

メガワット定常 ECH 伝送系における  
 実時間ミリ波ビーム分布モニタによる伝搬モード分析法の検討  
 Propagating Mode Analysis Using a Real-Time Millimeter-Wave Beam Profile  
 Monitor in a Mega-Watt CW ECH Transmission Line

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

SHIMOZUMA Takashi, KOBAYASHI Sakuji, ITO Satoshi, ITO Yasuhiko, KUBO Shin,  
 YOSHIMURA Yasuo, IGAMI Hiroe, TAKAHASHI Hiromi, TSUJIMURA I. Toru, MAKINO Ryohei,  
 MIZUNO Yoshinori, OKADA Kohta and MUTOH Takashi

核融合研  
 NIFS

LHD における電子サイクロトロン共鳴加熱 (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、ジャイロトロンで発生されたミリ波ビームを、コルゲート導波管の低損失伝搬モードである  $HE_{11}$  モードに精密に結合させる必要がある。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計測できるミリ波ビームパワー分布モニタ (BPM) を、ペルチェ素子アレイを用いて開発した。高パワーでの試験で得られた信号による分布は、感熱紙により得られた分布と良い一致を得ている。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。

図 1 は、コルゲート導波管中を伝搬するミリ波のモードを分析するための測定系の全体図を示している。伝搬中のミリ波パワー分布は、複数のマイターバンド反射板に構築された BPM から構成される (現状は 1 台のみ)。このモニターは、2 次元に配列され直列に接続されたペルチェ素子より構成されおり、定電流駆動される。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される。図 2 は、0.8 MW, 0.5 秒のパルス運転時に得られた分布を示しており、感熱紙で計測したパタンと良い一致が得られている [1]。

この BPM で得られた信号を用いて、コルゲート導波管中を伝搬するモード成分を分析する方法を検討した。伝搬モードとして直線偏波モード  $LP_{nm}$  モードを仮定し ( $HE_{11}$  は  $LP_{01}$  に対応)、 $LP_{01}$  に加え、いくつかの低次モードの存在を仮定し、各モードの振幅と位相を未知数としてマイターバンド反射板上でのパワー分布を定式化し、ペルチェ素子面積の各セグメント毎に BPM で計測された値との差をとり、それらの和の 2 乗を最小化するように、未知数である振幅と位相を決定するという方法 (最小化フィッティング) [2] を用いることによって、モード成分を求める検討を行っている。

- [1] T. Shimozuma, S. Kobayashi, *et al.*, J. Infrared Millim. Terahz Waves, First online: 16 August 2015, DOI 10.1007/s10762-015-0196-y.  
 [2] K. Ohkubo, S. Kubo, T. Shimozuma, *et al.*, Fusion Science and Technology, **62** p.389-p.402, (2012).

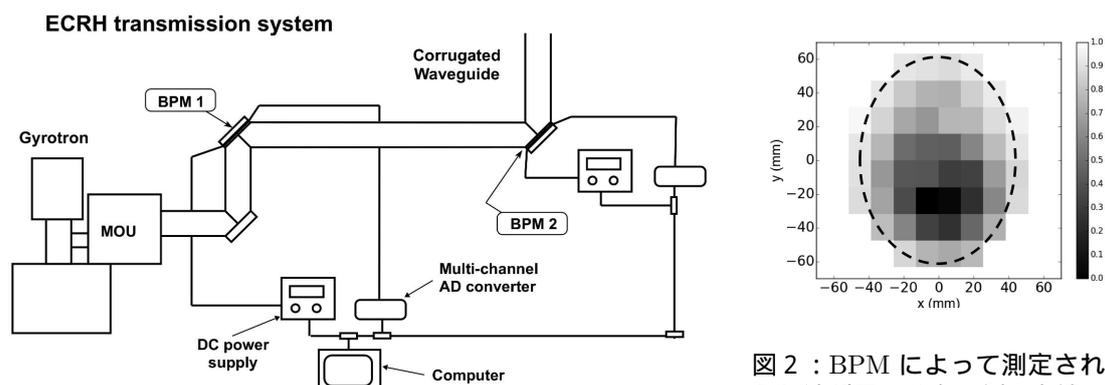


図 1: ECH のコルゲート導波管伝送系に構築されたモード分析系。

図 2: BPM によって測定されたミリ波パワー分布の例。点線は導波管断面を示す。