

レーザー励起型体積的ディスプレイ

宇都宮大学 地域創生科学研究科 工農総合科学専攻 光工学プログラム 早崎研究室 修士2年
森 建基(もりたつき)

【概要】体積的ディスプレイは、物理空間に3次的に画素（ボクセル）を生成することで、人が直接的に観察できる体積的映像を呈示する。本発表では、高エネルギーのレーザーを集光照射した際に生じる発光をボクセルとするレーザー励起型の体積的ディスプレイの特性やその応用について説明する。

【栃木を元気にするには】SF映画でホログラムとしてよく登場する技術であるが、実際には社会実装に至っていない。本技術を社会実装できるようにすることで、新しい技術の登場として社会貢献できると考える。また、立体広告やデジタルアートとしてビジネス展開も期待できる。

1. はじめに

体積的ディスプレイは、物理空間に3次的に画素（ボクセル）を生成することで、人が直接的に観察できる体積的映像を呈示する。気体に集光照射したパルスレーザーで励起し、その発光をボクセルとする、気体励起型体積的ディスプレイが提案された[1]。これは、ユーザーと映像とのシームレスな関係を利用したタッチインタラクション[2]や、可視領域を網羅するプラズマの発光色を選択的に抽出することでボクセルの着色[3]を達成した。

2. 実験光学系

Figure 1 は体積的ディスプレイの実験システムを示す。中心波長 1030nm, 繰り返し周波数 10kHz, パルス幅 155fs のフェムト秒レーザーのパルスはビームエキスパンダーによってビームが拡大され、横方向の集光位置を調整するガルバノスキャナ、光軸方向の集光位置を調整する可変焦点レンズを通過する。最後に焦点距離 100 mm の F θ レンズによって集光され、発光点を形成する。発光点は CCD イメージセンサを用いて観測されている。

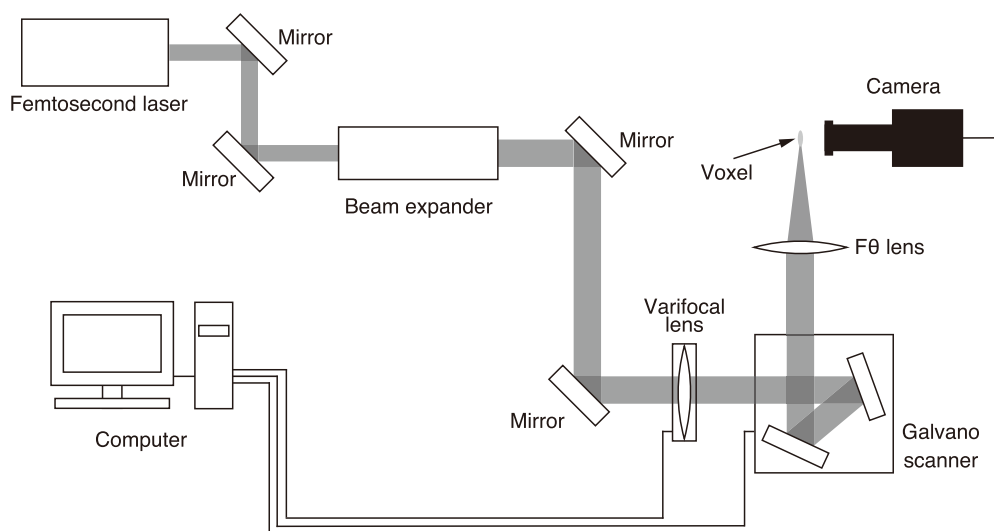


Fig. 1 実験光学系

3. 実験結果

Figure 2 は、体積的ディスプレイの描画範囲を示す。黒線で囲まれた部分は集光位置の操作範囲で、青色のプロットはボクセルの生成が確認された位置である。ボクセルが生成されているかどうかの判断は、実験者が肉眼で見えるか見えないかで判断した。デバイスの操作範囲のほとんどの領域でボクセルが生成されているが、 $z=4.2$ cm 付近の角の位置ではボクセルの生成が確認されなかった。これは、可変焦点レンズが凹レンズとして作用し、ガルバノスキャナに入射されるレーザーの一部がミラーより大きくなってしまったり、NA 低下によるものである。

Figure 3 は集光位置とボクセル発光強度の特性を示す。黒線で囲まれた部分は集光位置の操作範囲で、青色のプロットはボクセルの生成が確認された位置である。ボクセルが生成されているかどうかの判断は、実験者が肉眼で見えるか見えないかで判断した。デバイスの操作範囲のほとんどの領域でボクセルが生成されているが、 $z = 4.2$ cm 付近の角の位置ではボクセルの生成が確認されなかった。これは、可変焦点レンズが凹レンズとして作用し、ガルバノスキャナに入射されるレーザーの一部がミラーより大きくなってしまったり、NA 低下によるものである。

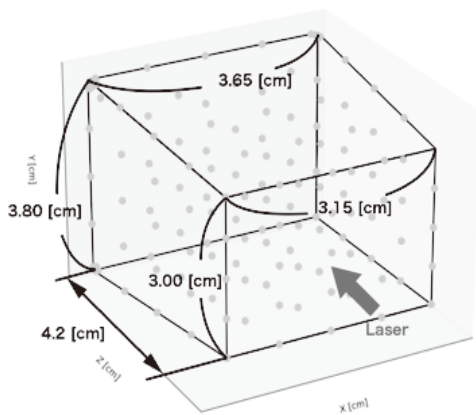


Fig.2 体積的ディスプレイの描画範囲

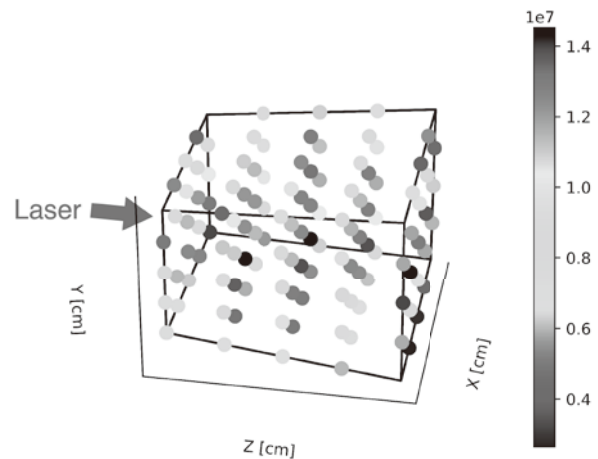


Fig.3 集光位置とボクセル発光強度の特性

参考文献

- 1) H. Kimura, T. Uchiyama, and H. Yoshikawa, "Laser produced 3D display in the air," In ACM SIGGRAPH 2006 Emerging Technologies (SIGGRAPH'06), Article 20 (2006).
- 2) Y. Ochiai, K. Kumagai, *et al.* "Fairy lights in femtoseconds: Aerial and volumetric graphics rendered by focused femtosecond laser combined with computational holographic fields," ACM Trans. Graph. **35**, 1–14 (2016).
- 3) K. Kumagai, S. Miura, and Y. Hayasaki, "Colour volumetric display based on holographic-laser-excited graphics using drawing space separation," Sci. Rep. **11**, 22728 (2021).