



システム工学者の視点から 電力システム研究を俯瞰する

国立大学名古屋工業大学学長 鵜飼 裕之

AI、IoT、ビッグデータ時代の到来を受けて、ものづくり産業は一大転換期を迎えています。あらゆる産業・生活を支える電力インフラ関連産業においては、地球温暖化問題や電力システム改革とも重なり、さらに大きな変革の時期を迎えています。こうした中であって、次世代電力システムに関する研究分野においては、新たな視点と方向性が求められています。そこで、長年、電力系統の研究に携わってきたシステム工学者としての視点を振り返りながら、電力システム研究の今後について俯瞰してみたいと思います。

私と電力との関わりは、今から35年ほど前に出会った関根泰次先生の大著「電力系統過渡解析論」に始まります。もともと制御システムに憧れて研究者としての道を選び、分布定数システムという数理的な研究分野を専ら対象としていましたが、名古屋工業大学電気工学科助手に奉職したことから、新たに電力関係の研究をテーマにしていくことになりました。そこで、当時大学院に進学予定の学生と、さて何をやろうか?などと話し合っていたところ、その学生が図書館で探し出してきたのがその本でした。そこで出会ったのが「Parkの発電機モデル」、電力システムの安定性を考える上で基本となる同期機の解析モデルです。発電機の特性を電磁・機械的な理論に基づいて表現した電力系統の分野では有名な解析式です。制御理論とは、様々な現象を数理モデルとして取り扱い、モデリング、安定性評価、制御系設計などを理論に基づいて展開する学問体系です。その点、このモデルは、理論ベースの研究には最適であり、以後、発電機モデルを用いた安定度解析、系統安定化装置の設計などを目的として、当時注目を浴びていたロバスト制御理論を応用する形で研究を進めていました。海外の大学などでは、パワエレ技術を利用した系統安定化装置への関心から先端的な制御理論を応用する研究者も数多くいて、系統制御をグローバルな視点から見ると目を養うことができました。ちなみに、私に電力分野に関わるきっかけを与えてくれたその院生は、卒業後中部電力に進み、系統運用のエキスパートになりました。

しかし、発電機モデルと系統モデルだけでは、実系統の安定度解析・評価には不十分、また、系統制御についても制御理論の応用研究の域を出ないなど、研究の方向性に限界を感じていました。そのような時に出会ったのが、系統情報の見える化と系統安定度評価を目的としたGPS同期による多地点位相計測システムを構築しようとしておられた九州工業大学三谷康範先生らの研究グループです。当時、研究室でも位相同期計測技術に基づいた状態推定法、GPS同期機能を有する計測装置にDSP(Digital Signal Processor)を活用して高速演算を実現する開発などに取り組んでいたことからのお誘いでした。九州工業大学と名古屋工業大学をデータセンターとして、全国各地の大学にPMU(Phasor Measurement Unit)を設置して100 V コンセントの電

圧情報から二地点間の位相差を計算し、実システムの位相・周波数変動の観測や系統安定度の評価に応用するシステムを構築するという画期的な広域研究プロジェクトです。西日本60 Hz系統での観測データから電源脱落などの実システムにおける事故によって生じる広域での位相・周波数変動事例を可視化し、学会などで紹介すると、私たちの構築した「コンセント電圧からの系統監視システム」(海外では、“Monitoring System at Bedside”と揶揄されましたが)は大きな反響を呼ぶことになりました。当時、世界的にトレンドとなっていたスマートグリッド研究とも相まって、私たちのプロジェクトは電力システムにおけるデータドリブン型モデリング技術の先駆けであったのではないかと自負しています。

また、その頃から電力会社の送配電部門の方々との交流も盛んとなり、そのご縁で、2008年から2011年にかけて、電気学会の変電所制御系システム技術調査専門委員会、電気協同研究会の配電系力率問題対策技術専門委員会などで委員長を務める機会を得ました。前者は、世界標準であるIEC61850に準拠する次世代変電所監視制御システムを見据えた先行的な調査研究、後者は、高圧受電家に設置された進相用コンデンサによって生じた進み力率が配電システムに与える影響と対策を検証する調査研究です。送配電における現状課題への実質的な対応と次世代を見据えた先行的な研究に同時に関わることができたことは、私にとって研究領域を広げる大変貴重な経験となりました。その後、教育担当副学長、学長など大学経営に関わる職に就くことで次第に研究から離れることにはなりましたが、私の所属した研究室では、現在も、本学教員と企業技術者が協働して、系統制御から配電システムまでを広くカバーして、新たな配電制御系、系統運用、保護リレー系などに関して、幅広い視点から次世代を見据えた電力システムの研究に取り組んでいます。

電力システム改革によって電力システムの運用は電力会社を跨いでますます広域化が加速していきます。一方で、2011年の東日本大震災以降、再生可能エネルギーはFITの導入もあって飛躍的に増加して、近年ではEV時代を見据えたスマートコミュニティにまで配電システムの仕組みは変化しています。電力の発生から消費までがエネルギーネットワークと情報ネットワークが同期して繋がる新たな時代を迎えて、ものづくりの視点からは送配電システムはますます高度化し、コトづくりの視点からは全体システムとして最適化されていく時代が近づいているのではないのでしょうか。