

# 巻頭言

## カーボンニュートラル社会をつかさどる パワーデバイスへの期待

Expectations for Power Devices that Support a Carbon-neutral Society



西澤伸一 *Shinichi Nishizawa*

九州大学 応用力学研究所 教授

*Professor, Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University*

世界的に急増するエネルギー需要と、COP21(Conference Of the Parties 21)、SDGs(Sustainable Development Goals)に代表される脱炭素社会の両立は緊急課題であり、国連SDGsでもエネルギー問題の解決は主要目標の一つに掲げられている。エネルギー需要に占める電力の増加は著しく、電力有効利用技術は脱炭素社会の主要課題である。既にe-モビリティ、再生可能エネルギーの大量導入、Society5.0(IoT(Internet of Things)、AI、ネットワークコネクト社会)など、電力化やエレクトロニクス化を推進するメガトレンドの勢いは増している。日本では、2050年カーボンニュートラルに向けたグリーン成長戦略(2020年)で、電化及び電力のグリーン化を重要技術開発の一つに定めている。電力エネルギー流・エネルギー利用をつかさどるパワーデバイス及びパワーエレクトロニクスは、環境対策や産業競争力の視点からも非常に重要である。

これまでパワーデバイスは、MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)ではプレーナ型からトレンチ型、耐電圧によってはSJ(Super Junction)型、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)ではキャリア蓄積、FS(Field Stop)構造など、不連続に新技術を導入して性能向上を達成してきており、これまでの先駆的な技術開発によって、スイッチングデバイスとしての性能限界に達しつつある。この限界を打破する技術として、SiC(シリコンカーバイド)に代表される新しい半導体材料を活用することで、従来のシリコン物性限界を超える新世代パワーデバイスの開発が進められている。また、シリコンIGBTに新しいスケールリング則を適用し、同時にCMOS(Complementary MOS)デジタル技術を融合し、性能向上に加えて、新しい機能・価値を付加した新世代パワーデバイス・パワーモジュールの開発が進行している。パワーデバイスは、これまでそれぞれ自身が組み込まれた機器を最適動作させる出力制御が主な役目であった。ここにデジタル技術が融合することで、パワーデバイスを始めとするモジュールと機器の自己診断・修復や、ネットワークを介して上位階層や他機器との連携を行うなど、入力側との協調が可能になる。このよう

に、パワーデバイスとCMOSデジタル技術を協調融合した新しいインテリジェントパワーデバイスは、従来の単機能電力変換器の省エネルギー性向上に加えて、通信機能・デジタル・AI・IoT機能を持つ複合システムとして機能する。サイバー空間・フィジカル空間(情報流・エネルギー流)を統合した新しいエネルギーグリッド上で、パワーデバイス・パワーエレクトロニクス機器は自らが相互に協調連携した仮想システムとして動作し、社会全体の電気エネルギー高効率・最適化を行う。

ここで、パワーデバイス及びパワーエレクトロニクスについて、省エネルギー効果とともに、普及を包含する新しい指標として、ネガワットコストが提案されている。ネガワットコストは、パワーデバイス及びパワーエレクトロニクスが導き出す省エネルギー効果を、再生可能エネルギー発電効果と同等(省エネルギー分を他に有効活用できることから、省エネルギーコストは発電コストと等しい)ととらえ、省エネルギーと新エネルギーの垣根を越えて、2050年カーボンニュートラル社会を支える技術を総合的に評価する指標である。

経済産業省の半導体・デジタル産業戦略(2021年6月)では、デジタル産業・デジタルインフラ・半導体を国家の大黒柱と位置付けて、その強化をうたっている。例えばポスト5G(第5世代移動通信システム)、アプリケーションシステム基盤半導体、エッジAIチップ・次世代コンピューティングなどの先端ロジック半導体設計の推進を掲げている。同時に半導体技術のグリーンイノベーション促進として、デジタル化社会に伴う電力消費増大に対応するための省エネルギー・低消費電力化のキーパーツとしてのパワー半導体、情報エレクトロニクスの光エレクトロニクス・デバイス、光電融合への移行を重要視している。デジタルトランスフォーメーションを根底で支えるパワーデバイスは、自身もデジタル融合による新しいインテリジェントパワーデバイスへと進化し、カーボンニュートラル社会をつかさどる。我が国が、産学協力し、常にこの大きな変革の先陣にいることを強く願う。