

組込みシステム開発入門者向け教材の導入

苫小牧工業高等専門学校 ○木下 大輔, 吉村 斎, 三上 剛, 中村 嘉彦, 大西 孝臣, 阿部 司

要 旨

本研究では、組込みシステム開発入門者向けの実験実習教材を作成した。本教材は、我々が設計開発した組込みシステム教育用マイコンボード **TECL** とテキスト資料で構成されている。低コストでより多くの実験実習を行うことができ、現在の組込みシステム開発現場で求められている技術を学習できる教材として、教育現場への導入を予定している。今回は、入門者向けテキストの作成と、教育現場への導入に向けた準備を行った。

1. はじめに

近年、家電や自動車などの組込みシステムは、低消費電力化に加え、高性能化および多機能化が求められている。また、組込みシステムの開発需要は急増し、組込みシステム開発者が不足している。そのため、組込みシステム開発者の人材育成が急務である。

しかし、組込みシステム開発者は、ハードウェアやソフトウェアの専門的な知識を多く必要とする。そのため、人材育成のために多くの時間と費用を必要とし、企業が抱える経営課題のひとつとなっている[1]。

苫小牧工業高等専門学校(以下、苫小牧高専と呼ぶ。)では、図1のようにZ80マイコンやH8マイコンを用いて組込みシステムの実験実習を行っている。組込みシステム関連の企業に就職する苫小牧高専の学生は、実験実習をはじめ専門科目を通して組込みシステムの基礎を入社前に学習している。

今後、組込みシステム開発者をより多く育成していくためには、教育現場での取組みが重要となる。しかし、組込みシステムを学習するための実験実習環境を新たに教育現場へ導入するためには、導入期間や多くの費用を必要とする。我々は、低コストでより多くの実験を行うことができ、現在の組込みシステム開発現場で求められている技術を学習できるようサポートされた教材を作成し、高専、大学、工業高校へ提供していきたいと考えている。

本研究の目的は、組込みシステム開発者を育成する上で必要となる入門者向け教材を作成することである。今回は、入門者向けテキストの作成と、教育現場への導入に向けた準備を行った。



図1 組込みシステム実験実習の講義風景

2. 教育対象と教育目標

本教材の教育対象は、組込みシステム開発入門者である。前提知識として、C言語のプログラミング文法や計算機の基礎知識、電気回路や論理回路の基礎知識を学んでいることとする。高専第3学年や工学系の大学を卒業した新入社員などが対象となる。

本教材は、現在苫小牧高専で実施している実験実習を基

とし、組込みシステム技術の要素である計測、制御、通信および開発環境に重点をおいた。実験実習内容は、LED制御やタイマなど、苫小牧高専で以前から行っていた実験内容に加え、モータ制御などの実験を追加し、現在要求されている組込みシステム技術を学習できるよう構成した。また、ネットワーク、制御理論およびRTOS(Real Time Operating System)など、次の段階である組込みシステム開発中級者向けの実験実習に発展させることができるよう配慮した。本教材による実験実習構成を図2に示す。

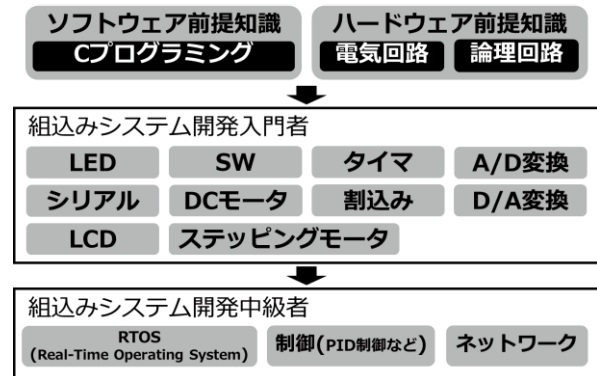


図2 本教材の実験実習構成

3. 教材の構成

本教材の構成を図3に示す。

ハードウェアは、組込みシステム教育用マイコンボード **TECL**(Technology Education Computer Laboratory)である。マイコンボードについては3.1で解説する。

ソフトウェアは、ルネサスエレクトロニクス社製の統合開発環境 **CS+**である。

E1 エミュレータは、プログラムの動作状態をソフトウェア上にモニタリングし、デバッグを行うことができる **ICE**(In Circuit Emulator)である。

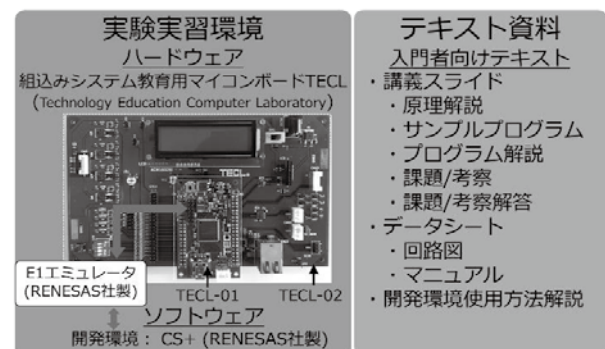


図3 組込みシステム開発入門者向け教材の構成

3.1. マイコンボード

図4に、マイコンボード TECL の機能図を示す。TECL は、組込みシステム開発入門者および中級者を対象としたマイコンボードである。苫小牧高専で設計および開発を行った[2]。

(1) TECL-01

RX62N マイコンを搭載したマイコンボードである。RX62N マイコンは、ルネサスエレクトロニクス社製の低消費電力、高性能および多機能なマイコンである。JTAG(Joint Test Action Group)用端子、SCI(Serial Communication Interface)用端子および USB 端子を実装している。また、RX62N マイコンの端子を外部へ引き出しているため、必要に応じてベースボードを製作し、実験実習、研究などの目的のために使用することができる。

(2) TECL-02

TECL-01 を実験実習目的で使用するためのベースボードである。LED、DIP-SW などによる汎用 I/O 機能および Ethernet、CAN(Control Area Network)などの通信機能を実装し、使用することができる。

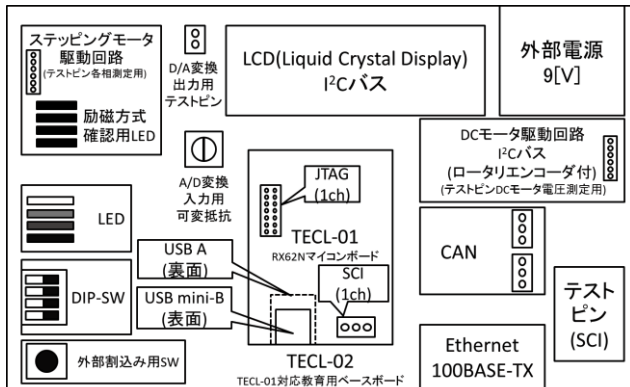


図4 マイコンボード TECL の機能図

3.2. テキスト資料

講義スライドは、教員が実験説明を行う際に使用する。データシートと開発環境使用方法解説は、あらかじめ受講者に配布しておく。受講者は、実験説明および配布資料をもとに課題および考察に取り組む。講義終了後、受講者は課題および考察をレポート形式で提出する。

本研究で作成したテキスト資料について、以下の実験実習項目を作成した。

(1) 汎用 I/O による LED の点灯

初回の講義であるため、実験実習環境について学習する。LED の点灯プログラム作成を通して、プログラムの作成から実行まで一連の手順を実習する。これを通して、統合開発環境による開発およびデバッグ方法を学習する。

(2) 汎用 I/O による DIP-SW の入力

汎用 I/O を制御するために行うメモリアクセスについて学習する。特に、組込みシステム開発で必要となる volatile 修飾子や共用体について理解を深める。

DIP-SW を使用し、スイッチにおけるプルアップの復習やプログラムによる使用方法を学習する。

(3) ハードウェアタイマによる LED の点滅制御

ハードウェアタイマを題材として、周辺機能の有効化から動作まで一連の手順を実習する。これにより、周辺機能へのアクセス方法について理解を深める。

(4) ステッピングモータの制御

汎用 I/O を使用し、ステッピングモータの制御を行う。ステッピングモータの制御方式である 1 相励磁、2 相励磁および 1-2 相励磁を学習し、各励磁方式のプログラムを作成する。その後、ステッピングモータの脱調周期の測定を各励磁方式に対して行う。

(5) PC-マイコン間の調歩同期通信

RX マイコンの SCI(Serial Communication Interface) を使用し、PC-マイコン間の調歩同期通信について学習する。通信波形の測定や、PC からの入力によるマイコン制御プログラムを作成する。

(6) I²C による LCD、DC モータの制御

I²C は、共通のバスに接続されているデバイス間の通信を行う規格である。TECL は、I²C バスに LCD および DC モータを接続している。これらのデバイスの使用を通して、各デバイスの操作方法だけでなくデータシートの読み方など、独力で開発を行うための課題を用意する。

4. 教育現場への導入

本教材は、2015 年 10 月から苫小牧高専の実験科目「情報工学実験」において使用する。実施予定を表 1 に示す。

なお、実施する実験実習項目は、講義の実施スケジュールにより変更する可能性がある。

表 1 本教材を用いた講義の実施予定

科目名	情報工学実験
対象	苫小牧高専情報工学科第 3 学年 40 名
開催日	2015 年 10 月上旬～2015 年 12 月上旬
実施方法	講義および実機演習
講義時間	2 時間 15 分(講義 1 回あたり)
実施回数	6 回
評価	実験レポートの提出,受講者アンケートの実施

5. おわりに

本研究の成果を示す。

- ・組込みシステム入門者向け教材を作成し、マイコンボードを用いた実験実習環境とテキスト資料が完成した。今後の課題は以下のとおりである。
- ・本教材を用いた講義を行い、本教材の評価を行う。
- ・本教材の評価から、テキスト資料の修正や講義項目の追加を行う。

6. 研究助成

本研究は、以下に示すご支援を頂いております。

- ・株式会社ルネサスエレクトロニクス様
- ・株式会社 I・TEC ソリューションズ様
- ・道央産業技術振興財団 新技術・新製品開発助成事業

参考文献

- [1] 経済産業省 情報処理推進機構：組込みソフトウェアのエントリ人材教育に関する検討報告文, <http://www.ipa.go.jp/files/000023850.pdf>
- [2] 木下 大輔, 山本 椋太, 吉村 斎, 阿部 司, 大西 孝臣, 三上 剛：組込みシステム入門者向け教育システムの構築, 2014 年度 精密工学会北海道支部 学術講演会 講演論文集 pp.17-18(2014)