

8085 丸見えコンピュータ

はじめに

CQ出版社 Interface誌 2016年11月号用より、『Z80 40周年特別企画』と冠して、『伝説名機のラスト・サムライ Z80丸見えコンピュータ学習』という連載が始まりました。これは、今から約 40年前に発売された米ザイログ社の 8ビットマイコンである Z80 を Arduino Uno に接続し、Z80 の各信号線やバスの状態を Arduino Uno から監視、操作し、マイコンの学習に役立てようというものです。

Interface

ラズパイ実験・64ビット・Linux

ARM直伝解説 中の人!

プレゼント
最新コンピュータ技術
小冊子付き!



40周年特別 伝説Z80コンピュータ

2016
11

Z80 40周年特別企画 昔のチップだったらビギナにも分かりやすい

なんと
こち亀と
同い年!

伝説名機のラスト・サムライ Z80丸見えコンピュータ学習

第1回 Z80 マイコン学習ボードの製作

[ご購入はこちら](#)

永原 柁

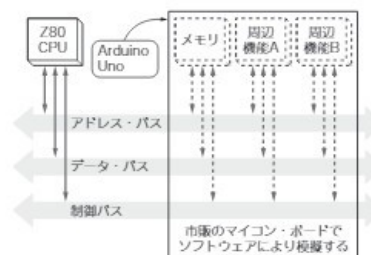
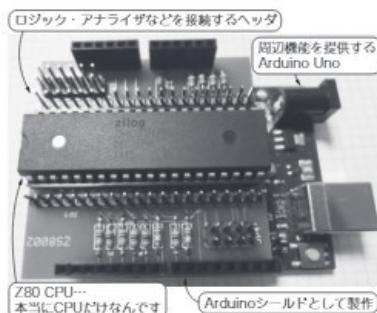


図1 実現のアイデア…市販のマイコン・ボードで周辺回路を全部模擬する

写真1 伝説の名CPU Z80を使ったマイコン・システム学習ボード。周辺回路はArduinoで模擬してPCで丸見えにする。Z80はArduinoのシールドに搭載した。ロジック・アナライザや今回使わなかった信号をつなぐヘッダなども実装している

でZ80を動かすシステムを作ってみました。今回はハードウェアの説明、次回はソフトウェアの説明をします。

Z80ベースのマイコン・システム学習ボード

CPUがメモリからプログラムを読んで実行する様子が見えるような学習システムを製作します(写真1)。

● 周辺回路はマイコン・ボードで模擬する
がんばって昔ながらのマイコン・ボードを作るのも一案ですが、部品の入手に苦労する上に、膨大な配線が必要になって間違いなく挫折しそうです。そこで、図1のように、市販のマイコン・ボード(Arduino Uno)を使ってメモリや周辺機能を模擬します。これにより部品の入手に悩むこともなく、少ない配線量で目的を達成できると考えました。

● うれしいこと…バスの状態がPCから丸見え!
システム構成を図2に示します。Z80を動かすために必要な信号を全てArduino Unoから供給します。つまりZ80の動きはArduino Unoが制御することになります。またZ80が出力する情報もArduino Uno

● 昔は分かりやすかった…伝説のZ80でコンピュータ学習がいいかも

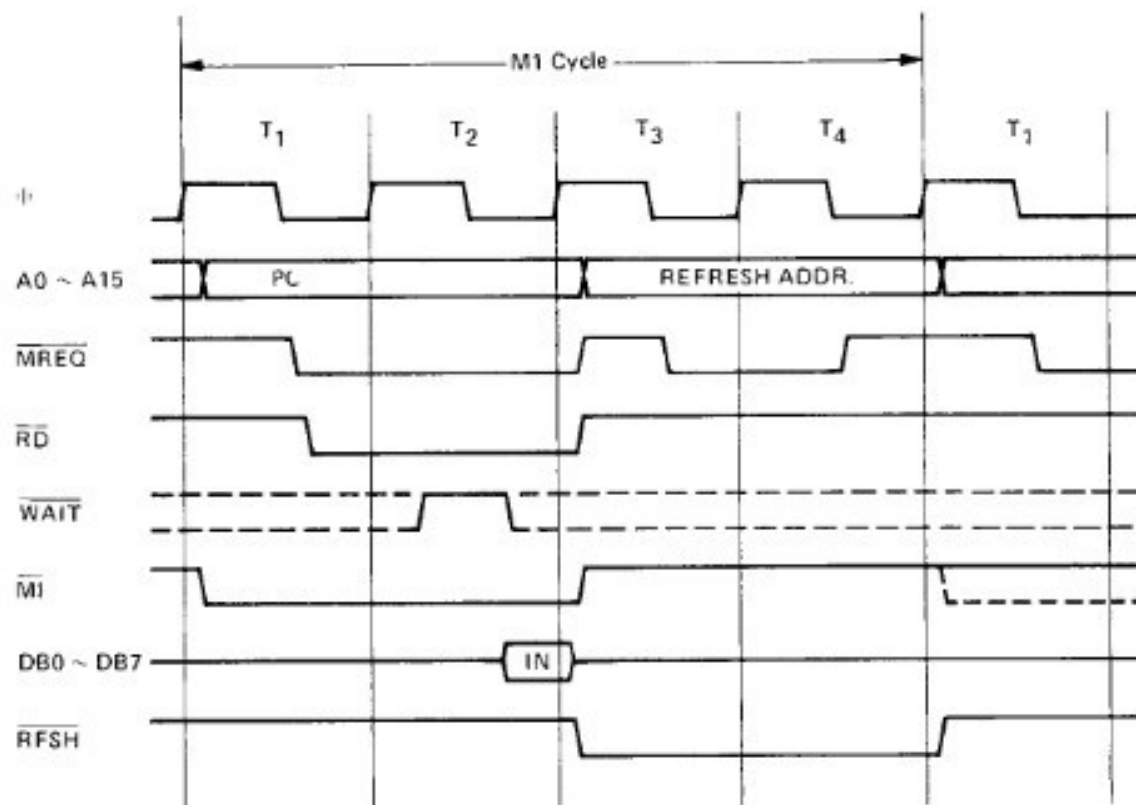
少し前に40ピンDIP(Dual Inline Package)のZ80 CPU^{注1}をジャンク屋で入手しました。単に懐かしさだけから手に入れたのですが、最近のマイコンはチップ内に何でも集積しているので内部動作の理解が難しいのに対して、昔ながらのZ80ならばマイコンの動作を理解しやすいと思いました^{注2}。

しかも、40ピンDIP品はまだ製造されており、入手可能です(コラム1)。そこで、マイコン学習の目的

注1: Z80 CPUは、1976年にZilog社から発表された。2016年で40年になる。

注2: Z80 CPUは、近年のマイコンとは異なり、周辺機能(バリエーション)やメモリを内蔵しない、純粋なCPU(Central Processing Unit)である。ピンにはバス信号が割り当てられており、ここにメモリ(RAM、ROM)や周辺LSI(パラレルI/OのZ80 PIOやシリアルI/OのZ80 SIOなど)を接続してシステムを構築していた。このため、CPUの動作(バス信号)を観測しやすい。

要するに、こういうのが Arduino Uno を
使って確認できるということです。

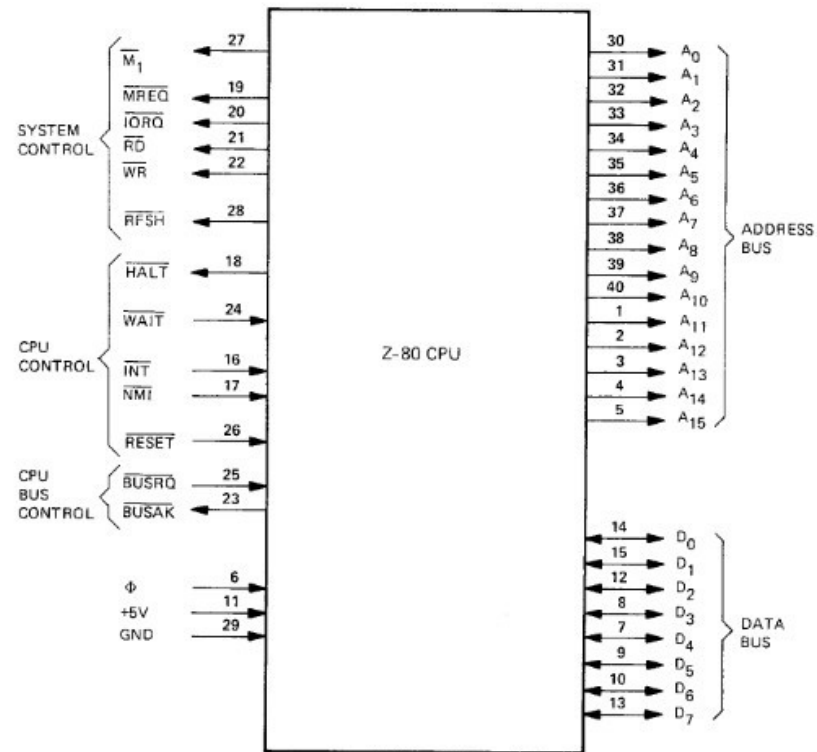


INSTRUCTION OP CODE FETCH
FIGURE 4.0-1

Z80 は電源を除くと 38本ものピンがあります。Arduino Uno は入出力に使用できるピンは最大で 20本であり、Z80 の全てのピンを接続することはできないため、機能の取捨選択が必要となります。

3.0 Z-80 CPU PIN DESCRIPTION

The Z-80 CPU is packaged in an industry standard 40 pin Dual In-Line Package. The I/O pins are shown in figure 3.0-1 and the function of each is described below.



Z-80 PIN CONFIGURATION
FIGURE 3.0-1

インターフェース誌の記事では、Arduino Uno の 20本あるピン
の内、2本を情報入出力のためのシリアル通信に使用しており、残
りの 18本を Z80 との接続に使用し

Arduino Uno のピン	Z80 のピン
D2~D9	D0~D7
D10	M1
D11	RESET
D12	MREQ
D13	CLK
A0~A3	A0~A3
A4	RD
A5	WR

このような割り当てをしています。アドレスバスの接続が A0~A3
の 4本のみであり、最大 16バイトのプログラムしか動作させられ
ない点が少々残念な感じです。

そんなわけで、8085 ですよ。

8085 とは、米インテル社が Z80 のちょい前に発売した 8ビットマイコンで、同社の 8080 の後継製品として位置付けられます。

パーソナルコンピュータの用途では Z80 ほどの採用例はありませんでしたが、少ないチップ数で最小限のマイコンボードが作成できるようデザインされており、組み込み用途では結構多く使用されました。日電や東芝、三菱、沖電気等、国内の企業からもセカンドソース品も多数販売されています。電流消費の少ない CMOS 版の登場も Z80 より早かったため、初期のモバイルパソコンでの採用例も多くありました。

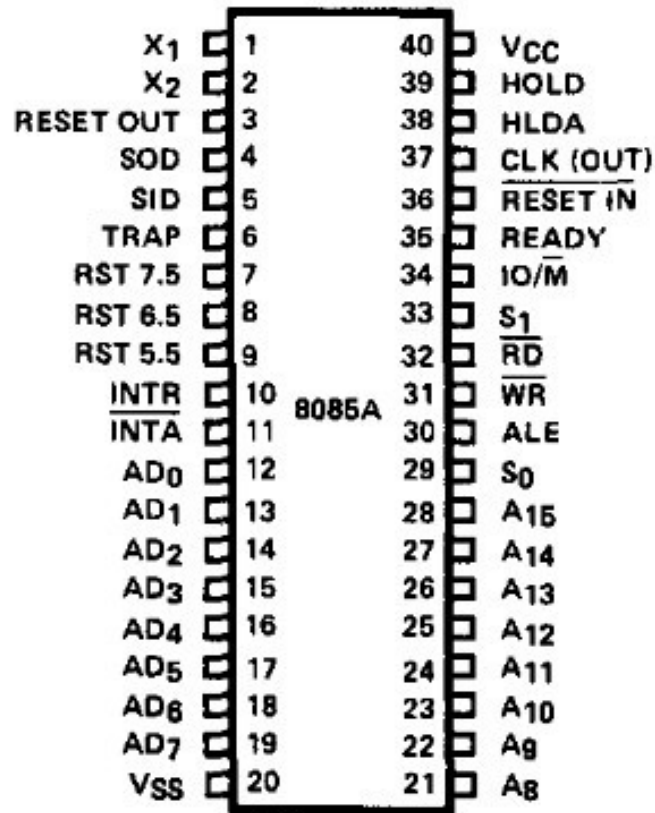


Figure 2. 8085A Pin Configuration

パッケージは Z80 と同じ 40ピンの DIP ですが、アドレスバスの A0~A7 とデータバスの D0~D7 が同一のピンに割り当てられており、タイミングで切り替えて使用(=マルチプレクス)する仕組みとなっており、今回の使用には大変都合が良いものとなっています。

そんなわけで、ボードを作ってみました。



ピンの割り当てはインターフェース誌の記事と同様に D0 と D1 をシリアル通信に使用しており、残りのピンを

Arduino Uno のピン	8085 のピン
D8~D13, D6, D7	AD0~AD7
A0~A2, A5	A8~A10, A15
D2	RESET
D3	ALE
D4	RD
D5	X1

以上のように使用し、A3 と A4 は(なんと贅沢にも)将来の拡張用のために未使用としています。

アドレスバスの A0~A10 と A15 が接続されており、4096 バイトのメモリ空間の使用が可能となっています。

アドレスマップは以下の通りとなっています。

アドレス	内容
0000~07FF	ROM
8000~06FF	RAM
FF00~FFFF	I/O(UART, 外部I/O)

Arduino Uno の RAM 容量が 2kB であり、その大半である 87.5% の 1.75kB を 8085 から見える RAM として割り当てています。

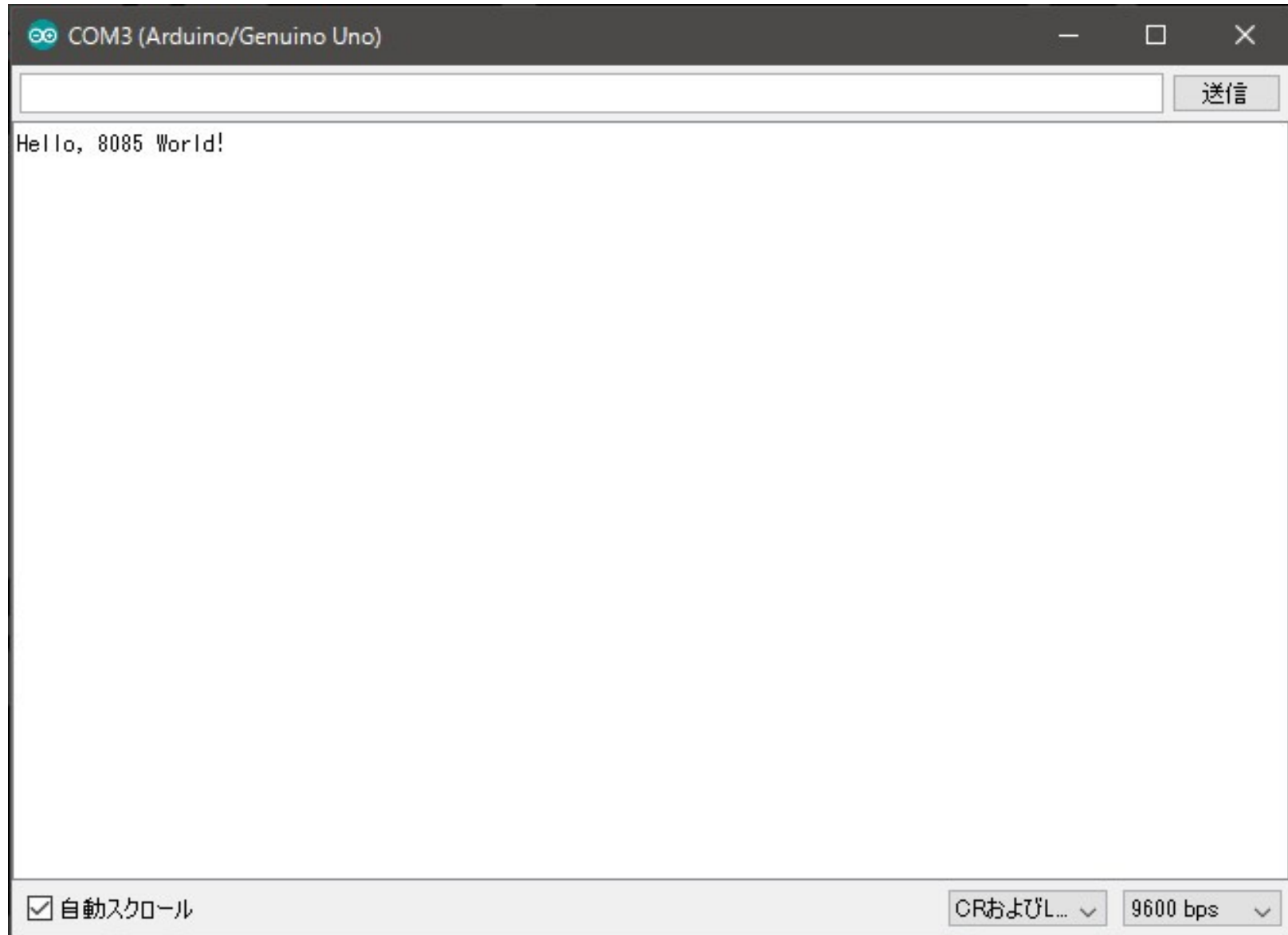
簡単なサンプルプログラム

```
0000 =      ROM      EQU      0000H      0014 F5      PUTC:  PUSH  PSW
8000 =      RAM      EQU      8000H      0015 3A01FF  PUTC2:  LDA   UARTC
FF00 =      UARTD    EQU      0FF00H     0018 1F      RAR
FF01 =      UARTC    EQU      0FF01H     0019 D21500  JNC   PUTC2
000D =      CR       EQU      13         001C F1      POP   PSW
000A =      LF       EQU      10         001D 3200FF  STA   UARTD
                                         0020 C9      RET

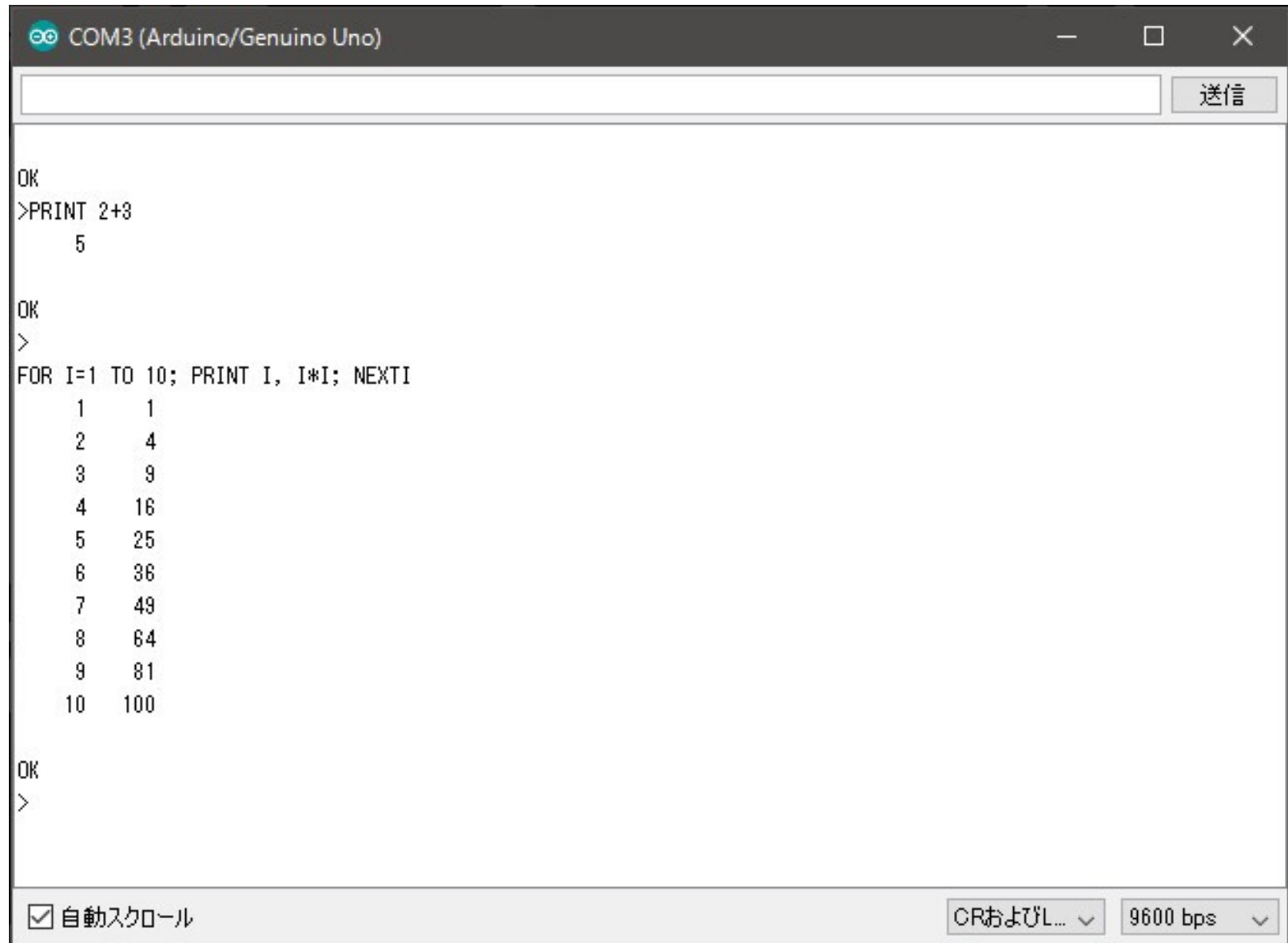
0000      ORG      ROM
0000 311080  LXI      SP, STKTOP      0021 48656C6C6C6FMSG:  DB      'Hello, 8085 World!', CR, LF, 0
0003 212100  LXI      H, MSG
0006 CD0A00  CALL    PUTS      8000      ORG      RAM
0009 76      HLT                                     8000      DS      16
                                         STKTOP:

000A 7E      PUTS:  MOV    A, M
000B B7      ORA    A      8010      END
000C C8      RZ
000D 23      INX    H
000E CD1400  CALL    PUTC
0011 C30A00  JMP    PUTS
```

実行結果



Tiny BASIC も動きましたよ。



The screenshot shows the serial monitor window for COM3 (Arduino/Genuino Uno). The window title bar includes the Arduino logo and the text "COM3 (Arduino/Genuino Uno)". At the top right of the window are standard window control buttons (minimize, maximize, close). Below the title bar is a text input field and a "送信" (Send) button. The main area of the window displays the following text:

```
OK
>PRINT 2+3
  5

OK
>
FOR I=1 TO 10; PRINT I, I*I; NEXT I
  1    1
  2    4
  3    9
  4   16
  5   25
  6   36
  7   49
  8   64
  9   81
 10  100

OK
>
```

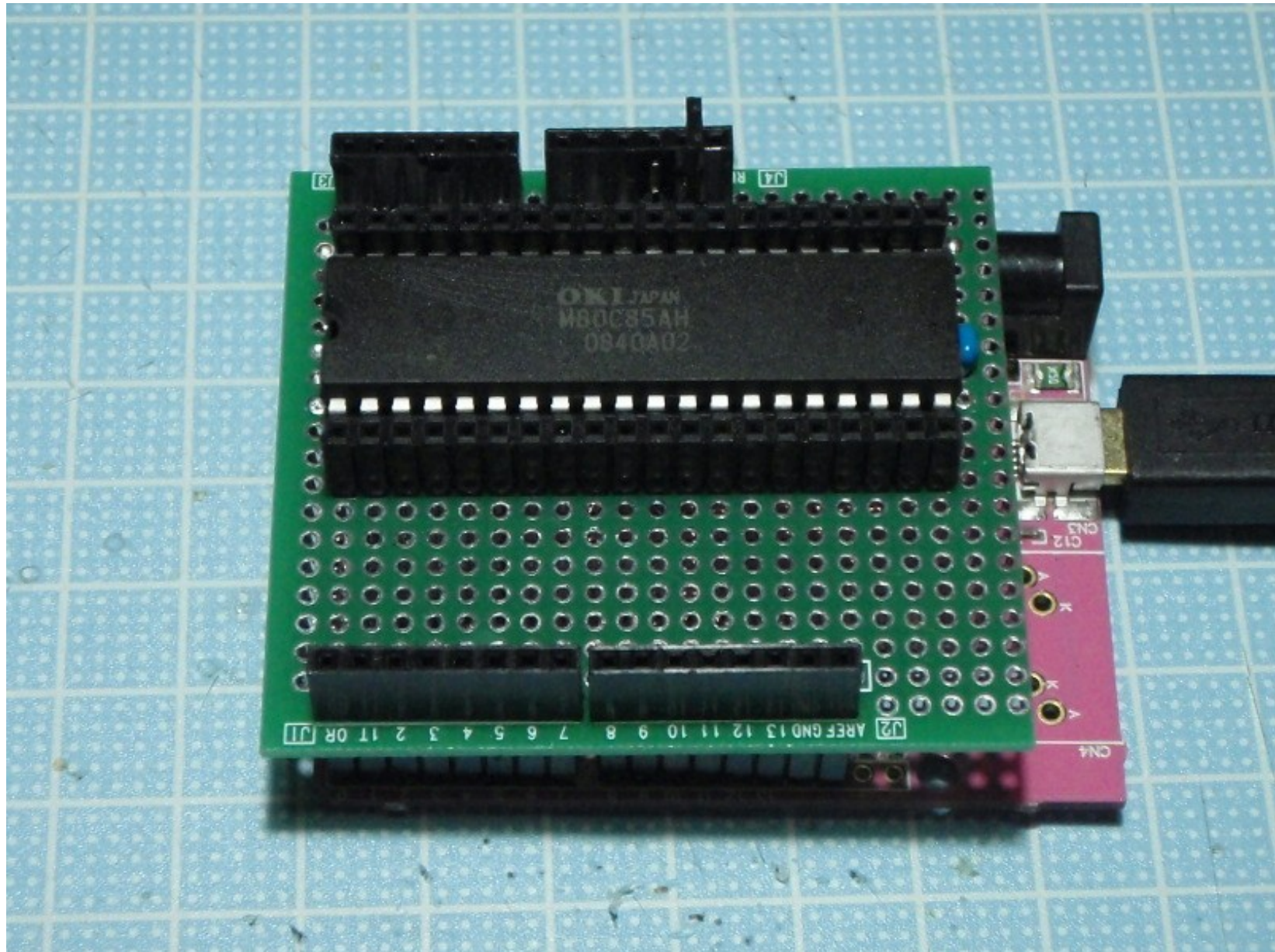
At the bottom of the window, there is a status bar with a checked checkbox labeled "自動スクロール" (Auto scroll), a dropdown menu showing "CRおよびL...", and another dropdown menu showing "9600 bps".

GR-SAKURA への応用

今回は Arduino Uno の I/O にマイコンを接続してどの程度のことができるかを主眼として実験いたしました。基板を Arduino のシールドとして作成したため GR-SAKURA 等にも勿論応用可能です。

GR-SAKURA では Arduino Uno より I/O ピンが多く、メモリも多く搭載されているため、今回は使用しなかった 8085 の割り込み等の機能の実験を行ったり、より大規模なプログラムを動作させることも可能です。microSD カードソケットがある GR-SAKURA では、microSD カードをフロッピーディスク代わりに使用し、MS-DOS 以前の時代に使用された CP/M の実行も可能です。

GR-SAKURA との接続



将来展望

- ・プリント基板作成
- ・定時間処理のためのタイマーの実装
- ・バスの状態をインタラクティブに確認できるデバッグの実装
- ・拡張ボード(パラレルポート, サウンド、増設メモリ等)の製作
- ・8088(V20) 丸見えコンピュータ

8085 丸見えコンピュータのこれからにご期待下さい！

ご清聴ありがとうございました