

**1. 科目コード**

1213

**2. 科目名**

組込みシステム開発実験

**3. 担当教員**

森本 泰司 (Yasushi Morimoto)

**4. 開講期**

秋2学期

**5. 科目の目的・概要**

IoTの時代を迎え、組込みシステムは産業を支える重大な分野であり、IT専門家としてその基礎を理解する事が当然ながら求められている。また組込みシステムにおいて要求される高品質・コストパフォーマンスの追求とそのため用いられている手法は他のIT分野においても参考となり、IT技術者を育てるための重要な要素となる。

本授業では、教材用のマイコンボードを利用し、ボード上で動くプログラムの開発を通して、組込みシステムを基礎から学び、ハードウェア・基本ソフトウェア・システム設計について実践的なスキルを身に付ける。併せて、作成したプログラムの相互レビューという共同作業を通して、内容の理解を深めると共に、コミュニケーション能力の向上を図る。

なお、講師は開発現場の経験を基に組込みシステム特有の問題点・注意点を解説する。

**6. 科目の学習目標**

- (1) 組込みシステムの構成要素について概要と動作のしくみを説明できる。
- (2) 組込みシステムにおけるプログラミングの特徴について説明でき、以下に示す割込みや制御に関するプログラムを作成できる。
- (3) 作成したプログラムについて他人に説明し、また他人の作成したプログラムの説明を受けて、レビューができる。
- (4)
- (5)
- (6)

**7. 本学の教育目標と科目の学習目標との対応**

教育目標		学習目標	
高度ICT スキルの修得	基礎的素養	(1)	
	専門知識および業務応用力	(2) (3)	
人間力 (=探究力) の修得	自ら強みを磨き続ける力		
	自ら社会における 課題を発見し、 解決する力	課題設定	(2)
		仮説立案	(2)
		仮説検証	(2)
		実行	(2)(3)
	社会人基礎力	前に踏出す力	(2)
		考え抜く力	(2)(3)
チームで働く力		(3)	
職業倫理の修得			

**8. 履修要件(前提科目)**

「1208 プログラミング基礎論」の学習目標に到達していること。

**9. 教科書**

オリジナルなテキストを授業中に適宜配付する。

## 10. 参考書

- (1) B.W.カーニハン、D.M.リッチー：プログラミング言語C 第2版(共立出版)
- (2) 柴田望洋：新・明解C言語 入門編(SBクリエイティブ株式会社)
- (3) 情報処理推進機構：【改訂版】組込みソフトウェア開発向けコーディング作法ガイド [C言語版] Ver.2.0(情報処理推進機構)
- (4) Joseph Yiu:ARM Cortex-M3システム開発ガイド(CQ出版)

## 11. 評価方法と配点

学習目標	達成度評価方法と配点					
	期末試験	小テスト	レポート	発表	成果物	レビュー
(1)			○			
(2)			○			
(3)						○
(4)						
(5)						
(6)						
配点			90			10

## 12. 備考

本授業では、組込みシステムを基礎から学ぶ事によってコンピュータの動作を具体的に理解し、単なる「ユーザ」ではなく、コンピュータを自由に扱う開発者に成長する事を目標としている。

とくに、実践を通して、たとえ未経験の事柄にも挑戦できるマニュアル・リテラシー(マニュアルなどを解読して応用する力)を養う。

なお、授業は、Cプログラミングの基本を既に学んでいることを前提として進め、授業時間内に終わらなかった演習課題は宿題とする。講義時間以外の自学自習を覚悟しておくこと。

## 13. 授業計画

(注)授業計画は、あくまでも予定であり、実施時に、適時、追加・変更・修正等が生じる場合があります。

### 第1回 基礎、入門編(1) (講義90分)

組込みシステムの特徴や開発の特徴および適用事例を学び、マイコンの動作原理を理解する

1. 本講義の進め方(学習目標、成績評価方法、成績評価基準、など)
2. 組込みシステム概論
  - 1) 組込みシステムの特徴
  - 2) 開発の特徴
  - 3) 適用事例
3. マイコン基礎
  - 1) マイコンの動作原理

### 第2回 基礎、入門編(2) (講義90分)

回路図やデータシートを理解するために必要な論理回路の基礎やソフトウェアの論理を記述するための構造化チャートを学習する

3. マイコン基礎(前回の続き)
  - 2) 論理回路の基礎とC言語のビット単位の論理演算子
  - 3) 構造化チャート(PAD)

---

### 第3回 ARMマイコン(1)

(講義90分)

---

ARMマイコンおよび今回の演習で使うマイコンボードの概要を学ぶ

1. ARMマイコンの特長
  - 1) 基本構成
  - 2) 命令構成
  - 3) メモリマップ
2. 演習用マイコンボード
  - 1) 回路図

---

### 第4回 ARMマイコン(2)

(講義・演習 90分)

---

演習用マイコンボードの開発ツールの使い方を学ぶ

1. MDK-ARMの使い方
  - 1) プロジェクトの作り方
  - 2) LED点滅プログラムの作成、コンパイルとダウンロードおよび実行
  - 3) 実行結果の観察(USBオシロによる波形観測)
  - 4) デバッグのやり方(ブレークポイント、ステップ実行など)
2. サンプルプログラムの改良
  - 1) I/Oポートの初期設定
  - 2) ソフトウェアディレイの挿入

---

### 第5回 基礎的な I/O(1)

(講義・演習 90分)

---

C言語による組み込みプログラミングの基礎を学ぶ(1)

1. 組み込み用C言語
  - 1) スタートアップルーチン
  - 2) 出力制御

---

### 第6回 基礎的な I/O(2)

(講義・演習 90分)

---

C言語による組み込みプログラミングの基礎を学ぶ(2)

1. 組み込み用C言語
  - 1) 入力制御
2. チャタリング現象の確認
  - 1) プッシュSWの押下回数のカウントプログラム作成
  - 2) チャタリング現象の確認(実行結果と波形の観察)

---

### 第7回 基礎的な I/O(3)

(講義・演習 90分)

---

C言語による組み込みプログラミングの基礎を学ぶ(3)

1. チャタリング対策
    - 1) ソフトウェアディレイによるチャタリング対策プログラムの作成と動作確認
-

---

## 第8回 基礎的な I/O(4)

(講義・演習 90分)

---

### C言語による組込みプログラミングの基礎を学ぶ(4)

#### 1. チャタリング対策(続き)

- 1) ソフトウェアディレイによるチャタリング対策プログラムの作成と動作確認
- 2) グループでのレビュー

---

## 第9回 割込み(1)

(講義・演習 90分)

---

### 割込みの概要とメカニズムおよびC言語での実装方法を学ぶ(1)

#### 1. 割込みの概要

- 1) 割込みの必要性(マルチプログラミング)
- 2) 割込みの分類
- 3) 割込みのメカニズム
- 4) ARMマイコンの割込み(タイマ割込みを例に)

#### 2. C言語による割込みプログラミング

- 1) 割込みプログラムの注意点
- 2) ARMマイコンでの割込みプログラムの記述方法と他の一般的な方法との比較
- 3) タイマ割込みによる正確な1秒間隔のLED点滅プログラム作成と動作確認

---

## 第10回 割込み(2)

(講義・演習 90分)

---

### 割込みの概要とメカニズムおよびC言語での実装方法を学ぶ(2)

#### 1. C言語による割込みプログラミング

- 1) タイマ割込みによる正確な1秒間隔のLED点滅プログラム作成と動作確認
- 2) グループでのレビュー

---

## 第11回 割込み(3)

(講義・演習 90分)

---

### 実用的なC言語による割込みプログラムを学ぶ(1)

#### 1. タイマ割込みによるチャタリング対策プログラム

- 1) volatile型修飾子
- 2) プログラム作成と動作確認および誤動作防止策

---

## 第12回 割込み(4)

(講義・演習 90分)

---

### 実用的なC言語による割込みプログラムを学ぶ(2)

#### 1. プッシュSWのカプセル化

- 1) 内部論理と内部データの隠蔽
-

---

第13回 LCD制御(1) (講義・演習 90分)

---

LCD制御プログラムの作成を通してマニュアルの読み方を学ぶ(1)

1. LCDのハードウェア構成
  - 1) マニュアル解説のポイント
2. LCDの初期化プログラム
  - 1) LCDのインストラクション概要
  - 2) コマンド書込みドライバプログラムの作成(8ビットI/F)

---

第14回 LCD制御(2) (講義・演習 90分)

---

LCD制御プログラムの作成を通してマニュアルの読み方を学ぶ(2)

1. LCDの初期化プログラム(続き)
  - 1) コマンド書込みドライバプログラムの作成(4ビットI/F)
  - 2) グループでのレビュー

---

第15回 LCD制御(3) (講義・演習 90分)

---

LCD制御プログラムの作成を通してマニュアルの読み方を学ぶ(3)

1. LCD表示プログラム(hello, world!)
  - 1) リングバッファ
  - 2) データ書込みドライバプログラムの作成

---

第16回 LCD制御(4) (講義・演習 90分)

---

LCD制御プログラムの作成を通してマニュアルの読み方を学ぶ(4)

1. LCD表示プログラム(hello, world!)
  - 1) LCD制御プログラムの作成
  - 2) グループでのレビュー

---

第17回 LCD制御(5) (講義・演習 90分)

---

LCD制御プログラムの使い方を学ぶ(1)

1. プッシュSW押下回数の10進数表示プログラム
  - 1) ANSIの画面制御エスケープシーケンス
  - 2) 10進数表示変換プログラム

---

第18回 LCD制御(6) (講義・演習 90分)

---

LCD制御プログラムの使い方を学ぶ(2)

1. プッシュSW押下回数の10進数表示プログラム
    - 1) プログラム作成と動作確認
    - 2) グループでのレビュー
-

---

第19回 LCD制御(7)

(講義・演習 90分)

---

LCD制御プログラムの使い方を学ぶ(3)

1. プッシュSW押下回数の16進数表示プログラム
  - 1) プログラム作成と動作確認
  - 2) グループでのレビューとプログラム改良

---

第20回 LCD制御(8)

(講義・演習 90分)

---

LCD制御プログラムの使い方を学ぶ(4)

1. プッシュSW押下回数の16進数表示プログラム(続き)
  - 1) グループでのレビューとプログラム改良

---

第21回 並行処理(1)

(講義・演習 90分)

---

実用的な並行処理プログラムについて学ぶ(1)

1. プッシュSWの押下回数のLED2進数表示とLED順次点灯制御との並行処理プログラム
  - 1) 時間待ちプログラムと並行処理
  - 2) ポートの競合問題と対策
  - 3) プログラム作成と動作確認

---

第22回 並行処理(2)

(講義・演習 90分)

---

実用的な並行処理プログラムについて学ぶ(2)

1. プッシュSWの押下回数のLED2進数表示とLED順次点灯制御との並行処理プログラム(続き)
  - 1) 時間待ちプログラムと並行処理
  - 2) ポートの競合問題と対策
  - 3) プログラム作成と動作確認
  - 4) グループでのレビューとプログラム改良

---

第23回 並行処理(3)

(講義・演習 90分)

---

実用的な並行処理プログラムについて学ぶ(3)

1. プッシュSWの押下回数のLED2進数表示とLED順次点灯制御との並行処理プログラム(続き)
  - 1) タイマのカプセル化

---

第24回 並行処理(4)

(講義・演習 90分)

---

実用的な並行処理プログラムについて学ぶ(4)

1. プッシュSWの押下回数のLED2進数表示とLED順次点灯制御との並行処理プログラム(続き)
    - 1) タイマのカプセル化
    - 2) 並行処理およびカプセル化に関する考察の発表
-

---

## 第25回 アナログ入力(1)

(講義・演習 90分)

---

### アナログ入力について学ぶ(1)

#### 1. A/D変換

- 1) A/D変換の原理
- 2) サンプリング定理
- 3) アナログ入力のノイズ対策

#### 2. ボリュームの値のLCD表示プログラム

- 1) ARMマイコンのA/D変換機能の調査

---

## 第26回 アナログ入力(2)

(講義・演習 90分)

---

### アナログ入力について学ぶ(2)

#### 1. ボリュームの値のLCD表示プログラム(続き)

- 1) プログラム作成と動作確認
  - ・100msごとにA/D変換して表示する

---

## 第27回 アナログ入力(3)

(講義・演習 90分)

---

### アナログ入力について学ぶ(3)

#### 1. ボリュームの値のLCD表示プログラム(続き)

- 1) プログラム作成と動作確認
  - ・割込みでノイズ除去対策
- 2) グループでのレビューとプログラム改良

---

## 第28回 アナログ入力(4)

(講義・演習 90分)

---

### アナログ入力について学ぶ(4)

#### 1. 温度センサの値のLCD表示プログラム(気温表示)

- 1) プログラム作成と動作確認
  - ・センサの値 → 気温変換
- 2) グループでのレビューとプログラム改良

---

## 第29回 アナログ出力(1)

(講義・演習 90分)

---

### PWM制御について学ぶ(1)

#### 1. 高輝度LEDの調光制御プログラム

- 1) PWMの原理と制御方法の調査

---

## 第30回 アナログ出力(2)

(講義・演習 90分)

---

### PWM制御について学ぶ(2)

#### 1. 高輝度LEDの調光制御プログラム(続き)

- 1) プログラム作成と動作確認
  - ・ボリューム値での高輝度LEDの調光制御
- 2) グループでのレビューとプログラム改良

#### 2. 最終課題出題

---