

磁力線追跡手法に基づく第一壁三次元熱負荷解析モデルの構築

The modeling of the three-dimensional first wall heat load analysis based on the magnetic field lines tracing method

三善悠矢¹, 朝倉信幸¹, 星野一生¹, 日渡良爾¹, 染谷洋二¹, 坂本宜照¹, 飛田健次¹, 原型炉設計合同特別チーム

YUYA Miyoshi¹, NOBUYUKI Asakura¹, KAZUO Hoshino¹, RYOJI Hiwatari¹, YOUJI Someya¹, YOSHITERU Sakamoto¹, KENJI Tobita¹, The Joint Special Design Team For Fusion Demo

¹量研機構

¹QST

1. 背景

トカマク型核融合炉において、周辺プラズマの大部分は磁力線に沿って移動しダイバータへと到達する。これはダイバータ表面での高熱負荷の要因となるため、過去において様々な解析、検討がなされてきた。一方、第一壁へと到達する残りの周辺プラズマについては、表面熱負荷への影響は小さいとして十分な解析は行われていなかった。しかし近年、原型炉のような大出力プラズマにおいてはこの影響が無視できず、第一壁表面に局所的な高熱負荷が生じることが懸念されており、詳細な検討が求められている。

この際、内側ダイバータ板から外側ダイバータ板までの磁力線が途切れず連続していることを前提としたダイバータプラズマ解析と違い、第一壁へと到達するプラズマの領域は磁力線が第一壁により分断されるため、結合長が位置によって大きく異なる。そのためダイバータプラズマの解析モデルをそのまま使用することはできず、新たなモデルの構築が必要となる。

2. 新モデルの導入

周辺プラズマ領域において、径方向のエネルギー輸送は磁力線の結合長に大きく依存する。背景でも述べたとおり、第一壁へと到達するプラズマでは磁力線が第一壁で分断されることにより、結合長は場所によって大きく異なる、すなわちエネルギー輸送の割合が場所によって大きく異なる。図1に概念図を示す。

この問題を解決するため、本研究では周辺プラズマを結合長が一定と見なせる領域ごとに分割して解析を行うAPPLEモデル(APple Peel Like Elements)を導入する。APPLEモデルの概念を図2に示す。本モデルを導入することにより、結合長の違いによる物理の変化だけではなく、

リップルなどの3次元効果も加味した解析が可能となる。年会においては本モデルを用いた解析により明らかとなる原型炉第一壁の設計課題について発表する。

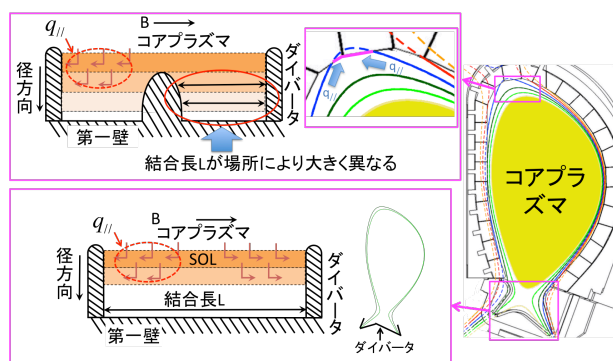


図 1 磁力線分断概念図

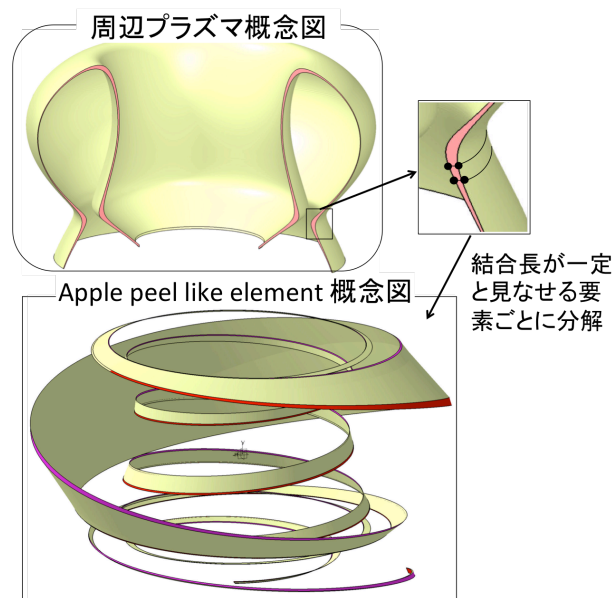


図 2 APPLE モデル概念図