

2017年度 卒業研究紹介 川畑研究室（パワーエレクトロニクス研究室）

電気電子工学科 川畑良尚

研究テーマはパワーデバイスや電気機器を応用したパワーエレクトロニクスの新しいシステムです。ハードウェアとソフトウェアを融合して新しいシステムを DSP や RISC マイコンを用いてリアルタイム制御で動かすことに重点を置いています。

【パワーエレクトロニクとは】

パワーエレクトロニクスは、各種工業、電力、太陽発電や燃料電池などの新エネ、電気自動車や電車はもとより、エアコン、洗濯機、蛍光灯などの基幹技術として、生活に密着した欠くことのできないものになっています。また、パワーエレクトロニクスは、電気エネルギーをうまく変換・制御して効率よく利用する技術であることから、エネルギー環境問題に貢献でき、社会に出てからもやりがいのあるビジネスに就くことができます。

【活動内容】

インバータや電動機の数kWのモデルをマイコン制御で動かし実験を行いながら、研究を通じて実社会で活用できる技術を身につけるようにします。具体的には、次の活動を中心に行います。

- ・ マイコンのIO周辺回路やドライブ回路など電子回路の製作試験を行い、電子回路の基礎を養う。
- ・ DSPやRISCマイコンでインバータや電動機を制御するために、C言語で制御ソフトウェアを作成すると同時に、リアルタイム制御の基礎を養う。
- ・ 著名なソフトであるMATLAB, SIMULINKやPLECS（高速パワーエレクトロニクス回路シミュレータ）を使い、制御系の設計やパワーエレクトロニクスシステムの基礎を養う。

【研究テーマ】

1. スマートグリッドに用いる電力変換器の制御方式

近年、スマートグリッドの研究や試験的運用が始まっている。現在提案されている諸方式の問題点などを考察し、安定した電力変換器の制御方式を検討する。特に、研究室で提案し、学会発表を行っている高効率双方向絶縁型DC/DCコンバータは、接地形態の異なる鉛蓄電池やLi-ion電池の充放電、太陽光発電装置などにも利用できるものと考えられる。ミニモデルによる実験装置を試作し、検証試験を行う。

2. 高周波用DC/DCコンバータの制御方式（企業との研究）

DC/DCコンバータを小型にするには高周波にする必要がある。最大動作周波数が200MHzと高速演算可能なRISCマイコンSH7216を用いることにより、その高周波を実現する。PLECSシミュレーションにて理論を検証するとともに、ミニモデルによる実験装置を試作し、検証試験を行う。

3. マルチセルインバータによる高圧大容量瞬時停電補償装置の制御方式（企業との研究）

3kV系あるいは6kV系の高電圧の大容量瞬時停電補償装置を利用するには、高圧インバータ装置を用いる必要がある。通常、昇圧変圧器を用いてインバータ出力を昇圧する必要があるが、効率や大きさなどの問題点がある。本研究では単相インバータを多重接続することによって直接高電圧を出力する高圧瞬時停電補償装置（マルチセルインバータ）の研究を目的としている。ミニモデルによる実験装置を試作し、検証試験を行う。

4. IHクッキングヒーターの動作解析（企業との研究）

IHクッキングヒーターは、通常、1石の共振形インバータが用いられている。誘導加熱で利用される鍋や鉄板は、製品により材質が異なるため、最適な状態で動作することは難しいとされている。この研究では、IHクッキングヒーターの動作を解析し、それらの問題点を整理する。次に、主回路構成や新しい制御方式について検討を行う。

5. 永久磁石形同期電動機の並列駆動

永久磁石形同期電動機は、高効率で制御性能が優れているので、電気自動車、電車、エアコンなどに広く適用される。しかし、1台のインバータに対して複数台を同時に駆動することは困難であるという制約がある。新しい主回路と制御方法を改善することでこれらの問題解決を目指す。

6. 高周波駆動インバータ用ドライブ回路の検討

高周波駆動が可能で低損失なデバイスとしてSiCが注目されている。このデバイスの特徴を活かすためには、高速でスイッチングする必要があるが、従来のドライブ回路では信号に対して遅延が生じるため、最適な動作が難しい。この研究では、それらの問題点を整理し、新しいドライブ回路について検討を行う。

7. 電動機のインバータ駆動におけるEMIとその対策

インバータは半導体デバイスのスイッチングにより電力を制御するが、そのときの急峻な電流、電圧の変化により、複雑なノイズを発生し、周辺の通信機器や電子機器に障害をもたらす。また急峻な dv/dt によりコロナが発生し、電動機の絶縁劣化などをもたらす。本研究ではインバータの発生する高調波、同相電圧（ゼロ相電圧）、輻射ノイズなどを研究し、その低減方法を研究する。本研究成果は神戸の企業により、新長田トンネル5台、八鹿トンネル6台、淀川左岸トンネル34台、紀勢線19台のジェットファン駆動に適用されている。

【研究設備】

制御用ボード（DSP, RISCマイコン SH7045, SH7046, SH7216, FPGA）、インバータ、コンバータ、誘導電動機、直流電動機、永久磁石形同期電動機 など

【進路】

総合電機メーカー、家電メーカー、自動車メーカー、電力会社、電鉄会社、機械メーカー など
詳細については、川畑研究室ホームページ：<http://www.ritsumei.ac.jp/se/re/kawabatalab/> を参照ください。
興味のある方には、まとめて説明会をおこないますので、川畑良尚まで連絡ください。

アドレス：kawayos@se.ritsumei.ac.jp

個人研究室TEL：077-599-4173（内線8180）