

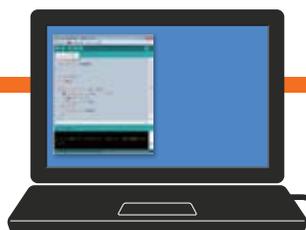
マイコン
活用シリーズ
AVR

Arduino 実験キットで 楽ちゃんマイコン開発

はんだ付け
不要!

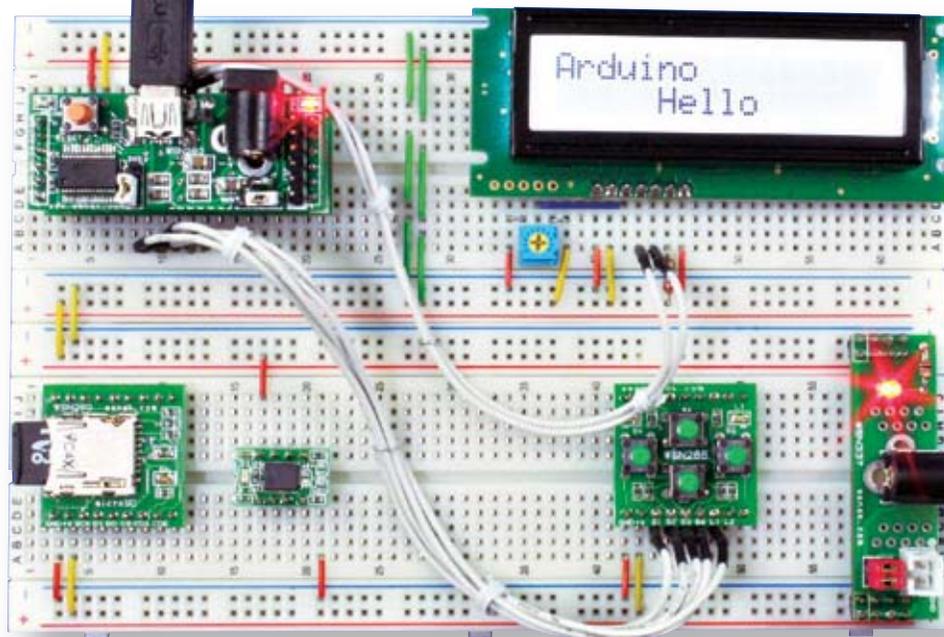
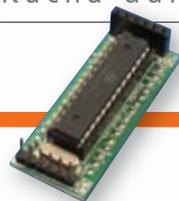
見本

Rapid prototyping with Arduino compatible starter kits "Kacha-duino"



中尾 司 著

ミニ・モジュールを
ブレッドボードに挿して
Let'sプログラミング!



CQ出版社

はじめに

現在、Arduinoはコンピュータらしい使い方、たとえばデータ収集やモータの制御などに多く使われています。その開発のしやすさから、コンピュータの専門でない利用者も急速に増えていて、様々なLEDの点灯や音楽用途などにも使われています。

そして、いろいろなArduino、Arduino互換機が発売されています。また、I/Oを拡張するために使われる多様なシールドと呼ばれる基板も販売されています。

最近ではArduino MEGAという、より高性能、大規模なマイコン・ボードも一般的になっていますが、従来型のArduinoもまだまだ捨てたものではありません。

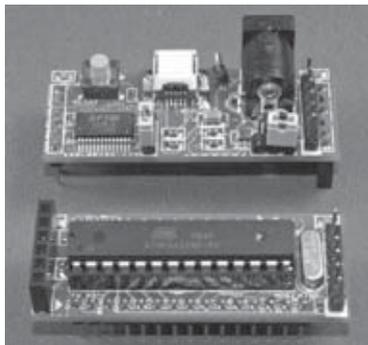
市販のシールドは、学習や実験で使う場合には多機能なのはよいのですが、組み込み機器など、特定の用途で使用する場合は、機能が過剰になったり、逆に不足したりと、なかなかぴったりのものは見つからないと思います。

シールドによっては複数のものをスタックして複合で使えるものもあると思いますが、それぞれのシールドの一部の機能を使うために複数のものを組み合わせるのも不経済です。

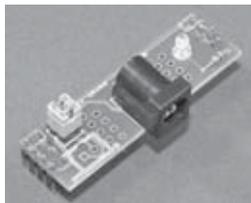
そうすると、やはり周辺回路(シールドに相当するもの)は自分で作りたくなるでしょう。

本書で使用している自作Arduino互換機は、Arduinoに周辺回路(シールドなど)を付けるのではなく、周辺回路の中にArduinoを一部品として組み込むというコンセプトで設計してあります。第1章でも詳し

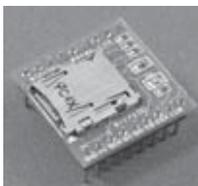
オリジナル・ボード



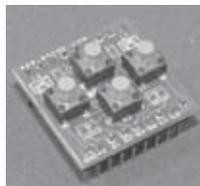
自作Arduino互換機。開発時は上側ボードを下側のボード上に重ねて使う。下側のボード単体でもアプリケーションは動く



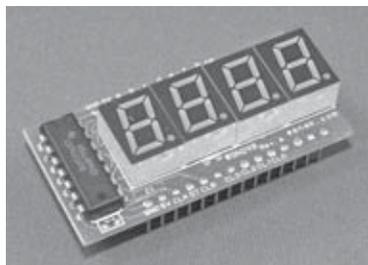
電源アダプタ・ボード



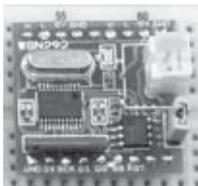
SDカード・ボード



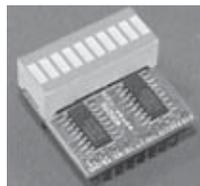
スイッチ・ボード



7セグメントLEDボード



CANボード



バーLEDボード

く説明しますが、同様のコンセプトで作られた製品に Arduino MiniやNanoがあります。

本書では、何個かの Arduino (互換機) を組み合わせた製作例も掲載していますが、そういうとき、コンパクトで安価な互換機が真価を発揮できます。もちろん、標準機である Arduino Uno を使っても同様の工作をすることはできます。

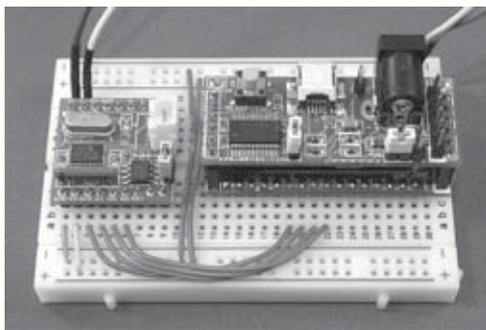
これらのボードを使う最大のメリットは、ほとんどをブレッドボード上に、はんだ付けなしで組み立てて、実験や試作をすることができることです。つまり、数か所のはんだ付けでさえ手間がかかり、検証も確実に行わないと動かないことも多くあります。そういう時間は、本書で紹介しているボードを組み合わせることで、短くできます。

本書は、第1章から第3章までが、Arduino互換機を含む個々のボードの説明です。第4章以降は、これらのボードを組み合わせた応用事例を説明しています。市販のセンサ・ボードなどを組み合わせることで、もっといろいろな応用も考えられます。ぜひ、本書を活用しながら、素早く、そして役立つコンピュータの応用機器を作ってください。

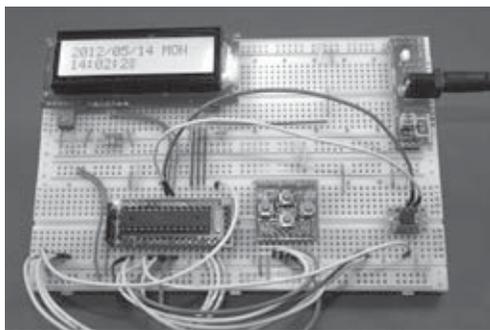
本書は執筆開始から完成まで2年ぐらいかかってしまい、途中で内容を加えたような個所もあり、章の配分がいびつになってしまいました。そういうこともあり、関係各位にはいろいろお世話になりましたが、無事出版することができました。最後になりましたが、CQ出版(株)の吉田伸三殿並びに関係各位にお礼申し上げます。

2013年2月 中尾 司

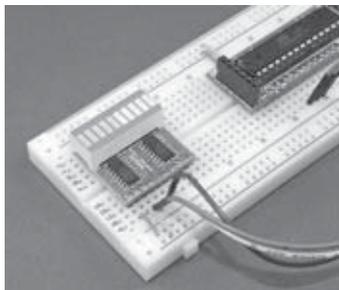
応用事例



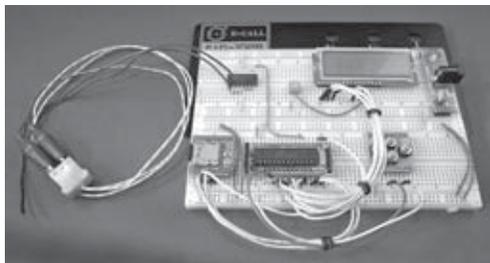
CANを利用した遠隔測定



市販のLCDとRTCを利用した時計

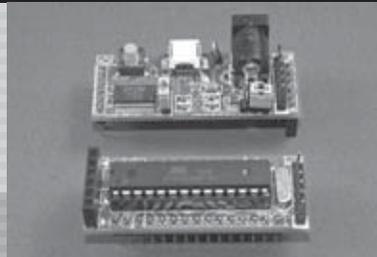


電源と3本の信号線
だけの配線で使える
バーLED



熱電対を使った温度測定と記録

Arduinoと本書で用いる Arduino互換機



Arduinoは“Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5”という、オープン・ハードウェアのライセンスのもとで資料などが無償で公開されているハードウェアです。

PCと通信するためのシリアル通信回路と、マイコン、クリスタルなど簡単な回路で構成されているので、公開情報から自作することも比較的容易です。

本書では、筆者が製作したArduinoの互換機を使用し、それを中心にブレッドボード(*1)用の小型基板などを組み合わせて実験していきます。

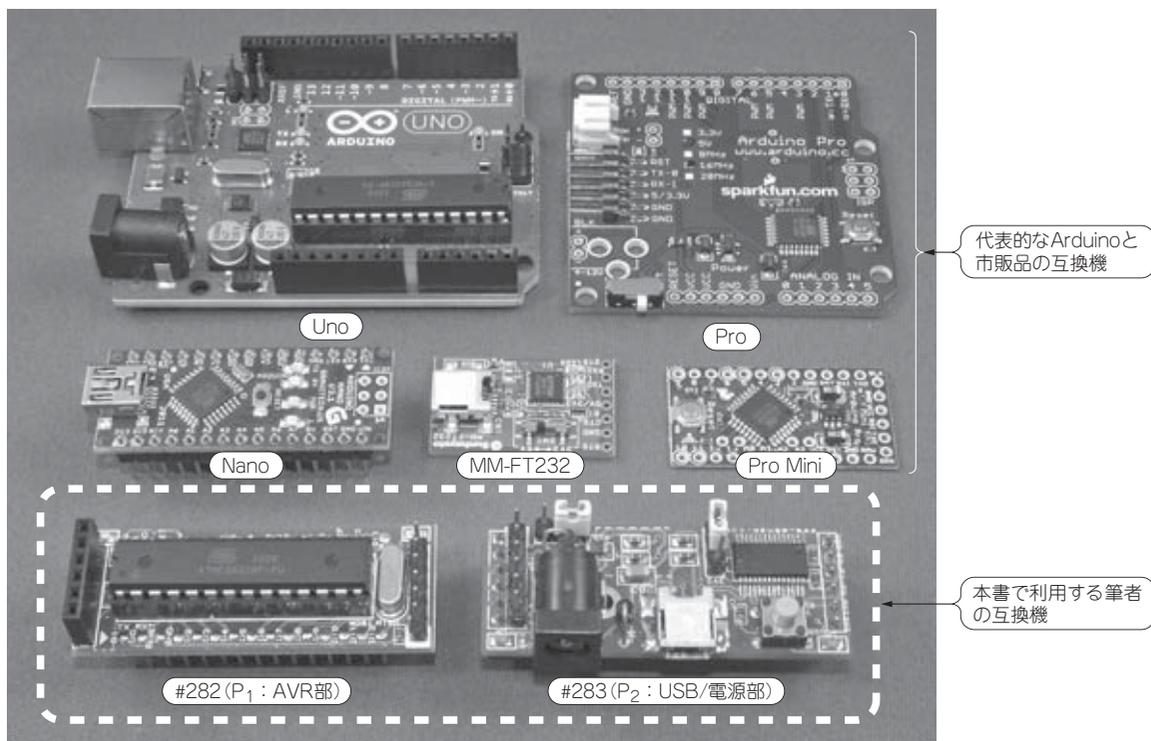


写真1-1 Arduinoのラインナップ

現在入手できるおもなArduinoと筆者製作の互換機(#282、#283)の外観。MM-FT232はPro またはPro Miniに接続できるUSB-シリアル変換ボード。

(*1) ソルダレス・ブレッドボードとも呼ばれる。

Arduinoに搭載されているマイコンにはブートローダと呼ばれるプログラム(後述)が搭載されていて、PCにインストールした開発環境であるArduino IDEからの操作によって、USB経由でプログラムをアップロードすると即プログラムを実行できます。

ArduinoにはATMEL社のAVRという8ビットのマイクロプロセッサが使用されていますが、このブートローダのおかげで、AVRライタ(プログラム)などのツールは一切不要です。

まずはこの章で、Arduino互換機と、Arduino IDEの使用法などについて説明します。

1-0 Arduinoにはいろいろな形状、種類がある

最初に、市販のArduinoと自作Arduino互換機の特徴や違いなどについて説明します。

● 各種Arduinoの特徴を比較

一般的に、ブレッドボードで試作する場合や、機器に組み込む場合は小型のものが適しています。まずは選定時の参考になるように、現在販売されているポピュラなArduinoと本書でメインに使用している互換機を比較してみます。

表1-1にArduinoのおもな仕様の対比表を示します。大きさ、形状に関しては、Appendix A に対比図を掲載してあるので、そちらを参照してください。

現在発売されているおもなArduinoのラインナップを写真1-1に示します。

機能を拡張するために使われる市販のシールドを直結して使用するには、Arduino Duemilanove (2009)

表1-1 Arduinoのおもなモデルの仕様比較

	本書で利用する 互換機 (P ₁ , P ₂)	Nano	Pro Mini	Pro	Uno/Duemilanove
基板外形 (突起含まず)	50 × 25mm	43 × 18mm	33 × 18mm	52 × 53mm	69 × 53mm
USB-シリアル変換	FT232RL (#283併用)	FT232RL	なし (別基板)	なし (別基板)	AVR/FT232RL
AVRの外形	DIP	QFP	QFP	QFP	DIP
AVRの交換	○	×	×	×	○
電源電圧 [V]	3.3/5	5	3.3/5 ^(※1)	3.3/5 ^(※1)	5
クロック [MHz]	8/16 (クリスタル交換)	16	8/16 専用ボード ^(※1)	8/16 専用ボード ^(※1)	16
USB回路分離	○	×	○	○	×
ブレッドボード直接実装	○	○	○ (A4, A5除く)	×	×
市販シールド使用	×	×	×	○	○
DCジャックより電源供給	○ (#283併用)	×	×	○	○
電源レギュレータ	○ (#283併用)	○	○	○	○
参考価格 [円] ^(※2)	1200 (#282)	4200	1900	2000	2800/-
USB-シリアル・ボード価格 [円] ^(※2)	1700 (#283)	-	2000 ^(※3)	2000 ^(※3)	-

(※1) 5V/16MHz版、3.3V/8MHz版として別々の製品として販売されている。

(※2) 参考価格は販売店や為替レートなどにより変わる。執筆時の価格。

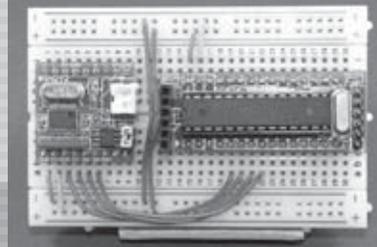
(※3) サンハヤト MM-FT232を想定。

† ピン・ヘッダやピン・ソケットは付属していないものもあるので注意。Pro Mini, Proの価格はピン・ヘッダ、ソケット付属なしのもの。

† Duemilanoveは現在製造されていない。

† #283などの番号は筆者の製作したボードの管理番号。

製作したブレッドボード用 アダプタ基板と使い方



この章では、筆者が製作した、ブレッドボードを利用して試作するときに役立つ数々のアダプタ基板について説明し、その使い方をサンプル・プログラムとともに解説します。各ボードには専用のライブラリを用意してあるので、簡単に利用できます。

これらのボードは、第4章以降での組み合わせや応用アプリケーションで利用します。

3-1 アダプタ基板…スイッチ・ボード

最初は、四つのタクト・スイッチをダイヤモンド配置した小型のボードです。

● スイッチ・ボード(#285)の特徴, 機能

このボードは約25mm角の基板上に四つのタクト・スイッチがダイヤモンド状に配置されたものです。そのほかLEDも2個ついています。

ブレッドボードとは、9ピン×2列(幅600mil)のピン・ヘッダで接続できます。

● スイッチ・ボード(#285)の仕様

ボードの部品配置図を図3-1に示します。回路図はAppendix Dを参照してください。

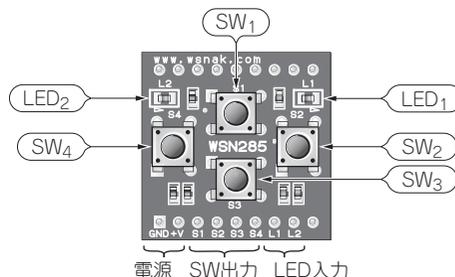
各スイッチの片側はGNDに接続されていて、スイッチを押したときに、対応するスイッチ端子“S₁”～“S₄”が“L”レベルになります。スイッチ端子は10kΩの抵抗器でプルアップされています。

LEDは電流制限用の1kΩの抵抗器が直列に接続され、カソード側がGNDに接続されているので、LED端子(アノード側)“L₁”, “L₂”を“H”レベルにすると、対応するLEDが点灯します。

図3-1

#285スイッチ・ボード

#285スイッチ・ボードの部品配置図を示す。4個のタクト・スイッチと2個のLEDが実装可能。基板サイズは約25×25mm。LEDには電流制限用の抵抗器が直列に接続されているため、直接デジタル出力を接続することができる。また、タクト・スイッチにはプルアップ抵抗器が付いている。



3-3 アダプタ基板…バーLEDボード

これは、レベル・メータなどでおなじみの、一列に並んだ10セグメントのLEDをシリアル信号で制御できるボードです。

● バーLEDボード (#296) の特徴, 機能

シリアル-パラレル変換のシフト・レジスタ(データがレジスタ内を左もしくは右に移動する機能をもつデバイス)を2個使用して16ビットの出力ポートとして利用し、三つの信号で、10セグメントのLEDと、6ビットの出力ポートを操作できます。

● バーLEDボード (#296) の仕様

図3-3に示すこのボードでは、8ビット・シフト・レジスタのHC595を二つカスケード接続して16ビットのシフト・レジスタを構成しています。ビット数が2倍になるだけで、基本的にはHC595が1個のときと同じ方法で制御できます。

シフト・レジスタの16ビットの出力ポート(D₀~D₉の10ビットはバーLEDのセグメントに使用)はシフト・レジスタ制御用のCK, DI, LTの3本の信号だけで制御できます。CKはシフト・クロック, DIはシリアル入力のデータ, LTは出力ラッチ(出力の状態を保持する)です。

LEDの制御には10ビットのみ使用しているため、残りのD₁₀~D₁₅の6ビットは、汎用の出力ポート(エクストラ・ポート)として使用できます。

● バーLEDボード (#296) の使い方

図3-4と写真3-1に示すように、電源と3本の信号線をArduinoに接続するだけで使用可能です。専用ド

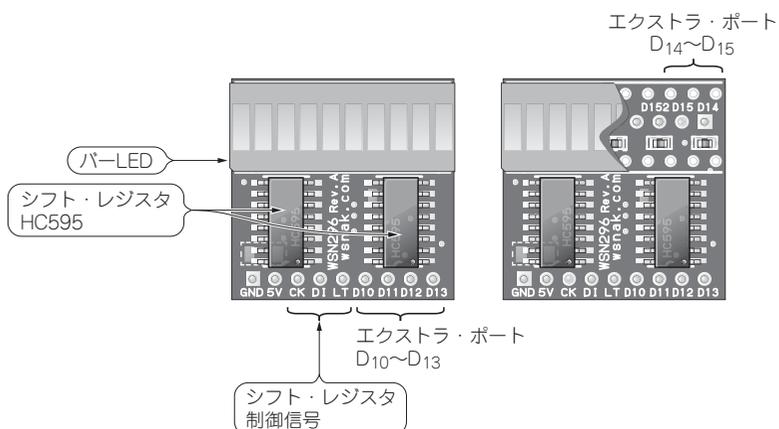


図3-3 #296バーLEDボード

#296バーLEDボードの部品配置図を示す。基板サイズは約25×25mm。シフト・レジスタを2個カスケード接続して16ビットに拡張し、10セグメントのバーLEDをドライブする。制御線はCK, DI, LTの3本で制御可能。16ビットの内、LEDで使わない6ビットは汎用出力ポートとして使用可能(エクストラ・ポート)。

● TEST3…バイナリ表示 (p3_4_B10Led3.ino)

10ビットのバイナリ値として表示させます。右端が最下位ビットで、10ビットの2進数として表示されます(‘1’のビットが点灯)。カウンタの値を2進数で表示します。

この事例は、“#define TEST3”のみを有効にしたものです。

● エクストラ・ポートの出力

TEST1～TEST3で共通ですが、LEDの点灯動作とポート出力が干渉していないことを確認するために、エクストラ・ポートに単純増加または減少のカウント値(Count2の値)を出力しています。D₁₀～D₁₃にLEDをつなげばD₁₀をLSBとして4ビットのカウント値がバイナリで表示されます。

3-5 アダプタ基板…4桁7セグメントLEDボード

これは、四つの7セグメントLEDと、セグメント・データ出力用のシフト・レジスタを搭載したボードです。LCDに比べて視認性は高いです。数字以外に、A、b、c、d、E、Fも表示できます。

● 4桁7セグメントLEDボード(#298)の特徴, 機能

シフト・レジスタをセグメント・データの出力ポートにしているため、8セグメント(小数点含む)の8ビットのデータはCLK、DTの2本の信号線で制御できます。その他、各セグメントの電流制限用抵抗、カラム(桁)信号用のトランジスタも内蔵しています。2+4本の信号線で制御できます。

ボードのサイズは約50×25mmで、外部ピンの幅は800milです。シフト・レジスタに74AC164を1個使っています(図3-5)。

● 4桁7セグメントLEDボード(#298)の使い方

電源、シフト・レジスタの制御用のCLKとDTの2本と桁信号COL₁～COL₄の4本を、Arduinoの任意のデジタル・ポートに接続します。

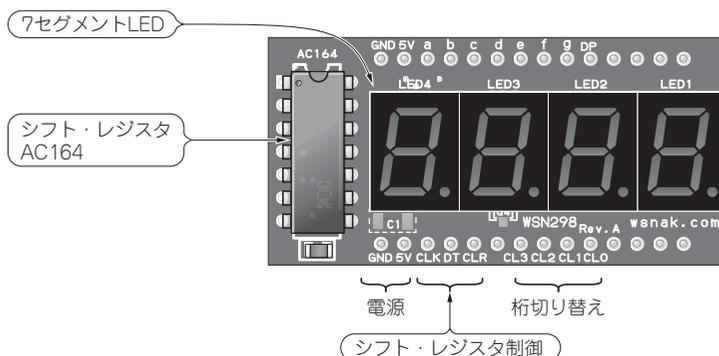


図3-5 #298 4桁7セグメントLEDボード

#298 4桁7セグメントLEDボードの部品配置図を示す。基板サイズは約50×25mm。小型の7セグメントLEDを4個使用している。ダイナミック・ドライブ用、8本のセグメント信号(a～g、DP)はシフト・レジスタによって生成するため、CLK、DTの2本で制御できる。それ以外に桁切り替え信号が4本必要。

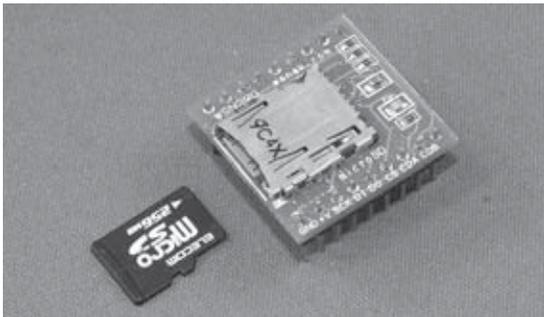


写真3-3 マイクロSDカードと#290マイクロSDカード・ボード

#290 マイクロSDカード・ボードの外観を示す。基板背面に3.3V出力の小型レギュレータとレベル変換用ゲートICの74LVC14が実装されている。カード・コネクタの横に付いているLEDは、SPIのSCK (ArduinoのD₁₃)と接続されているため、カードにアクセスがあると、チカッと点灯する。

写真3-4

#290 SDカード・ボードの背面
#290 マイクロSDカード・ボードの背面を示す。中央にあるのはSOICの74LVC14A, その左側にあるのが3.3VレギュレータのTAR5SB33.

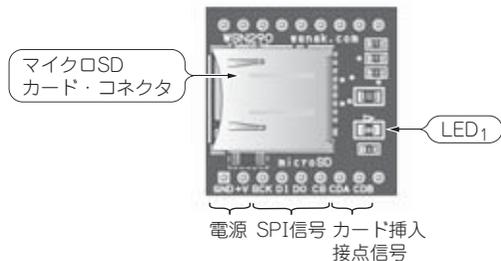
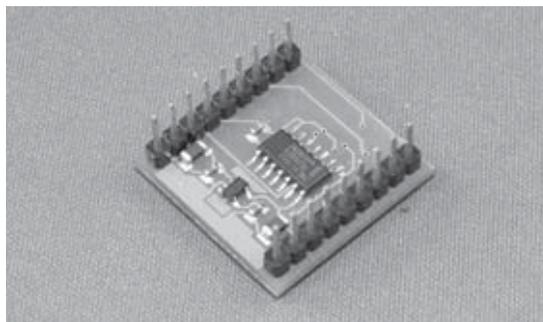


図3-7 #290マイクロSDカード・ボード

#290 マイクロSDカード・ボードの部品配置図を示す。図の上側の列のピンはブレッドボード実装時に当ボードを物理的に安定させるダミー・ピンで、どこにも接続されていない。3.3Vレギュレータとレベル変換用ゲートICは背面に実装されている。

3-7 アダプタ基板…SDカード・ボード

これは、取り外しができて大容量の外部メモリとして使える、マイクロSDカード用のアダプタ・ボードです(写真3-3)。

Arduino Ver.1.0ではSDカード用のライブラリが標準で付属しているので、カード用のインターフェースを用意すれば、簡単にファイルの読み書きができます。フォーマットはFAT16をサポートしているので、PCでも読み書きができます。

● SDカード・ボードの特徴, 機能

図3-7に示すこのボードは、25mm角のプリント基板上にマイクロSDカード・コネクタと3.3V出力のレギュレータ、5V-3.3Vレベル変換用のバッファICを実装したものです(写真3-4)。

ArduinoのSDカード・ライブラリは、SDカードをSPI(3-14項参照)で制御します。制御はライブラリを利用すれば簡単ですが、カードを物理的にArduinoに接続するのが困難なので、ブレッドボードに実装できるマイクロSDカード用のアダプタを製作しました。

● SDカード・ボード(#290)の仕様

このアダプタは3.3Vのレギュレータが実装されているため、5V電源で3.3V系のマイクロSDカードが

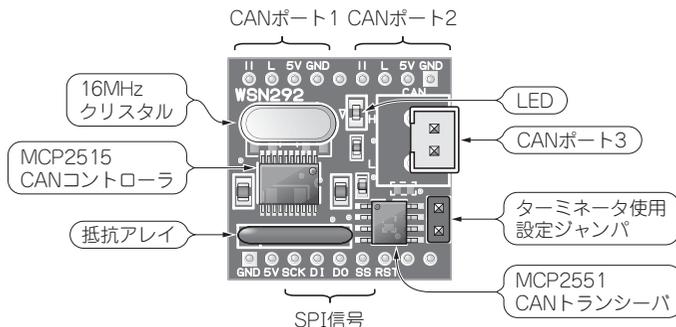


図3-9 #292 CANボードの部品配置

#292 CANボードの部品配置図を示す。基板サイズは約25×25mm。CANコントローラのMC2515とCANトランシーバのMCP2551、16MHzクリスタルという構成。ジャンパをショートすることにより、ターミネータが有効になる。CANポートはコネクタ端子も含めて三つあるが、基板内部で並列接続されているため、CANのコントローラとしては1チャンネル分の機能しかない。

基板の部品配置図を図3-9に示します。

● CANボード(#292)の使い方

このボードは1枚で1チャンネル分のCANインターフェースしかもたないため、CAN通信させるには、最低でもあと1台CAN機器(ノード)が必要です。3-13項の実験例では、CANボードとArduinoを2組用意してCANで接続し、双方でデータを送受信させてCAN通信を確認します。CANボードとArduinoは、4本のSPI制御線(SCK, SI, SO, SS)で接続して使います。

簡単に制御できるように、専用ドライバをライブラリ化しました。次項で説明するwCan2515というライブラリを使います。このライブラリを使う場合、SPI制御線は任意のArduinoのデジタル・ポートに接続できます。

wCan2515の説明、使い方などは次項より説明します。

3-10 CAN用ライブラリwCan2515

CAN制御は少し複雑なので、CAN用ライブラリのwCan2515について少し詳しく説明します。

● wCan2515ライブラリ

このライブラリは、マイクロチップ社のMCP2515をSPIで制御するためのものです。このICを使用したものなら、本書で紹介している#290 CANボード以外にも流用できると思います。

● wCan2515のメンバ

おもな公開メンバには次のようなものがあります。

- wCan2515(byte sck, byte si, byte so, byte ss, byte rate)…コンストラクタ(ポート番号設定)

写真3-7

#129 SPI制御6桁7セグメントLED表示器

#129 SPI制御6桁7セグメントLEDボードの外観を示す。このボードはPICで制御している。ファームウェアを変更することで、I²C制御やシリアル制御も可能。このボードの詳細は「マイコンの1線2線3線インターフェース活用入門」(CQ出版社)参照のこと。

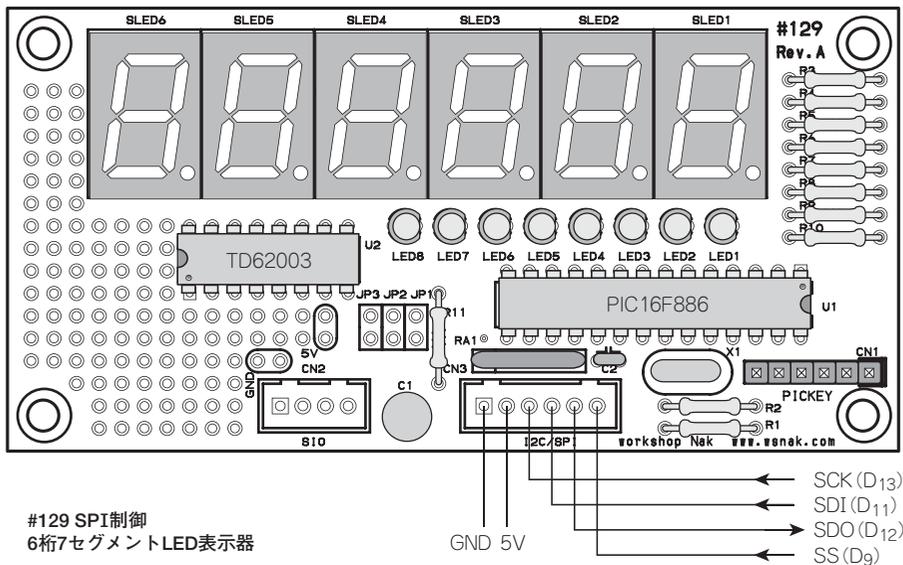
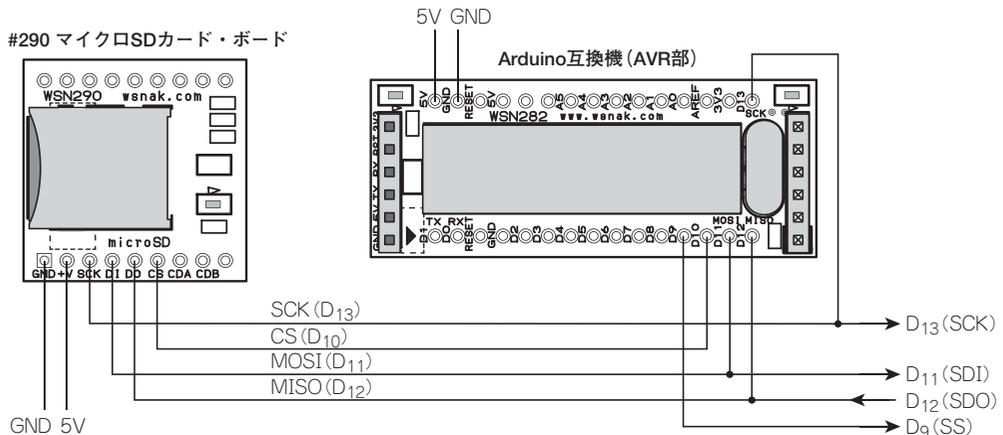
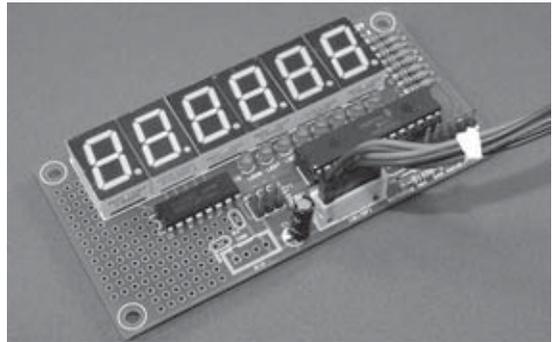


図3-11 SPI機器との接続

サンプル・スケッチを動作させるときのArduino互換機、#290 SDカード・ボード、#129 SPI制御6桁7セグメントLED表示器の配線図を示す。CS (SS) 信号を除くSPI信号は並列に接続してある。CS (SS) 信号はSPIデバイスごとに変わる必要がある。なお、シリアル通信を利用する場合はArduino互換機のUSB/電源部 (P₂) を接続する必要がある。

見本

ISBN978-4-7898-4220-4

C3055 ¥2800E

CQ出版社

定価：本体2,800円（税別）



9784789842204
1923055028005

このPDFは、CQ出版社発売の「Arduino実験キットで楽ちんマイコン開発」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/42/42201.htm>

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

限定
生産

本書の内容をすぐに試せる実験キット

はんだごてを使わず素手でマイコン開発を始められる

Arduino互換小型基板実験キット「CQカチャduino」を

頒布サービス中です。詳細はCQ WebShopまで。

- 商品名 ————— Arduino互換小型基板実験キット
(品名 CQカチャduino)
- 価格 ————— 9,800円(税・送料込)
- 問い合わせ先 — (03) 5395-2141 (販売)
- CQ WebShop — <http://shop.cqpub.co.jp/>

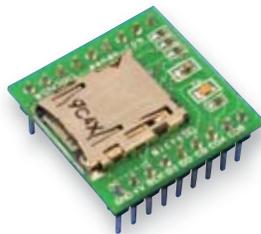
実験キットの内容



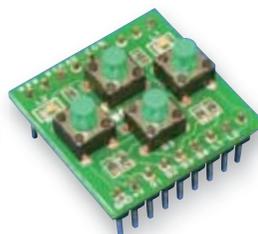
① USBアダプタ



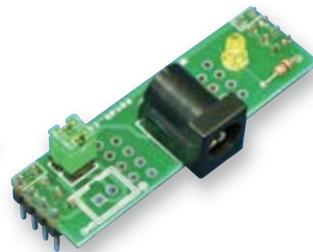
② AVR DIPモジュール (2個)



③ SDアダプタ



④ スイッチ・アダプタ



⑤ 電源アダプタ