

ブラシレスDCモータと 制御モデルの設計

新井 正敏

これまで、さまざまな数学・物理の知識を学びながら電気のモデルを設計してきました。本章では、これまでの集大成として、ブラシレスDCモータ（永久磁石モータ）を回します。さらに、簡単な制御を扱うことでMBE (Model-Based Engineering) のメリットを体感します。

ブラシレスDCモータの制御モデルは第6章までの知識の組み合わせでできています。説明していなかった部品もありますが、新規の部品の補足説明をするだけで、自らモデル設計できると 생각합니다。本特集の最終目標である「モデルを0から自力で創れる/設計できる」を実践します。このため、本章にはプレハブ・モデルと部品表はありません。ただし、モデル確認の

ためSILSは用意しています。ぜひスクラッチでモデル構築を行ってみてください。動作確認済みモデルはDVD-ROMに収録していますので、困ったときの参考にしてください。

本章では、ブラシレスDCモータについて説明した後、制御を行います。まず、ブラシレスDCモータを回転させたときに、どのような誘起電圧が得られるか、SILSを使って確認します。

次に、ブラシレスDCモータを制御する際のセンサの重要性を説明します。最後に三相インバータを構築してブラシレスDCモータを制御します。この中で、電気と機械などマルチフィジックスをモデルとして扱えるのもSimscapeの利点であることも再認識できます。

7.1 モータと発電機

モータをモデル上で触ってみます。モータは、電力を与えると回転しますが、電源を切って、手で回すと、モータから起電力が得られます。これは、非常に重要な特性です。

なぜ、重要なのかを本章で解説します。その上で、AC-DCコンバータ、DC-ACインバータの必要性和DC-DCコンバータが制御に必要な理由も述べます。

モータの基礎知識

● モータの大きなメリット…回生とエコロジー

モータをモデル上で触る前に、モータには重要な特性があることを示します。モータは電力が加わると回転します。図1(a)のように、EV車のアクセルの踏み具合（アクセル開度）でPWM制御を行えばモータの回転数を変えることができます。

一方、モータの回転を下げる際、モータは発電機となり電力を生み出します。これを回生と呼びます。この回生した電力を負荷に接続すると、ブレーキとして作用します。これを回生ブレーキと呼びます。モータ

に負荷を接続しない状態では、大きなモータでも手で軽く回ります。しかし、負荷を接続してモータを回そうとすると非常に大きな力が要ります（モータを自作してこのような体験ができるセミナーもある⁽¹⁾）。

図1(b)のように、回生は、ブレーキの役割を担うだけでなく、得られた電力を電池に蓄えることができます。

EV車は排気ガスを出さないために環境に良いとされています。これに加えて、回生を使うことで消費電力を抑えることができます。エンジン車では、ブレーキをかけた際、熱や音としてエネルギーを捨てるだけでした。すなわち、ブレーキをかけても燃料を作り出すことはできませんでした。

一方、モータを使ったEV車では、効率は良くありませんが、少しでもエネルギーを電池に戻すことができ、エコロジー的な視点からも重要です。

● ブラシレス・モータとは

図2のように、モータは大きく直流モータ（DCモータ）と交流モータ（ACモータ）に分類されます。図2