

衛星通信用進行波管中の迷走電子による誘電体支柱の帯電解析

九州工業大学 永田哲規

宇宙用の通信では主にマイクロ波帯が使われています。これはデータ量の高容量化に伴いデータ伝送の高速化が必要になってきたため、送信電波の高周波数化、高出力化が求められています。この要求の中で電磁波増幅器として使われるのが進行波管で、宇宙用のほとんどの通信で使われています。進行波管は電子ビームを使って遅波回路と呼ばれる電磁波の速度を遅らせる回路の部分で増幅を行いますが、電子ビームの中で制御できない電子(迷走電子)が 0.5%程度存在し、この電子の熱運動により誘電体支柱に迷走電子が衝突し誘電体支柱が二次電子放出を起こして帯電します。

本研究では進行波管を数値計算シミュレーションによって模擬し、進行波管中の誘電体支柱の帯電問題を調べます。数値計算シミュレーションは MUSCAT(Multi-Utility Spacecraft Charging Analysis Tool)と呼ばれる宇宙機帯電シミュレーションソフトウェアを使用しています。シミュレーション入力パラメータとしては遅波回路の寸法設定、電子ビームの設定、迷走電子の設定があり、入力パラメータを変更することでシミュレーション条件を変更します。本研究は NEC マイクロ波管との共同研究であり、遅波回路の寸法と電子ビームの条件は NEC マイクロ波管からのデータを使用しています。迷走電子については迷走電子の電流量の条件だけを頂いています。迷走電子の分布関数は検討事項なのですが、本論ではマクスウェル分布により迷走電子を導入しています。

シミュレーションの結果は迷走電子により誘電体支柱が負に帯電し、帯電量が多くなると迷走電子の衝突が負のポテンシャルによって減少していく様子が確認できました。

現段階では迷走電子による誘電体支柱への衝突が再現できました。これからは誘電体支柱や進行波管寸法による帯電の違いを解析、分布関数の検討などの問題が残っています。最終的には進行波管設計段階での具体的な回路寸法の指標となるように研究を進めていきます。