

# マイコンによるシリアル通信活用技術 (UART, SPI, I2C)

---

高度ポリテクセンター

# マイコンによる シリアル通信 活用技術 (UART, SPI, I2C)

高度ポリテクセンター

1

## 実習内容

1. シリアル通信の概要
  - UART
  - SPI
  - I2C
2. シリアル通信実習環境
  - RX621通信用ボード
  - RX621プログラム開発環境
  - RX621プログラム実習
3. UART通信プログラム
  - RX621-PC
  - RX621-RX621
  - RX621-UARTデバイス
4. SPI通信プログラム
  - RX621-RX621
  - RX621-SPIデバイス
5. I2C通信プログラム
  - RX621-RX621
  - RX621-I2Cデバイス

2

# 訓練目標

- シリアル通信UART, SPI, I2Cの概要を理解する
- 各シリアル通信を利用してマイコン間通信ができる
- 各シリアル通信対応デバイスをマイコンから制御できる

# Memo

# 1. シリアル通信の概要

1-1. シリアル通信

1-2. UART

1-3. SPI

1-4. I2C

## 1-1. シリアル通信

- パラレル通信・シリアル通信
- シリアル通信の種類
- シリアル通信規格
- 通信速度・信号線・通信方式

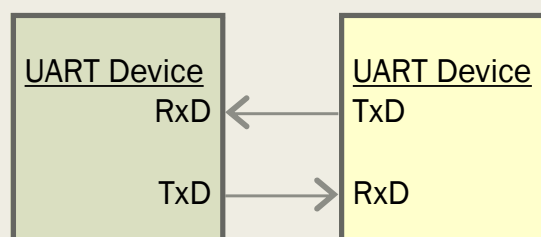
## 1-2. UART

- Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
- 非同期式（調歩同期式）シリアル
  - 1対1通信
  - 送信端子と受信端子のみでシンプルな構成
  - UARTではデバイス間の短距離通信が基本
  - RS-232Cでは約15m、RS-485・RS-422では約1000mまで通信可能
- 通信速度
  - 1200bps, 2400bps, 4800bps, 9600bps  
19200bps, 38400bps, 57600bps, 115200bps...

15

## UART接続方法

- 送信端子TxDは、相手側の受信端子RxDに接続、  
受信端子RxDは、相手側の送信端子TxDに接続する
- マスタ/スレーブという役割はない
- クロック信号がないため、送受信データの前後に、  
開始と終了を示すビットを加えて通信する



16

## 1-3. SPI

- Serial Peripheral Interface
- 4線式の全二重/同期式シリアル
  - マスタ/スレーブの関係で、1対多の通信が可能
  - チップセレクト信号により、スレーブを指定
  - チップセレクト信号数のノードで通信できる（数個に限られる）
  - 通信距離は数 $m$ まで（基板同士の通信が基本）
- 通信速度
  - 数百 $kbps$ ~数十 $Mbps$

25

## SPI接続方法

- スレーブは複数接続することができ、チップセレクト信号を'L'にして、指定する
  - 複数のスレーブに同時に'L'にすると通信が破綻
- マスタ：  
同期用クロックの送信、データの読み込み・書込み
- スレーブ：マスタのデータ読み書き処理の逆



26

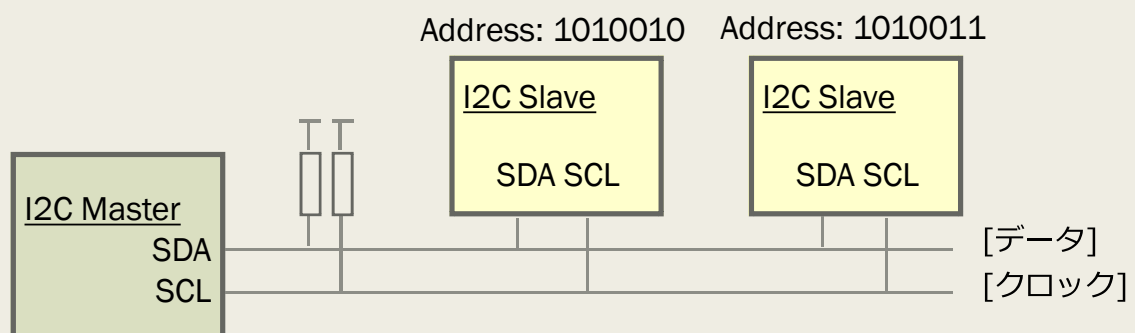
# 1-4. I2C

- Inter-Integrated Circuit => IIC = I2C
- 2線式双方向バス
  - SDA (シリアルデータ)、SCL (シリアルクロック)
  - マスタ/スレーブの関係で、多対多の通信が可能
  - 固有アドレスにより、スレーブを指定
  - 最大112個のノードが同じバス上で通信できる
  - 通信距離は数mに限られる (基板同士の通信が基本)
- 通信速度
  - Standard mode: 100kbps
  - Fast mode: 400kbps
  - Fast mode Plus: 1Mbps
  - High-speed mode: 3.4Mbps

31

## I2C接続方法

- スレーブは複数接続することができ、デバイスの固有アドレスにより、区別する
- プルアップ抵抗が必要である
- マスタ：  
同期用クロックの送信、データの読み込み・書き込みの指示
- スレーブ：マスタの指示に従って動作する



32

## 2. シリアル通信実習環境

- 実習環境の概要
- RX621通信用ボード
- RX621プログラム開発環境
- RX621プログラム実習

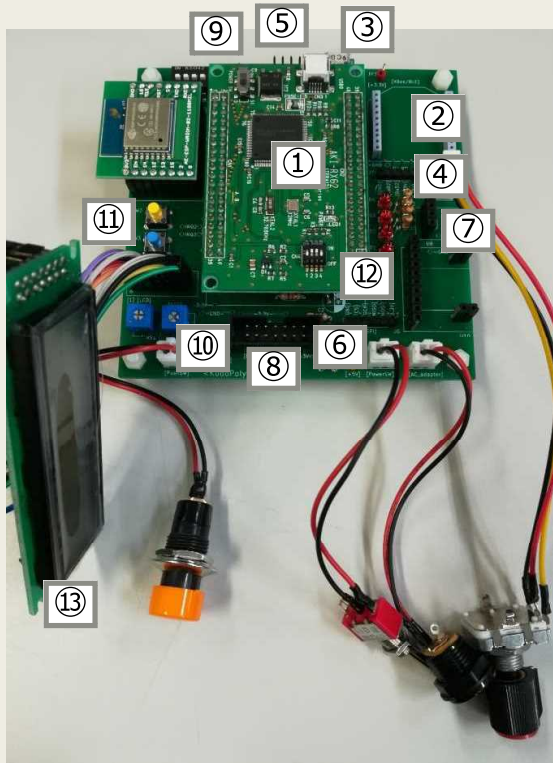
## 実習環境の概要



- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>■ ハード<ul style="list-style-type: none"><li>- RX621ボード</li></ul></li><li>■ ソフト開発方法<ul style="list-style-type: none"><li>- オンチップデバッグ<br/>エミュレータ</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>■ ハード<ul style="list-style-type: none"><li>- RX621ボード</li><li>- シリアル対応デバイス</li></ul></li><li>■ ソフト開発方法<ul style="list-style-type: none"><li>- シリアルデバッガ</li></ul></li></ul> |
|---|--|



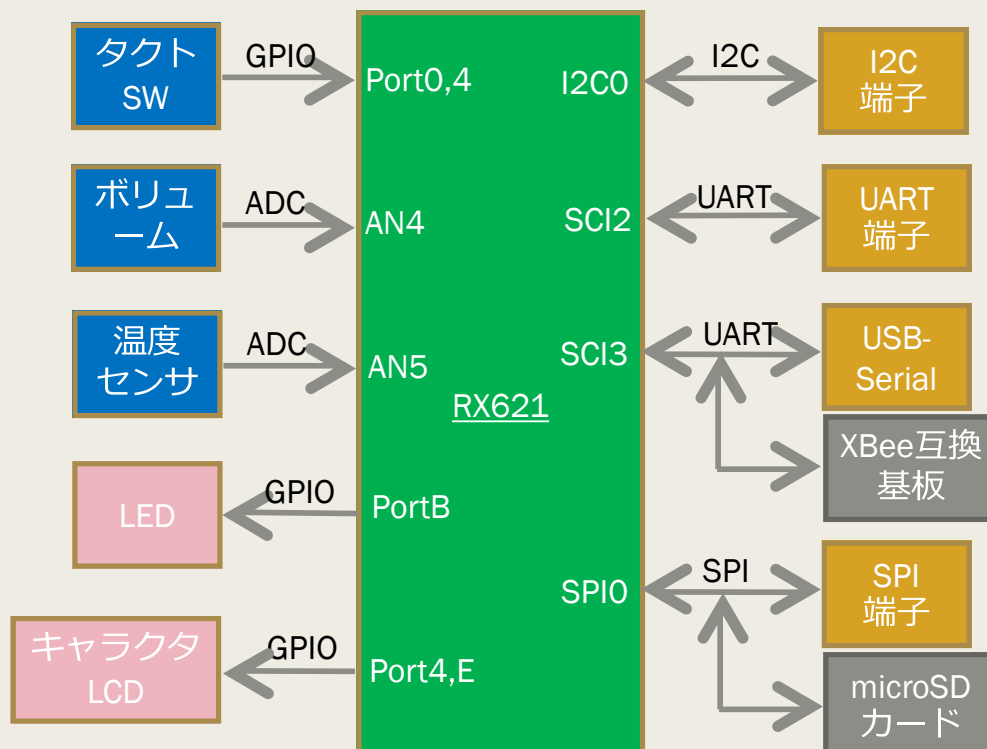
# RX621通信用ボード



- ① RX621マイコンボード
- ② XBee互換チップ
- ③ USB-シリアル変換モジュール
- ④ UART通信端子
- ⑤ I2C通信端子
- ⑥ SPI通信端子
- ⑦ シリアルデバッガ用USB端子
- ⑧ E2Lite Emulator用コネクタ
- ⑨ 温度センサ
- ⑩ ADC用ボリューム
- ⑪ タクトSW
- ⑫ LED
- ⑬ キャラクタLCD

45

# RX621ボードのブロック図



46

# 3. UART通信プログラム

3-1. SCI

3-2. UART (RX621ボード - PC)

3-3. UART (RX621ボード - RX621ボード)

3-4. UART (RX621ボード - UARTデバイス)

## 3-1. SCI

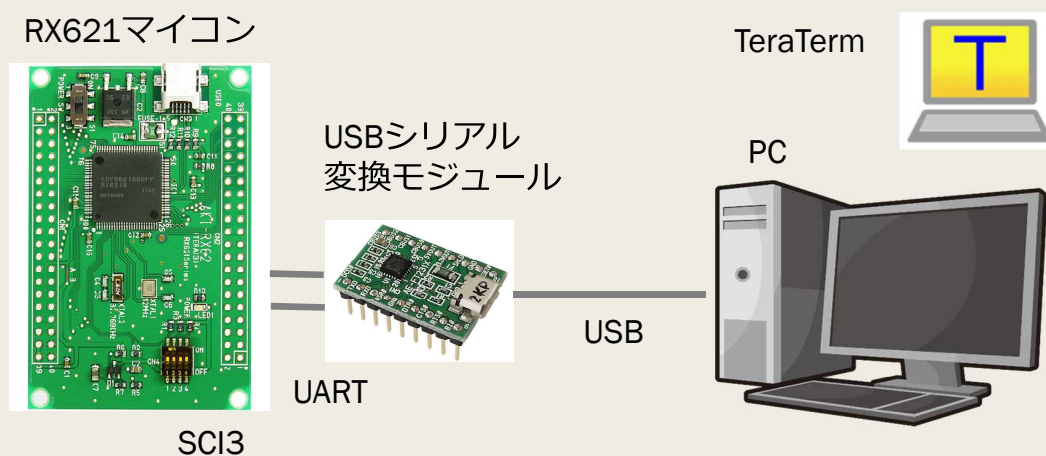
- SCIとは
- SCI内部構成
- SCI制御レジスタ
- SCI初期化・送信・受信処理

## 3-2. UART (RX621 - PC)

- 通信環境
- プログラム一覧
- プログラム例・課題

65

## 通信環境



※UART (調歩同期式)  
データ長 : 8ビット、パリティ : なし、ストップ : 1ビット、  
ボーレート : 57600bps

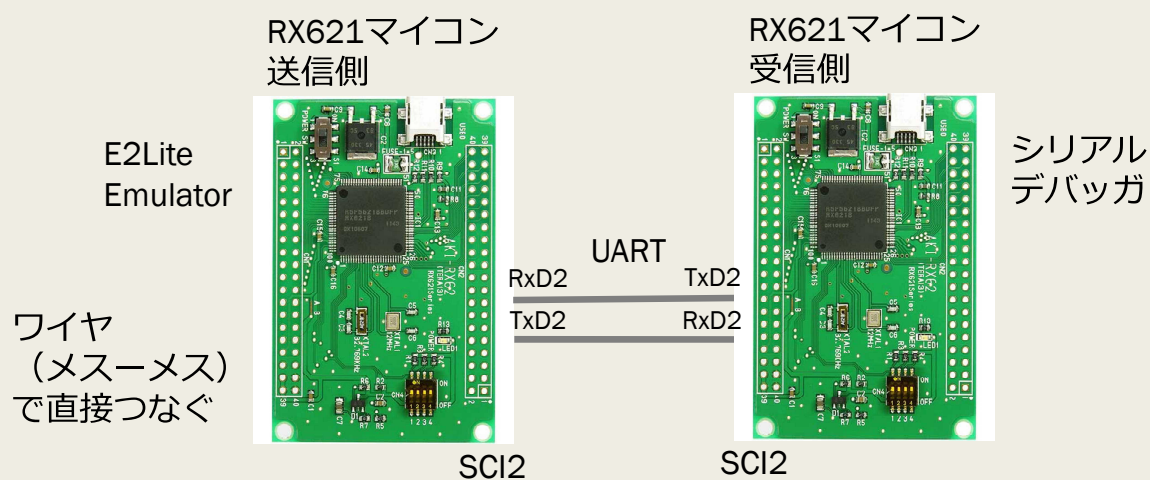
66

## 3-3. UART (RX621 – RX621)

- 通信環境
- プログラム一覧
- プログラム例・課題

73

## 通信環境



※UART (調歩同期式)

データ長 : 8ビット、パリティ : なし、ストップ : 1ビット、  
ボーレート : 57600bps

74

## 3-4. UART (RX621 – UARTデバイス)

- RN4020 Bluetooth無線モジュール
  - RN4020仕様
  - BLE通信
  - スマホアプリ : BLE Scanner
  - UART (RX621 – スマホ) 通信プログラム
- CO2センサモジュール : MH-Z19C
  - MH-Z19C仕様
  - UART (RX621 – CO2センサ) 通信プログラム

89

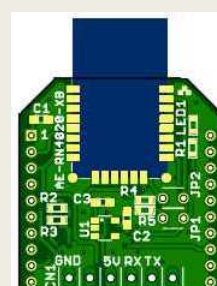
## RN4020 Bluetooth無線モジュール

- Bluetooth Low Energy(BLE)
- 仕様

仕様	説明
規格	Bluetooth 4.1
周波数帯域	2.4 ~ 2.48 GHz
変調方式	GMSK
最大データレート	1 Mbps
アンテナ	PCB
インターフェース	UART,PIO,AIO,SPI
通信距離	100m
感度	-92.5dBm
RF TX出力	+7dBm (平均)

- 電気的特性

仕様	説明
電源電圧	DC1.8 ~ 3.6V
動作電流	12mA (代表値)
スタンバイ電流	<0.5mA



90

# 4. SPI通信プログラム

4-1. RSPI

4-2. SPI (RX621ボード - RX621ボード)

4-3. SPI (RX621ボード - SPIデバイス)

## 4-1. RSPI

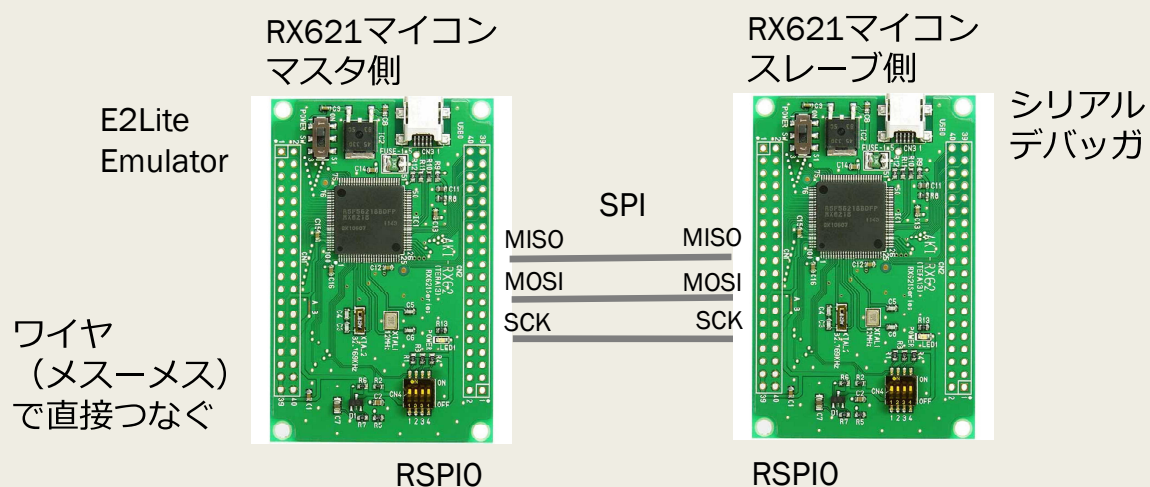
- RSPIとは
- RSPI内部構成
- RSPI制御レジスタ
- RSPI初期化・転送処理

## 4-2. SPI (RX621 – RX621)

- 通信環境
- プログラム一覧
- プログラム例・課題

143

## 通信環境



※SPI (クロック同期 3線式)

データ長 : 8ビット、パリティ : なし、ボーレート : 400kbps  
RSPCK位相 : CPHA=1、データフォーマット : MSBファースト

144

## 4-3. SPI (RX621 – SPIデバイス)

- MMC/SDカード
  - SDカード規格・仕様
  - MMC/SDカード制御コマンド
  - MMC/SDカード初期化
  - SPI (RX621 – MMC/SD) 通信プログラム
  - FatFs
- 温湿度センサモジュール：BME280
  - BME280仕様
  - SPI (RX621 – BME280) 通信プログラム

165

## MMC/SDカード

- MMC (Multi Media Card)
  - 1990年代後半、MMCAにより制定されたメモリカード規格
- SD (Secure Digital Memory Card)
  - 2000年代初頭に、SDAにより制定されたメモリカード規格 (MMCを元にセキュア化・高速化)
- MMCとSDは、機械的・電氣的規格、制御プロトコルなど多くの共通点がある
- 2000年代終わり頃から、市場ではSDカードが大半



166



# 5. I2C通信プログラム

5-1. RIIC

5-2. I2C (RX621ボード - RX621ボード)

5-3. I2C (RX621ボード - I2Cデバイス)

## 5-1. RIIC

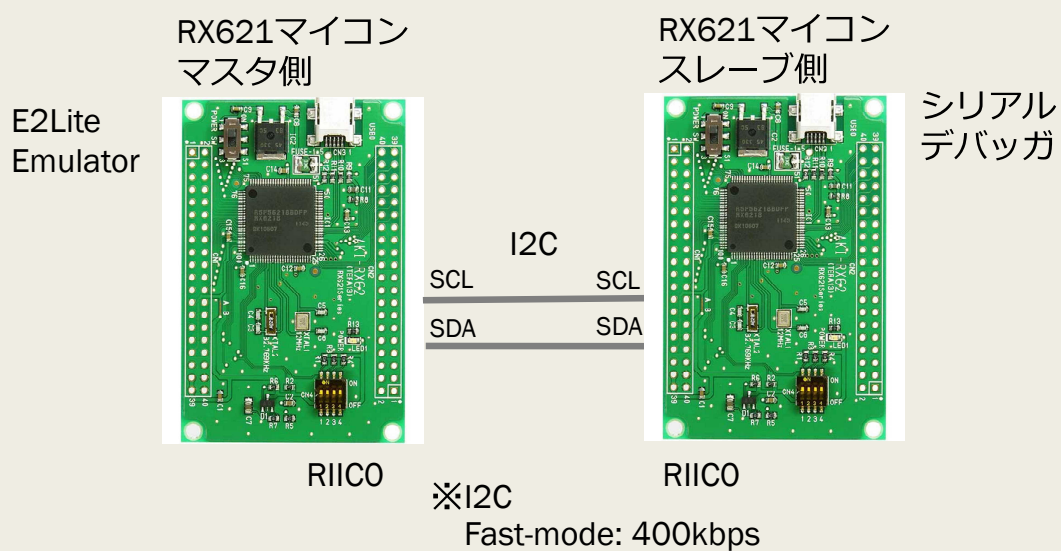
- RIICとは
- RIIC内部構成
- RIIC制御レジスタ
- RIIC初期化・送受信処理

## 5-2. I2C (RX621 – RX621)

- 通信環境
- プログラム一覧
- プログラム例・課題

229

## 通信環境



ワイヤ（メス–メス）で直接つなぐ

230

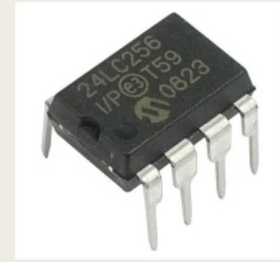
## 5-3. I2C (RX621 – I2Cデバイス)

- EEPROM : 24LC256
- 高精度温湿度センサ : SHT31
- デジタルカラーセンサ : S11059
- 照度センサ : TSL25721

## I2Cデバイス制御

- デバイス仕様
- 通信環境
- プログラム例・課題

# EEPROM



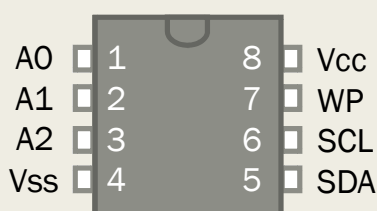
- Microchip製のEEPROM
- 128bit～512kbitのデバイス
- 低電力CMOSテクノロジー  
(アクティブ電流：1mA、スタンバイ電流：1uA)
- 2線式シリアルインターフェースバス (I2C互換)
  
- 100万回の消去／書込みサイクル
- データ保存 > 200年

253

# 24LC256

- 記憶容量： 256kbit
- 電源範囲： 2.5-5.5V
- 最高クロック周波数： 400kHz
- ページサイズ： 64bytes

## ■ パッケージ



端子名	意味
A0, A1, A2	ユーザ設定用チップセレクト
Vss	グランド
Vcc	電源
WP	書込み保護
SCL	I2Cクロック
SDA	I2Cデータバス

254

## 参考Webサイト

- 組込み技術ラボ  
よくわかる！シリアル通信基礎講座  
<https://emb.macnica.co.jp/articles/8191/>
- ムセンコネクト 無線化講座  
<https://www.musen-connect.co.jp/category/blog/course/>
- hiramine.com -> フィジカルコンピューティング -> RN4020  
<https://www.hiramine.com/physicalcomputing/rn4020/index.html>
- Electronic Lives Mfg. by ChaN  
[http://elm-chan.org/index\\_j.html](http://elm-chan.org/index_j.html)
- 秋月電子通商  
<https://akizukidenshi.com/>

## 参考資料

- RX621グループ ハードウェアマニュアル  
ルネサスエレクトロニクス
- I2Cバス仕様およびユーザマニュアル  
フィリップス・セミコンダクターズ
- I2CシリアルEEPROMファミリ データシート  
Microchip
- トランジスタ技術 2019年11月号
- 定番！超軽量マイコン用ファイル・システムFatFS  
CQ出版社
- RN-4020搭載mikroBUS Clickボード 補足説明書  
マイクロテクニカ

### ■本テキスト掲載記事の利用に関するご注意

本テキストの著作権は、独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 千葉支部 千葉職業能力開発促進センター 高度訓練センター（愛称：高度ポリテクセンター）にあります。

本テキストの一部または全部について、著作権法の定めのある範囲を超え、当方に無断で転載、複写、譲渡、販売、使用することを禁じます。

また、本テキスト記載の内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。

### ■本テキスト記載の社名、製品名について

本テキスト記載の会社名と製品名などは、それぞれ当該各社の登録商標または商標です。それら団体名、商品名は本テキスト製作の目的のために記載されており、当方としては、その商標権を侵害する意思、目的はありません。

マイコンにおけるシリアル通信活用技術 (UART, SPI, I2C)