

# ライトフィールドカメラの研究 -立体画像の生成と評価-

京都産業大学  
コンピュータ理工学部  
蚊野研究室  
松本翔伍



# 立体画像



左眼画像



右眼画像

視差のある画像



# 研究背景

- 左右のカメラの条件を一致させる必要がある
- 撮影の手間がかかる



([http://avsc.jp/product/product\\_stereocamera.html](http://avsc.jp/product/product_stereocamera.html)より引用)



# 研究内容

- ・ ライトフィールドカメラ(Lytro)を用いた立体画像の生成
  - 元の情景を再現するために,デプス画像を用いて立体画像を生成する
  - 専用アプリが生成する立体画像と比較する



# ライトフィールドカメラ: Lytro

- ・ 光線を記録し,光線に対する計算処理によって写真画像を生成するカメラ
- ・ 代表的な機能として任意の位置にピントや視点を変えた画像の生成が可能





# 使用するLytroの出力データ

## 提案手法で用いるデータ

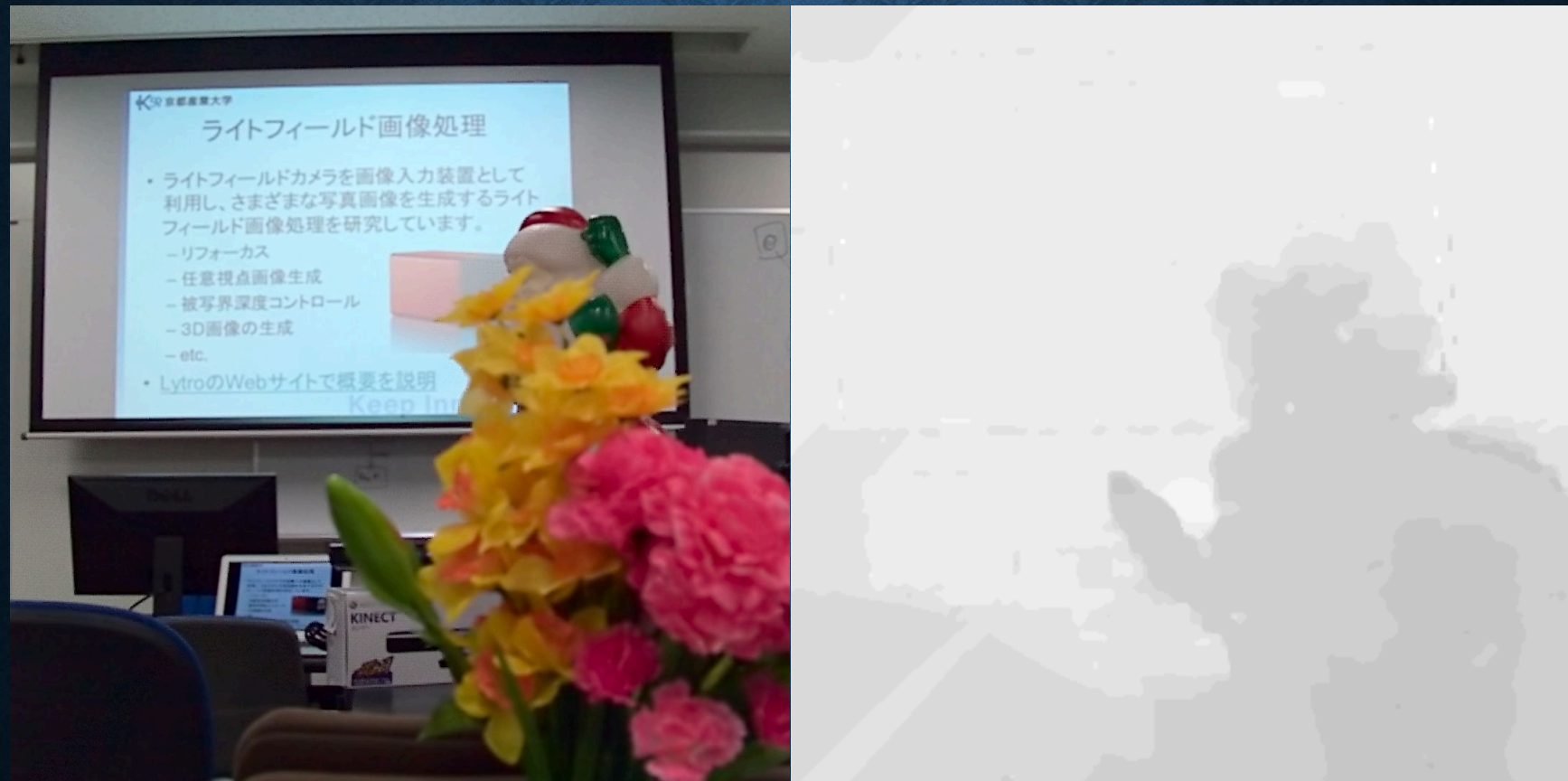
- $1080 \times 1080$ 画素の写真画像
- $330 \times 330$ 画素のデプス画像

## 比較対象のデータ

- 専用アプリが生成する立体画像



# Lytroが生成するデプス画像



1080×1080の元画像とデプス画像(1080×1080に拡大)



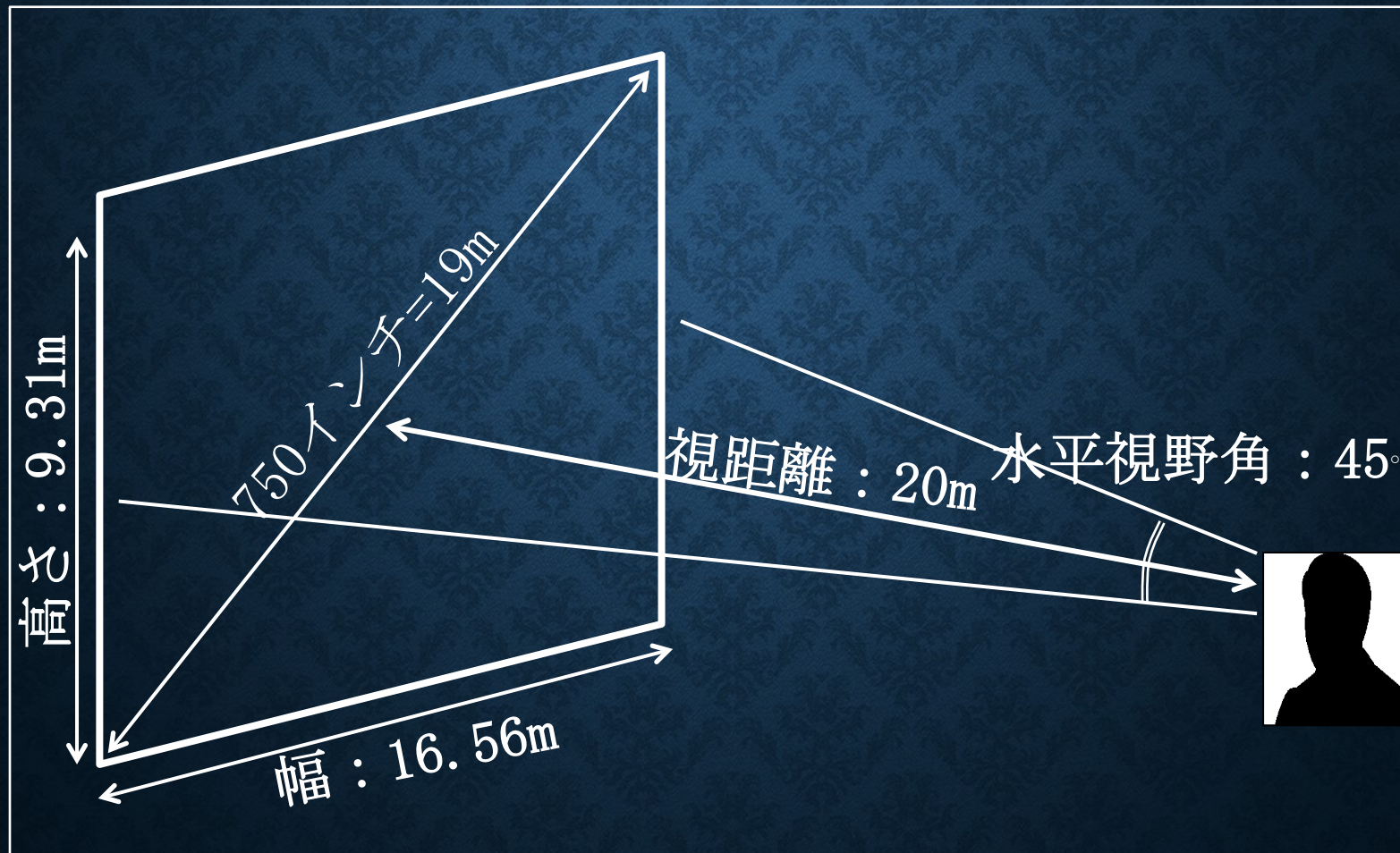
# ヘッドマウントディスプレイ(HMZ-T2)

- 1280 × 720の有機ELパネルを搭載
- 仮想画面サイズは750インチ(仮想視距離は20m)
- 視野角 約45度





# ヘッドマウントディスプレイを用いた観察



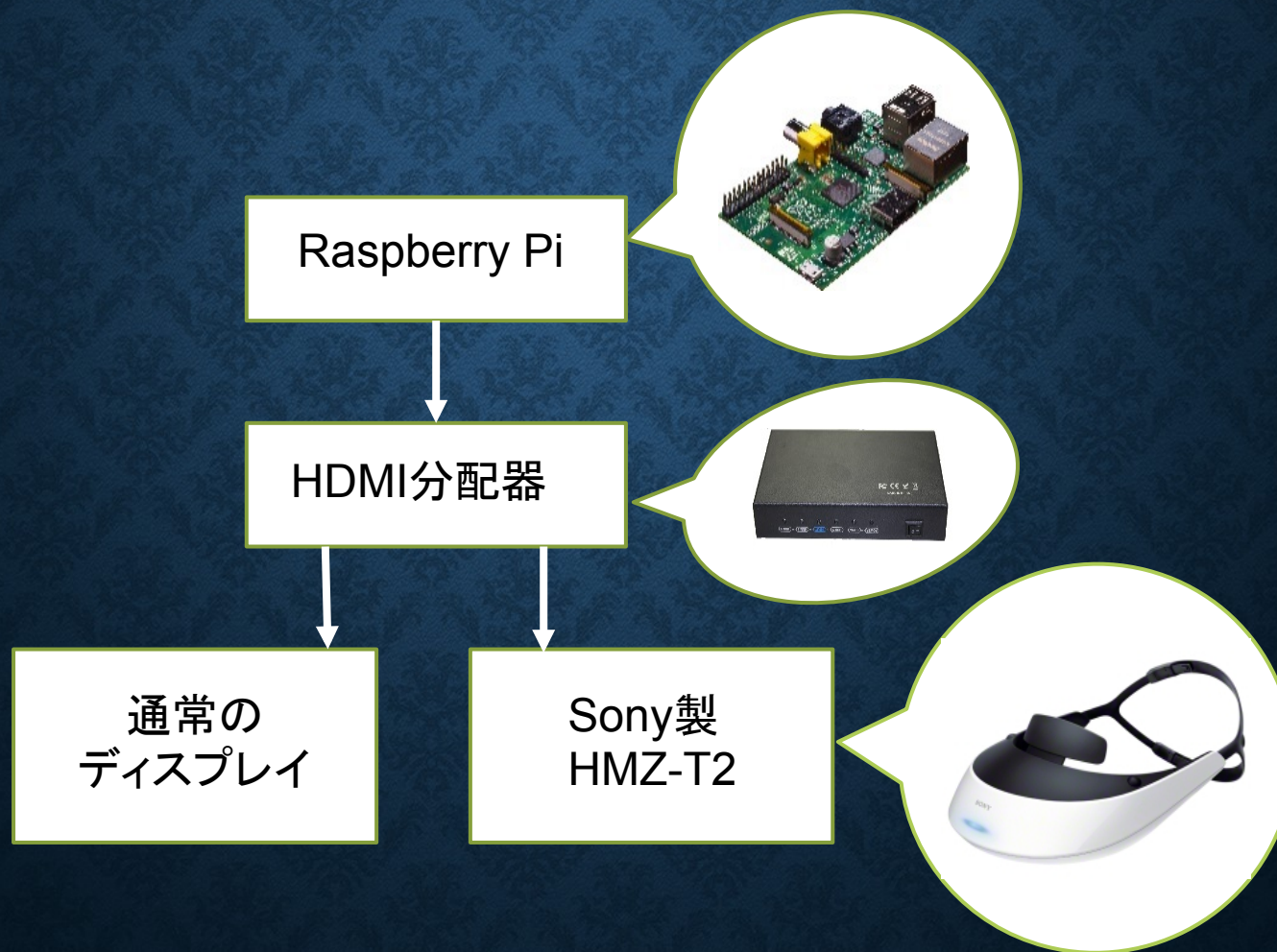


# ヘッドマウントディスプレイを用いた 3D画像の観察

- 右目画像,左目画像が分かれているため  
クロストークが生じない
- 視野角が大きく,奥行きが感じ取りやすい



# ヘッドマウントディスプレイへの出力





# ライトフィールドカメラの出力を用いた ステレオ画像の生成

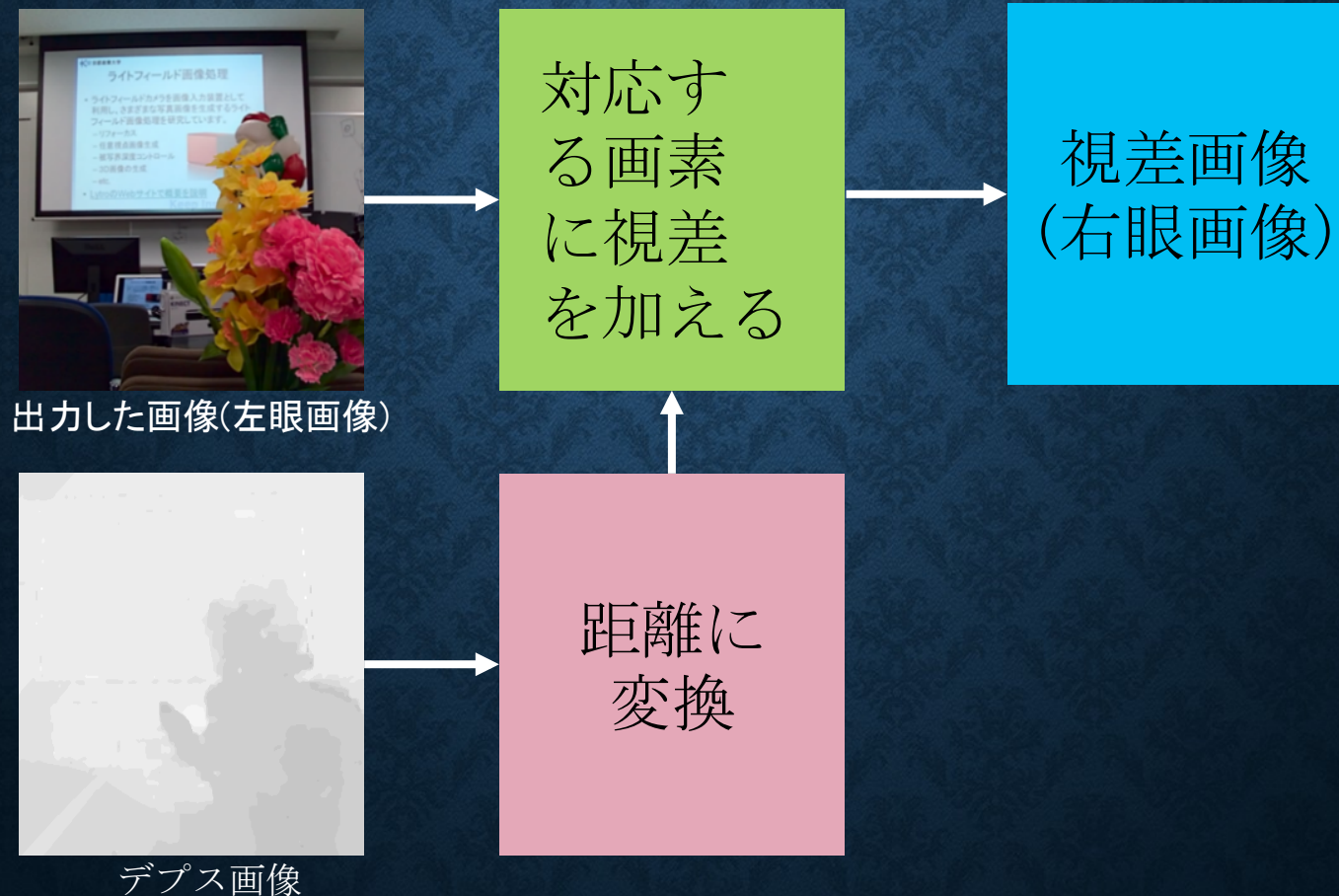
Lytroの出力データからステレオ画像を生成するには次の2通りの方法がある

1. デプス画像を利用する方法
2. 記録した光線から計算する(専用アプリの方法)

本研究では1の方法を採用した

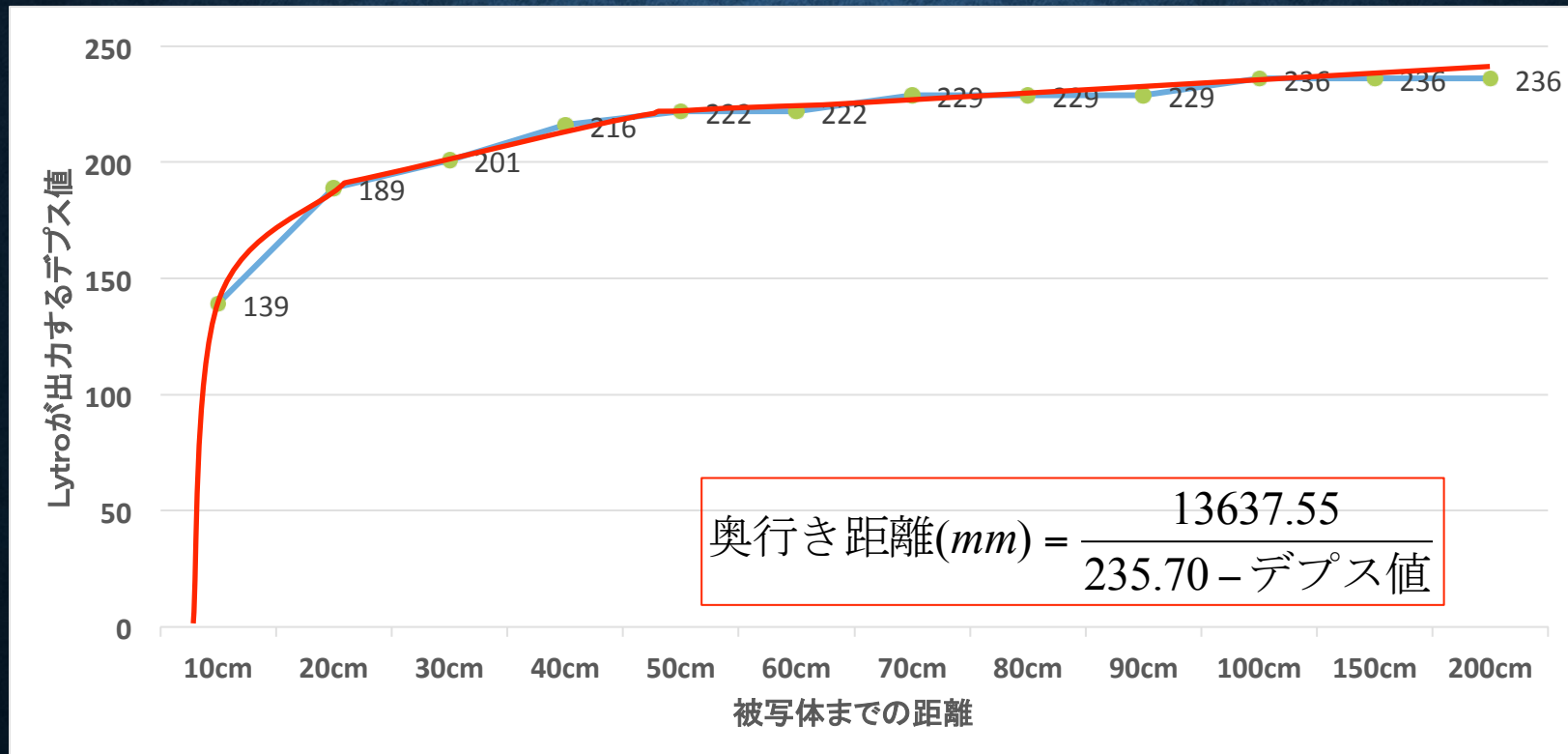


# デプス画像を用いたステレオ画像の生成





# Lytroが出力するデプス値と距離の関係





# 3D再生空間の理論式(1)

- 両眼立体視における3D再生空間は以下の順によって求められる.

- 1.被写体の座標から撮像素子上の座標への変換



- 2.撮像素子上の座標から画面上の座標への変換



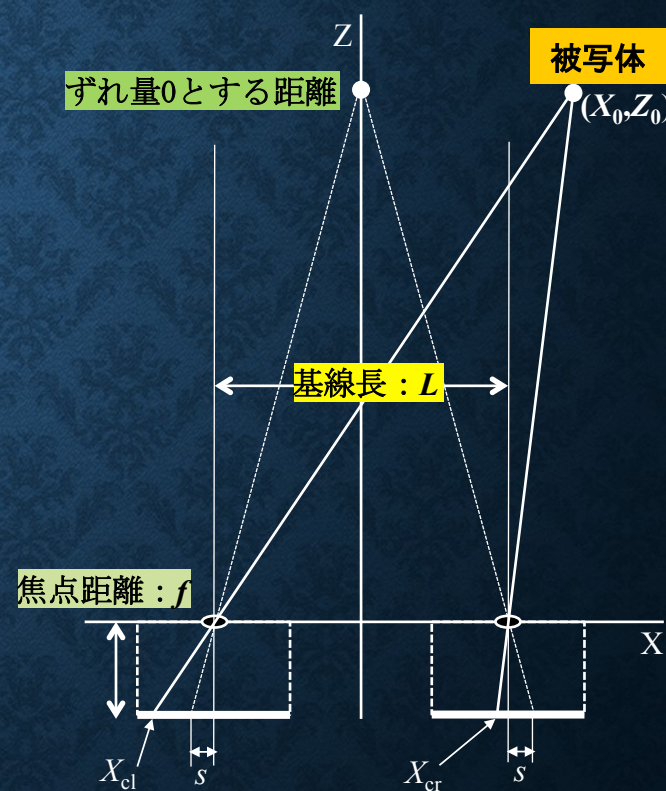
- 3.画面上の座標から3D空間の座標への変換



## 3D再生空間の理論式(2)

- 図のような被写体の位置を想定すると被写体の座標から撮像素子上の座標への変化は以下の式が得られる

$$X_{cl} = -s + f \tan \left( \arctan \left( \frac{X_0 + L/2}{Z_0} \right) \right)$$
$$X_{cr} = s + f \tan \left( \arctan \left( \frac{X_0 - L/2}{Z_0} \right) \right)$$





## 3D再生空間の理論式(3)

- 撮像素子上の座標から画面上の座標への変換は画面上でのこれらの表示位置を $X_{sl}$ ,  $X_{sr}$ とすると
  - $X_{sl}$ =撮像素子に対する画面サイズの拡大率 $\times X_{cl}$
  - $X_{sr}$ =撮像素子に対する画面サイズの拡大率 $\times X_{cr}$
- 再生される3D空間の座標を $X_i, Z_i$ とすると
  - $X_i = \text{瞳孔間隔} \times (X_{sr} + X_{sl}) / \{2(\text{瞳孔間隔}-\text{画面上のずれ量})\}$
  - $Z_i = \text{視距離} \times \text{瞳孔間隔} / (\text{瞳孔間隔}-\text{画面上のずれ量})$



# 視差量の計算(1)

画素ごとの視差を求めるために以下の式を利用する

$$\text{再生距離} = \frac{\text{視距離} \times \text{瞳孔間隔}}{\text{瞳孔間隔} - \text{画面上での視差}}$$

瞳孔間隔を6.5cmと定めると,ヘッドマウントディスプレイでの仮想視距離は20mより

$$\text{再生距離} = \frac{20000(mm) \times 65(mm)}{65(mm) - \text{画面上での視差}(20m\text{先})}$$



$$\text{画面上での視差}(20m\text{先}) = \frac{65(mm) - (20000(mm) \times 65(mm))}{\text{再生距離}}$$



## 視差量の計算(2)

Lytroが出力する画像サイズは1080×1080なので元画像に対する画素単位での視差量をAとすると

$$A = \text{画面上の視差}(20m\text{先}) \times \frac{1080}{16560(mm)}$$

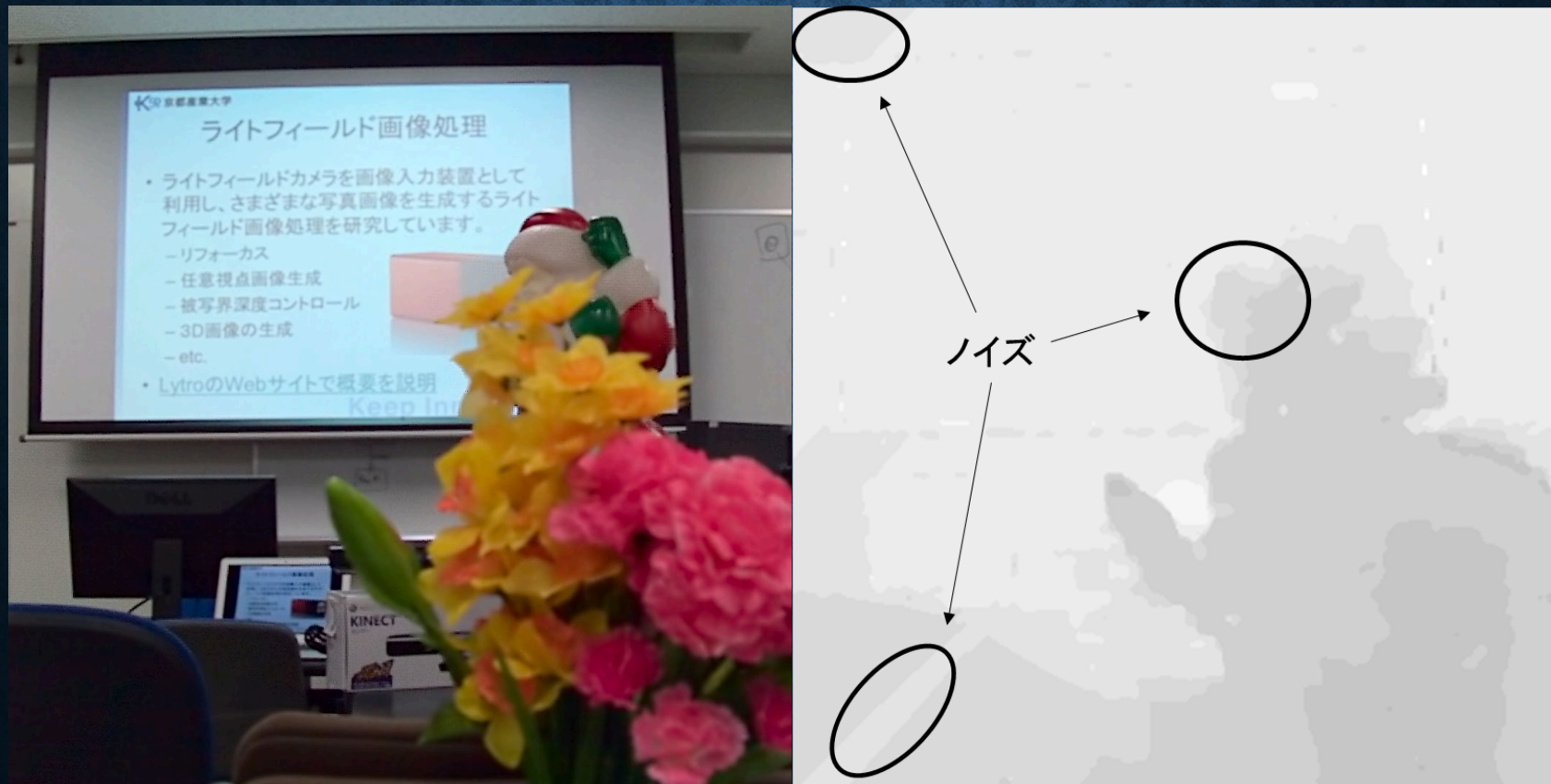
※ここで16560(mm)はヘッドマウントディスプレイによる仮想画面の水平幅

この式を基に視差画像の生成を行う



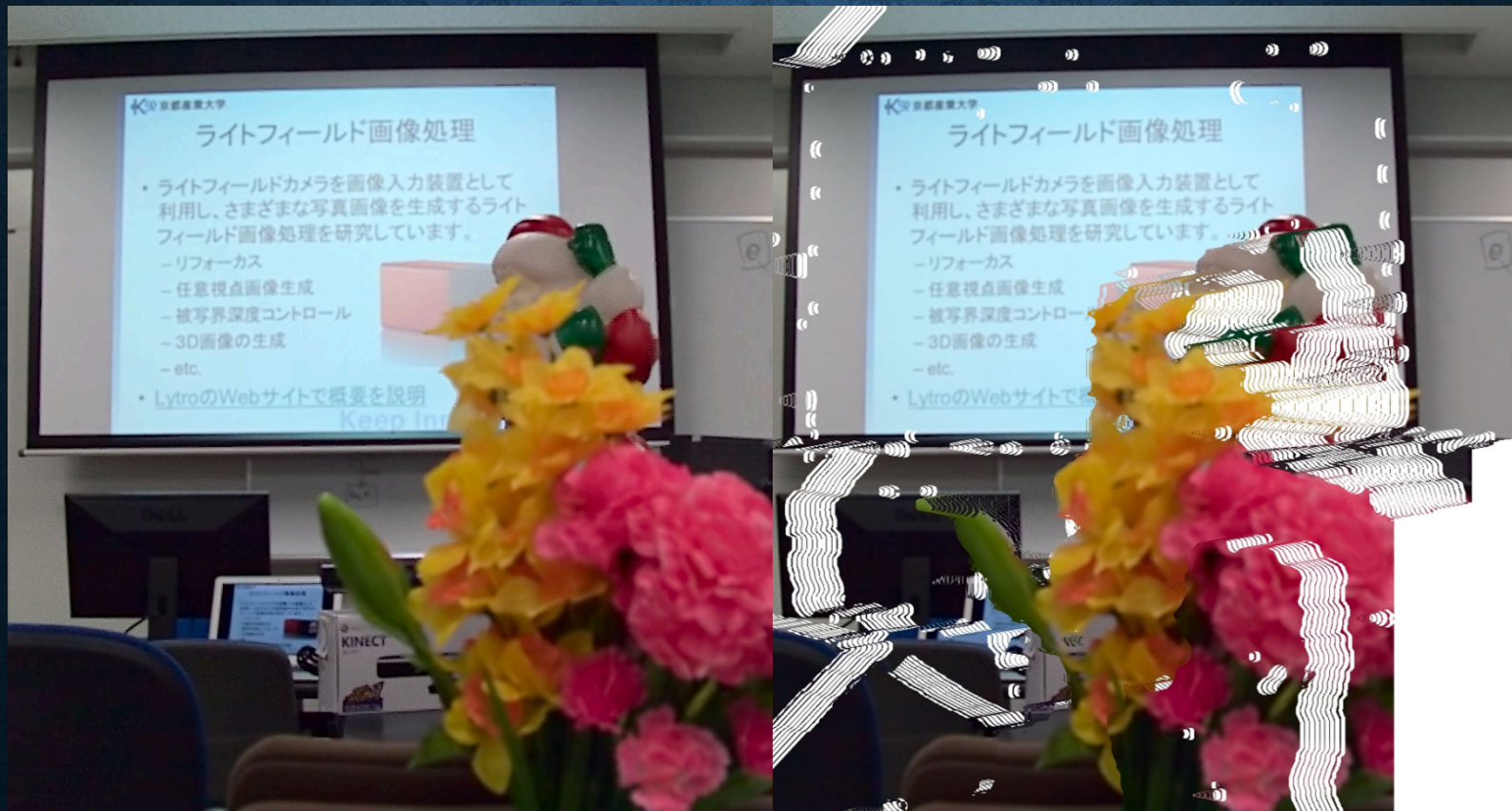
# 視差画像の生成(1)

- Lytroが出力するデプス画像にはノイズがみられる





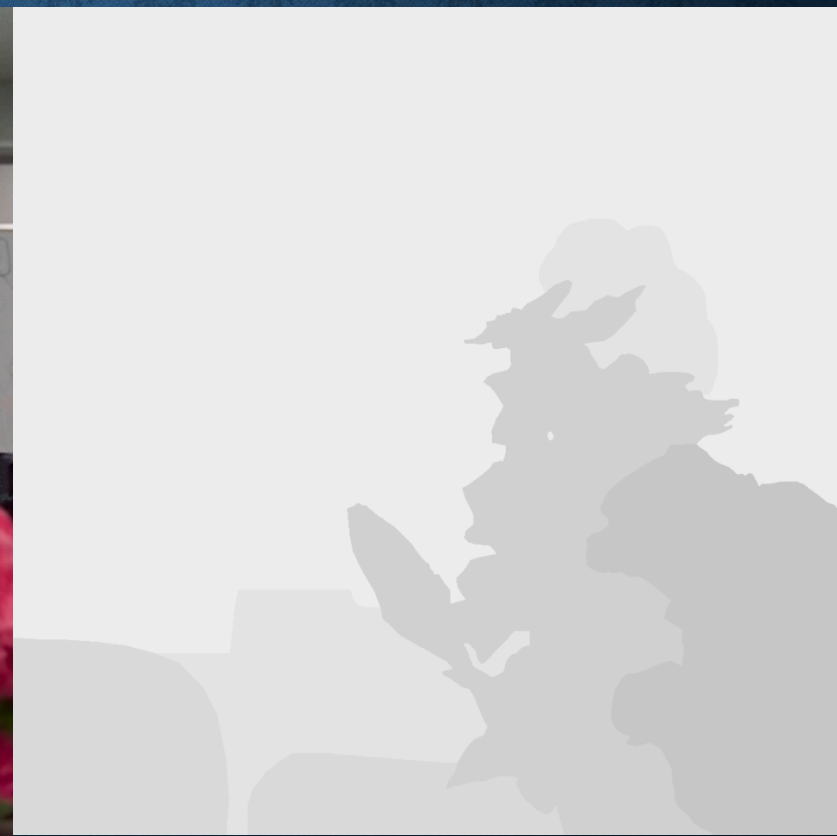
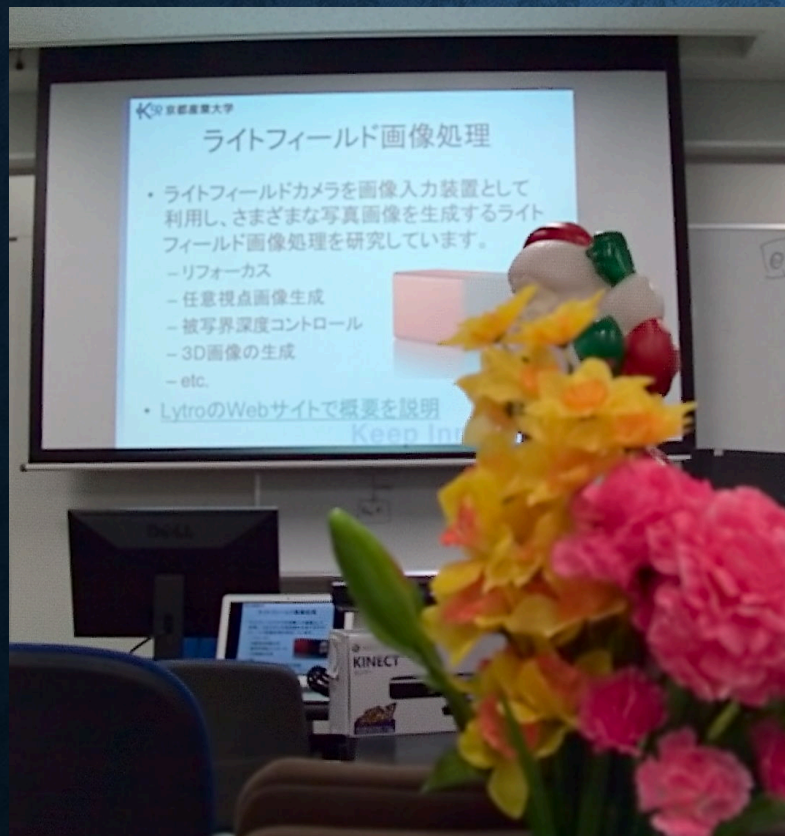
## 視差画像の生成(2)





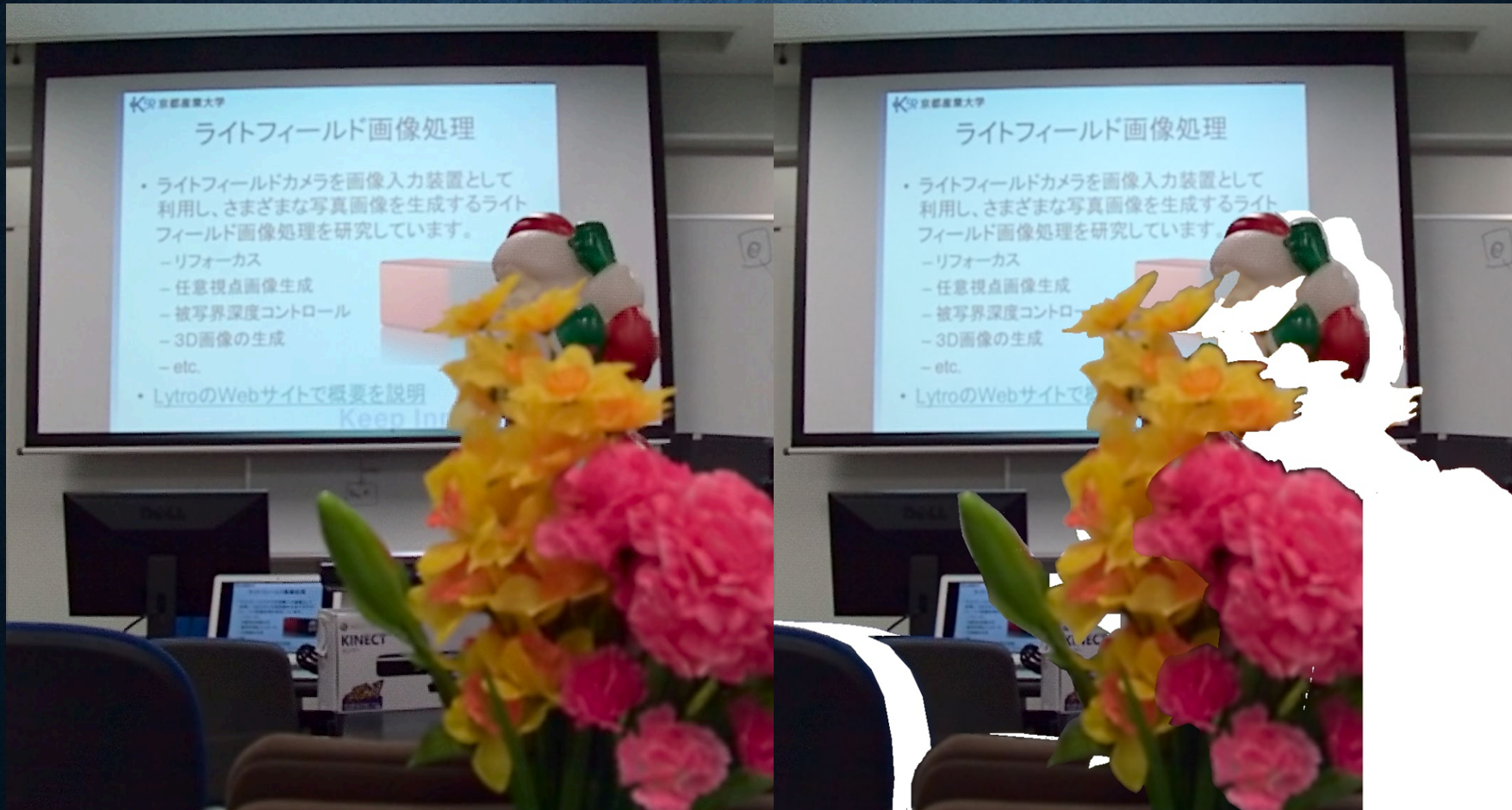
# 視差画像の生成(3)

- デプス画像の修正





## 視差画像の生成(4)





# 画素の補間(1)

- 画素値のない画素に値を補間する必要がある.
- 今回は次の2つの方法で補間した
  1. 画素値がない画素に黒色を割りあてる
  2. 画素値がない画素に周りの4近傍のうち最もデプス値の大きい色で補間

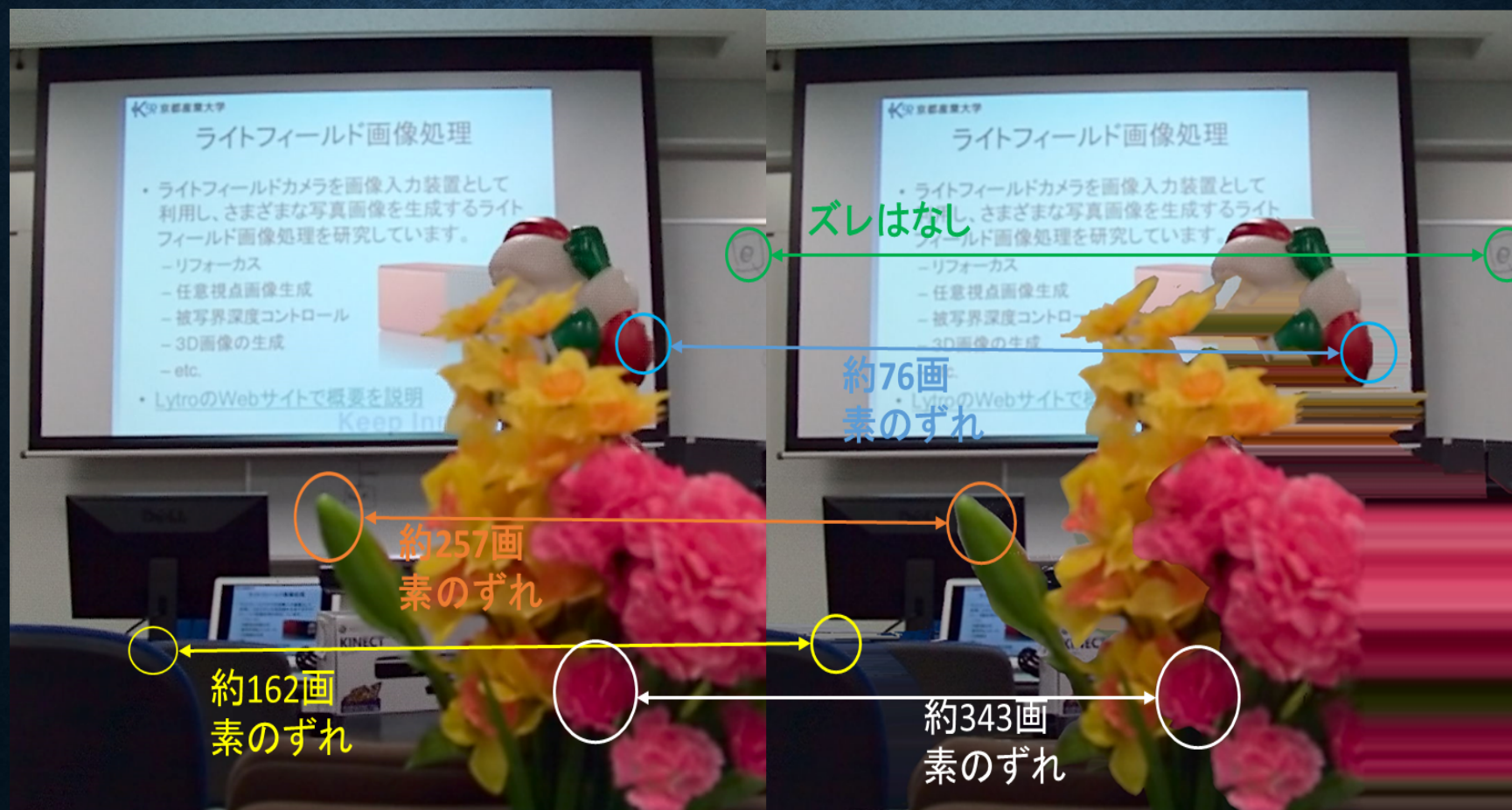


## 画素の補間(2)





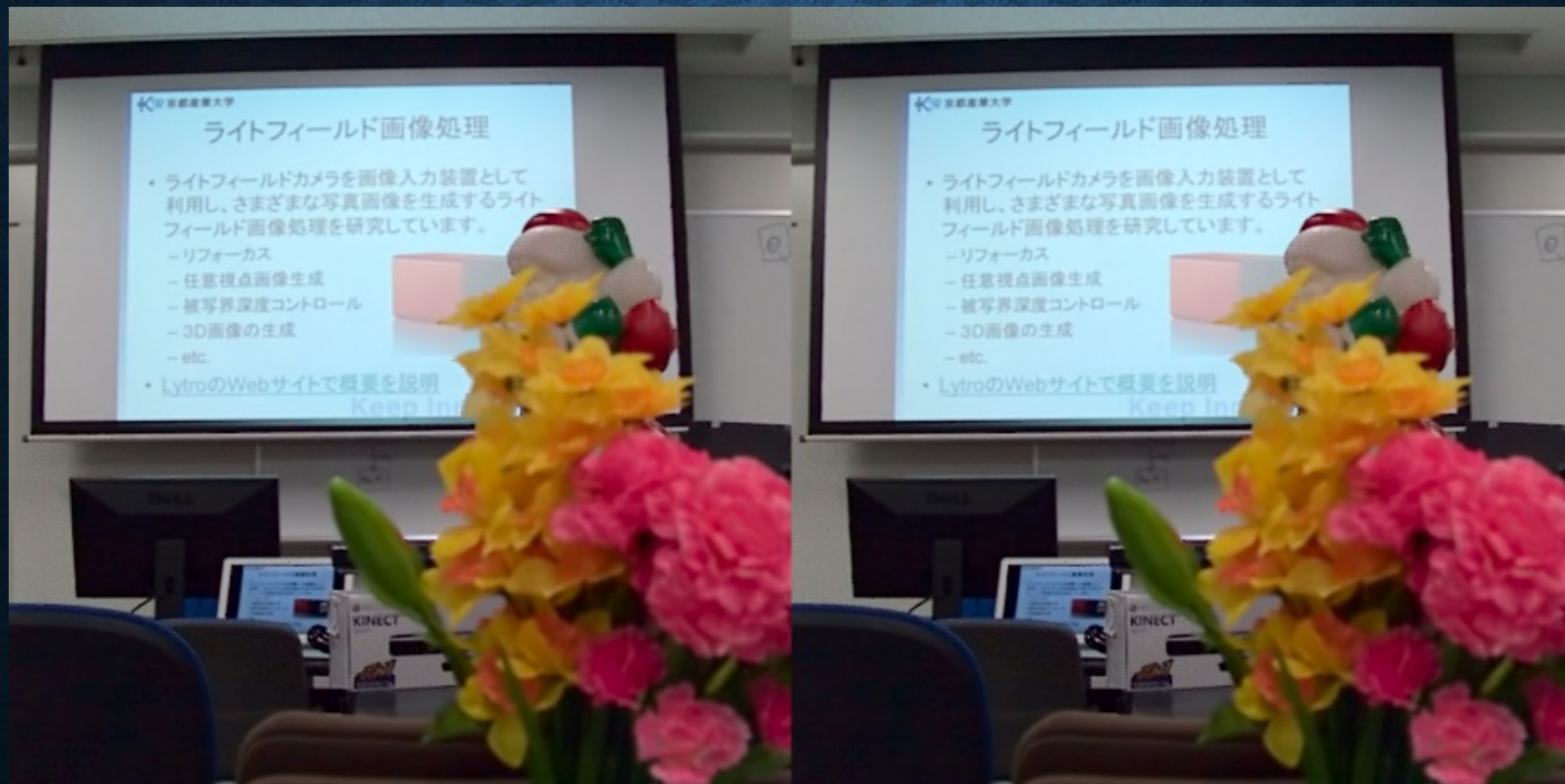
# デプスを用いた生成した視差画像





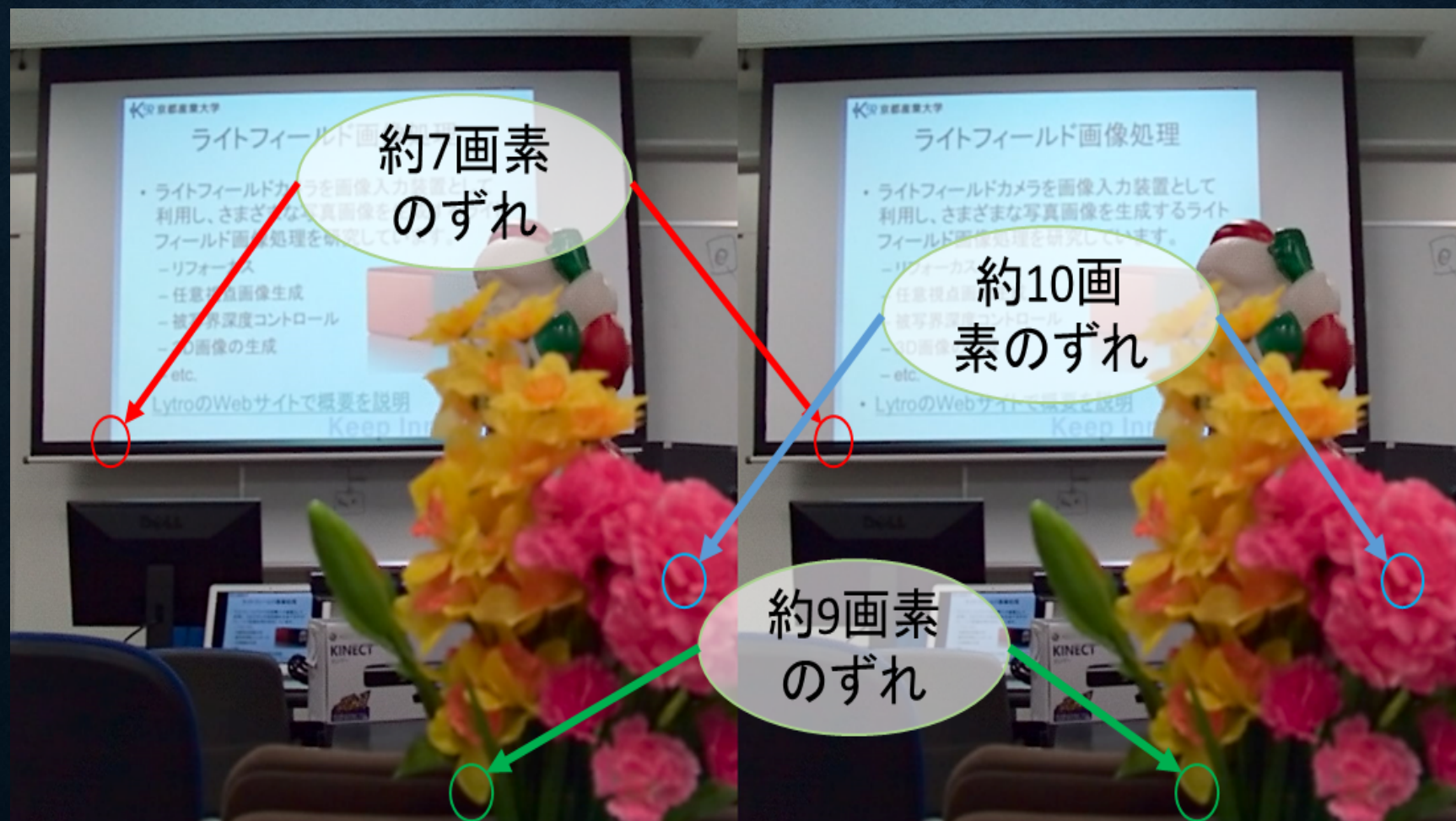
# 専用アプリが生成する視差画像との比較 (1)

専用アプリが出力したステレオ画像





# ライトロアプリが生成する視差画像との比較(2)





## 観察結果

- デプス画像から生成した視差画像は立体感を十分に感じることができるが、補間した領域に違和感が残る
- 専用アプリが生成する視差画像は立体感が小さい



## 成果と課題

- 3D空間の再生理論に基づく立体感を持つ視差画像の生成に成功した
- 専用アプリが生成する視差画像と比べ,実際の情景に忠実な立体感を感じた
- 画素値を持たない画素の補間方法に検討の余地がある



以上です

ご清聴ありがとうございました