

基礎実験 1 UNIX・アセンブラ実習 第2回

2007年4月11日(水)

実習内容

68000 実習用の各種のソフトを使ってみます。(1) アセンブラソースプログラムファイルの作成,(2) アセンブラソフト(m68k-as)による言語処理,(3) エミュレータ(m68k-emu)による実行,(4) バグの発見とデバッグという一連の流れを体験してみます。

1. ファイル(add.s)の準備

今日の実習では、アセンブラの方法と、エミュレータの使い方について学びます。

まず、アセンブラソースプログラムファイルを用意します。次の命令を Terminal 上で実行しましょう。

```
$ /u/matsuki/jishu2-setup 自分のユーザ名 <Enter キー>
```

ファイル add.s の中身を emacs で確認しましょう。/*と*/で囲まれた文はコメントを表し、実行時には影響を与えませんので、省略しても構いません。

```
/*      sample program add.s */
.org   0x0000
.dc.l  0x5000
.dc.l  start

.org   0x0400
start:
    move.w #3,a          /* a 番地に 3 を格納 */
    move.w #4,b          /* b 番地に 4 を格納 */
    move.w a, %d0        /* a 番地の値をレジスタ d0 に格納 */
    add.w b, %d0         /* b 番地の値をレジスタ d0 に加える */
    move.w %d0,c         /* レジスタ d0 の値を c 番地に格納 */
    .dc.w 0x4848         /* BSVC の break 相当 */
    stop #0              /* 終了 */
a:     .ds.w 1
b:     .ds.w 1
c:     .ds.w 1
```

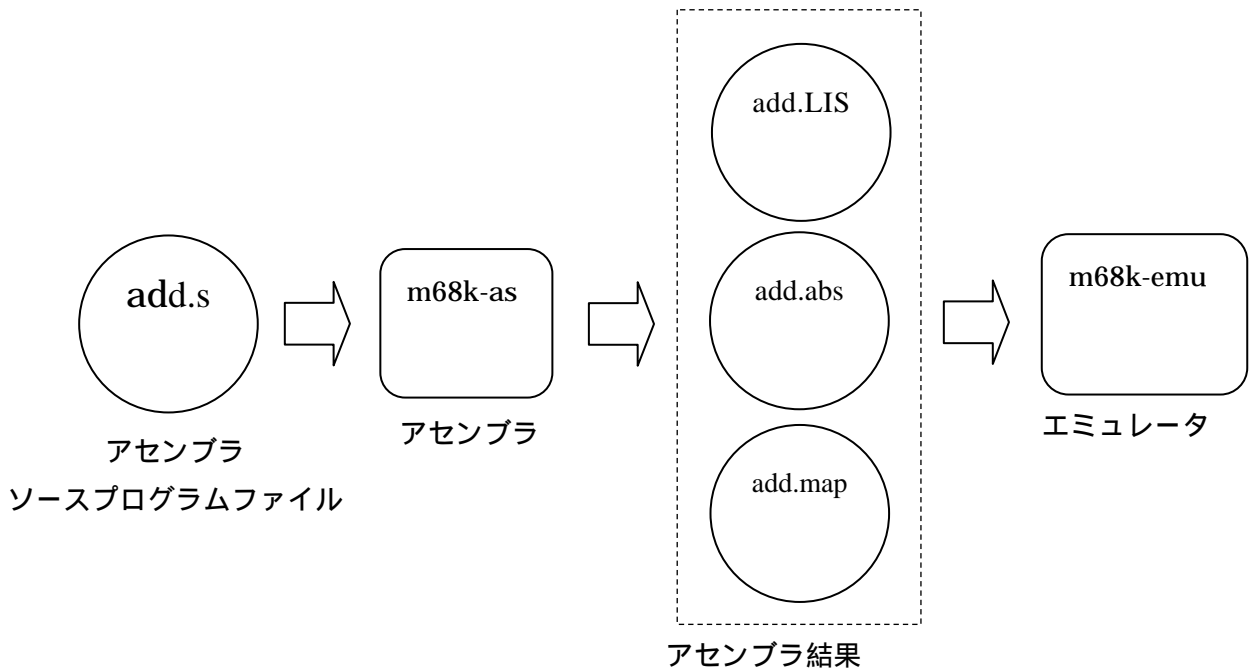


図1．今日の実習の流れ

2. アセンブラ

アセンブラソースプログラムファイルが準備できたので、次に、アセンブラソフト m68k-as を起動します。Terminal 上で次のコマンドを実行しましょう。

```
$ m68k-as add.s <Enter キー>
```

アセンブラは、68000 という CPU やそのエミュレータで実行可能なファイルに変換する言語処理プログラムです。そして、上記の m68k-as という命令は、引数で指定されたファイルをアセンブルするコマンドです。

うまく、アセンブルが出来ると、ディレクトリ中に次のようなファイル add.LIS, add.abs, add.map が生成されていることが分かります。

```
% ls <Enter キー>
add.LIS      add.abs      add.map      add.s
```

add.LIS : エミュレータで参照できるリスティングファイル

add.abs : エミュレータや実機で実行可能なファイル

add.map : メモリーマップのファイル

add.s : ソースファイル

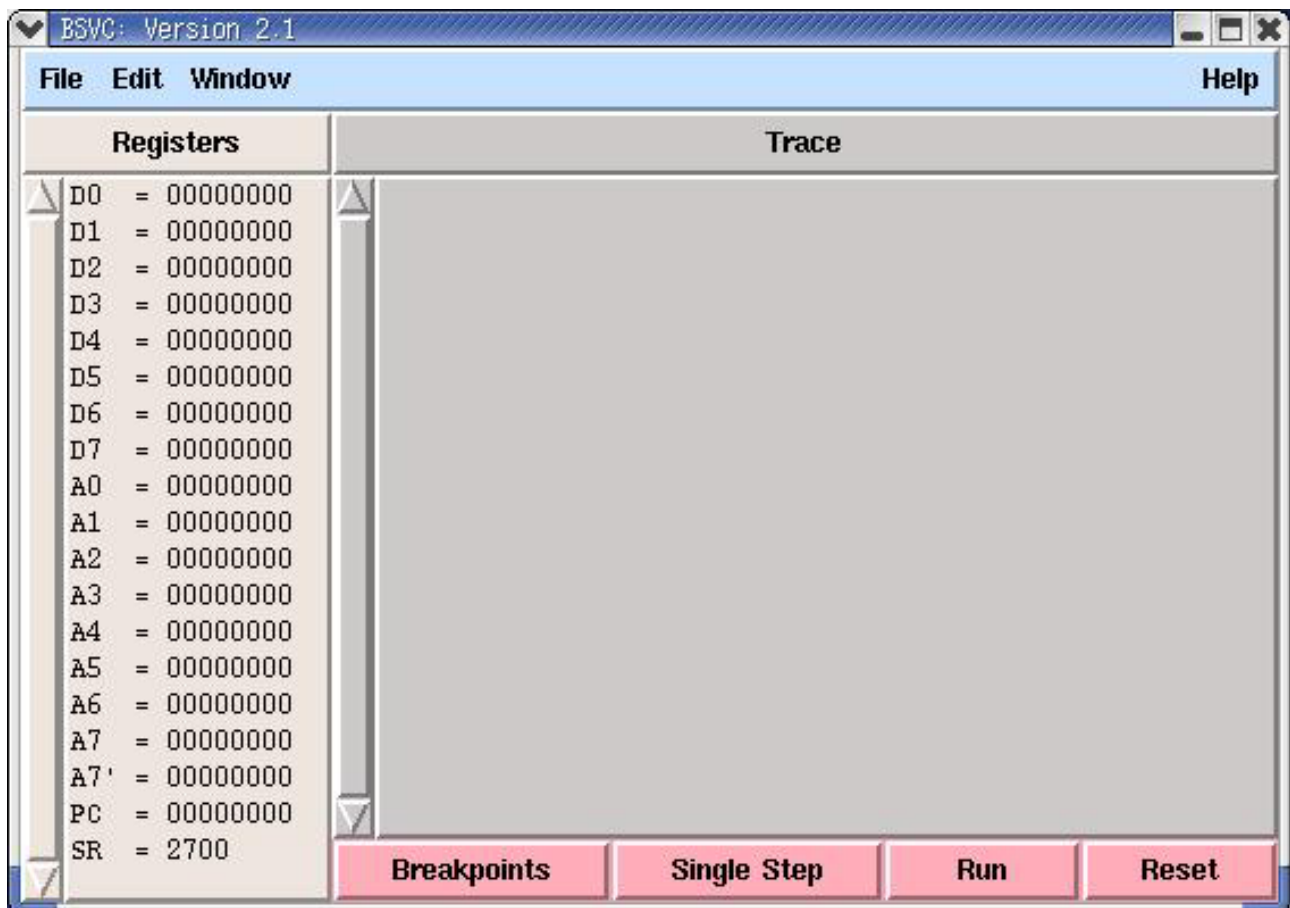
課題1．次のファイルの中身について報告せよ。報告は簡単でよいが、「実際に中身を見た」ことが分かるような報告であること

- (1) add.LIS (2) add.abs (3) add.map

3. エミュレータ (BSVC)

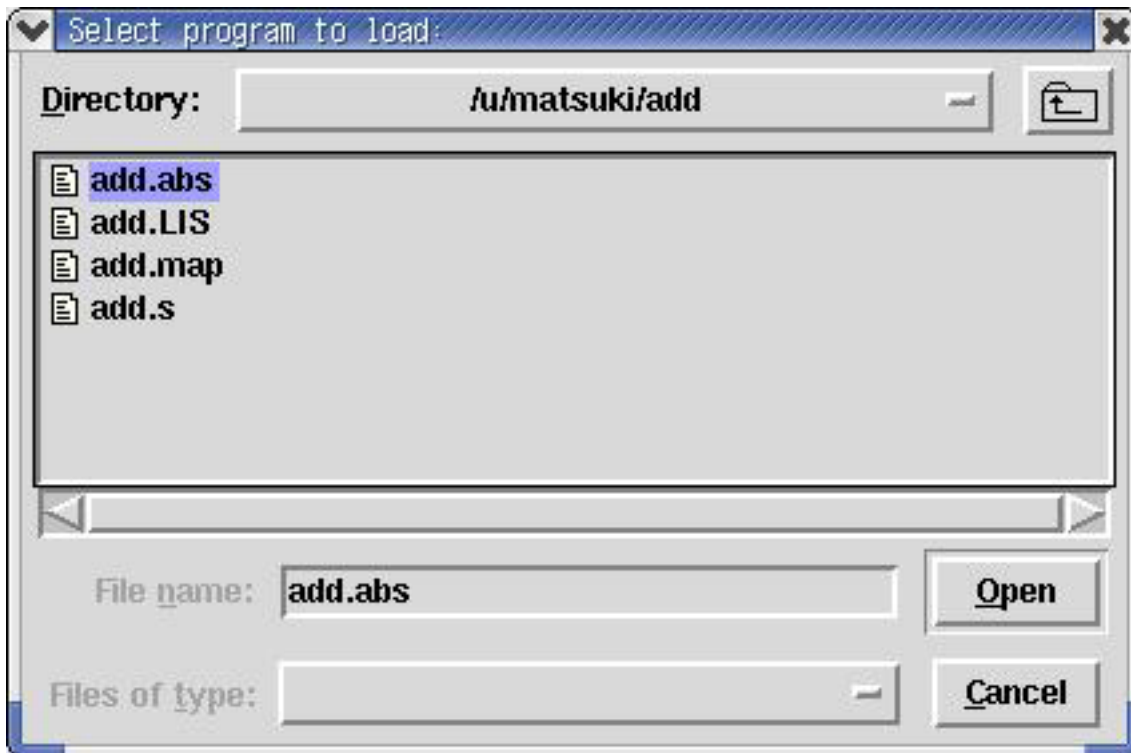
教育用計算機の CPU は 68000 ではありません。そのため、この計算機の CPU では実行ファイル (add.abs) を直接動作させることはできません。しかしながら、エミュレータと呼ばれるプログラム (BSVC) を用いることによって、68000CPU 上で動作を「再現」することが可能です。このエミュレータは、m68k-emu というコマンドによって起動します。

```
$ m68k-emu & <Enter キー>
```



この BSVC (エミュレータ) のウィンドウの左側には D0~D7 (データレジスタ)、A0~A7、A7' (A0~A6 がアドレスレジスタで、A7 と A7' はスタックポインタ)、PC (プログラムカウンタ)、SR (ステータスレジスタ) の値が表示されます。

このウィンドウ上部にある File メニューから、「Load Program」を実行し、実行したいプログラムを選びます。ここでは、add.abs を選択してください。



さらに、「Window」メニュー中の、「Memory Viewer」および「Program Listing」を実行すると、アセンブラプログラムの実行の様子を詳しく観察することが出来ます。それぞれの Memory Viewer、Program Listing のウィンドウを開いて、見やすく配置しておきましょう。準備が出来たら、いよいよプログラムを実行してみましょう。実行は右下の「Run」ボタンを押します。

このプログラムは a 番地に 3 を、b 番地に 4 を格納し、それぞれのアドレスに格納された値をレジスタ d0 を使って足し合わせ、最終的に c 番地にその結果を格納する（「アドレス」や「番地」という言葉については、授業の方で説明があったので思い出して下さい）。今回の実習では、「BSVC: Programming Listing add.LIS」の次の部分に注目してください。

```

000424 0000          15 a: .ds.w 1
000426 0000          16 b: .ds.w 1
000428 0000          17 c: .ds.w 1

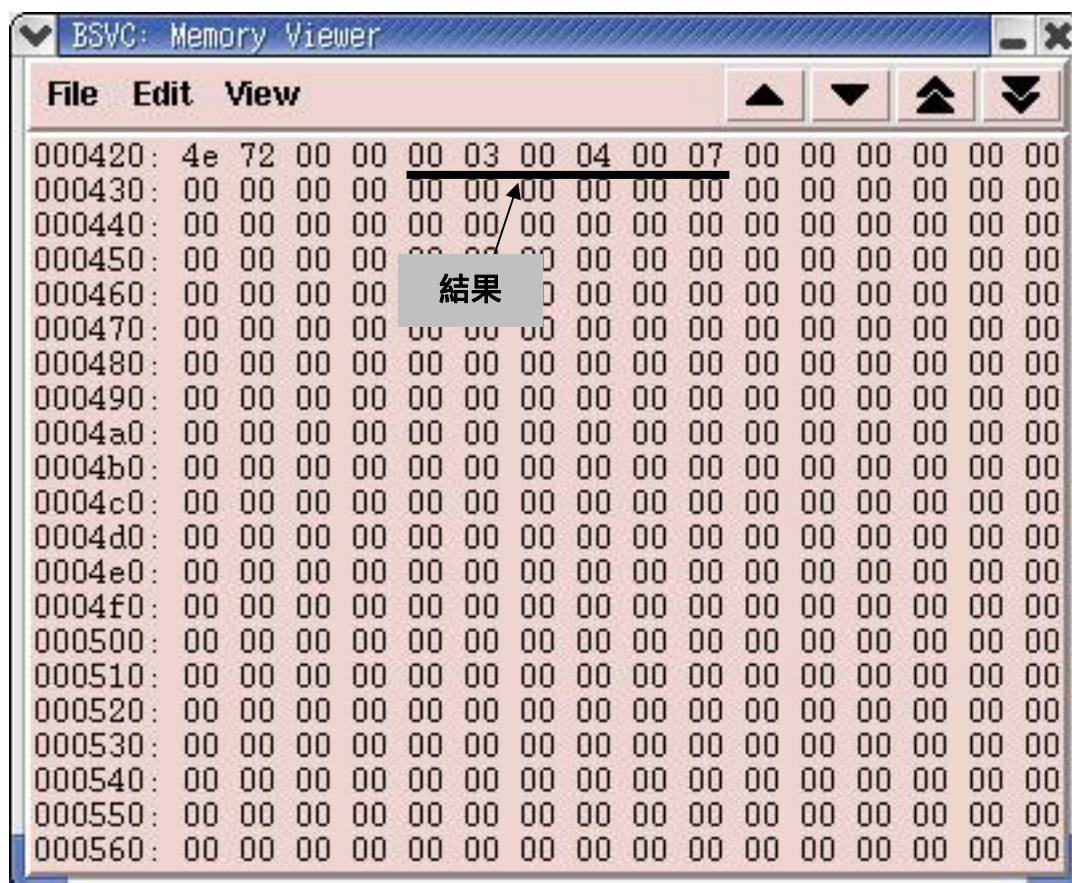
```

この 3 行には、データ a、b、c を確保する擬似命令「a: .ds.w 1」、「b: .ds.w 1」、「c: .ds.w 1」が並んでいるのですが、それらの行の一番左側に表示されているアドレス「000424」、「000426」、「000428」がデータ a、b、c のメモリアドレスを表しています。

Memory Viewer の値で、メモリの中身を観察できるので、「000424」、「000426」、「000428」番地の中身を観察してみましょう。Memory Viewer のメニュー「View」から「From Address...」を選択し、任意のアドレスを入力します。これにより、そのアドレスにあるメモリ内容を確認することが出来ます。ここでは、キリの良い 000420 からのメモリを見てみましょう（エディットボックスに 420 と入力する）。Memory Viewer を使うと 000424 番地に 00、00425 番地に 03 が格納されています（ds.w という命令が 1 ワード（2 バイト）分のデータ領域を確保する命令であるため 2 バイト使用する）。同様に、000426 番地からの 2 バイトに 0004、000428 番地からの 2 バイトに計算結果の 0007 が格納されているのを確認できるはずですが（注： a、b、c のメモリアドレスは 000424、000426、000428 に固定されているわけではありません。これらのアドレス値はこの例に限ったもので、異なる場合もあります）

000424 番地: 00
000425 番地: 03
000426 番地: 00
000427 番地: 04
000428 番地: 00
000429 番地: 07

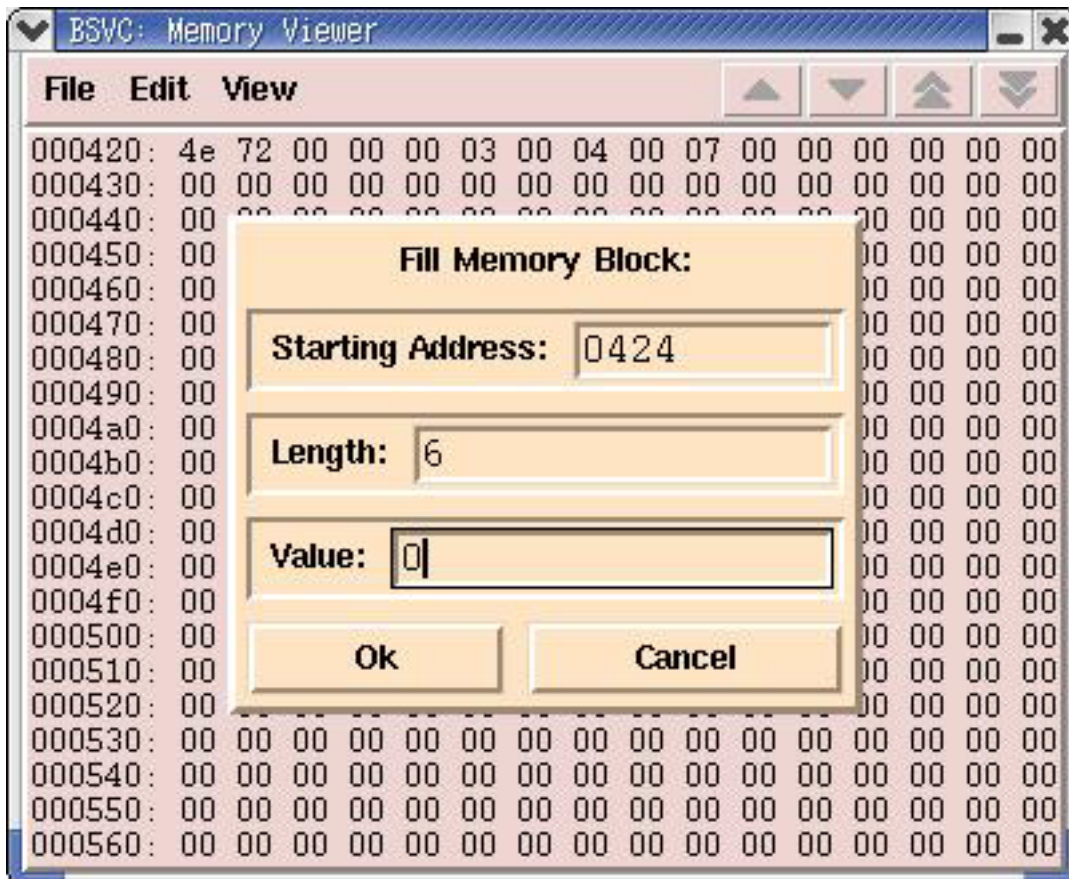
また、レジスタ d0 にも 0007 が格納されていることを確認しましょう（メインウィンドウ左側）。



4. ステップ実行

エミュレータでは、命令毎に実行を止めて、段階的にプログラムを実行する方法（ステップ実行）があります。

プログラムの再実行の前に、実行結果をクリアしておくべきです（そうしないと、前の実行結果が残ってしまい、プログラムの振る舞いを観察するときに混乱します）。まず、実行した結果が 000424 番地から 000429 番地まで残っているのでそれをクリアしましょう。Memory Viewer の Edit メニューの「Fill Memory Block...」を実行しましょう。Starting Address に 000424 を Length に 6 を Value に 0 を入れて「OK」をクリックします。



次に、BSVC のメインウィンドウで Reset ボタンを押します。すると PC (プログラムカウンタ) が 00000400 になり Program Listing のウィンドウの水色の部分が 000400 番地に戻ります。この水色で選択されている行が、次に実行される命令です (PC は次に実行する命令のアドレスを表す)。

一回だけ Single Step ボタンを押しましょう。すると Trace (灰色の領域) に実行した命令が現れ、PC が 00000408 になり、Program Listing の水色の部分も移動します。最初の命令は 000424 番地からの 2 バイトに 0003 を書き込むという命令です。Memory Viewer で確認しましょう。

PC が 00000420 になるまで (Trace で 00000422 BREAK がでるまで) Single Step を押し、実行の様子を一行ずつ確認しましょう。

5. エミュレータの終了

エミュレータを終了するには File メニューの Quit をクリックしてください。

今日の実習はここまでです。

参考 Web ページ: <http://www.db.is.kyushu-u.ac.jp/kaneko/as/index.html>