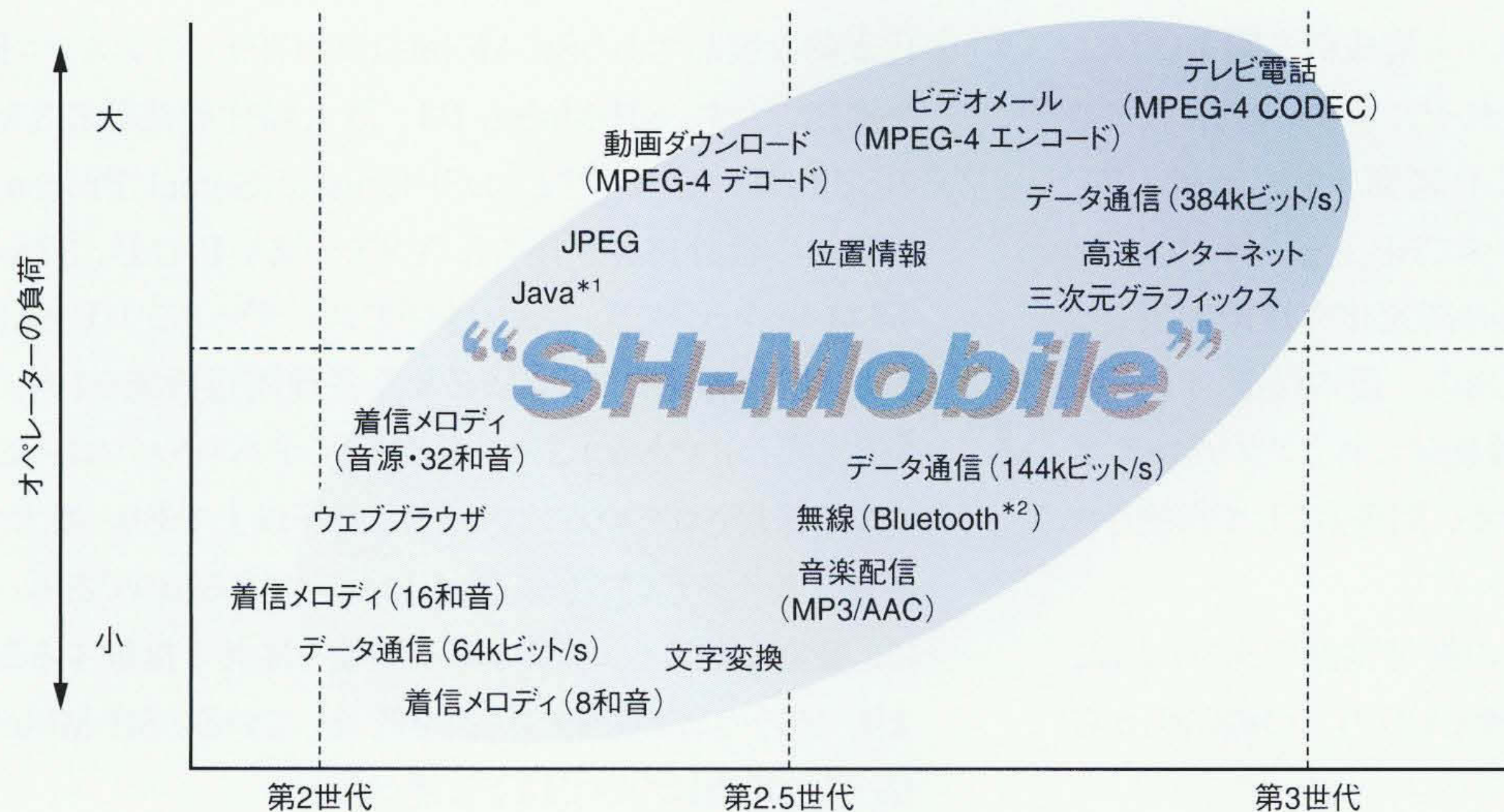


# 携帯電話用アプリケーションプロセッサ“SH-Mobile”

## “SH-Mobile” LSIs for Cellular Phone

金井 利喜 Toshinobu Kanai 西本 順一 Jun'ichi Nishimoto  
八木 浩司 Hiroshi Yagi 川崎 郁也 Ikuya Kawasaki



### 携帯電話に求められるアプリケーション

携帯電話の世代ごとのアプリケーションの変遷を示す。第2.5世代以降の携帯電話では、音声や静止画、動画など、マルチメディアの処理のために、高機能のアプリケーションプロセッサが必要となる。

注:略語説明ほか

MPEG-4 (Moving Picture Expert Group 4)

JPEG (Joint Photographic Expert Group)

MP3 (MPEG-1 Audio Layer 3)

AAC (Adaptive Audio Coding)

CODEC (Coder-Decoder)

\*1 JavaおよびすべてのJava関連の商標およびロゴは、米国およびその他の国における米国 Sun Microsystems, Inc.の商標または登録商標である。

\*2 Bluetoothは、米国Bluetooth SIG, Inc.の商標であり、日立製作所はライセンス契約により、これを使用している。

携帯電話の多機能化に伴い、プロセッサには、マルチメディアの高度な処理能力が求められている。第3世代の携帯電話で提供されるテレビ電話や動画配信などのサービスは、従来の携帯電話の主流であるベースバンドLSIに内蔵されたCPUの能力ではもはや対応が困難になりつつあり、マルチメディア処理を強化するためのアプリケーションプロセッサの必要性が指摘されている。また、多機能化に対応するためのソフトウェア開発工数の増大もシステム開発上の大きな課題となっている。

日立製作所は、マルチメディア処理性能を強化し、低消費電力機能を拡充した高機能携帯電話向けRISCマイコン「SH-Mobileシリーズ」を開発した。SH-Mobileシリーズでは、LSIだけでなく、携帯電話用基本ミドルウェアとアプリケーション開発プラットフォームを併わせて提供することにより、システムの高機能化と開発期間の短縮というニーズにこたえている。また、仕様の多様化に対応するために、製品ラインアップの拡充を進めている。

## 1 はじめに

第1世代のアナログ方式から出発した携帯電話サービスでは、第2世代のデジタル方式を経て、2001年からは国際ローミングと高速データ通信を特徴とした本格的な第3世代サービスがスタートするなど、時とともに着実に多機能化の歩みが進んでいる。第1世代と第2世代携帯電話では、音声サービス・電子メール・ウェブブラウザ・着メロ(着信メロディー)が主な機能であったが、第3世代への移行段階で第2.5世代として液晶ディスプレイ(LCD)画面のカラー化・静止画送受信・音楽再

生・Javaなどのアプリケーションが追加されるようになった。さらに第3世代では、高速データ通信の特徴を生かしたMPEG-4 (Moving Picture Expert Group 4)による動画配信、Javaの高速化、テレビ電話などの新たなサービスが導入されている。

これらの新規アプリケーションでは、高度なプロセッサの処理性能を必要とするため、従来のようにベースバンド(BB)プロセッサに内蔵されたCPU(Central Processing Unit)ですべての処理を行うことが困難になってきた。このため、携帯電話システムの構成を再検討し、ベースバンドプロセッサに加え、アプリケーション処理のためのCPUを新たに追加する動きが



顕著になりつつある。日立製作所は、これに呼応して、携帯電話用アプリケーションプロセッサとして設計したLSI「SH-Mobileシリーズ」を製品化した。

ここでは、SH-Mobileシリーズの性能と特徴、および今後の展開について述べる。

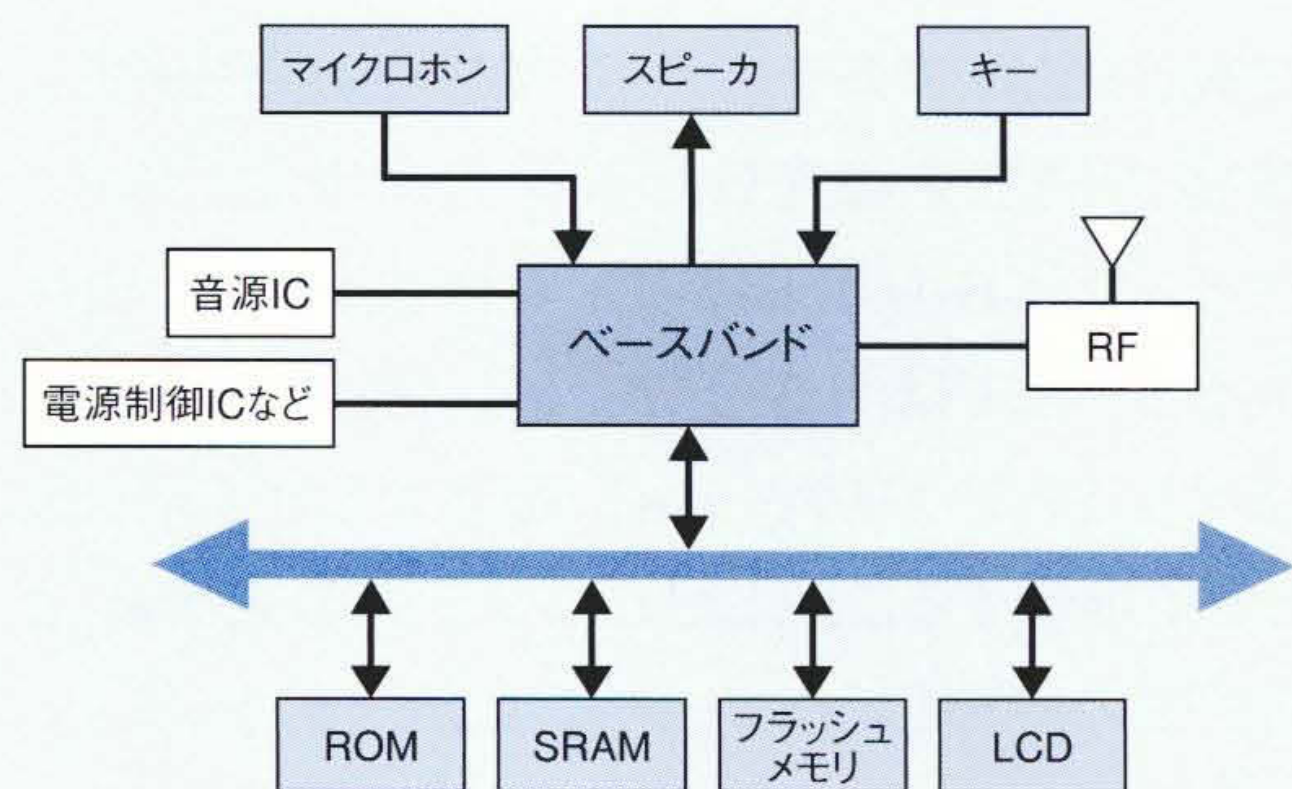
## 2 携帯電話用アプリケーションプロセッサ「SH-Mobileシリーズ」

第2世代までの携帯電話のシステム構成例を図1(a)に、それ以降の構成例を同図(b)にそれぞれ示す。第2世代までのシステムでは、音声処理、LCD制御、キー制御、RF(Radio Frequency)制御などをすべてBB LSIで行っている。アプリケーションの処理はBB LSIの高速化や機能拡張などで実現できてはいたものの、BB LSIの一段の性能向上が困難なことや、今後のシステムの高機能化に伴うアプリケーションソフトウェア開発工数の増大などが、問題点として指摘されていた。

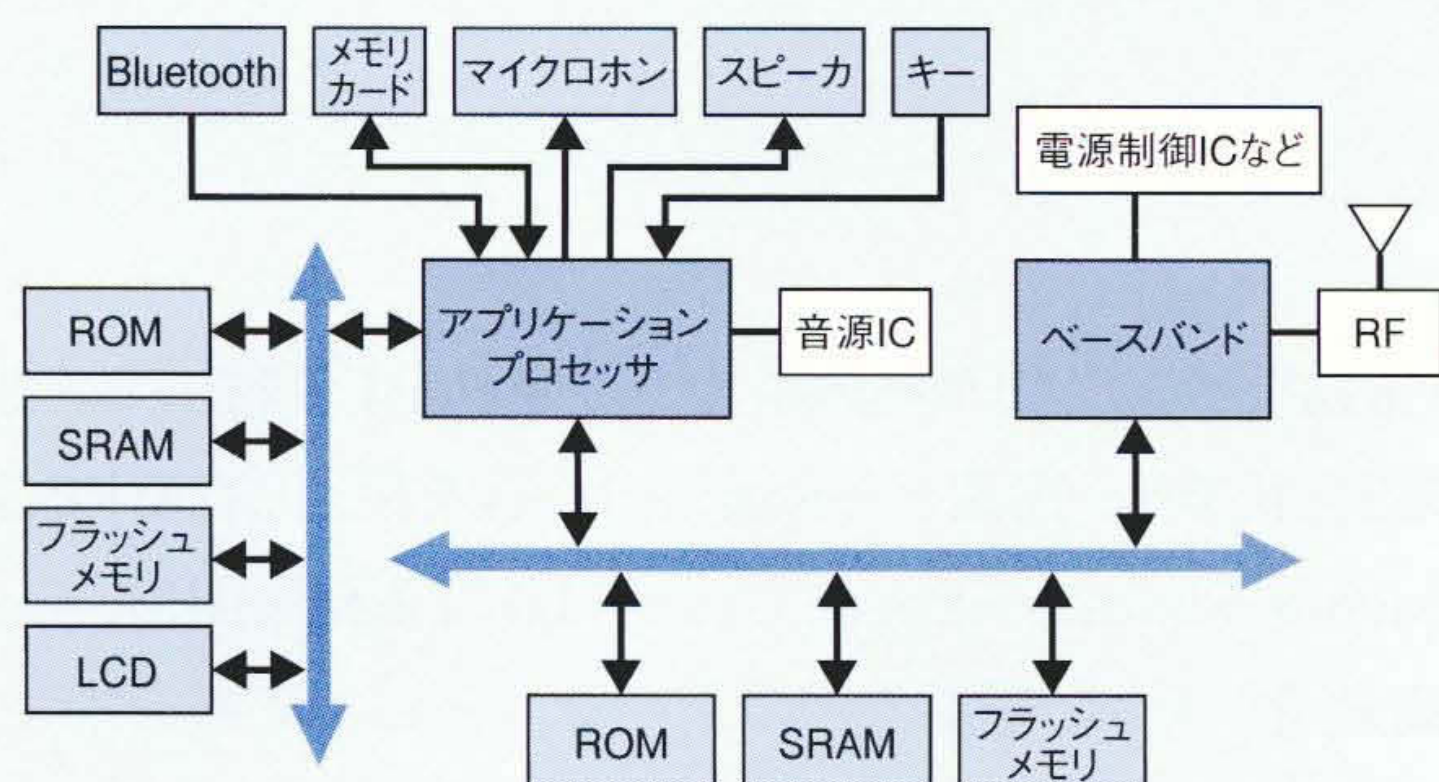
一方、図1(b)の第2世代以降の携帯電話のシステムは、BB LSIとアプリケーションプロセッサ(AP)の二つのCPUから

成る。BB LSIは電話機能が、その他の電子メール、Java、MPEG-4、音楽再生、キー制御、LCD制御などのアプリケーションはAP側が、それぞれ担当する構成である。この構成によれば、BB LSIにとって負荷の大きいアプリケーション処理をAPに担当させ、さらに、アプリケーションを使用しない場合にはAPへの電源供給を停止できる機構を導入することにより、常時動作が要求されるBB LSIの負荷増大と、システム全体の消費電力増加の両方を回避することができる。

携帯電話用APとして開発したSH-Mobileシリーズでの、代表的な製品であるSH-Mobile1「SH7290」のシステム構成を図2に示す。SH-Mobile1は、最大動作周波数133 MHzのSH3-DSP CPUコアと、DSP(Digital Signal Processor)処理用の合計16 kバイトのX/Yメモリ(XY-RAM)、32 kバイトのキャッシュメモリ、128 kバイトのユーザーメモリ(URAM)、および携帯電話システムに必要な各種周辺機能を1チップに集積したLSIである。この性能は、ハンドヘルドパソコンなどにすでに採用されているプロセッサと同等以上であり、増大する各種マルチメディア処理にも十分対応できるものである。さらに、豊富なミドルウェア群と開発環境を併せて提供することにより、ソフトウェア開発の負担を低減している。SH-Mobileシリーズの特徴について以下に述べる。



(a) 第2世代までの携帯電話のシステム構成例



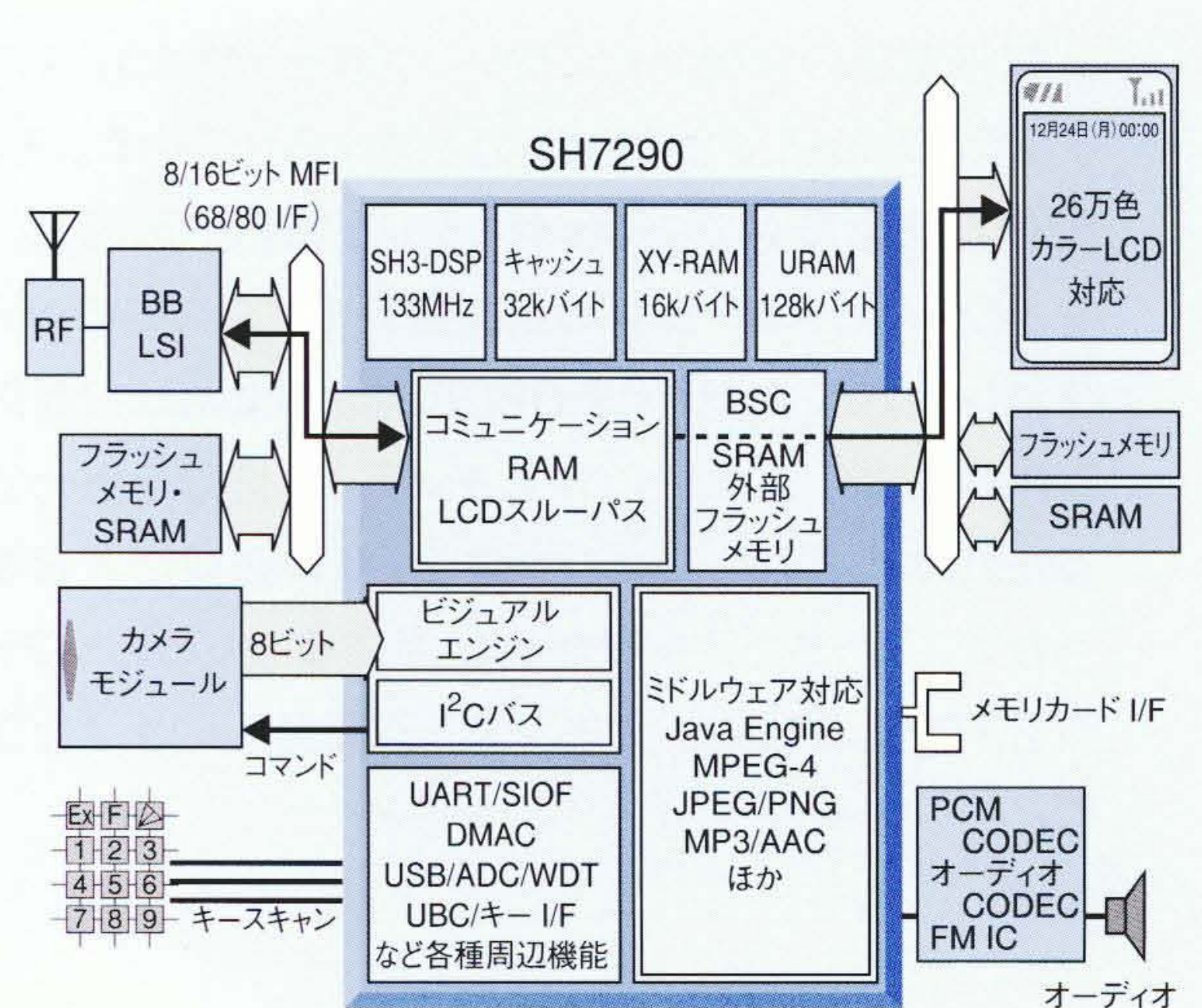
(b) 第2世代以降の携帯電話のシステム構成例

注:略語説明

ROM(Read-Only Memory), SRAM(Static Random Access Memory)

### 図1 携帯電話のシステム構成例

(a)に示す第2世代までの構成では、通話のほか、各種アプリケーションの処理すべてをベースバンドで担当する。(b)のシステム構成では、アプリケーションプロセッサを加えた2CPUとすることにより、さらに多彩な処理が可能になる。



注:略語説明

MFI(Multi-Function Interface), I/F(Interface)

XY-RAM(X/Y Random Access Memory), URAM(User RAM)

I2C(Inter IC), BSC(Bus State Controller)

UART(Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)

SIOF(Serial Input and Output with First in, First out)

DMAC(Direct Memory Access Controller), USB(Universal Serial Bus)

ADC(Analog-to-Digital Converter), WDT(Watchdog Timer)

UBC(User Break Controller), AAC(Adaptive Audio Coding)

MPEG-4(Moving Picture Expert Group 4)

JPEG(Joint Photographic Expert Group), PNG(Portable Network Graphics)

PCM(Programmable Control Module), MP3(MPEG-1 Audio Layer 3)

CODEC(Coder-Decoder)

### 図2 SH-Mobile1「SH7290」の構成とシステム構築例

SH-Mobile1「SH7290」の機能ブロックと携帯電話システム構築例を示す。CPUと内蔵メモリ、および各種周辺機能が1チップに集積されている。



## 3 SH-Mobileシリーズを支える基盤技術

### 3.1 BB LSIとの接続方式

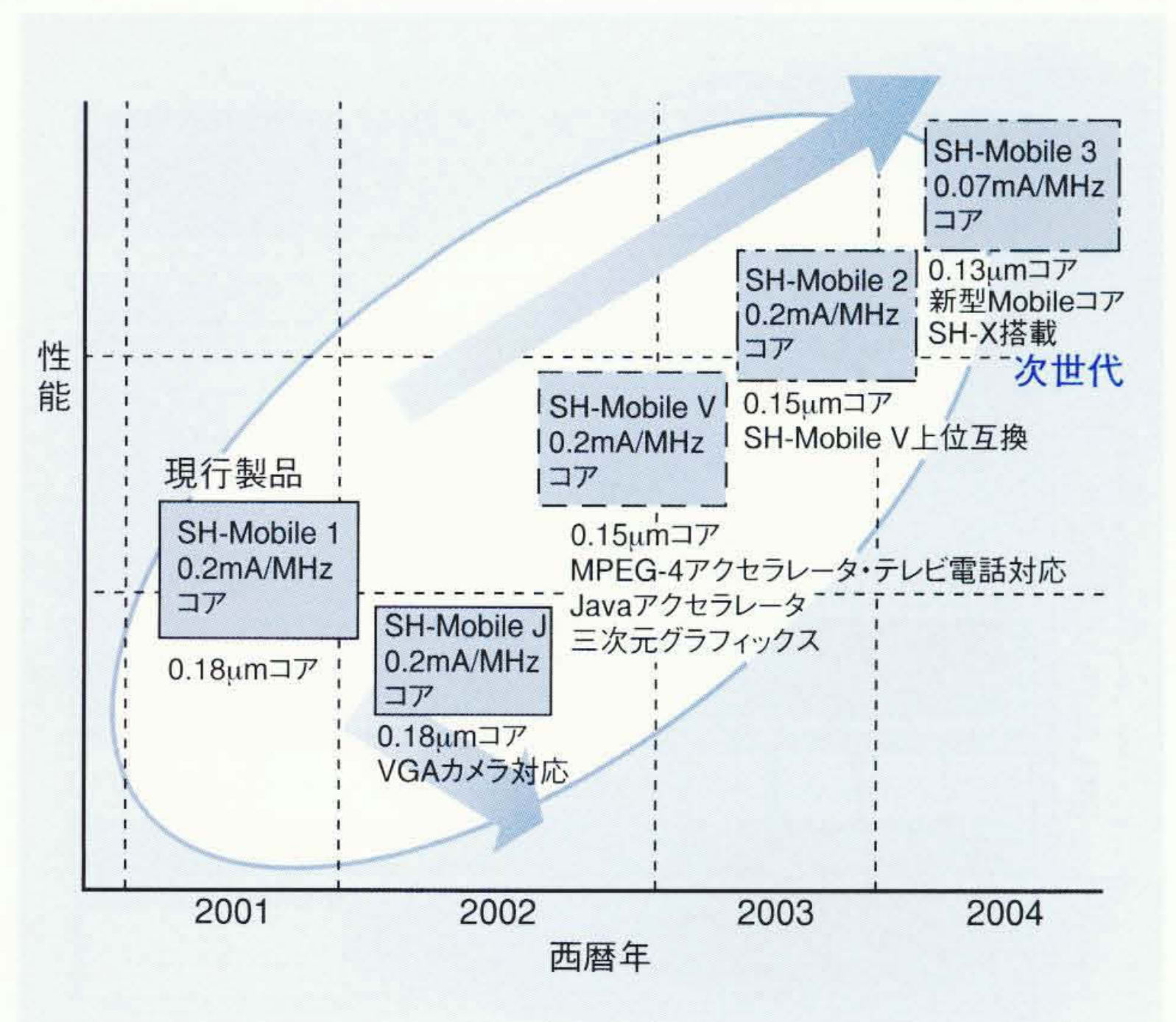
既存の携帯電話では、端末メーカーや通信方式に応じて、多種多様なBB LSIが使用されている。SH-Mobileシリーズでは、MFI(多機能インタフェース)と称する機能を導入することにより、種々のBB LSIとの接続性を確保した。MFIには、ビット幅(8ビット・16ビット)とフォーマット(68系・80系)の切替が可能で、可能なパラレルインタフェースを持たせており、ほとんどのBB LSIが持っているSRAMポートと直接接続することができる(図2参照)。SH-Mobile内には「コミュニケーションRAM」と称するデュアルポート(2ポート)RAMを実装し、MFIとBSC(Bus State Controller)に接続している。コミュニケーションRAMを介することにより、BB LSIとSH-Mobileの双方から、通常のSRAMにアクセスする場合と同様の手順でデータのやり取りができる。また、APであるSH-Mobileは、BB LSIに対して完全に従属して動作することができ、従来のBB LSIをマスタとしたシステムで開発したソフトウェア資産を生かしつつ、APの導入を図ることができる。

### 3.2 低消費電力化とLCDスループス

図2に示すシステムでは、大量のデータ転送が必要となるカラーLCDを、データ転送能力に優れたSH-Mobileのシステムバスに接続することにより、動画などの高速描画を可能にしている。一方、携帯機器用プロセッサの必須要件である消費電力低減を図るために、SH-Mobileシリーズでは、「U-スタンバイモード」と称する低消費電力モードを導入しており、待ち受け時などAPの動作が不要である場合にLSIの大部分の電源の切断を可能にしている(この特集の別論文を参照)。しかし、LCDをシステムバスに接続した場合、U-スタンバイ時にLCDへの表示ができなくなることが予測された。これを解決するため、U-スタンバイ時にMFIとシステムバスを直結できるLCDスループスを組み込んだ。LCDスループスを用いることにより、U-スタンバイ時にはBB LSIから直接LCDを制御することができ、待ち受け時には従来と同様にBB LSIだけを動作させ、必要に応じてAPを起動してアプリケーションの処理をさせるシステムを、容易に実現することができる。

### 3.3 ビジュアルエンジン

携帯電話の新たなサービスとして、カメラを搭載した端末がしだいに増えつつある。SH-Mobileシリーズでは、CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)などのセンサとカメラ用DSPを組み合わせたカメラモジュールとを直結し、撮影したデータの取り込みやフォーマット変換をハードウェアで処理する「ビジュアルエンジン」を導入した。ビジュアルエンジンには、8ビットのデータバスとカメラモジュール内のレジス



注:略語説明

VGA (Video Graphics Array)

図3 SH-Mobileシリーズの製品ロードマップ

マルチメディア処理性能を強化し、製品ラインアップの拡充を進めている。

タにアクセスできるI<sup>2</sup>Cバスインタフェースを持たせている。SH-Mobile1では、CIF(Common Intermediate Format)サイズまでの静止画と動画の処理が可能である。処理が可能な画像サイズを、製品ラインアップの展開に合わせて拡大していく考えである(図3参照)。

## 4 アプリケーション開発環境とソフトウェアソリューション

### 4.1 ソリューションエンジン

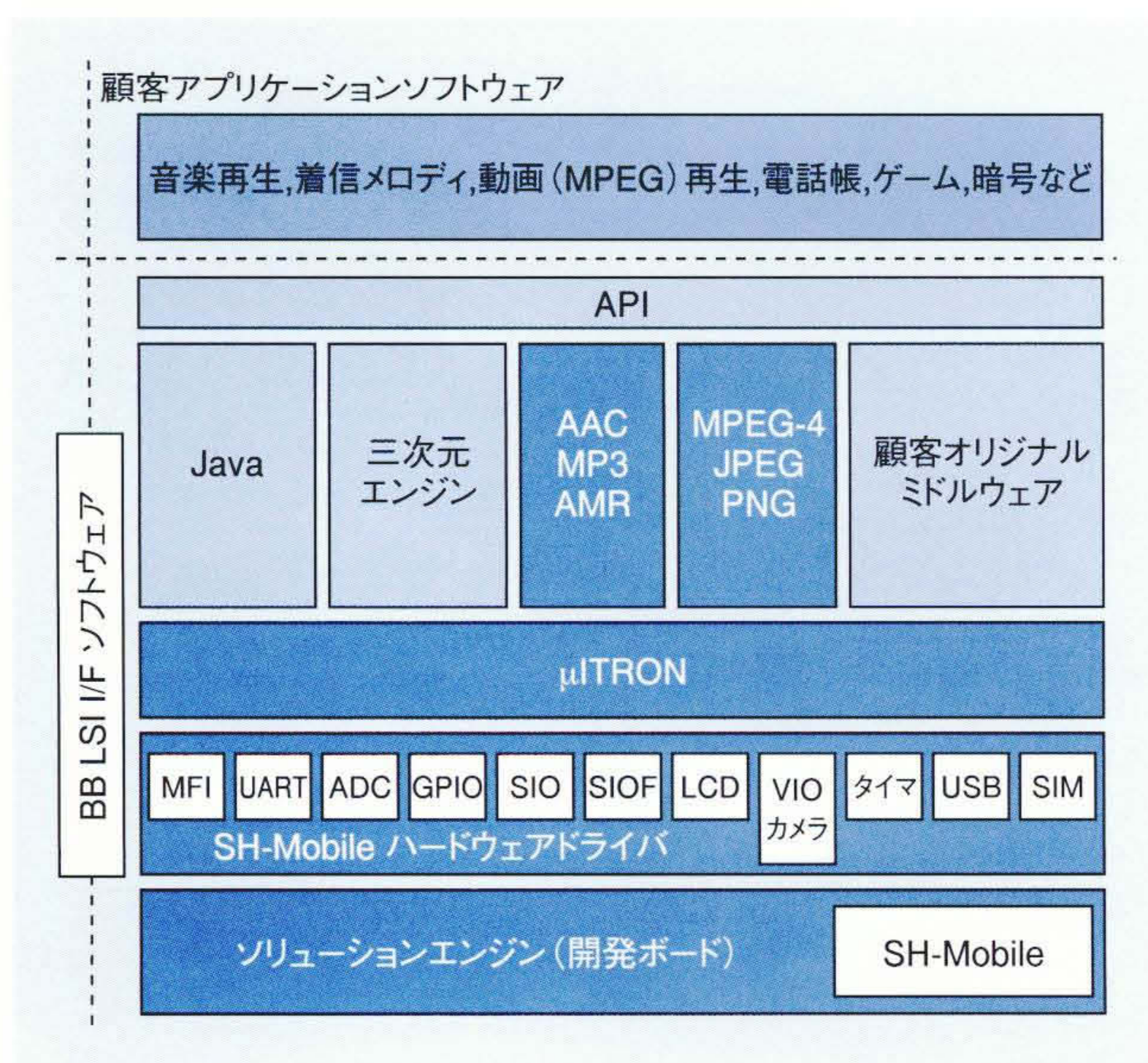
SH-Mobileシリーズでは、図4に示すような構成のソフトウェアプラットフォームを提供している。その中核を成すのが、SH-MobileとLCDパネル、CMOSカメラモジュール、キースイッチ、各種メモリなど、携帯電話システムに必要な周辺デバイスを集約した開発ボード「ソリューションエンジン」である(図5参照)。

### 4.2 ミドルウェアサポート

SH-Mobileの開発環境では、ハードウェアのドライバのほか、「μITRON<sup>※</sup>」などのOS(Operating System)とMPEG-4、JPEGなどの画像処理やMP3、AACなどの音声処理といった、携帯電話に必須のミドルウェアを用意している。さらに、多数のパートナーメーカーとの協業により、三次元エンジンや組み込みJavaなど、より高度な機能を実現するミドルウェアの提

※) μITRONは、「Micro Industrial TRON」の略称である。TRONは「The Real-time Operating system Nucleus」の略称で、東京大学の坂村健博士によって提案されたリアルタイムOS仕様である。





注:略語説明

AMR (Audio/Modem Riser)

μITRON (Micro Industrial The Real-Time Operating system Nucleus)

GPIO (General-Purpose Input-Output Port)

SIO (Serial Input and Output), VIO (Video Input and Output)

SIM (Smartcard Interface Module)

図4 SH-Mobileシリーズのソフトウェアプラットフォーム構成例

日立製作所やパートナーメーカーが顧客にハードウェア(ソリューションエンジン)、ドライバ、OS(μITRON)、および各種ミドルウェアを一括提供することにより、顧客はアプリケーション開発に専念することができる。

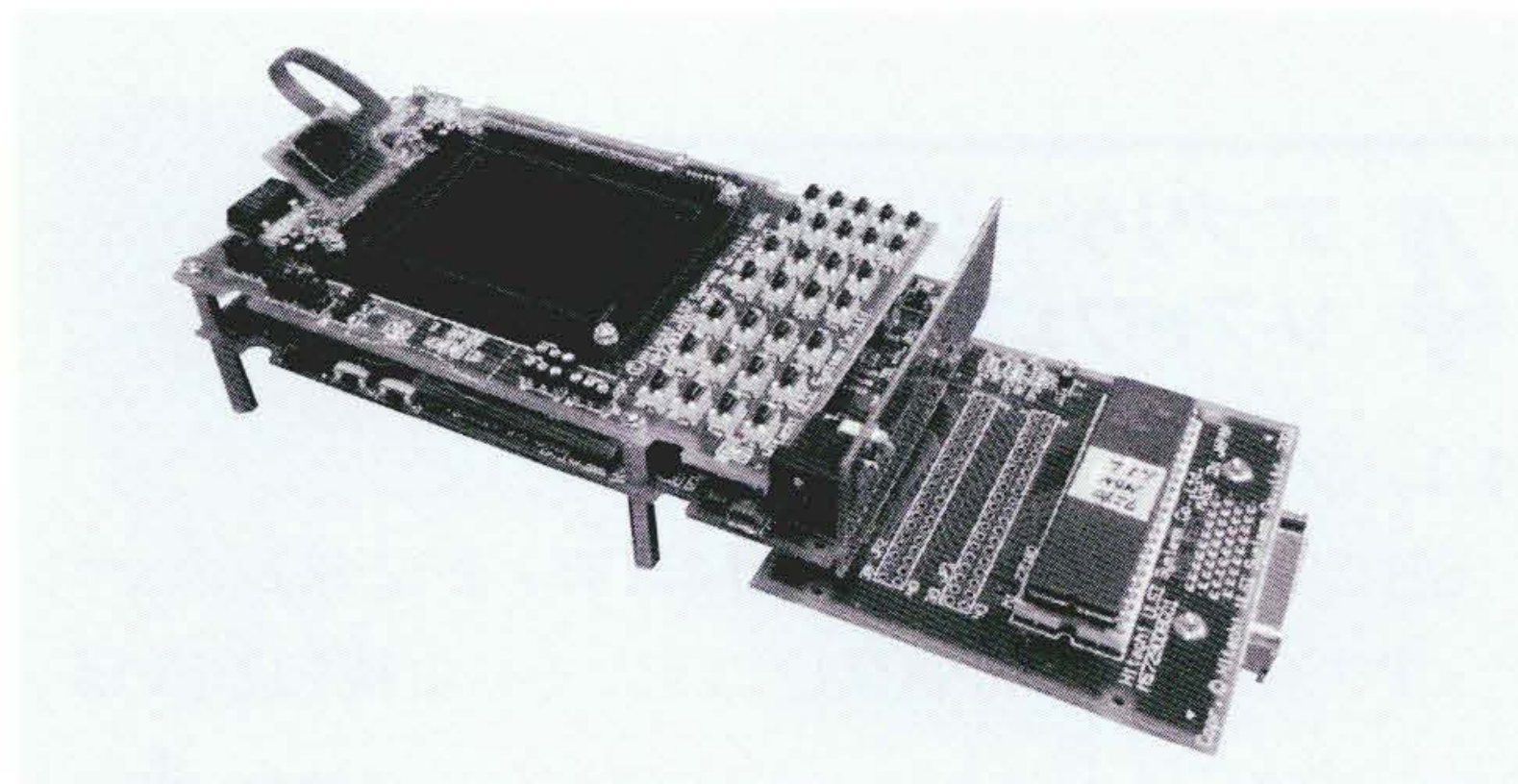


図5 SH-Mobile1「SH7290」のソリューションエンジンの外観

この開発ボードには、LCDパネル、CMOSカメラモジュール、キースイッチ、各種メモリなど、携帯電話システムに必要な周辺デバイスを集約している。

供も可能である。また、対応するOSは順次、拡張していく予定である。

### 4.3 組み込みJava

多様なアプリケーションの実行を可能にするため、携帯電話でも組み込みJavaの導入が一般化しつつある。実装基板設計上の制約から外部メモリへのアクセス速度の向上が難しい携帯電話では、Javaの実行に際し、SH-Mobileが持つ大容量(32 kバイト)のキャッシュメモリは特に有用である。日立製作所は、パートナーメーカーと共同で、このキャッシュメモリをフルに活用したJavaエンジンを開発し、従来の携帯電話の20倍もの処理速度を実現している。

## 5 おわりに

ここでは、携帯電話用アプリケーションプロセッサとして日立製作所が開発した「SH-Mobileシリーズ」について述べた。

SH-Mobileシリーズは、2002年4月の量産出荷の開始以降、複数の携帯電話端末メーカーで採用されている。

今後は、カメラインタフェースの高解像度への対応や、MPEG-4、三次元グラフィックスのハードウェアアクセラレータの導入など、マルチメディア処理性能のいっそうの向上を図っていく。特に、2004年を目標に開発中のSH-Mobile3では、0.13 μmプロセスやモバイル機器用新設計コア「SH-X」など、さまざまな新規技術を導入していく考えである。

### 参考文献

- 1) 進藤:ケータイに攻勢かける日立、日経エレクトロニクス、2002年5月6日号、pp. 30~31
- 2) T. Yamada, et al.: A 133 MHz 170 mW 10 μA Standby Application Processor for 3G Cellular Phones, ISSCC Digest of Technical Papers, pp. 370-474 (2002)
- 3) T. Tsunoda, et al.: Application Processor for 3G Cellular Phones, Proc. COOL Chips V, Vol. I, pp. 102-111 (Apr. 2002)

### 執筆者紹介



金井利喜

1998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、SH-Mobileを中心とする携帯機器用マイコンのマーケティングに従事  
E-mail: kanai-toshinobu @ sic. hitachi. co. jp



八木浩司

1991年株式会社日立超LSIシステムズ入社、半導体業務本部 所属  
現在、SH-Mobileを中心とする携帯機器用マイコンの開発に従事  
E-mail: yagi-hiroshi @ sic. hitachi. co. jp



西本順一

1992年日立製作所入社、半導体グループ 設計・ソフト技術本部 所属  
現在、SH3-DSPコアの開発に従事  
E-mail: nishimoto-junichi @ sic. hitachi. co. jp



川崎郁也

1982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、SH-Mobileを中心とする携帯機器用マイコンの開発・マーケティングに従事  
E-mail: kawasaki-ikuya @ sic. hitachi. co. jp