特集に寄せて

電力の安定供給の変遷と挑戦

Transition and Challenge of Stable Electric Power Supply

三谷　康範　MITANI, Yasunori
九州工業大学　学長　工学博士

発明王トーマス・エジソンが電力事業を開始しておよそ140年が経ち、その間、ニコラ・テスラ（ウェスティングハウス・エレクトリック＆マニュファクチャリング・カンパニー（当時の社名））との直流・交流論争を経て、長距離輸送のための高電圧への変換技術の点で交流が勝利して現在の大規模交流電力輸送網が築かれた。一方で、パワーエレクトロニクス（パワエレ）技術の進展によって直流を含めて種々の周波数を自在に扱うことができるようになり、交流ベースの電力系統に直流技術が浸透してきた。特に、太陽光発電や風力発電に代表される自然エネルギーは商用周波数の50 Hz、60 Hzとは本来関係しない発電方式であり、この点においても直流送電の価値が高まってきていると言える。また、自然エネルギーの全国融通のための連系送電網の強化においても直流送電連系が期待されている。

電力輸送網はこれまで連系強化によって巨大化し、効率化、高信頼化が図られてきた。その一方で事故波及による大規模停電を幾度となく経験して、そのたびごとに電力の安定供給策の強化が進められ関連技術が高度化してきた。一方で、地球環境問題の顕在化に伴い、省エネルギー化、低環境負荷化が重要なキーワードになり、電力系統内での自然エネルギー発電やパワエレ機器の増加に伴い、新たな問題が顕在化してきている。例えば、交流系統において晴天昼間の太陽光発電量が増加するのに伴い、その分需給のバランスを取って周波数を一定に保つ役割を担っていた火力電源の割合が減り、変動電源の増加と需給調整電源の減少という両面からの需給調整力の急激な低下が起こる。また、同期機が本来有する自己安定性の機能である同期化力の低下や回転機器が有する慣性力の低下によって、擾乱（じょうらん）発生時の安定度が確実に弱まってきている。この問題の厄介な点は通常の運用を行っている状態では安定度の低下が見え難いことで、ひとたび大きな擾乱が発生した際に思わぬ大きな影響を生じてしまう恐れがある。北海道でのブラックアウトが発生したことは記憶に新しいが、同期化力や慣性力の低下も今後見過ごせない重要な課題になるに違いない。また、夕刻からの太陽光発電の急速な低下に伴い、需給調整のために火力発電を急激に立ち上げなければならない、いわゆるダックカーブ問題は、自然エネルギーの増加が単純な環境負荷低減にはつながらないことを示唆している。

こうした電源や機器の多様性によって不確実性は急速に増加している一方で、例えば電力システム運用上の最大の弱点であった電力貯蔵の観点では、電気自動車の普及によって系統に接続される貯蔵要素が増加してきている。単純な効果としては、Vehicle to Homeに見られるように電力供給網の遮断によって電力供給が途絶しても電気自動車からの電力供給によって電力の利用を継続でき、その点で個々の信頼性は高まる。他にも充電時刻の調整や放電も併せて考えることができれば需給バランスの調整においても大きく寄与できることは確実である。

また、パワエレ機器の増加はそのままでは同期化力、慣性力の低下を招くが、パワエレ機器の制御の柔軟性を積極的に使えば、電力の安定供給をサポートする機能を付加することも可能になる。これに関してはGrid Forming Inverterの名称で各種研究が行われている。また、パワエレ機器は周りの状況変化に対応した柔軟な制御が可能であるために損失を低下させるための運転方式を形成することも容易で、IoT（Internet of Things）技術と組み合わせた適切な情報獲得と制御によって各種システムの省エネルギー化や電力供給の安定性および信頼性の向上にも大きく寄与するマルチな機能の実現が可能になってきた。パワエレ機器による電力制御技術の進展に加えて、5 Gのように同時多接続大容量の高信頼通信技術、高性能な情報処理・情報トレース技術を安価に利用できる環境が整うことによってこれまでの非常識が常識へと転換していくことは確実である。

エジソンが現代の技術環境を手に入れて各種主張をしておれば、電力系統の様相は大きく異なったものになったであろうと思いつつ、異分野の人と人、技術と技術の新たな出会いによるイノベーション創出の重要性に改めて思いを馳（は）せている。

富士電機

Innovating Energy Technology

＊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。