

WEBブラウザで即席プログラミング!  
サクッと動かしてバッチリ仕上がる

エンジニア必携!

# mbed × デバッガ! 一枚二役ARMマイコン基板

島田 義人 ほか著

## 付録1 トラ技ARMライタ

この一冊で  
今すぐ始められる!

①  
オンライン開発環境  
mbedに対応



②  
全ARM Cortex-M  
マイコンのデバッグ

ARM Cortex-M0マイコン  
LPC11U35 (クロック周波数50MHz)

③  
USB-シリアル  
変換アダプタ

## 付録2 ピン・ヘッダやスイッチ類

## 付録3 CD-ROM

デバッグ用  
ピン・ヘッダ



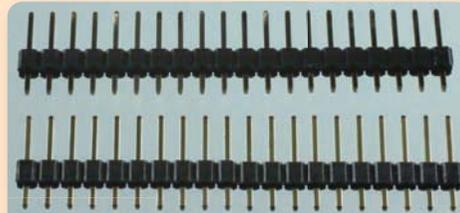
タクト・スイッチ



USBminiB  
コネクタ



他ボードとの連結用ピン・ヘッダ



### ソフトウェア一式

- ARMマイコン開発ツール  
LPCXpresso v6.10
- 製作記事の  
サンプル・プログラム
- LPC11U35の  
データシートや  
ユーザ・  
マニュアル



CQ出版社

見本

マルチな奴!

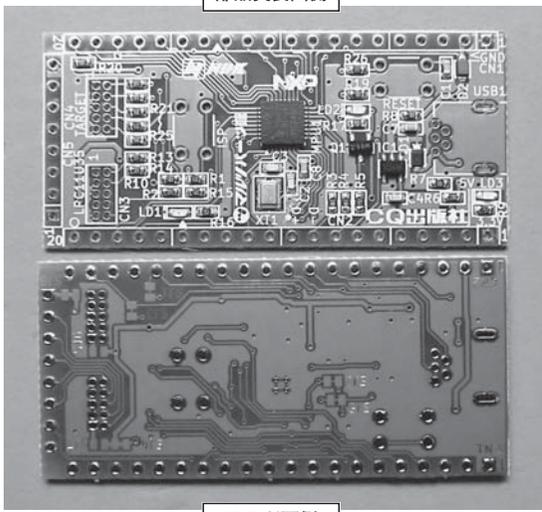
**イントロダクション** あるときはmbed, あるときはARMデバッグ, あるときはUSB I/Oアダプタ

# マイコン開発入門の新定番!? トラ技ARMライタ誕生!

島田 義人 Yoshihito Shimada



部品実装面側



はんだ面側

写真1 完成!トラ技ARMライタ  
ファームウェアの入れ替えによって、デバッグになったりUSB-シリアル変換ボードになったり…

写真1に示すように、本書にはUSBマイコン基板が付属しています。この付属基板のことを「トラ技ARMライタ」と呼んでいます。トラ技ARMライタはオンライン開発環境mbedに対応したARMマイコンとして使えます。さらにファームウェアの入れ替えによって、ARMマイコンのデバッグ&プログラム書き込み器や、USB-シリアル変換アダプタとしても使えます。まさにマイコン開発におけるエンジニア必携のアイテムです。

## 至れり尽くせり! 次世代の高速開発環境mbedに対応

● **マイコン開発がサクッとできるmbedとは**  
mbedは、ARM社が推進するビギナでも短時間で高機能なアプリケーションの試作を完了できるしくみです。図1に示すように、インターネット上のサーバ

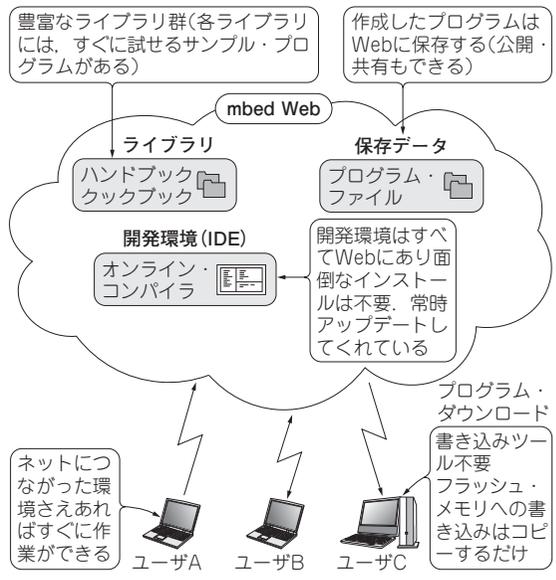


図1 mbedのプログラム開発環境

(<http://developer.mbed.org/>)にコンパイラなどの開発ツールがそろえてあり、ネットにつながった環境さえあればすぐに始められます。トラ技ARMライタはmbedに対応しています。「TG-LPC11U35-501」という名前でもmbedプラットフォーム(mbedで利用できる指定マイコン基板)に登録されています(図2)。

それでは、mbedの世界を詳しく見ていきましょう。  
▶特徴①: ソフトウェア開発環境のインストールは一切不要!

自分のパソコンにソフトウェア開発環境をインストールする必要は一切ありません。コンパイラやエディタはチームmbedが管理するサーバ上にあり、常にARM社よりメンテナンスされた最新のものが提供されています(図3)。そのため開発ツールのバージョンの違いで動作しないといった問題は起こりません。

▶特徴②: ソフトを一から作る必要なし! でき合いのライブラリを使ってアプリ開発に専念できる

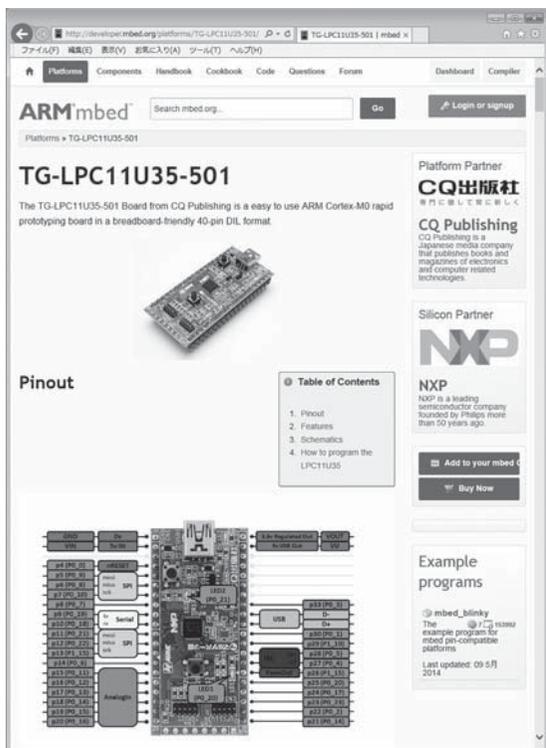


図2 mbedプラットフォームに登録されているトラ技ARMライタTG-LPC11U35-501

ハードウェアを最低限動かすための初期設定プログラムはmbedライブラリにすでに組み込まれており、ユーザがコードを一から書く必要はありません。1000ページ以上もある分厚いマニュアルを見なくても、シンプルな端子機能図を見ながらサクサクとプログラムを書き始めることができます。図4に示すように、少しコードを書くだけでプログラミングが完成します。

▶特徴③：9000超の出来合いプログラムが使い放題！GPSやカメラなど魅力的なモジュールが簡単に手に

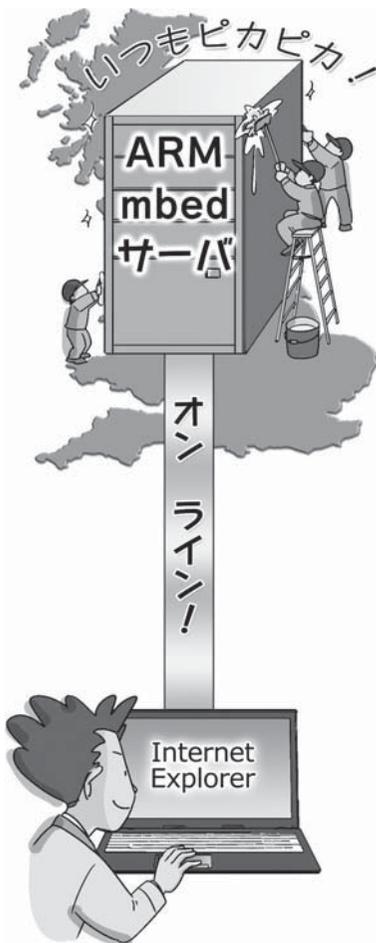


図3 常に最新の開発ツールがWEBブラウザ上で使える

入る時代です。ARM/mbedチームは制御プログラムの投稿サイト(開発コミュニティ)を運営しており、自分の作成したプログラムやライブラリを自由に公開しています。公開プログラムは自分のソフトウェア環境

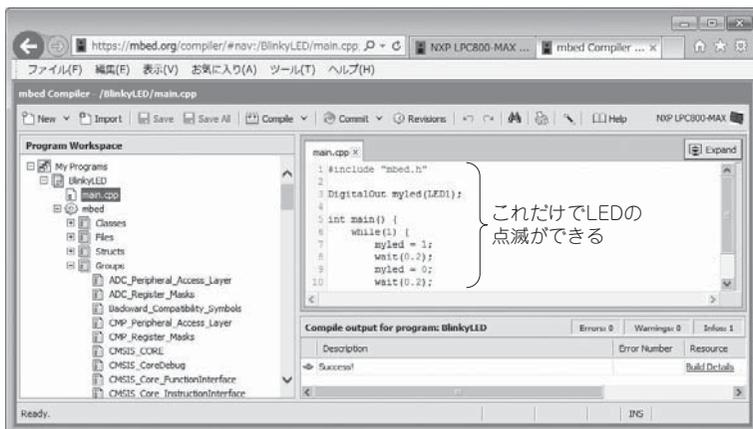


図4 mbedオンライン・コンパイラのページ例

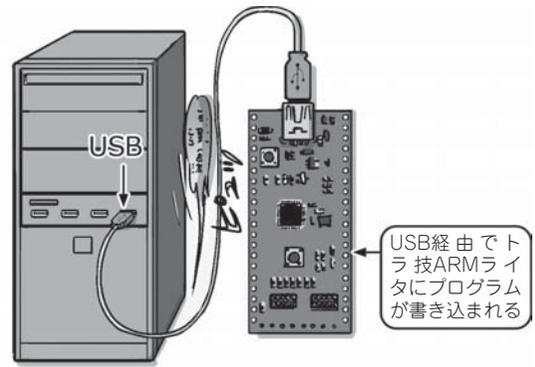
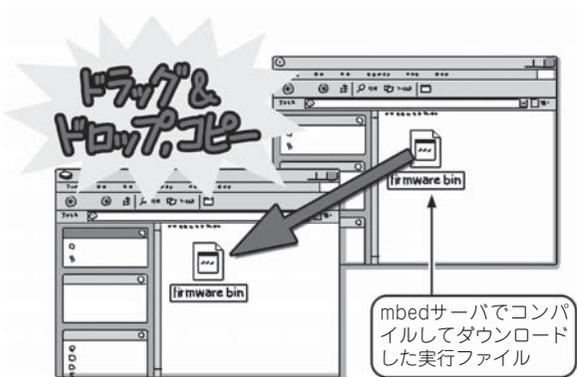


図5 特別な書き込みツールは不要 / ドラッグ＆ドロップでプログラムが書き込める

にポチッとインポートすること(取り込むこと)で簡単に使えます。

▶特徴④：ARM純正コンパイラが使い放題！クリックするだけでバイナリが出力される

mbedのオンライン・コンパイラは、ARM社純正の「ARM Compiler version 5」です。mbedプラットフォーム用に無料で使えます。Cortex-Mプロセッサ・コアに最適化されたコードが生成され、バイナリ・ファイルはmbedサーバから、いつでもどこでもダウンロードできます。書き込みツールは不要です。フラッシュ・メモリへの書き込みはドラック＆ドロップでコピーするだけです(図5)。

▶特徴⑤：初心者も安心！盛んな開発コミュニティによるサポートが受けられる

mbedの開発や保守は、ARM社とMCUベンダおよびユーザーによる開発コミュニティ全体で行われています。使い方や不具合の対応などの技術サポートは、ARM社だけでなく、経験のあるユーザーが積極的に初心者をサポートするケースも増えています。オープンな開発コミュニティならではの大きな特徴です。

● mbedに対応したトラ技ARMライタで例えばこんなことが簡単にできちゃう

mbedプログラミングでは、Lチカ(LEDの点滅)やマイコンの主要回路も短時間で動かせます。マイコン基板周辺に部品やモジュールを付けて拡張した場合でも、でき合いのライブラリを利用すれば、いとも簡単に動かせちゃいます。ここで紹介した事例は、本書の各章で詳しく解説していきます。

▶その1：嘘みたい！mbedで10分Lチカ「第4章」

従来のプログラム開発環境では、Lチカをさせるにも2日を要していましたが、mbed環境ではなんと10分のチョッパヤでできちゃうんです。

まずは、ユーザー・アカウント登録 [所要時間2分]、次にmbed指定マイコン・ボード「TG-LPC11U35-501」を選んで登録 [所要時間2分]、そしてLチカ・

プログラムを作る下記の五つのステップで完了です。[所要時間6分]

- (1) 新規プログラムの生成
- (2) プログラム・コードを用意
- (3) バイナリ・ファイルの生成
- (4) バイナリ・ファイルをターゲットへ書き込む
- (5) 作成プログラムの動作確認

▶その2：Lチカ以外も全部！でき合いプログラムで即動「第5章」

mbedの公式サイトHandbookページには、マイコン内蔵の周辺回路を動かすための解説とサンプル・プログラムが用意されています。このサンプル・プログラムを使って、マイコンの主要回路であるGPIO回路とタイマ回路、UART回路、USB回路、割り込み回路を動かしてみます。それぞれ3～10分ほどで動作確認ができちゃいます。

▶その3：LED & 光センサー一体ICで作る指タッチ USB脈波計「第6章」(写真2)

赤色LEDを指先に当て、その反射光をフォトトランジスタで捉えることで、脈波を計測する装置が作れます。脈波を検知するセンサはLEDと一体化した反射型フォトフレクタを使います。センサから取得した信号はトラ技ARMライタでA-D変換します。

データ処理にはmbedライブラリを使います。A-D変換データから脈波と脈拍数を検出する複雑なデータ処理も簡単なアルゴリズムでできます。また、測定結果をパソコンに送信したり、脈拍に応じてLEDとサウンドを鳴らしたりするプログラムもmbedライブラリを使えば簡単にできます。

▶その4：0.001℃分解能で気配もキャッチ！超敏感肌温度計「第7章」(写真3)

24ビットA-DコンバータICをトラ技ARMライタに接続すると高分解能な測定器が作れます。温度変化によるサーミスタのわずかな抵抗変化を検出できて、0.001℃の分解能で測定できるのです。

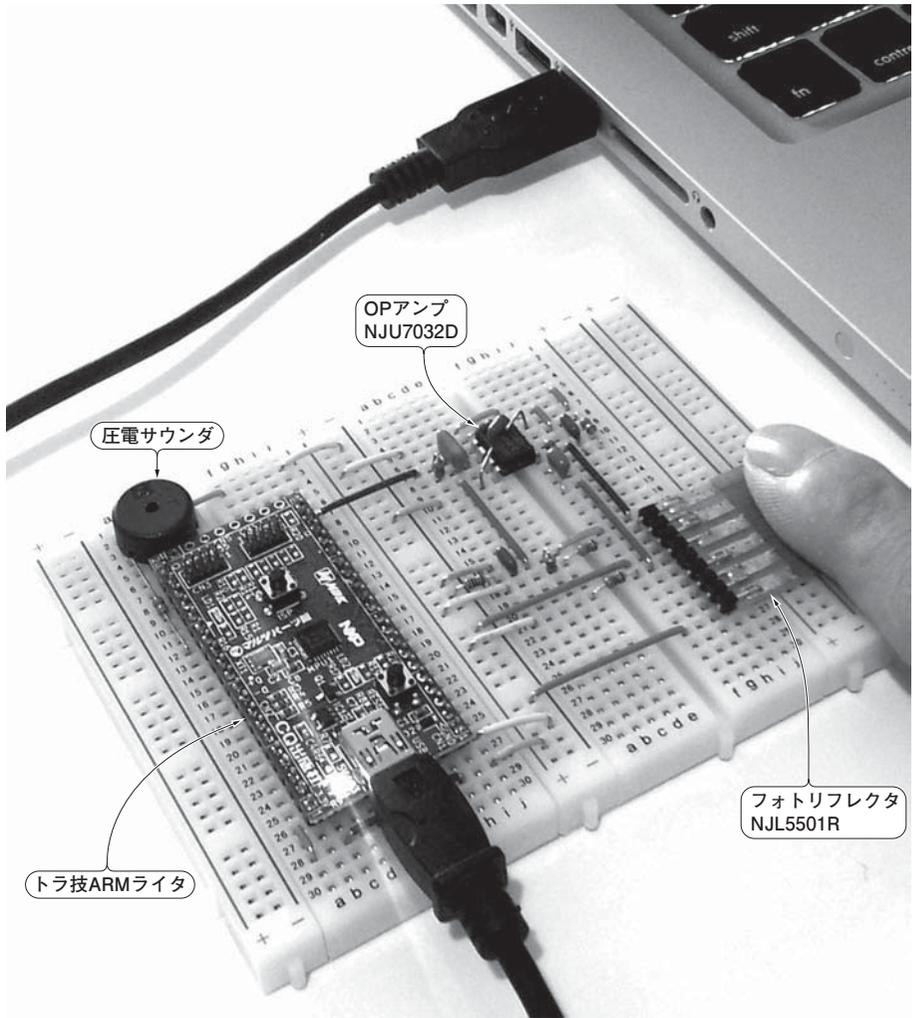


写真2 トラ技ARMライターとフォトリフレクタを使って脈波計が作れる

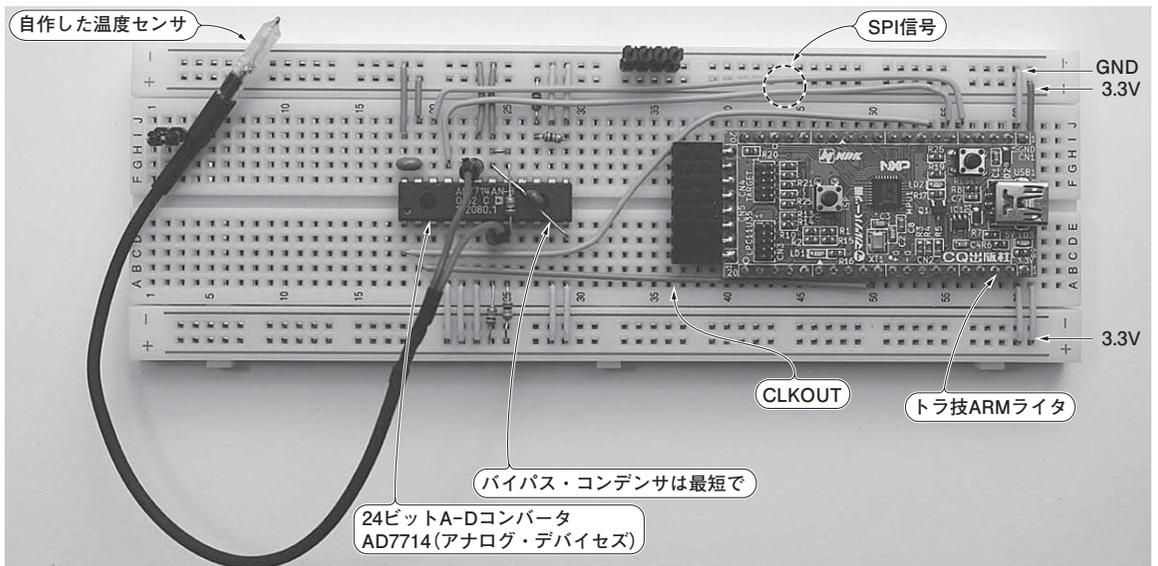


写真3 トラ技ARMライターとA-Dコンバータを使って分解能0.001℃の温度計が作れる

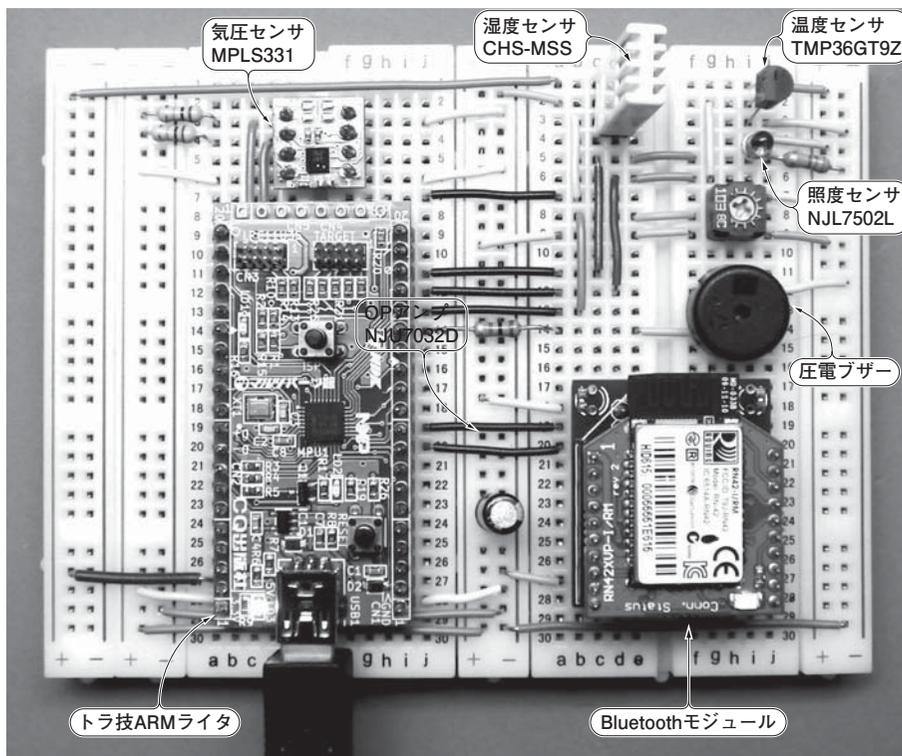


写真4 トラ技ARMライタと各種センサを使って電圧、温度、湿度、気圧、照度を測定する環境センサ・プローブが作れる

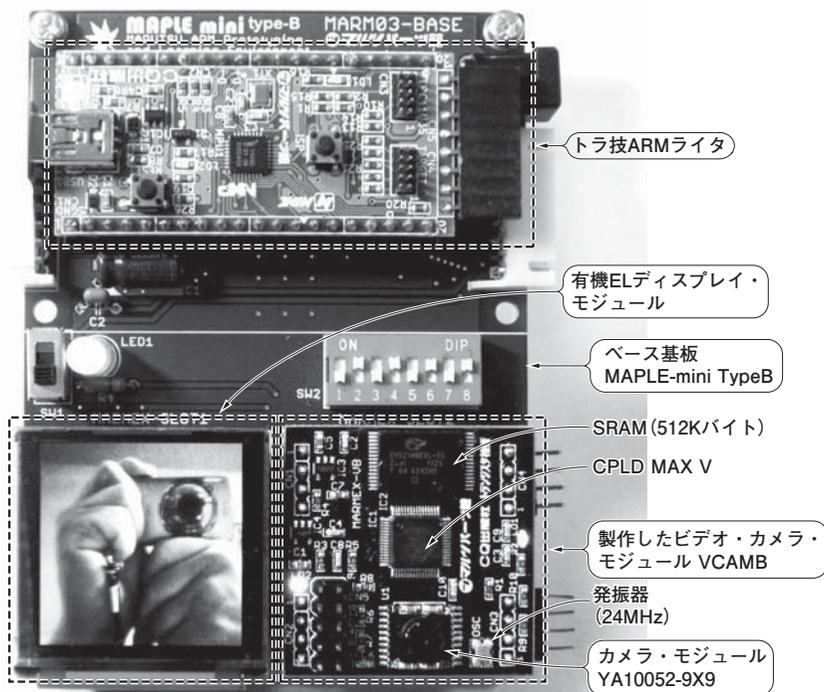


写真5 トラ技ARMライタとCPLDでビデオ・カメラ・モジュールが作れる

A-DコンバータICにより得られたデジタル・データは、mbedライブラリを使ってデータ処理します。レシオメトリックと呼ばれる電源電圧の変動に影響しない演算法や、抵抗値から温度値への変換、指数平均によるLPF処理などmbedライブラリを用いることでデータ処理が簡単にできます。

▶その5：スマホでチェック！Bluetooth環境センサ・プローブ「第8章」(写真4)

トラ技ARMライタのA-D変換機能を利用して電圧を測定したり、I<sup>2</sup>C対応のセンサを直結して温度や湿度、気圧、照度などを測定します。さらに、スマホを使ってトラ技ARMライタをBluetooth無線で制御し、計測結果をスマホのディスプレイに表示します。製作したBluetooth環境センサ・プローブを使えば、

- (1) 寒い冬に部屋の中で外気の温度がわかる
- (2) 気圧の変化で台風の接近もわかる
- (3) 太陽電池の野外テストもOK！（照度と出力電圧の関係がわかる）
- (4) 離れた場所からサウナ室の温度&湿度を測ることができる
- (5) 計測結果を苗の育成に役立てる

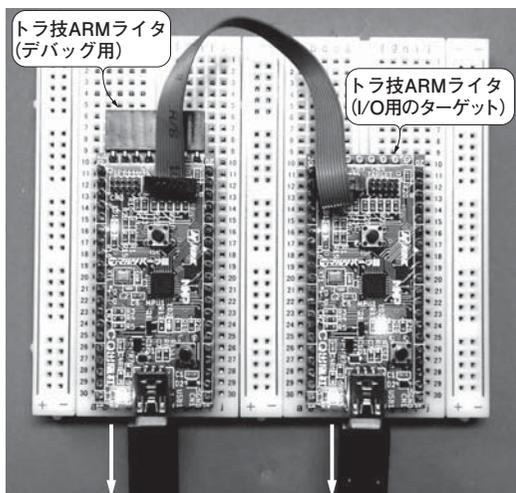
などなど...あなた次第でパーツと応用範囲は広がっていくでしょう！

▶その6：レンズ付き映像素子搭載！SPI出力3cm角のビデオ・カメラ「第9章」(写真5)

シリアル・インターフェースのカメラ・モジュールとカラー有機ELディスプレイ・モジュールを使って、

## ダブルで本気のパソコンI/Oアダプタ開発

付属のトラ技ARMライタに、もう1個トラ技ARMライタを追加接続すると、プログラム開発にとても便利なデバッグ付きターゲット・ボード(写

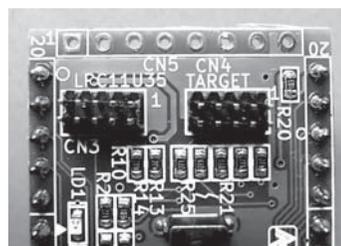


写真A デバッグ付きターゲット・ボード

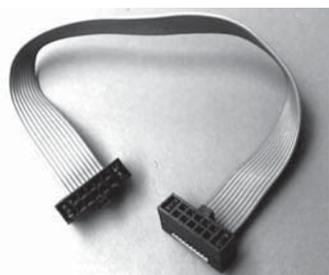
真A)になります。一方を汎用マイコン・ボードとして、もう一方はCMSIS-DAPファームウェアを組み込んだデバッグ搭載ボードとして機能させます。すると、USBデータ通信とデバッグを同時に行えます。

図Aに基板間の接続を示します。

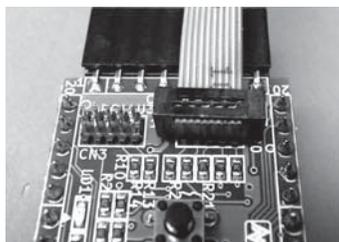
2個のトラ技ARMライタ上のUSBコネクタは、2台のパソコンと接続するか、または複数のUSBポートをもつパソコン1台と接続します。ターゲット側のトラ技ARMライタとのデータ通信は、Tera Termなどのターミナル・エミュレータを利用して行います。デバッグ側トラ技ARMライタのデバッ



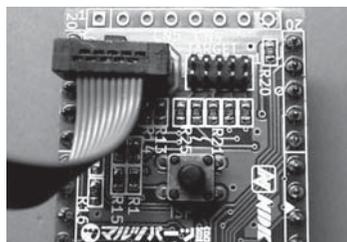
写真B トラ技ARMライタのコネクタ



写真C コネクタ・ケーブル



(a) デバッグ側



(b) ターゲット側

写真D コネクタ接続

トラ技 ARM ライタと組み合わせることでカラー・ビデオ・モニタが作れます。ぶれの小さいきれいな映像をとるため、CPLDを使ったハード制御でイメージ・センサの画像データを高速に読み出す工夫をしています。画像データの抽出から蓄積と転送をCPLDで制御して10 fps出力を実現しています。

● **トラ技 ARM ライタから mbed を始めてみよう！**

トラ技 ARM ライタは、元祖 mbed の異名をもつ ARM 社の mbed マイコン・モジュール「mbed LPC1768」に互換性をもたせています。トラ技 ARM ライタにはイーサネットやCAN通信のような機能は持ち合わせていませんが、SPI、シリアル通信、I<sup>2</sup>C インターフェース、A-D変換、PWM出力など、マイコンのも

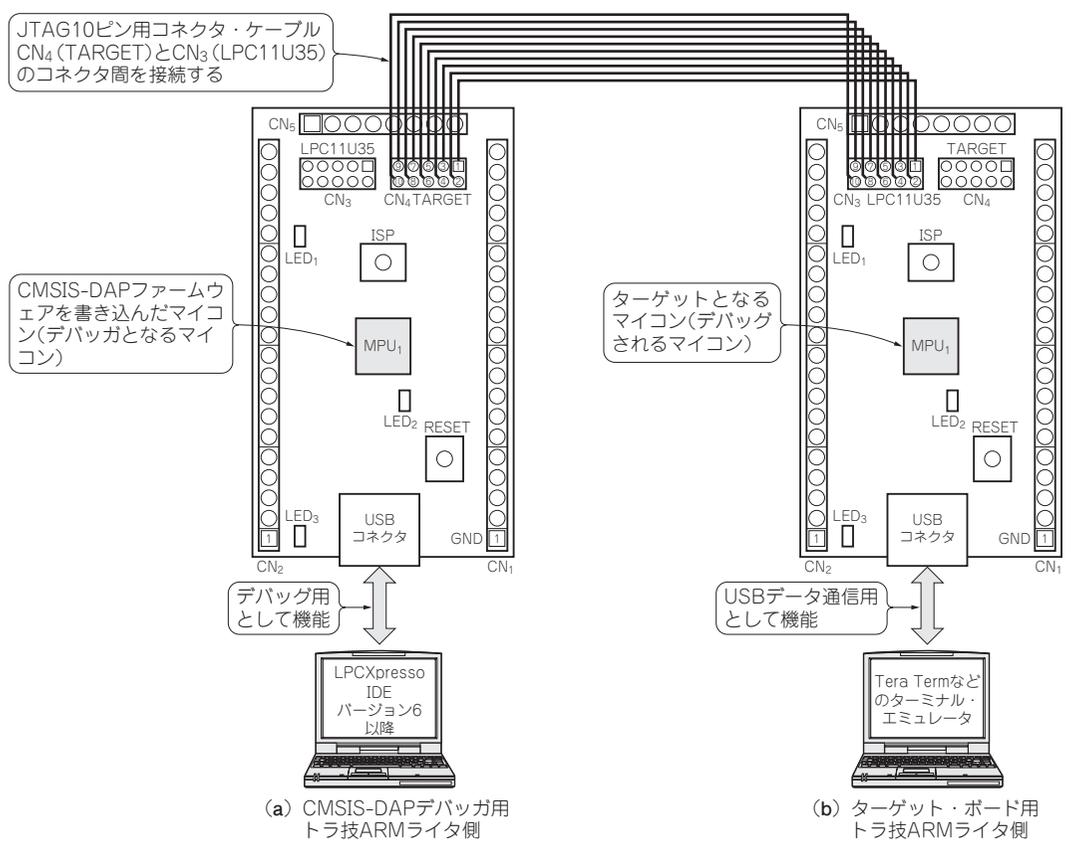
つ主要な機能のピンの割り当てはほぼ同じです。トラ技 ARM ライタで作ったプログラムは、ほとんど変更せず簡単に mbed LPC1768 へ乗り換えができます。本書で紹介するトラ技 ARM ライタを使った製作事例を LPC1768 に差し替えた場合でもプログラムの移植が簡単にできます。

mbed 公式サイトには、その他にも mbed 開発環境で利用できる指定マイコン基板(mbed プラットフォーム)が30種類以上も登録されています。その中でもトラ技 ARM ライタは、拡張ボードもいろいろとそろっています。まさにトラ技 ARM ライタは mbed 入門に最適なマイコン・ボードなのです。この機会に是非トラ技 ARM ライタから mbed を始めてみませんか？

は、開発ツール LPCXpresso IDE を使って行います。

トラ技 ARM ライタ上の CN<sub>3</sub> と CN<sub>4</sub>(写真B)の接続には、1.27 mm ピッチの JTAG 10ピン用コネクタ・ケーブル(写真C)を使います。「逆挿し」しな

ように慎重に作業してください。写真Dに示すように、各々、ケーブルの赤色側が1ピンになるように接続します。トラ技 ARM ライタやコネクタ・ケーブルなどの部品はすべて marutsu で購入できます。  
 (島田 義人)



図A 二つのトラ技 ARM ライタの接続方法

## ARMデバッガ, USBアダプタ, さらに機能拡張も

トラ技ARMライタは、ARMマイコン・ボードとしてはもちろんARMマイコンのデバッガやUSBシリアル通信ボードとしても使えます(図6)。

### ● ARMマイコンのデバッガ&プログラム書き込み器

レジスタやメモリの内容などマイコン内部の状態を確認しながら、確実にプログラミングを進めていけるデバッガ・ボードとして利用できます(写真6)。昔はデバッガが何万円もしました。

ベテランはマイコンの内部の動作をイメージしながらプログラミングします。初心者にとって内部の動きをのぞけるデバッガはとても有効でしょう。プログラ

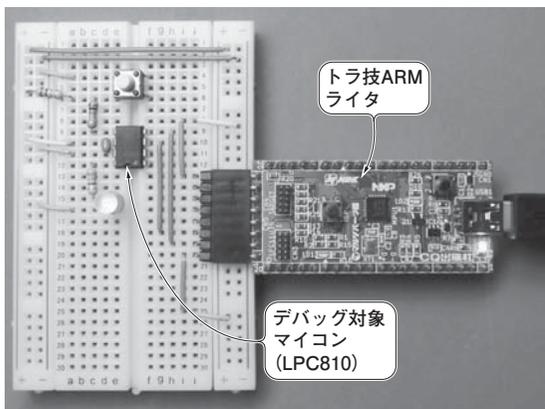


写真6 ARMマイコン(例えば8ピンDIPのLPC810)のデバッガ・ボードとしても使える

ムが複雑になってくると、思いどおりにマイコンが動いてくれないことがあります。こんなとき、プログラムと内部回路の動きの対応が取れていないと解決しようがありません。文法の間違いなどの凡ミスを見つけて修正するときにもデバッガはとても頼りになります。

トラ技ARMライタは、CMSIS-DAPと呼ぶファームウェアを書き込むと、ほとんどのCortex-M系ARMマイコンをデバッグできるようになります。もちろん、ターゲット・マイコンのフラッシュ・メモリに、プログラムを直接ダウンロードできる書き込み器としても利用できます

### ▶ターゲット・マイコンとの接続

トラ技ARMライタとターゲット・マイコンとのインターフェースは、JTAGまたはSWDです。

SWD(Serial Wire Debug)は、

- クロック (SWCLK)
- 双方向データ (SWDIO)

2本のインターフェースで、Cortex-M系ARMマイコンのデバッグに利用できます。トラ技ARMライタとARMマイコンはSWDで接続します。

JTAG(Joint European Test Action Group)はもともと、マイコンのデバッグだけでなく、プリント基板上にある複数のICどうしが電気的に接続されているかどうかを検査するためのインターフェースです。バウンダリスキャン・テストと呼びます。

### ● 汎用のUSBアダプタ

USBケーブルを介してUART通信ポートをもったモジュールや他のマイコンとシリアル通信ができます。

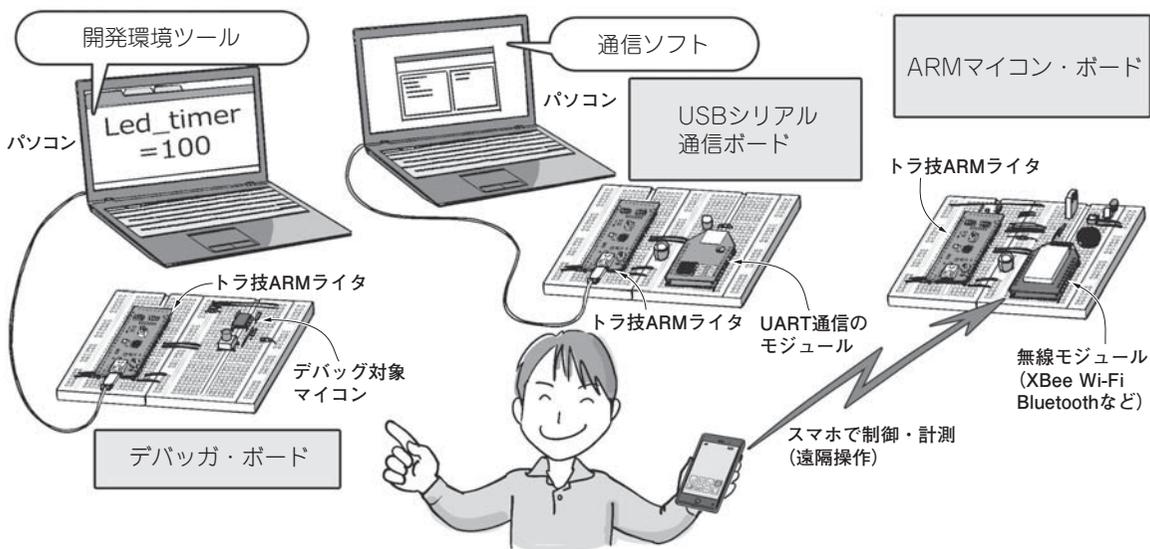


図6 トラ技ARMライタはいろいろ使える

## トランジスタ技術バックナンバのご案内

### ◆「トランジスタ技術」年間予約購読のお知らせ◆

「トランジスタ技術」は、年間予約購読を承っております。基板付録号等を確実にお手元にお届けする年間予約購読をぜひご利用ください。お申し込みは、CQ出版WebShopをご利用いただけます。詳細は下記をご覧ください。

[http://shop.cqpub.co.jp/year\\_shop/](http://shop.cqpub.co.jp/year_shop/)

トランジスタ技術: 毎月10日発売  
 年間予約購読料金: 10,200円  
 (税/年間12冊/特別号定価含む)  
 ※予約購読料金の中には、年間の定価合計金額および送料荷造り費が含まれております。

**2015年3月号** 特別号定価: 本体907円+税

**特集** DVD付き!  
**本格エレキアプリ全集**

特別付録 お墨付き! フリーウェア30選  
 別冊付録 トラ技ジュニア: 電気ポットのしくみを答えなさい

**2015年2月号** 定価: 本体787円+税

**特集** 永久ミニ電源×  
**マイクロワット作戦**

**2015年1月号** 特別号定価: 本体833円+税

**特集** 電流ドバツ!  
**電源・パワエレ実験室**

別冊付録 トラ技ジュニア:  
 EVは加速がすごいらしい?!

**2014年12月号** 特別号定価: 本体880円+税

**特集** 直伝!  
**体験! パソコン回路塾** CD-ROM1枚付き

特別付録 無制限回路シミュレータLTspice&回路ファイル

**2014年11月号** 特別号定価: 本体833円+税

**特集** エレキ満載! 俺EV作り

別冊付録 トラ技ジュニア:  
 マンガ シリアル・データ通信と暗号寿司

**2014年10月号** 定価: 本体787円+税

**特集** 見参!  
**お膳立てマイコンmbed** 俺のエレキ革命

**2014年9月号** 特別号定価: 本体833円+税

**特集** 全開!  
**フルデジタル無線**

別冊付録 トラ技ジュニア: イヨッ! トランジスター発芸

**2014年8月号** 定価: 本体787円+税

**特集** 技術一直線!  
**トランジスタ工房**

**2014年7月号** 特別号定価: 本体833円+税

**特集** 700MHz炸裂!  
**ラズベリーパイ初体験**

別冊付録 トラ技ジュニア: 世界を録る! インターネット・ラジオ

**2014年6月号** 定価: 本体787円+税

**特集** 3Dプリンタで  
**まるごと電子工作**

**2014年5月号** 特別号定価: 本体833円+税

**特集** 技あり!  
**電子回路実験ライブ**

別冊付録 トラ技ジュニア: マンガ電子回路入門「コンデンサ」

**2014年4月号** 定価: 本体781円+税

**特集** オームの法則から!  
**電子回路入門**

## 雑誌バックナンバCD-ROM版

3月中旬発売予定

# CD-ROM版 トランジスタ技術 2014

1999~2013年度版も  
 あります

Windows用 CD-ROM  
 予価: 本体13,000円+税

**初版限定!**  
 ARMマイコン基板付き

2014年1月号~12月号の本誌掲載記事をPDFファイルとして収録

CQ出版社

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

このPDFは、CQ出版社発行の「mbed×デバッグ! 一枚二役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/MTR/MTR2201508.htm>  
 購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm> (L-2015.4.25)

雑誌 06664-03



4910066640354

見本 3600