

# 光渦を用いた新しい電子サイクロトロン加熱

辻村 亨

中部大学 (2022 年 10 月から)、核融合科学研究所 (2022 年 9 月まで)

支援年度：2021 年度

2022 年 12 月

## 1 支援期間終了後の研究展開

自然科学研究機構の「若手研究者による分野間連携研究プロジェクト」において、幅広い波長域における光渦の螺旋波面を計測する課題を実施して以降、光渦の物質との相互作用に関する研究が始まった。その中で特に、磁化プラズマ中の光渦の伝播の理解が不十分であることに気付いてから、磁化プラズマ中の螺旋波面を持つ電子サイクロトロン波の伝播特性を理論的に研究し (T. I. Tsujimura and S. Kubo, Phys. Plasmas **28**, 012502 (2021))、その伝播特性が従来の平面波面を持つ波とは異なることを予測した。本研究では、その伝播特性を利用した新しい電子サイクロトロン加熱法を提案し、実験的に検証することを目的にしている。昨年度は、ミリ波帯の光渦を生成するためのスパイラル位相ミラーの開発やその基本的な反射特性を調べた。今年度は、既存の電子サイクロトロン加熱の伝送系を改造し、ミリ波帯光渦伝送系を構築してきた。

## 2 成果

実験検証を行うプラットフォームとして、核融合科学研究所 LHD の 77 GHz 伝送系と京都大学 Heliotron J の 70 GHz 伝送系をそれぞれ改造した。図 1 にそれぞれの伝送系に設置した光渦変換用バイパス導波管を示す。従来の加熱と新しい光渦を用いた加熱を円滑に比較するために、スパイラル位相ミラーを内蔵したマイターバンドをバイパス先に設置し、放電ごとに伝送経路を切り替えられるようにした。LHD の方では、ジャイロトロン出口に設置された MOU (2 枚の準光学ミラーから成る整合器) を再調整し、コルゲート導波管へのガウスビームの結合を改善した。Heliotron J の方では、低パワー試験を行い、スパイラル位相ミラーのトポロジカルチャージに対応した位相分布を再構成して得ることができた。光渦ビームの広がりや光渦の真空中の近軸近似解であるラゲール・ガウシアンビームの広がりでおおよそ見積もられる。また Heliotron J の 70 GHz ジャイロトロンを用いた高パワー試験により、大気中およびコルゲート導波管中の伝播モードを推定するためのビーム強度分布のデータセットを取得することができた。伝播モード解析を行い、学術論文にまとめる予定である。

ところで今サイクルの LHD 実験中に該当ジャイロトロンが不調になり、残念ながら今年度の実

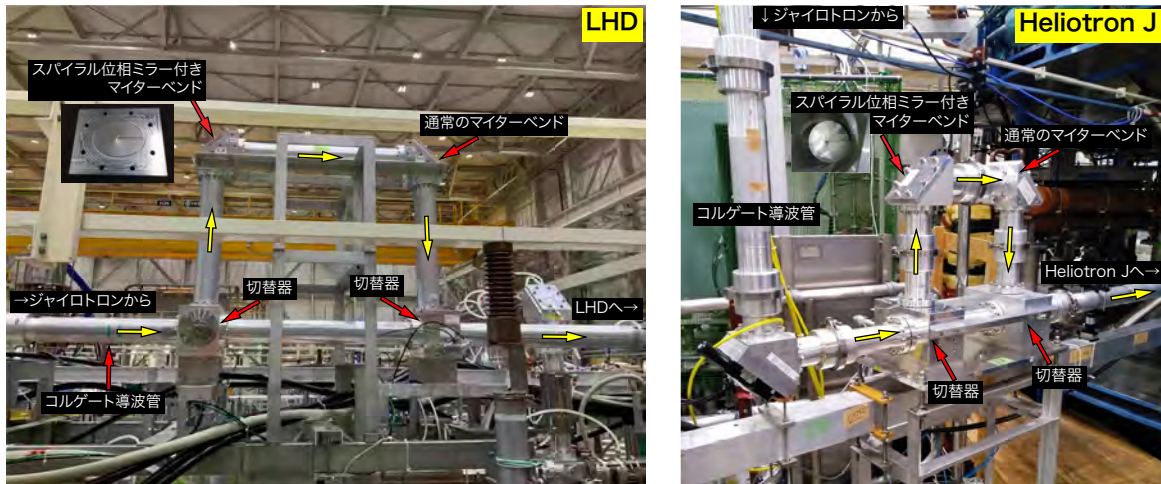


図 1: LHD (左) と Heliotron J (右) の電子サイクロトロン加熱伝送系に設置した光渦変換用パイパス導波管

験実施は困難な状況である。今年度の残りと来年度において、両装置にて原理実証実験や伝送系の改良を順次行っていく。特に高次のトポロジカルチャージを持つ光渦を生成するための技術開発が重要であると考えている。

本研究テーマに関連する成果発表を以下に示す。

- [1] T. I. Tsujimura *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **93**, 043507 (2022).
- [2] T. I. Tsujimura, 21st Joint Workshop on Electron Cyclotron Emission and Electron Cyclotron Resonance Heating, June 20-24, 2022, ITER Organization HQ, France (Invited talk).
- [3] 辻村亨 他、第 14 回核融合エネルギー連合講演会、2022 年 7 月 7 日～8 日、オンライン (ポスター発表)
- [4] 辻村亨 他、第 39 回プラズマ・核融合学会年会、2022 年 11 月 22 日～25 日、富山国際会議場 (ポスター発表)

### 3 外部資金獲得の実績または見通し

今年度獲得した外部資金を以下に示す。

- [1] 辻村亨 (代表)、日本学術振興会・科学研究費助成事業・基盤研究 (C)
- [2] 辻村亨 (代表)、住友財団・基礎科学研究助成

今後も引き続き課題を継続実施するとともに、別の民間財団の研究助成に申請したり、民間企業との共同研究を実施したりすることを目指す。