

USBオシロスコープの複製

金野茂男

1. 初めに

ある測定装置システムの開発において、応用したら便利であろうと思われる「2Mサンプル/sのUSBシロスコープ」⁽¹⁾を学生が見つけた。文献を読むと、最新のデバイスを利用し、かつ非常にコンパクトな「新型」オシロスコープである。通常のおシロスコープは、それ専用の表示画面を持っているが、このオシロスコープは、パソコン等で使用する表示装置を使用できる。かつ処理速度が高速でもある。システムの簡素化、低費用化も開発課題であったので、早速複製に取りかかり、正常に動作を確認した。なを、複製に当たって、若干の回路変更を行った。特に、文献の電源回路部に大幅な変更を加え、分かり易く、よりコンパクトな電源部に仕上げた。現在は、複製型では、開発中のシステムへの応用性が乏しいので、拡張機能を持たせた改良型の構築に取りかかっている。

本論文では、参考文献(1)で紹介されているUSBオシロスコープの複製過程について記述をする。このUSBオシロスコープの詳細な説明及び解説は全く参考文献に譲る。本論文ではほぼ触れないので、興味ある読者は参考文献を読む必要がある。文献はCQ出版社の月刊誌「トランジスタ技術」中の製作記事なので、それほど困難無く入手することができるであろう。

2. 製作

図1と図2に、著者の複製回路図を本体部と電源部に分割して描いている。なを、参考文献は回路図1つで描いている。

文献の回路図と特に異なる所は、電源部である。著者はDC-DCコンバータを多用し、回路の単純化とコンパクト化を図った。アナログ回路、デジタル回路に必要な直流電圧を供給しているだけの回路なので、回路図について特に説明はしない。

なを、本体部では、信号入力部で若干の回路の簡易化を行ってもある。単純な回路変更なので、これも回路図の説明はしない。

写真1、写真2に複製品の外様を示している。信号入力端子はBNC。右側に、ラズベリパイ2(或いはラズベリパイ3)。基板上では、左側にDC-DCコンバータ群、及びアナログ回路、中央付近にAD変換部とアイソレータ用IC群、右側にカメレオンUSB-FX2を配置している。カメレオンUSB-FX2とラズベリパイは自作の短いUSBケーブルで接続している。シャーシ前面右側のBNC端子は拡張用の予備である。



写真1 複製品のシャーシ内の様子

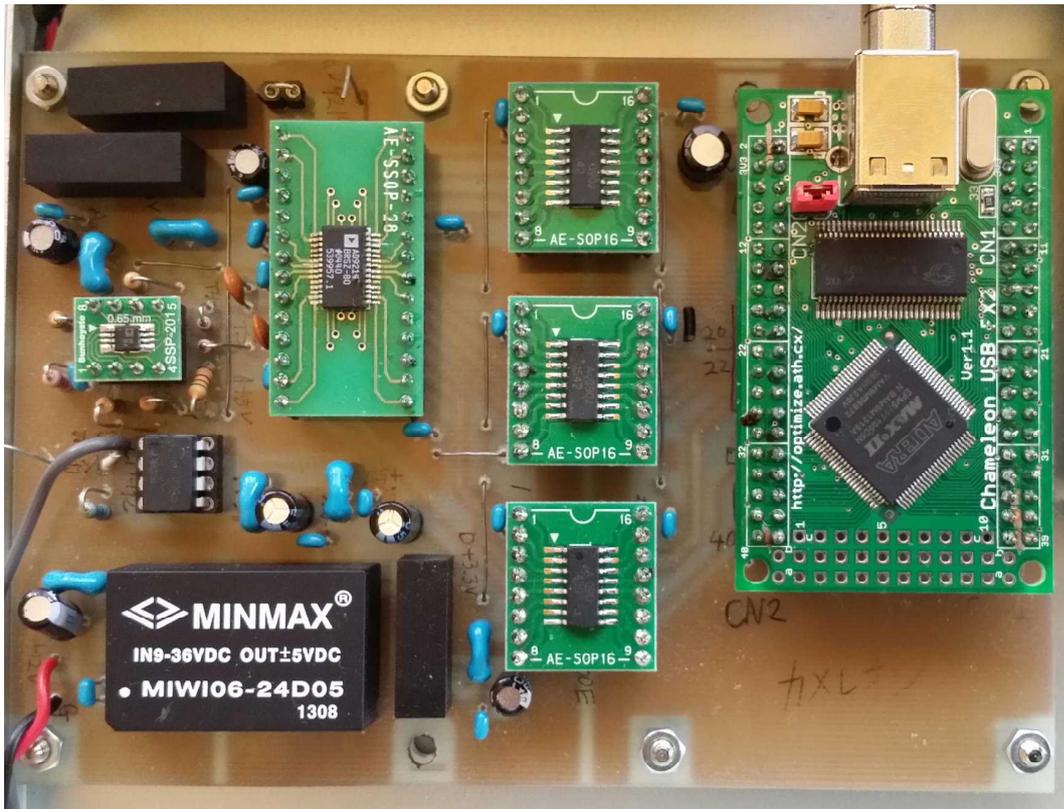


写真2 複製品の実装基板の様子。基板は片面感光基板である。自前で、フォト加工を行い、エッチングまでしている。

製作費用は、ラズベリパイ、カメレオンUSB_FXが、数千円と相対的に価格が高い。が、ネット通販での部品の配送代金が比較的高くついた。が、全体で2万円当たりか。

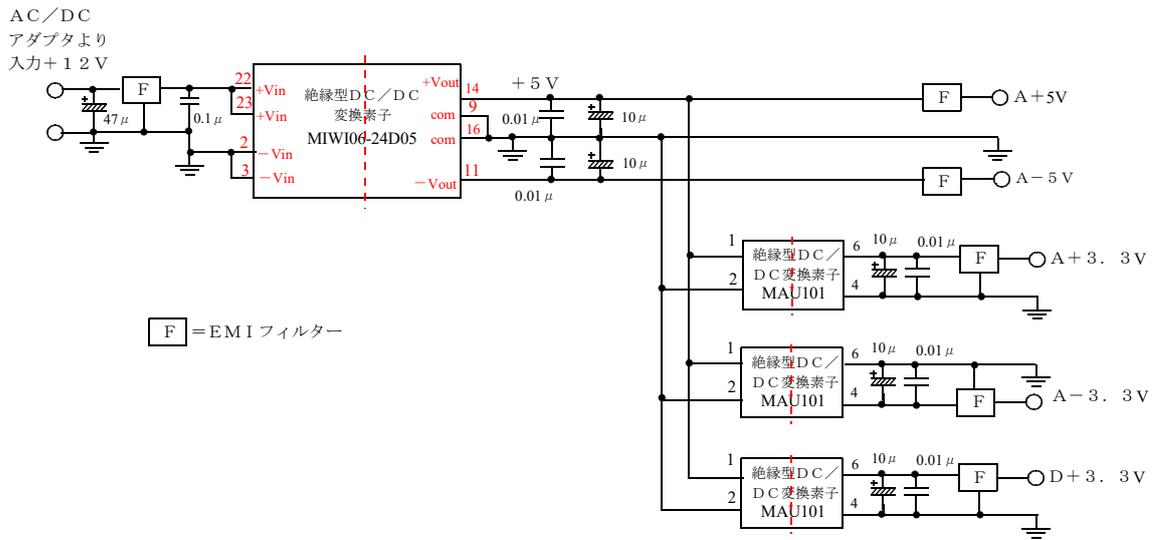


図2 電源部。文献(1)の回路図中の電源部を大幅に変更した回路。赤線、黒線に差はない。

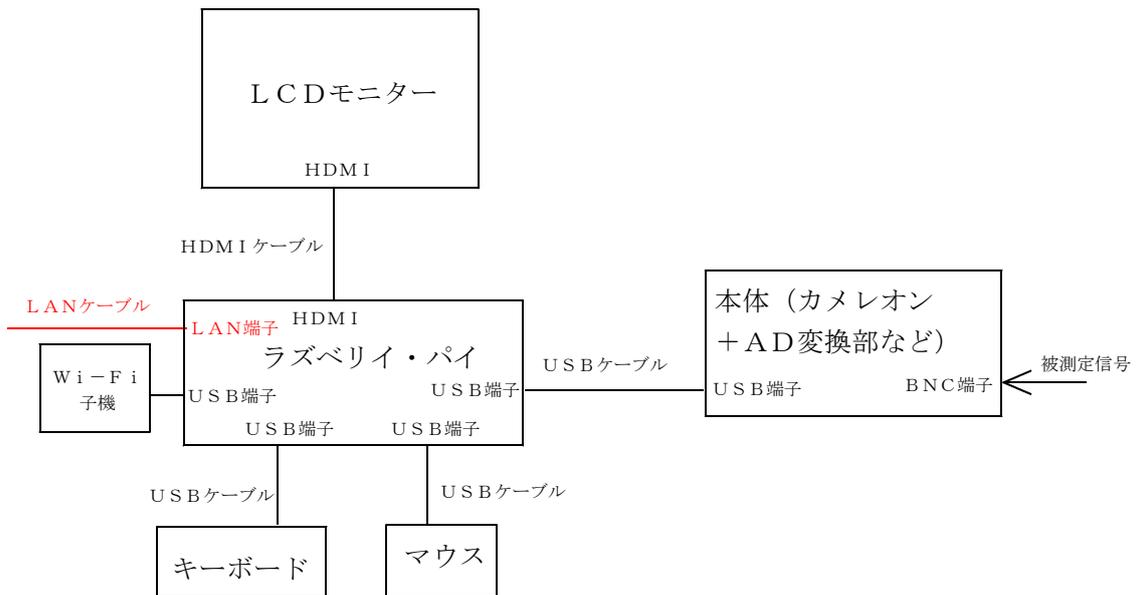


図3 USBオシロスコープのシステム図。無線LAN環境にあれば、LANケーブルは不要であろうし、ラズベリパイ3を用いるならば、wifi子機も必要は無い。

3. カメレオンUSB_FX2

USBでのデータ高速処理用に作られたカメレオンUSB-FX2(オプティマイズ社製)は購入した後、それを使用するためには、インターネット経由で若干のソフトのインストール作業が必要である。

まず、カメレオンのドライバーを入手する必要がある。手順の一つを記述する。但し、この手順は、2016年12月初旬の場合である。変更されているかもしれない。

ドライバのインストール手順

- (1) PCで、オプティマイズ社のHPのトップページへ。
<http://optimize.ath.cx/index.html>
- (2) カメレオンUSB-FX2をクリック。
- (3) 左側ウィンドウで「回路図・製作」をクリック。
- (4) 頁を下にスクロールしていき、<動作確認 ～デバイスドライバのインストール～>の所で、
「ダウンロードCyUSBデバイスドライバ」をクリック。
- (4) 後は指示に従って、処理を行う。
- (5) カメレオンUSB-FX2をPCに接続し、「デバイスマネージャ」を開き、「ユニバーサル シリアル バスコントローラー」をクリックする。「Cypress USB Generic Driver (3.4.1.20)」が認識されれば成功である。名称、バージョン番号が変わっているかもしれない。「Cypress・・・」であれば、問題はないであろう。プロパティを開いて確認することもできる。

後々のために、もう一つソフトをダウンロードしておく。「カメレオンUSB__FX2」ツール類である。

- (6) <動作確認 ～デバイスドライバのインストール～>の画面を下にスクロールしていくと、<動作確認 ～EEPROMとMax2の書き込み～>がある。
ダウンロード「カメレオンUSB__FX2」ツール類をクリック。
- (7) 後は指示に従って、処理を行う。
フォルダ「tools」がインストールされる。その内容を表1に示しておく。

```

c u s b w r 2
F X 2 W R I D
s p d _ c h k
s p d _ c h k . s v f

```

表1 「tools」の内容

以上で、カメレオンに関するソフト類の書き込み等の「初期」処理は終了。

その後、カメレオンUSB-FX2を、本USBオシロスコープで使用可能なものとするために必要なソフトを、カメレオンに書き込む必要がある。そのために必要なソフトは、参考文献(1)で提供されている。文献ではフォルダ名「TR1407W」として提供されているので、ダウンロードをする。このフォルダには、カメレオンのためだけでなく使用するラズベリパイ用のソフトもまとめて納められている。

4. ラズベリパイ2或いはラズベリパイ3

これに必要なソフト類は、文献(1)で紹介されているので、それに従って、PCにダウンロードを行えばよい。ディスクトップ画面におくとよいであろう。フォルダ名は「TR1407W」となっている。階層構造を表2に示しておく。フォルダ名は「トランジスタ技術の2014年7月号」の略称と解釈した。

```

T R 1 4 0 7 W
→ソース一式
→i n c l u d e
→p l d
→p l d _ s r c
→s r c
→配布ソフト

```

表2 フォルダ「TR1407W」の内容

5. 更なる前処理

今後、コマンドプロンプト画面で処理を行うこととなるが、その前に、以下の処理を行う。フォルダ「tools」内に、フォルダ「TR1407W」内のファイルをコピーして貼り付けるが、「tools」内の内容が表3に示した内容となるようにしておくことを勧める。余分なファイルもありそうだが、気にしないで行こう。著者自身、各ファイルの説明をするだけの知見もないので。

名前	更新日時	種類	サイズ
1mhz.bdf	2014/05/16 14:51	BDF ファイル	27 KB
1mhz.pof	2014/05/16 14:51	POF ファイル	15 KB
1mhz.qpf	2014/05/16 14:34	QPF ファイル	2 KB
1mhz	2014/05/16 15:16	クイックサーチファイル	4 KB
1mhz.svf	2014/05/16 15:01	SVF ファイル	510 KB
2mhz.bdf	2014/05/16 15:15	BDF ファイル	27 KB
2mhz.pof	2014/05/16 15:11	POF ファイル	15 KB
2mhz.qpf	2014/05/16 15:08	QPF ファイル	2 KB
2mhz	2014/05/16 15:11	クイックサーチファイル	4 KB
2mhz.svf	2014/05/16 15:14	SVF ファイル	510 KB
clk_mk.bsf	2014/05/16 14:44	BSF ファイル	2 KB
clk_mk.v	2014/05/16 14:44	Vファイル	1 KB
cusbwr2	2010/03/28 19:42	アプリケーション	172 KB
FX2WRID	2008/01/23 12:15	アプリケーション	160 KB
spd_chk	2008/03/14 8:31	アプリケーション	160 KB
spd_chk.svf	2008/02/08 12:12	SVF ファイル	510 KB

表3 フォルダ「tools」の拡張した内容

ここで、コマンドプロンプト画面を開く。ディレクトリをフォルダ「tools」の所まで移動する。表4に、ディレクトリ「tools」の内容を表示しておく。その後、プロンプトモードで、

```
> F X 2 W R I D 2 m h z . s v f
```

```
> F X 2 W R I D 0
```

```
> C U S B W R 2 2 m h z . s v f
```

の命令を順次実行する。著者にはこれら命令は、おまじないの如くである。説明はできない。表4に示されているように処理が進み、エラーらしいメッセージが返されなければ、命令の実行は正常であった。そして、「」・・・成功しました」という、気分の良いメッセージが表示されれば、カメレオンUSB_FX2への書き込みは完了である。ご苦労様。

```

C:\> Command Prompt
C:\Users\kinno\Desktop>cd tools
C:\Users\kinno\Desktop\tools>dir
ドライブ C のボリューム ラベルは Gateway です
ボリューム シリアル番号は 04AF-BFC1 です

C:\Users\kinno\Desktop\tools のディレクトリ

2016/12/08  22:58    <DIR>          .
2016/12/08  22:58    <DIR>          ..
2014/05/16  14:51             27,149 1mhz.bdf
2014/05/16  14:51             15,037 1mhz.pof
2014/05/16  14:34              1,270 1mhz.qpf
2014/05/16  15:16              3,222 1mhz.qsf
2014/05/16  15:01            522,218 1mhz.svf
2014/05/16  15:15            26,651 2mhz.bdf
2014/05/16  15:11             15,037 2mhz.pof
2014/05/16  15:08              1,270 2mhz.qpf
2014/05/16  15:11              3,165 2mhz.qsf
2014/05/16  15:14            522,218 2mhz.svf
2014/05/16  14:44              1,951 clk_mk.bsf
2014/05/16  14:44              809   clk_mk.v
2010/03/28  19:42            176,128 cusbwr2.exe
2008/01/23  12:15            163,840 FX2WRID.exe
2008/03/14  08:31            163,840 spd_chk.exe
2008/02/08  12:12            522,208 spd_chk.svf
                16 個のファイル                2,166,013 バイト
                2 個のディレクトリ 304,466,399,232 バイトの空き領域

C:\Users\kinno\Desktop\tools>FX2WRID 2mhz.svf

C:\Users\kinno\Desktop\tools>FX2WRID 0

C:\Users\kinno\Desktop\tools>CUSBWR2 2mhz.svf
EPM570 デバイスを認識しました
デバイスを消去中です
デバイスをプログラム中です
デバイスのペリファイ中です
デバイスのプログラムに成功しました

C:\Users\kinno\Desktop\tools>

```

表4 コマンドプロンプトで、ディレクトリ「tools」に入ってから画面。それ以降、書き込み処理が順当に進んでいった場合である。

最後に、フォルダ「TR1407W」をUSBメモリにコピーしておく。PCでの処理は以上である。

図3に従って、システムを接続する。以降の処理方法については、後半の「USBオシロスコープの指導書」に従って行う。

6. 終わりに

気がついた点についていくつかを書き残す。

(1) 本USBオシロスコープの複製品は、4月、5月にかけて2台を作り上げ、正常に動作することを確認していた。11月になり、3台目が欲しくなり、複製作業に取りかかったのであるが、カメレオンUSB_FX2へのソフト類の書き込みがうまくできなくなっていた。先の2台を作成した時と違って、ダウンロード先のHPの内容が変わってしまっていたようなのである？ それとも著者の勘違いか？ やり方を忘れてしまったのか？

しっかりした製作経過報告書を書き上げていなかったことを後悔した。学生に援助を請い、インストールができた。インストール手順が少し変更されていたようである。

一つの仕事が完了していたのであるが、余りにも簡単に複製品が完動してしまったので、まとめていなかった。資料散逸、忘却もあった。今後とも、そのような事にもならないように、本報告書を書き上げることにしたのである。何時かは又役に立つであろうことを願って。

(2) 本システムは、1号、2号ともラズベリパイ2を使用した。今回作成した3号はラズベリパイ3を使用した。1号でラズベリパイ3、3号でラズベリパイ2で動作試験を行ったが、全く問題なく動作はした。詳細な動作性能は調べていないが。

(3) 忘れていなかったら、基板のフォトマスクパターン図を添付しておこう。

参考文献

(1) 「每秒2Mサンプル取り込み！ 実験用USBオシロスコープ」、渡辺研、トランジスタ技術2014年7月号、72頁～84頁。

2016年12月

USBオシロスコープの指導書

2016年5月

1. はじめに

本「USBオシロスコープ」は、参考文献「トランジスタ技術2014年7月号」を参考にして、複製したものである。必要な参考文献、資料に関しては、この文献を母親として、孫引きしていけば良い。なを、安心したシステムの動作が保証されるためには、Linux及びラズベリーパイに対する知見が必要である。特に、Linuxの知見が。

本1号は、基本的な動作の確認はしている。つまり必要な基本ソフト類は、インストール済みである。本1号システムの動作確認のためのシステム・結線図を図1に示している。動作時の様子を写真1に示している。

USBオシロスコープ1号のシステム図

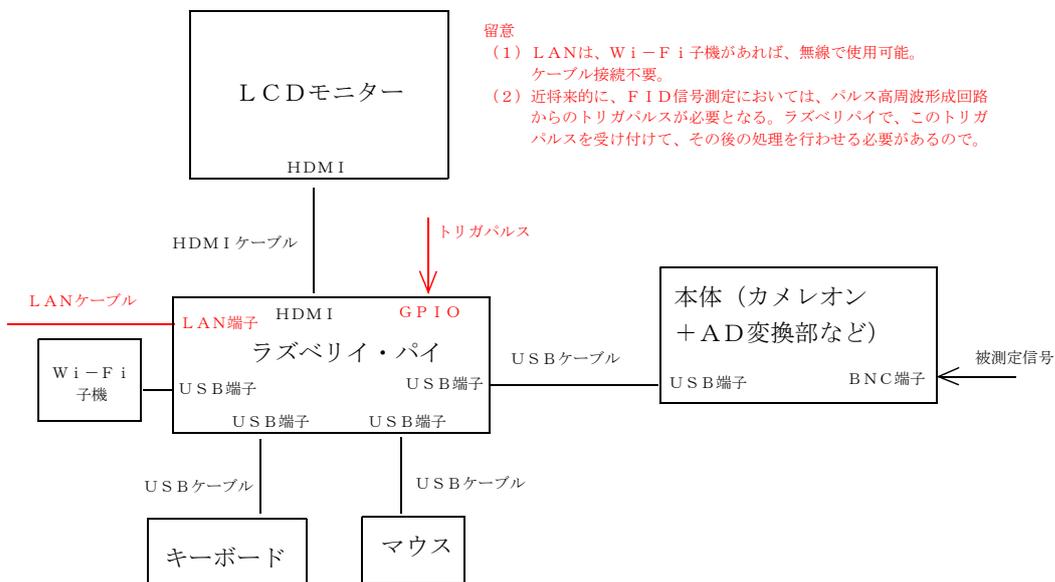


図1 USBオシロスコープ1号の結線図

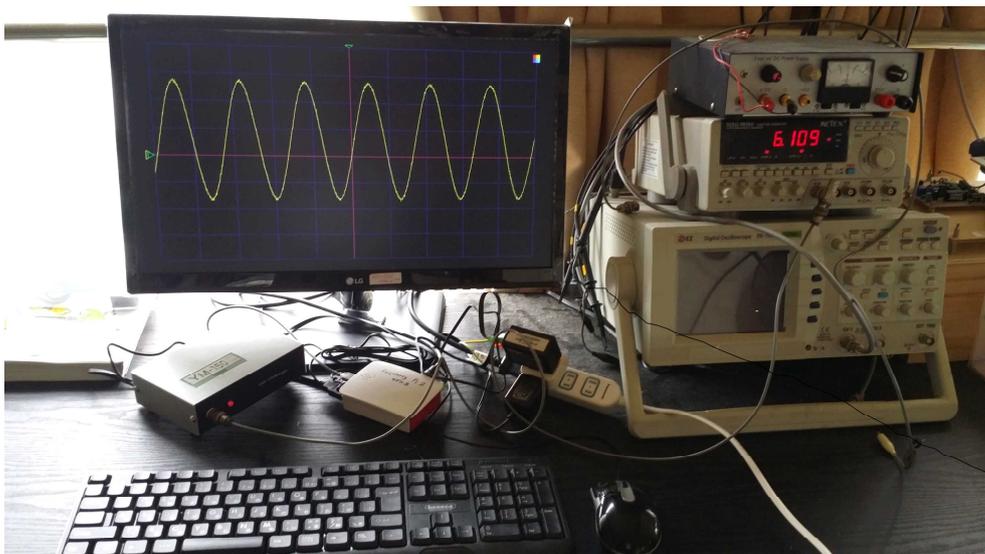


写真1 発振器からの正弦波の出力波形がLCD画面に表示されている

動作確認のための手順。

- (1) 図1の如く結線をする。
 - (2) Wi-Fiが使えなければ、有線LANとする。が、以下の操作ではinstallが内ので、必須ではない。
 - (3) 電源を入れる。
 - (4) LCD画面にデスクトップ画面が表示される。後掲、図7参照
 - (5) Terminalアイコンをクリックし、コンソール画面を開く。後掲、図9参照。
 - (6) ディレクトリ「src」まで移動する。
 - (7) \$ sudo chmod +x build ↵
 - (8) \$ sudo cycfx2prog prg:bench_ihx ↵
 - (9) \$ sudo ./osc_gl -** (起動オプション 表参照) ↵
- これにより、画面はグラフ画面に切り替わり、発振器からの出力信号波形が、オシロスコープ如くに表示され続ける。

オシロ動作の終了

「Ctrl」+「c」で終了できる。

- (10) (9)に戻り、オプション-**をいろいろとして、実行を繰り返す。

2. ハード部を製作した後、本システムを立ち上げるために行った手順などについて以下で解説をする。

2.1 製作者で著者が提供している、このオシロスコープ関係のソフトウェア本体を、PCを使用して、インターネット経由で入手する。これは一度行えば、良い。次回以降はこの手順は省略することができる。

(付注 このソフトウェアの入手は、ラズベリパイでも行えた。しかし、ソフトは圧縮形式であった。その解凍に使用した解凍ソフトによるものと思われるが、ディレクト名、ファイル名の日本語が文字化けを起こしていた。ラズベリパイに適した解凍ソフトを用いれば、解決するのであろうが、そのようなソフトに辿り着いていない。余計な時間を浪費するので、PCを用い、解凍したソフトを、PCからUSBメモリに入れて、このUSBメモリをラズベリパイに差し込んで、インストールすることにした。)



図2 トランジスタ技術のホームページ

入手先 トランジスタ技術のホームページ

http://toragi.cqpub.co.jp/

を入力すると、トランジスタ技術のホームページが開かれる。タスクバーで、ダウンロード、2014年を選択すると、ダウンロード画面に入る(図2)。画面中から、2014年7月の箇所(図3)を選択する。正常にダウンロード、及び解凍が完了すると、デスクトップ画面に「TR1407W」のアイコンが作られる(図4)。図4に、そのフォルダ内容を示しておく。サブフォルダ「ソース一式」の内容を図6に示しておく。

フォルダ「TR1407W」をUSBメモリに保存する。

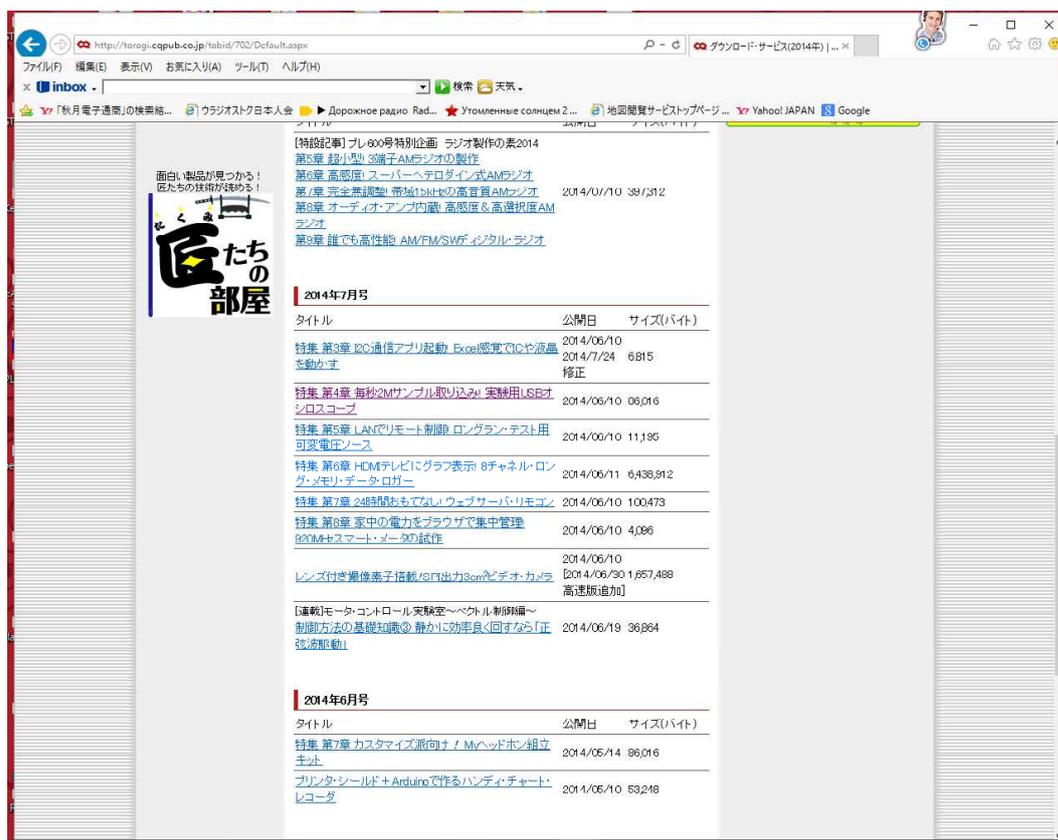


図3 2014年7月号の中からダウンロードする



図4 ダウンロードが成功すると、デスクトップ画面にフォルダ「TR1407W」

のアイコンが作られる。



図5 フォルダ「TR1407W」の中身。「ラズベリーパイ実験用オシロスコープ説明書」を参考すると良い。

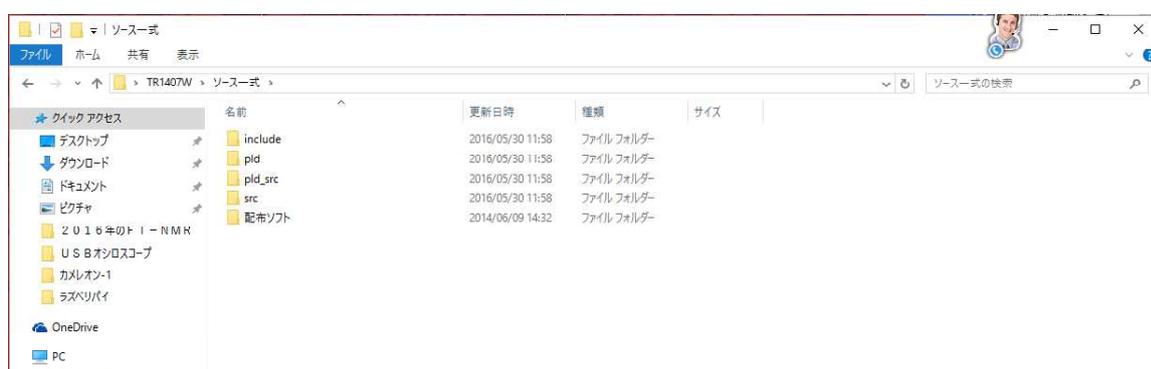


図6 フォルダ「ソース一式」の中身

2. 2 PCでの仕事は終わり、以降はラズベリーパイでの仕事となる。ラズベリーパイに、キーボード、マウス、LANケーブルが接続していることを確認する。Wi-Fi通信環境があれば、LANケーブルは不要となる。

ラズベリーパイとLCDの電源を入れる。図7で示しているデスクトップ画面とする。

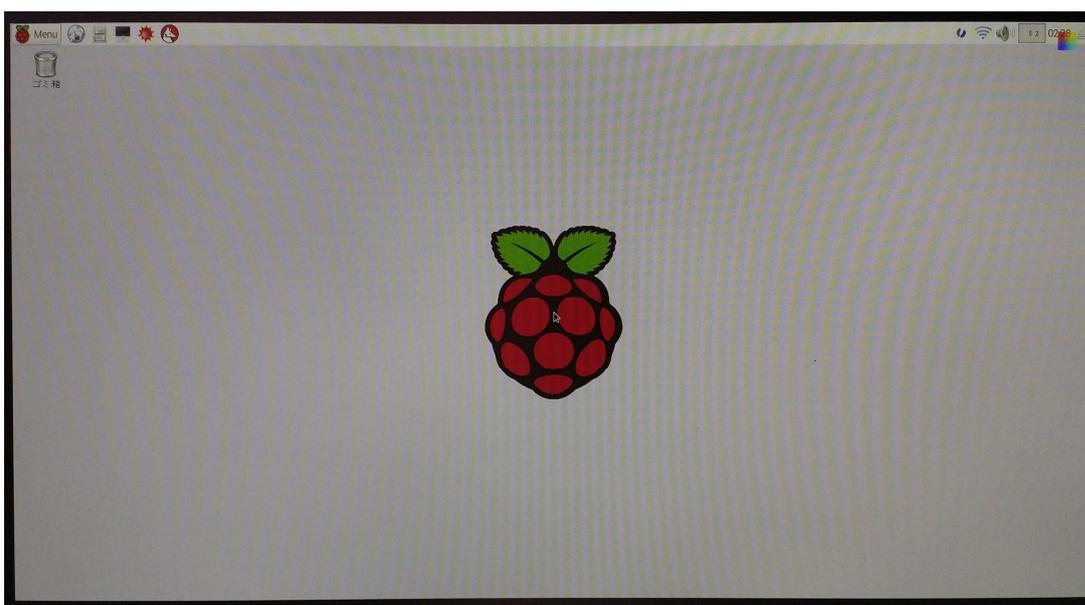


図7 ディスクトップの画面

2.3 フォルダ「TR1407W」を書き込んだUSBメモリを、ラズベリーパイに差し込むと、処理ウィンドウが開かれる。左上にある「ファイルマネージャー」のアイコンをクリックし、「ファイルマネージャー」も開く。フォルダ「TR1407W」をコピーし、ディレクトリ「/home/pi」に貼り付ける（図8）。

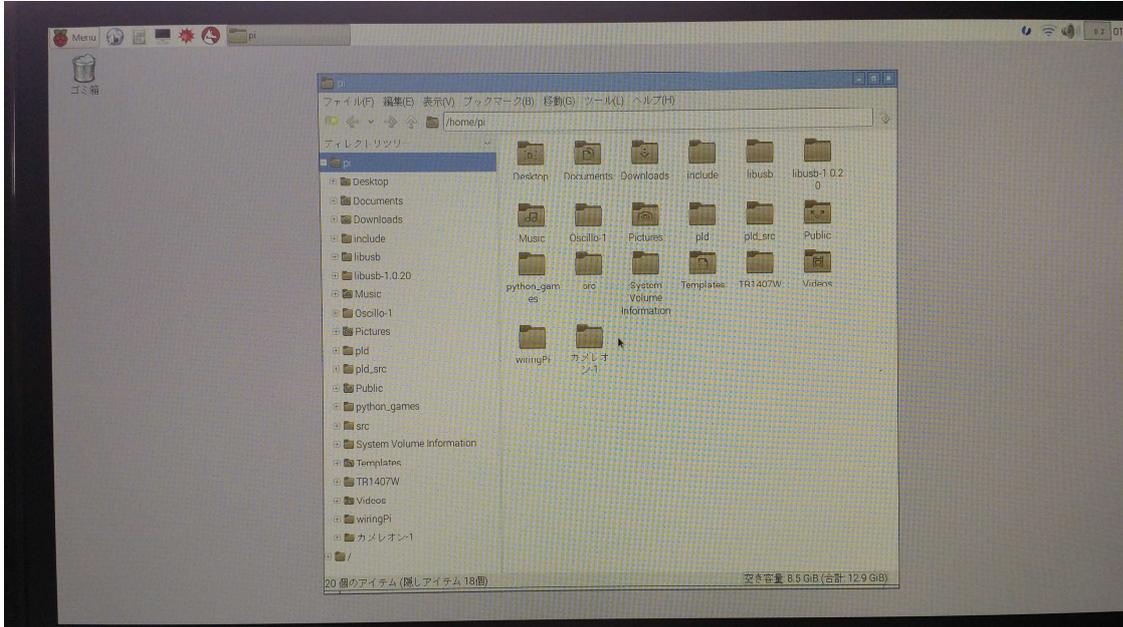


図8 ディレクトリ「/home/pi」フォルダ「TR1407W」が入った

2.4 タスクバーの上左側にあるアイコン「LX Terminal」をクリックし、コンソール画面である図9を開く。今後は、このコンソール画面中で、Linuxを用いて処理をしていく。

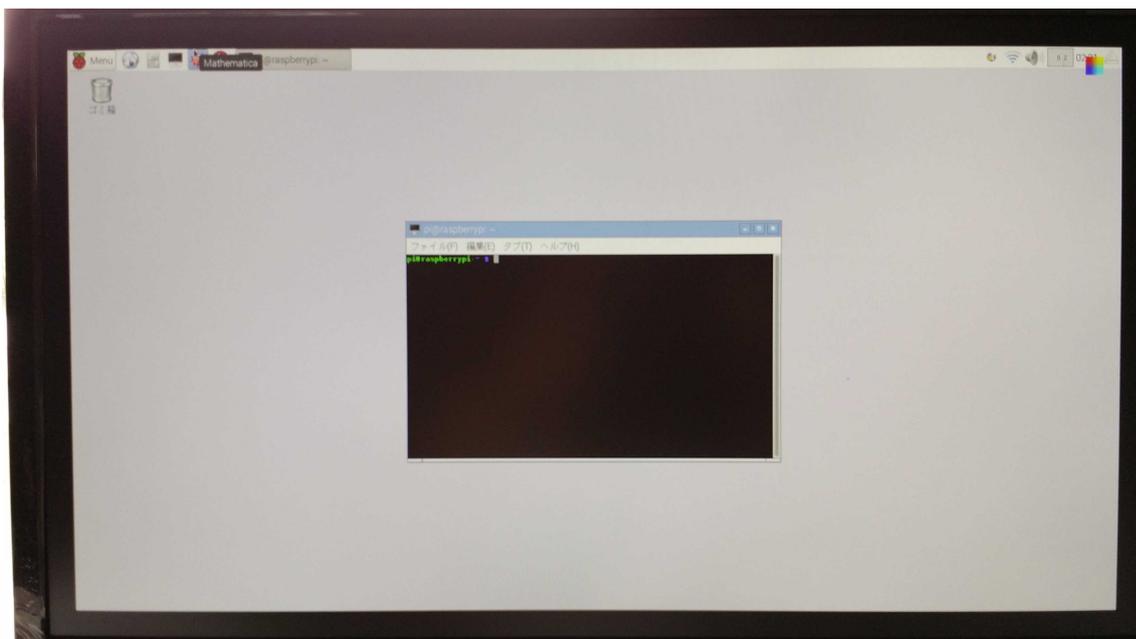


図9 コンソール画面を開いた時

2.5 タスクバー中の左側にある「ウェブブラウザ」アイコンをクリックして、ブラウザ窓が開かれるならば、インターネット通信の接続は正常である。窓は以下の処理で必要は無いので閉じる。

以下のコンソール窓での仕事は、参考文献に準じている。

(1) 最新バージョンの確認

```
$ sudo apt-get update ↵ (↵=リターン記号)
```

(2) libusbのインストール

```
$ sudo apt-get install libusb++ ↵
```

注意 文献では libusb ↵ だけであったが、現在では、インストールできない。ファイル名に変更が行われたらしい。上記の様に拡張子が必要。余分なファイルもインストールされる様であるが、致し方がない。Linuxに詳しくれば、libusbファイルの中から、本システムで必要なものだけを見つけ出せるのであろうが。

(3) cycfx2progソースコードのラズベリパイ版を入手 (任意)

```
$ sudo apt-get install cycfx2prog ↵
```

(4) コンパイラの入手 (任意)

```
$ sudo apt-get install sdcc ↵
```

(5) 現在のディレクトリを確認

```
$ dir ↵
```

サブディレクトリが列記される。その中にディレクトリ「TR1407W」が表示されているはず。(万一、そうでなければ、インストールした「TR1407W」をこの位置まで移動しておいた方がよい。)

(6) ディレクトリ「TR1407W」に、移動する。

```
$ cd TR1407W ↵
```

(7) ディレクトリ内の内容の確認

```
$ dir ↵
```

ディレクトリの内容が列記される。多分内容は

```
ソース一式 Readme ラズベリパイ実験用オシロスコープ説明書
```

(8) ディレクトリ「ソース一式」に、移動する。

```
$ cd ソース一式 ↵
```

(9) ディレクトリ内の内容の確認

```
$ dir ↵
```

ディレクトリの内容が列記される。多分内容は

```
include pld pld_src src 配布ソフト
```

(10) ディレクトリ「src」に、移動する。

```
$ cd src ↵
```

(11) ディレクトリ内の内容の確認

```
$ dir ↵
```

ディレクトリの内容が列記される。多分内容は

```
bench_in.c bench_in.ihx build  
Makefile osc_gl osc_gl.c
```

(12) 以降で、実行権限が必要となるので、以下のコマンドを入力する。

```
$ sudo chmod +x build
```

(13) 余計なメッセージがなければ、よし。以下のコマンドで、プログラムのコンパイルを実行する。

```
$ sudo ./build ↵
```

画面にメッセージが列記され、コンパイル完了。

(14) `usbtest` をアンロードさせる。

```
$ sudo modprobe -r usbtest ↵
```

(15) FX2 ファームをダウンロードする。ファームのバイナリファイルのある「`bench_in.ihx`」のあるディレクトリで、以下のコマンドを実行する。

```
$ sudo cycfx2prog prg:bench_in.ihx ↵
```

(17) オシロソフトの実行

```
$ sudo ./osc_gl -** (起動オプション 表参照)
```

オシロ画面が描写され、被測定信号も描写され続ける。

オシロ動作の終了

「Ctrl」+「c」で終了できる。

(18) コンソール画面の終了

```
$ exit ↵
```

で、コンソール画面を終了する。

(19) タスクバー左上の「Menu」をクリックし、順次終了手順を行う。

(20) 各部分の電源を切る。

2.6 再動作の手順

(1) 各部分の電源を入れる。

(2) コンソール画面を開く。

(3) ディレクトリ「`src`」へ移動する。

```
(4) $ sudo chmod +x build ↵
```

```
(5) $ sudo cycfx2prog prg:bench_in.ihx ↵
```

```
(6) $ sudo ./osc_gl -** (起動オプション 表参照) ↵
```

2.7 再動作の手順を経ても、正常に動作をしない時 対応策その1

2.5 の手順に戻って、最初からやりなをしてみる。