

# マルチレベルコンバータを用いた PF コイル駆動用高速電源 High-speed PF Coil Power Supply Using Multilevel Converter

村山真道, 筒井広明, 飯尾俊二, 嶋田隆一<sup>1</sup>

Masamichi H. Murayama, Hiroaki Tsutsui, Shunji Tsuji-Iio, Ryuichi Shimada<sup>1</sup>

東京工業大学<sup>1</sup>

Tokyo Institute of Technology<sup>1</sup>

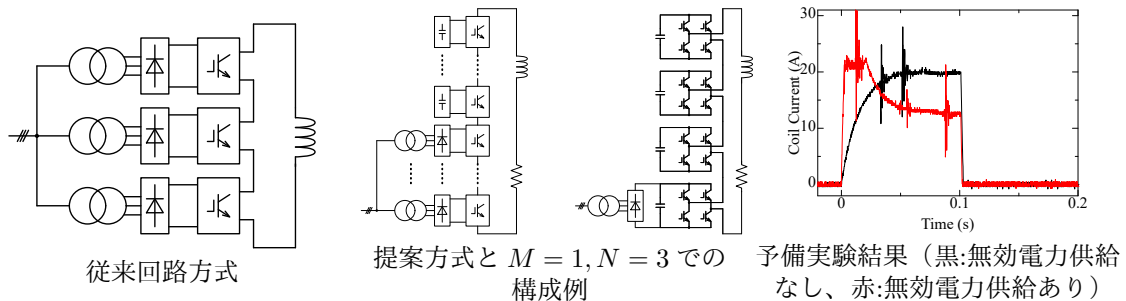
トカマク装置において縦長断面プラズマを実現するためには、プラズマ周囲に配置されたコイルを用いた能動的な実時間制御が必要である。本来垂直位置の摂動に対して不安定な縦長断面プラズマを安定させるためにはポロイダル磁場コイル (PF コイル) の電流を制御する必要があるが、PF コイルには大きなインダクタンスを有するものがある。このような高インダクタンスを有するコイルの電流を高速に制御するためには高電圧が必要であり、従来は図1のような回路構成の電力変換器が用いられてきた。しかし、従来方式ではすべての電力変換器に対して絶縁変圧器が必要、またコイルの磁気エネルギーを電力系統に回生するためにはコイル駆動インバータとは別に変圧に毎にインバータが必要といった欠点が存在した。

本研究では、コイルで消費される瞬時電力を、コイルの抵抗成分で消費される有効電力と、コイルのインダクタンス成分によりコイル内部に磁気エネルギーとして蓄えられる無効電力に分けることで電力変換器の簡略化を図った。同時に電力変換器台数の一般化を行い、各電力変換器が出力すべき電圧を求めた。

$$v_j^* = \frac{1}{M} R_{\text{coil}} i_{\text{coil}}^* \text{ for } j = 1, \dots, M \quad (1)$$

$$v_j^* = \frac{1}{N} L \frac{\Delta i_{\text{coil}}^*}{\Delta T} \text{ for } j = M + 1, \dots, N \quad (2)$$

ここで、 $v_j$  は各電力変換器の出力電圧、 $M$  は有効電力供給用の電力変換器の台数、 $N$  は無効電力供給用の電力変換器の台数である。また  $R_{\text{coil}}$  はコイルの抵抗値、 $L_{\text{coil}}$  はコイルのインダクタンス、 $i_{\text{coil}}^*$  はコイルの電流値の指令値、 $\Delta T$  は制御の時間間隔である。また  $\Delta i_{\text{coil}}^*$  は現在のステップと1ステップ前のコイルの電流値の指令値との差を表す。この式を用いて制御することにより、無効電力供給用変換器を経由してキャパシタからコイル内部に蓄えられた磁気エネルギーをキャパシタに回生することができる。



[1] Taku Takaku, et al., IEEE Transactions on Applied Superconductivity **14** pp.1794-1797 (2004).

[2] C. Fahrni, et al., European Conference on Power Electronics and Applications (2007).

[3] Chihiro Hasegawa, et al., IEE-Japan Industry Applications Society Conference (2015).