

特集に寄せて

パワーエレクトロニクスのニューノーマル

New Normal in Power Electronics

藤田 英明 FUJITA, Hideaki

東京工業大学 工学院 電気電子系 教授



巷（ちまた）では、コロナ禍の中、3密とか physical distancing などのキーワードが飛び交っている。手洗い、うがい、時差通勤。しかし、改めて考えれば、以前から言われていたことで、在宅勤務やテレワークなども話題には上がっていて、優先順位が入れ替わって一度に進んだだけでも思われる。

パワーエレクトロニクス（パワエレ）機器についても、時代を遡（さかのぼ）れば、種々の機器が電化されることは必然的な流れで、その際に電力制御に適用されていくのは、世界的に見ても自然な流れと言える。しかし、70年代のオイルショックの経験から省電力化の要求が高く、80年代に入って半導体、特にマイコンが普及したことを機に、家電製品や電気鉄道などに広く導入が進められた点は日本の特有の新生活様式とも思われる。このような背景から、パワエレ機器の研究開発では、省電力のための高効率化と応用範囲拡大のための大容量化が最優先事項として掲げられてきた。

富士電機時報の第1巻第4号（1924年6月）には、水銀蒸気硝子整流器の記事が掲載されている。これは、電極を取り付けたガラス容器に水銀を封入し、電極間のアーク放電の整流作用によって、交流から直流への電力変換を行うものである。サイリスタのターンオンを“点弧”と言うが、これはアーク放電を“電弧”と呼んでいたことに由来する。これ以前には、交流モータと直流発電機を一体化した回転変流機しかなかったのだから、回転部分のない水銀整流器は、画期的だった。著者は学生時代に一度だけ水銀整流器を取り扱ったことがあるが、アーク放電に伴う熱と紫外線を発する上、大きな電圧降下を生じるため、現在はダイオード整流器を用いることが Normal とされている。

現在のパワエレ機器には、IGBT やパワー MOSFET などの低損失なパワーデバイスが用いられ、組込み用マイクロコントローラを用いたデジタル制御が主流となっている。最新のパワーデバイスでは、スイッチング損失の低減が図られ、スイッチング周波数を高周波化してフィルタや平滑回路の小型化を可能にし、高速かつ安定な制御を実現している。一方、制御のデジタル化は、開発期間の短縮を可能にするだけでなく、ニーズに合わせたカスタマイズに重要

な役割を果たした。

パワエレとは、実質的な損失なしに、すなわち電力を変換することなく、電圧、電流、周波数などのいずれかを変換する技術などと定義されている。この定義は専門家としては妥当に感じるが、他の分野の技術者や一般の方に対しては、電力のインタフェースとする方が説明しやすい。太陽電池やバッテリーの系統連系に、直流から交流への電力変換が必要なことは理解してもらえる。しかし、新エネ・創エネを論じる際にパワエレというキーワードは減多に現れない。クラウドや IoT の話題にハブやルータが登場しないのと同じである。今後の通信データ量は増える一方なので、これらの機器にも高性能化・大容量化が必要であるにも拘らず、インタフェースとは、そういう性質のもので、見えないところで種々の機能を果たす。USB はコネクタの規格だと思われていて、その先に接続されたチップの存在を知らない一般ユーザーも多い。

これらの情報インタフェースでは、多くの場合規格が決まっており、他メーカーの相当品に交換することが比較的容易にできる。一方、パワエレ機器では、接続する対象に合わせたカスタマイズが行われ、他社製品に置き換えるなどは容易ではない。特に、バッテリーや燃料電池などの化学反応を利用する機器では、その特性を規格に合わせることは難しく、その埋め合わせを行うのもパワエレ機器の重要な役割となっている。

小型化に対する要望も大きい。以前の直流電源を知っている者からすると、最近のスマートフォン用充電器は、中に 10 W の絶縁電源が入っているとは思えないほど小型になったが、一般ユーザーから見ればテーブルタップを専有する邪魔な存在でしかない。重量が 1 kg を切るノートパソコンの充電器は、300 g もある。電力のインタフェースであるならば、ケーブルだけに見えるのが理想である。

パワエレに対する要望は、高効率化、大容量化から、既に小型化、制御性、信頼性、ノイズ、寿命、IoT などに大きく変わってきている。解決すべき課題の多くは、パワエレにしか解決できないものでもある。パワーエレクトロニクスのニューノーマルは始まっている。さらなる発展に期待したい。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。