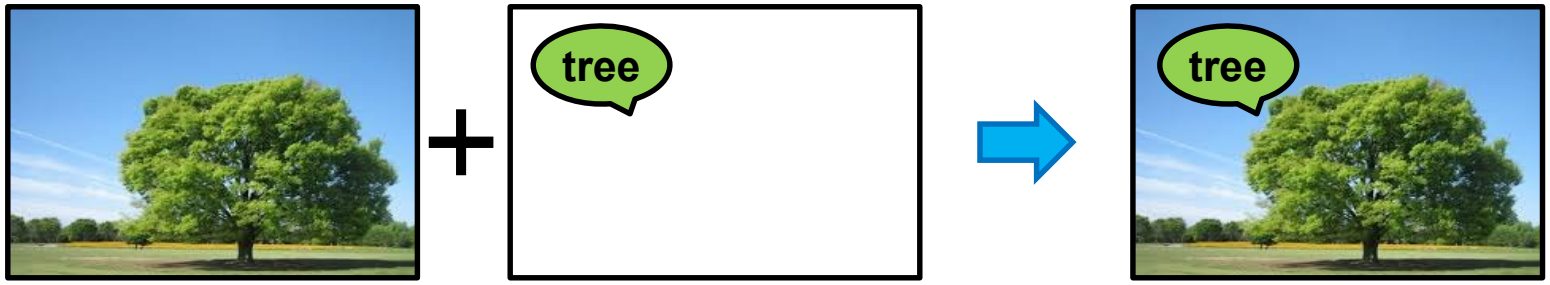
フォーカスフリー拡張現実眼鏡の開発

九州大学 総合理工学府
服部研究室
2019年4月

1.研究背景

1-1.拡張現実（AR : Augmented Reality）

実環境に仮想イメージを重畳する技術



実環境　　仮想イメージ

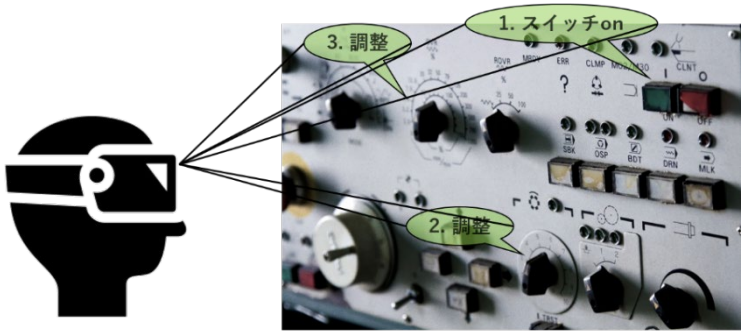
1-2.AR技術の応用

・作業者に対する機械操作等の支援

・エンターテインメント性の高いゲーミングアプリ

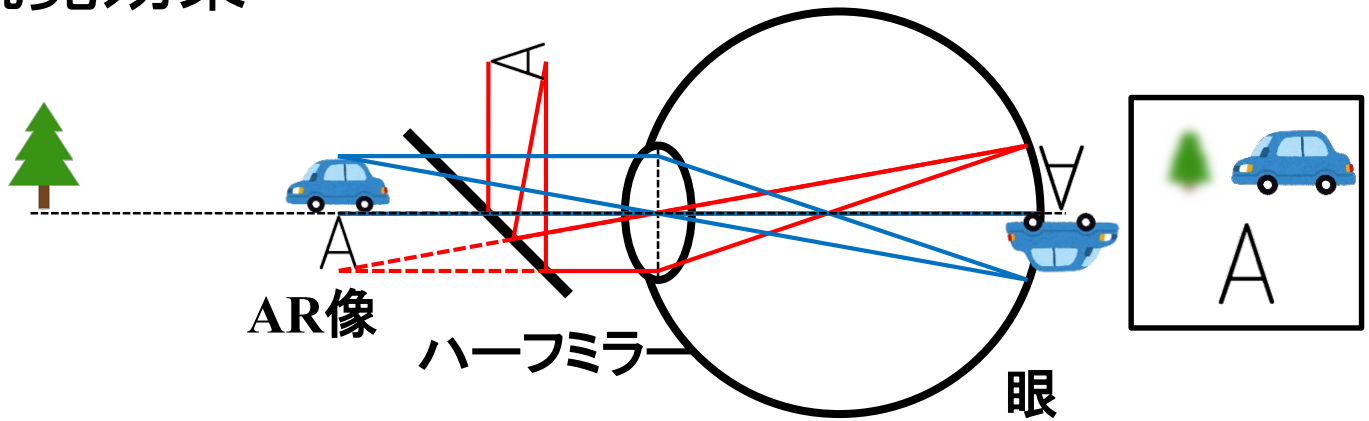
・店頭での商品情報の提示

etc.

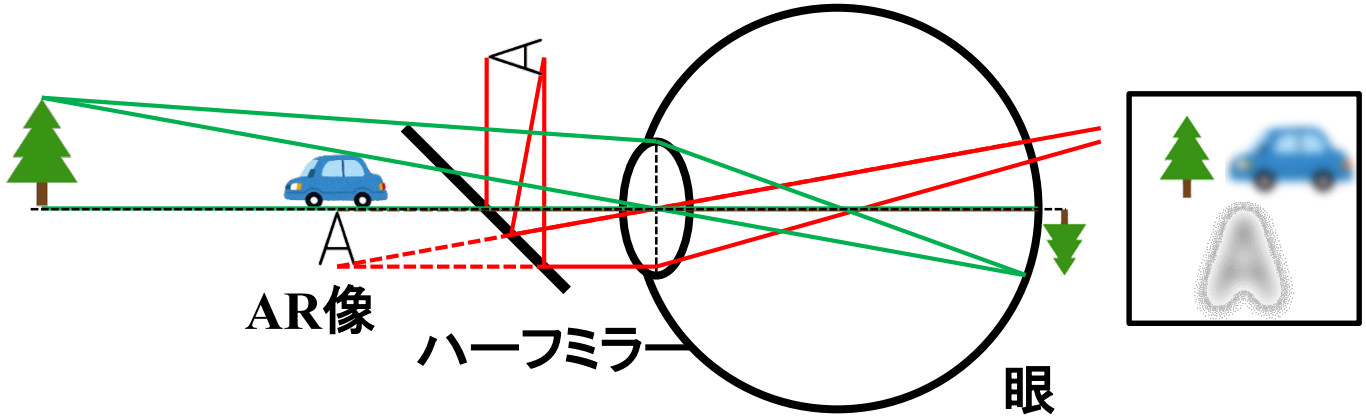


1-3.ARと視覚効果

対象物
仮想イメージ
距離一致



距離不一致



マクスウェル視を用いることで
この問題を解決することができる。

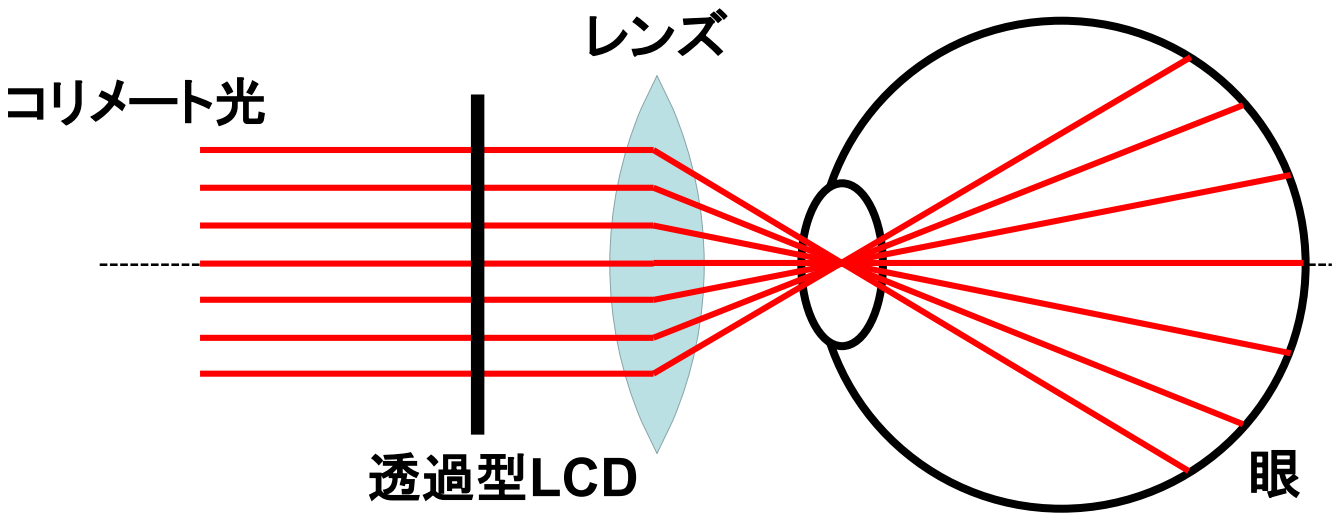
2.マクスウェル視

2-1.マクスウェル視の特徴

◆ 光を瞳孔中心で収束させる。

◆ 網膜上に像を直接投影する。

→ レンズ系の影響を受けず
フリーフォーカスな
AR像が観察できる。



2.マクスウェル視

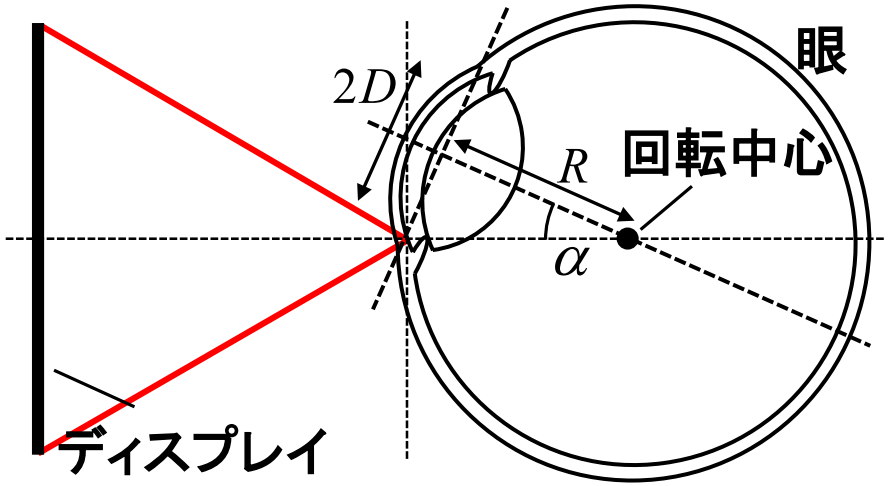
2-2.マクスウェル視における眼球の回転

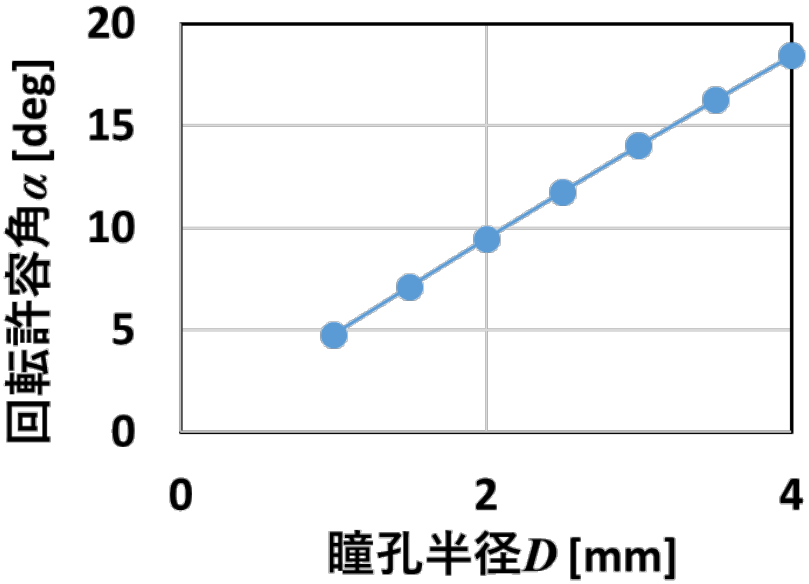
◆ 眼球の回転により光の収束位置が瞳孔から外れると像が見えなくなる。

◆ 回転許容角αは

$$\tan\alpha = \frac{D}{R}$$

D : 瞳孔半径(1~4 [mm])
R : 回転半径(12 [mm])





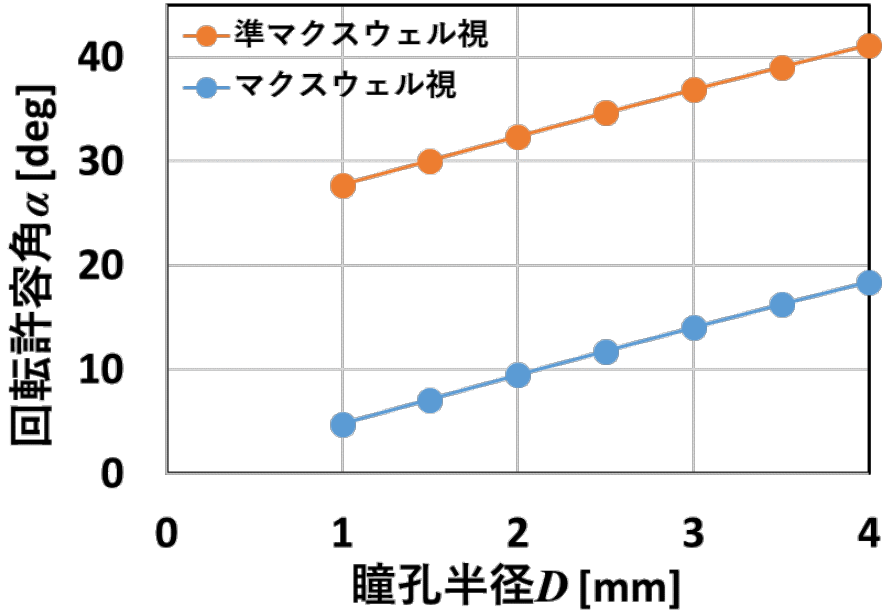
瞳孔半径により回転許容角は約5~18 [deg]と非常に狭い。

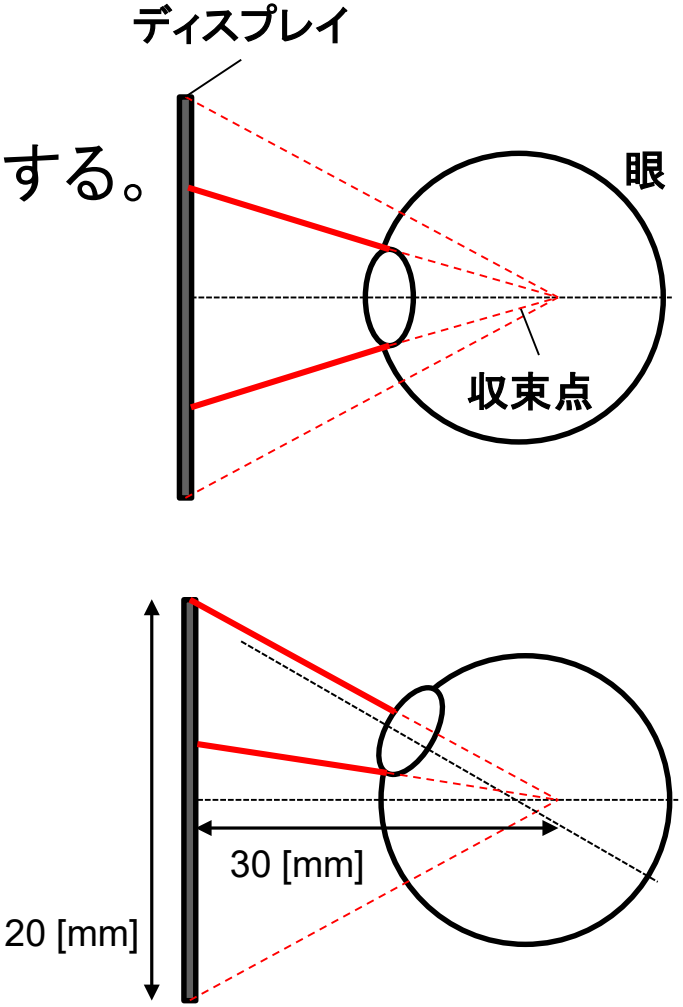
3.準マクスウェル視

3-1.準マクスウェル視の提案

◆ ディスプレイの中心部分のみを視認する。マクスウェル視より視野角は劣る。

◆ 眼球の回転によって、見える範囲が変化し、回転許容角が広い。



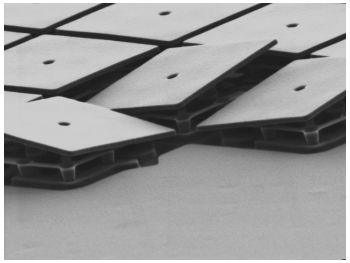


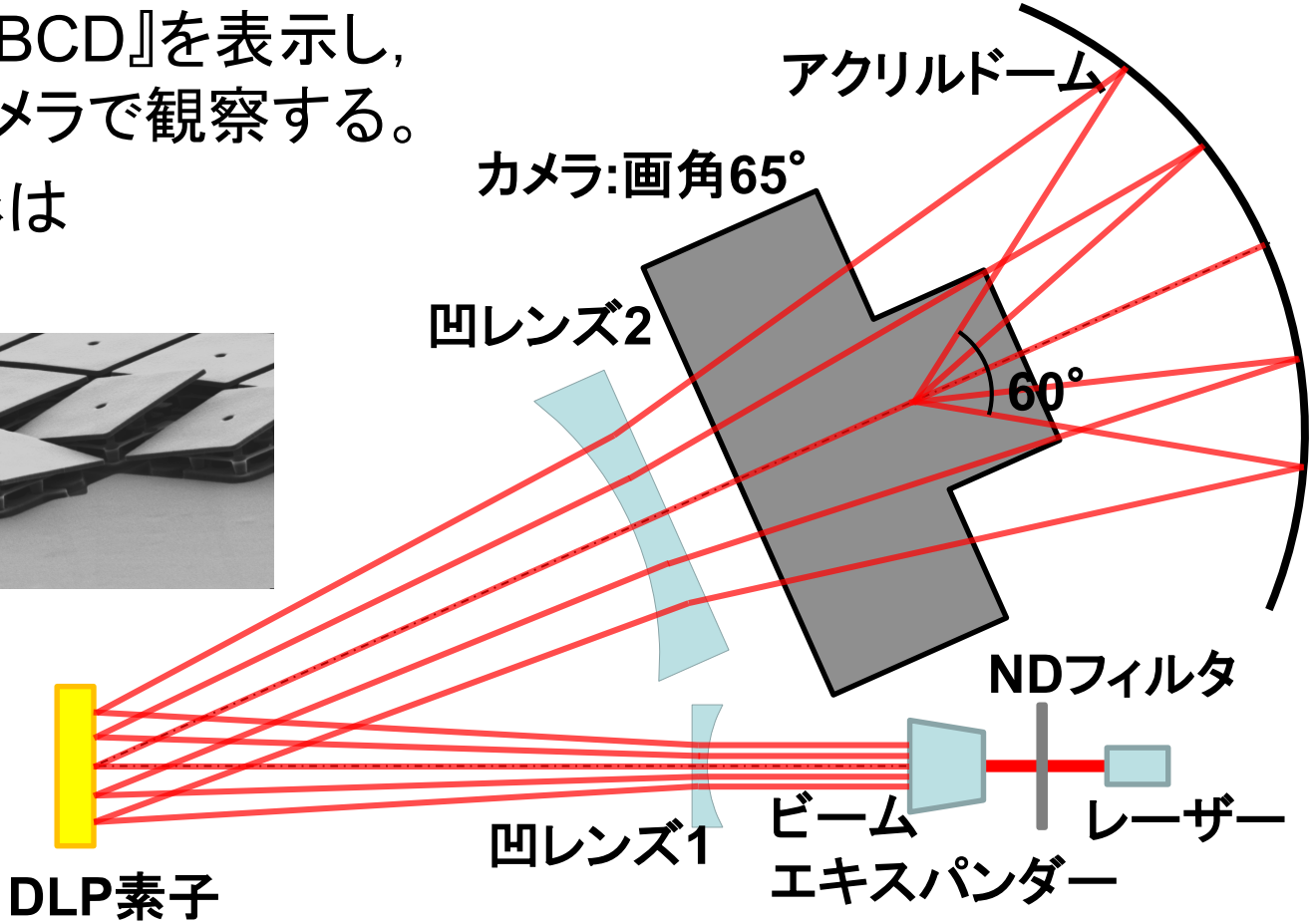
検証実験を行いマクスウェル視と比較する。

4.実験系

4-1.実験方法

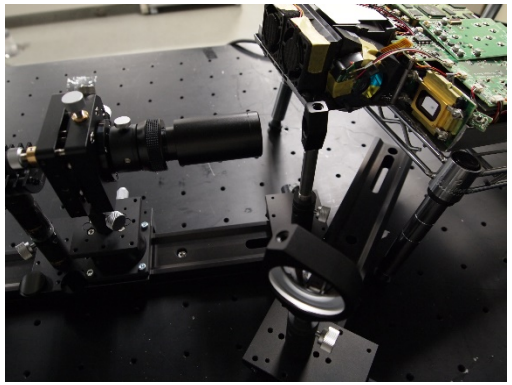
- ◆ マクスウェル視および準マクスウェル視の考察内容を検証するために実験を行った。
- ◆ DLP素子に『ABCD』を表示し，そのAR像をカメラで観察する。
- ◆ カメラでの撮影は焦点距離変化カメラ回転で行った。

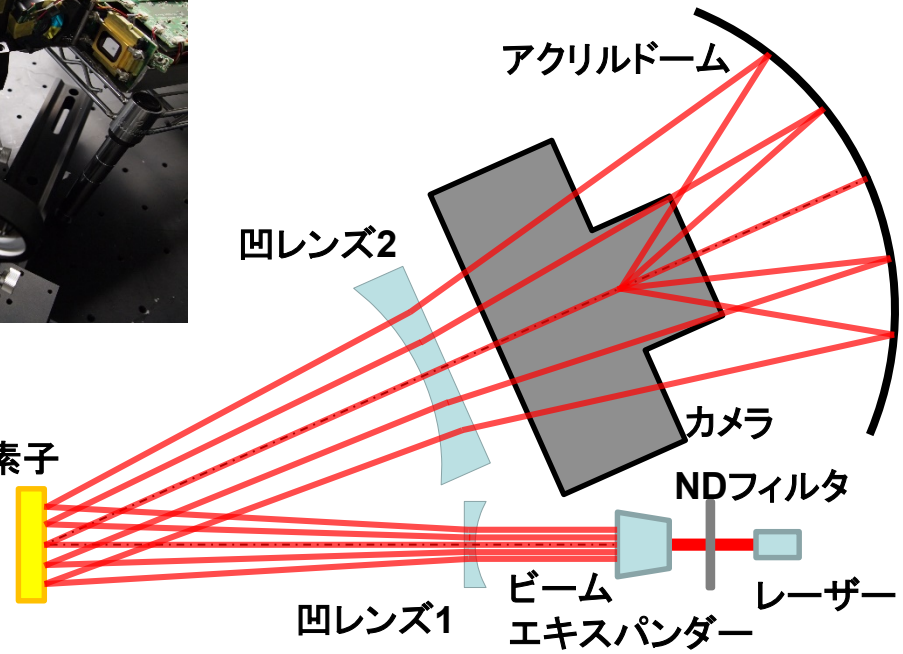


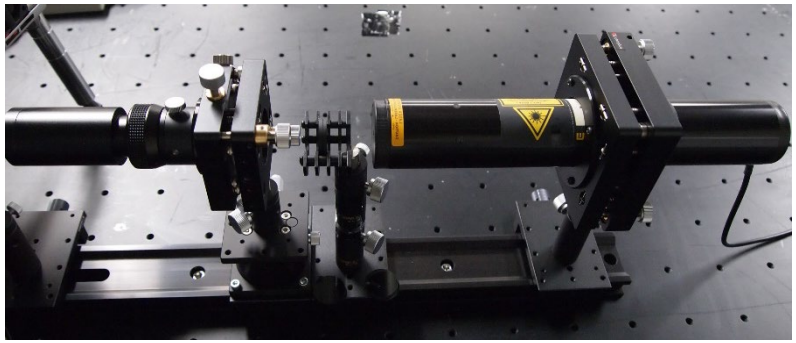


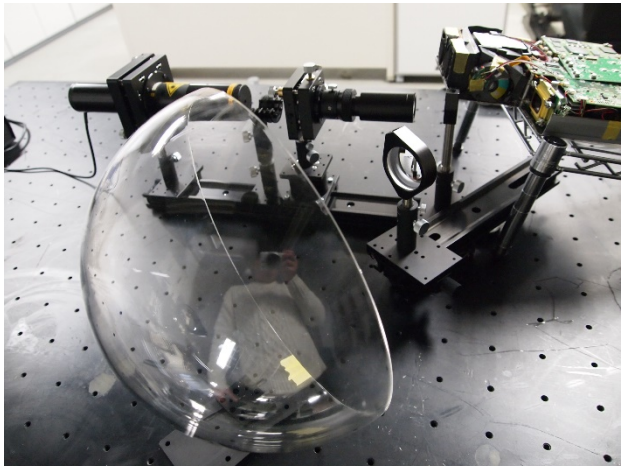
4.実験系

4-2.実験装置







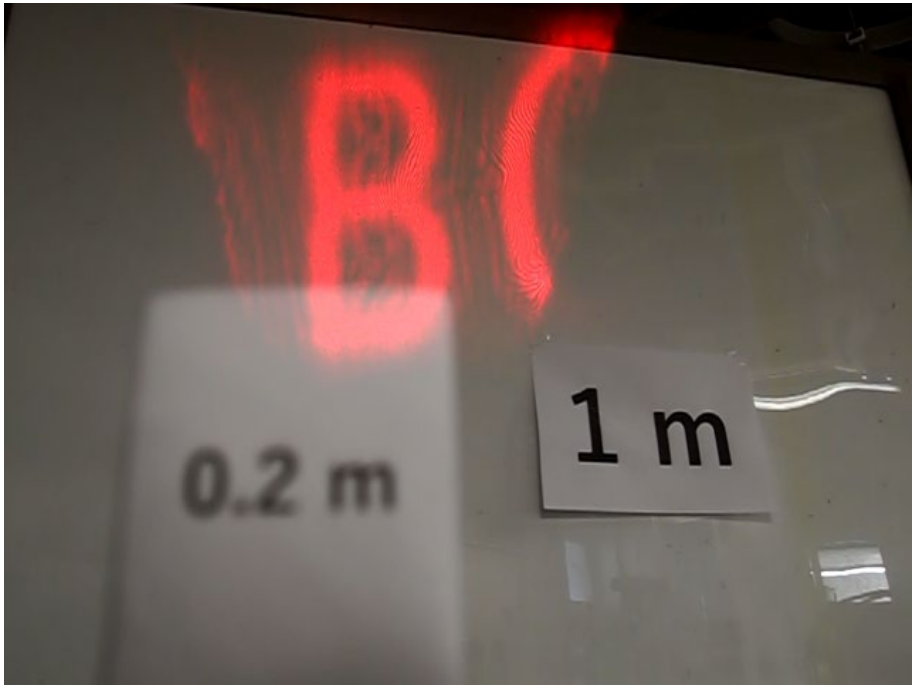


5.実験結果

5-1.焦点距離変化

マクスウェル視

準マクスウェル視



◆ マクスウェル視、準マクスウェル視のAR像ともに焦点距離の変化による像のボケは見られない。

フリーフォーカスなAR像の取得に成功

5.実験結果

5-2.カメラ回転

マクスウェル視

準マクスウェル視

- ◆ マクスウェル視では、カメラの回転により像が消えていく。
- ◆ 準マクスウェル視では、回転により『A』『D』が確認できるようになったのち、さらなる回転で像が消える。

6.考察

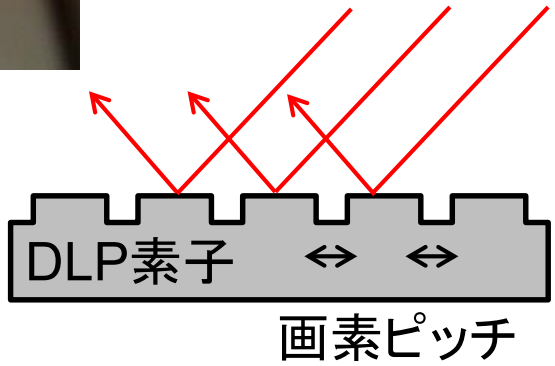
6-1.AR像の視認性

◆ 各像の周りに乱れが生じている。

→アクリルドーム表面の乱雑さ
DLP素子の各マイクロミラーの傾きの不均一性

◆ 像の重なりが生じている。

→DLP画素周期による干渉



7.まとめ

◆ 提案したARシステムの検証実験を行い、フリーフォーカスなAR像の取得に成功した

◆ 比較

➢ マクスウェル視

- 視野角は広く、ディスプレイ全体を視認する。
- 回転許容角は狭く、回転により像が消えていく。

➢ 準マクスウェル視

- ディスプレイの中心部分を視認するため、視野角は狭い。
- 回転許容角は広く、回転に追従するようにディスプレイ上の見える範囲が変化する。
- 眼鏡型両眼式ARデバイスにおける輻輳運動の調節が容易になる。