

メガワット定常 ECH 伝送系における伝搬モード分析と
それに基づく伝送効率の改善法の開発

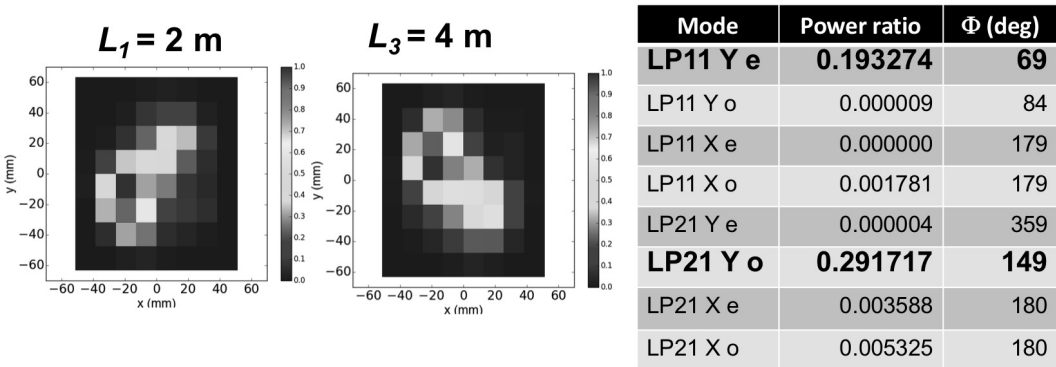
Improvement of Transmission Efficiency Based on the Propagation
Mode Analysis of Mega-Watt CW mm-Waves for ECH

下妻 隆, 小林 策治, 伊藤 哲, 岡田 宏太, 伊藤 康彦, 吉村 泰夫, 伊神 弘恵, 高橋 裕己,
辻村 亨, 牧野 良平, 水野 嘉識, 久保 伸

T. Shimozuma, S. Kobayashi, S. Ito, K. Okada, Y. Ito, Y. Yoshimura, H. Igami, H. Takahashi,
T.I.Tsujimura, R. Makino, Y. Mizuno, S. Kubo

自然科学研究機構 核融合科学研究所
National Institute for Fusion Science, NINS

LHD の ECH システムでは、1MW 級ミリ波を真空化されたコルゲート導波管で長距離伝送している。伝送効率の向上には、ミリ波と導波管との精密なアラインメントが要求される。そのために、実際の運転時に実時間で伝搬ミリ波の強度分布を知ることができるミリ波分布モニター (Beam Position and Profile Monitor:BPM)を開発した [1]。この情報に基づいて導波管内を伝搬するモードを分析する方法を検討している。導波管中を伝搬するミリ波のパワー分布は、複数のマイターバンド反射板に構築された BPM によって測定される。このモニターは、2 次元に配列され直列に接続された 52 個のペルチェ素子より構成されており、定電流駆動することにより、反射板の温度変化は、ペルチェ素子の電圧変化として検知できる。この信号から伝搬モード成分を分析する方法を検討した。導波管中の伝搬モードとして、直線偏波モード群 (Linear Polarized Modes)LP_{nm}を仮定した。基本波モードである LP₀₁ (HE₁₁) に加え、低次の LP_{nm} モードを振幅と位相を未知数とし、それらを重ね合わせてできたパワー分布と、実測されたパワー分布を比較し、その差分が最小となるように振幅と位相を決定する [1,2]。本手法の検証結果の一例を図に示す。左図は、y 方向偏波の LP₀₁ をパワー 50%, 位相ゼロに加えて、LP₁₁-even モードを 20%, 位相 70 °と、LP₂₁-odd モードを 30%, 位相 150 °で混合し合成したパターンについて、導波管入口より距離 2m と 4m にあるマイターバンド反射板上での分布を示している。これらの情報を使い、開発したモード分析コードで分析した結果を右表に示す。設定したパワー成分と位相がよく再現されていることが分かる。この情報に基づき、ジャイロトロン出力と導波管の結合を実時間で調整し、結合を最適化するシステムを構築する予定である。



左図：導波管入口より距離 $L_1 = 2\text{m}$ および 4m で仮定された合成パターン。右表：モード分析コードにより分析されたモード成分結果。(Y,X) は電界の方向。(e,o) はそれぞれ even,odd モードを表す。

[1] T.Shimozuma, S. Kobayashi, *et al.*, J. Infrared mm. THz Waves, **37**, 87-99,(2016).
[2] K. Ohkubo, S. Kubo, *et al.*, Fusion Science and Technology **62**, 389 (2012).