

システム構築技術講座

システム要素技術講座

基盤技術講座

# システム開発技術カレッジ

【お問合せ先】

〒814-0001

福岡県福岡市早良区百道浜3-8-33

福岡システムLSI総合開発センター1F

公益財団法人 福岡県産業・科学技術振興財団（ふくおかアイスト）

ロボット・システム開発部 人材育成グループ

システム開発技術カレッジ事務局

TEL: 092-822-1550 FAX: 092-832-7158

E-mail: [ist-college2@ist.or.jp](mailto:ist-college2@ist.or.jp)

HP URL : <http://ist-college.org/>





## 1. 「システム開発技術カレッジ」沿革

- 2001年 2月 福岡先端システムLSI開発拠点推進会議の設立。  
2001年 12月 福岡先端システムLSI開発拠点推進会議の拠点づくりの一環として「福岡システムLSIカレッジ」開校。  
システムLSI設計技術者養成講座開設。  
2007年 11月 組込みソフトウェア技術者養成講座開設。  
2012年 3月 実装（Jisso）技術者養成講座開設。  
2015年 9月 福岡先端システムLSI開発拠点推進会議とロボット産業振興会議が一つとなり、福岡県ロボット・システム産業振興会議が発足。  
2016年 8月 「システム開発技術カレッジ」に改称。  
ロボットやシステム産業におけるシステム開発の人材育成を推進。

開校以来、これまで延べ15,200名を超える方々がカレッジで実践的な研修を受け、企業の即戦力人材として活躍されています。

2017年3月末日現在

## 2. 主な講師依頼先

九州大学、九州工業大学、福岡大学、福岡工業大学、九州産業大学、九州共立大学、佐賀大学、長崎大学、宮崎大学、鹿児島大学、山口東京理科大学、倉敷芸術科学大学、広島工業大学、大阪電気通信大学、静岡大学、神奈川工科大学、関東学院大学、慶應義塾大学、芝浦工業大学、上智大学、中央大学、東京電機大学、明治大学、早稲田大学、群馬大学、宇都宮大学、長岡技術科学大学、東北大学  
その他、高い技術力を保有する企業 等から講師陣を招聘

## 3. 講座の特長

### (1) 充実した講座内容

充実した講座ラインナップと共に、実習を加えた実践的な講座内容で、即戦力となる技術者を育成。

### (2) 高い品質の講座テキスト

企業要望や受講者アンケートを反映し講座内容やテキストを改善。

### (3) フレキシブルな講座対応

カレッジ講義室で実施する講座のほか、企業や受講者のご要望に沿って、外部会場での出張講座を実施。  
また、受講期間や講義内容のカスタマイズにも柔軟に対応。

### (4) 豊富な研修実績

中小企業から大手電機メーカーまで、多数の企業に「新人研修」「中堅社員研修」を実施し、豊富な経験を保有。

#### 4. 『システム構築技術講座』一覧表

			講座名	講義日数 講義時間	定員	講座 内容				
システム 設計	ソフトウェア 開発手法	CD11	組込みソフトウェアV字プロセス開発の基礎	2日間	20名	P. 4				
				14時間						
品質・ 信頼性 向上	EMC	CE11	EMC設計とノイズ対策の基本 ～電磁気学に則ってノイズ対策を学ぶ～	1日間	30名	P. 5				
				7時間						
		CE21	EMIとSI設計のポイント ～信号波形品質を良くするとEMIは小さくなるのか?～	1日間	30名	P. 7				
				7時間						
		CE31	EMIとPI設計のポイント ～EMIもPIも考慮して、部品を減らしたい～	1日間	30名	P. 8				
				7時間						
	熱設計	CT11	パワーエレクトロニクスの熱設計 ～パワエレ熱設計の基礎から実践まで～	2日間	20名	P. 9				
				14時間						
	CT21	EXCELによる熱設計演習	1日間	30名	P. 11					
			7時間							
	製造 品質	CQ11	はんだ付けの基礎と現場事例	1日間	30名	P. 13				
				7時間						
				CQ12			はんだ付け条件の最適化と現場事例	1日間	30名	P. 14
								7時間		
	CQ21	実装現場の品質向上策と実例 ～その不良…改善できますか?～	1日間	30名	P. 15					
			7時間							
CQ22	誰でも簡単に出来る! 工程改善のツボ ～フローはんだ工程編～	1日間	30名	P. 16						
		5時間								
ソフトウェア 品質	CQ51	MISRA-Cによるソフトウェア開発 ～コーディング規約の活用～	2日間	20名	P. 17					
			14時間							
	CQ61	ソフトウェアテスト手法 ～さまざまな方法論を理解する(演習付)～	1～2日間	30名	P. 18					
7～14時間										
生産性 向上	システム開発 効率化	CS11	モデリング手法と統一モデリング言語UML	2日間	15名	P. 19				
				14時間						
		CS21	モデル駆動開発MDD ～モデルに基づくソフトウェア開発～	2日間	15名	P. 20				
				14時間						
		CS31	モータ制御のためのモデルベース設計	3日間	20名	P. 21				
				21時間						
	CS41	エンジン制御のためのモデルベース設計(MBD) 概論	2日間	20名	P. 22					
			14時間							
	CS42	エンジン制御のためのモデルベース設計(MBD) 実習 ～MATLAB/Simulinkによるエンジン制御ソフト開発～	2日間	20名	P. 23					
			14時間							
ものづくり	CM11	全体最適のものづくり論 ～時間を切り口にもものづくりを評価する～	1日間	50名	P. 24					
			7時間							
CM21	真の「5Sの実践」 ～なぜ5S活動が必要なのか?～	1日間	50名	P. 25						
		7時間								

## CD11 『組込みソフトウェアV字プロセス開発の基礎』

**【ねらい】** 組込みソフトウェア開発で導入されているV字開発プロセスを理解し、実際の開発現場におけるプロジェクト管理や問題解決のスキルを身につける。

**【対象】** ➤ マイコンのソフトウェア開発経験がある方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 開発プロセスモデル

1. ウォータ・フォール型
2. スパイラル型

#### 2章 V字プロセスモデル

1. 要求分析
2. 基本設計
3. 詳細設計
4. 実装
5. V字テストプロセス
6. 単体テスト
7. 結合／機能テスト
8. システムテスト

# CE11 『EMC設計とノイズ対策の基本』

## ～電磁気学に則ってノイズ対策を学ぶ～

【ねらい】 ノイズ発生メカニズムとノイズ対策技術に応用される電磁気学の法則を解説し、「なぜそうなるのか」を電磁気学の基本法則に則ってノイズ対策を学ぶ。

【対象】

- 電子機器の構想設計や回路設計、プリント基板設計及びEMC対策業務経験者。
- 電子機器のEMC（電磁環境両立性）設計に興味があり、そのポイントを学びたい方。
- EMC設計で使用する対策技術の理論的裏付けを基本から学びたい方。

【講義時間】 1日間（7時間）

### 【講座内容】

#### 1章 EMC設計とその基本

1. EMCの問題とその背景
2. EMCの基本的な考え方（メカニズム）
3. 電界波Eと磁界波H電磁波のエネルギー
4. エネルギー保存の法則
5. ノイズ源とその大きさ
6. 仕事をさせる回路の基本モデル

#### 2章 電荷と電界、電流と磁界

1. 起電力Vによる電荷Qの発生
2. 電荷Qと電界E  
（クーロン力、ガウスの法則）
3. 電界Eのエネルギーを最小にする方法
4. 電界のエネルギーと変位電流
5. 電流と磁界
6. 磁界を最小にする方法

#### 3章 デジタル回路のEMC設計（ノーマルモード）

1. 電子機器の全体構成
2. デジタル回路に流れる電流
3. 電源回路
4. 信号回路
5. ICのスイッチング電流と負荷電流
6. コンデンサの役割
7. ノーマルモード電流が流れる配線
8. 共振現象とダンピング

#### 4章 ノーマルモード成分から

##### コモンモードノイズの発生

1. ファラデーの自己誘導の法則
2. 逆起電力によって生じる  
コモンモードノイズ電流
3. コモンモードノイズ源の大きさと  
低減方法
4. インダクタンスLの計算例
5. EMI設計の基本はノーマルモード対策

#### 5章 ノーマルモードノイズ対策

1. 信号回路と電源回路
2. コンデンサの設計
3. 電源・GNDのEMC設計

#### 6章 クロックパルスの

##### 周波数スペクトル成分とEMI

1. 信号の重要性
2. 矩形波のフーリエ級数
3. 台形波のフーリエ級数
4. デジタル信号はアナログ信号の集まり
5. パルスの周波数スペクトル
6. パルスの周波数スペクトルを  
低減するには

#### 7章 信号伝送とインピーダンスマッチング

1. 伝送路の方程式
2. 特性インピーダンスと伝搬定数
3. 信号路の入力インピーダンスと反射係数
4. 反射による信号波形
5. 伝送路の入出力波形の実測
6. なぜインピーダンスマッチングが必要か
7. 伝送路の共振と電磁放射特性  
および逆起電力特性

#### 8章 伝導・伝搬するノイズの低減方法

1. コモンモードノイズの伝搬
2. コモンモードノイズ電流を低減する方法
3. GNDを伝搬するノイズによる放射
4. ケーブルのノイズ対策
5. ケーブルと筐体
6. ケーブルを通してシステム間を流れる  
コモンモードノイズ電流

# CE11 『EMC設計とノイズ対策の基本』

## ～電磁気学に則ってノイズ対策を学ぶ～

### 9章 ノイズ対策部品

(信号・電源系、AC電源系)

1. ノイズ対策部品の性能測定
2. ノーマルモードノイズフィルタ
3. コモンモードノイズフィルタ
4. フェライトコア
5. フェライトコアのインピーダンス
6. フェライトコアの動作

### 10章 プリント基板への実装・レイアウト設計

1. 電子部品の実装
2. 信号パターンの配線
3. 電源・GNDパターンの配線
4. 電源・GND間のコンデンサの実装
5. レイアウト設計の基本
6. 高速回路と低速回路のレイアウト
7. 高速回路と低速回路の配線
8. 混在回路のレイアウト設計
9. コネクタの配置
10. プリント基板のGNDの強化

### 11章 アナログ・デジタル混在回路の

ノイズ対策

1. ノーマルモードノイズ対策
2. コモンモードノイズ電流が流れる経路
3. スリットを流れる電流
4. デジタル回路とアナログ回路の  
電源・GNDを分離
5. 放射ノイズを少なくするには  
GNDを共通にする
6. A/Dコンバータ実装と  
コモンモードノイズの伝搬

### 12章 イミュニティ (EMS) 対策

1. 侵入するノイズの種類
2. コモンモードノイズ電流の伝搬 (伝導)
3. 伝導電流 $J_n$ によって発生する  
ノイズ電圧の大きさ
4. 空間を伝搬する電界波と  
磁界波によるノイズ電圧の発生
5. 磁束 $\phi$ が回路を貫く事によって  
発生するノイズ電圧
6. 電界Eによって回路内に発生する  
ノイズ電圧
7. 磁界Hによって回路内に発生する  
ノイズ電圧
8. 差動伝送回路
9. 静電気対策
10. AC電源ラインフィルタ

### 13章 シールド技術

1. 金属材料によるシールドのメカニズム
2. 電波吸収体によるシールドのメカニズム
3. 電磁波のインピーダンス
4. 電磁波の等価回路
5. 電磁波のシールド性能
6. シールド材のシールド性能
7. シールド材料の使用上の注意

### 14章 EMI規格とイミュニティ規格

1. EMI規格
2. イミュニティ規格
3. 規格の検索・入手方法

# CE21 『EMIとSI設計のポイント』

## ～信号波形品質を良くするとEMIは小さくなるのか？～

**【ねらい】** 電子機器のプリント基板設計において、EMC（電磁両立性）設計の最重要ポイントである信号インピーダンスマッチング、反射・クロストークのない信号伝送品質（SI）を確保する設計とEMC設計との両立を図る事の意味と考え方を、シミュレーションソフトを使った実習を通して学ぶ。

**【対象】**

- 電子機器の回路設計、プリント基板の配置配線設計者およびCADオペレータの実務経験者。
- または、関連業務2年以上の経験がある人が望ましい。

**【講義時間】** 1日間（7時間）

### 【講座内容】

#### 1章 基板上にはたくさんのアンテナがある

1. ループアンテナ
2. スロットアンテナ

#### 2章 EMIノイズと信号波形品質との関係

1. 信号波形品質を良くすれば  
EMIは小さくなるか？  
綺麗な波形とはどんな信号のこと？
2. 特性インピーダンスについて
3. 反射はなぜ発生する？
4. 分岐配線、一筆書き配線の特徴と  
波形品質
5. 演習1  
分岐配線：最適な分岐位置を求める

#### 3章 EMI対策と信号波形品質のトレードオフ

1. ノイズ対策部品の種類と特性
2. EMI対策による波形品質への影響
3. EMI対策と  
差動信号のコモンモードノイズの関係
4. 演習2  
最適なダンピング抵抗を求める

#### 4章 まとめ

1. 電圧だけで配線の特性は理解できない
2. Sパラメータの意味
3. ミアンダとVIA、どちらが  
伝送特性が良いか？
4. 45度配線と90度配線
5. 弧、45度、90度配線の伝送特性
6. スルーホールがある線路、  
ない線路のS21
7. 高い周波数の信号電流が  
スルーホールに流れ込む

※本講座で使用するCAEソフト「SignalAdviser-SI」は、富士通アドバンステクノロジー（株）の製品で、同社様のご協力により提供頂いているものです。



# CE31 『EMIとPI設計のポイント』 ～EMIもPIも考慮して、部品を減らしたい～

**【ねらい】** 最近の電子機器においては信号の高速化、電源電圧の低電圧化、大電流化が進み、所謂電源ノイズやGNDノイズ問題が深刻化して、従来からの手法やアプローチでは解決できない場面が多くなっている。  
この講座では、電源・GND層のレイアウト設計の考え方、プレーン共振、バイパスコンデンサの最適配置等PIとEMI設計にフォーカスを絞って、EMI抑制設計支援ツール「DEMITASNX」を使った実習を通して、その考え方と設計手法を学ぶ。

**【対象】** > 電子機器の回路設計、プリント基板の配置配線設計者およびCADオペレートの実務経験者。  
> または、関連業務2年以上の経験がある人が望ましい。

**【講義時間】** 1日間（7時間）

## 【講座内容】

### 1章 はじめに

1. DEMITASNX主要機能
2. 設計現場での現状
3. 設計者の立場
4. 設計現場でのシミュレータ

### 2章 基板にはたくさんのアンテナがある

1. パッチアンテナ
2. ダイポールアンテナ
3. 不要電磁放射の原因
4. 不要電磁放射を抑制するためのデザインルール

### 3章 EMI視点で見たプリント基板の電源・GNDプレーン間共振

1. プリント基板の電源・GNDプレーン間共振の基本
2. 面電源V.S.線電源
3. 共振解析実習
4. シミュレーションパラメータの影響度
5. プリント基板と筐体間の共振

### 4章 PI視点のインプットインピーダンス設計

1. PIが原因のトラブル事例
2. インプットインピーダンス設計概念
3. PI対策設計実習
4. PIまとめ
5. PCB設計におけるPI対策とEMI対策のトレードオフ

### 5章 実設計での

#### PIを考慮したキャパシタ削減方法

1. シミュレーション実施に対する現実の問題
2. ICモデルのパラメータ振りによる解析・対策手法
3. 推奨キャパシタ群を用いた解析・対策手法
4. インピーダンス変化量による解析・対策手法

### 6章 ESD対策の一例

1. ESDの振舞い検証
2. イミュニティ向上検討
3. FGパターンの検証
4. GapによるFGポスト電流の変化
5. Gapによる信号線電圧の変化
6. FGパターン幅による信号線電圧の変化
7. GapによるGV間電圧の変化
8. まとめ

※本講座で使用するEMI抑制設計支援ツール「DEMITASNX」は、日本電気（株）の製品で、（株）NEC情報システムズ様のご協力により提供頂いているものです。

# CT11 『パワーエレクトロニクスの熱設計』

## ～パワエレ熱設計の基礎から実践まで～

**【ねらい】** パワーエレクトロニクス機器の発熱の基本と放熱設計のポイントと定石を、熱回路網法による熱計算をEXCELのマクロ機能で実現した熱設計ツール「Thermocalc」を使った実習とグループ実習によって学ぶ。

**【対象】**

- 電子機器の設計業務2年以上の回路設計や機構設計技術者。
- 特にインバータやモータ駆動の設計業務に携わる技術者。
- 熱設計に興味があり、これから学ぼうとする方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 パワーエレクトロニクスと熱

1. パワエレで熱設計が重要な理由
2. 汎用インバータ装置の体積の推移
3. IGBTチップ小型化の推移
4. パワーモジュール故障のメカニズム
5. インバータ機器の熱的課題マップ

#### 2章 伝熱の基礎

##### 【熱設計〇×問題】

1. 熱の伝わり方（マイクロ視点）
2. 熱の伝わり方（マクロ視点）
  - 【補足】熱抵抗が重要な理由
  - 【補足】熱流束で設計基準を作る
3. 熱移動の基礎式（熱のオームの法則）
4. 熱伝導の計算（1次元定常熱伝導）
5. 主な材料の熱伝導率
6. 電子機器でよく使う
  - 「異方性等価熱伝導率」
7. 対流のメカニズム
8. 温度境界層（物体の周りの熱伝達）
9. 対流熱伝導率
10. 自然対流熱伝達の簡易計算式
11. 強制対流熱伝達の簡易計算式
12. さまざまな強制対流熱伝達計算式
  - 【演習1】強制空冷平板の対流伝熱計算
13. 放射のメカニズム
14. 放射の基礎式
15. 放射の簡易熱計算式
16. 電子機器に使用される素材の放射率
17. 物質の移動による熱輸送
18. 式のまとめ
19. 過渡熱変動計算
  - 【演習2】ブロックの冷却時間

#### 3章 パワエレ熱設計の基礎知識

1. 機器内部発熱の考え方
2. 主な部品の発熱量（熱損失）の目安
3. 発熱量のカウント
4. 間欠的な発熱の扱い
5. パワエレで使う部品パワー半導体
6. 集積回路の温度上限と熱抵抗
7. パワーデバイスの熱抵抗
8. パワー半導体の負荷低減曲線の見方
9. 抵抗器
10. コンデンサの種類
11. コンデンサの特性・発熱
12. コイル・トランスの発熱量
13. コイル・トランスの温度上限と等価熱伝導率
14. コイル・トランスの温度上昇予測

#### 4章 強制空冷／液冷機器で重要な伝熱の応用

1. 機器の放熱経路における伝導・対流・放射・換気
2. 機器の熱等価回路と熱抵抗
3. 熱対策の分類
4. 空冷ルートで放熱する機器の考え方
5. 空冷機構の熱抵抗計算
6. 強制空冷の温度計算の流れ

#### 5章 流れと流体抵抗の計算

1. 通風抵抗の計算①  
管路内流れの基礎式
2. 通風抵抗の計算②  
圧力損失とは
3. 通風抵抗の計算③  
圧力損失から通風抵抗へ
4. 様々な圧力損失係数の計算  
（摩擦圧損）
5. 様々な圧力損失係数の計算  
（局所圧損）
6. 装置の通風抵抗測定
  - 【演習3】ダクト内の発熱体の温度

# CT11 『パワーエレクトロニクスの熱設計』

## ～パワエレ熱設計の基礎から実践まで～

### 6章 冷却ファンの基本特性

1. 強制空冷ファンの役割
2. ファンの特性と動作点
3. ファンの種類
4. さまざまなファンの動作領域
5. 換気用ファン 風量の決め方
6. 吸気口面積の決め方
7. ファンの最適動作点
8. 局所冷却ファンの風速
9. 局所冷却ファン  
風速の計算値と実測値
10. ファン風速分布の特徴
11. 並列ファンの相互干渉
12. ダクトを使った局所冷却
13. ファン風量低下要因  
壁面障害物距離の影響
14. ファンの取付はPUSHかPULLか？
15. 強制空冷シェルフの基板実装ピッチ
16. 塵埃対策 効果的なフィルタの取付
17. 塵埃対策 フィルタの性能

### 7章 EXCELを使った強制空冷機器の熱計算演習

- 【演習4】強制空冷シェルフ内の部品温度上昇計算
- 【演習5】強制空冷筐体の熱計算
- 【補足】ファンDB登録と検索

### 8章 ヒートシンクの設計

1. ヒートシンクの選定／設計の手順
2. 目標熱抵抗 $R_{fa}$ の決定
3. 自然空冷ヒートシンクの熱抵抗計算  
早見表
4. 自然空冷ヒートシンクの設置方向と性能
5. 自然空冷ヒートシンクへの障害物の影響
6. 自然空冷フィン最適フィン間隙
7. 強制空冷用ヒートシンクの測定法  
(AMCA 210-85)
8. 強制空冷ヒートシンクの熱抵抗計算
9. 強制空冷ヒートシンク  
使用上の注意点①
10. 強制空冷ヒートシンク  
使用上の注意点②
11. 強制空冷ヒートシンク  
使用上の注意点③

12. ヒートシンクへの部品の取り付け
13. ラジエターの性能の特徴
14. 強制空冷フィンとファンの関係①
15. 強制空冷フィンとファンの関係②  
水冷ラジエタ
16. 強制空冷・水冷用ヒートシンクの構造と性能
17. 液冷の放熱経路
18. 各種TIMの実測結果（例）

### 9章 EXCELを使ったヒートシンクの熱計算演習

1. ヒートシンク設計用シート一覧
- 【演習6】自然空冷ヒートシンクの性能計算
- 【演習7】自然空冷ヒートシンクの最適化
- 【演習8】強制空冷 ヒートシンクの設計
- 【演習9】複数部品を実装した強制空冷ヒートシンク

### 10章 熱設計事例1

- 全閉型自然空冷インバータ
- 【演習10】全閉型インバータ

### 11章 熱設計事例2 強制空冷インバータ

- 【演習11】強制空冷インバータの設計

### 12章 熱設計事例3 小型パワエレ機器の設計

- 【演習12】小型密閉機器の対策
- 【演習13】様々な冷却条件①  
表面温度が固定された場合
- 【演習14】様々な冷却条件②  
筐体表面にフィンを立てる
- 【演習15】様々な冷却条件③  
筐体に部品を接触させる

### 13章 熱実験 ～強制空冷機器の熱対策～

1. 実験概要
2. 実験装置と実験概要
3. 基礎実験 実験手順
4. 対策実験

### 演習問題 解答集

- 【演習1・解答】強制空冷平板の対流伝熱計算
- 【演習2・解答】ブロックの冷却時間
- 【演習3・解答】ダクト内の発熱体の温度

## CT21 『EXCELによる熱設計演習』

**【ねらい】** 熱設計の重要性・必要性から説き起こし、熱設計・放熱を考える上で絶対的に必要な伝熱の基礎を電卓/PCを使った演習を交えて学習する。そして、具体的商品事例を元にEXCELを使って熱回路網法による実践的な熱設計を学ぶ。

**【対象】** ➤ 電子機器の回路設計、機構設計技術者で、実践的な熱設計の基本を学びたい方。

**【講義時間】** 1日間（7時間）

**【講座内容】****1章 熱設計の目的と最近のトレンド**

1. 熱設計の入出力と目的
2. 最近の機器は「放熱限界ぎりぎり」で戦っている
3. 最近の部品は自分で自分を冷やせない！
4. 機能・性能要因「熱暴走」する
5. 寿命要因 化学的な劣化が進んで速く壊れる
6. 寿命要因 熱疲労で破壊する  
(機械的要因)
7. 寿命要因 絶縁破壊や減磁が起こる
8. 安全要因 利用者が低温やけどする

**2章 熱設計に必要な伝熱の基礎知識**

1. ミクロに見た熱の移動  
熱の伝わり方には3つの形態がある
2. マクロに見た熱の移動  
伝熱・対流・放射もマクロには一つ
3. マクロに見た熱の移動  
(熱のオームの法則)
4. 電気との相似形を使うと  
熱抵抗の合成が簡単
5. 機器冷却における伝導・対流・放射の役割  
【問題1】 発熱体の大きさや発熱量・温度の関係

**6. 熱伝導**

- 【問題2】 多層材料の熱対策（1）  
【問題3】 多層材料の熱対策（2）

**7. 対流**

- 【問題4】 対流 ○×問題  
【問題5】 基板の実装位置と温度  
【問題6】 平板の置き方と放熱能力

**8. 熱放射**

- 【問題7】 熱放射 ○×問題  
【問題8】 塗装をかけると何℃下がるか？

**9. 物質移動による熱輸送**

- 【問題 9】 冷却に必要な換気風量

**3章 EXCELを使った伝熱計算手法**

1. 式のまとめ  
【問題10】 iPADの消費電力限界値
2. 電気・熱・流れは「回路」で解ける
3. 熱回路網法による計算例
4. 伝熱経路のモデル  
【問題11】 多層材料の熱対策（1）  
【問題12】 多層材料の熱対策（2）  
【問題13】 熱回路網法の簡単な例題  
【問題14】 非定常非線形熱解析問題

## CT21 『EXCELによる熱設計演習』

## 4章 電子機器の放熱経路と熱対策

1. 機器の放熱経路
2. 機器の放熱等価回路と熱抵抗
3. 熱対策の分類
4. 熱設計は「熱抵抗」を軸にして考える
5. 最初に「熱抵抗」を決める熱設計手順

## 5章 温度測定と測定誤差

1. 温度測定と誤差要因
2. 熱電対の測定誤差とその対策
3. 放射温度計の誤差とその対策

## 熱設計 解答集

- 【問題1】発熱体の大きさと発熱量・温度の関係
- 【問題5】基板の実装位置と温度（解答1）
- 【問題5】基板の実装位置と温度（解答2）
- 【問題6】平板の置き方と放熱能力
- 【問題8】塗装をかけると何℃下がるか？
- 【問題9】冷却に必要な換気風量
- 【問題11】多層材料の夏対策（1）
- 【問題12】多層材料の夏対策（2）

※本講座の演習では

- 1) 指数演算ができる関数電卓を使用します。
- 2) EXCELのマクロ機能を利用した熱設計ツール「Thermocalc」を使用します。

## CQ11 『はんだ付けの基礎と現場事例』

【ねらい】 プリント配線板や部品実装の基本である鉛フリーはんだ接合部の信頼性確保について解析手法と不良事例を学ぶ。

【対象】

- 電子機器、半導体製造装置の設計技術者や工場管理・生産技術者。
- プリント基板への実装業務をしている企業の製造部門及び品質管理部門の管理監督者、指導員や担当者の方。
- その他実装品質の向上策を学びたい方。

【講義時間】 1日間（7時間）

### 【講座内容】

#### 1章 はんだ付けの基礎

1. はんだ付けの特徴
2. はんだ付け可能なメカニズム
3. 合金層（金属間化合物）形成
4. はんだにとって高温とは？
5. はんだの濡れ
6. 平衡状態図

#### 2章 フラックスの基礎と各成分の役割

1. フラックスの役割と種類
2. フラックスの酸化膜除去機能
3. ロジンの効能
4. 活性剤の効能
5. チキソの効能
6. ソルダーペースト体積調査実験事例
7. はんだ材料の金属とフラックス率

#### 3章 工程管理と信頼性について

1. 工程管理=進捗管理ではない
2. ワイブル統計
3. 信頼性（品質）の確保が重要な理由
4. ソフトウェア vs プロセス

#### 4章 実装現場での初期解析事例

1. 量産現場で押さえておきたい  
はんだ付けのポイント
2. 観察のポイント
3. チップ立ち
4. 実際のはんだ付けの観察事例
5. 熱量の違いによる外観状態と内部状態  
（リフロー）
6. フロー工法で総合的な判断をする為に
7. はんだ鍍の構造
8. はんだ鍍のワット数の違い
9. クリーニングによるヒートショック

#### 5章 鉛フリーはんだ接合部の評価方法事例

1. 何を特性値として見るべきか？
2. 表面実装品の評価方法
3. 研磨量調査事例
4. 10年保証に対して
5. 強度平均寿命
6. 累積故障率
7. ワイブル確率紙

## CQ12 『はんだ付け条件の最適化と現場事例』

**【ねらい】** 実装工程ではんだ印刷の条件最適化、マウンター工程のポイントそしてリフロー工程での正しい温度計測と温度プロファイル設定の最適化ポイントを学ぶ。また、実装工程現場での事例を紹介する。

**【対象】** ➤ 電子機器・半導体製造装置の設計技術者や工場管理・生産技術者。

**【講義時間】** 1日間（7時間）

**【講座内容】**

### 1章 熱電対の基礎

1. 温度センサー分類中の熱電対
2. 熱電対とは？
3. 熱電対の三原則
4. 熱電対温度計とは？
5. 素線材質の違いは？
6. 線径と昇温速度
7. 素線の線径の違い

### 2章 熱電対の固定と計測誤差

1. 接点の形成
2. 接点の形成や取付が悪いと何が起るか？
3. 計測誤差
4. 熱電対固定法
5. 熱硬化樹脂による接点形成の事例
6. 熱硬化樹脂による熱電対取り付け例（動画）
7. 部品温度勾配の計測事例

### 3章 温度プロファイル設定のポイント

1. 品質目標と工程管理
2. “良い”温度プロファイルとは？
3. フロー温度プロファイル設定のポイント

### 4章 印刷条件の最適化事例

1. 印刷工程とその機能について
2. メタルマスクの選定方法
3. 充填する機能
4. プロセスウインドウという考え方
5. データ解析（SPI）に必要な情報
6. 転写する機能
7. 何故、ここまでの評価が必要か？

### 5章 マウンター工程の検証結果

1. 検証1：認識カメラ精度
2. 検証2：ノズル角度と搬送時間
3. 検証3：吸着圧力、装着圧力による搭載精度と搭載時間
4. まとめ

### 6章 BGA隔離とウィッキング故障解析事例

1. 基材の違い
2. BGA反りによる不良事例とパッケージ反りの解析
3. BGA反りによる不良事例と基板反り影響解析
4. ウィッキングと過剰加熱温度プロファイルによる問題

### 7章 ボイドの原因と減圧式リフロー炉の効果検証

1. ボイド発生要因（1）
2. ボイド発生要因（2）
3. ボイドと減圧式リフロー炉
4. 温度プロファイルと濡れ

### 8章 ますます電装品はふえる

1. はんだ付けはハードウェアの根幹技術である
2. ハイブリッド化、EV化ではんだ付けが問題となる

#### 【参考】省力化・省人化・小人化

1. 省力化
2. 省人化
3. 作りすぎのムダ
4. 加工のムダ
5. 動作のムダ
6. 不良を出す、手直しのムダ

# CQ21 『実装現場の品質向上策と実例』

## ～その不良…改善できますか？～

**【ねらい】** はんだ実装現場での不良原因の特定方法や対策など品質向上策について実例を通して学ぶ。また、不良実例をもとにしたロールプレイによる実践演習をします。

**【対象】**

- プリント基板への実装業務をしている企業の製造部門及び品質管理部門の管理監督者、指導員や担当者の方。
- その他実装品質の向上策を学びたい方。

**【講義時間】** 1日間（7時間）

### 【講座内容】

#### 1章 現場改善に必要な視点

1. 「みる」という事
2. 目的・目標・方法
3. 正しい知識も必要

#### 2章 リフロー工程での品質改善

1. 印刷工程に潜む不良要因
2. マウンター工程に潜む不良要因
3. リフロー工程に潜む不良要因
4. ロールプレイ

#### 3章 フロー工程での品質改善

1. フロー工程に潜む不良要因
2. ロールプレイ

#### 4章 その他の工法での品質改善

1. 糸はんだとはんだ鋺
2. 手はんだ工程に潜む不具合要因
3. ロールプレイ

#### 5章 不良の種の見つけ方

1. ムダ取り
2. 動作のムダ

#### 参考



# CQ22 『誰でも簡単に出来る！工程改善のツボ』

## ～フローはんだ工程編～

**【ねらい】** 実装現場の製造技術者を対象として、フローはんだ工程の基礎から実例までを体系的に分かり易く紹介して、日々の改善業務と工程品質向上活動について解説します。

**【対象】**

- プリント基板への実装業務をしている企業の製造部門及び品質管理部門の管理監督者、指導員や担当者の方。
- その他実装品質の向上策を学びたい方。

**【講義時間】** 1日間（7時間）

### 【講座内容】

#### 1章 現場改善に必要な視点

1. 「視点」について
2. 観察時の注意点と考慮する事
3. 観察時の心得とポイント

#### 2章 工程改善の基本と仕事の進め方

1. 改善に必要な5つの心得
2. 基本的な心構え
3. 担当業務に対する責任感
4. 組織と管理
5. 育成と指導

#### 3章 一般に知られる不良とその原因

1. リフローはんだにおける不具合解析例
2. BGA・CSPにおける不具合モードと模式図
3. フローはんだにおける不具合解析例
4. はんだ接合部の見え方

#### 4章 フローはんだ工程の品質改善

1. フローはんだ工程の概要
2. フラックス塗布工程
3. プリヒート工程
4. ディップ（Dip）工程
5. 品質改善例

#### 5章 その他の工法・工程での品質改善

1. はんだ鍍
2. 手はんだ工程
3. ポイントディップ工法
4. 手はんだによる品質劣化

#### 6章 不良の種の見つけ方

1. 温湿度管理基準
2. ハザードマップを作る
3. 穴あけ加工品質の悪さ
4. 基材の影響
5. 基材と銅はく厚
6. 表面めっき別\_吸湿による濡れ速度の比較

#### 7章 TQMとQCサークル

1. TQM
2. QCサークル
3. ムダが多いと不良が増える！

# CQ51 『MISRA-Cによるソフトウェア開発』 ～コーディング規約の活用～

**【ねらい】** 組込みソフトウェアにおいて高品質なソースコードを作成するためのコーディング規約であるMISRA - Cと静的解析について修得する。

**【対象】** ➤ 組込みソフトウェアの開発経験がある方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

**【講座内容】**

**1章 最新ソフトウェア開発事情**

1. 機能安全（FunctionalSafety）
2. 形式手法（FormalMethod）
3. 品質への取り組み

**2章 コーディングルールの必要性**

1. 世の中のコーディングガイド
2. コーディングルールの効果
3. 総合的な品質の向上
4. 総合的な品質の維持

**3章 MISRA - C**

1. MISRAとは
2. MISRA - Cとは
3. MISRA - Cルールの紹介

**4章 静的解析とは**

1. 静的解析とは
2. 静的解析ツールQACとは
3. 問題点の指摘について
4. メトリックスの計測について

# CQ61 『ソフトウェアテスト手法』 ～さまざまな方法論を理解する（演習付）～

**【ねらい】** 高品質ソフトウェアを開発するためのソフトウェアテストの戦略と分析について、演習を主体にして実践的な方法を習得する。

**【対象】** > ソフトウェアの品質管理を目指す技術者。ソフトウェアテストに興味がある方。  
> 組み込みソフトウェア開発技術者。

**【講義時間】** 1～2日間（7～14時間）

## 【講座内容】

### 1章 ソフトウェアテストとは？

1. テストの目的
2. テストの工程（V字モデル）
3. テストの観点
4. テスト作業につきまとう問題点

### 2章 代表的なテスト手法

1. 同値クラス
2. 境界値テスト
3. 制御パステスト
4. デシジョンテーブル
5. 状態遷移テスト
6. オールペアテスト
7. ユースケーステスト
8. その他のキーワード

### 3章 システムテスト／回帰テスト

1. システムテストの種類
2. 回帰テスト（regression testing）

### 4章 テストの計画

1. テスト設計とテスト戦略
2. テスト計画書
3. テスト分析
4. テストケースの記述と実行
5. メトリクス
6. 不具合分析

### 5章 モデル指向の考え方、テストの自動化、「テスト対策」

### 6章 組み込みソフトウェア

1. 品質の現状と課題
2. 組み込みソフトウェアのテスト
3. 組み込みのテストで考慮すべき  
テスト観点の例

### 7章 テスト戦略とテスト分析

1. テスト戦略とテストアプローチ
2. テストプロセス
3. テスト分析
4. テストの「観点」
5. テスト分析の例

### 8章 演習

1. マインドマップによる分析
2. スマートフォンの  
割り勘アプリケーション

# CS11 『モデリング手法と統一モデリング言語UML』

**【ねらい】** 組込みソフトウェアを高品質に設計するために開発されたUMLについて、その記述の詳細およびUMLを用いた開発手法を修得する。

**【対象】** ➤ 組込みソフトウェアの開発経験がある方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

**【講座内容】**

**1章 導入**

1. 組込みシステム開発の現状
2. システム開発プロセス
3. モデリングとは
4. 品質特性とは
5. 参考文献

**2章 オブジェクト指向基礎**

1. オブジェクト指向設計
2. UML概論

**3章 機能モデル**

1. 要求獲得、要求分析
2. ユースケース分析
3. 演習
4. 品質特性を整理する

**4章 構造モデル**

1. クラス図
2. オブジェクト図
3. システム概念設計

**5章 動的モデル**

1. 動的相互作用モデリング
2. シーケンス図
3. コミュニケーション図
4. ステートマシン図

# CS21 『モデル駆動開発MDD』

## ～モデルに基づくソフトウェア開発～

**【ねらい】** モデルを中心とした生産性の高い開発手法であるモデル駆動開発（MDD；Model Driven Development）について、モデリング手法、モデル上での検証法、モデルからのソースコード自動生成、さらにMDDを導入する手法を学ぶ。

**【対象】** ➤ 組込みソフトウェアの開発経験がある方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>1章</b> モデル駆動開発（MDD）概論 | <b>5章</b> コード生成のしくみ                     |
| 1. 組込みシステム開発の現状          |   |
| 2. モデル駆動開発とは             | <b>6章</b> DSL（Domain-Specific Language） |
| 3. モデルの抽象度と生産性           |   |
| 4. モデルを動作させてテスト          | <b>7章</b> ドメイン特化型開発の手順                  |
| 5. 従来型開発とモデル駆動開発の比較      | 1. ドメイン特化型開発のロール                        |
| 6. モデルの様々な利用方法           | 2. コードジェネレータの開発                         |
| 7. FAQ                   | 3. 事例                                   |
|                          | 4. ドメイン特化型開発における欠陥の<br>存在箇所             |
| <b>2章</b> モデル駆動開発体験実習1   | 5. DSL開発環境・ツール                          |
| 【課題】 MicroWaveOven       |   |
| <b>3章</b> モデル駆動検証手法      | <b>8章</b> DSL演習編                        |
|                          |   |
| <b>4章</b> モデル駆動開発体験実習2   | <b>9章</b> 導入                            |
| 【課題】 MicroWaveOvenの検証    | モデル駆動開発導入の考え方                           |

# CS31 『モータ制御のためのモデルベース設計』

**【ねらい】** モータを制御するフィードバック制御系をマイコンとパワー半導体により構成し、MATLAB/Simulinkを用いた制御シミュレーションと実際の制御システムを比較しながら制御理論に対する理解を深めるとともに、基本的な制御システムの設計（高速・高精度応答）を体験します。

**【対象】** > 電気・電子回路に関する知識を有しており、モータ制御システムの設計に関して理解を深めたい方。

**【講義時間】** 3日間（21時間）

## 【講座内容】

### 1章 モータ制御システム

1. 到達目標
2. 制御システムのモデル化
3. 制御システムのブロック線図による表現

### 2章 モータ制御理論

1. 到達目標
2. フィードバック制御（古典制御理論）
3. 現代制御理論の導入

### 3章 MATLABを用いたモータ制御システムの設計（基礎）

1. 到達目標
2. MATLAB/Simulinkの利用方法
3. MATLAB/Simulinkを用いた制御応答の評価

### 4章 実習機を用いたモータ制御実験

1. 到達目標
2. 実験システムの全体構成
3. フィードバック制御の準備
4. モータのフィードバック（速度・位置）制御
5. モータ制御実験

### 5章 高速・高精度応答と制御理論

1. 到達目標
2. 制御システムの産業利用例
3. 高速・高精度応答の実現方法

### 6章 高速・高精度応答と制御理論

1. 到達目標
2. MATLABによるモータ制御設計演習
3. 制御システム設計のまとめ

『エンジン制御のためのモデルベース設計（MBD）概論』

【ねらい】 自動車エンジン制御系のモデリング、解析及び設計に至る基本を修得する。さらに先端のエンジン制御技術の例と、MATLAB/Simulinkを用いたシミュレーション例を通じて、モデルベースデザインを使った最新のエンジン制御設計技術を学ぶ。

【対象】 ➤ エンジン制御あるいはパワートレイン系の車載ソフト開発に関するソフト技術者。

【講義時間】 2日間（14時間）

【講座内容】

1章 概論

1. エンジンの概要
2. エンジンの動特性とモデルの変遷
3. エンジン制御系の構成
4. エンジン制御の課題

2章 制御系解析理論基礎

1. 動的システムの表現
2. 定常誤差と過渡性能
3. 伝達関数と状態方程式
4. 周波数特性と時間領域特性
5. フィードバック制御と安定性

3章 制御系設計手法

1. 定常誤差とPID制御
2. 周波数特性に基づく設計
3. 状態方程式に基づく設計
4. 最適制御
5. モデル予測制御
6. モデルの不確かさ
7. ロバスト制御と適応制御
8. 非線形系の制御問題

4章 エンジンのモデル

1. 動的システムのモデリング
2. 制御からみたエンジンの構造
3. エンジンモデルの基本
4. 気筒内状態動的モデル
5. 平均値モデル

5章 エンジン制御系設計

1. 速度制御
2. 空燃比制御
3. トルク推定と制御
4. 始動速度制御

6章 MATLABによる制御系シミュレーション基礎

1. 準備
2. Simulinkと動的システム
3. カーブフィッティング
4. エンジンモデル  
—SICEベンチマークシミュレータ

7章 先進パワートレインにおける制御課題

1. HEVにおける制御課題
2. エンジンの気筒毎制御問題

# CS42 『エンジン制御のためのモデルベース設計（MBD）実習』 ～MATLAB/Simulinkによるエンジン制御ソフト開発～

**【ねらい】** 自動車エンジン制御系のモデリング、解析及び設計に至る基本を修得する。さらに先端のエンジン制御技術の例と、MATLAB/Simulinkを用いたシミュレーション例を通じて、モデルベースデザインを使った最新のエンジン制御設計技術を学ぶ。

**【対象】**

- エンジン制御あるいはパワートレイン系の車載ソフト開発に関係するソフトウェア技術者。
- 本講座の概論を受講済あるいは同等の知識があり、MATLAB/Simulinkの基本操作ができる方(実習)

**【講義時間】** 2日間（14時間）

## 【講座内容】

### 1章 MATLAB/Simulinkの基本

1. MATLAB/Simulinkの概要
2. MATLABの基本コマンド  
(変数, 演算, 関数操作, 行列)
3. MATLABコマンド(微分方程式)
4. M-file
5. 演習I: MATLAB基本

### 2章 パラメータの同定方法

1. モデルの構造とパラメータ
2. 最小二乗法の解
3. 演習II: VVT-IMEPモデル
4. 推定誤差, D-最適性, DoE

### 3章 動的モデルとSimulink

1. 過渡特性と動的モデル
2. S-演算子とz-演算子
3. 燃料付着モデルの例
4. システムのブロック線図
5. Simulinkモデル作成の基本
6. 演習III: 質量・ばね・ダンパー系

### 4章 エンジン平均値モデル

1. モデルの物理背景
2. 平均値モデルの概要
3. Simulinkの非線形ブロックとユーザ定義関数
4. エンジン平均値モデルのブロック線図
5. 演習IV: Simulinkモデル作成

### 5章 動的システムモデル同定

1. 動的モデルの最小二乗同定手法
2. 逐次最小二乗同定アルゴリズム
3. モデル同定のためのMATLAB基本
4. 演習V: 動的モデル同定

### 6章 制御系シミュレーションとHILs製作実習

1. スロットルのモデリングと制御
2. PI制御側の実装アルゴリズム
3. 演習VI-I: 実験データに基づくスロット弁のモデル同定
4. 演習VI-II: スロット制御シミュレーション
5. 演習VI-III: dSPACEを用いる簡易HILs制作(オプション)



# CM11 『全体最適のものづくり論』

## ～時間を切り口にもものづくりを評価する～

**【ねらい】** 「トヨタ生産方式（TPS）」を巷間云われている手法や仕組みだけではなく、企業活動の経営哲学として捉え、その根底をなすものの見方と考え方を体系的にまとめた「本流トヨタ方式」として「4つの哲学」「2つの理念」を顧客起点の全体最適化の視点で解説。  
そして、「Just In Time」という概念、「リードタイム短縮活動」が如何に経営に貢献するかを時間軸を考慮して会計的に評価する「Jコスト論」で解説する。

**【対象】**

- 製造業で生産技術、製造技術、物流に携わる技術者や管理監督者
- ものづくり企業の改善活動の担い手、若手経営者、将来を担う経営幹部
- 真のトヨタ生産方式のものの見方・考え方を知りたい方、興味のある方

**【講義時間】** 1日間（7時間）

### 【講座内容】

#### 1章 はじめに～ものの見方考え方が大切

1. 時間の捉え方を変えるべし
2. 目的は何か常に問うべし
3. 製品（客）の立場で  
現場管理を改革すべし
4. 現場は物理量  
（長さ・重さ・時間）で管理すべし
5. 上流（与条件）に向かって  
真因追求すべし
6. 「KAIZEN」と「改革」を区別すべし

#### 2章 目指すべき経営方式

1. トヨタ生産方式の歴史
2. トヨタ生産方式の構造
3. トヨタ生産方式の拡散
4. 目指すべき経営方式として再構成
5. 本流トヨタ方式はどう違うのかの一例
6. 本流トヨタ方式の目的
7. 本流トヨタ方式の構成

#### 3章 土台にある哲学

1. 時間の流れを見る
2. 人間性尊重
3. 諸行無常
4. 共存共栄
5. 現地現物

#### 4章 2大理念「自動化」と「Just In Time」

1. 「自動化」という理念が生まれた経緯
2. 「Just In Time」という理念が  
生まれた経緯

#### 5章 具体的な取り組み

1. 「自動化」の具体的な取り組み
2. 「Just In Time」の具体的な取り組み
3. 具体的な取り組みのまとめ

#### 6章 リードタイム短縮を評価する「Jコスト論」

1. 「Jコスト論」－1  
思考実験 「とんまのお話」
2. 「Jコスト論」－2

#### 7章 財務会計から評価

1. 改善・改革には2種類ある
2. どのような指標で評価すべきか
3. 基礎収益力分析図とは
4. 業界別基礎収益力分析図を  
改善のベンチマークに
5. 基礎収益力分析図を  
改善のベンチマークに
6. 自動車業界の  
基礎収益力分析図における推移
7. 財務会計と管理会計を  
連動させて改革する

#### 8章 人を減らすな！在庫を減らせ！

1. リードタイム短縮の価値を認識すべし
2. 人は御社の宝（人財）
3. 棚卸資産モデル図による  
在庫月数の他社比較
4. 御社のなすべきこと
5. トップにその気がないと改革はできない

### 【参考文献】

# CM21 『真の5Sの実践』 ～なぜ5S活動が必要なのか？～

**【ねらい】** 5S（整理・整頓・清掃・清潔・躰）活動とは、5つのSを組織活動の中に組み込んで生産性や品質向上等を図り、組織を維持継続させる基礎的な活動として知られている。  
この講座では、なぜ5Sなのか？、5Sでどうなるのか？に視点をおき、自ら積極的に取り組む5S活動の多くの事例から、5Sの真の意味と実践を解説する。

**【対象】**

- ものづくり企業の製造部門の管理監督者、指導員、担当者の方。また、製造部門だけでなく管理部門で業務改善や業務効率化に取り組んでいる方やその指導者の方。
- 5S活動の考え方は製造業だけでなく、サービス業をはじめあらゆる業種に適用できます。業務の生産性向上や顧客満足度アップに取り組んでいる方や5Sを実践中の方。
- その他改善や5Sに対して興味のある方や学びたい方

**【講義時間】** 1日間（7時間）

## 【講座内容】

### 1章 5S活動をイメージする

1. 5S活動とは何か？
2. 5S活動は全社で行う活動である
3. 「意識改革」のツール
4. 「品質」と「利益」に関わる活動
5. 時代に合った組織作りの第一歩

### 2章 5S活動の意味と実践例

1. 5S活動の歴史
2. 各活動のつながりを理解する
3. 「整理」の意味と実践例
4. 「整頓」の意味と実践例
5. 「清掃」の意味と実践例
6. 「清潔」の意味と実践例
7. 「躰（しつけ）」の意味と実践例

### 3章 5S活動の実践について

1. 実際に活動を行う際の注意点
2. もっとも重要な「目的」の設定
3. 活動リーダー・メンバーの選定
4. キックオフの意味
5. 5Sプロジェクト会議の設置と役割
6. 「活動工程表」の作成
7. 2S活動+2S活動+1S活動
8. 各要素の取り組みフロー
9. 「組織課題」が明確になる
10. 社内ルールの策定

### 4章 5S活動継続の技術

1. 5S活動が停滞する理由
2. 5S活動と利益管理
3. 社員の利益意識が変わる

### 5章 品質管理と5S活動の親和性

1. 品質に影響を与える5S活動
2. 5S活動継続企業の覚悟
3. 組織のレベルが利益と品質を決める

### 6章 なぜ5S活動が必要なのか？

1. 組織とは
2. 組織の中の共通言語
3. 最後に



## 5. 『システム要素技術講座』一覧表

講座名			講義日数 講義時間	定員	講座 内容
画像・ センシング	画像処理・ 認識技術	MP11	画像処理・圧縮の基礎	1～2日間 7～14時間	20名 P. 28
		MP21	画像パターン認識・マシンビジョンの基礎	2日間 14時間	20名 P. 29
通信	無線通信 技術	MW11	無線通信技術の基礎	2日間 14時間	30名 P. 30
	インターフェース 技術	MI11	高速インターフェースを理解する ～信号伝送技術と高速アナログ回路～	1～2日間 7～14時間	30名 P. 31
	ネットワーク 技術	MN11	通信ネットワークの基礎 ～パケットをモニタしながら理解する～	2日間 14時間	20名 P. 32
		MN21	車載ネットワーク概論（CAN/LIN）の基礎と制御ミドルウェア	2日間 14時間	20名 P. 33
情報処理	AI・ディープ ラーニング	MA11	AI（人工知能）を 上手に活用するために必要な基礎知識	2日間 14時間	20名 P. 34
	データサイエンス	MD11	実務者のためのデータ分析”活用”術	0.5日間 4時間	30名 P. 35
電力・ 駆動制御	電力制御 技術	MC11	パワーエレクトロニクスの基礎 ～電力変換回路の基本を理解する～	3日間 21時間	30名 P. 36
		MC21	インバータの設計と応用	2日間 14時間	30名 P. 37
	モータ制御 技術	MM11	PMモータのベクトル制御	3日間 21時間	30名 P. 38
		MM21	モータ制御理論の基礎	1日間 7時間	20名 P. 39
		MM22	モータ制御の実習	2日間 14時間	20名 P. 40
		MM31	DCモータのマイコン制御システム設計	2日間 14時間	20名 P. 41
	自動車	MV11	自動車工学の基礎知識 ～自動車のしくみと機能、次世代自動車および業界動向を学ぶ～	1～2日間 7～14時間	30名 P. 42
		MV21	次世代自動車（HEV、PHEV、EV、FCV） の基礎知識	2日間 14時間	30名 P. 43

## MP11 『画像処理・圧縮の基礎』

**【ねらい】** デジタル画像がどのように表現され、TV、カメラ、プリンタなどで、どのように応用されているか、画像圧縮のプログラミング実習を交えて修得する。  
まず、画像表現の基礎を修得し、次に画像圧縮に焦点を当て、JPEG、MPEGの概要を把握した後、実際にJPEGのコア部分のプログラムを作成することで画像処理に対する理解を深める。

**【対象】** > 画像処理技術を基礎から修得していきたい方。  
※マイコンの内部構成や処理などハードの基礎的動作を理解し、C言語のプログラミングの知識があること。

**【講義時間】** 1～2日間（7～14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 画像処理

1. 画像とは？
2. 色基礎
3. 画像の標本化
4. 輝度量子化
5. 画像変換
6. デジタルフィルタ
7. 演習

#### 2章 画像圧縮技術の概要

1. 画像圧縮の必要性
2. 画像圧縮に関する国際標準化方式
3. エントロピー符号化
4. カラー静止画像符号化JPEG
5. 静止画像可逆符号化
6. JPEGファイルフォーマット

#### 3章 画像圧縮技術MPEGの概要

1. 動画画像処理
2. MPEG標準化
3. MPEG2
4. MPEG4
5. MPEG7
6. H.264/AVC
7. H.265

#### 4章 車載カメラ画像処理

1. 車載カメラの応用
2. ステレオビジョンの概要

#### 5章 実習

1. JPEGプログラムの動作確認
2. DCTによる画像変換
3. ブロックマッチング

## MP21 『画像パターン認識・マシビジョンの基礎』

**【ねらい】** 画像から様々な対象を検出し認識する手法とその特性を理解し、対象と目的に適った処理を行うための基本的な知識と応用システムの開発手法を習得する。

**【対象】** > デジタル画像処理の基礎知識としての画像表現／フィルタリング／画像変換、および確率の基礎を理解しており、C言語（またはC++言語）による基本的なプログラミングができる方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 概要

1. マシビジョンとは
2. マシビジョンの応用事例
3. 基本的な処理の流れ
4. 本講座で学んでいただきたいこと
5. 数学的準備

#### 2章 前処理

1. 色、明るさの正規化
2. 大きさ、形状、向きの正規化
3. 対象領域の抽出と2値化
4. カメラモデルとキャリブレーション

#### 3章 特徴抽出

1. 輪郭線などの線から得られる特徴
2. 画像の小領域から得られる特徴
3. 3次元空間に配置された特徴
4. パターンマッチング

#### 4章 識別の基礎

1. 識別の概念
2. 手法の概要
3. 最近傍決定則
4. 識別関数法
5. 確率的推定法

#### 5章 応用システムの開発の手法と環境

1. 開発の基本的な流れ
2. 対象の分析とアルゴリズム選択
2. OpenCV
3. AR Toolkit

#### 6章 事例演習

1. 環境のセットアップ
2. 欠陥検査
3. 物体認識
4. 顔検出
5. 距離画像処理

## MW11 『無線通信技術の基礎』

**【ねらい】** アンテナから変復調回路あるいは無線通信システムまで幅広く網羅し、無線通信に関する業務を推進するうえで必要なキーワードや基礎知識を習得できることを目標とする。

**【対象】** > 電気・電子回路に関する知識を有しており、これから無線関連分野に従事するにあたり基礎知識を身に付けようとしている方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 アンテナ

1. 信号伝送と分布定数線路
2. アンテナの基礎
3. 線状アンテナ
4. 開口アンテナ

#### 2章 電波伝搬

1. 電波の基本特性
2. 反射と回折
3. 移動通信の電波伝搬
4. 無線回線設計

#### 3章 変復調

1. 基礎理論
2. 無線通信と代表的変調方式
3. ベースバンド信号と変調スペクトル
4. デジタル変復調
5. マルチキャリア変調方式の基礎
6. スペクトル拡散通信方式の基礎

#### 4章 デジタル無線システム

1. 地上デジタル放送
2. 無線LAN
3. 移動通信システム
4. 近距離無線

#### 5章 送受信機

1. 受信機の性能指標
2. スーパーヘテロダイン
3. ダイレクトコンバージョン、Low-IF
4. LNA
5. Mixer
6. AGC,RSSI,Limiter
7. 中間周波増幅回路
8. 送受信フィルタ
9. 送信機の性能指標
10. 送信機の構成とレベルダイヤ
11. PA (Power Amplifier)
12. 送受信機の整合（結合）回路
13. 発振回路
14. デジタル処理送受信機

# MI11 『高速インターフェースを理解する』 ～信号伝送技術と高速アナログ回路～

**【ねらい】** USBやEthernet等の高速インターフェース技術における物理層を中心に、種々の規格で使用されている高度な信号伝送技術について、基本的な考え方や回路構成及びその評価技術について学習する。

**【対象】** > 電気・電子回路に関する知識を有しており、これから高速インターフェース関連の設計開発業務に従事するにあたり高速アナログ回路の知識を習得したい方。

**【講義時間】** 1～2日間（7～14時間）

## 【講座内容】

### 1章 高速インターフェース

1. 高速インターフェースとは
2. 各種高速インターフェース
3. 伝送システム
4. デジタル信号伝送

### 2章 PHYの構成と特徴

1. PHYの構成要素
2. 伝送線路の特性

### 3章 PHYの性能指標

1. PHYの各種性能指標
2. 符号誤り率（BER）
3. 伝送波形の品質
4. 回路網の行列表現
5. 動作範囲
6. 低電力化

### 4章 回路

1. PHYを構成する回路ブロック
2. 送信回路（TX）
3. クロック系
4. 受信回路（RX）
5. 伝送路
6. 通信以外のポートの役割
7. DDR3
8. パワーインテグリティ

### 5章 シミュレーション

1. 回路のシミュレータの紹介
2. モデル
3. 回路設計例
4. その他各種シミュレーション技法

### 6章 高周波回路の測定技術

1. 送信機の評価
2. 受信機の評価
3. 伝送路評価
4. テストフィクスチャ
5. オシロスコープ
6. ネットワークアナライザ
7. スペクトラムアナライザ
8. 規格適合検査



# MN11 『通信ネットワークの基礎』 ～パケットをモニタしながら理解する～

【ねらい】 通信系組込みシステムに必要なネットワークの知識について、TCP/IPを中心に修得する。

【対象】 > 通信系システムの開発に携わる技術者。  
> 組込みソフトウェア開発に従事する方。

【講義時間】 2日間（14時間）

## 【講座内容】

### 1章 ネットワークの基礎知識

1. ネットワークの活用例
2. 組込みシステムを取り巻く環境の変化
3. シリアルからTCP/IPへ
4. ネットワークのハードとソフト
5. ノードとリンク
6. 物理的な接続と論理的な接続
7. トポロジと通信の種類
8. 通信性能の指標
9. 演習問題

### 2章 TCP/IPの概要

1. TCP/IP登場の背景
2. インターネットワーキングからインターネットへ
3. TCP/IPの標準化
4. TCP/IPの構成技術とOSI参照モデル
5. 階層モデルとネットワーク接続機器
6. 輻輳（ふくそう）とIPネットワークの注意点
7. 演習問題

### 3章 データリンクと実際の通信

1. データリンクの役割とEthernet
2. Ethernetによる通信
3. Wiresharkによるパケットモニタリング
4. Ethernetの詳細
5. さまざまなEthernet
6. Ethernetコントローラ
7. リピータハブとスイッチングハブ
8. スwitchingハブの学習機能
9. 演習問題

### 4章 IP（ネットワーク層）

1. IP（InternetProtocol）の役割
2. IPアドレス
3. サブネットワークとサブネットマスク
4. IPヘッダ
5. ルーティングテーブルとIPパケットの配送
6. ICMP（InternetControlMessageProtocol）

7. IPとデータリンクの関係
8. ARP（AddressResolutionProtocol）
9. IPパケットの分割処理
10. 演習問題

### 5章 ルーティング

1. ルーティングプロトコルの概要
2. RIP（RoutingInformationProtocol）
3. OSPF（OpenShortestPathFirst）
4. BGP（BorderGatewayProtocol）
5. 演習問題

### 6章 TCPとUDP（トランスポート層）

1. IPとTCP/UDPの役割分担
2. ポート番号
3. クライアントサーバモデル
4. TCPとUDPの違い
5. UDP（UserDatagramProtocol）
6. TCP（TransmissionControlProtocol）
7. TCPの信頼性の提供
8. TCPのコネクション管理
9. TCPのフロー制御
10. TCPの輻輳制御
11. 演習問題

### 7章 アプリケーション

1. アプリケーションの構造
2. ストリーム型とデータグラム型
3. Web（HTTP）
4. 電子メール（SMTP）
5. マルチメディア通信（SIP、RTP）
6. ネットワーク管理（SNMP）
7. 演習問題

### 8章 IPを助ける技術とIPv6

1. DNS（DomainNameSystem）
2. DHCP（DynamicHostConfigurationProtocol）
3. NAT（NetworkAddressTranslator）
4. IPv6（InternetProtocolversion6）
5. MPLS（Multi-ProtocolLabelSwitching）
6. 演習問題

## MN21

# 『車載ネットワーク（CAN/LIN）の基礎と制御ミドルウェア』

**【ねらい】** 概論では、車載向け組込みシステムの開発業務に必要な車載LANの知識について広く修得する。特に応用されることが多いCAN/LINについては、プロトコルを詳細に学ぶとともに、CAN/LINアナライザを用いて実データを観測することで理解を深める。

**【対象】**

- ネットワークの基本的概念を理解している方
- C言語プログラミング経験がある方

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 車載LAN

1. 車載LANの概要
2. 広く使用されているCAN
  - CANの開発コンセプト
  - CAN通信概要
  - CAN規格
  - CAN物理層
  - CANプロトコルとバス
  - CANプロトコルの詳細
    - ・フレーム、アービトレーション、
    - ・エラー検地、ビットタイミング、同期
    - ・IDフィルタリング
3. サブLANとして使用されているLIN
  - LINとは
  - OSI参照モデルとLIN
  - LINプロトコル概要
  - LINプロトコルの詳細
    - ・トポロジ、フレーム構造
    - ・フレームのタイプ、ネットワーク管理
    - ・スケジュール
4. X-by-Wireへ向けたFlexRay
5. 安全系Safe-by-Wire（ASRB）

#### 2章 車載LANのミドルウェア

1. 説明にあたって
2. 車載LANミドルウェアとは
3. Toppers CANミドルウェア
4. Toppers LINミドルウェア

## MA11

# 『AI（人工知能）を上手に活用するために必要な基礎知識』

- 【ねらい】** AI（人工知能）が、様々なサービスに活用され始め身近になってきたものの、その仕組みはほとんどブラックボックス化しています。本講座は、AI（人工知能）を活用するにあたって必要な基礎知識について、AIの基礎的な仕組みと技術を、言語処理や画像認識を題材にした演習を交えながら解り易く解説します。
- 【対象】**
- AIの専門ではないが、上手に活用するために必要な基礎知識を得たい方
  - Caffe（オープンソースのディープラーニングライブラリ）に興味がある方。  
※講義中、Linux環境でC++ソースを用いた演習を行います。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 概要

1. AI（人工知能）とは
2. 確率・統計論的分析
3. AIは何故うまく働くのか
4. AIに関する問い
5. 本講座で学んでいただきたいこと

#### 2章 識別問題

1. 識別の基礎
2. 数学的準備
3. 最近傍決定則
4. 識別関数法
5. 確率的推定法
6. 認識率の評価

#### 3章 ニューラルネットワークの基礎

1. ニューロンのモデル
2. ニューラルネットワークの万能性
3. ネットワークの構造による分類
4. 誤差関数

#### 4章 深層学習

1. 最急降下法
2. 誤差逆伝播法
3. 深層学習
4. 畳み込みネットワーク
5. 学習のツボ

#### 5章 演習

1. 言語処理を体験する
2. Boltzman Machineで最適化問題を解く
3. Caffeを使った文字認識
4. Caffeを使ったリップリーディング

#### 6章 問への答えと今後の展望

1. 処理工程ごとの要点
2. 問いへの答え
3. 今後の展望
4. 参考文献

## MD11

# 『実務者のためのデータ分析“活用”術』

**【ねらい】** 誰もが納得するデータ分析には、「ストーリー」が必要。本講座では、日産自動車に10年以上勤め、カルロス・ゴーン氏や外国人役員に数々の提案をし、V字回復経営を直接支えた講師が、世界で通用する「データ分析術」を伝授。「基礎的な分析手法」から「納得させるストーリーをつくるスキル」までを「講義＋演習」で習得することを目指す。統計・分析の手法は日常業務で頻繁に使うものに絞り、業務で実務課題の解決を導くための仮説アプローチやデータの整理などを理解し、実際に「データ分析」から業務課題の解決を導くアプローチを習得する基礎演習講座です。

**【対象】**

- ・ データ分析専門家ではないが、実務の上でデータ（分析）を活用したい方（本プログラムはデータサイエンティストではなく、広く一般実務家の方を対象としています）
- ・ 統計理論や分析手法を学んだが、業務上活用できている実感がない方
- ・ 業務データはあるが、それが活用出来ない（やり方が分からない）方
- ・ 今までのやり方、勘と経験だけの判断に行き詰まりを感じている方
- ・ 上司や顧客への説得力ある客観的な提案ができないという課題をお持ちの方

※Excelを使えるノートPCを持参いただきます。  
（一部、貸し出し用PCも準備します。）

**【講義時間】** 0.5日間 （4時間）

### 【講座内容】

#### 意味ある分析のための目的設定と事前準備

1. 「データ整理」から「データ分析」へ
2. 課題ポイントを特定する
3. データを多面的にとらえる。

#### 発見を導き出す分析ノウハウとチェックポイント

4. 2つのデータから意味を見出す。  
（相関・短回帰分析）

# MC11 『パワーエレクトロニクスの基礎』

## ～電力変換回路の基本を理解する～

**【ねらい】** パワーエレクトロニクス技術の位置づけを把握し、整流、インバータ、コンバータなどの電力変換回路の基本的な動作とそこで使用されるスイッチング素子の概要を理解する。さらにパワーエレクトロニクス関連製品で主要な働きをするインバータやコンバータを設計するにあたって必要となるデバイスに関する知識を持ち、実際の回路で発生する課題や変換効率などの性能を評価するための考え方を理解する。

**【対象】** ➤ 抵抗、コンデンサ、コイル、トランジスタなどの電気回路の基本的な知識を有している技術者で、これからパワーエレクトロニクスの分野に関係し、具体的な回路設計に従事される方。

**【講義時間】** 3日間（21時間）

### 【講座内容】

#### 1章 パワーエレクトロニクス概論

1. パワーエレクトロニクスの概要
2. パワーエレクトロニクスの役割
3. パワーエレクトロニクスの応用分野

#### 2章 電力変換と制御

1. 理想スイッチによる電力変換
2. 半導体スイッチ
3. 半導体スイッチにおける損失と効率

#### 3章 パワーエレクトロニクス基本回路

1. AC-DCコンバータ
2. DC-DCコンバータ
3. シミュレーション演習
4. DC-ACコンバータ
5. シミュレーション演習
6. 無効電力補償
7. AC-ACコンバータ

#### 4章 半導体デバイス

1. いろいろな半導体
2. 新しい半導体  
～ワイドバンドギャップデバイス～
3. 活用技術
4. モジュール化
5. 半導体デバイスの基礎

#### 5章 性能改善

1. 負荷の考え方
2. 電力変換の効率
3. ソフトスイッチング
4. シミュレーション演習

#### 6章 制御方式

1. インバータ制御
2. PWMコンバータ
3. フィードバック制御

#### 7章 パワーエレクトロニクスの応用

1. 動かないもの  
～静止器とその応用～
2. 動くもの  
～回転機（モータ）とその応用～

#### 付録 交流回路

1. 正弦波と複素表示
2. 交流の複素表示
3. インピーダンス
4. インピーダンスを用いた解法
5. 実効値と電力

## MC21 『インバータの設計と応用』

- 【ねらい】** 電気回路としてのインバータを中心として、具体的な設計を行う際の課題やトレードオフを提示しながら設計に必要な知識やノウハウを習得する。
- 【対象】** > スwitchングによる電力変換についての基本的な知識は有しており、これから設計業務に携わるための技術を身に付けようとしている方。
- 【講義時間】** 2日間（14時間）
- 【講座内容】**

### 1章 はじめに

### 2章 電力変換回路の基礎

1. LCの働き
2. 電力変換回路の損失発生要因
3. 降圧チョッパ
4. 昇圧チョッパ
5. 昇降圧チョッパ
6. 双方向チョッパ
7. インバータの成り立ち（1）
8. ハーフブリッジインバータ
9. インバータの成り立ち（2）
10. フルブリッジインバータ
11. 三相インバータ
12. 整流器
13. マトリクスコンバータ
14. シミュレーションの仕組みと使い方の概要

### 3章 パワーデバイスと放熱

1. 各種パワーデバイス
2. 放熱の考え方
3. 受動部品

### 4章 インバータの制御

1. PWMと方形波運転
2. インバータのハードウェア
3. モデリングと電流制御

### 5章 インバータ応用システムの設計

1. インバータシステムの構成
2. 主回路の設計
3. ドライブ回路の設計
4. 制御回路の設計

### 6章 応用例

1. EV
2. 家電のインバータ応用
3. エレベータ

# MM11 『PMモータのベクトル制御』

【ねらい】 モータ制御に必要な技術の基礎となる部分を学習し、各技術の位置付けを理解するとともに、具体的な実装に関する技術を学習する。

【対象】 > 電気回路およびプログラミングに関する基本的な技術を理解しており、これからモータ制御に関する技術の習得を目指している方。

【講義時間】 3日間（21時間）

## 【講座内容】

### 1章 PMモータを動かすために

1. PMモータの動向
2. PMモータのアプリケーション例
3. 必要な知識

### 2章 パワエレ基礎

1. インバータ基礎
2. スイッチング素子
3. スイッチング損失
4. 単相インバータ
5. PWM
6. 三相インバータ
7. 電源電圧と回転数
8. 過変調
9. デットタイム
10. 120度通電方式

### 3章 モータ基礎

1. モータの種類
2. 誘導機と永久磁石同期機
3. 位置センサ
4. SPMSMとIPMSM
5. 磁石
6. 巻線
7. 電磁鋼板
8. モータ制御の考え方
9. 制御-回路連成解析手法
10. PSIMによるモータ特性把握
11. PSIMによるモータ駆動

### 4章 制御基礎

1. おさらい
2. RL回路
3. ラプラス変換
4. 代表的な伝達関数
5. フィードバック制御
6. 比例（P）制御
7. 比例積分（PI）制御
8. R-L回路の電流制御

### 5章 PMモータのベクトル制御

1. ベクトル制御
2. PSIMによるベクトル制御
3. 外乱オブザーバ
4. 電流指令値の選択方法

### 6章 離散化と実装

1. 全体構成
2. シミュレーションの演算周期について
3. マイコンで何をやってるの
4. 離散化（量子化）
5. A/Dの分解能
6. エンコーダの分解能
7. 電流センサのオフセット
8. 実装に伴う問題
9. 離散積分方式による違い
10. ベクトル制御の離散化
11. インバータキャリア周波数と高調波

### 7章 PMモータのセンサレスベクトル制御

1. センサレス制御（現状）
2. BLDCとBLAC
3. 高調波印加によるセンサレス制御

### 8章 実際のプログラミング

1. 制御ボード
2. 主回路周辺
3. 周辺回路
4. プログラム構成
5. 演算内容
6. 三次高調波印加
7. 座標変換
8. PWM変調
9. Sin, Cos演算
10. ソース群とヘッダ群

## MM21 『モータ制御理論の基礎』

**【ねらい】** DCモータを制御するフィードバック系をマイコンとパワー半導体により構成し、制御理論におけるモデルと実際の制御システムを比較しながら制御理論に対する理解を深めます。

**【対象】** ➤ モータ制御する際に必要なドライブ制御、モーション制御等の制御理論についての知識を深めたい方。

**【講義時間】** 1日間（7時間）

### 【講座内容】

#### 1章 制御システムとモデル化

1. 到達目標
2. 身近にある制御システム
3. 運動方程式
4. 微分方程式とブロック線図

#### 2章 マイコンによるDCモータの制御システム

1. 到達目標
2. マイコン制御システムの構成
3. DCモータの駆動
4. 電気系モデルと機械系モデル
5. 制御システムの応答性

#### 3章 ドライブ制御

1. 到達目標
2. DCモータ用ドライブ制御
3. ドライブ制御の構成
4. ドライブ回路の安全対策

#### 4章 モーション制御

1. 到達目標
2. モーション制御システムの構成
3. フィードバック制御

#### 5章 制御システムのまとめ

1. 到達目標
2. 制御システムの産業利用例
3. 制御システムの問題と対策
4. 制御システムのまとめ



## MM22 『モータ制御の実習』

**【ねらい】** 具体的なアルゴリズムをプログラムして動作させることにより制御システム全体の動作を体験します。

**【対象】** > 「モータ制御理論の基礎」を受講した方で、かつ電気回路の基本を理解し、C言語による基本的なプログラミングの経験があり、モータ制御のプログラミングを経験したい方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 制御システムの実習（基礎編）

1. 到達目標
2. 実験システムの全体構成
3. フィードバック制御の準備
4. モータの速度フィードバック制御
5. モータ制御実験

#### 2章 システムの制御モデルと制御理論

1. 到達目標
2. 制御システムのモデル
3. 制御システムのシミュレーション
4. 制御システムの応答性評価
5. 制御システムの周波数応答
6. 制御システムの安定性

#### 3章 制御システムの実習（応用編）

1. 到達目標
2. 実験システムの全体構成
3. 周波数応答の測定
4. ステップ応答の測定
5. 制御応答のチューニング

# MM31 『DCモータのマイコン制御システム設計』

**【ねらい】** マイコンを使用してDCモータの制御を行う上で必要となる技術を実習によって理解します。マイコンからパワー半導体を介してDCモータをドライブする回路を構成し、割り込みやAD/DA変換あるいはPWMといった基本的なプログラミング技術を習得します。

**【対象】** > 簡単な回路図を理解し、C言語による基本的なプログラミングの経験のある方で、これからハード・ソフトを含めてパワー半導体の応用製品の開発に係わる方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

## 【講座内容】

### 1章 パワーエレクトロニクスとマイコン制御

1. パワーとエレクトロニクスと制御
2. マイコン制御によるパワーエレクトロニクス

### 2章 マイコンシステムの概要

1. システム構成
2. マイコンシステムの動作

### 3章 ハードウェア構成

1. ターゲット・マイコン
2. マイコンボード
3. GPIO
4. タイマ
5. ADコンバータ

### 4章 ソフトウェアの設計

1. プログラミングの基礎
2. ペリフェラル・ライブラリ
3. 開発環境

### 5章 マイコンシステム実習

1. 設計目標
2. ハードウェアの作成
3. ソフトウェアの作成

### 6章 モータドライバを用いたDCモータの制御

1. トランジスタのスイッチング動作
2. 保護ダイオード
3. モータドライバ
4. PWMによる回転速度制御

### 7章 モータ制御実習

1. 設計目標
2. ハードウェアの作成
3. ソフトウェアの作成

# MV11 『自動車工学の基礎知識』

～自動車のしくみと機能、次世代自動車および業界動向を学ぶ～

【ねらい】 車載ソフトウェアの開発技術者が自動車の構造としくみを把握することを目的とする。特にエンジンのしくみと動きについて重点を置く。

【対象】 ➤ 車載ソフトウェアの開発を行うソフトウェア技術者で自動車に関する知識を習得したい方。

【講義時間】 1～2日間（7～14時間）

## 【講座内容】

### 1章 自動車の構造としくみ

1. 自動車の分類
2. 自動車の構造
3. 動力伝達系（走る）
4. 制動性能（止まる）
5. 操縦性安定性（曲がる）
5. サスペンション

### 2章 次世代自動車の基礎

1. 電動車両の分類
2. ハイブリッド車 HEV/PHEV
3. 電気自動車 BEV
4. 燃料電池車 FCV

### 3章 エンジン概論

1. エンジンの動作
2. エンジンの構造
3. ガソリンエンジンと  
ディーゼルエンジン
4. 燃料

### 4章 ガソリンエンジンの性能

1. ガソリンエンジン
2. エンジン制御システム
3. 燃費・出力

### 5章 カーエレクトロニクス

1. 安全技術（ASV）
2. ITS
3. 車載LAN
4. スマートグリッド
5. 機能安全ISO26262
6. モジュール化

### 6章 自動車技術の将来

## MV21

## 『次世代自動車（HEV、PHEV、EV、FCV）の基礎知識』

**【ねらい】** 自動車メーカーの開発競争が活発化しているハイブリッド自動車／電気自動車システム等の電動車両システムについて、その開発の歴史、インフラ整備や規格標準化／認証基準など普及に向けた現状の紹介と今後の課題、展望について述べる。

**【対象】** > EV/HV等に関係する技術／企画を担当されている方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

**【講座内容】****1章 電気自動車序論**

1. 自動車を取りまく環境
2. 電気自動車の優位性
3. 電気自動車のネック

**2章 電動車両の種類と各得失**

1. ハイブリッドシステムの概要
2. 電動車両のパワートレインによる分類
3. プラグインハイブリッド車の役割
4. 燃料電池車の概要
5. 二次電池の現状と課題

**3章 電気自動車の開発の歴史**

1. ガソリン車と電気自動車の起源
2. 国内の開発の歴史
3. EV技術の変遷
4. 普及を妨げた要因

**4章 普及を支える周辺技術**

1. 従来型給電（コンダクティブ）
2. 非接触給電（インダクティブ）
3. 電池交換システム
4. スマートグリッド
5. 関連規格の動向

**5章 EVの普及に向けた活動**

1. 過去の活動
2. 普及に向けたEV・PHVタウン構想
3. 購入補助

**6章 電動車両の動向と展望**

1. 開発／普及の予測
2. 電池に求められる要件と動向
3. 普及に向けて必要となる要件

## MV21

## 『次世代自動車（HEV、PHEV、EV、FCV）の基礎知識』

**7章 電動車両システムの基本**

1. 車両のパートレイン
2. 電動車両の分類
3. ハイブリッドシステムの概要
4. 燃料電池車の概要
5. プラグインハイブリッド車の役割

**8章 コンポーネントの進化と課題**

1. コンポーネントの概要
2. エレクトリックドライブ  
(モータ／コントローラ)
3. パワーエレクトロニクス
4. エネルギー蓄積要素（二次電池）
5. パートレイン／ハイブリッド変速機

**9章 電池関連の制御**

1. 電池に関する基本的な事項
2. 電池の寿命
3. 充電時の課題
4. 電池管理システム（BMS）
5. 電池のセルバランス制御

**10章 電動車両特有の課題／制御**

1. 回生制動
2. 空調システム
3. e四駆
4. 姿勢制御用トルク移動制御

**11章 インフラの関連技術と課題**

1. 普通充電器／車載充電器
2. 急速充電器
3. 充電コネクタと通信プロトコル
4. 非接触給電
5. 電池交換システム
6. スマートグリッド／スマートチャージ

**12章 標準化活動／認証**

1. EV用の規格と基準の概要
2. 最近のISOとIECの活動
3. 充電関連規格の検討例
4. その他の規格化活動の例
5. 既存の国内規格

**13章 性能評価法**

1. 電気自動車の評価法
2. ハイブリッド車の燃料消費率評価法
3. 大型ハイブリッド車の燃料消費率評価法
4. プラグインハイブリッド車の評価法
5. 燃料電池車の効率評価法／安全評価法
6. コンポーネントの評価法

**14章 電動車両の動向と展望**

1. 開発／普及の予測
2. 電池に求められる要件と動向
3. 普及に向けて必要となる要件

## 6. 『基盤技術講座』一覧表

講座名			講義日数 講義時間	定員	講座 内容		
ハード ウェア	電子 回路	BC11	電気回路入門	2日間 14時間	30名	P. 46	
		BC21	電気回路とトランジスタの基礎	2日間 14時間	30名	P. 47	
		BC31	アナログ電子回路の基礎 ～アナログ回路の基本ブロックとオペアンプを理解する～	2日間 14時間	30名	P. 48	
		BC41	デジタル論理回路の基礎	2～3日間 14～21時間	30名	P. 49	
		BC51	信号処理の基礎 ～信号処理に必要な数学的基礎を学ぶ～	2日間 14時間	30名	P. 49	
		BC61	アナログフィルタ回路設計の基礎	2日間 14時間	30名	P. 50	
		BC71	電子回路解析の基礎 ～SPICEシミュレーションで回路動作を理解する～	2日間 14時間	30名	P. 51	
	集積 回路	BL11	システムLSI技術概論 ～半導体の基礎とLSIの設計・製造工程～	2日間 14時間	30名	P. 52	
		BL21	Verilog-HDLによるデジタル回路設計 (基礎編)	2日間 14時間	30名	P. 53	
		BL22	Verilog-HDLによるデジタル回路設計 (検証編)	2日間 14時間	30名	P. 53	
		BL31	LSIレイアウト設計の基礎 ～セル設計とレイアウトパターンの基本を理解する～	1日間 7時間	15名	P. 54	
		BL41	電子機器の実装技術概論 ～基礎から実施例ならびに今後の動向～	2日間 14時間	30名	P. 55	
	ソフト ウェア	組込 プログラミング	BP11	組込みC言語プログラミング基礎 ～マイコンI/O操作、高信頼コーディングまで～	2～3日間 14～21時間	30名	P. 57
		組込 マイコン	BM11	組込マイコン開発の基礎知識	2日間 14時間	30名	P. 58
BM21			マイコンハードウェア制御のノウハウ	2日間 14時間	30名	P. 59	
BM31			リアルタイムシステム設計の基礎	1日間 7時間	20名	P. 60	

# BC11 『電気回路入門』

**【ねらい】** 半導体設計を行うには電気回路の基本的な知識が必要である。本講義では、これまで電気電子工学に余りなじんでなかった人にも分かり易く、かつ系統的に、電気回路の解析方法を学んでいく。

**【対象】** > 高校の物理・数学の知識を有する方で、電気回路を基礎から学びたい方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

**【講座内容】**

**1章 電気回路の基礎**

1. 電気電子工学とは
2. 回路とは何か
3. 回路要素
4. 回路の解き方
5. 回路の動作と解析

**2章 正弦波交流回路**

1. 三角関数と正弦波
2. 正弦波交流の複素表示
3. インピーダンスとアドミタンス

**3章 回路の定常解析**

1. 回路グラフと節点電位
2. 節点方程式の立て方
3. 節点方程式の解法

**4章 回路の過渡解析**

1. CR回路の電圧・電流
2. 過渡現象
3. ラプラスの変換による過渡解析

**参考**

## BC21 『電気回路とトランジスタの基礎』

**【ねらい】** アナログ設計の基礎知識として、増幅度／利得、MOS・バイポーラトランジスタの動作特性・基本回路を学ぶ。

**【対象】** > 高校の物理・数学（複素数、三角関数など）の知識を有する方で、これからアナログ設計を始める方。アナログ設計のための基礎知識を学びたい方。  
※電気回路を基礎から学びたい方は、事前に『電気回路入門』の受講を推奨する。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 電気回路の基礎

1. 電気回路の構成要素
2. 交流回路
3. 電気回路の基本定理
4. 電気回路網の解き方
5. 2端子対回路
6. CR回路の過渡応答
7. 電気回路と電子回路

#### 2章 増幅回路の基礎

1. 増幅回路の概念
2. 増幅回路の基本特性

#### 3章 MOS基本回路

1. MOSFETの動作
2. MOSFETの基本回路
3. 結合増幅回路
4. 高周波特性

#### 4章 負帰還増幅回路

1. 帰還増幅回路の基本原理
2. 負帰還増幅回路の特性改善
3. 負帰還増幅回路の構成
4. 負帰還増幅回路の計算例
5. 負帰還増幅回路の実例

#### 5章 バイポーラトランジスタ

1. バイポーラトランジスタの構造と動作原理
2. バイポーラトランジスタの動作
3. バイポーラトランジスタの基本回路

#### 例題集



# BC31 『アナログ電子回路の基礎』

## ～アナログ回路の基本ブロックとオペアンプを理解する～

**【ねらい】** カレントミラー回路、差動増幅器の基本的な動作と特性について学び、さらに、アナログ集積回路を実現する上で重要な3種類の機能ブロックとなる、オペアンプ、可変利得増幅器および参照電圧源回路について学習する。

**【対象】** > 電気・電子回路の基礎及びトランジスタの動作を理解している方で、これからアナログ設計を始める方。アナログ回路の基本的な知識を学びたい方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 カレントミラー回路

はじめに

1. カレントミラー回路の構成と動作
2. カレントミラー回路の応用
3. 二次的効果を考慮したカレントミラー回路の特性
4. カスコードカレントミラー回路
5. 低電圧・高出力抵抗カレントミラー回路

#### 2章 差動増幅回路

1. ソース接地増幅回路の問題点
2. 差動増幅回路の構成と解析
3. 能動負荷を用いた差動増幅回路
4. OTA(トランスコンダクタンス増幅器)
5. 差動増幅回路及びOTAの高性能化

#### 3章 オペアンプ

1. オペアンプの概要
2. オペアンプ基本回路
3. オペアンプ応用回路
4. コンパレータ
5. オペアンプの内部回路の構成
6. オペアンプの内部回路の特性

#### 4章 可変利得増幅器

1. 可変利得増幅器とは？
2. 差動増幅回路を用いた可変利得増幅器
3. 乗算器を用いた可変利得増幅器

#### 5章 参照電圧源回路

1. 参照電圧源回路の必要性
2. 電源電圧に依存しない回路構成
3. スタートアップ回路
4. 温度に依存しない回路構成
5. 参照電圧源回路

#### 例題集

## BC41 『デジタル論理回路の基礎』

【ねらい】 2進数、ブール代数から組み合わせ回路、順序回路までデジタル設計の基礎知識について学習する。組み合わせ回路、順序回路の設計方法を習得し、信号機や自動販売機のモデルを交えた解説により、簡単な装置を設計できるレベルを目指す。

【対象】 > 高校の物理・数学の知識を有する方で、これからデジタル論理設計を始める方。デジタル設計のための基礎知識を学びたい方。

【講義時間】 2～3日間（14～21時間）

### 【講座内容】

#### 1章 数体系とブール代数

1. 数体系
2. 2進数の演算
3. ブール代数

#### 2章 組合せ回路

1. 論理関数
2. 組合せ回路
3. 機能・演算回路

#### 3章 順序回路

1. ラッチ、フリップフロップ
2. レジスタ、カウンタ
3. 順序回路の設計  
同期式順序回路の設計指針  
同期式順序回路の設計手順  
例題を用いた設計手順の解説

## BC51 『信号処理の基礎』 ～信号処理に必要な数学的基礎を学ぶ～

【ねらい】 AD・DA変換技術の理解を深めるために、必要な数学的背景を纏めた講座を並行して準備しておく必要がある。信号処理技術に必要な数学的基礎（フーリエ変換、ラプラス変換、Z変換）を集中的に解説、理論的にアナログ信号の性質を把握させる事を狙いとする。

【対象】 > アナログ電子回路技術の履修者或いは経験者で、これから信号処理技術のスキルアップを目指す方。

【講義時間】 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 信号解析と回路システム

1. フーリエ級数
2. デルタ関数
3. フーリエ変換
4. たたみ込み
5. ラプラス変換
6. 線形回路システム

#### 2章 離散時間信号処理の基礎

1. 標本化定理
2. 量子化誤差
3. Z変換と離散時間回路の基本構成

# BC61 『アナログフィルタ回路設計の基礎』

**【ねらい】** 代表的なアナログフィルタの特徴を把握し、フィルタの特性を伝達関数によって理解する。また、実装上の注意事項を把握し実際の設計に活用する力を身につける。

**【対象】** > これからアナログフィルタの設計に関係する方で、アナログ交流回路およびフーリエ変換、ラプラス変換、たたみ込み積分等の信号処理について理解している方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

## 【講座内容】

### 1章 フィルタの概要

1. アナログフィルタの考え方
2. フィルタを特徴づけるパラメータ
3. 伝達関数
4. 極と零点、周波数応答との関係

### 2章 伝達関数の設計

1. RC回路の伝達関数
2. バタワース特性
3. チェビシェフ特性
4. ベッセル特性
5. 逆チェビシェフ及び連立チェビシェフ特性
6. 伝達関数の分解

### 3章 アクティブフィルタの構成

1. アクティブフィルタの分類
2. 演算増幅器と基本回路
3. 1次区間回路
4. Sallen-Key回路
5. BPFの構成
6. バイカッド回路

### 4章 実装上の留意事項

1. ペアリング・オーダリング・スケーリング
2. 演算増幅器の非理想特性
3. 受動素子と素子感度
4. LCシミュレーション型のフィルタ
5. 差動型構成
6. gm-Cフィルタ

# BC71 『電子回路解析の基礎』 ～SPICEシミュレーションで回路動作を理解する～

**【ねらい】** 回路シミュレータSPICEを用いて、MOSFETやオペアンプ、アナログやデジタルの基本回路の動作をシミュレーションする。パソコン上で波形を観測することにより電子回路の物理的動作の理解を深める。

**【対象】** > 電気・電子回路の基礎及びMOSFETやオペアンプの動作を理解している方で、これからアナログ設計を始める方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

## 【講座内容】

### 1章 CR回路の応答

1. CR直列回路
2. 直流に対する応答
3. 正弦波交流に対する応答
4. 階段状波に対する応答(過渡応答)

### 2章 MOSFETの基本動作

1. MOSFETの構造
2. 基本動作原理
3. MOSFETの直流特性
4. MOSFETの動作領域
5. 2次的効果

### 3章 ソース接地回路

1. nMOS増幅回路の基本構成
2. ソース接地増幅回路の入出力特性
3. ソース接地増幅回路の解析
4. ソース接地増幅回路の諸特性まとめ

### 4章 カレントミラー回路

1. カレントミラー回路の構成
2. カレントミラー回路の動作
3. チャネル長変調効果の影響

### 5章 オペアンプ回路

1. オペアンプの概要
2. オペアンプ基本回路

### 6章 論理回路

1. インバータの入出力特性
2. インバータの出力遅延
3. D-Latchの動作
4. D-FFの動作

# BL11 『システムLSI技術概論』 ～半導体の基礎とLSIの設計・製造工程～

**【ねらい】** デジタル・アナログの各設計コースで共通に必要な基礎知識として、半導体デバイスの構造・動作原理、デバイスを集積したLSIとしての製造方法、及び、LSI設計における設計階層・設計工程を理解する。

**【対象】** > 高校の物理・数学の知識を有する方で、半導体デバイス、集積回路の設計・製造に関する基礎知識を学びたい方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

## 【講座内容】

### 1章 半導体デバイスの基礎

1. 半導体
2. pn接合素子（ダイオード）
3. バイポーラ・トランジスタ
4. MOSトランジスタ
5. 半導体素子

### 2章 LSIの製造工程

1. LSIの製造手順
2. 前工程：ウェハプロセス
3. 後工程：パッケージ
4. LSIの検査

### 3章 LSIの設計工程

1. LSI概論
2. SoC概論
3. LSI設計概要
4. LSI設計工程
5. LSI設計の課題

## BL21 『Verilog-HDLによるデジタル回路設計（基礎編）』

【ねらい】 シミュレータを使用した例題を中心にVerilog-HDLの基本的な文法を学び、組合わせ回路および順序回路の基本的な記述ノウハウを習得する。Verilog-HDLを使った機能モジュールの設計ができ、論理合成によって得られる回路図との整合が取れるレベルを目指す。

【対象】 > 組合わせ回路や順序回路などのデジタル回路の基本を理解されている方で、Verilog-HDLを使ったデジタル回路設計の基本を身につけたい方。

【講義時間】 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 基本的な回路記述

1. HDL記述の基本構成
2. 簡単な組合わせ回路
3. 簡単なシミュレーション
4. 組合わせ回路記述方法の選択
5. インスタンス化
6. 組合わせ回路設計例

#### 2章 順序回路

1. 順序回路とは
2. フリップフロップ、レジスタの記述
3. カウンタ回路

## BL22 『Verilog-HDLによるデジタル回路設計（検証編）』

【ねらい】 信号機や自動販売機をモデルとした例題で示される仕様をVerilog-HDLを使って実現し、さらにその記述が仕様通りの動作をしているかどうかを検証する手法を学習する。仕様通りの設計とその論理検証が実施できるレベルを目指す。

【対象】 > Verilog-HDLの基本的な文法を知っている方で、Verilog-HDLを使ったデジタル回路設計・論理検証の基本を身につけたい方。

【講義時間】 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 Verilog-HDLによる論理回路の設計

1. LSIの開発フロー
2. 論理回路の設計手順

#### 2章 Verilog-HDLによる論理検証

1. 論理検証とは
2. 組合わせ回路の論理検証
3. 順序回路の論理検証
4. シミュレータによる検証
5. 例題による解説

#### 3章 ブランチング・プログラム・マシン

1. ブランチング・プログラム・マシン (BM)
2. BMの設計
3. BMのプログラム

# BL31 『LSIレイアウト設計の基礎』 ～セル設計とレイアウトパターンの基本を理解する～

**【ねらい】** 物理設計の基礎知識としてCMOS-LSIのプロセスに対応したレイアウト設計基準を学び、セルの回路図からレイアウトパターンをイメージし、逆にレイアウトパターンから回路図を抽出する力を身につける。

**【対象】** > 電気・電子回路の基礎、トランジスタの動作およびデジタル論理回路の基本を理解している方で、セル設計およびレイアウトパターン関連の基礎知識を学びたい方。

**【講義時間】** 1日間（7時間）

## 【講座内容】

### 1章 CMOSセル設計

1. CMOS基本素子の動作特性
2. デザインルール
3. LSIの設計階層と配線格子
4. セルライブラリ

### 2章 回路図とレイアウトパターンの対応

1. CMOS基本素子のレイアウト
2. レイアウト図の回路マッピング演習

# BL41 『電子機器の実装技術概論』

## ～基礎から実施例ならびに今後の動向～

【ねらい】 電子機器の実装を構成する要素技術からその周辺技術、解析・評価・設計技術そして最新技術のポイントまでを含めた実装技術全般に亘って学習し、全体を俯瞰する視点と基本的知識を得る。

【対象】

- 電子機器の設計・製造及び関連企業の新人や実務経験2～5年程度の回路技術設計者から工場技術者・生産技術者までものづくり企業に勤務する人。
- 異業種から、電子機器設計製造関連事業への参入を検討している企業の中堅技術者や技術管理者。

【講義時間】 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 実装階層と複雑多様化する実装技術

1. 実装技術の歴史と定義
2. 電子機器の実装階層と各階層の技術課題
3. 実装階層分割の良否評価
4. 複雑多様化する実装形態と実装効率

#### 2章 半導体デバイスとそのパッケージ動向

1. 半導体デバイスの歴史と動向
2. 半導体デバイスの集積度とデザインルール
3. MPUのクロックスピード動向とデバイス配線動向
4. 半導体デバイスの集積度と入出力端子数
5. 半導体デバイスの消費電力動向
6. 半導体デバイスのパッケージの歴史と種類と動向
7. マルチチップモジュール（MCM）の歴史と種類と動向
8. MCMの歩留りと発熱密度と冷却技術動向

#### 3章 配線板技術

1. 配線板の分類と高密度配線技術動向
2. 有機プリント配線板（PTH法）
3. ビルドアップ配線板の種類と特徴（B2itTM、ALIVH、SLC、etc.）
4. フレキシブルプリント配線板
5. ビルドアップ配線板技術の最新技術動向
6. 無機セラミック配線板
7. 金属配線板（メタルベース／メタルコア配線板）
8. 導体膜の密着強度評価
9. 層間ショート&絶縁層ピンホール問題とその評価手法
10. マイグレーション問題

#### 4章 組立技術

1. はんだ付けの歴史と各種はんだ（接合）材料
2. Sn-Pb系はんだの特性
3. はんだ濡れ性の定義とその評価法
4. はんだ付け技術とフラックス  
およびその洗浄
5. フローソルダリング技術
6. 一括リフローソルダリング技術  
および組立装置・設備
7. パッケージクラック問題  
およびマンハッタン現象
8. 鉛（Pb）フリー化と表面実装技術動向
9. 各種ベアチップ組み立て技術とその特徴比較
10. ワイヤボンディング技術  
および装置と狭ピッチ化動向
11. TAB（テープオートメーティッドボンディング）技術
12. フリップチップ技術と狭ピッチ化動向
13. 新圧接接合フリップチップ実装技術と接合抵抗評価・測定法



# BL41 『電子機器の実装技術概論』

## ～基礎から実施例ならびに今後の動向～

### 5章 封止技術と信頼性評価技術の基礎

1. 封止の必要性および各種封止技術と  
その特徴
2. 各種ノンハーメティック樹脂封止技術
3. トランスファモールディング技術
4. 樹脂封止法での湿気の侵入経路と  
その信頼性
5. 各種高信頼性ハーメティックシール  
技術とリーク率評価
6. 封止モジュールの初期不良と  
寿命ならびに故障率解析
7. 実装要素技術項目選択のポイントと  
実装構成材料の物性特

### 6章 各種解析・評価・設計技術事例

1. 膜解析・評価技術
2. 電気信号伝搬特性解析の基礎
3. デバイスの高速化に伴う配線  
および絶縁層材料動向
4. 各種実装形態と電気信号伝搬特性
5. 熱解析・放熱設計技術の基礎
6. MCMの定常&非定常熱解析事例
7. B2it™配線板のサーマルビア特性  
解析事例
8. 構造解析技術の基礎
9. 半導体パッケージの応力解析事例
10. サファイヤ窓付きMCMの  
構造強度解析事例

### 7章 超高密度実装技術とその動向

1. 携帯電話の実装技術
2. ベアチップ三次元実装技術  
(COC&TSV&2.5Dおよび3D実装)
3. パッケージ三次元実装技術
4. 超高密度ASIC&GA組込MCM  
三次元実装技術
5. ウェハ三次元実装技術 (WOW)
6. 埋め込み三次元実装技術
7. 配線板/パッケージ/デバイスの  
技術融合と今後の動向

# BP11 『組込みC言語プログラミング基礎』 ～マイコンI/O操作、高信頼性コーディングまで～

【ねらい】 組込みソフトウェア開発の前提知識としてのC言語プログラミングを、コンパイラを用いた演習を通じて修得する

【対象】 C言語以外のプログラム言語（JAVA, BASIC, HTML, SQLなど）を履修の方で  
➤ 組込みソフトウェア技術者をめざす方。  
➤ これからソフトウェアに関する学習を始める方。  
➤ その他ソフトウェア開発に関心がある方。

【講義時間】 2～3日間（14～21時間）

## 【講座内容】

1章 組込みシステムの概要

2章 Cプログラミング概要

3章 変数と型

4章 式と演算子

5章 制御

6章 関数

7章 配列

8章 ポインタ

9章 構造体

10章 組込みCプログラミング

付録 コーディングガイドライン（要旨）

## BM11 『組込マイコン開発の基礎知識』

**【ねらい】** マイコンの基本アーキテクチャーと周辺I/Oを理解する。さらに8ビットマイコンボードとソフトウェア開発ツールを用いて簡単な組込みソフトウェアのプログラムを作成・動作確認することにより、マイコンのプログラム作成に必要な基礎知識を修得し、組込みソフトウェア開発の流れを把握する。

**【対象】** 簡単なC言語プログラムが作成できる方で、  
➤ マイコンのアーキテクチャーの知識を習得したい方。  
➤ マイコンのソフトウェア開発技術を習得したい方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

### 【講座内容】

#### 1章 マイコンの基本

1. マイコンの歴史と応用分野
2. 2進数と論理演算
3. マイコンの基本構成と動作
4. CPUの構成と命令セット
5. クロックと命令の実行
6. マシン語と高級言語  
コラム

#### 2章 内蔵周辺I/O

1. 内蔵周辺I/Oの概要
2. ポート
3. 割り込み（ハードウェア編）
4. 割り込み（ソフトウェア編）
5. タイマー
6. シリアル通信
7. A/D、D/Aコンバータ
8. DMA

#### 3章 C言語による開発環境

1. マイコン開発手法
2. マイコン開発環境
3. マイコンの規格と電気的特性

#### 4章 スタートアップルーチン

1. スタートアップルーチンとその役割
2. スタートアップルーチンの場所

# BM21 『マイコンハードウェア制御のノウハウ』

**【ねらい】** OSレスの組込みシステムにおいてリアルタイム処理システム等を開発するための、マイコンハードウェア制御の基本とノウハウを、座学とプログラミング実習（ARMマイコンボード）を通して学ぶ。特に、割り込み、DMA、タイマ等の扱いを取り上げ、開発時に遭遇するトラブルへの対処方法を事例研究を通して理解を深める。

**【対象】** ➤ C言語での組込みシステム開発経験が1年以上ある方。

**【講義時間】** 2日間（14時間）

## 【講座内容】

### 1章 マイコンの資源

1. ボード
2. CPU
3. A/Dコンバータ、D/Aコンバータ
4. シリアル通信
5. その他
6. 確認問題

### 2章 割り込み

1. 割り込み処理の流れ
2. 多重割り込み
3. NMI
4. 排他制御
5. 割り込み処理事例研究
6. 確認問題
7. 実習：外部割り込み処理 1

### 3章 タイマ

1. タイマの必要性、適用シーン
2. タイマの種類
3. タイマの事例研究
4. 確認問題
5. 実習：タイマ割り込み処理 1

### 4章 DMA

1. DMAの必要性
2. DMAコントローラとDMAの種類
3. DMA転送の実際
4. DMA事例研究
5. 確認問題
6. 実習：DMAによるメモリ間転送

### 5章 その他事例研究

1. CPU関連の事例研究
2. メモリアクセス関連の事例研究
3. デバイスアクセス関連の事例研究

### 6章 演習

- |       |                |
|-------|----------------|
| 演習 1  | タイマ割り込み処理 2    |
| 演習 2  | ウォッチドッグタイマ     |
| 演習 3  | 外部割り込み処理 2     |
| 演習 4  | 外部割り込み処理 3     |
| 演習 5  | 外部割り込み処理 4     |
| 演習 6  | ポーリング 1        |
| 演習 7  | ポーリング 2        |
| 演習 8  | DMA            |
| 演習 9  | OSレスシステムの設計演習  |
| 演習 10 | 画像処理（高度）       |
| 演習 11 | 通信処理（高度）       |
| 演習 12 | プログラム不具合解析（高度） |

## BM31 『リアルタイムシステム設計の基礎』

**【ねらい】** 組込みソフトウェアにおいてマルチタスク等を実現するのに必要なリアルタイムOSについて、実際のプログラムを組んでOSの使い方を修得する。

**【対象】** > C言語でマイコンのプログラミング経験がある方。

**【講義時間】** 1日間（7時間）

### 【講座内容】

#### 1章 OSの基礎

1. コンピュータの構成
2. オペレーティングシステムとは
3. マルチプロセスシステム

#### 2章 リアルタイムOSの原理

1. 組込みシステム
2. 組込みソフトウェア
3. リアルタイムOSとは
4. タスク
5. 排他制御
6. セマフォ
7. タスクの設計

