

非軸対称トカマクプラズマのディスラプション時に真空容器を流れる 渦電流の数値解析

Numerical analysis of eddy current on the vacuum vessel in the non-axisymmetric tokamak plasma disruption

高尾 怜, 石澤明宏, 中村祐司
S. Takao, A. Ishizawa, Y. Nakamura

京大エネ科
Grad. Sch. of Energy Science, Kyoto Univ.

トカマクにおいてディスラプション発生時には、プラズマの消失に伴い真空容器に渦電流と呼ばれる誘導電流が生じる。この電流はプラズマに影響を及ぼし、ディスラプション過程や、その過程で現れるプラズマの垂直位置移動現象 (VDE) に大きく影響する。また渦電流は周辺機器にも影響を与えるため、渦電流量の評価および、渦電流とプラズマの相互作用を理解することは重要である。この相互作用の解析を行うコードとして、DINA, TSC などの解析コードが存在するが、いずれも軸対称プラズマにのみ対応している [1][2]。

実際のプラズマは機器の配置などにより非軸対称であるとともに、発生する渦電流も非軸対称であることが予想される。この非軸対称性の影響はプラズマの時間発展にも現れるため、VDE 解析においては、非軸対称渦電流を考慮したより詳細な解析が必要である。このため、ディスラプション時の電流崩壊メカニズム解明や VDE 制御の観点から、渦電流の非軸対称性がもたらす影響の評価のための解析コードが必要であり、本研究では、非軸対称性をもつトカマクプラズマが真空容器に生成する渦電流の評価を目的としてシミュレーションコードを作成し、その妥当性を報告する。

作成したシミュレーションコードの概要図を図 1 に示す。本コードでは、①真空容器につくる磁場の变化を計算し (図 2)、②それに伴い真空容器に生じる渦電流を計算する。さらに③渦電流がつくる磁場に依じたプラズマの平衡状態の変化を計算する。このサイクルを繰り返し、プラズマの時間発展を計算する。渦電流量の評価にあたっては、真空容器を薄い板に近似することで [3]、真空容器上に生じる非軸対称渦電流を解析する。

作成したシミュレーションコードの妥当性検証のために、本コードで軸対称トカマクプラズマが真空容器に生成する渦電流を計算し、既存コードの結果との比較を行う。

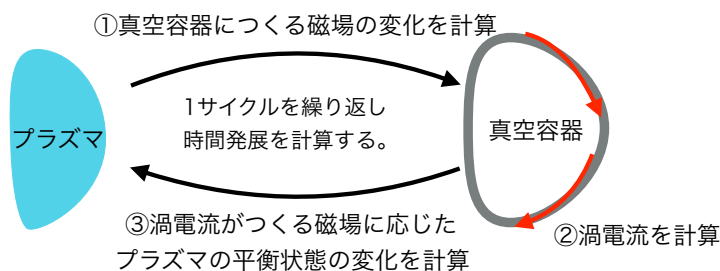


図 1. ディスラプション解析コードの概要図。
平衡計算、プラズマ電流の時間発展計算、
渦電流計算の 3 つの部分から成る。

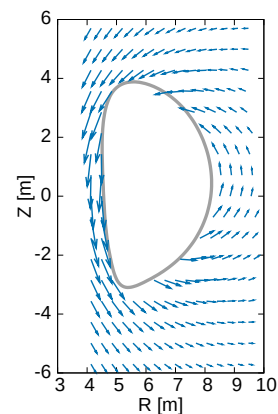


図 2. 図 1 の①において、ITER 装置のプラズマが
プラズマ領域外につくる磁場のポロイダル断面に
おけるベクトル図。実線はプラズマ表面を表す。

- [1] R. R. Khayrutdinov, et al., Journal of Computational Physics 109 (1993), P193.
- [2] Y. Nakamura, et al., Nuclear Fusion 36 (1996), 643.
- [3] T. Takahashi, et al., 日立評論 62 (1980), No.5.