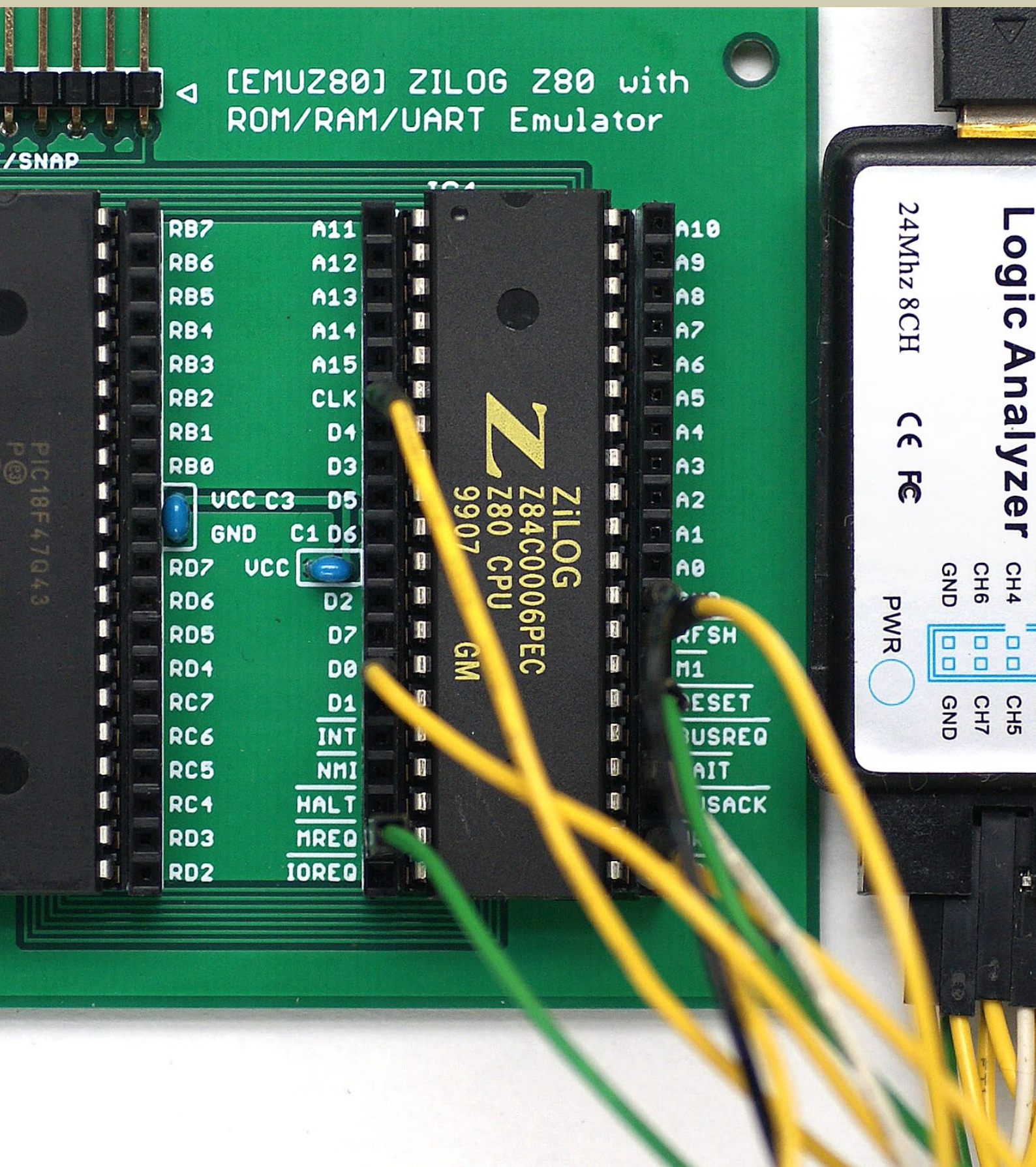


# EMUZ80技術資料

EMUZ80はZ80とPIC18F47Q43で動く2チップ構成のコンピュータです。最少の安価な部品で完成し、BASICが動きます。プログラムは簡単に書き換えられ、即座に動作を解析することができます。





# 目次

EMUZ80の概要	3
部品表	4
回路図	5
ソルダバッドの処理	6
ACアダプタ	7
プログラムの書き込み	8
●書き込みの準備	8
●標準プログラムの書き込み	9
●標準プログラムの改編	10
●独自のプログラムの実験と解析	10
アドレスマップ	11
USB-シリアル変換ケーブル/アダプタ	12
端末ソフトの設定	13
起動の確認	14
別途配布物一覧	15



Tools Window Help

PC: 0x0 n ov z dc c : W:0x0 : bank 0

How do I? Keyword(s)

main.c x

Source History

93	0xFE,0x0A,	//	CP	0AH
94	0x28,0x03,	//	JR	Z,STOP
95	0x23,	//	INC	HL
96	0x18,0xEE,	//	JR	PUTCH
97	0x18,0xFE,	//	STOP: JR	STOP
98	0x48,0x45,0x4C,0x4C,0x4F,0x2C,	//	DB	'HELLO, WORLD',0DH,0AH
99	0x20,0x57,0x4F,0x52,0x4C,0x44,			
100	0x0D,0x0A,			
101	*/			
102	// CALL/RET test			
103	0x31,0x00,0x90,	//	LD	SP,STACK
104	0xCD,0x0B,0x00,	//	LOOP: CALL	SUB1
105	0xCD,0x0C,0x00,	//	CALL	SUB2
106	0x18,0xF8,	//	JR	LOOP
107	0xC9,	//	SUB1: RET	
108	0xC9,	//	SUB2: RET	
109				

COM3:9600bps - Tera Term VT

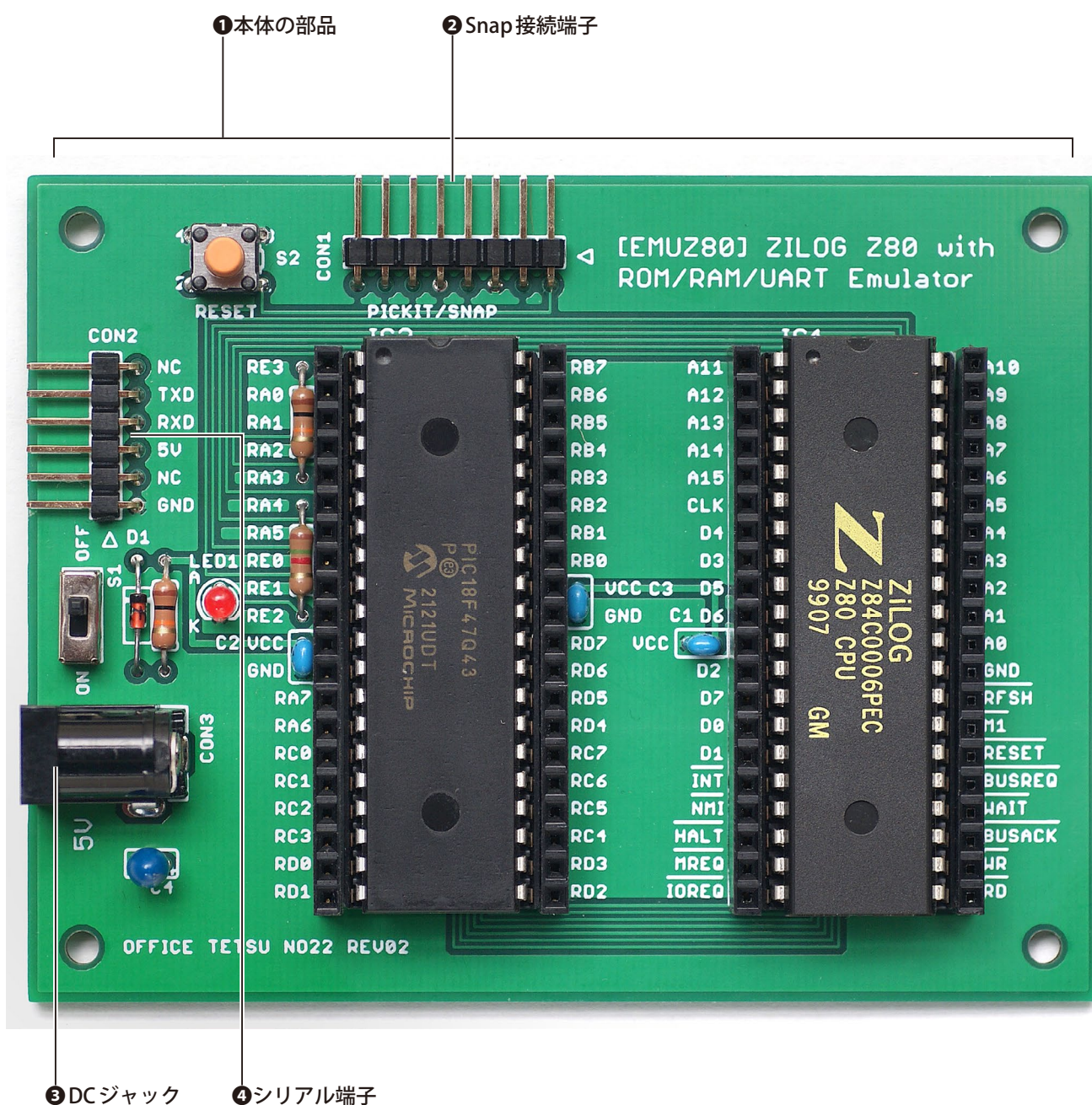
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W)

ADRS:0000,RD:0,WR:1,READ:0031  
ADRS:0001,RD:0,WR:1,READ:0000  
ADRS:0002,RD:0,WR:1,READ:0090  
ADRS:0003,RD:0,WR:1,READ:00CD  
ADRS:0004,RD:0,WR:1,READ:000B  
ADRS:0005,RD:0,WR:1,READ:0000  
ADRS:8FFF,RD:1,WR:0,SAVE:0000  
ADRS:8FFF,RD:1,WR:0,SAVE:0006

## EMUZ80 の概要

EMUZ80は部品代1000円で完成するZ80のコンピュータです。ROM、RAM、シリアル (UART) はPIC18F47Q43でエミュレーションします。標準プログラムだと、Z80は2.5MHz/最悪7ウェイトで動き、BASICを実行します。標準プログラムはいっそうの高速化を目指して改良する余地があります。ウデに自信のある人はぜひ挑戦してください。

- ① 本体の部品—部品表にしたがってご自身で揃え、プリント基板の部品番号が一致する位置に取り付けてください。
- ② Snap 接続端子—PIC18F47Q43にプログラムを書き込むとき Snap を取り付けます。
- ③ DC ジャック—電圧5V、電流500mA以上、内径2.1 mm、センタープラスのACアダプタを接続してください。
- ④ シリアル端子—TTL-232R-5V または同等のUSB-シリアル変換ケーブル/アダプタでパソコンと接続してください。



## 部品表

本体の部品は下に示す部品表にしたがって揃えてください。部品表の部品番号とプリント基板の部品番号を照合し、所定の位置に取り付けると完成です。部品表には実験や解析の作業を想定した部品が含まれます。そうした部品は、ご利用のジャンパー線などに合わせて変更したり、省略したりすることを検討してください。

部品番号	型番	数量	仕様	販売店
IC1	Z80 CPU	1	マイクロプロセッサ	オレンジピコ、若松通商
IC2	PIC18F47Q43	1	マイクロコントローラ	オレンジピコ、秋月電子通商
D1	1N4148	1	小信号スイッチングダイオード	オレンジピコ、秋月電子通商、若松通商
LED1	OSRRH23133A	1	φ 3mm 一般LED 各色	オレンジピコ、秋月電子通商
R1、R2	10k Ω (1/4W)	2	カーボン抵抗/金属皮膜抵抗	オレンジピコ、秋月電子通商
R3	1.5k Ω (1/4W)	1	カーボン抵抗 <sup>[注1]</sup>	オレンジピコ、秋月電子通商
C1 ~ C3	0.1 μ F (50V)	3	積層セラミックコンデンサ	オレンジピコ、秋月電子通商
C4	10 μ F (16V)	1	電解/タンタルコンデンサ	オレンジピコ、秋月電子通商
CON1、CON2	PH-1x40RG(2)	1	1列L型ピンヘッダ <sup>[注2]</sup>	オレンジピコ、秋月電子通商
CON3	MJ-179PH	1	2.1mm φ 標準DCジャック	オレンジピコ、秋月電子通商
S1	SS-12D00-G5	1	スライドスイッチ	オレンジピコ、秋月電子通商
S2	DTS-6-V	1	小型タクトスイッチ	オレンジピコ、秋月電子通商
—	FH-1x20	4	20ピン1列ピンソケット <sup>[注3]</sup>	オレンジピコ、秋月電子通商
—	2227-40-06	2	40ピンICソケット 600mil	オレンジピコ、秋月電子通商

[注1] R3の抵抗値は使用するLEDの輝度に応じて調整してください。

[注2] CON1は8ピン、CON2は6ピンのところで折って使います。

[注3] ご利用のジャンパー線によってはピンヘッダを取り付けてください。実験や解析をしない場合は不要です。

### [通販サイト]

秋月電子通商—<http://akizukidenshi.com/>

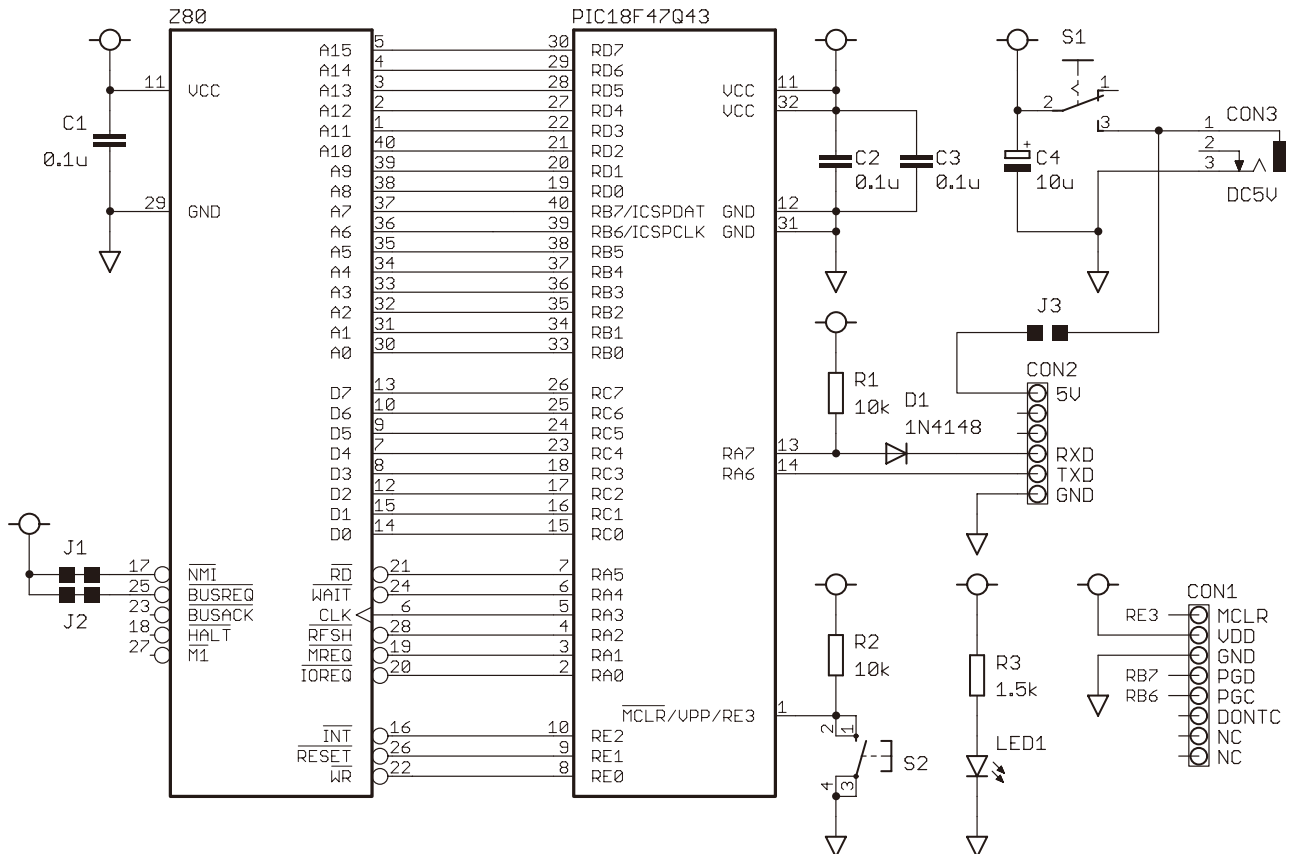
オレンジピコ—<https://store.shopping.yahoo.co.jp/orangepicoshop/>

若松通商—<http://wakamatsu.co.jp/biz/>

※ 2022年3月15日時点の情報です。

## 回路図

回路図を下に示します。部品番号は部品表およびプリント基板のシルク印刷と一致しています。Z80とPIC18F47Q43の両端のピンソケットは、ここに描いていませんが、各端子が隣のピンと接続し、シルク印刷した信号を取り扱います。重要な処理の多くをPIC18F47Q43のプログラムが実行するため、標準プログラムのソースとあわせてご覧ください。



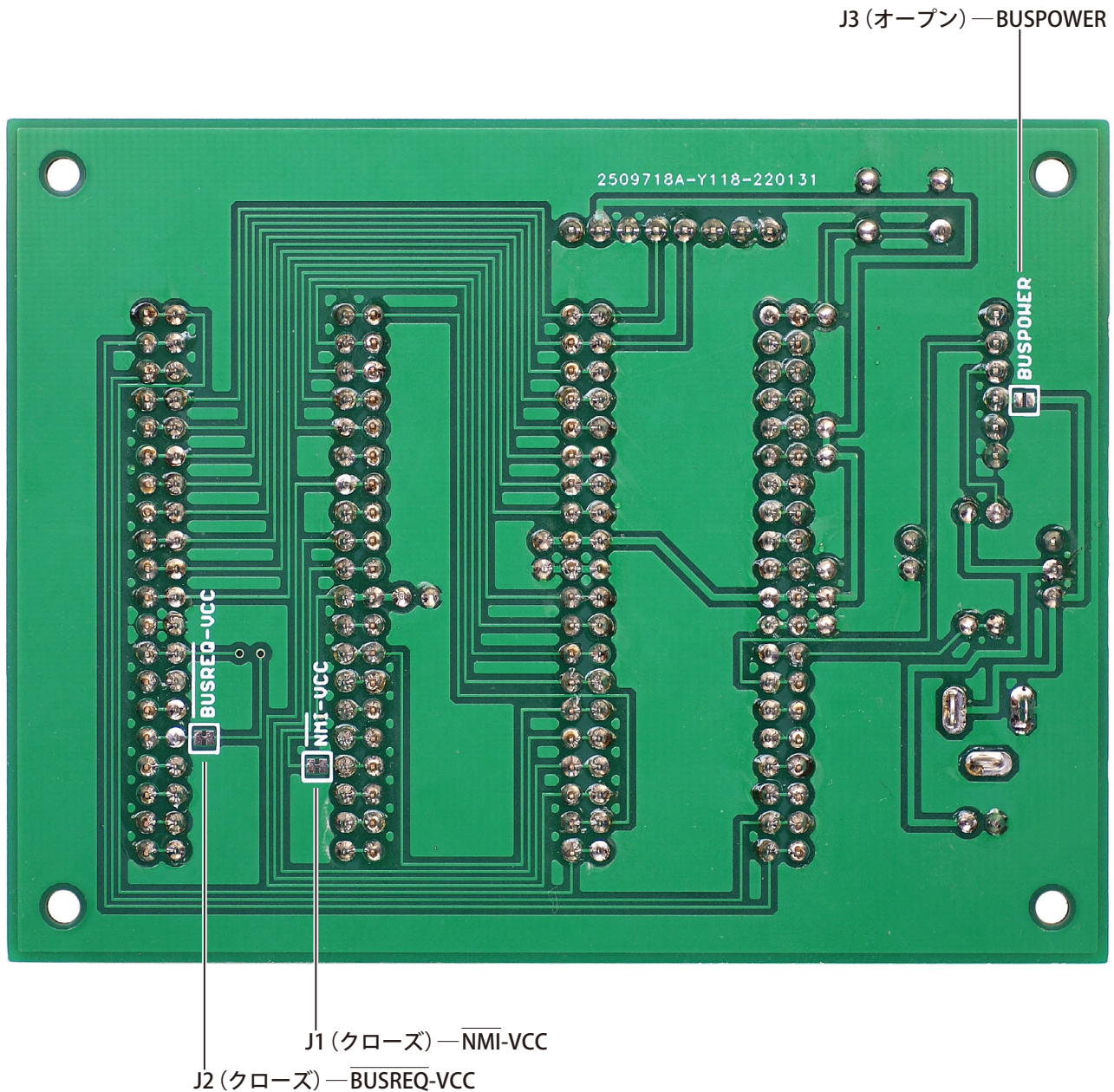
CON1—Snap接続端子、CON2—シリアル端子

J1 (クローズ)—NMI-VCC、J2 (クローズ)—BUSREQ-VCC、J3 (オープン)—BUSPOWER



## ソルダバッドの処理

プリント基板のハンダ面の3か所にソルダバッドがあります。これらは原則として何もしないでください。J1とJ2は不使用端子を無効に固定しています。J3は電源をUSBのバスパワーからとるときクローズしますが、その場合、多くのUSB-シリアル変換アダプタは電源スイッチを入れた瞬間にリセットします (TTL-232R-5Vは正常に動作します)。



## ACアダプタ

電源は原則としてACアダプタからとります。電圧5V、電流500mA以上、内径2.1 mm、センタープラスのACアダプタをDCジャックに接続してください。粗悪な製品は通電時に一瞬、電圧が5Vを超えて回路を壊す恐れがありますから、信頼のおける製品を使ってください。EMUZ80は秋月電子通商で販売しているGF12-US0520で動作確認しています。



GF12-US0520



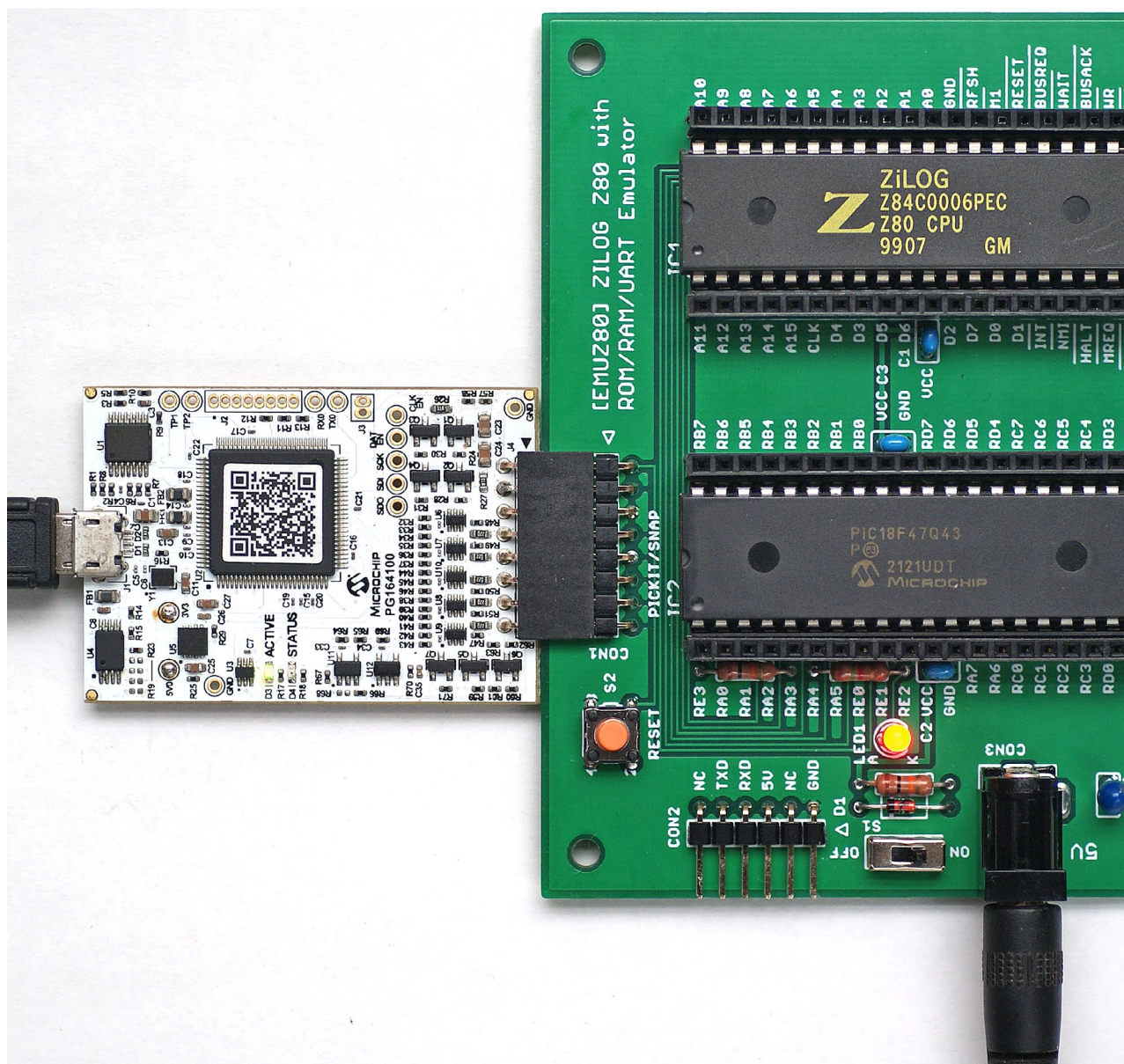
# プログラムの書き込み

PIC18F47Q43に標準プログラムを書き込むとZ80がBASICを実行します。また、標準プログラムを改編して高速化を図ったり、ROM配列に独自のプログラムを置いてZ80の動作を検証したりすることができます。これらの作業のもっとも簡単な手順を以降に示します。

## ●書き込みの準備

PIC18F47Q43の書き込みにはSnapを使います。次のとおりパソコン→Snap→EMUZ80を接続してください。

- ① EMUZ80を組み立ててPIC18F47Q43を取り付けます。Z80が取り付けられてあっても大丈夫です。
- ② CON1にSnapを取り付けます。Snapとプリント基板は▽の位置を一致させてください。
- ③ SnapのケーブルをパソコンのUSBポートに接続します。
- ④ EMUZ80の電源を入れます。

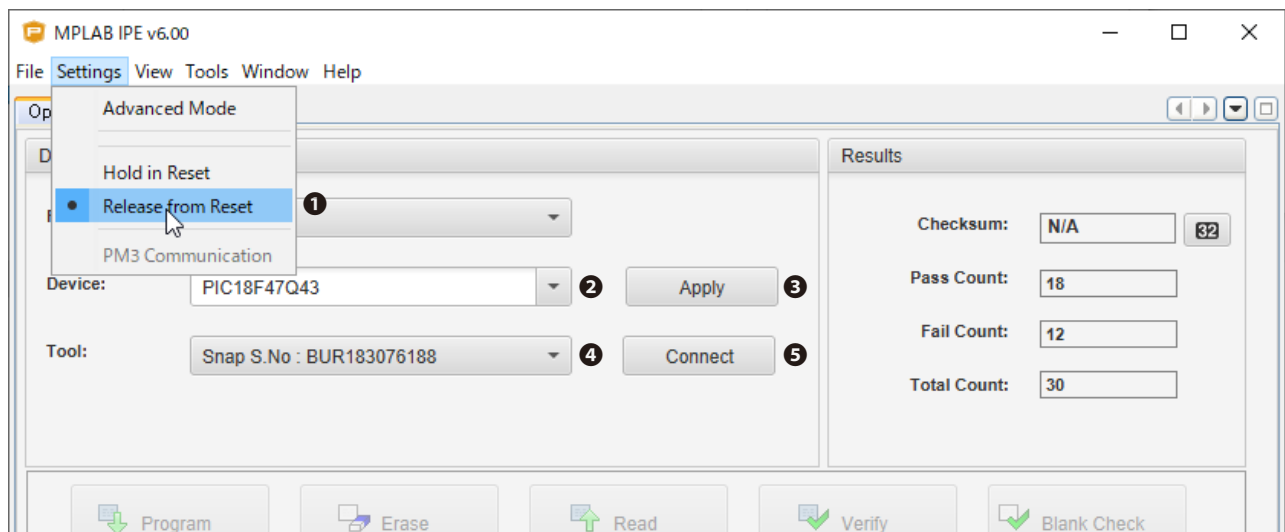


※ PICKitで書き込む場合はCON1の▽側6ピンを使います。ただし、PICKitでの書き込みはテストしていません。

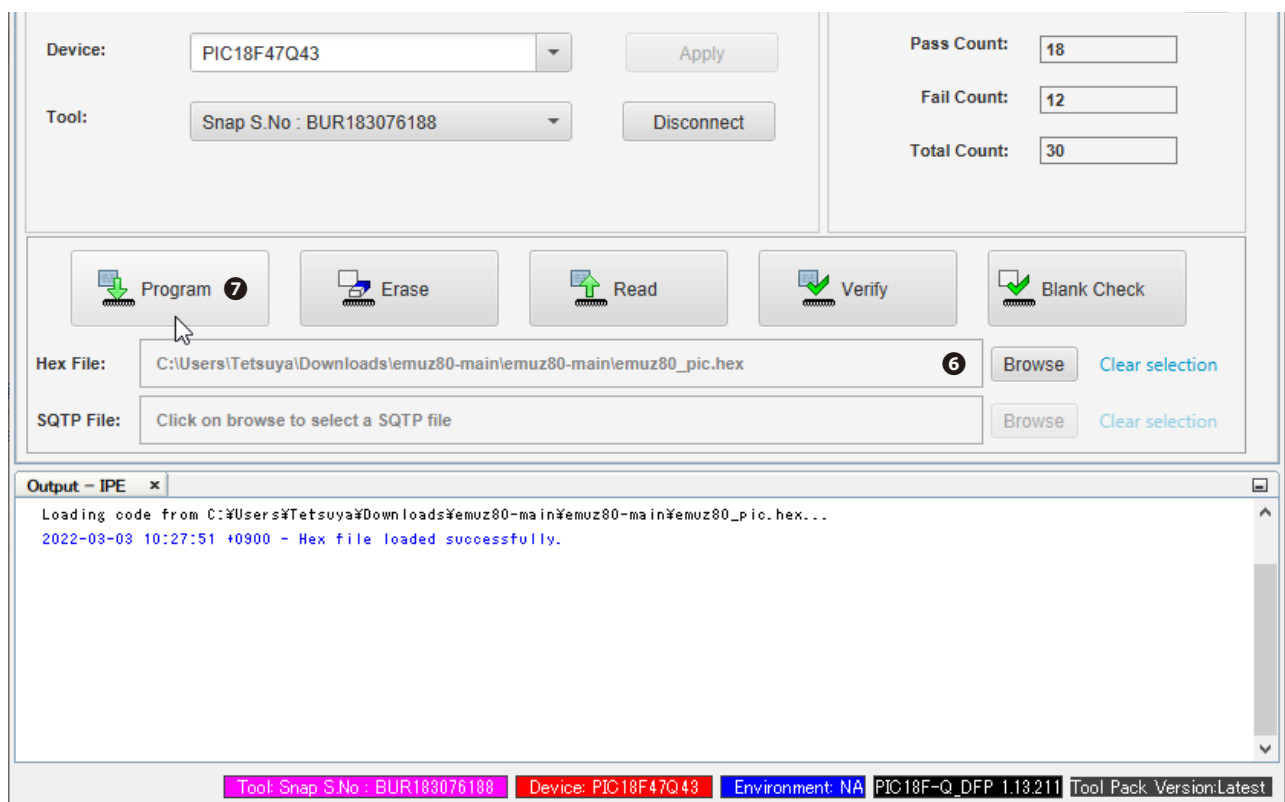


### ●標準プログラムの書き込み

標準プログラムはコンパイル済みHEXファイルemuz80\_pic.hexで提供します。HEXファイルの書き込みにはMPLAB X IPEを使い、次のように操作します。MPLAB X IPEはMPLAB X IDEとともにインストールされているものとします。



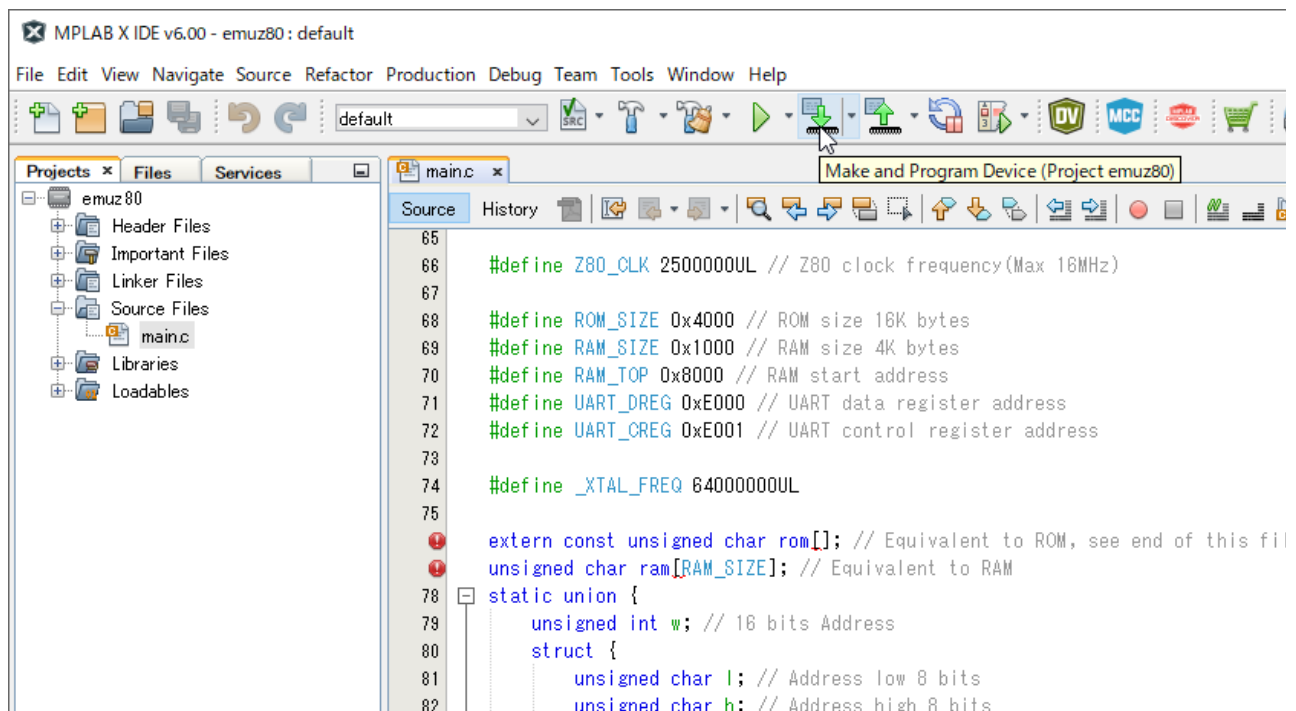
- ① [Settings] → [Release from Reset] を選択
- ② PIC18F47Q43を選択
- ③ [Apply] をクリック
- ④ Snapを選択
- ⑤ [Connect] をクリック



- ⑥ [Brows] をクリックして emuz80\_pic.hex を選択
- ⑦ [Program] をクリック

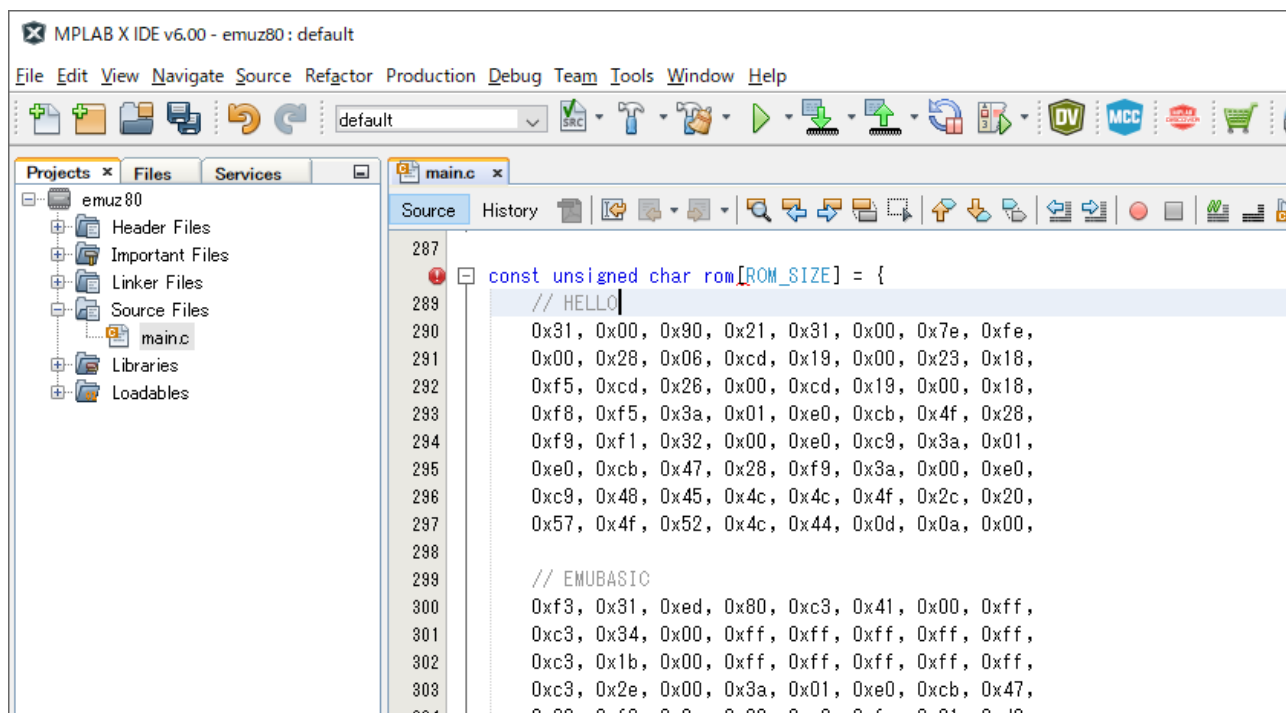
## ●標準プログラムの改編

MPLAB X IDEでプロジェクト emuz80.Xを開くと標準プログラムを改編することができます。標準プログラムはすべての手順を main.c に記述していますから、必要に応じ、これを書き換えます。[Make and Program Devices] をクリックすると書き換えた main.c をビルドして書き込みます。



## ●独自のプログラムの実験と解析

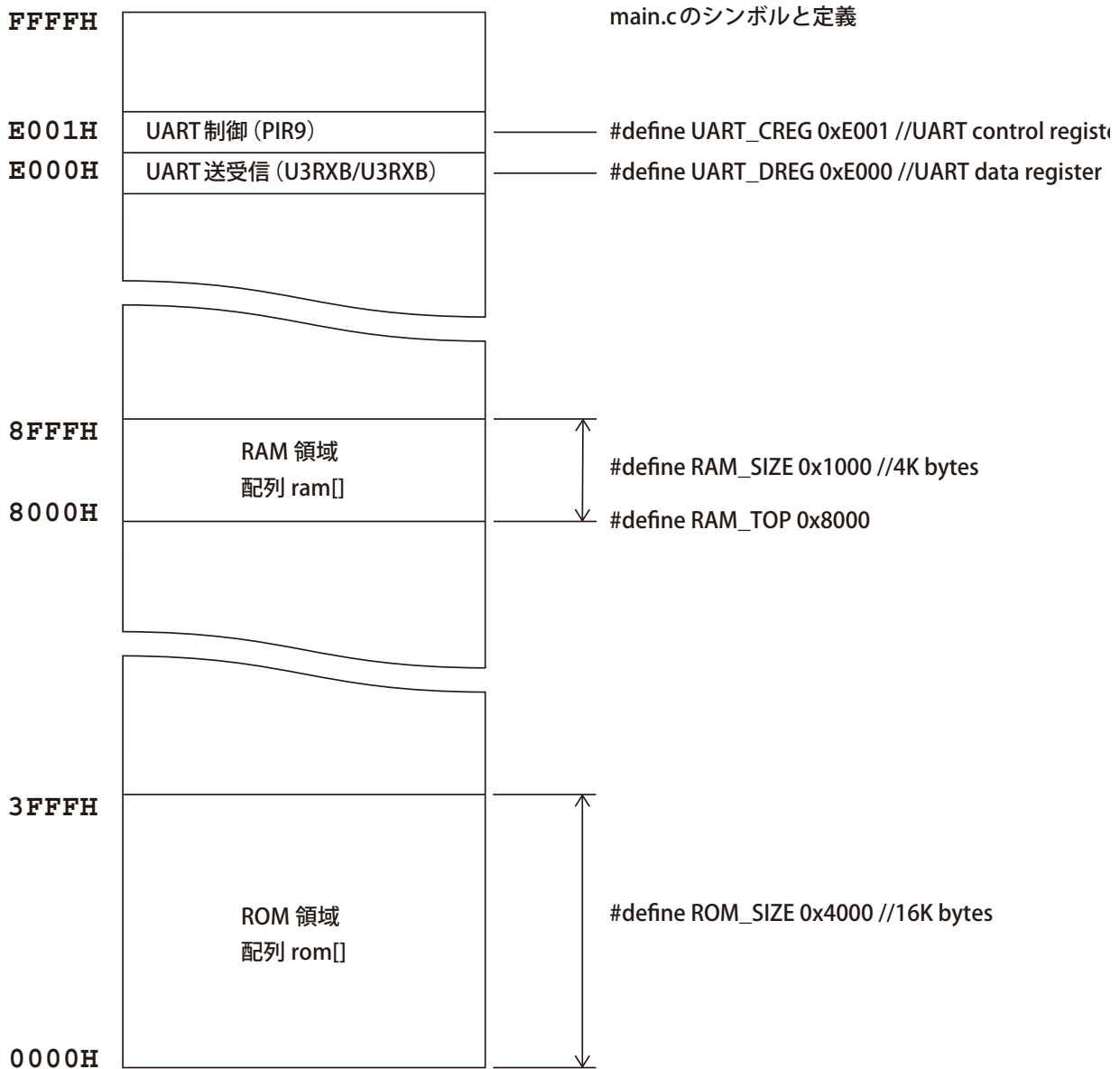
Z80は配列 rom[] に記述したプログラムを実行します。ここへ独自のプログラムを書くことで実験や解析ができます。





# アドレスマップ

標準プログラムのアドレスマップを下に示します。メモリアドレスのみが存在し、IOアドレスはありません。ROM領域は先頭が0000H、サイズは16Kバイトです。RAM領域は先頭が8000H、サイズは4Kバイトです。UARTはE000HとE001Hに割り当ててあり、Z80はこのアドレスでPIC18F47Q43のレジスタを読み書きすることになります。

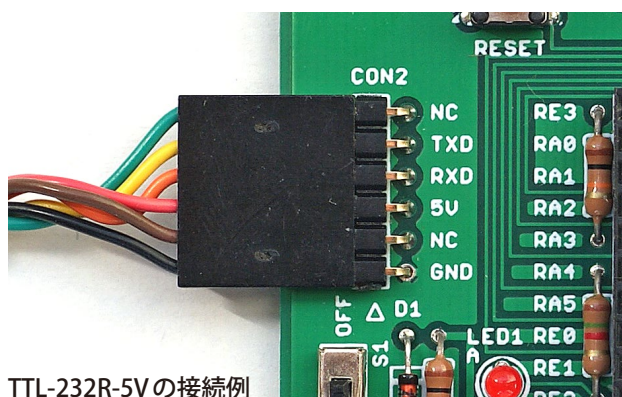


## USB-シリアル変換ケーブル/アダプタ

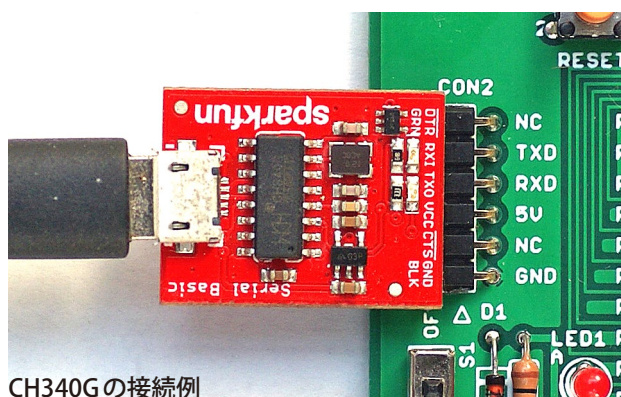
EMUZ80はUSB-シリアル変換ケーブル/アダプタでパソコンと接続し、端末ソフトで操作します。USB-シリアル変換ケーブルはFTDIのTL-232R-5Vを想定しています。ほかに、Arduino Pro Mini 5V用のUSB-シリアル変換アダプタが使えます。EMUZ80はFTDIのTTL-232R-5VとsparkfunのCH340G（バスパワーには非対応）で動作確認しています。



シリアル端子にはEMUZ80側の信号名が印刷されています。これとUSB-シリアル変換ケーブル/アダプタの送受信信号がたすき掛けになるように接続します。すなわち、TXD⇄RXD、5V⇄VCC、GND⇄GNDとなるのが正常です。なお、信号電圧3.3V/5V対応のUSB-シリアル変換アダプタは、信号電圧をあらかじめ5Vに設定しておいてください。



TTL-232R-5Vの接続例

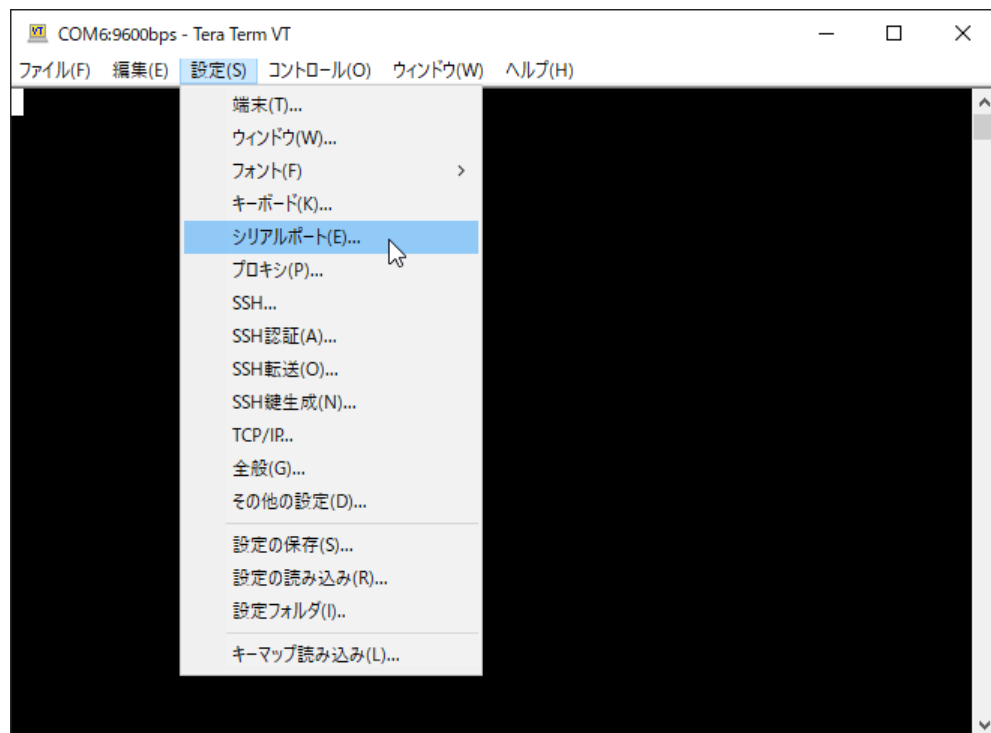


CH340Gの接続例



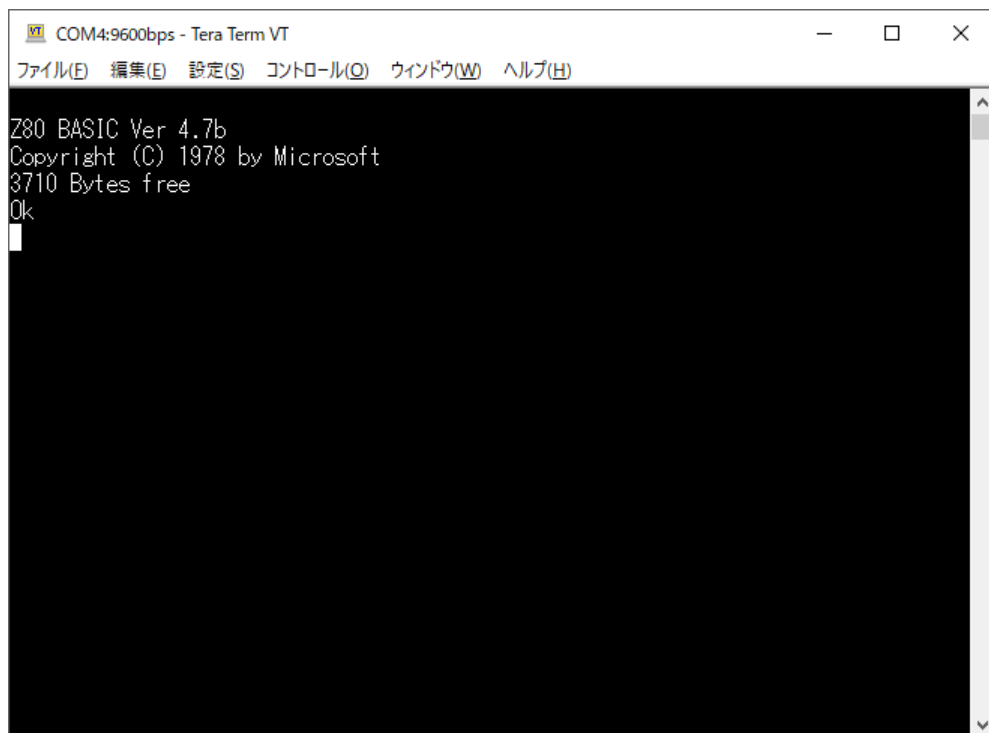
## 端末ソフトの設定

端末ソフトの通信方式は非同期シリアル、通信速度は9600bps、通信形式はデータ長8ビット、パリティなし、ストップビット1です。また、BASICのプログラムのアップロードに備えて300m秒/行の遅延設定をしておくといいいでしょう。端末ソフトがTeraTermの場合、[設定] → [シリアルポート] と選択して下に示すとおり設定します。



## 起動の確認

EMUZ80をパソコンと接続し、端末ソフトを開き、電源を入れると、BASICの起動メッセージが表示されます。この時点で、部品の取り付けかたに間違いがなく、プログラムのUARTとROMも正しく動作していることがわかります。また、空き容量が3710バイトと表示されていれば、RAMも正しく動作しています。これでEMUZ80は完成です。



The image shows a screenshot of a terminal window titled "COM4:9600bps - Tera Term VT". The window has a menu bar with options: ファイル(F), 編集(E), 設定(S), コントロール(C), ウィンドウ(W), ヘルプ(H). The terminal output displays the following text: "Z80 BASIC Ver 4.7b", "Copyright (C) 1978 by Microsoft", "3710 Bytes free", and "Ok". A cursor is visible on the line following "Ok".

BASICがASCIIART.BASの実行を完了する時間はPIC18F47Q43のプログラムの速度を測る目安になります。標準プログラムは23分23秒です。PIC18F47Q43のプログラムの改良を試み、BASICがこれより早くASCIIART.BASの実行を完了したら、それは成功したといえます。なお、各種コンピュータの実測値がこちらのサイトにまとめられています。

ASCIIART(マンデルブロ集合)ベンチマーク—<http://haserin09.la.coocan.jp/asciiart.html>



## 別途配布物一覧

Githubのリポジトリで関連のファイルを提供しています。Githubおよびgitに不案内な人は次のURLを開き、[Code] ボタンから [Download ZIP] を選択してダウンロードするのが簡単です。

●Github リポジトリ—<https://github.com/vintagechips/emuz80>

### ●ファイルリスト

README.md—EMUZ80のごく簡単な説明

emuz80\_pic.hex—標準プログラム→PIC18F47Q43に書き込んでください

emuz80\_techdata.pdf—この文書

ASCIIART.BAS—BASICで実行可能なマンデルブロ集合プログラム（よくベンチマークで使われます）

emuz80.X フォルダ—標準プログラムのMPLAB X IDEプロジェクト

examples フォルダ—EMUZ80で実行可能なZ80コード

→\*.txtの記述を配列rom[]の先頭に挿入し、再ビルドし、PIC18F47Q43に書き込んでください

•HELLO フォルダ—HELLO, WORLDとエコーバックのテスト用

•CALLRET フォルダ—ROM、RAM、UARTのテスト用→動作はロジックアナライザなどで観測してください

•EMUBASIC フォルダ—標準プログラムの配列rom[]に書き込まれているBASIC

Eagle416 フォルダ—Eagle v4.16が生成したファイル

EMUZ80 技術資料

2022 年 3 月 15 日 初版発行

著者—鈴木哲哉

Copyright © 2022 Tetsuya Suzuki

CC BY-NC-SA 3.0

