

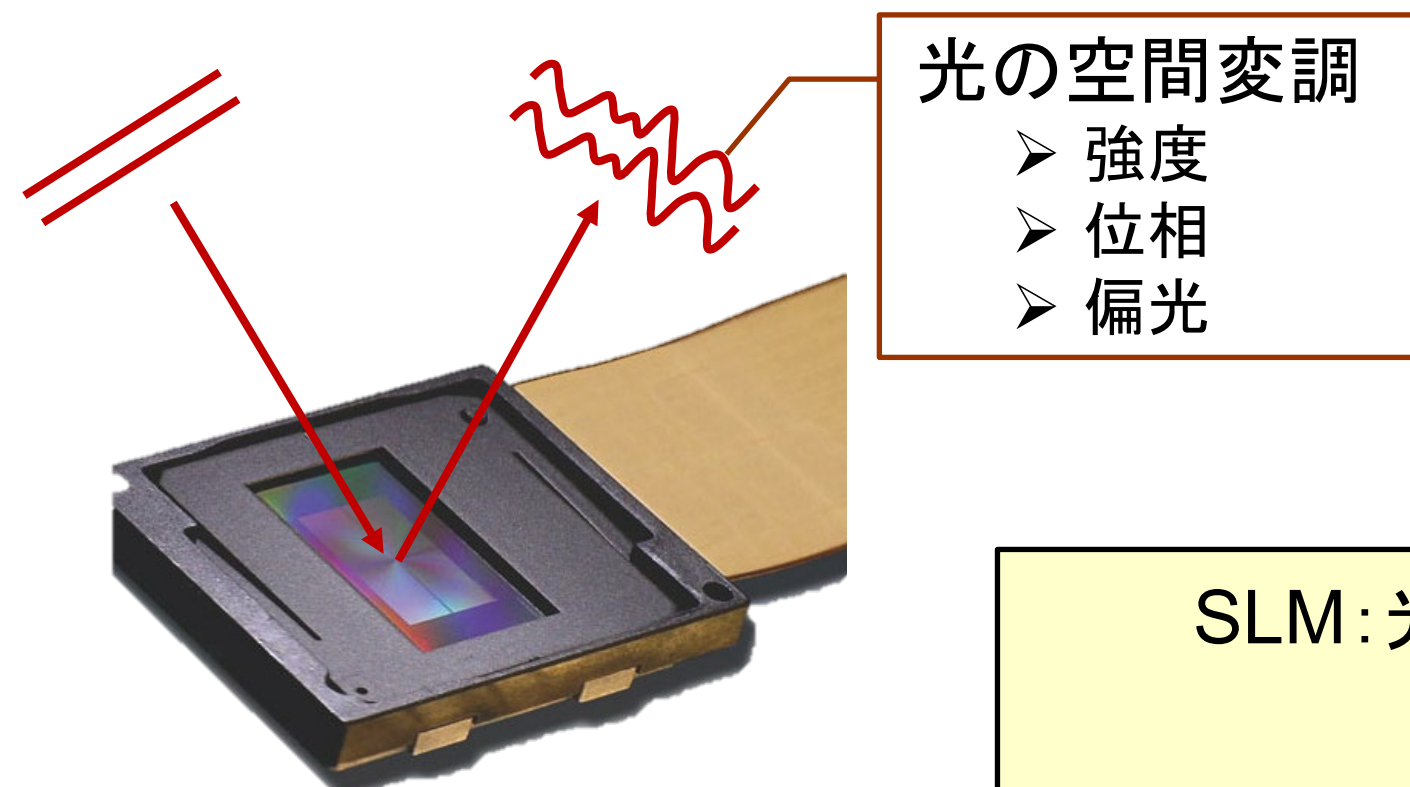
MHzスケールのリフレッシュレートを 有する超高速空間光変調手法と その応用

北海道大学 電子科学研究所
生命科学研究部門 光情報生命科学研究分野
准教授 渋川 敦史

2022年10月4日

空間光変調器(SLM)とは？

- 液晶型空間光変調器(液晶SLM)



液晶TVと同じ

- 国内メーカー: Hamamatsu, Santec
- 海外メーカー: Holoeye, Thorlabs etc.

SLM: 光の空間変調



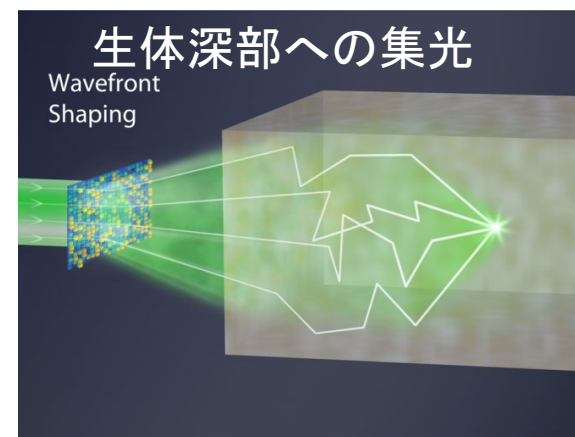
カメラ: 光の空間検出

光学における基盤デバイス！

空間光変調器の応用

- バイオフォトンクス分野

- ✓ パターン照射による神経細胞への狙い撃ち照射
- ✓ 適応光学(収差によるぼけを補正)
- ✓ 生体深部への集光
- ✓ 超短パルスの整形



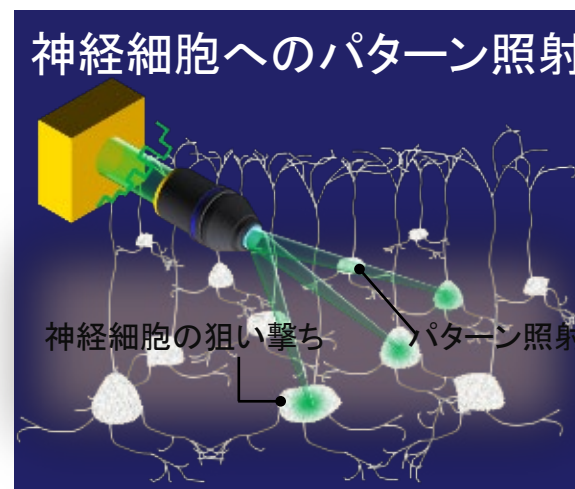
- レーザー加工分野

- ✓ 3Dプリンタ
- ✓ マスクレスリソグラフィ



- 映像分野

- ✓ 3Dディスプレイ
- ✓ DLP projector (プロジェクタ市場の85%)

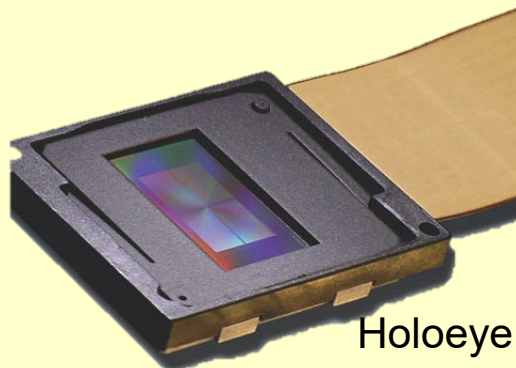


産業・学術分野での基盤デバイス



従来の空間光変調器 (SLM)

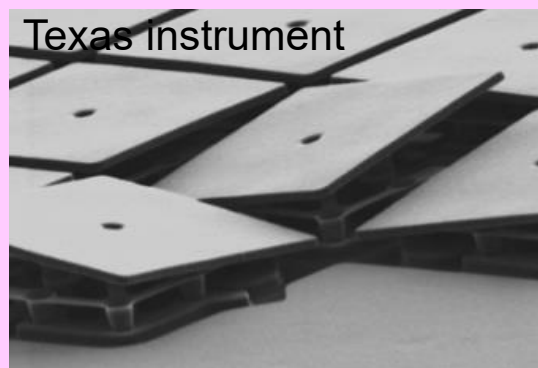
- 液晶SLM



Holoeye

- 256階調の強度または位相変調
- フレームレート(FPS): **<1KHz**

- Digital micromirror device



- バイナリーの強度変調
- フレームレート(FPS) : **25KHz**

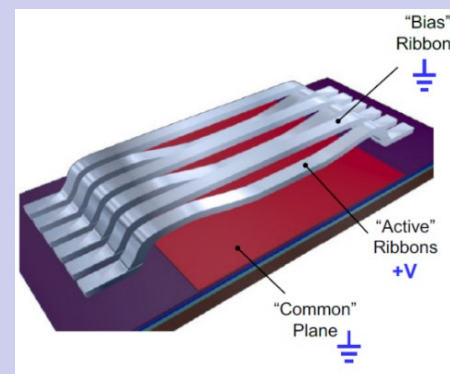
- 強誘電性SLM



Forth
dimension
displays

- バイナリーの位相変調
- フレームレート(FPS) : **4KHz**

- Grating light valve (一次元SLM)



Silicon
Light
Machines

- 256階調の位相変調
- フレームレート(FPS) : **350KHz**

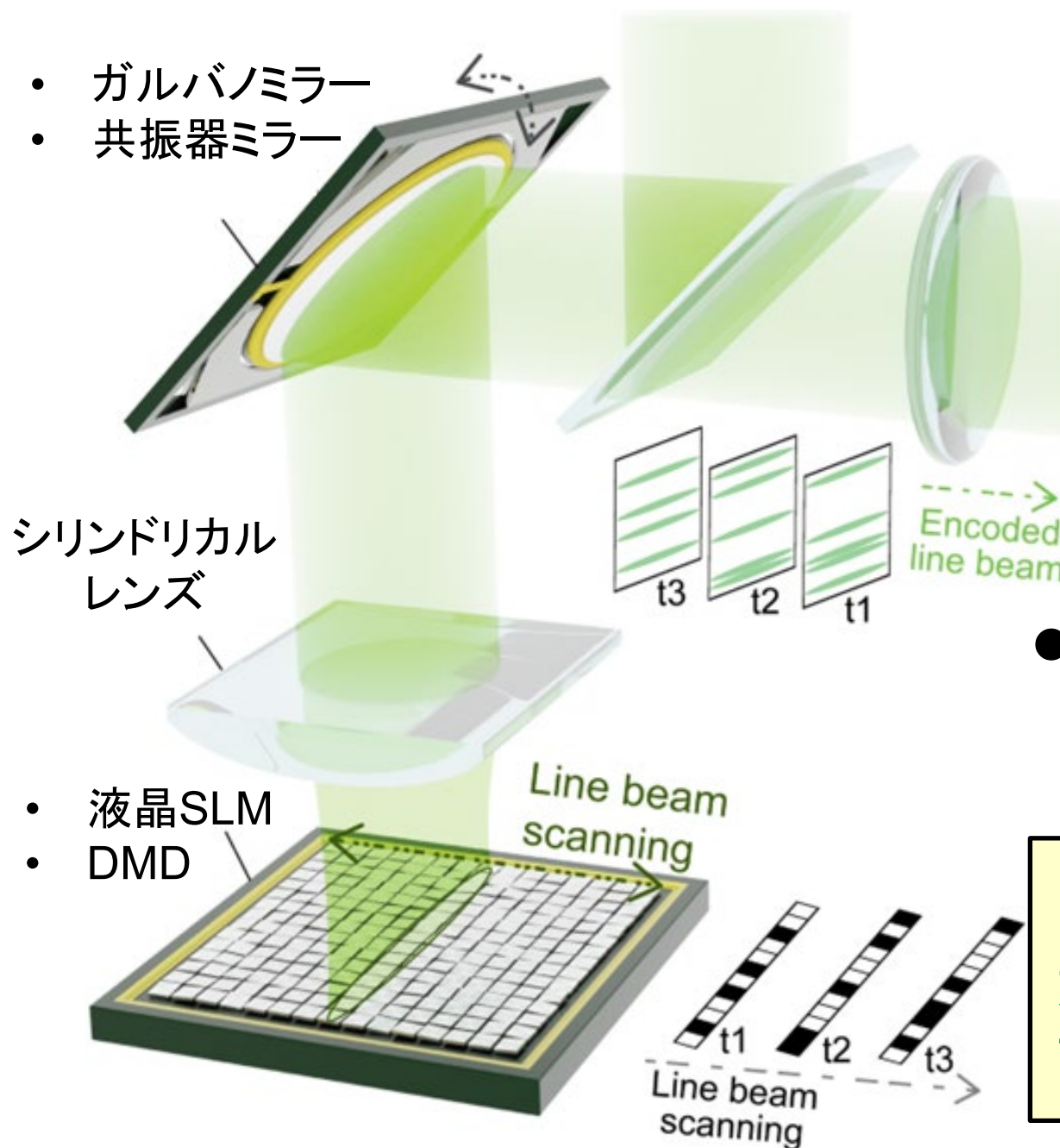
従来技術の問題点

- カメラでは、MHzクラスのFPSを持つものが市販されている。生命科学研究、スポーツ、衝突実験などで用いられている。
- SLMでは、MHzクラスのFPSを持つものは研究レベルでもない。350kHzのGLVが最速のSLMとして知られている。

カメラに飽くなき高速化が求められる一方、**SLMの高速化**も当然求められている。

新技術の概要

- ガルバノミラー
- 共振器ミラー



● 動作原理

- ✓ シリンダリカルレンズによって生成したラインビームを2D-SLMの一行上に照射する.
- ✓ ガルバノミラーや共振器ミラーによってラインビームを2D-SLM上で走査する.
- ✓ 2D-SLM上の各行に表示されている1D変調パターンが, ラインビームに時系列で高速変調される.

2D-SLM→超高速1D-SLM

● FPS

- ✓ 共振器ミラーの振動周波数 f_{scan} : 12kHz
- ✓ SLM上の列数 M : ~ 1000

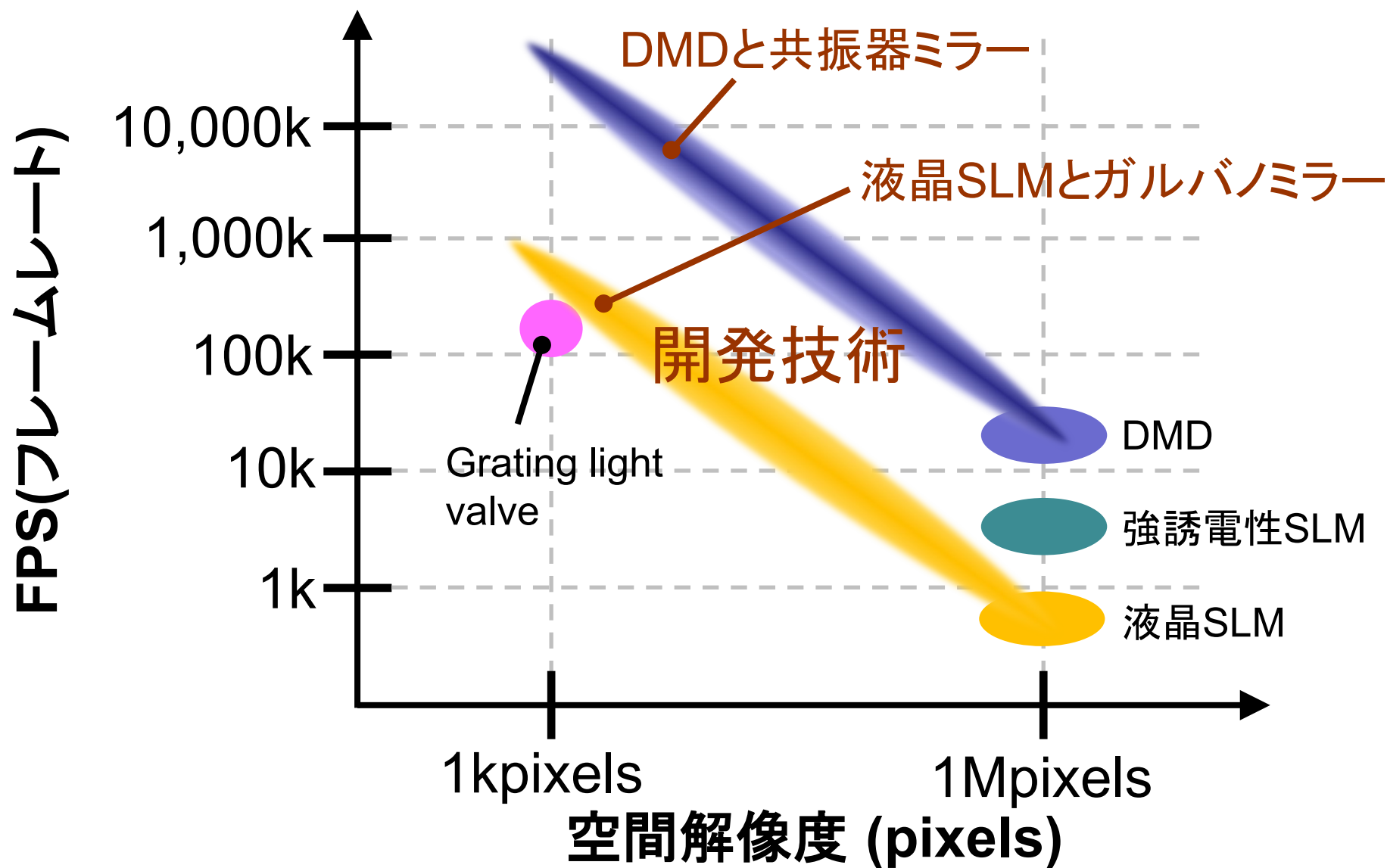
$$\text{変調速度} : 2 \times f_{\text{scan}} \times M = 24\text{MHz}$$

現状の世界最速SLM(350kHz)より
70倍高速な1D変調が可能!

新技術の特徴

1. 現状の世界最速SLM(350kHz)より**70倍の超高速変調**が可能.
2. 既存の2D-SLMに, **既存の光学素子(シリンダリカルレンズや走査ミラー)**を組み合わせるだけで, 劇的な高速化が可能.
3. どのような既存の2D-SLM(液晶SLMやDMD, 強誘電性SLM)とも組み合わせ可能.
4. ラインビームの幅を広げることで, 例えば**複数列の変調も可能**, その場合, 変調速度は犠牲になる.

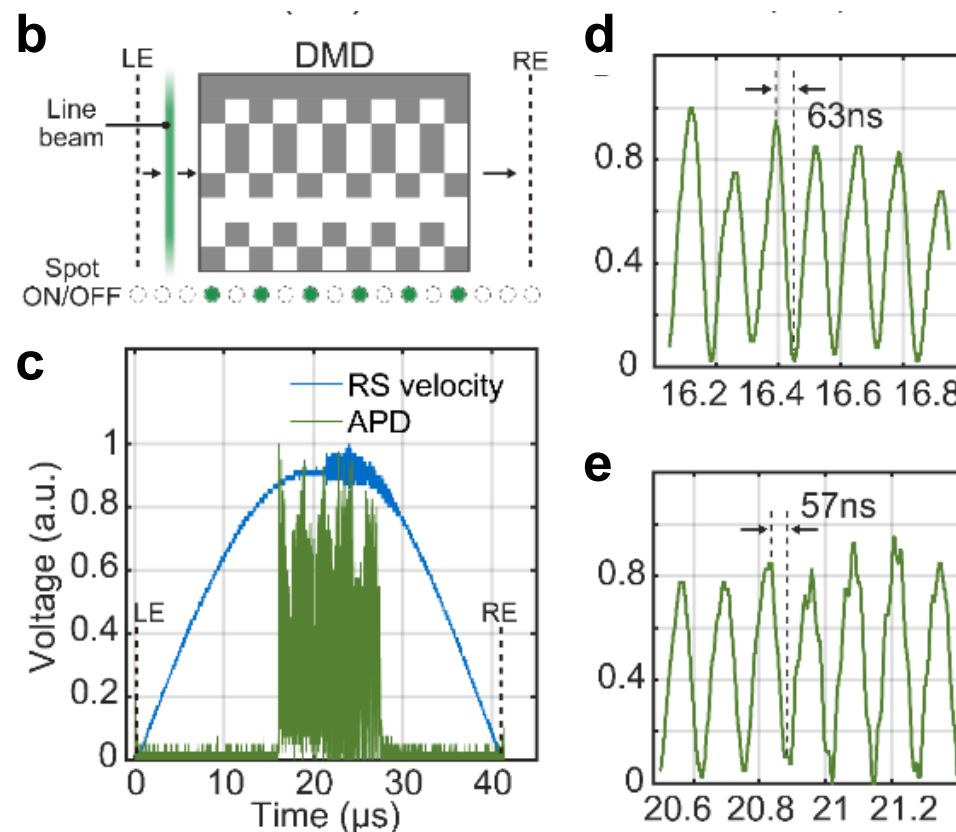
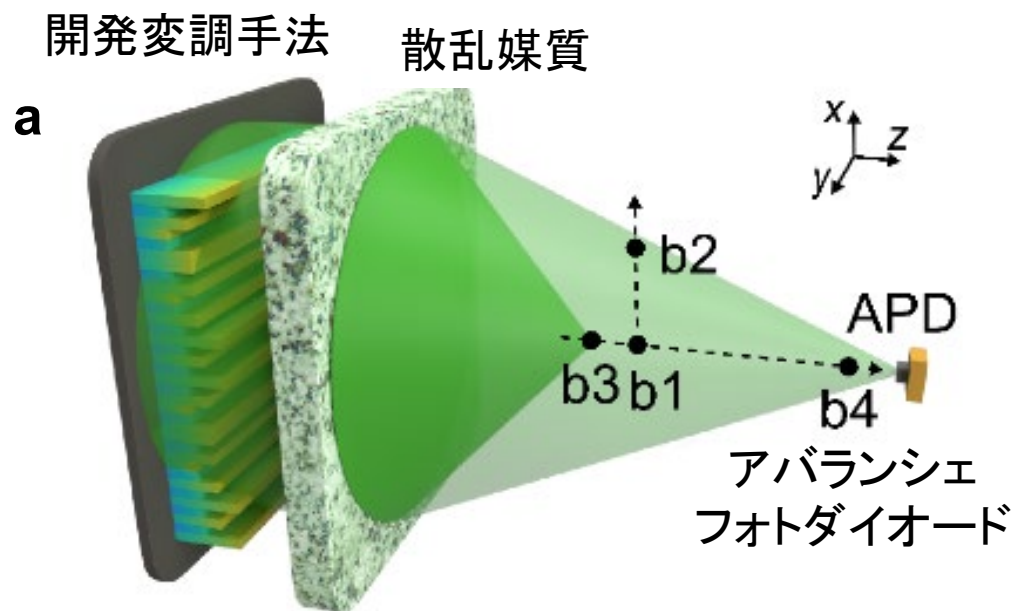
従来技術との比較



本開発技術は、アプリケーションに応じて、柔軟にFPSと空間解像度を調整できる。ただし、FPSと空間解像度はトレードオフの関係にある。

10MHzを超える変調速度の実証

DMDと共振器ミラーの組み合わせ



- フォトダイオード(APD)を用いて, 光スポットのON/OFFの変調速度を検証(図a-b)
- DMDの中央では63nsの間隔(図d), DMDの端では57nsの間隔(図e)でON/OFF変調に成功

最大18MHzの変調速度を実験実証

※未発表データ

想定される用途

- 本技術の高速空間変調という特徴を生かすために、例えば高速な光スポット走査デバイスとして期待できる.
- 高解像度なディスプレイデバイスとしても期待できる.
- ダイナミックな生体組織の深部における光スポット生成など、バイオフォトンクスへの応用も期待できる.

実用化に向けた課題

- 本技術において、DMDを使用する場合、液晶SLMの場合と比べて、光利用効率(10%~20%)があまり高くない。
- キラーアプリケーションの選定と、そのアプリケーションに特化させた開発がまだ。

企業への期待

- 本発明技術を最も効果的に生かせるアプリケーションの選定とそのアプリケーションに特化させた装置開発の共同研究（またはライセンス契約）.
- 本発明装置（一次元空間光変調器）のミニチュア化や試作装置の開発の共同研究（またはライセンス契約）
- 空間光変調器を開発・応用している企業，ディスプレイデバイスを開発している企業との共同研究（またはライセンス契約）を希望.

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 光変調装置及び集光装置
- 出願番号 : 特願2021-153788
- 出願人 : 北海道大学、岡山大学、韓国科学技術院
- 発明者 : 渋谷敦史(北大)、須藤雄気(岡山大)、ムサク, ジャング (韓国科学技術院)

お問い合わせ先

北海道大学 産学・地域協働推進機構
産学協働マネージャー 野崎 岳夫

産学・地域協働推進機構 ワンストップ窓口
<https://www.mcip.hokudai.ac.jp/about/onestop.html>