

直流給電系の検討事例

株式会社NTTファシリティーズ 総研本部
研究開発コンサルティング部
EHS&S研究センター 上級研究員
山下 隆司

通信用の直流電源は、通信ビル内で使用される以外に、従来のメタル回線（いわゆる電話線）によって通信ビルから加入者宅へ直流48Vとして給電され、商用電源の停電時でも電話機を使用することができる。また通信用電源以外に直流で給電している事例としては、電力会社の直流連系設備や電車への給電である「き電」があるが、それ以外では直流給電はほとんど用いられていない。

しかし、実証試験レベルが多いものの、直流給電に関してここ10年程度の間で国内外において約40件の報告事例もある。これらは、通信装置の遠隔給電事例、配電網の直流化検討事例、直流マイクログリッドの実証試験等であり、直流給電のメリットを考慮して検討されている。そこでこれらの事例のうち、特徴的ないくつかの事例について紹介する。

通信装置の遠隔給電事例では、無線基地局やアクセス系のサイトへ通信ビル等で生成した無停電の直流を給電しており、それぞれの場所で商用交流電源を受電して停電バックアップ用の蓄電池を設置する場合に比べて、コストやスペースが削減できるとしている。無線基地局では1.5km前後の距離で2~6kWを給電し、アクセス系のサイトでは最大3kmの距離で0.6~1.7kWを給電している。通信ビル等で使用する直流電圧は48Vであるが、上記のように遠隔給電をするには給電線の電圧降下や損失が大きくなるので、直流380V(±190V)や直流400Vに昇圧して給電している。

配電網の直流化検討事例では、フィンランドにおける直流±750Vや直流750Vの実証試験、オランダにおける街灯の直流±350Vや直流700V給電、韓国における直流±750V配電システムの構築事例がある。ちなみに、日本国内では電気設備技術基準における低圧の範囲が直流では750V以下、IEC規格では1500V以下がLVDC（Low Voltage Direct Current：低電圧直流）と定められており、750Vあるいは±750Vという電圧はこのあたりのことを意識していると考えられる。

フィンランドでは、通常の配電電圧である三相交流400Vと比較して高電圧の直流±750Vで給電する実証試験が行われており、長距離（1km以上）での配電コストの低減や配電系の電力品質の向上を実現できるとしている。また太陽光発電など再生可能エネルギーの配電系への接続が容易であるとのメリットも述べられている。配電先の各家庭では、従来から使

用されている家電製品が動作するように、現状ではインバータで三相交流 400V に変換して使用するため、この部分での電力損失が発生する。しかし家電製品の内部は本来直流で動作するものがほとんどであるため、直流入力の家電が普及すればこの電力損失の問題も解消し、システム全体での電力損失が交流給電システムに比べて低減できるメリットもある。

オランダでは、直流±350V による公衆用街灯のネットワークが 240km にわたって設置済みであり、LED を用いた街灯の直流化により消費電力の低減を謳っている。このネットワークは、将来的には配電系のラスト 1 マイルを、太陽光発電や蓄電池も接続した直流±350V/直流 700V グリッドに置き換え、無線基地局やポンプステーション、EV 充電器等にも給電する計画としている。本方式は再生可能エネルギーを有効に利用でき、配電系の省 CO₂ を実現できるメリットがあるとしている。

さらにオランダでは、高速道路全体でのカーボンニュートラルをめざしてトンネルの照明を直流 700V で給電する事例もある。この直流グリッドは商用電源に接続されているが、グリッドには分散型太陽光発電や蓄電池設備も接続されており、これらの設備との接続の容易性と照明設備の効率向上を狙って直流が用いられている。

韓国では、高圧送電線（交流 22.9kV）の電柱部分に整流装置を設置して、直流±750V に変換して給電する事例が報告されている。これは交流による送電時に樹木などと接触して停電するような送電事故の発生を低減するため、保守が困難な長距離の山岳地帯向けに、比較的小容量（約 30kW）の需要家に給電する方式として適用されている。

直流マイクログリッドは、太陽光発電等の再生可能エネルギー、蓄電池等のエネルギー貯蔵装置、直流負荷（またはインバータ経由の交流負荷）を直流の給電網（グリッド）に接続して、グリッド内でのエネルギー自給率の向上やエネルギー自立をめざすもので、実証試験が国内外で数多く実施されている。

国内では 300~400V 程度の電圧が多いが、海外では最大 1500V の事例もある。グリッドを構成する機器の開発や、グリッド全体のエネルギーマネジメントが主な検討課題とされており、グリッドへの機器の接続や制御の容易性で直流にメリットがあるとしている。電気だけでなくコジェネレーション設備を含めて、熱のネットワークも併せて構築している事例がある。

商用給電が普及していない地域では、太陽光発電を電源とした直流（12V、48V 等）動作の家電製品が普及しており、各戸における直流電源をネットワーク化してグリッドを構成し、再生可能エネルギーの利用率向上や給電の安定化を狙っている事例もある。

直流マイクログリッドは、電力会社や通信系企業、公的研究機関、多くの大学等で検討されているが、事業化に向けては、特にコスト面の課題が大きいという印象がある。

以上の事例では、直流給電のメリットとして、信頼性向上や給電効率の向上、再生可能エネルギーや蓄電池との接続の容易性、システム全体のエネルギーマネジメントの容易性が

示されている。その一方で、直流には電圧変換コストが大きい、給電系の事故発生時の遮断が困難というデメリットがある。従って、通信装置の遠隔給電のような特定の適用例を除けば、現状の商用交流給電系をただ直流給電系に置き換えるだけでは、特にコスト面が壁となって、優位性を発揮することはできないと考えられる。

現在は世界中でカーボンニュートラルに向けての検討が進められており、更なる再生可能エネルギーの導入拡大が必要とされている。日本国内では、これまでは太陽光発電の導入拡大が先行してきたが、大規模太陽光発電の適地は少なくなってきており、それに代わって期待される風力発電についても、日本特有の気象条件や適地の少なさから、想定通りに導入を拡大することは難しい。そこで、比較的小規模な分散型の再生可能エネルギーを最大限活用することも課題とされている。

直流給電系は再生可能エネルギーや蓄電池を接続して制御することが容易なため、直流マイクログリッドと比較的小規模な分散型再生可能エネルギーを面的に展開し、エリア単位でカーボンニュートラルをめざすというような形態が一つの方向性として考えられる。直流は電圧変換コストが大きいと述べたが、これは交流における変圧器と直流におけるDC-DCコンバータを比較したものである。ただし体積・重量では変圧器よりもDC-DCコンバータが小さくできる可能性があり、材料コストや将来的な導入数も考慮すると、必ずしも交流に根本的な優位性があるわけではないと考える。さらにLED照明のように直流化で消費電力が低減できる負荷設備を並行して開発・導入することで、エネルギー使用量の削減(=省CO₂)も期待できる。

これらの点を考慮すると、交流給電を単純に直流に置き換えるだけでは優位性はないが、これからのカーボンニュートラルを見据えた再生可能エネルギーの有効活用と導入拡大に絡めると、直流給電の可能性も拡大するのではないかと考えている。

(2022年4月1日 山下 隆司)