



当財団の長期にわたる技術人材育成の取組が高く評価され、「第8回ものづくり日本大賞(人材育成部門)」において、「経済産業大臣賞」を受賞いたしました。

# 福岡半導体リスキリングセンター

## 技術者育成講座 講座ガイド

2026年2月版

# 技術者育成講座 講座ガイド

1. 福岡半導体リスキリングセンター	.....	3
2. 福岡IST e-learning	.....	4
3. 講座体系	.....	5~13
① 半導体 分野	.....	6~7
② 電気・電子回路 分野	.....	8
③ 通信ネットワーク 分野	.....	9
④ 組み込み・プログラミング 分野	.....	10~11
⑤ 自動車・MBD・モータ制御 分野	.....	12
⑥ 画像処理・AI・データサイエンス 分野	.....	13
4. 講座詳細	.....	14~83

# 1. 福岡半導体リスキリングセンター

「福岡半導体リスキリングセンター」は、半導体分野やデジタル産業分野の重要技術に精通した人材を育成するため設立されました。講座の提供を通して、福岡県をはじめ九州・全国で活躍する人材の育成を支援します。

## 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

財団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。



講義風景例



実習機材例

## 受講者数

目標：5年間（令和5～9年）で25,000名を育成

実績：令和5～6年度で10,248名（達成率128%）



### 【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  
(公財) 福岡県産業・科学技術振興財団 (ふくおかアイスト)  
福岡半導体リスキリングセンター  
TEL: 092-822-1550 FAX: 092-832-7158  
E-mail: [reskilling\\_contact@ist.or.jp](mailto:reskilling_contact@ist.or.jp)  
URL: <https://reskilling.ist.or.jp/>

## 2. ふくおかIST e-learning

「ふくおかIST e-learning」では、全国の大学教授・現役技術者等による技術研修をe-learning講座として提供しております。

### 受講できるコンテンツ

法人単位でも個人単位でも受講できるe-learning講座として提供しております。

#### e-ラーニング(動画配信)講座

あらかじめ収録した講義動画をオンライン上で視聴するタイプの講座です。確実に理解できるようになるまで自分のペースで学習を進めることができます。※ただし、各講座には受講期限があります。

#### ハイブリッド研修(動画配信+ライブ講義)

講義動画による自主学習後、各講師によるライブ講義を受講できます。ライブ講義の日程をペースメーカーとすることで学習のモチベーションを高く保つことができます。

#### アーカイブ配信

過去に開催した公開講座（セミナー）等をアーカイブ配信いたします。

### 法人研修でのご利用

ご関心のある研修担当者様は、[お問い合わせフォーム](#)又は「福岡半導体リスキリングセンター」の[ホームページ](#)からお気軽にお問い合わせください。

### 講座分野



半導体



電気・電子回路



通信ネットワーク



プログラミング・  
組み込み・IoT



自動車・MBD・  
モータ制御



画像処理・AI・  
データサイエンス



ふくおかIST e-learning

公益財団法人 福岡県産業・科学技術振興財団

URL: <https://e-learning.ist-college.org/>

## 3. 講座体系

# ① 半導体 分野 (1/2)

講座名	レベル	日数	分類記号	掲載
よくわかる半導体超入門Ⅰ～半導体ってどんなもの～	☆☆☆ 入門	3時間	BL15	<a href="#">P.15</a>
よくわかる半導体超入門Ⅱ～半導体のしくみ～	☆☆☆ 入門	2時間	BL16	<a href="#">P.16</a>
よくわかる半導体超入門Ⅲ～半導体の作り方～	☆☆☆ 入門	2時間	BL17	<a href="#">P.17</a>
半導体設計概論	★☆☆ 初級	1日	BL18	<a href="#">P.18</a>
半導体設計プロセス	★☆☆ 初級	0.5日	BL13	<a href="#">P.19</a>
半導体製造プロセス概論	★☆☆ 初級	1.5日	BL12	<a href="#">P.20</a>
<b>FY2025 NEW</b> 半導体と実装基板のめっき・表面処理技術 ～基板信頼性を支えるキーテクノロジー～	★★☆ 中級	1日	MG01	<a href="#">P.21</a>
Verilog-HDLによるデジタル回路設計（基礎編）	★☆☆ 初級	2日	BL21	<a href="#">P.22</a>
Verilog-HDLによるデジタル回路設計（検証編）	★☆☆ 初級	2日	BL22	<a href="#">P.23</a>
VHDLによるデジタル回路設計	★☆☆ 初級	3～4日	BL23	<a href="#">P.24</a>
SystemVerilogによる論理回路の構造化設計（RTL編）	★☆☆ 初級	2日	BL24	<a href="#">P.25</a>

次頁に続く

# ① 半導体 分野 (2/2)

	講座名	レベル	日数	分類記号	掲載
FY2025 NEW	オープンソースEDAによるアナログIC設計演習（回路編）	★☆☆ 初級	2日	BS01	<a href="#">P.26</a>
FY2025 NEW	オープンソースEDAによるアナログIC設計演習（レイアウト編）	★☆☆ 初級	2日	BS02	<a href="#">P.27</a>
	L S I 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～	★☆☆ 初級	1日	BL31	<a href="#">P.28</a>
FY2025 REVISED	アナログIC設計基礎	★☆☆ 初級	1日	BL19	<a href="#">P.29</a>
FY2025 NEW	半導体後工程の基礎	★☆☆ 初級	0.5日	BL62	<a href="#">P.30</a>
	半導体実装概論	★☆☆ 初級	1日	BL61	<a href="#">P.31</a>
	基礎から学ぶ半導体の品質・信頼性工学	★☆☆ 初級	1日	BL91	<a href="#">P.32</a>
	システム L S I 技術概論 ～半導体の基礎と L S I の設計・製造工程～	★★☆ 中級	2日	BL11	<a href="#">P.33</a>
	半導体設計ノウハウ	★★☆ 中級	2日	BL51	<a href="#">P.34</a>
	パワー半導体の基礎	★☆☆ 初級	2日	MC31	<a href="#">P.35</a>
	CMOSイメージセンサーの基礎	★☆☆ 初級	1日	BL20	<a href="#">P.36</a>

## ② 電気・電子回路 分野

講座名	レベル	日数	分類記号	掲載
電気回路入門	☆☆☆ 入門	2日	BC11	<a href="#">P.37</a>
電気回路とトランジスタの基礎	★☆☆ 初級	2日	BC21	<a href="#">P.38</a>
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～	★★☆ 中級	2日	BC31	<a href="#">P.39</a>
電子回路解析の基礎 ～LTspiceシミュレーションで回路動作を理解する～	★★☆ 中級	2日	BC71	<a href="#">P.40</a>
デジタル論理回路の基礎	★☆☆ 初級	2～3日	BC41	<a href="#">P.41</a>
信号処理の基礎 ～信号処理に必要な数学的基礎を学ぶ～	★★☆ 中級	2日	BC51	<a href="#">P.42</a>
アナログフィルタ回路設計の基礎	★★★ 上級	2日	BC61	<a href="#">P.43</a>
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～	★★☆ 中級	3日	MC11	<a href="#">P.44</a>
インバータの設計と応用	★★★ 上級	2日	MC21	<a href="#">P.45</a>

次頁に続く

### ③ 通信ネットワーク 分野

講座名	レベル	日数	分類記号	掲載
通信ネットワーク概論 ～パケットをモニタしながら理解する～	★☆☆ 初級	2日	MN11	<a href="#">P.46</a>
通信ネットワーク実習 ～ネットワークプログラミングを実習を通して習得する～	★☆☆ 初級	2日	MN12	<a href="#">P.47</a>
無線通信技術の基礎	★★☆ 中級	2日	MW11	<a href="#">P.48</a>

## ④ 組込み・プログラミング 分野 (1/2)

講座名	レベル	日数	分類記号	掲載
組込みソフトウェア開発入門	☆☆☆ 入門	2日	BM51	<a href="#">P.49</a>
組込みマイコン開発の基礎	★☆☆ 初級	2～3日	BM11	<a href="#">P.50</a>
組込みシステム開発の基礎知識	★☆☆ 初級	2～4日	BM12	<a href="#">P.51</a>
マイコンハードウェア制御ソフト	★☆☆ 初級	2日	BM41	<a href="#">P.52</a>
リアルタイムシステム設計の基礎	★☆☆ 初級	1～2日	BM31	<a href="#">P.53</a>
モデリング手法と統一モデリング言語 UML	★☆☆ 初級	2日	CS11	<a href="#">P.54</a>
状態遷移モデルに基づく組込みソフトウェア設計	★★☆ 中級	2日	CS31	<a href="#">P.55</a>
ソフトウェアテスト手法 ～さまざまな方法論を演習を通して理解する～	★☆☆ 初級	1～2日	CQ61	<a href="#">P.56</a>
<b>FY2025 NEW</b> 組込みマイコン開発 アドバンスド 1	★★☆ 中級	2～3日	BM61	<a href="#">P.57</a>
<b>FY2025 NEW</b> 組込みシステム開発の基礎知識と総合演習 ～C言語基礎から組込みシステム開発～	★☆☆ 初級	14日	BM13	<a href="#">P.58</a>

次頁に続く

## ④ 組み込み・プログラミング 分野 (2/2)

講座名	レベル	日数	分類記号	掲載
組み込み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～	★☆☆ 初級	2～3日	BP11	<a href="#">P.59</a>
組み込みC言語プログラミング実践 ～高度なプログラミング技術と実装のパターン～	★★☆ 中級	2～3日	BP12	<a href="#">P.60</a>
C言語プログラミング道場 <初級>	★☆☆ 初級	2～3日	BP31	<a href="#">P.61</a>
C言語プログラミング道場 <中級>	★★☆ 中級	2～4日	BP32	<a href="#">P.62</a>
<span style="background-color: #e0f2f1; padding: 2px;">FY2025 REVISED</span> 組み込みLinux 初級 ～基本的なLinuxプログラミング技術を習得する～	★☆☆ 初級	2～3日	BP21	<a href="#">P.63</a>
組み込みLinux 中級 ～カーネルの構築とデバイスドライバ作成～	★★☆ 中級	2～3日	BP22	<a href="#">P.64</a>
組み込みソフト開発における高信頼化プログラミング ～MISRA-Cによる安全なコーディング方法～	★★☆ 中級	2日	CQ51	<a href="#">P.65</a>

## ⑤ 自動車・MBD・モータ制御 分野

	講座名	レベル	日数	分類記号	掲載
	自動車工学の基礎知識 ～自動車の基本のしくみと機能～	☆☆☆ 入門	1～2日	MV11	<a href="#">P.66</a>
FY2025 REVISED	車載ネットワーク概論	★☆☆ 初級	1～2日	MN31	<a href="#">P.67</a>
FY2025 REVISED	モデルベース開発（MBD）の基礎 ～MATLABによる制御システムのモデル化とシミュレーション～	★☆☆ 初級	1～2日	CS51	<a href="#">P.68</a>
	電動化自動車パワートレインのモデリングと制御基礎	★★☆ 中級	1日	MV31	<a href="#">P.69</a>
	エンジン制御のためのモデルベース設計概論	★★☆ 中級	2日	CS41	<a href="#">P.70</a>
	エンジン制御のためのモデルベース設計実習 ～MATLAB/Simulinkによるエンジン制御ソフト開発～	★★★ 上級	2日	CS42	<a href="#">P.71</a>
	モータ制御の基礎（導入編） ～マイコンによるPWM制御を理解する～	★☆☆ 初級	1～2日	MM21	<a href="#">P.72</a>
	モータ制御の基礎（実践編） ～DCモータ制御実習～	★☆☆ 初級	2日	MM22	<a href="#">P.73</a>
	モータ制御システムの設計 ～MATLABによるDCモータ制御システム設計～	★★☆ 中級	2日	MM31	<a href="#">P.74</a>
	P Mモータのベクトル制御	★★☆ 中級	3日	MM11	<a href="#">P.75</a>

## ⑥ 画像処理・AI・データサイエンス 分野

講座名	レベル	日数	分類記号	掲載
画像処理・圧縮の基礎	★☆☆ 初級	1～2日	MP11	<a href="#">P.76</a>
画像パターン認識・マシンビジョンの基礎	★★☆ 中級	2日	MP21	<a href="#">P.77</a>
<b>FY2025 NEW</b> 生成AIと半導体	★☆☆ 初級	1日	MA01	<a href="#">P.78</a>
AI（人工知能）技術の基礎知識	★☆☆ 初級	2日	MA11	<a href="#">P.79</a>
実装して理解する データサイエンス・AI技術の基礎 ～重回帰分析・決定木・ディープラーニング～	★☆☆ 初級	2日※	MD51	<a href="#">P.80</a>
Pythonで学ぶ統計・データサイエンスの基礎 ～記述統計、推測統計、統計分析～	★☆☆ 初級	1～2日	MD21	<a href="#">P.81</a>
Pythonで学ぶ時系列データ分析 ～因果分析・モデル化・予測・異常検知・機械学習～	★★☆ 中級	1～2日	MD31	<a href="#">P.82</a>
Pythonで学ぶディープラーニング実践 ～データ取得・学習・モデル作成・認識、一連の流れを演習～	★★☆ 中級	3日	MA21	<a href="#">P.83</a>

## 4. 講座詳細

よくわかる半導体超入門Ⅰ ～半導体ってどんなもの～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning		
		BL15	半導体	☆☆☆ 入門	0.4 日	30名	可能	有		
概要	導体の価値や種類や応用製品を知り、更に半導体の歴史やビジネス構造や将来性なども知ることで、半導体に興味を持ってもらう講座です。					<b>学習環境</b> ・テキスト よくわかる半導体超入門ⅠⅡⅢを まとめて1日でも開催します				
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体の基礎やデジタルについて学びたい方。</li> <li>これから半導体業界に入っていく方や入って間もない方。</li> </ul>									
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体の価値を知る。</li> <li>半導体の主要デバイスを知る。</li> <li>半導体業界を知る。</li> <li>デジタル処理やDXと半導体の関係を知る。</li> </ul>									
内容	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border-right: 1px dotted black;">           1章 情報社会を支える半導体           <ol style="list-style-type: none"> <li>「デジタル」って何？</li> <li>なぜ「デジタル」が重要なのか？</li> <li>半導体でつくられるトランジスタと集積回路</li> <li>「半導体（はんどうたい）」って何？</li> <li>社会生活に浸透した半導体～ほぼすべての電子機器に含まれる～</li> <li>半導体は、小型、高性能、低消費電力</li> </ol>           2章 さまざまな半導体           <ol style="list-style-type: none"> <li>ロジック／メモリ／光／センサー／パワー／アナログ</li> <li>ロジック・メモリ 半導体がやっていること</li> <li>光 半導体がやっていること</li> <li>センサー 半導体がやっていること</li> <li>パワー 半導体がやっていること</li> <li>アナログ 半導体がやっていること</li> </ol>           3章 コンピュータの動作原理から半導体の役割を理解する           <ol style="list-style-type: none"> <li>コンピュータはどうやって動作する？</li> <li>マイクロプロセッサができること</li> <li>AIチップの正体とは？</li> </ol> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           4章 半導体の歴史           <ol style="list-style-type: none"> <li>真空管、トランジスタ、集積回路（IC）</li> <li>ゲルマニウムからシリコンへ</li> <li>ムーアの法則</li> <li>スケーリング則</li> <li>主な微細化技術</li> <li>日本の半導体</li> </ol>           5章 半導体の設計と製造           <ol style="list-style-type: none"> <li>半導体業界の構造 製造に関する4つの形態</li> <li>半導体は様々な技術に支えられている！</li> <li>それぞれを中心にした業種間の関係</li> </ol>           6章 半導体のこれから：AI/IoT/DX/GXへ           <ol style="list-style-type: none"> <li>半導体市場</li> <li>目覚ましいスピードで進化する「半導体」と「コンピュータ」と「応用」</li> <li>DXと半導体</li> <li>GXと半導体</li> </ol> </td> </tr> </table>								1章 情報社会を支える半導体 <ol style="list-style-type: none"> <li>「デジタル」って何？</li> <li>なぜ「デジタル」が重要なのか？</li> <li>半導体でつくられるトランジスタと集積回路</li> <li>「半導体（はんどうたい）」って何？</li> <li>社会生活に浸透した半導体～ほぼすべての電子機器に含まれる～</li> <li>半導体は、小型、高性能、低消費電力</li> </ol> 2章 さまざまな半導体 <ol style="list-style-type: none"> <li>ロジック／メモリ／光／センサー／パワー／アナログ</li> <li>ロジック・メモリ 半導体がやっていること</li> <li>光 半導体がやっていること</li> <li>センサー 半導体がやっていること</li> <li>パワー 半導体がやっていること</li> <li>アナログ 半導体がやっていること</li> </ol> 3章 コンピュータの動作原理から半導体の役割を理解する <ol style="list-style-type: none"> <li>コンピュータはどうやって動作する？</li> <li>マイクロプロセッサができること</li> <li>AIチップの正体とは？</li> </ol>	4章 半導体の歴史 <ol style="list-style-type: none"> <li>真空管、トランジスタ、集積回路（IC）</li> <li>ゲルマニウムからシリコンへ</li> <li>ムーアの法則</li> <li>スケーリング則</li> <li>主な微細化技術</li> <li>日本の半導体</li> </ol> 5章 半導体の設計と製造 <ol style="list-style-type: none"> <li>半導体業界の構造 製造に関する4つの形態</li> <li>半導体は様々な技術に支えられている！</li> <li>それぞれを中心にした業種間の関係</li> </ol> 6章 半導体のこれから：AI/IoT/DX/GXへ <ol style="list-style-type: none"> <li>半導体市場</li> <li>目覚ましいスピードで進化する「半導体」と「コンピュータ」と「応用」</li> <li>DXと半導体</li> <li>GXと半導体</li> </ol>
1章 情報社会を支える半導体 <ol style="list-style-type: none"> <li>「デジタル」って何？</li> <li>なぜ「デジタル」が重要なのか？</li> <li>半導体でつくられるトランジスタと集積回路</li> <li>「半導体（はんどうたい）」って何？</li> <li>社会生活に浸透した半導体～ほぼすべての電子機器に含まれる～</li> <li>半導体は、小型、高性能、低消費電力</li> </ol> 2章 さまざまな半導体 <ol style="list-style-type: none"> <li>ロジック／メモリ／光／センサー／パワー／アナログ</li> <li>ロジック・メモリ 半導体がやっていること</li> <li>光 半導体がやっていること</li> <li>センサー 半導体がやっていること</li> <li>パワー 半導体がやっていること</li> <li>アナログ 半導体がやっていること</li> </ol> 3章 コンピュータの動作原理から半導体の役割を理解する <ol style="list-style-type: none"> <li>コンピュータはどうやって動作する？</li> <li>マイクロプロセッサができること</li> <li>AIチップの正体とは？</li> </ol>	4章 半導体の歴史 <ol style="list-style-type: none"> <li>真空管、トランジスタ、集積回路（IC）</li> <li>ゲルマニウムからシリコンへ</li> <li>ムーアの法則</li> <li>スケーリング則</li> <li>主な微細化技術</li> <li>日本の半導体</li> </ol> 5章 半導体の設計と製造 <ol style="list-style-type: none"> <li>半導体業界の構造 製造に関する4つの形態</li> <li>半導体は様々な技術に支えられている！</li> <li>それぞれを中心にした業種間の関係</li> </ol> 6章 半導体のこれから：AI/IoT/DX/GXへ <ol style="list-style-type: none"> <li>半導体市場</li> <li>目覚ましいスピードで進化する「半導体」と「コンピュータ」と「応用」</li> <li>DXと半導体</li> <li>GXと半導体</li> </ol>									



よくわかる半導体超入門Ⅱ ～半導体のしくみ～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		BL16	半導体	☆☆☆ 入門	0.3 日	30名	可能	有	
概要	半導体がどのようなしくみで動いているのか、わかり易く解説することで、半導体に興味を持ってもらう講座です。						<b>学習環境</b> ・テキスト  よくわかる半導体超入門ⅠⅡⅢを まとめて1日でも開催します		
	受講対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体の基礎について学びたい方。</li> <li>これから半導体業界に入っていく方や入って間もない方。</li> </ul>							
	予備知識								
到達目標	半導体のしくみを説明できる。								
内容	1章 導体・絶縁体と半導体を実験で学ぼう  2章 導体・絶縁体と半導体を分ける構造上の違いは何か 1. 導体と絶縁体の違い 2. 伝導電子 3. 原子モデルとバンド図 4. 導体・絶縁体と半導体			4章 シリコン不純物半導体（p型半導体とn型半導体） 1. n型半導体 2. n型半導体の電子の動き 3. p型半導体 4. p型半導体の電子の動き 5. 導体・n型半導体・p型半導体の電子移動の比較 イメージ  5章 ダイオードの構造と動作 1. 順バイアス 2. 逆バイアス 3. ダイオードの動作  6章 MOSFETの構造と動作 1. MOSFETのスイッチング動作 2. プレーナゲート Nチャネル MOSFETの構造と動作					
	3章 半導体入門 シリコン真性半導体 1. 真性半導体 2. 二酸化シリコン								



よくわかる半導体超入門Ⅲ ～半導体の作り方～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		BL17	半導体	☆☆☆ 入門	0.3 日	30名	可能	有	
概要	半導体の製造の作り方を、わかり易く解説することで、半導体に興味を持ってもらえるようになる講座。					<b>学習環境</b> ・テキスト よくわかる半導体超入門ⅠⅡⅢを まとめて1日でも開催します			
	受講対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体の基礎について学びたい方。</li> <li>これから半導体業界に入っていく方や入って間もない方。</li> </ul>							
	予備知識								
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体の製造工程の概要が分かる。</li> </ul>								
内容	1章 はじめに 1. ICの構造と動作 2. 原材料からシリコンウエハが出来るまで、ICが出来るまで				4章 シリコンウエハに MOSFET を作ってみよう 1. IC設計 2. 3章で学んだ装置を使って、シリコンウエハにMOSFET を作ってみよう				
	2章 原材料からシリコンウエハが出来るまで 1. 珪石から高純度多結晶シリコン（ポリシリコン）をつくる 2. 単結晶（n型半導体）シリコンインゴットをつくる 3. シリコンウエハをつくる				5章 半導体素子の後工程 IC が出来るまで 6章 製造工程の紹介 動画（小型パワー半導体：DIPIPM） （6章の動画はe-learningにはありません）				
3章 半導体素子の前工程 代表的な加工装置 1. 半導体の製造に使われる主な製造装置 2. 成膜装置 3. レジスト塗布装置 4. 露光装置 5. 現像装置 6. エッチング装置 7. イオン注入装置 8. 熱拡散装置									

半導体設計概論		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BL18	半導体	★☆☆ 初級	1日	30名	可能	有
概要	本講座は、半導体設計に関する基本的な概念や技術を習得することを目的としています。半導体の発展の歴史や設計プロセスの全体像を理解し、デジタルとアナログ回路を含むシステムLSIがどのように設計されているのかを学びます。加えて、EDAツールの要素技術、プロセッサ・メモリなどの性能指標、構造や特徴について解説します。					学習環境 ・テキスト		
受講対象 ・ 予備知識	半導体設計に興味がある方で、「よくわかる半導体超入門ⅠⅡⅢ」を受講または同等の知識を有する方。事前の専門知識は必要ありませんが、高校の数学や物理学の基礎知識があると理解が深まります。							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体70年の歴史の中でLSIの設計がどのように発展変貌して来たかを理解します。</li> <li>システムLSIの設計フローを理解し、その各設計プロセスについてしっかりと理解し、システムLSIがどのような機能ブロックから構成されていて、夫々の回路の特徴や果たしている役割を理解します。</li> <li>システムLSIを設計するために欠かせない設計ツール、ライブラリ、IPの役割を理解します。</li> </ul>							
内容	1章 半導体の歴史と産業構造  2章 半導体設計 1 半導体設計の概要 2 設計の階層構造 3 アナログ設計要素技術 4 デジタル設計要素技術 5 EDA 6 EDA要素技術		3章 各種設計カテゴリーの特徴 1 アナログ 2 プロセッサ 3 メモリ 4 センサ 5 SoC					



半導体設計プロセス		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BL13	半導体	★☆☆ 初級	0.5 日	30名	可能	有
概要	半導体設計プロセスの概要をアナログ回路、デジタル回路に分けて学び、その中の各設計プロセスについて具体的内容や手順を学ぶための講座です。					<b>学習環境</b> ・テキスト		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体の設計プロセスの基礎知識を学びたい方。</li> <li>・高校の物理・数学の知識を有する方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体設計プロセスの全体の流れ、アナログ回路及びデジタル回路での設計プロセスの概要、更に各個別プロセスの詳細を習得する。</li> </ul>							
内容	1章 LSIと設計技術 1. LSIの分類 2. 設計技術の発展  2章 LSI設計概要 1. LSI設計フロー 2. LSI設計工程概要 ・アナログ回路 ・デジタル回路		⋮	3章 LSI設計プロセス 1. PDKとライブラリ 2. 仕様設計 3. 機能／論理設計 4. レイアウト設計 5. レイアウト検証 6. テスト				



半導体製造プロセス概論		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		BL12	半導体	★☆☆ 初級	1日	30名	可能	有	
概要	半導体（n型、p型）とはどういうものか、またその性質を理解するのに必要なエネルギーバンド図とキャリア（電子・正孔）および固定電荷について学習、更に半導体の主要デバイスであるMOSトランジスタの構造と特性について理解し、そして半導体製造プロセスで主要な技術の概要とその変遷を学び、基本となるプレーナ型MOSトランジスタの製造プロセスとその個別プロセス及び要素技術について理解するための講座です。						<b>学習環境</b> ・テキスト		
	受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体の製造プロセスの基礎知識を学びたい方。</li> <li>高校の物理・数学の知識を有する方。</li> </ul>							
	到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体のしくみを説明でき、半導体の主要デバイスを知る。</li> <li>半導体製造プロセスの全体の流れ、前工程及び後工程の個別プロセスの詳細を習得する。</li> </ul>							
内容	1章 インTRODクシヨン <ul style="list-style-type: none"> <li>身近な半導体</li> <li>なぜ半導体？</li> <li>半導体がやっていること</li> </ul>			3章 半導体デバイス・プロセス技術概略 <ol style="list-style-type: none"> <li>MOSデバイス、プロセス技術の歴史と現在</li> <li>パワーデバイスデバイス、プロセス技術</li> </ol>					
	2章 半導体物性と応用 <ol style="list-style-type: none"> <li>半導体とは？</li> <li>pn接合</li> <li>MOS トランジスタ</li> <li>半導体の応答とその応用素子</li> </ol>			4章 半導体の製造工程概略 <ol style="list-style-type: none"> <li>MOSTランジスタ製造工程（プレーナー型MOS）</li> <li>前工程（ウエハプロセス）要素技術</li> <li>後工程：個別素子パッケージ、SiP・3次元実装</li> </ol>					



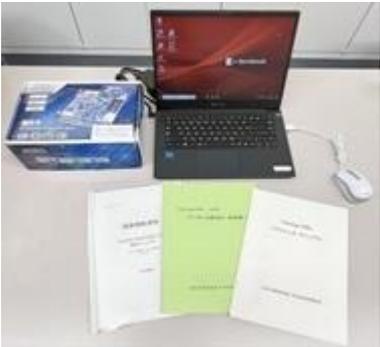
## 半導体と実装基板のめっき・表面処理技術 ～基板信頼性を支えるキーテクノロジー～

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
MG01	半導体	★★☆ 中級	1日	30名	可能	準備中

概要	半導体やその実装基板に用いられるめっき・表面処理技術について、基礎理論から製造プロセス、装置構成、管理方法まで体系的に学ぶ講座です。電解・無電解銅めっきやNi/Au、Snなどの各種めっきに加え、バンプ形成、ファンアウトPKG, TSV製造など最新の技術動向も紹介し、実装技術者や製造担当者が現場で活用できる実践的な知識の習得を目指します	学習環境 ・テキスト
	受講対象 予備知識	
	到達目標	

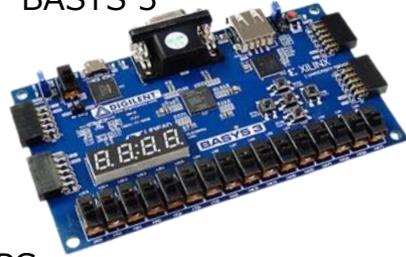
- ・半導体や基板製造、実装技術に関心のある技術者。
  - ・化学・材料・電気の基礎知識と半導体プロセスの初級レベルの知識があると理解が深まります。
- ・半導体実装基板で用いられる多様なめっき・表面処理技術の種類と原理、製造プロセスを理解し、用途に応じた適切な選定ができる。
- ・プロセス設計・材料選定・信頼性評価の観点から、実務に直結する知識と考え方を身につける。

内容	第1章 はじめに 1-1 「めっき技術」の展望 1-2 各種半導体実装基板で用いられるめっき技術  第2章 いろいろな半導体実装基板と製造プロセス 2-1 既存の半導体実装基板 2-2 最近登場の半導体実装基板  第3章 めっきと電気化学 3-1 電気化学は電気学と化学の融合 3-2 めっきに適用する電気化学手法  第4章 導体形成のための銅めっき 4-1 導体形成のプロセス 4-2 電解銅めっき 4-2-1 電解銅めっき設備 4-2-2 電解銅めっき液 4-2-3 添加剤, フィルドピア 4-2-4 めっき液の管理方法 4-3 無電解銅めっき 4-3-1 無電解めっきの原理 4-3-2 前処理プロセス 4-3-3 無電解銅めっき液 4-3-4 フルアディティブプロセス 4-4 銅めっき皮膜の機械的特性	第5章 電流密度分布(めっき膜厚分布) 5-1 電流密度分布の理論 5-2 膜厚均一化の手法  第6章 接合のための表面処理 6-1 表面処理の目的 6-2 各種電解めっき 6-2-1 Ni/Auめっき 6-2-2 Sn, はんだめっき 6-2-3 バンプめっき 6-2-4 リードフレームのめっき 6-3 各種無電解めっき 6-3-1 無電解Ni/Auめっき 6-3-2 無電解Ni/Pd/Auめっき 6-3-3 置換Snめっき 6-3-4 OSP (Organic Solderability Preservative) 6-3-5 UBM (Under Bump Metallurgy)  第7章 リサイクルと持続可能性 7-1 金属資源のリサイクル 7-2 持続可能性と環境課題  第8章 おわりに 8-1 半導体 基板が無ければ ただの石 8-2 AIもめっきがなければ動かない
----	--	--

Verilog-HDLによるデジタル回路設計 (基礎編)		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		BL21	半導体	☆☆☆ 初級	2日	20名	可能 ※要相談	有	
概要	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、組み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。						<b>学習環境</b> ・テキスト ・FPGA開発ボード Altera DE-1  ・PC Verilogシミュレータ ModelSim-Altera FPGAシミュレータ Quartus II WebEdition		
	受講対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・組み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。</li> <li>・BC41『デジタル論理回路の基礎』を受講済みか同等レベルの方。</li> </ul>							
	予備知識								
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Verilog-HDLにより10進→2進エンコーダ／2進→10進デコーダの回路を記述できる。 テストベクタ記述を作成し、論理シミュレーションおよびFPGAボードでの動作確認とデバッグが行える。</li> <li>・基本的な順序回路であるバイナリカウンタやBCDカウンタの記述と論理シミュレーションを行い、FPGAボード上で回路動作の確認、デバッグが行える。</li> </ul>								
内容	1章 基本的な回路記述 1. HDL記述の基本構成 2. 簡単な組み合わせ回路 3. 簡単なシミュレーション 4. 組み合わせ回路記述方法の選択 5. インスタンス化 6. 組み合わせ回路設計例			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			 教材一式		

Verilog-HDLによるデジタル回路設計 (検証編)		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BL22	半導体	☆☆☆ 初級	2日	30名	可能 ※要相談	有
概要	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演習中心の講座。					<b>学習環境</b> ・テキスト  ・PC Verilogシミュレータ ModelSim-Altera		
受講対象 予備知識	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。							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Verilog-HDLを用いた開発工程での検証の目的と方法を理解する。</li> <li>・信号機などの状態遷移図を作成して、Verilog-HDL記述に落とし込める。</li> <li>・小規模の組み合わせ回路と順序回路について、それぞれのテストベクタを作成し、シミュレータを使った検証が行える。</li> <li>・BM(Branching Program Machine)について、そのしくみとFPGAによる実現方法を理解する。(e-learningは無し)</li> </ul>							
内容	1章 Verilog-HDLによる論理回路の設計 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. LSIの開発フロー</li> <li>2. 論理回路の設計手順</li> </ol> 2章 Verilog-HDLによる論理検証 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 論理検証とは</li> <li>2. 組み合わせ回路の論理検証</li> <li>3. 順序回路の論理検証</li> <li>4. シミュレータによる検証</li> <li>5. 例題による解説</li> </ol>		(以下、3章はe-learningにはありません)  3章 ブランチング・プログラム・マシン <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ブランチング・プログラム・マシン (BM)</li> <li>2. BMの設計</li> <li>3. BMのプログラム</li> </ol>					



VHDLによるデジタル回路設計		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		BL23	半導体	☆☆☆ 初級	3~4 日	15名	可能 ※要相談	未	
概要	ハードウェア記述言語VHDLを使った基本的なデジタル論理回路の記述の方法とシミュレータによる論理検証を学ぶことにより、VHDLの基礎を習得します。						<b>学習環境</b> ・テキスト ・FPGAボード BASYS 3  ・PC FPGA 統合開発環境 Vivado		
	受講対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・VHDLを使ったデジタル回路設計の基本を身につけたい方。</li> <li>・高校の物理・数学の知識を有する方。</li> </ul>							
	到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・VHDLにより基本的なデジタル論理回路を記述できる。</li> <li>・VHDLによりテストベクタ記述を作成し、論理シミュレーションで動作確認が行える。</li> </ul>							
内容	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>1章 基本的な回路記述</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HDL記述の基本構成</li> <li>2. 簡単な組合せ回路</li> <li>3. 簡単なシミュレーション</li> <li>4. 組合せ回路記述方法の選択</li> <li>5. インスタンス化</li> <li>6. 組合せ回路設計例</li> </ol> <p>2章 順序回路</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 順序回路とは</li> <li>2. フリップフロップ、レジスタの記述</li> <li>3. カウンタ回路</li> </ol> </div> <div style="width: 45%; border-left: 1px dotted black; padding-left: 10px;"> <p>3章 VHDLによる論理回路の設計</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. LSI/FPGAの開発フロー</li> <li>2. 論理回路の設計手順</li> </ol> <p>例題1：自動販売機制御回路 例題2：信号機制御回路</p> <p>4章 VHDLによる論理検証</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 論理検証とは</li> <li>2. 組合せ回路の論理検証</li> <li>3. 順序回路の論理検証</li> <li>4. シミュレータによる検証</li> <li>5. 例題による解説</li> </ol> </div> </div>								

# SystemVerilogによる論理回路の 構造化設計 (RTL編)

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
BL24	半導体	★☆☆ 初級	2日	30名	可能	準備中

**概要** e-Learning教材を使ったVerilogHDLの事前学習を元に、SystemVerilogを使った設計演習により、ポータビリティ、保守性に優れた論理回路の構造化設計を習得する。

**受講対象  
予備知識**

- BC41「デジタル論理回路の基礎」を受講済みか、同等レベルを有し2進数やブール代数を理解されている方。
- 何らかのプログラミング言語を使ったことがある方。
- ハードウェア記述言語を使ったデジタル回路設計の基本を身につけたい方。

**到達目標**

- e-Learningでの達成目標
  - ✓ VerilogHDLによる論理回路設計の基本を事前学習する。
- 演習の達成目標
  - ✓ 論理回路設計に必要な普遍的ルールを習得する。
  - ✓ SystemVerilogを使った(RTL: Register Transfer Level)設計ができる。
  - ✓ SystemVerilog記述から論理合成後の回路がイメージできる。
  - ✓ FPGA開発環境を使って、論理シミュレーションや論理合成の基礎を理解する。

**学習環境**

- e-Learning(事前学習)
- テキスト
- FPGAボード  
BASYS 3 
- PC  
FPGA 統合開発環境  
Vivado
- 設計演習  
課題 

**内容**

**e-Learning 視聴 (基礎学習)**

論理回路の基礎  
e-Learningを演習講座前の1週間で受講する

1章 基本的な回路記述

- HDL記述の基本構成
- 簡単な組合せ回路
- 簡単なシミュレーション
- 組合せ回路記述方法の選択
- インスタンス化
- 組合せ回路設計例

2章 順序回路

- 順序回路とは
- フリップフロップ、レジスタの記述

**演習：電卓を論理回路で作る(2日間)**

章	講座概要	項目
1章	講座概要	1.1 本講座で学ぶ事
		1.2 学習項目と演習
2章	基礎知識	2.1 論理回路とは？
		2.2 Vivadoの基本操作
		2.3 FPGAトレーナーボード (BASYS3)
		2.4 FPGAとは
		2.5 SystemVerilogとは
		2.6 SystemVerilogの基本形
		2.7 論理回路の基礎
3章	HandsOn	3.1 キーエンコーダー
		3.2 キー入力回路
		3.3 レジスタファイル
		3.4 BCD⇔Binary変換回路
		3.5 電卓フロー制御
		3.6 ディスプレイインターフェース
		3.7 クロック回路など
		3.8 システムシミュレーション
		3.9 FPGA実装検証

演習の中で設計の普遍的ルールを学ぶ

No	回路設計の基本的ルール
1	クロック信号の取り扱い
2	リセット信号
3	ラッチとフリップフロップ
4	非同期信号の同期化
5	メタステーブル
6	ハザードとレーシング

※オンライン受講生はFPGAボード実装は行わず、モデルを使った検証を実施する。

# オープンソースEDAによるアナログIC設計演習 (回路編)

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
BS01	半導体	★☆☆ 初級	2日	30名	可能	準備中

概要	オープンソースEDAツールを用いて、アナログICの基本設計から回路図作成・評価までを体験的に学びます。MOSFETや受動素子の特性理解を深めつつ、基本ブロック回路や2段オペアンプ設計を通じて、実践的なアナログ集積回路の設計フローを習得します。					<b>学習環境</b> ・テキスト ・PC -ツール Dockerコンテナ xschem, ngspice, Klayout -PDK Global Foundries 180nm  ・ツール操作ガイド		
	受講対象	アナログIC設計の基礎を学びたい初学者・若手技術者、EDAツールを使った演習に関心のある方。						
	予備知識	電気回路、MOSFETの基本動作、オームの法則など電気電子の初歩的な知識を有する方。						
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>オペアンプやMOSFETの基本特性を理解する。</li> <li>アナログIC設計の流れとEDAツールの操作を習得する。</li> <li>基本回路ブロックを設計・評価できる。</li> <li>2段オペアンプの回路設計と性能解析ができる。</li> </ul>							
内容	1日目	3章 集積回路内のデバイス特性			2日目	4章 アナログ回路の基本ブロック設計		
	1章 オペアンプとは 1. 理想オペアンプ 2. なぜオペアンプが重要なのか、代表的な用途 2章 アナログ集積回路の設計フロー 1. 集積回路内デバイス構造 2. 回路図設計とレイアウト設計 3. 製造プロセスとPDK 4. 検証(DRC,LVS,PEX) 5. EDAツールチェーン (Xschem + ngspice + Klayout) 6. 設計時の注意点 (PVTばらつき、I/Oパッド、ESD etc.)	1. EDAツールの使い方 2. MOSFETの特性 3. MOSFETの特性 4. 受動素子の特性・寄生成分			1. カレントミラー 2. 小信号等価回路 3. 一段増幅回路 (ソース接地、ゲート接地、ソースフォロワ) 4. カスコード接続 5. 差動回路		5章 2段オペアンプの回路図設計 1. 利得の検討 2. 安定性と位相補償 3. 各種性能評価 (CMRR,PSRR,オフセット、スルーレート etc.)	



オープンソースEDAによるアナログIC設計演習 (レイアウト編)		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BS02	半導体	★☆☆ 初級	2日	30名	可能	準備中

概要	オープンソースEDAによるアナログIC設計演習（回路編）につづき、アナログICのレイアウト設計や検証（DRC、LVS、PEX、ポストレイアウトSIM）をKlayoutやngspiceを使って学びます。ツールの使い方はもとより、実践的なアナログ集積回路の設計フローやレイアウト設計のノウハウが習得できる講座です。						<b>学習環境</b> ・テキスト ・PC -ツール Dockerコンテナ xschem, ngspice, Klayout -PDK Global Foundries 180nm  ・ツール操作ガイド		
	受講対象	アナログIC設計の基礎を学びたい初学者・若手技術者、EDAツールを使った演習に関心があり、オープンソースEDAによるアナログIC設計演習（回路編）を受講済みの方、あるいは同等の知識を有する方。							
	予備知識	電気回路、MOSFETの基本動作、オームの法則など電気電子の初歩的な知識を有する方。							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>レイアウト設計の基礎を理解する。</li> <li>DRC,LVS,PEX,ポストレイアウトシミュレーションなどレイアウト検証の基礎を理解する。</li> </ul>								

内容	1日目 1章 レイアウト設計の基礎 1. 集積回路の製造工程 製造工程とレイアウト設計の関係を学ぶ 2. レイアウト設計と回路特性の関係 寄生素子など、レイアウト設計がどのように回路特性に影響するかを学ぶ 3. 検証 DRC、LVS、PEXとポストレイアウトシミュレーションについて学ぶ 4. デジタル回路のレイアウトとアナログ回路のレイアウト レイアウト設計の視点からデジタル回路とアナログ回路それぞれの特徴について学ぶ 5. Klayoutの使い方 オープンソースのレイアウトエディタKlayoutの使い方を習得する			2日目 2章 オペアンプのレイアウト設計 1. オペアンプのレイアウト設計 各自でオペアンプのレイアウト設計を行う。  2. レイアウト設計 設計結果をレビューし、重要なポイントや改善を講師が解説、指導する。  受講生は自ら設計することに集中し、講師の指導、助言によってレイアウト設計のノウハウ的な知識を習得する。 (CMRR,PSRR,オフセット、スルーレート etc.)				
----	---	--	--	--	--	--	--	--



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～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BL31	半導体	★☆☆ 初級	1日	30名	可能	未
概要	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。						<b>学習環境</b>	
	受講対象 予備知識 <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>						・テキスト	
	到達目標 <ul style="list-style-type: none"> <li>・物理的なCMOSセル設計の基本を理解できる。</li> <li>・CMOS LSIプロセスに対応したレイアウト設計基準を学ぶ。</li> <li>・回路図からレイアウトパターンをイメージできる。</li> <li>・レイアウトパターンから回路図を抽出できる。</li> </ul>							
内容		1章 CMOS セル設計 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CMOS 基本素子の動作特性</li> <li>2. デザインルール</li> <li>3. LSI の設計階層と配線格子</li> <li>4. セルライブラリ</li> </ol>			2章 回路図とレイアウトパターンの対応 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CMOS 基本素子のレイアウト</li> <li>2. レイアウト図の回路マッピング演習</li> </ol>			



# アナログIC設計基礎

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
BL19	半導体	★☆☆ 初級	1日	30名	可能	有

概要	アナログCMOS回路設計の基礎から特性、効果的な使い方を修得するための講座です。最初にMOS トランジスタの基本を学び、設計EDAツールを用いた実演動画を交えてIC設計のプロセスを解説します。更にアナログ回路の代表例であるオペアンプや電源回路・AD/DA変換・時間領域アナログ信号処理などの特性について解説します。				<b>学習環境</b>	
	受講対象 予備知識				・テキスト	
	到達目標					

内容	1章 MOS トランジスタの電圧-電流特性 <ul style="list-style-type: none"> <li>・シリコンとPN接合</li> <li>・MOS 構造</li> <li>・MOS トランジスタの電圧電流特性</li> <li>・サブスレッショルド特性、ショートチャネル効果</li> </ul>	4章 オペアンプ <ul style="list-style-type: none"> <li>・オペアンプとは</li> <li>・位相補償</li> </ul>
	2章 MOS トランジスタ基本増幅回路 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ソース接地 / ドレイン接地 / ゲート接地</li> <li>・カレントミラー</li> <li>・差動増幅回路</li> <li>・コンパレータ</li> </ul>	5章 設計フローと設計の様子 <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計フロー</li> <li>・実際の設計の様子</li> </ul>
3章 フィルタとフィードバック特性 <ul style="list-style-type: none"> <li>・フィードバック</li> <li>・RC回路</li> <li>・DCとAC</li> <li>・周波数応答</li> </ul>	6章 オペアンプを用いたアナログ演算回路 <ul style="list-style-type: none"> <li>・反転増幅回路、非反転増幅回路</li> <li>・加算回路、減算回路</li> <li>・微分回路、積分回路</li> <li>・微小電圧の測定 インストルメンタルアンプ</li> <li>・微小電流の測定 トランスインピーダンスアンプ</li> </ul>	
		7章 微細化による高性能化 <ul style="list-style-type: none"> <li>・スケーリング則と Moore の法則</li> <li>・アナログ回路設計者の役割</li> </ul>

## 半導体後工程の基礎

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
BL62	半導体	★☆☆ 初級	0.5 日	30名	可能	準備中

<b>概要</b>	半導体後工程の入門～初級レベルで半導体製品が完成するまでの「後工程」について、前工程との違いから、検査・梱包・出荷までの全体像をやさしく解説します。実際の工程の流れや装置の役割を、図や映像を交えてわかりやすく学ぶことで、工程ごとの意味やパッケージの多様性が理解できます。近年注目される先端パッケージ動向にも触れ、後工程への関心と理解を深める講座です。							
<b>受講対象 予備知識</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体業界に入ったばかりの新入社員・若手技術者。</li> <li>・後工程の全体像を把握したい営業・企画・管理部門の方。</li> <li>・製造装置メーカー・部品メーカーなどで後工程に関わる初学者。</li> </ul>							
<b>到達目標</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体後工程の全体像（ダイソート～梱包）を、工程の順序と役割の関係が理解できる。</li> <li>・各工程で使用される材料・装置・作業内容をイメージできる。</li> <li>・多様なパッケージが必要となる理由と、その基本的な選定基準を説明できる。</li> <li>・近年のパッケージ技術（2.5D/3D）や業界動向の背景に触れ、さらに微細再配線工程については、動画による疑似的な製造体験を通じて理解ができる。</li> </ul>							
<b>内容</b>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>1章 はじめに</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 「半導体」のイメージ</li> <li>2. 半導体製品の例</li> <li>3. 製品ができるまで</li> <li>4. 後工程の必要性</li> <li>5. 後工程（パッケージ）の種類</li> <li>6. 半導体パッケージの技術進化</li> <li>7. アプリケーションに合わせた選択</li> </ol> <p>2章 後工程全体の流れ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. 後工程で行うこと</li> <li>1. 良品検査</li> <li>2. チップ形状への切り出し</li> <li>3. リードフレームへの接着</li> <li>4. 金属線で繋ぐ(ワイヤボンディング)</li> <li>5. 樹脂で封止</li> <li>6. 余分なフレームの除去</li> <li>7. 後工程の流れのまとめ</li> </ol> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>3章 後工程プロセス全体（<b>動画</b>により理解を深めます）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. 実装工程で行うこと</li> <li>1. ダイソート</li> <li>2. バックグラインド(裏面研削)</li> <li>3. ダイシング【<b>動画</b>】</li> <li>4. ダイボンディング【<b>動画</b>】</li> <li>5. ワイヤボンディング【<b>動画</b>】</li> <li>6. モールドイング(樹脂封止)【<b>動画</b>】</li> <li>7. マーキング【<b>動画</b>】</li> <li>8. ボールアタッチ【<b>動画</b>】</li> <li>9. パッケージダイシング【<b>動画</b>】</li> <li>10. ピックアップ【<b>動画</b>】</li> </ol> <p>4章 後工程パッケージの最新動向（<b>動画</b>により理解を深めます）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 後工程技術の進展</li> <li>2. 前工程側の課題</li> <li>3. 先端後工程技術による解決案</li> <li>4. インターポーザの基材の種類</li> <li>5. Siインターポーザ</li> <li>6. SiインターポーザへのRDL形成工程の例【<b>動画</b>】</li> <li>7. 先端実装技術</li> </ol> </td> </tr> </table>						<p>1章 はじめに</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 「半導体」のイメージ</li> <li>2. 半導体製品の例</li> <li>3. 製品ができるまで</li> <li>4. 後工程の必要性</li> <li>5. 後工程（パッケージ）の種類</li> <li>6. 半導体パッケージの技術進化</li> <li>7. アプリケーションに合わせた選択</li> </ol> <p>2章 後工程全体の流れ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. 後工程で行うこと</li> <li>1. 良品検査</li> <li>2. チップ形状への切り出し</li> <li>3. リードフレームへの接着</li> <li>4. 金属線で繋ぐ(ワイヤボンディング)</li> <li>5. 樹脂で封止</li> <li>6. 余分なフレームの除去</li> <li>7. 後工程の流れのまとめ</li> </ol>	<p>3章 後工程プロセス全体（<b>動画</b>により理解を深めます）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. 実装工程で行うこと</li> <li>1. ダイソート</li> <li>2. バックグラインド(裏面研削)</li> <li>3. ダイシング【<b>動画</b>】</li> <li>4. ダイボンディング【<b>動画</b>】</li> <li>5. ワイヤボンディング【<b>動画</b>】</li> <li>6. モールドイング(樹脂封止)【<b>動画</b>】</li> <li>7. マーキング【<b>動画</b>】</li> <li>8. ボールアタッチ【<b>動画</b>】</li> <li>9. パッケージダイシング【<b>動画</b>】</li> <li>10. ピックアップ【<b>動画</b>】</li> </ol> <p>4章 後工程パッケージの最新動向（<b>動画</b>により理解を深めます）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 後工程技術の進展</li> <li>2. 前工程側の課題</li> <li>3. 先端後工程技術による解決案</li> <li>4. インターポーザの基材の種類</li> <li>5. Siインターポーザ</li> <li>6. SiインターポーザへのRDL形成工程の例【<b>動画</b>】</li> <li>7. 先端実装技術</li> </ol>
<p>1章 はじめに</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 「半導体」のイメージ</li> <li>2. 半導体製品の例</li> <li>3. 製品ができるまで</li> <li>4. 後工程の必要性</li> <li>5. 後工程（パッケージ）の種類</li> <li>6. 半導体パッケージの技術進化</li> <li>7. アプリケーションに合わせた選択</li> </ol> <p>2章 後工程全体の流れ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. 後工程で行うこと</li> <li>1. 良品検査</li> <li>2. チップ形状への切り出し</li> <li>3. リードフレームへの接着</li> <li>4. 金属線で繋ぐ(ワイヤボンディング)</li> <li>5. 樹脂で封止</li> <li>6. 余分なフレームの除去</li> <li>7. 後工程の流れのまとめ</li> </ol>	<p>3章 後工程プロセス全体（<b>動画</b>により理解を深めます）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>0. 実装工程で行うこと</li> <li>1. ダイソート</li> <li>2. バックグラインド(裏面研削)</li> <li>3. ダイシング【<b>動画</b>】</li> <li>4. ダイボンディング【<b>動画</b>】</li> <li>5. ワイヤボンディング【<b>動画</b>】</li> <li>6. モールドイング(樹脂封止)【<b>動画</b>】</li> <li>7. マーキング【<b>動画</b>】</li> <li>8. ボールアタッチ【<b>動画</b>】</li> <li>9. パッケージダイシング【<b>動画</b>】</li> <li>10. ピックアップ【<b>動画</b>】</li> </ol> <p>4章 後工程パッケージの最新動向（<b>動画</b>により理解を深めます）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 後工程技術の進展</li> <li>2. 前工程側の課題</li> <li>3. 先端後工程技術による解決案</li> <li>4. インターポーザの基材の種類</li> <li>5. Siインターポーザ</li> <li>6. SiインターポーザへのRDL形成工程の例【<b>動画</b>】</li> <li>7. 先端実装技術</li> </ol>							

### 学習環境

・テキスト

半導体実装概論		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning		
		BL61	半導体	★☆☆ 初級	1日	30名	可能	有		
概要	パッケージ形態の変遷、後工程の製造工程と用いられる装置、樹脂封止材料、熱設計のシミュレーション技術、更に最新トレンドなどの解説。						学習環境 ・テキスト			
	受講対象	・半導体実装（後工程）の基礎知識を学びたい方。								
	予備知識	・高校の物理・数学の知識を有する方。								
到達目標	ファンアウトとチップレットの構造、微細接合技術、サブストレートの技術的ポイント、樹脂封止、パワー半導体の実装課題、パッケージの信頼性を理解し、先端半導体とWBGパワー半導体のパッケージ技術に関する基礎知識を獲得する。									
内容	1章 先端半導体パッケージの進化 1. シングルSiから2次元配置へ 2. ファンアウトとチップレット  2章 微細接合技術 1. 接合技術比較 2. Cu接合とハイブリッドボンディング 3. 次世代の接合と再配線  3章 サブストレート 1. ビルトアップ技術 2. マイクロビア形成と微細化 3. 有機材料の進化  4章 樹脂封止・絶縁技術 1. NCP 2. 封止材料とプロセス			5章 パワー半導体 1. SiからWBGへ 2. ディスクリートとモジュール  6章 パッケージ信頼性 1. 信頼性評価技術 2. 熱特性とシミュレーション  7章 まとめ 1. パッケージングの今後 2. 世界の研究						

基礎から学ぶ 半導体の品質・信頼性工学		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BL91	半導体	★☆☆ 初級	1日	30名	可能	有
概要	半導体の品質と信頼性について基礎知識を体系的、工学的に理解、修得します。具体的には品質と信頼性の考え方、物理的解釈と数値表現、試験方法と予測・保証のしかた、高品質・高信頼性に向けた進め方・取り組み、などを学びます。					学習環境 ・テキスト		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体製品の品質・信頼性保証について知識をふやしたい方。</li> <li>・半導体製品の品質・信頼性業務に携わっている方、品質と信頼性の詳細を知りたい方。</li> <li>・具体的な対象者は、半導体設計・プロセスエンジニア、製品エンジニア、品質・信頼性に携わる作業員、エンジニア、管理者の方。</li> <li>・弊センターの講座「よくわかる半導体超入門ⅠⅡⅢ」を受講済か同等レベルの方。</li> </ul>							
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体の品質と信頼性の概念、品質と信頼性目標を達成するための手法を理解すること。</li> </ul>							
受講対象 予備知識								
到達目標								
内容	1章 品質と信頼性の考え方 <ul style="list-style-type: none"> <li>・品質と信頼性の定義、目的、表現方法</li> <li>・品質と信頼性の関係</li> </ul>							
	2章 信頼性と確率分布 <ul style="list-style-type: none"> <li>・信頼度関数と故障率分布</li> <li>・半導体の故障率</li> </ul>							
内容	3章 故障物理と故障解析 <ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体の故障メカニズム</li> <li>・半導体の故障対策</li> </ul>							
	4章 信頼性試験 <ul style="list-style-type: none"> <li>・加速の理論と試験方法</li> <li>・半導体の信頼度予測</li> </ul>							
内容								
	5章 品質と信頼性の保証 <ul style="list-style-type: none"> <li>・品質と信頼性の作り込み</li> <li>・保証ということ、保証のしかた</li> </ul>							
内容								
	6章 まとめ <ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体の品質、信頼性確保の進め方</li> <li>・究極の品質・信頼性</li> </ul>							



システムLSI技術概論 ～半導体の基礎とLSIの設計・製造工程～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BL11	半導体	★★☆ 中級	2日	30名	可能	—
概要	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。					<b>学習環境</b> ・テキスト		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・電気回路と半導体の動作原理について基本的な知識がある方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイポーラトランジスタとMOSFETについて、物理的構造と動作のしくみを説明できる。</li> <li>・半導体製造工程の概要を説明できる。</li> <li>・LSIの分類方法を、機能／素子構造／顧客との関係／設計手法／内部構成法の観点で説明できる。</li> <li>・個別パッケージ、SiP、SoCによる開発／製造について、それぞれの特徴を説明できる。</li> <li>・LSI設計工程について概要が説明できる。</li> </ul>							
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. MOST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					



半導体設計ノウハウ		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BL51	半導体	★★☆ 中級	2日	30名	可能	—
概要	自信を持って設計するためには、トランジスタ回路の物理を理解し、CADの動作原理を理解することで、CADの入力項目と物理現象を理解し、CADの出力結果が正しいかどうか判断する必要があります。設計はこれらを回すことであるが各場面でそれぞれの設計常識・ポイントを学ぶ。					学習環境 ・テキスト		
受講対象 予備知識	「半導体製造・設計プロセス概論」および「電気回路とトランジスタの基礎」を受講または同等の知識を有する方。							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体設計の常識を理解し、発生しがちな不具合の主な原因を推定できるようになる。</li> <li>測定装置/測定技術の注意すべきポイントを理解し、測定しやすい設計を考えるようになる。</li> </ul>							
内容	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>1章 全体フロー</p> <p>2章 回路図入力</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>回路図入力</li> <li>モデルとパラメータ</li> <li>回路設計時のテクニック</li> </ol> <p>3章 SPICEシミュレーション</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>シミュレーションの原理</li> <li>高速SPICE</li> <li>簡易HSPICE マニュアル</li> </ol> <p>4章 レイアウトとその検証</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>LSI 製造の基本プロセス</li> <li>デザインルール</li> <li>基本的なレイアウト</li> <li>レイアウトエディタ</li> <li>レイアウトのノウハウ</li> <li>レイアウト検証</li> </ol> <p>5章 配線RC抽出</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>寄生抵抗と寄生容量</li> <li>配線RC 抽出ツールの原理</li> <li>AD/AS/PD/PS とHDIF</li> <li>代表的なオプション</li> <li>配線RC の低減</li> </ol> <p>6章 IOバッファ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>チップ間の信号経路</li> <li>ESD</li> <li>IOバッファの種類とレイアウト</li> <li>ピン配置の決定</li> </ol> </div> <div style="width: 48%; border-left: 1px dotted black; padding-left: 10px;"> <p>7章 ノイズ対策</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>誤動作の種類と原因</li> <li>ノイズの種類と対策</li> </ol> <p>8章 設計時に考慮すべき最近の問題</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ばらつき</li> <li>リーク電流</li> <li>特性劣化</li> </ol> <p>9章 測定装置</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>チップへ信号を出力するもの</li> <li>チップからの信号を観測するもの</li> <li>信号の入出力両方あるもの</li> </ol> <p>10章 測定技術</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>電源・グランドとリターンパス</li> <li>さまざまな部品</li> <li>実装例</li> <li>GPIB と測定自動化と C プログラミング</li> </ol> <p>11章 設計手順</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>設計を始める前に</li> <li>トランジスタ特性の確認</li> <li>一通りのフローを確認</li> <li>いよいよ本格設計</li> <li>設計データ提出後</li> <li>測定とその後</li> </ol> </div> </div>							

パワー半導体の基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MC31	半導体	★☆☆ 初級	2日	30名	可能	有
概要	パワー半導体チップの構造・動作を馴染みのない言葉や難しい数式を使用せずに基礎から学び、パワー半導体の信頼性やパッケージ技術、更にパワー半導体モジュールが出来るまでのプロセスやその用途についても学ぶパワー半導体を俯瞰した講座です。					<b>学習環境</b> ・テキスト		
受講対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パワー半導体の基礎知識を学びたい方。</li> <li>・高校の物理・化学の知識を有する方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パワー半導体チップの構造、動作、最新動向を理解する。</li> <li>・パワー半導体パッケージの 機能、構造、動向を理解する。</li> <li>・パワー半導体の信頼性、及びパワー半導体モジュールが出来るまでのプロセスを理解する。</li> </ul>							
内容	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>(1日目) 『パワー半導体チップ技術』</p> <p>1章 自己紹介 マインドセット (ポジティブ&amp;バックキャスト思考のすすめ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自己紹介</li> <li>・社会人としての現状確認</li> <li>・脳科学から見た 目標と設計の重要性</li> <li>・ポジティブ・バックキャスト 人生設計の勧め</li> </ul> <p>2章 パワエレとパワー半導体</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. パワエレの時代</li> <li>2. パワエレ応用とパワー半導体</li> <li>3. パワエレが省エネに貢献できるしくみ</li> <li>4. パワー半導体のはたらき</li> </ol> <p>3章 半導体の基礎</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 導体・絶縁体と半導体</li> <li>2. 電子軌道とバンド (帯) 理論</li> <li>3. シリコン半導体の結晶構造と真性半導体</li> <li>4. 不純物半導体 (n型半導体・p型半導体)</li> <li>5. 不純物半導体のキャリア (伝導電子・ホール) の動き</li> <li>6. pn ダイオードの構造と動作</li> </ol> <p>4章 パワー半導体の チップ技術</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. パワーダイオードの特徴と動作</li> <li>2. 実際のパワーダイオードチップの構造</li> <li>3. 高速スイッチングダイオードとリカバリ特性</li> <li>4. MOSFET とパワー MOSFET</li> <li>5. IGBT チップの構造と動作</li> <li>6. IGBT とパワー MOSFET との違い</li> <li>7. IPM 用 IGBT チップの特徴</li> </ol> </div> <div style="width: 48%;"> <p>(2日目) 『パワー半導体チップ技術』 (続き)</p> <p>5章 パワー半導体チップの最新動向</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. シリコンパワー半導体の最新動向</li> <li>2. WBG パワー半導体のメリット</li> <li>3. WBG パワー半導体の最新動向と本命</li> </ol> <p>『パワー半導体パッケージ技術と信頼性・製造フロー』</p> <p>6章 パワー半導体のパッケージ技術</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. パワー半導体パッケージの機能と構造</li> <li>2. 電氣的接続と放熱・絶縁構造</li> <li>3. 最新のパッケージ技術動向</li> </ol> <p>7章 パワー半導体の信頼性</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 製品の故障と 信頼性</li> <li>2. パワー半導体の故障モードと対策</li> <li>3. パワー半導体の信頼性試験と長寿命化技術</li> </ol> <p>8章 パワー半導体モジュールが出来るまで</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. パワー半導体モジュールの製造フロー</li> <li>2. 珪石から n型半導体ウエハが出来るまで</li> <li>3. n型半導体ウエハから IGBT チップが出来るまで</li> <li>4. パワー半導体 モジュールが出来るまで</li> </ol> <p>9章 パワエレの変革 「省エネ」から目的思考の「創エネ」へ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 日本のエネルギー問題</li> <li>2. 創エネへの思考転換</li> <li>3. 日本はエネルギーの自給自足が可能か</li> <li>4. 日本のエネルギー問題を解決しよう</li> </ol> </div> </div>							

CMOSイメージセンサーの基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BL20	半導体	★☆☆ 初級	1日	30名	可能	有
概要	CMOSイメージセンサーの構造・動作原理、構成する各機能の物理的なメカニズムを難しい数式を使用せずに基礎から学び、イメージセンサーの歴史から最新動向、センシング技術やパッケージ技術、CMOSイメージセンサーの応用領域に至る全般知識を学ぶ講座です。					<b>学習環境</b> ・テキスト		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CMOSイメージセンサーの基礎知識を学びたい方。</li> <li>・センシングに興味、センシング事業へ関連の有る方。</li> <li>・高校の物理・数学の知識を有する方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CMOSイメージセンサーの構造、動作、最新動向を理解する。</li> <li>・CMOSイメージセンサーの性能と仕様を理解する。</li> <li>・CMOSイメージセンサーの用途と応用領域を理解する。</li> </ul>							
内容	<b>1章 イメージセンサーの概要</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. イメージセンサーとは</li> <li>2. イメージセンサーの歴史と種類</li> <li>3. イメージセンサーの構造と動作原理</li> <li>4. イメージセンサーの仕様と性能</li> </ol> <b>2章 CMOSイメージセンサーの動向</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CMOSイメージセンサーのトレンド</li> <li>2. CMOSイメージセンサーの構成と動作原理               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) CMOSイメージセンサーの構成</li> <li>2) 画素の構成と動作</li> <li>3) カラムADC</li> </ol> </li> <li>3. CMOSイメージセンサーの製造プロセス</li> </ol>				<b>3章 CMOSイメージセンサーの用途と応用</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. モバイル、カメラ</li> <li>2. モビリティ</li> <li>3. インダストリー</li> <li>4. インテリジェントビジョンセンサー</li> </ol> <b>4章 CMOSイメージセンサーの関連技術</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設計技術</li> <li>2. テスティング技術</li> <li>3. 実装、パッケージング技術</li> <li>4. カメラモジュール</li> </ol>			



電気回路入門		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BC11	電気・電子回路	☆☆☆ 入門	2日	30名	可能	有
概要	電気電子工学になじんでなかった方にもわかりやすく、かつ系統的に、電気回路の考え方や解析方法を学びます。						学習環境 ・テキスト	
受講対象 予備知識	・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、電気回路を基礎から学びたい方。							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・受動素子(R,L,C)の基本特性を理解する。</li> <li>・等価回路の考え方、キルヒホッフの法則と重ね合わせの理の使い方を説明できる。</li> <li>・正弦波交流の複素表示を使って、受動素子に発生する電圧、電流を計算できる。</li> <li>・接点方程式を使って定常状態における回路の解析を行う方法を理解する。</li> <li>・CR回路の過渡現象と、その微分方程式やラプラス変換による解法を理解する。</li> </ul>							
内容	1章 はじめに <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電気電子工学とは</li> <li>2. 電気工学とは</li> <li>3. 電子工学とは</li> <li>4. 電気回路と電子回路</li> </ol> 2章 電気回路の基礎 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電気回路の考え方</li> <li>2. 回路要素</li> <li>3. 電気回路の基本原理</li> </ol> 3章 正弦波交流回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 三角関数と正弦波</li> <li>2. 正弦波交流の複素表示</li> <li>3. インピーダンスとアドミタンス</li> </ol>			4章 回路の定常解析 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 回路グラフと節点電位</li> <li>2. 節点方程式の立て方</li> <li>3. 節点方程式の解法</li> </ol> 5章 回路の過渡解析 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CR回路の電圧・電流</li> <li>2. 過渡現象</li> <li>3. ラプラスの変換による過渡解析</li> </ol> 参考資料  付録				



電気回路とトランジスタの基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BC21	電気・電子回路	★☆☆ 初級	2日	30名	可能	有
概要	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。					学習環境 ・テキスト		
受講対象 ・ 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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、MOS・バイポーラトランジスタを使った回路設計の知識を学びたい方。</li> <li>・BC11『電気回路入門』を受講済みか同等レベルの方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・増幅回路について、A級/B級/C級動作の違い、利得/位相の周波数特性分析の概要が説明ができる。</li> <li>・MOSFETによる増幅回路について、各接地方式の特性、結合方式の種類を説明できる。</li> <li>・負帰還回路の構成とその利点を説明できる。</li> <li>・バイポーラトランジスタの基本動作と動作領域、Hパラメータの概要について説明できる。</li> </ul>							
内容	1章 電気回路の基礎 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電気回路の構成要素</li> <li>2. 交流回路</li> <li>3. 電気回路の基本定理</li> <li>4. 電気回路網の解き方</li> <li>5. 2端子対回路</li> <li>6. CR回路の過渡応答</li> <li>7. 電気回路と電子回路</li> </ol>	3章 MOS基本回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. MOSFETの動作</li> <li>2. MOSFETの基本回路</li> <li>3. 結合増幅回路</li> <li>4. 高周波特性</li> </ol> 付録 MOSFETのエネルギーバンド	5章 バイポーラトランジスタ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. バイポーラトランジスタの構造と動作原理</li> <li>2. バイポーラトランジスタの動作</li> <li>3. バイポーラトランジスタの基本回路</li> </ol>	4章 負帰還増幅回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 帰還増幅回路の基本原理</li> <li>2. 負帰還増幅回路の特性改善</li> <li>3. 負帰還増幅回路の構成</li> <li>4. 負帰還増幅回路の計算例</li> <li>5. 負帰還増幅回路の実例</li> </ol>				



アナログ電子回路の基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning		
～アナログ回路の基本ブロックとオペアンプを理解する～		BC31	電気・電子回路	★★☆ 中級	2日	30名	可能	有		
概要	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。					<b>学習環境</b> ・テキスト				
受講対象 予備知識	・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、カレントミラー、差動増幅、オペアンプといった代表的なアナログ回路について学びたい方。 ・BC21『電気回路とトランジスタの基礎』を受講済みか同等レベルの方。									
到達目標	・カレントミラー、差動増幅、オペアンプといった代表的なアナログ回路を理解できる。									
内容	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           1章 カレントミラー回路           <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カレントミラー回路の構成と動作</li> <li>2. カレントミラー回路の応用</li> <li>3. 二次的効果を考慮したカレントミラー回路の特性</li> <li>4. カスコードカレントミラー回路</li> <li>5. 低電圧・高出力抵抗カレントミラー回路</li> </ol>           2章 差動増幅回路           <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ソース接地増幅回路の問題点</li> <li>2. 差動増幅回路の構成と解析</li> <li>3. 能動負荷を用いた差動増幅回路</li> <li>4. OTA(トランスコンダクタンス増幅器)</li> <li>5. 差動増幅回路及びOTAの高性能化</li> </ol>           3章 オペアンプ           <ol style="list-style-type: none"> <li>1. オペアンプの概要</li> <li>2. オペアンプ基本回路</li> </ol> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           3. オペアンプ応用回路           <ol style="list-style-type: none"> <li>4. コンパレータ</li> <li>5. オペアンプの内部回路の構成</li> <li>6. オペアンプの内部回路の特性</li> </ol>           4章 可変利得増幅器           <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可変利得増幅器とは？</li> <li>2. 差動増幅回路を用いた可変利得増幅器</li> <li>3. 乗算器を用いた可変利得増幅器</li> </ol>           5章 参照電圧源回路           <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 参照電圧源回路の必要性</li> <li>2. 電源電圧に依存しない回路構成</li> <li>3. スタートアップ回路</li> <li>4. 温度に依存しない回路構成</li> <li>5. 参照電圧源回路</li> </ol> </td> </tr> </table>								1章 カレントミラー回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カレントミラー回路の構成と動作</li> <li>2. カレントミラー回路の応用</li> <li>3. 二次的効果を考慮したカレントミラー回路の特性</li> <li>4. カスコードカレントミラー回路</li> <li>5. 低電圧・高出力抵抗カレントミラー回路</li> </ol> 2章 差動増幅回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ソース接地増幅回路の問題点</li> <li>2. 差動増幅回路の構成と解析</li> <li>3. 能動負荷を用いた差動増幅回路</li> <li>4. OTA(トランスコンダクタンス増幅器)</li> <li>5. 差動増幅回路及びOTAの高性能化</li> </ol> 3章 オペアンプ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. オペアンプの概要</li> <li>2. オペアンプ基本回路</li> </ol>	3. オペアンプ応用回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>4. コンパレータ</li> <li>5. オペアンプの内部回路の構成</li> <li>6. オペアンプの内部回路の特性</li> </ol> 4章 可変利得増幅器 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可変利得増幅器とは？</li> <li>2. 差動増幅回路を用いた可変利得増幅器</li> <li>3. 乗算器を用いた可変利得増幅器</li> </ol> 5章 参照電圧源回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 参照電圧源回路の必要性</li> <li>2. 電源電圧に依存しない回路構成</li> <li>3. スタートアップ回路</li> <li>4. 温度に依存しない回路構成</li> <li>5. 参照電圧源回路</li> </ol>
1章 カレントミラー回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カレントミラー回路の構成と動作</li> <li>2. カレントミラー回路の応用</li> <li>3. 二次的効果を考慮したカレントミラー回路の特性</li> <li>4. カスコードカレントミラー回路</li> <li>5. 低電圧・高出力抵抗カレントミラー回路</li> </ol> 2章 差動増幅回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ソース接地増幅回路の問題点</li> <li>2. 差動増幅回路の構成と解析</li> <li>3. 能動負荷を用いた差動増幅回路</li> <li>4. OTA(トランスコンダクタンス増幅器)</li> <li>5. 差動増幅回路及びOTAの高性能化</li> </ol> 3章 オペアンプ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. オペアンプの概要</li> <li>2. オペアンプ基本回路</li> </ol>	3. オペアンプ応用回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>4. コンパレータ</li> <li>5. オペアンプの内部回路の構成</li> <li>6. オペアンプの内部回路の特性</li> </ol> 4章 可変利得増幅器 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可変利得増幅器とは？</li> <li>2. 差動増幅回路を用いた可変利得増幅器</li> <li>3. 乗算器を用いた可変利得増幅器</li> </ol> 5章 参照電圧源回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 参照電圧源回路の必要性</li> <li>2. 電源電圧に依存しない回路構成</li> <li>3. スタートアップ回路</li> <li>4. 温度に依存しない回路構成</li> <li>5. 参照電圧源回路</li> </ol>									



電子回路解析の基礎 ～LTspiceシミュレーションで回路動作を理解する～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BC71	電気・電子回路	★★☆ 中級	2日	20名	可能 ※要相談	未
概要	回路シミュレータLTspice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演習中心の講座。					学習環境 ・テキスト  ・PC -回路シミュレータ LTspice		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・集積回路設計のための電子回路シミュレーション技術を身につけたい方。</li> <li>・アナログ電子回路の基礎を理解している方。</li> <li>・BC21『電気回路とトランジスタの基礎』を受講済みか同等レベルの方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・回路シミュレータ LTspiceを用いて、様々な回路の特性をシミュレーションを通して理解する。</li> <li>・集積回路設計のためにMOSFETのサイズパラメータ(W,L)を使ってシミュレーションができる。</li> <li>・オペアンプによる増幅回路と積分回路について周波数特性をシミュレーションできる。</li> <li>・基本的なデジタル回路の過渡特性の要因を理解し、動作のシミュレーションができる。</li> </ul>							
内容	1章 CR回路の応答 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CR直列回路</li> <li>2. 直流に対する応答</li> <li>3. 正弦波交流に対する応答</li> <li>4. 階段状波に対する応答(過渡応答)</li> </ol> 2章 MOSFETの基本動作 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. MOSFETの構造</li> <li>2. 基本動作原理</li> <li>3. MOSFETの直流特性</li> <li>4. MOSFETの動作領域</li> <li>5. 2次的効果</li> </ol> 3章 ソース接地回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. nMOS増幅回路の基本構成</li> <li>2. ソース接地増幅回路の入出力特性</li> </ol>		3. ソース接地増幅回路の解析 <ol style="list-style-type: none"> <li>4. ソース接地増幅回路の諸特性まとめ</li> </ol> 4章 カレントミラー回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カレントミラー回路の構成</li> <li>2. カレントミラー回路の動作</li> <li>3. チャネル長変調効果の影響</li> </ol> 5章 オペアンプ回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. オペアンプの概要</li> <li>2. オペアンプ基本回路</li> </ol> 6章 論理回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. インバータの入出力特性</li> <li>2. インバータの出力遅延</li> <li>3. D-Latchの動作</li> <li>4. D-FFの動作</li> </ol>					

デジタル論理回路の基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BC41	電気・電子回路	★☆☆ 初級	2～3 日	20名	可能 ※要相談	有
概要	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。						<b>学習環境</b>	
							・テキスト	
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタル設計のための基礎知識を学びたい方。</li> <li>・高校の物理・数学の知識を有する方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタル論理の基礎を理解し、組み合わせ回路、順序回路を設計できる。</li> </ul>							
内容	1章 数体系とブール代数 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 数体系</li> <li>2. 2進数の演算</li> <li>3. ブール代数</li> </ol> 2章 組合せ回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 論理関数</li> <li>2. 組合せ回路</li> <li>3. 機能・演算回路</li> </ol>				3章 順序回路 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ラッチ、フリップフロップ</li> <li>2. レジスタ、カウンタ</li> <li>3. 順序回路の設計</li> </ol> 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			



信号処理の基礎 ～信号処理に必要な数学的基礎を学ぶ～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BC51	電気・電子回路	★★☆ 中級	2日	30名	可能	有
概要	AD・DA変換技術の理解を深めるために、必要な数学的な理論を中心に学ぶ。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）を集中的に学び、理論的にアナログ信号の性質を把握する。					学習環境 ・テキスト		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ電子回路技術の履修者或いは経験者で、信号処理技術のスキルアップを目指す方。</li> <li>・高校の物理・数学（複素数、三角関数、微積分など）の知識を有する方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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）を解する。</li> <li>・アナログフィルタやAD/DA変換技術理解のための数学的基礎を習得する。</li> </ul>							
内容	1章 信号解析と回路システム <ol style="list-style-type: none"> <li>1. フーリエ級数</li> <li>2. デルタ関数</li> <li>3. フーリエ変換</li> <li>4. たたみ込み</li> <li>5. ラプラス変換</li> <li>6. 線形回路システム</li> </ol>		2章 離散時間信号処理の基礎 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 標本化定理</li> <li>2. 量子化誤差</li> <li>3. Z変換と離散時間回路の基本構成</li> </ol>					



アナログフィルタ回路設計の基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BC61	電気・電子回路	★★★ 上級	2日	30名	可能	有
概要	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、実装上の注意点を把握し実際の設計に活用する力を身につける。						学習環境 ・テキスト	
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログフィルタ回路設計技術を身につけたい方。</li> <li>・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（BC51『信号処理の基礎』と同等の内容）について理解している方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代表的なフィルタの理論的な原理とその特徴・特性を把握し、実際に設計に活用できる。</li> </ul>							
内容	1章 フィルタの概要 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. アナログフィルタの考え方</li> <li>2. フィルタを特徴づけるパラメータ</li> <li>3. 伝達関数</li> <li>4. 極と零点、周波数応答との関係</li> </ol>			3章 アクティブフィルタの構成 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. アクティブフィルタの分類</li> <li>2. 演算増幅器と基本回路</li> <li>3. 1次区間回路</li> <li>4. Sallen-Key回路</li> <li>5. BPFの構成</li> <li>6. バイカッド回路</li> </ol>				
	2章 伝達関数の設計 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. RC回路の伝達関数</li> <li>2. バタワース特性</li> <li>3. チェビシェフ特性</li> <li>4. ベッセル特性</li> <li>5. 逆チェビシェフ及び連立チェビシェフ特性</li> <li>6. 伝達関数の分解</li> </ol>			4章 実装上の留意事項 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ペアリング・オーダリング・スケーリング</li> <li>2. 演算増幅器の非理想特性</li> <li>3. 受動素子と素子感度</li> <li>4. LCシミュレーション型のフィルタ</li> <li>5. 差動型構成</li> <li>6. gm-Cフィルタ</li> </ol>				



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～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		MC11	電気・電子回路	★★☆ 中級	3日	20名	可能 ※要相談	有	
概要	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、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。						学習環境 ・テキスト ・PC EDAツール PSIM、LTSpice		
	受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気回路の基本的な知識(抵抗、コンデンサ、コイル、トランジスタなど)を有している技術者。</li> <li>・パワーエレクトロニクスの分野の具体的な回路設計を学びたい方。</li> </ul>							
	到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンバータ、インバータ、チョッパ等の用語の正確な定義と一般的な用法を説明できる。</li> <li>・パワーエレクトロニクス技術の応用分野とそれぞれの電力変換プロセスの概要を説明できる。</li> <li>・パワーエレクトロニクスの基本回路を理解し、シミュレータを利用した設計手法を把握する。</li> <li>・パワーエレクトロニクス用半導体の種類を挙げ、その特徴と用途を説明できる。</li> <li>・電力変換での損失の要因とその低減の方法について説明できる。</li> </ul>							
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～				



インバータの設計と応用		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MC21	電気・電子回路	★★★ 上級	2日	20名	可能	未
概要	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。					<b>学習環境</b> ・テキスト ・PC EDAツール PSIM		
受講対象 予備知識	・電力変換技術、インバータ技術を身につけようとしている方。 ・スイッチングによる電力変換についての基本的な知識を有している方。 ・MC11「パワーエレクトロニクスの基礎」を受講済か同等レベルの方。							
到達目標	・チョッパ制御について降圧と昇圧のしくみを説明できる。 ・スイッチングデバイスとしてのMOSFETとIGBTの違い、GaNとSiCの特徴を説明できる。 ・データシートを使って回路の損失計算と冷却フィンを選定の考え方を理解する。 ・インバータ応用システムの主回路、制御回路、ドライブ回路の設計要素を説明できる。							
内容	1章 はじめに 何が難しいか？ 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					

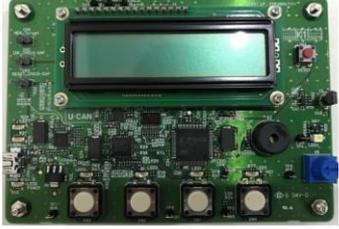


通信ネットワーク概論 ～パケットをモニタしながら理解する～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MN11	通信ネットワーク	★☆☆ 初級	2日	20名	可能 ※要相談	有
概要	TCP/IPをはじめとする通信系ネットワークプロトコルについての基本的な知識を、ネットワーク管理コマンドやパケットモニタツールを使った実習を通して修得する。					<b>学習環境</b> ・テキスト  ・PC パケットモニタツール WireShark Windows ネットワークコマンド		
受講対象 予備知識	・通信系システムの開発に携わる技術者、組込みソフトウェア開発技術者。 ・PCとネットワーク(インターネット、LAN)の利用や機器設定の経験がある方。							
到達目標	・ノード、物理的リンク、論理的リンク、トポロジ、スループット、帯域 等の概念を説明できる。 ・プロトコルの階層モデルの構成と、各階層でのプロトコルヘッダの処理概要を理解する。 ・IPアドレスのしくみを理解し、ネットワーク/IPアドレスを適切に設定できる。 ・PC上のネットワーク管理コマンドを利用して、設定内容やネットワークの状態を確認できる。 ・TCPとUDPの違いを理解し、TCPによるフロー制御、輻輳制御のしくみを説明できる。 ・アプリケーション層のプロトコルの種類、応用プログラムの構成を理解する。							
内容	<b>1章 ネットワークの基礎知識</b> ネットワークの活用例、組込みシステムを取り巻く環境の変化、シリアルからTCP/IPへ、ネットワークのハードとソフト、ノードとリンク、物理的な接続と論理的な接続、トポロジと通信の種類、通信性能の指標、演習問題		<b>4章 IP (ネットワーク層)</b> IPの役割、IPアドレス、サブネットワークとサブネットマスク、IPヘッダ、ルーティングテーブルとIPパケットの配送、ICMP、IPとデータリンクの関係、ARP、IPパケットの分割処理、演習問題		<b>7章 アプリケーション</b> アプリケーションの構造、ストリーム型とデータグラム型、Web (HTTP)、電子メール (SMTP)、マルチメディア通信 (SIP、RTP)、ネットワーク管理 (SNMP)、演習問題			
	<b>2章 TCP/IPの概要</b> TCP/IP登場の背景、インターネットワーキングからインターネットへ、TCP/IPの標準化、TCP/IPの構成技術とOSI参照モデル、階層モデルとネットワーク接続機器、輻輳 (ふくそう) とIPネットワークの注意点、演習問題		<b>5章 ルーティング</b> ルーティングプロトコルの概要、RIP (RoutingInformationProtocol)、OSPF (OpenShortestPathFirst)、BGP (BorderGatewayProtocol)、演習問題		<b>8章 IPを助ける技術とIPv6</b> DNS (DomainNameSystem)、DHCP (DynamicHostConfigurationProtocol)、NAT (NetworkAddressTranslator)、IPv6 (InternetProtocolVersion6)、MPLS (Multi-ProtocolLabelSwitching)、演習問題			
	<b>3章 データリンクと実際の通信</b> データリンクの役割とEthernet、Ethernetによる通信、Wiresharkによるパケットモニタリング、Ethernetの詳細、さまざまなEthernet、Ethernetコントローラ、リピータハブとスイッチングハブ、スイッチングハブの学習機能、演習問題		<b>6章 TCPとUDP (トランスポート層)</b> IPとTCP/UDPの役割分担、ポート番号、クライアントサーバモデル、TCPとUDPの違い、UDP (UserDatagramProtocol)、TCP (TransmissionControlProtocol)、TCPの信頼性の提供、TCPのコネクション管理、TCPのフロー制御、TCPの輻輳制御、演習問題					

通信ネットワーク実習 ～ネットワークプログラミングを実習を通して習得する～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MN12	通信ネットワーク	☆☆☆ 初級	2日	20名	可能 ※要相談	—
概要	通信系組込システムでのネットワークプログラミングを、TCP/IPを中心に実習を通して習得する。						学習環境	
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・TCP/IP等の通信プログラムの開発のやりかたを習得したい方。</li> <li>・MN11(概論)を受講済み(同等の知識を有する)で、C言語のプログラミングができる方。</li> <li>※ソフト開発実習をLinux環境上で行いますが、Linuxの経験はなくても問題ありません。</li> <li>・MN11「通信ネットワーク概論」を受講済みもしくは同等レベルの方。</li> </ul>						<ul style="list-style-type: none"> <li>・テキスト</li> <li>・PC Ubuntu/VMware</li> </ul>	
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソケットシステムコールを用いたプロセス間通信のプログラミング方法を理解する。</li> <li>・クライアントサーバモデルのしくみと構造を理解し、各種パラメータを適切に設定できる。</li> <li>・TCP、UDPを用いたデータ転送の得失と信頼性を確保するしくみを説明ができる。</li> <li>・Linuxのマルチプロセス環境での通信プログラム開発の考え方を理解する。</li> </ul>							
内容	<p>1章 TCP/IPプロトコルとプログラミング OSI参照モデルと実装、ネットワークプログラミングの種類、テキスト型とバイナリ型、テキスト型プロトコルの例、バイナリ型プロトコルの例、演習課題</p> <p>2章 ソケットプログラミングの準備 ソケットシステムコールの概要、ソケット関連関数の概要、ソケットで使われる構造体、ドメイン名とIPアドレス、gethostbynameを使ったプログラム、演習課題</p> <p>3章 通信プログラムの例 クライアントサーバモデル、IPアドレスとポート番号、TCPの通信プログラムの例、UDPの通信プログラムの例、ソケットシステムコールの処理の流れ、演習課題</p> <p>4章 ソケットシステムコールの詳細 socketとclose、bindとconnect、listenとaccept、sendとsendto、recvとrecvfrom、確認問題、演習課題</p>	<p>5章 ソケットとTCP/UDPの関係 TCPの状態遷移、TCPの状態遷移とシステムコール、コネクションとコネクションレス、バッファリング、TCPのウィンドウと再送制御、UDPのマルチキャスト・ブロードキャスト、確認問題、演習課題</p> <p>6章 ネットワークプログラミングの注意点 アラインメント、バイトオーダー、ブロッキングとノンブロッキング、バッファオーバーラン、タイムアウト処理、シグナル、ソケットのbindエラー、演習課題</p> <p>7章 低レベルプログラミング RAWソケット、RAWソケットを使ったプログラム、SOCK_PACKETソケット、PF_PACKET/SOCKETを使ったプログラム</p>	<p>8章 多重化処理 selectとpoll、selectを使ったプログラム例、pollを使ったプログラム例、マルチプロセスとマルチスレッド、マルチプロセス、マルチプロセスを使ったプログラム例、マルチスレッド (POSIX Thread)、マルチスレッドを使ったプログラム例</p> <p>9章 IPv6プログラミング IPv6とネットワークプログラミング、IPv6のソケットで使われる構造体、getaddrinfoとgetnameinfo、IPv6プログラミングの例</p> <p>10章 アプリケーションプロトコルプログラミング 簡易Webサーバ、簡易電子メールクライアント、演習課題</p> <p>付録 演習で使用するプログラムについて</p>					

無線通信技術の基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		MW11	通信ネットワーク	★★☆ 中級	2日	30名	可能	有	
概要	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。						学習環境 ・テキスト		
	受講対象	電気・電子回路に関する知識を有しており、無線通信関連分野の基礎知識を身に付けようとしている方。							
	予備知識								
到達目標	・無線通信の概要と、基本的な変復調回路などの基礎知識を習得する。								
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. 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				



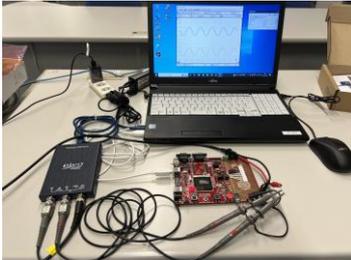
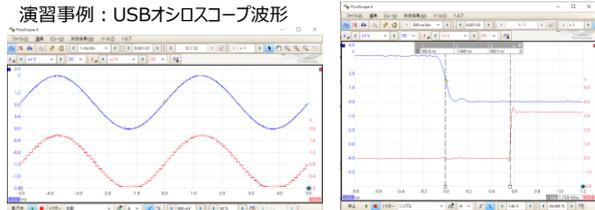
組込みソフトウェア開発入門		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BM51	組込み・プログラミング	☆☆☆入門	2日	20名	可能 ※要相談	有
概要	<p>組込みソフトウェア開発の基本を俯瞰した演習・体験型の講座です。まずソフトウェア工学および開発工程の概要を解説、そして開発手法について構造化設計をベースに要求分析から詳細設計までを演習をまじえながら学び、マイコンボードを用いてC言語によるプログラミングを体験。さらにオブジェクト指向分析設計の解説で構造化設計との違いも学び、最後にレビューとテストの技法を学ぶ。</p>					<p style="text-align: center;"><b>学習環境</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・テキスト</li> <li>・ARMマイコンボード</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・PC</li> </ul>		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・組込みソフトウェア開発の一連の流れを習得したい方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフトウェア工学、開発工程の概要を説明できる。</li> <li>・要求分析から詳細設計まで、構造化設計で作成するドキュメントの概要を説明できる。</li> <li>・C言語でマイコンボードを制御するプログラムを動作させ、組込みソフトの楽しさを体験する。</li> <li>・オブジェクト指向分析設計の概要を知り、構造化との違いを説明できる。</li> <li>・レビューとテストの技法について説明でき、代表的な手法でテストケースの作成ができる。</li> </ul>							
内容	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>1章 ソフトウェア工学</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ソフトウェア工学とは</li> <li>2. ソフトウェア工学の対象</li> <li>3. ソフトウェア開発プロセス</li> </ol> <p>2章 組込みソフトウェア開発</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組込みシステムとは</li> <li>2. マイコンとソフトウェア開発</li> <li>3. 組込みソフトウェアの現状と課題</li> </ol> <p>3章 開発手法1：構造化分析設計</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 要求定義</li> <li>2. アーキテクチャ設計</li> <li>3. 詳細設計</li> </ol> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>4章 C言語による実装体験</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用するマイコンボードと開発環境</li> <li>2. スイッチ入力とLED出力の制御方法</li> <li>3. 簡単なプログラム演習</li> <li>4. 構造化設計を基に実装する方法</li> <li>5. 設計の重要性</li> </ol> <p>5章 開発手法2：オブジェクト指向分析設計の紹介</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. オブジェクト指向とUML</li> <li>2. 要求・分析・設計モデリング</li> <li>3. オブジェクト指向で作成したプログラム例</li> </ol> <p>6章 ソフトウェア品質とレビュー・テスト</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ソフトウェア品質</li> <li>2. レビュー技法の紹介</li> <li>3. テスト技法</li> </ol> </td> </tr> </table>							
<p>1章 ソフトウェア工学</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ソフトウェア工学とは</li> <li>2. ソフトウェア工学の対象</li> <li>3. ソフトウェア開発プロセス</li> </ol> <p>2章 組込みソフトウェア開発</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組込みシステムとは</li> <li>2. マイコンとソフトウェア開発</li> <li>3. 組込みソフトウェアの現状と課題</li> </ol> <p>3章 開発手法1：構造化分析設計</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 要求定義</li> <li>2. アーキテクチャ設計</li> <li>3. 詳細設計</li> </ol>	<p>4章 C言語による実装体験</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用するマイコンボードと開発環境</li> <li>2. スイッチ入力とLED出力の制御方法</li> <li>3. 簡単なプログラム演習</li> <li>4. 構造化設計を基に実装する方法</li> <li>5. 設計の重要性</li> </ol> <p>5章 開発手法2：オブジェクト指向分析設計の紹介</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. オブジェクト指向とUML</li> <li>2. 要求・分析・設計モデリング</li> <li>3. オブジェクト指向で作成したプログラム例</li> </ol> <p>6章 ソフトウェア品質とレビュー・テスト</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ソフトウェア品質</li> <li>2. レビュー技法の紹介</li> <li>3. テスト技法</li> </ol>							

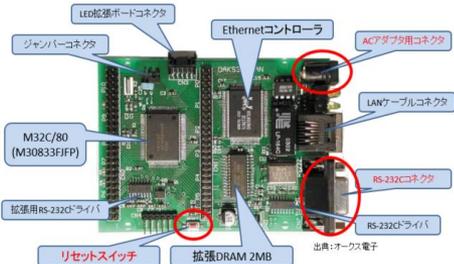
# 組込みマイコン開発の基礎

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
BM11	組込み・プログラミング	★☆☆ 初級	2~3日	20名	可能 ※要相談	「組込みシステム開発の基礎知識」に準ずる

概要		学習環境	
概要	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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>テキスト</li> <li>PC 統合開発環境 CS+</li> <li>マイコンボード C-Firstマイコンボード</li> </ul>	
受講対象 予備知識	多少のプログラミング経験がある方で、 <ul style="list-style-type: none"> <li>マイコンのアーキテクチャーの知識を習得したい方。</li> <li>マイコンのソフトウェア開発技術を習得したい方。</li> </ul>	 <p>+ 周辺拡張ボード</p> 	
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>2進数/10進数/16進数間の変換ができ、組込みシステム開発における使い方を理解する。</li> <li>マイコンの基本な構成と動作のしくみ、およびCPU命令の単位とそれらの動作を理解する。</li> <li>マイコンに内蔵されたタイマーやI/O機能についてその種類と用途を説明できる。</li> <li>割り込みを使ったI/O処理のしくみと使い方を理解し、基本的なプログラムを記述できる。</li> <li>組込みソフト開発の流れと統合開発環境を利用した開発方法を説明できる。</li> </ul>		
内容	<p>1章 マイコンの基本</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. マイコンの歴史と応用分野</li> <li>2. 2進数と論理演算</li> <li>3. マイコンの基本構成と動作</li> <li>4. CPUの構成と命令セット</li> <li>5. クロックと命令の実行</li> <li>6. マシン語と高級言語</li> </ol> <p>コラム</p>	<p>2章 内蔵周辺I/O</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 内蔵周辺I/Oの概要</li> <li>2. ポート</li> <li>3. 割り込み（ハードウェア編）</li> <li>4. 割り込み（ソフトウェア編）</li> <li>5. タイマー</li> <li>6. シリアル通信</li> <li>7. A/D、D/Aコンバータ</li> <li>8. DMA</li> </ol>	<p>3章 C言語による開発環境</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. マイコン開発手法</li> <li>2. マイコン開発環境</li> <li>3. マイコンの規格と電気的特性</li> </ol> <p>4章 スタートアップルーチン</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. スタートアップルーチンとその役割</li> <li>2. スタートアップルーチンの場所</li> </ol>

組込みシステム開発の基礎知識		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BM12	組込み・プログラミング	★☆☆ 初級	2~4 日	30名	可能	有
概要	組込みシステム開発の基本を学びます。はじめに組込み機器や内蔵されるマイコンが動く基本的な仕組みを解説、次にタイマーやシリアルインターフェース（I / F）等の内蔵装置や外部周辺装置とI / Fについて割込み処理も含めて学び、更にオペレーティングシステムについてリアルタイムOSのマルチタスク等について学習したあと、組込みマイコンシステム開発の手法についての基本と注意事項を学ぶことにより、組込みシステム開発に必要な基礎知識を習得します。					<b>学習環境</b>		
	受講対象 予備知識 <ul style="list-style-type: none"> <li>・組込みシステム開発の基本を習得したい方。</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>・テキスト</li> </ul>		
	到達目標 <ul style="list-style-type: none"> <li>・2進数/10進数/16進数間の変換ができ、組込みシステム開発における使い方を理解する。</li> <li>・マイコンの基本な構成と動作のしくみ、およびCPU命令の単位とそれらの動作を理解する。</li> <li>・マイコンに内蔵されたタイマーやI/O機能についてその種類と用途を説明できる。</li> <li>・割り込みを使ったI/O処理のしくみと使い方を理解する。</li> <li>・リアルタイムOSのしくみについて理解する。</li> <li>・組込みシステム開発の流れを説明できる。</li> </ul>							
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. 機械語と高級言語 コラム  2章 周辺I/O 1. 周辺I/Oの概要 2. ポート 3. 割込み（ハードウェア編） 4. 割込み（ソフトウェア編） 5. タイマー	6. シリアル通信 7. イーサネットとTCP/IP 8. A/D、D/Aコンバータ 9. DMA  3章 基本ソフトウェア 1. オペレーティングシステムとは 2. マルチプロセスシステム 3. 組込みソフトウェア 4. リアルタイムOSとは 5. タスク 6. 排他制御 7. セマフォ・イベントフラグ 8. タスク間通信	4章 マイコン開発に必要な知識 1. マイコン開発手法 2. スタートアップルーチン 3. マイコン開発環境 4. マイコンの規格と電気的特性				

マイコンハードウェア制御ソフト		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BM41	組込み・プログラミング	★☆☆ 初級	2日	20名	有	有
概要	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、タイマ等の扱いについてはオシロスコープを活用した演習を通して、リアルタイム性やデジタル処理での留意点について実際の動作確認しながら理解を深める。						学習環境	
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイム性を要求されるシステムの設計とプログラミング技術を習得したい方。</li> <li>マイコンの基本構成を理解しており、C言語での組込みシステム開発経験がある方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>CPUの命令キャッシュのふるまいを説明できる。</li> <li>多重割り込み処理のプログラムを作成できる。</li> <li>DMAコントローラを制御して高速データ転送を行う仕組みを説明できる。</li> <li>オシロスコープやファンクションジェネレータを活用して、システムの動作を確認できる。</li> </ul>							
内容	<b>1章 マイコンの資源</b> 1. マイコンボード 2. CPU 3. A/Dコンバータ、D/Aコンバータ 4. その他 5. 確認問題		<b>3章 タイマ</b> 1. タイマの必要性、適用シーン 2. クロックについて 3. タイマの種類と機能 4. 確認問題 5. 実習：タイマ割り込み処理 1		<b>5章 演習</b> 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 3-5 外部割り込み処理 2-4 演習 6-7 ポーリング 1-2 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）		演習事例：USBオシロスコープ波形 	

リアルタイムシステム設計の基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		BM31	組込み・プログラミング	★☆☆ 初級	1~2日	20名	可能 ※要相談	有	
概要	組込みソフトウェアにおいて要求されるリアルタイム性とは何か理解し、それを実現する手法をリアルタイムOS μITRONを使ったプログラミングを通して学ぶ。					<b>学習環境</b>			
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイムOSの役割や仕組みについて習得したい方。</li> <li>マイコンの基本アーキテクチャを理解し、C言語でのプログラミング経験がある方。</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>テキスト</li> <li>マイコンボード OAKS32-LANBoard</li> </ul>			
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイム処理の必要性とリアルタイムOSを使った実現手段について理解する。</li> <li>マルチプロセスシステムにおけるプロセスについて、切替のタイミング、タスクやスレッドとの違いについて説明できる。</li> <li>排他制御による資源管理のしくみと同期の概念を説明できる。</li> <li>μITRON OSのサービスコールを利用して、タスクの生成、タイマ割込み、排他制御の基本的なプログラムを作成できる。</li> </ul>					 <ul style="list-style-type: none"> <li>PC 統合開発環境HEW</li> </ul>			
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の目的と機能 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		3 章 μITRONによるプログラミング学習 1. μITRONとは 2. μITRONのサービスコール 3. μITRONにおけるタスクの動作 4. 実習環境と手順 5. 演習 1 : タスク 6. 演習 2 : タイマ 7. 演習 3 : 排他制御、セマフォ、イベントフラグ						

モデリング手法と統一モデリング言語UML		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		CS11	組込み・プログラミング	★☆☆ 初級	2日	20名	可能 ※要相談	有
概要	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。					<b>学習環境</b> ・テキスト ・演習(グループワーク) ・PC 開発支援ツール Astah* Professional		
受講対象 予備知識	・UMLによる設計／仕様記述の手法を学びたい方。 ・オブジェクト指向についての基礎知識と組込みソフトウェアの開発経験がある方。							
到達目標	・対象を機能／構造／ふるまい等の複数の観点からモデリングすることができる。 ・ユースケース図を使って要求品質を記述できる。 ・QFDにより要求品質から品質特性を検討し設計目標を設定する流れを理解する。 ・ユースケース図からロバストネス分析を行い、クラス図を作成できる。 ・シーケンス図、状態マシン図等を使って動的モデルを記述する手法を理解する。							
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			



状態遷移モデルに基づく 組込みソフトウェア設計		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		CS31	組込み・プログラミング	★★☆ 中級	2日	20名	可能 ※要相談	—
概要	組込みソフトウェア開発における状態遷移モデルに基づく設計方法を修得する。C言語のソースコード生成、ARMマイコンボードを用いた演習を行い、設計から実動作まで一連の流れを学ぶ。						<b>学習環境</b> ・テキスト ・ARMマイコンボード  ・PC	
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・状態遷移モデルを用いた設計手法を学びたい方。</li> <li>・組込みソフトウェアの開発経験がある方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・組込みソフトウェア開発における上流工程の重要性を理解できる。</li> <li>・状態遷移表を作成しソフトウェア設計できる。</li> </ul>							
内容	1章 組込みソフトウェア開発 1. 組込みシステムの現状 2. 開発プロセス 3. 構造化設計 4. 表記法 5. 状態遷移系 6. ソフトウェア品質 7. モデル・ベース開発		3章 拡張階層化状態遷移表 1. 事象（イベント） 2. 状態 3. 遷移 4. アクション 5. アクティビティ 6. 駆動型 7. 簡略化手法		5. 状態遷移図から状態遷移表作成 6. 状態遷移表の詳細化 7. 状態遷移表のチェック項目 8. 状態のまとめ 9. シーケンスをタイマで監視する 10. 拡張仕様  5章 状態遷移表作成演習 1. 模型自動車の制御 2. リモコン信号受信 3. キッチンタイマ			

ソフトウェアテスト手法 ～さまざまな方法論を演習を通して理解する～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		CQ61	組込み・プログラミング	★☆☆ 初級	1～2 日	30名	可能 ※要相談	—	
概要	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、その理論を学び、グループワークによる演習を通して実践的な方法を習得する。						<b>学習環境</b>		
	受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>開発ソフトウェアの高品質化を目指す技術者。ソフトウェアテストの手法を習得されたい方。</li> <li>ソフトウェア開発経験のある方。</li> </ul>						<ul style="list-style-type: none"> <li>テキスト</li> <li>グループワーク（演習）※2日版のみ MindMapを作成し模造紙に描く</li> </ul>	
		到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>ソフトウェアテストの代表的な手法とそれらの背景となる理論を理解する。</li> <li>直交表の原理と使い方を説明できる。</li> <li>プログラムの状態遷移をリストアップし、テスト仕様(イベントと状態)を記述できる。</li> <li>動作環境、パラメータ、組み合わせ、状態、タイミング…等、さまざまなテストの観点が存在することを理解し、対象に応じて網羅的に列挙する手法を修得する。</li> <li>体系的で精度が高く、実運用可能なテストを設計する手法を知る。</li> </ul>						
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. テスト作業につまきとう問題点		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）		6章 組込みソフトウェア 1. 品質の現状と課題 2. 組込みソフトウェアのテスト 3. 組込みのテストで考慮すべきテスト観点の例				
	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		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		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. スマホの割り勘アプリケーション		

# 組込みマイコン開発 アドバンスド 1

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
BM61	組込み・プログラミング	★★☆ 中級	2~3日	15名	可能 ※要相談	—

## 概要

組込みソフトウェアにおける不具合解析、動作の可視化、アセンブリレベルのデバッグ、異常系の検証など、開発現場に必要な実践的なスキルを習得する講座である。特に、プログラム動作の可視化や不具合原因の特定を行いながら、問題解決能力を高めることを目指す。

## 受講対象 予備知識

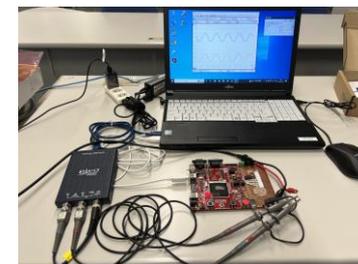
- ・組込みマイコン開発において、より実践的なソフトウェア開発・デバッグスキルを身に着けたい方。
- ・マイコンの基本構成を理解しており、C言語での組込みシステム開発経験がある方。  
(「組込みソフト開発の基礎」または「マイコンハードウェア制御ソフト」受講済であることが望ましい)

## 到達目標

- ・組込みソフトウェアの不具合を特定し、原因を解析できる。
- ・動作の可視化を通じてシステムの挙動を把握できる。
- ・アセンブリレベルでのデバッグ技術を習得し、低レイヤーの問題に対応できる。
- ・準正常系、非正常系のエラーを想定し、適切なソフトウェア設計を行える。

## 学習環境

- ・テキスト
- ・マイコンボード  
IAR社製 ARM
- ・USBオシロスコープ
- ・PC
- ・統合開発環境  
IAR Embedded Workbench



## 内容

<p><b>1章 プログラム不具合解析</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 演習の目標と概要</li> <li>2. 機能仕様</li> <li>3. 潜ませている不具合とその改善</li> <li>4. プログラム解析の準備</li> <li>5. リンカ設定ファイル</li> <li>6. 具体的な解析手順</li> <li>7. C言語標準グラム解析の準備</li> <li>8. モニタプログラムとRS-232C</li> </ol> <p><b>2章 割り込み動作と視覚化</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 演習の目標と概要</li> <li>2. 機能仕様</li> <li>3. 演習1：外部割り込み処理</li> <li>4. 演習2：エントリーポイント追加</li> <li>5. 演習3：データのダンプ</li> <li>6. 演習4：動作の視覚化と考察</li> </ol>	<p><b>3章 アセンブリレベルのデバッグ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 演習の目標と概要</li> <li>2. 演習1：volatile宣言とアセンブラコード</li> <li>3. 演習2：初期化漏れ</li> <li>4. 演習3：条件分岐ミス</li> <li>5. 演習4：配列不正アクセス</li> </ol>	<p><b>4章 準正常系、非正常系の演習</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 演習の目標と概要</li> <li>2. 準正常系             <ul style="list-style-type: none"> <li>演習1：通信プロトコルのエラー</li> <li>演習2：入力値の範囲外エラー</li> <li>演習3：状態遷移エラー</li> <li>演習4：ハードウェアエラー</li> <li>演習5：タイムアウト</li> </ul> </li> <li>3. 異常系             <ul style="list-style-type: none"> <li>演習1：想定外の入力データ（準正常との相違は？）</li> <li>演習2：ハードウェア障害</li> <li>演習3：メモリ破壊・リーク</li> <li>演習4：ソフトウェアバグ（実装イメージ確認）</li> <li>演習5：外部要因による障害（既存ボードで可能？）</li> </ul> </li> </ol> <p>※：演習内容の順序については、今後変更の可能性あり</p>
--	--	---

組込みシステム開発の基礎知識と総合演習 ～C言語基礎から組込みシステム開発～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BM13	組込み・プログラミング	☆☆☆ 初級	14日	10名	-	-

概要	はじめにC言語の基礎をe-Learningで事前学習し、その後対面形式で組込みプログラミングに関する講義と演習で組込みC言語の基本を学びます。 更にマイコンに関する基礎講義（CPU構成、I/O、開発環境など）を学習し、最後にグループでの開発演習「ライトレーサー」（要件定義・設計・実装・検証）に取り組み、最終日に成果発表と総括を実施します。				<b>学習環境</b>				
	受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>ソフトウェア技術系の新入社員。</li> <li>組込みシステム開発の基本を習得したい方。</li> </ul>				  マイコンボード (C-First)      ライトレーサー			
		到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>C言語による基本的な組込みプログラミング技術の習得する。</li> <li>マイコンおよび組込み開発環境に関する基本的な理解。</li> <li>開発プロセスに従って、要求仕様書・設計書・コード・テスト設計書を作成できるスキルを獲得する。</li> </ul>						

内容	講義名	形式	時間	目的・内容
	①「C言語事前学習」 (e-Learning)	e-learning	動画 時間 約8h	・目的：①の「組込みC言語」をスムーズに進めるための事前学習 ・内容：e-Learning「組込みC言語プログラミング基礎」受講でのC言語の事前学習 ・達成目標：C言語の確認テスト合格
	①「組込みC言語」	対面	3日	・目的：e-Learningのフォローアップ、追加演習 ・内容：e-Learning時の疑問点と回答。結果に基づき、重点項目選定と実施 ・達成目標：C動作プログラム（構造体、ポインタを含む）、課題演習クリアー
	②「組込みマイコン基礎」	対面	3日	・目的：実際の組込みマイコン上での開発基礎知識を習得する ・内容：演習を中心とした組込みマイコン上でのプログラミング、デバッグの実践 ・達成目標：マイコン開発手法、割り込みを使ったI/O処理プログラム、課題演習クリアー
	③総合演習※ 「ライトレーサー」	対面	8日	・目的：①～②の総合演習として実施 ・内容：複数のグループに分かれて、ライトレーサーの設計からプログラム実装までを実施 開発は、要求分析・設計・実装・テストなどのソフトウェア開発プロセスに沿って進める 最終日には、成果発表会としてライトレーサーの実機走行を実施 ・達成目標：実際に動作するライトレーサー制御プログラム、プロセス毎の設計資料の作成
※ ③総合演習だけ切り出した講座の実施も可能です。				

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～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		BP11	組込み・プログラミング	☆☆☆ 初級	2～3 日	20名	可能	有	
概要	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の基礎を、統合開発環境を用いた演習を通じて修得する。						<b>学習環境</b> ・テキスト ・PC 統合開発環境 Visual Studio		
受講対象 予備知識	・組込みソフトウェア技術の基本を身につけたい方。 ・何らかのプログラム言語の経験があると理解しやすい。								
到達目標	・変数と様々な型について理解し、処理対象データを適切に扱うことができる。 ・配列とループや分岐等の制御文を用いてデータ処理プログラムを作成できる。 ・ポインタの仕組みを理解し、高速なプログラムを作成したり、関数を効果的に使用できる。 ・統合開発環境を利用して、効率的にプログラムの編集とデバッグが行える。 ・組込み開発に特有なコーディングガイドラインの考え方とその必要性を理解する。								
内容	<b>1章 組込みシステムの概要</b> 1. 組込みソフトウェアとは？ 2. 組込みソフトウェア 3. 組込みソフトウェア開発に必要な知識  <b>2章 Cプログラミング概要</b> 1. C言語とは？ 2. プログラミングの流れ 3. 組込みシステムの場合 4. C言語の流れ 5. プロジェクト作成 6. 簡単なプログラム 7. プログラムのビルド 8. 間違いの例 9. プログラムの実行 10. 注意 11. 表示・計算・判断のプログラム  <b>3章 変数と型</b> 1. 変数の定義 2. 型 3. 定数 4. printf	<b>4章 式と演算子</b> 1. 式とは 2. 算術演算子 3. インクリメント・デクリメント 4. 整数と浮動小数点の演算 5. 整数と実数の演算 6. キャスト  <b>5章 制御</b> 1. 判断させる 2. 関係演算子 3. 論理演算子・否定演算子 4. 制御構文 5. ネスト(入れ子)構造 6. インデント 7. テスト  <b>6章 関数</b> 1. 関数とは 2. 関数の定義 3. 関数の呼び出し 4. 関数と変数 5. 一般的なC言語プログラムの構造	<b>7章 配列</b> 1. 配列 2. 配列の定義 3. 配列の参照と代入 4. 配列の使用例 5. 配列の引数 6. 文字列 7. 2次元配列 8. 配列の要素数の計算方法  <b>8章 ポインタ</b> 1. プロセッサのしくみ 2. ポインタの用途 3. 変数とメモリ 4. ポインタとは？ 5. アドレス 6. ポインタ変数の定義 7. ポインタ演算と参照 8. ポインタと配列の違い 9. ポインタと引数 10. 変数の生存期間に注意	<b>9章 構造体</b> 1. 構造体とは 2. 構造体の宣言 3. 構造体変数の定義 4. 構造体メンバーへのアクセス 5. 構造体の代入 6. 構造体の初期化 7. 構造体と関数  <b>10章 組込みCプログラミング</b> 1. コンピュータ内部の数値表現 2. ビット演算子 3. シフト演算子 4. ポインタとI/O  付録 コーディングガイドライン (要旨) 付録 Visual Studioのインストール					

組込みC言語プログラミング実践 ～高度なプログラミング技術と実装のパターン～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BP12	組込み・プログラミング	★★☆ 中級	2～3日	20名	可能	未
概要	組込み開発で求められるC言語の高度なプログラミング技術を講義と演習を通じて習得する。また、チーム開発で求められるコーディングの手法や作法を学習する。					<b>学習環境</b> ・テキスト ・PC 統合開発環境 Visual Studio		
受講対象 予備知識	・組込みソフトウェアのプログラマとして、開発を行う技術者の方。 ・C言語の実践的開発手法を学び、レベルアップされたい方。 ・BP11「組込みC言語プログラミング基礎」受講済みもしくは同等レベルの方。							
到達目標	・ポインタのふるまいを理解し、ポインタ変数を使って簡易なデータベースを作成できる。 ・プリプロセッサを活用し、版管理やデバッグを効果的に実施できる。 ・typedef文と構造体や共用体を使って保守性の高いプログラムを作成する手法を習得する。							
内容	<b>1章 演習環境概要</b> 1. プロジェクト作成 2. 簡易なプログラム 3. 注意 <b>2章 関数</b> (基礎編 6章と同一) 1. 関数とは 2. 関数の定義 3. 関数の呼び出し 4. 関数と変数 5. 一般的なC言語プログラムの構造 <b>3章 テスト・デバッグ</b> 1. テストの基礎 2. assertマクロ 3. デバッグの使い方 <b>4章 配列</b> (基礎編 7章と同一) 1. 配列 2. 配列の定義 3. 配列の参照と代入 4. 配列の使用例 5. 配列の引数 6. 文字列 7. 2次元配列 8. 配列の要素数の計算方法	<b>5章 単純なポインタ</b> (基礎編 8章と同一) 1. プロセッサのしくみ 2. ポインタの用途 3. 変数とメモリ 4. ポインタとは? 5. アドレス 6. ポインタ変数の定義 7. ポインタ演算と参照 8. ポインタと配列の違い 9. ポインタと引数 10. 変数の生存期間に注意 <b>6章 プリプロセッサ</b> 1. プリプロセッサとは 2. #define 3. #undef 4. #ifdef, #else, #ifndef, #endif 5. #include <b>7章 高度な型</b> 1. 構造体 2. 共用体 3. Typedef 4. 列挙型enum 5. const	<b>8章 モジュール化</b> 1. 分割コンパイル 2. 変数・関数の公開、非公開 3. グローバル変数の宣言と定義 4. .hファイル記述 5. .cファイル記述 6. VisualC++における分割コンパイル 7. モジュール設計の基礎 8. 凝集度 9. 結合度 10. モジュール設計に使われる図 11. モジュール分割の指針 <b>9章 複雑なポインタ</b> 1. 動的なメモリ確保 2. 関数ポインタ 3. 実装のパターン <b>10章 ビットの取り扱い</b> 1. コンピュータ内部の数値表現 2. ビット演算子 3. シフト演算子 4. 構造体のビットフィールド 5. ビットフィールドと共用体 6. ポインタとI/O	<b>11章 移植性</b> 1. ワードサイズ 2. エンディアン 3. アライメント 4. 機種依存コードの切り替え <b>12章 コーディングガイドラインとツール</b> 1. コーディングガイドラインの意義 2. コーディング規約 3. 静的解析ツール 付録 コーディングガイドライン (要旨)				

C言語プログラミング道場 <初級>		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BP31	組込み・プログラミング	☆☆☆ 初級	2～3日	20名	可能	—
概要	C言語による組込みプログラムを、様々な開発テーマを題材にした演習により、ゼロから開発する体験を通して実践的なプログラミング能力の向上を図る。 実習課題は必要に応じて選択する。						学習環境 ・テキスト  ・PC Visual Studio	
	受講対象 予備知識 C言語による組込みソフト開発の実務経験がある方。 ※初級編と中級編はあわせて受講されることをお勧めします。							
	到達目標 ・詳細設計までされた処理のプログラムをゼロから作成できる。 ・処理の構成要素となる単位のプログラムについてはそれを実現するアルゴリズムを作成できる。							
内容	開発要件 1 文字列操作関数の開発 設問 1 文字列のコピー 設問 2 文字列のクリア 設問 3 文字列の移動 設問 4 文字列の比較 設問 5 文字列の結合 設問 6 文字列からの文字の検索 設問 7 文字列を数値に変換	開発要件 2 エンディアンの変換 設問 1 エンディアンを変換 設問 2 エンディアンを確認	開発要件 3 ビットマップデータの変換 設問 1 白黒反転 設問 2 時計方向90度回転  設問 3 反時計方向90度回転 設問 4 180度回転	開発要件 4 パリティ処理 設問 1 パリティビットの付加 設問 2 誤り検出	開発要件 5 現在時刻の計算 設問 1 西暦年号の閏年判定 設問 2 現在時刻算出	参考：文字コードとその種類	開発要件 6 エンコードとデコード 設問 1 ファイルをBase64変換 設問 2 Base64からのデコード	



C言語プログラミング道場 <中級>		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BP32	組込み・プログラミング	★★☆ 中級	2~4 日	20名	可能 ※要相談	-
概要	<p>C言語による組込みプログラムを、様々な開発テーマを題材にした演習により、ゼロから開発する体験を通して実践的なプログラミング能力の向上を図る。 中級編では初級編に比べ、アルゴリズム設計を主体としてより考えさせる演習内容となっています。実習課題は必要に応じて選択する。</p>					<p style="text-align: center;"><b>学習環境</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・テキスト</li> <li>・マイコンボード(開発要件3) 78K0+ 拡張ボード</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・PC 統合開発環境 PM Plus</li> </ul>		
受講対象 予備知識	<p>C言語による組込みソフト開発の実務経験があり、アルゴリズムの設計をより深く学びたい方。 ※初級編と中級編はあわせて受講されることをお勧めします。</p>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機能仕様に対して、それを実現するアルゴリズムを自身で考えプログラミングまで行える。</li> <li>・データの検索やソートの手法を理解し、目的に応じて選択できる。</li> <li>・シリアル通信のフロー制御のしくみとリングバッファを使った実装方法を理解する。</li> <li>・排他制御による資源共有のしくみを理解する。</li> <li>・アルゴリズムに興味を持ち、自身でさらに改善していく姿勢を身につける。</li> </ul>							
内容	<p>開発要件 1 データのソート</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設問 1 Byte単位</li> <li>設問 2 Word単位</li> <li>設問 3 同じデータがある場合は詰める</li> <li>設問 4 任意の値の個数を返す</li> <li>設問 5 最も多く存在するデータを検索する</li> </ul> <p>開発要件 2 簡易データベース</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設問 1 生年月日でソート</li> <li>設問 2 生年月日でソート (エラー処理あり)</li> <li>設問 3 イニシャルでソート</li> <li>設問 4 イニシャルでソート (エラー処理あり)</li> <li>設問 5 性別でソート</li> <li>設問 6 血液型でソート</li> </ul>	<p>開発要件 3 シリアル通信でのフロー制御</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設問 1 リングバッファの初期化</li> <li>設問 2 リングバッファへの書き込み</li> <li>設問 3 リングバッファから読み出し</li> <li>設問 4 リングバッファのデータ数</li> <li>設問 5 受信側：初期化</li> <li>設問 6 受信側：受信開始要求</li> <li>設問 7 受信側：受信動作</li> <li>設問 8 受信側：受信バッファ読み出し</li> <li>設問 9 送信側：初期化</li> <li>設問 10 送信側：送信バッファ書き込み</li> <li>設問 11 送信側：送信動作</li> </ul>	<p>開発要件 4 ビットマップデータの処理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設問 1~4 反転と回転</li> <li>設問 5~8 1dotシフト</li> <li>設問 9~11 重ね合わせ</li> </ul> <p>開発要件 5 電話番号抽出処理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設問 1 電話番号抽出 (1byte文字のみ)</li> <li>設問 2 電話番号抽出 (2byte文字混在)</li> </ul> <p>開発要件 6 セマフォの実装</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設問 1 資源のアクセス要求 (P関数)</li> <li>設問 2 資源の開放要求 (V関数)</li> <li>設問 3 資源がロックされているか確認</li> <li>設問 4 資源の強制解放</li> </ul>					

# 組み込みLinux 初級

～基本的なLinuxプログラミング技術を習得する～

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
BP21	組み込み・プログラミング	★☆☆ 初級	2～3 日	15名	可能 ※要相談	有

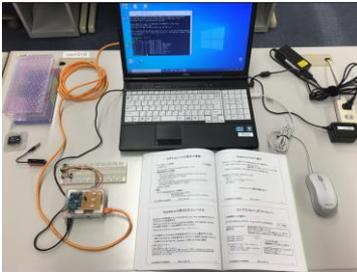
概要	組み込みLinuxシステムの概要を理解し、マイコンボード(Raspberry Pi)での実習を通して、Linuxの基本的なプログラミング技術と組み込みLinuxアプリケーション開発の方法を習得する。 ※本講座ではデバイスドライバ開発は扱いません。		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・C言語による基本的なプログラミングができる方。</li> <li>・Linuxの基本的なコマンドを使えると効率的に演習できます。</li> </ul>		
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Linux OSの基本機能(プロセス管理、メモリ等の資源管理、入出力制御)を説明ができる。</li> <li>・Linuxを利用したクロス開発環境を構築し、Linuxアプリケーション プログラミング、デバッグ等の開発作業ができる。</li> <li>・Makefileを目的に応じて効果的に使用できる。</li> <li>・組み込みLinuxによるマイコンボードのポート制御、データ入出力のしくみを説明できる。</li> </ul>		
内容	<p>1章 LinuxOS概論</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. オペレーティングシステムとは</li> <li>2. Linuxシステムとは</li> <li>3. UNIX系OSの機能(OSの基礎)</li> <li>4. マルチコアへの対応</li> <li>5. 組み込みOSとの違い</li> </ol> <p>2章 組み込みLinux概論</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組み込みシステム開発</li> <li>2. 組み込みOSとは</li> <li>3. Linuxの採用</li> </ol>	<p>3章 組み込みLinux開発環境構築</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 実習ボード(Raspberry Pi)の概要</li> <li>2. ボードへのOSインストール (Raspbian)とボードの操作</li> <li>3. 開発環境の構築</li> <li>4. クロスコンパイル環境</li> </ol> <p>4章 組み込みLinuxプログラミング入門</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Linux操作概要</li> <li>2. Linuxシステムのファイル構成</li> <li>3. Linuxシステムプログラミング</li> <li>4. デバッグ手法</li> </ol>	<p>5章 組み込みLinuxアプリケーション</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. LED操作プログラミング</li> <li>2. タクトスイッチ操作プログラミング</li> <li>3. TCP/IPプログラミング</li> <li>4. 温湿度・気圧センサー (参考)</li> <li>5. USB接続Webカメラ (参考)</li> </ol> <p>付録 今後の学習の進め方</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 参考書</li> <li>2. 学習の進め方</li> </ol>

## 学習環境

- ・テキスト
- ・マイコンボード  
 Raspberry Pi 4
- ・拡張ボード  
LED  
温度センサー  
タクトスイッチ  

- ・PC  
Windows Subsystem for Linux (WSL2)



組込みLinux 中級 ～カーネルの構築とデバイスドライバ作成～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		BP22	組込み・プログラミング	★★☆ 中級	2～3日	15名	可能 ※要相談	—
概要	Linuxカーネルの移植方法とデバイスドライバの開発について学びます。 演習では、マイコンボード上にLinuxカーネルを移植し、実際にデバイスドライバを組み込みます。					<b>学習環境</b>		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>Linuxの基本知識があり、Linuxアプリケーションのプログラミング経験がある方。</li> <li>CPUとその周辺ハードウェアの基本的な知識のある方。</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>テキスト</li> <li>マイコンボード  Raspberry Pi 4</li> </ul>		
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>カーネルのコンフィグレーションの内容とブートシーケンスについて理解する。</li> <li>Linuxのインストーラを入手して、マイコンボードにインストールする手順を理解する。</li> <li>デバイスドライバのキャラクタ型、ブロック型、ネットワーク型の違いを説明できる。</li> <li>キャラクタ型デバイスドライバを作成し、カーネルに組み込む方法を理解する。</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>拡張ボード LED LCD 温度センサー SW を接続 </li> <li>PC VMware上のCentOS7</li> </ul>		
内容	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>1章 Linuxカーネルの構築</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>クロス開発環境の構築</li> <li>ソースコードの取得</li> <li>カーネルコンフィギュレーションとカーネルビルド</li> <li>Raspbianのビルド</li> <li>RT-Linuxへの拡張</li> </ol> </div> <div style="width: 45%;"> <p>2章 デバイスドライバプログラミング</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Linuxカーネルとデバイスドライバ</li> <li>カーネルモジュール</li> <li>モジュールのコンパイルと実行</li> <li>キャラクタ型デバイスドライバ(1)</li> <li>キャラクタ型デバイスドライバ(2)</li> <li>デバイスドライバのカーネルへの組み込み</li> <li>デバイスドライバ開発の技術要素</li> <li>キャラクタ型デバイスドライバ(3)</li> </ol> </div> </div> <p>付録 今後の学習の進め方</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>参考書</li> <li>学習の進め方</li> </ol>							

組込みソフト開発における高信頼化プログラミング ～MISRA-Cによる安全なコーディング方法～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		CQ51	組込み・プログラミング	★★☆ 中級	2日	30名	—	—
概要	C言語による組込みソフトウェア開発において、そこに潜む様々なリスクを具体的に示し、リスクを回避し、真に高品質、高信頼化プログラミングを実現するため、コーディング規約の一つである“MISRA-C 2012”のガイドライン活用法を通して解説する。					<b>学習環境</b> ・テキスト		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車載ソフト開発など、高信頼性を求められるソフトウェア開発プロジェクトのリーダー／一般技術者等。</li> <li>・C言語によるプログラミング経験がある方、C言語の基本的な構文を理解している方。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・C言語開発におけるリスク回避するポイントを理解する。</li> <li>・MISRA-C 2012規約に関して、その真の意味を理解する。</li> <li>・規格に基づいて、適合の判断、非適合とする場合の逸脱処理を実施できる。</li> <li>・MISRA-Cとの付き合い方を理解する。</li> </ul>							
内容	1 Introduction 2 ソフトウェア開発 1. ソフトウェア開発プロセス 2. ソフトウェア品質保証 3. 自動車組み込みソフト開発動向 3 MISRA-Cの概要 1. MISRA-Cとは？ 2. MISRA-Cの活用方法 3. MISRA-C理解に必要な用語		4 MISRA C:2012 1. MISRA-Cの歴史 2. MISRA-C:2004との違い 3. MISRA C:2012詳細 (GL抜粋と演習) 5 SafetyとSecurity 1. CERT-C概要 2. MISRA C:2012 Amendment1概要 3. 静的解析ツール概要 6 Summary					



自動車工学の基礎知識 ～自動車の基本のしくみと機能～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning			
		MV11	自動車・MBD・モータ制御	☆☆☆入門	1～2日	30名	可能	有			
概要	車載関連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。車の基本仕様である“走る／曲がる／止まる”とその仕組みや、EV、自動運転などの最新動向に至るまで幅広い基礎知識習得を図る。						学習環境 ・テキスト				
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車載関連の開発に関わる技術者、及び今後参画する技術者を対象に、自動車の基本仕様や仕組みなどの基礎知識を習得したい方。</li> <li>・EVや自動運転などの最新動向を知りたい方。</li> </ul>										
到達目標	<p>自動車の基本の仕組みと機能が解る。 自動車の先進技術動向が解る。</p>										
内容	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>1章 自動車の歴史と動向</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 自動車の歴史</li> <li>2. 自動車産業の変化</li> <li>3. 世界の自動車販売と製造</li> </ul> <p>2章 自動車の基本</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 自動車の分類</li> <li>2. 自動車の構造</li> <li>3. 走る（動力伝達）</li> <li>4. 曲がる（操縦安定）</li> <li>5. 止まる（制動）</li> <li>6. 利便・快適</li> </ul> <p>3章 環境</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. エンジン（内燃機関）</li> <li>2. エンジンの動作</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>3. エンジンの構造</p> <p>4. ガソリンエンジンとディーゼルエンジン</p> <p>5. 燃料</p> <p>6. 環境規制とエンジン制御システム</p> <p>7. ハイブリッド自動車（HV/PHV）</p> <p>8. 電気自動車（BEV/FCV）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8-1. バッテリ電気自動車（BEV）</li> <li>8-2. 燃料電池車（FCV）</li> </ul> <p>4章 安全</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 交通事故の状況</li> <li>2. 衝突安全（Passive Safety）</li> <li>3. 機能安全（Active Safety）</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>5章 利便・快適</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 表示系機能</li> <li>2. 利便性機能</li> <li>3. 快適性機能</li> <li>4. 情報系機能</li> </ul> <p>6章 自動車の将来</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 電子化のさらなる進展</li> <li>2. 安全への取り組み（機能安全）</li> <li>3. 自動車の変革（CASE）</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>3-1. Connected</li> <li>3-2. Autonomous（自動運転）</li> <li>3-3. Shared（シェアードサービス）</li> <li>3-4. Electric（電動化）</li> </ul> <li>4. これからの車社会</li> </ul> </td> </tr> </table>								<p>1章 自動車の歴史と動向</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 自動車の歴史</li> <li>2. 自動車産業の変化</li> <li>3. 世界の自動車販売と製造</li> </ul> <p>2章 自動車の基本</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 自動車の分類</li> <li>2. 自動車の構造</li> <li>3. 走る（動力伝達）</li> <li>4. 曲がる（操縦安定）</li> <li>5. 止まる（制動）</li> <li>6. 利便・快適</li> </ul> <p>3章 環境</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. エンジン（内燃機関）</li> <li>2. エンジンの動作</li> </ul>	<p>3. エンジンの構造</p> <p>4. ガソリンエンジンとディーゼルエンジン</p> <p>5. 燃料</p> <p>6. 環境規制とエンジン制御システム</p> <p>7. ハイブリッド自動車（HV/PHV）</p> <p>8. 電気自動車（BEV/FCV）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8-1. バッテリ電気自動車（BEV）</li> <li>8-2. 燃料電池車（FCV）</li> </ul> <p>4章 安全</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 交通事故の状況</li> <li>2. 衝突安全（Passive Safety）</li> <li>3. 機能安全（Active Safety）</li> </ul>	<p>5章 利便・快適</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 表示系機能</li> <li>2. 利便性機能</li> <li>3. 快適性機能</li> <li>4. 情報系機能</li> </ul> <p>6章 自動車の将来</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 電子化のさらなる進展</li> <li>2. 安全への取り組み（機能安全）</li> <li>3. 自動車の変革（CASE）</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>3-1. Connected</li> <li>3-2. Autonomous（自動運転）</li> <li>3-3. Shared（シェアードサービス）</li> <li>3-4. Electric（電動化）</li> </ul> <li>4. これからの車社会</li> </ul>
<p>1章 自動車の歴史と動向</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 自動車の歴史</li> <li>2. 自動車産業の変化</li> <li>3. 世界の自動車販売と製造</li> </ul> <p>2章 自動車の基本</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 自動車の分類</li> <li>2. 自動車の構造</li> <li>3. 走る（動力伝達）</li> <li>4. 曲がる（操縦安定）</li> <li>5. 止まる（制動）</li> <li>6. 利便・快適</li> </ul> <p>3章 環境</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. エンジン（内燃機関）</li> <li>2. エンジンの動作</li> </ul>	<p>3. エンジンの構造</p> <p>4. ガソリンエンジンとディーゼルエンジン</p> <p>5. 燃料</p> <p>6. 環境規制とエンジン制御システム</p> <p>7. ハイブリッド自動車（HV/PHV）</p> <p>8. 電気自動車（BEV/FCV）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8-1. バッテリ電気自動車（BEV）</li> <li>8-2. 燃料電池車（FCV）</li> </ul> <p>4章 安全</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 交通事故の状況</li> <li>2. 衝突安全（Passive Safety）</li> <li>3. 機能安全（Active Safety）</li> </ul>	<p>5章 利便・快適</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 表示系機能</li> <li>2. 利便性機能</li> <li>3. 快適性機能</li> <li>4. 情報系機能</li> </ul> <p>6章 自動車の将来</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 電子化のさらなる進展</li> <li>2. 安全への取り組み（機能安全）</li> <li>3. 自動車の変革（CASE）</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>3-1. Connected</li> <li>3-2. Autonomous（自動運転）</li> <li>3-3. Shared（シェアードサービス）</li> <li>3-4. Electric（電動化）</li> </ul> <li>4. これからの車社会</li> </ul>									



# 車載ネットワーク概論

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
MN31	自動車・MBD・モータ制御	★☆☆ 初級	1～2 日	20名	可能 ※要相談	有

概要	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学ぶ。特に、今日一般的に使用されているCANについては、実際にマイコンボード（Arduino）を用いた、疑似的な車載システムのソフトウェアを開発する演習を行って理解を深める。		学習環境
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>車載ソフトウェアの開発に関わる技術者の方など、車載LAN(CAN)を習得されたい方。</li> <li>ネットワークの基本的概念を理解し、C言語によるマイコンプログラミングの経験がある方。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>テキスト</li> <li>Arduino Uno R4 による擬似ECUとアクチュエータ</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>CANプロトコルモニタ</li> <li>オシロスコープ</li> <li>PC(開発環境, 仮想端末)</li> </ul>
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車エンジンの主な制御要因、その制御が電子化/マイコン化されていった経緯、それらを実現する様々なセンサとアクチュエータの種類、車載ネットワークの必要性を説明できる。</li> <li>CAN通信規格の基本を信号レベルとプロトコル(フレーム)レベルで理解し、多数のノード間で統制の取れた通信ができるためのしくみを説明できる。</li> <li>CANを用いた車載システム/ソフトウェアの概要を説明できる。</li> </ul>		
内容	<p>1章 車載システムの概要</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 自動車電子化小史</li> <li>2. 自動車における電子制御</li> <li>3. 電子制御の要素技術</li> <li>4. 車載サブシステム</li> <li>5. 車載システムの課題</li> </ol> <p>2章 車載ネットワークの概要</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分散並列制御と車載ネットワーク</li> <li>2. 車載ネットワークの必要性</li> <li>3. 車載ネットワークの種類</li> <li>4. 車載ネットワークの歴史</li> <li>5. 車載ネットワークシステム例</li> </ol>	<p>3章 CAN : Control Area Network</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CANの概要と規格</li> <li>2. CANバスとビットの伝送</li> <li>3. CANフレーム</li> <li>4. アービトレーション</li> <li>5. エラー処理</li> <li>6. CANの1ビットと同期</li> <li>7. フレームのフィルタリング</li> </ol> <p>4章 CANの演習</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arduinoの基礎知識</li> <li>2. RTOSの基礎知識</li> <li>3. 演習課題「ドアロックシステム」の仕様</li> <li>4. CAN送受信部の開発</li> <li>5. アプリケーション部の開発</li> </ol>	

<b>モデルベース開発 (MBD) の基礎</b> ～MATLABによる制御システムのモデル化とシミュレーション～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		CS51	自動車・MBD・モータ制御	☆☆☆ 初級	1日	20名	可能 ※要相談	準備中
<b>概要</b>	モデルベース開発 (MBD) の基礎から応用までを、MATLAB/Simulinkを用いた演習を交えて学ぶ実践型講座。					<b>学習環境</b>		
<b>受講対象</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>開発現場で業務の複雑化や短納期化の要求に直面し、解決手段を求めている技術者。</li> <li>高校程度の数学(関数、微分、線形代数など)を理解し、パソコンの基本操作ができること。</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>テキスト</li> <li>PC MATLAB/Simulink</li> </ul>		
<b>予備知識</b>								
<b>到達目標</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モデルの役割やシミュレーションの意義、MATLAB/Simulinkの基本的な使い方を学び、理論とツールを結びつける方法を理解する。</li> <li>モデル構築、制御アルゴリズムの設計、シミュレーションによる検証を体験することで、モデルを用いた設計の流れと効果を理解する。</li> <li>開発段階に応じた検証手法としてMILS/SILS,RCP,HILSを学び、実機やモデルを使った段階的な評価方法を理解する。</li> </ul>							
<b>内容</b>	1章 なぜ今 モデルベース開発(MBD)なのか 1. 現場の課題(開発の長期化・手戻り・品質トラブル) 2. MBD登場の背景と目的 3. MBD(モデルベース開発)とは? 4. 従来型開発との比較(仕様書駆動 v.s. モデル駆動) 5. MBD導入の効果(品質向上・工数削減・可視化)  2章 MBDを実現するための基礎知識 1. 数値シミュレーション 2. 機械システムのモデル化 3. 電気システムのモデル化 4. 微分方程式のラプラス変換による表現					3章 モータ制御システム設計とシミュレーション 1. モータ制御システム設計の概要 2. 速度フィードバック制御 3. DCモータを利用した制御システム  4章 MILS/SILS・RCP・HILSの応用例 1. MILS/SILS・RCP・HILSの事例紹介 2. 高速・高精密応答現実へのアプローチ 3. 本講座のまとめ		



電動化自動車パワートレインの モデリングと制御基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MV31	自動車・MBD・ モータ制御	★★☆ 中級	1日	30名	可能 ※要相談	有
概要	電気、ハイブリッド自動車の駆動系、バッテリー系制御について、仮想モデル設計（MBD）を用いた最適設計手法の基礎を学ぶ。						学習環境 ・テキスト	
	受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ECU・パワートレイン制御系で、エネルギーマネジメントのアルゴリズム設計（効率化）を修得したい方。</li> <li>・自動車関連会社の新入社員。</li> <li>・大学で工学系数値レベルを修得されている方。</li> </ul>						
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パワートレインと車両姿勢、走行・加速挙動との関係を理解する。</li> <li>・電動化パワートレイン制御の基本問題を理解する。</li> <li>・ハイブリッドパワートレイン（HEV）エネルギーマネジメント策設計の基礎を理解する。</li> <li>・電気自動車（EV）の車両運動制御および熱マネジメント問題を理解する。</li> </ul>							
内容	1章 自動車パワートレイン電動化の背景 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 自動車動力技術の変遷</li> <li>2. 電動化パワートレインの基本構造</li> <li>3. 自動車パワートレインのエネルギー効率</li> <li>4. パワートレイン制御とECU</li> </ol> 2章 電動化パワートレインと車両運動のモデリング <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 動力学系モデリングの基本原理</li> <li>2. 車両姿勢と走行挙動の動力学モデル</li> <li>3. パワートレインの動力学モデル</li> <li>4. モデルのブロック線図</li> </ol>	3章 EV制御の基本問題 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. フィードフォワードとフィードバック制御</li> <li>2. ホイルインモータ車両の走行・姿勢制御</li> <li>3. 熱マネジメント問題と冷却系制御</li> <li>4. エネルギー効率最適化制御の例</li> </ol> 4章 HEVエネルギーマネジメント策設計基礎 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 動力学システム最適化の基礎</li> <li>2. パラレル式HEV最適化の例</li> <li>3. シリーズ/パラレル式HEVエネルギーマネジメント策設計例</li> </ol>	5章 コネクテッド環境における電動化車両の制御技術展望 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. V2X情報とパワートレイン効率最適化</li> <li>2. パワーダイヤモンド予測例</li> <li>3. 予測に基づくMPC例</li> <li>4. 車車間情報に基づく合流制御例</li> <li>5. Traffic情報に基づく最適化例</li> </ol>					

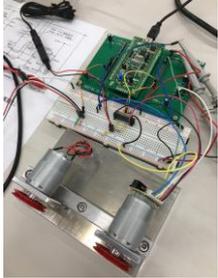


エンジン制御のためのモデルベース設計概論		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning			
		CS41	自動車・MBD・モータ制御	★★☆ 中級	2日	30名	可能	有			
概要	自動車エンジン制御系のモデリング、解析及び設計に至る基本を修得する。さらに先端のエンジン制御技術の例と、MATLAB/Simulinkを用いたシミュレーション例を通じて、モデルベースデザインを使った最新のエンジン制御設計技術を学ぶ。						<b>学習環境</b> ・テキスト				
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>エ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わるソフトウェア技術者。</li> <li>高校程度の物理と化学、微分/積分の概念、できれば微分方程式の基本知識がある方。</li> </ul>										
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>エンジンの構造とふるまいを、様々なセンサーとアクチュエータとの関係を含めて理解する。</li> <li>伝達関数と状態方程式の求め方とそれが何を表すかを説明できる。</li> <li>PID制御の特性とその安定化の手法を理解する。</li> <li>エンジンモデルを構成する各ブロックの考え方と関係するパラメータ、動作概要を把握する。</li> </ul>										
内容	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; vertical-align: top;">           1章 概論            1. パワートレインの概要            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             2章 制御系解析理論基礎            1. 動的システムのモデル            2. システムの定常誤差と過渡性能            3. 状態方程式            4. 伝達関数            5. 周波数特性と時間領域特性            6. フィードバック制御と安定性             3章 制御系設計手法            1. フィードバック制御系の定常誤差            2. PID制御器(補償器)         </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top; border-left: 1px dotted black;">           3. 2自由度制御            4. 安定化制御器            5. 最適制御系設計             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. 空燃比制御            2. 速度制御            3. トルク推定と制御            4. 点火時期制御            5. 始動速度制御         </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;">           6章 HEVパワートレイン制御            1. HEVの背景と制御課題            2. HEVパワートレインのモデル            3. エネルギー最適化基礎            4. エネルギー消費最小化制御             附録 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         </td> </tr> </table>								1章 概論 1. パワートレインの概要 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  2章 制御系解析理論基礎 1. 動的システムのモデル 2. システムの定常誤差と過渡性能 3. 状態方程式 4. 伝達関数 5. 周波数特性と時間領域特性 6. フィードバック制御と安定性  3章 制御系設計手法 1. フィードバック制御系の定常誤差 2. PID制御器(補償器)	3. 2自由度制御 4. 安定化制御器 5. 最適制御系設計  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. 空燃比制御 2. 速度制御 3. トルク推定と制御 4. 点火時期制御 5. 始動速度制御	6章 HEVパワートレイン制御 1. HEVの背景と制御課題 2. HEVパワートレインのモデル 3. エネルギー最適化基礎 4. エネルギー消費最小化制御  附録 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
1章 概論 1. パワートレインの概要 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  2章 制御系解析理論基礎 1. 動的システムのモデル 2. システムの定常誤差と過渡性能 3. 状態方程式 4. 伝達関数 5. 周波数特性と時間領域特性 6. フィードバック制御と安定性  3章 制御系設計手法 1. フィードバック制御系の定常誤差 2. PID制御器(補償器)	3. 2自由度制御 4. 安定化制御器 5. 最適制御系設計  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. 空燃比制御 2. 速度制御 3. トルク推定と制御 4. 点火時期制御 5. 始動速度制御	6章 HEVパワートレイン制御 1. HEVの背景と制御課題 2. HEVパワートレインのモデル 3. エネルギー最適化基礎 4. エネルギー消費最小化制御  附録 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									



エンジン制御のためのモデルベース設計実習 ～MATLAB/Simulinkによるエンジン制御ソフト開発～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		CS42	自動車・MBD・モータ制御	★★★ 上級	2日	20名	可能 ※要相談	—	
概要	自動車エンジン制御系のモデリングについて、その基本的な手法から具体的な解析方法を、実際にMATLAB/Simulinkを用いたシミュレーション例を通じて学ぶ。						<b>学習環境</b>		
	受講対象 ・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わるソフト技術者。 ・本講座の概論CS41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)。						・テキスト		
							・PC MATLAB/Simulink		
到達目標	・MATLAB/Simulinkで微分方程式によるモデルを作成できる。 ・最小二乗法等によるカーブフィッティング、パラメータ最適化の手法を理解する。 ・MATLAB/Simulinkでエンジンの平均値モデル、動的モデルを作成し、評価が行える。 ・PID制御によるスロットのモデルを作成し、評価が行える。								
内容	<b>1章 MATLAB/Simulinkの基本</b> 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		<b>3章 動的モデルとSimulink</b> 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		<b>5章 動的システムモデル同定</b> 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		<b>6章 制御系シミュレーションとHILs製作実習</b> 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)		
		<b>2章 パラメータの同定方法</b> 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		<b>4章 エンジン平均値モデル</b> 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					



モータ制御の基礎（導入編） ～マイコンによるPWM制御を理解する～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MM21	自動車・MBD・モータ制御	★☆☆ 初級	1～2日	15名	－	－
概要	マイコンを使用してD C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D C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。					<b>学習環境</b> ・テキスト ・モーター制御教材 モーター ICTレーナー ドライバ他 部品一式 USBオシロ   ・PC		
受講対象 予備知識	・モータ制御する際に必要なマイコンシステムを用いた制御の基礎を学びたい方。							
到達目標	・制御理論の前提となる、マイコンシステムについて理解する。 ・トランジスタのスイッチングやPWM制御の理論について理解する。							
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. マイコンとは 2. システム構成 3. 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. パリフェラル・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  参考文献					

モータ制御の基礎（実践編） ～DCモータ制御実習～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MM22	自動車・MBD・モータ制御	☆☆☆ 初級	2日	15名	—	—
概要	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。実習編では、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。					<b>学習環境</b> ・テキスト ・モーター制御教材 モーター ICTトレーナー ドライバ他 部品一式 USBオシロ ・PC		
受講対象 予備知識	・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。 ・マイコンシステムについての知識が不足している方は、事前にMM21の受講をお勧めします。							
到達目標	・PWM制御によりモータを動かし、モータの回転角度を測定し制御に利用できる。 ・モータをフィードバック制御できる。 ・制御応答（過渡特性、周波数特性、安定性）を評価、調整（チューニング）できる。							
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. 実験で利用する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  6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	7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  8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					

モータ制御システムの設計 ～MATLABによるDCモータ制御システム設計～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MM31	自動車・MBD・モータ制御	★★☆ 中級	2日	15名	－	－
概要	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。					<b>学習環境</b> ・テキスト ・モーター制御教材 モーター ICTレーナー ドライバ他 部品一式 USBオシロ 信号発生器 ・PC /MATLAB		
受講対象 予備知識	・電気・電子回路に関する基本知識を有しており、モータ制御システムの設計に関して理解を深めたい方。							
到達目標	・モータ制御システムの概要を理解し、MATLAB/Simulinkを用いた制御シミュレーションができる。 ・理論（シミュレーション）を現場（実験）に活用できる。 ・基本的な制御システムの設計（高速・高精度応答）ができる。							
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. MATLABを用いた機械学習（人工知能）の紹介  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 MATLABを用いたモータ制御システム演習とまとめ 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					

PMモータのベクトル制御		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		MM11	自動車・MBD・モータ制御	★★☆ 中級	3日	20名	可能 ※要相談	—	
概要	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。						<b>学習環境</b> ・テキスト ・PC EDAツール PSIM Trial Version		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>PMモータ制御に関する技術の習得を目指している方。</li> <li>電気回路およびモータに関する基礎知識がある方。</li> </ul>								
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>PMモータについて、最近の動向、用途、ドライブするために必要な知識を把握する。</li> <li>IGBTとMOS-FETの違い、三相インバータの構成、PWM変調を理解する。</li> <li>マイコンを使ったモータ制御システムの構成と設計要因を説明できる。</li> <li>実システムの制御ボードの構成と実際の演算内容を理解する。</li> </ul>								
内容	1章 PMモータを動かすために PMモータの動向 PMモータのアプリケーション例 必要な知識  2章 パワエレ基礎 インバータ基礎、スイッチング素子、 スwitching損失、単相インバータ、PWM、 三相インバータ、電源電圧と回転数、 過変調、デットタイム、120度通電方式  3章 モータ基礎 モータの種類、誘導機と永久磁石同期機、 位置センサ、SPMSMとIPMSM、磁石、 巻線、電磁鋼板、モータ制御の考え方、 制御-回路連成解析手法、PSIMによる モータ特性把握、PSIMによるモータ駆動	4章 制御基礎 おさらい、RL回路、ラプラス変換、代表的 な伝達関数、フィードバック制御、 比例(P)制御、比例積分(PI)制御、 R-L回路の電流制御  5章 PMモータのベクトル制御 ベクトル制御、PSIMによるベクトル制御、 外乱オブザーバ、電流指令値選択方法  6章 離散化と実装 全体構成、 シミュレーションの演算周期について、 マイコンで何をやってるの、 離散化(量子化)、A/Dの分解能、 エンコーダの分解能、 電流センサのオフセット、	実装に伴う問題、 離散積分方式による違い、 ベクトル制御離散化、 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 センサレス制御(現状) BLDCとBLAC 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 制御ボード、主回路周辺、周辺回路、 プログラム構成、演算内容、 三次高調波印加、座標変換、PWM変調、 Sin/Cos演算、ソース群とヘッダ群						

画像処理・圧縮の基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		MP11	画像処理・AI・データサイエンス	★☆☆ 初級	1～2 日	20名	可能	有	
概要	<p>画像がコンピュータ上でどのように表現されているかを知り、基本的なフィルタリング手法のしくみとその効果をパソコンを使った実習を通して確認する。</p> <p>さらにJPEG、MPEGの圧縮技術の概要と実際に使われている規格の状況を学び、最後に車載カメラ応用での距離計測、物体検出、画像合成の事例を紹介する。</p>						<b>学習環境</b>  ・テキスト		
	受講対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタル画像処理技術を基礎から修得したい方。</li> <li>・三角関数、積分、行列について基礎知識があり、C言語プログラムを読める方。</li> </ul>							
	予備知識								
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・画像のデジタル化の基礎知識として、標本化、色空間、輝度変換等について説明できる。</li> <li>・画像フィルタリングの平滑化、先鋭化、エッジ強調の手法と効果を理解する。</li> <li>・画像と動画のデジタル圧縮のしくみ、規格の種類とそれぞれの用途を理解する。</li> <li>・ステレオカメラによる距離計測の原理を説明できる。</li> </ul>								
内容	1章 画像処理のための基礎知識 0. 数学的準備 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		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 3. 車載カメラによる運転支援		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		



画像パターン認識・マシンビジョンの基礎		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MP21	画像処理・AI・データサイエンス	★★☆ 中級	e-learningのみ受講可			有
概要	画像から様々な対象を検出し認識する手法を学び、PCを使った実習によりその特性を理解し、対象と目的に合った処理を行うための基礎知識と応用システムの開発手法を習得する。						学習環境	
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>画像処理システムの開発を始めたい方あるいは運用するシステムを理解し改善したい方。</li> <li>デジタル画像処理での画像表現／フィルタリング／画像変換、および確率について基礎知識があり、C言語（またはC++言語）のプログラムが読める方。</li> </ul>						<ul style="list-style-type: none"> <li>テキスト</li> <li>PC Visual Studio OpenCVライブラリ</li> </ul>	
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>画像パターン認識の基本的な処理プロセスを説明できる。</li> <li>ベクトルの内積が類似度を表し、内積は行列の積をとることで計算できることを理解する。</li> <li>前処理の必要性と濃度や幾何学的補正の手法を理解する。</li> <li>輪郭線の抽出アルゴリズムの種類とその用途、パターンマッチング処理のしくみを説明できる。</li> <li>サポートベクタマシン、K-means法についてその用途としくみを説明できる。</li> </ul>							
内容	1章 概要 1. マシンビジョンとは 2. マシン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		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		5章 応用システム開発の手法と環境 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 3. OpenCV 4. 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 6. 識別の基礎	
							参考文献紹介	

# 生成AIと半導体

記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
MA01	画像処理・AI・データサイエンス	★☆☆ 初級	1日	30名	可能	準備中

概要	生成AIの進化は、膨大な計算を支える半導体技術によって実現されています。本講座では、デジタル計算の基礎からマイクロプロセッサやGPUの仕組み、AI/生成系AIの演算原理までを体系的に解説します。特に生成AIとGPUの関係を通じて、最新AIを支える半導体技術の姿を理解します。	学習環境 ・テキスト	
	受講対象 予備知識		<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンピュータやGPUの動作原理について学びたい方。</li> <li>・AI/生成系AIとは何か、また専用プロセッサ（GPU）との関係について学びたい方であれば、どなたでも受講できますが、AI活用経験や簡単なプログラミング経験があると更に理解が深まります。</li> </ul>
	到達目標		<p>生成AIが、GPU内の数百億個のトランジスタによる単純なデジタル計算処理によるものであることを体系的に理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・AIを支えるGPUとCPUのアーキテクチャの違いを理解し、「なぜGPUか」を説明できる。</li> <li>・コンピュータの動作原理と、それを半導体で実現する仕組みを理解する。</li> </ul>

内容	<p>1章 情報社会を支える半導体 そもそも「デジタル」って何？ 「デジタル」で計算 ところで「半導体（はんどうたい）」って何？ トランジスタ（スイッチ）とは？ PMOS + NMOSで何ができるのか？ 四則演算・論理演算 半導体によるデジタル計算の実現 <small>（よくわかる半導体超入門Ⅰ～半導体ってどんなもの～と内容が一部重複するところがございます。）</small></p> <p>2章 コンピュータの動作原理と歴史 ～マイクロプロセッサとメモリ～ マイクロプロセッサができること マイクロプロセッサの基本構成 マイクロプロセッサの動作原理 マイクロプロセッサの性能とは？ コンピュータの歴史 消費電力と消費エネルギー プロセッサ進化を簡単に解説</p>	<p>3章 アクセラレーション技術 ～GPU～ 汎用 vs 専用（一般論） GPUの特徴 汎用CPU vs. GPU GPUでのプログラム実行：SIMT GPUの変遷</p> <p>4章 AIの基礎/生成系AIを支える半導体 AI処理の正体とは？ AI処理と学習 AI処理と行列演算 ディープラーニング（深層学習）とは？ 生成AI（Generative AI）とは？ 生成AI（大規模言語モデル、LLM） AIの大規模化による計算量爆発 巨大モデルの登場 ボトルネックは計算だけではない</p> <p>5章 今後の展望 生成AIと半導体の進化を支える技術トレンド 世界の潮流～新チップをつくり、新サービスを展開する～</p>
----	---	--

AI（人工知能）技術の基礎知識		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MA11	画像処理・AI・データサイエンス	★☆☆ 初級	2日	20名	可能	有
概要	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。					<b>学習環境</b> ・テキスト ・Windows PC - Linux - Caffe - C++ソースを用いた演習		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・線形代数、行列、確率、微積分の基本知識のある方。</li> <li>・なんらかのプログラム言語は経験したことのある方。</li> </ul> ※講義中、Linux環境でC++ソースを用いた演習を行います。							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「深層学習」を中心に、関連するその他のAIや基礎知識を系統的に理解する。</li> <li>・AIを利用する際に調整が必要な「メタパラメータ」の意味と性質を理解する。</li> <li>・問題設定のちよとした違いで、一方で安定して動いていたシステムが、他方では使い物にならないという事が良く起こることを理解する。</li> </ul>							
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. 中間層学習 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. 識別の基礎を体験する 4. Caffeを使った文字認識  6章 問い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					



実装して理解する データサイエンス・AI技術の基礎 ～重回帰分析・決定木・ディープラーニング～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning
		MD51	画像処理・AI・データサイエンス	★☆☆ 初級	2日※	15名	VOD オンライン	—
概要	データサイエンス技術者をめざすプログラマ・システムエンジニアを対象として、AI（人工知能）の技術的な概要を説明した上で、3つの対照的な技術（重回帰分析・決定木・ディープラーニング）について、ゼロから実装し基礎を理解します。					<b>学習環境</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ビデオ講義資料</li> <li>・PC（個々のPC）</li> <li>・Google Chrome をインストールする事 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Googleアカウントでログイン</li> <li>- Meet によるオンライン講義</li> <li>- Colaboratory による演習</li> <li>- Drive によるファイル渡し</li> </ul> </li> </ul>		
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データサイエンス/AIの技術に興味があり、初心者レベルのプログラミング可能な方。</li> <li>・Pythonの経験者、または、C・Java・Ruby・Perl…などの言語経験者。</li> <li>・GoogleアカウントとGoogle Chromeの準備（Google Colaboratory を用いて実習）。 &lt;知っているとう理解につながるもの&gt;</li> <li>・numpy をつかった数値計算。</li> <li>・pandas や scikit-learn をつかったデータ分析。</li> </ul>							
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・重回帰分析、決定木、ディープラーニングの動作原理を実装可能なレベルで理解する。</li> <li>・上記を理解するための基礎的な数学（行列の内積、転置、逆行列）、微分を理解する。</li> <li>・重回帰分析、決定木、ディープラーニングの利用ケースを理解する。</li> </ul> <受講者が理解できること> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Pythonの基本操作（変数、数値、文字列の取扱い） ・リストの操作</li> <li>・条件分岐（if、elif、else） ・繰り返し処理（for） ・関数定義（def）</li> <li>・クラスの実装（class）</li> </ul>							
内容	1. AI 技術の概要 AIとモデリング、モデリングの適用例、説明可能なAIとブラックボックスAI 2. 機械学習を理解する際に頻出する行列計算を理解する オープンなライブラリを使った実装、Pythonによる実装 3. 予測を行う基本としての重回帰分析を理解する オープンなライブラリを使った実装、Pythonによる実装 利用ケースへの適用（オンライン講義1） 4. 説明可能なAIの代表としての決定木を理解する。 オープンなライブラリを使った実装、Pythonによる実装 利用ケースへの適用（オンライン講義2）		5. ブラックボックスAIの代表としてディープラーニングを理解する。 オープンなライブラリを使った実装、Pythonによる実装 利用ケースへの適用（オンライン講義2）  ※) 学習、講義の進め方 開始 ～ビデオ講義による学習、実装 1～2週間 → オンライン講義1 約2h ～ビデオ講義による学習、実装 1～2週間 → オンライン講義2 約2h					



Pythonで学ぶ統計・データサイエンスの基礎 ～記述統計、推測統計、統計分析～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		MD21	画像処理・AI・データサイエンス	★☆☆ 初級	1～2 日	20名	—	—	
概要	データサイエンスの基本となる統計学の基礎理論を学びます。平均値、分散値、相関係数などの基本統計量の基本から、様々な確率分布の種類、区間推定、仮説検定のやり方を学びます。後半の統計分析では、単回帰分析、重回帰分析、主成分分析、因子分析、クラスター分析などの統計分析手法について、PythonやRによる実例紹介や演習を交えながら、実践的な手法を学びます。						<b>学習環境</b> ・テキスト ・Windows PC - Python - Jupyter Notebook - R		
	受講対象	・データ解析、統計の基本を学びたい方。 ・線形代数、行列、確率、微積分の基本知識のある方。 ・なんらかのプログラム言語は経験したことのある方。							
	予備知識	・平均値、分散値、相関係数などの基本統計量の意味がわかる。 ・様々な確率分布の違いがわかり、実データを用いて区間推定、仮説検定ができる。 ・実データを用いて単回帰分析、重回帰分析、主成分分析、クラスター分析ができる。							
到達目標	・平均値、分散値、相関係数などの基本統計量の意味がわかる。 ・様々な確率分布の違いがわかり、実データを用いて区間推定、仮説検定ができる。 ・実データを用いて単回帰分析、重回帰分析、主成分分析、クラスター分析ができる。								
内容	<b>1章 記述統計&amp;推測統計</b> 1. 基本統計量 データの種類/母集団/記述統計学と推測統計学/不偏推定量/自由度/標準化と正規化/相関係数の注意点 2. 確率分布 中心極限定理/正規分布/t分布/ $\chi^2$ (カイ)2乗分布/その他の確率分布 3. 区間推定 母平均の区間推定/母分散の区間推定		4. 仮説検定 母平均の検定 (t検定)/ 母分散の検定 ( $\chi^2$ 乗検定) 2組の母平均の差の検定/ 対応のある母平均の差の検定 <b>2章 統計分析</b> 1. 重回帰分析 最小二乗法/多重共線性 パス解析による因果推論 決定係数の仮説検定 (F検定) 説明変数の仮説検定 (t検定)		2. 主成分分析 ラグランジュの未定乗数法 共分散行列の固有値分解 主成分の解釈・寄与率 3. 因子分析 共通因子の特定・解釈・寄与率/ 多因子モデル/主成分分析との違い 4. クラスター分析 階層的クラスター分析 (デンドログラム) /非階層的クラスター分析 (k-means法) /可視化				

Pythonで学ぶ時系列データ分析 ～因果分析・モデル化・予測・異常検知・機械学習～		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
		MD31	画像処理・AI・データサイエンス	★★☆ 中級	1～2 日	20名	－	－	
概要	「時系列データ」を対象にし、データの個性を定量化する統計的分析や、数式として表現する時系列モデルを多数紹介。更にこれらの応用として「将来予測」や「異常検知」に着眼し、より高度な機械学習モデルを取り入れつつ、実務への応用をサポートします。					<b>学習環境</b> ・テキスト ・Windows PC - Python - JupyterNotebook - R			
受講対象 予備知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ解析に携わる技術者やデータ解析に興味のある方。</li> <li>線形代数、行列、確率、微積分の基本知識のある方。</li> <li>統計の基本はある程度理解されている方。</li> <li>なんらかのプログラム言語は経験したことのある方。</li> </ul>								
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>時系列データを定量的かつ定性的に分類できる。</li> <li>時系列データをモデル化し、予測や異常検知に活用できる。</li> <li>過学習を考慮した適切な予測モデルを機械学習できる。</li> <li>「線形・非線形」「定常・非定常」「無相関・独立」の違いを理解できる。</li> <li>「相関・因果・非独立」の違いを理解できる。</li> <li>PythonやRを駆使して各手法をご自身の業務に活用できる。</li> </ul>								
内容	1章 時系列データの特徴を調べる（統計的分析） <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ランダムか？法則的か？</li> <li>2. 過去は未来に影響するか？</li> <li>3. 他から影響を受けるか？</li> </ol>		2章 時系列データの変動パターンを数式で表現する（時系列モデル） <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ランダムウォーク</li> <li>2. 平均値（期待値）の推定</li> <li>3. 分散値（リスク）の推定</li> <li>4. 将来予測への応用</li> <li>5. 異常検知への応用</li> </ol>		3章 機械学習で学習力を強化する（非線形モデル） <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 線形モデルと非線形モデルの違い</li> <li>2. ニューラルネットワーク</li> <li>3. 決定木</li> <li>4. 集団学習</li> <li>5. 機械学習による異常検知</li> </ol>			付録資料 <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Pythonの基本操作ガイド</li> <li>(2) Rの基本操作ガイド</li> <li>(3) PythonとRを連携して使うテクニック</li> </ol>	



Pythonで学ぶディープラーニング実践		記号	技術分野	レベル	日数	定員	オンライン	e-learning	
～データ取得・学習・モデル作成・認識、一連の流れを演習～		MA21	画像処理・AI・データサイエンス	★★☆ 中級	3日	20名	可能 ※要相談	—	
概要	機械学習・ディープラーニングの原理からその実践まで、実際にPythonプログラムを触りながら、演習機材を使って、実際にモーターの振動や対象物の画像をその場で取得し、学習→モデル作成→認識・検知の一連の流れを実践的に学べます。						<b>学習環境</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・テキスト</li> <li>・演習機材 <ul style="list-style-type: none"> <li>-ラズベリーパイ</li> <li>- 振動（加速度）センサ</li> <li>- 振動モーター、LED</li> <li>- USBカメラ</li> </ul> </li> <li>・Windows PC <ul style="list-style-type: none"> <li>- Python、TensorFlow、Keras、NumPy、Jupyter Notebook</li> </ul> </li> </ul>		
	受講対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機械学習やディープラーニングなどのAI技術とその実践方法に興味のある方。</li> <li>・線形代数、行列、確率、微積分の基本知識のある方。</li> <li>・なんらかのプログラム言語は経験したことのある方。</li> </ul>							
	予備知識								
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディープラーニングの基礎を理解し、目的に応じて最適な手法を取捨選択できる。</li> <li>・ラズベリーパイやUSBカメラ等を用いて、データを取得できる環境を構築できる。</li> <li>・取得したセンサデータをもとに、プログラムを組んで、自ら異常検知や画像認識を行える。</li> <li>・機械学習やディープラーニングの精度を評価し、パラメータを調整・設定し精度を向上できる。</li> </ul>								
内容	<p><b>【1日目】ディープラーニング（DL）の基礎</b>  講義：人工知能とディープラーニングの概要  <ul style="list-style-type: none"> <li>・人工知能の歴史や種類、特徴などを解説</li> </ul> 演習：データセットを使ったディープラーニング演習  <ul style="list-style-type: none"> <li>・Anaconda、Jupyter Notebook、TensorFlow、Keras等の使い方</li> <li>・多層ニューラルネットワークでの画像認識</li> <li>・再帰ニューラルネットワークでの時系列データ予測</li> <li>・畳み込みニューラルネットワークでの画像認識</li> </ul> </p> <p><b>【2日目】DLの異常検知・IoTへの応用</b>  講義：人工知能を利用したIoTシステムの概要  <ul style="list-style-type: none"> <li>・IoTと人工知能の概要、活用事例などを解説</li> </ul> </p> <p>演習：振動モータ、ラズベリーパイを使って異常振動検知  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラズベリーパイと演習用システムの説明</li> <li>・モーターの振動データの取得</li> <li>・振動データの学習、学習モデルの作成</li> <li>・学習モデルをラズベリーパイで読み込み、異常検知</li> </ul> </p> <p><b>【3日目】DLの画像認識への応用</b>  講義：ディープラーニングによる画像認識  <ul style="list-style-type: none"> <li>・画像認識の概要とアルゴリズム、プロジェクトの進め方</li> </ul> 演習：その場で対象物を撮影し、画像認識  <ul style="list-style-type: none"> <li>・USBカメラで対象物を撮影、画像データ化</li> <li>・ディープラーニングモデルの構築と画像データの学習</li> <li>・学習済みモデルを使った対象物のリアルタイム画像認識</li> <li>・学習したモデルの可視化手法と演習</li> </ul> </p>								