

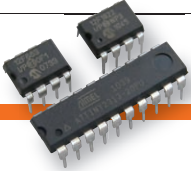
マイコン  
活用シリーズ

PIC/AVR

# 現場で使える ローエンド・マイコン 活用事例集

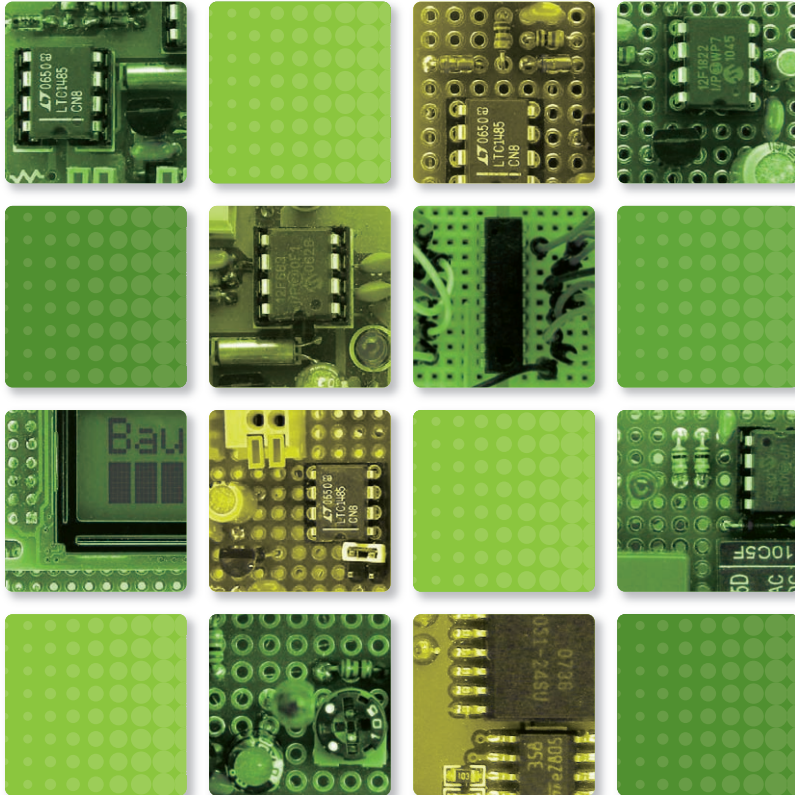
見本

Low-end microcontrollers utilization casebook



石神芳郎 著

## PICとAVRマイコン + C言語プログラミング



CQ出版社

# マイコン制御の照明コントローラを作ろう

最近ソーラー・パネルでバッテリーに充電しておいて、その電気を市販の DC-AC インバータで交流 100V にして電化製品を使うことが容易になってきましたが、DC12V の電圧で使う照明器具はそれほど多くありません。そして、12V バッテリー用の「センサーライト」みたいな機能の照明装置となればホーム・センタでも目にしません。

そこで本章では「独立型電源 DC 12V」で使う LED 照明のコントローラを紹介します。



## ● 手軽に家庭で使える自動照明とは

バッテリーの充電量には限りがあるのでとにかく節電が課題になりますが、節電には次の方法があります。

- ▶ 使わないときには消す
- ▶ 必要以上に明るくしない
- ▶ 必要な場所へ最適な明るさの照明器具を取り付ける

この課題を解決するには、本章で紹介する照明用コントローラが最適です。

## ● マイコン制御による LED 照明システム

設計での目標は、使う部品が安価で、最小の部品点数で構成し、そして簡単な電子回路で作れることとしました。これらを実現しながらも、次の機能を備えています。

### ◆ PIC マイコンによるシステム制御

照明装置としての機能は PIC マイコンが内蔵する機能モジュールを使った制御で実現をするので、部品点数を最小限にすることができます。

### ◆ LED の点灯は PWM 制御方式

照明装置に必須なのは「明るさを調整」する機能ですが、本システムでは「最高輝度」の調整を PWM で行うので、照明用のハロゲン球・タングステン球・パワー LED などに対応しています。

### ◆ 昼・夜の自動認識による運転制御

マイコンには明るさを電気信号に変えるフォト・トランジスタ回路を接続し、プログラムで明るさを判

断して夜になったならば照明の点灯を行います。

#### ◆夜間は赤外線人感センサによる自動点灯

赤外線を使った人感センサから出力される信号をマイコンで読み取って、点灯を始めます。

#### ◆手動スイッチの制御には「タッチ・センサ」を使用

人が「入/切」するスイッチには、指先で軽く触るだけで反応するタッチ・センサを使います。

#### ◆明るさのフェードイン/フェードアウトはプログラムで制御

照明の明かりは、「フワー」と明るくなって「スワー」と暗くなるようにプログラムで制御します。実際に使ってみると「高級でオシャレ」な気分にもなります。

#### ◆LEDの最高輝度はボリュームで調整

照明器具の明るさはボリュームで調整することができますが、これもマイコンで制御をします。

#### ◆パワー MOS FET による大型照明器具の制御が可能

照明器具へ流す電流を調整するのはパワー MOS FET を使っているのです、かなり多くの照明用 LED を接続することができます。

### ●ファームウェア(\*1)のプログラミング

本章では次の処理が使われています。

- ▶タイマによる割り込み処理
- ▶PIC 内蔵の PWM モジュールによる信号出力
- ▶A-D 変換による入力電圧の監視
- ▶オリジナル方式のタッチ・センサ入力処理
- ▶デジタルの数値から文字列への変換処理
- ▶ソフト・シリアルによるデータの送信処理(デバッグ用のサンプル)

### ●マイコンのプログラミングができなくても大丈夫

電子工作だけの読者は本書のサポート・ページから実行ファイル入手して PIC へ書き込めば、本章の照明コントローラを動かすことができます。

ソース・コード：CQ\_LED\_P.C    実行ファイル：CQ\_LED\_P.HEX

ファイルの入手と書き込みに関する詳細は第7章の「7-1 マイコンの開発環境」を参照してください。

## 1-1 使用する部品と回路

### ●LED 照明システムの全体像

最初に紹介する写真 1-1 は、本章で製作したコントロール基板と接続して使ったセットの部品です。また、本章で製作するコントローラで使用する部品を表 1-1 に示します。

### ●メインになるコントローラ基板(写真 1-2)

ここからは、コントローラ基板の製作を紹介していきます。

(\*1) 本書で説明するソフトウェアは、組み込み用マイコンのプログラムなので、ファームウェアと呼ぶ。

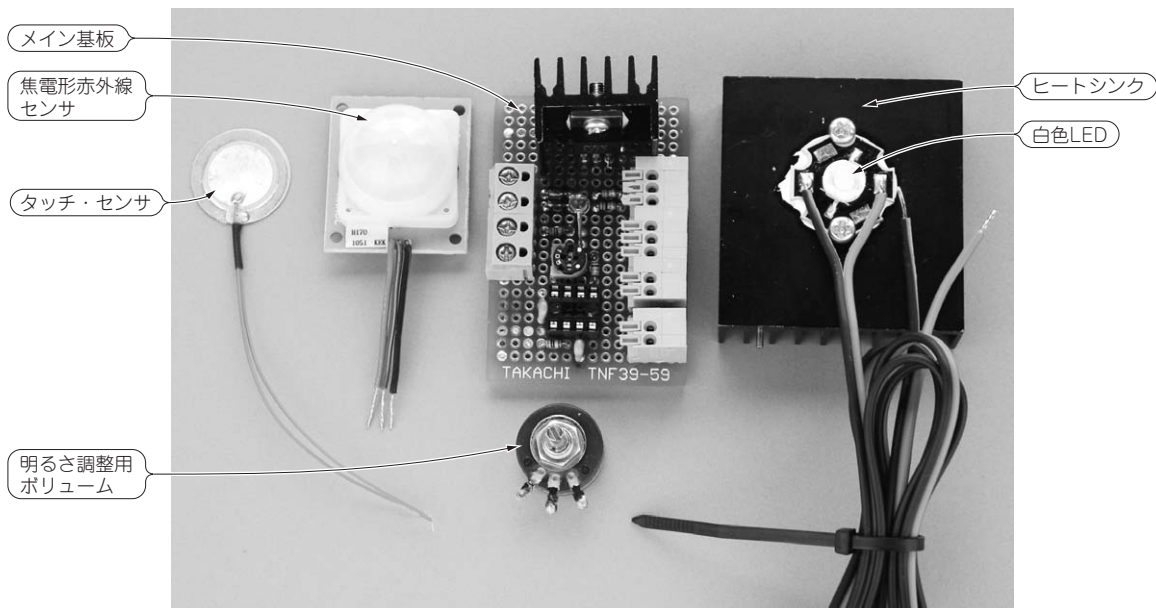


写真 1-1 使用する部品と組み立てたコントロール基板

表 1-1 LED 照明システムで使用する部品

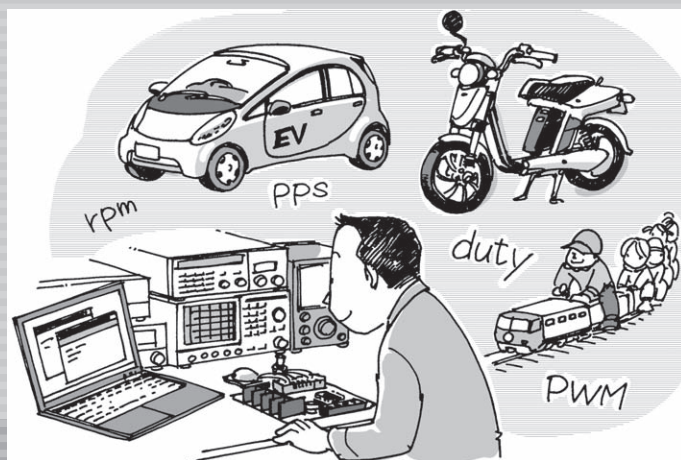
部品名	数量	型番など	備考
PIC マイコン	1 個	PIC12F683	
焦電形赤外線センサ・モジュール	1 個		秋月電子通商 通販コード M-02471
3 端子レギュレータ	1 個	78L05	5V 100mA
パワー MOS FET	1 個	2SK2232(60V 25A)	秋月電子通商 通販コード I-02414
フォト・トランジスタ	1 個	NJL7502L	秋月電子通商 通販コード I-02325
白色パワー LED	1 個	OSW4XME1C1S-100	秋月電子通商 通販コード I-03709
圧電スピーカ	1 個	ビエゾ素子	秋月電子通商 通販コード P-04228
ヒートシンク	2 個	FET 用と LED 用	※ 本文参照
可変抵抗器(ボリューム)	1 個	250kΩ	秋月電子通商 通販コード P-00250 ※1
半固定抵抗器	1 個	1MΩ	プリント基板用
積層セラミック・コンデンサ	4 個	0.1μF 50V	
抵抗器	2 個	1MΩ 1/6W	
	2 個	10kΩ 1/6W	
	1 個	22kΩ 1/6W	
	1 個	100Ω 1/6W	
穴あき基板	1 枚	TAKACHI TNF39-59	14 × 21 穴
ターミナル・ブロック 2 ピン	2 個	ネジ式	秋月電子通商 通販コード P-01038
ターミナル・ブロック 2 ピン	2 個	ばね式	秋月電子通商 通販コード P-01404
ターミナル・ブロック 3 ピン	2 個	ばね式	秋月電子通商 通販コード P-01405
リード線・ケーブル類			写真と本文参照

※1: 10kΩ 以上であれば手持ちの抵抗値でよい。

筆者が製作したものは、室内の壁面に簡単なカバーをした状態で運転をしています。トラブルなく 2 年間以上働いています。消費電流が合計で 2A 程度の LED を接続して使う範囲ならば問題なく使えます。中央の照度センサは昼夜を判断する明るさを監視するため、覆いをしてはいけません。

# 直流用大電力パワー・コントローラを作ろう

ソーラー・パネルと蓄電池で独立型電源を構築したならば、何といっても次に欲しくなるのがパワー・コントローラ(電力制御装置)です。パワー・コントローラがあれば、照明器具の明るさを調整したり、モータ類の回転を調整するといった電力制御をすることが可能になります。



## ● 初めてのパワー・コントロール

### ◆照明装置を調光するならば PWM 方式

車用のランプや LED を 12V の電源で照明装置に使いますが、明るさの調整は PWM 方式です。PWM 方式は短い周期でスイッチの「入/切」を繰り返し、入にする時間の比率で明るさを調整します。

### ◆モータの回転を調整するのも PWM 方式

バッテリーにモータを接続すると回転しますが、そのままでは回転速度を調整することができません。配線の途中にスイッチを入れて細かく「入/切」の時間を調整すれば、回転の速度が調整できます。

## ● マイコンで電子制御

本章では、PIC マイコンとパワー MOS FET を使ったパワー・コントローラの製作を紹介します。

PWM ならばタイマ IC (NE555) と FET で作った経験をお持ちの読者もおられると思いますが、PIC マイコンで作る PWM 方式の電力制御は新たな可能性を提供してくれるはずで、表 2-1 は、PWM で制御する場合のタイマ IC と PIC マイコンの特徴を比較しています。

使用する PIC マイコンは安価ですし、電子回路は非常に簡素な構成になっているので、初めての電子工作でも挑戦できると思います。

## ● PWM でコントロールすると

PWM の周波数を変えると負荷によってさまざまな振る舞いをします。本章では、それらを確認できる



写真 2-1 前面パネル



写真 2-2 後面パネル

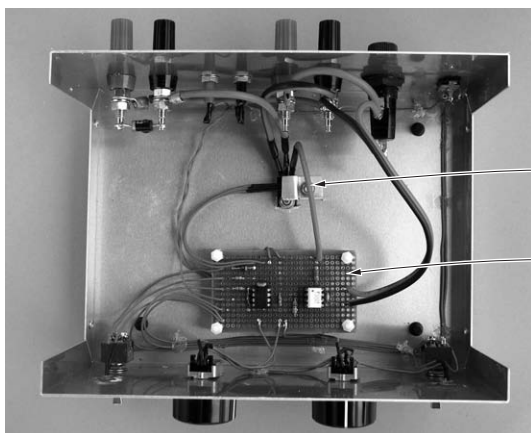


写真 2-3  
ケース内部

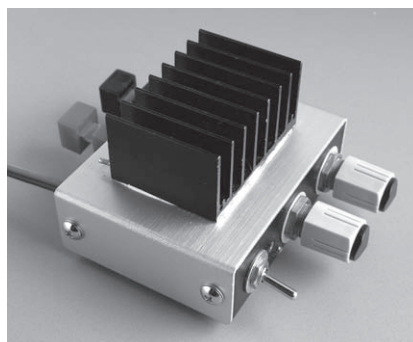


写真 2-4 小型コントローラの例

これらはC言語で記述しているので、いろいろな場面にコピーして利用してください。

## ● マイコンのプログラミングができなくても大丈夫

本書のサポート・ページから実行ファイル入手してPICへ書き込めば動かすことができます。

ソース・コード：CQ\_DCPWM.C 実行ファイル：CQ\_DCPWM.HEX

書き込みに関する詳細は第7章の「7-1 マイコンの開発環境」を参照してください。

## 2-1 使用する部品と回路

ここで製作時に使う部品類(表 2-2, 前ページ)は一例なので、すべて同じ部品である必要はまったくありません。次項で説明する基板の写真を参考に用意してください。

### ● 組み立てたコントローラの外観

写真 2-1 は前面パネルで 24V 6A と表示してありますが、ヒューズを替えれば最大 24V 20A は使えます。

写真 2-1 と写真 2-2 のパネル文字はステッカ用シールに印刷して貼り付けてあります。写真 2-3 は内部の写真ですが、スイッチと端子を取り付けるための箱のため、中身はからっぽの状態です。

写真 2-4 のコントローラは同じ回路を別途製作したもので、端子とスイッチ類を省略してコンパクトになっていますが、機能はまったく同じです。

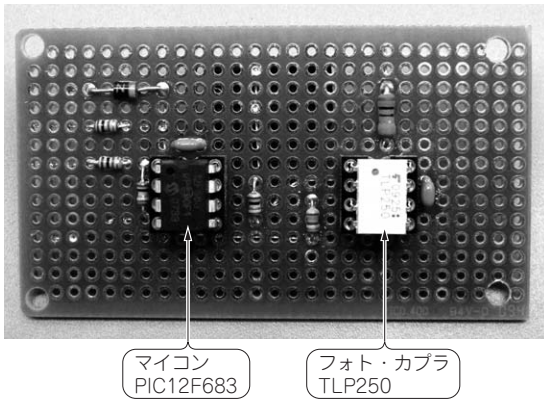


写真 2-5 コントローラ基板

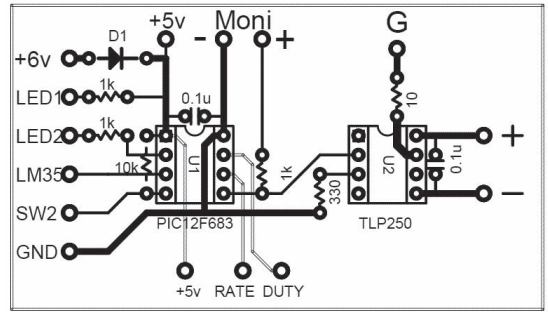


図 2-1 基板の配線パターン

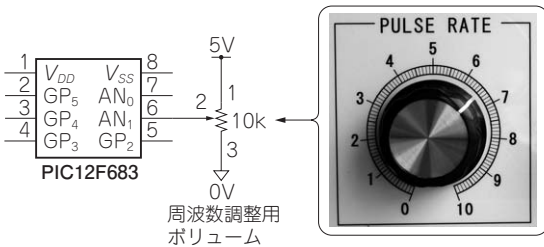


図 2-2 周波数調整回路

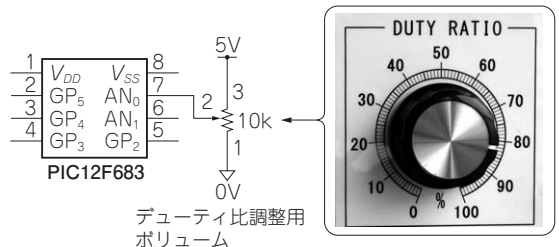


図 2-3 デューティ比調整回路

## ● コントローラの基板と配線パターン

写真 2-5 は基板の写真ですが、PIC で制御しているために部品点数は少ないです。図 2-1 は基板の配線パターンです。周辺部品との結線は後述の図 2-14 の結線図で説明します。

## 2-2 マイコンに接続する電子回路の説明

ここからは、コントローラを構成している回路を目的別に分けて説明をしていきます。

### ● PWM の周波数を調整する (図 2-2)

周波数とは 1 秒間に出力されるパルスの数です。

PIC の AN<sub>1</sub> (6 ピン) には回転角度センサの 2 番が接続されていますが、この電圧は 5 ~ 0V までの範囲で変化をするので、A-D 変換を実行すればツマミの角度がわかります。

プログラムではこの角度に応じて PWM の周波数を決定することになります。回転角度センサを使っているのはツマミの角度に電圧が比例するからで、可変抵抗器でも使えます。電圧の出力は左 (0) で 5V 右 (10) で 0V となるように配線をします。

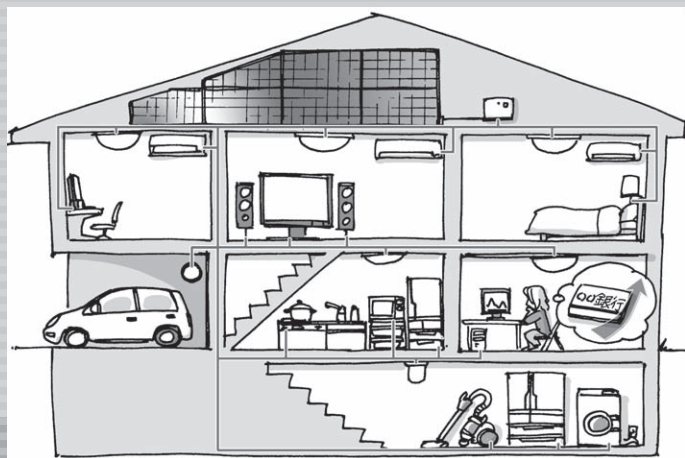
### ● PWM のデューティ比を調整する (図 2-3)

デューティ比とは 1 パルスの信号が ON と OFF になる比率です。

PIC の AN<sub>0</sub> (7 ピン) には可変抵抗器の 2 番が接続されていますが、この電圧は 5V ~ 0V までの範囲で

# エネルギー監視システムを作ろう

最近は節電・エコといった活字を目にすることが増えてきましたが、毎日使っているエネルギーを簡単に知ることができないだろうか…と考えたことはありませんか？本章では家庭内で使えるエネルギー監視ネットワークをPICマイコンで構築する方法を紹介します。



## ● 初めてのエネルギー監視システム

エネルギーの監視をするには次の技術が必要となります。

- ▶ エネルギーを測定するセンサを設置して、センサからの出力信号をデジタル・データにする  
電気の使用量を知るには電流値の計測から始まりますが、本システムでは電流センサを使います。そして、計測した電流値のデータをPICマイコンで電流値と電力量に変換します。
- ▶ デジタル・データを通信ネットワークで集計監視用の装置へ送信する  
PICマイコンのデータ通信機能とネットワーク用ICを使って、オリジナル・ネットワークを作ります。ネットワークは数百mの延長が可能ですから、プライベートの用途には十分な性能があります。
- ▶ 集計監視用の装置は人が認識できるデータに戻して表示や記録をする  
パソコンがあれば、シリアル通信用アダプタを使ってデータを受信しながら画面へ表示もできます。パソコンではCSV形式のファイルへ記録することで、使用電力量の変化を表計算ソフトで確認できます。また、第5章では受信データの表示装置を紹介しますが、これでもモニタすることができます。  
以上の機能を実現するハードウェアとソフトウェアを紹介します。

## ● エネルギー監視システムの仕様

次のように仕様を決めました。

- ▶ 電気の使用量を計測するセンサとして「クランプ式センサ・変換器一体型電流変換器」を使う  
このセンサは簡単で安全に取り付けができるうえに電源が不要のため、どこにでも設置できます。



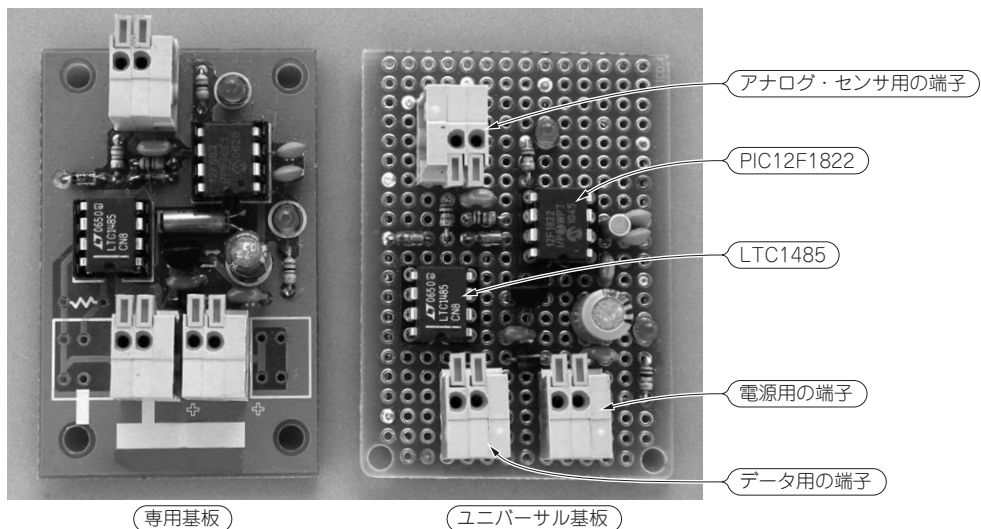


写真 4-1 部品を実装した基板

せん。ローパワーの LTC485 では最大データレート(通信速度)が 2.5Mbaud と表記されていますが、本章での通信速度は 38,400bps で、ローパワーは 2,500,000bps ですから、どちらもまったく問題なく使えます。

ケーブル長は家庭内の距離で使うならば最大 100m としてローパワーでも問題ありません。しかし、端末台数を 30 台以上、ケーブル長 100m を超えるならばハイパワー型にするべきでしょう。

### ● 基板へ組み立てたようす

写真 4-1 は左が筆者の使っている専用基板で、右がユニバーサル基板へ組み立てた状態ですが、PIC マイコンの大きさと比較して参考にしてください。

### ● エネルギー監視用端末基板の回路図

PIC マイコン周辺は簡素な回路構成(図 4-1)ですが、機能別に回路の説明をしていきます。

### ● ユニバーサル基板の配線図

図 4-2 の配線パターンはすべて 2.54mm ピッチの穴で部品を配置してあります。これを参考に組み立てるときは、拡大コピーをしてマーカーペンで印をしながら配線すれば間違いが少なくなるでしょう。

### ● 電源の安定化回路(図 4-3)

監視用基板は 7~9V の電源を接続すれば、基板内で各 IC へ 5V の安定化された電圧を供給します。注意点としては、PIC12F1822 に内蔵の A-D コンバータを使うので、電源電圧( $V_{DD}$ )を 5V にする必要があります。

電流センサの出力電圧が 0~5.0V の範囲で変化するので、PIC マイコンの電源電圧も 5V にします。

電源の負荷で最も大きいのはモニター用 LED で 4mA(1 個)になり、RS-485 のデバイスは瞬時負荷なので、計算に入れなくてもコンデンサの充電分があるので問題は生じません。

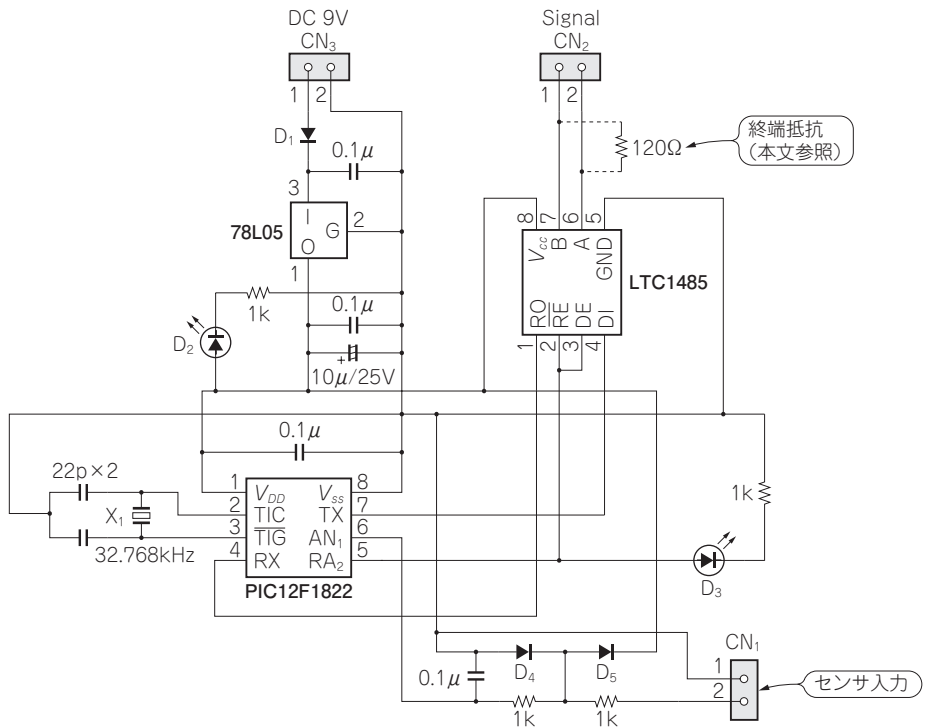


図 4-1 エネルギー監視用端末の回路図

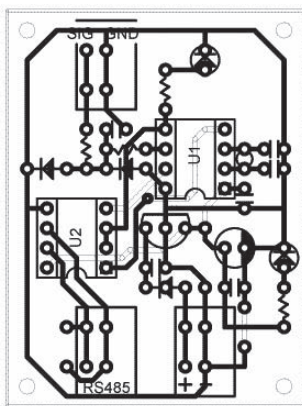


図 4-2 配線のパターン  
基板寸法：横：14，穴縦：21 穴。

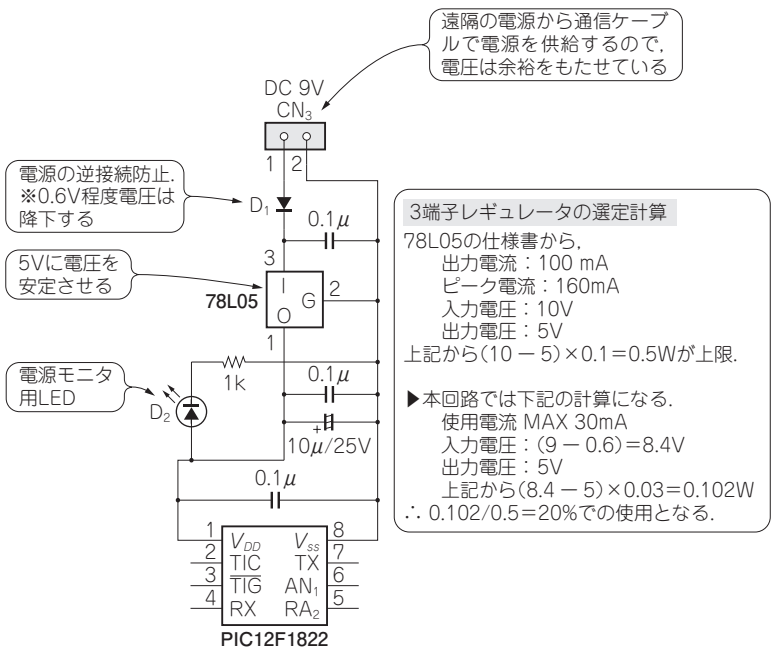


図 4-3 電源の安定化回路

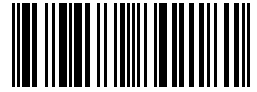
**CQ出版社**

ISBN978-4-7898-4218-1

C3055 ¥2800E

**CQ出版社**

定価：本体2,800円（税別）



9784789842181



1923055028005

現場で使える  
**ローエンド・マイコン  
活用事例集**

Low-end microcontrollers utilization casebook

このPDFは、CQ出版社発売の「現場で使えるローエンド・マイコン活用事例集」の一部内容見本です。  
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。

<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai//books/42/42181.htm>