

## 通信用電源の話 ～通信用電源のイノベーション～

株式会社NTTファシリティーズ総合研究所  
EHS&S研究センター 上級研究員  
山下 隆司

通信用電源について、その発展の歴史や通信用電源ならではの特徴について述べてきたが、今回は通信用電源のイノベーションという観点でこれまでの流れを整理してみたい。

イノベーションとは、英語の「innovation」であり「革新」と訳せるが、日本では「技術革新」としてとらえられることが多い。単に新しい技術が開発されるだけでなく、その技術によって社会やビジネスの仕組みなどが大きく変革することを意味している。非常に革新的な新技術によってイノベーションが生まれる場合もあるが、個々の技術そのものはそれほど革新的でなくても、それらの組合せによってイノベーションが生まれる場合もある。このような観点で、通信用電源のイノベーションは何だったかを振り返ってみる。

初期の頃の通信用電源のイノベーションは、人手をかけずに安定な無停電の給電システムが確立されたことだろうか。これは、密閉型蓄電池と静止型変換器の開発・導入によって実現された。それまでの通信用電源は、充電した蓄電池を交互に切り換えながら放電して使用しており、定期的な保守が必須な回転型発電機によって蓄電池を充電するなど、不安定な電源を多くの人手をかけて運用していた。それに対して、現在の通信用電源と基本的に同じシステム構成で、運用のために直接的な人手をかけずに、安定な直流48V電源を供給できるようになったのである。これは、電源の安定性確保と保守省力化の観点で大きな進歩であった。

次のイノベーションは、集中給電方式から分散給電方式への変化である。これには、電力変換装置におけるスイッチング周波数の高周波化技術が大きく寄与している。スイッチング周波数の高周波化には、半導体パワーデバイスの進化と、高速駆動技術や低損失な主回路構成技術などが含まれる。スイッチング周波数の高周波化によって変換装置が飛躍的に小形化できたため、商用電源を直流48Vに変換する整流装置を、受電装置と同じ電力室に設置することなく通信機械室に分散して設置できる。これにより、それまで電力室から通信機械室まで板状のアルミ導体で48Vを給電していたのに対して、電力室から機械室までの交流200V給電と、機械室内の直流48V給電の何れもケーブル配線ができるようになった。このように分散給電方式では、配線設計や配線工事の自由度が増すとともに、整流装置の故障による罹障範囲を限定できるメリットがある。

詳細な技術としては、半導体パワーデバイスがサイリスタからバイポーラトランジスタ、MOSFET や IGBT へと、より高速・低損失動作できるデバイスへ進化し、それらのデバイスに最適な駆動回路の開発も行われた。電力変換装置の主回路構成では、高周波化によって損失が増加しやすいハードスイッチング方式から、高周波化しても損失増加が少ないソフトスイッチング方式が開発され、高周波で動作するトランスを実現するための低損失コアや、高周波特性の良いコンデンサ等も使いこなしながら、スイッチング周波数の高周波化を実現してきた。これらの技術開発は 1970 年頃から 2000 年頃までの通信用電源の研究開発の主要テーマであり、電源装置の小形・低損失化と、給電系全体の損失低減、分散給電の推進の観点で大きな進歩であった。

2000 年以降も、配線コストの低減と給電系の低損失化を狙った給電電圧の高電圧化（直流 48V→直流約 400V）や、蓄電池として従来の鉛蓄電池からエネルギー密度の大きいリチウムイオン電池への置き換えなどが進められているが、通信用電源の革新といわれるような大きな変化は起きていないと考えている。高性能な MOSFET や SiC・GaN 等の新しい半導体パワーデバイスが開発され、変換回路の小形・低損失化も依然として進められているが、これらの技術は、現状では通信用電源へのインパクトは比較的少なく、デバイスに適した動作電圧や電源装置容量から、どちらかというが高電圧大容量の鉄道用インバータや機器組み込み型の小容量 DC-DC コンバータ等に効果が大きいように思われる。

それでは今後の通信用電源に対するイノベーションとしてはどのようなものが考えられるだろうか。個人的な見解ではあるが、以下にその可能性を述べてみたい。

一つの方向性としては、「究極の分散化」である。これまでの通信用電源の変化として集中給電から分散給電について述べたが、この分散給電というのは整流装置を通信ネットワーク設備の近くに分散設置しているということである。電力室には受電装置と非常用発電機が集中設備として設置されており、整流装置は分散設置といっても通信ネットワーク設備の複数ラックに給電するため、電力室と通信ネットワーク設備の“中間”に設置しており、整流装置単位に設置されている蓄電池（鉛蓄電池）は重量物のため設置場所は電力室であったりする。給電系をシンプルにして設計・構築・保守の効率化を実現する上では、受電装置など最低限の設備を電力室に設置して、通信ネットワーク設備までは給電ケーブルのみとし、電圧変換や停電時のバックアップ機能は全て通信ネットワーク設備のラック内に持たせるというのが一つの解になるのではないかと。

ただしこのような給電系を実現するには、給電系に閉じた検討ではなく、通信ネットワーク設備の設計や通信ネットワークとしてのシステム全体の設計も同時に進める必要がある。現状で必須としている停電バックアップ用の非常用発電機や 3 時間保持の蓄電池に代えて、通信ネットワーク設備ラック内のバックアップ機能だけで済ませるためには、当該の

通信ネットワーク設備の機能を停電発生後の短時間の間に、給電が継続している別のラックや通信ビルの他フロア、あるいは別の通信ビル等に振り替える必要がある。

このような方式が実現できれば、「通信用給電系」というような設備はほとんど存在せず、例えば通信ネットワーク設備のラックが交流 200V を入力とし、ラック内に短時間保持の蓄電池とラック内の負荷が使用する電圧（通常は 1~12V 程度の直流低電圧）に変換する AC-DC コンバータを設置するだけで済む。蓄電池は現状ではリチウムイオン電池が有力であるが、寿命と故障（発熱・発火）のリスクがあるため、大容量キャパシタ（容量は蓄電池に比べて小さい）や、現在開発が進められている固体電解質電池が使えるようになることが望ましい。ラック内に設置される AC-DC コンバータは現状でも使用できるものはあるが、実際には AC200V クラスの電圧を直流低電圧に変換するためには、少なくとも AC-DC コンバータとその後段に DC-DC コンバータを 1 段ないし 2 段接続して実現することになる。AC-DC コンバータは交流電圧を整流後平滑化するためのコンデンサとして、寿命が比較的短く、体積も大きい電解コンデンサを現状では使用せざるを得ないこと、またその後段の DC-DC コンバータもなるべく 1 段で高効率に直流低電圧に変換できるものの開発が必要など、この新しい給電システムが従来方式と比べて有効なシステムとなるためには、課題も多い。

通信ネットワーク設備用の給電系とデータセンターの給電系は、現状では直流 48V 給電と UPS による交流給電という違いがあるが、上記のように給電系をシンプルにできれば、それらを一本化できるかもしれない。実際このような方式（ICT 設備のラックへの給電は停電バックアップなしの交流で行い、ラック内で短時間の停電バックアップ機能を持つ）は、メガデータセンターの給電系として一部採用され始めているという情報もある。通信ネットワーク設備用も含めてこのような給電システムで対応できるかどうかは、既に述べたように課題が多く難しい面もあるが、高信頼給電システムの一つの方向ではないかと考えている。

(2020 年 12 月 7 日 山下 隆司)

※掲載された論文・コラムなどの著作権は株式会社 NTT ファシリティーズ総合研究所にあります。これらの情報を無断で複写・転載することを禁止いたします。また、論文・コラムなどの内容を根拠として、自社事業や研究・実験等へ適用・展開を行った場合の結果・影響に対しては、いかなる責任を負うものでもありません。

ご利用になりたい場合は、「お問い合わせ」ページよりご連絡・ご相談ください。