

技術者からの視点

●第49回● 電流戦争

藍野大学非常勤講師 木下 親郎

東京電力の「でんき予報」では、予想最大電力がピーク時供給力の90パーセント未満の状況を「安定的」、95パーセント未満を「やや厳しい」、95パーセント超を「厳しい」、97パーセント超を「非常に厳しい」としている。しかし、ピークは2時間ほどで、夜間使用量はピーク時の70パーセント程度である。電力事業は、ピーク時需要に応えるのが宿命である。

黎明期の発見と実用化

電気の実用化への歴史は、1800年のイタリヤのボルタによる電池の発明から始まる。その後、イギリスのデービーが1808年にアーク灯を、デービーの弟子のファラデーが1822年にモーターを、1831年に発電機の基本原理を発見した。

また通信は、1837年のモールスによる電信の発明、1876年のベルによる電話の発明へと続く。

電力事業の始まりは、1882年のことである。エジソンがつくったエジソン照明会社が、ニューヨーク・マンハッタンのパルストリート発電所から、白熱電灯の顧客へ電力を供給したのが始まりである。これも典型的な夜間のピーク時需要に応えたものだ。

ピーク時需要を乗り切るためには、電力会社が電力を融通し合う送電網の存在が欠かせ

ないが、現在でも送電により電力の約10パーセントが失われている。

エジソン社の創業時にも、送電システムの構築が大問題であり、これをめぐり、エジソン、ウエスティングハウス、シーメンスという電気産業を立ち上げた3人と、テスラとスタンレイというすぐれた技術者がからむ闘いがあった。

送電損失をめぐる 直流と交流のせめぎ合い

エジソンは、顧客の安全を最優先として、110ボルトの低電圧直流方式を選択したが、低電圧での送電は、送電損失が大きい。遠距離への送電が困難で、給電範囲は発電所から約1・6キロメートル程度に制限され、多くの街中発電所が必要となった。

送電線での損失を少なくするには、高電圧での送電がよい。交流は、変圧器を用いて容易に電圧を変えることができるので、郊外に発電所を置き、高電圧での遠距離送電が可能になる。

エジソンの研究所で交流の研究を進めていたテスラは、エジソンのもとを去った。テスラを迎えたウエスティングハウスは、さらに変圧器を開発したスタンレイを陣営に加え、ドイツのシーメンスがつくった交流発電機を用いて、交流送電の実験に成功。

彼は、瀑布のかたわらにナイアガラ水力発

電所をつくり、5000〜10000ボルトの高電圧で広範囲に送電し、需要者には50ボルトの交流を供給した。

エジソンの直流と、ウェスティングハウスの交流との競争は過激なものとなり、その競争の記録は、「電流戦争」として科学技術の歴史に残っている。

エジソンは、高電圧での交流送電を、危険な「死の電流」と呼び、子どもたちに小銭を与えて集めさせた犬や猫を使った公開実験を行っている。さらに、ニューヨーク州が検討していた処刑用の「電気椅子」計画に加わり、1300ボルトの高電圧をつくるのにウェスティングハウス社の交流発電機を使って、電気椅子を「ウェスティングハウス椅子」、死刑に処したことを「ウェスティングハウスした Westinghoused」と呼ばせた。

市街電車でも競争があった。交流側が、架空送電のトロリーを開業すると、エジソンは、第3レールを設置する直流送電方式とした。

やがて、エジソン陣営のゼネラルエレクトリック社（GE）とウェスティングハウス社が和解し「電流戦争」は終結。交流送電が主流になった。

電流戦争後の研究者たち

米国のIEEE（電気電子学会）にはエジソンの名前を冠した「エジソンメダル」とい

う顕彰がある。その受賞者には、「交流戦争」の当事者であったウェスティングハウス、テスラ、スタンレイの名前がある。

テスラはその後、ウェスティングハウス社を去り、孤高の研究者として道を歩んだ。出生の地クロアチアで国民的英雄であるばかりか、父母の母国セルビアでは、その肖像が紙幣に印刷されてもいる。磁束密度の国際単位「テスラ」にも名を残し、医療用MRIの能力は、1〜1.5テスラなどと示される。スタンレイは、その後GEに参加した。

エジソンメダルの初代受賞者は、研究者であり、起業家でもあったエリフ・トムソンである。トムソン・ヒューストン社が、エジソン・GEと合併してできたのが、現在も続くGEである。新会社の名称からトムソンの名前が消えたので、エジソンも名前を消すことを承知し、このことが「電流戦争」の決着に影響したものと思う。

直流を基本としたインフラへ

最近、直流送電が脚光を浴びている。難しかった直流の電圧変換が、半導体技術の進歩により克服されたためだ。

一方、交流は、電圧がプラスとマイナスのあいだを変動するので、同じ電圧では実効電圧が直流より小さい。交流の送電には電線が3本必要であるが、直流は2本ですむ。

こうしたことから、直流の利点を活かした長距離幹線での超高圧直流送電が導入されつつある。

また、交流と異なり、直流は周波数に関係がないので、50ヘルツ送電と60ヘルツ送電の境界部では、高圧の直流に変換して電力の融通を行っている。

家庭用電子機器はデジタル化が進んでいる。デジタル機器の電源は直流であり、電池あるいは、宅内の交流配線からACコンバータを用いて直流に変換している。

空調、冷蔵庫、照明器具などのインバータ制御は、交流を直流に変換し、インバータで直流から交流に再変換している。太陽光発電も、電気自動車の急速充電方式も直流である。

国際基準設定の攻防

電流の変換には電力損失をともなうため、次世代「スマートハウス」では、交直変換の損失を最小にする、家庭内配線の直流給電方式が検討されている。

「スマートハウス」、「スマートコミュニティ」、「スマートグリッド」は、既存のインフラストラクチャーの変更をともなうので、国際基準設定の激しい攻防が始まっている。省エネルギー技術を前面に打ち出した、日本の対応を期待している。