

# ECRH ミリ波伝送系の伝送効率改善に向けたミリ波ビーム分布モニターの高性能化 Development of a High Performance Millimeter-wave Beam Profile Monitor for Efficiency Improvement in ECRH Transmission Lines

下妻 隆<sup>1</sup> 小林 策治<sup>1</sup>, 伊藤 哲<sup>1</sup>, 伊藤 康彦<sup>1</sup>, 水野 嘉識<sup>1</sup>, 吉村 泰夫<sup>1</sup>, 伊神 弘恵<sup>1</sup>,  
高橋 裕己<sup>1</sup>, 辻村 亨<sup>1</sup>, 久保 伸<sup>1</sup>

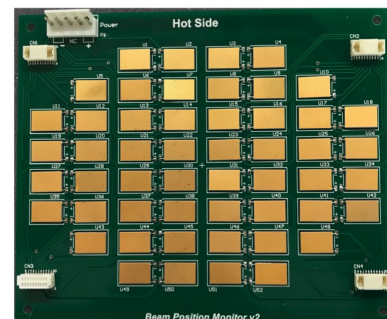
TAKASHI Shimozuma<sup>1</sup>, SAKUJI Kobayashi<sup>1</sup>, SATOSHI Ito<sup>1</sup>, YASUHIKO Ito<sup>1</sup>,  
YOSHINORI Mizuno<sup>1</sup>, YASUO Yoshimura<sup>1</sup>, HIROE Igami<sup>1</sup>,  
HIROMI Takahashi<sup>1</sup>, TORU Tsujimura<sup>1</sup>, SHIN Kubo<sup>1</sup>

核融合研<sup>1</sup>  
NIFS<sup>1</sup>

核融合装置における電子サイクロトロン共鳴加熱 (ECRH) では、メガワット級のミリ波を長距離 (~ 100m)、低損失で伝送するために、オーバーサイズのコルゲート導波管を用いている。口径が波長に比べて大きいため、主要伝送モードで低損失の HE<sub>11</sub>(LP<sub>01</sub>) モードは、容易に損失の大きい高次モードに変換されるとともに、ガウスビームとして核融合装置に入射できなくなる。そこで、真空化された導波管中でも伝送波のモード成分をほぼリアルタイムで測定できるミリ波ビーム強度分布モニター (Beam Profile Monitor:BPM) を研究、開発している。メガワット級伝送にも適用可能な BPM を開発した。

プラズマ加熱のための高パワー ECRH システムでは、ミリ波の長距離で低損失の伝送系システムが要求されている。オーバーサイズのコルゲート導波管からなる内部を真空化され、十分冷却されたミリ波伝送系システムでも使用可能で、リアルタイムで導波管中を伝搬するミリ波ビームの強度分布を測定できる BPM が要求されている。開発した BPM は、伝送路のマイターバンドの反射板部の大気側に構成されたもので、ペルチェ素子のアレイとヒートシンクから構成されている。これまでミリ波パワー 0.15MW 定常に適用可能な BPM を開発し、良好な動作を確認した。今回、さらいペルチェ素子性能を高めた 0.5MW 定常ミリ波伝送に適用できる BPM を開発した。このペルチェ素子は、従来のもとはほぼ同じ面積を持つが、冷却能力がほぼ 3 倍近くあり、ミリ波のパルス入射であれば、1MW 伝送にも適用できるものである。さらに、新たに開発した BPM からの電圧信号を用いて、コルゲート導波管中を伝搬するミリ波の強度分布を再現し、その分布より、含有されているモード成分を分析する計算コードを新たに開発した。コードのテストとして、複数の低次モードを模擬的に混合して作成したパワー分布データを用いて、含まれているモード成分を分析を進めている。

Parameters	Specifications	
	KSM-06007A-AAL	YKH2
Max Current (A)	6.0 +/- 0.5	4.4 +/- 0.1
Max Voltage (V)	0.68 - 0.92	5.5 +/- 1.1
R (Ohm)	0.11 - 0.15	0.74 +/- 0.15
Max Qc (W)	2.7 - 3.3	8.5 - 11.5
Max ΔT (°C)	> 58	> 90
Size (mm)	10.3 × 10.3 × 3.8	12.0 × 8.0 × 1.65



a) ペルチェ素子のスペック YKH2が新素子

b) 基板上に配列された素子

- [1] T. Shimozum, S. Kobayashi, S. Ito, *et. al*, J Infrared Milli Terahz Waves **37** 87-99(2016).  
[2] T. Shimozum, S. Kobayashi, S. Ito, *et. al*, Plasma Fus. Res. **13**, 3405036(2018).