

2枚入り!

有機EL/GPS/ワイヤレス/
LEDマトリクス…つないで育てる

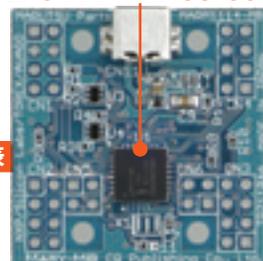
組み合わせ自在! 超小型ARMマイコン基板

トランジスタ技術 特設サイトで動画配信中! ▶ <http://toragi.cqpub.co.jp/>

圓山 宗智 著

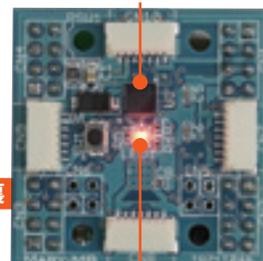
これが付属基板だ!

32ビットARMマイコン
LPC1114FHN33/301



表

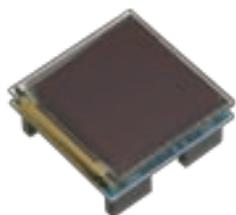
USB-シリアル変換IC
CP2104



裏

フル・カラーLED
HSMF-C114

別売の拡張基板と組み合わせてさらにパワー・アップ!



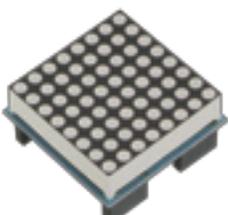
カラー有機EL
ディスプレイ基板



無線モジュール基板



GPSモジュール基板



2色LEDマトリクス基板



アナログ入出力&
スイッチ基板

目次

イントロ ダクション	超小型基板をつないで楽しむマルチ MCU システム	5
第 1 章	付属基板 MB を動かしてみよう	10
	必要なシステムと準備	10
	ドライバとツールのインストール	10
	プログラムの書き込み	15
	Column 特設ページからサンプル・プロジェクトをダウンロード	15
第 2 章	搭載マイコン LPC1114 と ARM Cortex-M0 の概要	16
	搭載マイコン LPC1114 の概要	16
	コア Cortex-M0 の概要	17
	Column コアや MCU の参考文献	19
	Column 付属基板の搭載マイコン LPC シリーズのフラッシュ・メモリの速度	20
第 3 章	付属基板のハードウェア	23
	付属基板の構成	23
	付属基板のインターフェース	24
	付属基板のプログラミングとアレイ接続	27
第 4 章	有機 EL ディスプレイ基板のハードウェア	30
	有機 EL ディスプレイ基板 (OB) の構成	30
	有機 EL ディスプレイ基板のインターフェース	30
	OLED モジュールと加速度センサの使いかた	32
	Column 筆者の独り言①…裏事情	35
	Column 付属基板の搭載マイコンと加速度センサを結ぶ I ² C インターフェース	36
第 5 章	LED マトリクス基板のハードウェア	38
	LED マトリクス基板 (LB) の構成	38
	LED マトリクス基板の使いかた	39
	Column 月刊 トランジスタ技術の特設サイトで動画配信中! ▶ http://toragi.cqpub.co.jp/tabid/412/Default.aspx	40
第 6 章	XBee ワイヤレス・モジュール基板のハードウェア	41
	XBee ワイヤレス・モジュール基板 (XB) の構成	41
	XBee ワイヤレス・モジュール基板のインターフェース	42
	XBee ワイヤレス・モジュール基板の使いかた	42
	Column XBee モジュールのファームウェア・アップデート	42
	Column 付属基板の搭載マイコン ARM のことがわかります!	43
第 7 章	GPS モジュール基板のハードウェア	44
	GPS モジュール基板 (GB) の構成	44
	GPS モジュール基板のインターフェース	45
	GPS モジュール基板の使いかた	46

Column	月刊 トランジスタ技術で付属基板サポート記事を連載中	46
第 8 章	ユーザ・インターフェース基板のハードウェア	47
	ユーザ・インターフェース基板 (UB) の構成	47
	ユーザ・インターフェース基板の使いかた	49
Column	電源供給用 PB (Power Board)	48
Column	工作用 CB (Craft Board)	49
Appendix1	MARY システム回路図集	50
Column	筆者の独り言②…裏事情	64
第 9 章	開発環境のインストールと使いかた	66
	システム環境とファイル類	66
	開発ツールのインストール	66
	プロジェクトのビルドと作成	68
Column	プロジェクトのビルド環境設定	75
第 10 章	搭載マイコン LPC1114 プログラムの基本構造	76
	ビルドの流れとプロジェクト	76
	ライブラリの利用	76
	プログラムの書きかた	79
第 11 章	付属基板の裏面にあるフル・カラー LED を点滅させる	82
	プログラムの内容	82
第 12 章	アレイ通信の方式とプログラミング	84
	プログラムの内容	86
Column	PAD 表記について	89
Column	筆者の独り言③…裏事情	91
第 13 章	有機 EL ディスプレイ基板 (OB) 上の表示モジュールのコントロール	94
	プログラムの内容	94
	ビットマップ・データの作成方法	95
第 14 章	OLED 表示と 3 軸加速度センサの応用	98
	プログラムの内容	99
第 15 章	複数ボールの基板間移動	102
	プログラムの内容	102
Column	月刊 トランジスタ技術 3 月号 好評発売中	104
第 16 章	LED アレイの表示	105
	プログラムの内容	105
Column	筆者の独り言④…私の人生と技術雑誌	107

第 17 章	LED アレイをまたがってワームを動かす	108
	プログラムの内容	108
第 18 章	XBee による無線通信	110
	プログラムの内容	111
第 19 章	micro SD カードにアクセスする	112
	プログラムの内容	115
	Column 筆者の独り言⑤…私の人生と技術雑誌	115
第 20 章	GPS と RTC のアクセス制御	118
	プログラムの内容	119
	Column 筆者の独り言⑥…私の人生と技術雑誌	121
第 21 章	スイッチ入力とアナログ入出力	122
	プログラムの内容	123
	Column 筆者の独り言⑦… MARY 開発博物館	127
第 22 章	簡易オシロスコープの制作	128
	プログラムの内容	129
Appendix2	電池 1 本でマイコンを動かすには	130
	昇圧型 DC-DC コンバータ	130
	同期整流タイプの昇圧型 DC-DC コンバータを使う	131
Appendix3	LED デバイスのいろいろ	133
	高輝度タイプ	133
	インジケータ/表示器タイプ	134
	LED の駆動方法	135
	Column 光の明るさの物理量	134
Appendix4	USB-シリアル変換 IC CP2104 の概要	137
	CP2104 の内部構成	137
	CP2104 のデバイス・ドライバ	140
	Column MARY システムと CP2104	140
	Column 拡張基板の購入方法	142
	読者プレゼント	143

イントロダクション

超小型基板をつないで 楽しむマルチ MCU システム

— つなげばつなくほど成長する「MARY」基板システム

本書には、汎用的に使える 32 ビット超小型マイコン基板が付録として添付されています。ただし、単なる汎用マイコン基板ではなく、ひと味もふた味も違います。本章ではその概要を説明します。

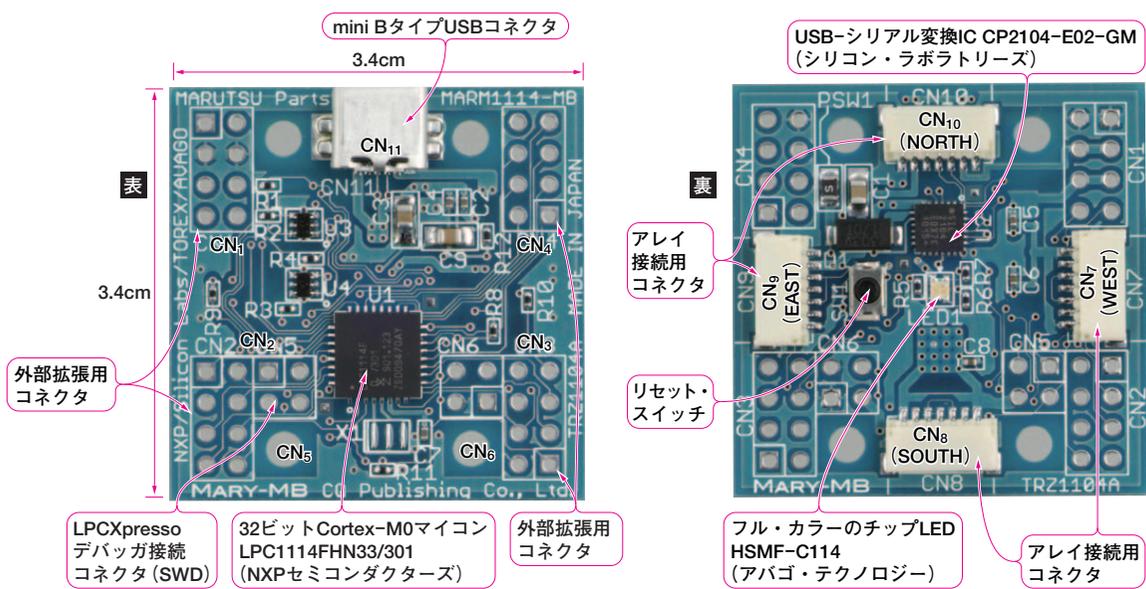


写真 1 付属基板の外観 (MB : MCU Board)
34 mm×34 mm の超小型基板の両面に部品を実装した。表面に Cortex-M0 マイコン LPC1114 と USB コネクタを、裏面にフル・カラー LED、USB-シリアル変換 IC、アレイ接続用 4 方向コネクタを実装している (裏面では EAST と WEST が逆に見える点に注意)

● **マルチ MCU システムを組める**
本書の付属基板である MB (MCU Board) の外観を写真 1 に示します。搭載しているマイコン (MCU ; Micro Control Unit) は、32 ビット ARM アーキテクチャの Cortex-M0 をコアにもつ NXP セミコンダクター社の LPC1114 です。超小型基板ですが、マイコンの全機能信号を外部拡張コネクタに引き出しており、これ 1 枚で汎用マイコン基板として活用できます。特徴的なのが、裏面のアレイ接続用のコネクタ (CN7 ~ CN10 の 4 個) です。これを介して、上下左右

に同じ基板を専用ケーブル (別売) で連続的に接続して相互に通信させることで、図 1 のようにマルチ MCU システムを組むことができるのです。MCU 基板をアレイ状に接続できることから、この基板システムを「MARY」= MCU Array と名付けました。

なお、本書には同じ付属基板 (MB) が 2 枚付属しています。

● **MARY システムの拡張基板**
写真 2 に示すように、付属基板 (MB) を単独または

複数同時使用する際に、多彩な表現や機能を実現するための拡張基板を各種用意しました(別売、p.142を参照)。いずれも付属基板(MB)の上に接続して使うため、すべてMBと同一サイズになっています。

▶ **有機LEDディスプレイ基板：OB (OLED Board)**

カラー OLED (Organic Light Emitting Diode；有機LED)表示モジュールを搭載したディスプレイ基板です。34mm角の画面上に128×128ピクセルで非常に綺麗なカラー・グラフィックを表示できます。

さらに、OBにはMEMS(メムス；Micro Electro

Mechanical Systems)タイプの3軸加速度センサを搭載しており、基板の傾きなどを読み取ることができます。

▶ **LEDアレイ基板：LB (LED Board)**

2色LEDアレイを搭載した基板です。使用したLEDアレイは、ドット数が8×8で、各ドットに赤/緑のLEDが仕込まれていますので、それぞれ3色(赤/緑/橙)での表示ができます。

▶ **無線モジュール基板：XB (XBee Board)**

無線通信モジュールXBeeを搭載した基板です。他のXBeeモジュールと相互通信できます。

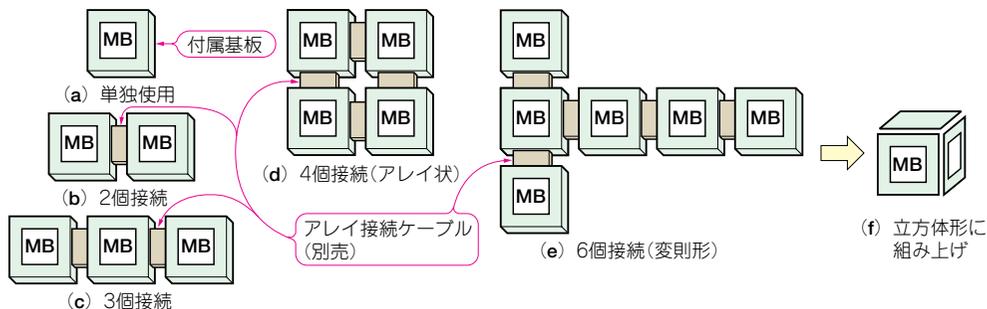


図1 付属基板はどんどんつないでいける

付属基板(MB)には4方向に拡張できるアレイ接続コネクタがある。付属基板(MB)間を専用のアレイ接続ケーブル(別売)で接続することで、さまざまな形状に組み上げることが可能

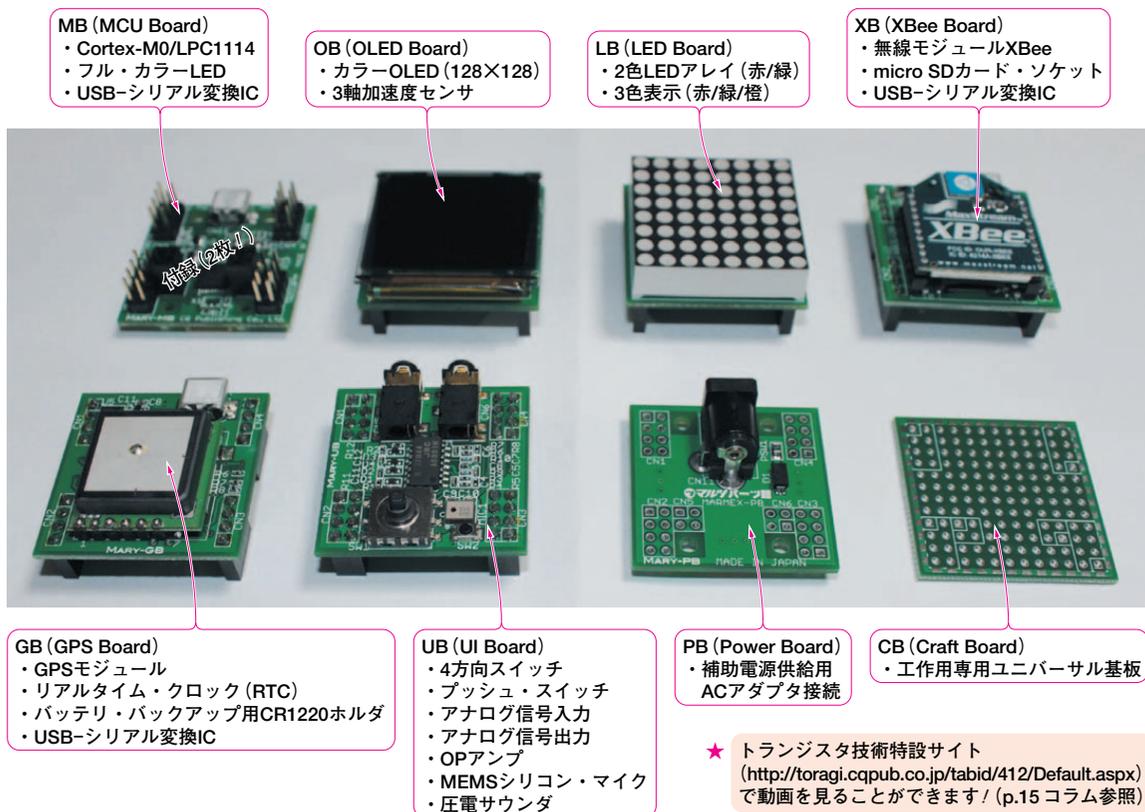


写真2 付属基板とつながる拡張基板のいろいろ

付属基板(MB)の上に重ねる拡張基板を各種用意した(いずれも別売、マルツパーツ館より入手可能 (p.142 参照))

さらに、XBにはmicro SDカード・ソケットが搭載されています。LPC1114からSDカード上のFATファイルにアクセスすることが可能です。

▶ **GPS モジュール基板：GB (GPS Board)**

小型 GPS モジュールを搭載した基板です。カレンダー時計用にRTC(Real Time Clock)ICも搭載しています。

▶ **ユーザ・インターフェース基板：UB (User interface Board)**

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、圧電サウダ、MEMSシリコン・マイク、アナログ信号入出力回路が搭載されています。

▶ **電源基板：PB (Power Board)**

ACアダプタ用のDCジャックを搭載した基板です。本システム基板に電源を供給できます。

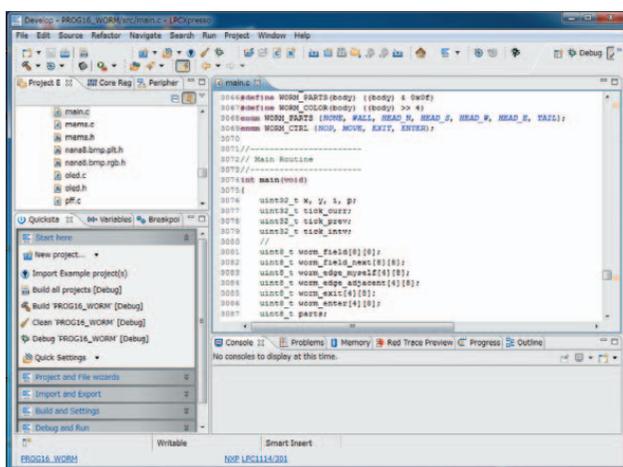
▶ **工作用基板：CB (Craft Board)**

2.54 mm ピッチのユニバーサル基板です。ユーザ独自の回路を製作することができます。

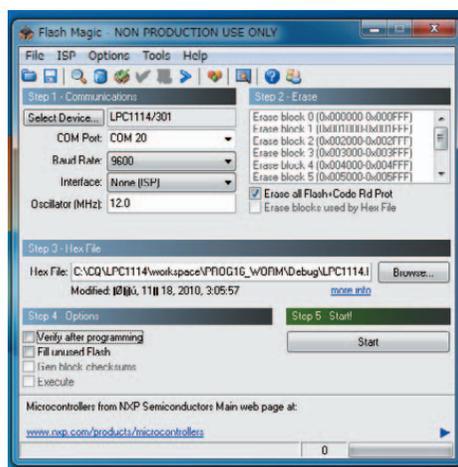
● **開発環境**

付属基板MBのプログラム開発には、図2(a)に示すLPCXpresso IDE (Code Red社)を使用します。プログラム言語はC言語です。

マイコンのフラッシュ・メモリへの書き込みは図2(b)のFlash Magic (Embedded Systems Academy社)



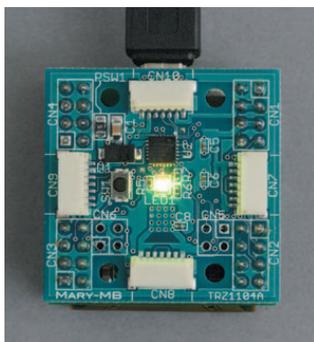
(a) LPCXpresso IDE



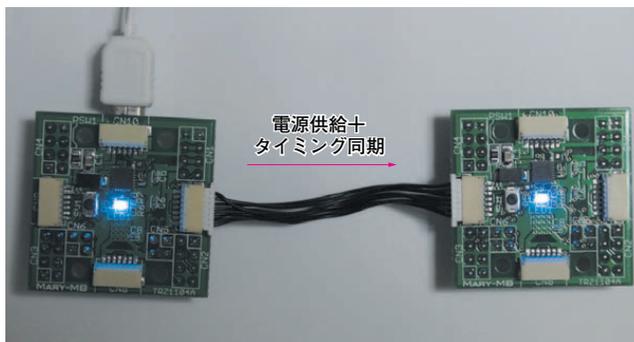
(b) Flash Magic

図2 統合開発環境 LPCXpresso IDE とフラッシュ書き込みツール Flash Magic による開発

(a) プログラムを編集してビルドするソフトウェア。(b) 完成したバイナリ・コードをUSB経由でMB上のマイコンのフラッシュ・メモリに書き込むソフトウェア。いずれも Windows パソコンで動作する



(a) MB単独



(b) MB×2枚接続

写真3 裏面にあるフルカラーLEDを明滅させたところ

(a)はフルカラーLEDの色を変えながら明滅させている。(b)ではアレイ接続用ケーブルで電源供給しつつ、タイミングを同期させてフルカラーLEDを明滅させている。同期せずに2枚の基板を独立に動かすと、各マイコンの内蔵発振器の周波数偏差によって動作タイミングがだんだんずれてきてしまう

を使って 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 を使用する範囲では制限事項はありません。

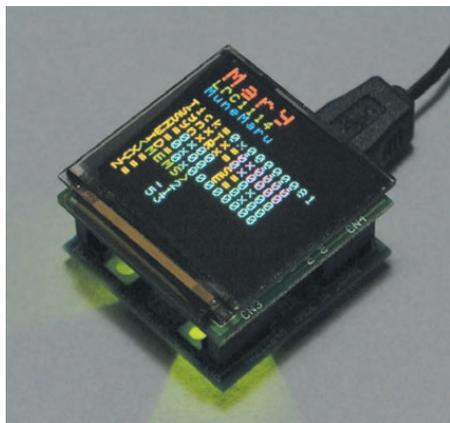
● アプリケーション事例

付属基板の MB と、各種拡張基板で実現できるアプリケーション事例の一部を写真 3 ~ 写真 8 に示します。

後の章では、各アプリケーション事例の詳細解説とプログラムを多数掲載します。それらを参考にすることで、読者独自のアプリケーションを実現してください。

また、MARY 基板システムの動作を詳しく紹介した動画を CQ 出版社のサイト上で公開しています (p.40 参照)。

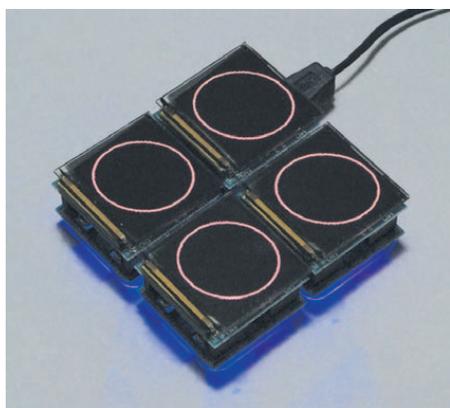
▶ <http://toragi.cqpub.co.jp/tabid/412/Default.aspx>



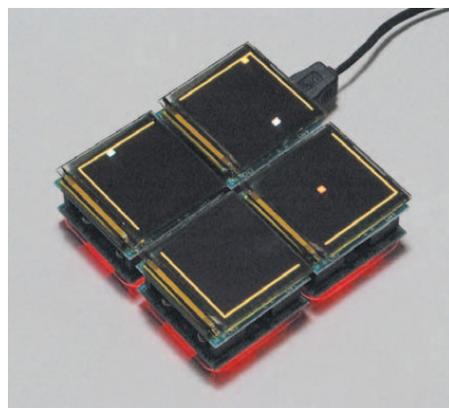
(a) [OB/MB] × 1 組



(b) [OB/MB] × 3 組



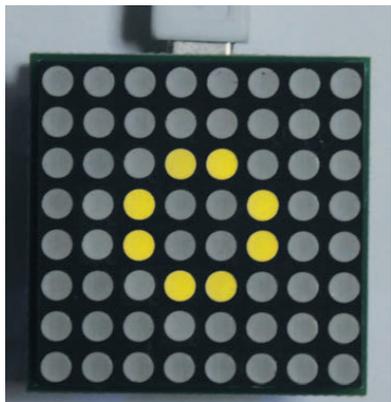
(c) [OB/MB] × 4 組



(d) [OB/MB] × 4 組

写真 4 OLED モジュールの表示

(a) 文字の表示。(b) ビットマップ画像の表示。(c) リサージュ図形の表示。OB 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、Y 側の周波数値を変化させて、さまざまな形状のリサージュ図形を表示できる。基板間でリサージュ図形の表示色を同期させている。(d) 3 軸加速度センサで読み取った基板の傾きに応じて 4 個の球が基板間を縦横無尽に走り回る。基板間で球の移動情報をリアルタイムに相互通信している



(a) [LB/MB]×1組



(b) [LB/MB]×4組

写真5 LEDアレイの表示

(a) 赤/緑/橙で好きなパターンを描ける。(b) ワーム(虫)に見たてた線が基板間をまたがって走る。基板間でワームの移動情報をリアルタイムに相互通信している



写真6 XBee無線モジュールの接続実験

[OB/MB]+[XB/MB]+単独XBeeモジュール(XB単独でパソコンに接続)の構成。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

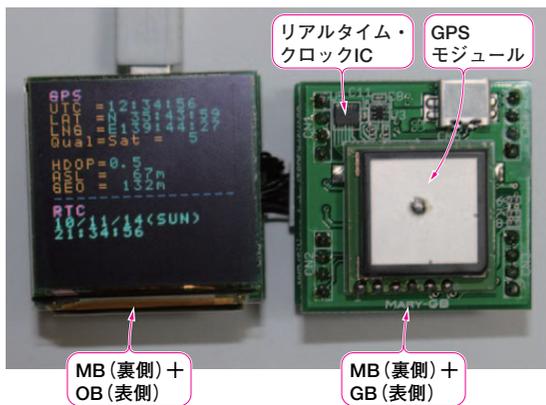


写真7 GPSモジュールとRTCチップのアクセス

[OB/MB]+[GB/MB]の構成。GB上のGPSモジュールで受けた位置情報を隣のOBに表示している。同時に、OB上のRTCチップから出力されるカレンダー/時計情報も表示している

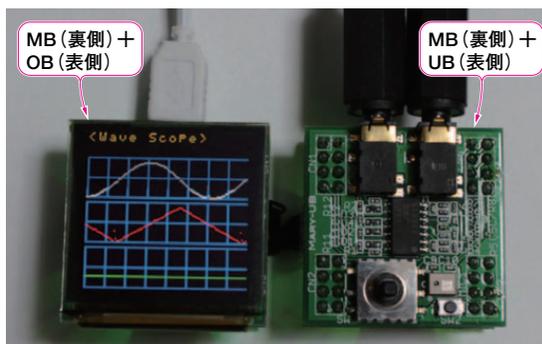


写真8 アナログ信号の入出力

[OB/MB]+[UB/MB]の構成。LPC1114のタイマで生成したPWM波形を2次のアクティブ・ローパス・フィルタでアナログ信号(正弦波と三角波)に整形して、アナログ信号出力ジャックから出力。それをそのまま入力ジャックに戻して、LPC1114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

第 1 章

付属基板 MB を動かしてみよう

—— プログラムを書き込んで LED を点滅させる

本章では、付属基板の搭載マイコン LPC1114 のフラッシュ・メモリにプログラムをダウンロードする環境を立ち上げて、付属基板 MB にビルド済みのプログラムを書き込んで動作させてみましょう。本章の作業では、MB へのはんだ付けなどの加工は一切不要です。

必要なシステムと準備

付属基板(MB)にプログラムを書き込んで動作させるためには、USB 2.0 インターフェースをもつパソコン・システムが必須です。また、MB の USB ポートは仮想 COM ポートとして動作するので、使用するパソコンに仮想 COM ポート・ドライバをインストールしておく必要があります。

また、MB 上の MCU 内蔵のフラッシュ・メモリにプログラムを書き込むためのツールをダウンロードし、インストールしておくことも必要です。

各ツールのインストール・ファイルやサンプルのプロジェクト・ファイルは、インターネットのウェブ・サイトからダウンロードして入手します。したがって、使用するパソコン・システムがインターネットに接続されていることが必要です。

また、ウェブ・サイトへのログイン情報が電子メールで送られてくるものもあるため、それを受け取るためのメール・アドレスも必要です。

● 推奨システム環境

本書で扱う開発ツール類を動作させるためパソコンの推奨システム環境は下記のとおりです。

- Windows XP
- Windows Vista
- Windows 7

筆者はこのうち、Windows7 (32 ビット版)で動作確認しています。

各開発ツールの詳細な推奨動作環境は、それぞれのサイトやドキュメントを確認してください。

● 用意するもの

- (1) 付属基板(MB) × 1 枚
はんだ付けなどの加工は不要です。
- (2) USB 2.0 ケーブル
A コネクタ・オス(パソコン側) - ミニ B コネクタ・オス/5 ピン(MB 側)のケーブルです。
- (3) プログラム・データ類
CQ 出版社のサイト

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

から、特設ページにアクセスして、サンプルのプログラム・データ一式を含む

CQ.zip

をダウンロードして解凍してください(p.15 のコラム参照)。ファイル類は、LPC1114 フォルダが下記の階層になるように、C ドライブに置いてください。

本書では、この階層にプログラム・データが置かれていることを前提として、動作確認および解説をしています。

C:¥CQ¥LPC1114¥...

ドライバとツールのインストール

● CP210x の USB ドライバをインストール

まず、付属基板(MB)に搭載されている USB ブリッジ IC CP2104 (Silicon Laboratories) の USB ドライバ「[Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge](#)」をインストールします。すでに使用しているパソコンでこの USB ドライバがインストール済みであれば、あらためてインストールし直す必要はありません。

インストールの最初の時点では、まだ付属基板 MB をパソコンに接続しないでください。

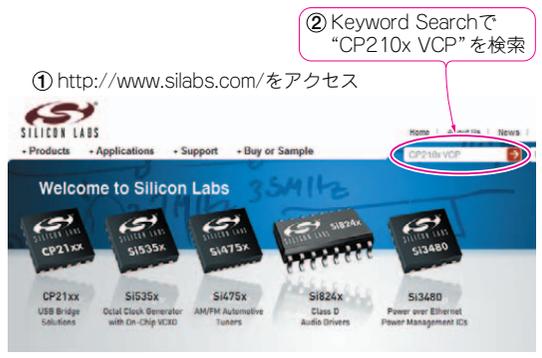
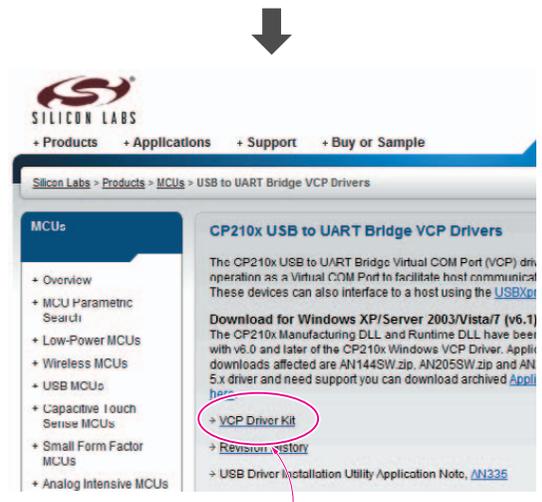
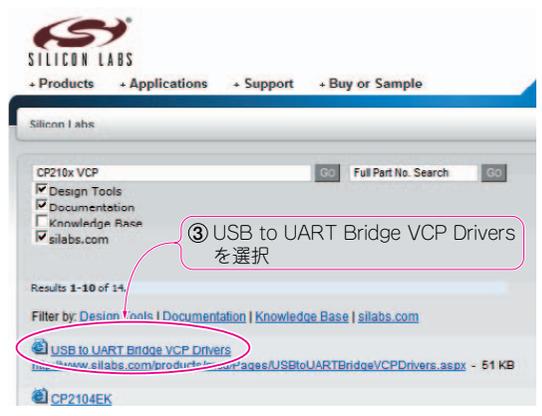


図1 付属基板に搭載されたUSBブリッジIC (CP2102)用のドライバをダウンロードする



最初に、図1に示すようにCP210x USBドライバのインストーラを下記のURLからダウンロードしてください。

<http://www.silabs.com/>

次に、図2に示す手順でインストールしてください。

インストールが完了したら、パソコンとMBをUSBケーブルで接続して、Windows上のデバイス・マネージャ(コントロール・パネルなどから開ける)で、付属基板(MB)上のCP2104が正しく認識されたことが確認できればOKです。このとき、割り当てられたCOMポート番号をメモしておいてください。

MARYシステム開発者が来る!

<http://www.eleki-jack.com/forum>

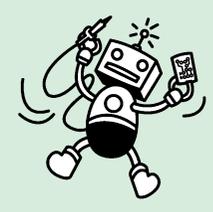
エレキジャック・フォーラム in Akihabara 2011

開催日: 4/16(土) 開催場所: AKIBA_SQUARE (東京・秋葉原 UDX 南ウイング 2F)

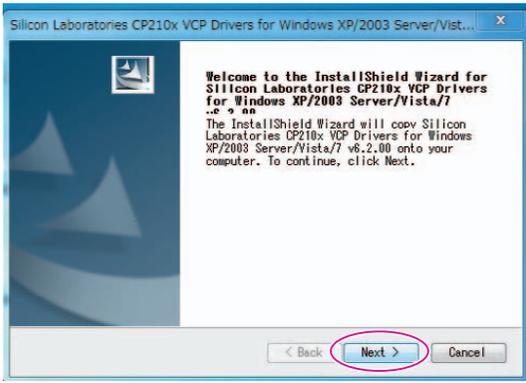
CQ出版社は、昨年に引き続き『エレキジャック・フォーラム in Akihabara 2011』を、AKIBA_SQUAREにて開催いたします。電子工作、マイコン、ラジオ、オーディオから、Arduino、フィジカル・コンピューティング、鉄道模型まで、さまざまなジャンルの電子工作についての講演や作品が一堂に会します。会場では、電子工作教室やサイエンス実験教室、座談会なども開催します。

エレキジャック・フォーラムでは、「作る楽しみ、理解する感動をみんなで共有する」、そのような場を提供していきたいと思ひます。

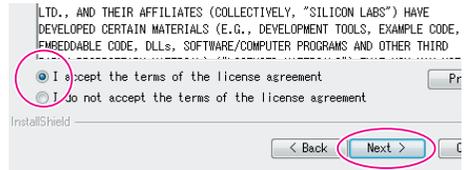
みなさまも、ぜひご家族やご友人などをお誘い合わせのうへ、エレキジャック・フォーラムに遊びに来てください。お待ちしております。



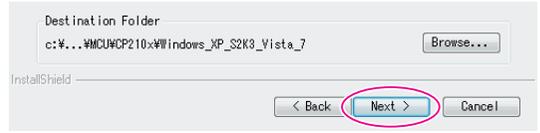
本増刊の著者でもあり、MARYの開発者でもある圓山 宗智氏が講演する予定です。予定の変更など、その他の詳細はエレキジャック・フォーラム 特設サイトを参照ください。



(a) [Next]を押す



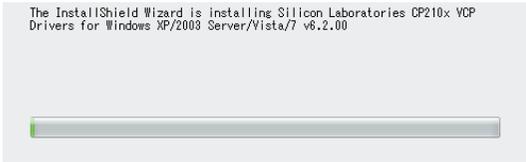
(b) "I accept"を選択して[Next]



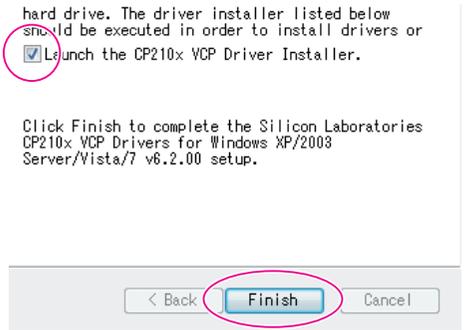
(c) デフォルトのまま[Next]



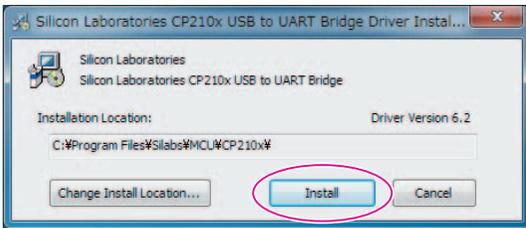
(d) デフォルトのまま[Install]



(e) インストールが進む



(f) "Launch..."をONにして[Finish]



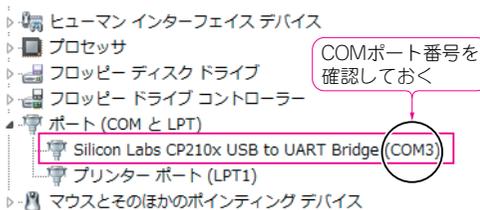
(g) [Install]を押す



(h) インストールが完了



(i) USBケーブルでMBをパソコンに接続
(写真ではコネクタ類はんだ付けされているが、この時点では不要)



(j) ドライバがインストールされ、MBが仮想COMポート上に認識されたことをWindowsのデバイス・マネージャで確認しておく

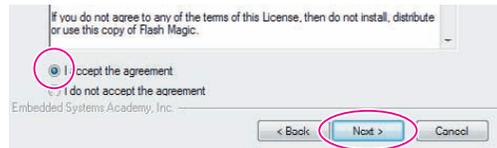
図2 CP210x USBドライバのインストール手順



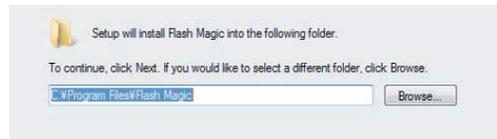
(a) <http://www.flashmagictool.com/> をアクセスして FlashMagicの最新版(FlashMagic.exe)をダウンロード



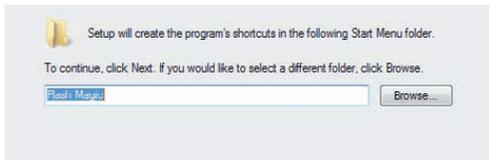
(b) FlashMagic.exeを実行, [Next]を押す



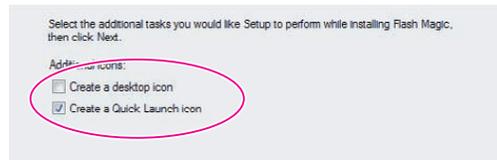
(c) "I accept..."を選択, [Next]を押す



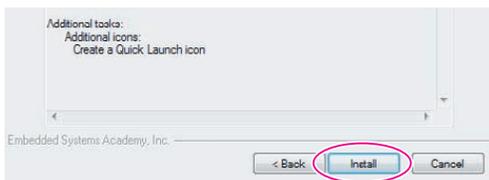
(d) デフォルトのまま [Next]



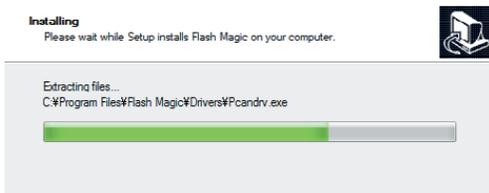
(e) デフォルトのまま [Next]



(f) アイコンの置き方を選択して [Next]



(g) [Install]を押す

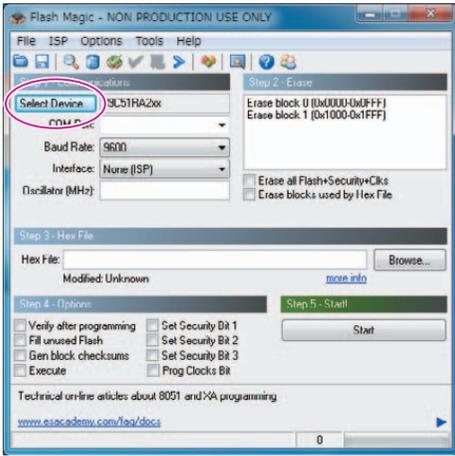


(h) インストールされる

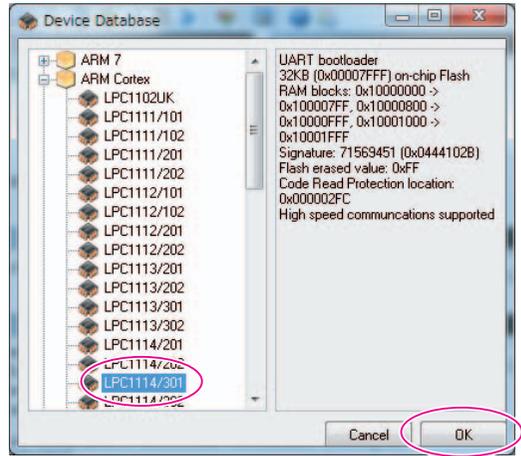


(i) 終了. [Finish]を押す

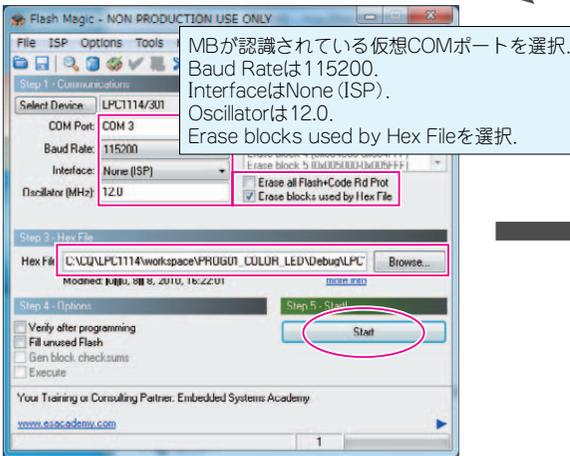
図3 フラッシュ書き込みツール FlashMagic のインストール手順



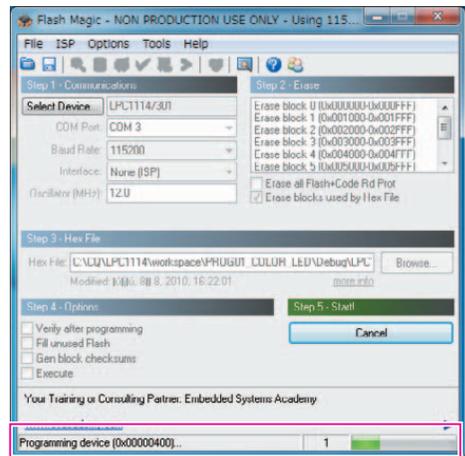
(a) FlashMagicを立ち上げ、[Select Device...]を押す



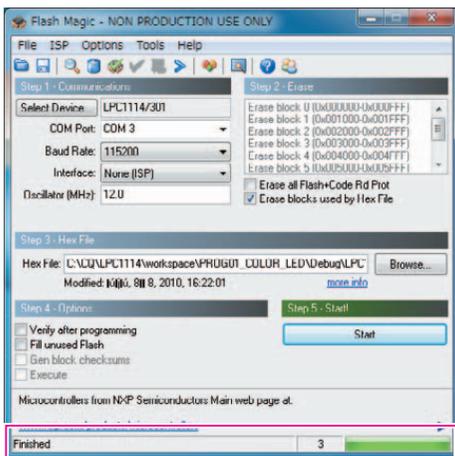
(b) ARM Cortex内のLPC1114/301を選択



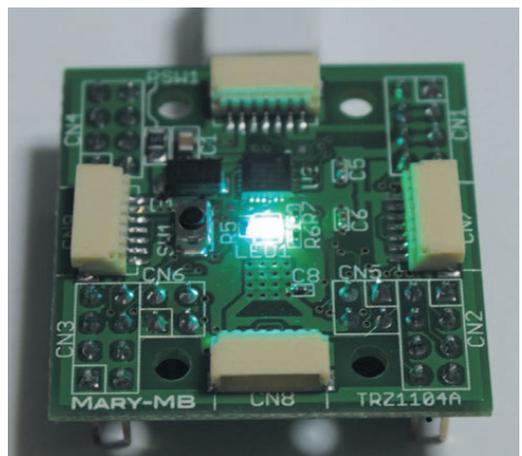
(c) 上記設定を行っておく。フラッシュ・メモリに書き込むバイナリ・ファイルC:\¥CQ¥LPC1114¥workspace¥PROG01_COLOR_LED¥Debug¥LPC1114.hexを選択して、[Start]を押す



(d) 書き込みが始まり...



(e) 書き込み終了



(f) 自動的にリセットがかかってLEDが点滅する

図4 FlashMagicによるフラッシュ・メモリへのダウンロード手順

● フラッシュ書き込みツール FlashMagic をインストール

付属基板(MB)上のLPC1114のフラッシュ・メモリにプログラムを書き込むためのツール FlashMagic を、下記のURL(Embedded Systems Academy)からダウンロードしてください。

<http://www.flashmagictool.com/>

ダウンロードからインストールまでの手順を図3に示します。

なお、本書で動作確認しているFlashMagicのバージョンはVersion 5.74.2160です。

プログラムの書き込み

● LED点滅プログラムをMBに書き込む

ビルド済みのLED点滅プログラムをMB上のLPC1114のフラッシュ・メモリに書き込んでみま

しょう。

下記のコラムのように、サンプル・プロジェクトをダウンロードして、所定のフォルダに解凍しておいてください。図4に示す手順を進めます。

プログラムの書き込みが終了すると、自動的にMBのリセットがかかって、書き込んだプログラムが実行されます。MB裏面の中央にあるフル・カラーLEDが点滅したら成功です。

● 複数のMBをプログラムするとき

複数のMBをプログラムするためにパソコンにそれぞれ接続していくと、個々のMB基板は異なるCOMポート番号に割り当てられます。

そのつど、Windowsのデバイス・マネージャでCOMポート番号を確認のうえ、FlashMagic上のCOMポート番号設定を変更して書き込んでください。

Column

特設ページからサンプル・プロジェクトをダウンロード

本章で使用しているLED点滅プログラムをはじめとして、第11章～第22章で紹介しているサンプル・プロジェクトは、CQ出版社のウェブ・サイトからダウンロードしてください。

CQ出版社のホーム・ページ(<http://www.cqpub.co.jp/>)から「トランジスタ技術」をクリックするか、直接に下記のURLにアクセスしてください。

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

図Aのように、右上にあるバナーの「超小型

ARMマイコン」をクリックすることで、「[増刊]超小型ARMマイコン基板 特設ページ」にアクセスできます。

特設ページでは、サンプル・プロジェクト(アーカイブ名; CQ.zip)のダウンロード・サービスのほか、各種のサポート情報や開発ツールのインストール方法、「筆者の独り言」などが掲載されています。



図A トランジスタ技術のウェブ・サイト 右上の「特設ページ」にある「超小型ARMマイコン基板」をクリックする

見本

このPDFは、CQ出版社発売の「2枚入り!組み合わせ自在!超小型ARMマイコン基板」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai//books/48/48291.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/hanbai/order/order.htm>

