

令和 6 年度職業訓練教材コンクール 厚生労働大臣賞（入選）受賞

RX621マイコンボードを活用したセミナー教材の開発

高度訓練センター 豊田 順治

1. はじめに

高度訓練センター（以下、当センターという。）では、人材育成や技術者のスキルアップのための在職者向け職業訓練（能力開発セミナー）を中心に業務を展開している。電子系セミナーには、電子回路、組込み/ICT、自動制御、画像・信号処理等の技術分野があり、その中の組込み技術セミナー「マイコン制御システム開発技術」と「リアルタイム OS による組込みシステム開発技術（μITRON 編）」は、毎回定員近くまで応募があり人気コースとなっている。どちらのコースも実習機材として図 1 の秋月電子通商製 RX621マイコンボード^[1]を使用しており、このマイコンボードを利用して新たな組込み技術セミナーを計画・実施すれば、コースの充実化と応募者の確保が実現できるのではないかと考えた。

令和 3 年度から 5 年度にかけて、RX621マイコンボードを活用したセミナー 2 コース分の教材を開発したので、その内容とセミナーへの展開と評価結果について報告する。

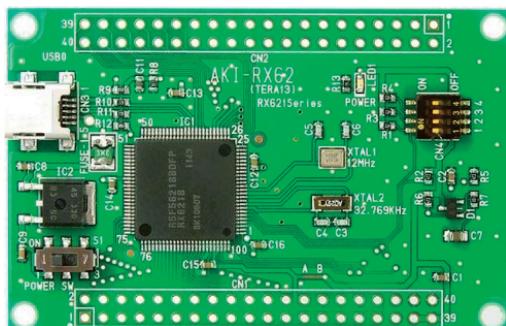


図 1 RX621マイコンボード

2. 組込み技術セミナー新規コース

2019年度組込み IoT に関する動向調査^[2]より、組込み IoT に係るシステムの現時点で重要な技術に「IoT システム構築技術」、「無線通信・ネットワーク技術」、「センサ技術」と回答した企業の割合が高いことを確認した。この技術要素から、RX621マイコンボードを使用した組込み技術セミナー新規コースとして、令和 4 年度に標準カリキュラム「クラウドを利用した組込みマイコン活用技術」（以下、クラウドマイコンという。）を、令和 5 年度に独自カリキュラム「マイコンによるシリアル通信活用技術（UART,SPI,I2C）」（以下、マイコンシリアルという。）を計画した。

クラウドマイコンセミナーの標準カリキュラムは基盤整備センターの Web ページ^[3]から参照できる。このセミナーは Wi-Fi マイコンを使用したネットワークプログラミングやクラウド利用実習となっているため、RX621マイコンボードは追加実習として使用することにした。具体的には、Wi-Fi 機能がない RX621マイコンでも Wi-Fi マイコンをシリアル通信で操作することでクラウド利用できる内容である。

マイコンシリアルセミナーの独自カリキュラムは表 1 のように作成し、実施前年の令和 4 年度に申請し、承認を得ている。独自カリキュラムを作成する際、実習内容を汎用的な表現にしたが、実際に実現できるか各種デバイスをターゲットボードの試作機でプログラミングしながら動作検証を行い、セミナー教材の開発につなげた。

表1 マイコンによるシリアル通信活用技術（UART, SPI, I2C）のカリキュラムシート

教科の細目	内容
1. コース概要及び留意事項	(1) コースの目的 (2) 専門的能力の現状把握 (3) 安全上の留意事項
2. シリアル通信の概要	(1) シリアル通信の種類・通信方式 イ. UART ロ. SPI ハ. I2C
3. 開発環境	(1) マイコンボード (2) シリアル通信機能 (3) 開発ツール
4. シリアル通信実習	(1) UART 通信実習 イ. マイコン - PC 間通信 ロ. マイコン間通信 ハ. UART デバイスの制御 (2) SPI 通信実習 イ. マイコン間通信 ロ. SPI デバイスの制御 (2) I2C 通信実習 イ. マイコン間通信 ロ. I2C デバイスの制御
5. 総合実習	(1) シリアル通信活用の実習課題 (2) 信号波形の観測と検証
6. まとめ	(1) 全体的な講評及び確認・評価

3. 開発したセミナー教材

セミナー教材として、テキスト、ターゲットボード、実習プログラムを2コース分制作した。

教材開発は、実施前年度から開始しスケジュールに余裕を持たせて取り組んだ。過去に作成した資料や設計データを再利用することで効率よく制作することができた。また、職業訓練教材コンクールに応募することを想定して教材説明書も作成し、実際に教材を使用してみたい指導員が即座に利用できるような形を目指した。その教材の一部は、基盤整備センターのWebページ^[4]からダウンロードできる。また、教材全ての電子データは、筆者に問い合わせることで入手できる。

3.1 テキスト

テキストは、カリキュラムシートの内容に合わせてパワーポイントで作成した。図2のように内容説明、動作仕様、ソースコード、動作確認、課題という流れを基本とし、セミナーでは冊子形式で印刷している。回路図、部品表、実習環境等は補助資料として配布している。

セミナーの講義中は、iPad を使用してテキストを配信モニタで提示し、手書きで補足を入れながら説明している。



図2 テキストの一部

3.2 ターゲットボード

図3のターゲットボードは、秋月電子製のRX621マイコンボードと、自作したベースボードで構成される。自作ベースボードは、2つのセミナーで共通して使用できるようにWi-FiマイコンのESP-WROOM-02やBLE、SDカードなど各モジュールを搭載した形で回路設計・基板設計を行った。そのガーバーデータを基に基板製造メーカーに依頼して回路基板を作り、自分で各部品をはんだ付けして完成させた。セミナー定員14名分と予備・講師用を合わせて18台用意し、動作確認まで行った。

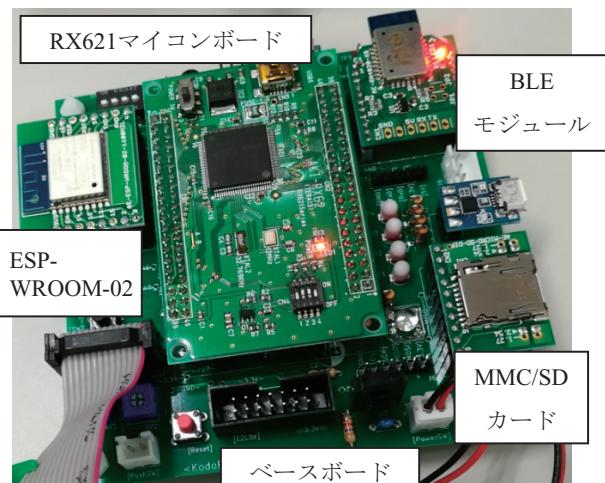


図3 ターゲットボード

3.3 実習プログラム

実習プログラムは、C言語でコーディングしたRX621マイコン制御プログラムで、動作確認用の完成版と受講生が実習を進めるときに使用する穴埋め版を準備した。実習を効果的に進められるように、図4のように重要な部分のみ空欄にし、LEDやタクトSWなどの周辺機器制御部をデバイスドライバとして事前に作成しておいた。また、より実践的な内容にするため、クラウドマイコンセミナーではbeebotteによるクラウドMQTT通信を、シリアルマイコンセミナーではUART経由のBLE通信、SPIによるMMC/SDカード制御、I2Cセンサデータ取得を実習課題とした。

```

unsigned char cmdsuw[] = "SUW_____0000Y";
// Main Function
void main(void)
{
    int i;
    unsigned char swhex[] = "0000";
    init_clk();
    init_swled(NONIRQ);
    init_lcd();
    init_sci3(BAUD_115200BPS, NONRXI3);

    while(1)
        swhex[0] = !DIPSW1+'0';
}

```

図4 受講生用プログラム

3.4 開発環境

表2に開発環境を示す。RX621マイコンと関連のツールは両セミナーで共通して使用しているものもある。開発ツール、スマホアプリ、クラウドは全て無償版であるため、容易に入手可能で試用することができる。

受講生がセミナー終了後も復習できるように、クラウドマイコンセミナーではESP-WROOM-02ボードと一部の電子部品を、シリアルマイコンセミナーではBLEモジュール、microSDカード、一部のセンサを持ち帰りにしている。

表2 開発環境

ターゲット ボード	RX621, ESP-WROOM-02 マイコンボード／ベースボード
開発 ツール	CS+(CC-RX), Arduino IDE, Teraterm, Wireshark, SocketDebuggerFree, mosquitto
スマホ アプリ	TCP Telnet Terminal, IoT MQTT Dashboard, BLE Scanner
クラウド	Ambient, beebotte
シリアル 活用	Bluetooth (BLE) 通信, MMC/SD カード制御, I2C センサデータ取得

4. セミナーへの展開と評価

今回開発したセミナー教材で2コースとも計画通りに開催することができた。表3と表4に各セミナーの実施状況とアンケート結果を示す。

表3 クラウドマイコンセミナーの実施状況とアンケート結果

開催年度	令和4	令和5	令和6
受講者 / 応募者	4/4	8/8	7/7
応募率	28.6%	57.1%	50.0%
実習演習	81.3	79.2	92.9
教材	75.0	78.6	78.6
総合評価	80.0	91.4	91.4
評価スコア	77.1	83.3	83.3

表4 マイコンシリアルセミナーの実施状況とアンケート結果

開催年度	令和5	令和6	令和7
受講者 / 応募者	14/14	16/18	15/15
応募率	100%	128%	107%
実習演習	78.6	76.7	75.0
教材	76.8	76.7	78.6
総合評価	85.7	88.0	80.0
評価スコア	80.4	78.9	78.0

まず、マイコンシリアルセミナーの応募率が100%以上となったことで、UART,SPI,I2Cは組込み分野の通信技術で重要な位置づけでありニーズが高いと考えられる。一方、クラウドマイコンセミナーの応募者数は定員の半数程度にとどまったため、内容を精査し広報を強化することで応募率を上げていきたい。

今回開発したセミナー教材の評価は、「実習演習」と「教材」で判定することとし、いずれも75以上であったため概ね良いと判断した。また、セミナーコースの全体的な評価である「総合評価」、「評価スコア」も高い数値であったため、受講満足度が高いと判断できる。両コースともテキスト、実習プログラムをブラッシュアップし続け、受講者が理解しやすい教材にしていきたい。

セミナーアンケートで記入された意見をまとめると、次のようにになった。

・良い意見

独学であったので、基礎から学べて勉強になった
シリアル通信の特徴と応用例がまとまっていた
クラウドやIoTを理解するきっかけとなった

・改善すべき点

このコースは短いので3日にしてほしい
説明や実習が駆け足だった
プログラム詳細の説明があればより理解できた

改善点を考慮して、訓練内容や説明する部分の見直しと時間配分の再調整を図り、受講満足度をより高めたいと考えている。

5. まとめ

今回開発したRX621マイコンボードを活用した教材で、新規に計画した組込み技術セミナーを2コース実施することができた。どちらも高評価であるため、訓練品質・満足度ともに高い水準を維持できるようにセミナー教材を改良していく。また、全国で必要としている指導員に教材を提供し共有できればと考えている。

参考文献

- [1] 株式会社秋月電子通商, RX621マイコンボード, <https://akizukidenki.com/catalog/g/g105763/>, 2025.8.1参照
- [2] 独立行政法人情報処理推進機構 IPA: 「2019年度組込みIoTに関する動向調査 調査結果」, p64, (2020).
- [3] 基盤整備センター, クラウドを利用した組込みマイコン活用技術, https://www.tetras.uitec.jeed.go.jp/database/zaishokusha/model_reference/a/A403/A403-060-A, 2025.8.1参照
- [4] 基盤整備センター, 令和6年度職業訓練教材コンクール受賞教材の閲覧, <https://www.tetras.uitec.jeed.go.jp/statistics/concours/24kyouzai/sakuhin#c02>, 2025.8.1参照