

## 組込みシステム入門者向け教育システムの構築

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

### 要 旨

本研究では、組込みシステム教育用マイコンボードの開発を行った。また、マイコンボードを用いた教育内容の検討を行った。教育内容は、現在苫小牧工業高等専門学校(以下、苫小牧高専)で行っている情報工学実験を基とし、マイコンの基本構成およびマイコンに関連するソフトウェアやハードウェアの知識を学習することを目的とした。これらを通して、組込みシステム入門者に向けた教育システムの構築を行ったので報告する。

### 1. はじめに

我々は、組込みシステム教育用マイコンボードとしてRX62N マイコンボードTECL-01(Technology Education Computer Laboratory)[1]および教育用ベースボードTECL-02[2]を開発した。マイコンボードは、TECL-01とTECL-02の2つで構成されている。

マイコンボードは、組込みシステム教育の実験実習環境として用いられることを想定している。

その結果、図1に示す試作版マイコンボードが完成した。しかし、試作版マイコンボードの一部に不具合があった。また、機能の追加等の再検討が必要となった。

また、マイコンボードを用いた組込みシステム教育用テキストを作成する必要がある。教育対象は、組込みシステム入門者とする。想定する組込みシステム入門者は、マイコンを用いたプログラミングが未経験である者、そしてC言語の基本を理解している者である。

本研究の目的は、「組込みシステム入門者向け教育システム(以下、本教育システム)の構築」である。今回は、試作版マイコンボードの改良と、それを用いた教育テキストの検討および作成を行った。

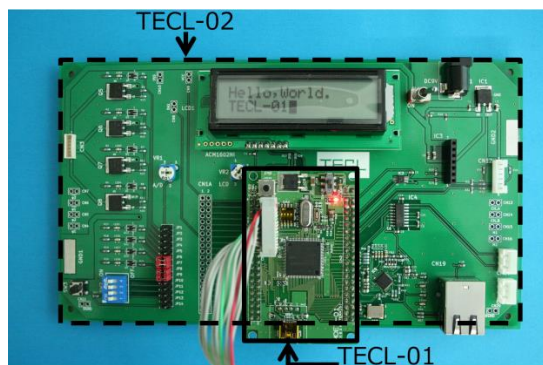


図1 試作版マイコンボード

### 2. 組込みシステム教育用マイコンボード

#### 2.1. 構成

TECL-01は、RX62Nマイコンを搭載したマイコンボードである。TECL-01は汎用用途であるため、標準ピッチに対応するようピンを引出している。

TECL-02は、TECL-01を装着することで、実験実習に必要な機能をユーザに提供するベースボードである。

#### 2.2. 試作版マイコンボードの改良

##### (1) TECL-01

TECL-01は、電源ノイズの不具合がある。そのため、電源に接続するコンデンサの変更を行った。また、

SCI(Serial Communication Interface)をTECL-01単体でも使用できるよう改良することとした。これにより、デバッグ環境をTECL-01単体で構築することができる。

##### (2) TECL-02

TECL-02は、以下の不具合が存在する。

- ① Ethernet(100BASE-TX)による通信ができない。
- ② DCモータのエンコーダ出力が不良である。
- ③ LEDがノイズにより点灯する。
- ④ ステッピングモータの保護回路が存在しない。
- ⑤ 実装部品の再検討が必要である。
- ⑥ 電源ノイズの不具合がある。

まず①の不具合は、回路図および回路パターンの再設計を行うことで対策した。②の不具合は、DCモータのエンコーダからTECL-01へ接続する回路を修正することで対策した。③の不具合は、LEDの駆動回路を修正することで対策した。④の不具合は、ダイオードによる保護回路をTECL-02に追加することで対策した。⑤の不具合は、テストピンの追加および接続端子の変更を行うことで対策した。その際、モータやLCDなどの部品装着のしやすさ、オシロスコープによる測定のしやすさを考慮した。⑥の不具合は、電源に接続するコンデンサの変更を行うことで対策した。

また、CAN(Control Area Network)通信を実装することとした。

その結果、図2に示す機能を持った改良版マイコンボードを開発することとした。

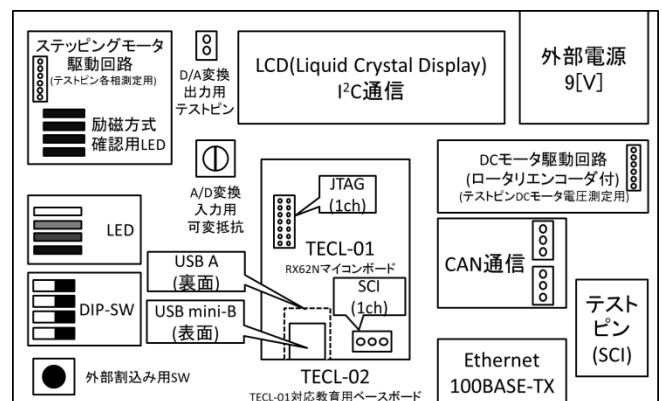


図2 改良版マイコンボードの機能図

#### 2.3. 基板の製造および検証

TECL-01は、外部発注による改良版の製造が行われた。改良版TECL-01の外観を図3に示す。

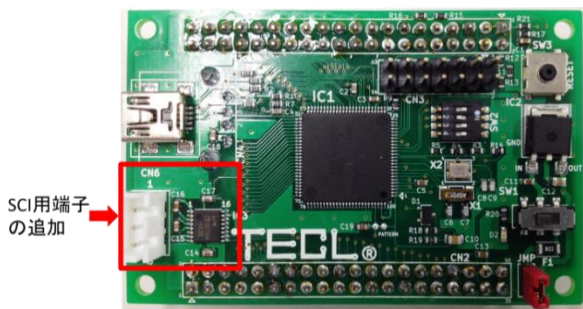


図3 改良版 TECL-01

試作版 TECL-01 と改良版 TECL-01 の電源を測定した結果を図4に示す。試作版のノイズ振幅は 200[mV], 改良版のノイズ振幅は 90[mV]となった。試作版と比べ、ノイズ振幅が小さくなったため、電源ノイズは改善された。

TECL-02 は、外部発注による改良版の製造を行われ、8月1日現在納品待ちである。

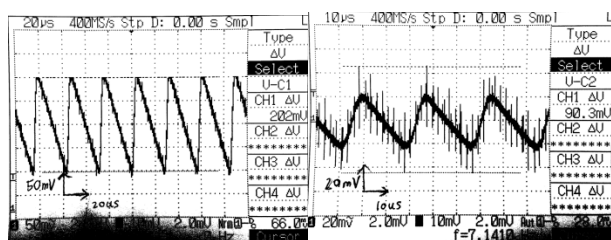


図4 電源ノイズの測定結果(右:改良版, 左:試作版)

### 3. 教育テキストの作成

#### 3.1. 実験実習内容

実験実習内容は、準備編、基本編、実習編の4つのステップから構成される。実験実習内容を図5に示す。

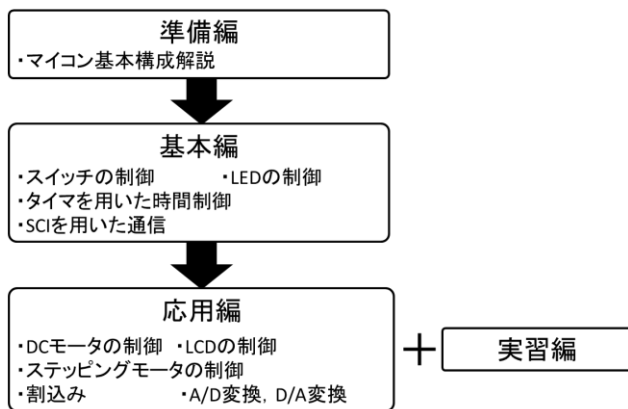


図5 マイコンボードを用いた実験実習内容

#### (1) 準備編

マイコンの基本構成および実験実習環境を解説する。

#### (2) 基本編

汎用 I/O(LED およびスイッチの制御), タイマ, および SCI(Serial Communication Interface)を実験テーマとする。基本編を通して、マイコンの基本的な操作方法を実験する。

#### (3) 応用編

ステッピングモータの制御, DC モータの制御, LCD の制御, 割り込み, A/D 変換, および D/A 変換を実験テーマ

とする。応用編は、基本編で学んだ要素を活用して行う必要がある。

#### (4) 実習編

応用編で学んだ要素を利用して、組み込みシステムの開発を行う。開発は、プログラムを各々の要素に分け段階的に設計し、最終的に組み合わせるものとする。

#### (5) 組み込みシステム中級者編

CAN 通信や Ethernet は、関連知識や組み込みシステム中級者程度の知識を必要とするため、本教育システムの教育対象としていない。

### 3.2. 教育テキストの構成

教育テキストについては、大きく3点が必要となる。

- (1) 各教育内容に対応する実験指導書
- (2) 実験指導用スライドおよび実験解説書
- (3) 回路図やデータシートなどの参考資料

教育テキストの作成にあたり、実験指導書には、実験目的、原理、サンプルプログラム、および実験課題を記載することとした。また、実験解説スライドは、教授者が必要に応じて編集可能な形式で配布することとした。

### 4. おわりに

本研究において、以下の成果を得た。

- ・ TECL-01 は、電源ノイズの対策および SCI 用端子の追加を行い、正常動作を確認した。これにより、RX62N マイコンのプログラム開発が可能となった。
- ・ TECL-02 は、電源ノイズの対策、実装部品の変更、および回路図、回路パターンの修正を行い、外部発注を行った。
- ・ 組み込みシステム入門者に対する教育内容を検討した。
- ・ 教育テキストにおいて、実験指導書の原案を作成した。

今後の課題は、TECL-02 の動作確認、サンプルプログラムの作成および教育テキストの作成である。これらの作業が完了することで、本教育システムの構築作業が完了する。その後、実際に教育現場に導入し、本教育システムの効果を検証する。また、CAN 通信や Ethernet を学習する中級者向け教材の検討が必要である。

### 5. 研究助成

本研究は、株式会社ルネサスエレクトロニクス様より CubeSuite+ライセンスの提供、株式会社 I・TEC ソリューションズ様より頂いた寄付金の一部を利用させていただいております。また、「総務省北海道通信局」より委託を受けて実施した「ユビキタスサービスプラットフォームに対応した組み込みシステム用 TCP/IP プロトコルスタックとサポートシステムの研究開発」の成果と、現在貸与されている装置を利用しております。

### 参考文献

- [1] 「組み込みシステム教育用マイコンボードの開発」  
山本 椋太, 吉村 斎, 阿部 司, 大西 孝臣  
2013 年度 精密工学会北海道支部 学術講演会  
講演論文集 pp.11-12(2013)
- [2] 「組み込みシステム教育用ベースボードの開発」  
木下 大輔, 山本 椋太, 大西 孝臣, 阿部 司, 吉村 斎  
第 13 回 複雑系マイクロシンポジウム 講演論文集  
pp.1-2(2014)