付録 C 「1.4 高効率化へのキーポイント」の補足

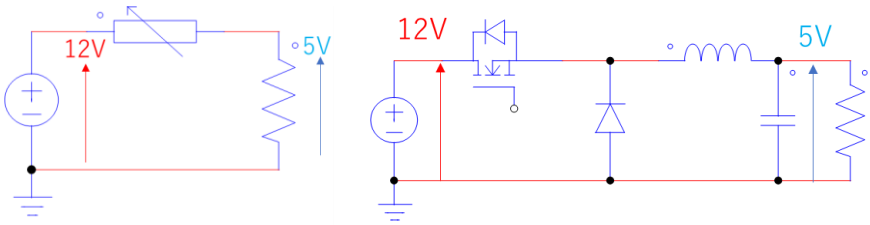
「1.4 高効率化へのキーポイント」において、

「DC-DC 変換を例に挙げて，パワーエレクトロニクス技術が高効率，省エネルギーである理由を確認する.」の部分を補足する。

C.1 12V から 5V を得る車載用 USB 電源を考えてみる

電圧降下方式の安定化電源の回路例を図 付 C-1(a)に示す。トランジスタなどで構成する可変抵抗を挿入して、電圧降下の大きさを自動制御して、出力側に一定電圧（ここでは 5V）を出力する。

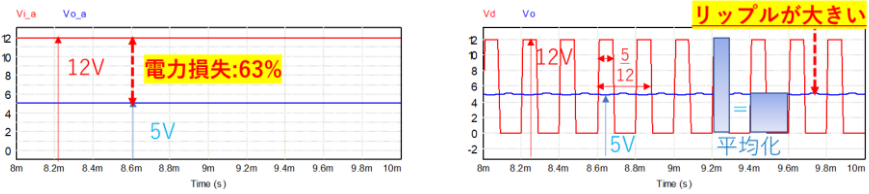
降圧チョッパ方式の回路例を図 付 C-1(b)に示す。スイッチ素子のオン・オフにより、出力電圧の時間比率を自動制御して、出力側に一定電圧（ここでは 5V）を出力する。



(a) 電圧降下方式 安定化電源　　(b) 降圧チョッパ(Buck_converter)

図 付 C-1 直流 12V から 5V を得る回路【PSIM で作成】

図 付 C-2(a)に電圧降下方式の入出力電圧を、図 付 C-2(b)に降圧チョッパのダイオード電圧と出力電圧を示す。



(a) 電圧降下方式の入出力電圧　　(b) 降圧チョッパのダイオード電圧と出力電圧

図 付 C-2　直流 12V から 5V を得る回路の各部電圧【PSIM で作成】

電圧降下方式では、電圧降下で電圧を切り取り、そのまま出力される。入力が 12V で出力が 5V の場合、その差である 7V が可変抵抗での電圧降下となり、全て熱損失となる。出力電流を I とすると、出力電流と入力電流は等しいので、入力電力 Pin=12I となる。また、出力電力 Po=5I となり、損失 PLOSS=Pin－Po＝7I、効率 η=Po / Pin =5I/12I= 0.42＝42%　となる。損失割合は 58%となり、非常に大きい。そのため、冷却が必要となり、装置全体は大型化する。メリットはリップルがほとんど無いことであり、ノイズを嫌う精密測定装置や医療機器などで使用される。

降圧チョッパ方式では、入力電圧を時間的に切り取り、LC フィルタで平均化して出力している。降圧チョッパ方式は、原理的には損失ゼロである。実際には構成素子に損失が発生するが、その損失は非常に小さい。比較的大容量のものでは、損失は 10%以下となる。一方、スイッチ素子に加え、ダイオードや LC 部品が必要となり、コストアップとなる。また、電流リップルが大きいこともデメリットである。しかし、冷却を含め小型軽量化が可能となり、回路構成を工夫して、大量生産によるコスト低減もあいまって、広く利用されている。

関連する章末問題：

【問題 1-4】なぜパワエレのスイッチング制御が省エネルギーであるのかを抵抗制御と比較して説明しなさい。

【補足】「抵抗制御」とは「抵抗制御による電圧降下方式」を意味している。