

特設サイトにて付属基板を紹介する動画を公開中！

<http://toragi.cqpub.co.jp/>



3月発売のトランジスタ技術4月号増刊 予告

4月増刊号 付属基板 活用のすすめ

第1回 組み合わせ自在のUSB超小型 マイコン基板を制作中

圓山 宗智
Munetomo Maruyama

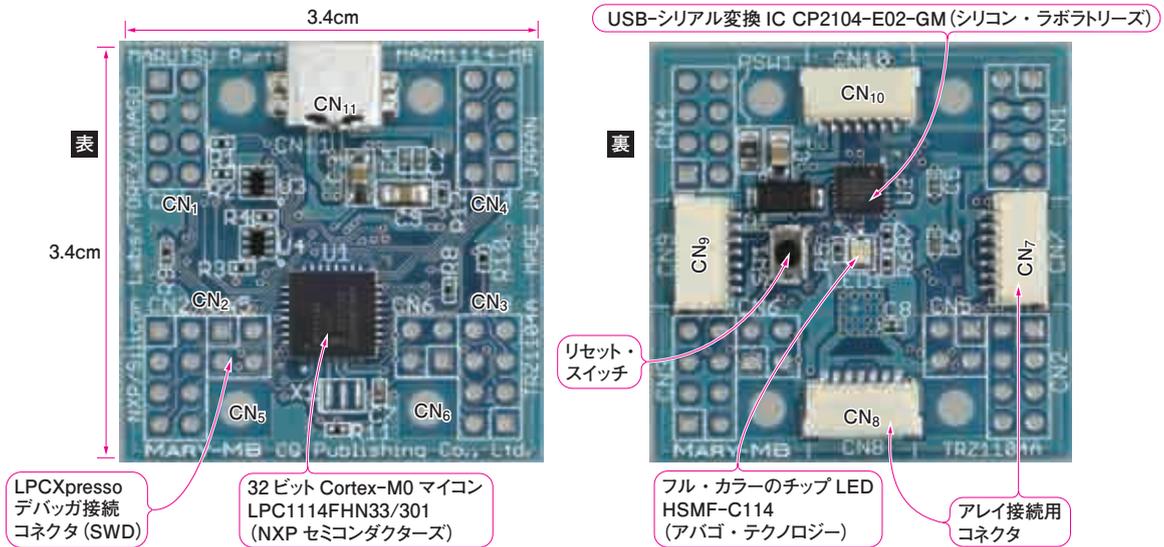


写真1 3月発売予定のトランジスタ技術4月号増刊の付属基板(本基板が2枚付く)

32ビット・マイコンを搭載した小型基板が2枚付属される。名前はMB(MCU Board)。表面にCortex-M0マイコン(LPC1114)とUSBコネクタを、裏面にフル・カラーLED、USB-シリアル変換IC、アレイ接続用4方向コネクタを実装している。[協力]アバゴ・テクノロジー、NXPセミコンダクターズ、シリコン・ラボラトリーズ、トレックス・セミコンダクター、マルツパーツ

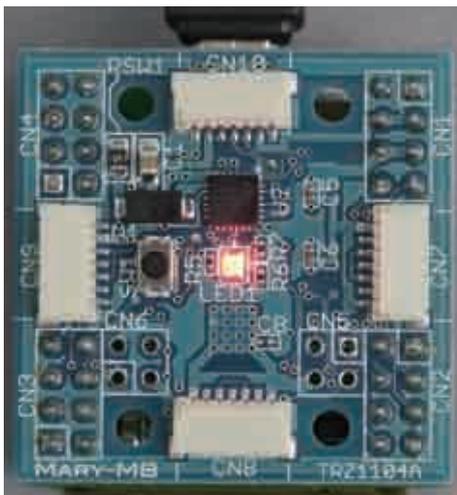


写真2 付属基板に搭載されているフル・カラーLED(HSMF-C114、アバゴ・テクノロジー)を明滅させているところ

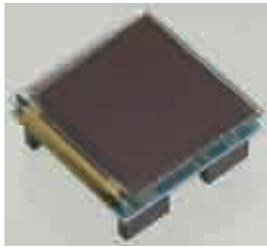
写真1に示す基板が2枚付いた増刊号(トランジスタ技術4月号増刊)が発売されます。CQ出版社からは、これまでもさまざまなマイコン基板付きの書籍や雑誌が発売されていますが、今回はひと味もふた味も違います。

今月と来月の2回に渡ってその全貌を紹介します。

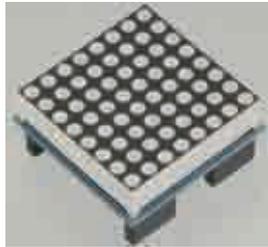
● 強力なシステムに成長する

付属基板(MB: MCU Board)に搭載されるマイコンは、32ビットのワンチップ・マイコンLPC1114です。話題のARMアーキテクチャのCortex-M0をコアにもっています。

基板は3.4cm角のとても小さなものです。マイコン



(a) OB (OLED Board)
 ・カラー OLED (128×128)
 ・3軸加速度センサ



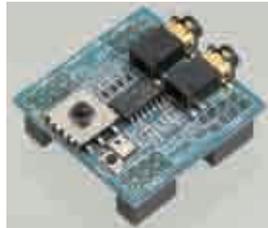
(b) LB (LED Board)
 ・2色 LED アレイ (赤 / 緑)
 ・3色表示 (赤 / 緑 / 橙)



(c) XB (XBee Board)
 ・無線モジュール XBee
 ・micro SD カード・ソケット
 ・USB-シリアル変換 IC



(d) GB (GPS Board)
 ・GPS モジュール
 ・リアルタイム・クロック (RTC)
 ・バッテリー・バックアップ用 CR1220 ホルダ
 ・USB-シリアル変換 IC



(e) UB (UI Board)
 ・4 方向スイッチ ・プッシュ・スイッチ
 ・アナログ信号入力 ・アナログ信号出力
 ・OP アンプ ・MEMS シリコン・マイク
 ・圧電サウンダ



(f) アレイ接続ケーブル

写真3 付属基板と重ねて使うさまざまな拡張基板が用意される (別売、マルツパーツ館扱い)

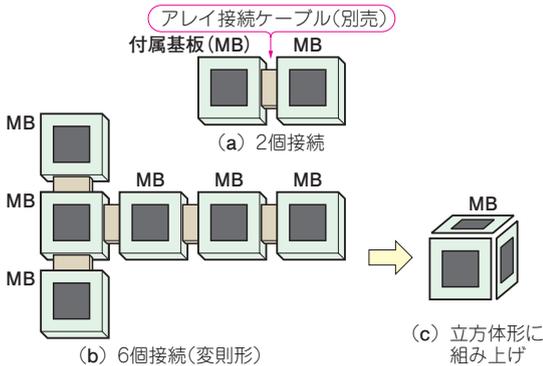


図1 付属基板はつなげばつなぐほど性能も機能もUPする

のすべての機能信号は、狭いスペースを縫って、外部の拡張コネクタに引き出されていますから、従来の付属基板と同様に、汎用マイコン基板として活用できます。

特徴的なのは、裏面のアレイ接続用のコネクタ(4個)です。このコネクタを介して、上下左右に同じ基板を専用ケーブル(別売)でつなぐと、**基板どうしが通信し合って連携動作し**、図1に示すような大きなシステム(マルチ・マイコン・システム)に成長します。マイコン基板をアレイ状に接続できることから、私はこのシステムを「MARY」= MCU Array と名付けました。

増刊号には、このアレイ・システムを体感できるように、同じ基板が2枚付属されます。付属基板には表

表1 付属基板の仕様(増刊号には2枚付属される)

項目	内容
CPU	ARM Cortex-M0(最大動作周波数50 MHz)
デバッグ・インターフェース	シリアル・ワイヤ・デバッグ
内蔵フラッシュ	32 Kバイト
内蔵RAM	8 Kバイト
割り込み制御	ベクタ割り込みコントローラ(NVIC), 32要因
GPIO	最大28本, プルアップ・プルダウンMOS, 割り込み入力, 5Vトレラント
汎用タイマ	16ビット・タイマ(CT16Bx)×2チャンネル, 32ビット・タイマ(CT32Bx)×2チャンネル
WDT	内部リセット発生用ウォッチ・ドッグ・タイマ
UART	調歩同期式シリアル通信×1チャンネル, モデム制御信号付き
SPI	クロック同期式SPI×1チャンネル
I ² C	フルスペックI ² C×1チャンネル
A-D変換器	10ビット×8チャンネル
クロック制御	内蔵発振器(12 MHz), 通信PLL内蔵
パワー制御	3種類の低消費電力モード, パワー・オン・リセット回路内蔵
電源電圧	1.8~3.6 V単一電源
パッケージ	33ピン, HVQFN

現力豊かなフルカラーLEDも搭載されます(写真2)。

● 付属基板(MB)の特徴

付属基板の仕様を表1に示します。LPC1114内のフラッシュ・メモリには、USBコネクタ経由でプログラムを書き込むことができます。はんだ付けはまったく必要ありません。通常、プログラムを書き込むときにジャンパを切り替えたりしますが、本基板は不要です。

有機ELディスプレイからGPSまで、 付属基板と組み合わせる強力な拡張基板群

① 有機ELディスプレイ基板 OB (OLED Board)との組み合わせ

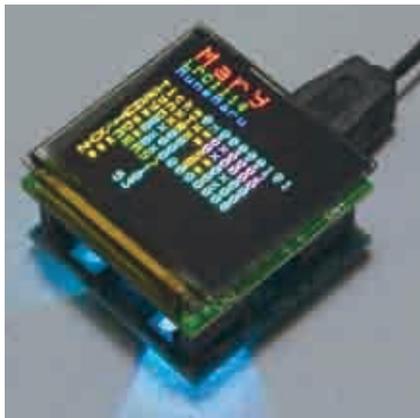
カラーの有機EL表示モジュール(OLED: Organic Light Emitting Diode)を搭載しています。3cm角の画面上に128×128ピクセルのカラー・グラフィックを表示できます。

有機ELは、とにかく表示がとてもクッキリしていて綺麗ですから、1個でも強力な表現力があります。複数個並べると、ハッとすることおもしろいアプリケーションを実現できます(写真4)。なお写真4のOBの裏側には、付属基板が接続されています。

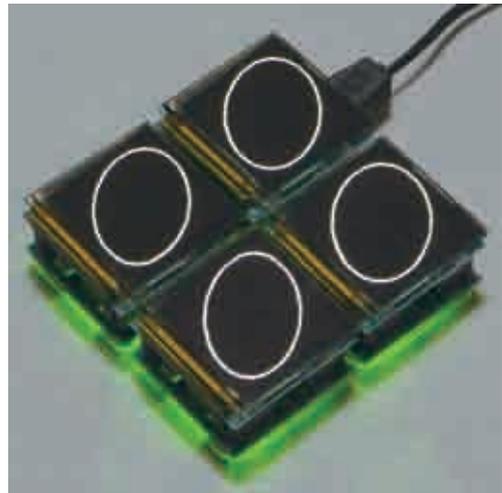
付属基板とOLEDは、3線のSPIで接続します。OLEDの全機能信号が、2.54mmピッチのランドに引き出されているので、OBはOLEDのブレイクア

ウト基板にもなっています。ブレイクアウト基板とは、狭ピッチな端子を持つLSIやコネクタを、手はんだで容易に扱えるようなピッチに変換する基板のことです。困難なところから抜け出す(脱出する)意味でbreakoutという単語を使っています。

ほかのマイコンで、OLEDをパラレル・インターフェースで制御すれば、OLEDのすべての機能を利用できます。OBには3軸の加速度センサ(MEMSタイプ)も搭載されています。LPC1114とI²Cでインターフェースして3軸方向の加速度を読み取ることができます。



(a) 「付属基板+OB基板」×1組



付属基板(MB)の3軸加速度センサで基板の傾きを読み取り、リサージュ図形のX側とY側の周波数値を変化させて、さまざまな形状を表示できる。基板間でリサージュ図形の表示色を同期させている

(c) 傾けると形が変わるリサージュ波形(「MB+OB」×4組)



(b) ビット・マップ画像表示



(d) 2枚のマイコン基板で円周率を高速に並列計算…左側の基板は1~100桁、201~300桁…を計算。右側の基板は101~200桁、301~400桁…を計算する

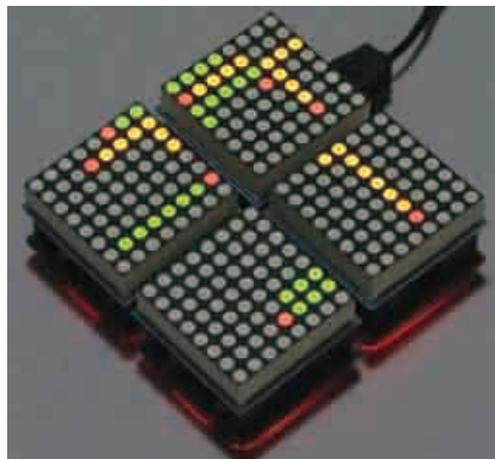
写真4 有機ELディスプレイ(OLED)モジュールを表示させたところ

② LEDアレイ基板 LB(LED Board)との組み合わせ

ドット数8×8の2色LEDアレイが搭載されています。各ドットに赤色と緑色のLEDが組み込まれているので、赤色、緑色、橙色(赤色と緑色の同時点灯)の3色を表示することができます。各ドットはダイナミック駆動で表示させます。単独使用でも楽しいですが、複数個並べたときの表現力は圧巻です(写真5)。LBの裏側には、付属基板(MB)が接続されています。

写真5 LEDドット・マトリクスを表示させたところ

ワーム(虫)に見たてた線が基板間をまたがって走る。ワームの移動情報を基板間でリアルタイムに相互通信している(「MB+LB」×4組)



③ 無線モジュール基板 XB(XBee Board)との組み合わせ



写真6 無線モジュール×Beeをつなぐとワイヤレス・システムが完成する
左から「MB+OB」+「MB+XB」+単独XBeeモジュール(XB単独)の組み合わせ。
単独XBeeがパソコンから受け取った文字列をXBに無線送信して隣のOBに表示している

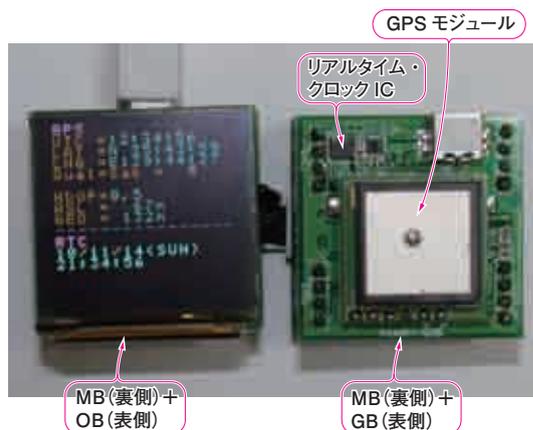
無線通信モジュールXBeeが搭載されています。

付属基板上のマイコン(LPC1114)とXBeeはUART信号で通信します。XBには、USBコネクタが搭載されており、単独でパソコンと直結して無線通信ノードとして利用できます(写真6)。XBeeモジュールのすべての端子が2.54 mmピッチのランドに引き出されており、XBeeのピッチ変換基板でもあります。MBはなくても、XBモジュールとして利用できます。XBにはmicro SDカード・ソケットも搭載されています。LPC1114からSDカード上のFATファイルにアクセスできます。

④ GPSモジュール基板 GB(GPS Board)との組み合わせ

小型のGPSモジュールとカレンダー時計用にRTC(Real Time Clock)ICが搭載されています。GPSとRTCはともにボタン電池でバックアップしています。GBもUSBコネクタを独自に搭載しており、単独でGPS受信機として活用できます(写真7)。

写真7 GPSモジュールで受けた位置情報を隣のOBに表示
左から「MB+OB」+「MB+GB」の組み合わせ。OB上にはカレンダーICも搭載されている



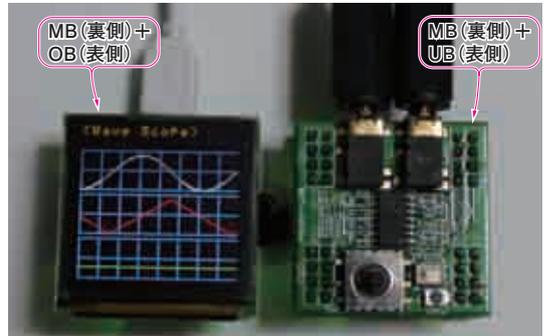
⑤ アナログ入出力基板 UB(User I/F Board)との組み合わせ

UBには、ユーザ・インターフェース用として、4方向スイッチ、タクト・スイッチ、圧電サウンダ、マイク(MEMSシリコン・タイプ)が搭載されています。また、アナログ信号入出力ジャックを搭載し

写真8 アナログ信号の入出力

左から「MB+OB」+「MB+UB」の組み合わせ。LPC1114のタイマで生成したPWM波形を、2次アクティブLPFでアナログ信号(正弦波と三角波)に整形して、アナログ信号を出力ジャックから取り出す。その信号をそのまま入力ジャックに戻して、LPC1114内のA-D変換器で受けてOBに表示している。OBの波形の最下段(緑色)はマイク入力の波形を表示している

ており、OPアンプを介してLPC1114との間で外部アナログ信号を入出力できます。写真8に示すのは、OBとUBを使って、オシロスコープを実現した例です。



搭載マイコンの特徴と開発環境

● 小規模・低消費電力のCPUコアを内蔵

付属基板(MB)のブロック図を図2に示します。搭載されるマイコンは、LPC1114FHN33/301です。仕様を表2に示します。

付属基板上のマイコン(LPC1114)に内蔵されているCPUは、Cortex-M0(ARM)と呼ばれる2009年に発表された新しいコアです。

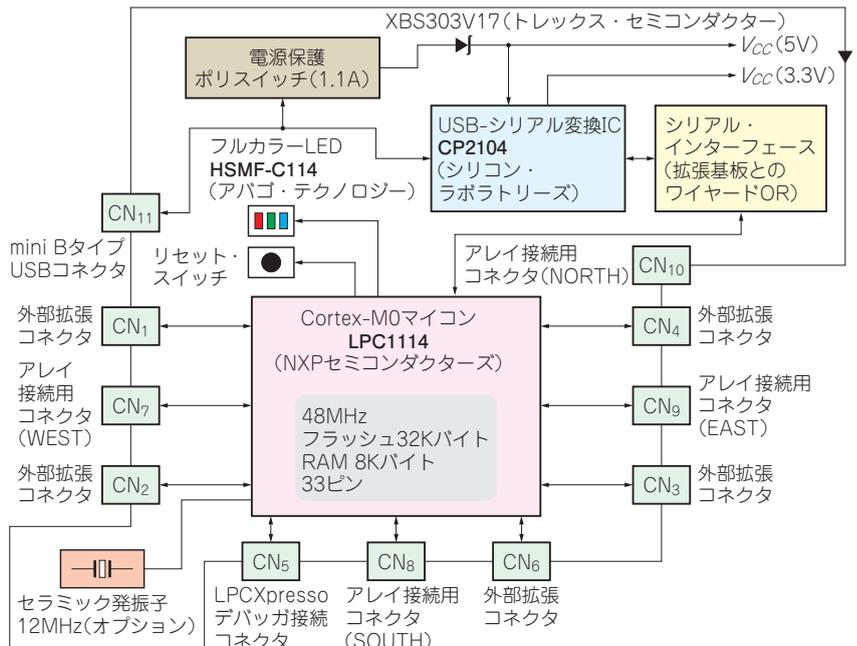
Cortex-M0のチップ・サイズはとても小さく、最小構成時の論理規模がわずか12Kゲートです。この

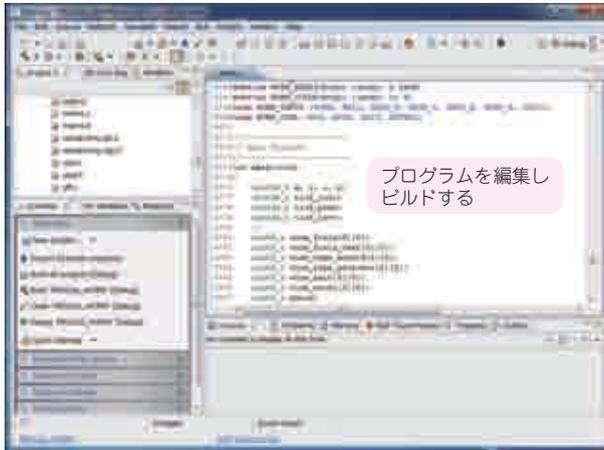
コアは、リーク電流の小さい0.18 μmプロセス(018UULL)で設計した場合、85 μW/MHz(50 MHz動作時で4.25 mW)という超低消費電力を実現できます。

最先端のThumb-2という16ビット長の命令体系をもち、32ビットCPUでありながらもコンパクトな実行コードを実現できるため、既存の8/16ビット系のマイコンを置き換えることができます。

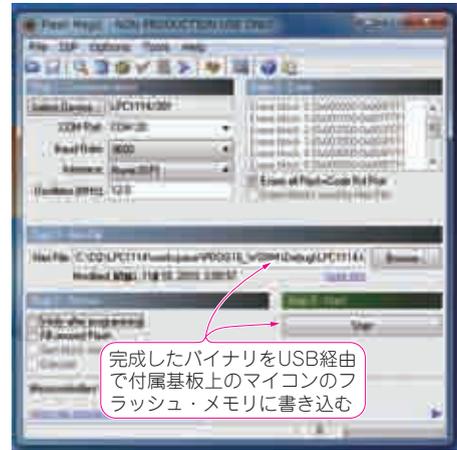
LPC1114単独でも、システム制御に使うには必要十分な機能と性能をもっていますが、複数個を同時に連携させると、高機能・高性能なシステムを構築でき、とても複雑な処理も可能です。

図2 付属基板(MB)のブロック図
USB-シリアル変換IC(CP2104)に内蔵された電源レギュレータを利用して、マイコン用の3.3V電源を生成している。アレイ接続ケーブルには、1-wire相互シリアル信号、リセット信号、5V電源が含まれており、基板間で自由に通信できる。どちらかの基板に外部から電源を加えると、すべての基板に電源が供給される。基板どうしの5V電源はそれぞれでダイオードORされているので、複数基板にUSBケーブルなどで同時に電源供給しても動作に支障はない





(a) フリーのプログラム開発ツール(LPCXpresso IDE)



(b) フリーのプログラムの書き込みツール(Flash Magic)

図3 付属基板上的マイコン LPC1114の開発環境

表2 基板に搭載されるワンチップ・マイコン(LPC1114FHN33/301)の仕様
本デバイスはCortex-M0コアのLPC1100シリーズの中では最大ROM/RAM容量をもつ

項目	内容	備考
プリント基板	34 mm×34 mm, 2層	部品両面実装
搭載マイコン	32ビット, Cortex-M0コア, LPC1114 FHN33/301(NXPセミコンダクターズ)	内蔵発振48 MHz動作(外部セラロック取り付け可)
LED	3色フル・カラー・チップLED HSMF-C114(アバゴ・テクノロジー)	-
USBコネクタ	mini BタイプUSBコネクタ搭載	フラッシュ・プログラムとパソコンとの通信用
USB-シリアル変換	CP2104-E02-GM(シリコン・ラボラトリーズ)	OTPタイプ
リセット・スイッチ	タクト・スイッチ搭載	-
外部拡張コネクタ	8ピン・コネクタ×4個(2.54 mmピッチにアライン)	マイコンの全機能信号を接続
アレイ接続用コネクタ	7ピン・コネクタ×4個 SM07B-SRSS-TB(JST)相当品	基板の東西南北方向に実装

● フリー & 無制限の開発環境

付属基板のプログラム開発には、図3(a)に示すLPCXpresso IDE(Code Red社)を使います。プログラム言語はCです。

マイコンのフラッシュ・メモリの書き込みは、図3(b)のFlash Magic(Embedded Systems Academy社)を使いUSB経由で行います。いずれのツールも無料でインターネットからダウンロードでき、LPC1114を使う範囲では制限事項はありません。

詳細なデバッグを行う場合は、LPCXpressoボード(NXPセミコンダクターズ)を別途購入して、写真9に示すように、搭載されているデバッガ回路 NXP LPC_LINKを付属基板に接続します。デバッグ作業もLPCXpresso IDE上から直接行えます。

● 今後の予定

付属基板で作るマイコン・システムについてさらに詳しくご紹介します。また、増刊号に加えて、本誌でも各種活用事例をご紹介していく予定です。プログラム類はすべてトランジスタ技術のウェブ・サイトからダウンロードできます。

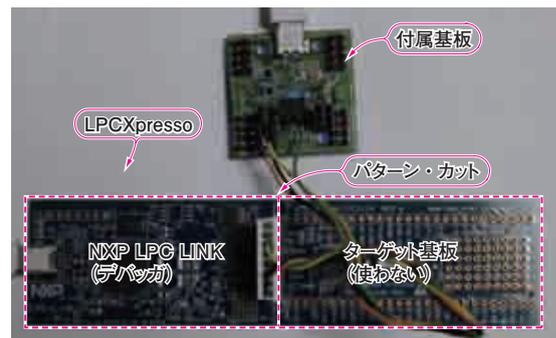


写真9 デバッグするときには、LPC LINK(約3,000円)を購入する(マルツパーツで入手可能)

デバッグをする本格的なプログラム開発を行う場合は、LPCXpressoボード(NXPセミコンダクターズ)の片側に実装されているデバッガ回路 LPC_LINKをMBのSBD(シリアル・ワイヤ・デバッガI/Fコネクタ, NXPセミコンダクターズ)に接続する。LPCXpresso IDEから直接デバッグできる。この写真では、LPCXpressoボードの中央をパターン・カットして右側のターゲット基板を分離している