「DC/DC コンバータの基礎から応用まで」概要

DC/DC コンバータは高速動作が可能なトランジスタとダイオードの開発に伴い、1970 年代に一般に使用されるようになった。その後、半導体スイッチ素子の進歩に伴う動作周波数の高周波化と回路技術の進歩により、小型軽量化と電力効率の向上を実現してきた。今日ではほとんどの電気製品に使用される重要な制御装置となっている。

DC/DC コンバータの主な構成要素はリアクトル・コンデンサ・変圧器・半導体スイッチ素子の 4 種類だけであり、しかも動作の基本に係わる部品点数は数個～10 数個程度と少ない。しかし、スイッチ素子のオン・オフに伴って、リアクトル・コンデンサ・変圧器の結線状態が変化するので、そのつど回路の動作状態が変わり、回路に成立する電圧・電流の計算式が変化する。さらに、動作状態の変化の過程で過渡的な動作状態が出現し、回路の特性に大きな影響を与える。DC/DC コンバータの正確な理解には、1 つの回路に対してこれら多数の動作状態をすべて抽出し、それぞれの動作状態における電流径路と電圧・電流の計算式をあきらかにする必要がある。本書では回路の動作状態を動作モードと呼び、すべての動作モードに番号を与えている。その上で、①動作モードの抽出、②電流径路の解明、③電圧・電流の計算式の導出、という一連の作業が理解できるように構成されている。

DC/DC コンバータでは、リアクトルが中心的な役割を果たしており、リアクトルがかかわる動作の理解が不可欠である。たとえば、電圧を昇圧する、という昇圧チョッパの機能もリアクトルの動作により実現されている。上記の「②電流径路の解明」もリアクトルの機能の理解なくして実現できない。また、絶縁型 DC/DC コンバータではリアクトルと同時に変圧器も重要な役割を果たしている。DC/DC コンバータの変圧器は単に交流電圧を変圧するだけでなく、励磁電流と励磁インダクタンス、および漏れインダクタンスが回路の動作に大きな影響を与えている。特にソフトスイッチングの動作には、これら変圧器の寄生要素が主要な役割を果たしている。

本書ではリアクトルの基本となる性質を詳しく説明し、その上で DC/DC コンバータにおけるリアクトルの動作を理解できるように構成している。さらに、変圧器の励磁電流はリアクトル電流と同じものである、という原則に立ち、DC/DC コンバータにおける励磁電流の特有の振る舞いを分かり易く解説している。

DC/DC コンバータはほとんどあらゆる電気製品に使用されているので、要求される機能と動作環境は多種多様であり、その結果非常に多くの回路方式が開発されている。多数の回路方式を個々に検討すると、DC/DC コンバータの全体を理解することは難しい。そこで本書では、すべての DC/DC コンバータはチョッパ回路から派生したものである、と考えて説明を展開している。多くの回路方式を体系的に整理して理解いただけると考える。

DC/DC コンバータの設計や開発にあたり、特にトラブル発生時や新しい用途への適用のときは、基本的な動作原理にさかのぼって一つ一つの回路素子の動作を詳しく検討する必要がある。そのような場合に本書が役立つことを期待する。

なお、本書は舞鶴工業高等専門学校平地研究室のホームページ「平地研究室技術メモ」（http://hirachi.cocolog-nifty.com/kh/）をベースとして編集されたものである。

以上