

性能アップグレードを容易にした汎用ARM MCU: ML674001シリーズ / ML675001シリーズ

中澤 哲夫 武田 浩一 永田 聡
 阪田 義男 松井 秀斗

昨今のデジタル機器はネットワーク化が進み、一層の機能拡張と性能向上が要求されている。さらに、このような機器はライフサイクルが短く、市場に素早くタイムリーに対応できる、即ちtime-to-marketが短い商品創出が求められている。

求められる機能や性能を柔軟かつ効率的に開発する方策として、処理や制御をこれまでのように専用ハードウェア主体ではなく、ソフトウェアで行うことが主流になりつつある。

ソフトウェア処理の比重を高めるとともに、開発したソフトウェア資産の継承性を高め、流通性の高いソフトウェアを活用することで開発期間を一層短縮することが期待されている¹⁾。

このようなソフトウェアソリューションのシステムでは、ソフトウェア資産の継承性や流通性を考慮して、デファクトスタンダードのRISC CPUをベースとしたMCU (Micro Controller Unit) への期待が高まっている。

本稿では、現在、組み込み機器のCPUとしてデファクトスタンダードになっている²⁾ ARM7TDMI^{®*1)} をベースに汎用MCUシリーズとして開発したML674001シリーズとML675001シリーズについて述べる。ML674001シリーズは、32ビットMCUとして、既にリリースしているML674000³⁾ の上位に位置し、ペリフェラルの強化やソフトウェア処理性能の向上を目指したものである。また、ML675001シリーズは、キャッシュを内蔵し、高性能な領域のアプリケーションへの適用を目指したものである。

これらのシリーズは汎用ARM MCUのエントリーモデルから、キャッシュを搭載し最大60MHzで動作するミドルレンジの領域の用途まで対応している。また、両シリーズはほぼ同等の周辺機能や端子割り付けになっているため、ML674001シリーズからML675001シリーズへのアップグレードが容易にできる。

さらに、基板の実装効率を向上させるため、FLASH内蔵モデルも用意した。パッケージは144ピンLFBGAと144ピンLQFPを用意した。

当社のARM MCUへの取り組み

これまで、当社ではARMを組み込み機器用CPUとして導入し、さまざまなシステムLSI商品を量産してきた。

ソフトウェア・オリエンテッドなシステムでは、ソフトウェア資産の継承性や流用性を重視して、現状の専用のMCUからデファクトスタンダードのARM MCUへの移行が進みつつある¹⁾。

このようなニーズにフィットしたエントリークラスの汎用32ビットMCUとして、当社はML674000を既にリリースし、幅広いアプリケーションに採用されている。

これらの汎用ARM MCUシリーズでは、CPUプラットフォームとして当社が開発したμPLAT^{®*2) 4)} を搭載している。

μPLAT[®]は、大規模化するシステムLSIにおいて設計生産性や品質の向上、設計期間の短縮およびソフトウェア資産の継承性を高めることを目指したCPUプラットフォームである。μPLAT[®]にはリアルタイムOSの動作に必要なとなる最小の周辺機能を取り込まれ、用途に応じた幾つかの種類が用意されている (表1)。

表1 μPLAT[®] (CPUプラットフォーム)

μPLAT-7B	ARM7TDMIを使ったローエンドのCPUプラットフォーム
μPLAT-7D	ARM7TDMIにキャッシュを搭載し、パフォーマンスを高めたCPUプラットフォーム
μPLAT-92	ARM920Tを用いたハイエンドのCPUプラットフォーム
μPLAT-946	ARM946Eを用いたハイエンドのCPUプラットフォーム

ML674001シリーズはML674000と同様にμPLAT-7Bを搭載したMCUで、ML675001シリーズはμPLAT-7Dを搭載したMCUである。

*1) ARM7TDMIはARM Ltd.の登録商標です。 *2) μPLATは沖電気工業(株)の登録商標です。

ML674001シリーズ/ML675001シリーズの 開発方針

既にリリースしているML674000は、ARM MCUのエントリーモデルとしてさまざまな組み込み機器に採用され、顧客側にはML674000のソフトウェアやこれを使ったハードウェア資産が蓄積されつつある。これらの資産を活用した次期製品や関連製品の開発においてソフトウェア資産の継承とともに機能の拡張や性能の向上も必要になる。これに応えるために当社ではML674001シリーズとML675001シリーズをリリースした。今後、ARM9系の汎用MCUシリーズも計画している。当社の汎用ARM MCUシリーズのロードマップを図1に示す。

ML674001シリーズおよびML675001シリーズは、下記の視点で開発を進めた。

- ソフトウェア資産の高い継承性を持つ
- ソフトウェア処理が中心であるため、周辺機能は極力シンプルな機能に留める
- エントリーモデルからミドルレンジの性能領域をシームレスにカバーする
- メモリ拡張性を高める

ML674001シリーズでは既存のML674000同様にCPUプラットフォームとしてμPLAT-7Bを採用し、

ML675001シリーズでは8KBのユニファイドキャッシュを搭載したμPLAT-7Dを採用した。このようにシステムの継承性の高いCPUプラットフォームを採用しているため、これらのシリーズ間のアップグレードにおいても、ソフトウェアの継承性を確保できる。また、これらのシリーズでは周辺機能は一部強化したものの、既存のML674000同様にシンプルな周辺機能で構成した。ML674001シリーズは最大33MHzで動作し、ML675001シリーズはキャッシュを内蔵し、最大60MHzで動作するため、エントリーモデルからミドルレンジの性能領域に対応できる。外部メモリとしてはROM/FLASH、SRAM、SDRAM、IOデバイスをサポートし、さまざまなメモリマップドデバイスの接続性を確保している。

昨今の顧客側の開発状況においては、time-to-market短縮のために開発の短TAT化の要求が強い。その上、状況によって開発の途中でソフトウェア処理が追加され、当初予定のMCU性能を急遽引き上げる必要に迫られることがある。また、ローエンドから高性能タイプまで製品を取り揃える場合、回路基板やソフトウェアを共通化することで、トータルの開発期間の短縮と開発コストの削減が期待できる。

このように開発設計段階における性能アップグレードの容易性を考慮し、ML674001シリーズとML675001シ

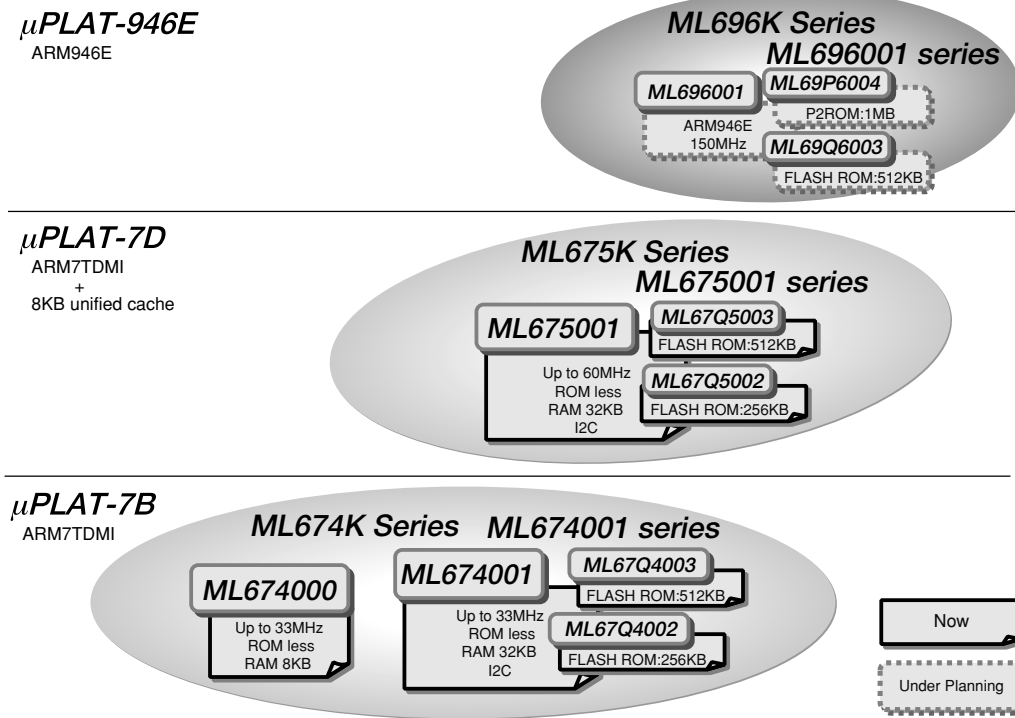


図1 汎用ARM MCUロードマップ

リーズでは、ほぼ同等の周辺機能を実装し、ソフトウェアの互換性を高めた。また、ML674001シリーズとML675001シリーズではほぼピンコンパチブルにすることにより、同じ回路基板で性能や用途に応じて、どちらのMCUでも実装できるようにした。

また、これらのシリーズでは基板の実装効率を向上させるため、FLASH内蔵タイプも用意した。

ML674001シリーズ/ML675001シリーズの概要

ML674001シリーズおよびML675001シリーズの機能ブロック構成を図2、図3に示す。

これらのシリーズは共にARM7TDMIを搭載したCPUプラットフォームを使用している。ML674001シリーズはキャッシュなしのμPLAT-7Bを使い、最大33MHzで

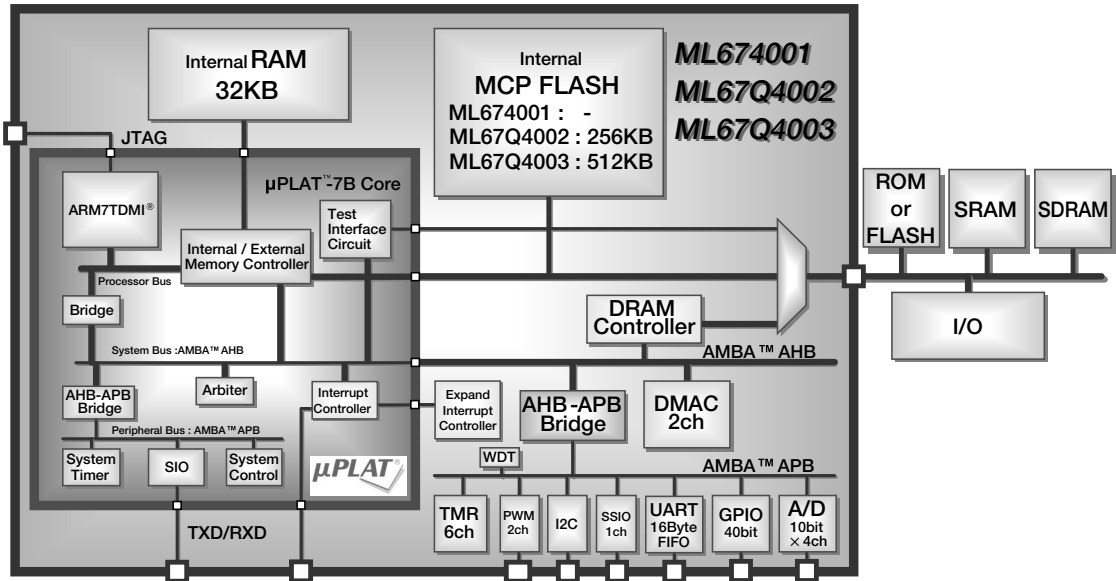


図2 ML674001シリーズ構成図

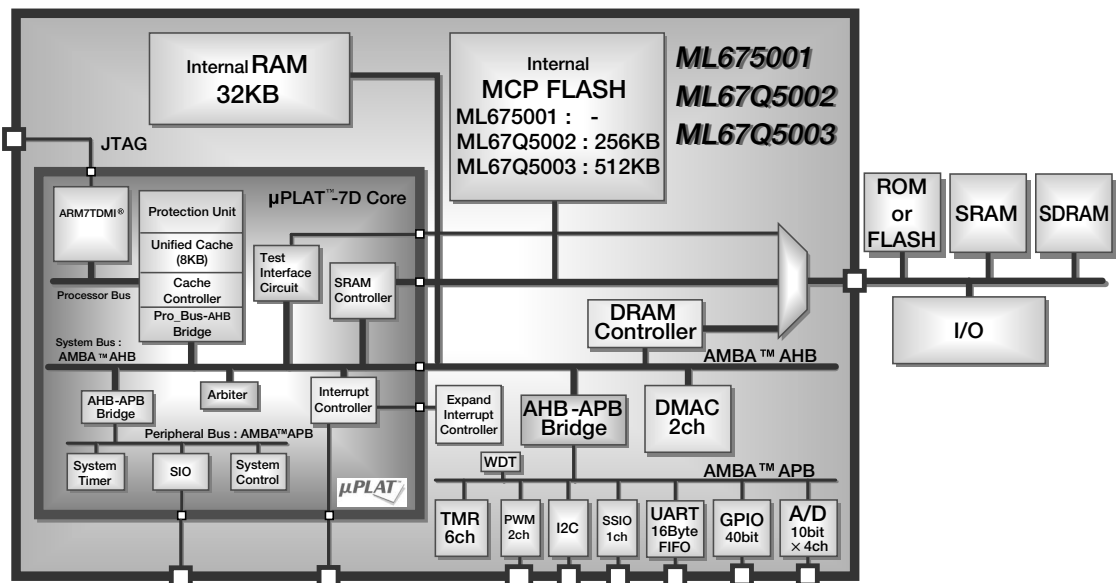


図3 ML675001シリーズ構成図

表2 ML674000/ML674001シリーズ/ML675001シリーズの諸元

	General Purpose ARM® Microcontroller Family						
	ML674K Series				ML675K Series		
	ML674001 Series				ML675001 Series		
	ML674000	ML674001	ML67Q4002	ML67Q4003	ML675001	ML67Q5002	ML67Q5003
CPU Platform	μPLAT-7B				μPLAT-7D		
CPU core	ARM7TDMI						
Clock	up to 33MHz (29 MIPS)				up to 60MHz (54 MIPS)		
Cache memory	-				8KByte Unified, 4-way set associative		
Internal ROM	ROM-less		256KB Flash	512KB Flash	ROM-less	256KB Flash	512KB Flash
Internal RAM	8KB	32KB					
Controller for external memory	ROM / Flash, SRAM, DRAM,						
	2 IO banks	2bank, 4CS					
DMA	2 channels						
Interrupt Controller	internal: 18 external: 5	internal: 23 external: 5					
System Timer	16-bit × 1 channel						
Expanded Timer	16-bit × 6 channels						
PWM	16-bit × 2						
WDT	16-bit						
Serial interface	2 channels (UART)	4 channels (UART(2), Synchronous SIO, I2C)					
GPIO	32-bit	42-bit					
ADC	10-bit × 8	10-bit × 4					
Power management	Standby (All clock stopped) Halt (Clock signal to CPU or other component stopped)						
	Clock gear (1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16)			Clock gear (1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32)			
Power Supply	Core: 2.5V (10%), I/Os: 3.3V (10%)						
Operating temperature	-40~+85°C						
Package	128-TQFP (14×14mm) 144-LFBGA (11×11mm)	144-LQFP (20×20mm) 144-LFBGA (11×11mm)					

動作する。周辺機能は、内蔵RAM (32KB)、割り込みコントローラ、タイマ、PWM (Pulse Width Modulation)、WDT (Watch Dog Timer)、非同期シリアルインタフェース、同期シリアルインタフェース、GPIO、ADコンバータ、DMA (Direct Memory Access) コントローラ、外部メモリコントローラ (ROM, SRAM, SDRAM/EDO-DRAM、メモリマップドIOデバイス) 等で構成される。

ML675001シリーズは、8KBのセットアソシアティブ方式のユニファイドキャッシュを持つμPLAT-7Dを使い、最大60MHzで動作する。周辺機能はML674001シリーズとほぼ同様の構成となっている。

これらのシリーズに共通する主な周辺機能の概要について述べる。内部RAMはML674000では8KBであったが、これを32KBに容量を増加した。これは、より多くのタスクを扱うアプリケーションを考慮し、コンテキストスイッチやCプログラムの大域変数アクセスの高速化による性能向上を目指した。

タイマは、これまでの組み込みMCUではタイマのカウント値を使い、外部制御信号を生成すること等が多かったが、ここではソフトウェア処理に必要な時間を管理するタイマ機能とした。

非同期シリアルインタフェースとしては、1Byteバッファ付きUART (Universal Asynchronous Receive Transmitter) と16Byte FIFO付きUARTを、また同期シリアルインタフェースとしては、3線式の8ビットクロック同期シリアルと、I2C (Philips社のI2Cバス規格準拠) を搭載した。これらのシリアルインタフェースによりさまざまな周辺機器とのデータ転送やそれらの機器の制御など周辺機器との通信手段を広げることができる。また、これらのシリーズには、小スペース実装を考慮し、256KBと512KBのFLASH内蔵タイプを用意した。パッケージは幅広いニーズに対応するためにLFBGAとLQFPの2種類を用意した。ピン数はともに144ピンである。

ML674001シリーズ、ML675001シリーズおよびML674000の諸元を表2に示す。

汎用ARM MCUのシリーズ化とアップグレード

ML674001シリーズとML675001シリーズの開発により、下記のような汎用ARM MCUのシリーズが構成できた(表3)。

これらの品揃えにより、図4に示すように、既存のML674000からの性能向上や機能拡張の要求に応えるために、ML6740001シリーズやML675001シリーズへのアップグレードが容易に行なえる。また、ML674001シリーズからの性能向上やFLASHの内蔵化、容量増加のためのML675001シリーズへのアップグレードが、同じ実装基板を用いることができる。これにより開発段階での性能要求に柔軟に対応することが可能である。

表3 ML674001シリーズとML675001シリーズの構成

ML674Kシリーズ (キャッシュレス：～33MHz)		
	ML674000	ROMレス
ML674001シリーズ		
	ML674001	ROMレス
	ML67Q4002	256KB FLASH 内蔵
	ML67Q4003	512KB FLASH 内蔵
ML675Kシリーズ (8KBキャッシュ：～60MHz)		
ML675001シリーズ		
	ML675001	ROMレス
	ML67Q5002	256KB FLASH 内蔵
	ML67Q5003	512KB FLASH 内蔵

開発環境

ML674001シリーズ、ML675001シリーズおよびML674000を使用した組み込みシステムの評価およびデバッグのために、CPUボードとソフトウェア開発ツールキットを準備した。システム開発環境の構成を図5に示す。開発環境として用意した、「沖電気製汎用ARM MCU対応 RealView[®]*3) 開発キット」は当社の汎用ARM MCU専用の組み込みソフトウェア開発ツールとしてARM社と共同で開発したもので、必要なツールが統合された低価格の開発環境である。また、評価版としてより廉価な開発環境も用意した。

ML674001シリーズ、ML675001シリーズおよびML674000対応の「RealView[®]開発キット」は、コード生成ツールとGUI対応のデバッグ、およびJTAG ICE (Joint Test Action Group In-Circuit Emulator) で構成される。

あとがき

既にリリースしている汎用ARM MCUのML674000の後続機種としてML674001シリーズとML675001シリーズを開発した。これによりML674000からの性能向上や機能拡張のためのアップグレードを容易にした汎用ARM MCUシリーズを構成することができた。

今後は、ハイエンドを加えたシリーズ化に取り組むと

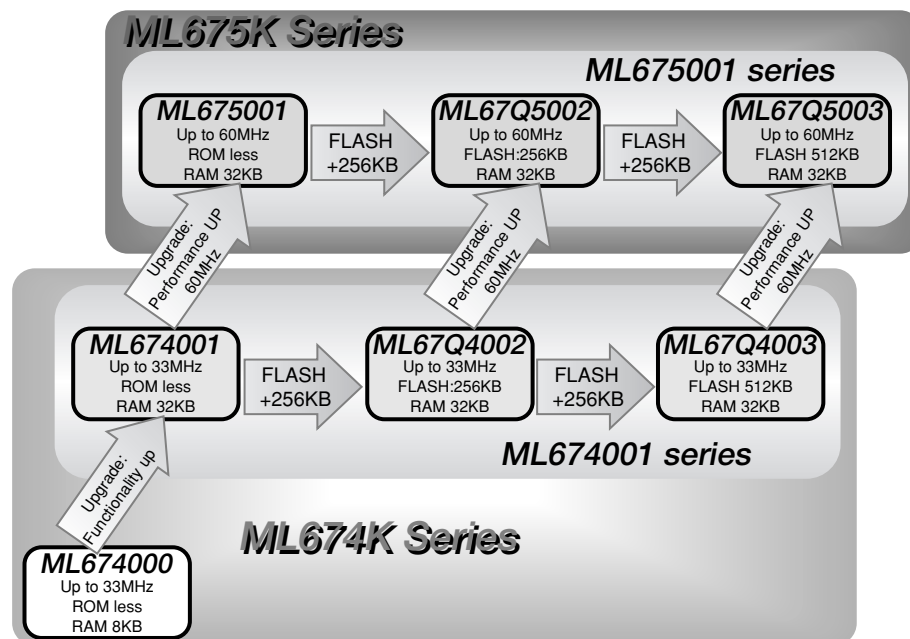


図4 シリーズ化とアップグレード

*3) RealViewはARM Ltd.の商標です。

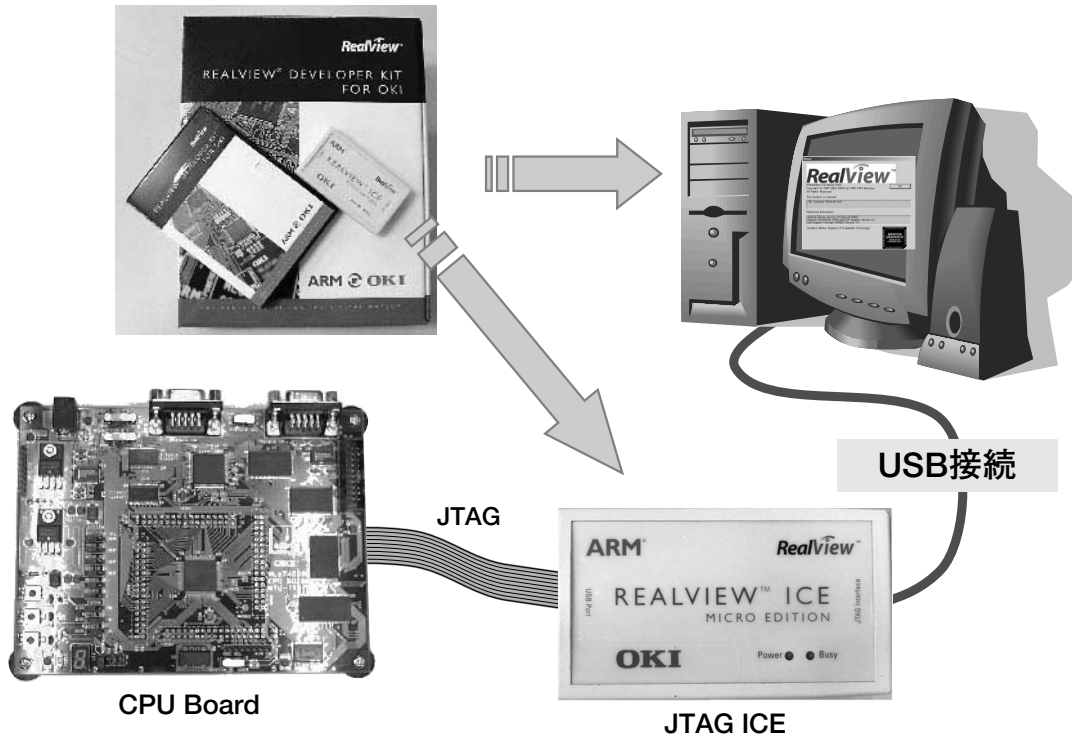


図5 開発環境

共に、ASSP (Application Specific Standard Product) の取り揃えも進める。◆◆

松井秀斗 : Hideto Matsui.シリコンソリューションカンパニー
ビジネス本部 システムLSIマーケティング部 アドバンスド・デ
ジタル・コンシューマ ビジネスユニット

■参考文献

- 1) 特集：ARM,強者の方程式, 日経エレクトロニクス, 2002.1.14, No.813, pp.98-99
- 2) 2002年度版 ワールドワイドからみた32/64/128ビット組込み型マイコン (MCU/MPU) に関する調査, (株)マーケティングアイ
- 3) 中澤, 武田: μ PLAT-7Bを搭載したローコスト汎用ARM MCU (ML674000) の実現
- 4) 来住, 高塚, 中澤: μ PLATのハードウェア開発, 沖電気研究開発184号, Vol.67 No.3, pp.45-48, 2000年10月

●筆者紹介

中澤哲夫 : Tetsuo Nakazawa.シリコンソリューションカンパニー
ビジネス本部 システムLSIマーケティング部 アドバンスド・
デジタル・コンシューマ ビジネスユニット
武田浩一 : Koichi Takeda.シリコンソリューションカンパニー
ビジネス本部 システムLSIマーケティング部 アドバンスド・
デジタル・コンシューマ ビジネスユニット
永田聡 : Satoshi Nagata.シリコンソリューションカンパニー
デザイン本部 SoC設計部
阪田義男 : Yoshio Sakata.シリコンソリューションカンパニー
デザイン本部 SoC設計部