第4章

シミュレーション機能，TUI デバッグ機能，
JTAG ICE を使う

デバッガ GDB の組み込み特有のテクニック

中村 建真

開発をするに際に避けることができないのが，デバッグの作業だ．近年の組み込みソフトウェアは巨大化・複雑化し，デバッガの助けなくしてバグを発見し取り除くことは難しくなった．本章では，GNU ソフトウェア・システムで動く標準のデバッガである GDB を使用する方法を説明する．（編集部）

組み込みプログラムをデバッグする方法は，大まかに分けて二つあります．一つは，printf 文を適切に配置して内部状態を探りながらデバッグを行う方法です．もう一つは，デバッガを使ってブレーク・ポイントやステップ実行，変数の監視を絡ませながら行う方法です．

デバッガを使用した方が圧倒的に楽な上，効率的です．特に組み込み機器のようにハードウェアに近いところで動作するソフトウェアを開発する際は，デバッガを使いたいところです．そこで，本章ではコマンド・ライン・デバッガである GDB を紹介します．GDB は単独でもデバッガとして使えるほか，Eclipse と協調させることで GUI (Graphical User Interface) デバッガとしても使用できます (Appendix 3 参照)．

本章では，前章で使用した空の main 関数を持つアプリケーション・プログラムを例題として GDB の使い方を説明します．使用するプログラムは本誌付属 DVD-ROM の /samples/00_empty の中に収録されています．また，本誌 Web ページからダウンロードして入手することも可能です．

1 シミュレーション機能

はじめに，00_empty をシミュレータで動かしてみましょう．00_empty は，前章で付属 ARM マイコン基板[注1]に実装するように作成したものです．そのため，使用するシミュレータが LPC2388 に対応しているかどうか心配です．しかし今回のプログラムの場合は，ARM コアとメモリの配置以外にハードウェアに依存する部分はないため，シミュレータが対応していなくても問題はありません．

シミュレータには GDB のシミュレーション機能を使います．このシミュレーション機能にはステップ実行をはじ

注1：本誌 2009 年 5 月号の付属 ARM マイコン基板のこと．

```
takemasa@euler:~/workspace_study/00_empty$ make
arm-none-eabi-gcc  -mcpu=arm7tdmi -g -c start.S
arm-none-eabi-gcc  -mcpu=arm7tdmi -g -c main.c
arm-none-eabi-gcc  -mcpu=arm7tdmi -g -nostdlib -o a.out -T lpc2388.ld start.o main.o
arm-none-eabi-objcopy -O srec -R .bss -R .data -S a.out a.srec
arm-none-eabi-objcopy -O ihex -R .bss -R .data -S a.out a.hex
takemasa@euler:~/workspace_study/00_empty$ arm-none-eabi-gdb --quiet a.out
(gdb) target sim                          ← デバッグ・ターゲットとしてシミュレータを選ぶ
Connected to the simulator.
(gdb) load                                ← ターゲットにプログラムをロード
Loading section .vector, size 0x3c vma 0x0
Loading section .text, size 0x60 vma 0x40000000
Start address 0x40000000
Transfer rate: 1248 bits in <1 sec.
(gdb) b main                              ← main()関数にブレークポイントを設定
Breakpoint 1 at 0x40000054: file main.c, line 4.
(gdb) run                                 ← 実行命令
Starting program: /home/takemasa/workspace_study/00_empty/a.out

Breakpoint 1, main () at main.c:4
4   }
(gdb) q                                   ← GDB終了
The program is running.  Quit anyway (and kill it)? (y or n) y
takemasa@euler:~/workspace_study/00_empty$
```

図1
シミュレーション画面