波比較手段の感度を高めて上記第1の所定時間から上記第2の所定時間までの間は地面からの反射波を検知できない感度になるようにするため上記感度調整手段に信号を送出する、等の手段により、例えば高速走行時に発生する風切り音や他車の自動車用超音波物体検知装置等から発生する超音波による外来超音波ノイズを検知することにより誤警報を防止することができる。



- | |
|------------------------|
| 1: 超音波振動子(超音波送受波手段) |
| 4: 電圧比較器(受波比較手段) |
| 6a: 電源(警報出力手段) |
| 6b: ブザー(警報出力手段) |
| 6c: トランジスタ(警報出力手段) |
| 9a: 電源(感度調整手段) |
| 9b~9e: 抵抗器(感度調整手段) |
| 9f, 9g: トランジスタ(感度調整手段) |
| 10a: 入力回路(演算制御手段) |
| 10b: 演算回路(演算制御手段) |
| 10c: 出力回路(演算制御手段) |



特許と新案 * * *

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

車両用道路関連情報事前提示装置 特許第3438728号 (特開2002-98546)

発明者 上田文夫

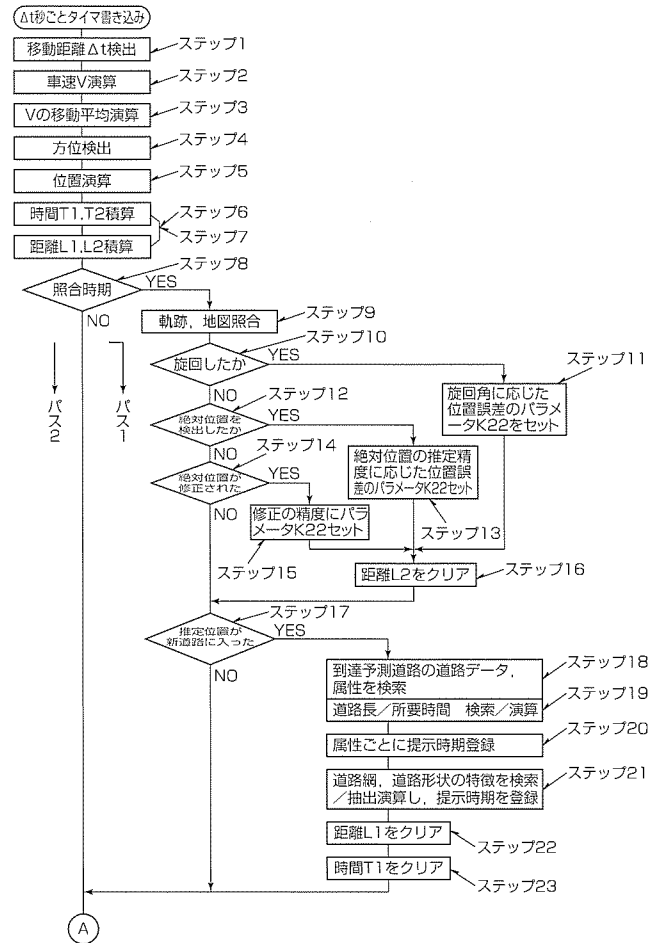
この発明は、自動車などの車両又は移動体に搭載し、任意の出発地又は現在位置、目的地までの推奨走行経路を演算し、その現在位置、経路又は進路などを提示する車両用道路関連情報事前提示装置に関するものである。

従来の車両用道路関連情報事前提示装置は、提示タイミングに位置検出誤差がまちまちの値で含まれるため、交差点を通過してから提示したり、提示すべき交差点よりもずっと手前の異なる交差点右折/左折を提示してしまうなどのいわゆる経路誘導における致命的問題点を持っていた。

この発明は、道路関連情報を記憶した地図記憶手段と、車両の位置を検出し車両が走行中の位置に対応した地図記憶手段の地図上の位置を推定する位置関連情報検出手段と、やがて車両の到達が予測される道路に関する任意の意味情報を道路関連情報に基づいて求め、提示タイミングに至ったら意味情報を提示する提示手段とを備え、提示手段は意味情報を到達が予測される該道路に上記車両が到達する前にリードして加工し、提示タイミングに至ったら該意味情報を提示するものであり、次の効果を奏する。

- (1) 到達予測道路又は推奨経路に関する任意の意味情報を位置推定誤差を見込んだタイミングで提示することができ、ユーザーは意味情報を的確に把握できる。
- (2) 到達予測道路又は推奨経路に関する任意の地点までの残距離又は予測所要時間を位置推定誤差を見込んだタイミングで提示することができるので、ユーザーは残距離又は予測所要時間を遅滞なく判断することができる。
- (3) 到達予測道路又は推奨経路に関する任意の意味情報の

提示形態を位置推定誤差に応じて変更することができるので、ユーザーが提示内容を信用することができる。



<本号記載の商標について>

本号に記載されている会社名、製品名はそれぞれの会社の商標又は登録商標である。

<次号予定> 三菱電機技報 Vol.78 No.10 特集「モノづくり力の強化」

三菱電機技報編集委員	三菱電機技報 78巻9号	2004年9月22日 印刷
委員長 三嶋吉一	(無断転載・複製を禁ず)	2004年9月25日 発行
委員 小林智里 長谷川裕 堤清英	編集人 三嶋吉一	
桑原幸志 村松洋 松本修	発行人 松本敬之	
浜敬三 藤原正人 中川博雅	発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 e-ソリューション&サービス事業部	
瀬尾和男 部谷文伸	〒102-0073 東京都千代田区九段北一丁目13番5号	
黒畑幸雄 山本比呂志	日本地所第一ビル 電話 (03)3288局1847	
事務局 松本敬之	印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス	
本号取りまとめ委員 長谷勝弘	発売元 株式会社 オーム社	
	〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地	
	電話 (03)3233局0641	
	定価 1部735円(本体700円) 送料別	
URL http://www.MitsubishiElectric.co.jp/giho/	三菱電機技報に関するお問い合わせ先 cep.giho@ml.hq.melco.co.jp	

スポットライト ETC車載器

2001年3月からサービスが開始されたETC (Electronic Toll Collection System)は、高速道路の渋滞緩和を目的に開発されたシステムで、本年3月末現在、全国のほとんどの料金所で利用可能となっています。

三菱電機は、従来品で高い評価を得ている技術、信頼性を継承しながら、2004モデルとして新製品を発売しました。

特長

(1) スタイル一新、カード操作性向上、設置場所自由

EP-400シリーズは、スタイルを一新し、カードエジェクト・音量調節・料金履歴のボタンを改良し、操作性を向上させました。アンテナ・スピーカー分離タイプは、スピーカーの小型化により更に設置場所も自由に選べます。

(2) フロントガラス張り付けタイプに音声案内機能内蔵

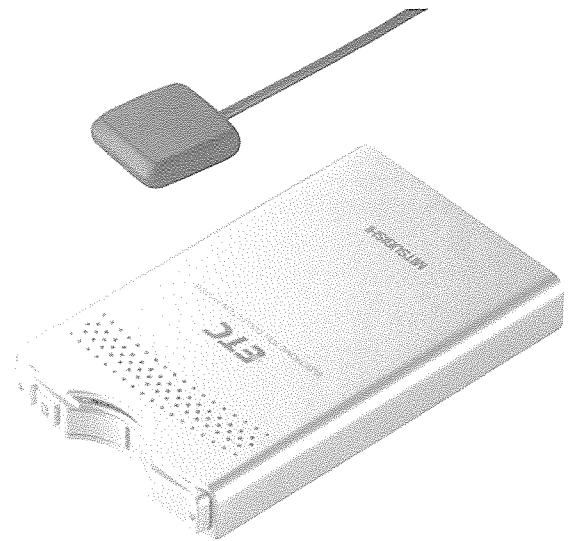
ルームミラー裏側のフロントガラスに張り付け、ダッシュボードはすっきりさせ、視界を妨げないEP-200シリーズに音声案内内蔵機種を追加しました。



EP-423の外観



EP-223の外観



EP-433の外観

概略性能

項 目		EP-200シリーズ	EP-400シリーズ
サイズ(W×H×D)		75.0×16.0×103.0 (mm)	75.0×15.0×113.0 (mm)
質 量		80g	140g
無 線 部	キャリア周波数	ダウンリンク：5.795/5.805MHz アップリンク：5.835/5.845MHz	
	伝送速度	1.024kbps	
	変調方式	振幅変調	
	空中線電力	10mW	

住 所：〒100-8310 東京都千代田区丸の内2-2-3 (三菱電機ビル)

会社名：三菱電機株式会社 お問い合わせ先：自動車機器事業部 市販部 TEL：03-3218-2912