

毎日コミュニケーションズ刊 吉野耕司 著

「60日でできる！二足歩行ロボット自作入門」サポート記事

## Pen 4号のマイコンボード代替

(AKI-H8/3067F → AKI-H8/3069F)

### 1. はじめに

初版刊行から約1ヶ月ほどでPen 4号の制御に使うマイコンボードキットが販売終了となってしまいました。こういった本では「全く同じ部品が手に入らない」と言うことはよくあることだと思います。そういう場合は適当に読み替えて、自分なりに応用して別の部品で作るというのも工作の楽しみでしょう。

しかし一方で、本書は「そのまま作れる」ことを大きなセールスポイントの一つとしていました。また、代替案紹介の要望もありました。加えて、あまりに早いタイミングだったということもあり、この様な形で代替工作の紹介をすることとしました。

完全に同じように使えるマイコンボードキットがあれば簡単だったのですが、似たようなものは多くとも、全く同じキットはありませんでした。そこで本記事では、なるべく本の内容に沿って同じことが出来て価格も手ごろな、別のマイコンボードキット（AKI-H8/3069Fマイコンボードキット）を選び、I/Oボードやソフトを作る方法について、本の製作例から変えるところを中心に紹介します。記事の位置づけとしては、「付録」的な内容で、本の内容をふまえたものになっています。

ここで紹介するマイコンボードキットに換装すると、オリジナルの状態よりもメモリーの容量が大幅に増えるため（32kByte→2MByte）記憶できるモーションデータも大幅に増えたり、ロボットの中にカメラの画像を蓄えて処理できるようになったりと非常に大きく機能アップします。既に本のオリジナルの状態でPen 4号を完成された方に、機能拡張の1つとして作っていただいても良いでしょう。

## 2. どんなものを作るのか？



新旧比較

写真はオリジナルの I/Oボード（左）と、これから作る I/Oボード(右) を並べてみたものです。(今後本記事でオリジナルの方を「I/Oボード1」これから制作する方を「I/Oボード2」と呼ぶことにします。) I/Oボード2の方は配線前に部品を基板に並べてみただけですが、ご覧のとおり基板の寸法や、ロボット側との配線が同じになるので、ロボットのフレーム側から見ると「同等品」とみなせるものです。

### 3. 追加購入の材料

追加で購入する材料です。これ以外の材料や道具は本のとおりでOKです。

AKI-H8/3069F

マイコンボードキット

購入先：秋月電子通商

価格：¥3850-

購入数：1個

備考：買い物リストNo. 8 AKI-H  
8/3067Fのキットの代替



両面ガラス・ユニバーサル基板

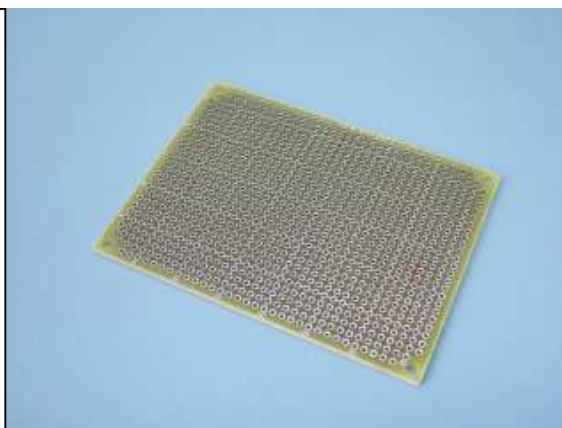
2.54mmピッチ (95 x 72 mm)

購入先：秋月電子通商

価格：¥200-

購入数：1枚

備考：上記マイコンボードキットには基板  
が付属しないので、1枚追加購入します



カーボン抵抗

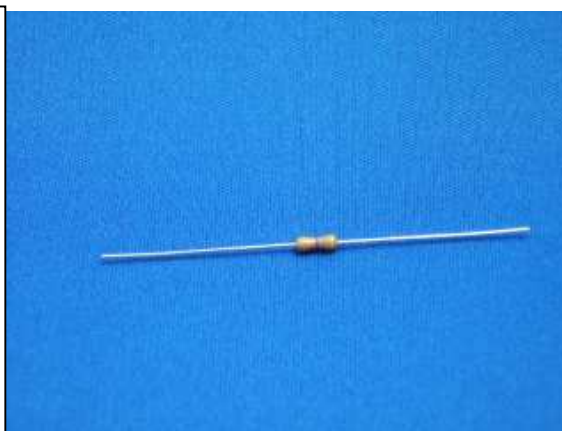
(1/4W 10kΩ)

購入先：秋月電子通商

価格：¥100-

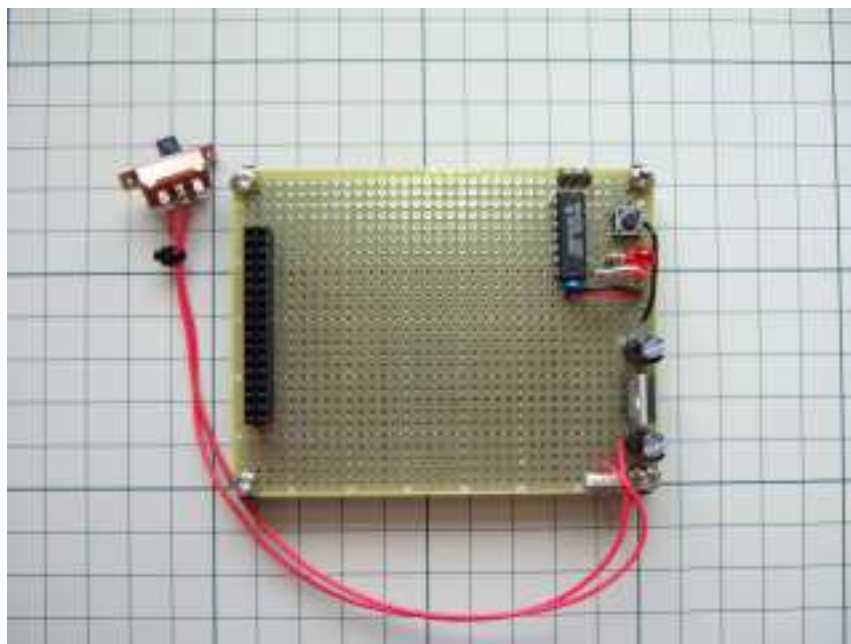
購入数：1袋

備考：プルアップ抵抗用



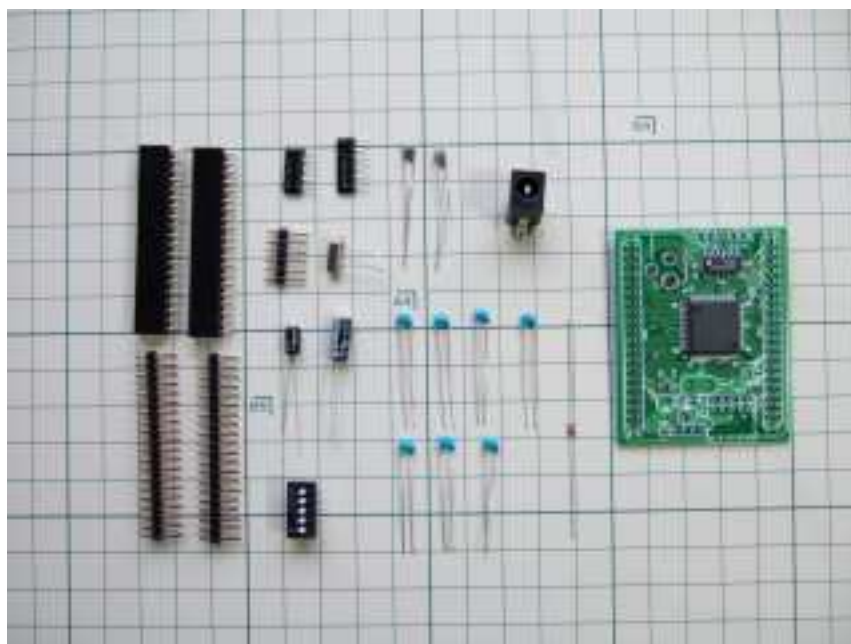
#### 4. I/Oボード2の製作（電源とLED周辺）

それでは早速製作開始です。5-2章のところまでは全く本のとおりです。



#### 5. マイコンボードキットの製作

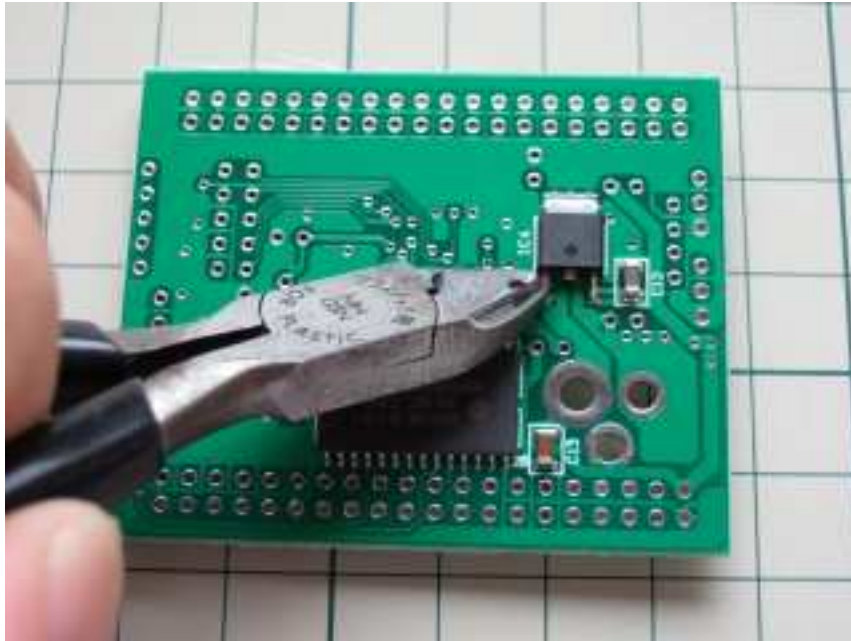
キット付属の説明書に沿ってマイコンボードキットを組立てましょう。本の中で言うと5-2章と5-3章の間に入る作業です。キットの製作は説明書のとおりですので、注意点のみ紹介します。



組立前のマイコンボードキット

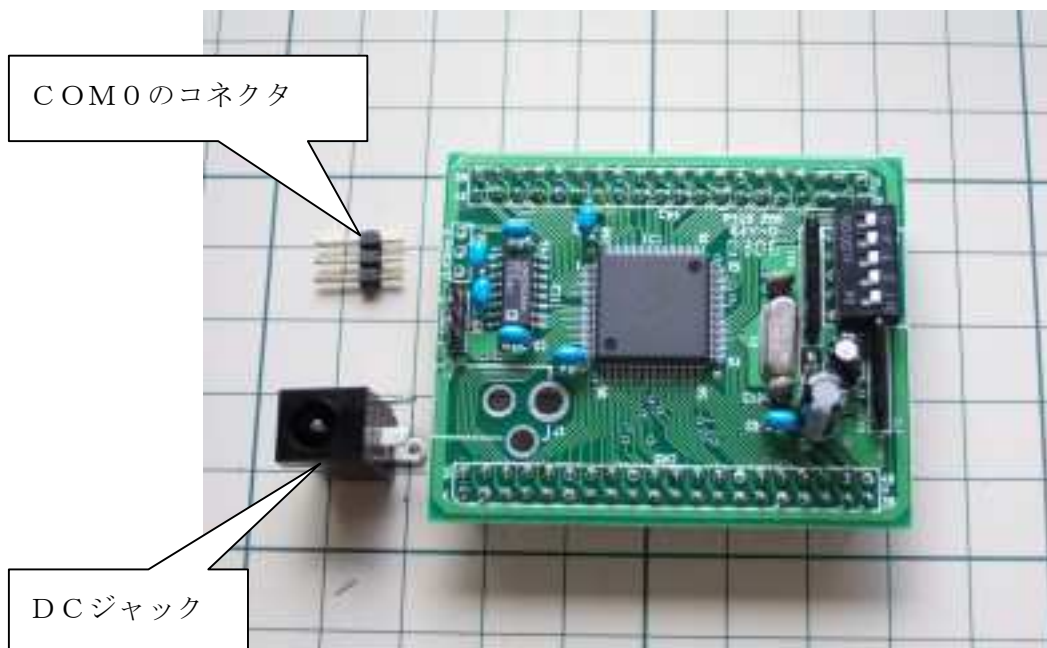
### 5. 1 3端子レギュレータの足を切る

I/Oボード2側に5Vの電源があるので、マイコンボードに付いている3端子レギュレータは使用しません。そこで、ニッパーで足を切り働かないようにしておきます。



### 5. 2 付けない部品

以下の部品は使わないので付けません。DCジャックについては、キットのロットによっては元から基板に付いている事もあります。その場合はわざわざ外さなくてもOKです。

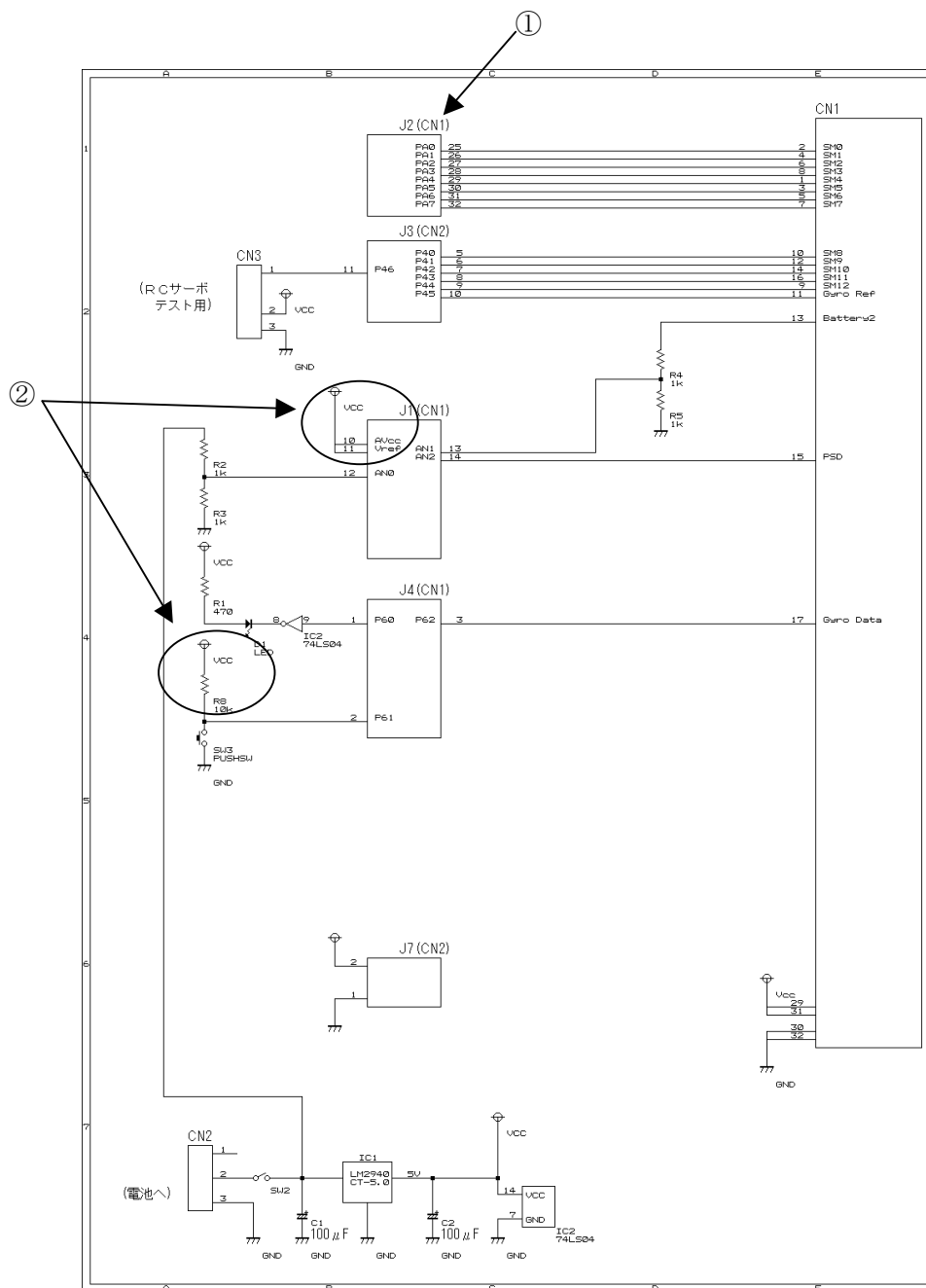


組立てたキット

## 6. I/Oボード2の製作（ピンソケットの取り付けと配線）

### 6. 1 I/Oボード2の全体回路図

マイコンボードのピンヘッダの数がオリジナルのものと違いますが、違いが分かり易いように同じレイアウトで描いてみました。図中①部の様にAKI-H8/3067Fのピンヘッダの記号J2に対してAKI-H8/3069Fのピンヘッダの記号を(CN1)等と記しています。ご覧のとおり、使っているピンヘッダの記号やI/Oポートが違うのみで回路図的にはオリジナルとほぼ同じです。違いと言えば②の部分程度です。

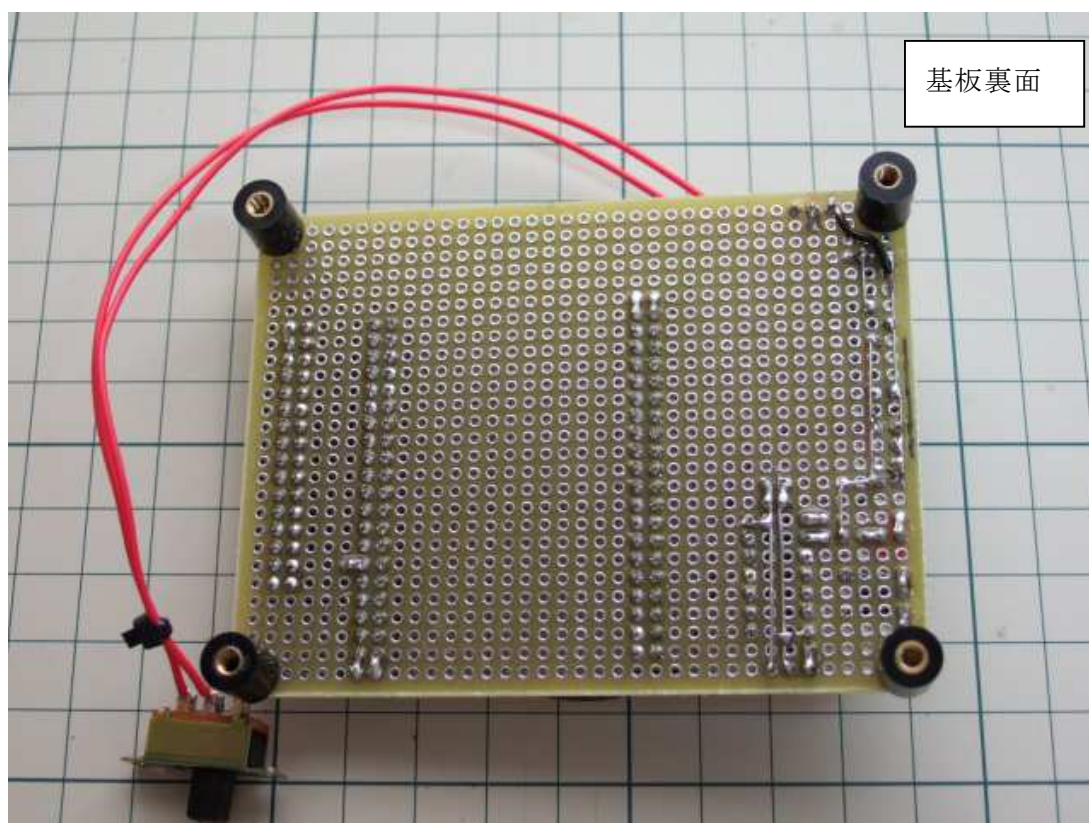
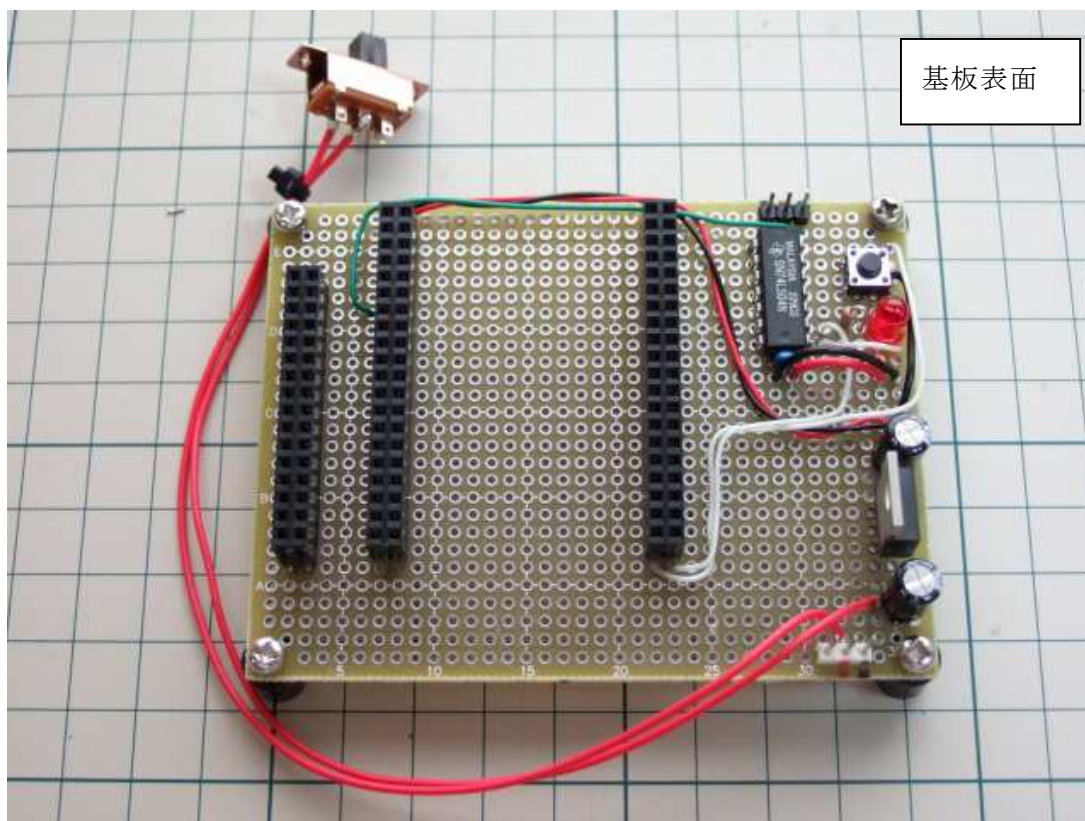


I/Oボード2 全体回路図

回路図の見た目は非常にオリジナルと近いのですが、使っているI/Oポートが変更になっています。ソフトを作るときに影響してくるので、記憶に留めておいてください。

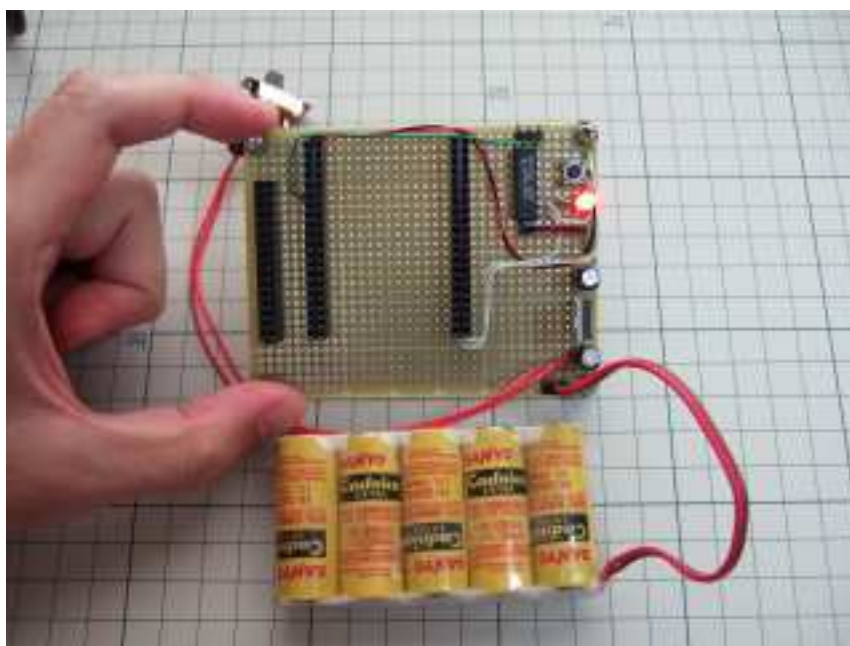
## 6. 2 配線

作り方は本と同じです。5 - 5章の終了時点に相当する作業を終えるとこんな感じになります。

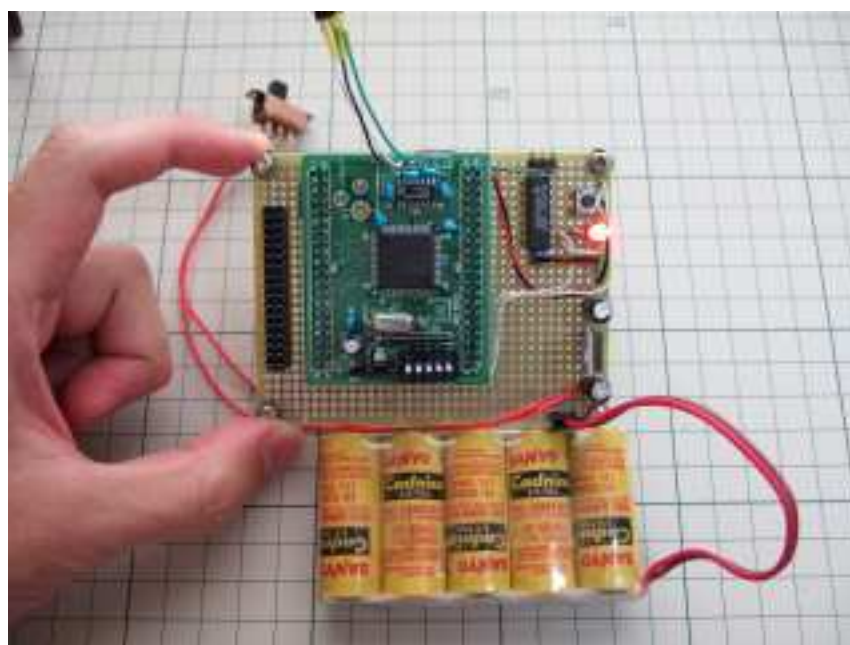


### 6. 3 動作確認

5日目に相当する動作確認の作業です。見た目が少し違いますが、本のとおりです。AKI-H8/3069Fの基板にLEDが無い点が違いと言えば違いですね。



5 - 4 章の動作確認



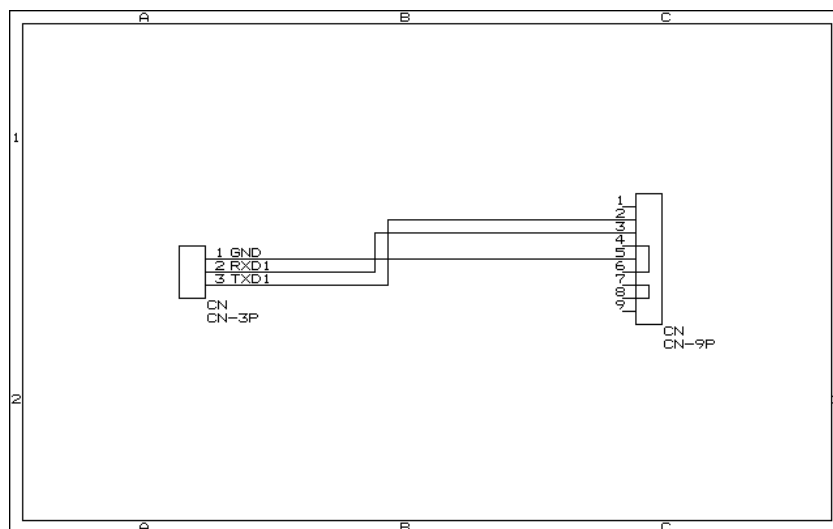
5 - 5 章の動作確認



## 7. ケーブル

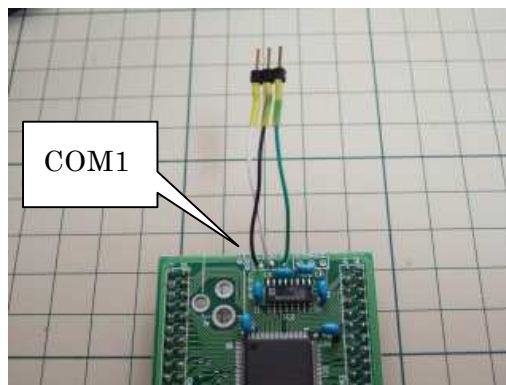
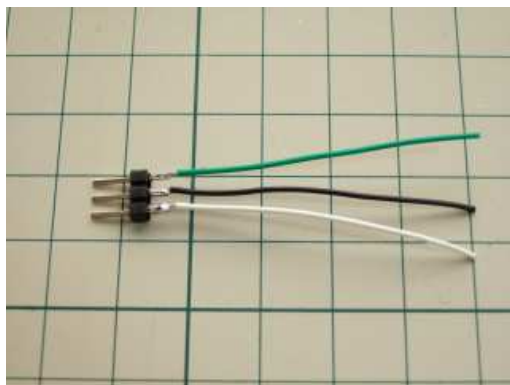
### 7. 1 新規に制作する場合

6日目で準備する通信ケーブルです。マイコンボード側はCOM1というコネクタに接続します。オリジナルのJ5と同じ機能のコネクタですが、並び方が違います。



### 7. 2 既にオリジナル版を持っている場合

既にオリジナル状態でPen4号を完成している場合は、写真のように延長コネクタを作って差を吸収しても良いでしょう。



AKI-H8/3067FマイコンボードとAKI-H8/3069Fマイコンボードのピンの対応は以下のとおりです。

1 GND	<del>1 LTX</del>
2 RXD1	<del>2 GND</del>
3 TXD1	<del>3 LRX</del>

[AKI-H8/3069]                      [AKI-H8/3067]

## 8. マイコンボードの動作確認

### 8. 1 マイコンボードキット付属ソフトのインストール

#### 8. 1. 1 ライターのインストール

はじめにH8 / 3069Fチップに内蔵のフラッシュメモリーへソフトを書き込むためのライターをPCにインストールします。インストールの方法はキット付属の説明書のとおりです。



マイコンボードキット付属のCD

PCの設定によりますが、たいていの場合はマイコンボードキット付属のCDをPCにセットするとライター（H8WriterTurbo）のインストーラーが起動し、インストールが始まります。

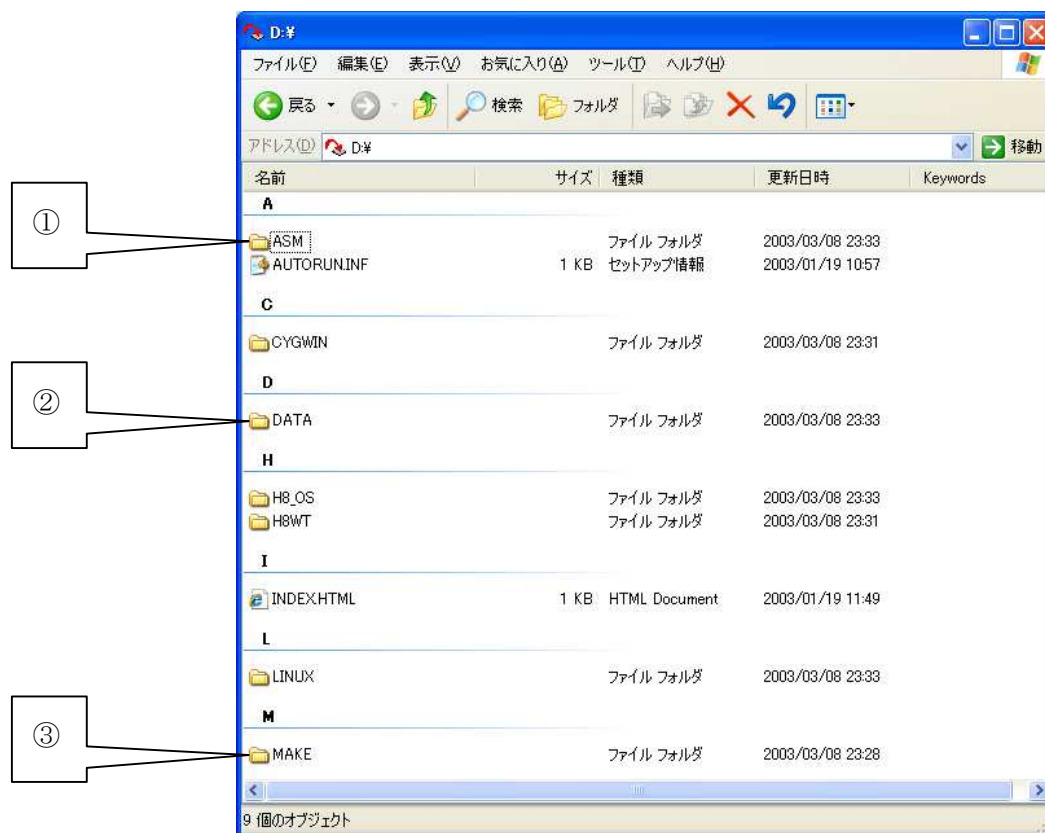


インストールが完了するとデスクトップにライターのショートカットアイコンが現れます。



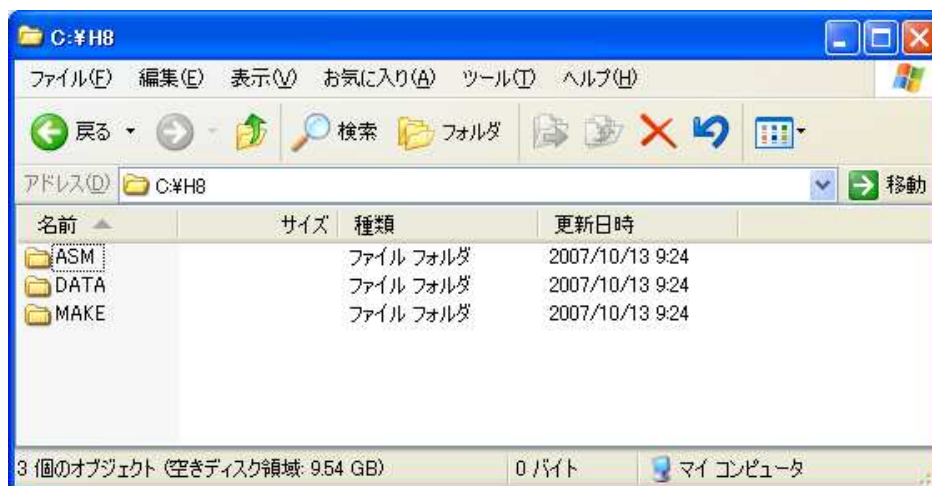
## 8. 1. 2 アセンブラ等のインストール

H 8用のアセンブラやマニュアル (①～③) をマイコンボードキット付属のCDからコピーします。コピー先のフォルダは本と同じく C:\¥H8 フォルダです。



マイコンボードキット付属のCDの内容

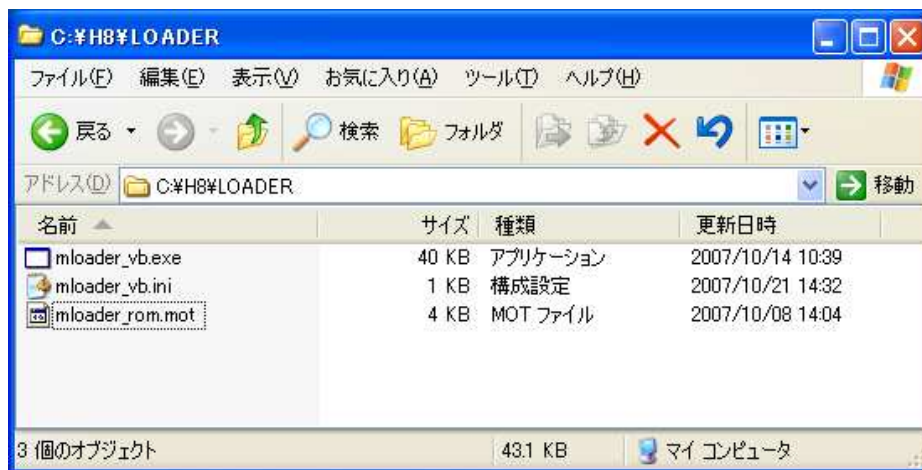
このCDにはフリーのCコンパイラ等も含まれています。本記事では使いませんが、これらを用いてP e n 4を動かすことも不可能ではないので興味のある方は挑戦してみてください。G o o g l e等のサーチエンジンに「H 8 3 0 6 9 g c c」と入力して検索するといろいろ出てきます。



コピー後のフォルダの状態

## 8. 2 ローダーのインストール

「P e n 4 号用 M O T ファイルローダー」略してローダーの圧縮ファイルを「60日でする！二足歩行ロボット自作入門」のサポートサイトからダウンロードします。そして、C¥H8¥LOADER というフォルダを作り、そこに展開します。



展開したローダーのファイル

3 個のファイルの役割は以下のとおりです。

### ① mloader\_vb.exe

VB2005 で作ったプログラムです。P C で使います。コンパイル済みで M O T ( S 2 ) 形式になった H 8 用プログラムのファイルを読み、H 8 マイコンボードのメモリーに展開されたイメージに変換します。そして C O M ポート経由で H 8 マイコンボードに送信します。

通信速度は 19200bps に固定で、メモリーイメージの状態では大きさが 64kByte 未満のプログラムを送信できます。

### ② mloader\_vb.ini

mloader\_vb.exe の設定ファイルです。画面で設定した値を、次回起動時まで記憶する目的で使われます。

### ③ mloader\_rom.mot

モニタプログラムの代わりに H 8 のフラッシュメモリーに書き込んで使う H 8 用のプログラムです。P C から送られてくるメモリーイメージの H 8 用プログラムを、**AKI-H8 / 3069F**キットの外部 R A M の先頭にロードします。ロードが完了した後に自動的にロードされたプログラムを実行します。(注意：簡単に作ったため汎用性はありません)

## 8. 3 その他のソフトのインストール

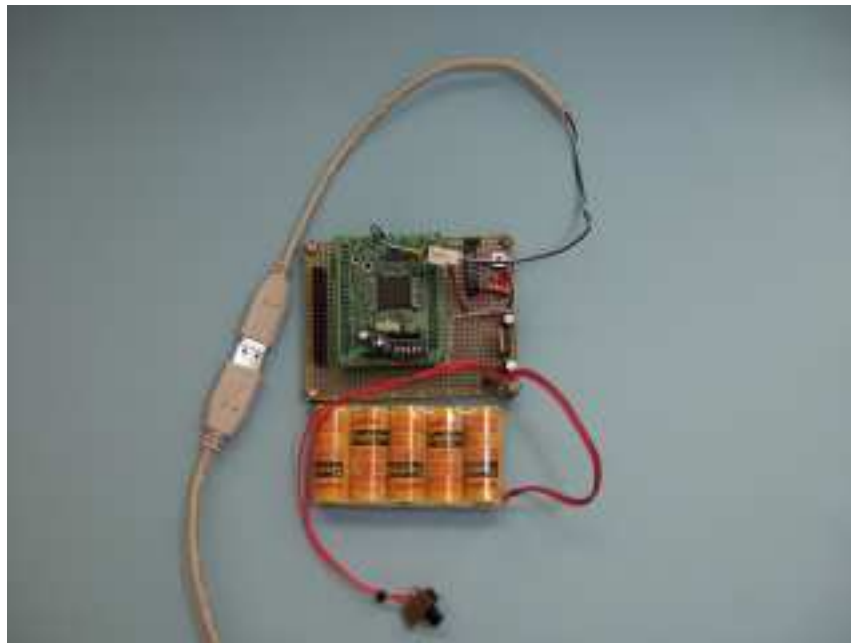
V C 2 0 0 5、V B 2 0 0 5、H 8 用 C コンパイラのインストールについては本のとおりで、とくに変更はありません。

## 8. 4 ローダーの書き込み

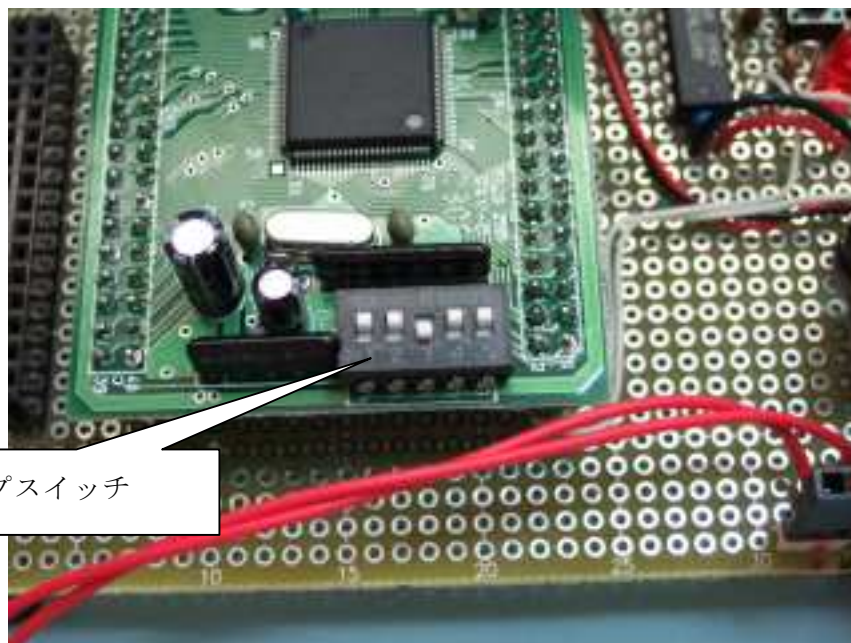
本の7-1章で紹介しているモニターデバッガソフトに相当するソフトをマイコンのフラッシュメモリーに書き込みます。

### 8. 4. 1 マイコンボードの準備

通信ケーブルや電池を接続します。本の7-2章の作業に相当します。まだスイッチは入れません。

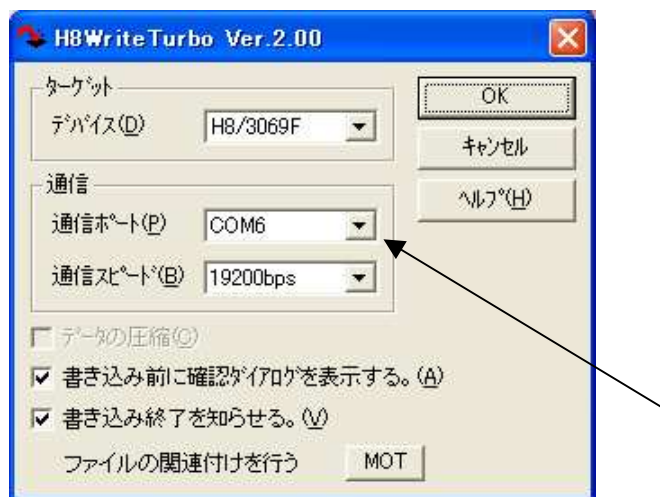


マイコンボードのディップスイッチのON/OFFを写真の位置にセットします。



#### 8. 4. 2 ライターの設定

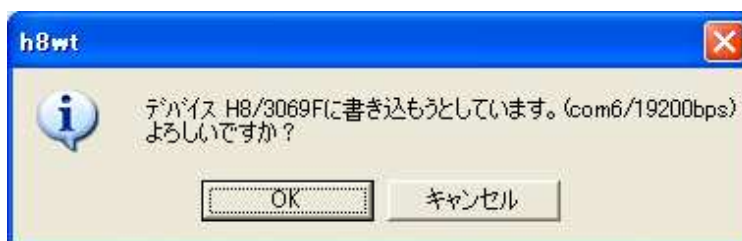
ライターショートカットアイコンをダブルクリックすると設定画面が表示されます。通信ポート以外は表示内容を設定画面例のとおりセットします。通信ポートはご使用のPCにあわせてセットします。セット完了後OKボタンをクリックしてウインドを閉じます。



設定画面例

#### 8. 4. 3 ローダーの書き込み

サポートサイトからダウンロードしたローダー関連ソフトの中に含まれるファイル「mloader\_rom.mot」をライターショートカットアイコンにドラック&ドロップします。確認のウインドが開くので、I/Oボード2のスイッチを入れた後、OKボタンをクリックします。

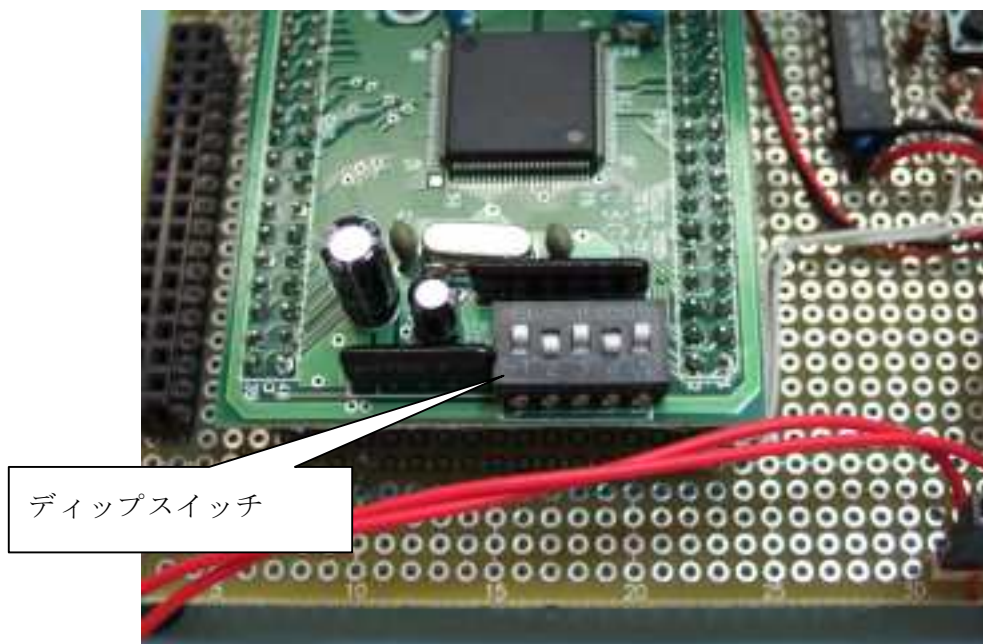


書き込みが終了したら閉じるボタンをクリックしてウインドを閉じ、I/Oボード2のスイッチを切ります。

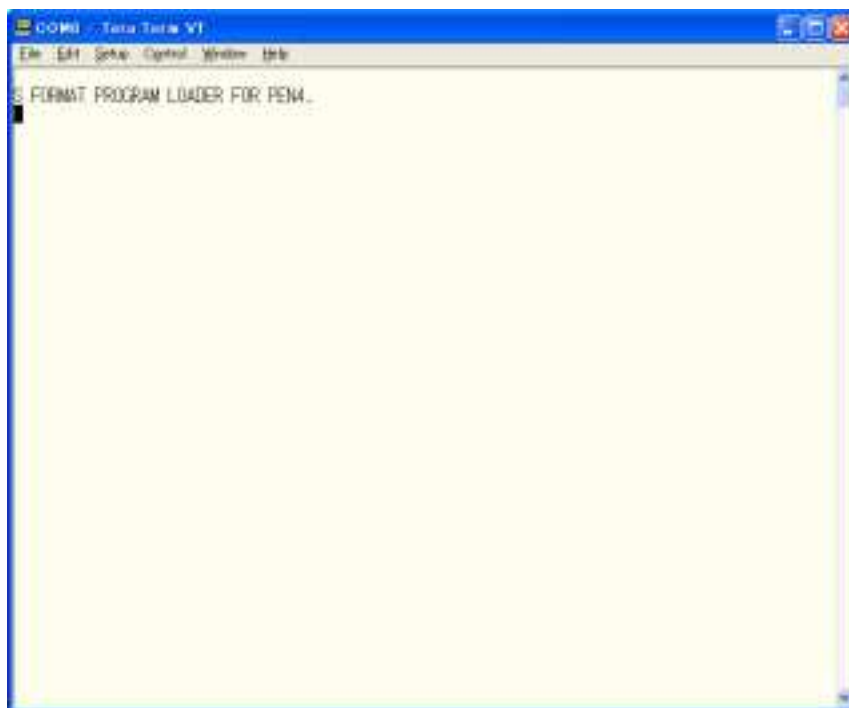


## 8. 5 動作確認

マイコンボードのディップスイッチのON/OFFを写真の位置にセットします。



ターミナルソフトを起動した後 I/Oボード2のスイッチを入れます。するとローダーの開始メッセージが表示されます。ターミナルソフトの設定は本の7-3章のとおりです。



## 9. プログラムの移植（書き換え）

I/Oボード1用のプログラムをI/Oボード2用書き換える方法を説明します。マイコンチップH8/3067FとH8/3069Fは同系統で上位互換性があるマイコンチップです。そのため基本的なレベルではプログラムにも互換性があります。ただしチップのレベルではなくマイコンボードやI/Oボードと言うレベルから見ると、同じCPUを使った別の機種のパソコンというか、周辺機器の組み合わせが違うパソコンの様な感じで、いわゆる「ドライバ」に相当するような部分を書き換えないと動作しません。ここでは具体的にPen4号のプログラムをどう書き換えるかを説明します。余談ですが、プログラムを作るときに今回のマイコンボード変更で書き換えが必要だったような要素をプログラムの中の一部にまとめておくとマイコンボードの機種変更が簡単になりますので、考えてみましょう。

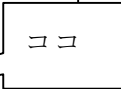
### 9.1 リセットベクトル

マイコンボードキットAKI-H8/3067FとAKI-H8/3069Fでは外付けRAMが付いているアドレスが違うので、プログラムの開始アドレスの部分を書き換えます。アセンブルの方法は本と同じです。

```

;CPUのタイプセット
        .CPU 300HA
;プログラムは400000番地から始まる
        .IMPORT      _main
        .ORG    H'400000
;main関数にジャンプする
        jmp    @_main
        .END

```



書き換えた「Resetv\_ram.mar」

### 9.2 C言語のプログラム

こちらは3点の変更に関わる要因があります。以下に列挙します。

#### ① I/Oポートの変更（P4 → P6、PB → P4）

AKI-H8/3067Fと、AKI-H8/3069Fでは、外部RAMの付き方が違うので、ユーザーが使えるI/Oポートが異なります。これを反映すると、プログラムの中ではこんな感じの変更になります。

P4DDR = 0x01; → P6DDR = 0x01;



## ② クロックの変更 (20MHz → 25MHz)

クロックの変更はRCサーボを動かす時に使っているITUにセットする数字に影響してきます。例えばH8マイコン用のプログラムpen4では、RCサーボを動かす部分のプログラムに1.5m秒の時間経過を測る部分があります。そこは10日目の部分の説明によれば、 $20\text{MHz} \div 8$ 分周の逆数からITUの数値が1カウントアップする時間として $1/2,500,000$ 秒を出し、3750カウント分の時間として1.5m秒を測っています。

ここでクロックが25MHzになるとITUの数値が1カウントアップする時間が $20/25$ だけ短い時間になります。こうして単位とする時間が短くなるため、1.5m秒の時間を計るためにより多くカウントすることが必要となります。

こんなわけでITU\_TCNT0とITU\_TCNT1に関して数値をセットしたり、比較したりする部分では、数値を単純に $25 \div 20$ で1.25倍すればよいこととなります。上に出た3750の場合は $3750 \times 1.25 = 4687.5$ となり、ITU\_TCNTには整数を入れるので切り上げて4688と書けば良いこととなります。

## ③ メモリマップの変更

マイコンボードの外部RAM開始アドレスが0x200000から0x400000に変わります。リセットベクトルの他ではモーションデータの格納場所のアドレスをプログラムの中で宣言していますので、例えば下表の様に適当に変えます。

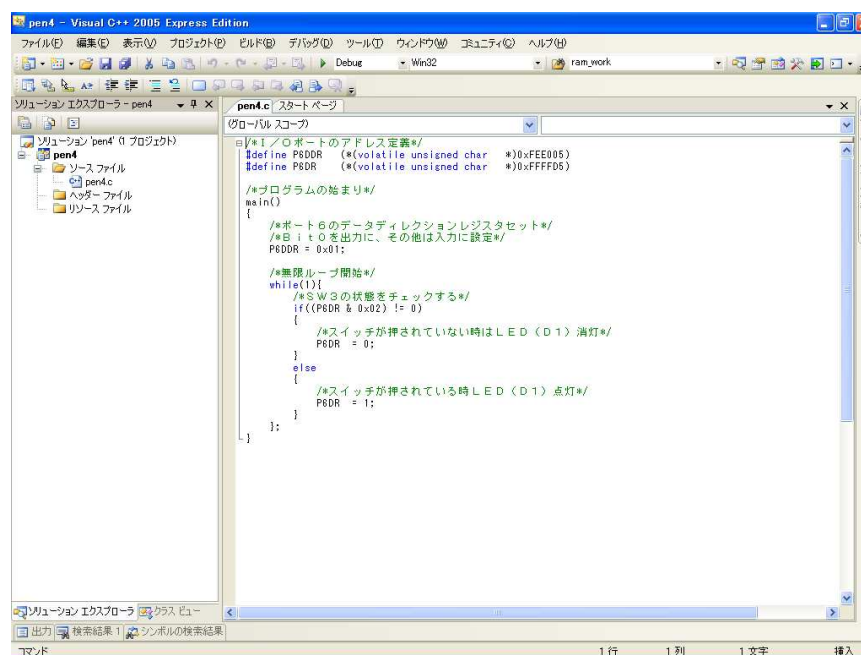
アドレス	容量	用途
0x400000 ~ 0x40FFFF	64k Byte	pen4 のプログラム 記憶エリア
0x410000 ~ 0x5DFFFF	1.9M Byte	オフライン計算モーション 記憶エリア
0x5E0000 ~ 0x5EFFFF	64k Byte	補間モーション記憶エリア

## 10. LEDを点滅させてみる

ではここまでで書き換えにすることが分かりましたので、一番簡単なプログラムを例にして、I/Oボード1用のプログラムをI/Oボード2用書き換えてマイコンボードを動かしてみましよう。元になる内容は、本の8日目の辺りを参照してください。

### 10.1 プログラムの書き換え

7項の説明に沿ってプログラムを書き換え、コンパイルします。コンパイルの手順は本と同じです。



```
pen4 - Visual C++ 2005 Express Edition
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) プロジェクト(O) ビルド(B) デバッグ(D) ツール(T) ウインドウ(W) コミュニティ(C) ヘルプ(H)
Debug Win32 ram_work
ソリューション エクスプローラー - pen4
ソリューション/pen4 (1) プロジェクト
pen4
ソースファイル
pen4.c
ヘッダーファイル
リソースファイル
グローバル スコープ
/*I/Oボードのアドレス定義*/
#define PSDDR (*(volatile unsigned char *)0xFEE905)
#define PSDR (*(volatile unsigned char *)0xFFFFD5)

/*プログラムの始まり*/
main()
{
    /*ポート6のデータディレクションレジスタセット*/
    /*D1=0を出力に、その他は入力に設定*/
    PSDDR = 0x01;

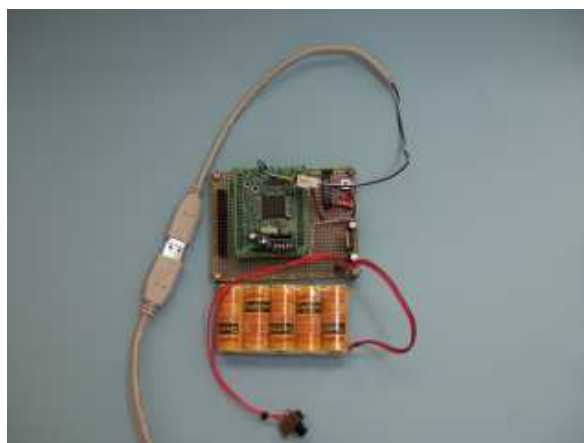
    /*無限ループ開始*/
    while(1)
    {
        /*SW3の状態をチェックする*/
        if((PSDR & 0x02) != 0)
        {
            /*スイッチが押されていない時はLED(D1)消灯*/
            PSDR = 0;
        }
        else
        {
            /*スイッチが押されている時LED(D1)点灯*/
            PSDR = 1;
        }
    }
}
```

VC2005の画面イメージ

## 10.2 動作確認

### 10.2.1 マイコンボードの準備

ケーブルと電池をつないでマイコンボードを動かせるようにします。



### 10.2.2 ローダーの起動

先に C:\¥H8¥LOADER へインストールした mloader\_vb.exe をエクスプローラの中でダブルクリックする等して起動します。

ローダーのウインドが開いたらCOMポートの番号をご自分のPCで有効な番号にセットし、「接続」ボタンをクリックします。すると問題なければボタンが緑に変わり、マイコンボードに接続します。

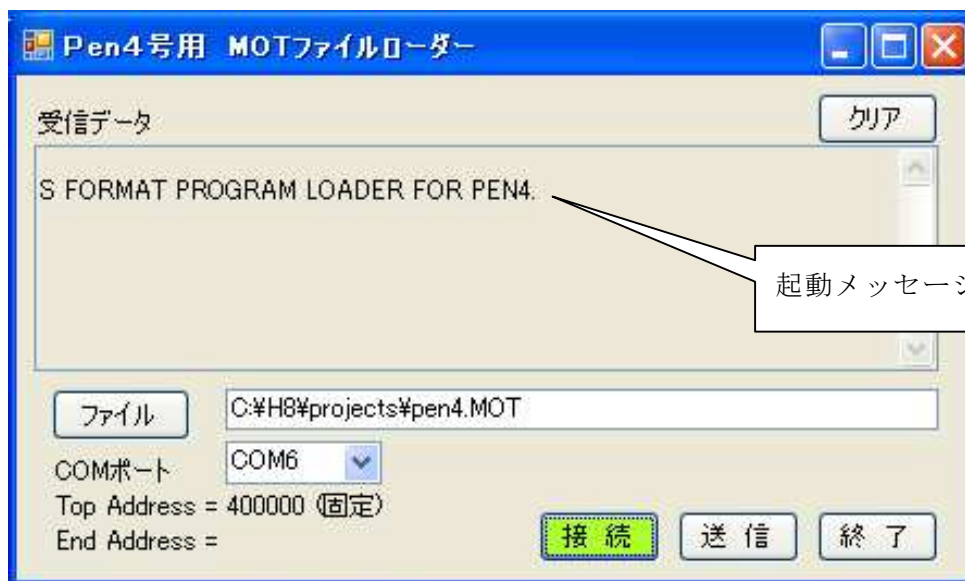


① COMポートの番号をセットする

② 「接続」ボタンをクリックする

### 10.2.3 マイコンボードのスイッチを入れる

マイコンボードのスイッチを入れると受信データエリアに起動メッセージが表示されます。



#### 10.2.4 プログラムを送信する

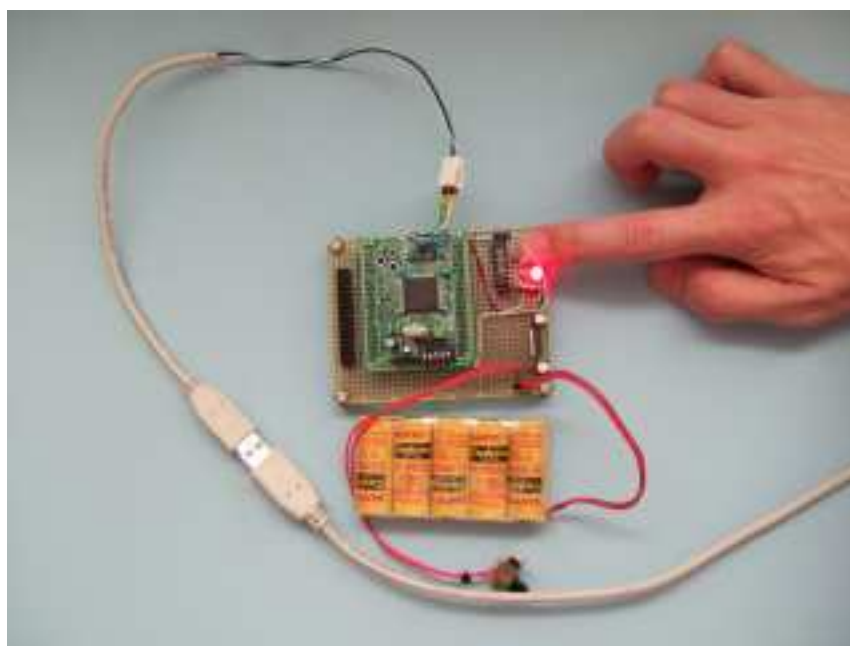
H8マイコン用プログラム pen4 のMOT (S2) 形式のファイルをマイコンボードに送ります。送信後のプログラム起動は自動的に行われます。これは本の内容では、ターミナルプログラムで1コマンドとgコマンドを入力することに相当します。



「送信」ボタンをクリックする

#### 10.2.5 動作確認

以上の手順でマイコンボードのプログラムを動かします。

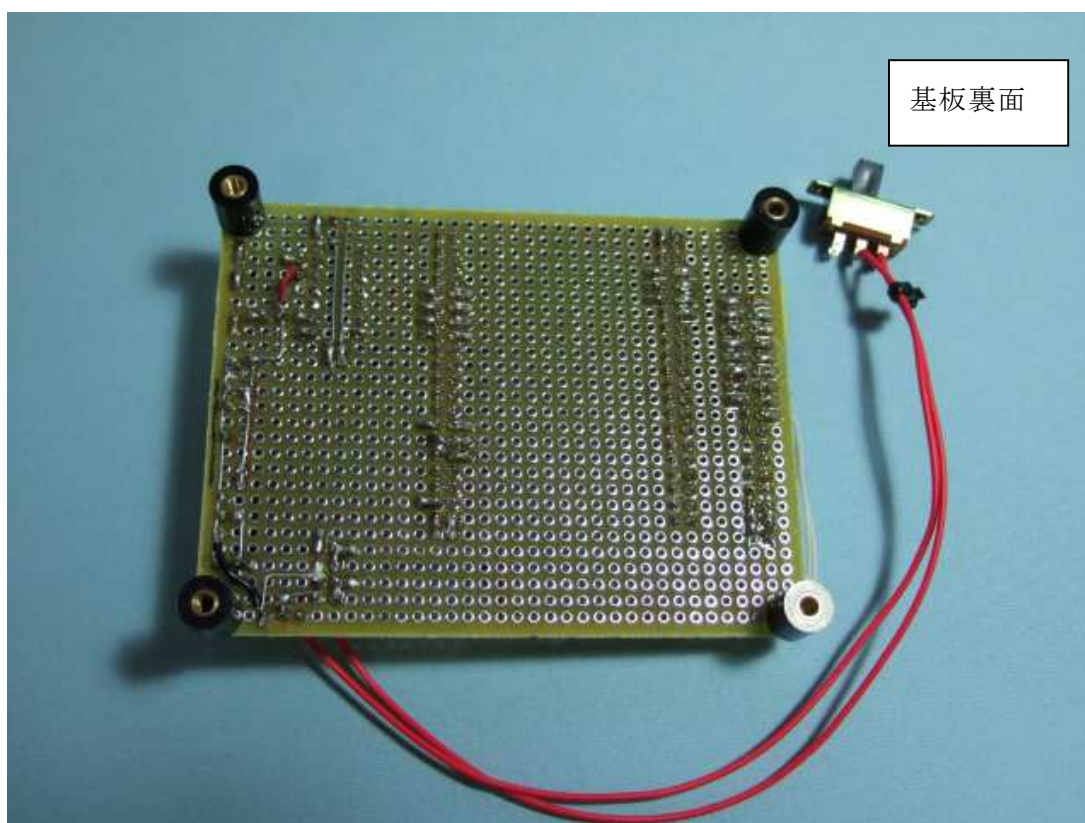
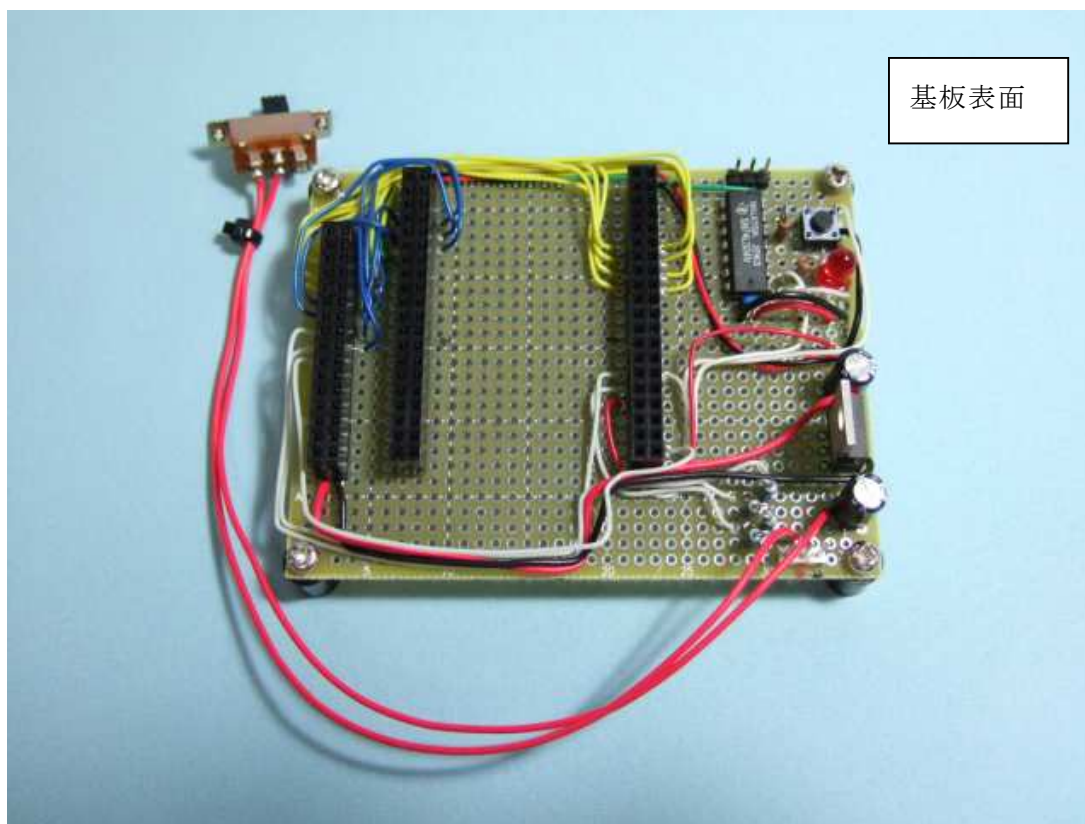


例えば24日目にある距離センサの記事のように、ターミナルプログラムで数値の確認等を行いたい場合は、ローダーの「接続」ボタンをもう一度クリックするとPCのCOMポートを開放しますので、その後でターミナルプログラムを起動し数値の確認等を行います。

## 11. その後のI/Oボード2の工作

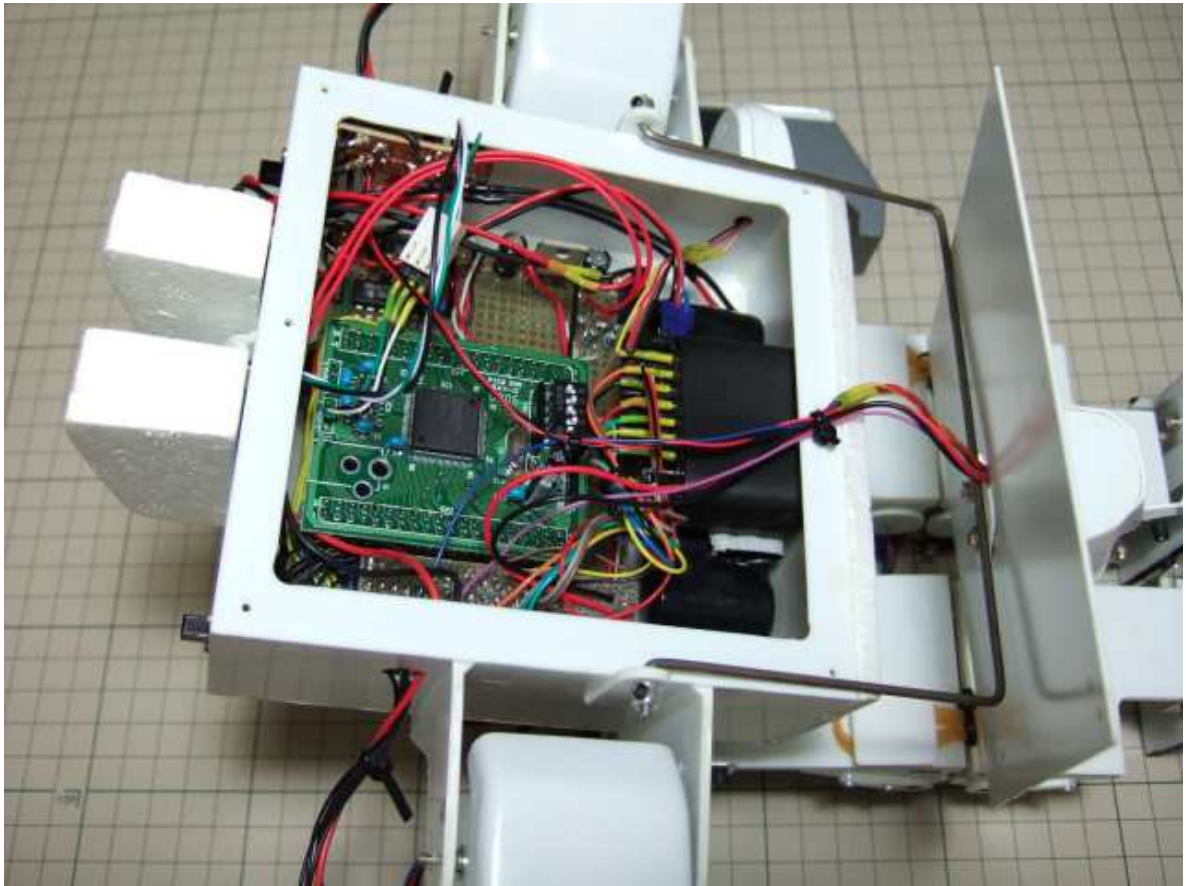
I/Oボード2の全体回路図に沿って配線を進めてゆくとこんな感じになります。

16-4章の写真に相当します。



## 12. フレームへの取り付け

オリジナルの I/O ボードと全く同じように取り付けられます。



以上で Pen 4 号のマイコンボード代替に関する工作の紹介はおしまいです。何かの理由でもっと別のマイコンボードで Pen 4 号を動かしたくなることもあるかもしれませんので、マイコンボード選択にあたって考慮すべき点をまとめて本記事を終了したいと思います。

- ・ 処理能力が同等以上
- ・ 基板サイズ、使用電力そして発熱量が同程度以下
- ・ メモリー（ROM/RAM）の容量が同程度以上
- ・ 使用できるポートの数が同程度以上
- ・ （なるべく）開発用のソフトが流用できる
- ・ I/O ボードをオリジナルと同じようにフレームへ付けられる様に作れる。