

# パワーエレクトロニクスセミナー・eラーニングの紹介

一般社団法人日本パワーエレクトロニクス協会

# 目次

1.レベルの定義	<a href="#">P3</a>
2.セミナー体系図	<a href="#">P4</a>
3.セミナー紹介	<a href="#">P9</a>
入門（4講座）	… <a href="#">P9</a>
初級（16講座）	… <a href="#">P14</a>
中級（15講座）	… <a href="#">P31</a>
専門（23講座）	… <a href="#">P47</a>
4.eラーニング一覧	<a href="#">P71</a>
5.eラーニング紹介	<a href="#">P69</a>
入門（1講座）	… <a href="#">P73</a>
初級（3講座）	… <a href="#">P75</a>
中級（2講座）	… <a href="#">P79</a>
専門（6講座）	… <a href="#">P82</a>

※ハイパーリンクが使える方は、クリックで対象のページに飛べます。

# 技術レベルの定義

入門	電気・電子工学の知識がない方
初級	工学部出身だが、パワエレが専門ではなかった方
中堅	パワエレのレベルアップを目指す実務経験者
専門	専門知識を習得したい開発者

# 新規セミナー

	 電気・電子工学の 知識がない方	 工学系出身だが、 パワエレが専門ではなかった方	<b>中級</b> レベルアップを目指す 実務経験者	<b>専門</b> 専門知識を習得したい 開発者
新規		<b>開発者のための インバータ入門講座</b>	<b>モータの振動騒音 (基礎編)</b>	<b>モータの振動騒音 (対策編)</b>
		<b>Excelから始める プログラミングと制御工学</b>	<b>パワエレ制御の組み込み ソフト実装技術講座</b>	<b>モータの品質問題と その解決方法</b>
				<b>誘導モータ(IM)のベクトル 制御技術 (前編)</b>
				<b>誘導モータ(IM)のベクトル 制御技術 (後編)</b>
				<b>SiC/GaNの ゲートドライブ技術と実際</b>

※ハイパーリンクが使える方は、クリックで対象のホームページに飛べます。

# DCDCコンバータ

	<b>入門</b> 電気・電子工学の 知識がない方	<b>初級</b> 工学系出身だが、 パワエレが専門ではなかった方	<b>中級</b> レベルアップを目指す 実務経験者	<b>専門</b> 専門知識を習得したい 開発者
<b>DCDCコンバータ</b>		<a href="#"><u>DC/DCコンバータの 基礎 ～導入講座～</u></a>	<a href="#"><u>演習による 変圧器・リアクトル 徹底理解講座</u></a>	<a href="#"><u>LLCコンバータ</u></a>
		<a href="#"><u>DCDCコンバータの フィードバック制御 入門</u></a>	<a href="#"><u>演習による DC/DCコンバータ レベルアップ講座</u></a>	<a href="#"><u>DABコンバータ</u></a>
		<a href="#"><u>スイッチング電源 制御系設計</u></a>		<a href="#"><u>フォワード型</u></a>
		<a href="#"><u>基礎パワエレ 回路の速習法</u></a>	<a href="#"><u>応用パワエレ 制御の速習法</u></a>	<a href="#"><u>ブリッジ型</u></a>
		<a href="#"><u>機械系技術者のための パワエレ基礎養成講座</u></a>	<a href="#"><u>基礎パワエレ 制御の速習法</u></a>	<a href="#"><u>電流型・ 双方向DDコン</u></a>
			<a href="#"><u>つくりながら学ぶ DC/DCコンバータ</u></a>	<a href="#"><u>PFCコンバータ</u></a>
				<a href="#"><u>ソフトスイッチング</u></a>
				<a href="#"><u>共振型</u></a>

# インバータ

	 <b>入門</b> 電気・電子工学の 知識がない方	 <b>初級</b> 工学系出身だが、 パワエレが専門ではなかった方	<b>中級</b> レベルアップを目指す 実務経験者	<b>専門</b> 専門知識を習得したい 開発者
インバータ		<a href="#"><u>インバータ（初級）</u></a>	<a href="#"><u>インバータ（中級）</u></a>	
			<a href="#"><u>インバータの システム連系技術</u></a>	

※ハイパーリンクが使える方は、クリックで対象のページに飛べます。

# モータ

	 <b>入門</b> 電子工学の 俄がない方	 <b>初級</b> 工系出身だが、 パワエレ専門ではなかった方	<b>中級</b> レベルアップを目指す 実務経験者	<b>専門</b> 専門知識を習得したい 開発者
モータ	<a href="#"><u>モータ入門</u></a>	<a href="#"><u>モータ初級</u></a>	<a href="#"><u>モータ制御</u></a>	<a href="#"><u>永久磁石同期モータ (PMSM) の センサレスベクトル制御技術</u></a>
		<a href="#"><u>自動車の省エネ化を実現するモータとその制御技術の基礎</u></a>	<a href="#"><u>モータ設計</u></a>	<a href="#"><u>永久磁石同期モータ (PMSM) の ベクトル制御技術 (後編)</u></a>
		<a href="#"><u>PID制御設計 1 : 制御対象の数式モデル と応答解析手法</u></a>		<a href="#"><u>永久磁石同期モータ (PMSM) の ベクトル制御技術 (前編)</u></a>
		<a href="#"><u>PID制御設計 2 : モータと電気回路の PID制御設計方法</u></a>		<a href="#"><u>永久磁石同期モータの dq方程式およびトルク式の 数式導出</u></a>
		<a href="#"><u>つくりながら学ぶ ブラシレスモータ</u></a>		
		<a href="#"><u>つくりながら学ぶ DCモータ</u></a>		

※ハイパーリンクが使える方は、クリックで対象のページに飛べます。

# 周辺技術

	 <b>入門</b> <small>電学、電子工学の知識がない方</small>	 <b>初級</b> <small>工学系出身だが、パワエレが専門ではなかった方</small>	<b>中級</b> <small>レベルアップを目指す実務経験者</small>	<b>専門</b> <small>専門知識を習得したい開発者</small>
周辺技術	<a href="#"><u>パワエレ入門</u></a>	<a href="#"><u>パワーデバイス</u></a>	<a href="#"><u>ノイズ対策技術</u></a>	<a href="#"><u>高周波電力変換器における磁性素子</u></a>
	<a href="#"><u>電気工学入門</u></a>	<a href="#"><u>燃料電池技術</u></a>	<a href="#"><u>冷却設計の基礎と応用</u></a>	<a href="#"><u>車載・パワエレ機器にみる熱対策</u></a>
	<a href="#"><u>EV/HEVの特長から、パワエレ技術を理解する</u></a>	<a href="#"><u>回路を理解して正しく測る計測技術</u></a>	<a href="#"><u>測定技術</u></a>	<a href="#"><u>スイッチング電源 基板設計の基本作法と考え方</u></a>
			<a href="#"><u>パワエレ制御の基礎技術習得講座</u></a>	<a href="#"><u>パワエレにおけるトラブルと対策</u></a>
			<a href="#"><u>リチウムイオン電池の基礎とパワエレ技術</u></a>	<a href="#"><u>パワーコンバータ用インダクタ/トランスの最新技術とその設計法</u></a>
				<a href="#"><u>パワーエレクトロニクス機器における電磁ノイズ対策の考え方</u></a>
				<a href="#"><u>パワー半導体デバイスのダブルパルス試験</u></a>

※ハイパーリンクが使える方は、クリックで対象のページに飛べます。

# 入門



基本の基本から使い方まで広く解説！

## パワーエレ入門 3時間でわかるパワーエレの全貌



時間	13:30-16:30 / 対面	レベル	入門
特長	パワーエレについて短時間に理解できる講座		
対象	パワーエレ経験のない方 パワーエレをさっと概観したい方		
想定効果	パワーエレがどこで、どのように使われているかがわかる パワーエレのキー技術がわかるパワーエレの難しさがわかる		



**中学理科から復習解説！**

**電気工学入門**  
機械系・情報系技術者のための  
電気入門講座



時間	10:30-17:00 / 対面	レベル	入門
特長	<b>異分野の技術者を対象に電気の基本を体系的に学ぶ</b>		
対象	<b>大学で電気工学を学習していない方</b> 電気を専門として勉強していなかった方		
想定効果	<b>電気回路の基本的な考え方の理解</b> パワエレ学習の入り口 パワエレを始める方の基礎知識向上		

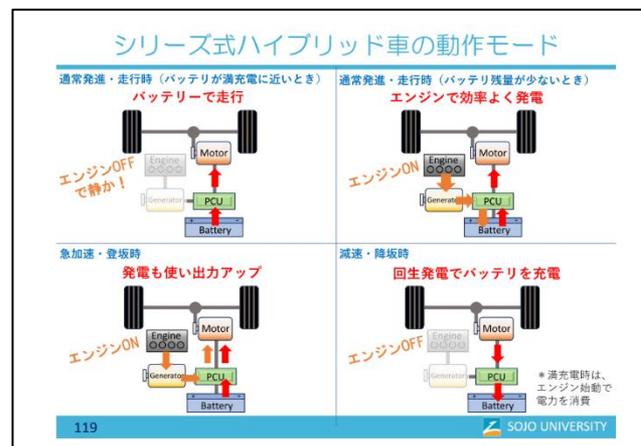
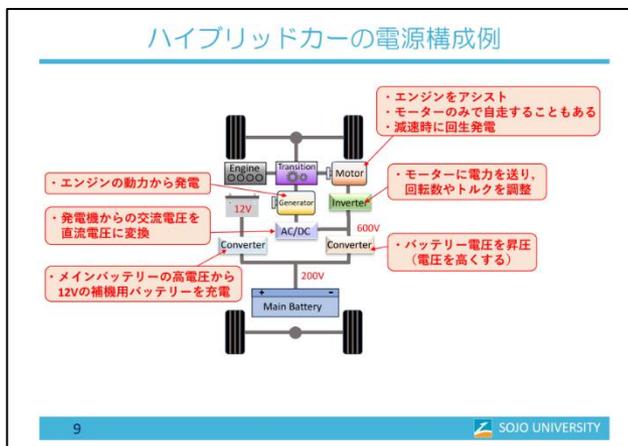


数式なし！電気に苦手意識のある方へ

**モータ入門**  
**3時間でわかるモータ**

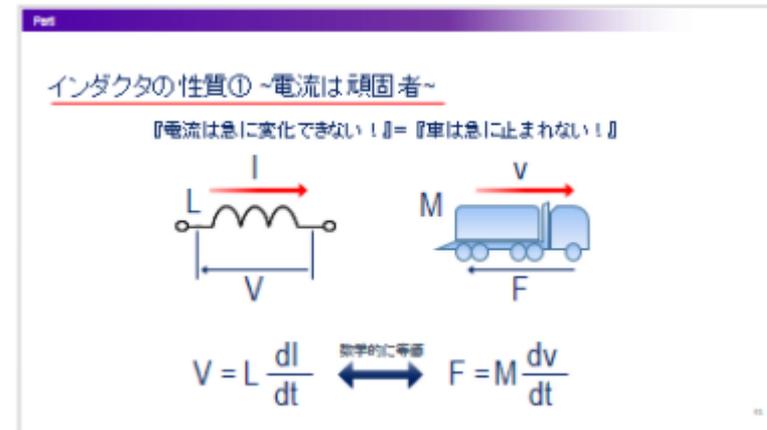
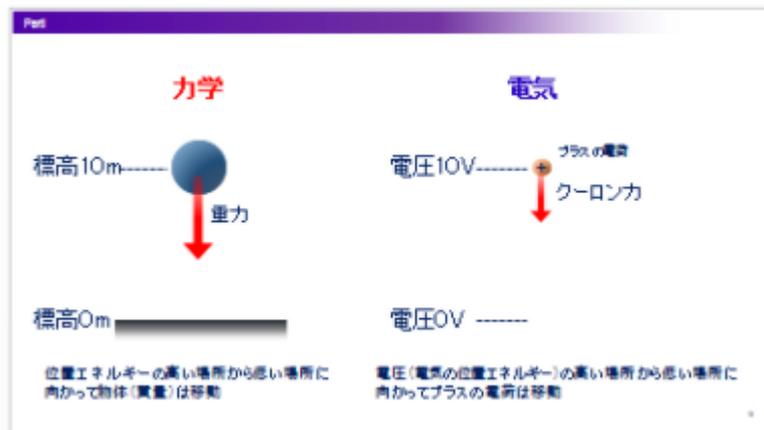


時間	13:30-16:30 / 対面	レベル	入門
特長	<b>異分野の技術者を対象にモータの基本を体系的に学ぶ</b>		
対象	<b>これからモータの業務に係る異分野の方</b> モータをさっと概観したい方		
想定効果	<b>モータがどこで、どのように使われているかがわかる</b> モータのキー技術がわかる モータの難しさがわかる		



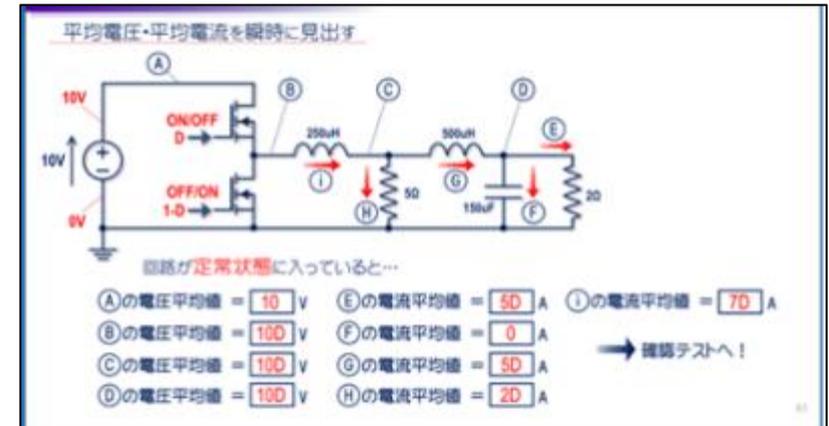
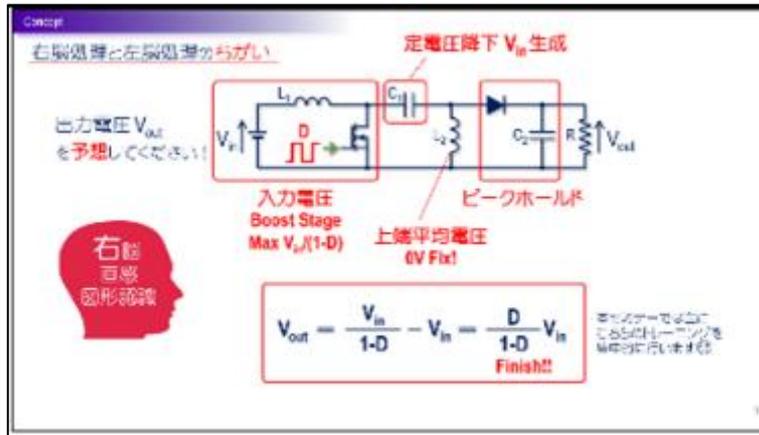
時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	入門
特長	<b>HEVやEVの種類や特徴を文系の方でも分かるように解説</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>これからxEV分野への参入のためにxEVの動向や技術範囲を知りたい方</li> <li>電動化に必要なモーターやバッテリーの種類や特徴を解説</li> </ul>		
対象	<b>xEVのしくみをリスキングしたい機械系や電子系の方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>車載充電器やインバーターの仕組みや技術的な工夫を解説</li> </ul>		
想定効果	<b>多種多様なxEVの電動化システムの違いを理解</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>それぞれの車種に用いられている特徴的な技術や工夫を理解</li> <li>ハイブリッドカーや電気自動車のパワエレの基本的な原理を理解</li> </ul>		

初級



時間	10:00-18:00 / WEB	レベル	初級	演習あり
特長	<b>数式の暗記ではなく、イメージで学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>回路シミュレータを使った演習有</li> <li>パワエレ以外の技術者向けに構成を最適化</li> </ul>			
対象	<b>異分野からパワエレの業務についている方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>機械系・弱電系・情報系出身の方</li> </ul>			
想定効果	<b>定常状態における基本的な回路の回路動作が理解できる</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>機能ブロックで回路を理解できる</li> </ul>			

# 基礎パワエレ回路の速習法 ～チョッパ回路の直感的攻略～



時間	10:00-18:00 / WEB	レベル	初級	演習あり
特長	<b>機能ブロックで回路を学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>回路シミュレータを使った演習有</li> <li>リップルを抑える素子パラメータ設計の演習有</li> </ul>			
対象	<b>パワエレの基礎を効率良く短期間で習得したい方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>これからパワエレを学びたい方</li> </ul>			
想定効果	<b>基本的なスイッチング回路の動作が理解できる</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>定常状態の平均電圧・電流を瞬時に見出すことができる</li> <li>リップルを抑える素子パラメータの設計手法を習得できる</li> </ul>			

# 導入講座 DC/DCコンバータの基礎 ～DC/DCコンバータ入門～

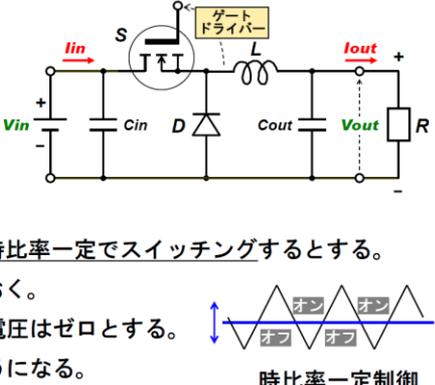
### 降圧コンバータ（降圧チョップ）

**動作の説明**

降圧コンバータで入力電源から抵抗負荷に電力を供給することを考える。

- ・スイッチSを時比率一定でスイッチングとする。
- ・時比率を $d$ とおく。
- ・始動時、出力電圧はゼロとする。

動作は、次のようになる。



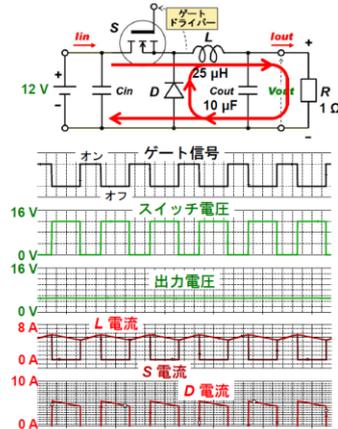
時比率一定制御

### 降圧コンバータ（降圧チョップ）

**定常時動作**

③ S オン時の電流経路は、①に同じ。ただし、 $V_{out}$ が高いので、 $L$ 電流の増加率は低下。

④ S オフ時の電流経路は、②に同じ。ただし、 $V_{out}$ が高いので、 $L$ 電流下降率と負荷電流が増加。⇒  $V_{out}$ 一定へ。

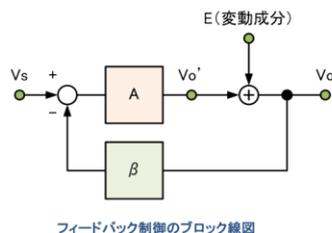


#0P\*800

時間	10:00-18:00 / WEB	レベル	初級
特長	<b>DC/DCコンバータの種類・特徴・部品を体系的に学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 降圧型/昇圧型/昇降圧型/絶縁型フォワード/絶縁型フライバック</li> <li>・ 基本5タイプを取り上げて解説</li> </ul>		
対象	<b>DC / DCコンバータにこれからかかわる方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気電子を専攻したが、パワーエレクトロニクスを学ばなかった方</li> <li>・ 機械で電子回路を学んだが、パワーエレクトロニクスを学ばなかった方</li> </ul>		
想定効果	<b>DC/DCコンバータの動作原理、及び設計に必要な基礎知識の習得</b>		

## フィードバック制御の原理

- フィードバック制御はとても簡単な計算で実現している
- その目的は出力Voに含まれる変動成分Eを縮小させること



$$V_o = \frac{A}{1 + A\beta} V_s + \frac{E}{1 + A\beta}$$

フィードバック制御のブロック線図

フィードバック制御の数学式

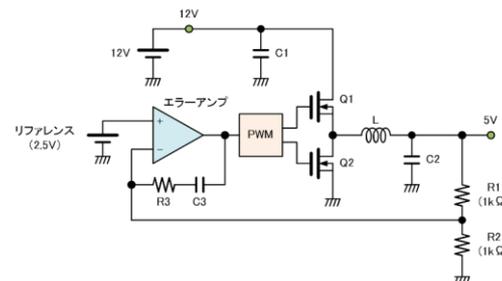
19

RemffCraft, Proprietary Information ©

Remff

## DCDCコンバータの最終回路

- フィードバック制御に着目した最終回路
- 実際はこれにさらに各種保護回路がつく

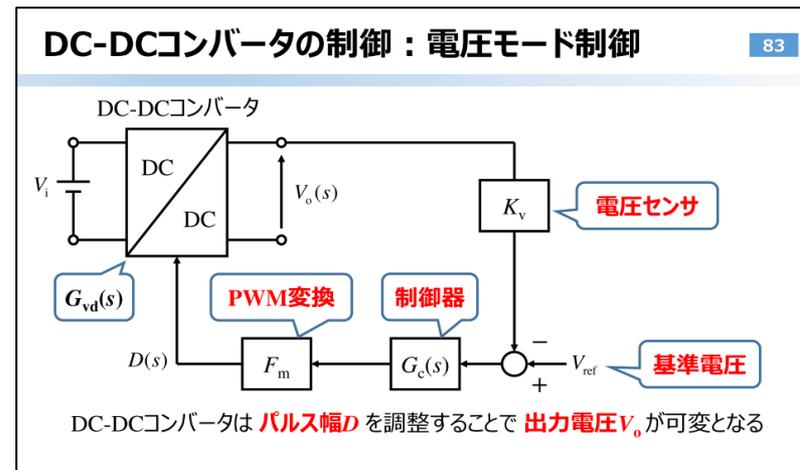


56

RemffCraft, Proprietary Information ©

Remff

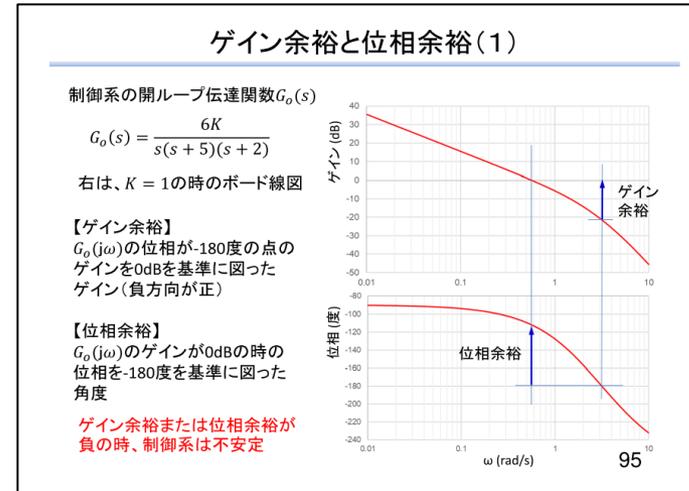
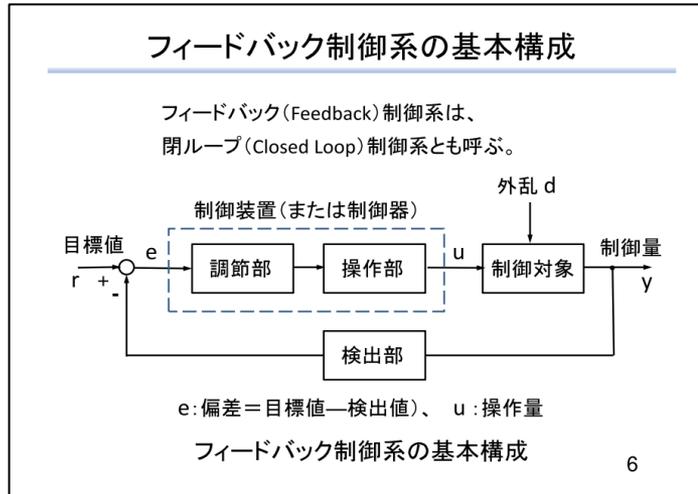
時間	13:30-16:30 / WEB	レベル	初級
特長	<b>フィードバック制御をDCDCコンバータを通して学習</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>デジタル制御電源へはこの講座の内容をソースコードに落とし込む</li> <li>計測器を使って実際にボード線図を測る方法を学ぶ</li> </ul>		
対象	<b>フィードバック制御を基礎から学びたい方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>デジタル制御電源を開発される方</li> <li>計測器を使ってボード線図を測る方法を学びたい方</li> </ul>		
想定効果	<b>DCDCコンバータのフィードバック制御の設計</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ブロック線図で制御を体系的に組み立てる</li> <li>PWMの考え方と伝達関数化</li> </ul>		



時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	初級
特長	<b>制御工学やパワエレの基礎から制御系の設計法まで学習</b>		
対象	<b>制御系の設計法を習得したい方</b> ・パワエレ（特にスイッチング電源）の制御技術を習得したい方		
想定効果	<b>制御工学の理解を深め，制御系設計法まで習得</b> ・スイッチング電源の制御系として考慮すべき項目などを理解		

# PID制御設計 1

## 制御対象の数式モデルと応答解析手法



時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	初級
特長	<b>PID制御系の設計手法を基礎から学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高校レベルの数学知識で理解できる</li> <li>・ 設計に必要な制御理論を例題を用いてわかりやすく説明</li> </ul>		
対象	<b>モータのベクトル制御方法を基礎から学びたい方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PID制御系の設計手法を基礎から学びたい方</li> <li>・ フィードバック制御理論を学びたい方や復習したい方</li> </ul>		
想定効果	<b>PID制御系(フィードバック制御系)の基本構成を学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気回路のブロック線図や伝達関数の求め方を学ぶ</li> <li>・ PID制御設計で重要な安定性と過渡応答・周波数応答との関係を学ぶ</li> </ul>		

# PID制御設計 2

## モータと電気回路のPID制御設計方法

### 二重積分要素の制御 (PI制御)

モータ

モータの回転角度制御系の例

開ループ伝達関数  $G_o(s) = \frac{1}{J_m s^2} \cdot \frac{K_p s + K_i}{s}$

特性方程式  $J_m s^3 + K_p s + K_i = 0$

制御対象が二重積分要素の時は、PI制御系は安定ではない

38

### 三相座標と直交座標 (1)

電圧ベクトル  $v$  が反時計周りに角周波数  $\omega$  で回転するとする。  
この時、 $v$  の  $u$ - $v$  軸成分は次式となる。

$$v_u = V \cos \omega t = V \cos \theta$$

$$v_v = V \cos(\omega t - 2\pi/3) = V \cos(\theta - 2\pi/3)$$

$$v_w = V \cos(\omega t + 2\pi/3) = V \cos(\theta + 2\pi/3)$$

$v$  の直交座標 ( $a$ - $b$  軸) を用いて表現できる。

$$v_a = \sqrt{3/2} V \cos \theta$$

$$v_b = \sqrt{3/2} V \sin \theta$$

$v_a, v_b$  は線間電圧実効値に相当  
この時、次式が成り立つ。

$$v_u i_u + v_v i_v + v_w i_w = v_a i_a + v_b i_b$$

60

時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	初級
特長	<b>モータのPID制御系の設計手法を基礎から学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高校レベルの数学知識があれば内容を理解できる</li> <li>・ モータや電気回路のPID制御設計手法を説明</li> </ul>		
対象	<b>モータのベクトル制御方法を基礎から学びたい方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PID制御系の設計手法を基礎から学びたい方</li> <li>・ フィードバック制御理論を学びたい方や復習したい方</li> </ul>		
想定効果	<b>交流モータの回転速度や回転角のベクトル制御の設計</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直流モータの回転速度や回転角の制御系の設計方法</li> <li>・ 三相交流を直流に変換する座標変換方法</li> </ul>		



**知識と仕組みの理解！**

**インバータ(初級)**  
インバータを扱ったことのない  
技術者向けの講座



時間	10:00-17:00 / 対面	レベル	初級
特長	<b>インバータの基本を体系的に学ぶ</b> ・連続性を持たせるため初級と中級は同じ講師が実施		
対象	<b>電気回路の知識はあるがパワエレの学習していない方</b> ・インバータを使う方や購入する方		
想定効果	<b>インバータの仕様書が理解できる</b> ・インバータの仕組みが理解できる ・インバータを使うための知識が得られる		

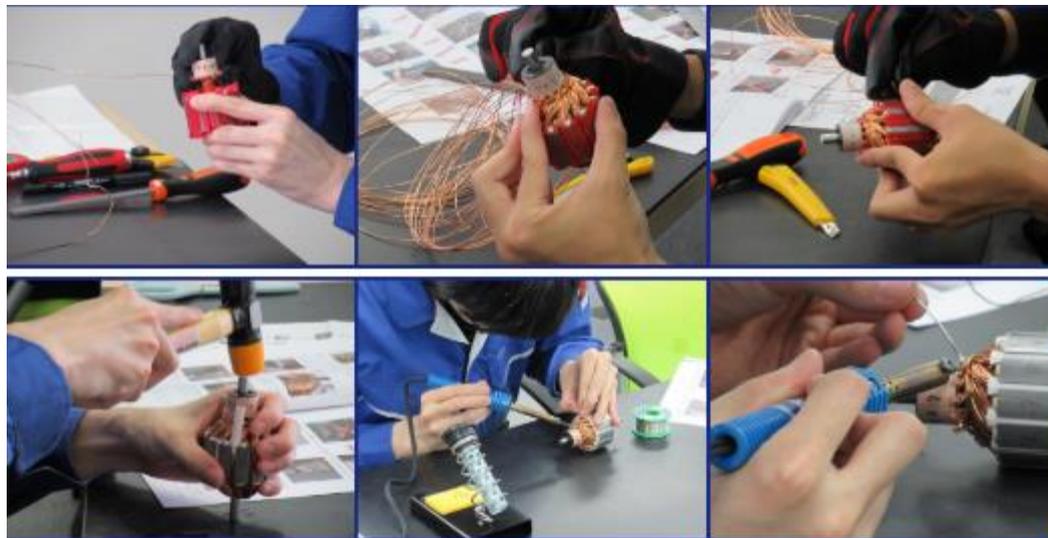


モータの原理や用語の解説など広い知識を習得！

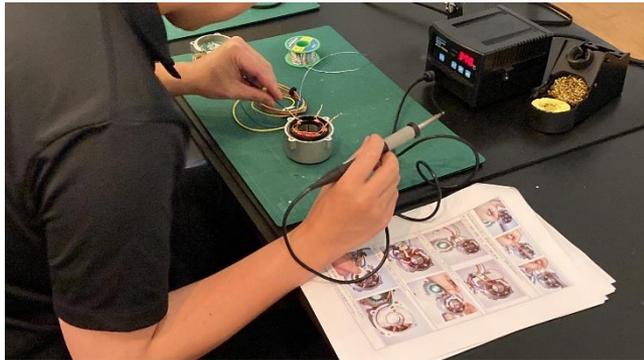
### モータ初級 わかりやすいモータの基本技術



時間	10:00-17:00 / 対面	レベル	初級
特長	直流モータ、交流の基礎知識を体系的に学ぶ		
対象	これからモータに取り組む方 学校で電気機器の学習経験のない方 モータに縁のなかった方		
想定効果	モータに関する幅広い技術の習得		



時間	10:30-17:30 / 対面	レベル	初級	演習あり
特長	<b>コイルの巻き方が、モータ特性に及ぼす影響を体感できる</b> ・モータ製作（出力70w、電圧12vのDCモータ）の過程を学ぶ			
対象	<b>モーターの構造を知りたい方</b> ・システムでモーターを使用する方			
想定効果	<b>商品開発を効率的に経済的に完成させるための力が身につく</b> ・理論上と実際製作したモーターとの差異が分かる			



時間	10:30-17:30 / 対面	レベル	初級	演習あり
特長	<b>コイルの巻き方が、モータ特性に及ぼす影響を体感できる</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ EV/HEVや産業機器、家電に至るまで主流となっているブラシレスモータのものづくりを通して理解を深める</li></ul>			
対象	<b>モーターの構造を知りたい方</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ システムでモーターを使用する方</li></ul>			
想定効果	<b>商品開発を効率的に経済的に完成させるための力が身につく</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 理論上と実際製作したモーターとの差異が分かる</li></ul>			

# 回路を理解して正しく測る計測技術 ～入門編～

## オシロスコープとは

- オシロスコープの機能
  - 電圧・電流の時間的な変化を可視化

オシロスコープ

電気信号  
(電圧)



プローブ





**測定例**  
電圧・電流の振幅  
信号の立上り・立下り  
周波数・周期  
複数の信号の演算  
通信の解析

- オシロスコープの種類
  - アナログオシロスコープ  
ブラウン管により信号を可視化・・・観測結果の保存が困難
  - デジタルオシロスコープ (デジタルオシロスコープが主流)  
A/Dコンバータによりデジタルデータとして保存  
・・・観測結果の保存や演算が容易 ただし「量子化・標準化」の理解が必要

  
Advanced Energy Conversion Lab.

No. Owner: Keisuke Kusaka **19**

## パワーアナライザの選び方

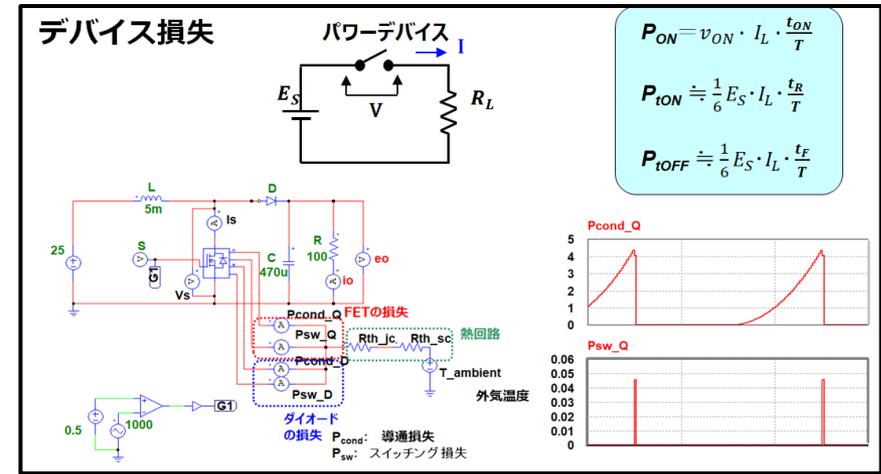
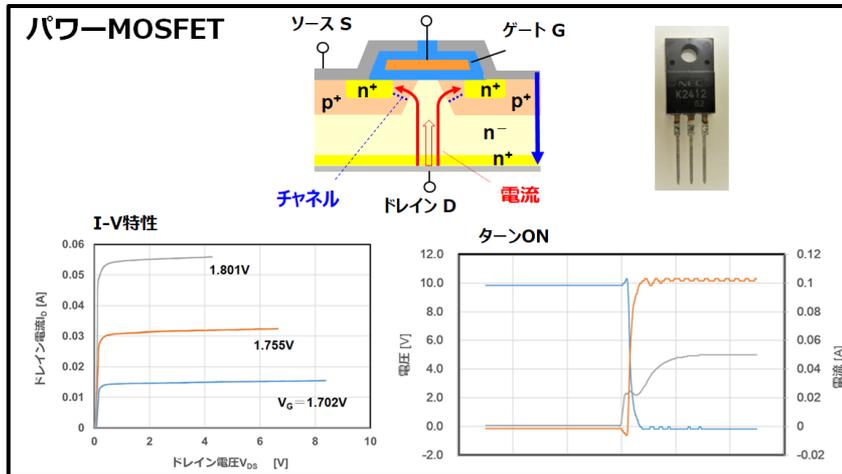
- パワーアナライザの役割
  - 電力を測定 (入力電力, 出力電力)
  - 回路の効率評価  
パワエレ回路で重要な指標の1つ  
高効率な回路ほど測定が困難
- 測定対象 (電圧・電流) の波形を理解
  - どんな波形の電力を測定するか確認する  
直流・交流 (単相・三相), 正弦波・非正弦波, クレストファクタ  
レンジ (電圧・電流の最大値)
  - パワーアナライザの性能 (確度・周波数帯域) を確認  
電圧確度・電流確度・電力確度は十分か  
測定周波数に対して十分な帯域を持っているか  
サンプリング数は足りているか

  
Advanced Energy Conversion Lab.



No. Owner: Keisuke Kusaka **46**

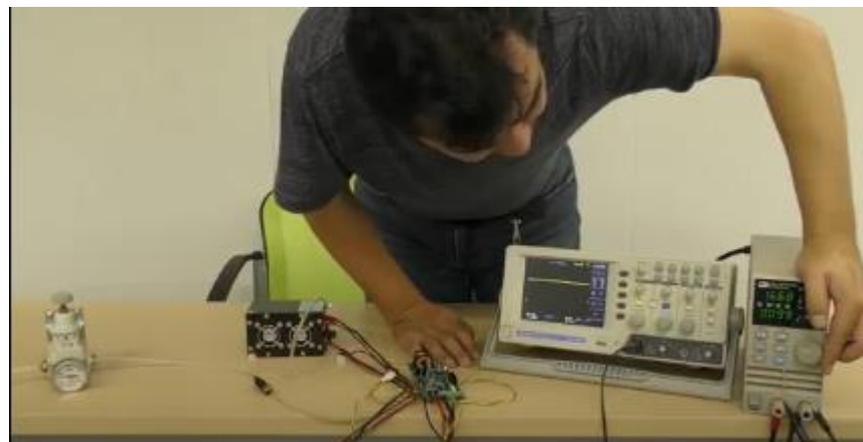
時間	13:00-16:00 / WEB	レベル	初級
特長	<b>パワエレ回路の測定技術を基礎の基礎から学びます。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・パワエレ回路測定に向けた回路動作の基本</li> <li>・計測器の正しい選び方, 使い方</li> </ul>		
対象	<b>これからパワエレ回路の測定評価を行う方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電気回路測定の経験が少ない方</li> <li>・パワエレ回路の測定技術を習得したい方</li> </ul>		
想定効果	<b>パワエレ測定に関する基礎技術を幅広く、体系的に習得</b> <b>パワエレ回路の実際の測定に必要な知識, 知見を学習</b>		



時間	10:00-18:00 / WEB	レベル	初級	演習あり
特長	<b>デバイス特性と回路特性を「つなぐ」考えたかを学ぶ</b> 演習：キャリア密度計算、MOSFETの損失、熱抵抗の計算 エクセル、関数電卓、回路シミュレータ			
対象	<b>パワエレ回路の設計者</b> ・これからパワエレ回路を設計する方 ・半導体物性を理解して設計に従事したいと思われる方			
想定効果	<b>パワーデバイスの選定方法・ドライブ回路・トラブル回避方法の習得</b> ・半導体の物性から耐圧特性、デバイスの損失が想定できる			

# 燃料電池技術 パワエレ技術者のための燃料電池講座

そもそも燃料電池とは？
燃料電池システムの構成
燃料電池の振る舞い
燃料電池のパワエレ
燃料電池の何を評価するのか
【実習：燃料電池を発電させてみる】
講師：早瀬 雅彦
本日の目次

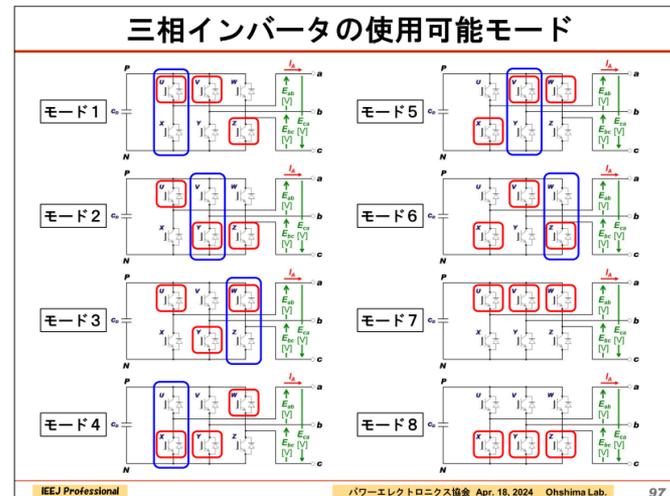
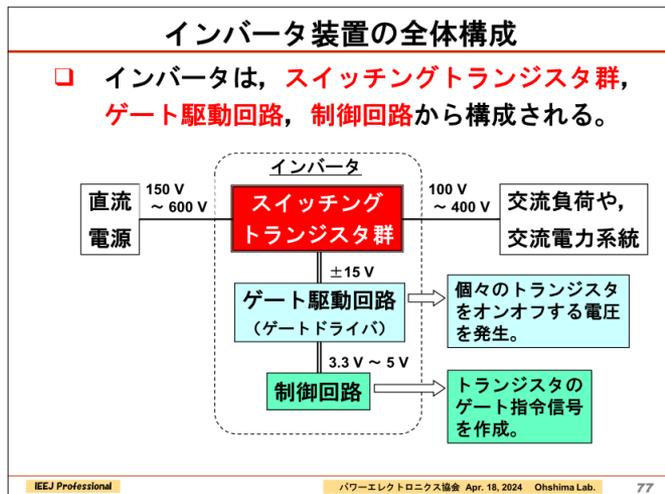


※オンラインの場合、実験は動画となります

時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	初級
特長	<b>燃料電池の概要から特性、制御対象としての注意点を学ぶ</b> ・ 実習動画により燃料電池スタックの発電特性を学ぶ（DC特性～I-V特性）		
対象	<b>燃料電池を使ったシステムを構築する技術者</b> ・ 燃料電池の初学者		
想定効果	<b>燃料電池の理解度向上</b> ・ 電力源としての燃料電池の扱い方の習得		

# 開発者のためのインバータ入門講座

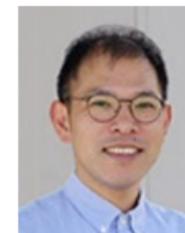
<https://pwel.jp/articles/486>



時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	初級
特長	<b>インバータ回路の基礎事項を理論や数式を交えて説明します</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・インバータや部品の基礎、電気電子回路の基礎</li> <li>・インバータの制御、実用事例</li> </ul>		
対象	<b>電気電子以外の学科を専攻したが、インバータに携わらなければならない方</b>		
想定効果	<b>スイッチングを含むインバータ動作原理</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・インバータの制御はどのようにして行われているのか</li> </ul>		

**伝達関数の実用的な利用方法がわかる！**

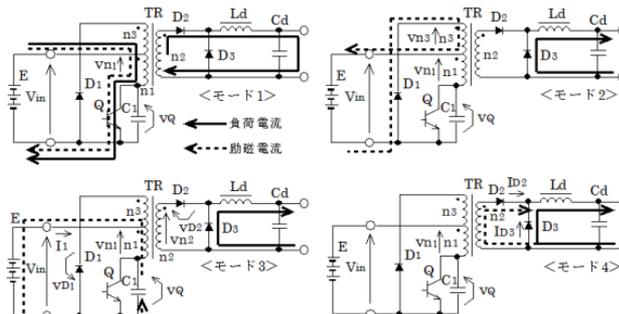
## Excelから始める プログラミングと制御工学



時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	初級
特長	<b>プログラミングと制御工学のつながりを体感できます。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・伝達関数の実用的な利用方法を具体的にお伝えします。</li> <li>・理論一辺倒ではなく、実現性を重視しています。</li> </ul>		
対象	<b>ソフトウェア技術者や制御設計者</b> <b>シミュレーションに興味のある電気・機械設計技術者</b>		
想定効果	<b>制御工学の基礎知識と実際の利用例までの繋がりが分かるようになる</b>		

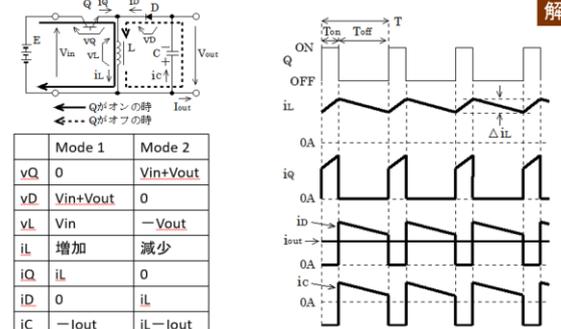
中級

2. フォワード型DC/DCコンバータ  
1石フォワードの動作モードと電流経路



負荷電流と励磁電流をはっきり区別して考える必要あり。

1. チョップパ回路  
昇降圧チョップパの理論波形(電流波形)

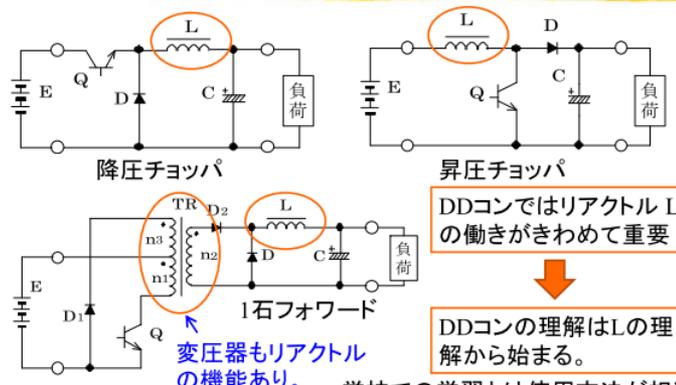


解答

	Mode 1	Mode 2
vQ	0	$V_{in}+V_{out}$
vD	$V_{in}+V_{out}$	0
vL	$V_{in}$	$-V_{out}$
iL	増加	減少
iQ	iL	0
iD	0	iL
iC	$-i_{out}$	$iL-i_{out}$

時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	中級	演習あり
特長	DC/DCコンバータの動作を理論的に考察できる技術力を身につける			
対象	DC/DCコンバータの知識のレベルアップを希望する方 ・ DC/DCコンバータの設計に従事している方で、基礎から学び直したい方 ・ 入社後1~2年程度で、しっかりDC/DCコンバータを勉強したい方			
想定効果	DC/DCコンバータの選択方法や使い方の理解			

2-1 リアクトルの基本特性 18  
**DDコンではリアクトルが最重要部品**



降圧チョップ      昇圧チョップ      1石フォワード

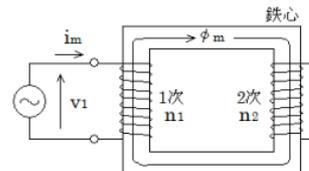
DDコンではリアクトル L の働きがきわめて重要

↓

DDコンの理解はLの理解から始まる。

変圧器もリアクトルの機能あり。      学校での学習とは使用方法が相違

1-3 励磁電流・励磁インダクタンス 104  
**磁束密度と磁界と励磁電流の関係**



鉄心

$\frac{\phi_m}{S} = B = \mu H$

$H = \frac{i_m n_1}{l}$

$i \times n$  (アンペアターン) は起磁力

$\phi_m$  [Wb]・・・鉄心の磁束  
 $S$  [m<sup>2</sup>]・・・鉄心断面積  
 $B$  [Wb/m<sup>2</sup>]・・・磁束密度  
 $H$  [A/m]・・・磁界  
 $\mu$  [H/m]・・・透磁率  
 $l$  [m]・・・磁路長

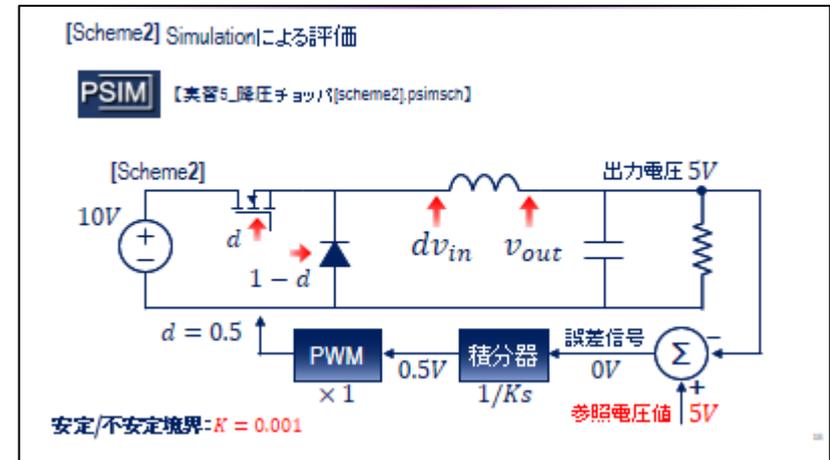
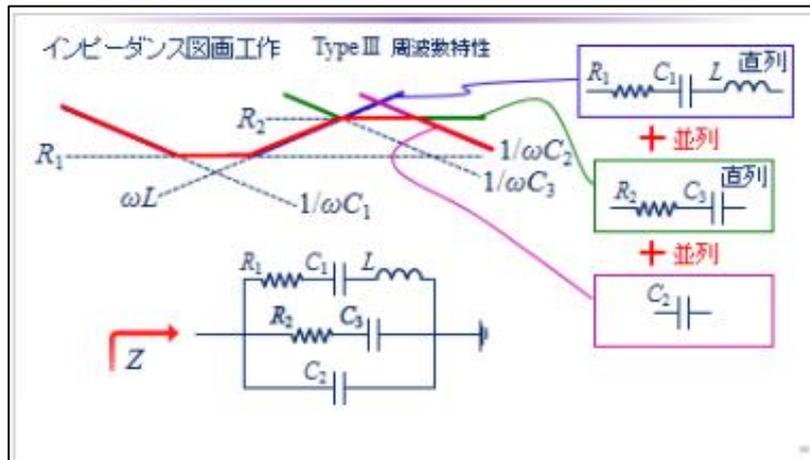
磁界Hは励磁電流 $i_m$ に比例  
 磁路長は $\phi_m$ の径路の長さ  
 (鉄心1周の長さ)

$\mu$ はBとHの比例係数  
 ……鉄の $\mu$ は一定ではない  
 (真空なら、 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ )

時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	中級	演習あり
特長	<b>リアクトルと変圧器をわかりやすく解説</b> ・理解度向上のための演習問題多数			
対象	<b>DC/DCコンバータの知識のレベルアップを希望する方</b> ・DC/DCコンバータの設計に従事している方で、基礎から学び直したい方 ・入社後1~2年程度で、しっかりDC/DCコンバータを勉強したい方			
想定効果	・コンバータの理解に必須の、変圧器とリアクトルの特性をしっかりと理解 ・コンバータでの変圧器とリアクトルの動作を、確実に理解			

～伝達関数・ボード線図・状態平均化を極める～

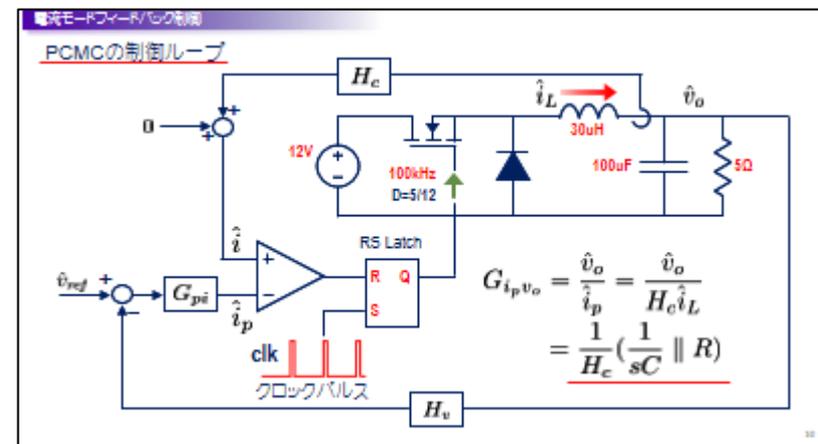
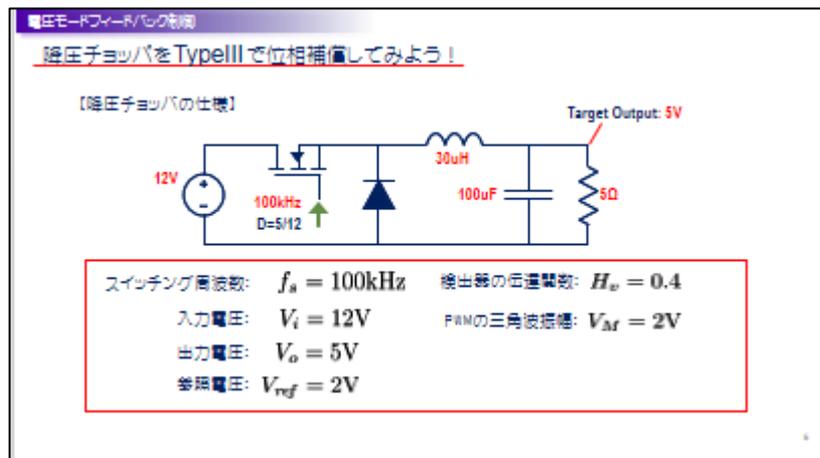
<https://pwel.jp/articles/243>



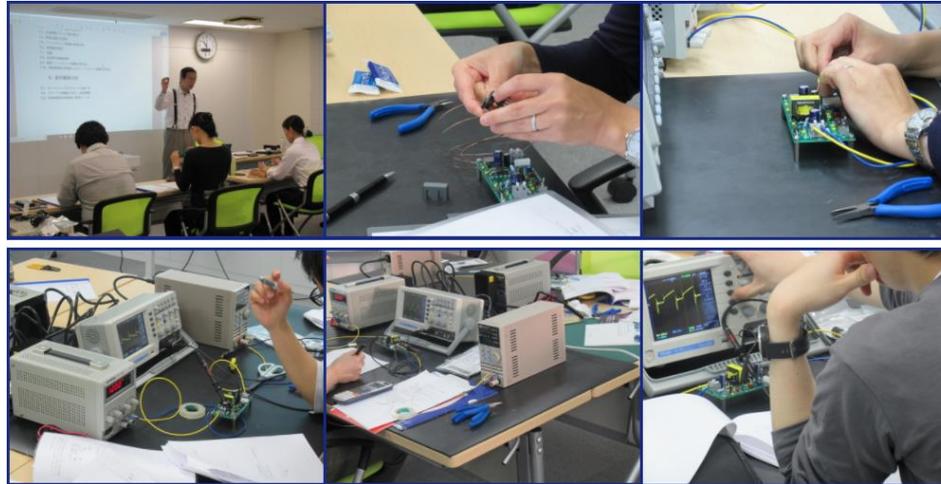
時間	10:00-18:00 / WEB	レベル	中級	演習あり
特長	<b>直感的なアプローチで伝達関数とボード線図を学ぶ</b> ・回路シミュレータを使った実習有			
対象	<b>パワエレに特化した制御論を短期間で習得したい方</b> ・古典制御論の初歩、伝達関数・ボード線図について学習経験がある方			
想定効果	<b>難解な数式を使わずチョッパ回路の伝達関数を導出できる</b> ・周波数特性を紙と鉛筆だけで素早く追跡 ・回路素子を切り貼りして所望の伝達関数を構成			

## ～電圧・電流二重ループフィードバックの勘所～

<https://pwel.jp/articles/266>



時間	10:00-18:00 / WEB	レベル	中級	演習あり
特長	<b>電流・電圧の2重ループフィードバック制御技術を学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>回路シミュレータを使った位相補償設計の実習有</li> </ul>			
対象	<b>離散系のフィードバック制御の理解を基礎から深めたい方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>状態平均化法について基礎から理解を深めたい方</li> <li>チョッパ回路の動作原理と伝達関数の定義について既習である方</li> </ul>			
想定効果	<b>位相補償設計を理解</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>回路シミュレータを使い理解を深める</li> <li>電圧制御・平均電流制御・ピーク電流制御</li> </ul>			



時間	10:30-17:30 / 対面	レベル	中級	演習あり
特長	<b>「フライバック型」と「フォワード型」のDC/DCコンバータを理解</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・トランスの設計・巻く・計測・動作</li><li>・制作したトランスは持ち帰れる</li></ul>			
対象	<b>回路の設計を実務としている方</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・スイッチング回路のトランスを自作してみたい方</li></ul>			
想定効果	<b>より安定したシステム製品設計ができる</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・開発時試作トランスを外注しなくてよいので開発期間が短縮できる</li></ul>			

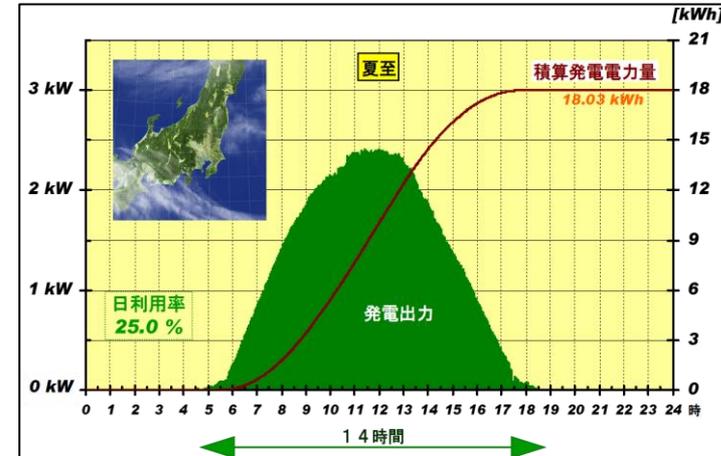
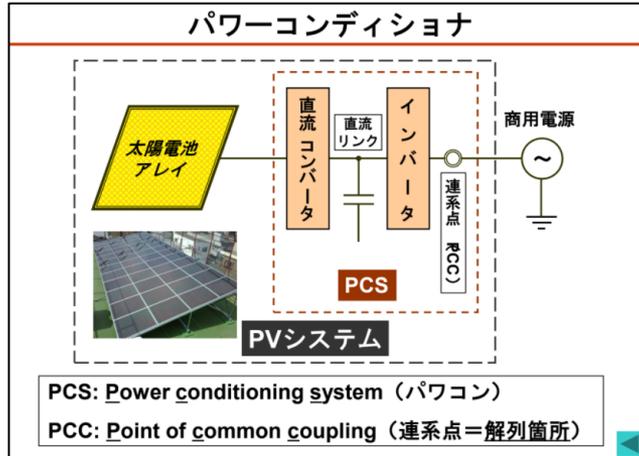
実務に係る幅広い技術や知識を紹介！

**インバータ（中級）**  
大学の授業には出てこない  
インバータの実務技術



時間	10:00-17:00 / 対面	レベル	中級
特長	<b>業務に必要なインバータの基本を体系的に学ぶ</b> ・連続性を持たせるため初級と中級は同じ講師が実施		
対象	<b>インバータを利用する方</b> ・パワエレの学習経験があるインバータ利用者		
想定効果	<b>実務で必要なインバータ技術の習得</b> ・回路と部品/制御/保護と信頼性/利用技術/ワイドバンドギャップ半導体		

# インバータの系統連系技術 － 系統連系の基礎と実際 －



時間	10:00-17:30 / WEB	レベル	中級
特長	<b>系統連系インバータシステムの学習</b> ・ 商用電力系統の性質、系統連系インバータに必要な機能と動作		
対象	<b>系統連系用インバータ、パワコンの設計・評価に関わる方</b> ・ 系統連系に当たり、電力系統の仕組みと特性を学びたい方 ・ 系統連系規程で要求されている保護機能の実動作を知りたい方		
想定効果	<b>系統連系用インバータを設計・評価するために必須な技術の習得</b>		

**モータを理解した制御屋を目指す！**

**モータ制御**  
回転数制御からベクトル制御の入門まで



時間	10:00-17:00 / 対面	レベル	中級
特長	<b>モータの原理からみた制御</b> を初歩から学ぶ ・ 直流モータの制御/誘導モータの平均値制御/永久磁石同期モータの瞬時値制御/誘導モータの瞬時値制御/センサレス制御/ブラシレスモータの制御		
対象	<b>モータ制御に至る考え方を理解したい方</b> ・ モータの利用, 制御, 製造などについて実務経験がある方 ・ 行列, ベクトル, 複素数, ラプラス変換などが出てきても怖がらない方		
想定効果	<b>モータの原理から理解する制御の基本知識習得</b>		

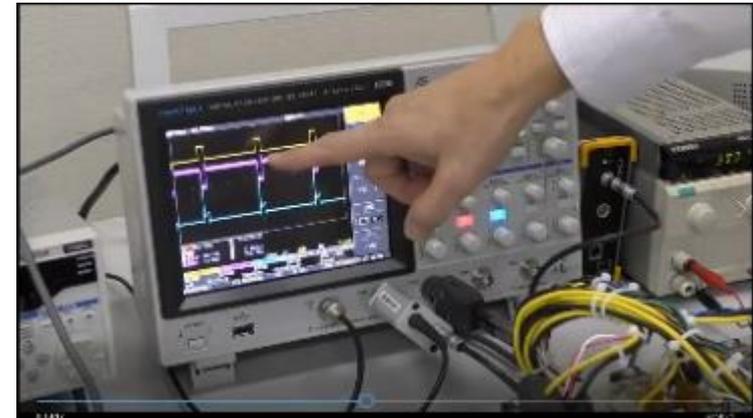
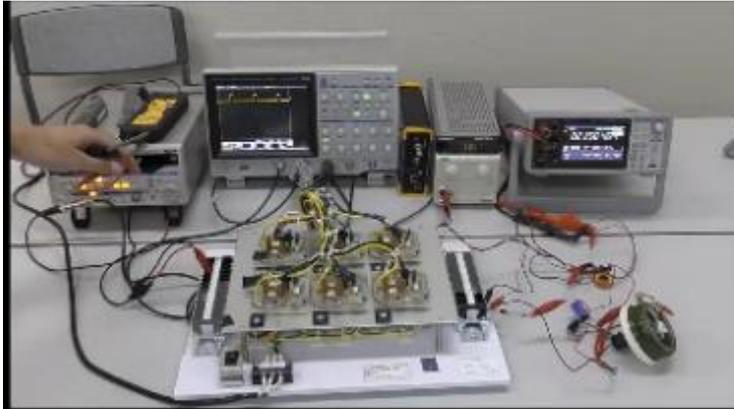
**カスタムモータを依頼する技術者へ！**

**モータ設計**  
**モータを活用するための設計の進め方**



時間	10:00-17:00 / 対面	レベル	中級
特長	<b>カスタムモータの仕様決定に必要な設計知識を学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計法をハウツーで説明するのではなく、設計の進め方、考え方を説明</li> <li>・実際の設計の流れのイメージがつかめる</li> </ul>		
対象	<b>カスタムモータの仕様書を作成し、メーカーに製造依頼している方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モータの利用、制御、製造などについて実務経験がある方</li> <li>・モータの性能、等価回路、用語などをある程度理解している方</li> </ul>		
想定効果	<b>カスタムモータの実現可能な仕様を作成できる</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モータの設計内容の流れ、考え方が理解できる</li> </ul>		

# 測定技術 実測を通して学ぶ パワエレ回路・デバイス・計測技術



※オンラインの場合、実験は動画となります

時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	中級	演習あり
特長	<b>パワエレの測定技術を体系的に学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プローブについて：作動プローブ</li> <li>・パワーデバイス：ダブルパルス法</li> <li>・インバータ測定：電力・電圧・電流測定</li> </ul>	実験動画での解説あり 光アイソレーション GaN,SiC高速SW測定		
対象	<b>パワエレテスト経験の少ない方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・評価方法を学びたい方</li> <li>・パワエレの測定技術を習得したい方</li> </ul>			
想定効果	<b>パワエレ測定に関する基礎技術を幅広く・体系的に習得できる</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・測定方法の基本的な概念の習得</li> </ul>			

# ノイズ対策技術 パワエレノイズの原因と対策

パワーエレクトロニクスに共通な性質

☑ **電圧型**とは → **直流側が電圧源特性のもの**  
( ← **電流型** )

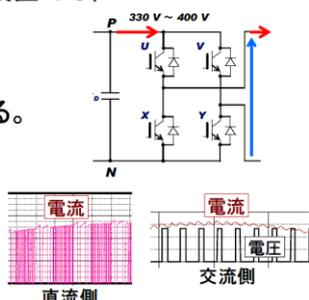
電圧型の電力変換装置では、

- ・ 交流側電圧
- ・ 直流側電流

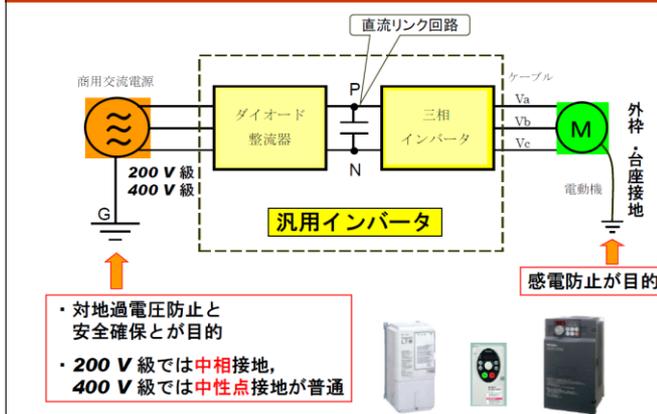
とがパルス列となる。

- ・ 交流側電流
- ・ 直流側電圧

とは、連続波形となる。



汎用インバータの主回路構成



- ・ 対地過電圧防止と安全確保とが目的
- ・ 200 V 級では中相接地,
- ・ 400 V 級では中性点接地が普通

時間	10:00-17:30 / WEB	レベル	中級
特長	<b>ノイズの発生原因と対策について学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ノイズとは何か/ノイズトラブルを起こさないために コモンモードの定義/パワーエレクトロニクスのノイズ対策</li> </ul>		
対象	<b>インバータのノイズ問題でお困りの方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ パワエレノイズ問題を基礎から学びたい方</li> <li>・ モータードライブシステムのノイズ対策を検討している方</li> </ul>		
想定効果	<b>コモンモードノイズの対策法を基礎から習得できる</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 制御基板、ゲートドライブ基板のノイズ対策</li> <li>・ モータードライブ用インバータのノイズ発生有無の判別法と対策技術</li> </ul>		

## 冷却設計の基礎と応用

### I. 冷却設計の概要

1. 冷却設計の背景・目的
2. 伝熱(熱移動)を伴う製品例
3. 冷却設計の基本
4. 冷却設計のポイント

### II. 伝熱の基礎

1. 伝熱の基本法則と熱移動
2. 熱伝導
3. 対流熱伝達
4. 放射熱伝達
5. 相変化熱伝達

### III. 流れの基礎

1. 流れの状態(層流と乱流)
2. エネルギー保存則(ベルヌーイの定理)
3. 圧力損失と通風抵抗
4. ファンの選定と使い方

### IV. 冷却設計の基本計算

1. 熱通過
2. 拡大伝熱面(フィン効率)
3. 熱交換器
4. 過渡温度上昇

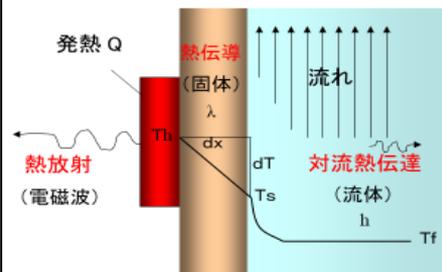
### V. 製品設計への応用

1. 空冷装置
2. 水冷装置

**冷却設計の目的** 機器を許容温度上昇( $\Delta T$ )以下に保つ!!

$$\Delta T \text{ [K]} = R \text{ [K/W]} \times Q \text{ [W]}$$

\*オームの法則  $E=R \times I$  に対応



- 対策: ①発熱量Qを小さくする  
 ②熱抵抗Rを小さくする

「機能・信頼性・安全性」の確保

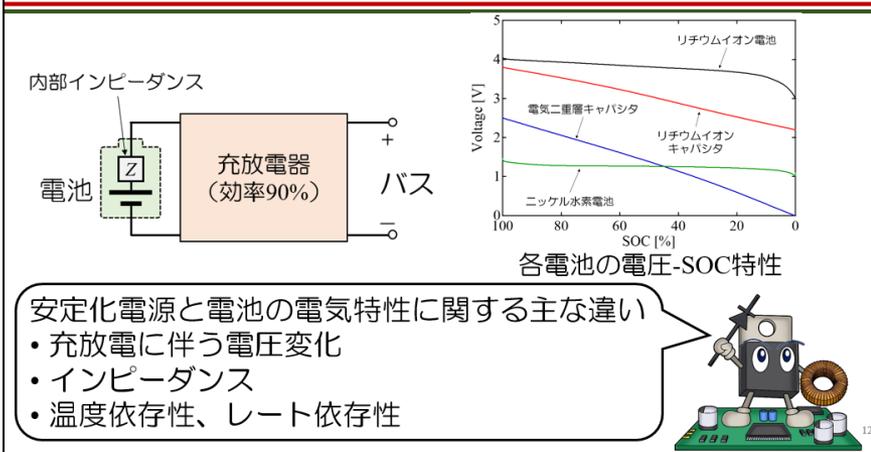
「小型・軽量・低コスト」の実現

熱の移動形態(熱伝導、対流熱伝達、熱放射)

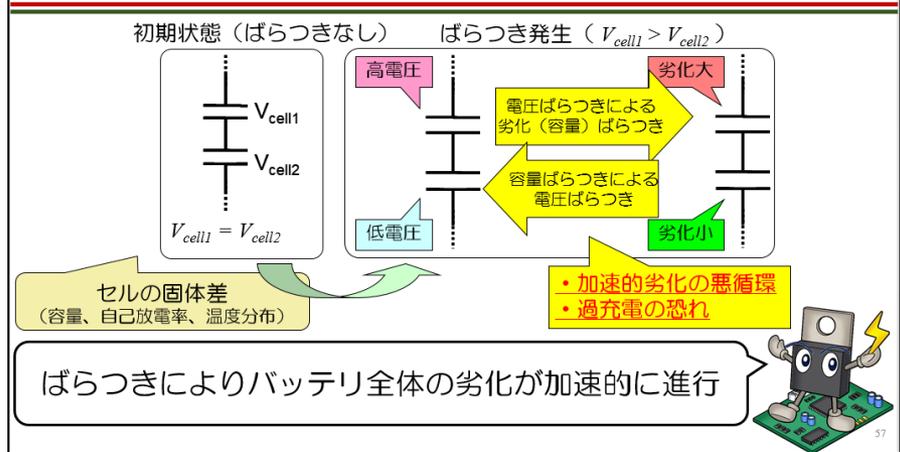
時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	中級
特長	<b>パワエレ装置に必要な熱設計を体系的に学ぶ</b> ・富士電機にて30年以上に渡って製品の熱設計に従事した講師		
対象	<b>パワエレ装置の熱問題に関心のある方</b> ・小型化・軽量・コストダウン・信頼性・安全性		
想定効果	<b>製品の競争力アップのための、熱対策技術の習得</b> ・ファンの選定、フィン効率・熱交換器・過渡温度上昇の計算 ・空冷装置、水冷装置の冷却設計		

# パワエレ屋必見 リチウムイオン電池の基礎とパワエレ技術

## 電池は単なる安定化電源ではない



## セルアンバランスによる加速的劣化の進行



時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	中級
特長	電池の基礎とパワエレ回路、バッテリーマネジメントを学ぶ		
対象	リチウムイオン電池を用いたシステムに携わる電気系技術者		
想定効果	リチウムイオン電池の正しい扱い方がわかる ・パワエレ回路に求められる性能がわかる		

# モータの振動騒音(基礎編)

## モータの振動発生メカニズム

$$[F(\omega)] \times [H(\omega)] = [X(\omega)]$$

### 加振力

- ・電磁力
- ・2f成分
- ・トルクリプル
- ・キャリア成分
- ・スロット高調波
- ・偏心
- ・回転アンバランス
- ・軸受振動



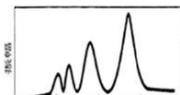
### 伝達関数

- ・固有振動数
- ・ステータ
- ・巻線
- ・ロータ
- ・軸受支持
- ・フレーム
- ・固有モード
- ・振動減衰

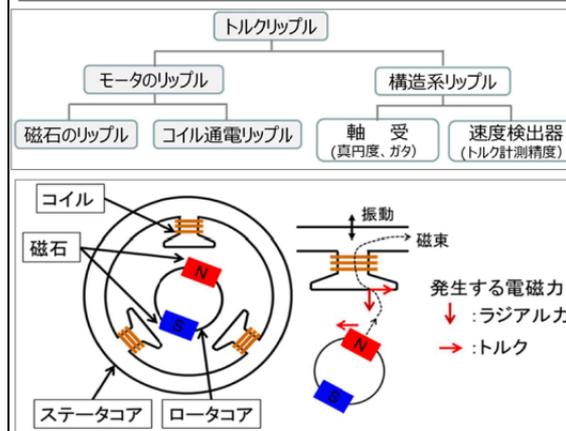


### 振動応答

- ・加振力と伝達関数
- ・周波数が一致
- ・モードが一致
- ・振動・騒音が増大



## Q&A モータのトルクリプルの発生要因は？



### モータのリップル

- ・磁石による磁束とコイル通電による磁束との相互作用で発生。
- ・ステータスロット形状やロータ極形状の影響により、磁束の粗密が分布することで出力トルクに脈動が発生する現象。

### 構造系リップル

- ・構造要因として軸受の真円度の
- ・モータ制御波形、速度検出器の精度もリップルの要因。

時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	中級
特長	<b>電磁騒音、通風騒音、機械振動の理解と低減対策方を学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一通りの「モータ騒音・振動」がすんなり理解できる</li> <li>・「46年間の実務に携わった経験とノウハウ」で実際の低減事例を紹介</li> </ul>		
対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これからモータシステム設計、開発、研究、生産、品質検査に取り組む方</li> <li>・「指導を受ける実務経験者がいない」などの困りごとを抱える方</li> </ul>		
想定効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「モータ騒音・振動の発生メカニズム」が理解でき、対策設計ができる</li> <li>・モータ音や振動を低減するためにはどうしたらよいか分かる</li> </ul>		

# パワエレ制御の組み込みソフト実装技術講座

<https://pwel.jp/articles/540>

## 1次ローパスフィルタ (LPF)

```

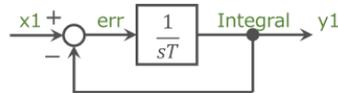
/* 変数 */
double Tsamp;
static double t_last = 0.0;

double err;
static double Integral = 0.0;
double T = 0.001;
double ki;

/* 積分ゲイン */
Tsamp = t - t_last;
t_last = t;
ki = Tsamp/T;

err = x1 - Integral;
Integral = Integral + ki*err;

y1 = Integral; /* 出力*/
  
```



ブロック線図は演算を明示した図式

## PWM設定

```

396 // 山谷リサ
397 EPWM1_setADCTriggerSource(EPWM1_BASE, EPWM1_SOC_A, EPWM1_SOC_TBCTR_ZERO_OR_PERIOD);
398 PWM1キャリアの山と谷でAD変換開始リサ
399
400 // キャリア関連値
401 EPWM1_setTimeBasePeriod(EPWM1_BASE, TBPRD);
402 キャリア周期カウンタ(キャリア高さ&キャリア周期)
403
404 // シャド〜
405 EPWM1_setCounterCompareShadowLoadMode(EPWM1_BASE, EPWM_COUNTER_COMPARE_A, EPWM_COPP_LOAD_ON_CNTR_ZERO_PERIOD);
406 キャリアの山と谷で比較値(変調指令)を反映
407
408 // アクション
409 EPWM1_setActionQualifierAction(EPWM1_BASE,
410 EPWM1_AQ_OUTPUT_A,
411 EPWM1_AQ_OUTPUT_HIGH,
412 EPWM1_AQ_OUTPUT_ON_TZIBASE_UP_CHPA);
413
414 EPWM1_setActionQualifierAction(EPWM1_BASE,
415 EPWM1_AQ_OUTPUT_A,
416 EPWM1_AQ_OUTPUT_LOW,
417 EPWM1_AQ_OUTPUT_ON_TZIBASE_DOWN_CHPA);
418
419 // アクション
420 EPWM1_setActionQualifierAction(EPWM1_BASE,
421 EPWM1_AQ_OUTPUT_A,
422 EPWM1_AQ_OUTPUT_ON_TZIBASE_DOWN_CHPA);
423
424 比較結果と出力(High/Low)の設定
425
426
427 // アップダウンカウンタ
428 EPWM1_setTimeBaseCounterMode(EPWM1_BASE, EPWM1_COUNTER_MODE_UP_DOWN);
429 キャリア波形を三角波に設定(カウンタモード:アップダウン)
  
```

時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	中級
特長	<b>パワエレ制御の離散化と制御ソフトの組み込み実装技術について学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ C2000マイコンを使って、レジスタ設定からリアルタイムのフィードバック制御までソフト実装の手順を具体的に解説</li> </ul>		
対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 組み込み制御ソフトの技術力向上やデジタル制御の手法を学びたい方</li> <li>・ 開発メンバーの制御スキルを向上させたい開発チームリーダー</li> </ul>		
想定効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ パワエレ制御の組み込みシステムに必要な機能と設定</li> <li>・ ブロック線図とソースコードとの関係性</li> <li>・ ローパスフィルタやハイパスフィルタのソフト実装</li> </ul>		

專門

1. LLCコンバータの概要  
LLC方式DDコンの回路と特徴

LLC方式DC/DCコンバータ (LLCコンバータ)

寄生要素を除いた回路図  
部品点数小

著書の5.10節

長所・・・少ない部品点数で質の高いソフトスイッチングを実現

2-1 動作モード  
LLCの動作モードの概要

Mode 1  
Q1がON  
Q2はOFF

Mode 5  
Q1がOFF  
Q2はON

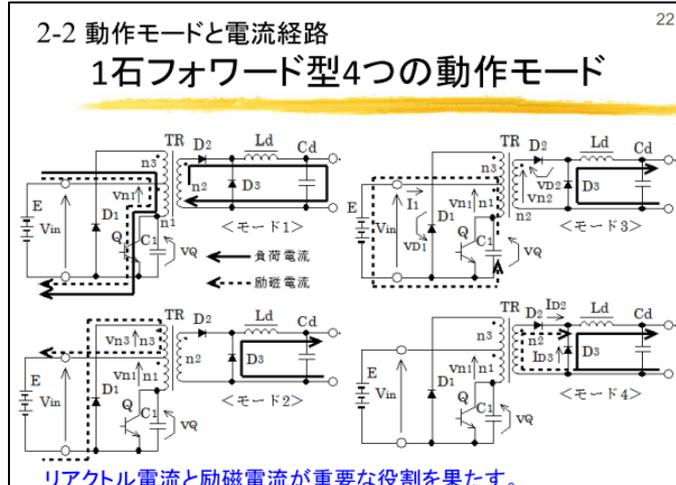
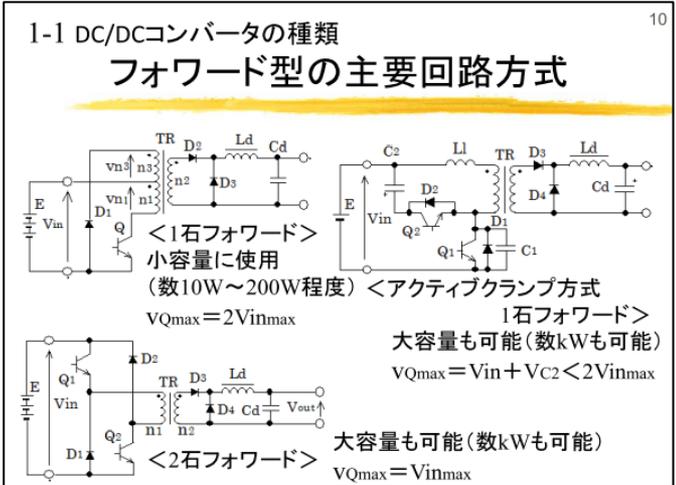
Mode 1とMode 5の間に過渡的な動作モード2,3,4,6,7,8がある。

実線は負荷電流  
点線は励磁電流 ( $i_{Lm}$ )

時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>高効率・低ノイズなLLCの基礎から応用までを学ぶ</b> ・動作原理・特徴・長所・短所・使い方・設計方法		
対象	<b>採用すべき回路方式の選択を検討している方</b> ・各種回路方式の基本的動作原理・特徴を理解したい方 ・DC/DCコンバータの設計を始める方		
想定効果	<b>LLCの基礎から最近の技術動向までを深く理解できる</b>		



# DC/DCコンバータの徹底理解講座 (フォワード型)



時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>HEVに採用のフォワード型の基礎から応用までを学ぶ</b> ・動作原理・特徴・長所・短所・使い方・設計方法		
対象	<b>採用すべき回路方式の選択を検討している方</b> ・各種回路方式の基本的動作原理・特徴を理解したい方 ・DC/DCコンバータの設計を始める方		
想定効果	<b>フォワード型の基礎から技術動向までを深く理解できる</b>		

# DC/DCコンバータの徹底理解講座 (ブリッジ型)

1. ブリッジ型の種類  
電圧型ブリッジ方式の各種回路方式

フルブリッジ方式 (FB方式)      ハーフブリッジ方式 (HB方式)

FBとHBはスイッチング損失小、ソフトスイッチング化も可能。  
PPはスイッチング損失大、偏磁対策に難あり。低入力電圧に向く。  
PWMFB (従来型): ハードスイッチング  
PSFB (位相シフト型): ソフトスイッチング

1. ブリッジ型の種類  
フルブリッジ方式の動作モード

4つの動作モードあり。  
モード1と3で出力側に電力を伝達する → 伝達モードと言う  
モード2と4でLd電流が2次側を環流する → 環流モードと言う

時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>大型電源で定番のブリッジ型の基礎から応用までを学ぶ</b> ・ 動作原理・特徴・長所・短所・使い方・設計方法		
対象	<b>採用すべき回路方式の選択を検討している方</b> ・ 各種回路方式の基本的動作原理・特徴を理解したい方 ・ DC/DCコンバータの設計を始める方		
想定効果	<b>ブリッジ型の基礎から技術動向までを深く理解できる</b>		

1-1 電流型DDコンの回路構成  
電流型DC/DCコンバータの特徴

昇圧チョップパ  
 $V_{out} = V_{in} \frac{1}{1-\alpha}$

インバータ 整流回路  
電流型フルブリッジ方式DDコン  
 $V_{out} = V_{in} \frac{1}{1-\alpha} \frac{n_2}{n_1}$

電流型DC/DCコンバータは昇圧チョップパの特性を引き継いでいる。  
→出力電圧式、出力リプル大、入力リプル電流小、……

技術メモ No. 20110516

1-3 電流型DDコンの基礎  
電流型DDコンの基本動作

電流型フルブリッジ方式

<蓄積モード>  
Q1~Q4すべてON  
Ldにエネルギー蓄積

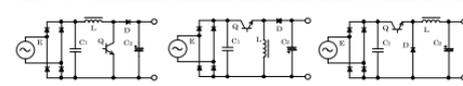
<伝達モード>  
Q1,Q4またはQ2,Q3がON  
Ldのエネルギーを負荷側に伝達

$\Delta I = \frac{1}{L} V \Delta T$

モード名称: 蓄積, 伝達, 蓄積, 伝達  
モード番号: 1, 2, 3, 4

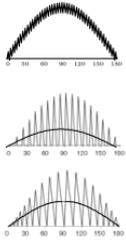
時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	自動車で注目のコンバータの基礎から応用までを学ぶ ・動作原理・特徴・長所・短所・使い方・設計方法		
対象	採用すべき回路方式の選択を検討している方 ・各種回路方式の基本的動作原理・特徴を理解したい方 ・DC/DCコンバータの設計を始める方		
想定効果	電流・双方向型の基礎から技術動向までを深く理解できる		

1 PFCコンバータの基本  
3つの回路方式と3つの制御方式

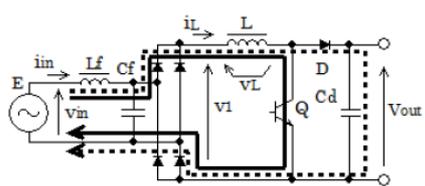


	昇圧	昇降圧	降圧
連続モード	◎	×	×
不連続モード	○	◎	○
境界モード	◎	○	○

◎: 入力電流を完全な正弦波に制御可能  
○: IEC61000-3-2クリア可能  
×: 通常は使用しない



2-1 昇圧型連続モード制御  
動作モードとリアクトル電流



蓄積モード  
 $V_L = v_L > 0$   
 $\Delta i_L = \frac{1}{L} v_L T_{on}$   
 $i_L$ 増加  
 $L$ にエネルギー蓄積

伝達モード  
 $V_L = v_L - V_{out} < 0$   
 $\Delta i_L = \frac{1}{L} v_L T_{off}$   
 $i_L$ 減少  
 $L$ のエネルギー伝達

← Qがオンの時 (蓄積モード)  
 ←... Qがオフの時 (伝達モード)  
 正の半サイクルの電流経路と動作モード

時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>車載充電器で必須回路の基礎から応用までを学ぶ</b> ・動作原理・特徴・長所・短所・使い方・設計方法		
対象	<b>採用すべき回路方式の選択を検討している方</b> ・各種回路方式の基本的動作原理・特徴を理解したい方 ・DC/DCコンバータの設計を始める方		
想定効果	<b>PFCの基礎から技術動向までを深く理解できる</b>		

**小型軽量化のために重要な技術！**

DC/DCコンバータの  
徹底理解講座  
**ソフトスイッチングの  
動作原理と重要特性**



時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>コンバータの特性向上に必須のソフトスイッチング技術を解説</b> ・動作原理・特徴・長所・短所・使い方・設計方法		
対象	<b>採用すべき回路方式の選択を検討している方</b> ・各種回路方式の基本的動作原理・特徴を理解したい方 ・DC/DCコンバータの設計を始める方		
想定効果	<b>ソフトスイッチングの基礎から技術動向までを深く理解できる</b>		

# DC/DCコンバータの徹底理解講座 (共振型DC/DCコンバータ)

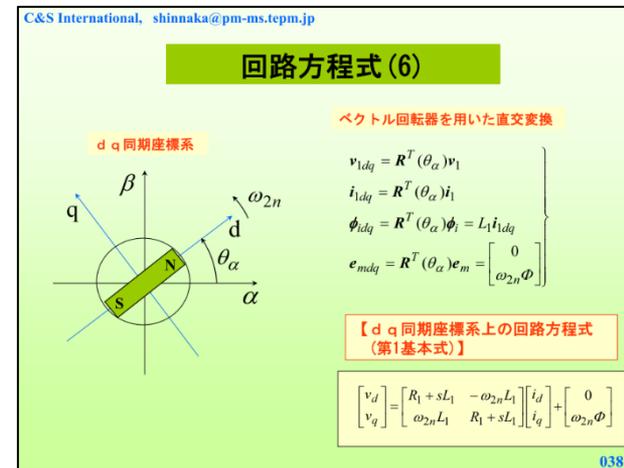
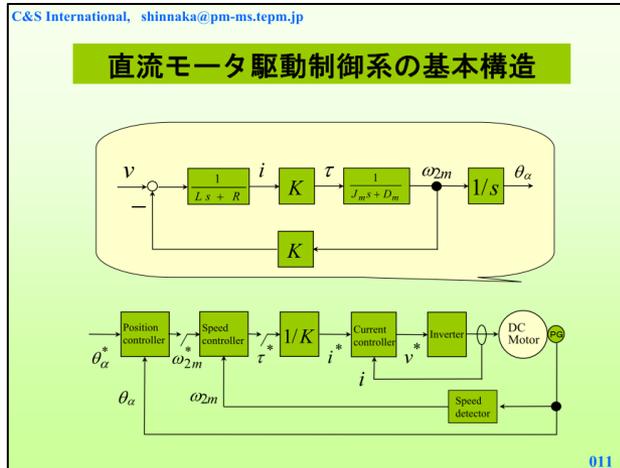
**非接触給電の基礎となる回路方式！**

DC/DCコンバータの  
徹底理解講座  
(共振型DC/DCコンバータ)



時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>非接触給電の基礎となるコンバータ技術を解説</b> ・動作原理・特徴・長所・短所・使い方・設計方法		
対象	<b>採用すべき回路方式の選択を検討している方</b> ・各種回路方式の基本的動作原理・特徴を理解したい方 ・DC/DCコンバータの設計を始める方		
想定効果	<b>共振型の基礎から技術動向までを深く理解できる</b>		

# 永久磁石同期モータ (PMSM) のベクトル制御技術 (前編)



時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>PMSM駆動法のベクトル制御の原理と中核を修得</b> モータの基礎からベクトル制御系の設計法を学ぶ		
対象	<b>ベクトル制御技術を原理から体系的に学びたい方</b> ・ベクトル制御技術の知識を整理体系化したい方		
想定効果	<b>ベクトル制御の中核である電流制御系が設計できる</b>		

# 永久磁石同期モータ (PMSM) のベクトル制御技術 (後編)

C&S International, shinnaka@pm-ms.tepm.jp

### 速度制御系の基本構造と設計 (2)

近似閉ループ伝達関数  
 $G_{so}(s) = G_p(s)G_r(s)G_\omega(s) \approx G_p(s)G_\omega(s)$

近似閉ループ伝達関数  
 $G_{sc}(s) = \frac{G_{so}(s)}{1+G_{so}(s)} \approx \frac{G_p(s)G_\omega(s)}{1+G_p(s)G_\omega(s)}$

P1 速度制御器の場合

$$G_\omega(s) = \frac{D(s)}{C(s)} = \frac{d_1s + d_0}{s} = d_1 + \frac{d_0}{s}$$

$$d_1 = J_m h_1 - D_m \approx J_m h_1 = J_m \omega_{sc}$$

$$d_0 = J_m h_0 = J_m w_1 (1 - w_1) \omega_{sc}^2$$

$$0.05 \leq w_1 \leq 0.5$$

$$H(s) = s^2 + h_1s + h_0 = (s + w_1 \omega_{sc})(s + (1 - w_1) \omega_{sc})$$

008

C&S International, shinnaka@pm-ms.tepm.jp

### 空間ベクトル電圧

空間ベクトル電圧と線間電圧

$$\mathbf{v}'_s = \mathbf{T}'^T \mathbf{v}_\ell$$

$$\mathbf{v}_\ell = 2\mathbf{T}' \mathbf{v}'_s$$

$$\mathbf{T}' = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ \sqrt{3} & \sqrt{3} & \sqrt{3} \end{bmatrix}^T$$

1対1の関係

$$\mathbf{v}'_s = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -\sqrt{3} & -\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{uv} \\ v_{wu} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} v_{uv} \\ v_{wu} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & \frac{1}{\sqrt{3}} \end{bmatrix} \mathbf{v}'_s$$

空間ベクトル電圧と相電圧

$$\mathbf{v}_r = [v_u \ v_v \ v_w]^T \quad \mathbf{v}_u + \mathbf{v}_v + \mathbf{v}_w = 0$$

$$\mathbf{v}'_s = \mathbf{S}'^T \mathbf{v}_r$$

$$\mathbf{v}_r = \frac{2}{3} \mathbf{S}' \mathbf{v}'_s$$

$$\mathbf{S}' = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix}^T$$

関係の1例

$$\mathbf{v}_r = V \begin{bmatrix} \cos \omega t & \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3}) & \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3}) \end{bmatrix}^T$$

$$\mathbf{v}_r = \sqrt{3} V \begin{bmatrix} \cos(\omega t + \frac{\pi}{6}) & \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) & \cos(\omega t + \frac{5\pi}{6}) \end{bmatrix}^T$$

$$\mathbf{v}'_s = \frac{3}{2} V \begin{bmatrix} \cos \omega t & \sin \omega t \end{bmatrix}^T$$

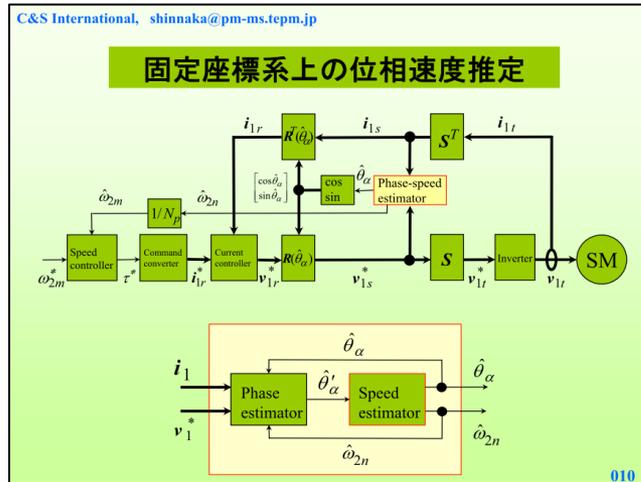
$$\mathbf{v}_s = \sqrt{\frac{2}{3}} \mathbf{v}'_s = \mathbf{S}^T \mathbf{v}_r = \sqrt{\frac{3}{2}} V \begin{bmatrix} \cos \omega t & \sin \omega t \end{bmatrix}^T$$

$$\|\mathbf{v}_s\| = \|\mathbf{v}_r\| < v_r >$$

037

時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>PMSM駆動法のベクトル制御の原理と中核を修得</b> ・制御系の設計法とインバータ駆動のためのPWM技術を学ぶ		
対象	<b>ベクトル制御技術を原理から体系的に学びたい方</b> ・ベクトル制御技術の知識を整理体系化したい方		
想定効果	<b>速度制御系、位置制御系、複合制御系を設計できる</b>		

# 永久磁石同期モータ (PMSM) の センサレスベクトル制御技術



C&S International, shinnaka@pm-ms.tepm.jp

### 同一次元D因子状態オブザーバ(A形)

回路方程式のD因子状態空間表現(A形)

$$D(s, \omega_r) \phi_1 = -\frac{R_1}{L_i^2 - L_m^2} [L_i I - L_m Q(\theta_r)] [\phi_1 - \phi_m] + v_1$$

$$D(s, \omega_r) \phi_m = \omega_{2n} J \phi_m$$

$$\dot{i}_1 = \frac{1}{L_i^2 - L_m^2} [L_i I - L_m Q(\theta_r)] [\phi_1 - \phi_m]$$

同一次元D因子状態オブザーバ(A形)

$$D(s, \omega_r) \hat{\phi}_1 = -\frac{R_1}{L_i^2 - L_m^2} [L_i I - L_m Q(\theta_r)] [\hat{\phi}_1 - \hat{\phi}_m] + v_1 + G_i [i_1 - \hat{i}_1]$$

$$D(s, \omega_r) \hat{\phi}_m = \omega_{2n} J \hat{\phi}_m + G_m [i_1 - \hat{i}_1]$$

$$\dot{\hat{i}}_1 = \frac{1}{L_i^2 - L_m^2} [L_i I - L_m Q(\theta_r)] [\hat{\phi}_1 - \hat{\phi}_m]$$

139

時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>センサレスベクトル制御の原理と中核を修得</b> 将来の発展に繋がる本質かつ実践を重視した学修		
対象	<b>センサレスベクトル制御技術を新規に修得したい方</b> ・センサレスベクトル制御技術を、改めて体系的に整理理解したい方 ・モータドライブの応用範囲を広げたい方		
想定効果	<b>センサレスベクトル制御系が設計構成できる</b> ・駆動用電圧電流を用いた位相速度推定器が設計できる		

## “ 前編 ”

### 誘導モータ(IM)のベクトル制御技術 ドライブの原理から実際まで



時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>IM駆動法の中核であるベクトル制御の原理と中核を修得</b> ・ 理屈抜き「答え」、「公式」、「ノウハウ」を排した、合理的原理に基づいて解説		
対象	・ IMのベクトル制御技術を原理から体系的に学びたい方 ・ IMのベクトル制御技術の知識を整理体系化したい方		
想定効果	・ 独力で、ベクトル制御の中核である電流制御系が設計できるようなる		

## “ 後編 ”

### 誘導モータ(IM)のベクトル制御技術 ドライブの原理から実際まで



時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>IM駆動法の中核であるベクトル制御の原理と中核を修得</b> ・ 理屈抜き「答え」、「公式」、「ノウハウ」を排した、合理的原理に基づいて解説		
対象	・ IMのベクトル制御技術を原理から体系的に学びたい方 ・ IMのベクトル制御技術の知識を整理体系化したい方		
想定効果	・ 効率駆動、広範囲駆動、センサレス駆動のためのベクトル制御系の理解 ・ 誘導モータのパラメータが同定できるようになる		

# 高周波電力変換器における磁性素子 ～構造技術と負荷試験法～

**研究背景** 66

**空心プレーナインダクタ**

- 高周波、小電力の電力変換器に主に用いられる。プリント基板で実装するため、低背・小型かつ放熱性に優れており、電力変換器の小型化が可能。
- 巻線型インダクタと比べて、パラメータの再現性が高いため、非接触給電や家電など様々な分野で利用が進んでいる。
- 上下2層の螺旋構造が広く用いられている。



螺旋構造インダクタ(8ターン) 上面図

北海道大学電気エネルギー変換研究室

**提案構造について** 115

■巻線ガイドを用いた分布巻きトロイダルトランス(一次側巻線:外側)

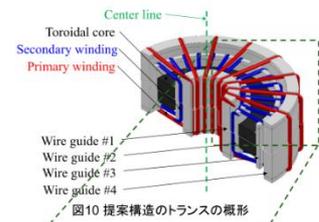
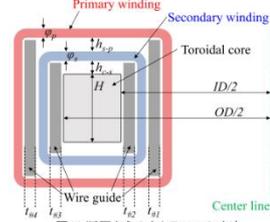



図10 提案構造のトランスの概形

図11 断面からみたトランスの寸法

表2 それぞれの寸法の目的

寸法	配置	目的
$t_{R2}, t_{R3}, h_{C-S}$	コア-二次間	コアと巻線の絶縁
$h_{S-P}$	一次-二次間	寄生容量の低減
$t_{R1}, t_{R4}$		漏れインダクタンスの調整 寄生容量の低減

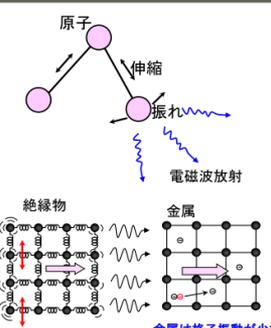
図12 一次巻線用の巻線ガイド

時間	13:00-16:30 / WEB	レベル	専門
特長	<p>～MHz帯の高周波変換器における磁性素子を学ぶ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>磁性素子の役割と高周波での課題</li> <li>基板や3Dプリンターを応用した高周波インダクタやトランスの構造技術</li> </ul>		
対象	高周波インダクタおよびトランスの構造技術を学びたい方		
想定効果	高周波における課題とそれを解決する技術の一例がわかる		

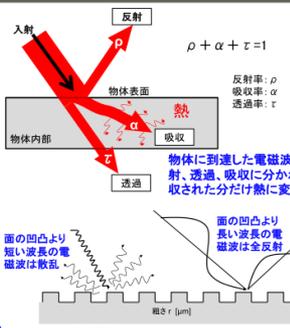
# 車載・パワエレ機器にみる熱対策 ～熱で失敗しないための基礎と実践～

### 1. 放射のメカニズム

- 放射は格子振動による電磁波の放出であり、熱伝導、対流とは全く異なるメカニズム
- 高温になると格子振動の振幅・周波数が大きくなるため、電磁波は強く、短波長になる
- 金属は自由電子によって格子振動が阻害されるため、熱放射が少ない



原子の伸縮振れにより電磁波放射が発生する。絶縁物は放射率が高いが、金属は格子振動が少ないため放射量も小さい。



物体表面に電磁波が到達すると、反射、透過、吸収に分かれる。吸収された分だけ熱に変わる。

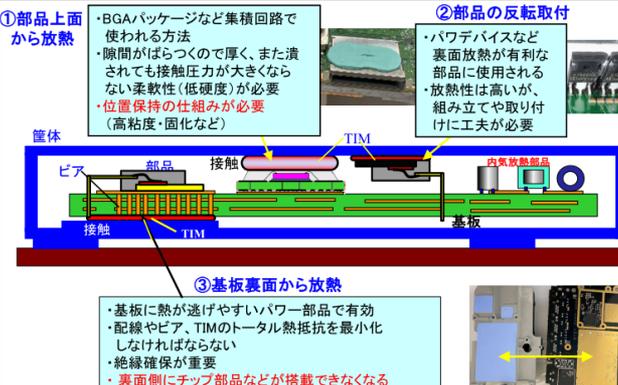
反射率:  $\rho$   
吸収率:  $\alpha$   
透過率:  $\tau$   
 $\rho + \alpha + \tau = 1$

面の凹凸より短い波長の電磁波は散乱 (短波長:  $\lambda < r$ )  
面の凹凸より長い波長の電磁波は全反射 (長波長:  $\lambda > r$ )

### 4. 筐体放熱構造と使用するTIM

部品を筐体に接触させて冷却する構造が広く普及している。部品の放熱構造は主に3種類

- ①部品の上面から放熱
  - ・BGAパッケージなど集積回路で使われる方法
  - ・隙間がばらつくので厚く、また潰されても接触圧力が大きくなりやすい柔軟性(低硬度)が必要
  - ・位置保持の仕組みが必要(高粘度・固化など)
- ②部品の反転取付
  - ・パワデバイスなど裏面放熱が有利な部品に使用される
  - ・放熱性は高いが、組み立てや取り付けに工夫が必要
- ③基板裏面から放熱
  - ・基板に熱が逃げやすいパワー部品で有効
  - ・配線やビア、TIMのトータル熱抵抗を最小化しなければならない
  - ・絶縁確保が重要
  - ・裏面側にチップ部品などが搭載できなくなる

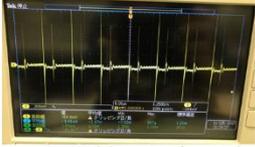


時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	車載機器を題材として伝熱のメカニズムの基礎から解説		
対象	<b>車載パワエレ機器の熱設計について幅広く理解をしたい方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・パワーエレクトロニクスの熱設計手法を基礎から学びたい方</li> <li>・放熱部品の利用ノウハウを知りたい方</li> </ul>		
想定効果	<b>さまざまな熱対策手法について幅広く知ることができる</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒートシンクの設計手法やファン使い方など理解できる</li> <li>・Excelを使った温度計算ができる</li> </ul>		

# ノイズを出さない！誤動作させない！ スイッチング電源 基板設計の基本作法と考え方

回路はほぼ同じはず。何が違う？ 8/91

入力端子に表れる電圧リップル  
**Aチーム** 入力平滑C: 100uF+4.7uF    **Bチーム** 入力平滑C: 136uF+2.2uF



±1Vを超えるスパイク発生!



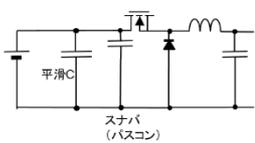
スパイクはあるものの±0.2V以内

この違いは、配線のやり方が反映されている。

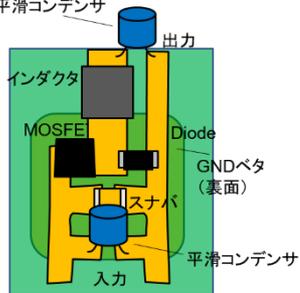



スイッチング電源は、回路図にかけない部分が差別化になる。

平滑コンデンサ間共振にも注意！（クイズ） 51/91



平滑C  
スナバ (バスコン)



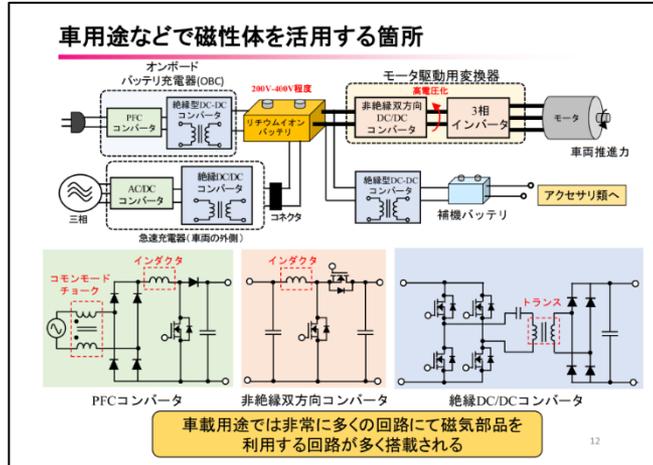
平滑コンデンサ  
出力  
インダクタ  
MOSFET  
Diode  
GNDベタ (裏面)  
スナバ  
平滑コンデンサ  
入力

改善の余地があるレイアウトです。どこが悪いかわかりますか？

バスコンを付けたら、平滑コンデンサ間共振の可能性が出てくる。注意が必要。

時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>基板レイアウトの良し悪しによる利点・問題を学ぶ</b> ・スイッチング電源に特化した基板レイアウトの考え方を学ぶ		
対象	<b>基板レイアウト設計を初めて学ぶ方</b> ・スイッチング電源の製品設計・開発に携わる方		
想定効果	<b>次世代デバイスを用いた電源の設計ができるようになる</b> ・EMC問題に対する問題発見・解決策の立案ができるようになる ・半導体の誤動作に対する問題発見・解決策の立案ができるようになる		

# パワーコンバータ用インダクタ/トランスの最新技術とその設計法



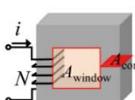
### インダクタの基礎

**Step:1** 磁気回路の基本とマクスウェルの方程式からの成り立ち

**Step:2** 磁気回路を用いた昇圧チョップパ回路のインダクタ設計の理論

**Step:3** 磁性体コアの選択方法 (エアプロダクト法)

**Step:4** 回路仕様に基づいたインダクタ設計 (実機評価とシミュレーション)

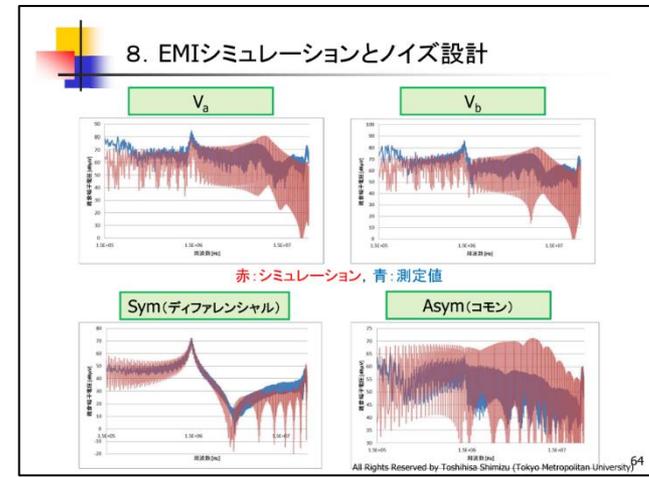
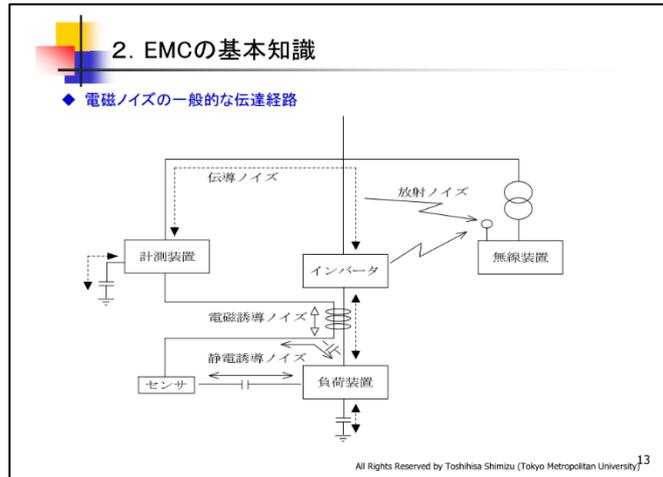



$$\phi_m = \phi_{le} + \frac{1}{2}\phi_{sc} = \frac{N \cdot I \cdot \mu_0 \mu_r}{2 \cdot l_m} \cdot d \cdot T$$

$$R_m = \frac{l_m}{\mu_r \mu_0 \cdot A_{core} \cdot d}$$


時間	13:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>インダクタやトランスの基本とその応用技術について学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・インダクタトランスの一般的な設計と応用技術について解説</li> <li>・磁気部品のシミュレーションモデルについて紹介</li> </ul>		
対象	<b>磁性材料の技術者 (応用をよく知りたい方など)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・パワーエレクトロニクスの回路技術者</li> </ul>		
想定効果	<b>パワエレ技術者が磁気部品をよく理解できるようになる</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁性材料技術者がパワエレでの活用方法を理解できるようになる</li> <li>・パワエレ用磁気部品の最新技術について把握できる</li> </ul>		

# パワーエレクトロニクス機器における 電磁ノイズ対策の考え方



時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	電磁ノイズ低減の考え方と具体的な方法について解説		
対象	伝導性電磁ノイズでお困りの方 ・パワーエレクトロニクス装置のノイズ対策を基礎から学びたい方		
想定効果	パワエレ装置の効果的なノイズ対策の考え方を習得する ・伝導性電磁ノイズの種類と発生原理の理解		

# パワー半導体デバイスのダブルパルス試験

<https://pwel.jp/articles/463>

## 次世代デバイスを実験で比較！

### パワー半導体デバイスの ダブルパルス試験



時間	10:30-17:30 / 対面	レベル	専門
特長	<b>ダブルパルス試験による特性評価法を学び、試験方法と評価項目を理解</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・パワー半導体スイッチングデバイスのスイッチング特性の概略学習</li> <li>・ダブルパルス試験に基づき、SiC, GaNを用いた測定から動特性を実測</li> </ul>		
対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パワー半導体スイッチングデバイスのスイッチング特性を実測したい方</li> <li>・ダブルパルス試験による特性評価法を学びたい方</li> </ul>		
想定効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体パワーデバイスのスイッチング特性を体感</li> <li>・パワーデバイスを比較して実測し、使い方や素子としての違いを理解</li> </ul>		

# 永久磁石同期モータのdq方程式およびトルク式の数式算出

## 具体的な式変形-1

(3)の $\alpha\beta$ 変数を変換行列Cを用いて変形すると、

$$C^{-1} \begin{bmatrix} v_d \\ v_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_a + pL_a & 0 \\ 0 & r_a + pL_a \end{bmatrix} C^{-1} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + C^{-1} \begin{bmatrix} e_d \\ e_q \end{bmatrix}$$

両辺を左からC倍して変形する。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} v_d \\ v_q \end{bmatrix} &= C \begin{bmatrix} r_a + pL_a & 0 \\ 0 & r_a + pL_a \end{bmatrix} C^{-1} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + CC^{-1} \begin{bmatrix} e_d \\ e_q \end{bmatrix} \\ &= C \begin{bmatrix} r_a & 0 \\ 0 & r_a \end{bmatrix} C^{-1} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + C \begin{bmatrix} pL_a & 0 \\ 0 & pL_a \end{bmatrix} C^{-1} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_d \\ e_q \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} r_a & 0 \\ 0 & r_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -\omega L_a \\ \omega L_a & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} pL_a & 0 \\ 0 & pL_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_d \\ e_q \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$e_d, e_q$  は次頁で計算。最終式右辺第2項と3項の $p$ の変形は**クイズ1**で。

35

YNU 横浜国立大学  
YOKOHAMA NATIONAL UNIVERSITY

## 4.1.6 IPMモータのdq軸の回路方程式

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_a + p(L_A + L_{A0} \cos 2\theta) & pL_{A0} \sin 2\theta \\ pL_{A0} \sin 2\theta & r_a + p(L_A - L_{A0} \cos 2\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_\alpha \\ e_\beta \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

この式をSPMとそうでない部分に分解する。

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_a + pL_A & 0 \\ 0 & r_a + pL_A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} pL_{A0} \cos 2\theta & pL_{A0} \sin 2\theta \\ pL_{A0} \sin 2\theta & -pL_{A0} \cos 2\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_\alpha \\ e_\beta \end{bmatrix} \quad (4.3')$$

右辺第2項: IPMモータ(凸極性) モータによる誘起電圧

式変形すると以下となる。

$$\begin{bmatrix} v_d \\ v_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_a + pL_A & -\omega L_A \\ \omega L_A & r_a + pL_A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} pL_{A0} & \omega L_{A0} \\ \omega L_{A0} & -pL_{A0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \omega \Phi_0 \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

SPMモータのdq軸回路方程式 IPMモータの追加のdq軸回路方程式

この右辺第二項の式変形((4.3)から(4.5)まで)を検討する。

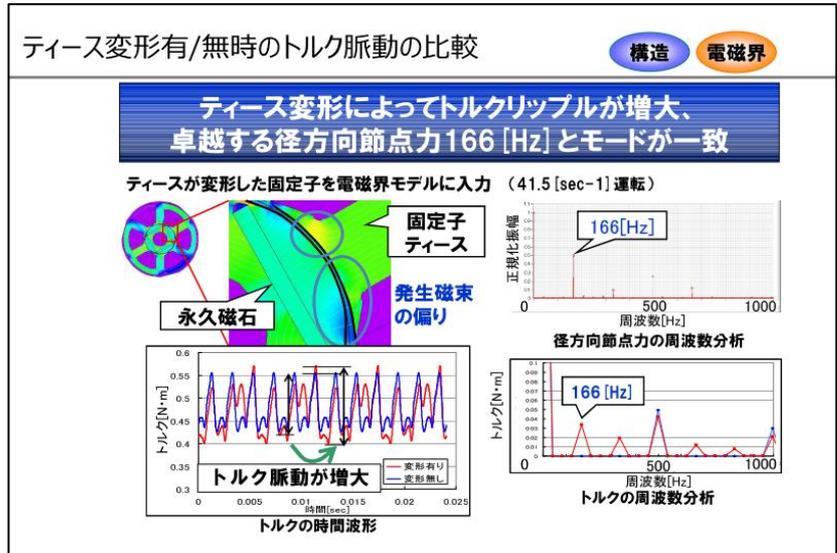
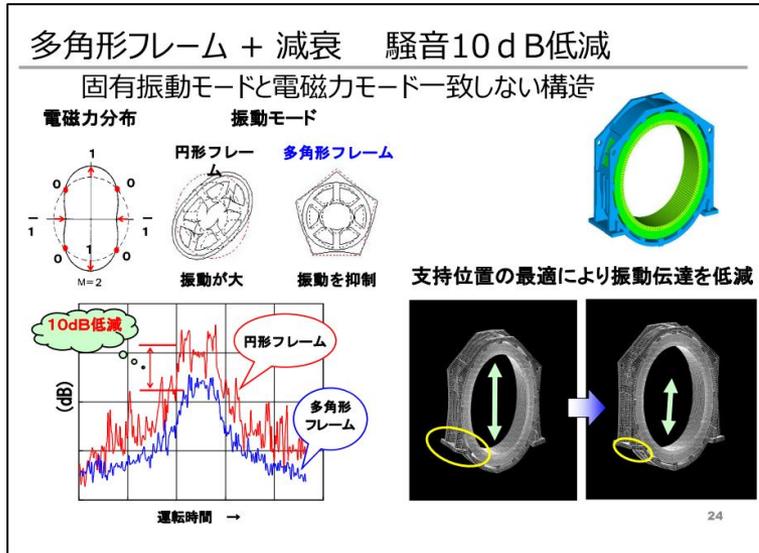
$$\begin{aligned} \rightarrow L_A + L_{A0} &= L_d \\ \rightarrow L_A - L_{A0} &= L_q \end{aligned}$$

72

YNU 横浜国立大学  
YOKOHAMA NATIONAL UNIVERSITY

時間	13:00-16:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>永久磁石同期 (pm) モータの数式モデルの導出過程を詳しく解説</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>spmモータとipmモータのdq方程式をそれぞれ導出します</li> <li>トルク発生の数式原理から、pmモータのマグネットトルクとリラクタンストルクの数式を導出します</li> </ul>		
対象	pmモータのベクトル制御技術はすでに使っているが、その基礎となるpmモータのdq方程式と発生トルクの導出原理から数式モデルまでを詳しく学びたい方		
想定効果	非線形なパラメータがあってもモータトルクを理論計算できる数学的手法が習得できます。		

# モータの振動騒音(対策編)

<https://pwel.jp/articles/489>


時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>騒音発生メカニズム、対策設計法、トラブル事例・対策の理解を深める</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>一通りの「モータ騒音・振動の対策法」がすんなり理解</li> <li>「4 6年間の実務に携わった経験とノウハウ」で実際の低減事例を紹介</li> </ul>		
対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>モータ設計、開発、研究、生産、品質検査の業務を取り組んでいる方</li> <li>「指導を受ける実務経験者がいない」などの困りごとを抱える方</li> </ul>		
想定効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>「モータ騒音・振動の発生メカニズム」が理解でき、対策設計ができる</li> <li>モータ音や振動を低減するためにはどうしたらよいか分かる</li> </ul>		

# モータの品質問題とその解決方法

<https://pwel.jp/articles/548>

具体的な過去事例で解説！

## モータの品質問題とその解決方法

(今知りたい！実務に役立つ知識と低減対策法)



時間	10:00-17:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>過去事例の図や写真から、モータの品質問題やその解決方法を理解</b> ・ 予測法や発生したときのアプローチ手法、原因の特定、診断方法、暫定対策と恒久対策の違い、目標（Goal：落とし所）の決め方を解説する		
対象	・ <b>モータ設計、開発、研究、生産、品質検査の業務を取り組んでいる方</b> ・ <b>「指導を受ける実務経験者がいない」などの困りごとを抱える方</b>		
想定効果	・ アプローチ手法、原因特定、対策方法、目標の決め方が習得できる ・ 量産時や現地での品質問題において何が発生するのか、発生しないようにするにはどうしたら良いのかが分かる。		

# SiC/GaNのゲートドライブ技術と実際

<https://pwel.jp/articles/553>

講師自身の失敗や気づきから学ぶ！

## SiC/GaNの ゲートドライブ技術と実際



時間	13:00-16:00 / WEB	レベル	専門
特長	<b>SiCやGaNの概要, そして確実なゲートドライブ法を学ぶ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ゲートドライブの現象, ドライブ方法, 電源供給, 安全機能などを学ぶ</li> <li>講師自身の失敗や気づきに基づいて構成されています</li> </ul>		
対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>DCDCコンバータの開発実務者でSiCやGaNの採用を検討している方</li> <li>SiCやGaNで失敗しその原因を整理されたい方</li> </ul>		
想定効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゲートドライブで起こる現象を深く理解する</li> <li>ゲートドライブの確実な方法を身に着ける</li> </ul>		

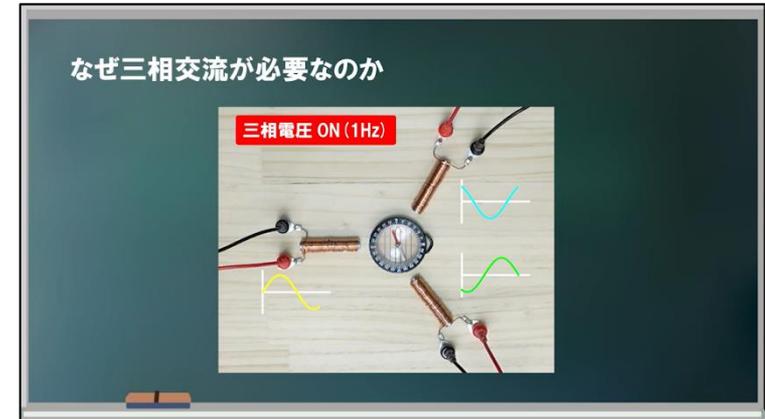
eラーニング

# 講座概要

講座名	学習時間	設問/演習	レベル
実験で学ぶ、社会人のためのパワエレ技術(導入編)	5h	有	入門
実験で学ぶ、社会人のためのパワエレ技術(基礎編)	5h	有	初級
設計基礎技術講座・導入編	10h	有	初級
設計基礎技術講座・設計編	20h	有	専門
基礎パワエレ回路の速習法	4h	無	初級
高専の教師が教えるパワーエレクトロニクス	5h	無	中級
パワエレ制御技術講座	2h	無	中級
平地研究室技術メモ eラーニング講座：変圧器とリアクトルの徹底理解	15h	有	専門
平地研究室技術メモ eラーニング講座：DC/DCコンバータ入門	15h	有	専門
平地研究室技術メモ eラーニング講座：パワエレ学習基礎講座	15h	有	専門
電動機と電動機駆動の基礎と実践	2h	無	専門
高周波パワーエレクトロニクス回路の基礎と実践	2h	無	専門

# 入門

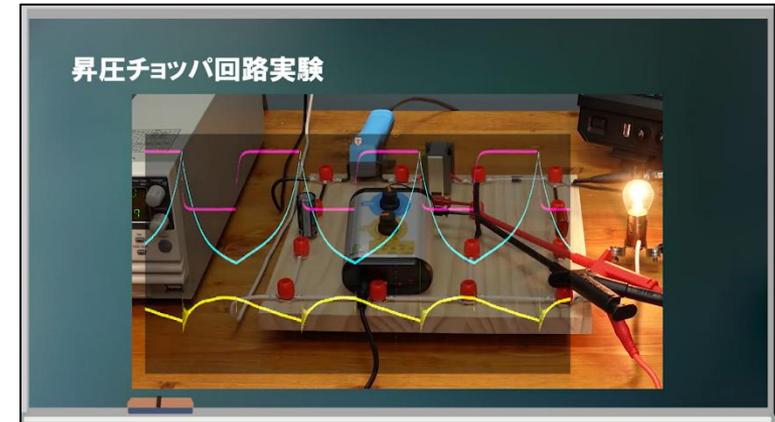
# 実験で学ぶ 社会人のためのパワエレ技術（導入編）



学習時間	5時間	レベル	入門
特長	<b>パワエレをアニメーションでイメージし、実験で理解を深めます</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・なるべく数式を使用せずにパワエレ技術をイメージで理解します</li><li>・設問があり、理解度を確認できます</li></ul>		
対象	<b>電気に苦手意識のある異分野出身の技術者</b>		
想定効果	<b>パワエレ技術者のはじめの一歩として、イメージを掴める</b>		
ダイジェスト動画： <a href="https://youtu.be/CjzvLp3JyWc">https://youtu.be/CjzvLp3JyWc</a>			

初級

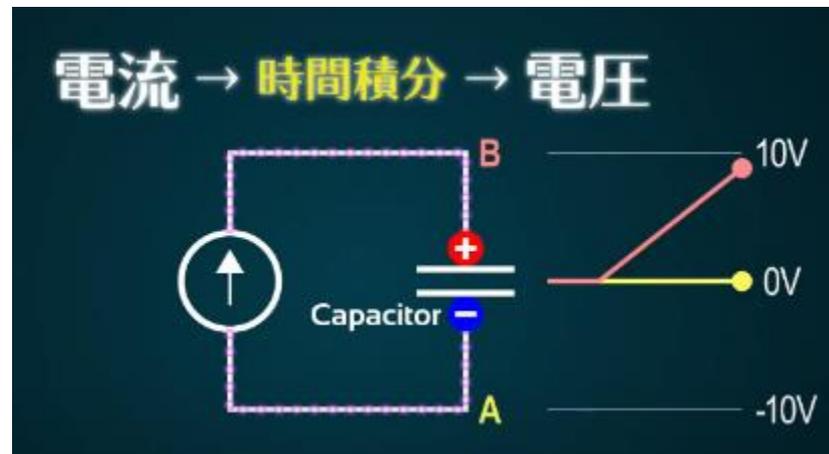
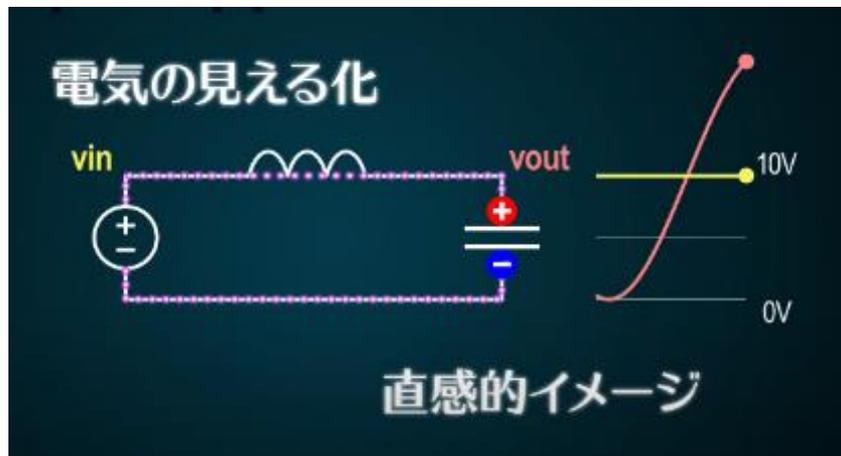
# 実験で学ぶ 社会人のためのパワーエレクトロニクス技術（基礎編）



学習時間	5時間	レベル	初級
特長	<b>実験と計測器を使った計測を通してパワーエレクトロニクス技術を学習</b> <ul style="list-style-type: none"><li>計測における注意事項も解説</li><li>設問があり、理解度を確認可能</li></ul>		
対象	<b>電気に苦手意識のある異分野出身の技術者</b> <ul style="list-style-type: none"><li>これから現場に携わる方</li></ul>		
想定効果	<b>パワーエレクトロニクスの回路と計測のイメージを掴める</b>		
ダイジェスト動画 : <a href="https://youtu.be/UnB6-mprTRI">https://youtu.be/UnB6-mprTRI</a>			

# 基礎パワエレ回路の速習法

<https://pwel.jp/articles/311>



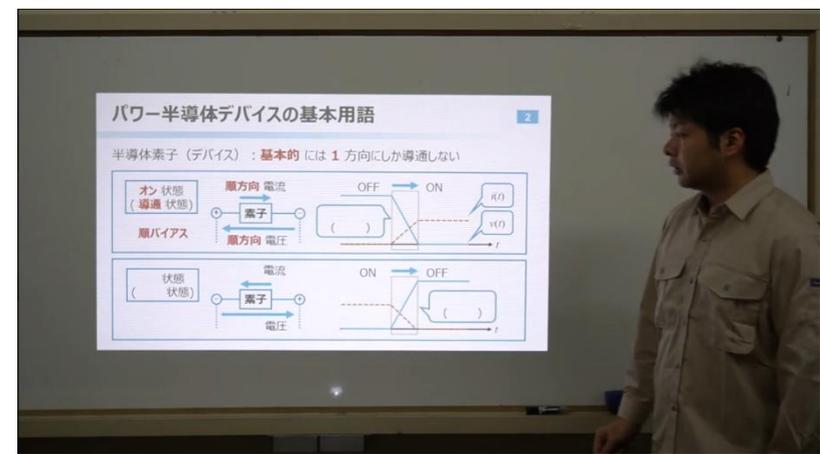
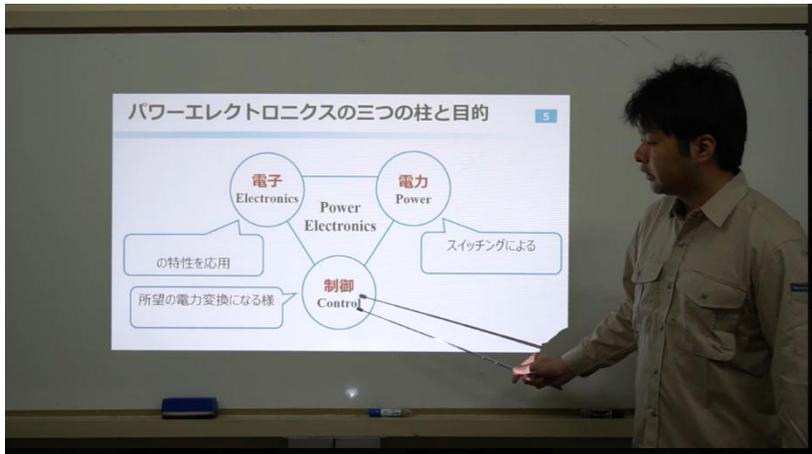
学習時間	4時間	レベル	初級
特長	<b>電圧・電流・電荷を可視化し、直感的にイメージできる</b> ・回路の理解力が最短で身につく		
対象	<b>パワエレの基礎を効率良く短期間で習得したい方</b> ・独学でパワエレの学習をしても、なかなか理解が進まなかった人		
想定効果	<b>基本的な回路の電圧・電流波形がイメージできるようになる</b>		
ダイジェスト動画： <a href="https://youtu.be/A8rqbzN9DGU">https://youtu.be/A8rqbzN9DGU</a>			



学習時間	10時間	レベル	初級
特長	<b>マンガ形式の教材</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>電気を水にたとえてわかりやすく説明</li> <li>章ごとに設問があり、理解度確認できる</li> </ul>		
対象	<b>電気の勉強に抵抗がある方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>電気をこれから勉強する初学者の方</li> </ul>		
想定効果	<b>スイッチング電源を設計する為の予備知識の習得</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>スイッチング電源の部品・役割・特性の理解</li> </ul>		
ダイジェスト動画： <a href="https://youtu.be/7A3FL6Qz6oM">https://youtu.be/7A3FL6Qz6oM</a>			

# 中級

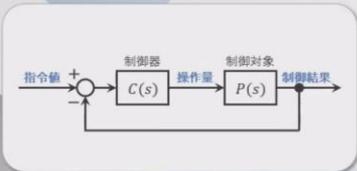
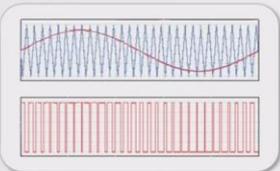
# 高専の教師が教える、 パワーエレクトロニクス入門講座



学習時間	10時間	レベル	中級
特長	<b>高専5年生を想定した初心者向けの講座</b> パワーデバイスの動作原理及びDC-DCコンバータの動作原理まで解説		
対象	<b>工学部・理系だったけれど、パワエレが専門ではなかった技術者</b>		
想定効果	<b>パワエレとは何かからコンバータの動作原理までを理解</b>		
ダイジェスト動画 : <a href="https://youtu.be/to3NUFrbz0o">https://youtu.be/to3NUFrbz0o</a>			

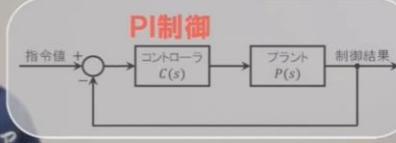
パワエレ制御の開発スピードを  
2倍に加速する方法

～ 試行錯誤の時間を大幅に削減する技術とは～

パワエレ技術者向け  
**制御ゲイン調整の  
悩みを解消する方法**

**PI制御**




学習時間	2時間	レベル	中級
特長	<b>制御開発者に必要となる考え方と知識を習得</b>		
対象	<b>ゲインの調整、トライ&amp;エラーから抜け出せない方</b> 制御工学を勉強して得た知識を開発業務に役立てたい方		
想定効果	<b>開発スピードを上げるための考え方を学びます</b>		
ダイジェスト動画 : <a href="https://youtu.be/jqkReiRX5LE">https://youtu.be/jqkReiRX5LE</a>			

專門

### 4.1 具体的に計算する電源の写真

実際に市販されていて、長年の使用実績があるスイッチング電源を事例として、部品の値の計算方法を学習します。



じゃあ、これからこの直流安定化電源（スイッチング電源）に使われている部品から説明するね。

使われている部品 全て知らない物ばかりだわ。

私も...

大丈夫！ 分かり易く教えてあげるから。

### 1.1 アブノーマル対策とは

どんな部品にも「初期不良」「偶発故障」「摩耗故障」があります。また、振動による接続不良や使用間違ひ・雷・異物混入など電源が壊れる要因は沢山あります。その対応策を学習します。

電源として発煙、発火、感電などが発生しないように事前に設計しなくてはなりません。



発煙 (原価1本以下)

発火

感電

学習時間	2時間	レベル	専門
特長	<b>マンガ形式の教材</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>市販のスイッチング電源を教材として設計方法の学ぶ</li> <li>章ごとに設問があり、理解度確認できる</li> </ul>		
対象	<b>パワエレの基礎知識がある方</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>これからパワエレ製品の設計にかかわる方</li> </ul>		
想定効果	<b>スイッチングの設計プロセスを理解</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>回路定数の計算方法や試験方法の学習</li> </ul>		
ダイジェスト動画： <a href="https://www.youtube.com/watch?v=E182Um_c-Hc">https://www.youtube.com/watch?v=E182Um_c-Hc</a>			

# 平地研究室技術メモ eラーニング講座

## 変圧器とリアクトルの徹底理解

### 各 부품の電圧*v*と電流*i*の関係は？

抵抗

コンデンサ

リアクトル

抵抗の*v*と*i*の関係は簡単  
 $v=iR$   
オームの法則

コンデンサとリアクトルは少し難しい。  
しかし、大変重要。

コンデンサは電流で充電、リアクトルは電流で充電する！

●リアクトル電流の発生

コンデンサと同様に電流が流れるが、電圧が電流より遅れる。電圧が電流より遅れる。

●コンデンサとリアクトルの関係

コンデンサと同様に電流が流れるが、電圧が電流より遅れる。電圧が電流より遅れる。

●コンデンサとリアクトルの関係

コンデンサと同様に電流が流れるが、電圧が電流より遅れる。電圧が電流より遅れる。

●コンデンサとリアクトルの関係

コンデンサと同様に電流が流れるが、電圧が電流より遅れる。電圧が電流より遅れる。

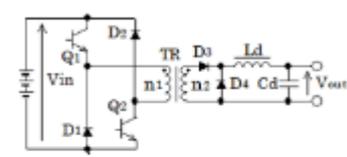
学習時間	15時間	レベル	専門
特長	<b>変圧器とリアクトルを徹底解説</b> ・ 章ごとに設問があり、理解を確認可能		
対象	<b>これからDC/DCコンバータの学習を始める方</b> ・ DC/DCコンバータを基礎から学び直したい方 ・ DC/DCコンバータの動作を基本から理解したい方		
想定効果	<b>変圧器とリアクトルを体系的に習得できる</b>		

ダイジェスト動画 : [https://youtu.be/\\_IIQfB0wpEg](https://youtu.be/_IIQfB0wpEg)

No.	題名
1	DC/DCコンバータの基礎
2	DC/DCコンバータの負帰還動作
3	DC/DCコンバータの回路方式
4	いろいろなチョッパ回路
5	フォワード型DC/DCコンバータ
6	フライバックトランス型DC/DCコンバータ
7	ブリッジ型DC/DCコンバータ
8	双方向DC/DCコンバータ
9	電流型DC/DCコンバータ
10	ソフトスイッチングの基礎

131 DC/DCコンバータの基礎

【1】 図1. 電流型DC/DCコンバータの回路図を示す。電流型DC/DCコンバータは、チョッパ回路に電圧源を挿入して構成される。それぞれの電圧源は、それぞれチョッパ回路に接続されている。



(1)

正解

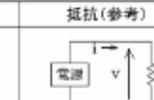
<解説>  
電流型DC/DCコンバータ

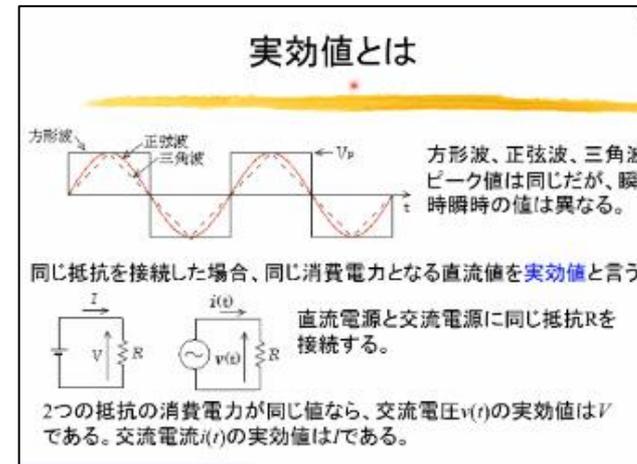
スライドショーで電流型DC/DCコンバータの動作を説明する。電流型DC/DCコンバータは、電圧型DC/DCコンバータと同様に、チョッパ回路に電圧源を挿入して構成される。

学習時間	15時間	レベル	専門
特長	<b>DC/DCコンバータの基礎から各種回路方式を徹底解説</b> ・ 章ごとに設問があり、理解を確認可能		
対象	<b>これからDC/DCコンバータの学習を始める方</b> ・ DC/DCコンバータを基礎から学び直したい方 ・ DC/DCコンバータの動作を基本から理解したい方		
想定効果	<b>DC/DCコンバータを体系的に習得できる</b>		

ダイジェスト動画 : <https://www.youtube.com/watch?v=FLTaw-RA9s4>

変圧器とリアクトルの徹底理解講座No.2より  
コンデンサ・リアクトル・抵抗基本式

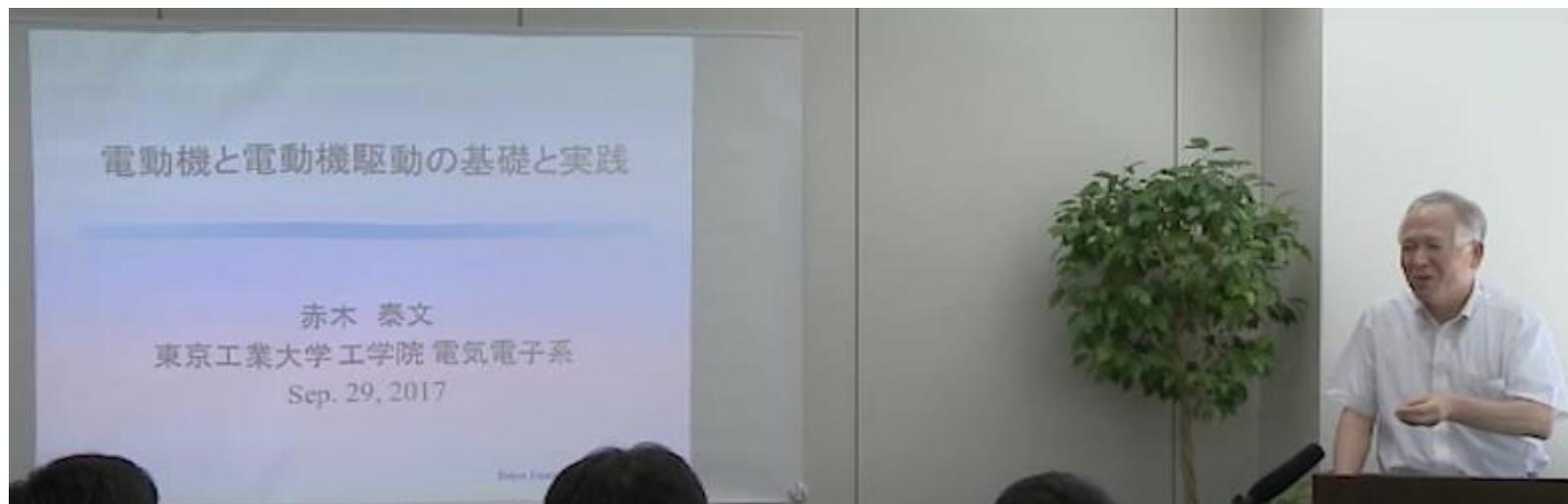
コンデンサ	リアクトル	抵抗(参考)
		
$i$ が一定値 $I$ なら $q = It$	$v$ が一定値 $V$ なら $N\phi = Vt$	
$i$ が変動する時は $q = \int ic dt$	$v$ が変動する時は $N\phi = \int v dt$	抵抗は蓄積物なし
$q = Cv$	$N\phi = Li$	
$v = \frac{1}{C} \int ic dt$	$i = \frac{1}{L} \int v dt$	$v = IR$
$i = C \frac{dv}{dt}$	$v = L \frac{di}{dt}$	$i = \frac{1}{R} v$



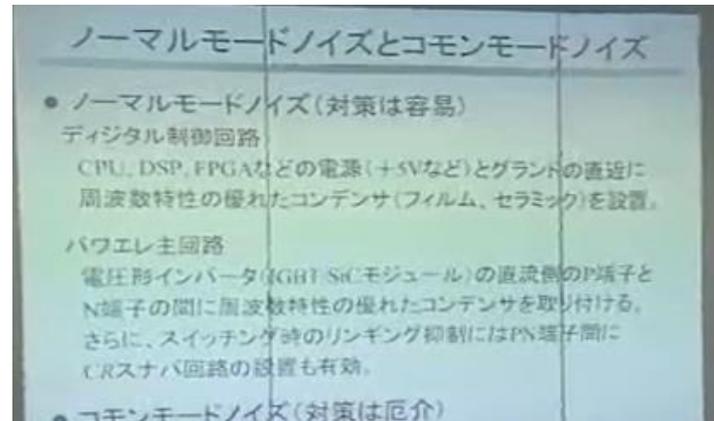
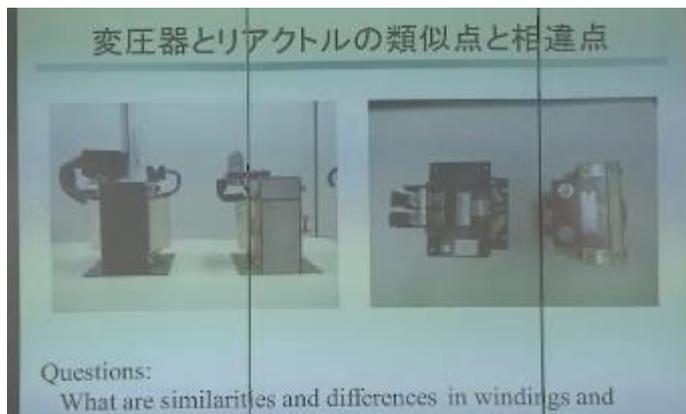
学習時間	15時間	レベル	専門
特長	<b>電気工学の中からパワエレの学習に重要な内容を徹底解説</b> ・章ごとに設問があり、理解を確認可能		
対象	<b>これからパワーエレクトロニクスの学習を始める方</b> ・パワーエレクトロニクスを基礎から学び直したい方 ・電力変換回路の動作を基本から理解したい方		
想定効果	<b>パワエレの学習に必要な電気工学の基礎知識の習得</b>		
ダイジェスト動画： <a href="https://www.youtube.com/watch?v=_FcEdnFIa-U">https://www.youtube.com/watch?v=_FcEdnFIa-U</a>			

# 電動機と電動機駆動の基礎と実践

<https://pwel.jp/articles/34>



学習 時間	2時間	レベル	専門
特長	<b>電動機の種類と動作の基礎と回生制御を学ぶ</b>		
対象	<b>パワエレを学習する大学院生レベルの知識を有する方</b>		
想定 効果	<b>電動機と電動機駆動に関する幅広い知識の習得</b>		
ダイジェスト動画： <a href="https://youtu.be/EaSFofuopRI">https://youtu.be/EaSFofuopRI</a>			



学習時間	2時間	レベル	専門
特長	<b>高周波パワーエレクトロニクス回路を学ぶ</b> ・事例：SiCを使った双方向絶縁型DC-DCコンバータ		
対象	<b>パワエレを学習する大学院生レベルの知識を有する方</b>		
想定効果	<b>昇降圧チョッパ回路の基礎の習得</b> ・ノイズ対策などの実践的に幅広い知識の習得		
ダイジェスト動画： <a href="https://youtu.be/_5qVgk18HYg">https://youtu.be/_5qVgk18HYg</a>			