

特 集

機器技術開発への想い

愛知工業大学 教授・名古屋大学 名誉教授

大久保 仁



近年、社会が要請する技術開発目標はグローバル的に大きく展開し、技術開発の競争力とその成果に注目が集まっている。このような中で電力機器開発においては、我が国の高度成長期から現代にいたるまで、常に発展を続ける新しい社会を支える基盤技術としての「電気絶縁性能の向上」が機器技術開発の基本の解決課題として位置付けられてきた。同時に機器の電気絶縁性能向上技術は、機器が本来目指すべく普遍的な技術開発目標である「縮小化・高効率化（低損失化）・高出力化・環境適合性向上」を達成するコア技術として貢献してきた。しかし、その後の社会の成熟・低成長化とともに機器開発の主流は新機能の付加技術などに移行し、一方では機器の縮小化は必然的に高電界化を招き、また高効率化と高出力化は環境適合化・縮小化とともに機器の高電圧化ないしは高電界化に帰結し、結果として機器開発の電気絶縁技術への依存度が再び高まっている。しかし、それまでのマクロな物理現象に基づく技術の適用拡大や外挿展開型技術開発などの従来技術依存型の電気絶縁技術はすでに技術の飽和傾向や限界を示しつつあるのが現状である。今後ますます変革していく新しい社会の要請に応えるためには、これまでの技術開発の在り方を基本から検証・改革する必要がある。

まず環境適合・高効率化を指向する機器は同時に縮小化を目指し「高電界化」は必然であり、これからは適用機器の定格電圧の高・低にかかわらず、広く「高電界現象への挑戦」に取り組む必要がある。そのためには同じ材料であっても従来の低電界領域利用から高電界領域の安定した活用技術に進むためには、高電界領域におけるダイナミックな電荷挙動などミクロな物理現象究明は必須である。このような基礎研究開発には、産学を横断した広くオープンな共同研究体制の構築とその成果の共有活用システム作りが必須である。

次に、これからの技術開発において重視すべきものとして、機器技術における「上限（あるいは下限）」を決めている現象の存在を指摘しておきたい。一例として電気・電力機器においては、その限界を制する現象、上限を決める現象の代表的なものが電気絶縁性能であり材料の絶縁破壊現象である。この絶縁破壊現象を上限技術として設定すると、目標とする「高電界現象への挑戦」の技術達成度の可視化が可能となる。この技術の可視化により、例えばFGM（傾斜機能材料）開発や非線形材料適用などの従来技術の延長線にない革新的な「機能性絶縁材料」開発や、電界解析を用いた逆問題・電界空間の最適利用技術、冷却技術・機械構造技術など機器を横断した共通技術との連携・融合、変電・配電システムのトータル最適化など、今後取り組むべきクリティカル技術が明確になってくる。もう一つの方向性として、上限技術として設定する機器実績Dataに基づくAI技術支援によって、機器間のシステム化と相互連携制御するシステム空間軸と、機器の設計・製造から運転・寿命到達までを現実と仮想の間で一貫した時間軸の中でシステムマネージメントする Digital Twin技術の活用が期待される。

将来にわたる技術開発においては、このような上限技術の判別・認識が必ずしも容易ではない場合も多々あるが、上限技術の特定・同定を試み技術達成度を可視化することが技術開発のコアプロセスとなることを明記したい。

今回、本技術誌 SWCCレビュー創刊号の巻頭にあたり、電力・電気機器開発の在り方を改めて俯瞰・展望した。本号ではここで提示した「高電界化への挑戦」を社会に先駆けて具現したケーブルコネクションシステムSICONEX®技術開発が特集紹介されている。新しい時代を開くその取り組み・技術成果に対して大いに敬意を表し、さらにこの開発実績が、将来にわたって業種・業界をも超えた基盤共通技術・デファクトスタンダードとして広く展開されることを期待する。