

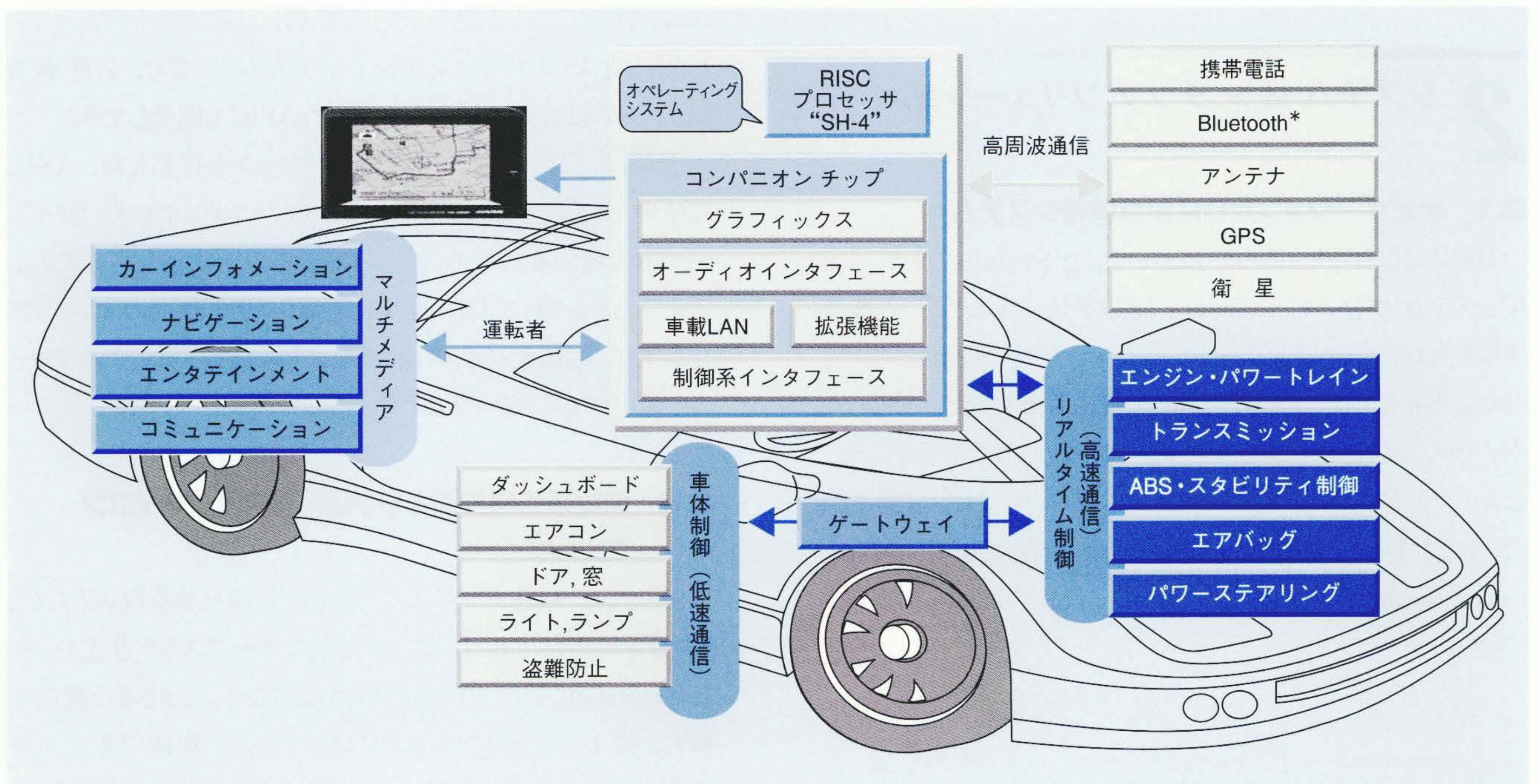
車載情報プラットフォームを支える半導体技術

Semiconductor Technologies for Automotive Information Platforms

林 勇 Isamu Hayashi
中塚 康弘 Yasuhiro Nakatsuka

上脇 正 Tadashi Kamiwaki
畑岡 信夫 Nobuo Hataoka

相澤 俊郎 Toshirô Aizawa
兼安 昌美 Masayoshi Kaneyasu



注：略語説明ほか RISC (Reduced Instruction Set Computer), GPS (Global Positioning System), ABS (Anti-Lock Brake System)

* Bluetoothは、米国Bluetooth SIG, Inc.の登録商標である。

自動車の情報・制御プラットフォーム

ITS (Intelligent Transport Systems: 高度交通情報システム) 時代の自動車には、制御系に加え通信端末・情報処理機器が搭載され、情報系と制御系が連携したプラットフォームの上で、ITSの通信基盤による情報サービスや安全走行などの快適性を享受することができる。

自動車の運転者のニーズは、これまでの安全・制御の高度化に加え、情報化の方向に進んでいる。情報化により、携帯電話、無線LAN、路車間通信などの基盤を通して、自動車に乗ったまま、インターネット上で情報検索や、音楽・映像配信、金融決済、交通情報、緊急通報などのコンテンツサービスを楽しむことができるようになる。そのためにはモバイル・マルチメディア機能を

備えた情報処理機器や通信端末の搭載が必要となり、これらの機能を集約した車載情報システムのプラットフォーム化が強く求められている。

日立製作所は、このような車載情報プラットフォームを構築するとともに、多様な通信やマルチメディア処理のための、さまざまなインタフェースおよびミドルウェア製品を開発している。

1 はじめに

ITS (Intelligent Transport Systems: 高度交通情報システム) 世代の自動車では、高機能な情報通信系とリアルタ

イム制御系が連携した、情報・制御ネットワークが構築されると考えられる。特に情報系では、通信基盤側と自動車との協調が進められ、多岐にわたるサービスや社会効果が期待される。このような自動車対応の情報サービスをいっそう魅力的にするために、通信プロトコル、セキュリティ、ヒューマンマシン

インタフェース(HMI)の多様化や、画像・グラフィックス処理の高度化など、車載情報機器の進化が要求されている。

ここでは、ITS対応車載情報システムの進化を支える半導体要素技術の中で、マルチメディア処理のニーズにこたえる高速プロセッサをはじめ、制御・情報通信プロトコル、音声・音楽コーデック、ヒューマン マシン インタフェースのための音声インタフェースなど、ハードウェアやソフトウェアの形態でラインアップしている日立製作所のインタフェースおよびミドルウェア製品、車載情報プラットフォームを短期間で容易に開発、評価できる開発ツール、およびシステム開発の環境について述べる。

2 システム オン チップ ソリューション

2.1 ナビゲーションから自動車情報システムへ

1980年代にGPS(Global Positioning System：全地球測位システム)が盛んに研究され、1990年代に入ると、この技術を取り入れたカー ナビゲーション システムが一般市場に登場した。当初は簡単な地図表示と経路誘導をするだけであったが、その後、音声による入出力や地図の三次元表示など、ヒューマンインタフェースの機能強化が進んだ。また、自動車内だけにとどまらず、VICS(Vehicle Information and Communication System)やETC(Electronic Toll Collection)システ



注：略語説明ほか

DVD(Digital Versatile Disc)

D-GPS(Differential GPS)、ASIC(Application Specific IC)

ACRTC(Advanced CRT Controller)

RISC(Reduced Instruction Set Computer)

MONET(トヨタ自動車株式会社が展開する自動車用の情報提供サービス)

Onstar(米GM社が北米で展開する緊急通報・サービスシステム)

図1 自動車情報システムの動向

自動車情報システムは、ナビゲーションからヒューマンインタフェース、情報サービスを経て、エンタテインメントまでを含むトータルシステムへ進化する。これに対応し、システム オン チップ ソリューションも、必要機能を集積したオール イン ワン チップへ向かう。

ムのように道路システムとの通信や、携帯電話によるインターネット接続などを活用した情報サービスが始まり、さらに、DVD再生など、エンタテインメントへと進化を続けている。すなわち、ITSは、カーナビゲーションという単機能製品から、複合的なトータルソリューションとなる自動車情報システムへと、確実に変ぼうを遂げつつある(図1参照)。

日立製作所は、これらを支える「システム オン チップ ソリューション」を提供してきた。マイコンでは16ビットからRISC(縮小命令セットコンピュータ)タイプへと高性能性を追求しており、現在は、SH-4を使用するケースが多くなった。表示制御では、メモリ統合技術を採用した「Qシリーズ」をラインアップした。これは、機能ごとに必要なメモリを集約し、部品数を抑えたコンパクトなシステム作りを支援するものである¹⁾。また、自動車情報システムに必須の機能を内蔵したASICも開発してきた。

今後は、この分野の最適ソリューションを目指した、ASICにQシリーズ表示制御を内蔵したコンパニオンチップ、さらに、CPUも内蔵する「オール イン ワン チップ」へと進化させていく考えである。これにより、複雑化するシステム設計のオンチップ化を図り、周辺デバイスの削減などを可能とするプラットフォームを提供することができると考える。

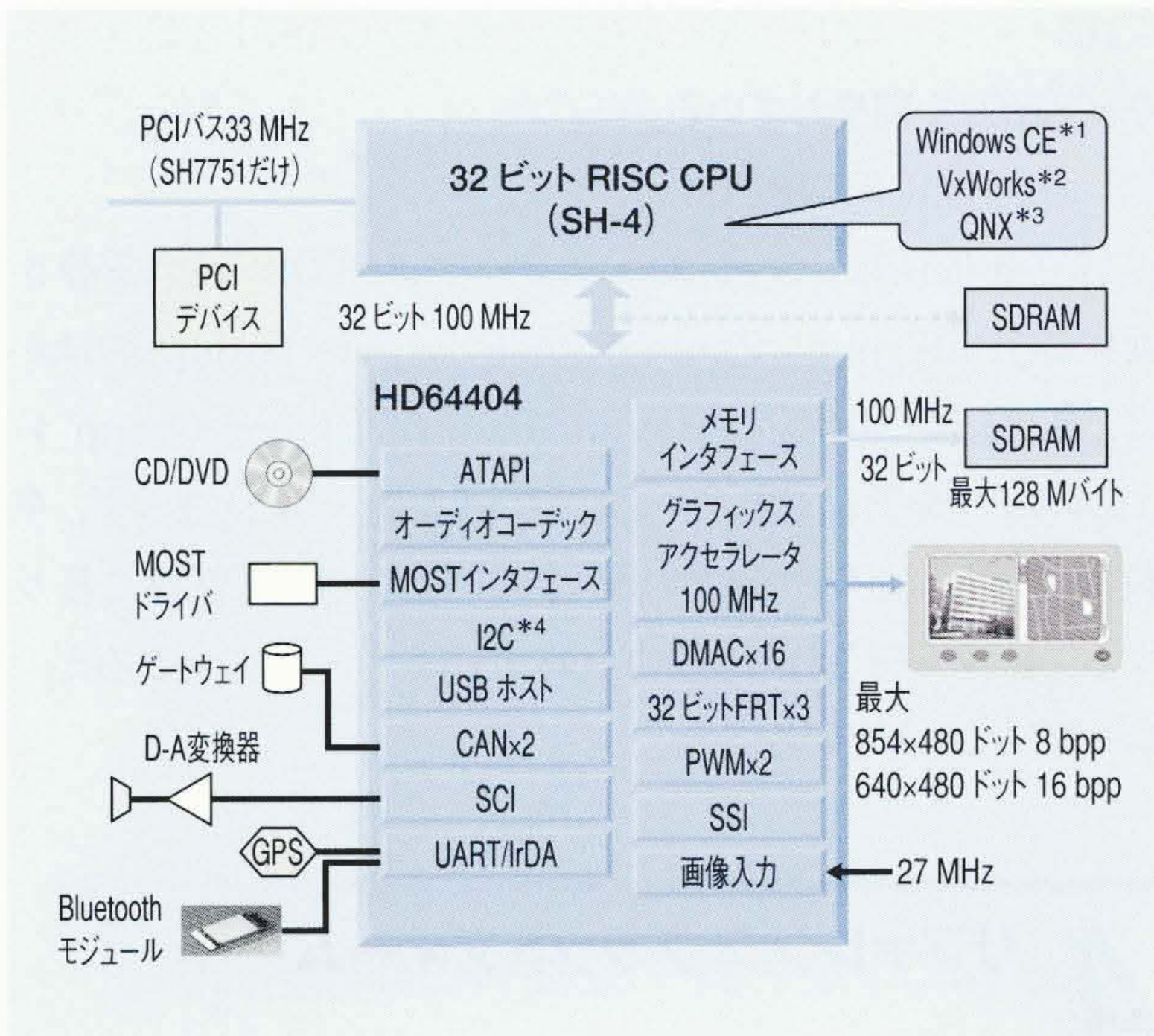
2.2 情報系先端技術を取り込んだRISCマイコン“SH-4”

SH-4では、組込みマイコンに情報系先端技術を取り込んだ。2命令を同時に実行することが可能なスーパースカラ方式や、ナビゲーションに必須の浮動小数点演算など、さまざまな機能を持ち、従来、組込みマイコンにはなかった、複雑で非定型な処理に威力を発揮する。

SH-4には、64ビット システム バスを持つタイプのほか、32ビット システム バスと、32ビットPCI(Peripheral Component Interconnect)バスを持つタイプがある。現在、それぞれのエンハンス版として、200～240 MHz動作のSH7750R・SH7751Rを開発済みである。2ウェイ16 kバイト命令キャッシュ、ウェイ予測付き32 kバイト2ウェイ データ キャッシュと、容量・ウェイ数ともに倍増している。また、日立製作所のシステムLSI設計プラットフォームである“SoC(System-on-Chip) planner”に対応し、SHシリーズCPU内蔵のオール イン ワン チップ ソリューション向けにASSP(Application Specific Standard Product)へと展開することも容易である。

2.3 自動車情報システムのインタフェース機能を内蔵したコンパニオンチップ“HD64404”

現在の半導体集積度におけるソリューションとして、表示制御と周辺ASICの機能を内蔵したSH-4のコンパニオンチップ“HD64404”を開発した。これは、CPUを除く、自動車情報システムに必須のインタフェース機能をすべて内蔵した充実したデバイスである(図2参照)。SH-4のシステムバスまたはPCI



注：略語説明ほか

- CPU (Central Processing Unit)
DMAC (Direct Memory Access Controller)
FRT (Free Run Timer)
SCI (Serial Communication Interface)
PWM (Pulse Width Modulation)
UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)
IrDA (Infrared Data Association), bpp (Bit per Pixel)
*1 Windows CEは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。
*2 VxWorksは、ウィンドリバーシステムズの登録商標である。
*3 QNXは、カナダQNXソフトウェア・システムズ社の組込みシステム向けリアルタイムOSの名称である。
*4 I2Cは、Philips社の商標である。

図2 SH-4とコンパニオンチップを用いたシステム構成例

HD64404は、SH-4とセットでソリューションを提供できるコンパニオンチップである。表示制御をはじめ、最先端の車載ネットワークのMOSTやCANなど、自動車情報システムに必須のインタフェースを内蔵している。

バスに接続することが可能で、システム拡張性に富むとともに、100 MHz SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory) インタフェースも持っている。また、SH-4とMPX (Multiplex) 方式のバス接続をした場合、UMA (Unified Memory Architecture) によってグラフィック用のメモリをシステム用メインメモリと兼用でき、メモリ量を低減することができるという特徴を持っている。

HD64404は、シリーズ表示制御機能、SSI (Serial Sound Interface) などのオーディオインタフェース、制御系ネットワークインタフェース (CAN: Controller Area Network), 最先端車載ネットワーク (MOST: Media-Oriented System Transport), ATAPI [ATA (Advanced Technology Attachment Bus) Packet Interface], USB (Universal Serial Bus), SCI (Serial Communication Interface) など有益なインタフェース群を豊富に持っている。

2.4 究極のオールインワンチップソリューション

マイコンやコンパニオンチップの次のステップとして、「オールインワンチップ」が続くことはすでに述べた。オールインワンチップになれば、単にマイコンや表示制御、ASICをワンチップ

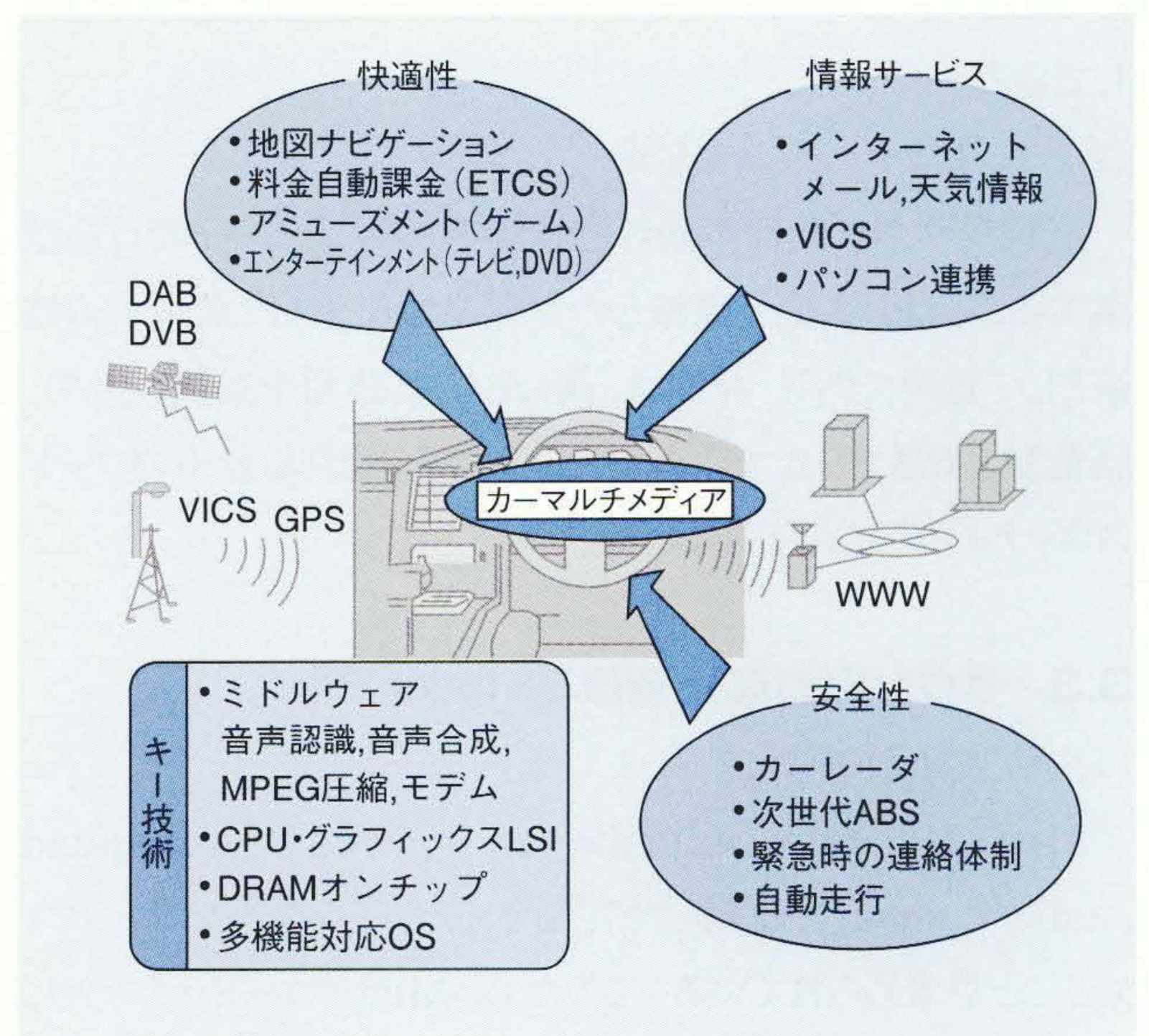
に集積するだけでなく、それぞれが従来持っていた外部デバイス、例えばSDRAMなども統合することができる。

日立製作所は、これまでに、(1) Qシリーズ表示制御デバイスで表示データを記憶するメモリ、(2) 表示に並行して次のフレームの画面を作成する描画メモリや映像データメモリ、(3) 描画機能へ指令を与えるコマンドメモリなど、メモリを1か所に集める画像用メモリの統合を進めてきた。オールインワンチップでは、これらに加え、主メモリと各種周辺機能の転送メモリの統合を図っていくことになる。さらに、自動車情報システム向けに、メモリ統合と周辺機能の拡充を推進することで、1 DIN (ドイツ規格) サイズに収めるためのボード面積削減と、ボードの単純化によるシステム設計工数の削減を支援していく。

3 車載情報サービスを支えるミドルウェア

3.1 カーマルチメディアを実現するミドルウェア

カーナビゲーションの新展開として、自動車メーカーからは、将来のITS情報系を構成する「カーマルチメディアシステム」への要求が高まってきている。カーマルチメディアシステムあるいはCIS (Car Information System) の実現は、汎用マイコン上で稼動するミドルウェアに大きく依存すると予想される。ミドルウェアへの要求には、情報サービスの質の保持(例えば、



注：略語説明

- DAB (Digital Audio Broadcasting)
DVB (Digital Video Broadcasting)
ETCS (Electronic Toll Collection System), OS (Operating System)
WWW (World Wide Web)

図3 将来のカーマルチメディアシステム

カーマルチメディアには、快適性・情報サービス・安全性の3要素が必須である。これらを実現するキー技術として、汎用マイコンでのミドルウェア、高速・高品質グラフィックス、メモリ混載のマイクロプロセッサ、さらに多機能対応リアルタイムOSがある。

画像圧縮、音楽圧縮など)と、ヒューマン マシン インタフェース(HMI)の高度化(音声、セキュリティなど)がある。ミドルウェアの課題としては、(1)高速処理、(2)メモリ使用量低減、(3)低消費電力、(4)メディア処理の品ぞろえ、(5)各種OSへの対応などがある(図3参照)。カーマルチメディアには、快適性、情報サービス、および安全性の3要素が必須となっており、これらを実現するミドルウェアの意義は大きい。

日立製作所が開発している高機能なヒューマン マシン インタフェースを実現する音声処理ミドルウェアと、サウンド(音楽)ミドルウェアについて以下に述べる。

3.2 音声処理ミドルウェア^{2)~4)}

従来の音声処理ミドルウェアは、数千語の単語音声認識ミドルウェアと定型文音声合成ミドルウェアで構成しており、いずれも日立製作所のSH-3(80 MHz)、SH-4(260 MHz)プロセッサで稼動している。認識方式は、音素片の隠れマルコフモデル(HMMs: Hidden Markov Models)であり、環境変化に強い雑音対策を盛り込んでいる。仕様は、地名单語認識をタスクとするカーナビゲーションを念頭に置いて決定した。今回はさらに、大語彙(い)地名音声認識とキーワード認識を実現する「ワードスポッティング」を開発した。

(1) 大語彙地名音声認識(連続単語音声認識)方式

省メモリで動作する、数十万語の地名・施設名認識ミドルウェアである。認識対象辞書の構造化と展開を図ったうえでビームサーチを導入し、11万地名を対象とした場合、メモリ規模3 Mバイト(従来の約 $\frac{1}{4}$)を最大5秒以内で処理することができた。さらに、「えーと」や「の」などの不要語対応も可能としている。

(2) ワードスポッティング方式

連続発声された音声から着目しているキーワードだけを認識することは、人間と機械との対話をスムーズに実現する技術として重要である。今回は、玩(がん)具応用を第1歩として、語彙数100語で、2、3語のキーワードが含まれる音声のワードスポッティング方式を開発した。

3.3 サウンド(音楽)、画像ミドルウェア⁵⁾

(1) サウンドミドルウェア

MP3(MPEG1 Audio Layer 3)やAAC(Advanced Audio Coding)で圧縮した音楽を、モバイル環境でサービスすることが求められている。このため、MP3デコードライブラリ、AACデコードライブラリ、およびAACエンコードライブラリを開発した。いずれも、SH-4とSH3-DSPをプロセッサとしている。CPU負荷が30~40 MHz、RAM容量が最大45 kバイトで実現した。

(2) 音声圧縮・伸長ミドルウェア

このミドルウェアの品ぞろえとしては、G.711(音声圧縮伸長A/μ-law)からG.729A(音声圧縮伸長LC/CS-ACELP)、

G.165(ライン エコー キャンセラ)、およびG.167(音響エコー キャンセラ)を開発している。

(3) 動画像圧縮MPEG4

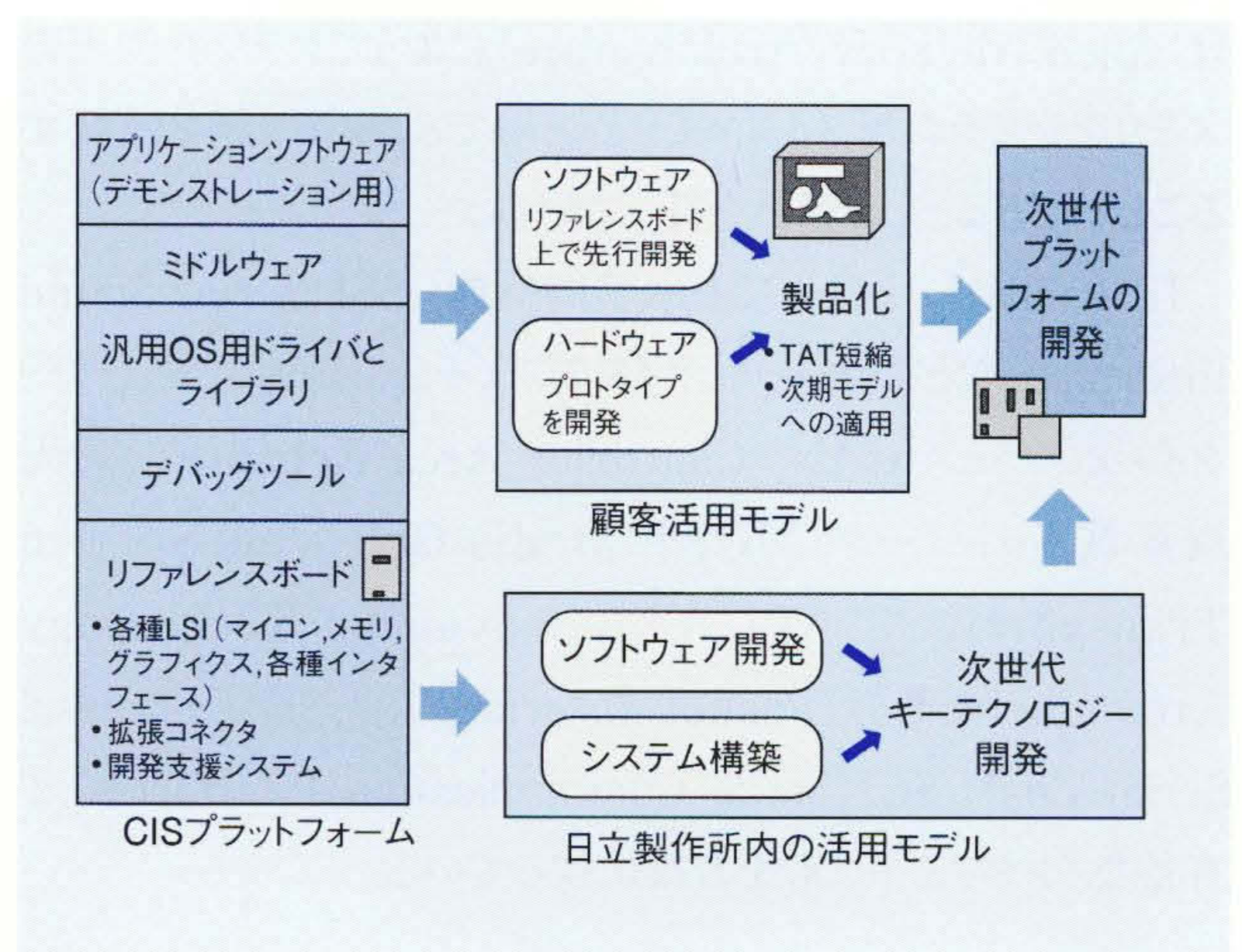
日立製作所は、デジタル スチル カメラに用いられる静止画圧縮JPEG(Joint Photographic Expert Group)のほか、動画圧縮MPEG4(Moving Picture Expert Group 4)ミドルウェアを製品化している。モバイル端末にとどまらず、車載機器でも、音楽や動画の配信サービスが今後急激に普及することが予想される。このため、ミドルウェアの品ぞろえのニーズにこたえている。

4 リファレンスプラットフォーム

4.1 次期モデルも容易に構築できるプラットフォーム

日立製作所は、車載情報システムの構築を志向するユーザーに、半導体製品のほか、さまざまな要素技術を搭載したリファレンスプラットフォームも提供している。このプラットフォームについて以下に述べる。

リファレンスプラットフォームのライフモデルを図4に示す。CIS用のプラットフォームは、ベースとなるリファレンスボードを中心に、デバッグツール、汎用OS用ドライバ・ライブラリ、ミドルウェア、アプリケーションソフトウェアなど、システム開発に有用な要素技術で構成している。ユーザーは、このリファレンスボード上で、アプリケーションソフトウェアの先行開発を行う、また、プロトタイプを作るうえでのリファレンスとして活用するなど、開発期間の短縮に役立てることができる。ユーザーに活用されている現行品とボード上のインタフェース仕様をすでに共通にしているため、次期モデルの構築時にも容易に移行できると



注：略語説明

CIS(Car Information System)、TAT(Turn Around Time)

図4 リファレンスプラットフォームのライフモデル

システムが高度化し、LSIへの集積化が進んだ結果、ソフトウェア開発工数の短縮が課題となっている。このため、リファレンスプラットフォームの重要性がますます増大している。

いう利点もある。一方、日立製作所内でも、リファレンスボード上で、さまざまな次世代のキーテクノロジーを開発し、システム開発を実現している。ここで得られた成果を次世代の半導体開発とプラットフォーム開発にフィードバックすると同時に、ユーザーのニーズにもこたえている。車載情報システムでは、1~2年程度で次期モデルの開発が進行することから、ユーザーの開発サイクルとフェーズを合わせてプラットフォーム開発を行っている。

4.2 車載情報システム対応の日立製作所のキーテクノロジー

今後の車載情報システムでは、車外通信、車内LAN接続、およびヒューマン マシン インタフェースが重要となってくる(図5参照)。車外通信では、携帯電話接続のほかに、衛星や地上波のデジタル放送受信も必要となってくる。

車内LAN接続では、DVDなどの拡張ユニットを接続するため、マルチメディア系LANとしてMOST(Media Oriented System Transport)などが必要である。また、燃費情報・故障診断情報の表示やドアロック制御などのためには、CAN(Controller Area Network)を代表とする制御系LANに接続することとなる。ヒューマン マシン インタフェースでは、高精細液晶への三次元グラフィックス表示が求められている。

顧客の車載情報システムの開発を支援し、短期間での開発を可能にするために提供している、車載情報プラットフォームのキーテクノロジーについて以下に述べる。

(1) ネットワーク・拡張性

現在使用されているマルチメディア系、制御系のLANやバ

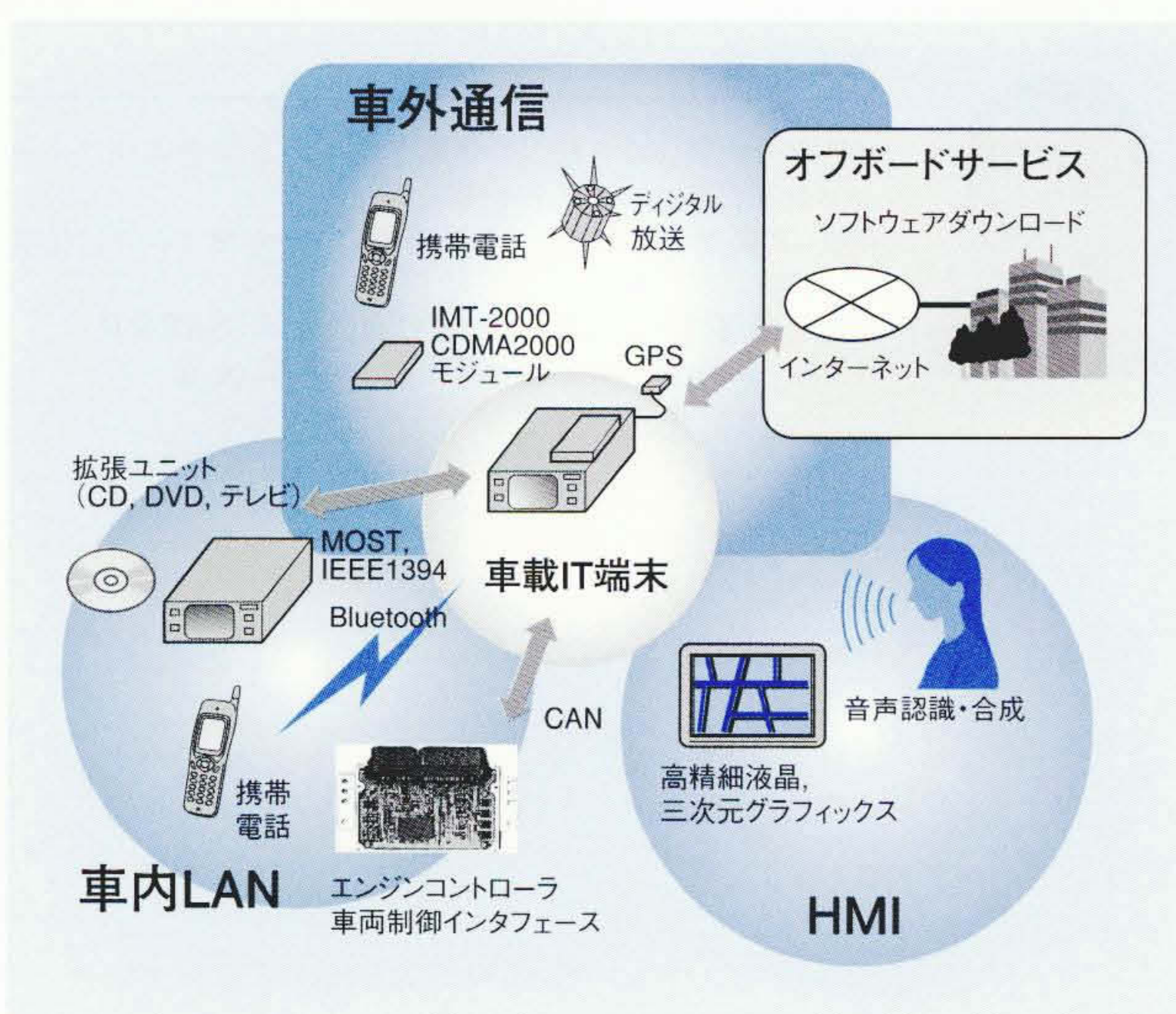
スとの接続性があることはもちろんのこと、今後出現してくる新しい技術にすばやく対応するためにも、車載情報プラットフォームでは、拡張性を確保しておく必要がある。これについては、PCIスロットやSHマイコンのバススロットをプラットフォームに用意することにより、新技術へのソリューションをカードによって提供することが可能である(図6参照)。

(2) グラフィックスドライバ

車載情報システムに求められる機能が高度化してきた影響で、システムを構築するうえで、汎用OSを活用するメリットが大きくなってきた。その一つにWindows CEがあり、特に車載用としてWindows CE for Automotiveがある。

Windows CEは、ファイルシステムなどのマルチメディアに対応したさまざまな機能を標準で持っているので、開発期間を短縮したいユーザーに利用されている。日立製作所は、Windows CE for Automotiveに対応した車載情報システム用プラットフォームの開発にいち早く取り組んできた。特に、車載情報システムでは、基本機能でありながら、現在も発展途上であるグラフィックスの技術に注目し、開発を進めてきた。Windows CE上で動作する地図描画性能を向上させるためには、車載情報システムに搭載されているグラフィックアクセラレータ「Qシリーズ」用ドライバ・ライブラリを、Windows CEの構造に最適化して作成する必要がある。

日立製作所は、「GDI-Subライブラリ」^{※)}というWindows CE for Automotiveの中で仕様策定された図形描画ライブラリを、Qシリーズの一つであるQ2SD描画チップ用に開発し



注：略語説明

CDMA (Code Division Multiple Access)

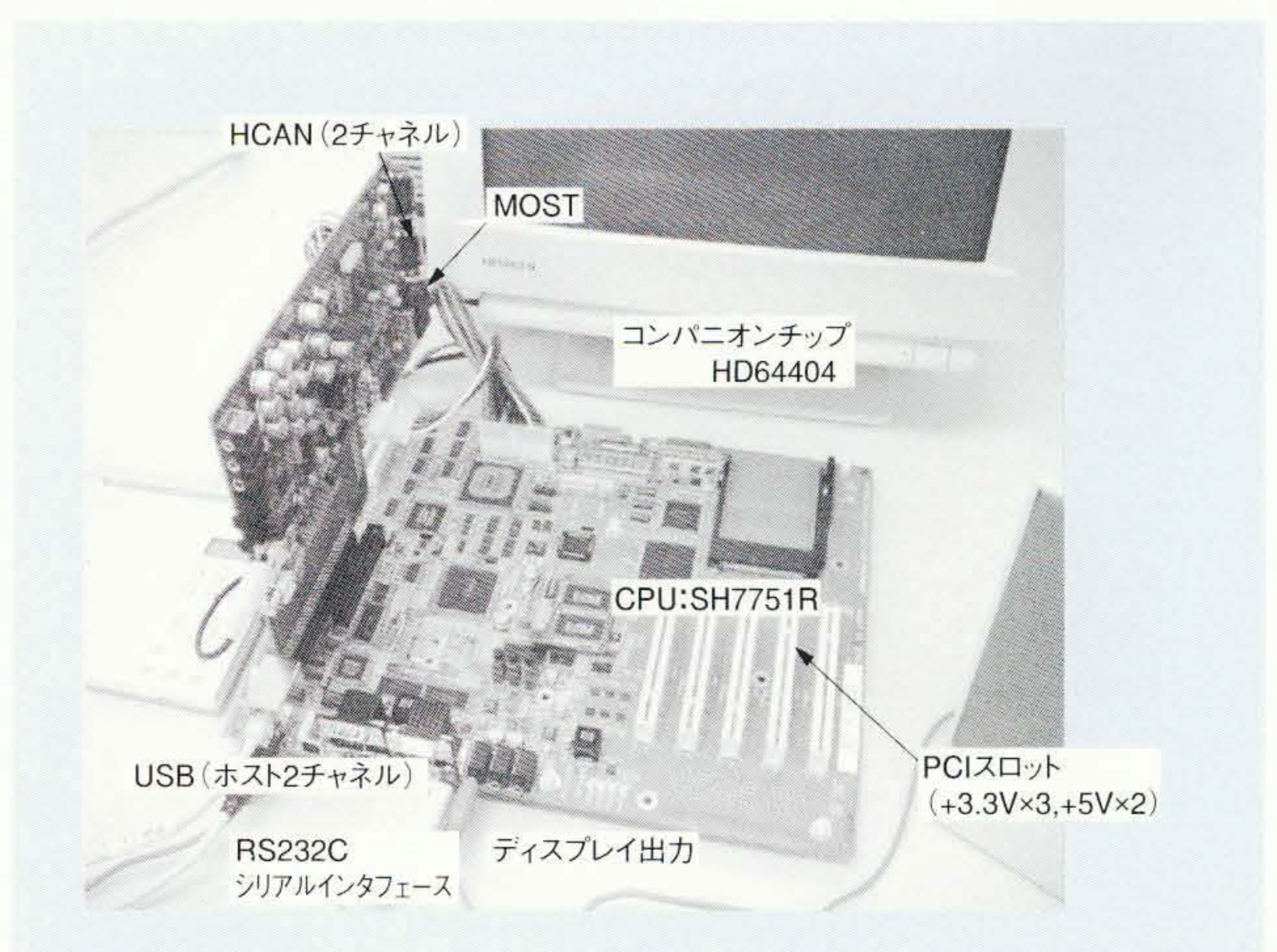
IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000)

HMI (Human-Machine Interface)

図5 次期車載情報システムの構成

次期車載情報システムでは、車外通信、車内LAN接続、HMIが重要となる。車載情報プラットフォームでは、これらの開発を支援する技術を提供する。

※) GDI-Subライブラリ: GDI (Graphics Device Interface) と呼出し命令の互換性を保ったサブセット描画ライブラリであり、主に地図の高速描画を目的に作られ、グラフィックスLSIの性能を最大限に発揮できるように最適化されている。



注：略語説明

HCAN (Hitachi CAN)

図6 車載情報プラットフォーム「S1-E」の外観

多数のインタフェースが用意されているほか、PCIスロットなどのスロットにより、拡張性が確保されている。

たほか、さらに高速化できるように最適化したQ2SD用のディスプレイドライバも併せて開発した。この結果、従来のWindows CE 標準GDI適用時と比べ、最大30倍程度の描画性能を得ている。

5 おわりに

ここでは、ITSに対応する車載情報プラットフォームのための高速プロセッサ、通信プロトコル、コーデック、音声インタフェースなどのIP製品、およびシステム開発環境について述べた。

日立製作所は、半導体技術を基盤とした制御・情報系マイコンをはじめ、ハードウェア・ソフトウェア製品として、通信、音声・音楽、動画像・グラフィックスなどのインタフェースおよび

ミドルウェア製品を逐次提供してきた。今後も、高度交通システム時代に欠かせない車載情報システムの開発に取り組んでいく考えである。

参考文献

- 1) Nakatsuka, et al.: A One Chip Super Graphics CPU with Direct Unified Memory Controller Suitable for Car Information and Control System, Proc. of CICC2001 (May 2001)
- 2) 畑岡, 外: SuperHマイコン用音声ミドルウェア, 日立評論, **80**, 7, 527~532 (1998.7)
- 3) 小窪, 外: 汎用マイコンにおける音声認識・合成ミドルウェアの紹介, 情報処理学会 第25回SLP研究会, Vol.99, No.14, pp.33~34 (1999.2)
- 4) 兼安, 外: ITSに対応する半導体技術, 日立評論, **82**, 9, 605~610 (2000.9)
- 5) 大場, 外: ネットワークを支えるマイコン用ミドルウェア, 日立評論 増刊, 31~36 (2001.10)

執筆者紹介



林 勇

1984年日立デバイスエンジニアリング株式会社入社, 日立製作所 半導体グループ システムソリューションビジネスユニット 所属
現在, 自動車用半導体のマーケティングに従事
E-mail: hayashi-isamu @ sic. hitachi. co. jp



中塚康弘

1985年日立製作所入社, 日立研究所 情報制御第一研究部 所属
現在, 自動車情報制御システムLSIの研究・開発に従事
情報処理学会会員, ACM会員, IEEE会員
E-mail: ynakatsu @ gm. hrl. hitachi. co. jp



上脇 正

1987年日立製作所入社, 日立研究所 情報制御第二研究部 所属
現在, 車載情報システムの研究・開発に従事
E-mail: kamiwaki @ hrl. hitachi. co. jp



畑岡信夫

1978年日立製作所入社, 中央研究所 マルチメディアシステム研究部 所属
現在, 音声・音響処理, ヒューマンインタフェース技術の研究・開発に従事
工学博士
電子情報通信学会会員, 音響学会会員, IEEE会員
E-mail: hataoka @ crl. hitachi. co. jp



相澤俊郎

1987年日立製作所入社, 半導体グループ システムソリューションビジネスユニット 所属
現在, 車載システム用リファレンスプラットフォームの開発に従事
映像情報メディア学会会員
E-mail: aizawa-toshiro @ sic. hitachi. co. jp



兼安昌美

1979年日立製作所入社, 半導体グループ システムソリューションビジネスユニット 所属
現在, 自動車ネットワーク用半導体のマーケティングに従事
工学博士
計測自動制御学会会員, 自動車技術会会員, SAE会員
E-mail: kaneyasu-masayoshi @ sic. hitachi. co. jp