

## 光渦吸収分光における回折の影響

## Influence of diffraction on optical vortex absorption spectroscopy

山本将来<sup>1</sup>, 小林弘和<sup>2</sup>, 吉村信次<sup>3</sup>, 寺坂健一郎<sup>4</sup>, 森崎友宏<sup>3</sup>, 荒巻光利<sup>1</sup>  
 Masaki YAMAMOTO<sup>1</sup>, Hirokazu KOBAYASHI<sup>2</sup>, Shinji YOSHIMURA<sup>3</sup>, Kenichiro TERASAKA<sup>4</sup>,  
 Tomohiro MORISAKI<sup>5</sup>, Mitsutoshi ARAMAKI<sup>1</sup>

日大生産工<sup>1</sup>, 高知工科大<sup>2</sup>, 核融合研<sup>3</sup>, 九大総理工<sup>4</sup>  
 Nihon Univ.<sup>1</sup>, Koshi Univ.<sup>2</sup>, NIFS.<sup>3</sup>, Kyushu Univ.<sup>4</sup>

## 1 はじめに

光渦とは、らせん状の等位相面や軌道角運動量を持つ光波である。また、断面内で位相が1周で $2\pi$ 変化するため、中心は全ての位相が集中し位相が特定できない。この部分を位相特異点と呼び、光の強度がゼロとなる点である。また特異点近傍ほど位相勾配が大きくなる。このような特徴を、レーザー分光法に利用することで、レーザードップラー分光計測における測定上の制限を解除することが本研究の目的である。

ガウシアンビームがビームウエストから離れた片側からもう片側に伝播するとき、Gouy位相変化により伝播距離に応じて位相が変化する。このGouy位相変化により、強度分布に非対称な欠陥を持つ光渦の強度分布がトポロジカルチャージの符号に依存する向きに回転することが報告されている[1]。本講演では光の伝播に伴うGouy位相変化が光渦吸収分光に及ぼす影響を数値計算によって示すとともに、4f光学系によりGouy位相変化の影響を排除する試みについて報告する。

## 2 実験方法

Fig.1 に実験装置図を示す。外部共振器型半導体レーザー(ECDL)の出力を SLM により光渦へと変換している。ピンホールにより SLM の一次回折光を分離して使用している。光渦を Ar のテストプラズマの流れに対して垂直に入射してドップラー吸収分光を行っている。レーザーの波長および SLM に表示するホログラムは PC により自動制御し、ビームの強度分布をレーザーの波長掃引に同期して CMOS カメラにより撮影している。この時プラズマ入射前の 4f 光学系により SLM から射出された光渦を真空容器の入射窓に転送し、プラズマを透過してきた光も 4f 光学系により CMOS カメラへと転送することで Gouy 位相変化の影響を取り除いている。

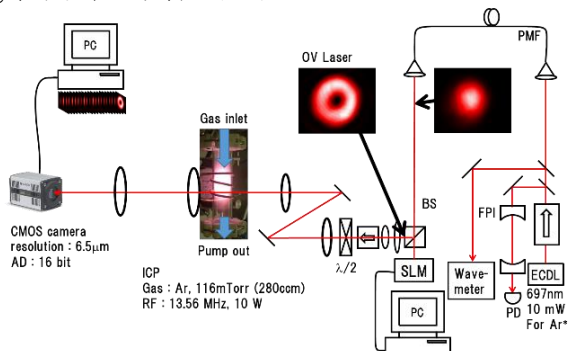


Fig.1 Experimental setup of optical vortex Doppler spectroscopy using 4f optical system

## 3 実験結果

Fig.2 はプラズマを通過した後の光渦の伝播をシミュレーションしたものである。(a)はプラズマ通過後 1m 伝播した場合、(b)は伝播していない場合の計算結果である。Gouy 位相変化により吸収の様子が変化していると考えられる。Fig.3 は、波長掃引に伴うビームの強度変化から吸収スペクトルを求めてガウシアンフィットを行い、スペクトルのピーク値を 2 次元分布にしたものである。(a)は通常のビームエキスパンダによりビームを拡大して観測した吸収率の分布で、(b)は 4f 光学系を取り入れた測定系での吸収率の分布である。(a)では青色の部分が負の吸収の領域を示しているが、(b)では負の吸収が起きていないことが確認されたため、Gouy 位相変化による効果を排除できたと考えられる。なお、Fig.2(b)において茶色で表示されている部分は十分な S/N でスペクトルを観測することができないために、評価を行わなかった領域である。

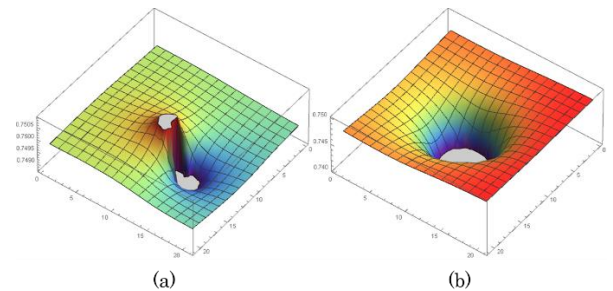


Fig.2 Three-Dimensional Distribution of absorption rate by simulation

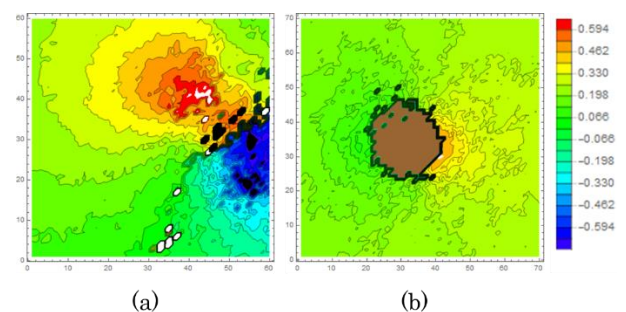


Fig.3 Two-dimensional distribution of absorption rate

## 参考文献

- [1] J.Hamazaki, et al., "Direct observation of Gouy phase shift in a propagating optical vortex", Opt. Express 14, 8382 – 8392 (2006)