

短期連載

特集「これから期待のパワエレ見本市」(2022年2月号) 関連



現代流モータ制御! MATLAB 物理シミュレーションの実際

第1回 インバータ回路のシミュレーション

実機に近いモデルでスイッチング回路の波形ひずみ解析に挑戦

岩路 善尚 Yoshitaka Iwaji

本短期連載では、定番MATLAB/Simulinkを使った、実践的なモータの物理シミュレーションを紹介していきます(表1, 写真1)。誌面の都合で、機械モデル、モータ・モデル、制御モデルのベースは構築してあるところからスタートし、連載で改良しながら、より具体的なモデルに落とし込んでいきます。ベースとするモデルについては、「これからの常識! モータ物理シミュレーション」(特集「実験 これから期待のパワエレ見本市」第2会場, 本誌2022年2月号)にて詳細を解説していますので、興味のある方はそちらも参照できます。

合わせると、モータ制御に関するシミュレーションのほぼすべてをカバーできることとなります(表1)。シミュレーション・モデルの作成に重点を置いた都合上、制御則やゲイン設定については、詳しくは説明できていません。それらについて知りたい方は、本誌2022年2月号特集の参考文献(p.83)を参照するとよいでしょう。

今回すること「インバータ動作の模擬」…スイッチングによるひずみなどは実機に近い波形が得られる!

永久磁石モータを駆動するインバータは、パワー・デバイスやゲート・ドライバなどの電子回路で構成されているので、一般的にシミュレーションには回路シミュレータが用いられます。MATLABのツールには「Simscape Electrical」のような回路や電力のシミュレーションに対応したものもあります。

回路シミュレータを用いると、各電子部品の電圧や電流の細かい動きを観測できます。例えば、スイッチング・デバイスのON/OFF動作時のスパイク電流の大きさや、スイッチング損失の計算なども可能です。

その反面、モータ電流の過渡応答や、ひずみ率などの数十 μ s~数msの分解能で現象を把握したい場合には、やや詳細過ぎる場合があります。詳細なのはありがたいですが、計算時間が長くなったり、パソコンのメモリ不足に陥ったりする可能性があります。

本稿では、Simulinkのみを用いて、インバータの動作を模擬する方法を示します。Simulinkは回路シミュレータではありませんので、例えば、パワー・デバイスの特性までを考慮することはできません。しかし、インバータのスイッチングに伴う波形のひずみや、

表1 モータ制御シミュレーションの全体像と本連載の位置づけ

記事	モデル	内容
本誌 2022年 2月号 特集第 2会場	機械モデル (第2章)	<ul style="list-style-type: none"> ブロック線図と微分方程式 Simulinkの初歩 モータ負荷の基本モデル 過渡モデル
	モータ・モデル (第3章)	<ul style="list-style-type: none"> 直流モータ 永久磁石モータ 電圧駆動
	制御モデル (ベクトル制御) (第4章)	<ul style="list-style-type: none"> 電流制御, 速度制御 3相-dqモデル
本連載	①インバータ・モデル	<ul style="list-style-type: none"> 理想スイッチによるPWM シャント電流の模擬 デッド・タイムの模擬
	②120° 通電方式モデル	<ul style="list-style-type: none"> ホール・センサの模擬 開放相の模擬
	③センサレス・ベクトル制御	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーションでのセンサレス 起動失敗の要因

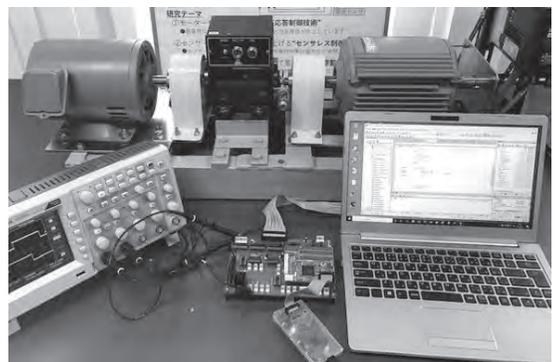


写真1 本連載では機械モデル, モータ・モデル, 制御モデルをベースに(詳細は本誌2022年2月号)実践的なモータの物理シミュレーションを行う