

偏波器型マイターバンドを利用した電子サイクロトロン波伝送系における出力偏波の計算手法の開発

Development of a Calculation Method for Output Polarization in Electron Cyclotron Wave Transmission Lines Using Miter Bend Polarizers

矢嶋悟, 小林貴之, 梶原健, 池田亮介, 新屋貴浩, 山崎響, 高橋幸司

YAJIMA Satoru, KOBAYASHI Takayuki, KAJIWARA Ken, IKEDA Ryosuke, SHINYA Takahiro, YAMAZAKI Hibiki, and TAKAHASHI Koji

量研 (QST)

ITERをはじめとする大型トカマク装置で運用される1MW級電子サイクロトロン(EC)加熱電流駆動システムでは、あらゆるトカマク磁場配位に対して入射モード(O/X)を最適かつ精密に制御する目的で低損失のマイターバンド型偏波器が用いられる。本報告では、偏波器を擁する伝送路から真空容器への出力偏波を計算する手法について述べる。

開発した計算手法は、伝送路内を進む光線及び偏波を「ローカル座標系(始点位置+xyz軸)と偏波パラメータ(楕円度 β 及び偏角 α)の組」の形で定め、またそれぞれのマイターバンドをその座標や向きに応じた「入力偏波から出力偏波を計算する関数」の形へ変換させることができる。この手法により、伝送路を反射しながら進む光線及び偏波を、関数を順次適用することで見通しよく追跡し、伝送路の組み換えや経路変更に対しても柔軟に出力偏波を評価・議論することが可能になった。また、伝送路中には広域な偏波を生成できる2種のマイターバンド型コルゲートミラー偏波器が用いられるが、これらの偏波器の応答をモデル化することを目的として、偏波の計測データセットからコルゲートミラーの回転角度ごとの応答関数を抽出する手法[1]を利用した。抽出された応答関数を利用して偏波器の動作をも模擬計算できるようになり、偏波器のミラー角度制御と真空容器への入射偏波を結びつけることも可能になった(図2)。

実際にJT-60SA伝送系(82~138GHz)[2]を利用して真空容器直前の実測偏波の計算を比較した結果、周波数によらず十分な一致を確認でき、入射モード純度98.7%以上(ストークス空間上での誤差12.8度以下)に相当することを確認できた(図3)。また、本手法は幾何的な光線追跡に偏波の情報を付加したものと捉えることもできるため、量研がITERに調達する水平ランチャーの可

動ミラーでの反射を含むITERのECミリ波伝送系全体における偏波追跡計算にも適用できる。

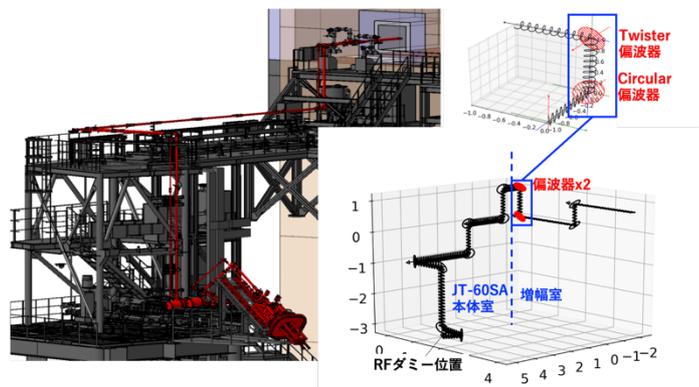


図1: JT-60SA伝送系及び伝送模擬計算の一例

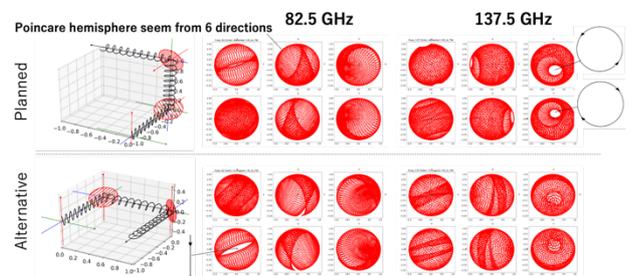


図2: 偏波器の組み方による出力可能偏波の違い

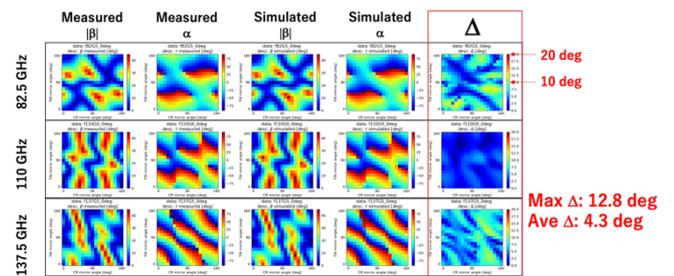


図3: 真空容器本体直前の計測・計算偏波のパラメータ及びこれらの誤差

[1] S. Yajima et al., Fusion Engineering and Design 171 (2021) 112487

[2] T. Kobayashi et al., Nuclear Fusion 62 (2022) 026039