

光渦観測のためのミリ波カメラ開発 Developments of millimeter-wave camera for observation of optical vortex

田辺 明毅^{1,2}, 徳沢 季彦^{2,3}, 久保 伸², 辻村 亨²
Asaki Tanabe^{1,2}, Tokihiko Tokuzawa^{2,3}, Shin Kubo², Tohru Tsujimura²

¹名大工, ²核融合科学研究所, ³総研大
¹Nagoya univ., ²NIFS, ³SOKENDAI

本文

約25年前、光渦と呼ばれる光が発見された[1]。光渦とは波面が螺旋状になっている光を指す。円軌道を描く単一電子が放射する光も螺旋状の波面を持つことが近年明らかになった[2]。磁力線に巻きつく電子は円軌道を持ったサイクロトロン運動を行うため、渦性を持つ光の放射を行うと考えられる。この渦性を実証し、渦性を持った光の基礎研究を行うことを主目的として、高感度、高時間分解能のミリ波検出カメラの開発を行っている。実験室で発生させることのできるサイクロトロン放射は微弱であり、その波面構造の観測を行う必要があるからである。

本研究で開発するミリ波カメラは、放射ミリ波光渦のパワーをアレイ状に配置した高時間分解能を持つ検出器で二次元画像化するというものである。二次元ホーンアンテナアレイで受信したミリ波を伝送導波管からマイクロストリップ線路上に配置した検出器まで伝送するという構成を検討している。導波管からマイクロストリップ線路を通じ、検出器へと伝送する効率を最適化するため、デザイン設計を三次元電磁界解析ソフトCST STUDIO SUITEを用いて、時間領域差分法 (FDTD法) 計算により行っている。

図1に計算を行ったマイクロストリップ線路のデザイン例を示す。誘電体基板 (緑色) 上にデザインした完全金属導体 (水色) を伝送路とし、V-band (50-75GHz)のミリ波を導波管接続ポートから入射した際にストリップライン端に効率良くミリ波が伝送できるように設計の最適化を施している。図中中央の縦長に丸く膨らんだところが、導波管との接続部となり、受信ミリ波は中央出島状の矩形部位を通じて左方向へマイクロストリップ線路上を伝送される。

図2の計算結果の一例を示す。赤く囲まれた部分 (導波管接続端面) から紙面に垂直に入射されたミリ波が左方向へ伝搬している様子を示している。デザイン最適化のため、誘電体基板や導体箔の厚さによる影響、伝送路の形状デザインによる差異などを調査した。また、異なるデザインのカメラについても検討を行っている。詳細なデザイン案や計算結果について会議で報告する。

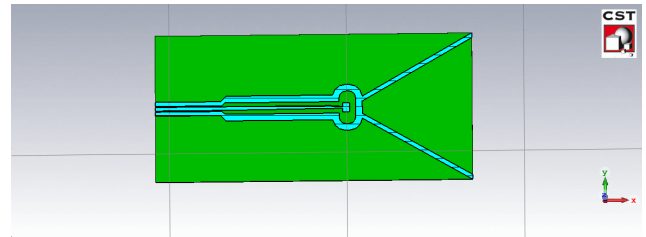


図 1 計算に用いたデザイン例 (誘電体基板 : 緑、銅 : 水色)。縦 : 16.773mm、横 : 35.712mm

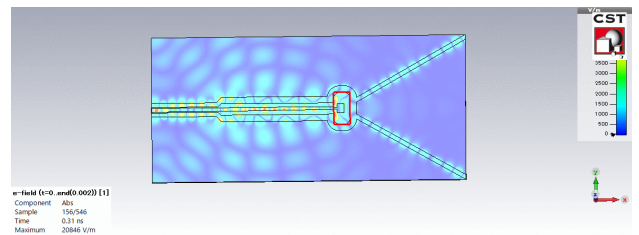


図 2 電磁強度分布の計算例

参考文献

- [1] L.Allen *et al.*, Phys.Rev. **A45**, 8081(1992).
[2] M Katoh *et al.*, Phys.Rev. Lett. **118**, 094801(2017).