第1章

使い始める前に

実験用ボードを使うためには、RS-232C経由でボードと通信する必要があります。ここでは、ワークステーション(SPARC station 10)+SunOSを例に説明します。

1.1 環境設定

実験用ボードに搭載されているシリアル・インターフェースは、RS-232Cの非同期通信のみをサポートしています。また、各設定値は表1のようになっています。

ボーレート	9600 bps
キャラクタ長	8ビット
パリティビット数	なし
ストップビット数	1ビット

表1　シリアル・インターフェースの設定値

ワークステーションから実験用ボードを使う場合、これらの値を設定する必要があります。具体的には、`/etc/remote`ファイルに次のエントリを加えて下さい[1]。なお通常、このファイルはシステム管理者以外は変更できないようになっています。

- **SunOS 4.1.x の場合**

```
pico:dv=/dev/ttya:br#9600:el=^C^S^Q^U^D:ie=%$:oe=^D:hf:
```

---

[1] SPARC station 10のように、ttyaとttybが同一のコネクタで出力されていて、かつ分配ケーブルを使用しない場合、必ずttyaを使用してください。

■ SunOS 5.x の場合

```
pico:dv=/dev/term/a:br#9600:el=^C^S^Q^U^D:ie=%$:oe=^D:hf:
```

1.2 動作確認

ワークステーションと実験用ボードを RS-232C のストレートケーブルで接続し、実験用ボードの電源を入れて下さい。このとき、ボード上のすべての LED が点灯しているはずです。次にコマンドラインから

```
tip pico
```

と入力してください。続けて “`connected`” と表示されたら`Return` キーを一回だけ押して下さい。ここで実験用ボード上のモニタのプロンプトが表示されれば、正しく動作していることを示しています。もし、正しく動作していない場合にはもう一度、設定ファイル等を確認してください。正しく動作している様子を図 1に示します。

```
% tip pico
connected
  (Return を一回押す)
Pico16(1.0)  >
```

図 1　動作確認

第2章

実験用ボードの使い方

2.1 実験用ボードとの接続

ワークステーションと実験用ボードがケーブルで接続されているのを確認し、実験用ボードの電源を入れて下さい。このとき、ボード上のすべてのLEDが点灯しているはずです。次にコマンドラインから

```
tip pico
```

と入力してください。続けて “`connected`” と表示されたら`Return`キーを一回だけ押し、モニタのプロンプトが表示されるのを確認してください。このときの様子を図2に示します。もしうまく表示されない場合、第1章を参考に設定を確認してください。

```
% tip pico
connected
  (Returnを一回押す)
Pico16(1.0)  >
```

図2　実験用ボードとの接続

2.2 コンフィギュレーション・ファイルの転送

実験用ボード上のFPGAを動かすためには、まず始めにFPGA(LCA)にコンフィギュレーション・ファイルを転送しなければなりません。この転送にはボード上のモニタの`lcaset`コマンドを使用します。また、コンフィギュレーション・ファイルは、あらかじめ用意しておいてください。

まず、モニタのプロンプトが表示されている状態で

```
lcaset
```

と入力してください。すると、コンフィギュレーション・ファイルの入力を要求してきますので

```
˜>
```

と入力します。このとき入力した文字 “˜>” はすぐには表示されませんが、気にせず続けてください。次に、あらかじめ用意したコンフィギュレーション・ファイル名を

```
pico16.exo
```

のように入力すると転送を開始します。コンフィギュレーション・ファイルの転送が終了すると、実験用ボード上の LED が消えモニタのプロンプトが表示されます。なお、転送には約 1 分ほどかかります。このときの様子を図 3に示します。

```
Pico16(1.0)  > lcaset          (lcaset と打つ)
S-Format loading for LCA
please type file               (˜と>を続けて打つ)
˜>Local file name? pico16.exo   (コンフィギュレーション・ファイル名を入力)
1393 lines transferred in 1 minute 2 seconds
!
start address = 0x10   end address = 0x56f0
lca configuration normally terminated.
End                            (転送終了)
Pico16(1.0)  >
```

図 3　コンフィギュレーション・ファイルの転送

2.3 メモリへの書き込み

実験用ボード上には、FPGA をプロセッサとして動かす際にプログラム等を格納するのに必要なメモリが 32K バイト (0000h ~ 7FFFh) 実装されています。このメモリへの書き込みおよび確認には `pmm` コマンドを使用します。

まず、モニタのプロンプトが表示されている状態で

```
pmm
```

と入力してください。するとアドレスと現在のメモリの内容が表示されますので、書き込みたい値を 16 進数で 1 ワードずつ入力してください。

このとき `Return` キーだけを打つと、書き込みは行なわれずに、つまり現在の内容の

まま次のアドレスに移ります。また “.”(ピリオド) だけを入力すると、メモリへの書き込みを終了します。この pmm コマンドを使用している様子を図 4に示します。

```
Pico16(1.0)  > pmm            (pmm と打つ)
[pico] 0000: 33c2 ? 6118      (書き込みたい値を打つ)
[pico] 0002: ae8a ? 7100
[pico] 0004: ee89 ? f231
[pico] 0006: dece ? ffb2
[pico] 0008: 5ec9 ? df01
[pico] 000a: 5b7a ? f2cf
[pico] 000c: 7026 ? 3ffa
[pico] 000e: c5ff ? c102
[pico] 0010: 0b96 ? f172
[pico] 0012: 4a96 ? 0ffe
[pico] 0014: 6202 ?           (ここは変更しない)
[pico] 0016: eed0 ?
[pico] 0018: 77db ? 000A
[pico] 001a: 27e4 ? 0000
[pico] 001c: 49b1 ? .         (書き込み終了)
Pico16(1.0)  >
```

図 4　メモリへの書き込み

また次のように、書き込みを行なうアドレスを指定することもできます。

```
pmm 1000
```

この場合、1000h 番地から書き込みを開始します。

2.4 クロックの入力

FPGA を動作させるためには、外部からクロックを入力する必要があります。このクロックの入力方法には次の二通りの方法があります。

- 手動で **1** クロックずつ入力する方法

実験用ボード上の白いボタン (CLOCK) を一回押すと、1 クロック分のパルスを発生します。つまり、seconds 上で “`forward +1`” を行なったのと同じ動作を、実験用ボード上で行ないます。

- 連続的に入力する方法

モニタのプロンプトが表示されている状態で

```
ctime 100
```

と入力します。このとき数字は周波数を示します。つまりこの例では 100Hz のクロックを入力していることを示します。また、クロックを止めるには

```
cswitch
```

と入力します。これにより先の手動入力に切り替わります。

```
Pico16(1.0)  > ctime 100
Pico16(1.0)  > cswitch
```

図 5　クロックの入力

2.5 プログラム·カウンタのリセット

なんらかの理由でプログラム·カウンタのリセットを行ないたい場合、モニタのプロンプトが表示されている状態で

```
reset
```

と入力して下さい。これにより、コンフィギュレーション·データはそのままで FPGA 内部の記憶素子だけを初期化します。

```
Pico16(1.0)  > reset
```

図 6　プログラム·カウンタのリセット

なお、実験用ボード上の赤いボタン (RESET) を押すと、FPGA のコンフィギュレーション·データも初期化されしまいますので注意して下さい。

2.6 終了方法

実験用ボードとの接続を終了するには

```
~.
```

と入力してください。このとき入力した文字は表示されませんが、気にせず行なってください。正しく終了できた場合、接続する前の状態に戻ります。このときの様子を図 7

に示します。

```
Pico16(1.0)  >                （~と. を続けて打つ）
[EOT]
%
```

図 7　終了方法

第3章

サンプル・プログラム

ここではPICO用のサンプル・プログラムを二つ載せておきます。

3.1 サンプル1

■ 内容

実験用ボードの出力用LEDを点滅させます。

■ ソースリスト

```
|
|        kid3.p16
|
         LDL      r1, 0x00
         LDH      r1, 0x80
         LDL      r2, 0xFE
         ST       r1, r2
         NOP
         NOP
L1:
         LDL      r15, 7
L2:
         NOP
         ROLI     r2, 1
         ST       r1, r2
         NOP
         SUBI     r15, 1
         BNEZ     L2
         LDL      r15, 7
L3:
         RORI     r2, 1
         ST       r1, r2
         SUBI     r15, 1
         BEQZ     L1
         NOP
         J        L3
```

■ アセンブルコード

```
0000: 6100 7180 62FE F172 0000 0000 6F07 0000
0010: E251 F172 0000 DF01 3FF4 6F07 E241 F172
0020: DF01 2FE8 0000 0FF4
```

3.2 サンプル2

■ 内容

入力用スイッチの下位4ビットと上位4ビットの積を出力用LEDに表示します。

■ ソースリスト

```
|
|        mul4.p16
|
START:
         LDL      r0, 0x00
         LDH      r0, 0x80
         LD       r1, r0
         MOV      r2, r1
         SRLI     r2, 4
         ANDI     r1, 0x0F
         ANDI     r2, 0x0F
MUL4:
         LDL      r3, 0
         LDL      r4, 4
MUL4_1:
         MOV      r15, r1
         ANDI     r15, 1
         BEQZ     MUL4_2
         ADD      r3, r2
MUL4_2:
         SRLI     r1, 1
         SLLI     r2, 1
         SUBI     r4, 1
         MOV      r15, r4
         BNEZ     MUL4_1

         XORI     r3, 0xFF
         ST       r0, r3
         J        START
```

■ アセンブルコード

```
0000: 6000 7080 F130 F2B1 E204 810F 820F 6300
0010: 6404 FFB1 8F01 2002 F3C2 E101 E211 D401
0020: FFB4 3FEE A3FF F073 0FD6
```