

不等間隔格子を用いた自由境界線形MHDコードの開発
**Development of Free Boundary Linear MHD Code
 Based on Non-Uniform Grid**

加藤純¹, 松本裕¹, 富岡智¹, 山内有二¹

Jun KATO¹, Yutaka MATSUMOTO¹, Satoshi TOMIOKA¹ and Yuji YAMAUCHI¹

¹北大院工

¹Hokkaido Univ.

[緒言] 核融合プラズマのMHD現象を模擬することを目的として、MHDコード開発が各国で進められている。従来では、線形理想MHD不安定性解析には、混成有限要素法によるコードが使われてきたが、トロイダルモード数 n およびポロイダルモード数 m の大きな不安定性を扱うには、非常に多くのメッシュ数と膨大な計算時間を要するため、解析が困難であった。また通常行われるMHD不安定性解析ではプラズマ-真空境界を固定して行われることが多いため、不安定性によるプラズマの変形を表すことができなかった。

そこで本研究では、不等間隔格子によって計算コストの増大を抑え、プラズマの変形を簡便に記述できる新たなコードの開発を目的とした。

[コードの概要] 計算コストの増大を防ぎながら短波長の不安定性の解析を可能とするために不等間隔格子に基づく4次精度差分法を導入した。加えて、不安定性によるプラズマの変形を記述するため、擬真空プラズマモデルを採用した。このモデルでは、プラズマと容器壁との間に存在する真空領域を低圧力、高抵抗率のプラズマで置き換える。そのため全領域を同一の方程式系、計算手法で解析することができる。また時間積分には4次精度のRunge-Kutta法を採用した。開発したコードでは無次元化および線形化したMHD方程式系をこれらの手法で計

算し、与えた初期の摂動の時間発展を計算する。

[テスト計算] 開発したコードの妥当性を検討するために円柱プラズマの抵抗性不安定性の解析に適用した[1]。解析体系を図1に示す。有理面を $r = 0.60$ に持つ平衡プラズマに初期摂動を与え、時間発展を計算した。 $r = 1$ の容器壁において、完全導体、すべりなしの境界条件を与えた。

差分式の妥当性の検証を行うため、開発した不等間隔格子のコードを等間隔格子に適用した。図2に示すように摂動が前述の有理面近傍で、初期のモード構造を維持しながら指数関数的に増大する様子が確認できた。また摂動の成長率は解析解と概ね一致した。講演では、開発したコードの概要と、等間隔格子、および不等間隔格子を適用したテスト計算結果について報告する。

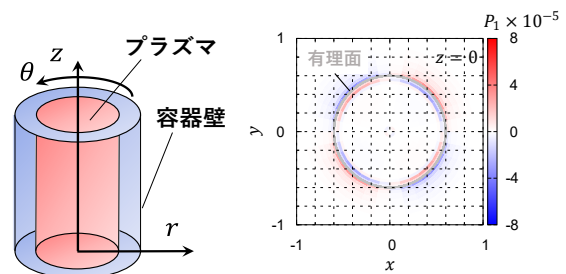


図1 解析体系 図2 摂動圧力の空間分布
($t = 20$)

[参考文献]

[1] G. Kurita *et al.*, JAERI -M 89-157 (1989).