

# 直線型マイクロ波プラズマ生成のための導波管内電磁界解析

## Numerical Investigation of Waveguide for Linear Microwave Plasma

東海大学工学部<sup>1</sup> ○宮 翔真<sup>1</sup>, 亀山 高範<sup>1</sup>, 内海 倫明<sup>1</sup>, 桑畑 周司<sup>1</sup>, 磯村 雅夫<sup>1</sup>  
(株)プラズマ理工学研究所<sup>2</sup> 進藤 春雄<sup>2</sup>

Tokai Univ.<sup>1</sup> ○S.Miya<sup>1</sup>, T.Kameyama<sup>1</sup>, M.Utsumi<sup>1</sup>, H.Kuwahata<sup>1</sup>, M.Isomura<sup>1</sup>

Plasma Research Lab.<sup>2</sup> H.Shindo<sup>2</sup>

Email:4bex1120@mail.tokai-u.jp

### 1. はじめに

スロットアンテナを設けた導波管にマイクロ波を入力することで、スロットアンテナ部で一様性の高い直線型の大気圧ラインプラズマの生成が報告されている[1]。このとき生成されるラインプラズマの長さは、導波管半波長に一致するという実験結果が得られている。即ち、導波管波長を変化させることで、ラインプラズマの長さを制御することが可能である。管内波長は理論式より、導波管幅で変化することが知られているが、この理論式はスロットアンテナを設けていない理想的な導波管理論によるものであり、スロットアンテナを設けたことによるマイクロ波伝搬特性への影響や導波管内の電磁界分布等の解明は未だされていない。

本研究では、導波管の電磁界解析を行い、導波管にスロットアンテナを設けた条件で、伝搬特性並びに電磁界分布を明らかにした。

### 2. 解析方法

解析に用いた体系を図1に示す。導波管底面に、スロットアンテナ、その下に、チェンバーを設けた。導波管、スロットアンテナ、チェンバーは、完全導体で作られ、体系全体の比誘電率を1.0とした。メッシュサイズを5mmとし、Sパラメータを収束判定に用いて、相対値の変化が0.01未満になるまで反復計算を行った。数値計算には汎用ソフトウェアFemtet@[2]を用いて、有限要素法によってMaxwell方程式を解いた。また、比較のため、スロットアンテナのない体系でも解析を行った。

### 3. 結果及び考察

導波管内底面における電界分布を図2に示す。スロットアンテナがある中央部では電界分布が歪み、単純導波管内波長519mmに対して、波長674mmでマイクロ波が伝搬している。これは、スロットアンテナが、導波管底面の電荷分布を制限したためと考

えられる。

導波管幅と管内波長の関係を図3に示す。理論式に比誘電率の項を新たに加え、数値解でフィッティングを行うと、スロットアンテナがある条件では、等価的比誘電率が0.977となり波長が伸びた。導波管幅が小さくなるほど、単純導波管波長との差が大きくなり、管幅61.9mm未満ではマイクロ波は伝搬不可となることが明らかとなった。

[1]H.Shindo et al, J.Vac.Soc.Jpn.Vol.60, 105(2017)

[2] <http://www.muratasoftware.com/index.html>

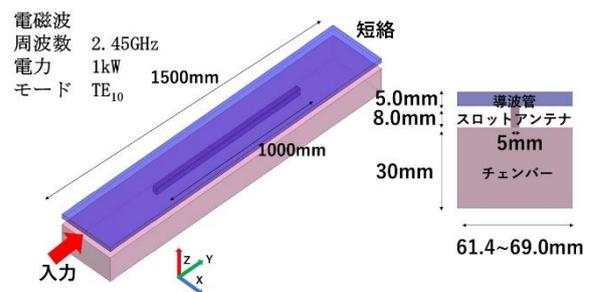


図1 計算体系.

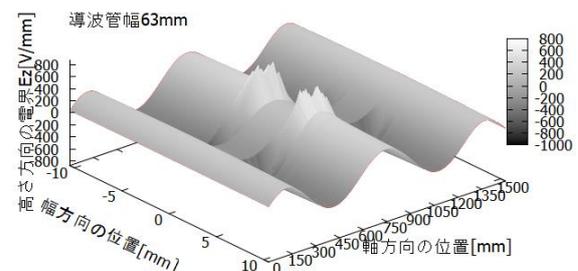


図2 導波管内の電界分布.

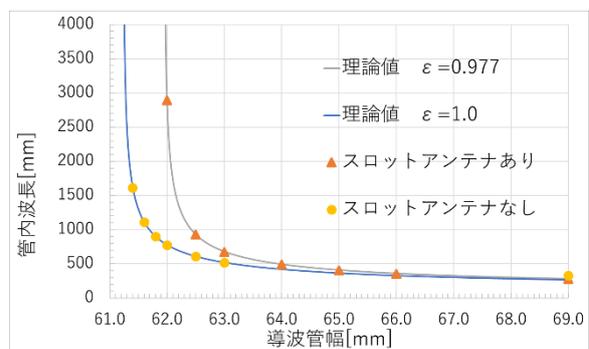


図3 導波管内波長と導波管幅の関係.